

2007年3月发布

完善蒙特利尔议定书: 确保防止气候突变

Donald Kaniaru, Rajendra Shende, Scott Stone, Durwood Zaelke¹

概 要

《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》已经高效实效地减低了臭氧层地损害。它对于气候变化也贡献突出。这篇论文建议进一步调整这个协议，以助于完成保护臭氧层的工作，并进一步提供应对气候突变威胁的暂时保障。¹

《蒙特利尔议定书》已经被广泛承认为最成功的多边环境协议之一，在发达国家已经淘汰了95%的消耗臭氧物质（ODSs），在发展中国家已经淘汰了50% - 70%的ODSs，使得臭氧层在本世纪末将被修复。²蒙特利尔议定书的成功是基于其严格、灵活、机动的设计，驱策技术持续创新；通过修正、调整及决议以反映最新的科学技术发展的不断更进；发达国家提供资金协助发展中国家确保其成功实施的义务事项；以及其自始对于履约的关注。³

因为许多ODSs也是潜在的导致气候变化的温室气体（GHGs），⁴在蒙特利尔议定书项下的淘汰对于减缓气候变化的好处经常被忽视。在最后的10年，蒙特利尔议定书为减缓气候变化所作出的贡献将超出京都议定书减排指标，CO₂的减排量将相当于气候协议的5至6倍，相当于每年117亿吨当量。⁵在效果上，蒙特利尔议定书已经推迟了气候影响，包括突变及不可逆转的影响，达10年，根据下面要谈到的估测，它还能推迟更久。⁶

¹ Donald Kaniaru 是位于内罗毕的 Kaniaru & Kaniaru 推广中心的一名推广人。Kaniaru 先生是联合国环保署环境政策执行部的前任主任。Rajendra Shende 是联合国环保署（巴黎）工业、技术及经济部的臭氧层行动分支的负责人。Shende 先生也是多边环境协议专家、向发展中国家进行环保技术转让的推广人、是执行蒙特利尔议定书的 150 多个国家政府的政策顾问。Scott Stone 是治理与可持续发展协会（“IGSD”）的政策分析师、加利福尼亚大学圣巴巴拉学院可持续发展治理（“UCSB”）项目研究员。Durwood Zaelke 是 IGSD 的总裁、UCSB 的合作主任，及环境执行与实施国际网络主任。Stone 先生为 Zelle, Hofmann, Voelbel, Mason & Gette 律师事务所华盛顿特区分所顾问，Zaelke 先生作为该所管理合伙人；共同致力于清除优胜环保技术的有益使用方面的障碍，比如目前 HCFC-123 在冷却器中的使用以及作为 HFCs 的替代产品的碳氢化合物和其他易燃制冷剂的使用。这篇文章中的意见为这些作者所持有，并不必然代表其各自的组织或机构的观点。非常感激美利坚大学华盛顿法学院 Sung Ho (Danny) Choi, 2007 年 5 月博士候选人的大力帮助。同时特别感谢蒙特利尔议定书臭氧层秘书处前执行主任 K. Madhava Sarma, 感谢他的鼓励及对本文的实质性贡献。也感谢 Stockholm 工作组的其他成员们。

尽管《蒙特利尔议定书》取得了成功，但其部分结果是：一个公众的误解——臭氧消耗问题已经解决。国际社会甚至提出是否应该解体蒙特利尔议定书或者将其合并入至今也未能证实效果的气候协议机制。

但是《蒙特利尔议定书》保护臭氧层的工作远没有结束。2006年，科学家对最近的最大的曾经在南极上空的臭氧洞作了纪录，新的数据显示南极上空臭氧层的修复将被延后15年，至少要到2065年才能回到1980年前的水平。⁷在中纬度的臭氧层的修复也被延后至2049年才能恢复到1980年前的水平。⁸新数据并未考虑非法交易的被禁止的ODSs，也没考虑履约的挑战，⁹尤其是对发展中国家在2010年禁止CFCs正在着手进行。¹⁰没有全面的履约，修复将被进一步延后。

ODSs对臭氧层的继续影响和ODSs及其副产品对气候变化的严重作用，显示缔约国的保护臭氧层的义务还没有完成，其严峻挑战依然存在。¹¹这些对蒙特利尔议定书未来成功构成的挑战——对这个迄今最速效实效保护臭氧层同时减排GHG和延缓气候变化的协议的挑战，在气候变化的影响越来越明显的时候就会到来。¹²

国家航空及空间管理科学家James Hansen警告我们只有十年的时间能够对气候系统积极反应，其加速全球变暖，推动气候系统越过非线性变化的拐点，那将创造“一个全新的星球”，没有冰冻的北极和被上升的海平面淹没的海岸线。¹³气候的非线性突变也被称作“气候突变事件”（“RCCE”），包括格凌兰冰盖的融化。格凌兰冰盖全部融化将导致海平面上升约7米。¹⁴

但是海平面不需要上升7米就会导致全球大灾难：上升1.5米就会威胁36,000平方哩的土地，美国大西洋沿岸及海湾海岸泛滥，¹⁵脆弱的低地岛屿和沿海国家被摧毁。其他气候突变事件及它的附带结果就是动摇世界社会治理系统，这至少将破坏GHG减排的努力，最坏的是可能引发全球军事冲突。¹⁶后果不堪设想。

在《蒙特利尔议定书》下可达到的GHG减排提供了一个重要的防止气候突变的廉价保障，有效地为世界挽回更多的时间以使《京都议定书》的全球碳市场运转更有实效性和速效性，已取得后京都体制上的一致。

缔约国有机会在2007年九月召开的蒙特利尔议定书第20届年会上立即行动，加强臭氧机制保护臭氧的能力，最大化其减缓气候变化影响的能力——超出《京都议定书》的减排量。调整《蒙特利尔议定书》，使其考虑ODSs及其副产品的气候变化影响，并兼顾发展中国家的特殊情况，不放松臭氧协议当前所面临的其它挑战，这个目标就可以实现。最有效的实现办法是：（1）除了臭氧利益外，要明确专注于气候利益，使用生命周期分析及气候绩效生命周期分析来估测ODS替代产品以及《蒙特利尔议定书》项下的其它对策的累计环境影响；（2）通过优先选择危害程度最小的ODS替代产品，进一步推动技术创新，包括重新设计设备、工艺、替代产品、产品以及CFC的替代技术，以使其影响最小化；（3）鼓励销毁储存在产品、设备CFCs，或者在设备生命周期结束时捕获并销毁CFCs。

《蒙特利尔议定书》的调整案是适应于其发展进程的，在最近 20 年的历史过程中，该协议被反复调整，以反映当时科学理解力及技术能力的发展。这些调整案也与国际环境法中越来越多的要求评估并最小化环境影响的一般原则和概念相适应。

臭氧和气候的新挑战

臭氧层在中纬度要恢复到 1980 年以前的水平，可以通过两个行动来促进。一个是到 2015 年抑制碳氟化合物（“HCFCs”）的排放高于其预期排放。另一个是限制当前储存于产品和设备（所谓“储存库”）里的、但以后一旦产品和设备达到使用寿命将被排放到大气中的 CFCs 的负面影响。这些行动都可以推迟气候变化的影响。为确保《蒙特利尔议定书》系统地考虑 ODSs 及其替代产品对气候的影响，最小化其策略对气候的不良影响，这些行动将发挥更大的作用。

为了保护臭氧层，《蒙特利尔议定书》要求着力于 CFCs 和其它 ODSs 的逐步淘汰，这些物质主要被应用于电冰箱、空调系统，各种塑料泡沫、溶剂，比如应用于气溶胶喷射剂、薰剂以及灭火剂中。为了推动逐步淘汰，《蒙特利尔议定书》通过其多边基金，资助发展中国家使用对臭氧层危害较小的化学物质，比如 HCFCs，¹⁷取代 CFCs 和其它 ODSs。HCFCs 具有较小的臭氧消耗潜力（“ODPs”）；相对于 CFCs，具有较小的全球变暖潜力（“GWPs”）。HCFCs 被视为短期替代品，计划到 2030 年在发达国家逐步淘汰（在 2020 年以后允许保留 0.5% 用于维修）；到 2040 年在发展中国家逐步淘汰（从 2016 年起将消费量冻结在 2015 年的水平）。

HCFCs 在取代危害更大的 CFCs 中发挥重要作用的同时，其继续使用也会产生臭氧层和气候问题。这个问题一方面没有规定：对于 HCFC - 22 迅速扩大而不管更优替代产品的出现、以及其储存库；另一方面又规定过严，HCFC - 123 被淘汰，但是其对臭氧层的影响其实可以忽略不计、能源效率更高、在大型空调系统中，即所谓冷却器中使用可以达到更少的温室气体的排放。

没有规定次等替代产品：HCFC - 22 和它的副产品 HFC - 23

除了延迟臭氧层在中纬度的恢复，¹⁸HCFC - 22 的生产导致 HFC - 23 的排放，这是一种有害的副产品，超级温室气体，是 CO₂ 暖化地球能力的 11,700¹⁹倍。²⁰结合 HCFC - 22 的气候排放，全球升温潜能（GWP）为 1,780 和其副产品 HFC - 23，全球升温潜能为 11,700，预计到 2015 年会达到 10 亿吨 CO₂ 当量，大约相当于目前京都议定书项下所要求的减排量。²¹

HCFCs 的生产和消费预计扩大的水平，将远远超出联合国环保署技术与经济评估专家组于 1998 年预计的到 2015 年的 163,000 吨。一个国家一年新装生产能力超过 300,000 吨，在下一个 10 年 HCFC 生产将增加到 800,000 吨（除目前在蒙特利尔议定书项下没有控制的原料使用外）。大约 75% 的 HCFC 的生产将来自

HCFC - 22，一种用于小型空调系统和冰箱的过渡化学物质。HCFC 预计的增加量将受旧技术从发达国家向发展中国家转移、和发展中国家经济迅速增长的驱策。

《京都议定书》的清洁发展机制（“CDM”），也适用于 HFC - 23，应承担部分责任。

根据《京都议定书》的 CDM，在生产 HCFC - 22 的设备中捕获和销毁 HFC - 23 的排放，可以产生核证的减排量（“CERs”）。假定将相对低成本的 HFC - 23 的销毁与全球碳市场上的 CERs 的价值比较，²²CDM 在不经意间创造了一个为 HCFC - 22 生产商带来暴利的“不正当的诱因”——作为一个有效的经济补贴，驱使 HCFC - 22 的生产不断扩大。²³对 HFC - 23 进行摧毁的项目已经占据了 CDM 市场，相当于 2006 年基于项目的碳交易总量的 52%，以及 2005 年该量的 64%。²⁴大量的从 HFC - 23 摧毁项目中产生的 CERs，似乎压抑了碳的价格，进而破坏了其它 CDM 项目的竞争力。²⁵

这个问题将不会很快解决。根据《蒙特利尔议定书》，当基准设定在 2015 年的水平，HCFC - 22 的生产在发展中国家可以扩大至 2016 年，然后持续生产 34 年，HFC - 23 的摧毁项目中的利润阻碍了更优的使臭氧和气候安全的 ODS 替代产品的转化。没有从 HFC - 23 摧毁项目中的补贴，HCFC - 22 的生产将会降低。在这样的情况下，HCFC 生产与消费的初始趋势就较高，但以后将与发达国家相似，许多已经加速了 HCFC 的淘汰并开始向更优替代产品转化。²⁶欧盟已经淘汰了 HCFCs，²⁷其它国家如日本和美国正预期采用《蒙特利尔议定书》规定的发达国家 2030 年的最后期限前对 HCFCs 的淘汰日期。

过去将 CFCs 转化至 HCFCs 和 HFCs 推动了替代产品、生产工艺和设备的技术革新，在很多情况下，带来能源效率、减少了泄漏，及其它技术的进步。至今，大约 80% 的如果没有《蒙特利尔议定书》将被使用的 ODSs，已经被非碳氟化合物所取代，这些非碳氟化合物不会消耗臭氧层。这些替代产品，包括 CFC 技术的化学替代产品（比如滚搽式容器装的除臭剂代替喷雾器），向生产工艺、储存措施及免除不用转变。HCFCs 的转化就是类似的革新，也是环境友好的表示。但是发展中国家，如果继续过度依赖 HCFC - 22，将会减慢这些积极变化的好处实现。

规定过严的 HCFC - 123

《蒙特利尔议定书》并没有系统考虑使用 ODSs 的设备所产生的能源效率对气候的影响。产生高能源效率的设备对气候比较有益，因为它减缓了能源使用所产生的更多的因发电而排放的温室气体（如果电力不来自于可再生资源或不产生温室气体排放的资源，也会引起其它环境问题，比如核反应堆）。它也会在整个设备的使用寿命中产生较低生产成本。

大型建筑的空调设备，或冷却器，在这一点上提供了一个案例。²⁸它们的能源效率部分取决于制冷剂使用的种类，HCFC - 123 较其它允许更高的效率。HCFC - 123 有较低的 ODP(0.02)，和较低的 GWP（76），及较短的大气生命周期（1.3

年)，²⁹ 由于其在能源效率上的实质性优势优于初级替代产品，HFC - 134a 提供了重大的气候益处。³⁰ 此外，它在专为防止泄漏设计的冷却器里低压运行，从而可以认为其在臭氧消耗方面的影响几乎可以忽略不计。³¹ 目前，HCFC - 123 为低压冷却器提供了较优绩效（尽管更多的能源效率替代产品会在将来被进一步发展）。³²

联合国环保署冷却、空调、热力泵技术选择委员会在 2002 年评估报告中总结：“基于综合评估，考虑到忽略不计的对同温层臭氧的影响及在解决全球变暖问题上的重大益处，本研究推荐考虑免于对 HCFC - 123 淘汰。”³³

但是因为作为一种 HCFC，它被预定与其它的 HCFCs 一起淘汰。冷却器非常昂贵（200,000 美元至 600,000 美元），且有 30 年的生命周期。因此，淘汰 HCFC - 123 可能迫使大厦业主试图在未来几年购买新的冷却器以使用较低能源效率的替代品，造成更高的运营成本及更大的气候危害。³⁴

规定 ODS 储存库的失败

《蒙特利尔议定书》并没有控制任何来源于“储存库”的排放，不能激励对这些排放的捕获和摧毁。³⁵ 储存库即指存在于设备、产品或罐装容器中的化学物质。大量的 CFCs 和其它 ODS 替代物质如 HCFCs 和 HFCs（不是 ODS 而是 GHG）目前都存在于电冰箱、空调、绝缘塑料泡沫、化学仓库里，而在这些地方都可能泄漏。当设备达到它们的使用周期，里面的化学物质通常被释放到大气中。

对于捕获并销毁 ODS 储存库缺乏激励，大部分在储存库中的 CFCs 在未来 10 年将被排放到大气中，对臭氧层和气候都会产生有害影响。³⁶ 除了延迟臭氧层修复之外，到 2015 年从储存库里排放出来的 CFC 将相当于 74 亿吨 CO₂ 当量。³⁷ 超出京都议定书最初减排目标的 7 倍。³⁸

履约挑战

在 2010 年以前在发展中国家全部淘汰 CFCs 会出现最困难的对蒙特利尔议定书的履约挑战。³⁹ 一旦完全禁止 CFCs 生效，非法贸易 CFCs 及其它 ODSs 将会增加，这会加剧黑市在发达国家和发展中国家的经营。⁴⁰ 非法贸易目前估计占 ODSs 贸易总额的 10% - 20%，CFCs 自己每年就达 7,000 - 14,000 吨，相当于 2,500 万至 6,000 万美元。⁴¹ 蒙特利尔议定书为跨国界运输 ODSs 设立了许可证制度以对抗非法贸易，但是履约仍然是一个严峻的问题。⁴²

其它履约挑战源于对 ODSs 的使用缺乏控制措施，比如 HCFC - 22 和甲基溴运用于生产原料、工艺媒介、检疫和重装。这使得 ODSs 为这些用途的生产而有可能在其它已被淘汰的用途上被非法使用。⁴³ 但是这没考虑任何副产品，比如 HFC - 23 和 CTCs，也没考虑其也可能转向非法贸易。

法律和政策分析

评估 ODS 替代产品的气候影响

《蒙特利尔议定书》和它的缔约国已经意识到考虑其策略的全面环境影响，尤其是 ODS 替代产品的气候影响，这经常成为最严重的影响。蒙特利尔议定书第 2F 条第 (7) 款规定了对 HCFCs 的控制措施，还规定除了最小化臭氧层消耗，使用 HCFCs 的决定应当满足环境标准，也就是，“除为了满足其他环境、安全及经济上的考虑外，附件 C 第一类控制物质【HCFCs】的选用应是为了使臭氧的消耗减至最低限度。”

这个方法符合 V/8 决议（缔约方第五次会议，曼谷 1993），该决议规定缔约方根据第 2F 条及其“环境方面”考虑 ODS 替代产品。这在 VI/13 决议（缔约方第六次会议，内罗毕 1994），规定 TEAP “应当考虑可用替代品与 HCFCs，在能源效率、全球变暖影响、潜在易燃性、毒性等因素方面进行比较。”

随后，一个 41 个缔约方集团在缔约方第十次会议上发表了宣言（开罗，1998），重申了他们支持关于气候影响的考虑，考虑到“科学显示全球变暖可以推迟臭氧层修复”以及“环境友好的可替代物质和技术在商业方面可以在 HCFC 的使用上实质性实现。”这个宣言力劝“所有蒙特利尔议定书的缔约方都考虑所有 ODS 的替代技术，考虑其全球变暖潜能，这样替代物对全球变暖的高贡献就会被降低，其它更加环保友好、安全、在经济上、技术上可行的替代物和技术就可以得到利用。”⁴⁴

根据国际环境法的原则和概念，环境影响的考虑是一般义务的一部分。尤其是环境影响评估（“EIA”）原则为国家设置了一个一般义务，即对于计划的行动如有跨境和全球影响的可能，则应当考虑累计环境影响。⁴⁵EIA 原则与“综合污染防治与控制”（“IPPC”）概念相关，这个概念是为回应“以解决问题为目标的环境规定可以简单地将污染从一个媒介转向另一个，而不是将它消除”的现实而发展出来的。从广义上讲，它包括在制定规定时的一个全盘的环境影响评估，尤其是对化学物质的使用，已经被体现于许多多边环境协议当中及其它国际文件，包括欧洲委员会 1996 年的 IPPC 指示。

IPPC 要求通过环境影响的“生命周期分析”来测评产品、化学物质或技术“从摇篮到坟墓”的全面影响。这种生命周期分析（“LCA”）被国际标准组织（“ISO”）编入 14040 系列。它在 IPCC/TEAP 的专门报告里被表述为：包括一个“系统本身的相关投入和产出、以及在投入和产出中的系统的详细目录（生命周期总量分析）。这些投入和产出的潜在环境影响就被评价。”⁴⁶

“生命周期气候作用值”（“LCCP”）的概念被作为 LCA 的附属方法。⁴⁷ LCCP 被 TEAP 提议来计算 ODSs 在设备中使用的“从摇篮到坟墓”的气候影响，估测

ODSs 的直接全球升温潜能，以及在用于设备运行的发电所排放的非直接全球升温潜能，在能源效率上设置一个额外值。TEAP 解释 LCCP 为：

LCCP 的概念是为提供一个仅评估影响气候的环境方面（也就是仅在（a）项下的一个亚节）合理的方法【V/8 决议规定每个缔约方“...在选择替代产品时应考虑...环境方面...”】...任何技术的全面气候影响源于其整个生命周期直接从系统中排放的温室气体，以及与能源使用和被系统储存相联系的非直接排放...当专门技术的使用创造了能源的进一步节省，能源使用中的 CO₂ 的减排可以远远超过整个产品预期生命过程中的直接排放。⁴⁸

LCCP 提供了一个比早期的所谓完全等量升温影响（“TEWI”）⁴⁹ 概念更完整的评估，因为它包括 ODSs 生产的无常排放及从运行、维修和在设备使用寿命结束时处理 ODSs 中的排放。⁵⁰

最小化 ODS 替代产品的气候影响

基于一个全面的环境评估，《蒙特利尔议定书》必须使 ODS 替代产品的气候影响最小化，这符合蒙特利尔议定书关于通过基于“科学知识的发展，考虑技术和经济的因素”⁵¹ 的政策消除 ODSs 使用的最终目标。

科学知识的发展包括臭氧消耗和气候变化之间的关系。这个关系是基于复杂的在臭氧和气候之间的大气相互作用，以及 TEAP⁵²，IPCC/TEPA 联合专门报告⁵³ 所描述的 ODSs 也是 GHGs 的事实。这被《蒙特利尔议定书》所承认，《蒙特利尔议定书》规定缔约方“对这些物质（也就是 ODSs）的排放所产生的潜在气候效应有知觉。”

IPCC/TEAP 规定“保护臭氧层的方法能够影响气候变化。气候变化也可以非直接的影响臭氧层。”⁵⁴ 科学评估专家组进一步详细阐明，注意到气候变化似乎使臭氧层恢复变得不明显甚至危害其恢复。⁵⁵

ODSs 的替代，包括 CFC 技术的替代，将创造能够产生更高能源效率或减排的气候利益。在《蒙特利尔议定书》中需要更加明确且集中的一套策略，以最小化气候影响。

这也符合 21 世纪议程的规定，该议程号召缔约方“替换 CFCs 和其它臭氧消耗物质，与《蒙特利尔议定书》相一致，承认替换的适宜性应当被全面评估，而不能仅基于其对解决大气或环境问题所做的贡献。”⁵⁶ 这也进一步得到蒙特利尔议定书关于从《联合国气候变化框架公约》和《京都议定书》中排除的气体的相关规定的支持。这个排除规定是基于很多气体都有极高的 GWPs，其排放可以充分导致气候变化，因此增加更多的责任给蒙特利尔议定书的缔约方以使 ODS 替代品的气候影响最小化。

至于评估条件，最小化条件是基于国际环境法的原则和概念，而该原则和概念给国家设置了一个基本义务：（1）确保其管辖和控制范围内的活动不引起对其它

国家或在其国家管辖权范围以外的地域的危害；（2）通过减少、限制或控制会引起对环境产生危害的活动防止危害；（3）在解决环境问题时进行合作。⁵⁷

这个义务已经被欧洲委员会的《综合污染防范与控制指示》以一个更宽泛的形式编入，给国家设置了一个确定的义务以采取预防性措施来防止污染。⁵⁸更特别的是，这个义务被融入替代原则，这被一般界定为“用较少危害或无危害物质，或通过技术或组织措施达到一个相当的功能，替换或减少产品或生产过程中的有害物质。”⁵⁹

这个替代原则也被编入众多国内规定，治理有害化学物质的使用。⁶⁰最近，替代原则被欧盟的新化工政策纳入，表述为“对化学制品的规定、评估、授权和限制”（“REACH”），要求化学制品的生产商、进口商和使用者“分析替代品的可得性，考虑替代的风险和技术、经济可行性。”⁶¹

联合国环保署，与美国环保署、日本经济、贸易及工业部以及负责大气政策联盟协力，已经发展出其自己版本的替代原则，即所谓负责的使用，只要不受欢迎的效果被最小化，并且技术比其它替代物达到更高的环境绩效，就推荐对该技术的使用。⁶²负责的使用原则，“仅在他们提供安全、能源效率及环境或经济优势时”⁶³，以及“不受欢迎的效果被最小化且技术比其它替代物达到更高环境绩效时”⁶⁴将允许使用 ODS 替代产品。

建议

根据累计 LCA 方法学和气候专门 LCCP 方法学，ODS 替代物质的环境影响评估将包括源于物质的 ODP 和 GWP 的直接影响。并且，非直接影响也与之结合，比如副产品排放，泄漏和负荷大小，捕获/销毁选择，以及能源效率。

这样一个评估，加之最小化环境影响的义务，指示了三个直接并可达到的调整：

加速淘汰 HCFC - 22；
允许 HCFC - 123 的继续使用，直至更优替代物产生；以及
对捕获和销毁 ODS 储存库给与更多激励或者加以规定。

履约问题也应给与进一步关注。

除了加强臭氧层保护，三个调整案具有到 2015 年减少温室气体排放至 12 亿吨 CO₂ 当量的潜力，这比京都议定书规定的减排更多。

加速淘汰 HCFC - 22 以及其副产品 HFC - 23

HCFC - 22 在发达国家和发展中国家的加速淘汰将避免预计的 HCFC - 22 生产扩大及其排放的“超级温室气体”HFC - 23 副产品的增加。⁶⁵它也减少生产 HCFC - 22 和它的原料旧技术不正当地转移到发展中国家。⁶⁶

ODSs 替代产品的可用性通过欧洲议会和委员会 2000 年 7 月 29 日的 No.2037/2000 规定 (EC) 得到确认, 该规定关于消耗臭氧层, 采取对 ODSs 更加严格的控制措施, 包括加速淘汰 HCFCs 应比取代消耗臭氧物质所达到的技术预期要早。IPCC/TEAP 专门报告也对许多 HCFC 用品的替代产品可用性进行了分类, 包括 HFC134a, HFC 混和物, CO₂, 碳氢化合物及氨。⁶⁷许多这些替代品提供了更高的能源效率也可基于 LCA/LCCP 在选择前进行评估。

根据 LCA/LCCP 分析, 哪种替代品提供更优环境绩效的决定因素, 就像它对 ODP 和 GWP 做更多的直接测评, 很大程度取决于非直接影响, 如泄漏、负荷大小、在设备生命结束时捕获/销毁的潜能以及能源效率。比如, HFC - 134a 和 HFC 混合物将使在最小化气候影响方面的更优的替代物, 仅在它们被用于设备达到比 HCFC - 22 和其它替代产品更大的能源效率时, 成为合格。降低泄漏率和增强捕获/销毁也会提高它的地位。CO₂、碳氢化合物和氨的使用将作为最小化气候影响的更优替代物, 仅在它的较低能源效率水平取得进步或被其较低 GWPs 所抵消而取得合格。

加速 HCFC 的淘汰提出许多问题, 必须通过缔约方来解决, 正象他们以往所进行的, 包括需要确保发达国家通过多边协助基金继续履行他们的承诺以提供更多的资助给发展中国家, 确保淘汰时间表的执行。⁶⁸然而一些 HCFC 消费方面的增长不可避免, 对于发展中国家在经济上又是必要的, 一个更加激进的淘汰时间表在技术上和经济上是不可行的。应当通过将基准年推进, 也就是, 到 2006 年, 也许伴随可控制的增长允许直到 2010 年, 然后一系列地逐步减低以确保持续进步, 避免产生履约问题 (也就是, 到 2015 年减排 35%, 到 2020 年减排 65%, 到 2030 年减排 99.5%, 0.5% 允许用于维修至 2040 年)。这个方法, 配合资金协助转化至更优替代物质和技术, 将确保直接和持续的进步, 避免相反情况下极高水平的增长。它也使全球碳市场将所有的 CERs 纳入, 如果可能, CDM 允许 HFC - 23 从新生产中销毁, 超出目前方法论。⁶⁹欧盟的政策制定者和后京都议定书机制的建筑师们, 将计算大量的 HFC - 23 的排放, 或许可能将 CDM 排放计入, 并设置相应的总排放上限。

更优替代物出现前 HCFC - 123 的继续使用

相同的分析适用于将 HCFC - 123 从淘汰中豁免并允许其继续使用至更优替代产品发展出来前的需要。该继续使用是基于它的几乎可以忽略不计的臭氧影响以及 HCFC - 123 冷却器的能源效率优势, 它的能源效率超出初级替代产品, HFC - 134a, HCFC - 123 导致与发电运行冷却器向联系的 GHG 排放更少, 也降低在整个 30 年生命周期中的设备运行成本。

2004年在布拉格召开的科学研讨会，由 Mario Molina 博士为主席，联合缔约方第 16 次会议，报告“HCFC - 123 可以允许在一种专门的空调装置中运用，其作用是促进更优能源效率并确保制冷剂的近零排放”。⁷⁰

没有 HCFC - 123 的继续使用直至更优替代产品出现，冷却器的能源效率将降低，反过来影响气候，减慢能源效率的进步。HCFC - 123 具有极低的臭氧消耗潜能，比 HFC - 134a 更低的全球升温潜能，在泄漏最小化的低压冷却器里运行。联合国环保署和其它已经规定它的继续使用将对臭氧具有实际上可以忽略不计的影响，同时还提供了比其它替代物更优的环境利益。⁷¹

允许 HCFC - 123 仅在 ODSs 比现存替代产品产生更优环境绩效时继续使用，创造了一个先例；它的继续使用可以被构造以鼓励更优替代物的不断创新，也许要求 2040 年以后再使用，或在更优替代产品被 TEAP 确认后，作为现有用途在产品的生命周期中继续允许使用。此外，任何 HCFC - 123 对臭氧层的影响都可以通过要求，在一个臭氧消耗潜能计量 1 : 1 或更多的基础上摧毁储存库中的 ODSs，这将产生一个附加利益，即解决臭氧层延迟修复的原因：CFC 储存库预计将在下个 10 年当中被排放到大气中。它也为寻找更优替代品的进一步革新提供了又一个诱因，能够激励像能源明星项目这样的计划。⁷²

ODS 储存库的销毁更大的诱因

CFCs 和其它 ODSs 从储存库中的排放可以通过更加激励其捕获或销毁来避免。蒙特利尔议定书应该为销毁储存库提供更大的诱因，比如，通过允许结转一年以上的债权，以转移化学制品组，一定量 CFCs 的销毁将允许在臭氧消耗潜能计量的基础上与 HCFCs 等量的生产或消费。⁷³

《蒙特利尔议定书》通过与《京都议定书》联合还可以提供较大的诱因，即为销毁 ODS 储存库的清洁发展机制提供核证的减排量，如具有高 GWP 的 CFCs。储存库的销毁有助于确保履约，因为在储存库中的 ODS 将在 CFC 的禁止于 2010 年被发展中国家付诸实施后，将被重新使用或者在循环。⁷⁴

加强履约

《蒙特利尔议定书》应该加强其履约的努力，通过正在进行的秘书处、联合国环保署臭氧行动履约协助项目以及其它的项目，促进富于雄心的能力建设项目。这可以与联合国环保署的绿色关税启动项目以及国际环境履行与实施网络（“INECE”）。长足的努力可以确保通过严格履约将臭氧和气候利益结合起来。

根据 XVII/16 决议，《蒙特利尔议定书》缔约方要求对监控跨境运输的 ODSs 发展系统进行可行性研究。这个研究对可以帮助减少 ODSs 非法贸易的监控系统提出很多意见。ODSs 的非法贸易在淘汰 CFCs 和其它 ODSs 过程中已经成为世界性问题。⁷⁵

为了与非法贸易作斗争，该研究提出一系列建议，包括计划基于目前的许可证和报告制度以及交叉检验许可证和中央集权形态的配额，建立一个全球 ODS 追踪系统。⁷⁶

至于用于原料、加工媒介和 QPS 应用中的 ODSs，要求对目前的使用和其在臭氧和气候上的非直接影响进行强制性的定期检查，利用生命周期分析，将为未来对环境危害较小的可替代物质产生后进一步禁止 ODSs 的使用打下基础。

总 结

《蒙特利尔议定书》必须明确估计 ODSs 和其替代物质的环境影响，包括对臭氧和气候的影响，贯彻将这些影响最小化的政策，这种最小化通过有助益的 ODS 替代物质来实现，即在更优替代物出现前对环境危害最小的物质。⁷⁷ 否则，维持一个实际上对环境最友好的 ODS 替代物质起相反作用的市场，将阻碍《蒙特利尔议定书》在保护臭氧层和缓和气候变化方面的不断成功。相反，要求评估和最小化 ODSs 和其替代物质的环境影响，将创造一个支持最环境友好的 ODS 替代物质的公平市场，解决不正当动机问题，确保《蒙特利尔议定书》在保护臭氧层及缓和气候变化方面持续成功。《蒙特利尔议定书》也必须解决严重的储存库中的 ODSs 问题，否则在生命结束时被释放，将相当于京都议定书基于气候排放的 7 倍不止。

最终，避免最坏的气候影响取决于成功的发展《京都议定书》及其后续事物，包括国际排放贸易市场，全体参与，以及为 2012 年以后为足以避免危险的人为干预气候而降低 GHG 排放设置的扩大指标。《京都议定书》基于市场的机制已经取得显著进展。但是《京都议定书》和全球碳市场仍在前进中，要达到避免危险的人为干预气候所必要的实质性减排，还需要许多年，如果不是 10 年，就是更多。

根据《蒙特利尔议定书》所达到的减排争取了更多的时间，以发展一个足够强大的气候机制，一个稳固有效的全球碳市场，速效实效地释放所需要得碳消减量。很难说这个星球将热到什么程度会引发气候突变事件，但是临界点可能就近在 10 年以后，调整蒙特利尔议定书，尽所能避免每一吨可以避免的 CO₂ 当量的排放势在必行。除了完成保护臭氧层的工作以外，这是一个最好的确保政策，可以为我们争取更多的时间发展我们长期的气候控制。这也是一份我们有信心能够通过最好的环境协议传递的最好的保单。

¹ 许多缔约方已经向 2007 年 9 月的蒙特利尔议定书第 20 届年会提出调整案或修正案。

² 世界气象组织及联合国环保署，《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》科学评估专家组，《臭氧消耗的科学评估：2006，实行概要，第 3 页（2006 年 8 月 18 日）在以下网址也可取得 http://www.wmo.ch/web/arep/ozone_2006/exec_sum_18aug.pdf 【下文称为“臭氧消耗的科学评估：2006”】

³ Richard Benedick, *Ozone Diplomacy New Directions in Safeguarding the Planet* 《保护星球：臭氧层外交新方向》(Harvard University Press 1991), 也见于 Stephen O. Andersen & K. Madhava Sarma, *Protecting the Ozone Layer: The United Nations History* 《保护臭氧层联合国历史》(Earthscan Publications Ltd. 2002); David Hunter, James Salzman, & Durwood Zaelke, *International Environmental Law & Policy* 《国际环境法与政策》, Ch. 9 (Foundation Press, 3rd ed 2007).

⁴ 联合国环保署, 政府间气候变化专门委员会, 技术与经济评估专门委员会, 专门报告: 保护臭氧层和全球气候系统: HFCs 和 PFCs 相关问题, 第 3 - 4 页 (2005) [下文称“IPCC/TEAP 专门报告”]

⁵ Guus J. M. Velders, *et. al.*, *The importance of the Montreal Protocol in protecting climate*, 《保护气候的蒙特利尔议定书》 104 PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES 4814 (2007), 及其补充段落。另见于 Summary of Stockholm Group Meeting 《斯德哥尔摩小组会议纪要》(2007 年 2 月 26 日) (注意到蒙特利尔议定书的气候减排将是京都议定书到 2010 年的许多倍)。斯德哥尔摩专家组是一个非正式的集合了具有共同意向的专家会议, 以他们个人的能力探讨蒙特利尔议定书所面临的挑战。也见于 IPCC/TEAP 专门报告, *id.* 第 4 页(通过淘汰 CFCs, 用具有较少全球升温潜能的物质代替, 如 HCFCs 和 HFCs, CFCs, HCFCs 和 HFCs 对全球升温的贡献从 1990 年到 2000 年在蒙特利尔议定书下, 当与石化排放相比较时, 从 33% 降到了 10%。京都议定书已经规定了减排指标, 基于 CO₂ 当量, 是 184 亿吨 CO₂ 当量基准的 -5.8% 或 2008 年到 2012 年的 -9.7 亿吨年当量。UNFCCC, *Key GHG Data: Highlights from Greenhouse Gas Emissions Data for 1990-2003* (Nov. 2005) 《GHG 数据: 1990 - 2003 温室气体排放数据选辑》(2005 年 11 月)。如果考虑在整个时间框架下从正常运营的项目中消除的排放, 京都议定书的实际减排将于 2012 年逼近 20 亿吨 CO₂ 当量。

⁶ Velders, 上文的注释 5(描述了一系列的加强保护臭氧层的措施, 包括加速淘汰 HCFCs, 促进低全球升温潜能的物质及高能源效率的设备, 增加臭氧消耗物质储存库的捕获和销毁, 将进一步减少温室气体的排放达每年 12 亿吨 CO₂ 当量, 推迟气候变化的肇端, 规定加速淘汰的气候利益取决于低全球升温潜能的物质及高能源效率的设备的使用。

⁷ 臭氧消耗的科学评估: 2006, 上文的注释 2, 21 页。

⁸ 臭氧消耗的科学评估: 2006, 上文的注释 2, 21 页。

⁹ 臭氧消耗的科学评估: 2006, 上文的注释 2, 21 页。

¹⁰ 见 Env't Investigation Agency, *An Unwelcome Encore: The Illegal Trade in HCFCs* (Oct. 2006) 环境调查局《一个受欢迎的节目: HCFCs 非法贸易》(2006 年 10 月) [下文称“环境调查局 HCFCs 非法贸易”] at 6 (注意到 ODS 非法贸易自 1999 年对 CFCs 在发展中国家的冻结日开始增长。)

¹¹ 臭氧消耗的科学评估: 2006, 上文的注释 2。

¹² 见政府间气候变化专门委员会, *Climate Change 2007: The Physical Science Basis Summary For Policy Makers*, 《气候变化 2007: 为政策制定者提供的自然科学的基本概要》10 (2007)。

¹³ Steve Connor, *If We Fail to Act, We Will End Up With a Different Planet*, 《如果我们不能行动, 我们将以一个完全不同的星球而告终》THE INDEPENDENT, Jan. 1, 2007; 也见于 James Hansen, *A Slippery Slope: How Much Global Warming Constitutes 'Dangerous Anthropogenic Interference'?* 《一个光滑的斜坡: 全球变暖多大程度上导致“危险的人类干预”?》68 CLIMATE CHANGE 269 (2005)。

¹⁴ 也见上文注释 12。

¹⁵ James G. Titus & Charlie Richman, *Maps of Lands Vulnerable to Sea Level Rise: Modeled Elevations along the U.S. Atlantic and Gulf Coasts*, 《对海平面上升脆弱的陆地地图: 沿美国大西洋和海湾沿岸模拟上升》CLIMATE RESEARCH, Vol. 18 (2001)。即使越过临界点, 格陵兰冰盖融化也要上百年甚至上千年。见 Hansen, 也见注释 13。

¹⁶ Peter Schwartz & Doug Randall, *An Abrupt Climate Change Scenario and Its Implications for United States National Security* 《一个气候突变情景以及它对美国国家安全的意义》(2003)。也见, Durwood Zaelke, Oran Young, & Scott Stone, *After 'The Day After Tomorrow': What Will Society Learn from the Inevitability of Rapid Climate Change Events*, 《在“后天”以后, 社会从迅速气候变化事件的必然性中能学到什么》NATIONAL STRATEGY FORUM REVIEW, 2006 年秋。

¹⁷ 允许 HFCs 作为 ODS 替代物质使用在成功淘汰 CFCs 阶段中是一个手段。联合国环保署, 技术与经济评估专家委员会关于 HFC 和 PFC 的特遣部队, *The Implications to the Montreal Protocol of the*

Inclusion of HFCs and PFCs in the Kyoto Protocol 《蒙特利尔议定书将京都议定书中的 HFCs 和 PFCs 纳入的意义, 36-38 页 (1999 年 10 月) [下文“TEAP1999 年 10 月”]. HFCs 并不消耗臭氧层, 但因为它们对气候变化的贡献, 它们是有有效的京都议定书所规定的温室气体。蒙特利尔议定书不能考虑 HFCs 的气候影响, 在最佳保护大气环境的物质方面创造了一个规定性的环境 - 考虑对臭氧和气候 - 都不是有利的。见 IPCC/TEAP 专门报告, 上文注释 4。这就提出一个问题, 蒙特利尔议定书缔约方怎样扩大管辖至所有的 ODS 物质以使整个环境影响最小化, 并创造一个规定性的环境, 该环境只对臭氧层和气候构成最小危害的物质友好。它也提出一个更宽泛的治理问题, 蒙特利尔议定书集中的规定路径与京都议定书过宽泛的路径相比较, 尤其是它们都是气候源和汇, 规定在较集中的机制下如蒙特利尔议定书就比较好, 尽管仍然与宽泛的路径相调和。

¹⁸ 臭氧消耗科学评估: 2006, 上文注释 2。除此之外, 在短期内 HCFCs 的臭氧消耗潜能与 CFCs 的相匹敌, 意味着它们将在本来预期修复臭氧层的同时近期内会引起对臭氧层的危害。见 Susan Solomon & Dan Albritton, *Time-Dependent Ozone Depletion Potentials for Short- and Long-Term Forecasts*, 《取决于时间的臭氧层消耗潜在在长期和短期内的预测》NATURE, Vol. 357, May 7, 1992。
¹⁹ UNFCCC 报告指导方针使用 IPCC 第二次评估报告中的全球升温潜能值, HFC - 23 有 11, 700 的全球升温潜能。IPCC 第三次评估报告列出 HFC-23 的全球升温潜能是 14,310 +/- 5,000。IPCC/TEAP 专门报告, 上文注释 4, 第 30 页。

²⁰ 另外一个 HCFC-22 生产的结果就是四氯化碳“CTC”的生产。CTC 的臭氧消耗潜能为 1.1, 全球升温潜能为 1,400。它是氯甲的副产品, 氯甲产生四种副产品: 氯甲烷(制冷剂)、二氯甲烷(或二氯甲)、氯仿及四氯化碳 CTC。HCFC-22 的生产需要氯仿, 但是导致不想要的 CTC。当 HCFC - 22 生产增加时, 不想要的 CTC 也增加, CTC 是作为原料消耗的一部分。见联合国环保署, *Report on the Intermediate Evaluation of CFC Production Sector Phase-Out Agreements*, 《CFC 生产领域淘汰协议的中间评估报告》, United Nations Environment Programme, UNEP/OzL.Pro/ExCom/42/12 (March 3, 2004), 在下面网址也能找到: <http://www.multilateralfund.org/files/evaluation/4212.pdf> (最后更新时间是 2007 年 2 月 14 日)。

²¹ 环境调查局, *Turning Up the Heat: Linkages Between Ozone Layer Depletion and Climate Change: The Urgent Case of HCFCs and HFCs*, 《发现热源: 臭氧层消耗和气候变化的联系: HCFCs 和 HFCs 的紧急案例》第 7 页 (2006 年 8 月), 也见于 <http://www.eia-international.org/files/news324-1.pdf> (最后更新时间 2007 年 2 月 14 日) [下文“EIA 报告”]. HFC-23 预计将从 2002 年的 0.195 GtCO₂-eq yr.⁻¹ 升至 2015 年的 0.330 GtCO₂-eq yr.⁻¹ IPCC/TEAP 专门报告, 上文注释 4 第 11 页。另外, HCFC 到 2015 年的排放在正常营运轨道下预计为 0.828 GtCO₂-eq.yr.⁻¹ 联合国环保署 *IPCC/TEAP 补充报告*, 附件 (2005 年 11 月), 也见于 http://unep.ch/ozone/teap/REPORTS/TEAP_REPORTS/teap-supplement-ippc-teap-report-nov2005.pdf (最后更新时间 2007 年 2 月 3 日) [下文 IPCC/TEAP 2005 补充]。也见 Velders, 上文注释 5。该减排 CO₂ 当量将通过加速淘汰可以实现, 这取决于由加速淘汰时间表所驱动的技术革新, 包括促进能源效率、负荷大小、泄漏防范、生命结束捕获并摧毁等, 也与选择的替代物质的全球升温潜能有关, 尽管 CFC 技术替代物有较低臭氧和气候影响, 将被预期转化, 作为前 ODS 淘汰, 80% 的 ODS 都被非碳氟化合物所取代, 包括 CFC 技术替代物, 替代产品, 生产过程中的改变和保存。Velders, 上文注释 5。多边基金的标准, 指导方针及资助实践也能强烈影响最终气候利益的大小。见联合国环保署, 执行蒙特利尔议定书的多边基金, 政策, 程序, 指导方针, 标准, 第 582 页 (2006 年 6 月), 也见于 <http://www.multilateralfund.org/files/Policy49.pdf> (最后更新时间 2007 年 2 月 14 日) [下文政策报告] (要求项目审查考虑 ODP 和 GWP 影响)。

²² IPCC/TEAP 专门报告, 上文注释 4, 77-82 页; 也见 Michael Wara, *Is the Global Carbon Market Working?* 《全球碳市场有用吗?》NATURE, VOL. 445, 2007 年 2 月 8 日, 595-96 (谈到发达国家安装技术波获并销毁 HFC-23 的成本, 在发展中国家的 17 个生产设备中为 1 亿欧元, 与到 2012 年 CDM 机制下产生的 47 亿欧元 CER 的价值相比, 按作者计算时的 10 欧元/吨的碳计算, 税忽略不计)。

²³ IPCC/TEAP 2005 补充, 上文注释 20, 第 7 页; Wara, *id.* 第 596 页 (写道“HFC - 23 的排放人比起他们销售制冷剂, 可以赢得 CDM 排放债权的 2 倍 - 通过任何措施, 市场的一个关键扭曲”) 也见 Michael Connolly, *Beijing's Greenhouse-Gas Effort Attracts Heat*, 《北京的温室气体成就吸引热量》

WALL STREET JOURNAL, January 8, 2007; Jeffrey Ball et al., *China Cashes In on Global Warming: Critics Fret Lucrative Carbon Credits Hurt Clean-Energy Efforts*, 《中国利用全球变暖赚钱：评论腐蚀的有利碳市场损害清洁能源成就》 WALL STREET JOURNAL, 2007 年 1 月 8 日, A10; Keith Bradsher, *Outsize Profits, and Questions in Effort to Cut Warming Gases*, 《在努力降温案例中的特大利润及问题》, NEW YORK TIMES, 2006 年 12 月 21 日。

²⁴ 国际排放贸易委员会和世界银行, *States and Trends of the Global Carbon Market* 《全球碳市场的状况和趋势》2006 (1 月 1 日-9 月 30 日, 2006), 11 页 (Oct. 2006), 也见于 <http://www.ieta.org/ieta/www/pages/getfile.php?docID=1929> (最后访问时间 2007 年 2 月 3 日)。

²⁵ 见 Wara, 上文注释 22, 第 596 页 (“相反, 市场上廉价非 CO₂ 债权的存在, 如 HFC - 23 是发展新的限碳能源项目的一大障碍...”)。欧盟国家承认 50% 以上的排放上限是通过京都议定书的机制使用排放债权满足的, 包括 CDM 机制和 JI 机制。见 Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research and Centre for Energy and Environmental Markets, *An Early Assessment of National Allocation Plans for Phase 2 of EU Emission Trading*, Working Paper Sustainability and Innovation 《对欧盟排放交易第 2 阶段的国家分配的早期评估》可持续和创新的工作底稿 No. S1/2006, 2006 年 11 月 9 日, 可在以下网站获得: http://www.isi.fraunhofer.de/n/Projekte/pdf/NAP2_assessment.pdf (最后访问时间 2007 年 2 月 14 日)。

²⁶ 见 IPCC/TEAP 专门报告, 上文注释 4, 43-48, 53-60 (谈及 HCFCs 和其它 ODSs 的可得替代物质)。

²⁷ 见 规定 (EC) No 2037/2000 2000 年 6 月 29 日关于臭氧层消耗物质。

²⁸ 见 STEPHEN O. ANDERSEN & DURWOOD ZAELKE, *INDUSTRY GENIUS: INVENTIONS AND PEOPLE PROTECTING THE CLIMATE AND FRAGILE OZONE LAYER* 《工业天才：发明和人们对气候及脆弱的臭氧层保护》(Greenleaf 2003) 161-62, 168-70。

²⁹ IPCC/TEAP 专门报告, 上文注释 4, 第 8 页; 臭氧消耗的科学评估: 2006, 上文注释 2。

³⁰ 联合国环保署, 电冰箱, 空调, 热力泵的选择委员会报告 (“RTOC”) (2002 年 1 月 1 日) [下文称 RTOC 报告]。也见于 *INDUSTRY GENIUS*, 上文注释 28。

³¹ James M. Calm & David A. Didion, *Trade-Offs in Refrigerant Selections: Past, Present, and Future*, 《在制冷剂的选择中的替换使用：过去, 现在和将来》REFRIGERANTS FOR THE 21ST CENTURY, PROCEEDINGS OF THE ASHRAE-NIST CONF., 1997。也见于 Donald Wuebbles and James Calm, *An Environmental Rational for Retention of Endangered Chemicals*, 《一个关于濒危化学制品保持的环境合理性》278 SCIENCE 1090 (1997 年 11 月)。

³² James M. Calm, *Emissions and Environmental Impacts From Air-Conditioning and Refrigeration Systems*, 《空调及冷却系统的排放及环境影响》25 INT’L J. OF REFRIGERATION 293 (2002) 301。

³³ RTOC 报告, 上文注释 30。

³⁴ 见 Andersen & Zaelke, 上文注释 28。

³⁵ IPCC/TEAP 专门报告, 上文注释 4, 第 11 页。

³⁶ IPCC/TEAP 专门报告, 上文注释 4, 第 11 页。

³⁷ IPCC/TEAP 2005 补充, 上文注释 21, 附件。

³⁸ 或者, 如果京都议定书的减排包括从 1990 年的 6% 的增长率中避免的排放, 将是该量的 3 倍的大小。

³⁹ 见 K. Madhava Sarma, *Compliance with the Montreal Protocol* 《蒙特利尔议定书的履约》, MAKING LAW WORK: ENVIRONMENTAL COMPLIANCE & SUSTAINABLE DEVELOPMENT 《让法律发生作用：环境履约与可持续发展》, Vol. 1 (Durwood Zaelke, Donald Kaniaru, & Eva Kruzikova, 编辑。)(Cameron May 2005), 第 287-306 页。

⁴⁰ EIA HCFCs 的非法交易, 上文见注释 10, 第 6 页。

⁴¹ EIA HCFCs 的非法交易, 上文见注释 10, 第 2 页。

⁴² EIA HCFCs 的非法交易, 上文见注释 10, 第 2 页。

⁴³ 见 IPCC/TEAP 专门报告, 上文见注释 4, 77-82。

⁴⁴ 联合国环保署, *Report of the Tenth Meeting of the Parties to the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer*, 《关于臭氧层消耗物质的蒙特利尔议定书缔约方第 10 次会议的报告》“Declaration on Hydrochlorofluorocarbons (“HCFCs”), Hydrofluorocarbons (“HFCs”) and Perfluorocarbons (“PFCs”),” “ HCFCs , HFCs 和 PFCs 的宣言 ” UNEP/OzL.Pro.10/9, (1998), 也可在以下网址获得 <http://www.unep.ch/ozone/pdf/10mop-rpt.pdf> (最后访问日期 2007 年 2 月 14 日); 比较: 政策报告: 上文注释 21。

⁴⁵ DAVID HUNTER, JAMES SALZMAN & DURWOOD ZAELKE, 上文注释 3。

⁴⁶ IPCC/TEAP 专门报告, 上文注释 4, 第 208 页。也见于 UNEP/SETAC, *LIFE CYCLE APPROACHES: THE ROAD FROM ANALYSIS TO PRACTICE*, 《生命周期方法: 从分析到时间之路》20-43 (2005)。

⁴⁷ IPCC/TEAP 专门报告, 上文注释 4, 205 页;也见于政策报告, 上文注释 21。

⁴⁸ TEAP 1999 年 10 月, 上文注释 17。

⁴⁹ IPCC/TEAP 专门报告, 上文注释 4, 205 页。

⁵⁰ IPCC/TEAP 专门报告, 上文注释 4, 205, 207;也见于 TEAP1999 年 10 月, 上文注释 17。

⁵¹ 蒙特利尔议定书导言, 可在以下网址获得: <http://www.unep.org.OZONE/pdfs/Montreal-Protocol2000.pdf> (最后访问时间 2007 年 2 月 3 日)。

⁵² TEAP 1999 年 10 月, 上文注释 17, 13 页。

⁵³ IPCC/TEAP 专门报告, 上文注释 4, 第 3-4 页。也见于 Velders, 上文注释 5。

⁵⁴ IPCC/TEAP 专门报告, 上文注释 4, 第 3-4 页。

⁵⁵ 臭氧消耗的科学评估: 2006, 上文注释 2, 第 5 章。臭氧层的消耗导致降温, 以抵消 ODS 对全球升温的影响。Velders, *et al.*, 计算得到冷却抵消大约是积极强制直接辐射的 20%。Velders, 上文注释 5。

⁵⁶ 联合国环境与发展大会, 21 世纪议程, 第 9 节 23 (1992 年 6 月), 在以下网址获得: <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/english/agenda21toc.htm> (最后访问日期 2007 年 2 月 3 日)。

⁵⁷ 见《联合国宪章》, 第 74 条 (1945); 《关于各国依联合国宪章建立友好关系及合作的国际法原则宣言》(1972); 《联合国大会的人类环境宣言》(1972), 原则 6, 7, 15, 18, 21, 24; 《环境与发展里约宣言》(1992), 原则 2, 11, 27; 《防止倾倒废物及其它物质污染海洋的公约》(伦敦倾废公约 1972), 导言; 《海洋法的国际公约》(1982), 第 123, 194, 197 条; 《斯德哥尔摩关于难以降解的有机污染物公约》(POPS) (2001), 第 1 条。

⁵⁸ 欧盟理事会指示 96/61/EC of 24 Sept. 1996 关于综合污染的防治与控制, *at* <http://europa.eu/scadplus/leg/en/lvb/l28045.htm> (最后访问时间 2007 年 2 月 3 日)。

⁵⁹ 欧洲共同体市场委员会, 有害化学物质在产品 and 生产过程中的替代作用: 欧洲共同市场委员会关于普通环境, 核安全及群众保护的理事会报告汇编, *at* i, March 2003 (Ökopoll GmbH and Kooperationsstelle Hamburg 准备), 见 http://ec.europa.eu/environment/chemicals/pdf/substitution_chemicals.pdf (2007 年 2 月 3 日最后访问); *s* 也见于绿色和平组织, REACH 里的较为安全的化学物质: *运用代替原则驱动绿色化学制品* (2005 年 2 月) 第 5 页, 见于 <http://www.greenpeace.org.uk/MultimediaFiles/Live/FullReport/6031.pdf> (最后访问时间, 2007 年 2 月 3 日)。

⁶⁰ 见, *e.g.* 芬兰化学法案 (744/1989, 1198/1999 修正案, 16 条 a)。

⁶¹ 规定 (EC) No 1907/2006 欧洲议会及理事会, 2006 年 12 月 18 日, 见 http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/oj/2006/l_396/l_39620061230en00010849.pdf (最后访问时间 2007 年 2 月 3 日)。

⁶² 《对 HFCs 负责任地使用原则》, *at* <http://www.arap.org/textonly/responsible.html> (2007 年 2 月 3 日最后访问)。

⁶³ TEAP 1999 年 10 月, 上文注释 17, 第 82 页。

⁶⁴ ANDERSEN & ZAELKE, 上文注释 28, 第 168 页。

⁶⁵ 见 Velders, 上文注释 5。

⁶⁶ 加速淘汰 HCFC - 22 为减少不必要地氯甲生产提供了追加的确保利益 (在一次加工中产生的四种绿色的物质: 氯甲烷、二氯甲烷、氯仿和 CTC)。

⁶⁷ 见 IPCC/TEAP 专门报告, 上文注释 4。

⁶⁸ 多边基金为 2009 - 2011 年所做的下一个补充将于 2008 年由缔约方决议; 2007 年 9 月会议关于更多的管理措施可以由未来基金的可用性决定的调整案。见 *e.g.* 联合国环保署, 关于消耗臭氧层的有害物质的蒙特利尔议定书缔约方第 10 次会议报告, UNEP/OzL.Pro.9/12, 第 25 页 (1997 年 9 月 25 日), 见于 http://ozone.unep.org/Meeting_Documents/mop/09mop/9mop-12.e.pdf (2007 年 2 月 14 日最后访问) (关于决议 IX/5: 虑及在第五条缔约方的附件 E 物质的控制措施)

⁶⁹ 见《对于批准的基线及监控方法的修订》AM0001 “HFC-23 废流的焚化,” 清洁发展机制 - 执行委员会见:

http://cdm.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/CDMWF_AM_GJ7T352O90TABWUMR95QDQXMIWC6EM

⁷⁰ 联合国环保署《关于臭氧层消耗物质的蒙特利尔议定书的第 16 次会议报告》, UNEP/OzL.Pro.16/17 (Nov. 22-26, 2004)。

⁷¹ RTOC 报告, 上文注释 30。

⁷² 见 ANDERSEN & ZAELKE, 上文注释 28, 在第 70-83 页 (谈及能源明星项目)。

⁷³ 见 Velders, 上文注释 5 (注意到更大激励捕获并销毁 ODS 储存库将清除其对臭氧和气候的双重威胁)。

⁷⁴ 甚至更多的成本有效的销毁也是可能的, 通过启动考虑共同“打包”焚烧摧毁不止是 CFCs 和 HFCs, 也包括不能降解的有机污染物 (“POPs”) 可以实现。

⁷⁵ Chatham House & 环境调查局, 《ODS 追踪: 关于发展一个系统监控缔约方之间跨境移动的受控臭氧消耗物质可行性研究》(2006 年 9 月)。

⁷⁶ Chatham House, 同上. at 6。

⁷⁷ 一个关于这些及相关问题的探讨正在进行。在 2006 年 10 月 - 11 月于印度新德里举行的蒙特利尔议定书第 18 次会议上, 缔约方同意 2007 年中召开一个为期两天的关于未来蒙特利尔议定书面临的挑战的对话。见联合国环保署, “关于未来蒙特利尔议定书所面临的关键性挑战的对话的决议”。UNEP/OzL.Pro/L.2/Rev.1, 决议 XVIII/34 (2006)。此外, 斯德哥尔摩专家组正在讨论蒙特利尔议定书的关键挑战。