

B計畫 2.0

拯救地球

延續文明



雷斯特·R·布朗 著

曾育慧 譯

看守台灣研究中心 出版

Lester R. Brown

B計畫2.0

Plan B 2.0

拯救地球 延續文明

雷斯特 R. 布朗 著

曾育慧 譯

看守台灣研究中心 出版

目錄

序言	i
第一章 邁入新世界	1
新世界的本質	2
中國的啟示	6
以史為鑒	7
匱乏政治的形成	10
匡正價格	11
B計畫—帶來希望的模式	12

第一部分 文明陷入危機

第二章 產油高峰過後	15
石油減產時代到來	15
石油密集的糧食生產	19
小麥換購石油匯率下降	21
食物與燃料爭地	22
產油高峰過後的城市和郊區	27
產油高峰過後的世界	29

第三章 日益顯現的缺水形勢	32
地下水位下降	33
江河斷流	38
湖泊消失	40
農村不敵城市	42
水短缺跨越國界	44
食物泡沫經濟	45
第四章 氣溫增高 海面上升	47
大氣溫度上升及其影響	48
氣溫升高對農作物產量的影響	51
高空「水庫」	53
冰山的融化與海平面上升	54
風暴更加頻繁 更具破壞力	59
造成氣候變化的行為竟得到補貼	61
第五章 自然系統負荷沉重	63
森林面積縮小、代價巨大	64
土壤在流失	67
牧地在退化	69
沙漠在推進	71
漁場在崩潰	73
植物和動物都在消失	75

第六章 走向衰亡的初期徵兆	79
兩極化的世界	80
健康面臨的挑戰不斷增長	82
一次性經濟難以為繼	86
人口與資源的矛盾	88
環境難民正在增加	91
失能國家與恐怖主義	93

第二部分 回應策略：B計畫

第七章 消弭貧窮 穩定人口	97
普及基礎教育	98
穩定人口數量	100
全民更健康	103
遏制愛滋病毒流行	106
對內減少農業補貼、對外減免他國債務	107
掃除貧窮預算書	109
第八章 還給地球本來面貌	112
保護和恢復林相	113
土壤保育與復育	117
讓自然得到供水	120
振興漁場	122
保障動植物多樣性	124

修復地球的花費	125
第九章 養活七十億人	129
對土地生產力的再思考	129
提高水的生產力	132
提高蛋白質生產效能	135
蛋白質生產新體系	138
向食物鏈下層移動	140
多條戰線同時開打	142
第十章 穩定氣候	144
提高能源生產率	146
駕馭風能	147
油電混合動力汽車與風力發電	151
將陽光變為電能	153
來自地球的能量	156
迅速減少碳排放	157
第十一章 打造永續城市	161
都市生態學	163
重新設計城市交通	165
城市農作	168
減少城市用水量	171
來自都市貧民窟的挑戰	173
以人為本的城市	175

第三部分 帶來希望的新選擇

第十二章 構建新經濟	179
稅項轉移	180
補貼轉移	184
環保標章：花錢做選擇	186
新物資經濟	188
新企業，新就業	192
環境革命	195
第十三章 創造未來的B計畫	197
留心預警	198
戰時總動員	200
全民動員 拯救文明	202
接受使命，走向偉大	206
創造未來 你我責無旁貸	209
參考資料	212
注釋	219

序言

現行的經濟發展模式（姑且稱之為「A計畫」），使世界走上經濟衰退，環境終將崩潰的不歸路。如果我們的目標是經濟持續進步，就必須轉往新的道路——B計畫。這是作者於2003年撰寫本書的初衷。

然而，促使作者決定更新和擴展2003年的版本，推出《B計畫2.0》有許多原因，而其中最主要的，是人們迄今尚未對建立新經濟體系的必要性，形成廣泛共識，對於新經濟的內容更是缺乏清晰的圖像。本書目的是為建立新經濟提供更具說服力的例證，對內容進行更詳細的闡述，並描繪從現行經濟模式轉到新模式的路線圖。

創作這本新著還有若干其他理由：首先是強而有力的新證據，顯示西方的經濟模式並不適合中國；第二、日益緊張的石油供給成為大家關注的新課題；第三、如果經濟的自然支持系統繼續惡化，貧窮將無法消除。因此在第一版的消除貧困之外，本書又增加地球復育的內容；第四，由於近幾年的科技進步，對於扭轉危害未來環境趨勢，提供了各種令人振奮的可能途徑；第五則是來自原版讀者出乎意料的热情迴響。

中國目前在基本資源的消費上已經超過美國，這有助於說闡明上述第一點理由。在食物（穀物和肉類）、能源（石油和煤炭）和工業經濟（鋼鐵）等主要商品中，除了石油，中國在其它方面的消耗量都已經超越美國。

如果中國在平均消費水平趕上美國，將會出現什麼樣的情況呢？假設中國的經濟繼續以每年8%的速度成長，每人平均收入將在2031年達到美國目前的水準。如果2031年的中國人平均消費水平等同於今天的美國，那麼預期的14.5億中國人口消費的穀物將是目前全球穀物產量的三分之二，用掉的紙張是目前世界產量的兩倍，每天要燃燒9900萬桶石油，超過目前每日8400萬桶的總產量。

西方的經濟模式不適用於中國，在印度也一定不適用，因為印度2031年的人口甚至會比中國還多。對於也在做著「美國夢」的其他開發中國家的30億人口，西方的經濟模式也必然不適用。而且，在日趨一體化的世界經濟中，所有國家競爭的都是同一批石油、穀物和礦產資源，現行的經濟模式在工業國家早就無以為繼。以化石燃料為基礎、小汽車為中心和一次性產品泛濫的經濟，已經到了山窮水盡的地步。

石油的前景迅速變化，衍生出各種新問題，這和中國資源消耗增加有著密切相關。舉例來說，以前會關心油價上漲對食物生產成本的影響，現在則更擔心價格上漲對食品需求帶來的後果。因為我們所吃的各種東西，實際上都可以由乙醇蒸餾廠或生質柴油提煉廠轉化為汽車燃料。昂貴的油價正在為農產品開闢巨大的新市場。燃料製造業者和食品加工業者直接爭購小麥、玉米、大豆、甘蔗和其他食物，變成超級市場和加油站爭購同樣的商品。

石油價格會決定食物價格，因為只要食物做為燃料可賣得較高的價錢，就會被轉化為燃料。隨著越來越多的乙醇蒸餾廠和生物柴油煉製廠的出現，世界上富裕的有車族就會和世界上的貧困大眾爭奪同樣的商品。

原版的《B計畫》曾提出消除貧窮的預算，但如果經濟的環境支持系統崩潰，除貧的目標便無法實現。如果耕地繼續受到侵蝕、收穫不斷減少；如果水位繼續下降、水井不斷乾涸；如果牧地繼續沙漠化，牲畜不斷死亡；如果漁場繼續崩潰；如果森林繼續縮小；如果氣溫上升使更多作物枯萎，除貧計畫再怎麼精心設計或擴大推廣，也不會獲致成功。

基於這個道理，我們增加使地球恢復肥沃潔淨的修復預算，使之與除貧預算相輔相成。這項預算包括保護和復育土壤、森林、牧地和漁場，以及保存地球生物多樣性的費用。這也會避免沙漠的擴張，使上百萬人民免於離鄉背井的威脅。

修訂《B計畫》的最後一個理由，是各項新科技的出現，為日益嚴峻的形勢帶來希望。油電複合車和風力發電在設計上的進步即為顯例，為發展替代汽車燃料經濟打下基礎。有了備用蓄電池和充電插頭的設備，短途行駛時就可以完全靠電力驅動。若再結合風力發電，將可大量提供成本低廉的動力給複合車使用。在用電離峰時段利用風力為蓄電池充電，相當於1加侖汽油只花50美分！這只是建設新經濟各種可能性的其中之一，能夠在經濟持續進步的同時，節省金錢、減少

對石油的依賴，並且降低二氧化碳排放量。

致力寫作《B計畫2.0》也是基於第一版所得到的廣大迴響。出版後的前幾個月，我們的銷售資料庫發現許多讀者都是在訂購了第一本之後，又陸續訂購5本、10本、20本，甚至50本以上來分送給同事、輿論影響者、政治領導人物和其他人士。

針對這些回應，我們把訂購5本以上的人組成「B計畫聯誼會」。目前這個團隊約有650人之多。泰德·特納（Ted Turner）就購買了3,569本送給美國各界的領導人、部會首長、財經前五百大企業執行長、美國國會和其他人士，是當之無愧的會長。隨著新版的出現，我們希望「B計畫聯誼會」的成員能夠增加，在短時間內匯集上千名熱心人士，積極來促進這個拯救人類文明的模式。

人們愈來愈關心世界的未來，改變發展模式的意識也正在增強。油價的攀升以及石油爭奪戰日漸激烈，正在為這種關注加溫。無獨有偶的是氣候變化的各種徵兆，如冰體融化和海平面上升，颶風卡崔娜留下的2千億美元帳單，是過去任何暴風雨損失的七倍，這些都是對全世界的警告。

人們的密切關注也許會使決策過程朝著正確的方向，使世界邁向經濟與環境皆達永續的路途。

此書可從網站免費下載。複製或者節錄也可向地球政策研究所的麗雅·賈尼斯·考夫曼（Reah Janise Kauffman）聯繫後取得。

雷斯特·R·布朗 於2005年10月
地球政策研究所（Earth Policy Institute）
1350 Connecticut Ave.NW , Suite 403
Washington, DC 20036
電話：（202）496-9290
傳真：（202）496-9325
電子信箱：epi@earthpolicy.org
網址：www.Earthpolicy.org

有關本書的詳細資料請上網：www.Earthpolicy.org/Book/PB2/index.htm。

第一章 邁入新世界

全球的經濟發展正逐漸超出地球所能承載的極限，將人類文明推向衰退甚至崩潰的境地。由於過分著眼財務報表和經濟增長的目標，我們忽視了人類經濟活動與地球資源之間的巨大關聯。一百年前，我們以10億美元為單位來衡量全球經濟的年成長。現在這個衡量單位已提高為1兆美元。

經濟快速發展的結果，是可再生資源的消耗速度遠超過它們的再生速度。地球上的森林面積正在大幅縮減，牧地在消退，地下水位下降，漁獲資源枯竭，土壤流失。石油耗用的速度，快到我們沒有時間去規劃如何應對石油減產後的局面。人們釋放大氣中的溫室氣體超過自然界的吸收能力，使得地球氣溫處於自農業誕生以來最明顯的上升階段。

現今的文明並不是第一次走上這條使自然環境失去平衡的道路。許多早期文明社會也遭逢自己造成的環境危機。正如杰拉德·戴蒙德（Jared Diamond）在《崩潰：社會如何選擇成功或失敗》（*Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed?*）一書中所述，某些文明能夠成功地改變方針、避免文明的衰退，有些則不能。我們從對蘇美人、瑪雅人、復活島居民，以及其他早期文明的考古研究中證實，這些古人都沒能及時做出必要的調整。¹

幸好當今的科學家已經在為需要做出那些改變取得基本共識。經濟要能持續發展，就需要用新的模式來代替以化石燃料為基礎、以小型汽車為主和一次性產品氾濫的經濟。新型經濟將以豐富的可再生能源，如風力、太陽能、地熱能、水力發電以及生質燃料等，來代替化石燃料。

未來的交通工具將不再以小汽車為主，而是廣泛使用輕型鐵路、公共汽車、自行車和小型汽車所組成的多元化運輸，目的是發揮交通系統的最大效用，而非追求汽車數量。

一次性產品將轉換為可多次反覆使用，即再生利用。從小型汽車到計算機等消費性產品，都會設計成可拆解、完全回收再利用的形態，而像易開罐這類一次性產品將會被淘汰出局。

在各地萌芽的新形態經濟值得欣慰：我們已經能夠設計和建造如油電動力混合車、先進的風力機、高效能電冰箱和省水灌溉系統等新型節能產品。

我們可以看到新型經濟正在一點一滴地累積。隨著風力發電場、屋頂太陽能板、紙張再生設備、自行車專用道和恢復植被計畫的實施，人類離永續發展的經濟模式就更近一步。

相反地，如果我們繼續依循目前的經濟模式，問題就不是環境惡化是否導致經濟衰退，而是何時開始衰退。環境支持系統一旦崩潰，人類經濟活動絕對無法倖存，即使技術再先進也於事無補。

新世界的本質

我們剛進入一個新紀元，同時也是進入一個新世界；在這個新世界中，人類的需求與自然循環系統之間的衝突變得司空見慣：也許是另一波使農作物枯萎的熱浪，也許又有一座因沙塵暴而遭遺棄的村莊，或者又是一處被抽乾的地下水井。如果我們不立即採取行動扭轉局勢，這些看似獨立的事件會越來越頻繁，累積到一定程度，最後決定人類的未來。

經過無數地質世代積累的資源，正在被人類用一個世代的時間消耗殆盡。我們正要跨過大自然設定的門檻，只是自己沒有發現；我們也正在步向大限，只是不曾意識到。最後期限是大自然決定的，政治無從左右。

人們常常在跨過自然界設下的門檻後，才驚覺為時已晚。現今快節奏的世界裡，當你意識到某個門檻存在的當下，可能已是邁過之後，沒有回頭的時間了。舉例來說，當我們超過漁類資源的可替補量，水產數量便會開始縮減；一旦超過限度，即使喊停或減少捕獲量，能彌補過來的時間卻所剩無幾。如果我們未能及時在漁獲枯竭之前有效控制，那麼水產的種族和數量會縮減到難以再生的地步，漁類資源便從此消耗殆盡。

我們從早先的文明中得知，經濟活力下降的第一項訊號不是經濟活動本身，

而是環境。第一個是森林樹木，接下來是土壤，最後才是文明。對於這些事件發生的順序，考古學家最清楚。

現今的局面更具挑戰性，因為除了森林面積縮小、土壤流失之外，我們還必須面對地下水位下降、使農作物枯萎的熱浪不斷出現、漁業衰敗、沙漠擴張、牧地退化、珊瑚礁瀕臨死亡、冰河融化、海平面上升、暴風雨*更強烈、物種消失等問題，此外還有即將來臨的石油供給縮減。儘管有些情況在某些國家內稍有改善，但上述問題當中，還沒有任何一項有全球性的改善。

因此，現在我們面臨的世界正處於生態學家所說的「因過致潰」的情形。過去因過度消費自然的狀況，在全球各地小範圍內曾出現過無數次。現在這種現象已經擴大到全球：各處的森林面積正在縮小，漁場衰敗隨處可見，每片大陸上的植被都在退化，許多國家的地下水位都在下降，各地的二氧化碳排放量都超過大氣環境的代謝能力。

在2002年，由「全球足跡網」（Global Footprint Network）的負責人馬西斯·瓦肯納格爾（Mathis Wackernagel）帶領的科學家小組指出，1980年前後，人類的總需求量第一次超出地球的可再生能力。美國科學院（National Academy of Science）的研究報告指出，全球的需求在1999年超過地球再生能力的20%。以每年約1%成長的速度推算，現在的增加速度應該更高。人類消耗地球自然資產來滿足當前需求的同時，也導致了經濟活動開始下滑與崩潰。²

美國航空環境公司（Aero Vironment）的創辦人兼董事長，也是第一架太陽能飛機的設計者保羅·麥克雷迪（Paul MacCready），以人類在地球上作為物質的存在時間，算出陸地和空中所有脊椎動物的比重。他指出，當農業剛出現時，人類、家畜、家禽和寵物的數量，總比重不到0.1%。時至今日，這個群體則佔了地球所有脊椎動物比重的98%，野生動物只有2%，其中包括所有的鹿科、羚羊、象、大型貓科動物、鳥類、小型哺乳動物等等。³

*這裡的風暴（storm）並不是指得到氣象學家嚴格定義的氣象事件——存在著氣旋，風速在一定範圍內，並伴有強降水等，而是比較廣義的、涉及到強風的種種氣象事件，也就是說，既包括單純的、也包括伴有強降水（雨或雪）過程的強風，還包括海洋和湖泊水面的尋常升降（風暴潮），在特殊情況下甚至也指未必伴有強風的強降水。本書第四章中專門論述到風暴災害的一節內容中，指的就是這裡所包括的多種氣象事件。——譯者

生態學家對「因過致潰」現象非常熟悉。其中一個最常引用的例子是發生在1944年。當時美國海岸巡邏隊把29隻馴鹿帶到白令海上的聖馬太島（St. Matthew Island），做為島上19名工作站人員的食物補給來源。一年後戰爭結束，基地關閉，人員撤離該島。1957年，當美國魚類與野生動植物管理局（Fish and Wildlife Service）的生物學家戴維·克萊因（David Kline）來到聖馬太島時，發現這裡一片興旺，1,350隻馴鹿分布在332平方公里的島嶼上，島上供它們進食的地衣有4英吋厚。由於食肉動物的威脅不存在，馴鹿數量猛增，1963年已經高達6,000隻。然而，當他1966年再度來此，卻發現島上遍布馴鹿的屍骨，同時地衣已所剩無幾，只存活著42隻—41隻雌鹿和1隻並不健康的雄鹿，幼鹿則一頭也沒有。1980年左右，這些碩果僅存的馴鹿也全部死光。⁴

人類也像那些聖馬太島上的馴鹿，過度消耗地球的自然資源。過度有時導致數量下降，有時則導致全部崩潰，結果究竟如何是未知數。就前者而言，資源耗竭的結果，只讓部分人口或部分經濟活動得以倖存，比如位於南太平洋的復活島，隨著環境資源的惡化，島上人口從幾個世紀前20萬人的高峰，下降到現今的4,000人以下。後者的例子，則是曾經格陵蘭島上有500年歷史的挪威移居者，在15世紀的惡劣環境中全部滅絕。⁵

就2005年的情況來看，由於出生率的下降，人口保持穩定或總數略有下降的國家約有42個。但是，人口學家第一次做出預測，認為有些國家的人口將由於死亡率提高使得人口數下降，比如波札納、賴索托、納米比亞和史瓦濟蘭。由於小家庭的趨勢並沒有普遍出現，這類國家恐怕還會持續增加。⁶

根據最近聯合國發布的人口推估數據，世界人口將從2000年的61億增長到2050年時的91億。但考慮到世界諸多地區維生環境的惡化，如此的大幅增長可能性很低。世界人口數量不會達到91億，是因為我們能很快消除全球的貧窮並降低出生率，還是因為無法消除全球的貧窮和降低出生率，致使死亡率開始上升，一如許多非洲國家目前的情況呢？因此，我們面臨著兩個急迫的重大挑戰；重新建構全球經濟活動，以及穩定世界人口數。⁷

即使在經濟活動面臨環境支持系統惡化的情況下，全球仍不計後果地瘋狂開採石油。權威的地質學家們認為，油產會很快達到高峰並開始下降。日益增長的石油需求與資源有限之間的衝突，僅僅是一連串衝突中最近發生的。儘管沒有人

確切知道產油高峰何時到來，但供給已經落後需求，直接使得油價飆漲。⁸

在這個新的世界裡，油價開始影響食物價格，原因固然與農業和食品加工業耗油成本的增加有關，但另外的因素在於我們所吃的食物被轉化成汽車燃料。在高油價的時代中，超市和加油站將在市場中競爭，爭奪基礎食物商品如小麥、玉米、大豆和甘蔗。進入市場的小麥也許會做成麵包供給超市，或者會轉化成乙醇供給加油站。大豆油可能會擺上超市貨架，或者送去加油站作柴油燃料。世界上8億輛汽車的車主，將會和每天低於1美元生活費的12億人口爭奪食物資源。⁹

面對猶如無底洞的燃料需求，農民們將會更大規模地砍伐尚存不多的熱帶雨林，以種植甘蔗、棕櫚以及其他高產燃料作物。這方面的投資已達數十億美元。實際上，油價上升正在對地球的生物多樣性造成新的巨大威脅。

隨著對農產品需求的攀升，國際貿易關注的焦點正從以往只看市場佔有率，轉向確保供給來源。依賴進口穀物提供人民食用的國家開始擔心，來自燃料加工廠的買主們會以更高的價錢買走穀物。隨著石油安全存量狀況的惡化，食物來源也將逐漸失去保障。

由於石油地位下降，全球化進程也將發生根本改變。在上個世紀，世界對石油的大量需求，使全球化的能源經濟，加重了對為數不多的幾個中東國家的依賴。進入21世紀後，當今世界把目光轉向風力、太陽能和地熱能的同時，我們可以看到世界能源經濟將趨向區域化。

更高的石油價格增加國際間食物運輸的費用，世界食物經濟的全球化也將大為改觀。因此，飲食會開始重視本地當季食品，更趨向食物生產與消費的局域化。

全球正在面臨因稀少產生的地緣政治危機，這在中國、印度以及其他開發中國家極力爭取石油來源的行動中看得很明顯。在未來，問題將不僅僅是誰能獲得中東石油，還將擴及到誰能得到巴西的乙醇和北美的穀物。隨著對生質燃料需求的提高，世界大部分地區本已十分沉重的土地與水資源壓力將更為嚴重。資源稀少導致文明「因過致潰」很早就發生過，如同在馬雅文明式微後，城市間的食物競爭。¹⁰

如果放任目前的環境發展趨勢，全球經濟最終將會徹底崩潰。這種結局，即

使不是生態學家也可以看出。我們並不缺乏知識，而是各國政府能否在局面變成無法扭轉的地步之前，穩定人口和重新建構經濟。看看中國正在發生的事就會明白，該是起而行的時候了。

中國的啟示

多年以來，環保人士一直指出，美國這個全球最大的消費者，人口佔世界的5%，卻消耗著近三分之一的地球資源。儘管這一度是事實，現在已不復如此。中國已經取代美國，成為基本商品的最大消費者。¹¹

在五大基本食物、能源和工業用品—穀物、肉類、石油、煤炭和鋼鐵—除了石油外，中國的消費量都已超過了美國。在穀物方面中國遙遙領先，2005年消耗3.8億噸，美國為2.6億噸。三大穀物中，中國的小麥和稻穀消費量都高於美國，只有玉米低於後者。¹²

雖然漢堡是美國飲食生活的固定內容，但2005年中國肉類消費量為6,700萬噸，已遠遠超過美國的3,800萬噸。美國人對牛肉、豬肉和禽肉的攝取量大致相等，在中國豬肉佔絕對的主導地位。實際上，中國目前擁有全球一半的豬隻。¹³

2004年美國的油品消費仍穩居首位，用量是中國的三倍多：每日2,040萬桶，而中國為每日650萬桶。但在1994年至2004年間，美國用油成長率是15%，而中國的成長率是美國的兩倍還多。中國目前已超過日本，成為僅次於美國的石油消費大戶。¹⁴

中國所使用的能源中有三分之二來自煤炭。中國每年燒煤9.6億噸，遙遙領先美國的5.6億噸。以這樣的煤炭消耗量，再加上石油和天然氣用量的快速攀升，中國的二氧化碳排放量追上美國是早晚的事。屆時，地球上將會出現兩大促成氣候變遷的國家。¹⁵

作為工業發展基本指標之一的鋼鐵消費量，中國目前約是美國消費量的2.5倍：2003年中國鋼鐵用量是2.58億噸，美國1.04億噸。隨著中國進入發展的建築階段，國內興建數以萬計的工廠、高樓住宅和辦公大樓，鋼鐵的使用量在任何國家都是前所未見的。¹⁶

關於日常消費品，中國的手機、電視機和冰箱使用已處於領先位置。美國人

目前仍居個人電腦消費量之首，但這個寶座看來也撐不久。汽車方面很快也會出現類似的情況。¹⁷

中國的基本資源消費量已經趕上了美國，我們不禁要問：假如中國人的平均消費量趕上了美國人，會是什麼樣子？如果中國經濟持續以每年8%的速度成長，到2031年時，中國人平均收入將與美國人2004年的平均收入相同。如果我們進一步假設，2031年的中國大量人口（屆時將達14.5億）消費模式與2004年的美國大致相同，則答案將令人瞠目結舌。¹⁸

目前美國人平均穀物消費量是900公斤，其中包括工業用糧。按此標準，2031年的中國穀物消費量約等於世界現有穀物年總收成量的三分之二。如果2031年中國人平均用紙量達到美國的現有水準，會用掉3.05億噸紙，這是全球現有產量1.61億噸的兩倍。這樣一來，全世界的森林就將蕩然無存。而且，如果到2031年中國人平均石油消費量達到美國的水準，每天會用掉9,900萬桶石油。目前全球的產油量是每天8,400萬桶，以後大概再也不會大幅提高。這就有助於解釋為什麼中國石油消費量的快速增長，已使得所謂的「匱乏政治」出現。¹⁹

再來看看汽車。若中國達到目前美國每四個人擁有三輛汽車的時候，中國車隊將會有11億輛汽車，遠超過現在世界汽車總量8億輛。倘若為這些車修建大小道路和停車場，鋪路的區域相當於中國的全部稻田面積，而稻米正是中國的主要糧食作物。²⁰

我們從這些預測可以下的結論是：中國要達到和美國一般的消費水準，資源是不夠的。西方經濟模式——以化石燃料為基礎、小型汽車為中心和一次性產品氾濫的經濟——不適用2031年中國的14.5億人口。如果它不適用中國，那在印度也行不通（預計印度到2031年人口會比中國還多）。對於其他開發中國家那些正在做著「美國夢」的30億人來說，一樣不適用。此外，在日趨全球化的世界經濟體制下，世界各國都在為同一批資源競爭——石油，穀物，鐵礦石——現有的經濟模式也將不再適於工業國家。²¹

以史為鑒

21世紀的全球文明並不是首次面對這種因環境致使經濟衰退的情況，問題在

於人類將如何應對。我們擁有一項很特別的資源，就是考古記錄。歷史告訴我們早期文明曾經如何遭逢環境危機卻未能度過。

杰拉德·戴蒙德在《崩潰：社會如何選擇成功或失敗》一書中指出一些早期社會在陷入環境危機後能夠及時改弦易轍從而避免經濟衰亡的例子。六百年前，冰島人意識到在高原上過度放牧，使得當地本就貧瘠的土地出現嚴重的土壤流失。面對失去牧場而導致經濟衰退的可能性，農民們決定合作來計算牧場可以承受的羊隻數目，然後限額分配，因而保護了自己的牧場，避免了後來加勒特·哈定（Garrett Hardin）所稱「公有地的悲劇」（tragedy of the commons）的出現。²²

冰島人明白過度放牧的結果，把羊隻數量減少到永續存在的水準。我們也明白燃燒化石燃料和二氧化碳集聚在大氣層的結果。但我們與冰島人不同的是：他們能夠限制牲畜的數量，我們卻沒能限制二氧化碳的排放量。

不是所有的社會都像冰島人那樣走運，能夠繼續出產羊毛，經濟持續興盛。早在西元前四千年便已存在的蘇美文明是相當出色的，先進程度是之前任何社會無法相比的，發達的灌溉系統造就高產能的農業，農民的食物生產有了剩餘，形成了最早的城市。管理灌溉系統需要複雜的社會組織，蘇美人建立了最早的城邦國家，並發明最早的書面語言—楔形文字。²³

以任何標準來衡量，它都是一個非比尋常的文明，但是其灌溉系統的設計存在一項環境瑕疵最終破壞了食物供給。聚集在橫跨幼發拉底河壩後面的水，從自流溝渠網輸送到田地，部分被農作物吸收，部分則蒸發掉，還有的滲入地表。這片土地的地下水排輸功能不良，緩慢地滲透使地下水位上升。當水位接近地表時，水就開始蒸發到大氣中，把鹽分留在土壤。久而久之，累積在土壤表面的鹽分降低了土地的生產力。²⁴

隨著鹽分的累積，小麥產量不斷降低，蘇美人轉而種植較耐鹽的大麥。這雖然延緩蘇美文明的衰落，但只是治標不治本。當鹽分繼續增加，大麥產量也最終下降。食物供給的縮減，摧毀了這個昔日偉大文明的經濟基礎。隨著土地生產力的下降，文明也一步步邁向衰敗。²⁵

考古學家羅伯特·麥克亞當斯（Robert McC. Adams）研究推斷昔日蘇美城邦的位置位於幼發拉底河沖積平原中心，今日則是一片空曠荒涼的耕地外緣。在他

面前的景象，是「紛亂的沙丘，長久棄置的溝渠，當時居所已經成為瓦礫廢墟，只剩一片貧乏。這裡植物稀疏，很多地方幾乎沒有植被……但此地曾經是世界文明的核心，世界的腹地，矗立著世上最古老的城市，還存在過文字文明。」²⁶

美洲的馬雅文明與蘇美文明相似。這個發源於現今瓜地馬拉的文化，從西元250年起一直興旺繁榮，直到西元900年左右才告終結。就像蘇美人一樣，馬雅人也發展出複雜的耕作方式、產量可觀的農業，他們把農田修在高起的地塊上，周圍環以引水的溝渠。²⁷

如同蘇美文明一樣，馬雅文明的結束明顯地與食物供給下降有關。對這一支美洲文明來說，砍伐森林和土壤流失是農業遭到破壞的原因，氣候的變化也可能對農業造成一定影響。食物短缺顯然激起馬雅各城鎮間因爭奪食物導致的內部衝突。這裡如今已被叢林掩蓋，重新交還給大自然。²⁸

馬雅文明消失之後的數百年，一個新的社會又在遙遠的復活島（Easter Island）發展起來。復活島地處南太平洋，距南美大陸約3,200公里，面積166平方公里左右。離它最近，有人煙的所在是皮特凱恩島（Pitcairn Island），也在2,200公里之外。這一文明在西元400年左右在火山島內開始興盛，島上土壤肥沃、植被豐富，有些大樹直徑達2公尺，高25公尺。考古資料顯示島上居民大都以海產為食，主要食用哺乳動物海豚，常需乘大型獨木舟遠航到海中用魚叉獵捕。²⁹

復活島的繁榮持續了好幾個世紀，人口估計曾達2萬人。隨著人口數量逐漸增多，砍伐的樹木超過森林的永續供給能力。最後用來建造牢固獨木舟的大樹消失，島上的居民無法出海捕食海豚，食物供給明顯縮減。考古學家發現有些地點出現混雜的人骨與海豚骨，可能表示這個社會已經絕望到人吃人的地步。如今，這個島上只有約二千名居民。³⁰

關於這些早期文明，存在著一個無法回答的問題：他們是否了解是什麼造成自己文明的衰落。蘇美人知道是水蒸發後，土壤中鹽分升高使小麥減產嗎？如果他們知道，是不是無法得到政治支持，集體努力使地下水位下降，猶如今天的世界面對降低二氧化碳排放量的必要卻一籌莫展呢？

許多早期文明走上了讓自然無法承受而經濟衰敗的路，以上三個只是例子。我們目前也同樣走在這條道路上。環境惡化有很多種途徑，任何一種都會破壞人

類文明的存續。就像決定古蘇美人的經濟灌溉系統存在瑕疵一樣，過分使用化石燃料的能源系統也是現代經濟的死穴。對於蘇美人而言，上升的地下水位破壞了他們的經濟；對我們來說，則是上升的二氧化碳排放量威脅著經濟發展。無論是蘇美人還是我們，發展趨勢都是難以一眼看出的。

無論是耕地鹽化的蘇美人，森林消失、土壤侵蝕的馬雅人，還是砍光樹木、喪失遠海捕魚能力的復活島人，他們早期文明的崩壞都與食物供給的下降有關。目前，全球超過60億的人口以每年增加七千多萬的速度增長，地下水位同時在下降，氣溫上升，石油供給迅速縮減，這些都顯示食物供給可能會成為環境和經濟關係中的脆弱環節。³¹

匱乏政治的形成

國際社會將要面對的第一次重大匱乏可能和石油或穀物有關。如果與後者有關，則可能發生在中國。中國從1998年到2005年間，穀物產量下降3,400萬噸，降幅為9%。如果轉向從國際市場大量進口三千萬噸、五千萬噸甚至是1億噸穀物的時候，這種需求很快將使全球穀物市場難以滿足。當這種情況發生時，中國將不得不向掌握全球穀物出口總量（約2億噸）40%以上的美國。³²

因此，特殊的地理政治形態將由此形成。中國超過13億的消費者在2004年對美國有1600億美元的貿易順差，足以買下美國年收穫穀物的兩倍，會和美國人競爭美國的穀物，促成美國食物價格上漲。這種情況若出現在30年前，美國會老實不客氣地採取限制出口的措施。但是現在中國已經是美國的大金主，逐月認購美國的債務，反成了美國沉重財政赤字的緩解因素。³³

往後的幾年中，每天可能會有一艘或兩艘裝載穀物的貨船從美國駛往中國。這隻橫跨太平洋的綿延船隊，將如同提供營養的臍帶，密切地聯繫著兩個國家的經濟。面臨用穀物生產乙醇燃料的廠家比重不斷加大的趨勢，美國如何在穀物分配上同時滿足兩國消費者的需求，將成為美國新世紀外交的最大挑戰。

全球如何回應中國、印度和其他開發中國家對於巨量穀物、石油和其他資源的需求，會決定這股讓地球不堪負荷的壓力是否得到紓解。而低收入進口國如何在這場穀物競爭中生存，也會影響未來政治的穩定性。中國對穀物持續增加的需求

求導致美國國內糧價上漲的情勢，美國政府最終將如何應對，也會對許多正在面臨匱乏政治的國家帶來諸多啟示。

最迫切的危機是中國進入世界市場之際，加上農產品不斷地向生質燃料分流，造成穀價的飆漲，致使許多低收入的開發中國家無力進口足夠糧食；而大規模的食物價格攀升和政局不穩，必然會阻礙全球經濟前進的腳步。

當年因環境惡化而走向衰敗的早期文明，基本上都是獨立運作的。但是在今天日趨全球化、相互依賴的世界經濟體中，如果真的面臨文明衰落，那會是全面的，因為大家的命運休戚與共。然而，如果我們把過時的「國家利益」拋在腦後，便可轉劣勢為優勢，使互賴成為互惠的機會。

匡正價格

政府所面臨的問題，在於是否能及時阻止這些威脅不要演變成災害。如何應對地下水耗損、氣溫上升、沙漠擴展、極地冰帽融化，以及石油供應量縮減等問題，目前幾乎談不上有什麼寶貴經驗。這些新的趨勢將挑戰我們行政機構和領導階層的能力。在歷史的關鍵時刻，有的社會會出現尼祿（古羅馬暴君），有幸的將有邱吉爾型的領袖。

最主要的挑戰，亦即建立新經濟的關鍵，就是讓市場直接反映生態現實。當代機能不健全的全球經濟，已經被不符環境成本的市場價格扭曲和左右。目前的環境困境多半是由市場嚴重扭曲所造成的。

在這些扭曲狀況中，惡果最為顯著的是在1998年夏天，4億中國人所居住的長江流域發生了歷史上最嚴重的洪災，經濟損失達300億美元，價值超過全中國一年的水稻收成。³⁴

災後幾周，中國政府在8月中旬發布長江流域禁止伐木的命令，理由是存活樹木的價值是被砍前的三倍。森林可調節洪水水量，價值是木材價格的三倍。也就是說，木材的市場價格比存活樹木的價值低了兩倍！分析結果證明，在長江流域內砍伐樹木是不符合經濟利益的。³⁵

汽油方面也有類似的問題。在美國，2005年年中的汽油零售價為每加侖2塊多美元，這個價格只反映石油從油田抽出、精煉到運達加油站的費用，並不包括對

石油工業的稅額補貼，如油源消耗補助，對石油抽取、生產和使用的各項補助，另外還有用於確保石油供給的軍事開支，從哮喘到肺氣腫等呼吸道疾病治療的醫療費用，也者不含在內。此外，最重大的項目就是造成氣候變遷的代價。³⁶

如果將上述這些數字合起來，根據國際技術評估中心（International Center for Technology Assessment）在1998年的估計，在美國每用掉一加侖的石油代價是9美元，再加上汽油本身成本2美元，開車的人在加油站應該支付的費用是每加侖11美元。裝滿20加侖的油箱需要220美元，可見油真的是非常昂貴。然而，市場卻反映出便宜的油價，導致經濟結構的嚴重失真。當前各國政府面臨的挑戰，是通過系統的計算將各項成本以稅收的方式併入市場價格，以使價格真實表現社會的全部付出。³⁷

如果我們從過去幾年的教訓中學到什麼的話，就是體認到一個事實：無法反映真實情況的會計系統，終究將會付出極高的代價。有些大型企業的破產、成千上萬人失去一生的積蓄、退休金和工作，就是由於這個原因。沒有在各項商品的生產和各種服務的提供中加入龐大的環境成本而形成扭曲的價格，後果會更為嚴重：就是全球性的破產和經濟衰退。

B計畫—帶來希望的模式

我們面對的挑戰固然嚴峻，但仍有樂觀之處。首先，所有使環境惡化的情況其實都是人為的；其次，所有的問題都可以用現有的技術化解；再者，已經有不止一個國家開始行動，打造了使世界經濟邁向環境永續的基礎建設。

市面上現有的新技術中，可看到取代「一切照舊」的B計畫替代概念。在能源方面，利用先進科技設計出的風力發電機產生的能量跟一口油井不相上下。日本工程界推出真空密封式電冰箱，耗電量只有十年前冰箱的八分之一。另外，每加侖汽油可跑55英里的油電車，效率是當前汽車平均值的兩倍多。³⁸

許多國家都不斷在充實B計畫的內涵。以丹麥為例，目前20%的電力是來自風力發電，並預計在2030年將比例擴大到50%。無獨有偶地，巴西也正在努力達到汽車燃料自足的目標；在2005年，40%的汽車燃料是來自甘蔗提煉出的乙醇，極可能在近幾年的時間內與汽油告別。³⁹

在食物生產領域，印度採用小規模牛乳生產模式，全用剩餘農作物作為飼料來源，產量自1970年以來加倍成長，超越美國，位居世界第一。印度的乳製品在2002年總產值已經超過稻米。⁴⁰

另一個部分是漁業養殖。中國在這方面有較大的進展，特別是生態鯉類共生養殖，使中國成為第一個養殖產量超過捕撈量的國家。事實上，中國的水產養殖量在2003年是2,900萬噸，幾乎相當於全球海產捕撈總量的30%。⁴¹

B計畫為世界帶來的新風貌，也展現在南韓的山林重造上。這個一度光山禿嶺的國家，如今森林覆蓋率達到了65%，發揮防洪和抑制土壤流失的作用，使韓國的鄉村重新恢復到高度穩定的自然環境。⁴²

美國在過去的20年中，有十分之一的農田休耕，其中大多是易受侵蝕的土地，同時改用保護性耕作，不但減少40%的土壤流失，同時還使美國穀物產量提高了五分之一以上。⁴³

若干創新措施也已經進入城市。阿姆斯特丹發展出多樣化的都市交通運輸系統，市區交通有35%以自行車為工具。這個友善自行車的運輸系統不但大幅降低空氣污染，紓解交通堵塞，還為城市居民提供日常運動的機會。⁴⁴

新技術不僅可行，有些還能相互結合，開創新局。帶有二組蓄電池和充電插頭的油電車，再加上風力發電場提供的廉價電能，表示我們的日常駕駛可以大量利用風所提供的電力，只要支付低廉的電價，成本相當於每加侖汽油只花50美分。在國內市場，風力發電將可取代進口石油。⁴⁵

當前我們面臨的挑戰是建立新經濟模式，並以戰時的速度將之建立，使我們不致於越過自然的極限，承擔經濟體系瓦解的後果。本章是以下五個章節的導讀，綜述全球文明所面臨的主要環境挑戰。接下來的七章將扼要論述B計畫的各個面向，包括我們的目標，以及抵達目的地的途徑。

參與新型永續經濟的建設，是一項令人振奮的工作，而新經濟帶來的優質生活，也同樣令人鼓舞。我們將可呼吸到新鮮的空氣，城市的擁擠、喧囂和污染都將得到改善。想像我們將居住在一個人口成長穩定、森林面積增加、二氧化碳排放量降低的地球，更值得欣喜。

第一部分

文明陷入危機

第二章 產油高峰過後

2004年底石油價格突破每桶50美元時，大眾的關注焦點都放在全球石油供應量是否充足的問題上，尤其是產量何時到達高峰而開始下降。專家對於這個問題並沒有達成共識，但幾位聲名卓著的分析人士相信產油高峰期即將到來。¹

石油塑造21世紀的文明，影響所及，從農業機械化到人們搭噴射客機旅行。產量下降將會是震撼性的經濟事件，導致一個前所未聞的時代來臨。當歷史學家把這段時期載入史冊的時候，很可能會畫分為兩個階段：產油高峰前段和產油高峰後段，分別以英文縮寫BPO（before peak oil）和APO（after peak oil）表示。

石油產量高峰即將出現，正是世界面臨著眾多挑戰之時，諸如氣溫上升、地下水位下降和其他環境惡化的情勢。針對縮減的石油供給進行調整，乃是經濟重新建構的一部分，也是經濟永續發展的必要條件。

石油減產時代到來

關於分析石油的未來，可以用數種不同的方法來分析。石油公司、石油顧問公司和各國政府，對於未來石油的產量和價格，都相當依賴電腦進行預測。這些樣本所計算出的結果，會隨著輸入樣本的數值和假設的不同而有很大的差別。現在我們就來檢討幾種不同的分析方法。

方法之一，是依據儲存量和產量的關係，得出未來產量的趨勢。這是由美國地質調查局地質學家，本身也是傳奇人物的金、哈伯特（King Hubbert）在幾十年前所提出。他認為，按照已知的石油生產過程，可預測出新儲存量的峰值和產量峰值之間的時間間隔。根據美國新儲存量的發現在1930年前後到便已達到高峰，他一語道中，預測美國的石油產量在1970年達到頂峰。因此這個實例和後來其他國家的經驗，使他的基本模式被當前許多石油分析家所沿用。²

第二種方法很有啟發性，是把世界主要產油國分成兩類：一類是產量正在下降的，另一類是產量仍在上升的。23個主要產油國中，有15個國家的產量似乎已達高峰，還有8個仍在上升。這些已過峰值的國家包括美國（除沙烏地阿拉伯以外，唯一日產量曾高於900萬桶石油的國家）、委內瑞拉（其石油產量在1970年達到峰值）、兩個北海產油國英國和挪威，其產量分別在1999年和2000年達到峰值。美國的石油產量從1970年達到頂峰的每日960萬桶，降到2004年的每日540萬桶，下跌了44%。委內瑞拉的產量自1970年以來下降達31%。³

在8個尚未達產油高峰的國家中，最重要的是佔主導地位的沙烏地阿拉伯和俄羅斯。其他在增產仍具有相當潛力的國家是加拿大和哈薩克，前者主要是因為豐富的焦油砂蘊藏，後者則仍在開發當地石油資源。其他4個尚未達到產油高峰的國家是阿爾及利亞、安哥拉、中國和墨西哥。⁴

在這8個國家中，最讓人難以評估的是沙烏地阿拉伯。技術上而言，它的產量在1980年已達到高峰，每天990萬桶，而現在日產量下降了100萬桶。之所以被當成增產國僅僅是因為沙國官方聲稱可以生產更多的石油。不過，沙烏地阿拉伯是否能大幅度提高目前產油量，有些分析家表示懷疑。沙國的一些老油田已接近抽取一空，而新油田的產量是否足以補足老油田的減產，目前則是未定數。⁵

這個分析牽涉到8個未達產油高峰國家的增產量，是否足夠補償已經過了高峰期的15國減少的產量。單就產量而言，這兩組的總生產力目前大致相同；但如果前8國中有任何一國產量開始下降，總產量便立即向另一邊傾斜。⁶

第三種判斷石油生產前景的方法，是觀察大型石油公司採取的措施。儘管一些公司高層宣稱未來的產量會繼續成長，但他們的行動透露出的訊息，卻不怎麼樂觀。

跡象之一就是一些主要石油公司做出重金回購石油的決定。例如埃克森美孚公司（Exxon-Mobil），這家曾在2004年最後一季創下盈利84億美元歷史記錄的石油巨人，砸下將近100億美元回購它之前賣售出的石油。雪弗龍公司（ChevronTexaco）也拿出盈餘的25億美元買回石油。由於近年來幾乎沒有發現新油田，而全球對石油的需求卻迅速增長，石油公司似乎已意識到要開始囤積產品，以為日後更高價賣出做準備。⁷

無獨有偶的是，儘管油價目前已高於每桶50美元，2005年在油源勘探與開發的投資上，卻不見任何實質性的增加，這意味著石油業界可能同意石油地質學家的觀點，認為世界上95%的石油都已經被找出來了。「整個世界早就用地震測油法細細勘察過了，」進行獨立研究而非受雇於任何石油公司的地質學家柯林·坎貝爾（Colin Campbell）說，「地質學在過去30年中有很大的進展，很難想像如今還會漏掉什麼大油田。」這也就是說，要找出剩餘的5%必須付出高昂的代價進行地質勘察和探鑽。⁸

石油蘊藏的新發現和主要石油公司產量的比率，清楚地證明石油儲量的縮減。各大石油公司的報表中，2004年石油產量大幅超越新油田發現量的公司，包括荷蘭皇家殼牌石油集團（Royal Dutch/Shell）、雪弗龍集團和康納科·菲利普斯公司（Conoco-Phillips），這說明了大公司的石油儲量正在逐年遞減。《地質前景：地球資源必將控制國與個人》（GeoDestinies: The Inevitable Control of Earth Resources Over Nations and Individuals）一書的作者、地質學家沃爾特·揚奎斯特（Walter Youngquist）指出，從全球的總體情況來看，2004年石油產量為305億桶，但該年只發現75億桶的儲量。⁹

在未來的幾年裡，會對石油生產造成難以估計的影響，應該是作者稱之為「耗竭心理」的心態。一旦石油公司或石油出口國意識到產量即將達高峰時，便會開始認真考慮如何拉長自己的保有時間。當稍許的減產使世界石油價格提高一倍時，石油的長期價值更是顯而易見。

地質證據表明，世界產油高峰的到來只會提前，不會延後。西蒙斯國際公司石油投資銀行（Simmons and Company International）的主事者，同時也是業界領袖馬特·西蒙斯（Matt Simmons）對新油田的看法是：「我們再也搞不出大工程來了，這不是錢的問題……如果這些石油公司真的有大工程的話，他們早就做（開發新油田）了。」一位備受尊敬的地質學家，曾在石油工業任職，目前任教普林斯頓大學的肯尼思·德菲耶斯（Kenneth Deffeyes），在2005年撰寫《石油之後：源於哈伯特的高峰論》（Beyond Oil）一書，其中寫著：「依我看，產油高峰將出現在2005年年底或是2006年的前幾個月。」沃爾特·揚奎斯特和伊朗國家石油公司（Iranian National Oil Company）的A·M·薩姆桑·巴克蒂亞里（A.M. Samsan Bakhtiari）都認為石油產量將在2007年達到高峯值。¹⁰

曾任沙烏地阿拉伯國家石油公司（Aramco）勘探與生產部主任，最近才退休的薩達德·阿爾·胡賽尼（Sadadal-Husseini），與《紐約時報》的彼得·馬斯（Peter Maass）探討世界的產油情況。馬斯的基本觀點是根據電腦算出的數值，新油田的產量既要能滿足全球日增200萬桶的年成長率，又能彌補現有油田每日少400多萬桶的年減產率。胡賽尼認為：「這種形勢就彷彿每隔幾年便需要一個新的沙烏地阿拉伯，這一點都不永續。」¹¹

石油公司去哪裡找到更多的石油？除了可以輕易抽取的普通石油外，還有大量的石油貯存在焦油砂中，油頁岩裏也有石油。加拿大阿爾伯它省的阿薩巴斯卡（Athabasca），焦油砂中的石油總儲量估計有1.8兆桶，但據說只有不到3,000億桶是採得到的。委內瑞拉境內也有豐富的超重油蘊藏量，估計達1.2兆桶，其中三分之一應該是容易取得的。如果委內瑞拉的開採規模夠大，石油產量也許會超過1970年的歷史峰值。美國也有油頁岩礦藏，集中分布在科羅拉多州、懷俄明州和猶他州，其中含有大量的油母質，是一種可以轉化成油和氣的有機物質。¹²

有多少石油可用具備經濟效益的方式從油頁岩中開採出呢？美國在70年代末期曾下了很大的工夫在科羅拉多州的洛磯山脈西麓開採油頁岩。但油價在1982年的下跌，導致了油頁岩業的崩潰。埃克森公司很快便從這個價值50億美元投資的工程中撤出，其他公司不久也紛紛效仿。由於每提煉一桶石油需要消耗好幾桶水，油頁岩業在未來復甦的機會，很可能因為該地區水資源不足而大受限制。¹³

加拿大阿爾伯它省目前正在開發焦油砂。這個在80年代初期開始的工程，現在每天生產100萬桶石油，足以滿足美國5%的石油需求。然而，用這種方式得到的石油並不便宜，還會大規模破壞環境。加熱焦油砂來提煉石油需要大量使用天然氣，而北美洲的天然氣產量已經達到高峰。¹⁴

因此，雖然焦油砂和油頁岩中的石油儲備量很豐富，但用它們生產石油既花錢又費時。這兩者的發展，充其量只能延緩世界石油產量下滑的過程。¹⁵

石油密集的糧食生產

現代農業大量使用汽油和柴油翻耕、栽種、培植及採收。灌溉水泵使用柴油、天然氣以及燃煤電力。生產肥料也是大量耗能：磷肥、鉀肥的原料開採、製造和國際間運輸全都依賴石油。天然氣又被用來合成氮肥中的基本成分氮。¹⁶

根據美國可信的數據顯示，農業中汽油和柴油的總使用量，已從1973年的77億加侖的歷史高峰，降到2002年的46億加侖，下降幅度是40%。由於美國的農業開始普遍注重效能，因此生產每噸穀物所需要燃料量，從1973年的33加侖降到2002年的13加侖，降幅達59%，十分驚人。¹⁷

這個轉變其中一項因素，是全美約有五分之二耕地，實施最少量耕作法和免耕法。目前世界上大約有9,500萬公頃的土地採用免耕法，主要集中在美國、巴西、阿根廷和加拿大。美國以2,500萬公頃的最低量耕作或免耕面積最高，其次是巴西。¹⁸

當美國農業正在減少使用汽油和柴油之時，許多開發中國家卻讓農耕機代替牲畜，使燃油的消費持續上升。在上二代，中國的耕地大部分是畜力耕作，如今大多需借助農耕機。¹⁹

在美國農場的能量消耗方面，肥料佔20%。這個數字從全球的角度來看是稍高。世界各國每生產13噸的穀物，平均消耗1噸的肥料，但這個數字每個國家相差甚遠，比如在中國，1噸肥料產出9噸穀物，在印度是11噸，而在美國是18噸。²⁰

美國肥料的效率高，主要是因為農場會定期做土壤測試，以便準確測定農作物的養分需求。另外，美國也是大豆的主要生產地，大豆可以提供土壤固氮的植物。大豆在這裏作為和玉米競爭的作物之一，通常和玉米輪作，有時也和冬麥輪作。由於玉米會吸收大量的氮，玉米和大豆的隔年輪作可大為降低玉米對氮肥的需求。²¹

都市化增加對肥料的需求。由於農村人口向城市遷移，使得人類排泄物中的養分在土壤中循環的量減少了。比較嚴重的是，日益增長的國際食物貿易，使生產者與消費者相距十萬八千里，嚴重破壞了養分的循環。以美國為例，它每年出口約8,000萬噸穀物，而穀物中存儲著大量植物生長所需的基本養分——氮、磷、鉀。這些養分如果不能以化學形式得到補充，不斷的出口將使美國耕地中固有的

養分慢慢耗竭。²²

商業化的禽畜飼養場也跟城市一樣，往往將生產者與消費者分開，使得營養成分的循環變得困難。事實上，動物排泄物中的養分對農民來說，應該是一種財富，在飼養場卻成了負擔，通常要以很高的成本處理。當石油和消耗石油生產的肥料變得越來越昂貴的時候，大規模禽畜飼養場的經濟效果將愈來愈低落。

另一項高耗能活動是灌溉，正在吞噬地球上愈來愈多的能源。在美國，光是抽水就用了將近19%的農業總耗能。另外兩個糧食生產大國——中國和印度——的灌溉量極為巨大，因此其耗能比例無疑也要高得多。²³

全球灌溉面積自1950年以來擴展成原來的三倍大，從9,400萬公頃攀升到2002年的2.7億公頃。此外，在20世紀上半葉，從大水壩及自流引水溝渠網進行灌溉是大宗，之後即轉為鑿井抽水灌溉，提高灌溉用燃料的使用量。²⁴

包括採用免耕法在內的一些新趨勢，讓農業密集耗油的情況稍有緩解，但是肥料用量的增加、農業機械化的普及，以及地下水位的下降，使得食物生產更加依賴於石油。這說明了農人現在表現出對生質燃料的關注，為的是用乙醇代替汽油，用生質柴油代替柴油。（下一章將討論人們對這些燃料的重新關注）

雖然我們比較注重農業的能源消耗，但這在美國只佔糧食類能源消耗總量的五分之一。運輸、加工、包裝、銷售和廚房烹煮，佔了糧食類能源消耗的五分之四。事實上，我的同事丹妮爾·莫雷（Danielle Murray）發現美國用在食物經濟的能源相當於法國全體經濟活動的消耗量。²⁵

食物類總耗能的14%用於運輸，把商品從農民手中輸送到消費者端，約佔食物生產過程耗能的三分之二。另外，據估計有16%用於加工過程，從罐裝、冷凍到乾燥，生產出冷凍濃縮柳橙汁或豌豆罐頭之類的食品。²⁶

像小麥這類的主食一向是長距離運輸的，以海運從美國運到歐洲。如今又出現新鮮水果和蔬菜的長途空運，能源密集的程度，恐怕是其它經濟活動難以望其項背。²⁷

「食物哩程」——食物從生產者到消費者之間的距離——在廉價石油的時代是不斷增加的。在北半球的冬季，從南半球北運的新鮮農產品，如紐西蘭的藍莓到英國，就屬最長的運送距離。作者所居的華府市中心的一家超市中，冬季裡的新鮮

葡萄通常是從智利空運來的，跨越了差不多5,000英哩，偶爾還會來自南非——在這種情況下，從葡萄架到餐桌的距離有8,000英哩，可繞地球三分之一周。²⁸

新鮮農產品最常見的定期長途路程之一，是從美西的加州到人口稠密的美東。這類農產品大多用冷藏卡車運輸。一位石油分析家評論未來農產品的長距離運輸，表示以3,000哩外的蔬菜做成一盤凱撒沙拉的日子，恐怕維持不了多久。²⁹

包裝消耗的能源大的驚人，佔了食物類總耗能的7%。花費在包裝上的能源往往超過食物本身所含的能量。更糟糕的是，超市裏幾乎所有的包裝都被設計成用過即丟的形式。³⁰

這條食物鏈中最耗能的部分是廚房。家中冷藏和烹調食品消耗的能源，比用在生產端的高出許多。食物耗能系統的大宗是廚房中的冰箱，而非農耕機。³¹

食物系統的生產部門耗用石油，消費部門用的則是電（通常來自煤或燃氣）。在低油價時代發展起來的石油密集型現代食物系統，在目前能源價格不斷攀升的情況下，將無法繼續存在。主要的調整手段之一，就是增加本地食物生產，以及少買成本高的畜產品，轉向耗能較少的食物鏈初期產品。

小麥換購石油匯率下降

正當我們把焦點放在生產食物耗用石油時，用食物換購的石油數量卻在急劇下降。小麥與石油間的交換關係變化一直是很劇烈。從1950年到1973年，小麥和石油的價格，如同兩者間的比率一樣，一直都非常穩定。在這23年間，全球市場上一蒲式耳（bushel，穀物單位，一蒲式耳約為35公升）小麥一直可以換得一桶石油。（見表2-1）³²

然而，從1973年起，小麥和石油的相對價值有了顯著變化。在2005年，買一桶石油需要13蒲式耳小麥。受到這個顯著轉變影響最深的兩個國家，是這兩種商品的主要輸出國：美國和沙烏地阿拉伯。³³

身兼最大石油進口國和最大穀物輸出國的美國，為這場小麥—石油價位的轉化付出昂貴的代價。自1973年以來提高到13倍的小麥—石油比價，使美國背負史上最大的財政赤字和外債。相反地，沙烏地阿拉伯：全球最重要的石油輸出國和穀物進口國，則獲利匪淺。³⁴

當穀物與石油的價格比不斷下跌時，美國的石油進口量卻一直在上升。1970年代初期，石油輸出國組織所定的油價攀升之前，美國能夠輕鬆地用穀物出口支付它的石油進口帳單。但是在2004年，穀物出口所得的1,320億美元，只能支付石油進口帳單的13%。³⁵

石油與小麥之間的第一次巨大價格調整是在1973年末。那一年，石油輸出國將油價提高了兩倍。1974至1978年間，買一桶石油需要付約3蒲式耳的小麥。1978年時的油價為每桶13美元，到了1980年油價漲到了30美元一桶，這是石油輸出國組織第二次調漲油價。這時買一桶石油就需要8蒲式耳小麥了。³⁶

石油購買量的巨大增長，導致歷史上最急劇的財富轉移。沙烏地阿拉伯、科威特、伊拉克和伊朗開始日進斗金，而石油進口國的錢包卻迅速消瘦。

今後小麥和石油的比率會發生什麼樣的變化，沒有人能夠確知。但是，以穀物為原料來製造乙醇，作為汽車燃料有不斷上升的趨勢，穀物變燃料帶來的盈利機會，也許會使小麥－石油比價穩定下來。

美國目前仍不斷向沙烏地阿拉伯施壓，企圖讓後者生產更多的石油。這是本末倒置的作法，美國即使有這個能耐也不能這麼做，而是應該減少石油消費，如果不帶頭做，沙烏地阿拉伯不僅會繼續控制石油與穀物的交換比率，還會主宰美國的汽油價格。

食物與燃料爭地

過去，全世界的農民一向只生產糧食、飼料和纖維。如今，他們也開始種植燃料了。既然幾乎人們所食用的一切都能轉化為汽車燃料，高昂的油價就成為農產品的支撐，也決定了食物的價格。現在，全球商品市場無時不存在著兩類買家，一方代表糧食生產者，另一方代表生質燃料生產者。在加油站和超市同時競爭同類商品之際，食物和燃料之間的界線突然變得模糊起來。

生質燃料是由1970年代的石油危機引發，主要是巴西用甘蔗，和美國用玉米轉化成乙醇，這項替代能源迅速發展了若干年，在90年代出現停滯。但隨著2000年油價大幅上漲，生質燃料又出現生機。（見圖2-1）歐洲在同時，由德國和法國為首，也開始從含油種子中萃取生質柴油。³⁷

2005年的生質燃料產量接近世界汽油用量的2%。從2000年到2005年，全世界的乙醇生產，從46億加侖增加到了122億加侖，增長了165%。生質柴油從2000年少量的2.51億加侖，上升到2005年約7.9億加侖，增長了兩倍多。³⁸

為因應氣候變遷的影響，以及減少進口石油，許多國家的政府採取支持生質燃料生產的立場。以生質燃料代替汽油可以減少碳排放，有些政府已將生質燃料代替汽油視為本國達到減少碳排放目標的措施之一。就地生產燃料能創造就業機會，並減少資金外流，也有助益於本國經濟。

以甘蔗為原料生產乙醇的巴西，目前年生產值約為40億加侖，滿足本國汽車燃料需求的40%。以玉米為原料的美國，在2004年生產34億加侖乙醇，但由於國內汽車數量過多，佔總能源使用的比例不到2%。根據2005年的預測，美國的乙醇產量將超過巴西，也許會暫時領先。歐洲在乙醇燃料產量中排行第三，其中法國、英國和西班牙佔的比例最大。歐洲使用的原料主要是甜菜、小麥和大麥。³⁹

當油價在2004年中期陡升到40美元一桶的時候，人們對生質燃料的關注大大提升。世界最大的甘蔗生產國巴西成了全世界的農場燃料生產的領先國家。巴西2004年的全部甘蔗產量中，有一半用於生產蔗糖，而另一半用於生產乙醇。巴西擬將2005年的530萬公頃甘蔗田擴大到800萬公頃，這將使巴西在幾年後在繼續維持其蔗糖生產和出口的同時，成為汽車燃料自給自足的國家。⁴⁰

儘管巴西已經不再補助乙醇生產，然而，到2005年中時，民間企業對未來5年投入製糖工廠和乙醇蒸餾廠的資金已達51億美元。巴西目前只出口少量的乙醇，但很努力地朝這方面發展，並正與日本和中國商訂供應合約。在油價每桶60美元的全球市場中，每加侖60美分的乙醇價格，使巴西有很強的競爭優勢。⁴¹

美國的乙醇生產幾乎完全以玉米為原料。政府提供每加侖54美分的價格補貼，對產業發展幫助不小。在美國，用每蒲式耳3美元的玉米生產出的乙醇，每加侖的成本為1.4美元，比巴西由甘蔗製成的乙醇生產成本高出一倍多。雖然美國用了十年才發展出10億加侖的蒸餾能力，又用了十年增加到20億加侖，但達到30億加侖卻只用了兩年，而增加為40億加侖似乎會用更短的時間。除了企業之外，美國的農場組織也投入大筆資金在乙醇生產上面。⁴²

在世界第二甘蔗生產大國印度，已經有10座乙醇蒸餾廠投入營運，還預備在

表2-1 1950-2005年的小麥與石油價格及石油-小麥比率

年份	每蒲式耳小麥	每桶石油	每桶石油換得小麥蒲式耳數
	(美元)		(兌換率)
1950	1.89	1.71	1
1955	1.81	2.11	1
1960	1.58	1.85	1
1965	1.62	1.79	1
1970	1.49	1.79	1
1975	4.06	11.45	3
1980	4.70	35.71	8
1985	3.70	27.37	7
1990	3.69	22.99	6
1995	4.82	17.20	4
2000	3.10	28.23	9
2005	3.90	52.00	13

*2005年的數字是作者根據1至8月數據的推估結果。

資料來源：見附註32。

2005年底之前再增加20座可以開始生產的製造廠。中國也計劃在2005年底使4座工廠投產，最多可提供3.6億加侖的乙醇，大部分將由玉米和小麥製成。⁴³

哥倫比亞和一些中美洲國家，則是另一個生質燃料的明日之星。哥倫比亞的乙醇工業起步迅速，計劃從2005年8月起到年底，每月都會有一座乙醇工業蒸餾廠投入生產。它所面臨的挑戰，是使甘蔗田擴大的腳步跟得上蒸餾廠增加的速度。⁴⁴

歐洲是使用生質柴油的先驅。德國在2004年生產3.26億加侖生質柴油，目前已能滿足本國柴油燃料需求的3%。德國的生質柴油幾乎全部來自油菜籽（歐洲的主要烹飪用油來源），目前計劃在未來幾年內將產量提高一半。⁴⁵

法國在2004年生產了1.5億加侖生質柴油，計劃到2007年產量將增加一倍。法國跟德國一樣，也用油菜籽做為原料。促使兩個國家發展生質柴油的推力，是來自歐盟制定的目標：生質燃料在2010年達到汽車燃料需求的5.75%。歐洲的生質燃料與汽油、柴油不同，不用被課以重稅。⁴⁶

自從每加侖補貼一美元的議案在2005年1月生效之後，美國做為生質柴油生產的後起者，產量正在快速成長。愛荷華州是主要的大豆生產地，也積極參與以大豆生產生質燃料的工程，現在已經有三座運轉中的生質柴油廠，有一座正在興建中，另有五座正在設計規劃階段。根據州政府估計，生質柴油廠將會在幾年裡，每年用2億蒲式耳大豆來製造2.8億加侖的生質柴油（全州大豆總產量為5億蒲式

耳)。萃取油之後的剩餘物，有五分之四是富含蛋白質的家禽家畜飼料，價值比油還要高。⁴⁷

其他已經或準備生產生質柴油的國家包括馬來西亞、印尼和巴西。馬來西亞和印尼是棕櫚油生產大國，可能會以高產量的油棕櫚種植園作為柴油的原料供應地。至於雄心勃勃地計劃大幅提高生質柴油產量的巴西，或許也會以棕櫚油為原料。⁴⁸

農作物的生質燃料生產評估有兩個關鍵指標：一是每英畝的生質燃料產能，

表2-2 若干農作物每英畝的乙醇和生質柴油產量

燃料	作物	燃料產量(加侖)
乙醇	甜菜(法國)	714
	甘蔗(巴西)	662
	木薯(奈及利亞)	410
	高粱(印度)	374
	玉米(美國)	354
	小麥(法國)	277
生質柴油	油棕櫚	508
	椰子	230
	油菜籽	102
	花生	90
	葵花子	82
	大豆	56*

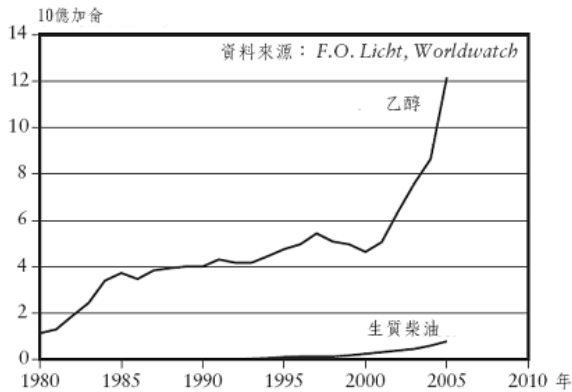
*作者的估算數字。

注：作物單位產量變化非常大。上述乙醇產量得自最佳生長區域。生物柴油的產量是保守估計。乙醇的能量含量是汽油的67%。生質柴油的能量含量是柴油的90%。資料來源：見注49。

一是生質燃料的淨能量，即前者減去種植和提煉所耗用的燃料量。乙醇的最高單位產量位於種植甜菜的法國：每英畝714加侖，種甘蔗的巴西為每英畝662加侖。（見表2-2）種玉米的美國是每英畝354加侖，大概是甜菜和甘蔗的一半。⁴⁹

在生質柴油的產量方面，油棕櫚為每英畝508加侖，名列第一；其次是椰子油，每英畝230加侖；油菜籽為每英畝102加侖。以提供蛋白質為主的大豆，每英畝只能產56加侖生質柴油。⁵⁰

圖2-1. 1980-2005年全球乙醇和生質柴油產量



從單位淨產值來說，利用甘蔗生產乙醇的巴西獨占鰲頭，在生產甘蔗和乙醇蒸餾中每消耗一單位的能量，便能產出8個單位以上的能量。甘蔗中的糖汁榨出後，含有纖維質的甘蔗渣可以用做燃料，以提供蒸餾所需的熱量，無須外加能源。這正是巴西用甘蔗生產的乙醇每加侖成本只有60美分的原因

之一。⁵¹

以甜菜為原料生產乙醇的法國，每投入一單位能量，能產出1.9單位的能量。用玉米生產乙醇的美國，主要是燃燒天然氣來蒸餾，因此在用於乙醇生產的3種主要原料中能源效率低了一截，排名第三。投入一單位能量，只能產出1.5單位能量。⁵²

另一種生產乙醇的方式更被看好，就是用促成纖維素分解。纖維素的來源可以是柳枝稷草這類生長快速的多年生草本植物，也可以是快速生長樹種，比如雜交白楊樹。加拿大有一座小型實驗工廠正在用纖維素生產乙醇。柳枝稷草能夠生長在易受侵蝕和不適合種植一年生作物的土地上，所以它也許會像某些分析家所主張的，將為乙醇生產帶來重大突破。在以農作物生產乙醇的全球競爭市場中，甘蔗和柳枝稷草是明日之星。⁵³

據估計，用柳枝稷草生產乙醇，產量是每英畝1,150加侖，甚至比甘蔗還高。不過它的淨能源產量大概是4，遠比玉米的1.5高，但是低於甘蔗的8。⁵⁴

*據部分科學家認為，在地球長達40億年的歷史上，曾先後出現過五次物種大滅絕，其中一些非常嚴重，曾導致生命體90%以上死亡。最近一次發生在距今6,500年的白堊紀末，恐龍就是在這次大滅絕中從地球上消失的。——譯者

除了應用潛能被看好的纖維素，現有的和計劃中乙醇的生產來源都是甘蔗、甜菜、玉米、小麥和大麥等食物作物。舉例來說，美國在2004年用3,200萬噸玉米，生產34億加侖的乙醇。雖然這還不到美國玉米總產量的12%，但以世界平均穀物消費水準來衡量，已足夠提供一億人食用。⁵⁵

在石油短缺的世界中，農業以交通運輸燃料生產者的面貌出現，會對經濟和環境產生何種影響呢？面對一個巨大的、實際上可說是無限的汽車燃料市場，農業在全球經濟中所扮演的角色明顯地更形重要。能夠生產甘蔗或棕櫚油的熱帶與亞熱帶國家，將會充分利用全年均為作物生長季的氣候條件，在世界市場中取得強大的相對優勢。

隨著生質燃料的發展，全球油價將會成為農產品的支撐價格。如果食物和飼料的價格較低而石油價格較高，燃料生產業者就會買下食物和飼料。舉例來說，在歐洲市場中交易的植物油，終點站也許是在超市，也許會在加油站。

為達經濟目的，巴西的稀樹草原和亞馬遜平原被開發為甘蔗田，或是印尼和馬來西亞等國大力發展油棕櫚種植，將會造成對動植物多樣性的新威脅。如果缺乏政府引導，不斷上漲的油價可能會迅速成為對生物多樣性的主要威脅，導致目前已在發生的物種消失浪潮，演變為人類歷史上第六次物種大滅絕*。

面對油價高得足以吸引全球大規模投資燃料作物的可能性，原本已因養活65億人口而舉步維艱的世界農業經濟，將會面臨更多的生產需求。世界如何處理這個令人難以置信的複雜新局勢，將會大幅影響能源短缺的21世紀文明的未來。⁵⁶

產油高峰過後的城市和郊區

現代城市是石油時代的產物。第一批城市在6000年前左右，在美索不達米亞平原形成，但一直到跨入20世紀之前，都市化的進程一直是緩慢、幾乎無法察覺到的。到了20世紀初，才有了少數幾座上百萬人口的城市。然而到了今日，這種大城市已經有400多個，其中20個是人口1000萬以上的超級城市。⁵⁷

都市的新陳代謝依賴大量集中的食物和物資，還要處理垃圾和人體廢棄物。只憑運輸距離和數量有限的馬車是難以創建大城市的，但是靠便宜石油運轉的卡車卻改變了一切。

隨著都市發展越來越大，都市附近的垃圾掩埋場又達到飽和狀態，垃圾必須送到更遠的垃圾場。油價只要漲到一定程度時，許多一次性產品將由於價格問題而不復存在。

由於石油產量下降和價格上升，都市生活費用可能將隨之上升。這引發了一個值得深思的問題：這種上漲是否意味著，都市化過程能否在APO階段（產油高峰後階段）繼續進行。或許，這種過程會隨著人們尋找較少依賴石油的生活方式而得到扭轉？

即將到來的石油減產將嚴重打擊城市，但在郊區會更加嚴重。在設計不合理的郊區，人們不僅一切生活用品需要從外頭取得，而且通常由於遠離自己的工作地點和商店，必須駕車去買所有的必需品。居住在郊區往往就意味著，哪怕是一塊麵包或一袋牛奶，都要用到汽車。

郊區創造了通勤方式。在美國，平均每人每天的往返通勤花費將近1小時。在汽車大行其道之前，歐洲的城市大致已經發展成熟，然而在美國這個發展較晚的國家，城市受到了汽車的左右。在歐洲，城市的邊界通常很明確，而且人們不願意將良田變成住宅用地，但美國人卻不考慮那麼多，原因之一是他們富於開拓精神，另一個原因是農田在美國一直被視為過剩商品。

發展得醜陋無比的市郊和公路商業區並非美國特有的景觀，在拉丁美洲和東南亞都看得到，現在中國也愈來愈多。從上海飛往北京的路上，可以很清楚看到這個問題：一片散亂的建築，住宅區和工廠混雜在一塊兒，還有修築中的一般道路和高速公路。這和中國延續了上千年的集村形式形成鮮明的對比。

諸如威名百貨等為人熟知的購物中心和大型量販店，全都是靠人為因素造成的廉價石油在維持。從生態學和經濟學的角度來看，受高價汽油制約的郊區是無法維持的。《新出版物評論》（Alternative Press Review）的編輯托馬斯·惠勒（Thomas Wheeler）認為：「世界石油危機的加深，和郊區房價的直線滑落，將使人們最終競相離開郊區。」⁵⁸

*標準普爾作為金融投資界的公認標準，提供被廣泛認可的信用評級，獨立分析研究，投資諮詢等服務。標準普爾公司為世界各地超過22萬家證券及其基金進行信用評級。目前，該公司已成為一個世界級的資訊品牌與權威的國際分析機構。——譯者

產油高峰過後的世界

所謂「產油高峰」，是指石油產量停止增長的那一刻，此後將不可避免地會出現長期的產量下降趨勢。日益增長的需求，意味著油價的提高。即使產量短期成長會延緩產油高峰的出現或使產量達到高原期，供應吃緊的現象仍將推動價格上漲，只是形勢比較不那麼嚴峻。

幾乎沒有任何國家計劃縮減國內的石油使用量。事實上，根據國際能源總署（IEA）和美國能源部的預測，到2030年時，全球石油消耗量將由現在的每日約8400萬桶上升到1.2億桶。根據這項分析，在今後20年內，各國的石油消耗量將平均增長一半左右。他們是如何算出這麼樂觀的結果呢？我不妨再次引述托馬斯·惠勒的話，眾多分析家和領導人難道全然「沒有注意到地球燃料蘊藏表上閃亮的紅燈嗎？」⁵⁹

儘管石油產量高峰可能近在旦夕，但大多數國家仍然計劃在未來幾十年內消耗更多的石油，打算興建汽車製造廠、鋪設道路和高速公路、建造停車場和郊區住宅，彷彿航空客運和貨運能無限度擴增一般。全球油產在下降，任何一個國家要想獲得更多的石油，別國的額度就會減少。⁶⁰

全球性經濟活動中，一些石油密集產業將比其他產業更容易受影響。其中包括汽車業、食品業和航空業。即使在2004年中油價開始攀升之前，美國汽車工業所受的壓力已經表現得非常明顯。曾經對高耗油跑車的銷售充滿信心的通用汽車公司和福特公司，如今卻由於耗油議題陷入困境，標準普爾*（Standard and Poors）降低這些公司的信用等級，公司債券現在淪落為垃圾債券。通用汽車公司甚至在2005年6月宣布2007年底前，將從現有的11萬名美國員工中裁員2.5萬。⁶¹

雖然報紙上只報導油價上升使汽車製造業陷入困境，但汽車周邊產業也同樣受到影響，包括汽車零件和輪胎製造業。

食品業會受到兩個方面的影響：一是油價提高增加生產成本，食物價格跟著水漲船高；二是油價上漲將造成人們轉向食物鏈底層，並開始消費更多本地當令食品，飲食組成將更偏向於本地和當季產品。

在此同時，上升的油價還把農業資源引到燃料作物——乙醇或生質柴油的生產。過高的油價，使在富裕的有車族和低收入消費者開始爭奪食物資源，這將

是世界性的，一個新而複雜的道德問題。

提供客運和貨運的航空公司，將繼續受到航空燃油價格攀升的困擾，因為燃料是最高的營運支出。雖然業界預測航空客運在未來十年裡將增長5%，但這似乎不太可能。便宜的空中客貨運費也許將很快成為歷史。⁶²

航空貨運也許會受到更嚴重的打擊，甚至開始衰落。油價上升造成的一個早期犧牲品，可能會是把新鮮農產品從南半球運到地處冬季的北半球工業國的大型噴射貨機。這種非當令的新鮮產品，價格很可能會高得買不起。

在低油價的年代裡，工業國家興建了大規模、需要耗用大量能源來維護的汽車基礎設施。例如，美國的道路有260萬英哩的路面是用瀝青等材料鋪設的，另有140萬英哩未鋪設路面，所有這些路面均需維護。能源高價格也許會導致道路維修的危機。⁶³

除了要更有效地使用石油之外，全球也在尋找其他替代能源。雖然核能作為石化燃料的替代物，已受到媒體的關注，但核能電廠發電代價高昂。若在沒有政府補貼、一切公平競爭時，核能是無法勝出的。如果指望電力公司支付核廢料處置、事故保險和廢棄核電場拆除等費用，核電廠便無法營運。此外，隨著國際恐怖主義愈演愈烈，核電場容易成為攻擊目標，再加上有些國家企圖以它們為取得核武的墊腳石，實際上排除了以核分裂做為未來能源資源的可能性。⁶⁴

煤炭蘊藏雖然相對豐富，在某些地區成為頗具吸引力的能源，但是隨著人們越來越關心氣候變化，它將很快成為眾矢之的。這也就是說，可再生性能源才有未來，包括風力、太陽能電池、太陽能集熱器、太陽能熱電廠、地熱能、水力發電、波浪發電和生質燃料。

能源供應方式的轉變即將發生，這會形成優勝劣敗的形勢。如果各國不提早計畫如何提高石油效率技術和開發新能源，將會導致人民生活水準降低。政府如果不能掌握能源供應的轉變，將導致人民對領導階層失去信心，造成國家失能。

石油供應銳減，不但對近代經濟史，也為整個人類文明史上帶來重大危機，但許多國家的領導階層似乎不願直接面對並預謀對策。隨著石油日益稀少昂貴，目前人們認為理所當然的都市化和全球化，很可能會在一夜之間發生逆轉。

人口的不斷增加，加上不斷縮減的石油供應使每人平均石油使用量的日趨下

降，會使開發中國家受到雙重打擊，可能迅速導致生活水準下降。如果世界最大石油消費國和進口國：美國能大幅降低石油用量，將可以換取時間、順利進入後石油時代。當今世界需要的不是更多石油，而是更有效的領導者。

第三章 日益顯現的缺水形勢

非洲的查德湖曾經是飛行員環繞地球飛行時的參考地標，但現在從太空已很難發現它的芳蹤。該湖位於查德、尼日和奈及利亞三國中，這三國人口增長之快在世界名列前茅，使查德湖自1960年代以來縮減的面積比例達95%。這個地區的灌溉用水居高不下，河川溪流的水幾乎被用罄，使查德湖難以為繼。這個湖不久後很可能會完全消失，現今的正確位置對後人而言，將會留下一個謎。¹

我們似乎每天都能聽到湖泊消失、水井乾涸、江河斷流的消息，但這些報導通常只侷限在局部地區，直到我們開始編纂各國的個案研究，把長達824頁的中國水形勢的分析報告、世界銀行對葉門水形勢的研究報告，以及美國農業部關於美西灌溉前景的詳細評估報告…等跨地區資料串連在一起時，才發現全世界缺水的情況竟如此嚴重。直至此時，我們才意識到超量用水和水資源損耗的嚴重程度。²

我們似乎每天都能聽到湖泊消失、水井乾涸、江河斷流的消息，但這些報導通常只侷限在局部地區，直到我們開始編纂各國的個案研究，把長達824頁的中國水形勢的分析報告、世界銀行對葉門水形勢的研究報告，以及美國農業部關於美西灌溉前景的詳細評估報告…等跨地區資料串連在一起時，才發現全世界缺水的情況竟如此嚴重。直至此時，我們才意識到超量用水和水資源損耗的嚴重程度。

目前全球已出現巨大的水赤字，整體來看似乎是無形的，從歷史上觀察也是近期才發生的，但赤字的擴大十分迅速。水的損耗多由超抽地下水產生，因此表面看來不明顯。這個問題和森林大火、沙漠進逼不同，只有當掘井抽不出水的時候，才會發現地下水位已經下降了。

全球性缺水是近年才發生的，是過去半個世紀水需求量倍增的結果。全球各地挖了數百萬個水井，許多蓄水層的補給量已經抵不上抽取量。許多政府沒有把

抽水量限制在蓄水層可持續的供水能力內，致使全球有超過半數人口的地區裡，地下水位都在下降。³

與地下水位下降相比，江河斷流、湖泊消失是缺水的明顯徵兆。現在不論在國內還是國際，河流的上下游權益人之間正形成一股「缺水政治」。水資源短缺的影響還因為國際穀物貿易而跨越了國界。供水能力已達極限的國家，大多會把農業灌溉用水拿來滿足城市和工業需求，然後再進口穀物來抵消降低的農業生產力。

水和食物之間的聯繫非常緊密。一個人每天平均飲用或攝取近4公升水，而生產每人每日所需食物至少耗水2,000公升，是飲用水量的500倍。這正好說明，為什麼70%的用水都集中於灌溉這單一用途。其次，有20%用於工業，10%用於民生。隨著三大用途的需水量不斷增加，各產業之間的用水競爭日益加劇，而在這場競爭中，農民多半是輸家。⁴

地下水位下降

全世界幾十個國家都超量抽取地下水，以盡力滿足日益增長的用水需求，包括三個穀物生產大國：中國、印度與美國。這三大國的人口，連同其他一些地下水位已經下降的國家的人口，加起來超過了世界人口的一半。（見表3-1）⁵

蓄水層有兩種類型：可回灌蓄水層和不可回灌蓄水層（或稱原生水蓄水層）。印度的大部分蓄水層和中國華北平原的淺層蓄水層都是可回灌的，它們的抽水量最多不能超過回補量，不然就會耗竭。

美國面積廣大的奧加亞拉蓄水層（Ogallala aquifer）、中國華北平原深層蓄水層和沙烏地阿拉伯蓄水層都是原生水蓄水層，這些蓄水層一旦發生耗竭，就再也抽不出水來。得不到灌溉用水的農民只得轉向低產的旱作農業，靠天吃飯。而在那些更乾旱的地區，如美國的西南部和中東地區，沒有灌溉就等於沒有農業。

地下水位下降已經影響到一些國家的農業收成，其中包括世界最大的穀物生產國：中國。2001年8月中國政府發布的一項地下水調查顯示，在小麥產量佔全國一半以上、玉米產量佔全國三分之一的華北平原，地下水下降速度又加快了。超量抽水已使淺層蓄水層趨於枯竭，於是鑽井者把目標轉向該地區的深層原生水蓄

表3-1 2005年蓄水層被過度抽汲的國家

國家	人口(百萬)
中國	1316
印度	1103
伊朗	70
以色列	7
約旦	6
墨西哥	107
摩洛哥	31
巴基斯坦	158
沙烏地阿拉伯	25
韓國	48
西班牙	43
敘利亞	19
突尼斯	10
美國	298
葉門	21

資料來源：見附註5。

美國駐中國大使館在報告中說，中國一些地區的麥農需從300公尺深處抽取地下水。從這麼深的地底下抽水成本太高，農民不得已會放棄灌溉，改種低產能的旱作植物。⁹

在中國幾個快速工業化的省份，同時出現地下水位下降，土地用途改變，農村勞動力流失等不同的問題，糾結在一起便嚴重影響全國的穀物產量。小麥主要產於氣候半乾燥的中國北方地區，這種作物易受缺水影響。在1997年小麥達到最高產量1.23億噸之後，過去8年中有5年減產，2005年為9500萬噸，下降了23%。¹⁰

水層，而這種蓄水層是不可回灌的。⁶

這項調查是由北京的中國地質環境監測院進行的。調查結果顯示，位於華北平原中心位置的河北省，其深層蓄水層的平均水位每年下降3公尺，該省某些城市的地下水位更以兩倍的速度下降。據該院地下水監測部門的負責人何慶成說，隨著深層蓄水層的耗竭，華北平原正逐漸喪失最後、也是唯一能起安全緩衝作用的水儲備。⁷

一份世界銀行的報告也反映出類似情況。該報告指出：「據傳北京周圍需要打1,000公尺深的水井才能抽到淡水，使得供水成本急劇上升。」報告還用罕見的強烈措辭警告說，如不儘快恢復供水能力和用水量之間的平衡，「將給子孫後代帶來災難性的後果」。⁸

美國駐中國大使館的報告還提及，近年中國稻穀減產部分原因也是缺水。1997年水稻產量達到最高，為1.4億噸，之後8年內有4年減產，到2005年大約減至1.27億噸。只有國內第三大作物玉米的產量沒有下降，這是因為玉米糧價走高，而且又不像小麥和水稻那樣依賴灌溉。¹¹

整體來看，中國的穀物產量從1998年最高值3.92億噸，下降到2005年的3.58億噸。如果做個比較；中國歉收的3,400萬噸穀物，比加拿大全年的小麥收成都多。在2004年之前，中國靠著動用大量的存糧來彌補減產。2004年，中國進口了700萬噸穀物。¹²

世界銀行的研究指出，中國北方三個流域，即流經北京、天津的海河流域，黃河流域以及黃河以南的淮河流域，現在都在超量取水。由於生產1噸穀物需消耗1,000噸水，海河流域每年缺水近400億噸（立方公尺），這表示一旦蓄水層消耗殆盡，穀物產量就會下降4,000萬噸，相當於1.2億人一整年的穀物食用量。¹³

目前穀物生產大國當中，只有中國的產量出現了可觀的下降。即便由於某些地區出現糧荒而促成糧價上漲，使得生產得到刺激，灌溉用水短缺仍會使中國難以恢復過去的穀物生產水準。¹⁴

中國固然嚴重缺水，但在溫飽問題尚無力解決的印度，缺水情況更為糟糕。弗雷德·皮爾斯（Fred Pearce）在《新科學家》（New Scientist）雜誌中發表印度水狀況調查，指出在這個堪稱全球打井之冠，有2,100萬口水井的國度，境內大部分地區的地下水位都在不同程度的下降中。北古吉拉特邦（North Gujarat）的地下水位每年下降達6公尺。¹⁵

印度南部的泰米爾納德邦（Tamil Nadu）有6,200多萬人口，這裏幾乎井井皆乾。據泰米爾納德農業大學的庫潘南·帕拉尼薩米（Kuppannan Palanisami）說，由於地下水位下降，小農擁有的水井95%都已乾涸，使得該地的灌溉面積在過去10年裡減少一半。¹⁶

地下水位下降迫使印度利用油井鑽探技術來挖井找水，有些地區已打到上千公尺深。有些地區的地下水資源已完全枯竭，農業只能靠天吃飯，連飲用水也得從外面運進來。國際水資源管理協會（International Water Management Institute）古吉拉特地下水監測站負責人圖沙阿爾·沙（Tushaar Shah）評論：「一旦泡沫破

裂，整個印度農村將陷於史無前例的無政府混亂狀態。」¹⁷

從目前形勢來說，印度的主要穀物，小麥和稻穀產量仍在繼續增長。但是不出幾年，灌溉用水的匱乏將會壓倒技術的進步，使一些地區減產，步上中國的後塵。¹⁸

美國農業部報告表示，美國3個穀物生產大州：德州、奧克拉荷馬和堪薩斯的地下水位已經下降30多公尺，造成大平原南部數千個農場的水井乾涸。雖然超抽地下水已使美國穀物生產蒙受損失，但美國灌溉農地的產量畢竟只佔穀物總產量的五分之一，不像印度和中國；印度接近五分之三，中國則佔五分之四。¹⁹

擁有1.58億人口，每年增加300萬人的巴基斯坦，同樣存在著地下水超抽的問題。肥沃的旁遮普（Punjab）平原，巴基斯坦境內的地下水位下降情況與印度相似。位在伊斯蘭馬巴德（Islamabad）和拉瓦爾品第（Rawalpindi）這兩個姊妹城市附近的一些觀測井顯示，從1982年到2000年，該地區的地下水位平均每年下降1至2公尺。²⁰

在俾路支斯坦（Baluchistan）首府奎達（Quetta）附近，地下水位以每年3.5公尺的速度下降。世界野生動物基金會（World Wildlife Fund）的水資源專家理查德·加斯唐（Richard Garstang）參與巴基斯坦的水調查。他在2001年時表示：「如果目前的耗水量保持不變，不出15年，奎達人就會無水可喝。」²¹

俾路支斯坦缺水是全省性的。根據奎達市乾旱地區研究所（Pakistan's Arid Zone Research Institute）前所長薩達爾·里亞茲汗（Riaz A. Khan）的報告，有6個流域的地下水已經用光，致使灌溉土地嚴重歉收。他預計在10到15年之內，該省內所有流域的土地，除了渠道灌溉的農田以外，其他都會因地下水損耗大大影響穀物收成。²²

由於地下水虧造成的灌溉用水減少，無疑將使巴基斯坦的穀物產量大幅降低。從全國範圍來看，最主要的作物小麥產量目前仍在增加，但增長速度跟比以前相比已大為減緩。²³

現有人口7,000萬的伊朗，目前正以平均每年50億立方公尺水量的速度超抽地下蓄水層，供給全國穀物收成的三分之一。伊朗東北部的奇那平原（Chenaran Plain）面積不大，但農業較發達。1990年代末期，該平原的地下水位以每年2.8

公尺的速度下降，原因是發展灌溉和提供附近的馬沙德市（Mashad）用水而新挖了很多井。隨著伊朗東部一些村莊水井乾涸，人們舉家遷移，形成了所謂「水難民」。²⁴

有2,500萬人口的沙烏地阿拉伯是個富油國，但同時也是貧水國。該國主要依靠財政補貼大規模發展灌溉農業，水源主要來自深層的原生水蓄水層。國家利用石油收入支撐5倍於世界糧食市場的小麥價格，幾年下來，沙烏地阿拉伯政府因財政問題而削減補貼。該國的小麥產量從1992年的最高值410萬噸，減少到2005年的120萬噸，降低71%。²⁵

克雷格·史密斯在《紐約時報》上撰文說，「從空中鳥瞰這片乾旱土地，那些渴望成為這個國家糧倉的圓形麥田，就像散落在褐色沙漠上的綠色籌碼，但周圍逐漸退化成沙漠曠野上幽靈般的影像，卻遠遠超過了前者。沙烏地阿拉伯王國在農業上的這場賭博，正在吸乾寶貴的蓄水層。」有些農夫目前得從4,000英尺，即約五分之四英哩（1英哩＝1.61公里）深的地方取水。²⁶

1984年進行的沙烏地阿拉伯水資源調查表示，該國原生水儲量為4,620億噸。據克雷格·史密斯說，這一儲量可能已經消失了一半。這表示灌溉農業只能再維持10年左右，然後就不復存在了。灌溉面積到那時將變得極為有限，灌溉用水只能來自淺層地下水，補給也只能來自少得可憐的降雨。這是一個食物經濟因過至潰的典型實例。²⁷

沙烏地阿拉伯的鄰國葉門有人口2,100萬，該國大部分地區的地下水位每年約以2公尺的速度下降，蓄水層的水量已經入不敷出。據估計，位於葉門西部的薩那流域（Sana's Basin），年抽水量為2.24億噸，而回補量只有4,200萬噸，相差5倍，致使地下水位每年下降6公尺。世界銀行預測，作為葉門首都薩那（Sana）所在地，居住200萬人口的薩那流域，到2010年時地下水將會被全部抽乾。²⁸

為了尋找水源，葉門政府在該流域打了幾口2,000公尺深的試驗井。這個深度一般只有鑽探油井時才會達到。但即便如此，還是打不出水來。因此葉門必須迅速作出抉擇：或者從海邊搭建管道引淡化的海水（如果經濟上許可的話）至薩那，或者遷都。不管是哪種選擇，都將是代價高昂，危機重重的舉動。²⁹

葉門人口每年增長3%，全國各地地下水位都在下降，這個國家在水問題上很

快就會變得無能為力。世銀官員克里斯托弗·沃德（Christopher Ward）分析說，除了地下水超採給首都造成的惡果外，葉門「地下水開採如此之快，可能會導致該國的農村經濟在一個世代內滅亡」。³⁰

以色列雖然在提高灌溉水生產力方面較為進步，但它的兩大蓄水層都發生了損耗；一是沿海蓄水層，一是與巴勒斯坦共享的山地蓄水層。在自然增長和移民因素的雙重作用，以色列的人口增長已超出供水能力。以色列和巴勒斯坦因水資源分配引起的衝突時有所聞。由於嚴重缺水，以色列現已禁止灌溉麥田。³¹

墨西哥有1.07億人口，預計2050年會達到1.4億人，用水需求現在已然超出供水能力。墨西哥城的用水問題是出了名的，而農村的供水也頗嚴重。比如在以農業為主的瓜納華托州（Guanajuato），地下水位每年下降2公尺或更多。從全國來看，目前抽取的地下水有51%是取自超抽的蓄水層。³²

由於地下水超抽在很多國家幾乎同時發生，蓄水層耗竭和隨之而來的農業歉收也有可能相繼出現。從目前蓄水層的損耗速度來看，這一天很快就會到來，潛在的食物短缺將會難以收拾。

江河斷流

如果說地下水位下降是潛藏的危機，江河斷流不能入海的現象，則是明顯地在人們眼前出現的。兩條河：一是美國西南部主要河流-科羅拉多河，另一條是中國北部最大的河流-黃河，已經出現這種跡象。其他或者已經斷流、或者在旱季只剩涓涓細流的大河還包括埃及的生命線尼羅河，巴基斯坦灌溉用水主要來源印度河，以及流經印度人口密集的恆河流域的恆河。很多小河流則已經完全消失了。

33

半個世紀以來，全球用水需求增加2倍，水力發電需求也快速成長，水壩和引水工程使得很多河流遭到斷流的命運。由於地下水位下降，原先作為江河源流的溪泉均告乾枯，因而減少了江河的水量。³⁴

*新月形是伊斯蘭教的象徵圖符，為信仰這一宗教的阿拉伯人所居住的兩河流域便通稱「新月之土」。——譯者

1950年以來，大型水壩（高於15公尺者）的數量從5,000道增加到45,000道；每一道都剝奪了河流的部分流量。工程師常辯稱建壩發電不會從河流取水，只會從河流中獲取能源。這並不完全正確，因為水庫會增加蒸發量。在乾旱或半乾旱地區修建水庫，由於蒸發量高，每年損失的水量會相當於水庫容量的10%。³⁵

科羅拉多河的河水現在幾乎無能入海。科羅拉多州、猶他州、亞里桑那州、內華達州，特別是加州，都相當依賴科羅拉多河水，這使得河水在還沒注入墨西哥灣之前就涓滴無存。這種過度用水破壞了河流的生態系統，包括漁業在內。³⁶

中亞亦存在著類似的情況。阿姆河（Amu Darya）與錫爾河（Syr Darya）是鹹海的二支源頭，前者的水現在已經被上游烏茲別克和土庫曼的棉農用光，斷流之後，鹹海僅靠錫爾河少於以往的流量維持著，總算沒有完全消失。³⁷

中國的黃河綿延4000公里，流經五個省分後注入黃海。水位下降的壓力數十年來不斷上升，終於在1972年發生第一次乾涸。而自1985年以來，河水經常無法入海。³⁸

尼羅河是另一支古代文明的發祥地，河水如今也難以入海。水資源分析專家桑德拉·波斯特爾（Sandra Postel）在《沙柱》（Pillar of Sand）一書中指出，亞斯文大水庫修建之前，每年約有320億立方公尺的水注入地中海。大壩建成之後，由於灌溉、蒸發及其他用水需求，入海水量已降至不足20億立方公尺。³⁹

巴基斯坦跟埃及一樣，也是一支河流文明，高度仰賴印度河。印度河發源於喜馬拉雅山，向西流入印度洋。印度河不僅提供地表水，還為巴基斯坦農村星羅棋布的灌溉水井提供蓄水層的補給水。由於水需求的增長，印度河下游目前也出現斷流。巴基斯坦已經面臨危機，然而該國人口到2050年預計將達到3.05億。⁴⁰

東南亞地區，由於中國在湄公河上游修建數座水壩，使河的流量大為減少。柬埔寨、寮國、泰國和越南等下游國家（人口加起來有1.68億）常抱怨湄公河流量減少，但卻無濟於事，中國照樣繼續開發湄公河的水電和淡水資源。⁴¹

底格里斯河和幼發拉底河也存在同樣的問題，兩河均發源於土耳其，流經

*這是針對《聖經》、《出埃及記》中所記古代以色列人在摩西帶領下逃出奴役國埃及，行至浩瀚的紅海受阻，因神助海水分開，以色列人得以步行穿過的傳說與加利利海的現狀相對比而說的。——譯者

敘利亞和伊拉克後注入波斯灣。兩河流域是蘇美文化和其他若干早期文明的發源地，現在也遭過度開發。聳立在土耳其和伊拉克的大水壩，使流向曾是「豐饒新月之土」*的水量大幅減少。過去大面積的濕地創造了富庶的三角洲，如今遭破壞的面積達90%以上。⁴²

上述這些流域的水幾乎已全被利用。如果上游再多用一些，下游就只能節衣縮食，靠自力救濟。

湖泊消失

由於江河流域減少甚至斷流，以及過度抽取導致的水位下降，使湖泊面積縮小，甚至整個消失的命運。正如我的同事珍妮特·拉森（Janet Larsen）所指出，有些正在消失的湖泊是舉世聞名的，如中非的查德湖，中亞的鹹海和加利利海（也稱太巴列湖）。⁴³

美國許多湖泊情況也不妙。在加州，20世紀初面積廣達為200平方英哩的歐文斯湖（Owens Lake）已經消失。1913年，歐文斯湖又分流給缺水的洛杉磯，嗣後僅十幾年，這個湖泊就不復存在。⁴⁴

加州的莫諾湖（Mono Lake）在地理學上是北美最古老的湖泊、眾多冬季水鳥遷徙途中的攝食站，卻成為洛杉磯無限制取水的犧牲品。1941年，流向莫諾湖的河川開始向洛杉磯分流之後，迄今湖面已經下降35英尺。⁴⁵

路透社記者梅甘·戈爾丁（Megan Goldin）針對加利利海的湖岸不斷向內萎縮的情況說道：「走過加利利海，凡人也能做到。」*當作者第一次看到從 利亞流入以色列的約旦河時，親眼目睹這條河脆弱的情形。跟許多國家的河川相比，它恐怕只能稱為小溪或河溝。但是它卻是加利利海的主要水源，從北端流入，南端流出，繼續南流大約105公里後進入死海。⁴⁶

流過以色列的約旦河流量進一步減少，使死海比加利利海萎縮得更快。過去40年中，死海的水平面下降約25公尺。由於約旦河向南進入以色列以後被分流使用，以及約旦岸的地下水位迅速下降，死海可能會在2050年時完全消失。⁴⁷

在所有萎縮的湖泊和內海之中，最引人關注的無過於鹹海。它的港口曾經是區域商業中心，現在則像美國西部礦盡人散的礦區，全部閒置而不再有利用價

值。鹹海曾經是世上最大的淡水湖泊體，但從1960年以來已經有五分之四的水量消失。昔日往來如梭的船隻，如今擱置在古老海底的沙灘上，舉目望去，滴水不見。⁴⁸

鹹海邁向死亡的起因從1960年開始。那時前蘇聯的中央計劃官員決定把錫爾河和阿姆河流域變成巨大的棉花種植區，以供應全國的紡織工業。隨著棉花擴大種植，供給鹹海的兩條大河被分流了，以往年捕撈量曾達50,000噸的興旺漁業，連同魚類捕撈船隻和加工廠，如今已蕩然無存。⁴⁹

兩條河流每年流入鹹海的水量從650億立方公尺下降到現在15億立方公尺，要扭轉鹹海萎縮的趨勢非常不樂觀。海岸線離原先各個港口城市的距離已經長達250公里，其間是大面積的裸露海床。每天從海床刮起的千萬噸沙土和鹽粒，破壞著周圍的草地和耕地。⁵⁰

蘇聯科學院（Soviet Academy of Sciences）在1990年召開討論鹹海未來的會議，安排外國學者空中視察整個區域。作者乘坐的是第二次世界大戰期間顯赫一時的單引擎雙翼飛機，從數百英尺上空俯視乾涸的、被鹽粒覆蓋的海床，看起來像是月球的表面：沒有植物，沒有任何生命跡象，全部都是荒地。⁵¹

湖泊消失的狀況在中國也許看得最清楚。中國西部的青海省，有黃河的主流穿過，曾經擁有4,077個湖泊。最近的20年中，已經有2,000多個消失了。環繞北京的河北省，情況更為嚴重，由於整個地區水位迅速下降，河北的1,052個湖泊中已經消失了969個。⁵²

亞洲其他國家，包括印度、巴基斯坦和伊朗在內，境內湖泊也陸續在消失中。例如印度克什米爾山谷，許多湖泊已經消失，德爾湖（Lake Dal）面積曾經達到75平方公里，現在已經縮小到12平方公里。由於地下水位大幅度下降，印度的許多湖泊正在消失，有的則迅速縮小。⁵³

在墨西哥，人口的增長也超出淡水的供應力。最大的查帕拉湖（Lake Chapala），是瓜達拉哈拉市（Guadalajara）500萬人口的主要水源。由於該地區擴大灌溉，查帕拉的湖水已經減少80%。⁵⁴

每一個大陸的湖泊都在消失，而且是由於同樣的兩個原因：從河流過度分水，從蓄水層過度抽水。沒有人能夠準確說出，過去的半個世紀之中，多少湖泊

已經消失，但是我們明確地知道，成千上萬的湖泊，現在只存在於古老的地圖上了。

農村不敵城市

國際間的水衝突經常上頭條新聞。但是，對國內城市與農村的互相爭水，地方政治領袖則不大放在心上。在這種競爭中，經濟掛帥的用水原則總是不利於農民，因為農民生產食物用水太多。舉例來說，生產1噸鋼價值550美元，只用14噸水，而用1,000噸水生產出1噸小麥才值150美元。在著重擴張經濟和創造就業的國家中，出現農業置於末位的政策也就不足為奇。⁵⁵

全球許多大城市所在之處，所有可用水源都已經派上用場，像墨西哥市、開羅和北京，要增加用水量，唯有從其他流域引水，或者從農業用水中調撥。世界上目前有數百個城市為了滿足日益增長的用水需求，正在不斷地跟農民搶水，這個描述一點也不嫌誇張。美國的聖地牙哥、洛杉磯、拉斯維加斯、丹佛和厄爾巴索都是如此。美國農業部對於西部11個州的研究顯示，從1996年到1997年平均每年出售水權達16.5億噸，足以生產165萬噸穀物。⁵⁶

世界銀行估計，在人口密集、水資源相對豐富的韓國，隨著生活用水和工業用水增加，在2005年可供給農業的用水，將從130億噸下降到70億噸。世界銀行還預測，從2000年到2010年，中國的城市用水需求將從500億噸增加到800億噸，上升60%；與此同時，工業用水量將從1,270億噸增加到2,060億噸，上升62%。數百個城市都在為滿足未來的用水需求打農村的主意。在北京周邊，從1994年就開始禁止農民從供應北京用水的水庫取水。⁵⁷

由於中國努力加速黃河上游地區的經濟發展，該區新興企業獲得用水的優先權。上游水用多，下游農民得到的水自然就減少。在特別乾旱的季節，黃河之水流不到入海前的最後一個省份：山東。⁵⁸

長期以來，山東農民的灌溉用水約有一半取自黃河，一半取自水井，現在這兩項來源都在消失中。中國穀物產量的下降趨勢，可以從這個生產全國五分之一玉米和七分之一小麥的省份灌溉用水的減少，得到佐證。⁵⁹

其他國家數百座城市，為了滿足往後不斷增長的用水需求，從農民那裡搶走

一用「搶」來形容實在是一點都不過分——其賴以為生的灌溉用水。例如，土耳其西部城市伊茲密爾（Izmir）就十分依賴鄰近的馬尼薩（Manisa）農業區的水井區供水。⁶⁰

在美國南部大平原和西南部，所有的水幾乎都已「名花有主」，要滿足城市和眾多小鎮日益增長的用水需求，唯一的出路是向農業要水。加州的《水戰略家》（The Water Strategist）月刊，每期都專門以數頁篇幅刊登前一個月美國西部水銷售的明細。幾乎每天都有賣水交易。通常在10項交易中有8項是農場主人或者他們的灌溉區賣給其他大小城鎮的。⁶¹

人口迅速增長的科羅拉多州，擁有世界上最活躍的水市場。在這個遷入人口眾多的州，各個規模的城鎮都在發展，因此不斷向農場和牧場主人購買原來用於農牧業的水權。在阿肯色河的上游地區（佔科羅拉多州四分之一的東南部），科羅拉多斯普林斯和奧羅拉（Colorado Springs and Aurora, 丹佛市郊區）已經買下了該流域三分之一的農田水權。奧羅拉購買的是曾用於灌溉阿肯色河谷9,600公頃（23,000英畝）農作物地的水權。⁶²

加州城市購買水權的胃口則更大。2003年，聖地牙哥就從鄰近因皮里爾流域（Imperial Valley）的農戶購買每年2.47億噸的水權，成為美國史上把水從農村轉售給都市最大的一筆交易，合約期間長達75年。在2004年，一家供應南加州數個城市1,800萬居民用水的水公司和農戶簽訂一項合約，在未來35年當中每年向農戶買水1.37億立方公尺。沒有水來灌溉，這些農戶擁有的肥沃土地會成為荒地。如果希望賣掉水權的農戶繼續耕種，那麼向政府買水的花費可能會超過收成帶來的收入。⁶³

但是在許多國家，農民並沒有因失去灌溉用水得到補償。比如在2004年，流經北京的拒馬河下游沿岸農民發現河水不再流動。原因是首都附近興建一座分流壩，河水供給國有企業燕山石油化工公司。農民強烈抗議卻終舊無效。對於分流壩下游的12萬村民，水的消失等於是危害他們的耕作生計。⁶⁴

農業用水無論是政府全權徵用，還是被都市高價收買，或都市比農村能挖更深的水井，全世界農民在水的爭奪戰中都是失敗者。在許多情況，農民不僅面臨水資源的短缺，在短缺的水資源中分得的比例更是愈來愈少。形勢的發展固然緩慢，卻是不容質疑的事實，儘管農民力求能夠提供食物給每年增加的7,000萬人

口，但許許多多的城市仍然不斷地與農民爭水。⁶⁵

水短缺跨越國界

從歷史上看，缺水是地方性問題，各國政府可以針對本國各地水的供應與需求加以調節。但現在情況正在改變，透過穀物的國際貿易，缺水問題跨越了國界。正如前面所提到的，生產1噸穀物要用1,000噸水，進口穀物比進口水效益更高。事實上，許多國家正是靠進口穀物來彌補本國水資源短缺的問題。穀物的期貨交易幾乎就是水的期貨交易。⁶⁶

在中國和印度之後，還有大量缺水的二級國家：阿爾及利亞、埃及、伊朗、墨西哥和巴基斯坦。其中阿爾及利亞、埃及和墨西哥三國，進口的穀物量已經佔國內消費量很大的比例。而缺水的巴基斯坦與中國同時在2004年突然轉向世界市場採購150萬噸小麥，今後的進口數量可能還會攀升。⁶⁷

西起摩洛哥，東至伊朗的中東和北非地區，已經成為世界上增長最快的穀物進口市場。驅動穀物需求增加的因素，一是人口迅速增長，二是生活日益富裕，後者主要是靠出口石油。這個地區的每個國家實際上都已直逼供水極限，而不斷增長的城市用水，只有靠爭奪農業灌溉用水來滿足。⁶⁸

人口約7,400萬的埃及，近年來已成為主要的小麥進口國，和傳統的小麥最大進口國日本爭奪第一把交椅。它現在進口的穀物佔全國供應總量的40%，隨著人口增長超過尼羅河水所能支持的穀物產量，這個比例會不斷地上升。⁶⁹

阿爾及利亞這個擁有3,300萬人口的國家，進口的穀物已經超過消費量的一半以上，也就是說，進口穀物中所包含的水量超過本國資源可提供的各種用途的水量。由於大量依賴進口，阿爾及利亞很容易受制於外在形勢的變化，其中一項即為出口國實施穀物禁運。⁷⁰

整體來說，去年中東和北非進口的穀物和其他農產品所需要的生產用水，已經和尼羅河在亞斯文水域年流量相等。這個地區的水赤字，等於是第二條尼羅河以進口穀物的形態流入該區。⁷¹

人們常說，未來的中東戰爭因爭水而起的可能性會超過石油。不過，水資源的爭奪會表現在世界的穀物市場。在這場競爭中，處於優勢的，將是具有財力優

勢，而未必是武力最強的國家。⁷²

要知道未來穀物進口需求將集中在何處，只需觀察今天水赤字在什麼地方加劇。到今日為止，大幅進口穀物的都是小國。現在我們關心的焦點是水赤字快速升高，各自有超過10億人口的中國和印度。

全世界用水量和可持續供應量之間的差界，年年都在擴大。每年地下水位的下降都大於上一年。地下水損耗和水資源向城市分流，必將加大灌溉用水的赤字，因而增加許多缺水國家的穀物赤字。

食物泡沫經濟

正如前面指出，過度抽取地下水是滿足食物需求日益增長的方法之一。然而，一旦蓄水層耗竭，必然導致未來食物產量急劇下降。許多國家實際上是在製造一種「食物泡沫經濟」：食物產量的人為膨脹，靠的是不永續地開採地下水。

幾十年前農民尚未開始大量抽取地下水時，過度抽水的結果並不顯著。與大規模的地表供水系統相比，抽取地下水具有更大的吸引力，因為農民可以在作物需要的時候及時澆灌，增加水的使用效率。地下水在旱季仍然可以抽取，便於溫帶地區農民進行輪作。

以印度旁遮普邦用井水灌溉的農田為例，該區穀物單位產量是每公頃5.5噸，而用溝渠引水灌溉的農田，每公頃平均產量只有3.2噸。南部安拉邦（Andhra Pradesh）也是抽水較引水灌溉優越。井水灌溉的穀物單位產量平均每公頃5.7噸，引水灌溉的農田只可達3.4噸。⁷³

在美國，灌溉用水有37%來自地下，63%來自地表資源。但是，德州、堪薩斯和內布拉斯加三個穀物大州，每個州有70%—90%的灌溉水都取自奧加拉拉蓄水層，這基本上是原生水蓄水層，回灌的水很少。用地下水灌溉提高的生產力，將因地下水用盡而喪失，導致食物產量不成比例的大幅下降。⁷⁴

缺水到何時會轉變為缺糧？哪些國家會由於地下水損耗，使灌溉用水消失而陷入穀物產量急劇下降的局面？國際水資源管理協會戴維·塞克勒（David Seckler）和他的同事所組成，具世界級影響力的水研究團隊，對這個問題作了很好的總結：「中國、印度、巴基斯坦和墨西哥等世界人口最多的國家，以及中東

及北非的所有國家，在過去20年或者30年間，可以說是無償地大量消耗他們的地下水資源。對於這種寶貴資源管理不當，大自然就要開始懲罰了。不必誇張，這些國家將吞下災難的苦果，而且由於他們在國際間的關鍵地位，整個世界也將被波及。」⁷⁵

灌溉面積擴大曾促成世界穀物產量從1950年到2000年增長兩倍，那麼水資源緊縮會導致穀物減產也是可想而知。許多實施農業灌溉的國家走的是典型「因過致潰」的模式。如果過度抽取地下水，不迅速減少用水和穩定水位，食物產量的急劇下降幾乎無法避免的結果。⁷⁶

第四章 氣溫增高 海面上升

2004年，英國政府首席科學顧問戴維·金爵士（Sir David King）發表報告，內容分析過去74萬年間的大氣狀況，提出具有啟發性的研究新成果，證實大氣中二氧化碳的濃度與地球氣候的溫度之間是有關聯的。英國科學家們研究過一根取自南極的3千公尺冰蕊，結果顯示大氣中二氧化碳的濃度值始終介於冰河期的200ppm*和暖期的270ppm之間。在冰期與暖期的多次反覆交替中，二氧化碳濃度的變化一直沒有超出這個範圍。¹

在工業革命初期，大氣中的二氧化碳濃度約為270ppm。2004年達到377ppm，不僅遠遠高於過去74萬年的水平，而且可能是5,500萬年來未曾出現過的。5,500萬年前的地球是一顆溫暖的行星，極地處沒有冰帽，海平面比現在高出80公尺。²

高溫帶來的災難影響處處可見。近幾年來的熱浪導致農作物枯萎，使主要產糧區的穀物收成降低。2002年破紀錄的高溫伴隨著乾旱，造成印度、美國和加拿大穀物減產，使得全球糧食總產量下降9,900萬噸。美國中西部俗稱「玉米帶」的玉米種植地區在2005年酷熱和乾旱的減產，造成全球穀物產量減少3,400萬噸。³

這樣強大的熱浪還使人類付出了生命代價。1995年的熱浪侵襲奪走700名芝加哥居民的生命。2002年5月，印度高達50°C的熱浪中，僅安得拉邦（Andhra Pradesh）就有1,000多人喪生。⁴

在2003年創下高溫記錄的熱浪遍襲歐洲，奪去了八個國家4萬9千人的生命。光是義大利就有1萬8千人喪生，而法國死了1萬4千多人。這次熱浪中死亡的人

*化學分析與環境監測術語part per million 的縮寫，表示「百萬分之」。——譯者

數，比2001年9月11日世貿中心和五角大廈恐怖襲擊中的死亡人數還高出14倍以上。⁵

在氣溫升高的種種現象中，大自然的冰層消融及其對海平面的影響引起科學家們的高度關注。隨著海平面升高，一些低海拔的島國，如吐瓦魯、馬爾地夫，以及一些沿海都市，如倫敦、紐約和上海，將會首先感受這些影響。⁶

保險業痛苦地意識到高溫與惡劣氣候現象的關係強度。隨著與天氣相關的損失賠償急劇增加，保險公司以及更上游的再保險公司，過去幾年中收入都減少，同時還開始恐慌信譽降低。一直以歷史記錄為基準，計算有關未來風暴損失投保利率的保險公司，開始體認到過去的數據不再是參考的可靠指標。⁷

不僅是保險行業，所有人也都面臨著同樣的問題。人類改變地球的氣候，從而造成我們自身未必理解，結果更難以預料的種種趨勢。

大氣溫度上升及其影響

美國國家航空飛行局戈達德空間研究所（National Aeronautics and Space Administration's Goddard Institute for Space Studies）的科學家們，從全球800多個氣象監測站組成的全球網路系統收集數據，測量地球的平均氣溫變化。他們收集的氣溫記錄可追溯到1880年，歷時125年。⁸

自1970年以來地球的平均氣溫升高了8°C。在這個時期中，每十年的氣溫升高幅度都大於上一個十年。（見圖4-1）氣象學家們注意到，自從1880年有氣溫記載以來，記錄中的22個最熱的年份都出現在1980年以後，最熱的6個又都出現在最近8年裡。這6個最熱的年份中的2002年、2003年和2005年，主要產糧區都因破紀錄高溫出現產量嚴重下降。⁹

自工業革命以來，大氣中的二氧化碳含量便出現明顯增長，主要又出現在自1959年開始精確記錄二氧化碳含量之後的年份中。從那時起，大氣中二氧化碳含量逐年增長，成為世界最準確的環境變化趨勢之一。從圖4-2可以看出，二氧化碳濃度在1960年左右開始升高，氣溫也隨之開始上升。¹⁰

鑒於這些破紀錄的增溫事件，國際氣候變遷委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）對21世紀地球的平均氣溫將升高1.4—5.8°C的預測，

圖4-1 1880-2005年間的全球平均氣溫

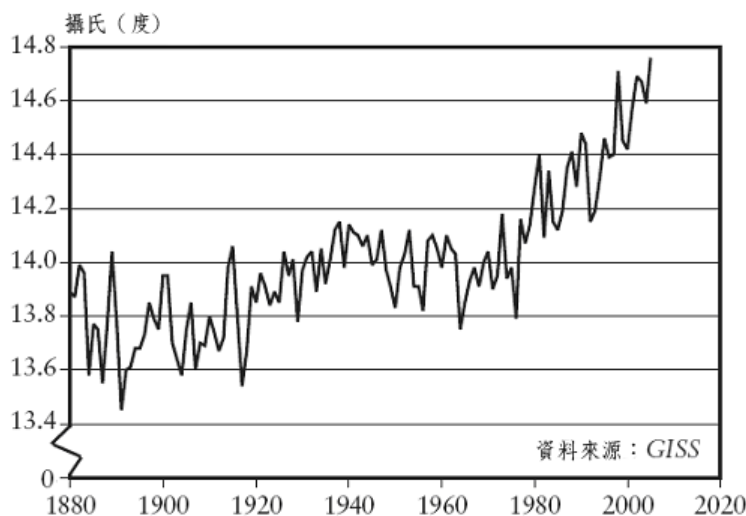
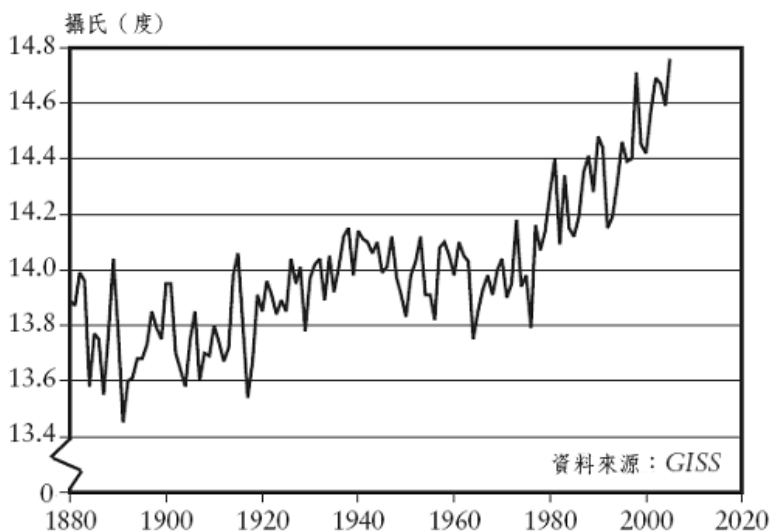


圖4-2 1760-2004年期間全球二氧化碳濃度



看來是極為可能發生的。根據如阿拉斯加、加拿大西部和西伯利亞等北國地區氣溫上升的近期資料，再加上格陵蘭冰帽的加速融解、全球山地冰川的消融以及讀者看到這本書時所得到的2005年全球氣溫極有可能又創新高的論斷，所有這些情況都指出，全球氣溫的升高可能將更接近於國際氣候變遷委員會預計的高點。這種程度的升溫——在一個世紀裡升高 5.8°C ，可媲美從最後一個冰河期迄今的升高值——將形成一個對我們極為陌生的世界。¹¹

實際來看，國際氣候變遷委員會所估計的，只是全球氣溫上升的平均情況。其實氣溫上升將會非常不均衡。陸地將大大高於海洋，高緯度地區將明顯高於赤

道附近，內陸地區將顯著高於沿海。¹²

高溫會降低農作物產量、融化山區用於補給河流冰雪的「水庫」，造成破壞力更凶猛的風暴、不但加劇乾旱地區的災情，還會引起更頻繁、猛烈的森林大火。¹³

2005年1月，美國大氣研究中心（National Center for Atmospheric Research）一個研究小組的科學家，向美國氣象學會（American Meteorological Society）在加州聖地牙哥召開的年會提交一篇論文，詳細報告過去幾十年裡，全球受乾旱影響土地面積巨幅增加的情況。研究者表示，情況處於嚴重乾旱的土地，在20世紀的70年代佔地球土地面積不到15%，2002年則擴大為約佔30%。該論文歸結出兩個原因，即氣溫升高和降水量減少，而在後期階段尤其以氣溫升高的作用較大。該報告的第一作者戴愛國提到，乾旱地域大多集中在歐洲和亞洲、加拿大、西南非以及大洋洲東部。¹⁴

美國農業部林業局的研究人員報告指出，夏季氣溫只要升高1.6°C，就能使西部11個州森林火災的受災面積增加一倍。這項發表在2004年8月號《保育生物學》（Conservation Biology）雜誌上的研究成果，是根據長達85年森林火災報告及氣溫記錄的資料歸納而成的。¹⁵

美國國家野生生物聯合會（NWF）報告說，如果氣溫繼續升高，到2040年時，太平洋西北洋區五分之一河川裡，鮭魚和鱒魚將因高溫而無法生存。該會西北地區自然資源中心主任波拉·德爾·朱迪契（Paula Del Giudice）指出，「全球暖化將對本地尚存的冷水魚主要棲地造成巨大壓力」。¹⁶

全球的每個生態系統都會受到溫度上升的影響，而影響的方式往往難以預見。皮尤全球氣候變化中心（Pew Center for Global Climate Change）曾主持過一項大規模的研究計畫，該計畫集中分析約40份關於生態系統溫度變化的科學報告。計畫中提及的種種變化包括：美國春季提前近兩週到來；燕子提前築巢，築巢期比40年前提早9天；紅狐棲息地向北遷移，侵占北極狐的棲息地；知更鳥的出現嚇到了過去從未見過這種鳥的因紐特人（Inuits，生活在北美最北端的愛斯基摩人），他們的詞彙裡沒有這種鳥類的存在。¹⁷

上述皮尤研究報告的作者之一，科羅拉多大學博爾德分校的赫克托·加爾布

雷思 (Hecto Galbraith) 指出，「氣候變遷造成的各種影響預期的更早出現...」。他還說，「生態系統對氣候變化的敏感度比人們十幾年前所認知的要大得多。」「保育國際組織」(Conservation International) 進行的一項研究成果預測，持續的氣候變化很可能導致四分之一的陸地動植物滅絕。¹⁸

美國野生生物聯合會高級科學顧問道格拉斯·英克利 (Douglas Inkly) 向該會提交一份由他主筆的研究報告，裏面談到：「如果我們再不改變的話，人類面臨的未來，將會是目前所知的野生動物世界，以及我們數十年來努力為野生動物提供的眾多避難所和棲息地，都將不復存在。」¹⁹

氣溫升高對農作物產量的影響

農作物單位產量的變化是氣溫升高最敏感的經濟內容之一。在許多國家，農作物都是生長最佳或接近最佳的溫度環境中，因此對任何溫度變化都十分敏感。在生長季節，只要相對溫度略微升高1°C或2°C，就能引起主要產糧區的減產，不管是中國的華北平原、印度的恆河平原，或是美國中西部的「玉米帶」，都是如此。²⁰

氣溫升高會削弱甚至阻斷光合作用，妨礙授粉和導致作物乾枯脫水。儘管導致氣溫上升的二氧化碳濃度增高也能提高單位產量，但是，高溫對主要農作物的有害影響甚於二氧化碳產生的肥效作用。

俄亥俄州立大學的莫漢·瓦利 (Mohan Wali) 等人在一項區域生態系統永續發展的研究報告中指出，隨著氣溫升高，作物的光合作用活性也隨之增加，升至20°C之後會處於穩定狀態；光合率在氣溫到達35°C後會開始下降，等到氣溫升高到40°C時，光合作用便完全停止。²¹

植物的生命週期中，最脆弱的階段是授粉期。世界上三種主要糧食作物：水稻、小麥和玉米中，以玉米尤為脆弱。為了繁殖，花粉必須從玉米的雄穗散落到玉米苞軸端抽發出的縷縷花絲上，每一縷花絲都連著玉米苞的一顆籽粒。這顆籽粒要發育，必須要有一粒花粉落在連著它的那縷花絲上，花粉中的營養分才會輸送到籽粒。溫度過高時，花絲很快就乾掉，無法在授粉過程中正常發揮作用。

菲律賓有人詳細研究氣溫對水稻授粉的影響。在那裡工作的科學家們說，在

34°C的氣溫下，水稻的成功授粉率為100%，氣溫達到40°C時則接近為0，導致作物顆粒無收。²²

高溫也能導致植物乾枯脫水。氣溫對水稻授粉究竟有何影響，也許還要科學家進行一番研究。但高溫會影響玉米植株卻很容易就看得出來。當玉米捲起葉片以減少陽光的曝曬時，光合作用也隨之減少；為避免失水而關閉葉子背面的氣孔時，二氧化碳的吸收也就減少了，從而限制光合作用。在理想條件下產量非常高的玉米，也會在高溫下「中暑休克」。

在過去幾年裡，一些國家的農作物生態學家們一直在致力研究氣溫與作物產量間的明確關係。他們的發現看在氣溫不斷上升的年代裡，相當令人不安。這些研究中最全面性，是由世界級頂尖的水稻研究機構—菲律賓國際水稻研究所（International Rice Research Institute, IRRI）進行的。由該所傑出農作物學家組成的研究小組注意到，從1979年到2003年，在其研究測試站，年平均氣溫大約上升了0.75°C。²³

研究團隊在1992年至2003年間，針對處於最適條件的水稻試驗田的農作物產量數據進行研究，結論證實專家們歸納出的經驗法則：在正常溫度下，氣溫每升高1°C，小麥、水稻和玉米的產量就會下降10%。國際水稻研究所的這項發現和近期一些研究計畫得出的結果是一致的。科學家們由此斷言：「因全球暖化導致的氣溫上升，將使得養活增長中的全球人口這項任務日益艱鉅。」²⁴

在水稻產量研究計畫正在進行的同時，美國也開展氣溫影響玉米和大豆產量的實證歷史分析。結論是：溫度上升對這些農作物產量的影響更甚。戴維·洛貝爾和格雷戈里·阿斯納（David Lobell and Gregory Asner）分析618個城鎮的玉米和444個城鎮的大豆在1982—1998年間的產量數據，得出結論：氣溫每升高1°C，單位產量則下降17%。有鑒於美國中西部玉米帶的氣溫預估會上升，而該地區生產的玉米和大豆在世界總產量中佔相當大的比例，這些結論會讓那些負責世界食物安全的人士焦慮不安。²⁵

印度的兩名科學家卡維·庫馬爾和喬蒂·帕里克（K.S. Kavi Kumaran and Jyoti Parikh），對溫度升高影響小麥和水稻產量的現象做出評估。他們從10個實驗站取得數據並建立一套模式，得出的結論是：北印度平均溫度若只升高1°C，不會造成小麥的明顯減產，但是升高2°C時，幾乎各站的小麥產量都會減少。當他們只研

究溫度變化時，發現每升高 2°C ，會導致引水灌溉的小麥產量減少 $37\%\sim 58\%$ 。把溫度升高的負面影響和二氧化碳增肥的正面影響綜合起來看時，不同的實驗站的產量仍是全面下降，減產幅度範圍為 $8\%\sim 38\%$ 。這個趨勢對於本世紀中葉人口預計增加5億的印度，可謂前景堪憂。²⁶

高空「水庫」

山脈的冰雪是天然的淡水「水庫」：大自然以這種方式將水貯藏起來，夏天乾旱時用以補給河流。現在，氣溫升高對這些天然「高空水庫」形成了威脅。在山區，氣溫即使只升高 1 度，雪在降水總量的比例會大大減少，而降雨會在同時增加，兩者的消長促成雨季洪水更劇烈，旱季補充河流的融雪反而減少。

這些「高空水庫」對某些農業區來說，是灌溉和飲用水主要來源。比如在美國西南部，農業灌溉用水主要來源於科羅拉多河，大部分河水來自融化的洛基山脈積雪。加州除了十分依賴科羅拉多河以外，還依靠東部內華達山脈的融雪。內華達山脈及沿海山脈將灌溉用水提供給加州的中部山谷地區，這是世界的水果蔬菜產區。

美國西部三大主要水系——哥倫比亞水系、薩克拉門托水系和科羅拉多水系——受上升溫度影響的初步分析結果顯示，供應三大水系水源的山區，冬天的積雪將大為減少，而冬季降雨量和山洪則會相對增加。²⁷

根據全球氣候模式的預測，如果能源政策仍一切照舊，到21世紀中葉，美國西部山區的積雪量將減少 70% 。一份由美國能源部太平洋西北國家實驗室對亞基馬河谷（Yakima River Valley）——位於華盛頓州的大型水果產區——進行的詳盡研究顯示，由於積雪量降低導致灌溉水流量減少，將使產區的水果收成日益銳減。當氣溫升高 2°C 時，該河谷地區的農場總收入會減少 $9,200$ 萬美元；氣溫升高 4°C ，則會減少 1.63 億美元，幾乎等是該農場目前收入的四分之一。²⁸

在中亞地區的烏茲別克、土庫曼、吉爾吉斯、哈薩克、塔吉克和阿富汗等幾個國家，農業灌溉用水嚴重依賴興都庫什山脈、帕米爾山脈和天山山脈的融雪。在鄰近的伊朗，用水大多取自位於德黑蘭和裏海之間 $5,700$ 米高的厄爾布爾土山。²⁹

喜馬拉雅山上的冰雪是農業最大水源。亞洲是世界一半人口居住的人口大

洲，每一條主要河流都發源於喜馬拉雅山，包括印度河、恆河、湄公河、長江和黃河。如果氣溫升高，喜馬拉雅山的降雨量增加而降雪量減少，雨季時會有更多山洪氾濫，旱季由融雪供應的水量則會減少。³⁰

供應黃河水流的積雪減少，將使全球最大量的中國小麥收成降低。長江水流的變化則將直接影響中國的稻穀收成，這也是世界數量最大的稻穀收成。小麥產量僅次於中國的印度，收成將受到印度河和恆河兩支水系流量的影響。湄公河夏季流量只要有一點點減少，都將對主要稻穀出口國—越南的稻穀收成量產生影響。³¹

喜馬拉雅山冰川的退後可能會影響到億萬人口的用水供應。在印度和中國境內，雨季時以雪和冰的形式大量貯存，等到旱季再使用的水可能會減少，而在某些情況下根本無以為繼。結果就是初夏時缺水更為嚴重，洪災卻一年比一年更厲害。³²

還有更多山脈的冰雪儲存正在移動和變化，其中包括阿爾卑斯山脈和安第斯山脈。世界的大山以冰和雪的形式貯存大量的水，由於它們在農業出現之前就已經存在，一直被人們視為理所當然而取用。如今情況已經不同以往，如果我們繼續使地球升溫，就將冒失去高空「水庫」的危險，城市和鄉村將因此失去依靠。³³

冰山的融化與海平面上升

2001年初，國際氣候變遷委員會發布了重要的第三次評估報告，該報告預測，氣溫升高、冰雪融化產生的後果，是海平面在本世紀內將升高0.09~0.88公尺。該報告發表四年之後，另外有大批研究結果顯示，地球冰原的融化速度遠超過該評估報告的預測。³⁴

科羅拉多大學北極和阿爾卑斯山研究所的兩位科學家在2002年的研究報告顯示，阿拉斯加西海岸和加拿大北部的廣袤冰川正在加速融化。之前的數據指出，冰川的融化使海平面每年上升0.14公釐，但1990年代的最新數據顯示冰川的融化速度正在增加，現在海平面每年上升0.32公釐，上升速度快了一倍多。³⁵

美國地質調查局所作的研究也是有力的佐證。該局的研究表示，阿拉斯加境內共11條冰川都在縮小。更早的美國地質調查局研究報告指出，美國國家冰川公

園的冰川數量已從1850年的150條，減少到現在不足50條。剩下的冰川預計30年內都將消失，幾十年後的遊客也許會對園內的許多名稱感到疑惑。³⁶

美國地質調查局另一個研究小組的科學家們，利用 星資料測出全球冰川覆蓋區的變化，結果發現多座山地冰川都在加速融化，包括南美的安地斯山脈、瑞士段的阿爾卑斯山脈，以及法國和西班牙的庇裏牛斯山脈。³⁷

整個安地斯山脈的冰川融化趨勢都在增強。俄亥俄州立大學的冰川學家朗尼·湯普林（Lonnie Thompson）報導說，位於秘魯安地斯山脈克爾卡婭（Queqchaya）冰帽西側的柯瑞卡里（Qori Kalis）冰川，從1998年到2000年間的年平均退縮速度，比1995年到1998年間快了兩倍，而1995年到1998年間的年平均退縮速度，也比1993年到1995年間加大了一倍。湯普森預測克爾卡婭冰帽在2010年到2020年間將完全消失。在鄰近秘魯的厄瓜多，提供首都基多（Quito）一半用水量的安蒂薩納（Antisana）冰川，在最近8年裡已經退縮近100公尺。³⁸

法國政府的「研究和發展研究所」（Institute of Research and Development）研究部主任具爾納·佛朗哥（Bernard Francou）認為，在未來的15年內，南美80%的冰川將會消失。對於玻利維亞、秘魯、厄瓜多爾這些以冰川為家用和灌溉提供水源的國家，這個消息顯然不樂觀。³⁹

歐洲的阿爾卑斯山也正遭受嚴重的冰川融化。蘇黎世大學科學家們的報告指稱，瑞士的冰川在1973年到1985年間退後1%，而從1985年到2000年竟退後了18%，他們評論道：「當這些變化將瑞士風光無限的綺麗冰谷變成了亂石嶙峋的荒涼山谷，絕對會影響做為瑞士重要經濟支柱的旅遊業。」隨著冰川的消失和雪線的後退，冬天的滑雪季節必將縮短。⁴⁰

朗尼·湯普森對吉力馬扎羅山的研究顯示，從1989年到2000年，在這座非洲第一高山上，30%的水源都消失不見。他預測到2015年，山頂上的積雪都會消失。2005年3月，倫敦《報》報導說，「非洲最高峰上的皚皚山頂，是最容易識別的目標。但是這張航拍照片卻顯示，吉力馬扎羅山標高5895公尺最出名的積雪，已消失得無影無蹤。比科學家預言的提前了15年。」⁴¹

喜馬拉雅山的廣袤冰雪也正在消退。據國際聯合登山協會（The Union Internationale des Associations d'Alpinisme）報導，1953年埃德蒙·希拉里

(Edmund Hillary) 和坦津·諾吉 (Tenzing Norgay) 歷史性地登上珠穆朗瑪峰時，紮營在當時的冰川末端所在的位置，如今冰川已向後退縮了大約5千米。研究喜馬拉雅山的地質學家杰弗里·卡奇爾 (Jeffery Kargel)，對此絲毫不感到意外。他說：「發生在西藏的情況與發生的在尼泊爾、印度、不丹的情況基本一致的，只不過程度上略輕一點而已。」⁴²

由50名美國和中國科學家共同組成的研究團隊，以超過26年的時間，完成一項中國西部冰川加速融化的監測計畫。研究報告指出，過去的24年裡，中國46,928條冰川的體積已減少5.5%。中國的冰川跟世上大多數其他地區一樣，自1990年代以來，也在加速的融化。⁴³

計畫成員之一的中國權威冰川學家姚檀棟預測，到2060年時，中國三分之二的冰川將完全消失，喜馬拉雅山表面的巨大覆冰，貯冰量大於極地之外的任何一地，它的消融將使海平面顯著升高。對此情形，姚檀棟以一言蔽之：「高地冰川的全面融化，終將導致一場生態災難」。⁴⁴

最近還有一份《北極暖化的影響》報告，結論中指出北極的升溫速度比地球上任何地區幾乎快上一倍。該報告是由300名科學家組成的國際研究組織：北極氣候影響評估團 (Arctic Climate Impact Assessment, ACIA) 所編纂。他們發現，北極周圍的地區，包括阿拉斯加、加拿大西部和俄羅斯東部，近半個世紀以來，冬季氣溫已經上升3~4°C。北極氣候影響評估團團長羅伯特·科雷爾 (Robert Corell) 指出，「全球暖化正對生活在北極地區的人們產生影響」。他認為這個地區「正經歷著地球上某種最迅速而最嚴峻的氣候變化」。⁴⁵

希拉·瓦特克羅迪埃 (Sheila Watt-Cloutier) 是因紐特人，她代表居住在阿拉斯加、加拿大、格陵蘭和俄羅斯聯邦的15萬5千各族人，在美國參議院商務委員會做證時，將因紐特人在北極迅速暖化的氣候條件下求生存的奮鬥，形容為「即將在地球各地發生的寫照」。她稱北極氣候暖化為「地球歷史上的決定性事件」，她進一步表示，「地球可以說正在融化」。⁴⁶

北極氣候影響評估報告中，描述海上浮冰的縮減如何對生存維艱的北極熊構成「滅頂之災」，還描述賴冰雪維生的海豹面臨的威脅，海豹是因紐特人的基本食物來源。⁴⁷

溫度升高也使北極永久凍土的地層融化。永凍土的解凍造成地基鬆動，使得建築物、管線和道路受損。凍土層的鬆軟固然會影響當地建築，但危害還遠不止於此。發表在《科學》雜誌上的一篇科學報告說：「無人知曉極北地區和高山地區的永久凍土帶中究竟封存著多少碳。不過，估計量應在3,500億~4,500億噸之間，可能佔全球土壤所含碳量的四分之一到三分之一。這帶來一個嚴重問題：如此巨量的碳儲存，即使只有一小部分釋放出來，後果會如何？」這種情況和每年石化燃料釋放70億噸碳的情況同樣嚴重。⁴⁸

長期研究北極暖化的科學家最關心的問題，要算是極地暖化對格陵蘭地區所產生的影響。如果是海水中的冰山融化，因為本來就在水裡，所以不會使海平面上升。但如果是北極暖化使格陵蘭冰原一部分地區的冰層厚度接近2.5公里一的厚冰層全部融化，海平面將會上升7公尺。格陵蘭冰原全部融化的時間應該是長達百年而非幾年內的事，但是，最近出版的地圖顯示，格陵蘭冰原外緣，特別是東海岸，冰原正在迅速融化。⁴⁹

科學家們關心格陵蘭冰原的融化，不僅因為它會對海平面產生顯著影響，而且因為它可能會破壞海洋循環，特別是影響墨西哥暖流。墨西哥暖流攜帶南大西洋表面溫暖海水向北流，維持西歐宜人的氣候。當高鹽度的溫暖海水向北流動時，由於熱量散失及蒸發作用，海水會逐漸變涼，變得密度更大而且更鹹，最後沉降並作為深層海水向南回流。由格陵蘭冰原或者北冰洋的冰融化而成的淡水流入海中，可能會破壞這種循環模式，使美國東北部和加拿大東部氣溫再偏低，而歐洲的氣溫大幅度下降。相關歷史資料顯示，這樣的變化有時會發生得很快，快到了幾年或幾十年間。⁵⁰

北極冰洋的融冰形勢，使得在這裡開闢一條從大西洋到太平洋的航道成為可能。探尋西北航線一直是早期那些不得不繞行好望角的探險家們的夢想，如今西北航線已有可能打通，但卻可能變成21世紀初文明社會的一場噩夢。航運公司一直在尋找各種可能的捷徑。根據加拿大《環球郵報》的報導，從歐洲到亞洲經過巴拿馬運河的航線是12,600海哩，而沿西北航線將縮短為7,900海哩。但存在的風險是，如果發生像石油溢漏入北極冰洋之類的任何事故，對這個寒冷地區的環境破壞可能會持續幾十年甚或更長的時間。⁵¹

在地球的另一端，2公里厚的冰原覆蓋著相當於兩倍大洋洲面積的南極大陸，

這裡貯存著全世界70%的淡水。如今，從南極大陸伸向其周圍海中的冰棚，正以驚人的速度開始崩裂融化。⁵²

南極大陸周圍的冰棚，是覆蓋陸地的冰川向低處海域流動而形成的。這些浮冰是外部邊緣的冰棚瓦解和冰山崩塌造成的，加上陸地上不斷形成新冰的補充。這沒什麼特別。值得注意的是進程的加快。1995年南極半島東海岸的巨大冰棚：拉森-A冰架的崩裂，就是這個地區情況不穩定的訊號。2000年，幾乎與康乃狄克州面積相當（11,000平方公里）的一座巨大冰山又與羅斯冰棚脫離開來。⁵³

由於南極地區氣溫上升，在拉森-A冰棚崩裂後，拉森-B冰棚的崩裂是遲早的問題。2001年11月，阿根廷南極研究所的一位科學家注意到，當年反常的暖春以及冰棚移動加速20%，他向科學界提出警告。因此，當2002年3月拉森-B冰棚的北邊部分墮入海時，並沒有引起驚訝。大約就在同時，斯魏特冰川也掉下一大塊。這座冰山的面積為5,500平方公里，與美國的羅德島大小相當。⁵⁴

即使是見多識廣的冰川監測人員，對冰棚如此迅速的崩解也深感訝異。一直密切監視拉森冰棚的英國南極觀測站冰川學家戴維·沃恩（David Vaughan）博士說：「這種崩解速度令人瞠目結舌。」與拉森冰棚相鄰的南極半島一帶，平均溫度在最近50年裡上升了2.5°C。升高的氣溫導致冰棚表面的冰融化。科學家們從理論推測，表面融化的冰水滲入裂縫，使原本堅硬的冰變得鬆軟而更容易裂開。⁵⁵

當冰棚在水裡的部分與陸上冰體脫離時，對海平面並不會直接造成影響，但是，如果沒有冰棚對冰川流動的阻擋，以每年400~900公尺的速度脫離陸冰的冰流就會加速下滑，進而導致南極大陸邊緣冰原變薄。假如這種情況發生，海平面就會因此上升。澳大利亞塔斯馬尼亞大學南極合作研究中心（Antarctic Cooperative Research Centre at the University of Tasmania）的尼爾·揚（Neal Young）博士指出，拉森-A冰架崩解後，上游冰川的流動速度至少快了一倍。⁵⁶

氣溫自1980年以來升高得愈來愈快，導致各地冰山加速融化。這是沿海地區低海拔的國家及低海拔島國極為關切的。最容易看見的海平面升高效應，或許就是沿海地區被水淹沒成為事實。根據美國馬里蘭大學環境科學中心（University of Maryland's Center for Environmental Sciences）的唐納德·博施（Donald F. Boesch）估算，海平面每升高1公尺，海岸線將平均後退1,500公尺。⁵⁷

世界銀行2000年公布的地圖顯示，如果海平面升高1公尺，孟加拉的稻田就會被淹沒一半。按照21世紀內海平面上升最多可達1公尺的預計來估算，孟加拉將有數千萬人被迫遷移。對一個擁有1.42億人口，人口密度達全球之冠的國家而言，這將是一次重創。在亞洲其它國家，包括印度、泰國、越南、印尼和中國，種植水稻的沖積平原也將受到影響。如果海平面升高1公尺，上海這個1,300萬人口的城市，有三分之一以上將被水淹沒。⁵⁸

海平面上升1公尺，美國會付出的代價，是失去3.6萬平方公里的土地，其中位於大西洋中部和密西西比灣的幾個州損失最大。假如再遭遇50年一次的暴潮，紐約曼哈頓南部的大部分地區和華盛頓特區，都將被海水吞沒。⁵⁹

當大家開始注意冰融化造成海平面升高時，也不要忽略升溫造成的海洋熱膨脹，同樣正在使海平面上升。科學家們目前的估計，冰融化和熱膨脹效應對海平面升高的影響幾乎相當。兩方面效應共同作用，使海平面更為明顯地升高。海平面升高已成為一項可觀測的指標，表示人類將被迫以前所未有的規模遷徙，這指出人類對子孫後代所應擔的責任問題，也我們的老祖宗未曾面對過的。⁶⁰

風暴更加頻繁 更具破壞力

海平面升高不是全球暖化所造成的唯一威脅。熱帶海洋表面海水溫度升高，意味著有更多的能量輻射到大氣中，驅動熱帶風暴系統，進而導致更頻繁，更具破壞力的風暴。海平面升高，更強烈的風暴以及更大的暴風浪三者共同作用下，破壞性會極其巨大。⁶¹

1998年秋天，颶風米奇一來自大西洋最強烈的颶風之一，風速接近每小時200英里—侵襲中美洲的東海岸。由於大氣條件阻止風暴向北的正常推進，致使宏都拉斯和尼加拉瓜的部分地區暴雨傾盆而下，數日內雨量達200公釐。洪水沖垮房舍、工廠和學校，所到之處被沖刷成一片廢墟，還沖毀道路與橋樑。宏都拉斯70%的農作物和大量在漫長地質年代內積累的表土流失殆盡。巨大的山崩摧毀了鄉村，有的村落連人也一起被掩埋。⁶²

風暴造成11,000人死亡和數千人失蹤。宏都拉斯和尼加拉瓜國內的基礎建設大部分被破壞。宏都拉斯總統弗洛雷斯（Flores）總結：「總體來看，這幾天內造

成的破壞，得花我們50年的時間才能建設起來。」這場風暴給這兩個國家造成的損失，超過它們的整年國民生產總值，經濟發展倒退20年。⁶³

2004年，日本也創下紀錄，歷經10次颱風襲擊，共造成相當於100億美元的損失。同樣是2004年，美國佛羅里達州遭遇4次颶風襲擊，都屬美國史上造成損失最為嚴重的前十名之內，理賠保險金額共計220億美元。⁶⁴

一年以後，颶風卡崔娜伴隨著6公尺浪高的暴潮，在美國墨西哥灣地區登陸，規模之大使2004年的那些風暴相形見绌。這次風暴引發的洪水淹沒紐奧良市，使很多地區無法居住；風暴使阿拉巴馬州、密西西比州和路易西安那州的幾十萬人淪為難民。這個因墨西哥海灣表面海水增溫產生的大風暴，估計造成的損失約為2,000億美元，但該地區完全恢復還需要若干年，因此實際損失可能遠高於此。

在這種情況下，保險公司和再保險公司頭痛地發現他們很難訂定保險率。傳統上借助歷史紀錄來計算保險費用的方法，將來似乎沒有參考價值。例如在最近幾十年間，每十年發生的巨大洪災數目持續增加，在1950年代和60年代都是6個，到了70年代變成8個，80年代18個，90年代更多達26個。⁶⁵

事實使保險公司確信，由於氣溫升高以及出現更多能量驅動風暴系統，將來的損失將更為慘重。他們擔心保險行業是否能夠受得住損失愈來愈大的衝擊。慕迪投資服務公司（Moody's Investors Service）也有同樣的憂慮，2002年該公司下修世界幾個主要再保險公司的信用等級。其中慕尼黑再保險公司（Munich Re）在稍後提出的報告中指出，根據通貨膨脹率進行調整後，2004年的全球保險索賠金額仍然創下新高。⁶⁷

慕尼黑再保險公司的氣候專家托馬斯·羅斯特（Thomas Loster）在2004年底說：「整體來看，2002和2003年發生的自然災害，顯然主要還是與氣候相關。這些災害在規模和強度上都是特大型的……我們人類進行的種種對地球大氣環境產生影響的危險活動必須停止。」保險公司對可能暴發的與氣候相關的新威脅尤為關注。比如，南大西洋洋面水溫通常並不太高，不足以生成颶風，但是2004年的颶風卡崔娜就是在這裡生成的。此颶風的出現究竟是偶然的，還是某種艱難新趨勢的肇始，還有待解答。⁶⁸

慕尼黑再保險公司公布了一份保險損失金額超過10億美元的大風暴名單。最

早的一起災難發生在1983年，是由侵襲美國的颶風艾麗西亞造成的，保險賠付金額共計15億美元。截至2004年底，在49起保險損失超過10億美元的自然災害中，含3起地震，包括2004年亞洲的海嘯大災難；其餘46起災害都與氣候相關，包括暴風、暴雨、暴雪、洪水、颶風或森林大火。這樣的災難，在20世紀80年代出現3起，90年代有26起，21世紀的第一個十年才剛過一半，從2000年至2004年，就已累積17起。⁶⁹

在颶風卡崔娜發生以前，總損失最大的兩次災難是1992年的颶風安德魯和1998年中國長江流域的洪水。安德魯颶風摧毀了6萬戶民宅，累積損失達300億美元；1998年的中國長江洪水，損失估計也有300億美元，相當於中國水稻一年收成總值，災難損失增加的原因，部分是由於發生在城市及工業發展集中的沿海地區和沿江平原，而另一部分則是因為風暴出現得更加頻繁，更具破壞力。⁷⁰

最容易受到大風暴襲擊的地區當屬美國大西洋沿岸、墨西哥灣一帶，以及加勒比海地區。在亞洲，包括菲律賓、中國、台灣、日本、和越南的東亞和東南亞地區，極易遭受穿越太平洋的強烈風暴襲擊。再往西看，孟加拉灣、孟加拉和印度東海岸也特別容易受到風暴侵襲。

西歐的傳統，是大約每世紀會有一次破壞性很大的冬季風暴。發生在1987年的那次，造成的損失首次突破10億美元，達到37億（其中的31億由保險公司償付）。以後共發生8次冬季風暴，造成的保險損失金額從13億美元至59億美元不等。⁷¹

英國最大的保險公司CGMU保險集團的高級官員安德魯·德盧戈列斯基（Andrew Dlugolecki）指出，大氣相關事件造成的損失，每年大約增加10%。「如果這樣的增長不斷延續，到2065年，風暴所帶來的損失將會超過世界生產總值。而世界顯然在那之前早就破產了。」在現實世界裡，沒有任何增長趨勢會以某一速率持續幾十年不變。德盧戈列斯基的基本觀點只不過是說，氣候變化可能是具有毀滅性、破壞性，且代價高昂的。⁷²

造成氣候變化的行為竟得到補貼

現在大家對使用石化燃料引起氣候變化的問題日益關注，而世界石化燃料業

仍然每年享受納稅人2,100多億美元的補貼。石化燃料補貼屬於另一個時代，也就是以前石油與煤炭工業還未成為文明的威脅，發展被視為經濟進步關鍵的時代。補貼政策產生了維護此既得利益的遊說集團，他們拼命反對取消這種原本就不該有的補貼。⁷³

在美國，各大石油和天然氣公司也許是目前華盛頓最強大的遊說團體。在1990年至2004年間，為了保護價值數十億美元的特殊減稅待遇，共投入1.81億美元遊說。美國財政部負責稅收政策的部長助理唐納德·盧比克（Donald Lubick）1999年在眾議院作證，談到石油與燃氣工業時說道：「就規模而言，這個產業或許比美國的其他任何產業更關心減稅政策。」這種利潤豐厚的投資之所以成為事實，暴露出美國政治制度中的某種腐敗，說明有錢人能夠使經濟朝著有利於他們的方向發展。⁷⁴

形形色色的補貼滲透全球經濟的每個角落，扭曲了世界經濟。例如德國的煤礦補貼開始實行時，是就業保障措施的一部分。德國政府給予的補貼最高曾達到平均每名礦工每年9萬美元。若以純經濟標準衡量，還不如關掉煤礦，直接把錢發給礦工，比上班還要划算。⁷⁵

補貼內容有很多是瞞著納稅人的，石化燃料工業裡尤其如此。美國對石油業的補貼竟然包括抽取石油的折損補貼。更令人吃驚的，是美國花在保護中東石油管路暢通的常規軍費開支。據蘭德公司（Rand Corporation）分析家估算，在最近這次伊拉克戰爭之前，這項開支每年約在300億美元到600億美元之間，而從該地區的石油進口價值總額只有200億美元。⁷⁶

「重新界定進步組織」（Redefining Progress）在2001年的一項研究顯示，美國納稅人每年對汽車工業的補助為2,570億美元，亦即每個納稅人大約支付2,000美元。除了花錢鼓勵碳排放外，對汽車工業的補貼還意味著沒有汽車（包括買不起私家車）的人繳稅在補貼有車族。⁷⁷

對石化燃料的補貼，事實上應該轉向資助有益氣候的可再生能源，比如風力、太陽能和地熱能。正如第十二章所提議，把對石化燃料的補貼用於可再生能源的開發，這才可能形成雙贏的結果。對石化燃料的補貼，助長了使作物枯萎的熱浪、使冰雪融化，造成海平面上升和更具毀滅性的風暴。也許現在該向全球的納稅人提出，是他們自己來決定如何使用納稅款的時候了。

第五章 自然系統負擔沉重

1938年，美國農業部土壤保護局的資深官員沃爾特·洛德米爾克（Walter Lowdermilk）出國考察若干已耕耘數千年的土地，了解古老文明是如何因應土壤流失。他發現有的土地狀態至今依然良好，經過長時間仍保有地力，有的則沒能做到這一步，留下的只是昔日輝煌的遺跡。¹

他在題名為「死城百座」（The Hundred Dead Cities）的報告中其中一章，描述在敘利亞北部鄰近阿勒頗（Aleppo）一處古代建築，有如雕像般孤零零地矗立，只有四下光禿禿的岩石陪伴著。公元7世紀時，這個繁榮的地方曾被入侵，先是波斯的軍隊，隨後是阿拉伯沙漠裡的游牧部落。幾經波折，沿用幾個世紀的水土遭到拋棄。洛德米爾克指出：「此處的土壤流失最為嚴重……如果土壤保留下來，即使城市被毀也能重建，人民流散後會再重新聚集。但現在土壤不再，一切便也都不存在了！」²

在2002年的現代另一次的旅行，是聯合國派遣評估小組前往賴索托（位於南非國境內的200萬人口小國）進行食物狀況調查。他們的結論直截了當：「賴索托的農業未來將面臨災難；農作物產量在下降，如果不採取行動扭轉土壤流失、土質退化和地力下降的趨勢，全國大部分地區都將成為不毛之地。」邁克爾·格倫沃爾德（Michael Grunwald）在《華盛頓郵報》撰文報導，賴索托5歲以下的兒童有近半數身體發育嚴重不良。他說「許多兒童連走路上學都十分困難。」³

無論是敘利亞北部、賴索托，還是其他地方，人都是生活在土地上的。人民的健康與土地的“健康”是唇齒相依的。全世界8.52億飢民中，大部分生活在因土壤流失而十分貧瘠的地方。⁴

人類對自然需求無度，使得森林、牧地和漁場面臨難以承受的重擔。我們還不斷地在消滅許多與我們共享地球的動植物種。目前全球物種消失的速度是演化

產生新物種的一千倍，等於人類「快轉」物種的滅絕進程。⁵

森林面積縮小、代價巨大

根據新聞報導，2004年12月初，菲律賓總統亞若育「在猖獗的森林濫伐導致洪水暴發、山體崩塌，近340人喪生的情況下，命令軍隊和警察嚴懲非法伐木」。1989年嚴重洪水和山林崩塌奪去眾多生命之後，泰國政府宣布全國禁止砍伐樹木。1998年秋，隨著長江流域長達數周的洪災，創下史上最高300億美元的經濟損失後，中國政府才禁止在這個有4億人口的區域砍伐樹木。這些國家，都是在付出慘重代價之後才覺悟，森林所提供的服務功能（如控制洪水），其社會價值遠遠超過它們所提供的木材。⁶

地球的森林面積在20世紀初時估計為50億公頃，目前已經縮小到39億公頃。存留下來的森林，一半是開發中國家的熱帶和亞熱帶森林，一半是工業化國家的溫帶北方森林。⁷

森林消失主要發生在開發中國家。從1990年以來，開發中國家平均每年喪失森林1,300萬公頃，面積大小相當於美國堪薩斯州的面積。總體而言，開發中世界每十年會砍掉6%的森林，而工業化世界的林地實際上在增加，估計數字為每年360萬公頃，主要來自退耕造林（如俄羅斯）和商業性林場的擴大。⁸

遺憾的是，即便是來自聯合國糧農組織的官方數據，也不足以反映情況的嚴重性。舉例來說，熱帶森林被砍伐或者焚毀之後都難以恢復。它們變成了荒地，情況好一點也只是形成灌木林地，灌木林地仍被計算在官方森林面積的數據之中。林場也被算作森林面積，可是它們與之前的高齡林木大不相同。

美國世界資源研究所（The World Resources Institute）的報告指出，那些碩果僅存的森林，「與它們具有全面生態功能時相比，絕大多數都只是矮小或受到嚴重干擾的殘餘」，只有40%可以稱為「原生林木」。他們對「原生林木」的定義是：「巨大、完整而相對未受干擾的自然森林系統，大得足以維繫全部生物的多樣性，包括使眾多物種的每一種都能夠生長發育的群體。」⁹

森林的壓力仍在繼續攀升。柴薪、紙張和木材的用量不斷增加。2003年全球砍伐的33.4億立方公尺林木中，半數以上是用作燃料。在開發中國家，近四分之

三的林木做為柴薪使用。¹⁰

砍伐森林當柴燒在非洲薩赫勒地區和印度大陸非常普遍。隨著城市柴薪的需求超過附近森林的可持續產量，木本群落逐漸以城市為圓心遠遠離去，從星照片可以清楚看出變化的過程。隨著距離的加大，木柴運費也在增加，因此刺激了木炭工業的發展，因為濃縮的能源形態可降低運輸費用。馬奇·特恩布爾（March Turnbull）在《非洲地理線上》（Africa Geographic Online）網站上寫道：「每個較大的薩赫勒城鎮都被月球般的不毛之地所包圍。塞內加爾的達喀爾和蘇丹的喀土穆，目前的木炭主要來自500公里以外，有時甚至來自鄰國。」¹¹

伐木業帶來的嚴重後果在東南亞和非洲看得最明顯。這裡的伐木業幾乎都是外國公司經營，他們以殺雞取卵的方式，求短暫的最大產量，並沒有長遠打算，不求產出量的永續。當一國的森林砍盡伐光，外資就轉向，留下一片荒地。尼日和菲律賓一度興旺的熱帶硬木出口業，如今全都消失，現已淪為森林產品的進口國。¹²

森林的損失還包括火燒林地以騰出土地闢為農田和牧場。這方面的損失主要是在巴西的亞馬遜雨林、非洲的剛果盆地和東南亞的婆羅洲（加里曼丹島）。失去97%的大西洋雨林之後，巴西正在摧毀自己的亞馬遜雨林。巨大的亞馬遜雨林面積約相當於整個歐洲，這裡在1970年以前還是完整無損，但在那之後的損失高達20%。¹³

對棕櫚油需求的迅速增加，使得在1998年到2003年間，婆羅洲北部馬來西亞的沙勞越和沙巴兩個邦的棕櫚林場快速擴張。加里曼丹省的棕櫚林場發展更快，年平均增長超過11%。目前，棕櫚油成為重要生質柴油的需求幾乎毫無止境的，這種情況正危及婆羅洲和其他地區尚存的熱帶森林。¹⁴

海地，這個擁有800萬人口，曾經遍佈森林的國家，由於需要柴薪，現在的森林覆蓋率已經不足2%。2004年9月，颶風珍妮導致1500人死亡和1000多人失蹤（據悉已經死亡）。樹木沒了，土壤便被水沖刷而去，能留住雨水的土壤所剩無幾。曾經是熱帶樂園的海地，目前是生態和經濟上犯下「自殺」性錯誤的國家典型。隨著森林面積縮小和土壤流失，海地已經陷入生態和經濟下滑而難以自處的境地，成為依賴國際食物救援組織和經濟援助來維持的國家。¹⁵

海地是因過致潰的典型。先是樹木消失，接著是土壤，最後是社會本身。沒有來自國外的食物，海地的人口必然因飢餓而減少。海地只是個小地方，如果世界繼續濫伐森林，大部分地方也會面臨相同的命運。

濫伐森林導致的洪災，使很多國家陷於困境。2000年，林波波河（Limpopo）氾濫，淹沒莫三比克的部分地區，奪走數千條生命，摧毀房屋和農作物，造成史無前例的災難。林波波河流域99%的原始森林已經消失，今後勢必遭逢更多的類似洪災。¹⁶

生物種類豐富的馬達加斯加雨林，也在迅速消失。為了生產木炭而砍伐樹木，為了提供食物給內陸不斷增加的人口而把林地改作農田，走在我們十分熟知的道路上。環境學家警告：馬達加斯加的地貌，很快會只剩下灌木和沙丘。¹⁷

濫伐森林使陸地上的水加速流向海洋的同時，也會減少雨水在內陸的循環。大約在20年前，巴西的兩位科學家埃內亞斯·薩拉蒂（Eneas Salati）和彼得·沃斯（Peter Vose）在《科學》雜誌上撰文指出，來自大西洋的含水量豐富空氣，在把雨水降落到健康的亞馬遜雨林的時分，四分之一的雨水流入江河，其餘的四分之三則蒸發到大氣之中而進一步把雨水帶到亞馬遜的廣大西部地區。可是，雨林為了放牧和耕作被焚毀之後，流向大海的水量急劇地增加，而循環進入內陸的雨林則大幅地減少。¹⁸

菲利普·費恩賽德（Philip Fearnside）是致力亞馬遜地區研究的生態學家。他觀察到：巴西中南部的的主要農業區，靠的是透過亞馬遜雨林循環進入內陸的雨水。如果亞馬遜地區變成牧場，支持農業的降雨量必然減少。¹⁹

在非洲，類似的情況也在發生，隨著柴薪用量的增加和伐木業在處女林中任意妄為，濫伐森林和開闢牧場的進程十分迅速。在非洲東部，擁有1,300萬人口的馬拉威，森林覆蓋率在短短的幾年之中就從47%下降到28%左右。樹木砍下後用來生產木炭和種植菸草，走上和海地類似的道路。²⁰

隨著樹木減少，雨水流失增加，土地也因為更強的蒸散作用而喪失水分。水文地質學家吉姆·安斯庫姆（Jim Anscombe）指出：「樹木受到太陽能量的驅動，從地下吸取水分，透過根、樹幹和葉子進行蒸散作用。每天森林從下吸取千百萬公升水分，再蒸發進入大氣層。」依照各區的氣候條件，這些蒸發的水分

轉變成夏季的降雨，支持作物的生長。一旦森林消失，這個來源的降雨減少，作物的產量便隨之降低。²¹

愈來愈多的國家開始認識到濫伐森林帶來的危險。其中目前已經全部或部分禁止伐木的國家包括中國、紐西蘭、菲律賓、斯里蘭卡、泰國和越南。遺憾的是，一個國家的禁止伐木，往往只是把濫伐森林轉移到其他國家，或者導致非法伐木。例如，中國在長江大洪水之後於1998年開始禁止伐木，結果緬甸和俄羅斯的伐木量卻猛增，而且其中大部分是非法的。²²

土壤在流失

覆蓋地球的薄層表土，是文明的基礎。在全球的大部分地區，這些厚度以英寸計的土壤，是在新土壤生成速度超過自然侵蝕結果的漫長地質年代中形成的。經過億萬年的積累，土壤成為可供植物生長的基質；反過來，植物保護土壤，使之避免流失。

從20世紀的某個時候起，土壤的流失開始大面積地超過新土壤的生成。據估計，全球大約有三分之一甚至更多的耕地，其表土流失快於新土壤的生成，從而不斷降低土地的生產力。今天，文明的基礎正在瓦解。馬雅文明等一些早期文明的崩潰，可能正是源於土壤流失，致使食物供應的基礎遭到破壞所致。²³

在20世紀，土壤流失速度的加快，顯現在諸多的沙暴和塵暴，那是植被破壞和風蝕失去控制的結果。30年代美國的大平原地區，60年代蘇聯的處女地一帶，都出現過十分嚴重的沙塵暴。它們也正在非洲的薩赫勒地區出現。這些沙塵暴的形成有著類似的模式，都是由於過度放牧、濫伐森林和貧瘠地區發展農業，而且只是在土壤開始消失之後才有所收斂。²⁴

20世紀的人口增長，迫使許多國家在非常易受破壞的土地上進行農業活動。例如，美國大平原地區在19世紀後期和20世紀初期的過度耕作，導致20世紀30年代乾涸區的生成。這是美國史上的悲慘時代，逼迫數十萬農戶離開大平原，許多農戶遷徙到加州謀生。約翰·斯坦貝克的《憤怒的葡萄》（譯註：美國1962年諾貝爾文學獎得主約翰·斯坦貝克於1939年出版的長篇小說，並於1940年拍成電影。書中描寫美國20世紀年代初因沙塵暴而失去土地的農民的困境，引起社會關注，

獲得1940年的普利茲獎。)一書，使得這一次遷徙廣為人知。²⁵

30年後的蘇聯，這段歷史再度重現。從1954年到1960年，蘇聯的「處女地計畫」以開墾草地種植小麥為中心，面積超過加拿大和澳大利亞兩國麥田的總和。這項計畫的結果，先是蘇聯穀物的產量顯著增加，但伴隨著短暫成功的，卻是大片旱涸區的出現。²⁶

哈薩克當年是「處女地計畫」的核心區，1980年前後的穀物地面積超過2,500萬公頃的高峰值後，縮小到目前的1,400萬公頃，即使是保留下來的耕地，每公頃的小麥產量也難以達到1噸，遠低於在西歐領先的法國，那裡的小麥產量接近每公頃8噸。²⁷

蒙古也出現類似情況，過去20年中已有一半麥田遭到棄置，小麥產量也下降一半，總產量短收近四分之三。蒙古的人口2,600萬，國土面積幾乎是法國的三倍，目前的小麥進口達需求量的60%。²⁸

發源於新的旱涸區的沙塵暴，目前在衛星照片中有可靠的記錄。美國國家航空飛行局2005年1月9日發布的星照片顯示，一股巨大的沙塵暴從非洲中部向西移動。這團黃褐色雲狀粉塵，綿延大約5,300公里。美國國家航空飛行局指出，如果這個沙塵暴團落到美國，不但足以覆蓋整個國家，還會延及東西兩岸的海洋。

29

英國牛津大學地理學教授安德魯·古迪(Andrew Goudie)指出，沙塵暴過去在撒哈拉地區難得一見，如今屢屢出現。他估計，半個世紀以來的次數增加了9倍。這個地區因風蝕而喪失表土最為嚴重的國家是尼日、查德、茅利塔尼亞、尼日北部和布吉納法索。位於非洲西端的茅利塔尼亞，沙塵暴的次數已從20世紀60年代初期的每年2次，猛增到目前的一年80次。³⁰

查德的博德萊窪地是沙塵暴的供給地，估計一年會有13億噸土壤被風捲走，是1947年開始監測時的10倍。每年以沙塵暴形式隨風而去的20億~30億噸細土，使非洲的沙塵暴向西跨過大西洋時，大量的塵土沉降到加勒比海，遍佈水面，損害當地珊瑚礁。³¹

中國在1987~1996年期間，農業向北和向西推進到畜牧區，好幾個省份過度耕作成為普遍現象。例如在內蒙古，這個時期的耕地面積增加110萬公頃，增加的

比例是22%。同期擴大耕地面積3%甚至更多的省份包括黑龍江、湖南、西藏、青海和新疆。這些新開拓耕地的嚴重土壤風蝕，顯示只有適度的放牧才是使此處土地永續使用的方式。最後這些省份開始實行策略性退耕，退回到能夠保持作物可持續生產的土地。³²

水流也嚴重破壞土壤，這顯現在水庫的淤積和江河夾帶泥沙入海。在巴基斯坦，儲蓄印度河河水以供應全國巨大灌溉網絡的曼格拉（Mangla）和塔貝拉（Tarbela）兩大水庫，由於上游區域濫伐導致的泥沙淤積，每年大約減少1%的水庫容量。³³

衣索比亞是個山地國，陡峭坡地的土壤非常容易流失，被雨水沖刷掉的表土，估計一年多達10億噸。這是衣索比亞經常處於飢餓邊緣的原因之一，因為從來沒能儲備足夠的穀物，無法保證一定程度的食物安全存量。³⁴

牧地在退化

地球陸地表面的十分之一是耕地，而牧地面積是耕地的二倍，這是指因乾旱、陡急和貧瘠而不足以維繫農作物生長的土地。五分之一的地球表面絕大部分處於半乾旱地帶，養育著32億頭牛羊。這些牲畜是反芻動物，它們複雜的消化系統能夠消化粗纖維，使之轉化為牛肉、羊肉和奶。³⁵

根據估計，全世界人口中有1.8億以畜牧業為生，飼養牛、綿羊和山羊。非洲許多國家主要依賴畜牧業提供食物和就業機會。在中東、中亞、蒙古、中國北部和印度大部分地區生活的廣大人口也是如此。印度擁有全世界最大的牛群，不僅靠它生產牛奶，還供畜力和燃料。³⁶

其他地區的牧地由大規模畜牧場使用。澳洲的土地主要是牧地，飼養9,500萬隻綿羊，是人口數量的五倍。以草料為基礎的畜牧業經濟，也在阿根廷、巴西、墨西哥和烏拉圭佔相當重要的地位。北美洲的大平原地區，半乾旱的土地不適合生長小麥，用於發展畜牧業。³⁷

雖然圈養是牛肉的主要生產方式，但是全球的圈養牛數量不論在任何一個時期，都只佔草地放牧頭數的一小部分。即使有著全世界最大飼育地區的美國，小牛圈養的時間也不過幾個月。

在人口規模較小，牧地相對較充裕的地區，人們往往以牛肉和羊肉為主食。吃牛肉最多的是阿根廷、巴西、美國和澳大利亞。在紐西蘭和哈薩克，人們比較常吃羊肉。³⁸

這些能把粗纖維有效地轉為食物的反芻動物，還提供皮革和毛料給人類使用。全球以皮革業和毛紡織業為生的數百萬人，生計的原料完全來自牧地。

全世界的草地中，約有一半已經輕度和中度退化，嚴重退化的有5%。這在非洲、中東、中亞和印度看得非常明顯，那裡的牲畜數量隨著人口的增長而增加。1950年，2.38億非洲人靠2.73億頭牲畜維生；到了2004年，人口是8.87億，牲畜也增加到7.23億頭。畜牧業是非洲經濟的中流砥柱，可是幾乎各地的畜牧業都超過牧地承載能力的50以上。³⁹

伊朗擁有7,000萬人口，是中東人口最多的國家之一，足以代表該區所面臨的壓力。伊朗有900多萬頭牛和8,000萬隻綿羊與山羊，羊毛是其聞名世界製毯業的原料。過多的牛羊使伊朗的牧地正在不斷地退化。一個國家的綿羊和山羊數量超過人口數量，羊肉的消費就非常普遍。目前牧地的負擔已經超出承載力，現有的牲畜數量不可能長期維持下去。⁴⁰

中國面臨同樣嚴峻的挑戰。1978年經濟改革開始後，農業的生產責任由政府組織的生產隊轉到各個農戶，致使政府對牲畜數量失去控制。結果，中國的牛羊數目扶搖直上。美國的放牧容量與中國相當，牛有9500頭，而中國是1.07億。此外，美國的綿羊和山羊共有700萬隻，中國則多達3.39億隻。這些羊主要集中在中國西部和北部，不斷地破壞當地保護土地的植被。植被一旦遭破壞，大風便恣意吹走土壤，使肥沃的牧地淪為沙漠。⁴¹

目前，幾乎所有開發中國家畜牧業對飼料的需求，都超過了牧地和其他來源的可持續產量。在印度，飼料的需求大大超過供給，使數百萬頭牛處於羸弱和沒有產能的狀態。⁴²

過度放牧導致土地退化，牧業產能下降，造成嚴重的經濟損失。過度放牧開始的階段，是土地生產力下降。但是繼續下去，植被的破壞，便會導致土壤流失，乃至形成荒地和沙漠。惡化到一定程度後，動物數量的增長開始導致生物生產力面積的縮小，也削弱了是地球維繫文明的能力。⁴³

沙漠在推進

荒漠化是由於過度使用和管理不當，使有生產力的土地變成荒地的過程。不幸的是，現在這個情況到處都在發生。任何破壞掉青草和樹木的保護能力的行動，都會使土壤容易遭受風和水的侵蝕。荒原沙漠化的初期，細粒的土壤隨風而去，形成前面提到的塵暴。細顆粒土壤被帶走以後，風就刮起粗顆粒的沙，形成地方性的沙暴。

大規模的荒漠化集中在亞洲和非洲。在全球65億人口中，這兩個區域佔了近48億。由於撒哈拉沙漠向北挺進，非洲北部人口的生存空間正在緊縮。⁴⁴

在非洲，從撒哈拉沙漠向南，直到森林的北端，是寬長方型，半乾旱性的薩赫勒地區，那裡農牧交錯。從西非的塞內加爾、茅利塔尼亞，到東部的蘇丹、衣索比亞和索馬利亞，日益增加的人口和牲畜的需求，使愈來愈多的土地沙漠化。⁴⁵

奈及利亞是非洲人口最多的國家，每年荒漠化的牧地和農田達351,000公頃。但在同時，奈及利亞的人口從1950年的3,300萬，成長到2005年的1.32億，增加了3倍，牲畜數量則從600萬左右發展到6,600萬，增加了10倍。奈及利亞的1,500萬頭牛和5,100萬隻羊，超過該國草地的可持續產能，北部地區正在緩慢轉變成沙漠。如果奈及利亞的人口繼續向2050年的估計2.58億邁進，土地惡化必然更加快速。⁴⁶

伊朗在抵抗沙漠擴張的戰鬥中也屢遭敗績。伊朗「抵抗荒漠化組織」(Anti-Desertification Organization)的領袖穆罕默德·賈利安(Mohammad Jarian)在2002年報告說，沙塵暴已經掩埋了錫斯坦俾路支斯坦省(Sistan-Baluchistan)東南部的124個村莊，迫使人民背井離鄉。流沙覆蓋放牧地，使得牲畜飢餓，村民生計困難。⁴⁷

毗鄰的阿富汗也面臨類似的處境。雷吉斯坦沙漠(Registan Desert)正在西移，侵入農業區。聯合國環境規畫署的小組報告指出：「上百座村莊已被風刮來的塵沙掩埋。」在這個國家的西北部，在濫伐樹木和過度放牧的開道下，沙丘入侵阿姆河流域上游的農田。聯合國環境規畫署的成員還看到高達15公尺的沙丘堵住公路，居民不得不另闢通路。⁴⁸

中國荒漠化危害的程度更甚於其他任何大國。中國科學院寒區和旱區環境與工程研究所所長王濤指出，從1950年到1975年，中國每年平均有1,560平方公里土

地淪為沙漠；1975年到1987年，總面積上升為2,100平方公里；一直到20世紀末，每年淪為沙漠的土地暴增到3,600平方公里。⁴⁹

中國正處在戰爭中，但敵人不是企圖掠奪疆土的軍隊，而是不斷擴張的沙漠。原有的沙漠在擴張，新的沙漠也在形成，如同游擊隊出沒無常，讓北京腹背受敵。王濤報告說，在過去的半個世紀之中，沙塵的襲擊，已經使得中國西北部大約24,000個村莊完全或者部分遺棄。⁵⁰

中國人民已經十分熟悉源自西北和蒙古西部的沙塵暴，但是，在世界其他地方，人們對於這種發展迅速的災難的了解，多半是經由越洋過海的巨大塵暴。2001年4月18日，從亞利桑那州北界至加拿大的美國西部都被塵灰所覆蓋，那是來自4月5日發生於中國西北和蒙古的一次巨大塵暴。這次塵暴在離開中國時，綿延達1,800公里，攜帶著數百萬噸表土。如此巨量的寶貴資源，需要大自然歷經好幾個世紀才能形成。⁵¹

幾乎在整整一年之後，2002年4月12日，來自中國的一次巨大塵暴席捲韓國，首爾的居民連呼吸都感到困難。韓國人對於冬末和春初的塵暴又恨又怕，甚至稱之為一年之中的「第五季」。⁵²

在中國西北部每年出現的大約10次主要塵暴中，這兩次算是生態災難的最為明顯的例子。過度放牧就是罪魁禍首。⁵³

美國駐中國大使館在「沙漠的合併及其追蹤」的報告中指出，衛星雲圖顯示中國中北部的兩個沙漠正在擴張與合併，形成一個跨越內蒙古和甘肅兩個省份的大沙漠。再往西，新疆兩個更大的沙漠—塔克拉瑪干沙漠和庫姆塔格沙漠—也在迎頭合，兩地距離日益縮小，而沙漠公路經常被沙丘所淹沒。⁵⁴

在拉丁美洲，巴西和墨西哥兩國的沙漠都在擴張。在巴西，大約5,800萬公頃的土地受到影響，荒漠化造成的經濟損失估計每年為3億美元，大部分集中於該國的東北部。墨西哥為數更許多的乾旱和半乾旱土地，每年迫使70萬名的墨西哥人離家背井到鄰近的城市或者美國謀生。⁵⁵

在其它許多國家，受過度放牧、過度耕耘和過度砍伐所驅動的荒漠化進程，由於人口和牲畜數量的不斷增長而愈演愈烈。要避免荒漠化奪去更多的肥沃土地，有賴於停止人口和牲畜數量的增長。

漁場在崩潰

二次世界大戰之後，人口的加速成長和收入持續提升，促使海產的需求以破紀錄的速度迅速增加。同時，捕撈技術的進步以及大型冷凍設備輪船的出現，使得拖網作業能夠遠涉重洋，讓捕撈業者滿足不斷增長的世界需求。

結果，海洋捕撈量從1950年的1,900萬噸上升到1997年9,300萬噸的歷史紀錄。近4倍的增加量—超過同時期人口增加數的兩倍以上—使得全球消費者的平均天然海產食物供應量，從1950年的7,000克上升到1988年17,000克的高點。但隨後便開始下降，降至14,000克。⁵⁶

人口的增長，加上現代食物營運系統的發展，使更多的人更容易取得食物，海產食物的消耗量也不斷上升。實際上，人類對海產食物的胃口正在超過海洋漁場的可持續產量。目前有75%漁場的捕撈量，已經達到甚至超過它們的維持能力，造成多數漁場衰退，有些已經崩潰。有些漁場海產食物的繁殖系統幾乎已經完全被摧毀。⁵⁷

2003年，一個由加拿大和德國科學家組成的小組，在《自然》雜誌上發表深具代表性的研究結果，結論是：在過去的50年中，海洋中的大魚已經消失90%。據加拿大達爾豪西大學（Dalhousie University）的漁業生物學家、領域研究執牛耳的蘭森·邁爾斯（Ransom Myers）說：「從印度旗魚到藍鰭金槍魚，從熱帶的石斑魚，到南極洲的鱈魚，商業捕撈已經將全球的海洋搜捕無遺。有待開發的『蔚藍疆域』已不復存在。」⁵⁸

邁爾斯進一步指出：「1950年以來，隨著工業化漁業的出現，我們已經把漁類資源減少到不足原來的10%。不僅在某些區域，也不光是某些種類，而是從熱帶到兩極的所有這些大漁場物種的整個群落。」⁵⁹

全世界的漁場都在崩潰。擁有500年歷史的加拿大鱈魚漁場，毀於20世紀年代初期，使得大約40,000漁民和魚類加工者失去工作。美國新英格蘭沿海的漁場也面臨這種前景。歐洲的鱈魚漁場也都在衰落，形勢幾近自由落體。歐洲鱈魚場的衰落也許跟加拿大一樣，已經到了無可挽救的地步。各國如果不能在大自然的最後期限來臨之前，對過度捕撈踩煞車，漁場勢必衰落繼而崩潰。⁶⁰

被大舉捕撈的大西洋藍鰭金槍魚減少了94%的事實令人矚目。原因在於，一

尾大魚能給東京的壽司餐館賺來上萬美元。裏海的鱈魚是世界上最昂貴的魚子醬來源，捕撈量已經從1977年的27,700噸峰值下降到2000年的461噸。過度以及非法的捕撈，是魚類大規模減少的元凶。⁶¹

過度捕撈並不是海產供應的唯一威脅。大約90%的海洋魚類要以海岸濕地、紅樹林或江河作為產卵場地。熱帶和亞熱帶國家的原始紅樹林面積，已經消失一半以上。工業國的海岸濕地消失的比例更大。義大利的海岸濕地是許多地中海物種的繁殖區，如今已經消失了95%。⁶²

珊瑚礁是熱帶和亞熱帶魚類的產卵孵化地，對它們的破壞也會造成嚴重的後果。在2000和2004年之間，全世界被摧毀的珊瑚礁從11%增加到20%。隨著珊瑚礁的毀壞，依賴於它的漁場也隨之一蹶不振。⁶³

海洋漁業面臨眾多威脅，過度捕撈是最直接的威脅。海洋捕撈量的急劇增加，是種種新技術發展所致。從聲納探測魚群跡，到總長度足以繞地球許多圈的拖網，都是新技術的例子。

目前的商業捕撈，大部分是只求今天犧牲未來的經濟活動。許多政府打算強迫漁民擱置漁船以保護未來的漁業，漁民則在眼前利益和長遠打算之間左右為難。諷刺的是，政府對投資建造新船和捕撈器具的優惠貸款，才是捕魚船隊過多的一個因素。⁶⁴

政府對漁業的財政補貼，是基於一種虛幻的信念，認為以前的漁獲量成長數據在未來也適用，也就是過去漁獲的增長等於未來的增長。至於海洋生物學家早就提出的海洋收穫量終將達到極限的警告，大多數人沒有注意。⁶⁵

即使是習於相互協調的歐盟各國間，協商出永續漁場的捕撈限制也十分困難。1997年4月，在一再磋商之後，歐盟國家於布魯塞爾達成協議：對於瀕臨危險的物種，如北海的鱈魚、鯡魚和若干種比目魚等，限制捕魚船隊減少三成捕撈量；對於過度捕撈的波羅的海鱈魚和伊比利亞半島沿海的藍鰭金槍魚和旗魚，限制二成。歐盟終於達成減少捕撈的協議，雖是個好消息，但壞消息是這些削減指標還不足以制止該區漁場的衰落。⁶⁶

在2001年1月，歐盟的漁場保護又往前跨出一步，宣布在為期12個星期的春季產卵期中，完全禁撈捕鱈魚、黑線鱈和牙鱈。鑒於鱈魚每年捕撈量已從20世紀

年代中期的30萬噸下降到2000年的5萬噸，這樣做是逼不得已。歐盟官員們十分清楚，自加拿大巨大的紐芬蘭鱈魚場從1992年崩潰以來，儘管實行完全禁捕，迄今還沒有恢復生產能力。在2000年12月，歐盟還通過一項更有力的漁場管理計劃。⁶⁷

部分漁場的崩潰，給剩下的漁場帶來更大的壓力，地區性的短缺迅速成為全球性的短缺。面對過度捕撈的歐盟水域的限制，大量得到補貼的歐盟漁船轉向非洲的西海岸，購買塞內加爾、茅利塔尼亞、摩洛哥、幾內亞比索和維得角等國的近海捕撈許可證。它們與來自日本、韓國、台灣、俄羅斯以及中國的船隊展開競爭。像茅利塔尼亞和幾內亞比索等一些貧窮國家，來自發放捕撈許可證的收入，可達政府全年財政收入的一半。⁶⁸

不幸的是，非洲的漁場也在崩潰。塞內加爾的本土漁民原來靠小木船能很快滿載而歸，而現在很多的日子裡，他們捕撈的收入還抵不上船用燃料的支出，正像一位塞內加爾部族長者所說的：「和外商簽訂的捕撈協定，給塞內加爾帶來了貧困。」⁶⁹

如果海洋的確不能維持起過1億噸的捕撈量，而世界的人口繼續按預測的數量增長，那麼，不久的將來，每人平均海洋魚類捕撈量將繼續下降。二次大戰期間出生的人，一生中目睹每人平均魚類捕撈量的成倍增長，而二代後的孫輩，也就是今天的兒童，將面臨海洋食物的不斷減少。⁷⁰

有一點是肯定的：世界各地對海產的需求，不再能夠靠增加海洋魚類捕撈量來滿足。要想滿足這種需求，只能靠擴大人工養殖業，可是，在魚塘或或者網箱中養殖魚類，就得投放飼料，這又會加大對土地資源的壓力。

植物和動物都在消失

考古學記錄明白顯示，自有生命以來，地球上已經出現過五次生物大滅絕，每次都代表著演化的倒退，地球生命出清似的貧困化。最後一次大約發生於6,500萬年之前，可能是由於某顆小行星撞擊地球，把大量塵埃和碎片噴濺入大氣層，導致氣候突然大變動的結果。在這場變故中，地球上當時至少有五分之一的生命形態遭到滅絕，恐龍就此消失。⁷¹

我們現在正處於第六次大滅絕的初期，和過去的滅絕不同，那些都是自然出

現，而是一次的始作俑者 是人類自己。在地球的漫長歷史中，這是首次出現一個物種進化—不知道用這個詞是否正確—能夠消滅大部分生物的地步。

各種生命形態的消失，減少自然提供的種種循環，如授粉、傳播種子、昆蟲控制以及養分再循環。物種的損失削弱了生命網絡，若持續下去，會在網絡中切出許多缺口，導致地球生態系統出現不可逆轉的變化。

所有物種所受的威脅，都來自棲地的毀壞，特別是熱帶雨林的消失。我們毀掉亞馬遜雨林，實際上是毀掉一座巨大的基因庫。我們的子孫後代看待如今的如此大規模地毀壞遺傳訊息寶庫，感受不會亞於我們看待公元前48年埃及亞歷山大圖書館的被焚毀。

氣溫上升、化學污染或外來物種入侵所引起的棲地變化，也會大大減少植物和動物的種類。隨著人類數量的增長，與人類共享同一個地球的物種群也在減少。如果我們所繼承的生命多樣性繼續減少，自己最終也難逃厄運。⁷²

在鳥類、哺乳類和魚類中，目前瀕臨滅絕的物種所佔的百分比，都以兩位數計：在近1萬種的鳥類佔12%；在4,776種哺乳類佔23%；在被研究的魚類佔46%。⁷³

在哺乳類中，已知的靈長目有240個物種，除了人類之外，大都處於危險境地。世界自然保護聯盟的報告指出，其中將近一半已經瀕臨滅絕。全世界的靈長類有95%生活在巴西，棲地的破壞形成特殊的威脅。狩獵也是一種威脅，特別是在西非和中非，日益惡化的食物狀況，再加上新建的伐木通道，為「叢林野生動物肉品」提供了活躍的市場。⁷⁴

西非的矮黑猩猩，是體型小於東非黑猩猩的一種大型靈長類，在遺傳性徵和社會行為兩個方面，也許是人類尚存的最近物種。但這並不能使牠們逃脫進入「野生動物肉品」市場的命運，它們的棲地也無可避免地受到伐木者的破壞。牠們集中於剛果的茂密森林裡，數目估計在1980年是10萬隻，如今只剩下3,000隻。不到一個世代的時間，97%的矮黑猩猩已經消失了。⁷⁵

鳥類容易被看到，因此是生物多樣性的良好標誌。在已知的9,775個鳥類物種中，個體數量不斷減少的約有70%，其中估計有1,212種瀕臨滅絕。在瀕臨危險的鳥類物種中，有86%是棲地的消失與退化造成的。例如，新加坡低地雨林的廣泛

消失，有61個鳥類物種已在當地滅絕。一些曾經為數眾多的鳥類，數量可能已經減少到無可挽救的地步。曾經在巴基斯坦和遼近國家很普遍的大鵝（一種體大善跑的陸地鳥），已經因獵捕而瀕臨絕種。全世界17種企鵝中，現有10種受到威脅或瀕臨滅絕，它們是全球暖化的潛在犧牲品。史丹福大學生物學家薩甘·塞克西奧格魯（Çagan Sekercioglu）是一項全球鳥類狀況的獨立研究主持人，他說：「我們已經把地球改變到連鳥都無法適應的地步。」⁷⁶

最近英倫三島最常見的鳴禽種群急劇減少，特別令人不安。過去的30年間，人們熟悉的物種，如柳鶯、歌鸚斑鶉的數量減少了50%~80%，儘管有人推測那是棲地破壞和農藥污染所造成，但是沒有人知道確切的原因。原因不清楚，當然難於採取相應措施，制止數量的驟然下降。⁷⁷

魚類受到的威脅最大，主因是過度捕撈、水質污染和從江河以及其他淡水生態系統過量取水。據估計，棲息於北美洲江河湖泊的魚類物種，有37%已經滅絕或者瀕臨危險。過去的10年中，有10種北美淡水魚消失。墨西哥的半乾旱地區，68%當地特有和區域性的魚種已經消失。歐洲的狀況也許更為嚴重，全部193個淡水魚物種中，大約80種受到威脅、瀕危或者需要特殊關注。南非的94個魚類物種中，有三分之二需要特殊保護以避免滅絕。⁷⁸

體重能達360千克的棱皮龜是最古老、也是正在迅速消失的動物物種之一。在哥斯大黎加西海岸的大海灘產卵地，前去產卵的海龜從1989年的1,367隻，下降1999年的117隻。詹姆斯·斯波蒂拉（James Spotila）和他的同事們在《自然》雜誌為文警告：「為了拯救這些海龜，必須立即採取措施，儘量減少捕撈致死並且幫助其產卵繁殖。」⁷⁹

美國世界資源研究所關於加勒比海珊瑚的報告指出，加勒比海受到威脅的珊瑚礁中，35%源於污染，15%源自船舶廢棄物。加勒比海珊瑚礁供的產品和服務的經濟價值，每年至少達31億美元。⁸⁰

紅海的珊瑚礁是地球上最壯觀的景色之一，但由於過度捕撈、疏浚、沉澱作用，以及污水排放等等不利的因素，已經面臨滅絕。任何減少太陽光照射的活動，都不利於珊瑚礁的存在，甚至會造成死亡。珊瑚礁是提供無數海洋生命的重要資源，數量減少同時也會影響到商業漁撈。⁸¹

目前，對生物多樣性的威脅，蔓延最快的是巴西的農業異常擴張，因為巴西正在清空土地以種植大豆，最近又種植甘蔗以製造乙醇。農民和牧民正在大面積開發亞馬遜流域，並且進入亞馬遜流域以南的塞拉多（cerrado，類似稀樹草原地區，是巴西人對國內大面積草原的稱法，位於巴西的中部高原，面積佔國土的1/4以上）。儘管已經制定保護亞馬遜地區生物多樣性的法規，如要求土地擁有者開發土地的面積不得超過五分之一，但政府缺乏監管能力。⁸²

塞拉多如同亞馬遜地區一樣，有著豐富的生物多樣性，當地特有的動植物達數千種，有許多大型哺乳動物，包括鬃狼、大犽狁、大食蟻獸、鹿，還有美洲豹、美洲獅、豹貓和美洲山貓等幾種大型貓科動物。塞拉多擁有837個鳥類物種，包括和鴛鳥同宗的南美鴛鳥，體高達6英尺。已經確認的蝴蝶超過1,000種。據「保護國際」報告，塞拉多的植物大約有10,000種，其中至少4,400種是當地特有物種，其他地方都沒有發現過。⁸³

對於物種的全球性新威脅，是人工引進的物種，而且危害性通常被低估。它們改變當地的生態和群落，導致原生種的滅絕。例如，在世界自然保護聯盟的《2000年國際保護自然與自然資源聯盟受威脅物種名錄》中，30%的受威脅鳥類物種和15%的受威脅植物物種，都是由外來物種入侵造成的。⁸⁴

保護野生物種的傳統措施是建立公園或者保護區。遺憾的是，如今這種方式成效不大，因為我們如果不能穩定氣候，就不能保護地球上任何一個生態系統，一切都將改變。隨著與我們共享地球許多物種的消失，人類的文明前景也將趨於暗淡。

我們所正邁入新世紀，保護地球的生物多樣性，靠簡單地畫出土地、圈上柵欄，稱之為公園或保護區已經不能奏效。這方面的成功，取決於穩定的氣候和人口。

對我們有利的，是擁有地球和生命的知識比過去任何時候都多。知識固然不能代替行動，但是，對情況的了解是拯救地球自然系統和它所支持的人類文明的先決條件。

第六章 走向衰亡的初期徵兆

近年來，聯合國的人口統計學家公布一項舉世震驚的資料：在人口7.5億人的非洲南撒哈拉地區，人口預期壽命從61歲降為48歲。造成這種陡降的主要原因，是各國政府未能制止愛滋病病毒的蔓延。當工業化國家成人的愛滋病感染率控制在1%以下時，在一些非洲國家卻超過30%。¹

作為發展水準的重要指標之一的人口預期壽命出現下降，這在人類進入現代文明之後還是第一次。由於政府失靈，非洲南撒哈拉區的前進腳步實際上已發生逆轉。這種政治體系的失效是個例外嗎？也許它所反映出一個早期徵兆，表示問題的嚴重度已經超出人類政治體制管控的能力。

在二次大戰後的幾十年間，隨著公共衛生、疫苗接種、抗生素以及食物生產等方面的進步，全球人類壽命都在上升。但是當20世紀接近尾聲時，愛滋病的傳染使得許多國家原本預期壽命上升的趨勢中止下來。²

現在各國家間平均壽命的差異，比史上任何時候都要嚴重，低的像33歲的史瓦濟蘭和37歲的波札納，高的有日本的82歲和冰島的81歲。毫無疑問，除了資源分配嚴重不均的地方，平均壽命通常與收入水平相關。在美國，財富多數集中在少數有錢人手中，有2.4億人沒有健康保險，國民平均壽命比瑞典、德國和日本這樣的國家還短。事實上，美國目前平均壽命為77歲，還低於哥斯大黎加這個開發中國家：78歲。³

當此21世紀初，文明遭受的壓力正以多種形式表現出來。經濟上，我們看到世界上富人與窮人之間收入的鴻溝愈來愈大；社會的壓力是表現在教育和醫療保健差異的擴大，還表現在農業土地的荒漠化和乾旱帶來的環境難民潮；政治上則明顯反映在諸如耕地、牧場以及水資源等基本資源的衝突上。或許世界所面臨的重大壓力，最根本展現的，是愈來愈多國家已經即將面臨功能喪失，也就是失能的局面。

兩極化的世界

今日的世界，在最富有的10億人和最貧困的10億人之間，社會和經濟差距達到空前的程度。差距不僅巨大，還不停地擴張。從營養狀況、文化程度、疾病類型、家庭規模和平均壽命的對比可以看到，陷入苟活狀態而難以自拔的最貧窮的10億人，和最富有而且還日益富有的10億人，兩者之間的經濟鴻溝在逐年加深。

世界衛生組織的資料顯示，當今世界約有12億人營養不良、體重不足、時時挨餓。但同時卻有12億人營養過剩、體重超重，其中許多人缺乏運動並且攝取熱量過多。因此，在10多億人整天為是否填飽肚子的發愁時，有另外的10億人因吃得太多而鬱悶。⁴

疾病類型也反映了正在擴大的差距。10億最窮的人所得疾病大多是傳染病：瘧疾、結核病、痢疾和愛滋。營養不良使嬰幼兒容易罹患傳染病；不潔飲水使得因飢餓而免疫系統受損的人雪上加霜，導致每年上百萬人喪失生命。相反的，在全球經濟頂端的10億人中，更多的是死於年老和與養尊處優有關的疾病：肥胖、吸菸、高脂高糖飲食，以及缺乏運動等。⁵

貧富鴻溝也體現在教育程度的差別上。今日的工業化國家，像加拿大和日本，有半數以上的青年畢業於兩年制或四年制的大專院校。相反的，開發中國家裡仍然有1.15億的學齡兒童根本無法上學。儘管古騰堡發明印刷機迄今已有5個世紀，但仍有8億成年人是文盲。他們不會讀，也與電腦和網路無緣。由於不識字，他們擺脫貧困的機會微乎其微。⁶

有近10億人生活在人口數量穩定的國度，另外還有10億人生活在2050年可能會徹底改變的政體裡。世界上的文盲集中在少數幾個人口特別稠密的亞、非洲國家，包括印度、中國、巴基斯坦、孟加拉、奈及利亞、埃及和印尼，再加上拉丁美洲的巴西和墨西哥。從1990年到2000年，中國和印尼在降低文盲數量方面獲得較大的成功。墨西哥、奈及利亞和巴西等國在這方面也有可觀的進步。然而，在孟加拉、埃及、巴基斯坦和印度這四個國家，文盲的數量卻在增加。⁷

文盲和貧窮往往會相伴而生，原因是文盲婦女的家庭人口數大幅超過識字婦女的家庭，並且文盲婦女每多上一年學，便會提高10% 20%的賺錢能力。例如在巴西，不識字的婦女平均每人生養六個子女，而受過教育的婦女平均只有兩個孩

子。另外，文盲的婦女會受大家庭的牽累，賺錢的能力極為有限。⁸

貧窮常常意味著疾病。正如貧困與文盲的關係一樣，貧困和病弱也是緊密相聯的，而且往往相互加劇。健康在很大程度上取決於能否有安全飲用水源，而有11億人缺乏清潔的飲用水。飲用水引起的疾病每年會奪走300萬人的生命，大多會死於痢疾和霍亂。因為這兩種病和其他因飲用水而喪生的人當中，兒童的比例最高。在富足的社會裡，平均每千名新生兒中有8個夭折；而在50個最窮的國家，新生兒平均死亡率為97%，高出富有國家12倍以上。⁹

窮人和沒受教育的人往往不了解傳染病的來龍去脈，因此不會採取措施保護自己。另外，即使是不很嚴重的傳染病，也會大大戕害因飢餓而免疫系統衰弱的人。貧困還意味著孩子們常常不能接種常見傳染病的疫苗，即使疫苗費用非常低廉。¹⁰

貧困和疾病的連結十分堅固，經濟發展使許多人得以打破這個連結。當前的挑戰，就是打破人們因缺乏安全用水、預防疫苗、教育和基本保健而受綑綁的狀態。

飢餓是貧困最明顯的表象。根據聯合國糧農組織估計，全世界有8.52億人處於長期飢餓狀態。他們沒有足夠食物，身心無從全面發展，也難以維持正常的體力活動。¹¹

絕大多數營養不良和體重不足的人，集中在印度次大陸和非洲南撒哈拉地區，兩處人口分別為14億和7.5億。兩個亞洲人口大國—印度和中國，人民的營養和25年前相當類似，但之後中國消除了大部分的飢餓問題，而印度的進步則相當有限。在過去的20多年中，中國社會型態轉為以小家庭為主。與此同時，印度食物生產的增長大部分被人口增加所抵消，而中國則主要用於提高個人消費水平。

¹²

營養不良對青少年的戕害最甚，使他們在最易受損的身心發展階段受到傷害。在印度和孟加拉，一半以上的兒童體重不足和營養不良。在兩個人口最多的非洲國家衣索比亞和奈及利亞，分別有47%和31%的兒童營養不良。¹³

營養不良和體重不足的人集中在開發中國家本不足為奇，但令人驚訝的是，他們大多數生活在農村，通常是沒有耕地或者田地太小實際上等於無地的人。居

住在水源充足的平原的人通常營養良好。生活在陡坡或半乾旱地區的人則多難果腹。¹⁴

營養不良的苦難從出生起就已開始。看守世界研究中心的加里·加德納（Gary Gardner）和布賴恩·霍爾韋爾（Brian Halweil）引述的一份聯合國報導中，內容指出每年因母親營養不良而出生時便體重不足的新生兒，全世界有2,000萬。報告還顯示這些孩子將承受「免疫系統減弱、神經系統受損和身體發育受阻」的長期後果。英國南安普頓大學（University of Southampton）戴維·巴古（David Barker）嚴肅地表示：「印度60%的新生嬰兒如果出生在加州，是會被送入加護病房看護的。」¹⁵

健康面臨的挑戰不斷增長

新型傳染病如SARS、西尼羅河熱以及禽流感的出現，給人類健康帶來愈來愈多的挑戰。另外，環境中化學污染物的累積也開始讓人們付出慘痛代價。像瘧疾和霍亂等傳染性疾病是長期存在的，健康部門也很熟悉，但許多環境污染物對健康產生的影響，在不久前才得到確定。

在主要的傳染病中，每年死於瘧疾的人數超過100萬，其中89%在非洲，罹患者為數更多，而且往往餘生都要繼續忍受它所帶來的痛苦。根據哥倫比亞大學地球研究所所長、經濟學家杰弗里·薩克斯（Jeffrey Sachs）估計，在有大量瘧疾病患的國家，因此減少的勞動力和造成的損失，會使經濟增長下滑一個百分點。¹⁶

儘管像瘧疾和霍亂這類疾病使人們付出了巨大代價，但是被愛滋病影響到的生命數量是前所未聞。想要找到任何可與之相比，讓人類付出巨大生命代價的例子，只能回溯16世紀被天花奪走大批生命的印第安人，或者14世紀因黑死病喪失四分之一人口的歐洲。愛滋病必須正視，它是一種大規模大比例的傳染性疾病，比上個世紀所有戰爭所奪走的還要多。¹⁷

自從人體免疫缺陷病毒，即HIV病毒於1981年被確認以來，這個傳染病已經擴散到全世界。到1990年為止，估計有1,000萬人感染。截至2004年底，累計數字已上升到7,800萬人。其中有3,800萬人死亡，活著的帶原者有3,900多萬人，非洲南撒哈拉地區現有2,500萬愛滋病帶原者，但大約只有50萬人對愛滋病病毒呈陽性

反應，其中僅印度一國便超過500萬人。¹⁸

感染率在攀升。由於缺乏有效的治療方式，在感染率最高的非洲南撒哈拉地區，死亡人數令人咋舌。這種傳染病造成的高死亡率，再加上老年人正常死亡率，將使波札那和辛巴威的成年人口在未來十年內減半。¹⁹

愛滋病不是單一的疾病現象，而會影響生活各個層面和所有的經濟產業。大部分位於非洲南撒哈拉地區的國家，每人平均的食物產量已經低於人口的增長，而隨著耕地和牧場勞動力的減少，這種趨勢正在迅速發展。食物產量的減少，加劇了依靠撫養過活的兒童和老人的飢餓。家庭經濟狀況每況愈下，一般會從勞動人口中有人生病開始惡化，因為每有一個人生病不能工作，就得有其他人照料這個成員，情況變得更糟。²⁰

青壯年因患愛滋病而大量死亡的情況，已經開始傷害經濟。員工健康保險費用的增加，正在削減甚至抵消公司的利潤，使有些公司出現赤字。另外，公司正面臨著不斷增加的員工因病休假、減產以及僱員死亡後重新招募和培訓的負擔。²¹

教育部門也受到影響。病毒使各階次的教師大量減少。比如尚比亞在2001年有815名小學教師死於愛滋病，相當於同一年培訓新教師人數的45%。對於學生來說，雙親當中有一人死亡或雙雙去世後，有的孩子會因為付不出足夠的書本費和學費而被迫輟學。大學也受到了影響。在南非的德賓大學（University of Durbin），25%的學生對愛滋病病毒檢測呈陽性反應。²²

醫療產業也同樣受到毀滅性影響。在非洲東部和南部的許多醫院，大多數病床都被愛滋病患者所佔，只剩下很少一部分給其他患者。已經是超負荷工作的醫生和護士們通常筋疲力竭。由於醫療系統目前連基本功能都無法發揮，死於傳統疾病的人數也在上升，平均壽命的下降不僅僅是因為愛滋病，醫療狀況的惡化也是原因之一。²³

接踵而來的問題是數百萬名孤兒。預計到2010年，非洲南撒哈拉地區將有1,840萬「愛滋孤兒」，即雙親中至少有一人死於愛滋病的兒童。流浪街頭的兒童達數百萬之多，這是非洲歷史上從無先例的。原本有能力接納這些兒童的領養家庭，現在也因為成年人的死亡而失去領養能力，一些孩子、特別是年紀小的兒童只能聽天由命。對於一些女孩來說，唯一的選擇是「以性換命」。據《華盛頓郵

報》的邁克爾·格倫沃爾德（Michael Grunwald）報導史瓦濟蘭的內容：「史瓦濟蘭的農村少女賣淫，同時傳播愛滋病，每次5美元，正好等於是租頭牛耕作一天的價錢。」²⁴

在非洲，愛滋病傳播現在已經成為發展攸關的問題，關係到社會能否繼續發揮維持人民生計的必要功能。它是食物安全問題、國家安全問題、教育問題，甚至是外國投資問題。聯合國愛滋病防治機構駐非洲特使斯蒂芬·劉易斯（Stephen Lewis）指出，愛滋病的傳染是可以控制的，感染的趨勢是可以逆轉的，但條件是必須獲得國際社會的救助。他認為，「全球防治愛滋病、結核病與瘧疾基金」籌資的失敗，是一種因麻木不仁導致的「大屠殺」。²⁵

聯合國非洲經濟委員會和聯合國兒童基金會顧問亞歷古斯·德瓦爾（Alexde Waal,）在《紐約時報》上撰文，正確地將愛滋病的種種影響歸納出來：「正如愛滋病毒損害人體免疫系統一樣，愛滋病的傳播已經損害政體。在深受愛滋病毒肆虐的若干非洲國家，社會崩潰已達到一個新的層次：非洲社會抵禦飢荒的能力正在迅速惡化。飢餓和疾病已經開始相互加劇。正因為前景如此令人心驚肉跳，我們必須並肩作戰，否則既無法戰勝愛滋病，也不能戰勝飢餓。」²⁶

愛滋病主要在非洲肆虐，空氣與水的污染在損害著全世界所有人的健康。由加州大學和波士頓醫療中心共同進行的研究顯示，200種人類疾病中的某些疾病是由污染引起的，上至腦性麻痺，下到睪丸萎縮。由污染物引發的疾病還包括37種可怕的癌症，再加上心臟病、腎臟病、高血壓、糖尿病、皮膚病、支氣管炎、過動症、耳聾、精子損傷，以及老年痴呆和帕金森氏症。²⁷

2005年7月，「環境工作組織」（Environmental Working Group）與「公眾福祉組織」（Commonwealth）二個機構發布一份聯合分析報告，它們在美國醫院隨機選擇10名新生兒，分析其臍帶血的狀況。測試結果發現總共有287種化學物質，「我們檢測出的287種物質，對大腦和神經系統會帶來毒害，動物試驗也發現其中208種能引起出生缺陷和發育異常。」地球上每個人都會承受有毒化學物質，即所謂「身體的負擔」，由於嬰幼兒在早期成長過程中極度脆弱，他們面臨的風險更高。²⁸

據世界衛生組織報告，全世界每年有300萬人死於空氣污染，是交通死亡數字的3倍。曾在醫學雜誌《Lancet》發表的一項研究推斷，在法國、奧地利和瑞士，

每年有4萬人死於空氣污染，其中一半要歸咎於汽車廢氣。在美國，空氣污染每年奪去7萬人的性命，幾乎是死於交通事故的4萬人口的兩倍。²⁹

英國的研究人員報導，老年痴呆症、帕金森氏症和運動神經元疾病，在10個工業國—6個在歐洲，再加上美國、日本、加拿大和澳洲—有驚人的增加，分佈非常廣泛。在英格蘭和威爾斯，死於這三種疾病的人數，從1970年代後期的每年3,000人，增加到1990年代後期的每年1萬人。18歲以上的成年人中，佔第一位的是老年痴呆症，男性增加2倍多，女性幾乎多出了一倍。這些病例的增加可歸因於環境中殺蟲劑濃度、工業排放污染物、汽車廢氣以及其他污染物的增加。³⁰

在俄羅斯，工業污染失控而影響健康的恐怖傳聞已經多到見怪不怪的地步。例如在烏拉山的工業城市卡拉巴什（Karabash），孩子們普遍受到鉛、砷和鎘中毒的戕害，表現在種種先天性缺陷、神經錯亂和癌症。污染也損害他們的免疫系統。³¹

科學家開始關心汞的多種影響。事實上，汞是一種潛在的神經毒素。所有以煤發電的工廠，以及許多採金礦坑，都會將汞排到環境中。根據估計，金礦每年會把20萬磅的汞釋放到空氣裡。美國環保署報告，「發電廠釋放的汞排到水中的沉澱，污染了河流、湖泊與魚類。」³²

2004年，美國50個州之中有48個州（除了阿拉斯加州和懷俄明州）總共發布高達3,221次的規勸性警示，叮囑人們不要食用捕自當地湖泊和河流，體內累積大量汞的魚類。美國環保署的研究表示，美國每6名分娩的婦女中，會有一名的血液含汞量足以危害腹中胎兒。這意味著，美國每年出生的400萬新生兒中，有36萬在出生前以面臨受到汞影響而神經受損的危險。在2005年，錫安聖山兒童健康暨環境中心（Mt. Sinai Center for Children's Health and the Environment）的醫師團隊在研究中發現胎兒因在子宮中受汞影響導致智商較低的情況，將來會造成美國每年87億美元的收入損失。³³

沒有人確知，如今世界上究竟存在多少人造化學物質，但是隨著合成化學物的出現，已用到的已經超過10萬種。如果對美國人進行隨機性驗血，就會毫不費力地查出200種含量可觀的化學物質，這些物質在上一個世紀是不存在的。³⁴

這些化學物質中大多沒有測過毒性。目前已知有毒性的667種已被列入警戒清

單，如果有企業要排放這些化學物質，必須先向美國環保署報告。這個「有毒物質警戒清單」（Toxic Release Inventory）已經上網，清單還提供地方社區間的訊息，以使各地團體和個人了解環境情況和對健康的潛在威脅。這份清單自從1998年問世之後，毒性化學物質的報告排放量已呈現穩定下降的趨勢。³⁵

自從瑞秋·卡森在《寂靜的春天》一書宣告環境時代的來臨後，我們不斷地聽到有關殺蟲劑的致癌效應，但是面對此種威脅，我們還是沒有積極行動。從那時開始，我們對釋放到環境的化學物質對健康的影響有許多了解。其中特別值得一提的是，西奧·科爾伯恩（Theo Colborn）等人在《被偷去的未來》（Our Stolen Future）一書中，描述了造成內分泌紊亂的化學物質。這類化學物質不僅會破壞人體生殖系統和發育過程，對其他許多物種也是如此。³⁶

一次性經濟難以為繼

上半世紀出現了另一種很不健康的經濟趨勢，就是一次性經濟。一次性經濟最初的構想出現在第二次世界大戰之後，起初只是以商品提供的形式出現，但不久就被視為創造就業機會和支持經濟成長的手段。生產和丟棄的產品越多，工作機會也就越多。

一次性經濟的賣點在於便利。例如，與布質毛巾或餐巾相比，顧客更願意使用紙質製品。我們已經用面紙取代手帕和毛巾，用餐巾紙撤換餐布，用一次性飲料瓶罐代替原來可多次裝用的容器。就連買東西用的購物袋，拿回家後也成了垃圾的一部分。

這種「單行道」式的經濟，依靠的是廉價的能源。一種在美國被稱為「城市固體廢物管理系統」的設施，對這種經濟也起了推波助瀾的作用。美國產品政策協會（Product Policy Institute）的海倫·施彼哲曼（Helen Spiegelman）和比爾·希恩（Bill Sheehan）寫道：「一次性經濟的存在，是依靠得到不當的補助。以公眾花費支持方便處理垃圾的系統，為隨意丟棄開了大門。這個系統每天接收每個美國男人、婦女和孩子3.4磅的垃圾，是1960年的2倍，100年前的10倍。現在是改革體制，也改掉隨意丟棄惡習的時候了。」³⁷

一次性經濟與地球的地質限度是相衝突的。我們不僅用盡城市周邊可填埋

垃圾的地點，加工和運輸一次性產品，更使燃油因迅速消耗而不再廉價。更根本的，是我們也許不再有足夠的鉛、錫、銅、鐵和鋁土儲量，來支持接下來兩到三代人的一次性經濟。美國地質調查局發表目前具開採價值的礦物儲量數據，以開採量每年增長2%計，鉛、錫、銅、鐵和鋁土的儲量能維持的年限依次是18年、20年、25年、64年和69年。³⁸

拖運垃圾的費用隨著附近垃圾掩埋場的用盡和油價上漲而不斷升高。紐約是最早用盡周邊垃圾掩埋場的大城市之一。弗萊施基斯掩埋場是紐約當地的垃圾掩埋場，在2001年3月永久關閉後，這座城市只好將垃圾運往紐澤西州、賓州，甚至維吉尼亞州處理，有的位於300英哩之外。³⁹

紐約市每天生產1.2萬噸垃圾。假設用拖車長途運輸，以每輛拖車可裝載20噸計，則每天需要600輛次。這些拖車接起來長度達9英哩，會堵塞交通，污染空氣，並且增加二氧化碳的排放量。下令關閉弗萊施基斯掩埋場的副市長約瑟夫·洛塔（Joseph J. Lhota）發表感想說，每日不間斷的垃圾輸運，「就像一場每天必須進行的軍事行動」。⁴⁰

由於財政吃緊，有些地方願意承受紐約的垃圾，後者當然要大掏腰包，有些地方還將這看成生財之道。無論如何，州政府都要承受因此增加的公路維護費用、交通堵塞、增加的空氣污染、噪音，掩埋不慎導致的潛在水污染，以及來自周邊社區的抱怨。

維吉尼亞州長吉姆·吉爾莫（Jim Gilmore）在2001年寫給紐約市長魯迪·朱利安尼（Rudy Giuliani）的信中抱怨說，維吉尼亞已經變成垃圾場：「我理解紐約所面臨的問題，但是作為華盛頓、傑佛遜和麥迪遜這三位美國總統的家鄉，維吉尼亞州並不希望成為紐約的垃圾坑。」⁴¹

紐約並不是唯一為垃圾頭痛的城市。加拿大最大城多倫多，在2002年12月31日關閉它的最後一處垃圾掩埋場。目前，每年有110萬噸垃圾從這個城市用船運到美國密西根州的韋恩鎮。令人啼笑皆非的是，紐澤西一方面接受紐約的一部分垃圾，一方面又將多達1000噸的拆毀垃圾運到這個600英哩外的密西根州韋恩鎮。⁴²

我們面臨的挑戰是以少用、重複使用和再生的經濟取代一次性經濟。像紐約這樣的城市，應該優先考慮的問題，是如何避免製造垃圾，而不是怎樣處理。

人口與資源的矛盾

隨著土地與用水的日漸稀少，我們可以想像，對這兩種必要資源的爭奪會加劇社會間緊張關係，特別表現在捉襟見肘的窮人和腰纏萬貫的富人之間。隨著人口增長，每個人分到維繫生存的資源將會減少，無數人的生活跌落至僅供苟活的水準之下，這些結果可能造成社會緊張失控、導致大範圍、各種衝突的發生。⁴³

對土地的需求是社會緊張的主要根源。由於人口增長，1950年的全球人均穀物地擁有數為0.23公頃，到了2004年則為0.10公頃，下降了一半多。0.10公頃相當於美國富裕郊區一戶中等民宅基地面積的一半。正在縮小的人平均耕地面積，使得全球要養活每年增加的7,000萬人口的挑戰，變得愈發嚴峻。⁴⁴

平均耕地面積的減少，不僅降低人們的生活水準；在剛能維持生計的社會中，更威脅到本身的生存。一旦平均土地擁有數的下降，超過必需的下限，地區間和地區內的關係都會日益緊張。位於非洲大陸的薩赫勒地區是世上人口增長速度最快的地方，也是各種衝突不斷加劇的所在。⁴⁵

衝突迭起的蘇丹，20多年來北部伊斯蘭教徒和南方基督徒之間的長期衝突，已造成200萬人死亡和400多萬人流離失所。2003年在該國西部的達爾富爾（Darfur）地區的衝突，正是二支穆斯林族裔（以駱駝為生的阿拉伯人和靠農業糊口的非洲黑人）之間的緊張關係高張的結果。阿拉伯民兵在政府撐腰下，展開全面殺戮，目的是將對方趕出家園，驅逐到鄰國查德的難民營。到目前為止，約有14萬人在衝突中喪生，還有25萬人在難民營中死於飢餓與疾病。⁴⁶

奈及利亞是個面積比美國德州略大的國家，擠著1.32億人口。過度放牧和過度耕作使牧場和耕地淪為沙漠，導致農民和牧民為了生存而開戰。正如沙米尼·森古普塔（Somini Sengupta）2004年6月在《紐約時報》中所說的：「近年來隨著沙漠的擴展，樹木的砍伐和農民、牧民的人數增加，出現的土地之爭必然會加劇。」⁴⁷

不幸的是，牧民與農民間的不和，也常是伊斯蘭徒與基督徒間的不和。土地之爭因宗教信仰的歧異而深化，因心懷不滿、握有刀槍的大批年輕人的捲入而升高，於是形成《紐約時報》所稱的「一點就著的瓦斯」，而且「近日在奈及利亞肥沃的中部地區（凱比州）釀成一場大型暴力衝突。」教堂和清真寺都遭到浩

劫。鄰里之間成為寇仇，仇殺掠奪大肆蔓延，好在有政府的緊急干預，才在2004年5月得到控制。⁴⁸

馬利北部也存在著類似的農牧不和。據《紐約時報》報導：「隨著土地荒漠化和人口成長，以黑人為主的農民，與非基督徒的圖阿雷格人與富拉尼人這兩支游牧民的爭地行為被激化起來，刀斧棍棒升級為衝鋒槍、迫擊炮。雙方劍拔弩張。總而言之，這種衝突關乎生活方式，更關係到生存。」⁴⁹

盧安達已經成為人口壓力演變為政治緊張和政治衝突的典型案例。1990年至1992年擔任盧安達農業與環境部長的詹姆斯·卡薩那（James Gasana），提供了頗有見地的觀點。1990年，他以國家的農業委員會主席的身份提出警告：「以目前人口的增長速度來看，農業如果沒有改變，（盧安達）將沒有能力養活這些多出來的人口。」該國人口統計學家已經預計到未來人口的增加，但卡薩那在1990年說，即使沒有社會動亂，他也看不出盧安達的居民如何能達到1,000萬，「除非農業方面以及其他經濟部門取得重大進步。」⁵⁰

卡薩那對於社會動亂的警告頗具有前瞻性，他還進一步描述兄弟姐妹對父母土地的繼承：由於盧安達的每個家庭平均有7個孩子，本來就很小的土地被劃分成幾小塊後就更微不足道。很多人因為試圖獲得新的土地移居到偏遠地區，耕耘那裡包括坡度很大的山地。到1989年為止，盧安達有一半的耕地在10°C~35°C的斜坡上，而那些土地一般被認為是不宜耕種的。⁵¹

1950年，盧安達的人口是240萬，到1993年增為750萬，成為非洲人口密度最大的國家。隨著人口的增長，對柴薪的需求也增加，到1991年，對木材和薪材的需要已超出當地森林可持續量的一倍以上，結果樹木消失了，人們不得不用稻草和其他農作物的秸稈燒火做飯。隨著土壤中的有機物質日益減少，土壤的肥沃度也逐漸降低。⁵²

隨著土地「健康」的惡化，依賴於它的人們健康也每沉愈下，最後土地完全不能生產足夠供人類消耗的食物。危機悄無聲息地來臨，形勢正如飽受乾旱之苦的鄉下，一根火就可以輕易點燃災難。這根火柴就是發生在1994年4月6日的墜機事件：一架飛機在即將抵達盧安達首都基加利時被擊落，總統哈比亞利馬納（Juvenal Habyarimana）遇難。這次墜機事件導致胡圖族人發起有組織的攻擊，據估計在100天之中有80萬人死亡，絕大多數是圖西族人。很多村莊被整個屠村，

目的就是不要讓倖存者有機會索回自己的土地。⁵³

其他許多仍是農業社會的非洲國家，都走在類似盧安達的人口發展道路。坦尚尼亞2005年的人口數量是3,800萬，預計2050年將增加到6,700萬。在平均每個家庭有6個孩子的厄立特里亞地區，預計人口將從目前的400萬增加到1,100萬。在剛果，預計人口將增加兩倍，從5,800萬增加到1.77億。⁵⁴

非洲的情況並不是個別的。印度面臨著印度教教徒與穆斯林間衝突可能愈演愈烈的形勢。在印度，隨著每一代人都要將已經很小的土地再分給下一代，使土地承受著巨大壓力。水資源的負擔更為沉重。

印度在2000年人口已突破11億大關，預計2050年將增加到16億，人口數量的上升與地下水位的下降的衝突看來是無法避免的。印度可能會面臨遠比盧安更嚴重的社會衝突。正如詹姆斯·卡薩那指出的，人口與自然系統之間的問題是國家安全問題，這種關係的不協調將帶來地理上、部落之間、種族間，或者是宗教體系之間的一連串矛盾衝突。⁵⁵

共享相同水域的國家間，在水資源分配的意見不一致，是引發國際政治衝突的普遍根源，特別是在人口增加太快、河流無法滿足供給需要的地區。沒有什麼地方比位於尼羅河谷的3個國家：埃及、蘇丹和衣索比亞之間的衝突更加明顯。埃及現在用掉最多的尼羅河水，但是根據預計，它的人口將從目前的7,400萬增加到2050年的1.26億，因此對穀物和水資源的需求將極大地增加。蘇丹的3,600萬人也相當依靠尼羅河，預計2050年前後將達6,700萬。尼羅河水有85%源自衣索比亞，而衣索比亞2050年的人口預計將從現在的7,700萬上升到1.7億。⁵⁶

由於尼羅河流入地中海時已經所剩無幾，如果蘇丹或者衣索比亞取用更多的水，埃及得到的水就會減少，它要為再增加的5,200萬人提供食物便將日益困難。儘管三國間就水資源的使用權問題達成過協議，但衣索比亞分到的額度卻微乎其微。尼羅河水最大的支流發源於衣索比亞，是該國擁有的少數自然資源之一，出於對改善生活的渴望，它毫無疑問想分到更多尼羅河水。與埃及年均收入近4,300美元相比，衣索比亞只有區區860美元，要說服衣索比亞不從尼羅河取用更多的水是相當困難的。⁵⁷

向北來到土耳其、敘利亞和伊拉克，它們共享底格里斯河和幼發拉底河。位

於兩條河流上游的土耳其，正在研究如何開發底格里斯河，以增進水利灌溉和水力發電。敘利亞和伊拉克十分關切土耳其的動作，因為它們各自的人口，目前分別為1,900萬和2,900萬，預計都將增長一倍，屆時會需要更多的水。⁵⁸

中亞的鹹海流域的阿姆河和錫爾河，有五個國家分享其水資源。流到最後幾乎無水流入鹹海。在五個國家之間分配著實不易。哈薩克、吉爾吉斯、塔吉克、土庫曼以及烏茲別克對水的總需求已經超過兩條河水流量的25%（見第三章），而位於阿姆河上游的土庫曼正計畫再開發一個50萬公頃的農業灌溉項目。受到戰亂的困擾，這個地區的珍貴水資源得不到協調分配。此外，阿姆河的源頭國阿富汗，正計畫將部分水資源用於自身的發展。諾丁罕大學（University of Nottingham）研究這個地區水資源問題的地理學家莎拉·奧哈拉（Sarah O'Hara）女士說：「我們談論發展、談論發達，但實際上發生的是崩潰。」⁵⁹

環境難民正在增加

自然系統的惡化迫使人們遷徙，有時要移居他國。2003年10月中，義大利發現一艘駛往義大利，滿載非洲難民的小船。它在海上漂浮了兩個多星期，沒有燃料，沒有食物，沒有淡水，許多乘客已經死去。最初死掉的人還被拋下船隻，但一段時間過後，餘下的倖存者已經沒力氣抬動屍體了。活人和死人都在同一艘船上，一位救助者將船上的景象描述為「就像亘丁筆下的地獄。」⁶⁰

這些難民不想吐露自身的國籍，據悉是索馬利亞人，在利比亞上的船。我們不清楚他們到底是政治難民、經濟難民，還是環境難民。像索馬利亞這樣的失能國家，因為人口過多、過量放牧和土地荒漠化，當地的畜牧經濟已經遭到了破壞。⁶¹

對於宏都拉斯、瓜地馬拉、尼加拉瓜和薩爾瓦多等中美洲國家而言，墨西哥是通往美國的大門。墨西哥當局在2003年逮捕和驅逐了約14.7萬非法移民，多於前一年的12萬。⁶²

在瓜地馬拉與墨西哥邊界一個名叫塔帕丘拉的城市，尋找工作的年輕人在鐵軌旁等待一列緩慢前行的貨運火車，這是開往北方的必經車站。他們之中只有一部分人能上火車。當地一家教會開設的收容所收留了25名截肢者，他們都是在

企圖上車但沒抓穩跌下火車的人。收容所所長奧爾加·桑切斯·馬丁內斯（Olga Sánchez Martínez）認為，對於這些年輕人來，這是「美國夢的破滅」。當地一位名叫弗洛爾·瑪麗亞·里弋尼（Flor María Rigoni）的牧師將那些企圖上火車的移民稱為「貧窮的敢死隊」。⁶³

環境難民同樣從海地這個被普遍視為生態災難的國家湧入美國。一個農村經濟社會，如果植被消失，土壤被沖刷入海，那人們也就不會久待了。海地難民在試圖前往美國佛羅里達州的途中，由於乘坐的船並不是為穿越大海而設計，許多人淹死在洶湧的海水裡。⁶⁴

這些絕望的人們孤注一擲，結果是被沖到義大利、西班牙和土耳其海岸的屍體日見不鮮。每天都有墨西哥人冒險穿越亞利桑那沙漠去美國找工作。每天約有400到600個墨西哥人離開農村，放棄他們安身立命，太小或侵蝕太嚴重的耕地，或者前往本國的各個城市，或者向美國偷渡，當中不乏企圖穿越亞利桑那沙漠，結果在酷熱的沙漠中死去的人。每年在亞利桑那沙漠的邊緣處，都會發現幾十具甚至上百具屍體。⁶⁵

儘管當今世界已經累積不少處理政治難民和經濟難民的經驗，但現在所面臨的是迫於環境壓力而逃離家園，不斷擴大的難民潮，這使人們回想起70多年前美國一度經歷的沙塵暴時期（Dust Bowl），當時有近300萬美國人移居他鄉。⁶⁶

如今美國再次討論環境難民的問題，但卻出於不同的原因。在阿拉斯加州，當地氣溫近幾十年裡上升 $2^{\circ}\text{C}\sim 4^{\circ}\text{C}$ ，漲幅就像世界任何地區一樣嚴重，冰川融化和洪水氾濫的前景，使數以千計的當地居民必然會面臨被迫搬離家園的命運。位於阿拉斯加州西岸的村莊紐托克，居住著340名尤皮克部落（Yupik）的愛斯基摩人，該村莊面對著被寧利克河（Ninglick River）湍急猛漲的冰川融水吞噬的危險。根據一項工程研究估計，整個村莊的重新安置費用最少也要5,000萬美元，平均每個村民15萬美元。如果村民不搬遷，就有被洪水淹死的危險。重新安置村莊並非易事，而阿拉斯加州等待重新安置的村莊有23個。⁶⁷

從現在到2050年，全球預計增加的30億人口中，大多數是住在地下水位目前正在下降的國家，水難民的出現很可能成為普遍現象，最常出現在乾旱和半乾旱區，那裡的人口會因會水需求超過供給力而陷入水貧困。由於蓄水層的虧耗，人們不再能取水，位於印度西北部幾處村莊已被拋棄。中國西北部和墨西哥部分地

區有無數村民也因為缺水，可能必須流落他鄉。⁶⁸

沙漠的前犯同樣導致人們的遷徙，將不斷擴大的人口擠入不斷縮小的面積。美國當年的沙塵暴曾逼走數百萬人，而24,000個位於中國沙塵暴區的村莊，無論是全部拋棄還是部分人口遷出，移動總人數達千萬。⁶⁹

在伊朗，沙漠擴展再加上缺水，使被拋棄的村莊達到數千個。在距離首都德黑蘭不到一個小時車程的達馬萬德（Damavand）一帶，約有88個村莊被拋棄。在奈及利亞，沙漠的擴展迫使農民和牧民離開，擠入不斷縮小的良田沃土區。荒漠化產生的難民多數會湧入城市，棲身在廢棄的房屋裡，還會有不少人移居遠方。⁷⁰

海平面升高可能是難民出現的另一個來源，而且是巨大來源。最大規模的遷徙可能會發生在低窪國孟加拉。海平面即使只升高1公尺，該國的稻田也將被淹沒一半，使至少4,000萬人失去家園。這些人將何處安身呢？想搬出故國，又有幾個國家會願意接收因海平面升高而逃離家園的難民，那怕只有一百萬人呢？其他擁有適合水稻生長的河口三角洲和氾濫平原的亞洲國家，也面臨著海平面升高引發難民潮的危機；這些亞洲國家包括中國、印度、印尼、巴基斯坦、菲律賓、韓國、泰國和越南。⁷¹

地下水位下降和沙漠引發的擴大難民潮才剛開始形成。上述這些情況即使要留待日後見證，但可能會非常巨大。穩定氣候和人口，在此又有新的理由。

失能國家與恐怖主義

以前的殖民地，以及解體後的蘇聯，都獨立新的國家，在經歷半世紀後，國際社會關注的是政體的瓦解。「失能國家」目前已成為常用詞彙，代表中央政府職能消失的國家。就像一份研究報告中所說：「值得注意的是，失能國家已大量形成，從全球政治的外圍擴張到中心。」⁷²

許多關心經濟發展和國際性事務的組織意識到這種現象日益普遍，已經開始定義失能國家標準。其中，世界銀行已經確認一份「負荷沉重低收入國名單」，名單上有30個「脆弱」國家。美國的中央情報局也擬出名單，其中包含20個正滑向失能地步的國家。和平基金會和卡內基國際和平基金會最近也根據「承受內部暴力衝突脆弱程度」，列出60個未達標準的國家。⁷³

有關的「承受內部暴力衝突脆弱程度」的內容及對國家的分析，刊登在《外交政策》雜誌上，涵括12項社會、經濟、政治和軍事指標。位於失能榜首位的是象牙海岸，接下來是三個近來頻頻上新聞頭條的國家：阿富汗、盧安達和北韓。⁷⁴

5個石油出口國位於失能榜的前60名，包括兩個最大生產和輸出國：沙烏地阿拉伯（第45名）和俄羅斯（第59名）。再加上委內瑞拉（第21名）、印尼（第46名）和奈及利亞（第54名）。擁有核武的巴基斯坦和俄羅斯也名列其中。⁷⁵

《外交政策》雜誌衡量各國的指標中，最重要的三項是發展不均衡、政府喪失合法性及人口壓力。發展不均衡通常指社會上的多數人生活水平下降，同時少部分人卻在累積財富。這種和政治腐敗脫離不了關係的不均會引起社會動盪，可能導致衝突。⁷⁶

不能有效處理問題，無法提供基本服務的政府被認為是無用的，往往導致部分人民喪失忠誠，倒向當地的軍閥、部落首領或是宗教領袖。國家喪失合法性是衰敗的早期徵兆。⁷⁷

第三項重要指標是人口壓力。列在《外交政策》雜誌名單上前20國，都存在人口過度增長的現象，其中許多國家的人口快速增長已經存在幾十年，政府遭受「人口疲勞症」的困擾，無法回應平均耕地量持續減少，不能提供清潔飲水，或者不能及時為數量激增的下一代建立學校。⁷⁸

外來投資的消失和由此引發的失業人數上升，也都是國家衰敗的表現。國際人口行動組織（Population Action International）稍早發表的一項研究顯示，社會政治不穩定的關鍵指標之一，就是失業青年的數目，列在《外交政策》的前幾名國家裡，這個數字是很高的。⁷⁹

失能國家的另一個特徵，就是實體基礎設施，包括道路、供給能源、供水和污水排放系統的惡劣。人們求生困難時，往往會忽略對自然資源的保護，由是聽任森林、草地和耕地惡化，引起經濟的螺旋式下降。⁸⁰

國家失能最顯著的跡象，是法律和秩序的崩潰及人身安全的缺乏保障。在海地，持有武器的民兵統治著街道，僅有的30%有工作的幸運兒，時常會遭綁架支付勒索贖金的命運。在阿富汗，出了首都喀布爾，控制局面的不是中央政府，而是由部族首領瓜分，分崩離析的國境。⁸¹

有些國家是長期陷入內部衝突。地處非洲腹地、擁有剛果河流域一大半的剛果，內戰已延續6年，奪走380萬人的生命，並使數百萬人被逐出家園。根據「國際救助委員會」（International Rescue Committee）的報導，在這場戰爭裡，每一名死於暴力的同時，就有62人因非暴力原因死亡，包括飢餓、呼吸道疾病、痢疾和其他疾病。⁸²

潛在的不穩定因素正將世界帶向一個未知的領域。前面曾提到，非洲南撒哈拉地區有些地方的愛滋病感染率達成年人數的30%以上，數年後將會有數百萬的孤兒。隨著這個數目超出社會承受力，他們多數會變成流浪兒。成長過程中既沒有父母教導和學習榜樣，行為方式只由但求不死的標準所決定，這些孤兒將成為社會穩定和發展的另一威脅。⁸³

國際間愈來愈關注失能國家，因為它們是恐怖分子、毒品、武器和難民的溫床。阿富汗是恐怖分子的訓練營，在多國軍隊佔領下很快成為海洛因的主要供應者。剛果的不穩定因為來自盧安達的難民中的數千名武裝士兵而加劇。就像《經濟學人》周刊所形容的，「失能國家就像精神不正常的病人，不僅自身有危險，對周圍和外圍也同樣危險。」⁸⁴

聯合國和其他國際維和部隊正在許多國家努力地維持和平，但往往難以成功。聯合國維和部隊目前正駐紮在剛果、獅子山和利比亞。阿富汗、海地和蘇丹也有多國維和部隊，但通常只是象徵性，不足以保證當地的穩定。⁸⁵

像海地和阿富汗這種處境艱困的國家勉強生存，是因為有來自國際的救助，主要是包括外援糧食的經濟援助。但目前的救助並不足以扭轉種種雪上加霜的頹勢，也無法換來政局的穩定和經濟的持續發展。⁸⁶

第二部分

回應策略：B計畫

第七章 消除貧困，穩定人口

本世紀從振奮人心的一則消息開始：聯合國會員國同意在2015年前把貧窮人口減少一半。從2005年的情況看，世界有可能提前達到這一目標。主要根據有二，即中國和印度都使千百萬人脫離貧窮。上一個世紀的最後25年，中國經濟年以9%的速度遞增；近十年來，印度加速發展，每年成長接近6%。¹

中國的貧窮人口從1981年的6.48億降到2001年的2.18億，是歷史上最大的脫貧成就。印度也在經濟上取得舉世矚目的進步。在2004年上任的總理辛格（Manmohan Singh）總理和他能幹的政府班底領導下，以提高鄉村基礎設施的方式向貧窮宣戰。投資目標是窮人。假如國際社會積極地支持有改革理念的印度，可能還會使千百萬人脫貧。²

國際社會現在應該相信印度有足夠的能力保持目前的發展趨勢。由於印度經濟正在進步，世界現在可以開始集中精力，把重點放在解決非洲南撒哈拉地區，以及分散在拉丁美洲和中亞一些小國的剩餘貧窮人口。

幾個東南亞國家進展也非常好，包括泰國、越南和印尼。除非有大幅經濟倒退，亞洲的成長確實能保證實現聯合國千禧年所訂定，在2015年前減少貧窮人口的目標。³

這是個好現象，但壞消息也有，有7.5億人口的非洲南撒哈拉地區正陷入更貧困的境地。飢餓、文盲和疾病正在當地肆虐，抵消中國和印度的部分增長。在2005年7月的工業國G8會議上被定為討論重點的非洲，確實需要特別關注。⁴

在日益全球化的世界，消除貧窮和穩定人口攸關國家安全。人口成長放慢有利於消除貧窮和減輕種種苦難的折磨。反過來說，消除貧窮也能幫助放慢人口成長。但我們剩下的時間不多，而時間仍繼續飛逝。在兩條戰線上同時開戰的迫切性十分清楚。

除了2015年前將貧窮人口減半的目標之外，聯合國的千禧年發展目標包括把減少一半的飢餓人口、普及基礎教育、提供全體人類安全飲用水，遏止傳染病，特別是愛滋病和瘧疾的蔓延。另外是孕產婦死亡率降低四分之三和5歲以下嬰兒死亡率減少三分之二。⁵

2015年前減貧過半的目標固然有可能稍微提前達到，但減少半數飢餓人口的目標卻不盡然。接受基礎教育的兒童數量會有較大增加，不過主要是印度的進步。5歲以下兒童的死亡數從1980年的1,500萬人下降到2003年的1,100萬人，預計還會繼續下降。⁶

普及基礎教育

縮小貧富差距的途徑之一是做到教育普及化，也就是要力保1.15億失學兒童能夠上學。沒有接受任何正規教育的兒童，會在嚴重的不利條件下踏上人生之路，日後將陷於赤貧，貧富差距繼續擴大。在日益全球化的世界，逐漸擴大的差距是導致不穩定的因素。諾貝爾獎得主、經濟學家阿瑪托·沈恩（Amartya Sen）精闢地歸結為：「不識字和不懂算數，對人類來說是比恐怖主義更危險的威脅。」⁷

聯合國體識教育在人類進步中肩負著關鍵角色，因此把在2015年前普遍實施基礎教育列為聯合國千禧年發展目標之一。由世界銀行主導的「人人有學上」計畫中，任何能提出普及小學教育合理計畫的國家，都可得到世銀的財政支持。提供支持的三項主要條件為：國家應該呈報一項達到普及基礎教育的實際計畫；為執行此計畫提供部分本國資源；預算數字和財會過程必須透明。假如能全面履行，窮國所有兒童在2015年前就能得到小學教育。⁸

教育的好處是多方面的，對婦女更是如此。兒童的前途與母親的教育水準高度相關。母親受過教育，孩子會得到更好的撫育，倒不一定是因為家庭收入高，而是母親有營養知識，能為孩子選擇更好的食物和更健康的餵養方法。婦女受教育是打破貧窮之鑰。⁹

女孩子受教育會使將來的家庭規模變小。資料顯示，在各個社會裡，婦女受教育水平的上升，都對應到生育率的下降。至少受過5年教育的母親，比受較少教

育的同齡女性因分娩或嬰兒生病所失去的嬰兒數要少。能讀懂藥品說明，使她們在懷孕期更懂得如何保護自己，這也是教育帶來的好處之一。經濟學家吉恩·斯珀林（Gene Sperling）在2001年研究了72個國家之後得出的結論是，「讓更多婦女接受中等教育，可能是使生育率實質下降的最佳途徑」。¹⁰

基礎教育可開啟農業生產力提高的大門。農業推廣若無法用文字傳遞新知，是無法充分發揮功能的。讀不懂肥料包裝說明的農民也是如此，無法閱讀殺蟲劑說明書的農民，甚至會有生命危險。

在愛滋病向全球蔓延的年代，學校教育年輕人避免感染的知識，在孩子小時及時教導他們認識病毒以及避免蔓延的生活方式，而不是在他們得病之後才讓他們知道嚴重性。學校還能動員年輕人在同儕中發起教育運動。

開發中國家極需培訓更多的老師，在各級教師因感染愛滋病而大量減少的國家更是如此。提供家境貧窮但聰慧的學生助學金來參加培訓，以擔任教職一段時間（如5年）為交換條件，是一項高報酬的投資，可幫助普及基礎教育的目標，也為來自社會底層有才能的人提供升遷的機會。

吉恩·斯珀林認為，每項計畫都應該惠及最難抵達的社群，特別是農村地區的窮苦年輕女子。他特別提到衣索比亞的「女童諮詢團」（Girls Advisory Committees）在這方面的傑出工作成果。該組織的工作人員會去拜訪急於嫁女兒的父母，希望讓他們的孩子繼續求學。有些國家，如巴西和孟加拉，還向有需要的女孩提供小額助學金，幫助窮人家的女孩得到基礎教育。¹¹

世界經濟的全球化，使得約8億的成人文盲陷入嚴重困境。也許發動消除成人文盲運動能有所幫助，這主要依賴於志工的參與。國際社會也可以提供種子基金，提供教材和外聘人員的經費。孟加拉和伊朗都是範例，成功地推行成人掃盲運動。¹²

世界銀行估計，在2015年前不太可能達到基礎教育目標的80多個國家裡，一年大約需要外部投入120美元。在一個教育兒童不僅有書讀，而且可用個人電腦從網路上獲取大量資訊的時代，我們無法容忍仍有小孩從未上過學。¹³

很少有比學校免費供應午餐的辦法更能吸引兒童來上學，這在最貧窮國家特別有效。美國從1946年開始，公立學校的每個孩童都吃得到免費午餐，保證每

天能飽餐一頓。沒有人否定這項持續多年的全國性政策的好處。喬治·麥戈文（George McGovern）和羅伯特·多爾（Robert Dole）這兩位美國參議院農業委員會的前委員和前總統候選人，都有意願提供全世界最窮國校園免費午餐。¹⁴

有病或飢餓的兒童會輟學多天。即使他們上學，也學不好。杰弗里·薩克斯（Jeffrey Sachs）特別提到，「身體羸弱的孩童由於學業時常中斷，再加上智力與體力受損，一生往往難有作為」。低收入國家的學校開始供應免費午餐時，上學的學生人數激增，孩子們的精神更為集中，學業蒸蒸日上，很少人缺席，在校學習年份也會上升。¹⁵

女孩子受益更多。校園免費午餐可以吸引她們，使她們在學校的學習時間加長，結婚時間往後延，生育數目減少，一舉三得。若在44個最低收入國家推行此制度，除了減少飢饉必需支付的費用外，還可增加60億美元的年投入。¹⁶

學齡前兒童的營養狀況，還需要投入更大的努力改善，以後才有機會在校園免費午餐制度中受益。喬治·麥戈文強調，窮國也應實施美國所採用，「旨在提供孕婦和哺乳期婦女營養補充的『婦幼嬰計畫』—WIC計畫」。從美國推行該計畫25年的過程可清楚看出，「婦幼嬰計畫」對低收入家庭改善營養、增進健康和學齡前的兒童成長發揮了巨大的功效。假如此計畫能推行到44個最貧窮國家的孕婦、哺乳期的婦女和小孩，將有助於成千上百萬幼童在這重要的人生階段中免受飢餓之苦。¹⁷

這些努力成本雖高，但比起每年因飢餓造成的生產率損失並不昂貴。麥戈文和多爾都認為，這項提議將有助於「消除飢餓與絕望，使恐怖主義無從滋生」。在一個富人累積巨大財富的世界裡，讓孩子們餓著肚子上學，是說不過去的。¹⁸

穩定人口數量

約有42國家的人口基本上保持穩定或呈下降。生育率最低的國家包括日本、俄羅斯、德國和義大利，其人口可能在未來半個世紀內減少。¹⁹

有很多國家的生育率已下降到等於或略低於替代水準。這些國家人數眾多的年輕人一旦過了生育年齡，就會步入人口穩定的階段。這些國家包括世界人口最多的中國和第三人口大國美國。另一些國家預計在2050年時人口會暴增一倍之

多，其中包括衣索比亞、剛果和蘇丹。²⁰

聯合國依據三種不同生育率假設來進行人口推估，第二種推估法最常被引用，認為到2050年時世界人口將達91億。最高預測數字為106億，最低則認為世界生育率將很快低於替代水準，每對夫婦生1.6個小孩，在2041年世界人口78億後開始下降。假如我們的目標是消除貧窮、飢餓和文盲，現在只能爭取實現這個推估最低值。²¹

減緩世界人口成長代表的意義，是使所有打算計畫生育的婦女得到所需的計畫生育服務。不幸的是，目前至少有2.01億對夫婦無法獲得這項服務。填補計畫生育的缺口可能是全球議題中最緊切的任務。這是一項利益大、成本最小的工作。²²

但值得令人振奮的，是想幫助夫婦減少家庭人口的國家能夠迅速做到這一點。我的同事珍妮特·拉森寫道，伊朗在短短十年當中，人口成長率便從世界上最高的國家之一，變成開發中國家中最低的。1979年，柯梅尼（Ayatollah Khomeini）擔任伊朗國家元首後，立即撤銷前伊朗國王1967年推行的計畫生育計畫，鼓勵建立大家庭。在1980年到1988年的兩伊戰爭期間，霍梅尼需要靠大家庭增加作戰士兵，目標是擁有2,000萬人的大軍。在他的號召下，生育率立即攀升，使伊朗人口年成長率達到80年代早期的頂峰4.2%，接近生物學極限。但人口大幅增加開始造成經濟和環境的沉重負擔，該國領導人才意識到，人口過多、環境惡化和失業正在毀掉伊朗的未來。²³

1989年，伊朗政策出現180度大轉彎，恢復原來的計畫生育方案。1993年5月，該國通過國家計畫生育法。包括教育部、文化部和衛生部在內的跨政府部門都動員起來，鼓勵建立較小的家庭。伊朗廣播電台負責向民眾宣傳人口政策和讓民眾知曉國家所提供的各種計畫生育服務。約有5,000個「健康之家」或門診在全國廣為建立，提供農村醫療和計畫生育服務。²⁴

宗教領袖也直接參與這場運動，目標為社會轉型為較小家庭。伊朗引進全套的避孕措施，包括男性絕育，這是穆斯林國家中的第一例。所有形式的生育控制，包括避孕藥品和結紮手術等都免費。事實上，伊朗還有另外一項創舉，它是規定男女雙方在領取結婚證書前，必須參加現代避孕講座唯一的國家。²⁵

伊朗除了直接的健康干預外，還做出最大的努力來提高婦女識字率，使1970年的25%上升到2000年的70%以上，這是一項驚人的成就。女性入學率從60%提高到90%。利用農村七成家庭有電視的優勢，便利用全國電視傳播網來宣傳計畫生育。1989年起努力推行的成果，便是每個家庭7個孩子下降到3個以下。從1987年到1994年，伊朗把人口成長率降低一半。2004年伊朗的人口成長率為1.2%，只略高於美國。²⁶

如果忠誠秉持伊斯蘭教義傳統的伊朗能很快地將人口穩定下來，其他國家也能做到。每個國家都沒有選擇的餘地，只有努力做到每對夫婦平均有兩個小孩，才是唯一可行的出路。無論任何國家，人口不斷增長也好，逐漸減少也罷，長久下來都是不永續的。全球的領袖人物，包括聯合國秘書長、世界銀行總裁和美國總統在內，現在都應該公開認同：對於每個家庭子女平均數超過兩個的社會，地球無法供養，更難以維繫。

提供生育保健和計畫生育服務的費用並非高得無法承受；1994年在開羅舉辦的國際人口和發展會議上，估計未來20年人口和生育保健計畫所需的資金，在2000年之前，每年約為170億美元，2000至2015年，每年為220億美元。開發中國家願意共同承擔2/3的資金，工業國負責1/3。雖然開羅會議十周年紀念已過，開發中國家約有二成的資金沒有兌現，而認捐國也拖欠一半。兩者加起來每年約短缺66億元。²⁷

聯合國估計，滿足2.1億沒有獲得有效避孕措施婦女的需要，每年可避免5,200萬名不想懷孕的婦女妊娠、2,200萬次人工流產、140萬名嬰兒死亡，以及約14.2萬與懷孕有關的死亡。由於計畫生育的缺口沒有被填補，社會付出的代價高得使人無法接受。²⁸

基層的調查顯示計畫生育服務能幫助夫妻們達到理想的家庭規模，也進一步支持聯合國的推估。舉例來說，從宏都拉斯的調查結果，可發現缺乏計畫生育服務的婦女子女數高於她們想要的二倍，只有社經條件好的婦女能成功地擁有她們自己想要的孩子數。²⁹

*原教旨主義又稱罕百數教派，伊斯蘭教法學派之一，認為應當嚴格遵循《古蘭經》教義，認為源自理性判斷的間接知識是不可靠。一些信奉此派的信徒曾對信仰其他宗教者和伊斯蘭其他教派人士採取激烈迫害乃至肉體消滅的措施。——譯者

轉向小家庭會帶來可觀的經濟效益。分析家對孟加拉進行的分析，是政府花62美元避免一名不想要的孩子出生，可節省615美元的其他社會服務支出。投資生育保健和計畫生育，會留給每個孩子更多可用於教育和保健的財政資源，加速脫貧的過程。對捐贈國而言，填補66億美元的空缺以保證每對夫婦得到想要的服務，會在改善教育和保健方面得到社會回報。³⁰

全民更健康

已開發國家人民關心的健康問題主要是心臟病和癌症（大都為老年病）、肥胖和吸菸，而開發中國家人民最為關切的是傳染病。除了愛滋病之外，最困擾他們疾病主要是痢疾、吸呼系統疾病、結核病、瘧疾和麻疹。

很多國家不再提供兒童預防麻疹等疫苗，使免疫計畫大為遲滯。今天缺少資金投入，明天必須付出的代價會遠大於此。像預防接種這類只在每名兒童身上花小錢就能得到大收益的好辦法並不多見。³¹

要讓全體人民擁有良好的健康，在消滅飢餓的同時還必須保證向缺水的10億人提供安全可靠的飲用水。對很多都市而言，當今務實的做法未必是修建以水為介質的昂貴處理系統，而是營造不會散佈病原的無水廢物處理系統（見第十一章乾式堆肥廁所說明）。這種方式有助於緩解水短缺的危機，減少水系統中病菌的傳播，幫助構成營養的閉合循環，乃是一舉三得的機會。

由聯合國兒童基金所領導，以口服鹽水治療痢疾的工作，是一項最重大的保健成就。喝濃度適中的鹽水技術上簡單，效果也特別好，減少了兒童因痢疾死亡的人數，從1980年的460萬人下降到1999年的150萬人。很少有其他投資可用如此低廉的成本，挽救那麼多人的生命。露絲·列文（Ruth Levine）在《拯救百萬人：全球保健的成功範例》（Millions Saved）一書中，提到埃及在1982年到1989年間應用口服補充液體療法，使嬰兒的痢疾死亡率下降82%。³²

有些過早死亡的主因與生活方式相關，吸菸便是其一，人類為此付出高昂的代價。根據世界衛生組織估計，2000年死於與菸草相關各種疾病的人達490萬，高於任何一種傳染病致死的人數。今天已知有25種疾病與菸草有關，包括心臟病、中風、呼吸系統疾病、幾種癌症和陽痿。香菸霧每年奪走的生命高於所有因其他

空氣污染致死的總人數，兩者大致各為500萬和300萬。³³

戒菸運動目前有相當可觀的進展。在吸菸習慣形成一個世紀後，因世界衛生組織倡導的無菸運動使全球正在遠離菸草。2003年5月在日內瓦一致通過的「菸草管制架構公約」是第一個以健康為主題的國際公約，進一步支持戒菸運動的發展。³⁴

說來諷刺，菸草的發源地美國如今正領導世界遠離此物。美國的吸菸量已從1976年高峰時的2,872支，降到2003年的1,374支，降幅52%。全球整體的下降趨勢落後美國約十年。從1986年每人抽1,035支菸的歷史高峰，降到2003年的856支，下降17%。吸菸有害健康的媒體廣告、強制菸盒印上吸菸危害健康的警語和提高菸稅等措施，都對吸菸量的穩定下降做出貢獻。³⁵

吸菸幾乎在所有消費大國都呈下降趨勢，包括抽菸大本營的法國、中國和日本。每人吸菸根數，法國從1984年的高峰下降22%，中國從1989年起降5%，日本從1991年下降20%。³⁶

許多國家批准「菸草管制架構公約」後，便在2004年採取強有力的步驟減少吸菸量。愛爾蘭規定全國的工作場所、酒吧、飯店禁止吸菸；印度公共場所禁菸；挪威的酒吧和飯店禁菸；蘇格蘭在公共建築內禁菸；夾在印度和中國之間、只有100萬人口的喜馬拉亞山國不丹則完全禁止菸品的銷售。³⁷

2005年，孟加拉禁止公共場合的吸菸行為；紐西蘭禁止酒吧和飯店內吸菸；義大利公共場所也是禁菸。在吸菸早已嚴格限制的美國，聯合太平洋公司在七個州不再雇用吸菸者以減少醫療費用。百貨公司加收有吸菸雇員每月20美元的健康保險金。每一項措施都在使社會更精確地反映吸菸的代價。³⁸

今日對抗流行病的行動範圍日漸擴大。在目前各項私人出資拯救生命的先驅，應是兒童疫苗接種。比爾與梅琳達蓋茲基金會出資填補這項全球計畫的需求缺口，到2005年止已投資15億美元，保護兒童免於傳染病痛。³⁹

*一譯「通用磨坊」，為美國第一大食品企業，在全球排名第五。旗下擁有100多個品牌，如著名的「哈根達斯」等。——譯者

國際社會曾經歷過的美好時刻之一，就是在世界衛生組織的領導下消滅天花。全球疫苗接種計畫成功地根除這個可怕的疾病，不僅挽救數百萬人的性命，每年也節省接種疫苗要花的上億美元資金和用於醫護的數十億美元。單憑這項偉大成就，便足以證明聯合國存在的必要性。⁴⁰

另外，由世衛主導的一支國際團隊，成員來自國際扶輪社、聯合國兒童基金、美國疾管局和泰德·透納聯合國基金會等，發起消滅小兒麻痺症的全球運動。罹病人數從1988年的35萬人，下降到2003年的800人。⁴¹

到2003年中為止，小兒麻痺症只發生在奈及利亞、尼日、埃及、印度、巴基斯坦和富汗內的小地區。但在年中時，奈及利亞北方幾個以穆斯林族裔為主的州因為誤信傳言，認為接種疫苗會使人不育或感染愛滋病而停止接種。錯誤消息雖然在2004年底得到改正，奈及利亞北部恢復疫苗接種，但小兒麻痺症在這段期間又在幾個國家死灰復燃，顯然與每年奈及利亞的穆斯林到麥加朝聖的活動有關。新的感染發生在沙烏地阿拉伯、葉門、象牙海岸、布吉納法索、中非共和國、查德、馬利、蘇丹、印尼和索馬利亞。⁴²

曾經根除該病的國家，現在正在不遺餘力遏制該病再度爆發。截至2005年9月，已發現1260個新病例。最近在索馬利亞發現二個確認病例，人們憂心病毒進一步蔓延，不僅會在這個政府已經失靈的國家傳播，外界也沒有共事的窗口，很可能會波及其他國家，使之更難殲滅。⁴³

世界衛生組織於2001年發表一份研究報告，分析開發中國家醫療衛生的經濟形勢，其結論是：由鄉村一級診所提供基本醫療服務，能為開發中國家甚至全球產生重大經濟利益。據作者估計，提供開發中國家全體人民基本醫療救助，2007年需要外界挹注270億美元，2015年需要380億美元，包括為「全球打擊愛滋病、結核病與瘧疾基金會」提供的基金，以及用於兒童免疫接種的費用。⁴⁴

*美國的一個由從事工商和自由職業的人員組成的群眾性服務社團。——譯者

遏制愛滋病毒流行

愛滋病阻礙非洲經濟與社會的進步，遏止其流行的關鍵在於預防教育。我們知道愛滋病的傳播途徑，這並不是醫學秘密。在非洲，人們認為愛滋病是不祥之物，甚至連提到它都會得病。各國政府現在已經開始制定有效預防的教育計畫。第一個目標就是迅速減少新感染人數，使新病例數目少於因病死亡的人數，縮小感染源。

焦點集中在社會上最可能傳播病毒者的成效最大。在非洲，染病的卡車司機遠離家鄉、長期在外，經常嫖妓，把愛滋病毒從一國傳到另一國，因此他們是減少感染的目標族群。性產業工作者也是傳播該病的重點族群。舉例來說，印度有200萬名女性性工作者，平均每日接客兩次，所以她們是關鍵宣導對象，要教育她們認識愛滋病毒的危險，以及使用保險套以挽救生命的知識。⁴⁵

另一個目標人群是軍隊。士兵通常透過商業性行為感染性病，回家後又進一步散布病毒。奈及利亞的成人感染率是5%，總統奧巴桑喬（Olusegun Obasanjo）已下令免費發放保險套給所有軍人。第四個目標族群是共用針頭注射毒品者，這在前蘇聯各個共和國內非常普遍。⁴⁶

開發中世界和東歐對抗愛滋病威脅的需求，一年最少需要100億個保險套。如果包括需要避孕的人，還要再增加20億個，總數為120億個，但實際上分發的數量僅有25億，還差95億。以每個3美分來計算，總金額2.85億美元，以這樣的費用來挽救生命，是非常值得的。⁴⁷

保險套短缺的數量很大，但填補短缺的代價並不大。人口行動國際（Population Action International）在《保險套數目：滿足愛滋時代的需求》的精彩報告中，指出「把保險套送到使用者手上，包括改進取得途徑、後勤和分配能力、提高認識和鼓勵使用，費用將是供應本身的數倍。」但即使這些費用是保險套本身價格的六倍，填補需求的空缺也只要20億美元。⁴⁸

可悲的是，雖然保險套是目前預防愛滋病毒傳播的唯一可行技術，但美國政府對保險套的使用卻不夠積極，只是一味地以節慾為宣傳重點。鼓勵節慾誠然重要的，但若不使用保險套，遏止愛滋病流行的運動不可能真正奏效。⁴⁹

在愛滋病肆虐的非洲國家中，能成功降低愛滋病毒感染率的屈指可數，而烏

干達是其中之一。在總統穆塞韋尼（Yoweri Museveni,）有力領導下，受感染的成年人從1990年代初期的13%，下降到2003年的4%。最近，尚比亞也有進展，降低年輕人的受感染率，這是在教會領導下進行全國性整合運動的結果。塞內加爾早就致力遏制愛滋病病毒的蔓延，如今該國成人感染率不到1%。是其他非洲國家的典範例。⁵⁰

跟愛滋病毒陽性、需要接受治療的人數相比，現有的財政支持和醫護人員實在杯水車薪。舉例來說，2005年6月在非洲南撒哈拉地區出現愛滋病症狀的人數為470萬，其中只有50萬接受抗逆轉錄病毒藥物治療。這項治療在先進國相當普及。不過現在接受治療人數已比一年前增加兩倍，這是世界衛生組織在全球推行工作的部分成果，預計在2005年底，中、低收入國家可接受治療人數達到300萬人，即實現所謂的「2005年3百萬計畫」（3 by 5 Initiative）。⁵¹

愈來愈多的證據顯示，治療服務的可得性提高，將會鼓勵人們主動接受愛滋病毒測試。這項做法同時提高一般人的認知，了解該病的病徵和傳染途徑。人們一旦知道自己被傳染，便可避免再度傳染給別人。在治療延長生命這方面，美國平均可延長15年左右。這不僅是人道議題，也和經濟有關。社會付出成本來撫養、教育和培訓勞動者，延長其工作壽命才可回收，進而增加無限的價值。⁵²

治療愛滋病費用昂貴，但漠視治療的需求則是犯下策略性的錯誤。原因很簡單，因為治療就是加強預防。非洲正因為無法對愛滋的流行及時反應，而付出重大的代價。印度和中國等其他國家如果不能很快動員，遏制已經在國內流行的病毒，那麼今天的非洲將是他們的明日的光景。⁵³

對內減少農業補貼、對外減免他國債務

推行若干國際援助計畫，絕對不足以掃除貧窮。對許多開發中國家來說，援助國對內停止農業補貼和對外的債務減免，對掃貧也許更有效。利用低廉的勞力和大自然賦予的土地、水和氣候，有一項成功的出口農業，便可提高農村收入，賺取外匯，常是脫貧的有效途徑。可悲的是，許多開發中國家的機會，被富裕國自私的農業補貼政策奪走了。富國的農補貼總額高達2,790億美元，大概是這些政府提供對外發展援助的4倍。⁵⁴

佔年度總預算一半以上的歐盟農業預算，高得令人咋舌，在國際上也十分突出。正如《金融時報》所指出，歐盟對畜牧場每頭乳牛的現金補貼，超過歐盟對非洲南撒哈拉地區發展援助的每人平均金額。⁵⁵

2004年，歐盟25國的農業補貼，共佔富國農業補貼總額2,790億美元中的1,330億。美國在農業補貼上花掉460億美元。這鼓勵農產品的過度生產，並以出口的方式再次賺取出口補貼。結果是世界市場價格低迷，特別是糖和棉花，這兩項商品使開發中國家蒙受最嚴重的損失。⁵⁶

在總額780億美元發展援助當中，歐盟固然提供了一半以上，但被援助國從中獲得的經濟利益，大都被歐盟每年向全球市場傾銷約600萬噸食用糖所抵消。食用糖是開發中國家較有優勢的農產品，理應可以從中獲利。好在歐盟在2005年宣佈國內糖業補貼調降40%，以調節因過度生產、大量出口被壓低的糖價。富裕國家再也不能採用截斷千百萬人主要生計，陷人於貧窮的農業政策。⁵⁷

國際糖價的提高，可能與一項預料之外的因素有關，不過要確認這點目前為時尚早：日益上漲的油價可能促成糖價上漲，因為愈來愈多以甘蔗做為原料來生產乙醇的工廠開始興建。事實上，糖價可能追隨上升的油價而上揚，為開發中國家的經濟提供強烈的生產動機。⁵⁸

最近的發展趨勢可能也會提高棉花的國際價格。雖然美國政府沒有明文規定發放出口補貼，但是給農民提供的生產補貼，使他們有能力以低價出口棉花。美國給國內僅25,000戶棉農的補貼，就超過給所有非洲南撒哈拉地區47.5億人的財政援助。而且因為美國是全球棉花第一出口國，它的補貼壓低所有其它棉花出口國的價格。⁵⁹

美國的棉花補貼受到中非4個棉花生產國：貝南、布吉納法索、查德和馬利的強烈反對。此外，巴西還在世貿組織架構內成功地向美國的棉花補貼提出質疑。為此，巴西政府還延請美國首席農經濟學家代仗義執言。巴西利用美國農業部的數據說服世貿組織小組，美國的棉花補貼正壓低國際價格，並傷害棉花生產者。該小組最後裁定美國必須取消補貼。⁶⁰

在取消農業補貼的同時，減免外債更是消除廣大貧窮的另一項有效方法。舉例來說，非洲南撒哈拉國家用於償還債務的花費，是國內醫療衛生支出的4倍。減

免債務有助提高主要貧窮地區目前的生活水準。⁶¹

2005年7月，在蘇格蘭的戈蘭依哥斯開會的G8先進國家的領袖，同意取消許多最窮的國家積欠世界銀行、國際貨幣基金和非洲開發銀行的多邊債務。這項決定立即影響到18個債務纏身的最窮國家（非洲14個、拉丁美洲4個），給他們帶來新的契機。20個最貧困國家一旦能通過資格審查，便能從這項決議中獲益。近幾年來，各種非政府組織為減免外債四處奔走所形成的公眾壓力，以及英國政府的帶頭倡議，兩者結合是取得這項重大突破的關鍵。⁶²

雖然這是朝正確方向邁出的一大步，但只是免除最貧窮國家積欠國際債權機構總債務的一小部分。除了上述18個被免除債務的國家外，至少還有極度需要援助的40個低收入國。積極倡議減免外債的樂施會飢荒救濟委員會等機構認為，逼著那些每日人均收入低於一美元的國家還債是不人道的。他們決定繼續向有關部門施壓，直到所有窮國的債務全部免除為止。⁶³

掃除貧窮預算書

近幾十年來，許多國家經歷人口快速成長，出現所謂「人口疲勞」徵候。要同時回應愈來愈多孩子的教育壓力、龐大就業族群的工作機會，以及人口成長帶來的環境問題等多重挑戰，會使政府的應對能力達到極限。一旦出現像愛滋病流行這類的新威脅，政府往往難以應付。

在已開發國家可用常規處理的問題，在開發中國家卻足以演變成全面的人道危機。許多非洲國家死亡率的攀升，顯示世界人口正處於悲觀的態勢。各國政府和國際社會腳步無法一致，社會轉型為小家庭的速度過慢，使得在許多國家發生的事件可能引發出失控的災難，導致更多人死亡、政局不穩和經濟衰退的結果。

避免這種淒涼前景產生，是幫助那些希望放慢人口成長速度的國家早日實現此目標。這會帶來經濟學家稱之為「人口比例增益」的效果。這是指隨著國家迅速轉向較小家庭，依賴人口和創造收入的人口比值會相對下降。如此一來，生產率會上升，儲蓄和投資增加，經濟成長就會加速。⁶⁴

日本從1951年到1958年之間，人口成長率降低一半，成為第一個從人口比例增益中獲益的國家，韓國和台灣緊追其後。最近中國大陸、泰國、越南和斯里蘭

卡也剛從大幅下降的出生率中獲益。這項人口政策的效果持續不過幾十年，但通常足以讓一國進入現代新紀元。⁶⁵

消除貧窮和加速轉為較小家庭的步驟十分明確：補足若干項不足的經費，包括為實現基礎教育的資助；控制愛滋病、結核病和瘧疾等流行性疾病；提供生育保健服務和遏制愛滋病的流行。歸納起來，實施本章提到的一系列項目，估計一年應在原有預算的基礎上再追加680億美元。（見表7-1）⁶⁶

表7-1 達到基本社會目標所需追加的年度資金

目標	資金籌集（10億美元）
普及基礎教育	12
消除成人文盲	4
在44個最貧窮國家進行校園免費午餐制度	6
為44個最貧窮國家提供學齡前兒童和孕婦救助	4
生育保健與計畫生育	7
全民基本醫療服務	33
補足保險套缺額	2
總數	68

資料來源：見附註66。

最大的投資項目在於教育和健康領域，它們是人力資源發展和人口穩定的基石。教育包括普及基礎教育和全球成人掃盲。醫療衛生包括控制流行性疾病和兒童疫苗接種等基本醫療服務。宏觀經濟與健康委員會在2001年提交給世界衛生組織的報告中提到，如果執行該組織提出的基本衛生計畫綱要，預計到2010年時，每年可以拯救800萬條性命，這些都是擺脫貧窮的關鍵。⁶⁷

正如杰弗里·薩克斯經常提醒我們的，人類目前在歷史上第一次擁有消除貧窮的技術和財力。如前所述，近15年來，我們目睹一些令人印象深刻的成就。舉例說，中國不僅大幅度減少本國的貧窮人口，而且還透過貿易和投資計畫，幫助較窮的國家發展。中國在非洲國家投入大量資金，協助非洲國家開發大量的礦業

和能源資源，同時又能滿足中國本身的需求。⁶⁸

全球的富國幫助低收入國家擺脫人口陷阱，對它們本身就是一項具有高報酬的投資。工業國對教育、衛生和校園免費午餐等方面的投資，就某種意義上是為回應世界最窮國家困境而表現出的人道行為。但更重要的是，他們的投資將重新型塑這世界，這個我們的後代也將活在其中的所在。

第八章 還給地球本來面貌

要使經濟發展健全，前提是支持經濟的自然系統也要健全。地球上有一半以上的人直接以農田、牧場、森木和漁撈為業，更多的人依靠林木、毛皮、棉紡、毛紡和和食品加工業維生。¹

如果支持經濟的環境系統崩潰，消除貧困的策略注定不會成功。當耕地不斷受到侵蝕、收成逐年減少，當地下水位持續下降、水井一步步乾涸，當大片的牧場淪為漠地、牲畜面臨死亡，當漁場面臨衰敗，當森林不斷縮小，當升高的氣溫使作物枯萎時，即使提出消除貧困的計畫，儘管設計得再認真，執行得再努力，也將徒勞無功。

我們在第五章提到海地植被破壞和土壤侵蝕的情況，以及在其它國家出現的完全失控局面。「水土保持學會」（Soil and Water Conservation Society）是一個在美國成立的國際性組織。該會會長克雷格·考克斯（Craig Cox）見證了海地毫無希望的形勢後，發表感言：「近來我體認到，只要做做基本的環境保育就可帶來好處，但這些好處有許多地方仍然享受不到。經濟崩潰與社會離析交相影響，迅速導致貧窮困頓、環境惡化、公理無存、疾病肆虐，暴力至上。」不幸的是，考克斯所描述的情況，在今日已不再是個案。如果人們不努力使地球恢復原貌，將會有愈來愈多國家步上海地的後塵。²

要還給地球的純真面目，需要全世界通力合作。不管從規模和艱難度來看，這都超過二次戰後旨在協助因戰爭而滿目瘡痍的歐洲和日本重建的「馬歇爾計畫」*。不僅如此，這項合作要用戰時動員的速度來進行，才不致於重覆歷史上數個人類文明，越過大自然的門檻而不自知，耽誤自救的最後期限，在環境惡化下步上毀滅的命運。

*這一計畫因其提出人、軍人出身的美國國務卿喬·卡特萊特·馬歇爾而得名。——譯者

保護和恢復林相

保住地球目前尚存的39億公頃森林，並將已經消失的部分予以補救，不但對恢復地球的健康至關重要，也為新經濟提供重要的基礎。減少雨水的流失，避免相關的洪災和土壤流失的發生，加強雨量向內地的推進，以及恢復地下含水層蓄水量的回補，都要靠停止對森林的逼進和儘快造林，才能夠實現。³

在減少對森林的需求方面，各國只要有心都做得到；對工業化國家而言，最大的節約在於降低造紙的木材用量，而在開發中國家中，少燒柴薪是最重要的一環。

在造紙量最高的10個國家裡，紙張的再生率大不相同。中國和義大利敬陪末座，再生率分別是總紙張生產量的27%和31%；德國和韓國最高，達到72%和66%。德國再生率高的原因，在於該國政府一貫倡導以紙張再生來減少固體廢棄物填埋量。如果所有的國家都做到德國的紙張再生率，全世界的紙漿用量就可減少三分之一。⁴

美國的全球頭號紙張消費國，但再生紙的生產卻遠遠落後於德國，但近年來已有所改進。20年前，美國只有四分之一的紙張是再生的，在2003年已達到48%。⁵

紙張或許是最能代表一次性經濟行為的產品。這種行為形成於20世紀，只要不再使用面紙、餐巾紙、紙尿片和購物袋，以可重覆使用的同類布製品取代，就可大大減少紙張的消耗量。

對樹木的最大需求是燃料，用於取暖和燒飯，致使一半以上的森林消失。目前一些國際救助機構，如美國國際發展署（US AID）等，都開始資助提高柴薪燃燒效率的研究計畫。在肯亞全國推行的新型高效柴灶，便是該署一項前景看好的開發成果，目前實際發揮效用的灶共有78萬口。將公共資源挹注在低效率炊灶的汰換上，將帶來保護和復育森林的可觀收益。⁶

長期來看，開發替代炊煮燃料，才是紓緩開發中國家森林承受的重壓。整個世界從依賴石化燃料的經濟，轉向以風力、太陽能和地熱能為基礎的經濟，為缺少石化燃料的開發中國家在地發展再生能源帶來契機。改燒柴為使用太陽能鍋、靠風電或其他能源供熱的炊具，將可減輕森林的負擔。

肯亞在國際太陽能鍋協會（Solar Cookers International.）的贊助下，開始嘗試太陽能鍋的計畫國家之一。這種用硬紙板和鋁箔製成的鍋子價格低廉，每個成本只有10美元，提供文火，效果與燉鍋相仿。燒一餐飯需要三個小時的陽光照射，太陽能鍋還可以用來煮水、進行消毒處理，挽救人們的生命。⁷

過去提到永續林業時，是指維持林產不間斷的產出。現在這個說法包括保持森林所能提供的各種服務，比如防洪。但儘管森林對保護社會有重要功能，但受法律明令禁伐保護的林木，全世界只有2.9億公頃左右，以及14億公頃因所處地理位置不佳或者樹種經濟價值不高得以存留的植被，其餘都處在人類的斧鋸範圍內。目前尚有6.65億公頃未被破壞，還有近9億公頃處於半天然狀態，沒有被改為人造林區。⁸

有些森林雖然已受到國家法律的保護，但著重點往往只是使它們能夠維繫當前的種種功能，至於它們是否能長期輸出林木，並沒有得到應有的注意。而一些國家為森林提供法律保護，也往往是在吃到林木受到嚴重損毀的苦果之後，菲律賓便是一個例子。它之所以實施在所有現存原始森林和古老林木內禁伐的措施，在很大程度上是因為這個國家正深受洪澇災害、土壤流失和山地滑坡之累。在這片土地上曾遍佈熱帶硬木林，但由於長年的大型砍伐，這裡已經既沒了林木產品，也沒了森林提供的保護，這個國家如今是林業產品的進口國。⁹

美國紐澤西州拉特格斯大學（Rutgers University）植物學教授里德·芬克（Reed Funk）認為，可以在這些被濫砍的廣大地區，大量遺傳性狀得到改良的樹種，提供人類堅果食物和柴薪。芬克指出堅果是高蛋白食物，可為開發中國家補充肉類的不足。他還看到許多已從森林淪為荒地之處栽植的的樹種，可提煉乙醇之用，轉為汽車燃料。¹⁰

一些非政府組織早已為保護森林不至被伐為光禿地面奮鬥了多年，近來，政府也介入了這一工作。世界銀行便在最近開始系統地進行可持續性林業的研究工作。1998年，這一機構與世界自然基金會聯手，籌建起「森林保護與可持續利用聯盟」，到2005年時，他們已經幫助劃出了5,000萬公頃新的森林保護區，並且認證了另外2200萬公頃森林。2005年年中，該聯盟宣佈自己的工作目標為2020年扭轉全世界森林數量下降的局勢。¹¹

目前有好幾項林業產品認證的計畫，試圖將森林的永續管理和有環保意識的

林產品消費者做有效的聯結。這些計畫有些是國家級的，有些則是國際性機構所發起；有些設在進口國，有的在出口國。

在所有此類的國際計畫當中，被非政府組織認為組織最嚴謹的，當屬森林管理委員會（Forest Stewardship Council），他們透過派駐各地的代表，對65國約5,700萬公頃森林進行認證。其中得到認證的森林，面積最大的是瑞典（1,000萬公頃）、波蘭（600萬公頃）、美國（近500萬公頃）、巴西（300萬公頃）和南非（200萬公頃）。¹²

人工造林可以減輕對地球現有森林的壓力。這絕非指砍掉老樹改種新苗。截至2000年止，全世界共有1.87億公頃的人工林場，佔全部森林面積（39億公頃）5%，相當於穀物種植面積（7億公頃）的四分之一。目前用於造紙和複合木材的原料多數來自人工林場。面對自然界大型原木日漸稀少的情況，木材工業界正向世界木材市場提供愈來愈多的複合木材，以代替原來的天然木料。¹³

根據估計，人工林場每年可產4.14億立方公尺原木，為世界總產量的12%。換句話說，目前約有88%的木材仍須取自天然森林。¹⁴

有三分之二的人工林場分佈在5個國家。天然森林已所剩無幾的中國是其中最大的一個，其次是俄羅斯、美國、印度和日本。巴西目前的人工林場規模並不大，不過發展的很快。隨著人造林木的擴展，濕熱的熱帶地區如今也可以是它們的落腳處。森林與穀物不同，穀物要跟赤道保持距離，夏季日照時間愈長，產量就愈高；而樹木是愈生長在赤道附近，亦即具有全年生長條件之處，木材的生長便愈快。¹⁵

加拿大東部人工林場的出產率為每年每公頃4立方公尺；美國人工林場主要集中在東南部，出產率為10立方公尺，而印尼的數字可上升到25立方公尺；在人工林場業剛崛起的巴西更達30立方公尺。若以玉米產量作比較，美國的單位產量幾乎要比巴西高出2倍，恰巧與1：3的出產率相反。要滿足同樣的木材需求，在巴西只需用相當於美國的三分之一的土地來造林便可實現。正因為如此，紙漿原產地目前都集中在赤道地區。¹⁶

從人們對未來人工林場的發展預測結果可以看出，造林會受到土地匱乏的限制。在樹木被砍光的土地上，土質已惡化的地區進行造林，有時還是有經濟效

應。但大多數的作法還是以在現存森林內進行造林。適合種植穀物的土地也宜於造林，因此林業會跟農業爭地。水匱乏是另一個限制。愈是速生林，對水的需求愈大。

儘管如此，根據聯合國糧農組織的預測，人工林場的面積將持續擴大，產量也會增加，未來30年內將增加一倍以上。我們有理由認為人工林場朝一日會滿足全球對工業用木的大部分需求，進而保護地球上現存的森林。¹⁷

從歷史上看，工業化國家曾經歷過易受侵蝕的耕地在自然力作用下，重新為森林覆蓋的先例。美國的新英格蘭區原是一片地勢起伏的丘陵，這裡的森林在一個世紀之前開始恢復。該區的早期移民來自歐洲，由於土壤貧瘠多石，地形又有坡度，很容易受到侵蝕，致使穀物產量不斷下降。19世紀時，隨著美國中部大平原地區和中西部地區得到開發，產生大量的穀物，新英格蘭區的產糧壓力得到紓解，部分農地得以回歸為林地。兩個世紀之前，新英格蘭區的森林覆蓋率只有大約三分之一，如今已達近四分之三，原有的健康環境與生物多樣性正在恢復當中。¹⁸

幾個前蘇聯共和國和東歐國家也存在類似的情況。計畫經濟在1990年代消失，代之以市場經濟體制，生活在偏遠地區的農民不得不另謀生路。相關統計數字未必可靠，但可以推測有上百萬公頃的農田正在回歸為林地。¹⁹

韓國在很多方面，堪稱使世界恢復綠色的楷模。半個世紀前，朝鮮半島的戰事結束後，這個山地國家處於林木消失大半的處境。1960年代起，在朴正熙總統的獨裁統治下，韓國政府推行全國綠化運動。農村設立鄉村合作社，調動數以萬計的農民上山築台挖坑，在光山禿嶺上種樹。這個國家不僅還給寸草不生的山坡青綠的林相，也很努力營造柴薪林。韓國森林研究所鄭世景（音譯）認為：「這產生了奇蹟似的結果—荒山再度披上綠裝。」²⁰

今日的韓國，森林的覆蓋率達到65%，總面積達800萬公頃上下。作者在2000年11月間驅車前往訪問時，欣喜地看到一代人之前還是光禿禿的地區，如今已是林木蓊鬱，人類是能夠讓森林重新覆蓋地球的！²¹

在土耳其這個多山之國，數千年來人類的繁衍導致森林消失大半，該國重要的環保組織：土耳其防治土壤侵蝕基金會（Türkiye Erozyona Mücadele

,Agaclandirma, 簡稱TEMA) 將恢復植被訂為組織的首要任務。該個由兩位工商業鉅子黑萊廷·卡魯察(Hayrettin Karuca)和尼哈特·高奎基特(Nihat Gokyigit)創建的組織,在1998年倡導發起名為「百億粒橡樹種子」的運動,旨在恢復林木、減少徑流、防治土壤流失。從那個時候起,土耳其人已種下了8.5億粒橡樹種子。這個行動還引起舉國上下對森林作用的認識。²²

中國也致力森林重建的工作。近年來除了在長江上游大力植樹造林以增強抵禦洪災的能力外,還種植防護林帶阻止戈壁沙漠的擴展。中國這道現代的綠色長城,預計將延伸4,480千米,從北京外圍直達內蒙古。這項規模宏大的長期工程預計耗時70年,總投入達80億美元。²³

將財政補貼從發放給修築林區道路的工程,移來補助植樹造林項目,有助於保護世上的植被。世界銀行具備這項工作的行政組織能力,將韓國的成功做法推廣至全世界,讓高山低坡都長滿樹木。

此外,聯合國糧農組織和所有的雙邊援助機構都可以和農民攜手合作,使林業與農業進行有效整合,共同打造農林一體的事業。我們可以選擇合適的樹種,栽植在適當的地方,既能遮蔭,又可擋風護土,發揮固氮作用,減少對肥料的需求。

設計高效能鍋具,改變烹調方式,實現紙張系統化的再生利用,禁用一次性紙製品,都可降低木材的消耗,減輕全球森林承受的壓力。復育全球各地的森林有賴穩定的人口,而當各國間協調出整體的行動計畫時,地球森林復育的目標,是可以達成的。

土壤保育與復育

翻閱土壤侵蝕的相關文獻,可以發現「保護性植被的消失」是個重覆出現的詞彙。過去的半個世紀中,人類的伐木常常一棵不留、過度放牧、超量耕作,耗損太多的保護性植被,導致地球在漫長的地質年代形成積累的土壤迅速消失。改變這種殺雞取卵的方式,避免地球生產力持續下降,有賴於全球性的努力,才能恢復地球植被的覆蓋,有些國家已經開始朝這個方向前進。

1930年代間,美國的沙塵暴險些使中部大平原淪為整片大漠。這個切膚之痛

使美國的農業經營方式開始重大變革：農田外緣種植的一排排樹木形成防護林，使路過的風速減慢，讓土壤受到的風蝕減緩；實施等高條植，作物會起降低風速的作用，而休耕部分又有助於涵養土壤中的水分，於是使土壤受到的侵蝕作用反而低於閒置不用時。²⁴

1985年，在環保界的大力敦促下，美國國會批准以減少土壤侵蝕和控制基本產品過度生產為目的的「資源保護與儲備計畫」（Conservation Reserve Program, CPR）。到了1990年，美國已有1,400萬公頃受到嚴重侵蝕的土地依為期10年的合約，長出多年生植被的覆蓋。根據這項計畫，農場主將在這些貧瘠土地上種植草原或樹木，可以得到政府的酬報。在計畫內休耕的1,400萬公頃土地，再加上美國全部耕地中實施保護性耕作的37%田地，可使美國的土壤侵蝕量在15年內從1982年的31億噸，減至1997的19億噸。美國這項計畫，一是使易受侵蝕的土地停止農耕，轉為草地與森林，二是推行保護性耕作，為世界其他地方樹立了榜樣。²⁵

要將耕地轉為非農業用途，往往不是農場主或者農夫說了就算。然而，土壤的流失，耕地嚴重侵蝕，卻掌握在他們的手裡。讓風少捲走一些，讓水少沖走一些，需要全球出力干預。能否使易受侵蝕的土地保住生物生產力，取決於遏止土地的迅速惡化，不使固有地力再行下降。²⁶

在改善水侵蝕方面，修築梯田是個經得起時間考驗的對策。亞洲山區和丘陵地的水稻田多種在這樣的耕地上。如果山坡不是很陡峭，等高畦壟的栽種方式也很有效。美國和中東的耕地都採取這種方式。²⁷

近來還出現了另一種保護土壤的措施，就是實施保護性耕作。它包括兩項做法，一是免耕法，二是最少量耕作法。這類措施不但可減少風蝕和水蝕，還有助於涵養水分，增加土壤含碳量，減少農田耕作過程中的能量消耗。

這類新型的耕作方式，是農民不再以傳統的耕犁掘耙等方式備好苗床，也不用機器清除雜草，只在覆蓋著一層殘餘作物，未經耕耘的田地上，直接送入種子，雜草僅靠除草劑清除。這樣，在整片田地上，受到翻弄的僅僅是土壤表面種子插入處的小孔，其餘部分被作物殘餘部分覆蓋，原封不動，因此對水和風的侵蝕都有抵禦能力。²⁸

美國農場從1990年代，開始遵照相關部門的指導，在符合易受侵蝕耕地標準

的土地上執行土壤保護計畫，可得到價格補貼。1990年，美國的免耕田地有700萬公頃，到了2004年時，這個數字達到了2,500萬公頃，這種耕作方式目前已在美國普遍用於玉米和大豆栽種，並在西半球迅速流行。在2004年，巴西的免耕地已達2,400萬公頃，阿根廷為1,800萬公頃，加拿大為1,300萬公頃，澳大利亞第五位，為900萬公頃。²⁹

農民一旦掌握免耕法的技術，就會迅速傳播；如果政府使農民認識到這樣做有經濟上的益處，或提供參與土壤保護計畫者糧食補貼，實施起來會更加順利。聯合國糧農組織的報告中，詳細描述近年來歐洲、非洲和亞洲免耕法推行的初步進展情況。³⁰

目前正努力遏止撒哈拉沙漠向北推進的阿爾及利亞，於2000年12月宣佈將在國土南部大力開闢果園和葡萄園，希望以這些多年生植物阻止耕地的荒漠化。摩洛哥政府為回應嚴峻的乾旱，在2005年7月宣佈豁免農民7.78億美元的貸款，並將種植穀物的田地改為較耐侵蝕的橄欖園和果園。³¹

在撒哈拉南端，人們也對沙漠的擴張也同樣關注。奈及利亞總統奧巴桑喬提議建造一道橫貫非洲大陸的樹木長城，這道綠色屏障長7,000千米、寬5千米，可以發揮阻止沙漠進犯的功能。塞內加爾位於這道綠色長城的西端，這個國家每年會損失5萬公頃的良田。塞內加爾環境部長毛杜·法達·迪亞涅（Modou Fada Diagne）的觀察是：「貧窮和荒漠化形成惡性循環……我們不能眼睜睜看著沙漠逼過來，必須主動出擊。」³²

前面曾經提到，中國目前也正致力於建築自己的綠色長城以阻止沙漠進犯。此外，這個國家還透過經濟手段，鼓勵農民在私有耕地上種樹，以達到在1,000萬公頃穀物生產地上造林的目標。這樣廣大的面積超過中國目前穀物地總數的十分之一。³³

在內蒙古，阻止沙漠進犯，取回耕地，是以在沙丘上種植沙漠灌木固沙的方式來進行。當地許多地區已經全面禁止放牧山羊和綿羊。該區首府呼和浩特以南的和林格爾縣，當年在被棄種土地上栽植的沙漠灌木，如今已初見成效，收回了7,000公頃的土地。人們會在成功的基礎上擴大戰果，以期收回更多田園。³⁴

和林格爾縣與沙漠抗爭的策略，主要是以乳牛取代眾多的羊隻，將產乳動物

的總數從2002年的3萬隻增加到2007年的15萬隻。牛群在封閉式的地區，以玉米梗、麥梗，還有種在從沙漠邊緣搶救的土地上的耐旱苜蓿為飼料。根據當地幹部估計，這項措施會使該縣的收入在十年內提高一倍。³⁵

為了減輕牧場的壓力，中國政府正在規勸牧民將餵養的羊隻減少40%。不過牧民一向以擁有的家畜多少來衡量家境好壞，多數人目前還是相當貧困，如此的縮減並非易事。事實上，如果不提供像和林格爾縣這樣的替代方案，這個目標恐怕難以實現。³⁶

在全球被標示為草原的地方，目前有五分之二處於過度放牧的狀態。改變現狀的唯一辦法是削減牛羊的數量。不單單是減少數目，還特別要加強對綿羊和山羊的控制。這些動物不但會把植物吃淨啃光，蹄子還會把土壤和水形成具抗風蝕作用的保護性表面踏碎。也許唯一的對策是將這些動物圈養起來，給予人工飼料。印度目前已成功地做到這一點，並建立發達的乳品業，為其他國家樹立榜樣。³⁷

要保護地球尚存的植被，必須停止對森林的全部皆伐，以選擇性伐木取代。道理很簡單：一片森林一旦被全部砍光，該區的土壤會嚴重流失，一直持續到森林重新出現為止。每次的砍伐都會降低木材的產量。恢復地球的樹木與青草，就能保護土壤不受侵蝕，減少洪水的侵襲，提高碳的蓄養量。採取這種方式，我們就能夠還給地球本來的面目，繼續支持後世子孫的生計。

讓自然得到供水

保持供水與用水間平衡，有許多正當理由。不能維持平衡就意味著地下水位會持續下降、江河會日漸乾枯、湖泊逐漸消失。一旦地下水位下降而能源價格上揚，灌溉用水的價格就會高到使農民無法支付的地步，水澆地也將不復存在。（第九章將討論如何提高水的利用率；第十一章將探討減少城市廢水排放的方法。）

桑德拉·波斯特爾（Sandra Postel）和布賴恩·里希特（Brian Richter）在《生命之河：為民眾和自然管好水》（Rivers for Life: Managing Water for People and Nature）一書中，將南非在1998年通過的《國家水源法》視為其他國家效仿的

範本。法案考慮到兩大需求：一是滿足所有人對飲用、烹調、清潔和其他必須取得的基本需要，這在該法案中被稱為「無條件提供」。其二是用以保證江河生態系統發揮功能的需要，「以保護生物的多樣性，並維繫為社會提供寶貴服務的生態系統」。³⁸

建立最低需要水量的調節分配系統，以滿足沖積平原、河口三角洲和濕地等下游水生生態系統的特定需要，未必是件容易的事情。舉例來說，為滿足江河入海口對淡水的需求，有時得加大流量；當魚類進入產卵期時，生態中水的需求也會改變。

世界自然保護聯盟（World Conservation Union-IUCN）在澳洲進行的研究結果表示，為增加斯諾伊河（Snowy River）的流量，永久關閉使用百年的莫旺巴灌溉渠（Mowamba）。只是一項初步的改變，該河的流量就從相當於自然狀態的3%增加到6%。未來還會採取一連串措施使河流達到自然狀態的28%，恢復各種天然功效。澳洲的莫雷—達林流域（Murray-Darling），利用蓄水設施向下游放水，使當地逐漸恢復野生生態。報告指出：「自1979年以來，大白鷺第一次重新在這裡生活繁衍起來。還有9種蛙類重新現身，當地的魚類也再度露面。」³⁹

把水還諸自然、給水生生物活命機會的種種例子當中，發生在美國加州的故事應該最出名、規模也最大。美國國會在1992年，立法確認全面修復薩克拉門托—聖華金（Sacramento-San Joaquin）水系內魚類和野生動植物生存環境（包括使鮭魚再度迴游在內）為合法行動。桑德拉·波斯特爾表示，國會授權將加州「中央峽谷計畫」每年調用水量的10%，也就是近10億立方公尺的淡水用於這項復育工作，但被奪去部分灌溉用水的農場一度不肯配合。⁴⁰

經過數年的爭訟和多方協商，在環保組織、農場代表、加州政府官員和其他人士的折衝下，終於達成協議，結果大致符合國會的基本原則。這兩條河最後併流匯入舊金山灣的流量加大，也有助於保護舊金山灣區多姿多彩的水生生態系統，光是魚類便達120種之多。⁴¹

類似上述修復水源，還水給自然系統的行動，如今已是相當普遍的現象。為了使河流和自然體系恢復原貌，美國目前已拆除成百上千座小型水壩。魚類的回流產卵指日可待。⁴²

人們對於當地河水超量需求愈來愈嚴重的問題，必須誠實以對，體認到獲取充分滿足的不可行，應該在這個認知基礎上確立一些原則，保障自然當中對水源各種型式的需求。能否做到這一點，取決於建立負責機構，制定分配用水的規則，保證水對整個社會帶來最大的貢獻，而不是以犧牲大多數利益來滿足少數有權勢者。

振興漁場

許多政府都致力於拯救特定的漁場，具體做法是限定某些物種的捕撈量。這項措施已實施數十年，但有時奏效，有時卻徒勞無功，使漁場走向衰敗。近年來，人們對於建立海洋保護區，又稱海洋公園的新方式，支持度有不斷地上升的趨勢。海洋保護區是指「生物地理區內，一群建立在苗體、幼體與成體的海洋生物系統」。以這樣的保護區為孵育地，可以使周遭的水域再現生機。⁴³

在2002年於約翰尼斯堡召開的世界永續發展高峰會（World Summit on Sustainable Development）上，海洋國家都承諾建立國家級海洋公園網絡。這些網絡相連，便可形成全球性網絡。在2003年於德爾班召開的世界公園大會（World Parks Congress）上，有代表建議在每個海產棲息地劃定20%~30%的禁捕區。如果付諸實施，現有大小不一的海洋保護區的面積又會再增加0.5%。目前陸地上的國家公園，總面積已佔陸地的12%。⁴⁴

英國一個科學團隊在劍橋大學保護生物組織（Conservation Biology Group at Cambridge University）安德魯·巴姆福德（Andrew Balmford）博士的率領下，以83個小規模而管理效果良好的海洋保護區數據為基礎，分析實施大規模保護所需的費用。在該團隊提交的報告中有如下的結論：如果對30%的世界海域實施保護，花費約為120億~140億美元，其中並沒有扣除恢復捕撈業帶來的附加收益，這有可能實現，並會降低實際花費。⁴⁵

建立全球海洋保護區網絡，會影響到年價值達700億~800億美元，還可能增加的海洋漁業捕撈活動。對此，巴姆福德指出：「我們的研究結果顯示，人們似乎有能力對海洋及其資源進行永久保護，代價甚至低於目前漁業補貼的花費，而後者卻會導致捕撈業的不永續。」⁴⁶

上述報告的另一作者，約克大學的卡勒姆·羅伯茨（Callum Roberts）認為：「建立海洋公園的工作可以說還沒開始。以英國的情況而言，整個水域正在遭受無法持續的掠奪式捕撈，還受到環境污染和礦藏開發的破壞。以前所建立禁止捕撈的海洋保護區域根本微不足道，僅佔全部水域的萬分之二。」建立全球海洋保護區網絡，有人稱為「海上塞倫蓋蒂」（Serengetis of theseas），可創造一百多萬個就業機會。羅伯茨還指出：「如果不設禁漁區，就再也找不到任何有效的辦法，讓海洋眾生存活得更久，發育得更大，繁衍得更多。」⁴⁷

曾擔任美國科學促進會（American Association for the Advancement of Science）主席的簡·盧布琴科（Jane Lubchenco）對羅伯茨的觀點極為推崇。她向公眾發表一份有161位著名海洋科學家簽署的聲明，呼籲迅速採取行動，建立全球性的海洋保護區。這位前主席歸納數十處海洋公園的研究結果，做出以下的結論：「世界各地發生的狀況雖然各有不同，但有項基本信念是一致的，那就是海洋公園的是有效的問題解決之道，而且很快就會看到功效。這已經不是該不該在海洋設立全面保護區的問題，而是從那裡開始設的問題。」⁴⁸

上述的連署聲明也提到，一旦保護區建立起來，海洋生命會迅速有起色。以美國新英格蘭區沿海一帶鯛魚漁場情況為研究對象的報告表示，漁夫一開始極力反對建立保護水域，但現在已對這項措施讚不絕口，因為這些人已經看到當地鯛魚數量增加為原來的40倍。緬因灣的另一份調查報告指出，在對三處總面積達17,000平方公里的水域全面禁止會危及底棲魚類的捕撈後，竟出現意想不到的結果：扇貝在這種不受干擾的環境中興旺起來，數量在五年時間內增加了8~13倍。保護區內扇貝的增加，導致物種的外圍水域也發達起來。這161位科學家告訴人們，海洋保護區一旦建立，不出一、二年，海洋生物的數量就會增加91%，魚蝦的體積會加大31%，物種多樣性也上升20%。⁴⁹

無疑地，建立海洋保護區將是保護海洋生態系統最重要的長期工作；另一方面，我們還要採取其它措施，其中之一便是減少富含養分的水流入海，以及控制未經處理的污水排向海洋。富含有機質的水流入海洋，會導致藻類過度繁盛，它們死亡後，株體分解會吸收水裡所有的游離氧氣，造成區域內海洋生命的死亡。今日，這樣的死亡地帶已在146處出現，有些是季節性的，有的則常年如此，從墨西哥灣到波羅的海，乃至中國東部海域，它們已出現在世界各地的海洋中。⁵⁰

最廣為人知的墨西哥灣「死亡地帶」位於密西西比河口附近，面積和紐澤西州的水域相當，大幅降低墨西哥灣水生生物的多樣性，也使這個歷史上曾有豐富漁產的地方遠不如昔。想要有效控制有機質的水流，可以在農田採用最少量耕作法和免耕法的技術，只針對作物需求精確施肥，以及沿密西西比河主、支流沿岸種植緩衝植物和過濾草帶，才能加以控制。⁵¹

最後一項，是政府應取消對捕撈業的補貼。現今的捕撈船數量實在太多，全部捕撈能力加起來會接近海洋永續產出量的兩倍。管理全球30%水域的海洋保護區網絡，所需花費只有120億~140億美元，遠低於政府盲目發放漁業補貼的數目：150億~300億美元。⁵²

保障動植物多樣性

保護地球上生物的高度多樣性，有兩項必要的措施：一是穩定人口，二是穩定氣候。如果任憑全球人口在本世紀中增長為90億，勢必有更多的動植物被擠出地球；如果二氧化碳含量和地球氣溫繼續增高，所有的生態系統都將產生變化。

以實現聯合國人口推估範圍的下限為目標，即2041年總人口78億，並在其後漸漸減少，才是保護地球生命豐富多樣性的最有效選擇。隨著土地生產力愈來愈難以提高，不斷增長的人口將迫使農民一步步地將亞馬遜流域、剛果盆地和印尼邊緣小島上的熱帶森林掃蕩一空。⁵³

在水源日漸短缺的時代，供水管理是保護海洋物種的關鍵。當河流因滿足人們對灌溉和城市用水不斷增長的需求而走向乾涸時，海洋生命是無法倖存的。

建立保護區以使動植物得以存續的做法，或許是最普遍的作法。被人類畫為保護區和自然保護地的土地已達全部陸地面積的12%。如果得到更充足的人力、物力與財力支持，開發中國家研擬中的園區將有更多能夠成立。⁵⁴

約在15年前，諾曼·邁爾斯（Norman Myers）等幾名科學家提出生物多樣性「熱點」（hotspot）的概念。所謂「熱點」，是指經生物學角度衡量，內容豐富，應給予特別保護的地域。對於世界自然基金會（World Wide Fund for Nature）、保護國際（Conservation International）、大自然保護會（The Nature Conservancy）等諸多機構和政府展開的保護生物多樣性的工作，可說是來自這個

概念。⁵⁵

30年前左右，美國頒布第一部《瀕臨危險物種法案》。法案規定凡屬可能威脅到某個瀕臨危險物種的任何行為，如推平一片土地來開闢農田或蓋房子，或者排乾濕地等，均在禁止之列。假使當初沒有制定這部法規，美國的禿鷲等許多物種今加可能早已不復存在。⁵⁶

人類作為自然界物種之一，對共享地球其它物種的存亡，起著極大的作用。既然如此，當然也肩負著無與倫比的重責大任。

修復地球的花費

我們在這個問題上，缺乏某些詳細數據，不過，大致可估算下列幾項花費：使地球重新覆蓋森森、保護表土層、恢復草原、振興漁場、穩定地下水源。我們的目的是不在算出恢復地球原貌所需的精確金額，而是一組合理的估算結果。（見表8-1）⁵⁷

表8-1 還地球以本來面貌的年度花費預算

行動	花費（10億美元）
重新造林	6
保護耕地表土	24
修復草原	9
振興漁場	13
保護生物多樣性	31
穩定地下水位	10
總計	93

資料來源：見附註57。

估算重新造林的花費涉及多種不同的考慮方式，是件相當複雜的工作。前面曾提到，韓國在最近40年中，僅靠著動員當地民眾，便將原來的荒山禿嶺變為一片蒼翠，取得極大的勝利。其他國家（包括中國在內）也曾大力推行造林工作，但多數處在乾旱的條件下，效果也遠不如韓國。土耳其曾在非政府機構的帶領下，推行過一次雄心勃勃的民眾森林再造運動，主要靠志工者

提供的勞務。肯亞也這樣做過。這個國家的婦女在諾貝爾和平獎得主旺嘉莉·馬塔伊（Wangari Maathai）女士的帶領下，種植了3,000萬株樹木。⁵⁸

鑒於森林面積在北半球各個工業化國家都在擴大，因此在估算重新造林所需

花費時，開發中國家的情況就變成關鍵。滿足這些國家的民眾日益增長的柴薪需求，大概得在目前的基礎上再添5,500萬公頃的森林面積。要保住表土和恢復土壤中的水分，則應再增加1億公頃，兩者相加為1.5億公頃。此外，為提供木材、紙張和其他山林產品，我們又追加了3,000萬公頃。⁵⁹

在所需種植的林木數字中，只有很小一部分是來自人工林場的貢獻，多數要種在鄉村四周、耕地外緣、道路兩側、偏遠地帶和荒山野地。參與種植的，主要應當是當地居民，支薪和無償的都有，基本上應是農閒季節的勞力。在中國，農民在原有耕地上改栽林木，國家應在樹木成材前的頭五年，從糧食儲備中調撥一定的糧食作為補償。⁶⁰

植樹造林是吃力但未必討好的工作。原因之一 是失去林木的土地多已處於嚴重侵蝕狀態，而且十分貧瘠。即令投下最周到的照顧，如果客觀條件太差，也難以保證高存活率。

根據世界銀行的資料，樹苗的價格以每千株40美元計，幼樹的栽種密度以每公頃2,000株計，每公頃土地需要的樹苗就是80美元。植樹造林的人工成本固然較高，但考慮到植樹者多是當地動員的志工，我們將總成本：樹苗加人工訂為每公頃400美元。今後十年的植樹目標為1.5億公頃，相當於每年1,500萬公頃，乘以每公頃造價400美元，年投資應為60億美元。⁶¹

減少土壤所受的侵蝕，使其等於或者低於新土壤形成率，以保護地球表土層。這需要採取兩項重要措施。其一：不再耕種條件未達永續標準、易受侵蝕的土地。統計顯示，土壤侵蝕總量中約有半數發生在十分之一的耕地上。就美國而言，需要休耕的土地有1,400萬公頃。維持這些土地不用於農作，需要投入的資金在每公頃125美元左右。因此，政府與農場主簽訂10年合約，請他們在土地上種樹植草，每年需支付近20億美元。⁶²

其二：在其餘也遭到過度侵蝕（這就是說，侵蝕率大於新土壤的自然形成率）的土地上採取水土保持措施。具體方法包括鼓勵農民採用保護性耕作：修築梯田、等高條植法、最少量耕作法和免耕法等。後兩種方法正日漸普及。在美國推行這些措施，每年花費約為10億美元。⁶³

若將上述結果擴大到全球，我們先假設地球的全部耕地中有10%易受侵蝕，

應改種草木，以免這些土地的表土全部流失而淪為不毛之地。美國和中國生產全球三分之二的穀物，是主要產糧大國，兩國政府都計畫使國內十分之一的田地休耕。歐洲的比例可能低於10%，但非洲和南美安地斯山脈諸國的比例卻一定高出許多。平均來看，把易受侵蝕需要休耕造林的比例訂為10%，應是合理的估計。美國的耕地佔世界八分之一，如果支出20億美元進行這項工作，全世界每年就要花費160億美元。⁶⁴

如果同意世界各地的土壤侵蝕都採取跟美國一樣的方式來控制，那麼，把美國的花費乘以8即可。因此，80億便是全球花費。以上兩項支出：160億用於休耕，80億用於保護性耕作，加起來是全球每年240億美元。⁶⁵

有關草原保護和修復的花費數據，我們的資料是取自聯合國防治荒漠化行動計畫。本計畫主要實施對象是全世界的乾旱區，包括近90%的草原，估計20年間共支出1,830億美元，即每年90億。恢復草原的途徑包括改進草原管理、減少造成過度放牧的財政鼓勵，禁牧期間播草植草，以及保證適宜的休整期。⁶⁶

草原的保護和修復花費不貲。不過，這些努力所用的每一分錢，都將因草原生態系統生產力的提高而得到兩倍半收入的回饋。從社會面，而非經濟面看問題，廣大的畜牧人口住在嚴重退化的草原上，若不主動保護使其恢復原狀，結果不但是地力的喪失，最終還將導致千百萬人紛紛移向都市或成為國際難民。⁶⁷

要振興海洋漁場，首要任務是將30%左右的洋面納入保護，建立涵括全球的海洋保護區。我們在估計預算時，沿用本章前面提到的英國科學家團隊所採用，頗為具體的計算結果。他們的數字是每年130億美元上下。⁶⁸

保護野生世界的預算比較高。根據世界公園大會估計，管理和保護現有的保育公園，每年約需投入250億美元。此外尚有一些需要設立的新園區，雖然當地生態具備豐富的生物多樣性，但尚未得到「熱點」的認可，這表示每年需要額外的60億美元來推動，總計310億美元。⁶⁹

最後一項行動，就是穩定地下水位。在這方面我們算不出結果，只能加以猜測。想要穩定地下水位，關鍵在於提高水的生產力。對此，我們是有經驗的。半個世紀前，全世界的人們都投入系統性的土地生產力提高運動。在提高水的生產力方面，我們需要找到跟提高土地生產力相當的用水模式，灌溉技術要做到水的

有效利用，同時也要教導農民使用。此外，在經濟上也需鼓勵農民接受新的灌溉技術。

需要用到新灌溉技術的土地，遠少於需要提高生產力的土地。這是事實。全世界的耕地只有五分之一需要水來灌溉。目前有兩種向人民推廣的管道：一是透過農技推廣站，這是專為農民而設的教育、訓練、宣導機制，新型灌溉技術的推廣是任務之一；二是透過各種專業組織來進行，不少國家已經成立相關機構，專責處理與水相關的事務。⁷⁰

要想有效監督地下水的的使用情形，應該掌握地下水的抽取量和地下含水層的補給率。雖然多數國家根本無法提供此類的資料，但可以在灌溉用的水泵上安裝水錶，記錄抽取量，約旦和墨西哥已經開始這樣做了。⁷¹

推行提高生產力所需的資金來源，可從補貼灌溉的支出項目移轉過來。這些補貼有時是直接發放給用電戶，印度即為一例；有的是以低於成本的價格提供灌溉用水，這是美國採取的策略。考慮到全球地下水位的穩定可能需要研發新技術，或是以經濟手段鼓勵農民採用更節水的方法與技術，我們姑且設定年花費為100億美元。⁷²

還給地球本來面貌的努力，全部加起來需要每年花930億美元。許多人可能會問：人類有能力支付這筆費用嗎？其實，該問的問題是：人類有不支付這筆錢的可能嗎？

第九章 養活七十億人

2005年4月，聯合國世界糧食計畫署和中國政府聯合宣佈，在2005年底結束對中國的穀物援助。對這個在一代之前，幾億人口還在長期挨餓的國家來說，這個成就代表著一項里程碑。中國在消除飢餓的成就，應歸功於1978年開始的經濟改革，隨著經濟高達7倍的增加而實現的整體脫貧，以及1977年到1986年之間提高50%的穀物收成。¹

儘管飢餓正從中國消失，但它仍在非洲南撒哈拉地區和印度次大陸的部分地區蔓延，挨餓人數從2000年的8.2億歷史低點，上升到2002年的8.52億。²

1950年以來，全球穀物產量增加兩倍的關鍵因素之一，是開發中國家迅速引進日本培育的高產小麥和水稻，以及美國開發的雜交玉米。這些高產作物的推廣，加上灌溉面積擴大兩倍，和化學肥料用量增加八倍，使得全世界的穀物產量成長兩倍。由於全球大部分的灌溉面積擴大和使用化學肥料，大幅消除了土壤濕度和養分含量對農產的限制。³

然而，目前世界上的農民正面臨農產品需求的急劇提高，原因是世界人口每年估計會增加約7,000萬，有50億人口希望消費更多畜產品，再加上數百萬計的有車族面對供應日趨緊張的汽油和柴油，開始轉向農作物轉化的燃料。在供應方面，農民面臨著逐漸萎縮的灌溉用水供應，不斷上升的氣溫，耕地改為非農業用途，燃料成本節節上升和日漸枯竭的增產技術。對於那些樂於接受挑戰的人來說，現在是轉行務農或者農學家的好時機。⁴

對土地生產力的再思考

新型農業科技已達瓶頸，提昇耕地生產力的腳步也跟著放慢，這個趨勢舉世界皆然。1950年到1990年之間，全球每公頃耕地的穀物產量每年上升2.1%。在

1990年到2000年間，每年僅上升1.2%。部分原因是農產量不會因為再增加化學肥料施用量而有等倍產出，另外是灌溉用水供應有限。未來10年，土地生產力的提高速度可能會進一步降低。⁵

這迫使我們重新思考如何提高耕地生產力的問題。在土壤濕度條件容許的情況下，有個簡單的方法就是增加一年多獲的耕地面積。在北美和西歐，為了控制穀物收穫量，過去曾限制每年穀物播種面積，所以還有些耕地仍有一年兩獲的潛力。事實上，全球穀物產量自1950以來增加兩倍的部分原因，要歸功於亞洲一年多獲耕地面積的顯著增加。中國北方的小麥—玉米組合，印度北方的小麥—水稻組合，中國南方、印度南方和幾乎所有種植水稻的東南亞國家的水稻一年兩獲或三獲，都是常見的一年多獲耕作方式。⁶

中國華北平原冬麥和玉米的一年兩獲，使中國穀物產量自20年前開始，達到美國的水準。華北平原冬麥年產量接近每公頃4噸，玉米年產量公頃平均為5噸。這兩種作物輪作可使每公頃的年產量達到9噸。中國一年兩獲水稻的年產量為每公頃8噸。⁷

40年以前，印度北方只生產小麥。但是隨著早熟高產小麥和水稻品種的改良，小麥收穫後，仍趕得上播種水稻的時令。這種小麥—水稻組合目前已被整個旁遮普邦、哈亞納邦以及部分普拉德什邦地區廣泛使用，小麥單產為3噸，水稻為2噸，合計每公頃年產量為5噸，對養活印度的11億人口有很大幫助。⁸

可以一年多獲的耕地面積，會受到灌溉用水供應的限制，某些地區還受到勞力缺乏，無法及時播種或收割的限制。因為工業化而導致的廉價勞動力流失，會造成一年多獲乃至播種面積大幅度下降。例如日本的耕地產收面積曾在1960年達到近500萬公頃的高峰，主要原因是該國勤勞的農民一年種兩種農作物。到了2005年，日本的耕地播種面積已下降至200萬公頃，部分原因是耕地轉化為非農業用地，但主要是工業部門不斷上漲的薪資，吸納農業部門的勞動力，從而導致幾十年內一年兩獲面積逐年下降。對小塊農田精耕細作所需要的廉價勞動力已經消失。即使政府開出相當於國際市場價格4倍的稻穀支持價，也無法為農業部門挽留足夠的勞動力來從事一年多獲的精耕。⁹

韓國也一樣，穀物產收面積自1965年的高峰以來已萎縮一半，主要原因是一年多獲面積的下降。台灣的穀物播種面積自1975年以來下降近三分之二。隨著中

國和印度工業化進程的加快，二國的富裕地區可能也會經歷一年多獲面積的類似下降。中國的國民所得自1980年起增加兩倍，這個發展進程似乎正在導致穀物產量的下降。¹⁰

在美國，1996年對耕地播種面積限制的取消，為一年多獲耕作開闢新的機會。美國一年多獲最常見的組合是冬麥和夏季播種的大豆。美國6%的大豆產自同時生產冬麥的耕地。由於大豆的固氮作用，和小麥的輪作可減少農場主對化學肥料的需求。¹¹

美國培育早熟品種和開發有利於一年多獲耕作技術的雙向努力，創造了農產量大幅提高的條件。如果中國的農民廣泛地輪作玉米和小麥，在緯度和氣候條件相似的美國農場，也可以採用類似的耕作方式，但前提是美國的農業研究和農業政策須重新調整以支持這項轉變。

鑒於冬季氣溫和並有高產的冬麥品種，西歐可能也可以採用一年兩獲的耕作方式，增加一期夏季作物，如玉米之類的穀物或製油作物。巴西和阿根廷有很長的無霜期，耕地條件有利於一年多獲，通常是小麥或玉米與大豆組合。那裡的化學肥料供應狀況，也利於一年多獲。¹²

包括美國、西歐和日本等許多國家，化學肥料使用量已經很高，進一步增加使用量對產量不會有太大的幫助。但在其它地方，例如非洲的大部分地區，增加化學肥料的使用量將有助於提高農作物產量。不幸的是，南撒哈拉地區的非洲國家缺乏將化學肥料運送到各個村莊的基礎建設。由於土壤養分的枯竭，當地的穀物產量正在下降。¹³

非洲國家還是有令人鼓舞的改變，就是同時種植穀物和豆科植物。豆科植物生長緩慢，不會妨礙穀物的成熟和收割。在穀物收割之後，豆科植物會很快地長到幾英尺高，落葉提供氮和有機物—兩種都是非洲土壤極度需要的物質。豆科植物的枝幹可以收集起來用作燃料。這項簡單、適合當地的技術，是由設在奈洛比的國際農林研究中心（International Centre for Research in Agroforestry）所開發的，使土壤肥力增加，當地農民在幾年內便將穀物產量提高一倍。¹⁴

儘管有一些地方性的進展，穀物增產整體下滑的趨勢仍是事實。這迫使我們既要思考限制需求繼續增加，也要考慮如何更有效地使用現有耕地。從需求的角

度來看，要在全球範圍內達到合理的食物與人口間的平衡，取決於現在儘快穩定人口，減少工業化國家對畜產品不健康的高消費，以及限制將食用作物轉化為汽車燃料。但是我們也必須更廣泛地思考土地生產力的問題，不僅僅是考慮如何提高單季作物的產量，而是考慮如何推廣一年多獲的耕作方式，以及如何從現有的收成中得到更多的收益。

提高水的生產力

既然每生產1噸穀物需耗水1,000噸，目前農業灌溉佔去全世界用水量70%也就不令人意外。所以，提高灌溉效率對提高整體生產力非常重要。使用更多節水灌溉技術和改種節水作物品種，即使供水受限，仍能擴大耕地面積。鼓勵浪費的水費補貼和能源補貼應該取消，讓水費上漲到市場水平。高水價會鼓勵所有用水戶更有效使用水資源。在制度面上，許多國家成立鄉村消費者協會，讓用水戶直接參與水管理，結果都提高了水的生產力。¹⁵

20世紀下半葉全世界致力於耕地生產力加倍，現在我們也要展開相同的努力，目標則是提高水生產力。土地生產力的衡量，通常是看每公頃生產穀物噸數或每英畝生產穀物的蒲式耳數。灌溉用水生產力的可比較性指標，是每消耗一噸水生產的穀物公斤數。目前全球的平均水準，是每一噸水生產一公斤穀物。¹⁶

國際上已經收集到一些地表水工程，即水壩藉由灌溉渠將水輸給農民的灌溉效率數據。農作物對灌溉用水的利用從未達到100%，因為一些灌溉用水在地表蒸發，有些滲透到地下，還有一些會流失掉。¹⁷

水政策分析家桑德拉·波斯特爾（Sandra Postel）和艾米·維克斯（Amy Vickers）發現「印度、墨西哥、巴基斯坦、菲律賓和泰國的地表水灌溉效率在25%到40%之間，馬來西亞和摩洛哥在40%至60%之間，以色列、日本和台灣在50%至60%之間」。灌溉用水效率不僅受到灌溉系統的類型和條件的影響，而且受到土壤類型、溫度和濕度的影響。在高溫的乾旱地區，灌溉用水的蒸發率遠高於溫度較低的濕潤地區。¹⁸

在2004年5月的一次討論當中，中國水利部長汪恕誠向我詳細地介紹提高灌溉用水效率的規畫，中國計畫在2010年前將灌溉效率從2000年的43%提高到51%，

並在2030年時達到55%。他描述的具體步驟包括提高水價、獎勵採用節水灌溉技術、健全管理的地方機構。他認為實現這些目標將可確保中國未來的穀物產量穩定。¹⁹

提高灌溉用水效率，通常意味著從低效率的漫淹式和畦溝式灌溉系統，改為噴灑式或滴漏式灌溉，這是灌溉效率的黃金標準。從漫淹或畦溝灌溉改為低壓噴灑式灌溉，可將用水量減少約30%，而改為滴漏式灌溉系統通常可將用水量減少一半。²⁰

滴漏灌溉系統是畦溝灌溉的替代選項之一，也能提高穀物產量，因為它能穩定地供水，而且蒸發損失量可達最小。滴灌系統是勞動密集也是節水型的灌溉方式，尤其適合技術落後和水資源短缺的國家，可使農民透過勞力來提高水生產品，勞力在農村常是不虞匱乏的。²¹

大力推行滴漏式灌溉的國家是塞浦路斯、以色列和約旦，這都是小國。而在三大農產國中，這種最有效的灌溉技術佔印度和中國的灌溉農地比例不到1%，美國大約4%。²²

近年來人們已開發出可用於小型菜園灌溉的微型滴漏灌溉系統，可用於100株左右的作物上（面積為25平方公尺）。它實際上是一個裝上分水塑膠管的水桶。比較大的可以灌溉125平方公尺的菜園。儲水桶放在稍高於作物的位置上，依靠重力自流供水。目前，規模更大，移動式的塑膠管滴漏灌溉系統也開始流行。這些簡易的灌溉系統一年內即可收回成本。這些系統不但減少耗水，同時又提高農作物產量，使擁有小塊地的農民收入大幅提高。²³

桑德拉·波斯特爾相信，這些規模各異的滴漏灌溉技術組合起來，可灌溉印度1,000萬公頃的耕地，約佔印度耕地總面積的十分之一，同時達到獲利的目標。她認為中國也有類似的潛力，目前中國正在擴大使用滴漏式灌溉系統，以節約匱乏的水資源。²⁴

改變體制——特別是將管理灌溉系統的責任從政府部門轉移到地方組織——能夠促進用水效率。許多國家的農民正在地方上組織起來，承擔這項責任。因為管好水資源會給當地帶來經濟利益，而且常比位於遠處的政府部門做得更好。²⁵

墨西哥是這場運動的領袖國家。在2002年時，農民協會已經管理起墨西哥80

%的公有灌溉耕地。這項轉變對政府的好處之一，是維護灌溉系統的費用由當地農民承擔，減輕政府的財政壓力。這也意味著用水戶組織需要徵收更多的灌溉水費。即便如此，供水自行管理給農民帶來的增產效益，遠超過這筆額外的用水費用。²⁶

在突尼西亞，用水戶組織既管理灌溉用水，也管理民生用水。用水戶組織的數量從1987年的340個上升到1999年的2,575個。許多其他國家現在也有類似的水資源管理機構。最初成立這些機構是為了管理大型的公有灌溉系統，但最近也成立一些管理當地地下灌溉用水的組織。它們承擔了穩定地下水位的責任，旨在避免地下水虧耗和隨之而來對當地經濟的破壞。²⁷

水生產力之所以低落，通常是水價過低造成的。在大多數國家，水價低到不合理的程度，這只能在水資源豐富的時代才可以接受。鑒於水資源日益匱乏，合理的定價有其必要。中國北方的省份正以漸進的方式提高水價以鼓勵節水。高水價將影響所有的用戶，同時也會鼓勵對節水灌溉技術、節水工業生產流程和節水家用電器的投資。²⁸

人們需要新思維，一種有關用水的不同思考方式。轉種節水作物就是提高水生產力的方式之一。水稻種植由於極度耗水，所以北京周邊稻作正逐步停止。類似的例子是埃及限制水稻生產，支持種植小麥。²⁹

任何提高灌溉農產的措施，也能提高灌溉用水的生產力。無獨有偶，任何可提高穀物轉化為動物蛋白質效率的措施，實際上也都提高水的生產力。

對於不健康地過量消費畜產品的人來說，向食物鏈的低端移動，代表更健康的飲食和醫療費用支出降低，同時也減少水的使用。在美國，每人每年平均消耗800公斤的穀物，包括食品和飼料。適度減少肉、奶和蛋的消費，可以輕易將平均穀物的消耗減少100公斤。若美國目前的3億人口開始做，可以將穀物消耗量減少3,000萬噸，灌溉用水減少300億噸。³⁰

在將用水降低到地下蓄水層和地表河流可承受的水準，不僅是農業部門，也是整個經濟體系必須廣泛採取的措施。除了節水灌溉和節水農作之外，省水的工業生產流程和家用電器也非常可行。另一項較新的步驟，是從過時的燃煤發電（需要大量的冷卻水）轉為使用風力發電。單從氣候已遭破壞的現況來看，顯見

風力的應用是遠遠落後應有的水準。而對水資源嚴重短缺的國家來說，城市供水的循環再利用，是一個清楚可行的方向。

提高蛋白質生產效能

第二種提高土地和水生產力的方式，是提高動物蛋白質的生產效率。鑑於全球穀物量有38%（約7.3億噸）是用來生產動物蛋白質，這可藉由有效利用穀物來達成。³¹

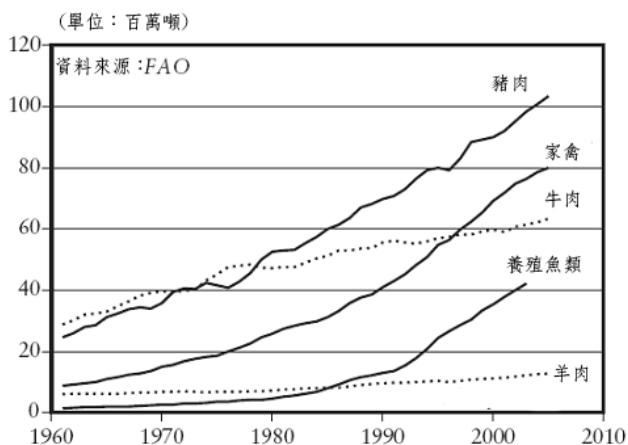
全球肉類消費從1950年的4,700萬噸上升至2005年的2.6億噸，每人平均消費提高了一倍之多，從17公斤增加到40公斤。奶蛋消費也有上升。在每個收入增加的社會中，肉類的消費都是增加的，這也許反映400萬年來人類狩獵和採集過程中形成的口味。³²

由於海洋魚類的捕撈和牧場牛肉的產量都已達到高峰，世界已經轉向用穀物來提高動物性蛋白質的產量。隨著對動物性蛋白質需求的攀升，人們正在想辦法用有效地將穀物轉化為蛋白質，成本也較低的產品。對健康的考慮也促使人們從消費牛肉和豬肉轉為家禽和魚蝦。

不同動物之間將穀物轉化為蛋白質的效率差異很大。在圈養的情況下，牛大約需要消耗7公斤穀物才能增加1公斤體重。這個比率對豬來說大約是4比1，對家禽來說剛剛超過2比1，對人工餵養的草食魚類（如鯉魚、尼羅河魚和鮭魚）來說則低於2比1。當市場轉向生產轉化效率更高的產品時，就會提高耕地和水的生產力。³³

全球的牛肉大多數來自牧場，從1990到2005年間年增加率不到1%。圍欄畜牛頭數的增加更是微不足道。豬肉生產每年增加2.5%。家禽生產年增率接近5%，發展速度很快，1990年為4,100萬噸，2005年達到8,000萬噸，並在1995年超過牛肉，成為僅次於豬肉的第二大動物性蛋白食品（見圖9-1）。世界豬肉的產量（一半是在中國）於1979年超過了牛肉的產量，並且自那時起，其領先的距離不斷擴大。由於受到牧場面積和低穀物轉化率的限制，世界牛肉的產量儘管一直繼續上升，但是速度很慢。事實上，在未來10年內，增加迅速且穀物轉化率高的淡水和海水養殖業的產量可能會超過牛肉的產量。³⁴

圖9-1 1961-2005年世界肉品種類統計



生產動物性蛋白質的激烈競賽中，最大的贏家是水產養殖業，主要是因為草食性魚類能夠有效率地將飼料轉為動物性蛋白質。水產養殖業的產量從1990年的1,300萬噸上升到2003年的4,200萬噸，每年上升幅度超過10%。中國在這方面居領先地位，產量佔全球總產量的比例達三分之二，十分驚人。

中國的水產養殖以鱈類魚（大多數是鯉魚）和貝類（主要是牡蠣、蛤類和蚌類）為主，前者產自內陸的淡水魚塘、湖泊、水庫和稻田，後者主要產自沿海地區。³⁵

中國的水產養殖業經常和農業結合，農民會善用豬糞和鴨糞等農業廢料來給魚塘施肥，促進浮游生物的生長做為魚類食物。多種魚類混養可使魚塘產量比養殖單一品種時提高至少一半，這種混養方式在中國和印度相當普遍。³⁶

由於修建魚塘所需的土地和水日益缺乏，中國的魚類養殖業者就想辦法提高穀物濃縮餌料（包括豆粕在內）的投放量來提高魚塘生產力。這種技術使中國每公頃魚塘的年產量從1990年的2.4噸提高到1996年的4.1噸。³⁷

美國主要的水產養殖以鮭魚為主，餌料不到2公斤就能轉化為1公斤的鮭魚。美國每年出產6億磅鮭魚（折合約每人2磅），產地主要集中在密西西比、路易斯安那、阿拉巴馬和阿肯色州4個州。密西西比佔全美產量的60%，被稱為世界鮭魚之都。³⁸

大家已經開始注意那些對環境效率不高或起破壞作用的水產養殖作業，例如鮭魚（一種肉食性魚類）和蝦的養殖，年產量為360萬噸，不到全球水產養殖業總產量的9%，但是增加速度很快。鮭魚養殖的效率很低，因為它以其他魚類為食，

餌料通常來自魚類加工廠的廢料或專門為養殖生產而捕撈的低價值魚類。開闢蝦類養殖場常會破壞沿海的紅樹林帶。³⁹

世界水產養殖業的主要品種是草食性魚類，而以中國和印度養殖的鯉科魚為主，也包括美國的鮭魚和幾個其他國家的尼羅河紅魚，另外還有貝類。水產養殖業擁有生產動物性蛋白質的最大潛力。⁴⁰

當我們想到食譜中常見的大豆時，最先在腦海裡浮現的是豆腐、素漢堡和其他肉類替代品。事實上，現今世上產量增加迅速的大豆，大多數是以我們食用的牛肉、豬肉、家禽、牛奶、雞蛋和養殖魚類等形式被間接消耗的。儘管大豆並不出現在我們的餐桌上，但是將大豆添加在飼料中，已大幅度提高穀物轉為動物蛋白質的效率，使世界飼料工業出現一場革命。⁴¹

全世界的農民在2005年生產2.2億噸大豆，相當於每9噸穀物生產1噸大豆。其中約1,500萬噸以豆腐或肉類替代品的形式被直接消費，另外2.05億噸中，除了一些留做種子外，經過碾榨後製成3,300萬噸大豆油，以及被分離出的高營養價值、高蛋白豆粕。到2006年，3,300萬噸大豆油中約200萬噸（約佔7%）被送往加油站充當生質柴油。⁴²

大豆被榨油後剩下的1.44億噸豆粕，被用來充當牛、豬、雞和魚的飼料，增加飼料中高品質蛋白養分。將豆粕與穀物按大約1：4的比例拌和的飼料，可大幅度提高牲畜將穀物轉為動物性蛋白的效率，有時提高幅度接近兩倍。⁴³

世界三大肉品生產國：中國、美國和巴西，目前高度依賴豆粕作為飼料的蛋白質添加品。美國長期使用豆粕改善牲畜和家禽飼料，飼料中的豆粕比例已從1964年的8%上升到近年來的18%。⁴⁴

巴西在1980年代末期也開始效法，豆粕現在約佔飼料成分21%。中國稍晚了幾年，但人們也已瞭解到豆粕大幅度提高飼料轉化效率的好處。在1994年到2002年之間，飼料中豆粕的含量從2%上升到20%。魚對蛋白飼料的需求特別高，中國在2003年投放摻和穀物的1,600萬噸魚飼料中，就含有500萬噸豆粕。⁴⁵

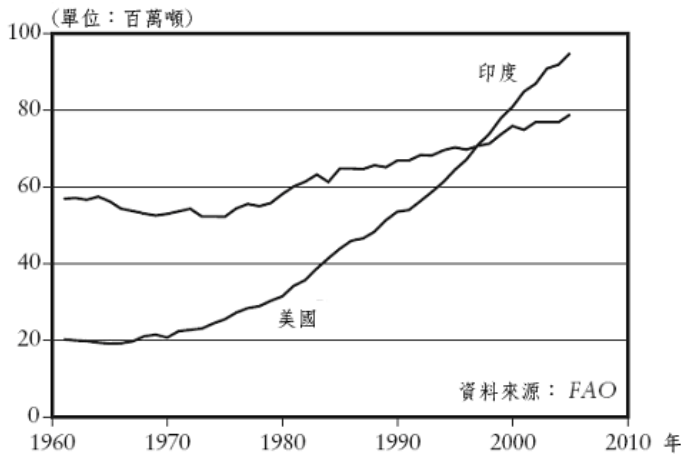
豆粕需求日漸增長，取代飼料中的部分穀物，又提高穀物轉成畜產品的效率。這可解釋為什麼過去20年內，儘管全世界魚肉蛋奶的產量不斷攀升，但用作飼料的穀物總量並沒有增加。這也解釋為什麼全球大豆產量從1950年的1,600萬噸

躍升為2005年的2.2億噸，增加達12倍。儘管主要食品生產國已經成功地利用豆粕提高飼料的能量轉化率，但還有許多開發中國家沒有完全實現這個潛力。⁴⁶

蛋白質生產新體系

餵養牲畜、家禽和水產所需的飼料，使地球的土地和水資源需求壓力與日俱增，一些前景無限的動物性蛋白質生產模式開始出現變革，其中之一是印度乳製品。印度牛奶的產量自1970年以來增加了3倍多，從2,100萬噸躍升至9,500萬噸，並在1998年超過美國，成為世界最大的牛奶和其他乳製品生產國。（見圖9-2）⁴⁷

圖9-2 1961-2005年間印度和美國牛奶產量



這種爆炸性增加始於1965年，當時一名富有創業精神的印度年輕人瓦吉斯·庫里安博士（Vergheese Kurien），組織「印度乳業開發會」（National Dairy Development Board），為全印度乳品合作社的全國聯合會，成立宗旨和運作，就是將小規模牛奶生產者（每人平均擁有的乳牛數為2-3頭）

的產乳製品導入市場。這個組織為日益擴大的市場和數百萬只能少量生產的農家之間，建立了暢通的管道。⁴⁸

乳品市場在刺激下成長，使得奶製品產量增加了3倍之多。在印度這個因蛋白質食品短缺，許多兒童發育受影響的國度中，每人每天牛奶供應從30年前不到半杯，提高到如今的一杯多，是一項重大的進展。⁴⁹

印度的獨特之處，在於幾乎依靠粗飼料，如麥秸、稻草、玉米稈以及路邊的青草，建立起世上最大的乳製品產業。印度目前每年牛奶產值已經超過稻米。⁵⁰

生產動物性蛋白質第二種新模式也跟反芻動物有關，而且已經在中國華北與華東四個省份：河北、山東、河南和安徽發展起來。那裡普遍採取冬麥和玉米一年兩獲的耕種方式。冬麥在初夏成熟後，就迅速收割準備播種玉米。儘管麥秸和玉米稈常被用作燒飯的燃料，但村民們目前已經開始改用其他替代燃料，把節省下來的麥秸和玉米稈拿來餵牛。秸稈飼料中添加少量的氮（尿素），有益於複雜的牛胃消化系統中的微生物生存，有效地將秸稈轉化為動物性蛋白質。⁵¹

中國這四個被稱為「牛肉帶*」的穀物生產省份，利用作物的殘餘部分：麥秸、稻草和玉米稈，生產了比西北部廣大畜牧省份還多的牛肉。利用作物殘餘，印度生產了牛奶，中國生產了牛肉，農民從穀類作物中得到二次收益，既提高土地生產力，又提高了勞動生產力。⁵²

中國多年來發展出一套效率極高的魚類混養模式，就是同時飼養位於食物鏈不同環節的四種鯉科魚類，等於模仿自然的水生生態系統。鱧魚和庸魚是起過濾作用的取食者，分別以浮游植物和浮游動物為食。草魚正如其名，主要以水生植物為食。普通的鯉魚生活在水體底層，以底泥為食物。這四種魚形成一個小型生態系統，每種魚都佔有特定的空間。這套多品種飼養體系，以驚人的效率將飼料轉為高品質動物性蛋白，在2002年為中國生產1,300萬噸鯉科魚。⁵³

雖然中國的家禽生產和其他開發中國家一樣增加迅速，但是和蓬勃發展的養殖漁業相比，還是略遜一籌。目前中國養殖漁業達2,900萬噸，高於家禽產量的一倍，是世界上第一個養殖漁業超過家禽養殖的主要國家。這套體系在經濟上和環境上的巨大魅力，在於能有效率地生產動物性蛋白質。⁵⁴

雖然這三種動物性蛋白質的生產新模式是在印度和中國（兩國的人口密度都很高）發展起來，其他國家當然也可以仿效。因為隨著人口壓力的加大，對肉品和奶品的需求正在增加，各地的農民們都在尋找將植物轉化成動物性蛋白質的新方式。

*這是對應被稱為「玉米帶」（參看第四章）的美國中西部盛產玉米的六個連接而成的長條地區而形成的稱法。——譯者

世界急需更多生產動物性蛋白質的新技術。半個世紀以前，世界人口只有25億時，幾乎每個人都希望能移向食物鏈的上層。現在的人口已經加倍，肉類消耗的增加速度是人口增加速度的兩倍，雞蛋消費的增加速度幾乎是人口的三倍，對捕撈魚和養殖魚的需求增加，也超過人口增加的速度。在全球需求量增加的情形下，人類更有效地生產更多動物性蛋白質的才智，正面臨一大考驗。⁵⁵

儘管世界多年來，已經累積填飽年增7,000萬張嘴的經驗，但是50億人同時希望向食物鏈上層移動的局面，卻是前所未見。為了更深入理解這種移動的內涵，我們不妨思考中國自1978年開始經濟改革以來發生的情況。作為世界上經濟成長最快的國家，中國實際上把歷史濃縮，反映出當收入快速增加時，食物結構的變化情形。⁵⁶

離現在不遠的1978年，中國的肉類消費很低，主要是少量的豬肉。從那時以來，豬肉、牛肉、家禽和羊肉的消費量已經增加數倍，中國的肉類消費總量超過美國。其他國家在收入提高時，消費者也會需要更多的動物性蛋白質。考慮到全球土地和水資源需求不斷擴張的影響，以及人口增加帶來的可預期需求，我們更能體會地球未來即將承受的壓力。如果未來世界穀物的供應緊張，需要生質燃料的人，生活在食物鏈上層，和生活在經濟結構底層的人之間，對穀物的競爭將更為尖銳，可能會成為社會內部和不同社會之間緊張的根源。⁵⁷

向食物鏈下層移動

我在各地演講時，最常被問到的問題是「地球能養活多少人？」我會用另外一個問題來回答：「在何種食物消費水準之下？」以美國每人每年消耗800公斤食物和飼料的水準來看，全球每年20億噸的穀物產量能夠養活25億人；以義大利每人每年近400公斤的消費水準下，現有的世界穀物產量可以養活50億人；換成普通印度人每年不到200公斤的穀物消費標準，地球可以養活100億人。⁵⁸

在每個收入提高的社會，人們都會往食物鏈上層移動，攝取更多動物性蛋白質，如牛肉、豬肉、家禽、牛奶、雞蛋和水產品等。動物性蛋白質的構成雖因地理位置和文化的不同而有所差異，但是隨著購買力提高而轉向動物性蛋白質的趨勢是普遍的。

隨著畜產品、家禽和養殖魚消費量的提高，每人消費穀物的數量也會提高。在美國每人年消費800公斤穀物中，約有100公斤是以麵包、麵條和早餐穀物的形式直接食用的。但最大宗還是以餵養牲畜、家禽和養殖魚類等間接方式來消費。印度恰恰相反，每人每年消費200公斤以下的穀物，幾乎全部穀物都是直接食用以滿足基本的能量需求，幾乎沒有剩下多少可轉化為畜產品。⁵⁹

上述提到的三個國家中，儘管美國人平均醫療開支最高，但平均壽命最長的是義大利人。那些生活在食物鏈最底層和最高層的人，都沒有那些生活在中間位置的人壽命來得長。地中海人的飲食中也有肉類、奶酪和海產品，但是數量適中。從營養角度考慮，這是最健康的飲食方式。⁶⁰

這意味著生活在食物鏈上層的人，如一般美國人和加拿大人，能夠在減少穀物消費的同時改善身體健康。對於生活在像印度這樣低收入國家的人，食物結構以稻米之類的澱粉植物為主，有時達總攝取量的60%甚至更高，如果多吃一些動物性食品，可改善印度人健康並延長壽命。⁶¹

除了讓富裕階層透過減少畜產品消費的方式往食物鏈底層移動外，世界目前正在努力讓穀物轉成效率更高的動物蛋白質。兩項努力加總起來，在過去20年已經使飼料用糧佔穀物總產量的比例保持在38%左右的水準。⁶²

人們普遍認為，從動物蛋白質轉向高品質的植物蛋白質，例如豆類或大豆製成的豆腐，可增加土地利用效率，但實際上不然。舉例來說，家禽只需要消耗略多於2公斤的穀物，就可增加1公斤的活體重量。愛荷華州1公頃的土地可以生產140蒲式耳的玉米，如果種植大豆，產量會降低得更多，只有35蒲式耳。比種植大豆直接食用（如豆腐）的做法，不如用玉米去餵雞或養殖鯰魚，可以產出更多優質的蛋白質。⁶³

生產大豆蛋白質需要大量的土地，主要原因是與生產澱粉相比，植物需要更多的光合能量來製造高品質的植物性蛋白質。但是由於家禽和鯰魚轉化穀物的效率很高，食用它們比大豆能更有效地利用土地和水資源。⁶⁴

一些國家向食物鏈下層移動的方式，是藉由穀物轉化效率更高的蛋白源，如水產養殖業。擁有大規模水產養殖業的中國，可能是世界上第一個養殖產量超過野生捕撈數量的國家。⁶⁵

隨著人口稠密的亞洲國家人民收入的提高，印度、泰國和越南等國的表現也不遑多讓。越南在2001年制定在湄公河三角洲開發70萬公頃水產養殖面積的規畫，目標是在2005年生產170萬噸魚蝦，現在看來越南即將超過這個目標。⁶⁶

多條戰線同時開打

傳統上，食物安全主要由農業部負責。在20世紀後半葉時，保證世界市場有充足的穀物供應相對來講是不是難事。每當世界穀物欠收、糧價上漲時，美國農業部就會下令依據穀物調節政策而閒置的耕地恢復耕作，增加產量和穩定物價。這個作法在1996年隨著美國取消年度耕地閒置政策而告結束。⁶⁷

世界各國的農業部承擔了擴大食物生產，滿足全球需求似無止境的責任。每年需要養活7,000萬新增人口；50億人希望移向食物鏈上層；加上現今首次出現對生質燃油的渴求等等，引發的需求快速增加，對各國的農業部都是前所未有的挑戰。然而各國農業部同時又要因應技術開發的停滯、灌溉用水的虧耗和危害農作物的熱浪。需求增加和供給限制是各國農業領導部門前所未有的考驗。

本章討論了一些提高土地和水生產力的新措施，採用這些和其他措施的確很重要。但在進入的新世紀之時，其他政府部門的政策也會對食物安全的未來產生很大的影響。

鑒於地球的資源即將達到，甚至已經超過極限，使社會大眾體認到人口增加的後果和家庭計畫的必要，已經是糧物安全必須考慮的內容。每對夫婦決定生一個、二個或三個子女，都會直接影響到世界糧食安全。

當今世界，能源部門是否維持使用石化燃料，繼續使大氣升溫，還是改用再生能源以穩定地氣溫的決策，對長期糧食安全帶來的影響，比農業部門所採取的任何決策都來得重大。

在世界的大部分地區的食物生產，水比土地更為嚴重的制約因素。水資源管理部門在提高水生產力的成功與否，將直接影響未來的食物安全與價格。

同樣的，在耕地日益缺乏的情勢下，交通部門是發展以小型汽車為中心的交通系統，還是發展更多元、使用包括輕軌、公車和自行車在內，佔用土地小的交通系統的決策，也將影響全球糧食安全。中國和印度這類土地資源相對匱乏的國

家，交通系統決策者的決定，同樣會直接影響世界食物安全。

更廣義地說，政府在鼓勵臨匱乏的農業資源轉為汽車燃料，究竟能推動多少，走的多遠，將直接影響到消除飢荒的成果。問題在於政府是否能有效處理汽車和人之間開始出現的農產品競爭。

在我們這個日趨擁擠的世界，對食物安全的責任已遠遠超出農業部的責任範圍，這需要政府跨部門共同努力，以充分實現地球永續的生產力。在改善糧食安全的同時，有很多成功經驗是可以引進學習的。擴大動物蛋白質供應的兩項重大突破：印度牛奶產量和中國養殖漁業大幅改進的經驗，就值得許多其他開發中國家仿效。

第十章 穩定氣候

前些時候，作者接到兒子布萊恩打來的電話，說他開車從德州西部一條州公路駛過時，看到一個很大的風力發電場。他告訴我說，一排排的風力發電機向地平線伸延，還有油井夾雜其間。風車在轉動，油井在採油，這種古老與現代齊飛，往昔共未來一色的景象，讓他印象深刻。作者便說道：「如果你30年後再回到這裡，就會看到風車仍然在轉動，而油井就未必會採油了。」布萊恩看到的景象，就是人類能源使用方式的過渡：從石化能源轉換為再生能源。

能源過渡的趨勢愈來愈明顯。當一些國家在1997年商議《京都議定書》的基本內容時，訂出各工業國家的碳排放量在2012年時，以1990年的排放量為標準降低5%的目標，有大刀闊斧之勢。然而以今天的目光衡量，這個標準被許多國家視為落伍的和極不恰當。許多國家的政府、地方當局、工商團體和環保組織，都提出形形色色的計畫，希望轉向再生能源及提高效能來減少碳排放，而且降低程度都大大低於《京都議定書》中協商達成的標準。有些個人和團體甚至提議將碳排放減少70%，亦即達到科學家認為使氣候穩定下來所需要的降低比例。¹

2005年7月，歐洲委員會提出一項新動議，計畫在2020年前將能源消耗量減少20%，並在2010年前使歐洲再生能源普及度達到12%。兩項措施合起來，可以將歐洲的碳排放降低約三分之一。該計畫列舉諸多提高能源效率的措施，如更換老舊的低效能電冰箱、改用高效率照明、安裝隔熱屋頂等。為了使再生能源達到目標，計畫中訂出風力發電能力至少要增加15,000兆瓦、燃料乙醇產量增加4倍，和生質柴油生產擴大2倍的內容。歐洲委員會這項在2020年前將能源消耗減少20%的提議，與「一切照舊」方案中能源消耗會增加10%的預估，形成強烈的對比。²

這項草案一旦通過（目前尚待2006年正式批准），在2020年前預計可節約600億歐元。該動議的內容，還包括刺激經濟成長、創造就業機會和透過降低能源消

耗成本，提高歐洲產品在世界市場上的競爭力等等。目前有25個成員國的歐盟，能源消耗僅次於美國，居世界第二位。³

日本政府在2005年也宣布將致力提高本國經濟活動中的能源效率。雖然日本的能源效率已經位居世界首位。日本政府敦促國民淘汰過時、能量效率低落的電器，並購置油電混合動力車。《紐約時報》將這運動比喻為「為節約能源和遏止全球暖化而全力以赴的愛國行動」。該報還提到各大製造廠無不迅速參與宣傳提高能源效率，以開拓最新節能產品的銷售。⁴

日本邁出第一步後，又進一步訂出各項提高能源效率的目標，比如將電視機的耗能降低17%、個人電腦降低30%、空調設備降低36%、冰箱大幅下降72%等。科學家目前正在研發一種以真空為絕緣層的冰箱，耗能是10年前上市冰箱用電量的八分之一。⁵

民間機構也不遑多讓。加拿大的鈴木大衛基金會（David Suzuki Foundation）和氣候行動網組織（Climate Action Network）共同發起一項行動計畫，爭取在2030年前實現碳排放減半，並認為只需採用能源效率高的投資手段，這個目標便可實現，而且還會帶來經濟效益。早在2003年4月，世界野生動物基金會發表一份經同行審核的分析報告，提出美國的電力產業應在2020年前將碳排放量減少60%。這個觀點的核心內容，是普遍採用能源效率更高的發電設備、推廣效率更好的家用電器、工業馬達和其他器具，還將部分的燃煤發電改為天然氣發電。如果這些方法都能夠實現，從現在到2020年，平均每年可少花200億美元。⁶

安大略省是加拿大人口最多的省份，該省的能源部計畫在2009年前淘汰5座大型燃煤發電廠。最先退役的是「湖景電場」（Lakeview Generating Station），已於2005年關閉；還有三座將在2007年底之前停止運作，最後一座也將在2009年初關廠。該省的三個主要政黨都一致支持以風力、天然氣取代燃煤並提高能源效率的提議。支持該提案的「安大略淨化空氣聯盟」（Ontario Clean Air Alliance）主席杰克·吉本斯（Jack Gibbons）表示，煤是「19世紀的燃料，在21世紀的安大略省沒有它的位置。」⁷

工商企業也加入這個行列。全球最大工業地毯生產商英特費斯公司（Interface）位於美國，該公司設在加拿大的子公司在九〇年代已將碳排放量減少三分之二，具體的作法，是逐項審查業務活動中，從耗電到貨運的所有環節。根

據公司創辦人暨董事長雷·安德森（Ray Anderson）表示：「英特費斯公司加拿大分公司已將碳排放量降至最高峰時的64%。由於客戶支持我們對環境負責的態度，公司的營業額並沒有縮減。」鈴木大衛基會訂下在2030年前將加拿大全國總碳排放量減少一半的計畫，也是受到英特費斯公司採行新策略後，利潤表現令人鼓舞的激勵而產生。⁸

穩定大氣中二氧化碳濃度的任務雖然艱鉅異常，但絕非難以達成。由於風力發電機在設計上大有進展，油電混合動力型汽車的長足進步，太陽能電池的生產改進，家用電器效率的提高，使人們掌握了基本技術，得以將化石燃料為基礎的經濟迅速轉換為再生能源經濟。在2015年前實現碳排放減半的目標是完全可以現實的。這個目標看似高遠，實則是受到氣候變化的威脅下的不得不然。

提高能源生產率

比較世界各國的能源利用，便能清楚看出提高能源生產率是大有可為的。部分歐洲人民的生活水準與美國基本相當，但每人平均能量消耗 還不到後者的一半。即便如此，即使是能源效率最高的國家，也還未達到充分利用的程度。⁹

當布希政府在2001年4月新發布的能源計畫中宣布，將在2020年前新建1,300座發電廠時，位於華盛頓的節能聯盟（Alliance to Save Energy）組織的比爾·普林德爾（Bill Prindle）便迅即表態，指出美國可以不興建這些電廠，將這筆資金節省下來，並開出減少電力需求的處方，大致說來有幾個途徑：提高家用電器的能源效率標準，可省下127座電廠；推行更嚴格的住宅空調效能標準，又可少建43座；提高企業空調的使用標準，再減少50座；借助稅收減免和建築能源消耗規章，推動新建築中更高的能源效率，又可少210座。他提供的具體做法不止這5點，還有很多其他內容，加起來不但相當於600座電站，還可省下大筆資金。雖然普林德爾的預估是在2001年提出的，但仍適用於現在。原因很簡單：美國這幾年來在提高能源使用效能方面，並沒有太多進展。¹⁰

誠然，在具體如何提高能源效率上，不同國家有不同的措施，但有些內容還是相同的。其中一些簡單而又高度有效，比如使用效率更佳的電器，儘量不用白熾燈泡，改買油電車滿制定效率更高、運載力更大的新型城市交通系統等。

1970年代油價的大幅飆升，導致家電效能一度出現可觀的提高。然而，1980年後油價下跌，又使人們對節能的關注逐漸消失。不過，近年來石油和天然氣價格的上揚，又正在喚起新的關注。好在這段時期技術的進步，已經帶來另一輪提高效能的浪潮。前面提到日本致力於大幅減少電能消耗的努力，便是其中一例子。如果各國政府能將最新技術導入耗能標準，勢必會使整個世界的碳排放量銳減。

將所有還在使用的白熾燈換為輕便型螢光燈，就是一項簡單的節能措施。這種螢光燈的耗電量只有前者的三分之一，使用壽命則高出9倍。美國用電有20%用於照明，大多數家庭仍廣泛使用白熾燈，如果都換成省電螢光燈，照明用電量就可輕而易舉減半。雖然這種燈具成本較高，但超長的使用壽命加上節能，每年達25%~40%的投資回報率，因此相當划算。如果全球在三年內都將白熾燈全換成省電螢光燈，節約的電能就相當於關掉上百座導致氣候紊亂的燃煤發電廠。¹¹

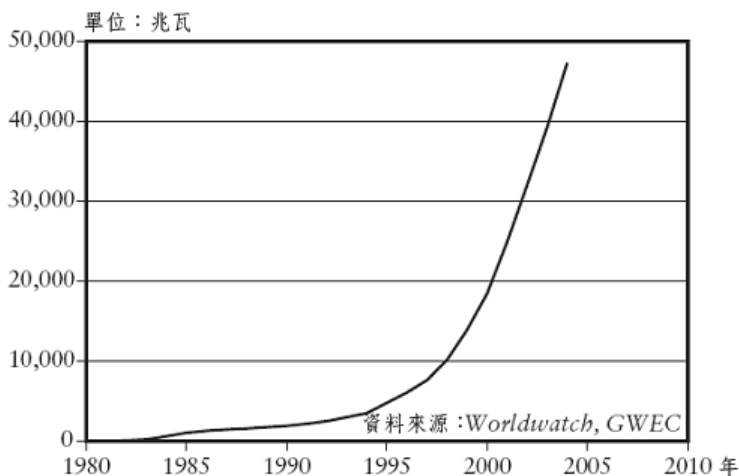
第二個會帶來明顯節能效果的領域是汽車。以美國為例，如果在今後10年內，將目前耗油的小汽車全換成油電汽車，燃油效率達到Toyota的Prius型油電車，耗油量可輕易減半。油電混合汽車在1999年引入美國市場，估計2004年時達到88,000輛。人們對油價攀升和氣候變化的關注日益增長，正促成這種省油車銷售量的增長。隨著美國的汽車製造廠商將在2008年前推出幾款新型油電車，預計此類車輛的年銷量將超過100萬輛。¹²

另一種頗具吸引力的效能提高的方式，就是設計新的城市交通系統。將現有一人一車為主的交通模式，轉變為更多樣化、有利於自行車與行人上路的，包括輕軌電車、地鐵和公共汽車等所組成的模式。這種系統將增加運輸力，降低能源消耗、減少污染，還能提供更多鍛鍊身體的機會，一舉數得。將私家車排除在城市街道之外，也有助於把停車場改闢為公園，使城市更加適宜人居。

駕馭風能

全球的風力發電力，目前以每年29%的速度增加，1995年時還不到5,00兆瓦，2004年時已達47,00兆瓦，高出8倍之多（見圖10-1）。相形之下，石油、天然氣、煤與核能發電能力的年增長率分別是1.7、2.5、2.3和1.9。風力發電增加之所以如此迅速，有6個背後因素：物美廉價、取之不盡、用之不竭、遍佈各地、乾淨

圖10-1 1980-2004年世界風能發電能力



清潔，而且不危害氣候。¹³

歐洲是帶領世界進入風能時代的先驅。德國的風力發電已在1997年超過美國，目前達到16,00兆瓦的水準，居世界第一。西班牙在南歐異軍突

起，於2004年把美國拋在後面。丹麥的風力發電如今佔全國發電量20%，成就令人欽佩。丹麥還是風力發電機的最大製造地和出口國。¹⁴

全球風能協會於2005年發表的一份預測報告顯示，歐洲的風力發電能力在2010年將從2004年的34,00兆瓦提高到2010年的75,00兆瓦，2020年更上升到230,00兆瓦。據該報告估計，再過短短的15年，即2020年時，風力發電便可滿足歐洲1.95億消費者，即半數歐洲人的民生用電需求。¹⁵

在開發出現有的34,500兆瓦的陸地風能後，歐洲如今開始向海風尋求電力。杰拉德·哈桑風力顧問集團（Garrad Hassan Wind Energy Consulting Group）於2004年對歐洲離岸風力資源所做的評估認為，如果歐洲各國政府能積極開發巨大的離岸風力資源，2020年的風力發電總量將可滿足該區全部居民的民生用電需求。¹⁶

英國在開發離岸風力資源領域進展迅速，2001年4月批准興建總發電力為1,500兆瓦的風力發電廠計畫，2003年12月又招標建造15座，裝機容量共超過7,000兆瓦。這些離岸風力發電場的總投資達120億美元以上，能滿足本國6,000萬人口中六分之一的民生用電需求。英國在2004年底時，興建完成的離岸風力發電廠已達124兆瓦的總裝機容量，另有180兆瓦的發電設施尚在興建當中。¹⁷

推動歐洲風力事業發展的動力，是對於氣候變遷的回應。2003年8月侵襲歐洲，屢創紀錄的熱浪使農作物枯萎，奪去49,000條人命，使得人們從破壞氣候的煤，轉為尋求清潔能源的腳步加快。其他正大力開發風能的國家還有加拿大、巴西、阿根廷、澳洲、印度和中國。¹⁸

風能的最大優點就是取之不竭，用之不盡。美國能源部在1991年發佈的第一份風力資料中指出，光是美國三個風能大州：猶他、堪薩斯和德州，便蘊藏著足以供給全美電力需求的風力，而且是指可以使用的部分。原本認為風力微不足道的人，想必會大吃一驚！¹⁹

現在看來，這個發現還是過於低估風能的儲量。原因在於這個估計是以1991年的技術水準來衡量的。自那時以來，風力發電機設計上的進步，已經能夠使風力發電機在微弱的風速下運作，將風能轉換為電能的效率提高許多，對猛烈的風也有更佳駕馭力。1991年時，風力發電機的高度很少超過40公尺。今日新型的風力發電機高達100公尺，可處理的風速範圍擴大兩倍左右。以目前的知識來看論，美國可駕馭的風能不單可以滿足本國所有電能需求，而是能滿足國內一切的能源需求。²⁰

1980年代初期，風力發電廠在加州剛起步時，發電成本是每度38美分。現在最好的風力發電廠成本已降至4美分，甚至還可以更低。美國有些長期的供電契約電價已經是每度3美分。到了2010年，美國頂尖的風力發電廠可能會達到每度2美分的水準。那時，風力便會成為世上最廉價的電能來源。²¹

來自風力的廉價電能，可以用來電解水收集氫氣，氫氣既是儲存風能的介質，又是輸運風能的載體。深夜時分，用電需求下降，人們可以讓電解水裝置運作，將風能以氫氣的形式儲備起來。儲存起來的氫氣又可以燃燒發電。來自風能的氫氣便成了風能的儲備倉庫，一旦風力減弱、不足以供電，可用燃氫發電機應急。來自風能的氫氣亦可以代替天然氣帶動發電機工作，這在天然氣漲價時特別有用。

從經濟角度來看，風力發電的最大投資是在最初的建造階段。由於風是無償供應的，營運成本只有風力發電機的維修。鑒於近來天然氣的價格幾乎篤定還會飆升，天然氣發電遲早會退居為風力發電機的緊急替用品。

美國開發風力落後其它國家，原因主要出在財稅政策上。為了像對化石燃料一樣公平地對待風力開發，1992年曾提出給風力發電每度1.5美分的生產稅減免（PTC），然而這項方案在5年內遭到3次中止。財稅減免的政策不明朗，使人們無從對風力發電工業進行總體經營。不過，2005年中，這項減免政策得到延展至2007年底的兩年時效，使得風能吸引的投資迅速增加。²²

開發風力的前景樂觀，再加上可以穩定氣候變遷，全面推動開發風力資源的時機已經成熟。近年來風力發電的增加速度是每30個月提高一倍，是否應努力使這個速度在近期內維持這樣的水準呢？在1985年至1995年間電腦進入網路時代之後，就有這種的進展速度。若以相同的速度發展，會使風力發電的成本下降更為可觀，與化石燃料抗衡的優勢就會益發明顯。²³

能源顧問哈里·布勞恩（Harry Braun）表示，風力發電機與汽車相似：兩者都有發電機、變速裝置、電子控制和煞車系統，可以開發生產線進行大規模生產。事實上，美國汽車製造業正逢不景氣，剛好可以用來生產風力發電機，每年產量可達一百萬座。大規模生產帶來的低成本，會使電價跌到每度2美分以內。以「戰時速度」推廣風力發電機，可以迅速減少城市的空氣污染和降低碳排放，爭奪石油的局面也有希望大為和緩。²⁴

要從經濟上推動這種規模的成長，所需的部分資金可藉由調整能源補貼來取得。也就是說，將目前每年用於補貼使用化石燃料的2,100億美元，轉撥給開發風能和其他再生能源的項目。一部分資金可來自私人企業資金市場，還可以從現有的能源產業界取得。殼牌公司就是一例。這家石油企業目前已成為世界風力經濟中的要角。在2002年躋身為世界最大公司之列的美國通用電氣公司也進入風力領域，搖身一變成為風力發電機製造廠。²⁵

上述目標看來或許顯得誇張，但世界各地的有志之士，將涓滴努力匯成強勁的力量。在美國，一座發電量3,000兆瓦的風力發電廠正在規畫當中。這座即將設在南達科塔州鄰近愛荷華州的電廠，提案廠商是加州風能開發先鋒「迅風公司」（Clipper Wind），老闆是吉姆·德赫爾森（James Dehlsen）。該計畫目的是向以芝加哥為中心的中西部工業區輸送電能。這座電廠不但是風力發電業頗具規模的企業，在全世界所有發電廠中也名列前茅。在美國東部，另一家「海角風力公司」（Cape Wind）計畫在麻州鱒魚角興建一座420兆瓦的離岸風力發電廠。²⁶

美國現有24個州已制定興建具備商業規模的風力發電廠的計畫，準備將風力發電併入美國用電網。雖然有「別蓋在我家後院」的反對意見，但其實持「歡迎來我家門口蓋」的意見比較多。有這種結果並不意外，因為一台大型風力發電機可以輕易地發出年價 10萬美元的電力。²⁷

為了地點的問題，愛荷華州和科羅拉多州的牧場主展開了激烈的爭奪。他們自己並不投資，但一座大型的先進風力發電機佔地四分之一英畝，一般可得到地方上每年3,000美元至5,000美元的佔地補償；而這樣大小的土地用於農業，一年會收穫40蒲式耳玉米，價 120美元，用於牧業養牛，牛肉可賣得15美元。²⁸

風力發電廠除了增加收入、政府稅收和就業機會外，挹注在風力發電廠上的資金還會留在當地，因此對當地的經濟產生的是總體邊際效應。不出幾年，成千上萬的牧場主從電力中得到的利益，就會超過從牲畜中所得到的。

目前的問題並非風力是不是一項穩定氣候，具有發展潛力的能源。問題在於我們發展的脚步是不是快到足以遏止破壞經濟活動的氣候變化？

油電混合動力汽車與風力發電

當作者寫到這一段，時間是2005年9月，中東的緊張情勢日益嚴重，全球的石油經濟不見緩和、油價突破每桶60美元，地球氣溫不斷上升，在在說明這個世界需要新的能源經濟。幸運的是，兩項新技術的出現，為新型交通能源經濟打下基礎：一個是豐田公司率先推出的油電混合動力汽車，第二是高科技風力發電機。²⁹

這兩項技術若都開始應用，世界對石油的需求便會大為減少。前面曾提到，美國一旦能將全部汽車改換為能源效率可趕上Toyota Prius型油電混合動力汽車，減少一半汽油消耗量是必然的。削減一半用量，無須減少車輛數目，也不用縮短里程，需要的只是改用已經進入市場的先進技術。³⁰

事實上，目前市場上除了Toyota Prius之外，還有若干種油電混合動力汽車。本田的Insight車款便是一例。本田的喜美也有一部分的車型是複合動力。根據美國環境保護署，Toyota Prius油電混合動力汽車是一種中型車輛，擁有最尖端的汽車技術：燃繞1加侖汽油，又跑城市道路，又上高速公路，可以開55英哩；而相形之下，一般的小汽車每消耗1加侖只跑22英哩，里程之差是很驚人的。正因為如

此，有些買主寧可先登記，再排隊好幾個月，也要買到這種油電混合動力車。³¹

福特汽車公司不久前推出Escape SUV的休旅油電車。本田公司也將一部分銷路不錯的喜美雅哥改制為油電混合動力車款。通用汽車也將在2006年推出幾款複合車，首先是SaturnVUE，接著是Chevy Tahoe與Chevy Malibu。³²

本章在前文曾經提到，美國應在今後10年內，透過改用油電混合車以使汽油消耗量減半，同時也準備邁出下一步，減少油電車的汽油耗用量，也就是使用風力發電得到的電力。如果在油電車上加裝第二組電池，使儲電量增大，再配上充電插頭，使汽車能藉由插座充電，人們在上下班、購買日常用品和近距離交通時，便以電能為主要動力，汽油留到偶而出遠門時再用。更棒的是，如果在用電離峰時段充蓄風電，所花的電費便相當於每加侖50美分的石油價格。經過改裝的油電車便可以在原來的省油基礎上，用油再節省40%（亦即省下最初水準的20%），使總省油率達70%。³³

要減少汽油用量，可用的技術還不止這些。在節能領域深受推崇的艾默里·洛文斯（Amory Lovins）表示，現行投入汽車省油的努力，都集中在設計效率更高的發動機，基本上忽視了減輕車體重量也可以減少耗油。他指出，如果將車身從鋼材換成材質優良的聚合材料，就可以使現行的油電車效能提高一倍，製造成本卻不會增加太多。如果改用新型的優良聚合材料製造車身，又可以從原先30%的汽油消耗量中再省下一半，使總節約量便達到85%。³⁴

美國的加油站與電力網路早已經設置普遍，因此不必替風電充電式複合車重新興建基礎設施，免去龐大的資金支出，跟目前受到廣泛議論的太陽能電池—氫氣複合車的情形不同。為充分利用新技術，美國應該將地方電力網組合成強有力的全國性電路網。其實這不見得是專為推廣油電車而做的，主要是防止可能出現的斷電局面。有了強大的全國性電路網，再加上各地成千上百座風力發電廠，就能使全美數量龐大的汽車以風能為主要動力上路奔馳。³⁵

有了可充電的油電車，車輛就成為風能儲存器。這樣一來，風能不夠穩定的缺點就可以克服。而且，即使蓄電池無法補充風能電，油箱裡也還有汽油可用！

裝有第二組蓄電池和充電插頭的油電車，加上先進聚合材質輕型車體，並不只適用美國，全世界都可以推廣。中國、俄羅斯、澳洲、阿根廷和歐洲許多風能

豐富的國家，尤其適合發展這種車輛。³⁶

將汽車改為高效能的充電式油電車，等於修建起星羅棋布的風力發電廠。將所發出的電能輸入統一的強大電力網，可以使美國的汽油用量減少85%。這些措施還能夠使農牧場恢復生機，減少美國的外貿逆差。更重要的，是使碳排放降低85%，讓其它國家也可學習美國的經驗。

將陽光變為電能

還沒有被充分利用的能源並不只有風能。1952年，紐澤西州普林斯頓貝爾實驗室の三人科學家小組發現，矽的表面經陽光照射後會產生電能，打開另一扇通往能源無限的大門。這就是光電池，也稱為太陽能電池。美國太陽能研究所前所長丹尼斯·海斯（Denis Hayes）認為：「任何一個國家所使用的能量，都沒有超過每天照射在該國建築上的陽光所含的能量。」³⁷

全世界太陽能電池的銷量，在2004年遽增了57%，使得該年太陽能發電能力達到1,200兆瓦。之前的兩年間，太陽能發電能力漲了一倍，使全球發電能力超過4,300兆瓦，美國在這個市場的佔有率約達一半。如今，日本和德國在太陽能電池發電領域大力開發，取得領先地位，把美國的市場佔有量擠到只有12%。³⁸

太陽能電池可以單獨使用，也可以併入供電網。在早期，太陽能電池業的產品基本上是獨立的，產生的電能用來供人造星或者是國家森林、公園、燈塔、避暑住所等，地處偏遠的地區或者島嶼使用。

由於政府的引導，太陽能電池在最近10年已迅速併入電力供應網。目前有四分之三新安裝的此類產品都是可以併入電力供應網路的。雙向的電表可使太陽能電池用戶將用不掉的電能回饋到電力網，電力網按固定電價予以收購，從而鼓勵太陽能電池的迅速應用。美國的《2005年能源政策法案》規定，所有想要安裝雙向電表的太陽能電池用戶，都可以享受這項服務。德國還以高於市價的實際收購價，以反映乾淨能源的價值，使方興未艾的太陽能電池業得到迅速的發展。³⁹

有些國家的太陽能電池，在民生部門的迅速發展相當驚人。許多工商業建築的屋頂早就安裝太陽能電池，如今也擴展到個人家中，愈來愈多的住宅屋頂成為小發電廠。這兩種成果，再加上日本在1994年推行的「屋頂計畫」：透過財政補

貼的使70,000個屋頂裝上太陽能電池板，推動日本成為太陽能發電先鋒。⁴⁰

1998年，德國推動一項名為「十萬屋頂」的計畫，給參加者10年低利貸款購置光電系統。這10萬座屋頂的目標在2003年完成。市場的迅速發展使德國製造的太陽能電池在成本上累積國際競爭力。⁴¹

在美國，加州也提供優惠給安裝太陽能電池的住戶。加州的供電網在炎熱的夏季會達到極限，太陽能電池只用在白天的用電高峰時段，為化石燃料電廠（大多數靠燃燒石油或天然氣發電）救急。這種裝置能在一天中最熱的時候提供最高的電能，正是滿足高峰需求的理想設施。⁴²

在大型建築物上安裝太陽能電池，經濟上更為划算。在英國的曼徹斯特，人們計畫翻修一棟40層樓的辦公大樓，準備給三面高400英呎的牆體覆蓋光電材料。這樣一來，整棟建築便有了發電力強大的表層。由屋主和用戶組成的「合作保險會」成員開心地告訴大家，大樓每年的發電能可以煮出900萬杯紅茶。⁴³

近年來，開發中國家的農村形成獨立的太陽能電池供電新趨勢。建造集中式發電廠，再組織電力網，小股小股地向各家戶輸電在貧窮的社會中難以實現。而隨著太陽能電池成本的下降，用這種方式供電往往要比集中式供電來得划算。

在南美安地斯山脈一帶的山村，太陽能電池裝置正取代蠟燭，成為新的照明光源。農民透過為期30個月的分期付款方式，每個月繳交跟購買一個月的蠟燭錢差不多，就可以擁有這種裝置。付清這30個月的費用後，電池可以使用幾十年，他們不必再為照明花錢。同樣地，一向靠煤油燈照明的印度農村，扶搖直上的油價可能會導致進口煤油價格高於太陽能電池。⁴⁴

今天，各開發中國家已經有上百萬農戶正在使用太陽能電池提供的電能，只是無電可用的人高達17億，前者只佔了不到百分之一。農村發展太陽能電池的最大障礙，其實價格問題，而是缺乏為無電可用的農民提供小額貸款的管道。如果信貸問題能迅速得到解決，農村購置太陽能電池的數量將會激增。⁴⁵

太陽能電池的發展前景非常樂觀。以日本為例，到2004年為止，住戶安裝太陽能電池的總發電功率數已經超過100兆瓦。德國目前的太陽能發電能力達700兆瓦，還在迅速增加當中。落居第三，比前二名差距頗大的美國，在已經生效的《2005年能源政策法案》中增加太陽能稅收減免的項目。20年來首度採取稅賦減

免的新政策，可預見美國的太陽能工業即將復甦。⁴⁶

太陽能電池的成本已持續下降幾十年了，今後還會長期下降。生產總量每增一倍，規模成本就會下降20%。此外，生產太陽能電池的技術也不斷提高，可將更多的陽光轉變為電能，進一步降低成本。目前若干國家的研究機構都在這個領域進行激烈的競爭。⁴⁷

太陽能除了可以轉變為電能外，還能夠集中起來燒水收集蒸氣，驅動渦輪機轉動產生電能。太陽能熱電站有很多種設計，如塔式和槽式。所謂塔式是指藉由許多反射鏡面使陽光加熱鍋爐裡的水。這些鏡面會隨太陽的運行改變位置和角度，以取得最佳集熱效果。鏡面的調節通常借助電腦進行。自1990年代中期和90年代初期以來，加州先後有9個槽式太陽能熱電站投入運作，總發電達350兆瓦，供電效果極佳。西班牙目前也在開發太陽能熱電站的新計畫。⁴⁸

在屋頂上安裝太陽能集熱器，是最大眾化，利用太陽能加熱水和室內氣溫的方式之一。根據看守世界研究中心珍妮特·薩文女士的調查，全球目前太陽能集熱面積已達1.5億平方米，為3,200萬家庭提供熱水和暖氣。另外還有一些用於加熱游泳池，總面積也有前者的四分之一。⁴⁹

以色列和塞浦路斯是兩個日照充足的國家。它們多年來一直鼓勵國民使用太陽能熱水器，以減小化石燃料的進口。德國的太陽能集熱水器，用以減少化石燃料的進口。德國的太陽能集熱面積達540萬平方米，居世界第二位。⁵⁰

中國在這方面的技術遙遙領先世界其它各國。據珍妮特·薩文的瞭解，目前中國打算將目前總數達5,200萬平方公尺的太陽能集熱器面積在2015年前增大三倍。太陽能集熱器製造產業居領先地位的西班牙，目前正在勸說工業界領袖同意從2005年開始，在建造住宅或商業建築時，一律安裝屋頂式太陽能熱水器。家中安裝兩公尺長的集熱板，一年下來可以節省70%的水加熱費用。西班牙已經借助當地的豐富日照資源，削減燃油的進口。⁵¹

無論是將陽光轉為電能，還是用太陽來提供熱水和暖氣，相關技術都已十分成熟，經濟上也具備可行性。目前急需做到的，是透過一連串的誘因，使社會體認減少對石油依賴和降低碳量排放的重要性，鼓勵所有的國家積極參與太陽能的利用。

來自地球的能量

提到再生能源，人們通常會想到各種自太陽，直接或者間接而得的能量。其實地球本身也是熱能的來源（主要來自地球深處的放射性活動），這些熱能透過熱傳導或溫泉與間歇泉等方式，一點一點地從地球內部溢出，到達地球表面。地熱能是取之不盡、用之不竭的；只要地球存在一天，地熱就能存在一日。

地熱能除了是理想的不間斷能源外，從環境的角度考慮也很有吸引力，理由如下：伴隨地熱從地球內部溢出的二氧化碳、二氧化硫和含氮氧化物，數量微乎其微的；用地熱能發電，耗水量只有天然氣發電站的百分之一。⁵²

開發地熱能的潛力巨大無比。光是日本一國，估計就蘊藏著69,000兆瓦的地熱發電能力，足以滿足三分之一全國用電需求。人稱「火環帶」的環太平洋的國家：東有智利、秘魯、厄瓜多、哥倫比亞、所有中美國家、墨西哥、美國西部和加拿大，西有俄羅斯、中國、韓國、日本、菲律賓、印尼、澳洲和紐西蘭，都有豐富的地熱能。非洲的東非大裂谷及地中海東部一帶，也都是地熱能的寶庫。很幸運地，目前許多國家都有開發這個巨大資源的經驗和工程力量。⁵³

地熱能跟太陽能一樣，既可以用來發電，也可以直接向建築物、溫室和水產養殖水域提供熱能，還能做為工業過程的熱源。義大利是率先在1904年利用地熱能發電成功的國家，目前約有25個國家也做得到。1990年全球的地熱發電功率為5,800兆瓦，2003年為8,400兆瓦，增長了44%。⁵⁴

在這8,400兆瓦的地熱發電能力中，美國和菲律賓兩個國家共佔了幾乎一半：美國為2,000兆瓦，菲律賓為1,900兆瓦。菲律賓的地熱發電量佔該國全部發電能力的27%，是世界上最高的。美國人口最多的加州，全部電量5%由地熱發電站提供。其餘的一半多，基本上是5個國家：義大利、墨西哥、印尼、日本和紐西蘭所擁有。⁵⁵

世界各地以各種直接的方式從地熱中採熱供暖的就更為普遍，數量上相當於12,000兆瓦的發電功率。熱泵是此類應用中的單項冠軍，用來從地下熱水中取得熱量用於多種用途。目前有30餘國將地熱用於供暖。⁵⁶

以地熱提供暖氣利用率最高的國家，要屬冰島和法國，冰島有93%的家庭以地熱供暖，減少石油進口，每年可節省1億多美元。油價在1970年代中期二度大

幅上揚後，法國國內興建大約70處的地熱收集站，為將近20萬居民供應暖氣和熱水。美國內華達州的里諾和俄瑞岡州的克拉馬斯福爾斯兩座城市裡，居民都是利用地熱取暖的。中國、日本和土耳其也有一部分地區利用地熱提供暖氣。⁵⁷

地熱是室內暖氣的理想能源，在北方地區特別適用。俄羅斯、匈牙利、冰島和美國都把地熱引入溫室，在冬天生產新鮮蔬菜。隨著油價提高造成新鮮農產品價格上揚，利用地熱在當地栽植溫室作物，看來會日漸興盛。⁵⁸

把地熱能用於水產養殖的國家據有16個，其中包括中國、以色列和美國。比方在加州，有15個養殖魚場用地下的溫水生產尼吳郭魚、大口黑鱸和鮭魚，使魚類在更短的時間長大，在冬天也可以照常養殖。該州的養魚場每年可生產450萬公斤的鮮魚。⁵⁹

將地熱用於發電和直接使用的國家數量，都在迅速增長中。地熱的應用範圍也在擴大。地熱能的價值一經發現，用途通常可以迅速擴張，羅馬尼亞就是一例。地熱能在那裡用於集中供熱、溫室生產和供給熱水給居民和工廠。靠著熱泵的運作，地球可以在冬天提供熱量，夏天可回儲熱能，因此既是熱源又是冷源。⁶⁰

地熱能已廣泛用於洗浴和游泳方面。以日本為例，它目前有地熱溫泉療養院2,800所，地熱澡堂5,500處，用地熱提供熱水的大小旅店15,600家。冰島的地熱為100多座公共游泳池供熱，其中大多數全年可露天使用。匈牙利也有1,200處地熱游泳池。⁶¹

現有2.22億人口的印尼，有很多有利條件靠地熱開發，提供全國所需總電力。這個地處太平洋西端的國家，國土上分佈著500座火山，其中128座處於活動期。印尼的總體規劃，是打算建造11座地熱發電站，每座的發電能力都超過300兆瓦，總發電能力達到3,400兆瓦。雖然1997年的亞洲金融危機使這個計畫流產，但支持者目前正力圖重整旗鼓。隨著印尼的石油產量不斷下降，需要迅速找到其他替代能源。花在石油上的投資收益為期有限，但地熱的收益是源源不絕的。⁶²

迅速減少碳排放

就當前的可行性來看，想減少碳排放，花費最少而最快見效的，莫過於提高能源的使用效率。這樣做不單是花費減少，往往還有獲利空間。另外一個方法是

開發再生能源，不過這方面複雜之處，也許是要先確定汽車應換用的替代燃料，再加以開發。20世紀石油價格飛漲，即使在到不久之前，得到重視的替代燃料只有生質燃料這一種。但隨著油電複合汽車的出現，來源豐富、價格低廉的風電已成為強勁的選項之一。

風力發電廠佔地極為經濟。以美國的情況為例，在「玉米帶」地區取四分之一英畝土地建造一座高科技風力發電廠，每年所發電力價值10萬美元。如果用來種玉米，收穫量是40蒲式耳，再用來生產乙醇，產量可達100加侖，價值是200美元。如果我們希望減少燃油與食物之間的土地爭奪，風電顯然是比較合適的選擇。⁶³

在各種用來製造乙醇的農作物中，甘蔗的效率遠勝於其他作物，佔地最少，能源效率最高。種植一公頃甘蔗，可製造650加侖的乙醇，若種玉米可製造350加侖，大約是一半強，而美國製造燃料乙醇是以玉米為原料的。去除整個過程中消耗的能量後，甘蔗的淨能源效率為8，遠遠高過玉米的1.5。⁶⁴

從棕櫚油中提煉生質柴油，產量為每公頃500加侖，明顯高於大豆的56加侖。甘蔗和棕櫚的缺點，是它們只產於熱帶和亞熱帶地區，也就是說，要想擴大其種植面積，恐怕就得取熱帶森林而代之。⁶⁵

解決車用燃料最有效的出路，看來應該是充電式油電車，並以風能為電力來源。幾乎所有的糧食作物都可以用來生產乙醇或生質柴油來供汽車使用，這樣一來，飆升的油價便帶來食用穀物、豆類和油料作物被大規模轉作為生質燃料的危險，導致富裕的有車族和胼手胝足的低收入者的直接衝突，爭奪同一批小麥、稻穀、玉米、大豆和甘蔗。想要不使超市與加油站競相搶奪相同商品的局面出現，要靠政府確立保護食物消費者的政策。

當今的世界面臨破壞性的氣候變化。對此，所有國家都必須根據本國擁有的再生能源以及最可能實現的提高能源效率的潛力，提出降低碳排放的策略。不過，也有很多減少碳排放的技術適用於所有國家，推行高效能家電和油電車就是其中兩項。

冰島是目前唯一已經訂出策略性目標，將逐漸停用包括石油在內的所有化石燃料的國家。今日，冰島有85%的建築，包括住宅和商業建築在內，都利用地熱

取暖。此外，該國有82%的電力是依賴水力發電，其餘基本上也都由地熱得來。目前又開始利用廉價的水電資源將水電解來製造氫氣。第一座加氫站已經在首都雷克雅維克投入使用，象徵著冰島正在實現以燃料電池為動力的公共運輸體系。冰島下一步打算把小汽車改為使用燃料電池，最後再使位於國家經濟核心的捕撈船隊也全數仿效。⁶⁶

就單項成果來看，美國大量的汽車最有可能成為減少碳排放的最大功臣。前面曾提到，汽車減少用油的潛力高達85%。一旦推行到全世界，就能因應即將到來的石油產量下降。⁶⁷

美國擁有豐富而價廉的風力資源，風力很可能成為新能源經濟的主角。風可以提供電能，實現供暖、供熱、冷卻、烹調、交通等目的，甚至還能供給高效能的電氣爐來熔化鐵礦，冶煉鋼材。美國現有的水電站提供7%的電力，西部各州又有可觀的地熱能利用潛力，全美各地使用太陽能電池的可行性也很高。⁶⁸

德國正計畫透過能源效率的不斷提高和種種再生能源，特別是風能的有效利用，明顯降低該國碳排放量。德國政府計畫在2050年前，藉著使用高能源效率的技術，把全部耗能減少37%。其餘使用中的63%，有45%取自再生能源。這意味著碳的總排放量將減少65%。總而言之，德國會大力仰仗風能和太陽能電池提供電力，並利用太陽能集熱裝置供應熱水和暖氣。⁶⁹

印尼的能源未來要靠當地豐富的地熱資源。光是地熱能供應國內全部電力需求便綽綽有餘，還可以開發豐富的太陽能和風能兩大資源，產生的電力供油電車輛使用。該國的水力資源目前提供10%的電力。印尼實在是個坐擁多項再生能源之地。⁷⁰

西班牙一年到頭陽光燦爛，太陽能電池和太陽能板將是供電、供暖和冷卻的主要動力。境內豐富的風能資源也在快速開發當中。⁷¹

巴西擁有得天獨厚的條件，利用甘蔗生產乙醇來全數取代汽油，這個目標不出幾年就能實現。這個國家還有豐富的水力和風力資源，太陽能電池也大有可為。再加上太陽能板供暖供熱，巴西可望成為率先擺脫化石燃料的大國之一。⁷²

中國目前的發電能力15%來自水力，而它的風力具備更大的潛能。單靠開發風力，中國就可輕易將現有發電能力提高一倍。跟美國一樣，一旦把投資挹注在

豐富的風能上，有助於推廣加裝第二組蓄電池和充電插頭的油電車，此舉可大幅削減汽油用量，對煤的依賴也將減少。⁷³

英國的風力發電主要來自離岸風力發電廠，發展極具潛力。再加上英國有豐富的波浪用來發電，還用太陽能集熱裝置提供熱水，可滿足該國一大部分的能量需求。⁷⁴

阿根廷目前的電力已有42%來自水電站，全部由水力提供也很容易做到。該國的巴塔哥尼亞地區，幾處風力資源的豐富程度是世界罕見。阿根廷還具備發展太陽能電池與太陽能集熱器的潛力。⁷⁵

在20世紀，整個世界變得愈來愈依賴中東少數幾個國家提供能源。21世紀，世界開始利用自有的能源形式來供能。前一個世紀大家是「統一規格」，進入新世紀後，各國則將分別制定符合本國再生能源條件的能源策略，並發掘自身提高能源效率的潛力。

所有的國家，特別是開發中國家，都在這個能源過渡階段中，得到一項有關經濟的好消息，那就是利用新能源將比使用化石燃料更勞力密集。德國目前尚處於這項過渡的初期，各種再生能源領域都提供優於傳統化石燃料工業和核子工業的就業機會。對於就業普遍不足的當今社會，這的確值得歡迎。⁷⁶

另外，投資石油、天然氣和煤炭的開採，都會面臨資源耗竭、產業衰敗的必然前景，反過來說，各項新型能源卻都是取之不盡、用之不竭的。不管是風力發電機、太陽能電池、太陽能板，都只需要偶一為之的維修和更換，先前的投資會不斷地產生報酬，堪稱永不枯萎的搖錢樹。

第十一章 打造永續城市

幾年前，作者從旅館乘車前往以色列特拉維夫城的某個會議中心時，下意識地注意到，汽車和停車場似乎無所不在。這個在半個世紀前，還是一處小移民地，經過不斷擴展，如今有大約300萬人口的城市特拉維夫，在汽車時代裡經歷很大的變遷。我即意識到，公園和停車場的比例可能是評估一個城市生活舒適度最好的標誌，因為它顯示了城市究竟是為人設計的，還是為汽車設計的。¹

各地的城市都正陷入困境。在墨西哥市、德黑蘭、曼谷、上海和數以百計的其他都市，日常生活品質正在不斷惡化。在一些城市，呼吸空氣等於每天吸兩包菸。在美國，每天因開車上下班的交通阻塞而耽擱在路上的時間逐年升高，鬱悶感也隨之加深。²

針對上述情況，一種新都市主義正在民眾當中興起。最令人矚目的現代城市變革之一，發生在哥倫比亞的波哥大市。恩里克·佩納洛薩（Enrique Peñalosa）從1998年起擔任三年的市長。從他走馬上任開始，並不考慮如何改善30%有車族的生活，而是把服務重點，擺在佔人口大多數的70%無車市民。³

佩納洛薩意識到，提供兒童和老年人舒適生活環境的城市，也適合任何人居住。在短短幾年內，在都市以人為本的設計理念之下，他徹底改變城市生活的品質。在他的領導下，波哥大市的人行道上不再允許停車，新建和改建1,200座公園，建立一套以公共汽車為基礎，極為成功的城市捷運系統，興建了數百公里的自行車道和步行街，尖峰時段的交通量減少40%，種植10萬棵樹，並使當地市民直接參與所在社區的改善工作。同時，他在全市800萬居民中樹立起一種市民榮譽感，使波哥大這個位於一個飽受磨難國度內的首都，成為比美國華盛頓特區更安全的地方。⁴

恩里克·佩納洛薩曾說過：「高品質的公共步行空間，特別是公園，是真

正民主制度良好運作的證據。」他進一步闡述：「公園和公共空間對一個民主社會非常重要，因為它們是提供人們平等相聚的唯一場所。……對城市而言，提供公園就像供水一樣，對城市實體上和情感上的健康是不可或缺的。」他發現大多數的都市預算並沒有明白地體現這點。公園常常被視為奢侈品，相反地，「道路作為汽車的公共空間，比公園和兒童公共空間得到更充足的資源，預算也不常被削減，原因何在？」他問道，「難道汽車的公共空間比兒童的公共空間更重要嗎？」⁵

在擁護這一波都市新哲學方面，佩納洛薩並不是孤軍奮戰。他在波哥大發起的變革，得到繼任者安塔納斯·莫庫斯（Antanas Mockus）的延續推動。現在，世界各地的政府規畫設計人員，都在進行實驗，尋找以人為本的都市設計，而不是為了汽車。汽車意味著更好的運輸能力，但這種良好的運輸力只能在以鄉村為主的地區實現。在都市化的地區，汽車和城市間存在著內在衝突性。隨著汽車數量的不斷增加，當超過某個臨界點，汽車所能提供的將不是運輸力而是無法動彈。⁶

無論是在工業化國家，還是在開發中國家，一些城市都在試圖擺脫以汽車為主的生活方式，大幅度提高城市的運輸力。曾任巴西庫里蒂巴市市長的賈米·勒納（Jaime Lerner），是設計和採用另類交通系統的先驅者。這種替代交通系統不是模仿西方國家的現有系統，而是一種低成本、友善乘客的交通系統。自1947年起，庫里蒂巴的交通系統歷經全面的重組。儘管該市三分之一的人口擁有汽車，但是汽車只在城市交通系統中只扮演次要角色。公共汽車、自行車和步行佔主導地位，市內三分之二的交通依賴公共汽車。自1974年以來，該市的人口增加一倍，但小汽車所佔的交通量卻出現30%驚人的下降。⁷

除了人口增長本身以外，都市化也是現今一個重要的人口學趨勢。1900年時，世界上有1.5億人生活在城市。截至2000年，城市人口已達29億，比1900年增加近18倍。預計到2007年，全球一半以上的人口將生活在城市，人類首次成為城市物種。⁸

1900年時，擁有100萬以上人口的城市為數不多。如今有408座城市的人口至少達100萬。而且還有20座人口達到或超過1,000萬的超級都市。東京的人口數3,500萬，超過加拿大全國總人口。墨西哥市的人口1,900萬，幾乎相當於澳洲人口

總數。紐約、聖保羅、孟買、德里、加爾各答、布宜諾斯艾利斯和上海的人口規模緊隨其後。⁹

都市生態學

都市必需集中當地所不能生產的食物、水、能源和原始材料。先把這些物資大量集中，然後再以垃圾、廢水，飄散於大氣和流入水中等污染物的形式將它們分送出去，這對任何城市管理者來說都是挑戰。

今日有大多數的城市，都不是符合人類健康要求的居住場所。城市當中空氣污染無所不在，普遍以小汽車活動為中心思維，不再友善自行車騎士或步行者；城市剝奪人們需要的體力活動，造成卡路里攝入和消耗之間的不平衡。結果就是，無論是在已開發國家還是在開發中國家，城市居民肥胖症極為普遍。鑒於全世界有十億人超重，而超重是心臟病、高血壓、糖尿病的主要原因，還是幾種癌症好發的因子，被流行病學家視為有史以來最嚴重的公共健康威脅。¹⁰

現代城市的發展與交通的進步密不可分，最初是輪船和火車的出現，但是內燃機和廉價石油相結合所提供的人和貨物交通便利，卻是推動20世紀城市大幅發展的最重要因素。隨著全球都市化的發展，能源消耗量也不斷上升。

早期的城市依靠周圍的鄉村提供食品和用水，但是當今的城市甚至連這些最基本的需求也要依賴遙遠的供應地。例如，洛杉磯需從970公里之外的科羅拉多河獲取大部分民生用水。墨西哥市不斷膨脹的人口生活在海拔3,000公尺的高度上，現在不得不從150公里之處取水，並以超過1千公尺甚至更高的距離，把水抽到城裡以彌補城市供水的不足。北京正計畫從近1,500公里之外的長江流域調水。¹¹

食品的來源甚至更遠，東京就是一個例子。儘管有政策的精心保護，東京所需要的白米雖來自日本多產的農田，但是小麥供應主要來自北美大平原區以及澳洲，玉米的供應來自美國中西部地區，大豆來自美國中西部地區和巴西的塞拉多。¹²

將各種資源運進和運出城市所需的大多數能源是石油供給的，石油也往往來自遙遠的油田。不斷攀升的油價將會影響都市，但是受影響更甚的，是許多城市所繁衍出的大片市郊。

人們普遍認為都市化的進程會繼續下去，但這並非是唯一的路。水資源日益短缺和長距離輸水所需的高昂能源成本，可能已經開始限制城市的發展。舉例來說，中國有400多座城市已開始面臨長期性的缺水問題。¹³

在這個背景下，《生態城市：建設與自然協調的城市》（*Ecocities: Building Cities in Balance with Nature*）一書的作者理查德·雷杰斯特（Richard Register）指出，現在是徹底重新思考城市設計理念的時候了。他贊成佩納洛薩的觀點，即城市應當為“人”，而非為汽車設計。他甚至進一步地提出步行城市的想法，亦即不用小汽車的社區，人們可以步行或使用公共交通系統到達大部分目的地。¹⁴

雷杰斯特還說道，城市應該被視作一個整體功能系統，而不是一些分割的部分。他有力地闡明，城市應被融合到當地的生態系統，而非凌駕於生態系統之上。¹⁵

他驕傲地描述了位於洛杉磯北部，擁有5萬人口的城市聖路易斯—奧比斯波，如何做到亡羊補牢，融入當地生態系統的情形：「（該市）進行一項使溪流恢復美麗的工程，開闢幾條連接都市主要商業區的街道，和可穿梭其間的通道，兩側都遍佈商店。人們很喜歡這樣的設計。街道盡頭處原有的小型停車場改建為公園，修復一條溪流，使人們可以方便地從主商業街進入溪流這條『自然』走廊。過去市中心沿街店面的空地率為40%，現在已降為0。改建後的新面貌當然大受歡迎。人們可以坐在溪邊的餐館裡，置身於不受汽車噪音和灼熱汽車廢氣騷擾的環境中，領略著清新的微風吹拂過樹林的意境。」聖路易斯—奧比斯波已經成為一個充滿自然風光和田園情趣的城市。¹⁶

對雷杰斯特而言，城市及其建築的設計應建立在善用當地生態體系的基礎上，成為當地景觀的一環。例如，設計建築時應儘量考慮利用大自然調節溫度的功能。在本章下半段，我們將討論城市如何依賴水的多次淨化和重複利用來生存。對世上許多缺水的城市來說，「一沖了之」的用水系統已成為繼石油之後的另一項代價高昂的支出。隨著油價的上升，城市食品的生產，尤其是新鮮水果和蔬菜的生產，將會大量來自當地的空地和屋頂上。¹⁷

今後的都市化進程可能放慢，甚至出現逆轉。在一個土地、淡水和能源都告短缺的世界，每種資源的價值都可能大幅上升，從而改變城鄉間的貿易關係。自工業革命開始以來，城鄉貿易一直是有利於城市的，因為城市控制著資本和技

術這些稀少資源。但一旦土地和水成為最匱乏的資源，那麼在農村裡掌控這些資源的人，有朝一日也許會在城鄉貿易中佔據上風。在以再生能源為基礎的新經濟中，有很大比例的能源，特別是風能和生質燃料，都會來自鄰近的鄉間。¹⁸

除了資源短缺之外，網際網路的發展正在改變我們對距離和移動的看法，因而也會影響都市化的進程。遠距離通信的發展，可能會減少住在城市的優勢；網路購物的服務範圍也大於購物中心，可能也會削弱城市購物中心作為各項商品和服務集散的功能。

重新設計城市交通

建立在鐵路、公車路線、自行車道和人行道組合而成的城市運輸系統，從提供運輸能力、低成本交通和健康的城市環境幾個方面來看，堪稱世界上最好的城市交通模式。超級都市通常依賴地鐵提供運輸服務。無論是地鐵，或是地面的輕軌系統，或者是兩者的結合，交通設計的具體方案，有一部分會取決都市的規模和地理位置。對中型城市而言，輕軌通常是一項富有吸引力的選擇。

軌道交通系統是城市交通的基礎。軌道的位置是固定的，為人們提供一種永久的可靠交通方式。一旦鋪設完成，軌道交通系統的各個站點就會成為辦公大樓、高樓層住宅大廈和各式商店的聚集地。

前面提到，庫里蒂巴市和波哥大市已發展出一些創新的大眾交通系統，這些交通系統使大量的市民從私家車轉而乘坐公車。波哥大的「公車捷運系統」利用設置公車專用快速車道，為市民提供市區內迅速便捷的交通。這項成功經驗不僅在另外6個城市得到推廣，也被其他國家的一些城市仿效，包括北京、墨西哥市、聖保羅、首爾、台北和基多。

非洲和中國還有更多城市在規畫公車捷運系統。連工業化國家的都市，如渥太華和洛杉磯，也正在考慮採用這套模式。¹⁹

許多城市透過向車輛徵收入城費的方式，減少交通堵塞和空氣污染。新加坡長期以來一直是都市交通系統的創新領導者，在所有往市中心的道路上徵收費用。電子感應器可識別每一輛車，然後將收費金額計入車主的信用卡。該系統已經減少新加坡汽車的數量，為市民提供比大多數其他城市更好的運輸能力和更清潔的空氣。²⁰

倫敦和幾個挪威都市，包括奧斯陸、卑爾根和特隆赫姆，已經加入新加坡模式的行列。2003年初，倫敦開始徵收交通堵塞稅，向所有在每天早上7點至晚上六點半之間進城的車輛徵收5英鎊，此舉立即減少汽車的數量，使得幾年前平均車速跟一百年前的馬車交通一樣慢的市內交通順暢起來，同時也減少污染和噪音。²¹

在開徵這一新稅項後的第一年，使用公車進入倫敦市中心的人數上升了38%。自徵收這一交通堵塞費以來，每天進入倫敦市中心的汽車數量減少了365,000~70,000輛，下降了18%；交通延誤率也下降了30%。自行車和電動自行車的使用量上升了17%，主要街道的車速從每小時8.7英哩提高至10.6英哩，提高了21%。²²

人們原本擔心商業利潤下滑的局面並沒有出現；相反地，倫敦市內65%的商店的營業額並沒有因為新的收費政策受到任何影響。絕大多數店主認為，車流減少對城市的形象有正面的影響。英國的加第夫市也開始考慮在近期推行類似的收費制度。其他考慮比照辦理的都市還包括斯德哥爾摩、聖保羅、舊金山、米蘭和巴塞隆那。法國也正在考慮徵收堵塞費來解決巴黎令人窒息的空氣污染問題。本書第十二章將從重建經濟體系的角度，來討論稅收制度在改革都市交通體系上的成功應用。²³

自行車作為個人交通方式有許多優點。一來可以紓解交通堵塞、降低空氣污染、減少肥胖患者、改善身體健康、不排放破壞環境的二氧化碳，二來價格也可為數十億買不起汽車的人接受。自行車可提高機動性，同時減輕交通擁塞、減少鋪設柏油路面。一輛汽車所使用的道路面積通常可容納6輛自行車通行。就停車而言，自行車的優點更為突出。一輛汽車所佔用的空間可以停放20輛自行車。²⁴

自行車不僅是一種靈活的交通工具，也是平衡熱量攝取和消耗的理想方式。提供運動的機會這件事本身，就非常有價值。騎車上班所提供的定期運動可減少心血管疾病、骨質疏鬆、關節炎，並能加強免疫系統。數以百萬計的人每個月繳費給健身中心使用運動設施，往往是駕車前去，在固定式自行車上跑步，不過是試圖獲得相同的效果。

在減少二氧化碳排放方面，很少有別的方式像短途交通以自行車代替汽車這樣有效。自行車是工程效率的奇蹟，只需要投資13公斤的金屬和橡膠，卻能將個人運輸能力提高兩倍。作者本人也是自行車愛用者。據我估計，一顆馬鈴薯所含的熱量，就能輕鬆地騎行7英哩（11公里）。與之相比，一輛汽車即使只運載一個

人，也需要投入1噸~2噸的金屬材料，效率實在極低。

自行車為低收入人口提供的運輸功能，在中國有亮眼的表現。中國在1976年生產了600萬輛自行車。1978年的改革帶來經濟的迅速發展，收入不斷提高和人們可以自由選擇的市場經濟，使自行車的年產量開始上升，到1988年超過4,000萬輛。當市場大致飽和以後，年產量稍有下降，但穩定在3,000萬~4,000萬輛之間，一直延續到1990年代。從1999年起，自行車產量再次起飛，2004年上升到7,900萬輛。自1978年起，中國自行車使用人數大幅增加到5.45億人，是有史以來人類運輸能力最大的提升。自行車佔據城市和鄉村的道路。儘管中國的700萬輛小汽車還是很驚人，特別是在大城市，但實際上個人交通工具仍以自行車為主。²⁵

很多城市正在發掘自行車的多種用途。在美國，負責五萬到廿五萬人口規模的警察局，有八成以上騎腳踏車巡邏；負責超過廿五萬人口的警察部門，騎自行車巡邏的比例更高達96%。騎自行車的警察在城市內的執勤效果比較好，部分原因在於他們的機動性提高，比開車的警察更快速、更安靜地抵達事故或犯罪現場。他們每天執行任務的次數通常比駕車的警察高出50%。花錢常得斤斤計較的警察局都明白，機動警車和自行車的コスト，絕對無法相提並論。²⁶

在世界各地較大的城市中，自行車郵遞服務非常普遍。自行車比汽車能更迅速遞送小件郵包，價格也便宜得多。隨著資訊經濟的興起和電子商務的發展，對快速、可靠的市區快遞服務的需求不斷增長。對許多相互競爭的網路行銷公司而言，快速送貨是贏得顧客的關鍵。在紐約這樣的大都市，自行車快遞就是致勝關鍵。目前在紐約登記的自行車快遞公司大約有300家，力爭每年7億美元商機的市场。在大城市裡，自行車正在成為電子商務支持系統中不可或缺的一部分。²⁷

發揮自行車潛力的關鍵，在於建立友善自行車的交通體系，比如提供自行車專用道和在街道上設置自行車專用車道。這些車道應該設計成服務騎車通勤和騎車運動這二種人。另外，提供自行車停放設備和工作場所的淋浴設備，更可以促進自行車的普及。工業化國家中，荷蘭、丹麥和德國等，在設計對自行車友善的交通體系方面，有非常突出的進展。²⁸

荷蘭是工業化國家中鼓勵使用自行車公認的領導者。它已將自行車使用的未來發展納入「自行車整體規畫」的策略當中。該計畫除了打算在所有城市中開闢自行車專用道和僅供自行車騎駛路段，還賦予自行車高於摩托車的道路使用權和

交通號誌燈處的優先放行權，有些交通號誌燈允許自行車比汽車先行。荷蘭約有30%的運輸是依賴自行車。與之相比，美國只有1%。

西班牙是新近加入自行車推廣的國家之一。它於1993年開始將廢棄的鐵路線改為休閒道路。全國各地新建52條「綠色道路」，其中有1,300公里為自行車道，可通往全國各地。³⁰

在荷蘭有人組成「自行車經驗交流」（Interface for Cycling Expertise，簡稱I-ce）的非政府組織，旨在推廣該國將自行車納入現代交通體系的設計經驗，目前正與巴西、哥倫比亞、加納、印度、肯亞、南非、斯里蘭卡、坦尚尼亞和烏干達等地的民間組織合作，促進自行車的使用。根據該組織的領導人羅洛夫·維廷克（Roelof Wittink）的觀察：「如果你只以汽車為規畫重點，開車族會自認是道路之王，強化自行車是落後、窮人專用的交通工具的觀念。但是，如果把規畫重點放在自行車，公眾的態度就會改變。」³¹

荷蘭和日本都已打造出結合自行車和軌道交通的服務系統，方式是在軌道車站提供自行車停車場，使自行車騎士可以更方便地換乘軌道交通。日本騎自行車前往軌道交通站的趨勢發展迅速，有些車站已經投資設置垂直多層的自行車停車場，概念類似以往為方便汽車駕駛人而興建的停車場。³²

軌道交通和自行車的結合，尤其是將二者整合為統一的交通體系，將會使都市比那些以私人汽車為主的城市更適宜人居。噪音、污染、交通堵塞和鬱悶感都會得到紓解，人們和地球會變得更健康。

城市農作

1974年秋天，作者在參加一場於瑞典斯德哥爾摩市郊舉行的會議時，走過一個高層公寓附近的社區花園。那是一個怡人的夏日午後，很多人走到戶外來整理花園。30多年過去了，當時場景在印象中依然清晰，因為那些在花園裡勞動的人群之中，縈繞著一種滿足的氣氛。幾乎所有的人都是年長者，他們全神貫注地種菜或種花。作者記得當下萌起的想法，就是：「這是文明社會的象徵。」

2005年6月，聯合國糧農組織報導，都市和市區周邊的農田，為全世界約7億都市居民提供食糧。這些農田大多數是小塊的空地、院子甚至是屋頂。³³

在坦尚尼亞首都達雷斯薩拉姆（Dares Salaam）市內和市郊有大約650公頃種植蔬菜的土地，不僅為城市提供新鮮農產品，也為終年在自有的小塊土地上精耕的4,000名農民提供生計。非洲大陸的另一端的塞內加爾，在聯合國糧農組織的計畫支持下，達喀爾市（Dakar）的居民動員起來，在自家屋頂持續進行農作，每平方公尺屋頂的番茄年產量最高可達30公斤。³⁴

在河內，80%的新鮮蔬菜來自市內或市郊的農場。這些農場提供50%都市居民所需的豬肉和家禽。該市一半的淡水魚消費量可從市內或市郊的漁場提供。40%的蛋類供應來源也一樣。市區農民聰明地循環利用人畜糞便，提供養分給菜園和魚池。³⁵

生活在印度加爾各答東部濕地的居民，經營面積近3,500公頃的污水魚池。該市的污水都蓄集到此，分階段流過不同的水池，使細菌分解有機廢物。這些有機物又支持水藻的快速生長，這是各種當地食草魚類的食物。這套系統為都市提供穩定的鮮魚，品質始終優於其他進入加爾各答市場的漁產品。³⁶

《城市農業》雜誌（Urban Agriculture）曾經介紹上海如何在城市周圍形成營養循環的情形。為了有足夠的土地來循環利用都市居民的排泄物，城市的邊界已將周邊30萬公頃農田囊括在內，提供這座超級城市六成的蔬菜需求量。上海市半數的豬肉和家禽供應，90%的牛奶和蛋類，也是來自這個都市拓展區和周邊地區。³⁷

在委內瑞拉的卡拉卡斯，一項由政府發起，並得到聯合國糧農組織支持的計畫，在城鄉創造了4,000個平均面積一平方公尺的微型菜園，其中許多都是建在離家庭廚房幾步路的地方。一旦蔬菜成熟，可以馬上採摘，然後播種下新的秧苗。在土地不閒置的情況下，每平方公尺土地每年可提供330棵生菜、18公斤番茄或者16公斤的包心菜。³⁸

委內瑞拉計畫在全國各都市建立10萬個微型菜園和1,000公頃以城市堆肥為基礎的蔬菜種植地。該國農村綜合發展部副部長萊奧納多·吉爾·莫拉（Leonardo Gil Mora）指出：「不管是在都市，還是整個委內瑞拉，人是我們所擁有最重要的資源。透過發展城市農業，我們希望增強窮人的自信，並藉此提高他們對社會的參與度。」³⁹

在歐洲城市，社區菜園是一項歷史悠久的傳統。每一名飛往巴黎的訪客，都能在空中看到城市周邊不計其數的社區菜園。這些小園地不僅可以生產高品質的食物，也為城市居民提供生活樂趣和社區精神。

古巴在十幾年前失去前蘇聯的支持，影響之一便是全國城市農作的擴大。哈瓦那現在可以生產本市居民所需蔬菜量的一半。城市國家新加坡擁有1萬名城市農民，他們生產的蔬菜滿足國民需求的四分之一，供應的家禽更滿足五分之四的需求。《城市農業》雜誌一項2003年的研究結果顯示，英國倫敦760萬居民中，有14%可自行生產部分食物。加拿大西部第一大城溫哥華，這個比例甚至達到44%，相當可觀。⁴⁰

有人調查美國費城那些在自家菜園裡忙著種菜的人，為什麼要這樣做。約20%的人回答是為了娛樂，19%的人表示可以增進頭腦健康，17%的人認為可增強體力。另外有14%的人回答需要高品質的新鮮產品，這只有自家菜園才能提供。10%的人是心理因素，還有7%的人認為這樣取得的菜最經濟，不花錢，還能打發時間。城市菜園也是社交場所，可以營造社區精神。此外，每周在菜園裡勞動3~4次給身體帶來的好處，與適度步行和騎車的效果相當。⁴¹

有一些國家，像是美國，都市菜園有巨大的開發潛能。有一項調查顯示，芝加哥有7萬筆空地，費城有3萬筆。全美的都市空地數量高達幾十萬筆。《城市農業》雜誌將城市農業受到高度需求的原因，歸納為具有「一種起死回生的效果……把雜草叢生、垃圾遍佈、危險聚集那些刺眼的空地，轉變為結實累累、美麗安全的園地，帶給人們物質和心靈的回報。」⁴²

鑒於未來石油價格不可避免的上漲，城市農業帶來的經濟利益將會更明顯，這對富裕國家也是一樣。除了提供更多新鮮農產，城市農業也將使數以百萬計的人發現城市菜園帶來的心理社會安適感。

減少城市用水量

新技術發展和水資源的短缺，使得處理民生與工業廢水這樣一次性用水方式不再合宜。水進入城市後，被生活和工業廢物污染，然後以危險的污水形態離開城市。有毒工業廢棄物被排入河流、湖泊或水井裡，也滲透到地下蓄水層，使得地表和地下水都無法安全飲用。有毒廢物同時也破壞海洋生態系統，包括當地的漁場。以現在的情況來看，廢物已經不能再以排到環境的方式處理，這樣才能保證水資源無限次循環利用，並大幅度降低城市和工業的用水需求。

當前處理人體排泄物的工程概念，是使用大量的水將排泄物沖到污水收集系統，經過處理再排入當地河流中。這種「一沖了之」的處理系統用到的水資源非常密集，破壞養分循環，大多數人也用不起，在開發中國家更是疾病的主要來源。

隨著水資源的日益匱乏，以水來支持的廢物處理系統，可行性將逐漸降低。以水為主的污水處理系統常會將土壤中的營養物質排放到河流、湖泊或海洋，不僅導致養分從農業系統中流失，養分的過度供給也造成許多河流的死亡和沿海地區約146個死亡帶的形成。將未經處理的污水大量排入河川溪流中，是造成疾病和死亡的主因之一。⁴³

印度科學與環境中心（Centre for Science and Environment in India）的蘇尼塔·納拉因（Sunita Narain）明確地指出以水為主的污水處理系統，不管在環境或經濟面，對印度來說都是不可行。她指出，印度一個五口之家，每年產生糞便250升，如果用沖水馬桶，每年需要使用15萬公升的水。⁴⁴

從設計上來看，印度現有的污水系統實際上是一個病源擴散系統。只要有少量的污染物被直接排放到附近的河流裡，就能使大量的水體不適於人類使用。蘇尼塔·納拉因說：「我們的河流和兒童正在死亡。」印度政府像許多其他開發中國家的政府一樣，正在徒勞無功地追求普及下水道和污水處理的目標。一方面無法彌補需求和供給能力之間的巨大缺口，卻又不願承認這項工程在經濟上的不可行性。蘇尼塔·納拉因的結論是：「一沖了之」的模式並不可行。⁴⁵

病源的擴散是巨大的公共衛生挑戰。全球各地惡劣的公共衛生和個人衛生狀況每年會奪去270萬人的生命，僅次於因飢餓和營養不良造成590萬人喪命的威脅。⁴⁶

好在我們有一種低成本的替代方案：堆肥廁所。這種廁所和小型堆肥設施連接起來，不但簡單，還可做到無水無臭，廚房垃圾甚至也可以納入同一處理系統。人類的有機廢棄物經乾燥處理後，會轉化成類似土壤的腐殖質，體積不到原來的10%，基本上不會臭。一般規模的堆肥設施，一年只需清空一次。商人定期收集這些腐殖質，再將其作為土壤添加物銷售，確保養分和有機物質回歸土壤，減少對肥料的需求。⁴⁷

這種技術可減少生活用水，從而降低水費，減少抽水和淨化的燃料需求。另一項額外好處，是如果廚房垃圾也納入該系統，就能減少垃圾運輸量，消除污水處理問題，更有助於恢復水循環。美國環保署目前列出幾種批准使用的免沖水廁所。由瑞典首先發明的這種廁所，可在不同的條件下良好地運行，包括瑞典的公寓大樓、美國的私人住宅和中國的農村。⁴⁸

就每個家庭而言，使用省水家具就可達到節水目的，包括使用省水淋浴噴頭、抽水馬桶、洗碗機和洗衣機。有些國家正在採用省水標準，並對家用產品進行認證，類似電器的省能標章。隨著用水成本的上升（這是無可避免的），每一家都會逐漸知道，投資改建堆肥廁所和更換省水器比較划算。

對城市來說，光是單一做法就能有效提高水生產力，而採用綜合的水處理與循環系統，則可實現水資源反覆利用的目標。有了這套系統，每次的循環過程只會有少量的水因蒸發而損失。在目前現有的各項技術基礎上，城市供水的廣泛循環利用十分可行，大致上可以解決許多城市對水資源的需求。

有些面臨供水來源萎縮和用水成本上升的城市，已經開始採循環方式供水。以新加坡為例，從馬來西亞購水的價格越來越高，正開始進行水循環利用，以減少水的進口量。還有些城市維生的必要條件，就是要徹底做到水的循環再利用。⁴⁹

與城市一樣，面臨用水問題的產業界，也開始改變原來靠水來清洗工業廢物的模式。有些企業不再將產生的污水混合，而是分別對每種污水各別採用適當的化學物質和過濾膜處理，以便於水的重複利用。雙年出版品《世界的水資源》（The World's Water）的資深作者暨編輯彼得·格萊克（Peter Gleick）寫道：「事實上，有些工業部門，例如造紙和紙漿業、工業洗衣業和金屬表面處理業，正在著手開發可對廢水進行內部循環使用的『閉路循環系統』，這種系統僅需要一小部分淡水來彌補被產品吸收或蒸發損失的水分。」工業部門在省水的努力比

市政部門的進展更為快速，前者所開發的技術也可用於城市水循環系統。⁵⁰

城市省水主要取決於兩種家用品：馬桶和淋浴噴頭，兩者共佔室內用水量的半。傳統的抽水馬桶每沖一次需耗水6加侖（22.7升），而美國新的馬桶使用規定最大耗水量只有1.6加侖（6升）。澳洲生產的雙鍵抽水馬桶，沖液體只需1加侖水，固體則需1.6加侖。將每分鐘耗水5加侖的淋浴噴頭換成每分鐘耗水2.5加侖的噴頭，幾乎可以少用一半的水。歐洲發展的滾筒洗衣機比美國傳統的渦輪式洗衣機省水40%。現在國際市場上銷售的這種歐式洗衣機節能效果也很好。⁵¹

現存以水支撐的廢物處理系統在經濟上已經行不通。在擁擠的地球上，有太多的家庭、工廠和飼養場只想依靠水來沖洗廢物，這在生態上是不智而且過時的做法，只能用在過去人口和經濟活動都不多的時代。

來自都市貧民窟的挑戰

根據預測，在2000年到2050年之間，工業化國家或開發中國家中生活在農村地區的人口只會小幅成長。2050年之前，全球約30億的新增人口幾乎都將生活在開發中國家的都市地區，大多數將待在非法佔用的貧民區。⁵²

貧民區，無論是巴西的「發維拉」（favelas），秘魯的「巴里亞達」（barriadas），或者土耳其的「格賽康都」（gecekondui），通常都是都市中非常貧困的無地者聚居之處，他們直接在城市空地（有的私有，有的公有）搭蓋違章建築住下來。⁵³

貧民區內部條件通常很差，缺少各種公共福利服務。正如全球發展研究中心的協調員哈里·斯里尼瓦斯（Hari Srinivas）所指出，這些由農村遷往城市的移民「採取非法佔用空地建造住所的極端行為」，完全是出於別無選擇。他們經常受到政府部門的冷眼對待甚至嫌惡，被視為入侵者和闖禍者。有些部門甚至將貧民區視為社會之惡，必得除之而後快。⁵⁴

城市貧民窟不僅包括違章區，還包括嚴重衰落的老舊區域。這些老區域過於擁擠，也缺乏諸如污水處理之類的基本公共設施。

和緩農村向都市移動的辦法之一，就是改善農村的生活條件。除了提供本書第七章中曾描述過的，基本醫療保健和兒童教育之類的基本社會福利，還要鼓勵

企業向全國小型城鎮進行投資，不能只把資金放在墨西哥市和曼谷這類的大城。這樣的政策可減緩農村人口流入城市，使人口移動降到一個更有秩序的水準。

開發中國家城市形貌常會受到貧民區缺乏發展規畫的影響。任由違法佔地者隨意在陡坡、河流沙灘上或其他高危險地區定居，使得提供交通、供水和廢水處理等基本設施非常困難。新城市主義的先鋒，巴西庫里蒂巴市的做法，是畫出貧民區的專門地。這種預先畫定貧民區用地的辦法，至少可以使貧民區在一定的架構下發展，最低限度地符合官方預定的都市規畫。⁵⁵

為貧民區提供的最簡單服務之一，就是公共堆肥廁所。此外，在整個貧民區定點提供清潔自來水取水口，可以相當有效地控制疾病在擁擠環境內的傳播。正規公共汽車服務可以為在貧民區居住的工人提供往返工作場所的交通。如果想大力仿效庫里蒂巴市，一開始還要將公園和其他公共場所納入社區規畫和建設中。

有些上層政府官員一心想用推土機剷平貧民窟，這對城市的貧窮是治標不治本的方法。身處貧民窟的居民已經傾其所有把房屋蓋起來，推倒他們的住所不會讓他們更富有，只會使他們更貧窮，城市本身也因此更加貧困。到目前為止，最好的做法是就地改造，關鍵是提供貧民區住戶安全的租賃契約和小額貸款，使他們能夠隨著時間的推移逐步改善生活。⁵⁶

改造貧民窟，端視地方政府是否能夠回應貧民的需求，而不是忽視他們的利益。消除貧窮，建立穩定與進步的社區，有賴人民與政府之間能否建立建設性的關係。有政府支持的小額信貸不僅有助於建立政府和貧困社區間的互動，還給了當地貧困的居民一絲希望。⁵⁷

儘管政府可能希望剷除這些貧民窟，但實際上，它們可能在未來的幾十年不斷地膨脹。都市所面對的挑戰是如何以人道的方式，透過種種改善的策略給貧民帶來希望，從而將貧民窟納入都市生活。否則積怨日深、社會衝突與暴力蔓延，將是未來無法避免的結果。

以人為本的城市

21世紀初始，無論是在工業化國家還是開發中國家，都市居民都清楚地知道，汽車和城市之間有著內在的衝突，而且通常是汽車造成空氣污染奪取數百萬人的性命，還有交通堵塞浪費時間和汽油造成的直接經濟損失。

為汽車族設計的都市所付出的另一項代價是心理上的，一個剝奪與自然接觸的「柏油症候群」。愈來愈多的證據顯示人類有接觸自然的內在需求，生態學家和心理學家也都已經注意到了。以哈佛大學生物學家威爾遜（E.O. Wilson）為首的一批生態學家提出「親生命假說」（*biophilia hypothesis*），認為人若被剝奪與大自然接觸的機會，會帶來心理創傷。這種剝奪導致的身心健康受損，可以用科學方法測得。⁵⁸

與此同時，心理學家也創造「生態心理學」這個新詞彙，提出同樣的觀點。該領域以西奧多·羅斯扎克（Theodore Roszak）為首，他舉賓州一所醫院裡病人的康復速度為例，證明人類對自然的依賴：病房的窗口如果面對花園，病人的恢復速度比住在病房窗口面對停車場的人更快。⁵⁹

支持社區菜園的論點之一，是它不僅能提供食物，也提供鬱的環境和促成社區意識。和土壤打交道，看著植物生長，對人可以發揮治療的作用。

當代大多數國家的交通預算，特別是美國，都嚴重偏向於高速公路和街道的建設與維護。建設適宜人居和交通便捷的城市，取決於重新分配預算，重視以軌道系統和公共汽車為基礎的大眾運輸系統，以及友善自行車的設施。

但還是有些改變令人興奮，不為車而為人規畫城市的潮流正在興起，其中包括美國的例子。美國自1996年以來，全國公共交通系統的使用率每年上升2.1%，表示人們正逐漸放棄小轎車，以公共汽車、地鐵和輕軌代步。2005年急劇上升的汽油價格，更鼓勵大家使用公共交通系統或乾脆騎自行車。⁶⁰

世界各地的市長和都市計畫者，都在重新思考汽車在都市交通的作用。中國有一群著名的科學家，針對北京決定提倡以小汽車為主的交通系統提出異議。他們的論點是根據一項簡單的事實：中國沒有足夠的土地既容納汽車，又生產足夠的糧食。中國的情況如此，印度和其他幾十個人口稠密的開發中國家也沒有不同。⁶¹

有些城市在規畫自身發展的表現，比其他城市突出許多。它們規畫的交通系統提供良好的運輸能力、清潔的空氣和運動的機會，這和那些堵塞嚴重、空氣污濁、缺乏運動機會的都市形成鮮明的反差。當一個城市像美國喬治亞州的亞特蘭大那樣，95%的上班族開車通勤時，交通就會陷入困境。反觀荷蘭的阿姆斯特丹，只有40%的人開車上下班，35%的人步行或騎自行車，另外25%的人使用公共交通系統。哥本哈根的交通模式與阿姆斯特丹幾乎完全相同。在巴黎，只有不到一半的通勤者開車。儘管這些歐洲城市的年代久遠，街道比較狹窄，但它們的交通堵塞程度比亞特蘭大好得多。⁶²

無疑地，以小轎車為運輸主力的城市，與提供多毀通勤選擇的城市相比，前者塞車嚴重，運輸力更差。原先是要提供個人機動性的小轎車，實際上正在癱瘓整個市區交通，使富人和窮人一樣動彈不得。

許多開發中國家目前訂出的長期運輸策略，是希望有朝一日人人都能擁有一輛汽車。然而，即便不考慮石油蘊藏量的限制，土地數量對汽車發展的限制，也會使這種夢想難以實現。這些國家如果支持公共交通和自行車，將可提供更好的運輸能力。

如果開發中國家的政府繼續把大部分資源投注在支持汽車之上，最終只能得到一個為少數有車者服務的交通系統。如果能體認到大多數人永遠都買不起車，政府的交通規畫和投資自然就會轉向。

用不同的方法來重建交通系統，才能滿足所有人而不只是富人的需求，讓交通順暢而不堵塞，健康獲得改善而非損害。方法之一是取消補貼，這常是以免費停車的型式間接提供的。美國一年停車補貼估計是850億美元，顯然是在鼓勵人們開車上班。⁶³

1992年，加州政府規定，雇主應發放相當於停車補貼的現金，使員工用來支付大眾運輸搭乘費用或購買自行車。根據調查數據，這項政策調整使汽車使用率下降17%。美國在1998年的《21世紀平等交通法案》中特別增加一項有關稅法的新條款，規定乘坐大眾交通工具或付費共乘的人，可以跟免費停車的人一樣，享受同額的減稅優惠。整個社會應該爭取的不是停車補貼，而是繳納停車稅，這樣才能反映交通堵塞給社會帶來的成本上升，以及補償汽車和停車場導致的都市生活品質下降。⁶⁴

斯德哥爾摩、維也納、布拉格和羅馬等幾十個都市，都宣佈設立無車街區。巴黎人已享受到塞納河兩岸道路周日和假日禁行車輛帶來的好處，並且正在考慮從2012年開始在市中心大部分地區禁車。⁶⁵

地鐵除了要運行正常，票價合理之外，增加地鐵本身的吸引力，甚至將其改造成藝文中心的想法，已經得到越來越多的支持。莫斯科的地鐵站裡，各種藝術作品琳琅滿目，人們將地鐵稱為俄羅斯皇冠上的明珠，是最貼切的形容。美國首都華盛頓的聯合車站（Union Station）把市區地鐵和跨區鐵路二個系統相連，是建築學上美侖美奐的傑作。車站自從1998年翻新完工以來，已經成為一個公共聚會場所，擁有商店、會議室和風味多樣的餐館。

在鼓勵使用公共交通系統方面，賓州中部的大學鎮（State College），即賓州州立大學所在地，採用了更創新大膽的作法。賓州大學為了減少交通堵塞和解決停車場地不足的問題，在1999年提供100萬美元的資金給當地的公車運輸系統，交換條件是賓州大學師生員工不限次數免費乘車。結果該鎮一年內公共汽車的乘坐率躍升240%，公車公司還打算大量購買新車以服務增加的乘客群。賓州大學的這項創舉，讓校園變成令人喜愛也更具吸引力的地方，同時也是一筆可以招徠學生和教師的資產。⁶⁶

新世紀開始之際，全世界都在檢討汽車在城市的功能，這是一個世紀以來對交通最根本的思考改變。我們面臨的挑戰是重新設計社區，使大眾交通系統成為都市交通的核心，並且加強人行道、慢跑道和自行車道等輔助設施。這也表示應該用公園、遊戲區和運動場來取代停車場。在規畫都市生活型態時，我們的方向應該是：將運動融入生活，減少空氣污染與肥胖症，從而全面恢復身心的健康。

第三部分

帶來希望的新選擇

第十二章 構建新經濟

我們在第一章已經得出結論：西方以化石燃料為基礎、以汽車為中心、一次性產品氾濫的經濟，並不適用全球。因此我們要構建新型的經濟，以再生能源為基礎，少用汽車、多用捷運、公車和自行車的多樣化大眾運輸系統，並且全面實現資源的循環再利用。

這種新經濟的樣貌為何，還可以再具體一點，但問題的關鍵不在此，而在於如何實現從傳統經濟到新經濟的快速轉變，又不致於使經濟出現滑坡現象，甚至崩潰。我們具備的有利條件是：人類現今掌握了早期文明所不曾有的條件和工具，比如各種考古數據，更先進的科學知識等，最重要的，是我們懂得如何透過經濟政策來實現社會目標。

要使全球經濟永續發展，關鍵是創造一個誠實透明、忠實反映出生態現實的市場。市場調配資源的效率是很驚人的，這一點，任何中央計畫機構都難以望其項背。市場可以輕鬆地調節供需。物資的充足和匱乏，看看它在市場上的價格就能一目了然。

不過，市場也有其基本缺陷。市場價格無法反映提供物資或服務所產生的間接費用，不能準確反映大自然做出的貢獻，也不遵守維持自然永續發展的規則。而且，市場顧及的是眼前利益，而不是長遠利益。未來會怎樣不在其遊戲規則之內。

在人類信史中，與經濟活動有關的間接成本非常地低，幾乎不會引起注意。即便產生了間接成本，也只是區域性的。但從1950年以來，全球經濟擴展了6倍，如果再不對市場這些缺陷和經濟扭曲給予足夠的重視，後果將不堪設想。¹

第一章曾經提到，不能反映真實情況的會計制度，將使社會付出高昂的代價。幾家全球頂尖大企業，不就是因部分成本沒有入帳而落到破產的結局嗎？不

幸的是，錯誤的全球經濟會計制度可能還會帶來更嚴重的後果。現代社會的經濟繁榮，有一部分是建立在生態赤字上，只不過這種赤字沒有寫在帳面上，但早晚會有人為此付出代價。

一旦能夠算出一件產品或一項服務的間接成本，我們便可以用稅項的形式將其納入市場價格中，同時減少個人的所得稅。如果能使市場反映這個現實，就不至於被錯誤的會計系統蒙蔽而導致破產。正如埃克森挪威與北海公司（Exxon for Norway and the North Sea）前副總裁厄斯泰因·達勒（Øystein Dahle）所指出：「中央計畫經濟由於不讓市場反映經濟真象而崩潰；自由市場經濟的崩潰，則是不讓市場反映生態的真象。」²

稅項轉移

進行稅項轉移：降低所得稅、提高破壞環境活動的稅額，以便市場反映真相，已經受到經濟學家的廣泛支持。舉例來說，燒煤會引起一系列的開支。包括人們吸入污染的空气後的醫療費用、酸雨造成的損害，以及氣候異常的代價等等，都要體現在賦稅裡。藉由稅款的徵收，人們自然會把投資轉向再生能源，如風能、地熱能等。明白這層道理之後，行動就會接近稅項轉移。不少西歐國家已經透過某種形式在轉移稅制，也就是透過環境稅的改革，實現前幾章提到的環保目標。³

歐洲對多項破壞環境的活動進行徵稅，包括碳排放，廢棄物製造（即所謂的「垃圾掩埋稅」），還有都市中不計其數的汽車。德國在1999年開始執行一項四年計畫，向勞動階級徵收的稅項將逐漸轉移到能源消耗上。由於這項計畫的推行，燃料消耗量到2001年為止降低5%，而再生能源的利用因而提高。截至2003年，僅僅風力能源產業，就新增45,400個就業機會，這個數字到2010年預計還將提高到103,000個。⁴

瑞典在2001年推動一項大膽的環保稅轉移計畫，準備在10年內將金額300億瑞典克朗（約合39億美元）的個人所得稅，轉移成對破壞環境的經濟活動徵收的稅項。平均每戶少交的1,100美元稅款，主要將轉向公路交通方面徵收，包括交通工具、燃料和電的使用。瑞典這項10年稅項轉移的工作在2005年的進度已經超前原先的規畫，成為全球進行環稅改的先鋒。⁵

力行稅制改革的歐洲國家還包括西班牙、義大利、挪威、英國和法國。此外還有一些不算普遍的改革。比如馬來西亞、泰國、土耳其等國對鉛排放進行徵稅，以杜絕用鉛作為汽油添加劑。美國為遵循1987年《蒙特婁議定書》的規定及其後的修訂條款，對氯氟碳化物徵收重稅以達徹底杜絕之效。有一些城市，像是加拿大卑詩省省首府維多利亞市從1992年開始，每袋垃圾徵收1.2美元，一年之內就減少18%的垃圾量。⁶

被大量汽車堵得透不過氣的都市，則借助徵收高額的進城稅來紓緩。新加坡在20多年前首開先例，徵收這種稅項，後來奧斯陸、墨爾本，以及最近的倫敦也都紛紛仿效。2002年2月，倫敦市長肯·利文斯頓（Ken Livingstone）首度下令徵收交通堵塞稅，稅額5英鎊，將近9美元。2005年7月，稅金又增加到8英鎊，超過14美元。增加的收入將用來改進公車系統。這項交通堵塞稅的徵收旨在重組倫敦的大眾交通系統，減少堵塞、空氣污染和碳排放，增強城市的流動能力。⁷

當倫敦和其他城市還在向汽車徵收交通堵塞稅時，有些地方乾脆對購買汽車直接徵稅。在丹麥，買車必須繳納的稅金，比車子本身的售價還高。購買一輛價值25,000美元的新車，實際花費高達5萬美元以上！2000年，消費者如購買節能車，將可減免部分稅額。其他的地方政府也有相同的意願。根據《紐約時報》記者霍華德·弗倫奇（Howard French）報導，上海市已經車滿為患，「自2000年起，每年都調漲汽車牌照費用，現在已經比當時漲了一倍，每輛車約4,600美元，比這座城市的人均收入高出一倍以上。」⁸

有時，特定的產品會使社會付出高昂的成本，徵稅的呼聲也愈來愈高。到目前為止，最富戲劇性的例子莫過於美國菸草業和各個州政府達成的協議。有愈來愈多的州政府立法要求菸草公司償付吸菸導致疾病的醫療費用，菸草業在1998年11月被迫同意為50個州一次償付2,150億美元，相當於替每個美國人支付1,000美元。這項協定象徵重要的里程碑，其實是對過去的菸草消費徵稅，償付因吸菸帶來的間接支出。為了支付這筆高昂的費用，菸草公司不得不漲價，進一步抑制吸菸的行為。⁹

美國疾病管制局的研究結果顯示，每吸一包菸，社會要支付7.18美元的間接費用，因此開徵吸菸稅是理所當然的。全球每年被吸菸奪走的生命為490萬條。這項研究成果還為徵收多少稅額提供依據。2002年，當美國各州政府普遍面臨財政

赤字時，有21個州提高菸草稅。紐約市加徵的菸草稅可能是最高的：菸民每吸一包菸要多交39美分的州稅，1.42美元的市稅，總共增加1.81美元。一般來說，菸草價格每增加10%，吸菸量就會降低4%。由此可見，增加菸草稅對大眾健康是有好處的。¹⁰

如果社會為吸一包菸要付出7.18美元，那麼燃燒一加侖汽油產生的社會成本是多少？剛好，我們在第一章提到，國際技術評估中心曾經進行「汽油的真實價格」的詳盡調查，計算幾項汽油的間接費用，其中包括石油工業的減免賦稅，石油供應保護費，對石油工業的補貼，治療因汽車廢氣引發的呼吸道疾病的醫療費用等。所有這些間接費用加起來，每加侖約9美元，略高於吸一包菸導致的社會成本。美國每加侖石油2005年初平均售價是2美元，加上這筆額外的費用，每加侖石油的價格應該是11美元。這才是最真實的價格，絕對要有人負擔。現在費用既然算出來，就可以仿效美國疾管局對香菸的做法，制定徵收石油稅的法律。¹¹

亞洲兩個經濟大國，日本和中國，也正在考慮開徵碳稅。過去的幾年裡，日本國會有許多成員傾向將稅制導向環境保護，但遭到工業界的反對。中國的能源消耗和碳排放正以前所未有的驚人速度成長，政府部門也試圖建立環保型稅制，以減少化石燃料的消耗。人大代表王鳳春（音譯）表示，「在市場經濟條件下，徵稅是調整人民消費習慣最有效的工具，比政府的行政命令效果更明顯。」如果中國政府能實現環保稅改革，不僅對中國，對整個世界都具有重大的意義。¹²

稅制向環保方向調整通常可帶來雙重效益。除了保護環境，調整的結果可減少個人所得稅，也就是減少對勞動者徵收的稅金，勞動力價格就會下降，同時增加就業機會。這便是德國決定用四年的時間，將對個人勞動收入徵的稅項轉到能源領域的主要原因。減少 和廢氣排放導致的空氣污染，氣喘、肺氣腫等呼吸道疾病的感染率減少，整個醫療系統的開支也會相對地下降。¹³

在林木方面，生態學家也可以算出樹木所產生的效益。一旦數據確定，就可以把它算進像保加利亞和立陶宛徵收的立木稅裡。想要砍樹，就要交納一定的稅，稅額相當於這棵樹帶來的防洪等一系列經濟效益的總和。這樣一來，林木市場就可以反映生態系統的實際情況。徵稅的目的就是減少森林砍伐，鼓勵林木反覆使用以及紙張的再生利用。¹⁴

稅項轉移還可加速國家發展生產新設備，比如開發新能源，或污染處理新技

術等。以丹麥為例，該國政府給予風力發電優惠稅制，使這個僅有500萬人口的國家，得以在風力發電機製造業領先全球。¹⁵

有將近2,500名經濟學家，包括8位諾貝爾經濟學獎得主，都支持稅項轉移。哈佛大學教授格雷戈里·曼基（Gregory Mankiw）在《財富》雜誌上撰文：「減少個人所得稅，增加汽油稅，將促進經濟更快速發展，減少交通擁擠，提高公路安全，減少全球變暖的危險。這些措施都不會危及長期的財政清償能力，簡直就是經濟學界提供的免費午餐。」¹⁶

《經濟學家》周刊大力支持環保稅項轉移的做法，曾刊文指出：「立足於環境，不必擔心能源安全。美國的汽油稅過低。與其做一次性徵稅，不如制定長期策略，將按收入的稅制逐漸轉移為按碳排放量徵稅。這個做法具體可行，也更符合現今需求。」在歐洲和美國民意調查結果，至少都有70%的民眾在了解環境稅改革以後，表示支持這項提議。¹⁷

在某些情況下，用許可買賣來代替環保稅也是不錯的辦法。這兩種經濟手段都可以達到環保目的，主要區別在於：使用許可證，政府事先規定某種經濟活動的容許上限，比如從一個漁場最多只能捕撈多少水產品，然後將捕撈許可證進行拍賣，讓市場決定許可證的價格；徵收環保稅的做法，是由政府事先規定那一種破壞環境的經濟活動要交多少稅，這樣一來，最後會出現多少這類經濟活動，由市場來調節。這兩種經濟手段都可以減少破壞環境的行為。¹⁸

什麼時候用什麼手段並不是絕對。政府徵收環境稅的經驗，比發放交易許可證的經驗來豐富。徵稅在很多種情況下顯然都能起作用。發放許可證在很多不同情況成功的例子也不少。澳洲限制漁場捕撈和美國降低硫的排放都是採取這個作法。

就以漁場捕撈為例。澳洲的龍蝦被過度捕撈，使政府深感憂慮。在計算龍蝦的永續捕撈量後，政府簽發總數固定的捕撈許可，由漁民來投標。也就是說，政府事先規定捕蝦的限額，然後讓市場來決定許可證的價格。自從1986年澳洲政府採取許可證交易的策略後，本國的漁場趨向穩定，似乎奠定下永續運作的基礎。¹⁹

美國曾經發放過硫排放的交易許可證，目的是在1990年到2000年間，使美國發電廠的硫排放量減少一半。這也許是迄今使用交易許可證中成效最大的行動。

美國預期的目標，以最低的成本在1995年就提前做到。交易許可證也許有美中不足之處，有時會使污染物排放在某些地方根本不會減少。²⁰

雖然交易許可證的做法在業界很受歡迎，但實施起來比徵稅麻煩，也沒有後者那麼簡單易懂。白宮環境品質委員會資深經濟學家艾德溫·克拉克（Edwin Clark）曾經指出，交易許可證「需要建立複雜的調節架構，規定限額，建立交易規則，還要防止有人沒有許可證進行操作」。和人們熟悉的稅制改革比較起來，大眾對許可證比較陌生，要得到廣大的支持會困難一點。²¹

補貼轉移

根據估計，全世界的納稅人每年要支付7,000億美元來補貼破壞環境的活動，比如使用化石燃料、超採地下水、砍伐森林和過度捕撈。一份地球議會（Earth Council）所提出《給不永續的發展放補貼》（Subsidizing Unsustainable Development）的研究報告指出：「全球每年要花幾千億美元來補貼自我毀滅的活動，真是匪夷所思。」²²

伊朗是將補貼到達極端的典型例子：國內的油價是國際價格的十分之一，大幅地鼓勵擁有汽車和消耗汽油。世界銀行的報告指出，如果廢除這筆每年高達36億美元的補貼，伊朗的碳排放量將減少49%。這筆費用若拿來投資經濟建設的話，也可大大促進該國的經濟發展。類似的情況在其它國家也有。世界銀行指出，一旦取消能源補貼，委內瑞拉的碳排放量將減少26%，俄羅斯將減少17%，印度減少14%，印尼會減少11%。²³

有些國家已經在取消或減少這些破壞環境與氣候的補貼。比利時、法國和日本都已經不再補貼煤炭，德國的煤炭補貼由1989年的54億美元，降到2002年的28億美元，同時還減少46%的煤炭使用量，並計畫在2010年徹底終止這項補貼。中國的煤炭補貼由1993年的73.5億美元降到1995年的2.4億美元。中國近來也開始對高含硫量的煤炭課稅。²⁴

英國綠黨進行的「航空業的經濟不利」研究，揭示英國航空業接受補貼的程度。文件從減免170億美元的稅款開始，其中包括聯邦稅全部減免。有些所謂外部成本或間接成本，包括吸入受飛機污染的空氣導致的疾病治療費，氣候異常的處

理費等，航空部門也都沒有支付，加起來是70億美元左右。這些補貼相當於平均每個英國人付給航空業391美元的補貼。有一大部分的英國公民搭不起飛機，有的甚至不可能去坐飛機，卻需掏腰包為那些有錢同胞支付這種昂貴的交通工具。²⁵

正當一些先進國家減少對化石燃料、尤其是對破壞氣候效果最嚴重的煤炭補貼的同時，美國還繼續增加對化石燃料和核能工業的支持。「綠剪刀組織」(Green Scissors)在環保組織的聯合支持下，於2002年提出一份研究報告，內容指出，在過去的10年中，美國為能源產業付出的補貼總金額為330億美元。其中，石油和天然氣產業拿到260億，煤炭30億，核能40億。當全球在疾呼節約石油能源之際，美國的納稅人卻用補貼使自己走向耗竭。²⁶

如前文所述，稅制偏向環保，會少徵個人所得稅，鼓勵對風力發電和資源循環利用這方面的投資，同時增加就業，減少對環境的破壞。取消破壞環境的補貼，可以減輕納稅人的負擔，又能減少破壞環境的活動。

補貼本身不是壞事。許多工業和科技正是在政府的補貼下誕生的。用軍用研發經費研發出的噴射機，就是現代商用飛機的前身。當年民眾以捐助形式支持政府實驗室和研究機構實現計算機連接，才發展成現在的聯際網路。在加州，因為降低聯邦稅和州稅兩相結合，現代風力工業才得以誕生。²⁷

補貼轉移跟稅項轉移一樣有其必要性。全世界正面臨經濟活動帶來的氣候變化，既然如此，還有什麼理由用補貼來增加煤炭和石油的使用？將這筆補貼轉移到開發不會危害氣候的能源，如風能、太陽能、生質能、地熱能等，才是穩定全球氣候的關鍵。將公路建設的補貼轉移到鐵路建設，通常可以增加運輸力，又能減少碳的排放。

現在各級政府都面臨財政赤字，世界經濟動盪不安。利用稅制和補貼的轉移，可以帶來兩倍到三倍的純收益，進而平衡財政赤字，成為拯救經濟的環境支持系統。稅制和補貼的轉移一方面增加經濟效益，另一方面減少環境污染，一箭雙雕。

環保標章：花錢做選擇

另外一項建構環保經濟的手段，是環保標章。給生產過程兼顧環保的產品貼上特別的環保標章，讓消費者以選購此類產品的方式表示對環保的支持。環保標章現在已用來供消費者識別：那些家電可節能，那些木製品來自永續管理的森林，那些水產品來自永續捕撈的漁場，那些是用再生能源生產的「綠色」電能。

水產類的環保標章是由海產管理委員會（Marine Stewardship Council）授予的。海產管理委員會在2000年3月替西澳石龍蝦漁場認證，象徵漁場認證制度正式啟動。同一天得到認證的還有西泰晤士鯉魚漁場。阿拉斯加鮭魚漁場在2000年9月成為第一家獲得認證的美國漁場。海鮮加工和零售業中，支持海產管理委員會這項創舉的，包括總部設在歐洲的聯合利華、楊氏藍冠（Youngs-Bluecrest）和聖伯里（Sainsbury's）等主要廠商。²⁸

漁場要得到認證之前，必須證明是永續管理的。如同海產管理委員會的規定：「首先，漁場要保證捕撈量不會超過自然可再生的能力，也不能在捕撈過程中對其他物種造成傷害。第二，漁場要保證其賴以存在的海洋生態系統的健康和多樣性得到維護。最後，漁場要尊重地方、國家和國際間有關永續發展漁業的法律規範。」截至2005年中，全球至少有46個漁場得到認證，提供的海產總量約有200萬噸。²⁹

跟海產管理委員會功能相當，在林業的產品認證平行機構是森林管理委員會（Forest Stewardship Council），這是1993年由世界自然基金會和其他環保團體創建的，為林產企業提供森林管理的知識訊息。世界上有些森林的管理原則，以保持森林的穩定和永久生產為目標；有些森林遭到濫伐，在短視近利的商業心態下迅速消失。森林管理委員會只為前者頒發環保標章，產品範圍很廣，包括建築木料、家具城的家具，以及文具店裡的紙張。³⁰

森林管理委員會總部設在墨西哥的奧薩卡（Oaxaca），認證的對象是各國規範境內森林永續管理的國家級機構。除了監督表面的森林經營，得到認證的機構必須證明產品從原料到達消費者的所有過程都可追查來源。森林管理委員會制定認證標準，提供認證標籤與章戳，具體動作由各國的認證機構執行。³¹

森林管理委員會訂出9項標準，只有全部符合的森林才有資格獲得認證。其中

最主要的一條就是森林產出的永續，也就是森林經營者要細心進行選擇性砍伐。道理很簡單，就是效法自然法則，只伐走成年的老齡樹木。³²

森林管理委員會的認證標籤，讓所有支持林業永續發展的消費者獲得必要的資訊，透過採購行為支持有良心的林業部門。有社會意識的投資者也可根據公司和零售商是否參與這項認證，做出對社會負責的投資判斷。

1996年3月，首批得到認證的木製品進入英國。從那一刻開始，木製品的認證已在全球展開。2005年8月，在森林管理委員會的支持下，有65國家約5,700萬公頃的森林獲得認證。³³

為了表示對這項認證的支持，35個國家建立林產貿易網絡，包括奧地利、巴西、加拿大、法國、德國、北歐國家、俄羅斯、西班牙、瑞士、英國和美國等。認可森林管理委員會標準的企業也為數眾多，他們的行銷網體現了對管理委員會的支持。全球上三大木材買主：Home Depot、Lowe's和Ikea，都優先採購森林管理委員會認證的木材。³⁴

2001年6月，俄羅斯的自然資源部宣佈即將實施國家級的木材強制認證制度。雖然有一小部分的木材獲得認證，但買家對其他非認證木材的冷落，使俄羅斯出口收入減少10億美元。根據該部的計算，俄國未認證的木材比競爭國認證通過木材的銷售量少20%~30%。³⁵

還有一種商品也開始要貼環保標章，那就是電力。在美國，許多州的公用事業機構紛紛要求提供消費者使用「綠電」的選擇權。所謂「綠電」，是指水電之外，由再生資源——包括風能、太陽能電池、太陽熱、地熱和生質能產生的電。公用事業機構只要在每個月的帳單上附上回執卡，如果用戶選擇綠電，在卡片上打勾即可。使用綠電要付一些額外費用，通常比普通電費高出3%到15%。³⁶

公用事業機構通常會對為數眾多的消費者要求使用綠電感到驚奇。他們發現許多人寧願多付電費，也要為子孫後代創造穩定氣候的條件。有些地方政府，比如加州的聖莫尼卡、奧克蘭和聖塔芭芭拉等地，都已經簽署協議只用綠電，其中包括市政建築和路燈、紅綠燈等其他城市設施所需的電力。還有一些市政府和州政府也開始部分使用綠色能源，如芝加哥市、波特蘭市、紐澤西州和紐約州。³⁷

企業界也加入這個行列。美國環保署「綠色動力伙伴網」(Green Power

Partnership) 公布的名單中，嬌生公司 (Johnson & Johnson)、全食品市場 (Whole Foods Market) 和史泰博 (Staples) 都是位居前25名的綠電消費企業。加州和德州也有許多公司名列其中。³⁸

對綠電的支持愈來愈普及，使市場需求呼聲高漲，促使許多公用事業機構開始競相尋求更多的綠電來源。很多州的風力發電場之所以如雨後春筍般出現，正是因為風力是增加綠電最快的方式。美國的綠電市場已經很成熟，日本的情況也不錯。2004年日本的綠電幾乎供不應求，讓公用事業部門不得不迅速投資，生產更多風力發電機。³⁹

其他形式的環保標章，還包括達到一定節能標準的家用電器貼上節能標籤。這項做法在1970年代能源危機時就有很多國家推廣，頗有成效。此外還有官方和環保機構認證的國家級綠色標籤，較知名的有德國的「藍天使」(Blue Angel)、加拿大的「環境選擇」(Environmental Choice)，以及美國環保署的「能源之星」(Energy Star)等。⁴⁰

新物資經濟

自然界沒有任何事物會長期地沿單一方向線性發展。同樣地，經濟作為地球生態系統的一部分，即使表現出線性發展的趨勢，也不可能持久。關鍵在於重新設計一個能與自然和諧發展的物資經濟。上半個世紀的一次性經濟是反常的，正在被歷史淘汰。

人們在過去的十幾年裡，進行過三次減少物資使用的研究。首先是環境學家，德意志聯邦下議院領袖之一恩斯特·馮·魏茨澤克 (Ernst von Weizsäcker) 撰寫的《四倍數》(Factor Four)。他認為現代工業經濟只需用到目前實際原材料消耗量的四分之一，就可以充分地運作。幾年後，法國由弗里德里希·施密特布利克 (Friedrich Schmidt-Bleek) 領導的「十倍數研究所」(Factor Ten Institute) 繼續進行這項研究，並得出結論，只要提供適當的政策誘因，以現有的技術和經營能力，資源生產率可以達到現在的十倍，是一項可實現的目標。⁴¹

2002年，美國建築學家威廉·麥克多諾 (William McDonough) 和德國化學家邁克爾·布朗加特 (Michael Braungart) 合撰名為《從搖籃到搖籃：重新思考我們

的生產方式》(Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things)的著作，提出應不惜一切代價杜絕浪費和污染。「污染，」麥克多諾說道：「就意味設計的失敗。」⁴²

減少物資消耗的重點之一，就是鋼材的再生利用。鋼鐵用量比所有其他金屬用量加總要來得多。鋼鐵主要用於汽車、家用器具和建築業。在美國以鋼鐵為主要材料的產品當中，汽車的再生利用率最高。汽車的價值昂貴，絕不能扔在廢鐵廠裡任其生鏽？⁴³

家具的回收率估計已達90%。2003年美國鐵製罐頭盒回收率達到60%，是1980年代後期發起的城市回收運動的成果。⁴⁴

2003年，美國約有71%的鋼是來自廢鋼，只有29%來自原生礦石。隨著30多年前電弧爐從廢鋼中提煉鋼，消耗的能源只有從礦石煉鋼的三分之一，而且完全不需開採礦山，根本杜絕了對環境的破壞。在美國、義大利和西班牙，約有一半或超過一半的鋼產品是利用電弧爐從廢鋼中煉製而成的。⁴⁵

對於人口穩定的成熟工業經濟體來說，經濟部門會用到的鋼，數量基本上是固定的，因此使用的鋼大部分可以從廢鋼取得。家用器具、汽車、建築物的需求量只會小量增加，或是不會增加。而對於在工業化初期的國家來說，建設基礎設施，無論是工廠、橋樑、高樓大廈，還是小汽車、公車、火車等交通工具，都要用到大量的鋼材，能夠再生利用的部分不會太多。

在目前的新經濟條件下，透過小型電弧爐鋼廠把廢鋼冶煉為成品鋼，可大幅減少鐵礦的開採。先進的工業經濟體主要靠現有經濟條件下已經儲備的資源，不需要再去挖掘新的資源。對於鋼和鋁這類金屬，使用過程中的消耗微乎其微。只要政策得當，金屬可以永遠循環利用下去。

近幾年來，建築業開始拆除老建築，把它們分解成可以再生利用和重複使用的各個部分。舉例來說，美國匹茲堡市的PNC金融服務集團拆掉一幢位於市中心的7層樓房，經過分類清理，得到2,500噸混凝土、350噸鋼、9噸鋁和不少泡沫塑料隔板。混凝土研磨成粉末在原址填埋，日後可闢建公園。鋼和鋁被再生利用，隔板也由廠商回收，一共節省20萬美元的垃圾清理費用。對一棟樓進行再加工，不是推倒了事，絕大部分的原材料都可以再利用。⁴⁶

德國，近年來的日本，都要求汽車、家電和辦公設備等產品設計上要容易拆卸，以便利於再生利用。日本國會在2001年5月通過一條電器再生利用的強制性嚴格法規，禁止丟棄洗衣機、電視和空調等家用電器。消費者須向回收站繳交固定費用，由後者將家用電器拆卸回收。一台冰箱的拆卸費可達到60美元，一台洗衣機35美元。製造廠商因此受到很大壓力，必須製造易拆卸，拆卸費才會低的家用電器。⁴⁷

隨著科技進步，電腦每幾年就要更新，如何更迅速地拆解和回收電腦，是構建生態經濟的一項重大挑戰。

除了鼓勵原材料再生利用的措施之外，還有鼓勵重複使用飲料容器的措施。芬蘭已經禁止使用一次性飲料包裝。加拿大的愛德華王子島也頒佈類似的法令，禁止使用無法重覆裝填的飲料容器。兩項措施實施後，兩地的垃圾掩埋量銳減。⁴⁸

可重複灌裝玻璃瓶的多次使用，每次消耗的能源是回收使用一只鋁罐的10%。清洗、消毒回收的玻璃瓶並粘貼新標籤，消耗的能量很少。但是回收使用鋁罐，要在660°C高溫下熔化，需要消耗很多能量。禁止一次性容器在各方面都有好處：減少原料消耗、節約能源、少製造垃圾、減輕空氣和水污染等。⁴⁹

可重複使用的瓶子只是運回原來的瓶裝廠或釀造廠利用，還可節省運輸的燃料消耗。如果用的是一次性容器，不管是玻璃還是鋁製，回收後都要運到專門的廠家熔化和重新製造，再運回瓶裝廠或釀造廠。

比改造產品的設計更根本的手段，是改造製造業的生產工藝，徹底消滅污染物的排放。現在有許多項生產工藝都是在經濟規模比較小、總體污染物不多的時期發展起來的。有愈來愈多的生產廠家已經認識到不能再這樣下去，杜邦公司就是其中之一，已將實現零污染物排放訂為企業需達成的目標。⁵⁰

另一項減少浪費的做法是把廠商有系統地集中，使一廠的廢料成為另外一廠的原材料。日本大型電子企業「日本電氣公司」（NEC）就是最早整合下游廠商的跨國集團之一。目前，企業和政府都在建立工業園區，也特別注意形成類似的供應鍊。現在的工業界就像自然界一樣，這家工廠的廢料就是另一家工廠的原料。⁵¹

政府的採購政策可以大幅增加循環利用的力量。舉例來說，克林頓政府在

1993年頒布一道行政命令，要求各級政府購買的紙張當中，再生產品的比例在1995年之前至少要達到20%（這個比例在2000年升為25%）。這道命令大大刺激紙張製造商在生產中添加回收的廢紙。美國是世上最大的紙張消費國，為再生紙提供一個迅速成長的市場。⁵²

較少依賴原材料的新技術也可以減少物資的使用。手機主要靠分散各地的接收站或衛星來傳遞訊號，現在已經是開發中國家電話市場的主力。如此一來，這些國家就不用向工業國購買銅線。原本需要的銅線如果接起來，可長達數百萬英里之長。⁵³

還有一種行業的社會價值正受到環保組織的質疑，那就是瓶裝水工業。擁有520萬會員的世界自然基金會在2001年發布一項研究成果，敦促工業國家的消費者放棄使用瓶裝水，因為他們發現瓶裝水不比自來水安全或健康，而且價格要貴上1,000倍。⁵⁴

世界自然基金會指出，在美國和歐洲，規範自來水品質的標準，在項目的數量上遠超過瓶裝水。雖然在一些工業國家，精明的市場行銷專家讓許多消費者相信瓶裝水更健康，基金會卻沒有發現任何可以佐證的事實。對於那些水質不安全的國家，比如開發中國家的都市裡，燒開的水或蒸餾水比瓶裝水便宜得多。⁵⁵

不再消費瓶裝水，可以省下幾十億個塑料大瓶和運送瓶裝水的大卡車，也減少因卡車輸送引起的交通擁塞、空氣污染和二氧化碳排放的增加。⁵⁶

稍微看一下採金為環境帶來的影響，就會懷疑這種工業對社會帶來的好處究竟為何。除了向環境排放汞和氰化物之外，每年生產的2,500噸黃金，需要對7.5億噸礦石進行加工，規模僅次於煉鋼業（生產10億噸粗鋼需加工25億噸礦石）。⁵⁷

每年世界生產的黃金，80%以上用來做飾品，無非用來表現身份地位，是世上少數富人炫耀財富的一種手段。土耳其知名的環保學者勃賽爾·勒穆克（Birsal Lemke）對採金業的未來感到懷疑。她質疑我們是否有必要把大片土地整得「像是月球表面」。她並不反對黃金本身，她反對的是加工金礦過程中用到的致命化學物質：氰化物和汞。⁵⁸

為了反映黃金的真實市場價格，應該把清除金礦造成的汞和氰化物污染，以及修復礦區地貌的費用都列入稅項，才能呈現這種貴金屬耗用的所有社會成本。

加了這筆費用，黃金的價格得提高好幾倍。

另外一項減少原材料消耗的辦法，就是取消補貼。鋁業拿到的補貼最高。澳洲大洋洲研究所做的研究顯示，澳洲的煉鋁廠取得每度0.7美分到1.4美分的驚人補貼價格獲得電力，其他工業卻要支付2.6美分到3.1美分。如果沒有這項巨額補貼，今天的市場上可能不會出現大量的一次性易開鋁罐。這筆鋁補貼也間接資助航空業和汽車業，等於是支持高耗能的旅行方式。⁵⁹

要建立少消耗物資的經濟，最有效的政策是加重燃燒化石燃料的賦稅，這種稅應該反映出挖煤、採油，以及燃燒煤炭和石油導致的空氣污染和破壞氣候的全部社會成本。徵收碳排放稅可以呈現更真實的能源價格。這種價格將滲透到能源密集的經濟型態裡，減少資源的消耗。

建立生態經濟的物資部門，關鍵在確保市場傳遞真實的信號。恩斯特·馮·魏茨澤克寫道：「讓市場真實反映生態狀況是一項挑戰」。為使市場反映現實面貌，不僅要徵碳稅，還要徵垃圾掩埋稅，使所有製造垃圾的廠商、機構與個人，都要為清理垃圾支付所有的費用。⁶⁰

新企業，新就業

目前對生態經濟的種種闡述，顯然都建立在推測的基礎上。然而，這都是在生態學原理的架構內所勾勒出來的，並非毫無根據的臆測。本書提出各種具體的趨勢和轉變，並不是勢必出現的預言。儘管用「將要」這個字眼，只是為了敘述方便。沒有人知道這些趨勢和轉變是不是真的「將要」發生。不過，如果要創建生態經濟，類似的形勢都會出現。

創建新的經濟模式需要揚棄老舊企業，改造現有企業，同時還要創造新企業。舉例來說，煤炭使用正在淘汰中。為了減少煤炭用量，許多國家已採用提高能源效率的對策，以及用其他能源取而代之，英國是用天然氣，丹麥和德國則是利用風能。⁶¹

全球汽車工業正面臨一場規模中等的重構，從以汽油為燃料的內燃機，改為使用油電複合車、柴油電力複合車，到高效柴油型汽車，柴油車在歐洲已經十分流行。這種轉變既迫使發動機製造廠更換設備和用具，也需要再培訓工程師和技師。

這場新經濟運動還會帶來重要的新企業，有些尚未出現，有些才剛剛起步。風力發電就是一例，它包括三種附屬產業，也就是製造、安裝和維護。現在還處於起始階段的風力發電產業，將成為新能源經濟的基礎。千百萬座風力發電機把風能轉換成便宜電能的局面很快就會出現，還會形成一道風景線，在世界各地的農村創造收入和就業機會。

隨著風能成為低成本電力來源的主流，也促進了氫氣生產業。一旦風力發電機廣泛被使用，夜間用電量下降時，會有大量用不著的電能產生。風力發電機的主人便可以利用這個時段幾乎免費的電能，打開氫氣發生器，靠風能產生氫氣。目前用天然氣發電的電站，未來會隨著天然氣的日趨昂貴或者耗竭而改用氫氣。煤礦、油井和天然氣田，不久將被風力發電機取而代之。

世界糧食經濟出現了諸多變化，其中一項就是水產養殖日漸受到重視。作為世界食物經濟增長最快的部分，水產養殖從1990年開始，以每年9%的速度增加。人工養殖的魚類，尤其是雜食魚，像鯉魚、鯰魚和吳郭魚等，因為能夠高效率地把穀物轉成蛋白質，使這項產業前景大為看好，也帶動魚飼料業的蓬勃。將來，魚飼料的配方會由魚類營養學家設計，水產養殖場的運作，將類似現在的禽類養殖場。⁶²

自行車製造和服務也是持續成長的行業。早在1965年時，世界的汽車和自行車的年產量在數量上幾乎持平，約在2,000萬輛左右。但在2003年，自行車的年產量已經突破1億輛，汽車僅為4,200萬輛。自行車銷售量的成長，代表在一些亞洲國家，很多人達到有能力購買自行車的生活水準。在工業國家中，荷蘭和丹麥開闢新的都市交通模式，以自行車為城市的主要交通工具，這也彰顯自行車未來在世界上的地位。⁶³

愈來愈多人開始騎自行車之後，對電動腳踏車的興趣也在增加。這種電動腳踏車跟普通自行車類似，只是加上一個小型依靠蓄電池提供動力的馬達，既可以完全不出力，也可以幫助老年人或住在山區的人省下不少力氣，強勁的銷售潛力可望繼續攀升。⁶⁴

還有一個領域前景看好，就是提高水生產業力的企業。跟過去半個世紀都在致力提高土地生產力一樣，未來半個世紀將致力於提高水的生產力。灌溉技術的效率將被提升得更高。

城市水供應的連續循環利用已在若干城市實現，之後會逐漸普及，取代「一沖了之」的系統。

隨著石油價格上漲，遠距會議愈來愈受歡迎。為了節省燃料和時間，個人可以使用音訊和視訊工具「出席」會議。有朝一日，可能有成千上萬家公司的主要業務，就是籌辦電子會議。

其他前景看好的企業是太陽能電池、輕軌系統鋪設和植樹造林。對於農村以及開發中國家17億缺電的人們來說，大量運用太陽能是供電的最佳選擇。人們早就因為交通堵塞和空氣污染而心力交瘁，世界各地很多城市正在限制汽車的使用，轉向以輕軌提高城市動力。隨著重新造林的呼聲漸高和林場的擴張，植樹將成為一項重要的經濟活動。⁶⁵

重新建構全球經濟不僅創造出新型企業，還會創造新的就業機會，也就是創造全新的就業，和現有職業中的新專業。廣泛開發風能需要有成千上萬的風象學家分析潛在風能區域，確認建設風能發電場的最佳地點。在新經濟中，風象學家的地位將等同於舊經濟中石油地質學家的地位。

對環保建築學家的需求也會增長。他們設計的建築物可節約能源和原材料，並且善用自然的供暖、冷卻和照明特質。在水資源匱乏的未來，人們需要請流域水文學家研究當地的水循環，包括地下水的流動，確定地下蓄水層的永續產量。他們都將成為流域管理的核心人物。

隨著一次性產品氾濫的經濟逐漸在全世界淡出，工程師們要設計從汽車到電腦等各種可循環使用的產品。如果產品拆卸方便，可輕易分解組成零件和不同類型的材料，全面實現循環再使用就比較容易。這些工程師們將要負責使一次性產品的直線式生產模式，轉變為封閉模式的循環經濟。

地熱能豐富的國家要靠地熱學家選擇建造發電站的最佳位置，把地下能源直接用於建築物的供暖。石油地質學家轉向學習地熱技術，是滿足對地熱地質學家需求快速成長的一條捷徑。

許多國家，尤其是在開發中國家，還需要環境衛生工程師設計無水、無臭、堆肥廁所的污水處理系統，這在某些缺水社區已經是流行了。對專精一年多獲種植技術和間作技術的農藝學家的需求也在增長當中。這類人才需要具備培植和選

擇作物雙領域合一的專業知識，以使作物適合於在不同地區的緊湊輪作，使這種耕作方式具體可行。

經濟的重新建構無疑會對企業產生影響，對大學也是如此。這表示對新專業的需求，比如風象學家、能源建築學家和循環應用工程師等。為了培養未來的專業人才，大學的課程設置也會有所改變。

環境革命

根據生態學的原則重構世界經濟，將帶來歷史上最大的投資。從規模上來看，環境革命可以與先前的農業革命和工業革命相提並論。

農業革命是對食物經濟的重構，從以狩獵和採集為主的游牧方式過度到以開墾為主的定居生活。雖然農業一開始只是對狩獵和採集的補充，後來卻將這兩者完全替代。農業革命開墾了地球陸地表面的十分之一，包括在草原和森林上栽種作物。狩獵和採集對地球沒有太大的影響，但新的耕作文化卻使地球表面完全改觀。⁶⁶

儘管工業革命在某些國家才剛起步，但總體而言已經進行了兩個多世紀。工業革命的基礎，是從木材到化石燃料的轉移，使得經濟可以大規模擴張。實際上，工業革命最鮮明的特色，是開採以化石燃料形式儲存在地下的巨量太陽能。農業革命改變地球的景觀，工業革命則正在改變地球的大氣層。

工業革命帶來的生產力提高，解放了人類的創造力，也催生新的生活方式，使人類進入對環境破壞最嚴重的時代，世界陷入經濟終將衰退的泥淖。

環境革命也跟工業革命一樣，立足於向新能源的轉移。它也像先前的農業革命和工業革命一樣，將影響到整個世界。

這三種革命在規模、時機和源頭上還是有所區別。環境革命不同於前兩者，必須在幾十年內緊鑼密鼓地完成。前兩次革命是由許多新發明驅動的，靠的是技術的進步。環境革命雖然也要借助於新技術，但驅動的原因是人們要與自然和諧共處的迫切需求。

正如前文所述，歷史上從未有過像今天這樣的投資環境。現在全球每年花在主要能源石油上，高達1.7萬億美元，對我們在生態經濟中能夠為能源花費多少錢是一個啟示。在化石燃料上的投資，和投資風能、太陽能電池、地熱能截然不

同，後者是永不耗竭的。⁶⁷

對於依賴進口石油的開發中國家來說，新能源的使用有助於把資金轉向本國能源的開發。有油田的國家畢竟是少數，但每個國家都擁有待開發的風能和太陽能等資源。在新經濟發展和創造就業機會上，這些新的能源技術可謂上天的恩賜。提高能源使用效率有很高的利潤空間，因此投資將會飛快地成長。或者，我們也可以這麼說，對於任何國家，節省下來的能源才是最廉價的新能源。

食物經濟也存在大量的投資機會。比如世界對海產的需求，預計在未來50年內至少增加一半，可能還會更多。果真如此的話，現在每年水產養殖業的4,200萬噸產量，到時可能會翻上一倍，水產養殖業的投資也會增加一倍。雖然水產養殖業的增幅跟過去十年的年增率9%相比也許會稍有下降，但投資前景仍然相當樂觀。⁶⁸

林業也面臨同樣的情勢。在2000年，林場佔地約1.87億公頃。為了滿足未來的需求，同時減輕對自然森林的壓力，林場面積至少要擴大一半。

環境革命影響所至，包括全球經濟各個部門，無一例外。在這新經濟當中，有些公司將成為贏家，有些會成為輸家。參與建構新經濟的公司將成為贏家，而墨守成規者終將被歷史淘汰。

第十三章 創造未來的B計畫

當我們展望未來時，會碰到兩個特別嚴重的問題：文明是否在衰退？我們又如何判斷？社會出現衰退的早期徵兆，是大範圍的預期壽命縮短、飢餓人口數量增加，和國家失靈的現象不斷增多。當今愛滋病的泛濫流行，已經使非洲南撒哈拉地區7.5億人口的預期壽命第一次急遽下降，從61歲下修至48歲。¹

在上半個世紀，全球飢餓總人口數一直是下降的，但近年來卻反向發展，從1988年的8.26億，增加到2002年的8.52億。如果執著於「一切照舊」的A計畫，也就是我們熟悉的舊模式，飢餓人口可能會再增加，大家開始為糧食安全憂心。近來又出現大問題，就是食物原料轉為它用，小麥、玉米、大豆和甘蔗日漸被轉用在製造車輛燃料上。隨著乙醇蒸餾廠和生物柴油廠的加倍成長，對食物安全的威脅將不斷擴大。難道食物供應可能是現代文明的弱點，一如當年閃族人，瑪雅人和復活島居民文明面臨的情況？²

愈來愈多失能國家的出現，也許是干擾發展的最大因素。在第六章討論過，刊登在《外交政策》雜誌的那篇文章列出近60個國家，都是已經失能、正在失能或即將失能。這些國家的政府正被人口和環境帶來的壓得快要垮台。幾十年的人口快速增加，使許多政府飽受「人口疲勞症」的困擾。由於領導者無法解決人口增加帶來的各種問題，支持生活的環境系統已在瓦解，社會服務也在癱瘓。³

在全球文明全面衰退之前，有多少國家會陷於失能狀態？每增加一個失能國家，都會進一步削弱國際組織維持金融系統穩定、控制傳染病蔓延和解決地方性飢荒問題的能力。從另一方面來看，失能國家數量的加倍，代表全球系統開始瓦解。

要維持發展的脚步，必須重新建構全球經濟，從一個以化石燃料為基礎、以汽車為中心、用過即丟的一次性經濟，轉變成以再生能源為基礎，擁有多元化

交通運輸，和全面重整補貼制度。維持人類發展是指徹底消滅貧窮、保持人口穩定，和修復地球的自然系統。要使公共支出達到這些目標，取決我們如何看待各種威脅人類安全的對策，並訂出處理順序。

在這場動員當中，時間是我們擁有的資源當中最缺乏的。我們很想讓時光倒流，卻又做不到，因為時間掌握在大自然手中。

留心預警

毫無疑問，我們正邁向一個新世界，只是我們不知道這是個衰敗和崩潰的世界，還是一個可以恢復自然環境和經濟成長的世界？世界能很快地全面動員起來嗎？警示鐘何時會響起？會用什麼形式響起？我們是否聽得到？

在許多人眼中，颶風卡崔娜是一次警示鐘。史上代價最高的氣候事件是1992年襲擊佛羅里達的颶風安德魯，以及1998年中國長江流域大洪水。每個事件都造成約300億美元的損失。而2005年夏末襲擊美國墨西哥灣地區的颶風卡崔娜，使奧爾良天翻地覆，造成2,000億美元的損失，幾乎高出安德魯颶風6倍。海面較高的溫度，是造成卡崔娜成為登陸美國的最強暴風雨的原因。⁴

在1995年，一股強大的熱浪奪走芝加哥700多條生命，引起各界對氣候變化的注意，但與2003年在歐洲發生，49,000人喪生的熱浪相比，前者便顯得微不足道的。根據報導，法國有14,800人死亡；義大利至少有18,000人死亡。不幸的是，受到悲劇波及的人數從來沒有被準確地報導，因為傷亡人數是在事發幾個月後，由不同國家在不同時期統計出來的。就像卡崔娜颶風造成的破壞是以前最高記錄的好幾倍，這股熱浪造成的死亡數之多，也超出歷史記錄數倍。⁵

洪水引發環境難民潮，是一項警示嗎？前面曾提到，非洲南撒哈拉地區的政府曾意圖在沙漠邊緣築起一條長7千公尺、寬5千公尺的綠化帶，防止沙漠對大陸的進侵。非洲國家能否建立這道綠色長城，迅速制止荒漠化，仍是未知數。如果此舉失敗，我們會看到耕地變沙漠之後，會產生成千上萬的難民。⁶

2005年9月，科學家稱北冰洋地區的冰融可能達到引爆點。人類很可能不知不覺地邁過大自然設置的門檻。根據一篇文章所述，有些科學家相信全球暖化正在加速北極冰的融化，使這些地區從太陽吸收更多熱能，導致冰的進一步融化，形

成融化—熱的惡性循環。如果北極冰洋的冰融化，該區的氣候繼續變暖，現在覆蓋格陵蘭的大陸冰原（有些地方厚達1.5英哩）終將全數消失。屆時海平面將上升23英呎，世界上許多沿海都市和盛產水稻的沖積平原將遭滅頂。⁷

如果可以證明是人類造成海平面上升，卻又無法阻止或者使之逆轉，這將會影響人類看待自己做為個人和社會成員的態度嗎？我們是否面臨兩代人的分裂：上一代導致海平面上升，下一代被迫吞下惡果？

無論氣候變遷是自然還是人為的，都是形成社會緊張的根源。杰拉德·戴蒙德指出，公元1150年之後，居住於美國西南部，擁有600年歷史的阿納薩吉*（Anasazi，美國土著民族，長期生活在今日科羅拉多州和猶他州南部、新墨西哥州和亞利桑那州北部，文化中最突出的是懸崖房屋建築、紡織與製陶—譯註）文明的迅速消失，主因就是乾旱。在早期新大陸文明的發展進程中，居住在格陵蘭的挪威人在一段嚴寒時期中消失。現代文明的社會壓力，將是氣溫上升，表現在造成穀物減產的熱浪、冰的融化、海平面上升和更多毀滅性的大風暴。⁸

2005下半年創記錄的油價究竟是暫時的失常，還是反映出更根本的問題，就是我們並沒有為瀕臨耗竭的石油做出應有的準備？這是否是整個系統的失誤？如果是這樣，全世界是否可以共同努力來穩定油價，避免石油可能引發的全球經濟蕭條，和爭奪石油儲備的衝突繼續蔓延？⁹

上述這些情況算是警示鐘對人類的提醒嗎？如果是，那麼還不足以讓人們驚醒。我們面對這些問題是否跟按下鬧鐘一樣，只想關掉再多睡一會兒？也許這些問題太複雜，超出人們的理解力？或者是我們被問題的複雜性嚇到，不想去解決，正如約瑟夫·坦特（Joseph Tainter）在其著作《複雜社會的崩潰》（*The Collapse of Complex Societies*）一書中所認為，我們也陷入跟某些早期文明相同的困境？¹⁰

這一章寫起來很困難，因為它不是要求我們需要做什麼或如何做，而是如何動員大家對於行動的支持。我們如何讓自己確信情勢已經很嚴重、很危急呢？這不但涉及和既得利益和社會惰性的衝突，也攸關提高文明面臨危機的公共意識。

*美國土著民族，長期生活在如今的科羅拉多州和猶他州南部、新墨西哥州和亞利桑那州北部，其文化中最突出的容是懸崖房屋的建築和紡織與製陶。——譯者

同時面臨許多危機，代表我們要設定問題的輕重緩急。毫無疑問，恐怖主義是危機中的一項，但在21世紀初文明所面臨的種種危機當中，它甚至還不能排在前面。人口增加、氣候變遷、貧窮、持續蔓延的水荒、油價攀升和潛在的糧價升高等，可能導致前所未有的政局不穩，都是排在很前面，需要立即解決的。

面對新的機制，需要人們重新排出前後順序和不同的回應方法。以往的前後順序早已過時，一無用處了。對軍力和精密武器上的大量投資，拿來對付恐怖主義也發揮不了作用，更談不上解決氣候變化或者地下水耗損。歷史上各個侵略國皆以整軍經武的方式來威脅其他國家，這種做法在今天只會適得其反，導致國家失能、內部瓦解，自身的進步與穩定受到威脅。

在現代的世界裡，我們需要的政治領袖，要能夠看清大局，認識到經濟發展與環境支持系統之間的關聯。鑒於經濟學家扮演監督政府施政的重要角色，所以我們的經濟學家需要具備生態學家的思考模式。不幸的是這樣的人很少。總部設在美國亞特蘭大的英特費斯公司是全球工業地毯的泰斗，該公司的創建人兼董事長雷·安德森大力批判許多大學目前正在教授的經濟學。他指出，「我們繼續讓學經濟的學生信賴市場上那隻‘無形的手’，但是這隻手已經無法清楚判斷外部世界，依仍自以為是地濫發補貼，比如為了保護石油公司而花鉅資打仗。我們真的能相信這隻無形的手能合理地分配資源嗎？」¹¹

有些人指出，新古典經濟學的認知是，為避免某些事情的發生，需要付出一定的額外代價。的確如此。但是經濟學家們是否已將這些代價一一列入考慮，並且分析它們對地球生態系統，以及維持經濟永續發展的作用呢？有多少經濟學課程教過我們，整個世界面臨的最大挑戰，就是建立永續發展的經濟模式呢？

戰時總動員

在動員人們拯救這個處於壓力與文明危機之地的過程中，我們可以看到這場行動與二次世界大戰期間的全民總動員有相似之處，也有不同點。二次大戰期間的戰爭動員也有實行經濟重建，但那是臨時的。當今拯救文明動員最大的差異，就是建構永久性的經濟型態。

美國快速動員全國進入二次世界大戰，值得深入研究。美國的態度一開始是

避免捲入，直到珍珠港在1941年12月7日遭到直接攻擊後才做出參戰的決定。由於美國的全面介入，終於和盟國共同扭轉形勢，歷時三年半之後，領導盟軍取得勝利。¹²

1942年1月6日，即珍珠港事件後的一個月，羅斯福總統在國情咨文中公佈美國的軍工生產計畫，他宣佈美國計畫生產4萬5千輛坦克、6萬架飛機、2萬門高射炮和600萬噸位的運輸船隊。他還補上一句：「誰都不能說我們辦不到。」¹³

如此巨大的武器生產是史上頭一遭。羅斯福和幕僚都很清楚，當時美國的汽車製造業已集中了世界最大的生產力。即使是在經濟大蕭條時期，美國汽車年產量也在300萬輛以上。羅斯福發表國情咨文後，會見汽車製造業的幾個巨頭，告訴他們，美國將依靠他們來完成武器生產的目標。起初這些廠商希望能夠繼續生產汽車，軍需生產是額外的。然而他們不知道，私家車買賣即將被禁止。從1942年4月到1944年底，將近三年的時間，美國連一輛汽車都沒有生產。¹⁴

除了禁止生產和銷售私人汽車，美國又完全停止房屋和公路建設，並禁止駕車出遊。當時的美國也實行配給制，所有的戰略物資，包括輪胎、汽油、燃油和食用糖等，從1942年開始定量供應。對這些產品消費的限制，為戰爭提供了物資支撐。¹⁵

1942年是美國歷史上工業產出成長最高的一年，而且全是軍需品。當時對飛機的需求非常大。不單是戰鬥機、轟炸機、偵察機，為了能同時在大洋彼岸的兩條戰線上開戰，還需要運送兵力和物資的貨機。從1942年初到1944年，美國總共生產229,600架飛機，遠遠超過最初目標6萬架，數量之大難以想像。同樣令人難忘的，是大戰結束時，美國的商船超過6,000艘，比1939年的1,000艘整整多出5,000多艘。¹⁶

多麗絲·卡恩斯·古德溫（Doris Kearns Goodwin）女士在其著作《非常時期——羅斯福夫婦：第二次世界大戰中的家庭線》（No Ordinary Time）當中，記敘各種企業的轉生產情況。一家火星塞工廠，成為最早轉產機關槍的廠商；生產火爐的地方迅速開始生產救生艇；專為娛樂場生產旋轉木馬的廠房，轉為生產槍托；玩具公司改做羅盤；縫製婦女緊身胸衣的工廠開始生產子彈袋；生產彈球遊戲機改產後的產品是穿甲彈殼。¹⁷

回顧這段歷史，可以感受到從承平時期的經濟體向戰時經濟的轉變，速度之快，非常驚人。美國的工業力量使交戰的天平決定性地倒向同盟國，扭轉戰爭的狂潮。全力以赴拼鬥的德國和日本，無法與美國的戰爭工業力量抗衡。邱吉爾經常引用英國外交部長愛德華·格雷爵士（Sir Edward Grey）的一句話：「美國是一口巨大的鍋爐，爐下一旦升起火，就會展現無窮的力量。」¹⁸

在區區幾個月內實現對各種資源的動員，顯示一個國家如果確有必要，可以迅速實現對經濟的調整。目前已經有為數不少的人（雖然還不到大多數）相信經濟的全面調整勢在必行。本書的目的是讓更多人知道經濟調整的必要性，打破目前的持平局面，使天平倒向主張改變的一方，希望的一方。

全民動員 拯救文明

全民動員，拯救文明，意味著重新建構經濟、修復自然對經濟的支持系統、消除貧窮以及穩定人口。我們已經掌握必要的科技手段、經濟措施以及財政資源。美國作為有史以來最富庶的社會，擁有領導這場變革的所有資源。美國哥倫比亞大學地球研究所的杰弗里·薩克斯做過如下的總結：「當前最諷刺的可悲現象，就是富國太富、窮國太窮。富國只要拿出國民生產總額的千分之幾，就足以在今後數十年內完成人類歷史上前所未有的壯舉：滿足全球貧苦兒童健康和教育的基本需求。美國還要再遭受多少苦難，才能使國人清醒過來，意識到自己的能力，並且用自己的能力——不是單憑軍事武力，而是透過生命的表現——使世界變得更安全繁榮呢？」¹⁹

21世紀的社會要避免由奢靡走向衰亡的未來，走向永續發展的大道，要付出什麼呢？在目前雖然不可能提出精確的答案，不過我們有一些粗略的估計。

第七章曾提到，根據世界銀行的保守估計，在80多個需要援助的開發中國家的基礎教育，每年需要其他國家再追加120億美元資金。依靠志工的成人掃盲行動，需要的資金每年約為40億美元。根據世界衛生組織估計，為開發中國家提供基本保健服務約需330億美元。為開發中國家的婦女提供生育保健和計畫生育服務，每年應再增加的金額不超過70億美元。²⁰

要解決開發中國家和東歐國家控制愛滋病蔓延的供需差距，需再追加95億只

保險套，所以應投注的金額是20億美元，包括2.85億用於生產，17億用於愛滋病預防教育和保險套的運輸與發放。在44個最貧困的國家推行校園免費午餐制度，每年需要60億美元。如果還有40億美元，可使這些國家的學齡前兒童和孕婦得到幫助。全部款項相加，實現社會基本目標每年需要680億美元。²¹

第八章中提到，如果消除貧窮的努力沒有結合地球環境的復育工作，注定會失敗。保護表土、重新造林、復育海洋漁場以及其他措施，每年的額外花費約930億美元。其中最昂貴的兩項，包括310億美元用於保護生物多樣性，240億美元用於保護耕地表土，便佔掉復育地球費用的一半以上。

按照B計畫的估計，結合社會目標和復育地球二項工作的年度花費為1,610億美元，這個數字是目前美國軍事預算的三分之一，也就是全球軍事預算的六分之一。（見表13-1）²²

不幸的是，美國仍然一心一意地想建構前所未有的軍事力量，完全忽略環境不斷惡化、貧窮和人口增加造成的威脅。研議中的2006年美國國防預算計畫，包括500億美元用於伊拉克和阿富汗的軍事行動，使軍費總開支達4,920億美元（見表13-2）。其他北大西洋公約組織成員國每年的軍費開支總計為2,090億美元。俄羅斯估計有650億美元，中國是560億美元。美國的軍事開支是其他所有國家加起來的總金額。已故前美國將軍尤金·小卡羅爾（Eugene Carroll, Jr.）認為：「在和蘇聯長達45年的軍備競賽之後，現在美國似乎在跟自己做軍備競賽。」²³

該是做出決斷的時候。我們或許可以像當年那些陷入環境困境的文明那樣，採取一切照舊，至死不改的對策，結果是眼看現代經濟體系衰落終至崩潰，或者可以有意識地走向永續經濟發展的道路。面對這種形勢而無所作為，等於自己選擇衰亡和崩潰。

我們目前所面臨的嚴峻形勢，所要做的決定有多麼重要，難以用言語形容。此刻該如何傳達這種急迫性？明天會不會為時已晚？已做好準備來扭轉潮流的人數夠嗎？

有沒有人在某時某地，給當今社會立個墓碑呢？如果有，他刻出的墓誌銘內容為何？他不會說，原來是我們沒搞清楚（現在我們總算清楚了）；他也不會說，原因是我們無能為力（我們確實有能力）。他只會說，原因是我們對於破壞文明的種種跡象反應過慢，到頭來沒有時間改變了。

表13-1 B計畫預算：實現社會目標和復育地球所需追加的歲出

目標	所需資金（10億美元）
基本社會目標	
普及基礎教育	12
成人掃盲	4
在44個最窮困國家實行免費校園午餐制度	6
在44個最窮困國家進行學齡前兒童和孕婦救助	4
生育保健和計畫生育	7
全民基本保健	33
補足保險套的供需差距	2
小計	68
地球復育目標	
森林再造	6
保護農田表土	24
修復牧場	9
穩定地下水位	10
漁場復育	13
保護生物多樣性	
小計	93
總計	161

資料來源：見附註22。

沒有人可以辯稱我們找不到消除貧窮、穩定人口和保護自然資源的辦法。我們的能力足以擺脫飢餓、文盲、病痛和貧窮，我們可以修復地球土壤、森林和漁場。只要把世界軍事預算的六分之一用於執行B計畫，便可穩健地使世界走向永續發展的道路。我們有能力建立一個滿足地球上所有人基本需求的全球社區，成就一個以文明為傲的世界。

重新建構經濟要靠重整稅制，建立可真實反映生態的市場。衡量各國領袖

表13-2 各國目前軍事預算及全球執行B計畫預算的比較

國家	預算 (10億美元)
美國	492
俄羅斯	65
中國	56
英國	49
日本	45
法國	40
德國	30
阿烏地阿拉伯	19
印度	19
義大利	18
其他國家	142
世界總軍事開支	975
B計畫預算	161

注：美國是針對2006年所需資金的預算估計（包括500億在伊拉克和阿富汗的軍事行動）；俄羅斯和中國的數據是2003年資料。

資料來源：見註23。

論有多大的財力，面對自殺性恐怖分子的攻擊時，所能提供的保護也極為有限。單靠建立對付恐怖主義的高科技軍事系統是不夠的，還要建立一個環境永續、體現公平正義的全球化社會，也就是使大家恢復希望的社會。這樣的努力會比任何軍事開支的增加，和任何新式武器，更有效地消除恐怖主義活動。

面臨正在破壞環境的趨勢，全世界需要看到證據，證明我們確實可以讓全球美好的事物都能得到恢復。幸運的是，扭轉破壞性趨勢的措施和發起建設性運動的努力，兩者通常是互補的，或是雙贏的。舉例來說，透過提高能源效率減少石油用量，同時也就減少碳排放和空氣污染；消除貧窮，同時也使飢餓減少，穩定

的標準，是看領導階層是否成功地重整稅制，像德國和挪威已經實現的那樣。這點是重新建構能源經濟的關鍵，既可保障氣候穩定，又實現後石油時代的形成。²⁴

對付恐怖主義的威脅常動輒花費數千億鉅資。但是改變現今經濟體制所需的資源，只需九牛一毛。美國國土安全部無

人口。恢復植被兼有固定碳分、增加蓄水層回補量和減少土壤侵蝕的功用。一旦讓自然趨勢導入正確的方向，它們就會相互支持和補充。

世界目前需要的，是找到減少碳排放和石油依賴的典範，來支撐我們對未來的希望。舉例來說，如果美國決定在未來的10年將現有的低效能車輛汰換為超高效的油電複合車，汽油用量很容易就減半。除了這一點，複合發動車再配上額外的蓄電池組和電插頭附件，可以在每天上下班或購物等近距離駕駛時用電能驅動。這會像第十章所說的，利用我們投資興建的千萬風能發電場，美國大多數的近距離駕駛原則都可以依靠風能，把石油供應對全球造成的壓力減到最小程度。

25

鑒於美於眾多汽車裝配生產線出現閒置，可以將部分進行改造生產風力發電機，使美國風能發電的巨大潛力得到迅速開發。這比二次大戰時期的經濟重建在規模上小得多，但足以讓世界知道這是完全可行的，帶來經濟效益很快也很明顯。同時，由於對石油的依賴降低，美國國防也得到更大的保障。從全球的角度來看，還能放慢油價上漲的速度。除此之外，當然也能減少碳排放，穩定氣候。最重要的，是這項行動能恢復公眾對政府的信心。

接受使命，走向偉大

歷史論斷政治領袖，是根據他們如何應對時代的重大問題。今日的領袖們面臨的重責大任，是如何將全球經濟導向環境可行的道路。我們需要一位國家級領袖挺身而出，擔任環境邱吉爾的角色，把全世界動員起來，共同走上環境永續的康莊大道。

2001年9月11日，恐怖組織攻擊世貿中心和五角大廈。隨後有一批世界領袖呼籲，建議推動21世紀版的「馬歇爾計畫」，來因應貧窮和貧窮導致的種種問題。他們認為，在日益全球化的世界裡，極度貧困和巨大財富是無法共存的。英國財政大臣戈登·布朗（Gordon Brown）表示：「和平無法在分割的狀態下維繫，只能在共享的狀態實現。繁榮也是如此。」他認為，類似「馬歇爾計畫」的措施跟傳統的援助作法不同，而是對未來的投資。²⁶

2002年9月，地球高峰會在南非約翰尼斯堡召開。會中，政治保守的法國總統

席哈克指出：「對抗全球性貧窮，需要課全球性的稅賦。」他建議對購買航空機票、排放含碳氣體和國際金融交易等行為課稅。為了展現決心，席哈克宣布，法國在今後5年內將加倍進行發展援助，比例要達到國際共同訂下的GDP總值0.7%的標準。他還提出比經濟面向更廣的建議，就是建立世界性環保機構，以協調各國建立永續環境與經濟的努力。²⁷

我們現在所處的形勢十分急迫，各國要在碳排放這類事務上主動出擊，不能等到國際協議後再比照辦理。人們花費七、八年的時間才協商出《京都議定書》，內容還是相當粗糙。我們沒有時間進行曠日費時的協商。²⁸

德國政府在1999年進行稅制重整，提高耗能的稅額，降低所得稅，以達到減少碳排放和提高就業的目的。德國領導人在行動時，並沒有徵求世界或歐洲其他國家的同意，因為他們認為這樣做對德國最好。如果大家都採取有力的措施來扭轉破壞美好未來的趨勢，其他國家也會競相效仿。當今最好的領導模式，就是踏實地做事。²⁹

同樣地，當瑞典決定以環保為核心重整稅制時，也不會要求其他國家比照辦理，而是獨立地做出判斷並堅定地執行，為其他國家做出表率。³⁰

在美國，白宮拒不執行《京都議定書》，引起一片嘩然。美國有180多個市市長聯合起來，公開贊成議定書在未來10年的碳排放量以1990年的水準減少7%的目標。2005年6月初，弗雷德·皮爾斯（Fred Pearce）在《新科學家》雜誌上寫道，「美國一些市長在上個月對政府進行最勇敢的批判，將布希拒絕削減碳排放的決定拋在腦後。」這些都市包括美國幾個超級大城：洛杉磯、丹佛和紐約。它們都用不同的方法來實現減少碳排放的目標。鹽湖城當局決定向風力發電場買電。紐約市決定將市區的公共汽車全數改為油電複合型。³¹

反抗活動也在州的層級發生。美國東北部9個州正在商定一項減少發電廠碳排放的協議。還有一些州的立法機構正在制訂包括再生資源的標準，即規定未來發電量中來自再生能源的最小比例。這些州是加州、科羅拉多、愛荷華州、明尼蘇達州、紐約、賓州、德州和威斯康辛州。³²

雖然改革需要政治領袖的領導，媒體引導的角色也同等重要。考慮到形勢的緊迫，以及動員行動支持的力量，全球都面臨意識提升的空前挑戰。使大眾認識

到目前局勢的嚴重性和採取回應的急迫性，從而扭轉趨勢，只有透過通訊媒體才能廣泛而迅速地達成這個任務，其他機構一概無能為力。

如今的媒體與當年美國二次大戰期間的汽車工業，在地位上頗有相似之處。今日的媒體就像60多年前的汽車工業，要負起的責任並不是發行人和編輯自己想要承擔的，而是別無選擇的結果。如果全世界的媒體不擔起引導大眾了解環境問題的責任，這場動員有可能失敗。目前的處境前所未見，因此需要用全新的方式來因應。

《紐約時報》在2005年元旦便採取這樣的行動。杰拉德·戴蒙德以他《崩潰：社會如何選擇成功或失敗》的著作為基礎，濃縮成一篇文章，刊登在該報的讀者投書專欄，版面佔該專欄的五分之四。他指出，我們應該從早期文明的遭遇中汲取教訓，意識到自己正走在一條環境不永續的經濟道路上。³³

戴蒙德這本書告訴我們，離開衰落崩潰的道路，回歸環境永續的經濟，不是一件容易的事。有些文明聽到警示鐘響，便迅速改弦易轍；其他的文明未察覺，後果便是崩潰。³⁴

這份研究讓我們看清，長期不良的環境管理會導致文明解體。戴蒙德的文章有助於引發一場公眾討論，主題當然是現代文明和早期文明的環境問題比較與啟發。

民間的環保團體也擔負起這項使命。諾貝爾和平獎委員會公認，在基層工作的環境領袖是最出色的，因此將2004年諾貝爾和平獎頒給旺嘉莉·馬塔伊女士。她在過去的30年裡，推動由她創建的「綠帶運動」，這是一個在肯亞動員當地人民進行綠化的組織，目前已經種下3,000多萬株樹。杰弗里·達別科（Geoffrey Dabelko）在《妮妮道來》（Grist）雜誌上告訴人們，這個組織動員了數以千計的婦女，培養她們的行動意識與能力，教她們學習文化，甚至提供計畫生育的幫助。旺嘉莉·馬塔伊在2002年被選入國會，不久被新政府任命為環境部副部長。

大企業的領導人也開始參與。1997年，美國無線電視新聞廣播網（CNN）創建者泰德·透納宣佈捐贈10億美元給聯合國，用於支持人口穩定、環境保護和保健服務，開創個人慈善事業的新紀錄。他創建以財務資助為主要業務的聯合國基金會。這位傳媒大亨本來要等到死後再捐贈這筆款項，但考慮到當前世界面臨的

危急處境，他便提前進行，還大力主張其它億萬富翁也應及時做出回應，使問題不致變得無法控制。³⁶

透納的行動無疑對新一代的億萬富翁帶來影響，其中包括微軟公司的創辦人比爾·蓋茲。作為全球最富有的人，蓋茲透過自己的基金會，致力於改善開發中國家人民的健康狀況，擴大兒童疫苗接種率，遏止愛滋病的傳播，他正在搶救數以百萬人的生命。³⁷

願意為生民著想的政治領袖，愈來愈意識到經濟活動“一切照舊”的不可行。如果仍對21世紀社會環境的威脅無動於衷，人類必將陷入困境。處於愛滋病的傳播、水資源和土地的匱乏等巨大危機威脅經濟落後國家的嚴峻形勢，世界的景況是每況愈下。

創造未來 你我責無旁貸

當作者在各國講演時，最常被問到的問題之一是：面對目前的種種環境問題，我們應付得了嗎？也就是說，我們能否避免經濟衰落和文明崩潰呢？我給的答覆都一樣：這取決於你我，取決於你我為扭轉這些趨勢會採取什麼行動。意思是說，每個人都應採取積極的政治行動，只當旁觀者是保護不了我們的文明社會。

人類進入新世代的腳步過於快速，以至於來不及充分理解周遭事件的意義。對下一代人的關心，現在是保障他們的醫療和提供最高深的教育。但如果不以迅速的行動扭轉地球環境的惡化，根除貧窮和穩定人口，下一代要面對的是一個經濟破敗、政治瓦解的世界。保障後代的未來，不只是投資教育和醫療，而是要投資在扭轉破壞他們未來的趨勢。

從個人的角度出發，我們應該為各種環境和人口組織出力：改進本地的資源回收工作、用購買力表達自己的立場，比如認購“綠色能源認證”產品，幫助對再生能源的投資。現在所有進行中的環保工作，都要繼續做下去。但這是不夠的，我們近35年來一直沒有停過，固然看到若干改變，但卻可能在戰爭中敗北。

有兩項可以產生壓倒性勝利的工作，是調整稅制和重新安排財政資源。挽救文明代表重新建構經濟，而且要以戰時速度進行，使市場反映生態事實。除此之

外，財政的優先項目也要重新排定，保障復育地球、根除貧窮和穩定人口所需的必要資源。請大家寫信或寄電子郵件給民意代表，表達我們要改革稅制、創造誠實市場的立場。請提醒這些民代，沒有將所有成本入帳的公司，或許短期的表現尚佳，但長久下來必定會失敗。

直接去找民意代表也許是更好的做法，跟他們說明高環境稅和減少所得稅的理由。找理念契合的朋友和同事一起，組團去找民意代表。從我們在前一章提供的網址，可以下載並使用所有稅制改革的資料。如果稅收系統無法重整，使市場反映事實，所有的目標幾乎不可能會實現。

請告訴你所屬的政黨，世界每年達1萬億美元的軍費，根本無法解決身處危機的文明。問他們每年花費1,610億美元來拯救文明是不是合情合理？問他們，從全球軍事總開支中拿出六分之一來挽救文明，難道過於昂貴？

喜歡動筆的人，不妨嘗試在地方報紙的民意論壇或者類似的專欄投稿，主張對環境造成破壞的活動加重徵稅，可以補足個人所得稅調降的差額。請發起全民徵文比賽，敦促人們與民代對話，促使地方傳媒表達立場。

請大力促成根除貧窮、計畫生育、恢復植被等國際援助計畫的實施，再為增加援助計畫的金額和裁減軍事支出奔走游說，告訴人們，先進的武器對新的文明威脅不會發生作用。需要有人為下一代子孫表態，因為這關係到他們的世界和未來。

請多吸收知識，使自己更了解環境問題，知道早期文明當年遭逢環境危機的結局。請動員朋友也進入狀況。作者向讀者推薦杰拉德·戴蒙德的《崩潰：社會如何選擇成功或失敗》和羅納德·賴特的《人類進步簡史》。要了解消除貧窮的問題，請看杰弗里·薩克斯發表在2005年9月《科學的美國人》雜誌上的「能否根除極端貧窮？」一文。想知道提高能源效率的未來，可閱讀同一期《科學的美國人》雜誌上艾默里·洛文斯所撰寫的「減少碳排放，實現高收益」。³⁸

請記住，目前的處境雖然艱難，但新經濟的跡象已在世界各地出現。我們看到歐洲的風能發電場，發展壯大的美國複合型汽車，韓國被植被覆蓋的山巒，伊朗的計畫生育政策，中國根除貧窮的行動和日本的太陽能屋頂。

我們需要做的努力，全都可以做得到。坐下來，為自己擬定一份個人計畫和

時間表，列出自己對於惡化中的經濟，要做到那些事才能使其轉向永續經濟。扼要寫出明年計畫做到什麼，打算怎樣做，希望和誰合作，來實現這項重要性獨一無二的目標：幫助文明社會的延續。還有什麼目標比它更有價值呢？

我們必須做出抉擇，這是你我都應當做的。我們可以依循「一切照舊」的模式從事傳統的經濟活動，繼續破壞自然支持系統，直到把自己毀滅；也可以夠採用B計畫，成為實現永續發展的一代。這個抉擇是我們這一代必須做的，但影響到的將是後世萬代的子孫。

參考資料

有關《B計畫2.0》的更多訊息，可查閱下列的參考資料。更多的數據和參考資料目錄，可查閱地球政策研究所網站，網址：www.earthpolicy.org/books/PB2/resources.htm。

第一章

Diamond, Jared, *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed* (New York: Penguin Group, 2005).

Tainter, Joseph, *The Collapse of Complex Societies* (Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 1988).

United Nations Environment Programme (UNEP), www.unep.org.

United Nations Statistics Division, unstats.un.org/unsd.

第二章

Association for the Study of Peak Oil and Gas, www.peakoil.net.

BP, *Putting Energy in the Spotlight: BP Statistical Review of World Energy 2005* (London: June 2005), www.bp.com/genericsection.do?categoryId=92&contented=7005893.

Deffeyes, Kenneth S., *Beyond Oil: The View from Hubbert's Peak* (New York: Hill and Wang, 2005).

Ethanol Marketplace, www.ethanolmarketplace.com.

Heinberg, Richard, *Power Down: Options and Actions for a Post-Carbon World* (Gabriola Island, BC, Canada: New Society Publishers, 2004).

Renewable Fuels Association, *Homegrown for the Homeland: Ethanol Industry Outlook 2005* (Washington, DC: 2005).

第三章

- Gleick, Peter H., *The World's Water: The Biennial Report on Fresh-water Resources* (Washington, DC: Island Press, various years), www.worldwater.org.
- International Water Management Institute, www.iwmi.org.
- LakeNet: World Lakes Network, www.worldlakes.org.
- Postel, Sandra, *Pillar of Sand: Can the Irrigation Miracle Last?* (New York: W.W. Norton & Company, 1999).
- World Bank, *China: Agenda for Water Sector Strategy for North China* (Washington, DC: April 2001), web18.worldbank.org/eap/eap.nsf/Attachments/WaterSectorReport.

第四章

- Arctic Climate Impact Assessment, *Impacts of a Warming Arctic* (Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 2004), www.acia.uaf.edu.
- Hadley Center for Climate Prediction and Research, www.met-office.gov.uk/research/hadleycentre/index.html.
- Intergovernmental Panel on Climate Change, *Climate Change 2001. Contributions of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (New York: Cambridge University Press, 2001) www.ipcc.ch.
- Munich Re, *Topics Annual Review: Natural Catastrophes 2004* (Munich, Germany: 2004), www.munichre.com.
- NASA, Goddard Institute for Space Studies, *Surface Temperature Analysis*, data. giss.nasa.gov/gistemp.
- National Snow and Ice Data Center, www.nsidc.org.

第五章

- BirdLife International, www.birdlife.org.
- Global Forest Watch, www.globalforestwatch.org.

Millennium Ecosystem Assessment, *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis and four technical volumes* (Washington, DC: Island Press, 2005), www.millenniumassessment.org.

Species Survival Commission, *IUCN Red List of Threatened Species* (Gland, Switzerland, and Cambridge, U.K.: World Conservation Union-IUCN, various years), www.redlist.org.

U. N.. Food and Agriculture Organization, *The State of World Fisheries and Aquaculture* (Rome: various years), www.fao.org/fi.

第六章

Clear the Air, www.cta.policy.net.

Colborn, Theo, Dianne Dumanoski, and John Peterson Myers, *Our Stolen Future: Are We Threatening Our Fertility, Intelligence and Survival: A Scientific Detective Story* (New York: Dutton Publishing, 1996), www.ourstolenfuture.org.

Environmental Change and Security Program at the Woodrow Wilson International Center for Scholars, www.wilsoncenter.org/index.cfm?fuseaction=topics.home&topic-id=1413.

Fund for Peace and the Carnegie Endowment for International Peace, “The Failed States Index,” *Foreign Policy*, July/August 2005, www.foreignpolicy.com.

Joint United Nations Programme on HIV/AIDS (UNAIDS), *Report on the global HIV/AIDS Epidemic* (Geneva: various years), www.unaids.org.

Sperling, Gene B. “Toward Universal Education,” *Foreign Affairs*, September/October 2001, www.foreignaffairs.org.

United Nations, *World Population Prospects: The 2004 Revision* (New York: February 2005), www.un.org/esa/population/unpop.htm.

United Nations Population Database, esa.un.org/unpp.

第七章

- Chaya, Nada, and Sarah Haddock, *Condoms Count: Meeting the Need in the Era of HIV/AIDS, 2004 with Data Update* (Washington, DC: Population Action International, 2004), www.populationaction.org.
- Global Fund to Fight AIDS, Tuberculosis, and Malaria, www.theglobalfund.org.
- Global Polio Eradication Initiative, www.polioeradication.org.
- Population Reference Bureau, www.prb.org.
- Sachs, Jeffrey D., and the Commission on Macroeconomics and Health, *Macroeconomics and Health: Investing in Health for Economic Development*(Geneva:World Health Organization, 2001), www.paho.org/English/DPM/SHD/HP/Sachs.pdf.
- United Nations, *The Millennium Development Goals Report 2005*(New York: 2005), unstats.un.org/unsd/mi/pdf/MDG%20Book.pdf.
- U.N. Millennium Development Goals, www.un.org/millenniumgoals.
- U.N. Population Fund (UNFPA), *The State of World Population* (New York: various years), www.unfpa.org.

第八章

- Balmford, Andrew, et al., “The Worldwide Costs of Marine Protected Areas, : Proceedings of the National Academy of Sciences (vol. 101, no. 26) 29 June 2004, pp. 9,694-97, www.pnas.org.
- Conservation International, *Biodiversity Hotspots*, www.biodiversityhotspot.org.
- Dregne, H.E., and Nan—Ting Chou, “Global Desertification Dimensions and Costs,” in *Degradation and Restoration of Arid Lands* (Lubbock, TX: Texas Tech. University, 1992).
- Postel, Sandra, and Brian Richter, *Rivers for Life: managing Water for People and Nature* (Washington, DC: Island Press, 2003).
- U. N. Convention to Combat Desertification, www.unccd.int.
- UNEP, *Status of Desertification and Implementation of the United Nations Plan of Action to Combat Desertification* (Nairobi: 1991), www.unep.org.

第九章

International Food Policy Research Institute, www.ifpri.org.

International Rice Research Institute, www.irri.org.

U. N. Food and Agriculture Organization, FISHSTAT Plus, electronic database, www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS./asp.

U.S.Department of Agriculture, Economic Research Service, Natural Resources and Environment Division, Agricultural Resources and Environmental Indicators (Washington, DC: various years), www.ers.usda.gov/publications/arei.

U.S.Department of Agriculture, Production, Supply, & Distribution, electronic database, Washington, DC, www.fas.usda.gov/psd.

第十章

Alliance to Save Energy, www.ase.org.

American Solar Energy Society, www.ases.org.

American Wind Energy Association, www.awea.org.

Bailie, Alison, et al, The Path to Carbon—Dioxide—Free Power: Switching to Clean Energy in the Utility Sector · A Study for the World Wildlife Fund (Washington, DC: Tellus Institute and The Center for Energy and Climate Solutions, April 2003), www.worldwildlife.org/climate/publications/power_switch.pdf.

European Wind Energy Association, www.ewea.org.

Global Wind Energy Council, Wind Force 12: A Blueprint to Achieve 12% of the World' s Electricity from Wind Power by 2020 (Belgium: European Wind Energy Association and Greenpeace, 2005), www.gwec.net/fileadmin/documents/Publications/wf12-2005.pdf.

Lovins, Amory B., et al., Winning the Oil Endgame: Innovation for Profits, Jobs, and Security (Snowmass, CO: Rocky Mountain Institute, 2004), www.oilendgame.com.

Maycock, Paul, Photovoltaic News, www.pvenergy.com/news.html.

第十一章

- Crawford, J. H., *Carfree Cities* (Utrecht, The Netherlands: International Books, July 2000), www.carfree.com.
- Institute for Transportation and Development Policy, www.itdp.org.
- O' Meara, Molly, *Reinventing Cities for People and the Planet*, Worldwatch Paper 147 (Washington, DC: Worldwatch Institute, June 1999), www.worldwatch.org.
- Schrand, David, and Tim Lomas, *2005 Urban Mobility Study* (College Station, TX: Texas Transportation Institute, May 2005), mobility.tamu.edu/ums/report.
- Surface Transportation Policy Project, www.transact.org.

第十二章

- Forest Stewardship Council, www.fsc.org.
- International Center for Technology Assessment, *The Real Price of Gasoline*, Report No. 3 (Washington, DC: November 1998), www.icta.org.
- Marine Stewardship Council, www.msc.org.
- McDonough, William, and Michael Braungart, *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things* (New York: North Point Press, 2002), www.mcdonough.com/cradle_to_cradle.htm.
- Pica, Erich, ed. *Running On Empty: How Environmentally Harmful Energy Subsidies Siphon Billions from Taxpayers*, A Green Scissors Report (Washington, DC: Friends of the Earth, 2002), www.greenscissors.org.
- Redefining Progress: Accurate Prices Program, www.rprogress.org/programs/accurateprices.
- U.S. Energy Star Program, www.energystar.gov.

第十三章

- Andersom, Ray, "A Call for Systemic Change," speech delivered at the National Conference on Science, Policy, & the Environment: Education for a Secure and Sustainable Future, Washington, DC, 31 January 2003, www.ncesonline.org/

NCSEconference/2003 conference/page.Cfm? FID=2504.

Center for Arms Control and Non—Proliferation, www.armscontrolcenter.org.

Diamond, Jared, “The Ends of the World as We Know Them,” *New York Times* , 1 January 2005.

Sachs, Jeffrey, *The End of Poverty: Economic Possibilities for Our Time* (New York: Penguin Press, 2005).

Walton, Francis, *Miracle of World War II.: How American Industry Made Victory Possible* (Macmillan: New York, 1956).

Wright, Ronald, *A Short History of Progress*(New York: Carroll and Graf Publishers, 2005).

註釋

第一章 邁入新世界

1. Jared Diamond, *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed* (New York: Penguin Group, 2005).
2. Mathis Wackernagel et al., “Tracking the Ecological Overshoot of the Human Economy,” *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 99, no. 14 (9 July 2002), pp. 9,266–71.
3. Paul B. MacCready, AeroVironment Inc., letter to author, 19 April 2005.
4. Ned Rozell and Dan Chay, “St. Matthew Island: Overshoot & Collapse,” *Energy Bulletin*, 23 November 2003.
5. Diamond, *op. cit.* note 1, pp. 90, 248–76; “Población Total, Por Sexo E Índice de Masculinidad, Según División Político Administrativa y Area Urbana-Rural,” table in Chile Instituto Nacional de Estadísticas, *Resultados Generales Censo 2002* (Santiago, Chile: 2003).
6. United Nations, *World Population Prospects: The 2004 Revision* (New York: 2005); Population Reference Bureau, *2005 World Population Data Sheet*, wall chart (Washington, DC: August 2005); Population Reference Bureau, *2004 World Population Data Sheet*, wall chart (Washington, DC: August 2004).
7. United Nations, *op. cit.* note 6.
8. See Chapter 2 for further discussion of peak oil.
9. Car fleet includes passenger cars and commercial vehicles, many of which are light trucks and sport utility vehicles used for personal use, from Ward’s Communications, *Ward’s World Motor Vehicle Data 2004* (Southfield, MI: 2004), p. 238; population living on less than \$1 a day in World Bank, *World Development Report 2005* (New York: Oxford University Press, 2004).

10. Diamond, *op. cit.* note 1, pp. 90, 248–76.
11. The New Road Map Foundation, “All-Consuming Passion: Waking up from the American Dream,” factsheet, EcoFuture, updated 17 January 2002.
12. U.S. Department of Agriculture (USDA), Production, Supply, & Distribution, electronic database, at www.fas.usda.gov/psd, updated 13 September 2005.
13. U.N. Food and Agriculture Organization (FAO), FAOSTAT Statistics Database, at apps.fao.org, updated 14 July 2005.
14. U.S. Department of Energy (DOE), Energy Information Administration (EIA), “World Oil Demand,” *International Petroleum Monthly*, December 2004.
15. British Petroleum (BP), *Statistical Review of World Energy 2005* (London: Group Media & Publishing, 2005).
16. International Iron and Steel Institute, *Steel Statistical Yearbook 2004* (Brussels, 2004); data for 1990–93 from Phil Hunt, Iron and Steel Statistics Bureau, e-mail to Viviana Jiménez, Earth Policy Institute, 24 January 2005.
17. UNStats Statistics Database, at unstats.un.org/unsd, viewed 14 February 2005; International Telecommunication Union (ITU), *Telecommunication Statistics* at www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/at_glance/cellular03.pdf, 15 March 2005; ITU, *Telecommunication Statistics* at www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/at_glance/internet03.pdf, 15 March 2005; Ward’ s Communications, *op. cit.* note 9.
18. Chinese economic growth from International Monetary Fund (IMF), *World Economic Outlook Database*, at www.imf.org/external/pubs/ft/weo, updated April 2005; population from United Nations, *op. cit.* note 6.
19. Grain from USDA, *op. cit.* note 12; paper includes coated papers, household and sanitary paper, newsprint, other papers, packaging, printing and writing paper, and wrapping papers, based on data from FAO, *op. cit.* note 13; oil from BP, *op. cit.* note 15; all per capita calculations based on population from United Nations, *op. cit.* note 6.
20. Ward’ s Communications, *op. cit.* note 9.
21. United Nations, *op. cit.* note 6.
22. Diamond, *op. cit.* note 1; Garrett Hardin, “The Tragedy of the Commons,”

- Science, vol. 162 (13 December 1968).
23. Sandra Postel, *Pillar of Sand* (New York: W.W. Norton & Company, 1999), pp. 13–21.
 24. *Ibid.*
 25. *Ibid.*
 26. Robert McC. Adams quoted in Joseph Tainter, *The Collapse of Complex Societies* (Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 1988), p. 1.
 27. “Maya,” *Encyclopaedia Britannica*, online encyclopedia, viewed 7 August 2000.
 28. *Ibid.*
 29. Jared Diamond, “Easter’s End,” *Discover*, August 1995, pp. 63–69.
 30. *Ibid.*
 31. United Nations, *op. cit.* note 6.
 32. USDA, *op. cit.* note 12.
 33. United Nations, *op. cit.* note 6; U.S. Census Bureau, *Foreign Trade Statistics*, “Trade: Imports, Exports and Trade Balance with China,” at www.census.gov/foreign-trade/balance/c5700.html, updated June 2005; Peter Goodman, “China Tells Congress to Back Off Business,” *Washington Post*, 5 July 2005.
 34. Munich Re, *Topics Annual Review: Natural Catastrophes 2001* (Munich, Germany: 2002), pp. 16–17; value of China’s wheat and rice harvests from USDA, *op. cit.* note 12, using prices from IMF, *International Financial Statistics*, electronic database, at ifs.apdi.net/imf.
 35. “Forestry Cuts Down on Logging,” *China Daily*, 26 May 1998; Erik Eckholm, “Chinese Leaders Vow to Mend Ecological Ways,” *New York Times*, 30 August 1998; Erik Eckholm, “China Admits Ecological Sins Played Role in Flood Disaster,” *New York Times*, 26 August 1998; Erik Eckholm, “Stunned by Floods, China Hastens Logging Curbs,” *New York Times*, 27 February 1998.
 36. Gasoline prices from DOE, EIA, *This Week in Petroleum* (Washington, DC: various issues).
 37. Andrew Kimbrell et al., *The Real Price of Gasoline* (Washington, DC: International Center for Technology Assessment, 1998), p. 39.

38. James Brooke, "Japan Squeezes to Get the Most of Costly Fuel," *New York Times*, 4 June 2005; DOE and U.S. Environmental Protection Agency, *Fuel Economy Guide* (Washington, DC: 2005); Marv Balousek, "Hybrid Cars Are Catching On," *Wisconsin State Journal*, 10 August 2005.
39. Danish Wind Industry Association, "Did You Know?" fact sheet, at www.windpower.org; Colin Woodard, "Fair Winds in Denmark," *E: The Environmental Magazine*, July 2001; Marla Dickerson, "Homegrown Fuel Supply Helps Brazil Breathe Easy," *Los Angeles Times*, 15 June 2005.
40. USDA, *op. cit.* note 12, updated 7 September 2005; FAO, *op. cit.* note 13, updated 17 January 2005.
41. FAO, FISHSTAT Plus, electronic database, at www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp, updated March 2005.
42. Se-Kyung Chong, "Anmyeon-do Recreation Forest: A Millennium of Management," in Patrick B. Durst et al., *In Search of Excellence: Exemplary Forest Management in Asia and the Pacific*, Asia-Pacific Forestry Commission (Bangkok: FAO Regional Office for Asia and the Pacific, 2005), pp. 251–59.
43. Mark Smith, "Land Retirement," in USDA, *Agricultural Resources and Environmental Indicators 2003* (Washington, DC: 2003), section 6.2 updated in December 2000, p. 14; USDA, Economic Research Service, *Agri-Environmental Policy at the Crossroads: Guideposts on a Changing Landscape*, Agricultural Economic Report No. 794 (Washington, DC: January 2001).
44. Molly O' Meara Sheehan, *City Limits: Putting the Breaks on Sprawl*, Worldwatch Paper 156 (Washington, DC: Worldwatch Institute, June 2001), p. 11.
45. Lester R. Brown, "The Short Path to Oil Independence: Gas-Electric Hybrids and Wind Power Offer Winning Combination," *Eco-Economy Update* (Washington, DC: Earth Policy Institute), 13 October 2004; Senator Joseph Lieberman, remarks prepared for the Loewy Lecture, Georgetown University (Washington, DC: 7 October 2005).

第二章 產油高峰過後

1. U.S. Department of Energy (DOE), Energy Information Administration (EIA), “Select Crude Oil Spot Prices,” at www.eia.doe.gov/emeu/international/crude1.html, updated 28 July 2005; John Vidal, “The End of Oil Is Closer Than You Think,” *Guardian* (London), 21 April 2005; Alfred J. Cavallo, “Oil: Caveat Empty,” *Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 61, no. 3 (May/June 2005), pp. 16–18.
2. Vidal, *op. cit.* note 1; Jeffrey Ball, “Dire Prophecy: As Prices Soar, Doomsayers Provoke Debate on Oil’s Future—In a 1970s Echo, Dr. Campbell Warns Supply Is Drying Up, But Industry Isn’t Worried—Charges of ‘Malthusian Bias,’” *Wall Street Journal*, 21 September 2004.
3. DOE, EIA, “Table 11.5 World Crude Oil Production, 1960–2004,” *International Energy Outlook 2004* (Washington, DC: 2004), at www.eia.doe.gov/emeu/aer/txt/ptb1105.html; Vidal, *op. cit.* note 1; International Energy Agency (IEA), IEA Data Services, at data.iea.org, updated August 2004.
4. Neil Chatterjee, “‘Peak Oil’ Gathering Sees \$100 Crude This Decade,” *Reuters*, 26 April 2005; Javier Blas and Isabel Gorst, “Oil Production in Russia Stagnates,” *Financial Times*, 2 June 2005; Justin Blum, “Alaska Oil Field’s Falling Production Reflects U.S. Trend,” *Washington Post*, 7 June 2005; DOE, EIA, “Table 2.2 World Crude Oil Production, 1980–2003,” *International Energy Annual 2003* (Washington, DC: 2005); Heather Timmons, “Shell Makes Another Cut in Reserves; Profit Jumps,” *New York Times*, 4 February 2005; DOE, EIA, “Kazakhstan,” *EIA Country Analysis Briefs*, (Washington, DC: updated July 2005); IEA, *op. cit.* note 3.
5. DOE, EIA, “Saudi Arabia,” *EIA Country Analysis Briefs* (Washington, DC: updated January 2005); Chatterjee, *op. cit.* note 4; Adam Porter, “Expert Says Saudi Oil May Have Peaked,” *Al Jazeera*, 20 February 2005.
6. DOE, EIA, *op. cit.* note 3; IEA, *op. cit.* note 3.
7. Michael T. Klare, “The Energy Crunch to Come,” *TomDispatch*, 22 March 2005; Jad Mouawad, “Big Oil’s Burden of Too Much Cash,” *New York Times*, 12 February

- 2005; Timmons, *op. cit.* note 4.
8. Mouawad, *op. cit.* note 7; Mark Williams, “The End of Oil?” *Technology Review*, February 2005; Vidal, *op. cit.* note 1.
 9. Klare, *op. cit.* note 7; Timmons, *op. cit.* note 4; Walter Youngquist, letter to author, 29 April 2005.
 10. James Picerno, “If We Really Have the Oil,” *Bloomberg Wealth Manager*, September 2002, p. 45; Klare, *op. cit.* note 7; Kenneth S. Deffeyes, *Beyond Oil: The View from Hubbert’s Peak* (New York: Hill and Wang, 2005); Richard C. Duncan and Walter Youngquist, “Encircling the Peak of World Oil Production,” *Natural Resources Research*, vol. 12, no. 4 (December 2003), p. 222; A. M. Samsan Bakhtiari, “World Oil Production Capacity Model Suggests Output Peak by 2006–07,” *Oil & Gas Journal*, 26 April 2004, pp. 18–20.
 11. Peter Maass, “The Breaking Point,” *New York Times Magazine*, 21 August 2005.
 12. Robert Collier, “Canadian Oil Sands: Vast Reserves Second to Saudi Arabia Will Keep America Moving, But at a Steep Environmental Cost,” *San Francisco Chronicle*, 22 May 2005; Vidal, *op. cit.* note 1; Walter Youngquist, “Survey of Energy Resources: Oil Shale,” *Energy Bulletin*, 24 April 2005; William Brown, DOE, EIA, discussion with author, 9 August 2005.
 13. “US: Caution Warranted on Oil Shale” (editorial), *Denver Post*, 18 April 2005; Gargi Chakrabarty, “Shale’s New Hope,” *Rocky Mountain News*, 18 October 2004; Walter Youngquist, “Alternative Energy Sources,” in Lee C. Gerhard, Patrick Leahy, and Victor Yannacone, eds., *Sustainability of Energy and Water through the 21st Century*, Proceedings of the Arbor Day Farm Conference, 8–11 October 2000 (Lawrence, KS: Kansas Geological Survey, 2002), p. 65; Cavallo, *op. cit.* note 1.
 14. DOE, EIA, “United States,” *EIA Country Analysis Briefs* (Washington, DC: updated January 2005); Collier, *op. cit.* note 12; Thomas J. Quinn, “Turning Tar Sands into Oil,” *Cleveland Plain Dealer*, 17 July 2005; “Exxon Says N. America Gas Production Has Peaked,” *Reuters*, 21 June 2005.
 15. Judith Crosson, “Oil Prices Prompt Another Look At Shale,” *MSNBC*, 23

- November 2004; Youngquist, *op. cit.* note 12; Youngquist, *op. cit.* note 13, p. 64; Vidal, *op. cit.* note 1. 16. Danielle Murray, “Oil and Food: A Rising Security Challenge,” *Eco- Economy Update* (Washington, DC: Earth Policy Institute, 9 May 2005), p. 2 and data charts; irrigation data sources include U.S. Department of Agriculture (USDA), “Chapter 5: Energy Use in Agriculture,” *U.S. Agriculture and Forestry Greenhouse Gas Inventory: 1990–2001*, Technical Bulletin No. 1907 (Washington, DC: Global Change Program Office, Office of the Chief Economist, 2004), p. 94. 17. James Duffield, USDA, e-mail to Danielle Murray, Earth Policy Institute, 31 March 2005; USDA, Production, Supply & Distribution, electronic database, at www.fas.usda.gov/psd, updated 13 September 2005.
18. Conservation Technology Information Center (CTIC), “Conservation Tillage and Other Tillage Types in the United States—1990–2004,” 2004 National Crop Residue Management Survey (West Lafayette, IN: Purdue University, 2004); CTIC, “Top Ten Benefits of Conservation Tillage,” at www.ctic.purdue.edu/Core4/CT/CTSurvey/10Benefits.html, viewed 27 July 2005; Rolf Derpsch, “Extent of No-Tillage Adoption Worldwide,” to be presented at the III World Congress on Conservation Agriculture, Nairobi, Kenya, 3–7 October 2005, e-mail to Danielle Murray, Earth Policy Institute, 9 August 2005.
19. Duffield, *op. cit.* note 17; tractor use and horse stocks from U.N. Food and Agriculture Organization (FAO), FAOSTAT Statistics Database, at apps.fao.org, updated 4 April 2005.
20. Fertilizer energy use data from Duffield, *op. cit.* note 17; DOE, EIA, *Annual Energy Outlook 2003* (Washington, DC: 2004); John Miranowski, “Energy Demand and Capacity to Adjust in U.S. Agricultural Production,” presentation at Agricultural Outlook Forum 2005, Arlington, VA, 24 February 2005; fertilizer-to-grain ratios from USDA, *op. cit.* note 17; Patrick Heffer, *Short Term Prospects for World Agriculture and Fertilizer Demand 2003/04–2004/05* (Paris: International Fertilizer Industry Association (IFA), 2005); IFA Secretariat and IFA Fertilizer Demand Working Group, *Fertilizer Consumption Report* (Brussels: 2001).
21. U.S. grain production data from USDA, *op. cit.* note 17.

-
22. Brian Halweil, *Eat Here* (New York: W.W. Norton & Company, 2004), p. 29; USDA, *op. cit.* note 17.
 23. Compiled by Earth Policy Institute from Duffield, *op. cit.* note 17; DOE, EIA, *op. cit.* note 20; USDA, National Agricultural Statistics Service, “Table 20: Energy Expenses for On-Farm Pumping of Irrigation Water by Water Source and Type of Energy: 2003 and 1998,” 2003 Farm & Ranch Irrigation Survey, Census of Agriculture (Washington, DC: 2004); irrigation and land use data from FAO, *op. cit.* note 19.
 24. Data for 1950 from Sandra Postel, “Water for Food Production: Will There Be Enough in 2025?” *BioScience*, August 1998; irrigation and land use data from FAO, *op. cit.* note 19; Mark Rosengrant, Ximing Cai, and Sarah Cline, *World Water and Food to 2025: Dealing with Scarcity* (Washington, DC, and Battaramulla, Sri Lanka: International Food Policy Research Institute and International Water Management Institute, 2002), p. 155.
 25. Murray, *op. cit.* note 16.
 26. *Ibid.*, p. 3; M. Heller and G. Keoleian, *Life-Cycle Based Sustainability Indicators for Assessment of the U.S. Food System* (Ann Arbor, MI: Center for Sustainable Systems, University of Michigan, 2000), p. 42.
 27. Halweil, *op. cit.* note 22, p. 37; Stacy Davis and Susan Diegel, “Chapter 2: Energy,” *Transportation Energy Data Book: 24th Edition* (Washington, DC: DOE, Energy Efficiency and Renewable Energy, 2004), pp. 2–17; DOE, EIA, “Chapter 5: Transportation Sector,” *Measuring Energy Efficiency in the United States Economy: A Beginning* (Washington, DC: 1995), p. 31; U.S. Department of Transportation, Bureau of Transportation Statistics (BTS), *Freight Shipments in America* (Washington, DC: 2004), pp. 9–10; Andy Jones, *Eating Oil— Food in a Changing Climate* (London: Sustain and Elm Farm Research Centre, 2001), p. 2 of summary.
 28. Jones, *op. cit.* note 27, pp. 1–2 of summary; Charlie Pye-Smith, “The Long Haul,” *Race to the Top* Web site, www.racetothetop.org/case/case4.htm (London: International Institute for Environment and Development, 25 July 2002).
 29. BTS and U.S. Census Bureau, “Table 14. Shipment Characteristics by Three-Digit

- Commodity and Mode of Transportation: 2002,” 2002 Commodity Flow Survey (Washington, DC: December 2004); Jones, *op. cit.* note 27; James Howard Kunstler, author of *Geography of Nowhere*, in *The End of Suburbia: Oil Depletion and the Collapse of The American Dream*, documentary film (Toronto, ON: The Electric Wallpaper Co., 2004).
30. Heller and Keoleian, *op. cit.* note 26, p. 42; food energy content and packaging content calculated by Danielle Murray, Earth Policy Institute, using USDA nutritional information and packaging energy costs from David Pimentel and Marcia Pimentel, *Food, Energy and Society* (Boulder, CO: University Press of Colorado, 1996), cited in Manuel Fuentes, “Alternative Energy Report,” Oxford Brookes University and the Millennium Debate, 1997; Leo Horrigan, Robert S. Lawrence, and Polly Walker, “How Sustainable Agriculture Can Address the Environmental and Human Health Harms of Industrial Agriculture,” *Environmental Health Perspectives*, vol. 110, no. 5 (May 2002), p. 448.
31. Murray, *op. cit.* note 16, pp. 1, 3; Duffield, *op. cit.* note 17; DOE, EIA, *op. cit.* note 20; USDA, *op. cit.* note 23; Miranowski, *op. cit.* note 20, p. 11.
32. Data for Table 2–1 compiled by Earth Policy Institute from International Monetary Fund (IMF), *International Financial Statistics*, online database, ifs.apdi.net, updated September 2005; IMF, *International Financial Statistics* (Washington, DC: 2005).
33. IMF, on-line database, *op. cit.* note 32; IMF, *International Financial Statistics*, *op. cit.* note 32.
34. U.S. Census Bureau, “U.S. Trade in Goods and Services,” at www.census.gov/foreign-trade/statistics/historical/gands.pdf, updated 10 June 2005; IMF, on-line database, *op. cit.* note 32.
35. Value of grain exports and oil imports from U.S. Census Bureau, *Foreign Trade Statistics*, “US Imports of Crude Oil,” at www.census.gov/foreign-trade/statistics/historical/petr.pdf, viewed 29 July 2005; USDA, Foreign Agricultural Service (FAS), U.S. Trade Internet System, online database, at www.fas.usda.gov/ustrade, updated July 2005; U.S. oil production and consumption from BP, *Statistical Review of World Energy 2005* (London: 2005).

-
36. Value of grain exports and oil imports from U.S. Census Bureau, *op. cit.* note 35; USDA, *op. cit.* note 35; U.S. oil production and consumption from BP, *op. cit.* note 35.
37. Figure 2–1 compiled by Earth Policy Institute from F.O. Licht, “Too Much Too Soon?—World Ethanol Production to Break Another Record in 2005,” *World Ethanol and Biofuels Report*, vol. 3, no. 20 (21 June 2005), pp. 429–35, and from historical series in Molly Aeck, “Biofuel Use Growing Rapidly,” in *Worldwatch Institute, Vital Signs 2005* (New York: W.W. Norton & Company, 2005), pp. 38–39; biodiesel production estimates for 2004–05 are based on preliminary data from F.O. Licht, *op. cit.* this note, assuming continued annual growth of 30 percent; USDA, FAS, Production Estimates and Crop Assessment Division, *EU: Biodiesel Industry Expanding Use of Oilseeds* (Washington, DC: 2003).
38. F.O. Licht, *op. cit.* note 37; Aeck, *op. cit.* note 37; biodiesel production estimates for 2004–05 are based on preliminary data from F.O. Licht, *op. cit.* note 37, assuming continued annual growth of 30 percent.
39. Marla Dickerson, “Homegrown Fuel Supply Helps Brazil Breathe Easy,” *Los Angeles Times*, 15 June 2005; Renewable Fuels Association, *Homegrown Homeland for the Ethanol Industry Outlook 2005* (Washington, DC: 2005), pp. 2, 14–15; gasoline use from BP, *op. cit.* note 35, p. 12; F.O. Licht, *op. cit.* note 37; Karin Bendz, *EU-25—Oilseeds and Products—Biofuels Situation in the European Union—2005* (Washington, DC: USDA, FAS, 2005), p. 6.
40. DOE, EIA, *op. cit.* note 1; Jim Landers, “Ethanol’ s Sweet Allure,” *Dallas Morning News*, 10 June 2005; Sergio Barros, *Brazil—Sugar—Annual Report—2005*, GAIN Report BR5008 (Washington, DC: USDA, FAS, 2005), p. 6; USDA, *Brazilian Sugar* (Washington, DC: October 2003), p. 1; Todd Benson, “In Brazil, Sugar Cane Growers Become Fuel Farmers,” *New York Times*, 24 May 2005; Brazil sugarcane production and land needs calculated by Earth Policy Institute from São Paulo Sugar Cane Agroindustry Union, “Brazil as a Strategic Supplier of Fuel Ethanol,” presentation, São Paulo, Brazil, January 2005.
41. USDA, *Brazilian Sugar*, *op. cit.* note 40, p. 4; Benson, *op. cit.* note 40; Emma Ross-

- Thomas, “Brazil Ethanol Industry Sees Japan Move in 2 Years,” Reuters, 19 May 2005; Steve Thompson, “Great Expectations: Ethanol Is Hot, But What Is The Long-Term Outlook For Biofuel?” Rural Cooperatives (USDA), vol. 71, no. 3 (July–August 2004).
42. Dan Morgan, “Brazil’ s Biofuel Strategy Pays Off as Gas Prices Soar,” Washington Post, 18 June 2005; Otto Doering, “U.S. Ethanol Policy: Is It the Best Energy Alternative?” Current Agriculture, Food and Resource Issues, no. 5, 2004, pp. 204–05; Steve Raabe, “Drivers’ Increasing Demand for Lower-cost Ethanol is Behind Plans for Three Plants on the Eastern Plains—Fill ‘er Up on Corn,” Denver Post, 19 July 2005; Suzy Fraser Dominy, “The Onward March of Ethanol,” World Grain, 1 June 2005; Renewable Fuels Association, *op. cit.* note 39, pp. 8–9.
43. Christoph Berg, *World Fuel Ethanol Analysis and Outlook* (Ratzeburg, Germany: F.O. Licht, April 2004); F.O. Licht, *op. cit.* note 37.
44. F.O. Licht, *op. cit.* note 37.
45. Bendz, *op. cit.* note 39, p. 6; Sabine Lieberz, Germany—Oilseeds and Products—Biofuels in Germany—2004, GAIN Report GM4048 (Washington, DC: USDA, FAS, 2005), pp. 4, 9.
46. “France Opens Second Phase of Biofuel Plan,” Reuters, 20 May 2005; Bendz, *op. cit.* note 39, pp. 1, 6; Marie-Cécile Hénard, France— Oilseeds and Products —Biodiesel Demand Boosts Rapeseed Production— 2005, GAIN Report FR5018 (Washington, DC: USDA, FAS, 2005), p. 3; Berg, *op. cit.* note 43.
47. Matthew Wilde, “Soybean Farmers Could Reap Benefits from Biodiesel Industry’ s Rapid Growth,” Knight Ridder, 18 July 2005; American Soybean Association, “Soybeans. . . The Miracle Crop,” “U.S. Soybean Meal Production 1979-2004,” and “U.S. Soybean Oil Production 1979-2004,” Soy Stats Online, 2005 edition, at www.soystats.com/2005.
48. “Brazil’ s Fledgling Biodiesel Industry Takes Off,” Environment News Service, 29 April 2005; Raymond Hoh, “Malaysia—Oilseeds and Products— June Update —2005,” GAIN Report MY5027 (Washington, DC: USDA, FAS, 2005), p. 3; Chris Rittgers and Niniek S. Alam, “Indonesia— Oilseeds and Products—Annual

- 2005,” GAIN Report ID5002 (Washington, DC: USDA, FAS, 2005), p. 4; Elizabeth Mello, “Brazil— Oilseeds and Products—Annual—2005,” GAIN Report BR5613 (Washington, DC: USDA, FAS, 2005), p. 33; “Biofuels Take Off in Some Countries,” Reuters, 9 June 2005; Dickerson, op. cit. note 39. 49. Table 2–2 compiled by Earth Policy Institute from FAO, op. cit. note 19, updated 14 July 2005; Manitoba Department of Energy, Science, and Technology, “Ethanol FAQ,” Energy Development Initiative Web site, www.gov.mb.ca/est/energy/ethanol/ethanolfaq.html, viewed 5 August 2005; Renewable Fuels Association, op. cit. note 39; Nandini Nimbkar and Anil Rajvanshi, “Sweet Sorghum Ideal for Biofuel,” *Seed World*, vol. 14, no. 8 (November 2003); Boma S. Anga, “Investment Opportunities in the Up & Down Stream Sectors of the Nigerian Cassava Industry,” Cassava Agro Industries Services, www.cbc.globelink.org; Ellen I. Burnes et al., *Ethanol in California: A Feasibility Framework* (Modesto, CA: Great Valley Center, 2004), p. 18; Berg, op. cit. note 43; DOE, *Biofuels from Switchgrass: Greener Energy Pastures* (Oak Ridge, TN: Oak Ridge National Laboratory, 1998); “Oil Yields and Characteristics,” Journey to Forever Web site, www.journeytoforever.org/biodiesel_yield.html, viewed 15 July 2005; soybean yield is author’ s estimate.
50. “Oil Yields and Characteristics,” op. cit. note 49; soybean yield is author’ s estimate.
51. Berg, op. cit. note 43; Morgan, op. cit. note 42; Benson, op. cit. note 40; Thompson, op. cit. note 41; F.O. Licht, cited in Alfred Szwarc, “Use of Bio-Fuels in Brazil,” presentation at In-Session Workshop on Mitigation, SBSTA 21 / COP 10, Buenos Aires: Ministry of Science and Technology, 9 December 2004; Hosein Shapouri, James A. Duffield, and Michael Wang, *The Energy Balance of Corn Ethanol: An Update*, Agricultural Economic Report No. 814 (Washington, DC: USDA, 2002), pp. 9, 11.
52. Berg, op. cit. note 43; corn-based ethanol energy balance is author’ s estimate, based on various sources, including F.O. Licht, cited in Szwarc, op. cit. note 51, and Shapouri, Duffield, and Wang, op. cit. note 51.

-
53. Aeck, *op. cit.* note 37, p. 38; DOE, *op. cit.* note 49, p. 3; David Bransby, “Switchgrass Profile,” DOE Feedstock Development Program, Oak Ridge National Laboratory Web site, at bioenergy.ornl.gov/papers/misc/switchgrass-profile.html, viewed 21 June 2005.
54. DOE, *op. cit.* note 49, p. 2; Berg, *op. cit.* note 43; R. Samson et al., *The Use Of Switchgrass Biofuel Pellets as a Greenhouse Gas Offset Strategy* (Sainte Anne de Bellevue, PQ, Canada: Resource Efficient Agricultural Production-Canada (REAP), 2000).
55. Renewable Fuels Association, *op. cit.* note 39, pp. 2, 10; FAO and U.S. Bureau of the Census, cited in Brian Halweil, “Grain Harvest and Hunger Both Grow,” in Worldwatch Institute, *op. cit.* note 37, p. 23; USDA, FAS, *Grain: World Markets and Trade* (Washington, DC: July 2005), pp. 8, 13.
56. Population from United Nations, *World Population Prospects: The 2004 Revision* (New York: 2005).
57. Population Reference Bureau, “Largest Urban Agglomerations, 1950, 2000, 2015,” *Human Population: Fundamentals of Growth—Patterns of World Urbanization* (Washington, DC: 2005); U.N. Human Settlements Programme (UN-HABITAT), *The State of the World’s Cities 2004/2005: Globalization and Urban Culture* (London: 2004), pp. 24–25; United Nations, *World Urbanization Prospects, The 2003 Revision: Data Tables and Highlights* (New York: 2004), p. 7; U.N. Department of Economic and Social Affairs, Population Division, *Urban Agglomerations 2003*, wall chart (New York: March 2004).
58. Thomas Wheeler, “It’s the End of the World as We Know It: A Review of The End of Suburbia—Oil Depletion and the Collapse of the American Dream,” *Alternative Press Review*, 28 July 2004.
59. Jad Mouawad, “Production Trends Point to Reliance on Imported Oil,” *New York Times*, 3 January 2005; Ball, *op. cit.* note 2; Vidal, *op. cit.* note 1; Klare, *op. cit.* note 7.
60. BTS, “Table 1–12: U.S. Sales or Deliveries of New Aircraft, Vehicles, Vessels, and Other Conveyances,” *National Transportation Statistics 2005* (Washington, DC: 2005).

61. Oliver Prichard, "SUV Drivers Reconsider," *Philadelphia Inquirer*, 1 June 2005; Danny Hakim and Jonathan Fuerbringer, "Fitch Cuts G.M. to Junk, Citing Poor S.U.V. Sales," *New York Times*, 24 May 2005; Danny Hakim, "G.M. Will Reduce Hourly Workers In U.S. By 25,000," *New York Times*, 8 June 2005.
62. Micheline Maynard, "Surging Fuel Prices Catch Most Airlines Unprepared, Adding to the Industry's Gloom," *New York Times*, 26 April 2005; "Revealed: The Real Cost of Air Travel," *The Independent (London)*, 29 May 2005; Federal Aviation Administration (FAA), "Commercial Forecast Reports Eighth Consecutive Year of Aviation Growth—'Aviation Enjoyed One of its Best, If Not the Best, Decade Ever,'" press release (Washington, DC: 7 March 2000); FAA, "FAA Forecasts Passenger Levels to Top One Billion in the Next Decade," press release (Washington, DC: 17 March 2005); U.S. Department of Transportation and FAA, *FAA Aerospace Forecasts—Fiscal Years 2005–2016* (Washington, DC: 2005), p. I-25.
63. BTS, "Table 1–4: Public Road and Street Mileage in the United States by Type of Surface," *National Transportation Statistics 2005* (Washington, DC: 2005); U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, *Highway Statistics* (Washington, DC: Annual Issues).
64. Nicholas Lenssen, "Nuclear Power Inches Up," in Worldwatch Institute, *Vital Signs 2001* (New York: W.W. Norton & Company, 2001), pp. 42–43.

第三章 日益顯現的缺水形勢

1. M.T. Coe and J.A. Foley, "Human and Natural Impacts on the Water Resources of the Lake Chad Basin," *Journal of Geophysical Research (Atmospheres)*, vol. 106, no. D4 (2001), pp. 3349–56; Lynn Chandler, "Africa's Lake Chad Shrinks by 20 Times Due to Irrigation Demands, Climate Change," press release (Greenbelt, MD: NASA, Goddard Space Flight Center, 27 February 2001); population information from United Nations, *World Population Prospects: The 2004 Revision* (New York: February 2005).
2. World Bank, *China: Agenda for Water Sector Strategy for North China* (Washington, DC: April 2001); Christopher Ward, *The Political Economy of Irrigation Water*

-
- Pricing in Yemen (Sana' a, Yemen: World Bank, November 1998); U.S. Department of Agriculture (USDA), *Agricultural Resources and Environmental Indicators 2000* (Washington, DC: February 2000).
3. Water use tripling from I.A. Shiklomanov, "Assessment of Water Resources and Water Availability in the World," Report for the Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World (St. Petersburg, Russia: State Hydrological Institute, 1998), cited in Peter H. Gleick, *The World's Water 2000–2001* (Washington, DC: Island Press, 2000), p. 52.
 4. Jacob W. Kijne, *Unlocking the Water Potential of Agriculture* (Rome: FAO, 2003), p. 26; water use from Shiklomanov, *op. cit.* note 3, p. 53.
 5. Grain production from USDA, *Production, Supply, & Distribution*, electronic database, www.fas.usda.gov/psd/psdselection.asp, updated 13 September 2005; Table 3–1 compiled by Earth Policy Institute from United Nations, *op. cit.* note 1.
 6. Michael Ma, "Northern Cities Sinking as Water Table Falls," *South China Morning Post*, 11 August 2001; share of China's grain harvest from the North China Plain based on Hong Yang and Alexander Zehnder, "China's Regional Water Scarcity and Implications for Grain Supply and Trade," *Environment and Planning A*, vol. 33 (2001), and on USDA, *op. cit.* note 5.
 7. Ma, *op. cit.* note 6.
 8. World Bank, *op. cit.* note 2, pp. vii, xi.
 9. John Wade, Adam Branson, and Xiang Qing, *China Grain and Feed Annual Report 2002* (Beijing: USDA, 21 February 2002).
 10. Grain production from USDA, *op. cit.* note 5.
 11. Wade, Branson, and Xiang, *op. cit.* note 9; grain production from USDA, *op. cit.* note 5.
 12. Grain production from USDA, *op. cit.* note 5.
 13. World Bank, *op. cit.* note 2, p. viii; calculations by Earth Policy Institute based on 1,000 tons of water to produce 1 ton of grain in U.N. Food and Agriculture Organization (FAO), *Yield Response to Water* (Rome: 1979).
 14. Irrigated area from FAO, *FAOSTAT Statistics Database*, at apps.fao.org, updated 4 April 2005; grain harvest from USDA, *op. cit.* note 5.

15. Fred Pearce, "Asian Farmers Sucking the Continent Dry," *New Scientist*, 25 August 2004.
16. Ibid.; Tamil Nadu population from 2001 census, "Tamil Nadu at a Glance: Area and Population" at www.tn.gov.in.
17. Pearce, op. cit. note 15.
18. Tushaar Shah et al., *The Global Groundwater Situation: Overview of Opportunities and Challenges* (Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, 2000).
19. USDA, op. cit. note 2, Chapter 2.1, p. 6; irrigated share calculated from FAO, op. cit. note 14; harvest from USDA, op. cit. note 5.
20. Population from United Nations, op. cit. note 1; fall in water table from "Pakistan: Focus on Water Crisis," U.N. Integrated Regional Information Networks, 17 May 2002.
21. "Pakistan: Focus on Water Crisis," op. cit. note 20; Garstang quoted in "Water Crisis Threatens Pakistan: Experts," *Agence France-Presse*, 26 January 2001.
22. Sardar Riaz A. Khan, "Declining Land Resource Base," *Dawn* (Pakistan), 27 September 2004.
23. USDA, op. cit. note 5.
24. Population from United Nations, op. cit. note 1; overpumping from Chenaran Agricultural Center, Ministry of Agriculture, according to Hamid Taravati, publisher, Iran, e-mail to author, 25 June 2002.
25. Craig S. Smith, "Saudis Worry as They Waste Their Scarce Water," *New York Times*, 26 January 2003; grain production from USDA, op. cit. note 5.
26. Smith, op. cit. note 25.
27. Ibid.
28. Population from United Nations, op. cit. note 1; Yemen's water situation from Christopher Ward, "Yemen's Water Crisis," based on a lecture to the British Yemeni Society in September 2000, July 2001; Ward, op. cit. note 2.
29. Marcus Moench, "Groundwater: Potential and Constraints," in Ruth S. Meinzen-Dick and Mark W. Rosegrant, eds., *Overcoming Water Scarcity and Quality*

- Constraints (Washington, DC: International Food Policy Research Institute, October 2001).
30. Population from United Nations, *op. cit.* note 1; Yemen' s water situation from Ward, *op. cit.* note 2.
31. Deborah Camiel, "Israel, Palestinian Water Resources Down the Drain," Reuters, 12 July 2000.
32. Population from United Nations, *op. cit.* note 1; water table fall from Shah et al., *op. cit.* note 18; percentage of water extracted from underground from Karin Kemper, "Groundwater Management in Mexico: Legal and Institutional Issues," in Salman M.A. Salman, ed., *Groundwater: Legal and Policy Perspectives, Proceedings of a World Bank Seminar* (Washington, DC: World Bank, 1999), p. 117.
33. Colorado, Ganges, Indus, and Nile rivers from Sandra Postel, *Pillar of Sand* (New York: W.W. Norton & Company, 1999), pp. 59, 71–73, 94, 261–62; Yellow River from Lester R. Brown and Brian Halweil, "China' s Water Shortages Could Shake World Food Security," *World Watch*, July/August 1998, p. 11.
34. Gleick, *op. cit.* note 3, p. 52.
35. Sandra Postel, *Last Oasis* (New York: W.W. Norton & Company, 1997), pp. 38–39; World Commission on Dams, *Dams and Development: A New Framework for Decision-Making* (London: Island Press, 2000), p. 8.
36. Postel, *op. cit.* note 33, pp. 261–62; Jim Carrier, "The Colorado: A River Drained Dry," *National Geographic*, June 1991, pp. 4–32.
37. U.N. Environment Programme (UNEP), *Afghanistan: Post-Conflict Environmental Assessment* (Geneva: 2003), p. 60.
38. Brown and Halweil, *op. cit.* note 33.
39. Postel, *op. cit.* note 33, pp. 71, 146.
40. *Ibid.*, pp. 56–58; population from United Nations, *op. cit.* note 1.
41. Moench, *op. cit.* note 29; population from United Nations, *op. cit.* note 1.
42. UNEP, " 'Garden of Eden' in Southern Iraq Likely to Disappear Completely in Five Years Unless Urgent Action Taken," news release (Nairobi: 22 March 2003); Hassan Partow, *The Mesopotamian Marshlands: Demise of an Ecosystem*, Early

- Warning and Assessment Technical Report (Nairobi: Division of Early Warning and Assessment, UNEP, 2001).
43. Janet Larsen, "Disappearing Lakes, Shrinking Seas," *Eco-Economy Update* (Washington, DC: Earth Policy Institute, 7 April 2005).
 44. David Maisel, "Lake and Bake: Photos of the Once-Mighty, Now-Drained Owens Lake," *Grist Magazine*, 19 January 2005.
 45. Larsen, op. cit. note 43; "Statistics: The Measurements of the Mono Basin," Mono Lake Web site, www.monolake.org, updated 4 January 2005.
 46. Megan Goldin, "Israel's Shrinking Sea of Galilee Needs Miracle," *Reuters*, 14 August 2001; Jordan River diminishing from Annette Young, "Middle East Conflict Killing the Holy Water," *The Scotsman*, 12 September 2004.
 47. Caroline Hawley, "Dead Sea 'to Disappear by 2050,'" *BBC*, 3 August 2001; Gidon Bromberg, "Water and Peace," *World Watch*, July/August 2004, pp. 24–30.
 48. Quirin Schiermeier, "Ecologists Plot to Turn the Tide for Shrinking Lake," *Nature*, vol. 412 (23 August 2001), p. 756.
 49. "Sea to Disappear within 15 Years," *News 24*, 22 July 2003; "Kazakh Dam Condemns Most of the Shrunken Aral Sea to Oblivion," *Guardian* (London), 29 October 2003; Nikolai Mikhalechuk, "The Dying Aral Sea," *The Green Cross Optimist*, spring 2004, pp. 37–39; Fred Pearce, "Poisoned Waters," *New Scientist*, October 1995, pp. 29–33; Caroline Williams, "Long Time No Sea," *New Scientist*, 4 January 2003, pp. 34–37.
 50. Larsen, op. cit. note 43; NASA, Earth Observatory, "Aral Sea," at earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img_id=16277, viewed 25 January 2005; Alex Kirby, "Kazakhs 'to Save North Aral Sea,'" *BBC*, 29 October 2003.
 51. "Kazakh Dam Condemns Most of the Shrunken Aral Sea to Oblivion," op. cit. note 49.
 52. Lester R. Brown, "Worsening Water Shortages Threaten China's Food Security," *Eco-Economy Update* (Washington, DC: Earth Policy Institute, 4 October 2001); Li Heng, "20 Natural Lakes Disappear Each Year in China," *People's Daily*,

- 21 October 2002; Xinhua, “Glaciers Receding, Wetlands Shrinking in River Fountainhead Area,” *China Daily*, 7 January 2004.
53. Prakriiti Gupta, “Last SOS for Dal Lake,” *People & the Planet*, 8 June 2004; Hilal Bhat, “Silenced Springs,” *Down to Earth*, vol. 13, no. 18 (5 February 2005).
54. Jim Carlton, “Shrinking Lake in Mexico Threatens Future of Region,” *Wall Street Journal*, 3 September 2003; population from United Nations, *op. cit.* note 1.
55. Water to make steel from Postel, *op. cit.* note 35, p. 137; price of steel as of June 2005 from Michael Fenton, Iron & Steel Commodity Specialist, U.S. Geological Survey, e-mail to Erin Greenfield, Earth Policy Institute, 21 July 2005; 1,000 tons of water for 1 ton of grain from FAO, *Yield Response to Water* (Rome: 1979); price of wheat from International Monetary Fund, *International Financial Statistics*, <http://ifs.apdi.net>, July 2005.
56. Noel Gollehon and William Quinby, “Irrigation in the American West: Area, Water and Economic Activity,” *Water Resources Development*, vol. 16, no. 2 (2000), pp. 187–95; Postel, *op. cit.* note 35, p. 137.
57. Gershon Feder and Andrew Keck, *Increasing Competition for Land and Water Resources: A Global Perspective* (Washington, DC: World Bank, March 1995), pp. 28–29; population projections from United Nations, *op. cit.* note 1; China water demand from World Bank, *op. cit.* note 8; Brown and Halweil, *op. cit.* note 33.
58. Postel, *op. cit.* note 33, pp. 65–66.
59. Brown and Halweil, *op. cit.* note 33.
60. Shah et al., *op. cit.* note 18.
61. Gollehon and Quinby, *op. cit.* note 56, pp. 187–95; *The Water Strategist*, various issues at www.waterstrategist.com.
62. Arkansas River basin from Joey Bunch, “Water Projects Forecast to Fall Short of Needs: Study Predicts 10% Deficit in State,” *Denver Post*, 22 July 2004.
63. Dean Murphy, “Pact in West Will Send Farms’ Water to Cities,” *New York Times*, 17 October 2003; Tim Molloy, “California Water District Approves Plan to Pay Farmers for Irrigation Water,” *Associated Press*, 13 May 2004.
64. “China Politics: Growing Tensions Over Scarce Water,” *The Economist*, 21 June

2004.

65. Population from United Nations, op. cit. note 1.
66. FAO, op. cit. note 13.
67. Grain production from USDA, op. cit. note 5; Jonathan Watts, “No Longer Self-Sufficient in Food, the Country Today Has to Buy Abroad, Raising Global Prices: China’s Farmers Cannot Feed Hungry Cities,” *Guardian*, 26 August 2004; Peter Goodman, “A New Use for Good Earth: Chinese Farmers Pay Price in Drive to Build Golf Centers,” *Washington Post*, 13 April 2004; Jim Yardley, “China Races to Reverse Falling Grain Production,” *New York Times*, 2 May 2004; population from United Nations, op. cit. note 1.
68. Grain from USDA, Foreign Agricultural Service, *Grain: World Markets and Trade* (Washington, DC: various years).
69. Population from United Nations, op. cit. note 1; grain production from USDA, op. cit. note 5.
70. Population from United Nations, op. cit. note 1; grain production from USDA, op. cit. note 5.
71. Nile River flow from Postel, op. cit. note 33, p. 77; grain imports from USDA, op. cit. note 5; calculation based on 1,000 tons of water for 1 ton of grain from FAO, op. cit. note 13.
72. Population from United Nations, op. cit. note 1; grain production from USDA, op. cit. note 5.
73. Andrew Keller, R. Sakthivadivel, and David Seckler, *Water Scarcity and the Role of Storage in Development*, Research Report 39 (Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, 2000), p. 5.
74. USDA, op. cit. note 2, p. 7; USDA, National Agricultural Statistics Service, *Agricultural Statistics 2003* (Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 2003), pp. I-6 – I-42.
75. David Seckler, David Molden, and Randolph Barker, “Water Scarcity in the Twenty-First Century,” *Water Brief 1* (Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, 1999), p. 2; United Nations, op. cit. note 1.

76. USDA, *op. cit.* note 5; FAO, *op. cit.* note 13.

第四章 氣溫增高 海面上升

1. Sir David King, “Global Warming: The Science of Climate Change— the Imperatives for Action,” presented as the 3rd Greenpeace Business Lecture (London: 12 October 2004); Paul Brown, “Melting Ice: The Threat to London’s Future,” *The Guardian* (London), 14 July 2004; ice core study in EPICA Community Members, “Eight Glacial Cycles from an Antarctic Ice Core,” *Nature*, vol. 429 (10 June 2004), pp. 623–28; Jerry F. McManus, “A Great Grand-Daddy of Ice Cores,” *Nature*, vol. 429 (10 June 2004), pp. 611–12; Gabrielle Walker, “Frozen Time,” *Nature*, vol. 429 (10 June 2004), pp. 596–97.
2. EPICA Community Members, *op. cit.* note 1; current carbon dioxide level from C. D. Keeling and T. P. Whorf, “Atmospheric CO₂ Records from Sites in the SIO Air Sampling Network,” in *Trends: A Compendium of Data on Global Change* (Oak Ridge, TN: Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, May 2005); Brown, *op. cit.* note 1; Quirin Schiermeier, “A Rising Tide,” *Nature*, vol. 428 (11 March 2004), pp. 114–15.
3. U.S. Department of Agriculture (USDA), Production, Supply, & Distribution, electronic database, at www.fas.usda.gov/psd, updated 13 September 2005; Janet Larsen, “Record Heat Wave in Europe Takes 35,000 Lives,” *Eco-Economy Update* (Washington, DC: Earth Policy Institute, 9 October 2003); USDA National Agricultural Statistics Service (NASS), “Crop Production,” news release (Washington, DC: 12 August 2005).
4. Cindy Schreuder and Sharman Stein, “Heat’s Toll Worse Than Believed, Study Says at Least 200 More Died,” *Chicago Tribune*, 21 September 1995; “India Heat Wave Toll Tops 1,000,” *CNN*, 22 May 2002; “India’s Heatwave Toll 1,200, No Respite in Sight,” *Agence France-Presse*, 23 May 2002.
5. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), “Heat-Related Deaths—Chicago, Illinois, 1996–2001, and United States, 1979–1999,” *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 4 July, 2003; estimate of deaths across Europe compiled in Larsen,

- op. cit. note 3, updated with Istituto Nazionale di Statistica, Bilancio Demografico Nazionale: Anno 2003 (Rome: 15 July 2004); death toll from the 11 September 2001 attacks from National Commission on Terrorist Attacks Upon the United States, The 9/11 Commission Report (Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 2004).
6. Andrew Simms, "Farewell Tuvalu," *The Guardian* (London), 29 October 2001; Jacopo Pasotti, "Maldives Experience That Sinking Feeling," *Science Now*, 17 June 2005; Brown, op. cit. note 1; Stuart R. Gaffin, *High Water Blues: Impacts of Sea Level Rise on Selected Coasts and Islands* (Washington, DC: Environmental Defense Fund, 1997), p. 27.
 7. "Awful Weather We're Having," *The Economist*, 2 October 2004; Richard Milne, "Hurricanes Cost Munich Re Reinsurance," *Financial Times*, 6 November 2004.
 8. J. Hansen, NASA's Goddard Institute for Space Studies (GISS), "Global Temperature Anomalies in 0.1 C," at <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/ tabledata/ GLB.Ts.txt>, updated September 2005; climate monitoring stations from Reto A. Ruedy, GISS, e-mail to Janet Larsen, Earth Policy Institute, 14 May 2003.
 9. Figure 4–1 from Hansen, op. cit. note 8; crops from USDA, op. cit. note 3; USDA, *Grain: World Markets and Trade* (Washington, DC: various months).
 10. Figure 4–2 from Keeling and Whorf, op. cit. note 2, with historical carbon dioxide estimate in data from Seth Dunn, "Carbon Emissions Dip," in Worldwatch Institute, *Vital Signs 1999* (New York: W.W. Norton & Company, 1999), pp. 60–61; update from Hansen, op. cit. note 8.
 11. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (New York: Cambridge University Press, 2001); *Arctic Climate Impact Assessment (ACIA), Impacts of a Warming Arctic* (Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 2004); National Snow and Ice Data Center (NSIDC), "Arctic Sea Ice Shrinking, Greenland Ice Sheet Melting, According to Study," press release, 7 December 2002; Frank Paul et al., "Rapid Disintegration of Alpine Glaciers Observed with Satellite Data,"

- Geophysical Research Letters, vol. 31, L21402 (12 November 2004); Hansen, op. cit. note 8; comparison to time since Ice Age from Warren Washington, cited in Stephen Phillips, "Ignoring Climate Will Land Us in Hot Water," Times Higher Education Supplement, 7 February 2003.
12. IPCC, op. cit. note 11.
13. Shaobing Peng et al., "Rice Yields Decline with Higher Night Temperature from Global Warming," Proceedings of the National Academy of Sciences, 6 July 2004, pp. 9971–75; John Krist, "Water Issues Will Dominate California's Agenda This Year," Environmental News Network, 21 February 2003; Thomas R. Knutson and Robert E. Tuleya, "Impact of CO₂-Induced Warming on Simulated Hurricane Intensity and Precipitation: Sensitivity to the Choice of Climate Model and Convective Parameterization," Journal of Climate, vol. 17, no. 18 (15 September 2004), pp. 3477–95; Aiguo Dai, Kevin E. Trenberth, and Taotao Qian, "A Global Dataset of Palmer Drought Severity Index for 1870–2002: Relationship with Soil Moisture and Effects of Surface Warming," Journal of Hydrometeorology, vol. 5 (December 2004), pp. 1117–30; "Even Modest Climate Change Means More and Larger Fires," Environment News Service, 31 August 2004.
14. National Center for Atmospheric Research and UCAR Office of Programs, "Drought's Growing Reach: NCAR Study Points to Global Warming as Key Factor," press release (Boulder, CO: 10 January 2005); Dai, Trenberth, and Qian, op. cit. note 13.
15. Donald McKenzie et al., "Climatic Change, Wildfire, and Conservation," Conservation Biology, vol. 18, no. 4 (August 2004), pp. 890–902.
16. "Elizabeth Gillespie, "Global Warming May Be Making Rivers Too Hot: Cold-Water Fish Will Struggle, Report Says," Seattle Post-Intelligencer, 24 March 2005.
17. Camille Parmesan and Hector Galbraith, Observed Impacts of Global Climate Change in the U.S. (Arlington, VA: Pew Center on Global Climate Change, 2004); DeNeed L. Brown, "Signs of Thaw in a Desert of Snow, Washington Post, 28 May 2002.
18. Parmesan and Galbraith, op. cit. note 17; J. R. Pegg, "Global Warming Disrupting

- North American Wildlife,” Environment News Service, 16 December 2004.
19. Douglas B. Inkley et al., *Global Climate Change and Wildlife in North America* (Bethesda, MD: The Wildlife Society, December 2004).
 20. John E. Sheehy, International Rice Research Institute, Philippines, e-mail to Janet Larsen, Earth Policy Institute, 1 October 2002; Pedro Sanchez, “The Climate Change–Soil Fertility–Food Security Nexus,” speech, Sustainable Food Security for All by 2020, Bonn, Germany, 4–6 September 2002; USDA, op. cit. note 3.
 21. Mohan K. Wali et al., “Assessing Terrestrial Ecosystem Sustainability,” *Nature & Resources*, October-December 1999, pp. 21–33. 22. Sheehy, op. cit. note 20; Sanchez, op. cit. note 20.
 23. Peng et al., op. cit. note 13.
 24. Ibid.; Proceedings of the National Academy of Sciences, “Warmer Evening Temperatures Lower Rice Yields,” press release (Washington, DC: 29 June 2004).
 25. David B. Lobell and Gregory P. Asner, “Climate and Management Contributions to Recent Trends in U.S. Agricultural Yields,” *Science*, vol. 299 (14 February 2003), p. 1032.
 26. K. S. Kavi Kumar and Jyoti Parikh, “Socio-Economic Impacts of Climate Change on Indian Agriculture,” *International Review for Environmental Strategies*, vol. 2, no. 2 (2001), pp. 277–93; United Nations, *World Population Prospects: The 2004 Revision* (New York: February 2005).
 27. Krist, op. cit. note 13.
 28. Michael J. Scott et al., “Climate Change and Adaptation in Irrigated Agriculture —A Case Study of the Yakima River,” in *UCOWR/NIWR Conference, Water Allocation: Economics and the Environment* (Carbondale, IL: Universities Council on Water Resources, 2004); Pacific Northwest National Laboratory, “Global Warming to Squeeze Western Mountains Dry by 2050,” press release (Richland, WA: 16 February 2004); Pacific Northwest National Laboratory, “We’re Here, We’re Warming, Can We Get Used to It?” press release (Richland, WA: 17 February 2005).
 29. Bhawani S. Dongol et al., “Low Flows in the Middle Mountain Watersheds of the Hindu-Kush Himalayas (HKH),” paper presented at the International Conference

- on the Great Himalayas: Climate, Health, Ecology, Management and Conservation, Kathmandu, Nepal, January 2004; Mountain Agenda, Mountains of the World: Water Towers for the 21st Century (Bern: 1998); Mehrdad Khalili, "The Climate of Iran: North, South, Kavir (Desert), Mountains," *San' ate Hamlo Naql*, March 1997, pp. 48–53.
30. For more information see Evelyne Yohe, "Sizing Up the Earth's Glaciers," NASA Earth Observatory, at earthobservatory.nasa.gov/Study/GLIMS, 22 June 2004.
31. Crop harvests from USDA, *op. cit.* note 3.
32. Robert Marquand, "Glaciers in the Himalayas Melting at Rapid Rate," *Christian Science Monitor*, 5 November 1999.
33. Paul et al., *op. cit.* note 11; Lonnie G. Thompson, "Disappearing Glaciers Evidence of a Rapidly Changing Earth," American Association for the Advancement of Science Annual Meeting, San Francisco, CA, February 2001; Juan Forero, "As Andean Glaciers Shrink, Water Worries Grow," *New York Times*, 24 November 2002; Monica Vargas, "Peru's Snowy Peaks May Vanish as Planet Heats Up," *Reuters*, 23 July 2004.
34. IPCC, *op. cit.* note 11.
35. University of Colorado at Boulder, "Global Sea Levels Likely to Rise Higher in 21st Century than Previous Predictions," press release (Boulder, CO: 16 February 2002).
36. "Alaska Examines Impacts of Global Warming," *National Geographic News*, 21 December 2001; Myrna H. P. Hall and Daniel B. Fagre, "Modeled Climate-Induced Glacier Change in Glacier National Park, 1850–2100," *BioScience*, February 2003, pp. 131–40.
37. American Institute of Physics, "New Research Shows Mountain Glaciers Shrinking Worldwide," press release (Boston: 30 May 2001).
38. Thompson, *op. cit.* note 33; Eric Hansen, "Hot Peaks," *OnEarth*, fall 2002, p. 8.
39. Hansen, *op. cit.* note 38.
40. Paul et al., *op. cit.* note 11; Ceri Radford, "Melting Swiss Glaciers Threaten Alps," *Reuters*, 16 November 2004.

41. Thompson, *op. cit.* note 11; “The Peak of Mt Kilimanjaro As It Has Not Been Seen for 11,000 Years,” *The Guardian* (London), 14 March 2005.
42. Kargel quoted in Hansen, *op. cit.* note 38.
43. Jonathan Watts, “Highest Icefields Will Not Last 100 Years, Study Finds: China’s Glacier Research Warns of Deserts and Floods Due to Warming,” *The Guardian* (London), 24 September 2004; “China Warns of ‘Ecological Catastrophe’ from Tibet’s Melting Glaciers,” *Agence France-Presse*, 5 October 2004; “Glacier Study Reveals Chilling Prediction,” *China Daily*, 23 September 2004.
44. Watts, *op. cit.* note 43; “China Warns of ‘Ecological Catastrophe’ from Tibet’s Melting Glaciers,” *op. cit.* note 43; “Glacier Study Reveals Chilling Prediction,” *op. cit.* note 43.
45. ACIA *op. cit.* note 11; ACIA Web site, www.acia.uaf.edu, updated 13 July 2005; “Rapid Arctic Warming Brings Sea Level Rise, Extinctions,” *Environment News Service*, 8 November 2004.
46. J. R. Pegg, “The Earth is Melting, Arctic Native Leader Warns,” *Environment News Service*, 16 September 2004.
47. ACIA, *op. cit.* note 11.
48. Erik Stokstad, “Defrosting the Carbon Freezer of the North,” *Science*, vol. 304 (11 June 2004), pp. 1618–20; carbon emissions in G. Marland, T. A. Boden, and R. J. Andres, “Global, Regional, and National CO₂ Emissions,” in Oak Ridge National Laboratory, *op. cit.* note 2.
49. R. Warrick et al., “Changes in Sea-Level,” in J.T. Houghton et al., eds., *Climate Change, 1995: The Science of Climate Change* (Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 1995), pp. 359–405, cited in Dorthe Dahl-Jensen, “The Greenland Ice Sheet Reacts,” *Science*, vol. 289 (21 July 2000), pp. 404–05.
50. IPCC, *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (New York: Cambridge University Press, 2001), pp. 948–51; Committee of Abrupt Climate Change, *Abrupt Climate Change: Inevitable Surprises* (Washington, DC: National Research Council, 2002).

-
51. Joe Friesen, “Arctic Melt May Open Up Northwest Passage: Portal Could Cut Nearly 5,000 Nautical Miles From Asia-Europe Trip Via Panama Canal,” *Globe and Mail* (Toronto), 9 November 2004.
 52. U.S. Department of Energy, Energy Information Administration, “Antarctica: Fact Sheet,” at www.eia.doe.gov/emeu/cabs/antarctica.html, September 2000.
 53. Andrew Shepherd, “Larsen Ice Sheet Has Progressively Thinned,” *Science*, vol. 302 (31 October 2003), pp. 856–59; “Breakaway Bergs Disrupt Antarctic Ecosystem,” *Environment News Service*, 9 May 2002; “Giant Antarctic Ice Shelves Shatter and Break Away,” *Environment News Service*, 19 March 2002.
 54. NSIDC, “Antarctic Ice Shelf Collapses,” at nsidc.org/iceshelves/larsenb2002, 19 March 2002; “Breakaway Bergs Disrupt Antarctic Ecosystem,” *op. cit.* note 53; “Giant Antarctic Ice Shelves Shatter and Break Away,” *op. cit.* note 53.
 55. NSIDC, *op. cit.* note 54; “Breakaway Bergs Disrupt Antarctic Ecosystem,” *op. cit.* note 53; “Giant Antarctic Ice Shelves Shatter and Break Away,” *op. cit.* note 53; Vaughan quoted in Andrew Revkin, “Large Ice Shelf in Antarctica Disintegrates at Great Speed,” *New York Times*, 20 March 2002.
 56. Michael Byrnes, “New Antarctic Iceberg Split No Threat,” *Reuters*, 20 May 2002; Young quoted in “Giant Antarctic Ice Shelves Shatter and Break Away,” *op. cit.* note 53.
 57. Boesch cited in Bette Hileman, “Consequences of Climate Change,” *Chemical & Engineering News*, 27 March 2000, pp. 18–19.
 58. World Bank, *World Development Report 1999/2000* (New York: Oxford University Press, 2000), p. 100; population from United Nations, *op. cit.* note 26; Shanghai population from United Nations, *World Urbanization Prospects: The 2003 Revision* (New York: 2004); Shanghai from Stuart R. Gaffin, *High Water Blues: Impacts of Sea Level Rise on Selected Coasts and Islands* (Washington, DC: Environmental Defense Fund, 1997), p. 27.
 59. James E. Neumann et al., *Sea-level Rise & Global Climate Change: A Review of Impacts to U.S. Coasts* (Arlington, VA: Pew Center on Global Climate Change, 2000); Gaffin, *op. cit.* note 58.

-
60. IPCC, *op. cit.* note 11, p. 665.
 61. Knutson and Tuleya, *op. cit.* note 13.
 62. Janet N. Abramovitz, "Averting Unnatural Disasters," in Lester R. Brown et al., *State of the World 2001* (New York: W.W. Norton & Company, 2001) pp. 123–42.
 63. Storm death toll from National Climatic Data Center, National Oceanic & Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce, "Mitch: The Deadliest Atlantic Hurricane Since 1780," www.ncdc.noaa.gov/oa/reports/mitch/mitch.html, updated 1 July 2004; Flores quoted in Arturo Chavez et al., "After the Hurricane: Forest Sector Reconstruction in Honduras," *Forest Products Journal*, November/December 2001, pp. 18–24; gross domestic product from International Monetary Fund (IMF), World Economic Outlook Database, at www.imf.org/external/pubs/ft/weo, updated April 2003.
 64. Michael Smith, "Bad Weather, Climate Change Cost World Record \$90 Billion," *Bloomberg*, 15 December 2004; "Insurers See Hurricane Costs as High as \$23 Billion," *Reuters*, 4 October 2004.
 65. Lisa Rein and Dan Balz, "240,000 Evacuees Strain Capacity," *Washington Post*, 4 September 2005; National Climatic Data Center, "Climate of 2005: Summary of Hurricane Katrina," fact sheet, www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/research/2005/katrina.html, updated 1 September 2005; P.J. Webster et al., "Changes in Tropical Cyclone Number, Duration, and Intensity in a Warming Environment," *Science*, vol. 309 (16 September 2005), pp. 1844–46; "Katrina May Cost as Much as Four Years of War: Government Certain to Pay More than \$200 Billion Following Hurricane," *Associated Press*, 10 September 2005.
 66. "Awful Weather We' re Having," *op. cit.* note 7; Munich Re, *Topics Geo Annual Review: Natural Catastrophes 2004* (Munich, Germany: 2005), p. 15.
 67. "Disaster and Its Shadow," *The Economist*, 14 September 2002, p. 71; "Moody' s Downgrades Munich Re' s Ratings to 'Aa1,' " *Insurance Journal*, 20 September 2002; Hilary Burke, "Insurers to Pay Record Disaster Damages in 2004," *Reuters*, 16 December 2004; Richard Milne, "Hurricanes Cost Munich Re Reinsurance," *Financial Times*, 6 November 2004.

-
68. Tim Hirsch, “Climate Change Hits Bottom Line,” BBC News, 15 December 2004.
 69. Munich Re, “Natural Disasters: Billion-\$ Insurance Losses,” in Louis Perroy, “Impacts of Climate Change on Financial Institutions’ Medium to Long Term Assets and Liabilities,” paper presented to the Staple Inn Actuarial Society, 14 June 2005.
 70. Munich Re, *Topics Annual Review: Natural Catastrophes 2001* (Munich, Germany: 2002), pp. 16–17; value of China’s wheat and rice harvests from USDA, *op. cit.* note 3, using prices from IMF, *International Financial Statistics*, electronic database, at ifs.apdi.net/imf.
 71. Munich Re, *op. cit.* note 69.
 72. Andrew Dlugolecki, “Climate Change and the Financial Services Industry,” speech delivered at the opening of the UNEP Financial Services Roundtable, Frankfurt, Germany, 16 November 2000; “Climate Change Could Bankrupt Us by 2065,” *Environment News Service*, 24 November 2000.
 73. Bjorn Larsen, *World Fossil Fuel Subsidies and Global Carbon Emissions in a Model with Interfuel Substitution*, Policy Research Working Paper 1256 (Washington, DC: World Bank, February 1994), p. 7.
 74. Contributions from the Center for Responsive Politics, “Oil and Gas: Long Term Contribution Trends,” at www.opensecrets.org/industries/indus.asp?Ind=E01, updated 10 May 2005; Committee on Ways and Means, *Incentives for Domestic Oil and Gas Production and Status of the Industry*, Hearing Before the Subcommittee on Oversight of the Committee on Ways and Means, House of Representatives (Washington, DC: U.S. Government Printing Office, February 1999), p. 16.
 75. Kym Anderson and Warwick J. McKibbin, “Reducing Coal Subsidies and Trade Barriers: Their Contribution to Greenhouse Gas Abatement,” *Environment and Development Economics*, October 2000, pp. 457–81.
 76. Military expenditures from Graham E. Fuller and Ian O. Lesser, “Persian Gulf Myths,” *Foreign Affairs*, May–June 1997, pp. 42–53; value of Persian Gulf oil imports from U.S. Department of Energy, *Energy Information Administration, Annual Energy Review* (Washington, DC: 2001), p. 165.

77. Mark M. Glickman, *Beyond Gas Taxes: Linking Driving Fees to Externalities* (Oakland, CA: Redefining Progress, 2001), p. 1; number of taxpayers from Internal Revenue Service, “Number of Returns Filed, by Type of Return and State, Fiscal Year 2000,” in *2000 IRS Data Book* (Washington, DC: 2001).

第五章 自然系統負荷沉重

1. Walter C. Lowdermilk, *Conquest of the Land Through 7,000 Years*, USDA Bulletin No. 99 (Washington, DC: U.S. Department of Agriculture (USDA), Natural Resources Conservation Service, 1939).
2. *Ibid.*, p. 10.
3. U.N. Food and Agriculture Organization (FAO), “FAO/WFP Crop and Food Assessment Mission to Lesotho Special Report,” at www.fao.org, viewed 29 May 2002; Michael Grunwald, “Bizarre Weather Ravages Africans’ Crops,” *Washington Post*, 7 January 2003.
4. Number of hungry from FAO, *The State of Food Insecurity in the World 2004* (Rome: 2004).
5. Species Survival Commission, *2000 IUCN Red List of Threatened Species* (Gland, Switzerland, and Cambridge, U.K.: World Conservation Union-IUCN, 2000), p. 1. Notes: chapters 4 and 5 295
6. Teresa Cerojano, “Decades of Illegal Logging Blamed for High Death Toll in Philippine Storm,” *Associated Press*, 1 December, 2004; Thailand from Patrick B. Durst et al., *Forests Out of Bounds: Impacts and Effectiveness of Logging Bans in Natural Forests in Asia-Pacific* (Bangkok: FAO, Asia-Pacific Forestry Commission, 2001); Munich Re, “Munich Re’s Review of Natural Catastrophes in 1998,” press release (Munich: 19 December 1998); Harry Doran, “Human Activities Aid Force of Nature: Massive Destruction Has Worsened the Floods Which Have Struck Throughout History, But Lessons Are Being Learned,” *South China Morning Post*, 24 July 2003; John Pomfret, “China’s Lumbering Economy Ravages Border Forests,” *Washington Post*, 26 March 2001.
7. World forested area from FAO, “Table 1.2. Forest Area by Region 2000,” *Forest*

- Resources Assessment (FRA) 2000 (Rome: 2001).
8. FAO, *Agriculture: Towards 2015/30, Technical Interim Report* (Rome: 2000).
 9. Forest Frontiers Initiative, *The Last Frontier Forests: Ecosystems and Economies on the Edge* (Washington, DC: WRI, 1997).
 10. FAO, FAOSTAT Statistics Database, apps.fao.org, updated 21 January 2005.
 11. Alain Marcoux, "Population and Deforestation," in *Population and the Environment* (Rome: FAO, 2000); March Turnbull, "Life in the Extreme," *Africa Geographic Online*, at www.africa-geographic.com, 4 April 2005.
 12. Nigel Sizer and Dominiek Plouvier, *Increased Investment and Trade by Transnational Logging Companies in Africa, the Caribbean, and the Pacific* (Belgium: World Wide Fund for Nature (WWF) and WRI Forest Frontiers Initiative, 2000), pp. 21–35; Lester R. Brown, "Nature's Limits," in Lester R. Brown et al., *State of the World 1995* (New York: W.W. Norton & Company: 1995), p. 9.
 13. Maria Pia Palermo, "Brazil Losing Fight to Save the Amazon," *Reuters*, 22 May 2005; Steve Kingstone, "Amazon Destruction Accelerating," *BBC News*, 19 May 2005.
 14. Mario Rautner, Martin Hardiono, and Raymond J. Alfred, *Borneo: Treasure Island at Risk* (Frankfurt: WWF Germany, June 2005), p. 7.
 15. "Haitian Storm Deaths Blamed on Deforestation," *Environment News Service*, 27 September 2004; "Haiti Floods Due to Deforestation," *CBSNews.com*, 23 September 2004.
 16. Mozambique flooding from "Aid Agencies Gear Up in Mozambique Flood Rescue Effort," *CNN*, 1 March 2000; loss of forest cover from Carmen Revenga et al., *Watersheds of the World* (Washington, DC: WRI and Worldwatch Institute, 1998).
 17. "Madagascar's Rainforest Faces Destruction," *Guardian* (London), 29 June 2003.
 18. Eneas Salati and Peter B. Vose, "Amazon Basin: A System in Equilibrium," *Science*, vol. 225 (13 July 1984), pp. 129–38.
 19. Philip Fearnside quoted in Barbara J. Fraser, "Putting a Price on the Forest," *LatinamericaPress.org*, 10 November 2002; Philip M. Fearnside, "The Main

- Resources of Amazonia,” paper for presentation at the Latin American Studies Association XX International Congress, Guadalajara, Mexico, 17–19 April 1997.
20. Charles Mkoka, “Unchecked Deforestation Endangers Malawi Ecosystems,” Environment News Service, 16 November 2004.
 21. Anscombe quoted in Mkoka, *op. cit.* note 20.
 22. Durst et al., *op. cit.* note 6; Zhu Chunquan, Rodney Taylor, and Feng Guoqiang, *China’s Wood Market, Trade and Environment* (Monmouth Junction, NJ, and Beijing: Science Press USA Inc. and WWF International, 2004).
 23. One third is author’s estimate; Lester R. Brown, *Building a Sustainable Society* (New York: W.W. Norton & Company, 1981), p. 3.
 24. Yang Youlin, Victor Squires, and Lu Qi, eds., *Global Alarm: Dust and Sandstorms from the World’s Drylands* (Bangkok: Secretariat of the U.N. Convention to Combat Desertification, 2002), pp. 15–28.
 25. John Steinbeck, *The Grapes of Wrath* (New York: Viking Penguin, Inc., 1939).
 26. FAO, *The State of Food and Agriculture 1995* (Rome: 1995), p. 175.
 27. *Ibid.*; USDA, Production, Supply, & Distribution, electronic database, at www.fas.usda.gov/psd, updated 13 September 2005; FAO, *op. cit.* note 10, updated 14 July 2005.
 28. U.N. Environment Programme (UNEP), *Mongolia: State of the Environment 2002* (Pathumthani, Thailand: Regional Resource Centre for Asia and the Pacific, 2001), pp. 3–7; USDA, *op. cit.* note 27; population from United Nations, *World Population Prospects: The 2004 Revision* (New York: February 2005).
 29. National Aeronautics and Space Administration (NASA) Earth Observatory, “Dust Storm off Western Sahara Coast,” at earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/natural_hazards_v2.php3?img_id=12664, viewed 9 January 2005.
 30. Paul Brown, “4x4s Replace the Desert Camel and Whip Up a Worldwide Dust Storm,” *Guardian* (London), 20 August 2004.
 31. *Ibid.*
 32. Hong Yang and Xiubin Li, “Cultivated Land and Food Supply in China,” *Land*

- Use Policy, vol. 17, no. 2 (2000), p. 5.
33. Asif Farrukh, *Pakistan Grain and Feed Annual Report 2002* (Islamabad, Pakistan: USDA Foreign Agricultural Service (FAS), 2003).
 34. Lester R. Brown and Edward C. Wolf, *Soil Erosion: Quiet Crisis in the World Economy*, Worldwatch Paper 60 (Washington, DC: Worldwatch Institute, 1984), p. 20.
 35. Land area estimate from Stanley Wood, Kate Sebastian, and Sara J. Scherr, *Pilot Analysis of Global Ecosystems: Agroecosystems* (Washington, DC: International Food Policy Research Institute and WRI, 2000), p. 3; livestock counts from FAO, op. cit. note 10, updated 14 July 2005.
 36. Number of pastoralists from “Investing in Pastoralism,” *Agriculture Technology Notes* (Rural Development Department, World Bank), March 1998, p. 1; FAO, op. cit. note 10, updated 14 July 2005.
 37. FAO, op. cit. note 10, updated 14 July 2005; United Nations, op. cit. note 28.
 38. USDA, *Livestock and Poultry: World Markets and Trade* (Washington, DC: USDA FAS, March 2000); population from United Nations, op. cit. note 28.
 39. Robin P. White, Siobhan Murray, and Mark Rohweder, *Pilot Analysis of Global Ecosystems: Grassland Ecosystems* (Washington, DC: WRI, 2000); FAO, op. cit. note 10, updated 14 July 2005; United Nations, op. cit. note 28; Southern African Development Co-ordination Conference, *SADCC Agriculture: Toward 2000* (Rome: FAO, 1984).
 40. FAO, op. cit. note 10, updated 14 July 2005; United Nations, op. cit. note 28.
 41. FAO, op. cit. note 10, with livestock data updated 14 July 2005.
 42. B.S. Sathe, “Dairy/Milk Production,” in *Livestock Investment Opportunities in India*, FAO Web site, www.fao.org/DOCREP/ARTICLE/AGRIPPA/657_en00.htm, viewed 9 September 2005.
 43. H. Dregne et al., “A New Assessment of the World Status of Desertification,” *Desertification Control Bulletin*, no. 20, 1991.
 44. Population from United Nations, op. cit. note 28.
 45. “Case Studies of Sand-Dust Storms in Africa and Australia,” in Yang, Squires, and Lu, eds., op. cit. note 24, pp. 123–66.

46. Government of Nigeria, Combating Desertification and Mitigating the Effects of Drought in Nigeria, National Report on the Implementation of the United Nations Convention to Combat Desertification (Nigeria: November 1999); population from United Nations, op. cit. note 28; livestock from FAO, op. cit. note 10, updated 14 July 2005.
47. Iranian News Agency, “Official Warns of Impending Desertification Catastrophe in Southeast Iran,” BBC International Reports, 29 September 2002.
48. UNEP, Afghanistan: Post-Conflict Environmental Assessment (Geneva: 2003), p. 52.
49. Wang Hongchang, Deforestation and Desiccation in China: A Preliminary Study (Beijing, China: Center for Environment and Development, Chinese Academy of Social Sciences, 1999).
50. Wang Tao, Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute (CAREERI), Chinese Academy of Sciences, e-mail to author, 4 April 2004; Wang Tao, “The Process and Its Control of Sandy Desertification in Northern China,” CAREERI, Chinese Academy of Sciences, seminar on desertification, held in Lanzhou, China, May 2002.
51. Ann Schrader, “Latest Import From China: Haze,” Denver Post, 18 April 2001; Brown, op. cit. note 30.
52. Howard W. French, “China’s Growing Deserts Are Suffocating Korea,” New York Times, 14 April 2002.
53. See Table 1–1 in Lester R. Brown, Janet Larsen, and Bernie Fischlowitz- Roberts, The Earth Policy Reader (New York: W.W. Norton & Company, 2002), p. 13.
54. U.S. Embassy, “Desert Mergers and Acquisitions,” Beijing Environment, Science, and Technology Update (Beijing: 19 July 2002), p. 2.
55. See Table 5–2 in Lester Brown, Outgrowing the Earth (New York: W.W. Norton & Company, 2005), pp. 86–87.
56. Calculations by Earth Policy Institute from FAO, FISHSTAT Plus, electronic database, at www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp, updated March 2005; United Nations, op. cit. note 28.
57. FAO, The State of World Fisheries and Aquaculture 2004 (Rome: 2004), pp. 24, 32.

-
58. Ransom A. Myers and Boris Worm, "Rapid Worldwide Depletion of Predatory Fish Communities," *Nature*, vol. 432 (15 May 2003), pp. 280–83; Charles Crosby, " 'Blue Frontier' is Decimated," *Dalhousie News*, 11 June 2003.
59. Myers and Worm, *op. cit.* note 58; Crosby, *op. cit.* note 58.
60. Myers and Worm, *op. cit.* note 58.
61. Andrew Revkin, "Tracking the Imperiled Bluefin from Ocean to Sushi Platter," *New York Times*, 3 May 2005; Ted Williams, "The Last Bluefin Hunt," in Valerie Harms et al., *The National Audubon Society Almanac of the Environment* (New York: Grosset/Putnam, 1994), p. 185; Konstantin Volkov, "The Caviar Game Rules," *Reuters-IUCN*, 2001.
62. Laretta Burke et al., *Pilot Analysis of Global Ecosystems: Coastal Ecosystems* (Washington, DC: WRI, 2000), pp. 19, 51; coastal wetland loss in Italy from Brown and Kane, *op. cit.* note 43, p. 82.
63. Clive Wilkinson, ed., *Status of Coral Reefs of the World: 2004* (Townsville, Australia: Global Coral Reef Monitoring Network, 2004), p. 9.
64. Organisation for Economic Cooperation and Development, *OECD Environmental Outlook* (Paris: 2001), pp. 109–20.
65. J. A. Gulland, ed., *Fish Resources of the Ocean* (Surrey, U.K.: Fishing News Ltd., 1971), an FAO-sponsored publication that estimated that oceanic fisheries would not be able to sustain an annual yield of more than 100 million tons.
66. Caroline Southey, "EU Puts New Curbs on Fishing," *Financial Times*, 16 April 1997.
67. Dan Bilefsky, "North Sea' s Cod Grounds to be Closed for 12 Weeks," *Financial Times*, 25 January 2001; Paul Brown and Andrew Osborn, "Ban on North Sea Cod Fishing," *Guardian* (London), 25 January 2001; Alex Kirby, "UK Cod Fishing 'Could be Halted,' " *BBC News*, 6 November 2000; "Reforming the Common Fisheries Policy," *European Union Web site*, at europa.eu.int/comm/fisheries/reform/index_en.htm, viewed 8 October 2003.
68. Diadie Ba, "Senegal, EU Prepare for Fisheries Deal Tussle," *Reuters*, 28 May 2001; Charles Clover, *The End of the Line: How Overfishing is Changing the World*

- and *What We Eat* (London: Ebury Press, 2004), pp. 37–46.
69. Clover, *op. cit.* note 68, p. 38.
70. FAO, *op. cit.* note 56; United Nations, *op. cit.* note 28.
71. David Quammen, “Planet of Weeds,” *Harper’s Magazine*, October 1998.
72. Species Survival Commission, 2004 IUCN Red List of Threatened Species (Gland, Switzerland, and Cambridge, U.K.: World Conservation Union-IUCN, 2004).
73. *Ibid.*, p. 11.
74. *Ibid.*; TRAFFIC, *Food for Thought: The Utilization of Wild Meat in Eastern and Southern Africa* (Cambridge, U.K.: 2000).
75. Danna Harman, “Bonobos’ Threat to Hungry Humans,” *Christian Science Monitor*, 7 June 2001.
76. Species Survival Commission, *op. cit.* note 72; “Birds on the IUCN Red List,” Bird Life International, 2005 update, at www.birdlife.org; “Great Indian Bustard Facing Extinction,” *India Abroad Daily*, 12 February 2001; Çagan Sekercioglu, Gretchen C. Daily, and Paul R. Ehrlich, “Ecosystem Consequences of Bird Declines,” *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 101, no. 52 (28 December 2004).
77. Michael McCarthy, “Mystery of the Silent Woodlands: Scientists Are Baffled as Bird Numbers Plummet,” *Independent* (London), 25 February 2005; British Trust for Ornithology, “Tough Time for Woodland Birds,” press release (Thetford, Norfolk, U.K.: 25 February 2005); J. A. Thomas et al., “Comparative Losses of British Butterflies, Birds, and Plants and the Global Extinction Crisis,” *Science*, vol. 303, 19 March 2004, pp. 1,879–81; Dan Vergano, “1 in 10 Bird Species Could Vanish Within 100 Years,” *USA Today*, 14 December 2004.
78. Janet N. Abramovitz, *Imperiled Waters, Impoverished Future: The Decline of Freshwater Ecosystems*, Worldwatch Paper 128 (Washington, DC: Worldwatch Institute, March 1996), p. 59; Species Survival Commission, *op. cit.* note 72, p. 89.
79. James R. Spotila et al., “Pacific Leatherback Turtles Face Extinction,” *Nature*, vol. 405 (1 June 2000), pp. 529–30; “Leatherback Turtles Threatened,” *Washington Post*, 5 June 2000.

80. Laretta Burke and Jonathan Maidens, *Reefs at Risk in the Caribbean* (Washington DC: WRI, 2004), pp. 12–14, 27–31.
81. Mohammed Kotb et al., “Status of Coral Reefs in the Red Sea and Gulf of Aden in 2004,” in Wilkinson, *op. cit.* note 63, pp. 137–39.
82. David Kaimowitz et al., *Hamburger Connection Fuels Amazon Destruction* (Jakarta, Indonesia: Center for International Forestry Research, 2004).
83. Conservation International, “The Brazilian Cerrado,” at www.biodiversityhotspots.org, viewed 10 September 2004.
84. Species Survival Commission, *op. cit.* note 72, p. 92; Species Survival Commission, *op. cit.* note 5, p. 28.

第六章 走向衰亡的初期徵兆

1. United Nations, *World Population Prospects: The 2004 Revision* (New York: 2005); Joint United Nations Programme on HIV/AIDS (UNAIDS), *2004 Report on the Global AIDS Epidemic* (Geneva: 2004), p. 191.
2. United Nations, *op. cit.* note 1; UNAIDS, *op. cit.* note 1.
3. United Nations, *op. cit.* note 1; health insurance from U.S. Census Bureau News, “Income Stable, Poverty Up, Numbers of Americans With and Without Health Insurance Rise, Census Bureau Reports,” press release (Washington, DC: 26 August 2004).
4. World Health Organization (WHO) cited in Gary Gardner and Brian Halweil, *Underfed and Overfed: The Global Epidemic of Malnutrition*, *Worldwatch Paper 150* (Washington, DC: Worldwatch Institute, 2000), p. 7.
5. WHO and UNICEF, *Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 Report* (New York: 2000), pp. v, 2; Gardner and Halweil, *op. cit.* note 4, p. 7.
6. “Trends in Educational Attainment of the 25- to 34-Year-Old Population (1991–2002),” in Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), *Education at a Glance 2004* (Paris: 2004); UNICEF, *Progress for Children: A Report Card on Gender Parity and Primary Education* (New York: 2005), p. 3; The Education for All (EFA) Global Monitoring Report Team, *EFA Global Monitoring Report 2005*:

- The Quality Imperative (Paris: UNESCO, 2004).
7. Population growth rates from Population Reference Bureau (PRB), 2005 World Population Data Sheet, wall chart (Washington, DC: August 2005); Hilaire A. Mputu, Literacy and Non-Formal Education in the E-9 Countries (Paris: UNESCO, 2001), pp. 5–13; UNESCO Institute for Statistics, “Youth (15–24) and Adult (15+) Literacy Rates by Country and by Gender for 2000–2004,” at www.uis.unesco.org, May 2005.
 8. Gene B. Sperling, “Toward Universal Education,” *Foreign Affairs*, September/October 2001, pp. 7–13.
 9. WHO and UNICEF, *op. cit.* note 5; Peter H. Gleick, *Dirty Water: Estimated Deaths from Water-Related Disease 2000–2020* (Oakland, CA: Pacific Institute, 2002); United Nations, *op. cit.* note 1.
 10. Hunger as a risk factor for disease in WHO, *World Health Report 2002* (Geneva: 2002), and in Majid Ezzati et al., “Selected Major Risk Factors and Global and Regional Burden of Disease,” *The Lancet*, 30 October 2002, pp. 1–14.
 11. U.N. Food and Agriculture Organization (FAO), *The State of Food Insecurity in the World 2004* (Rome: 2004).
 12. FAO, *The State of Food Insecurity in the World 2002* (Rome: 2002); population from United Nations, *op. cit.* note 1.
 13. FAO, *op. cit.* note 11.
 14. *Ibid.*
 15. Gary Gardner and Brian Halweil, “Nourishing the Underfed and Overfed,” in Lester R. Brown et al., *State of the World 2000* (New York: W.W. Norton & Company, 2000), pp. 70–73.
 16. WHO/UNICEF, *World Malaria Report 2005* (Geneva: 2005); Anne Platt McGinn, “Malaria’s Lethal Grip Tightens,” in Worldwatch Institute, *Vital Signs 2001* (New York: W.W. Norton & Company, 2001), pp. 134–35; Sachs from Center for International Development at Harvard University and London School of Hygiene and Tropical Medicine, “Executive Summary for Economics of Malaria,” www.rbm.who.int/docs/abuja_sachs2.htm, viewed 3 August 2005; malaria deaths calculated

- from United Nations, *op. cit.* note 1, and WHO/UNICEF, *op. cit.* this note.
17. More deaths from AIDS than wars from Lawrence K. Altman, “U.N. Forecasts Big Increase in AIDS Death Toll,” *New York Times*, 3 July 2002.
 18. UNAIDS, *AIDS Epidemic Update* (Geneva: December 2004), p. 1; UNAIDS, *op. cit.* note 1, pp. 189–207; total deaths and historical estimates calculated using UNAIDS statistics in Worldwatch Institute, *Signposts 2004*, CD-Rom (Washington, DC: 2004); anti-retroviral treatment in sub-Saharan Africa from WHO, “Access to HIV Treatment Continues to Accelerate in Developing Countries, but Bottlenecks Persist, Says WHO/UNAIDS Report,” press release (Geneva: 29 June 2005).
 19. UNAIDS, *op. cit.* note 1, pp. 39–66, 191.
 20. AIDS and food security in UNAIDS, *op. cit.* note 1, pp. 39–66; FAO, *The Impact of HIV/AIDS on Food Security*, 27th Session of the Committee on World Food Security, Rome, 28 May–1 June 2001.
 21. “Strategic Caring: Firms Strategize About AIDS,” *The Economist*, 5 October 2002; UNAIDS, *op. cit.* note 1, pp. 39–66.
 22. EFA Global Monitoring Report Team, *op. cit.* note 6; UNAIDS, *op. cit.* note 1, pp. 39–66; Prega Govender, “Shock AIDS Test Result at Varsity,” *Sunday Times* (Johannesburg), 25 April 1999; “South Africa: University Finds 25 Percent of Students Infected,” *Kaiser Daily HIV/AIDS Report*, 27 April 1999.
 23. UNAIDS, *op. cit.* note 1, pp. 39–66.
 24. UNAIDS, UNICEF, and U.S. Agency for International Development (USAID), *Children on the Brink 2004: A Joint Report on New Orphan Estimates and a Framework for Action* (Washington, DC: July 2004), p. 29; Michael Grunwald, “Sowing Harvests of Hunger in Africa,” *Washington Post*, 17 November 2002.
 25. Stephen Lewis, press briefing (New York: 8 January 2003); Edith M. Lederer, “Lack of Funding for HIV/AIDS is Mass Murder by Complacency, Says U.N. Envoy,” *Associated Press*, 9 January 2003.
 26. Alex de Waal, “What AIDS Means in a Famine,” *New York Times*, 19 November 2002.
 27. Sarah Janssen, Gina Solomon, and Ted Schettler, *Chemical Contaminants and*

- Human Disease: A Summary of Evidence (Boston: Alliance for a Healthy Tomorrow, 2004); Geoffrey Lean, "US Study Links More than 200 Diseases to Pollution," Independent News (London), 14 November 2004.
28. Jane Houlihan et al., *Body Burden: The Pollution in Newborns* (Washington, DC: Environmental Working Group, 2005).
29. Bernie Fischlowitz-Roberts, "Air Pollution Fatalities Now Exceed Traffic Fatalities by 3 to 1," *Eco-Economy Update* (Washington, DC: Earth Policy Institute, September 2002), citing WHO, "Air Pollution," Fact Sheet 187 (Geneva: revised September 2000); N. Künzli et al., "Public- Health Impact of Outdoor and Traffic-related Air Pollution: A European Assessment," *Lancet*, 2 September 2000, p. 795; traffic accident deaths from British Red Cross, "May 8 Spotlight on the Millions Injured and Disabled by Road Accidents," press release (London: 9 May 2001); 70,000 American deaths from Joel Schwartz, quoted in Harvard School of Public Health, "Air Pollution Deadlier Than Previously Thought," press release (Cambridge, MA: 2 March 2000).
30. C. Pritchard, D. Baldwin, and A. Mayers, "Changing Patterns of Adult (45–74 years) Neurological Deaths in the Major Western World Countries 1979–1987," *Public Health*, vol. 118, issue 4 (June 2004), pp. 268–83; Juliette Jowit, "Pollutants Cause Huge Rise in Brain Diseases: Scientists Alarmed as Number of Cases Triples in 20 Years," *The Observer* (London), 15 August 2004.
31. Sharon LaFraniere, "Mother Russia' s Poisoned Land," *Washington Post*, 22 June 1999.
32. "Mercury Poisoning Disease Hits Amazon Villages," Reuters, 4 February 1999; mercury emissions from U.S. coal plants in U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Office of Air Quality Planning and Standards and Office of Research and Development, *Mercury Study Report to Congress Volume II* (Washington, DC: December 1997), p. ES-4; Patricia Glick, *The Toll from Coal* (Washington, DC: National Wildlife Federation, 2000), p. 9; EPA, "EPA Decides Mercury Emissions from Power Plants Must Be Reduced," press release (Washington, DC: 15 December 2000); Ilan Levin and Eric Schaeffer, *Dirty Kilowatts: America' s Most Polluting*

- Power Plants (Washington, DC: Environmental Integrity Project, 2005).
33. EPA, Office of Water, “2004 National Listing of Fish Advisories,” EPA Fact Sheet (Washington, DC: September 2005); Kathryn Mahaffey, EPA, Methylmercury: Epidemiology Update, presentation at The National Forum on Contaminants in Fish, San Diego: January 2004, at www.epa.gov/waterscience/fish/forum/2004/presentations/monday/ma_haffey.pdf; Leonardo Trasande, Philip J. Landrigan, and Clyde Schechter, “Public Health and Economic Consequences of Methyl Mercury Toxicity to the Developing Brain,” *Environmental Health Perspectives*, vol. 13, no. 5 (May 2005).
 34. Anne Platt McGinn, *Why Poison Ourselves? A Precautionary Approach to Synthetic Chemicals*, Worldwatch Paper 153 (Washington, DC: Worldwatch Institute, November 2000), p. 7; 200 chemicals in body from Pete Myers, plenary discussion on Emerging Environmental Issues, at USAID Environmental Officers Training Workshop, “Meeting the Environmental Challenges of the 21st Century,” Airlie Center, Warrenton, VA, 26 July 1999.
 35. EPA, “Toxics Release Inventory (TRI) Program,” fact sheet, at www.epa.gov/tri, updated 17 May 2005; EPA, “EPA Issues New Toxics Report, Improves Means of Reporting,” press release (Washington, DC: 11 April 2001).
 36. Rachel Carson, *Silent Spring* (Boston: Houghton Mifflin Company, 2002); Theo Colborn, Dianne Dumanoski, and John Peterson Myers, *Our Stolen Future* (New York: Dutton Publishing, 1996).
 37. Helen Spiegelman and Bill Sheehan, “Products, Waste, and the End of the Throwaway Society,” in Carolyn Raffensperger and Nancy Myers, eds., *The Networker: The Newsletter of the Science and Environmental Health Network*, electronic newsletter, vol. 10, no. 2 (May 2005).
 38. Calculated by Earth Policy Institute from United States Geological Survey, *Mineral Commodity Summaries 2005* (Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 2005).
 39. Eric Lipton, “The Long and Winding Road Now Followed by New York City’s Trash,” *New York Times*, 24 March 2001.

-
40. Lester R. Brown, “New York: Garbage Capital of the World,” *Eco- Economy Update* (Washington, DC: Earth Policy Institute, April 2002); calculations by author, updated with The City of New York Department of Sanitation, “DSNY–Fact Sheet,” at www.nyc.gov/html/dos/html/dosfact.html, updated 27 October 2003; Kirk Johnson, “To City’ s Burden, Add 11,000 Tons of Daily Trash,” *New York Times*, 24 March 2001; Lhota quoted in Eric Lipton, “The Long and Winding Road Now Followed by New York City’ s Trash,” *New York Times*, 24 March 2001.
 41. Gilmore quoted in Lipton, *op. cit.* note 40.
 42. Joel Kurth, “N.J. Piles Demolition Trash on Michigan,” *Detroit News*, 28 December 2004; Lipton, *op. cit.* note 40.
 43. Günther Baechler, “Why Environmental Transformation Causes Violence: A Synthesis,” *Environmental Change and Security Project Report*, Issue 4 (spring 1998), pp. 24–44.
 44. Grainland area in 1950 from U.S. Department of Agriculture (USDA), *Production, Supply, and Distribution Country Reports*, October 1990; 2004 grainland area from USDA, *Production, Supply, & Distribution*, electronic database, at www.fas.usda.gov/psd, updated 13 September 2005; population from United Nations, *op. cit.* note 1.
 45. Editorial Desk, “Time for Action on Sudan,” *New York Times*, 18 June 2004.
 46. Sudan update from Coalition for International Justice (CIJ), “New Analysis Claims Darfur Deaths Near 400,000: Experts Estimate 500 People a Day Are Dying,” press release (Washington, DC: 21 April 2005); CIJ, Table: “Estimates from Retrospective Mortality Surveys in Darfur and Chad Displacement Camps, Circa February 2003—April 2005,” at www.cij.org, April 2005; “Sudan,” in U.S. Central Intelligence Agency, *World Fact Book*, at www.cia.gov/cia/publications/factbook, updated 30 August 2005.
 47. Somini Sengupta, “Where the Land is a Tinderbox, the Killing Is a Frenzy,” *New York Times*, 16 June 2004; Nigeria population data from United Nations, *op. cit.* note 1; Government of Nigeria, *Combating Desertification and Mitigating the Effects of Drought in Nigeria*, National Report on the Implementation of the United Nations Convention to Combat Desertification (Nigeria: November 1999).

-
48. Sengupta, *op. cit.* note 47.
 49. *Ibid.*
 50. James Gasana, “Remember Rwanda?” *World Watch*, September/ October 2002, pp. 24–32.
 51. *Ibid.*
 52. Population from United States Census Bureau, Population Division, International Programs Center, International Database, at www.census.gov/ipc/www/idbacc.html, updated 26 April 2005; demand for firewood from Gasana, *op. cit.* note 50.
 53. Gasana, *op. cit.* note 50; Emily Wax, “At the Heart of Rwanda’s Horror: General’s History Offers Clues to the Roots of Genocide,” *Washington Post*, 21 September 2002.
 54. United Nations, *op. cit.* note 1.
 55. *Ibid.*; Gasana, *op. cit.* note 50.
 56. United Nations, *op. cit.* note 1; Nile River discussed in Sandra Postel, *Pillar of Sand* (New York: W.W. Norton & Company, 1999), pp. 141–49.
 57. Population from United Nations, *op. cit.* note 1; income per person calculated from gross domestic product based on purchasing-powerparity in International Monetary Fund, *World Economic Outlook* Database, Washington, DC, updated April 2005; Postel, *op. cit.* note 56.
 58. Postel, *op. cit.* note 56; United Nations, *op. cit.* note 1.
 59. O’ Hara quoted in Michael Wines, “Grand Soviet Scheme for Sharing Water in Central Asia is Foundering,” *New York Times*, 9 December 2002.
 60. Alan Cowell, “Migrants Found off Italy Boat Piled With Dead,” *International Herald Tribune*, 21 October 2003, cited in Lester R. Brown, “Troubling New Flows of Environmental Refugees,” *Eco-Economy Update* (Washington, DC: Earth Policy Institute, January 2004).
 61. *Ibid.*
 62. “Mexico’s Immigration Problem: The Kamikazes of Poverty,” *The Economist*, 31 January 2004; calculation by author.
 63. “Mexico’s Immigration Problem,” *op. cit.* note 62.

-
64. Norman Myers, "Environmental Refugees: A Growing Phenomenon of the 21st Century," *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 29 April 2002, pp. 609–13, cited in Brown, *op. cit.* note 60.
 65. Frank Bruni, "Off Sicily, Tide of Bodies Roils Immigrant Debate," *New York Times*, 23 September 2002; "Boat Sinks Off Coast of Turkey: One Survivor and 7 Bodies Found," *Agence France-Presse*, 22 December 2003; Flora Botsford, "Spain Recovers Drowned Migrants," *BBC News*, 25 April 2002; Mary Jordan and Kevin Sullivan, "Trade Brings Riches, But Not to Mexico's Poor," *Washington Post*, 22 March 2003; Robert McLeman and Barry Smit, "Climate Change, Migration and Security," *Commentary No. 86* (Ottawa: Canadian Security Intelligence Service, 2 March 2004); Arizona Desert deaths from "Humane Approach to Border," *Denver Post*, 24 April 2003; Ralph Blumenthal, "Citing Violence, 2 Border States Declare a Crisis," *New York Times*, 17 August 2005.
 66. U.S. Dust Bowl from Yang Youlin, Victor Squires, and Lu Qi, eds., *Global Alarm: Dust and Sandstorms from the World's Drylands* (Bangkok: Secretariat of the U.N. Convention to Combat Desertification, 2002), pp. 109–22.
 67. Jonathan Shaw, "The Great Global Experiment," *Harvard Magazine*, November–December 2002, p. 35; Tomas Alex Tizon, "Can One Man Turn the Tide? As Erosion Eats Away at Tiny Newtok, Alaska, the Relocation of Its Yupik Eskimo Villagers and Their Homes Has Fallen to the Local Grocer," *New York Times*, 28 October 2004.
 68. Abandoned villages in India from Tushaar Shah et al., *The Global Groundwater Situation: Overview of Opportunities and Challenges* (Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, 2000); population from United Nations, *op. cit.* note 1.
 69. Wang Tao, Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute (CAREERI), Chinese Academy of Sciences, e-mail to author, 4 April 2004; Wang Tao, "The Process and Its Control of Sandy Desertification in Northern China," CAREERI, Chinese Academy of Sciences, seminar on desertification, held in Lanzhou, China, May 2002.
 70. Iranian News Agency, "Official Warns of Impending Desertification Catastrophe

- in Southeast Iran,” BBC International Reports, 29 September 2002; Government of Nigeria, *op. cit.* note 47, p. 6.
71. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contributions of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (New York: Cambridge University Press, 2001); World Bank, *World Development Report 1999/2000* (New York: Oxford University Press, 2000), p. 100; population from United Nations, *op. cit.* note 1.
72. Fund for Peace and the Carnegie Endowment for International Peace, “The Failed States Index,” *Foreign Policy*, July/August 2005, p. 56–65.
73. *Ibid.*
74. *Ibid.*
75. *Ibid.*
76. *Ibid.*
77. *Ibid.*
78. *Ibid.*
79. Richard Cincotta, Robert Engelman, and Daniele Anastasion, *The Security Demographic: Population and Civil Conflict After the Cold War* (Washington, DC: Population Action International, 2003).
80. Ed Stoddard, “Environment Looms as Major Security Threat,” *Reuters*, 1 March 2004.
81. Ginger Thompson, “A New Scourge Afflicts Haiti: Kidnappings,” *New York Times*, 6 July 2005; Madeleine K. Albright and Robin Cook, “The World Needs to Step It Up in Afghanistan,” *International Herald Tribune*, 5 October 2004; Desmond Butler, “5-Year Hunt Fails to Net Qaeda Suspect in Africa,” *New York Times*, 14 June 2003.
82. Abraham McLaughlin, “Can Africa Solve African Problems?” *Christian Science Monitor*, 4 January 2005; Marc Lacey, “Beyond the Bullets and Blades,” *New York Times*, 20 March 2005.
83. UNAIDS, *op. cit.* note 1, p. 191; AIDS orphans from Children on the Brink 2004: A Joint Report on New Orphan Estimates and a Framework for Action (Washington,

DC: UNAIDS, UNICEF, and USAID, 2004), p. 29.

84. “Afghanistan: The Ignored War,” in Christy Harvey, Judd Legum and Jonathan Baskin, *The Progress Report* (Washington, DC: American Progress Action Fund, 2005); McLaughlin, *op. cit.* note 82; “A Failing State: The Himalayan Kingdom Is a Gathering Menace,” *The Economist*, 4 December 2004.
85. United Nations, “United Nations Peacekeeping Operations,” background note, at www.un.org/Depts/dpko/dpko/bnote.htm, 30 June 2005; Marc Lacey, “Congo Tribal Killings Create a New Wave of Refugees,” *New York Times*, 6 March 2005.
86. United Nations World Food Programme (WFP), “New Operation Provides WFP Food Aid to 550,000 Haitians,” news release (Rome: 5 May 2005); WFP, “India Helps WFP Feed Afghan Schoolchildren,” news release (Rome: 17 May 2005).

第七章 消弭貧窮 穩定人口

1. United Nations General Assembly, “United Nations Millennium Declaration,” resolution adopted by the General Assembly, 8 September 2000; United Nations, *The Millennium Development Goals Report 2005* (New York: 2005); “More or Less Equal? Is Economic Inequality Around the World Getting Better or Worse?” *The Economist*, 13 March 2004; International Monetary Fund, *World Economic Outlook*, electronic database, www.imf.org, updated September 2005.
2. World Bank, *World Development Report 2005* (New York: Oxford University Press, 2004); Jeffrey D. Sachs, “India Takes the Lead,” *Korea Herald*, 4 August 2004.
3. United Nations, “Poverty, Percentage of Population Below \$1 (1993 PPP) Per Day Consumption (World Bank),” Millennium Development Goals Indicators Database, updated 26 August 2005.
4. United Nations, *World Population Prospects: The 2004 Revision* (New York: 2005); G8 leaders, “Gleneagles Communiqué on Africa, Climate Change, Energy and Sustainable Development,” document from G8 Summit, Gleneagles, Scotland, July 2005.
5. United Nations General Assembly, *op. cit.* note 1.
6. United Nations, *op. cit.* note 1; UNICEF, *Children Under Threat: The State of the*

- World' s Children 2005 (New York: 2004).
7. UNICEF, *Progress for Children: A Report Card on Gender Parity and Primary Education* (New York: 2005), p. 3; Hilaire A. Mputu, *Literacy and Non-Formal Education in the E-9 Countries* (Paris: UNESCO, 2001), p. 5; Paul Blustein, "Global Education Plan Gains Backing," *Washington Post*, 22 April 2002; Gene Sperling, "Educate Them All," *Washington Post*, 20 April 2002; Polly Curtis, "Lack of Education 'a Greater Threat than Terrorism' : Sen," *The Guardian* (London), 28 October 2003.
 8. United Nations General Assembly, *op. cit.* note 1; Blustein, *op. cit.* note 7; Sperling, *op. cit.* note 7; World Bank, "World Bank Announces First Group of Countries for 'Education For All' Fast Track," press release (Washington, DC: 12 June 2002); World Bank, "Education for All the World' s Children: Donors Have Agreed to Help First Group of Countries on Education Fast-Track," press release (Washington, DC: 27 November 2002); Gene Sperling, "The G-8—Send 104 Million Friends to School," *Bloomberg News*, 20 June 2005. For more information on the Millennium Development Goals, see www.un.org/millenniumgoals; for more information on the World Bank' s and the international community' s involvement in the Education For All program, see www1.worldbank.org/education/efa.asp.
 9. See education chapter in World Bank, *Poverty Reduction Strategy Paper Sourcebook* (Washington, DC: 2001), pp. 2–4.
 10. Gene B. Sperling, "Toward Universal Education," *Foreign Affairs*, September/October 2001, pp. 7–13.
 11. Sperling, *op. cit.* note 7.
 12. The Education for All (EFA) Global Monitoring Report Team, *EFA Global Monitoring Report 2005: The Quality Imperative* (Paris: UNESCO, 2004), p. 21; U.N. Commission on Population and Development, Thirty-sixth Session, Population, Education, and Development, press releases, 31 March–4 April 2003; UNESCO, "Winners of UNESCO Literacy Prizes 2003," press release, 27 May 2003.
 13. Blustein, *op. cit.* note 7; United Nations, "Progress Towards the Millennium Development Goals, 1990–2005," New York, 13 June 2005.

14. George McGovern, "Yes We CAN Feed the World' s Hungry," Parade, 16 December 2001; George McGovern, *The Third Freedom: Ending Hunger in Our Time* (New York: Simon & Schuster: 2001), chapter 1.
15. Jeffrey Sachs, "A New Map of the World," *The Economist*, 22 June 2000; McGovern, "Yes We CAN Feed the World' s Hungry," op. cit. note 14.
16. McGovern, "Yes We CAN Feed the World' s Hungry," op. cit. note 14.
17. Ibid.
18. Ibid.
19. Population from United Nations, op. cit. note 4; Population Reference Bureau (PRB), 2004 World Population Data Sheet, wall chart (Washington, DC: August 2004).
20. United Nations, op. cit. note 4; PRB, 2005 World Population Data Sheet, wall chart (Washington, DC: August 2005).
21. United Nations, op. cit. note 4.
22. U.N. Population Fund (UNFPA), *The State of World Population 2004* (New York: 2004), p. 39; the 201 million women who want to limit their family size but lack access to a choice of effective contraception consist of some 137 million women with an unmet need for contraception and another 64 million who are using less reliable traditional family planning methods.
23. Janet Larsen, "Iran' s Birth Rate Plummeting at Record Pace," in Lester R. Brown, Janet Larsen, and Bernie Fischlowitz-Roberts, *The Earth Policy Reader* (New York: W.W. Norton & Company, 2002), pp. 190–94; see also Homa Hoodfar and Samad Assadpour, "The Politics of Population Policy in the Islamic Republic of Iran," *Studies in Family Planning*, March 2000, pp. 19–34, and Farzaneh Roudi, "Iran' s Family Planning Program: Responding to a Nation' s Needs," MENA Policy Brief, June 2002; Iran population growth rate from United Nations, op. cit. note 4.
24. Larsen, op. cit. note 23.
25. Ibid.
26. Ibid.; population growth rates from PRB, op. cit. note 20; United Nations, op. cit. note 4.

-
27. Janet Larsen, “World Population Grew by 76 Million People in 2004— 3 Million Added in the Industrial World and 73 Million in the Developing World,” *Eco-Economy Indicator* (Washington, DC: Earth Policy Institute, 21 December 2004); UNFPA, “Meeting the Goals of the ICPD: Consequences of Resource Shortfalls up to the Year 2000,” paper presented to the Executive Board of the U.N. Development Programme and the UNFPA, New York, 12–23 May 1997; UNFPA, *Population Issues Briefing Kit* (New York: Prographics, Inc., 2001), p. 23; UNFPA, *op. cit.* note 22, pp. 89–90.
 28. UNFPA, *op. cit.* note 22, p. 39.
 29. Honduran Ministry of Health, *Encuesta Nacional de Epidemiología y Salud Familiar* (National Survey of Epidemiology and Family Health) (Tegucigalpa: 1996), cited in George Martine and Jose Miguel Guzman, “Population, Poverty, and Vulnerability: Mitigating the Effects of Natural Disasters,” in *Environmental Change and Security Project Report* (Washington, DC: Woodrow Wilson International Center for Scholars, 2002), pp. 45–68.
 30. “Bangladesh: National Family Planning Program,” *Family Planning Programs: Diverse Solutions for a Global Challenge* (Washington, DC: PRB, 1994).
 31. John Donnelly, “U.S. Seeks Cuts in Health Programs Abroad,” *Boston Globe*, 5 February 2003.
 32. Jeffrey D. Sachs and the Commission on Macroeconomics and Health, *Macroeconomics and Health: Investing in Health for Economic Development* (Geneva: World Health Organization (WHO), 2001); Ruth Levine and the What Works Working Group, *Millions Saved: Proven Successes in Global Health* (Washington, DC: Center for Global Development, 2004).
 33. WHO, *World Health Report 2002* (Geneva: 2002), p. 10; “The Tobacco Epidemic: A Crisis of Startling Dimensions,” in *Message From the Director-General of the World Health Organization for World No-Tobacco Day 1998*, at www.who.int/archives/ntday/ntday98/ad98e_1.htm; air pollution from WHO, “Air Pollution,” fact sheet 187 (Geneva: revised September 2000). 310 Notes: chapter 7
 34. Alison Langley, “Anti-Smoking Treaty Is Adopted by 192 Nations,” *New York Times*, 22 May 2003; information on WHO’s Tobacco Free Initiative is at www5.who.int.

who.int/tobacco/index.cfm.

35. Cigarette consumption from U.S. Department of Agriculture (USDA), Production, Supply, & Distribution, electronic database, Washington, DC, updated 31 May 2005; per capita estimates made using population from United Nations, op. cit. note 4; Daniel Yee, “Smoking Declines in U.S.—Barely,” CBS News, 10 November 2004.
36. USDA, op. cit. note 35; per capita estimates made using population from United Nations, op. cit. note 4.
37. “Smoking Bans Around the World,” Reuters, 10 January 2005.
38. “Bangladesh Bans Smoking in Many Public Places,” Reuters, 15 March 2005; “New Zealand Stubs Out Smoking in Bars, Restaurants,” Reuters, 13 December 2004; Bernard Wysocki, Jr., “Companies Get Tough With Smokers, Obese to Trim Costs,” Wall Street Journal, 12 October 2004.
39. Bill and Melinda Gates Foundation, “Vaccine-Preventable Diseases,” at www.gatesfoundation.org/GlobalHealth/Pri_Diseases/Vaccines/default, viewed 9 September 2005.
40. Sachs and Commission on Macroeconomics and Health, op. cit. note 32; WHO, “Smallpox,” fact sheet at www.who.int, viewed 10 October 2005.
41. United Nations Foundation, “The United Nations Foundation Honors Canadian Government for Contributions in Fight Against Polio,” press release, 27 January 2005; United Nations Foundation, “Donate: Polio,” at www.unfoundation.org/donate/polio.asp, viewed 9 September 2005.
42. David Brown, “A Blow to Anti-Polio Campaign,” Washington Post, 10 May 2005; Global Polio Eradication Initiative, “Polio Eradication Situation Report—September 2005,” press release (Geneva: September 2005).
43. Global Polio Eradication Initiative, op. cit. note 42; Global Polio Eradication Initiative, “Global Case Count,” at www.polioeradication.org/casecount.asp, 20 September 2005.
44. Sachs and Commission on Macroeconomics and Health, op. cit. note 32.
45. Nita Bhalla, “Teaching Truck Drivers About AIDS,” BBC, 25 June 2001; Hugh Ellis, “Truck Drivers Targeted in New AIDS Offensive,” The Namibian, 17 March

- 2003; C. B. S. Venkataramana and P. V. Sarada, "Extent and Speed of Spread of HIV Infection in India Through the Commercial Sex Networks: A Perspective," *Tropical Medicine and International Health*, vol. 6, no. 12 (December 2001), pp. 1,040–61, cited in "HIV Spread Via Female Sex Workers in India Set to Increase Significantly by 2005," *Reuters Health*, 26 December 2001.
46. Mark Covey, "Target Soldiers in Fight Against AIDS Says New Report," press release (London: Panos Institute, 8 July 2002); "Free Condoms for Soldiers," *South Africa Press Association*, 5 August 2001; HIV prevalence rate from Joint United Nations Programme on HIV/AIDS (UNAIDS), 2004 Report on the Global AIDS Epidemic (Geneva: July 2004), p. 191.
47. Nada Chaya and Sarah Haddock, *Condoms Count: Meeting the Need in the Era of HIV/AIDS, 2004 Data Update* (Washington, DC: Population Action International, 2004); Nada Chaya and Kai-Ahset Amen, with Michael Fox, *Condoms Count: Meeting the Need in the Era of HIV/AIDS* (Washington, DC: Population Action International, 2002); Population Action International, "Counting Condoms: Donors Coming Up Short," press release (Washington, DC: 14 July 2004); 2 billion condoms needed for contraception based on estimates from Robert Gardner et al., *Closing the Condom Gap* (Baltimore, MD: Johns Hopkins University School of Public Health, Population Information Program, April 1999); "Who Pays for Condoms," in Chaya and Amen, with Fox, *op. cit.* this note, pp. 29–36; Communications Consortium Media Center, "U.N. Special Session on Children Ends in Acrimony," *PLANetWIRE.org*, 14 May 2002; Adam Clymer, "U.S. Revises Sex Information, and a Fight Goes On," *New York Times*, 27 December 2002.
48. Chaya and Amen, with Fox, *op. cit.* note 47.
49. "Who Pays for Condoms," *op. cit.* note 47, pp. 29–36; Communications Consortium Media Center, *op. cit.* note 47; Clymer, *op. cit.* note 47.
50. UNAIDS, *op. cit.* note 46; UNAIDS, *AIDS Epidemic Update* (Geneva: December 2004), p. 13; UNAIDS, *Report on the Global HIV/AIDS Epidemic* (Geneva: June 2000), pp. 9–11.
51. UNAIDS and WHO, *Progress on Global Access to HIV Antiretroviral Therapy: An*

- Update on “3 by 5” (Geneva: 2005), pp. 7, 13.
52. Clive Bell, Shantayanan Devarajan, and Hans Gersbach, “The Longrun Economic Cost of AIDS: Theory and an Application to South Africa,” Policy Research Working Paper Series (Washington, DC: World Bank, 2003); “AIDS Summit: The Economics of Letting People Die,” *Star Tribune*, 16 July 2003; Deborah Mitchell, “HIV Treatment: 2 Million Years of Life Saved,” *Reuters Health*, 28 February 2005.
53. “AIDS Summit,” *op. cit.* note 52.
54. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), *Agricultural Policies in OECD Countries: Monitoring and Evaluation 2005, Highlights* (Paris: 2005); U.S. Bureau of International Information Programs (IIP), “Official Aid to Developing Countries Rose 4.6 Percent in 2004,” press release, (Washington, DC: 11 April 2005); “The Hypocrisy of Farm Subsidies,” *New York Times*, 1 December 2002.
55. Roger Thurow and Geoff Winestock, “Addiction to Sugar Subsidies Chokes Poor Nations’ Exports,” *Wall Street Journal*, 16 September 2002; Mark Turner, “African Nations ‘Off Track’ in Reducing Poverty,” *Financial Times*, 9 July 2003.
56. OECD, *op. cit.* note 54; “The Hypocrisy of Farm Subsidies,” *op. cit.* note 54.
57. U.S. IIP, *op. cit.* note 54; “South Africa: Weaning States Off Subsidies,” *Africa News*, 19 August 2005.
58. See Chapter 2 for further discussion of oil prices and ethanol.
59. Kevin Watkins and Joachim von Braun, “Time to Stop Dumping on the World’s Poor,” in *Trade Policies and Food Security* (Washington, DC: International Food Policy Research Institute: 2003); population from United Nations, *op. cit.* note 4.
60. Elizabeth Becker, “Looming Battle Over Cotton Subsidies,” *New York Times*, 24 January 2004; Elizabeth Becker, “U.S. Will Cut Farm Subsidies in Trade Deal,” *New York Times*, 31 July 2004.
61. “Ending the Cycle of Debt,” *New York Times*, 1 October 2004.
62. G8 Leaders, “G8 Finance Ministers’ Conclusions on Development,” Pre Summit Statement by G8 Finance Ministers, London, 10–11 June 2005; Oxfam International,

- “Gleneagles: What Really Happened at the G8 Summit?” Oxfam Briefing Note (London: 29 July 2005).
63. Abid Aslam, “18 Poor Countries to See Debt Slate Wiped Clean, Saving \$10 Million Per Week,” *One World US*, 26 September 2005.
64. UNFPA, *op. cit.* note 22, pp. 14–15.
65. Population from United Nations, *op. cit.* note 4; UNFPA, *op. cit.* note 22.
66. Costs of meeting social goals in Table 7–1 calculated by Earth Policy Institute, based on the following sources: universal primary education from World Bank, cited in Blustein, *op. cit.* note 7; adult literacy campaign is author’s estimate; school lunch program from McGovern, “Yes We CAN Feed the World’s Hungry,” *op. cit.* note 14; assistance to preschool children and pregnant women is author’s estimate of extending the U.S.’s Women, Infants, and Children program, based on *ibid.*; reproductive health and family planning based on the goals from and the progress since the 1994 International Conference on Population and Development (UNFPA, “Meeting the Goals of the ICPD,” *op. cit.* note 27), combining the \$5 billion shortfalls of the developing-country and industrial-country groups; universal basic health care from Sachs and the Commission on Macroeconomics and Health, *op. cit.* note 32; closing the condom gap estimated from Chaya and Amen, with Fox, *op. cit.* note 47, and from Gardner et al., *op. cit.* note 47.
67. Sachs and the Commission on Macroeconomics and Health, *op. cit.* note 32.
68. *Ibid.*; U.N. Development Programme, “World on Track to Meet Millennium Goal on Extreme Poverty Thanks to India: Report,” press release (New York: 8 July 2003); Wu Xiaoling, “Statement of Madam. Wu Xiaoling, Deputy Governor of the People’s Bank of China,” speech delivered at the 39th Annual Meeting of the Board of Governors of the African Development Bank (Group), Kampala, Uganda, 25–26 May 2004.

第八章 還給地球本來面貌

1. Jonathan Lash, “Dealing with the Tinder As Well As the Flint,” *Science*, vol. 294, no. 5548 (30 November 2001), p. 1,789.

2. Craig A. Cox, "Conservation Can Mean Life or Death," *Journal of Soil and Water Conservation*, November/December 2004.
3. Remaining forests from U.N. Food and Agriculture Organization (FAO), "Table 1.2. Forest Area by Region 2000," *Forest Resources Assessment (FRA) 2000* (Rome: 2001).
4. Janet N. Abramovitz, "Paper Recycling Remains Strong," in Lester R. Brown et al., *Vital Signs 2000* (New York: W.W. Norton & Company, 2000), pp. 132–33.
5. Ibid.; U.S. Environmental Protection Agency, *Municipal Solid Waste Generation, Recycling, and Disposal in the United States: Facts and Figures for 2003* (Washington, DC: 2003).
6. Fuelwood as a proportion of total harvested wood from FAO, FAOSTAT Statistics Database, at apps.fao.org, forest data updated 12 August 2005; Daniel M. Kammen, "From Energy Efficiency to Social Utility: Lessons from Cookstove Design, Dissemination, and Use," in José Goldemberg and Thomas B. Johansson, *Energy as an Instrument for Socio-Economic Development* (New York: U.N. Development Programme, 1995).
7. Solar Cooking International Volunteers, Solar Cookers International, *Creating Healthy Communities*, at www.edc-cu.org/pdf/Solar%20Cookers%20International.pdf, viewed 9 September 2005; Kevin Porter, "Final Kakuma Evaluation: Solar Cookers Filled a Critical Gap," in Solar Cookers International, *Solar Cooker Review*, November 2004; Solar Cookers International cost from "Breakthrough in Kenyan Refugee Camps," at solarcooking.org/kakuma-m.htm, viewed 27 September 2005.
8. FAO, *Agriculture: Towards 2015/30, Technical Interim Report* (Geneva: Economic and Social Department, 2000), pp. 156–57.
9. Johanna Son, "Philippines: Row Rages Over Lifting of Ban on Lumber Exports," *InterPress Service*, 17 April 1998.
10. Reed Funk, letter to author, 9 August 2005.
11. Alliance for Forest Conservation and Sustainable Use, "WWF/World Bank Forest Alliance Launches Ambitious Program to Reduce Deforestation and Curb Illegal Logging," press release (New York: World Bank/WWF, 25 May 2005); Alliance

- for Forest Conservation and Sustainable Use, “World Bank/WWF Alliance for Forest Conservation & Sustainable Use: Questions & Answers,” fact sheet, World Bank/WWF, at [lnweb18.worldbank.org/ESSD/envext.nsf/80ByDocName/WorldBankWWFAllianceQA/\\$FILE/QAAlliance.pdf](http://lnweb18.worldbank.org/ESSD/envext.nsf/80ByDocName/WorldBankWWFAllianceQA/$FILE/QAAlliance.pdf), viewed 4 October 2005.
12. Forest Stewardship Council, *FSC Certified Forests* (Bonn, Germany: 2005), pp. 34, 40, 53; Forest Stewardship Council, “FSC Regional Totals,” www.certified.forests.org/data/global_table.htm, viewed 10 August 2005.
13. Plantation area from FAO, *op. cit.* note 3, p. 402; grain area from U.S. Department of Agriculture (USDA), Production, Supply, & Distribution, electronic database, Washington, DC, at www.fas.usda.gov/psd, updated 13 September 2005; FAO, *op. cit.* note 8, p. 167.
14. Chris Brown and D. J. Mead, eds., “Future Production from Forest Plantations,” *Forest Plantation Thematic Paper* (Rome: FAO, 2001), p. 9; FAO, *op. cit.* note 6.
15. FAO, *op. cit.* note 8, p. 161; FAO, *op. cit.* note 3, updated 10 April 2001; Ashley T. Mattoon, “Paper Forests,” *World Watch*, March/April 1998, p. 20.
16. Mattoon, *op. cit.* note 15; corn yields from USDA, *op. cit.* note 13.
17. FAO, *op. cit.* note 8, p. 185; Brown and Mead, *op. cit.* note 14.
18. M. Davis et al., “New England-Acadian Forests,” in Taylor H. Ricketts et al., eds., *Terrestrial Ecoregions of North America: A Conservation Assessment* (Washington, DC: Island Press, 1999); David R. Foster, “Harvard Forest: Addressing Major Issues in Policy Debates and in the Understanding of Ecosystem Process and Pattern,” *LTER Network News: The Newsletter of the Long-term Ecological Network*, spring/summer 1996.
19. C. Csaki, “Agricultural Reforms in Central and Eastern Europe and the Former Soviet Union: Status and Perspectives,” *Agricultural Economics*, vol. 22 (2000), pp. 37–54; Igor Shvytov, *Agriculturally Induced Environmental Problems in Russia*, Discussion Paper No. 17 (Halle, Germany: Institute of Agricultural Development in Central and Eastern Europe, 1998), p. 13. 20. Se-Kyung Chong, “Anmyeondo Recreation Forest: A Millennium of Management,” in Patrick B. Durst et al., *In Search of Excellence: Exemplary Forest Management in Asia and the Pacific*,

- Asia-Pacific Forestry Commission (Bangkok: FAO Regional Office for Asia and the Pacific, 2005), pp. 251–59.
21. Ibid.
 22. The Turkish Foundation for Combating Soil Erosion (TEMA), at english.tema.org.tr, viewed 10 August 2005.
 23. “China’ s Great Green Wall,” BBC, 3 March 2001; Evan Ratliff, “The Green Wall of China,” *Wired*, April 2003.
 24. United Nations, “The Great North American Dust Bowl: A Cautionary Tale,” *Global Alarm Dust and Sandstorms from the World’ s Drylands* (Bangkok: Secretariat of the U.N. Convention to Combat Desertification, 2002), pp. 77–121.
 25. USDA, Economic Research Service (ERS), *Agri-Environmental Policy at the Crossroads: Guideposts on a Changing Landscape*, Agricultural Economic Report No. 794 (Washington, DC: 2001); USDA, Farm Service Agency Online, “History of the CRP,” in *The Conservation Reserve Program*, at www.fsa.usda.gov/dafp/cepd/12crplogo/history.htm, viewed 28 September 2005.
 26. USDA, *Agri-Environmental Policy at the Crossroads*, op. cit. note 25, p. 16; loss of topsoil from water erosion from USDA, *Summary Report: 1997 Natural Resources Inventory* (Washington, DC, and Ames, IA: Natural Resources Conservation Service and Statistical Laboratory, Iowa State University, 1999, rev. 2000), pp. 46–51.
 27. R. Neil Sampson, *Farmland or Wasteland* (Emmaus, PA: Rodale Press, 1981), p. 242.
 28. USDA, Natural Resources Conservation Service, *CORE4 Conservation Practices Training Guide: The Common Sense Approach to Natural Resource Conservation* (Washington, DC: August 1999); Rolf Derpsch, “Frontiers in Conservation Tillage and Advances in Conservation Practice,” in D. E. Stott, R. H. Mohtar, and G. C. Steinhardt, eds., *Sustaining the Global Farm*, selected papers from the 10th International Soil Conservation Organization Meeting, at Purdue University and USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, 24–29 May 1999 (Washington, DC: 2001), pp. 248–54.
 29. Conservation Technology Information Center, Purdue University, “National Tillage

- Trends (1990-2004),” from the 2004 National Crop Residue Management Survey Data, at www.ctic.purdue.edu/ctic/CRM2004/1990-2004data.pdf, viewed 10 August 2005; FAO, *Intensifying Crop Production with Conservation Agriculture*, at www.fao.org/ag/ags/aGSE/main.htm, viewed 20 May 2003; Rolf Derpsch and J. R. Benites, “The Extent of CA / No-tillage Adoption Worldwide” to be presented at the Third World Congress on Conservation Agriculture, Nairobi, Kenya, 3–7 October 2005, e-mail to Danielle Murray, Earth Policy Institute, 9 August 2005.
30. FAO, *op. cit.* note 29.
 31. “Algeria to Convert Large Cereal Land to Tree-Planting,” Reuters, 8 December 2000; Souhail Karam, “Drought-Hit North Africa Seen Hunting for Grains,” Reuters, 15 July 2005.
 32. Silvia Aloisi, “Senegal Mulls ‘Green Wall’ to Stop Desert Advance,” Reuters, 1 August 2005.
 33. Ratliff, *op. cit.* note 23; Sun Xiufang and Ralph Bean, *China Solid Wood Products Annual Report 2002* (Beijing: USDA, 2002).
 34. Author’s discussion with officials of Helin County, Inner Mongolia (Nei Monggol), 17 May 2002.
 35. *Ibid.*
 36. U.S. Embassy, *Grapes of Wrath in Inner Mongolia* (Beijing: May 2001).
 37. India’s dairy industry from A. Banerjee, “Dairying Systems in India,” *World Animal Review*, vol. 79/2 (Rome: FAO, 1994).
 38. Sandra Postel and Brian Richter, *Rivers for Life: Managing Water for People and Nature* (Washington, DC: Island Press, 2003), p. 85.
 39. Megan Dyson, Ger Bergkamp, and John Scanlon, eds., *Flow: The Essentials of Environmental Flows* (Gland, Switzerland, and Cambridge, U.K.: World Conservation Union–IUCN, 2003), p. 2.
 40. Sandra Postel, *Pillar of Sand* (New York: W.W. Norton & Company, 1999), pp. 121–22.
 41. *Ibid.*
 42. John Tibbetts, “Making Amends: Ecological Restoration in the United States,” *Environmental Health Perspectives*, vol. 108, no. 8 (August 2000), pp. A357–A361.

43. Definition of marine reserves network from “Scientific Consensus Statement on Marine Reserves and Marine Protected Areas,” presented at the AAAS annual meeting, 15-20 February 2001, initial signatories include Steven Gaines, Jane Lubchenco, Stephen Palumbi, and Megan Detheir, p. 2.
44. Andrew Balmford et al., “The Worldwide Costs of Marine Protected Areas,” *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 101, no. 26 (29 June 2004), pp. 9,694–97; “Costs of a Worldwide System of Marine Parks,” press release (York: The University of York, 12 July 2004).
45. Balmford et al., op. cit. note 44; Tim Radford, “Marine Parks Can Solve Global Fish Crisis, Experts Say,” *Guardian* (London), 15 June 2004.
46. Balmford op. cit. note 44; Radford, op. cit. note 45.
47. Radford, op. cit. note 45; Richard Black, “Protection Needed for ‘Marine Serengetis,’ ” *BBC News*, 6 August 2003; Balmford et al., op. cit. note 44.
48. American Association for the Advancement of Science (AAAS), “Leading Marine Scientists Release New Evidence that Marine Reserves Produce Enormous Benefits within Their Boundaries and Beyond,” press release (Washington, DC: 12 March 2001); “Scientific Consensus Statement,” op. cit. note 43.
49. AAAS, op. cit. note 48; “Scientific Consensus Statement,” op. cit. note 43.
50. R. J. Diaz, J. Nestlerode, and M. L. Diaz, “A Global Perspective on the Effects of Eutrophication and Hypoxia on Aquatic Biota,” in G. L. Rupp and M. D. White, eds., *Proceedings of the 7th Annual Symposium on Fish Physiology, Toxicology and Water Quality*, Estonia, 12–15 May 2003 (Athens, GA: U.S. Environmental Protection Agency, Ecosystems Research Division, 2004); United Nations Environment Programme (UNEP), *GEO Yearbook 2003* (Nairobi: 2004).
51. Diaz, Nestlerode, and Diaz, op. cit. note 50; UNEP, op. cit. note 50; Mark Peters et al., “Reducing Nitrogen Flow to the Gulf of Mexico: Strategies for Agriculture,” *Agricultural Outlook*, November 1999, pp. 20–24.
52. Organisation for Economic Co-operation and Development, *Review of Fisheries in OECD Countries: Policies and Summary Statistics* (Paris: 2003), pp. 55–56; World Wildlife Fund, *Hard Facts, Hidden Problems: A Review of Current Data on Fishing*

- Subsidies (Washington, DC: 2001), pp. ii; Balmford et al., *op. cit.* note 44; Radford, *op. cit.* note 45.
53. United Nations, *World Population Prospects: The 2004 Revision* (New York: 2005).
54. J.R. Pegg, “Global Forces Threaten World’s Parks,” *Environment News Service*, 27 August 2003.
55. Conservation International, “Biodiversity Hotspots,” at www.biodiversityhotspots.org/xp/Hotspots, viewed 10 August 2005; Steve Connor, “New Biodiversity Hotspots Revealed,” *Independent* (London), 7 September 2005.
56. U.S. Fish and Wildlife Service, *The Endangered Species Act of 1973*, at www.fws.gov/endangered/esaall.pdf, viewed 10 August 2005.
57. Table 8–1 sources include reforesting the earth and protecting topsoil on cropland from Lester R. Brown and Edward C. Wolf, “Reclaiming the Future,” in Lester R. Brown et al., *State of the World 1988* (New York: W.W. Norton & Company, 1988), p. 174, using data from FAO, *Fuelwood Supplies in the Developing Countries*, Forestry Paper 42 (Rome: 1983); restoring rangelands from UNEP, *Status of Desertification and Implementation of the United Nations Plan of Action to Combat Desertification* (Nairobi: 1991), pp. 73–92; marine reserves from Balmford et al., *op. cit.* note 44; protecting biological diversity from World Parks Congress, “Financial Security for Protected Areas,” at www.iucn.org/themes/wcpa/wpc2003/pdfs/outputs/recommendations/approved/english/html/r07.htm; World Parks Congress, “The Durban Accord,” at www.iucn.org/themes/wcpa/wpc2003/english/outputs/durban/durbanaccord.htm.
58. Chong, *op. cit.* note 20; TEMA, *op. cit.* note 22; “The Nobel Peace Prize 2004,” press release, The Norwegian Nobel Committee, 8 October 2004, at www.nobelprize.org.
59. Brown and Wolf, *op. cit.* note 57, p. 175.
60. Runsheng Yin et al., “China’s Ecological Rehabilitation: The Unprecedented Efforts and Dramatic Impacts of Reforestation and Slope Protection in Western China,” in Woodrow Wilson International Center for Scholars, *China Environment Forum*, China Environment Series, Issue 7, Washington, DC, 2005, pp. 17–32.
61. Brown and Wolf, *op. cit.* note 57, p. 176.

62. Ibid., pp. 173–74.
63. Ibid., p. 174.
64. Ibid.
65. Ibid.
66. UNEP, op. cit. note 57, with dollar figures converted from 1990 to 2004 dollars using implicit price deflators from U.S. Department of Commerce, Bureau of Economic Analysis, “Table C.1. GDP and Other Major NIPA Aggregates,” in Survey of Current Business, September 2005, p. D-48.
67. H. E. Dregne and Nan-Ting Chou, “Global Desertification Dimensions and Costs,” in Degradation and Restoration of Arid Lands (Lubbock, TX: Texas Tech. University, 1992); UNEP, op. cit. note 57.
68. Balmford et al., op. cit. note 44.
69. World Parks Congress, “Financial Security for Protected Areas” and “The Durban Accord,” op. cit. note 57.
70. Irrigated cropland from FAO, op. cit. note 6, land data updated 4 April 2005.
71. Jordan from Tom Gardner-Outlaw and Robert Engelman, Sustaining Water, Easing Scarcity: A Second Update (Washington, DC: Population Action International, 1997); Mexico from Sandra Postel, Last Oasis (New York: W.W. Norton & Company, 1997), pp.150–51.
72. Postel, op. cit. note 40, pp. 230–35; Postel, op. cit. note 71, pp. 167–68.

第九章 養活七十億人

1. “Last Food Shipment Signals End of 25-Year WFP Aid to China,” Asian Economic News, 8 April 2005; U.S. Department of Agriculture (USDA), Production, Supply, & Distribution, electronic database, at www.fas.usda.gov/psd, updated 13 July 2005.
2. U.N. Food and Agriculture Organization (FAO), The State of Food Insecurity in the World 2004 (Rome: 2004), p. 6.
3. Thomas R. Sinclair, “Limits to Crop Yield,” paper presented at the 1999 National Academy Colloquium, Plants and Populations: Is There Time? Irvine, CA, 5–6 December 1998; FAO, FAOSTAT Statistics Database, at apps.fao.org, with fertilizer

use data updated 4 April 2005.

4. United Nations, *World Population Prospects: The 2004 Revision* (New York: 2005).
5. USDA, *op. cit.* note 1.
6. *Ibid.*
7. John Wade, Adam Branson, and Xiang Qing, *China Grain and Feed Annual Report 2002* (Beijing: USDA, 2002); USDA, *op. cit.* note 1.
8. Double-cropping yields from USDA, *India Grain and Feed Annual Report 2003* (New Delhi: 2003); population from United Nations, *op. cit.* note 4; USDA, *op. cit.* note 1.
9. Grain harvested area from USDA, *op. cit.* note 1; USDA, *Japan Grain and Feed Annual Report 2003* (Tokyo: 2003).
10. USDA, *op. cit.* note 1.
11. Richard Magleby, “Soil Management and Conservation,” in USDA, *Agricultural Resources and Environmental Indicators 2003* (Washington, DC: February 2003), Chapter 4.2, p. 14.
12. USDA, *op. cit.* note 1; Randall D. Schnepf et al., *Agriculture in Brazil and Argentina* (Washington, DC: USDA Economic Research Service (ERS), 2001), pp. 8–10.
13. FAO, *op. cit.* note 3; USDA, *op. cit.* note 1.
14. Pedro Sanchez, “The Climate Change–Soil Fertility–Food Security Nexus,” summary note (Bonn: International Food Policy Research Institute, 4 September 2001).
15. Water requirements for grain production from FAO, *Yield Response to Water* (Rome: 1979); water use from I.A. Shiklomanov, “Assessment of Water Resources and Water Availability in the World,” Report for the Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World (St. Petersburg, Russia: State Hydrological Institute, 1998), cited in Peter H. Gleick, *The World’s Water 2000–2001* (Washington, DC: Island Press, 2000), p. 53.
16. Water use for grain production from FAO, *op. cit.* note 15.
17. Sandra Postel and Amy Vickers, “Boosting Water Productivity,” in Worldwatch Institute, *State of the World 2004* (New York: W.W. Norton & Company, 2004), pp. 51–52.

18. Ibid.
19. Wang Shucheng, private meeting with author, Beijing, May 2004.
20. FAO, *Crops and Drops* (Rome: 2002), p. 17; Alain Vidal, Aline Comeau, and Hervé Plusquellec, *Case Studies on Water Conservation in the Mediterranean Region* (Rome: FAO, 2001), p. vii.
21. FAO, *op. cit.* note 20; Vidal, Comeau, and Plusquellec, *op. cit.* note 20.
22. Postel and Vickers, *op. cit.* note 17, p. 53.
23. Sandra Postel et al., “Drip Irrigation for Small Farmers: A New Initiative to Alleviate Hunger and Poverty,” *Water International*, March 2001, pp. 3–13.
24. Ibid.
25. For more information on water users associations, see R. Maria Saleth and Arial Dinar, *Water Challenge and Institutional Response: A Cross-Country Perspective* (Washington, DC: World Bank, 1999), p. 26.
26. Saleth and Dinar, *op. cit.* note 25, p. 6.
27. World Bank and Swiss Agency for Development and Cooperation, Summary Report, Middle East and North Africa Regional Water Initiative Workshop on Sustainable Groundwater Management, Sana’a, Yemen, 25–28 June 2000, p. 19.
28. Peter Wonacott, “To Save Water, China Lifts Price,” *Wall Street Journal*, 14 June 2004.
29. USDA, *op. cit.* note 1.
30. Population from United Nations, *op. cit.* note 4; grain consumption from USDA, *op. cit.* note 1; water calculation based on 1,000 tons of water for 1 ton of grain from FAO, *op. cit.* note 15.
31. USDA, *op. cit.* note 1.
32. FAO, *op. cit.* note 3, with livestock data updated 14 July 2005; 2005 production estimates from FAO, Global Information and Early Warning System on Food and Agriculture (GIEWS), *Food Outlook*, No. 1 (Rome: April 2005).
33. Feed-to-poultry conversion ratio derived from data in Robert V. Bishop et al., *The World Poultry Market—Government Intervention and Multilateral Policy Reform* (Washington, DC: USDA, 1990); conversion ratio of grain to beef based on Allen

- Baker, Feed Situation and Outlook staff, ERS, USDA, discussion with author, 27 April 1992; pork data from Leland Southard, Livestock and Poultry Situation and Outlook staff, ERS, USDA, discussion with author, 27 April 1992; fish from Rosamond L. Naylor et al., “Effect of Aquaculture on World Fish Supplies,” *Nature*, vol. 405 (29 June 2000), pp. 1,017–24.
34. Figure 9–1 from FAO, *op. cit.* note 3, with livestock data updated 14 July 2005; FAO, GIEWS, *op. cit.* note 32; fish data from FAO, FISHSTAT Plus, electronic database, at www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp, updated March 2005.
35. FAO, *op. cit.* note 34.
36. Naylor et al., *op. cit.* note 33; polyculture in India from W. C. Nandeesha et al., “Breeding of Carp with Oviprim,” in Indian Branch, Asian Fisheries Society, India, Special Publication No. 4 (Mangalore, India: 1990), p. 1.
37. Krishen Rana, “Changing Scenarios in Aquaculture Development in China,” FAO Aquaculture Newsletter, August 1999, p. 18.
38. Catfish requirements from Naylor et al., *op. cit.* note 33; U.S. catfish production data from USDA, National Agricultural Statistics Service, Catfish Production (Washington, DC: February 2003), p. 5.
39. FAO, *op. cit.* note 34; Naylor et al., *op. cit.* note 33; Taija-Riitta Tuominen and Maren Esmark, *Food For Thought: The Use of Marine Resources in Fish Feed* (Oslo: WWF-Norway, 2003); Rebecca Goldberg and Rosamond Naylor, “Future Seascapes, Fishing, and Fish Farming,” *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 3, no. 1 (February 2005), pp. 21–28.
40. FAO, *op. cit.* note 34; FAO, *The State of World Fisheries and Aquaculture 2004* (Rome: 2004).
41. USDA, *op. cit.* note 1; Suzi Fraser Dominy, “Soy’ s Growing Importance,” *World Grain*, 13 April 2004.
42. Use of soy is from author’ s calculations based on USDA, *op. cit.* note 1, and on USDA, Foreign Agricultural Service (FAS), various agricultural reports (Washington, DC: various years); growth in biodiesel discussed in more detail in Chapter 2.
43. USDA, *op. cit.* note 1.

44. Ibid.
45. Ibid.; David McKee, “Crushing Competition,” *World Grain*, 13 April 2004; USDA, FAS, *China Oilseeds and Products Annual Report 2004* (Beijing: March 2004); Dominy, *op. cit.* note 41.
46. Historical statistics in Worldwatch Institute, *Signposts 2002*, CD-Rom (Washington, DC: 2002); USDA, *op. cit.* note 1.
47. Figure 9–2 from FAO, *op. cit.* note 3, updated 14 July 2005; preliminary 2005 production estimates from FAO, *GIEWS, Food Outlook*, No. 2 (Rome: June 2005).
48. S. C. Dhall and Meena Dhall, “Dairy Industry—India’ s Strength in Its Livestock,” *Business Line*, Internet Edition of *Financial Daily* from The Hindu group of publications, 7 November 1997; see also Surinder Sud, “India Is Now World’ s Largest Milk Producer,” *India Perspectives*, May 1999, pp. 25–26; A. Banerjee, “Dairying Systems in India,” *World Animal Review*, vol. 79, no. 2 (1994).
49. Milk supply per person from FAO, *op. cit.* note 3, updated 27 August 2004; United Nations, *op. cit.* note 4.
50. Banerjee, *op. cit.* note 48; Dhall and Dhall, *op. cit.* note 48.
51. Wade, Branson, and Xiang, *op. cit.* note 7; China’ s crop residue production and use from Gao Tengyun, “Treatment and Utilization of Crop Straw and Stover in China,” *Livestock Research for Rural Development*, February 2000.
52. USDA, ERS, “China’ s Beef Economy: Production, Marketing, Consumption, and Foreign Trade,” *International Agriculture and Trade Reports: China* (Washington, DC: July 1998), p. 28.
53. S. F. Li, “Aquaculture Research and Its Relation to Development in China,” in *World Fish Center, Agricultural Development and the Opportunities for Aquatic Resources Research in China* (Penang, Malaysia: 2001), p. 26; FAO, *op. cit.* note 34.
54. FAO, *op. cit.* note 34; FAO, *op. cit.* note 3, updated 14 July 2005.
55. United Nations, *op. cit.* note 4; FAO, *op. cit.* note 3, updated 14 July 2005.
56. China’ s economic growth from International Monetary Fund, *World Economic Outlook Database*, at www.imf.org/external/pubs/ft/weo, updated 13 April 2005.
57. Meat consumption from FAO, *op. cit.* note 3, updated 14 July 2005.

-
58. Author's calculations from USDA, *op. cit.* note 1; United Nations, *op. cit.* note 4.
 59. USDA, *op. cit.* note 1; United Nations, *op. cit.* note 4.
 60. USDA, *op. cit.* note 1; United Nations, *op. cit.* note 4; Organisation for Economic Co-operation and Development, "Total Health Expenditure Per Capita, US\$ PPP," table, OECD Health Data, www.oecd.org, June 2005.
 61. FAO, *op. cit.* note 3, updated 14 July 2005.
 62. USDA, *op. cit.* note 1.
 63. Poultry derived from data in Bishop et al., *op. cit.* note 33; catfish and carp from Naylor et al., *op. cit.* note 33.
 64. Naylor et al., *op. cit.* note 33; feed-to-poultry conversion ratio derived from data in Bishop et al., *op. cit.* note 33.
 65. Aquaculture output from FAO, *op. cit.* note 34.
 66. *Ibid.*; "Mekong Delta to Become Biggest Aquatic Producer in Vietnam," Vietnam News Agency, 3 August 2004.
 67. USDA, ERS, Natural Resources and Environment Division, Agricultural Resources and Environmental Indicators, 1996–1997, Agricultural Handbook No. 712 (Washington, DC: 1997).

第十章 穩定氣候

1. United Nations, Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change (New York: 1997); S. Pacala and R. Socolow, "Stabilization Wedges: Solving the Climate Problem for the Next 50 Years with Current Technologies," *Science*, 13 August 2004.
2. European Commission, "Commissioner Piebalgs: Europe Could Save 20% of Its Energy by 2020," press release (Brussels: 22 June 2005); "Europe Tries to Replace Fossil Fuels With Sustainable Energy," *Environment News Service*, 18 July 2005.
3. European Commission, *op. cit.* note 2; "Europe Tries to Replace Fossil Fuels With Sustainable Energy," *op. cit.* note 2.
4. James Brooke, "Japan Squeezes to Get the Most of Costly Fuel," *New York Times*, 4 June 2005.

5. Ibid.
6. Ralph Torrie, Richard Parfett, and Paul Steenhof, *Kyoto and Beyond: The Low-Emission Path to Innovation and Efficiency* (Ottawa: The David Suzuki Foundation and Climate Action Network Canada, October 2002); Alison Bailie et al., *The Path to Carbon-Dioxide-Free Power: Switching to Clean Energy in the Utility Sector, A Study for the World Wildlife Fund* (Washington, DC: Tellus Institute and The Center for Energy and Climate Solutions, April 2003).
7. Ontario Ministry of Energy, “McGuinty Government Unveils Bold Plan to Clean Up Ontario’s Air,” press release (Toronto: 15 June 2005); EIN Publishing, “Ontario Unveils Plan for Replacing Coal-fired Power Plants,” *Global Warming Today*, 28 June 2005; Gibbons quoted in Martin Mittelstaedt, “Putting Out the Fires,” *Globe and Mail* (Toronto), 15 March 2003.
8. Ray Anderson, writing in Torrie, Parfett, and Steenhof, *op. cit.* note 6, p. 2.
9. Per capita energy consumption in U.S. Department of Energy (DOE), Energy Information Administration (EIA), “France,” “Germany,” “Spain,” “United Kingdom,” “United States,” EIA Country Analysis Briefs (Washington, DC: updated at various times between November 2004 and July 2005).
10. Bill Prindle, “How Energy Efficiency Can Turn 1300 New Power Plants Into 170,” fact sheet (Washington, DC: Alliance to Save Energy, 2 May 2001).
11. Howard Geller, “Compact Fluorescent Lighting,” American Council for an Energy-Efficient Economy Technology Brief, www.aceee.org, viewed 1 May 2003.
12. Gasoline savings based on Malcolm A. Weiss et al., *Comparative Assessment of Fuel Cell Cars* (Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology, February 2003); 2004 sales estimate from “Sales Numbers and Forecasts for Hybrid Vehicles,” at www.hybridcars.com, viewed 29 August 2005; 2008 sales projections from David L. Greene, K. G. Duleep, and Walter McManus, *Future Potential of Hybrid and Diesel Powertrains in the U.S. Light-Duty Vehicle Market* (Oak Ridge, Tennessee: Oak Ridge National Laboratory, 2004).
13. Figure 10–1 from Worldwatch Institute, *Signposts 2004*, CD-Rom (Washington, DC: 2004), updated by Earth Policy Institute from Global Wind Energy Council

- (GWEC), “Global Wind Power Continues Expansion: Pace of Installation Needs to Accelerate to Combat Climate Change,” press release (Brussels: 4 March 2005); American Wind Energy Association (AWEA), *Global Wind Energy Market Report* (Washington, DC: March 2004). Oil, natural gas, coal, and nuclear power from British Petroleum (BP), *BP Statistical Review of World Energy 2005* (London: Group Media & Publishing, 2005), pp. 9, 25, 33–34.
14. Worldwatch Institute, op. cit. note 13, updated by Earth Policy Institute from GWEC, op. cit. note 13; Danish Wind Industry Association, “Did You Know?” fact sheet, at www.windpower.org, viewed 1 August 2005; BTM Consult ApS, “International Wind Energy Development: World Market Update 2004: Forecast 2005–2009,” press release (Ringkøbing, Denmark: 31 March 2005).
15. GWEC, op. cit. note 13; GWEC, *Wind Force 12: A Blueprint to Achieve 12% of the World’s Electricity from Wind Power by 2020* (Belgium: European Wind Energy Association and Greenpeace, 2005); European Wind Energy Association (EWEA), *Wind Power Targets for Europe: 75,000 MW by 2010* (Belgium: October 2003).
16. GWEC, op. cit. note 13; GWEC, op. cit. note 15; Garrad Hassan and Partners, *Sea Wind Europe* (London: Greenpeace, March 2004).
17. British Wind Energy Association (BWEA), “Statistics,” fact sheet, www.bwea.org, viewed 8 August 2005; “Big Boost for Offshore Wind Power,” Reuters, 19 December 2003.
18. Estimate of heat wave deaths across Europe compiled in Janet Larsen, “Record Heat Wave in Europe Takes 35,000 Lives,” *Eco-Economy Update* (Washington, DC: Earth Policy Institute, 9 October 2003), updated with Istituto Nazionale di Statistica (Istat), *Bilancio Demografico Nazionale: Anno 2003* (Rome: Istituto Nazionale di Statistica, 2004); wind power from GWEC, op. cit. note 13; Les Perreaux, “Windmill Project To Push Quebec Past Alberta In Wind Energy Production,” *Canadian Press*, 5 October 2004; Stephen Leahy, “Change in the Chinese Wind,” *Wired News*, 4 October 2004; GWEC, op. cit. note 15.
19. D. L. Elliott, L. L. Wendell, and G. L. Gower, *An Assessment of the Available Windy Land Area and Wind Energy Potential in the Contiguous United States* (Richland,

- WA: Pacific Northwest Laboratory, 1991).
20. Ibid.; C. L. Archer and M. Z. Jacobson, “The Spatial and Temporal Distributions of U.S. Winds and Wind Power at 80 m Derived from Measurements,” *Journal of Geophysical Research*, 16 May 2003.
 21. Larry Flowers, National Renewable Energy Laboratory, “Wind Power Update,” www.eren.doe.gov/windpoweringamerica/pdfs/wpa/wpa_update.pdf, viewed 19 June 2002; Glenn Hasek, “Powering the Future,” *Industry Week*, 1 May 2000; 2 per kilowatt-hour from EWEA and Greenpeace, *Wind Force 12* (Brussels: May 2003).
 22. “US Wind Power Industry Gets Tax Credit Boost,” *Reuters*, 13 March 2002; “Blocked US Energy Bill Slows Wind Power Projects,” *Reuters*, 12 January 2004; American Wind Energy Association, “Energy Bill Extends Wind Power Incentive Through 2007: First-Ever ‘Seamless’ Extension Will Spur Investment, Job Creation, and Clean Energy Production,” press release (Washington, DC: 29 July 2005).
 23. Internet from Molly O’ Meara Sheehan, “Communications Networks Expand,” in *Worldwatch Institute, Vital Signs 2003* (New York: W.W. Norton & Company, 2003), pp. 60–61.
 24. Harry Braun, *The Phoenix Project: Shifting From Oil to Hydrogen with Wartime Speed*, prepared for the Renewable Hydrogen Roundtable, World Resources Institute, Washington, DC, 10–11 April 2003, pp. 3–4; ability of U.S. automobile industry to produce a million wind turbines per year is author’s estimate.
 25. Fossil fuel subsidies from Bjorn Larsen, *World Fossil Fuel Subsidies and Global Carbon Emissions in a Model with Interfuel Substitution*, Policy Research Working Paper 1256 (Washington, DC: World Bank, 1994), p. 7; companies involved in wind from Birgitte Dyrekilde, “Big Players to Spark Wind Power Consolidation,” *Reuters*, 18 March 2002.
 26. Jim Dehlsen, *Clipper Wind*, discussion with author, 30 May 2001; Massachusetts Institute of Technology, “MIT Hosts Hearing On Cape Wind Farm,” press release (Cambridge, MA: 14 December 2004).

-
27. AWEA, “Wind Energy Projects,” fact sheet (Washington, DC: 24 April 2005); calculation of electricity production from Tom Gray, AWEA, e-mail to author, 12 June 2002.
 28. Wind royalties from Union of Concerned Scientists, “Farming the Wind: Wind Power and Agriculture,” www.ucsusa.org/clean_energy/renewable_energy/page.cfm?pageID=128; for corn, calculations by author using data from John Dittrich, American Corn Growers Association, “Major Crops: A 27-Year History with Inflation Adjustments,” Key Indicators of the U.S. Farm Sector (Washington, DC: January 2002); beef is author’s estimate.
 29. “Benchmark Oil Price Hits Dollars 66.50 A Barrel,” Financial Times, 29 September 2005.
 30. DOE and U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Fuel Economy Guide (Washington, DC: 2005); gasoline savings based on Malcolm A. Weiss et al., Comparative Assessment of Fuel Cell Cars (Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology, 2003).
 31. DOE and EPA, op. cit. note 30; Marv Balousek, “Hybrid Cars Are Catching On,” Wisconsin State Journal, 10 August 2005; EPA, “Emission Facts,” fact sheet, www.epa.gov/otaq/consumer/f00013.htm, updated 15 July 2005.
 32. John Porretto, “Ford Expands Lineup of Hybrid SUVs,” Chicago Sun-Times, 14 April 2004; Matthew L. Wald, “Designed to Save, Hybrids Burn Gas in Drive for Power,” New York Times, 17 July 2005; General Motors, “Hybrid Power to the People,” New York Times, 27 September 2004.
 33. Lester R. Brown, “The Short Path to Oil Independence,” Eco-Economy Update (Washington, DC: Earth Policy Institute, 13 October 2004); Senator Joseph Lieberman, remarks prepared for Loewy Lecture, Georgetown University (Washington, DC: 7 October 2005).
 34. Amory B. Lovins et al., Winning the Oil Endgame: Innovation for Profits, Jobs, and Security (Snowmass, CO: Rocky Mountain Institute, 2004), p. 64.
 35. Associated Press, “Review Faults Electricity Grid System,” Los Angeles Times, 30 September 2004.

-
36. C. L. Archer and M. Z. Jacobson, "Evaluation of Global Wind Power," *Journal of Geophysical Research*, vol. 110, no. D12110 (2005), pp. 1–20.
 37. Denis Hayes, "Sunpower," in Energy Foundation, 2001 Annual Report (San Francisco: February 2002), pp. 10–18.
 38. Figure 10–2 shows cumulative solar installations with data compiled from Paul Maycock, "PV News Annual Market Survey Results," *Photovoltaic News*, April 2005; Janet L. Sawin, "Solar Energy Markets Booming," in Worldwatch Institute, *Vital Signs 2005* (New York: W.W. Norton & Company, 2005), pp. 36–37; market share from Katharine Mieszkowski, "How George Bush Lost the Sun," *Salon*, 25 October 2004; Michael Schmela, "This is a Sharp World," *Photon International*, March 2004.
 39. William J. Kelly, "German Renewables Law Portends Tight California Market," *California Energy Circuit*, 18 May 2004; Office of Energy Efficiency and Renewable Energy (EERE), DOE, "Net Metering, Tax Credits for Solar Energy Included in Energy Act," *EERE Network News*, 10 August 2005.
 40. European Photovoltaic Industry Association and Greenpeace, *Solar Generation* (Brussels: September 2001); Paul Maycock, "Japanese PV Residential Dissemination Program Exceeds Goals," *Photovoltaic News*, January 2004.
 41. Paul Maycock, "German 100,000 Roofs Program Tops 130 MW in 2003," *Photovoltaic News*, August 2004.
 42. Kelly, *op. cit.* note 39.
 43. "Manchester's Tallest Building Gets Europe's Largest Solar Array," *Environment News Service*, 9 November 2004.
 44. "Power to the Poor," *The Economist*, 10 February 2001, pp. 21–23.
 45. Bernie Fischlowitz-Roberts, "Sales of Solar Cells Take Off," *Eco-Economy Update* (Washington, DC: Earth Policy Institute, 11 June 2002); population without electricity in World Summit on Sustainable Development, Department of Public Information, Press Conference on Global Sustainable Energy Network (Johannesburg: 1 September 2002).
 46. Paul Maycock, "Japanese Issue 'Roadmap to 2030,'" *Photovoltaic News*,

- December 2004, p. 1, and Mantik Kusjanto and Anneli Palmén, “Germany’s Solar World Seeks Place in the Sun,” Reuters, 13 January 2005, cited in Sawin, *op. cit.* note 38; EERE, *op. cit.* note 39.
47. Robert H. Williams, “Facilitating Widespread Deployment of Wind and Photovoltaic Technologies,” in Energy Foundation, 2001 Annual Report (San Francisco: February 2002), pp. 19–30.
48. Scott Sklar, “Sleepers That Are Coming to Light,” Earthscan, 7 February 2005; EERE, “Spain to Build an 11-Megawatt Solar Power Tower,” EERE Network News, 24 August 2005.
49. Sawin, *op. cit.* note 38.
50. Li Hua, “From Quantity to Quality: How China’s Maturing Solar Thermal Industry Will Need to Face Up to Market Challenges,” Renewable Energy World, January-February 2005, pp. 56–57, cited in Sawin, *op. cit.* note 38; Germany from David Sharrock, “Spain Makes Solar Panels Mandatory in New Buildings,” Times Online (U.K.), 9 November 2004.
51. Sawin, *op. cit.* note 38; Sharrock, *op. cit.* note 50.
52. Charlene Wardlow, “The Environmental Benefits of Geothermal Energy,” presented at Environmental and Energy Study Institute, “Geothermal Energy: Heating Up the Renewable Energy Portfolio,” briefing to United States House of Representatives, Washington, DC, 8 February 2005.
53. Japan from Hal Kane, “Geothermal Power Gains,” in Lester R. Brown et al., *Vital Signs 1993* (New York: W.W. Norton & Company, 1993), p.
- 54; DOE, EIA, “Japan,” EIA Country Analysis Brief (Washington, DC: updated August 2004); other potential in World Bank, “Geothermal Energy,” prepared under the PB Power and World Bank partnership program, www.worldbank.org/html/fpd/energy/geothermal, viewed 23 January 2003.
54. Mary H. Dickson and Mario Fanelli, “What is Geothermal Energy?” (Pisa, Italy: Istituto di Geoscienze e Georisorse, CNR, February 2004), online at International Geothermal Association, iga.igg.cnr.it/index.php; 1990 data from International Geothermal Association, “Electricity Generation,” at iga.igg.cnr.it/index.php,

updated 20 July 2005.

55. Dickson and Fanelli, *op. cit.* note 54; Philippines share from World Bank, *op. cit.* note 53; California from Alyssa Kagel, Diana Bates and Karl Gawell, *A Guide to Geothermal Energy and the Environment* (Washington, DC: Geothermal Energy Association, 22 April 2005).
56. World Bank, *op. cit.* note 53.
57. John W. Lund and Derek H. Freeston, "World-Wide Direct Uses of Geothermal Energy 2000," *Geothermics*, vol. 30 (2001), pp. 34, 51, 53; Ben Hirschler, "Hydrogen Puts Iceland on Road to Oil-Free Future," *Reuters*, 31 May 2002.
58. Lund and Freeston, *op. cit.* note 57.
59. *Ibid.*; California in World Bank, *op. cit.* note 53.
60. World Bank, *op. cit.* note 53.
61. Lund and Freeston, *op. cit.* note 57, pp. 46, 53.
62. Population from United Nations, *World Population Prospects: The 2004 Revision* (New York: February 2005); Peter Janssen, "The Too Slow Flow: Why Indonesia Could Get All Its Power From Volcanoes— But Doesn' t," *Newsweek*, 20 September 2004.
63. Calculation of electricity production from Gray, *op. cit.* note 27; Renewable Fuels Association, "Homegrown for the Homeland: Ethanol Industry Outlook 2005" (Washington, DC: 2005).
64. Renewable Fuels Association, *op. cit.* note 63; average ethanol yield in Brazil calculated by Earth Policy Institute from São Paulo Sugar Cane Agroindustry Union (UNICA), cited in Alfred Szwarc, "Use of Bio- Fuels in Brazil," presentation at In-Session Workshop on Mitigation, SBSTA 21 / COP 10, Buenos Aires: Ministry of Science and Technology, 9 December 2004; Christoph Berg, *World Fuel Ethanol Analysis and Outlook* (Ratzeburg, Germany: F.O. Licht, April 2004); net energy yields from F.O. Licht, cited in Szwarc, *op. cit.* this note.
65. "Oil Yields and Characteristics," *Journey to Forever*, at www.journeytoforever.org/biodiesel_yield.html, viewed 15 July 2005; soybean yield is author' s estimate.
66. Geothermal heat and hydrogen from Árni Ragnarsson and Thorkell Helgason, eds.,

Energy In Iceland: Historical Perspective, Present Status, Future Outlook (Reykjavik, Iceland: National Energy Authority (Orkustofnun) and Ministries of Industry and Commerce, February 2004), pp. 21, 42; hydropower from Ragnheidur Inga Thorarinsdottir and Helga Bardadottir, eds., Energy Statistics in Iceland (Reykjavik, Iceland: National Energy Authority (Orkustofnun), September 2004).

67. Lovins et al., *op. cit.* note 34.

68. DOE, EIA, “United States,” EIA Country Analysis Brief (Washington, DC: updated January 2005).

69. Donald W. Aitken, “Germany Launches Its Transition: How One of the Most Advanced Industrial Nations Is Moving to 100 Percent Energy from Renewable Sources,” *Solar Today*, March/April 2005, pp. 26–29.

70. Janssen, *op. cit.* note 62; hydroelectricity from DOE, EIA, “Indonesia,” EIA Country Analysis Brief (Washington, DC: updated July 2004).

71. GWEC, *op. cit.* note 15, p. 7.

72. Brazil’s ethanol self-sufficiency potential calculated by Earth Policy Institute from UNICA, “Brazil as a Strategic Supplier of Fuel Ethanol,” presentation for the Governors’ Ethanol Coalition, January 2005.

73. Hydropower and electricity generation from DOE, EIA, “China,” EIA Country Analysis Brief (Washington, DC: updated August 2005); wind potential from GWEC, *op. cit.* note 15, p. 28.

74. GWEC, *op. cit.* note 15, p. 43.

75. DOE, *op. cit.* note 68; C. Palese et al., “Wind Regime and Wind Power in North Patagonia, Argentina,” *Wind Engineering*, 1 September 2000, pp. 361–77; “Clean Energy in Patagonia from Wind and Hydrogen,” *Inter Press Service*, 15 May 2005.

76. Kelly, *op. cit.* note 39.

第十一章 打造永續城市

1. United Nations, *World Urbanization Prospects: The 2003 Revision* (New York: 2004), p. 129.
2. Christopher Flavin, “Hearing on Asia’s Environmental Challenges: Testimony of Christopher Flavin,” Committee on International Relations, U.S. House of Representatives, Washington, DC, 22 September 2004; David Schrank and Tim Lomax, *2005 Urban Mobility Study* (College Station, TX: Texas Transportation Institute, May 2005), p. 1.
3. Susan Ives, “The Politics of Happiness,” Trust for Public Land, 9 August 2002; Lisa Jones, “A Tale of Two Mayors: The Improbable Story of How Bogota, Colombia, Became Somewhere You Might Actually Want To Live,” *Grist Magazine*, 4 April 2002.
4. Enrique Peñalosa, “Parks for Livable Cities: Lessons from a Radical Mayor,” keynote address at the Urban Parks Institute’s Great Parks/Great Cities Conference (Chicago: 30 July 2001); Ives, *op. cit.* note 3; Jones, *op. cit.* note 3; Claudia Nanninga, “Energy Efficient Transport—A Solution for China,” *Voices of Grassroots*, November 2004.
5. Peñalosa, *op. cit.* note 4.
6. Jones, *op. cit.* note 3; Molly O’ Meara, *Reinventing Cities for People and the Planet*, *Worldwatch Paper 147* (Washington, DC: Worldwatch Institute, June 1999), p. 47.
7. O’ Meara, *op. cit.* note 6, p. 47.
8. Urban population in 1900 from Mario Polèse, “Urbanization and Development,” *Development Express*, no. 4, 1997; United Nations, *World Urbanization Prospects, The 2003 Revision: Data Tables and Highlights* (New York: 2004), pp. 1, 6.
9. O’ Meara, *op. cit.* note 6, pp. 14–15; United Nations, *op. cit.* note 8, p. 7; United Nations, *World Population Prospects, The 2004 Revision: Highlights* (New York: 2005), pp. 1, 28; U.N. Department of Economic and Social Affairs, Population Division, *Urban Agglomerations 2003*, wall chart (New York: March 2004).
10. World Health Organization, “The World Health Organization Warns of the Rising

- Threat of Heart Disease and Stroke as Overweight and Obesity Rapidly Increase: WHO Urges Healthy Diet, Physical Activity, No Tobacco Use,” press release (Geneva: 22 September 2005); Jane E. Brody, “As America Gets Bigger, the World Does Too,” *New York Times*, 19 April 2005.
11. Los Angeles from Sandra Postel, *Last Oasis*, rev. ed. (New York: W.W. Norton & Company, 1997), p. 20; Mexico City from Joel Simon, *Endangered Mexico* (San Francisco, CA: Sierra Club Books, 1997); “Beijing Residents to Drink Water from Yangtze,” *Xinhua News Agency*, 12 May 2005.
 12. U.S. Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service, *Grain: World Markets and Trade and Oilseeds: World Markets and Trade* (Washington, DC: various issues).
 13. “China Faces Water Shortage of 40 Billion Cubic Meters Every Year,” *Agence France-Presse*, 28 December 2004.
 14. Richard Register, “Losing the World, One Environmental Victory at a Time—And a Way to Solve That Problem,” essay (Oakland, CA: Ecocity Builders, Inc., 31 August 2005); Richard Register, *Ecocities: Building Cities in Balance with Nature* (Berkeley, CA: Berkeley Hill Books, 2002).
 15. Register, “Losing the World,” *op. cit.* note 14.
 16. Register, “Losing the World,” *op. cit.* note 14.; 2003 population estimate from U.S. Census Bureau, “San Luis Obispo (city), California,” factsheet, at quickfacts.census.gov/qfd/states/06/0668154.html, revised 29 September 2005.
 17. Register, “Losing the World,” *op. cit.* note 14.
 18. See Chapters 2 and 10 for further discussion of the energy economy.
 19. Jay Walljasper, “Unjamming the Future,” *Ode*, October 2005, pp. 36–41.
 20. Molly O’ Meara Sheehan, “Making Better Transportation Choices,” in Lester R. Brown et al., *State of the World 2001* (New York: W.W. Norton & Company, 2001), p. 116.
 21. William D. Eggers, Peter Samuel, and Rune Munk, *Combating Gridlock: How Pricing Road Use Can Ease Congestion* (New York: Deloitte, November 2003); Tom Miles, “London Drivers to Pay UK’ s First Congestion Tax,” *Reuters*, 28 February 2002; Randy Kennedy, “The Day The Traffic Disappeared,” *New York Times*

- Magazine, 20 April 2003, pp. 42–45.
22. Transport for London, *Central London Congestion Charging: Impacts Monitoring—Third Annual Report* (London: 2005), p. 1; Transport for London, *Central London Congestion Charging: Impacts Monitoring—Second Annual Report* (London: April 2004), pp. 2, 4, 13; Transport for London, *Impacts Monitoring Programme: First Annual Report* (London: 2003), p. 52; bicycles and mopeds from Transport for London data cited in Blake Shaffer and Georgina Santos, *Preliminary Results of the London Congestion Charging Scheme* (Cambridge, U.K.: 2003), p. 22.
 23. “Cardiff Congestion Charge Looming,” BBC News, 12 July 2005; Juliette Jowit, “Congestion Charging Sweeps The World—A Rash Of Cities Round The Globe Is Set To Travel The Same Road as London,” *Guardian* (London), 15 February 2004; Rachel Gordon, “London’s Traffic Tactic Piques Interest in S.F.—Congestion Eased by Making Drivers Pay to Traverse Busiest Areas at Peak Times,” *San Francisco Chronicle*, 4 June 2005; Andy Moore and John Lamb, “Congestion Charging,” *SEPA View* (Scottish Environmental Protection Agency), no. 18 (Winter 2004); Transportation Alternatives, *London Businesses Still Back Congestion Charging*, press release (New York: 4 September 2003); Jim Motavalli, “Climate for Change: England Gets Serious About Global Warming,” *E: The Environmental Magazine*, May-June 2005; “Swedish Government Approves Congestion Tax for Stockholm on Trial Basis,” *Associated Press*, 29 April 2005.
 24. O’ Meara, *op. cit.* note 6, p. 45.
 25. China’s bicycle production compiled from United Nations, *The Growth of World Industry: 1969 Edition*, vol. 1 (New York: 1970), from *Yearbook of Industrial Statistics* (New York: various years), and from *Industrial Commodity Statistics Yearbook* (New York: various years); “World Market Report,” *Interbike Directory* (Laguna Beach, CA: Miller-Freeman, various years); “China’s Bicycle Output to Stabilize Until 2008,” *Global Sources*, 5 August 2005; 143 bicycles per 100 households in 2002 from “China Ends ‘Bicycle Kingdom’ As Embracing Cars,” *China Daily*, 11 November 2004; 3.39 people per household in 2002 from “Chinese Families Shrinking in Size,” *China Today*,

-
- August 2005; 2002 population in China from United Nations, *World Population Prospects: The 2004 Revision*, op. cit. note 9; cars in China from Ward' s Communications, *Ward' s World Motor Vehicle Data 2004* (Southfield, MI: 2004), p. 16.
26. Number of police forces in Matthew Hickman and Brian A. Reaves, *Local Police Departments 1999* (Washington, DC: U.S. Department of Justice, Bureau of Justice Statistics, 2001); arrest rate from a conversation with a member of the Washington, DC, police force.
27. Glenn Collins, "Old Form of Delivery Thrives in New World of E-Commerce," *New York Times*, 24 December 1999.
28. O' Meara, op. cit. note 6, pp. 47–48.
29. Ibid.
30. Spanish Railway Foundation, "Spanish Greenways Programme," *Vias Verdes Web site*, at www.ffe.es/viasverdes/programme.htm, viewed 10 August 2005.
31. Walljasper, op. cit. note 19.
32. O' Meara, op. cit. note 6, pp. 47–48; Japan from author' s personal observation.
33. "Farming in Urban Areas Can Boost Food Security," *FAO Newsroom*, 3 June 2005.
34. Ibid.
35. Jac Smit, "Urban Agriculture' s Contribution to Sustainable Urbanisation," *Urban Agriculture*, August 2002, p. 13.
36. Ibid.
37. Ibid., p. 12.
38. "Gardening for the Poor," *FAO Newsroom*, 2004, at www.fao.org/newsroom/en/field/2004/37627/article_37647en.html, viewed 27 June 2005.
39. Ibid.
40. "Cuba: Ciudad de la Habana," *Urban Agriculture*, August 2002, p. 22; Lawrence Solomon, "Sowing the Skyline," *National Post* (Urban Renaissance Institute), 13 November 2004; Katherine H. Brown and Anne Carter, *Urban Agriculture and Community Food Security in the United States: Farming from the City Center to the*

- Urban Fringe (Venice, CA: Community Food Security Coalition, October 2003), p. 10; United Nations, *op. cit.* note 1, p. 260.
41. Brown and Carter, *op. cit.* note 40, p. 7.
42. *Ibid.*
43. Sunita Narain, “The Flush Toilet is Ecologically Mindless,” *Down to Earth*, 28 February 2002, pp. 28–32; dead zones in R. J. Diaz, J. Nestlerode, and M. L. Diaz, “A Global Perspective on the Effects of Eutrophication and Hypoxia on Aquatic Biota,” in G. L. Rupp and M. D. White (eds.), *Proceedings of the 7th Annual Symposium on Fish Physiology, Toxicology and Water Quality*, Estonia, 12–15 May 2003 (Athens, GA: U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Ecosystems Research Division: 2003).
44. Narain, *op. cit.* note 43.
45. *Ibid.*
46. *Ibid.*
47. EPA, “Water Efficiency Technology Factsheet—Composting Toilets,” information sheet (Washington, DC: September 1999); Jack Kieffer, *Appalachia—Science in the Public Interest, Humanure: Preparation of Compost from the Toilet for Use in the Garden*, ASPI Technical Series TP 41 (Mount Vernon, KY: ASPI Publications, 1998).
48. EPA, *op. cit.* note 47.
49. Tony Sitathan, “Bridge Over Troubled Waters,” *Asia Times*, 23 August 2002; “Singapore Opens Fourth Recycling Plant to Turn Sewage into Water,” *Associated Press*, 12 July 2005.
50. Peter H. Gleick, *The World’s Water 2004-2005: The Biennial Report on Freshwater Resources* (Washington, DC: Island Press, 2004), p. 149.
51. *Ibid.*, pp. 106, 113–15.
52. United Nations, *World Population Prospects, The 2004 Revision: Highlights*, *op. cit.* note 9, p. 1; United Nations, *op. cit.* note 1, pp. 1, 4.
53. Hari Srinivas, “Defining Squatter Settlements,” *Global Development Research Center Web site*, www.gdrc.org/uem/define-squatter.html, viewed 9 August 2005.
54. *Ibid.*

-
55. O' Meara, *op. cit.* note 6, p. 49.
 56. Rasna Warah, *The Challenge of Slums: Global Report on Human Settlements 2003* (New York: U.N. Human Settlements Programme, 2003).
 57. Srinivas, *op. cit.* note 53.
 58. E. O. Wilson, *Biophilia* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1984); S. R. Kellert and E. O. Wilson, eds., *The Biophilia Hypothesis* (Washington, DC: Island Press, 1993).
 59. Theodore Roszak, Mary Gomes, and Allen Kanner, eds., *Restoring the Earth, Healing the Mind* (San Francisco: Sierra Club Books, 1995).
 60. Public transport ridership growth rate calculated from American Public Transportation Association, *APTA Transit Ridership Report*, at www.apta.com/research/stats/ridershp/riderep/documents/history.pdf, viewed 10 August 2005; Justin Blum, "Oil Prices Spike As Storm Nears," *Washington Post*, 20 September 2005.
 61. Ding Guangwei and Li Shishun, "Analysis of Impetuses to Change of Agricultural Land Resources in China," *Bulletin of the Chinese Academy of Sciences*, vol. 13, no. 1 (1999).
 62. Molly O' Meara Sheehan, *City Limits: Putting the Breaks on Sprawl*, *Worldwatch Paper 156* (Washington, DC: Worldwatch Institute, June 2001), p. 11; Schrank and Lomax, *op. cit.* note 2.
 63. Jim Motavalli, "The High Cost of Free Parking," *E: The Environmental Magazine*, March–April 2005.
 64. O' Meara, *op. cit.* note 6, p. 49; Donald C. Shoup, "Congress Okays Cash Out," *Access*, fall 1998, pp. 2–8.
 65. "Paris To Cut City Centre Traffic," *BBC News*, 15 March 2005; J. H. Crawford, "Existing Carfree Places," at www.carfree.com; see also J. H. Crawford, *Carfree Cities* (Utrecht, Netherlands: International Books, July 2000).
 66. Lyndsey Layton, "Mass Transit Popularity Surges in U.S.," *Washington Post*, 30 April 2000; Bruce Younkin, Manager of Fleet Operations at Penn State University, State College, PA, discussion with Janet Larsen, Earth Policy Institute, 4 December 2000.

第十二章 構建新經濟

1. Expansion in world economy from International Monetary Fund (IMF), World Economic Outlook Database, at www.imf.org/external/pubs/ft/weo, updated April 2005; Angus Maddison, *The World Economy: A Millennial Perspective* (Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), 2001).
2. Øystein Dahle from discussion with author at State of the World Conference, Aspen, CO, 22 July 2001.
3. Redefining Progress, *The Economists' Statement on Climate Change* (Oakland, CA: 1997); ECOTEC Research and Consulting, *Study on the Economic and Environmental Implications of the Use of Environmental Taxes and Charges in the European Union and its Member States* (Brussels: 2001), pp. 24–25; David Malin Roodman, “Environmental Tax Shifts Multiplying,” in Lester R. Brown et al., *Vital Signs 2000* (New York: W.W. Norton & Company, 2000), pp. 138–39.
4. Roodman, op. cit. note 3; German Federal Environment Ministry, *Environmental Effects of the Ecological Tax Reform* (Bonn: 2002); Donald W. Aitken, “Germany Launches Its Transition: How One of the Most Advanced Industrial Nations Is Moving to 100 Percent Energy from Renewable Sources,” *Solar Today*, March/April 2005, pp. 26–29.
5. Ministry of Finance, Sweden, “The Budget for 2005: A Commitment to More Jobs and Increased Welfare,” press release (Stockholm: 20 September 2004); Ministry of Finance, Sweden, “Taxation and the Environment,” press release (Stockholm: 25 May 2005); household size from Target Group Index, “Household Size,” *Global TGI Barometer* (Miami: 2005); population from United Nations, *World Population Prospects: The 2004 Revision* (New York: 2005).
6. Andrew Hoerner and Benoît Bosquet, *Environmental Tax Reform: The European Experience* (Washington, DC: Center for a Sustainable Economy, 2001); European Environment Agency (EEA), *Environmental Taxes: Recent Developments in Tools for Integration*, Environmental Issues Series No. 18 (Copenhagen: 2000); U.S. chlorofluorocarbon tax from Elizabeth Cook, *Ozone Protection in the United States:*

- Elements of Success (Washington, DC: World Resources Institute, 1996); city of Victoria from David Malin Roodman, “Environmental Taxes Spread,” in Lester R. Brown et al., *Vital Signs 1996* (New York: W.W. Norton & Company, 1996), pp. 114–15.
7. Tom Miles, “London Drivers to Pay UK’ s First Congestion Tax,” Reuters, 28 February 2002; Randy Kennedy, “The Day the Traffic Disappeared,” *New York Times Magazine*, 20 April 2003, pp. 42–45; Sarah Blaskovich, “London Hikes Congestion Charge to Force More Cars off the Streets,” Associated Press, 3 July 2005.
 8. World Energy Council, *Energy Efficiency Policies and Indicators* (London: 2001), Annex 1; Howard W. French, “A City’ s Traffic Plans Are Snarled by China’ s Car Culture,” *New York Times*, 12 July 2005.
 9. U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, “Cigarette Price Increase Follows Tobacco Pact,” *Agricultural Outlook*, January–February 1999.
 10. Centers for Disease Control and Prevention, “Annual Smoking-Attributable Mortality, Years of Potential Life Lost, and Economic Costs— United States, 1995–1999,” *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 12 April 2002; Campaign for Tobacco-Free Kids et al., *Show Us the Money: A Report on the States’ Allocation of the Tobacco Settlement Dollars* (Washington, DC: 2003); New York from Jodi Wilgoren, “Facing New Costs, Some Smokers Say ‘Enough,’ ” *New York Times*, 17 July 2002; cigarette death toll from World Health Organization, *World Health Report 2002* (Geneva: 2002), p. 10.
 11. International Center for Technology Assessment, *The Real Price of Gasoline*, Report No. 3 (Washington, DC: 1998), p. 34; U.S. Department of Energy (DOE), *Energy Information Administration (EIA), This Week in Petroleum* (Washington, DC: various issues).
 12. Mick Corliss, “Carbon Tax Stuck in Detour to Kyoto,” *Japan Times*, 17 January 2002; “China Studying Energy Conservation Taxes,” *Asia Times*, 22 April 2005.
 13. Peter P. Wraný and Kai Schlegelmilch, “The Ecological Tax Reform in Germany,” prepared for the UN/OECD Workshop on Enhancing the Environment by Reforming

- Energy Prices, Pruhonice, Czech Republic, 14–16 June 2000.
14. OECD, European Commission, and EEA, Environmentally Related Taxes Database, at www.oecd.org/env/tax-database, updated 13 May 2003.
 15. “BTM Predicts Continued Growth for Wind Industry,” in Soren Krohn, *Wind Energy Policy in Denmark: Status 2002* (Copenhagen: Danish Wind Energy Association, 2002), p. 8.
 16. N. Gregory Mankiw, “Gas Tax Now!” *Fortune*, 24 May 1999, pp. 60–64.
 17. “Addicted to Oil,” *The Economist*, 15 December 2001; environmental tax support from David Malin Roodman, *The Natural Wealth of Nations* (New York: W.W. Norton & Company, 1998), p. 243.
 18. Roodman, op. cit. note 17, pp. 15–27.
 19. Australia in John Tierney, “A Tale of Two Fisheries,” *New York Times Magazine*, 27 August 2000; South Australian Southern Zone Rock Lobster Fishery Management Committee, *Southern Zone Rock Lobster Annual Report 2003–2004* (Adelaide, South Australia: May 2005), pp. 2–5.
 20. Richard Schmalensee et al., “An Interim Evaluation of Sulfur Dioxide Emissions Trading,” in Robert N. Stavins, ed., *Economics of the Environment* (New York: W.W. Norton & Company, 2000), pp. 455–71.
 21. Edwin Clark, letter to author, 25 July 2001.
 22. André de Moor and Peter Calamai, *Subsidizing Unsustainable Development* (San José, Costa Rica: Earth Council, 1997); Barbara Crossette, “Subsidies Hurt Environment, Critics Say Before Talks,” *New York Times*, 23 June 1997.
 23. World Bank, *World Development Report 2003* (New York: Oxford University Press, 2003), pp. 30, 142.
 24. Belgium, France, and Japan from Seth Dunn, “King Coal’ s Weakening Grip on Power,” *World Watch*, September/October 1999, pp. 10–19; coal subsidy reduction in Germany from Robin Pomeroy, “EU Ministers Clear German Coal Subsidies,” *Reuters*, 10 June 2002; subsidy cut figures in China from Roodman, op. cit. note 17, p. 109; sulfur coals tax from DOE, EIA, *China: Environmental Issues* (Washington, DC: 2001).

-
25. John Whitelegg and Spencer Fitz-Gibbon, *Aviation' s Economic Downside*, 3rd ed. (London: Green Party of England & Wales, 2003); dollar conversion based on December 2003 exchange rate in IMF, "Representative Exchange Rates for Selected Currencies in December 2003," Exchange Rate Archives by Month, at www.imf.org/external/np/fin/rates/param_rms_mth.cfm, viewed 1 October 2005.
 26. Erich Pica, ed., *Running On Empty: How Environmentally Harmful Energy Subsidies Siphon Billions from Taxpayers*, A Green Scissors Report (Washington, DC: Friends of the Earth, 2002), pp. 2–3.
 27. Internet' s start from Barry M. Leiner et al., "A Brief History of the Internet," at www.isoc.org/internet/history/brief.shtml, viewed 4 August 2000; wind power in California from Peter H. Asmus, *Wind Energy, Green Marketing, and Global Climate Change* (Sacramento, CA: California Regulatory Research Project, 1999), and from California Energy Commission, "Wind Energy in California," at www.energy.ca.gov/wind/overview.html, viewed 15 January 2003.
 28. Marine Stewardship Council, "World' s First Sustainable Seafood Products Launched," press release (London: 3 March 2000); Marine Stewardship Council, "Marine Stewardship Council Awards Sustainability Label to Alaska Salmon," press release (London: 5 September 2000).
 29. Marine Stewardship Council, "Sustainability Label to Alaska Salmon," op. cit. note 28; Marine Stewardship Council, "Certified Fisheries," at www.msc.org, viewed 15 August 2005.
 30. World Wide Fund for Nature (WWF), *The Forest Industry in the 21st Century* (Surrey, U.K.: 2001).
 31. Ibid.
 32. Ibid.
 33. WWF, *Certification: A Future for the World' s Forests* (Surrey, U.K.: WWF Forests for Life Campaign, 2000), p. 4; Forest Stewardship Council, *FSC Certified Forests* (Bonn, Germany: 2005), p. 53.
 34. WWF, op. cit. note 30; Natural Resources Defense Council (NRDC), "Good Wood: How Forest Certification Helps the Environment," at www.nrdc.org/land/forests/

- qcert.asp, viewed 15 August 2005; Rainforest Alliance, “Profiles in Sustainable Forestry: IKEA—Furniture for Better Forestry,” at www.rainforest-alliance.org/programs/profiles/documents/IKEAProfile.pdf, viewed 24 August 2005; Rainforests.net, “The Forest Industry in the 21st Century: Top 5 Wood Buyers,” factsheet, at www.rainforests.net/top5woodbuyers.htm, viewed 27 September 2005.
35. “Russia Set to Begin Certification of Forests,” and “Russia Works Out System for Mandatory Wood Certification,” Interfax, 5 June 2001; Russia now has 4 million hectares of FSC certified forest and another 10–15 million hectares are actively seeking accreditation, according to Forest Stewardship Council, “FSC takes off in Russia,” FSC News, 30 June 2005.
36. National Renewable Energy Laboratory, Summary of Green Pricing Programs (Golden, CO: updated 12 July 2001).
37. Global Green USA, “Santa Monica Unanimously Approves RFP Process to Switch All City Facilities to Green Power,” press release (Los Angeles: 14 October 1998); Oakland from Peter Asmus, *Reaping the Wind* (Washington, DC: Island Press, 2000); New American Dream, “Institutional Purchasing Program: What’s Happening Around the Country,” at www.newdream.org/procure/categories.php, updated January 2004.
38. Environmental Protection Agency (EPA), Green Power Partnership, “Top 25 Partners,” factsheet, at www.epa.gov/greenpower/partners/top25.htm, viewed 28 June 2005; EPA, Green Power Partnership, “Our Partners,” factsheet, at www.epa.gov/greenpower/partners/gpp_partners.htm, viewed 19 September 2005.
39. Junko Edahiro, e-mail to author, 8 October 2005.
40. Consumers Union, “In Time for Earth Day, Consumers Union Launches www.eco-labels.org,” press release (Yonkers, NY: 10 April 2001); Federal Environmental Agency (Germany), “Information Sheet for Submission of New Proposals for the ‘Blue Angel’ Environmental Label” (Berlin: Federal Environmental Agency, 2001); Canada Environmental Choice from www.environmentalchoice.com; U.S. Energy Star program information from www.energystar.gov.
41. Ernst Ulrich von Weizsäcker, Amory B. Lovins, and L. Hunter Lovins, Factor

-
- Four: Doubling Wealth, Halving Resource Use (London: Earthscan, 1997); Friedrich Schmidt-Bleek et al., *Factor 10: Making Sustainability Accountable, Putting Resource Productivity into Praxis* (Carnoules, France: Factor 10 Club, 1998), p. 5.
42. William McDonough and Michael Braungart, *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things* (New York: North Point Press, 2002); Rebecca Smith, “Beyond Recycling: Manufacturers Embrace ‘C2C’ Design,” *Wall Street Journal*, 3 March 2005.
43. U.S. Geological Survey (USGS), “Iron and Steel Scrap,” in *Mineral Commodity Summaries* (Reston, VA: U.S. Department of the Interior, 2005), pp. 88–89; Steel Recycling Institute, “Recycling Scrapped Automobiles: Recycling Steel And Iron Used In Automobiles,” brochure (Pittsburgh, PA: no date).
44. Recycling rates from USGS, *op. cit.* note 43.
45. USGS, “Recycling—Metals,” in *Minerals Yearbook 2003: Volume I— Metals and Minerals* (Reston, VA: U.S. Department of the Interior, 2004), pp. 61.5–61.6; Italy and Spain from Hal Kane, “Steel Recycling Rising Slowly,” in Lester R. Brown et al., *Vital Signs 1992* (New York: W.W. Norton & Company, 1992), p. 98.
46. “Recycling Taken to a New Level: Buildings,” Associated Press, 1 November 2004.
47. Tim Burt, “VW is Set for \$500m Recycling Provision,” *Financial Times*, 12 February 2001; Mark Magnier, “Disassembly Lines Hum in Japan’ s New Industry,” *Los Angeles Times*, 13 May 2001.
48. Finland in Brenda Platt and Neil Seldman, *Wasting and Recycling in the United States 2000* (Athens, GA: GrassRoots Recycling Network, 2000); Prince Edward Island Government, “PEI Bans the Can,” Prince Edward Island official Web site, at www.gov.pe.ca/index.php3?number=43924, viewed 15 August 2005.
49. Brenda Platt and Doug Rowe, *Reduce, Reuse, Refill!* (Washington, DC: Institute for Local Self-Reliance, 2002); energy in David Saphire, *Case Reopened: Reassessing Refillable Bottles* (New York: INFORM, Inc., 1994).
50. Dupont will cut all material waste and emission of toxic substances to the environment, according to its “Safety, Health, and Environmental Commitment,”

as reported 15 April 1998 by University of California at Berkeley, “People Product Strategy” program, at best.me.berkeley.edu/~pps/pps/dupont_dfe.html; “How High the Moon—The Challenge of ‘Sufficient’ Goals,” *The New Bottom Line*, 30 June 2004.

51. NEC Corporation, *Annual Environmental Report 2000: Ecology and Technology* (Tokyo: 2000), pp. 24–27.
52. John E. Young, “The Sudden New Strength of Recycling,” *World Watch*, July/August 1995, p. 24.
53. “China is No. 1 in Asian Cell Phone Market,” *International Herald Tribune*, 17 August 2000.
54. Catherine Ferrier, *Bottled Water: Understanding a Social Phenomenon* (Surrey, U.K.: WWF, 2001).
55. *Ibid.*
56. *Ibid.*
57. Leanne Farrell et al., *Dirty Metals: Mining, Communities and the Environment* (Washington, DC: Earthworks and Oxfam America, 2004), pp. 4–5; gold, iron, and steel production data from USGS, “Gold,” “Iron Ore,” and “Iron and Steel,” in *Mineral Commodity Summaries* (Reston, VA: U.S. Department of the Interior, 2005), pp. 72–73, 84–87; ratios of ore mined to metal produced from Lester Brown, *Eco-Economy* (Washington, DC: Earth Policy Institute, 2001), p. 130.
58. Share of gold to jewelry from Earthworks, “Valentine’s Gold Jewelry Sales Generate 34,000,000 Tons of Mine Waste,” press release (Washington, DC: 11 February 2005); Lemke from “Don’t Mine Gold for Jewels,” *Reuters*, 10 December 2000.
59. Clive Hamilton and Hal Turton, *Subsidies to the Aluminum Industry and Climate Change*, Background Paper No. 21, Submission to Senate Environment References Committee Inquiry into Australia’s Response to Global Warming (Canberra, Australia: The Australia Institute, 1999), pp. 3–4; Hal Turton, *The Aluminium Smelting Industry: Structure, Market Power, Subsidies and Greenhouse Gas Emissions*, Discussion Paper Number 44 (Canberra, Australia: The Australia Institute,

- 2002), p. vii; dollar conversion based on January 2002 exchange rate in IMF, *op. cit.* note 25; John E. Young, “Aluminum’ s Real Tab,” *World Watch*, March/April 1992, pp. 26–33.
60. Weizsäcker quoted in John Young, “The New Materialism: A Matter of Policy,” *World Watch*, September/October 1994, p. 34.
61. Coal and natural gas consumption from BP, *BP Statistical Review of World Energy* (London: Group Media & Publishing, 2005), pp. 26, 33; European Wind Energy Association, *Wind Energy—The Facts: An Analysis of Wind Energy in the EU-25, Executive Summary* (Brussels: 2004), pp. 2, 7.
62. Aquaculture growth calculated from U.N. Food and Agriculture Organization (FAO), FISHSTAT Plus, electronic database, at www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp, updated March 2005; fish protein conversion from Rosamond L. Naylor et al., “Effect of Aquaculture on World Fish Supplies,” *Nature*, vol. 405 (29 June 2000), p. 1,022.
63. Michael Renner, “Vehicle Production Sets New Record,” and Gary Gardner, “Bicycle Production Recovers,” both in Worldwatch Institute, *Vital Signs 2001* (New York: W.W. Norton & Company, 2001), pp. 68–71; Ward’ s Communications, *Ward’ s World Motor Vehicle Data 2004* (Southfield, MI: 2004), p. 216; John Crenshaw, *Bicycle Retailer and Industry News*, email to Danielle Murray, Earth Policy Institute, 19 August 2005.
64. Gary Gardner, “Bicycle Production Rolls Forward,” in Worldwatch Institute, *Vital Signs 2002* (New York: W.W. Norton & Company, 2002), pp. 76–77.
65. United Nations, “New UN Report Outlines Indicators for Sustainable Energy Use,” press release (New York: 15 April 2005).
66. Total land area is 13.1 billion hectares, arable land is 1.4 billion hectares, according to FAO, *FAOSTAT Statistics Database*, at apps.fao.org, updated 4 April 2005.
67. Oil expenditures calculated from petroleum demand and price per barrel from DOE, EIA, *Short-Term Energy Outlook—August 2005* (Washington, DC: 2005).
68. Aquaculture growth calculated from FAO, *op. cit.* note 62.
69. Plantation area from FAO, *Forest Resources Assessment (FRA) 2000* (Rome: 2001),

p. 402.

第十三章 創造未來的B計畫

1. United Nations, *World Population Prospects: The 2004 Revision* (New York: 2005).
2. 1998 data from U.N. Food and Agriculture Organization (FAO), *The State of Food Insecurity in the World 2000* (Rome: 2000); 2002 data from FAO, *The State of Food Insecurity in the World 2004* (Rome: 2004).
3. Fund for Peace and the Carnegie Endowment for International Peace, “The Failed States Index,” *Foreign Policy*, July/August 2005, pp. 56–65.
4. Munich Re, *Topics Annual Review: Natural Catastrophes 2001* (Munich, Germany: 2002), pp. 16–17; “Katrina May Cost as Much as Four Years of War: Government Certain to Pay More than \$200 Billion Following Hurricane,” Associated Press, 10 September 2005; P. J. Webster et al., “Changes in Tropical Cyclone Number, Duration, and Intensity in a Warming Environment,” *Science*, vol. 309 (16 September 2005), pp. 1844–46.
5. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), “Heat-Related Deaths—Chicago, Illinois, 1996–2001, and United States, 1979–1999,” *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 4 July 2003; estimate of deaths across Europe compiled in Janet Larsen, “Record Heat Wave in Europe Takes 35,000 Lives,” *Eco-Economy Update* (Washington, DC: Earth Policy Institute, 9 October 2003), updated with Istituto Nazionale di Statistica, *Bilancio Demografico Nazionale: Anno 2003* (Rome: 15 July 2004).
6. Silvia Aloisi, “Senegal Mulls ‘Green Wall’ to Stop Desert Advance,” Reuters, 1 August 2005.
7. Richard Black, “Arctic Ice ‘Disappearing Quickly,’ ” BBC News, 28 September 2005; National Snow and Ice Data Center/University of Washington, “Sea Ice Decline Intensifies,” press release (Boulder, CO: 28 September 2005); Steve Connor, “Global Warming ‘Past the Point of No Return,’ ” *Independent* (London), 16 September 2005; R. Warrick et al., “Changes in Sea-Level,” in J. T. Houghton et al., eds., *Climate Change, 1995: The Science of Climate Change* (Cambridge, U.K.:

-
- Cambridge University Press, 1995), pp. 359–405, cited in Dorthe Dahl-Jensen, “The Greenland Ice Sheet Reacts,” *Science*, 21 July 2000, pp. 404–05.
8. Jared Diamond, *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed* (New York: Penguin Group, 2005).
 9. Record oil prices in U.S. Department of Energy (DOE), Energy Information Administration, “This Week in Petroleum” press release, (Washington, DC: 28 September 2005).
 10. Joseph Tainter, *The Collapse of Complex Societies* (Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 1988).
 11. World Business Academy, “Interface’ s Ray Anderson: Mid-Course Correction,” *Global Reconstruction*, vol. 19, issue 5 (2 June 2005); Ray Anderson, “A Call for Systemic Change,” speech at the National Conference on Science, Policy, & the Environment: Education for a Secure and Sustainable Future, Washington, DC, 31 January 2003.
 12. For information on mobilization, see Francis Walton, *Miracle of World War II: How American Industry Made Victory Possible* (Macmillan: New York, 1956).
 13. Franklin Roosevelt, “State of the Union Address,” 6 January 1942, at www.ibiblio.org/pha/7-2-188/188-35.html.
 14. Harold G. Vatter, *The US Economy in World War II* (New York: Columbia University Press, 1985), p. 13.
 15. Doris Kearns Goodwin, *No Ordinary Time—Franklin and Eleanor Roosevelt: The Home Front in World War II* (New York: Simon & Schuster, 1994), p. 316; “Point Rationing Comes of Age,” *Business Week*, 19 February 1944.
 16. “War Production—The Job ‘That Couldn’ t Be Done,’ ” *Business Week*, 5 May 1945; Donald M. Nelsen, *Arsenal of Democracy: The Story of American War Production* (New York: Harcourt, Brace and Co., 1946), p. 243.
 17. Goodwin, *op. cit.* note 15.
 18. Sir Edward Grey quoted in Walton, *op. cit.* note 12.
 19. Jeffrey Sachs, “One Tenth of 1 Percent to Make the World Safer,” *Washington Post*, 21 November 2001.

20. See Table 7–1 and associated discussion in Chapter 7 for more information.
21. Ibid.
22. See Tables 7–1 and 8–1 and associated discussion for more information on basic social goals (Chapter 7) and earth restoration goals (Chapter 8).
23. Table 13–2 compiled by Earth Policy Institute from Center for Arms Control and Non-Proliferation, “Highlights of Senate Armed Services Committee Action on the Fiscal Year 2006 Defense Authorization Bill (S. 1042),” factsheet, at www.armscontrolcenter.org/archives/001919.php, 22 July 2005; Christopher Hellman, “U.S. Military Budget is the World’s Largest, and Still Growing,” Center for Arms Control and Non-Proliferation, at www.armscontrolcenter.org/archives/001221.php, 7 February 2005, based on data from the International Institute for Strategic Studies and the U.S. Department of Defense; Elisabeth Sköns et al., “Military Expenditure,” in Stockholm International Peace Research Institute, *SIPRI Yearbook 2005: Armaments, Disarmament and International Security* (Oxford: Oxford University Press, 2005); U.S. Department of Defense, Office of the Under Secretary of Defense (Comptroller), *National Defense Budget Estimates for FY 2006* (Washington, DC: 2005); Eugene Carroll from Christopher Hellman, “Last of the Big Time Spenders: U.S. Military Budget Still the World’s Largest and Growing,” Center for Defense Information, at www.cdi.org/issues/wme/spendersFY03.html, 4 February 2002.
24. For more information on tax restructuring, see Chapter 12.
25. For more information on energy efficiency, see Chapter 10.
26. Gordon Brown, “Marshall Plan for the Next 50 Years,” *Washington Post*, 17 December 2001.
27. Gerard Bon, “France’s Chirac Backs Tax to Fight World Poverty,” *Reuters*, 4 September 2002.
28. “A Long Decade of Negotiations: The Difficult Birth of the Kyoto Protocol,” *European Affairs*, summer 2002.
29. J. Andrew Hoerner and Benoît Bosquet, *Environmental Tax Reform: The European Experience* (Washington, DC: Center for a Sustainable Economy, 2001), pp. 17–18.

-
30. Ministry of Finance, Sweden, “The Budget for 2005: A Commitment to More Jobs and Increased Welfare,” press release (Stockholm: 20 September 2004); Ministry of Finance, Sweden, “Taxation and the Environment,” press release (Stockholm: 25 May 2005).
 31. Fred Pearce, “Cities Lead the Way to a Greener World,” *New Scientist*, 4 June 2005; Office of the Mayor, Greg Nickels, Seattle, “U.S. Mayors’ Climate Protection Agreement,” at www.seattle.gov/mayor/climate, updated 3 October 2005.
 32. John Richardson, “States Poised to Set Limits on Emissions,” *Portland Press Herald*, 21 September 2005; Kathy Belyeu, “States of Motion: Not Content to Wait for Federal Action, More U.S. States Act to Develop Renewable Energy,” *Solar Today*, May/June 2005.
 33. Jared Diamond, “The Ends of the World as We Know Them,” *New York Times*, 1 January 2005; Diamond, *op. cit.* note 8.
 34. Diamond, *op. cit.* note 8.
 35. Geoffrey Dabelko, “Nobel of the Ball: Kenyan Eco-Activist Wangari Maathai Wins Nobel Peace Prize,” *Grist Magazine*, 8 October 2004.
 36. For more information about the United Nations Foundation, see www.unfoundation.org.
 37. For more information about the Bill & Melinda Gates Foundation, see www.gatesfoundation.org.
 38. Diamond, *op. cit.* note 8; Ronald Wright, *A Short History of Progress* (New York: Carroll and Graf Publishers, 2005); Jeffrey Sachs, “Can Extreme Poverty Be Eliminated?” *Scientific American*, September 2005, pp. 56–65; Amory Lovins, “More Profit with Less Carbon,” *Scientific American*, September 2005, pp. 74–82.

B計畫2.0—拯救地球 延續文明

著者 雷斯特 R. 布朗
譯者 曾育慧
主編 謝和霖
編輯 鄭齊德
發行人 吳焜裕
出版者 看守台灣研究中心
社團法人看守台灣協會
台北市文山區汀州路4段105巷10號1樓

電話：02-29357651

傳真：02-29356977

E-MAIL：twwatch@ms31.hinet.net

Website: www.taiwanwatch.org.tw

出版日期：2011年10月份初版

版權所有・翻印必究

原著書名 PLAN B 2.0—Rescuing a Planet under Stress and

a Civilization in Trouble

Copyright© 2006 Earth Policy Institute

<http://www.earth-policy.org/>

All rights reserved.

ISBN-10: 0393328317

ISBN-13: 978-0393328318