

第十章 全球气候变化

(Global Climate Changes)

地球气候系统：
一个涉及阳光、大气、陆地和海洋等内容十分丰富的系统。

内容提要

- 一、地球系统的能量平衡
- 二、世界气候的异常现象与变化趋势
- 三、全球变暖趋势明显
- 四、气候变化对策
- 五、气候变暖问题的对策



一. 地球系统的能量平衡

- 地球上缤纷世界的万千变化，最根本的驱动力是来自太阳的能量。
- 太阳光以 $30 \times 10^4 \text{km/s}$ 的速度自宇宙空间到达地球，几乎没有能量损失；
- 当太阳辐射自外层空间到达大气层时，则发生一系列变化：

~100km高空:

$\lambda < 100\text{nm}$ 的紫外光几乎被 N_2 、 O_2 、 N 和 O 完全吸收;

50~100km:

$\lambda < 200\text{nm}$ 的紫外光被 O_2 部分吸收;

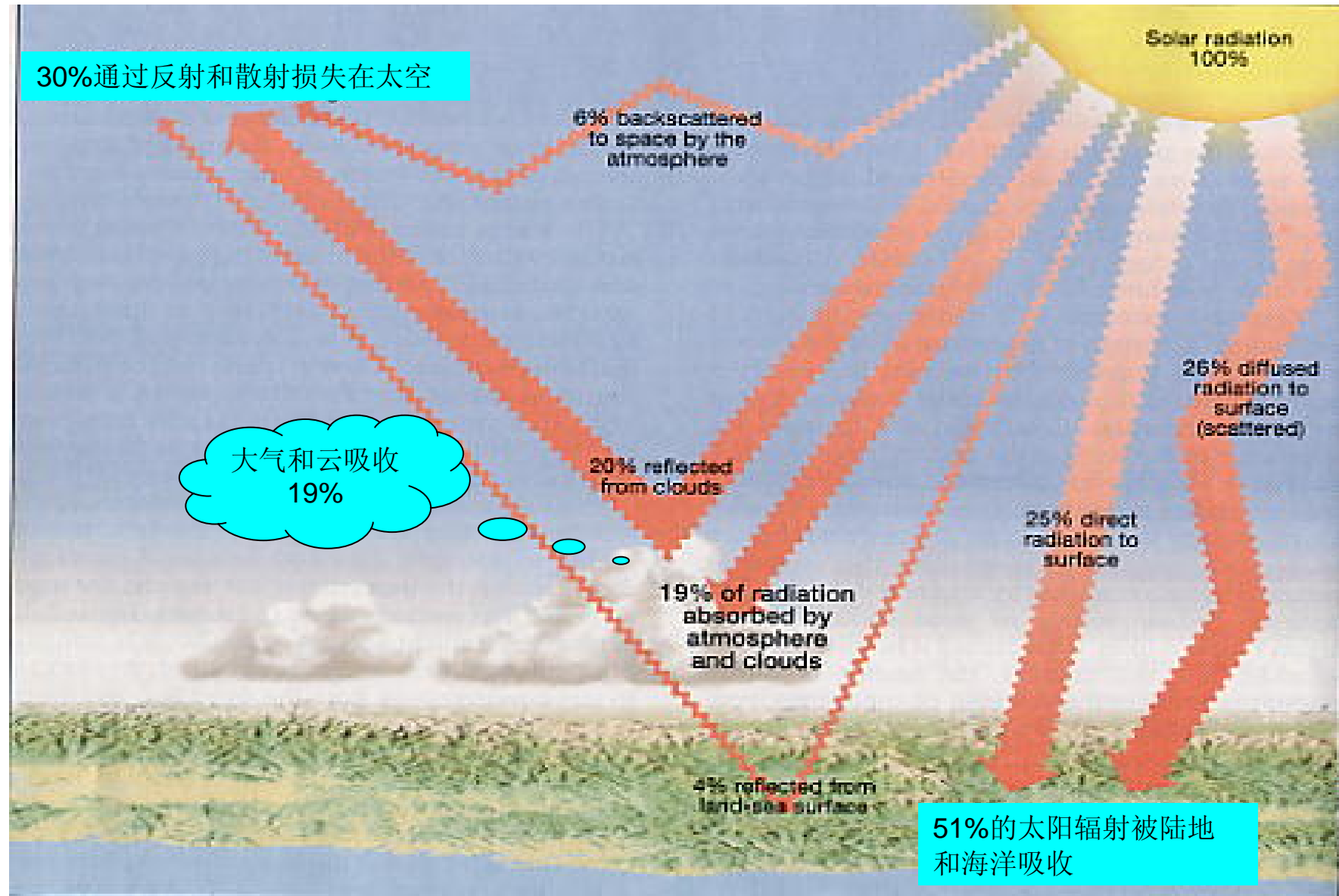
15~35km:

$\lambda < 310\text{nm}$ 的紫外光几乎被 O_3 完全吸收;

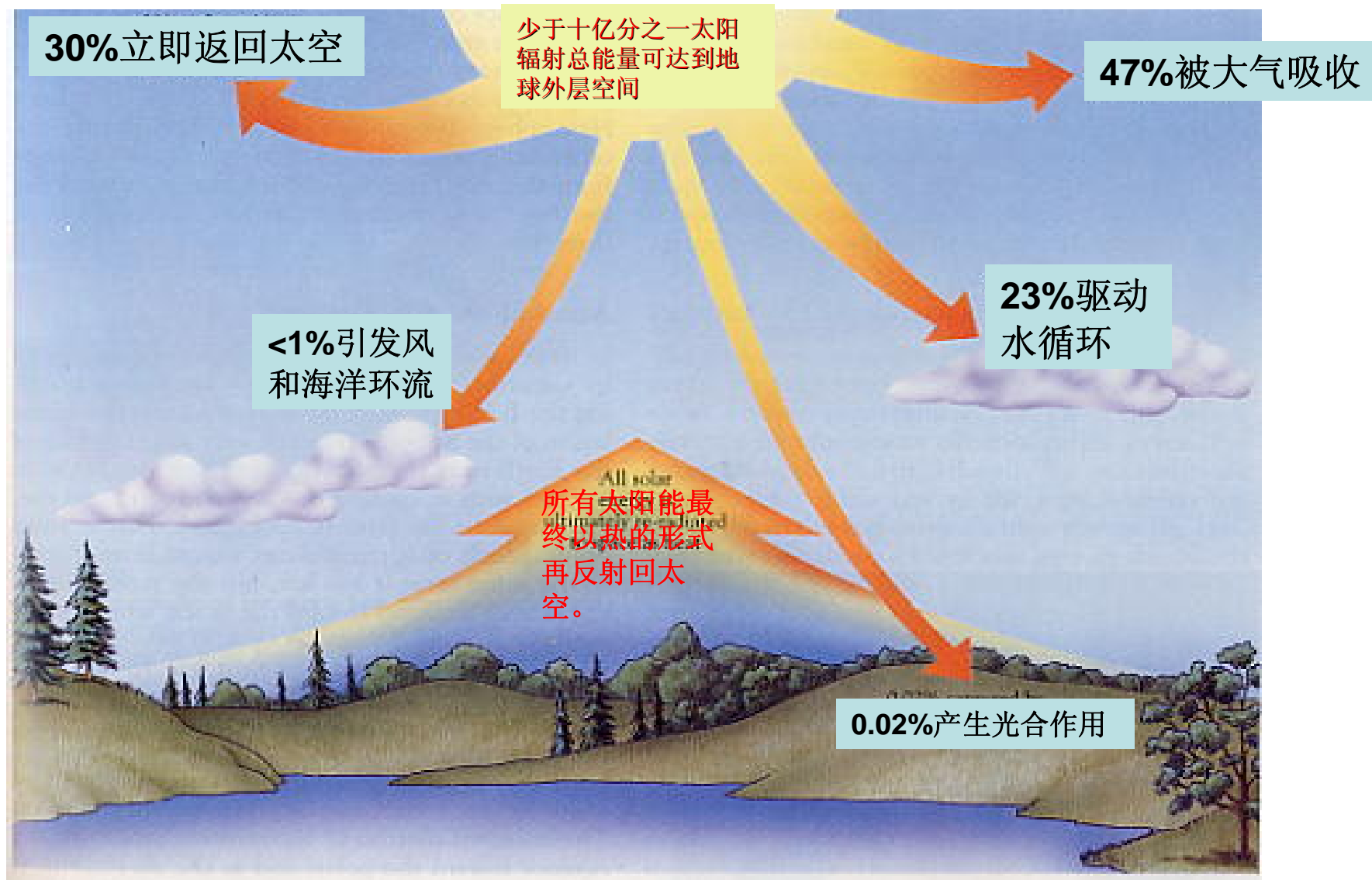
近地面 (0-15km) :

$\lambda > 310\text{nm}$ 的太阳辐射, 进入对流层大气。

地球系统的能量平衡



在吸收太阳辐射的同时，地球本身也有热辐射，以 $3\sim 30\mu\text{m}$ 的长波红外线为主。地球热辐射最重要的吸收物质是 CO_2 和 H_2O 。



地球系统的能量平衡

- 由于红外线能量较低， CO_2 和 H_2O 对红外线的吸收不发生化学反应，光吸收的结果只是阻挡热量自地球向外逃逸，加热大气层即形成一绝热层。
- 大气中 CO_2 和 H_2O 等微量组分对地球长波辐射的吸收作用使近地面热量得以保持，从而导致全球气温升高的现象称为“温室效应”（Greenhouse Effect）。
- 这些微量组分称为 **温室气体** (Greenhouse Gases)，除 CO_2 和 H_2O 外，重要的温室气体还有： CH_4 、 O_3 、 N_2O 和**CFCs**等，都是多原子的极性分子。

地球的自然温室效应与温室气体



- 温室气体对地球红外辐射的吸收作用在地球—大气的能量平衡中具有非常重要的作用。
- 假如没有现在的大气层，**地球的表面温度将比现在低33°C**，大多数动植物 将面临生存危机。**正是大气层的温室效应造成了对地球生物最适宜的温度，从而使得生命能够在地球上生存和繁衍，这种温室效应称为天然温室效应。**
- 在天然温室效应中， H_2O 的贡献超过60%， CO_2 也有重要贡献。

- 地球与火星、金星比较：火星大气层是地球0.1%，CO₂浓度95%，总温室效应很低，平均气温只有-53°C。
- 金星大气层比地球厚90倍，大气组成CO₂ 98%，温室效应比地球大得多，平均气温458°C。

二、世界气候的异常现象与变化趋势



1. 气候一直在变化

- 地球气候系统是一个涉及阳光、大气、陆地和海洋等内容的十分复杂的系统。
- 自从人类诞生以来的300万年中，世界气候一直经常和广泛地发生着波动。这些变化大部分与人类的活动影响无关。在不同时期内，有许多不同的自然因素使气候发生了变化，而且现在仍然变化着。

近百年来气候的异常现象

- **但是自工业革命以来**，随着人口增长和科学技术水平的提高，人类活动对全球的气候变化产生越来越深刻和重要的影响。
- 由于人类大量地使用矿物燃料（煤炭、石油和天然气）加上其他的人为活动过程，导致温室效应的加剧，可能会引起全球的温度增高，并由此将产生一系列环境问题。
- **自 1960s 以来**，世界各地不断发生气候异常现象，且有愈演愈烈的迹象。



近十年恶劣天气频频发生



Figure 12-1 New York City following a major blizzard that hit on January 7–8, 1996. The storm paralyzed much of the Northeast. Probably no other aspect of our physical environment affects the daily lives of people more than the weather.

巴尔干地区出现百年不遇的大雪



02年10月欧洲西部暴雨成灾



1997年1月美国加州大洪水



Figure 1-1 The United States has the greatest variety of weather of any country. Severe weather events are frequent and costly occurrences. The flooding Tuolumne River, west of Modesto, California created this scene in January 1997. Record-breaking floods struck parts of California, Nevada, and the Pacific Northwest during the winter of 1996-97. (Photo by Ted Benson/*The Modesto Bee*/SYGMA)

2. 世界气候变化趋势—变冷说

- ① “米兰戈维支理论”，冰河期形成源于地球自转长期偏差
→气流与洋流变异及地球自转加速→大陆积雪不规则运动
→气候变冷。
- ②“太阳黑子理论”，太阳黑子数量的增加将使太阳辐射减弱，引起地球变冷。
- ③“阳伞效应”，火山喷发出的尘埃和工业、交通、炉灶等排放的烟尘不断增加，这些悬浮在大气中的气溶胶颗粒物就象地球的遮阳伞一样，反射和吸收太阳辐射，引起地面降温。 也称“冷化效应”。

核冬天

3. 世界气候变化趋势—变暖说

- ① 主要根据是“温室效应”，由于化石燃料燃烧，大气中CO₂浓度增加，导致温室效应加剧。低层O₃浓度增加也增强温室效应。
- ② “放大器效应”，大气中含有级少量CFCs、CH₄、N₂O，吸热能力巨大，如CH₄温室效应比CO₂的效果强多倍，而CFCs比CO₂强2万倍，N₂O也有将温室效应放大的作用（比CO₂大300倍）。
- ③ “城市热岛效应”
- ④ “周期性的厄尔尼诺现象”
- ⑤ “拉妮娜现象”

人为增加的温室气体

温室气体	人为排放源或导致增加源	天然排放源
CO ₂	化石燃料燃烧、地表植被破坏	大气、生物、海洋
CH ₄	天然气、煤矿、生物质燃烧、反刍动物、稻田、垃圾、废水	湿地、白蚁、海洋、其他
N ₂ O	化肥使用、工业生产、燃烧过程	土壤、海洋生物作用
CFCs	人类化学工业	无
O ₃ (对流层)	化石燃料应用导致的大气污染生成	平流层输入、自然光化学过程

③城市热岛效应

- 随着人口增长，城市化进程的加快，城市的空气污染、人为热的释放和下垫面的改变引起了气温的上升，使市区温度一般比郊外高 $0.5-1.0^{\circ}\text{C}$ ，此现象称为“城市热岛效应”。

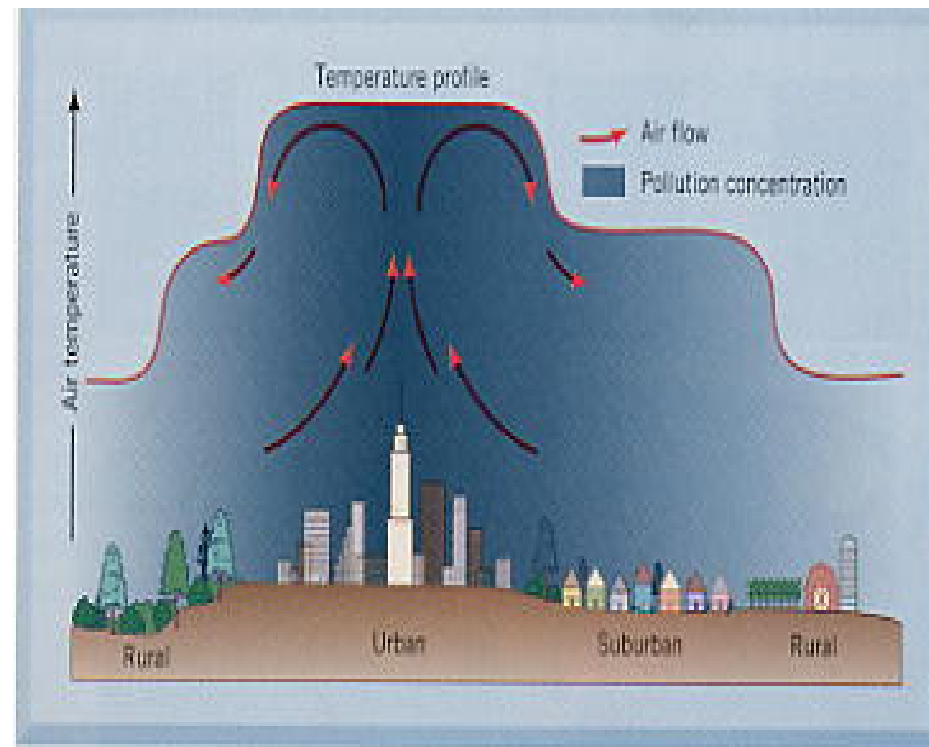
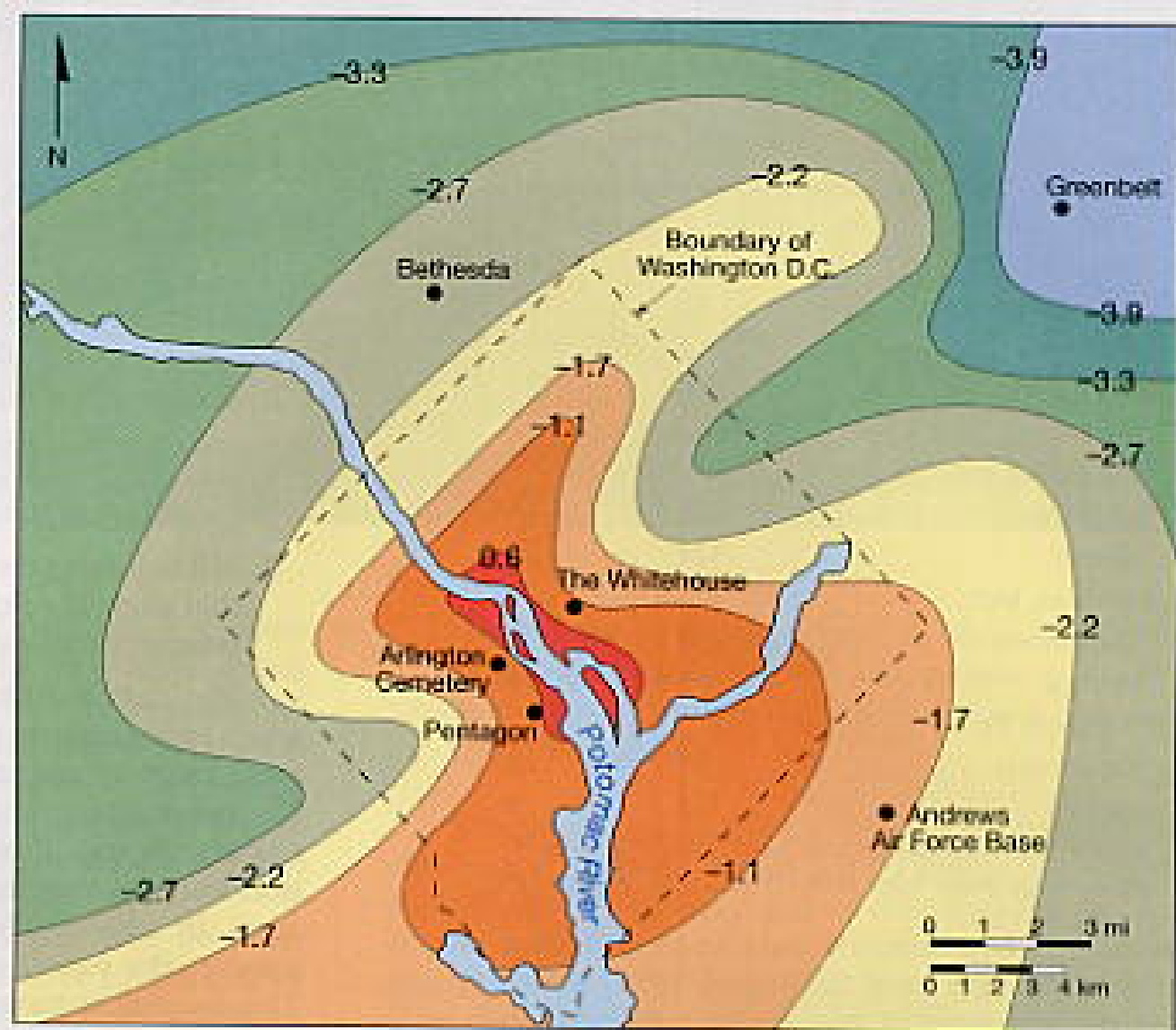


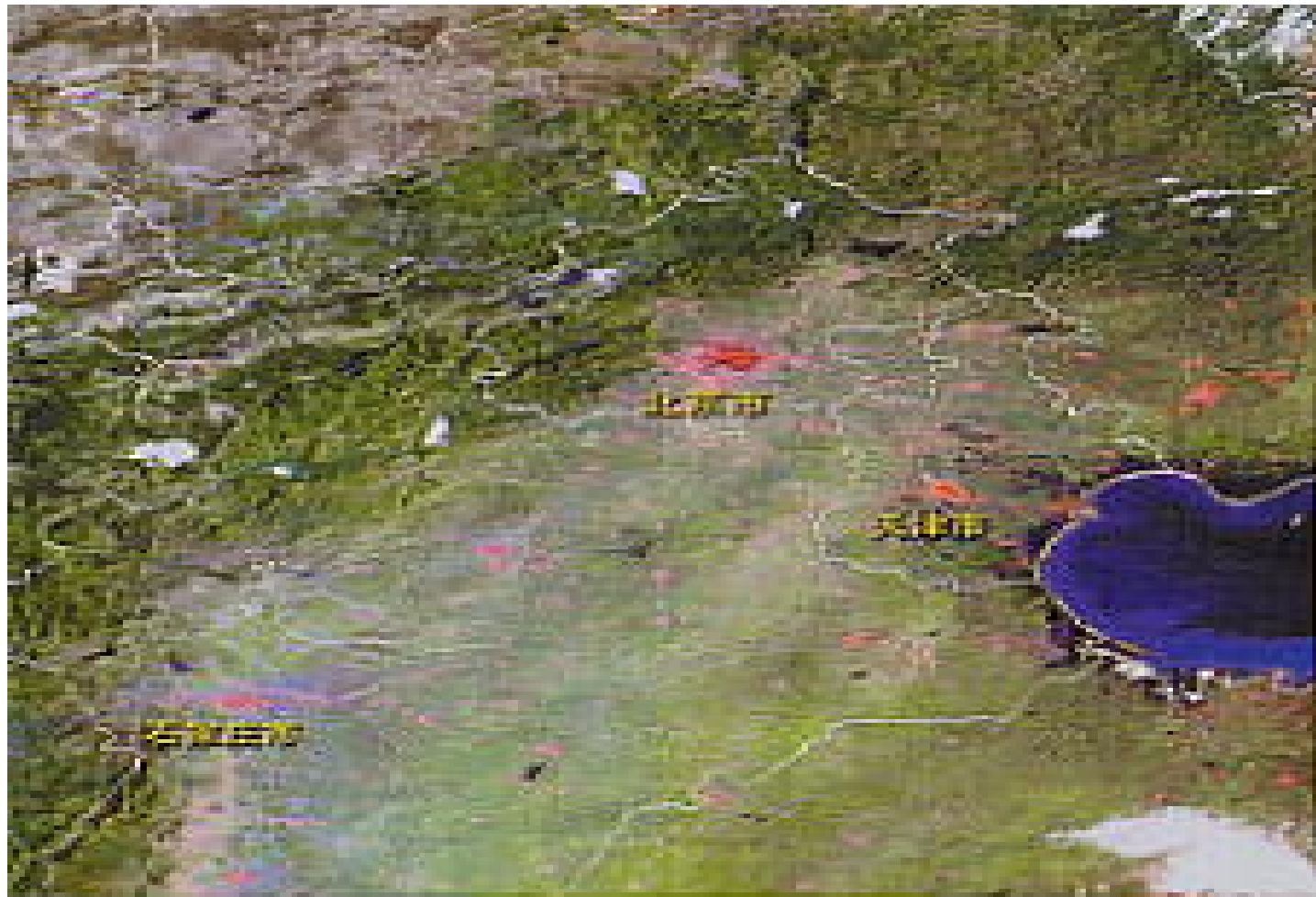
FIGURE 21.5 Linger air, an abundance of particulates, and the flow of air over heavily built-up areas create an urban dust dome and a heat island.

美国华盛顿地区冬季城市与周边地区温差

Figure 14-20 The heat island of Washington, D.C., as shown by the average minimum temperatures ($^{\circ}\text{C}$) during the winter season (December through February). The city center had an average minimum that was nearly 4°C higher than some outlying areas. (After Clarence A. Woolum, "Notes from the Study of the Microclimatology of the Washington, D.C., Area for the Winter and Spring Seasons," *Weatherwise*, 17, no. 6 (1964), 264, 267)



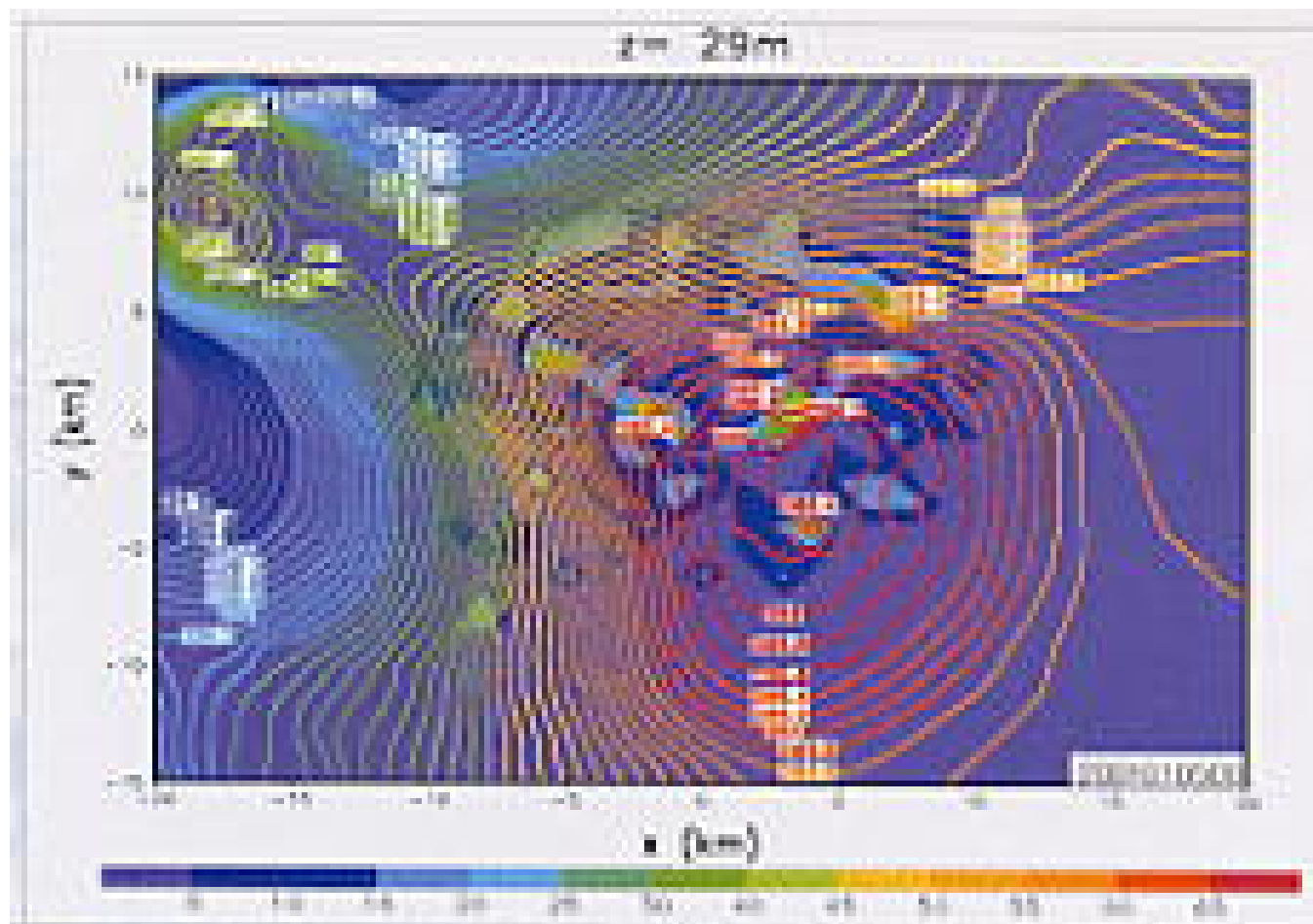
北京及周边地区卫星遥感城市热岛特征



北京及周边地区卫星遥感城市热岛特征

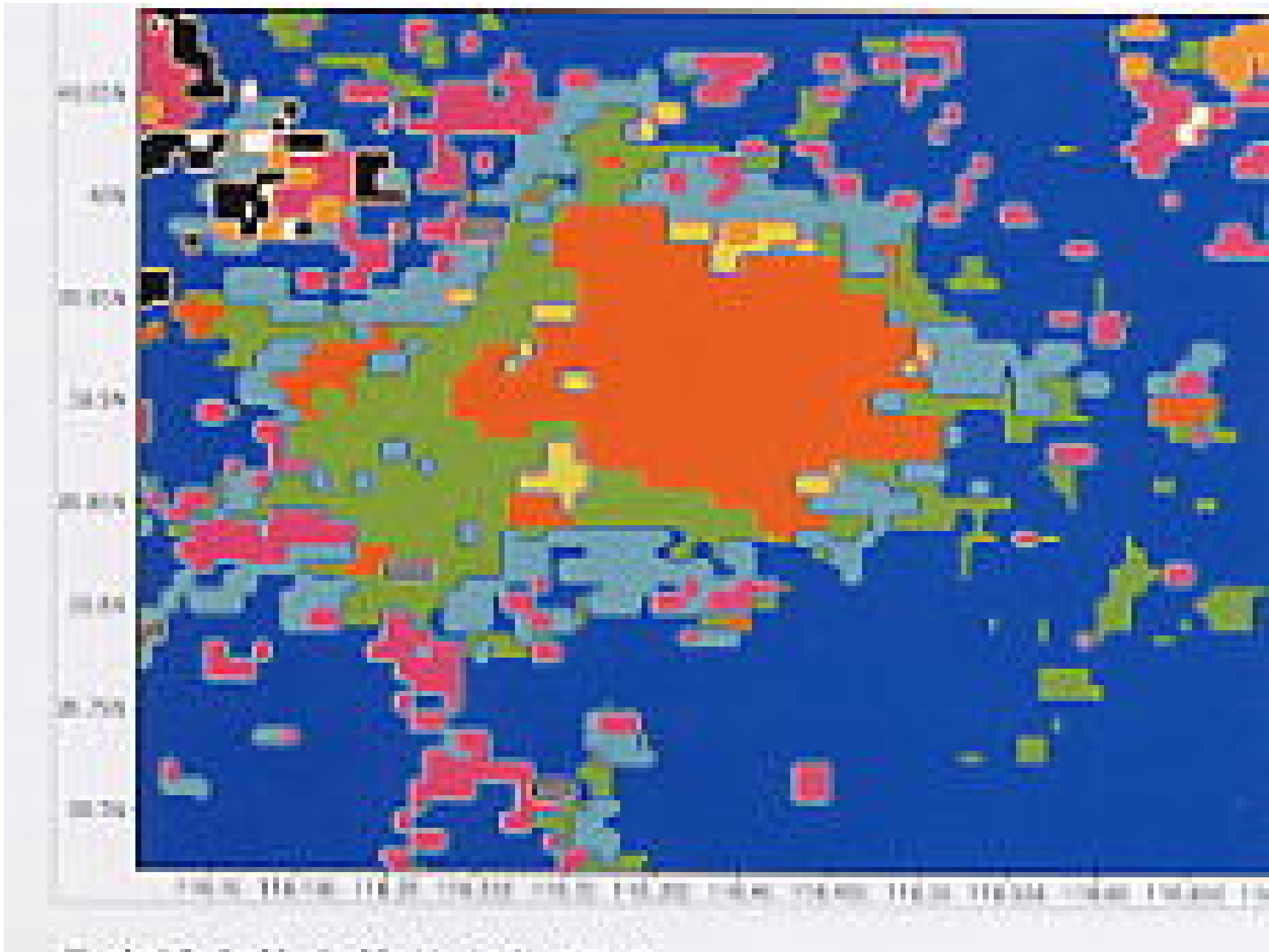
The city heat island features obtained by satellite remote sensing in Beijing and its ambient areas.

模拟北京地区温度场



模拟北京地区温度场（图中叠加城区建筑结构）（高度：29m，时间：2001年1月5日）

The simulated temperature field in Beijing area (Height: 29m, Time: 00:00) on 5 Jan. 2001 (The urban buildings are overlapped on the figure)

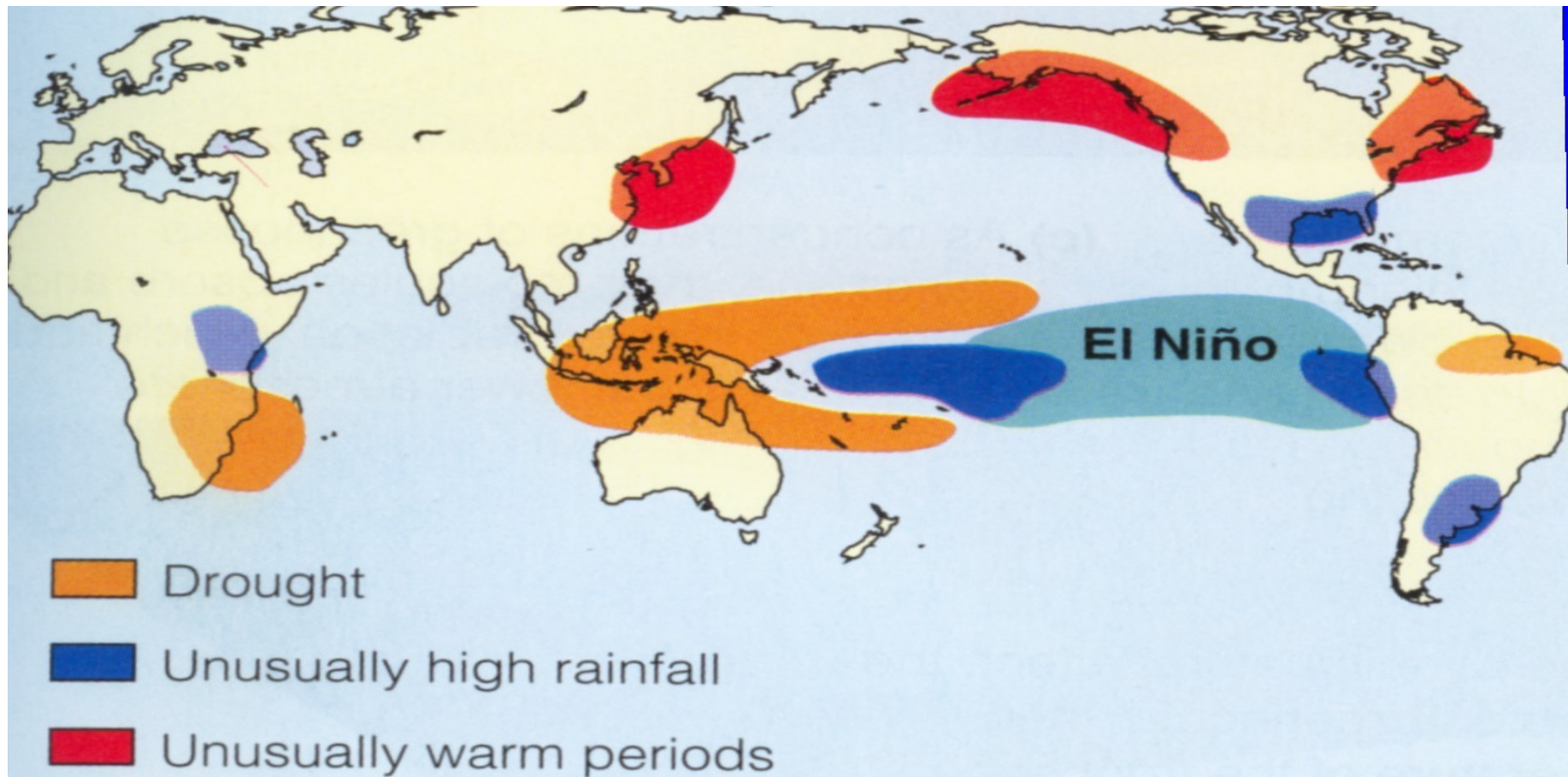


北京市热岛的数字化图象

④周期性的“厄尔尼诺现象” (El Niño)

- 在赤道东太平洋海域（南美洲秘鲁、厄瓜多尔西海岸），每隔几年就发生一次大规模的海水温度骤然升高现象，一股暖洋流向南流动，使原属冷水域的太平洋东部水域变成暖水域，导致海洋生物大量死亡，并引起全球范围气候异常，东部暴雨频繁，持续高温；西部地区高温少雨，严重干旱，引发一系列自然灾害。
- 1997年8月世界气象组织主持召开的科学大会上指出：厄尔尼诺已超过温室气体排放，森林毁坏而成为影响全球气候异常的最主要因素。

“厄尔尼诺”现象 (El Niño) 的气候影响



(Miller, Living in the Environment 12th, p127)

⑤ “拉尼娜”现象 (Lanina)

- 与厄尔尼诺相反的上述海域异常降温的现象，称为拉尼娜（仙女，小女孩）现象，其气候意义与厄尔尼诺相反。



其他因素

大气中有些痕量活性气体并不是温室气体，但通过化学反应能促成它种气体的生成或破坏，间接影响温室效应。如CO、NO_x、NH₃、H₂S等。



三. 众多事实表明：全球气候正在变暖

1. 近100年，全球平均气温持续升高

研究表明，过去100年里，全球平均气温上升了

0.2~0.5°C，全球海平面上升了10~25 cm，近10年和20年气温升高幅度之大已达到过去110年的最高记录。**最热10年都在近20年中，最热7年都在最近10年中。**

如果目前的温室气体排放不采取有效的控制对策，预计到2100年，全球气温将升高1~3°C，全球海平面将上升15~100cm，降水强度可能会进一步增加。

全球气温变化趋势

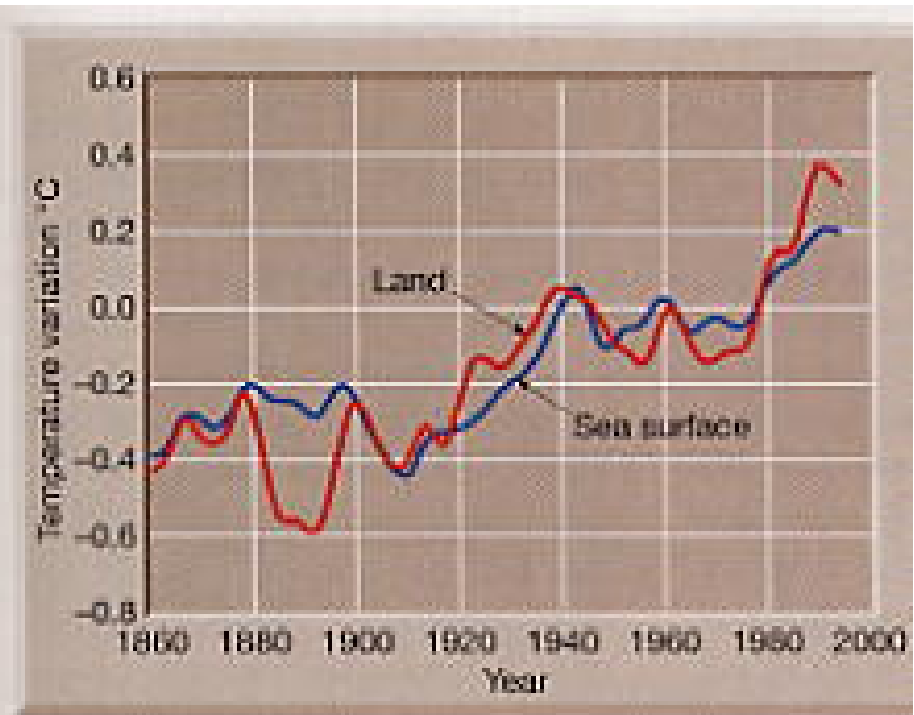
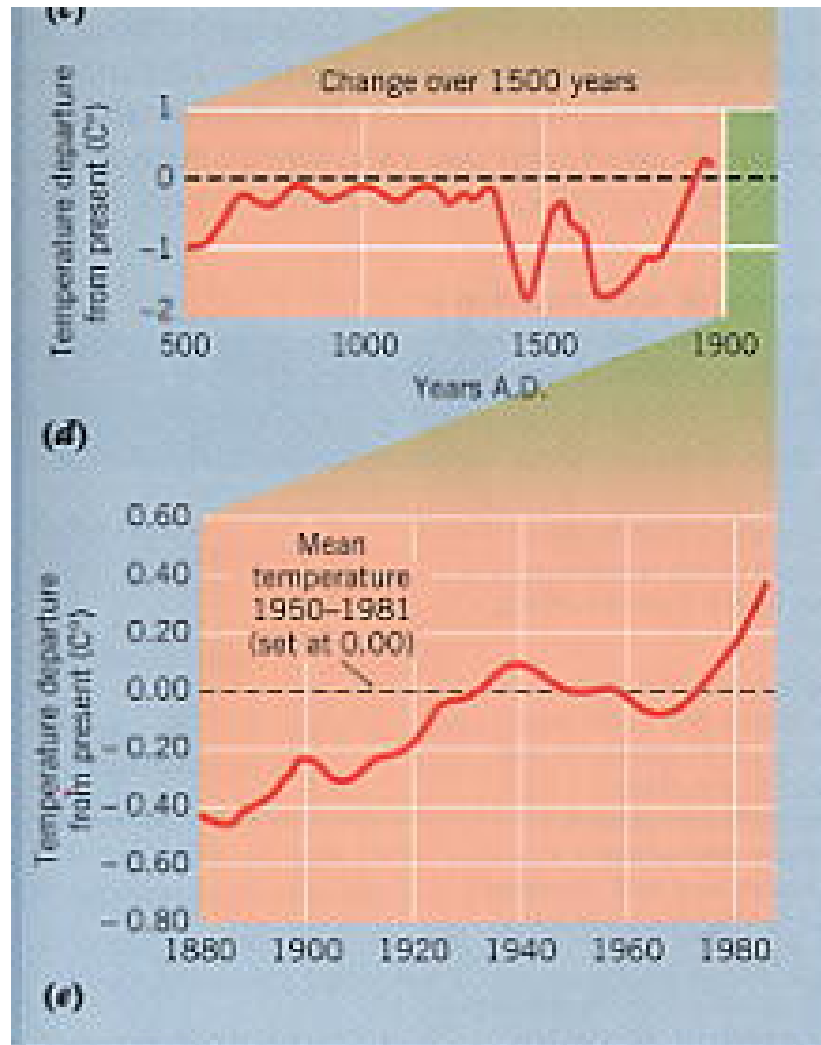


Figure 14-13 Land-surface air temperature and sea-surface temperature variations 1861-1994 relative to the 1961-90 period (0.0 line). The global mean land-surface air temperature in 1890 was about 0.2° cooler than the 1961-90 mean global temperature, whereas the 1990 global mean land-surface air temperature was about 0.4°C warmer. Clearly the trend is toward higher global mean temperatures. (After IPCC)

本世纪中国将持续变暖

要提高能效减少二氧化碳排放量

本报讯 中国科学家日前说,未来50年到100年中国气候将持续变暖,华北和东北南部等地区出现继续变干的趋势,这将给自然生态系统和经济社会带来严重影响。

长期从事冰川与气候变化研究的科学家秦大河在日前召开的中国科协2002学术年会上说,2020到2030年,中国平均气温将上升1.7摄氏度,到2050年将上升2.2摄氏度,变暖幅度由南向北增加。尽管不少地区降水出现增加趋势,但华北和东北南部等一些地区将出现继续变干的趋势。

现任国家气象局局长秦大河说,近百年来地球气候正经历一次以全球变暖为主要特征的显著变化,中国气候变化趋势与全球基本一致。1985年以来,中国已连续出现了16个全国范围的暖冬,降水自20世纪50年代以后逐渐减少,华北地区呈现出暖干化趋势。

他指出,气候变化给自然生态带来的影响可能是“难以承受、不可逆转和持久的”。以海平面上升为例,中国海平面近50年来呈明显上升趋势,上升的平均速率为每年2.6毫米,未来还会继续上升,造成海岸地区遭受洪水泛滥的机会增大,遭受风暴影响的程度和严重性加大。

他说,气候变化对国民经济也会产生诸多负面影响,特别是在中国,气候变化会造成农业生产产量波动,农业生产布局和结构发生变化,农业成本和投资大幅增加。中国需要深入研究这些后果并采取相应的减缓措施。

秦大河说,近50年的气候变暖主要是人类使用石化燃料,排放大量温室气体造成的。国际社会应对全球气候变化挑战的行动意愿已被写入《联合国气候变化框架公约》和旨在减少温室气体排放的《京都议定书》。

在刚刚结束的可持续发展世界首脑会议上,中国总理朱镕基宣布中国已核准《京都议定书》,国际社会称赞此举为延缓全球气候变暖作出了重要贡献。

秦大河说,作为世界第二大二氧化碳排放国,中国今后应坚持“节约能源、优化能源结构、提高能源利用效率”的政策,通过提高能效来减少二氧化碳排放量。

(袁晔)

2. 海平面高度上升

过去的100年，海平面上升了
10~20cm，
每年上升
1~2mm，
近年有加快的趋势。



冰层融化爱斯基摩人要搬家

他们将成为全球变暖造成的首批难民



2006年5月9日中国环境报报导

全球变暖使家园告急 爱斯基摩人状告美国

生活在北极地区的爱斯基摩人代表说，他们已经向美洲人权委员会提出申诉，要求裁定美国为排放温室气体造成全球气候变暖，进而危及爱斯基摩人生存环境的“罪魁祸首”。

法律专家说，爱斯基摩人申诉可能获得成功，从而为一系列法律诉讼开路。虽然美洲人权委员会的裁决没有法律效力，但从历史纪录看，它的裁决往往是法律诉讼的前奏。

文化濒危

联合国《气候变化框架公约》第10次缔约方大会目前正在阿根廷首都布宜诺斯艾利斯召开。与会的爱斯基摩人代表告诉美国《纽约时报》记者，他们要在会议上宣布申诉决

定。

与以往申诉和抗议不同的是，爱斯基摩人的申诉并非把全球变暖作为简单的环境问题，而是认为他们的基本权利受到侵害。“环视爱斯基摩人会议”主席希拉·瓦特·克卢捷说，他们最大的担忧不是全球气候变暖会导致哪个人死亡，而是可能对顽强挣扎的爱斯基摩人文化造成致命一击。

有备而来

爱斯基摩人代表说，他们在提出申诉之前数年曾咨询了一些法律专家，将在明年春天开始漫长诉讼程序，制作一些录像，由老者和猎手谈论亲身经历，证明北极附近冰面正在不断缩减。

爱斯基摩人代表说，他们计划在布宜诺斯艾利斯会见一些可能因为海平

面上升而淹没的小岛国代表。

美国表态

正式提出申诉前不会作出反应

美国国务院一位官员说，“爱斯基摩人正式提出申诉前我们不会作出反应。如果他们真的提出申诉，我们会根据他们的说法作出反应。”

新闻背景

美温室气体排放量居世界第一

《气候变化框架公约》第10次缔约方大会将于17日结束，议题是遏制全球气候变暖。

美国签署了没有强制性要求的《气候变化框架公约》，但因不满强制条款而退出了《京都议定书》。一些主要工业国家最近发表的报告认为，工业废气和汽车尾气是造成全球变暖的

主要原因，而美国温室气体排放量居世界第一位，去年更基比前年增加0.7%。

新闻资料

“北极的主人”

爱斯基摩人是生活在北极地区的古老民族，目前人口已经有15.5万人，主要以猎取海豹为生，被称为“北极的主人”。“环视爱斯基摩人会议”是他们自发组成的行政管理机构，已经得到联合国承认。

爱斯基摩人通过加拿大在美洲国家组织派驻代表。美洲人权委员会是美洲国家组织的调查机构，也是联合国机构，但它的裁决没有法律效力。

陈济群(新华社专稿)

波涛吞噬岛国图瓦卢

来自太平洋岛国图瓦卢的6名运动员自豪地参加了这个星期于澳大利亚墨尔本举行的英联邦运动会。然而,这个岛国的国民却在担心,他们的后代可能将无法再代表这个国家参加这一盛会。英国《每日电讯报》3月18日报道说,由6个珊瑚岛组成的图瓦卢与另外至少两个岛国就在正面临被上涨的海水吞噬的危险。

世界第二小国面临灭顶之灾

“我们面临失去3个国家的现实可能:图瓦卢、邻国基里巴斯以及印度洋上的马尔代夫。”澳大利亚问题研究所负责人高莱夫·汉密尔顿博士说,“或许,人们将来在英联邦运动会上将举着(这些国家的)旗帜,以纪念这些消失在波涛下的国度。”

图瓦卢位于中太平洋南部,是仅次于瑙鲁的世界第二小国,1978年脱离英国殖民统治独立。

第一眼看上去,图瓦卢是一派典型的热带岛国景象:穿着蓝色衬衫和短裤的警察光着脚走在街上,渔夫们用网排上新鲜的金枪鱼,下午时光常常在吸烟、品尝酸椰汁和小憩中度过。

英国《每日电讯报》3月18日说,而现在,当地人越来越焦虑地盘算着怎样把全国1万多人人口迁移到其他地方。图瓦卢副总理萨乌法图·索波安加就对海平面上涨带来的威胁有着切身体会。“我曾把一大堆椰子放在我家院子里,结果,海水冲走了其中一半。”

海水淹没大片地区

这个月来,前所未有的大潮席卷了图瓦卢沿海,咸水从地下汩汩涌出,淹没大片地区,致使不少农作物死亡,这令当地居民十分烦恼。

“我不得不疏散我的猪,因为水已经淹到它们脖子了。”一名居民说。其他人则回忆起在被水淹没的自家后院捞鱼的经历。

图瓦卢全国陆地面积26平方公里,最高点仅比海平面高4.6米,在图瓦卢主要的环礁岛——首都富纳富提,几乎每一寸土地上都建有房屋,小菜园和猪圈所占据。这个国家的海岸线已经在向后退却,曾出现在图瓦卢发行的一张明信片上的一个微型岛屿连同岛上的椰子树现在都已经被海水吞没。



原来欢乐平静的图瓦卢



现在岛国居民家园一片汪洋

岛国替他人受过

尽管科学家说,全球海平面每年上升仅5毫米,但联合国政府间气候变化问题研究小组曾预言,到本世纪末,这一速度最高将提高到每年88厘米。

“有人问,留在这里还有什么意义?”图瓦卢环境部长埃纳特·埃纳说,“我们数千年来赖以生存的农作物正在被咸水毒害。”

南太平洋岛国纽埃曾表示愿意接纳图瓦卢民众,但它自身也面临问题:2004年遭遇台风袭击,损失惨重。被提及的其他避难所包括斐济一座偏远岛屿以及澳大利亚北部一座无人岛屿。

环境保护组织认为,澳大利亚对南太平洋上的小岛国负有义务,因为澳大利亚人均排放的温室气体超过其他工业化国家,而且与美国一样拒绝签署旨在控制全球变暖的《京都议定书》。“我们正在替他人受过,”图瓦卢灾害协调员苏美沃·斯曾说,“我们希望援助国给我们资金建造防洪堤,保护这些岛屿。”

赵卓鸣(新华社专稿)

陆续迁移的图瓦卢人民



陆续迁移的图瓦卢人民, 丝路图片/Global Photo 供稿

太平洋岛国图瓦卢、基里巴斯和马尔代夫或许将成为消失在波涛下的国度!

3. 南极生态变化

- 冰块融化，拉尔森地带~1300km²冰块融化
- 植物南移，在南极不少新植物开始生长。
- 成群企鹅消失，食物链断裂：冰溶—冰面岩石表面植物消失—鱼虾死亡—企鹅无食
- 喜马拉雅山冰川比50年前后退5000m。



Figure 14-14. A reduction in sea ice would act as a positive feedback mechanism because the amount of solar energy absorbed at the surface would increase. (Photo by Wolfgang Kechler)



50年“体温”上升2.5摄氏度

冰山“逃离” 南极

今年3月,南极半岛的“拉森B”陆缘冰出现了大面积坍塌,一块相当于美国罗德岛州大小的冰山从这里脱离,坍塌面积创近30年纪录。科学家还发现,近年来从南极洲脱离的冰山正越来越多。有人怀疑,这与全球气候变暖有关。以“拉森B”为例,在过去50年中,它的“体温”上升了2.5摄氏度。

地球的储冰库

南极冰川占世界冰川的99%,巨厚的冰层使南极洲的平均海拔高度达到2600米,比地球上其他6大洲的平均高出约1500米。由于南极地势高,空气稀薄不保暖,虽有几个月全是白昼,但太阳只是在地平线上盘旋,太阳光斜射,巨大的冰原,像镜子一样,能反射几乎全部的太阳光,因而,所获热量极少,气温进一步降低,造成终年酷寒。

世界冰川主要分为3种类型:呈流苏状连续延伸,并向所有方向流动的冰川,规模大者称为冰盖或大陆冰川,规模小者称冰帽或冰原;冰体的流动被限制在通道内的称为山岳冰川;片状延展于冰川区外缘平坦地区或大洋上的冰川称为山麓冰川或冰棚。

南极洲面积为1380万平方公里,97%为冰层所覆盖,冰的平均厚度在1720米到2300米之间,最深之处达到4200米。冰的体积在2500万到3000万立方公里之间。

冰山为什么会分离

今年3月发生的“拉森B”陆缘冰坍塌事件是近30年来此类事件中规模最大的一次。陆缘冰一般位于南极大陆边缘,与大陆相连的浮动冰层,通常由冰河流入海洋过程而形成。

据专家称,“拉森B”陆缘冰已完全瓦解,分裂成数千个冰山,在威德尔海漂浮。今年,“拉森B”损失的面积达3520平方公里,重量达7200亿吨。在过去5年中,“拉森B”总共损失了5700平方公里,如今剩下的不到其稳定期最小面积的40%。“拉森B”位于南极半岛东岸,大约220米厚。科学家认为,根据其下的冰流以及沉积物厚度,它已经形成了至少400年,甚至有可能长达1.2万年。

今年5月,在一周内发生了两次巨型冰山“逃离”事件:9日,一组长、宽分别为76公里和7公里的冰山,从罗斯陆缘冰分离;15日,一座更大的冰山再次分离,长达190公里,宽约31公里,相当于卢森堡国土面积的四倍。

其实,冰山“逃离”事件每年都有发生,比如,在整个南极半岛,从1974年以来,已经有7个冰架坍塌,面积达到1.35万平方公里。

冰山分离,一些科学家认为,这属于南极正常的“支出”,与气候变暖无关。他们给出解释说,南极气温常年,南极内陆部分的冰层每年新增约3厘米到4厘米,沿岸地区每年形成20厘米到30厘米。这样算来,南极冰盖应该越来越厚,但事实并

非如此。在地心引力的作用下,冰盖沿着地势向低处走,并在沿海形成向下延伸的冰架,受温度和潮汐影响,这些边缘区的冰盖容易一块块断裂滑到海里去。冰山开裂实际上是南极大陆正常的物质输出,作为相反的过程,寒流每年都为这里带来可观的雪量,依靠这一进一出,南极大陆才能保持物质总量平衡。但美科学家认为,这是去年夏末南极气温上升造成表面积融化水的结果。融化水填充冰架中的缝隙,由于水的密度比冰大,它们穿透厚厚的冰层,卫星观测到的图像也支持这一观点。

全球变暖起作用了吗

一些观点认为,冰山“逃离”事件可能与全球气候变暖有关。

1997年,澳大利亚科学家指出,在过去20年中,南极冰水可能已经融化达25%之多。这一结论是在卫星纪录资料的基础上得出的。1999年,从事南极问题研究的科学家再次警告说,因二氧化碳等温室气体越来越多地被排入大气层,全球变暖,这就将对南极洲西部大面积的冰架构成威胁,可能使海平面在下一个世纪升高6米之多,而且地球可能会走向一个小冰期。另外一些科学家提出了不同意见。他们说,南极洲西部大面积的冰架数千年来始终在融化,并且很可能将会继续融化,直到淹没掉数百万公里的沿海地区。但这很可能与全球变暖无关,因而也没有人能够挽回这一趋势。

林小春 2007

4. 各地高山冰川减少



联合国环境署支持的探险队近日证实

全球变暖 喜马拉雅山变样



本报讯 6月5日,联合国环境署支持的一支探险队登上喜马拉雅山,收集到气候变化所带来影响的令人吃惊的证据:山上的冰川的位置与50年前埃德蒙·希拉里和唐兹因·诺盖征服喜马拉雅山时的相比,已向山顶方向退却了5000米。

国际登山联合会运动发展部主任罗杰·佩恩是探险队领队之一。他说:“很明显,气候变暖已经成为影响山地地区的最大威胁。到处可见气候变化所带来的影响。”

探险队5月6日从加德满都出发,在爬完位于尼泊尔境内海拔6189米的雪峰后,于6月1日返回。在探险期间,队员们去

了斯昂博奇修道院,并与喜马拉雅国家公园等单位的专家进行了交谈,了解到当地人越来越关注全球变暖所带来的影响。

世界登山联合会主席伊恩·麦克诺特戴维斯说:“尼泊尔登山协会主席塔什·扬胡·谢尔帕告诉我们,过去20年冰川地区已经发生了相当显著的变化,而且变化速度越来越快。他告诉我们,如果希拉里和唐兹因现在登山的话,他们就得比当年多走两小时才能到达冰川边缘。这意味着冰川已向山顶方向上挪了4600米。”

斯昂博奇修道院的林波奇喇嘛在当地已经居住了30年,见证过两次大水灾,这两次水灾都是由冰川融化导致当地湖水上涨引起的。最近的一次洪水冲走了一些旧木桥。

联合国环境署的科学家们通过卫星及地面观察研究,确定了在尼泊尔和不丹境内的44个冰川湖泊的水位正在上

涨。他们估计,5年后,它们的堤坝很可能被摧毁。

当地人逐渐意识到,游客数量的不断增加和气候变化将对该地区的植被造成严重的影响。美国顿·拜尔山山地研究会在加拿大魁北克举行的世界生态旅游峰会上指出,每年大约有2.7万人游览这一地区,而尼泊尔昆布地区夏尔巴人的数量只有3000人。

在海拔4000米以上的地方,人们过度砍伐刺柏等作燃料用的树木,使环境受到影响,开始出现水土流失和野生动物死亡等现象,而几乎所有过度砍伐事件都跟游客需求有关。

探险队领队彭恩·杰尔翁·谢尔帕是当地居民,见证了该地区的巨大变化,但他不赞成限制旅游业的发展。他说:“在我们这个地区,我们需要更多地发展旅游业来刺激我们的经济和增加大家的收入,提高大家受教育水平。我们可以合理发展旅游业,使之符合当地人民和当地环境的需要。我们无法控制全球环境变暖的趋势,因为这些问题取决于他人。我们在尼泊尔只是排放了很少的废气,保护我们赖以生存的山地和整个环境需要欧洲、北美等地和日本等大工业国家的支持。”

(李进)

中加清洁生产

向公众

本报讯 中加清洁生产项目妇女与环境组在第30个“6·5”世界环境日,参加了清华大学主办的“2002年环境与发展论坛”,并在会上发放了妇女与环境组特制的印有中加清洁生产项目和“6·5”世界环境日标志的环保购物袋。

发放购物袋旨在提醒大家:购物时尽量使用布购物袋,少用一次性包装材料和塑料袋,减少“白色污染”,倡导绿色消费。布制购物袋可以重复利用,节约自然资源,减少污染,保护地球生态环境。中加清洁生

日本批准《京都议定书》

本报讯 日本参议院6月初以229票赞成、0票反对通过了关于批准《京都议定书》的法律。日本内阁会议6月4日决定批准这一国际协议。日本此举受到国际社会的好评。

法国外交部发言人6月4日说,《京都议定书》是全世界

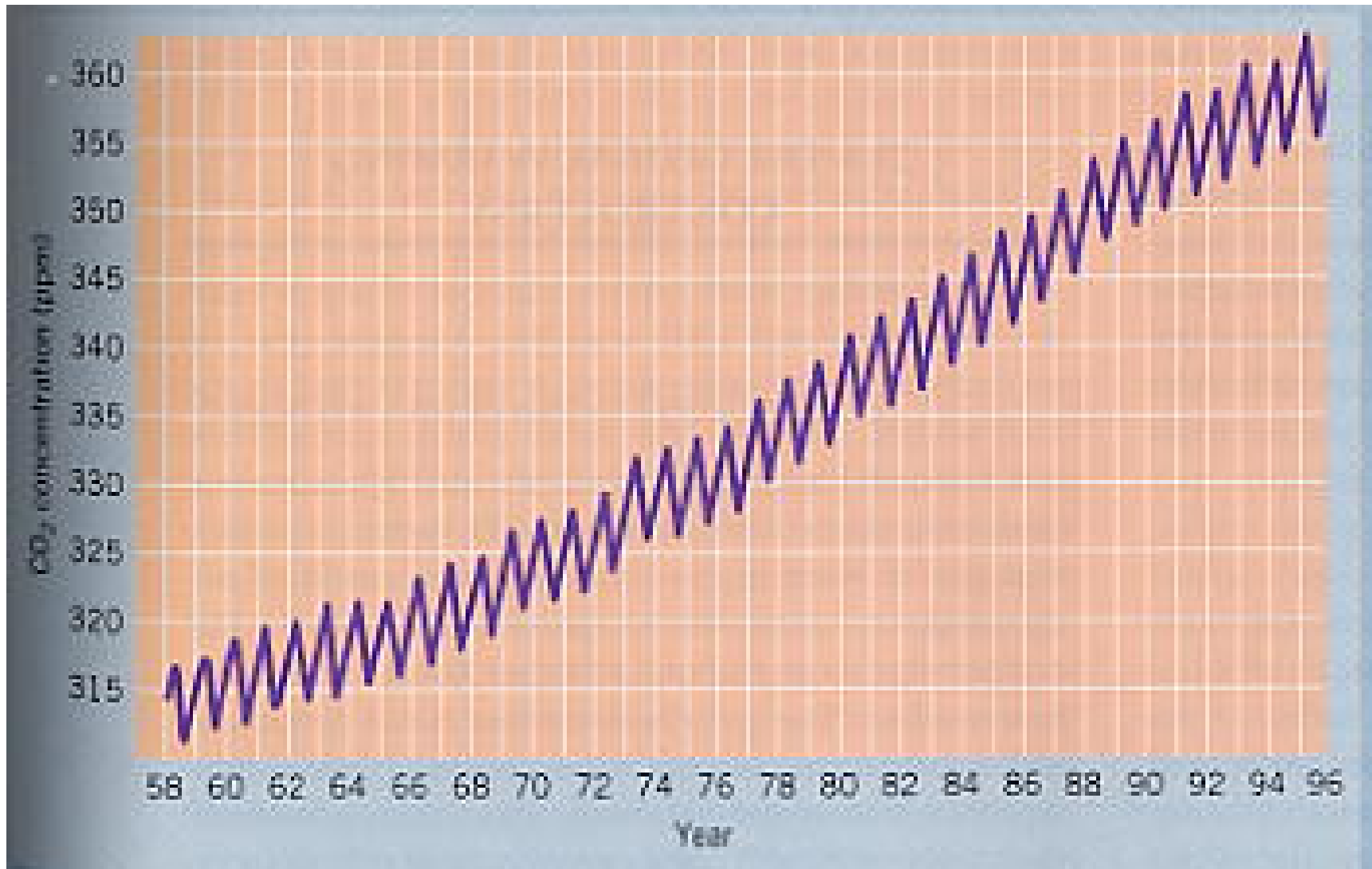
府。据悉,这些建议将反映日本税制的中长期改革。

顾问小组此举的目的在于,日本在2005-2008年期间增加抑制气候变暖的措施,在《京都议定书》的期限之前加强减排力度。该协议要求,在2008-2012年间,工业化国家温室气体的排放量在1990年的基础上平均减少5.2%。日

5. 人类活动排放的温室气体浓度不断增加是地表温度升高的主要原因

- **CO₂**: 是大气中原来就有的物质，其丰度仅次于氧、氮和惰性气体，是植物光合作用所不可缺少的。
- 但是，由于人类大量使用化石燃料，砍伐森林使地球生物量总量减少，CO₂排放量逐年增加并在大气中积累。
- 世界各地的观测都表明，**CO₂的全球浓度上升明显，工业革命前只有280ppm，现在是379ppm，200年间CO₂浓度增加了30%。**

1960-1990年大气CO₂浓度变化趋势



十六万年以来大气二氧化碳浓度 和温度变化关系

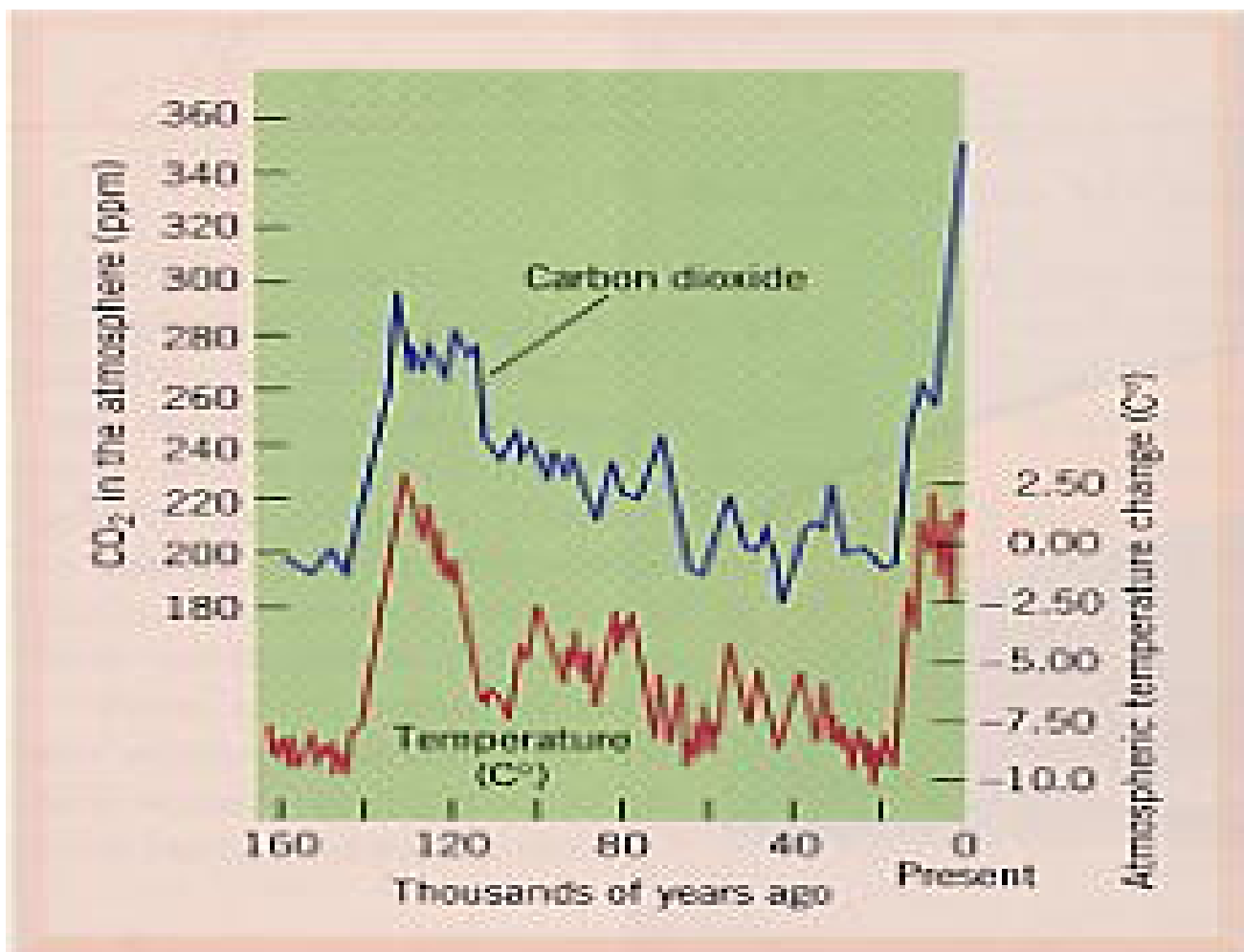
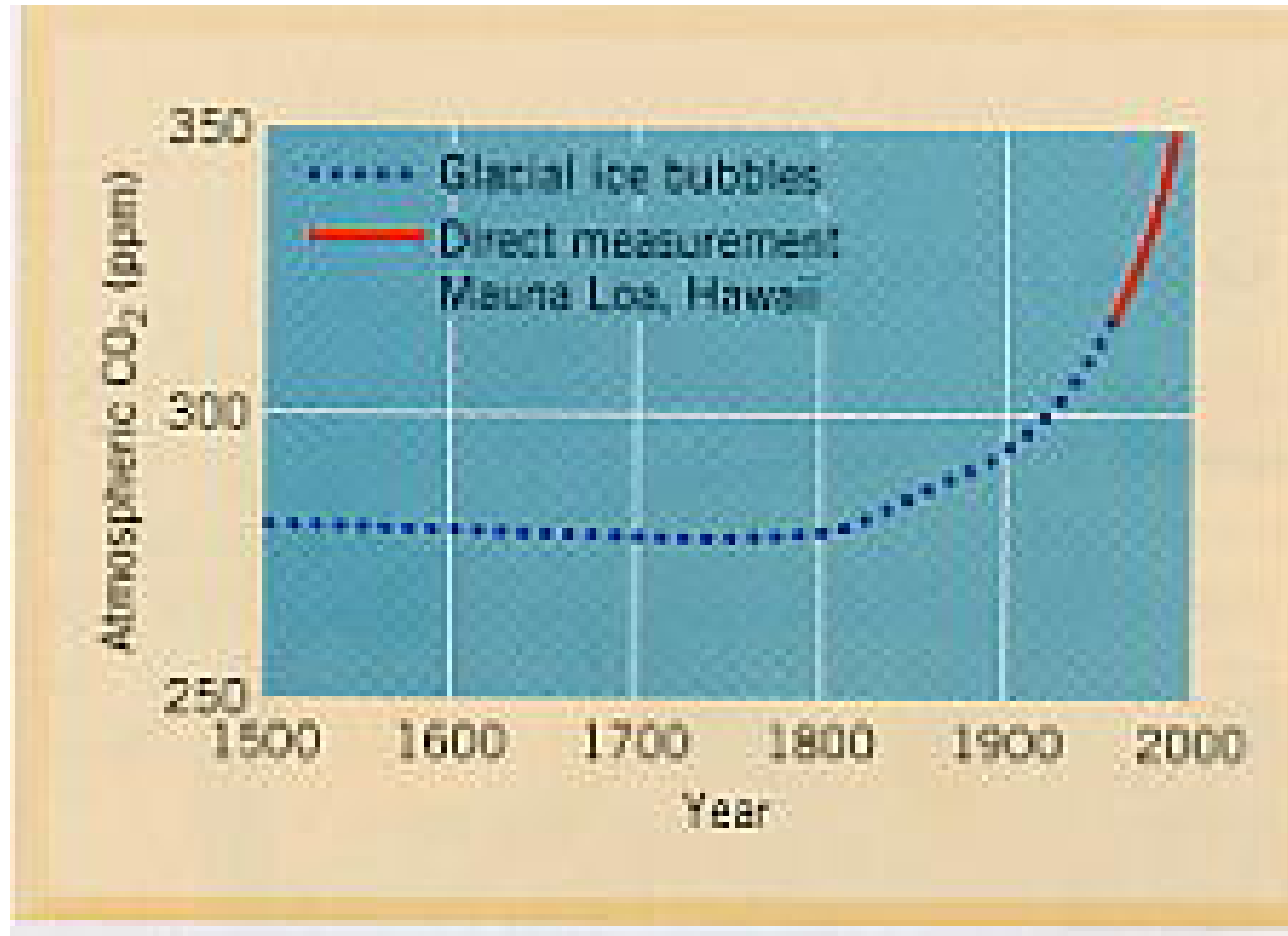


FIGURE 21.11 Inferred concentration of atmospheric carbon dioxide and temperature change for the past 160,000 years. The relation is based on evidence from Antarctica and indicates a high correlation between temperature and CO₂. (Source: Adapted from S. H. Schneider "The Changing Climate", © September 1989, *Scientific American, Inc.* All rights reserved. Vol. 261, p. 74.)

五百年以来大气CO₂浓度变化



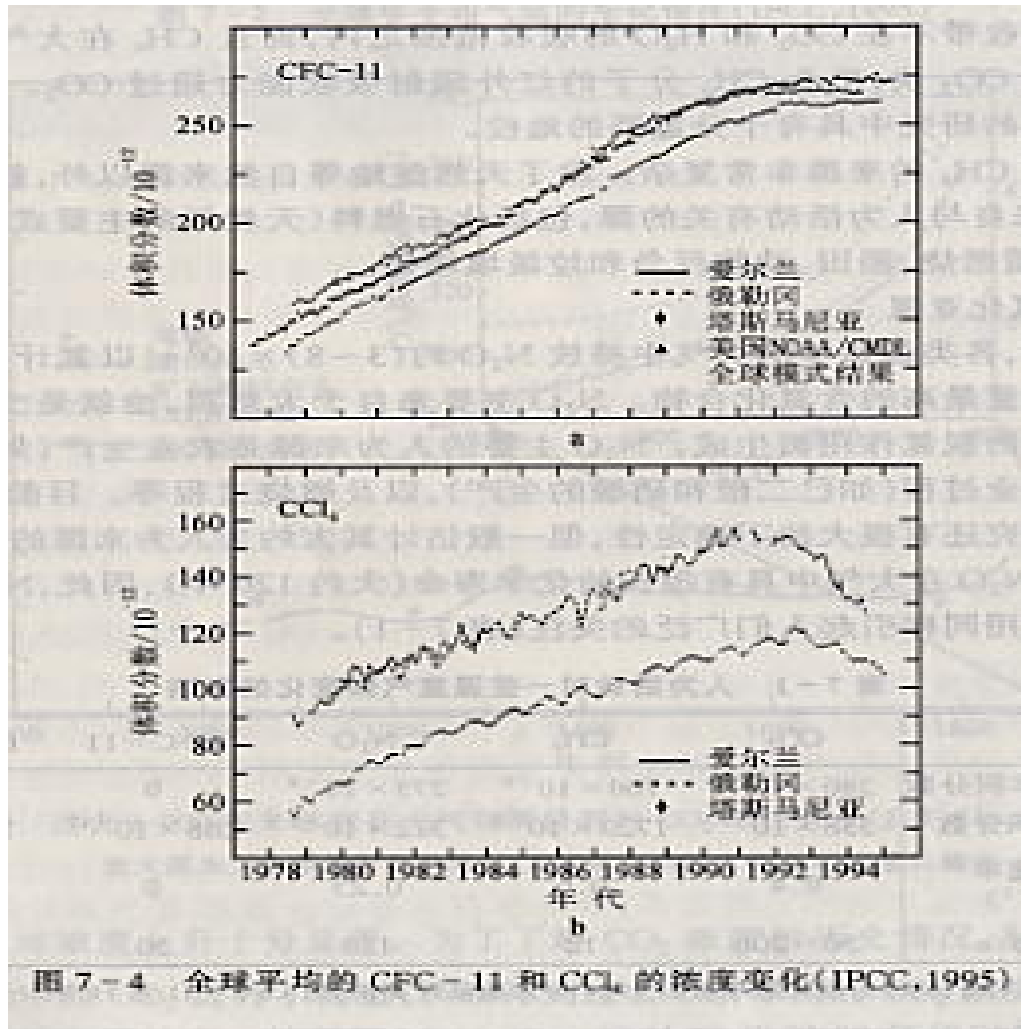
其他温室气体的浓度也明显增加

- **N_2O** （不科学使用化肥，生物质燃烧）：含量增加了15%。
- **CH_4** ：主要来源为湿地、稻田排放。吸收红外辐射能力和增长速度均超过 CO_2 ，1750年 CH_4 大气浓度为800ppb，现在为1720ppb。增长原因：稻田增加，垃圾填埋、生物质燃烧量加大



Figure 14-F The formation of methane is associated with the stagnant, oxygen-poor water in swamps and flooded rice paddies ("artificial swamps"). These paddies are in India's Ganges lowlands. (Photo by George Holton/Photo Researchers, Inc.)

CFCs



- 1930年以前大气中不存在，1930年合成出来；
- 50年代可在环境大气中检测出，
- 现大气浓度 ~0.3ppbv。

温室气体小结

自然温室气体：CO₂、H₂O蒸汽。

人为温室气体	浓度	贡献	GWP
CO ₂	379ppm	49%	1
CH ₄	1720ppb	18%	10
CFCs	0.3ppbv	15~20%	1000
N ₂ O		6%	100

大部分水汽来自海洋蒸发，人为影响不大

03各地浓度差别太大，不好定量，变化小

6. 气候变化引发的环境问题

全球气候的变化，尤其是温室效应的加剧，将产生一系列环境问题，引起了世界各国的广泛关注

对人体健康的影响： 极热天气频率增加，心脑血管和呼吸道疾病死亡率增高，传染病更广泛传播。

对水资源的影响： 温度升高→水体挥发→降雨增加→洪涝加剧。

对森林的影响： 森林病虫害和森林火灾增加。

对沿海地区的影响： 海平面上升对经济发达的沿海地区影响严重。

对生物物种的影响： 动植物迁徙可能跟不上气候变化，全球特殊生态系统（长绿植被、冰川）等面临困境。

对农业影响： 温度上升增产受益，但必须改变原生产模式。

再热3°C, 30亿人无水喝！森林将锐减60%！

四、国际行为对策—国际合作与对策

科学追溯:

- ← 1827年，法国科学家Fourier: 地球的大气能让高能量的太阳辐射穿过，并通过捕捉部分从地球表面反射的长波热辐射的方式，使地球表面变暖，这种效应由许多“温室气体”，尤其是二氧化碳和水汽；
- ← 19世纪末，瑞典科学家Arrhenius认为，持续的燃烧煤炭可能会增加空气中二氧化碳的含量，使地球变暖；
- ← 1957年，C. D. Keeling在夏威夷的Mauna loa观象台开始了对二氧化碳浓度的常规观测。同年，国际地球物理学年会发起建立观测网络；
- ← 1988年，政府间气候变化委员会（IPCC）成立；

IPCC —— 政府间气候变化委员会

Intergovernmental Panel on Climate Change

- 1988年，由世界气象组织（WMO）和环境规划署（UNEP）联合成立；
- 由世界70多个国家2500名杰出科学家组成；
- 1990、1995 和 2001三次发表全球气候变化评估报告；
- 2001年报告被科学权威杂志“Science”列为2001年世界十大科学新闻。

- 1992年5月，联合国通过了
《联合国气候变化框架公约》，
要求各国加强合作，减少CO₂排放量。

《联合国气候变化框架公约》 (UNFCCC)

1992年巴西里约环发大会期间签订，目前已经得到**185**个国家的批准，已经于**1994**年生效。

– “气候变化”定义：

“气候变化”指，在一定时期内，除自然因素外，由于人类活动直接或间接地改变地球大气的组成而造成的气候变化。

– 基本原则：

共同但有区别的责任，预先防范原则，国际合作，可持续发展。

– 公约目标：

将大气中温室气体的浓度稳定在防止气候系统受到危险的人为干扰的水平上,这一水平应当在足以使生态能够自然地适应气候变化、确保粮食生产免受威胁和经济发展能够可持续地进行。

– 初步承诺：

发达国家率先行动，努力到**2000**年将CO₂等温室气体排放量控制在**1990**年的水平上。

1997年12月1～11日，在日本京都召开了“联合国防止地区变暖会议”（框架公约第三次国际会议），发布了

“京都议定书”

- 1998年11月14日在秘鲁第四次会议闭幕。
- “京都议定书”最后规定，38个工业国在2008～2012年削减温室气体5.2%（是指与1990年水平相差的百分比）。

京都议定书主要内容

- 制定减少排放量目标值（见下页表）。
- 确定温室气体种类，共6种温室气体： CO_2 、 N_2O 、 CH_4 和三种CFCs（氯氟烃HFCs、全氟化碳DFCs和六氟化硫 SF_6 ）。 CO_2 除外，其余五种都按WGP（全球升温潜能值）换算成 CO_2 当量计量。
- 发达国家承担义务，发展中国家暂不承担义务。
- 以1990年为标准年，要求以上六种到2010年削减5.2%。
提议削减：日本8%、欧洲15%、US10%、小的岛国20%...
- 反复激烈斗争，最后达成协议：US7%日、加6%。

各国分担情况

- 瑞士、欧盟各国和许多中东欧国家减少8%;
- 美国7%;
- 加拿大、匈牙利、日本和波兰6%;
- 俄罗斯、新西兰和乌克兰维持现状;
- 奥地利增加8%, 冰岛增加10%。
- 发展中国家暂不承担义务。

主要国家温室气体排放量削减指标

国家	增减量	国家	增减量	国家	增减量
澳大利亚	+8	德国	-8	葡萄牙	-8
比利时	-8	冰岛	+10	俄罗斯	0
英国	-8	意大利	-8	西班牙	-8
加拿大	-6	日本	-6	瑞典	-8
丹麦	-8	荷兰	-8	瑞士	-8
法国	-8	挪威	+1	美国	-7

京都议定书执行时间表

- 1998年3月16日-1999年3月15日，议定书交由各国签字。
- 1998年11月，-FCCC第四次缔约方大会。
- 1999年3月16日-目标认可，批准和接受。
- 生效第一年，评估，规范清洁发展机制。
- 第二年，第二次评估。
- 2001年，第三次IPCC评估。
- 2005年明显兑现承诺。
- 2008-2012年定量评估减排进展。

京都机制（灵活机制）：

发达国家极力推行，用以替代或变通本国直接的温室气体削减义务

☺ 清洁发展机制（Clean Development Mechanism, 简称CDM）

发达国家通过向发展中国家提供可产生温室气体削减效果的援助项目，一方面有助于发展中国家温室气体减排，另一方面所产生的温室气体减排量计入发达国家承诺的减排目标量之中。

☺ 联合履约机制（Joint Implementation, 简称JI）

发达国家与经济转轨国家和发展中国家（主要是前者）之间通过有关合作项目共同达到减排目的。

☺ 排放交易（International Emission Trade, 简称IET）

将温室气体减排配额用于市场交易，主要发生在发达国家之间或与经济转轨国家之间。

公约生效：（基本条件）

议定书第二十四条第1款：

“本议定书应在不少于 55 个《公约》缔约方、包括附件一
所列缔约方¹—其合计二氧化碳排放总量至少占附件一
所列缔约方的 1990 年二氧化碳排放总量²的 55% —— 已经交
存其批准书、接受书、核准书或加入书之日后第九十天起
生效。”

¹ 附件一所列缔约方：37个发达国家和经济转轨国家。

² 目前排放份额：美 36.1% ； 欧盟 24.2%； 俄 17.4%； 日 8.5%； 澳
2.1% 。

原预计1999年生效，2001年美国拒绝签署，以后处在不断细节谈判之中，
终于于2005年2月生效。

《京都议定书》存在的焦点问题

争论基本阵营： 欧盟/发展中国家VS美国/日本/澳 等

◆ 灵活机制运作和实施程度问题

↗应用范围和程度限制与否？

↗CDM适用于森林保护和植树造林与否？

◆ 森林碳汇问题

↗温室气体排放量中扣除森林吸收量与否？

↗造林活动的界定，森林吸收量的核算？

履约制度问题

➤ 没有遵守规定义务咋办，采取何种惩罚手段？

➤ 由谁来管理和评估履约进展，怎么的制度？

◆ 发展中国家履约问题

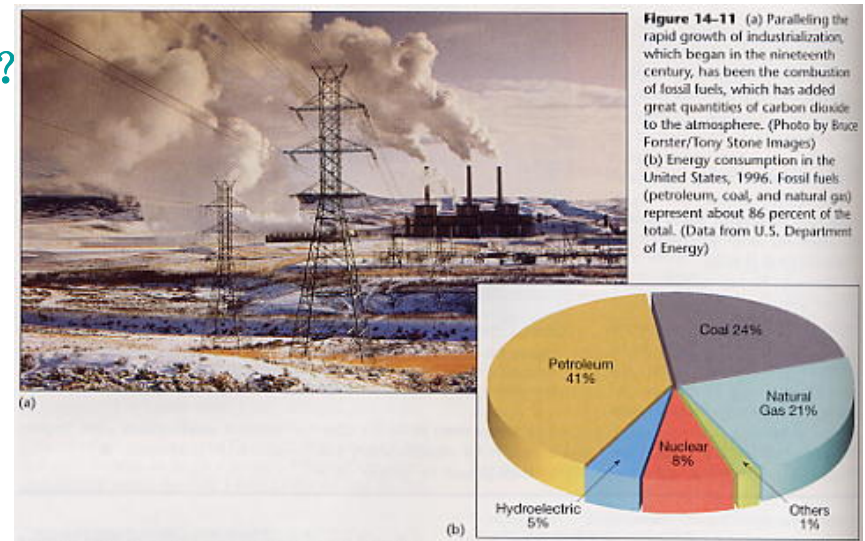
➤ 履行义务？

➤ 资金机制和技术转让？

◆ 美国为首的几个大国政治立场

➤ 美国：占世界5%人口，25%的温室气体排放比重；占发达国家排放份额36%

➤ 俄罗斯、日本、加拿大、澳大利亚



□ 《京都议定书》的重大意义

针对气候变化这一涉及广泛的全球环境问题，首次规定了具有法律约束力的减少温室气体排放的具体的目标和时间表，是国际社会共同对待这一环境问题采取的一个突破性反应行动，其实施将对国际经济、政治乃至社会生活都具有深刻影响，《京都议定书》可能会被证实为二十世纪末最重要的及最有深远意义的国际条约。

<气候变化公约>后续谈判历程(参考)

- ☐ 1992年,巴西, 里约环发大会, 各国签订《联合国气候变化框架公约》;
- ☐ 1995年, 柏林, 第一次缔约方大会 (COP1), 通过《柏林授权》, 初步启动在2000年以前达成一项具有法律约束力的议定书的谈判进程;
- ☐ 1996年, 日内瓦, COP2, 集中讨论政策措施和减排目标等, 通过《日内瓦宣言》, 赞成IPCC报告, 呼吁制订“议定书”, 美国转而支持;
- ☐ 1997年, 京都, COP3, 艰苦谈判, 通过《京都议定书》;
- ☐ 1998年, 布宜诺斯艾利斯, COP4, 通过《布宜诺斯艾利斯行动计划》, 目的是在2年内确定《京都议定书》调整框架;
- ☐ 1999年, 波恩, COP5, 通过了《公约》一些辅助性条款;
- ☐ 2000年11月, 海牙, COP6, 无法达成一致, 无果而终;
- ☐ 2001年5月, 美国政府宣布拒绝签署《京都议定书》;
- ☐ 2001年7月, 波恩, COP6续, 联合通过了“没有美国参加的妥协方案”或“削弱了的《京都议定书》”——波恩协议;
- ☐ 2002年10月, 马拉喀什, COP7, 细节问题继续谈判....., 达成《马拉喀什协定》。

2000年11月荷兰海牙会议

- 激烈争吵，没达成协议。
- 美国坚持用增加森林植被面积抵消CO₂排放，用对外援助方法抵消CO₂排放。
- 欧盟坚决反对，坚持美国50%的目标必须在国内解决。
- 连折中方案都没达成。决定2001年5月在波恩继续开会。

2001年，美国宣布退出《京都议定书》，理由是，该条约有损美国经济，可能导致数百万人失业（**1998年11月12日**签署了《京都议定书》，但从未提交国会审议）。

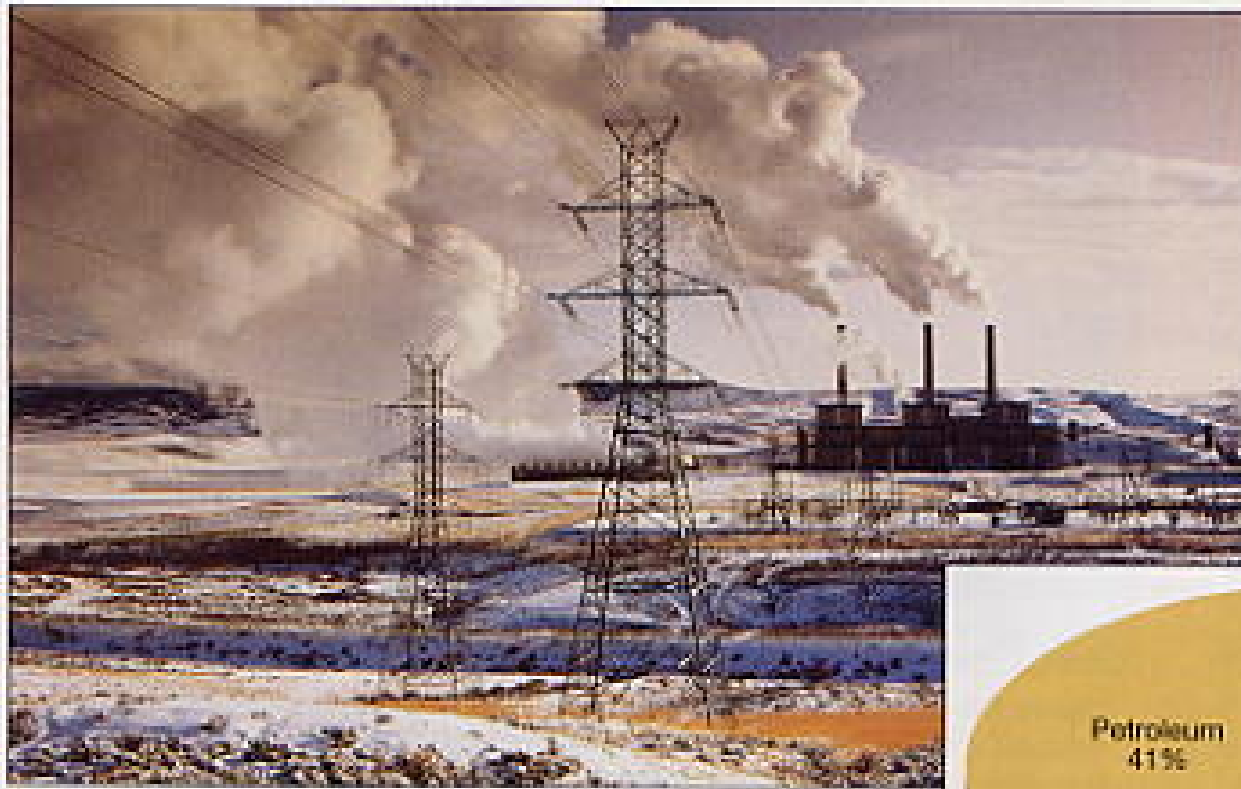
□ **2002.2** 美国宣布了替代方案，即在未来十年将美国的温室气体的排放强度(单位GDP的温室气体碳排放量)降低**18%**；依然坚持强调中、印等发展中大国需承担减排义务；欧盟欢迎但不满意。

□ **2002.10** 《马拉喀什协定》：放宽灵活机制的应用，如允许发展中国家实施单边**CDM**项，并出售所获减排额度，扩大了发达国家所期望的完全自由竞争的全球排放市场；

2002年9月，南非峰会上，美国政府再遭抨击。

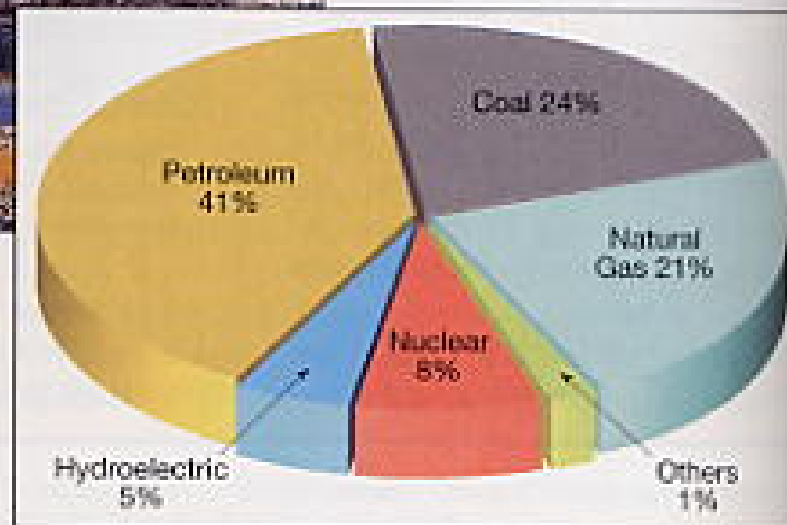
2002年10月28日，加拿大各省政府聚集多伦多市批准《京都议定书》缓行，须慎重考虑。

1996年美国能源消费结构



(a)

Figure 14-11 (a) Paralleling the rapid growth of industrialization, which began in the nineteenth century, has been the combustion of fossil fuels, which has added great quantities of carbon dioxide to the atmosphere. (Photo by Bruce Forster/Tony Stone Images)
(b) Energy consumption in the United States, 1996. Fossil fuels (petroleum, coal, and natural gas) represent about 86 percent of the total. (Data from U.S. Department of Energy)



(b)

中国于 2002年9月3日宣布核准 《京都议定书》

- 中国于1998年5月29日签署了《京都议定书》。近年来，中国各级政府为应对气候变化做了极大努力，在提高能效方面，取得了显著成绩，相对减少了温室气体的排放，为实现公约目标作出了巨大贡献。
- 2002年6月，日本参议院全票通过批准《京都议定书》。
- 2002年7月25日，巴西宣布正式批准《京都议定书》。
- 欧盟早已批准《京都议定书》。

联合国第八次气候变化大会

- 2002年10月23日，180个国家和地区代表集会新德里，敦促尽快批准《京都议定书》，使发达国家为扭转气候变化承担起应承担的责任。
- 经过10天艰苦磋商，11月1日达成共识，大会通过《德理宣言》。敦促发达国家履行规定义务，减排与可持续发展仍是履约要务。

2005年2月16日

一个加强国际环境合作、共同应对全球气候变化的新时代已经来临

《京都议定书》正式生效

◆ — ◆

全球瞩目的《京都议定书》2月16日正式生效之后，联合国以及各国政府纷纷表示，作为国际环境领域最重要的事件之一，一个加强国际环境合作、共同应对全球气候变化的新时代已经来临。与此同时，有的国家也在尽力为自己拒绝签署该议定书寻找借口。

联合国：马上行动 时不我待

联合国秘书长安南说，气候变化是人类21世纪面临的巨大挑战之一，

如果不妥善应对，可持续发展就无法实现。他希望国际社会通过执行《京都议定书》减少经济发展对二氧化碳排放的依赖，并在发展投资领域使用有利于气候保持稳定的技术。他指出，《京都议定书》本身并不能消除气候变化的威胁，人类需要真正地执行它，并且要马上行动起来，“现在已经没有时间可以浪费。”

联合国环境规划署执行主任克劳斯·特普费尔在公约生效之日再次敦促温室气体排放量占全球近1/4、却退出议定书的美国重新加入。他说，议定书缺少美国的加入是不完善的。全球气

候只有在减少60%的温室气体排放的基础上才能得以保持稳定。

俄罗斯：及时提交实施

在《京都议定书》生效之际，俄罗斯经济发展和贸易部政府提交了有关实施该议定书的计划。俄经济发展和贸易部副部长里洛夫介绍说，该计划符合《京都议定书》中承诺的一些规定，俄应在2005年第二季度前制定出确保《京都议定书》及在国内和国际市场开展碳排放交易的相关法令。他

五. 全球变暖问题的对策

- 引进新能源，尽可能使用可再生能源，开发利用核能，开发节能新技术。
- 开发新技术，吸收排放的CO₂。
- 扩大森林面积，扩大珊瑚面积。
- 采用新一代能源技术，美国空间站巨大太阳能装置。
- 模仿核聚变，岩浆发电，宇宙太阳光发电。

各国科学家疯狂怪招给地球降温

- 灵感源自火山灰：支起超大遮阳伞-在平流层排放能散射阳光的CO₂或颗粒物，海面上空喷洒盐水，地球轨道上安装透镜（数万亿个镜片，每个镜片直径60cm）
- 植树造林吸收CO₂。
- 催生海藻风险大-往海水里添加铁微粒，催生浮游植物，吸收大量CO₂。
- 一门新学科-地球工程学闪亮登场