

## 关于消耗臭氧层物质的 蒙特利尔议定书

Distr.: General  
29 September 2025

Chinese  
Original: English

### 关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书

#### 缔约方第三十七次会议

2025年11月3日至7日，内罗毕

预备会议临时议程\*项目5、6和11(b)

## 供蒙特利尔议定书缔约方第三十七次会议讨论的议题和 提请其注意的资料

### 秘书处的说明

#### 增编

## 一、 引言

1. 本文件是供关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书缔约方第三十七次会议讨论的议题和提请其注意的资料的秘书处说明的增编，载列了自编写该说明（UNEP/OzL.Pro.37/2）以来获得的新资料和增订资料，特别是关于预备会议临时议程项目5、6和11(b)的资料。第二节载列了以下内容：(a) 科学评估小组及技术和经济评估小组就三氟甲烷排放提供的补充资料摘要；(b) 与加强《蒙特利尔议定书》所列受控物质的区域大气监测有关的问题；(c) 关于缔约方提名的技术和经济评估小组专家人选的信息。

2. 科学评估小组及技术和经济评估小组提供的补充资料载于下列报告：<sup>1</sup>

(a) 科学评估小组回应关于三氟甲烷排放的第XXXVI/3号决定的2025年9月报告；

(b) 技术和经济评估小组回应关于三氟甲烷排放的第XXXVI/3号决定的2025年9月报告第2卷。

\* UNEP/OzL.Pro.37/1。

<sup>1</sup> 这些报告可在缔约方第三十七次会议门户网站上查阅，网址为：

<https://ozone.unep.org/meetings/thirty-seventh-meeting-parties/pre-session-documents>。

## 二、 预备会议（2025年11月3日至5日）临时议程项目概览

3. 本增编所涵盖的问题概述如下，其顺序与蒙特利尔议定书缔约方第三十七次会议临时议程所列相应项目的顺序一致。

### A. 三氟甲烷的排放（第 XXXVI/3 号决定）（预备会议临时议程项目 5）

4. 正如秘书处说明中所述（UNEP/OzL.Pro.37/2，第 33–36 段），关于三氟甲烷排放的第 XXXVI/3 号决定请科学评估小组及技术和经济评估小组增订其为回应关于同一主题的第 XXXV/7 号决定而向缔约方第三十六次会议提交的报告<sup>2</sup>，以反映任何已获得的补充资料或新资料，并向缔约方第三十七次会议提交其关于此事项的增订报告。

5. 此外，同一决定第 6 段请技术和经济评估小组提供关于测量、估计、报告和验证三氟甲烷副产品排放及其销毁的最佳做法和准则的信息，并提供对这些最佳做法和准则进行的比较。

6. 在编写报告时，两个评估小组酌情考虑了五个缔约方（中国、欧洲联盟、印度、日本和美利坚合众国）提交的资料，这些资料分别回应第 XXXVI/3 号决定第 3 和第 4 段，阐述了目前用于估算和报告二氟氯甲烷生产所产生的三氟甲烷排放的方法，以及用于减少三氟甲烷排放的最佳实践技术。

7. 科学评估小组及技术和经济评估小组增订报告的执行摘要分别载于本增编附件一和附件二，系按从各评估小组收到的原文转载，未经秘书处正式编辑。以下各段概述了一些要点。

8. 各评估小组的 2025 年报告与 2024 年报告保持一致，将“产生量”一词定义为作为副产品生产的三氟甲烷总量，其中未考虑排放量的克减。“排放量”一词定义为从三氟甲烷用作原料或作为副产品的设施中，经任何克减后排放的三氟甲烷总量，其主要排放途径是直接向大气排放。

9. 在其 2025 年报告中，科学评估小组根据新的同行评审研究、技术和经济评估小组 2025 年报告以及向秘书处报告的关于包括三氟甲烷在内的卤烃生产、生成和排放的 2023 年数据，增订了其 2024 年报告中关于三氟甲烷排放的资料和结论。使用既定的建模方法，根据大气观测结果估算了全球三氟甲烷排放量，并列报了自 1990 年代以来直至 2023 年的趋势。

10. 2023 年，根据测得的大气丰度，全球三氟甲烷排放量经确定为  $14.2 \pm 0.7$  公吨，与 2022 年（ $14.4 \pm 0.6$  公吨）的排放量相似，但比 2018–2019 年的估计峰值排放量（ $16.9 \pm 0.7$  公吨）低了约 16%。还考虑了关于大气中某些含氟气体分解产生三氟甲烷的新研究；据估计，2023 年该来源的排放量不足 0.22 公吨，比科学评估小组 2024 年报告中提供的估计数小了一半。

11. 2023 年，根据全球大气丰度得出的三氟甲烷排放量与已有的报告排放量之间的差距经确定为  $11.4 \pm 12.8$  公吨，与 2022 年（ $10.5 \pm 12.5$  公吨）的差距相似。科学评估小组认为，对于 2014 年后出现的观测差距，其根本原因仍难以捉

<sup>2</sup> 这些报告可在缔约方第三十六次会议的门户网站上查阅，网址为：  
<https://ozone.unep.org/meetings/thirty-sixth-meeting-parties/pre-session-documents>。

摸；提出的潜在原因包括克减量小于报告量，以及自 2015 年以来三氟甲烷排放呈上升趋势，其来源要么是未知的，要么是已知的但排放量被低估。

12. 评估小组指出，由于更新后的所有源自观测结果的已有区域排放估计数总和，仅占 2023 年全球三氟甲烷排放量的  $43 \pm 10\%$ ，因此对全球三氟甲烷排放的区域贡献情况的理解仍然不完整。

13. 技术和经济评估小组 2025 年报告由其医疗和化学品技术选择委员会编写，其依据是缔约方根据《蒙特利尔议定书》第 7 条向秘书处报告的、截至 2023 年（含 2023 年）的三氟甲烷生成量，以及向执行蒙特利尔议定书多边基金秘书处提交的数据，这些数据是旨在促进遵守《蒙特利尔议定书基加利修正》中关于控制三氟甲烷副产品的义务的项目提案的一部分，而此项义务载于《议定书》第 2J 条第 6 和第 7 款。

14. 技术和经济评估小组参照其 2024 年报告，估算了来自各种工业工艺的三氟甲烷排放量，其中包括：(a) 与二氟氯甲烷生产相关的副产品生成；(b) 二氟氯甲烷热解以生产塑料（三氟乙烯和六氟丙烯）；(c) 用于排放性用途的其他化学品中存在的三氟甲烷杂质；(d) 将三氟甲烷用作原料、灭火剂、低温制冷剂，以及半导体和电子产品制造中的用途。

15. 技术和经济评估小组估计的来自上述来源的三氟甲烷总排放量在 2023 年介于 1.6–3.7 公吨之间，与其 2024 年报告中报告的估计数相似（2022 年为 1.5–3.5 公吨）。这些数量不包括科学评估小组报告的来自大气氧化作用的潜在额外三氟甲烷来源。

16. 技术和经济评估小组估计的全球三氟甲烷排放量明显低于科学评估小组根据大气观测结果对 2023 年所作的估计（ $14.4 \pm 0.7$  公吨）。与 2024 年报告一样，两个评估小组都指出了其估计数中存在的不确定性，并承认两者的全球三氟甲烷排放估计数之间的巨大差异目前无法解释。

17. 关于第 XXXVI/3 号决定要求提供的可用于测量、估算、报告和核查三氟甲烷副产品排放的最佳做法，技术和经济评估小组指出，这些做法与用于控制化学品制造所涉其他排放的最佳做法一致，其中包括：(a) 优化工厂设计、设备、操作和维护；(b) 仪器仪表以及对工艺和排放的监测；(c) 工厂操作人员培训和指导；(d) 定期质量平衡；(e) 用销毁技术（如热氧化）或分离和化学转化技术来处理不需要的平行产品或副产品并减少其排放；(f) 实施监管控制，以提供经济框架，确保运营商实施任何或所有上述减排措施，并要求出具排放报告和其他报告。技经评估组先前为回应第 XXXIV/7 号决定而提供的相关资料转载于技经评估组 2025 年报告的附件二。

18. 此外，报告还提供了各缔约方根据第 XXXVI/3 号决定提交给秘书处的、关于最佳做法的相关信息的摘要。

19. 在预备会议期间，缔约方不妨审议所提供的资料并就下一步工作提出建议。

## **B. 加强对《蒙特利尔议定书》所列受控物质的区域大气监测 （第 XXXVI/1 号决定）（预备会议临时议程项目 6）**

20. 正如秘书处说明中所述（UNEP/OzL.Pro.37/2，第 37–43 段），缔约方第三十六次会议在第 XXXVI/1 号决定第 1 段中请秘书处与为《保护臭氧层维也纳公约》所涉研究和系统性观测活动供资的普通信托基金咨询委员会协商，组织

开展活动，专门用于评价潜在站点是否适合监测受控物质区域排放，并向蒙特利尔议定书缔约方不限成员名额工作组第四十七次会议和缔约方第三十七次会议报告这些活动的进展和任何成果。在同一项决定第 5 段中，又请秘书处根据第 XXXV/14 号决定的规定，提供与加强大气监测有关的估计费用和长期筹资备选方案的任何最新情况，供缔约方第三十七次会议审议。

21. 关于受控物质大气监测相关活动的资助问题，在第 XXXVI/1 号决定第 1 段中，缔约方从蒙特利尔议定书信托基金的现金结余中为 2025 年划拨了 40 万美元的预算。此外，在同一项决定第 4 段中，请多边基金执行委员会审议一种支持数量有限的试点项目的供资模式，以便在普通信托基金咨询委员会就建立新监测设施及其地点提出的科学建议的指导下，加强对《蒙特利尔议定书》所列受控物质的区域大气监测，并向缔约方第三十七次会议报告为制定这一供资模式而开展的工作，以供进一步审议。

22. 在不限成员名额工作组第四十七次会议上，秘书处和咨询委员会的一位共同主席就第 XXXVI/1 号决定的执行进展情况作了报告，该进展情况载于 UNEP/OzL.Pro.WG.1/47/2 和 UNEP/OzL.Pro.WG.1/47/2/Add.1 号文件，并报告了在编写这些文件后取得的进展。此外，为方便缔约方就这些事项进行讨论，秘书处还编写了一份资料文件，其中载有执行委员会 2025 年 5 月第九十六次会议通过的第 96/56 号决定（UNEP/OzL.Pro.WG.1/47/INF/4，附件）。

23. 在不限成员名额工作组第四十七次会议期间，欧盟委员会一名代表宣布，欧洲联盟将向普通信托基金捐款 450 万欧元（约合 520 万美元），用于支持第 XXXVI/1 号决定所要求的各项任务。2025 年 7 月 4 日，秘书处收到了欧洲气候、基础设施和环境执行局的正式来函，告知其在“地平线欧洲”（Horizon Europe）方案下，有一项非竞争性赠款可用于臭氧消耗物质和含氟气体排放源的大气监测，并邀请秘书处于 2025 年 9 月中旬之前提交提案。

24. 鉴于已知和正在出现的供资渠道（即蒙特利尔议定书信托基金的现金余额、欧洲联盟赠款以及多边基金下的一种潜在供资模式），在不限成员名额工作组第四十七次会议期间非正式小组讨论之后，缔约方要求编写一份详述资金使用情况的战略，并强调其中所载资料应予精简，提供在各种供资窗口下开展的活动详情以及这些活动如何相互补充，并论述区域大气监测的长期可持续性。

25. 对缔约方上述请求的回应摘要载于以下各段。

### C. 咨询委员会工作进展报告

26. 在不限成员名额工作组第四十七次会议之后，为筹备将于 2025 年 10 月举行的咨询委员会第十九次会议，一个由具备受控物质大气监测专业知识的委员会成员组成的小组举行了几次非正式在线会议，讨论与该专题领域相关的技术问题，其中包括以下内容：(a) 校准和共同量表（称为“校准量表”）的现状和需求；(b) 当前分析设施分析样本的能力和潜力；(c) 在需要监测的国家和地点确定潜在合作伙伴；(d) 了解潜在站点的现有基础设施；(e) 采样塔的高度以及独立式结构的替代方案；(f) 审议迄今已考察的 10 个站点以外的其他地点；(g) 可能需要的额外观测系统模拟实验；(h) 量化排放并以高置信度查明排放区域和地点所需逆模型的最低数量。

27. 在非正式讨论中，该专家组还审议了由秘书处管理、一个小型指导委员会监督的欧洲联盟资助试点项目（关于《蒙特利尔议定书》受控物质区域排放

量化)的成功实施成果和经验教训。该项目于 2022 年启动,预计于 2025 年 12 月完成,通过与达卡大学合作,在孟加拉国波拉岛进行烧瓶采样,获得了受控物质和其他气体的测量数据。样本分析于 2023 年 2 月至 2025 年 6 月在布里斯托尔大学进行。该项目还包括两项科学研究:一项是关于测量频率对估算区域排放量的影响;另一项是关于指导委员会确定的区域地点是否适合在将来建立潜在采样点,以监测受控物质。

28. 在不限成员名额工作组第四十七次会议上,介绍了波拉岛监测项目的经验教训。简而言之,这些经验教训强调了以下各项的重要性:(a) 采样站有一家合格且感兴趣的合作伙伴;(b) 基础设施充足,包括最低高度为 30 米的采样塔、电力、空调、互联网连接、道路和安保;(c) 高效的后勤支持,以通过海关并根据其他法规运输和接收采样烧瓶;(d) 分析设施具备对所收集样本进行化学分析的能力;(e) 校准量表,以便测量结果有共同的比较基础。该项目还表明,鉴于识别、诊断和解决问题耗时较长,应考虑在实施测量方案期间对这些问题进行处理。

29. 与其他相关研究和活动一致,该项目进一步证明,在建立一个台站之前,需要针对特定站点进行观测系统模拟实验;有必要开展一项初步的烧瓶采样调查,以检查台站的适宜性(并可能酌情延长,在更长时间跨度内开展此活动),并了解气象年际变化的影响;以及有必要在科学界之间共享数据。

30. 关于未来建立和运作站点的合作计划,从该试点项目以及从在偏远地点建立台站并与相关国家合作的其他科学团体中汲取的经验教训,突显了需要考虑的一些关键要素,即:

(a) 所涉科学家的意愿、热情和能力是成功合作的关键因素。如果设计得当,伙伴关系可以克服在方案实施过程中可能遇到的许多问题;

(b) 必须要为已知的障碍和未知的挑战作好规划。要投入大量前期工作来制定详细的合作计划,该计划应明确将职责分配给所涉各方,这是项目成功的关键;

(c) 必须在时间表、资源分配和人员变动方面具有灵活性,以应对难以避免会出现的问题以及不断变化的需求;

(d) 最好由一个专家组在合作中发挥咨询作用。这些专家必须具备必要的详细知识,致力于实现成功的项目成果,并且在财务事项上没有利益冲突;

(e) 必须要将根据《蒙特利尔议定书》第 5 条第 1 款行事的缔约方中的相关机构与非按此行事的缔约方中具备必要专业知识和意愿的机构配对。这能够实现双向知识转移,做法通常是一对一的接触,而所涉机构之间的频繁会议(现场和在线)可以促进快速的信息交流。此外,所涉机构和专家应是全球监测网络的一部分。

31. 鉴于前几段所概述的经验教训以及现有和潜在的资金,专家组还进行了非正式磋商,探讨各种可能的办法,以在采样不足的区域建立和运作三个台站来监测受控物质,作为扩大受控物质监测网络的初始阶段的一部分。在选定的站点,建议采取的办法涉及以下步骤:首先进行大约六个月的初步烧瓶采样调查,并在现有分析设施进行化学分析;然后,在开始对选定站点进行长期监测(通过高频烧瓶采样或高频原位站)之前,进行为期两年的烧瓶采样和分析。

32. 咨询委员会专家组非正式磋商的成果，将为咨询委员会 2025 年 10 月 2 日在线举行的第十九次会议上的讨论提供参考。在该次会议上，咨询委员会还将讨论观测系统模拟实验的结果，以确定未来受控物质监测的适宜地点。会议成果将呈交缔约方第三十七次会议。

#### D. 经增订的费用估计和长期筹资备选方案

33. 根据第 XXXV/14 号决定，秘书处在一名财务专家的协助下，在 2024 年举行的不限成员名额工作组第四十六次会议上，向缔约方提供了关于建立和运作受控物质监测台站的初步费用估计（以下简称“2024 年模型”）。<sup>3</sup> 在这些估计中，考虑了两种类型的监测台站：

(a) 高频测量站：涉及每两小时进行一次现场（原位）空气样本采集，并由现场实验室使用分析仪器进行分析，该仪器使用既定的校准量表进行校准，并由相关网络的所有测量站共享；

(b) 低频烧瓶采样站：涉及定期（每天到每周）在气罐（烧瓶）中收集样本，并将其运送至专门的中央分析实验室，以分析其成分。

34. 费用估计是针对以下两种办法进行的：(a) 分步办法：涉及建立单个站点并运作五年；(b) 方案办法：涉及建立和运作高频原位站和低频烧瓶采样站组合。然后，针对低成本设想情况（假设存在必要的基础设施）和高成本设想情况（假设不存在任何基础设施）提出了估计数。

35. 费用计算侧重于资本成本和运营成本。对于被称为“筹备和能力建设成本”的其他费用作出了广泛的假设：假定每年一次性支付 40 万美元，用于站点确定和评估、站点和实验室工作人员的能力建设，以及与外部支持相关的费用。应急费用按监测费用总数的 10% 计算。方案管理费用，即在执行项目活动中产生的费用，按监测费用总数加应急费用之和的 10% 计算。方案支助费用按监测费用总数加上应急费用再加上方案管理费用总和的 13% 计算，此计算依据适用于许多国际组织的联合国标准费率。

36. 为回应缔约方在第 XXXVI/1 号决定中提出的关于更新费用估计的要求，秘书处在一名财务专家的协助下，开发了一个成本计算模型（以下简称“2025 年模型”），该模型建立在分阶段的方案设计基础之上，参考了技术报告、研讨会成果、成本表、供资模式、专家咨询以及在上述由欧洲联盟资助的试点项目下编写的报告。这些信息来源提供了必要的详细资料，用以重新审视和完善成本类别，测试替代实施设想情况，并尝试纳入先前遗漏的成本变量，例如运行测量方案所需的人员费用。

37. 值得注意的是，模型开发得到了咨询委员会成员和其他大气监测专家的实质性指导。根据委员会非正式讨论中提出的办法（见上文第 31 段），2025 年模型提供了实施以下步骤的费用估计：

(a) **第 1 步**：进行观测系统模拟实验分析，以根据大气传输模式评估站点的适宜性；

(b) **第 2 步**：在根据观测系统模拟实验分析选定站点后，启动测量方案，进行为期六个月的调查，通过烧瓶采样（每周两次，约 60 个样本，包括一些重

<sup>3</sup> 见 UNEP/OzL.Pro.WG.1/46/2/Add.1 号文件第 41–76 段。

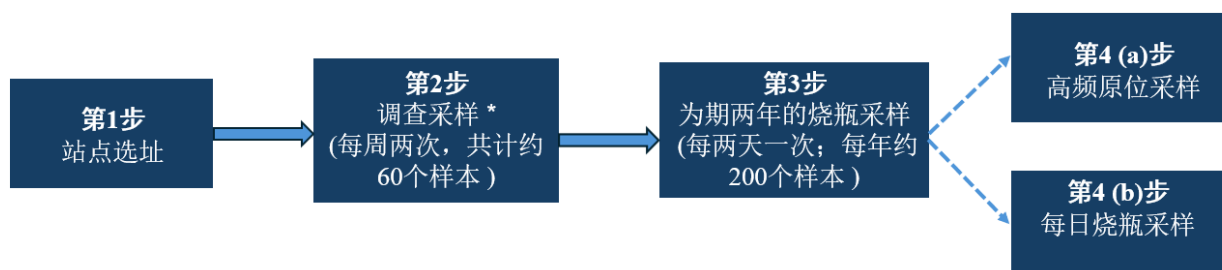
复样本以检查重现性) 收集数据, 以核实可操作性、站点的代表性和基本后勤保障;

(c) **第 3 步:** 在调查期表现令人满意后, 继续实施测量方案, 进行为期两年的烧瓶采样, 频率为每两天一次 (每年约 200 个样本), 咨询委员会专家认为, 考虑到数据价值与成本/后勤保障之间的平衡, 这是默认的操作设置;

(d) **第 4 步:** 过渡到高频原位测量 (每年约 4 400 个样本) 或每日烧瓶采样 (每年约 440 个样本), 前提是在调查期间和两年的烧瓶采样期 (第 2 和第 3 步) 已证明方案目标是合理的。

38. 在非正式讨论中, 专家组还考虑了以下可能性: 一个台站可在收集六个月数据后, 过渡到高频原位站, 前提是该站点被认为适宜, 并且具备专业知识、意愿、关键基础设施和资源。图 1 显示了分阶段大气监测方案的示意图。

图 1  
分阶段大气监测方案的示意图



\* 收集为期六个月的数据以验证可操作性、站点代表性和基本后勤保障

39. 在专家磋商的基础上, 2025 年模型对 2024 年模型的原始成本类别进行了审查、修订和扩展, 从六个类别增加到九个类别 (即: 通道和公用事业基础设施; 采样塔; 站点建筑和庇护设施; 分析仪器和实验室设备; 硬件、采样设备和实验室消耗品; 运输和样本运送; 校准和标准化; 人员配备和站点运营; 杂项、数据处理和报告系统), 以提高修订后费用估计的清晰度和一致性。修订后的类别包括 36 个成本计算项目, 旨在更好地涵盖在《蒙特利尔议定书》下建立和运行大气监测台站所涉及的全部费用。它们还提供了更精确的定义, 以支持数据收集、设想情况规划和长期财务建模。

40. 关于当前版本成本计算模型的更详细描述, 包括项目层面的定义、范围和具体假设, 将由秘书处在一份资料说明 (UNEP/OzL.Pro.37/INF/6) 中提供。尽管在完善原始成本模型方面已取得显著进展, 秘书处仍打算将其进一步开发成一个用户友好的在线工具, 在其网站上发布, 供缔约方使用。届时, 对成本计算要素的互动调整将使费用估计能够根据各种情况进行定制。

## 1. 实施期为五年的测量方案备选方案

41. 按照上文第 37 段所述办法, 五年期测量方案 (涉及在一个监测站点建立和运作一个高频原位站或一个每日手动烧瓶采样站) 的 2025 年修订资本成本和运营成本估计数分别载于表 1 和表 2。

42. 表 1 (第 8 页) 显示在五年期建立和运作一个高频原位站的低成本和高成本设想情况 (见表 1 注释) 的总修订费用估计, 范围为 108.2 万至 243.7 万美

元。该范围反映了按资本成本和运营成本划分的费用组成，依据专家针对基础设施和服务要求方面的增订假设提出的意见。

43. 从 2025 年模型得出的费用总数高于 2024 年模型，后者针对高频原位站的估计费用介于 665 000 美元至 1 420 000 美元之间，其依据一种不同的办法（即建立高频原位站并进行持续监测）且资本成本和运营成本总数固定不变。费用增加的主要原因是，2025 年模型纳入了与采样塔相关的某些额外资本要素、每个成本项目的运营成本以及人员成本。

表 1

**采用分阶段办法建立和运作一个高频原位监测台站的五年期费用估计  
(2025 年模型)**

(美元)

设想情况	费用	筹备阶段 (OSSE)	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	共计
<b>低成本</b>								
	资本成本	13 000	140 000	–	481 000	–	–	634 000
	运营成本	–	61 700	44 400	114 000	114 000	114 000	448 100
	<b>共计</b>	<b>13 000</b>	<b>201 700</b>	<b>44 400</b>	<b>595 000</b>	<b>114 000</b>	<b>114 000</b>	<b>1 082 100</b>
<b>高成本</b>								
	资本成本	26 000	663 700	–	682 000	–	–	1 371 700
	运营成本	–	121 600	82 900	287 000	287 000	287 000	1 065 500
	<b>共计</b>	<b>26 000</b>	<b>785 300</b>	<b>82 900</b>	<b>969 000</b>	<b>287 000</b>	<b>287 000</b>	<b>2 437 200</b>

缩略语：OSSE – 观测系统模拟实验。

注：

- 低值和高值反映了大气监测活动专家提供的范围，涵盖采购、建造、人员等费用方面的变动，具体取决于站点位置和可用的基础设施。
- 资本成本包括与建立台站相关的项目，例如采购和建造。
- 运营成本包括人员成本、消耗品和往返于台站的运输等项目。
- 在首年监测的前一年，费用划拨给观测系统模拟实验，以进行站点确定和评估。
- 第 1 年费用的用途包括进行烧瓶采样调查，收集为期六个月的数据（每周采样两次，持续约 26 周），以评估站点后勤适宜性，以及如果认为站点适宜，则进行隔日烧瓶采样（约 200 个样本）。
- 第 2 年包括继续进行一年隔日烧瓶采样（约 200 个样本）的费用。
- 对于第 3 至第 5 年，可以通过安装一个原位气相色谱-质谱仪器来实施更高频的采样，该仪器将每两小时收集和分析一次样本（每年约 4 400 个样本）。

44. 表 2（第 9 页）显示在五年内建立和运作一个每日手动烧瓶采样站的低成本和高成本设想情况（见表 2 注释）的修订费用总数，范围为 548 400 美元至 1 432 800 美元。该范围反映了按资本成本和运营成本划分的费用组成，依据专家针对基础设施和服务要求方面的增订假设提出的意见。

45. 从 2025 年模型得出的费用总数低于 2024 年模型，后者对于每日手动烧瓶采样站的估计成本介于 1 091 000 美元至 2 527 000 美元之间，其假设采用一种不同的办法（即建立每日手动烧瓶采样站并进行持续监测）以及资本成本和运营成本总数固定不变。低成本估计数的降低反映了关于基础设施再利用和分阶段能力建设的假设。

46. 尽管已提供 2024 年模型的估计费用以供参考（见上文第 43 和第 45 段），但必须注意，使用 2024 和 2025 年模型估计的费用不具直接可比性，因为在得

出这些估计数时所建模的监测办法和所详述的成本要素有所不同。具体而言，2024 年模型假定在五年期内，在一个台站进行持续测量方案，而 2025 年模型规定，在确定最终的采样方法（无论是高频还是每日烧瓶采样）之前，应有一个调查期和一个为期两年的烧瓶采样方案。此外，2025 年模型中的资本成本和运营成本要素是区分的，这使得可以进行调整和完善，以反映具体情况。

表 2

### 采用分阶段办法建立和运作高频（每日）手动烧瓶采样监测台站的五年期费用估计（2025 年模型）

（美元）

设想情况	费用	筹备阶段 (OSSE)	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	共计
<b>低成本</b>								
	资本成本	13 000	140 000	–	11 800	–	–	164 800
	运营成本	–	61 700	44 400	92 500	92 500	92 500	383 600
	<b>共计</b>	<b>13 000</b>	<b>201 700</b>	<b>44 400</b>	<b>104 300</b>	<b>92 500</b>	<b>92 500</b>	<b>548 400</b>
<b>高成本</b>								
	资本成本	26 000	663 700	–	32 800	–	–	722 500
	运营成本	–	121 600	82 900	168 600	168 600	168 600	710 300
	<b>共计</b>	<b>26 000</b>	<b>785 300</b>	<b>82 900</b>	<b>201 400</b>	<b>168 600</b>	<b>168 600</b>	<b>1 432 800</b>

缩略语：OSSE – 观测系统模拟实验。

注：

- 低值和高值反映了大气监测活动专家提供的范围，涵盖采购、建造、人员等费用方面的变动，具体取决于站点位置和可用的基础设施。
- 资本成本包括与建立台站相关的项目，例如采购和建造。
- 运营成本包括人员成本、消耗品和往返于台站的运输等项目。
- 在首年监测的前一年，费用划拨给观测系统模拟实验，以进行站点确定和评估。
- 第 1 年费用的用途包括进行烧瓶采样调查，收集为期六个月的数据（每周采样两次，持续约 26 周），以评估站点后勤适宜性，以及如果认为站点适宜，则进行隔日烧瓶采样（约 200 个样本）。
- 第 2 年包括继续进行一年隔日烧瓶采样（约 200 个样本）的费用。
- 对于第 3 至第 5 年，可以通过每日烧瓶采样来实施更高频的采样（每年约 440 个样本）。

## 2. 经修订的方案办法费用

47. 在 2024 年模型中，扩展设想情况的方案办法产生的费用总数估计范围为 900 万美元至 3 190 万美元，具体取决于设想情况（一个小幅扩展设想情况，涉及两个高频和三个每日烧瓶采样系统；以及一个大幅扩展设想情况，涉及四个高频和六个每日烧瓶采样系统）。

48. 2025 年模型在上文所述的分阶段办法以及区分资本成本和运营成本的基础上，完善了这些数字。在这个经修订的框架下，五年期预算预测范围为：小幅扩展设想情况下的低成本 520 万美元至大幅扩展设想情况下的高成本 2 500 万美元，具体如表 3 所示。总数减少的原因是 2025 年模型采用了分阶段办法。例如，在 2025 年模型中建立和运作一个高频原位站的情况下，测量将进行三年，而 2024 年模型中假定为五年。如果实施自动化烧瓶采样，还可以实现额外的费用节约。

表 3  
采用分阶段办法扩展监测网络的五年期费用（2025 年模型）  
（美元）

	两个高频原位和三个 每日手动烧瓶采样系统		四个高频原位和 六个每日手动烧瓶采样系统	
	设想情况 1: 低成本	设想情况 2: 高成本	设想情况 3: 低成本	设想情况 4: 高成本
高频	2 164 200	4 874 400	4 328 400	9 748 800
每日烧瓶采样	1 645 200	4 298 400	3 290 400	8 596 800
<b>监测费用总数<sup>a</sup></b>	<b>3 809 400</b>	<b>9 172 800</b>	<b>7 618 800</b>	<b>18 345 600</b>
应急费用 (10%) <sup>b</sup>	380 940	917 280	761 880	1 834 560
方案管理费用 (10%) <sup>c</sup>	419 034	1 009 008	838 068	2 018 016
<b>小计</b>	<b>4 609 374</b>	<b>11 099 088</b>	<b>9 218 748</b>	<b>22 198 176</b>
方案支助 (13%) <sup>d</sup>	599 219	1 442 882	1 198 438	2 885 763
<b>总计</b>	<b>5 208 593</b>	<b>12 541 970</b>	<b>10 417 186</b>	<b>25 083 939</b>

注：

- 分阶段采样办法从手动烧瓶采样调查开始，收集为期六个月的数据，然后进行两年的隔日手动烧瓶采样，再之后是高频气相色谱-质谱采样或每日手动烧瓶采样。
- 低成本和高成本数值包括建立一个带有 30 米高采样塔的人工采样大气监测台站的资本成本和运营成本的低范围和高范围。

<sup>a</sup> 包括筹备和能力建设成本：筹备成本包括支持站点确定和评估的费用；能力建设成本可包括为站点和实验室工作人员进行培训和知识转移的费用以及为此目的提供外部支持的相关费用。

<sup>b</sup> 应急费用按监测费用总数的 10% 计算。

<sup>c</sup> 方案管理费用，即在执行项目活动中产生的费用，按监测费用总数加应急费用之和的 10% 计算。

<sup>d</sup> 方案支助费用按监测费用总数加上应急费用再加上方案管理费用总和的 13% 计算，依据适用于许多国际组织的联合国标准费率。这些数字四舍五入为整数。

### 3. 基础设施设想情况

49. 建立或扩展一个监测台站的费用，在很大程度上取决于所选站点的现有基础设施水平。如果站点已具备基础设施（例如建筑物、电力供应、互联网连接和采样塔），则据估计，与不具备此类基础设施的情况相比，节约的费用可使高频原位站的低成本总费用估计数（即资本成本和运营成本的低成本范围）减少最多 22%，并使自动化每日烧瓶采样站的低成本总费用估计数减少最多 58%。

50. 对于需要翻新或扩建（例如开展适度工程，如翻新烧瓶采样空间、安装预制杆代替完整塔台以及互联网连接）的站点而言，高频原位站的低成本总费用估计数可减少最多 6%，而自动化每日烧瓶采样站可减少最多 16%。

51. 此外，模型中还确认了一种“搭便车”办法，即监测活动整合到由其他机构或网络运作的现有监测方案和资源中。这种办法可以显著降低启动成本并加速部署，但其可行性取决于地方伙伴关系、基础设施兼容性和机构安排。通过共享采样塔、建筑物、电力供应和站点互联网连接等基础设施，可以实现显著的费用节约，特别是对于那些原本会占启动费用大部分的资本密集项目而言。例如，如果无需建造新的采样塔或实验室空间，则可以使台站费用减少 20–30% 或更多，具体取决于站点条件。通过依赖现有的后勤、人员配置和样本运输系统，还可以进一步提高效率。

#### 4. 关于旨在合用基础设施和供资来源的潜在合作的信息

52. 秘书处在回应第 XXXV/14 号决定时，曾建议利用现有的国际倡议和供资机制，并特别指出全球环境基金下的全球化学品监测计划、全面禁止核试验条约组织筹备委员会的监测网络以及联合国环境规划署的全球环境监测系统。

53. 在编写本增编时，秘书处通过与全面禁止核试验条约组织筹备委员会代表进行磋商，设法获得了更多资料。所获得的资料摘要如下。

54. 筹备委员会运作着国际监测系统，该系统建成后将由分布在近 90 个国家的 321 个台站和 16 个实验室组成。国际监测系统包括地震、水声、次声波和放射性核素监测台站，其中许多已具备安全的站房设施、带备用电源的可靠电力供应、塔台或桅杆以及强大的通信能力。这些特点使得国际监测系统站点成为合用烧瓶采样或高频监测设备的潜在选址。

55. 在磋商期间，秘书处审查了国际监测系统台站的地图<sup>4</sup>并考虑了基础设施（电力、建筑物、桅杆高度）的可得性，以确定哪些台站在技术上可能实现合用。如果某个站点被认为对潜在合作有益，鉴于这些台站系全面禁止核试验条约缔约国所有，筹备委员会必须进行法律审查，以明确关于该国际监测系统台站的资料和进入该站点的可能性。这种办法有可能为开展合作来合用监测方案创造条件，从而可以利用筹备委员会的现有基础设施和（或）在处理和运输危险化学品后勤方面的丰富经验，并可能共享用于大气传输建模的资源。

56. 至于全球环境监测系统方案，秘书处对该方案下可用的基础设施进行的初步分析显示，相关台站大多位于人口稠密地区，这使得它们不适合《蒙特利尔议定书》下的受控物质监测目的。因此，合作的可能性似乎很小。

#### E. 利用各供资渠道支持受控物质大气监测的工作计划

57. 目前可用于支持受控物质大气监测工作的现有和潜在资金备选方案如下：

(a) **蒙特利尔议定书信托基金 2025 年预算的现金余额（40 万美元）。**在编写本增编时，已将 6 万美元用于专家开展的工作。未用余额可望结转至 2026 年，用于支持其他供资来源未涵盖的专家工作；

(b) **欧洲联盟向普通信托基金提供的赠款（450 万欧元，约合 520 万美元）。**假设该赠款在 2026 年上半年获得核准，预计将支持：

- (一) 2026 年开展的针对三个选定地点的选址工作（即观测系统模拟实验），估计持续约六个月。尽管在欧洲联盟资助的试点项目下已对 10 个地点进行了实验，但在与东道国协商、对站点的确切位置作出决定之前可能需要额外的实验；
- (二) 在三个选定站点进行为期六个月的调查采样，以确保其适宜性；
- (三) 在三个选定站点进行为期两年的隔日烧瓶采样，如果发现其中一个站点特别适宜，则可能提前过渡到建立高频原位站；

<sup>4</sup>可查阅 [https://www.ctbto.org/sites/default/files/2024-12/IMS%20Map\\_NOVEMBER\\_2024\\_Final\\_Web.pdf](https://www.ctbto.org/sites/default/files/2024-12/IMS%20Map_NOVEMBER_2024_Final_Web.pdf)。

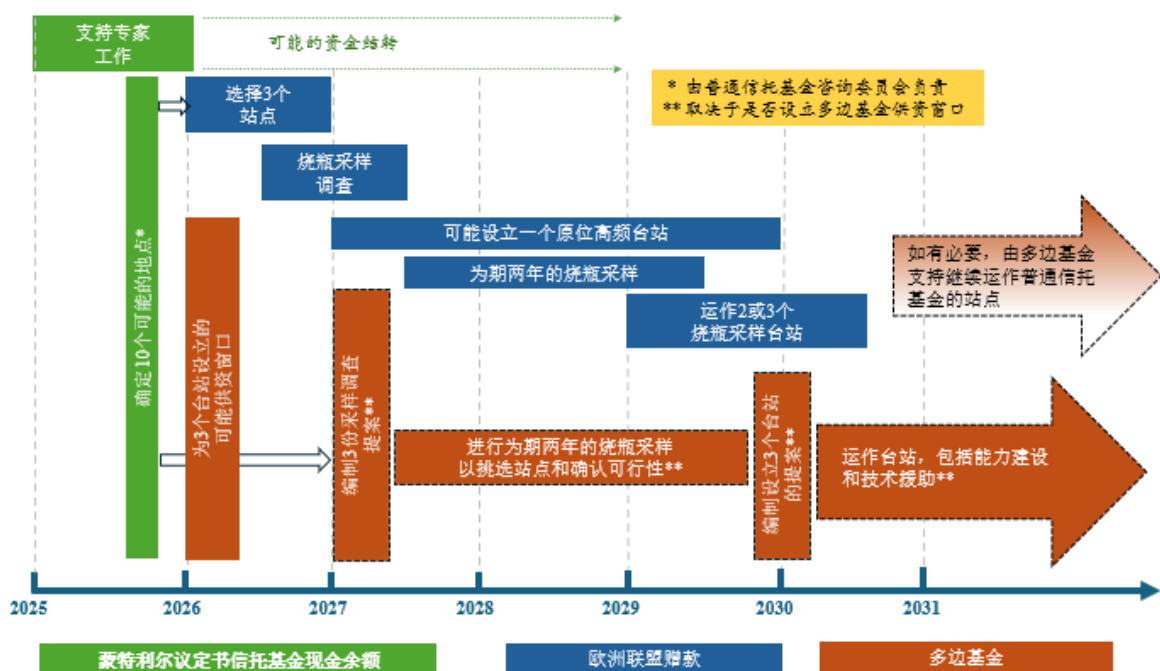
(四) 在赠款资金可用的情况下，继续开展测量方案（通过高频原位或每日烧瓶采样）；

(c) **多边基金下的供资窗口。**根据第 96/56 号决定(c)段，多边基金执行委员会将考虑设立一个供资窗口，用于旨在加强受控物质区域大气监测的三个试点项目。如果该供资窗口得以设立，多边基金将支持：

- (一) 在 2027 年，由多边基金双边和执行机构代表按《蒙特利尔议定书》第 5 条行事的发展中缔约方（第 5 条缔约方），根据咨询委员会提出的可能站点，编制三个项目提案的筹备供资申请；
- (二) 对候选站点进行采样调查，方法是在大约两年内进行定期烧瓶采样，以确认该站点的适宜性并确定是定期烧瓶采样还是高频原位测量更合适；
- (三) 在 2030 年，由双边和执行机构代表三个第 5 条缔约方，根据采样调查结果，提交建立大气监测台站的提案；
- (四) 经执行委员会核准后，在 2030 年末或 2031 年建立三个大气监测台站（使用高频原位仪器或烧瓶采样）并支持其运行。还将为能力建设提供支持（例如涉及校准、数据存档和管理、支持参加由先进全球大气气体实验（AGAGE）牵头的会议或其他国际卤烃科学研究会议等）；
- (五) 在欧洲联盟赠款完成后，如有必要，可由多边基金为普通信托基金下建立的三个台站的持续运行提供支持。

58. 图 2 是三个供资渠道的行动领域和估计时间表的示意图。

图 2  
支持建立和运作受控物质大气监测台站的三个现有和潜在供资渠道的行动领域和估计时间表



缩写：GTF – 一般信托基金；HF – 高频交易；MLF – 多边基金

59. 按设想，图2所示办法将避免工作重复，并确保所规划的大气监测测量方案的可持续性。
60. 在缔约方第三十七次会议的预备会议期间，缔约方不妨审议所提供的资料并就下一步工作提出建议。

## **F. 技术和经济评估小组的组织事项（预备会议临时议程项目 11）**

### **技术和经济评估小组的成员变动（预备会议临时议程项目 11 (b)）**

61. 秘书处说明载有关于技经评估组及其各技术选择委员会成员状况的信息，包括提名进程的概况（UNEP/OzL.Pro.37/2，第 73–80 段及附件一和附件二）。根据第 XXXI/8 号决定，请希望提名任命技经评估组专家的缔约方使用秘书处网站上的评估小组提名表，并促请其遵守技经评估组的职权范围，在提名前与评估小组共同主席协商，并参考所需专业知识汇总表。

62. 在编写本增编时，秘书处已收到以下缔约方提交的提名：

(a) 澳大利亚提名现任甲基溴技术选择委员会共同主席 Ian Porter 继续在技术和经济评估小组中担任该职务，任期延长两年；提名现任医疗和化学品技术选择委员会共同主席 Helen Tope 继续在技经评估组中担任该职务，任期延长四年；

(b) 哥伦比亚提名现任甲基溴技术选择委员会共同主席 Marta Pizano 继续在技术和经济评估小组中担任该职务，任期延长四年。

63. 已填写完毕的提名表和被提名人简历已在缔约方第三十七次会议的门户网站上公布。

64. 缔约方不妨审议上述提名，以及秘书处在缔约方第三十七次会议之前和会议期间可能收到的任何其他提名。

65. 缔约方还不妨注意到，技术和经济评估小组共同主席在 2025 年 7 月通知秘书处，Sergey Kopylov 已决定在 2025 年任期届满后，卸任灭火技术选择委员会共同主席一职，因此不会寻求再次提名。

## 附件一\*

## 科学评估小组的报告

## 回应第 XXXVI/3 号决定：三氟甲烷的排放

## 执行摘要

本补充报告是对“科学评估小组回应第 XXXV/7 号决定：三氟甲烷排放的报告”的增订，该报告已于 2024 年 9 月提交给联合国环境规划署臭氧秘书处并由其公布（Montzka 等人，2024，下文简称 2024 年科学评估小组报告）。在那份报告中，三氟甲烷的排放估计数是根据截至 2022 年的大气观测结果得出的。在本补充报告中，排放估计数根据截至 2023 年的大气观测结果进行了更新。基于新增的一年测量数据、由此推导出的排放量，以及 2023 年获得的最新报告数量和根据报告推导出的数量，本报告的基本结论保持不变。

**在 2023 年期间，全球大气中三氟甲烷（HFC-23；CHF<sub>3</sub>）的平均丰度继续增加。**2023 年测得的全球平均丰度为  $36.8 \pm 0.9$  ppt，比 2022 年测得的  $35.9 \pm 0.9$  ppt 高  $0.97 \pm 0.04$  ppt。这一年度增幅略低于 2015 至 2023 年期间观测到的年均变化（ $1.10 \pm 0.13$  ppt/年）。

**根据测得的大气丰度，推导出 2023 年全球三氟甲烷排放总量为  $14.2 \pm 0.7$  千吨/年，比推导出的 2018–2019 年峰值排放量（ $16.9 \pm 0.7$  千吨/年）低  $2.7 \pm 0.9$  千吨（ $16 \pm 6\%$ ）。2023 年的排放量与 2022 年的排放量（ $14.4 \pm 0.6$  千吨/年）相似。2022 至 2023 年排放量变化不大，与 2019 至 2022 年期间年均下降 0.8 千吨/年的较大降幅形成对比。**据报告，所有用途的二氟氯甲烷生产量在 2023 年比 2022 年减少 1.9%（2022 年为 1 197 千吨，2023 年为 1 175 千吨），二氟氯甲烷生产仍然是已知最大的三氟甲烷副产品来源。

**新的科学结果证实，大气中某些含氟气体在氧化反应中产生三氟甲烷。据估计，该三氟甲烷来源的 2023 年排放量不足 0.22 千吨/年。**这一修订值小于之前的估计值（2024 年科学评估小组报告），并且仍然是一个上限，这意味着实际值可能较小。

**2023 年，根据大气测量结果推导出的全球排放量与向联合国气候变化框架公约（气候公约）、执行蒙特利尔议定书多边基金和臭氧秘书处提供的资料所报告或估算的排放量之间的差异或差距依然存在，并且仍然很大。**

由于根据全球大气丰度变化推导出的排放量和已有的报告排放量在 2022 至 2023 年期间变化不大，我们对 2023 年三氟甲烷排放量认识上的差距为 11.4–12.8 千吨/年，这与上一份三氟甲烷报告（2024 年科学评估小组报告）中估计的 2022 年差距（10.5–12.5 千吨/年）相似。

**仅靠考虑除二氟氯甲烷生产之外的所有已知来源，仍无法弥合报告的三氟甲烷排放量与根据大气丰度推断出的排放量之间的差距。**技术和经济评估小组（技经评估组）的一份增订评估（技经评估组，2025）估计，2020 年之后，所有已知来源的三氟甲烷排放量和报告的克减量在 1.6–3.7 千吨/年之间，这一数字远低于 2023 年根据大气数据推导出的排放量（ $14.2 \pm 0.7$  千

\* 本附件英文原文未经正式编辑。

吨/年)。如果将含氟工业气体大气氧化产生的排放量添加到技经评估组的最新估计中，2023年的排放差距为9.6–13.3千吨/年。

2015至2018年期间日益增加的排放差距，与少数第5条国家报告的三氟甲烷克减量的增加相吻合。2019年后，排放差距从最高值15千吨/年下降到2023年的11–12.5千吨/年；在此期间，所有国家的报告克减量增加，2023年达到23千吨/年。

2019年后排放差距下降的同时，全球观测推导出的排放量与报告的二氟氯甲烷总产量之比( $E_{23}/P_{22}$ )不断下降。2023年， $E_{23}/P_{22}$ 比率为1.1%，与2022年持平。

2019年后排放差距和 $E_{23}/P_{22}$ 值的下降，与以下情况相符：三氟甲烷总克减量增加、为进一步减少三氟甲烷副产品生成及相关排放而对二氟氯甲烷生产进行优化，或来自未知或未准确计算的来源的三氟甲烷排放量有所减少。

**我们对全球三氟甲烷排放的区域贡献情况的理解仍然不完整。2023年，所有从观测结果推导的已有区域三氟甲烷排放估计数总和仅为 $6.1 \pm 0.7$ 千吨/年，占当年全球排放量的 $43 \pm 10\%$ 。这些估计数包括了根据持续大气测量结果，对一些国家或国家部分地区截至2023年的排放量所作的更新。由于大气监测存在差距，很多区域的三氟甲烷排放估计数仍然无法获得。**

根据在大韩民国高山站进行的持续测量结果，2023年三氟甲烷排放量估计为：中国东部 $5.6 \pm 0.7$ 千吨/年；大韩民国 $0.23 \pm 0.02$ 千吨/年；日本西部 $0.10 \pm 0.07$ 千吨/年；朝鲜民主主义人民共和国 $0.01 \pm 0.01$ 千吨/年。

2019年后，中国东部所有年份的三氟甲烷排放量均低于推导出的2019年峰值( $8.0 \pm 0.4$ 千吨/年)。2023年中国东部的排放量比该年向臭氧秘书处报告的中国总排放量(0.9千吨)高 $4.7 \pm 0.7$ 千吨，占2023年全球排放差距的 $40 \pm 10\%$ 。大韩民国、日本西部和朝鲜民主主义人民共和国的排放量总和在2023年明显小于2018–2022年期间，并且仍比近年来向臭氧秘书处或气候公约报告的排放量高约 $0.3 \pm 0.07$ 千吨，占全球排放差距的1.5%至3%。

根据在欧洲多个站点进行的持续大气测量结果：2023年，包括爱尔兰、联合王国、法国、荷兰、比利时、卢森堡和德国在内的西北欧国家的排放总量估计为 $0.15 \pm 0.04$ 千吨/年。该排放量比2022年(可获得数据的最近年份)向气候公约报告的排放量高 $0.13 \pm 0.04$ 千吨，该区域占全球排放差距的0.7%至1.5%。

根据在澳大利亚南部格里姆角基线空气污染观测站进行的持续大气测量结果：2023年澳大利亚的三氟甲烷排放量估计为0.025千吨/年(未指定不确定性)，比该年向气候公约报告的排放量少0.03千吨/年。

2023年对其区域排放进行估算的国家或国家部分地区，即中国、大韩民国、朝鲜民主主义人民共和国、日本、欧洲联盟和联合王国，占该年报告的三氟甲烷生成量的大部分(93%)。对于2023年向臭氧秘书处报告其余三氟甲烷生成量的国家(阿根廷、印度、墨西哥、俄罗斯联邦和美利坚合众国)，在《基加利修正》时代(即2019年后)仍然无法获得根据大气数据推导出三氟甲烷排放估计数。

## 附件二\*

# 技术和经济评估小组 2025 年报告第 2 卷

## 回应第 XXXVI/3 号决定：三氟甲烷的排放

### 执行摘要

本报告各章节的内容回应第 XXXVI/3 号决定中与三氟甲烷排放有关的以下每一个分段：

5. 请科学评估小组及技术和经济评估小组更新其关于三氟甲烷的**第 XXXV/7 号决定**报告，以反映现有的任何补充资料或新资料，并向关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书缔约方第三十七次会议提交其关于该事项的报告；
6. 又请技术和经济评估小组提供关于测量、估计、报告和验证三氟甲烷副产品排放及其销毁的最佳做法和准则的信息，并提供对这些最佳做法和准则进行的比较。

本报告列出了关于其他三氟甲烷生成和（或）排放来源的补充背景资料，即用于生产不属于附件 C 第一类物质（含氢氯氟烃或 HCFC）或附件 F 物质（氢氟碳化物或 HFC）的其他物质的化学途径，以及原料和消费用途。这些补充背景资料被认为有助于理解用于生产附件 C 第一类物质和附件 F 物质、可能产生三氟甲烷副产品的各种化学途径的相对重要性，这也是这项决定的关注重点。

### ES.1 关于三氟甲烷产生和排放数量的资料汇编

2023 年，技经评估组为回应先前的第 XXXIV/7 号决定(b)段，提供了关于生产附件 C 第一类物质或附件 F 物质的设施的三氟甲烷生成和排放数量的资料汇编。它利用了几个来源的资料，包括：附件一缔约方向联合国气候变化框架公约（气候公约）提交的材料；政府间气候变化专门委员会（气专委）；根据《蒙特利尔议定书》报告的第 7 条数据；向多边基金执行委员会（执行委员会）报告的数据；科学评估小组。

2024 年，技经评估组为回应第 XXXV/7 号决定，提供了关于其他三氟甲烷消费和排放性用途的最新资料，包括作为生产其他附件 C 第一类物质（含氢氯氟烃或 HCFC）和附件 F 物质（氢氟碳化物或 HFC）的副产品。

在 2025 年回应第 XXXVI/3 号决定的本报告中，这些数据已更新如下：

- 二氟氯甲烷生产造成的三氟甲烷副产品生成和三氟甲烷排放数据已由缔约方根据第 7 条向臭氧秘书处报告，并被整合为一个年度数字（各个缔约方的数据为机密）。由于缔约方批准《基加利修正》的时间不同，报告义务的时间也随之不同，因此 2019、2020、2021 和 2022 年的数据是不完整的。然而，2023 年的数据集被认为是完整的。

---

\* 本附件英文原文未经正式编辑。

- 2022 年，来自二氟氯甲烷生产（无克减）的三氟甲烷副产品生成量综合数据为 23 769 吨（不完整数据集），2023 年为 24 376 吨（完整数据集）。
- 2022 年，报告为来自二氟氯甲烷生产的副产品的三氟甲烷排放量综合数据为 696 吨（不完整数据集），2023 年为 959 吨（完整数据集）。

技经评估组关于其他工业来源年度三氟甲烷排放量的估计，与其 2024 年报告保持不变，范围在约 340 吨至 1 240 吨之间，其中包括以下各项：

- 二氟氯甲烷热解以生产四氟乙烯/六氟丙烯（约 100–1 000 吨，基于估计的相关三氟甲烷副产品生成量，未考虑可能的排放克减）；
- 三氟甲烷的原料用途（约 10 吨）；
- 三氟甲烷作为杂质存在于用于排放性用途的其他化学品中（例如二氟氯甲烷和二氟甲烷库存产生的约 40 吨三氟甲烷排放）；
- 消防（约 50 吨）；
- 低温制冷剂（约 50 吨）；
- 半导体和电子产品制造（约 90 吨）。

所报告的作为生产其他附件 C 第一类物质（含氢氯氟烃）和附件 F 物质（氢氟碳化物）的副产品产生的三氟甲烷排放量，加上其他已知排放源产生的三氟甲烷排放量的最佳年度估计数，合计范围为 1 600–3 700 吨。这些估计数不包括科学评估小组报告的、因大气氧化作用产生的潜在额外三氟甲烷来源，近年来该来源每年少于 430 吨。<sup>1</sup>

科学评估小组 2025 年报告估计，根据大气监测推导出的三氟甲烷排放量在 2022 年为  $14.4 \pm 0.7$  吉克/年（14 400 吨），在 2023 年为  $14.1 \pm 0.7$  吉克/年（14 100 吨）。科学评估小组报告的全球最大排放量是在 2019 年，为  $17.0 \pm 0.7$  吉克/年（17 000 吨）。<sup>2</sup>

本报告根据当前可用的数据，指出了全球三氟甲烷生成量和排放量存在巨大差异和不确定性。科学评估小组和技经评估组对全球三氟甲烷排放量的估计之间的差异目前无法解释。科学评估小组已在其他方法论中描述了从大气观测结果推导排放估计数的不确定性。然而，这些不确定性无法弥合科学评估小组与技经评估组估计数的差异。

对于二氟氯甲烷生产之外的其他三氟甲烷排放源，技经评估组的估算存在未知和不确定因素；然而，对这些相对较小的排放源的估算不准确，不太可能弥合与大气推导排放量之间的差异。技经评估组已查明了对三氟甲烷排放贡献最大的所有主要来源，这些来源已在报告中列出。任何未知的较小来源也不太可能弥合与科学评估小组估计数之间的巨大差异。

<sup>1</sup> 环境署，2024 年，科学评估小组 2024 年 9 月报告，回应第 XXXV/7 号决定：三氟甲烷的排放。

<sup>2</sup> 科学界通常使用带适当前缀的克来衡量排放量，而工业界通常使用吨。以下信息可能对读者有所帮助：兆克（Mg）= 吨；吉克（Gg）= 千吨；太克（Tg）= 百万吨。

**ES.2 可用于测量、估算、报告和验证三氟甲烷副产品排放情况的最佳做法**

为回应第 XXXVI/3 号决定第 6 段，本报告概述了可用于控制生产附件 C 第一类物质（含氢氯氟烃）或附件 F 物质（氢氟碳化物）的设施所产生的三氟甲烷副产品排放的最佳做法。这些控制三氟甲烷排放的最佳做法与用于控制化学品制造引起的其他排放的最佳做法是一致的。

在以往的报告中，技经评估组曾引用《气候公约》准则规定的、及各国政府颁布的针对生产设施测量、估算和报告排放情况的指导意见。第 XXXVI/3 号决定第 3 和第 4 段，请“拥有二氟氯甲烷生产设施的缔约方向臭氧秘书处提交……其估算和报告二氟氯甲烷生产所产生的三氟甲烷排放量的现行方法”，并请“已采用最佳实践技术减少三氟甲烷排放的缔约方向臭氧秘书处提供相关资料”。本报告根据缔约方向臭氧秘书处提交的资料，概述了已实施或正在实施的上述措施的样本。

---