

全球化下的中國環境

中國是世界上人口最多的國家，國土面積居世界第四。在世界主要國家中，中國經濟龐大而且成長快速，但是環境問題最為嚴重，而且可能進一步惡化。

包括政府領導人在內的許多中國人，已經意識到環境問題的嚴重性，並已著手改進。譬如北京和其他一些大城市的空氣品質的一些環境問題，已有所改善。然而比起環境整體的惡化，這些局部改善微不足道，保護環境努力跟不上環境的破壞，也無法抑制其他環境指標的進一步惡化。中國環境問題重重，從空氣污染、生物多樣性降低、耕地減少、漁業資源耗竭、荒漠化、濕地消失、草地退化、人為因素造成的自然災害頻率和強度的日增，到外來物種入侵、過度放牧、江河斷流、土地鹽鹼化、土壤侵蝕、垃圾堆積、水資源的短缺和污染，數不勝數。這些問題造成中國嚴重的經濟損失，社會衝突並危及公眾健康。

中國環境問題波及世界其他國家，而因為全球化、環境污染和資源開發，世界其他國家同樣也影響著中國的環境。中國是大氣層中排放硫化物（SO）和氯氟碳化合物（CFCs）最多的國家¹；飄塵和空氣污染物已向東影響到鄰國，甚至北美；因為是世界上兩個主要熱帶雨林木材進口國之一²，中國已成為砍伐熱帶雨林的推動力。中國捕魚量占世界百分之十五，魚和海產品消費量達到世界百分之三十三^{3, 4}。作為「世界工廠」，中國消耗自然資源，出口產品到國外，但卻把污染物留在國內。雖然中國目前的人均環境影響量遠遠低於發達國家（表一），但是如果中國趕上發達國家的水準，對世界環境的影響將巨大無比。

下面我們將先介紹中國的一些背景情況，然後討論中國環境影響的類型、對中國民衆的影響、中國與其他國家的相互影響、中國環境的未來，最後提供一些改善環境的建議（大部分參考文獻和資料來源列在《自然》雜誌和本刊網站的補充資訊內）。

地理、人口、經濟和政策

地理

中國環境複雜多樣（圖一），擁有世界最高最大的高原，世界最高的一些山脈，名列世界最長的河流之中的長江和黃河，許多的湖泊，漫長的海岸線和

巨大的大陸礁棚。生態系統從冰川、沙漠到草原，濕地、熱帶雨林、湖泊和海洋，應有盡有（附圖一）。然而，由於各種不同的原因，許多地區極其脆弱。例如，中國西北部地區多變的降雨、大風和乾旱，使得高海拔地區的草地容易遭受沙塵暴和土壤侵蝕。相反，中國南方地區氣候濕潤，但暴雨常引起坡地水土流失。

人口

中國擁有十三億人口（約占世界總人口的百分之二十）。人口數量在過去半世紀中增加了兩倍多（附圖二）。令人鼓舞的是，中國人口年增長率，已經由二十世紀五十年代到七十年代中期的百分之二到三，下降到近年的不到百分之一。這主要是因為一胎化政策造成人口增長率下降的結果。在過去的二十五年中，中國人口死亡率相當穩定（附圖三）。二〇〇三年中國的出生率是每個婦女生一點九個嬰兒，出生率百分之零點七，在附表一的十五個國家中，都是第四低的。

但是，另一個因素卻在背道而馳，中國從一九八五年到二〇〇〇年，家庭增加率比人口增加率快三倍，原因是平均每一個家庭的人口從原來的四點五人下降到三點五人。這使得中國在二〇〇〇年一年之中，就增加了八千萬個家庭，這數目比俄羅斯和加拿大兩國的家庭數目之和還要多。在進行比較的十五個國家中，除了巴基斯坦或許還有俄羅斯，其他十三個國家的家庭規模都在減小。家庭規模的減小，使得中國家庭數目增加量與人口增長量的比率，高居第二（表一）。由於小家庭的人均資源消耗較多，因此中國快速增加的家庭戶數目和家庭人數規模的減少，都對環境帶來了重大的影響。舉例來說，由一九七〇年代晚期到目前，雖然中國家庭規模變小，家庭人均使用面積卻增加了三倍以上（附表四）。

中國也在日益地城市化。從一九五二到二〇〇三年，中國人口「僅僅」翻了一倍，但城市人口比例卻從百分之十三成長三倍到百分之三十九。城市人口數增長七倍超過了五億（附表二）。城市數目增加了四倍達到六百六十多個，其中有三十三個城市的人口超過百萬，現有城市的面積也急劇擴大。

經濟

中國的經濟規模龐大，成長迅速（圖二）。在附表一的十五個國家中，中國國內生產毛額（GDP）名列第三，成長率最高，是世界平均成長率的三倍（表一）。中國是世界鋼鐵、水泥、水產養殖品和電視機的最大生產國，也是

電力和化學紡織產品的第二大生產國。一九七八到二〇〇三年，他的鋼鐵，水泥，化學紡織和彩色電視產量分別增加了七倍，十三倍，四十二倍和一萬七千兩百十四倍（附圖五）。

中國是世界最大的肥料消耗國，占一九八一年來世界肥料增加總量的百分之九十。中國是世界第二大的殺蟲劑的生產和消耗國，總量達全球的百分之十四，也已經成為農藥的淨出口國。生產和使用這些工農業產品，也造成空氣，水和土地的污染，以及其他形式的環境破壞。雖然中國國內生產毛額巨大，並且有大量產物的出口，但是相對於許多其他的國家來說，其人均國內生產毛額和出口值相對還是很小，因此仍有很大的成長空間。

隨著社會不斷富足，一九七八年到二〇〇二年，中國的肉類，牛奶和雞蛋人均消費量分別成長了四倍，四倍和八倍，蛋類消費量已經和富有國家相同。這代表有更多的農業廢棄物，禽畜糞便（已經是工業固體廢棄物的四倍）、魚類排泄物，以及水產養殖的飼料和肥料，都將增加陸上和水中的污染。

中國的交通運輸網和車輛數呈爆發性成長（圖三），一九九四年中國機動車輛數目成長到一九八〇年代六倍情況下，中國決定將汽車工業作為其四個「支柱產業」之一，來刺激經濟的成長，其目標是到二〇一〇年機動車（特別是小汽車）產量增加四倍。這將使中國成為世界上僅次於美國和日本的第三大機動車製造國，也將造成高速公路的擴建，並且以犧牲耕地作為代價，另外將使中國更加依賴進口石油，危及諸如目前已有改善，但仍然不佳的北京空氣品質。

在這些令人印象深刻的統計數字背後，潛藏著一個複雜的面象。在諸如汽車生產和燃料工業這些面臨外國強大競爭和吸收外資的經濟部門，中國和發達國家具有幾乎同樣的效率。一九八〇年以來，在降低中國的能源強度（每一塊美元GDP的能源消耗量）方面，拜淘汰效率低落的老舊設施，利用先進的科技，並且從能源密集的重工業轉型到低能源需求的輕工業和服務業，中國在發展中國家中達到史無前例的成效。

在另一方面，中國的諸如煤礦、水泥和造紙和化學生產等傳統產業，仍然依靠過時、效率低且污染嚴重的技術，這些產業的整體效能只有發達國家的一半。中國的造紙工業的耗水量，超過發達國家的兩倍。農田灌溉由於依靠效率低的表層漫灌，既費水又易引起優養化，造成土壤養分流失並沉積於江河。因為天然氣遠離阿摩尼亞生產中心，中國是利用煤來生產化肥和紡織加工所需要的阿摩尼亞（氨水），但是這樣所消耗的水，是利用天然氣生產阿摩尼亞的四十到八十倍⁷。後面會討論目前已改變的情況。

能源對中國迅速發展的經濟至關緊要，中國是僅次於美國的第二大能源消耗國，然而，二〇〇一年中國人均能源消耗量，僅及美國的九分之一，是世界的二分之一。在附表一的十五國中，排名第八。中國在世界煤的生產和消耗上，居全球之冠⁸，佔世界總量的百分之二十五。上個世紀五十年代以來，中國用煤百分比已經下降，近年來，隨著石油和天然氣以及水力發電的增加，煤的使用百分比上下波動。然而，煤仍是中國的主要能源，也是造成空氣污染和酸雨的主因。二〇〇三年，中國超越日本成為僅次於美國的全球第二大石油消費國⁹。雖然太陽能 and 風能是具有潛力的重要再生能源，但未來十年內，特別是三峽大壩一百八十二億瓦的發電機組在二〇〇九年完工之後，水力發電將變得更加重要（圖一）。

天然氣目前僅佔中國能源消耗的百分之三。但是由於國內蘊藏生產量的增加（二〇〇四年初為五十三兆三千億立方英尺），另外靠液態天然氣管線的進口，到二〇一〇年，天然氣的使用將增加四倍。二〇〇二年七月開工的世界最長天然氣管線（西氣東輸工程），預計二〇〇五年完工，將把天然氣從中國西部和中北部最大的油氣田，輸送到三千八百公里外中國東海岸的上海。另外在廣東的一個先導性液態天然氣計畫，完成後將每年提供四十億立方公尺的天然氣（圖一）。

中國經濟的另外一個特色，是其分佈廣泛的小規模鄉村工業，員工少於六人的鄉鎮企業（附圖七）。這些鄉鎮企業生產了中國三分之一的產品，並創造了半數的出口，但是也造成與產量不成比例的污染^{1, 10}。一些鄉鎮企業技術先進，但其他如製磚、採煤、水泥製造、造紙、農藥和化肥製造、焦炭生產、和冶金鑄造，技術水準低落。鄉鎮企業比大型國有企業消耗更多的資源，並造成更多的污染。

政策

中國領導人曾相信人定勝天，認為只有資本主義社會才有環境破壞¹¹。一九七二年，中國派代表團參加聯合國第一屆人類環境大會，這種思想才開始轉變¹¹。一九七三年中國政府成立了環境保護領導小組，並於一九八八年發展成國家環境保護局，一九九八年又成為國家環境保護總局（SEPA）¹²。中國一九八三年將環境保護列為基本國策，並於一九九四年制訂達成永續化發展的戰略方針，並且在一九九六年開始其環境保護的第一個五年計畫¹²。二〇〇三年，中國政府提出一個強調人本的新的發展概念，試圖達到永續發展，並在人和自然

之間達到和諧，還強調各地區之間以及與外國的社會經濟協調發展¹³。但將其付諸實施仍然相當困難。中國也加入了諸如生物多樣性以及包括消除貧困，環境保護以及永續發展在內的聯合國國千禧年發展計畫等許多國際公約，並且通過超過一百條與環境相關的政策、法律和規章。這些都是絕佳的紙上作業，但將其付諸實施並不容易。在實際上，儘管中國在控制環境破壞方面已付出很大努力，然而在地方上經濟發展常常處於優先地位，經濟發展的好壞仍然是評斷政府官員工作績效的主要標準。

環境影響

幾千年前，中國就曾進行過大規模的森林砍伐。二次大戰和中國內戰之後，一九四九年的和平帶來更多的森林砍伐、過度放牧和水土流失。一九五八到一九六〇年的大躍進，工廠數量急劇增加（一九五七到一九五九年就增加四倍），污染更加嚴重，大規模森林砍伐為低效率的庭院式土法煉鋼提供燃料。由一九六〇年代到一九七〇年代中期，考慮到軍事上易受攻擊，許多工廠由從沿海遷往內地，污染進一步擴大。一九七八年經濟改革以來，包括鄉鎮企業在內的工業化快速發展，環境退化繼續加速^{10, 14}。

比起其他主要的國家，中國面對更大的環境挑戰。在一百四十二個環境永續發展接受評估的國家中，中國位列一百二十九，在進行比較的十五個主要國家中（表一），只比奈及利亞來得高。中國人均生態足跡（一項測量人類自然資源消費與廢棄物輸出的指標）低於世界平均水準，但由於中國人口眾多，其總生態足跡僅次於美國，居世界第二。

中國的環境問題可以歸納為以下五類：空氣、土地、淡水、海洋和生物多樣性。

空氣

中國空氣品質一般來說較低。四分之三的城市居民，生活在空氣品質劣於國家標準的環境中¹⁵。在一九九〇年代，有四分之一的城市每年百分之六十以上的雨天會下酸雨；目前，有四分之一的中國地區受到酸雨影響，使中國進入世界上受酸雨影響最嚴重的國家之列⁸。

產生這些問題的一個主要原因（附圖八），是工業廢氣排放量的不斷增大。在一九八八年工業廢氣排放量減低或保持相對穩定之後，二〇〇三年二氧化硫和一些工業煙塵的排放量，又重新攀升。二〇〇〇年中國是全世界二氧化硫排

放最多的國家（表一），也是世界主要國家人口稠密地區，氮氧化物排放量的第三位（附表）。

在另一方面，有跡象顯現好幾個空氣指標已得到改善。越來越多的工業達到國家排放標準。在四十七個重點實施環境保護的城市，有十一個城市空氣品質已優於國家的二氧化硫排放標準，二十九個城市空氣品質已優於空氣懸浮顆粒濃度的國家標準，這些城市中包括了北京¹⁵。

土地

中國有百分之十九的土地遭受土壤侵蝕，是世界上最嚴重的國家之一¹⁰。在黃河中游的黃土高原地區，土壤侵蝕破壞尤其嚴重，受侵蝕土地面積高達百分之七十；土壤侵蝕對長江流域的影響也在增大，長江由於土壤侵蝕產生的泥沙量已超過世界上兩條最長河流（尼羅河和亞馬遜河）的總和。因為江河（包括水庫和湖泊）中泥沙淤積，從一九四九到一九九〇年，中國航行河道縮短了百分之五十六，同時也限制了可航行船隻的大小。由於長期使用化肥以及殺蟲劑，導致更新土壤的蚯蚓數目減少等原因，使得土壤肥力和品質降低，同時土壤厚度減薄。由於灌溉系統的不合理設計和管理，中國百分之九的土地已受到鹽鹼化影響，儘管中國政府在抗鹽鹼化方面取得了可喜的進展。由於過度放牧和農業土地開墾，中國土地的四分之一正受到土地沙漠化的威脅，這在青海和內蒙古自治區尤為突出。

上述土壤問題加上城市化以及礦業、林業和水產養殖業用地，導致中國農田大量減少。但是人口和人均食物消費量卻在增加，可耕地面積又有限，這將對糧食安全量構成威脅¹⁶。從一九九一到二〇〇〇年，人均耕地擁有量減少到零點一公頃，僅及世界人均耕地的半數。未回收、未用過的工業廢料和垃圾大多傾倒在城市周圍的空地上，污染併吞或破壞高達十萬平方公里的耕地¹⁴。工業固體廢料增多，但由於回收再利用的增加，已使廢棄物數量降低（附圖九）。

中國是世界上森林最貧乏的國家之一。世界人均擁有森林零點六公頃，中國人均僅有零點一公頃。就森林覆蓋率而言，日本為百分之六十四，世界平均值達百分之三十，中國僅為百分之十八（附表）。雖然政府植樹計劃，造成單一樹種的種植面積的擴大，並導致森林總面積增加，但是天然林，尤其是成林的面積卻在減少。森林砍伐是引起中國土壤侵蝕和洪水氾濫的一個主因。一九九八年的洪水波及中國二億四千萬人口，中國政府為之警醒，採取了許多措施，包括在主要河流流域（如長江、黃河）的中上游禁止砍伐天然林。

其他最為嚴重的土地退化，包括草原與濕地的破壞。中國天然草原面積世界第二（僅次於澳大利亞¹），其覆蓋率為百分之四十，主要分佈於乾旱的西北地方¹⁰。然而，中國人均草地擁有量不到世界平均值的一半。從二十世紀八十年代初開始，中國草地以每年大約一萬五千平方公里的幅度減少。由於過度放牧、氣候變化、以及採礦和其他各種形式的開發和生產，中國百分之九十的草原已經退化。自一九五〇年代以來，每公頃草產量減少了百分之四十，雜草和毒草蔓延危害高品質草種。中國草原的退化影響廣泛深遠，不僅涉及中國農民，也影響草原地區以外的人們和其他國家。例如，西藏高原的草原既是中國也是印度、巴基斯坦、孟加拉、泰國、寮國、柬埔寨、越南主要河流的源頭（附圖一）。

中國大約有六十六萬平方公里的濕地，約占世界總濕地的百分之十。然而，由於轉化為農田和其他生產用途，濕地面積不斷減少。中國最大的淡水沼澤地（即位於東北的三江平原）的五分之三，已被抽乾成為農田。如果按照目前的速度，其餘部分將在二十年內全部消失殆盡¹⁰。由於許多天然濕地的喪失，中國現存天然濕地僅占國土面積的百分之三點八，小於世界的百分之六。隨著水位波動的增大、減緩洪水能力的降低以及蓄水能力的減少，濕地的功能也明顯下降。除此而外，濕地還面臨著其他威脅，比如污染加劇、資金不足以及法律和規章的執行不彰。

淡水

由於工業和城市生活污水排放，加上農業和水產養殖業排放的肥料、農藥和糞便而造成大面積的優養化，中國大部分河流和地下水的水質差而且還在劣化⁷。過去十多年來，中國的污水排放量一直在不斷上升（附圖十一）。中國大約百分之七十五的湖泊受到污染，以致一直為北京提供重要水源的北京官廳水庫的水，一九九七年政府宣佈不再適於飲用。雖然工業汙水處理的百分比不斷增加，但是生活汙水處理率只有百分之二十，遠低於發達國家的百分之八十。

水資源短缺和浪費進一步加劇了中國水問題的嚴重性。中國人均淡水擁量只有世界的四分之一；而且分佈不均，北方地區人均水擁有量只有南方地區的三分之一。淡水不足加上使用浪費，造成中國一百多個城市嚴重缺水，甚至導致工業生產中斷。城市用水和灌溉用水，三分之二的水源依賴地下水。一些地方地下水已快耗盡，引起城市地面下陷，使得海水已開始滲入大部分沿海城市的地下含水土層。此外，中國已成為世界河水斷流最嚴重的國家，河水資源的進一步使用將使河水斷流情況更為加重。黃河下游從一九七二到一九九七年的二

十五年中，有二十年發生斷流。黃河斷流天數也令人驚訝的從八十年代的九十天增加到一九九七年的兩百三十天¹⁰。

由於魚類消費量的急劇增加，污染和過度捕撈使得淡水漁業資源遭到嚴重破壞。在過去的二十五年中，人均魚消費量幾乎增長了五倍¹⁷，同時，魚類、軟體動物類和其他水生種類出口量增大。結果導致白鱘接近滅絕，以前中國產量豐富的黃魚和帶魚等魚類現在卻需要進口，長江野生魚類的捕撈量已減少了百分之七十五。為了防止漁業資源的崩潰，二〇〇三年長江首次禁止捕撈。為了滿足對魚類產品的需求，淡水魚養殖業急劇增長（圖四）。

海洋

中國海洋面積達三百萬平方公里，並擁有廣闊的大陸礁棚以及海岸線外長達兩百海浬的專屬經濟區。由於陸地污染物排放、石油外洩和其他海洋活動，幾乎所有的沿岸海域都遭到污染¹。國家海洋局二〇〇四年記錄了八百六十七個將污染物排入大海的主要排泄口，其中二十個排泄口僅在二〇〇三年就排放了約八點八億噸的污水，其中包括一百三十萬噸鉛、鎘和砷等有毒物質的污染物。一九六〇年代中國海洋平均每五年發生一次赤潮，而目前已上升平均每年九十次（圖五）。污染和過度捕撈衝擊漁業資源。天然捕撈量急劇下降，例如過去渤海豐碩的蝦撈獲產量降低了百分之九十，造成養殖海產品增加（圖四）。從一九五〇年代初到二〇〇二年，中國紅樹林面積減少了百分之七十三。

生物多樣性

中國擁有超過世界百分之十的維管類植物和陸生脊椎動物¹⁸。然而，人類活動的影響已造成百分之十五到二十的中國物種（包括大熊貓）處於瀕危之中。許多稀有動植物，如揚子鱷已瀕臨滅絕。為了保護生物多樣性，到二〇〇三年底為止，中國政府已建立了近兩千個自然保護區（圖六），以及許多動物園、博物館、植物園、野生動物飼養中心和基因、細胞庫。大多數保護區於過去的二十年中建立。自然保護區面積已占國土面積的百分之十四點四，高於世界平均水準和大多數發達國家的水準。但是，這些保護區必須得到更好的管理，中國仍需要建立更多，而且有更重要策略意義的保護區¹⁸。

中國本地物種減少的同時，水陸兩種途徑的外來入侵物種卻在大大增加。到二〇〇四年，入侵物種已有四百多種，例如豚草（一種北美土生植物）、水生風信子和福壽螺¹⁹。有些入侵物種已變成害蟲和雜草，嚴重損害了中國的農

業、水產業、林業以及畜牧業生產，僅二〇〇〇年一年就造成一百四十五億美元的經濟損失，占當年中國國內生產毛額的百分之一點四。大部分入侵物種是有意或無意地由國際貿易和其他活動引入中國。一九八六到一九九〇年，光是上海港，三十個國家的三百四十九艘船隻的進口物品，就發現了近兩百種外來雜草。

環境對中國民眾的影響

中國環境退化不僅有害於中國的蚯蚓和黃魚，而且也有害於民眾。環境退化對公眾的影響可分為以下幾類：社會經濟損失，健康費用增加，更頻繁和更嚴重的自然災害。

社會經濟損失

下面我們從小到大依次例舉社會經濟損失的情況。中國每年需花費七千兩百萬美元來控制鱷雜草的蔓延²⁰，這種雜草原本是從巴西引進來做豬飼料的。其蔓延嚴重破壞花園、甘薯地以及橘園。由於水資源短缺迫使工業停產，光是西安市每年就造成兩億五千萬美元的經濟損失¹⁰。沙塵暴每年損失五億四千萬美元²¹。酸雨破壞莊稼和森林，每年減產損失約七億三千萬美元²²。為了防止沙塵暴對北京的襲擊，建設綠色防護林花費就高達六十億美元，土地荒漠化每年造成七十億美元的直接經濟損失，除鱷雜草以外其他一些主要外來入侵物種上每年所造成的損失也達七十億美元。比這些更大的損失，如一九九六年的洪水所導致的一次性經濟損失（兩百七十億美元，仍小於一九九八年洪水的損失），以及每年水和空氣污染造成的經濟損失（五百四十億美元），則更加巨大^{7, 10}。

在過去的二十年中，由於環境污染和生態破壞每年造成的經濟損失，相當於中國國內生產毛額的百分之七到二十²³。除了嚴重的經濟損失之外，污染和資源競爭已經在中國引發了許多社會衝突。據聯合國糧農組織統計，二〇〇一年在中國西南部地區發生森林資源管理的衝突就有十八起。類似地，水資源的短缺誘發了黃河上、下游之間，黃河兩岸之間，以及工業、農業和生態不同需求者之間的：「水戰」。

健康費用增加

環境污染危害公眾健康，從而使社會用於醫療衛生的費用增加。從一九九六到二〇〇一年，中國在公共衛生上的花費增加了百分之八十，相當於每年增加

百分之十三（從一九九六年的三百五十億美元到二〇〇一年的六百三十億美元）²⁴，其中一部分用於應付環境所造成的健康問題。每年大約有三十萬人因空氣污染死亡⁷。中國城市居民的血液平均含鉛量，幾乎是國際上被認為高危險和危及兒童智力發育含鉛量標準的二倍。室外空氣中總懸浮顆粒濃度的增加，使發生呼吸道疾病的危險增大。即使短時間呼吸污染空氣，也可導致新生嬰兒體重過輕，增加嬰兒患病率和死亡率²⁵。

自然災害

中國自然災害發生頻率、數量、規模和影響之大，眾所周知。人類活動造成的自然災害，尤其是沙塵暴、塌方、乾旱和洪水等發生率增大¹⁰。過度放牧、土壤侵蝕、草地退化、土地荒漠化以及部分人為造成的乾旱又引起更頻繁、更嚴重的沙塵暴。從西元三〇〇年到一九四九年，中國西部地區遭受沙塵暴襲擊平均每三十一年一次。自一九九〇年以來，沙塵暴幾乎年年發生。一九九三年五月的巨大沙塵暴使百餘人喪生。近年乾旱程度的不斷增大，被認為是由於森林砍伐而使水循環圈破壞造成的，也可能由於過度地抽取地下水和開發湖泊和濕地，使得地表水減少造成。每年約有十六萬平方公里的農田因災害而歉收，這是一九五〇年代的兩倍。森林砍伐使洪水發生頻率大增。一九九六和一九九八年的洪水是近年來最嚴重的兩次。因為乾旱使植物枯萎，繼之而來的洪水又給裸地造成更嚴重的土壤侵蝕，乾旱和洪水頻繁交替發生比單獨發生造成更大損失。

中國與世界的相互影響

中國與世界各地的相互聯繫已日趨緊密。中國領土廣闊，人口眾多，因而中國的環境變化必然影響到世界其他地區。世界其他國家因投資和貿易促進中國經濟的迅速發展，從而增加了中國對世界環境的影響。一九八〇年以前，中國的國際貿易是微不足道的（圖七a），即使到了一九九一年，在中國的外資也是可以忽略不計的。但近幾年來，這二者卻幾乎呈指數增長（圖七b）。從一九七八到二〇〇三年，中國國際貿易增長了四十倍。

中國在二〇〇二年超過美國，成為世界上吸引外資最多的國家。中國政府建立經濟開發特區，並且向外國投資者提供優惠的稅收和關稅待遇來鼓勵外國投資。如下所述，外國投資和國際貿易對環境的影響既有有利的一面，又有不利的一面^{26, 27}。

利弊兼有的進口

中國進口的許多產品、技術、知識和資金，是有助於環境且有利於中國發展的。一九九二到二〇〇四年間，世界銀行向中國提供超過資金兩百二十億美元，其中大約百分之十用於環境計劃。許多進口原材料和產品，有利於降低國內自然資源的消耗，並減少污染排放量。例如農產品進口，使中國減少化肥、農藥、水的使用以及低產農田面積；石油和天然氣進口使中國減少燃煤污染。自一九九三年以來，中國石油消費量已超過其石油生產量，且缺口仍在增大⁹。從一九八〇到二〇〇二年，中國進口初級產品的價值從七十億美元增長到四百九十億美元。

從另一方面來看，一些進口卻對中國環境造成了明顯的危害。除了前面提到的入侵物種，另一個例子是垃圾進口。一些發達國家將未經處理的垃圾出口到中國，其中包括有毒的化學物質。此外，正在迅猛發展的中國製造業，接受垃圾和廢料作為可回收原材料的廉價來源。例如在浙江省海關記錄中，二〇〇二年九月有三百六十噸電子垃圾貨物，從美國運到中國，其中包括廢料、電子設備和諸如破損或淘汰的電視機，電腦螢幕，影印機和鍵盤等零件。根據對這類垃圾進口資料的不完備統計，從一九九〇到一九九七年，垃圾直接進口量從一百萬噸增加到一千一百萬噸²⁸；從一九九八到二〇〇二年，經香港運入中國的垃圾，從兩百一十萬噸增加到超過兩百七十萬噸。儘管有些人認為，進口有害垃圾是正常國際貿易的一部分，但中國政府禁止並一直在努力阻止垃圾進口。

比垃圾進口更為嚴重的是，許多外國公司轉移先進技術來幫助中國改善環境狀況的同時，其他一些公司則將污染密集工業轉入中國，其中包括在輸出國屬於非法的技術，而對中國環境造成嚴重損害。一九九五年估計中國有一萬六千九百九十八個污染密集工業公司，工業產值總和大約為五百億美元²⁸。由於財力和其他不同的原因，中國常常不可能採用發達國家的先進技術標準，而這一些發達國家卻可以由出口過時甚至非法技術來牟利和獲得競爭優勢。許多中國官員和經濟學家認為，污染密集工業提高了經濟效益，從長遠來看也減少了污染，可說是有利於中國的發展。然而，污染密集工業對環境、人類健康以及社會經濟的正常發展，造成嚴重損害，有些損害如生物多樣性的減少，則是無法回復的。

損己利人的出口

出口貿易是造成中國污染加劇的一個主因，原因是產品出口國外，污染卻留在國內。中國出口的大部分產品是初級品，其製造過程產生嚴重污染並耗費

大量的資源。例如，從一九八九到二〇〇二年由污染嚴重的鄉鎮企業加工的產品，其出口價值增長了三十一倍，其中紡織業增長了二十二倍，食品業增長了十八倍²⁹。

入侵物種的輸出

中國生物多樣性豐富，可能導致中國輸出許多入侵物種。例如三種著名的北美林木病蟲害（栗樹枝枯病、錯誤命名的荷蘭榆樹病和亞洲長角甲蟲），就起源於中國及其附近的東亞地區¹⁹。中國草魚已定居於美國四十五州的河流和湖泊，並與當地魚種競爭，從而改變其水中植物、浮游生物以及無脊椎動物群落。

大氣污染物的輸出

在發達國家一九九五年停止使用破壞臭氧的氣體（如氟氯碳化物）之後，中國成為世界上最大的破壞臭氧氣體的生產和消費者¹。中國的氧化硫排放居世界領先地位，其數量是美國的兩倍。中國人均二氧化碳和氮氧化合物的排放量遠遠低於世界富裕國家，二氧化碳的人均排放量甚至低於墨西哥、俄羅斯和泰國（表一，附表一）。然而由於中國的人口數量龐大，其二氧化碳排放量仍居世界第二，約占世界總排放量的百分之十二。

中國的空氣懸浮顆粒同樣對區域和全球大氣造成影響。當主風向朝東吹時，來自中國沙漠、退化牧場和閒置農田的污染塵埃和沙土，就吹向韓國、日本、太平洋諸島，並可以在一週內橫跨太平洋到達美國和加拿大³⁰。產生這些空氣懸浮顆粒的原因包括中國的燃煤經濟、過度放牧以及土壤侵蝕等。中國一直和國際社會以及受影響國家共同合作，致力減少空氣懸浮顆粒、溫室氣體和破壞臭氧層物質的排放。

森林砍伐轉向國外

中國木材消費量占世界第三位¹。由於木材可為造紙和紙漿、建材、建築提供幾乎所有的原材料，因而中國木產品的需求量與供應量的差距越來越大，尤其自一九九八年洪水之後國家宣佈禁伐，需求與供給的差距更大。自禁伐以來，中國從熱帶和溫帶進口木材增加了六倍³¹。在熱帶林木進口國中，中國進口量迅速增長躍居世界第二，僅次於日本，並將很快超過日本。隨著中國加入世界貿易組織，木製品關稅從百分之十五到二十降到百分之二到三，中國木材進口將進一步增加。其結果是，中國將像日本一樣，通過將森林砍伐轉向國外

來保護本國的森林資源³¹，從而使包括馬來西亞，巴布亞新幾內亞和澳大利亞在內的一些木材出口國的森林資源遭到嚴重破壞。

未來

中國的未來將是什麼樣子？環境問題在加速，試圖解決環境問題的努力也在加速。然而，哪一個更快呢？

人口與政策風險

悲觀主義者認為許多風險在中國正在變成現實。經濟增長仍是中國建設實踐中優先考慮的因素，環境保護或永續發展只是屈居其後。儘管中國人口增長率已降低，但是估計二〇三〇年人口將達到十五億。即使中國現有人口總數不變，到二〇三〇年中國平均每戶人數估計將降到二點二人，僅此一項中國將新增兩億五千多萬戶家庭（比二〇〇〇年全部西半球國家家庭總戶數還多）。

中國公眾環境意識較低，其部分原因是中國教育投資占國內生產毛額的比例少於發達國家的二分之一。雖然中國人口占世界的百分之二十，但教育資金僅占世界教育投資的百分之一。一個大學生一年的學費相當於一個城市工人的全年工資，或三個農民全年的收入，因此大部分家庭負擔不起子女上大學的費用。

中國現行的環境法規大都是單獨分散制定的，而且缺乏有效的執行機制及對長期效果的評估，因此需要一個有系統的辦法。國家對重要環境資源制定的價格極低，結果是在鼓勵浪費。比如從黃河中抽取十到一百噸水用於灌溉，費用僅相當於一小瓶礦泉水的價格¹⁰。中國土地屬國家所有，但在相對較短的時期內，同一土地往往被很多不同的農民使用，農民因而缺乏在土地上進行長期投資並對其進行妥善管理的動力。

產業與建設風險

中國環境還面臨著許多局部的風險。汽車擁有量不斷增長，而農田和濕地卻在不斷消失，其有害後果將會不斷累積。隨著社會的富足，肉類和魚類消費量增加，由畜禽和水產養殖造成的污染（如畜禽和魚類排泄物造成的污染，未被食用的魚食造成的優養化）也將增大。中國是世界上最大的水產養殖食物製造者，也是世界上唯一的水產養殖比野外捕撈提供更多水產品的國家。

中國正在進行世界上三項最大的開發項目（圖一），預期都將產生相當嚴

重的環境問題。長江三峽大壩（世界上最大的水壩，於一九九三年開工並計畫於二〇〇九年竣工），目標是提供電力、控制洪水並改善水上航運，計畫耗資三百億美元，還有百餘萬移民搬遷的社會代價，並伴隨塌方、水污染、水土流失、生物多樣性損失以及對世界上第三大河流生態系統破壞等環境代價³²。成本更高的是於二〇〇二年開工的「南水北調」項目，估計到二〇五〇年才可完工。此項目計畫耗資五百九十億美元，但其結果將造成污染擴散和長江流域水資源分佈不均衡。另一個更大的專案是正在進行的中國西部大開發，其開發範圍涉及全國土地面積的一半。中國領導人視其為國家發展的關鍵。

對世界影響的增加

與所有其他影響相比，更重要的潛在影響是，由於中國是世界上人口最多的國家，而且經濟增長速度最快，因而會造成更嚴重的後果。總的國家生產和消費量是人口規模與人均生產和消費量之積。儘管中國人均生產和消費量仍然很低，但由於其人口數量龐大，其生產和消費總量卻很高。例如，中國四種主要金屬（鋼鐵，鋁，銅和鉛）的人均消費率僅是世界上發達工業國家的百分之九。由於中國正在迅速接近發達國家的經濟發展水準，即使其他國家的人口、生產和消費率保持不變，如果中國人均消費率達到發達國家水準，僅這一項增長將使全世界工業金屬生產或消費量增長百分之九十四，石油生產和消費量增長百分之一百零六。換言之，中國達到世界發達國家的消費標準，將使世界上人類資源使用和環境影響大約增加一倍。然而，目前人類的使用資源以及因而造成的對世界的衝擊，是否可以持續都令人懷疑。一些傳統模式必須拋棄或改變。這就是為什麼中國環境問題就是世界環境問題的原因。

希望的跡象

也有跡象表明中國環境問題的前景是樂觀的。經由加入環境協定，中國在世界上擔當著越來越多的責任和義務。中國正在制定許多關於環境的法律、政策和法規，並逐步加以改善。中國公眾的環境意識不斷提高。中國也在盡力推動更清潔的生產和永續的發展。一些環境和產品標準甚至已達到發達國家的標準。能耗強度正在降低。生產技術和廢棄物處理技術也在改善。

在生產和污染控制方面，中國正在努力推廣諸如生態農業以及一些傳統上有益於環境的生態技術。例如，中國南方地區在水稻田中養魚，可回收利用魚排泄物為肥料，以增加水稻產量，並利用魚類，來控制害蟲和雜草，以減少除草劑、殺蟲藥和人工化肥的使用，在不增加環境破壞的情況下，使水稻產生更多的食物蛋白和碳水化合物。

加入WTO以及將在北京召開的二〇〇八年奧運會，促使中國政府更加重視環境問題。為了減輕北京的空氣污染，市政府要求機動車改裝以便使用天然氣和液化石油氣作為燃料。在一年多一點的時間，中國就淘汰使用含鉛的汽油，這在歐洲和美國是經過多年努力才實現的。新出廠的汽車也必須符合歐洲國家流行的汽車廢氣排放標準。

另一個令人鼓舞的事情是，一九九八年禁伐並開始了天然林保護工程（圖一）來降低洪澇災害發生的風險³³。一九九〇年以來，中國已利用植樹造林和固定沙丘的方式，恢復了兩萬四千平方公里的荒漠化土地¹⁰。於二〇〇〇年開始的退耕還林計畫，以對把農田轉化為林地或草地的農民提供糧食和現金補助，將環境敏感的陡峭山坡退耕還林。到二〇〇三年底，已有七萬九千平方公里的農田種上了樹或草³⁴。二〇一〇年此計畫結束時，預計大約將有十三萬平方公里的農田退耕³⁵，成為世界上最大的保育計劃之一。中國正在設計和採納綠色國民經濟核算體系，即把環境損失納入GDP核算（也稱為綠色GDP）。

建議和展望

中國怎樣才能將其環境變化趨勢從惡化轉為改善？從這篇綜述我們可以直接給出許多具體的建議。比如，中國可以以技術進口減少化肥和農藥的使用量、減少機動車污染排放、改善紙和阿摩尼亞的生產以及提高灌溉系統效率、處理廢水、節約用水和其他資源、推廣清潔能源的使用，以及停止破壞濕地。下面我們提出六項更廣泛性的建議：

一、應該嚴格執行和強化實施現有的大多是紙面文章的環境法律和規章制度。一些政府官員在對環境有害的公司中有個人利益，因此難於有效地執行國家環境政

策。為了避免利益衝突，相關環境資源政策、法規的制定，應當從各級資源開發機構轉移到國家環境保護總局，以實行統一監督管理，使環境資源得以合理開發和利用。許多地方官員為了提高當地的GDP而對其污染企業實行地方保護主義，國家環保總局應有權關閉或停止污染嚴重的生產單位。拔擢政府官員應當環境保護和經濟發展兩項指標並重。此外，環境保護部門執法人員的數量和品質都有待進一步加強。

環境保護政策執行不力還在於資金缺乏。中國GDP比日本和美國低（附表），而環境問題卻比他們嚴重，所以中國環境投資在GDP中更應有較高的比

例。中國的環保預算應從目前GDP的百分之一點二，提高到世界富裕國家的水準（歐洲和日本百分之一點五，美國百分之二）或者更高。這種作法光從經濟角度來看也是划算的，因為提高環境保護投資將消除大部分由於環境破壞而造成的經濟損失。

二、由於中國經濟正向市場經濟轉變，應將更多的市場經濟工具用於環境問題。可能的辦法包括：取消對破壞環境的工業（如煤炭業）的補助；對價格過低的生態系統服務（如水資源）制定合理的價格；強化污染物排放交易以減少污染；增收更高的環境稅，如提高汽車消費稅；為居住在自然保護區內和附近的居民，如那些居住在瀕危大熊貓保護區的居民提供一定的補償；從地方到國家的各級政府，都應該將直接與間接的環境成本（如污染）以及生態系統服務價值（如濕地）納入核算。

三、不但要將注意力集中在當前增長速度已較低的人口規模上，還應密切關注家庭戶數的增加、家庭規模的減小和家庭消費的增長⁵。政府應當創造各種機制來鼓勵家庭間資源分享。

造成中國家庭戶數急劇增加和家庭規模減小的兩個主要因素，是離婚率增加和四代同堂家庭數目的減少。很多老年人單獨居住，而沒有與子孫住在一起。離婚手續的簡化以及離婚現象逐步得到社會的廣泛認可，使得離婚率驟然提高。光二〇〇四年有一百六十多萬對夫婦提出離婚申請，比二〇〇三年增加了百分之二十一。離婚對環境產生危害，原因是離婚造成家庭戶數加倍和家庭規模降低，並增加人均資源的消耗和浪費。政府提供婚姻調解、離婚諮詢以及強制性的一個月或更長時間的等待期，將有促使人們更嚴肅地考慮離婚問題。政府應採取一些鼓勵措施促進資源分享，如構想始於丹麥的公共住宅和創始於美國和俄羅斯的生態村。這些措施不僅為共同居住者提供社會經濟效益，且有利於提高資源利用率，並降低人均生態足跡。

四、大幅度提高教育投資。教育可以提高人們的環境意識，降低人口出生率從而改善中國環境。除此之外，教育投資還可以提升中國勞動力的素質，從而創造經濟效益。較好的中小學教育，將有助於使更多在生物多樣性豐富但環境脆弱諸如中國西部地區的孩子，進入大學，由於大學畢業生更有機會在其他地區找到工作並定居，從而減少人類對敏感生態系統的壓力。

五、應當制定更加有效的措施來保護生物多樣性。污染的空氣和水可以日後淨化，但喪失的物種和遺傳物質卻永遠無法恢復。生物多樣性為人類生存提供必要的物資和服務，其中包括生產衛生和營養的食品、淨化水和空氣、製造氧氣、緩和氣候變化、幫助農作物和其他植物授粉、控制農作物害蟲、以及碳

儲存等。例如，一九七〇年在中國發現的野生雄性水稻不孕品種，使高產的雜交水稻得以培育成功，從而帶來了第二次綠色革命。

六、其他國家能夠、也應該幫助中國進行環境保護。從中國進口產品的國家給中國留下了環境污染。由於中國人均資源消費和污染物排放比發達國家仍低得多，從道義上講，中國有權利也有能力進行發展。然而，環境影響已超越中國國界，因而其他國家從自身的利益出發也應幫助中國。中國的環境問題像其他國家一樣，已超越了政府的解決能力，因此外國幫助中國的一種方式可以是支援中國的非政府環境組織的發展。中國現有兩千多個剛剛起步的環境非政府組織，但大部分規模較小，缺乏資金、孤立而且急需幫助。國際社會可以和中國政府攜手，幫助環境非政府組織提高公眾的環境意識、提供政策建議並監督政策執行情況。另外一些幫助中國的方式包括培訓環境規劃和管理人員、交流和分享解決環境衝突的辦法、轉讓有利於環境的技術（如清潔生產、水資源保護和廢棄物處理），另外轉移高新技術，也可以使得中國因降低與其他國家在能源及其他全球資源日增的競爭而得到額外好處。

最終結果將會如何？中國環境正徘徊於加速破壞與強化保護之間。龐大的中國人口數和急速發展的中國經濟，意味著中國的發展要比其他國家具有更大的動量。在過去的二十年中，中國已創造了一個經濟發展的奇跡。展望未來的二十年，我們期望中國也能創造一個環境保護的奇跡，為其他國家在社會經濟和環境永續發展樹立一個典範。其結果不僅造益中國，還將影響整個世界。

參考文獻：

1. The World Bank China: Air, Land, and Water (World Bank, Washington DC, 2001).
2. Adams, M. & Castano, J. <http://www.itto.or.jp/live/contents/download/tfu/TFU.2001.01.English.pdf> (ITTO Newsletter, 2001).
3. United Nations Food and Agriculture Organization <http://faostat.fao.org/faostat> (2004).
4. Pauly, D. et al. Science 302, 1359–1361 (2003). | [Article](#) | [PubMed](#) | [ChemPort](#) |
5. Liu, J., Daily, G., Ehrlich, P. & Luck, G. Nature 421, 530–533 (2003). | [Article](#) | [PubMed](#) | [ISI](#) | [ChemPort](#) |
6. United Nations Centre for Human Settlements Cities in a Globalizing World: Global Report on Human Settlements 2001 (Earthscan, London, 2001).
7. Johnson, T. M., Liu, F. & Newfarmer, R. Clear Water, Blue Skies: China's Environment in the New Century (World Bank, Washington DC, 1997).

8. Feng, Z., Miao, H., Zhang, F. & Huang, Y. J. *Env. Sci.* 14, 227–233 (2002).
9. US Energy Information Administration <http://www.eia.doe.gov/emeu/cabs/china.html> (2004).
10. Department of Nature Conservancy (SEPA) Report on China's Ecological Issues (in Chinese) (China Environmental Science Press, Beijing, 1999).
11. Qu, G. *Dream and Expectation: Past and Future of China's Environment* (in Chinese) (China Environmental Science Press, Beijing, 2000).
12. Editorial Board *Environmental Protection in China* (in Chinese) (China Environmental Science Press, Beijing, 2000).
13. Wen, J. http://www.sociology.cass.net.cn/shxw/shgz/shgz6/t20040405_1994.htm (in Chinese) (2004).
14. Xie, Z. in *Greening Strategy* (in Chinese) (eds. Lee, Z. & Zhou, G.) 44–46 (Qingdao Press, Qingdao, 1997). | [ChemPort](#) |
15. State Environmental Protection Administration of China (in Chinese) <http://www.sepa.gov.cn/eic/652466692596695040/20040602/1050958.shtml> (2004).
16. Brown, L. R. *Who Will Feed China?* (Norton, New York, 1995).
17. United Nations Food and Agriculture Organization <http://www.fao.org/News/2001/010702-e.htm> (2001).
18. Liu, J. et al. *Science* 300, 1240–1241 (2003). | [Article](#) | [PubMed](#) | [ChemPort](#) |
19. Yan, X., Li, Z., Gregg, W. P. & Li, D. *Biodiv. Conserv.* 10, 1317–1341 (2001).
20. China Daily <http://test.china.org.cn/english/2003/Apr/61832.htm> (2003).
21. Editorial Board *Atlas of Population, Environment, and Sustainable Development of the People's Republic of China* (in Chinese) (Science Press, Beijing, 2001).
22. Yang, L., Stulen, I., De Kok, L. J. & Zheng, Y. *Phyton* 42, 255–264 (2002). | [ChemPort](#) |
23. Guo, X. in *China Environment and Development Review Vol. 2* (in Chinese) (Editorial Board) 53–71 (Social Science Documentation Publishing House, Beijing, 2004).
24. National Bureau of Statistics of China *China Statistical Yearbook 2000* (in Chinese) (Beijing, 2001).
25. Xu, X., Wang, L. & Niu, T. *Ecosyst. Health* 4, 199–209 (1998). | [Article](#) |

26. Chai, J. C. H. *Sust. Dev.* 10, 25–35 (2002). | [Article](#) |
27. Dean, J. M. *Can. J. Econ.* 35, 819–842 (2002).
28. Ye, R. et al. *Environment and Trade* (in Chinese) (China Environmental Science Press, Beijing, 2001).
29. National Bureau of Statistics of China *China Statistical Yearbook 2003* (in Chinese) (Beijing, 2004).
30. Holden, C. *Science* 294, 2469 (2001).
31. Global Wood Trade Network <http://www.globalwood.org/news/b091202.htm> (2002).
32. Dai, Q. in *The River Dragon Has Come! The Three Gorges Dam and the Fate of China's Yangtze River and Its People* (ed. Thibodeau, J. G. & Williams, P. B.) pp. 3–17 (Sharpe, Armonk, New York, 1998). | [ChemPort](#) |
33. Zhang, P., Zhou, X. & Wang, F. *Introduction to Natural Forest Conservation Program* (in Chinese) (China's Forestry Publishing House, Beijing, 1999).
34. Xinhua News Agency http://english.people.com.cn/200403/31/eng20040331_139043.shtml (2004).
35. WWF–China <http://www.wwfchina.org/english/print.php?loca=159> (2003).

作者簡介：

一、劉建國：美國密歇根州立大學魚類和野生動物系瑞吉兒·卡森講席教授（Rachel Carson Chair）和大學傑出教授，系統綜合與可持續發展研究中心主任，北京中國科學院生態環境研究中心客座研究員，上海復旦大學特聘教授。通訊地址：Center for Systems Integration and Sustainability, Department of Fisheries and Wildlife, Michigan State University, East Lansing, MI 48824, USA 電子郵件信箱：jliu@panda.msu.edu

二、Jared Diamond：美國加州大學洛杉磯分校地理系教授，通訊地址：Department of Geography, Bunche Hall, University of California, Los Angeles, CA 90095–1524, USA 電子郵件信箱：jdiamond@geog.ucla.edu

三、譯者：李舒心、賀光明、王如松。

致謝：

感謝Kim Borland、Mason Bradbury、陳曉東、Jayson Eageler、Linda Fortin、賀光明、Edward Laurent、李舒心、劉偉、歐陽志雲、Nathan Pfost、William Taylor、Brent Wheat和Daniel Wieferich為我們提供了大量有益的幫助。Rory Howlett 和三位匿名的評審者對本文完稿提出了許多建設性的修改意見，我們在此一併表示衷心的感謝！此外，我們對美國國家科學基金會生物複雜性項目，美國全國兒童健康與人類發展研究所（R01 HD39789），美國密西根農業試驗站，和中國國家自然科學基金委員會（30428028）所提供的資助深表謝意。