

《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》



保护 臭氧层

的 进展

进 展 报 告

1 9 8 7 - 2 0 0 7

报告简介

1987年9月16日，在联合国环境规划署（UNEP）组织下，24个国家签订了最初的《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》。在20年后的今天，全世界已有190多个国家签署加入《蒙特利尔议定书》。每个国家都严格遵照议定书规定，在限定时间内减少大约100种受控物质的排放。在这20年中，保护臭氧层的工作取得了巨大的成就。受控消耗臭氧层物质的年排放量由1987年的180万吨，锐减到2005年的8.3万吨。议定书签约国努力减排消耗臭氧层物质的重大举措极大的保护了人类的健康和生态环境的安全。

截至目前，世界共削减了95%的消耗臭氧层物质排放量，这一成就的取得离不开签约国政府的大力支持，同时也要归功于许多国际和当地的参与者。这些参与者之间的合作从根本上改变了国际社会经济贸易的方式，促使了新型替代物和新技术的发展，极大地保护了臭氧层。此外，由于大多数消耗臭氧层物质同时也是强效的温室气体，因此削减这些物质的排放对于解决全球气候变化也起到了重要作用。

尽管随着国际社会的共同努力，《蒙特利尔议定书》已经取得了极大的成就，但是保护臭氧层的工作却任重而道远。最新的科学预测显示，臭氧层将在本世纪后期开始恢复。但是这些预测是建立一种假设上的，那就是《蒙特利尔议定书》必须被全世界全面贯彻并实行。这就意味着第一批消耗臭氧层物质必须立即在发展中国家逐步淘汰，并且第二批消耗臭氧层物质如含氢氯氟烃等必须在2040年前确定期限逐步减排并最终淘汰。

这个报告包含了所有参与这项伟业的人们、项目和组织所做出的重要的真实的成就。他们做了很多贡献，并为了我们自己和子孙后代正在继续从事着重要的保护地球臭氧层的工作。



“当回顾起我们这二十年来为保护臭氧层所做出的那些惊人的成就，我们每一个人都觉得为臭氧层工作是我们人生中最重要的一部分。”

—— Iwona Rummel-Bulska 博士
联合国环境规划署

成就

在过去的二十年里，191个《蒙特利尔议定书》签约国和他们的合作者为保护臭氧层、地球的生态环境安全和人类健康做出了卓越的贡献。

修复 臭氧层空洞

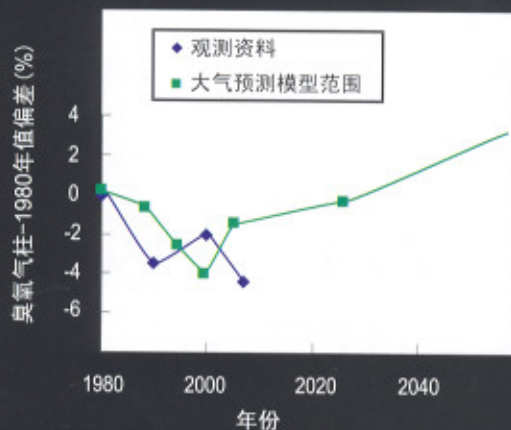
臭氧层位于大气层上部（平流层），它如同盾牌一样阻隔有害紫外线辐射，保护地球上的生灵。1974年，科学家们发现人类排放的CFCs正在消耗平流层中的臭氧。当时，CFCs是喷雾器中一种常见的气溶胶喷射剂，同时也被用来作为制冷剂、溶剂和发泡剂。

在上世纪80年代，科学家们观测到南极大陆上空臭氧层变薄，人们将它叫做“臭氧层空洞”。进一步的研究表明在所有大陆上空均存在臭氧层被消耗的现象。

随着人类对臭氧层消耗的科学知识的增长，相应地对臭氧层消耗这一问题所做出的响应也更多更科学。1987年，许多国家的领导人齐聚一堂，共同签署了一项对于环境保护具有里程碑意义的条约——《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》。今天，已有190多个国家成为议定书的签约国。这些国家有义务采取措施减少氟氯烃和其它消耗臭氧层物质生产和使用，共同保护臭氧层。



臭氧层的持续恢复将需要全世界共同淘汰臭氧层消耗物质



来源：联合国政府间气候变化工作组/技术和经济评估小组。关于保护臭氧层和全球气候系统的特别报告：关于CFCs和全氟化碳的问题。（剑桥：剑桥大学出版社，2005。）图 SPM-3。

由于消耗臭氧层物质排放的减少，全世界大部分臭氧层于1998年开始不再变薄，并且有逐渐恢复的趋势。在2050年到2075年间，臭氧层有望恢复到1980年以前的水平。

臭氧：一柄利弊兼具的双刃剑

臭氧是一种气体，它既存在于地球大气层的上部(平流层)，也同时存在于地表。根据在大气层中存在位置的不同，臭氧对于人类健康和生态环境安全可以说是一柄利弊兼具的双刃剑。

有益的臭氧是自然生成于大气层的平流层中，它能够阻隔有害紫外线到达地表，防止紫外线伤害人类健康和生态系统安全，因而是有益的。

有害的臭氧则是存在于地表附近的一种气体污染物，由于它能损害生物的呼吸作用，因而不利于农作物、树木和其它蔬菜的生长；同时地表水平的臭氧也是城市烟雾的主要组成部分，因而是有害的。

拯救 生命

我们之所以关注臭氧层耗损，主要因为变薄的臭氧层会促使过量的紫外线到达地表。过多的暴露于紫外线辐射下将造成一系列的健康问题，如皮肤受损（包括皮肤癌以及儿童早衰症等）、视力受损（包括白内障等）以及免疫系统受损等。研究人员相信黑瘤病发病率的升高主要原因就是过多的暴露在紫外线辐射下，而黑瘤病则是皮肤癌中最致命的。



美国估计，到2165年，人类保护和修复臭氧层的行动将会阻止**6,300,000起皮肤癌死亡案例**并对美国仅一个国家产生价值**4.2万亿美元**的社会健康福利¹。

¹ 美国环境保护局，空气与辐射办公室，1999(11)，净化空气法案收益与成本，1990-2010. EPA 4W-R-99-001. www.epa.gov/air/sect812/prospective1.html

过去：消耗臭氧层物质全部存在于我们周围…

现在：越来越多的臭氧友好产品，更好的生产过程，以及新的设备正在被使用。


我们的生活到处都会接触到消耗臭氧层物质。早在20世纪80年代，全氯氟烃(CFCs)以及其他消耗臭氧层物质就普遍存在于现代生活当中。然而，通过许多个人、公司、团体以及政府的共同努力，那些对臭氧层来说更加安全的物质被不断研究用于替代许多消耗臭氧层物质。同时，逐步淘汰和停止生产消耗臭氧层物质也为减少温室气体排放做出实质贡献，因为这些消耗臭氧层物质具有非常高的全球变暖潜值(GWP)。



电脑

过去：含有CFCs和甲基氯仿的溶剂被用于在生产过程中清洁电路板。


现在：一些公司已经去除了生产过程中清洁电路板的需要。其他的公司转而使用水或是临时换用含氢氯氟烃(HCFCs)。



聚苯乙烯杯和采购泡沫颗粒

过去：CFCs被用于生产一些聚苯乙烯杯和采购泡沫颗粒。


现在：不消耗臭氧层的材料被用于制造这些产品。



气溶胶罐

过去：CFCs被用作各种喷雾罐的推进剂。


现在：泵以及碳氢化合物作推进剂被广泛使用。



空调

过去：CFCs被用作家用空调的制冷剂。


现在：含氢氯氟烃以及氢氟烃(HFCs)



家具

过去：含有CFCs的发泡剂被用于家具生产。

现在：水发泡材料被广泛使用。



冰箱

过去：氟氯烃被用作冰箱制冷剂和泡沫保温材料。

现在：含氢氯氟烃以及碳氢化合物已经代替氟氯烃，而且，即将出现其他一些不消耗臭氧层的替代物。

常见消耗臭氧层物质和一些替代产品

物质	用途	臭氧消耗潜值*	全球变暖潜值**
全氯氟烃(CFCs)	制冷剂, 清洁溶剂, 气溶胶推进剂, 以及塑料泡沫制品的发泡剂	0.6~1.0	4,680~10,720
哈龙	灭火器/灭火系统, 防爆装置	3~10	1,620~7,030
四氯化碳(CCl ₄)	全氯氟烃原料, 溶剂/稀释液, 助剂	1.1	1,380
甲基氯仿(CHCl ₃)	工业清洁溶剂, 墨水, 修正液	0.1	144
甲基溴(CH ₃ Br)	用于控制在种植作物中土壤传播线虫或粮食仓储中的害虫的熏蒸剂。熏蒸剂是能够释放浓烟的物质; 他们通常被用作消毒剂或是用于杀虫。	0.6	5
含氢氯氟烃(HCFCs)	过渡期的氟氯烃替代物, 用作制冷剂, 溶剂, 塑料泡沫制品的发泡剂, 以及灭火器。含氢氯氟烃会消耗平流层的臭氧, 但是远比氟氯烃消耗的程度轻; 然而, 他们属于温室气体。	0.01-0.5	76~2,270
氢氟烃(HFCs)	氟氯烃替代物, 用作制冷剂, 气溶胶推进剂, 溶剂, 以及灭火器。氢氟烃并不会消耗平流层臭氧, 但是他们属于温室气体。	0	122~14,130

臭氧消耗潜数值*(ODP)是化学物质造成的臭氧层影响与相同质量的氟氯烃-11造成影响的比值。氟氯烃-11的臭氧消耗潜数值是11, 全球变暖潜数值**(GWP)是物质造成的升温与相同质量的二氧化碳产生的升温的比值。二氧化碳的全球变暖潜数值为1.0。



灭火器

过去: 哈龙被广泛应用于手提式灭火器。

现在: 不消耗臭氧层的传统干燥化合物以及水已经在很大程度上代替了哈龙。



去污剂

过去: CFCs或者四氯甲烷被用于许多去油污剂中。

现在: 不会消耗臭氧层的水溶性化合物和碳氢化合物去污剂能够被广泛应用。



汽车空调

过去: CFCs被用作汽车空调器中的制冷剂

现在: HFCs已经替代了CFCs, 而且新的, 更多的气候友好型替代物将会出现。



保护 地球

紫外线辐射能够损害敏感的粮食作物，例如大豆等，进而降低粮食产量。一些科学家认为作为海洋食物链基础的海洋浮游生物，已经处于紫外线辐射的重压之下。这些压力能够对食物链的食物生产力产生深远的影响。

此外，由于消耗臭氧层物质同时也是强效温室气体，用一些对臭氧层无害的替代物取代这些物质，能够同时减少温室气体的排放，减缓气候变化。



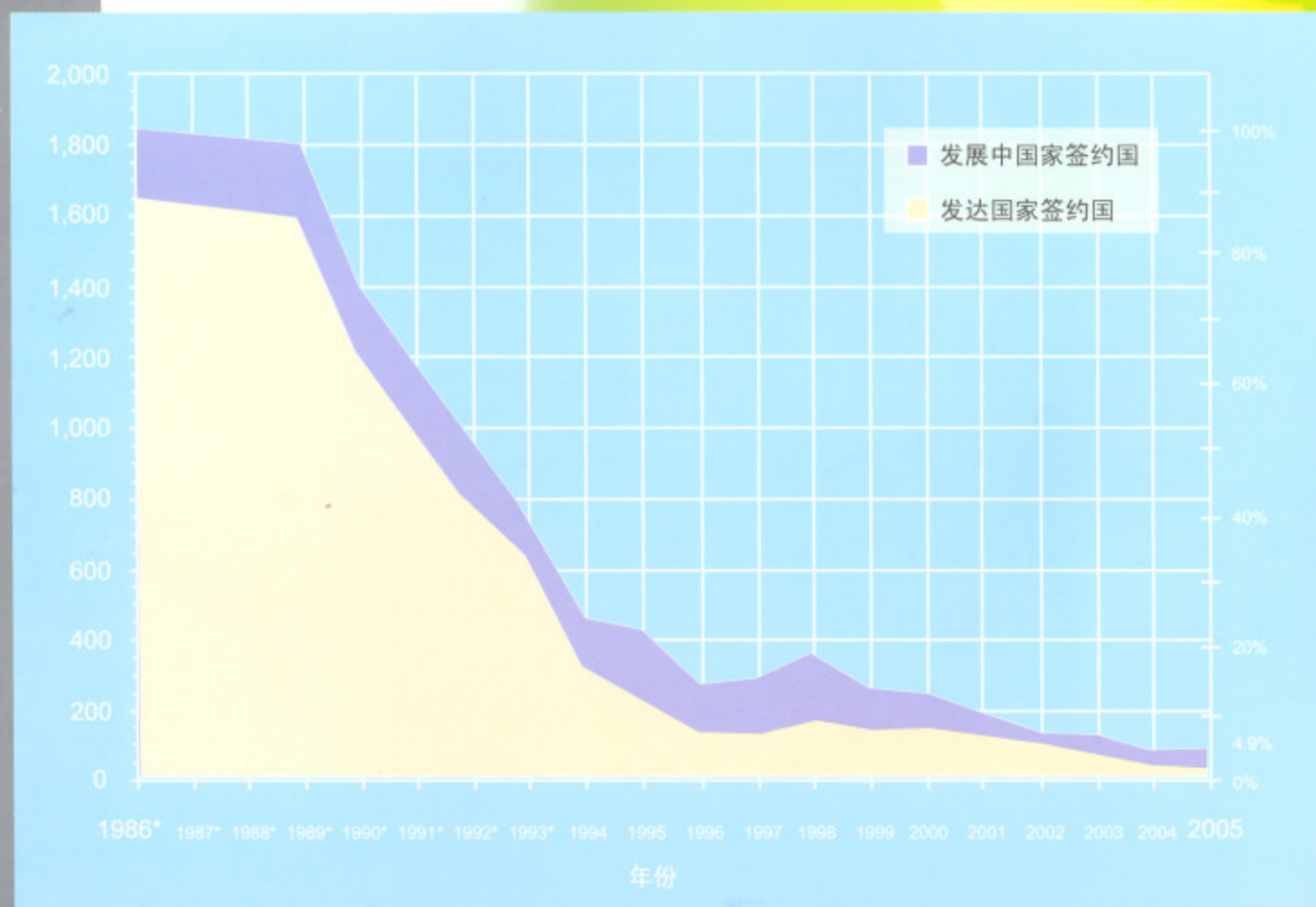
人人 受益

臭氧层的消耗是一个全球问题，因此地球上的人们都能够从所有技术投资以及关于臭氧层保护的行动中受益。

《蒙特利尔议定书》的经验还极大地提高了国家处理环境问题能力，并对于全球环境能够得到保护以及全球的团结合作起到了不可估量的作用。

消耗臭氧层物质的逐步淘汰

到2006年底，191个《蒙特利尔议定书》的签约国共淘汰超过95%的消耗臭氧层物质，将产量水平从1987年的1,800,000公吨年产量降低到2005年的水平，大约83,000公吨。



发达国家消耗臭氧层物质淘汰状况

化学基	最近的淘汰要求	目前总计情况
哈龙	1/1/94-仅允许基本使用	完全淘汰
氟氯烃(CFCs)	1/1/96-仅允许基本使用	1,243吨豁免, 2007年
四氯化碳(CCl ₄)	1/1/96-仅允许基本使用	完全淘汰
含氢溴氟烃(HBFCs)	1/1/96-仅允许基本使用	完全淘汰
甲基氯仿(CHCl ₃)	1/1/96-仅允许基本使用	完全淘汰
溴氯甲	1/1/02-仅允许基本使用	完全淘汰
甲基溴(CH ₃ Br)	1/1/05-仅允许关键使用	5,496吨豁免, 2007年
含氢氟氯烃(HCFCs)	1/1/04-要求减少35%	完成72%的减少量

发展中国家消耗臭氧层物质淘汰状况

化学基	最近的淘汰要求	目前总计情况
哈龙	1/1/05-要求减少50%	完成85%减少量
氟氯烃(CFCs)	1/1/05-要求减少50%	完成75%减少量
四氯化碳(CCl ₄)	1/1/05-要求减少85%	完成95%减少量
含氢溴氟烃(HBFCs)	1/1/96-仅允许基本使用	完全淘汰
甲基氯仿(CHCl ₃)	1/1/05-要求减少30%	完成67%减少量
溴氯甲	1/1/02-仅允许基本使用	完全淘汰
甲基溴(CH ₃ Br)	1/1/05-要求减少20%	完成41%减少量
含氢氟氯烃(HCFCs)	1/1/16-Freeze at 2015 levels	消费19.817吨

数据来源于2007年2月, 公吨用以臭氧消耗潜值表示

臭氧层保护的 合作伙伴

许多组织在保护臭氧层的过程中起到了关键性作用——既表现在他们过去努力削减第一代消耗臭氧层物质，还表现在他们目前从事的减少使用第二代消耗臭氧层物质的工作。领导能力，投资，以及改革创新是这些重要成就的关键。



与工业界的合作关系

在所有使得议定书的签约国对消耗臭氧物质的需求减少了95%重要合作伙伴中，与工业界的合作是最无法用价值衡量的。工业界自愿一次又一次地，用新的、越来越多的臭氧友好型替代物和产品来满足臭氧层保护行动日益紧迫的要求。工业界用新的方法和技术参与到传播信息的过程对议定书的成功实行同样至关重要。

议定书评估小组的作用

科学、环境影响以及经济技术为目标的议定书评估小组已成为臭氧层保护制度的三大关键支柱。通过对独立性，技术和科学评价的规定以及议定书签约国特殊质询的信息反馈，评估小组已经能够使签约国在保护臭氧层的关键议题上采用富有远见的决定。

用于执行《蒙特利尔议定书》的多边基金

议定书多边基金以及他的四个代理执行机构（联合国环境署，联合国发展规划署，联合国工业发展组织和世界银行）从1990年起，就开始为发展中国家提供高效的支持，使他们能够完成议定书规定的削减目标。到2005年底，多边基金已经批准了超过140个国家的5,202个项目和活动。在完全履约的情况下，这些国家预计将实现削减约224,000公吨的年消耗量以及接近138,000公吨的消耗臭氧层物质生产量。多边基金基于创新、平等的管理结构和基金运行原则，以及其对140个发展中国家保护臭氧层工作提供了独一无二的支持，为发展中国家实现淘汰消耗臭氧层物质的不断成功做出了卓越的贡献。

非政府组织的作用

非政府组织在这样一个包含工业和环境的多变领域中，对《蒙特利尔议定书》的持续发展和最终执行起到了独特且十分重要的作用。他们经常提出关键议题以引起签约国和媒体的注意，同时敦促签约国在本国以及国际水平下，支持富有远见的决定。

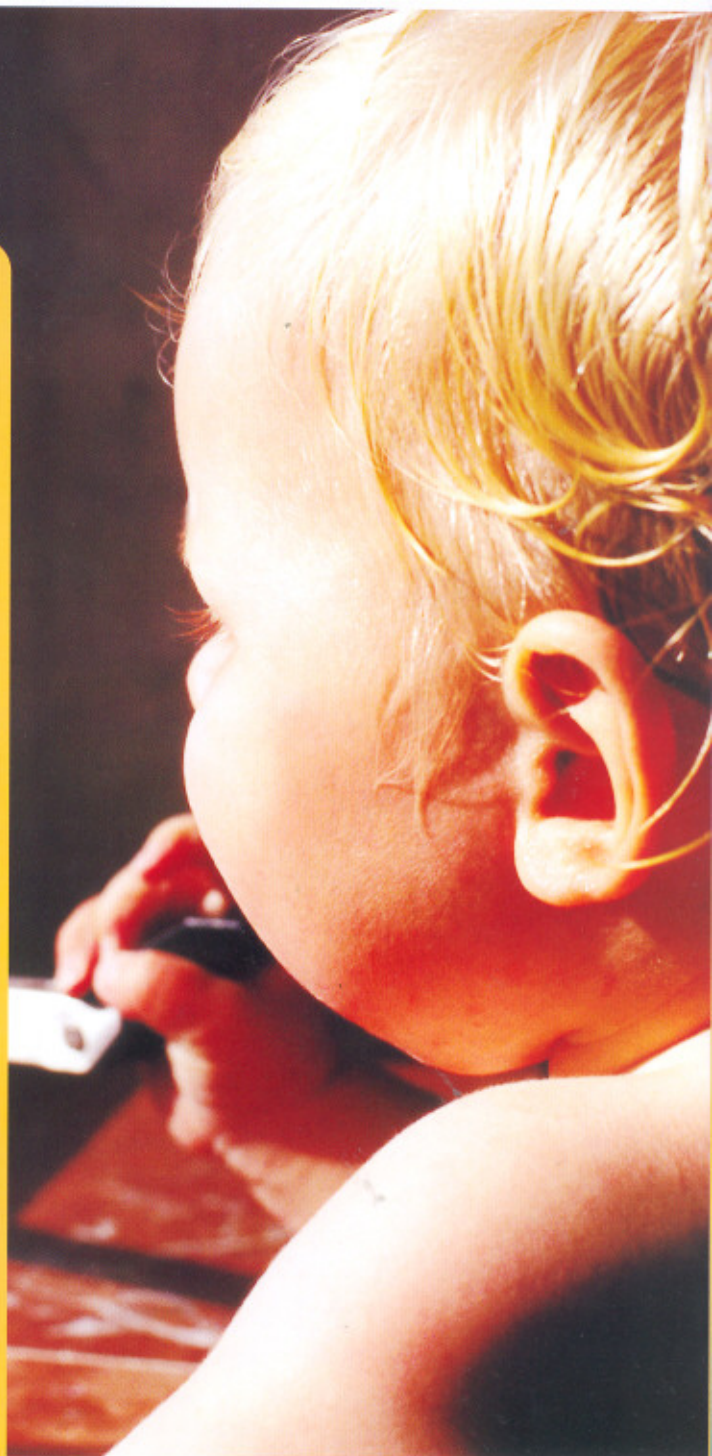
《蒙特利尔议定书》的不履约体制

通常情况下，履约机制并不被认为是国家的合作伙伴，但是在《蒙特利尔议定书》下建立的独特的履约机制与面临履约困难的国家是真正的合作伙伴。不履约机制下建立了履约委员会，委员会由不同地域的缔约方组成。该机构与面临履约困难的国家一起合作，制定行动计划，确定具体行动时间表，以帮助这些国家尽早重回履约状态。

加强防晒意识

因为保护臭氧层工作的努力在50年内不可能完全起作用，所以，许多国家已经采取措施在学校及社会团体中宣传加强在露天环境中的防晒意识，保护公众免受紫外线辐射的侵害。防晒有多种方法，比如佩戴太阳镜、帽子以及其他保护性服饰；使用防晒油；计划外出活动时尽量避免在紫外线强度较高时长时间暴露在太阳下。

这些已经超越了《蒙特利尔议定书》范围的工作，为公众健康以及更好的了解臭氧层消耗问题作出了贡献。



《蒙特利尔议定书》

对气候变化的影响

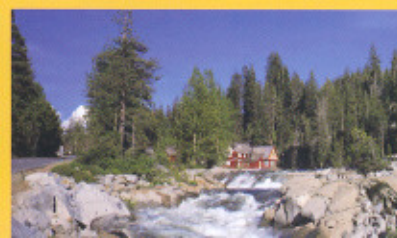


通过履行《蒙特利尔议定书》逐步淘汰消耗臭氧层物质已经对全球气候产生了两方面的影响。首先，因为大多数消耗臭氧层物质同时也是强效温室气体，逐步淘汰消耗臭氧层物质减少了温室气体的排放。实际上，在臭氧层保护与气候变化制度指导下的技术小组已经注意到全球消耗臭氧层物质净削减产生的温室气体削减量相当于数十亿公吨二氧化碳的等价物。这一巨大的削减使得《蒙特利尔议定书》成为对抗全球气候变化的主要贡献者。此外，逐步淘汰剩余的氟氯烃、哈龙(Halons)以及含氢氯氟烃还会给全球气候带来更多的好处。然而，《蒙特利尔议定书》的逐步淘汰措施也会以另外一种方式影响地球气候。在替代消耗臭氧层物质的过程中，相关设备通常以减少泄漏、提高能效的方式升级。低泄漏率能使直接排放到环境中的替代品减少，高能效对能量的需求较少，进而也减少了化石燃料燃烧过程中温室气体的排放。

目前，保护臭氧层的工作已经得到整个国际社会的大力支持，但是我们的工作仍然任重而道远，因为在前进的道路上还将面临着巨大的挑战。

《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》

为了我们共同的未来而努力



历史之旅

行动

科学

1928
人类首次合成氟氯烃

1973
科学家在大气层中观测到氟氯烃

1975
科学家们发现广泛应用于灭火哈龙和农用熏蒸剂的溴为一种致效消耗臭氧层物质

1974
诺贝尔奖得主Molina和Rowland发现氟氯烃能够分解平流层中的臭氧

1975
SC ohnson宣布联合起来逐步淘汰氟氯烃作为气溶胶喷射剂。

1976
联合国环境规划署 (UNEP) 召开国际会议，讨论国际社会如何应对臭氧层问题。

1978
美国颁布法案取消不必要的使用含氟氯烃的气雾剂（如：发胶、除臭剂以及防汗药等）。加拿大、挪威和瑞典随后也颁布了类似法案。

1981
联合国环境规划署策划并建议召开全球会议，商讨保护臭氧层问题。

1985
英国南极考察团发现南极臭氧空洞（面积730万平方英里），这是人类第一次获得平流层中臭氧减少的证据。科学研究揭示臭氧层变薄对生态环境安全和人类健康有负面影响。

1991
全球科学家一致认为氟氯烃在消耗南北半球平流层中的臭氧。

1992
《哥本哈根修正案》增加了关于限制生产和使用含溴氟烃、甲基溴和含氢氟氯烃。

1993
美国杜邦公司宣布将于1994年底停止生产氟氯烃。

1989
所有签署《蒙特利尔议定书》的发达国家集体将氟氯烃的生产和消费量维持在1986年的水平

1987
24个国家集体签署了《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》。

1990
《蒙特利尔议定书》的《伦敦修正案》新增了关于限制生产和使用四氯化碳和甲基氯仿，并且建立了多边基金。

1994
发达国家签约国宣布停止生产和出口哈龙。

1996
发达国家签约国停止生产和出口氟氯烃、四氯化碳、甲基氯仿和含溴氟氯烃。

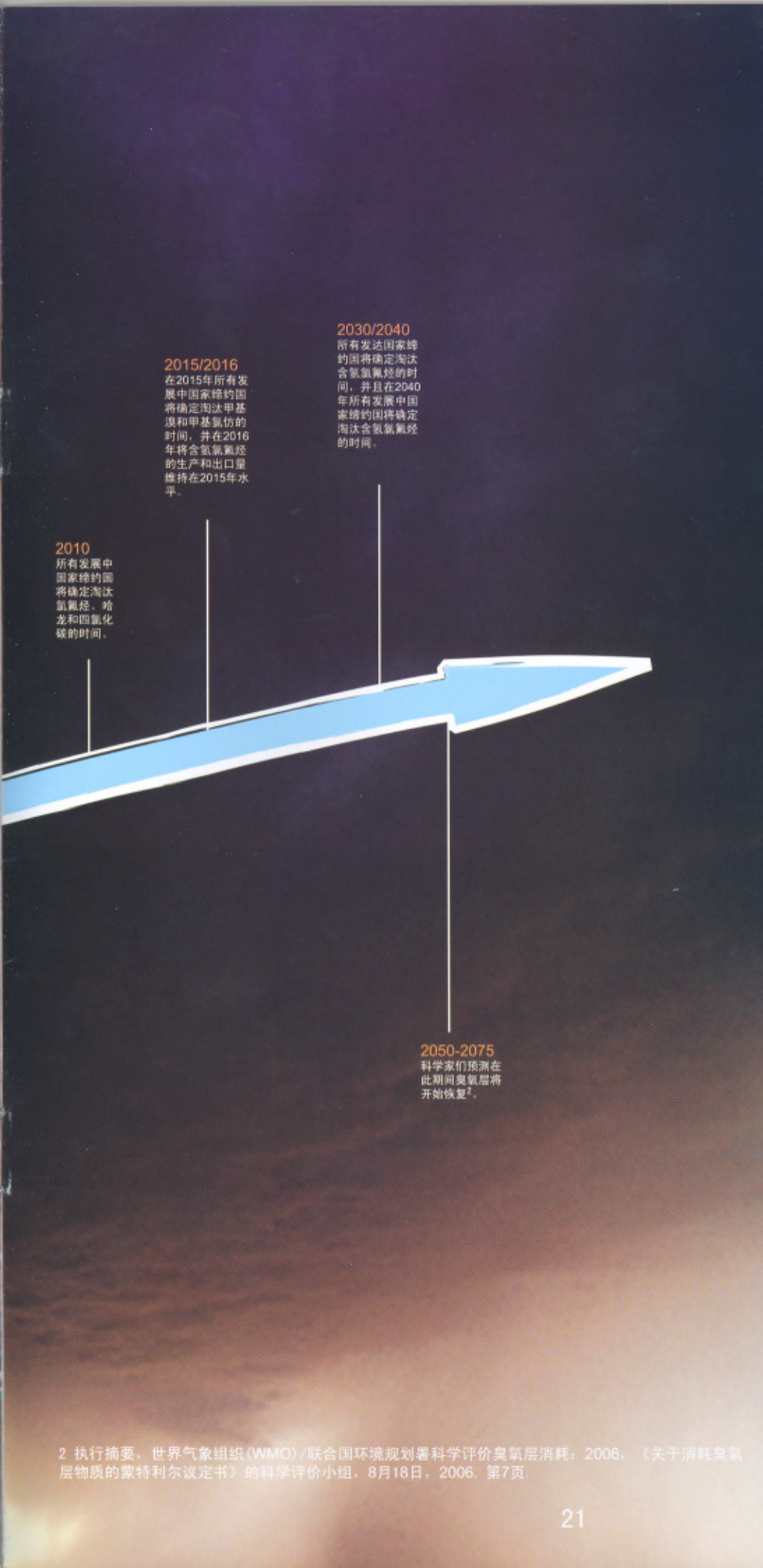
2004
发达国家签约国减少35%的含氢氟氯烃使用量。

2002
所有发展中国家签约国集体决定将甲基溴的生产量维持在1995到1998年的水平。

大气化学方面的合作者

在上世纪70年代，化学家Sherwood Rowland和Mario Molina发现了CFCs能够消耗臭氧。他们建立了CFCs和臭氧反应的理论，即CFCs气体在平流层中受太阳光照射并分解释放出氯原子，这些氯原子能够分解大量的臭氧分子，使平流层中的臭氧不断被消耗。

他们的发现最初发表于1974年的《自然》杂志上。美国国家科学院于1976年证实了他们的发现，并于1978年颁布的禁止使用含CFCs的气雾剂的禁令。1985年首次发现的南极大陆上空臭氧层空洞更进一步地证实了他们的发现。1995年，这两位化学家与一位证明了氮氧化物能够加速消耗平流层中臭氧的荷兰化学家共同分享了本年度的诺贝尔化学奖。



2 执行摘要，世界气象组织(WMO)/联合国环境规划署科学评价臭氧层消耗：2006，《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》的科学评价小组，8月18日，2006。第7页。



展望未来

尽管到目前为止《蒙特利尔议定书》的191个签约国已经取得了举世瞩目的成就，但是议定书的使命却远远还没有结束。保护臭氧层的行动势必将会持续很长时间，并且需要国际社会的共同努力来完成。

我们面临的挑战包括：

- 淘汰发展中国家残存的小部分CFCs和哈龙，并且促使发达国家和发展中国家逐步淘汰甲基溴和含氢氯氟烃尚需足够的动力和资金来支持。
- 继续在所有国家推行逐步淘汰制，以确保豁免的消耗臭氧层物质的使用不会演变为非法使用。
- 确保目前消耗臭氧层物质的存储，并且能以环境友好的方式处理现有的使用消耗臭氧层物质的工具和设备。
- 保持密切观察并确保不会出现威胁臭氧层安全的新化学物质和新技术。
- 继续监测平流层中臭氧层的情况，确保臭氧层能够如期修复。

在过去20年的发展历程中，《蒙特利尔议定书》的所有缔约国为证明国际合作有可能解决全球环境问题而共同走过了一条漫长的道路。但是，能否确保我们自己 and 子孙后代都能拥有一个安全的臭氧层这一终极目标，则取决于我们能否继续合作来保持已取得的重大进展和能否实现最终完全淘汰现有的消耗臭氧层物质。



本文源自联合国环境规划署的报告，在此感谢他们的大力支持