



ozone

臭氧保护 重要图表 2.0 与气候变化的联系

媒体记者工具包

联合国环境规划署技术、工业和经济司臭氧行动处

臭氧保护 重要图表 2.0 与气候变化的联系

Copyright ©2010

联合国环境规划署 (UNEP)、全球资源信息数据库-阿伦达尔中心 (GRID-Arendal) 和Zoi环境网络 (Zoi Environment Network)

ISBN: 978-82-7701-079-3

这是联合国环境规划署技术、工业和经济司臭氧行动处、全球资源信息数据库-阿伦达尔中心和Zoi环境网络的一份联合出版物。

联合国环境规划署 (UNEP)
United Nations Avenue, P.O. Box 20552, Nairobi, Kenya (肯尼亚)

联合国环境规划署技术、工业和经济司 (UNEP DTIE)
15 rue de Milan, 75441 Paris, Cedex 09, France (法国)

联合国环境规划署/全球资源信息数据库-阿伦达尔中心 (UNEP/
GRID-Arendal)
Postboks 183, N-4802 Arendal, Norway (挪威)

Zoi环境网络
9, ch. de Balexert, Chatelaine, Geneva, CH-1219 Switzerland (瑞士)

联合国环境规划署 (UNEP) 是世界主要的政府间环境组织。联合国环境规划署的使命是为全球环境保护提供领导，促进伙伴关系的建立，激励各国政府及其人民，向他们提供信息，提高其能力，以改善他们的生活质量，而不危及后代人的利益。

www.unep.org

联合国环境规划署技术、工业和经济司臭氧行动处 (UNEP DTIE OzonAction Branch) 协助发展中国家和经济转型国家，使它们能够实现和保持对《蒙特利尔议定书》的履约。臭氧行动处作为执行蒙特利尔议定书多边基金的一个执行机构，支持联合国环境规划署的使命。

www.unep.fr/ozonaction

联合国环境规划署/全球资源信息数据库-阿伦达尔中心 (UNEP/GRID-Arendal) 是联合国环境规划署正式设立于挪威南部的一个中心。全球资源信息数据库-阿伦达尔中心的使命是为信息管理和评估提供环境信息、沟通和能力建设服务。中心的核心工作是促进信息的自由获取和交换，以支持决策，确保一个可持续发展的未来。

www.grida.no

Zoi 环境网络 (Zoi Environment Network) 是设在日内瓦的一个国际非营利组织，其使命是发现、解释和宣传环境与社会之间的联系，促成实用的政策解决方案来应对复杂的国际挑战。

www.zoinet.org

在注明出处的前提下，可未经版权所有者的许可，以任何形式转载本出版物的全部或部分用于教育或非营利的目的。如蒙惠寄使用本书作为资料来源的出版物，环境规划署将不胜感激。

未经版权所有者的事先书面许可，不得转售本出版物或将之用于任何商业目的。本出版物中的专有产品相关信息不得用于广告。

免责声明：

本出版物中对一些名称的使用和一些材料的引用并不意味着环境规划署对任何国家、领土、城市或地区或其政府的合法地位或对其边界划分表示任何意见。本报告所提及的商业公司或产品并不意味着来自合作伙伴的任何推荐。我们对可能无意中产生的任何错误或遗漏表示歉意。此外，本出版物表达的观点不一定代表联合国环境规划署的决定或既定政策，对商品名称或商业活动的提及也不表示任何推荐。

内容

- 6** 01 臭氧空洞 受损的紫外线屏障
- 8** 02 罪魁祸首 消耗臭氧层物质
- 14** 03 连环性破坏 更高的温度、极地平流层云和日益变化的气候
- 17** 04 后果和影响1 紫外线辐射和生态系统
- 18** 05 后果和影响2 紫外线辐射和人类健康
- 21** 06 动员1 防晒和致敏性研究计划
- 22** 07 动员2 成功的环境外交
- 26** 08 动员3 募集资金修补臭氧空洞
- 28** 09 向蒙特利尔学习1 成功的秘诀
- 30** 10 向蒙特利尔学习2 逐步淘汰消耗臭氧层物质
如何使温度刹车?
- 32** 11 遗留物 消耗臭氧层物质蓄存
- 34** 12 不利影响 消耗臭氧层物质的非法贸易

致谢

第二版全面修订人员

Claudia Heberlein (文字和编辑), Zoï环境网络
Emmanuelle Bournay (插图), Zoï环境网络

审稿

Harry Forster, Interrelate公司, 法国格勒诺布尔

中文版翻译和制作

Tongwen Translations, 同文翻译公司

中文版审校

胡少峰, 联合国环境规划署技术、工业和经济司

本出版物得到了执行蒙特利尔议定书多边基金的资助。

编写人员

Emmanuelle Bournay (插图)
Claudia Heberlein (文字和编辑)
Karen Landmark
John Bennett, Bennett&Associates公司

审稿及翻译

Harry Forster, Interrelate公司, 法国格勒诺布尔

全面指导

Sylvie Lemmet, 联合国环境规划署技术、工业和经济司
Rajendra Shende, 臭氧行动处
James S. Curlin, 臭氧行动处

第二版审阅

Julia Anne Dearing, 多边基金秘书处
James S. Curlin, 臭氧行动处
Samira de Gobert, 臭氧行动处
Etienne Gonin, 顾问

审阅及指导

Robert Bisset, 联合国环境规划署技术、工业和经济司
Ezra Clark, 英国环境调查机构
Julia Anne Dearing, 多边基金秘书处
Anne Fenner, 臭氧行动处
Samira de Gobert, 臭氧行动处
Balaji Natarajan, 履约协助方案组
K.M. Sarma, 高级专家
Michael Williams, 联合国环境规划署日内瓦办事处

联合国环境规划署技术、工业和经济司、全球资源信息数据库-阿伦达尔中心和Zoï环境网络希望感谢上述所有贡献者, 他们的帮助使这本手册得以顺利出版。

版

第二版前言

《蒙特利尔议定书》各缔约方经过20多年的努力，已将科学现实转化为多项政治决定，并最终采取了扎扎实实的具体行动。该《议定书》的经验在某种程度上可作为建立多边体系的一个指南和鼓舞人心的范例，并有助于建立对未来多边环境协定的信心。

这种信心已得到增强，因为，《蒙特利尔议定书》的各缔约方决定，尽早采取迅速行动，结束氢氯氟烃(HCFC)的消费和生产。不过，必须站在一个新时代的高度来采取这些行动，这个时代要求全球贯彻“绿色增长”的理念，这种增长摆脱“一如既往”的做法，推动我们加速朝着低碳的资源节约型经济发展，对生于自然、源于自然的资产进行智能管理。而且，如果能在逐步淘汰的过程中改善能源效率并采用替代技术，那么，结束氢氯氟烃的加速行动将给臭氧和气候带来最大好处。全世界正在面临一个绝无仅有的机遇，我们可以在减少臭氧层物质消耗的同时，实现气候效益，提高能源效率并促进绿色就业的增长。

这份经过修订的《臭氧保护重要图表》(第二版)说明了《蒙特利尔议定书》各缔约方为加速逐步淘汰氢氯氟烃物质做出的最新决定及其对使用替代化学物质的影响。它还侧重讨论了其与气候变化的联系，包括对大气的实质性影响以及国际条约谈判的制度基础，并讨论了剩余并仍存放于在用设备及封存设备中的大量臭氧杀手所构成的挑战，它们只有在完全销毁的情况下才说得上对大气安全。

全面更新的图表资料中收录了10多幅新图表，使《臭氧保护重要图表2.0 — 与气候变化的联系》更加完整。

写给媒体记者的话

《臭氧保护重要图表》旨在为有兴趣撰写有关臭氧层耗损问题和《蒙特利尔议定书》报道的记者们提供一个实用工具。除了为该主题提供基本介绍外，本出版物有意鼓励记者们向专家寻求进一步的资料，并提供现成的图表说明，可在文章中采用。

所有图表都在网上免费提供，网址为：www.vitalgraphics.net/ozone。这些图表可以按不同的格式和解析度下载，其设计方式使它们很容易并译成各个语种。在线版本还特别提供了更多资料，如故事

性介绍、联络方式、综合词汇表以及关于臭氧空洞相关信息的更多链接。

联合国环境规划署技术、工业和经济司臭氧行动处、全球资源信息数据库-阿伦达尔中心和Zoi环境网络将非常乐意保留一份任何使用这些图表所编写的材料的副本，届时请通过电子邮件发送至：ozonaction@unep.org、ozone@grida.no和enzoi@zoinet.org。

前言

1987年9月16日,《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》签署通过,该协定的签署国认为必须采取行动解决一个令人恐慌的全球环境危机——具有保护作用的地球臭氧层正在消耗殆尽!自20年前播下这颗弱小的种子,这项协定就不断生根发芽,并已经成为人们所形容的“也许是迄今为止最成功的一项国际环境协议”。它也成为发展中国家和发达国家伙伴关系的一个杰出范例,清楚地表明了只要所有国家都下决心落实国际商定的框架,任何全球环境问题都是可以得到控制的。但它为何运作得这么好,它如何影响我们的生活,什么工作摆在我们面前,而我们又可以从中借鉴哪些经验教训呢?

《蒙特利尔议定书》的事例实际上是成百上千个有吸引力、有新闻价值的单个故事的汇总,这些故事在期待着有正确的声音把它们表达出来。其中包括强调有必要从开始就预防环境问题的警示故事;包括涉及伙伴关系、创新和各国为共同福祉而共同努力的激励故事;也有一些故事充满希望,有关人类得以成功扭转一个似乎难以克服的环境问题,并同时平衡经济和社会需求。除了数字和统计之外,《蒙特利尔议定书》首先是一个有人情味的故事,它展示了全球环境问题可能如何影响到我们每个人,包括我们的健康、我们的家庭、职业和社区,以及我们作为个人,如何能成为解决方案的一部分。

今年将纪念这一具有里程碑意义的协议签署20周年,它给我们所有人提供了一个深入研究这些故事的机会。每个国家和地区的机构和个人,都为保护臭氧层做出了重大贡献,他们的动人故事必须公诸于众。我们希望记者们帮助报道这些故事,而我们也试图通过本出版物对这些宣传活动进行支持。

这本《臭氧保护重要图表》是一系列环境问题“重要图表”中最新的成果,为记者们提供了构思各自臭氧故事所需的基本视图、事实、数字和联系方式。图表和数字可以直接用在文章中。我们希望本出

版物和相关网站中的资料可以为记者们提供信息,并促使他们走出去调查这个故事,并向读者、观众或听众讲述臭氧故事,包括正反两面的故事。

《臭氧保护重要图表》由联合国环境规划署技术、工业和经济司臭氧行动处和联合国环境规划署/全球资源信息数据库-阿伦达尔中心联合编制,这是使记者们参与讲述臭氧故事的计划的一部分,由实施蒙特利尔议定书多边基金提供资助。

尽管本出版物专门针对媒体人士,但我们相信,任何有兴趣了解《蒙特利尔议定书》和臭氧层耗损问题的人士,都会觉得本出版物是一份有趣且有价值的参考资料。

我希望本书内容不仅阅读起来令人愉快,而且会激发媒体的创作热情,推动保护臭氧层的努力在世界各地的报纸和广播、电视及互联网上得到宣传,并且更加深入人心。

阿希姆·施泰纳 (Achim Steiner)
联合国副秘书长
联合国环境规划署执行主任

臭氧空洞

受损的紫外线屏障

臭氧层距离地球表面上方大约10至16千米，它能过滤掉危险的太阳紫外线（UV）辐射，从而保护地球上的生命。科学家们认为，臭氧层在大约4亿年前形成，从那时起基本保持不受干扰。1974年，两名来自美国加州大学的化学家发现一种广泛使用的工业化学品人造氟氯化碳（CFCs）的排放可能威胁臭氧层，这一发现震惊了国际社会。

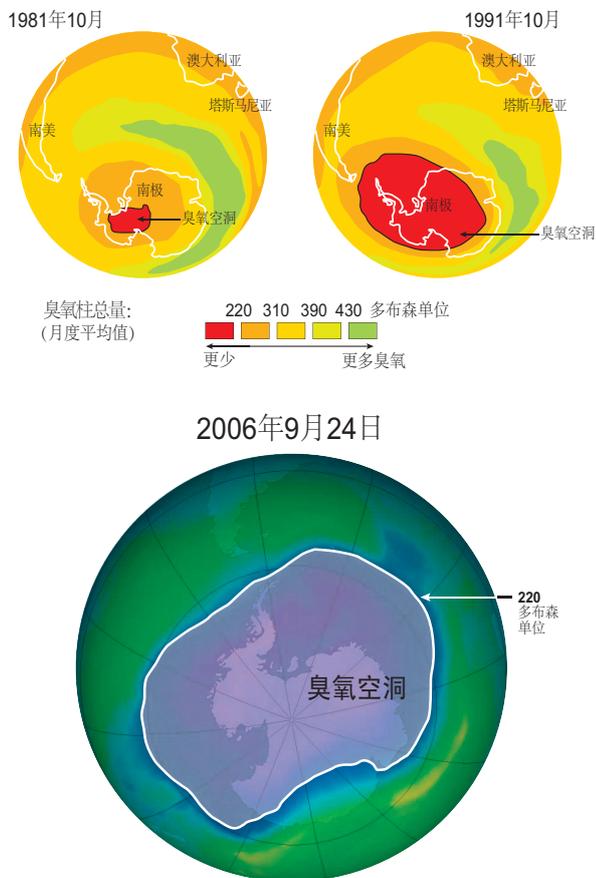
这两名科学家是舍伍德·罗兰(Sherwood Rowland)和马里奥·莫利纳(Mario Molina)，他们假设当氟氯化碳到达平流层时，太阳紫外线辐射会导致这些化学性质稳定的物质分解，进一步导致氯原子被释放出来。氯原子一旦从化学键中释放出来，就会引发一种链式反应，破坏平流层中的大量臭氧。这两位科学家估计一个氯原子可以破坏多达10万个臭氧分子。多年来许多科学家都证实了臭氧损耗理论。1985年，英国南极调查局(British Antarctic Survey)进行的基于地面测量记录到，南极上方出现大规模的臭氧损耗(俗称“臭氧空洞”)，为该发现提供了进一步的确认。这些结果后来通过卫星测量证实。

“臭氧空洞”的发现震惊了社会各界以及各国政府，它为在1987年通过《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》等协定铺平了道路。由于《议定书》在逐步淘汰最危险的消耗臭氧层物质方面的迅速进展，臭氧层有望到2060年-2075年，即国际社会同意采取行动的70多年后，恢复到它在20世纪80年代前的状态。《蒙特利尔议定书》被称为“也许是迄今为止最成功的一项国际环境协议”，也是国际社会成功合作解决棘手的全球性环境挑战的一个范例。



任何特定时期臭氧层耗损的范围取决于化学和气候因素的复杂互动，例如气温和风。1988年、1993年和2002年异常低的耗损水平是由于中纬度地区出现的空气扰动所导致的极地平流层早期变暖，而不是由于南极平流层中活性氯和溴数量的重大变化。

南极臭氧空洞

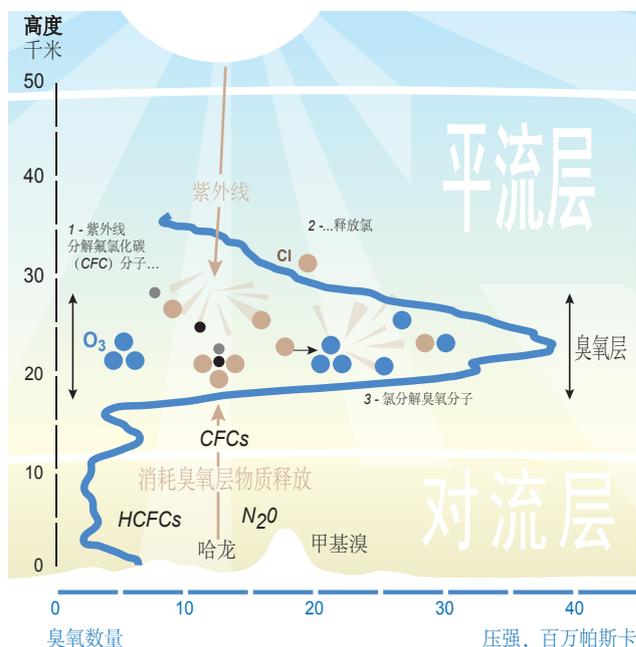


出自2006年9月21-30日，当时臭氧空洞平均面积是有记录以来观察到最大的。

来源：美国国家海洋和大气管理局（NOAA）利用臭氧总量测绘光谱仪（TOMS）的测量值；美国国家航空航天局（NASA），2007年。

自1985年首次观测到20世纪70年代预测的臭氧损耗现象以来，南极上空的臭氧层变得越来越稀薄。臭氧耗尽的大气层下方的地表面积越来越大，在20世纪90年代初就达2000多万平方公里，并从那时起在2000至2900万平方公里之间变动。尽管根据《蒙特利尔议定书》取得了进展，但是2006年9月南极上方的臭氧“空洞”比以往任何时候都大。这是由于平流层的气温特别寒冷，也是由于消耗臭氧层物质的化学稳定性——它们需要大约40年才能分解。虽然在极地地区问题最严重，特别是在南极上空，因为大气温度极低，还有平流层云，不过在热带地区以外，世界各地的臭氧层都在变薄。在北极的春季，北极上空的臭氧层变薄了30%之多。欧洲和其它高纬度地区的耗损程度在5%到30%之间变动。

平流层中破坏臭氧的化学过程



平流层臭氧、对流层臭氧和臭氧“空洞”

在平流层臭氧形成一个层，在热带最薄，向两极变密。形成臭氧的过程是当紫外线辐射(阳光)射到平流层时，使氧分子(O₂)分离(或“分裂”)成为氧原子(O)。氧原子与氧分子迅速结合，形成臭氧(O₃)。地球表面某点上空的臭氧含量以多布森单位(DU)衡量——热带附近一般是260DU左右，其它地区更高一些，不过季节波动较大。

臭氧空洞定义为臭氧浓度低于220 DU的区域所覆盖的地球表面积。近年来观测到的最大面积覆盖2500万平方公里，是南极面积的近两倍。9月底空洞内的臭氧总量的最低均值降至100 DU以下。

在地面，臭氧对健康是有害的——它是光化学烟雾的一个主要成分。汽车尾气和工业废气、汽油蒸气和化学溶剂以及自然源排放的氮氧化物(NO_x)和挥发性有机化合物(VOCs)都会帮助形成臭氧。地面臭氧是烟雾的主要成分。阳光和炎热的天气造成地面臭氧在空气中形成有害浓度。

罪魁祸首

消耗臭氧层物质

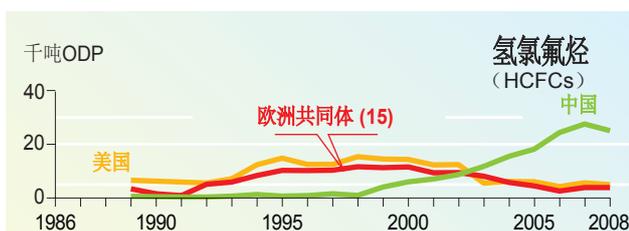
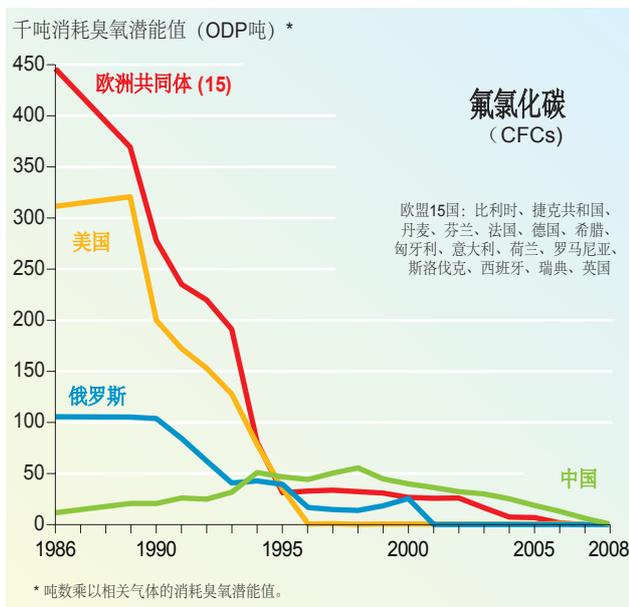
氟氯化碳（CFCs）和其它消耗臭氧层物质（ODS）在20世纪20年代被发现时，一度是“神奇的”化学物质。它们既不易燃，也没有毒性，可长期保持稳定，是无数应用的理想选择。到1974年，当科学家发现氟氯化碳可能破坏臭氧分子并破坏我们大气层的保护屏障时，它们已成为现代生活的一个组成部分。

我们早晨会从含有氟氯化碳的床垫上起床，并打开用氟氯化碳冷却的空调。浴室中以含有氟氯化碳的泡沫绝缘的加热器供应热水，而装着除臭剂

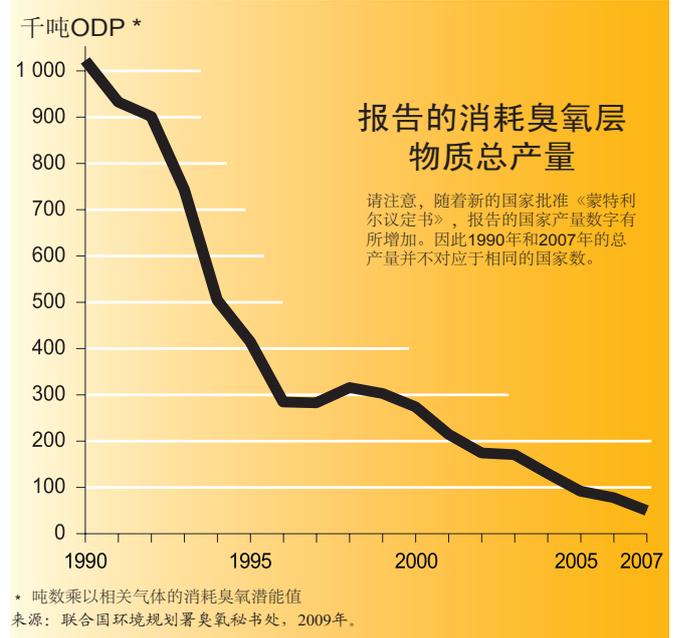
和发胶的气溶胶罐使用了氟氯化碳喷射剂。我们感觉饿了的时候，就会打开电冰箱，它也是用氟氯化碳制冷的。甲基溴被用来种植这些诱人的草莓，更不要说每天消耗的许多其它食品。汽车中也不会有任何幸免，仪表板和方向盘的安全泡沫中都含有氟氯化碳。在工作中也大致相同，哈龙(halons)广泛用于办公室和营业场所以及数据中心和发电站的防火。消耗臭氧溶剂用于干洗，并用于清洗几乎所有电子设备、制冷设备和汽车中的金属部件。它们还在诸如制造办公桌、书架和柜子的层压木等任务中发挥作用。

自从发现其破坏性以来，已逐步用其它物质取代消耗臭氧层物质。在某些情况下，或因其生产成本昂贵很难找到替代品，而且它们可能会产生不良的副作用，也可能不适用于每种用途。专家和公众需要保持警惕，确保替代品不会造成新的不良健康影响、安全问题或其它环境损害(如全球变暖)。正如通常的情况，在彻底消除消耗臭氧层物质的道路上，最后一公里往往最困难。

主要消耗臭氧层物质气体的产量



来源：联合国环境规划署臭氧秘书处，2009年。

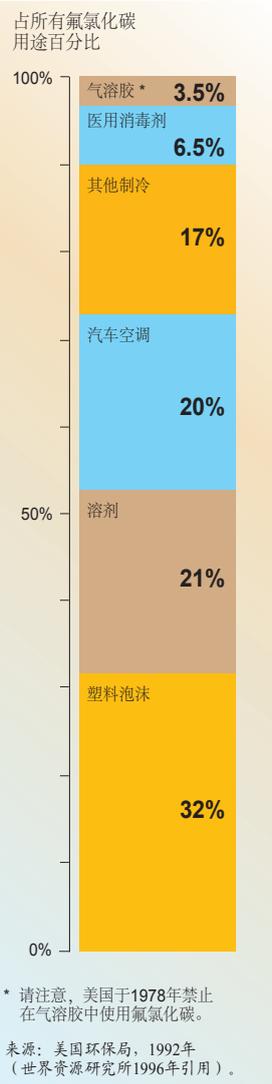


消耗臭氧层物质可能在使用过程中散逸(例如在喷雾剂中使用时),或者在一个设备寿命终止时由于未得到妥善处置而释放。如果维护技师和设备所有者遵循适当的程序,它们可以被捕获,再循环和再利用。对消耗臭氧层物质进行妥善处置是可能的,尽管它比较昂贵并且费力。这些化学物质必须用《蒙特利尔议定书》缔约方批准的某种销毁程序销毁。

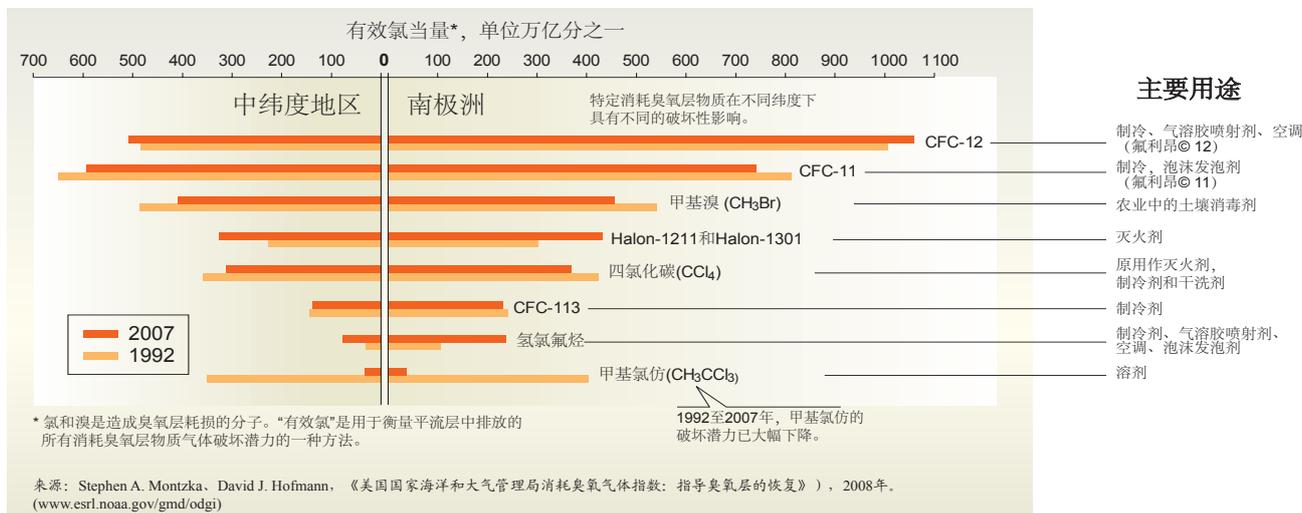
1987年美国氟氯化碳最终用途

用途	消耗臭氧层物质	特征	替代品
制冷和空调	CFC 11, 12, 113, 114, 115	寿命长, 无毒, 无腐蚀性, 非易燃。它们也用途广泛。根据氟氯化碳的不同类型, 它们在大气中保持50至1700年。	氢氟烃、碳氢化合物、氨、水 替代技术: 燃气空调, 吸附式制冷机组
	HCFC 22, 123, 124	消耗臭氧层, 但能力要小得多。它们也正在逐步淘汰。	氢氟烃、碳氢化合物、氨、水 替代技术: 燃气空调, 吸附式制冷机组
气溶胶	CFC 11, 12, 114	同上	替代技术: 燃气空调, 吸附式制冷机组
泡沫发泡/硬质绝缘泡沫	CFC 11, 12, 113 HCFC 22, 141b, 142b	同上	非泡沫绝缘、氢氟烃、碳氢化合物、二氧化碳、2-氯丙烷
灭火	哈龙(例如 halon-1301, halon-1211)	在大气中有65年寿命	水、二氧化碳、惰性气体、泡沫、氢氟烃、氟化酮
害虫控制/土壤熏蒸	甲基溴	熏蒸剂用于在种植前杀灭土传病虫害和农作物疾病, 并作为商品的消毒剂, 如储存的粮食或等待出口的农产品。分解大约需要0.7年。	无单一替代品 病虫害综合管理系统 人工物质 轮作 磷化氢、三氯硝基甲、1,3-二氯丙烯、热、冷、二氧化碳、蒸汽处理和组合/受控大气
溶剂(用于清洗精密零件)	CFC 113, HCFC 141b, 225 1,1,1-三氯乙烷	参见上面关于氟氯化碳(CFC)、氢氯氟烃(HCFC)的描述	变为免维护或干法工艺、免清洗助焊剂、水性及半水性系统 碳氢化合物 氢氟醚(HFEs) 含氯溶剂(如三氯乙烯) 挥发性易燃溶剂(如甲醇)
	四氯化碳	接近零可燃 有毒 消耗臭氧潜能值1.1 低溶解力 在空气中高温下形成有毒的光气。由于它作为原料的用途可导致化学品被销毁, 而不排放, 《蒙特利尔议定书》并不控制这项用途。	同上

来源: 美国环保局, 2006年, www.Wikipedia.org, 欧盟委员会, 2009年。



消耗臭氧层物质的破坏潜力



制冷设备

对冰箱和空调系统的需求在不断攀升。其中部分原因是由于全球范围内生活水平的不断提高，部分是由于习惯和舒适标准不断变化。此外，由于气候变暖，并随着中国和印度等发展中国家现代化带来的需求，全世界冰箱（估计为15亿至18亿台）及家用空调和汽车（轿车）空调（分别为11亿和4亿台）的保有量预计将大幅上升。

这一趋势造成两种形式的附带损害。

冷却设备需要制冷剂。常用的制冷剂，当释放到空气中时，要么破坏臭氧分子，要么导致大气变暖，或者两种害处都有。根据《蒙特利尔议定书》的要求，国际社会现在几乎淘汰了对臭氧层破坏最严重的化学物质氟氯化碳。它们最常见的替代品氢氯氟烃也会破坏臭氧层，不过程度要轻得多。但是，即使给定数量的氢氯氟烃气体危险性远小于同样数量的氟氯化碳，全世界使用总量的上升也导致了大量氢氯氟烃对臭氧层和气候构成类似的威胁。根据2006年联合国环境规划署制冷评估报告，氟氯化碳蓄存约有45万吨，其中70%位于第五条国家。氢氯氟烃在数量上构成了主要的制冷剂蓄存，估计超过150万吨，占使用的制

冷剂总量的60%（见关于消耗臭氧层物质蓄存的特别介绍）。

具有讽刺意味的是，《蒙特利尔议定书》的成功给环境问题谈判者带来了令人头痛的新问题。在执行该协定的初期阶段，积极鼓励向破坏臭氧潜能值较低的化学品转移，甚至予以财政支持，因为它们可以更快地淘汰氟氯化碳。这些新物质较强的变暖潜力在当时还不是一个重大问题。

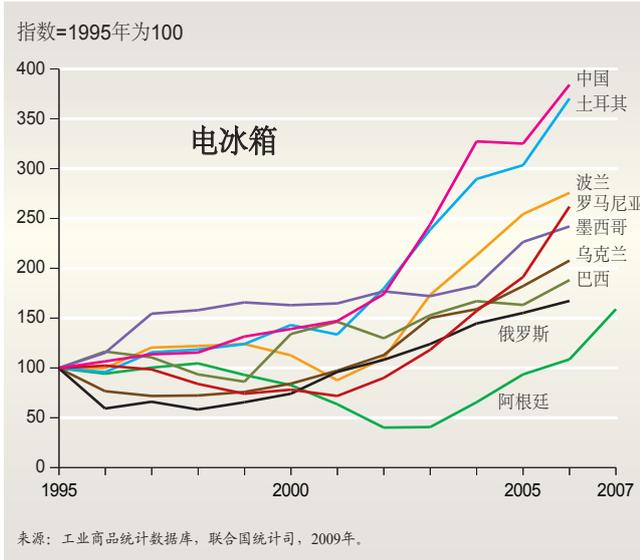
2007年，对氢氯氟烃双重威胁日益清晰的认识促使各缔约方决定加速淘汰氢氯氟烃。从氟氯化碳转为氢氯氟烃生产的工厂需要关闭或者继续针对非受控用途的生产，例如原料。如果采取一种“一如既往”的做法，这必然会导致氢氟烃的使用激增。不过，氢氟烃是一种比二氧化碳强成千上万倍的温室气体。除非采取措施专门控制氢氟烃，否则这个善意决定将对气候产生巨大的负面影响。最近的一项科学研究估计，假设二氧化碳排放量按照目前的速度继续增长，那么到2050年，氢氟烃将要对10%-20%的全球变暖负责。由氢氟烃释放产生的排放量可能达到90亿吨二氧化碳当量。

制冷设备除了对气候造成越来越大的直接影响外，其应用范围的扩大也以一种间接的方式日益影响气候——不断增长的制冷剂和空调电器数量增加了总耗电量。因此，将节能技术转移到发展中国家，有可

氢氯氟烃 (HCFC)：制冷行业中氟氯化碳的一种过渡性替代品



制冷设备的增长



中国南方的空调



能减少空调机组和冰箱对电力的需求，从而产生显著的效益。例如，根据中国温暖省份的计算，这些可能导致中国在未来15年内总发电量减少15%至38%，即高达2600亿千瓦时，这相当于约50座电厂的输出，同时二氧化碳排放量也相应减少。

能在消费量提高的情况下减少排放量吗？

即使针对现有的设备，无论使用哪种制冷剂，都有许多办法限制排放量。第一步是减少泄漏。除了损害臭氧层，泄漏物质还可能损害环境和我们的健康。通过优化容器密封(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费用(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)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。

天然制冷剂

在寻找氢氟烃替代品的过程中，大量注意力集中在天然产生的制冷剂上，例如氨、碳氢化合物(烃)和二氧化碳(CO₂)。它们在某些电器上的使用已相当普遍(例如家用制冷设备中的碳氢化合物)，而其它电器上的使用也日益增长(例如汽车或航空电器中的二氧化碳)。普及天然制冷剂的障碍是缺乏国际标准来规范它们的使用，维修技术人员需要培训，并且在某些情况下，需要更新安全标准。通常可以采取对热力循环使用的制冷剂大量进行限制的方式。这意味着，对于具有较高冷却需求的应用，必须将热力循环分割成几个较小的循环，不过这可能需要更多的设备。天然制冷剂在多数情况下都具有竞争力，尽管某些用途仍需要进一步的技术开发。

新的合成制冷剂也初现曙光，例如HFO-1234yf，它在2011年应该可用于空调应用。全新的技术也正在评估之中，例如磁制冷或太阳能制冷。后者通过用太阳能供电，弥补了天然制冷剂往往较高的能源需求。

氢氯氟烃(HCFCs)和氢氟烃(HFCs)

使用消耗臭氧层物质(ODS)及其氢氟烃/全氟化碳(HFC/PFC)替代品的主要应用领域包括制冷、空调、泡沫、气溶胶、消防、清洁剂和溶剂。这些物质的排放源于制造过程和无意释放，有意进行排放的应用(如喷雾剂)，设备和产品中包含的蓄存在使用、测试及维修过程中的蒸发和泄露(请参见第32页)，而当产品用完后丢弃时如果没有得到妥善处理也会产生排放。

从1750年到2000年期间，由于工业产生的ODS和非ODS卤烃增加而引起的正直接辐射强迫总量估计占同期增加的温室气体总量的13%。大部分卤烃的增加发生在最近几十年。2001至2003年期间，大气中氟氯化碳(CFCs)浓度保持稳定或减少(每年0至-3%，根据具体气体而定)，而哈龙(halons)及其替代品氢氯氟烃(HCFCs)和氢氟烃(HFCs)的浓度增加(分别为哈龙每年1%至3%，HCFCs每年3%至7%，HFCs每年13%至17%)。

什么是氢氯氟烃的非氢氟烃替代品？

各行各业都有氢氟烃的替代品，尤其是家用制冷、独立式商用制冷、大型工业制冷和聚氨酯泡沫。在评估氢氯氟烃的潜在替代品时，有必要考虑产品对环境和健康的总体影响，包括能源消耗和能源效率。氨和碳氢化合物(HCs)替代品在大气中的存在寿命从数天到数月不等，与其作为替代品使用相关的直接和间接辐射强迫对于全球气候的影响甚微。不过，它们有必须加以解决的健康和安全问题。

甲基溴

甲基溴是用于农业的一种物质，也用于食品加工，目前约有臭氧损耗的10%是因甲基溴引起的。作为一种农药，它被广泛用来控制虫害、杂草和啮齿动物。它也用作一种土壤和建筑熏蒸剂，并用于商品和检疫处理。甲基溴是用天然溴盐生产的，天然溴盐来自地下卤水矿床或以高浓度存在于像死海这样的地表源。

当甲基溴气体作为土壤熏蒸剂使用时，通常在种植前注入土壤，深度为30至35厘米。这可以有效地对土壤进行消毒，杀死其中的绝大多数生物体。草莓和番茄作物使用的甲基溴最多。使用这种农药作为土壤熏蒸剂的其它作物包括辣椒、葡萄、坚果和蔓生作物。当用来处理商品时，气体被注入装有货物的密闭室，通常是鲜切花、蔬菜、水果、面制品或大米。甲基溴也在面包房、面粉加工厂和奶酪仓库使用。进口货物可能在目的地国家作为检疫措施或植物卫生检疫措施的一部分进行处理（被称为“检疫和装运前”应用）。在任何应用中，都有50%至95%的气体最终进入大气层。

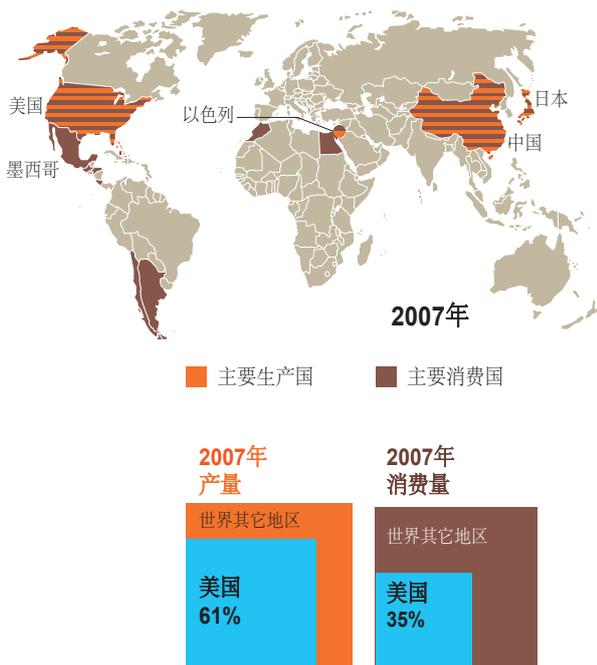
甲基溴是有毒的。接触这种化学物质不仅会影响目标虫害，还会影响其他生物。由于甲基溴消散到大气中的速度很快，在熏蒸地点本身是最危险的。人体暴露于高浓度的甲基溴之中，可导致呼吸系统和中枢神经系统衰竭，并对肺、眼睛和皮肤造成直接的严重

损害。

由于《蒙特利尔议定书》对甲基溴的控制，近十年来排放量已显著下降。在非第五条国家，逐步淘汰日期为2005年，而允许第五条国家在2015年前继续生产和消费。面临的挑战是逐步淘汰仍然分配给少数非第五条国家用于关键用途的额度，从而消除其使用。

甲基溴有化学和非化学替代品，有几个手段可以对付目前用甲基溴控制的虫害。关于替代品的研究仍在继续，有必要证明替代品的长期表现，并满足对风险的关注。正如氟氯化碳的替代品一样，研究人员必须证明替代物质不会损害臭氧层或加热大气。硫酰氟（SF）就是这种情况，它是甲基溴的一种主要替代品，用于处理许多干燥商品（在面粉厂、食品加工厂，并用于家庭白蚁控制）。近期出版物指出硫酰氟的全球变暖潜能值高达4800，这一数值类似于CFC-11。它在大气中的浓度迅速增加。

甲基溴的趋势



来源：联合国环境规划署臭氧秘书处，2009年。

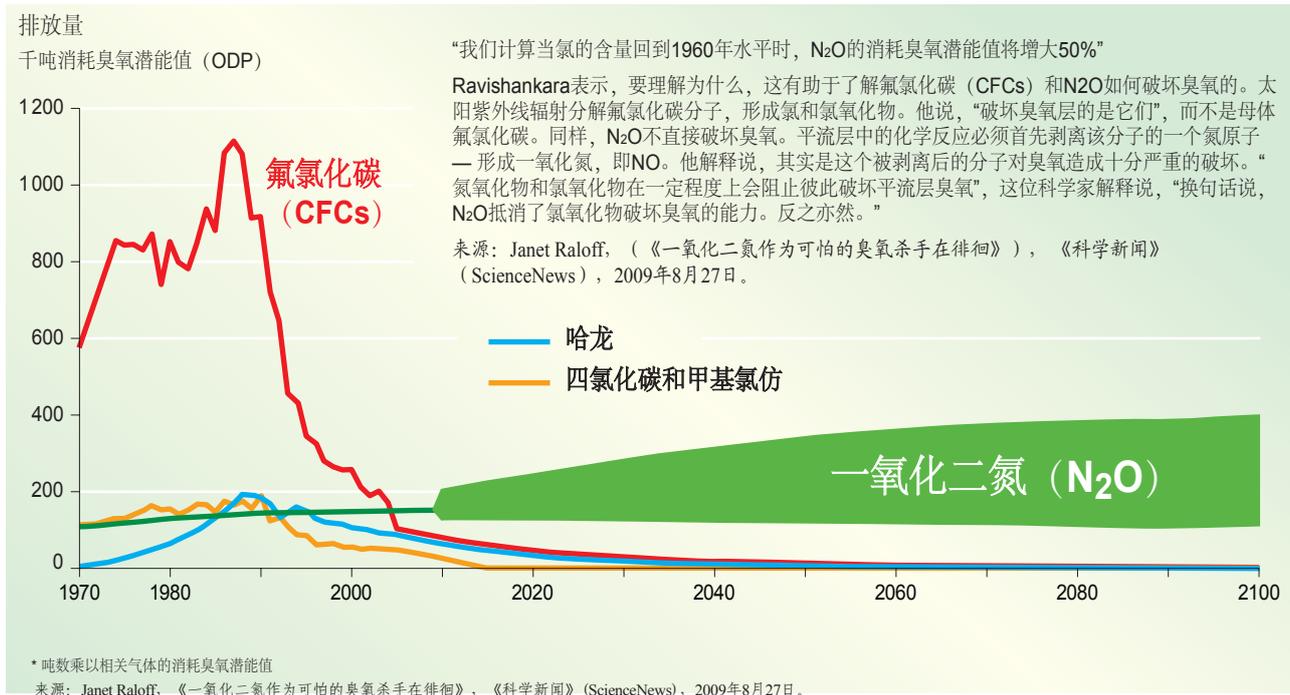


罪魁祸首

一氧化二氮

大多数人知道一氧化二氮 (N₂O) 的俗名“笑气”，牙医作为麻醉剂使用。但这只是一个微不足道的排放源。森林砍伐、动物粪便以及土壤和河流中植物物质的细菌分解排放了大气中三分之二的一氧化二氮 (N₂O)。与天然来源不同的是，来自人类相关进程的排放量正在稳步增加，导致目前大气中N₂O浓度每四年大约提高一个百分点。

一氧化二氮：2010年之后的一个祸首

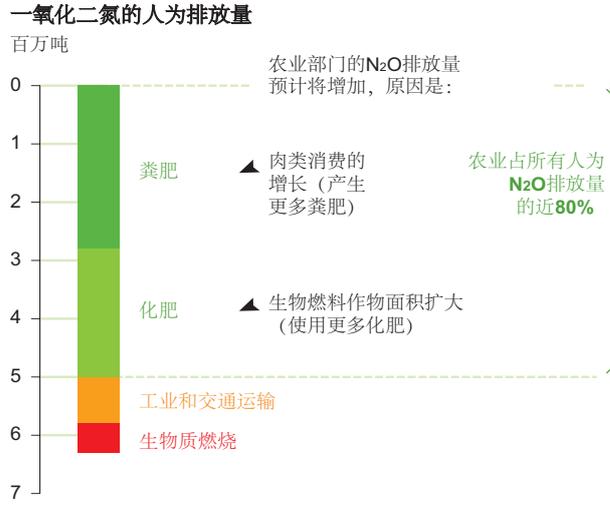


每年全球排放量估计约为20亿吨二氧化碳当量。如今臭氧层的主要威胁一氧化二氮也是一种温室气体。限制其排放量可产生双重效益。N₂O的全球变暖潜能值 (GWP) 约为300，几乎占温室气体排放量的8%。一氧化二氮未受到《蒙特利尔议定书》制约，但在《京都议定书》的范围之内。《蒙特利尔议定书》阻止氟氯化碳排放的一个有害副作用是，N₂O现在可以更有效地发挥其破坏臭氧的潜力（参见图中的说明）。加上浓度不断增加，这可能会减缓臭氧层的恢复。

控制选项

由于N₂O的许多释放都是分散的，限制它们比仅仅控制工业过程更具挑战性。农业是一个日益增长的N₂O排放源。动物粪便作为肥料广泛使用，而且往往难以控制，也造成大量排放。根据需求以及土壤可以吸收的程度决定施肥量，可大大减少N₂O排放量，同时解决供应的饮用水中的高硝酸盐含量及河口富营养化问题。对农民的宣传应集中在施肥的最佳形式和时机方面。

……主要源自农业的



来源：Eric A. Davidson, 《1860年以来粪肥和化肥中的氮对大气一氧化二氮的贡献》, 《自然-地球科学》, 2009年8月。

连环性破坏

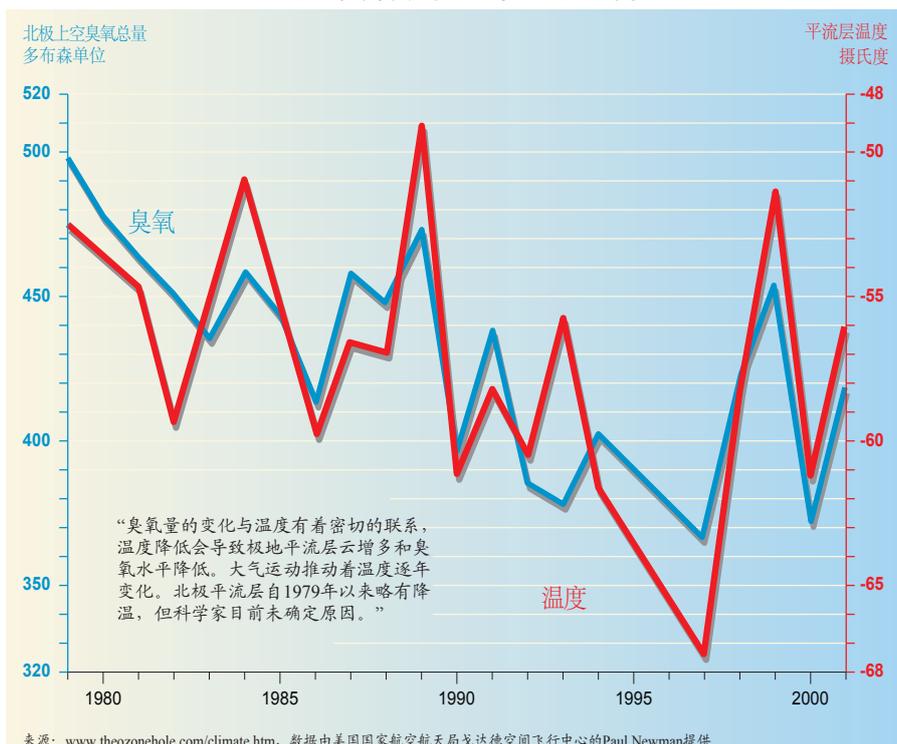
更高的温度、 极地平流层云和 日益变化的气候

科学家、决策者和私营部门认为，臭氧层耗损和气候变化的原因和结果以复杂的方式交织在一起。温度变化和其它自然与人为导致的气候因素，如云量、风和降水，直接和间接地影响平流层中推动臭氧破坏的化学反应规模。

另一方面，臭氧吸收太阳辐射的事实证明，它是一种温室气体(GHG)，很大程度上像二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)和一氧化二氮(N₂O)一样。近几十年来，平流层臭氧的耗损和地球表面附近臭氧(对流层臭氧)的增加推动了气候变化。同样，积累的人为温室气体，包括消耗臭氧层物质(ODS)及其替代品(尤其是氢氟烃)，促使低层大气即对流层(天气系统发生的地方)变暖，并且预计总的来说将导致平流层变冷。

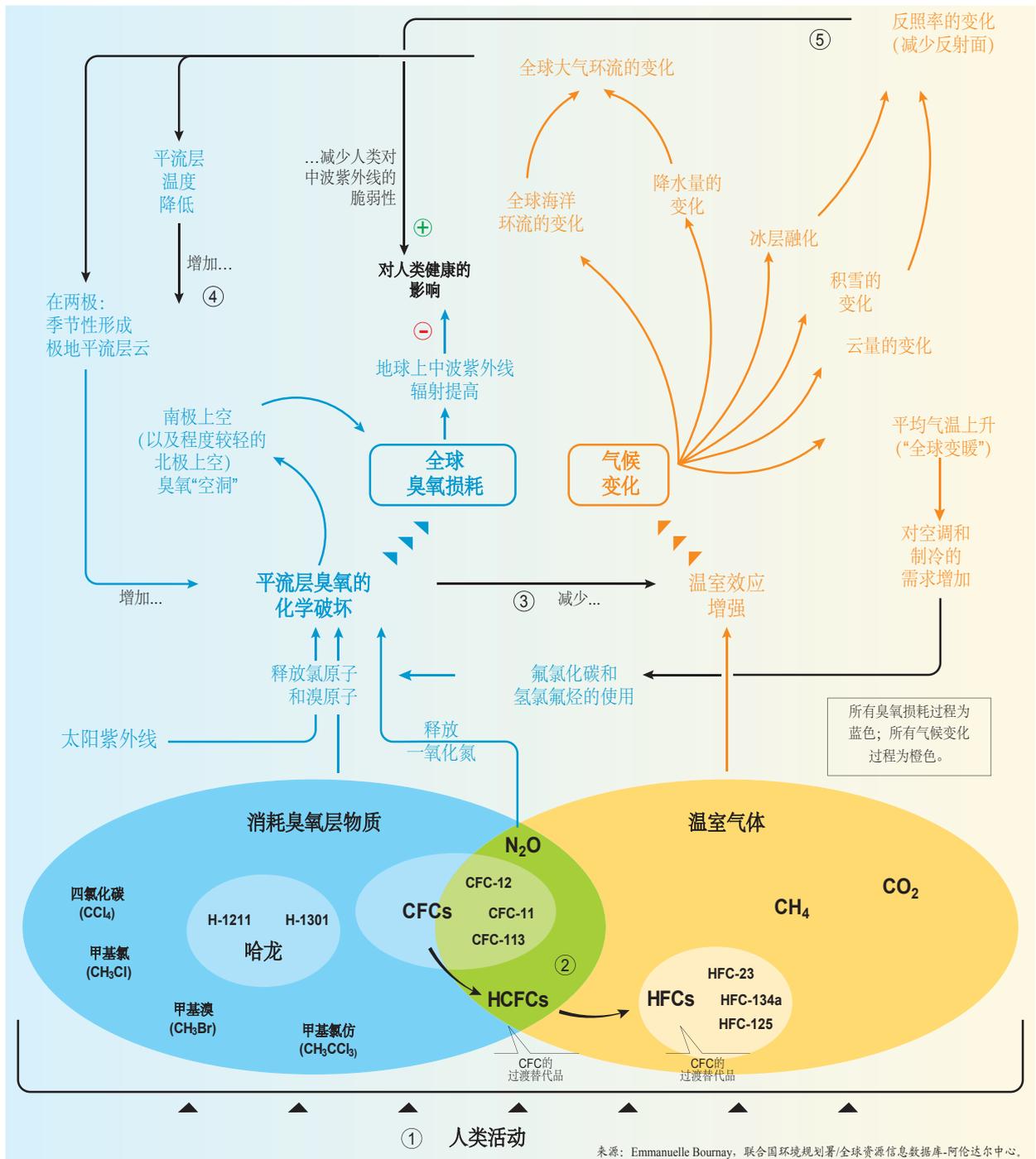
平流层变冷为形成极地平流层云创造了一个更为有利的环境，这是极地臭氧空洞发展过程中的一个关键因素。因此，由于温室气体积累和相关气候变化导致的平流层变冷有可能加剧臭氧层的破坏。对流层和平流层不是相互独立的。其中一个环流和化学情况的变化会影响另一个。对流层与气候变化有关的变化可能会影响平流层的功能。同样，平流层由于臭氧损耗而发生的变化会以复杂的方式影响对流层的功能，使人们难以预料累积效应。

北极臭氧损耗和平流层温度



1979年以来北极上空臭氧总量和平流层温度

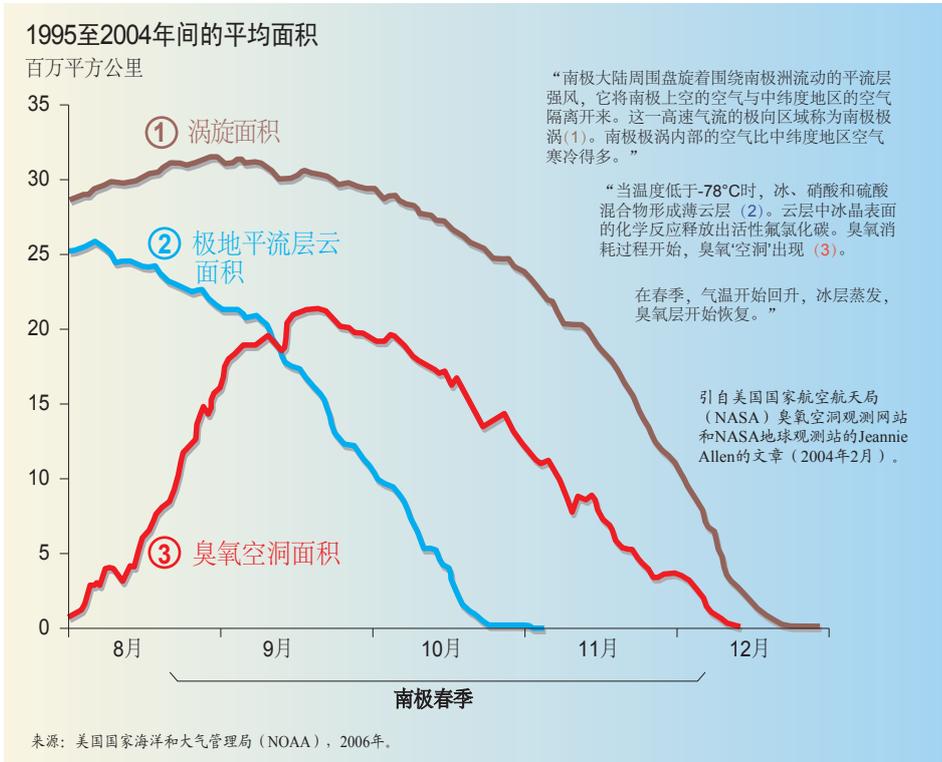
臭氧损耗和气候变化



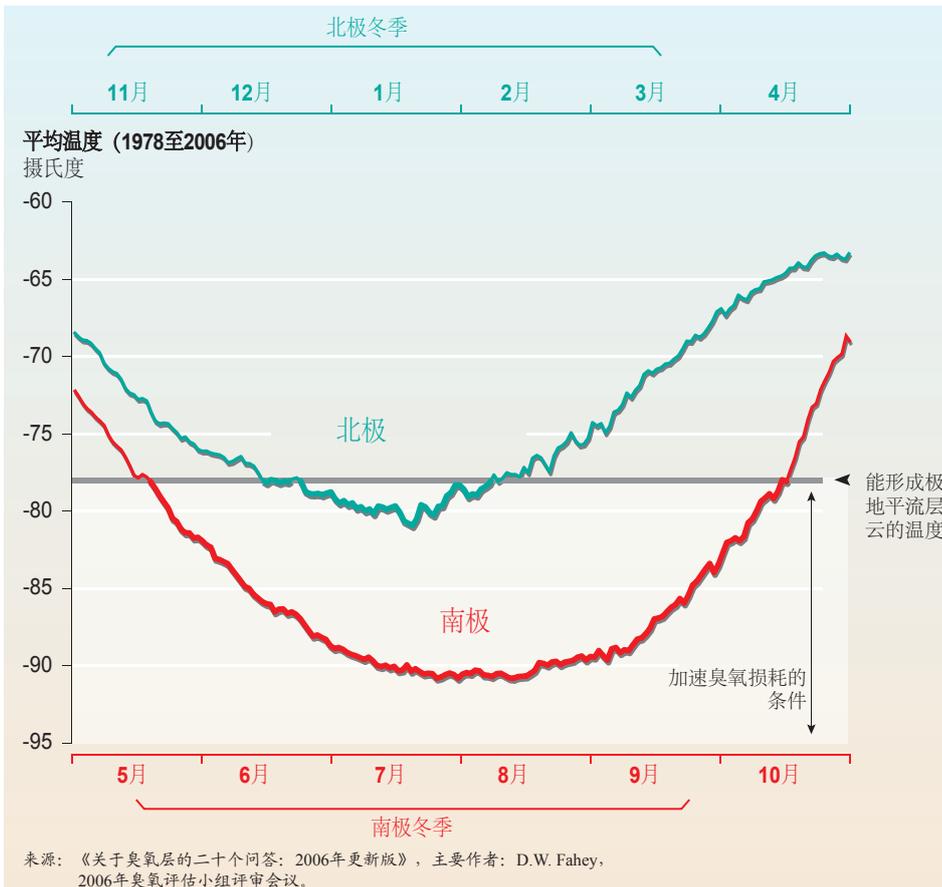
臭氧损耗和气候变化是两个不同的问题，但由于它们同时修改地球的全球循环，它们无法完全分开。这两个进程之间的关系仍然有许多不确定因素。已经确定了几个联系，特别是：

- ① 两个进程都主要是由于人为产生的排放。
- ② 许多损耗臭氧物质也是温室气体，特别是氟氯化碳和氢氟氟烃。被提倡替代氟氯化碳的氢氟烃（HFCs）有时是比它们取代的氟氯化碳更强的温室气体。《蒙特利尔议定书》和《京都议定书》的谈判和决议中都考虑了这一事实。
- ③ 臭氧本身是一种温室气体。因此，它在平流层中的破坏间接有助于冷却气候，但程度很轻。
- ④ 全球大气环流变化可能是近期观察到的平流层温度降低的原因。这些低温促使冬季两极上空形成极地平流层云，大大推动了臭氧的化学破坏和“空洞”的形成。
- ⑤ 人类对中波紫外线（UV-B）辐射的脆弱性部分与反照率有关。全球变暖的情况减少了那些更有可能伤害我们的白色表面。

“空洞”：每年春天反复在极地上空出现的特殊天气条件的结果



寒冷的南极冬季促使南极空洞形成



后果和影响 1

紫外线辐射和生态系统

我们特别关注不断增强的紫外线辐射对植物和动物的潜在影响，这完全是因为植物和动物是我们的食品来源。植物和动物的健康情况或生长过程中的重大变化可能减少食物的供应量。

尽管科学家们似乎都认为，对于任何单个物种来说，观察到其生物体生长能力上的变化比较容易，但是对整个生态系统进行观察和预测却要复杂得多。任务的复杂性在于事实上我们不能单独研究紫外线辐射，并将它与大气条件的其它变化分开，例如更高的温度、二氧化碳浓度或水的供应量。

紫外线辐射可能会影响某些物种，但也会影响昆虫和虫害，从而抵消紫外线辐射增加的直接负面影响。同样，它可能会改变它们与其它物种竞争的能力。长期来看，防紫外线植物可以战胜较为脆弱的植物。

过度暴露于紫外线辐射之中可能会导致哺乳动物患上癌症，很大程度上就像人类一样，并损害其视力。毛皮保护大多数动物避免过度暴露于有害射线之中。但辐射可能伤害它们的鼻子、爪子和鼻口部周围的皮肤。

粮食作物实验已显示出几种关键作物的产量下

降，如大米、大豆和高粱。这些植物通过限制叶子的表面积尽量减少紫外线的照射，这进而损害了生长。不过观察到的产量下降似乎并不严重，不足以让科学家发出警报。

水生野生动植物尤其脆弱

浮游植物处于水生食物链的开端，占全世界动物蛋白质摄入量的30%。浮游植物的生产力仅限于能够提供充足光线的水体上层。然而，即使在目前的水平下，太阳中波紫外线辐射也限制了繁殖和生长。中波紫外线辐射小幅增长就可能显著减少浮游生物种群的规模，这在两个方面影响环境。浮游生物减少意味着以捕食它们为生的动物食物减少，已经由于过度捕捞而枯竭的鱼类资源进一步减少。此外，随着水体上层有机物减少，紫外线辐射可以穿透进入水体更深的地方，影响生活在那里的更复杂的植物和动物。太阳紫外线辐射直接损害鱼、虾、蟹、两栖类和其它动物的早期发育过程。有毒物质对水体的污染可能加强紫外线辐射的不利影响，其影响沿着食物链一直上升。

中波紫外线辐射增强对作物的影响

植物特征的可能变化	影响	部分敏感作物
<ul style="list-style-type: none"> ■ 光合作用减少 ■ 水分利用效率减少 ■ 对早胁迫的敏感性增强 ■ 叶片面积减少 ■ 叶片导度减少 ■ 改变开花习性 (抑制或刺激) ■ 干物质产量减少 	<ul style="list-style-type: none"> 植物脆弱性加大 生长受限 产量减少 	<ul style="list-style-type: none"> 水稻 燕麦 高粱 大豆 豆类

注：人工紫外线照射研究的摘要结论。

来源：Runeckles和Krupa (1994年) 改编自Krupa和Kickert (1989年)，出自：Fakhri Bazzaz, Wim Sombroek, 《全球气候变化和农业生产》，粮农组织，罗马，1996年。

后果和影响2

紫外线辐射和人类健康

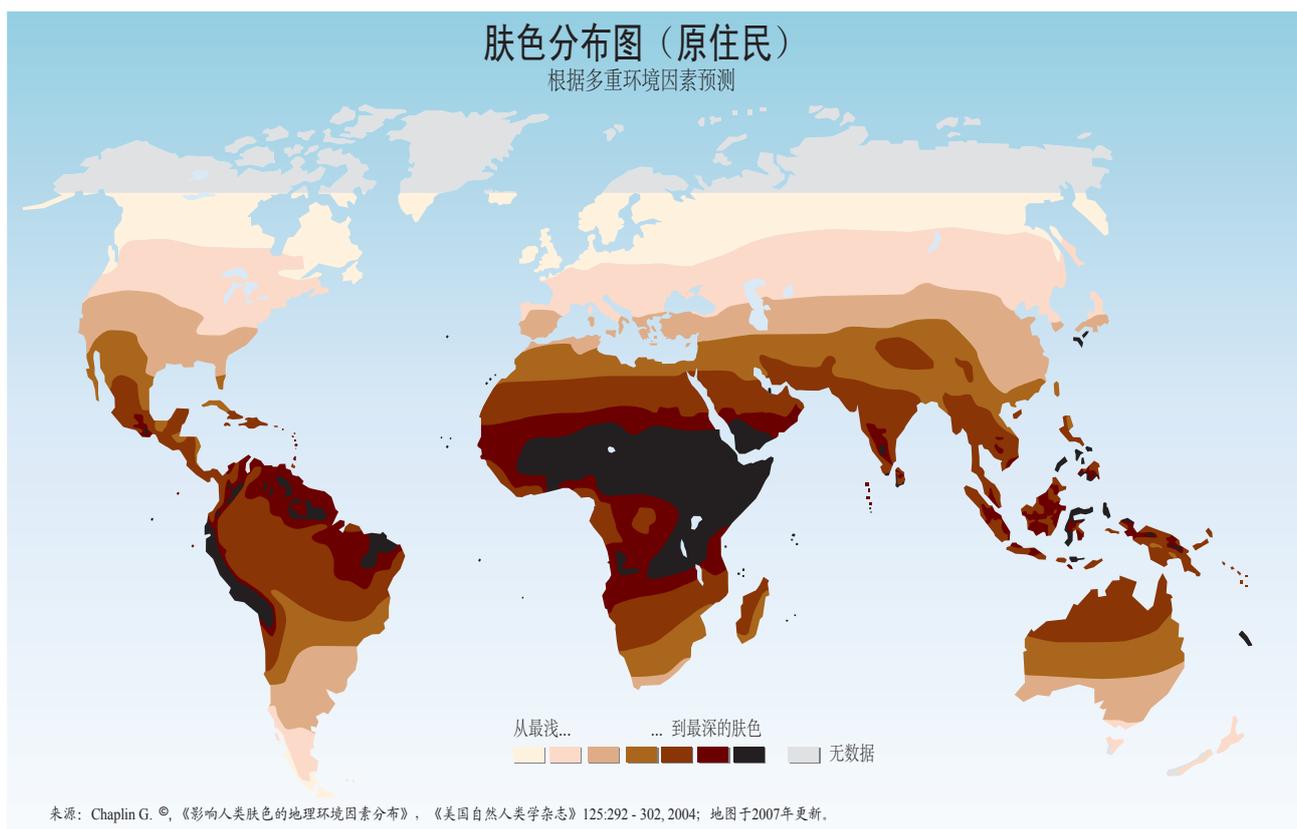
我们需要阳光：在心理上，因为阳光温暖我们的心；在身体上，因为我们的身体需要它来制造维生素D，它对我们的骨骼健康发育至关重要。但是穿透臭氧层并到达地球表面的紫外线剂量增加，可能对植物、动物和人类造成很多危害。

千百年来，人类通过演变出不同的肤色，适应了不同的阳光强度。皮肤发挥着双重作用，避免过度的紫外线辐射和吸收足够的阳光以引发维生素D的产生，这意味着生活在较低纬度地区、靠近赤道、面对强烈紫外线辐射的人形成了较深的肤色，保护他们免受紫外线辐射的破坏性影响。与此相反，那些生活在较高纬度地区、接近两极的人形成了白皙的皮肤，以最大限度地提高维生素D的生成量。

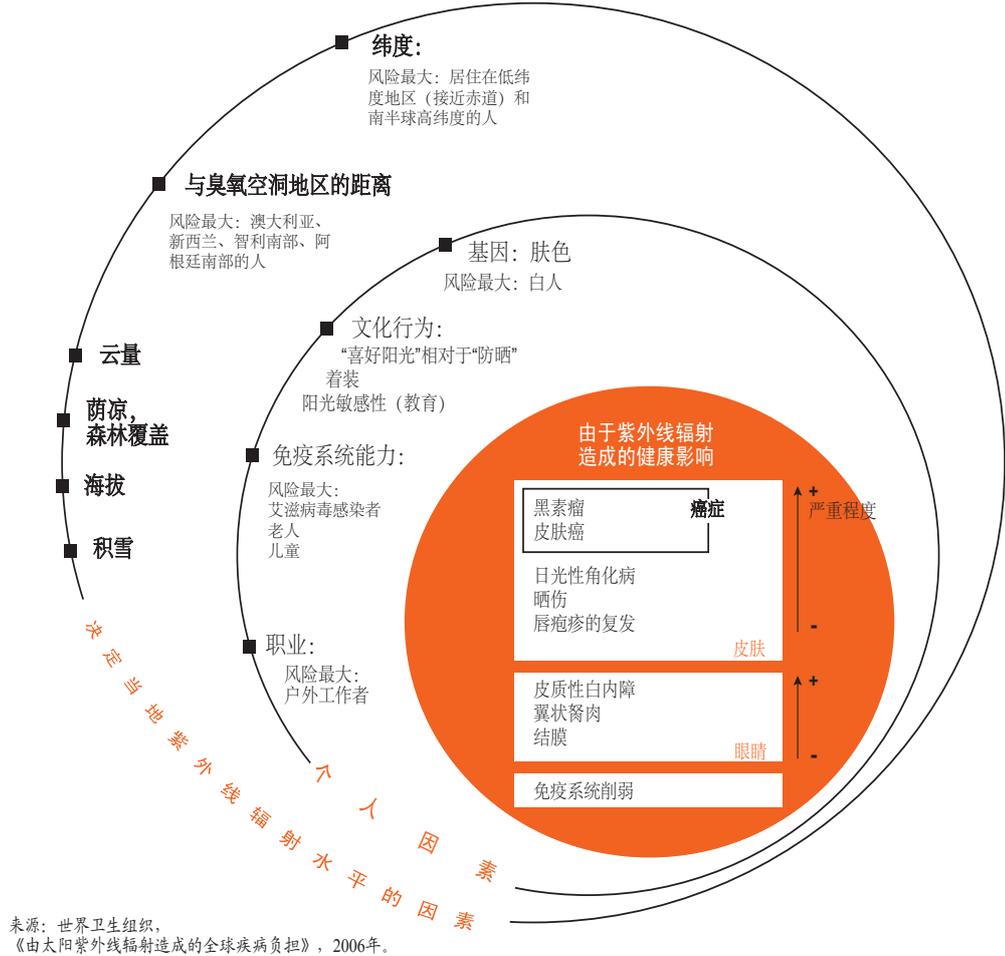
谁的风险最大？

不过，在过去的几百年里，人类从我们发展进化的地区快速向外迁徙。我们的肤色不再一定适合我们生活的环境。迁移到热带地区的白皙肤色人口皮肤癌的发病率迅速上升。

20世纪的行为与文化变革意味着我们很多人现在比以往任何时候都面临更多的紫外线辐射。但它也可



脆弱性



能导致阳光照射不足，从而以其它方式损害健康。

较高纬度地区的许多人在其短暂的夏季假期在在阳光下强烈炙烤皮肤，但在其余时间里只得到很少的阳光照射。这种间歇性的阳光照射似乎是一个危险因素。另一方面，皮肤色素较深的人群即使定期暴露在类似或更强的紫外线下，也较不容易对皮肤造成伤害。

什么损害呢？

最广泛认可的损害发生在皮肤上。直接影响是阳光灼伤、慢性皮肤损害(光老化)和形成各种皮肤癌的风险增加。模型预测，如果平流层中的臭氧减少10%，可能导致全球每年新增30万例非黑色素瘤皮肤癌和4500例(更危险的)黑色素瘤皮肤癌。

在间接层面上，中波紫外线辐射会损害某些作为抵制疾病载体入侵保护盾的细胞。换句话说，它会削弱我们的免疫系统。对于免疫系统已被削弱的人，特别是受艾滋病毒和艾滋病削弱的人，影响会

更加严重，可能发生更多的急性感染，休眠病毒(如唇疱疹)再次爆发的风险也更高。

紫外线辐射通过我们特别脆弱的眼睛深入渗透到我们的身体之中。模糊晶状体并导致失明的雪盲和白内障等状况可能会对我们的视力造成长期损害。每年全世界大约有1600万人由于晶状体失去透明度而失明。世界卫生组织(WHO)估计，高达20%的白内障可能是由于过度暴露在紫外线辐射下导致的，因此可以避免。紫外线辐射对眼睛和免疫系统造成相关损害的风险与皮肤类型无关。

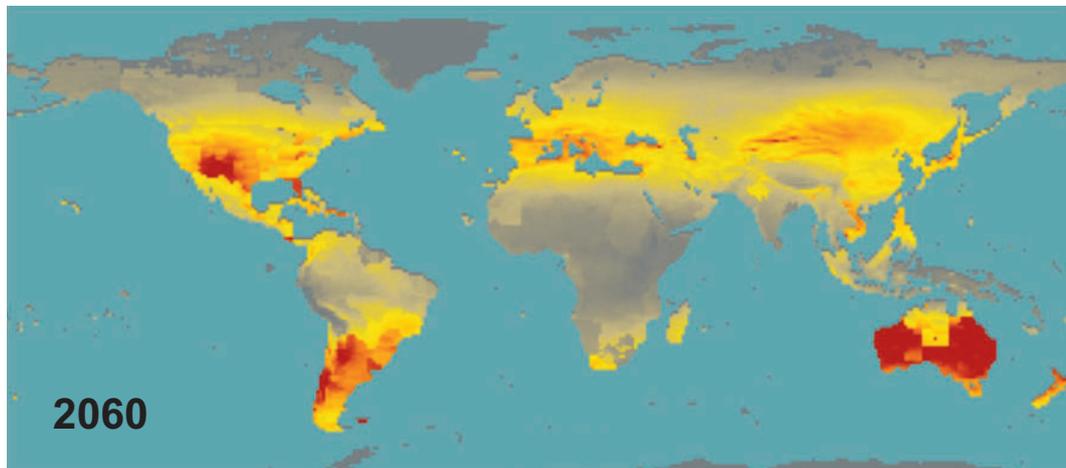
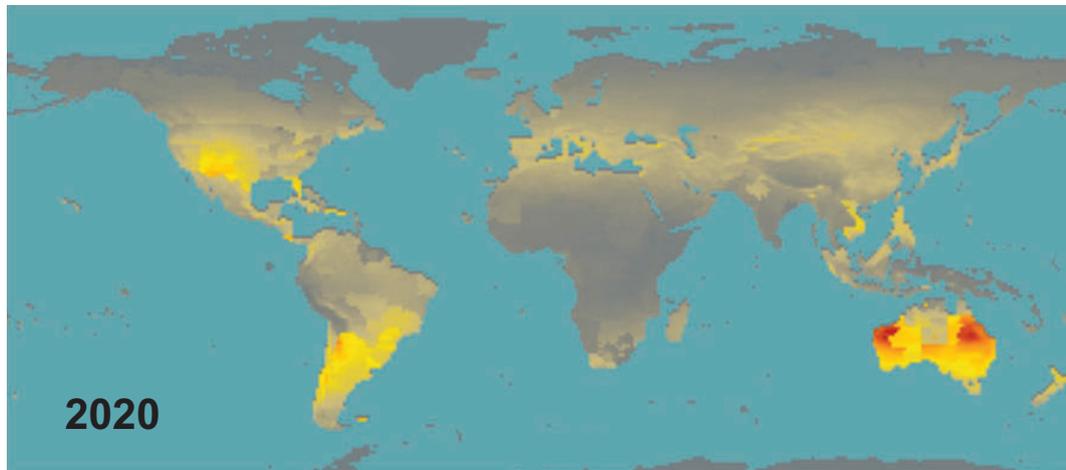
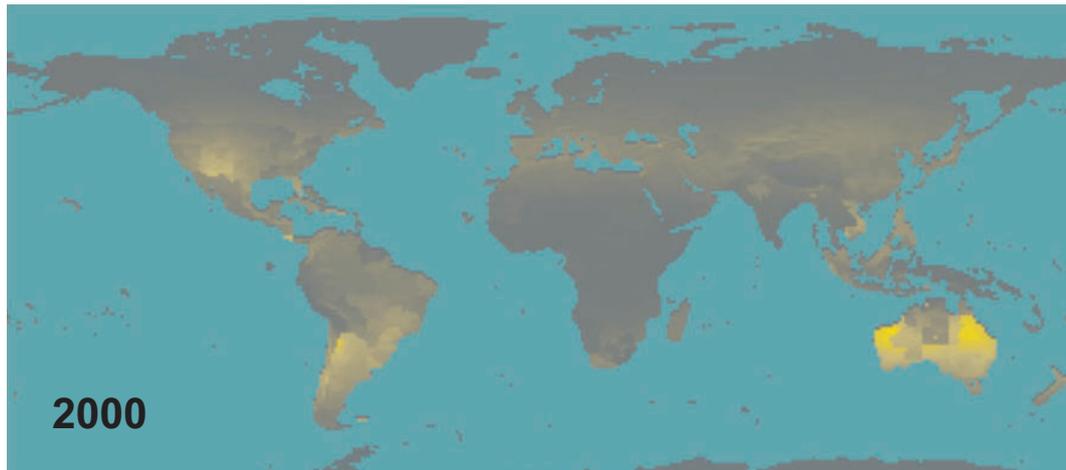
没有理由减少关注

简单的对策(见第五章)可以控制紫外线辐射对我们健康的直接负面影响。但是，不能以这个理由来减少我们扭转臭氧层破坏的努力。很难预见大气中这种深刻变化可能对我们的生存条件产生的间接影响。植物或动物发生的变化可能通过食物链影响人类，而消耗臭氧层物质对气候变化的影响可能间接影响到我们保障粮食生产的能力。

与紫外线辐射有关的额外皮肤癌症病例数

每年每百万居民

0 30 60 90 120 220



来源：荷兰国家公共健康与环境研究院（RIVM），辐射研究实验室（www.rivm.nl/milieuStoffen/straling/zomerthema_uv/），2007年。

动员 1

防晒和致敏性研究计划

如今，大多数孩子都知道他们必须保护皮肤避免被太阳晒伤。这是世界各地的学校和媒体成功进行沟通和宣传的结果。

透过不断减少的臭氧层到达地球的紫外线辐射增加，可能对我们的健康造成深远和巨大的影响。不过补救办法比较简单，用防晒霜或适当的衣物来保护我们的皮肤，并为我们的眼睛戴上太阳镜。因此更重要的是教育人们，让他们普及这些简单的措施。

几乎每一个人群风险增大的国家都推出了防晒方案。

这特别要归功于紫外线指数(UVI)的制定。这是世界卫生组织领导的一项国际公共意识计划，它鼓励在新闻和天气公告上持续报告地方一级受到的紫外线辐射水平。许多国家的报纸现在以一种标准图形格式发布紫外线指数预报。

伴随该指数的宣传活动向人们提供了必要防护措施的明确指示。这些计划可能采取多种形式，例如，澳大利亚向为居民提供最多遮阳物的地方政府颁奖。成功的活动明确区分不同的目标受众，如学童、农民和户外工作者。

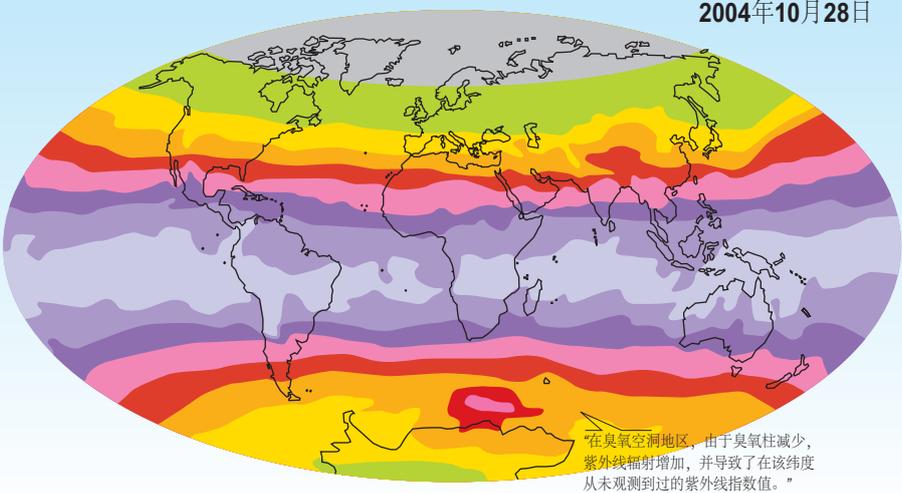
为了从小提高儿童对太阳光线潜在破坏性影响及适当保护措施的认识，教育类的媒体使用了一些卡通形象，例如臭氧奥兹(联合国环境规划署/巴巴多斯)、海鸥希德(澳大利亚)和《鲁莽的托普》(Top, l'Imprudente)(瑞士)。

人们开始注意保护皮肤的另一个重要原因是认识到不遮盖皮肤的危险后果，即皮肤癌发病率稳步增长。媒体随时播出令人震惊的研究结果，报告的黑色素瘤和其它类型皮肤癌的发病率迅速上升。

而政府为何做出如此广泛的努力，提高人们对过度接受紫外线辐射相关危险的认识？除了他们对公共健康的真诚关心外，还有一个明确的经济动机。例如，皮肤癌每年花掉澳大利亚卫生服务部门约2.45亿美元，是所有癌症中的最大数额。澳大利亚人患黑色素瘤的风险比美国、加拿大或英国人高4倍。根据观察到的皮肤癌发病率的上升以及考虑未来进一步臭氧损耗预测的模型，政府计算出节省的医疗开支可能远远超出意识培养活动的成本。

全球太阳紫外线指数

2004年10月28日



“在臭氧空洞地区，由于臭氧柱减少，紫外线辐射增加，并导致了在该纬度从未观测到过的紫外线指数值。”

“全球太阳紫外线指数(UVI)是地球表面紫外线辐射水平的一个简单衡量办法。它旨在显示对健康的潜在负面影响，并鼓励人们保护自己。该指数值越高，皮肤和眼睛受伤的可能性就越大，造成伤害所需的时间就越短。

在一些接近赤道的国家，紫外线指数可能高达20。北半球地区夏季数值很少超过8。”



来源：全球环境与安全监测计划(GMES)，2006年；INTERSUN，2007年。INTERSUN是全球紫外线计划是世界卫生组织、联合国环境规划署、世界气象组织、国际癌症研究机构(IARC)和国际非电离辐射防护委员会(ICNIRP)的一个联合项目。

成功的环境外交

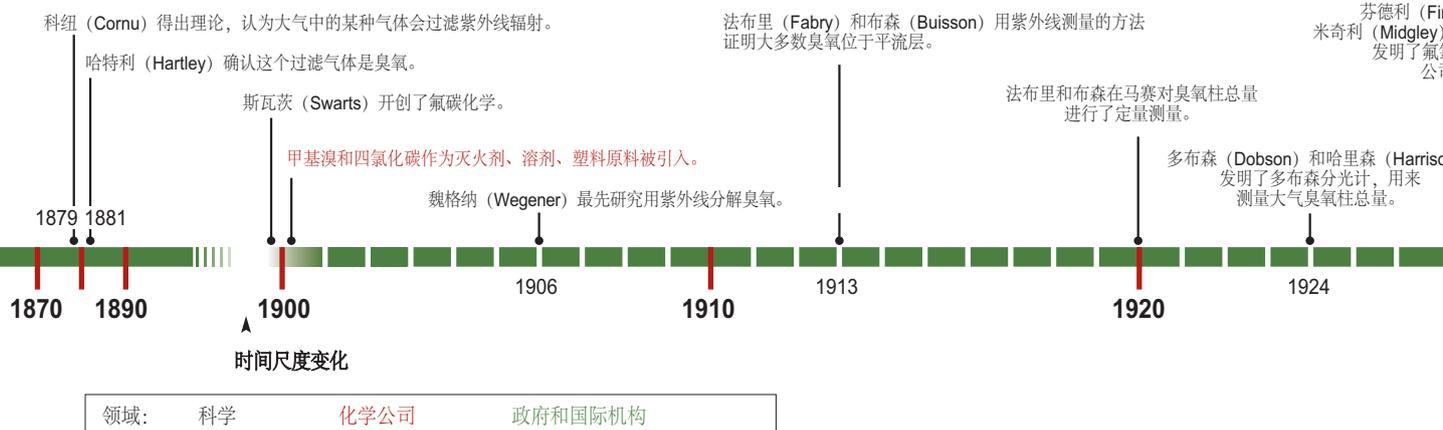
《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》是国际环境外交的伟大成功案例之一，而且这个故事远未结束。该议定书及其前身《维也纳公约》是应对臭氧损耗问题的国际方案，于1987年9月签署，之前的政府间谈判可以追溯到1981年。1985年底发现南极臭氧空洞从而证实臭氧破坏理论后，各国政府认识到，必须采取更强有力的措施来减少各种氟氯化碳和哈龙的消费和生产。《蒙特利尔议定书》于1989年1月1日生效，2009年9月得到大多数国家的批准。

人们普遍认为，如果没有《蒙特利尔议定书》，到2050年，北半球的臭氧消耗量将增加50%左右，南部中纬度地区将增加70%。这将导致到达地球的中波紫外线在北半球中纬度地区增加一倍，在南半球则增加三倍。其造成的影响将十分可怕：增加1900万例非黑色素瘤癌症，增加150万例黑色素瘤癌症，并增加

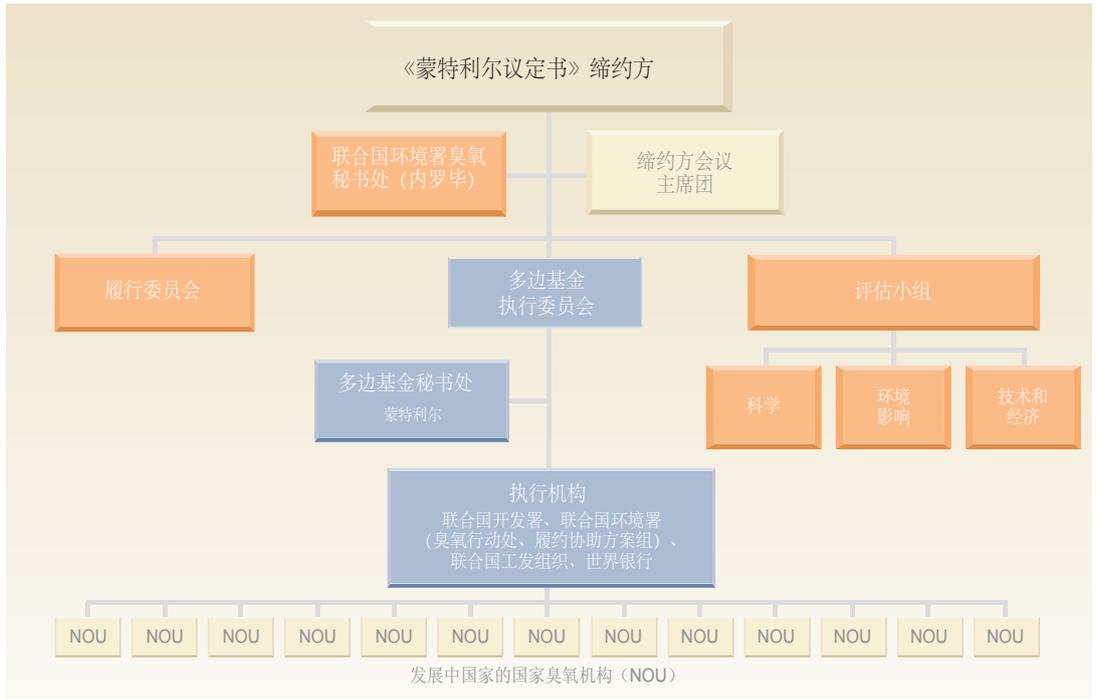
1.3亿例白内障。

事实上，大气层和平流层主要消耗臭氧层物质的水平正在下降，人们认为随着《蒙特利尔议定书》所有条款的全面执行，到2065年，臭氧层应当会恢复到1986年之前的水平。

臭氧的国际认识



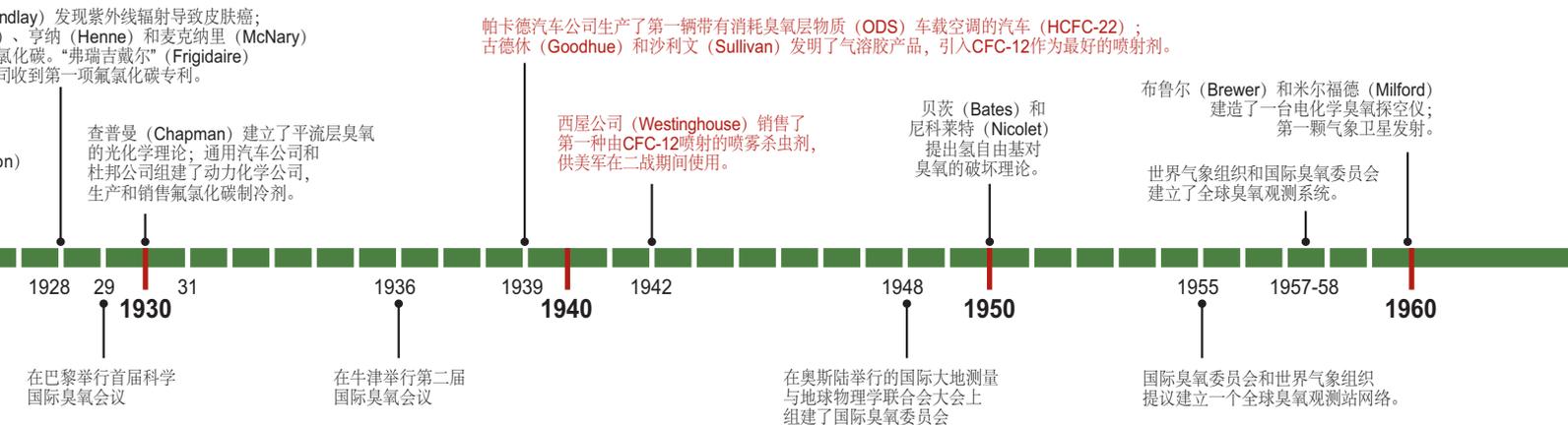
臭氧层保护前景



来源：臭氧秘书处；基金秘书处；臭氧行动处，2009年。

《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196个国家和欧盟(称为“缔约方”)按照商定的时间表,尽可能完全取缔近100种具有臭氧消耗作用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. 由十个不同地区的缔约方组成的履行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未履约国家的建议;
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。它已经调整了五次,以加速淘汰时间表,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至16年的“宽限期”;
7. 1990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(参见下一章)。

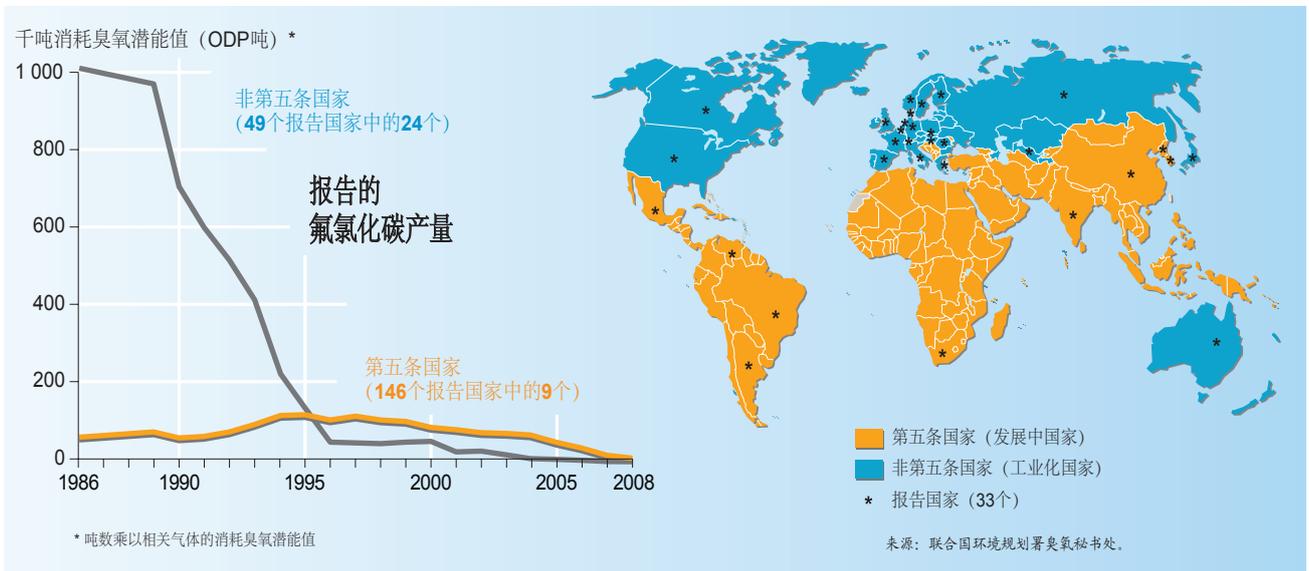


Sharon L. Roan, 《臭氧危机》, 1989年。

动员2

成功的环境外交

有区别的责任



多布森 (Dobson) 发表了一篇论文, 指出南极臭氧的异常行为。

克莱因 (Cline) 描述了与氯有关的臭氧破坏。
 克鲁岑 (Crutzen) 和约翰斯顿 (Johnston) 描述了与氮有关的臭氧破坏。
 Nimbus 4 号卫星开始臭氧观测。

莫利纳 (Molina) 和舍伍德·罗兰 (Sherwood Rowland) 在《自然》上发表了氟氯化碳臭氧损耗假说, 并在美国化学学会介绍; 麦卡锡 (McCarthy, 杜邦公司) 宣布“如果可信的科学数据 (.....) 表明任何氟氯化碳的使用都会对健康造成威胁, 杜邦公司将停止这些化合物的生产”。

瑞典禁止使用氟氯化碳气溶胶产品

美国禁止使用大多数氟氯化碳气溶胶产品, 并停止生产氟氯化碳喷射剂。

英国南极调查局在哈雷湾观测站记录到了较低的臭氧水平。

《维也纳公约》和《蒙特利尔议定书》生效; 5月份举行首次缔约国大会。

20个国家签署了《关于保护臭氧层的维也纳公约》, 这为关于消耗臭氧层物质的国际协定谈判设立了一个框架;

约瑟夫·法尔曼 (Joseph Farman) 领导的英国科学家宣布南极臭氧自1977年以来消耗了30-40%。

舍伍德·罗兰 (Sherwood Rowland) 创造了“臭氧空洞” (Ozone Hole) 一词; 79个非政府组织敦促全面淘汰氟氯化碳。

1963 65

1970

1980

1990

美国“平流层非有意修改”特别工作组建议到1978年1月禁止氟氯化碳喷射剂。

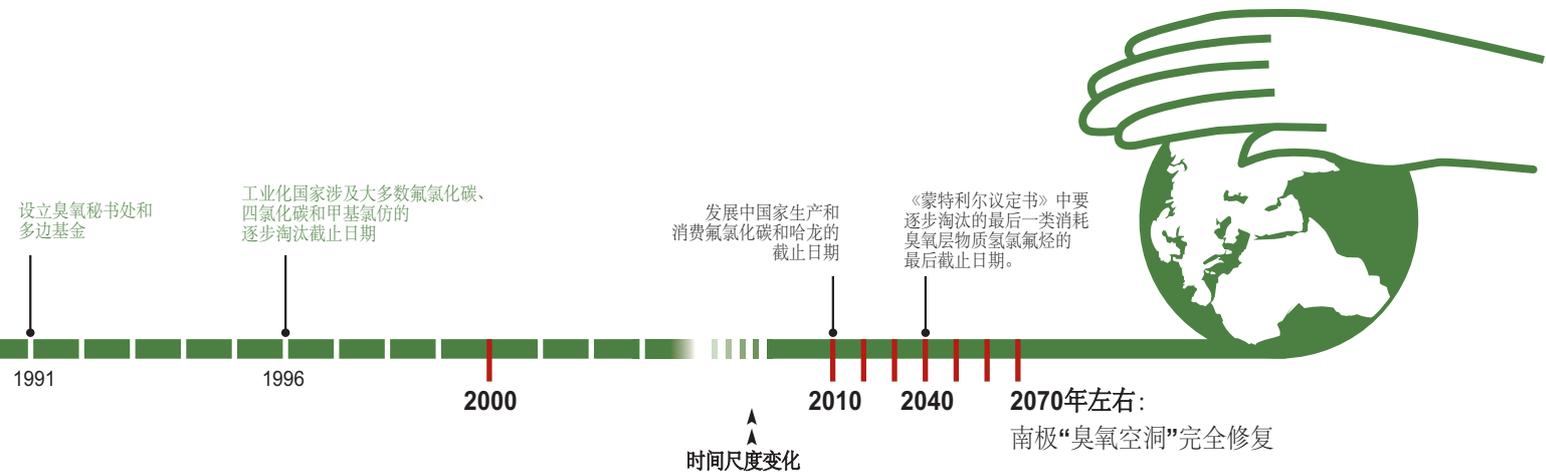
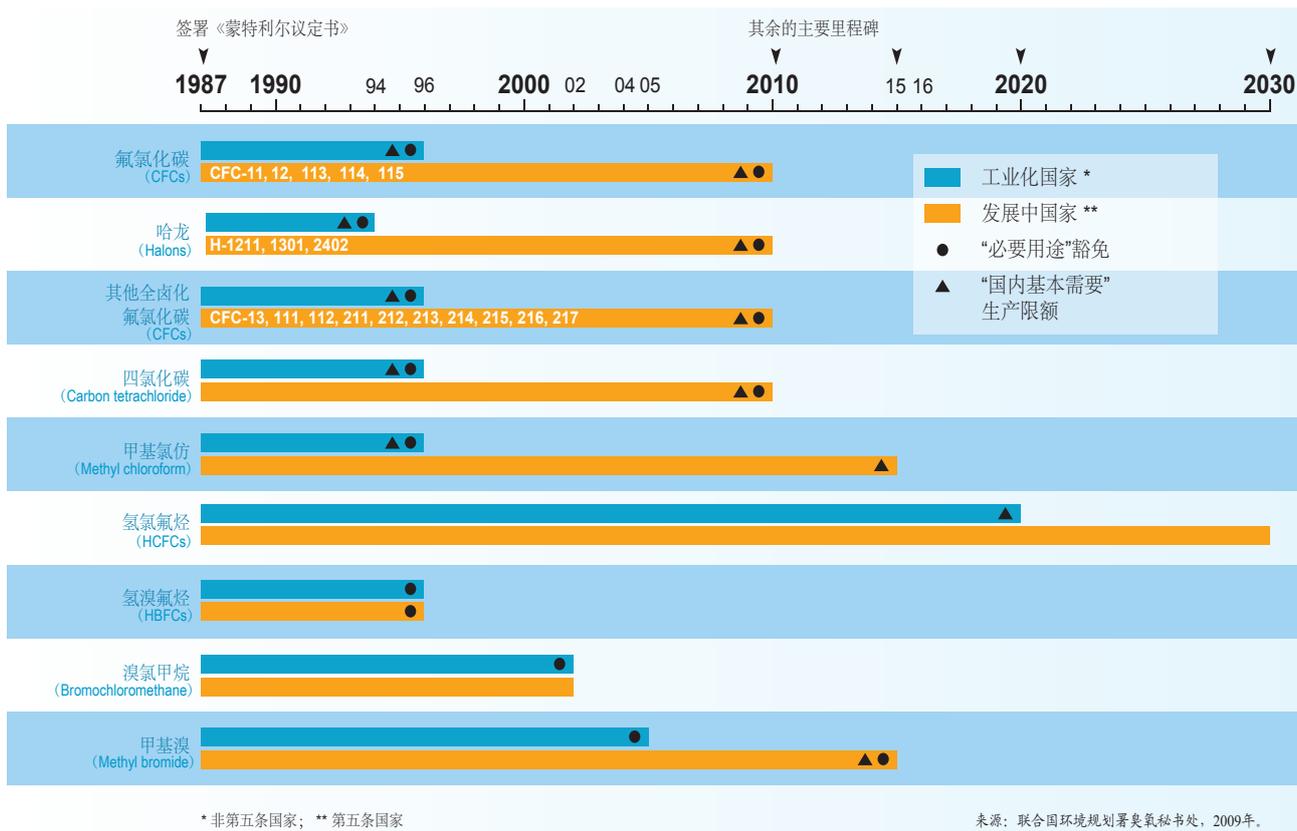
联合国环境规划署在华盛顿特区主办了首届国际氟氯化碳会议, 并设立了臭氧层协调委员会。

杜邦、帝国化学公司和大金工业株式会社中止有关研究。

签署《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》

洛夫洛克 (Lovelock) 测量了大气中的氟氯化碳。

《蒙特利尔议定书》逐步淘汰条款中确定的生产和消费消耗臭氧层物质的截止日期



募集资金修补臭氧空洞

国际就保护臭氧层达成了共识，并设立了一个多边基金，支持消除消耗臭氧层物质项目。从1991年至2009年，多边基金共收到来自50个发达国家25.63亿美元捐款。

迄今为止，已经批准了24.71亿美元经费，用于支持196个《蒙特利尔议定书》缔约方中148个“第五条”国家的6000多个项目。143个国家设立了国家臭氧机构(NOUs)，作为执行这项多边环境协议的政府联络方。截至2008年12月，执行委员会批准的项目已导致逐步淘汰了238,619吨消耗臭氧潜能值的消费量和176,464吨消耗臭氧潜能值的产量。

财政和技术援助以补贴或优惠贷款形式提供，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。捐款中有最高20%的份额可采用符合条件的项目或活动的形式提供，由缔约方的双边机构实施。资金用于关闭消耗臭氧层物质生产工厂和产业转换、技术援助、信息传播、人员培训和能力建设等活动，旨在逐步淘汰工业部门广泛使用的消耗臭氧层物质。多边基金秘书处设在加拿大蒙特利尔。

未来的挑战

1. 最后一公里

虽然《蒙特利尔议定书》已在保护臭氧层的全球努力方面取得了相当大的进展，但是议定书缔约方仍需要解决几个问题，才能确保臭氧层对当代人和子孙后代的安全性。实现全部淘汰的努力必须保持下去。一切预测臭氧层恢复的科学分析都是基于全面履行商定淘汰要求的假设。必须确保对臭氧层的持续监测，以观察恢复进程。

2. 预防原则和附带损害

针对威胁臭氧层的新化学品的有效控制机制非常必要。这意味着还要控制其它不受欢迎的环境影响，如替代消耗臭氧层物质但具有较高全球变暖潜能值的物质所导致的气候变化加剧，特别是氢氟烃造成的后果。目前几个缔约方的举措旨在控制《蒙特利尔议定书》中的非消耗臭氧层物质——氢氟烃。这将使具有约束力的淘汰时间表得以确定。

3. 日益相对重要的是某些消耗臭氧层物质难以替代的其他应用，如用于高湿度期间的甲基溴。

4. 控制对“必要用途”、“关键用途”和“国内基本需求”的豁免

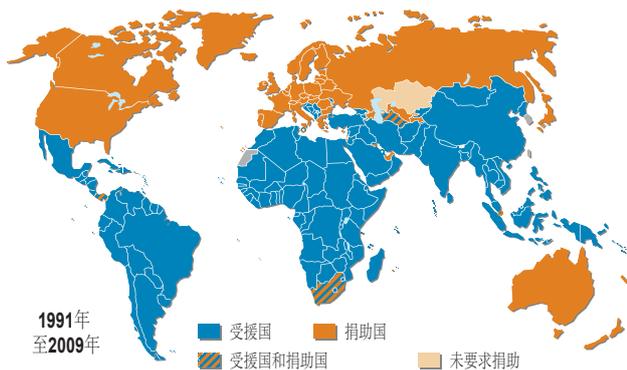
如果不适当控制，这些豁免可能成为国家避免逐步淘汰消耗臭氧层物质的一个漏洞，以至于这些豁免可能最终影响臭氧空洞的恢复。

5. 积极促进氢氯氟烃的非氢氟烃替代品

为了限制相关行业的温室气体排放，有效指导第五条国家选择和采用新的工业技术至关重要。

6. 非法贸易仍在继续，须加以处理，以确保消耗臭氧层物质的延续合法用途不被转为非法用途。

多边基金的受援国和捐助国



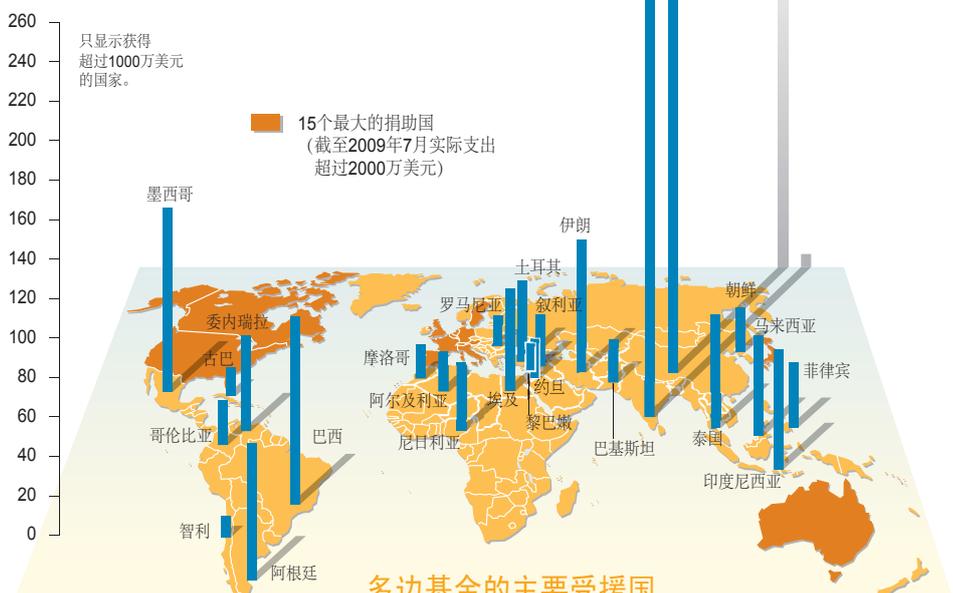
各国根据自己的履约需求获得经费。也就是说，它们获取资金以逐步淘汰具体数额的消耗臭氧层物质产量和消费量。因此，消耗臭氧层物质生产国和高消费国得到较多的资金，因为它们有更大的需求。不过作为《蒙特利尔议定书》缔约方的所有发展中国家都获得了援助。当然，人口较多的大国对消耗臭氧层物质也有更大的需求，因此需要处理更大的逐步淘汰份额。

批准逐步淘汰的消耗臭氧潜能值吨数

国家*	消费量	产量	合计
中国	113 324	142 565	255 889
印度	25 756	31 004	56 760
墨西哥	4 763	12 355	17 118
巴西	13 403	0	13 403
印度尼西亚	11 211	0	11 211
泰国	7 775	0	7 775
阿根廷	4 365	2 746	7 111
伊朗	6 956	0	6 956
委内瑞拉	2 492	4 418	6 910
马来西亚	6 446	0	6 446
尼日利亚	5 810	0	5 810
朝鲜	3 349	1 750	5 099
土耳其	4 495	0	4 495
埃及	4 253	0	4 253
叙利亚	3 796	0	3 796
菲律宾	3 335	0	3 335
阿尔及利亚	2 558	0	2 558
巴基斯坦	2 435	0	2 435
约旦	2 223	0	2 223
哥伦比亚	1 869	0	1 869
罗马尼亚	1 579	175	1 754
黎巴嫩	1 616	0	1 616
摩洛哥	1 324	0	1 324
智利	1 228	0	1 228
古巴	588	0	588

* 只显示获得超过1000万美元的国家。

1991年至2009年7月间批准的资金 百万美元



来源：多边基金，2009年。

多边基金的主要受援国

向蒙特利尔学习1

成功的秘诀

《蒙特利尔议定书》成功的秘诀是什么？使它能说服这些生产消耗臭氧层物质的公司寻找替代品的关键驱动因素是什么？它们的业务将如何发展？21世纪面临二氧化碳减排挑战的行业和国际社会是否可以在各项进程中并驾齐驱？

1988年3月，世界上最大的氟氯化碳生产商、占据25%市场份额的杜邦公司，发表了一项令世人惊叹的声明：杜邦将停止生产氟氯化碳。尽管该公司只面临温和的财务风险，因为其年收入中只有不到2%来自这些产品，但是这项决定在化工和氟氯化碳生产行业产生了深远的影响。

当时，已经有46个国家签署了《蒙特利尔议定书》，但它尚未生效。不过同一个月，臭氧趋势小组发表了第一份报告，证明科学家的预言已相当准确，并且整个大气层的臭氧层厚度存在可测的下降。

杜邦公司长期以来一直是臭氧层消耗理论的坚决反对者，但它在两年之前的1986年已开始转变方向，当时它和一个关键的行业组织——负责任的氟氯化碳政策联盟(Alliance for Responsible CFC Policy)共同宣布，它们同意支持对氟氯化碳生产的全球限制。杜邦公司停止氟氯化碳生产的戏剧性决定标志着结束氟氯化碳的时代真正开启。

杜邦公司的故事说明了《蒙特利尔议定书》进程的成功。一些关键因素促成了这项成功。

从一开始就为臭氧层问题确立框架的具有说服力的科学一直是《蒙特利尔议定书》持续成功的重要支柱。《蒙特利尔议定书》呼吁每四年审查一次现有最佳科学、环境、技术和经济资料。为了帮助其决策，缔约方设立了一些正式的专家评估小组。

人们追求并取得了政治共识。最大的一些发达国家，例如美国和欧洲共同体成员国，一致认为有必要承诺在多边框架内解决臭氧层消耗问题。行业

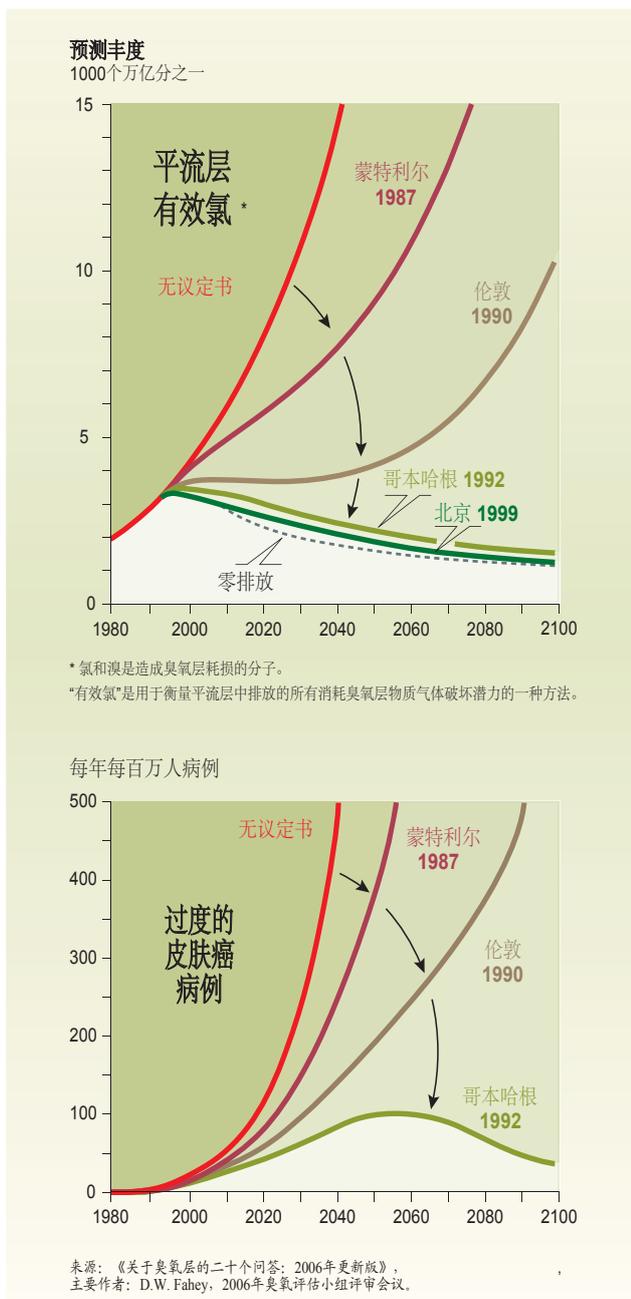
肯定会获得实现过渡的一个合理的时间框架。《蒙特利尔议定书》中限制与非缔约方贸易的条款有助于该议定书获得几乎所有国家的普遍参与。

与此同时，《蒙特利尔议定书》具有重要的灵活性因素。各缔约方之间有区别责任的概念促使该议定书的目标更容易实现。虽然各国一致同意在商定的时间框架内实现特定的削减目标，但是议定书对于实现削减的方式保持了沉默。这使得各缔约方能够通过最适合各自能力的实施方案来实现目标。同样，一项“调整”条款使缔约方能够利用新的科学来调整对原定消耗臭氧层物质的控制，而不必等待持续多年的国家批准程序。

如出现不履约的情况，按区域均衡组成的履行委员会制定了一套非常成功的制度来平等对待所有缔约方。对发展中国家来说，最重要的意见就是费用应主要由发达国家承担，因为大多数相关问题是他们造成的。这个问题在《蒙特利尔议定书》的1990年《伦敦修正案》中得到了解决，其中包括设立一个多边基金的条款。各缔约方都拥有对基金政策实质的控制权。发达国家和发展中国家在执行委员会的均衡代表权表明，它告别了过去资助实体由捐助国主导的特点，并将把《蒙特利尔议定书》的平等精神传承下去。多边基金已逐步演变为一个关键的成功推动力量，因为缔约方分配了大量资金以确保履约。

我们在这个过程中也有过难忘的教训。保护臭氧层的必要削减程度最初被低估了，需要后来进一步调整。另外同样被低估的是产业面对禁止前景、适应变化并转换到非消耗臭氧层物质的能力。在系统上的预测更为悲观，为产业估计的成本远高于实

《蒙特利尔议定书》修订案及其淘汰时间表所产生的影响



际发生的成本。例如，在1987年，哈龙被认为不可或缺，以至于缔约方只得同意将它们的产量和消费量冻结在历史水平。但是，仅仅5年后，各缔约方就同意到1994年在发达国家完全淘汰它们，因为产业加快了应对淘汰所带来的各项挑战的步伐。

《蒙特利尔议定书》的成就和经验教训在全球气候变化讨论的背景下是有益的。一个明显的经验教训是，有必要签署一项多边协定，设定有科学依据的强有力限制，并使其具有法律约束力。面对明确的目标，政府和产业可以适应，而且历史表明，它们可能比原先预计或论证的情形容易得多。同样重要的是创建履约动机的条款、对欠发达国家的资助以及关于共同承诺和平等的意识。

议定书的成就

《蒙特利尔议定书》实现了全世界所有国家的普遍参与，参加国数目为196个，这是任何其他协定前所未有的成就。如果没有《蒙特利尔议定书》，估计到2050年臭氧消耗量将在北半球中纬度地区至少上升50%，南半球中纬度地区上升70%，约比目前水平糟糕10倍。

全球观测证实，大气中的主要消耗臭氧层物质的含量正在下降，人们相信，如果《蒙特利尔议定书》条款继续执行下去，那么到2050至2075年，臭氧层应当会恢复到1980年之前的水平。

《蒙特利尔议定书》估计避免了：

- 1900万例非黑色素瘤癌症
- 150万例黑色素瘤癌症
- 1.3亿例白内障

美国自己估算保护臭氧层的努力将在1990年至2165年产生估计4200万亿美元的健康效益。

受到控制的所有(约100种)消耗臭氧层物质中97%已经被集体淘汰，其余淘汰工作仍然是一大挑战；2005年，发达国家(非第五条国家)的淘汰率是99.2%，而发展中国家(第五条国家)则是80%。在淘汰过程中，许多国家已经早在指定的期限之前实现了它们的淘汰目标。

全球观测证实，大气中的主要消耗臭氧层物质的含量正在下降，人们相信，如果《蒙特利尔议定书》条款继续执行下去，那么到2050至2075年，臭氧层应当会恢复到1980年之前的水平。

- 剩余淘汰目标是88,000吨消耗臭氧潜能值的年度消费量，其中76,000吨消耗臭氧潜能值是在第五条国家。
- 非第五条国家剩余消耗臭氧层物质淘汰目标大多数是氢氯氟烃和甲基溴。

在多边基金的协助下，发展中国家利用截至2008年12月批准的项目，逐步淘汰了约238,619吨消耗臭氧潜能值的消费量和176,464吨消耗臭氧层物质的产量。大多数发展中国家均可顺利实现2010年1月1日淘汰氟氯化碳和哈龙的目标。

《蒙特利尔议定书》还取得了可观的气候效益。由于许多臭氧破坏分子也有助于全球变暖，与一切照旧相比，削减导致的全球变暖气体减排量超过200亿吨二氧化碳当量。这些减排量使《蒙特利尔议定书》成为与全球变暖作斗争的主要贡献者之一。

向蒙特利尔学习2

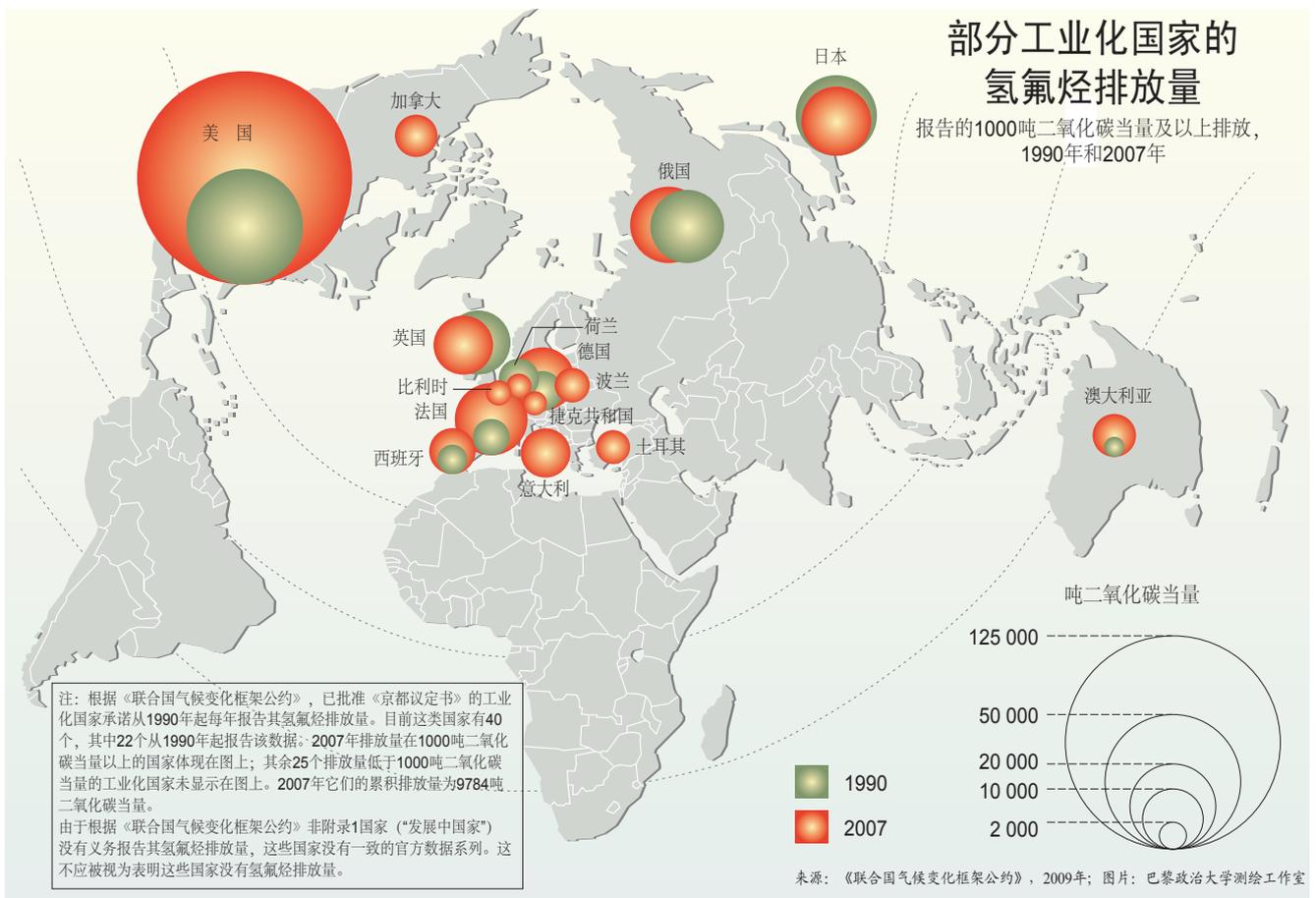
逐步淘汰消耗臭氧层物质

如何使温度刹车？

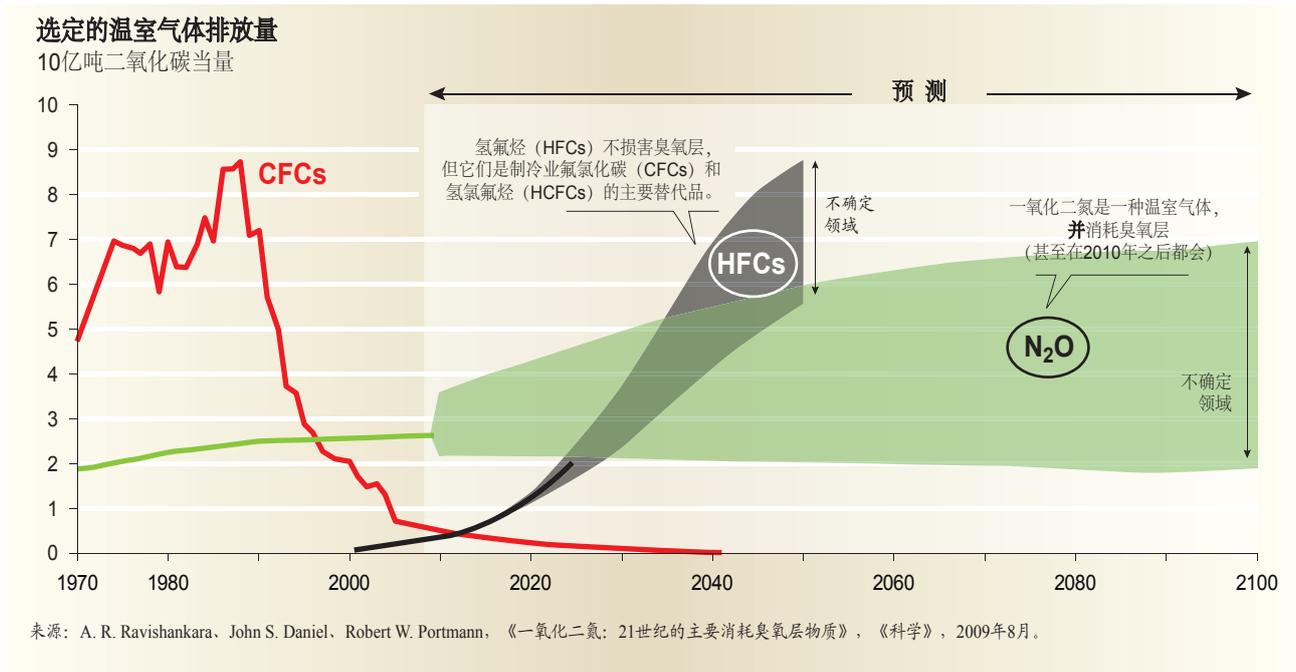
2007年，一篇科学论文证实，由于臭氧协定的签署，自1990年以来，减少的温室气体排放累计高达1350亿吨二氧化碳当量。这相当于将全球变暖推迟了7至12年。

在一项不同的计算中，美国环境保护局指出，淘汰对臭氧层有害的物质减少的温室气体排放量相当于以下三种情形的二氧化碳排放量总和：生产足够的电力为每个美国家庭供电超过13年；拯救覆盖面积超过两倍佛罗里达州大小的森林免于被毁；以及节约超过4500万亿升汽油——足以开车往返纽约和洛杉矶48亿次。

导致这个令人震惊的“副作用”的罪魁祸首，是许多人为消耗臭氧层物质（氟氯化碳、氢氯氟烃）及其替代品，这些都是强力温室气体，其全球变暖潜能值（GWP）是二氧化碳的一千倍。再者，使用这些消耗臭氧层物质的电器还要消耗电能，这也会对气候变化产生间接影响。



HFC和N₂O：两种与臭氧层有关的气候敌人



虽然有证据表明《蒙特利尔议定书》和《京都议定书》这两项国际协定要取得成功, 需要两者缔约方之间进行密切合作, 但很长一段时间内, 法律协定将臭氧层损耗和气候变化作为两个孤立的问题对待。

2007年的《蒙特利尔议定书》缔约方决定加速淘汰氢氯氟烃(HCFCs), 这意味着这两个协定之间将加强合作: 如不进行规范, 它们加速替代的可能性将导致氢氟烃(HFCs)的消费量更快速增长。这些化学物质对臭氧层没有影响, 但是其中一些物质具有极高的全球变暖潜能值, 对气候的影响高达等量二氧化碳的12000倍。

《京都议定书》仅限于针对排放量, 没有在国家一级规定如何减排; 而《蒙特利尔议定书》只控制其监管物质的生产和消费, 采用“双管齐下”的方法来说服生产者和消费者改用替代品。

各国可以主张《蒙特利尔议定书》所规定的淘汰消耗臭氧层物质的气候信用。但是, 这种做法受到了气候活动家们的质疑, 他们声称, 销毁消耗臭氧层物质过于廉价, 将导致二氧化碳当量的价格过低, 从而拖累其他部门的创新和减排努力, 因为这些部门的减排问题更复杂和昂贵。他们坚信, 根据《蒙特利尔议定书》的规定销毁消耗臭氧层物质可以给气候和臭氧层带来最大的好处。第五条国家也可因此从多边基金获取用于销毁的资金。

氢氟烃似乎否应当在《蒙特利尔议定书》下监管?

类似的争议集中在氢氟烃上: 《联合国政府间气候变化专门委员会第四次评估报告》指出, 按排放量计算, 目前氢氟烃约占长寿命温室气体总量的1%。根

据Velders等(2009年)的报告, 假设其它温室气体未实现减排, 那么到2050年, 氢氟烃可能达到长寿命温室气体总量的9%至19%; 而如果全球排放量稳定下来, 但氢氟烃继续不受监管地增长, 那么这种情形下可能达到28%至45%。

控制氢氟烃排放量的一种方法是在《蒙特利尔议定书》下逐步淘汰并禁止。尽管氢氟烃不是消耗臭氧层物质, 但是, 旨在加速淘汰氢氯氟烃的《蒙特利尔议定书》最新条款要求缔约方在选择消耗臭氧层物质替代品的同时采取行动保护气候。环境保护主义者认为, 如果将氢氟烃纳入《蒙特利尔议定书》, 也就是在某个日期冻结生产然后逐步淘汰, 那么可以一口气避免30%的温室气体排放量。这将给缔约方施加压力, 使他们寻找具有低全球变暖潜能值的氢氟烃或非氢氟烃替代品。同时, 这也是环保部门和非政府组织在臭氧层和气候保护方面进行合作的一个新机遇。

经济学家认为, 如果将氢氟烃从《京都议定书》温室气体篮子中撤走, 转由《蒙特利尔议定书》处理, 这将降低限额与贸易制度的吸引力, 因为这会剥夺他们实现便捷淘汰的机会。同时, 这也将提高碳市场上二氧化碳当量的价格, 从而引发经济界和产业界的阻挠。换句话说, 在市场上保留它们, 通过允许气体之间的交易, 可以实现更大的经济效益。

例如, 根据国家气候法必须减少二氧化碳排放量的某家公用事业公司或水泥制造商可以选择使用氢氟烃来源, 然后再销毁它们。少量氢氟烃可以取代大量二氧化碳排放量并提供一个更廉价的减排替代品。这也意味着二氧化碳的排放量将以更慢的速度逐步下降。

遗留物

消耗臭氧层物质蓄存

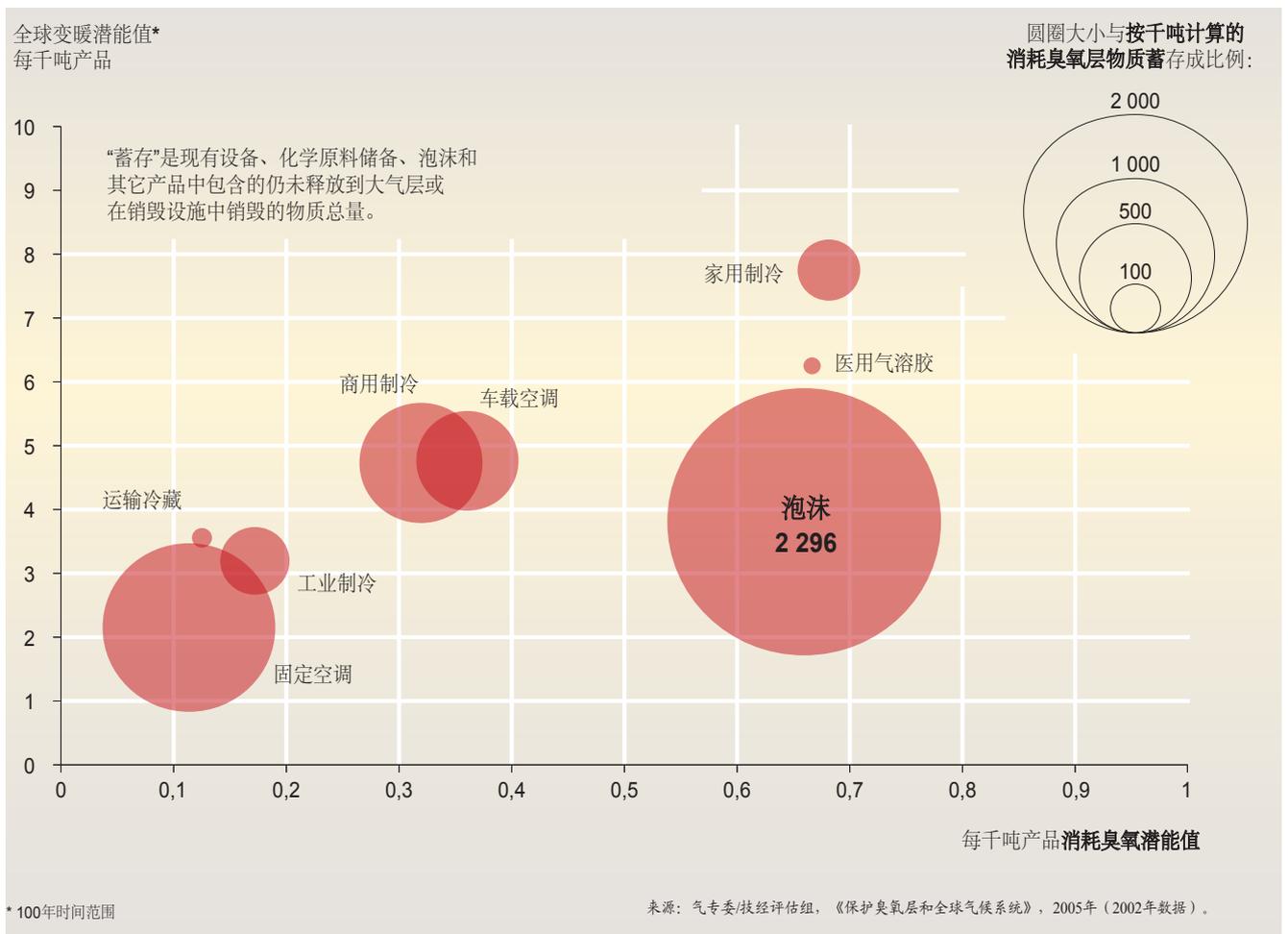
消耗臭氧层物质已经使用了70多年。即使每个产品都会在某个要求的日期停止生产，但它们还是会在许多地方保留下来，如冰箱和空调里使用的绝缘泡沫和其它泡沫。还包括回收和受污染的消耗臭氧层物质的蓄存。这些仍然在不同设备中流动的气体，在术语上称之为“消耗臭氧层物质蓄存 (ODS banks)”。

从以下数字可以明显看出这些蓄存与气候和臭氧层保护的相关性：政府间气候变化专门委员会(气专委，IPCC)和《蒙特利尔议定书》技术和经济评估小组(技经评估组，TEAP)估计，消耗臭氧层物质蓄存总共包含大约40万吨以上消耗臭氧潜能值和160-170亿吨二氧化碳当量，其中120亿吨为氟氯化碳，40-50亿吨为氢氯氟烃形式。随着冰箱退役和空调被替换，这些在旧设备中含有的气体除非得到妥善处理，否则最终会释放到大气中。与此同时，设备不断泄漏，造成可避免的排放量。2004-2025年防止所有消耗臭氧层物

质排放，可以避免约3%至4%同期所有人为温室气体排放量对应的辐射强迫总量。到2015年，除非采取行动以避免损失，否则每年的排放量将达到23亿吨二氧化碳当量。这相当于通过《京都议定书》各项措施的减排量。

2009年，一直重点关注生产量和消费量的《蒙特利尔议定书》开始讨论规范消耗臭氧层物质蓄存的管理和销毁工作。这就是为什么说《蒙特利尔议定书》至今还没有为销毁消耗臭氧层物质蓄存提供经济激励

按行业分类的世界消耗臭氧层物质蓄存



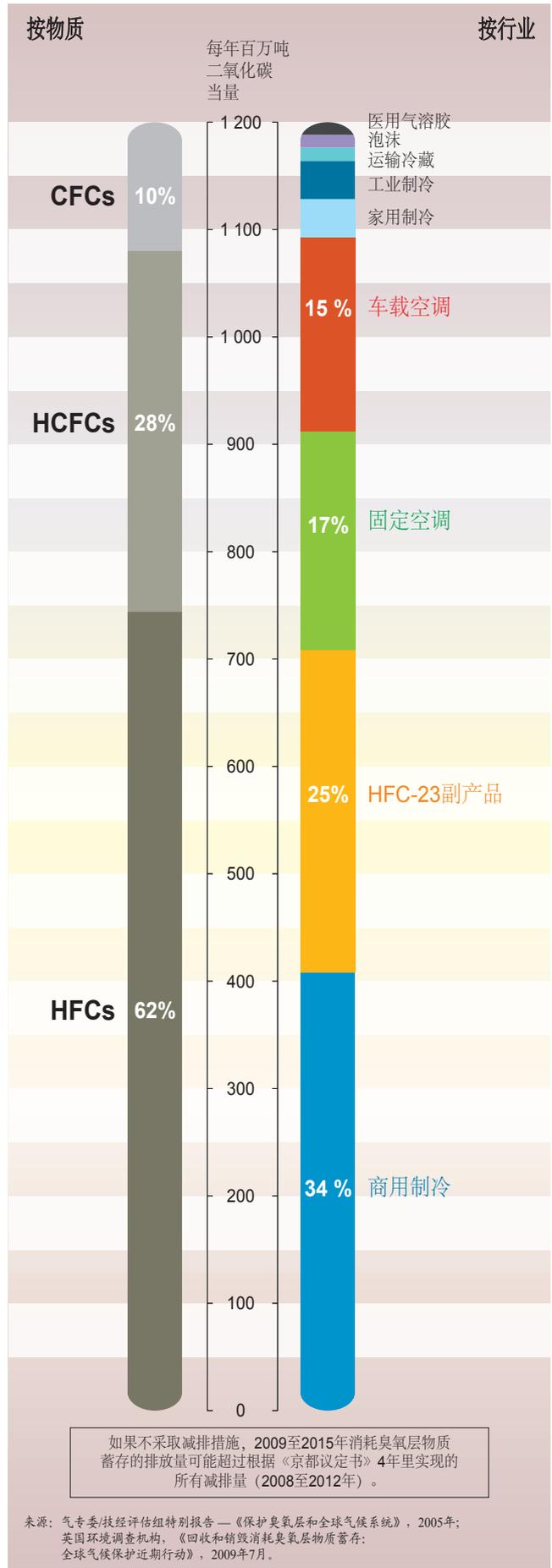
的原因。然而，回收和销毁制冷和空调行业中氟氯化碳和氢氯氟烃蓄存的行动，代表了一种具有成本效益的臭氧层和气候系统保护方式，因为有成熟技术可用，并且化学物质可以收集处理(绝缘泡沫除外，其销毁工作较为复杂)。仅从2008年开始计算在报废时销毁的制冷和空调装置中的蓄存(这是成本效益最高的一种)，就可使臭氧层的恢复速度加快两年。

根据下图，通过销毁消耗臭氧层物质避免特定温室气体排放量的成本低于官方碳排放市场上同样数量的平均价格。因此销毁消耗臭氧层物质比采取其它措施避免温室气体排放的成本更便宜。

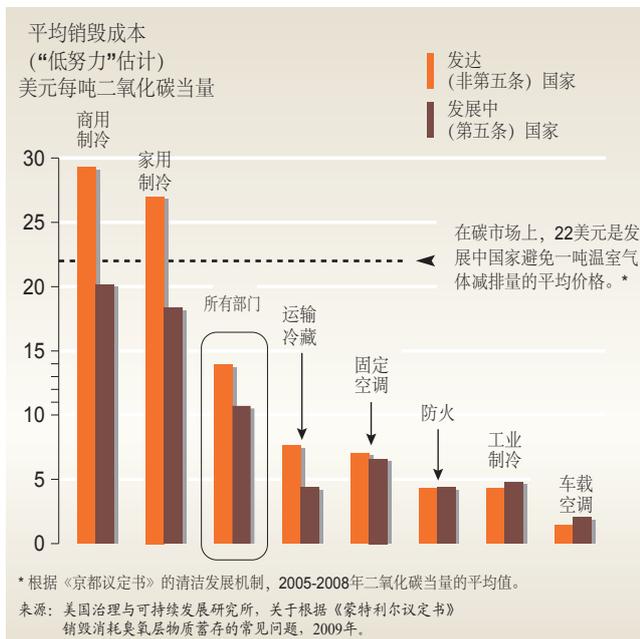
那些倡导有控制地销毁的人士指出，目前存在达成双重目标的独特机会，并呼吁分配资金支持发展中(第五条)国家管理和销毁它们的消耗臭氧层物质蓄存。需要快速行动，因为我们等待的时间越长，就会有越多消耗臭氧层物质不受控制地散逸到空气中，降低潜在的效益。

另一项提供快速成效的措施是适当提高设备效率，并避免泄露。商用制冷系统的特点是存在大量泄露(每年需加装15%-30%)。

到2015年之前消耗臭氧层物质蓄存销毁潜力

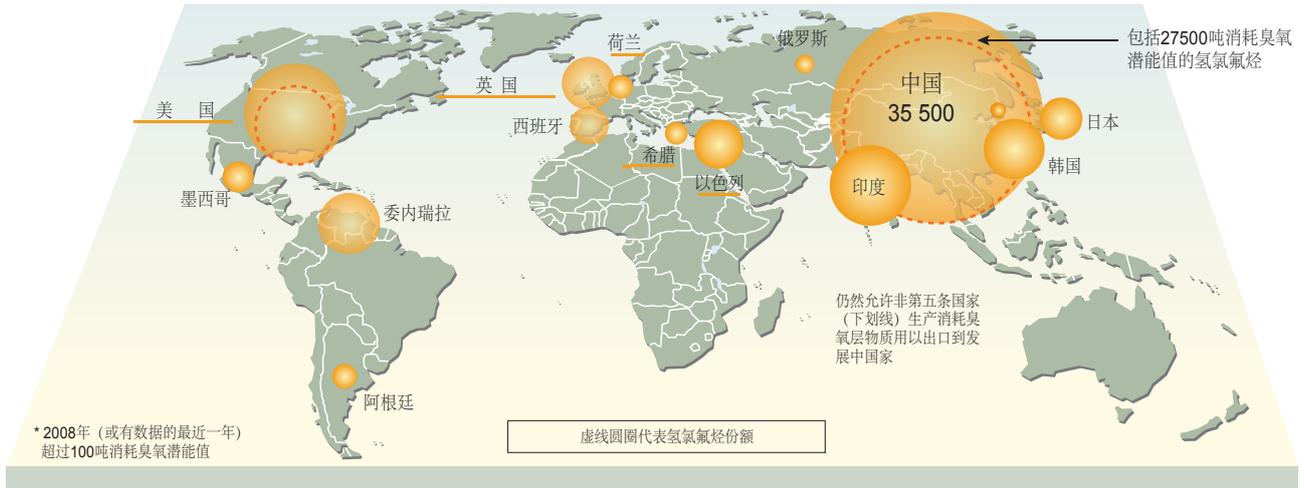


销毁消耗臭氧层物质蓄存：减缓气候变化的一个廉价途径



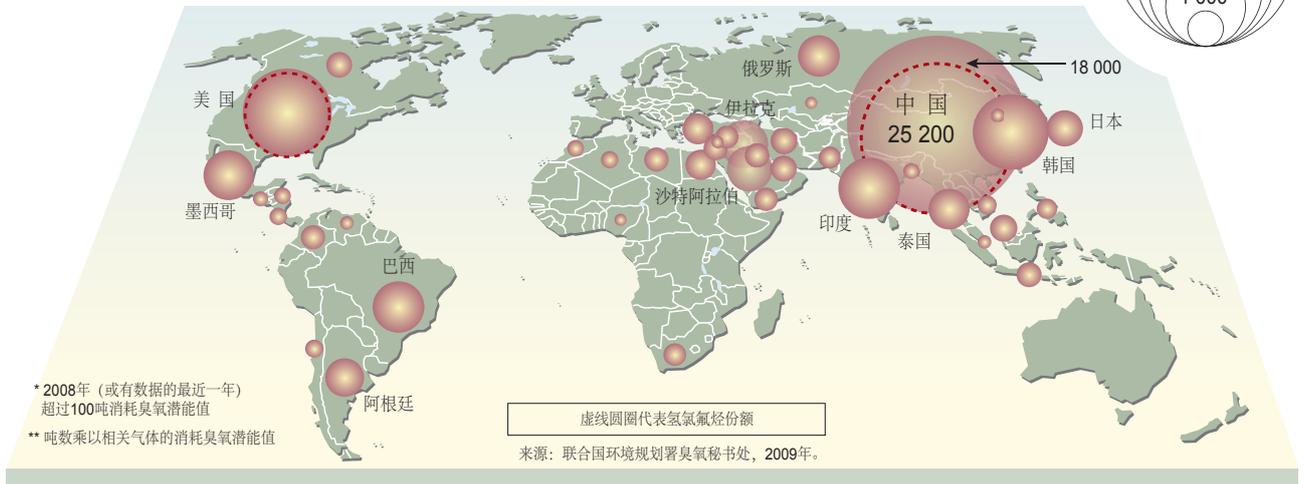
消耗臭氧层物质的产量*

《蒙特利尔议定书》缔约方向臭氧秘书处报告的数据



消耗臭氧层物质的消费量*

《蒙特利尔议定书》缔约方向臭氧秘书处报告的数据



绿色海关倡议

在绿色海关倡议方面已投入大量努力培训海关人员。非法进口活动的复杂性以及消耗臭氧层物质化学品自身特性, 容易使那些经验不足的海关人员或臭氧官员上当受骗。在室温条件下, 大多数消耗臭氧层物质是无色无味的气体, 需要用化学分析来准确确定存在什么物质。走私分子利用了这一事实, 制定了周密的计划, 包括集装箱虚假标签和文件虚假申报, 将消耗臭氧层物质转运到其它国家, 在合法气罐后面藏匿非法气罐, 以及将原始消耗臭氧层物质伪装成再生品。

技能熟练的海关人员的重要性日益明显, 这不仅对《蒙特利尔议定书》很重要, 而且对其它多边环境协定, 如《巴塞尔公约》(危险废物)和《濒危野生动植物种国际贸易公约》(CITES), 也是如此。

需要修补议定书?

到20世纪90年代初时, 企业和消费者显然已不得不更换或调整数以百万计的电器和设备部件。许多措施, 或至少在理论上讲, 是可以降低非法贸易的可能性的。

虽本意并非如此, 但《蒙特利尔议定书》的某些内容确实助长了非法贸易。明显的一点是, 《蒙特利尔议定书》并没有要求所有国家都遵循相同的淘汰时间表。《蒙特利尔议定书》允许发展中国家在发达国家停产之后继续生产氟氯化碳长达10年时间。这为非法贸易创造了巨大可能性。发达国家于1995年淘汰氟氯化碳之后, 由于需要维护基于氟氯化碳的现有设备, 对这些化学品的需求仍在继续。

批评者还指出, 当非法贸易问题突显的时候, 《蒙特利尔议定书》反应缓慢, 而且采取的行动不足以彻底解决问题。

发展中国家的非法进口仍然是一个问题。对发展中国家来说, 逐步淘汰消耗臭氧层物质即将变得更加关键, 因为它们承诺在2010年结束的日期将至。氟氯化碳和其它消耗臭氧层物质的非法贸易预计将随着全面禁令的临近而增长。

通过《蒙特利尔议定书》映射出的这些漏洞, 我们可以学习如何应对这项挑战(包括其它环境挑战)的经验教训。

臭氧故事相关问题 (无固定答案)

01 臭氧空洞

- 科学家们在南极进行了多年研究。是否有任何人研究过“臭氧空洞”已经/正在对南极生态产生的影响？
- 北极变暖被描述为是气候变化的结果。臭氧损耗在多大程度上将是其中一个原因？在北极工作的科学家们认为北极臭氧损耗可能对北极生物多样性造成多大的影响？或对如格陵兰岛上居民产生何种影响？

02 罪魁祸首：消耗臭氧层物质

- 在何种程度上消耗臭氧层物质仍然在世界各地流行？在最终淘汰日期之后，还需要多久才能没有含氟氯化碳的产品？实现这一点的最大挑战是什么，记住氟氯化碳即使在完全取消使用之后还能在平流层保留几十年甚至几百年？这对臭氧损耗、气候变化意味着什么？
- 全世界将需要多长时间来消除非常危险的物质和破坏性的物质群，即便正在尽最大的努力并且正在取得成功？
- 全世界大多数消耗臭氧层物质来自哪里：谁在生产它们，谁在消费它们，谁正受到影响；换句话说，沿着气候变化失衡（美国和欧洲生产40%的二氧化碳？）的路线，探索可能的全球失衡问题。
- 同样，在金砖四国（巴西、俄罗斯、印度、中国）的加速经济增长中是否会出现新的威胁？
- 甲基溴仍然用于作物：这种违禁物质仍然在危害环境和伤害消费者。
- 替代制冷系统（太阳能制冷）在何种程度上用于世界各地的灾难恢复领域？
- 气候变化影响：世界某些地区进一步变暖预示着对制冷剂的需求增加，这将进一步消耗臭氧层并且进一步加速气候变化。

03 连环性破坏

- 气候变化故事：正当我们似乎在扭转臭氧损耗方面取得进展时，越来越多的科学家们认为气候变化本身就是臭氧损耗的一个驱动因素，事实上到2030年，它可能超越氟氯化碳成为臭氧损耗的主要原因。

04 后果和影响：紫外线辐射和生态系统

- 将紫外线/臭氧损耗与特定地方社区或地区依赖的渔业或植物的衰退联系在一起的案例研究/科学，故事可侧重于紫外线对当地生计（渔业、农业）、食品安全等的影响。
- 臭氧损耗对浮游植物和渔业命运的影响，它们已经出现严重衰退。

05 后果和影响：紫外线辐射和人类健康

- 看看具体的健康问题，例如眼睛。
- 从环境正义的视角看臭氧对健康的威胁，比如在非洲。非洲不生产消耗臭氧层物质，几乎不消费，却承担着不成比例的健康风险，很高比例的非洲人口正在努力应对艾滋病毒。

06 动员1：防晒活动

- 随着故事日益侧重于预测气候变化的负面影响，臭氧故事显示全球规模的环境退化可能产生难以放缓的持久后果。尽管在减少臭氧损耗方面取得了进展，增强的紫外线辐射仍然是近几十年来皮肤癌病例急剧上升的一个主要原因。
- 臭氧教育作为全球环境教育增长的一个前奏，孩子们如何成为家庭中变革的推动者，以及行为如何因此而变化 — 更多的护肤霜、更多的回收等。
- 防紫外线计划成功的关键是什么？
- 在许多国家防紫外线计划如此密集覆盖的原因是什么？

07和08 动员1和2：成功的环境外交

- 在关于气候变化的悲观报告中，过去20年来减少臭氧损耗的战斗已悄然产生重大进展，不仅在臭氧损耗方面，而且减少了相当于开车往返纽约和洛杉矶近50亿次导致的温室气体排放量。
- 《蒙特利尔议定书》成功背后的政治动态。关键问题：面对威胁，各国走到一起，开始出现积极的变化。
- 地区焦点：不同的国家如何响应？如沙特阿拉伯针对《蒙特利尔议定书》做了什么，在全球取得进展的背景下，该国会发生什么？

09 向蒙特利尔学习1：成功的秘诀

- 这一协定的执行如何影响中小型企业？
- 由于逐步淘汰，是否创造或丢失了一些工作岗位？
- 臭氧保护如何影响企业的帐本底线？
- 臭氧保护如何影响消费者的钱袋子？
- 哪些公司受益于技术变革，哪些受损？

10 向蒙特利尔学习2：逐步淘汰消耗臭氧层物质如何使温度刹车

- 《蒙特利尔议定书》遏制气候变化的贡献多大？这项数字是如何估计出来的？
- 如果这种贡献如此重要，那么在气候变化辩论中为什么没有更突出强调？

11 遗留物：消耗臭氧层物质蓄存

- 消耗臭氧层物质的主要蓄存在哪里？
- 消耗臭氧层物质的销毁工作如何组织？

12 消耗臭氧层物质的非法贸易

- 气候罪犯。消耗臭氧层物质的黑市贸易。
- 负责拦截消耗臭氧层物质国际运输的地方当局是什么，它们如何开展自己的业务？同样，谁是经销商和买主？这蕴藏着从地方角度进行采访的好机会。

词汇表

1,1,1 trichloroethane (1,1,1-三氯乙烷)

这种部分卤化的消耗臭氧层物质含有氯，并且是《蒙特利尔议定书》附件B第三类受控物质。它主要用作金属清洗溶剂。它的消耗臭氧潜能值约为0.11。它也被称为甲基氯仿。

Aerosol (气溶胶)

气体中非常细小的固态或液态微粒悬浮物。气溶胶也可作为喷雾(或“气溶胶”)罐的通用名称，即一个容器填充一种产品和一种喷射剂，并加压，从而以微细喷雾形式释放产品。

Adjustments (调整)

调整是指《蒙特利尔议定书》关于现有受控物质淘汰时间表以及受控物质基于最新研究结果的消耗臭氧潜能值的变化。它们对批准《蒙特利尔议定书》的所有国家或引入受控物质的相关修正案自动具有约束力。调整可以改变《蒙特利尔议定书》的文本。此外，缔约方还可以作出决议，它们不改变文本，但对文本进行解释。

Albedo (反照率)

太阳辐射的表面反射率。它被量化为所有波长的太阳辐射被一个物体或其遮盖表面反射的比例或百分比。一个理想的白体反照率为100%，一个理想的黑体反照率为0%。

Amendments (修正案)

修正案是对《蒙特利尔议定书》的其它较重要的修改，例如在受控物质名单中添加新的物质，或补充新的义务。缔约方不受《蒙特利尔议定书》的这些变化的约束，除非并且直至它们批准修正案。未批准某个修正案的国家将被视为该修正案引入的新物质或义务的非缔约方。

Ammonia (氨)

在某些商用制冷系统中使用的一种气候友好型制冷剂。氨在高浓度下有危险性。

Annex A substances (附件A物质)

《蒙特利尔议定书》控制的一组具体的消耗臭氧层物质，在该协定的一个附件中出现。该附件包括两类受控物质，5种氟氯化碳(第一类)和3种哈龙(第二类)。

Annex B substances (附件B物质)

附件B包括三类受控物质，其它10种氟氯化碳(第一类)、四氯化碳(第二类)和甲基氯仿(第三类)。

Annex C substances (附件C物质)

附件C包括三类受控物质，34种氢氟氯烃(第一类)、34种氢溴氟烃(第二类)和溴氯甲烷(第三类)。

Annex E substance (附件E物质)

附件E包括甲基溴(第一类)。

Anthropogenic (人为)

由人类导致的，不同于自然活动。

Article 5 countries (第五条国家)

作为《蒙特利尔议定书》缔约方的发展中国家，在《蒙特利尔议定书》对它生效之日或其后，其附件A所列受控物质每年消费的计算数量不超过人均0.3公斤，附件B所列受控物质每年消费的计算数量不超过人均0.2公斤。这些国家与《蒙特利尔议定书》针对发达国家规定的淘汰时间表相比允许有十年的“宽限期”。

Atmospheric lifetime (大气中的寿命)

衡量一个分子在大气中保持不变的平均时间的参数。

Bilateral agencies (双边机构)

允许非第五条缔约方将捐赠给多边基金的款项中最多20%的份额作为第五条缔约方的双边项目。这种双边项目必须经多边基金执行委员会批准。澳大利亚、法国、德国、瑞典、英国和美国等国开展了这类双边臭氧计划。

Blends (混合物)

在制冷和空调电器中，混合物是两种或多种纯净液体的混合。给定合适的配方，混合物可实现特定属性，适应几乎任何制冷目的。例如，易燃成分和非易燃成分混合可产生非易燃混合物。

Blowing agent (发泡剂)

在发泡过程中产生气体的某种气体、挥发性液体或化学物质。气体在泡沫的塑料结构中产生气泡或小空间。

Bulk chemicals/substances (散装化学品/物质)

只有不属于某种使用系统(直接用于实现其预定用途的产品;如冰箱或灭火器)一部分的受控物质或受控物质混合物才受《蒙特利尔议定书》控制。除用于物质存储或运输的容器之外的某种制成成品内所含物质不被视为散装受控物质。

Compliance Assistance Programme (CAP) (履约协助方案)

联合国环境规划署在多边基金名下的计划，帮助第五条国家支持和维持其对《蒙特利尔议定书》的履约。履约协助方案工作人员大多数常驻联合国环境规划署的区域办事处，他们在那里与自己正在协助的国家密切互动。履约协助方案提供臭氧官员区域网络，促进履行《蒙特利尔议定书》承诺所需信息、经验和技巧的交流，报告数据，制定和执行政策，并采用各项技术。一个信息交换中心支持制定和实施区域和国家信息、教育和宣传战略;能力建设活动，帮助发展中国家建设国家能力;与政策、执法和海关以及制冷剂、哈龙和甲基溴管理相关的针对具体部门的直接援助。

Carbon tetrachloride (四氯化碳)

一种氯烃溶剂(CCl₄)，消耗臭氧潜能值约为1.1，受《蒙特利尔议定书》控制。这种含氯受控物质归在《蒙特利尔议定书》附件B第二类。它被用作生产氟氯化碳和其它化学品的原料，并用作溶剂。

Cataract (白内障)

白内障是一种眼部疾病，据世界卫生组织称，它也是全世界主要的致盲原因。有1200至1500万人由于白内障致盲。白内障导致眼睛晶状体部分或全部混浊。受紫外线辐射会增加白内障的风险。

Climate-friendly refrigerants (气候友好型制冷剂)

该术语用来指一组天然产生的物质，如氨、二氧化碳和碳氢化合物，也被称为天然制冷剂。它们被用作氢氟烃和氟氯化碳等合成制冷剂的替代品。

Chlorofluorocarbons (CFCs) (氟氯化碳)

这些消耗臭氧层物质含有氟和氯，通常特点是具有高稳定性，导致较高的消耗臭氧潜能值。五种主要的氟氯化碳作为《蒙特利尔议定书》附件A物质(第一类)受到控制。其它十种不常见的全氟化氟氯化碳在附件B(第一类)中控制。氟氯化碳完全是人造产生的，主要用作气溶胶、制冷剂、溶剂并用于发泡。

CO₂ - carbon dioxide (二氧化碳)

一种温室气体，用作按全球变暖潜能值比较其它气体影响的基本度量。在用作制冷剂、发泡剂或灭火剂时，它也是氢氟烃的一种气候友好型替代品。

CO₂ equivalence (二氧化碳当量)

以标准形式衡量所有温室气体气候影响的一种方式。由于它们在大气中的捕热能力以及在大气中保持时间各不相同，每种气体的影响以相当数量的二氧化碳来表示。缩写：CO₂-eq。

Consumption (消费量)

根据《蒙特利尔议定书》的定义，消费量是指一个国家的消耗臭氧层物质的生产量加上进口量减去出口量之后所得的数量。大多数第五条国家都是进口国内所用的所有消耗臭氧层物质。

Containment (密封)

采用维护技术或特殊装置以避免或减少制冷和空调设备在安装、运行、维修和(或)处置过程中的制冷剂损失。再循环和回收装置是密封装置的典型例子。

Controlled substances (受控物质)

《蒙特利尔议定书》附件A、B、C和E中列出的所有消耗臭氧层物质，无论是作为纯物质还是作为混合物存在，都被称为受控物质。

Countries with Economies in Transition (CEITs)

(经济转型国家)

前苏联、中欧和东欧国家，它们经历了重大的结构、经济和社会变革过程，导致政府和产业出现严重的财政和行政困难。这些变革影响了执行国际协定，例如根据《蒙特利尔议定书》逐步淘汰消耗臭氧层物质。经济转型国家包括第五条国家和非第五条国家。

Country Programme (CP) (国别方案)

国别方案是多边基金资助各国项目和活动的基础。国别方案也是多边基金在第五条国家供资的第一项活动。它负责制订国家根据《蒙特利尔议定书》的时间表消除消耗臭氧层物质的消费和生产所依据的战略和行动计划。

Customs codes (海关编码)

贸易货物通常会分配一个具体数字作为海关编码。大多数国家的海关当局用协调制度海关编码以协助贸易货物易于识别。有关海关编码知识有助于收集受控物质的进出口数据。

Decommissioning (退役)

退役是一个哈龙系统停止使用的物理过程。必须做这件事来回收哈龙，以便它可以用于其它用途。

Destruction process/technology (销毁过程/技术)

受控物质可以采用一个经批准的销毁过程销毁，导致这些物质全部或者主要部分永久转化或分解。

Drop-in replacement (简易替代)

在现有制冷、空调和热泵设备中以非氟氯化碳制冷剂替代氟氯化碳制冷剂的程序。简易替代通常称为改造，因为只需要轻微的改变，如改变润滑油、更换膨胀装置和干燥剂材料。

Dry powder inhaler (DPI) (干粉吸入器)

计量吸入器的一种替代技术，如果有关药物能令人满意地制成超细粉末，那么可以使用这种技术消除氟氯化碳等化学喷射剂。

Essential use (必要用途)

若经缔约方会议批准，可以针对申请的必要用途授予受控物质全面淘汰的豁免。这要求该消耗臭氧层物质是健康、安全所必须的，或对社会的运转十分重要，并且没有可以接受的替代品。已经对实验室和分析用途授予了全球豁免。必要用途程序请参见《必要用途提名手册》(Handbook on Essential Use Nominations)。

F-gases (含氟气体)

《京都议定书》限制的六种温室气体中的三种：氢氟烃(HFCs)、全氟化碳(PFCs)和六氟化硫(SF₆)。

Feedstock (原料)

用于制造其它化学品、并且在过程中完全转化的受控物质。例如，四氯化碳通常用于生产氟氯化碳。用作原料的数量免于控制，但必须报告。

Gigatonne (Gt) (十亿吨)

十亿吨 = 10⁹吨

Global Environment Facility (GEF) (全球环境基金)

全球环境基金设立于1991年，旨在帮助发展中国家资助保护全球环境的项目和方案。全球环境基金的赠款支持与生物多样性、气候变化、国际水域、土地退化、臭氧层和持久性有机污染物有关的项目。在臭氧层重点领域，全球环境基金资助的项目使经济转型国家(包括俄罗斯联邦、东欧和中亚国家)能够逐步淘汰它们使用的破坏臭氧化学品。

Global warming (全球变暖)

全球变暖是由温室气体排放引起的，它们捕捉地球散发的热量，导致大气变暖。温室气体包括二氧化碳、甲烷、氟氯化碳、氢氟烃和哈龙。

Global Warming Potential (GWP) (全球变暖潜能值)

是指通过燃烧石油、天然气和碳(CO₂)、直接排放、制冷设施泄露等方式将温室气体释放进大气时，温室气体对全球变暖效应的相对贡献。全球变暖潜能值(GWP)的标准度量是相对于二氧化碳(GWP=1.0)而言的。全球变暖潜能值可以指时间跨度为20、100或500年。科学界对于什么是适当的时间范围没有取得完全一致，不过最常用的是100年。

Greenhouse gas (温室气体)

吸收和重新放出红外辐射、温暖地球表面并促使全球变暖的气体，如水蒸气、二氧化碳、甲烷、氟氯化碳、氢氟烃和氢氟烃。

Halons (哈龙)

这些消耗臭氧层物质含有氟、溴，可能还有氯。哈龙主要用于灭火器和抑爆。

Halon bank (哈龙蓄存)

在某个时刻存在于设施、组织、国家或地区中的哈龙总量。哈龙蓄存包括消防系统、便携式灭火器、移动式灭火器中的哈龙和储存(容器中)的哈龙。

Halon bank management (哈龙蓄存管理)

一种管理蓄存哈龙供应的方法。蓄存管理包括在每个阶段追踪哈龙数量：初始填充、安装、“回收”和储存。哈龙蓄存的一个主要目标是把来自退役系统或非必要应用的哈龙重新部署到必要用途，从而避免对新的(纯净)哈龙的需求。哈龙蓄存通常由一个交换中心(即推动哈龙所有者和哈龙买方之间接触的某个办公室)管理。

Harmonised System (HS) (协调制度)

在大多数国家,进口和出口都是用世界海关组织采用的国际协调制度(HS)海关编码登记的。

Hydrobromofluorocarbons (HBFCs) (氢溴氟烃)

这些消耗臭氧层物质含有氟和溴，并在《蒙特利尔议定书》附件C第二类中受到控制。没有已知的氢溴氟烃生产量或消费量。

Hydrocarbon (HC) (碳氢化合物)

一种化合物，由仅被氢原子围绕的一个或多个碳原子组成。碳氢化合物的例子有丙烷(C₃H₈, HC 290)、丙烯(C₃H₆, HC 1270)和丁烷(C₄H₁₀, HC600)。碳氢化合物通常在气溶胶喷射剂和制冷剂混合物中用作氟氯化碳的替代品。碳氢化合物的消耗臭氧潜能值为零。碳氢化合物是挥发性有机化合物(VOCs)，在某些领域它们的使用可能会受到限制或禁止。虽然它们被用作制冷剂，但是其高度易燃性通常使它们的用途仅限于作为制冷剂混合物中的低浓度成分。

Hydrochlorofluorocarbons (HCFCs) (氢氯氟烃)

它们是部分卤化的消耗臭氧层物质，含有氯和氟，并在《蒙特利尔议定书》附件C第一类中受到控制。氢氯氟烃是氟氯化碳的替代品，但是由于它们具有消耗臭氧潜能值，氢氯氟烃是过渡性物质，将根据《蒙特利尔议定书》逐步淘汰。氢氯氟烃(例如HCFC-22)主要用于空调和制冷电器。HCFC-141b/142b被广泛用作发泡剂和溶剂。HCFC-123、HCFC-124和其它物质被用作制冷剂、溶剂和防火剂。

Hydrofluorocarbons (HFCs) (氢氟烃)

一类与氟氯化碳有关的化学品，包括被氟原子和氢原子围绕的一个或多个碳原子。由于没有氯或溴存在，氢氟烃不消耗臭氧层，但它们是具有全球变暖潜能值的全球变暖气体。氢氟烃被广泛用作制冷剂，例如HFC-134a(CF₃CH₂F)和HFC-152a(CHF₂CH₃)。

Immune system (免疫系统)

免疫系统是我们的身体与疾病(例如病毒)作斗争并在我们生病时康复的天然能力。暴露于紫外线辐射下可能会影响我们的免疫系统。

Implementation Committee (履行委员会)

《蒙特利尔议定书》不遵守情事程序履行委员会包括第五条缔约方的五名代表和非第五条缔约方的五名代表。履行委员会可以向缔约方会议提供建议，包括如何促进《蒙特利尔议定书》的执行，以及针对未履约情况的行动。

Implementing Agencies (执行机构)

第五条缔约方的逐步淘汰活动由多边基金支持，并通过所谓的“执行机构”实施。联合国开发计划署、联合国环境规划署、联合国工业发展组织及世界银行担任多边基金的执行机构。

Incremental costs (增量成本)

对于向第五条缔约方提供的援助，多边基金资助的额外费用。它们是向臭氧友好型技术转变所产生的额外成本。缔约方会议已经确定了增量成本类别的一份指示性清单。

Laboratory and analytical uses (实验室和分析用途)

根据对指定实验室和分析用途的全球必要用途豁免，允许淘汰受控物质的生产、进口和出口。缔约方会议应每年就不再有资格享受实验室和分析用途豁免的消耗臭氧层物质的任何用途以及应开始实行限制的日期做出决定。臭氧秘书处应提供一份不再有资格的用途的综合清单。

Licensing system (许可证制度)

根据《蒙特利尔议定书》的《蒙特利尔修正案》，批准该修正案的《蒙特利尔议定书》各缔约方必须采用进口/出口许可证制度来监测受控物质的贸易。这种许可证制度用于收集向臭氧秘书处和基金秘书处报告所需的数据。

Low-Volume Consuming Countries (LVCs)

(低消费量国家)

每年消费不到360吨氟氯化碳的第五条国家。执行委员会制定了特别条款来推动这些国家的淘汰工作。

Melanin (黑色素)

黑色素是头发、皮肤和眼睛中存在的一种黑色、深褐色或淡红色的色素。暴露在阳光下时，我们的皮肤会自然产生黑色素，以保护自身免受紫外线辐射伤害。每个人的皮肤都含有黑色素，但数量并不相同：深色皮肤比浅色皮肤含有更多的黑色素。但无论皮肤类型如何，黑色素并不能有效防护紫外线照射和保护每个人，而是需要额外的保护。

Meeting of the Parties (MOP) (缔约方会议)

《蒙特利尔议定书》全体缔约方每年举行一次部长级/高级别会议，并就许多问题做出决议，包括不遵守情事、基金的补充等。

Metered-Dose Inhaler (MDI) (计量吸入器)

计量吸入器包含一种活性药物，溶解或悬浮在装有喷射剂的容器中，供呼吸病患者使用。一些计量吸入器含有氟氯化碳。

Methyl bromide (甲基溴)

这种部分卤化的消耗臭氧层物质(也称为溴化甲烷)含有溴，并在《蒙特利尔议定书》附件E第一类中受到控制。它主要用作土壤、商品以及检疫和装运前应用的熏蒸剂。甲基溴的消耗臭氧潜能值约为0.6。

Mixtures of ODS (消耗臭氧层物质混合物)

包含两种或多种受控物质或者一种或多种受控物质与其它非臭氧消耗化学品混合而成的化学品被定义为消耗臭氧层物质混合物。

National Ozone Unit (NOU) (国家臭氧机构)

第五条国家的政府单位，负责管理国别方案中规定的国家消耗臭氧层物质淘汰战略。

Natural refrigerants (天然制冷剂)

可用作制冷剂的、已经在生物圈中循环的自然存在的物质。天然制冷剂的例子有氨(NH₃)、碳氢化合物(如丙烷)、二氧化碳(CO₂)、空气和水。

Non-Article 5 countries (非第五条国家)

作为《蒙特利尔议定书》签约方的发达国家。这类缔约方有时候也非正式地称为“根据《蒙特利尔议定书》第二条行事的国家”或直接称为“发达国家”。

Ozone (臭氧)

一种化学性质活泼的气体，由三个氧原子(O₃)组成，在大气中通过氧分子(O₂)和氧原子(O)结合自然形成。它具有阻断上层大气中危险波长紫外线辐射的属性。尽管它是平流层中的一种理想气体，但是对生活在对流层中的生物有毒。

Ozone depleting substances (ODS)

(消耗臭氧层物质)

原则上，所有消耗臭氧潜能值大于零的物质都是消耗臭氧层物质。它们一般是含有氯和(或)溴的化学品。最重要的消耗臭氧层物质是《蒙特利尔议定书》中的受控物质。少数消耗臭氧层物质(还)没有在《蒙特利尔议定书》下控制，因为它们没有大量生产或消费。大多数情况下，术语消耗臭氧层物质是指受控物质。

Ozone depletion (臭氧损耗)

多数情况下由人类活动产生的物质导致的平流层臭氧层加速化学破坏。

Ozone depletion potential (ODP) (消耗臭氧潜能值)

每种受控物质都被分配一个数值，表明每单位质量气体与相同质量的CFC 11相比对平流层臭氧层的影响。每种受控物质的消耗臭氧潜能值在《蒙特利尔议定书》附件中给出。

ODP tonnes (吨消耗臭氧潜能值)

当受控物质数量乘以其消耗臭氧潜能值时，产生消耗臭氧潜能值加权数据。通过这一程序，公吨被转换成吨消耗臭氧潜能值，表示相对环境损害，而不是物理数量。

Open-Ended Working Group (OEWG)

(不限成员名额工作组)

《蒙特利尔议定书》全体缔约方每年举行一次正式会议，讨论将由缔约方会议审议的所有问题，并提出建议。

Ozone layer (臭氧层)

平流层的一个区域，约在地球上空15至60公里处，在那里臭氧作为一种痕量气体被发现，即浓度高于大气层其它部分。臭氧层是来自太阳的紫外线辐射(中波紫外线)的过滤器，并保护地球上的生命避免增强的中波紫外线照射的破坏性影响。

Ozone Secretariat (臭氧秘书处)

臭氧秘书处是1985年《关于保护臭氧层的维也纳公约》和1987年《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》的秘书处。它设在肯尼亚首都内罗毕联合国环境规划署总部。

亚首都内罗毕联合国环境规划署总部。

Perfluorocarbons (PFCs) (全氟化碳)

一组合成方式生产的化合物，特点是极其稳定、非易燃性、低毒性、零消耗臭氧潜能值和高全球变暖潜能值。

Phase out (淘汰)

根据《蒙特利尔议定书》，结束某种受控消耗臭氧层物质的所有生产和消费。

Polar vortex (极涡)

每年冬天在极地平流层形成的半隔离气旋性环流区域。南极极涡强于北极极涡。极涡通过捕获含有气溶胶的极冷空气，增加了臭氧损耗，因为消耗臭氧的反应可以在气溶胶中发生。

Pre-shipment applications (装运前应用)

为满足出口国或进口国的植物检疫或卫生要求，在出口某种产品前和对于某种产品出口直接施加的一定数量甲基溴免受管制。

Process agent (加工剂)

一定数量的受控物质用于生产其它化学品(例如作为化学反应催化剂或抑制剂)，而不作为原料消耗。

Production (生产量)

根据《蒙特利尔议定书》，一个国家受控物质的生产量以总产量减去销毁数量再减去用作原料数量之后所得数量计算。控制不适用于豁免类别的生产。

Propellant (喷射剂)

气溶胶喷雾的组成部分，作为强迫剂驱使产品喷出气溶胶罐。氟氯化碳曾被用作气溶胶喷射剂。

Quarantine applications (检疫应用)

用于避免检疫性有害生物(包括疾病)的引入、移植生长和(或)传播和(或)确保其官方控制的一定数量甲基溴免受管制。

Radiative forcing (辐射强迫)

进入大气层和离开大气层的热量之差(相对于作为工业时代开端的1750年)的变化。正强迫趋向于使地球变暖，负强迫则使其变冷。

Recovery (回收)

在维护期间或在处置之前从机械、设备、密封容器等处收集和储存受控物质(如制冷剂、哈龙)，而不必以任何方式检测或处理它。

Recycling (再循环)

回收的受控物质(如制冷剂、哈龙)经过过滤和干燥等基本的清洗过程之后再次使用。对于制冷剂，再循环一般涉及重新充回设备，而且它往往“现场”发生。

Refrigerant (制冷剂)

一种热转移剂，通常是液体，用于冰箱、冷冻机和空调等设备。

Refrigerant Management Plan (RMP)

(制冷剂管理计划)

国家级制冷剂管理计划的目标是设计和实施一项综合全面的战略，以具备成本效益的方法淘汰消耗臭氧层物质制冷剂，它考虑并评估所有替代技术和政策选项。制冷剂管理计划主要旨在协助氟氯化碳消费量水平较低和具有小规模制造部门的国家通过在制冷设备维护部门减少氟氯化碳消耗来满足它们的氟氯化碳履约目标。制冷剂管理计划通常涉及投资活动(提供回收机械)和技术人员及海关官员的培训。

Retrofit (改造)

升级或调整设备，从而使它可以在改变的条件上使用。例如，可以改造某些制冷设备，使其能够用非消耗臭氧层制冷剂替代氟氯化碳。这个过程通常需要修改调整，如更换润滑油、替换膨胀装置或压缩机。

Solvent (溶剂)

旨在通过溶解表面存在的污染物来清洁某个零件或组件的任何(水性或有机)产品。

Stockpile (原料储备)

受控物质可以储存或积累起来，在未来使用。

Stratosphere (平流层)

地球大气层在对流层上方部分，约在15至60公里高处。平流层包含臭氧层。

Technology and Economic Assessment Panel (TEAP) (技术和经济评估小组)

技术和经济评估小组(技经评估组)是《蒙特利尔议定书》缔约方常设附属机构，由来自世界各地的几百名专家组成，联合国环境规划署负责协调。该小组负责审议以下事项并向缔约方报告：(a) 最新生产和使用技术，淘汰消耗臭氧层物质的使用以及再循环、再使用和销毁技术的选择；(b) 臭氧层改变的经济影响，技术的经济层面上的问题。

Total Equivalent Warming Impact (TEWI)

(变暖影响总当量)

将与能源消耗有关的全球变暖效应即发电过程产生的二氧化碳排放量(间接全球变暖潜能值)和由于制冷剂排放产生的温室效应(直接全球变暖潜能值)合并计算。变暖影响总当量取决于电力如何产生、系统设计、系统寿命、制冷剂泄露等，因此不可能为每种制冷剂列出变暖影响总当量。与直接全球变暖潜能值有限并且泄露较少的新制冷剂相比，提高系统能源效率对变暖影响总当量有巨大影响。直接全球变暖潜能值对长寿命设备有巨大影响，但是对于短寿命和高泄露设备来说不够重要。

Terminal Phase out Management Plan (TPMP)

(最终淘汰管理计划)

多边基金支持制定国家消耗臭氧层物质淘汰计划，以制定出一份详细的行动计划来消除第五条国家最常见消耗臭氧层物质的整个剩余消费量。这些计划是投资和非投资项目的组合。每一项多年期计划都根据执行委员会和有关政府之间的协议进行管理。

Trade names (商品名称)

许多公司生产纯受控物质以及消耗臭氧层物质的混合物，它们为自己的产品赋予商品名称，而不是消耗臭氧层物质的名称。这些商品名称显示在产品包装和交易/货单文件上。商品名称的详细目录可从联合国环境规划署技术、工业和经济司臭氧行动处获取。

Transitional substances (过渡性物质)

根据《蒙特利尔议定书》，允许使用某些化学品替代消耗臭氧层物质，但是由于该物质的消耗臭氧潜能值或毒性，只能暂时使用。例如，氢氯氟烃就是过渡性物质。

Troposphere (对流层)

地球大气层的较低部分，高度在15公里(9英里)以下。对流层在平流层下方。

Ultraviolet radiation (UV) (紫外线辐射)

紫外线辐射是阳光的一个有害成分，我们无法看到或感觉到。紫外线辐射对我们来说是危险的，因为它会渗透深入我们的皮肤和眼睛，并削弱我们的免疫系统，从而损害我们的健康。

UV-A (长波紫外线)

长波紫外线约占到达地球表面的紫外线辐射的90%，因为臭氧层允许它们通过。它们是最不强烈的紫外线，所以它们可能危险性最小。

UV-B (中波紫外线)

中波紫外线约占到达地球表面的紫外线辐射的10%。中波紫外线辐射对人体健康造成的危害最大。臭氧层损耗导致到达地球的中波紫外线辐射显著增加，这对我们以及植物和动物来说都是危险的。

UV-C (短波紫外线)

短波紫外线被臭氧层全面阻挡。短波紫外线极强，非常危险。

UV index (紫外线指数)

紫外线指数是指地球表面的太阳紫外线辐射水平。其目的是提醒人们需要采取防晒措施。紫外线指数使用从零向上的取值范围。该值越高，危险的紫外线数量以及损害我们健康的可能性就越大。

Venting (通风)

一种维修作业做法，即制冷剂液体在回收后，故意允许制冷剂蒸汽散逸到大气中。这种做法现已不再被接受。

Vienna Convention (维也纳公约)

1985年签署的国际协定，为全球保护平流层臭氧层行动设定了一个框架。这项公约通过《蒙特利尔议定书》得到执行。

缩略语

CAP	联合国环境规划署履约协助方案
CEIT	经济转型国家
CFC	氟氯化碳
COP	缔约方大会
CTC	四氯化碳
DPI	干粉吸入器
DTIE	联合国环境规划署技术、工业和经济司
EXCOM	执行委员会
FAO	联合国粮农组织
GEF	全球环境基金
GWP	全球变暖潜能值
HAP	碳氢化合物气溶胶喷射剂
HBFCs	氢溴氟烃
HC	碳氢化合物, 烃
HCFC	氢氯氟烃
HFC	氢氟烃
HS	(海关) 商品名称及编码协调制度
IMO	国际海事组织
LVC	消耗臭氧层物质低消费量国家
MAC	车载空调
MCF	甲基氯仿 (1,1,1-三氯乙烷)
MDI	计量吸入器
MOP	《蒙特利尔议定书》缔约方会议
NOU	国家臭氧机构
NGO	非政府组织
ODP	消耗臭氧潜能值
ODS	消耗臭氧层物质
OEWG	不限成员名额工作组会议
PFC	全氟化碳
RMP	制冷剂管理计划
TCA	三氯乙烷 (1,1,1-三氯乙烷)
TEAP	技术和经济评估小组 (技经评估组)
TEWI	变暖影响总当量
TOC	技经评估组技术选择委员会
TPMP	最终淘汰管理计划
UNDP	联合国开发计划署
UNEP	联合国环境规划署
UNESCO	联合国教科文组织
UNICEF	联合国儿童基金会
UNIDO	联合国工业发展组织
UV	紫外线辐射
WCO	世界海关组织
WHO	世界卫生组织
WMO	世界气象组织

参考文献

01 臭氧空洞

UNEP/DTIE (2007). Brief primer on the Montreal Protocol: The treaty, chemicals controlled, achievements to date, and continuing challenges

D.W. Fahey (2006). Twenty questions and answers about the ozone layer: 2006 Update 2006, NASA 2006, WMO/UNEP

UNEP (2005). Basic Facts and Data on the Science and Politics of Ozone Protection. Background for journalists: <http://www.atm.ch.cam.ac.uk/tour/part1.html> (Last accessed 9th October 2009)

02 罪魁祸首：消耗臭氧层物质

US Environmental Protection Agency, Office of Air and Radiation (2007). Achievements in Stratospheric Ozone Protection. Progress Report. Washington

UNEP/DTIE (2007). Brief primer on the Montreal Protocol: The treaty, chemicals controlled, achievements to date, and continuing challenges

制冷和空调

Technical Options Committee (2006). Report Of The Refrigeration, Air Conditioning And Heat Pumps: http://ozone.unep.org/teap/Reports/RTOC/rtoc_assessment_report06.pdf

International Energy Agency, Satoru Koizumi (2007). Air Conditioners In Developing Countries And The Role Of Cdm

Technology and Economic Assessment Panel (2009): "Assessment of the alternatives to HCFCs and HFCs and update of the TEAP Supplement Report data"

Technology and Economic Assessment Panel (May 2009): Report Of The Technology And Economic Assessment Panel, volume 1, Progress Report: <http://www.pnas.org/content/106/27/10949.full.pdf>

Greenpeace International (2008). Cool Technologies: Working Without Hfcs. Examples of HFC-Free Cooling Technologies in Various Industrial Sectors

一氧化二氮和甲基溴

David Sassoon, may 4th, 2009. Administration rift over handling super-ghgs continues: <http://solveclimate.com/blog/20090504/administration-rift-over-handling-super-ghgs-continues>

UNEP (2001). Handbook on Essential Use Nominations: <http://www.unep.org/OZONE/pdfs/TEAP-Essential-Use-HB-2001-final.pdf>

Eric A. Davidson (2009). The contribution of manure and fertilizer nitrogen to atmospheric nitrous oxide since 1860. In: Nature and geoscience online edition, August 2009.

Janet Raloff : Nitrous oxide fingered as monster ozone slayer. In: Science News web edition (August 2009) http://www.sciencenews.org/view/generic/id/46776/title/Nitrous_oxide_fingered_as_monster_ozone_slayer

Methyl bromide alternatives: TEAP Progress Report May 2009

Sierra club, <http://www.sierraclub.ca/national/postings/montreal-protocol.html>

03 连环性破坏：温度、极地平流层云和日益变化的气候

Environmental Investigation Agency (2006). Turning up the heat: Linkages between ozone layer depletion and climate change: The urgent case of HCFCs and HFCs

04 后果和影响1：紫外线辐射和生态系统

Bazzaz F., W. Sombroek (1996). Global Climate Change and Agricultural Production. FAO, Rome, and John Wiley & Sons, Chichester

Blaustein Andrew R. (not dated). Amphibian Population Declines. In <http://www.waterencyclopedia.com/A-Bi/Amphibian-Population-Declines.html>

Ilyas, Mohammad (ed.) (1991). Ozone Depletion. Implications for the Tropics. University of Science Malaysia and UNEP, Nairobi

Milchunas Daniel, King J., Mosier A., Moore J., et al. UV Radiation Effects on Plant Growth and Forage Quality in a Shortgrass Steppe Ecosystem. In Photochemistry and Photobiology(2004). (http://www.findarticles.com/p/articles/mi_qa3931/is_200405/ai_n9446040)

UNEP Division on Economy, Trade and Environment (2000): Methyl Bromide Alternatives for North African and Southern European Countries. Paris

Zepp R., D. Erickson, N. Paul, B.Sulzberger (2007). Interactive effects of solar UV radiation and climate change on biogeochemical cycling. In Photochemical and Photobiological Sciences. 2007 Mar;6(3):286-300

05 后果和影响1：紫外线辐射和人类健康

Dutch National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), Laboratory for Radiation Research 2007. (www.rivm.nl/milieuStoffen/straling/zomethema_uv) redirects to <http://www.rivm.nl/milieuportaal>

Australian Institute of Health and Welfare (AIHW) & Australasian Association of Cancer Registries (AACR)(2004). Cancer in Australia 2001. Cancer Series Number 28. Canberra: AIHW.

Australian Institute of Health and Welfare (2005). GRIM (General Record of Incidence of Mortality) Books. Canberra: AIHW. (<http://www.sunsmart.com.au/browse.asp?ContainerID=1752>)

Jones R. R., Wigley T. (eds.) (1989). Ozone Depletion. Health and Environmental Consequences. Wiley Science Editors, New York, Chichester, Brisbane Toronto, Singapore

Lucas R., T. McMichael, W. Smith, B. Armstrong (2006). Solar Ultraviolet Radiation. Global burden of disease from solar ultraviolet radiation. Environmental Burden of Disease Series, No. 13. World Health Organization, Geneva

Prüss-Üstün A. and C. Corvalán (2006). Preventing Disease Through Healthy Environments - Towards an estimate of the environmental burden of disease. WHO, Geneva

06 动员1：防晒和致敏性研究计划

World Health Organization, World Meteorological Organization, United Nations Environment Programme, International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (2002). Global Solar UV Index. A Practical Guide. WHO Geneva <http://www.who.int/uv/publications/en/GlobalUVI.pdf>

07 动员2: 环境外交 — 《蒙特利尔议定书》

Stephen O Andersen, K Madhava Sarma (2002). Protecting the Ozone Layer, the United Nations History, UNEP, Earthscan Publishing

US Environmental Protection Agency, Achievements in Stratospheric Ozone Protection, Progress report, April 2007

Sharon L. Roan (1989). The 15 year evolution of a sudden global emergency. Ozone crisis, Wiley Science Editors, New York, Chichester, Brisbane Toronto, Singapore.

Benedick, Richard E (1999). The Indispensable element in the Montreal Ozone Protocol. IN EARTHmatters ~ Science & Environmental Negotiations THE COLUMBIA EARTH INSTITUTE. Fall 1999

Fahey DW (2006). Twenty questions and answers about the ozone layer: 2006 Update.

UNEP/DTIE (2007). Brief primer on the Montreal Protocol: the treaty, chemicals controlled, achievements to date, and continuing challenges (unpublished draft)

UNEP/DTIE (2007). The Montreal Protocol in 2007 – 20 Years of progress - A success in the making. (unpublished draft)

Velders G. J. M., S. O. Andersen, J.S. Daniel, D. W. Fahey, M. McFarland (2007). The importance of the Montreal Protocol in protecting the climate

UNEP (September 2009). Ozone Treaty Anniversary Gifts Big Birthday Present to Human Health and Combating of Climate Change. Press release.

UNEP, Montreal Protocol (2009). Report of the Executive Committee of the Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol on the progress made in reducing emissions of controlled substances from process-agent uses for the period 2007–2008

08 动员3: 认捐资金修补臭氧空洞

Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol (2005). Creating a real change for the environment. Brochure

09 向蒙特利尔学习: 成功的秘诀

Cook, Elisabeth (ed.) (1996). Ozone Protection in the United States. Elements of Success. World Resources Institute, Washington DC.

Roan, Sharon L. (1989). Ozone Crisis. The 15 Year Evolution of Sudden Global Emergency. Wiley Science Editors, New York, Chichester, Brisbane Toronto, Singapore.

Simonis Udo E. Kyoto I + Montreal = Kyoto II ? Wer zu spät kommt, den bestraft das Klima. In Freitag 49, 2005.

UNEP/DTIE, INWENT, CNP+L (2006). Environmental Agreements and Cleaner Production. Questions and answers.

UNEP/DTIE, UNIDO (2002). Changing Production Patterns: Learning from the Experience of National Cleaner Production Centres.

UNEP/DTIE (2004). The Cleaner Production Companion.

Reiner Grundmann (2006). Ozone and Climate Scientific Consensus and Leadership. In: Science, Technology, & Human Values, Volume 31 Number 1

10 学习《蒙特利尔协议》: 逐步淘汰消耗臭氧层物质如何使温度刹车?

Environmental Investigation Agency (2006). Turning Up the Heat. Linkages between ozone layer depletion and climate change: The urgent case of HCFCs and HFCs

IPCC/TEAP, Bert Metz, Lambert Kuijpers, et.al. (Eds) 2005. Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System: Issues Related to Hydrofluorocarbons and Perfluorocarbons Cambridge University Press, UK

Guus J. M. Velders et al. (July 2009): The large contribution of projected HFC emissions to future climate forcing

OzonAction Special Issue (September 2008): HCFC Phase out: Convenient Opportunity to Safeguard the Ozone Layer and Climate: http://www.refrigerantsnaturally.com/assets/files/download/pdf/reports/UNEP_Ozone_action_%20report_2008.pdf

<http://www.ipcc.ch/>

UNEP Climate Assistance Programme (2009) Fact Sheet Applications of HCFCs and blends containing HCFCs

Institute for Governance & Sustainable Development (July 2009): Frequently asked questions about destroying ozone-depleting substance banks under the Montreal Protocol,

www.igsd.org/documents/IGSDHFCFAQGenevaJuly2009-1.pdf

11 遗留物: 消耗臭氧层物质蓄存

Environmental Investigation Agency (2009). Recovery and destruction of ods banks: Immediate action for Global climate protection. <http://www.eia-international.org/>

12 不利影响: 非法贸易

Environmental Investigation Agency (2005). Controlling the ODS Trade; The need to strengthen licensing systems.

Environmental Investigation Agency (2003). Lost in Transit; Global CFC Smuggling Trends and the Need for a Faster Phase out.

Environmental Investigation Agency (2001). Under the Counter; China's Booming Illegal Trade in Ozone Depleting Substances.

OzoneAction Newsletter Special Supplement Number 6 (2001). Illegal Trade in Ozone Depleting Substances – is there a hole in the Montreal Protocol?

UNEP/DTIE, Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol, Environment Canada, MOFA Finland, WCO and Current Technologies Corporation (2001). Training Manual for Customs Officers; Saving the Ozone Layer: Phasing out ODS in Developing Countries.

UNEP ROAP (2006). Illegal trade in ODS in Asia and the Pacific.

Environmental Investigation Agency (2001). Unfinished business: The Continued Illegal Trade in Ozone Depleting Substances and the Threat Posed to the Montreal Protocol.

Ozone Secretariat (2002). Study on Monitoring of International Trade and Prevention of Illegal Trade in ODS, Mixtures and Products Containing ODS (Decision XIII/12), http://ozone.unep.org/Meeting_Documents/oewg/22oewg/22oewg-4.e.pdf (Last accessed 9th October 2009)

Charles W. Schmidt. Environmental Crimes: Profiting at the earth's expense. In Environmental Health Perspectives, Volume 112, Number 2, February 2004

推荐网站

一般

臭氧空洞之旅（剑桥大学教育网站）：www.atm.ch.cam.ac.uk/tour/index.html

欧洲委员会的臭氧保护网站：<http://ec.europa.eu/environment/ozone>

美国环保局的臭氧网站：www.epa.gov/ozone

一家私营非政府组织的臭氧信息：www.theozonhole.com

01 臭氧空洞

美国国家海洋和大气管理局的地球系统研究实验室：臭氧测量：www.esrl.noaa.gov/gmd/about/ozone.html

接近实时的臭氧柱预报和测量（欧洲空间局）：www.temis.nl/protocols/O3total.html

英国南极调查局臭氧公报：www.antarctica.ac.uk/met/jds/ozone

<http://www.atm.ch.cam.ac.uk/tour/part1.html>

美国国家海洋和大气管理局平流层臭氧网页：www.ozonelayer.noaa.gov

美国航空航天局，臭氧空洞观测：<http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/facts/hole.html>

美国航空航天局，地球观测站（数据和图像）：<http://earthobservatory.nasa.gov/Observatory/Datasets/ozone.toms.html>

02 罪魁祸首：消耗臭氧层物质

联合国环境规划署/技术、工业和经济司，包含消耗臭氧层物质及其替代品的化学品商品名称数据库：www.uneptie.org/ozonaction/information/tradenames/main.asp

联合国环境规划署/技术、工业和经济司，按物质分类的《蒙特利尔议定书》控制措施（淘汰时间表）：www.uneptie.org/ozonaction/information/tradenames/trade_schedule_main.asp

03 连环性破坏：温度、极地平流层云和日益变化的气候

美国国家海洋和大气管理局极地平流层和臭氧消耗网页：www.cpc.ncep.noaa.gov/products/stratosphere/polar/polar.shtml

05 后果和影响2：紫外线辐射和人类健康

关于紫外线辐射对人类健康影响的问答：www.who.int/uv/faq/uvhealthfac/en/index.html

国际癌症研究机构（数据库）：<http://www-dep.iarc.fr>

国际癌症研究机构（IARC），全世界癌症数据库：www-dep.iarc.fr

06 动员1：防晒活动

世界卫生组织Intersun全球紫外线计划：www.who.int/uv/intersun-programme/en

澳大利亚紫外线防护网站：www.sunsmart.com.au

07 和 08 《蒙特利尔议定书》和多边基金

臭氧秘书处（协调《维也纳公约》和《蒙特利尔议定书》执行工作的秘书处）：www.unep.org/ozone

为《蒙特利尔议定书》提供科学背景的评估小组：http://ozone.unep.org/Assessment_Panels

关于《蒙特利尔议定书》的常见问题：http://ozone.unep.org/Frequently_Asked_Questions

臭氧行动处：www.uneptie.org/ozonaction

多边基金（确保履行《蒙特利尔议定书》的资助机制）：www.multilateralfund.org

联合国开发计划署臭氧相关活动：www.undp.org/chemicals/montrealprotocol.htm

世界银行消耗臭氧层物质淘汰项目：<http://go.worldbank.org/K5R-Y1P1670>

09 向蒙特利尔学习1：成功的秘诀

各国有关氢氯氟烃的法规：<http://www.arap.org/regs/>

12 不利影响：非法贸易

英国环境调查机构（专门侦查环境相关罪行的非政府组织）：www.eia-international.org 和 www.eia-international.org/campaigns/global_environment

绿色海关：www.greencustoms.org

国际刑警组织：www.interpol.int

关于消耗臭氧层物质非法贸易的缔约方专家研讨会：http://ozone.unep.org/Meeting_Documents/illegal-trade/index.asp

《巴塞尔公约》（危险废物公约）：www.basel.int



《蒙特利尔议定书》各缔约方经过20多年的努力，已将科学现实转化为多项政治决定，并最终采取了扎扎实实的具体行动。该《议定书》的经验在某种程度上可作为建立多边体系的一个指南和鼓舞人心的范例，并有助于建立对未来多边环境协定的信心。

这份经过修订的《臭氧保护重要图表》第二版说明了《蒙特利尔议定书》各缔约方为加速淘汰氢氯氟烃物质而做出的最新决定及其对使用替代化学物质的影响。它还侧重讨论了其与气候变化的联系，包括对大气的实质性影响以及国际条约谈判的制度基础，并讨论了剩余并仍存放于在用及蓄存设备中的大量臭氧杀手所构成的挑战，它们只有在完全销毁的情况下才称得上对大气安全。