



Distr.: General  
13 May 2015

Chinese  
Original: English



## 联合国 环境规划署

### 关于氢氟碳化合物管理的研讨会：技术问题

2015年4月20日和21日，曼谷

### 关于氢氟碳化合物管理的研讨会报告：技术问题

#### 一、研讨会开幕

1. 根据关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书缔约方第二十六次会议通过的第XXVI/9号决定第2段，臭氧秘书处举办了一次研讨会，以继续讨论氢氟碳化合物的管理问题。
2. 研讨会于2015年4月20日和21日在曼谷的联合国会议中心举行。2015年4月20日星期一上午10时，臭氧秘书处执行秘书 Tina Birmpili 女士宣布研讨会开幕，她简要介绍了研讨会的目标和结构。
3. 研讨会的目标是提供一个论坛来讨论与氢氟碳化合物管理相关的技术问题，目的是(a)澄清在将氢氟碳化合物作为臭氧消耗物质替代品的工业部门中设备、产品及相关技术的现状，(b)注重现在和不远的将来全球升温潜能值低的氢氟碳化合物替代品的可获得性，以及(c)探索为改善氢氟碳化合物的管理实践需要做哪些工作。研讨会结束后，将于2015年4月22日至24日立即召开蒙特利尔议定书不限成员名额工作组第三十五次会议，期间将对有关氢氟碳化合物的管理、技术和其他方面的所有问题展开讨论。
4. 研讨会在秘书处的策划下兼顾了所有利益攸关方的意见，将举行六次会议。前四次会议将各侧重一个具体的工业部门及其次级部门；第5次会议将探讨总体和交叉问题，第6次会议将为与会者提供一个从研讨会中得出结论的机会。在专家的协助下，并经技术和经济评估小组及其各技术选择委员会的成员审评，秘书处就将要讨论的各工业部门编制了15份概况介绍，就全球升温潜能值低的替代品的市场现状提供了中立的信息。概况介绍可在臭氧秘书处网站上查阅([http://conf.montreal-protocol.org/meeting/workshops/hfc\\_management-02/presession/default.aspx](http://conf.montreal-protocol.org/meeting/workshops/hfc_management-02/presession/default.aspx))。
5. 第1至4次会议将各包括概况发言人、专家组成员、一名主持人和一名报告员。第5次会议将包括专家组成员、一名主持人和一名报告员。概况发言人将在各次会议上利用相关概况介绍来陈述主要事实，并将在会议期间展开的讨论中充当

资源专家。随后，来自按第5条第1款行事的缔约方（第5条缔约方）和非按该款行事的缔约方（非第5条缔约方）的“技术提供者”和“技术实施者”的专家组成员将作简短介绍，其后研讨会的与会者、专家组成员和概况发言人将展开公开讨论。第1至5次会议的报告员将分别总结在各次会议上讨论的主要问题，并在第6次会议上予以介绍，第6次会议将努力提炼出额外的主要结论，其中尤其将涉及到在第5条缔约方的工业和企业中限制全球升温潜能值高的氢氟碳化合物的使用、同时逐步淘汰氯氟烃所面临的具体挑战与机遇，包括高环境温度造成的挑战；全球升温潜能值高的氢氟碳化合物难以替代的各项应用；全球升温潜能值高的氢氟碳化合物易于替代的各项应用；以及各项替代技术的可获得性时间表。第6次会议的报告员还将在研讨会结束之际简要总结讨论情况，并将向不限成员名额工作组第三十五次会议报告研讨会期间得出的主要结论。

6. 她说，研讨会是《蒙特利尔议定书》下如何能在完善流程的基础上建立信任的又一例证，她希望将要介绍的有关全球升温潜能值低的氢氟碳化合物替代品的资料将区分出并清楚地界定在后续讨论中需要进一步解决的问题，并为把不同的观点联系起来以找到一条前进道路提出可能的方案。

7. 继执行秘书的总体介绍后，作为对接下来将召开的会议的铺垫，又进行了几项介绍。科学评估小组共同主席 A.R. Ravishankara 先生及技术和经济评估小组共同主席 Bella Maranion 女士概述了当前和预测的大气中氢氟碳化合物的丰度、各行业当前和未来对氢氟碳化合物的需求以及缓解措施的潜在影响。随后，Sukumar Devotta 先生、Ray Gluckman 先生和 Lambert Kuijpers 先生作为独立专家概述了研讨会期间将讨论的各部门和次级部门。

8. Ravishankara 先生在他的介绍中回顾说，《蒙特利尔议定书》之所以能在减少臭氧层消耗方面取得成功，关键在于它对臭氧消耗物质替代品的推动。按照这一做法，此前几乎不存在的氢氟碳化合物作为氯氟烃的替代品被引入。主要是由于作为氯氟烃的替代品使用，在曾经使用氯氟烃的所有部门中氢氟碳化合物的生产和消费均迅速增加，氢氟碳化合物的排放量及其在大气中的丰度也迅速增加。对今后消费量和排放量的预测密切跟踪了迄今实际的消费量和排放量，因此其可靠性值得信赖，其预计近期内消费量和排放量将快速增长，而有关氢氟碳化合物在各部门使用情况的准确资料也越来越多。氢氟碳化合物是强大的温室气体，可极大助长全球变暖，抵消通过减少二氧化碳排放量取得的成果，并削弱将二氧化碳保持在450百万分率所实现的惠益。但这一结果并非不可避免，因为许多替代品可用于替代氢氟碳化合物，这可将氢氟碳化合物对全球变暖的影响降至1%以下。

9. Maranion 女士随后概述了第5条缔约方和非第5条缔约方的不同部门对氢氟碳化合物需求的趋势，其中扼要介绍了技术和经济评估小组根据第 XXV/5号决定编写的关于臭氧消耗物质替代品的报告中的内容。第5条缔约方和非第5条缔约方的氢氟碳化合物市场均继续发展。第5条缔约方的需求从2006年到2011年每年增长了约30%，预计2016年以后每年将增长5–7%，而非第5条缔约方的需求从2001年到2011年每年增长了10–12%，预计2014年以后年增速将降至1–3%。欧洲联盟氟化气体条例有望影响这两个集团的需求，日本、美利坚合众国和其他地方的各项条例可能也将对其产生影响。对氢氟碳化合物的最大需求来自制冷和空调部门，该部门使用了85%的氢氟碳化合物，而泡沫塑料部门占7%，其他所有部门合计占剩余的

7%。2014年总需求约700000吨，在如常运作情景下，预计2015至2030年来自占主导地位制冷和空调部门的需求将总体增长50%，在第5条缔约方国家将增长3倍。她说，全球升温潜能值低的高性能替代品的可获得性日益提高，这将带来机会，但不是简单的解决方案，在技术和经济评估小组正在依据第 XXVI/9号决定编写的报告中，将对各种减缓情景的影响进行研究。

10. 在介绍接下来的发言时，Kuijpers 先生指出，如果当前的氢氟碳化合物需求趋势持续到2050年，甚至是2030年，其结果将是氢氟碳化合物库存大幅增加，排放量激增和全球变暖。第 XXV /5号决定的报告详细介绍了各部门和次级部门对氢氟碳化合物的需求。报告还显示，尽管侧重于在关键部门使用全球升温潜能值低的替代品的缓解工作带来了挑战，但从2020–2030年期间开始就可对环境产生巨大的积极影响。他说，这次研讨会的召开正处于关键时刻，研讨会将直接述及各部门和次级部门现在具有的可能性，以及将来可能具有的可能性。

11. 随后，Gluckman 先生参考第2份概况介绍继续发言，他概括说明了哪种氢氟碳化合物被用于哪些部门和次级部门，以及每一个部门和次级部门的相对重要性。他解释说，各部门对于全球变暖的重要性与该部门使用的化学品的数量和全球升温潜能值成正比，这是因为不同部门使用的气体不同，而不同气体对全球变暖的影响有很大差别。从这个角度看，制冷、空调和热泵部门显然是一个关键部门，占二氧化碳当量消费量的86%，而气溶胶部门占4%，泡沫塑料部门占7%，消防部门占3%。但与在各部门之间作出区分同样重要的是在每一部门的各次级部门之间加以区分，原因同样是各次级部门使用的化学品的数量和全球升温潜能值差别很大，泄漏率等因素同样有很大差别。

12. 在介绍的最后，Devotta 先生谈到了减少氢氟碳化合物消费的备选方案，大致包括四种方法：在新设备中使用全球升温潜能值较低的替代品；在现有设备中使用全球升温潜能值较低的替代品；防止泄漏；以及使用经回收的氢氟碳化合物。第一种方法是实现中长期减排的关键；一般来说它要求使用全球升温潜能值非常低的替代品，但在一些部门和次级部门将需要全球升温潜能值适中的替代品作为短期过渡物质，且一个重要的限制因素是一些替代品带来了巨大挑战，例如易燃性更高。第二种方法为短期减少消费提供了机会，并将节能5–10%，主要是通过超市和工业场景中所用的使用全球升温潜能值非常高的 R404A 的大型设备。第三种方法的前提是目前消费量的60%是用于替代泄漏的气体，且研究表明，泄漏可轻易降低50%。第四种方法降低了对原始氢氟碳化合物的需求，因而直接降低了产量和消费量，但它需要寿命到期的氢氟碳化合物在排放到大气中之前被采集，并净化到原始状态。

13. 最后，Kuijpers 先生强调，解决氢氟碳化合物消费的关键市场是制冷、空调和热泵部门。泡沫塑料和气溶胶部门也很重要，但规模相对较小。在多个部门和次级部门都有各种全球升温潜能值非常低和全球升温潜能值适中的替代品可供利用，在考虑这些替代品时应顾及多种因素，包括商业可用性、能源效率、成本、安全性，以及在高环境温度下的性能。

## 二、 第 1 次会议

### 解决制冷部门中全球升温潜能值高的氢氟碳化合物所面临的挑战与机遇

14. 研讨会第一次会议关于解决制冷部门中全球升温潜能值高的氢氟碳化合物所面临的挑战与机遇，由 ACCORD 3.0 Network 的首席顾问兼创始人 Peter Adler 先生主持，德国德累斯顿技术大学的 Ullrich Hesse 先生以独立身份担任报告员。Adler 先生在宣布会议开幕时说，此次会议的目的是明确制冷部门以及最有能力和最没有能力在采用新技术方面取得迅速进展的各市场的可用数据及技术挑战。他说，由于没有一种解决方案可适用于每一种情况，因此将依次讨论四个次级部门：商用制冷、工业制冷、运输制冷和家用制冷。

15. 两名概况发言人就制冷部门的整体现状进行了介绍，他们是来自巴西的顾问 Paulo Vodianitskaia 先生和美利坚合众国环境能源工程中心的 Reinhard Rademacher 先生，他们都作为独立专家。

16. Vodianitskaia 先生在他的介绍中说，环境指标的重点从1987年氯氟化碳的臭氧消耗潜能值转变为今天氢氟碳化合物的全球升温潜能值之后，需要包含范围更广的各项指标，并特别强调可持续提取与使用可再生来源的材料。尽管在家用次级部门已经有充足的备选方案，大部分电器都使用异丁烷等天然制冷剂，但其他三个次级部门必须通过中间混合物从 R-404A 转变为全球升温潜能值可降低的新混合物，以及转变为商业应用中的氢氟烯烃或不饱和氢氟碳化合物，以及工业系统中的碳氢化合物和氨。他说，待解决的主要问题包括缺少单一的全球安全标准；一些替代品会产生高温排放；以及能源效率这一关键问题。

17. Rademacher 先生在他的介绍中总结了各种现有制冷剂在全球升温潜能值、能源效率、易燃性和容积排量方面的特点，并重点提及了一些较好的全球升温潜能值低的方案：在较凉爽的气候下使用二氧化碳，使用丙烷和异丁烷，但需注意这两种物质的易燃性，以及在大量生产的小型系统中使用 HFC-32、氨和 R-404A。他强调了能源效率的重要性：在密封度很高的系统中，无论采用哪种制冷剂，能源效率都是助长全球变暖的最大因素，甚至在产生大量泄漏和采用全球升温潜能值高的制冷剂的系统中，能源效率也发挥着重要作用。因此，能源效率与制冷剂的选择同样重要，甚至更为重要，在进行技术选择时应将其纳入考虑。最后，他提醒说，测试显示一些被看作不易燃的制冷剂实际上在有压缩机油的情况下非常易燃。

18. 随后，由该领域内的11名专家组成的专家组进行了一系列简短介绍，他们是：丹麦丹佛斯的 Torben Funder-Kristensen 先生、加拿大 Carnot Refrigeration 的 Jonathan Ayotte 先生、法国 Mayekawa Europe 的 Eric Delforge 先生、南非 Arctic King Appliances 的 Roy Singh 先生、巴西 Metalfrio 的 Bruno Pussoli 先生、丹麦的丹麦技术学会的 Christian Heerup 先生、中国的中国制冷空调工业协会的张朝晖先生、法国江森自控的 Paul de Larminat 先生、阿根廷技援扩大方案的 Fernando Galante 先生、德国 Carrier Transicold and Refrigeration Systems 的 Juergen Goeller 先生，以及德国独立顾问 Holger Koenig 先生。

19. Funder-Kristensen 先生的介绍关于使用全球升温潜能值低的化学品和混合物的制冷系统的各种成分，他说，当前的主要挑战是阻碍碳氢化合物使用的安全问题；一旦确定准备使用的制冷剂，创新速度将超出预期；且未来发展的投资决策取决于立法确定性和各项标准的出台。
20. Ayotte 先生的介绍关于各种环境条件下中型和大型工业系统的技术备选方案，他提请注意那些使用二氧化碳、氨和丙烷等天然制冷剂的跨临界、直接蒸发、级联和其他系统，以及哪些系统在所有气候区中都实现了高效率 and 性能。
21. Delforge 先生的介绍关于工业及大型商业和社区应用的全球升温潜能值低的技术备选方案，他说，使用天然制冷剂定将成为这些部门的普遍做法；尤其是安全且广泛可得的氨，不仅满足了目前对可持续性和问责制的要求，在整体效率方面也超过大多数全球升温潜能值低的制冷剂；且主要促成因素包括通过增加制造商数量来开发智能设备，使用天然水体和热泵，以及为操作员和维护人员提供适当的培训。
22. Singh 先生的介绍关于包括自动售卖机在内的插入式冷柜的替代方案，他提请注意将小型电器转换为使用碳氢化合物的技术要求，并强调了他所在的区域面临的主要挑战，例如用户培训不足，加之缺少与同行的合作；安全与通风功能成本高昂；缺少负担得起的泄漏测试，而鉴于设备的紧凑设计，泄漏测试至关重要；以及无法获得备件。
23. Pussoli 先生的介绍关于小型商用设备全球升温潜能值低的备选方案，他概述了他的公司在将其技术转换为使用丙烷或二氧化碳方面所做的努力，并强调了公司在遵守政府条例、同时促进能源效率和寻求降低成本方面所面临的各项挑战。
24. Heerup 先生讨论了关于现场建造的商用制冷设备（包括冷凝机组系统）全球升温潜能值低的替代品，以及他们在高环境温度下的成本影响与性能。他解释说，冷凝机组的发展正受到欧洲和日本超市部门的驱动。已经有采用天然制冷剂的解决方案；第一代欧洲制造的二氧化碳冷凝机组在测试中有良好表现。他预期，在竞争的驱动下，进一步发展将产生在高环境温度下高效率的较小型机组，且产量的增加将会使成本降低。
25. 张先生在他的介绍中讨论了现有商用系统和设备的备选方案以及维修问题。现有商用系统的备选方案包括嵌入、改造和替换，其中嵌入的成本最低，替换的成本最高。他指出，尽管新设备的灌装占消费量的大部分，但大部分的排放量产生于操作、维修和寿命到期期间。因此，在采用无害臭氧的各种替代品和技术的同时，还应通过提高认识的各项举措，对技术人员的制冷剂回收、再利用和销毁培训，以及对寿命到期处置的监管来负责任地使用制冷剂。他强调，技术人员的教育与培训是一项艰巨的任务。
26. de Larminat 先生谈到了关于中型和大型商用制冷设备级联系统的全球升温潜能值低的备选方案。他提出彻底改变级联系统，从而通过各种现有替代品的结合使用为特定应用实现最佳效果，而不是对这些设备进行改造或使用全球升温潜能值较低的混合物。例如，可在低级阶段使用二氧化碳，在较高阶段可向大气中排热，而中级阶段简单明了的现有解决方案包括用于在较高的温度下间接制冷和在较低温度下直接膨胀二氧化碳的标准空调冷却器。

27. Galante 先生从终端用户的视角谈到了第5条缔约方国家在商用制冷方面的技术过渡与采用障碍。他认为，对于中央系统的终端用户来说成本是最大的障碍，尽管对独立设备的终端用户并非如此。对于中央系统，由于全球升温潜能值低的替代品在高环境温度下效率不高，转换所需的额外投资没有回报。其他障碍包括技术维修能力、安全性、零部件的可获得性，以及在改造情况下的最终处置。

28. Goeller 先生在他的介绍中描述了全球升温潜能值低的超市系统在欧洲各气候区的性能。他指出，存在降低直接排放影响的备选方案，但也要考虑能源效率。他的公司通过在温和及较凉爽的气候中采用使用标准二氧化碳技术的跨临界系统实现了能源效率的显著改善，使这些系统适用于较温暖气候的努力也正在取得进展。总的来说，他对在温暖气候中实现节能的二氧化碳应用抱有很大希望。

29. 最后一名发言的专家组成员 Koenig 先生讨论了包括卡车、拖车和冷藏集装箱在内的运输制冷的全球升温潜能值低的替代品和标准。运输制冷应用通常在-30到50摄氏度的环境温度下运行。面临的一大挑战就是转换所需的巨大投资；例如，对于冷藏集装箱而言，需要在全球各地都可获得备件。存在使用包括碳氢化合物和二氧化碳在内的各种替代品的技术备选方案，尽管目前市场渗透率仍具有一定的局限性。需要培训、教育和对安全考虑因素的充分理解，以及决策者的清晰指引。

30. 在随后的讨论中，依次就四个次级部门向专家组成员进行了提问，从商用制冷开始。大部分提问围绕着有关在高环境温度下使用天然制冷剂的问题，尤其是二氧化碳、氨和丙烷。几名专家组成员强调，开发所需的技术需要进行更多的研究，一名专家组成员指出，他们最终能够实现天然制冷剂的更安全使用，实现比氢氟碳化合物更高的安全性和等于氢氟碳化合物的能源效率，另外两名专家组成员建议，可利用高环境温度作为一种热源。另一名专家组成员说，尽管丙烷和异丁烷已经被用于小型嵌入式电器（由于频繁泄漏，需要增强安全功能），但在他所在的地区，二氧化碳由于性能水平仍然无法令人接受而使用有限，他补充说，碳氢化合物的使用有不断增长的趋势。在提到冷凝机组系统的可行方案时，一名专家组成员提请注意向二氧化碳技术的发展趋势，看起来这一趋势将延续下去，并补充说，仅碳氢化合物不太可能满足1公斤以上灌充量的需要。另一名专家组成员说，在难以担负这些技术的地区，用户可考虑使用乙二醇的级联系统，该系统已经可取代一些直接膨胀系统，他还说，尽管近期内二氧化碳可能成为市场领导者，可能还将出现许多其他竞争技术。另一名专家组成员回顾说，二氧化碳和HFC-134a 级联系统可带来巨大改进，直接排放量至少可减少98%。一名专家组成员说，需要更多时间来开发高环境温度下级联系统所需的新零部件，另一名专家组成员说，未来各项复杂技术的开发需要创新、能源效率，以及最重要的投资。至于“天然制冷剂”一词的定义，一名专家组成员说，指大气中已经存在且数量远大于可人工合成的数量、且其排放意想不到的副作用的产品或化合物。

31. 谈到在小型插入式冷柜中使用 A-3和 A-2L 制冷剂作为替代品的成本差异，一名专家组成员说，例如，迄今为止对灌充量较小的碳氢化合物系统的经验表明，使用 A-2L 的成本与使用氢氟碳化合物的成本大致相同，且出于安全设备的最低成本考虑，在使用氢氟烯烃的系统中采用较大的灌充量可能被认为是可接受的。另一名专家组成员说，尽管二氧化碳级联系统非常大，但使用该系统可大幅

提高能源效率。一名专家组成员说，在温和气候中对该系统的测试表明，成本差异因规模经济而急剧下降，尽管适用于较高的环境温度还需进一步投资，但整体成本效益将带来较快的回报。另一名专家组成员说，安装成本将大幅下降，而另一名专家组成员说，这类安装也将降低与泄漏相关的成本。关于泄漏的问题，一名专家组成员说，这关乎维护和遵守现行条例的问题，并指出，由于一些用户的首要目标是保持系统运行，他们忽略了这个问题。

32. 一名与会者吁请秘书处更新编写介绍所用的概况介绍，原因是其中仅相对很少的信息来自第5条缔约方的专家，而概况介绍给人以错觉，以为许多备选方案已经可获得。会议的概况发言人 Vodianitskaia 先生回应称，概况介绍实际上提供了许多第5条缔约方和非第5条缔约方都可用的全球升温潜能值低的备选方案。

33. 主持人和多名与会者就工业应用提出了若干问题。除其他外，问题涉及将使用 HCFC-22的制冰系统转换为在可持续基础上即时可用的天然或其他制冷剂；工业部门的小型 and 中型分布式系统多快可转换到使用替代品；必须继续少量使用某些制冷剂的各项应用；在用于工业制冷的二氧化碳级联系统中使用太阳能吸收式制冷的可行性；以及在能源效率方面天然制冷剂与人工合成制冷剂的比较。

34. 关于 HCFC-22制冰系统的转换，一名专家组成员建议，尽管氨是显而易见的替代制冷剂，但由于 HCFC-22系统采用与氨不兼容的铜热交换器，转换非常复杂。一名与会者补充说，取决于制冰系统的具体情况并适当考虑到安全问题，丙烷可能作为替代品，因为发展中国家曾使用丙烷进行冷却器的转换。另一名与会者表示，许多案例研究显示，从 HCFC-22转换到氨产生的能效收益非常高，因此回本期很短。

35. 在工业部门的小型 and 中型分布式系统的转换时间方面，有人指出，工业制冷一般已经采用天然制冷剂，主要是氨。HCFC-22等氯氟烃只是偶尔用于温度非常低的应用中，且这类系统的转换非常复杂。原则上，新工厂几乎总是使用正确的制冷剂，制冷剂的选择视在全球所处的地区、以及商业和环境考虑因素而定。有人进一步指出，资本成本越高，变化的速度越慢。

36. 关于继续少量使用某些制冷剂以保持效率的必要性，例如对于一些易燃性可构成严重问题的应用，专家组成员表示，尽管在高于-30摄氏度的温度下，氨是不错的选择，且在-30至-55摄氏度的温度下，二氧化碳正在占领大量市场份额，但在低于-55摄氏度的温度下，不损害效率的 HFC-23替代品很少。

37. 在讨论使用太阳能吸收式制冷的可行性时，一名专家组成员同意，在氨吸收系统中，使用太阳能达到低温是可能的。尽管从能源效率的角度来说这是可行的，但从成本的角度很困难，因为吸收系统的热交换器总是至少比蒸汽压缩系统多一倍。

38. 在回答关于天然制冷剂与人工合成制冷剂相比的能源效率时，一名专家组成员指出，欧洲的各项测试显示，在较凉爽的气候下，二氧化碳比标准氢氟碳化合物系统更节能。另一名专家组成员警告称，这个问题并不明确，因为效率取决于温度和其他条件。他举例提到一个普遍接受的观点，即氨的效率高于 HFC-134a，他说，这对于水冷却器来说却不尽如此。

39. 一名与会者就氨在工业制冷中的使用作了评论，称当前趋势是缩小工业氨系统的大小，采用定制、几乎独立且灌充量显著降低的系统。在超市及其他工业应用中，一些氨系统有不足每公斤20克的超低灌充量，这意味着氨冷却器可用于城市地区。一名专家组成员证实，过去两年中他的公司在市场上销售了这种系统，且能源效率很高。
40. 随后，针对运输应用提出了若干问题，除其他外，涉及的内容包括采用二氧化碳的运输制冷设备和冷藏集装箱在高环境温度下性能如何，以及是否已有所需的系统零部件；与现有氢氟碳化合物系统相比二氧化碳系统的成本；采用易燃制冷剂时为安全措施所支付的溢价；以及该部门多快可不再使用目前的氢氟碳化合物系统。
41. 关于采用二氧化碳的运输制冷设备的性能与可获得性问题，一名专家组成员说，二氧化碳冷藏集装箱系统已经可获得，且该系统在一般位于非常温暖的气候下的全球海运航线上表现良好。但一名与会者提醒说，必须了解此类应用的操作情况，对冷藏集装箱来说尤其如此。研究表明，在竞争激烈且设备价格很低的冷藏集装箱市场上，二氧化碳很难与现有的各项技术竞争。
42. 关于现有氢氟碳化合物系统的替代品的额外成本问题，专家组成员回答说，冷藏集装箱的二氧化碳系统相比传统的 HFC-134a 系统约贵20%，且取决于使用的制冷剂，在安全性方面另需2-5%的额外成本。一旦该技术实现了更好的渗透率，且产量提高，额外成本便会下降。
43. 关于不再使用氢氟碳化合物的时间问题，一名专家组成员指出，假设制造商可成功应对业界对新系统的安全设计和安全操作的兴趣，则有计划于未来三至五年推出使用碳氢化合物和 HFC-32的新系统。由于这个市场竞争非常激烈，变化将会尽早出现。
44. 在家庭应用领域提出的问题涉及发展中国家向碳氢化合物系统的转换速度缓慢，以及在家用部门采用全球升温潜能值低的制冷剂面临的障碍。
45. 在采用碳氢化合物系统这一问题上，专家组成员指出，这类系统在欧洲接受度很高，但事实上最近才开始在美国逐渐获得接受。变化速度缓慢的部分原因可能是为确保制造过程中的安全性所需的安全设备的成本，以及为确保消费者的安全所需的设计改动，但变化速度正在加快。
46. 关于在家用部门采用全球升温潜能值低的制冷剂的问题，专家组成员指出，技术能力是一个重要障碍，尤其在售后服务中，另一大障碍是资本投入。
47. 最后，向专家组成员提出了若干交叉问题，除其他外，问题涉及除使用节能制冷剂外，在使用制冷或空调设备时的其他节能方法；将二氧化碳引入全球市场所需的时间，尤其是在培训方面；商用系统较其他系统泄漏率更高的原因，以及若有，可采用哪些措施来降低泄漏率；最后，采用氢氟碳化合物替代品的最主要障碍。
48. 在回答使用制冷和空调设备时的节能方法这一问题时，专家组成员同意，热回收对于所有部门都是一个关键方面，一名专家组成员强调，冷藏可在既能制热



也能制冷的双重商业模式下运行。其他节能建议包括设计实现系统优化的智能建筑，以及直接关闭超市中的冷柜。

49. 关于将二氧化碳引入全球市场所需的时间问题，专家组成员回答说，在各蓝筹公司将高标准从非第5条缔约方国家引入第5条缔约方国家时，出现了最快的部署速度，从而自动促成了对当地支持人员的培训。如果业界相信一种技术值得部署，那么不论是否存在政治时间表，业界都会予以部署。然而，超市的高效二氧化碳系统开发约花费了10年。一名专家组成员说，跨临界系统进入市场的时间将长于次临界级联系统，次临界级联系统进入市场更加简单，但另一名专家组成员说，丹麦的经验表明，跨临界系统更接近标准氢氟碳化合物系统，因此实际上培训更容易。

50. 关于商用系统泄漏率更高以及如何降低泄漏率的问题，一名专家组成员指出，如果制冷剂相对便宜，且技术人员教育程度不高，那么泄漏会更多。在丹麦通过征税提高泄漏成本之后，丹麦的泄漏率从约30%降低到约10%。泄漏率是可以降低的，但采用二氧化碳等不损害环境的制冷剂更容易。另一名专家组成员补充说，传统氢氟碳化合物系统高泄漏率的来源是连接多；冷却器的制冷剂灌装装置包含在其中，且小得多，连接也较少，因此泄漏率较低，在约2-4%。

51. 最后，关于采用氢氟碳化合物替代品的主要障碍，专家组成员指出，需要制定或更新安全规范和标准，进行技术人员培训和教育，以及投资资金。

52. Vodianitskaia 先生在总结发言中指出，本次会议上的大部分问题和评论意见涉及为促进第5条缔约方和非第5条缔约方向全球升温潜能值低的替代品转变将采取的步骤，以及必须提高对转变和制定清晰的规则和标准的重要性的认识，这不仅需要各国政府的参与，也需要业界和标准化组织的参与。

53. Radermacher 先生在总结发言中表示赞同 Vodianitskaia 先生的评价，他补充说，各种解决方案已经存在，但必须根据具体的情况加以调整，且沟通是确保广泛的不同利益攸关方参与的关键。

54. Adler 先生在总结时表示赞赏活跃的讨论，他说，讨论使关于这一高度复杂主题的技术辩论达到了更高水平。

### 三、第二次会议

#### 解决固定空调和热泵部门中全球升温潜能值高的氢氟碳化合物所面临的挑战和机遇

55. 研讨会第二次会议关于解决固定空调和热泵部门中全球升温潜能值高的氢氟碳化合物所面临的挑战和机遇，由澳大利亚布里斯班昆士兰大学矿业社会责任中心主任兼可持续科学、政治与国际研究教授 Saleem Ali 先生主持。分别以个人身份参会的独立顾问 Daniel Colbourn 先生、巴西 Maua 技术学院的 Roberto Peixoto 先生和印度 Energy Efficiency Services Limited 的 Saurabh Kumar 先生作了介绍性概况陈述。一组该部门的技术提供者和实施者作了补充介绍性发言，他们是：美国 Ingersoll Rand/Trane 的 Mike Thompson 先生、印度 Blue Star Limited 的 Jitendra Bhambure 先生、中国美的和中山大学的李廷勋先生、中国的中国家用电器协会的王蕾女士、黎巴嫩独立顾问 Bassam Elassaad 先生、沙特阿拉伯 UTC Building and

Industrial Systems 的行业顾问 Maher H. Mousa 先生、挪威的挪威科技工业研究院的 Petter Neksa 先生、埃及独立顾问 Alaa Olama 先生和瑞典国际标准化组织发展中国家事务委员会的 Pär Dalin 先生。随后的讨论包括与会者提问以及专家组的回答。

56. Colbourne 先生开始介绍固定空调和热泵部门的概况，他概述了在这个形式多样的部门中运作的各种不同种类的电器。已有一系列制冷剂可以用于新设备，包括全球升温潜能值高的物质（包括 HFC-134a、R-407c 和 R-410A）和全球升温潜能值低的替代品。他简要介绍了部门内各种电器的主要特征，包括小型工厂封装空调、非管道单联分体式空调、管道分体式空调，单元式“屋顶”管道空调和多联分体式系统等，以及各类电器使用的主要制冷剂的臭氧消耗潜能值和可能使用的其他全球升温潜能值低的备选方案。在接下来的介绍中，Peixoto 先生提供了有关冷却器和单制热热泵的类似资料。随后他将一系列制冷剂的能力和性能系数同 R-22 进行了比较。对于嵌入或改造来说，性能均比 R-22 差，且全球升温潜能值几乎总是比 R-22 高；且转换为全球升温潜能值低的易燃制冷剂有潜在危险。在确认和使用替代品时需要克服的主要困难包括：选择、设计和安装方面的复杂性；缺乏对易燃性和压力这类问题的了解；起阻碍作用的安全标准；以及迥然不同的国家条例和规范。

57. Kumar 先生以印度为例介绍了使用各种创新商业模式来增加能源效率投资。他指出，供暖、通风和空调部门中氢氟碳化合物的使用快速增长，并说，替代技术存在但它们的市場潜力受到需求低的限制，而需求低的部分原因是成本和对安全的顾虑。然而，印度一种采用氢氟碳化合物的节能空调技术已可进行商业利用，并且正在探讨各种备选方案来发展可复制和可扩展的商业模式，以增加需求，并通过规模经济降低成本，从而使节能替代品更可负担得起。这个方法在安得拉邦以发光二极管灯泡替代白炽灯泡的努力中已被证明是成功的。

58. Thompson 先生说，由于正在开发下一代创新技术，空调部门正处于一个令人兴奋的时期。他的公司已承诺逐步淘汰全球升温潜能值高的制冷剂，且他有信心各次级部门所面临的问题都将找到解决方案。例如，在离心式冷却器领域，一些第5条缔约方对过渡到采用 R-410A 作为制冷剂使用表达了担忧，但能效更高、易燃性更低的嵌入式替代品正在开发当中。

59. Bhambure 先生就空调使用的全球升温潜能值高的氢氟碳化合物的替代品作了介绍。虽然由于对何谓“全球升温潜能值低”缺乏一个清晰的标准定义，确定替代品的任务变得更加困难，但该部门内已出现一些替代品，包括 HFC-32 和 HC-290，其他备选方案则处于研发阶段，包括 R-446A 和 R-447A。用于评估替代品的标准包括全球升温潜能值、环境影响、易燃性、成熟度、效率、成本和在高环境温度条件下的使用。但根据评估标准，目前还没有长期可行的备选方案，迫切需要进一步研究有前途的替代品。

60. 李先生就 HC-290 作为制冷剂的使用作了介绍。他说，这种物质的效率比 R-22 高 5% 到 10%，并且在高环境温度下运行良好。关于易燃性的安全问题被夸大了；HC-290 室内空调机组很难被点燃，烟雾比火更加危险。

61. 王女士就中国家用电器部门中氢氟碳化合物的使用作了介绍。在“天然”碳氢化合物制冷剂占主导地位的这一制冷次级部门中，已经很大程度上避免了氢氟

碳化合物的使用，但随着氯氟烃的逐步淘汰，氢氟碳化合物在空调次级部门的使用日益增加。尽管选取了包括 HC-290在内的保护臭氧、气候友好的天然丙烷制冷剂用于空调次级部门，但由于安全顾虑对灌装规模的限制意味着并未充分发挥其供热能力和能源效率潜力。她总结说，这些限制太过严格，HC-290可安全地在更大灌装规模下使用。

62. Elassaad 先生在他的介绍中概述了高环境温度下中小型空调设备适合的替代品。包括性能降低、效率下降和零部件更快磨损等在高环境温度下运行的各项挑战导致产品寿命缩短。对于高环境温度国家中试图直接从氯氟烃转换到全球升温潜能值低的替代品的当地设备制造商，压力和易燃性问题构成了双重挑战。需要进行本地研究来评估可用技术，审查有关能效标准和规范，开展各种替代品的经济性比较，以及推动技术转让。最后，他简要介绍了正在中东实施的各研究项目。

63. Mousa 先生就高温度的第5条缔约方国家空调和制冷部门中替代制冷剂的现状作了介绍。他说，格局并不清晰，存在若干技术问题和挑战，其中许多源于大多数全球升温潜能值低的替代品均易燃且在高压下运行，带来了安全隐患。因此，需要新的建造标准和规范以及培训来改进维修实践。他总结到，仍然没有可行的高环境温度解决方案，氢氟碳化合物是目前唯一的可行解决方案。在任何氢氟碳化合物管理的举措中都应权衡成本与附加价值，且任何逐步淘汰氢氟碳化合物的行动都应在今后数年纳入技术审查，以确定技术准备情况，包括对于高环境温度下的替代品。

64. Neksa 先生介绍了中小型空调和热泵系统中非氢氟碳化合物制冷剂的使用，并概述了各种制冷剂的使用历史。他说，制冷剂的使用经历了一个完整的周期，从1930年以前使用天然制冷剂，到越来越多地使用人工合成制冷剂，最终在《蒙特利尔议定书》下监管臭氧消耗物质，近年来又重新使用无害环境的天然制冷剂。即使在炎热气候下，所有制冷剂均能达到可接受的效率和成本。碳氢化合物和二氧化碳均提供了潜力，尽管灌装、易燃性、压力、技术方面和零部件以及监管环境等方面还存在一些需要克服的挑战。

65. Olama 先生在开始介绍大型空调机组所用的全球升温潜能值低的替代品时，首先概述了目前使用的氢氟碳化合物的全球升温潜能值低的替代品。目前唯一可用于分体式系统和可变制冷剂流量系统的非易燃备选方案是 R-410A，尽管使用氢氟碳化合物的非易燃替代品一般会导致资金成本提高和效率下降。全球升温潜能值低的备选方案可根据不同标准进行评估，比如安全性和实用性、商业可用性、成本、能源效率，以及在高环境温度下的适用性。他总结如下：若干全球升温潜能值低的制冷剂可用于大型空调机组，尽管它们在高环境温度国家尚不具有商业可行性；在这些国家，所有易燃备选方案均有灌装限制；全球升温潜能值较低的备选方案的经济性尚未评估；作为高环境温度国家的一项备选方案，需要对非氟化解决方案进行认真研究。

66. Dalin 先生介绍了区域冷却系统，该系统在大型应用中有显著优势，包括降低了中央系统中的容量；在财务上优化了生产组合；适用于全球升温潜能值低的替代品；运行系统安全，泄漏很小；在空调市场上占据显著份额具有财务可行

性。例如，2010年斯德哥尔摩的区域冷却网络向约600座建筑物提供了冷却解决方案。他总结说，氢氟碳化合物的逐渐淘汰为引入区域冷却系统带来了巨大机会。

67. 介绍结束后，主持人和若干与会者向专家组成员提出了一些问题。

68. 在回答关于努力提升能源效率和努力增加全球升温潜能值低的替代品的使用之间潜在权衡的问题时，几名专家组成员强调，随着空调系统体积的增大，能源效率几乎总会提升。一名专家组成员说，从历史上看，使用全球升温潜能值低的替代品的系统在能源效率方面会持续和显著改善。另一名专家组成员指出，许多国家已经拥有所有全球升温潜能值低的新系统都必须达到的能效标准。若干专家组成员指出，目前关于能源效率的最大限制因素在于使用易燃或略易燃的替代品的系统，一些专家组成员说，这些限制因素已经或可以通过更高的灌装限额来解决，设计改动、生产改进、检查人员和维修技术人员培训的改善以及建造和安全规范的升级都将使更高的灌装限额变得可行。

69. 一名与会者指出，数个为本次研讨会准备的概况介绍都表明，在能源效率和使用全球升温潜能值低的替代品之间仍存在显著的妥协。更高的效率需要更大的灌装系统，而更大的灌装系统会给易燃替代品带来一些问题。提升能效的目标会带来巨大的气候惠益，但也要求在一些地区的一些应用中继续使用氢氟碳化合物。另一名与会者说，关于各种全球升温潜能值低的替代品在各种潜在的大容量系统或将使用新兴技术的系统上表现如何还需要更多资料。一名与会者表示，缺少充足的可用于比较全球升温潜能值低的碳氢化合物和其他全球升温潜能值低的替代品的冷却能力和生产成本的公开数据。

70. 与会者就全球升温潜能值低的替代品在高环境温度国家的潜在使用提出了若干问题与评论意见，除其他外，包括由于以下原因造成的一系列挑战：这些国家需要大量可靠、具有成本效益和节能的额外空调能力；易燃的全球升温潜能值低的替代品可能带来的问题；水和电短缺；以及关于全球升温潜能值低的替代品的有效性和效率的声明与经证明的、商业上可用的设备数量之间的差距。在回答介绍中有关 HC-290 在高环境温度国家的有效性的几次表述与近期区域内的销售行为之间存在明显矛盾的问题时，一名专家组成员指出，这是由于相关主要制造商根据对区域内商业偏好的认识而做出一个营销决策。

71. 在关于空气对空气空调系统的讨论中，提出了数个关于全球升温潜能值低的潜在替代品的可获得性和适宜性的一般性问题。一名与会者问到，鉴于已经确认了65到80种制冷剂，找到新的全球升温潜能值低的替代品实际上有多大机会。一名专家组成员回答说，新的配方和混合物不断得到评估，可能将出现能效更高且具有其他优势的备选方案，特别是鉴于对使用易燃物质的接受度越来越高。另一名专家组成员指出，开发进程不应从替代物质开始，而应将重点放在哪些现有或潜在物质、包括目前广泛使用的物质能够最好地满足各缔约方的优先需求，包括有效性、广泛可获得性、能源效率和对平流层臭氧的保护。

72. 一名与会者问，是否相关文件和介绍讨论的所有全球升温潜能值低的替代品都已有测试结果和可部署设备，如果存在，是否解决了各缔约方在此前几次会议上表达的关于潜在替代品何时可被接受的所有关注事项。另一名与会者强调，所有替代品在一系列因素方面均有潜在的积极和消极影响，并问是否有可能列出关于每一种具体替代品的权衡取舍。在随后的讨论中，几名专家组成员说，已有许

多替代品可获得且已经被证明，但作为一个实际问题，尽管如概况介绍和发言所示，已经证明和部署了许多潜在设备零部件或设计配置，但并非每一种都已进行了测试。因此，一个关键问题是加快更多设备和工艺的设计、工程、测试和部署进程。若干问题被作为提升相关市场需求和促进这一进程的机会加以引述，除其他外，这些问题包括：对氢氟碳化合物的额外监管控制产生的市场确定性；为准确反映已经发生的重大进展而产生的政府监管的进步；各国和各区域内部以及相互之间安全与建造规范的统一；检查和维修人员的培训及可靠性的提升；以及对替代物质和设备的可获得性、有效性和效率更好的认识。一名专家组成员说，减少全球升温潜能值高的排放量这一目标可以通过改进使用氢氟碳化合物的设备的制造和维修标准来解决。

73. 关于大型空气对空气冷却系统中具体替代品的使用，一名与会者问，鉴于在大型冷却器中使用特别是碳氢化合物（HC-290）和氨（R-717）等全球升温潜能值低的制冷剂更简便、安全和节能，包括在高环境温度下，是否有可能将空气对空气市场的一部分转换到使用冷却器的中央系统。另一名与会者问，区域空调系统是否可成为高环境温度国家一个可行的全球升温潜能值低的备选方案。一名专家组成员在回答中指出，特别是海湾国家等一些高环境温度国家已经有区域冷却项目，且埃及正在进行的一项研究的一部分正是考虑与此相关的许多问题。不过，一些限制因素可能导致区域系统无法满足中东地区25%以上的总冷却需求，这些限制因素包括电力匮乏、水资源匮乏、首选的建筑物类型和发展密度。另一名与会者强调，特别是在中东国家等高环境温度国家，缺水和其他问题阻碍了使用冷却器的大型中央系统的广泛使用。亦不宜优先推广一种技术，而不是为消费者提供一系列选择。一名与会者说，许多国家转换到中央系统在技术上是可行的，但需要调整房地产规范并让开发商参与进来。

74. 一名与会者问，除了限制使用易燃制冷剂的全球升温潜能值低的系统的灌充容量外，是否存在其他潜在方法，尤其是鉴于许多家庭、企业和交通工具每天都在使用包括天然气和汽油在内的易燃物质。一名与会者说，尽管从一种不易燃物质更换为一种易燃物质需要将安全纳入考虑，但显然某些设备的一些灌充容量限制对其当前形式来说已经严重过时。此外，在评估制冷剂时还应考虑除易燃性以外的许多其他参数。另一名与会者指出，不同法律系统对影响人类生命的各种风险划分了不同水平和类型的责任，这可反过来影响某些全球升温潜能值低的替代品的部署。

75. 关于可变制冷剂流量系统的具体替代品的问题，一名专家组成员指出，一些寒冷气候的国家已经部署了使用二氧化碳的机组。另一名专家组成员指出，某些监管标准已经允许在中型系统中使用易燃制冷剂。

76. 一名专家组成员在回答一个具体问题时说，已经在为使用有关化学品或混合物而适当设计的压缩机上进行了 HC-290的性能比较测试，测试的所有其他方面都完全相同，包括每台压缩机的效率。关于对不同类型系统中使用 HC-290的风险的评估，例如在组合式小型冰箱中与在更大更复杂的空调系统中，他说，许多国家内部和相互之间现有的标准似乎并非基于统一的技术或安全标准、可比性研究，以及降低全球升温潜能值高的排放量的目标。

77. 几名与会者询问了在小型分体式系统中使用易燃制冷剂带来的潜在安全顾虑。一些专家组成员指出，关于该问题的研究、商业开发和监管分析均正在进行中。一名专家组成员说，进一步的监管将有助于显著增加这一活动。在回答关于部门内解决第5条缔约方对潜在替代品的所有关注事项的可获技术的问题时，一名专家组成员说，的确存在许多可部署的备选方案，且更多备选方案即将出台，但包括继续使用氢氟碳化合物在内的任何替代品都将需要作出权衡取舍。另一名专家组成员表示，目前没有符合高环境温度国家所有标准的替代品，全球升温潜能值高这一重要方面可通过设备制造、检查和维修的改进来解决，从而使小型分体式系统不会排放氢氟碳化合物。

78. 回到有关冷却器的具体问题所提出的各项问题，几名专家组成员指出，全球升温潜能值低的冷却器可替代许多空气对空气系统，包括在商业和住宅场所中，且市场上已经有各项被证明的技术。但终端用户在需求、偏好和地理位置上的存在的重要差别意味着冷却器不会成为通用的解决方案。关于各种备选方案的具体权衡，一名专家组成员说，冷却器在按吨计算的基础上更节能，但可变制冷剂流量系统仍然比小型冷却器更有效率。在评估替代品时，同样重要的是将购买和维修设备、能源和水的成本计算放在具体场景下。

79. 一名专家组成员说，在讨论替代品时必须具体，以准确理解特定的解决方案何时适用，何时不适用。在这方面，重要的是不要将关于小型封闭式空调系统、小型分体式系统和大型空气对空气系统的概况介绍所讨论的重大问题与关于非常大型冷水系统的探讨相混淆。

80. 在回答关于使用易燃制冷剂的中小型冷却器的可获得性问题时，一名与会者说，市场上已有多个可用的备选方案，且已投入使用了约15年。这些冷却器通常位于设备室外或设备室内，使用工厂封装系统。约15到20家公司已经生产了采用几种不同替代化学品和混合物（包括易燃制冷剂）的全球升温潜能值低的冷却器，作为使用二氧化碳、氨水或水的机组。在回答另一个问题时，一名专家组成员说，在高温环境下使用中小型冷却器替代多联分体式系统是一个备选方案，且位于建筑物外允许更大的易燃制冷剂灌充量，这将提升效率，但是这样使用存在障碍，包括在某些地区对冷却器缺乏了解，以及对漏水的可能性的误解。

81. 在回答关于单制热热泵的问题时，一名专家组成员指出，虽然有些国家运用补贴来鼓励采用使用全球升温潜能值低的替代品和制冷剂的系统，但欧洲在没有补贴的情况下生产并部署了中大型系统。如果有充足需求，则可能在没有补贴的情况下生产和使用这些系统。另一名专家组成员指出，这些系统采用的加热水的方法可能影响其运营成本和环境影响。主持人指出，必须对单制热热泵的不同类别加以区分，例如家庭空间供暖、家用热水和区域供暖。一名专家组成员说，所有类别均有全球升温潜能值低的备选方案。例如，挪威已建成使用全球升温潜能值低或无全球升温潜能值的系统的区域供暖系统。但大容量系统总是更高效。另一名专家组成员指出，高环境温度且水供应不足的国家在使用这类系统时面临挑战，尽管这些挑战是可以解决的。

82. 专家组成员以空调和热泵部门的主要问题为重点，回应了讨论期间提出的要点。所确定的优先事项包括替代品的易燃性问题；替代品的成本；对培训和提供恰当维修的需求；监管规范的严格性。一名专家组成员说，除非监管环境有确定

性，否则制造商不愿投资。另一名专家组成员说，时间是一个因素：需要从消耗物质臭氧到可获得且商业上可行的节能系统一步到位的转型。此外，解决方案不应混在一起，应针对每一次使用确定并应用最佳替代品。几名专家组成员强调，迫切需要找到长期解决方案，解决高环境温度国家的紧迫需求。一名专家组成员说，能源效率至关重要；如果全球升温潜能值低的替代品效率更低且在电器操作中需要更多的能源支出，那么对其的投资将适得其反。因此，需要一种综合的生命周期方法。最后，一名专家组成员强调必须在建造指令与其他因素方面创造一个公平竞争环境，以使区域冷却等备选方案充分发挥其潜力。

83. 各位概况发言人也对提出的问题作了评论。Peixoto 先生说，标准是一个主要挑战，需要认真分析风险来确定社会可接受的风险程度。不可能存在考虑到所有限制因素的理想制冷剂，因此虽然界定监管框架具有挑战性，但这至关重要。再次，对于高环境温度条件，实现能源效率是一项优先考虑；情况复杂，但将在不久将更加清晰。

84. Colbourne 先生说，从本次会议中可得出积极的结论。很显然，所有部门都有一套可获得或正在开发的替代品，大量研究和开发亦在进行中，为市场提供产品需要做哪些工作也很明确。如果对全球升温潜能值低或全球升温潜能值适中的产品有需求，那么工程师们将为任何具体系统或电器找到满足该需求的方法。但至关重要的是，在这一开发进程中需要一个驱动或刺激因素，不管是立法还是需求驱动。向使用全球升温潜能值低的替代品的大型商业制冷的转变一直受到超市连锁等大型经营者的驱动，但在空气对空气空调等其它次级部门并没有类似的力量在发挥作用。在安全问题方面，易燃性带来了一项工程上的挑战，尤其是鉴于限制性的安全标准。而对于冷却器和热泵而言，由于它们是密封的，且位于室外，易燃性并不是一个问题，但制造商和安装商仍需要了解易燃性问题并定期进行风险评估。他还强调，在许多国家效率规则很少，因此只要设备达到这些标准，终端用户可自由选择他们需要的任何替代品。在成本方面，信息很明确，即一旦实现了足够大的市场，且在生产新型设备方面取得了经验，成本平价将随即到来。最后他说，在为包括易燃物质在内的新型制冷剂准备技术人员方面，维修部门的能力建设至关重要。这对于第5条缔约方国家和非第5条缔约方国家均构成了挑战。

#### 四、 第3次会议 解决移动空调部门中全球升温潜能值高的氢氟碳化合物所面临的挑战与机遇

85. 研讨会第三次会议关于解决移动空调部门中全球升温潜能值高的氢氟碳化合物所面临的挑战与机遇，由 Saleem Ali 先生主持，北美 CalsonicKansei 的 Gursaran Mathur 先生以独立身份担任报告员。美国伊利诺伊大学的 Predrag Pega Hrnjak 先生作为独立专家作了概况介绍。泰国 Siam Denso Manufacturing 的 Pradit Mahasaksiri 先生、法国雷诺的 Enrique Peral-Antunez 先生、中国上海交通大学的 Chen Jianping 先生，以及印度塔塔汽车的 Sangeet Kapoor 先生也进行了介绍。



86. Hrnjak 先生解释说，移动空调部门是一个独特的部门，仅围绕全球升温潜能值高的 HFC-134a 这一种制冷剂形成了一个全球行业和历史主导地位。随着2006年欧洲联盟立法的通过，开始出现了采用全球升温潜能值低的替代品的压力，这对向欧洲市场出口的美洲和亚洲制造商产生了连锁反应。HFC-134a 有若干替代品可供使用。过去，来自二氧化碳系统的竞争也帮助改善了 HFC-134a 系统的性能。HFO-1234yf 的发展似乎提供了一种更好的替代品，但对于其易燃性的疑虑使二氧化碳重新受到关注，一些制造商正在转向使用 R-445A，这是一种氢氟碳化合物和二氧化碳的混合物。哪一种 HFC-134a 的替代品能够取得成功尚不清楚；HFO-1234yf 目前在欧洲联盟是主要的替代物质，但二氧化碳在较低温度下以及更紧凑系统和电动汽车中性能更佳，而在热泵中 R-445A 更胜一筹。

87. Mahasaksir 先生概述了东南亚国家联盟（东盟）区域的发展，由于整个东盟区内汽车销量迅速增加，且一般为高温地区，平均温度27.6℃，该区域对移动空调部门有重大影响。印尼和泰国等国家每辆车移动空调的二氧化碳排放量远高于日本，原因是这些国家温度较高，空调使用的更多，且行车里程数较高，颗粒物污染水平较高，而这往往会降低性能。调查还显示，在较高温度下泄漏率更高。因此，在可以采用全球升温潜能值较低的制冷剂之前，必须降低泄漏率，并提高维修和制冷剂回收的质量。

88. Antunez 先生说，在计算移动空调的气候影响时，间接排放量（来自系统的能源消耗、制冷剂的生产和运输等）也很重要；对此，生命周期气候性能提供了一个较全球升温潜能值更好的衡量方法。对汽车行业来说，最理想的状况是有一种独特的制冷剂，可在全球范围内为所有制造商所用。迄今为止，可用于大量生产的唯一选项是 HFO-1234yf，但事实上仅两家供应商将其投入了商业生产，且获取成本高昂，这促使业界寻找其他替代品。二氧化碳成本高，因为其需要一个大不相同的系统。R-445A 较其他制冷剂性能好，且根据欧洲联盟标准被认为不易燃，看起来是各种气候条件下成本、性能、效率以及安全性之间的最佳折衷方案。

89. Chen 先生概述了中国的情况，欧洲联盟氟化气体条例的通过激发了中国对于 HFC-134a 的适当替代品的讨论。HFO-1234yf 尽管效率较低，但被认为是可接受的。对二氧化碳原型进行了测试，但成本较高，且在高温条件下效率较低。对 R-445A 进行了测试，尽管需要特殊的维修设备，但其性能看来可以接受。HFC-152a 以及丙烷和异丁烷的混合物的性能均好于 HFC-134a，且事实上碳氢化合物已在维修市场使用了10年以上，其成本较低且效率较高；但对于将它们用于100多万辆以压缩天然气为燃料的中国出租车是否安全的问题仍存疑问。他同意，对于移动空调，生命周期气候性能是较全球升温潜能值更好的影响指标；能耗不仅与气候相关，也与交通状况有关。

90. Kapoor 先生说，HFC-134a 的潜在替代品，不管是 HFO-1234yf、HFC-152a 还是二氧化碳，均不可被视为现成的替代品；只有通过重大改造才能实现相当的性能、耐用性和安全标准。尽管需要安装额外零部件，但次级循环系统的使用提供了一个绝佳机会，它更安全（帮助抵消了使用 HFC-152a 和 HFO-1234yf 的易燃性风险），需要更少量的制冷剂和更低频率的维修（这均有利于抵消更高昂的初



期成本），且适用于所有气候。次级循环系统为提高整体能效，进而降低气候影响提供了巨大潜力。示范项目需要供资。

91. 一名专家组成员在回答问题时表示，HFO-1234yf 和 R-445A 均可作为现成的替代品使用。一些公司正在尝试进一步开发二氧化碳系统，但 HFO-1234yf 系统的性能要比几年前好得多。他认为，将出现一种作为全球解决方案的制冷剂的可能性是70%到80%，主要原因是汽车行业在全球范围内运营，业界非常不希望对不同市场使用不同的制冷剂。

92. 但另一名专家组成员指出，尽管欧洲联盟的立法实现了在该区域内使用 HFO-1234yf，但在其他地方 HFO-1234yf 并未广泛使用，因此欧洲联盟的制造商仍将 HFC-134a 用于出口产品。尽管再增加一种制冷剂会更加复杂，但这样做并非不可能；然而，最好汽车可使用基本相同的部件，而不是差别很大的系统，例如使用二氧化碳所需的系统。

93. 关于热泵中所使用物质的相对性能，评估显示，二氧化碳比 R-445A 好得多，但 R-445A 在使用方面足够好于 HFO-1234yf。另一名专家组成员指出，二氧化碳在高环境温度下表现不佳，因此 R-445A 是一个不错的折衷解决方案。

94. 关于制冷剂的成本，专家组成员说，HFO-1234yf 比 HFC-134a 在欧洲约贵15到20倍，在印度约贵10倍。但随着产量的提升，可以预期价格将会下降。

95. 在回答有关 HFO-1234yf 专利保护的一个问题时，专家组成员评论说，该专利于2003年授予，因此将于2023年到期。制冷剂可获得性的问题更多是由于目前仅有两家供应商，而不是由于专利。

96. 关于制冷剂的易燃性，一项历时三年的全行业风险评估得出了如下结论：风险水平很低，低于其他被认为是可以接受的风险。在戴姆勒声称 HFO-1234yf 的易燃性较原本以外的高后，重复进行了一次评估，但得出了同样的结论。如果在碰撞后释放出液体，液体将迅速分解，且其对气候的影响远低于 HFC-134a。在回答一个进一步的问题时，有人解释，制冷剂的易燃性根据测试所在地的问题而有所变化。欧洲联盟化学品注册、评价、许可和限制标准的测试在室温下进行，在该温度下 R-445A 不易燃；但 A-2L 测试在60 °C 下测试其易燃性，在该温度下它是易燃的。

97. 在回答移动空调系统在维修时灌装不同于原本设计的制冷剂会发生什么时，专家组成员指出，尽管制造商试图通过各种装料孔和连接使得难以灌装不同的制冷剂，但这样做并非不可能，而且已经这样做过。一般情况下，只要含油量兼容，HFO-1234yf 系统在灌装 HFC-134a 或 R-445A 后性能相若甚至更加。同样，可以使用碳氢化合物，这一点已经在中国得到证实，系统同样表现相若或更佳。

98. 关于各种新制冷剂的成本问题，有人指出，维修公司需要安装新设备，包括回收系统，这样做成本很高。

99. 在回答有关 HFO-1234yf 市场渗透率的一个问题时，有人估计，全球范围内目前大约有300万辆汽车使用 HFO-1234yf。这只占全球总量的很小比例，但这个数字正在迅速增长。

100. Hrnjak 先生在总结讨论时说，尽管移动空调部门早于其他部门开始从全球升温潜能值高的氢氟碳化合物过渡，但仍然存在多种可能的替代品。他认为，业界可能最终汇合到一种可在全球范围内适用的解决方案，包括第5条缔约方和非第5条缔约方，他希望各国政府正在出台的各项条例可促进这一发展。

## 五、 第4次会议 解决泡沫塑料部门中全球升温潜能值高的氢氟碳化合物所面临的挑战与机遇

101. 研讨会第四次会议关于解决泡沫塑料部门中全球升温潜能值高的氢氟碳化合物所面临的挑战与机遇，由 Saleem Ali 先生主持，中国亨斯迈亚太技术中心的 Enshan Sheng 先生以个人身份担任报告员。Ali 先生在宣布会议开幕时表示，讨论一方面将涉及挤塑聚苯乙烯这一次级部门，主要包括层压板和面板，这一次级部门的大部分问题关于生产和实地水平的风险管理，讨论另一方面将涉及范围更为广泛的聚氨酯产品和应用。他说，尤其应将重点放在中小企业上，原因是尽管泡沫塑料部门在氢氟碳化合物相关的对气候变化的影响方面占相对较小比例，但该部门涉及大量这类企业，这意味着对于努力实现发展的第5条缔约方来说这是一个极其重要的领域。

102. 两名概况发言人对泡沫塑料部门的总体情况进行了介绍，他们是：德国 GIZ Proklima 的 Igor Croiset 先生和巴西陶氏化学的 Paulo Altoe 先生。

103. Croiset 先生在他的介绍中提请注意中小企业在转换到新的全球升温潜能值低的泡沫塑料系统时必须考虑的选择标准、提高冷却能力和能源效率所需的绝缘要求和基本的良好做法，以及工业或建筑、运输、商用和家用制冷次级部门的主要应用可采用的替代品。Altoe 先生在他的介绍中强调了从商业和家庭应用中消除采用氢氟碳化合物的泡沫塑料所面临的各项挑战，包括导热性与能源效率之间的关系、安全问题、经尝试和测试的采用氢氟烯烃的替代品有限，以及中小企业的投资回报，这建立在各项比较研究结果的基础上，除其他外包括关于氢氟烯烃发泡的泡沫塑料和其他发泡剂、以及高含水量和完全水发泡系统的比较研究。

104. 随后该领域内的五名专家进行了一系列介绍，包括泰国的泰国工业联合会聚氨酯小组的 Kultida Charoensawad 女士、科威特 Isofoam Insulating Materials Plants 的 Ashok Chotani 先生、印度 Industrial Foams Pvt. 的 Samir Arora 先生、意大利 Cannon Afros 的 Stefano Verga 先生，以及美国巴斯夫的 Achara Bowornprasitkul 女士。

105. Charoensawad 女士在介绍中概述了泰国中小企业在将全球升温潜能值低的化学品引入聚氨酯行业的各个领域时面临的机遇与挑战，包括安全性、成本以及高效替代品的可获得性。

106. Chotani 先生对中东和北非区域挤塑聚苯乙烯行业目前的替代品作了介绍，除其他外，他强调物理性能方面必要的权衡取舍、工艺开发的成本制约因素，以及缺少一个区域办法和明确的全球升温潜能值低的发泡剂选择与使用的条例带来的各种问题。

107. Arora 先生在他的介绍中强调了越来越多第 5 条缔约方的微型、小型和中型企业仍在使用氟氯烃作为发泡剂；对于这些公司来说，氢氟烯烃等全球升温潜能值低的潜在替代品在商业上均不可行；迫切需要实施示范项目以确定它们的安全性。

108. Verga 先生介绍了配方厂和全球升温潜能值低的各项技术的开发，他提请注意他的公司在经改造的机器中测试水、氢氟烯烃、预混戊烷和其他氢氟碳化合物替代品的结果，尤其是剂量、安全性和成本。

109. Bowornprasitkul 女士在她的介绍中概述了新一代发泡剂的特性与发展，美国环境保护局在监管氢氟碳化合物方面所做的努力，以及美国大企业在商用制冷次级部门逐步采用全球升温潜能值低的化学品方面取得的进展。

110. Chotani 先生在回答问题时强调，他所在区域的各当局必须制定各项规范和地方标准以确定制造商迫于压力使用的新的碳氢化合物和采用水的发泡剂是否是可接受的，且目前正在测试的六溴十二烷的阻燃性替代品应该能够于 2016 年之前可获得。

111. 关于当前新一代发泡剂的可获得性问题，Bowornprasitkul 女士说，几家大型美国制造商已经在推广一些此类产品。但 Croiset 先生指出，氢氟烯烃还不能作为冷藏卡车和集装箱中的替代品在欧洲使用，因为其还未达到《国际易腐食品运输及其所用特别设备协定》规定的 6 年测试期。关于现有替代品可能对环境和中小企业工人的健康带来的风险问题，他建议用户注意安全说明，并采取适当的措施来保护自己的员工。

112. 在回答关于戊烷使用的一个问题时，Verga 先生说，由于纯戊烷的爆炸风险比预混戊烷高 60 倍，对于所在地没有当地配方厂且缺少训练有素的人员的中小企业来说，预混戊烷是更加安全的选择。关于预混材料的可获得性与安全储存问题，尤其是在高环境温度下，他说，配方厂可用特殊的圆桶少量供应，使预混材料可在多达五个月的时间内保持稳定，他补充说，特别是碳氢化合物预混多元醇，蒸发速度比纯戊烷快 60 倍。一名代表评论说，他所在的国家尝试将预混戊烷保持在多元醇中，但总是导致相分离，Verga 先生在回应时建议说，这可能是由于混合方法和多元醇选择的缘故，而非由于高环境温度，他的建议得到了 Croiset 先生的赞同。Croiset 先生警告了中型散装容器中运输的和/或未经预冷却在极热环境下储存的开口桶的风险，并补充说，所有化学品都必须存放在适当温度下，以避免分离。

113. 在主持人问到超临界二氧化碳是否可能是现场生产的聚氨酯喷涂泡沫塑料的适当备选方案时，Croiset 先生说，这取决于泡沫塑料是用于室内，还是用于保护屋顶免收阳光直射，对于后者，水发泡方案的试验取得了良好结果。但 Altoe 说，水发泡泡沫塑料的机械性能可能仅限于较寒冷的国家，而且将现有的大型汽缸系统替换为二氧化碳/氢氟烯烃混合物或需要一段时间。一位代表指出，许多发展中国家并未区分室内和室内用途，不加控制地使用喷涂泡沫，造成了重大的易燃风险。

114. 在总结发言时，Croiset 先生指出，第 5 条缔约方泡沫塑料部门的中小企业由于缺少能够提供同样导热性、而不会导致技术退化的氢氟碳化合物替代品，仍面

临重大困难，Altoe 先生说，尽管由于成本高，这些公司还无法改用氢氟烯烃，但氢氟烯烃优异的发泡性能和安全性使其未来前景尤其光明。他说，在此期间，中型企业可考虑使用水和更易负担的碳氢化合物的组合，以及少量的氢氟烯烃。

## 六、 第 5 次会议 氢氟碳化合物管理技术方面的总体和交叉问题

115. 研讨会第五次会议关于氢氟碳化合物管理技术方面的总体和交叉问题，由 Peter Adler 先生主持，印度科学与环境中心的 Chandra Bhushan 先生以个人身份担任报告员。美国全球氟化物生产商论坛的 Mack McFarland 先生和比利时 Shecco 的 Marc Chasserot 先生作了初步介绍，随后就四个主题进行了更多介绍与讨论，以及一次总结讨论。

116. McFarland 先生说，他所在的贸易协会包括总部设在欧洲、印度、日本和美国的企业，贸易协会支持了特别是在排放性应用中逐步削减全球升温潜能值高的氢氟碳化合物的行动。他强调说，目前来自世界各地的多家供应商提供了多种低或无全球升温潜能值的替代品，且不久的将来市场上还会出现更多替代品。这些替代品包括氟化和非氟化物质，不易燃或易燃性低，毒性小。设备制造商和终端用户在选择在特定应用中采用哪一种替代品时应考虑多个因素，包括系统性能和容量、能源效率、易燃性、地方条例以及采购和运营成本。他简要介绍了目前主要应用部门可用的具体全球升温潜能值低的替代品，这些应用部门包括汽车空调、住宅和轻型商用空调、商用冷却器、家用制冷、商用制冷、绝缘泡沫塑料、气溶胶和溶剂，他还指出，在一些应用中使用某些氢氟烯烃和碳氢化合物可能将全球升温潜能值降低 90-99%。

117. Chasserot 先生详细介绍了天然制冷剂市场的重大发展，并指出，许多不同部门的终端用户和制造商现在有许多已被证明的备选方案。例如，预计全球已有 5000 家零售食品商店使用了跨临界二氧化碳来制冷，且这个数字还在迅速增长。日本目前在使用二氧化碳的热泵方面是全球领导者，已投入运作达 470 多万，零售食品商店方面，超过 25 种不同的商店品牌目前使用二氧化碳系统。在北美，二氧化碳和碳氢化合物系统在食品零售和食品服务部门各个方面的势头都不断增强，超过 120 家商店已经使用了二氧化碳跨临界系统。可口可乐已在全球安装了 140 多万无氢氟碳化合物的机组，其中近 700000 台机组位于非洲、亚洲、拉丁美洲和太平洋地区。中国已成为一个日益增长的天然制冷剂市场，天然制冷剂已被用于瓶装饮料冷却器、自动售货机、热泵、零售商店制冷和工业制冷。

### A. 转换成本、知识产权、全球升温潜能值低的替代品的可获得性以及各项新技术的可获得性时间表

118. 印度制冷和空调制造商协会的 Ravinder Mehta 先生、美国伊利诺伊大学的 Predrag Pega Hrnjak 先生、哥伦比亚的独立顾问 Miguel Quintero 先生，以及大不列颠及北爱尔兰联合王国的独立顾问 Alistair McGlone 先生作了简短介绍。在这些介绍之后，McFarland 先生和 Chasserot 先生作为专家组成员与介绍人一起回答主持人和与会者提出的一组初步问题。

119. Mehta 先生概述了第 5 条缔约方的公司在试图转换到全球升温潜能值低的备选方案时面临的各项挑战。这些行业已经参与了逐步淘汰氯氟烃的行动，同时也

在寻求满足对制冷和空调庞大且不断增长的需求。由于缺少安全和已被证明的全球升温潜能值低的替代品，发达国家在许多情况下已经采用全球升温潜能值高的氢氟碳化合物和氢氟碳化合物混合物作为氯氟烃的替代品，且这一过程正在被发展中国家效仿。由于缺乏明确的氯氟烃替代技术，尤其是在空调部门，发展中国家面临了一些困难。业界无法负担多次转换，且在全球升温潜能值低的替代品的时间表、可获得性以及成本方面面临重大不确定性。日益严格的能效要求或规范造成了另一类障碍，“低全球升温潜能值”定义的不明确也带来了障碍。在易燃制冷剂使用方面存在巨大挑战，由于在市场接受度、政府条例、产品安全性、责任、维修、运输和储存方面的顾虑，以及缺少相关的全球统一标准、条例和规范，许多行动者更倾向于等待安全、不易燃的替代品出现。应考虑延长逐步淘汰氯氟烃的时间表，确保可获取安全、经济上可行、成熟的全球升温潜能值低的技术，避免需要多次转换；应考虑在第 5 条缔约方国家实施示范项目；加快对用于高环境温度国家的全球升温潜能值低的制冷剂的评估；确保解决方案可用于所有部门和产品线；使制冷剂可无需经过工业过程的制冷限制、以合理价格获得；并解决易燃制冷剂的责任问题。

120. Hrnjak 先生说，对成本比较的评估需要研究总拥有成本，包括系统和制冷剂的购买、维修和其他问题。氯氟烃替代品的不断增加，其中包括全球升温潜能值低和全球升温潜能值高的产品，以及人工合成和天然制冷剂，这意味着化学和机械工程师将继续在系统的有效性、效率、可靠性和环境影响方面竞争。竞争者的竞争领域大有积极作用。许多国家需要更新各项条例，反映出碳氢化合物和采用氨的系统在设计和操作方面的改进，从而加强全球升温潜能值低的替代品的采用。

121. Quintero 先生讨论了了解与泡沫塑料发泡部门从全球升温潜能值高的氢氟碳化合物转换到全球升温潜能值低的氢氟碳化合物和其他替代品相关的财务问题的方法。了解这些成本对于支持此类转换的各项政策的制定与实施至关重要。他概述了几种最突出的转换方案的资本和经营成本，其中包括三种采用易燃替代品的方案——碳氢化合物、甲缩醛和甲酸甲酯，以及四种不使用易燃替代品的方案——二氧化碳（水）、Formacel 1100、Solstice 液体发泡剂和 Forane 1233zd。总的来说，不易燃替代品的资本成本最低，易燃替代品的经营成本最低。他将经营成本细分为几个具体的因素，并指出，总体来说戊烷的增支经营成本最低，在非易燃替代品中二氧化碳（水）的增支经营成本最低。

122. McGlone 先生概述了专利所赋予的权利和义务，以及知识产权通常对技术开发和转让的影响。他说，一般而言，由于专利制度保护了宝贵的知识产权，其为企业和发明者寻求新的技术解决方案和进入新市场提供了激励。在《蒙特利尔议定书》的历史上，这种保护并未为开发和部署所需的替代品带来重大障碍，今后也不太可能会。一个新的监管制度将向市场发出信号：继续生产消耗臭氧物质和全球升温潜能值高的物质的替代品。日益激烈的竞争可能会降低购买或许可使用专利物质的成本。专利也并非永久的，且二氧化碳和水等替代品不受专利保护。有可能在《议定书》下制定的任何氢氟碳化合物条例都将纳入由执行蒙特利尔议定书多边基金承担协助符合条件的缔约方获得必要的物质和设备的任务。

123. 在随后的讨论中，一名与会者问，鉴于能源生产产生的二氧化碳排放量对气候变化的影响远大于氢氟碳化合物，所提供的有关全球升温潜能值排放量以及替换成本可能下降的信息是否考虑了不同系统使用的能源量。一名专家组成员回答说，设备制造商了解能源效率在竞争中的重要性。许多国家也有能源效率条例。因此，可获得的产品或正在开发的产品很可能会达到或超过其所替代的产品的效率。另一名专家组成员说，由于设计、制造、建造所用的材料、压缩机效率方面的进步以及其他因素，有可能以更低的总体正本生产和使用能效更高的系统。

124. 在回答有关专利权可能对全球升温潜能值低的替代品价格产生的影响的问题时，一名专家组成员说，过去在这个部门的经验表明，专利持有人将难以对全球升温潜能值低的替代品收取过高费用。竞争已经存在，且如果颁布更多国家或国际条例，竞争还将加剧。定价过高本身也将激励竞争者进入市场，专利亦会到期。最后，各缔约方可决定指示多边基金协助各缔约方承担采用相关物质或设备的增支成本。另一名专家组成员说，制冷剂一般只占获取和操作相关系统的总成本的一小部分，并且历史表明，制冷业和设备的成本均会随着时间的推移不断下降。

### **国内立法、行业举措成本以及全球升温潜能值低的替代品的可获得性**

125. 比利时欧洲能源与环境合作伙伴关系的 Andrea Voigt 女士、澳大利亚艾默生环境优化技术的 Rajan Rajendran 先生，以及美国负责任的大气政策联盟的 Kevin Fay 先生作了简要介绍。介绍结束后，McFarland 先生、Chasserot 先生、Mehta 先生、Hrnjak 先生、Quintero 先生和 McGlone 先生作为专家组成员与发言人一起回答主持人和与会者提出的问题。

126. Voigt 女士概述了欧洲联盟新氟化气体条例及其对氢氟碳化合物相关技术市场可能产生的影响。新条例在很大程度上并不针对具体制冷剂，而是基于制冷剂的二氧化碳当量全球升温潜能值。条例设计的目的是达到技术中立，加快向全球升温潜能值较低的制冷剂过渡的行动，鼓励对氢氟碳化合物进行遏制和寿命到期回收，促进回收利用，培养更多创新和竞争，并实现重要的环境目标。总的来说，欧洲业界欢迎新条例的出台，原因是新条例为支持对全球升温潜能值低的产品和服务进行更多投资提供了监管方面的确定性，而且因为逐步削减行动为终端用户的制冷剂选择提供了极大的灵活度和自由度。一份行业分析发现，条例的成本是合理的，所避免的每吨二氧化碳当量排放量的成本约 25 欧元。与此同时，业界希望看到对能源效率的更大重视，包括更多地关注生命周期气候性能评估。还迫切需要重视采取全球升温潜能值较低的制冷剂的几个重要障碍，包括各项标准和建造规范的更新，以及维修人员培训。

127. Rajendran 先生简要介绍了一份目前各行业在家用、商用和工业制冷以及空调部门使用的全球升温潜能值低的具体替代品的名单，其中包括人工合成和天然制冷剂。众多公司都实施了大幅降低全球升温潜能值排放量的措施。尽管目前所有应用都有许多可行的备选方案，但并非每种产品都适用于每个区域的每种应用。随着产量增加，预计成本将会降低，且如果各项国家或国际氢氟碳化合物条例提供了更大的市场确定性，同时通过升级各项安全和其他监管标准以反映技术的改进，成本将进一步加速下降。重要的是，要把氢氟碳化合物问题视为持续过

渡到全球升温潜能值较低的替代品的过程，而不是向一种特定的全球升温潜能值低的替代品的一次转换。

128. Fay 先生回顾说，《蒙特利尔议定书》帮助建立了一个历史上最成功、最重要也最迅速的技术过渡之一。事实上，《议定书》所创造的市场确定性和激励措施已最终令业界提出加快淘汰氯氟化碳。正如以前的氯氟化碳一样，全球升温潜能值高的氢氟碳化合物现在成为了必须予以替换的过渡化合物。然而，决策者没有必要决定哪些替代品将用于今后所有的潜在应用。目前已存在许多备选方案，只要决策者建立了正确的市场信号，还将创造并改进更多的备选方案。正如此前在《蒙特利尔议定书》背景下发生的一样，一项清晰的长期政策指令将会推动创新和降低成本。

129. 在回答几个关于专利的问题时，专家组成员指出，过去二十年中世界各地授予了数百项氢氟碳化合物替代液体、混合物以及相关设备和工艺的专利，包括在中国、欧洲、印度、日本和美国。还没有一份单一的登记册记录哪些国家的哪些公司拥有哪些具体专利，尽管至少已经有一个项目正在尽可能多地罗列这些信息。数百年来，专利一直是市场的一部分，过去也并未成为技术过渡的障碍。然而，无法预测专利持有人随着时间的推移对获取特定产品或许可收取的费用。过去，市场竞争和产量提升往往会使价格下降。在《蒙特利尔议定书》运作的背景下，多边基金也提供了资源帮助发展中国家承担所商定的执行《议定书》的增量成本，包括获取必要的技术。但是，缔约方还未就逐步淘汰氢氟碳化合物或制定专项基金用于协助逐步淘汰行动作出任何政策决策。

130. 一名专家组成员说，多边基金购买专利的尝试可能导致基金支付过多，一个更好的方案是创造市场信号以降低价格。另一名专家组成员强调，天然制冷剂的扩大使用带来了避免专利或潜在垄断定价方面的一些顾虑的机会。

131. 一名与会者报告说，第 5 条缔约方国家的公司在联络发达国家的公司希望获取各项具体的全球升温潜能值低的技术时，或遭到拒绝，或需要以昂贵的成本获取，他问，多边基金能否如《蒙特利尔议定书》设想的那样促进技术以合理或优惠的价格转让。一名专家组成员答复说，技术和经济评估小组以及基金在评估具有成本效益的替代技术和帮助发展中国家获得此类技术方面有 25 年的良好业绩记录。在被问及如果市场没有对新的氢氟碳化合物条例有效地作出反应，未能将必要的产品推向特定区域或将价格降至适合发展中国家的水平，发展中国家将会发生什么，两名专家组成员说，不太可能出现此结果，缺少政策信号将导致此进程需要更长的时间。许多技术已经存在，且正在被引入许多国家和地区，但一个强烈的政策信号将进一步驱动市场，尤其是在全球范围内。

132. 一名与会者问，鉴于在不同部门有大量转换至全球升温潜能值低的替代品的备选方案，是否存在数据库或其他资源可使终端用户及其他人可比较不同替代品的成本和能源效率等其他特性，并学习他人的经验。几名专家组成员回答说，可从各种信息来源中获得此类信息的不同组成部分，除其他外，包括个别公司、行业协会、会议记录、技术和经济评估小组的报告以及为研讨会准备的概况介绍，且这些信息来源表示将协助缔约方获取他们需要的信息。

133. 在被请求对有关具体氢氟碳化合物替代品的价格、易燃性和毒性的陈述进行澄清时，一名专家组成员说，制造商可提供适当的定价信息，但他可以提供一份

不易燃或易燃性低的液体的清单，尽管其中一些信息已经包含在概况介绍和技术和经济评估小组的报告中。在提到某些化合物毒性有利时，意味着它们被列入了美国采暖、制冷与空调工程师学会的 A 类别，因此相当于目前所用物质的低毒性或无毒性。在回答一个关于对气候变化的影响的问题时，一名专家组成员说，他认为目前氢氟碳化合物排放量对约 1% 的总辐射作用力负有责任，但未来还有大幅增长的潜力。

134. 在被问及印度在采用全球升温潜能值低的替代品方面面临的具体挑战时，一名专家组成员强调，印度缺少一支充足、稳定的维修技术人员队伍。印度仅约 250000 名维修技术人员在空调行业工作，但即使是满足目前的市场需求也至少需要 500000 名维修人员。此外，由于低工资和其他因素，现有的技术人员仅约一半全年在岗，对合格人员的需求预计将大幅增长。技术人员也需要更好的培训，尤其是如果部署了包括易燃产品在内的广泛多样的全球升温潜能值低的替代品。在被问及印度和中东的国内公司应采用使用氟化气体的产品，还是直接采用氢氟烯烃或其他全球升温潜能值非常低的备用方案时，一名专家组成员说，两种都是可行的备选方案，选择哪一种取决于部门的具体情况。他认为，当前全球技术传播的速度远快于二十年前，这为发展中国家的终端用户提供了许多备选方案，包括跨越到氢氟烯烃或其他近期开发的替代品。

135. 在回答关于欧洲联盟氟化气体条例的制定、内容和影响的问题时，一名专家组成员说，她的介绍中的成本估算基于受欧洲业界委托进行的各项研究。条例依据正常程序制定，业界利益攸关方亦参与了政策讨论。首批氟化气体条例相比如常运作情景减少了氢氟碳化合物的排放量，创造了市场激励并促进了技术人员培训的增加以减少泄漏和其它排放。新的第二批条例的设计目的是通过逐步减少全球升温潜能值高的产品的生产和使用实现更大的减排幅度，并将影响进口和出口。她概述了新条例的关键内容，并表示欧洲制造商对这一向市场发出的明确信号表示满意。

136. 另一名专家组成员指出，欧洲有数百家公司制造采用天然制冷剂的设备或系统零部件，条例对他们而言是一个促进因素。在欧洲和其他区域，大量且越来越多的消费者选择从长期着眼，直接过渡到天然制冷剂。几名专家组成员指出，其他区域的终端用户在大多数部门中也有多种备选方案。一名专家组成员说，相比《蒙特利尔议定书》最初控制氯氟化碳或规定逐步淘汰氯氟烃的任务时，全球市场在全球升温潜能值高的氢氟碳化合物的替代品的开发与商业部署方面取得了更大进展。

## **B. 能源效率、安全以及行业对全球升温潜能值低的各项政策的反应**

137. 研讨会第五次会议第二部分关于能源效率、安全以及行业对全球升温潜能值低的各项政策的反应，讨论的三大主题是：高环境温度解决方案、易燃性和安全标准，以及减少泄漏。会议由 Peter Adler 先生主持。以下专家组成员作了介绍：约旦 Petra Engineering Industries Company 的 Samir Hamed 先生、约旦 Millennium Energy Industries 的 Hisham Mikhi 先生、中国 Underwriters Laboratories 的 Paul Fu 先生、丹麦 Danfoss Automatic Controls 的 Asbjørn Vonsild 先生、意大利欧洲空调和制冷协会的 Marco Buoni 先生、制冷和空调技术人员促进菲律宾发展协会的



Manuel Azucena 先生、日本的日本制冷和空调行业协会的 Tetsuji Okada 先生，以及巴拿马 Smart Refrigerants 的 Julio Esteban 先生。

138. Hamed 先生就高环境温度条件下设计相关的总体问题作了介绍。他说，在高环境温度进行设计时需仔细考虑若干问题，包括安全标准、制冷剂灌充量、能源效率和监管环境。需要注意避免极端的冷凝温度。高环境温度条件下的主要挑战是能源效率以及为安全考虑而设置的制冷剂灌充上限之间的平衡。需要联合国实体和其他组织提供财务支持，以推动全球升温潜能值低的制冷剂的采用。诸如 HC-290 和 HFC-32 等备选方案已经可用，但需要在这些备选方案的安全影响方面做更多研究。过渡进程中需要特别注意设计、零部件选择和维修技术人员培训。

139. Mikhi 先生就将传统冷却机组替换非传统全球升温潜能值低的备选方案的成本、包括改造成本作了介绍，并提到了高环境温度地区的各个项目。以太阳能驱动的吸收式冷却器提供了向目前主导市场的电力驱动电器中引入一种全球升温潜能值低的节能替代品的可能性。吸收式冷却器使用一种天然物质，即水作为制冷剂，并以溴化锂作为吸收剂。目前采用这种替代品的主要障碍是资本成本，相比传统机组高四倍左右。目前，一个试点项目正在约旦进行，由德国联邦环境、自然保护、建筑和核安全部资助，与约旦环境部和德国国际合作署合作开展。该项目旨在研究影响吸收式冷却器系统的成本和产出的各项因素，并确定该系统能否为中东和北非的高环境温度条件提供一种可持续的空调备选方案。

140. Fu 先生在他的介绍中基于 Underwriters Laboratories 的独立标准测试概述了美国环境保护署对各种制冷剂所应用的标准。Underwriters Laboratories 的易燃制冷剂联合任务组成立了三个工作组来制定对适用于空调设备和制冷设备的易燃制冷剂的要求，以及满足测试和评估易燃制冷剂的要求（包括新的 2L 类型）。他总结了三个工作组正在进行的工作以及正在制定的标准。最后，他介绍了适用于使用二氧化碳的设备的标准。

141. Vonsild 先生的介绍关于对易燃性的顾虑和相关安全标准带来的各项挑战，以及限制制冷剂灌充量的备选方案。他就以下问题提供了信息：各种制冷剂的安全等级、安全标准和政策备选方案所发挥的作用、制冷和冷却器的灌充限制和限制灌充量的备选方案，以及能力标准。他得出了以下结论：安全标准对于全球升温潜能值低的备选方案来说非常重要；如何将安全标准融入立法是一项重要的政策决定；根据所需的灌充量、所在地和用房分类，一项指定应用的制冷剂备选方案是有限的；降低一个系统的灌充量有若干备选方案，每一种备选方案均有利有弊；能力是安全的另外一个重要方面，也受到标准的制约。

142. Buoni 先生就确保以安全和环保的方式处理全球升温潜能值低的替代制冷剂的培训与认证计划作了介绍。他说，随着氢氟碳化合物被全球升温潜能值低的制冷剂所替换，需要确保技术人员得到安装和维修新设备以及处理新物质的适当培训。培训、评估和认证是这一过程中的重要要素，随着环境和安全领域出台新的规则和条例，这一过程受到了立法的驱动；而由于客户要求新设备具有恰当的安全标准，这一过程也受到了消费者的驱动。欧洲空调和制冷协会已针对具体制冷剂建议了维修技术人员的最低能力要求，并制定了一项“混合学习”方案，提供电子学习以及课堂实践。协会正在培训领域与欧洲联盟、环境署臭氧行动方案及其他组织开展合作。

143. Azucena 先生第 5 条缔约方的维修协会在降低全球升温潜能值高的排放量和减少全球升温潜能值低的安全顾虑方面的贡献作了介绍。他强调，人为因素在制冷剂的安全使用中发挥着关键作用；例如，臭氧消耗的一个主要原因是技术人员排放了制冷剂。他所在的组织，即制冷和空调技术人员促进菲律宾发展协会，旨在改进业内的运行标准，以符合制冷和空调作业规范。他概述了在制冷剂回收和再循环、改造、采用氯氟化碳和氯氟烃的设备的转换，以及易燃制冷剂的安全处理等领域发展的关键能力。最后，他总结了菲律宾技术教育和技能发展局在编制相关课程以培训所需的主体技术人员的各项活动。

144. Okada 先生就通过减少和回收泄漏来管理氢氟碳化合物作了介绍。他简要说明了日本的制冷剂库存与排放量，并概述了处理此类问题的国家立法环境，包括《关于氟碳化合物的合理使用和妥善管理法案》。该法案涉及了碳氟化合物生命周期内的各种问题，包括氢氟碳化合物和含有氢氟碳化合物的设备的制造、设备的使用和维修，以及回收或销毁。他说，在采用生命周期方法来使用和管理氢氟碳化合物中，统一非常重要。

145. Esteban 先生就减少泄漏和制冷剂回收的重要性作了介绍。密封性符合条例规定至为重要，应采取行动确保在维修和维护中避免蓄意或不慎泄漏。应避免泄漏的原因在于其环境影响、对运行和维修成本的负面影响，以及可能带来的健康与安全危害。他简要介绍了各种可用于检测泄漏的方法。一旦发现泄漏，需移除制冷剂以便维修，同样，有各种技术备选方案可用于执行该任务。为获得环境和成本惠益，再循环和再生至关重要。

146. 专家组成员就讨论事项作了总结发言。一名专家组成员说，关于高环境温度解决方案，制造商可开发产品，但不应独自带头，需要由其他实体来完成周期，以创造一个具有支持性的立法、需求创造、培训和认证的积极市场环境。另一名专家组成员说，由于生活方式的变换，对空调的需求将继续增加，迫切需要找到节能的替代品。另一名专家组成员说，全球大部分地区均制定了良好的安全标准，尽管他注意到了对某些应用的灌装限制的担忧；如果要放松这些限制，风险评估非常重要。其他专家组成员强调，在技术迅速变化的环境下，对技术人员和维修工程师进行培训和认证，以及提高消费者认识非常重要。最后，一名专家组成员强调，随着技术更新以及系统的改造和替换，再生和再循环非常重要。

## 六、第 6 次会议

### 与氢氟碳化合物技术管理的决策相关的主要结论

147. 研讨会第六次会议关于与氢氟碳化合物技术管理的决策相关的主要结论，会议期间，第 1 至 5 次会议的报告员分别提供了各次会议的总结，会议总结的书面版本载于文件 UNEP/OzL.Pro/Workshop.8/2/Add.1。此外，研讨会报告员 Karin Shepardson 女士和 Stephan Sicars 先生对研讨会进行了口头总结。他们的总结的书面版本（UNEP/OzL.Pro/WG.1/35/5）已提交给不限成员名额工作组第三十五次会议，并登载于臭氧秘书处网站（<http://conf.montreal-protocol.org/meeting/oewg/oewg-35/default.aspx>）。

## 七、研讨会闭幕

148. 在依惯例相互致意后，本次研讨会于 2015 年 4 月 21 日星期二下午 6 时 20 分宣布闭幕。