

关于消耗臭氧层物质的 蒙特利尔议定书

Distr.: General

20 May 2026

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

第四十八次会议

2026年7月13日至17日，曼谷

临时议程*项目3至5

供蒙特利尔议定书缔约方不限成员名额工作组第四十八次 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、 导言

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不限成员名额工作组第四十八次会议讨论的议题和提请其注意的资料的秘书处说明（UNEP/OzL.Pro.WG.1/48/2）的增编，其中载有自编写该说明以来获得的资料。本增编第二节载有技术和经济评估小组在其2026年报告中和秘书处就临时议程项目3至5提供的新资料和经过更新的资料。第三节包含了与蒙特利尔议定书缔约方第三十八次会议相关的最新信息，内容涉及缔约方根据关于再循环、废旧和弃置受控物质的第XXXVII/3号决定和关于支持执行《蒙特利尔议定书基加利修正》的国家和区域举措的第XXXVII/5号决定提交的材料。

2. 技术和经济评估小组2026年报告目前分为两卷：¹

(a) 第1卷：进度报告（2026年5月）；

(b) 第2卷：多边基金2027–2029年充资供资需求评估。

二、 供不限成员名额工作组第四十八次会议讨论的议题摘要

3. 本增编涵盖的议题按会议临时议程上的相应项目顺序列示如下。

* UNEP/OzL.Pro.WG.1/48/1。

¹ 可查阅不限成员名额工作组第四十八次会议的门户网站 <https://ozone.unep.org/meetings/48th-meeting-open-ended-working-group-parties/pre-session-documents>。

议程项目 3

技术和经济评估小组关于执行蒙特利尔议定书多边基金 2027–2029 年充资工作的报告（第 XXXVII/6 号决定）

4. 根据第 XXXVII/6 号决定，如秘书处的说明（UNEP/OzL.Pro.WG.1/48/2，第 4–9 段）所述，技术和经济评估小组设立了一个工作队，负责编写一份报告²，说明用于支持按第 5 条第 1 款行事的缔约方（第 5 条缔约方）的执行蒙特利尔议定书多边基金 2027–2029 年三年期适当充资水平，将通过不限成员名额工作组第四十八次会议将报告提交缔约方第三十八次会议。从评估小组收到且未经正式编辑的报告执行摘要载于本增编附件一。

5. 在报告中，工作组在多个章节和附件中详细分析了 2027–2029 三年期供资需求估计数以及 2030–2032 和 2033–2035 三年期的指示性数字。这些估计数基于缔约方向秘书处报告的第 7 条数据、多边基金 2026–2028 年综合业务计划中所载的信息、多边基金执行委员会在其第九十七次会议之前（包括该次会议）各次会议上作出的相关决定、现有的成本准则、现有的和专家得出的成本效益值，以及通过多边基金和臭氧秘书处提供的相关信息。

6. 估计数涵盖与以下方面相关的活动：逐步淘汰含氢氯氟烃消费和生产；逐步削减氢氟碳化物的消费和生产，包括减缓副产品三氟甲烷的排放；加强体制和标准活动（即与联合国环境规划署履约援助方案、其他执行机构、多边基金秘书处和基金财务主管相关的费用）。执行委员会的多项决定中涉及的能源效率资金也被纳入了 2027–2029 三年期逐步淘汰含氢氯氟烃和逐步削减氢氟碳化物的估计供资需求中。2027–2029 三年期和 2030–2032 三年期的供资估计数中还包括受控物质区域大气监测试点项目的供资窗口。工作队报告第 7 和第 10 章分别列出了对能源效率和区域大气监测供资估计数的详细分析。

7. 根据第 XXXVII/6 号决定的要求，结合执行委员会的相关决定，针对低消费量和极低消费量国家特殊需求的供资估计数均被纳入所有三个三年期的总估计数中。虽然这些估计数依据的是当前成本准则，但工作队报告第 6 章对这些国家特殊需求的进一步分析表明，在 2028 年酌情对成本准则进行审查时需要考虑增加资金。

8. 此外，工作组在第 8 章和第 9 章分别讨论了与制冷剂生命周期管理和维护领域的数字技术相关的问题。虽然已向缔约方提供了有关这些主题的详细信息以供考虑，但这些主题并未纳入三个第三阶段所需资金的估计范围。。

9. 对于含氢氯氟烃消费部门，工作队认为到 2030 年会全面淘汰，在 2030–2040 年期间仅允许有限的维修保养余量配额，以此得出供资估计数。³工作队还认为 2030 年后的供资需求将主要限于支付含氢氯氟烃逐步淘汰管理计划下的承诺拨款批次。此外，工作队认为 90% 的含氢氯氟烃逐步淘汰管理计划资金将在 2027–2029 三年期期间分配，其余 10% 将在 2030–2032 三年期期间分配。⁴

² <https://ozone.unep.org/system/files/documents/TEAP-DecisionXXXVII6-replenishment-TF-report-May2026-RTF-report.pdf>。

³ 这些配额包括 2.5% 年平均量，用于现有制冷和空调设备的维修、2030 年 1 月 1 日存在的灭火和消防设备的维修、火箭发动机制造中的溶剂应用以及用于烧烫伤专门治疗的局部医用气雾剂。

⁴ 符合执行委员会第 62/17 号决定。

10. 针对缔约方在第 XXXVII/6 号决定中提出的要求，即使用独立于多边基金业务计划的基于履约的方法，工作队为 15 个具有剩余符合资格的制造业消费量的非低消费量缔约方制定了两种成本效益设想方案：基于历史平均成本效益值的含氢氯氟烃设想方案 1；基于现行成本准则规定的成本效益阈值的含氢氟氯烃设想方案 2。

11. 对于含氢氯氟烃生产部门，供资估计数包括剩余含氢氯氟烃生产逐步淘汰管理计划的成本，包括与预计在 2027–2029 三年期需要资金的一个项目相关的核查活动。

12. 对于氢氟碳化物消费部门，所采用的方法估计了满足第 5 条缔约方遵守《基加利修正》逐步削减时间表的需求所需资金，具体如下：

(a) 第 5 条第 1 类缔约方：到 2029 年较基线削减 10%，到 2035 年较基线削减 30%；

(b) 第 5 条第 2 类缔约方：到 2028 年冻结在基线水平，到 2032 年较基线削减 10%。

13. 虽然在分析中考虑到截至 2026 年 4 月，144 个第 5 条缔约方中的 125 个已批准《基加利修正》，但其中假设所有剩余缔约方将迟于 2029 年批准该修正，这将使所有第 5 条缔约方均有资格在 2027–2029 三年期内获得资助。

14. 所用模型会利用提交秘书处的氢氟碳化物基线数据，并使用早前工作队报告中采用的方法生成缺失基线的估计数。模型还会考虑已经核准的基加利氢氟碳化物执行计划，在无法获得标准值的情况下应用现有的成本效益阈值和工作队专家估计数，并在不同的三年期分配资金，以反映变化的执行时间表、削减目标和核准周期。

15. 为了提出一系列估计数，工作组结合直到 2035 年的削减目标，计算了基加利氢氟碳化物执行计划第一和第二阶段在三个三年期内逐步淘汰氢氟碳化物的总成本，随后应用了两种供资设想方案：氢氟碳化物设想方案 1，使用符合成本准则的成本效益阈值或工作组得出的估计数，而不考虑中小企业；氢氟碳化物设想方案 2，使用反映中小企业参与的调整成本效益阈值。

16. 此外，对于每种设想方案，工作组提出了两个资源分配时间表（A 和 B），见工作队报告的表 1.4，这两个时间表在各三年期的资金分配方面有所不同：时间表 A 反映了重头放在前期的较快供资方法，2027–2029 三年期的供资水平较高，而时间表 B 则假设进行较为渐进的供资，2027–2029 三年期的供资水平较低，后面的三年期供资水平较高。

17. 其他假设包括平均机构支助费用为 9.6%，在制造部门针对外国所有权扣减 15%。

18. 对于氢氟碳化物生产部门，2027–2029 年的供资估计数包括项目准备、两个缔约方的基加利氢氟碳化物生产逐步淘汰执行计划，以及针对四个第 5 条缔约方的三氟甲烷减缓项目和相关准备工作。

19. 根据详细分析，工作队估计，低端设想方案下多边基金 2027–2029 三年期充资的总供资需求在 12.82 亿至 13.61 亿美元之间，高端设想方案下为 16.72 亿至 17.55 亿美元，汇总见表 1。总供资需求的范围是根据逐步淘汰含氢氯氟烃和氢氟碳化物的不同设想方案和资源分配时间表计算的。关于估算方法的详细信息载于报告的附件。

表 1

多边基金 2027–2029 三年期充资的估计总供资需求，低端范围和高端范围

(百万美元)

2027–2029 三年期	低端范围 ^a	高端范围 ^b
含氢氟氯烃活动（包括能源效率）	451	573
氢氟碳化物活动（包括能源效率、三氟甲烷减缓措施和区域大气监测）	702–781	970–1 053
加强体制和标准活动	129	129
共计	1 282–1 361	1 672–1 755

^a 低端范围根据以下设想方案计算：

(a) 含氢氟氯烃设想方案 1（制造部门的历史成本效益阈值），2027–2029 三年期分配 90% 的资金，2030–2032 三年期分配 10%；

(b) 对于氢氟碳化物，总费用范围是使用两个设想方案估算的：氢氟碳化物设想方案 1（成本准则中或专家得出的成本效益阈值，不考虑中小企业）和氢氟碳化物设想方案 2（成本准则中或专家得出的成本效益阈值，考虑中小企业），采用资源分配时间表 B（渐进供资方法）。

^b 高端范围根据以下设想方案计算：

(a) 含氢氟氯烃设想方案 2（制造部门采用符合成本准则的成本效益阈值），2027–2029 三年期分配 90% 的资金，2030–2032 三年期分配 10%；

(b) 对于氢氟碳化物，总费用范围是使用两个设想方案估算的：氢氟碳化物设想方案 1 和氢氟碳化物设想方案 2，采用资源分配时间表 A（重头放在前期的供资方法）。

20. 根据其职权范围，工作队还提供了随后两个三年期（2030–2032 和 2033–2035）的指示性供资需求范围，如表 2 所示。

表 2

多边基金 2030–2032 和 2033–2035 和三年期充资的指示性总供资需求，低端范围和高端范围

(百万美元)

三年期	低端范围 ^a	高端范围 ^b
2030–2032		
含氢氟氯烃活动	83	96
氢氟碳化物活动	877–908	1 050–1 085
加强体制和标准活动	137	137
共计	1 097–1 128	1 283–1 318
2033–2035		
含氢氟氯烃活动	—	—
氢氟碳化物活动	488–503	583–600
加强体制和标准活动	145	145
共计	633–648	728–745

^a 低端范围根据以下设想方案计算：

(a) 含氢氟氯烃设想方案 1（制造部门的历史成本效益阈值），2027–2029 三年期分配 90% 的资金，2030–2032 三年期分配 10%；

(b) 对于氢氟碳化物，总费用范围是使用两个设想方案估算的：氢氟碳化物设想方案 1（成本准则中或专家得出的成本效益阈值，不考虑中小企业）和氢氟碳化物设想方案 2（成本准则中或专家得出的成本效益阈值，考虑中小企业），采用资源分配时间表 A（重头放在前期的供资方法）。

^b 高端范围根据以下设想方案计算：

(a) 含氢氯氟烃设想方案 2（制造部门采用符合成本准则的成本效益阈值），2027–2029 三年期分配 90% 的资金，2030–2032 三年期分配 10%；

(b) 对于氢氟碳化物，总费用范围是使用两个设想方案估算的：氢氟碳化物设想方案 1 和氢氟碳化物设想方案 2（成本准则中或专家得出的成本效益阈值，考虑中小企业），采用资源分配时间表 B（渐进供资方法）。

21. 不限成员名额工作组不妨审议工作队的初步工作。按照惯例，缔约方不妨讨论并商定工作队可能在缔约方第三十八次会议之前编写的补充报告中将要包含的补充信息。

议程项目 4

技术和经济评估小组介绍其 2026 年进度报告

22. 在临时议程项目 4 下，各缔约方将审议技术和经济评估小组 2026 年进度报告提供的资料，其中包括：各技术选择委员会的进度报告；⁵ 对缔约方会议关于哈龙 1301 和其他用于灭火的受控物质的决定（第 XXXVII/4 号决定）、关于使用低全球升温潜能值推进剂的计量吸入器的决定（第 XXXVI/6 号决定）、关于评估小组及其各技术选择委员会组织安排备选方案的决定（第 XXXV/20 号决定）的答复；评估小组的成员变动；其他问题，包括对加拿大提交的销毁技术的评估以及关于全氟和多氟烷基物质的最新信息。

23. 本增编附件一转载了评估小组进度报告中载列的各技术选择委员会进度报告中的关键信息，英文原文未经正式编辑。为了避免重复，与第 XXXVII/4、XXXVI/6 和 XXXV/20 号决定有关的关键信息部分以及有关其他关键问题的信息已从附件一中删除，仅在下文(a)、(b)、(c)和(e)小节中讨论。

(a) 哈龙 1301 及其在航空业的持续使用；管理用于灭火的其他受控物质（第 XXXVII/4 号决定）

24. 如秘书处的说明（UNEP/OzL.Pro.WG.1/48/2，第 10–15 段）所述，缔约方第三十七次会议在第 XXXVII/4 号决定中请秘书处就受《蒙特利尔议定书》管制的灭火剂事项与国际民用航空组织（国际民航组织）秘书处联络，并促进技术和经济评估小组通过其灭火技术选择委员会与国际民航组织的相关技术委员会和工作组之间进行信息交流，以便评估小组能够在不限成员名额工作组第四十八次会议之前向缔约方提交一份关于哈龙供应情况和哈龙库存全球分布情况的报告。评估小组的答复由灭火技术选择委员会编写，载于其进度报告第 3.8 节。以下各段提供了答复摘要。

25. 针对秘书处说明中提到的秘书处 2026 年 2 月 4 日致国际民航组织的信函，国际民航组织秘书处在 2026 年 4 月 29 日的信函中指定空中航行局运行安全科科长为哈龙管理和民用航空替代品相关事宜联络人。信中还提到了 2025 年 9 月 23 日至 10 月 3 日在加拿大蒙特利尔举行的国际民航组织大会第四十二届会议通过的关于哈龙替代品的国际民航组织 A42-11 号决议。特别提到了决议第 6 段，其中鼓励各国在国际民航组织的协助下与臭氧秘书处、技术和经济评估小组及其灭火技术选择委员会联络，以评估全球哈龙储备并支持现有哈龙库存的可持续管理，包括根据《蒙特利尔议定书》对航空器货舱应用中的哈龙进行必要用途提名，以维护航空安全。

⁵ <https://ozone.unep.org/system/files/documents/TEAP-May2026-Progress-Report-vol1.pdf>。

26. 在此方面还必须指出的是，大会在 A42-11 号决议第 7 段中指示国际民航组织理事会与业界协调，并结合对全球哈龙储备可用性的评估，制定一项提案，为用于新航空器型号合格证申请的哈龙替代品设定经过修订的可持续有效截止日期。根据该决议，提案应以包括哈龙可用性在内的全面数据和替代方案开发进展为依据，并兼顾安全考虑因素。
27. 与此同时，灭火技术选择委员会一直在与航空航天工业协会国际协调理事会下设立的货舱哈龙替代品咨询小组保持联系。两个专家组建议臭氧秘书处和国际民航组织秘书处考虑编写一封联合信函，要求蒙特利尔议定书缔约方提供数据，旨在更好地评估民用航空未来的哈龙使用和需求情况。
28. 国际民航组织秘书处还要求通过适航专家组建一个正式专家组，包括但不限于原始设备制造商、维护、维修和大修实体、供应商、回收商、非政府组织、技术和经济评估小组及其灭火技术选择委员会，以及其他相关利益攸关方。这一正在进行的举措旨在促进信息交流。
29. 根据国际民航组织大会 A42-11 号决议和缔约方第三十七次会议第 XXXVII/4 号决定，货舱哈龙替代品咨询小组成立了一个小型工作组，其中包括灭火技术选择委员会的一名成员（也是咨询小组的成员），以协调旨在评估哈龙 1301 未来需求的数据收集和分析。该工作组的工作重点是评估维持当前在役机队所需的数量，以及预测与未来航空器交付及其持续运营相关的哈龙 1301 需求。这些工作将有助于确定未来是否需要提出必要用途申请。
30. 工作组利用各种相关数据源和进度报告中概述的一些假设，评估了实际在役机队中目前安装的哈龙数量（平均 2 302 公吨）。根据这一分析，可以估计用于补充发生火灾或误报时的系统排放以及维护活动期间的泄漏和污染造成的损失所需的数量，并预测未来新航空器的哈龙 1301 需求量（平均每年 175 公吨）。
31. 灭火技术选择委员会还使用由其模型得出的修订行业库存数据来估计最新的哈龙 1301 耗尽时间，这些数据通过专家判断进行了调整，并在库存规模和排放率各不相同的 20 种设想情况下进行了评估。使用了两种建模方法，使预计排放量与灭火技术选择委员会的 2015–2024 年历史排放数据保持一致。该模型首先预测了可用库存耗尽的情况，随后考虑使用库存储备来支持包括民用航空在内的持久用途。
32. 建模设想情况得出的估计耗尽时间从 2030 年到 2042 年不等。然而，有些设想情况要求达到不切实际的高排放率，不足置信，因此被排除在外。在此基础上，最可信的耗尽时间估计为 2031 年至 2039 年之间，以 2035 年前后四年为中心。
33. 鉴于这些研究结果，委员会建议缔约方不妨考虑是否需要必要用途提名和评估流程进行任何更改，因为单个缔约方可能不再能够确定其民航部门的年度哈龙 1301 生产和消费需求。
34. 第 XXXVII/4 号决定第 4 段邀请缔约方在自愿基础上至迟于 2026 年 3 月 31 日向臭氧秘书处提交关于开发适合在灭火方面用作代用品的现有信息，并请臭氧秘书处将收到的信息转交技术和经济评估小组，供其审议并最迟列入其 2027 年进度报告。在编写本增编时，除了截至编写秘书处的说明时已对该决定作出回应的 33 个缔约方之外，还有三个缔约方，即阿根廷、厄瓜多尔以及圣文

森特和格林纳丁斯对该决定作了回应。所有这些提交材料均已转交技术和经济评估小组，供其在编写 2026 年进度报告、也可能是 2027 年进度报告时考虑。

35. 不限成员名额工作组不妨审议该报告，并就前进方向提出建议。

(b) 使用低全球升温潜能值推进剂的计量吸入器（第 XXXVI/6 号决定）

36. 如秘书处的说明（UNEP/OzL.Pro.WG.1/48/2，第 16–19 段）所述，缔约方第三十六次会议在第 XXXVI/6 号决定中请技术和经济评估小组继续在其年度进度报告中提供关于全球升温潜能值低的计量吸入器推进剂的最新资料，并及时提供资料补充其 2026 年四年期评估报告，包括关于此类推进剂在所有缔约方中的可得性、技术可行性、经济可行性、安全性和市场渗透率的资料。评估小组的答复由医疗和化学品技术选择委员会编写，载于其进度报告第 5.8 节。以下各段提供了答复摘要。

37. 最近关于哮喘和慢性阻塞性肺病管理的报告强调了为改善疾病控制和扩大药物获取的持续努力。哮喘治疗依赖于吸入性皮质类固醇来减少严重发作，而人们对过度使用短效吸入器的关切仍然存在。慢性阻塞性肺病的管理越来越依赖于长效吸入器和针对严重病例的较新生物疗法。然而，药品成本高和供应有限仍然是重大障碍，特别是在低收入和中等收入国家。

38. 有多种吸入器类型用于哮喘和慢性阻塞性肺病治疗，包括加压计量吸入器、干粉吸入器、软雾吸入器和雾化器。其中，加压计量吸入器仍然使用最广泛，约占全球吸入器剂量的 70%，其中沙丁胺醇加压计量吸入器所占份额最大。尽管干粉吸入器和其他替代品的使用正在增加，但更换加压计量吸入器将需要大量投资、制造方面的变更和时间。

39. 随着氢氟碳化物在全球的使用量下降，用于加压计量吸入器的氢氟碳化物比例变得越来越大。欧洲联盟旨在削减氢氟碳化物消费量的新条例可能会影响吸入器所需的药品级氢氟碳化物的未来供应。因此，正在计划采取审查和政策措施，以防止短缺并维持医疗保健的可及性。

40. 美利坚合众国和欧洲主要国家继续主导全球吸入器市场，对治疗严重哮喘和慢性阻塞性肺病的较新型联合吸入器的需求不断增加。要转向使用全球升温潜能值较低的推进剂的干粉吸入器或加压计量吸入器，将需要重大技术升级和基础设施投资。

41. 在向全球升温潜能值较低的替代品过渡期间，供应吸入器中使用的医药级氢氟碳化物推进剂（主要是 HFC-134a 和 HFC-227ea）变得愈加具有挑战性。此类推进剂的生产高度集中于少数制造商，而工业需求的变化正在导致工厂关闭或整合，这可能会影响长期稳定。虽然供应预计将持续到 2030 年代初，但由于配额制度和更严格的法规，可能出现成本上升和区域性短缺，特别是在欧洲。对生产和出口的额外行政控制会进一步使供应变得复杂。印度和中国等国家的新兴产能可能有助于实现现有氢氟碳化物和较新替代品未来供应的多元化。

42. 加压计量吸入器向全球升温潜能值较低的推进剂的过渡正在取得进展，但仍然面临许多挑战，包括不断变化的环境法规、药品级氢氟碳化物供应的稳定性、替代设备的可负担性和可用性、监管机构批准和新吸入器上市情况，以及患者的接受度。

43. 正在开发两种关键的替代推进剂：HFC-152a（全球升温潜能值为 124）和 HFO-1234ze(E)。HFC-152a 已经广泛用于工业中，比当前的推进剂更加易燃，

需要升级的制造安全系统，但临床研究表明没有毒性，并且几个国家正在提交监管材料。HFO-1234ze(E) 也广泛用于非医疗应用，研究未发现任何毒性，已用于商业药品级生产，并已在主要市场完成监管备案。

44. 全球至少有 10 家企业似乎正在开发含有这些药品级全球升温潜能值较低推进剂的加压计量吸入器，其中包括印度的三家企业和孟加拉国的一家企业。拉丁美洲的几家仿制药制造商也在开发全球升温潜能值较低的加压计量吸入器，而中国的两家企业已经开始将 HFO-1234ze(E) 作为大宗推进剂进行开发。

45. 低收入和中等收入国家的中小制造商尤其脆弱，因为其往往缺乏转向全球升温潜能值较低的产品所需的许可证、资金和监管能力。如果没有支持，其中许多制造商可能难以实现转型，而这可能会扩大全球不平等。因此，这些制造商可能有必要与大型制造商建立合作伙伴关系或进行整合，以维持供应并使吸入器在其市场上负担得起和便于获得。人们还担心能源和燃料危机可能会加重这些区域的呼吸道疾病负担。

46. 经过几年的开发，第一款使用全球升温潜能值较低推进剂的加压计量吸入器已在英国推出。第二家公司已提交批准申请，另外两家公司已完成临床试验并计划寻求上市授权。

47. 该报告还强调了知识产权在影响全球升温潜能值较低的加压计量吸入器的开发方面的作用，并指出欧洲联盟已经立法限制在有合适替代品的情况下一一次性塑料产品的销售。

48. 不限成员名额工作组不妨审议该报告，并就前进方向提出建议。

(c) 评估小组及其各技术选择委员会组织安排的备选方案（第 XXXV/20 号决定）

49. 如秘书处的说明（UNEP/OzL.Pro.WG.1/48/2，第 20–22 段）所述，缔约方第三十五次会议第 XXXV/20 号决定请技术和经济评估小组在不限成员名额工作组第四十七次会议之前编写的进度报告中，结合第 XXIV/8 号决定确定的评估小组的职权范围，参考与各技术选择委员会共同主席和成员的磋商结果，并借鉴其在试行新的组织方式方面的经验，提供有关评估小组及其各技术选择委员会组织安排的备选方案。

50. 评估小组对第 XXXV/20 号决定的最初回应由一个八人工作组编写，已提交不限成员名额工作组第四十七次会议。⁶ 在 2026 年进度报告中，评估小组提出了进一步的分析，并强调了重新组织的首选方案。分析由重新召集的工作组进行，载于报告第 8 章。以下各段提供了答复摘要。

51. 目前，技术和经济评估小组由 21 名成员组成：3 名评估小组共同主席、12 名技术选择委员会共同主席和 6 名高级专家。其中，48% 来自第 5 条缔约方，性别分布为 6 名女性和 15 名男性。超过 150 名专家在评估小组及其各技术选择委员会任职，从事无薪志愿工作。

52. 评估小组表示，总体而言，技术选择委员会的当前组成和结构正在有效运作，使其能够顺利开展相关工作。补充分析顾及了缔约方考虑的问题，特别是每个委员会管理 2027 年以后预期工作量变化的首选方案。这些备选方案基于当前的实际现实，包括预期的成员流失、协助参与方面的限制和持续的招聘需求，

⁶ UNEP/OzL.Pro.WG.1/47/2 号文件（第 17–21 段）及其增编（UNEP/OzL.Pro.WG.1/47/2/Add.1（第 19–28 段和表 1））。

以及在两个最大的技术选择委员会中逐步制定基于小组委员会的工作安排。这些方案拟保持灵活适应性，可以根据缔约方需求的变化重新审议。

53. 在此背景下，评估小组提到了其最新的专门知识汇总表，其中强调了已确定的差距，并鼓励缔约方提名专家来帮助满足这方面需求。

54. 对于每个技术选择委员会，报告介绍了有关其范围和所应对问题的背景信息，然后分析了其今后配置的首选方案，包括酌情介绍相关优缺点。简而言之，评估小组的首选方案如下：

(a) 软硬质泡沫技术选择委员会目前由两名共同主席和 19 名成员组成，可认为运作良好，规模适当。该委员会对泡沫行业替代品和技术发展进行重要评估。其可能考虑将来进行微小调整（例如减少会议频率或在关键过渡完成后缩小规模），但现阶段最好保持当前设置以实现整体稳定；

(b) 灭火技术选择委员会目前由两名共同主席和 17 名成员组成，可认为至关重要，提供排放建模以及哈龙库存和航空相关供应评估等关键职能。鉴于灭火部门的最新发展以及未来进行必要用途提名的可能性，特别是针对民航和其他持久用途进行提名，委员会目前的结构（成员已经更新或接替，最好增加一名来自第 5 条缔约方的共同主席）可认为是合适的。因此，评估小组建议维持当前结构，并指出缩减成员可能会损害其满足未来需求的能力，特别是航空和遗留系统中必要用途方面的需求；

(c) 甲基溴技术选择委员会目前由两名共同主席和 16 名成员组成；该委员会报告称，甲基溴的受控用途已基本淘汰，但检疫和装运前用途仍然重要。其建议维持一个中等规模的专家组，以保存机构知识并管理剩余的受控和豁免用途，同时继续支持替代品和减排战略；

(d) 医疗和化学品技术选择委员会目前由三名共同主席和 39 名成员组成，涵盖范围广泛且不断扩大，包括药品、溶剂、半导体制造以及全氟和多氟烷基物质和氢氟碳化物排放等新出现的化学品问题。由于工作量和复杂性不断增加，该委员会提出未来可能重组为两个小组委员会，分别负责“气溶胶/医疗”和“化学品”，并配备四名共同主席，以提高效率，同时保留技术广度；

(e) 制冷、空调和热泵技术选择委员会目前由 4 名共同主席和 42 名成员组成，由于全球制冷需求的增长、能源效率政策和基加利修正的执行，其面临的工作量不断增加。该委员会建议维持一个大型委员会，其中包括“舒适制冷和供暖”和“冷链和其他应用”小组委员会，以实现专业化，同时保持跨领域问题的协调。

55. 技术和经济评估小组强调了所有技术选择委员会的共同挑战：臭氧消耗物质逐步淘汰制度和氢氟碳化物逐步削减制度的重叠导致工作量扩大、经验丰富的成员因退休而流失、难以为参与（尤其是差旅）提供资助，以及在日益虚拟的工作环境中难以维持共识。虽然远程协作有助于连续性，但评估小组强调，现场会议对于建立信任和有效共识仍然必不可少。

56. 不限成员名额工作组不妨审议该报告，并就前进方向提出建议。

(d) 评估小组的成员变动

57. 技术和经济评估小组在其 2026 年进度报告附件 2 中介绍了截至 2026 年 5 月其成员状况及其各技术选择委员会的成员状况。

58. 表 3 列出了任期将于 2026 年底届满且连任需要缔约方第三十八次会议作出决定的评估小组成员。本增编附件三列有任期将于 2026 年底届满但连任不需要缔约方第三十八次会议作出决定的各技术选择委员会成员。

表 3

任期将于 2026 年底届满且连任需要缔约方第三十八次会议作出决定的技术和经济评估小组成员

姓名	职位	国家
Marta Pizano	技经评估组共同主席	哥伦比亚
Ashley Woodcock	技经评估组共同主席	大不列颠及北爱尔兰联合王国
Fabio Polonara	制冷技选委员会共同主席	意大利
Suely Machado Carvalho	技经评估组高级专家	巴西
Sukumar Devotta	技经评估组高级专家	印度
Bassam Elassaad	技经评估组高级专家	黎巴嫩
Ray Gluckman	技经评估组高级专家	大不列颠及北爱尔兰联合王国
Marco Gonzalez	技经评估组高级专家	哥斯达黎加
张世秋	技经评估组高级专家	中国

缩略语：制冷技选委员会——制冷、空调和热泵技术选择委员会；技经评估组——技术和经济评估小组。

59. 缔约方不妨在必要时依照第 XXXI/8 号决定第 3 段提交提名，该段请缔约方“在向评估小组、其各技术选择委员会或其临时附属机构提名专家时，使用评估小组的提名表和相关准则，以便于提交适当的提名，同时考虑到所需专门知识汇总表、地域和性别平衡，以及解决能效、安全标准和气候效益等与《基加利修正》有关的新问题所需的专门知识”。同一决定第 5 段敦促各缔约方“遵循评估小组的职权范围，在提名任命评估小组成员之前，与评估小组共同主席进行磋商，并参考所需专门知识汇总表”。

60. 评估小组确定的截至 2026 年 5 月所需专门知识汇总表载于其进度报告附件 3，转载于本增编附件四，并发布在秘书处网站上。⁷

61. 依照第 XXXI/8 号决定第 4 段，秘书处将在不限成员名额工作组第四十八次会议的会议门户网站上，以及在 2026 年早些时候举行的缔约方第三十八次会议的会议门户网站上公布缔约方提交的评估小组成员提名表，以便缔约方审查和商讨拟议提名。

62. 除共同主席职位外，可随时提名各技术选择委员会和临时附属机构的成员。由相关委员会的共同主席与评估小组协商后作出委任。

(e) 任何其他议题

63. 在本议程分项目下，秘书处在以下段落中提供了评估小组就加拿大提交的销毁技术评估提供的信息以及关于全氟和多氟烷基物质的最新信息的摘要。

64. 如有任何缔约方希望在不限成员名额工作组第四十八次会议上讨论这些议题，或与评估小组 2026 年进度报告有关的任何其他议题，可在通过议程时提出相关议题，并酌情要求将其列入议程。

⁷ 见 <https://ozone.unep.org/science/assessment/teap/teap-expertise-required>。

(一) 加拿大提交的销毁技术评估和建议

65. 多年来，各缔约方通过了多项决定，核准为《蒙特利尔议定书》之目的销毁受控物质的技术。目前已核准的销毁技术清单载于缔约方第三十次会议报告的附件二，经过了缔约方第三十五次会议第 XXXV/5 号决定的修订。⁸

66. 关于受控物质销毁技术的第 XXXV/5 号决定邀请缔约方向秘书处提交与销毁技术审查相关的信息。根据缔约方第四次会议第 IV/11 号决定，此类审查由技术和经济评估小组进行，并编写相关建议供缔约方会议审议。作为评估工作的一部分，评估小组还通过其医疗和化学品技术选择委员会，就其他污染物的排放和销毁技术的技术能力提供技术咨询意见，供缔约方审议。在此方面，秘书处收到了两个缔约方就其销毁技术提出的询问，委员会通过秘书处进行了答复。

67. 2025 年 11 月，加拿大向秘书处提交了有关利用蒸汽的专利等离子弧技术的机密和非机密信息，供技术和经济评估小组进行评估。评估小组的医疗和化学品技术选择委员会审查了提交的材料，要求加拿大作出澄清，并进行了独立技术评估，包括开展同行审评和讨论以达成共识。

68. 委员会的评估遵循既定的销毁技术标准，重点关注已证明的销毁和清除效率、排放限制（包括二恶英/呋喃和酸性气体、颗粒物和一氧化碳）和最低处理能力。评估了几种受控物质的数据，其中包括三氯氟甲烷、二氟二氯甲烷、二氟氯甲烷和 HFC-134a。

69. 根据委员会对加拿大提交的绩效数据的审查，该技术表明，销毁二氟二氯甲烷、三氯氟甲烷、二氟氯甲烷和 HFC-134a 所达到的销毁和清除效率大于 99.99%，达到了《蒙特利尔议定书》下的销毁目的针对这些受控物质要求的销毁和清除效率绩效标准。⁹ 还发现污染物排放量还低于建议阈值，加工能力超过最低标准。在此基础上，委员会得出结论认为，该技术在技术上能够满足附件 A 第一类、附件 C 第一类和附件 F 第一类物质集中来源的销毁要求。

70. 委员会还审查了该技术如何与现有的等离子弧类别保持一致，并得出结论认为，尽管它与先前核准的等离子弧系统有相似之处，但也与这些系统有足够的区别。因此，技术和经济评估小组建议在新的一般类别“蒸汽等离子体弧”下核准该技术，用于为《蒙特利尔议定书》之目的销毁附件 A 第一类、附件 C 第一类和附件 F 第一类受控物质的集中来源。

71. 不限成员名额工作组不妨审议该问题，并就前进方向提出建议。

(二) 与全氟和多氟烷基物质有关的新政策和部门信息

72. 与技术和经济评估小组此前的报告一致，其 2026 年进度报告第 7 章提供了与全氟和多氟烷基物质有关的最新政策信息，并概述了灭火、泡沫、医疗以及制冷、空调和热泵部门从《蒙特利尔议定书》所列受控物质过渡到替代品的潜在影响。

73. 评估小组强调，虽然全氟和多氟烷基物质经常被错误归类为“永久化学品”，但事实上并非所有这类物质都具有持久性、生物积累性和毒性。大部分

⁸ <https://ozone.unep.org/node/1941>。

⁹ 尽管提交材料指出，已对 60 多种化合物进行测试了销毁技术（其中包括全氟化和溴化化合物），但没有提供这些化合物类别的支持数据。因此，除了提供数据的受控物质类别之外，无法对这些其他物质进行基于数据的评估。

关切集中在全氟辛酸和全氟辛基磺酸等化学品上，这些化学品具有高度持久性、有害性，并且在许多司法管辖区已经严格限制使用。

74. 与之前的报告一样，评估小组指出，国际、国家和州法规对“全氟和多氟烷基物质”的定义差异很大，导致对《蒙特利尔议定书》相关物质的处理不一致。不同组织和政府使用不同标准，有些定义范围很广，足以囊括《蒙特利尔议定书》管制的制冷剂、灭火剂、发泡剂、含氟聚合物和医用气雾剂推进剂以及用作这些物质替代品的物质。仅基于化学结构而不是实际环境或健康风险的法规可能会无意中禁止并非剧毒或持久性的物质。

75. 监管方法也存在很大差异。《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》仅限制特定的全氟和多氟烷基物质，例如全氟辛基磺酸和全氟辛酸，而不针对与《蒙特利尔议定书》有关的物质。相比之下，欧洲联盟根据《化学品注册、评估、许可和限制条例》对全氟和多氟烷基物质的拟议限制可能会影响臭氧消耗和高全球升温潜能值物质的替代品的。加拿大正在考虑更广泛的全氟和多氟烷基物质管制措施，可能包括一些与《蒙特利尔议定书》有关的化学品，但不包括含氟聚合物。在美国，环境保护局采用基于风险的方法，重点关注毒性和接触，一些州已采用更广泛的全氟和多氟烷基物质定义和限制措施。

76. 未来全氟和多氟烷基物质法规的不确定性已经减缓了对替代技术的投资。企业对于投资后来可能被禁止的替代品犹豫不决。这种不确定性可能会减少低全球升温潜能值替代品的供应和阻碍创新，从而推迟实现《蒙特利尔议定书》和《基加利修正》目标的进展。

77. 在灭火部门，飞机消防系统仍然严重依赖哈龙，因为尽管经过数十年的研究，某些应用的替代品，特别是用于货舱和发动机短舱的替代品，在技术上仍然不足。2-BTP 和氟化酮等潜在替代品本身就可能在广泛定义下被归类为全氟和多氟烷基物质，从而使其长期可行性产生了不确定性。因此，民航利益攸关方正重新考虑继续长期使用哈龙 1301，这可能将对臭氧消耗物质的依赖延长数十年，因为航空器系统的设计和认证时间极其漫长。

78. 泡沫绝缘行业在减少建筑和制冷系统的能源使用方面发挥重要作用，但由于含氟替代品和未来可能实施禁令方面的不确定性，制造商已经推迟了有关发泡剂的决定。由于没有任何单独一种发泡剂能够理想适用于所有应用，因此减少可用备选方案的数量可能会造成技术和经济上的困难。

79. 在医疗部门，用于治疗哮喘和慢性阻塞性肺病的加压计量吸入器也可能受到影响。该部门正在从高全球升温潜能值推进剂过渡到全球升温潜能值较低的替代品，例如 HFC-152a 和 HFO-1234ze(E)。然而，尽管 HFO-1234ze(E) 的全球升温潜能值极低，但一些拟议的全氟和多氟烷基物质法规还是可能限制这种物质。由于开发新型吸入器需要多年时间，而且数亿患者依赖这些药物，因此未来法规的不确定性正在引起医疗保健和制药行业的关切。

80. 已认定制冷、空调和热泵部门特别重要，因为根据《基加利修正》，该部门占据了全球氢氟碳化物消费的大部分。评估小组认为，除 HFC-32 外，几乎所有常用的含氟制冷剂都可能涵盖在广泛的全氟和多氟烷基物质定义中。虽然碳氢化合物、氨和二氧化碳等非氟化替代品适合某些应用，但它们也具有易燃性、毒性、压力、效率以及是否适用于某些气候和建筑类型方面的局限性。因此，广泛的全氟和多氟烷基物质禁令可能会减少制冷剂的选择，减缓热泵的采用，降低能源效率，并最终增加温室气体排放。

81. 报告中指出的另一个主要问题涉及制冷、空调和热泵设备中使用的含氟聚合物。这些材料因其耐久性和耐化学品性能而对于密封件、压缩机、阀门、布线绝缘、热交换器、涂层和电子产品至关重要。因此，无论制冷剂类型如何，对含氟聚合物的限制都可能会扰乱该部门的制造业，因为许多使用二氧化碳、氨或碳氢化合物的系统也依赖于含氟聚合物。

82. 根据关于环境影响评估小组、科学评估小组及技术和经济评估小组 2026 年四年期报告的潜在重点领域的第 XXXV/3 号决定，要求所有小组均在其 2026 年四年期评估报告中纳入有关受控物质及其替代品和分解产物（特别是全氟和多氟烷基物质）的信息。技术和经济评估小组正在与另外两个小组就各自四年期评估报告涵盖的关于这一专题的信息范围进行协调。

议程项目 5

加强对《蒙特利尔议定书》所列受控物质的区域大气监测 (第 XXXVII/1 号决定)

83. 秘书处的说明（UNEP/OzL.Pro.WG.1/48/2，第 26–30 段）中提到，第 XXXVII/1 号决定请秘书处向不限成员名额工作组第四十八次会议和缔约方第三十八次会议报告以下活动的进展和任何成果：评价为《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所提供信息中确定的区域和地点内的潜在场地是否适合监测受控物质排放，由有关缔约方自愿参与并与其协商；与已表示意向的有关缔约方协商，为在这些潜在地点开展监测活动的可能后续步骤做好准备，同时考虑到咨询委员会在缔约方第三十七次会议上提出的优先顺序以及秘书处关于供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说明增编（UNEP/OzL.Pro.37/2/Add.1）中提出的分阶段采样办法。为了支持这些活动，已授权秘书处在例外情况下使用 100 000 美元的 2026 年预算项目，该项目由蒙特利尔议定书信托基金的现金余额供资。以下段落概述了秘书处的进度报告。

84. 根据第 XXXVII/1 号决定，秘书处在缔约方第三十七次会议之后继续审查现有监测地点和可用基础设施，重点关注咨询委员会优先考虑的五个区域。臭氧秘书处的一名成员与世界气象组织秘书处协调，于 2025 年底访问了世界气象组织日内瓦总部，并与该组织专家密切合作，在全球大气检测网和其他世界气象组织协调的网络中确定合适的现有站点和相关基础设施。评估还考虑了支持测量活动所需的当地技术和科学专业知识的可用性。这项工作的结果已在秘书处 2026 年 3 月 9 日组织的咨询委员会第二十次在线会议上提交咨询委员会。

85. 咨询委员会表示注意到秘书处的调查结果和世界气象组织的贡献，强调的内容包括必须确保持续具备维护监测仪器所需的科学专业知识，特别是用于在监测台站进行的长期测量。委员会还一致认为，下一阶段的工作应重点探讨优先区域缔约方对于主办此类监测活动的意向。

86. 咨询委员会的一位共同主席与秘书处协商，与五个优先区域中五个国家的国家代表和科学家进行了非正式磋商。这些讨论旨在根据之前编写的文件来澄清与可能建立监测台站相关的技术和科学问题，并更好地了解相关国情。经过协商，到编写本增编时，已有两个缔约方表示有意继续讨论在其国家建立监测台站的可能性。

87. 此外，继秘书处在缔约方第三十七次会议上宣布打算开发一个用户友好型互动在线工具来估计建立和运营监测台站的成本之后，将在不限成员名额工作组第四十八次会议上提供该工具的第一个版本，以期邀请缔约方对其进行测试，并向秘书处提供评论意见和建议，以支持编写将在缔约方第三十八次会议上推出的最终版本。

88. 不限成员名额工作组不妨审议该报告，并就前进方向提出建议。

三、 与缔约方第三十八次会议相关的议题，包括以往各项决定的最新执行情况

A. 再循环、废旧和弃置受控物质（第 XXXVII/3 号决定第 3 段，第 XXXVII/4 号决定第 3 段和第 XXXVI/7 号决定第 5 段）

89. 秘书处的说明（UNEP/OzL.Pro.WG.1/48/2，第 47–48 段）指出，缔约方第三十七次会议在第 XXXVII/3 号决定第 3 段中邀请缔约方在自愿基础上至迟于 2026 年 5 月 31 日向臭氧秘书处提交关于其各自国家现有再生和销毁设施的信息，以及这些设施各自能力的信息（如有），包括关于确定可以接受其他国家废旧制冷剂的现有销毁和再生设施的信息，以及出口废旧制冷剂以便在此类设施处置的相关条件，同时考虑到越境转移的任何立法障碍。同一段请秘书处向各缔约方提供相关信息。

90. 在编写本报告时，六个缔约方，即阿根廷、澳大利亚、加拿大、欧洲联盟、秘鲁和美利坚合众国已对该决定第 3 段作出了回应。所提供的反馈意见已转交技术和经济评估小组审议。根据该决定的要求，所提供的信息将在适当时候发布在秘书处网站上。

B. 支持执行《蒙特利尔议定书基加利修正》的国家和区域举措（第 XXXVII/5 号决定）

91. 秘书处的说明（UNEP/OzL.Pro.WG.1/48/2，第 45 和第 46 段）指出，缔约方第三十七次会议在第 XXXVII/5 号决定第 1 段中邀请缔约方至迟于 2026 年 6 月 1 日向臭氧秘书处提交与执行《基加利修正》有关的、涉及可持续制冷英才中心和能效测试中心的信息，包括政策、活动和主要经验教训方面的信息。

92. 在编写本增编时，21 个缔约方，即亚美尼亚、布基纳法索、中国、哥伦比亚、厄瓜多尔、格鲁吉亚、海地、约旦、肯尼亚、利比里亚、马里、尼日利亚、阿曼、秘鲁、卡塔尔、斯洛伐克、索马里、图瓦卢、大不列颠及北爱尔兰联合王国、瓦努阿图和津巴布韦提供了此类信息。秘书处将整理和总结提交的信息，并将其提供给缔约方第三十八次会议审议。

附件一*

技术和经济评估小组 2026 年报告（第 2 卷）

多边基金 2027–2029 年充资所需资金评估

执行摘要

蒙特利尔议定书多边基金（多边基金）自 1991–1993 年期间获得 2.4 亿美元初始注资以来，已进行了十一次充资。表 ES.1 列出了多边基金的充资情况，其中包括多边基金的预期捐款和上一个三年期的其他来源（称为“结转”）以及该三年期内多边基金的应计利息。

表 ES.1

多边基金的充资（美元）*

三年期	核定	结转	应计利息	多边基金 预算总额
1994–1996	455 000 000 美元	55 000 000 美元	不适用	510 000 000 美元
1997–1999	466 000 000 美元	74 000 000 美元	不适用	540 000 000 美元
2000–2002	440 000 000 美元	35 700 000 美元	不适用	475 700 000 美元
2003–2005	474 000 000 美元	76 000 000 美元	23 000 000 美元	573 000 000 美元
2006–2008	400 400 000 美元	59 600 000 美元	10 000 000 美元	470 000 000 美元
2009–2011	400 000 000 美元	73 900 000 美元	16 100 000 美元	490 000 000 美元
2012–2014	400 000 000 美元	34 900 000 美元	15 100 000 美元	450 000 000 美元
2015–2017	437 500 000 美元	64 000 000 美元	6 000 000 美元	507 500 000 美元
2018–2020**	500 000 000 美元	34 000 000 美元	6 000 000 美元	540 000 000 美元
2021–2023	475 000 000 美元	65 000 000 美元	不适用	540 000 000 美元
2024–2026	525 600 000 美元	428 699 680 美元	10 700 320 美元	965 000 000 美元

* 不包括 1991–1993 年的 2.4 亿美元初始注资。

** 此外，缔约方第五次特别会议还注意到，2018–2020 三年期中应缴付多边基金的剩余 2.46 亿美元资金，将在 2023 年后用于支持《蒙特利尔议定书》的执行（Ex.V/1 号决定）。

自成立以来，截至执行委员会第 97 次会议（ExCom-97），多边基金已为 144 个第 5 条缔约方批准了 43.8 亿美元（包括支助费用），用于总共 10 363 个项目，其中 87% 已经完成。¹

2027–2029 年三年期多边基金的充资将为第 5 条缔约方提供资金，用于完成臭氧消耗物质逐步淘汰并继续实施氢氟碳化物逐步淘汰的增量成本。附件 C 第一类（含氢氯氟烃）和附件 F（氢氟碳化物）物质是《蒙特利尔议定书》下仅有的仍然允许消费和生产的物质。

- 对于附件 C 第一类受控物质（含氢氯氟烃），2027–2029 三年期的履约目标是到 2030 年 1 月 1 日较基线削减 97.5%。

* 本附件英文原文未经正式编辑。

¹ <https://www.multilateralfund.org/our-impact>。

2.5%的年平均量仅限于维修保养 2030–2040 年期间的现有冷冻和空调设备。第 XXX/2 号决定参考了缔约方第三十次会议报告附件一²，其中调整了第 5 条（以及第 2F 条）的这一部分，以包括其他用途，即：2030 年 1 月 1 日现有灭火和消防设备的维修；火箭发动机制造中的溶剂用途；用于烧伤专门治疗的局部医用气雾剂用途。

- 对于附件 F 受控物质（氢氟碳化物），2027–2029 年及随后两个三年期的履约目标如下：

第一类缔约方：到 2029 年 1 月 1 日较基线削减 10%，并在其后的 2030–2032 和 2033–2035 三年期中，到 2035 年 1 月 1 日较基线削减 30%。

第二类缔约方³：到 2028 年 1 月 1 日冻结生产和消费，并在其后的 2030–2032 和 2033–2035 三年期中，到 2032 年 1 月 1 日较基线削减 10%，到 2037 年 1 月 1 日削减 20%。

第 XXXVII/6 号决定和技经评估组的方法

在缔约方第三十七次会议（MOP-37）上，缔约方通过了第 XXXVII/6 号决定，该决定为技术和经济评估小组（技经评估组）编写 2027–2029 三年期多边基金适当充资水平报告的工作规定了职权范围。各缔约方请技经评估组编写一份报告，供提交缔约方第三十八次会议，并提交不限成员名额工作组第四十八次会议，以便缔约方能够在第三十八次会议上作出决定。

技经评估组设立了第 XXXVII/6 号决定充资问题工作队，其成员来自技经评估组及其各技术选择委员会，还有其他外部专家。2025 年 12 月，一名技经评估组高级专家出席了执行委员会第 97 次会议，与执行委员会成员以及出席该会议的双边机构和执行机构进行了非正式讨论。

在本报告中，充资问题工作队根据官方第 7 条数据并参考“多边基金 2026–2028 年综合业务计划”、⁴ 执行委员会直至第 97 次会议的相关决定以及多边基金秘书处和臭氧秘书处提供的信息，估计了 2027–2029 年三年期和未来三年期的资金需求。充资问题工作队主要在线工作，并于 2026 年 2 月在蒙特利尔举行了一次会议，期间工作队还与多边基金秘书处进行了讨论。工作队编写了报告草案，2026 年 4 月在布鲁塞尔举行的技经评估组会议审查了该草案。在处理了所有评论意见后，技经评估组于 2026 年 5 月向臭氧秘书处提交了充资问题工作队的报告，供发布并由缔约方审查。

² <https://ozone.unep.org/treaties/montreal-protocol/meetings/thirtieth-meeting-parties/decisions/annex-i-adjustments>。

³ 《蒙特利尔议定书》下的第 XXVIII/2 号决定第 2 段将巴林、印度、伊朗伊斯兰共和国、伊拉克、科威特、阿曼、巴基斯坦、卡塔尔、沙特阿拉伯和阿拉伯联合酋长国称为第 5 条第 2 类缔约方。

⁴ UNEP/OzL.Pro/ExCom/97/20。

消费和生产部门逐步淘汰含氢氯氟烃

消费部门

大多数第 5 条缔约方已提交到 2030 年完全淘汰含氢氯氟烃的最后阶段/拨款批次申请。因此，到 2027–2029 三年期结束时，多边基金将迎来解决最后剩余的含氢氯氟烃消费问题的局面，届时仅有少数缔约方将提交其含氢氯氟烃逐步淘汰管理计划的最后阶段和拨款批次申请。

因此，在计算本三年期含氢氯氟烃逐步淘汰的资金需求时考虑的一个情况是，绝大多数含氢氯氟烃逐步淘汰管理计划正在解决到 2030 年实现完全淘汰的问题。希望到 2030 年 1 月 1 日完全淘汰含氢氯氟烃的缔约方届时可以完全淘汰，但必须通过监管和政策措施确保在该日期之后不会进口含氢氯氟烃（根据《蒙特利尔议定书》的规定，允许在 2030 年至 2040 年之间必要时用于保养余量的含氢氯氟烃除外）。

执行委员会决定（第 86/51 号决定），对于任何申请完全淘汰含氢氯氟烃所需资金的消费国，为了便于审议其含氢氯氟烃逐步淘汰管理计划的最后拨款批次，相关各国政府应提交一份详细材料，说明为了在 2030–2040 年期间实施确保含氢氯氟烃消费量符合第 5 条第 8 段之三(e)第一项的措施而制定的监管和政策框架。如果某国意图在 2030–2040 年期间进行消费，则需要修改其与执行委员会签订的涵盖 2030 年之后时期的协议。必须强调，缔约方如果已有用于全面淘汰的含氢氯氟烃淘汰管理计划，则不再剩余有资格获得资助的含氢氯氟烃消费量。因此，对协议的修改可能会影响目标，但不会影响供资水平。

缔约方在第 XXXVII/6 号决定中核准的职权范围指示充资问题工作队使用“一种得到明确解释的基于履约的方法；该方法参考但独立于多边基金的业务计划，并基于历史经验、而非仅基于执行委员会核准的成本效益阈值，针对制造行业应用一系列成本效益数据”。针对这一要求，充资问题工作队根据两种成本效益设想情况，并将其应用于 15 个仍有符合资格的制造部门消费的非低消费量缔约方（包括最大消费方中国），审议了含氢氯氟烃消费部门的估计资金需求范围，具体如下：

- **含氢氯氟烃设想情况 1：**对具有剩余符合资格消费的非低消费量国家，采用制造部门的平均历史成本效益阈值；
- **含氢氯氟烃设想情况 2：**对于具有剩余符合资格消费的非低消费量国家，采用制造部门成本准则规定的成本效益阈值。

在计算资金时，充资问题工作队对制造部门扣除了 15%，以考虑可能存在不具备资格的外国所有权企业。

工作队考虑了其职权范围内供资范围设想情况的备选方案，包括是否采用为含氢氯氟烃消费量最高的缔约方核准的最新成本效益，但需要缔约方就应用这种或其他可能大幅改变供资范围的方法提供指导。

工作队认为，到 2030 年将实现全面淘汰，其后仅允许上文所述的《蒙特利尔议定书》下有关保养余量的特殊配额。执行委员会第 62/17 号决定“要求双边机构和执行机构在编写多年期含氢氯氟烃逐步淘汰管理计划时，确保最后一批拨款占协议中制冷维修部门资金总额的 10%，并定于计划的最后一年进行。”工作队认为，含氢氯氟烃逐步淘汰管理计划的最后一批拨款将于 2030 年进行；因此，根据执行委员会第 62/17 号决定的意图，逐步淘汰资源总额的 90% 将在

2027–2029 三年期内分配，10%的最后一批将分配给下一个三年期，即 2030–2032 年。

生产部门

含氢氯氟烃的总产量远低于总产量基线。只有一个生产部门项目（中国第三阶段含氢氯氟烃生产逐步淘汰管理计划）已被纳入“多边基金 2026–2028 年综合业务计划”，需要在 2027–2029 三年期为该项目提供资金。

消费和生产部门逐步淘汰含氢氯氟烃的供资估计数概要

含氢氯氟烃消费和生产部门 2027–2029 三年期和 2030–2032 三年期的估计总资金需求范围概要如下，另见表 ES.2：

- **2027–2029 年：4.51 亿美元至 5.73 亿美元**
- **2030–2032 年：8 300 万美元至 9 600 万美元**

表 ES.2

2027–2029 年和 2030–2032 年全面淘汰含氢氯氟烃的估计资金需求 (百万美元)

三年期	部门	含氢氯氟烃估计资金范围	
		含氢氯氟烃设想情况 1， 按 90%/10%分配	含氢氯氟烃设想情况 2， 按 90%/10%分配
2027–2029	含氢氯氟烃消费部门	427.56	549.44
	含氢氯氟烃生产部门	23.54	23.54
	总范围	451.10	572.98
2030–2032	含氢氯氟烃消费部门	58.96	72.50
	含氢氯氟烃生产部门	23.54	23.54
	总范围	82.5	96.04

消费和生产部门逐步削减氢氟碳化物

氢氟碳化物消费部门

关于 2027–2029 三年期和其后三年期（2030–2032 年和 2033–2035 年）氢氟碳化物逐步削减资金需求的估计，依据的是第 5 条缔约方达到相关第 1 类或第 2 类削减目标的情况。

氢氟碳化物消费部门的资金需求估计数包括：

- 承诺为已核准的基加利氢氟碳化物执行计划（基加利执行计划）提供的资金；
- 用于新基加利执行计划的估计资金；
- 用于项目准备费用的估计资金；
- 用于核实氢氟碳化物消费的估计资金；

- 与能源效率活动有关的估计资金（执行委员会关于维修部门的第 91/65 号决定、关于制造部门的第 94/60 号决定和关于循环基金的第 95/87 号决定）；
- 用于加强区域大气监测能力的资金。

截至 2026 年 4 月 8 日，144 个第 5 条缔约方中有 125 个已经批准《基加利修正》。为了分析 2027–2029 三年期逐步淘汰氢氟碳化物的估计资金，充资问题工作队假设剩余 19 个缔约方将迟于 2029 年批准《基加利修正》。

由于各基加利执行计划仅处于实施的早期阶段，工作队尚未从已核准的基加利执行计划中获得足够的制造部门成本效益历史分析，现有数据也未提供足够的信息用以考虑成本效益成本准则以外的历史数值。工作队根据商定制造部门的氢氟碳化物基加利执行计划第一阶段成本准则估计了资金。当某些逐案处理的单个部门缺乏成本准则时，工作队根据技经评估组、各技选委员会和充资问题工作队部门专家的建议使用了成本效益。还使用第一阶段成本准则估计了第二阶段基加利执行计划的资金，但没有考虑预计 2028 年进行的准则审查的任何潜在影响。值得注意的是，第一阶段维修保养的成本效益是针对一国同时实施基加利执行计划和含氢氯氟烃逐步淘汰管理计划的时期进行审议的。在没有同时实施时，将主要实施第二阶段。

充资问题工作队正在将基加利修正时间表用于其履约模型，并使用既定基线定义的削减量。在估计资金时，将基线中 65% 的含氢氯氟烃成分视为维修部门的消费量，资金系根据针已核准的维修部门成本准则中的成本效益阈值计算。

如本报告第 3 章及附件 3 和附件 4 所述，消费部门的充资问题工作队履约模型方法计算了满足缔约方遵守《基加利修正》逐步削减时间表需求的资金，具体如下：

- 第一类缔约方：到 2029 年较基线削减 10%（第一阶段基加利执行计划），到 2035 年削减 30%（第二阶段基加利执行计划），
- 第二类缔约方：到 2028 年冻结；到 2032 年较基线削减 10%（第一阶段基加利执行计划）。

用于估计所需资金的充资问题工作队履约模型反映了多边基金的项目周期，以考虑不同缔约方的不同进展，以及某些缔约方超出控制目标的削减情况。该模型考虑了基加利执行计划针对的每一单个国家的削减情况。模型首先计算实现第一类缔约方第一阶段和第二阶段（10% 和 30%）削减目标以及第二类缔约方的冻结和第一阶段（10%）削减目标所需的资金总额，以此估计氢氟碳化物消费部门的资金需求。这些总额涵盖 9 年期间（2027 年至 2035 年）的资金需求。

然后，充资问题工作队使用建议供缔约方审议的两项资源分配提案（A 和 B）和/或对工作队补充报告的任何进一步指示，将估计的所需资金总额（第一和第二阶段）分配给 2027 年至 2035 年期间三个三年期中的每一个。通过这一方法，可以考虑第一类和第二类缔约方的不同履约目标，同时应对两类缔约方的国情和不同的控制目标。

缔约方在第 XXXVII/6 号决定中核准的职权范围指示充资问题工作队使用“一种得到明确解释的基于履约的方法；该方法参考但独立于多边基金的业务计划，并基于历史经验、而非仅基于执行委员会核准的成本效益阈值，针对制造行业应用一系列成本效益数据”。根据这一要求，并且由于基加利执行计划实施经

验有限导致缺乏历史成本效益数值，为了提供估计的资金范围，充资问题工作队根据以下两种设想情况进行计算：

- 氢氟碳化物设想情况 1：根据成本准则，在不考虑中小企业的情况下，对不同部门采用已核准的成本效益；
- 氢氟碳化物设想情况 2：根据某些制造部门中中小企业的参与百分比采用成本效益，并采用其（更大的）成本效益阈值；

对于两种设想情况：

- 充资问题工作队每个三年期提出两个资源分配时间表（A 和 B），如工作队报告的表 1.4 所示。对于这两种方案，工作队假定第一类和第二类缔约方将迟于 2029 年完全批准。这两个资源分配时间表的差异在于分配给每个不同三年期的基加利执行方案资金的百分比；
 - 对于没有基加利执行计划的第一类和第二类缔约方，为第一阶段提供资金的时间表 A 更快；而对于没有基加利执行计划的第一类缔约方，为第二阶段提供资金的时间表 A 和 B 相同。
 - 对于有基加利执行计划第一阶段的第一类缔约方，时间表 A 建议为第二阶段进行更快的供资。
- 对于制造部门不符合资格的外国所有权，适用 15% 的扣减（请参阅下文注释）；
- 已将第一阶段成本准则中的成本效益用于计算第二阶段资金。没有考虑 2028 年任何准则审查的潜在影响。

第 1.6.10 节的注意事项中提到了两个考虑因素，即未包含在模型中的项目管理单位的额外成本，以及包含在其中的制造部门 15% 的外国所有权扣减。这两项考虑因素的综合影响可能会使估计的资金需求总额增加约 15%。充资问题工作队出于第 1.6.10 节中说明的原因而作出了这些调整，同时欢迎缔约方就是否需要在工作队补充报告中相应调整其估计数提供指导意见。

氢氟碳化物生产部门

用于氢氟碳化物生产部门和三氟甲烷减排的供资估计数包括：

- 用于氢氟碳化物生产项目准备的估计资金；
- 用于基加利氢氟碳化物生产逐步削减管理计划（氢氟碳化物减产计划）的估计资金（如有）；
- 用于三氟甲烷减排投资项目的估计资金；
- 用于三氟甲烷减排项目准备的估计资金；
- 承诺为已核准的三氟甲烷减排项目提供的资金。

充资问题工作队审议了两个第 5 条氢氟碳化物生产国 2027–2029 年生产部门的估计资金需求。中国（第一类）和印度（第二类）报告的氢氟碳化物生产量，均大大低于第一类缔约方较基线削减 10% 的目标以及第二类缔约方 2028 年冻

结和削减 10% 的目标。充资问题工作队估计，对于 2027–2029 三年期，这两个缔约方的氢氟碳化物生产部门计划编写工作可能只需要项目准备资金，该三年期不需要投资资金。

为了支持第 5 条缔约方履行《基加利修正》规定的义务，多边基金为第 5 条缔约方的成本提供资金，以减少二氟氯甲烷生产过程中的副产品三氟甲烷的排放量，具体方法是降低该过程中的排放率、销毁废气中的三氟甲烷或将其收集并转化为其他对环境安全的化学品。对于 2027–2029 三年期，充资问题工作队估计了两个三氟甲烷逐步淘汰计划已获核准的缔约方的资金需求以及另外两个缔约方的项目准备和实施资金。

消费和生产部门逐步削减氢氟碳化物的供资估计数概要

下文和表 ES.3 总结了 2027–2029 年和其后三年期氢氟碳化物消费和生产行业的估计总资金需求范围。

表 ES.3

2027–2029 年和其后三年期逐步减少氢氟碳化物的估计总资金需求 (百万美元)

三年期	部门	氢氟碳化物估计资金范围 (百万美元)	
		氢氟碳化物设想情况 1 和 2，采用资源分配方案 A	氢氟碳化物设想情况 1 和 2，采用资源分配方案 B
2027–2029	氢氟碳化物消费部门	958–1 042	690–769
	氢氟碳化物生产部门和三氟甲烷减排	11.76	11.76
	总范围	970–1 053	702–781
	氢氟碳化物消费部门	876–907	1 049–1 084
2030–2032	氢氟碳化物生产部门和三氟甲烷减排	0.51	0.51
	总范围	877–908	1 050–1 085
	氢氟碳化物消费部门	487–503	583–600
	氢氟碳化物生产部门和三氟甲烷减排	0	0
2033–2035	总范围	487–503	583–600

2027–2029 三年期氢氟碳化物逐步削减资金范围：

- 根据资源分配时间表 A，9.70 亿–10.53 亿美元
- 根据资源分配时间表 B，7.02 亿–7.81 亿美元

供缔约方参考的其他资金考虑因素和信息

根据用于充资问题工作队评估的第 XXXVII/6 号决定职权范围，估计了体制建设和标准活动、能源效率供资以及旨在加强区域大气监测的试点项目供资模式的资金需求。鉴于正在根据执行委员会第 97/89 号决定进行的讨论，工作队还提供了有关“低消费量和极低消费量国家的特殊需求”、“维修部门内的数字技术和工具”以及制冷生命周期剂管理的最新信息。虽然提供了有关这些专题

的详细信息供缔约方审议，但没有在三个三年期的估计所需资金中考虑这些专题。

2027–2029 三年期估计总资金需求范围

2027–2029 三年期多边基金充资的估计总资金需求（包括支持费用）范围包括含氢氯氟烃和氢氟碳化物消费和生产部门以及体制建设和标准活动，见表 ES.4。

表 ES.4

基于不同设想情况和资源分配时间表以及体制建设和标准活动的 2027–2029 年多边基金充资总资金需求范围（百万美元）

2027–2029 三年期	低端范围	高端范围
小计——含氢氯氟烃活动	451	573
小计——氢氟碳化物活动	702–781	970–1 053
小计——体制建设和标准活动	129	129
总计	1 282–1 361	1 672–1 755

附件二*

技术和经济评估小组 2026 年进度报告（第 1 卷）

各技术选择委员会的关键信息

本节介绍了各技术选择委员会进度报告的关键信息。

灭火技术选择委员会（灭火技选委员会）

灭火技选委员会进度报告包含在本报告第 3 章中，其中包括以下更新：

- 根据“第 XXXVII/4 号决定：哈龙供应和哈龙库存的全球分布”，灭火技选委员与国际民用航空组织（国际民航组织）合作，细化了哈龙 1301 的耗尽时间。根据民航、石油和天然气以及核电站的最新可用数据以及拆船活动中回收的数量，现在估计耗尽时间为 2035 +/- 4 年。
- 鉴于每一单个缔约方均无法确定其每年的民航需求（即生产和消费），缔约方不妨考虑确定必要用途提名和评估流程如果需要变更，需要作出哪些变更。
- 从现在到 2024 年，灭火技选委员会的模型仍然很好地符合由哈龙 1301 大气测量得出的排放量。
- 据灭火技选委员会所知，并未开发任何新的防火/灭火剂。
- 欧洲化学品管理局社会经济分析委员会于 2026 年 3 月 26 日发布了关于欧盟全氟烷基物质和多氟烷基物质限制提案的意见草案，这将导致在任何法规生效后禁止使用关键哈龙替代品，除非给予克减宽限期。社会经济分析委员会关于欧盟全氟烷基物质和多氟烷基物质限制提案的意见草案建议，对航空器手持式灭火器中的 2-溴-3,3,3-三氟丙烯（2-BTP）实行 12 年的克减。对于未来可能使用 2-BTP/二氧化碳混合物来替代货舱中的哈龙 1301 的情况，没有提出任何克减的建议。

软硬质泡沫技术选择委员会（泡沫技选委员会）

泡沫技选委员会进度报告包含在本报告第 2 章中，其中包括以下更新：

- 第 5 条缔约方的泡沫行业正在向不再使用含氢氯氟烃的方向顺利转型，非第 5 条缔约方和一些第 5 条缔约方的泡沫行业正在向不再使用高全球升温潜能值氢氟碳化物的方向顺利转型，重点是尽可能避免采用高全球升温潜能值的氢氟碳化物。正在通过监管和逐步削减供应来推动转型。
- 随着全球现有一氟二氯乙烷存量的减少，缔约方不妨考虑完成向不再使用一氟二氯乙烷的方向转型。2026 年，中国生态环境部¹未分配一氟二氯乙烷的生产配额，一氟二氯乙烷将停止供应。氢氟烯烃/氢氯氟烯烃制造商提高了产能，以满足预计因实施要求降低全球升温潜能值的法规而产生的对全球升温潜能值较低发泡剂的需求。添加剂、辅助发泡剂、设备

* 本附件英文原文未经正式编辑。

¹ 2026 年臭氧消耗物质和氢氟碳化物生产配额的发布公告。

和配方的开发和供应得到了显著改进，使含有较低全球升温潜能值的发泡剂能够成功商业化。

- 在第 5 条和非第 5 条缔约方中，泡沫制造商继续致力于利用新型发泡剂、辅助发泡剂和添加剂来降低成本并优化泡沫的特性。新型辅助发泡剂和添加剂具有不同的毒性和热性能，这可能在处理过程中带来安全挑战，并导致隔热性能降低。
- 一般来说，由于额外税收、反倾销税以及对能源成本和可用性的地缘政治影响，2025–26 年的成本有所增加。有些缔约方可能受到这些问题的影响更大。这些经济影响可能会影响施工以及对设备和泡沫的需求。

甲基溴技术选择委员会（甲基溴技选委员会）

甲基溴技选委员会进度报告包含在本报告第 4 章中，其中包括以下更新：

- 在 2025 年收到最后一项关键用途提名后，已经完成用于受控非检疫和装运前用途的甲基溴的逐步淘汰。加上在关键用途提名进程之前实现的甲基溴淘汰，结果就是全球在 30 年内淘汰了约 62 000 吨甲基溴。2026 年没有收到新的关键用途提名。
- 已报告的 2024 年全球用于检疫和装运前用途的甲基溴产量为 8 935 吨。已报告的 2024 年检疫和装运前用途消费量约为 8 000 吨甲基溴（比报告的产量少约 900 吨）。有证据表明，过去几年，一些缔约方广泛采用甲基溴替代品用于检疫和装运前用途。尽管如此，一些明显的关切领域仍然存在，即由于继续用于检疫和装运前用途，甲基溴的大气浓度已停止下降。近年来，一些缔约方的甲基溴报告很难理解，需要甲基溴技选委员会和臭氧秘书处采取后续行动，审查潜在的错误。所报告数据的准确性对于技经评估组是否能够比较自下而上和自上而下的甲基溴排放量估计数至关重要。
- 最近的调查显示，在甲基溴既未被核准用于受控用途、也未被豁免用于检疫和装运前用途的部门中，没有报告甲基溴的使用情况。中国的出版物对不明原因的甲基溴排放提出了关切，但没有进一步澄清来源（每年约 4 000–9 000 吨）（Hu 等人，2024）。
- 甲基溴对人类具有高度毒性，在职业接触过程中越来越受到管控。一些将甲基溴进行用于检疫和装运前用途程序的缔约方已经或正在计划严格降低工作环境中允许的甲基溴浓度。这将对甲基溴的使用产生重大影响，因为需要设置很大的缓冲区。
- 甲基溴用于检疫和装运前用途不受《蒙特利尔议定书》的管控。从长远来看，许多司法管辖区可能需要使用甲基溴来防治特定检疫性有害生物（检疫用途）。然而，对于装运前用途，有几种替代方案（例如，高温和低温、辐射、磷化氢、甲酸乙酯、氰化氢、乙烷）至少与甲基溴一样有效，并且对人类、环境和被处理的产品都更安全。检疫和装运前之间的分类混淆对于许多缔约方而言仍是一个问题。
- 缔约方不妨考虑如何更加大力关注如何防止检疫和装运前用途的排放、限制装运前用途的甲基溴豁免，以及通过澄清和仅关注检疫用途来防止非检疫和装运前用途的甲基溴滥用。这样可以防止出现与通过关键用途提名进程逐步淘汰甲基溴而减少的排放量类似规模的排放量。

医疗和化学品技术选择委员会（医化技选委员会）

医化技选委员会进度报告包含在本报告第 5 章中，其中包括以下更新：

- 关于生产和使用用作化学原料的受控物质的最新资料；
- 对加拿大提交的销毁技术进行评价并提出建议，供技经评估组审查和缔约方审议，以确认其为《蒙特利尔议定书》核准的销毁技术；
- 根据第 XXXVI/6 号决定，提供使用低全球升温潜能值推进剂的计量吸入器的发展情况。

针对加工剂用途、正丙基溴、实验室和分析用途方面的进展情况，医化技选委员会未发现有力的新信息需要在本进度报告中向缔约方报告。

原料

- 缔约方向臭氧秘书处报告的截至 2024 年（包括 2024 年）用作原料的受控物质的生产和进口数据已提供给医化技选委员会。
- 2024 年，报告的臭氧消耗物质（包括加工剂）原料用途的总产量和进口量为 1 947 949 吨，略低于 2023 年的数量（1 965 768 吨）。二氟氯甲烷作为原料的用量最大，明显大于其他化学品；2024 年报告的数量为 990 395 吨，高于 2023 年报告的修正数量（978 084 吨）。
- 2023 年和 2024 年报告的原料用途氢氟碳化物的生产量分别为 183 539 吨和 211 326 吨。2024 年用作原料的氢氟碳化物产量增加，主要是由于 HFC-152a；据报道，2024 年，HFC-236ea 也增加到 1 000–10 000 吨范围。

制冷、空调和热泵技术选择委员会（制冷技选委员会）

制冷技选委员会进度报告包含在本报告第 6 章中，其中包括以下更新：

- 全球对制冷、空调和热泵系统的需求不断增长，带来了制冷剂直接泄漏和间接电力消耗的双重气候挑战，需要进行全面的生命周期评估。
- 通过隔热和遮阳等被动措施减少制冷和供暖负荷是最关键的第一步，能够将制冷需求和能源消耗减少约 30%。
- 没有单一的“理想”制冷剂；在选择时，需要平衡法律、安全、环境、适用性、成本、效率和可用性因素，并越来越关注终身风险评估。
- 通过实施制冷剂生命周期管理，可将 2050 年的预计排放量减少一半，但面临着日益扩大的技能差距，并且迫切需要能力建设和能够处理全球升温潜能值较低和易燃制冷剂的训练有素的技术人员。
- 加强收集制冷、空调和热泵相关数据的国家系统，对于提高制冷、空调和热泵库存、消费和排放的建模准确性以及实施基于证据的缓解战略至关重要。
- 在商用制冷领域，由 R-404A 转向 R-744（二氧化碳）已成为主要的可持续解决方案，尤其是在欧洲等环境温度较低的国家。在其他区域，小充量系统中正在采用全球升温潜能值较低的 A2L 制冷剂以及 R-744 和 R-290。

- 在工业制冷中，R-717（氨）和 R-744（二氧化碳）是首选的全球升温潜能值较低的制冷剂，预计使用量将会增加，而运输制冷由于安全性、基础设施和设备生命周期长而面临缓慢转型。
- 降低能耗仍然是舒适制冷方面的关键问题，全球趋势转向变频压缩机（以实现可变容量运行），但这项技术在许多第 5 条缔约方和一些非第 5 条缔约方中仍然占比偏低。
- 综合供暖和制冷系统可以取代化石燃料供暖，将整体能效提高 30–50%，并显著减少二氧化碳排放。
- 除吸收和吸附外，非蒸汽压缩（非同类）技术目前尚不能取代机械蒸汽压缩以实现舒适制冷，大多数技术仍处于新兴或研发阶段。本节介绍了各技术选择委员会进度报告的关键信息。

附件三*

任期将于 2026 年底届满且连任不需要缔约方会议作出决定的
技术和经济评估小组各技术选择委员会成员

姓名	职位	国家
技术选择委员会成员		
Cecilia Girotti	泡沫技选委员会成员	意大利
Sascha Rulhoff	泡沫技选委员会成员	德国
Enshan Sheng	泡沫技选委员会成员	新加坡
Jamal Alfuzai	灭火技选委员会成员	科威特
Michelle M. Collins	灭火技选委员会成员	美利坚合众国
Emma Palumbo	灭火技选委员会成员	意大利
Xiaomeng Zhou	灭火技选委员会成员	中国
Jonathan Banks	甲基溴技选委员会成员	澳大利亚
Aocheng Cao	甲基溴技选委员会成员	中国
Guillermo Castellá	甲基溴技选委员会成员	乌拉圭
Kang Fenfen	甲基溴技选委员会成员	中国
Ayze Ozdem	甲基溴技选委员会成员	土耳其
Ken Glassey	甲基溴技选委员会成员	新西兰
Eduardo Gonzalez	甲基溴技选委员会成员	菲律宾
Takashi Misumi	甲基溴技选委员会成员	日本
Christoph Reichmuth	甲基溴技选委员会成员	德国
Alejandro Valeiro	甲基溴技选委员会成员	阿根廷
Emmanuel Addo-Yobo	医化技选委员会成员	加纳
Fatima Al-Shatti	医化技选委员会成员	科威特
Paul Atkins	医化技选委员会成员	美利坚合众国
Nick Campbell	医化技选委员会成员	大不列颠及北爱尔兰联合王国
Nee Sun (Robert) Choong Kwet Yive	医化技选委员会成员	毛里求斯
胡建信	医化技选委员会成员	中国
Javaid Khan	医化技选委员会成员	巴基斯坦
Tim Noakes	医化技选委员会成员	大不列颠及北爱尔兰联合王国
John Pritchard	医化技选委员会成员	大不列颠及北爱尔兰联合王国
Rabbur Reza	医化技选委员会成员	孟加拉国
Kristine Whorlow	医化技选委员会成员	澳大利亚

* 本附件英文原文未经正式编辑。

姓名	职位	国家
Lifei Zhang	医化技选委员会成员	中国
Yosr Allouche	制冷技选委员会成员	突尼斯
Jitendra Bhambure	制冷技选委员会成员	印度
Maria C. Britto Bacellar	制冷技选委员会成员	巴西
Feng Cao	制冷技选委员会成员	中国
Ana Maria Carreño	制冷技选委员会成员	哥伦比亚
Radim Čermák	制冷技选委员会成员	捷克
Yu Chen	制冷技选委员会成员	美利坚合众国
Daniel Colbourne	制冷技选委员会成员	大不列颠及北爱尔兰联合王国
Sukumar Devotta	制冷技选委员会成员	印度
Hilde Dhont	制冷技选委员会成员	比利时
Gabrielle Dreyfus	制冷技选委员会成员	美利坚合众国
Bassam Elassaad	制冷技选委员会成员	黎巴嫩
Kylie Farrelley	制冷技选委员会成员	澳大利亚
Qiang Gao	制冷技选委员会成员	中国
Ray Gluckman	制冷技选委员会成员	大不列颠及北爱尔兰联合王国
Samir Hamed	制冷技选委员会成员	约旦
Herlin Herliana	制冷技选委员会成员	印度尼西亚
Yuky Kamioka	制冷技选委员会成员	日本
Michael Kauffeld	制冷技选委员会成员	德国
Mary Koban	制冷技选委员会成员	美利坚合众国
Juergen Kohler	制冷技选委员会成员	德国
Lambert Kuijpers	制冷技选委员会成员	荷兰王国
Steve Kujak	制冷技选委员会成员	美利坚合众国
Richard Lawton	制冷技选委员会成员	大不列颠及北爱尔兰联合王国
Tingxun Li	制冷技选委员会成员	中国
Carloandrea Malvicino	制冷技选委员会成员	意大利
Akio Miyara	制冷技选委员会成员	日本
Petter Nekså	制冷技选委员会成员	挪威
Tetsuji Okada	制冷技选委员会成员	日本
Pallav Purohit	制冷技选委员会成员	印度
Tao Ren	制冷技选委员会成员	中国
Giorgio Rusignuolo	制冷技选委员会成员	美利坚合众国
Madi Sakande	制冷技选委员会成员	布基纳法索
Leyla Sayin	制冷技选委员会成员	土耳其
Andrea Voigt	制冷技选委员会成员	德国
Asbjørn L.Vonsild	制冷技选委员会成员	丹麦
Christian M. Wisniewski	制冷技选委员会成员	美利坚合众国

姓名	职位	国家
Samuel Yana Motta	制冷技选委员会成员	秘鲁

缩略语：泡沫技选委员会——软硬质泡沫技术选择委员会；灭火技选委员会——灭火技术选择委员会；甲基溴技选委员会——甲基溴技术选择委员会；医化技选委员会——医疗和化学品技术选择委员会。

附件四*

截至 2026 年 5 月技术和经济评估小组所需专门知识汇总表

机构	所需专门知识	第 5 条/非第 5 条
灭火技术选择委员会	氢氟碳化物和替代品的使用	中美洲和（或）南美洲、中东和南部非洲 (2)
	哈龙和替代品在商船运输中的使用和拆船回收	巴基斯坦
	核电站	第 5 条和非第 5 条
	民用航空（特别是维护、修理和大修活动）	第 5 条和非第 5 条
	哈龙和氢氟碳化物再循环	第 5 条
泡沫技术选择委员会	哈龙 1301 的原料用途和排放	第 5 条和非第 5 条
	印度和中国的挤塑聚苯乙烯生产——取代即将离职的专家。	第 5 条或非第 5 条
甲基溴技术选择委员会	聚氨酯系统房屋技术专家——特别是来自南部非洲、大韩民国、中东和拉丁美洲，尤其是中小企业内部的专家。	
	发泡剂化学和泡沫相互作用	
	在用于有效防治影响全球农产品进出口的检疫性有害生物的甲基溴替代品方面拥有专业知识的成员	第 5 条或非第 5 条
医疗和化学品技术选择委员会	气雾剂和计量吸入器推进剂制造	A5（非洲、中国、南美洲），非第 5 条
	四氯化碳和寿命极短物质的全球制造和使用	第 5 条或非第 5 条
	半导体和其他电子产品制造	东亚，非第 5 条
	报废管理和销毁技术	第 5 条和非第 5 条
制冷、空调和热泵技术选择委员会	目前不需要额外的专门知识	
高级专家	现任高级专家成员可提供所需专业知识	

* 本附件英文原文未经正式编辑。