



Distr.: General
26 September 2019

Chinese
Original: English



联合国
环境规划署

关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书
缔约方第三十一次会议
2019年11月4日至8日，罗马

供蒙特利尔议定书缔约方第三十一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第三十一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.31/2）的增编，载有该说明编写完毕后新获得的资料。补充资料载于增编第二节，其中包括技术和经济评估小组 2019 年 9 月报告所述问题的简要概述，关于低全球升温潜能值易燃制冷剂安全标准的信息，以及秘书处说明所述两项提名之外、秘书处又收到一项的对该小组的提名。
2. 技术和经济评估小组 2019 年 9 月的报告由三卷组成：¹
 - (a) 第 1 卷：第 XXX/3 号决定工作队关于三氯氟甲烷意外排放的报告；
 - (b) 第 2 卷：评价 2019 年甲基溴关键用途提名；
 - (c) 第 3 卷：第 XXX/5 号决定工作队关于维持/提高能效的低全球升温潜能值技术/设备的成本和可得性的最后报告。

¹ 可在臭氧秘书处缔约方第三十一次会议门户网站上查阅：
<http://conf.montreal-protocol.org/meeting/mop/mop-31/presession/default.aspx>。

二、蒙特利尔议定书缔约方第三十一次会议议程项目概览

A. 三氯氟甲烷的意外排放（预备会议临时议程项目 6）

3. 秘书处的说明（UNEP/OzL.Pro.31/2）概述了不限成员名额工作组第四十一次会议如何处理三氯氟甲烷意外排放问题，以执行 2018 年 11 月缔约方第三十次会议通过的第 XXX/3 号决定（UNEP/OzL.Pro.31/2，第 37-43 段）。

4. 根据该决定，科学评估小组应更新其向不限成员名额工作组第四十一次会议提供的初步总结报告，向缔约方第三十一次会议提交（见 UNEP/OzL.Pro.WG.1/41/5，附件三，第一 A 节）。

5. 技术和经济评估小组专门设立的工作队编写了关于三氯氟甲烷意外排放的 2019 年 5 月初步报告²，并提交至不限成员名额工作组第四十一次会议，此后该工作队继续深入分析三氯氟甲烷排放和相关物质的潜在来源。最后报告全文载于技术和经济评估小组 2019 年 9 月报告第 1 卷，包括以灰色突出显示的新信息和更新内容，报告可在缔约方第三十一次会议的会议门户网站上查阅。³该报告的执行摘要按秘书处收到的原文转载于本增编附件，未经正式编辑。报告的主要信息如下：

(a) 根据三氯氟甲烷生产、使用和排放的模型以及与大气衍生排放的比较，过去的生产和使用，包括来自现有泡沫库存的排放，都不太可能解释三氯氟甲烷的意外排放。

(b) 新生产的三氯氟甲烷不太可能在制冷和空调用途、软质泡沫、气雾剂、溶剂、原料用途、烟草膨化和其他杂项应用中恢复使用。

(c) 新生产的三氯氟甲烷可能在闭孔泡沫中恢复使用。

(d) 若干经济驱动因素可能助长了三氯氟甲烷在闭孔泡沫或硬质泡沫中的恢复使用，包括由于含氢氯氟烃遭到全球逐步淘汰，一氟二氯乙烷（HCFC-141b）价格上涨、供应减少。从一氟二氯乙烷改用三氯氟甲烷的过程没有技术难度。

(e) 使用已报告的三氯氟甲烷生产数据建立的模型显示，东北亚三氯氟甲烷泡沫库存的预期排放量似乎不足以解释 Rigby 等人报告的来自中国大陆东部的大气衍生排放量。⁴

(f) 多个缔约方每年进口的泡沫塑料系统中含有多达 7 500 吨的一氟二氯乙烷。泡沫塑料系统可能会被接收方贴上错误标签，并在对系统含有何种发泡剂一无所知的情况下加以使用。

(g) 根据最有可能的模型情景预测，要解释已增加的三氯氟甲烷排放量，从 2012 年起每年需生产 4 万至 7 万吨的三氯氟甲烷。

² 技术和经济评估小组。第 3 卷：技术和经济评估小组第 XXX/3 号决定工作队关于三氯氟甲烷意外排放的报告（2019 年 5 月）。可查阅 <http://conf.montreal-protocol.org/meeting/oweg/oweg-41/presession/SitePages/Home.aspx>。

³ 同上。第 1 卷：技术和经济评估小组第 XXX/3 号决定工作队关于三氯氟甲烷意外排放的报告（2019 年 9 月）。可查阅 <http://conf.montreal-protocol.org/meeting/mop/mop-31/presession/default.aspx>。

⁴ Rigby, M. 等人。“大气观测表明中国东部三氯氟甲烷排放量上升”，《自然》，第 569 卷（2019 年 5 月 23 日），第 546-550 页。可查阅 www.nature.com/articles/s41586-019-1193-4.pdf。

(h) 最有可能的生产路线是在工厂中使用最少的设备以微型规模将四氯化碳加工成三氯氟甲烷（制造用于泡沫塑料发泡的低品位三氯氟甲烷），以及在现有的液相工厂（二氟氯甲烷和/或二氟甲烷工厂）用四氯化碳大规模生产三氯氟甲烷/二氯二氟甲烷。

(i) 要生产 4 万至 7 万吨三氯氟甲烷，需要供应 4.5 万至 12 万吨的四氯化碳，具体取决于同时产出的二氟二氯甲烷的比例。如果跟预测一样，目标是提高三氯氟甲烷的比例，那么生产三氯氟甲烷所需的四氯化碳数量预计将处于该范围的较低端。⁵

(j) 三氯氟甲烷生产所附带产生的二氟二氯甲烷数量，取决于所选择的确切生产方式以及工厂的设置和运作方式。若以三氯氟甲烷为目标化学品，对于最有可能的生产路线，附带产生的二氟二氯甲烷数量范围介于三氯氟甲烷/二氯二氟甲烷生产总量的 0% 至 30% 之间。

6. 缔约方不妨在审议这一事项时考虑到评估小组提供的最新信息。

B. 与《蒙特利尔议定书》第 2A-2I 条下的各项豁免有关的事项 (预备会议临时议程项目 8(a))

2020 年和 2021 年甲基溴关键用途豁免提名 (预备会议临时议程项目 6(a))

7. 甲基溴技术选择委员会评价了 2019 年提交的六项关键用途豁免提名。两个第 5 条缔约方（阿根廷和南非）各提交了两项 2020 年提名，两个非第 5 条缔约方（澳大利亚和加拿大）各提交了一项 2021 年和一项 2020 年提名。

8. 委员会表示，提名缔约方提出寻求关键用途豁免的一般原因与下列因素有关：环境条件和监管限制不允许部分或全部使用替代品；推广使用替代品存在困难；潜在替代品被认为不经济、不够有效和/或不可得。

9. 委员会对提名进行了评价，并在不限成员名额工作组第四十一次会议上提出了临时建议，会议期间进行了双边讨论。此后，提名缔约方和委员会继续讨论了重新评估提名所需的信息，以便委员会提出最终建议，供缔约方第三十一次会议审议。澳大利亚和加拿大这两个缔约方请委员会根据它们提供的新信息重新评估其提名。这些信息表明，替代品或无供应，或未得到充分评估，因此无法在其提名有关方面加以采纳使用。

10. 鉴于上述情况，委员会编写了最后报告⁶，建议澳大利亚和加拿大提出的数额全部享有豁免。委员会削减了阿根廷和南非提出的数额，因为考虑到存在被认为适当的替代品、减排方法，或所需甲基溴剂量有所减少。

11. 载有最终建议详细信息的委员会报告，可查阅缔约方第三十一次会议门户网站。下文表 1 概列了最终建议。委员会对某些缔约方的提名不建议全额享有豁免，其理由概述见相关表格的脚注。

⁵ 要实现近 100% 的三氯氟甲烷产出和几乎为零的二氟二氯甲烷附带产出，所需的四氯化碳数量范围将接近 4.5 万至 8 万吨。

⁶ 技术和经济评估小组。第 2 卷：评价 2019 年甲基溴关键用途提名（2019 年 9 月）。
可查阅：<http://conf.montreal-protocol.org/meeting/mop/mop-31/presession/default.aspx>。

表 1
2019 年提交的 2020 年和 2021 年甲基溴关键用途豁免提名和甲基溴技术选择委员会最终建议摘要
 (公吨)

缔约方	2020 年 提名	2020 年 最终建议	2021 年 提名	2021 年 最终建议
非第 5 条缔约方和部门				
1. 澳大利亚				
草莓匍匐茎			28.98	[28.98]
2. 加拿大	5.261	[5.261]		
草莓匍匐茎				
小计	5.261	[5.261]	28.98	[28.98]
第 5 条缔约方和部门				
3. 阿根廷				
番茄	22.20	[12.79] ^a		
草莓果	13.50	[7.83] ^b		
4. 南非				
磨粉厂	1.5	[0.30] ^c		
房舍	40.0	[34.0] ^d		
小计	77.2	[54.92]		
共计	82.461	[60.181]	28.98	[28.98]

^a 已将提名数量减少 42% (147 公顷 x 58% x 15 克/平方米)，依据是按照甲基溴技术选择委员会的标准推定，采用阻隔薄膜（例如采用完全不透水薄膜，处理面积为所提名的 147 公顷中的 58%）可以降低剂量率（从 26.0 克/平方米降至 15.0 克/平方米）。

^b 建议数量比提名数量减少 42%，其中包括马德普拉塔的 2.61 吨（30 公顷 x 58% x 15 克/平方米）和卢莱斯的 5.22 吨（60 公顷 x 58% x 15 克/平方米）。15 克/平方米的剂量率系根据甲基溴技术选择委员会对于在使用几乎不透水薄膜或完全不透水薄膜以及对田地面积的 58% 进行逐行处理的情况下所需甲基溴剂量率的标准推定。

^c 该建议比 2019 年关键用途豁免的核定数量减少了 66%，用于所提名的三个特定磨粉厂的虫害防治。减少的依据是每家磨粉厂的处理次数减少，认为每年按大约 20 克/立方米的剂量（甲基溴技术选择委员会的标准推定）进行一次熏蒸所需的甲基溴数量便已足够。这只是一项过渡措施，以便留出时间，为综合虫害防治系统采用和优化替代办法，并在需要时逐步采用硫酰氟等作为全场熏蒸的替代熏蒸剂。

^d 已将提名数量减少 15%，以考虑到热量吸收，特别是在阁楼或屋顶空间，以及硫酰氟在 2018 年 1 月登记之后用于商业处理。

12. 甲基溴技术选择委员会在其报告中指出，它在关于关键用途豁免的建议中没有考虑到提名缔约方持有的库存；而是依赖于缔约方在核准技术和经济评估小组对每项提名的建议数量时考虑到这一点。

13. 除了提出关于缔约方的关键用途提名的最终建议外，甲基溴技术选择委员会还在报告中回顾了相关决定有关报告要求的规定，并列入了以下信息：迄今所有提名缔约方的甲基溴关键用途提名和所获豁免的趋势，以及甲基溴关键用途和库存的已报告核算框架。简而言之，提名总量从 2005 年的 18 700 公吨减少到 2020 年/2021 年的 111.4 公吨，而 2019 年的申请总量比 2018 年申请量减少了 22%。

14. 根据三个提名缔约方在 2019 年收到的核算框架，2018 年底的甲基溴库存约为 0.742 公吨。不过，委员会重申，最后报告中的核算资料没有准确地显示第 5 条缔约方为受控用途而在全球持有的甲基溴库存，因为《蒙特利尔议定书》并未要求缔约方报告 2015 年之前的库存。委员会认为，这类库存数量可能很大（超过 1 500 公吨）。甲基溴技术选择委员会在其 2019 年 5 月报告⁷的第 1.2.7 节中提供了关于库存的更多信息，缔约方可在本次会议临时议程项目 8(b)下对信息作审议。⁸

15. 缔约方不妨考虑甲基溴技术选择委员会的最后报告和建议并酌情通过关于关键用途豁免的决定。

C. 按《蒙特利尔议定书》第 5 条第 1 款行事的缔约方获得制冷、空调和热泵部门高能效技术的问题（预备会议临时议程项目 9）

16. 如秘书处的说明（UNEP/OzL.Pro.31/2，第 69-72 段）所述，应第 XXX/5 号决定要求，技术和经济评估小组的能效工作队在不限成员名额工作组第四十一次会议上提交了其 2019 年 5 月关于维持或提高能效的低全球升温潜能值技术和设备的成本和可得性的报告⁹。

17. 在随后的讨论中，工作组商定，技术和经济评估小组应参考缔约方发表的评论意见，对报告进行增订并补充资料，然后将增订报告提交缔约方第三十一次会议审议。几位代表希望增订报告包含的补充内容包括：最低能效标准及其与不同区域高效设备的关系；能效标准及其与安全标准的关联；各种技术及相关专利技术的可得性；为能效技术供资和新采购方法；非同类技术，特别是空调采用非同类技术；提高维修部门效率的方法。

18. 工作队考虑到工作组的讨论情况，并编写了关于这一事项的最后报告¹⁰，包括有关的最新情况和补充资料。最后报告可在缔约方第三十一次会议门户网站上查阅。鉴于最后报告反映的最新情况并未改变 2019 年 5 月报告执行摘要所述的主要信息，因此这些信息并未附于本增编。最后报告中以灰色突出显示的最新情况摘要如下：

(a) 已安装机组的能效取决于安装位置、良好的安装做法、例行和定期维护，包括线圈和过滤器的清洁，并确保最佳充电状态。为了实现和保持高能效，必须有足够数量的训练有素的技术人员对设备进行专业维修和维护。当新技术可供使用时，需要进行容量规划，以确保受过适当培训的技术人员的数量同时增加。

(b) 空调技术的可得性预计会随着时间的推移而增加。拥有制造基础的国家正在确定何种技术对其最为有利，而依赖进口的国家则在追随国际市场趋

⁷ 技术和经济评估小组。第 2 卷：评价 2019 年甲基溴关键用途提名（2019 年 5 月）。

可查阅 <http://conf.montreal-protocol.org/meeting/oweg/oweg-41/preession/SitePages/Home.aspx>。

⁸ 另见 UNEP/OzL.Pro.WG.1/41/2/Add.1，第 25-30 段。

⁹ 技术和经济评估小组。第 4 卷：第 XXX/5 号决定工作队关于维持/提高能效的低全球升温潜能值技术/设备的成本和可得性的报告（2019 年 5 月）。

可查阅 <http://conf.montreal-protocol.org/meeting/oweg/oweg-41/preession/SitePages/Home.aspx>。

¹⁰ 同上。第 3 卷：第 XXX/5 号决定工作队关于维持/提高能效的低全球升温潜能值技术/设备的成本和可得性的报告（2019 年 9 月）。

可查阅 <http://conf.montreal-protocol.org/meeting/mop/mop-31/preession/default.aspx>。

势和供应情况。无论是哪种情况，这些国家都必须建立维修和维护的能力。法规将推动进口制冷和空调设备效率方面的创新和变化。

(c) 世界各地使用含氢氯氟烃、高全球升温潜能值氢氟碳化物和中低全球升温潜能值氢氟碳化物¹¹运行的空调技术的可得性以表格形式列出（见工作队 2019 年 9 月报告的表 2.2 至表 2.4），作为满足最低能效标准的三级能效¹²的函数。根据这些信息，工作队认为：

- (一) 空调中使用的含氢氯氟烃一般比高、中、低全球升温潜能值制冷剂的能效都要低，而且目前还不存在提高其使用能效的研究和开发；
- (二) 世界各地都有使用高全球升温潜能值制冷剂的空调机组，有各种能效级别；
- (三) 世界许多地方都有使用中低全球升温潜能值制冷剂的空调机组，但在一些重要市场（例如在美利坚合众国和高环境温度国家），它们仍然是新兴技术。

(d) 对于高环境温度国家，空调机组的设计在材料和部件的选择方面需要特别考虑。热交换器较大的机组含有更多制冷剂，由于使用的制冷剂数量较大，有可能超过安全要求。这可以通过现代设计来克服，特别是微通道热交换器，其需要的制冷剂显著减少。在高环境温度条件下，还可以通过使用变速驱动器来提高能效，当 24 小时内发生明显温度变化时，这将带来最佳效果，实现最大程度的节约。

(e) 低消费量国家可以通过进口管制、税收、运输成本和其他政策，避免继续使用低效技术和制冷剂，并提高全球升温潜能值较低、能效较高的设备的可得性。

(f) 虽然报告没有评估非同类技术，但工作队指出，这一领域最有前途的技术是两级直接/间接蒸发冷却系统，该系统可以提供比传统系统更高的能效。这项技术普遍可得，高环境温度国家、特别是那些夏季相对湿度较低的国家应用该技术时可大幅节省运营成本。

(g) 品牌声誉和其他设备功能对消费者所支付价格的影响大于该设备宣称的能效。独立监测、核实和执行能源性能标准对于确保所宣称的能效的准确性至关重要。

(h) 已知适当实施的最低能源性能标准的节能潜力是巨大的。在采用这些标准之前，必须进行成本效益分析，以确保相关的监管措施可为消费者提供经济效益。需要与利益攸关方协商，以保证他们接受政策。在高环境温度条件下，要在满足最低能源性能标准要求的同时达到安全标准比较困难。在逐步减

¹¹ 在工作队报告中，高全球升温潜能值氢氟碳化物制冷剂的全球升温潜能值高于 1 000，而中低全球升温潜能值制冷剂的全球升温潜能值少于 1 000，如二氟甲烷、不饱和氢氟碳化物混合物（氢氯氟烯烃、氢氟烯烃）和碳氢化合物（丙烷）。

¹² 低端：满足区域或国家对能效相关的最低能源性能标准要求的空调机组；

中端：能效比基本最低能源性能标准高出 10% 的空调机组；

高端：能效至少比基本最低能源性能标准高出 10% 的空调机组。

少氢氟碳化物的过程中，尽早改用节能型、低全球升温潜能值空调设备的战略将带来长远的经济和环境效益。¹³

(i) 为避免将成本较低和效率低下的产品销售给那些最低能源性能标准不受重视或完全缺失的国家，可在国家一级采用市场转型干预措施，如标签、奖励、公共或私人买家俱乐部和激励方案。

(j) 区域和机构合作的全球经验已经在速度、规模、支出和可持续性方面表现出效益，可适用于在逐步减少氢氟碳化物过程中提高能效。根据迄今在《蒙特利尔议定书》下获得的经验，这种合作可分为四个阶段：（一）认识和信息交流；（二）技术开发和技术合作；（三）政策制定、标准和标签；（四）检测和标签，包括海关培训和事先知情同意。

(k) 有些区域论坛就可比较的标准和指标进行合作。2019年9月工作队报告的表4.1列出了一份论坛和机构的非详尽清单，各国政府通过这些论坛和机构交流与制冷和空调有关的能效标准和指标的信息。通过各种论坛进行的合作包括：统一业绩指标和标签；测试实验室：与能源性能相关的数据的可得性、呈现方式和可访问性；标准和认证机构之间的相互承认。此外，与监测、核查和执行能源性能标准和政策特别相关的资源可以从报告所述其他来源获得。¹⁴

(l) 国际合作通过激励措施推动创新。与贸易伙伴保持一致政策，以增加获得技术和规模经济的机会，有助于压低价格。政府、制造商和更广泛的研究和发明人员群体也可受益于激励措施，比如全球冷却奖竞赛¹⁵，以加快研发和部署高效率和低全球升温潜能值技术。

19. 缔约方不妨在审议这一事项时考虑到工作队的最后报告。

D. 安全标准（预备会议临时议程项目 13）

20. 不限成员名额工作组第四十一次会议审议了秘书处根据2017年11月缔约方第二十九次会议第XXIX/11号决定编制的关于低全球升温潜能值易燃制冷剂安全标准的概览表¹⁶，还审议了秘书处制定的关于此类标准的在线工具。在线工具现已作为永久资源存放在臭氧秘书处网站¹⁷的“资源”栏目下，并发布于本次会议的门户网站上，供缔约方在相关议程项目下审议。在线工具中的信息将持续更新，以反映在采用安全标准方面的进展情况。

¹³ 另见技术和经济评估小组报告，题为“第5卷：第XXIX/10号决定工作队关于与逐步减少氢氟碳化物的能源效率有关问题的报告”（2018年9月），第2.5和第2.8节。

可查阅 <https://ozone.unep.org/science/assessment/teap>。

¹⁴ 联合国环境规划署和全球环境基金。“加快全球采用气候友好型的节能空调”（2017年）。可查阅 <https://united4efficiency.org/wp-content/uploads/2017/06/U4E-ACGuide-201705-Final.pdf>；Mark Ellis公司、电器能效标识和标准合作项目。“合规性至关重要：关于电器标准和标识的最佳做法监测、核查和执行的从业人员指南”（2019年9月）。

可查阅 <https://clasp.ngo/tools/mv-e-guidebook>。

¹⁵ 全球冷却奖竞赛是一项新的国际竞赛，呼吁世界各国参与者开发突破性的住宅冷却技术，力求使气候影响少于基线技术的五分之一，从而推动室内空调部门的全球创新。解决方案必须满足各种以气候和资源为中心的标准，同时在成本和可扩缩性限制下运行。

见 <https://globalcoolingprize.org/>。

¹⁶ UNEP/OzL.Pro.WG.1/41/INF/3/Rev.1。

¹⁷ <https://ozone.unep.org/system-safety-standards>。

21. 秘书处已通知与其定期就在线工具进行磋商的国际标准组织，并请它们在必要时继续提供反馈和意见。

E. 审议对各评估小组的提名（预备会议临时议程项目 15）

22. 在编写本增编时，秘书处收到了中国提交的一份文件，该文件提名医疗和化学品技术选择委员会目前的共同主席张建军先生继续在技术和经济评估小组担任这一职务，任期再延长四年。张先生的简历已公布于缔约方第三十一次会议的门户网站上。

23. 缔约方不妨审议这一提名，以及秘书处说明提及的两项提名（UNEP/OzL.Pro.31/2，第 93 段）。

附件¹

技术和经济评估小组报告（2019年9月）第1卷

第XXX/3号决定工作队关于三氯氟甲烷意外排放的报告

执行摘要²

制定《蒙特利尔议定书》的目的是通过减少大气中的全氯氟烃（CFC）等臭氧消耗物质来保护平流层臭氧层。由于采取了成功的措施，臭氧消耗物质的丰度在二十世纪九十年代后期达到高峰后不断下降。三氯氟甲烷（CFC-11， CFCl_3 ）主要用作泡沫塑料发泡剂（软质和聚氨酯（闭孔）隔热泡沫）、气雾剂、制冷剂（大型建筑物和工厂的离心式冷风机组），以及其他一些规模较小的用途，包括哮喘药物吸入器和烟草膨化等。有替代化学品或产品可用于取代三氯氟甲烷。一些三氯氟甲烷残留在闭孔泡沫和离心式冷风机组中，并随着时间的推移缓慢释放到大气中。

三氯氟甲烷生产在二十世纪八十年代后期达到顶峰，年产量为 35 万至 40 万吨，年排放量峰值约为 350 千兆克（合 35 万吨）。³根据《蒙特利尔议定书》，非第 5 条缔约方于 1996 年逐步淘汰了三氯氟甲烷生产；第 5 条缔约方于 2010 年逐步淘汰了三氯氟甲烷生产，但缔约方授权在少数例外情况下进行生产。

在 2018 年给《自然》杂志的信函中，Montzka 等人报告称，2012 年之后，全球三氯氟甲烷排放量出乎意料地每年增加 1.3 万 \pm 5 千吨。该项研究强烈暗示东亚地区三氯氟甲烷排放量同步上升，但该地区对全球增长的贡献并未得到量化。该研究还表明，三氯氟甲烷排放量上升的来源是未向臭氧秘书处报告的新生产，这与缔约方商定的到 2010 年淘汰全氯氟烃生产的情况不相符。Rigby 等人⁴在 2019 年致《自然》杂志的一封信中报告中国大陆东部三氯氟甲烷排放量上升，2014-2017 年的排放量每年比 2008-2012 年高出 7.0 ± 3.0 (± 1 标准差) 千兆克，主要来自山东和河北这两个东北部省份。这些区域排放至少占全球三氯氟甲烷排放量增长的 40-60%，没有证据表明在任何其他东亚国家或世界其他地区通过大气测量得到充分监测的三氯氟甲烷排放量有任何明显上升。

针对关于 2012 年之后全球三氯氟甲烷排放量意外上升的科学发现，缔约方在第三十次会议上要求技术和经济评估小组（技经评估组）按照 XXX/3 号决定的规定，向其提供关于三氯氟甲烷及相关受控物质的潜在排放源的相关信息。为此，技经评估组以工作队的形式成立了一个临时附属机构，将技经评估组及其各技术选择委员会（技选委员会）的专长与外部专长相结合，以落实该决定的要求。

第 XXX/3 号决定请技经评估组编写一份初步报告，及时提交给不限成员名额工作组第四十一次会议，并编写一份最后报告，及时提交给缔约方第三十一次会议。本报告为最后报告。工作队收到了中国根据第 XXX/3 号决定第 3 段提交的

¹ 本附件未经正式编辑。

² 最后报告中包含的新信息和更新信息以灰色突出显示。为便于读者参考，秘书处省略了工作队在最后报告中划线删除的案文。

³ Montzka, S. 等人, “ 臭氧消耗物质三氯氟甲烷的全球排放出乎意料地持续上升”, 《自然》, 2018 年, 第 557 卷, 第 413-417 页。https://doi.org/10.1038/s41586-018-0106-2。

⁴ Rigby 等人, “ 大气观测表明中国东部三氯氟甲烷排放量上升”, 《自然》, 2019 年, 第 569 卷, 第 546-550 页。https://doi: 10.1038/s41586-019-1193-4。

呈文，工作队在评估工作中对其进行了审议。如三氯氟甲烷意外排放问题联络小组在不限成员名额工作组第四十一次会议上提交的报告所述，邀请缔约方在2019年7月31日之前向臭氧秘书处提供它们可能掌握的关于这些问题的任何相关信息，以便工作队有时间对其进行审查，将报告定稿，并将其提交缔约方第三十一次会议。中国、欧盟、日本、墨西哥、俄罗斯和美国提供了详细的补充信息。工作队利用本最后报告的分析 and 调查结果中的信息，确认或纠正其在初步报告中使用的假设。工作组还考虑了不限成员名额工作组第四十一次会议上提出的反馈和问题，会议报告对这些反馈和问题作了记录。

按照决议的要求，最后报告的内容针对不同要素：三氯氟甲烷及相关受控物质的生产；泡沫用途；制冷剂用途；气雾剂、溶剂和其他用途；排放建模和分析。报告分析了潜在排放源的可能性。最后报告直接在初步报告基础上修改，新增文本以灰色突出显示，删除文本以删除线显示。必要时对标题进行了重新编号，有些材料被移至附录，以便为新的或更新的分析和信息腾出空间。

三氯氟甲烷及相关受控物质的生产方式备选方案

报告审议了可能用来制造三氯氟甲烷的生产工厂备选方案。

生产三氯氟甲烷的主要工艺路线是以四氯化碳为原料；从可能的四氯化碳供应情况来看，可以满足从小规模（每年不超过1万吨）到大规模（每年不少于5万吨）的潜在三氯氟甲烷生产。

工作队审议了22种潜在的三氯氟甲烷替代生产路线。可能性最大的生产路线是在微型工厂用很少的设备将四氯化碳加工成三氯氟甲烷（制造用于泡沫塑料发泡的低品位三氯氟甲烷）；以及在现有的液相工厂（二氟氯甲烷⁵和/或二氟甲烷工厂）用四氯化碳大规模生产三氯氟甲烷/二氯二氟甲烷。虽然可能性较小，但也有可能在现有的气相工厂（专门的全氯氟烃工厂）用四氯化碳大规模生产三氯氟甲烷/二氯二氟甲烷。如果正在生产新的三氯氟甲烷，则在生产阶段可能发生排放，但此类排放的速度相对较慢，取决于所采用的生产工艺。

根据对三氯氟甲烷生产、使用和排放的建模以及与大气观测的比较，“最有可能是”的模型情景预测，从2012年起，每年需要4万至7万吨三氯氟甲烷产量，才能解释三氯氟甲烷排放量的增加。这样的话，三氯氟甲烷的产量在所考虑的生产范围中处于较大规模。

如果跟预测一样，排放量上升的原因是较大规模的三氯氟甲烷生产（每年不少于5万吨），那么即使微型工厂数量很多，似乎也不太可能达到这么大的产量，尽管并不排除有些微型工厂对产量增加起到一定作用。

二氟氯甲烷工厂有可能是生产三氯氟甲烷（和二氯二氟甲烷）源头。根据对可用于生产三氯氟甲烷的二氟氯甲烷工厂富余年产能的估算：阿根廷、墨西哥、俄罗斯和委内瑞拉可进行小规模三氯氟甲烷生产（不超过1万吨）；美国⁶可

⁵ 根据缔约方提交的信息，已对生产路线作为重要原因的总体可能性进行了修改。在现有的大规模二氟氯甲烷液相工厂中将四氯化碳转化为三氯氟甲烷/二氯二氟甲烷在技术上仍是可行的，但由于合规监测，这种情况被认为不太可能。由于这条路线的技术可行性，它仍然是最有可能的生产路线之一。

⁶ 据认为，在改造二氟氯甲烷生产线时最大限度地提高三氯氟甲烷的生产能力可能会将美国理论上可用的三氯氟甲烷生产能力增加到每年5万吨以上。

进行中等规模三氯氟甲烷生产（1 万至 5 万吨）；中国和欧洲联盟可进行大规模三氯氟甲烷生产（不少于 5 万吨）⁷。

同样，液相二氟甲烷工厂也可能生产三氯氟甲烷（和二氟二氯甲烷）。每年 5 万吨的三氯氟甲烷产量将需要每年至少 2 万吨二氟甲烷的富余产能。据估计，2012-2016 年每年有 5 万吨二氟甲烷的富余产能，而且这种情况可能继续。

在经改造的三氯氟甲烷/二氟二氯甲烷工厂或经改装的二氟氯甲烷或二氟甲烷现代工厂中，有可能生产几乎 100% 的三氯氟甲烷。在专门设计的、使用类似原料和催化剂用于批量生产三氯氟甲烷的微型生产工厂中，也有可能进行近 100% 的三氯氟甲烷生产。三氯氟甲烷生产所附带产生的二氟二氯甲烷数量，取决于所选择的确切生产方式以及工厂的设置和运作方式。由于三氯氟甲烷为目标化学品，对于最有可能的生产路线，附带产生的二氟二氯甲烷数量范围介于三氯氟甲烷/二氟二氯甲烷生产总量的 0% 至 30% 之间。

四氯化碳在氯甲烷工厂中生产，是二氯甲烷和氯仿生产中不可避免的一部分。中国、欧洲联盟和美国的氯甲烷生产能力最大，因此四氯化碳的潜在供应量也最大。2016 年，在满足现有的本地供货承诺之后，全球氯甲烷生产可能产生的四氯化碳最大供应量为 30.5 万吨。不少区域的富余年产能可满足小规模三氯氟甲烷生产所需的四氯化碳产量。只有中国的富余年产能有可能供应较大数量的四氯化碳，以满足大规模三氯氟甲烷生产所需。

全氯乙烯/四氯化碳工厂也可以生产四氯化碳，这类工厂可以根据需求灵活生产其中任何一种物质。欧洲和美国有五家运营中的全氯乙烯/四氯化碳工厂。全球用该工艺生产四氯化碳的富余产能估计为每年 5 万至 10 万吨，主要存在于欧洲联盟。

要生产 4 万至 7 万吨三氯氟甲烷（据预测这是三氯氟甲烷排放量上升的缘由），需要供应 4.5 万至 12 万吨的四氯化碳，具体取决于同时产出的二氟二氯甲烷的比例。如果跟预测一样，目标是提高三氯氟甲烷的比例，那么生产三氯氟甲烷所需的四氯化碳数量预计将处于该范围的较低端。

从海关或其他机构的活动，包括缉获或拦截情况来看，似乎没有证据表明近年来发生了大量三氯氟甲烷或四氯化碳的非法国际贸易。不过，有迹象表明，近来出现了销售三氯氟甲烷用于泡沫塑料的情况。

泡沫塑料

根据目前的评估，工作队认为，使用三氯氟甲烷生产某些泡沫塑料产品可能是三氯氟甲烷排放量突然上升的潜在来源。新生产的三氯氟甲烷可能在闭孔泡沫中恢复使用。

意外排放的原因似乎不太可能仅仅是传统的报废泡沫塑料处理，除非处理数量庞大的电器和建筑泡沫塑料的工艺发生了重大改变。最后报告更仔细地审查了与拆解泡沫塑料相关的排放量上升的预期时间，由此也进一步证实了这一点。

⁷ 2017 年，中国和欧盟的二氟氯甲烷富余产能不足 5 万吨。2013-2016 年，中国和欧盟估计每年的富余产能超过 5 万吨。

有迹象表明，三氯氟甲烷被销售用于泡沫塑料。泡沫技术选择委员会得到了一份通过分销以 2 200 美元/吨的价格出售三氯氟甲烷的报价复印件，在互联网网站上也看到了报价，并通过与业界讨论了解了更多情况。

虽然在技术上可行，但工作队对用三氯氟甲烷广泛取代二氯甲烷来生产开孔软质泡沫的经济动力抱有疑问，因为二氯甲烷成本极低。尽管如此，工作队继续探讨用三氯氟甲烷来减少来自软质泡沫的挥发性有机化合物排放的可能性，因为有些缔约方因担心毒性而限制使用二氯甲烷。在审查了可用于生产软质泡沫塑料的低成本替代品后，工作队的结论是，在软质泡沫塑料中恢复使用三氯氟甲烷的可能性很小。

完成了对使用三氯氟甲烷生产聚氨酯泡沫以及使用多元醇体系生产聚氨酯硬质泡沫的情况开展进一步调查，因为其在技术上可行，而且与恢复使用三氯氟甲烷来生产软质泡沫相比具有更大的经济优势。三氯氟甲烷排放量上升幅度意味着三氯氟甲烷使用量似乎超出了较小或地方配方厂家的使用量。新生产的三氯氟甲烷可能在闭孔泡沫中恢复使用。

喷涂泡沫塑料行业和中小型企业的企业转型所带来的技术和经济挑战，可能推动三氯氟甲烷的使用。至于这是否导致了三氯氟甲烷发泡剂的实际使用，或是否导致了其大规模使用，则尚未得到证实。

按照文献中认定的排放速度计算，库存泡沫（包括垃圾填埋场）造成的三氯氟甲烷排放量预计值与测得的大气排放量（包括在几十年来不太可能在泡沫塑料中使用三氯氟甲烷的区域）之间存在差异（分别为小于 1.5% 和 3-4%）。在处置前通过粉碎和破碎对泡沫塑料进行进一步处理，有可能是出现该差异的至少一部分原因。有必要进一步调查泡沫库存的排放速度。缔约方在提交的材料中提供了有助于解决拆解泡沫塑料排放率差距的信息。

在硬质聚氨酯泡沫塑料或闭孔聚氨酯泡沫塑料中使用大量三氯氟甲烷的设想情况下，需要大量生产三氯氟甲烷，还会导致泡沫库存增加（例如，制造闭孔泡沫塑料造成每 1 千吨三氯氟甲烷排放，便意味着泡沫塑料库存将增加 3 千吨以上）。最后报告完成了对三氯氟甲烷在硬质或闭孔聚氨酯泡沫塑料中的潜在使用情况的进一步分析。即使是最极端的库存排放设想情景也无法解释三氯氟甲烷的意外排放。更多关于库存和排放的信息可参考关于排放的章节。

有种考虑是，从一氟二氯乙烷或另一种氟碳化合物退回到使用三氯氟甲烷不仅具有经济吸引力，技术上也较为简单，因为只需对成分比例稍作修改，用于生产泡沫塑料的其他原材料和设备即可兼容。此外，还有一些管理、成本和技术驱动因素可能进一步助长三氯氟甲烷的重新使用，包括从 2013 年开始淘汰的一氟二氯乙烷出现短缺。

多边基金秘书处提供的数据表明，据报告，每年有多达 7 500 吨发泡剂被纳入泡沫塑料系统并由各缔约方进口。泡沫塑料系统可能会被接收方贴上错误标签，并在对系统含有何种发泡剂一无所知的情况下加以使用。

由于一氟二氯乙烷这种臭氧消耗物质的逐步淘汰，导致其定价走高、缺乏供应，再加上改用三氯氟甲烷的技术较为简单，这可能是三氯氟甲烷重新用作发泡剂的驱动因素。有些公司错误地以为无需使用昂贵的阻燃剂，三氯氟甲烷也能降低泡沫易燃性，这些公司就可能将三氯氟甲烷用作发泡剂。

制冷和空调

使用三氯氟甲烷（有些使用二氟二氯甲烷）的离心式冷风机在所有制冷/空调次级行业的全氯氟烃制冷剂库存和排放总量中所占比例一直相对较小。虽然三氯氟甲烷离心式冷风机几乎已被淘汰，但少数三氯氟甲烷冷风机仍在运行，预计最迟将在今后 1 至 5 年内达到使用寿命。根据三氯氟甲烷库存和排放量估计数，三氯氟甲烷冷风机造成的排放并不构成 2002-2012 年大气观测计算出的全球三氯氟甲烷排放量的很大部分，同样，冷风机造成的排放也不可能是由大气计算得出的 2013 年以来全球三氯氟甲烷排放量突然上升的原因。不太可能为了维持数量极少的离心式三氯氟甲烷冷风机的运行而进行三氯氟甲烷生产。

非第 5 条缔约方和第 5 条缔约方的任何制冷/空调次级行业也不太可能大量恢复使用二氟二氯甲烷。这意味着所有制冷/空调次级行业都不需要大量生产新的二氟二氯甲烷，因而也不会因此进行三氯氟甲烷联产。对于某些车辆，即第 5 条缔约方在 2002 年前建造的一些豪华或特殊车辆，可能仍需要少量二氟二氯甲烷用于数量有限的二氟二氯甲烷移动空调机。不过，这一小众需求可以通过从老旧的二氟二氯甲烷设备中回收制冷剂来满足。

气溶胶、溶剂和其他应用

全氯氟烃的主要用途是作为气溶胶中的加压液体，这种用途会产生排放。虽然三氯氟甲烷与二氟二氯甲烷可以很好地结合使用来获得推进剂压力变化，但三氯氟甲烷不能单独用作推进剂。在气溶胶中使用碳氢推进剂与三氯氟甲烷的混合物在技术上是可行的。如果有现成的三氯氟甲烷，将其用于气溶胶产品在技术上是可行的。然而，目前似乎不太可能为气溶胶生产或使用三氯氟甲烷；主要原因是碳氢化合物比全氯氟烃便宜得多。虽然在技术上可以用三氯氟甲烷与 HFC-134a 或 HFC-227a 混合来生产计量吸入器（MDI），但计量吸入器生产商似乎不可能选择这一路线。

第 XXIX/7 号决定表 A 将三氯氟甲烷列为生产合成纤维板的加工剂，仅允许在美国使用，这种用途的排放量极低。建造新的（非法）工厂来使用三氯氟甲烷制造合成纤维板的可能性极小，而且这种工厂造成大量排放的可能性也极小。同样，三氯氟甲烷似乎也极不可能被用作溶剂。在有替代品的情况下，没有任何技术或经济理由可以令人相信近期的三氯氟甲烷排放量上升是烟草膨化或铀加工所致。

排放和库存建模

根据最新的三氯氟甲烷排放和库存建模与分析，过去的生产、以往的使用以及由此产生的库存不可能是三氯氟甲烷意外排放的原因，除非处理大量三氯氟甲烷库存的方式发生了重大改变。最后报告确认，没有证据表明大量三氯氟甲烷的报废处理出现显著变化。

在已有几十年未使用三氯氟甲烷的西欧，大气测量得出的来自库存的排放量总体上继续下降（每年 2-4%）。如果假设其他区域来自库存的三氯氟甲烷排放量总体上以类似幅度下降，那么便无法用库存排放来解释全球三氯氟甲烷排放量意外上升的原因。除非最近使用三氯氟甲烷的其他区域或没有收集大气数据的区域对库存的处理方式差异很大，否则三氯氟甲烷库存不可能是三氯氟甲烷排放量上升的来源。在最后报告中完成了对区域库存的进一步分析，纳入了泡沫

塑料使用的持续时间和随后拆解泡沫塑料产生排放的时间。工作队的结论是，无论在任何区域，现有泡沫塑料库存都不可能产生这些意外排放。

结合新生产的三氯氟甲烷在多个市场（包括泡沫塑料、排放用途和冷风机）的估计销售情况，对设想情景进行了评估。尽管技术上可行，但工作队认为，新生产的三氯氟甲烷不太可能在闭孔泡沫塑料以外的部门广泛使用。

截至 2006 年，大多数闭孔泡沫塑料是在欧洲和北美洲生产的，南半球产量较少。预计全球大部分三氯氟甲烷排放都出现在这些区域，而且发生在泡沫塑料制造和安装期间，以及含有这些泡沫的产品寿命期间。这些区域正在加大对泡沫塑料的销毁力度，建筑中仍有大量的三氯氟甲烷发泡泡沫塑料在使用中。

使用已报告的三氯氟甲烷生产数据建立的模型显示，东北亚三氯氟甲烷泡沫库存的预期排放量似乎不足以解释 Rigby 等人报告的来自中国大陆东部的大气衍生排放量。

二氟二氯甲烷的自下而上估计排放量始终低于大气测量得出的排放量，表明自下而上模型的假设具有很高的潜在不确定性。因此，二氟二氯甲烷的自下而上估计排放量无法得出确切结论。