

# 二十一世紀評論

## 氣候丕變與環境危機

### 溫室效應、全球暖化與 國際政治

曾鏡濤

#### 一 引言

2006至2007年的冬天，全球天氣異常溫暖，它似乎在印證，多年來科學家預言的溫室效應真正在發生作用。2007年2月初，聯合國「政府間氣候變化專業委員會」(Intergovernmental Panel on Climate Change, 簡稱IPCC)發表最新報告說：全球氣候轉暖已經是無可置疑的事實，起因極可能是由人類活動引致。氣候變化、溫室效應和人類活動之間究竟存在甚麼關係？溫室效應對二十一世紀的世界終將有何影響？對溫室效應的認識又如何能夠提高？本文嘗試從多個角度介紹人類近百年來對溫室效應的了解，以及科學家、環保主義者和政治家如何努力喚醒世人，正視人類所面臨的史無前例的挑戰。

2006至2007年的冬天，全球天氣異常溫暖，它似乎在印證，多年來科學家預言的溫室效應真正在發生作用。2007年2月初，IPCC發表最新報告說：全球氣候轉暖已經是無可置疑的事實，起因極可能是由人類活動引致。

#### 二 溫室效應與三顆行星的命運

「溫室效應」包含兩重意義：一指自然狀態下本來存在於大氣中的二氧化碳等溫室氣體的作用，它們具有吸收紅外線的功能，效果有如替地球蓋上一層「棉被」，使地球表面溫度提高。據估計，倘若沒有溫室氣體，那麼地表平均溫度會下降35°C，地球會變為冰冷嚴寒的世界。這種可能性可以通過與火星及金星的比較而得到更深刻的了解。距今45億年前太陽系形成之初，金星、地球、火星三者同是由成分相若的星際塵土凝聚而成。這三顆行星與太陽的距離相若，因此當時的溫度也應該相差無幾。但時至今日，三者已經演變為迥然不同的世

界：金星有如煉獄，表面溫度高達450°C，火星表面平均溫度低至-53°C，而且日夜溫差極大（20°C至-140°C），兩者都不可能容許生命存活；只有地球冷熱適中，表面平均溫度為13°C，在茫茫宇宙間成為能夠保存生命的「挪亞方舟」。但這三者有如此巨大差別，其原因究竟何在？

可以肯定的是，這差別不能夠歸結為與太陽距離的差別。在這問題上，天文學者的仔細探索發現：金星的大小及質量與地球相差不遠，內部結構亦相近。但它的大氣層成分主要是溫室氣體二氧化碳，佔96%，氮氣僅佔3.5%，其他氣體佔餘下的0.5%，而大氣壓力則高達地球的91倍。它表面的高溫，實際上完全是由極強烈的所謂「失控溫室效應」(Run-away Greenhouse Effect) 造成，因而從太陽來的能量大部分被吸收，只有極小部分經反射返回太空。為甚麼會出現這可怕現象呢？其實，在數十億年前，金星的表面不但溫度遠低於目前，而且也存有相當多水分，至於大部分二氧化碳，則是貯存在它的外殼岩層中。但由於金星距離太陽較近，因此它的水分從頭便以氣體形式存在大氣層中，而水蒸氣也是溫室氣體，正是它啟動了溫室效應。隨着金星表面溫度上升，岩層內的二氧化碳便受熱被釋出。大氣層中增加了二氧化碳，溫室效應更為加強，於是溫度持續上升，進一步使更多二氧化碳釋出。通過這樣的「正反饋」(positive feedback) 作用，便形成了今日在金星上所觀察到的爐火般高溫。

我們再來看火星的情況。火星的大小只是地球一半左右，重量則為地球十分之一，因此沒有足夠重力吸引氣體，大氣壓力低於地球的1%。所以，它的大氣層雖然幾乎是純粹的二氧化碳，卻異常稀薄，因而不能夠產生顯著的溫室效應，結果是火星變為一個冰凍的冷酷世界。而且，研究太陽系演變的科學家還推測，今天火星之所以如此嚴寒與缺乏生命，可能正是以往溫室效應的後遺症。他們指出，在數十億年前火星本來並不缺乏水分和二氧化碳，與金星類似的「失控溫室效應」也曾經一度出現，這導致它的大氣層隨着表面溫度上升而膨脹。然而火星重量那麼低，大氣層增溫和膨脹的結果便是氣體逃離火星，逸散到太陽系的空間，從而反過來導致溫室效應消失。

為人類與其他生命在地球上提供生存條件的，是自然形成的溫室效應。但從金星、地球、火星三者所展現的迥然不同命運，我們不能夠不意識到，行星的大氣層和相關氣候系統其實頗為脆弱。數學上，氣候是個高度非線性系統，當外力、邊際條件或者內部參數稍有改變，往往就引起「差之毫釐，謬以千里」的突變性發展。對於這種突變我們絕不能夠掉以輕心：事實上，科學家不能夠不意識到，金星與火星的今日，有可能（雖然這可能性不大）便是地球未來命運的參照。

為人類與其他生命在地球上提供生存條件的，是自然形成的溫室效應。但從金星、地球、火星三者所展現的迥然不同命運，我們不能夠不意識到，行星的大氣層和相關氣候系統其實頗為脆弱。金星與火星的今日，有可能（雖然這可能性不大）便是地球未來命運的參照。

### 三 對人為溫室效應的認識

以上所說，是自然因素在行星表面所形成的溫室效應。目前在媒體報導中受到廣泛注意的「溫室效應」則是指：現代工業活動以及人口膨脹產生了額外「溫

室氣體」，這加強了自然溫室效應的作用，使地球表面溫度在近百多年來持續上升，從而引起長期性氣候變化，對人類生存以及地球的生態平衡產生嚴重威脅。

二十世紀之初，瑞典化學家亞雷尼烏斯 (Svante Arrhenius) 首次通過計算，提出人類工業活動產生的二氧化碳可能引起全球暖化，但當時並沒有得到科學界認同。到了1930年代，氣象學者已經積累了足夠觀測資料，顯明北美大陸與北大西洋在過去半個世紀中不斷暖化，是無可爭辯的事實，但科學界仍然以此為原因不明的自然週期性現象，只有英國業餘氣象學愛好者卡爾蘭達 (Guy S. Callendar) 堅信這是人為溫室效應的具體表現。他收集了大量觀測資料，證明過去百年間地球大氣中的二氧化碳增加了10%，足以解釋地球暖化的現象。但是他人微言輕，當時大部分科學家對這一結論都繼續抱懷疑態度。

1970年代初，社會上日益高漲的環保意識令人對溫室效應更為關注。但當時氣候變化的研究還未能得出確實定論，環境污染究竟會造成全球暖化，還是會引致新冰河時期來臨，在科學界引起爭議。

1960年代更精確的研究報告相繼發表，證明大氣中的二氧化碳的確逐年穩步上升，而且與同在上升軌道的地表平均溫度互相呼應。同時，大氣與海洋科學家開始明白海洋在二氧化碳循環圈中所起的作用。在這關鍵問題上，科學家們終於達成共識，那就是：海洋將無法全部吸收因工業活動而額外產生的二氧化碳。1957年美國海洋學家里維爾 (Roger Revelle) 即已提出警告：近代工業社會大量製造和釋出溫室氣體，等於把地球拿來作一次史無前例的實驗。

在以後數十年中，部分科學家從建立數學模型入手，以電腦運算模擬地球氣候演變過程；另一些科學家則在格陵蘭和南極洲的厚冰層 (或地下沉積層) 鑽洞收集樣本，以測度古代花粉和大氣紀錄。1970年代初，社會上日益高漲的環保意識令人對溫室效應更為關注。但當時氣候變化的研究還未能得出確實定論，特別是氣象學者發現：大約自1940年代開始，地球平均氣溫曾經出現過一段短暫的冷卻逆潮。因此環境污染究竟會造成全球暖化，還是會引致新冰河時期來臨，再度在科學界引起爭議。1978年初《紐約時報》(New York Times) 在氣象學者間的調查顯示，他們認為未來天氣將變暖、變冷、或者不變者，人數大約各佔三分之一，也就是眾議紛紜，莫衷一是。到1980年代，通過分析格陵蘭和南北極冰層遺留的遠古氣候紀錄，科學家發現地球可以在短短數世紀內從冰河時期演變為炎熱潤濕的氣候。這些資料同時證實，大氣二氧化碳含量與地表平均溫度是同步上升或下降的。這一結論與模擬全球大氣流動的電腦模型 (General Circulation Model, 簡稱GCM) 計算結果相吻合。由於電腦科技的高速發展，氣象學家終於得到了研究和預測未來氣候變化這極度複雜現象的有力工具，而全球暖化研究也進入了新時代。

#### 四 全球暖化的政治爭論

到1980年代初科學界終於相信，空氣污染和大氣中飄浮微粒所產生的降溫作用，不足以逆轉溫室效應所導致的全球暖化大趨勢。面對日漸累積的證據，

愈來愈多科學家開始接受全球暖化的結論。在這期間，英美氣候學者宣告，從1940年代開始的冷卻逆潮已經在1970年代後期結束，1980、1981和1983年均為自十九世紀中葉(即自有可信氣象紀錄)以來最炎熱的年份。總計在1980年代的十年間，持續有七八年打破當時高溫天氣的紀錄。

1987年的聯合國環境保護會議通過了《蒙特利爾協議書》(*Montreal Protocol*)，限制各國釋出破壞臭氧層的氣體。臭氧層問題得到解決後，環保主義者的注意力很自然地轉移到溫室氣體上。一些科學家開始向社會大眾發出警告，預言「全球暖化」的來臨。1988年的創紀錄炎夏和大旱中，大規模山林大火不斷發生，部分具危機感的科學家，在新研究資料支持下，提出「全球暖化」已經迫在眉睫，於是四處奔走，大聲疾呼。哥倫比亞大學氣象學家和研究全球暖化的專家韓生(James Hansen)在美國國會聽證會上直接宣稱「全球暖化已經來臨」。

本來似乎純屬科學範疇的溫室效應和全球暖化研究，卻由於其巨大社會、經濟效應而演變成為主要國際政治問題，其爭論焦點在於：政府是否應該制訂環境保護政策，以延緩或者減低全球暖化對地球生態的影響。贊同制訂政策的正方，是認為暖化已經不容置疑的科學家和活躍環保份子，反對方則是極端倚賴化石燃料的重工業界。他們一向享有排放二氧化碳或其他溫室氣體的自由，自然不願意受到新規定限制。由是其代言人——西方的保守派政治家，便與環保主義者不斷作針鋒相對的鬥爭。1970年代以來，西方政府在環保主義者的督促下，制訂了一系列法律以保護環境，這對一向奉自由經濟為最高原則的保守派政客來說，是離經叛道和難以容忍的行為。政府對經濟奉行自由還是干預政策，一向是政治上左、右兩派政綱的分水嶺。當時美國共和黨保守派總統列根(Ronald W. Reagan)便曾指斥國內環保份子為環保極端主義者。自列根總統開始，保守力量支配了美國國內政治方向。他們所利用的，主要是一小部分質疑資料的可靠性而仍然持保留態度的氣候學者。這些學者不願把全球暖化與人為溫室效應直接掛鉤，尤其反對把全球暖化來臨確定為迫在眉睫。因此保守派人士主張，在科學界沒有百分百可靠的定論前，不宜對排放二氧化碳或其他溫室氣體作政策性的限制，以免對經濟構成打擊。

無可否認，在暖化與溫室效應的科學研究上仍存在一些模糊區。這包括我們對人為排放氣溶膠(aerosol)所造成的大氣冷卻效應的了解仍然不足，以及各種模擬大氣流動的計算模型對未來全球暖化的預測(特別是其地區性效應)尚不一致。不過，重要的是，這些模型都一致確定全球暖化與溫室效應的關係不容抹殺。一般學者雖然不會認定全球暖化來臨已經是百分之百的事實，但對反對派的論證方法都大為反感，有的甚至直斥之為「偽科學」。上文提到的韓生認為：要應付氣候變化這個關乎人類整體命運的定時炸彈，決不能一味拖延歲月，等待百分百可靠的定論。批判全球暖化科學研究的報告或文章，主要來自一些具有政治傾向的智囊機構或保守派的報刊，來自純學術性刊物的可以說是絕無僅有。事實上，對全球暖化說最嚴厲的批評，一般都不曾刊登在由同業審核的學術性期刊(peer-reviewed journals)上，它們只能通過與工業界有特殊關係

《蒙特利爾協議書》限制各國釋出破壞臭氧層的氣體。臭氧層問題得到解決後，環保主義者的注意力很自然地轉移到溫室氣體上。一些科學家開始向社會大眾發出警告，預言「全球暖化」的來臨。

的管道或者如《華爾街日報》(Wall Street Journal) 那樣的保守派刊物，才得以發表。

從科學角度看來，這場辯論實際上已經可以結束了。2001年發表的IPCC《第三次氣候變化科學評估報告》預計，至二十一世紀末地球平均溫度將上升1.4至5.8°C之間，海平面會上升20至88厘米，確切數字視乎各種減排措施的成效而定；而且氣候轉變將更劇烈，更難預測，嚴重旱澇與風暴將更頻繁。對此變化的基本原因，該報告毫不含糊地說：「愈來愈多證據證實，全球正在暖化中：新的和更有力的證據顯示，最近五十年來的氣溫上升是由人類活動引起」，這一結論的可信度確定在66至90%之間。2007年IPCC第四次評估報告面世，它首次宣稱「全球氣候轉暖已經是無可置疑的事實」，並且在兩方面作出重要宣布。一是對於人類活動影響全球氣候變化的判斷，由2001年的66%可信度下限提高至90%以上；二是宣布全球氣候變化的證據已經擴展到六大洲，證據的性質包括海洋溫度、大陸平均溫度、溫度極值、降水量、氣壓場與風場平均值與極值，等等。報告更指出：自70年代以來溫室氣體的每年排放量共增加70%，假如今後各國還不採取節制排放溫室氣體的措施，則2030年溫室氣體的年排放量將再增加20至90%，那時候全球暖化的惡果將更為嚴重。聯合國環境規劃署 (United Nations Environmental Programme, 簡稱UNEP) 署長史泰納 (Achim Steiner) 說：「世界將永遠記着2月2日這一天，因為從這一天起我們毫無疑問地確定人類的活動要為地球氣候變化負上責任，一切證據都已經公開放在桌面上，任人核驗。」這段被《紐約時報》徵引的說話可以視為全球氣候學者的共識了。

2007年IPCC第四次評估報告宣稱「全球氣候轉暖已經是無可置疑的事實」，並且在兩方面作出重要宣布。一是對於人類活動影響全球氣候變化的判斷，由2001年的66%可信度下限提高至90%以上；二是宣布全球氣候變化的證據已經擴展到六大洲。

儘管美國保守派千方百計對全球暖化的可靠性加以質疑和批判，但是1980年代中期連年的炎熱天氣使有識之士對這一可能性不能不予以關心。各國政府終於決心集中全世界力量，通過國際合作來解決這個全球性問題。《聯合國氣候變化框架公約》(United Nations Framework Convention on Climate Change, 簡稱UNFCCC或《框架公約》) 是聯合國跨政府談判委員會就氣候變化問題達成的公約，也是國際社會合作對付全球氣候變化問題的基礎，它於1992年6月在里約熱內盧聯合國環保大會上通過，於1994年3月21日正式生效。截至目前，已經有191個締約國及地區簽署公約。這份公約對發達國家和發展中國家的義務以及履行方式有所區別：它要求作為溫室氣體主要排放者的發達國家，採取具體措施限制排放，並向發展中國家提供資金和技術以支付他們履行公約義務所需的費用，並且為此建立了機制。此外公約規定每年舉行一次締約方大會，首次大會1995年在柏林舉行，其後每年都如期召開。

## 五 《京都議定書》

1997年12月《框架公約》第三次大會在京都召開，在此會上149個國家和地區代表通過了《京都議定書》(Kyoto Protocol)，它從原則上規定2008到2012年間，主

要工業發達國家的溫室氣體排放量要在1990年的基礎上平均減少5.2%，其中歐盟將6種溫室氣體的排放量削減8%，美國削減7%，日本削減6%。令人遺憾的是，2000年11月在海牙召開第六次大會期間，世界最大溫室氣體排放國美國堅持要大幅度降低它的減排指標，因而使會議陷入僵局。大會只得宣布休會，結果會議延期到2001年7月在波恩繼續舉行，由186個國家地區投票通過《議定書》，使之成為正式國際條約。《京都議定書》必須由佔1990年全球溫室氣體排放量55%以上的至少55個國家和地區批准，才能生效成為具有法律約束力的國際公約。值得注意的是，除了美國以外，全球所有主要國家都參加了此公約：中國、歐盟及其成員國、俄羅斯分別於2002年、2002年和2004年正式批准或者簽署《議定書》；截至2007年6月，全球已有175個國家和地區批准該議定書，相關人口數量佔全世界總人口的80%。

美國總統布希 (George W. Bush) 在2001年剛開始第一任期的時候就宣布美國退出《京都議定書》，理由是他不相信暖化與溫室氣體關係的科學結論，同時認為《議定書》將對美國經濟發展帶來過重負擔。他的決定並不出人意料，因為截至2004年，主要工業發達國家的溫室氣體排放量在1990年的基礎上平均減少了3.3%，只有美國的排放量比1990年反而上升了15.8%，據估計到2012年，它的排放量更將比1990年上升達30%。要它減少排放量至1990年的基準點之下，似乎是緣木求魚。然而，在大西洋彼岸的歐洲卻對全球暖化作出異常積極的反應。2007年3月，歐盟各成員國領導人一致同意，單方面承諾到2020年將歐盟溫室氣體排放量在1990年基礎上至少減低20%。

《京都議定書》在2005年2月16日正式生效，這是人類歷史上首次以法規形式限制溫室氣體排放。為了協助各國在實際上能夠完成溫室氣體的減排目標，《議定書》訂定了以下四種減排方式：

一、兩個發達國家之間可以進行排放額買賣的「排放權交易」，即難以完成削減任務的國家，可以花錢從超額完成任務的國家買進自己超排的額數。

二、以「淨排放量」計算溫室氣體排放，即從本國實際排放量中扣除森林所吸收的二氧化碳量。

三、建立綠色開發機制，促使發達和發展中國家共同減排溫室氣體。

四、訂定「集團減排方式」，即在計算排放量時將歐盟內部許多國家視為整體，允許有的國家減排、有的國家增排，但求它們完成總體減排任務。

2006年11月6日，聯合國氣候變化大會在肯雅首都內羅畢揭幕，大會期間還舉行了《聯合國氣候變化框架公約》第十二次締約方大會和《京都議定書》締約方第二次會議，主要議題是「後京都」問題，即2012年之後如何進一步降低溫室氣體的排放。這樣，雖然仍然缺乏美國參與，人類社會也終於動員起來，共同為全球環境的未來承擔責任了。

美國總統布希在剛開始第一任期的時候就宣布美國退出《京都議定書》，理由是他不相信暖化與溫室氣體關係的科學結論，同時認為《議定書》將對美國經濟發展帶來過重負擔。

## 六 全球暖化所帶來的嚴峻形勢

2007年2月IPCC發表了第一工作小組的報告，這主要討論全球暖化的科學基礎。到4月和5月，第二及第三工作小組報告(綱要部分)也分別通過並公開發表。第二工作小組報告所關注的是氣候變化對環境的影響，它披露了很多以往未曾受注意的事實，例如：冰川地區湖泊數目和面積增加，以及發源於冰川的河流春汛流量增加，顯示冰川受暖化影響正在融化；多數地區湖水和河水溫度上升，影響水質；高緯度湖泊內藻類植物增加，高緯度海洋中藻類植物和魚類活動範圍在起變化；從衛星圖片可見，地表植物在春季提早發芽轉綠，足證植物生長季節受暖化影響而延長。

就中國而言，根據政府在2006年的預測，倘若暖化趨勢不變，則在2030年，即大約二十年後，海面上升將淹沒黃河、長江、珠江下游大部分三角洲平原，從而嚴重損害生產力，中國農業約會減產5-10%。

但報告最重要的信息是：許多人口密集地區在今後數十年內將因為氣候變化而面臨非常嚴峻，足以影響生存的鉅變，其中最值得關注的有以下幾點。首先，在亞洲，喜馬拉雅山和青藏高原一帶的冰川將加速融化，使水患與山土坍塌次數增加，從而在未來二三十年間嚴重影響這一帶的水資源。具體地說，河水流量會先因冰川融化而增加，後因冰川枯竭而減少。冰川和積雪的儲水量減少之後，極端降水事件會增多，受乾旱影響地區會擴大，洪澇風險大大提高。這些冰川是中國、印度和東南亞等人口密集地區重要河流的源頭，因此受影響人口將高達全球人口40%。

其次，亞洲中、南、東和東南部等多個地區，特別是大河流經的盤谷地，可用淡水將因氣候變化而減少，直接受影響的人口達十億。受氣候變暖影響，高緯度和某些熱帶地區可用水量可能增加10-40%，但在某些中緯度和熱帶乾燥地區，則可能減少10-30%。第三，沿海特別是三角洲平原地帶，將因海水水位上升而受淹，河川三角洲則將先受河水流量增加威脅，然後出現海水倒灌的問題。第四，東亞和東南亞農產量可能增加20%，但中亞及南亞農業則將減產達30%。若加上人口增長和城市化的考慮，饑荒在某些發展中地區出現的可能性會相當高。就中國而言，根據政府在2006年的預測，倘若暖化趨勢不變，則在2030年，即大約二十年後，海面上升將淹沒黃河、長江、珠江下游大部分三角洲平原，從而嚴重損害生產力，中國農業約會減產5-10%。第五，在衛生方面也將出現嚴重問題。東、南和東南亞將因頻頻出現的旱澇災害而引起腹瀉疾病(腸胃炎)的發病及死亡率上升；沿岸海水溫度上升將使霍亂菌繁殖力及毒性增強，霍亂發病率也將隨之增加。最後，氣候變暖和其他因素的綜合作用對生態系統本身會有重大影響：全球平均溫度增幅超過2.5°C，則約20-30%物種可能滅絕；增溫加上二氧化碳濃度增加，對生物多樣性以及水和糧食供應等各方面都將產生不利影響。

由此可見，不但氣候變暖已經不可避免，而且它所帶來的嚴重後果也迫在眉睫。適應和緩和氣候變暖的措施雖然有可能減輕或者推遲這些影響，但不幸

的是，目前對這些措施的局限性與相關成本也還缺乏充分認識和了解，因此它們是否能夠切實推行仍然是未知之數。

## 七 「溫室氣體」的責任問題

上面提到的《框架公約》是世界上第一個為全面控制二氧化碳等溫室氣體排放，以應付全球氣候變暖問題的國際公約，它的主要目標是控制各種溫室氣體的人為排放，以將其濃度穩定在氣候系統免遭破壞的水平。但是地球上各地區溫室氣體的排放方式不同，因此落實這一目標是極其困難的。二氧化碳是溫室氣體中的頭號成員，它的產生主要源自工業、發電和運輸業上的化石燃料：愈是工業發達的國家，二氧化碳排放量愈多。目前北美和歐、亞等三洲所排放的工業二氧化碳佔全球90%以上，每年合計220億公噸。二氧化碳的另一來源是土地用途改變，最主要的是熱帶雨林被砍伐，使本來儲藏在林木中的碳，直接或間接被氧化釋返大氣，而且森林被毀後，大氣中的二氧化碳便失去由光合作用轉變為有機物儲藏在木材之中的機會。因此而產生的大氣二氧化碳主要來自南美、亞、非等三洲，但它每年只有40億公噸，遠少於工業二氧化碳。

其實，工業發達國家遠自十八世紀工業革命以來便累積排放了不少二氧化碳，而且它們要維持高水準、高消費生活方式，人均耗能（這與人均二氧化碳排放密切相關）自然遠較其他地區為高。要控制溫室氣體排放，等於要控制其耗能量和經濟增長。因此，如何平衡工業發達國家既有生活方式和發展中國家的經濟增長，便成為控制溫室氣體排放爭論的焦點。未來二三十年間全球暖化將日益嚴重，對人類生活影響日甚一日。各國為了爭取生存空間和資源而發生激烈競爭是很自然的，因此國際衝突和糾紛恐將更趨複雜及多樣化。

更為令人不安的是，IPCC發表的最新報告凸顯了一個不幸事實：氣候變化的地區性影響是極不公平的，受氣候變化禍害最大的地區，是最貧困的地區，也是排放溫室氣體最少的地區。排放溫室氣體最多的國家如西歐、北美、日本各國都處於氣候適中的溫帶，土地肥沃，雨量充足，農作物生長季節長，所以受氣候變化影響也較輕微。更重要的是，這些國家所累積的財富使它們有充裕力量應付天災。美國農業產值只佔整個經濟4%，遠較靠天雨決定人民溫飽的非洲農業小國馬拉威（Malawi）之類更能抵受農產歉收衝擊。總而言之，富裕發達國家自工業革命以來即不斷排放溫室氣體，這是它們創造和累積財富所無法避免的副作用，然而，它們所承擔的溫室效應苦果，卻是最輕微的。

至於像中國和印度等發展中的人口大國，近年來因為經濟高速增長，溫室氣體排放量也逐漸增加，中國的排放量在短期內將超越美國而高居世界第一位，不過以人均排放量計算，則只有美國的十分之一。本來，國際能源署（International Energy Agency，簡稱IEA）預測，中國要在2010年以後才超越美國

工業發達國家自十八世紀工業革命以來便累積排放了不少二氧化碳，它們要維持高水準、高消費生活方式，人均耗能自然遠較其他地區為高。如何平衡工業發達國家既有生活方式和發展中國家的經濟增長，便成為控制溫室氣體排放爭論的焦點。



成為頭號溫室氣體排放國。但中國經濟在最近四年連續以超過10%的速率高速增長，加上其能源體系以煤炭為主，使IEA被迫修正預測，認為中國將在今年(2007)內成為世界首名溫室氣體排放國。IEA首席經濟學家比羅爾(Fatih Birol)指出：假如中國不減低它的溫室氣體排放量，那麼以目前的增長率計算，二十五年後其排放量將是所有工業發達國家(包括歐、美、日本等國)的兩倍。不過，倘若以1850年來的總排放量計算，中國對大氣溫室氣體的「貢獻」僅有8%，與此相較，美國排放量佔總額29%，而西歐則佔27%。這些一面倒的數字，使很多研究氣候變化的專家學者們認為：工業發達國家在暖化這一人為災害上，實在是欠下發展中和第三世界國家一筆算不清的巨大債務。

## 八 在氣候變化影響下的國際關係

上述錯綜複雜的關係，最能體現在美國與歐盟對《京都議定書》的對立態度。在美國國內政治組合中，共和黨大體代表保守派利益，總統布希就是此派領袖。他領導的美國，身為最大的溫室氣體排放者，不但不以身作則，反而為了自身的經濟利益，甘冒天下之大不韙，在他第一任期開始時宣布退出《京都議定書》——雖然這議定書在1997年12月通過的時候，民主黨總統克林頓(William J. Clinton)委任的美國代表曾投贊成票。布希的決定自然引起了國內外的強烈不滿。

在美國國內政治組合中，共和黨大體代表保守派利益，布希就是此派領袖。他領導的美國身為最大的溫室氣體排放者，不但不以身作則，反而在他第一任期開始時宣布退出《京都議定書》——雖然這議定書在1997年12月通過的時候，民主黨總統克林頓委任的美國代表曾投贊成票。

2007年1月底，法國總統希拉克(Jacques Chirac)在IPCC最後審批第一工作小組評估報告的工作會議上演說，要求美國早日簽署《京都議定書》及其延續協定，否則歐洲將對所有不接受《京都議定書》約束的國家的進口產品徵收懲罰性「碳稅」(carbon tax)。希拉克警告說：「徵收碳稅是不可避免的，我相信這將是歐洲一致的決定，假若這真是歐洲一致決定的話，它便具一定影響力，因為那些不願付出代價接受《京都議定書》約束的國家便得以另一種形式付出。」這「碳稅」對美國的威脅不容忽視，因為歐洲是美國貨最大出口市場。雖然國際貿易法專家對碳稅合法性有不同意見，甚至有些認為它違反國際貿易規定，但希拉克強調他有信心碳稅會得到歐盟各國一致支持。

很自然地，目前中美兩個溫室氣體排放大國都受到相當大輿論壓力。在2007年6月中八國集團(Group of Eight, 簡稱G8, 包括英、加、法、德、義、日、美、俄)高峰會議前夕，中美兩國先後發表政策性聲明，表示願意與國際社會合作商議延緩氣候變化的對策。

5月31日，美國總統布希在演說中首次表示，美國將積極參與制訂國際環保政策以減少溫室氣體排放，他提議在今秋召集十五個溫室氣體排放大國(包括中國、印度、巴西等)於華盛頓開會商議方案，特別是討論2012年《京都議定書》有

效期滿後，如何進一步降低溫室氣體排放。這可以說是對歐盟壓力的不得已回應。歐洲各國把商議氣候變化的政策列為會議主要議程，會議東道主德國更主張設定明確排放限額，以達到2050年內溫室氣體排放量降低至1990年的一半的目標，以使本世紀內全球溫度上升不超過2°C。布希對德國的提議毫無興趣，認為不切實際，但在輿論和政治壓力下，也不得不敷衍一下，可在聲明中仍然沒有放棄反對硬性排放限額的立場。聲明發表翌日，路透社報導歐共體環保委員會主任委員迪馬斯 (Stavros Dimas) 的反應：「布希總統的宣言只是重申美國一貫的氣候變化政策，即沒有排放限額和排放貿易機制，只有不清晰的目標。」《金融時報》(Financial Times) 評論員史提芬士 (Philip Stephens) 說：「人們覺得這宣言只是一種半實質半公關的舉動，目的是使美國在高峰會議中不致陷於孤立，至於能否產生可行國際協定，似乎並非布希總統的主要考慮。」有些批評家指出，布希企圖以新談判組織代替目前聯合國的氣候變化談判框架，是一種拖延和騎劫手段，即使談判能成功，也難以在他離任前產生任何結果，而最可能的結果是，他把爛攤子留給下任美國總統，以及延誤了達到減低溫室氣體排放的目標。

至於中國，則在2007年6月4日正式發布由國家發展改革委員會編製的《中國應對氣候變化國家方案》。在長達62頁的政策文件中，中國以仍在發展中為理由，拒絕接受硬性排放限額，主張以提高能源利用效率手段，達到減少排放溫室氣體目的。中國國家發展改革委員會主任馬凱在國務院舉辦的新聞發布會上，代表中國政府首次對美國總統布希的新氣候變化政策作出回應，表示中國願意本着求同存異、務實合作、實現共贏的原則，繼續加強與美國在應對氣候變化方面的合作。他說，中美兩國都是能源的生產大國和消費大國，相應地也都是排放大國；在能源安全和應對氣候變化方面，面臨着共同的挑戰，也有許多共識，而且這種共識在逐步擴大。他又呼籲國際社會充分考慮發展中國家的發展權和發展空間，宣稱中國作為發展中國家，雖然不承擔量化的減排指標，但不等於拒絕承擔國際義務和責任。

經過為期兩天多的八國高峰會議之後，八國在6月7日發表聯合宣言，美國和歐洲各退一步：美國同意「慎重考慮」歐洲要在2050年內把全球溫室氣體排放量減至1990年一半的主張，另一方面歐洲則支持美國建議，動員中國、印度等溫室氣體排放大國參與制訂排放限額。聯合宣言並沒有把「在2050年內全球溫室氣體排放量減至1990年的一半」列為今後談判目標，也沒有要求美國和俄羅斯兩國作降低排放量的承諾。這結果雖不能說出乎意料，但使不少環保團體感到遺憾，也使如《華爾街日報》一類保守派歡躍。聯合宣言的最大影響，將是國際間要求中國、印度等國家設立和遵守排放限額的壓力增加。正如《時代週刊》(Time) 評論員華爾希 (Bryan Walsh) 指出：八國集團溫室氣體排放量大約只佔全球40%，中國將在本年內超越美國成為頭號溫室氣體排放國，如果北京不作承諾降低排放量，在未來二十五年內，中國排放量將超過隨後(包括八國集團) 二十六個

有些批評家指出，布希企圖以新談判組織代替目前聯合國的氣候變化談判框架，是一種拖延和騎劫手段，即使談判能成功，也難以在他離任前產生任何結果，而最可能的結果是，他把爛攤子留給下任美國總統，以及延誤了達到減低溫室氣體排放的目標。

排放大國總數。用布希的話來說：假如中國、印度不參與，即使八國集團大幅度減低排放，也抵消不了它們增加的排放量，結果還將是一場空。

顯然，氣候變化問題愈來愈重要，溫室效應與全球暖化已經從科學探討上升到經濟、政治、外交和軍事等各個不同層面，成為國際政治角力的焦點了。毫無疑問，在今後它將繼續深切影響二十一世紀的歷史發展和人類前途。

最後，在結束本文之前，筆者特別介紹一則不甚受傳媒注目的新聞。2007年4月中一群美國退伍高級將領發表一份報告書，指氣候變化引起的「旱澇、饑荒、瘟疫和沿海窪地受淹等自然災害」使本來已不穩定的發展中地區更為動蕩，其結果將嚴重威脅美國國家安全。5月初，美國國會中的民主黨人在預算案內加入特別撥款給情報機關，要求有關單位搜集情報和研究，未來數十年這些自然災害誘發的危機將如何影響美國外交政策，以及美軍當作何種因應措施。分析結果將在每年「國家情報估計」(National Intelligence Estimate) 上作專題報告，以供美國決策者參考。5月中，美國國家情報局長麥康尼爾 (Michael McConnell) 在眾議院情報小組的預算辯論會上，提出書面聲明，支援這一撥款，認為「評估氣候變化在地緣政治和國家安全上的含義，是完全合時及適當的。」

顯然，氣候變化問題愈來愈重要，溫室效應與全球暖化已經從科學探討上升到經濟、政治、外交和軍事等各個不同層面，成為國際政治角力的焦點了。毫無疑問，在今後它將繼續深切影響二十一世紀的歷史發展和人類前途。

### 參考書目

- IPCC Working Group I, II & III Reports, [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).
- Kasting, James F., Owen B. Toon, and James R. Pollack. "How Climate Evolved on the Terrestrial Planets." *Scientific American* 256 (February 1988): 90-97.
- Kargel, Jeffrey S., and Robert G. Strom. "Global Climate Change on Mars." *Scientific American* 275 (November 1996): 80-88.
- Maslin, Mark. *Global Warming, A Very Short Introduction*. Oxford: Oxford University Press, 2004.
- Strassel, Kimberley A. "Bush 1, Greens 0 — The President is a Shrewd Diplomat on Global Warming." *Wall Street Journal* (8 June 2007), A.16.
- Weart, Spencer R. *The Discovery of Global Warming*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 2003.
- Walsh, Bryan. "The Next Move on Global Warming." *Time* (7 June 2007).

**曾鏡濤** 長期擔任美國科技應用國際公司 (Science Applications International Corp.) 資深研究員，從事聚變能源及應用物理研究三十年，年前退休，目前任教於北京師範大學珠海分校。