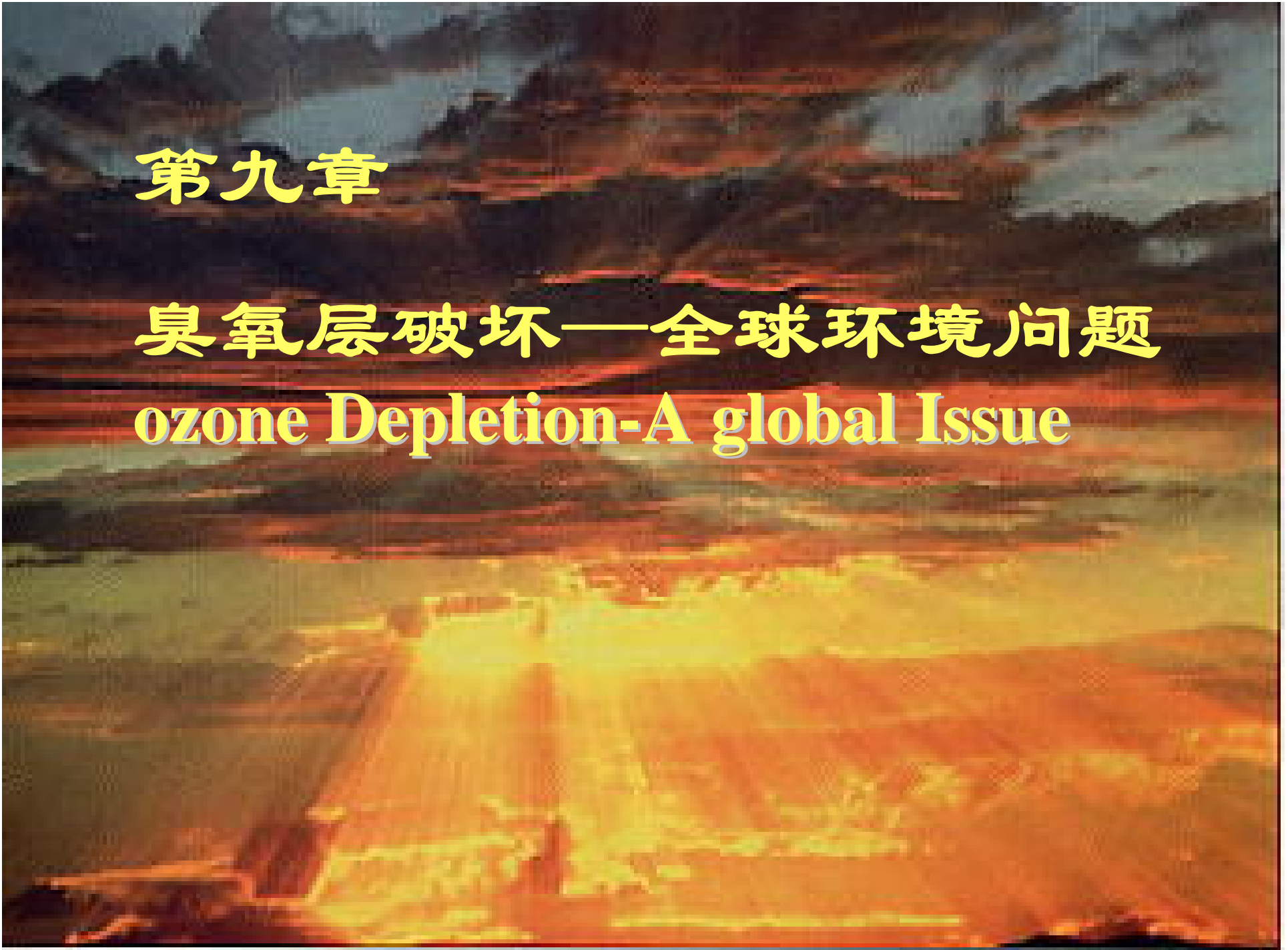



第九章

臭氧层破坏——全球环境问题

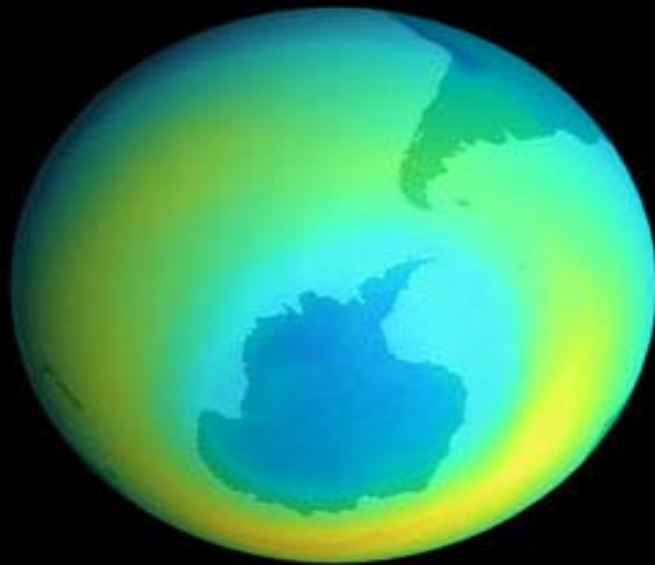
ozone Depletion-A global Issue



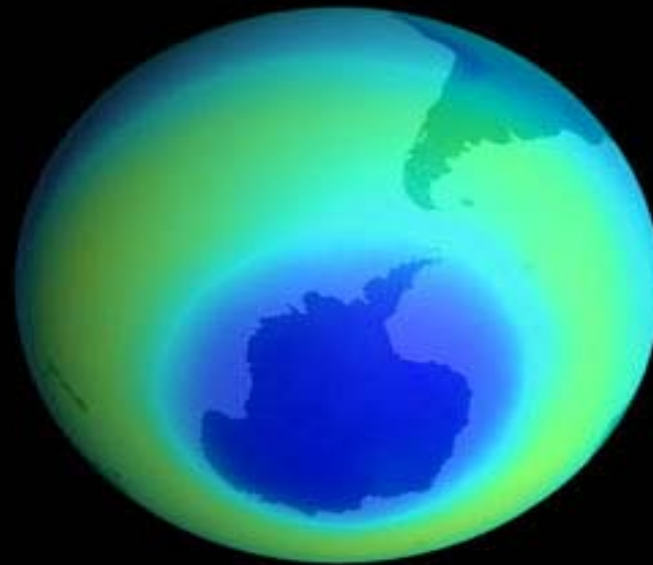


近30年来，各国科学家经研究发现，在每年的春季，南极上空臭氧层臭氧的浓度都会明显减少，而且随着时间的推移，减少程度在逐年加剧。

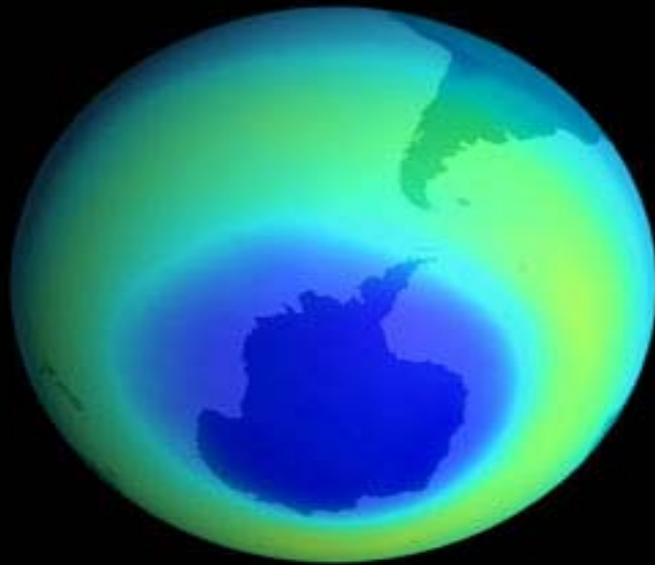
南极春季上空臭氧浓度的变化
1981-1999



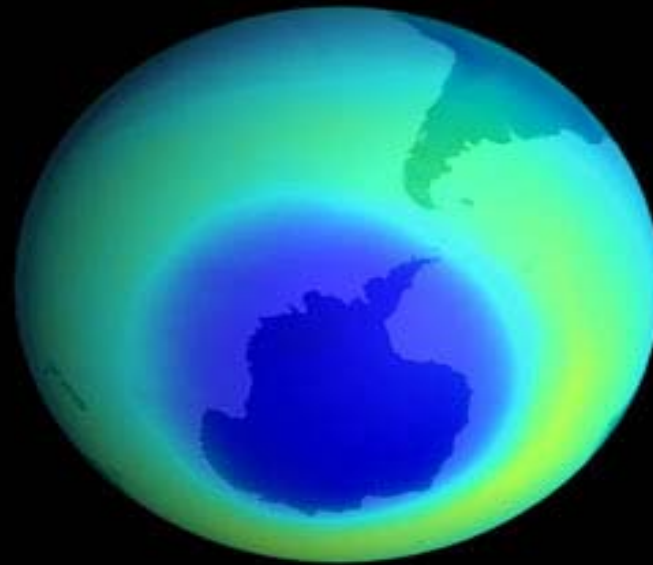
September 1981



September 1987



September 1993



September 1999





内容提要

- 一. 臭氧层的形成及其作用
- 二. 臭氧层耗损的发现和研究
- 三. 臭氧层破坏的原因
- 四. 保护地球臭氧层的十五年

一. 臭氧层的形成及其作用

—形成与去除机制

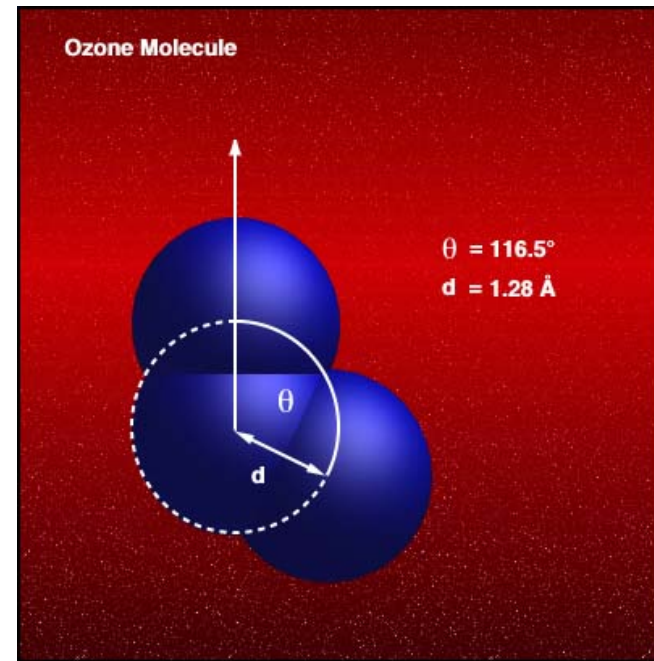
➤ O_3 是大气圈中重要的化学组分，臭氧层是自然演化的产物（大约在16 ~ 20亿年前）。在15 ~ 40km上空的 O_2 ，在太阳紫外辐射的作用下，发生着一系列化学和光化学反应

➤ 臭氧层逐渐形成。在海水深处有了生命存在。大约在4亿年前，生命从海洋登上陆地。先有臭氧层才有陆地上的生命。



1. 臭氧的一般性质

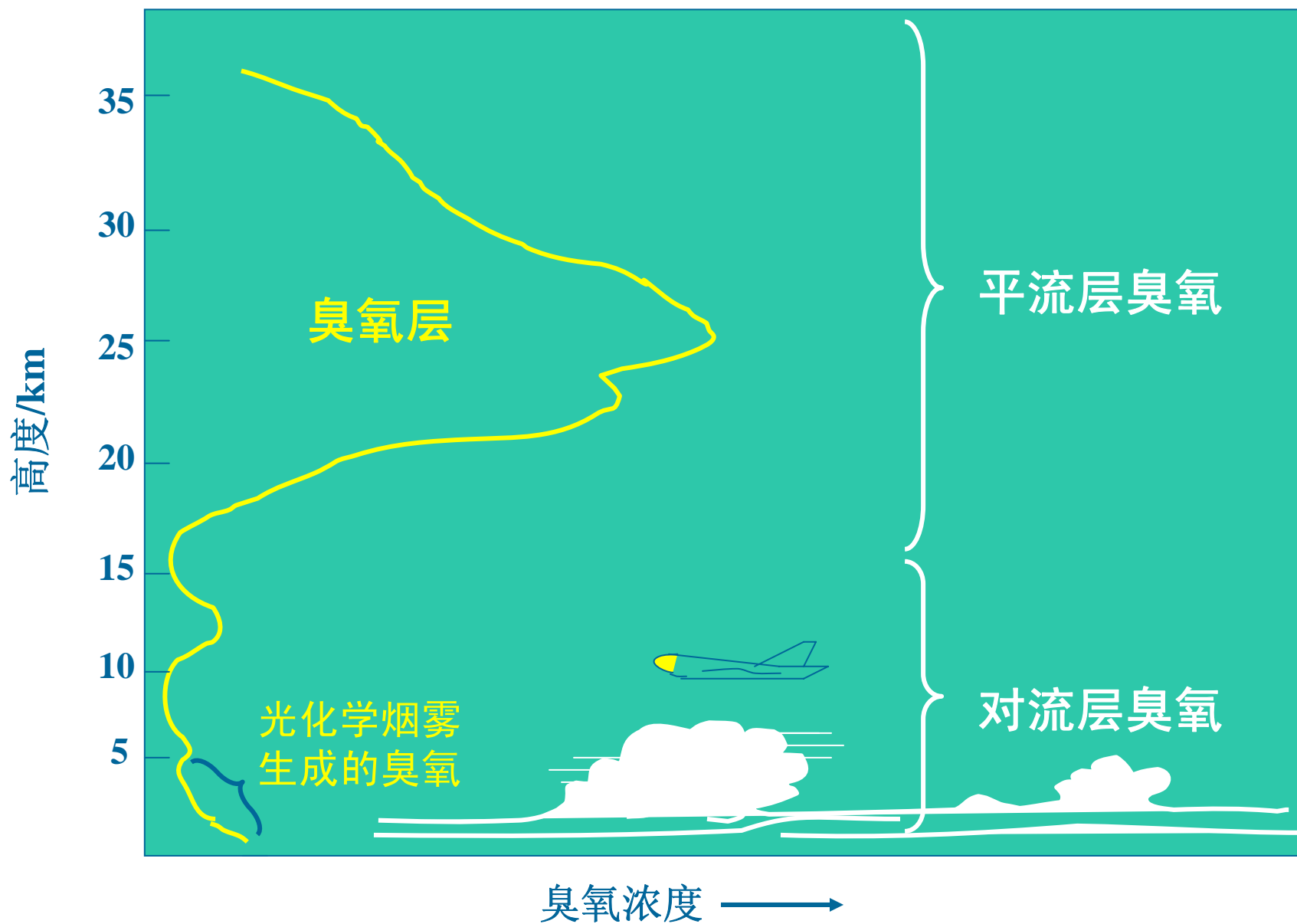
- 1849年首次被发现。
- 是 O_2 的同素异形体，由三个氧原子组成，淡蓝色带有刺激气味的气体，故名臭氧。是一种强氧化剂，可以和大气中很多物质反应。
- O_3 在近地面大气中的含量极少，大约20-40ppb (v/v) (相当于 $40 \sim 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$)，随纬度季节变化。
- 对流层 O_3 是一种人为的二次污染物，是光化学烟雾中最有害的物质，可降低大气能见度、损伤植物、引起全球气候变化并引发健康问题。



O_3 是平流层最重要的化学组分。

- 在距地表15~40km的大气层中， O_3 的浓度最大，约集中了大气中90%的 O_3 。将具有较高浓度臭氧的这层大气称为“**臭氧层**”。

大气臭氧的垂直分布





2.臭氧层的形成与去除机制

Sidney Chapman 1930年以纯氧体系中氧的光解离和再结合平衡模型为依据，提出了关于平流层臭氧的形成理论。



反应产生的氧原子具有很高的化学活性，很快与其他 O_2 发生进一步的化学反应，生成臭氧分子：

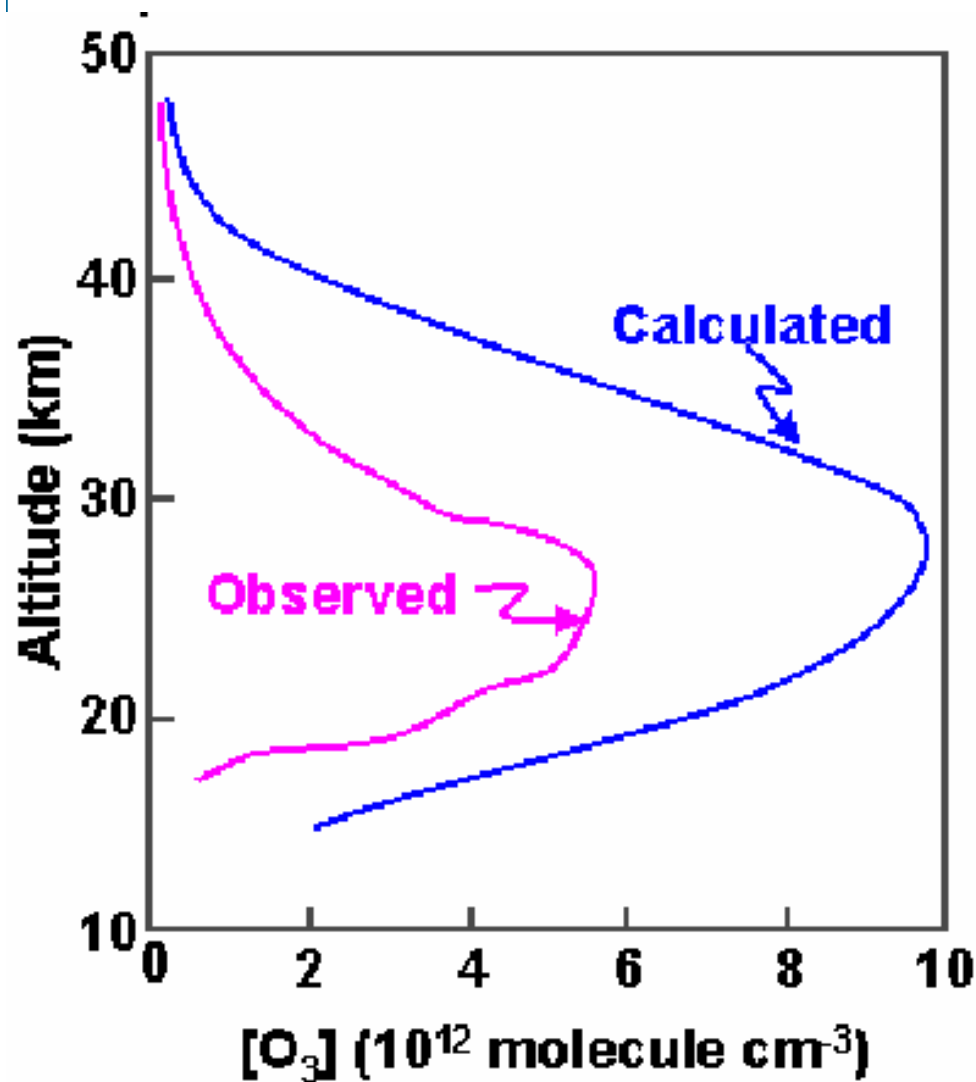


- 生成的臭氧分子电离能很低（1.1eV），因而在太阳紫外线照射下很容易被离解：



- 在15~40km的大气层，形成了 O_3 层，实际上是 O_2 、 O 、和 O_3 达到动态平衡的一层。

Chapman 机制



$$[\text{O}_3] = [\text{O}_2] \left(\frac{k_2 f_1 [\text{M}]}{k_4 f_3} \right)^{1/2}$$

理论预测值与实测值的对照:

全球浓度过高估计了约2倍。

平流层臭氧去除的催化反应机制

Chapman提出的纯氧理论所存在的重要缺陷是 O_3 去除得太慢，若按纯理论推断，平流层中 O_3 的浓度应比目前所观测到的大得多。

进一步研究发现，平流层臭氧更重要的去除途径是催化反应机制，即平流层中存在的三类物质：奇氮（ NO 、 NO_2 ）、奇氢（ OH 、 HO_2 ）和奇氯（ Cl 、 ClO ）等。

臭氧层的脆弱性

—平流层臭氧去除的催化反应机制 (I)

平流层中水汽对O₃的破坏作用:





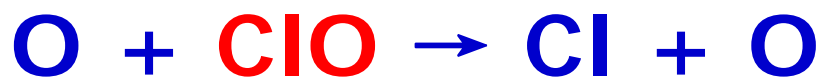
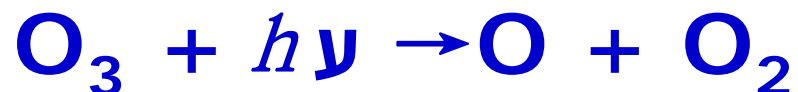
平流层臭氧去除的催化反应机制 (II)

- 
- 奇氮 (NO和NO₂) 催化去除机制 :



平流层臭氧去除的催化反应机制(III)

- 奇氯 (Cl和ClO) 催化去除机制 :



平流层臭氧去除的催化反应机制(IV)

MeElroy等1986年提出的如果溴的浓度在 $15 \times 10^{-9} \sim 30 \times 10^{-9}$ 范围，它将通过BrO与ClO的偶联反应对O₃的减弱起重要作用。（由于BrO键能比ClO小，溴的破坏作用比ClO更大）：

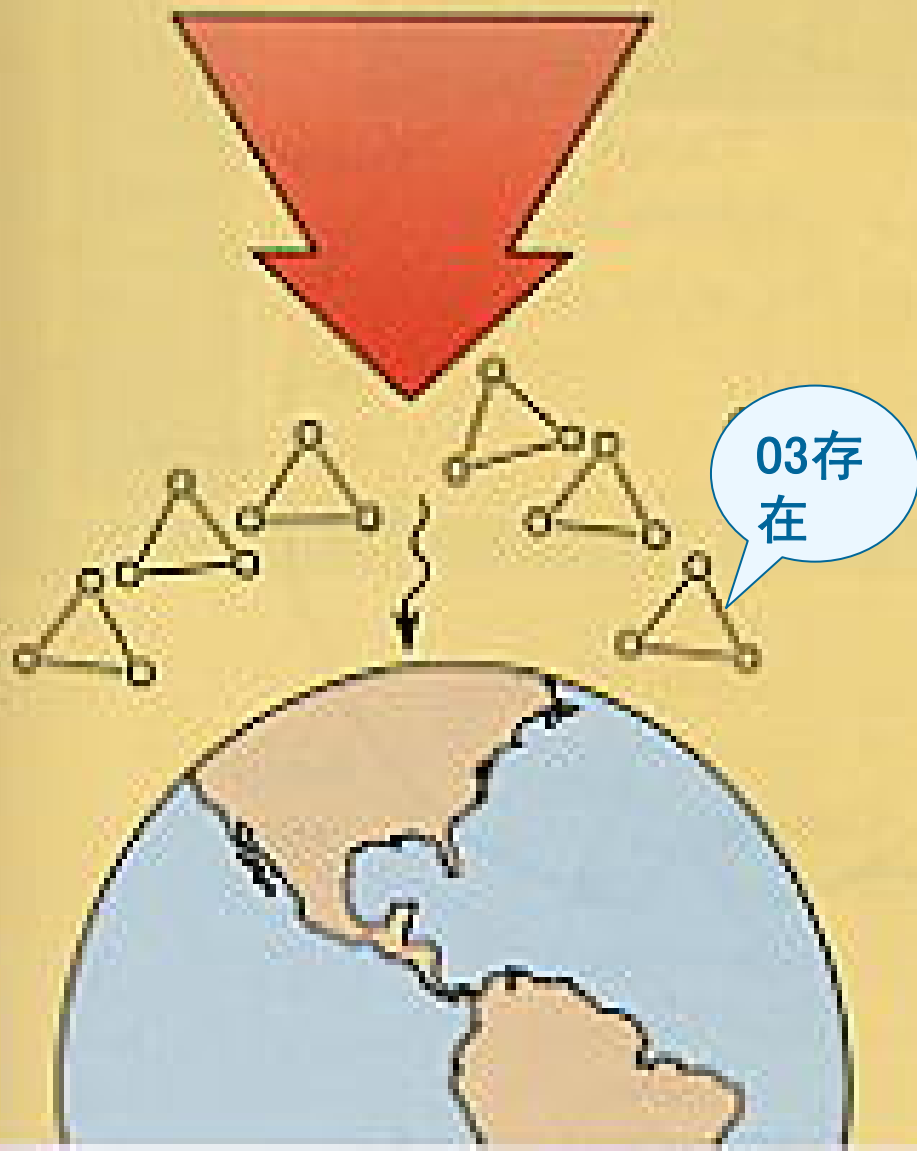


2. 臭氧层是地球生命的“保护伞”

- 通过生成及消耗反应过程，**臭氧和氧气之间达到动态的化学平衡**，大气中形成了一个较为稳定的臭氧层。这个臭氧层的高度大约在距离地球表面15~35km处。**生成的臭氧对太阳的紫外辐射有很强的吸收作用，有效地阻挡了对地表生物有伤害作用的短波紫外线。**
- 直到臭氧层形成之后，生命才有可能在地球上生存、延续和发展，臭氧层是地球生命的“保护伞”。



紫外辐射



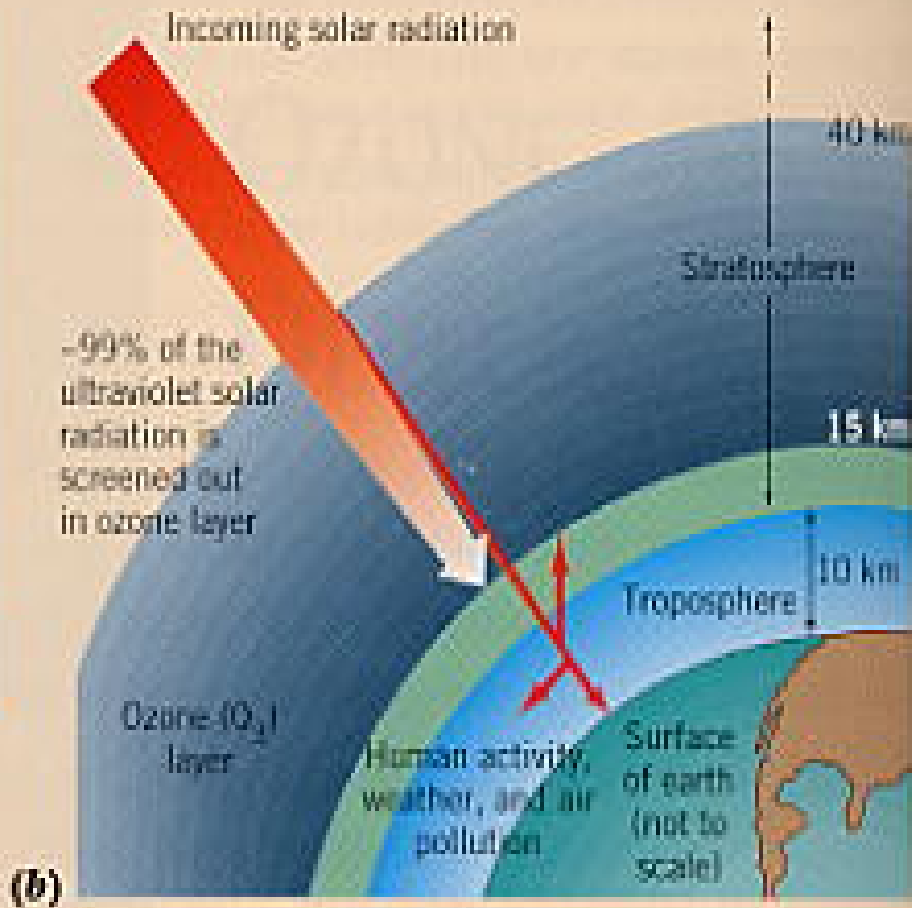
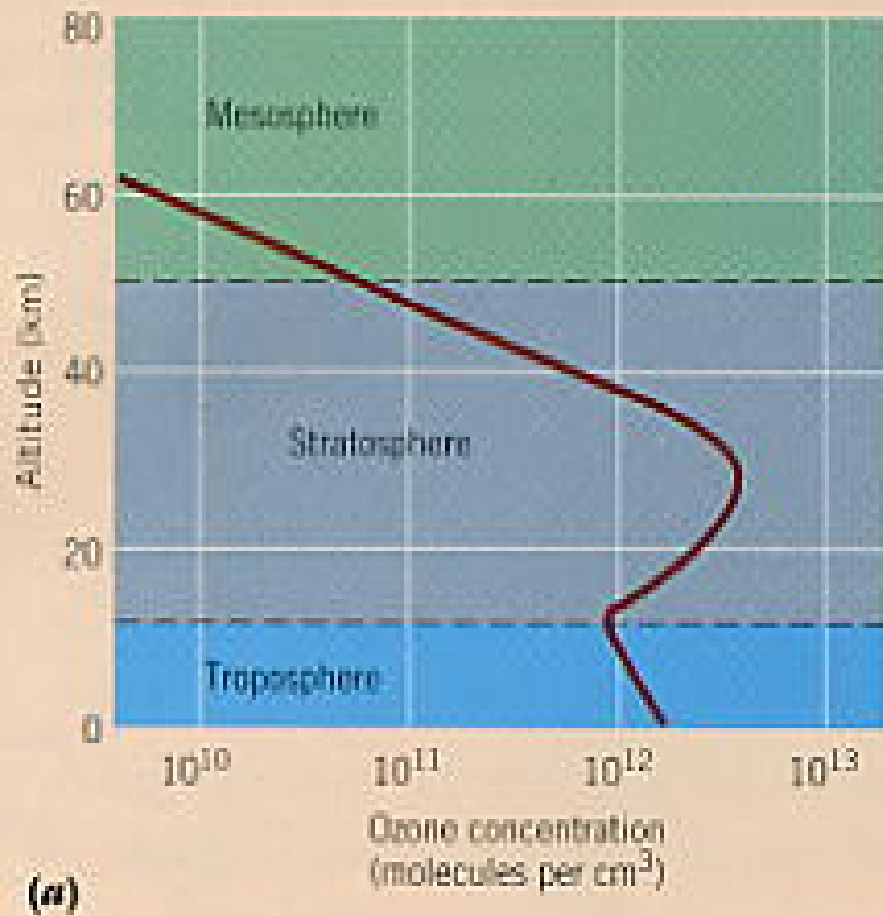
紫外辐射



臭氧层只是极其微小和脆弱的一层气体

- 在平流层大气15~35km的高度，集中了地球大气~90%的 O_3 ，但平均浓度只有~300ppb。只是极其微小和脆弱的一层气体。如果在0°C条件下，沿着垂直于地表的方向将大气中的 O_3 全部压缩到一个大气压， O_3 的厚度只有3mm左右。
- 用从地面到高空垂直柱中 O_3 的总层厚来反映大气中 O_3 的方法叫柱浓度法，采用多布森单位（Dobson unit，简称DU），正常大气中 O_3 柱浓度约为300DU。低层大气中 O_3 的本底值20~40ppb。

2. 臭氧层的作用



(1). 过滤器的作用：几乎全部吸收了对地球生命有伤害的太阳短波辐射 (99%)

太阳的紫外辐射(UV)

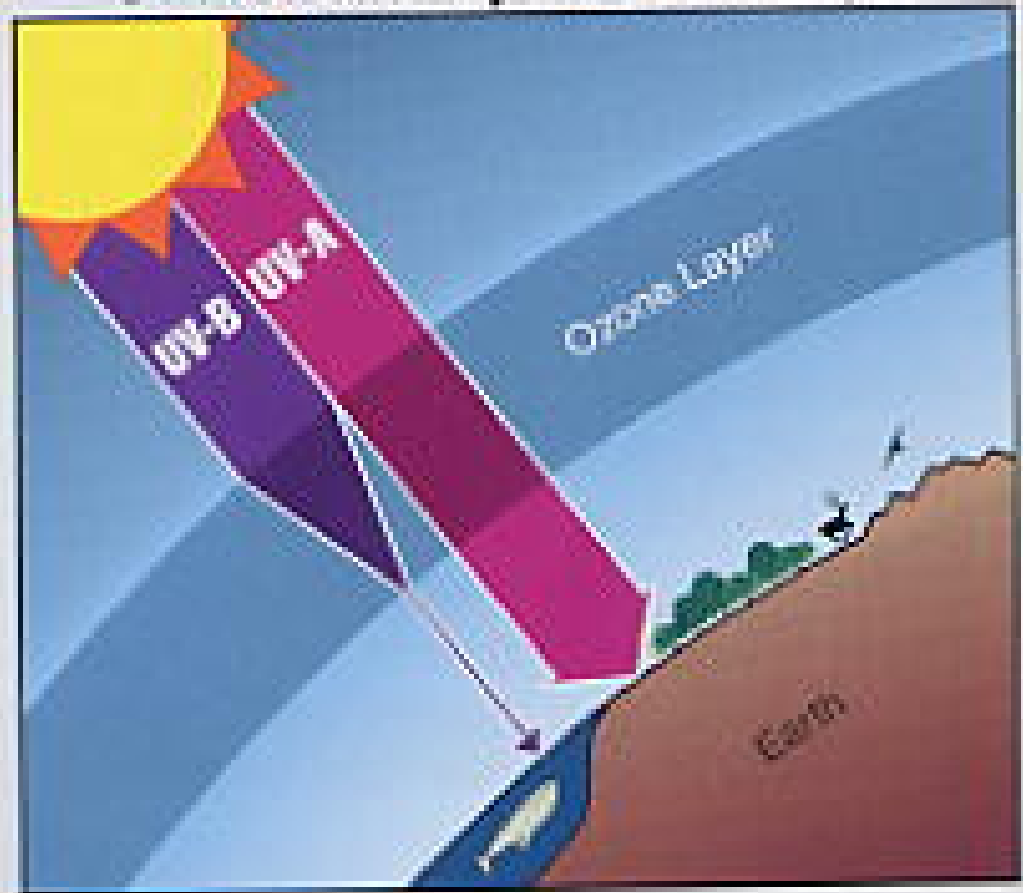
- 波长在100 ~ 400nm之间的太阳辐射，根据波长长短可分为：**UVA、UVB 和 UVC。**
- **UVC (200–280nm) 波长最短能量最强**，其能量可使 O_2 的化学键断裂成两个氧原子，每个氧原子又和一个 O_2 反应生成 O_3 。**故UVC在平流层被强烈吸收，从未到达过地球表面。**
- **UVA (315–400nm) 波长最长能量最弱**，其能量仍可对生命组织造成某些伤害，**不能被平流层臭氧有效吸收，可直接传播到地球表面。**

一般所涉及到的O3问题大都指的是UVB (280–315nm)，其波长和能量介于UVC和UVA之间，刚好可被平流层臭氧强烈地吸收，O3是迄今为止所知道的唯一能吸收UVB 的气体。

臭氧的损耗产生的直接后果就是使到达地表的UVB增加，伤害地球生命。

臭氧层减1%，到达地表的UVB增加2%。

UV Protection by the Ozone Layer



太阳的紫外辐射 (UVB)

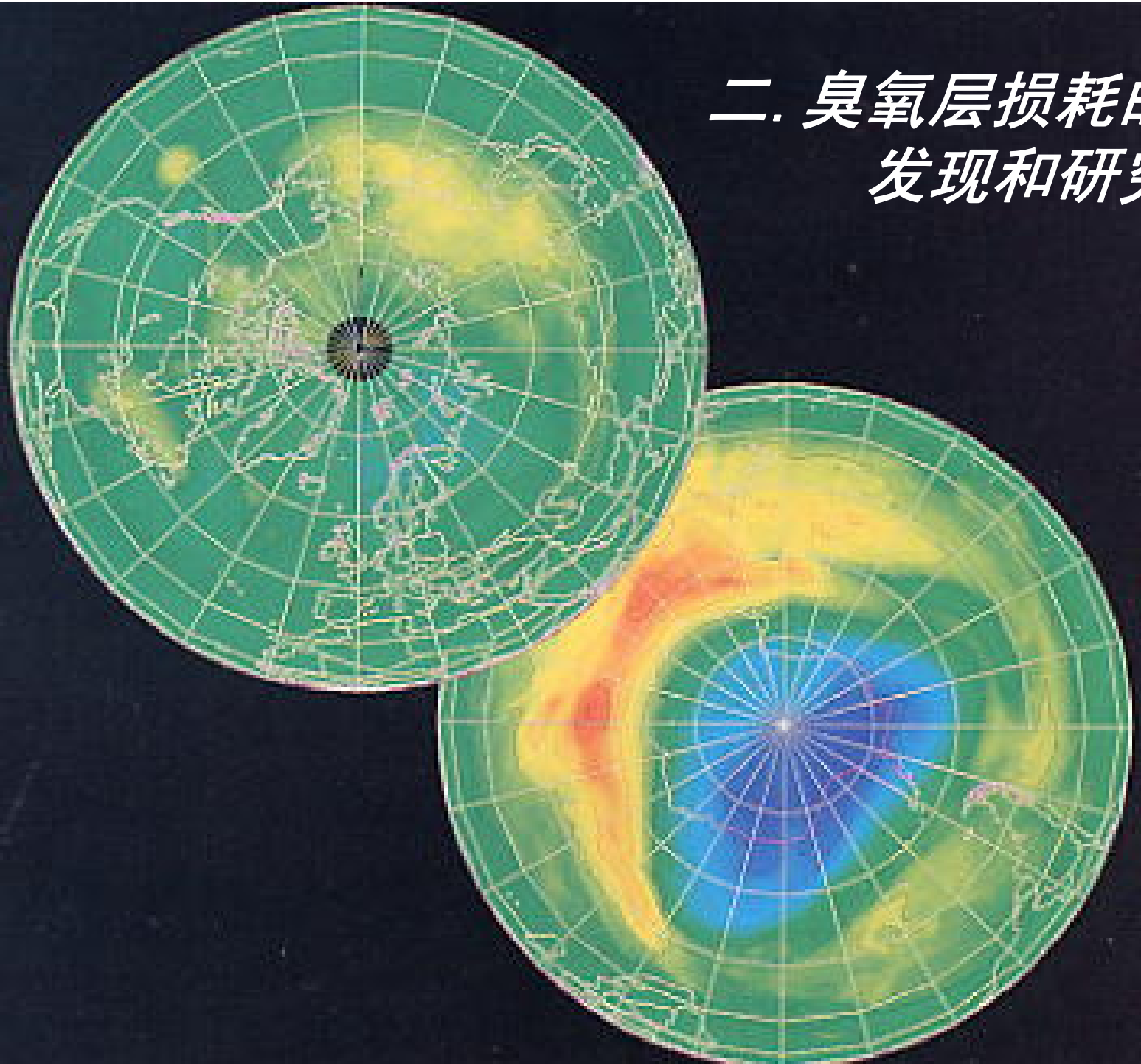
太阳辐射中的紫外线

紫外光区	波长范围	对人体健康的影响	O ₃ 层吸收情况
UV-A	315-400 nm	促进V _D 的合成，人体必需	基本不吸收
UV-B	280-315 nm	损害蛋白质和DNA	吸收~90%
UV-C	200-280 nm	严重伤害作用	全部吸收

(2). 调节地球大气温度

- 可稳定地面与大气之间温度。在平流层12~50km的高度中，O₃层吸收了全部的UVC，90%的UVB，放出热量加热了大气层，臭氧层在平流层的垂直分布直接影响平流层温度结构和大气运动。所以臭氧具有加热平流层的作用。平流层臭氧浓度一旦减少，该层温度会相应变化，从而影响对流层。
- 平流层臭氧浓度降低，到达地球表面的紫外辐射即会增加，从而使地球变暖。

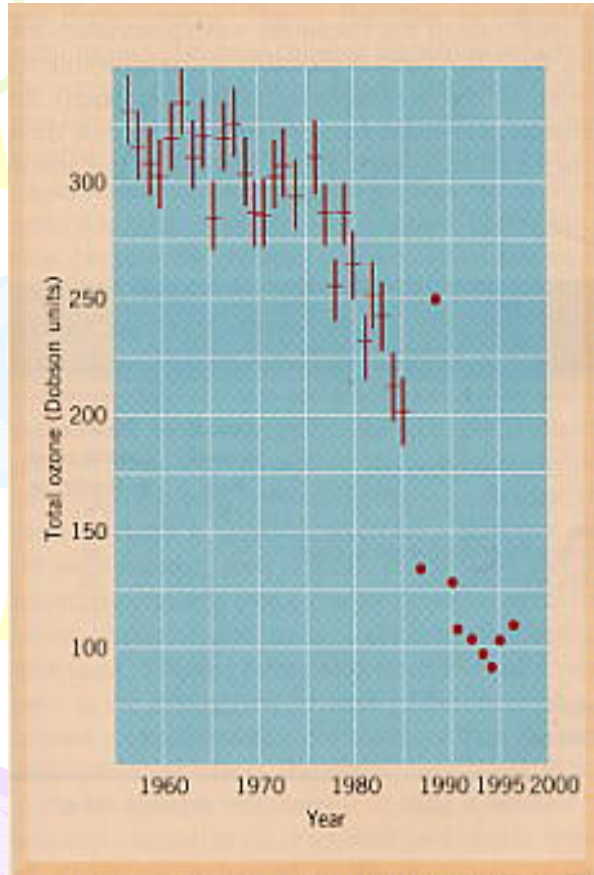
二. 臭氧层损耗的 发现和研究



1. 平流层臭氧的测量

- 1920s, 使用Dobson 紫外分光光度计, 首次在地面测量了大气臭氧浓度, Dobson Unit 由此而来, 沿用至今。1 Dobson Unit 等价于1ppb O_3 。
- 英国南极科考站自1950s开始在南极观测。
- 全球30多个地面站已有30多年大气 O_3 监测记录, 大部分监测站分布在中纬度。
- 从1970年至今, 卫星也一直在监测大气臭氧浓度。

2. 臭氧层耗损的发现



1985年，英国法曼 (J. Farman) 等人发表了自1957年以来南极哈雷湾考察站上空臭氧总量的数据。

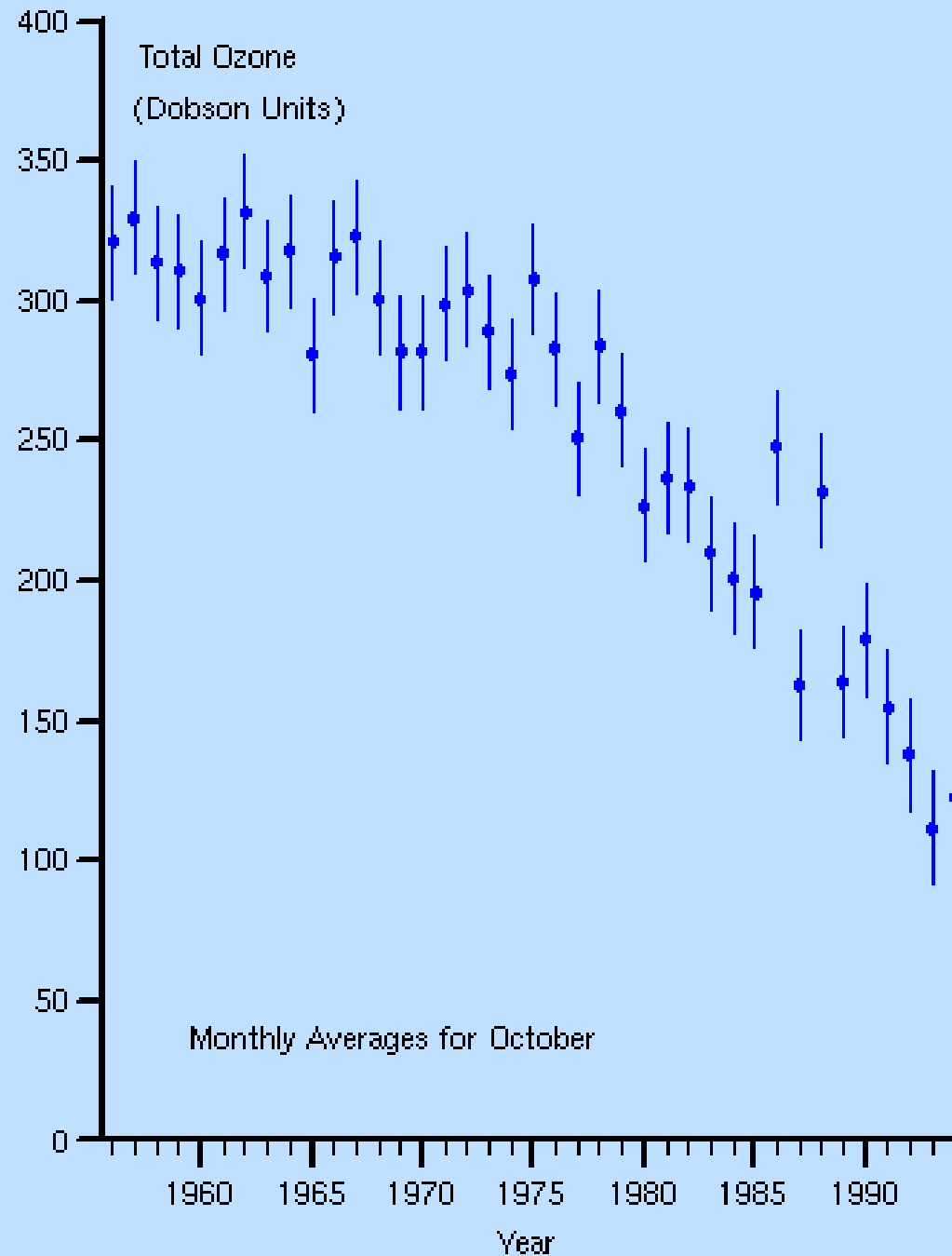
1957~1973年南极春季(8月下旬到10月上旬)臭氧总量平均为 300DU，1973年以后， O_3 浓度直线下降，1984年降到200DU (下降了30%)。

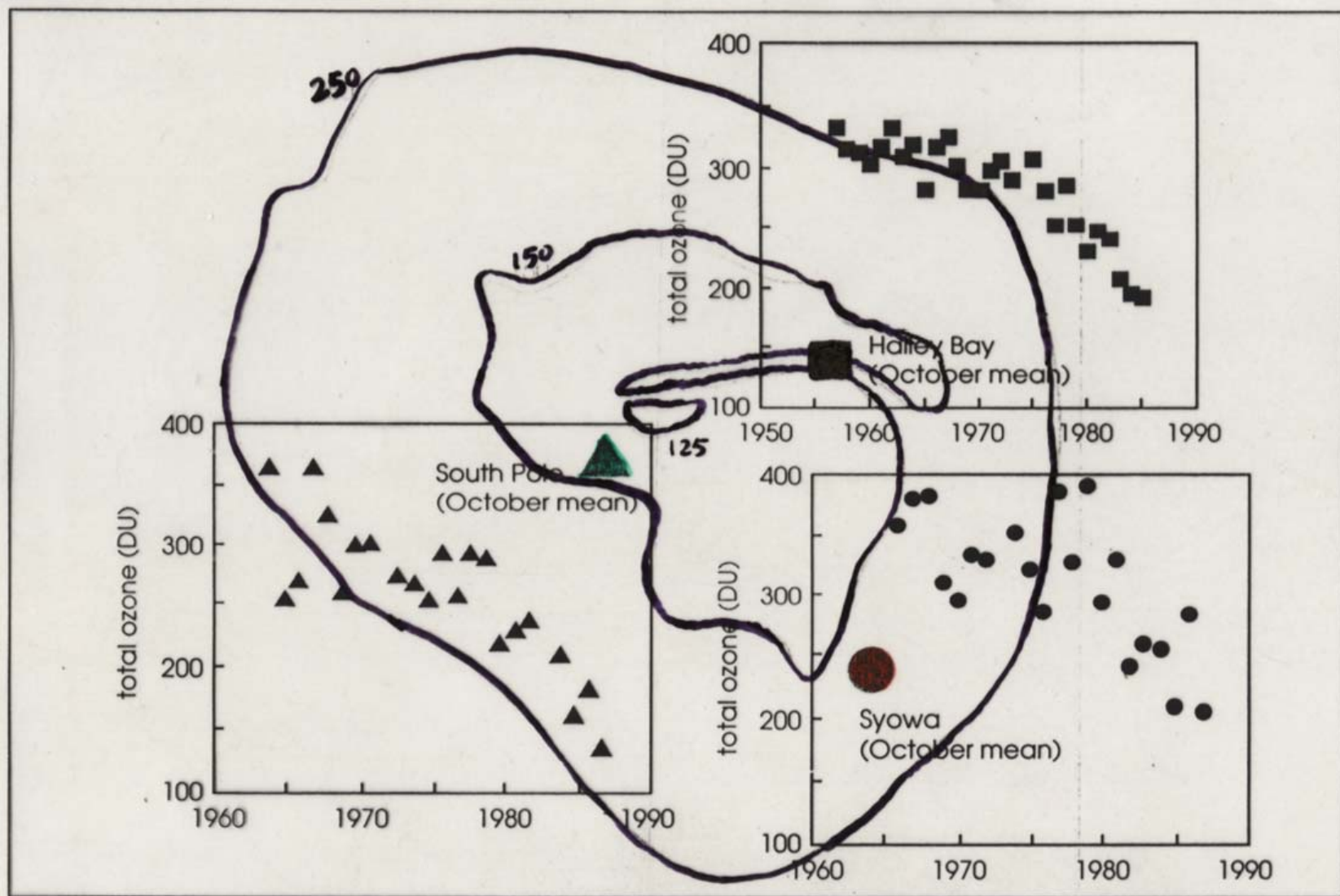
1984年以后，浓度下降非常明显，最高值是1988年的250DU，最低值是1994年的88DU。

Antarctic
Halley Bay Station

Syowa station

Nimbus 7, USA







自1970s中期以来，平流层臭氧浓度一直在减少。

1984-1985年卫星观测到的数据是如此之低，使人们难以置信，结果震惊全球。南极臭氧洞春初出现，春末闭合，其面积：



1984年相当于1个美国，

1995年相当于2个多欧洲，

2000年达到历史最大值，2830万 km^2 ，比南极大陆大一倍，3个美国大，白天不让老百姓出去。



今年(2006)创下新记录：南极臭氧洞大过北美洲！

臭氧层破坏是全球性的问题

- 1988年，美国科学家提出北极也有臭氧洞，面积比南极小；
- 1998年，我国科学家发现，我国青藏高原上空也出现了臭氧洞（周秀骥院士九五），北京冬季11月-2月，臭氧减少10%；
- 北纬60~70度，臭氧减少5~8%；
- 国际臭氧委员会宣布，1969年以来，全球臭氧层总量减少10%，南极上空下降70%。

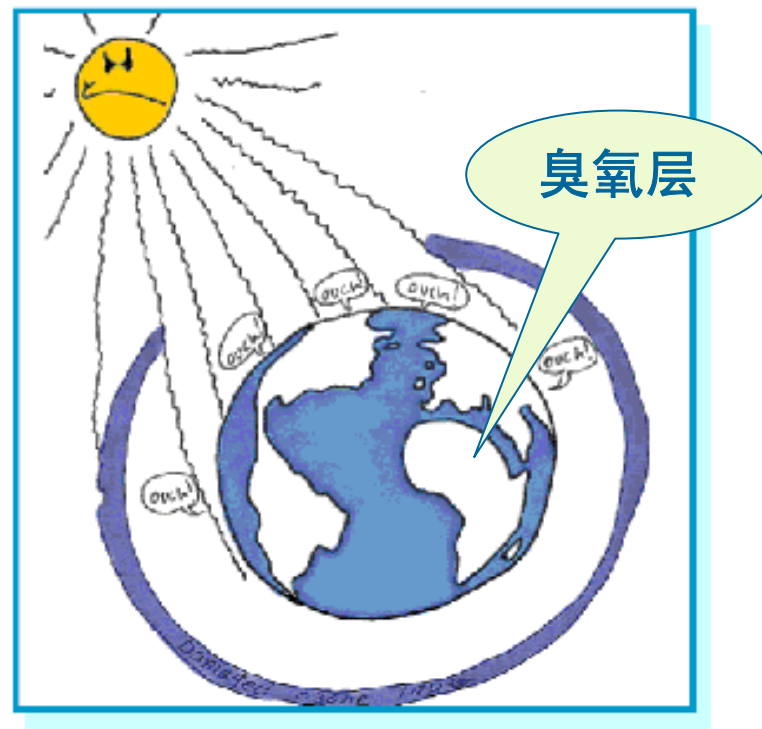


臭氧洞的由来

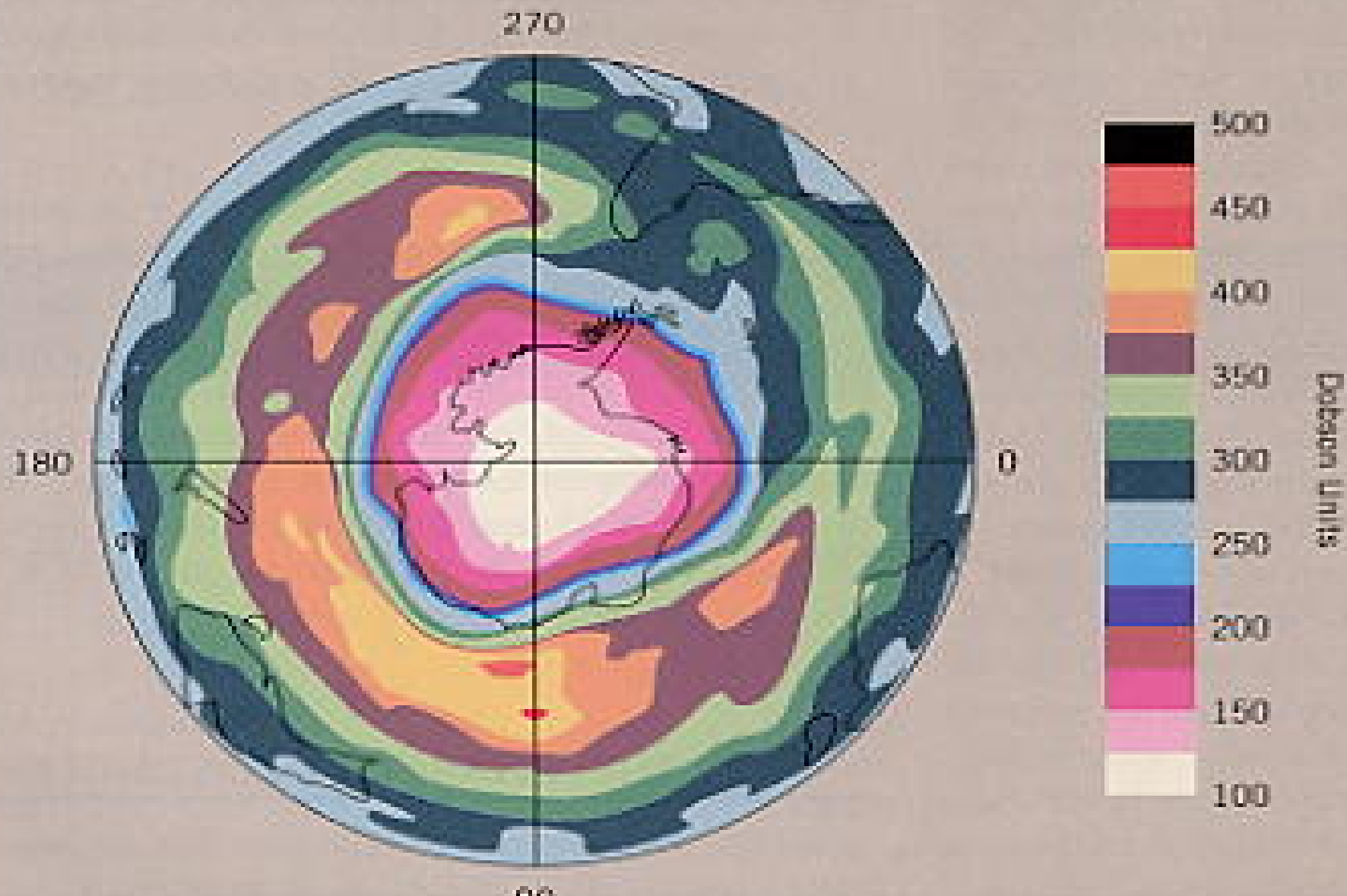
- 在过去的10~15年间，每到春天南极上空的平流层臭氧都会发生急剧的大规模的耗损，极地上空臭氧层的中心地带，近95%的臭氧被破坏。从地面向上观测，高空的臭氧层已极其稀薄，与周围相比象是形成了一个“洞”，直径上千公里，“臭氧洞”就由此而得名。卫星观测表明，臭氧洞的覆盖面积有时甚至比美国的国土面积还要大。

臭氧洞

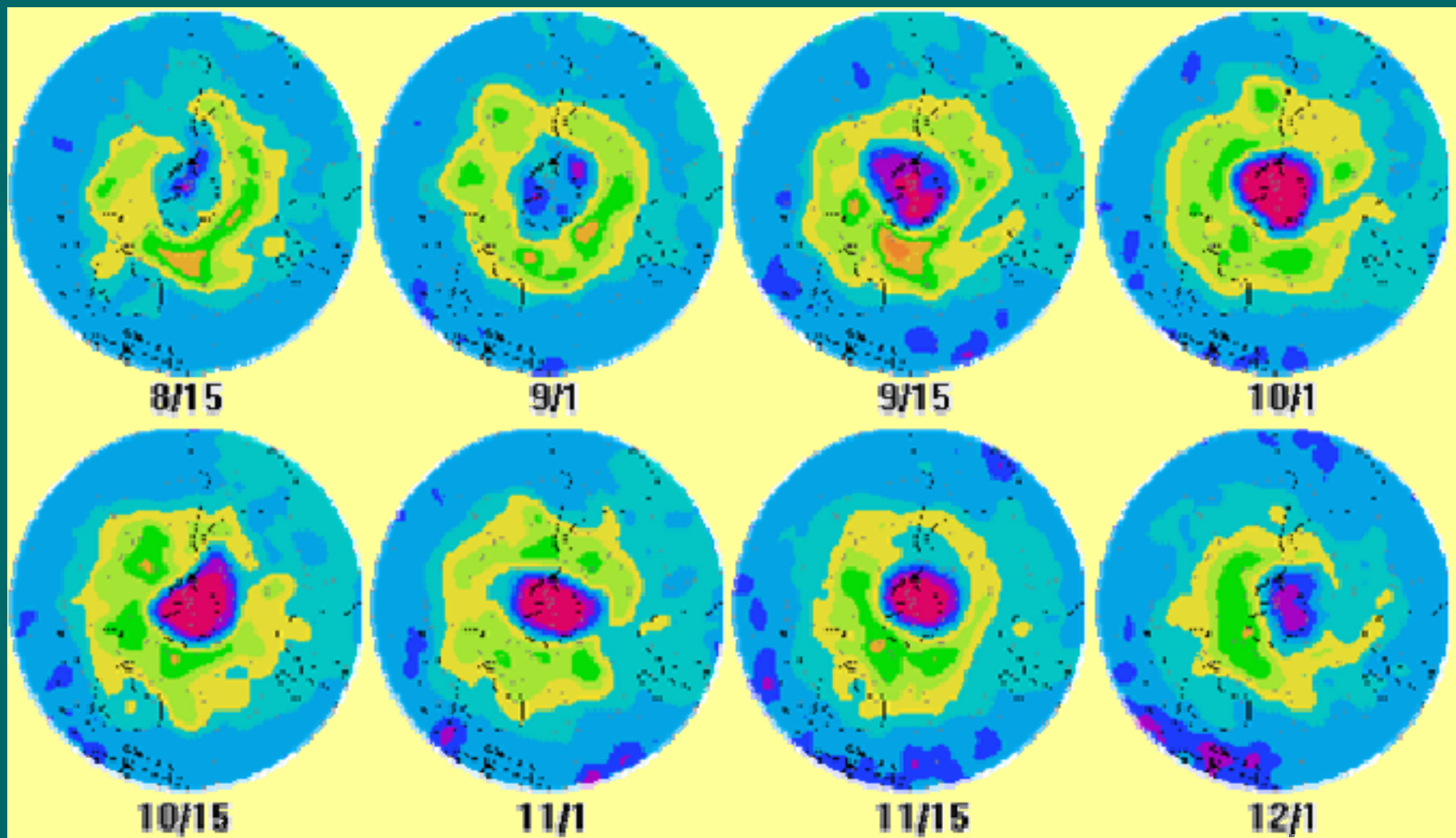
- 臭氧洞被定义为臭氧的**柱浓度小于200DU**，即臭氧的浓度较臭氧洞发生前减少超过30%的区域。
- 臭氧洞可用其面积、深度以及延续时间来表征。



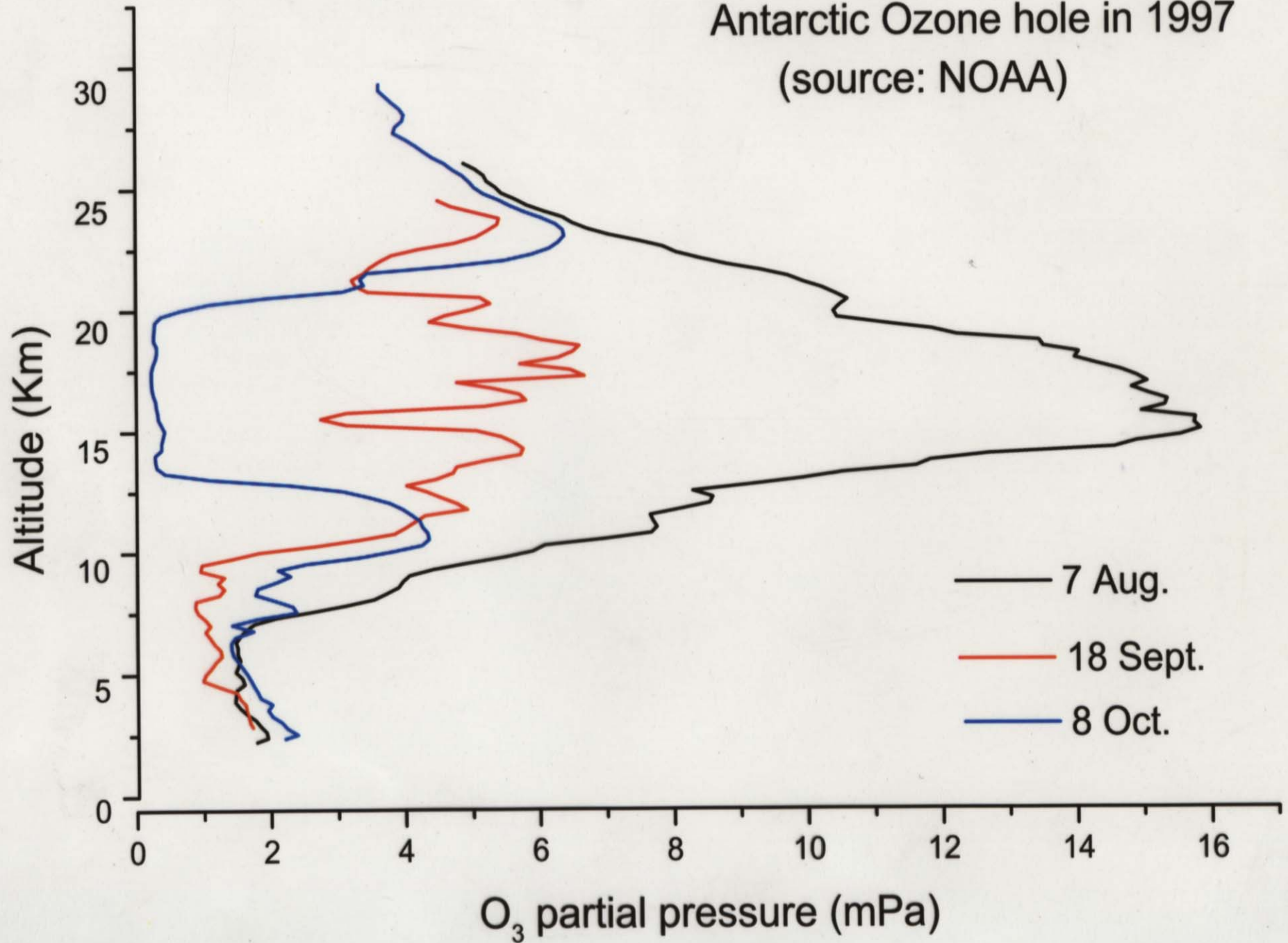
1993年臭氧洞达到100DU



1995年南极春季臭氧洞变化



Antarctic Ozone hole in 1997
(source: NOAA)



1998年:

03 hole的面积破记录
达2600多万 km², 相当于三
个澳大利亚, 大于北美;
比1997年大15%;

03 hole 形成的时间提前
8月后期生成并稳定;


03 hole 的深度大于以往
延伸约24 km, 中心部分的03
几乎为零





3. 臭氧层损耗的危害

对人体健康的影响：

- 抑制人体免疫力。因蛋白质DNA被UV-B破坏，导致细胞死亡，损害人体免疫力。
 - UV-B对眼睛的伤害，O₃每增加1%，失明增加10~15万人。
 - 皮肤癌患者增加，尤其是白种人。
- 



Penguin



Seal



臭氧层损耗的危害

- **对陆生植物的影响：**植物生长缓慢，叶子减小，有些松树的生长，由于UV-B增加，生长减慢了一半。
- **对水生生物：**全人类消费动物蛋白的30%以上来自海洋，**UV-B辐射能穿透10m水层**，大多数在水面生活的藻类、小鱼小虾将大量死亡，破坏了食物链的基础，对渔业生产产生不利影响。

臭氧层损耗的危害

- **对对流层大气质量的影响：** UV-B增加，大气光化学反应增强，大气中活性物质增多，加重城乡地区的大气污染。
- **对材料的影响：** 露天使用塑料、橡胶，加速其老化，缩短使用寿命，由此全球每年的经济损失达几十个亿。

三. 臭氧层破坏的原因

- 大气臭氧洞的出现及大气臭氧的损失，是人类有史以来所面临的最为严重的全球性问题。因此，越来越多的科学家将它们的注意力集中到了这个问题上来，以研究它的原因、后果及对策。目前，化学家们和空气动力学家分别提出了许多理论，以解释大气臭氧损失的原因。其中比较有代表性的有如下几种：

(1) 宇宙高能粒子破坏

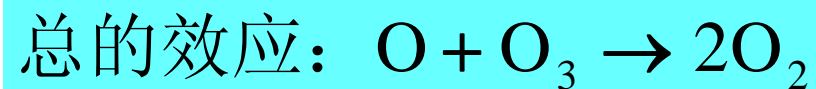
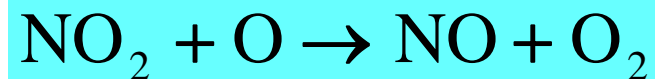
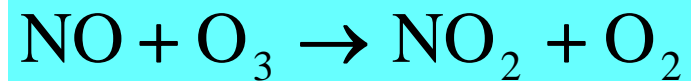
这种理论认为，地球每隔27天有两天半受到宇宙高能粒子的簇射，而这种能量高达200—1500万电子伏特的粒子在地球磁场作用下会沿磁力线向地球两极射去。在南极大陆黑暗的冬季，大气平流层中的氮、氢化合物浓度在高能粒子作用下升高。当南极早春到来时，太阳对大气层的辐射使平流层气温升高。此时，蓄积在大气层中的氮、氢化合物开始发生化学反应并迅速消耗平流层中的臭氧。这一过程使大气臭氧层遭到破坏，因而在南极上空形成臭氧洞。

宇宙高能粒子破坏理论

这一理论还认为，由于大气层总环流的稳定性和地球磁场的结构不同，北极磁场比南极磁场较强、较均匀，故这种化学过程只对南极大陆产生影响。显然，这个理论未能解释为何臭氧洞只是在近几年才观测到的事实，同时也未能解释北极及全球大气臭氧浓度皆有不同程度下降及南极臭氧洞近年来日益扩大的现象。

(2) 航天、航空器废气排放破坏:

这种解释认为,近年来在平流层中日益增多的大型喷气式飞机以及人类向外空间发射航天器时所用的运载工具,皆会向大气平流层中排放大量氮氧化物(NO、NO₂、HNO₃)及氯化氢,二者对大气平流层中的臭氧都有破坏作用。其中,氮氧化物是毁坏臭氧的一种极有效的物质,它在平流层中以下列方程式与臭氧发生反应而破坏臭氧层:

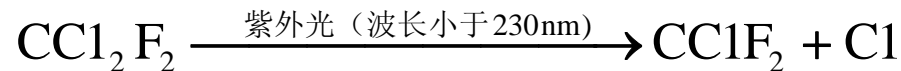
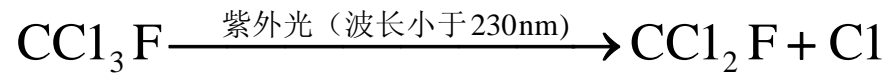




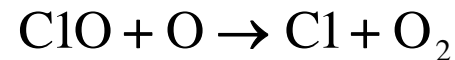
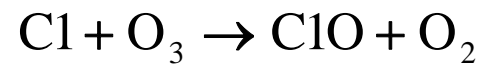
由于氮氧化物是被直接排放至平流层中，且这种反应在黑暗中也能进行。因此，这类化合物对臭氧的破坏作用是不容忽视的。

(3) 氯氟碳 (C10) 对臭氧的破坏

这种理论认为，经对流层扩散到平流层的氯氟碳，在紫外光辐射下，会发生光解产生氯原子：



产生的氯原子迅速与大气中的臭氧发生链式反应：



从而迅速破坏大气臭氧层。这一反应的速度是氮氧化物与臭氧反应速度的5.6倍。

据计算，在平流层每生成一个氯原子，将有10万个臭氧分子被破坏。因此，大量的使用，排放氯氟碳，其后果是不言而喻的。应该指出的是，氯氟碳自1935年问世以来，由于具有沸点低、无毒、化学性能稳定和不可燃等特性，已被人们广泛使用并大量排放至大气中。此类化合物在低层大气中不会发生分解，唯一能使它们分解的途径是在平流层的光解。因此，自人类开始使用并排放这类化合物之日起，它们就已开始在大气层中蓄积。

人工合成含氯含溴物质是造成南极臭氧洞的元凶！

Ultraviolet light hits a chlorofluorocarbon (CFC) molecule, breaking off a chlorine atom.

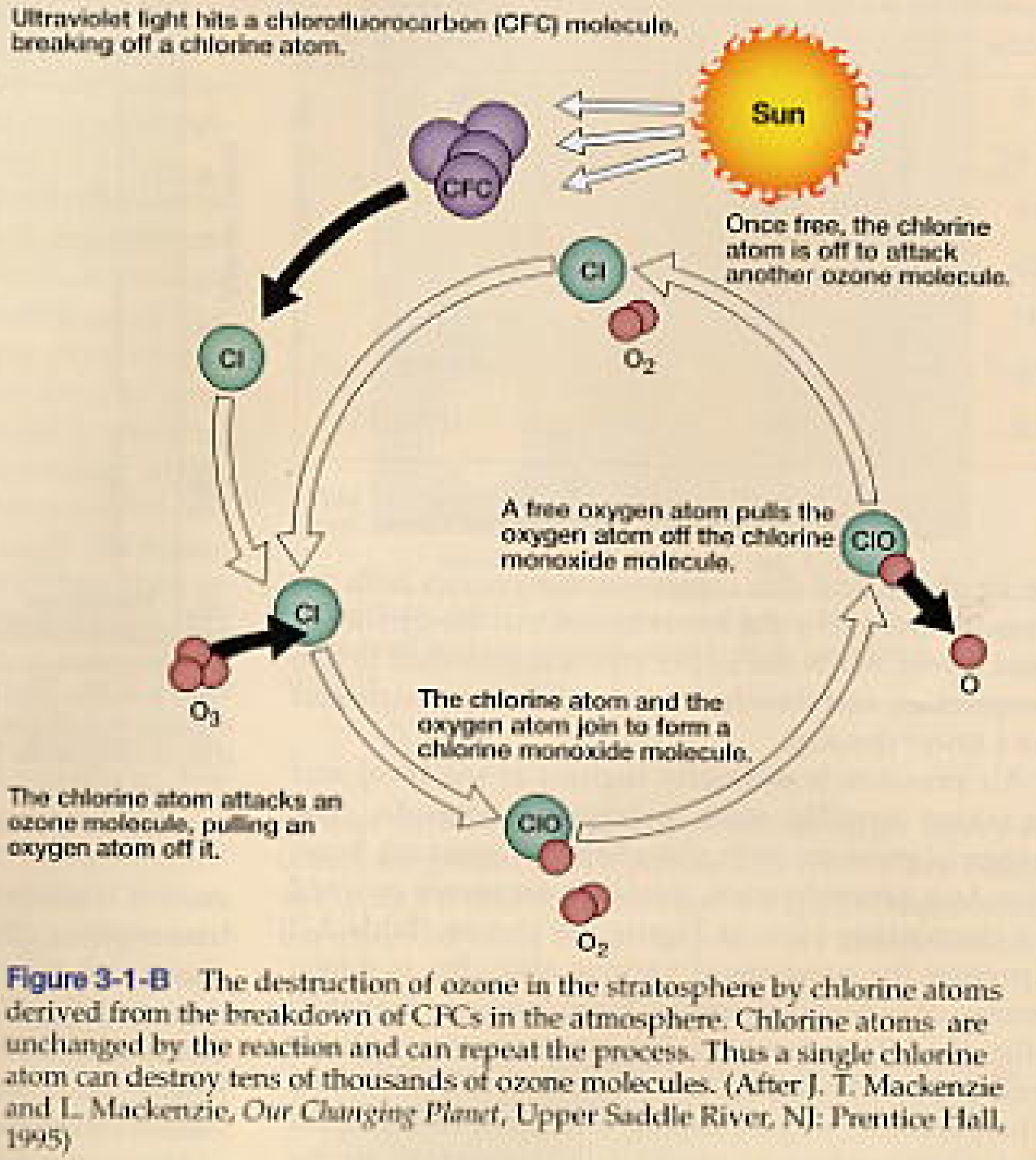
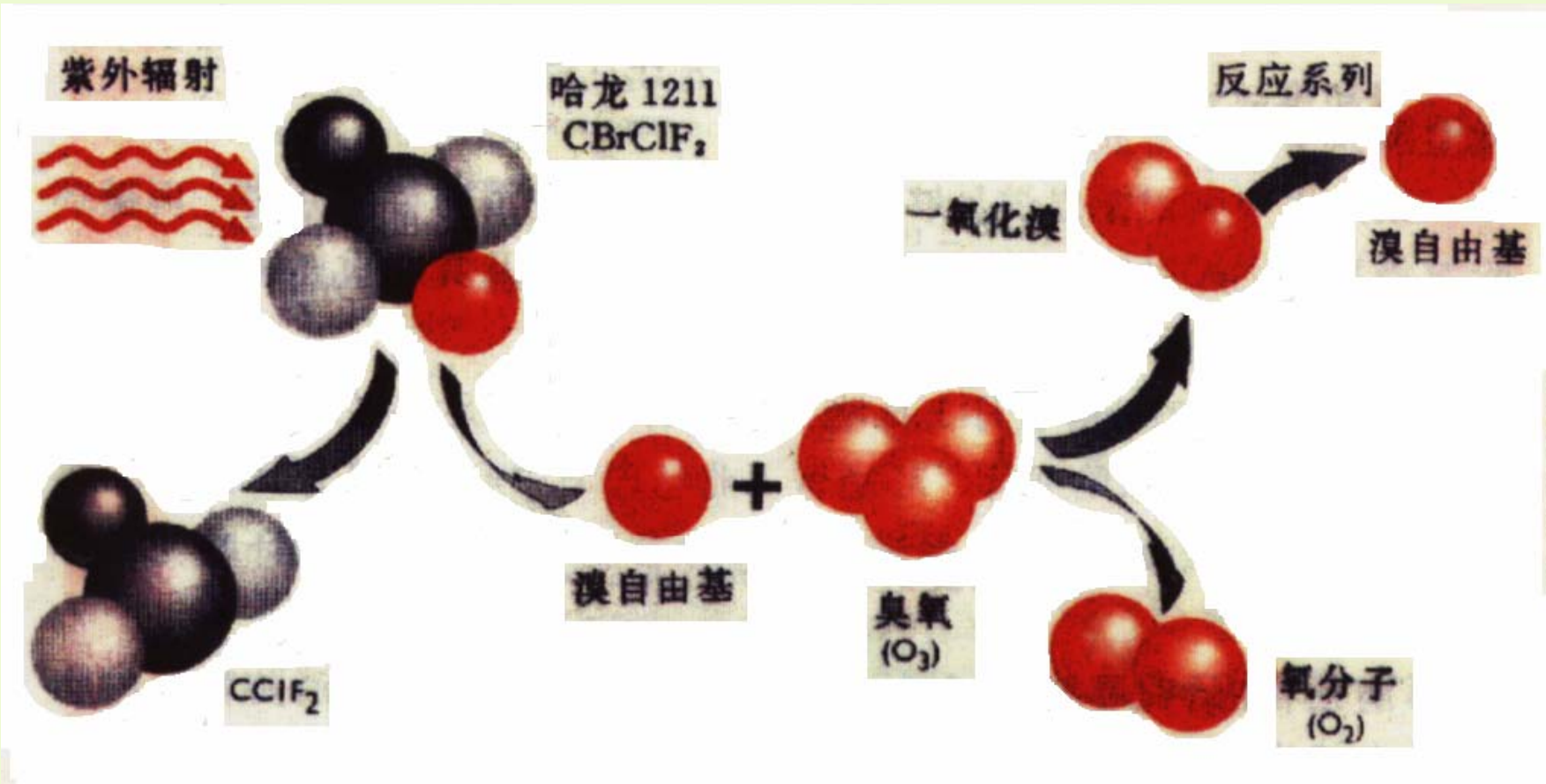
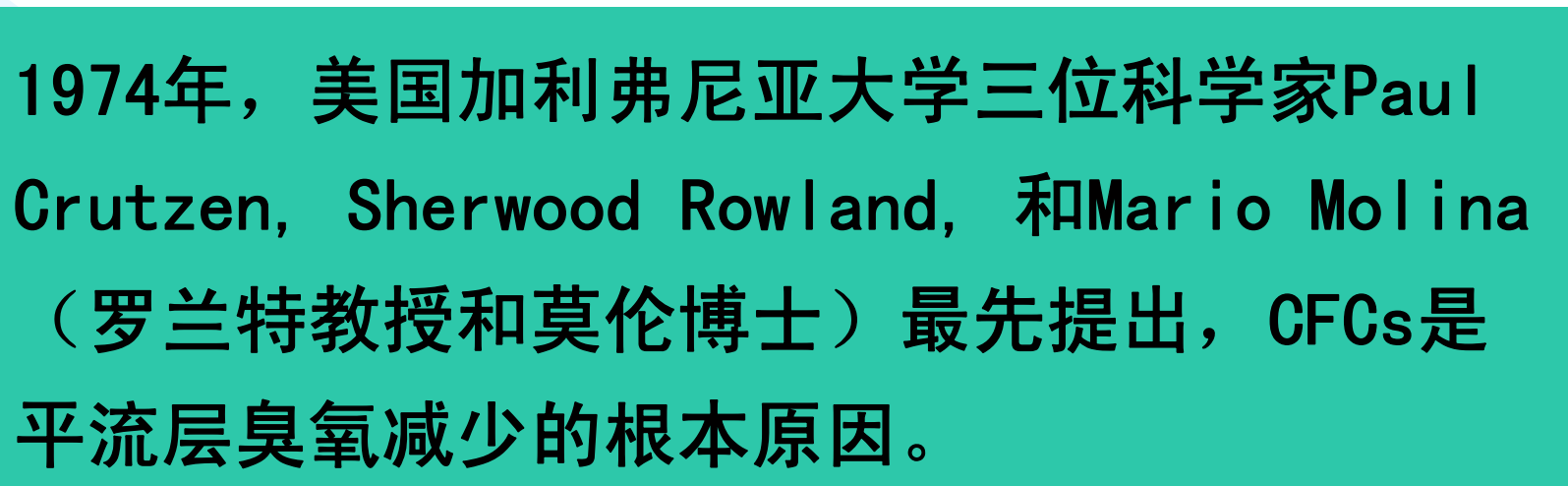
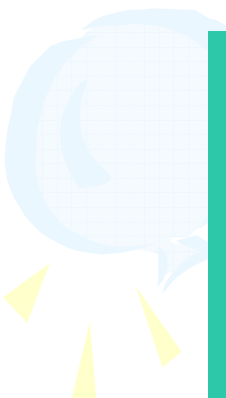


Figure 3-1-B The destruction of ozone in the stratosphere by chlorine atoms derived from the breakdown of CFCs in the atmosphere. Chlorine atoms are unchanged by the reaction and can repeat the process. Thus a single chlorine atom can destroy tens of thousands of ozone molecules. (After J. T. Mackenzie and L. Mackenzie, *Our Changing Planet*, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1995)





1995年
由于这些科学家的
杰出工作而获得了
诺贝尔化学奖。



1974年，美国加利福尼亚大学三位科学家Paul Crutzen, Sherwood Rowland, 和Mario Molina（罗兰特教授和莫伦博士）最先提出，CFCs是平流层臭氧减少的根本原因。

南极臭氧洞 - 来自上帝的警告



The Nobel Prize in Chemistry 1995

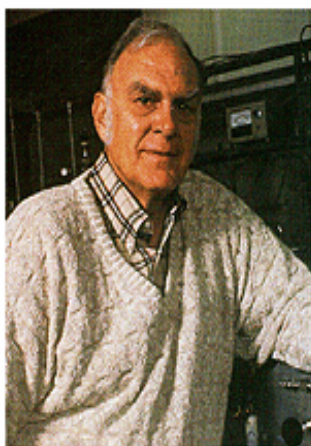
The Royal Swedish Academy of Sciences has decided to award the 1995 Nobel Prize in Chemistry to **Paul Crutzen**, **Mario Molina** and **F. Sherwood Rowland** for their work in atmospheric chemistry, particularly concerning the formation and decomposition of ozone.



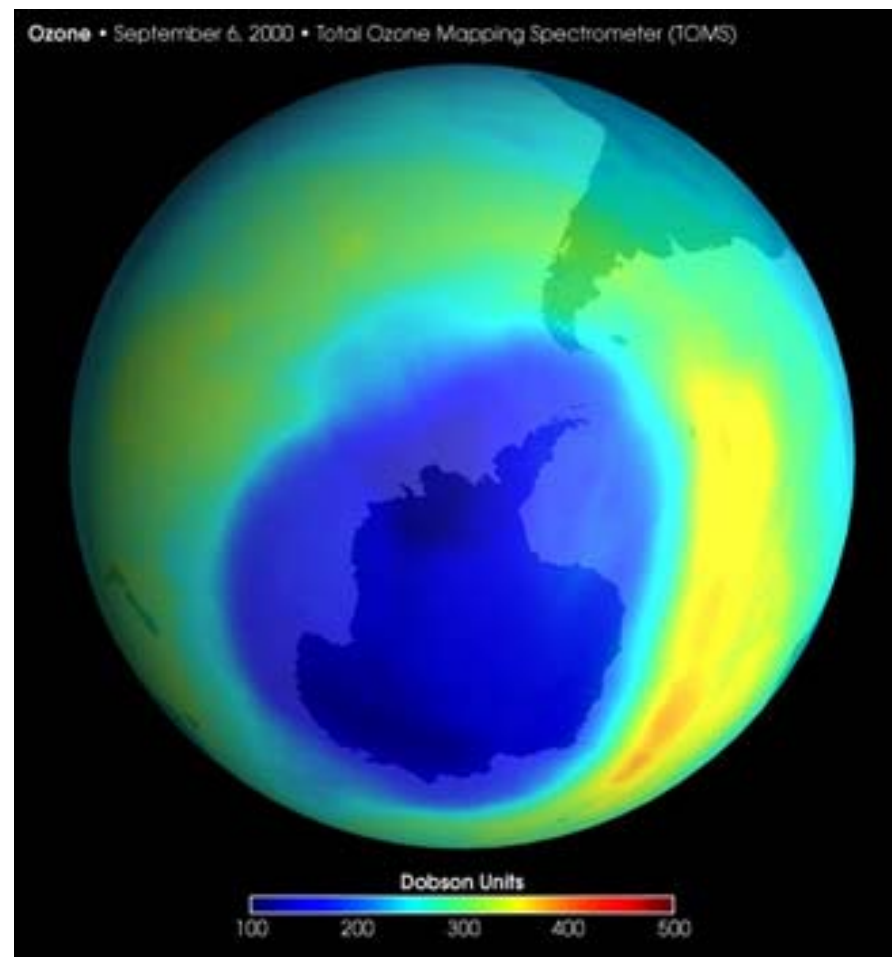
Paul Crutzen
Max Planck Institute for
Chemistry
Mainz, Germany



Mario Molina
Dept. of Earth Atmospheric
& Planetary
Sciences & Dept. of
Chemistry, MIT



Sherwood Rowland
Dept. of Chemistry, Univ.
of California
Irvine, USA



2000年9月
人类历史上最严重的南极臭氧洞



1. 氯氟烃类化合物性质简介

氯氟烃类（又称氟利昂类）化合物，最重要的是一氟三氯甲烷（CFC-11或 F-11）和二氟二氯甲烷（CFC-12或F-12）。

化学性质非常稳定，极难被分解，不可燃、无毒，在大气中停留时间可长达数十年到几百年。

目前广泛用作制冷剂、气溶胶喷雾剂、电子工业的溶剂、制造塑料的泡沫发生剂和消防灭火剂等。

2. 氯氟烃类在大气中的去向和归宿:

(1) 能透过波长大于290nm的辐射, 故在对流层**不发生光解反应**;

(2) 与OH的反应为强吸热反应, 故在对流层**难以为OH氧化**;

(3) 氯氟烃类不溶于水, 故**不易被降水清除**。此外, 虽然其在海洋表面和大气之间存在着平衡, 但据计算, F-11从大气到海洋的全球流通量 ($\sim .4 \times 10^9 \text{g/a}$) 仅约相当于F-11世界年产量的1%, 即**海洋也不是其的归宿**。

氯氟烃类在大气中的去向和归宿：

- 因此，由人类活动排入对流层的氟利昂类化合物不易在对流层去除，唯一去除途径是扩散至平流层，并在平流层进行光分解。如：

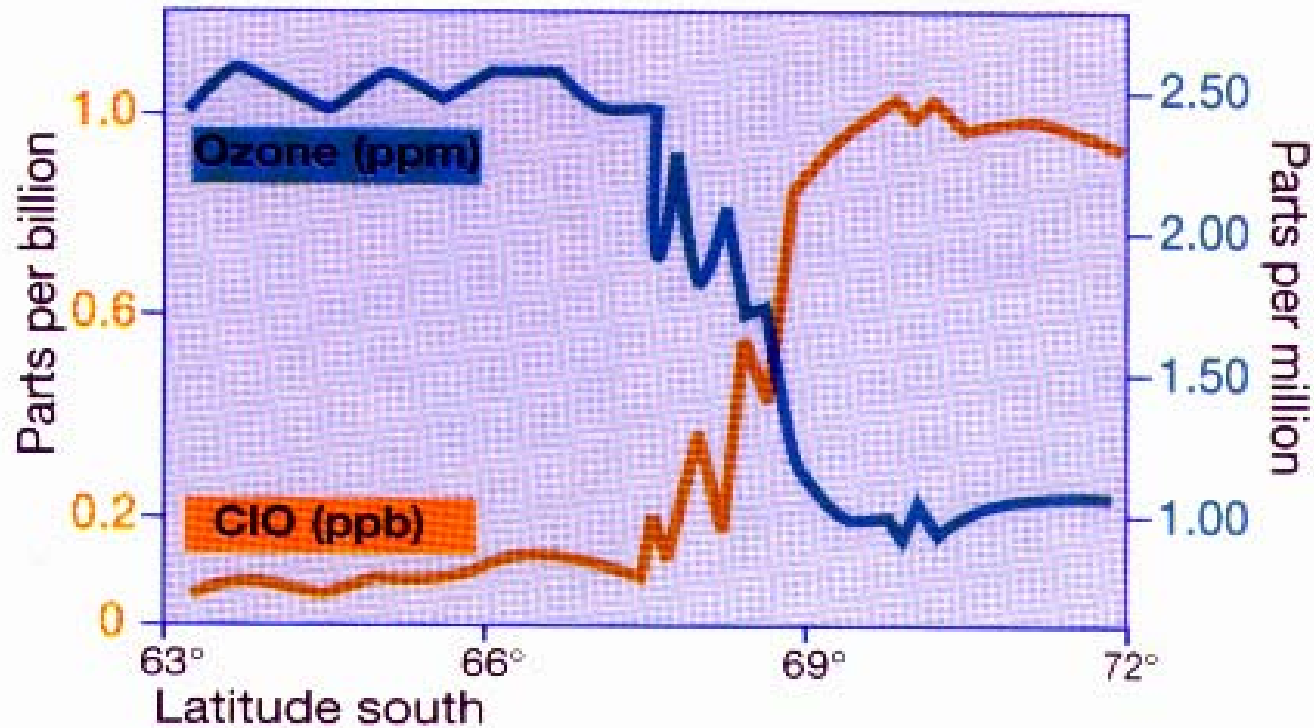


- 光解产生的**氯原子**可进一步引发损耗平流层臭氧的循环，从而引起全球性的环境问题。**1个氯原子可破坏 10^4 个 O_3**

美国航空航天局测定结果

- 1987年，美国航空航天局 (NASA) 用ER-2研究飞机从南纬53°智利的阿里那斯飞到南纬72°的南极洲，用臭氧总量扫描光谱仪测定南极上空臭氧总量并同时监测ClO•的浓度，结果如下图。
- 这一结果使人信服，氯是破坏臭氧层的元凶。
- 回顾历史可以发现，南极臭氧洞正是在大气当中氯的体积分数上升到 2×10^{-9} 时首次发现的。

美国航空航天局测定结果



南极上空臭氧和一氧化氯的浓度

人工合成含氯含溴物质是造成南极臭氧洞的元凶

- 曾是一谜团的臭氧洞 得到了清晰的科学解释：

人工合成含氯含溴物质是造成南极臭氧洞的元

凶。人工合成含氯含溴物质是造成南极臭氧洞的元凶。

- 令科学家和社会各界忧虑的是，这类物质在世界上用途是如此广泛，大气寿命很长，一进入大气就很难去除，其对臭氧层的破坏会持续一个漫长的过程，臭氧层正受到来自人类活动的威胁。

CFC的发明——1928年

Thomas Midgley Jr. (1889–1944)，一位工业化学家，发明了氟利昂，一种不可燃、无毒的化合物（CFC-12），用以取代当时用作制冷剂的有毒化学品。他曾吸入该气体以证明其安全性。



他也是含铅汽油的发明人。

ODS主要用途

- CFC-11：发泡剂、烟丝膨胀剂、制冷剂
- CFC-12：制冷剂、推进剂、发泡剂
- CFC-113：清洗剂
- TCA：清洗剂
- CTC：化工助剂、清洗剂
- 哈龙：灭火剂
- 甲基溴：杀虫剂

3. 氯氟烃类的简化命名（1935年问世）

- 杜邦公司商业简化命名法：以F数目命名。
- 用于氯氟烃时，用CFC代替F（Chloro Fluoro Carbon）。其后的数目分别代表C.H.F.的原子数目。

CFC-113中的1表示碳原子数减1，第二个数1表示氢原子数加1，第三个数3表示氟原子数，氯原补位。

CFC-113中有2个碳原子，0个氢原子，3个氟原子和3个氯原子。故化学式应为： $C_2F_3Cl_3$

分子中含有溴的卤代烷烃命名

- 分子中含有溴的卤代烷烃的物质商业上被称为 **Hal on (哈龙)**，常用于灭火剂，如：Hal on1211，Hal on1301，...2401四位数字分别表示碳原子数、氟原子数、氯原子数和溴原子数。
- Hal on1211即表示 CF_2ClBr 。
- 由于以上物质的使用都会引起平流层臭氧的减少，故以上物质通称为 **ODS (Ozone Depletion Substance)**

4. 氯氟烃类的排放、寿命和年增长率

物质	排放 (千吨)	大气寿命 (年)	年增长 (%)	对耗损贡献 (%)
CFC-12*	454	139	5	45
CFC-11*	262	76	5	26
CFC-113	152	92	10	12
CCl₄	73	67	1	8
CH₃CHCl₂	522	8	7	5
Hal on-1301	3	101	n. a.	4
Hal on-1211	79	22	11	0

*分子中只含1个碳原子，第一个数为零，省略

A decorative graphic on the left side of the slide featuring a stylized sun with rays and several balloons in green, blue, and purple colors.

臭氧损耗潜势(Ozone Depletion Potential, ODP)

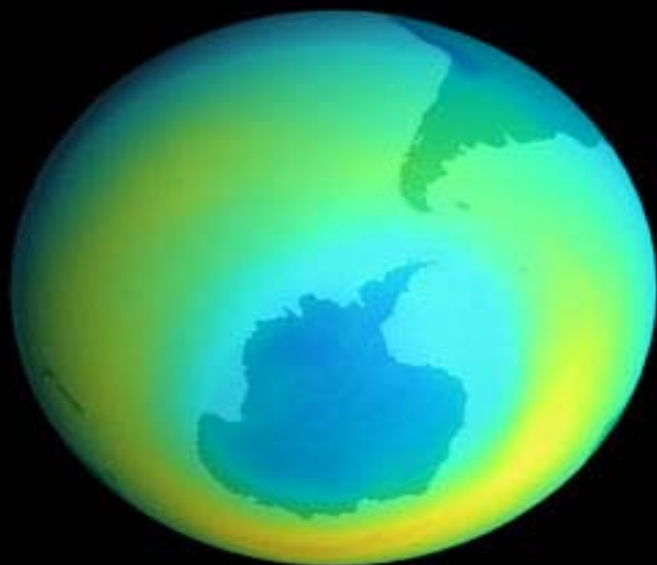
- ODP是指在某种物质的大气寿命期间，该物质造成的全球臭氧损失相对于相同质量的CFC-11排放所造成的臭氧损失的比值。

ODP (含H的氟氯碳化合物) \ll ODP (氟里昂类)。

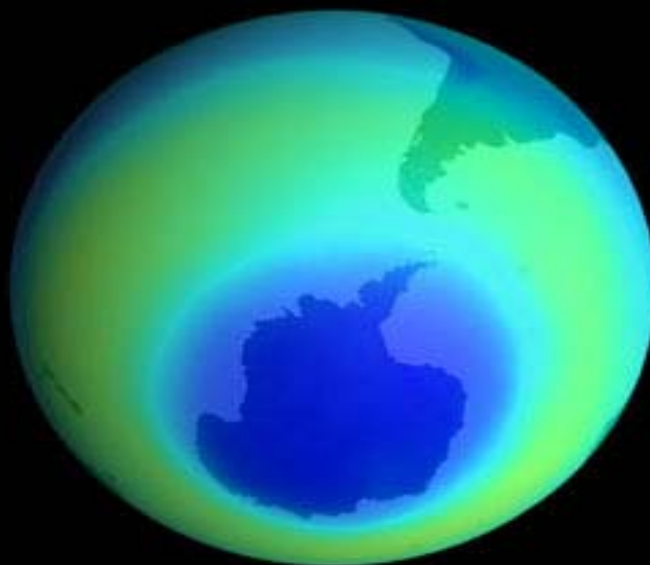
ODP (哈龙类化合物) \gg ODP (氟里昂类)

- 这些研究为决策者指定臭氧层损耗物质的淘汰战略和替代方案提供了有利的科学依据。

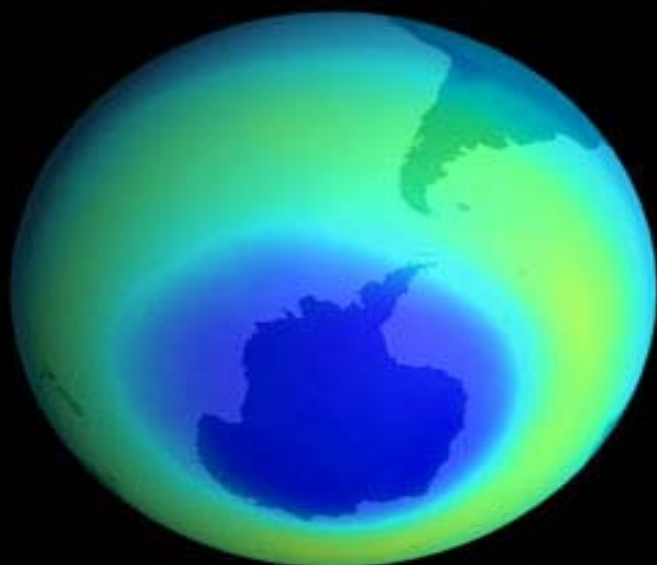
人类要考虑如何补天！



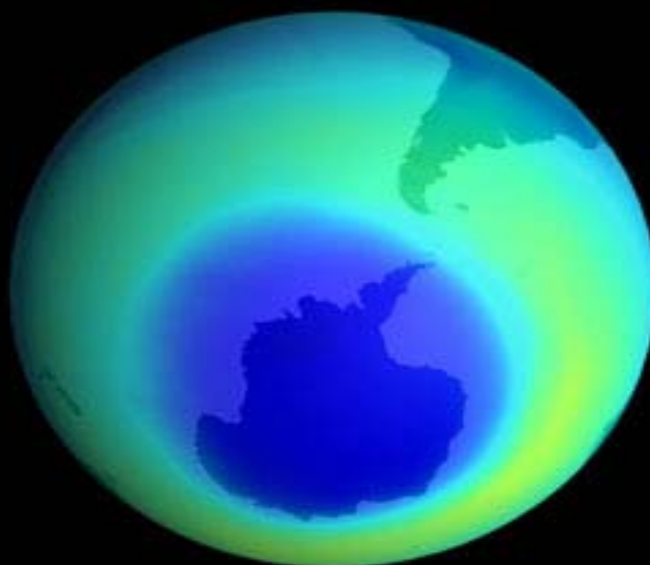
September 1981



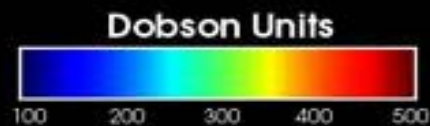
September 1987



September 1993

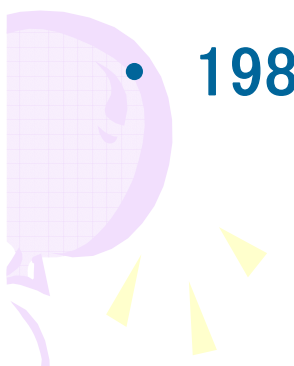


September 1999





四. 保卫地球臭氧层的国际行动 ——里程碑级的事件

- 1974年6月28日英国杂志《Nature》发表了美国大学两位化学家舍伍德·罗兰 (Shewood rowland) 和马里奥·英利纳 (Mar iomotina) 的论文，首次指出人造CFCs进入平流层正在损耗臭氧层，另一位是荷兰人，三人获得1995年诺贝尔奖。
 - 1985年3月23日有21个国家参加在维也纳召开《保护臭氧公约》，促进国际合作。
 - 1985年英国南极探险队在南极发现臭氧空洞。
- 

《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》

- 为了进一步对CFCs类物质进行控制，1987年9月8—16日在加拿大蒙特利尔召开国际会议，16日，24个国家签署通过了《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》，规定受控物质（ODS）有两类共8种，简称“议定书”。并于1989年1月1日生效。
- 《议定书》规定了五种受控物质，但由于对发展中国家提出了苛刻要求，中国和其他国家强烈要求对此进行修正与调整。



1989年5月，赫尔辛基会议

- 第一次会议中，中国提出了第一号提案：

“发达国家和发展中国家在淘汰时间表上应有区别，发展中国家在淘汰工作上必须得到发达国家的资金和技术支持。”


- 以美国为首的一些发达国家态度强硬，认为：污染者付费，时间同步。1997年1月1日即停止ODS的生产和使用。
- 发展中国家强烈反对，发达国家已排放了大量ODS并获利甚丰，发展中国家刚刚起步，发达国家才应当是破坏臭氧层的主要责任人。



1990年6月伦敦修正案



- 1990年6月，在伦敦召开《议定书》第二次缔约国会议，我国派团参加，表明了参加《议定书》的决心。经过激烈争论，会议最终确定了“**共同而有区别的责任和义务**”的原则。通过了《伦敦修正案》。
- **撒切尔夫人提出多边基金：**

- (1) 扩大ODS范围（4类20种），提前控制时间。
- (2) 建立多边基金为发展中国家提供财政和技术支持。

- 
- 1991年6月在内罗毕第三次缔约国会议上，我国正式加入《议定书》（伦敦修正案），开始在多边基金赠款的援助下，进行消耗臭氧层物质的全面淘汰与替代改造工作。



1992年哥本哈根修订案

- 进一步扩大ODS范围（8类89种），增加哈龙3种。1994年就已禁止使用哈龙，发达国家当年已禁止使用CFC。
 - 1996年发展中国家开始禁用。中国从1996年以后成为生产和使用CFC第一大国，我国从1991年加入议定书修订案后，1992年提出了国家方案。
- 
- 



全世界氯氟化碳消费量(千吨)

年	1986	1990	1992
美国	327	206	153
日本	133	111	61
欧洲	310	184	137


1995年起，UN确定：

每年9月16日为世界保护臭氧层日。



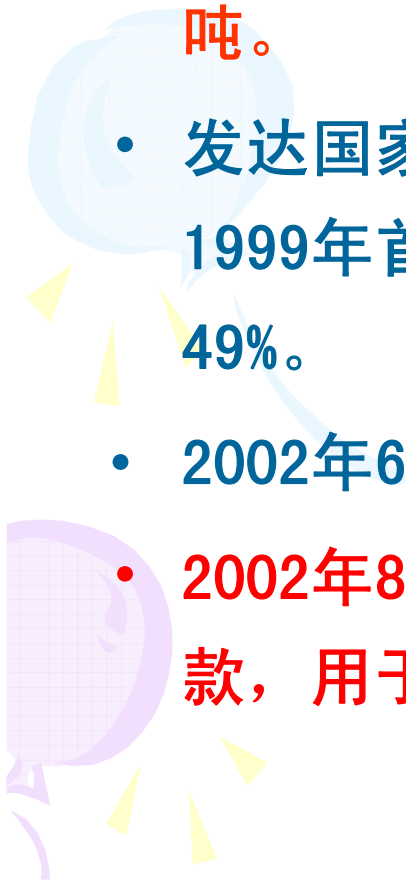


发展中国家淘汰ODS目标:

- 从1997年开始12个月中，排放冻结在1995~1997年水平。
 - 到2005年削减50%。到2010年全部淘汰。
 - 截止1999年12月，多边基金资助中国5.5亿\$，2002年又资助中国1.5亿\$。
 - 我国做得很好，坚持共同但有区别的责任的原则，发达国家要承担主要责任。
- 



《议定书》功不可没

- 十五年来，在《议定书》缔约方国家的努力下，全球保护臭氧层工作取得显著成绩：主要ODS物质（CFCs类）**全球消费量已由1986年的110万ODP吨下降为2000年的10万ODP吨。**
 - 发达国家基本上停止了新生产CFCs的使用。发展中国家1999年首次减少后，2000年持续减少，仅为1986年的49%。
 - 2002年6月，缔约国已达183个。
 - 2002年8月，**多边基金已向 130多个国家提供12亿美元贷款，用于淘汰10万ODP吨ODS的生产。**
- 

Benefit of Montreal Protocol implementation 1987-2060

- 避免了1910万例非黑素瘤皮癌；
- 避免了1500万例黑素瘤皮癌，其中60%将在妇女中发生；
- 避免了33.35万例皮癌死亡；
- 避免了1.29亿例白内障；
- 避免了2380亿美元的渔业损失；
- 避免了1910亿美元的农业生产损失；
- 避免了建筑业中300亿美元的聚氯乙烯塑料产品损失；

合计：4590亿美元

Conventions on ODS phase-out

- 1、1987年蒙特利尔议定书包括的化学物
CFC(11, 12, 113, 114, 115) 按1986年水平削减:
到1994年末削减20%, 到1999年末削减50%
- 2、蒙特利尔议定书伦敦修正案(1990年)
CFC(13, 111, 112, 211, 212, 213, 215, 216, 217)
按1989年水平削减:

20%	1993年
85%	1997年
100%	2000年

 哈龙(1211, 1301, 2402) 1992年冻结在1986年水平,
然后削减:

50%	1995年
100%	2000年

 四氯化碳按1989年水平削减:

85%	1995年
100%	2000年

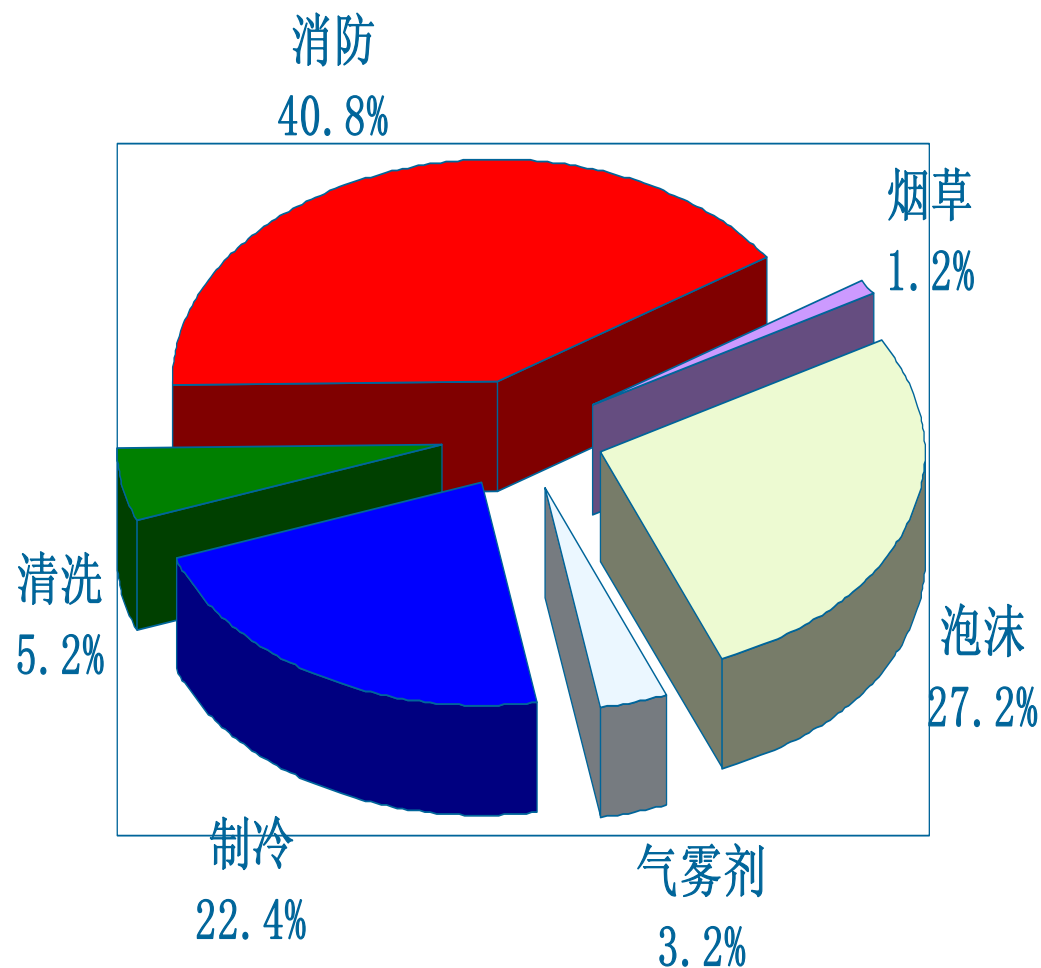
 甲基氯仿 1993年冻结
按1989年水平削减:

30%	1995年
70%	2000年
100%	2000年
- 3、蒙特利尔议定书的进一步强化 (哥本哈根修定书1992)

CFC	终止	100%	1995年末
哈龙	终止	100%	1993年末
四氯化碳	终止	100%	1995年末
甲基氯仿	终止	100%	1995年末
甲基溴化物	冻结在1991年水平上		1994年末
HCFC(含氢卤代烃)	按1989年水平削减:		
		35%	2004年末
		90%	2014年末
		99.05%	2019年末
		100%	2029年末



中国已经成为最大的ODS生产和消费国

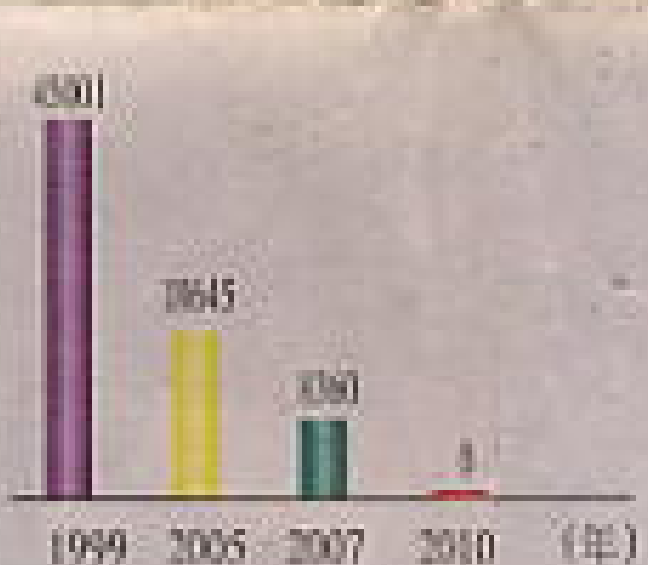


- 发达国家于1995年和1996年先后淘汰了CFCs和哈龙的生产和消费。1996年以来，中国ODS年生产和消费跃居世界第一位。1999年ODS生产和消费量各约7万吨。

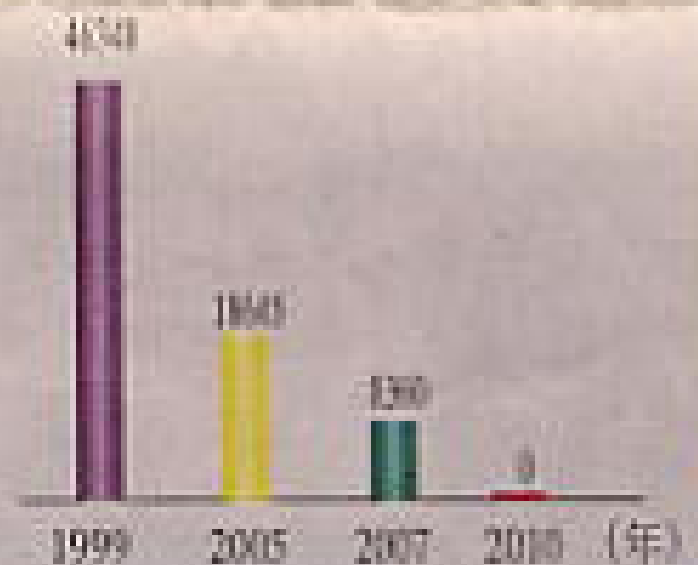
中国采取的措施

- 1989年9月正式加入《保护臭氧层维也纳公约》；
- 1991年6月加入1990年经修订的《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》
- 1991年制定《中国消耗臭氧层物质淘汰国家方案》；
- 1992年成立保护臭氧层领导小组；
- 1995年制定各个行业淘汰战略；
- 1997年哈龙行业机制被批准；
- 1998年修订的国家方案完成；
- 1998年清洗和化工行业机制完成；
- 1998年汽车行业最终伞型项目批准。

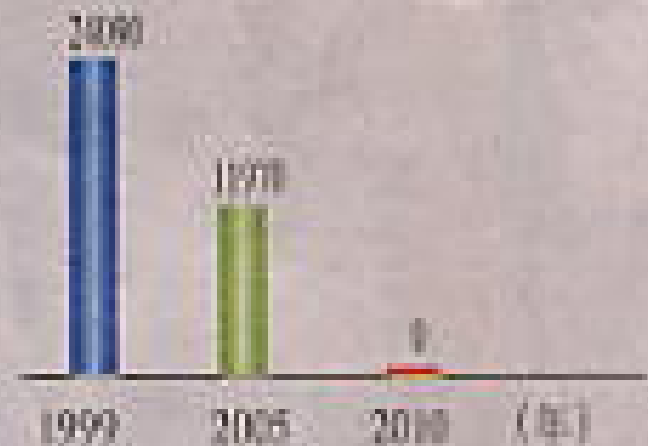
2010年中国将实现 ODS 生产和消费量为零的目标



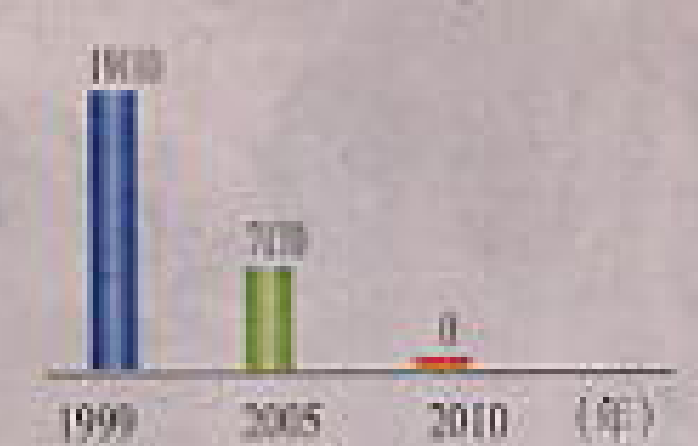
CFC₁₂ 生产计划(单位:ODP/吨)



CFC₁₂ 消费量计划(单位:ODP/吨)



哈龙生产计划(单位:ODP/吨)

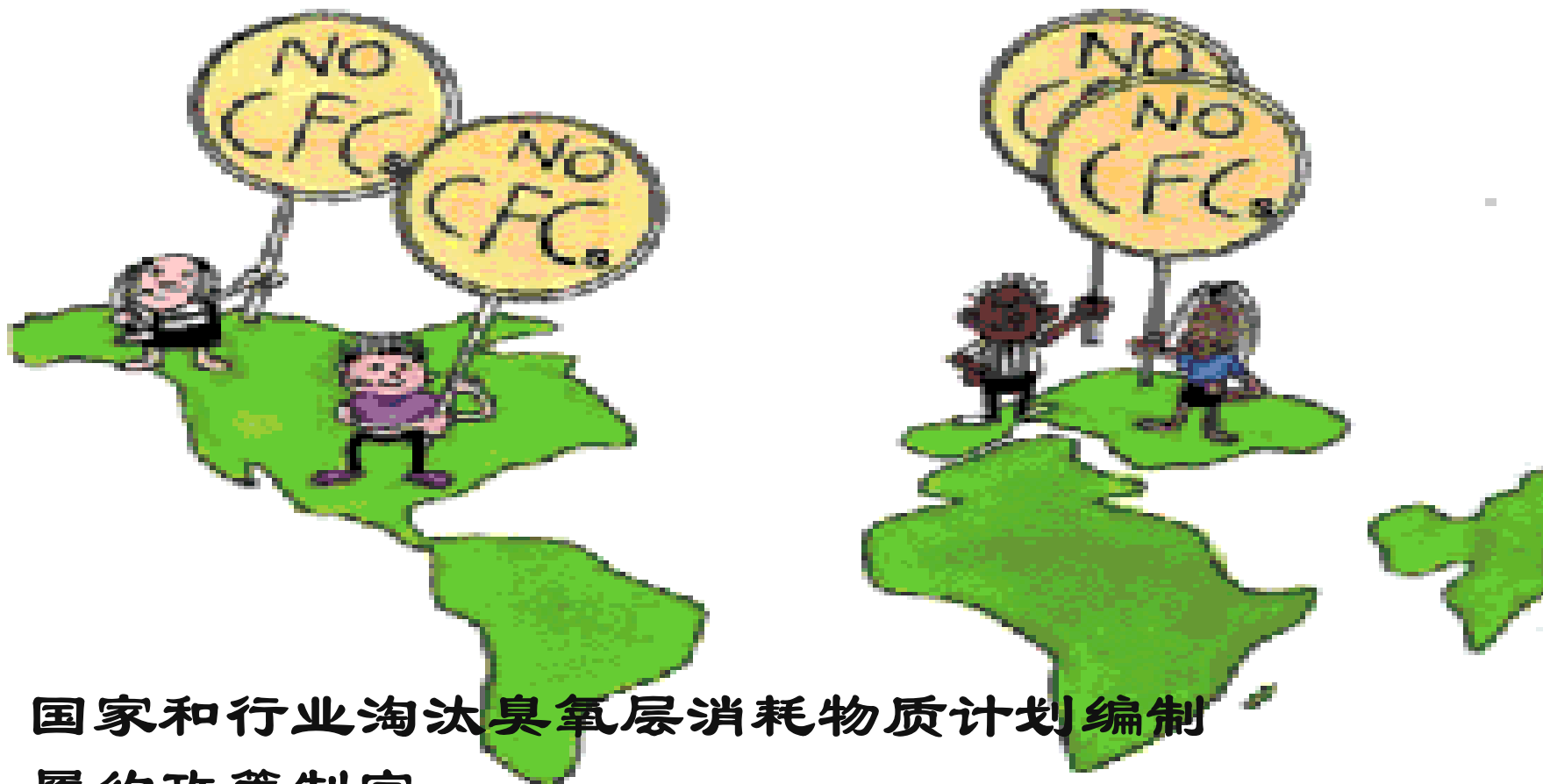


哈龙消费量计划(单位:ODP/吨)

注:ODP 即臭氧耗减潜能值,CFC-11 的 ODP 值为 1

中国保护臭氧层十年行

北京大学主要研究工作



- 国家和行业淘汰臭氧层消耗物质计划编制
- 履约政策制定
- 履行蒙特利尔议定书的增量成本分析

完成的项目及其成果

- 设计完成的9个行业计划包含91,433 ODP吨ODS生产和64,326 ODP吨ODS消费淘汰（超过全球发展中国家总量的40%），获得多边基金资助3.6亿美元
- 获奖：
 - 2004年9月获国家环保总局颁发的第二届国家“保护臭氧层贡献奖”特别金奖。
 - 2005年获得美国环保局颁布的臭氧层保护奖，以奖励该工作组的“Leadership in ODS Phaseout in Developing Countries”



前景展望:

- 由于发达国家在过去几十年排放了几百万吨的ODS，它们的寿命很长（50~100年），对臭氧层的破坏还要持续几十年，最近破坏最大，2000年的空洞最大达2839万km²。



中国保护臭氧层十年行

这是一项造福世人、功及后代的环保事业。它涉及面广，参与人多，影响力大。十年来，从蹒跚起步到卓有成效，中国保护臭氧层活动在中国环保史上铸造了一座永不磨灭的丰碑。