

主讲：周任君 博士（zrj@ustc.edu.cn）

第八章 全球环境的三大问题



地球各圈层紧密结合，形成复杂而有机的自然系统，构成适合于人类生存的环境。而人类活动也对它们带来影响，使其发生变化。有时产生的反作用会危害人体健康，破坏自然资源和生态平衡，以致影响人类的生存。



大气圈是多种气体的混合物。在人类的生产、生活中，常常会把一些有害的成分排放到大气中，例如厂矿和家庭对石化燃料的使用和汽车、飞机等各类交通工具排出的烟尘、硫氧化物、氮氧化物、二氧化碳、一氧化碳、碳氢化物和铅化合物等，如果它们超过一定浓度，就会对人类造成危害。



全球每年排放到空气中的有害物质

铅：200 万吨，

砷：78000 吨，

汞：11000 吨，

镉 5500 吨，

超出自然背景值 20—300 倍。



工业化国家每年排放的污染气体

一氧化碳: 1.49 亿吨,
二氧化碳: 3700 万吨,
二氧化硫: 5500 万吨,
颗粒物: 1600 万吨。

这些物质已经造成严重的大气污染。



有些污染物不仅被人体吸入后就会产生各种疾病，被农作物吸收形成有毒物质危害人类，而且在大气中会形成酸雨和尘雾；会破坏臭氧层；会因温室效应而使全球变暖。致使世界环境和气候条件恶化。



人类活动对水环境的破坏

- 对水资源本身不合理的掠夺式开采和使用致使水资源枯竭
- 工农业生产活动和生活活动引起的各类水体的水质污染
- 大气污染产生的酸雨可使江河湖水酸化。



海洋的污染也日益加重

全世界每年倾倒进大海的污染物：

船舶废物：640 万吨，

塑料集装箱：500 万个，

塑料包装材料：22000 吨；

固体废物，液体废物、工业污泥、

有毒废物和放射性废物数以万吨，

排入大海的石油在 300 万至 2000 万吨之间



全球性的三大环境危机

酸雨

温室效应和全球变暖

臭氧层破坏

正严重威胁着人类的安全。
环境危机实际上已变为
全人类的生存危机。



§ 1. “空中死神”——酸雨

酸雨泛指 PH 值小于 5.6 的雨雪或其它形式的大气降水，是大气受污染的一种表现，最早引起注意的是酸性的降雨，所以习惯上统称为酸雨。



PH--酸度的定义

$$PH = -\log a_{H^+}$$

其中 a_{H^+} 是大气或海水中
 H^+ 的有效浓度。

PH 值小于 5.6 时，呈酸性。
PH 值大于 5.6 时，呈碱性。



酸雨的形成

是一种复杂的大气化学和大气物理现象，酸雨中含有多种无机酸和有机酸（绝大部分是硫酸和硝酸），硫酸和硝酸是由二氧化硫(SO_2)和氮氧化物(NO_x)转化而成的， SO_2 和 NO_x 可以是当地排放的，也可以是从远处迁移来的高烟囱排放物。



硫和氮本是营养元素，弱酸性降水可溶解地壳中的矿物质，供动植物吸收。但如果酸度过高，pH 值降到 5 以下，就可能使生态系统遭受破坏和损害。还会腐蚀建筑材料、金属结构、油漆等，古建筑、雕塑像、桥梁等也会因此而破坏。所以有人把酸雨形容为“空中死神”、“空中恶魔”。



美国和加拿大的酸雨

在美国工业高度集中的东北部地区，降水的 PH 值只有 4 左右。

酸雨使许多湖泊中鱼类濒于绝迹，树木枝枯叶萎。更为严重的是，酸雨已经蔓延到美国西部人口稠密地区以及重要的自然保护区。

美国工业区排放出的大量二氧化硫，越过国界后形成酸雨下降，使加拿大酸雨危害的面积达到 120—150 万平方公里，几百个湖泊因酸化而水生生物大量死亡，另外酸雨已渗入地下，使地下水源趋于酸化。



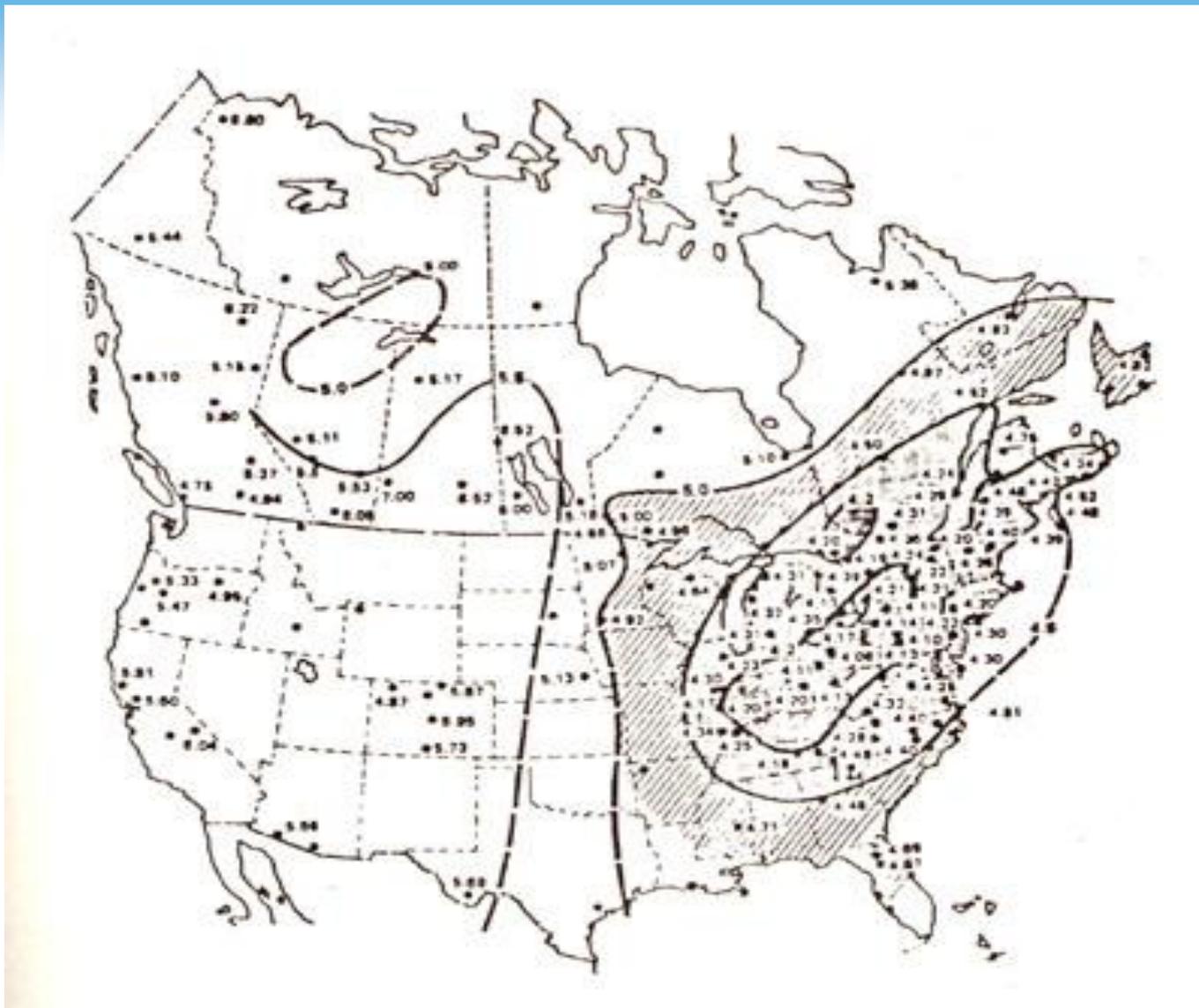


图 11.1 美国和加拿大降水的 PH 年平均值(1980)



欧洲的酸雨

最严重是比利时，它的环境酸化强度已经
超过正常标准的 16 倍多。

其次是荷兰、英国、丹麦等。

瑞典已有 15000 个湖泊酸化

意大利北部已有 5% 的森林因酸雨而死亡，
阿尔卑斯山区海拔 1000 米以上 20 多个湖
泊变成死湖。



我国的酸雨

我国酸雨遍布 22 个省、自治区和直辖市，约占国土面积的 6.8%。主要的污染区是长江以南地区，尤其以西南地区最为严重。主要起因于燃用高硫煤以及气象、地理等条件不好。调查表明，目前这些地区的酸雨危害仍呈发展的趋势。



酸雨引起在国家之间的环境纠纷

加拿大和美国，

欧洲各国，

我国与日本和南韩，

日本和南韩的科学家多次提出，他们国家的酸雨是由于我国的污染物扩散到他们那里造成的。



污染物的输送和扩散规律的研究

目前在一些国家开始了对环境大气质量的预测工作，而污染物的输送和扩散规律的研究对于开展环境预测非常重要。



研究污染物的输送过程的基本方法

梯度输送理论和统计理论。

统计理论的研究方法是追踪个别空气微团的运动，属于拉格朗日方法。

梯度输送理论的研究方法讨论在空间固定点上由于大气湍流运动而引起的质量(污染物浓度)通量。属于欧拉方法，



梯度输送理论—K 理论

某固定点上湍流的通量正比于该点上的浓度梯度，其比例系数称为湍流扩散系数，用符号 K 表示，因而梯度输送理论又被称为 K 理论。

应用 K 理论可以得到污染物浓度的平流扩散方程。求解平流扩散方程就可以进行大气污染物输送的数值模拟研究和预报。



考虑大气中有 N 种污染物成分，各种成分的浓度用 $C_i(x, y, z, t)$ 来表示，它们满足的平流扩散方程为：

$$\begin{aligned} \frac{\partial C_i}{\partial t} = & - \left[\frac{\partial}{\partial x} (u C_i) + \frac{\partial}{\partial y} (v C_i) + \frac{\partial}{\partial z} (w C_i) \right] + \\ & + \frac{\partial}{\partial x} \left(K_h \frac{\partial C_i}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_h \frac{\partial C_i}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial C_i}{\partial z} \right) + \\ & + S_i(x, y, z, t) + R_i(C_1, C_2, \dots, C_N, t) + D_i \end{aligned}$$



方程左边为第 i 种污染物浓度的局地变化项，方程右边第一行的三项分别是空气运动对污染物的水平输送和垂直输送，方程右边第二行的三项分别是湍流作用引起的污染物在水平方向和垂直方向的扩散， $S_i(x, y, z, t)$ 为排放源强度， $R_i(C_1, C_2, \dots, C_N, t)$ 为第 i 种污染物的化学反应生成率， D_i 为第 i 种污染物的沉降率。



利用这个方程
建立污染扩散和输送数值模式

采用数值方法
研究污染物的输送和扩散规律
进行环境预测



模拟试验介绍：

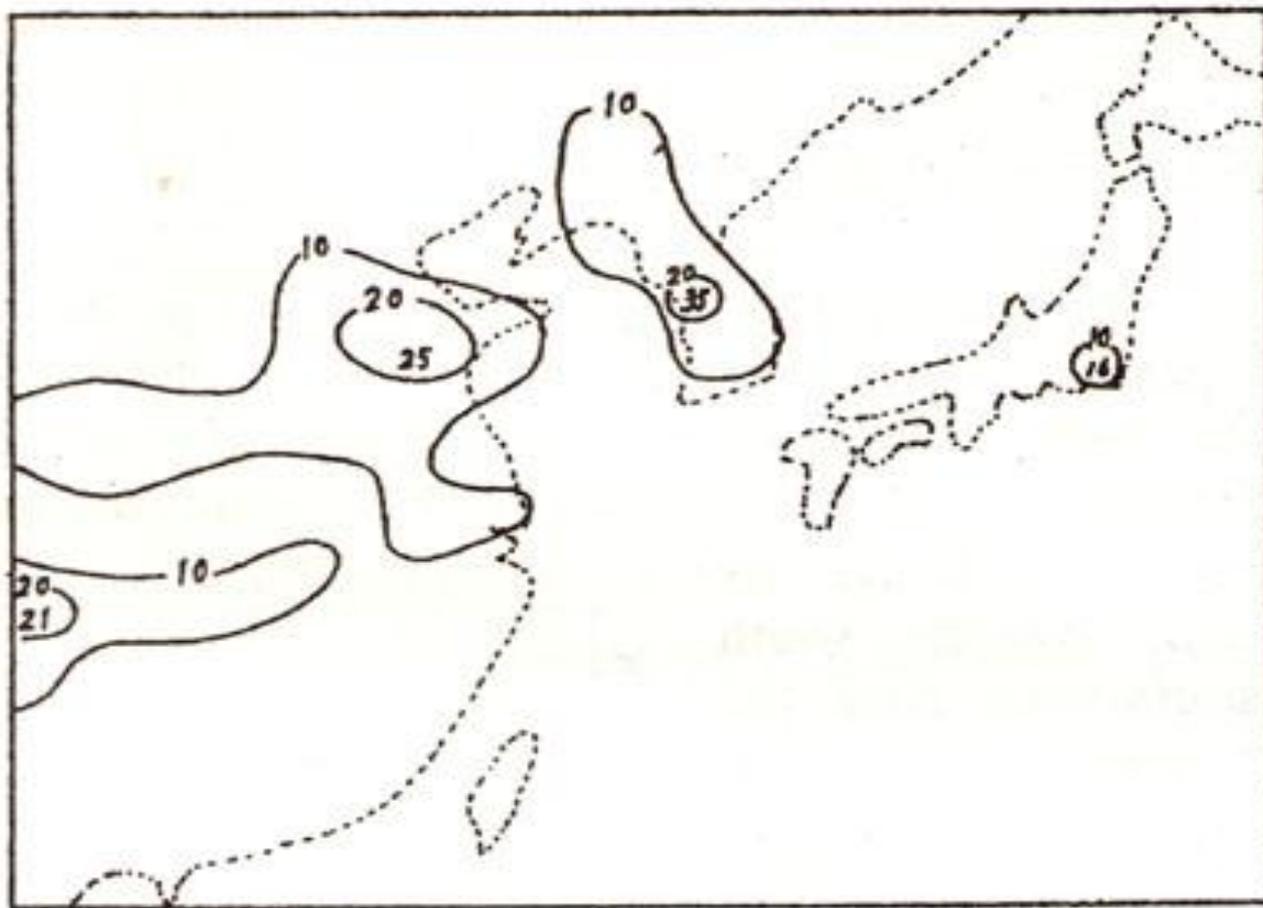
采用的模式：日本片谷教孝的模式，

计算区：东亚地区，包括我国青藏高原以东的地区，日本和朝鲜半岛。

气象数据：从实测资料经过客观分析得到的。



模拟结果:



1. SO₂ 的浓度分布:

在我国西南、山东、朝鲜和日本各有一个 SO₂ 的浓度的高值中心。



2. 夏季和冬季硫酸根的沉降量的分布：

- (1) 冬季酸沉降比夏季严重。
- (2) 夏季我国酸沉降主要在西南、山东、河北等地。
- (3) 冬季我国酸沉降主要在华南、华东、和山西陕西一带。



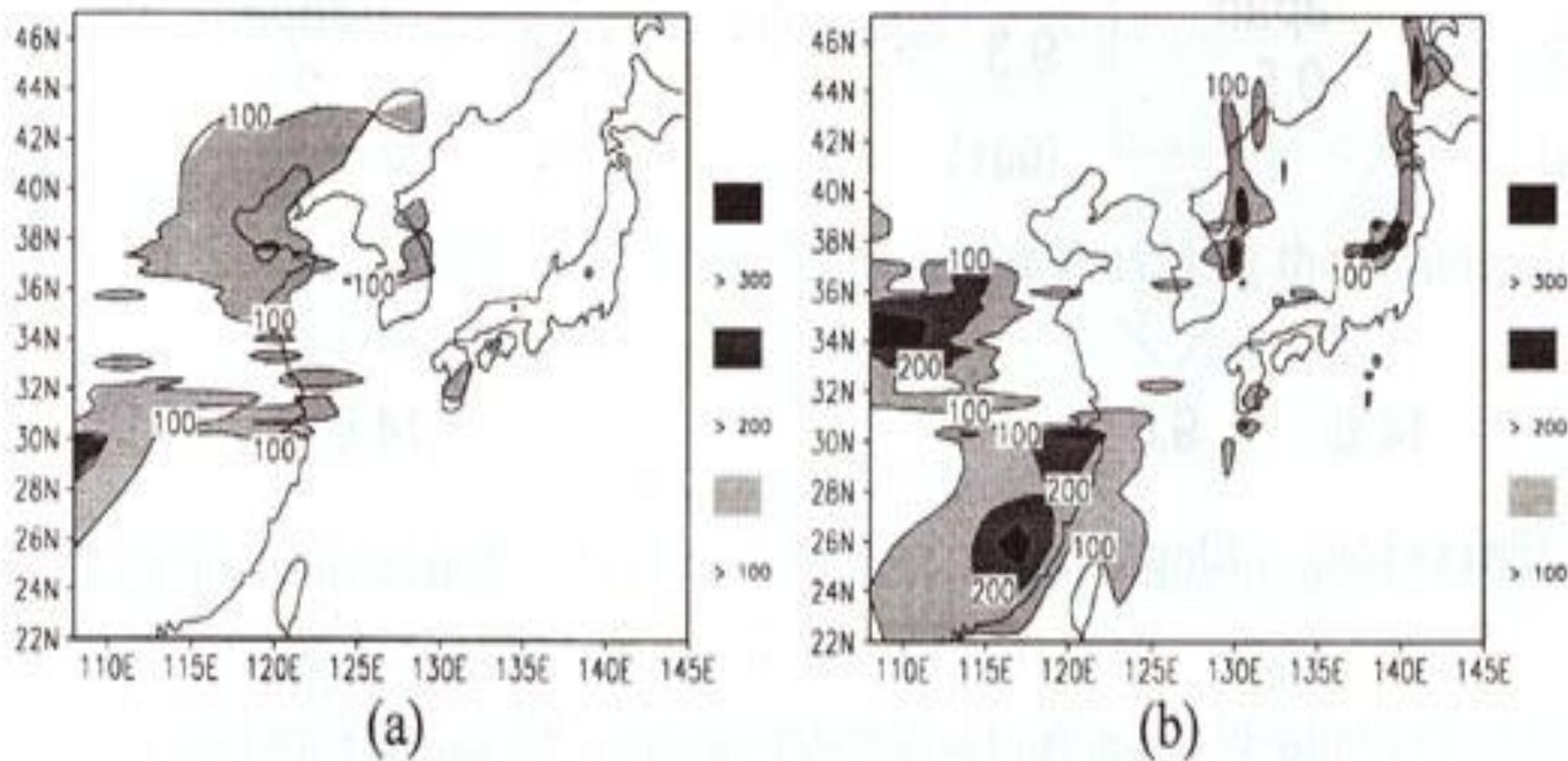
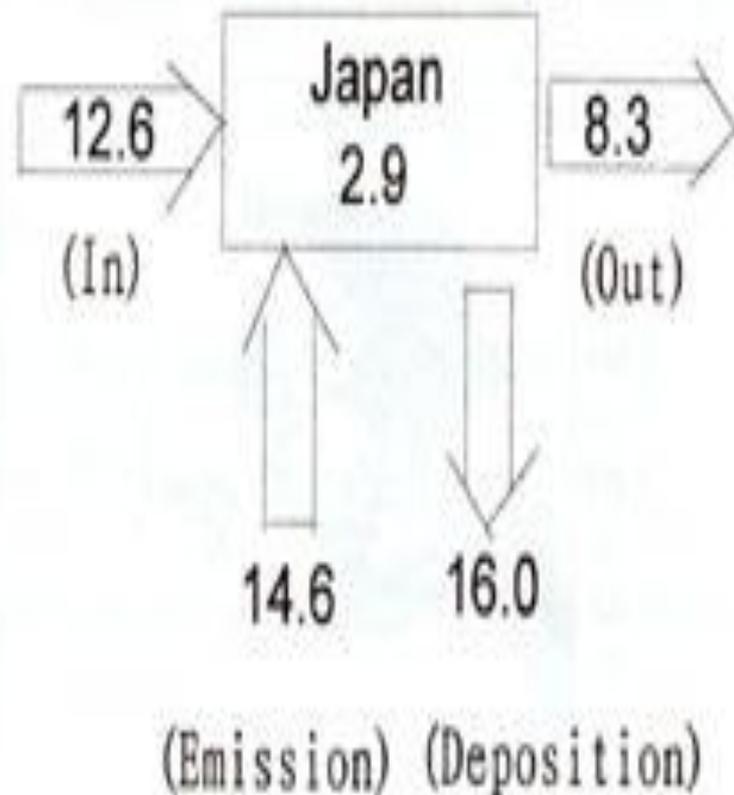
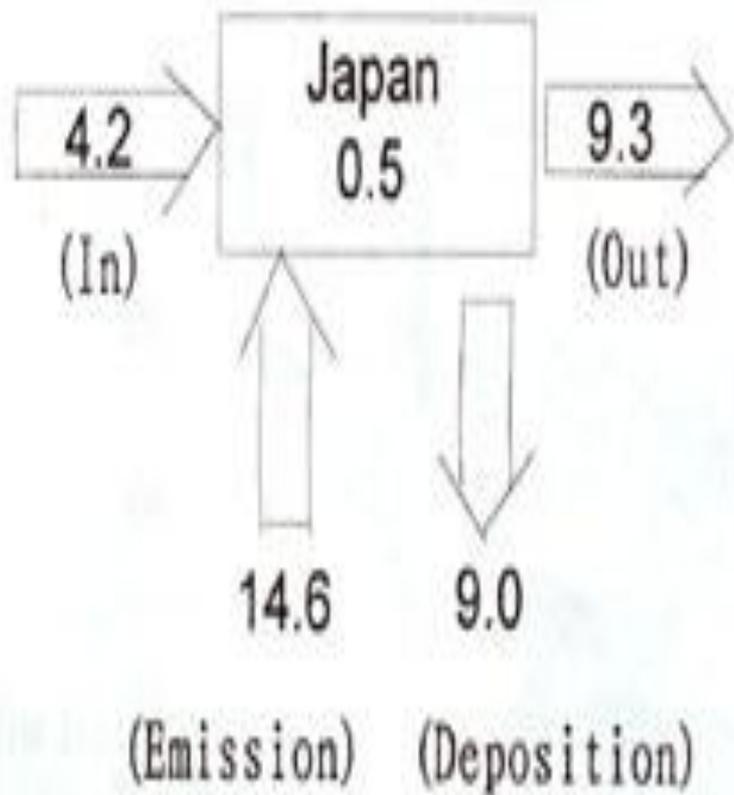


图 11.4 模拟的 1988 年夏季(a) 和冬季(b) SO_4^{2-} 沉降量的分布





模拟得到的日本区域的 SO_x 的收支



3. 日本区域的 SO_x 的收支:

夏季流入日本的 SO_x 远小于他们自己的排放量，也小于日本国内的沉降量和从日本向外的流出量。

冬季流入日本的 SO_x 比夏季多，但还是小于他们自己的排放量和日本国内的沉降量。

所以说，日本地区的酸雨主要还是他们自己造成的。



控制酸雨的根本措施是减少 SO_2 和 NO_x 的人为排放量。为此，首先必须限制 SO_2 和 NO_x 的排放；其次必须改造燃烧技术，并对污染源进行消烟和脱硫处理；再次必须开发低污或无污新能源；最后可以通过绿化、种植耐酸抗污树种，来吸收和清除大气中的 SO_2 和 NO_x 。



§ 2. 臭氧层的破坏和臭氧洞

- 臭氧层作用：它能吸收掉到达地球的太阳辐射中 99% 的紫外线，使地球上的生物免遭强烈的紫外线辐射的伤害，因此臭氧层是地球芸芸众生的保护伞。
- 由于人类活动造成的大气污染使地球臭氧层遭到严重的破坏，全球范围臭氧总量日益减少，甚至出现了所谓的“臭氧洞”现象。



臭氧层的破坏的危害：

(1) 到达地面紫外辐射的增加，会破坏人体抗病能力，诱发皮肤癌、麻风、天花等疾病并危害呼吸器官和眼睛。据医学估计：

如果臭氧总量减少 1%，

到达地面紫外辐射可增加 2%，

皮肤癌发病率可增加 5—7%，

全球一年增加皮肤癌患者约 5 万人。



(2) 到达地面紫外辐射增加会引起海洋生物大量死亡，造成某些生物灭绝。

到达地面紫外辐射增加还会引起小麦、水稻等减产。



(3) 臭氧层中臭氧含量严重减少会使高层和低层大气对太阳辐射能的吸收量发生变化，而太阳辐射能又是大气运动的主要能源，因此臭氧层中臭氧含量的变化对气候也会产生扰动。



因此，臭氧层的破坏问题受到世界各国政府和学术界的普遍关注，进行了大量的监测和研究，同时制定有关的条约以保护臭氧层。



一. 全球臭氧耗损的状况

全球臭氧耗损的状况越来越严重

1971~1980 全球平均减少了 0.7%。

1969~1986 北纬 30°—60° 地区上空
臭氧层浓度下降了 1.7—3%。

1978~1991 全球平均减少了 3.5%。

其中南极地区年平均减少 3.0%



全球臭氧耗损的原因：

- (1) 飞机在平流层飞行造成氮氧化合物 NO_x 的增加
- (2) 农业化肥的使用增加了大气中的 NO_x 的含量
- (3) 氟里昂的排放造成平流层 ClO_x 的增加
- (4) 火山爆发向大气排出大量水汽 NO_x 和 SO_2 。

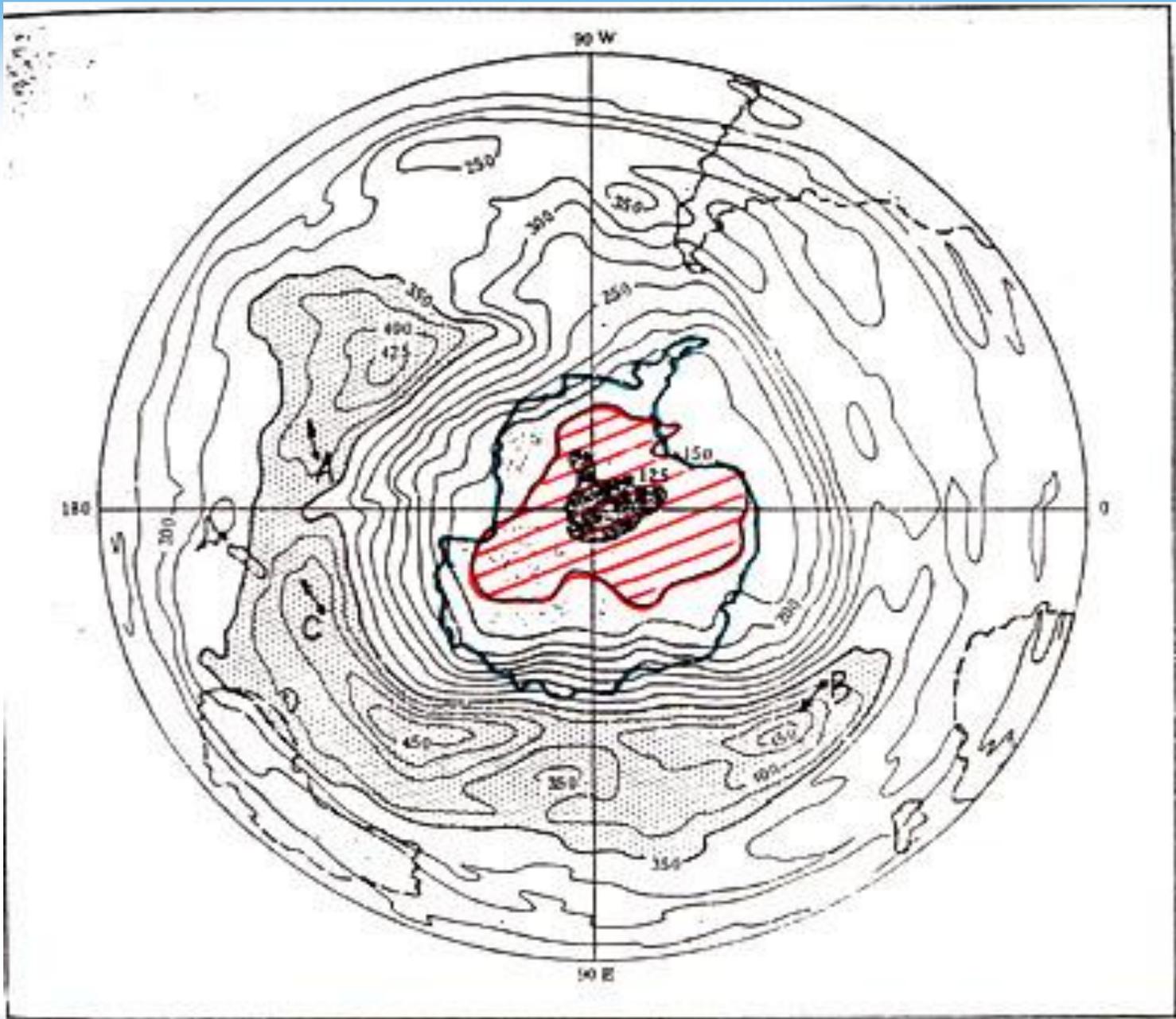
这些物质都会对臭氧产生破坏作用。

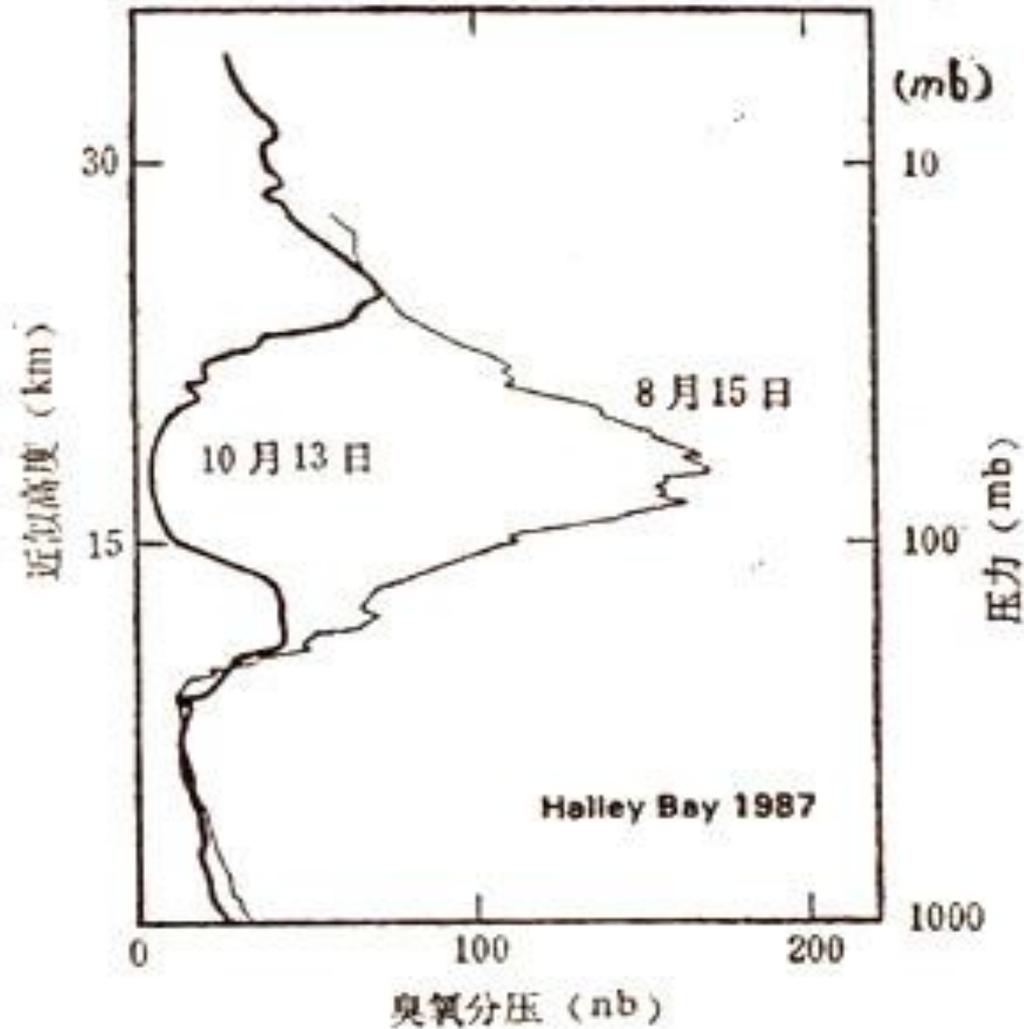


南极臭氧洞

“南极臭氧洞”是指在南极的春天（每年 9~10 月）南极大陆上空臭氧总量急剧下降，形成一个面积与南极洲相当的臭氧总量低值区，其中心处臭氧总量减少达 50% 以上。到 11~12 月，此臭氧总量低值区逐渐消失，第二年的 9~10 月份再次出现。南极臭氧洞 1985 年开始发现，1987 年的南极臭氧洞既宽又深。南极臭氧洞在 1988 年有所缓解，但 90 年代以来每年都出现了很强的臭氧洞







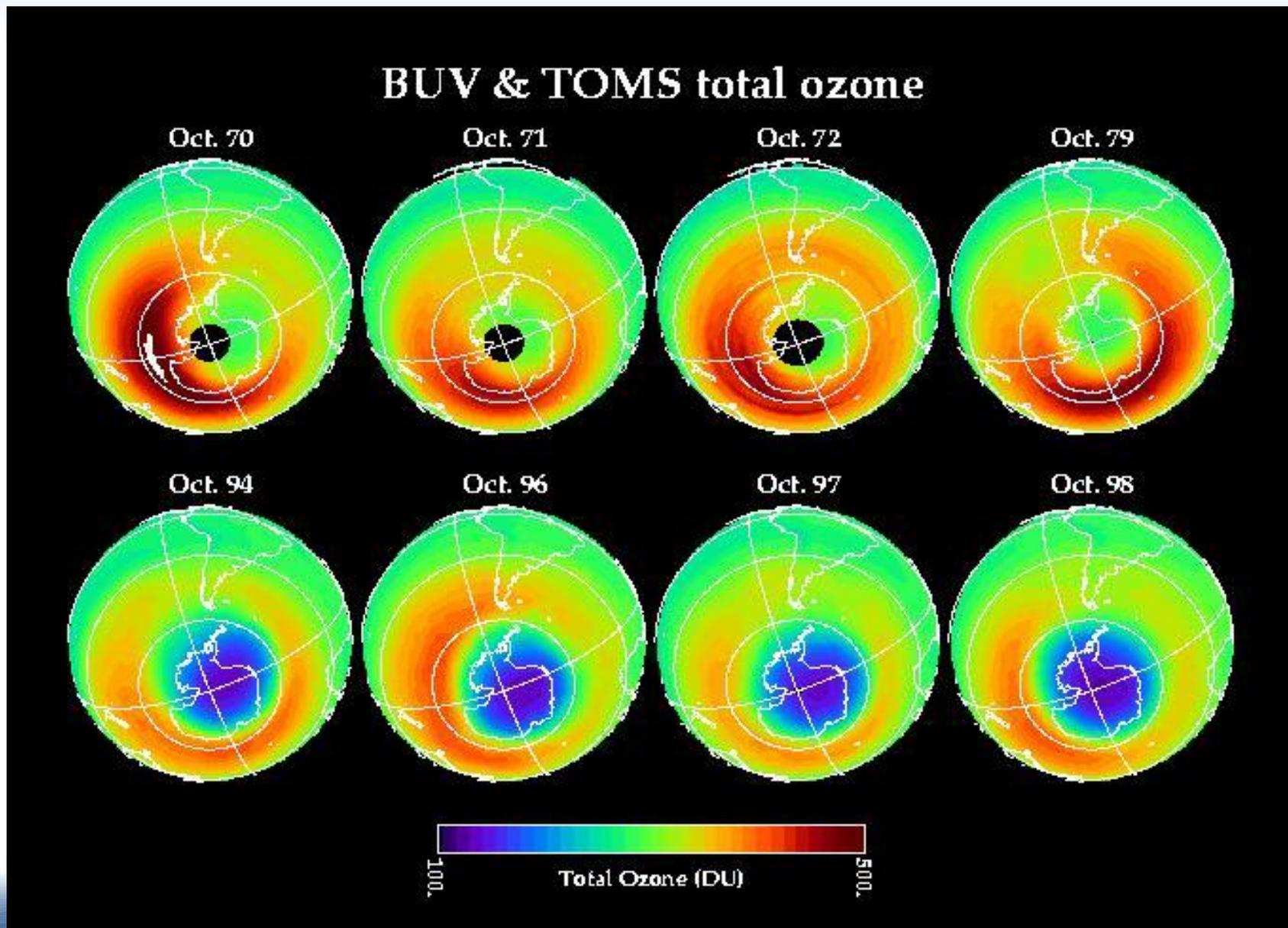
1987年8~10月南极附近Halley湾上空臭氧分压的垂直分布

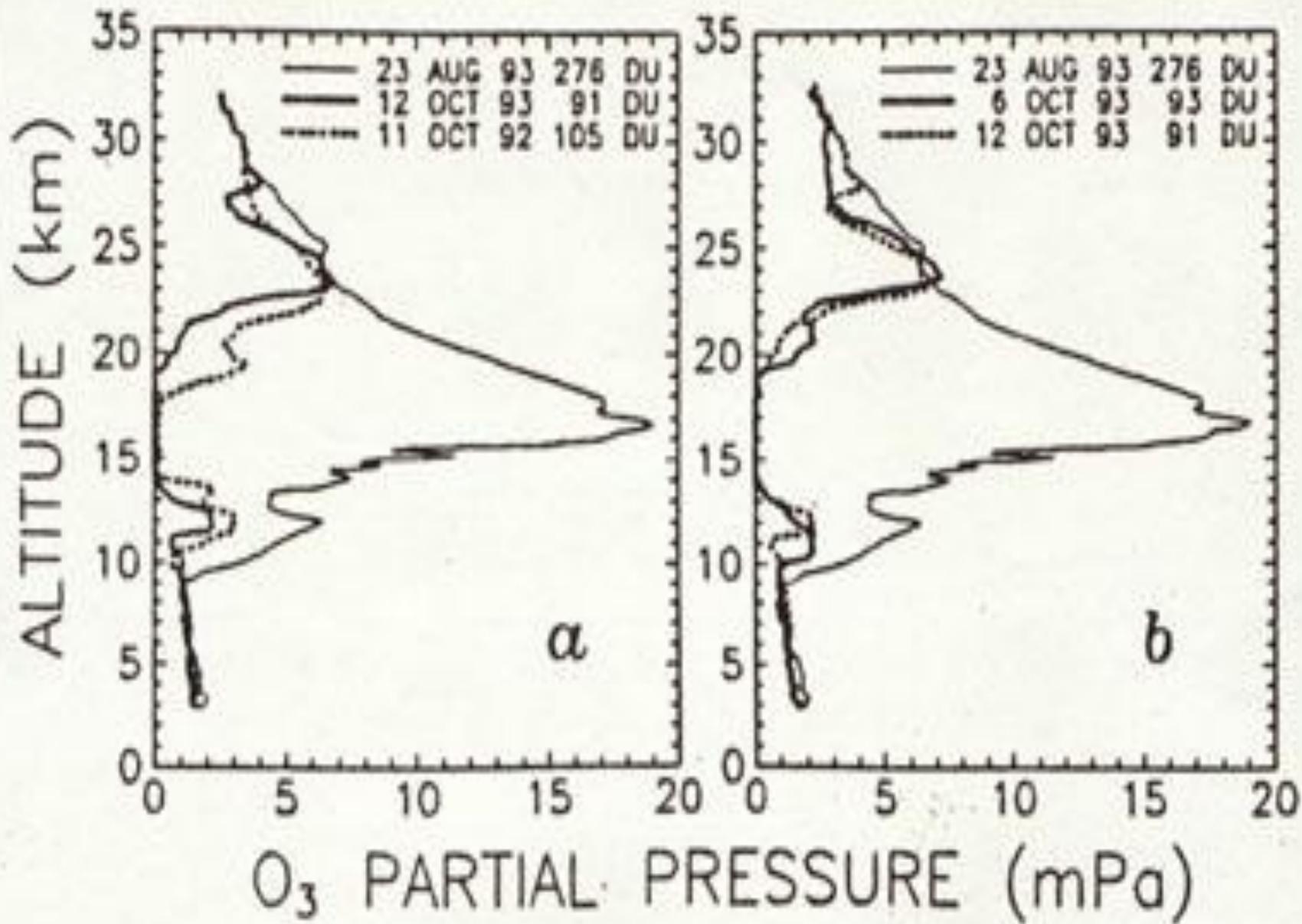


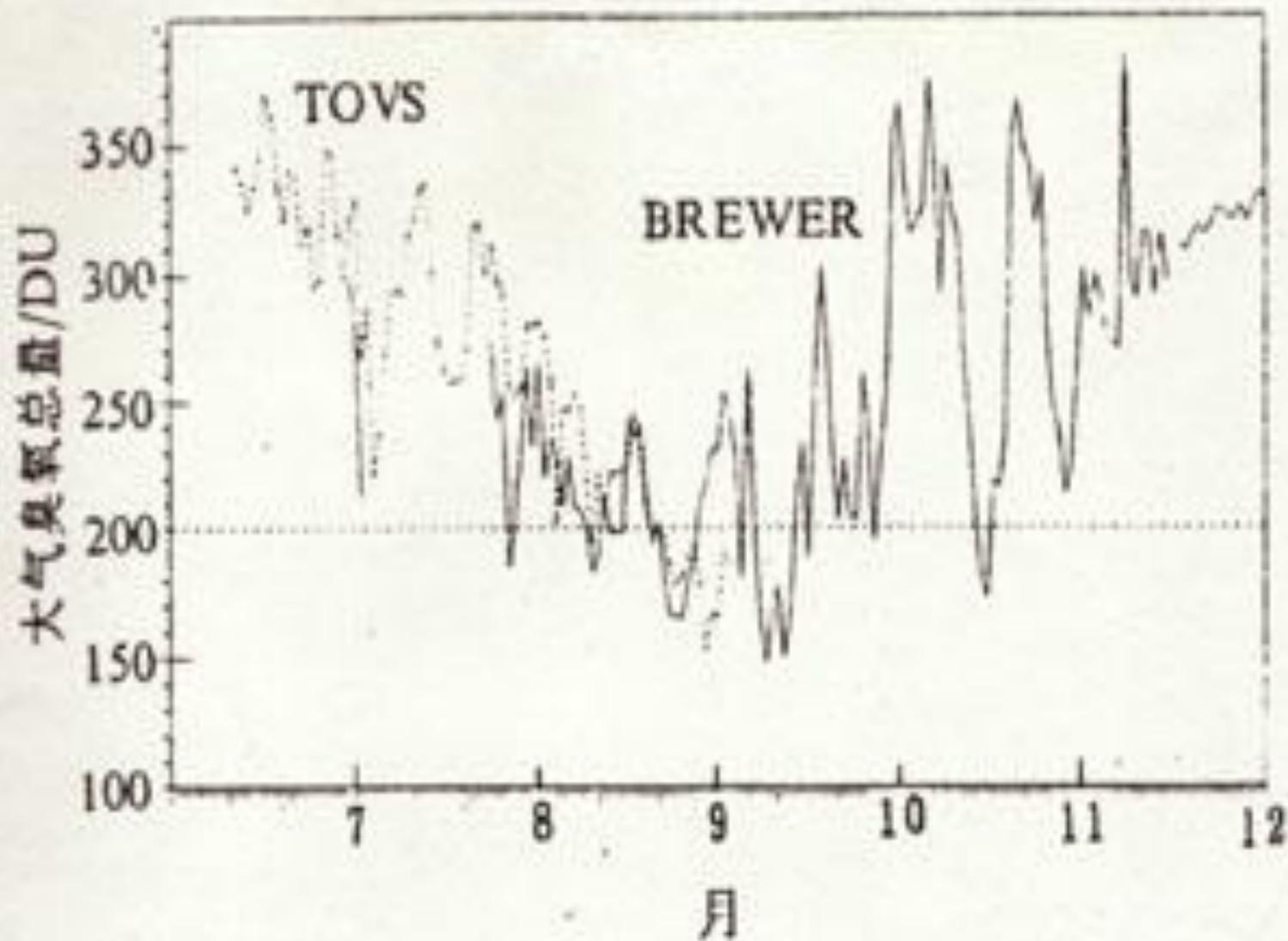
从图可以看出在位于南纬 76° 的 Halley 湾上空，1987 年 8 月 15 日臭氧含量还比较正常，但到 10 月 13 日在 14~23 公里高处臭氧减少了几乎 95%。在南半球图上，1987 年 10 月 5 日南极上空大片地区臭氧总量低于 150D.U., 其中心值只有 125D.U.。



南极臭氧洞的变化趋势：







北极臭氧洞

在北极也观测到类似南极臭氧洞的现象，只是发生在北半球的春季（3~4 月份），强度比南极臭氧洞弱，而且位置不固定，常在北冰洋与亚洲、北美洲的边界附近移动。



北极臭氧洞的观测结果

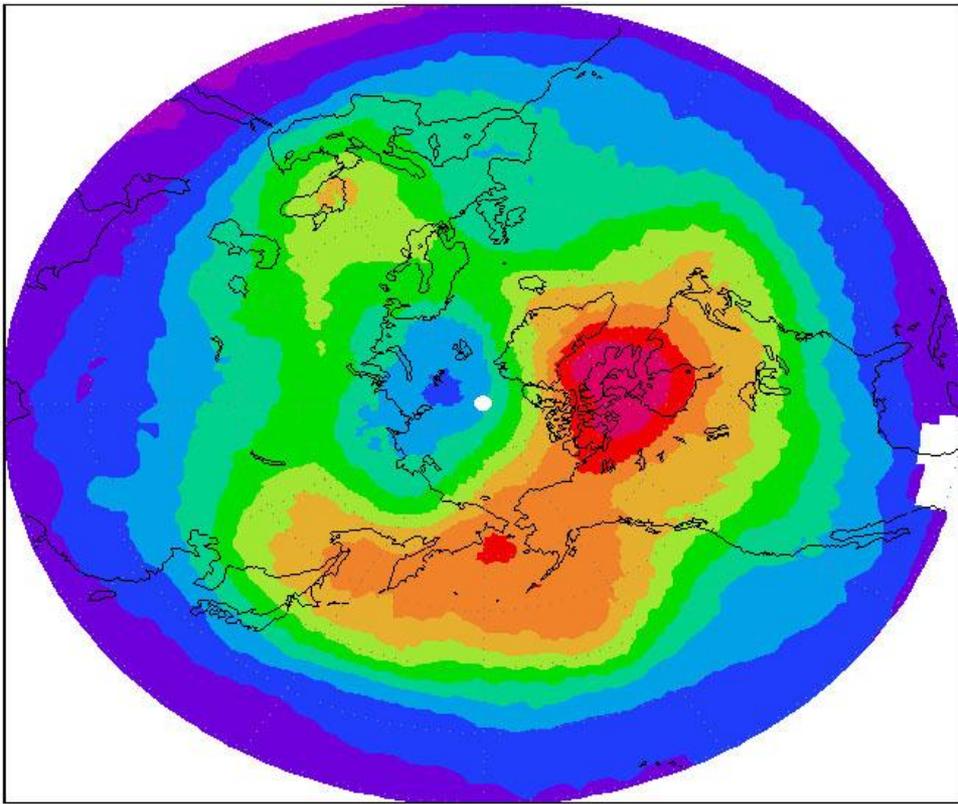
1987 年联邦德国观测发现，北极上空的臭氧层也有一个洞，面积约为南极臭氧洞的 $1/5$ ，臭氧总量最低下降约 10% 。

1993 年 2~3 月在北极上空平流层下层观测到臭氧总量减少 20% ，

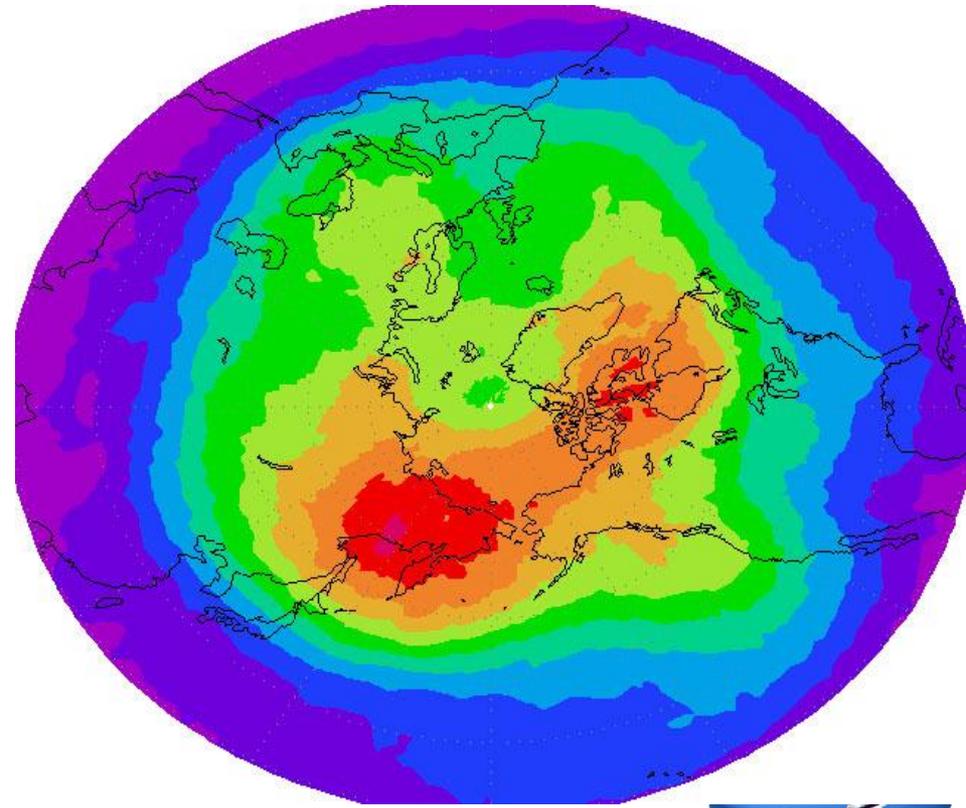
1995 年观测到在移动的北极涡旋中 16 到 18 公里处的臭氧减少了 50% 以上，平均一天可减少 0.7% 。



1997年和2003年的北极臭氧洞



1997.4



2003.4

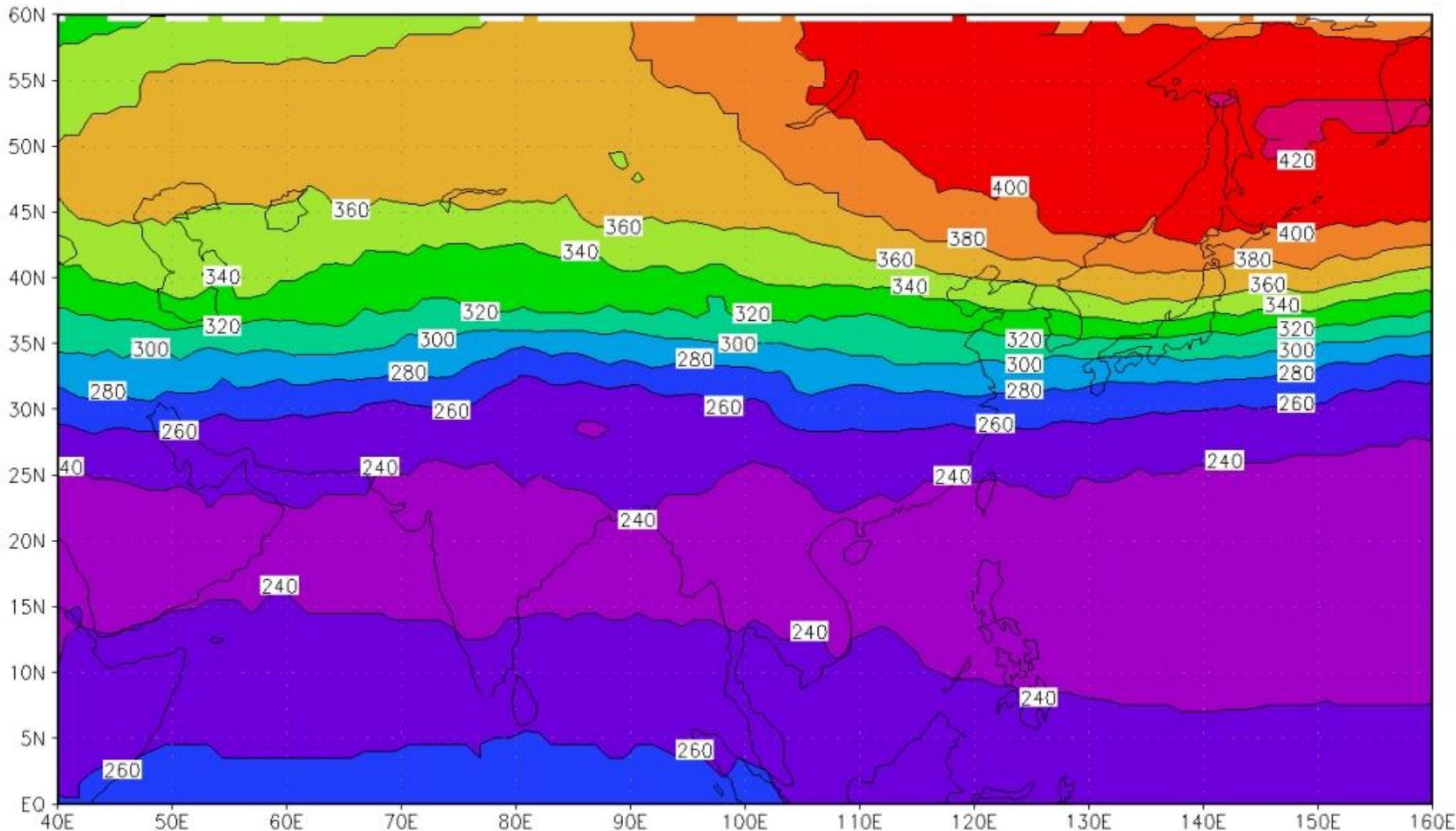


青藏高原臭氧低值中心

中国气象学者通过对 1979—1991 年 13 年卫星观测资料的分析，发现在夏季我国青藏高原上空存在着一个臭氧低值中心。其臭氧总量比同纬度其他地区减少 10~11%。此中心从 5 月份开始持续到 9 月份，10 月以后逐渐消失。

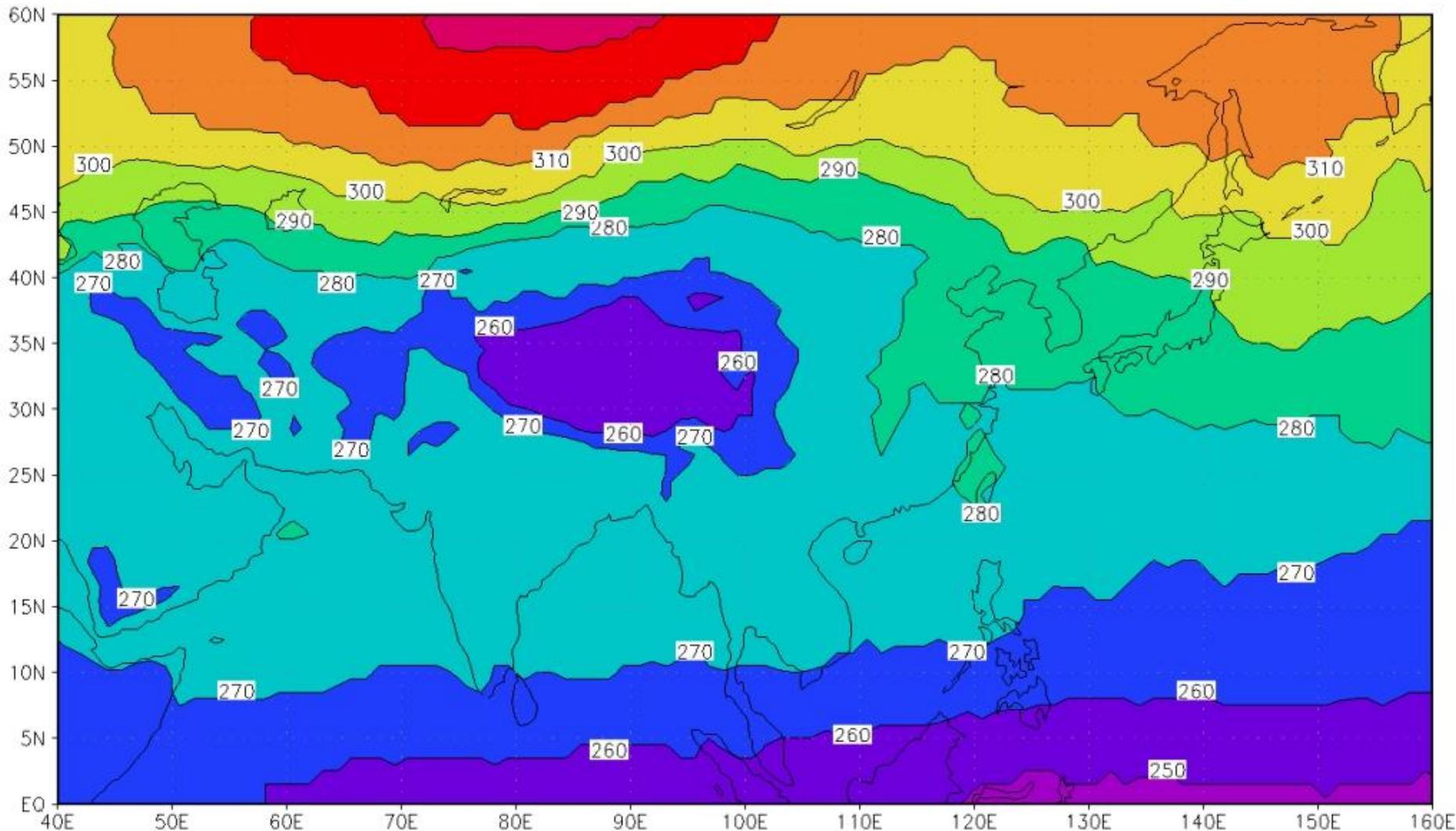


JAN1997



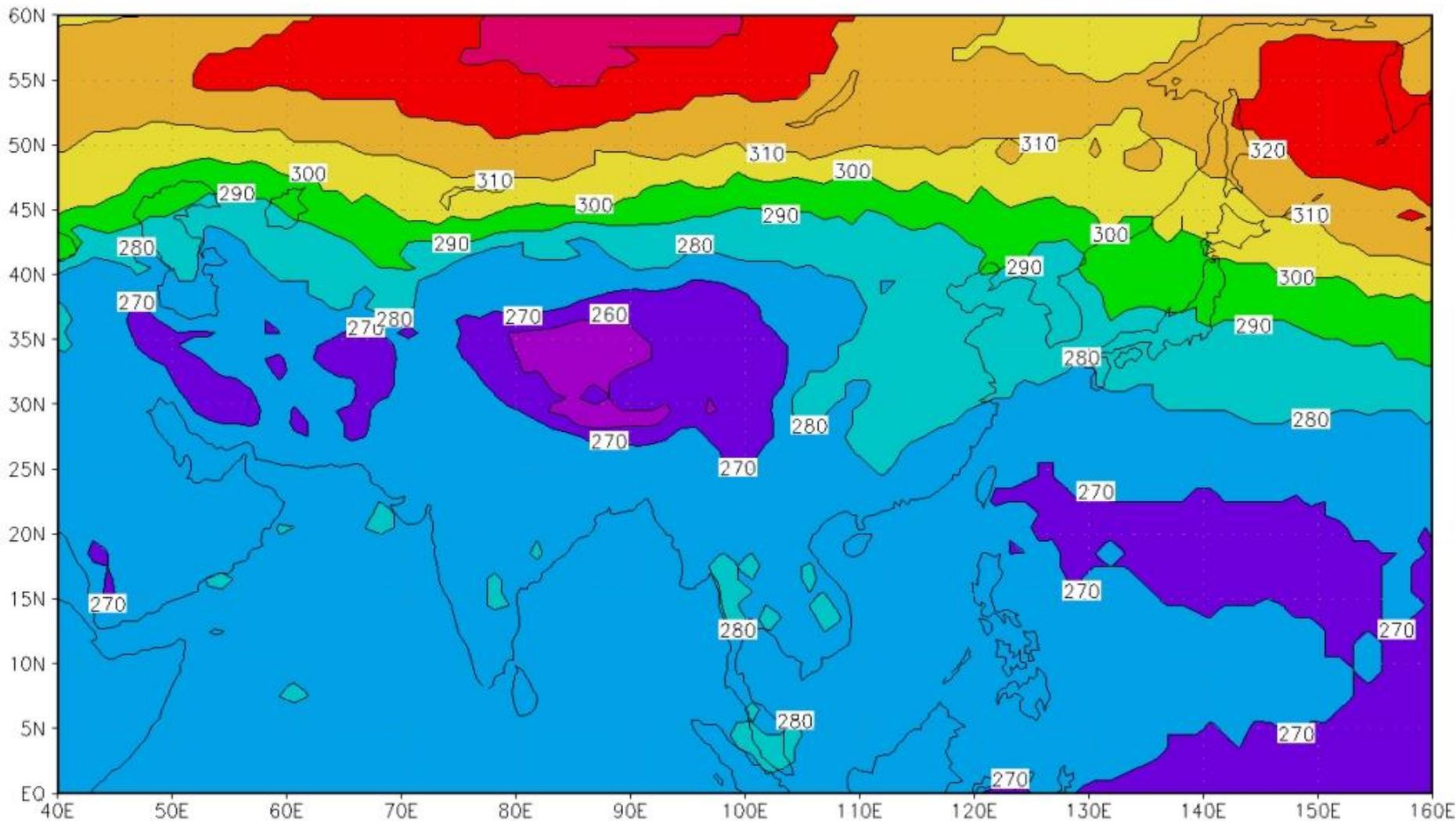
中国附近地区1997年1月份臭氧总量分布

AUG1996



中国附近地区1996年8月份臭氧总量分布

AUG1997



中国附近地区1997年8月份臭氧总量分布

二. 臭氧洞形成的原因

目前关于臭氧洞出现的原因有各种说法，归纳起来大致有三种理论：

化学理论，

动力理论

太阳活动的影响理论。



1. 化学理论

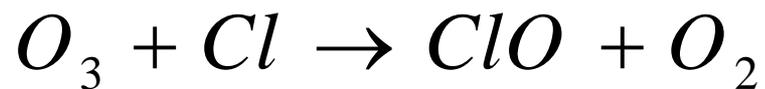
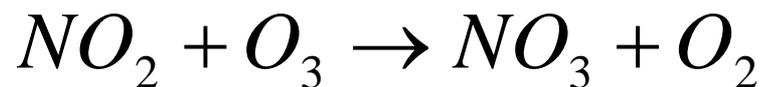
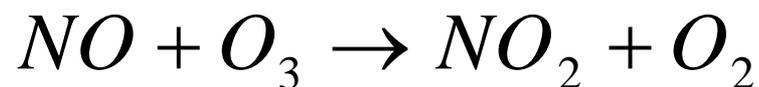
认为臭氧洞是由于人类活动对大气的污染造成的，

因为：

- 大量的超音速飞机充斥天空，向大气中排放大量的水蒸汽和氮氧化物
- 人们大量使用氟氯碳化合物（或称氟里昂，CFCs）进入大气，慢慢地扩散到平流层，在太阳紫外辐射作用下分解出自由的氯原子（Cl），这些氯原子同臭氧分子反应，催化破坏臭氧分子，导致大气中臭氧含量的下降。



污染物破坏臭氧分子的化学反应:



1990年“气候变化科学评估”

--政府间气候变化专门委员会所作

1985年全世界氟里昂的排放量约为100万吨，1990年前每年增长约3%，如果继续以1990年的速度排放，到2060年，热带地区臭氧总量平均会减少4%，而高纬—极地区域臭氧总量平均会减少4%~12%。对于局地和非均匀过程可减少20%~50%。



化学理论可以成功地解释近 20 年来平流层臭氧逐渐减少的现象，但不能解释观测到的南极春季臭氧总量为什么下降得那么快、而 11 月份以后又能恢复到基本正常状态。



2. 动力理论

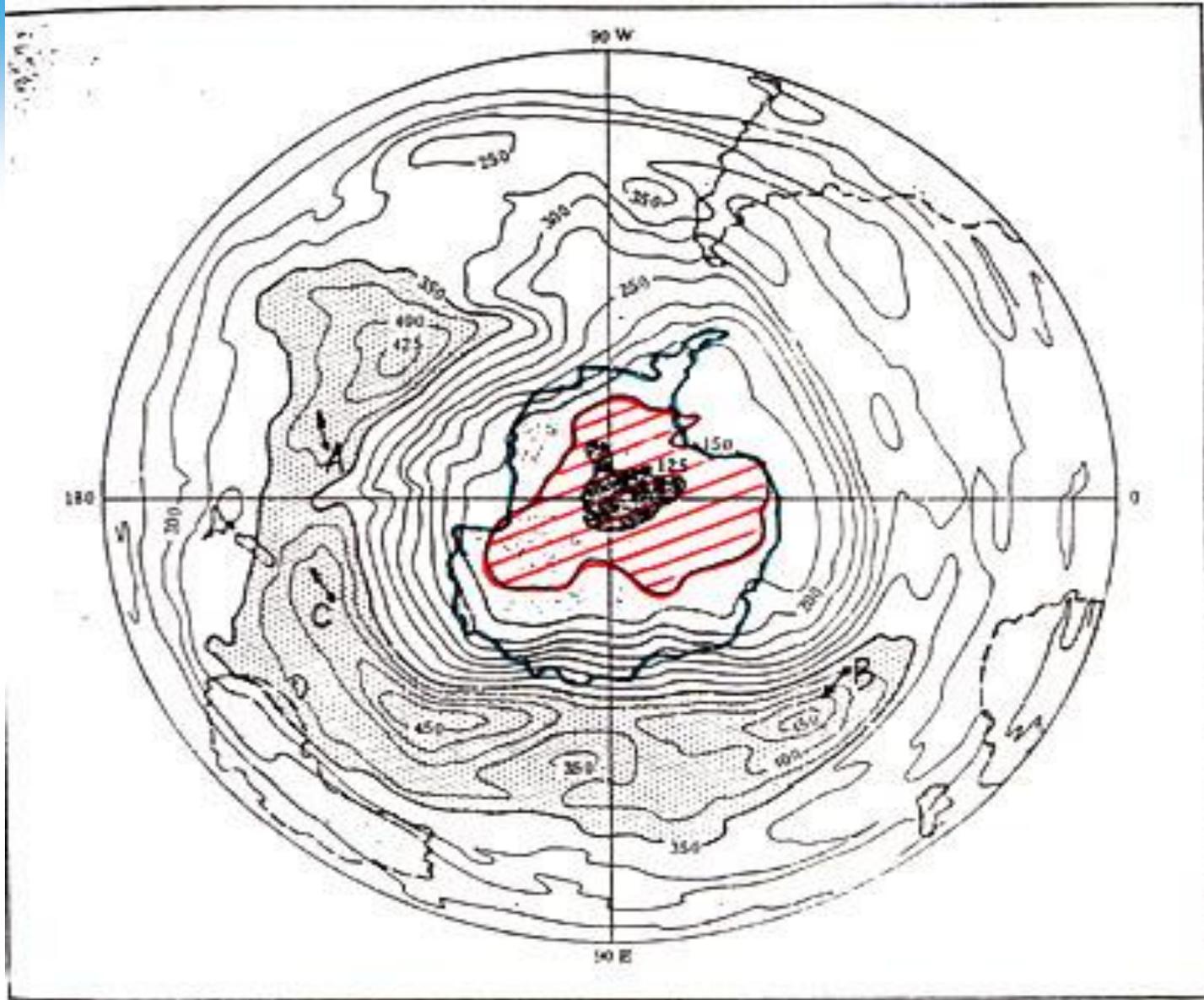
动力理论认为大气是一个不断运动的三维流体。大气运动不断地改变着各种大气成分（包括臭氧）的位置和含量。由于低纬地区太阳辐射最强，光化反应也最强，因而是臭氧产生的源地，两极地区太阳辐射很少，还有相当长一段时间为“极夜”，光化生成臭氧的过程很弱。两极地区之所以臭氧浓度不低，是因为大气的运动把低纬产生的臭氧向南北两极输送。



当气流的方向和大小发生变化时，输送量发生变化，就会使极地臭氧浓度发生改变。

南极臭氧空中实验报告指出，在1987年9月5日这一天，大约三百万平方公里的地区上空，臭氧含量突然减少了大约10%。臭氧含量这样惊人的速度下降，用化学理论是无法解释的。但动力理论可以解释：因为这一天低平流层臭氧浓度很低的气团流进了这个地区，而原来此地臭氧浓度高的空气流到别处去了。事实上，1987年10月虽然南极臭氧洞很深，但全球的臭氧总量并未减少多少，在南极上空臭氧减少的同时，在 30°S — 50°S 纬度带中臭氧含量是增加的，在这一地区是一个臭氧含量高值区。





1987年10月5日南半球臭氧总量的水平分布



3. 太阳活动影响理论

这个理论认为，由于臭氧分子是在太阳紫外辐射作用下形成的，所以伴随太阳活动的周期变化，太阳紫外辐射的盈亏，臭氧含量也会发生变化。资料分析研究表明，太阳黑子数的年变化周期同臭氧总量的年变化存在正相关。观测也表明，当太阳质子事件爆发时，臭氧总量下降。还有学者指出，沿着地磁场磁力线运动的高能电子，部分地从其轨道落下，可能是每年春季南极上空臭氧含量下降的原因。



我们的计算结果：

光化过程（考虑 HO_x , NO_x , ClO_x 的作用）

使南极地区平流层臭氧日减少量： -2.07%

正常年动力过程向南极地区平流层

日输送臭氧量： +2.10%

1987 年 9、10 月动力过程向南极地区

平流层日输送臭氧量： -2.40%



臭氧洞形成的物理的、化学的和动力的机制

把三种理论相互联系起来，讨论臭氧洞形成机制，

臭氧的形成和分解是通过光化过程实现的，但臭氧含量的变化又不完全决定于光化过程，还受到大尺度大气运动的控制和局地地区气象条件和大气成分（如污染物）分布的影响，另外臭氧光化学过程与太阳辐射强弱有关。这些因素相互作用最终可能引起某些局地臭氧含量的明显变化而形成臭氧洞和青藏高原的臭氧低值中心。



三. 臭氧层被破坏对气候的影响

臭氧对太阳紫外辐射的强烈吸收是平流层大气运动的主要热源，对平流层的温度场、气压场和风场起着决定性作用。通过上下层的相互作用，它又会影响到全球的大气环流和气候。因此臭氧是我们研究气候问题时不可忽略的一种因素。当某些地区平流层臭氧总量严重减少时，这些地区大气吸收的太阳紫外辐射大大减少，其热量收支的改变将引起其温、压、风场的变化，进而影响全球大气环流和气候。



臭氧洞的气候效应的数值模拟

1986 年 Shine 模拟出在 20 公里附近辐射加热率变化为 0.4 度/日左右，50hPa 温度变化达-6 度。

1988 年 Kiehl 等用 NCAR 模式模拟出在 10 月份南极平流层低层的温度比控制试验低 5°C 左右。

1990 年 Cariolle 等用谱模式模拟到南极涡旋 50hPa 降温达 6~8°C，11 月末的最后增温推迟了两星期。

1994 年 Mahlman 等用 GFDL 模式，模拟结果表明南极春末平流层低层降温 8°C，模拟的南极涡旋在 50hPa 等压面上加深了约 180 位势米，而且在对流层大部分地区温度也在下降。



我们的数值模拟试验：

- (1) 南极臭氧洞对全球气候影响的数值模拟试验”，用 IAP GCM 进行。
- (2) 青藏高原臭氧低值中心对气候影响的数值模拟试验，用我们的 USTC 九层全球大气环流模式完成的。



模拟结果:

- (1) 在臭氧洞最深的 10 月份和 11 月份，模拟到的南极上空总辐射变温率比没有臭氧洞情况下的模拟值减少了 $0.43^{\circ}\text{C}/\text{日}$ 和 $0.6^{\circ}\text{C}/\text{日}$ 。
- (2) 在 10—11 月份，臭氧洞引起南极上空 25hPa 等压面上的气温降低 $4—5^{\circ}\text{C}$ ，



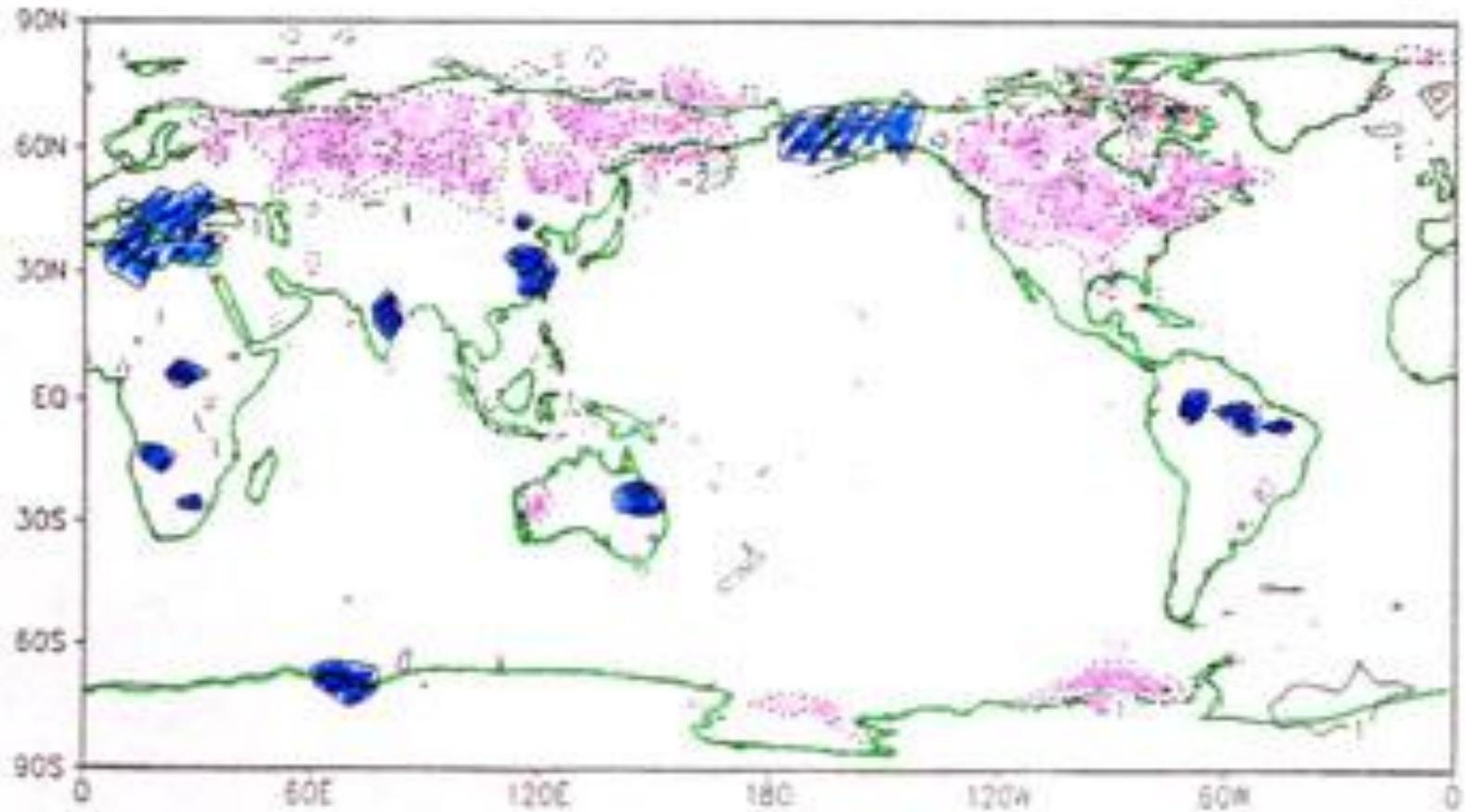


图 1. 模拟的 87 年 9-11 月纬向平均近地面气温的变化



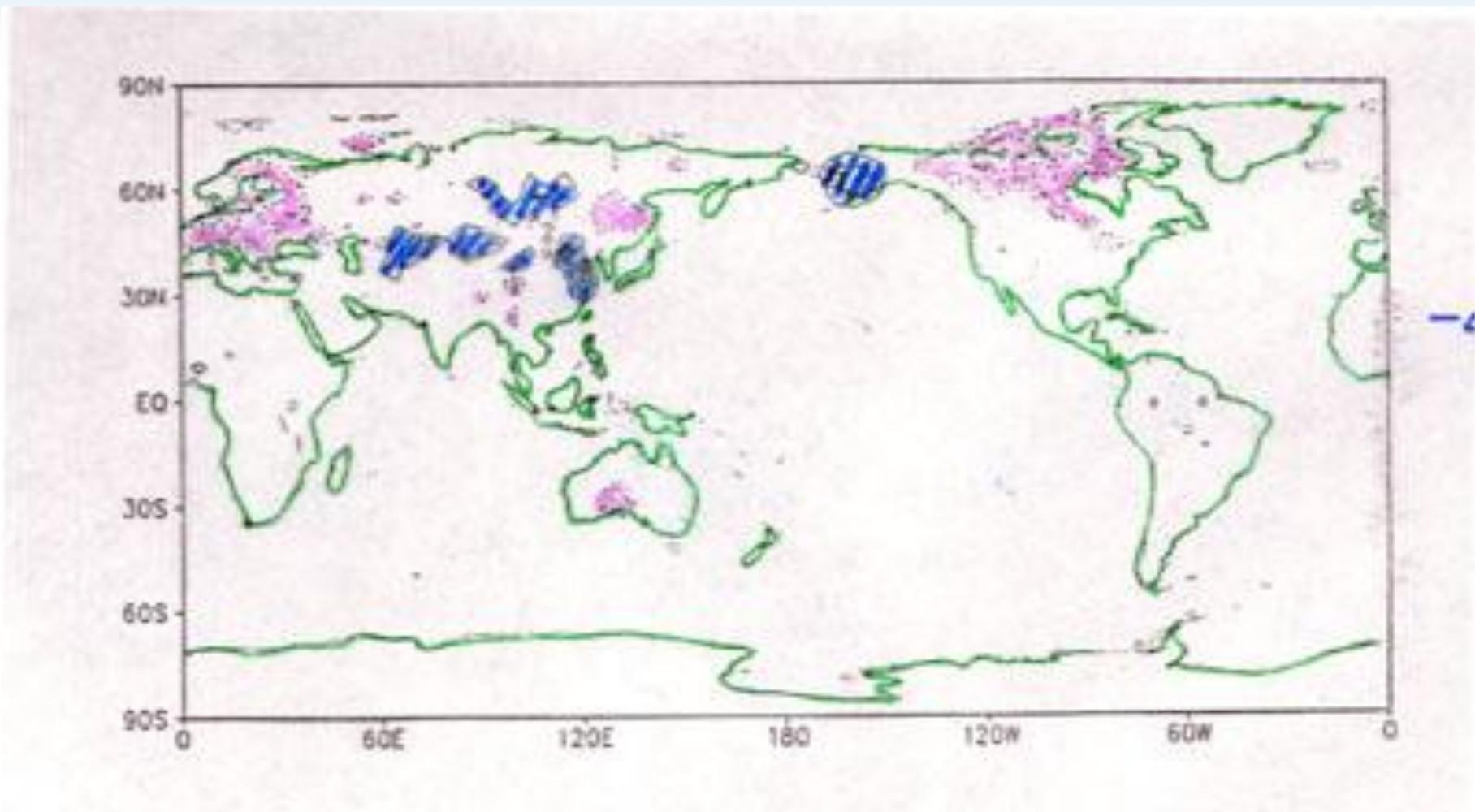
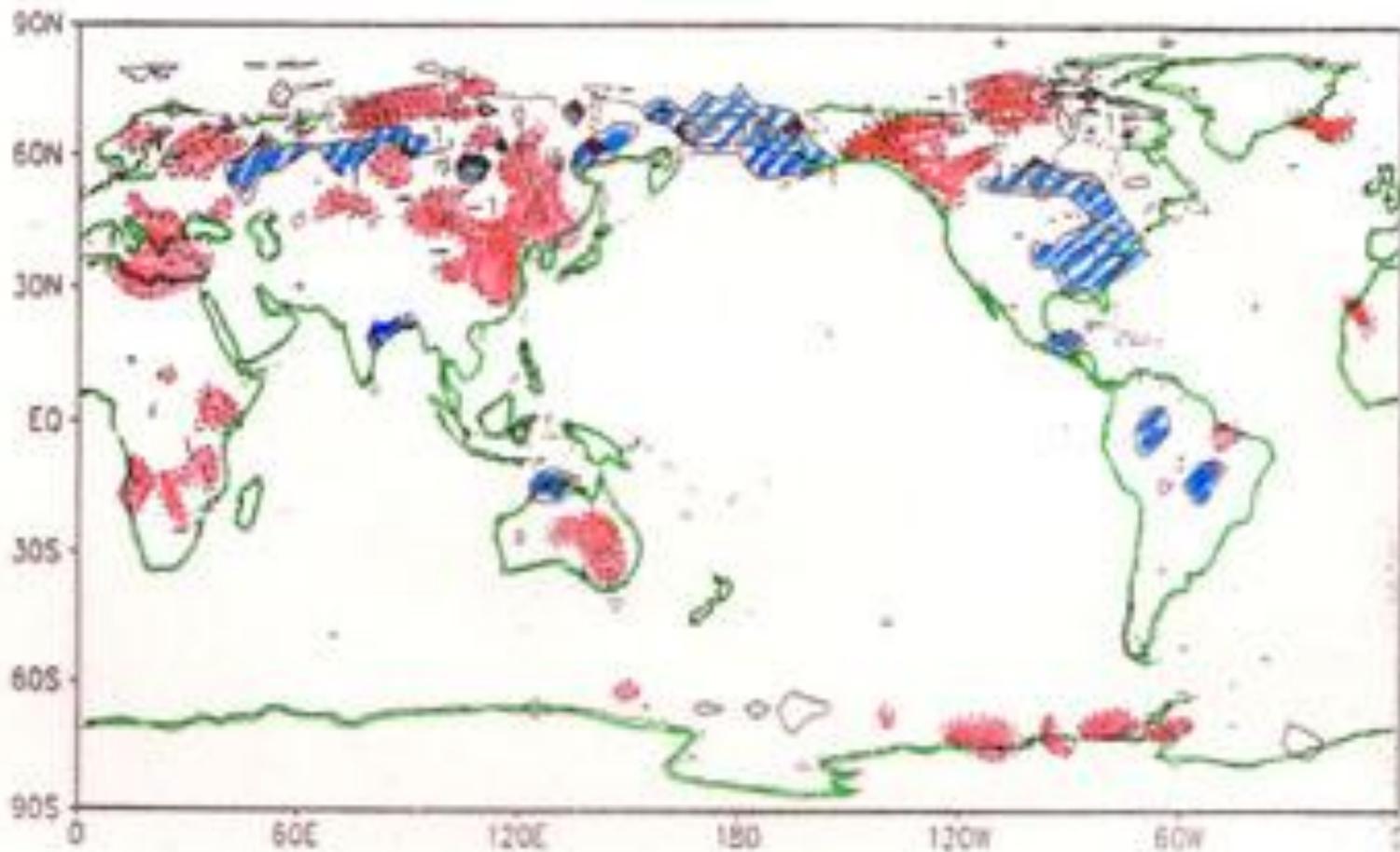


图 2. 模拟的 87 年 12 月-88 年 2 月平均近地面气温的变化





-4

图 3. 模拟的 88 年春季温度变化



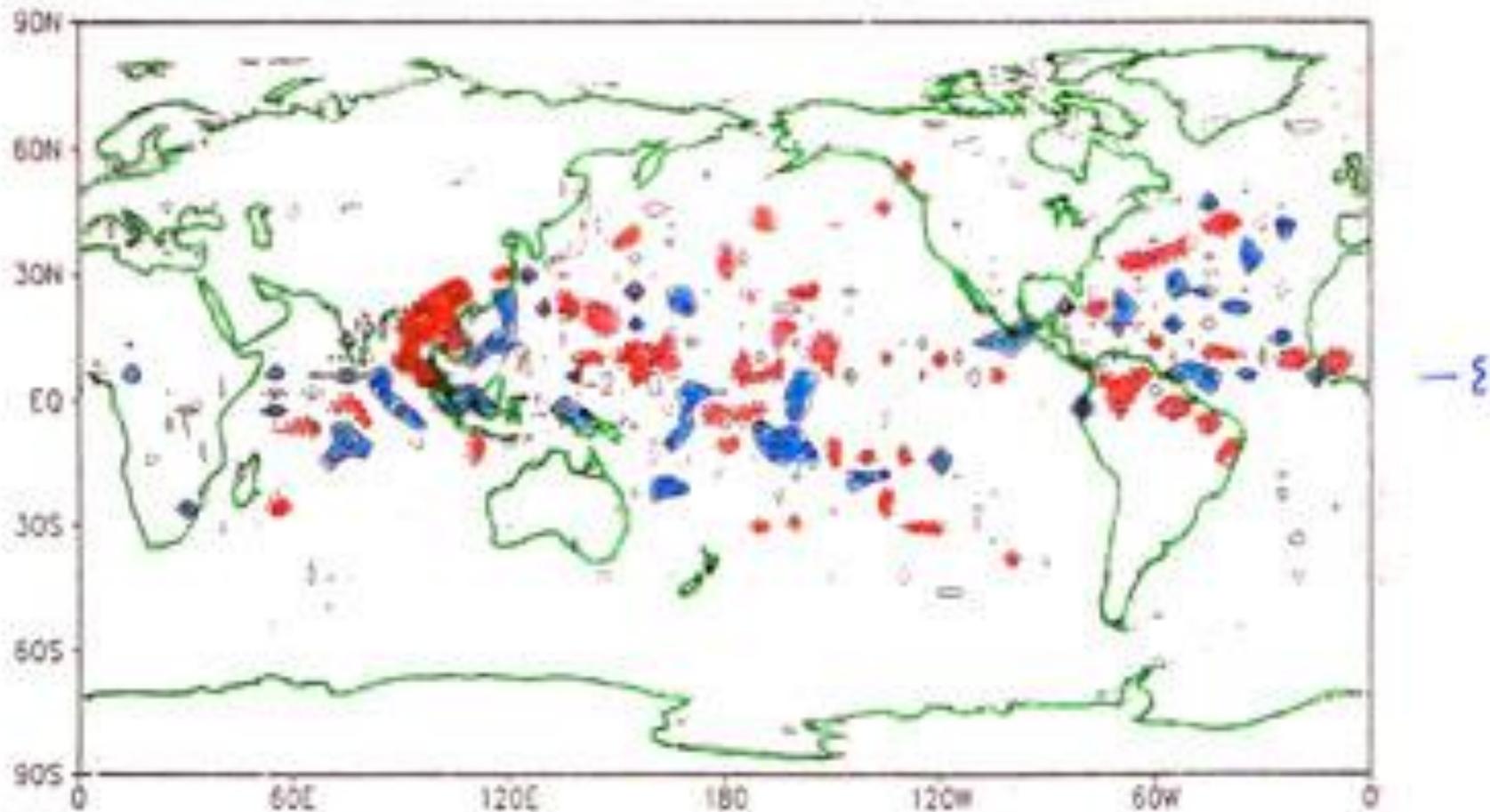


图 3. 模拟的 87 年 9-11 月降水变化



四. 关于蒙特利尔条约

蒙特利尔条约又称为蒙特利尔议定书，是 1987 年在联合国环境规划署倡导下许多国家的政府就共同制止臭氧层的耗竭而签定的一项条约，因为在加拿大的蒙特利尔签定的，故称为蒙特利尔条约。此条约的主要目的是控制生产和使用对大气臭氧层有破坏性的化学物品。



蒙特利尔条约与1991年伦敦修正案和1992年哥本哈根修正案一起，要求工业化国家在1996年、发展中国家在2006年停止生产和使用氟里昂。目前世界上已经有120多个国家在蒙特利尔条约上签了字。蒙特利尔条约的实行，将会使大气中的氟里昂的浓度很快停止增长。



但是，由于氟里昂在大气中有很长的寿命，所以在相当一段时间内它们的浓度减少不会很明显。在从现在开始的一百年内，还会有相当可观的量存在于大气中



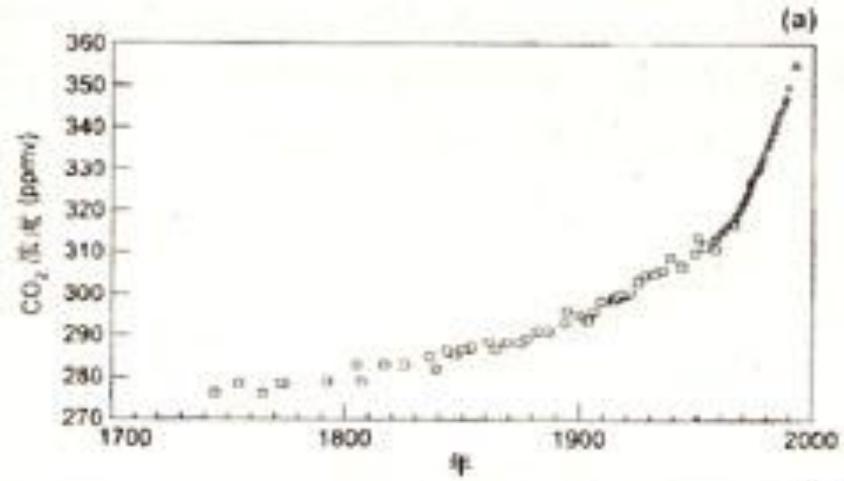
§ 3. 温室效应和全球变暖

一. 温室效应和全球变暖的概念

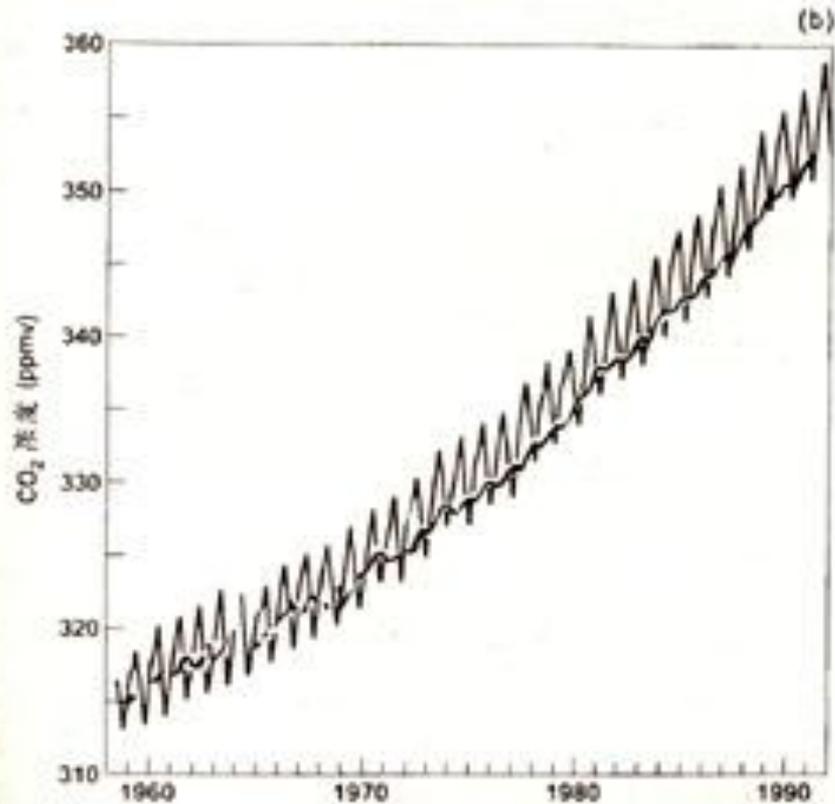
大气对太阳辐射吸收不多，特别是大气中的二氧化碳对太阳辐射的吸收极少，大部分太阳辐射可以到达地面，使地面加热并放射大量红外热辐射。大气中的某些气体如 CO_2 、 N_2O 、 CH_4 和 NO 等能大量地吸收地面放射的热辐射，同时又向地面放射热辐射，使地面放射的热辐射不至于大量地损失到太空去。这种作用与暖房的玻璃的作用相似，称为大气的温室效应，上述几种气体称为温室气体。由于工业的发展排放的温室气体越来越多，使大气中温室气体（特别是二氧化碳）浓度不断增加，会使大气的温室效应不断增强，进而使全球的温度上升。这种现象称为全球变暖。



(上) 1700 年以来
大气中二氧化碳含量的
增加 (南极
冰芯测量结果)



(下) 1957 年以来
大气中二氧化碳含量的增加
(冒纳罗亚观
测结果)



大气中二氧化碳含量逐年增加：

1700 年以来大气中二氧化碳含量增加的趋势。特别可以看出 1950 年以后其增加的趋势特别明显。

年增长率约为 0.4%



科学家们的预言：

人类如不采取果断和必要的措施，到 2030 年至 2050 年，大气中二氧化碳含量将比工业革命时(1850 年)增加 1 倍，即 540ppm，全球平均气温有可能升高 1.5 至 4.5 摄氏度。变暖速度是过去 100 年的 5 至 10 倍。



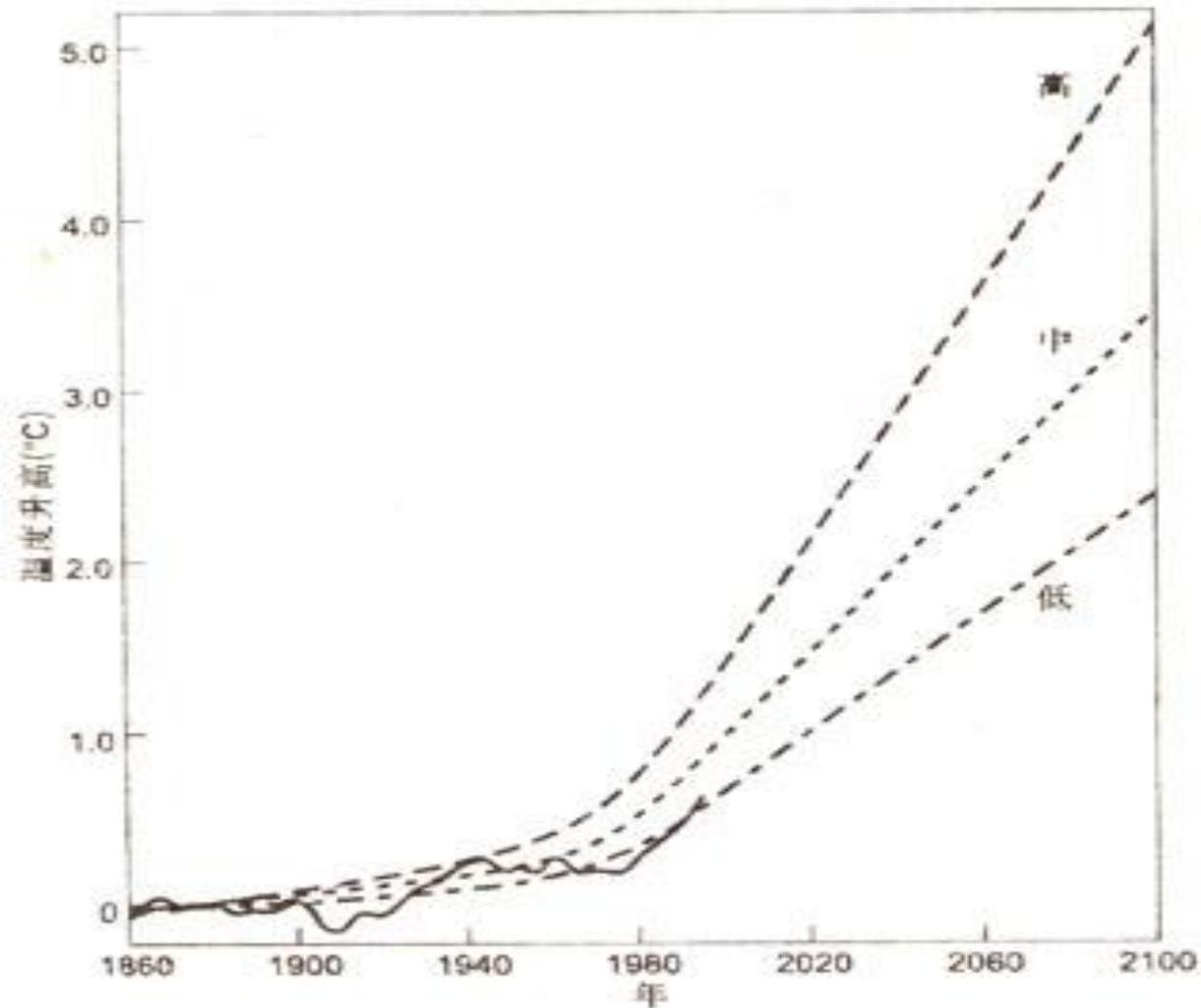


图 11.8 照常排放构想下估算的全球平均温度的变化

图中的曲线是 IPCC（政府间气候变化委员会）的最佳估计值，实线为 1860 年到现在观测的全球平均温度的估值。



二氧化碳含量的增加已使全球的温度明显上升，据统计，20 世纪八十年代出现了五个高温年头（即 1980，1981，1983，1987，1988），20 世纪九十年代是有仪器记录以来最暖的十年。1998 年是全球最热的一年。1994，1996，1998、1999 和 2000 年夏季我国北方也经历了严重的干旱和酷热。



温室效应是一种大规模的环境灾难。它不仅使全球气候变暖，还会使全球降水量重新分配，冰川和冻土消融，海平面上升等。既危害自然生态系统，更威胁人类的食物供应和居住环境。



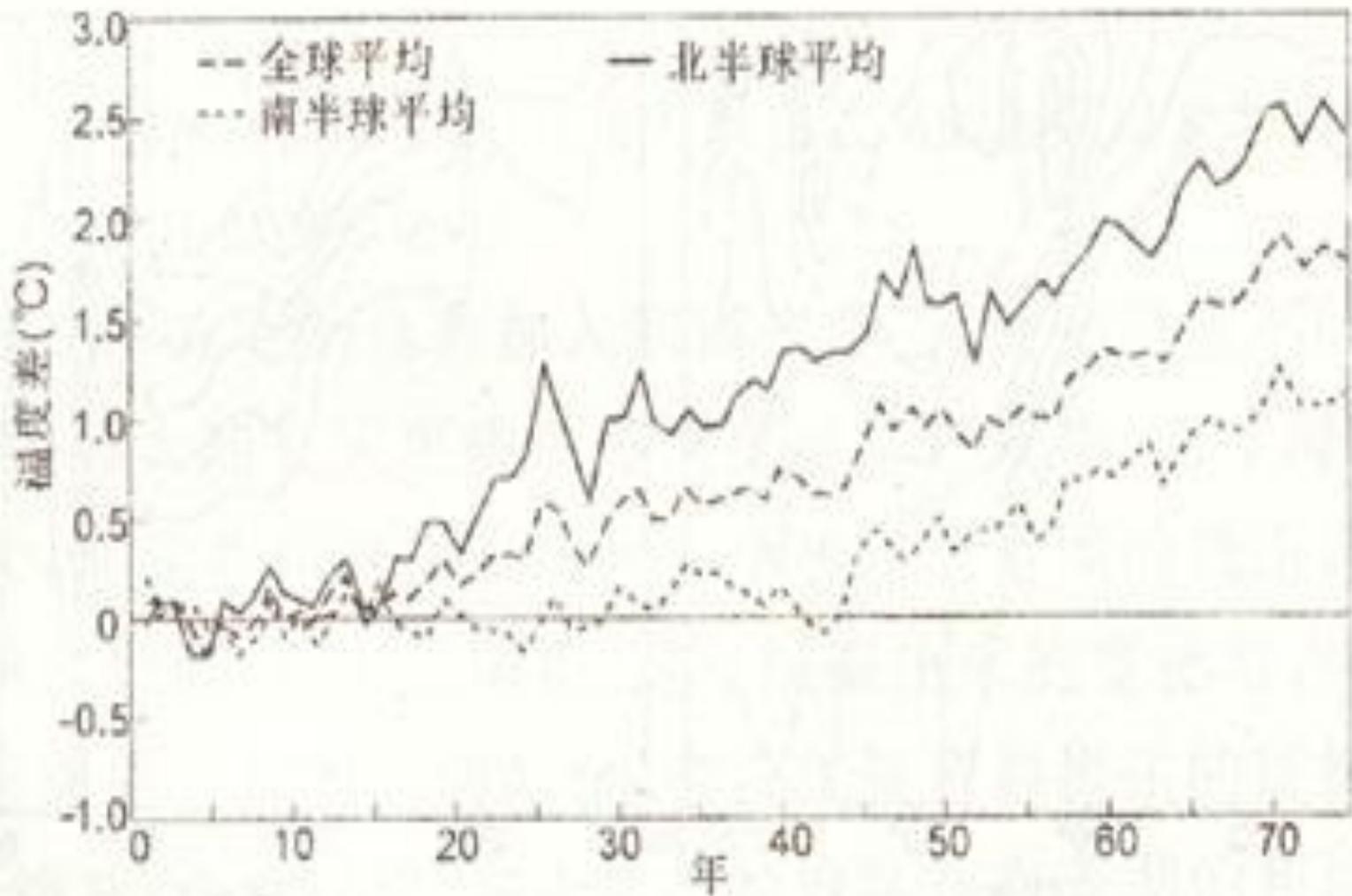
全球变暖的最大威胁不是平均气温升高，而是出现极端高温；百年不遇的干旱，异乎寻常的热浪，行凶肆虐的飓风和龙卷风等。更加重了对食物供应的威胁。世界上大约有 $1/3$ 的人口生活在沿海岸线 60 公里范围内，如果全球变暖，海平面升高，一些城市、城镇和乡村有可能被淹没。



二. 温室效应和全球变暖的数值模拟

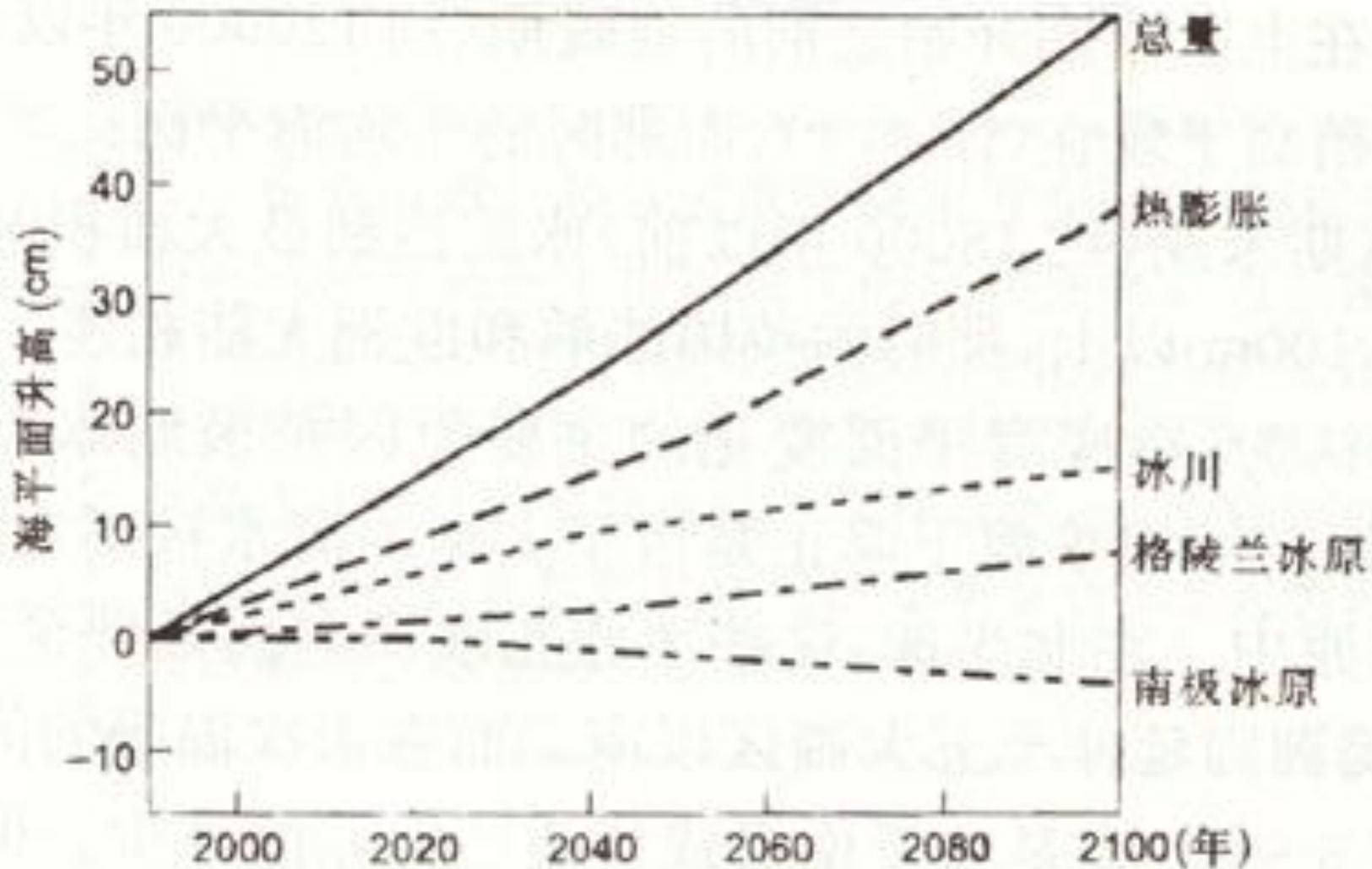
采用 AGCM 或 CGCM 考虑二氧化碳对红外热辐射的吸收和放射，改变模式中二氧化碳的含量，计算其引起的变温率和全球的温度变化。





全球变暖的数值模拟结果





全球变暖的数值模拟结果



全球变暖报道

中国气象报 2002 年 1 月 31 日报导：

太平洋岛国图瓦卢今年开始举国迁移到新西兰。因为 50 年后这个岛国将全部沉没于大洋之中。

中国气象报 2002 年 1 月 14 日报导：

100 年内海平面上升会使台湾损失土地 105~272 平方公里，1237~1246 平方公里土地处于风险中。将有 50 多万人口面临威胁。



全球变暖报道

中国气象报 2004 年 11 月 6 日报导

《长三角》城市近 50 年升温 0.9°C ，其中上海增温最多，平均每 10 年增温 0.29°C 。暴雨日数也增加。

珠峰所在地受全球气候变暖影响显著，定日县从 1971 年到 1992 的年平均气温在 2.6°C 摆动，1998 年到 2002 年年均增温 3.3°C 以上。认为这里是全球变暖最敏感的地区。



气候变化问题已成为一个全球环境问题,愈来愈引起世界各国政府和人民的关注与重视。气候变化问题最初是从科学方面提出的,主要是研究人类活动造成的温室气体的增加与近百年全球变暖之间的关系,现在已演变成一个包括科学、社会、经济、外交、法律等多方面的综合性问题。



关于《京都议定书》

《京都议定书》是在《联合国气候变化框架公约》下制定的第一个具有法律约束力的温室气体减排协议。于 1997 年 12 月在日本京都召开的《联合国气候变化框架公约》第三次缔约方大会上通过。它规定在 2008 年至 2012 年发达国家将温室气体的排放量减少到 1990 年的排放水平的基础上再降低 5.2%。我国于 1998 年 5 月签署了《京都议定书》，《京都议定书》于 2005 年 2 月 16 日正式生效。



对全球变暖问题的三种不同看法

- (1) 对全球变暖的成因解释, 现在还不能完全肯定这种变暖是由于人类活动还是自然变化引起或两者的共同作用的结果。
- (2) 对未来气候变化的预测包含有许多不确定性, 尤其是对全球气候变化的时间、量级和区域分布特征尚未有更确定的了解。



(3)对气候的社会—经济影响结果未完全研究清楚，现在还不能清楚地回答气候变化会对全球、各地区以及各国的社会—经济以及可持续性发展带来多大程度的影响，其中负面的影响又有多大？要解决上述科学问题，还需要更多的研究以及世界上所有有关科学家的共同努力，其中包括中国科学家的努力。

