



联合国



环境规划署

Distr.
GENERALUNEP/OzL.Pro/ExCom/76/58
20 April 2016CHINESE
ORIGINAL: ENGLISH

执行蒙特利尔议定书
多边基金执行委员会
第七十六次会议
2016年5月9日至13日，蒙特利尔

泡沫塑料行业替代品增支资本成本和增支经营成本计算（第75/28号决定）

背景

1. 在介绍关于向第七十五次会议提交的项目审查¹中所确定各种问题的概况的文件时，秘书处解释说，在对几个第二阶段氟氯烃淘汰管理计划进行审查期间，泡沫塑料行业内降低成本的次氟酸配方²增支经营成本无法确定。导致成本无法确定的主要原因是：与次氟酸共同发泡的加水量不明；多元醇配方如何根据加水量的变化而变化；配方所需甲撑二苯基二异氰酸酯聚合物的数量；以及发泡剂加多元醇与甲撑二苯基二异氰酸酯的比例。增支经营成本计划中假定条件的些许变化可能会对成本产生重大影响。因此，建议编制有关泡沫塑料行业增支经营成本计算文件以供执行委员会审议。

2. 在全体会议和所设非正式工作组讨论期间，成员们对以下问题表示关切：技术是否足够成熟、是否使用过足够多的次数以及是否有足够多的用户为提供充分信息开展过研究。必须了解在什么地方可以考虑与水一起共同发泡而导致降低成本后的次氟酸配方以及可以利用的信息来源，这一点很重要。秘书处解释说，拟议文件的依据是对科学文献进行审查，并由一独立技术顾问提供专家咨询意见，使秘书处能够尽可能多地了解转为利用降低成本后的次氟酸技术增支经营成本的计算方式，同时也要增加对所涉因素的了解。

3. 除了讨论之外，执行委员会还请秘书处编写一份关于泡沫塑料行业替代品的增支资本成本和增支经营成本计算的文件以供第七十六次会议审议，该文件将为比较不同用途泡

¹ UNEP/OzL.Pro/ExCom/75/27。

² 次氟酸与另一种发泡剂（主要是水）共同发泡，以降低多元醇配方的成本。

沫塑料的质量提供透明度和一致性以及提供信息来源的透明度，同时也要考虑到不同地区的价格和企业规模（第 75/28 号决定）。

编制文件的职权范围

4. 按照第 75/28 号决定，秘书处挑选了一位独立技术专家，该专家将根据秘书处制定的职权范围，负责编写关于泡沫塑料行业改用非氟氟烃替代品所产生的相关增支资本成本和增支经营成本的文件，除其他事项外，该文件将：

- (a) 介绍生产 HCFC-141b 聚氨酯泡沫塑料用途（即电器绝缘泡沫塑料、泡沫塑料板材，连续和间断泡沫塑料板材、喷射泡沫塑料、泡沫塑料块和整皮泡沫塑料）所需的设备，并且确定在过渡到替代发泡剂（即碳氢化合物、甲酸甲酯、甲缩醛、水、氢氟碳化物和次氟酸）时设备及相关成本的变化；
- (b) 确定主要聚氨酯泡沫塑料用途所用典型 HCFC-141b 配方以及在使用替代发泡剂时所需配方（包括表面活性剂、催化剂、阻燃剂、稳定剂和其他添加剂）的变化；
- (c) 其他发泡剂（主要是水）可与主要发泡剂（例如，次氟酸）共同发泡的配方以及对泡沫塑料特性（例如，保温性、脆性、尺寸稳定性、密度、压缩强度、耐老化性能和固化性能）的影响和潜在成本；以及
- (d) 需要在所有企业进行测试、试验和培训的情况及相关成本。

同行审查

5. 两位独立的泡沫塑料专家对该专家所编写的文件进行了同行审查，他们的审评结论认为，该文件结构完整、事实正确且容易被熟悉聚氨酯技术的人员所理解。该专家已在最后版本的文件中解决了同行审查人员提出的所有问题和意见。

机构间协调会议³上的讨论

6. 在机构间协调会议期间，秘书处向双边和执行机构介绍了文件编制工作的最新进展情况，并解释说，第 75/28 号决定未明确说明执行机构在编制文件方面所起的具体作用。不过，秘书处欢迎执行机构提出意见，只要文件编制完成，秘书处会将文件散发给这些机构，秘书处同时指出，当前的时间框架可能不允许秘书处有充分的时间来处理这些机构提出的意见。

7. 在机构间协调会议结束后，秘书处向执行机构提交了该专家的最后版本的文件（文件处理了同行审查人员提出的所有意见）。

秘书处的意见

8. 秘书处指出，专家编写的文件遵守了秘书处制定的职权范围。两位同行审查人员提出的所有意见和观察都在最后版本的文件中得到令人满意的解决。

³ 机构间协调会议于 2016 年 3 月 1 日至 2 日在蒙特利尔举行。

9. 文件中涉及的主要专题包括向已被证明在技术上或商业上获得成功且因此可以立即执行的替代发泡剂过渡。其中包括主要聚氨酯泡沫塑料用途（例如，电器的绝缘泡沫塑料、泡沫塑料板材、连续和间断泡沫塑料板材）的典型泡沫塑料配方以及相关增支成本。文件特别关注了新出现的、已经得到证明的、低全球升温潜能值的次氟酸备选方案。

文件的结论

10. 专家所编写文件的主要结论概述如下：

- (a) HCFC-141b 的每一种替代发泡剂都有自己特有的物理特性。发泡剂的主要选择标准包括其气体导热系数⁴（或拉姆达值）、多元醇的溶解性以及气压。所有发泡剂都不能与 HCFC-141b 进行完美的“混合”。因此，即使是最容易的过渡也需要进行配方开发和试验；
- (b) 正如较低泡沫塑料导热系数和改进后的能量试验结果所显示的，在用氢氟碳化物替换 HCFC-141b（最好 4%）时，观测到较高的保温（绝缘）性。次氟酸显示改进后的结果更好（10%）。降低泡沫塑料的厚度且仍然达到预期绝缘数值的机会可能存在。由此导致增支经营成本下降将是显而易见的；
- (c) 环戊烷及其混合物（即异戊烷和正戊烷）等易燃替代品是已经得到证明的电器、板材和整皮用途中所用泡沫塑料配方的替代品。用于安全处理的配方、设备成本和操作实践已为众所周知且有广泛文献记录；
- (d) 从 HCFC-141b 转为戊烷的增支资本成本很高，因为它们具有可燃性。设备需求和成本在过去 10 年一直没变。戊烷发泡泡沫塑料的增支经营成本最低，因为发泡剂往往比 HCFC-141b 便宜，而且相对于 HCFC-141b 来说所需要的发泡剂也更少。事实上，可以节省大量增支经营成本；
- (e) 除了少数特殊情况外，氢氟碳化物和次氟酸的增支经营成本最低。HFC-245fa 和 HFO-1233zd 将从高热环境下对多元醇混合储存罐或储存桶的温度控制中受益（建议将保温室的温度控制在 20 – 25 °C，以加强对 HFC-245fa 的处理以及延长 HFO-1233zd 混合物的保存期）。氢氟碳化物的过渡会产生增支经营成本，因为氢氟碳化物的成本是 HCFC-141b 的 2.5 至 4 倍。不过，可以获得与 HCFC-141b 同等或更好绩效（即，泡沫塑料导热系数更低）。在次氟酸发泡的泡沫塑料方面，增支经营成本增加显著，最主要的原因是发泡剂的增支成本上升。不过，它们可以通过加水共同发泡的方式达到与氢氟碳化物一样大幅度降低增支成本的效果。在多元醇混合物中加入 0.5% – 2.5% 的水进行共同发泡可以显著降低增支经营成本，降低所需氢氟碳化物或次氟酸的数量最高达到 50%。如果加水量超过 2.5%，则特性和处理速度会迅速下降。HFO-1233zd 的可能最高加水量是多元醇混合物重量的 2.0%。加水量过多会使保存期缩短低于标准 3 – 6 个月；
- (f) 100% 加水发泡泡沫塑料的增支资本支出不高，主要包括所产生更高压力的

⁴ 导热系数（k 系数）是热量通过某种材料的大小（单位是 W/mK）。它表示材料的热传导效率或导热的能力。通常，保温材料的导热系数小于 1。导热系数越低，保温性能越好。

模具支撑成本及/或对模具进行加热和冷却改造以便达到更好的表面固化和粘合作用所产生的增支成本。100%加水发泡泡沫塑料的增支经营成本需要知道可能的密度增加（最高达 10%）；

- (g) 据厂商称，如果购买预混多元醇和发泡剂，甲酸甲酯的增支经营成本最低。增支经营成本不高，且甲酸甲酯的使用似乎在增加（即，从 2009 年的 400 公吨增加到 2013 年的近 2000 公吨）。出现这种增长的原因是其成本低，而且连续和间断板材、整皮、电器及喷射泡沫塑料等用途中的性能可以让人接受。使用这种发泡剂的预期用途的配方最优化极其关键，因为它在多元醇混合物中的溶解性很高；
- (h) 甲缩醛极其易燃，但可以与碳氢化合物发泡泡沫塑料一样能够使用和加工。会产生同等的增支资本成本。在很多情况下，泡沫塑料特性可以令人接受（即导热系数与环戊烷相同，但没有氢氟碳化物和次氟酸低）；以及
- (i) 很多团体正在调查戊烷/氢氟碳化物或次氟酸混合物以期实现比环戊烷泡沫塑料导热率低 100% 的目标。增支资本成本相当于改用戊烷的 100%，而增支经营成本会随着实现预期导热系数所需氢氟碳化物/次氟酸数量而增加。

用水作为泡沫塑料发泡剂

11. 文件中的主要问题之一涉及到用水作为硬质聚氨酯泡沫塑料的发泡剂。水与异氰酸盐发生反应，产生二氧化碳气体，而二氧化碳气体被留在泡沫塑料的小孔中形成隔热材料。与所有发泡剂一样，选择这种发泡技术也有相关的优缺点，概括如下：

- (a) 因为二氧化碳的导热值超过物理发泡剂，所以与碳氢化合物基和次氟酸泡沫配方相比泡沫塑料的导热值会相应提高⁵。另外，小孔中的二氧化碳将会被空气所代替；
- (b) 水通常以多元醇混合物 1% 至 2% 的水平被低密度 HCFC-141b 发泡硬质聚氨酯配方所吸收。要想生产硬质水发泡泡沫塑料，需要更多的水（最高达 4.5%）。这些水将会消耗约 70% 的甲撑二苯基二异氰酸酯聚合物。与这些额外甲撑二苯基二异氰酸酯聚合物相关的成本将会对聚氨酯泡沫塑料配方成本产生一定影响；
- (c) 因为水的分子重量小，所以它消耗了大量异氰酸酯。如果按设备固定比例使用泡沫塑料（按 1: 1 的比例），必须选择适当的较低羟基数多元醇进行补偿且往往吸引非反应性稀释剂（例如，阻燃剂或增塑剂）；
- (d) 物理发泡剂有溶解效应且用水替代它们可导致多元醇混合物粘性增加。通过选择替代品降低粘性是克服这种缺陷的一种手段。这种多元醇有很多；以及
- (e) 水发泡泡沫塑料的脆性可能是一个让人关心的问题。通常添加几种化学品可能会降低脆性，包括降低交联密度以及让聚氨酯链吸收更多的环氧乙烷嵌段。提高粘合度的方式就是选择能够选择性促进表面固化的催化剂。

⁵ 导热值越高，泡沫塑料的保温性越差。

泡沫塑料密度

12. 专家在文件中谈到的另一个关键问题与 HCFC-141b 改用替代发泡剂时所需泡沫塑料密度增加有关。此种密度增加需要的唯一发泡剂是 100% 的水发泡泡沫塑料。这种密度增加被用于弥补尺寸稳定性和抗压强度的减弱。考虑的另一种发泡剂不需要增加密度。

13. 根据建议，如果将 HCFC-141b 改为环戊烷，则需要增加密度以考虑降低蒸汽室压力，这样会因此而降低尺寸稳定性。不需要密度增加，因为尺寸稳定性问题可通过配方来解决。尤其是交联密度较高的配方，例如，可以通过利用甘油和蔗糖多元醇等分子重量小/功能性高的多元醇就可以实现这一目标。

从执行机构收到的意见

14. 在编写本文件时，已从一些执行机构收到一些意见。经与专家协商，已对这些意见进行处理，并在本文件附件一所载修订版报告中得到体现。

秘书处的建议

15. 谨建议执行委员会考虑：

- (a) 注意到 UNEP/OzL.Pro/ExCom/76/58 号文件所载关于泡沫塑料行业替代品增支资本成本和增支经营成本的计算的文件（第 75/28 号决定）；以及
- (b) 请秘书处利用 UNEP/OzL.Pro/ExCom/76/58 号文件中提供的技术资料评估聚氨酯硬质泡沫塑料生产过程中将 HCFC-141b 改为替代发泡剂所产生增支资本成本和增支经营成本。