

环保公益性行业  
科研专项经费项目  
系列丛书



# 地球的保护伞 **臭氧层** KNOWLEDGE.Q&A

——臭氧层基础知识和国际公约相关知识问答

肖学智 主编

OZONE LAYER

O<sub>3</sub>

中国环境出版社

环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书

# 地球的保护伞 **臭氧层**

——臭氧层基础知识和国际公约相关知识问答

肖学智 主编

中国环境出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

地球的保护伞 (臭氧层) : 臭氧层基础知识和国际公约相关知识问答 / 肖学智主编. -- 北京: 中国环境出版社, 2016.6

(环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书)

ISBN 978-7-5111-2766-2

I . ①地… II . ①肖… III . ①臭氧层—普及读物 IV . ① P421.33-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 077403 号

---

出 版 人 王新程

责任编辑 李兰兰

责任校对 尹 芳

排版设计 丁 珂

---

出版发行 中国环境出版社

(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)

网 址: <http://www.cesp.com.cn>

电子邮箱: [bjgl@cesp.com.cn](mailto:bjgl@cesp.com.cn)

联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)

010-67112735 (第一分社)

发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京盛通印刷股份有限公司

经 销 各地新华书店

版 次 2016 年 6 月第 1 版

印 次 2016 年 6 月第 1 次印刷

开 本 787×1092 1/16

印 张 3.5

字 数 70 千字

定 价 42.00 元

---

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究。】

如有缺页、破损、倒装等印刷质量, 请寄回本社更换。

环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书

编著委员会

顾 问 吴晓青

组 长 刘志全

成 员 禹 军 陈 胜 刘海波

## 环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书

### 序言

我国作为一个发展中的人口大国，资源环境问题是长期制约经济社会可持续发展的重大问题。党中央、国务院高度重视环境保护工作，提出了建设生态文明、建设资源节约型与环境友好型社会、推进环境保护历史性转变、让江河湖泊休养生息、节能减排是转方式调结构的重要抓手、环境保护是重大民生问题、探索中国环保新道路等一系列新理念新举措。在科学发展观的指导下，环境保护工作成效显著，在经济增长超过预期的情况下，主要污染物减排任务超额完成，环境质量持续改善。

随着当前经济的高速增长，资源环境约束进一步强化，环境保护正处于负重爬坡的艰难阶段。治污减排的压力有增无减，环境质量改善的压力不断加大，防范环境风险的压力持续增加，确保核与辐射安全的压力继续加大，应对全球环境问题的压力急剧加大。要破解发展经济与保护环境的难点，解决影响可持续发展和群众健康的突出环境问题，确保环保工作不断上台阶出亮点，必须充分依靠科技创新和科技进步，构建强大坚实的科技支撑体系。

2006年，我国发布了《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》（以下简称《规划纲要》），提出了建设创新型国家战略，科技事业进入了发展的快车道，环保科技也迎来了蓬勃发展的春天。为适应环境保护历史性转变和创新型国家建设的要求，原国家环境保护总局于2006年召开了第一次全国环保科技大会，出台了《关于增强环境科技创新能力的若干意见》，确立了科技兴环保战略；2012年，环境保护部召开第二次全国环保科技大会，出台了《关于加快完善环保科技标准体系的意见》，全面实施科技兴

#### 本书编译人员

主 编 肖学智

副主编 胡建信 周晓芳

翻 译 别鹏举 李 力 翟紫含 姜含宇 李志方

张兆阳 王梓元 高 丁 赵梦可

编 辑 张兆阳 崔玉清 高凌云

#### 各章节翻译 / 编写 / 校对人员

##### 一、臭氧基础知识

翻 译 别鹏举 李志方

译 校 高凌云 崔玉清

##### 二、臭氧损耗

翻 译 李 力 张兆阳

译 校 崔玉清 高凌云

##### 三、臭氧损耗对环境和健康的影响

翻 译 翟紫函 王梓元

译 校 高凌云 崔玉清

##### 四、保护臭氧层国际公约

翻 译 姜含宇 高 丁 赵梦可

译 校 崔玉清 高凌云

##### 五、中国的履约行动

编 写 高凌云 崔玉清

环保战略，建设满足环境优化经济发展需要、符合我国基本国情和世界环保事业发展趋势的环境科技创新体系、环保标准体系、环境技术管理体系、环保产业培育体系和科技支撑保障体系。几年来，在广大环境科技工作者的努力下，水体污染控制与治理科技重大专项实施顺利，科技投入持续增加，科技创新能力显著增强；现行国家标准达1300余项，环境标准体系建设实现了跨越式发展；完成了100余项环保技术文件的制修订工作，确立了技术指导、评估和示范为主要内容的管理框架。环境科技为全面完成环保规划的各项任务起到了重要的引领和支撑作用。

为优化中央财政科技投入结构，支持市场机制不能有效配置资源的社会公益研究活动，“十一五”期间国家设立了公益性行业科研专项经费。根据财政部、科技部的总体部署，环保公益性行业科研专项紧密围绕《规划纲要》和《国家环境保护科技发展规划》确定的重点领域和优先主题，立足环境管理中的科技需求，积极开展应急性、培育性、基础性科学研究。“十一五”以来，环境保护部组织实施了公益性行业科研专项项目439项，涉及大气、水、生态、土壤、固废、核与辐射等领域，共有包括中央级科研院所、高等院校、地方环保科研单位和企业等几百家单位参与，逐步形成了优势互补、团结协作、良性竞争、共同发展的环保科技“统一战线”。目前，专项取得了重要研究成

果，提出了一系列控制污染和改善环境质量技术方案，形成一批环境监测预警和监督管理技术体系，研发出一批与生态环境保护、国际履约、核与辐射安全相关的关键技术，提出了一系列环境标准、指南和技术规范建议，为解决我国环境保护和环境管理中急需的成套技术和政策制定提供了重要的科技支撑。

为广泛共享“十一五”以来环保公益性行业科研专项项目研究成果，及时总结项目组织管理经验，环境保护部科技标准司组织出版环保公益性行业科研专项经费系列丛书。该丛书汇集了一批专项研究的代表性成果，具有较强的学术性和实用性，可以说是环境领域不可多得资料文献。丛书的组织出版，在科技管理上也是一次很好的尝试，我们希望通过这一尝试，能够进一步活跃环保科技的学术氛围，促进科技成果的转化与应用，为探索中国环保新道路提供有力的科技支撑。

中华人民共和国环境保护部副部长



2011年10月

OZONE LAYER

地球的保护伞

O<sub>3</sub>

## 目录 CONTENTS

---

|                   |       |
|-------------------|-------|
| 引言                | P. 02 |
| 01. 臭氧基础知识        | P. 05 |
| 02. 臭氧损耗          | P. 11 |
| 03. 臭氧损耗对环境和健康的影响 | P. 21 |
| 04. 保护臭氧层国际公约     | P. 27 |
| 05. 中国的履约行动       | P. 37 |
| 常用术语              | P. 46 |
| 附录                | P. 48 |

---

## 引言

臭氧在地球大气存量较少，却关乎人类福祉和生态系统健康。绝大多数臭氧存在于高出地球表面10000米的高空，该区域被称为平流层，90%的大气臭氧存在于此，保护我们免受太阳的有害紫外辐射。

20世纪70年代中叶，研究发现人类生产的某些化学品可以引起臭氧层的损耗，导致地球表面紫外辐射增加，引发皮肤癌和白内障的发病率增加，并且对植物、农作物和海洋浮游生物产生不利影响。观测显示，大气中含Cl和Br的化学物质的浓度稳步增加，与用于制冷和发泡的氟氯碳化物（CFCs）及用于灭火的哈龙等化学品的生产和使用有关系。鉴于这些化学物质对臭氧层的破坏性，人们称之为“消耗臭氧层物质”（Ozone-depleting substances, ODS）。

最令人震惊的臭氧损耗经常发生在南极的春季。损耗严重的区域被形象地称为“臭氧空洞”。

为减缓臭氧损耗，一些国家于1985年在维也纳签署了《关于保护臭氧层的维也纳公约》，并于1987年签署了《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》。随着议定书及其修正案和增补条款的深入实施，以及臭氧友好替代品的工业研发，ODS的全球总积累已经减慢并开始减少。预计臭氧层将在21世纪中叶出现显著恢复。

这是一个引人瞩目的成就：发现、了解、决策、行动和验证。这是一个被许多人书写的故事：科学家、技术专家、经济学家、法律专家以及决策者，其中持续对话是一个关键要素。



为了深入了解臭氧损耗、ODS和《蒙特利尔议定书》之间的关系，本书基于联合国环境规划署的《臭氧层保护20问》，呈现了关于臭氧损耗易混淆的32个科学问题与解答。问题包括大气臭氧的基础知识、引起臭氧损耗的化学物质、臭氧损耗如何发生、臭氧损耗的环境和健康影响、《蒙特利尔议定书》的成就以及中国履约状况等。



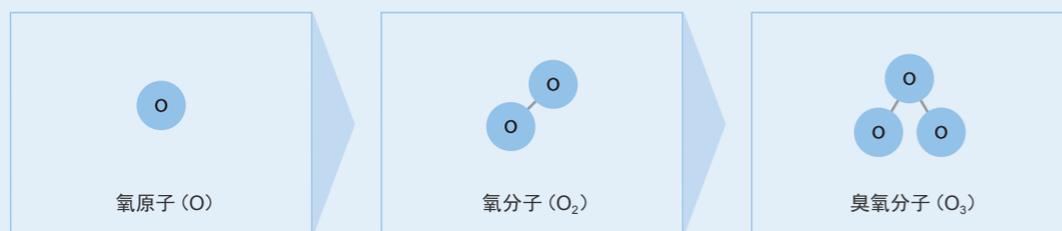
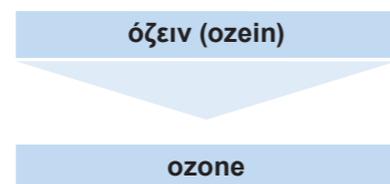
# 01

## 臭氧基础知识 KNOWLEDGE.Q&A

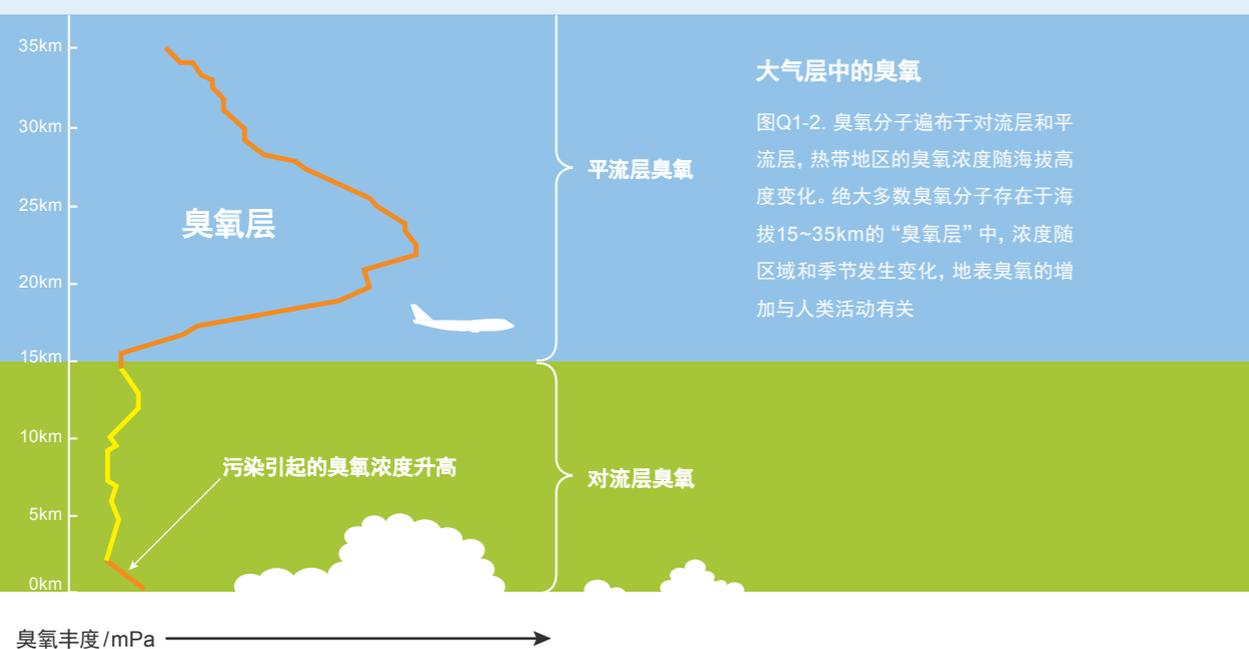
- Q1. 什么是臭氧? 什么是臭氧层? P. 06
- Q2. 臭氧在大气中是如何产生的? P. 07
- Q3. 臭氧的作用是什么? P. 08
- Q4. 臭氧在全球是怎样分布的? P. 09

## Q1. 什么是臭氧？什么是臭氧层？

臭氧是大气中自然存在的气体，每个臭氧分子含有3个氧原子，化学分子式为 $O_3$ 。臭氧单词“ozone”来源于希腊单词“ὄζειν”（ozein），意为“有气味”。臭氧有一种刺激性气味，即使在浓度很低时也可以被检测出来。



图Q1-1. 一个臭氧分子 $O_3$ 含有3个结合在一起的氧原子

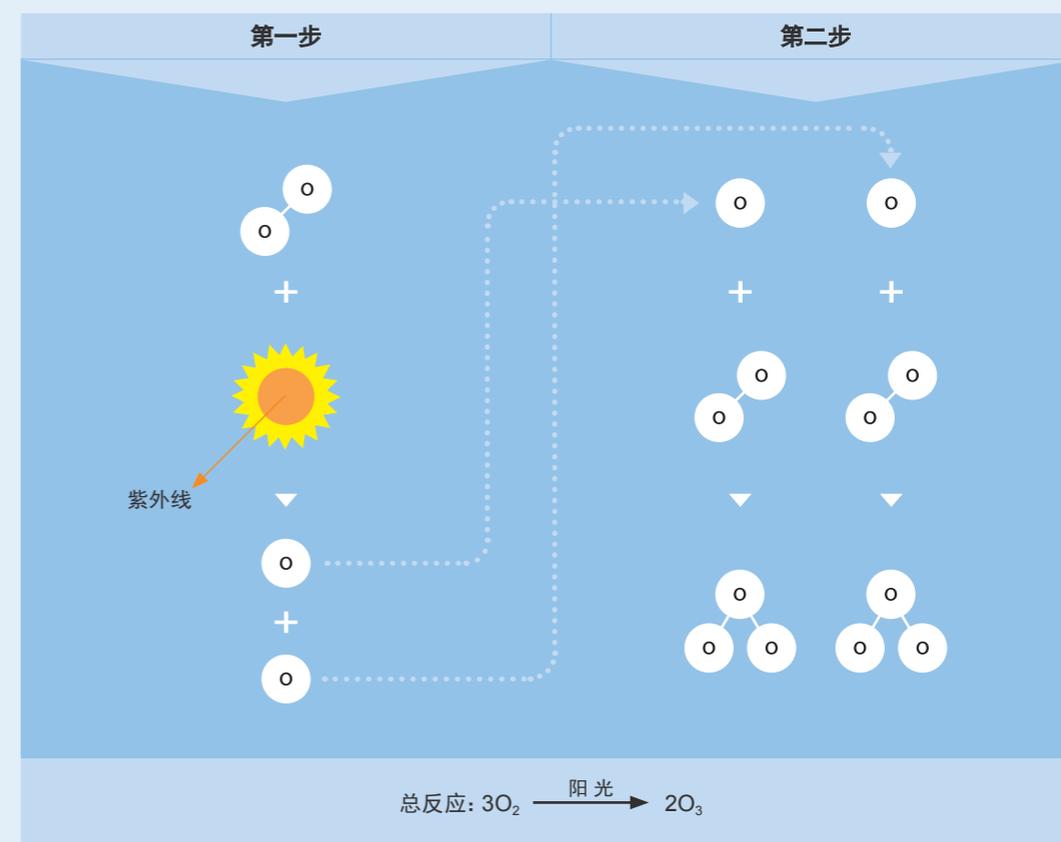


## Q2. 臭氧在大气中是如何产生的？

- **平流层臭氧**：自然条件下平流层臭氧通过两步反应产生。第一步，太阳紫外辐射将一个氧气分子分裂为两个氧原子；第二步，每个氧原子与另外一个氧气分子碰撞并耦合形成一个臭氧分子，在整个过程中3个氧气分子在太阳光下反应生成2个臭氧分子。紫外辐射是臭氧生成的必要条件，辐射强的热带地区平流层

臭氧产生量最大。

- **对流层臭氧**：在对流层中，臭氧由自然源和污染源气体间的化学反应而产生，反应主要涉及碳氢化合物和氮氧化物以及臭氧自身，太阳辐射是必要条件。



图Q2-1. 平流层臭氧生成反应示意

## Q3. 臭氧的作用是什么？

- **“好的”臭氧：**平流层臭氧可以吸收来自太阳的紫外辐射UV-B，对人类和其他生物有保护作用，因而被认为是“好的”臭氧。对于人类而言，过多UV-B辐射暴露将增加患皮肤癌、白内障和免疫系统抑制的风险；对于生态系统而言，过量UV-B辐射会破坏生态系统的平衡。
- **“坏的”臭氧：**地表臭氧如果超过自然产生量，可以发生强烈反应破坏或改变许多生物大分子，因而被认为是“坏的”臭氧。对于人类而言，暴露在高浓度的臭氧下会减少肺活量，引起胸痛、咽喉刺激、咳嗽以及影响心脏和肺部相关的健康状况。另外，高浓度臭氧会降低作物产量。
- **自然臭氧：**当不存在人类活动时，臭氧仍然存在于整个对流层和平流层，在对流层中起到清洁大气的作用。

- **长波紫外线：UV-A**
- **短波紫外线：UV-B**

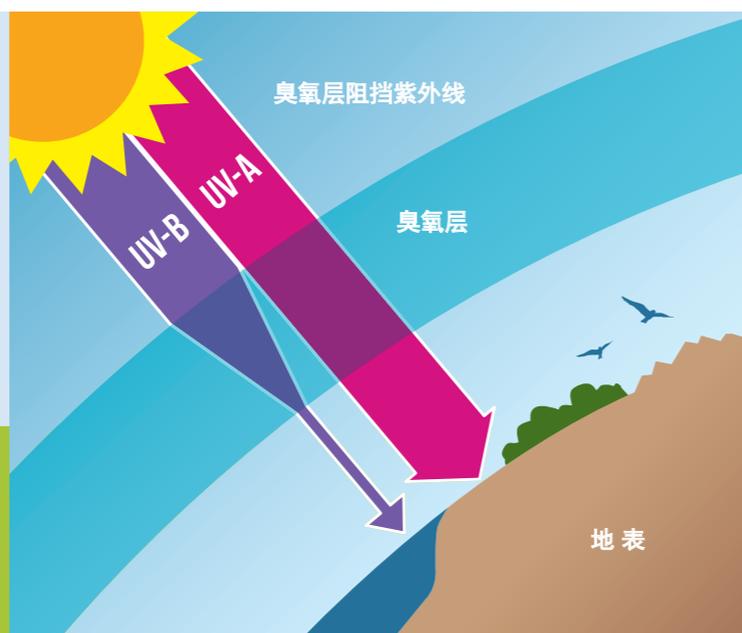
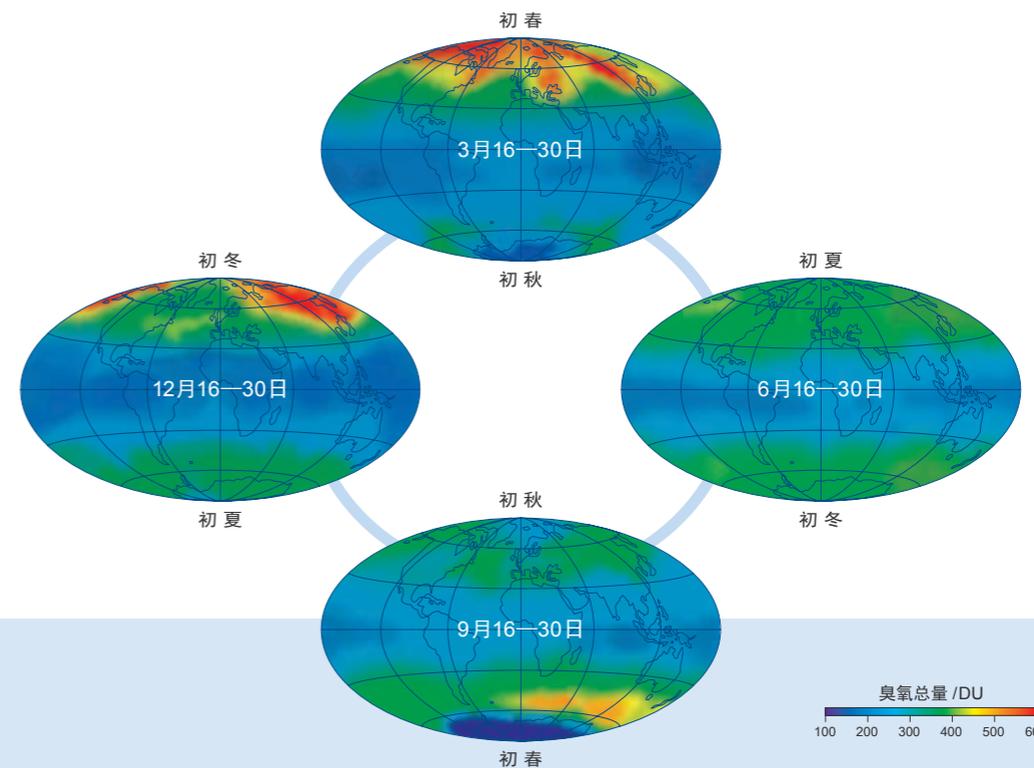


图 Q3-1. 臭氧层存在于平流层中并包裹着整个地球。来自于太阳的有害的中短波紫外线 UV-B（波长范围为 280~315 nm）被

臭氧层强烈吸收，使得到达地球表面的 UV-B 数量被大大削减。对人类和生物有益的长波紫外线 UV-A（波长为 315~400 nm）、可见光和其他太阳辐射不能被臭氧层强烈吸收



2009年全球总臭氧浓度分布卫星图

图 Q4-1. 臭氧总量在热带地区（北纬 20°—南纬 20°）变化较小，在其他地区的日变化和季节变化都很强烈，这是由于臭氧含量高的空气从热带地区传输并积累在高纬度地区

## Q4. 臭氧在全球是怎样分布的？

- **全球分布：**臭氧总量随着纬度差异变化很大，一般是在赤道最低，在极地最高，这是平流层空气大尺度环流的结果。热带地区太阳紫外辐射最强，此处的臭氧生成量最高，向两极逐渐递减。臭氧生成后随着大气环流，在中高纬度积累，臭氧总量增加，而热带地区（除南极臭氧空洞外）的臭氧总量值最低。
- **季节分布：**季节变化会导致辐射量变化，对于中高纬度臭氧总量有较大的影响，对于热带地区影响不大。正常情况下，在极地地区，夏天会出现极昼，平流层日光持续，光化学反应导致臭氧总量逐渐减少，早秋时臭氧总量达到最低值。对于低纬度地区，不同季节辐射量变化不大，因而臭氧总量变化较小。



# 02



## 臭氧损耗 KNOWLEDGE.Q&A

- Q5. 人类活动与臭氧损耗有什么关系? P. 12
- Q6. 氯和溴通过哪些化学反应破坏臭氧? P. 13
- Q7. 为什么臭氧空洞出现在南极上空? P. 14
- Q8. 极地臭氧层损耗有多严重? P. 15
- Q9. 从全球尺度看, 臭氧层损耗的状况是怎样的? P. 16
- Q10. 还有哪些自然因素会影响臭氧总量? P. 17
- Q11. 未来数十年臭氧层会有怎样的变化? P. 18

# Q5. 人类活动与臭氧损耗有什么关系？

人类活动会产生消耗臭氧层物质 (ODS)，例如氟氯烃、哈龙和甲基溴等，对臭氧层有显著的破坏作用。ODS的用途非常广泛，包括冰箱、空调、电子产品、灭火器材、烟草、泡沫塑料、发胶以及杀虫剂等产品的生产或使用过程。ODS对平流层臭氧的破坏能力可以通过消耗臭氧潜能值 (ODP) 来表示，ODS中含氯或溴原子越多，在大气中的寿命越长，

其ODP值也就越大。

人类活动排放的含氯和含溴气体在紫外线辐射下会转换为含氯原子和溴原子的更活泼的气体（也称为活性含卤气体），其中活性最强的气体是氧化氯 (ClO) 和氧化溴 (BrO)。活性含卤气体能够参与催化反应破坏平流层中的大量臭氧。

## ODS

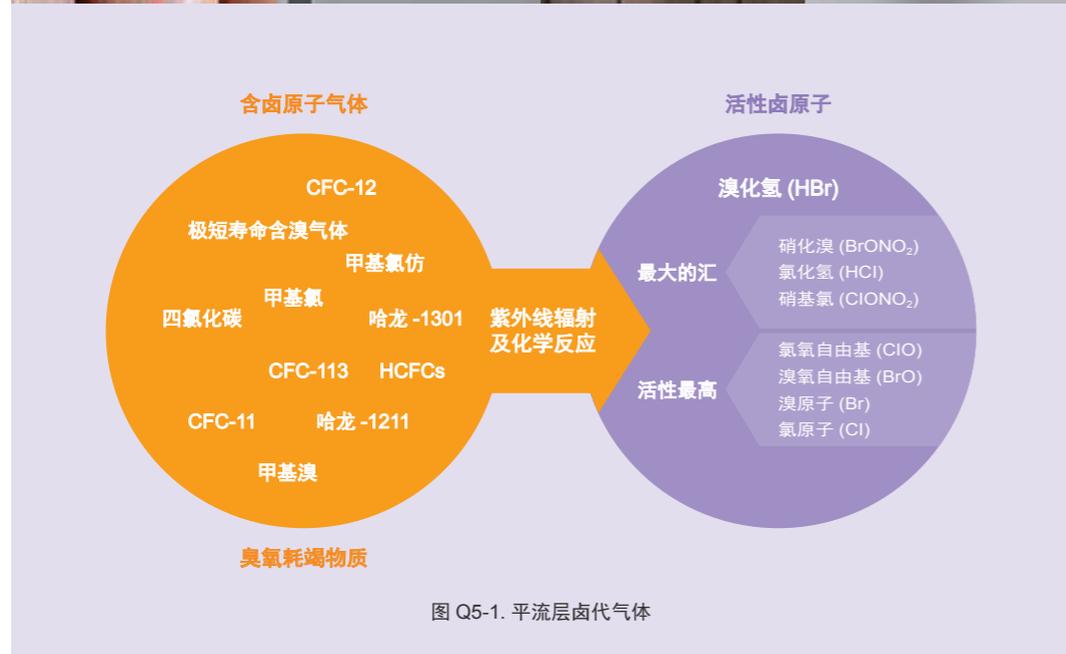


图 Q5-1. 平流层卤代气体

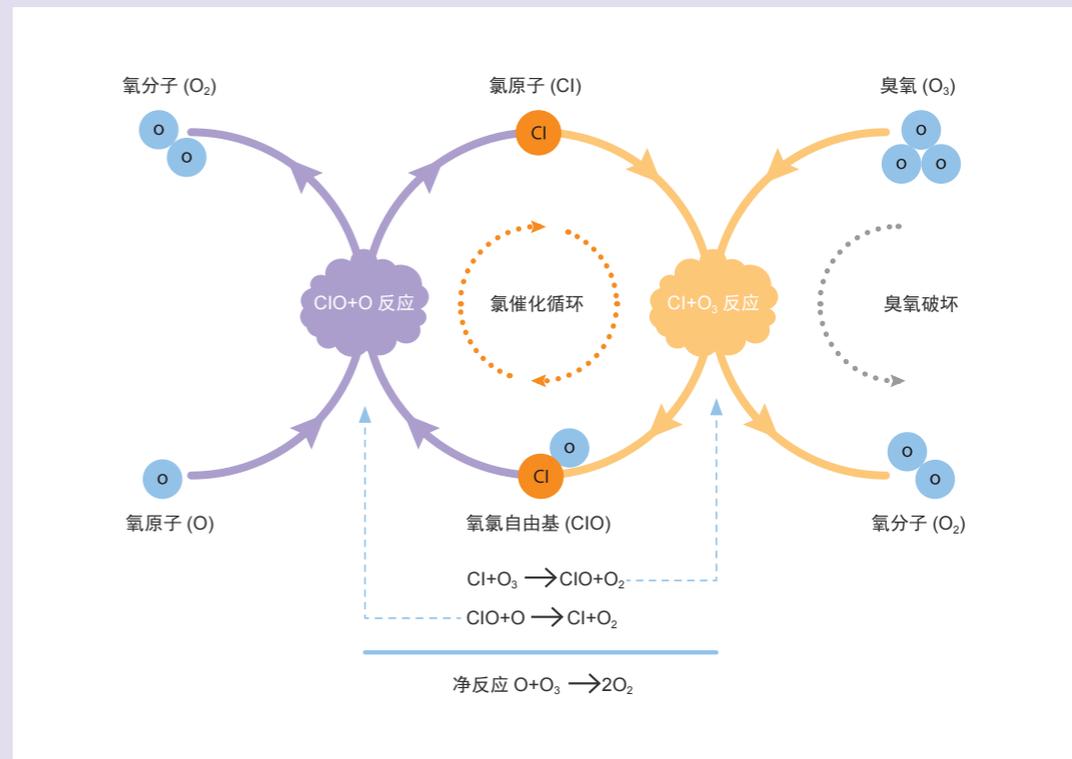


图 Q6-1. 臭氧破坏循环

# Q6. 氯和溴通过哪些化学反应破坏臭氧？

含氯和溴的活性气体在催化循环反应中大量破坏臭氧分子，一个氯原子或者溴原子在离开平流层之前可以破坏近10万个臭氧分子。这个循环可以认为从ClO或Cl开始。如果从ClO开始，第一个反应是ClO和O生成Cl；然后Cl和臭氧反应生成ClO，消耗一个臭氧分子。氯在整个反应中相当于催化剂，因为Cl和ClO在反应

中可以重新生成，氧原子是光照条件下紫外线与臭氧分子反应生成。因此，少量的活性氯或溴对臭氧层有很大的影响。每当冬末春初，气候原因导致平流层出现的大量活性气体——氧化氯 (ClO)、氧化溴 (BrO) 和氯原子 (Cl)、溴原子 (Br)，导致严重的臭氧损耗。

## Q7. 为什么臭氧空洞出现在南极上空?

ODS可以通过大气运动进行长距离迁移, 因此在整个平流层中广泛存在。而南极臭氧层出现严重消耗, 即我们所熟知的臭氧空洞, 是因为那里特殊的气象和化学条件。除反应气体的浓度外, 南极臭氧层空洞的形成需要足够低的温度形成极地平流层云(PSC), 平流层气体与其他区域平流层气体隔绝。低温是形成液态和固态极地平流层云的重要因素, 发生在极地平流层云表面的反应能够显著提高反应活性最强的氧化氯的

浓度, 加速对平流层臭氧的损耗。在南极冬天, 最小的日均温度通常远远低于北极, 南极的温度能够保持在极地平流层能够形成的温度之下。另外, 环绕极地的极强的风形成极地涡旋, 极地涡旋能够阻止平流层中气体的传输和混合, 而且这种作用随着温度的下降不断增强。这两种因素使得南极臭氧层在一个隔绝的状态下不断被损耗, 因而出现臭氧层空洞。

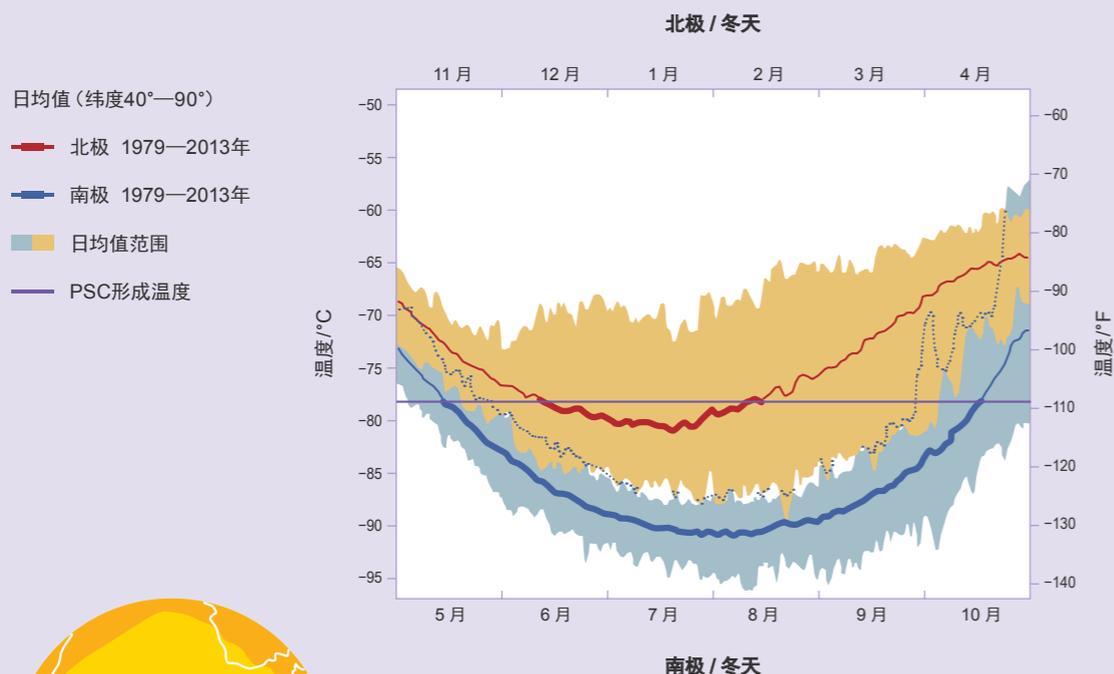
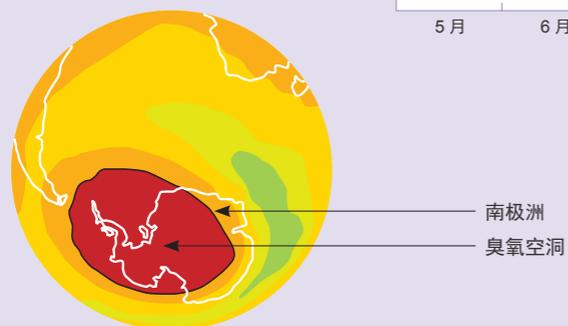


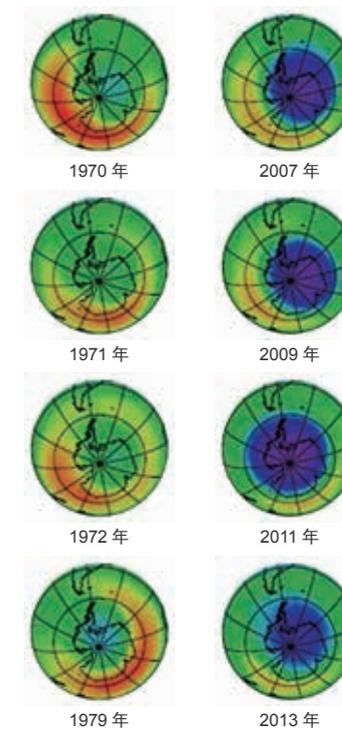
图 Q7-1. 极地平流层最低大气温度



## Q8. 极地臭氧层损耗有多严重?

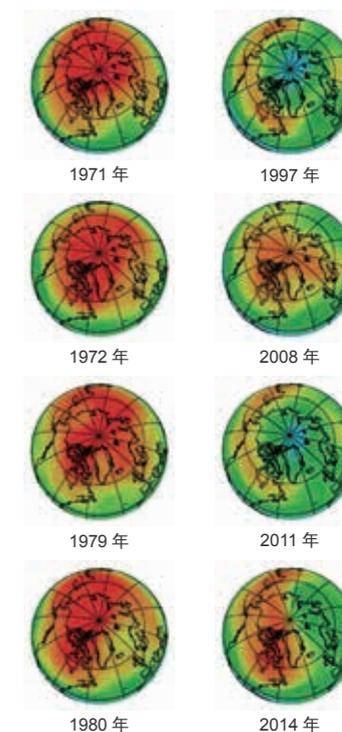
南极臭氧层空洞一般发生在九、十月份, 2006年臭氧层空洞的面积达到最大值2700万 $\text{km}^2$ , 相当于两个南极洲的面积, 约三个中国的面积。臭氧层空洞中出现的最低臭氧总量接近100 DU, 而正常情况下南极春天臭氧总量的值约为350 DU。1980年以来, 臭氧层损耗的程度逐渐加重, 具体表现为臭氧层空洞的面积不断增加, 然后稳定在2300万 $\text{km}^2$ 左右; 最小臭氧总量不断下降, 然后基本稳定在110 DU左右, 南极臭氧层严重损耗已经成为一种常态。

图 Q8-1. 南极长期臭氧总量变化图



北极平流层中也出现了显著的臭氧损耗, 而且发生的时间也是在晚冬/初春时间段(1—3月)。但是北极臭氧层损耗的持续时间和严重程度均小于南极。20世纪70年代, 北极地区三月臭氧总量均值接近450 DU, 而自20世纪90年代以来, 三月均值的地图上已经无法看到臭氧总量值大于450 DU的情况, 臭氧总量在显著下降。

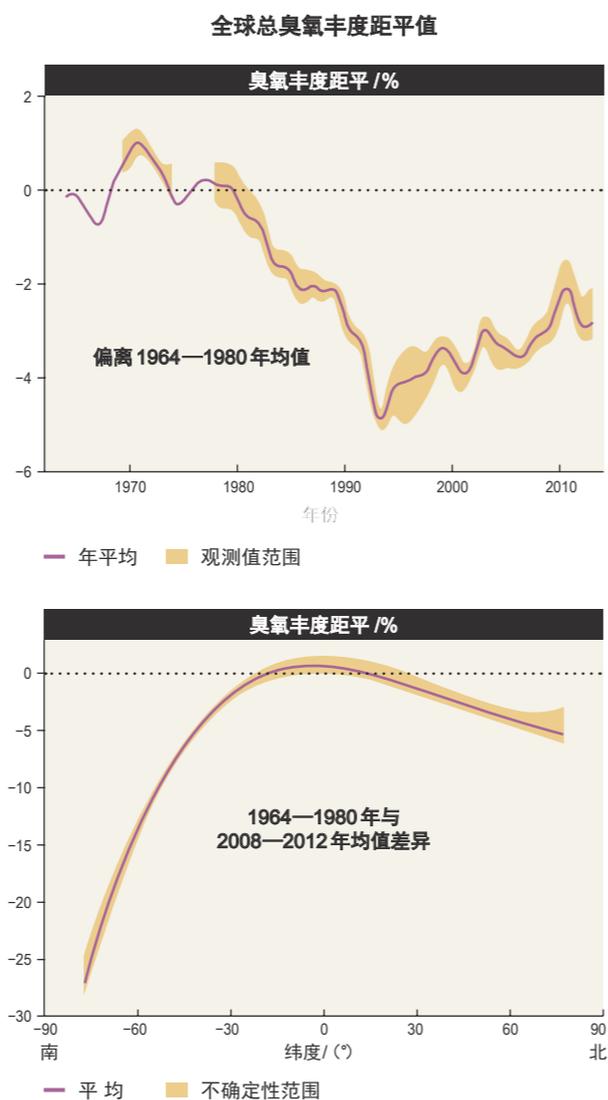
图 Q8-2. 北极地区长期臭氧总量变化图



## Q9. 从全球尺度看，臭氧层损耗的状况是怎样的？

自20世纪80年代以来，全球臭氧损耗越来越严重，90年代初期达到最大值（约5%），此后损耗水平在全球范围内下降到约3%。

臭氧损耗程度随纬度的变化呈现出很大的差异：南极地区臭氧损耗最为严重，出现臭氧层空洞，北极地区臭氧损耗程度虽然比南极小，但仍高于其他地区；中纬度地区也能观测到臭氧损耗现象；在热带地区，臭氧总量仅受到化学反应的微弱影响，因而臭氧总量损耗非常小。



图Q9-1.全球臭氧总量变化：上图中红色线表示不同年份全球范围内臭氧年平均浓度与1964—1980年（臭氧损耗发生前）均值相比降低的百分比，负值表示降低，正值表示升高；下图表示2008—2012年（臭氧损耗发生后）均值与1964—1980年（臭氧损耗发生前）均值在不同纬度相比降低的百分比，负值表示降低，正值表示升高，可看出南极降低的比例最严重，说明损耗最严重

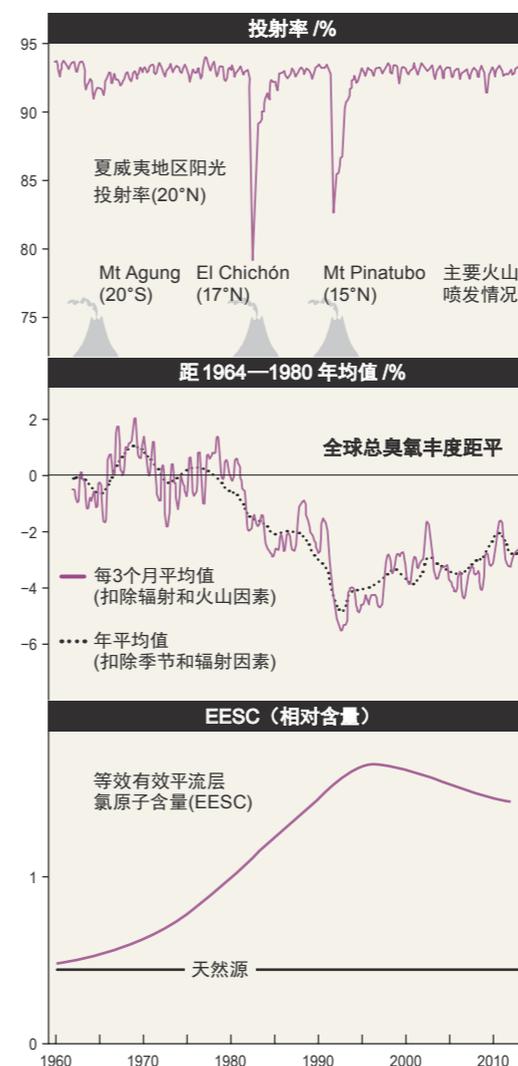
## Q10. 还有哪些自然因素会影响臭氧总量？



除了我们所熟知的消耗臭氧层物质（ODS），太阳辐射变化和火山喷发都会影响臭氧层，但是这两个因素都不能解释在过去30年中观测到的全球臭氧总量的平均下降。

平流层臭氧的形成需要依靠太阳的紫外辐射，因此太阳辐射增加将使得地球大气中的臭氧数量增加。太阳辐射会随着太阳活动周期出现周期性的变化，但是全球臭氧总量是在20世纪90年代开始急剧下降，也没有表现出来周期性，因此太阳辐射虽然会影响臭氧总量，但是不能成为目前臭氧层损耗的主要原因。

火山爆发也会对臭氧总量产生显著影响，火山爆发后会直接向平流层输入含硫气体，形成硫酸盐颗粒。这些颗粒物最初形成在火山下风向的平流层中，但是之后可以随平流层空气运动传播到整个半球或者全球范围内。当大量新的颗粒物形成于广阔区域的平流层中时，太阳辐射传输被大量削减。此外，生成的颗粒物表面可以发生反应，生成活性含氯气体，增加ODS对臭氧层的消耗作用。El Chichón（1982）以及皮纳图博火山的爆发使得在随后几年中全球臭氧损耗显著增加。

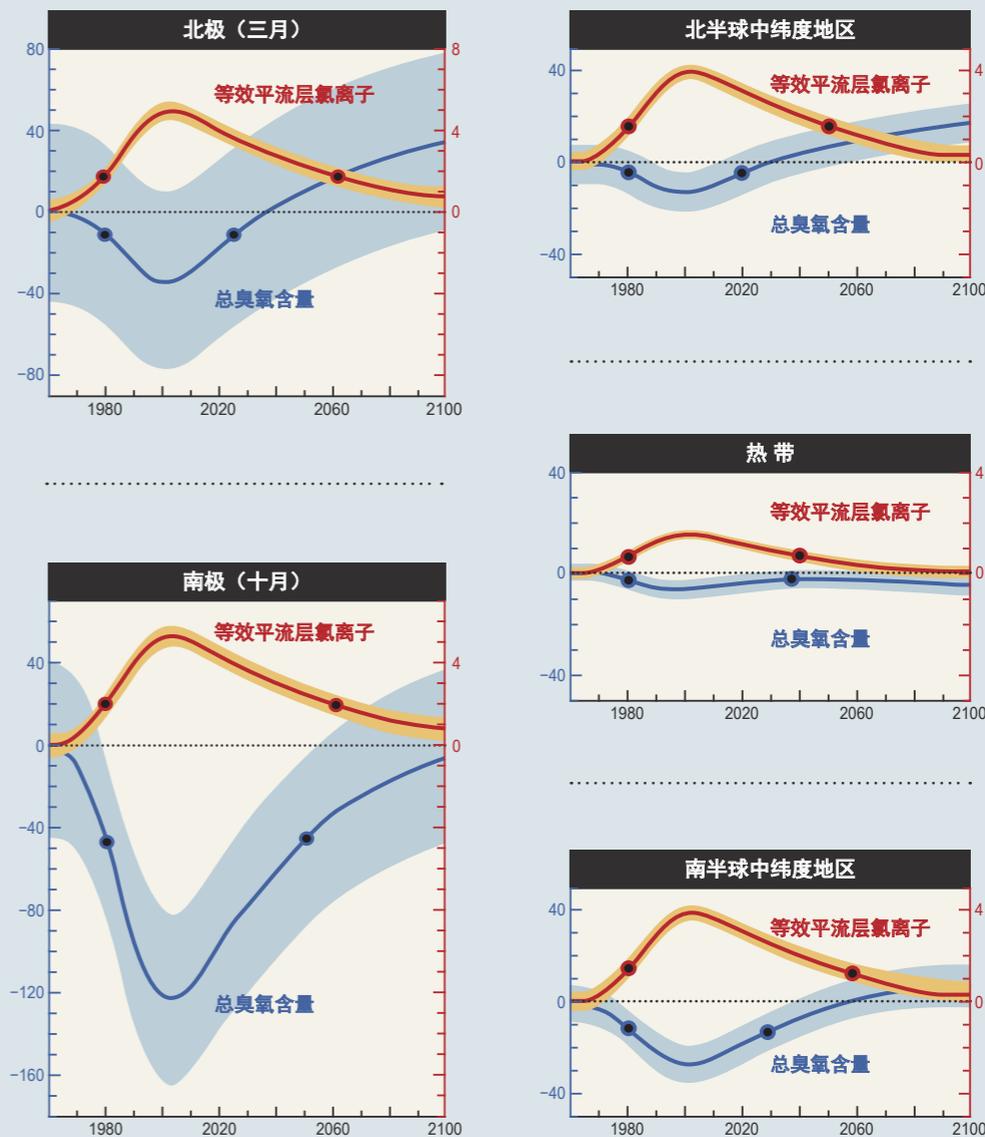
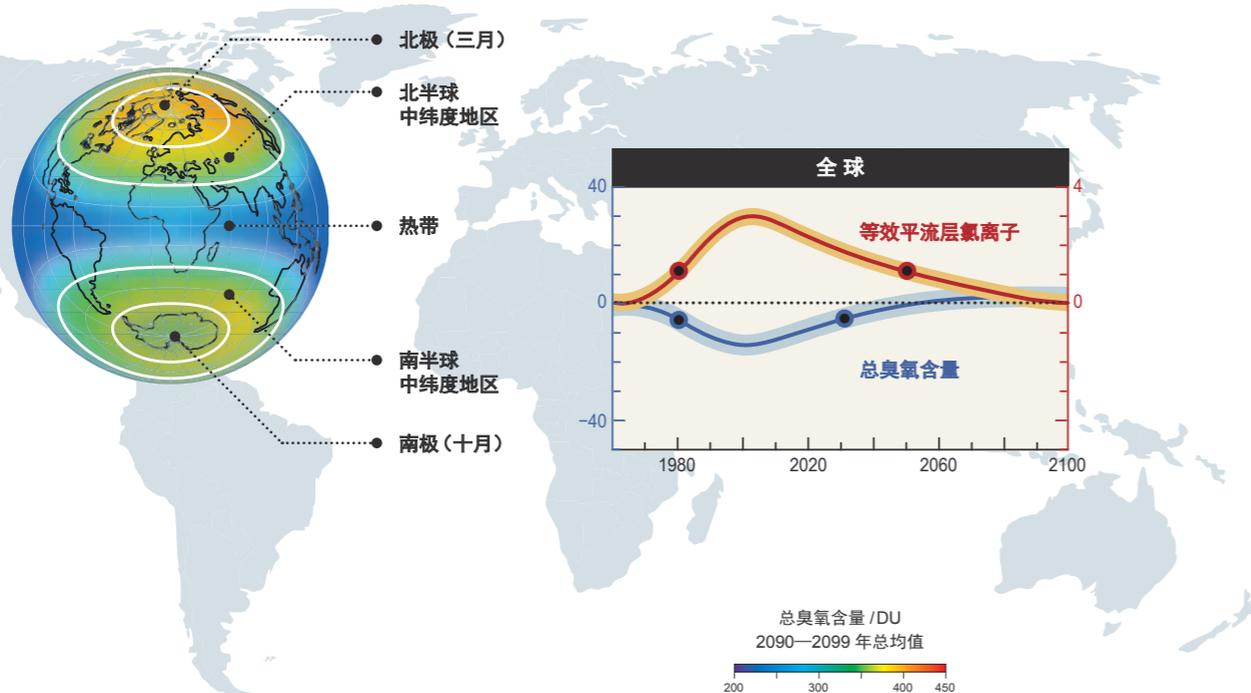


# Q11. 未来数十年臭氧层会有怎样的变化?

如果全世界能遵循《蒙特利尔议定书》的规定，由于消耗臭氧层物质（ODS）导致的臭氧层损耗大规模恢复预期会在21世纪中期达到。在未来数十年间，随着平流层中ODS和活性含卤气体的减少，臭氧层会逐渐恢复。除ODS外，气候变化也会对未来臭氧含量带来重要影响。但是气候变化的影响在热带、中纬度和极地地区会出现差异，而这种差异在很大程度上取决于未来二氧化碳（CO<sub>2</sub>）、甲烷（CH<sub>4</sub>）和氧化亚氮（N<sub>2</sub>O）的排放。

全球不同地区的臭氧总量呈现出不同的变化趋势：在南极地区，模型预测会在21世纪中叶，比其他地区更迟的时间，恢复到1980年水平；在北极地区，预测会在2020—2035年恢复到1980年水平，并且会继续上升直至21世纪末；在北半球中纬度，模型预测在2030年臭氧总量恢复到1960年水平，在南半球中纬度，臭氧总量恢复到1960年水平的时间会更迟；在热带地区，臭氧总量会在2040年缓慢恢复到1980年水平，在2060年左右达到峰值，此后又逐渐下降直至21世纪末。

总臭氧含量和等效平流层氯原子  
(化学—气候模式模拟的1960—2100年结果)



与1960年相比  
年（或月）均值的变化

- 臭氧总量 (DU)
- 21km处等效平流层氯原子含量 (10<sup>9</sup>)
- 1980年数值
- 模拟范围值



# 03

## 臭氧损耗对环境 和健康的影响

### KNOWLEDGE.Q&A

- Q12. 臭氧损耗对地面紫外辐射有哪些影响? P. 22
- Q13. 臭氧损耗对人体健康有哪些影响? P. 22
- Q14. 臭氧损耗对农作物和森林有哪些影响? P. 23
- Q15. 臭氧损耗对水生动植物有哪些影响? P. 24
- Q16. 臭氧损耗对空气质量有哪些影响? P. 24
- Q17. 臭氧损耗与气候变化之间有什么关系? P. 25

## UV-B

## Q12. 臭氧损耗对地面紫外辐射有哪些影响?

平流层臭氧损耗导致地表太阳紫外辐射增加,增加的辐射主要是太阳辐射的紫外-B(UV-B),UV-B的波长为280~315nm,处于人眼不可见范围。阳光中的紫外辐射虽然只占太阳辐射总能量的8%左右,但是它对地球生命系统具有很大的伤害能力,并且能量越高的部分造成的伤害越大。

正因为平流层臭氧能够吸收太阳辐射中的大量紫外线,因此才被称为地球的“保护伞”。这点在南极地区体现得尤为明显,在南极出现臭氧空洞之前,处于南纬64°的南极帕尔默的春季平均UV指数一直在标准以下;1990—2006年,南极晚冬和早春严重持久的臭氧损耗使平均UV指数严重地高出标准值并持续几个月。

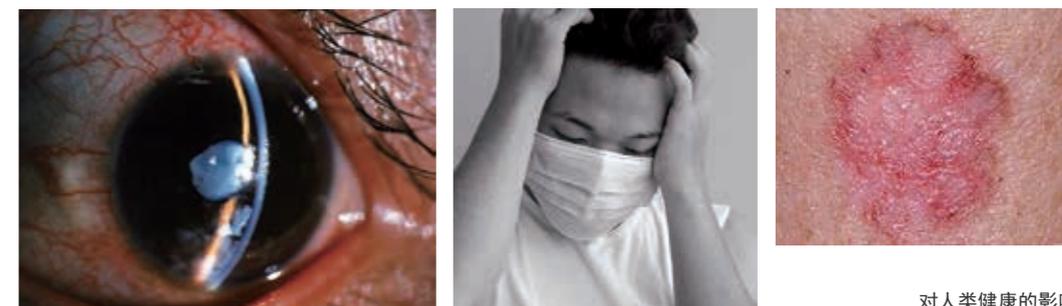
## Q13. 臭氧损耗对人体健康有哪些影响?

臭氧损耗引起地面紫外辐射增强,适度的紫外辐射是健康必需的,但是过量的紫外辐射会破坏人体中的蛋白质和DNA。紫外辐射主要会引发人体皮肤、眼睛和免疫系统疾病,具体分别为皮肤癌、白内障以及免疫系统受损等。

**对皮肤的影响:**强烈暴露在UV-B辐射下皮肤会晒黑,引起晒黑所需的UV量基于皮肤表层对UV量的吸收能力(取决于色素的浓度和数量)和其他遗传因素;缓慢暴露在UV辐射下皮肤会出现皱纹、变薄并失去弹性(光老化);UV暴露导致皮肤晒黑会增加患皮肤癌的危险。

**对眼睛的影响:**由于眼睛部位的细胞比较脆弱,眼睛长期暴露在UV-B中,会引发各种各样的健康问题。例如,会增加罹患皮质性白内障的危险,在所有与白内障有关的疾病负担中,有5%可直接归因于紫外线辐射暴露。另外,眼睛角膜上皮细胞和结膜吸收过量紫外线后会引发浅表组织灼伤,发生急性炎症。

**对免疫系统的影响:**UV辐射能够直接伤害人体的抗原靶细胞,使其不能传输免疫响应或发生变异。另外,皮肤角质层的分子,咪唑丙烯酸在UV辐射下发生化学变化,从而引起大多数细胞释放化学中间物,这也会使免疫响应转向免疫抑制。



对人类健康的影响

## Q14. 臭氧损耗对农作物和森林有哪些影响?

臭氧损耗引起地面紫外辐射(UV-B)增强,大多数植物有UV屏障,但这并不能完全保护它们,仍然有一部分UV-B辐射可以到达叶子并穿透进入内部组织。植物的叶子暴露在强烈的UV-B辐射下,其表层组织会增加UV保护色素,其他的保护措施还包括增加叶子厚度以降低暴露在UV-B辐射下的内部组织的比例,一些保护叶子蜡层的改变,以及针对DNA损伤或氧化剂伤害的修护系统。这种影响会造成敏感的农作物减产,同时也会影响经济林的生长。

在动植物的演化过程中,它们习惯了特定的环境。它们有保护和修复机制来适应其特定的生活情形。然而,地球目前的变化太迅速以至于超过某些物种的进化速度,特别是长寿命

植物(如树)。因此,对适应低UV-B环境的植物,即使UV-B增长比赤道自然水平和高海拔的差异小得多,也会受到损害。例如南美南端(阿根廷火地岛高山气候带)和南极半岛生长的草本植物显示出已受到当前环境中UV-B水平的影响。经过漫长的时间和多代的演化,基因适应性可能会提高。



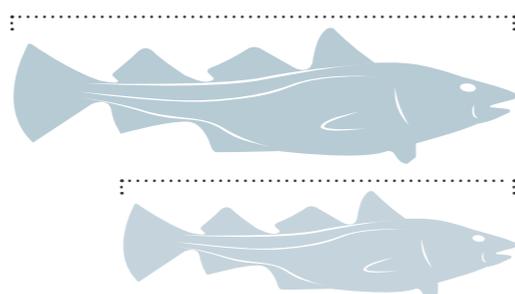
## Q15. 臭氧损耗对水生动植物有哪些影响？

臭氧损耗引起地面紫外辐射（UV-B）增强，UV-B辐射几乎可以完全穿透纯净水，一束UV-B射线可以穿透500m深的纯水才被完全吸收。过量UV-B辐射会对鱼类的皮肤、幼鱼的发育以及卵的发育有很大的影响。

水生生态系统中的大多数有机物，如浮游植物，生活在靠近水面的明亮的透光层中，那里存在UV-B暴露。UV-B辐射尤其会伤害到幼年期就生活在水面的那些有机物。



自从成年鱼类栖息在深海后，就免于受到过量太阳UV的辐射。已经发现某些浅水鱼类患有皮肤癌或其他与UV有关的疾病，多数鱼的卵和幼苗都对UV-B暴露很敏感。在缅因州海湾，UV穿透得相当深，可以达到大西洋鳕鱼晶胚和幼鱼发育的地方，相当于10m深的UV暴露对发育中的晶胚有显著的致死性，幼鱼的长度也会明显减少。更令人担忧的是，UV过量辐射很多发生在生态和经济重要鱼类产卵的温度以及纬度，对水生生态系统产生很大的影响。



## Q16. 臭氧损耗对空气质量有哪些影响？

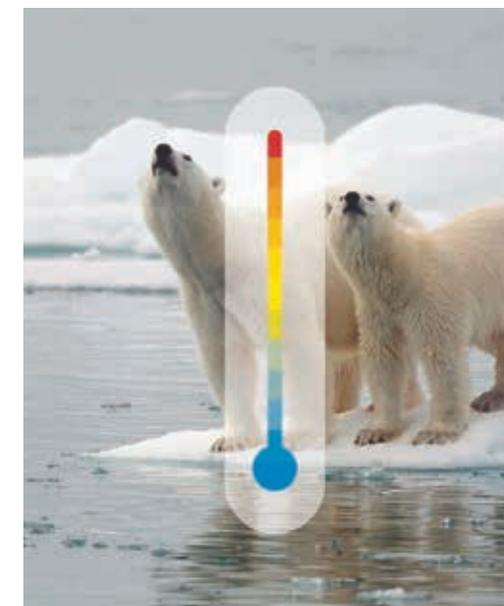
臭氧损耗导致地面太阳紫外辐射的增加，对流层光照强度改变，一些参与光化学反应的气体的速率常数也会发生改变，导致对流层大气氧化性的变化，从而影响空气质量和大气物质的组成。同时，大量消耗臭氧层物质的替代物被使用，这些物质的环境影响是臭氧损耗的副产物，这些替代物的分解产物，如三氟乙酸会对环境产生影响。然而，普遍来看，平流层臭氧损耗的影响比局部的空气污染源小。但是人们仍然观测到平流层臭氧低值与地面臭氧浓度高值之间存在一定的关系和其他的一些相关因子。

在污染源排放强度比较高的地区，不断增加的人为排放会屏蔽臭氧损耗带来的影响。而在一些污染相对较弱的地区，平流层臭氧损耗所带来的影响要明显得多。由于臭氧损耗，在某些季节和地方，之前光化学污染来源不是很重要的却变得重要起来。总之，增强UV-B辐射对对流层大气物质浓度的影响不是单向的，而是复杂的，不仅要考虑大气中各种物质自身的相互作用，还要考虑不同地区的大气化学特征等因素。

## Q17. 臭氧损耗与气候变化之间有什么关系？

很多证据表明，平流层臭氧损耗与气候变化是相互作用的。臭氧损耗导致吸收太阳紫外辐射的量减少，改变了对流层的氧化能力，进而影响对流层中一些关键的光化学反应过程，这些过程会影响与气候变化相关的气体的寿命。同时，氯氟烃（CFCs）和哈龙都是温室气体，对辐射强迫具有相对高的正效应，但是它们的使用所导致的臭氧损耗却对辐射强迫有间接的负效应，所以臭氧层恢复将减少其对温室气体辐射强迫的抵消作用。显然，由于平流层臭氧损耗导致对流层痕量组分，如臭氧、颗粒物以及其他温室气体浓度的变化，也会对辐射强迫造成影响。

在过去几十年中，平流层臭氧、CO<sub>2</sub>和其他温室气体的长期变化导致极地平流层的辐射冷却，加强了大气沿经度的温度梯度分布和极地涡旋。这种冷却效应会导致更加稳定的极地涡旋，更加频繁和持久存在的极地平流层云，以及去硝酸盐作用，从而导致更大的臭氧损失。另外，气候变化可能会导致对流层中更多的水汽进入平流层，有助于极地平流层云的形成。在某种程度上，气候变化对极地平流层臭氧的影响比Cl和Br更加强烈，可能会抵消掉削减Cl和Br负荷带来的臭氧层恢复，这是值得我们持续关注的问题。



注的问题。但是对于中纬度至高纬度地区，气候变化会使平流层顶部温度降低，臭氧损耗的速度降低，会加速臭氧层的恢复。

平流层的臭氧层破坏与气候变化有着紧密的联系，因为二者所带来的环境效应都是全球性的，同时都涉及人类活动向大气中排放的气体。目前所使用的ODS替代物（如HCFC和HFC）大都是温室气体，我们在关注臭氧损耗的同时也要注意对气候变化的影响。臭氧、消耗臭氧层物质（ODS）（或卤素源气体）及其替代物，以及其他主要温室气体——研究这些气体在气候变化过程中起到的作用可以让我们更好地理解两位主角（臭氧层破坏和气候变化）之间的关系。



# 04

## 保护臭氧层 国际公约

### KNOWLEDGE. Q&A

- Q18. 《保护臭氧层的维也纳公约》和《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》的目标和特点是什么? P. 28
- Q19. 《蒙特利尔议定书》的资金机制是怎样的? P. 29
- Q20. 《蒙特利尔议定书》对消耗臭氧层物质采取了哪些措施? P. 31
- Q21. 《蒙特利尔议定书》的实施取得了哪些成效? P. 32
- Q22. 《蒙特利尔议定书》对减缓臭氧层损耗的贡献有哪些? P. 33
- Q23. 《蒙特利尔议定书》对气候变化的贡献有哪些? P. 34
- Q24. 《蒙特利尔议定书》的健康效应有哪些? P. 35

## Q18. 《保护臭氧层的维也纳公约》和《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》的目标和特点是什么？

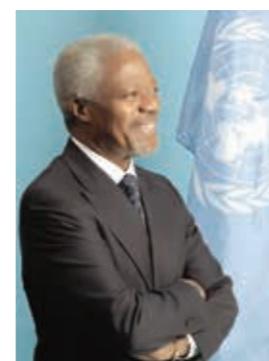
《保护臭氧层的维也纳公约》（以下简称《维也纳公约》）是最早提出保护臭氧层的框架协定。1985年，《维也纳公约》在维也纳由20多个国家共同签署。签署国一致同意采取适当措施阻止人类活动破坏臭氧层。《维也纳公约》是一个支持科学研究、信息交换及未来议定书的框架协定。

在《维也纳公约》的框架下，1987年《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》（以下简称《蒙特利尔议定书》）签订，作为实现《维也纳公约》保护臭氧层的具体实施计划。《蒙特利尔议定书》主要对ODS物质的生产和消费进行控制，由于涉及具体措施，受控物质和淘汰时间表都经过广泛而深入的讨论，然后形成了《蒙特利尔议定书》一系列的修正案和调整案。目前，联合国承认的197个主权国家全部成为议定书的缔约方。

| 《蒙特利尔议定书》可以归纳为七个主要特点 |  |
|----------------------|--|
| 1                    | 它要求批准该协议及其修正案的197个缔约方按照商定的时间表，尽可能完全取缔近100种具有臭氧消耗潜能的化学品的生产和消费                                     |
| 2                    | 议定书要求各缔约方每年报告它们已着手逐步淘汰的每种化学品的生产、进口和出口数据  |
| 3                    | 由10个不同地区的缔约方组成的履约委员会负责审查缔约方提交的数据报告，评估其履约情况，并向缔约方大会提供关于不履约国家的建议                                   |
| 4                    | 议定书包括若干贸易条款，阻止缔约方与非缔约方进行消耗臭氧层物质和包含消耗臭氧层物质的某些产品的贸易，也包括针对缔约方之间贸易的条款                                |
| 5                    | 议定书包括一项调整条款，使缔约方能够响应不断发展的科学技术，加速淘汰商定的消耗臭氧层物质，而不必经过冗长的国家正式批准程序。它已经调整了5次，以加速原有的淘汰时间表，这本身就是一项了不起的成就 |
| 6                    | 在工业化国家遵守议定书控制条款的设定日期以外，为发展中国家留出了10~16年的“宽限期”   |
| 7                    | 1991年，缔约方设立了“执行蒙特利尔议定书多边基金”，以帮助发展中国家履行协定规定的义务（参见下文）  |

## Q19. 《蒙特利尔议定书》的资金机制是怎样的？

《蒙特利尔议定书》的资金机制是其能够顺利完成ODS淘汰目标，并且成为迄今为止最成功的国际公约之一的重要保障。《蒙特利尔议定书》资金机制的基础是共同但有区别的责任原则，该原则合理地确定发达国家和发展中国家的权利和义务。在此基础上，发达国家共同出资建立“多边基金”，对发展中国家淘汰ODS项目进行资金援助。



科菲·安南  
联合国前秘书长

“《蒙特利尔议定书》可能是迄今为止最为成功的一项国际协议。”



### 有区别的责任

有区别的责任原则是《蒙特利尔议定书》在发展中国家能够顺利开展的基石。从历史排放量看，发达国家在经济发展过程中排放大量的ODS，对臭氧层已经造成了比较严重的损耗；而发展中国家正处于发展的进程中，虽然ODS使用量在不断增加，但是历史排放量远远小于发达国家，所以发达国家应该为臭氧层损耗的原因负主要责任。从控制ODS消费和排放的能力看，发达国家具有两个明显的优势，即资金充足且技术先进，有能力开展ODS的淘汰工作；但是发展中国家仍处于发展过程中，贸

然控制ODS的消费会对国民经济带来负面影响，同时发展中国家技术储备不足，无法顺利开展ODS淘汰工作。基于以上两点，发达国家应该为控制ODS承担更多的责任，即资金援助和技术支持。总体而言，“有区别的责任”原则是要求发达国家承担更多的义务（出资），享受较少的权利（率先淘汰）；而发展中国家承担较少的义务（不出资），享受较多的权利（宽限期）。

### 多边基金

在“共同但有区别的责任”原则的基础上，国际社会就保护臭氧层的责任达成了共识，并设立了多边基金，支持开展消除消耗臭氧层物质的活动。多边基金秘书处设在加拿大蒙特利尔，财政和技术援助以补贴形式提供，通过四个执行机构实施：联合国环境规划署、联合国开发计划署，联合国工业发展组织和世界银行。1991—2014年，多边基金共收到来自50个发达国家的32.75亿美元捐款，2015—

2017年预算是5.075亿美元。到2014年，已经批准了33.2亿美元经费，用于支持197个《蒙特利尔议定书》缔约方中148个“第五条”国家的6 000多个项目。143个国家设立了国家臭氧机构（NOU），作为执行这项多边环境协议的政府联络方。截至2014年12月，执行委员会批准的项目已逐步淘汰了481 653 ODP吨的消耗臭氧层物质。



各国根据自己的履约需求获得经费。也就是说，它们获取资金以逐步淘汰具体数额的消耗臭氧层物质生产量和消费量。因此，消耗臭氧层物质生产国和高消费国得到较多的资金，因为它们有更大的需求。不过作为《蒙特利尔议定书》缔约方的所有发展中国家都获得了援助。当然，人口较多的大国对消耗臭氧层物质也有更大的需求。因此，需要承担更大的逐步淘汰份额。

## Q20. 《蒙特利尔议定书》对消耗臭氧层物质采取了哪些措施？



### 各缔约国对 ODS 消费进行控制

ODS消费涉及众多行业，主要包括制冷行业、泡沫行业、清洗行业、消防行业、烟草行业和气雾剂行业等，不同行业使用的ODS种类和所需的替代技术都差别较大，因此，多边基金执委会要求各缔约国根据不同行业分别提供ODS淘汰计划，并且有选择性地提供资金支持。ODS消费行业可以分为及时排放和延迟排放两类。对于及时排放的行业，在控制ODS的消费量之后排放量就会出现显著的下降，整个控制行动不会持续特别长的时间；对于延迟排放的行业（如制冷行业，制冷剂在设备中形成一个库存，在很长时间内都是排放源），第一步是控制新生产设备的ODS消费量，然后还需要对现有设备进行处理，减少ODS的排放。针对现有的设备，无论使用哪种制冷剂，都有许多办法限制排放量，首先是减少泄漏。除了损害臭氧层，泄漏物质还可能损害环境和我们的健康。通过加强容器密封（制冷剂密封），尤其是在汽车空调和商用制冷设备上，到2020年制冷剂泄漏可能会减少30%，而且也减少了制冷剂使用成本（优化间接制冷系统、微通道换热器等）。制冷设备的妥善维护和保养（定期检查、制冷剂的系统回收、循环、再生或销毁）对减少制冷剂泄漏也有帮助。最后，制冷专业人士应该接受适当的培训，并在可能的情况下进行认证。

### 各缔约国对 ODS 生产进行控制

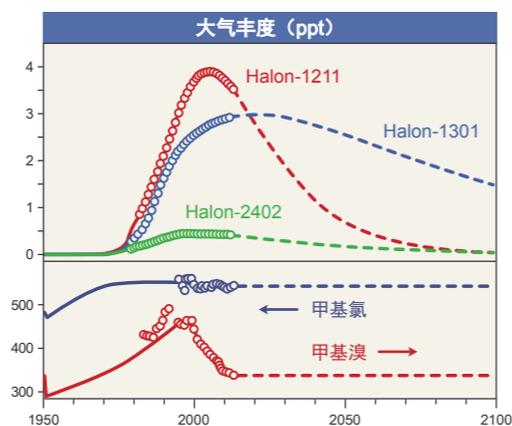
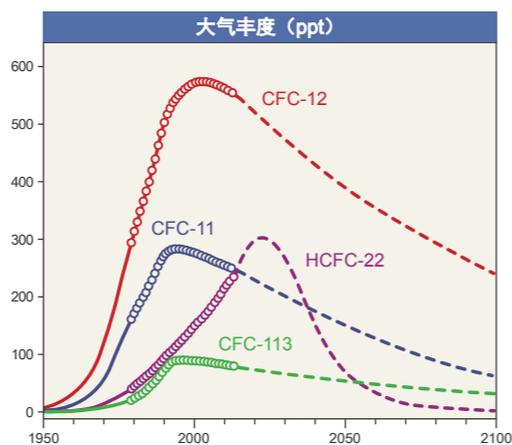
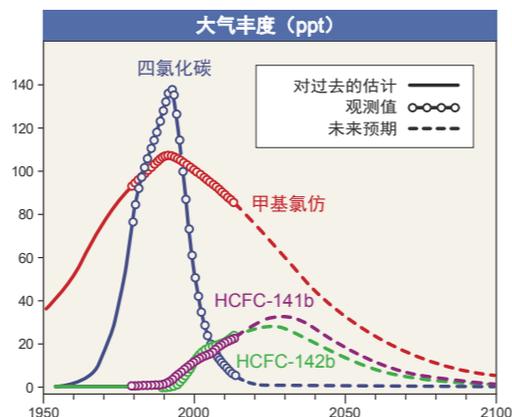
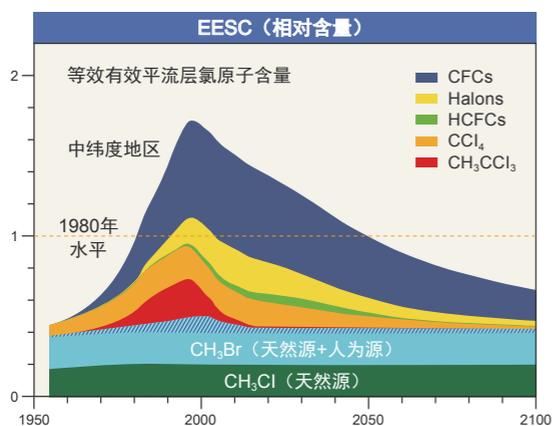
发达国家已经开发出成熟的ODS替代物质，而且在发达国家的技术援助下，发展中国家也逐步具备ODS替代物质的开发与生产能力。替代品的发展是ODS淘汰工作的重要保障，只有替代品的推广成功，ODS才能真正地、完全地被淘汰，同时也是相关消费行业能够正常发展的重要保障。在多边基金的支持下，大批资金被用于减少ODS的生产，这为发展中国家替代品生产的新兴企业提供了有利条件，具有有效的推动作用。

## Q21. 《蒙特利尔议定书》的实施取得了哪些成效？

### 主要 ODS 削减情况

- **CFCs**, 发达国家于1996年淘汰了CFCs的生产和消费, 发展中国家也于2010年1月全面淘汰CFCs的生产和消费。因此, CFC-11和CFC-113的大气丰度已达到峰值, 并且10多年来一直在下降。
- **哈龙 (Halon)**, 发达国家于1994年淘汰哈龙生产和消费, 发展中国家也于2010年1月淘汰其生产和使用。从21世纪早期观测到的峰值浓度来看, Halon-1211的大气丰度出现显著性的下降。
- **HCFCs**, 2007年《蒙特利尔议定书》决定加速发达国家和发展中国家的HCFCs淘汰速度, 预测表明未来HCFCs丰度将继续增长, 大约在2030年达到峰值, 随后稳定下降。
- **四氯化碳**, 发达国家已于1996年1月淘汰四氯化碳, 发展中国家也于2010年1月淘汰了其使用。因此, 近20年来四氯化碳的大气丰度一直在下降。

含卤原子气体的历史和预测大气丰度

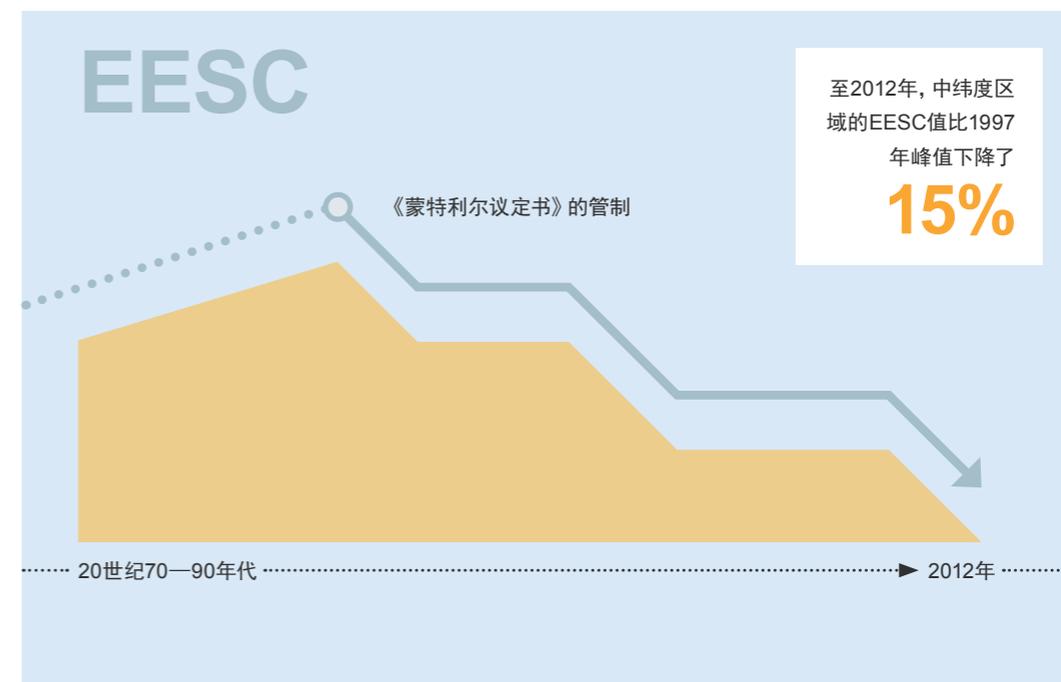


## Q22. 《蒙特利尔议定书》对减缓臭氧层损耗的贡献有哪些？

EESC是一种用于衡量平流层臭氧消耗潜力的方法, 它能够通过ODS的大气表面丰度和天然氯溴气体进行计算, 也是评估《蒙特利尔议定书》成功的重要方法。

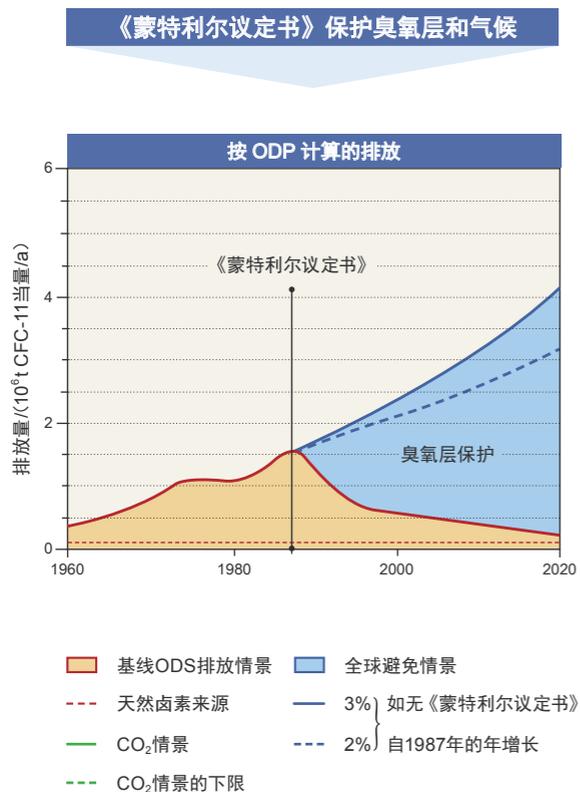
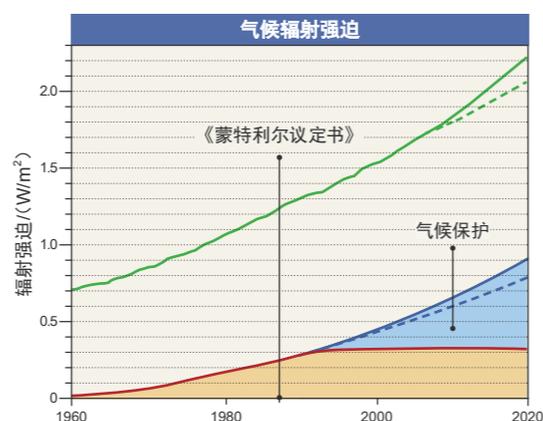
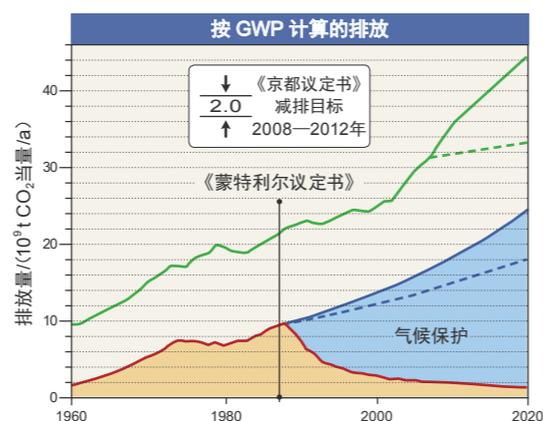
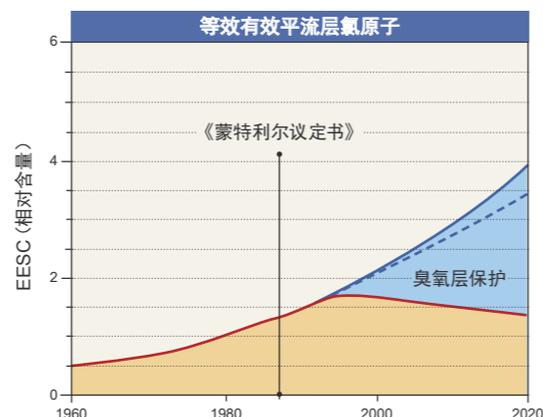
20世纪70—90年代, EESC值稳定增长, 从而导致全球臭氧受到破坏。在《蒙特利尔议定书》的管制下, EESC值的长期增长得到缓解并达到了峰值, 20世纪90年代后期开始下降。至2012年, 中纬度区域的EESC值比1997年峰值下降了15%。最初的下降主要是因为甲

基氯仿大量快速的减排, 其大气寿命只有5年。EESC值下降意味着《蒙特利尔议定书》发挥作用, 使平流层臭氧损耗潜势逐年下降。如果所有的国家继续遵守《蒙特利尔议定书》的规定, EESC值的下降将一直持续贯穿21世纪。下降趋势会一直持续是因为排放量减少, 而自然处理持续逐渐把含卤素气体从全球大气中去除。EESC值下降到1980年水平或者更低将需要几十年的时间, 因为大气中最大丰度的ODS气体的大气寿命为10~100年。



## Q23. 《蒙特利尔议定书》对气候变化的贡献有哪些？

许多消耗臭氧层物质（ODS）都是潜在的温室气体，它们在大气中的逐渐积累也会造成气候强迫。在过去20年间，《蒙特利尔议定书》的实施使得ODS的排放量大为降低。ODS排放量的降低不仅保护了臭氧层，对于减缓气候变化也功不可没。没有《蒙特利尔议定书》，每年因ODS排放产生的气候强迫将比当前值高出10倍，从而成为二氧化碳（CO<sub>2</sub>）排放以外又一个重要的气候强迫贡献源。但未来几十年，同为温室气体的ODS替代物的增加可能又会加剧人为产生的气候强迫。



## Q24. 《蒙特利尔议定书》的健康效应有哪些？

《蒙特利尔议定书》的成功实施预示着世界各国可以通过共同努力来避免人类所面临的共同威胁。自1987年签订以来，《蒙特利尔议定书》通过淘汰消耗臭氧层物质，对全球范围内的人类健康带来巨大的效益，主要是使人类避免遭受大大增加的紫外辐射。臭氧损耗会导致地球表面紫外辐射增加，大量的研究表明臭氧损耗不仅会损害人类健康，也会对粮食产量和生态系统产生影响。

如果没有《蒙特利尔议定书》，我们现在的世界应该会很不一样。《蒙特利尔议定书》顺利实施带来巨大的健康效应，估计该健康效应使得到21世纪末，至少1亿皮肤癌病例被避免。一个最近的模型显示，仅仅在美国，减少的皮肤癌病例数就可达到3亿人。另外，不仅仅是皮肤癌，《蒙特利尔议定书》的实施还避免了大量白内障病例的发生。紫外辐射暴露同样会影响人类的内分泌系统，通过阻止臭氧层损耗，

《蒙特利尔议定书》能够避免所有可被观测到由紫外辐射所引发的内分泌系统疾病。随着臭氧层逐步恢复，紫外辐射会降低，但不会低于人类生存所必需的紫外辐射的剂量。

紫外辐射增加能够影响粮食产量、经济鱼类产量和对渔场至关重要的海洋生态系统。从这个角度考虑，《蒙特利尔议定书》通过保证食品安全来间接保障了人类的健康。另外，在淘汰ODS的过程中，一些毒性物质（如甲基溴）被淘汰，保障了相关从业人员的身体健康。最终，所淘汰的ODS物质大多是温室气体，能够引起气候变暖，淘汰ODS物质有助于降低气候变化所带来的健康风险。

我们很清楚，如果臭氧层没有得到保护，人类的健康将会受到巨大的伤害。1987年各缔约国签署《蒙特利尔议定书》，不仅保护了目前生活在地球上的成千上万的人，同时也保护了我们的后代。

# 05

## 中国的履约行动 KNOWLEDGE.Q&A

- Q25. 中国为什么加入保护臭氧层国际公约? P. 38
- Q26. 中国什么时候加入保护臭氧层国际公约? P. 39
- Q27. 中国履约需承担哪些义务? P. 40
- Q28. 中国为保护臭氧层做了哪些基础工作? P. 42
- Q29. 保护臭氧层的主要法律法规有哪些? P. 43
- Q30. 保护臭氧层、淘汰ODS涉及哪些利益相关者? P. 44
- Q31. 目前中国履行保护臭氧层国际公约存在哪些挑战? P. 45
- Q32. 哪里可以获得臭氧层损耗的更多信息? P. 45

## Q25. 中国为什么加入保护臭氧层国际公约？

国际环境保护形势的需要。1985年的《保护臭氧层的维也纳公约》和1987年的《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》要求各国政府为实现保护臭氧层的目标须制定切实可行的ODS控制措施。

基于“共同但有区别的责任”原则，承担发展中国家的责任。臭氧层是地球的保护伞，保护臭氧层就是保护地球及地球生物免遭紫外线的过量辐射。中国作为一个人口大国，臭氧层破坏也会增加我国皮肤癌、白内障的发病率，导致生态系统和社会经济损失。加入公约可以更全面地了解相关信息、

参与相关活动，保护我们生存的地球环境。

提高环境管理水平。通过实施国际支持的项目，引进国际资金和先进技术，为国家培养专业人才，提高环境管理整体水平。

避免贸易壁垒，促进国内产业升级。作为“第五条”国家，中国可以比“第二条”国家晚10年淘汰相应的ODS，但“第二条”国家在提前实现氟利昂淘汰目标后，会禁止进口含氟利昂的冰箱、空调等电器，如果我国企业不能做相应改造替代，相关商品将不能进入发达国家的市场。

## Q26. 中国什么时候加入保护臭氧层国际公约？

中国政府于1989年9月签署了《维也纳公约》，1991年6月加入了《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》及其伦敦修正案，成为按《蒙特利尔议定书》第五条行事的缔约国。中国于2003年4月加入了《蒙特利尔议定书》哥本哈根修正案；并于2010年5月同时批准加入了《蒙特利尔议定书》蒙特利尔修正案和北京修正案。至此，中国政府批准了所

有关于《蒙特利尔议定书》的修正案。1993年1月，中国政府正式批准实施《中国逐步淘汰消耗臭氧层物质国家方案》（以下简称《国家方案》），并于1995年制定了主要生产和消费行业的淘汰消耗臭氧层物质（ODS）战略；中国政府于1999年11月批准了《国家方案》（修订）。具体时间表如下：

1989年9月11日，中国政府加入《维也纳公约》

2003年4月22日，中国政府加入《蒙特利尔议定书》哥本哈根修正案

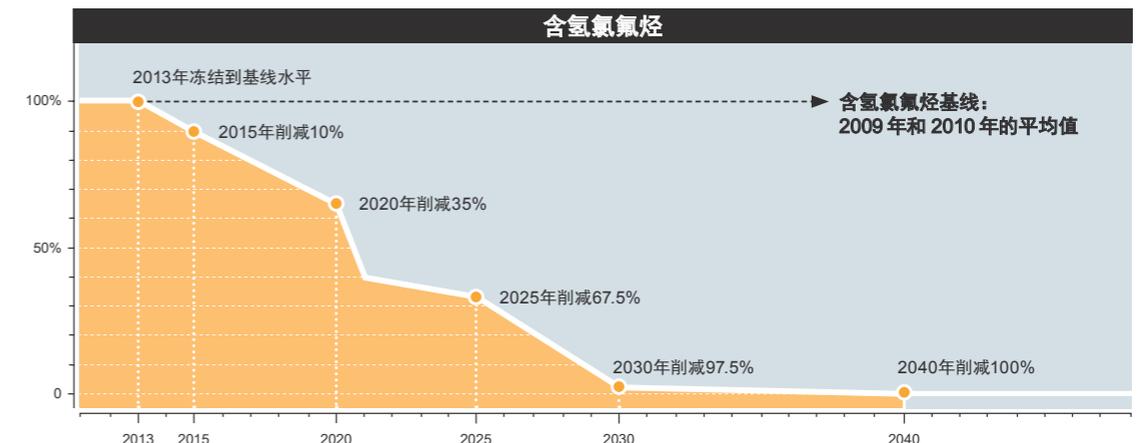
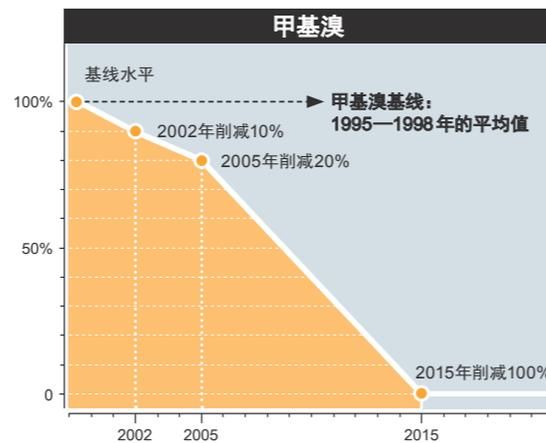
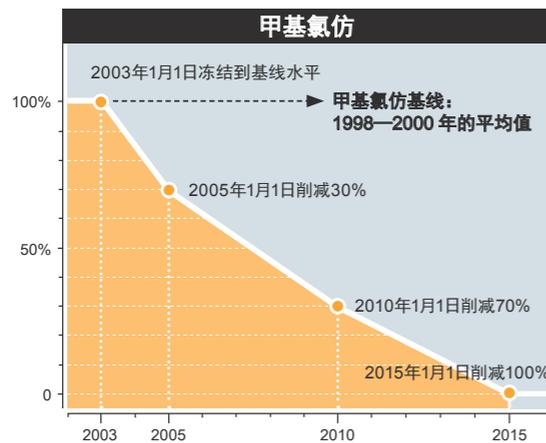
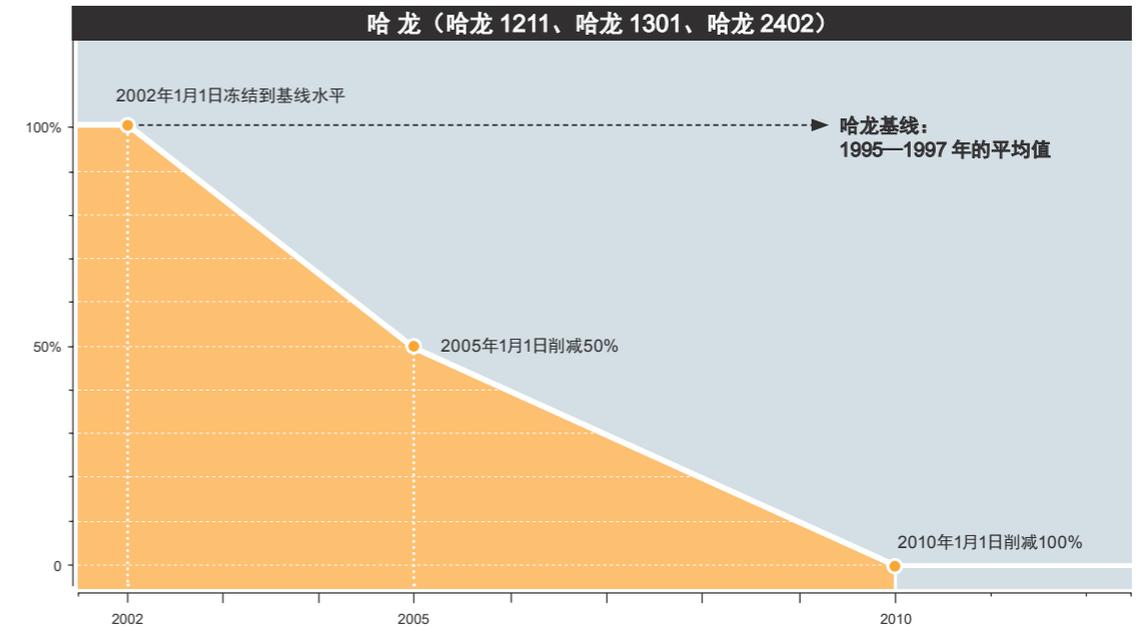
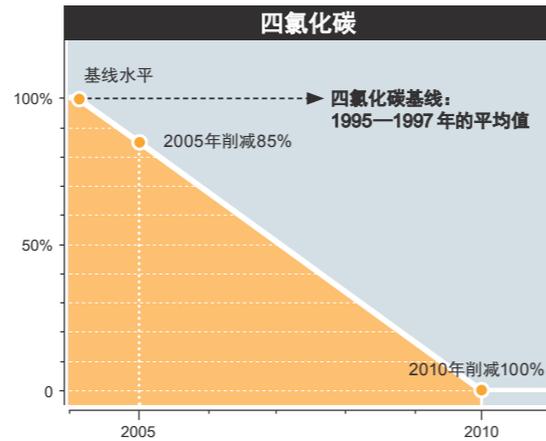
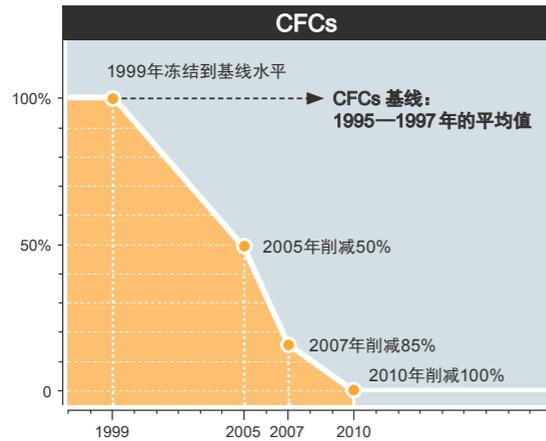
1991年6月14日，中国政府加入《蒙特利尔议定书》及其伦敦修正案

2010年5月19日，中国政府加入《蒙特利尔议定书》蒙特利尔修正案和北京修正案



# Q27. 中国履约需承担哪些义务?

## 1. 按照《蒙特利尔议定书》要求的淘汰时间表削减ODS的生产和使用



2. 建立ODS进出口许可制度，不可以和非缔约方进行ODS贸易
3. 每年9月30日前，向秘书处报告前一年度ODS生产使用和进出口数据
4. 定期与其他缔约方进行信息交换

## Q28. 中国为保护臭氧层做了哪些基础工作？

1. 建立工作机构（保护臭氧层领导小组）。1991年，国务院批准并成立了由18个部委组成的保护臭氧层领导小组，作为中国政府跨部门间的协调机构，负责履行《维也纳公约》和《蒙特利尔议定书》，并审核各项执行方案和提出决策性意见。

该领导小组由环境保护部任组长单位，成员包括外交部、国家发展和改革委员会、科学技术部、公安部、财政部、工业和信息化部、农业部、商务部、海关总署、国家粮食局、国家质监局、国家食品药品监督管理局、国家烟草专卖局、中国航空工业集团公司、中国航天科技集团公司等相关部门。领导小组下设协调小组和项目办公室，具体负责履约的日常事务。

按照《维也纳公约》和《蒙特利尔议定

书》的要求，环境保护部作为国家的联络机构负责中国与公约其他缔约方和秘书处的联络。专门成立了负责具体淘汰活动的多边基金项目管理办公室（Project Management Office, PMO），设在环境保护部环境保护对外合作中心。

2. 制定发布国家方案。1993年1月，国务院正式批准《中国逐步淘汰消耗臭氧层物质国家方案》，由保护臭氧层领导小组组织实施。

3. 制定实行业淘汰计划。1999年，国务院批准《中国逐步淘汰消耗臭氧层物质国家方案（修订版）》，明确了行业计划为主的实施模式，形成了生产、消费、替代品和政策法规建设四同步的指导思想。到2015年，中国已经实施了25个行业计划，共淘汰了25万吨ODS的生产和使用，共获得多边基金赠款12亿美元。



## Q29. 保护臭氧层的主要法律法规有哪些？

### 一、《中华人民共和国大气污染防治法》

2000年4月29日，中华人民共和国第九届全国人民代表大会常务委员会第十五次会议通过第一次修订，自2000年9月1日起施行。全文共7章66条，其中第四十五条和第五十九条明确了我国对消耗臭氧层物质的管理原则：

**第四十五条** 国家鼓励、支持消耗臭氧层物质替代品的生产和使用，逐步减少消耗臭氧层物质的产量，直至停止消耗臭氧层物质的生产和使用。

在国家规定的期限内，生产、进口消耗臭氧层物质的单位必须按照国务院有关行政主管部门核定的配额进行生产、进口。

**第五十九条** 违反本法第四十五条第二款规定，在国家规定的期限内，生产或者进口消耗臭氧层物质超过国务院有关行政主管部门核定配额的，由所在地省、自治区、直辖市人民政府有关行政主管部门处二万元以上二十万元以下罚款；情节严重的，由国务院有关行政主管部门取消生产、进口配额。

2015年8月29日，第十二届全国人民代表大会常务委员会第十六次会议第二次修订，2016年1月1日生效，全文共8章129条，其中第八十五条明确了我国对消耗臭氧层物质的管理原则：

**第八十五条** 国家鼓励、支持消耗臭氧层物质替代品的生产和使用，逐步减少直至停止消耗臭氧层物质的生产和使用。

国家对消耗臭氧层物质的生产、使用、进出口实行总量控制和配额管理。具体办法由国务院规定。

### 二、《消耗臭氧层物质管理条例》

《消耗臭氧层物质管理条例》是中国ODS管理的系统性行政法规。国务院第104次常务会议于2010年3月24日通过，自2010年6月1日起施行。全文共六章41条，包括总则、生产销售和使用、进出口、监督检查、法律责任和附则，明确了ODS总量控制和配额管理制度，对ODS销售、维修、回收、销毁进行了规定，明确了监督管理责任和违法行为的处罚细则。

### 三、国务院环境保护主管部门及相关部委联合发布的规章和规范性文件

为了履行《蒙特利尔议定书》，中国政府有关部门根据履约进展和需要逐步发布了一系列的规章政策和规范性文件，包括受控物质清单，禁止新建、改建、扩建ODS生产和使用的设施的通知，消耗臭氧层物质进出口管理办法，中国受控ODS进出口物质名录，ODS生产和使用配额管理的通知、消耗臭氧层物质替代品推荐目录、ODS生产和使用禁令等。

更多文件可查询中国保护臭氧层行动网站  
[www.ozone.org.cn](http://www.ozone.org.cn)

## Q30. 保护臭氧层、淘汰ODS涉及哪些利益相关者？

### 一、ODS生产、使用、销售、进出口、维修、回收和销毁企业

ODS生产和使用企业都有淘汰任务，对生产企业，停止ODS的生产，相关的生产设备要么转型做其他化学品，要么关厂销毁设备，淘汰方案直接影响企业的存活以及大量工人和技术人员的安置；对使用企业，替代品的性能和价格是关键要素，替代品选取不当或者替代成本过高，都将严重影响企业发展。ODS生产和使用企业需要按照政策法规要求淘汰ODS物质，按照配额组织生产和使用，上报数据。ODS销售企业需要按照法规要求进行备案，上报数据。ODS进出口企业需要按照进出口管理的要求进行ODS进出口贸易。ODS维修、回收和销毁企业需要按照法规要求在地方备案。

### 二、中央部委

环境保护部作为履约牵头部门，牵头组织国际谈判，对外报送数据，协调相关利益方，推动法律法规和管理政策的出台，实施ODS生产、使用总量控制和配额管理制度，组织多边基金项目的开发、申报和实施，指导地方环保部门对企业进行监督，确保实现国家ODS淘汰履约目标。

- 外交部：国际公约谈判，加入公约、议定书及其修正案相关事宜
- 国家发展和改革委员会：宏观经济政策和产业政策
- 科学技术部：替代品和替代技术研发支持
- 财政部：国际赠款资金监管

- 公安部：消防行业哈龙灭火剂淘汰
- 农业部：农业甲基溴使用的淘汰
- 交通运输部：运输制冷和空调中ODS制冷剂的替代和汽车维修中ODS的管理
- 工业和信息化部：相关产业政策、行业标准制(修)订
- 商务部：ODS进出口管理
- 海关总署：ODS进出口管理
- 国家质检总局：相关国家标准的制(修)订、进出口检验检疫用途甲基溴使用的管理
- 国家食品药品监督管理局：药品行业ODS气雾剂的淘汰
- 国家粮食局：粮食仓储行业甲基溴的淘汰
- 国家烟草专卖局：烟草行业甲基溴淘汰和烟丝膨胀剂用途的CFC-11淘汰

### 三、行业协会

- 中国石油和化学工业协会：化工行业ODS淘汰及其替代品开发
- 中国氟硅有机材料工业协会：氟化工生产ODS淘汰及其替代品开发
- 中国氯碱工业协会：四氯化碳生产淘汰
- 中国塑料加工工业协会：泡沫行业ODS淘汰
- 中国家用电器协会：冰箱、房间空调器等家用电器中ODS的淘汰
- 中国制冷空调工业协会：工业、商用制冷设备中ODS的淘汰
- 中国轻工业塑料加工应用研究所：XPS行业ODS发泡剂的淘汰及其标准制定

- 中国汽车工业协会：汽车空调ODS制冷剂的淘汰
- 中国医疗器械行业协会高分子分会：清洗行业ODS清洗剂和硅油稀释剂的淘汰

### 四、科研院所

国际公约形势研判、ODS管理政策研究、替代技术研发、淘汰项目实施过程中的技术指导。

### 五、地方环保系统

落实ODS管理政策、对ODS企业进行监督管理。

### 六、社会公众

支持履约工作，尽可能选用环境友好的替代品，举报违法行为。

## Q31. 目前中国履行保护臭氧层国际公约存在哪些挑战？

根据公约要求，中国目前的履约目标是完成一些必要用途的ODS的替代，实现含氢氯氟烃（HCFCs）的阶段性淘汰目标。

1. 吸入式药用气雾剂所使用的CFCs由于替代品登记过程复杂，目前还没有完成全部替代，预计仍需要2年左右时间。
2. 农业领域生姜用途的甲基溴由于缺乏替代品仍然在申请公约的豁免使用，需要加强替代

品的研发和登记，尽早停止豁免。

3. 对国家和地方履约能力的挑战：加速淘汰HCFCs面临生产和使用规模大、企业数量多、从业人员多、替代技术困难等，还有主要替代品HFC可能受管控的复杂局面。
4. 作为全球最大的ODS生产国和出口国，打击ODS非法贸易的挑战。

## Q32. 哪里可以获得臭氧层损耗的更多信息？

很多网站有臭氧、UV、环境影响和相关主题的信息。然而，某些已经过时了，某些可能含有不正确的信息。下面的网站为可靠机构提供的可靠信息。

中国保护臭氧层行动：[www.ozone.org.cn](http://www.ozone.org.cn)  
 联合国环境规划署：[www.ozone.unep.org](http://www.ozone.unep.org)  
 发现ODS非法线索，请举报。  
 电话：12369  
 网址：[www.12369.org.cn](http://www.12369.org.cn)

# GLOSSARY 常用术语

## 臭氧 (O<sub>3</sub>)

一个臭氧分子由三个氧原子组成。臭氧是一种淡蓝色、极为刺鼻的气体，在大气层底部是一种有毒气体。在平流层，臭氧可阻挡有害紫外线到达地球，发挥着重要作用。

## 臭氧层

臭氧层由臭氧气体组成，它阻挡太阳中的有害紫外线。臭氧层处于平流层（大气层上部），积聚在距地表15~25km的大气上空。

## 臭氧损耗

人类活动向大气释放化学物，破坏大气层上部臭氧分子。当臭氧分子在大气上层遭到破坏后，臭氧层变得越来越稀薄，到达地球表面的有害紫外线数量越来越多。

## 道布森单位 (DU)

臭氧研究使用的单位。道布森单位 (DU) 是0°C时0.01mm厚的臭氧和1个大气压对地球表面的压力。将100个单位的臭氧放到地球表面，会形成1mm厚的一层。此单位以G·M·B道布森的名字命名，道布森是最早研究大气层的科学家之一。

## 对流层

大气中较低的一层。基本上所有的人类活动都发生在对流层，所有的水蒸气和大部分云也在这一层。

## 哈龙

哈龙是包含溴、氯和碳的化学物，用于灭火器，和全氯氟烃一样，释放到大气中的哈龙会引起臭氧层的消耗。

## 平流层

大气的上层，距地面15~50km。

## 气候变化

地球的气候不是稳定不变的，而是随自然因素不断地变化。研究人员认为人类活动是最近观测到的全球气候变化的首要原因。

## 全氯氟烃 (CFCs)

全氯氟烃是一种含有碳、氯和氟的化学物，通常用作制冷剂、发泡剂和溶剂等。全氯氟烃释放到大气中会引起臭氧层的消耗。

## 含氢氟氟烃 (HCFCs)

包含氢、氯、氟和碳原子。因对臭氧层的危害较小，HCFCs被用作CFCs的替代物。HCFCs是消耗臭氧层物质，同时也是温室气体。

## 甲基溴 (CH<sub>3</sub>Br)

农业生产中广泛应用于杀虫剂。甲基溴能严重破坏臭氧层，对人体和动物也非常有害。

## 《蒙特利尔议定书》

一项旨在保护臭氧层的国际协议，197个国家已经签署了此议定书。如果所有缔约方按照《蒙特利尔议定书》履行承诺，到21世纪中叶，臭氧层有望恢复到1980年前的水平。

## 全球变暖

人们观察到的地球近地面空气和海洋的平均温度上升。

## 全球变暖潜能值 (GWP)

全球变暖潜能值 (GWP) 是物质产生温室效应的指数，即在100年的时间框架内，各种温室气体的温室效应对应于相同效应的二氧化碳的质量。

## 温室气体 (GHGs)

温室气体 (GHGs) 即保存大气中热量，使地球变暖的气体，这类气体引起全球变暖。一些温室气体可在大气中自然生成，一些则由人类活动产生。根据《京都议定书》的规定，目前主要温室气体是二氧化碳 (CO<sub>2</sub>)、甲烷 (CH<sub>4</sub>)、氧化亚氮 (N<sub>2</sub>O)、氢氟碳化物 (HFCs)、全氟化碳 (PFCs)、六氟化硫 (SF<sub>6</sub>)。

## 温室效应

温室效应是一种自然现象，地球大气层的作用原理与温室相似，它可使太阳的热量进入大气层，到达地球表面。地面发散的长波辐射因温室气体的作用被阻挡在近地面处。温室气体含量越大，大气和地表温度越高。

## 消耗臭氧层物质

造成臭氧消耗的化学物，主要包括全氯氟烃 (CFCs)、哈龙、甲基溴和含氢氯氟烃 (HCFCs) 等。

## 消耗臭氧潜能值 (ODP)

消耗臭氧潜能值 (ODP) 是一种物质消耗平流层臭氧能力的指数，以CFC-11的破坏臭氧层能力作为参照的数值，值越大破坏臭氧层的能力越强。CFC-11的ODS值为1。

## 紫外线指数

紫外线指数是描述地球表面太阳紫外线辐射强度的工具，其目的是指导人们采取防护措施，免受紫外线辐射伤害。紫外线指数使用一系列从零开始升高的数值。数值越高，有害紫外线的含量越高，对人类健康造成的风险越大。

# APPENDIXES 附录

主要 ODS 及其 ODP、GWP 和大气寿命

| 气体名称                                     | 大气寿命 / 年    | 消耗臭氧潜能值 (ODP)    | 全球变暖潜能值 (GWP)    |
|--|-------------|------------------|------------------|
| <b>卤素族气体</b>                             |             |                  |                  |
| CFC-11                                   | 52          | 1                | 5 160            |
| CFC-12                                   | 102         | 0.73             | 10 300           |
| CFC-113                                  | 93          | 0.81             | 6 080            |
| 四氯化碳 (CCl <sub>4</sub> )                 | 26          | 0.72             | 1 730            |
| 三氯乙烷 (CH <sub>3</sub> CCl <sub>3</sub> ) | 5           | 0.14             | 153              |
| 一氯甲烷 (CH <sub>3</sub> Cl)                | 0.9         | 0.015            | 11               |
| <b>含溴气体</b>                              |             |                  |                  |
| 哈龙 -1301                                 | 72          | 15.2             | 6 670            |
| 哈龙 -1211                                 | 16          | 6.9              | 1 750            |
| 一溴甲烷 (CH <sub>3</sub> Br)                | 0.8         | 0.57             | 2                |
| 短寿命含溴气体 (如 CHBr <sub>3</sub> )           | 小于 0.5      | 非常低              | 非常低              |
| <b>HCFCs</b>                             | <b>1~18</b> | <b>0.01~0.10</b> | <b>800~2 070</b> |
| HCFC-22                                  | 12.0        | 0.055            | 1 780            |
| HCFC-123                                 | 1.3         | 0.02             | 76               |
| HCFC-141b                                | 9.3         | 0.11             | 713              |
| HCFC-142b                                | 17.9        | 0.065            | 2 270            |



# 地球的保护伞 **臭氧层**

——臭氧层基础知识和国际公约相关知识问答

DIQIU DE BAOHUSAN  
CHOUYANGCENG

ISBN 978-7-5111-2766-2



9 787511 127662 >

定价：42.00 元