



Distr.: General  
6 May 2015



联合国  
环境规划署

Chinese  
Original: English

## 氢氟碳化合物管理问题研讨会：技术问题

2015年4月20日和21日，曼谷

### 关于技术问题的氢氟碳化合物管理问题研讨会的报告

增编

会议报告员摘要

#### 一、背景

1. 本增编汇编了由与氢氟碳化合物管理相关技术问题研讨会第一次到第五次会议报告员编写的报告，研讨会于2015年4月20日和21日在曼谷举行。会议报告构成了报告员关于本次研讨会主要结论的摘要(UNEP/OzL.Pro.WG.1/35/5)的基础，该摘要已提交至紧接研讨会于2015年4月22日至24日在曼谷召开的无限成员名额工作组第三十五次会议。会议报告员如下所列：

第一次会议：Ullrich Hesse 先生

第二次会议：Richard Abrokwa-Ampadu 先生

第三次会议：Gursaran Mathur 先生

第四次会议：Enshan Sheng 先生

第五次会议：Chandra Bhushan 先生

2. 本次研讨会的最终方案载于本增编附件。

#### 二、第一次会议

### 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

#### A. 导言

3. 关于制冷的会议审议了四个主要部门，即商用、工业用、运输制冷和家用。以总二氧化碳当量计，它们之间的分配如下：商用（73%）、工业用（20%）、运输制冷（5%）以及家用（2%）。对食物及饮料的制冷需要构成了这些主要部门的一项主要制冷需求。制冷食物的温度水平是：(a) 中温（0 至

零上 8 摄氏度) 以及(b)低温 (零下 25 至零下 18 °C)。工业制冷包括需要不同温度水平的许多不同应用。

4. Paulo Vodianitskaia 先生和 Reinhard Radermacher 先生发言介绍情况, 详述了各种现用于每个不同制冷分部门的低全球升温潜能值氢氟碳化合物替代品。这些发言提及效率、全球升温潜能值及制冷能力, 并包括对各种备选方案可持续性的考虑和考虑与能源有关的二氧化碳排放量的必要性。

5. 十一位讨论会成员的发言包括与构成部分可持续性、大型商用和工业系统的低全球升温潜能值备选方案, 小型商用和插入式系统的备选方案, 以及现场施工商用系统相关的话题。大家讨论了级联系统和低全球升温潜能值超市系统的效能, 以及对现有系统进行现成利用和翻新改良的备选方案。解释了运输制冷的低全球升温潜能值替代品和标准。讨论会成员多来自于行业或行业协会; 两位讨论会成员是顾问。几乎一半的讨论会成员来自按第 5 条第 1 款行事的缔约方 (第 5 条缔约方) (讨论会成员具体情况见附件)。

## B. 制冷行业的低全球升温潜能值技术概述

6. 所讨论所有分部门的制冷系统为蒸汽压缩型。提出的主要观点如下:

(a) **家用制冷**包括冰箱、冰柜及二者的结合体, 是工厂制造的完全密闭系统, 充注量小; 泄露风险极小。对家用系统而言, HC-600a 是一种非常低全球升温潜能值的备选方案, 实现商业化已在 15 年以上。HC-600a 冰箱被证明是一种非常可靠而且很高效的备选方案; 易燃性问题已完全解决。全球有 5 亿多台使用碳氢化合物的家用冰箱已在运行中。某些国家, 包括美利坚合众国, 仍在使用 HFC-134a, 主要由于安全性规定;

(b) **商用制冷**可分为三个分部门:

(一) **小型插入式机组**在技术上与家用冰箱有可比性。如 HC-290 等碳氢化合物被作为低全球升温潜能值备选方案使用。制冷剂充注量常常大于家用制冷。低全球升温潜能值的氢氟碳化合物和氢氟烯烃也是可行的低全球升温潜能值备选方案。一些插入式机组, 如瓶装饮品冷柜和自动售货机, 使用二氧化碳;

(二) **冷凝机组**是工厂制造的冷凝器与压缩机的结合, 通过贯穿建筑物 (如超市) 的管道, 现场与一个或几个零售陈列柜的蒸发器相连。较高易燃性或有毒的制冷剂通常被认为不适合在超市内使用, 鉴于超市是公共活动区域。某些氢氟碳化合物和氢氟烯烃是可行的低全球升温潜能值备选方案。对较低易燃性制冷剂 (2L 级) 的接受程度尚未明确, 尽管这些低全球升温潜能值备选方案可能被证明安全且高效。二氧化碳是一种非易燃备选方案, 但是应当提及使用二氧化碳的小型冷凝机组的资金成本目前较高;

(三) **中央系统**安装于单独的机房内, 通常机房通过管道连接到一部外部压缩机, 并通过广泛分布的制冷剂管道网络连接到许多不同展示柜和冷藏室的蒸发器。易燃或有毒制冷剂不是超市内的备选方案。非易燃的低全球升温潜能值氢氟碳化合物

是一种备选方案。二氧化碳在跨临界及级联系统中都是一种备选方案。数千超市已在使用二氧化碳系统。如 HC-290 或氨等易燃制冷剂可以与一个次级液体系统（如乙二醇或抽入二氧化碳）共同使用。通过水循环冷却的小型插入式 HC-290 机组也在某些类型的超市中使用；

(c) **工业制冷**系统包括各种各样的能力与温度。对大多数大型工业系统而言，氨已经广泛应用，是一种优良的低全球升温潜能值制冷剂。二氧化碳也正在进入大型工业系统。大部分的工业系统规模太小而不能低成本-效益地使用氨。对小型和中型工业系统而言，低全球升温潜能值的备选方案包括低全球升温潜能值氢氟碳化合物、氢氟碳化合物/氢氟烯烃混合物、氢氟烯烃或二氧化碳。在某些情况下，仍将需要全球升温潜能值高的氢氟碳化合物；

(d) **运输制冷**分部门为公路运输、冷藏集装箱和船只。它们常用于各种环境条件。低全球升温替代品包括二氧化碳和氢氟碳化合物/氢氟烯烃混合物。易燃制冷剂正在被考虑用于冷藏集装箱和公路运输。在船上，备选方案取决于应用；备选方案与工业系统类似。

### C. 低全球升温潜能值备选方案摘要

7. 如概况介绍所述，低全球升温潜能值备选方案包括二氧化碳、氨、低全球升温潜能值的氢氟碳化合物、氢氟烯烃及氢氟碳化合物/氢氟烯烃混合物：

(a) 二氧化碳是一种工业制冷和中央商用制冷中商业上可利用的备选方案。它被用于跨临界系统或级联系统。跨临界系统的效能在低温环境条件下非常高，新的开发使其在温暖条件下也可高效运行。在极热环境条件下，使用级联系统更高效，其资金成本最初高于氢氟碳化合物系统的成本，但是正在降低。用于小型应用的二氧化碳系统（包括公路运输、冷藏集装箱和冷凝机组）正在开发中，但是在成本效率和能源效率方面尚未完全获得证明；

(b) 氨是一种获广泛确认的高能效工业制冷备选方案。还有在中央商用制冷系统中使用氨和次级制冷剂的经验。氨的发展趋势是使用紧凑式热交换器、半密闭压缩机以及充注量极低的系统；

(c) 碳氢化合物是低充注量系统的一种备选方案。在家用制冷中，碳氢化合物已获广泛确认。在商用中央系统中，碳氢化合物与次级制冷剂结合使用，或在低温级联系统中与二氧化碳结合使用；

(d) 中等全球升温潜能值的氢氟碳化合物混合物（例如 R-407F）可以新系统中替代极高全球升温潜能值的氢氟碳化合物（例如 R-404A），并能被翻新改良用于现有系统。这些替代品常常节约能源，但是也有效率下降的已知案例。避免使用 R-404A 是一项重要的战略要素，因为其全球升温潜能值比其他常用的（高全球升温潜能值）氢氟碳化合物高大约两倍；

(e) 中低全球升温潜能值氢氟碳化合物、氢氟碳/氢氟烯烃混合物和氢氟烯烃最近已被引入，但商业经验有限。

### D. 讨论

8. 低全球升温潜能值技术是否可得在每个制冷市场分部门各有不同。本次研讨会讨论的结论包括：

(a) 碳氢化合物现可用于家用和小型插入式系统。对运输制冷中碳氢化合物的安全性评估正在进行，引入市场可于大约 2018 年前实现；

(b) 二氧化碳在中央超市系统中的使用在超临界系统或级联系统中已获广泛确认。用于冷凝器和运输系统的较小二氧化碳系统正在开发中；

(c) 氨在业界已获广泛确认，由于减少风险的技术开发拥有潜在的更广阔市场；

(d) 中等全球升温潜能值的氢氟碳化合物备选方案现在可以作为 R-404A 的替代品；

(e) 低全球升温潜能值的氢氟碳化合物和氢氟碳/氢氟烯烃混合物有望在 2016 到 2020 年之间在一系列应用（例如冷凝器和运输系统）中实现商业化。更低易燃性（2L 级）制冷剂的安全使用需要更好地了解。

9. 在讨论中提及的障碍包括：

(a) 商用制冷中的中央系统将对总二氧化碳当量产生最大影响。对低全球升温潜能值技术（例如二氧化碳超临界、二氧化碳级联、碳氢化合物或与次级液体一同使用的氨）的更广泛应用而言，主要障碍是资金投入、技术培训、标准和安全法规；

(b) 氨及更低易燃性制冷剂在工业系统中的更广泛应用需要对设计人员、安装人员和维护技术员更好地培训；

(c) 极低温度（低于零下 50°C）的应用目前在级联系统中使用全球升温潜能值高的氢氟碳化合物（如 HFC-23）。现在大多数这些系统没有低全球升温潜能值备选方案。这仅是制冷市场很小的一部分。

## **E. 使技术转变可行所需的改造**

10. 为了使技术转变可行，需采取以下举措：

(a) 需更新安全法规和标准，特别针对易燃制冷剂的使用；

(b) 高环境温度的问题包括：

（一）低全球升温潜能值氢氟碳化合物和氢氟烯烃备选方案（可能需要如液体注入等技术改造）的高排放温度；

（二）二氧化碳系统需要提升，以在炎热气候中实现有竞争力的季节性效率；

(c) 需要培训和教育：

（一）设计和维护密封防漏系统，鉴于最大量的制冷剂用于补充；

（二）增长关于二氧化碳系统恰当设计及其安全和恰当维护保养的知识；

（三）对氨及碳氢化合物的安全和恰当的设计及维护，包括设计恰当的次级液体系统；

(d) 对氢氟碳化合物排放的影响及其减少的重要性提高认识；

(e) 对制造商的关键考虑因素包括安全法规和标准的制订，以及对设计、制造和维护人员进行关于二氧化碳和氨技术的培训。

## **F. 前进中相关障碍和挑战**

11. 确认的前进中相关障碍和挑战如下：

(a) 新技术适用性的限制包括低全球升温潜能值氢氟碳化合物的有限存在和碳氢化合物的充注限制；

(b) 需要进一步的研究和开发以减少制冷剂充注，进一步证实二氧化碳系统在炎热气候中的效率以及为二氧化碳强化系统制订良好做法准则；

(c) 二氧化碳的较高费用是二氧化碳在交通应用中的瓶颈。目前对商用制冷并非如此。为了迅速全球推广，系统设计及维护保养部门的安全性和培训需要提高。这也适用于易燃的制冷剂和氨；

(d) 需要包含逐步减少设想的清晰监管指南，以基于欧洲联盟氟化气体法规的经验启动创新项目的商业化。

## **G. 促进减少氢氟碳化合物消费尽早改变的可最迅速实施的行动**

12. 促进减少氢氟碳化合物消费尽早改变的可最迅速实施的行动可能包括：

(a) 一旦标准的影响清楚，在商用插入式机组的新的新型密闭系统引入碳氢化合物；

(b) 在所有新装系统中避免使用 R-404A；酌情翻新改良大型商用和工业 R-404A 系统（例如大型涡轮）；

(c) 在新的中央商用系统中引入二氧化碳和其他低全球升温潜能值备选方案；

(d) 酌情在新的工业系统中引入氨、二氧化碳和其他低全球升温潜能值替代品；

(e) 发布清晰的逐步减少设想和时间表；

(f) 提升对密闭防漏、密闭防漏设计和制冷剂回收重要性认识的培训。

## **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与机遇**

#### **A. 导言**

13. 这些技术问题由两位专家 Daniel Colbourne 先生和 Roberto Peixoto 先生作为技术概况发言者引入。来自不同国家（包括中国、埃及、印度、黎巴嫩、挪威、沙特阿拉伯、瑞典和美利坚合众国）的公司和机构的一组九位技术提供者和实施者参加了介绍和讨论。第十位来自日本的讨论会成员未能参加。讨论会成员的名字和贡献见本增编的附件。这次会议中的讨论的构架方式让概况发言者能够就部门和分部门情况进行介绍，而讨论会成员简要阐述确认的问题，并稍后协助讨论。本次会议架构提供在本增编的附件中。

14. Colbourne 先生讨论了空气对空气部门（在概况介绍 7、8 和 9 中有描述）。他描述了市场分部门并提出了可使用的各种低全球升温潜能值制冷剂。Peixoto 先生专门叙述了冷却器和取暖用热泵可用的替代品（概况介绍 10 和 11）。Saurabh Kumar 先生进行了对能效角度的特别介绍。

## B. 对固定空调和热泵部门中低全球升温潜能值技术的概况介绍

15. 低全球升温潜能值替代品是否可得在固定空调的不同部门和分部门差异较大，这一点得到强调。在本次研讨会的讨论中，空调和热泵进行了以下分类：

### (a) 空气对空气空调（包括可逆空气对空气热泵）：

#### （一）分体式：

- a. 非管道式小型单体分体（2 到 12 千瓦，0.5 到 3 公斤充注量）；
- b. 非管道式中型单体分体（10 到 30 千瓦，3 到 10 公斤充注量）；
- c. 多分体（20 到 150 千瓦；10 到 100 公斤充注量）；
  - 一、多分体；
  - 二、变频多联式；
- d. 管道式分体（10 到 200 千瓦；5 到 100 公斤充注量）：
  - 一、住宅；
  - 二、商用；

#### （二）工厂封闭式：

- a. 组装屋顶式（20 到 200 千瓦；5 到 30 公斤充注量）；
- b. 小型一体式（2 到 7 千瓦；0.2 到 2 公斤充注量）：
  - 一、便携式；
  - 二、窗户式/组装式终端空调/穿墙式；

### (b) 冷却器：

- （一）变容真空；
- （二）离心式。

### (c) 单取暖热泵

#### 1. 新设备提及的备选方案

16. 概况介绍中描述了各种低全球升温潜能值替代品，并在研讨会中对其讨论。其中一些已在非按第 5 条第 1 款行事的某些缔约方（非第 5 条缔约方）中商业化，而另一些还在开发早期。目前低全球升温潜能值替代品在第 5 条缔约方中较少，尽管这一情况随着非第 5 条缔约方使用的技术更广泛推广，可能在未来几年中有较大改观。

17. 在具体分部门的应用方面，以下备选方案作为已有方案讨论：

- (a) 小型工厂密封空调，包括使用以下制冷剂：HC-290、HFC-32、R-446A、R-447A；
- (b) 非管道式小型单体分体空调，包括使用以下制冷剂：HC-290、HFC-32、R-444B、R-446A、R-447A；
- (c) 管道式分体空调，包括使用HFC-32、R-444B、R-446A、R-447A、HC-290；
- (d) 组装屋顶式空调，包括使用R-744、HC-290、HFC-32、R-444B、R-446A、R-447A；
- (e) 多分机空调，包括使用HFC-32、R-444B、R-446A、R-447A、(HC-290)；
- (f) 冷却器，包括使用R-717、R-744、HC-290、HC-1270、HFO-1234ze、HFO-1233zd、HFO-1336mzz、HFC-32、R-444B、R-446A、R-447A；
- (g) 单取暖热泵，包括使用R-744、HC-290、HC-1270、HC-600a、HFO-1234ze、HFO-1234yf、HFO-1233zd、HFO-1336mzz、HFC-32、R-444B、R-446A、R-447A。

## 2. 中低环境温度情况摘要

18. 到2020年，可能在以下领域低全球升温潜能值替代品将广泛可得：

- (a) 小型一体式空调；
- (b) 中小型分体和分机系统；
- (c) 冷却器。

19. 问题最大的领域是需制冷剂充注50公斤到100公斤的较大空气对空气系统。尚不清楚较低易燃性的制冷剂是否可用于此类应用。

## 3. 高环境温度考虑因素

20. 许多高环境温度国家仍将HCFC-22用于空调设备。对新设备而言，已经出现转向高全球升温潜能值氢氟碳化合物的重要转变。空气对空气系统主要转向R-410A（全球升温潜能值2088）。冷却器转向HFC-134a（全球升温潜能值1430）。

21. **制冷剂选择的限制：**在高环境温度下，每单位建筑面积的热负荷比较温和气候下高得多。这意味着需要较高制冷能力的系统，导致特定房间面积下制冷剂充注量增加。这可能会限制较高易燃性制冷剂（如HC-290）在小型分体单元和较低易燃性（2L级）制冷剂（如HFC-32）在较大空气对空气系统中的适合程度。

22. **能效的重要性：**在讨论中有人指出，在高环境温度国家，实现高能效是优先事项，高于使用低全球升温潜能值替代品。良好的效率对二氧化碳减排的影响更大，带来的挑战更少。高环境温度国家的能效标准通常设定在高水平上。达到此类标准可能还需要较高的制冷剂充注量（例如，允许使用温差小的较大热交换器）。这进一步增加了使用易燃制冷剂的限制。

23. **低全球升温潜能值备选方案，空气对空气：**对空气对空气设备而言，最可能适合高温环境条件的低全球升温潜能值替代品是 HFC-32 及新开发的混合物，其属性与 R-410A（如 R-446A、R-447A）类似。此类物质的全球升温潜能值在 450 到 675 之间，明显低于 R-410A；其易燃性较低（2L 级）。此类系统在高环境温度下的表现的现有数据很少，但是有望其表现将优于 R-410A。值得注意的是由于充注量限制，HC-290 在高环境温度下的适用性有限，而且 R-744 不可能达到足够高的效率。对中小型分体系统而言，较低易燃性的制冷剂可能符合目前的安全标准。在较大空气对空气系统（如变频多联式）使用较低易燃性制冷剂的能力尚不清楚。需要更多工作以了解涉及的安全问题。有人建议可以在较大系统中转而使用水冷却器，但是一些与会者提到这样会降低效率。这个问题也需要进一步澄清。

24. **低全球升温潜能值备选方案，冷却器：**上文列出了一系列低全球升温潜能值替代品。与会者一致同意这些冷却器可以进行设计，以在高环境温度下表现优秀。

25. **区域供冷：**区域供冷可以提供一个高效解决方案，该方案可避免安装小型设备多项部件的需要，解决以上描述的一些难题。尽管与会者同意此类系统可能在某些情形下适用（例如当一项重要地产开发项目在规划中），但其不太可能成为绝大多数小型系统的解决方案。与会者还指出在水短缺的地区，区域供冷可能不适用。

26. 应指出与会者对上述的一些解决方案是否适用于高环境温度缺乏共识，这一点很重要。一些与会者提及对这些情形没有解决方案，而其他与会者提供证据，表明存在低全球升温潜能值备选方案。

27. **维护：**完善保养实践来实现制冷剂更好的封闭很重要，而且适用于已确立的氢氟碳化合物基础的技术；这将保证对环境的影响较小，鉴于更少的制冷气体会将释放到大气中。

## C. 相关障碍和挑战

28. 以下被确定为与障碍和挑战相关的重要方面：

(a) **新技术及设备的挑选、设计和安装：**需要审查替代技术的所有方面来确保高效率和安全运行。也可能出现所有新的制冷剂备选方案的所有构成部分并非都可得的情形；

(b) **限制性安全标准及法规：**尽管与会者商定易燃替代品，如小型空气对空气系统中的 HC-290，可能带来效率提升（在住宅空调中提升 5% 到 10%），但是限制易燃制冷剂充注的严格法规和标准可能带来受限的制冷和制热能力；

(c) **国家立法不同或缺乏：**缺少国家立法或规定留下限制新技术和创新的真空。这是对小组中行业代表而言至关重要的问题；

(d) **与变化中技术和公众认识相关的专门培训：**工人和整个利益攸关方链需要认识到新的低全球升温潜能值技术的所有方面，特别是易燃技术。有必要在制造和保养部分设立培训方案，并开展提高整个公众的方案；



(e) **标准的协调:** 各国际标准组织有必要努力修改标准, 目标是应用低全球升温潜能值氢氟碳化合物替代技术的办法, 特别是在第 5 条缔约方中, 实现协调一致。

#### D. 促进减少氢氟碳化合物消费尽早改变的可最迅速实施的行动

29. 基于研讨会中进行的讨论, 以下总结了在固定空调部门可以考虑的可迅速实施的行动, 以促进减少氢氟碳化合物消费尽早改变:

(a) 可以带来能效提高以及制冷剂减少使用的设备设计方面的创新和改良;

(b) 在低全球升温潜能值替代品已经存在或即将推向市场的分部门和地理区域中为新设备引入该类替代品。到 2020 年将包括在所有非第 5 条国家和许多第 5 条地区中的小型一体式空调、小型分体系统以及水冷却器;

(c) 需要紧急技术评估和设计开发工作以支持低全球升温潜能值替代品的采用。两个关键领域尤其需要解决:

(一) 易燃制冷剂的使用: 能安全使用(a)较高易燃性替代品, 如 HC-290; 和(b)较低易燃性替代品, 如 HFC-32 的系统的规格和类型需要更加清晰;

(二) 在高温环境条件下使用低全球升温潜能值替代品: 在高温环境条件下使用低全球升温潜能值的技术障碍需要更加清晰, 考虑到高制冷需求和高能效需要的特殊情况;

(d) 在规定目前可能对下列技术转让有负面影响的情况下, 更新不同国家的立法和规定以促进技术转让的进步, 特别是从非第 5 条缔约方向第 5 条缔约方国家的客户转让;

(e) 对与使用易燃制冷剂相关的标准和法规进行协调和审查, 以帮助去除妨碍此类 HC-290 技术使用的障碍, 并促进碳氢化合物技术的更广泛采纳。

## 四、第三次会议

### 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

#### A. 引言

30. 在非第 5 条缔约方国家中, 大部分新轿车从二十世纪九十年代初开始在移动空调中使用 HFC-134a。目前, HFC-134a 仍是中小型移动空调系统的全球标准制冷剂。因为其全球升温潜能值极高, 汽车行业正在寻找低全球升温潜能值作为替代品。

31. Predrag Pega Hrnjak 先生作了移动空调的概况介绍, 涵盖轿车和较大车辆。该会议四位讨论会成员及其解决与移动空调的低全球升温潜能值替代品相关的具体问题的介绍参见本增编附件载列的研讨会最终方案。

#### B. 本部门技术概况

32. 目前, 轿车和其他小型车辆的所有现代移动空调使用 HFC-134a 作为制冷剂。最近几年, 在开发新的低全球升温潜能值制冷剂 (全球升温潜能值小于

150) 作为 HFC-134a 的替代品方面有许多努力, 因为受到禁止使用全球升温潜能值高于 150 的制冷剂的欧洲联盟《移动空调指令》的刺激。

33. 从 2006 年起, 二氧化碳 (R-744, 全球升温潜能值为 1) 被广泛测试, 而且为提升其性能的数项性能提升技术 (如内部热交换器、微通道蒸发器) 完成开发。2009 年引入了一种新的制冷剂 HFO-1234yf (全球升温潜能值为 4)。HFO-1234yf 移动空调系统利用为二氧化碳开发的性能提升技术, 为实现比基准系统, 即 HFC-134a, 相同或更优性能。到 2014 年底, 公路上有大约 300 万辆使用 HFO-1234yf。由于专利问题, 此制冷剂仅由两家制冷剂公司生产。该制冷剂的目前费用是 HFC-134a 的 15 到 20 倍。在过去十年里, 以上技术应用于 HFC-134a 系统带来了该系统能效的翻倍。数个原始设备生产商和供应商已经探索将碳氢化合物 (HC-290、HC-600a) 用于直接扩张, 并将 HFC-152a 列入次级计划。这些产品可以实现良好的热性能, 但是轿车制造商因为担心易燃性而不愿使用。

34. 还开发了其他几种新的移动空调制冷剂混合物 (如 R-445A, 全球升温潜能值为 120)。一些原始设备生产商和供应商已经广泛测试了 R-445A 的性能、材料兼容性、易燃性和风险评估。但是, 这些系统尚未实现商业化。对电动汽车和混合动力车而言, 热泵系统需要为乘客供暖, 二氧化碳与 R-445A 在热泵模式下都显示出优良性能。

35. 目前, HFO-1234yf 似乎是最重要的低全球升温潜能值替代品, 汽车工业有望继续生产使用该制冷剂的车辆。使用 HFO-1234yf 的轿车数量 (目前约为 300 万辆) 有望在 2020 年前后继续增长。目前成本是该制冷剂的关键问题。但是, HFO-1234yf 的成本会随着在移动空调部门渗透度提高而下降。

36. 对较大车辆 (如公交车、火车) 的移动空调而言, 潜在替代品未像小型车辆一样清晰确定。各种备选方案在考虑中, 包括 R-744、HFO-1234yf 和 HFC-32。

### C. 使技术转变可行所需的改造

37. 对移动空调系统进行替代制冷剂的改造取决于许多变量, 包括安全性、能效、设计考量、费用、在高环境温度下的适用性以及维护的技术培训。安全性是制冷剂改造符合规定或法规的最重要变量之一。

38. 移动空调制冷剂的理想选择是有一种全球所有汽车制造商都能接受的溶液。原始设备生产商和供应商正努力生产一种可持续备选方案, 能未来在全球范围采用。

39. 全年平均环境温度高地国家或地点需要车辆移动空调系统全年运行。用一种低全球升温潜能值制冷剂替代现有制冷剂 (HFC-134a) 将对泄露制冷剂的二氧化碳排放产生巨大影响。因此, 车辆制造商和设备供应商必须利用一种低全球升温潜能值的制冷剂。

40. 不管哪种制冷剂被移动空调系统选用, 从现有制冷剂 HFC-134a 进行变换需要一笔巨额费用。必须设计和生产新部件; 在维护保养部门, 将开发新的充注和排出设备。将需要巨额资金用于技术人员培训方案及对维护保养和维修移动空调系统汽车维修厂和商店的认证。

41. 原始设备生产商和供应商将倾向选择一种需要对部件和系统设计变化最小的制冷剂，这将大大降低改装的总费用，否则行业将花费很大一笔费用进行设计。发展中国家可能会由于制造替代移动空调系统的汽车的财务影响而抵制这种转换。

#### **D. 前进中相关障碍和挑战**

42. 应用新技术可能非常具有挑战性，因为可能有多种障碍，包括：(a)设计中的挑战；(b)不同车辆的不同动力系统（如电动和混合动力）；(c)直接制冷和热泵应用的不同制冷剂；(d)缺少全球范围使用的制冷剂；(e)制冷剂的多种选择；(f)评估付原始设备制造商的新制冷剂专利费用；(g)社会经济问题；以及(h)对系统维护保养和维修的技术人员的培训和认证。

43. 对移动空调系统新制冷剂的潜在备选而言，需要更多的研究和开发工作证实 R-445A 是一种制冷剂。如果二氧化碳被选为大型移动空调系统的备选，该系统的持久性需要证实。

44. 对使用二氧化碳作为替代制冷剂的大型移动空调系统，应当使用喷射系统提高系统在高环境温度下的性能。

#### **E. 促进减少氢氟碳化合物消费尽早改变的可最迅速实施的行动**

45. 在欧洲和美国，汽车部门（乘用车和小型货车）的移动空调系统在很大程度上已采用 HFO-1234yf 作为制冷剂。使用该制冷剂的车辆数量有望每年继续增长。

46. 公交车大型移动空调系统的开发活动缓慢，而且市场上低全球升温潜能值替代品非常少。但是有一些 R-744 系统。该市场部门需要进一步的开发。

47. 移动空调部门需要确保有必要的标准和法规来解决低全球升温潜能值替代制冷剂的设计、安全性、处置、维护保养和产品报废后回收。

48. 在移动空调系统中使用低全球升温潜能值制冷剂的时机就是现在。该部门占全球升温潜能气体排放总量的 20%。需要开发环境友好、成本效益高、可持续和可以全球应用的技术。

## **五、 第四次会议**

### **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**

#### **A. 引言**

49. 第四次会议讨论了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。Igor Croiset 先生发表了题为“在家用和商用电气泡沫中淘汰氢氟碳化合物：机遇与挑战”的概况介绍。随后 Paulo Altoe 先生作了题为“影响替代品选择的因素”的概况介绍。五位讨论会成员发表了对具体话题的看法，他们的名字和发言题目可参见本增编附件。

## B. 本部门技术概述

50. 闭孔泡沫行业目前使用各种发泡剂：易燃类和非易燃类。易燃类绝大多数是碳氢化合物（即戊烷和异丁烷）以及氧化烃，例如甲酸甲酯和甲缩醛。非易燃类是二氧化碳和氢氟烯烃。

51. 尽管其初始增量资金成本高，但由于其增量运营成本低，大型企业已酌情采用碳氢化合物作为默认发泡剂备选方案。在保温要求不严格的某些应用中二氧化碳被用作发泡剂。

52. 小型企业使用的氢氟碳化合物是最难逐步淘汰的，对这些企业而言主要挑战是带来的成本增加。这些企业无法承担碳氢化合物的高增量资金成本，或氢氟碳化合物/氢氟烯烃的高增量运营成本。因此，默认选项通常为二氧化碳如果保温可以做出妥协。当必须保温时，通常采用氢氟碳化合物/氢氟烯烃与高比例二氧化碳共同发泡。

53. 非第5条缔约方和第5条缔约方都在采用甲酸甲酯和甲缩醛，特别用于整皮应用，尽管稳定性与易燃性是（尚待）管理的两个主要问题。

54. 挤塑聚苯乙烯的主要低全球升温潜能值发泡剂是二氧化碳、碳氢化合物或氢氟烯烃与二氧化碳共同发泡。乙醇和醚有时作为共同发泡剂低浓度使用来实现某些泡沫特性。

55. 氢氟烯烃继续被泡沫塑料部门评估，并显现出较好前景，尤其是因为在目前使用制剂中的即便较低水平下对热效率的贡献。一家生产商已经在试点规模下进行商业生产，其他厂商也可能在未来两年效仿。但是，系统成本和地域可得性仍然不确定。

56. 最难的部门是聚氨酯喷涂泡沫，其中主要挑战与建筑内的现场条件下此类系统的安全处理有关。尽管二氧化碳可能用于选定的应用，氢氟碳化合物仍是至今唯一的备选方案。采用氢氟烯烃由于目前的高昂费用将非常困难。

## C. 使技术转变可行所需的改造

57. 碳氢化合物技术是已被证明的发泡技术，但其采用的推广受阻于其易燃性。碳氢化合物的预混合被证明是某些国家中小企业的可行备选方案。

58. 对已被证明的某些中小企业备选方案碳氢化合物预混物而言，高环境温度可能是个问题。重新制备多元醇混合物来提升其碳氢化合物可溶性在某些情况下可以是解决方案。此外，应当对操作人员适当的培训，让他们安全地储存和处置碳氢化合物预混物。

59. 甲酸甲酯对一些选定应用可能是一个好的替代品，但是其可燃性和一些含甲酸甲酯混合物的腐蚀性可能会带来很大挑战。

60. 从技术方面看，氢氟烯烃是所有泡沫应用的有效发泡剂，但是主要障碍是其高昂的费用。此外，已知一些氢氟烯烃对混合物的稳定性造成问题。因此需要重新制备，尽多使用水/二氧化碳来降低运营费用，并在某些氢氟烯烃的例子中减少混合物稳定性问题。

## D. 前进中相关障碍和挑战

61. 对大型企业而言，过渡到低全球升温潜能值备选方案相对平稳，因为大多采用了碳氢化合物技术。原因是该技术虽然一次性资金成本高昂，但是运营成本低廉。但是，中小企业面临严重挑战，即：

(a) **安全性：**碳氢化合物和碳酸氢盐使用时引起严重关切。预混合物可以减少大部分风险。为防止需要某些防火性能，聚氨酯系统有时需要重新调备以确保具有某些防火性能；

(b) **能效：**如果不采用碳氢化合物/氢氟烯烃，二氧化碳可作为备选方案。但是二氧化碳发泡塑料保温性差。与氢氟烯烃共同发泡可能是解决该问题的方法之一——在成本与性能之间实现较好的平衡；

(c) **成本：**如果碳氢化合物和二氧化碳都不是备选方案，可以选用氢氟烯烃。但是，氢氟烯烃费用高昂，无法单独使用。此外，商业化可得性的问题目前尚不清楚。为了减少费用的增加，与二氧化碳共同发泡可以——或应该——被采用；

(d) **高环境温度：**当使用碳氢化合物预混合物时，需要确保对预混合物容器进行恰当的储存、运输和处置；

(e) **现场喷涂：**该部门及其不容易解决。尽管氢氟烯烃/二氧化碳共同发泡可以是一种解决方案，但是不能从根本上解决问题。遗憾的是，本次研讨会的讨论会对前景没有清晰的预估。

## E. 促进减少氢氟碳化合物消费尽早改变的可最迅速实施的行动

62. 对大型企业而言，碳氢化合物是前进的可行方案。对中型企业而言，碳氢化合物应当在实际可行时尽量采纳。对小型企业而言，氢氟烯烃和碳氢化合物预混合物可以是两种可选方案。

63. 对氢氟烯烃是唯一备选方案的应用，行业需要更多时间证明氢氟烯烃的大规模应用（如长期可持续性）。氢氟烯烃的商业化可得性仍不清楚。

## 六、 第五次会议

### 氢氟碳化合物管理技术方面的总括和跨部门问题

#### A. 引言

64. 第五次会议提供机会让与会者讨论前四次会议中出现的总括和跨部门问题。讨论的问题包括：

- (a) 低全球升温潜能值替代品是否存在和转换的费用；
- (b) 知识产权；
- (c) 能效；
- (d) 与高环境温度相关的问题；
- (e) 易燃性及安全性标准；
- (f) 高全球升温潜能值制冷剂的减少泄露、回收及再利用；

(g) 第 5 条缔约方国家向低全球升温潜能值替代品转换时，维护保养部门需要的培训、工具和能力建设。

65. 会议开始时，两位概况发言者提出了行业协会（氟化制冷剂和天然制冷剂）关于取代高全球升温潜能值氢氟碳化合物的低全球升温潜能值替代品是否存在的观点。

66. 在会议第一部分，九位讨论会成员广泛讨论了可得性、费用、行业趋势和知识产权的问题。一位代表一个第 5 条缔约方国家的行业协会的讨论会成员谈到了第 5 条缔约方的公司在向低全球升温潜能值备选方案转换时面临的挑战。行业代表和专家的讨论会成员对费用及行业自发或应对关于转换到低全球升温潜能值国内立法的举措。一位知识产权专家谈了他关于知识产权对促进或限制获得低全球升温潜能值技术影响的看法。

67. 在会议的第二部分，八位讨论会成员发表了他们关于与高环境温度、易燃性及安全标准、减少泄露、回收及再利用和培训及能力建设的看法。两位行业代表提及在高环境温度地区过渡到低全球升温的备选方案和挑战。两位行业讨论会成员表达了他们对行业由于不同国家的不同安全性和易燃性标准而面临的挑战。另一位行业代表提及培训和认证机制对确保安全环保地处置低全球升温潜能值制冷剂的重要性。最后三位讨论会成员提出了氢氟碳化合物的减少泄露、回收及再利用这一重要问题以及第 5 条缔约方国家维护保养部门需要的培训和能力建设。

68. 讨论会成员的名字和谈论的问题收录在本次研讨会的最终方案，载列于本增编附件。

69. 在第二次会议上发表过关于能效的具体介绍，基于能效是一个跨部门问题，将在第五次会议中继续讨论。许多发言者谈到能效问题。

## **B. 是否可得及费用**

70. 两位概况发言者都指出目前大部分部门都有一系列取代高全球升温潜能值的技术。在许多分部门，替代品越来越具成本效益，已经在若干地理区域，包括第 5 条缔约方国家，进行商业规模的使用。有多种制冷剂（氟化和天然制冷剂）可用于泡沫塑料、制冷和空调等应用；更多的在开发中。随着备选方案数量的增长，替代品之间会有竞争，行业将基于多种因素，如费用、效率和安全性，选择最合适的备选方案。

71. 其他讨论会发言者支持概况发言者关于低全球升温潜能值替代品是否可得的观点。进行了关于在移动空调和泡沫塑料行业低全球升温潜能值替代品是否可得及转换费用的具体介绍。可见不同的替代品有不同的折衷。一些价格高，一些易燃性高，而一些替代品需要进一步研究和开发来证明在某些区域的可行性。讨论和介绍的结论就是完美的制冷剂不存在。目前的制冷剂不完美；它们或消耗臭氧，或全球升温潜能值高，或者有其他的折衷。每种制冷剂都不可避免地需要折衷。

72. 介绍清晰地表达了不同区域将有采纳替代品的不同时间表。例如，与会者指出在高环境温度区域，氢氟碳化合物的低全球升温潜能值替代品目前在较大分体空调系统中处于示范阶段，需要更多时间将这些技术引入开放市场。与会

者指出在任何新替代品从一个区域引入另一个区域前，需要时滞来建设能力和开发市场。

73. 与会者对费用问题也进行了讨论。总的来说，目前低全球升温潜能值替代品的费用高于已有的高全球升温潜能值氢氟碳化合物。与会者指出专利化学品（如碳酸氢盐）的运营费用较高，而使用易燃制冷剂（如氢氟烯烃）的资金成本较高。但是，与会者也指出费用是规模与竞争的因数，随着低全球升温潜能值替代品大规模引入，而在不同的替代品之间存在竞争，费用一定会下降。这点在欧洲已经出现。与会者给出例子，证明对许多应用而言，费用在某些区域与高全球升温潜能值氢氟碳化合物相比有竞争力。

74. 低全球升温潜能值替代品是否可得和费用还受到国内立法及在某些非第5条缔约方国家行业自身举措的影响。会议上有关于欧洲联盟氟化气体法规及法规将如何影响低全球升温潜能值替代品是否可得和费用的介绍。与会者指出欧洲联盟的所有进口产品将必须符合氟化气体法规的要求，这可能会刺激低全球升温潜能值替代品在出口大国（如中国）的开发。

75. 与会者对向低全球升温潜能值替代品转换的方法进行了辩论（没有任何结论）。一位来自第5条缔约方国家的讨论会成员强调了需要一次性过渡到低全球升温潜能值替代品，另一位讨论会成员指出需要转用商业化的替代品，即使它们的全球升温潜能值比现有高全球升温潜能值氢氟碳化合物比较相对低一些（但不低）。还有一场关于低全球升温潜能值制冷剂定义的辩论，尚无结论。

76. 讨论比较清楚的表明，短期引入低全球升温潜能值替代品的前景将受到需求量的很大影响，需求数量将反过来将取决于对向低全球升温潜能值替代品过渡的监管需求进行立法的国家。汲取《蒙特利尔议定书》的经验，其中一位讨论会成员评论道当议定书在谈判阶段时，当时有的替代品比现在少得多。一旦《蒙特利尔议定书》提供了监管层面的确定性，加速了替代品的提供。这也是会议上许多其他讨论会成员的看法：政策和监管的确定性对刺激低全球升温潜能值技术的开发和商业化很重要。

### C. 知识产权

77. 知识产权问题在两天的研讨会上不断被提及。许多来自第5条缔约方国家的与会者担心知识产权会对费用和技术转让造成的影响。会议审议的问题之一是专利是否会对向低全球升温潜能值替代品的过渡造成不利影响，而且阻碍向第5条缔约方国家的技术转让。

78. 关于这一问题的唯一发言者一开始就指出，在《蒙特利尔议定书》下，知识产权过去不是向新物质过渡的主要问题。原因是一些技术有多家供应商，一些关键制冷剂没有专利注册，而且执行蒙特利尔议定书多边基金支付了增量费用以及向第5条缔约方国家技术转让的费用。但是，专利可能会成为氢氟碳化合物逐步减少机制中的重要问题，因为新的氟化制冷剂几年前才进行专利注册，因此在近期内仍将有效。鉴于专利持有者想对其发明实现利润最大化，他们将高价销售替代品，因此增加了费用。关于专利的第二个主要问题是专利丛林：“知识产权叠加起来而形成的一种浓密的网络，企业为了对新技术进行商

业化必须突破这个知识产权网络的重围<sup>1</sup>”。随着技术、商业化和监管的背景日趋复杂，逐步减少氢氟碳化合物过程中也可能如此，专利丛林形成的潜在可能增加。但是，与会者也指出了一些可以保持乐观的理由：

- (a) 一些关键物质未进行专利注册，像天然制冷剂；
- (b) 即便专利或专利丛林阻挡了一些技术的商业化或使用，新发明总会实现超越；
- (c) 由于一方面受到新市场和监管信号的推动，我们可以期待互相竞争的技术，这可能会拉低专利技术的价格；
- (d) 专利不是永久的——迟早会过期；
- (e) 除非有重大改变，多边基金的任务仍将是为技术转让供资，包括使用专利技术的许可。

79. 之后的讨论集中于多边基金将如何推进技术转让；将为何种项目支付以及过渡的费用将如何分配。得出的看法是该问题需要更多理解。但是，也提出可能需要推进技术转让的新方法，特别在替代品有限的部门。

#### D. 能效

80. 能效在本次研讨会中是重要议题之一。提高制冷和空调部门能效的重要性和氢氟碳化合物逐步减少在整个研讨会上被认为是连体议程。

81. 本次研讨会的普遍认识是低全球升温潜能值替代品的能效与高全球升温潜能值氢氟碳化合物的能效相似或更优。但是，与会者指出需要一项策略确保逐步减少的结果也包括能效的大幅提高。对能效进行投资，以实现从高全球升温潜能值气体过渡的气候效益最大化在本次研讨会上获得强烈赞同。同样，与会者提到目前正在对制冷和空调部门的能效提升进行大量投资，但却没有减少制冷剂全球升温潜能值的任何努力。也需要将氢氟碳化合物逐步减少纳入这些项目。

82. 在研讨会上，与会者越来越认识到必须使用生命周期气候作用值等工具来挑选低全球升温潜能值技术。与会者强调替代品的能源使用量必须严格测量，然后再决定其适合性。

#### E. 高环境温度

83. 在许多会议上讨论了高环境温度国家关于已证明技术不存在的担心。与会者提出在制冷、移动空调和泡沫塑料行业，高环境温度不是使用目前可得低全球升温潜能值替代品的阻碍。但是，在空调行业有所不同。由于室内外温差较大，高环境温度国家使用较大的空调系统。较大系统的规模在采纳使用易燃制冷剂的技术方面带来了挑战。

84. 为了讨论上述问题，两位来自高环境温度国家的行业代表（来自中东地区及北非）提出了关于在空调部门逐步减少高全球升温潜能值制冷剂的替代品和

<sup>1</sup> Shapiro, Carl (2001 年)。"Navigating the patent thicket: cross licenses, patent pools, and standard-setting" (PDF)。在 Jaffe, Adam B. 等人著作 *Innovation Policy and the Economy I*. Cambridge: MIT Press。第 119 页-150 页。ISBN 0-262-60041-2。



挑战的观点。一位代表谈到过渡到低全球升温潜能值制冷剂的挑战，而另一位谈到了替代技术的潜能。

85. 与会者指出为高环境温度所做的设计应当特别注意，避免过高冷凝温度和接近制冷剂的临界温度。其他问题（如安全性、制冷剂充注量及提高半充注和全充注下的能效）也要考虑。主要挑战是平衡能效和安全的最大制冷剂充注限量。

86. 挑选和设计热交换器和压缩机时需要特别注意。在热交换器领域，推荐使用小管径或微通道热交换器。与会者指出对中小型机组而言，压缩机生产商提供滚动式、往复式和螺杆式压缩机，使用低全球升温潜能值制冷剂，如 HC-290, HFC-32 和 HFC-1234yf，其能效水平达到或超过海湾合作委员会区域新的最低能源性能标准。这些压缩机被列为可在为易燃制冷剂认证的潜在爆炸性环境下(ATEX 认证)使用的设备和保护性系统。多种压缩机正在成为高环境温度国家空调生产商的备选方案。

87. 测试数据（沙特阿拉伯标准组织提供的条件，标准 2681）也被提出来证明高环境温度下不同替代品的适合度。与会者指出从能力和性能系数来看，HC-290 的性能最佳。发现 R410A 在高温下能力和性能系数显著下降。

88. 一位讨论会成员建议在高环境温度条件下的空调设备中采用低全球升温潜能值替代品需要财政支助和时间，因为需要更多关于设计、部件选择和安全性问题的研究。示范对于获得对这些技术的信心也将非常重要。

89. 也讨论了替代技术（如太阳能光热驱动的吸收式冷却器）在高环境温度区域的潜能。与会者指出高环境温度国家通常有最优的太阳能条件（每平方米平均太阳辐射高达 5-7 千瓦时），适合使用太阳能取暖和制冷技术。而且负荷状况与最佳太阳辐射条件匹配。有一个约旦四个太阳能光热驱动的吸收式冷却器翻新改良装入现有建筑的案例研究，旨在为中东及北非地区可持续空调行业奠定基础。与会者对该案例进行了讨论。与会者指出该技术已测试成功，但费用高昂。与传统电冷却器相比，太阳能吸收式冷却器的资金成本是其四倍，投资回收期从七年到 15 年不等。需要通过研究和开发进一步学习和创新，也需要示范项目，规模经济可降低其费用。

90. 该会议的讨论提到在高环境温度国家的较大空调系统中采用低全球升温潜能值替代品需要时间和支助。需要系统设计、部件挑选和认证领域的研究和开发。需要示范和培训增加接受度。

## **F. 易燃性和安全性标准**

91. 低全球升温潜能值制冷剂都轻度或高度易燃。这带来了关于低全球升温潜能值替代品安全性的担忧。在此次会议上，两位讨论会成员谈到使用低全球升温潜能值替代品的易燃性和安全性标准。与会者指出，许多安全性标准的制订考虑到非易燃技术的广泛使用。因此，标准是限制性的。有必要再次讨论，可能修改和更新，低全球升温潜能值（和易燃）制冷剂的充注数量标准，而且设定强制性恰当操作条件和安全性措施。与会者还建议使用风险评估方法而非只使用安全性标准来决定易燃低全球升温潜能值替代品的使用。

92. 安全性标准的另一问题是在不同国家不同安全性和易燃性标准和法规的广泛存在，这扰乱了低全球升温潜能值替代品的市场开发。安全性和易燃性标准和法规的协调一致对给行业一个明确的指示并使其进入更新的市场很重要。

### **G. 减少泄露、回收和再利用**

93. 此次会议讨论的另一问题与现有设备的减少泄露和高全球升温潜能值制冷剂的回收利用有关。发现这对低量消耗国家而言是最重要的问题。与会者建议需要加强维护保养部门来降低泄漏率，并将解决制冷剂在维护保养和报废后回收的回收利用方案制度化。为实现这一目标，由于制冷剂回收比较昂贵需要多边基金的支助。

94. 除了报废措施，与会者还强调了对生产阶段的防泄露测试并确保进行更好的减少泄露质量控制。与会者建议应当促进国内关于高全球升温潜能值制冷剂防止泄露、减少泄露、回收、再利用和销毁的立法。

### **H. 培训、工具和能力建设**

95. 培训和能力建设在所有会议上都被认为是重要问题。许多讨论会成员指出处置易燃低全球升温潜能值替代品的复杂性大于目前使用的制冷剂。需要受过培训的技术人员来处置和维护保养易燃制冷剂、执行安全性标准、回收利用高全球升温潜能值制冷剂并将高全球升温潜能值系统翻新改装或更换为低全球升温潜能值制冷剂。

96. 第 5 条缔约方国家的维护保养部门大部分非正式，需要规范和组织该部门来处置第 5 条缔约方国家升温潜能值替代品。为实现这一目标，技术人员的培训和认证从根本上起重要作用。与会人员还指出维护保养部门所需的处置低全球升温潜能值替代品的工具将有所不同，需要向其提供。第 5 条缔约方国家也需要支助来建设基础设施，如用来回收、再利用和销毁的设施。

### **I. 前进方向**

97. 本次会议提出的一些关键建议是：

(a) 提供立法和监管的确定性，因而给行业向低全球升温潜能值转换的清晰信号；

(b) 让第 5 条缔约方国家清楚多边基金将支付哪些款项，以及多边基金将如何促进公平和有利的技术转移；

(c) 向高环境温度区域的空调部门使用低全球升温潜能值替代品而进行的研究、开发和示范提供支助；

(d) 投资提高能效，作为把从高全球升温潜能值氢氟碳化合物过渡的气候效益最大化组合的一部分。在选择替代品时，使用生命周期气候作用值等工具；

(e) 再次讨论和修订易燃制冷剂的安全性标准，并将安全性标准和法规协调一致；

(f) 在第 5 条缔约方国家，提供技术人员综合培训和认证方案以及能力建设，使之能在设备和制冷剂生命周期的不同阶段处置低全球升温潜能值替代品；

(g) 向第 5 条缔约方国家提供培训和能力建设以及制冷剂回收、再利用和销毁设施的基础设施建设方面的支助。

## 附件

### 研讨会最终方案

#### 第 1 天：2015 年 4 月 20 日星期一

上午 10 点-11 点	研讨会开幕
上午 10 点-10 点 10 分	臭氧秘书处执行秘书致欢迎辞并介绍研讨会的目标与形式
上午 10 点 10 分-10 点 30 分	关于(a)当前大气中氢氟碳化合物的丰度和预测浓度，以及(b)各行业当前和推断未来对氢氟碳化合物的需求及缓解措施的潜在影响的简要概述 科学评估小组共同主席 A.R.Ravishankara 先生和技术和经济评估小组共同主席 Bella Maranion 女士
上午 10 点 30 分-11 点	介绍性会议以及对将讨论的部门和次级部门的概述 Sukumar Devotta 先生、Ray Gluckman 先生和 Lambert Kuijpers 先生

上午 11 点-下午 2 点 **第一次会议：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**

<p><b>主持人：</b> Peter Adler 先生 <b>报告员：</b> Ullrich Hesse 先生</p>	
<p><b>次级部门/系统</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 家用制冷（冰箱和冰柜）</li> <li>• 商用制冷（小型独立设备、冷凝机组、大型中央组合系统）</li> <li>• 工业制冷（小/中型和大型系统）</li> <li>• 运输制冷（公路车辆、联运集装箱、船舶）</li> </ul>	<p><b>关于部门现状的介绍</b></p> <p><i>概况发言人（专家）</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reinhard Radermacher 先生</li> <li>• Paulo Vodianitskaia 先生</li> </ul>
<p><b>待解决的问题</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 在制冷部门中使用全球升温潜能值低的化学品和混合物的成分可获性以及由此对系统设计产生的影响</li> <li>• 在各种环境条件下中型和大型工业系统全球升温潜能值低的技术备选方案</li> <li>• 工业及大型商业和社区应用低全球升温潜能值的技术备选方案</li> <li>• 插入式冷柜的替代方案，包括在高环境温度区域内和自动售卖机</li> <li>• 小型商用设备全球升温潜能值低的备选方案</li> <li>• 现场建造的商用制冷设备（包括冷凝机组）全球升温潜能值低的替代品；高环境温度下的成本影响与性能</li> <li>• 现有商用系统/设备（包括冷凝机组）的备选方案（嵌入、改造等）；维修问题</li> <li>• 中型和大型商用制冷设备级联系统全球升温潜能值低的备选方案</li> <li>• 第5条缔约方在商用制冷方面的技术过渡与障碍：终端用户的视角</li> <li>• 全球升温潜能值低的超市系统在各气候区、包括高环境温度区的性能</li> <li>• 运输制冷、包括联运冷藏集装箱、公路车辆和船上制冷全球升温潜能值低的替代品和标准</li> </ul>	<p><b>讨论会成员：技术提供者/实施者</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Torben Funder-Kristensen 先生（丹佛斯，丹麦）</li> <li>• Jonathan Ayotte 先生（Carnot Refrigeration，加拿大）</li> <li>• Eric Delforge 先生（Mayekawa Europe，法国）</li> <li>• Roy Singh 先生（Arctic King Appliances，南非）</li> <li>• Bruno Pussoli 先生（Metalfrio，巴西）</li> <li>• Christian Heerup 先生（丹麦技术学会，丹麦）</li> <li>• 张朝晖先生（中国制冷空调工业协会，中国）</li> <li>• Paul de Larminat 先生（江森自控，法国）</li> <li>• Fernando Galante 先生（技援扩大方案，阿根廷）</li> <li>• Juergen Goeller 先生（Carrier Transicold，德国）</li> <li>• Holger Koenig 先生（顾问，德国）</li> </ul>

下午 2 点-3 点 **午餐**

下午 3–6 点

**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物所面临的挑战与机遇**

<p><b>主持人：</b> Saleem Ali 先生</p> <p><b>报告员：</b> Richard Abrokwa-Ampadu 先生</p>	
<p><b>次级部门/系统</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 小型组合式空调（便携系统、窗式机组、穿墙空调、单元式末端空调）</li> <li>• 小型分体式空调系统（单联分体系统）</li> <li>• 大型分体式和其他类型的空气对空气系统（大型单联分体式和多联分体式系统、可变制冷剂流量/可变制冷剂流量系统、风管系统和单元式屋顶系统）</li> <li>• 冷风机系统（使用容积式压缩机的冷风机、使用离心式压缩机的冷风机）</li> <li>• 单制热热泵（空间供暖、水加热、家用转筒式干燥机、大型空间供暖系统、工业过程加热）</li> </ul>	<p><b>关于部门现状的介绍</b></p> <p><i>概况发言人（专家）</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Daniel Colbourne 先生</li> <li>• Roberto Peixoto 先生</li> <li>• Saurabh Kumar 先生（能效方面）</li> </ul>
<p><b>待解决的问题</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 空调部门全球升温潜能值低的化学品和混合物的可获性以及对系统设计和特征的影响</li> <li>• 空调所用的全球升温潜能值高的氢氟碳化物的替代品</li> <li>• 在单联分体式空调机组中（包括在高环境温度条件下）应用各种全球升温潜能值低的方案的可能性</li> <li>• 全球升温潜能值低的制冷剂当前和近期的可获性以及将其大规模应用于空调所面临的障碍</li> <li>• 高环境温度下中型空调设备的合适替代品</li> <li>• 高环境温度下空调机组的替代品，侧重能源效率</li> <li>• 在小型和中型空调及热泵机组中非氢氟碳化物制冷剂的使用</li> <li>• 采用各种全球升温潜能值低的方案的大型空调机组</li> <li>• 使用全球升温潜能值低的制冷剂和其他来源作为驱动力的区域冷却和加热系统</li> </ul>	<p><b>讨论会成员：技术提供者/实施者</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mike Thompson 先生（Ingersoll Rand/Trane, 美国）</li> <li>• Jitendra Bhambure 先生（Blue Star, 印度）</li> <li>• 李廷勋先生（美的和中山大学，中国）</li> <li>• 王蕾女士（中国家用电器协会，中国）</li> <li>• Bassam Elassaad 先生（顾问，黎巴嫩）</li> <li>• Maher H. Mousa 先生（沙特阿拉伯暖通空调行业顾问，联合技术建筑及工业系统，沙特阿拉伯）</li> <li>• Petter Neksa 先生（挪威科技工业研究院能源研究部，挪威）</li> <li>• Alaa Olama 先生（顾问，埃及）</li> <li>• Pär Dalin 先生（Devcco, 瑞典）</li> </ul>

下午 6 点–6 点 30 分

**茶歇**

下午 6 点 30 分-7 点 30 分

**第三次会议：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**

<p>主持人： Saleem Ali 先生</p> <p>报告员： Gursaran Mathur 先生</p>	
<p><b>次级部门</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 移动空调（小汽车和大型车辆）</li> </ul>	<p><b>关于部门现状的介绍</b></p> <p>概况发言人（专家）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Predrag Pega Hrnjak 先生</li> </ul>
<p><b>待解决的问题</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 高环境温度下移动空调的环境影响</li> <li>• 包括重油和二氧化碳系统在内的全球升温潜能值低的系统在高环境温度下已知的障碍、成本、安全问题和性能</li> <li>• 在第5条移动空调生产中引入取代1,1,1,2-四氟乙烷的全球升温潜能值低替代品：成本和安全问题</li> <li>• 现有系统/设备的备选方案（嵌入、改造）</li> </ul>	<p><b>讨论会成员</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pradit Mahasaksiri 先生（ Siam Denso, 泰国）</li> <li>• Enrique Peral-Antunez 先生（雷诺，法国）</li> <li>• Jianping Chen 先生（上海交通大学，中国）</li> <li>• Sangeet Kapoor 先生（塔塔汽车，印度）</li> </ul>

**第 2 天：2015 年 4 月 21 日星期二****上午 10 点-11 点 30 分 第四次会议：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**

<p><i>主持人：</i> Saleem Ali 先生</p> <p><i>报告员：</i> Enshan Sheng 先生</p>	
<p><b>次级部门</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 用于绝热的闭孔硬质泡沫：挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板、聚氨酯和酚醛泡沫塑料板和面板、聚氨酯电器绝缘材料、聚氨酯喷涂泡沫、聚氨酯现场发泡用/块状泡沫塑料</li> </ul>	<p><b>关于部门现状的介绍</b></p> <p><i>概况发言人（专家）</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paulo Altoe 先生</li> <li>• Igor Croiset 先生</li> </ul>
<p><b>待解决的问题</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 在各聚氨酯部门逐步采用全球升温潜能值低的化学品取得的进展</li> <li>• 挤塑聚苯乙烯泡沫塑料行业目前提供的替代品、物理性能方面的妥协、工艺开发的成本制约因素</li> <li>• 对于第 5 条和非第 5 条缔约方微型、小型和中型企业来说安全且商业上可行的全球升温潜能值低的替代品</li> <li>• 采用各项全球升温潜能值低的技术的系统公司以及这些技术的开发</li> <li>• 利用第四代发泡剂取代全球升温潜能值高的氢氟碳化合物</li> </ul>	<p><b>讨论会成员：技术提供者/实施者</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kultida Charoensawad 女士（泰国工业联合会聚氨酯小组，泰国）</li> <li>• Ashok Chotani 先生（Isofoam，科威特）</li> <li>• Samir Arora 先生（Industrial Foams，印度）</li> <li>• Stefano Varga 先生（Cannon Afros，意大利）</li> <li>• Achara Bowornprasitkul 女士（BASF，美国）</li> </ul>



上午 11 点 30 分-下午 1 点 30 分  
和下午 3 点-5 点

**第五次会议：氢氟碳化合物管理技术方面的总括和跨部门问题（第 1 部分和第 2 部分）**

上午 11 点 30 分-11 点 45 分

**关于总括和跨部门问题的介绍性发言**

Mack McFarland 先生（全球氟化物生产商论坛）

Marc Chasserot 先生（Shecco）

上午 11 点 45 分-1 点 30 分

**第 5 次会议，第 1 部分：转换成本、知识产权、全球升温潜能值低的替代品的可获性以及各项新技术的可获性时间表**

主持人：Peter Adler 先生

报告员：Chandra Bhushan 先生

**待解决的问题**

- 对于目前使用全球升温潜能值高的化学品的系统与部门，第 5 条缔约方的公司在向全球升温潜能值低备选方案的转换过程中面临哪些挑战？
- 移动空调的各项非氢氟碳化合物技术的成本是多少，这些技术的预计成本折旧是多少？
- 全球升温潜能值低的氢氟碳化合物能否成为泡沫塑料发泡中使用的全球升温潜能值高的氢氟碳化合物的成本-效益高的替代品？
- 知识产权对于技术转让与开发的影响
- 欧盟氟化气体立法（及其他立法）将如何影响全球氢氟碳化合物的相关技术市场，包括全球升温潜能值低备选方案的成本及可获性？
- 制冷和空调部门各行业已制定具体时间表和成本估算、且正计划逐步采用的全球升温潜能值低替代品的范例
- 使用低全球升温潜能值物质的案例研究实例及各行业对政策的反应

**讨论会成员**

- Ravinder Mehta 先生（RAMA，印度）
- Predrag Pega Hrnjak 先生（伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校，美国）
- Miquel Quintero 先生（顾问，哥伦比亚）
- Alistair McGlone 先生（顾问，联合王国）
- Andrea Voigt 女士（欧洲能源与环境伙伴关系，欧洲）
- Rajan Rajendran 先生（艾默生，澳大利亚）
- Kevin Fay 先生（负责任大气政策联盟，美国）

下午 1 点 30 分-3 点

**午餐**

下午 2 点-3 点

**会外活动：气溶胶中的氢氟碳化合物——计量吸入器和非医用气溶胶**

（发言人：Helen Tope 女士，讨论由 Ashley Woodcock 先生主持）

下午 3 点-5 点

**第五次会议，第 2 部分：能源效率、安全、行业对全球升温潜能值低的政策的反应**

主持人：Peter Adler 先生

报告员：Chandra Bhushan 先生

**待解决的问题**

- 高环境温度操作的适当设计中的整体问题
- 将传统冷却机组替换为非传统全球升温潜能值低的备选方案的成本是多少，包括改造成本？同时参考高环境温度下的项目
- 安全标准的现状、当前及近期发展
- 与对易燃性的担忧以及相关安全标准有关的挑战，紧凑型系统在限制灌充规模方面的可能性
- 为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
- 第 5 条缔约方的维修组织在减少全球升温潜能值高的排放量和降低全球升温潜能值低的安全顾虑方面的贡献
- 通过减少和回收泄漏实现氢氟碳化合物的管理以及向前推进的下步行动
- 通过减少和回收泄漏来减少制冷剂消费的潜力

**讨论会成员**

- Samir Hamed 先生（Petra Engineering Industries Company, 约旦）
- Hisham Mikhi 先生（Millennium Energy Industries, 约旦）
- Paul Fu 先生（Underwriters Laboratories, 中国）
- Asbjorn Vonsild 先生（丹佛斯）
- Marco Buoni 先生（欧洲冷藏企业协会、ATF、Galileo）
- Manuel Azucena 先生（RACTAP, 菲律宾）
- Tetsuji Okada 先生（日本制冷空调工业协会, 日本）
- Julio Esteban 先生（Smart Refrigerants, 巴拿马）

下午 5 点-6 点 30 分 **第六次会议：与氢氟碳化合物技术管理的决策相关的主要结论**

**主持人：** Peter Adler 先生

**报告员：** Karin Shepardson 女士和 Stephan Sicars 先生

**第一至五次会议的报告员介绍各次会议的结论**

第一、第二和第五次会议（每名发言人 7 分钟）；第三和第四次会议（每名发言人 5 分钟）

**得出结论的主要问题：**

- 在第 5 条缔约方、包括在高环境温度下（对于具体部门）逐步淘汰氯氟烃和逐步减少氢氟碳化合物的使用所面临的具体挑战
- 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
- 各项替代技术的可获性时间表

下午 6 点 30 分 **研讨会闭幕**

---