



联合国  
环境规划署

Distr.: General  
22 February 2007

Chinese  
Original: English



关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书  
缔约方不限成员名额工作组

第二十七次会议

2007年6月4-7日，内罗毕

临时议程\*项目3

介绍科学评估小组、环境影响评估小组及技术和经济评估小组  
2006年度评估工作情况的综合报告

综合报告

秘书处的说明

本说明的附件中载列了分别由科学评估小组、环境影响评估小组及技术和经济评估小组依照《蒙特利尔议定书》第6条编制的以下三份报告的综合报告：《2006年度臭氧消耗问题科学评估报告》、《2006年度臭氧消耗的环境影响及其与气候变化之间的相互作用的评估报告》、以及《技术和经济评估小组2006年度报告》。

此份综合报告系按其所提交的原文印发，未作任何正式编辑整理。

\* UNEP/OzL.Pro.WG.1/27/1。

## 附件

### 各评估小组的共同主席

#### 科学评估小组

**Ayité-Lô Nohende AJAVON**  
多哥贝宁大学

**Daniel L. ALBRITTON**  
美国国家海洋和大气管理局

**Robert T. WATSON**  
世界银行，美国

#### 科学评估小组2006年度评估工作指导委员会

**Marie-Lise CHANIN** (高层大气物理学/皮埃尔-西蒙环境研究所, 法国)、**Susana DIAZ** (国家科学研究理事会, 阿根廷)、**John PYLE** (联合王国剑桥大学)、**Theodore G. SHEPHERD** (加拿大多伦多大学)、**A. R. RAVISHANKARA** (美国国家海洋和大气管理局)

#### 环境影响评估小组 (环境影响评估组)

**Janet F. BORNMAN**  
新西兰怀卡托大学

**Xiaoyan TANG**  
中国北京大学

**Jan C. VAN DER LEUN**  
荷兰环境法/生态组织

#### 技术和经济评估小组 (技经评估组)

**Stephen O. ANDERSEN**  
美国环境保护署

**Lambert J. M. KUIJPERS**  
荷兰艾恩德霍芬技术大学

**José PONS PONS**  
委内瑞拉化学喷雾剂问题研究组

#### 综合报告编辑小组成员

**Stephen O. Andersen、 Lambert Kuijpers、 José Pons Pons、 A. R. Ravishankara、 Jan C. van der Leun、 Megumi Seki**

## 综合报告内容摘要

《蒙特利尔议定书》正在取得成效。目前已有确切证据表明，在大气层低层、以及在平流层中的臭氧消耗物质的大气含量正在逐步下降；同时亦可明显发现先前所预计的平流层臭氧恢复的一些初期迹象。然而，如果各方不能继续遵守《蒙特利尔议定书》，则仍将延迟、甚或妨碍臭氧层的恢复。此外，如果缔约方能够于2006年之后尽快终止所有消耗臭氧物质的排放，则将可提前约15年（亦即从2050年左右提前至2035年）使全球臭氧层恢复到其1980年代之前的水平（这一数值通常被用作衡量臭氧层恢复的基准数值）。

自上期评估报告发表以来的这四年间，关于紫外线-B地表辐射程度增大系由平流臭氧层消耗所致的相关科学证据又得到了进一步确证。

自1980年至20世纪末期的紫外线-B辐射量的增大已超出长期的自然变化范畴。平流层中的臭氧减少导致了紫外线-B辐射量的增大，预计这一现象将至少延续到下一个十年。已知紫外线-B辐射可对人体、其他活生物体和生态系统产生有害作用。为此，预计因平流臭氧层消耗而引发的各种有害影响亦将持续下去。

下表列出了如果能够采取所指出的各项行动则可减少平流层中的有效氯综合当量的百分比数。

化合物或化合物类别	源自2006年之后的所有生产活动的排放的削减量百分比	2006年末时源自现有库存的所有排放的削减量百分比	2006年之后的所有排放削减量百分比
氟氯化碳 (CFCs)	0.3	11	11
哈龙	0.5	14	14
四氯化碳 (CCl <sub>4</sub> )	3	-	3
甲基氯仿 (CH <sub>3</sub> CCl <sub>3</sub> )	0.2	-	0.2
氟氯烃 (HCFCs)	12	4	16
甲基溴 (CH <sub>3</sub> Br) (人为来源)	5	-	5

选自《2006年度臭氧消耗问题科学评估报告》的执行摘要中的表1，有改动。

尽管随着《蒙特利尔议定书》的实施，大气中的消耗臭氧物质含量正在逐步减少，但目前我们仍可采取各种不同的办法，使臭氧层更快地恢复到1980年代的水平。那些在减少平流层中的有效氯当量方面潜力最大的各种备选办法如下：1) 加速逐步淘汰氟氯烃并加强对各类甲基溴应用的控制；2) 按照其具体类型的严重程度，立即着手收集和销毁哈龙、氟氯化碳和氟氯烃。目前已有在技术和经济上均为可行的、基本上可替代所有消耗臭氧物质应用的代用品，其中包括那些使用氟氯烃和甲基溴的应用。技术上和经济上均为可行的措施亦可用来减少目前库存的350万耗氧潜能吨，从而避免使之排入大气。可进一步详细拟订各项逐步淘汰时间表和销毁战略，并对其可行性、以及可从中获得的各种惠益进行探讨和研究。

## 重大科研成果

目前已有较确定的证据表明，自 2002 年评估工作以来，《蒙特利尔议定书》正在取得成效。目前不仅在大气层的低层（对流层）中的耗氧物质的总体综合含量正在逐步下降，而且在平流层中也是如此。目前已有明确迹象表明，平流层中的耗氧物质含量已于 1990 年代末期达到峰值。两极区域之外的臭氧层已显现出逐步恢复的初期迹象，而且 1990 年代间的平流层臭氧不断下降的趋势已不再继续。的确，就全球平流层（南纬 60°度至北纬 60°度）地区而言，人为来源的卤烃臭氧消耗的峰值可能业已过去。

**在未来数十年内，两极地区的臭氧消耗量仍将很高、而且变化很大；南极上空的臭氧空洞存在期亦将比先前所估算的时间更久。**两极地区春季时期的臭氧严重消耗情况将不断延续到冬季，因为两极地区的平流层十分寒冷，而且两极地区每年出现的各种气候变化亦可在臭氧消耗程度方面发挥较大的作用。未来 20 年内，预计南极上空的臭氧空洞将不会发生重大改善。新近作出的估算结果表明，如果各方能够继续遵守《议定书》的现行控制措施，则南极上空的空洞将于 2060—2075 年间恢复到先前的水平—这要比在上一期评估报告中所作估算的恢复时期晚 10—25 年。之所以预测将会出现延迟，主要是由于研究人员更好地把握了臭氧消耗气体在两极地区的发展演变情况。根据各种化学-气候模式取得的结果，预计北极地区的臭氧水平平均将于 2050 年之前恢复到 1980 年代之前的水平，然而这些预测并非十分确定。未来数十年内，南极或北极地区在个别年份中仍会出现非正常的、较高或较低的臭氧消耗程度，诸如 2002 年间出现的南极臭氧空洞较小的情况等。当消耗物质含量基本保持不变的情况下，预计这一时期内将会出现这些各不相同的变化。

**如果不能继续遵守《蒙特利尔议定书》，则可延迟、甚至妨碍臭氧层的恢复。**包括耗氧物质和气候变化在内的多重因素将会影响臭氧层今后的状况。然而，《蒙特利尔议定书》业已在减少耗氧物质排放量方面取得了巨大成功，从而仍将在使臭氧层恢复到其 1980 年代（即臭氧空洞形成之前）的水平过程占居主导地位的因素。假定各方都能继续遵守《议定书》，则预计全球臭氧水平（南纬 60°度至北纬 60°度地区）便将可在 2050 年前后恢复到 1980 年代之前的水平。气候变化、今后平流层中与水蒸汽进行混合的程度较高的各种温室气体的含量、以及在交通运输、库存、今后的排放量等诸方面存在的不确定因素将会影响大气中各不同区域的臭氧层能否、何时、以及在何种程度上能够得到恢复。氟氯烃和“库存的”的氟氯化碳的排放将直至 21 世纪中叶前后继续加剧臭氧层的消耗。据认为，与先前的定论不同，寿命较短的卤化物质实际上可发挥更为重大的作用，而且臭氧消耗程度亦可因人为来源的这些物质的产量增大而进一步加剧。

**甲基氯仿和甲基溴含量的下降可在减少大气低层（对流层）中的有效氯当量方面发挥最为重要的作用。**到 2005 年时，对流层中的人为来源臭氧消耗气体的总体综合含量已从其 1992—1994 年时期内观测到的峰值下降了约 8—9%。2000—2004 年时期内的总含量约减少了 120 ppt，其原因是：甲基氯仿的含量减少了 60 ppt、甲基溴的含量减少了 45 ppt、氟氯化碳减少了 23 ppt，而同时氟氯烃的含量则增加了 12 ppt。甲基氯仿在平流层中的含量很快将变得微不足道。

**氟氯烃在大气中的含量继续增加。**2004 年间，对流层中的氟氯烃含量为 214 ppt，约占其中氯的总体含量的 6%。相比之下，其于 2000 年间的含量则为 180 ppt，占氯的总体含量的 5%。氟氯烃-22 是氟氯烃中含量最高的类型，而且目前（2000—2004 年）正以每年 4.9 ppt 的

速度递增 (每年3.2%)。在同一时期内, 氟氯烃-141b和氟氯烃-142b的含量每年分别增加1.1 ppt (增长率为每年7.6%) 和 0.6 ppt (增长率为每年4.5%)。所有这些类型的氟氯烃化合物的增长速度都要比《2002年度臭氧评估报告》中所预测的速度低很多。

**对流层中源自哈龙和甲基溴的溴的总含量于1998年前后达到了峰值—16.5 至17 ppt、并已自那时以来下降了0.6—0.9 ppt (3—5%)。** 所观察到的这一下降情况完全是自1999年开始的甲基溴含量的下降所致, 因为当时的工业生产量有所减少。源自哈龙的溴含量则继续增加, 尽管其近年来的增长速度已有所放缓 (2003—2004年间为: 0.1 ppt 溴/年, )。甲基溴的减少量要比所预计的高很多—这表明甲基溴的人为来源排放在加剧臭氧层消耗方面的作用要比先前估算的更高。

**与氟所造成的全球臭氧消耗有效程度相比较, 现已对溴的全球耗氧有效程度 (按其妹一原子计算) —通常称为  $\alpha$  —作了重新估算, 并将这一有效值从先前的45调至60。** 为此, 所有溴类化合物的耗氧潜能值亦因此而按比例上调。

**寿命极短的卤素物质对平流层臭氧消耗的重要性要比先前所估算的更高。** 此类物质的重要人为来源生产可大幅加剧臭氧消耗。

- 对于热带区域的排放而言, 正丙基溴的臭氧消耗潜能值为0.1。而对于北半球的中纬度区域而言, 其潜能值则为0.02—0.03。这些数值与先前所作评估中得出的数值相比没有变化。
- 对于热带地区的排放而言,  $CF_3I$  的臭氧消耗潜能值为0.018; 对于中纬度地区排放而言, 其耗氧潜能值为 0.011; 对于热带地区6—9公里纬度范围的地区的排放而言, 这一数值则为0.25。先前所作评估得出的地面排放量高限为0.008。

## 关于环境影响方面的重大研究结果

**紫外线-B 辐射可影响活生物体、生态系统和各种材料; 并可在人体中对眼睛造成严重伤害、造成皮肤癌、以及干扰人体免疫系统。** 紫外线-B 辐射还可对植物和水系生物产生许多不同的影响。紫外线-B 辐射常常可改变植物的生长及其形式, 从而可改变物种构成方面的竞争平衡和导致由此而产生的各种变化。由于地面紫外线-B 的辐射, 根群将会大幅减少、并导致地下的其他演变情况发生变化。诸如二氧化碳和水的可得情况等气候变化因素可与紫外线-B 辐射发生相互作用, 从而引发复杂的植物反应。在陆界生态系统, 紫外线-B 辐射可改变碳和养份的循环周期; 在水系生态系统中, 则可使生物可得性、以及金属的毒性发生改变, 从而导致在食物网中出现生物蓄积现象。水系生态系统中的群落结构的变化要比其对总体生物区系所产生的影响更为重要。

**气候变化可通过云量、降水量、以及冰川覆盖程度等方面发生的变化影响所有活生物体对紫外线-B 辐射的暴露程度。** 与气候变化相关的其他因素, 例如人体和动物的行为等, 亦将决定其对紫外线-B 辐射的暴露程度。此外, 还有迹象表明, 环境中温度较高的地区对紫外线-B 辐射的一些反应可产生更有效的后果。例如, 较高的紫外线-B 辐射、连同较高的温度, 可导致木材和塑料发生更为迅速的退化, 从而可对材料工业产生影响。气温方面的影响亦适用于那些造成眼球核内障及黑皮病类型的皮肤癌的情况。

鳞状细胞癌、基细胞癌、以及黑皮病的发病率继续上升, 其部分原因便是紫外线-B 辐射程度的增加。例如, 预计从 2000 年至 2015 年间, 在荷兰以及在许多其他国民主要是浅

色皮肤的人口中，这三种皮肤癌中的发病率均将会增加一倍。在儿童体内，黑皮病的发生率亦在不断上升，而且已确定其与环境中的紫外线辐射暴露程度成正比关系。

紫外线-B 干扰人体的免疫系统功能，因此在造成皮肤癌发病率上升方面是一个十分关键的因素，而且它亦可能助长病毒复发、并减少疫苗的功效。

### 关于技术和经济方面的重大研究结果

于 2002 – 2006 年时期在第 5 条和非第 5 条缔约方内开展的研制工作业已增加了以下方面的技术和经济可行性：

1. 加速终止大多数消耗物质的消费；
2. 减少了许多应用所产生的排放；
3. 从泡沫产品、制冷设备、空调设备和其他设备中收集和销毁耗氧物质。

一些关键性研究结果的内容概要如下：

#### 化学品

- 一些在《议定书》下得到豁免的四氯化碳 (CTC) 和氟氯化碳的原料和加工剂用途可由氟氯烃或使用非消耗臭氧物质的非实物性制造工艺予以取代。缔约方或愿考虑对可获得的和新出现的用于原料和加工剂用途的这些替代品定期进行评估，以期对其所涉各种豁免用途加以限制。

#### 泡沫

- 氢碳化合物目前是全球范围内用量最大的单一发泡剂 (占发泡剂总量的 36%)。氟氯烃亦不断在市场中占据更大的比例 (目前已占总量的 22%)—尽管许多非第 5 条国家都已着手对之进行逐步淘汰。造成此种情况的主要原因是一些第 5 条国家，为提高新建筑物在能源使用方面的绩效，开始大量将之用于生产绝缘泡沫。氟化烃(HFCs) 已在一些泡沫部门中开始采用，但负责任的使用标准的所涉价格和应用已限制了此种物质在全球范围内的份额—约为 60,000 吨 (占总量的 16%)。

#### 哈龙

- 民用航空部门继续依赖哈龙，而且在设法在新型飞机机体设计中采用替代性技术方面未能取得新的进展。该部门缺乏用于执行替代性消防方法的商定技术设计战略。国际民用航空组织 (民航组织) 可能无法如先前所商定的那样在其 2007 年的大会上着手审议这些议题。
- 预计将在全球范围内充分供应哈龙-1211、-1301 和-2402。然而，预计其在世界各主要地区的使用情况分布将不平均。这些区域性不平衡现象使得各方日益对之表示关注，因此可能需要由缔约方着手处理此方面的问题。

#### 在医疗方面的应用

- 各方有可能最迟于 2010 年在全球范围内逐步淘汰在计量吸入器 (计吸器) 中使用的氟氯化碳。然而，在实现向其替代品过渡方面仍然会遇到相当大的挑战，尤其是在第 5 条国家内。

- 第 5 条国家内从事生产使用氟氯化碳的计吸器的企业相对为数众多。这些公司迄今仍然未能掌握为逐步淘汰使用氟氯化碳的计吸器所需要的必要技能和知识。因此至为重要的是，应向它们提供技术专门知识、以及用于开展技术转让和设备转让的资金，以期确保第 5 条国家的病人能够获得必要的吸入器治疗。
- 2009 年之后，药物级别的计吸器所用氟氯化碳的生产在经济上可能已不可行。如果在全球范围内向生产不使用氟氯化碳的计吸器的过渡目标无法于 2010 年实现，则缔约方可能需要考虑实行药物级别氟氯化碳的最后一批突击生产的必要性，并可考虑从非第 5 条国家购买所剩余的氟氯化碳库存。

### **甲基溴**

- 目前在几乎所有甲基溴受控用途方面，都已有了替代技术。
- 所余甲基溴用途的逐步淘汰将会在极大程度上受关于若干关键性化学替代品的登记注册和管制控制措施的影响（其中包括 1,3-二氯丙烷、氯化苦、甲基碘化物和氟硫化物），而且亦受非化学替代品方面的奖励措施、以及受综合病虫害管理的影响。
- 在土壤熏蒸领域全面使用薄膜办法可大幅减少甲基溴的用量和排放量。
- 在检疫和装运前处理方面的甲基溴用量的增加正在抵消在其他非检疫和装运前用途的有控制的土壤用途方面的减少量。检疫和装运前的甲基溴用途之所以不断增加，是由于国际植物卫生措施中的相关标准（第 15 条）鼓励使用甲基溴来处理木材包装材料，尽管目前已有可替代甲基溴在此方面用途的、经过正式批准的替代品的供应。
- 那些正在计划针对已得到豁免的甲基溴用途实行控制的缔约方或愿考虑提供经济方面的奖励措施，以鼓励尽量减少其用量、加以遏制、采用恢复和再循环处理办法、以及采用非实物性替代品和具有针对性的目标产品的非实物性替代品和代用品。

### **制冷设备**

- 与非第 5 条国家相对比，大多数第 5 条国家中的氟氯化碳和氟氯烃将继续成为制冷行业中的主要保养服务来源，其原因是许多设备具有较长的寿命、以及在实地向替代性制冷剂转型所涉及的高昂费用。为此，今后在封闭和保养方面的工作需要随着时间的推移得到更大的重视。
- 若干种全球升温潜能值较低的制冷剂候选产品（其中一种产品亦具有消耗臭氧成份—即  $CF_3I$ ）据称可在机动车辆空调设备中能够达到与氟化烃-134a 相类似的能源使用效率。这些低全球升温潜值的制冷剂的研制工作亦可在今后对其他部门和应用中的新的制冷剂选择产生后果。

### **跨部门性研究结果**

- 在氟氯烃的几乎所有应用方面，目前都已有在技术和经济上均为可行的代用品，尽管对许多较小的企业、特别是在发展中国家的小型企业方面过渡费用仍然是一种障碍。
- 库存的 350 万耗氧潜能吨耗氧物质中的很大一部分都可进行收集和销毁，其所涉成本可因其能减少耗氧物质和温室气体排放而属于合理费用。
- 那些正在计划进行此种耗氧物质收集和销毁工作的缔约方或愿考虑为收集工作提供奖励办法，以避免效率较低的设备 and 排风机的过久使用，或避免产品的倾弃。在此问题上，作为碳抵消项目对消耗臭氧物质的恢复和销毁活动进行分类的做法值得予以进一步的调查和研究。

## 关于进一步的资讯

上述各项研究结果都在以下三份 2006 年度评估小组报告中作了进一步阐述。这三份报告现均已列入臭氧秘书处的网页，其网址如下：

《2006 年度臭氧消耗问题科学评估报告》：

[http://ozone.unep.org/Assessment\\_Panels/SAP/Scientific\\_Assessment\\_2006/index.shtml](http://ozone.unep.org/Assessment_Panels/SAP/Scientific_Assessment_2006/index.shtml)

《2006 年度臭氧消耗的环境影响及其与气候变化之间的相互作用的评估报告》：

[http://ozone.unep.org/Assessment\\_Panels/EEAP/eeap-report2006.pdf](http://ozone.unep.org/Assessment_Panels/EEAP/eeap-report2006.pdf)

《技术和经济评估小组 2006 年度报告》：

[http://ozone.unep.org/Assessment\\_Panels/TEAP/Reports/TEAP\\_Reports/TEAP\\_Assessment\\_2006.pdf](http://ozone.unep.org/Assessment_Panels/TEAP/Reports/TEAP_Reports/TEAP_Assessment_2006.pdf)

---