



联合国 环境规划署

Distr.
GENERAL

UNEP/OzL.Pro/ExCom/78/9
7 March 2017

CHINESE
ORIGINAL: ENGLISH

执行蒙特利尔议定书多边基金
执行委员会
第七十八次会议
2017年4月4日至7日，蒙特利尔

与副产品三氟甲烷（HFC-23）的控制技术相关的关键问题

背景

1. 蒙特利尔议定书缔约方会议在第二十八次会议¹上通过了《基加利修正案》²，其中增加了关于控制《蒙特利尔议定书》附件 F³所列受控物质的消费和生产的第 2J 条。关于附件 F 所列第二类物质（即 HFC-23），《基加利修正案》除其他外规定：

- (a) 生产附件 C 第一类物质或附件 F 物质的每一缔约方应确保于自 2020 年 1 月 1 日起的十二个月期间，及其后每十二个月期间，其生产附件 C 第一类物质或附件 F 物质的每处生产设施产生的附件 F 第二类物质的排放应使用各缔约方在相关十二个月期间核准的技术尽量销毁⁴；
- (b) 生产附件 C 第一类物质或附件 F 物质的每处生产设施产生的附件 F 第二类物质的排放量，计入设备泄漏、工艺通风及销毁装置等引起的排放量，但不计入捕集以供使用、销毁或储存的数量⁵；
- (c) 每一缔约方应按照《议定书》第 3 条第 1(d)款向秘书处提供其每处设施的附件 F 第二类受控物质年度排放统计数据⁶；
- (d) 为第 2 条、第 2A 至 2J 条和第 5 条的目的，为附件 A、附件 B、附件 C、附件 E

¹ 2016 年 10 月 10—15 日在卢旺达的基加利举行。

² 第 XXVIII/1 号决定，UNEP/OzL.Pro/28/12 号文件附件一。

³ 附件 F 包括两类物质：第一类物质包括 17 种氢氟碳化物，第二类物质包括一种氢氟碳化物，即 HFC-23。

⁴ 《议定书》第 2J 条，第 6 款。

⁵ 《议定书》第 3 条，第 1(d)款。

⁶ 《议定书》第 7 条，第 3 款之三。

或附件 F 所列每一类物质，每一缔约方均应确定其生产附件 C 第一类物质或附件 F 物质的每处生产设施产生的附件 F 第二类物质的排放量，在其中计入设备泄漏、工艺通风及销毁装置等引起的排放量，但不计入捕集以供使用、销毁或储存的数量。

2. 缔约方在第 XXVIII/2 号决定中请执行委员会制定关于逐步减少氢氟碳化合物消费和生产的供资准则。关于化工生产行业，多边基金应提供资金用于减少 HFC-23 (HCFC-22 生产流程的副产品) 的排放，以使按第 5 条行事的缔约方履行义务。减少该物质排放的办法包括降低其在生产过程中的排放率、消除废气中的排放、或收集和转化为其他无害环境的化学品⁷。

3. 在第七十七次会议⁸上，执行委员会讨论了秘书处就议程项目 10 (蒙特利尔议定书缔约方第二十八次会议产生的与执行委员会相关的问题) 提交的说明，其目的是寻求执行委员会就今后如何落实第 XXVIII/2 号决定提供指导。

4. 执行委员会经过讨论，除其他外决定于 2017 年初举行为期四天的特别会议，处理因第 XXVIII/2 号决定而产生的与《基加利修正案》有关的事项，并请秘书处基于其将编写的一份文件，为会议编写一份议程，该文件除其他外，将初步介绍氢氟碳化合物消费和生产情况以及副产品 HFC-23 的情况，并说明副产品 HFC-23 控制技术在关键方面的问题 (第 77/59(b)(-)和(≡)号决定)。

5. 由于到 2016 年底的时间有限，执行委员会还作为例外情况，请第七十七次会议的执行委员会成员最迟在 2017 年 1 月 31 日之前向秘书处提供有关资料 (第 77/59(c)号决定)。

6. 秘书处根据上述第 77/59(b)(-)和(≡)号决定的内容编写了本文件。文件按照第 77/59(c)号决定，列入了从执行委员会成员处收到的关于副产品 HFC-23 控制技术的资料⁹。

本文件所涉范围

7. 执行委员会以前没有审议过与销毁某种受控物质生产过程中可能排放的副产品有关的控制义务。此外，关于如何报告和监测 HFC-23¹⁰排放的经验有限。因此，尽管多边基金以外可能有这方面的经验，但关于多边基金之下这种控制技术和相关费用的经验不多。

8. 本文件提供了从各种来源获得的初步资料，说明副产品 HFC-23 控制技术在关键方面的问题。本文件概述了与第 5 条国家的 HCFC-22¹¹生产有关的 HFC-23 排放情况；介绍了减少 HFC-23 排放的潜在机会；说明了销毁 HFC-23 的潜在技术，并提供了关于相关费用的初步和有限信息。该文件还介绍了可以为开始减少 HFC-23 排放创造有利条件的活动。

⁷ 第 XXVIII/2 号决定第 15(b)(八)段。

⁸ 2016 年 11 月 28 日—12 月 2 日在加拿大蒙特利尔举行。

⁹ 收到了阿根廷、德国、日本和美利坚合众国政府提交的资料。本文件在有关部分列入了阿根廷和日本政府提供的关于 HFC-23 排放和费用的数据。文件在有关部分列入了美利坚合众国政府提供的关于 HFC-23 的所有信息来源。根据第 77/59(c)号决定从第七十七次会议执行委员会成员那里收到的有关资料全文载于 UNEP/OzL.Pro/ExCom/78/1/Add.1 号文件 (带有说明的临时议程) 的附件二。

¹⁰ 即三氟甲基。

¹¹ 除了 HCFC-22 生产之外，秘书处不知道还有任何其他附件 C 第一类物质或附件 F 物质的生产会产生 HFC-23，因此需要控制。

9. 执行委员会在审查本文件时不妨：

- (a) 注意到《基加利修正案》的最早义务之一，是 HFC-23 控制义务和从 2020 年 1 月 1 日开始的有关报告要求。因此，执行委员会不妨审议如何支持第 5 条国家履行这项义务；
- (b) 审议执行委员会成员根据第 77/59(c)号决定提供的下列资料。

阿根廷

10. 关于 HFC-23 排放控制，阿根廷政府建议如下：

- (a) 核准氢氟碳化合物供资准则时不应事先把核准氢氟碳化合物的逐步减少排除在外，尤其不应排除必须在 2020 年之前消除的 HFC-23 排放；
- (b) 最重要的行动将是商定氟氯烃和氢氟碳化合物生产准则，并确保迅速向周期生产工厂提供关闭生产/改造资金；
- (c) 减少副产品 HFC-23 的最有效方法是关闭 HCFC-22 生产，并为此提供指导和充足的资金。多边基金应该提供资金，通过降低生产过程中的排放率，消除废气中的排放或通过收集和转化为其他对环境无害的化学品，减少 HFC-23 排放，以履行《基加利修正案》为第 5 条国家规定的义务。

德国

11. 德国政府建议如下：

- (a) 在评估氢氟碳化合物存量时，应说明整合和列入《蒙特利尔议定书》下的排放报告的需要；
- (b) 请其他国家政府自愿提供资料，说明其在控制副产品 HFC-23 排放方面的经验；
- (c) 在评价有关可能为淘汰 HFC-23 供资的信息时，包括讨论以下问题：
 - (一) 如何保证对 HFC-23 排放信息的独立核查？
 - (二) 现有生产设施的寿命是多久？通过法规来避免 HCFC-22 生产排放 HFC-23 的时间表是什么？
 - (三) 是否需要通过鼓励措施来促使及早采取行动？这些措施是什么？建立 HFC-23 销毁能力的增支费用是多少？

12. 关于控制副产品 HFC-23 的潜在技术，德国政府请求提供以下信息：

- (a) 最先进的技术是什么？销毁 HFC-23 的增支费用是多少？
- (b) 为了避免出现在生产中产生副产品 HFC-23 的新情况，施加影响的机制是什么？

- (c) 如何在长期内使 HFC-23 减排成为强制性的？
- (d) 考虑到未来的产品（聚四氟乙烯（PTFE）、制冷剂），对 HCFC-22 原料的市场需求将会怎样？

HFC-23 排放情况概述

13. 根据美国环境保护署（美国环保署）2013 年全球减排报告¹²，非第 5 条国家的 HCFC-22 生产在过去十年有所减少，而第 5 条国家的 HCFC-22 生产则大幅增加，主要原因是含氟聚合物制造中的原料需求。总体而言，尽管根据《蒙特利尔议定书》规定的控制措施，应限制受控用途的 HCFC-22 生产，但预计全球 HCFC-22 产量将继续以温和速度增长，以满足原料用途的需求。日本政府根据第 77/59(c)号决定提供的资料表明，HFC-23 废物产生比率为 1.46%。

14. HFC-23 是在制造 HCFC-22（二氟一氯甲烷）的反应器阶段由于过度氟化形成。具体来说，生产 HCFC-22 的最常见方法，是使氯仿（CHCl₃）和无水氟化氢（HF）在五氯化锑（SbCl₅）催化剂作用下发生反应。HF 的两个分子与氯仿的一个分子发生反应，产生 HCFC-22；然而，HCFC-22 可以与 HF 的另一个分子发生反应，产生 HFC-23（即过度氟化）。产生的大多数 HFC-23 在用于保持系统压力的控制阀（“冷凝器排气口”）处从反应系统中释放，除非通过分离来予以收集和/或销毁，否则随后将排放到大气中¹³。

15. 每吨 HCFC-22 产生的 HFC 23 的数量（废物产生率）在很大程度上取决于工艺优化和工厂运行条件，通常在 4.0%和 1.4%之间¹⁴。可以通过优化 HCFC-22 生产工艺来尽量减少，而不是消除所产生的 HFC-23¹⁵。在清洁发展机制¹⁶发表的核定基准和监测方法，即“三氟甲烷（HFC-23）废物流的分解”的早期版本¹⁷中，废物产生率上限为 3.0%。然而，该方法的最新版本使用的废物产生率是 1%。日本政府根据第 77/59(c)号决定提供的资料显示，HFC-23 产生率是 1.46%。美利坚合众国的一个生产厂家开发了可以提高 HCFC-22 产出，把副产品 HFC-23 产生率降至 1.0%和提高所产生的 HFC-23 收集效率的技术。

16. 根据 2015 年在《蒙特利尔议定书》第 7 条下报告的生产数据，六个第 5 条国家，即阿根廷、中国、朝鲜民主主义人民共和国、印度、墨西哥和委内瑞拉玻利瓦尔共和国，制造了 596,591 公吨的用于受控和原料用途的 HCFC-22。这个 HCFC-22 产量所产生的 HFC-23 总量估计¹⁸为 15,499 公吨（受控用途 7,357 公吨，原料用途 8,142 公吨），如表 1 所示。关于在一座综合工厂里是否有更多的生产线仅生产原料用途的 HCFC-22，秘书处

¹² 见 Global Mitigation of Non-CO₂ Greenhouse Gases: 2010-2030, United States Environmental Protection Agency September 2013 (EPA-430-R-13-011)。

¹³ 政府间气候变化专门委员会/技术和经济评估小组关于保护臭氧层的特别报告，2005 年，英文第 396 页。

¹⁴ 政府间气候变化专门委员会/技术和经济评估小组关于保护臭氧层的特别报告，2005 年，英文第 382 页。

¹⁵ 见 Incineration of HFC-23 waste streams for abatement of emissions from HCFC-22 production: A review of scientific, technical and economic aspect, McCulloch, 2004: 载于 http://cdm.unfccc.int/methodologies/Background_240305.pdf。

¹⁶ 清洁发展机制是《京都议定书》规定的灵活机制之一，这些机制适用于那些产生可在排放量交易计划中交易的核定减排单位（CER）的减排项目。

¹⁷ 见 CDM AM0001, <https://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/GAOZAY2DWIQH71LJS027N6N4AV6SC>。

¹⁸ 用 HCFC-22 产量乘以 HFC-23 废料产生率。

没有查清。此外，秘书处没有任何关于除 HCFC-22 外，在制造附件 F 物质或任何附件 C 第 1 类物质（除外）的设施产生 HFC-23 的信息。

表 1. 2015 年第 5 条国家的估计 HFC-23 产生数量和销毁设施信息

国家	HCFC-22 产量*(公吨/年)	HFC-23 产生量		HCFC-22 生产线				
		(公吨/年)	比率 (%)	数目	举办了清洁发展机制项目	有销毁设施	有回收系统	无销毁设施
阿根廷	2,446	73	3.00	1	1	0	0	0
中国	534,928	13,602	2.54	32	14	16	1**	1
朝鲜民主主义人民共和国	498	15	3.00	1	0	0	0	1
印度	53,314	1,674	3.14	5 (or 6)***	5	0	0	0
墨西哥	4,729	115	2.44	2	1	0	0	1
委内瑞拉玻利瓦尔共和国	677	20	3.00	1	0	0	0	1
共计	596,591	15,499		42	21	16	1	4

* 根据第 7 条提交的 2015 年产量数据，包括受控用途和原料用途。

** 该生产线中的 HFC-23 得到回收，被用作生产农药的原料。

*** 秘书处不清楚在印度到底有五条还是六条生产 HCFC-22 的生产设施。有五个设施在清洁发展机制下举办了项目，其中包括 Gujarat Fluorochemicals 公司拥有的一条 HCFC-22 生产线。此外，Dahej 可能有第六个设施，制造聚四氟乙烯，因此可能生产 HCFC-22。该设施由 Gujarat Fluorochemicals 公司拥有，似乎是除举办了清洁发展机制项目的设施之外的另一个设施。此外，在印度的五个举办了清洁发展机制项目的 HCFC-22 生产设施中，一些设施可能有一条以上的生产线或有一条生产线安装了两个反应器。

17. 现对表 1 中使用的 HFC-23 产生率数据解释如下：

- 阿根廷唯一的 HCFC-22 生产线产生的 HFC-23 数量约为 HCFC-22 产量的 3.0%¹⁹；
- 根据氟氯烃生产淘汰管理计划对 2015 年在中国运行的 HCFC-22 生产线进行了独立核查，根据核查报告，13 个生产设施中 29 条生产线的 HFC-23 废物产生率在 3.03 至 1.78% 之间，平均为 2.54%；
- 所使用的印度生产设施的废物产生率来自清洁发展机制项目；
- 2015 年对墨西哥的 HCFC-22 生产（Quimobásicos 公司）进行了独立核查，根据核查报告，废物产生率为 2.44%；
- 对于朝鲜民主主义人民共和国和委内瑞拉玻利瓦尔共和国，所使用的废物产生率为 3.00%。

18. 在六个根据第 7 条报告了 HCFC-22 产量的第 5 条国家中，只有中国举办了一个经核准的氟氯烃生产淘汰管理计划。化工生产行业分组继续讨论周期生产工厂的资格问题。根

¹⁹ 阿根廷政府根据第 77/59(c)号决定提供的资料。生产部由国家可持续工业发展局协调，每季度对 HCFC-22 生产和 HFC-23 产生情况进行一次审计并不断进行监测。

据现行准则，除朝鲜民主主义人民共和国外，其他第 5 条生产国目前没有资格从多边基金获得关闭其 HCFC-22（周期生产）工厂的资金。该分组在第七十七次会议上继续讨论氟氯烃生产行业准则，并根据《基加利修正案》和关于 HFC-23 排放控制和报告的新义务，建议执行委员会在分组的下次会议上继续讨论生产 HCFC-22 的周期生产工厂的资格问题，并在讨论《基加利修正案》引起的副产品 HFC-23 控制问题时审议这个问题。分组成员同意准则草案(a)和(b)段，其中列出了提交初步数据和对寻求资助的生产设施进行技术审计的程序。

第 5 条国家内的现行 HFC-23 管理做法

19. 除了在制冷、消防、半导体制造过程中的等离子蚀刻工艺方面²⁰或作为生产其他化学品的原料²¹所消耗的少量 HFC-23 外，第 5 条国家产生的 HFC-23 均被排放或销毁。管理做法因国家而异，现概述如下：

- (a) 在阿根廷，HFC-23 目前被排放，尽管以前是在清洁发展机制下被销毁²²；
- (b) 在中国，通过执行第六十九次会议核准的氟氯烃生产淘汰管理计划，政府同意尽可能减少对环境和气候的影响，包括优先关闭氟氯烃生产以实现氟氯烃削减目标（第 69/28 号决定）；并将与利益攸关方和主管部门进行协调，根据最佳做法，尽最大努力管理氟氯烃生产和氟氯烃工厂的相关副产品生产，以尽量减少相关气候影响²³。在政府的支持下，从 2014 年开始在清洁发展机制未涵盖的 15 条 HCFC-22 生产线上建造 13 个新的销毁设施²⁴。这些新的销毁设施一旦完成，32 条生产线中有 30 条将装备销毁设施²⁵。如世界银行委托的氟氯烃生产独立核查在报告中所述，2015 年，15 条加入清洁发展机制的生产线正在运行其各自的 HFC-23 销毁设施。在没有参加清洁发展机制的生产线中，一些已经在年内完成了销毁设施的安装，并在当年的部分时间内焚毁了 HFC-23；其他生产线的设施仍在安装当中。因此，在 2015 年，所产生的 HFC-23 当中有 45% 被销毁；10% 被收集、出售或储存以供使用；45% 被排放。被销毁的 HFC-23 所占百分比从 2014 年的 28% 增至 2015 年的 45%。政府还提供资金用于补贴 2014 年至 2019 年的运营费用，以鼓励销毁设施的运营；
- (c) 在墨西哥，HCFC-22 生产过程中的副产品 HFC-23 或被排放，或被分离用于特定用途（罕见），或被销毁。墨西哥政府向第七十七次会议提交的 2015 年生产核查报告表明，作为 2006 年登记的在 Quimobásicos 公司 HCFC-22 制造设施举办的清洁发展机制项目的一部分，附属于 1 号工厂的氩等离子体电弧销毁设施在 2015 年继续运行。秘书处不掌握关于该销毁设施运行程度的具体数据，也不了解该条生产线是否排放任何 HFC-23。墨西哥的臭氧消耗物质替代品调查表明，

²⁰ 关于消耗臭氧层物质的原料用途的资料文件，Melanie Miller, Touchdown Consulting, 2012。载于 https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/ozone/docs/feedstock_en.pdf。

²¹ 根据关于中国氟氯烃生产情况的核查报告，有一家工厂把 HFC-23 用作生产农药的原料。

²² 阿根廷政府根据第 77/59(c)号决定提供的资料。

²³ 执行委员会与中国政府之间关于按照《蒙特利尔议定书》的要求淘汰氢氯氟烃的协定第 10 段。

²⁴ 两个销毁设施各覆盖两条生产线。

²⁵ 包括新建设的原料工厂 Yinguang。在两条没有安装销毁设施的生产线中，有一条生产线回收全部 HFC-23，将其作为生产化肥的原料出售；另一个工厂把所产生的所有 HFC-23 作为副产品排放。

该国今后将举办活动，计算向《联合国气候变化框架公约》（《气候公约》）报告的 HFC-23 排放量；

- (d) 在印度，政府发布了命令，指示 HCFC-22 生产厂家从 2016 年 10 月 13 日开始不向大气层排放或释放 HFC-23²⁶。有五个 HCFC-22 生产设施执行了清洁发展机制项目。其中两个清洁发展机制项目仍未完成，即将于 2017 年 4 月到期结束的 Navin Fluorine International 公司（NFIL）项目²⁷和将于 2018 年 11 月到期结束的 Hindustan Fluorocarbon 公司（HFL Ltd）项目²⁸。对于清洁发展机制项目已到期结束的三个设施，新发布的命令将建议在另外三条生产线上继续运行销毁装置；然而，秘书处不清楚是否这样做了。除了五个举办了清洁发展机制项目的 HCFC-22 生产设施之外，也许在 Dahej 有一个 Gujarat Fluorochemicals 公司拥有的第六个设施，制造聚四氟乙烯，从而可能生产 HCFC-22。秘书处不清楚该设施是否产生 HFC-23，如果产生，是否有一个运行中的销毁设施；
- (e) 朝鲜民主主义人民共和国和委内瑞拉玻利瓦尔共和国的 HCFC-22 生产设施（两个国家各有一个）既没有举办清洁发展机制项目，也没有（据秘书处所知）建立销毁设施。因此，预计这两个设施排放 HFC-23。

HFC-23 工艺的优化

20. 可以使用工艺优化来尽量减少所产生的 HFC-23。如 Irving 和 Branscombe 编写的文件（2002 年）²⁹所述，有一些因素影响氯与氟的卤素交换，从而影响反应器中产生 HFC-23 的过程。这些因素包括温度、压力、进料速率、催化剂浓度和催化剂失活（与催化剂寿命相关）。回流速率和回流的成分也影响反应器中化合物的浓度。在通常情况下，较高的催化剂浓度和较高的压力将增加所生产的 HFC-23。催化剂寿命是影响 HFC-23 产生的最重要因素之一。

21. 2013 年美国环保署全球减排报告³⁰指出，非第 5 条国家的所有 HCFC-22 生产厂家都已实行了工艺优化和/或热销毁，以减少 HFC-23 排放。同样，政府间气候变化专门委员会的 2014 年报告³¹指出，非第 5 条国家的几乎所有 HCFC-22 生产厂都对系统进行了优化；为尽量减少 HFC-23 排放而优化 HCFC-22 生产工艺的技术可以很容易地转让给第 5 条国家；工艺优化相对便宜，而且证明，将把完全优化的工厂的排放量减少到 HCFC-22 产量

²⁶ 见 The Indian Express, <http://indianexpress.com/article/india/government-bans-some-manufacturers-from-emitting-greenhouse-gas-4411938>。

²⁷ 情节发展机制项目数据库: <http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/DNV-CUK1167824240.14/view>。

²⁸ 情节发展机制项目数据库: <http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/DNV-CUK1212826580.92/view>。

²⁹ “HCFC-22 生产过程中的 HFC-23 排放”，Irving, W. N. 和 M. Branscombe 编写，政府间气候变化专门委员会关于国家温室气体登记册良好做法指南和不确定性管理的专家会议的背景文件，载于：http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/bgp/3_8_HFC-23_HCFC-22_Production.pdf。

³⁰ 见 Global Mitigation of Non-CO₂ Greenhouse Gases: 2010-2030, United States Environmental Protection Agency September 2013 (EPA-430-R-13-011)。

³¹ 见 Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change, IPCC Working Group III, 载于 <http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg3/index.php?idp=111#3544>。

的 2.0% 以下。相比之下，McCulloch(2004)一文³²指出，优化可能需要技术资源、现有设备个改装和资本支出，并可能导致运营费用增加。秘书处尚未评估优化的潜在费用（或任何潜在的费用节省）。

22. 中国氟氯烃生产淘汰管理计划的执行工作包括与控制副产品 HFC-23 有关的技术援助，尤其是调查通过最佳做法在 HCFC-22 生产过程中降低 HFC-23 产生率的机制和技术可行性。这项技术援助打算通过政策和技术措施降低副产品 HFC-23 比率。将聘用一家咨询公司审查现行政策框架，并就监管措施提出建议，以通过最佳做法支持减排。该咨询公司还将收集数据和审查当前的副产品产量、原材料损失以及中间产品和最终产品，以确定提高工艺效率的机会。此外，咨询公司将为具体生产线提供技术咨询，以降低副产品 HFC-23 比率和评估技术措施的经济可行性，并估计其成本。根据氟氯烃生产淘汰管理计划目前的执行情况，该项目将在 2017 年底之前完成。

HFC-23 副产品的销毁

23. 如果要超越通过工艺优化可以达到的 HFC-23 减排程度，进一步减少排放，就需要进行销毁、改造或捕集 HFC-23，将其用于受控用途或作为制造其他化学品的原料。《基加利修正案》规定，每个缔约方均应确保使用缔约方会议核准的技术，尽可能地销毁生产氟氯烃或氢氟碳化合物的生产设施所产生的 HFC-23 排放³³。

24. 缔约方会议尚未评估和核准 HFC-23 销毁技术。然而，根据政府间气候变化专门委员会的 2014 年报告³⁴，当今可用的热销毁技术可以使 HFC-23 的排放量减少高达 99%，在最佳条件（即 HFC-23 排放流相对浓缩，而且流速低）下可达到 99% 以上³⁵。从清洁发展机制项目的设计文件来看，销毁技术的销毁效率通常达到 99.9% 以上。然而，在实践中，实际减排量取决于把多少生产时间用来实际运行销毁装置。由于氟化氢极具腐蚀性和完全销毁所需要的高温，销毁装置可能会在一些时间里停止运转，使销毁效率降至 95%³⁶。日本政府根据第 77/59(c)号决定提供的资料指出，液体注入式焚化销毁设施的 HFC-23 排放量估计约为 2 公吨，显示销毁效率约为 99.7%³⁷。

25. 消耗臭氧层物质销毁技术清单最早是由第四次缔约方会议核准（第 IV/11 号决定）。缔约方会议在核准销毁技术时，呼吁每个运行或计划运行消耗臭氧层物质销毁设施的缔约方确保按照《建议的销毁设施监管标准》³⁸运行设施，除非其国内目前有类似程序。缔约方会议要求每个缔约方为了落实《议定书》第 1 条第 5 款，每年在其根据《议定书》第 7

³² 见 Incineration of HFC-23 waste streams for abatement of emissions from HCFC-22 production: A review of scientific, technical and economic aspect, McCulloch, 2004, 载于 http://cdm.unfccc.int/methodologies/Background_240305.pdf。

³³ 第 2J 条第 6 和第 7 段。

³⁴ Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change, IPCC Working Group III, 载于 <http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg3/index.php?idp=111#3544>。

³⁵ 见 Global Mitigation of Non-CO₂ Greenhouse Gases: 2010-2030, United States Environmental Protection Agency September 2013 (EPA-430-R-13-011)。

³⁶ 见 Global Mitigation of Non-CO₂ Greenhouse Gases: 2010-2030, United States Environmental Protection Agency September 2013 (EPA-430-R-13-011)。

³⁷ 秘书处不清楚这一 HFC-23 排放量到底是与销毁工艺本身的投入和产出有关，还是与整个销毁设施有关。

³⁸ 第四次缔约方会议的报告附件七。

条提交的报告中提供根据所使用设施的销毁效率³⁹计算的统计数据，显示实际的消耗臭氧层物质销毁数量。随后，第 V/26、第 VII/35 和第 XXIV/6 号决定修改和更新了销毁技术清单。缔约方会议呼吁每个采用或计划采用核准技术的缔约方确保其销毁设施按照《良好操作程序守则》⁴⁰运行，并遵守关于有害物质的相关国际或国家标准，同时考虑到跨传播媒介排放和释放，包括注意《建议在使用销毁技术时监测和申报的物质》⁴¹所指明的那些物质。

26. 技术和经济评估小组关于销毁技术的工作队于 2002 年 4 月报告说，一些技术适合销毁散装或泡沫塑料中的不同类型的消耗臭氧层物质。该工作队为稀释和浓缩的消耗臭氧层物质以及二恶英/呋喃排放确定了销毁和清除效率标准，并处理了一些与销毁设施运行有关的其他实际事项。工作队根据第 XXII/10 号决定，对第十四次会议通过的销毁技术进行了审查，并建议了可核准用于销毁消耗臭氧层物质的其他技术。表 2 开列了第二十三次缔约方会议通过的最新销毁技术清单（第 XXIII/12 号决定⁴²）。需要评估这些技术，确定其是否适于销毁 HFC-23，缔约方必须做出相应的决定，核准将这些技术用于此目的。

表 2. 已核准的销毁工艺 (第 XXIII/12 号决定附件)*

技术**	氟氯化碳	哈龙	其他氟氯化碳	四氯化碳	三氯乙酸	氟氯烃
氩等离子电弧	X	X	X	X	X	X
水泥窑	X	未核准	X	X	X	X
与氢和二氧化碳的化学反应	X	X	X	X	X	X
气相催化脱卤	X	待定	X	X	X	X
气体/蒸气氧化	X	待定	X	X	X	X
射频等离子电弧	X	X	X	X	X	X
液体喷射焚化	X	X	X	X	X	X
微波等离子体	X	待定	X	X	X	X
市政固体废物焚化						
氮等离子体电弧	X	待定	X	X	X	X
多孔热反应器	X	待定	X	X	X	X
移动式等离子体电弧	X	待定	X	X	X	X
反应器裂化	X	未核准	X	X	X	X
旋转式焚烧窑	X	X	X	X	X	X
过热蒸气感应器	X	待定	X	X	X	X
与甲烷的热反应	X	X	X	X	X	X

* 还列入了甲基溴销毁技术。

** 所有技术的销毁和清除效率均为 99.99%。

X 已核准

27. 在第二十三次会议核准的销毁技术中，Midwest Refrigerants 公司提议的技术⁴³（与氢和二氧化碳的化学反应）和纽卡斯尔大学提出的技术（气相催化脱卤）据信将不可逆地把

³⁹ 根据第 IV/11 号决定，销毁效率的定义与销毁过程本身的投入和产出有关，而不是与整个销毁设施有关。

⁴⁰ 第十五次缔约方会议的报告附件三，其中规定了在销毁之前处理消耗臭氧层物质、监测排放情况、测试、核查和保持记录的程序。

⁴¹ 第十五次缔约方会议的报告附件四，其中开列了在运行经核准的销毁设施时应测试和监测的物质。

⁴² 为《蒙特利尔议定书》第 1 条第 5 款之目的，核准本决定着重提出的销毁工艺，用以补充第四次缔约方会议的报告附件六所载，并经第 V/26、第 VII/35 和第 XIV/6 号决定修改的清单所列技术。

⁴³ 该技术的支持者指出，Midwest Refrigerants 公司的技术还可用于清除各种氢氟碳化物。

消耗臭氧层物质转化为有具体用途的其他化合物（前者为无水氟化氢，后者为偏二氟乙烷）。工作队认为这是一个重要的额外技术选项⁴⁴。

28. 美利坚合众国政府根据第 77/59(c)号决定提供的资料还指出，Midwest Refrigerants 公司的销毁技术是与氢气和二氧化碳发生化学反应。与许多其他销毁技术不同的是，这项技术严格来说是一个不可逆的转化过程，将氟碳化合物转化为无水氟化氢和少量无水氯化氢。美利坚合众国政府指出，可以把这些产出再次投入生产过程，或将其作为高纯度化学品出售，而且这个过程还可能产出其他具有商业价值的产品，可以帮助抵消该技术的资本和运营费用。

29. 没有销毁设施的 HCFC-22 生产线需要安装新的销毁设施⁴⁵，或需要捕集和储存 HFC-23，将其运输到别处的某个销毁设施。秘书处了解到，这两个方法美利坚合众国的设施都在使用。其他的办法包括可以把 HFC-23 用作原料，或用于受控用途。HFC-23 的受控用途预计最终将再次导致 HFC-23 的排放。

所排放的 HFC-23 的销毁费用

30. 报告的 HFC-23 销毁费用各不相同。美国环保署的 2013 年全球减排报告⁴⁶进行了一项分析，根据典型的 HCFC-22 生产设施（产能约 22,400 公吨，运行率为产能的 82%）来评估在 HCFC-22 生产中减少 HFC-23 排放的费用。该分析还考虑了典型的 HCFC-22 生产设施所使用的减排技术水平的几种可能性，其中反映出不同的排放程度。这份报告考虑了不同类别的设施，包括：

- (a) 已有减排控制装置的设施。这适用于举办了情节发展机制项目的生产设施。自清洁发展机制启动以来，已经在下列国家的 HCFC-22 生产设施 19 个清洁发展机制项目：中国（共 11 个）、印度（5 个）、阿根廷（1 个）、墨西哥（1 个）和大韩民国（1 个）⁴⁷；
- (b) 没有安装减排技术控制装置的设施。下列国家当前有这类设施：中国（2 个）、朝鲜民主主义人民共和国（1 个）、墨西哥（1 个）和委内瑞拉玻利瓦尔共和国（1 个）。根据国家法规和其他因素，进入市场的新设施在建造时可能采用了也可能没有采用控制技术；
- (c) 以前参加过清洁发展机制项目，但目前没有通过焚烧来销毁 HFC-23 的设施。美国环保署的报告假设，清洁发展机制项目一旦完成，通过该项目安装的焚烧装置不会继续运行，例如阿根廷根据第 77/59(c)号决定提交的材料便指出这种情况。这些设施的假设成本与无控制措施的新设施的假设成本不同，因为不需要安装焚烧装置的资本成本。该报告假设所有参加了清洁发展机制的设施都将在 2020 年之前完成其减排额计入期；

⁴⁴ 技术和经济评估小组的进度报告，第 1 卷，2011 年 5 月。

⁴⁵ 秘书处为了与技术 and 经济评估小组保持一致，使用“销毁”一词，因此也使其包括（不可逆地）把 HFC-23 转化为其他化学品。

⁴⁶ 见 Global Mitigation of Non-CO₂ Greenhouse Gases: 2010-2030, United States Environmental Protection Agency September 2013 (EPA-430-R-13-011)。

⁴⁷ 未得到多边基金的资助。

- (d) 进入市场的新设施。该报告预计，为了满足今后的 HCFC-22 全球需求，当第 5 条国家有这种需求时，将建设新的产能。新设施的特点是在建造时没有纳入控制技术。

31. 美国环保署的 2013 年全球减排报告⁴⁸估计了安装和运行技术寿命为 20 年的热氧化器的费用，现将其总结如下（基于同工业界的沟通和可以得到的最佳行业评估；一些系统的实际费用可能这些估计数有所不同⁴⁹）：

- (a) 估计在现有工厂安装的资本费用约为 480 万美元，建造新工厂时作为其一部分安装的资本费用为 370 万美元；
- (b) 经营和维修费用约相当于总资本费用的 2.0% 至 3.0%。该分析假设的每年费用是：对于没有安装减排技术控制装置的设施，是相当于总资本费用的 2.5%；对于刚进入市场的新设施，则是稍微超过总资本成本的 3.0%。基于这些假设，经营费用约为 0.22 美元/公斤；
- (c) 热氧化减排选项不引起任何每年的节省或收入。

32. 美利坚合众国的一个生产厂家提供的初步资料显示，其位于欧洲的生产设施的增支经营费用约为 0.30-0.40 欧元/公斤 HFC-23（0.32-0.42 美元/公斤 HFC-23）。生产设施可以选择收集和储存所产生 HFC-23，将其运输到别处的设施销毁，而不是现场销毁。秘书处没有评估这种销毁的费用。

33. Schneider 于 2005 年根据在三亚市（中国）举办的一个讲习班提供的资料报告说⁵⁰，HFC-23 销毁费用约为 4-6 美元/公斤 HFC-23，其中包括摊算的所需投资。根据中国化工生产部门技术审计报告提供的信息，清洁发展机制项目下焚烧设施的资本费用从 380 万美元到 800 万美元不等，其中包括焚烧器和相关辅助设施的费用。政府间气候变化专门委员会/技术和经济评估小组的报告⁵¹显示，安装设备的总资本费用为 200 万至 800 万美元，年经营费用为 189,000 至 350,000 美元；该报告进一步引用了 Harnisch 和 Hendriks 在 2000 年发表的一项研究报告⁵²，显示一台典型设备的费用约为 400 万美元，每年销毁 200 吨 HFC-23，经营费用为 250,000 美元（即 1.25 美元/公斤）。

34. 阿根廷政府根据第 77/59(c)号决定报告说，在清洁发展机制⁵³下建立了一个销毁设施，用以销毁副产品 HFC-23。然而，有关生产厂家（Frios Industrias Argentinas 公司(FIASA)）目前没有运行该销毁设施，所产生的 HFC-23 被全部排放。由于该销毁设施已经一段时间

⁴⁸ 见 Global Mitigation of Non-CO₂ Greenhouse Gases: 2010-2030, United States Environmental Protection Agency September 2013 (EPA-430-R-13-011)。

⁴⁹ 秘书处不清楚这些沟通和评估到底是仅以美利坚合众国提供的资料为依据，还是也包括了第 5 条国家的数据。

⁵⁰ 见 Implications of the CDM on other Conventions. The case of HFC-23 destruction. Lambert Schneider, Oko-Institute e.V., www.oeko.de/oekodoc/248/2005-006-en.pdf。

⁵¹ 政府间气候变化专门委员会/技术和经济评估小组关于保护臭氧层的特别报告，2005 年，英文第 81 页，表 TS-27。

⁵² 见 Economic evaluation of emission reductions of HFCs, PFCs and SF6 in Europe, Harnisch and Hendriks, 2000。

⁵³ 根据情节发展机制数据库，减排额计入期为 2007 年 10 月 15 日至 2014 年 10 月 14 日，<http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/DNV-CUK1166182519.48/view>。

没有使用，生产厂家认为，为了恢复运行，将需要资金来更换损坏的吸收塔和阀门并购买用于氧气发生器的沸石。政府估计该销毁设备的经营费用约为 5.68 美元/公斤 HFC-23。

35. 秘书处不知道有关转化技术费用的详细资料。根据从 Midwest Refrigerants 公司网站提取的信息⁵⁴，转化过程导致形成无水氟化氢，其中有少量高纯度（超过 99.99%）的无水氯化氢，并有 10 亿分之几的微量金属。可以把这些物质再次投入生产过程，也可以将其出售，用于电子和半导体制造，获取更大价值。技术开发商进一步指出，转化技术的资本费用将略高于一台热氧化器，但是创造的价值将在第一年内就抵消这一不利因素，并为转化工艺的未来运作创造利润。技术开发商表示，美国一台热氧化器的经营费用和转化技术大致相同；该技术已经在澳大利亚、加拿大、中国（香港、澳门）、欧洲联盟、日本、墨西哥、俄罗斯联邦、南非和美利坚合众国获得专利（印度正在审批）。迄今为止，秘书处无法核实这些宣称，也没有收集到关于缔约方大会核准的其他转化技术（例如纽卡斯尔大学开发的技术）的类似资料。

36. 此外，其他可以适用于 HFC-23 的转化技术可能已经开发或正在开发。特别是，中国氟氯烃生产淘汰管理计划的执行工作包括一项关于 HFC-23 转化/热解技术的研究。这项技术援助旨在支持关于 HFC-23 转化技术的研究和开发，以便为 HFC-23 处置找到更具成本效益的解决办法。将向一家企业提供共同供资，以探讨回收和再利用从 HCFC-22 生产中产生的 HFC-23 的可行性。根据当前的执行情况，该项目将于 2017 年底之前完成。秘书处不清楚本项研究中的转化技术到底是与缔约方会议核准用于销毁消耗臭氧层物质的两种转化技术相似，还是与之不同。

37. 秘书处指出，也是一些清洁发展机制项目中为销毁 HFC-23 使用的热氧化工艺还产生副产品氢氟酸和盐酸。此外，热氧化销毁过程还可能产生其他可以回收的产出。秘书处不清楚是否能够以具有成本效益的方式回收热氧化工艺的这些产出，以帮助抵消这些销毁技术的销毁费用。

其他 HFC-23 减排办法

38. 通过良好工业做法减少逃逸排放（设备泄漏、工艺排放或收集、储存和运输过程中的损失）将有助于减少排放到大气中的 HFC-23。应当指出，不是所有产生的 HFC-23 都可以被捕集。捕集和储存 HFC-23 以随后用作原料是除销毁外的另一个选择。如 McCulloch 所述⁵⁵，历史上曾回收过一些 HFC-23，将其用作生产哈龙 1301（溴三氟甲烷）的原料。然而，发达国家在 1994 年根据《蒙特利尔议定书》停止生产哈龙 1301，对 HFC-23 的这一需求也随之停止。使用 HFC 23 作为化学反应中的原料正成为一个活跃的研究领域，研究将继续一段时间⁵⁶。

⁵⁴ 见 How the Midwest chemical conversion technology is superior to thermal oxidation for eliminating HFC-23 produced during HCFC -22 manufactures (www.midwestrefrigerants.com)。

⁵⁵ Incineration of HFC-23 waste streams for abatement of emissions from HCFC-22 production: A review of scientific, technical and economic aspect, McCulloch, 2004, 载于 http://cdm.unfccc.int/methodologies/Background_240305.pdf。

⁵⁶ Fluoroform (CF₃H): An industrial waste or a useful raw material? Journal of Postdoctoral Research, September 2013, Loker Hydrocarbon Research Institute, University of Southern California。

39. 从 30 个国家提交的消耗臭氧层物质替代品调查报告中收集的数据显示，据报告，只有很少量的 HFC-23（在 2015 年少于 2.5 公吨）在五个第 5 条国家用于制冷和消防部门⁵⁷。此外，中国氟氯烃生产淘汰管理计划的核查报告表示，在 2015 年收集和出售了 887.23 公吨 HFC-23。受控用途预计最终将导致 HFC-23 的排放，从而只是推迟而不是避免这种排放。

扶持活动

40. 《基加利修正案》在《议定书》第 7 条为缔约方规定的报告义务中增加了报告每台设施的每年 HFC-23 排放量的义务，并要求各缔约方确保尽量使用缔约方会议核准的技术来销毁排放的 HFC-23。

41. 为了履行履约义务，需要制订政策和条例，以确保在每条 HCFC-22 生产线建立和不断运行 HFC-23 销毁设施。需要制定收集和报告数据的方法。还需要实施例行监测和年度核查，以确保排放的每一条附件 C 第一类和附件 F 物质的生产线的这种排放均被销毁。对于为受控用途或原料用途收集的任何 HFC-23，都需要进行监测和核查，以确保对这些 HFC-23 进行适当的计量、储存和核查，尽量减少这一过程所导致的逃逸排放。从清洁发展机制举办的这些活动中所汲取的经验教训可以有助于监测、数据收集和报告。

42. UNEP/OzL.Pro/ExCom/78/10 号文件建议，执行委员会应审议其氢氟碳化合物消费量基准年在 2020 年至 2022 年之间的第 5 条国家为举办扶持活动而获取额外捐款的程序。在注意到 2020 年 1 月 1 日履约义务的情况下，有助于生产 HCFC-22 的第 5 条国家（第一组）启动 HFC-23 减排进程的扶持活动除其他外包括：

- (a) 制定禁止向大气排放 HFC-23 和强制报告 HFC-23 排放量的政策和条例；
- (b) 提供工艺优化和泄漏控制方面的技术援助；
- (c) 建立关于 HFC-23 排放的监测、数据收集和报告框架；
- (d) 举办关于控制 HFC-23 排放的提高认识和信息传播活动。

43. 如果执行委员会决定将这些活动纳入由 2 700 万美元自愿捐款资助的活动，第 5 条国家（第一组）获得资金的程序已载于 UNEP/OzL.Pro/ExCom/78/10 号文件。

44. 通过提供资金，供具有产生 HFC-23 的生产设施的第 5 条国家举办扶持活动，可以促进这些国家落实《基加利修正案》所规定的 HFC-23 控制措施和有关报告要求的能力。

建议

45. 执行委员会不妨注意到关于与副产品 HFC-23 控制技术有关的关键问题的 UNEP/OzL.Pro/ExCom/78/9 号文件。

⁵⁷ UNEP/OzL.Pro/ExCom/78/4。