

第 7 章

臭氧损耗物质氟化替代物排放

作者

Paul Ashford（英国）

James A. Baker（美国）、Denis Clodic（法国）、Sukumar Devotta（印度）、David Godwin（美国）、Jochen Harnisch（德国）、William Irving（美国）、Mike Jeffs（比利时）、Lambert Kuijpers（荷兰）、Archie McCulloch（英国）、Roberto De Aguiar Peixoto（巴西）、Shigehiro Uemura（日本）和 Daniel P. Verdonik（美国）

参加作者

William G. Kenyon（美国）、Sally Rand（美国）和 Ashley Woodcock（英国）

目录

7	臭氧损耗物质氟化替代物排放	7.8
7.1	导言	7.8
7.1.1	涉及的化学物质和相关应用场合	7.8
7.1.2	所有ODS替代物应用的一般方法学问题	7.9
7.1.2.1	ODS替代物问题概述	7.9
7.1.2.2	方法选择	7.14
7.1.2.3	排放因子的选择	7.18
7.1.2.4	活动数据的选择	7.18
7.1.2.5	完整性	7.19
7.1.2.6	建立一致的时间序列	7.20
7.1.3	不确定性评估	7.21
7.1.4	所有ODS替代物应用的质量保证/质量控制 (QA/QC)、报告和归档	7.21
7.1.4.1	所有ODS替代物应用的质量保证/质量控制 (QA/QC)	7.21
7.1.4.2	所有ODS 替代物应用的报告和归档	7.22
7.2	溶剂 (非气溶胶)	7.23
7.2.1	此应用场合涵盖的化学物质	7.23
7.2.2	方法学问题	7.23
7.2.2.1	方法选择	7.23
7.2.2.2	排放因子的选择	7.24
7.2.2.3	活动数据的选择	7.25
7.2.2.4	完整性	7.26
7.2.2.5	建立一致的时间序列	7.26
7.2.3	不确定性评估	7.26
7.2.4	质量保证/质量控制 (QA/QC)、报告和归档	7.27
7.2.4.1	质量保证/质量控制	7.27
7.2.4.2	报告和归档	7.27
7.3	气溶胶 (助剂和溶剂)	7.28
7.3.1	此应用场合涵盖的化学物质	7.28
7.3.2	方法学问题	7.28
7.3.2.1	方法选择	7.28
7.3.2.2	排放因子的选择	7.29
7.3.2.3	活动数据的选择	7.30
7.3.2.4	完整性	7.30
7.3.2.5	建立一致的时间序列	7.30

7.3.3	不确定性评估.....	7.30
7.3.4	质量保证/质量控制 (QA/QC)、报告和归档.....	7.31
7.3.4.1	质量保证/质量控制 (QA/QC).....	7.31
7.3.4.2	报告和归档.....	7.31
7.4	发泡剂.....	7.32
7.4.1	此应用场合涵盖的化学物质.....	7.32
7.4.2	方法学问题.....	7.33
7.4.2.1	方法选择.....	7.34
7.4.2.2	排放因子的选择.....	7.35
7.4.2.3	活动数据的选择.....	7.38
7.4.2.4	简述主要方法.....	7.39
7.4.2.5	完整性.....	7.40
7.4.2.6	建立一致的时间序列.....	7.41
7.4.3	不确定性评估.....	7.41
7.4.4	质量保证/质量控制 (QA/QC)、报告和归档.....	7.41
7.4.4.1	质量保证/质量控制.....	7.41
7.4.4.2	报告和归档.....	7.41
7.5	制冷和空调.....	7.42
7.5.1	此应用场合涵盖的化学物质.....	7.42
7.5.2	方法学问题.....	7.44
7.5.2.1	方法选择.....	7.44
7.5.2.2	排放因子的选择.....	7.50
7.5.2.3	活动数据的选择.....	7.52
7.5.2.4	应用方法 2 – 移动空调 (MAC) 举例.....	7.53
7.5.2.5	完整性.....	7.56
7.5.2.6	建立一致的时间序列.....	7.56
7.5.3	不确定性评估.....	7.56
7.5.4	质量保证/质量控制 (QA/QC)、报告和归档.....	7.56
7.5.4.1	质量保证/质量控制.....	7.56
7.5.4.2	报告和归档.....	7.58
7.6	防火.....	7.59
7.6.1	此应用场合涵盖的化学物质.....	7.59
7.6.2	方法学问题.....	7.59
7.6.2.1	方法选择.....	7.59
7.6.2.2	排放因子的选择.....	7.61
7.6.2.3	活动数据的选择.....	7.62
7.6.2.4	完整性.....	7.62
7.6.2.5	建立一致的时间序列.....	7.62

7.6.3	不确定性评估.....	7.62
7.6.4	质量保证/质量控制（QA/QC）、报告和归档.....	7.62
7.6.4.1	质量保证/质量控制.....	7.63
7.6.4.2	报告和归档.....	7.63
7.7	其他应用.....	7.64
7.7.1	此应用场合涵盖的化学物质.....	7.64
7.7.2	方法学问题.....	7.64
7.7.2.1	方法选择.....	7.64
7.7.2.2	排放因子的选择.....	7.65
7.7.2.3	活动数据的选择.....	7.65
7.7.2.4	完整性.....	7.65
7.7.2.5	建立一致的时间序列.....	7.65
7.7.3	不确定性评估.....	7.65
7.7.4	质量保证/质量控制（QA/QC）、报告和归档.....	7.65
7.7.4.1	质量保证/质量控制.....	7.66
7.7.4.2	报告和归档.....	7.66

公式

公式 7.1	特定应用中化学物质的净消耗计算	7.14
公式 7.2A	特定应用中化学物质的排放计算	7.14
公式 7.2B	库存应用中化学物质的排放计算	7.15
公式 7.3	方法 1b 的通用质量平衡公式	7.15
公式 7.4	基于生命周期阶段的简明排放公式	7.17
公式 7.5	溶剂使用的排放估算方法	7.23
公式 7.6	气溶胶使用的排放估算方法	7.28
公式 7.7	泡沫的一般排放因子方法 (a)	7.33
公式 7.8	开放单元泡沫中排放的一般计算方法	7.34
公式 7.9	按质量平衡确定制冷剂排放	7.47
公式 7.10	排放源概述	7.48
公式 7.11	容器管理中的排放源	7.48
公式 7.12	充填新设备时的排放源	7.48
公式 7.13	设备寿命期间的排放源	7.49
公式 7.14	系统寿命结束的排放	7.49
公式 7.15	供需评估验证	7.57
公式 7.16	年度制冷剂市场的计算	7.57
公式 7.17	源自防火设备的排放的时间依赖性	7.59
公式 7.18	其它应用的即时排放源的评估	7.64
公式 7.19	源自其它包含的应用的排放的评估	7.65

图

图 7.1	应用中化学数据的分类	7.10
图 7.2	源自溶剂应用的实际排放的决策树	7.25
图 7.3	源自气溶胶应用的实际排放的决策树	7.29
图 7.4	源自泡沫应用的排放的决策树	7.36
图 7.5	方法 1a 的电子表格计算举例	7.40
图 7.6	源自制冷和空调 (RAC) 应用的实际排放的决策树	7.45
图 7.7	方法 1a/b 评估的电子表格计算举例	7.46
图 7.8	方法 1 的电子表格计算举例	7.60
图 7.9	源自防火应用的实际排放的决策树	7.61
图 7.10	源自其它应用的实际排放的决策树	7.67

表

表 7.1	HFC和PFC用作ODS替代物 ¹ 的主要应用场合	7.9
表 7.2	不同方法和方式的数据要求概览	7.13
表 7.3	各应用场合内HFC/PFC 使用的分布举例（2002） ^a	7.16
表 7.4	发泡工业中的HFC使用（按气体划分的泡沫产品排放——ODS 替代物）	7.32
表 7.5	密闭单元泡沫中HFC的缺省排放因子	7.35
表 7.6	HFC-134a 和HFC-152a 使用（泡沫子应用）的缺省排放因子（IPCC/TEAP, 2005）	7.37
表 7.7	HFC-245fa/HFC-365mfc/HFC-227ea 使用（泡沫子应用）的缺省排放因子	7.37
表 7.8	掺配物（许多含HFC和/或PFC）	7.43
表 7.9	制冷和空调系统的填料、寿命和排放因子的估算 ¹	7.51
表 7.10	制冷和空调系统的优良作法归档	7.58

框

框 7.1	全球和区域ODS替代物数据库	7.12
框 7.2	得自使用全球或区域的数据为泡沫应用实施方法 2a	7.39
框 7.3	计算制冷剂和设备的进出口量	7.53
框 7.4	移动空调的方法 2a计算的应用举例	7.54

7 臭氧损耗物质氟化替代物排放

7.1 引言

7.1.1 涉及的化学物质和相关应用场合

氢氟碳化物（HFC）和很有限的全氟碳（PFC）用作按《蒙特利尔议定书》正在逐步淘汰的臭氧层物质（ODS）的替代物。HFC和PFC目前和预期的应用场合包括（IPCC/TEAP, 2005）：

- 制冷和空调；
- 灭火和防爆；
- 气溶胶；
- 清洁溶剂；
- 发泡剂；和
- 其它应用¹。

当前和预期使用的这些主要分组在本章中称为 ODS 替代物类别内的应用。本引言（7.1 节）为估算 ODS 替代物产生的排放提供了一般框架，后续各节（7.2-7.7 节）对上述各个应用提供了更多专业指南。若干这些应用本身就包含了具有不同排放特征的产品或使用，各国如果采用分项评估（更高方法）来考虑此多样性，则会提出更加严格的估算。此外，在一些应用中使用 HFC 和 PFC，特别是刚性泡沫（通常封闭单元泡沫）、制冷和灭火，可能促成长寿命材料库的开发。这些使用中的排放模式可能特别复杂，因此为了进行准确的排放估算，有必要采取分项式数据集方法。诸如气溶胶和清洁溶剂等其它应用可能具有短期库存清单，但是就排放估算而言仍然可以视为即时排放的来源。这种陈述也适用于软质泡沫（通常为开放单元泡沫）。

HFC和PFC不受《蒙特利尔议定书》的制约，因为它们不会促成平流臭氧层的损耗。HFC是只含氢、碳和氟的化学物质。在《蒙特利尔议定书》和逐步淘汰各个ODS之前，产生的唯一HFC是HFC-152a和HCFC-23，前者是制冷剂混合物R-500的组成部分，后者是一种低温制冷剂，为HFC-22²生产的副产品。HFC-134a于1991年投入生产，此后引进了各种其它的HFC，如今在其它应用场合中用作ODS替代物（IPCC/TEAP, 2005）。当为了报告收集有关HFC和PFC消耗的数据时，在混合物中引进这些HFC时要认真对待，同时要避免纳入无须报告的混合物的组成部分（例如CFC和HCFC）。

HFC和PFC具有很高的全球增温潜势（GWP），PFC还具有很长的大气中停留时间。表7.1概述了最重要的HFC和PFC（《IPCC第二次评估报告》（IPCC, 1996）；《IPCC第三次评估报告》（IPCC, 2001）；IPCC/TEAP, 2005）及其主要应用场合。各个HFC和PFC作为温室气体具有迥然不同的效力。不管采用横向综合时限与否，各PFC因其具有较长的大气寿命而具有特别高的GWP。与各个气体有关的消耗模式必须已知，因此，或采用合理的准确度进行估算，以获得这些化学物质组合的排放对全球变暖所做贡献的有用评估。

随着CFC、含溴氟烃、四氟化碳、甲基氯仿和最终的HCFC最后正被逐步淘汰³，HFC正被有选择地用作替代物。PFC也正在使用中，但范围有限。尽管CFC的前一个应用高达75%，如今可能被非氟碳化合物技术所覆盖（IPCC/TEAP, 2005），但是预期HFC的使用至少在短期内会继续增长。

¹ HFC和PFC还可在烟草膨胀应用中用作灭菌设备中ODS的替代物，还可在粘合剂、涂料和墨水的生产中用作溶剂。

² HCFC - 氢氟氯碳化物。

³ 参考 <http://hq.unep.org/ozone/> 了解《蒙特利尔议定书》中制定的淘汰计划。

表 7.1
HFC 和 PFC 用作 ODS 替代物¹的主要应用场合

化学物质	制冷和空调	灭火和防爆	气溶胶		清洁溶剂	发泡剂	其它应用 ²
			助剂	溶剂			
HFC-23	X	X					
HFC-32	X						
HFC-125	X	X					
HFC-134a	X	X	X			X	X
HFC-143a	X						
HFC-152a	X		X			X	
HFC-227ea	X	X	X			X	X
HFC-236fa	X	X					
HFC-245fa				X		X	
HFC-365mfc				X	X	X	
HFC-43-10mee				X	X		
PFC-14 ³ (CF ₄)		X					
PFC-116 (C ₂ F ₆)							X
PFC-218 (C ₃ F ₈)							
PFC-31-10 (C ₄ F ₁₀)		X					
PFC-51-14 ⁴ (C ₆ F ₁₄)					X		

¹ 若干应用中将 HFC 和 PFC 用作混合物的组成部分。这些混合物的其它组成部分有时是 ODS 和/或非温室气体。若干 HFC、PFC 和混合物按照各个商标名出售；在本章中仅使用通用的指示名称。

² 其它应用包括消毒设备、烤烟膨胀应用、电子芯片的等离子腐蚀（PFC-116）以及粘性涂料和墨水的生产中用作溶剂（Kroeze, 1995; U.S. EPA, 1992a）。

³ PFC-14（化学成分为 CF₄）用作专有混合物的次要组成部分。其主要使用为半导体腐蚀。

⁴ PFC-51-14 是惰性材料，溶解土壤的能力很小甚至为零。可用作其它溶剂的载体，或溶解和沉积磁盘驱动器润滑剂。各 PFC 还用于测试密封组件是否严格密封。

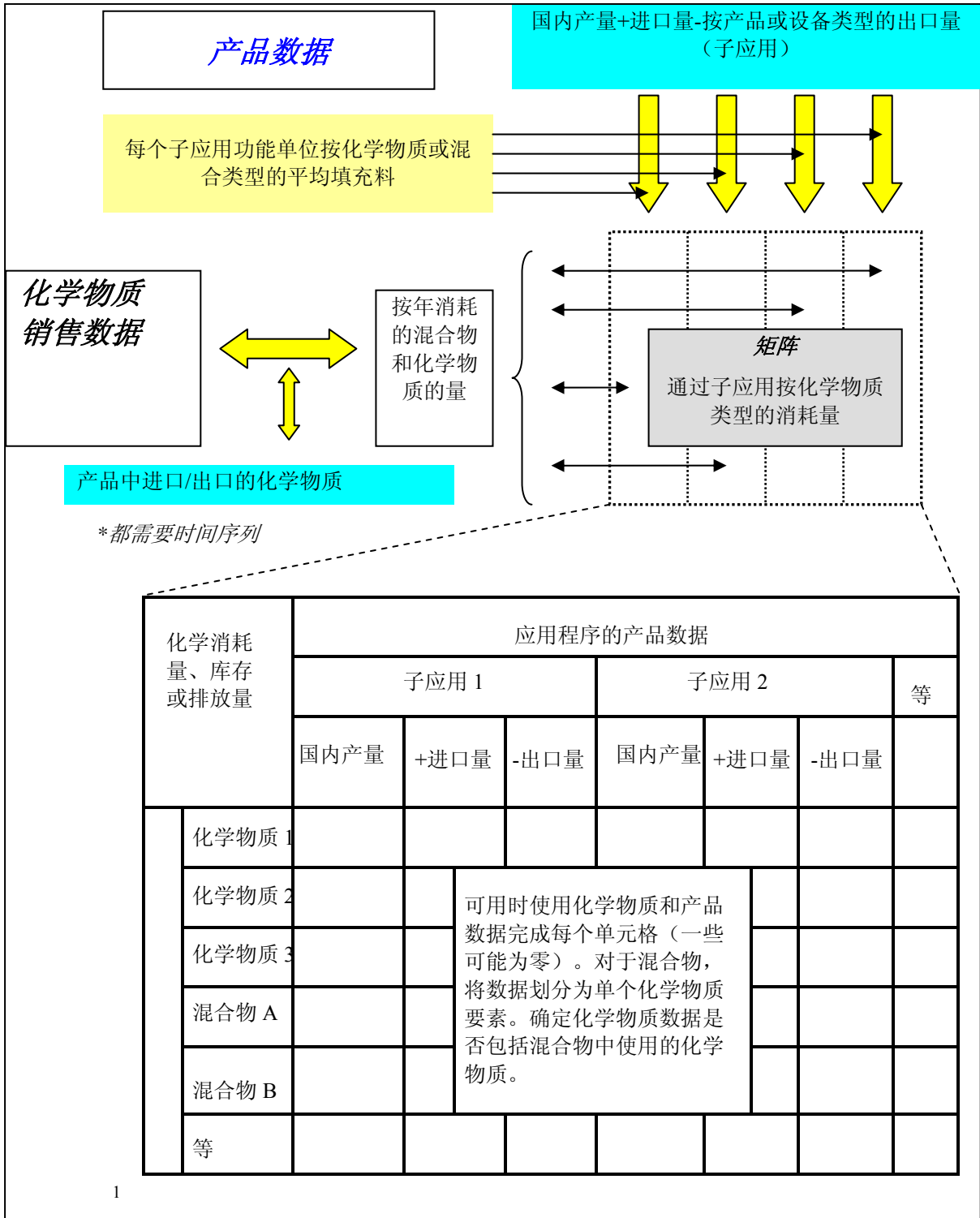
7.1.2 所有 ODS 替代物应用的一般方法学问题

7.1.2.1 ODS 替代物问题概述

数据汇总水平

上文讨论的每个应用可以分为若干子应用。选择估算排放的方法时，*优良作法*是考虑子应用的数量和相关性、数据可获性和排放模式。具有大量子应用的应用（制冷具有 6 个主要子应用；泡沫甚至具有更多的子应用）通常会受益于其数据集中更高级的分类，这归因于子应用之间的差异。因此，为了严格估算排放，清单编制者可能要分别估算每个子应用的排放。在本章中，这种应用定义为方法 2，而基于在应用级汇总数据集的方法全部归类为方法 1。尽管存在少数子应用，按子应用估算其排放可能仍然是最适当的，这是因为排放模式、化学使用、数据收集方法和/或数据可获性中的差异。例如，防火只有两个主要的子应用，但是每个子应用都具有独特的排放特征，分类（方法 2）方法将产生更好的排放估算。另一方面，如果子应用的排放模式类似，并且数据难以按分类形式收集，则在分类应用级（方法 1）估算排放可能是产生可靠排放估算的合适方法。例如，尽管在气溶胶助剂应用中存在几个子应用，但由于使用的排放模式和化学物质类似，所以在应用级进行的排放估算可能足以得出良好的结果。

图 7.1 应用中化学数据的分类



数据类型

重要的是，在估算过程之前要确定如何收集数据以及从何处收集数据。化学物质销售数据（有时指*自上向下*数据）通常是按每个物质进行分类的，不过这可能会因混合使用而复杂化。市场数据（有时称为*自下而上*数据）往往按子应用级的设备或产品销售的形式出现，不过这些数据通常会受此类设备或产品现有进出口的影响。此数据通常需要配合采用特定技术来估算市场份额。例如，不同的化学物质（包括一些无须报告的化学物质）可能用于相同的子应用。另外，子应用内每个产品类型使用的化学物质平均数量可能有所差异。这两条途径（化学物质和产品）代表了矩阵的两个轴，分类方法需要的完成（或接近完成）此矩阵（图 7.1）。使用两类数据的组合（即，*自上向下*和*自下而上*数据），比较这些结果并进行适当调整，通常可以完成此矩阵。

数据可获性

如果国家级化学品供应商认为信息的批露会引起机密性问题，则经常很难收集方法 1 和方法 2 所需的数据。实际上，这已经成为在国家级进行可靠排放估算的主要障碍之一。

为了克服一些这样的限制，近些年来人们努力开发了全球和区域数据库，为特定应用和子应用提供了国家级历史和当前活动（化学物质消耗）数据的信息。此方法的价值是可以按照区域或甚至全球级的化学销售来验证这些数据，并据此避免违背供应商要求的机密限制。因为这些数据库已经开发（例如，按照《蒙特利尔议定书》，在 UNEP 相关各技术选择委员会的监督下开发的），这些数据库在其分析使用模式方面日益复杂，通常可在子应用级（参见框 7.1）可得到充分的理解。这意味着前文所述矩阵的两个轴线可以通过这些数据集解决，而方法 2 可以在国家级便利实施，无需大规模资源投资。然后，此活动数据可以与缺省排放因子或特定国家排放因子数据（如果可获）组合，从而得出适当的排放估算值。当然，重要的是在使用这些数据库时要特别谨慎，选择规范的详实记录的来源也很重要。但是，使用此类衍生的全球或区域数据可以提供可靠的估算。替代战略可以是，使用这种数据库生成的信息以确立国家收集信息的基准。

在任何一种情况下，至关重要是数据生成的形式要符合相关报告要求（如《联合国气候变化框架公约》的通用报告格式（UNFCCC））。在*本指南*的寿命期间，这些要求可能会随着时间的推移而有所差异。因此，活动数据集的结构应足够灵活以应对这些变化。

在某些情况下，化学物质和设备供应链的复杂性会对数据可获性造成更多的挑战。如 7.5 节的强调，有各种容器可用于供应移动空调市场：OEM 的半散装容器；一般运送关键维修中心（10-15kg）的中间容器；DIY 市场的 300-500g 小罐。因为这些不同的供应链方法之间的损耗级别会有显著差异，所以清单编制者需要考虑在实际中如何评估这些损耗。容器的使用并非仅局限于移动空调，通常还流行于制冷市场、气溶胶和灭火等其它部门中。清单编制者可能将 ODS 替代物的供应视为清单的单独因素。然而，即使采取此途径，也需要详细的子应用知识以理解所用的尺寸范围和每个子应用的比例。因此，评估每个应用和子应用内的容器损耗（通常称为*残留比例*）被视为最合适，不过*优良作法*是使用同类尺寸容器比较不同应用和子应用内的估算损耗，以确保某些方法的一致性。

框 7.1 全球和区域 ODS 替代物数据库

全球和区域数据库通常是由行业内专家为特定应用开发的。这些专家经常与工业来源具有良好的专业联系，且熟悉如何查阅相关市场调研及其它报告，可对区域和国家的消耗模式有所了解。根据这个知识库，可以交叉引用区域级或甚至全球级的产品数据和化学物质消耗数据。众所周知，这些数据库可以预测未来消耗，也可以评估当前的消耗。这还使得这些数据库更有价值，成为政策制定的重要工具。然而，重要的是，这些数据库要正确维护并与实际化学物质消耗数据定期进行交叉检查，为了确保在可能的情况下计算和充分调整任何新的趋势或其它差异来源，只要可以获得实际化学物质消耗数据就应该进行交叉检查。

例如，按照《蒙特利尔议定书》设立的 UNEP 各技术选择委员会 (TOC) 各个成员已编制大量全球活动数据集，这些数据集可以协助各国准确估算 ODS 替代物排放。特别相关的是用于支持编写《IPCC/TEAP 保护臭氧层和全球气候系统的特别报告：与氢氟碳化物和全氟碳有关的问题》(IPCC/TEAP, 2005) 的数据库，因为关于逐步淘汰臭氧损耗物质的信息直接与估算正逐步采用的物质相关。这些数据集预计的假设已经纪录到大量汇总报告中，参见 <http://epa.gov/ozone/snap/emissions/index.html> (如, Clodic D., Palandre, L., McCulloch, A., Ashford, P. 和 Kuijpers, L.《确定 2015 年之前泡沫和制冷部门的 HCFC 和 HFC 排放比较状况》，为法国环境与能源控制署和美国环保署编写的报告, 2004)。这些现有数据集已经过相关 TOC 内的其它专家的定期同行评审，且已被《蒙特利尔议定书》各缔约方用于评估化学物质市场和化学物质使用模式的转变情况。

如果难以获得国家数据，则各国可以搜索 IPCC 排放因子数据库 (EFDB)，检索诸如上述提及的数据集。所有这些数据库应具有合理的结构，方便在报告的清单中使用。EFDB 可能在适当时候成为大量这些全球/区域数据库的库源，作为已经覆盖的应用的额外来源，或作为之前未覆盖的应用的新来源。尽管 EFDB 列入的数据库提供了对预期过程的一般担保，但是对于各国，*优良作法*是确保从 EFDB 获取的所有数据均适用于其国情，且同行评审足以适用于此活动的复杂区域。

排放估算的类型

与之前的《指南》相比，本章中提出的方法 1 和方法 2 均会产生*实际*排放的估算，而不是*潜在*排放的估算。这反映了：已经考虑 ODS 替代物的消耗与排放之间的时滞，如前所述，这些情况在密闭单元泡沫、制冷和灭火装置等应用场合中可能很明显。时滞源于这样一个事实，即新产品中所带的化学物质可能仅会随时间慢慢泄漏，经常在寿命结束之前不会释放。例如，家用冰箱排放很少或在其寿命期间不会泄漏出任何冷冻剂，且在生产多年之后直到处置之前其大部分填料不会释放。即使在处置时，如果冰箱中的冷冻剂和发泡剂均被捕获用于循环使用或去除，也不会造成明显的排放。

如今*潜在*排放方法仅出现在质量保证/质量控制一节内作为参考方案，在这种方法中，假设排放等于国家内每年消耗的初始化学物质质量减去计算年份内销毁或出口的化学物质质量。如上所述，*潜在*方法不考虑各个产品和设备中化学物质的累积或可能的延迟释放⁴，这意味着在短期内（如 10-15 年）估算可能会非常不准确。因此，对国家估算使用*潜在*方法不会被视为*优良作法*。⁵

排放的时间选择和库的重要性

许多应用中只要包含诸如 HFC 和 PFC 等 ODS 替代物，就用作其本身的使用（如制冷和空调），而在其它应用中这些 ODS 替代物意味着要被排放（如，作为气溶胶的助剂）。理解这些差异很重要，据此可以准确评估出现排放的年份，从而可以准确估算*实际*的排放。

出现在前两年内的排放，通常称为*即时*排放。展示*即时*排放的应用和子应用范例有：气溶胶、气溶胶溶剂、开放单元泡沫和某些场合的非气溶胶溶剂。总之，通过确定每年化学物质消耗量，并假设所有排放

⁴ 有时源于已经采用卤烃技术转换的设备和产品类型。

⁵ UNFCCC 的缔约方大会在其第三次会议上确定，当氢氟碳化物、全氟化碳和六氟化硫的数据可以获得时，应估算其实际的排放，并用于排放的报告。各方应尽力开发必要的数据来源。（决策 2/CP.3，与《京都议定书》有关的方法学问题）

出现在消耗的前一年或前两年内，可以估算展示 *即时的* 排放的应用或子应用中的排放。因此，如果在某个日期之前化学物质消耗量未知，则估算此日期之后一年或两年的排放仍然准确，搜索或估算以前年份中的化学物质消耗量将获得相当低的准确性。

排放出现延迟时，应用或子应用中已消耗的化学物质与已释放的化学物质之间的累积差异称为 *库存*。通常出现库存的应用有制冷和空调、防火、密闭单元泡沫和常见的非气溶胶溶剂。库存的定义包含了所有生命周期部分内出现的化学物质，甚至可能包括废弃物流。例如，以发泡产品的形式出现且可能已经被掩埋的发泡剂仍然是库存的一部分，因为发泡剂是已经消耗且仍待释放的化学物质。实际上，大多数设备相关的子应用（如制冷和防火）不可能将填料携带到废弃物流中，目前正在使用的设备含有的化学物质总量非常接近实际库存。

估算应用或子应用中库存的大小，其实施通常要评估化学物质的历史消耗量，并应用合适的排放因子。如果存在不止一个子应用但正采用方法 1，则需要应用组合排放因子。但是，鉴于这些组合排放因子的不确定性，方法 2 始终最适于具有多个子应用的应用场合，特别是这些子应用的性质不同时。

有时还可以根据设备或产品的当前库存的详细知识来估算库存的大小。移动空调就是个很好的例子，在这个例子中可以获得汽车统计资料，其中包括了有关按车型、车龄以及甚至是否有空调来分类的车辆数等信息。若具有平均填料的知识时，不用关于化学物质消耗的详细历史知识就可以得出库存的估算，不过历史知识通常仍然可用作交叉检查。

排放估算的方法

甚至在长期保留化学物质的这些应用中，也有一些明显的不同之处。在某些情况下（如制冷），HFC 或 PFC 的数量通常在例行维修期间进行充填。如果设备每年进行充填且市场在其它方面是静态的（即在设备库存中没有增长），则实际排放将与那一年的消耗量保持一致。在这些情况下，只要知道子应用级各类 HFC 或 PFC 的消耗量，就不必知道准确的设备库存。这是质量平衡方式的基础，本章通篇称为方式 B。有关质量平衡方式的更多讨论可参见本卷第 1 章第 1.5 节。然而，如果消耗仅出现在制造点，而在产品的整个寿命内排放可能仍然有限，质量平衡方式则不适用于其它情形或其它产品（如泡沫）。这种情况下，通常最好再用排放因子方式（即，基于活动（消耗）数据和排放因子的方法）。这些方法可以在汇总（方法 1）和分类（方法 2）级实施，本章通篇称为方式 A。因此，方法 1a 将是具有低级分类的排放因子方式，而方法 2b 将是具有相对较高程度分类（至少到子应用级）的质量平衡方式。有关使用质量平衡方式和排放因子方式之间的更多信息，参见第 1 章第 1.5 节。总之，据认为质量平衡方式仅用于压力容器内储存或所用的 ODS 替代物，而许多应用根本不会考虑使用方式 B。如果考虑方式 B（如制冷和防火），则第 7 章涉及该应用的部分讨论了方法的选择。

为这些特定应用所述的一些方法可以具有两种方法的特征，质量平衡方式可用于交叉检查和验证活动（消耗）数据/排放因子方式的结果。因此，当标记约定始终保持不变以避免混淆时，可能一些方法被标为方法 1a/b 或方法 2a/b，因为这些标记视为包含了两个方法的要素。最常见于方法 1，因其数据有限，一个方式可用于交叉检查另一种方式。

下表 7.2 汇总了实施不同方法和方式所需的数据类型。

	方式 A（排放-因子方式）	方式 B（质量-平衡方式）
方法 2 （分类级的排放估算）	<ul style="list-style-type: none"> • 各子应用有关化学物质销售和使用模式的数据 [得自特定国家或全球/区域] • 子应用的排放因子 [特定国家或缺省] 	<ul style="list-style-type: none"> • 各子应用有关化学物质销售的数据 [得自特定国家或全球/区域] • 各子应用为进口/出口调节的历史和当前设备销售的数据 [得自特定国家或全球/区域]
方法 1 （汇总级的排放估算）	<ul style="list-style-type: none"> • 各应用的有关化学物质销售的数据 [得自特定国家或全球/区域] • 各应用的排放因子 [特定国家或（组合）缺省] 	<ul style="list-style-type: none"> • 各应用的有关化学物质销售的数据 [得自特定国家或全球/区域] • 各应用的为进口/出口调节的历史和当前设备销售的数据 [得自特定国家或全球/区域]

以下六节中（7.2节-7.7节）论述了每个应用的决策树，协助确定各个子应用的数据需求和方法选择（如果存在）。

7.1.2.2 方法选择

如前文所述，ODS 替代物的排放估算可以多种方式，其复杂程度和数据强度不尽相同。本章论述了通常基于低级分类且数据不太密集的方法 1，以及需要更高级分类且数据更密集的方法 2。第三个方法（方法 3）基于源自点源的排放实际监控和测量，从技术上来说可用于特定子应用，而对于 ODS 替代物却很少采用这种方法（如果有），因为各个点源差异甚大。因此，方法 3 在本章中不再赘述。

方法 1

方法 1 往往比方法 2 的数据密集度低而且没有后者复杂，因为排放估算通常在应用级实施，而不是为各个产品或设备类型实施排放估算。然而，提议的方法根据具体应用的特征会有很大差异。可以是方法 1a、方法 1b，有时也可以是两个方法（方法 1 a/b）的组合。后者经常用于数据供应短缺的情况下。实际上，方法 1a 的输出可以使用方法 1b 方法进行交叉检查。

然而一般情况下，对于即时释放应用，简单的方法倾向于主要基于具有最大为 100%缺省排放因子的方法 1a（排放因子方式）。

对于更简单的方法 1，应用级的化学物质销售数据通常即足于敷用。但是，要区分出混合物中各个组成部分，仍然可能是一个重大挑战。不管选择方法 1 与否，各国将需要报告各个 HFC 和 PFC 的排放。因此，将需要有关 HFC/PFC 制冷剂、发泡剂、溶剂等各个商业类型实际使用的信息。许多这些产品是两个或多个 HFC 和/或 PFC 的混合物，用于类似使用的流体成分可能会因不同化学公司开发的各个配方而有所差异。

方法 1a – 应用级排放因子方式

方法 1a 依赖于应用级的基本活动数据的可获性，而非设备或产品类型（子应用）级的数据。此活动数据可能包含年度化学品消耗数据，以及为了展示延迟排放应用而从其得出的库存。活动数据在应用级一经建立，接着也会在应用级应用组合排放因子（参见 7.1.2.3 节）。这些更加汇总的排放因子（如所有刚性泡沫）可以是包含各个设备或产品类型的方法 2a 而开发的排放因子的组合或加权平均值，或可以是经验证的近似方法（如 Gamlen 等，1986）。

方法 1a 内净消耗的计算公式如下所示：

$$\begin{aligned} & \text{公式 7.1} \\ & \text{特定应用中化学物质的净消耗计算} \\ & \text{净消耗量} = \text{产量} + \text{进口量} - \text{出口量} - \text{去除} \end{aligned}$$

每个 HFC 或 PFC 的净消耗值然后用于计算展示即时排放应用的年度排放，如下所示：

$$\begin{aligned} & \text{公式 7.2A} \\ & \text{特定应用中化学物质的排放计算} \\ & \text{年排放量} = \text{净消耗量} \cdot \text{组合排放因子} \end{aligned}$$

其中：

净消耗 = 应用的净消耗量

组合 EF = 应用的组合排放因子

注意，如活动数据选择一节中所述，清单编制者可以获得汇总级的化学物质消耗数据，而非应用级数据。这种情况下，必要的步骤是提前确定每个应用所占的总消耗份额。

公式 7.1 中的产量指新化学物质的产量。重新处理回收的液体不应纳入消耗量估算。进口量和出口量包括批量化学物质，但是对于方法 1，不可能包括产品中含有的化学物质数量，如冰箱、空调、包装材料、绝缘泡沫、灭火器等。除非已经使用区域分配系统或其它近似方法。术语组合排放因子指的排放速率，汇总不同类型设备、产品或更常见的 ODS 应用场合内子应用的排放速率。组合排放因子应计算组装、运行和在时间序列中相关的处置排放。

尽管原始 HFC 和 PFC 的去除目前没有广泛实施，且在某些情况下（UNEP TEAP 去除技术特别工作组（UNEP-TEAP，2002））从技术角度看可能难以实施，但是应作为减少消耗的潜在措施予以纳入。应注意，此处所考虑的原始化学物质的去除不同于在寿命结束阶段 HFC 和 PFC 的去除，严格来讲这是减排措施。HFC/PFC 生产期间的副产品排放和与生产和销售有关的和逃逸排放，必须单独计算。

即使在简单的方法 1a 中，通常必须计算库存的潜在发展（如果出现库存）。库存是供应链、产品、设备或甚至最近几年终了时还未排放的废弃物流等整个寿命周期内累积的化学物质量。在应用级，库存可以使用相对直接的算法和假设进行估算，条件是：已知引进物质后每年的历史净消耗或超过产品或设备平均寿命时的历史净消耗、以及平均寿命期的历史净消耗。相关应用级排放因子然后应用于库存，以处理产品或设备寿命期间的排放。对方法 2a 实施这一相同的过程，却是在子应用级。有关库存的更多通用信息参见第 7.1.2.1 节。

如果出现库存，则将公式 7.2A 修改为以下公式：

$$\begin{aligned} & \text{公式 7.2B} \\ & \text{库存应用中化学物质的排放计算} \\ & \text{年排放量} = \text{净消耗量} \cdot \text{组合排放因子}_{FY} \\ & \quad + \text{库存化学物质总量} \cdot \text{组合排放因子}_B \end{aligned}$$

其中：

净消耗 = 应用的净消耗量

组合 EF_{FY} = 第一年应用的组合排放因子

库存的化学物质总量 = 应用中化学物质的库存

组合 EF_B = 库存应用的组合排放因子

通过求得适用的子应用排放因子的平均值来确定组合排放因子，然后根据每个子应用中的活动进行加权。子应用的各排放因子可以是特定国家的已知或缺省因子。实际上，如果已知子应用数据，则清单编制者将选择方法 2（分类方式）。如果仅已知应用级数据，则可以使用来自其它研究的代表性组合排放因子或本章提供的缺省组合排放因子。

方法 1b – 应用级质量平衡方式

质量平衡方式还估算组装、运行和处置中的排放，但不会依赖于排放因子。相反，此方法使用正考虑的国家或设施内每个化学物质的已测量消耗量（即销售）。一般限于压力系统中包含的 ODS 替代物。通用公式如下⁶：

$$\begin{aligned} & \text{公式 7.3} \\ & \text{方法 1b 的通用质量平衡公式} \\ & \text{排放} = \text{新化学物质的年销售量} - (\text{新设备的充填总量} \\ & \quad - \text{退役设备的原始总充填量}) \end{aligned}$$

为了替换当前设备库存或不能正常运行的设备造成的泄漏（即排放），工业需要从制造商处购买新化学物质。如果设备库存没有发生逐年变化，则每年度化学消耗就可以独自提供对实际泄漏或排放的合理估算。然而设备总库存及其包含的化学物质填料会逐年变化。每年会引进一些含化学物质填料的新设备，每年也会有一些最初充填的旧设备退役。如果由于这个年周转量，使得所有设备包含的化学物质总填料出现增长，则每年化学消耗总量会高估排放（即，新设备中包含的填料大于退役设备的原始填料）。反之，如果所有设备中的化学物质总填料出现减少，则每年化学物质消耗总量将低估排放。

为了充分使用有关新化学物质的年销售数据，因此还必须估算新设备中包含的总填料以及退役设备中包含的原始充填料。新设备的总填料减去退役设备的原始总填料即为设备库存填料的净变化。（使用质量

⁶ 边界条件：如果设备总填料没有净变化，则年销售量等于排放量。如果设备总填料的净变化等于年销售量，则排放量为零。

平衡方式，为了计算排放，不需要知道设备库存中每个化学物质的总量）。净变化为正值时，一些新化学物质正用于满足总填料中的增长，因此据说无法替代上一年中的排放。

工业还需要新化学物质来替换去除气体，用作化学物质的料堆。此外，并非所有设备每年都会进行维修。可以将各项添加到通用公式来计算这些因子，但是简单的方法 1b 通常不采用这几项。

这种方式最直接适用于制冷和空调以及防火应用中的压力设备，因为这些应用中的化学物质销售通常大部分用于弥补运行排放。然而，因为基本方法的应用相对比较简单，所以更常见的是将此方式延伸到子应用级（即方法 2b）。此方式的进一步阐述和修正，参见每个应用的说明。实际上，方法 1b 最常用于与方法 1a 进行进一步的交叉检查。如果缺少基本净消耗数据，则已开发的区域及国际数据库和模型，可为国家级不同最终使用（子应用）分配区域化学消耗。因此这些可用于寻找相关数据的来源。

方法 2 – 应用于子应用级

方法 2 有两个版本，均可以计算子应用级或子应用内的每个各个化学物质和不同类型产品或设备的排放。子应用内各个化学物质和产品/设备形成了本节前文所述的矩阵，这些分析与下述研究目前应用的方法进行比较：《CFC、HCFC 和 HFC 的碳氟化合物代用品与环境可承受力研究（AFEAS）》（McCulloch、Midgley 和 Ashford, 2001 和 2003; Ashford、Clodic、Kuijpers 和 McCulloch, 2004）。

两个版本的方法均遵循两个通用步骤：

- i. 计算或估算相对详细产品和设备级的各个 HFC 和 PFC 化学物质的净消耗时间序列，以建立排放计算的消耗基础。（如，冰箱、其它固定源制冷/AC 设备、应用泡沫、绝缘面板、管道绝缘等）。
- ii. 估算排放：使用步骤（i）中得出的活动数据和产生的库存计算、以及反映各个过程、产品和设备（方法 2a）相关的独特排放特征的排放因子，或支持质量平衡方式的子应用级内相关新设备和退役设备的信息。（方法 2b）。

方法 2a 和方法 2b 之间的差异与方法 1a 和方法 1b 之间的差异相同，即方法 2a 使用排放因子方式，而方法 2b 采用质量平衡方式。然而，两个方法都需要在适于方法 2 的分类级操作，通常至少在子应用级操作。

如果可以获得必备数据，则方法 2 是首选用于估算 ODS 替代物中的排放，尤其是综合应用场合内的子应用相对不同时。一些国家可能已经获得相关信息来应用方法 2。其它国家目前也许不能获得方法 2 的数据，但是鼓励这些国家建立例行程序来按照应用场合内的化学物质和子应用来收集特定国家、全球或区域得出的活动数据（如，不同类型的制冷和空调子应用）。相反，方法 1 需要在更加汇总的应用级进行数据收集（如，完全制冷和空调）。

作为使用方法 2 的第一步，各国宜为步骤（i）所需信息生成一阶近似值。这将在某些应用场合或子类中为重点更明确的数据收集工作指明方向。表 7.3 举例说明了 2002 年若干国家各个应用场合中在应用级的 HFC/PFC 消耗分布。因为 HFC 和 PFC 仅最近才进入一些应用的市场，所以每个应用中消耗的相对大小将随着时间的推移继续变化，且应在国家级定期更新。

国家	制冷空调	发泡剂	溶剂 ^b	防火 ^b	气溶胶助剂 ^b	其它应用 ^b
奥地利	18%	81%	0%	1%	0%	0%
丹麦	81%	18%	0%	0%	1%	0%
挪威	72%	11%	0%	16%	1%	0%
瑞典	48%	42%	0%	4%	6%	0%
英国	31%	22%	0%	9%	38%	0%

^a 2004 年重新提交的 UNFCCC 报告的 2002 年数据

^b 零声明可能并非始终能反映非使用，但是可以反映在其它类别下的报告。

本节中的*优良作法指南*论述了方法 2 中的变化。如果应用不是*关键类别*且可以获得的数据有限，则之前叙述的方法 1 通常视为缺省方法。（特别对于防火，如果被确定为*关键类别*，则使用具有特定国家活动

数据和排放因子的方法 1a。) 7.2-7.7 节各小节讨论了如何将 these 方法应用到特定 ODS 应用，如何评审现有数据源，以及如何确定其中的漏缺。

方法 2a – 排放-因子方式

方法 2a 所需的特定国家数据得自：含有 ODS 替代物且最终排放出 ODS 替代物的每个应用相关的产品数量和最终使用数量。此方法搜寻以下信息：使用这些化学物质设备单元数或产品数、平均化学物质填料、平均使用寿命、排放速率、循环使用、处置和其它有关参数。此信息一般在不同组的产品或设备级进行收集（如刚性泡沫：整皮、连续面板、不连续面板、器具、注射泡沫产品等）。然后，在装置或产品寿命期内，应用与生命周期阶段相关的排放因子作为这些参数的函数，估算出年排放。因为设备和其它产品在使用的化学物质数量、使用寿命和排放速率方面显著不同，所以此设备的特征描述可能成为资源密集的任务。最终使用的设备或产品寿命越长，特定子应用内设备或产品类型越多，计算排放所需的源数据方法就越复杂。然而，如果可以获得以下公式所要求的设备或产品的所有相关类型和制造年份数据，则此方法可以提供准确的排放估算：

公式 7.4
基于生命周期阶段的简明排放公式

$$\text{每个 PFC 或 HFC 的排放总量} = \text{装配/生产排放量} \\
+ \text{操作排放量} \\
+ \text{处置排放量}$$

在第一次用化学物质填充新设备或制造产品时，*制造或组装排放*作为逃逸排放出现。设备和产品中的*运行排放*在产品或设备的使用阶段（包括维修）期间以泄漏或扩散形式出现。一些情况下，甚至可以是在运行期间有意的释放。最后，*处置排放*可能出现在设备或产品达到寿命结束并要退役和处置时。这种情况下，产品或设备中剩余的 HFC/PFC 可能逸入大气，被循环使用或可能被销毁。

至于方法 1a，需要为在一些应用中开发库存作准备。这可能造成子应用级的复杂多重运算，因此库存的变化可能很大。然而，因为各个算法依赖于非排放消耗的简单连续计算（即每个连续年的消耗-排放），优良的排放评估可能来自构造恰当和维护良好的国家模型。

如果清单编制者的资源有限，则每年更新设备和产品清单的需求可能是重大的实施挑战。可以使这个挑战略微更加简易，因为如果可以获得其它市场参数的综合集合（如生产的家用冰箱数），就不需要收集年化学物质消耗量。在一些国家或区域中，贸易协会可以成为这些数据重要的来源。否则，可能必须进行特定的市场研究。如果这些市场参数是活动数据的主要来源，则在单元级小的偏差引进的误差潜在量级要求*优良作法*实施化学消耗数据交叉检查，将其作为提供质量保证的工具。本章的相关 QA/QC 部分提供了如何为每个相关应用实施这些交叉检查的指南。

为了限定年消耗数据和库存状态的数据管理负担，可能要查询这些信息的国家和区域数据库，以获得保持国家模型所需要的全球或区域验证数据的必要输入。这些数据库还可帮助克服在国家级收集和/或发布数据时可能存在的机密性障碍，尤其是供应商数量很少时。有关使用这些数据库的更多信息，参见 7.1.2.4 节和框 7.1。

即使国家级存在综合特定国家活动数据，*优良作法*是根据来自全球或区域数据的数据库所做的评估，确立输出基准。这不需要每年实施，但可能会适度地每隔 2~3 年实施一次。然后可以分析明显的差异，并采取适当的措施调整这些差异。

方法 2b – 质量-平衡方式

方法 2 质量平衡方式类似于方法 1b 所述的方式，不同的是此过程在子应用级应用。这对于有大量相对不同子应用的制冷部门来说是特别有价值的方式。亦如方法 1 的情况，经常见到质量平衡方式与排放因子方式组合使用，来确保获得的输出尽可能可靠。这些方式实际上可以叙述为混合方法 2a/b，并将在后续的相关特定应用各节出现时标为如此。

因为质量平衡方式还需要子应用级的活动数据，所以资源效率更高的方式是，使用全球或区域数据库以获得适当的全球或区域验证数据。为方法 2a 制定的相同选择标准还适用于方法 2b。因此，在选择验证的数据集时亦应当谨慎。

7.1.2.3 排放因子的选择

排放因子是遵循方式 A 的所有方法所必需的。一般情况下，排放因子可以是两种不同的类型：

1. 在产品或设备生命周期（特定国家）的各个阶段，得自国家级产品或设备实际测量的排放因子，

或者

2. 从更广的区域或全球子应用经验中推断出的排放因子（如缺省值）。

所需的排放因子类型将取决于子应用内的同质性级别、正实施的方法、排放因子对应的现场作法的依赖性、库存的作用和具体国情的可能性。一些情况下，此应用在相当程度上将被或可能被视为完全排放性，此时给定年份的净消耗将成为该年的排放估算（如许多气溶胶应用）。这种情形下，缺省排放因子通常就足以胜任。然而，在涉及 ODS 替代物的大多数情况下，排放预期会出现一些延迟。因此，排放因子可能需要更加精密，特别是在子应用级应用时（方法 2）。

因为方法 1 通常用在应用级，所以有必要使用组合排放因子，此因子可能基于已知子应用排放因子（特定国家或缺省）的加权平均值或经验证的近似方式。由于方法 1 旨在简化应用，所以清单编制者可以根据其他人的工作选择使用现有组合排放因子。7.2 节-7.7 节概述的方法 1a 提供了这些内容。

对于方法 2，清单编制者需要了解他们国家内与子应用有关的具体国情。尽管产品和设备类型可能在整个区域或甚至全球会很类似，但是在产品或设备的寿命期间内，排放因子可能有显著差异。这些差异可能产生于气候因素、构建方法、监管方案、特别是采用的维修方法。在许多国家内要考虑的另一个因素是产品和设备的使用寿命结束时对其处置的管理，这可能会对完全排放有深远的影响。此阶段系统中剩余的化学物质可以是已用原始数量的 90% 甚至更多。与排放因子有关的特定问题讨论见相关应用各节。

因此，清单编制者应确保其推导考虑了这些潜在的变化源。通常最好的处理方式：与具有类似国情的其它国家的选择进行比较。在排放因子变化视为明显的地方（如，发达国家与发展中国家处理制冷设备经验的区别），这一项会在本章的相关特定应用各节中得到强调。

作为对清单编制者的另一个支持，最重要的排放因子已纳入 IPCC 管理的排放因子数据库（EFDB）中。广泛的编辑评审过程确保了 EFDB 所列的排放因子得到适当检查，以保证其可靠性。因为 EFDB 中的排放因子在调整方面往往没有全球或区域得出的活动数据那样频繁，所以评审过程通常可以跟上发展，据此确保列出的值大致都是当前值。

7.1.2.4 活动数据的选择

对于 ODS 替代物，活动数据包括：应用、子应用或更详细的设备/产品类型中某个国家内每年消耗的每种化学物质的净数量。当采用方法 2a 时，经常必须收集现有特定设备或与产品类型的单元数有关的活动数据，以估算消耗的或库存中的化学物质量。

如果化学物质库存可能出现，还必须了解有关历史上每年净消耗格局的信息，可以从引进化学物质的年份算起，也可以采用该应用或子应用内的产品或设备的整个平均寿命。如果然后必须应用排放因子（方法 1a 或方法 2a），则这允许计算累积库存。

如上所述，重新处理回收的液体不应纳入消耗估算。进口量和出口量不仅包括批量化学物质，而且特别是对于方法 2，可能还包括产品中包含的化学物质数量，如冰箱、空调、包装材料、绝缘泡沫、灭火器等，这取决于是否已采用区域分配。通常情况下，极难获得设备或产品中包含的有关 HFC 和 PFC 的数据，除非为了解决这个问题已建立了特别海关制度。这种制度只有结合运用方法 2 才可能实施，不可能用于方法 1，如果预期有大量的产品或设备贸易，则从全球或区域获得数据显得尤为重要（至少作为一种交叉检查）。

这些全球或区域得出的净消耗（活动）数据可以获自区域和全球数据库所包含的数据集。按此方式，化学销售数据有时按照某些地理经济因素根据更广的区域消耗信息进行分配，如人口、GDP 或住宅数量。当使用此基于市场的分配方法时，如果区域处理方式使得网格超出区域内部贸易（即，区域内含有 HFC 和 PFC 的产品的进出口大致处于平衡状态），则可能没有必要考虑进出口产品中包含的 HFC 和 PFC。如果区域外部贸易量很大，则要更认真地考虑产品中包含的 HFC 和 PFC。

由于活动数据将比排放因子更易产生年度变化，所以清单编制者所用的得出数据的全球或区域来源需要定期更新。携带此信息的可靠全球数据库要与各个化学物质和子应用的全球销售数据进行定期交叉检查，据此确保定期验证。当查询这些数据库时，*优良作法*是清单编制者要确保他们正接收的信息已经过验证。如框 7.1 “ODS 替代物的全球和区域数据库”中所述，纳入 IPCC EFDB 将表示一般遵循了适当的过程，但是*优良作法*是各国要确保从 EFDB 获得的所有数据均适合各自的国情。

收集特定国家活动数据时的具体注意事项

收集特定国家活动数据需要，每个化学物质的 HFC/PFC 净消耗的清单，以及排放滞后于消耗时已储存化学物质的清单。一些清单编制者可查阅在贸易杂志或技术报告中公布的国家数据。如果不能直接获得这些数据，可以通过特殊研究估算出这些数据，进而估算现有装置或化学物质的清单。专家委员会还可以促进此信息的生成。必须注意确保引用的任何数据集范围均可被理解，并明确任何现有的漏缺。

清单编制者还可以决定实施年度研究来更新其不同类型设备/产品的清单。达此目的的另一方法，可以计算或估算要考虑的每个子应用的生产增长。数据要反映每年引进的新装置和退役或功能不佳的旧装置。假如没有机密性限制，有关国家化学物质使用的数据要比造成排放的设备数量数据更容易获得。*优良作法*始终是从化学制造商或进口商处获得完整的年销售数据。有关新设备完整填料数据的最佳来源可能是代表它们的设备制造商或贸易协会。对于退役设备的总填料，必须获得以下信息或估算：(i) 设备/产品寿命，(ii) (a) 设备/产品的历史销售和平均充填数量或配方，或 (b) 有关期限内这些销售和充填数量的增长速率，前提是当年的这些信息均为已知。

如果清单编制者所在的国家进口所消耗的全部或大部分新化学物质，则其遇到的数据可用性可能与其它国家（即国内具有大量化工产量）的清单编制者遇到的问题不同。如果大部分化学物质均单独或随设备和产品进口，则有必要采用某种进口数据来计算排放。理想情况下，海关官员应跟踪和编制现有化学物质进口统计资料。对于泡沫和气溶胶等一些产品，海关官员可能无法跟踪产品中的化学物质类型（如，气溶胶中的碳氢化合物与 HFC），或进口设备中存在的产品（如，冰箱中的密封单元泡沫）。这类情况下，可能必须在主要分销商和最终用户的协助下收集或估算数据。

如本节前文所述，在国家级按照一致基础获得相关特定国家活动数据和储存信息的能力可能受某些问题的限制，例如机密性、缺少下游工业网络和缺少含 HFC 和/或 PFC 的产品贸易信息。因此在有些情况下，重新整理在区域级或甚至在全球级通常完成得更好。在做出此评论时，应指出，使用特定国家和全球或区域得出的数据并不是特定的“二选一”。许多情况下，国家综合清单的编制可能依赖于两个来源的数据组合。总之，要积极鼓励用一类数据来核实另一类数据，这才是*优良作法*。

使用质量平衡方式（方法 1b 或 2b）时的具体注意事项

质量平衡方式（方法 1b 或方法 2b）的活动数据着重于化学物质配置，而非排放源。这些活动数据包括新化学物质的年销售、新设备的总填料和退役设备的总填料。对于方式 A（排放因子方式），如果不能在国家级获得这些数据，则可以使用全球或区域得出的数据。因为质量平衡方式一般保留用于制冷、空调和防火应用中的压力设备，所以知道这些已经存在的综合全球数据库很有用。

本指南中所含数据的时间依赖性

使用 ODS 替代物的产品和设备已经随着时间的推移出现明显变化，预期仍会持续变化。因此，如果有关活动数据和缺省排放因子的信息纳入本《指南》中，应注意，在确定综合排放时活动数据比排放因子更容易变化。因此，此处包含的任何缺省活动信息将会更加快速地“老化”，且随着时间的推移会造成更大的不准确性，除非对该时期的市场增长进行适当的调整。框 7.1 中所述 ODS 替代物的全球和区域数据库一般将反映这些变化。如果未来 ODS 依然会转变，则采用静态活动数据在排放预测中可能会造成很明显的误差。

7.1.2.5 完整性

由于 ODS 本身记录良好的使用模式，而且在应用及子应用级评估的活动数据可以根据化学物质总销售进行验证，所以可以在很大程度上确保 ODS 替代物的完整性。特别对于仅用作 ODS 替代物的这些 HFC 和 PFC 来说，情况更是如此。然而，依然重要的是能够明确使用中的所有潜在 HFC 和 PFC。表 7.1 概述了要考虑的主要 HFC 和 PFC，但这可能并非详尽无遗，特别是混合物的组分时，其成分经常会很复杂。

未例行纳入此源类别中的一组排放是化学物质生产本身引起的排放。然而，评估这些排放的方法，参见第 3 章第 3.10 节。

通过测算出现消耗和产生排放的整个期限的累积排放与累积活动（即，累积消耗等于累积排放加上当前库存再减去累积去除），给定年份中的排放可能由于以前累积的库存排放使其超过消耗量（活动），因此报告排放的完整性只可能在方法 2 中建立。

7.1.2.6 建立一致的时间序列

如果清单编制者过去已经做出了基本（方法 1）的估算，则鼓励他们在以后发展用方法 2 做出估算的能力。

*优良作法*是确保只有实际排放估算纳入相同的时间序列。如果清单编制者更改方法，则他们应采用首选的实际方法重新计算历史排放。由于如今所有方法 1 和方法 2 都是实际排放方法，所以在综合这些方法用于不同应用或子应用时，不会有任何问题。然而，如果先前已经使用了潜在的排放方法，则需要重新计算时间序列。如果不能获得相关数据，则应重新协调这两个方法以确保一致性，同时遵循第 1 卷第 5 章中提供的指南。*优良作法*是为重新计算提供完整的记录，据此确保透明性。

排放因子一般来自于已建立市场中使用的与其它化学物质（如 CFC）有关的历史数据。在出现新的摄入物质时，这些因子需要调整以适应新的化学物质（如 ODS 替代物）。现在可以获得有关基准年配置的国家数据（或可以用已知的不确定性来计算）。

7.1.3 不确定性评估

在较长时间内（在某些应用中超过 50 年），一个国家内 ODS 替代物的累积排放将往往等于相同时限内的累积消耗量，除非已经实施了大量的寿命期结束回收。对于给定的年份，ODS 的不确定性定量很难估算，其原因是不同的来源太多且排放模式千变万化。对于方法 1b 和方法 2b，总体不确定性将直接取决于应用或子应用级的化学销售和进口数据的质量和完整性。这些因子对于方法 1a 同样重要，但是存在其它不确定性来源，产生于使用组合排放因子和完成特定算法所需的其它假设。对于方法 2a，不确定性将反映设备调查的完整性、在子应用级开发的用于表现排放特征的排放因子的适用性。有关不确定性的更多建议，参见以下有关六个应用场合的各节。

7.1.4 所有 ODS 替代物应用的质量保证/质量控制（QA/QC）、报告和归档

7.1.4.1 所有 ODS 替代物应用的质量保证/质量控制（QA/QC）

优良作法是实施第 1 卷第 6 章概述的质量控制检查以及排放估算的专家评审。其它质量控制检查如第 1 卷所述，也可以采用质量保证程序，尤其是当运用较高级方法来确定这些应用或子应用中的排放时。对于第 1 卷第 4 章确定的关键类别，鼓励清单编制者采用较高层次的 QA/QC。除第 1 卷的指南外，与该源类别相关的具体程序概述如下。

即使已有处理活动数据的这些规定，给定年份的真实排放数据将决不会是确切已知的，不论估算方法的改进如何。因此，根据 HFC/PFC 真实净消耗量交叉检查完整排放数据以及同期内储存的判断，必须定期实施，输入因子必须调整以达到长期一致。

对采用不同方法估算的排放量进行比较

清单编制者应在适当时使用质量平衡方法 1b 或方法 2b 在子应用级（方法 2a）比较基于设备/产品的估算，因为产品级的排放因子具有内在关联的不确定性。此技术还将把在基于设备/产品方法中未考虑某些最终使用的可能性降到最低。

作为参考情景的潜在排放估算

清单编制者还可以选择使用潜在排放参考情景来检查方法 1 或方法 2 实际估算。清单编制者可以考虑发展计算模型，以便可以重新协调潜在和实际的排放估算，可更好地确定长期特定国家排放因子。如果同时根据大气浓度测定来估算实际排放，此情景方案可以协助监控排放延迟引起的储存温室气体的增长，并据此跟踪未来可能的环境负担。质量平衡校验的这种最终方式因为其独特性和缺少天然来源，对于 HFC 和 PFC 来说特别有效。

某些化学物质的潜在排放等于国家内年度消耗的原始化学物质质量减去所考虑年份内去除或出口所回收的化学物质质量（参见本卷附件 2）。消耗的所有化学物质如果没有永久封装、通过化学方式转换或销毁，则将随着时间的推移最终排放到大气中⁷，从长远角度看（某些应用中超过 50 年），累积潜在排放将等于最终中止使用 HFC 和/或 PFC 的应用中累积的实际排放，以及不实施捕获和去除的应用中累积的实际排放。

因为目前在大部分使用过程中的积累被认为是主要过程，如制冷和泡沫，所以潜在排放计算将明显高估排放，而不适用于正式的年度报告方法。

经过很长时间含 HFC/PFC 的设备和产品才开始退役，这时误差最小，但是即使那时后续排放可能取决于所选择寿命结束时的战略。然而，只要排放落后于消耗且消耗继续增长，就会持续高估。只要排放没有延迟或如果消耗增长速率长期为零，误差就为零。

国家活动数据核查

⁷ 氟碳化合物的去除可能耗资很大，不过《蒙特利尔议定书》各方推荐了几个去除过程：液态注射焚烧；反应器裂解；气态/烟尘氧化；转炉焚烧炉；水泥炉窑；等离子去除；城市固体废弃物焚烧炉（仅泡沫）。

对于方法 2，清单编制者应评价与估算特定国家、区域或全球得出的设备和产品清单有关的 QA/QC 程序，以确保它们满足 QA/QC 计划中概述的一般程序，并使用了代表性的抽样程序。这对于 ODS 替代物设备/产品类型特别重要，因为有大量设备和产品。

对于方法 1b（质量平衡）方法，清单编制者应评价和参考负责编制化学物质配置信息的组织所实施的 QA/QC 程序。销售数据可能来自气体制造商、进口商、分销商或贸易协会。如果与次要数据有关的 QC 不足，则清单编制者应对次要数据建立自己的 QC 检查，重新评估从数据中得出的排放估算的不确定性，并重新考虑如何使用此数据。

排放因子检查

理想情况下，方法 2a 所用的排放因子应基于特定国家的研究。如果使用这种方式，清单编制者应将这些因子与缺省值和 EFDB 可能包含或在其它地方支持方法 2a 的任何值进行比较。他们应根据有关子应用的国情与缺省假设之间的异同，确定特定国家值是否合理。特定国家因子与缺省因子之间的任何差异均应予以解释并成文归档。

7.1.4.2 所有 ODS 替代物应用的报告和归档

*优良作法*是按照第 1 卷第 6.11 节的概述，记录和归档所需的所有信息以得出国家排放清单估算。

如上所述，清单编制者应对尽可能多的子应用编制和报告其实际的排放估算。如今这已受助于全球或区域数据库可提供区域和全球得出的活动数据（参见框 7.1）、以及 EFDB 中包含的若干子应用的排放因子。对于不可以在子应用级编制实际排放估算（即方法 2）的设备/产品类型，即使有其它支持，清单编制者也应使用应用级的方法 1 来编制和报告实际排放估算。

保持机密性与数据透明性之间的平衡需要慎重处理。认真汇总可能解决一些问题，但是将需要用其它方式验证这些结果（如第三方审计）。如果数据已经汇总用来保持专有信息的机密性，就应提供定性的阐述以指明汇总的方法。

7.2 溶剂（非气溶胶）

7.2.1 此应用场合涵盖的化学物质

如今在溶剂应用方面，HFC 比 CFC-113（在其淘汰之前）使用程度低得多，而且 PFC 依然很少使用。HFC/PFC 溶剂使用见于以下四个主要场合：

- (i) 精密清洁；
- (ii) 电子清洁；
- (iii) 金属清洁；
- (iv) 沉积应用

HFC通常以恒沸物或其它混合物的形式用于溶剂清洁。最常用的HFC溶剂是HFC-43-10mee，有些使用的是HFC-365mfc、HFC-245fa（作为气溶胶溶剂⁸）和含氢氟代烃溶剂（U.S.EPA，2004b）。这使得有效清洁和工件构造材料的兼容性之间出现平衡。这种单纯的材料没有CFC-113 清洁特性，因为在其分子中没有氯原子。

一般而言，全氟化碳很少用于清洁，因为从本质上讲它是惰性物质，具有极高的 GWP，而溶解油的能力很低——不同的是作为磁盘驱动器制造中润滑剂的这些沉积材料的氟化油和氟化油脂。因此，PFC 仅发现很少作为 2-丙酮清洁系统的覆盖液体（符合英国航空军事部门）用于溶剂部门，或用于如今过时的高级蒸汽脱脂（AVD）异类共溶系统。这些 PFC 可用作覆盖液体，以避免在双液态气相焊接系统中损耗更多价值不菲的主要液体。PFC 可用作在单液体气相焊接系统中的唯一工作流体。在组件制造部门，PFC 用于测试密封组件的密封性。电子工业中有关使用 PFC 的更多信息，请参见本卷第 6 章。

总之，在清洁应用场合，主要 PFC 制造商将之前用户所用的所有 PFC 转化为使用 HFC 或含氢氟醚（HFE）。

7.2.2 方法学问题

7.2.2.1 方法选择

历史上，溶剂应用中的排放一般已视为*即时*排放，原因是 100%的化学物质通常会在最初使用的两年内排放出来。（IPCC，2000）。为了估算这种情况下的排放，必须知道每年溶剂产品中销售的每种 HFC 或 PFC 化学物质的总量。t 年溶剂使用造成的 HFC 和 PFC 排放计算如下。

公式 7.5
溶剂使用的排放估算方法

$$\text{排放}_t = S_t \cdot EF + S_{t-1} \cdot (1 - EF) - D_{t-1}$$

其中：

排放_t = t 年的排放量，单位为吨

S_t = t 年销售的溶剂量，单位为吨

S_{t-1} = t-1 年销售的溶剂量，单位为吨

EF = 排放因子（= 最初使用年内溶剂排放出的化学物质比例），比例形式

D_{t-1} = t-1 年销售的溶剂量，单位为吨

表 7.1 指出了溶剂应用中使用的已知 HFC 和 PFC，不过如果出现先前未明确的应用，则*优良作法*是研究具体国家情形。帮助研究范围的实际情形是，清单编制者仅在搜寻先前使用 ODS 的应用。

⁸ 气溶胶溶剂的排放作为气溶胶纳入（参见第 7.3 节）。

公式 7.5 中展示的这种方法可以用为方法 1a 或方法 2a，其基础是方式 A（排放因子方式）。此方法是否能够作为方法 1 或方法 2，这将取决于报告国家的溶剂使用内是否有可识别的子应用（如，上述明确的四个主要应用场合）。随着趋势已经朝着更加可控的溶剂环境发展，方法 2 的需求出现增长。某些情况下，可能存在具有高度可控的子应用（如，在精密电子工业中），对其特定排放因子的特征有充分描述。这些将被视为不同于可能仍然基于缺省排放因子的更一般溶剂应用。应注意，公式 7.5 假设两年内溶剂的总释放与 t 年内应用的排放因子无关。此外，没有考虑回收和循环使用，这在某些情形下可能是一种因素。然而，将假设回收和循环使用一般应在原始材料的销售减少中有所反映。回收和后续去除的溶剂已考虑，但是实际上这不可行，因为涉及到化学物质的成本。

7.2.2.2 排放因子的选择

排放因子 EF 表示 t 年内从溶剂中排放的化学物质比例。产品寿命假设为两年，因此第一年内未排放的任何量按定义假设为在第二年和可能最后一年进行排放。估算实际排放的决策树，参见图 7.2 “从溶剂应用中实际排放的决策树”。7.2.2.3 节叙述了数据收集过程。

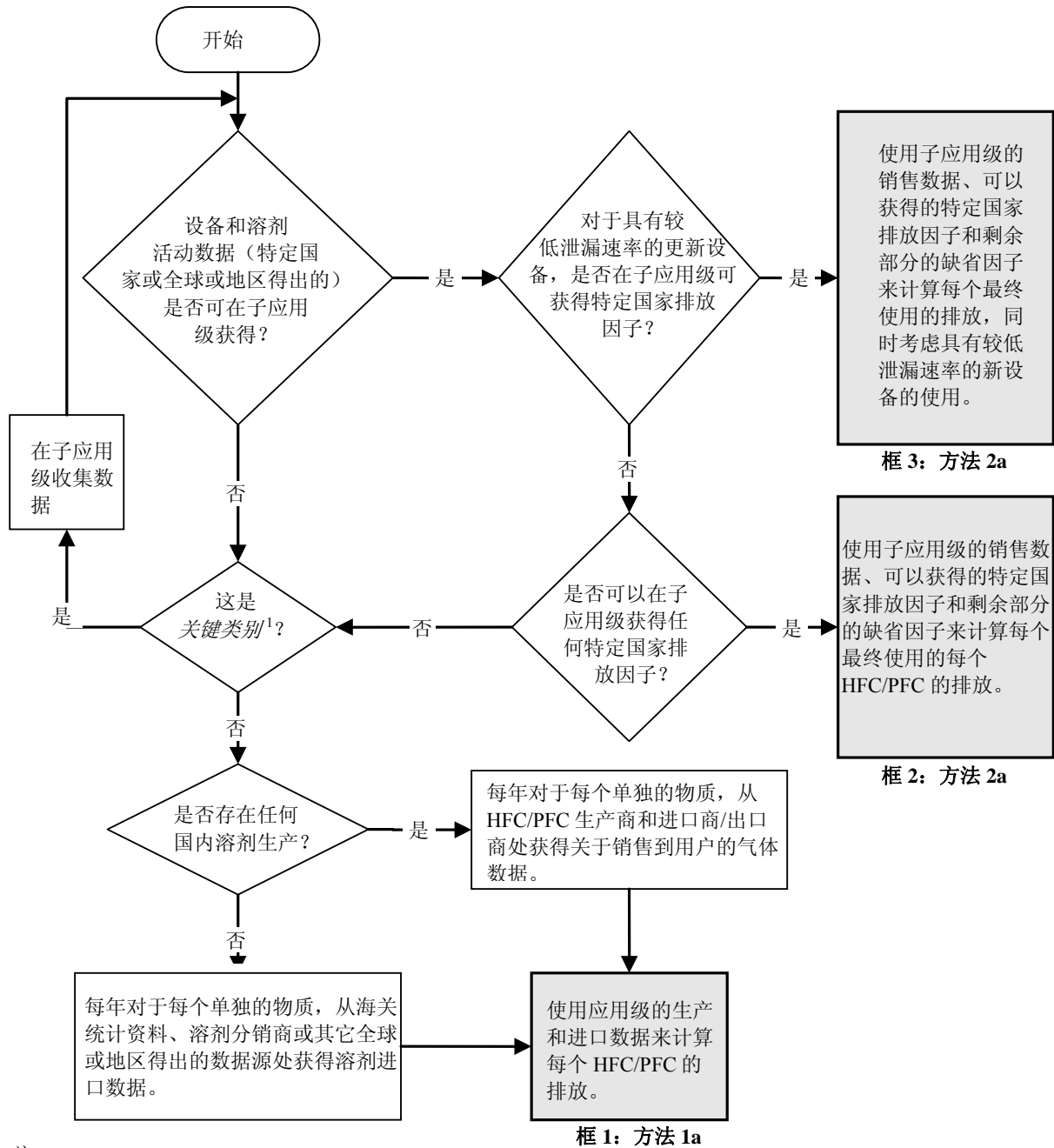
在缺少特定国家数据时，*优良作法*是为溶剂应用使用 50%初始填料/年份的缺省排放因子。⁹ 在整合低排放设计功能的新设备某些应用中，很可能损耗率很低且出现排放的时期将超过 2 年。在此情形下可以开发备用排放因子，使用与备用排放因子有关的这些设备和经验证据有关的数据。¹⁰ 这些特定国家排放因子应完全成文归档（方法 2a）。一个国家或区域内手动操作的批量清洁系统和自动机械化系统的“组合”，可能造成截然不同的排放。关注正确的工作方法、工作场所的配置和工人的适当培训，这会显著降低溶剂排放。在这些组别内（批量或机械化），有各种各样的设备龄期、低排放设计成熟度、工件设计、工件负载大小和维护频度。所有这些因素将影响设备或区域特定工件产生的排放。

如果可以获得改型设备的适当估算，可以对溶剂的回收和循环使用进行修改。虽然考虑到 HFC 和 PFC 溶剂价格不菲而可以在使用期间多次回收和循环使用时，但是在大多数排放的最终使用中（子应用），这些化学物质投入使用之后比密封制冷应用中的释放要快得多。

⁹ 《国家温室气体清单优良作法指南和不确定性管理》（IPCC，2000）。

¹⁰ 作为指南，对于新设备的销售，在用于充填设备的剩余溶剂大约有 10-20%可能排放。后续几年的销售和更换中，可能最终视为 100%排放。

图 7.2 源自溶剂应用的实际排放的决策树



7.2.2.3 活动数据的选择

公式 7.5 应单独应用于每种化学物质，根据对可获数据的分类，可适宜按子应用评估每个化学物质的净消耗（方法 2a）。只要可能，活动数据就应从溶剂供应商或支持方法 1a 或方法 2a 的用户处直接收集。然而，在不可能的情形下，全球或区域得出的应用级或子应用级活动数据可使用于能够获得这些数据的场合。

这种最终使用的活动数据等于特定年份内作为溶剂销售的每种相关化学物质的数量。因此，有关国内和进口溶剂数量的数据应从供应商处收集。根据国家溶剂工业的特征，然后在可行的地方与用户进行

交叉检查。大多数国家中，最终用户极为繁杂，因而基于供应商的方法最为实用。不过，两个方法的组合经常最有效。

供应商数据

供应商活动数据指每年销售或进口到一个国家的化学溶剂量。国内溶剂销售数据应可以直接从化学制造商处获得。因为溶剂仅在几个国家内生产，所以大部分国家的一些或全部消耗依靠进口。有关进口溶剂的数据可以从出口制造商处收集，不过各个国家内有关出口的信息可能视为保密。此外，还可以使用来自海关机构或进口溶剂分销商处的进口统计资料。溶剂进口数据一般比气溶胶进口数据更容易获得，因为溶剂通常按批量进口而不是用小容器进口。

如果开发了具体设备类型的特定排放因子，则必须将消耗数据分解为这些设备类别。总之，这需要自下而上的方法。

用户数据

用户活动数据包括内含溶剂及其填料的设备数量或小罐数量。如果大型企业消耗大部分销售溶剂，则适合采用自下而上的方法，这是因为此时应可以从少数大型实体中获得详细的溶剂最终使用数据。如果可以获得特定设备排放因子，也非常适合采用自下而上的方法。

7.2.2.4 完整性

完整性取决于活动数据的可获性。没有国内溶剂生产的各国清单编制者在估算活动数据时需要使用专家判断，因为进口统计资料可能不完整（参见第1卷第2章和第3章）。

根据第3卷第6章所述的电子工业中 HFC 和 PFC 使用，这可能存在重复计算的风险。如果认真明确以前的 ODS 消耗模式，应该不会出现重复计算。优良作法始终是交叉参照由清单编制者提交的两个部分，以确认没有出现重复计算。

至于重复计算，如果作为溶剂的 HFC 和 PFC 包含在气溶胶中也应谨慎处理。至于如何计算这些，应制定明确的策略。优良作法通常是按照气溶胶中的消耗来计算这些使用，以避免在区分气溶胶与助剂时出现问题，尤其是一个化学物质起两种作用的情况下。这种情况的更多信息，第7.3节有所论述。

如7.2.2.1节所述，优良作法是实施某些研究，以确认除表7.1所列之外没有 HFC 或 PFC 正用于溶剂应用。生产商、进口商和分销商应能够确认这种情况。

7.2.2.5 建立一致的时间序列

对时间序列中每一年份，应当采用相同的方法和数据来源来计算溶剂部门的排放量。如果对于时间序列中的任何年份不能获得一致的数据，则应根据第1卷第5章论述的指南，重新计算漏缺。

7.2.3 不确定性评估

假设所有溶剂可能在大约两年（ t 年内 50% 和 $t+1$ 年内 50%）内排放出所有溶剂，这已经作为合理的缺省假设得到专家的普遍认可（《2000年 IPCC 国家温室气体清单优良作法和不确定性管理》）。然而，这种假设引起的误差量级将取决于正报告的国家内溶剂使用模式的性质。一般来说，缺省假设将高估给定年份因设备密封性改善的排放，不过没有以累积为基础，除非正在实施去除过程。相反，回收或循环使用溶剂去除的长期增长将影响 100% 最终释放的假设。由于化学制造商少、溶剂高成本以及大多数应用中长期使用的 100% 排放性，应用级的活动数据应比较可靠。然而，子应用级的不确定性将主要取决于用户提供的数据质量以及在调查这些用户时获得的完整性程度。

7.2.4 质量保证/质量控制（QA/QC）、报告和归档

7.2.4.1 质量保证/质量控制

优良作法是实施第 1 卷第 6 章概述的质量控制检查以及关于排放估算的专家评审。亦可以采用第 1 卷第 6 章介绍的附加质量控制核查和质量保证程序，尤其是运用较高级方法来确定源自这种应用的排放。对于第 1 卷第 4 章确定的*关键类别*，鼓励清单编制者采用较高层级的 QA/QC。

除第 1 卷的指南外，与该应用相关的具体程序概述如下：

- 为了准确的质量控制/质量保证，应编制自上向下和最终使用数据。为了可独立评估报告的数据质量级别，制造商和分销商以及采访的最终用户数量应全部量化。
- 如果应用专用于各溶剂的排放因子和活动数据，则活动数据应在相同细类级别中获得。

7.2.4.2 报告和归档

清单编制者应报告所用的排放因子以及任何特定国家因子的经验基础。对于活动数据，应报告化学销售和进口，除非由于制造商数量有限和生产厂址不多而出现保密性问题。（如，目前每种化合物可能只有一个生产商）。如果特定化学物质用作溶剂的制造商少于三个，报告应汇总到气溶胶部分，因为二者都视为 100%的排放应用（参见以下 7.3.4.2 节）。这种情况下，为了保持机密性，不应详述各个气体的排放，这些排放应以 CO₂ 等价吨数来报告。

7.3 气溶胶（助剂和溶剂）

7.3.1 此应用场合涵盖的化学物质

大部分气溶胶包装包含碳氢化合物（HC）作为助剂，但是，占总体少量比例的 HFC 和 PFC 可能用作助剂或溶剂。来自气溶胶的排放通常出现在生产不久之后，即平均销售之后的六个月内。然而，制造和销售之间的时期可能会有显著差异，具体差异取决于涉及的子应用。在使用气溶胶期间，100%的化学物质会被排放出来（Gamlen 等，1986；U.S.EPA，1992b）。5 个主要子应用如下所示：

- (i) 剂量吸入器（MDI）；
- (ii) 个人护理产品（如护发、除臭剂、剃须霜）；
- (iii) 家用产品（如空气清新剂、烤箱和织物清洁剂）；
- (iv) 工业产品（如，操作电气触点的专用清洁喷雾、润滑剂、管道冷冻剂）；
- (v) 其它通用产品（如，喷彩摩丝、轮胎充气机、高音喇叭）。

目前用作助剂的 HFC 有 HFC-134a、HFC-227ea 和 HFC-152a，如表 7.1 中所示。HFC-245fa、HFC-365mfc、HFC-43-10mee、PFC 和全氟化己烷等物质在工业气溶胶产品中用作溶剂。其中，HFC-43-10mee 的使用最广泛。¹¹ HFC-365mfc 还会在不远的将来用于气溶胶内。

7.3.2 方法学问题

7.3.2.1 方法选择

气溶胶排放被视为 *即时* 排放，因为所有最初填料在制造后的前一年或前两年内逸出，对于大部分子应用通常是在销售之后的 6 个月内。因此，为了估算排放，必须知道销售之前最初充填到产品容器中的气溶胶总量。t 年中每种气溶胶排放可以按如下公式计算：

公式 7.6
气溶胶使用的排放估算方法

$$\text{排放}_t = S_t \cdot EF + S_{t-1} \cdot (1 - EF)$$

其中：

排放_t = t 年的排放量，单位为吨

S_t = t 年销售的气溶胶产品中包含的 HFC 和 PFC 数量，单位为吨

S_{t-1} = t-1 年销售的气溶胶产品中包含的 HFC 和 PFC 数量，单位为吨

EF = 排放因子（= 第一年排放出的化学物质比例），比例形式

此公式应适用于各单独的化学物质。只要情况允许，活动数据就应直接从气溶胶的制造商或分销商处收集，理想情况下用于在子应用级便利方法 2a。在不存在特定国家数据的地方，得自全球或区域的活动数据可用于提供子应用分析。如果不能从来源之一获得子应用级数据，此应用级的活动数据应采用公式 7.6（方法 1a）来获得并应用。

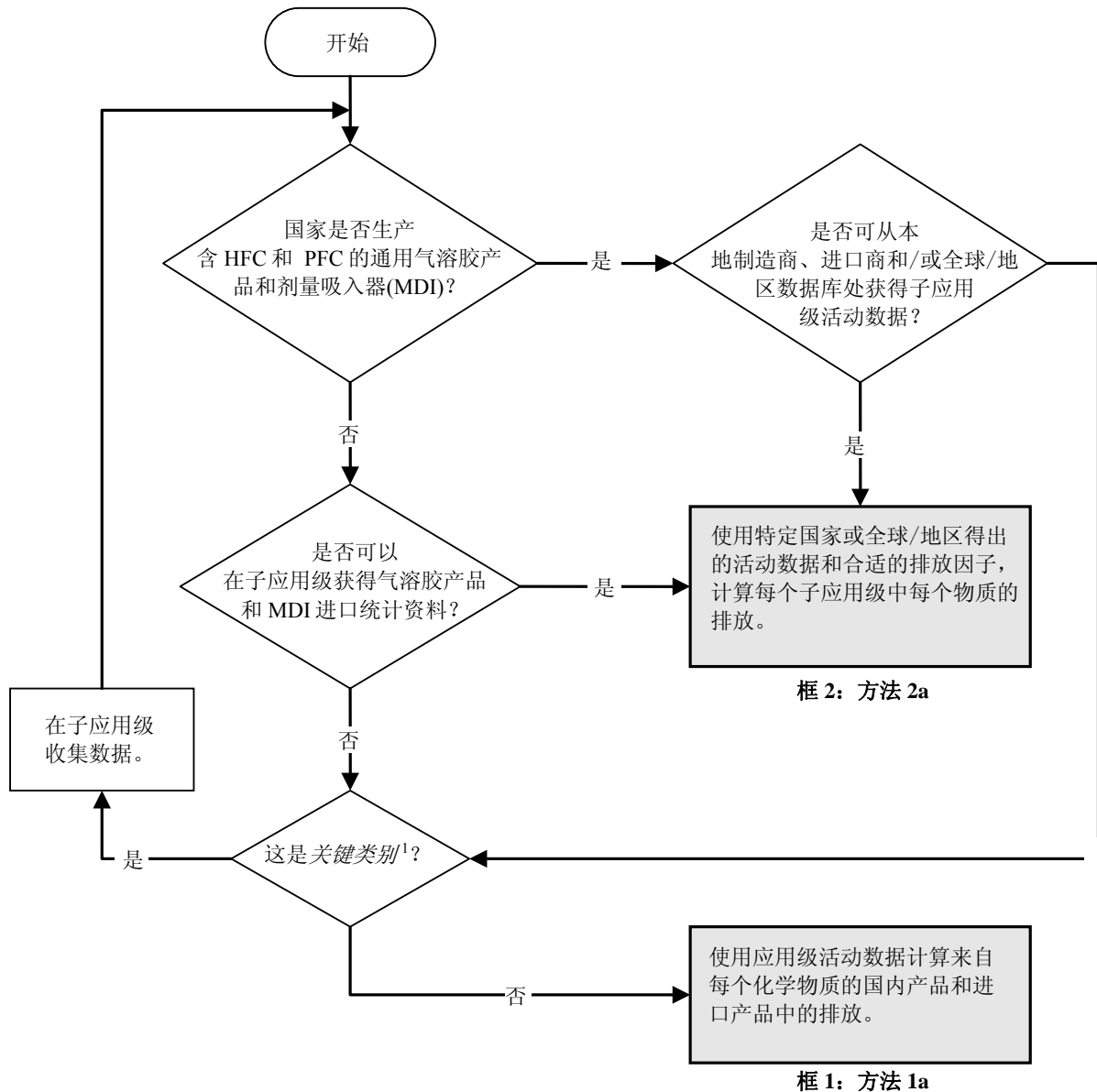
由于产品的寿命假设为不超过 2 年，按照定义：第一年未排放的任何量必定在第二年和最后一年排放。实际上，大部分排放出现在购买产品的第一年，但是公式 7.6 正确计算了制造时与购买及使用时的时滞。然而，如果应用公式 7.6，必须谨慎定义销售点，在排放估算中，这即被视为制造商向供应链的销售，而非零售商向最终用户的销售。这种方式是最合适的，因为销售数据通常从制造商和分销商处收集。

¹¹ HFC-43-10mee 单独用作溶剂，但是通过气溶胶罐运输时计算为气溶胶。

与溶剂的情形相反，极少需要计算回收、循环使用或去除，因为只有堆料产品过期时才可能出现这些情形。供应链管理正常的情况下，这种情形极少出现。

估算实际排放的决策树，参见图 7.3 “从气溶胶应用中实际排放的决策树”。数据收集过程如下所述。

图 7.3 源自气溶胶应用的实际排放的决策树



注：

1、有关关键类别和决策树使用的讨论，请参见第 1 卷第 4 章“方法选择和类别识别”（参见有关有限资源的 4.1.2 节）。

7.3.2.2 排放因子的选择

优良作法是，在应用级进行评估时（方法 1a），为种类规范的气溶胶产品使用每年最初填料 50% 的缺省排放因子。这意味着一半化学物质填料在第一年内逸出，而剩余的充填料在第二年内逸出（Gamlén 等，1986）。只有当应用级（方法 1a）或子应用级（方法 2a）的大部分气溶胶产品可以获得经验证据时，清单编制者才使用备用排放因子。在任何情况下，百分比排放因子一般在假设填料将逸出的期间内应可累计到 100%。特定国家排放因子的制定应全面成文归档。一般气溶胶和 MDI 制造商可能提供有关过程损耗的数据。

一般性的看法是，气溶胶的一致排放性一方面可区分出特定国家排放因子与缺省排放因子，另一方面还可区分出各个子应用中的排放因子的任何差异，这比其它应用场合对综合排放估算的影响要小。因此，更加细分的方法 2a 支持方法 1a 的优势在气溶胶案例中不太明显。因此清单编制者进而应仔细考虑在开发方法 2 时要投入多少资源。然而，单独报告一些子应用可能有其它原因，且预期因为政策的缘故，很多国家宜单独监控 MDI 到其它通用气溶胶产品的排放。

7.3.2.3 活动数据的选择

对于方法 1a，所需活动数据是国内消耗的所有气溶胶产品内包含的每种相关化学物质的总量（国内销售和进口）。对于气溶胶产品 100%进口的国家，活动数据等于进口量。

此应用的活动数据应使用基于供应商或基于用户的方法在子应用级收集，这取决于数据的可获性和质量（方法 2a）。基于用户的方法需要与子应用级销售和进口的气溶胶产品数量（例如各种剂量吸入器、护发产品和轮胎充气机的数量）有关的数据，以及每个容器的平均充填量。对于一些使用部门，这可能需全球或区域得出的活动数据。如果国家级销售分析足够完善，基于供应商的方法要求直接从化学制造商处收集气溶胶和 MDI 化学销售数据。许多情况下，可能有必要混合两个数据源。

国内气溶胶产量：对于有国内生产的各国，通用气溶胶和 MDI 制造商通常可以提供有关的数据：供国内消耗的已生产气溶胶数量、出口的气溶胶数量、每个气溶胶的平均充填量和所用助剂或溶剂类型（何种 HFC/PFC）。然后每年国内生产的气溶胶产品的总使用可以计算为：给定年份国内销售的气溶胶产品数量乘以每个产品中 HFC/PFC 的充填量。当然进口气溶胶仍需要添入此评估以提供总量。如果不能从本土气溶胶生产商处获得子应用数据，则国内化学生产商可能经常提供销售给剂量吸入器国内制造商的 HFC 量数据，并向其它气溶胶（上述类别 (ii)、(iii)、(iv) 和 (v)）的生产商提供汇总销售数据。如果国内气溶胶和 MDI 制造商进口 HFC，还可能从化学进口商或其海外供应商处寻找信息，不过后者因商业保密问题而可能不会提供专门向各个国家出口的数据。海关官员和化学经销商是化学物质进口数据的另一个可能来源。得自全球或区域的活动数据还可能具有填补现有数据集中漏缺、交叉检查从气溶胶制造商和化学供应商处所获得数据的作用。

进口气溶胶产量：大多数国家的总气溶胶产品中有相当大部分依靠进口。有关含 HFC 通用气溶胶产品的进口数据可能难以收集，因为气溶胶产品的官方进口统计资料通常不能将含 HFC 的气溶胶与其它区分开来。如果不能从海关机构获得可用的进口统计资料，则可能从产品分销商和特定最终用户处获得数据。例如，在 MDI 案例中，通常进口此产品的制药企业数量有限，且通过调查这些企业就可以获得所需信息。另外在某些情况下，得自全球或区域的活动数据也很有帮助。

7.3.2.4 完整性

完整性取决于要覆盖的各化学物质活动数据的可获性。7.3.1 节（和表 7.1）提供了对目前所用 HFC 和 PFC 的评估，但是清单编制者应当采用国内来源检查此情形，以确认这些化学物质与当地情形有关。没有国内气溶胶生产的各国清单编制者需要使用专家判断来估算活动数据，因为进口统计资料可能不完整（参见第 1 卷第 2 章和第 3 章），特别是包含助剂和溶剂的资料不完整。全球或区域验证的活动数据库（如果存在）可能对此类情况特别有帮助。

7.3.2.5 建立一致的时间序列

对时间序列中每一年份，应当采用相同的方法和数据来源来计算气溶胶排放量。如果时间序列中的任何年份不能获得一致的数据，则应根据第 1 卷第 5 章提供的指南，重新计算漏缺。

7.3.3 不确定性评估

通用气溶胶部门中 HFC 的用量通常比 MDI 部门中更大。从全球角度看，目前从 HFC 制造商和进口商获得的对通用气溶胶部门的销售数据尚无明确定义，除了 HFC-134a 之外。通过附加数据的收集活动和全球及区域数据库的开发，这些数据可以得到改善。通用气溶胶部门的扩散性意味着，获得可靠的自下而上的数据（方法 2a）需要按国家通过当地工业专家进行特别研究，应就使用第 1 卷第 3 章概述的专家判断方法的不确定性征寻这些专家的建议。

对于 MDI 部门有若干可靠的数据源，促成对所报告数据的高度信任，这应当反映在清单排放估算中。然而，在为单个国家报告时，缺少通用气溶胶部门的可靠数据可能意味着，排放数据可能被高估或低估 1/3 到 3 倍。

7.3.4 质量保证/质量控制（QA/QC）、报告和归档

7.3.4.1 质量保证/质量控制（QA/QC）

*优良作法*是实施第 1 卷第 6 章概述的质量控制检查，并组织对排放估算的专家评审。亦可以采用第 1 卷第 6 章介绍的附加质量控制核查和质量保证程序，尤其是运用较高级方法来确定源自这种应用的排放。对于第 1 卷第 4 章确定的*关键类别*，鼓励清单编制者采用较高层级的 QA/QC。

除第 1 卷的指南外，与该应用相关的具体程序概述如下。一方面，气溶胶制造数据和进口数据；另一方面，化学物质供应数据可用于在排放估算编制期间或之后互相进行交叉检查。用于计算 $t-1$ 年排放的数据应与上一年清单估算使用的数据保持一致，因此两年总和等于 100%。如果不是这样，应在清单中报告不一致的原因。按上述数据收集部分实施的数据收集应提供充分的质量控制。为了可独立评估报告的数据质量级别，气溶胶制造商的数量以及进口商的数量应当全部量化。

7.3.4.2 报告和归档

一些清单编制者可能分别进行报告剂量吸入器的排放估算与其它气溶胶的排放估算。这种情况下，使用的特定国内排放因子应被成文归档。如果特定国家排放因子优先用于缺省因子，则其开发过程应被归档成文。详细的活动数据应当按照不批露保密商业信息的方式进行报告。在一些数据要保密的情况下，应按照国内消耗、进口和生产的气溶胶产品的类型，提供定性信息。可能用作助剂或溶剂的 HFC 类型以及各个国家 MDI 和通用气溶胶的销售被视为机密信息。¹² 如果用作溶剂的特定化学物质的制造商少于三个，则报告应汇总到本节，因为二者都被视为 100% 的排放应用（参见以上 7.2.4.2 节）。

¹² 量化各个通用气溶胶部门的使用数据，将使得要拟订的未来预测和要考虑的减排战略更加可靠。

7.4 发泡剂

7.4.1 此应用场合涵盖的化学物质

HFC 正日益在泡沫、尤其在绝缘应用中用作 CFC 和 HCFC 的替代物。正使用的化合物有 HFC-245fa、HFC-365mfc、HFC-227ea、HFC-134a 和 HFC-152a，如表 7.1 中所示。正使用的各 HFC 过程和应用如表 7.4 中所示，带底纹的几行主要是开放单元泡沫。

单元类型	子应用	HFC 发泡剂替代物			
		HFC-134a	HFC-152a	HFC-245fa	HFC-365mfc (+ HFC-227ea)
开放	PU ^a 软泡沫				
	PU 软质注塑泡沫				
	PU 整皮泡沫	✓		✓	
	PU 单组分泡沫	✓	✓		
密闭	PU 连续面板	✓		✓	✓
	PU 不连续面板	✓		✓	✓
	PU 器械泡沫	✓		✓	✓
	PU 注射泡沫	✓		✓	✓
	PU 连续块			✓	✓
	PU 不连续块			✓	✓
	PU 连续薄板			✓	✓
	PU 喷雾泡沫			✓	✓
	PU 管中管	✓		✓	✓
	挤压型聚苯乙烯	✓	✓		
	苯酚块			✓	✓
苯酚薄板			✓	✓	

^a PU 表示聚氨酯

将泡沫划分为开放单元或密闭单元，这与从产品中发泡剂的损耗方式有关。对于开放单元泡沫，用作发泡剂的 HFC 排放可能出现在制造过程和随后短时间内。在密闭单元泡沫中，只有少数排放出现在制造阶段。因此，排放扩展到使用阶段，在寿命结束（退役损耗）之前通常不会出现大部分排放。所以密闭单元泡沫中的排放可能出现从制造之日起 50 年的时期内，甚至更长的时间内。

开放单元泡沫用于家具减震、床垫、车座等应用和汽车方向盘及办公家具等注塑产品。另一方面，密闭单元泡沫主要用于绝缘应用场合，其中所选发泡剂的气态热传导性（低于空气）用于提高为产品整个寿命期间的绝缘性能。

7.4.2 方法学问题

以前的《指南》陈述了造成前两个排放源（即制造和使用阶段期间）的密闭单元泡沫排放的计算公式。这一般仍足以计算早期阶段的 HFC 摄入。然而，为了拟定此来源产生的完整排放估算，优良作法是在可以获得数据时向此公式添加第三项和第四项，以计算退役损耗和化学物质去除。因此，相关公式是：

公式 7.7
泡沫的一般排放因子方法 (A)

$$\text{排放}_t = M_t \cdot EF_{FYL} + \text{库存}_t \cdot EF_{AL} + DL_t - RD_t$$

其中：

排放_t = t 年源自密闭单元泡沫的排放量，单位为吨

M_t = t 年制造新密闭单元泡沫使用的 HFC 总量，单位为吨

EF_{FYL} = 第一年损耗排放因子，比例形式

库存_t = t 和 t-n 年之间密闭单元泡沫制造中发泡的 HFC 填料，单位为吨

EF_{AL} = 年度损耗排放因子，比例形式

DL_t = t 年的退役损耗 = 若产品/设备报废在使用寿命结束时出现的化学物质剩余损耗，根据剩余的化学物质质量和取决于所采用寿命结束处理类型的寿命结束损耗因子来计算¹³，单位为吨

RD_t = t 年通过泡沫及其发泡剂的回收和去除而避免的 HFC 排放量，单位为吨

n = 密闭单元泡沫的产品寿命

t = 当年

(t-n) = 泡沫中所用 HFC 可能仍然存在的总期限

应注意到，尽管公式 7.7 是针对密闭单元泡沫的，但同样也可应用于开放单元泡沫。也就是说，它是所有泡沫的通用公式。在开放单元泡沫中，第一年损耗排放因子通常是 100%，此公式仅将其简化到其第一个组件，然后进一步简化为公式 7.8。

因此，如果不确定泡沫的本质还继续采用方法 2a，则公式 7.7 就应分别应用于每种化学物质和主要的泡沫子应用。

由于整个泡沫应用内各子应用的排放轨迹有很大差异，所以只要可能就采取方法 2 会有明显的增量值。理想情况下，这应该通过研究各个国家活动来获取。然而实际上，泡沫的区域内贸易以及在设立系统明确已制造泡沫中所用的发泡剂时有很大难度，这使基于特定国家活动数据的方法很难以在子应用级实施。认识到分类活动数据和相关排放因子可能难以在国家级获得，因而 UNEP 泡沫技术选择委员会（UNEP-FTOC，1999；UNEP-FTOC，2003）和其它组织已经做了若干工作，为 CFC、HCFC 和碳氢化合物（HC）按子应用提供全球或区域得出的活动数据和缺省排放因子。尽管 HFC 仅在现在大量用作额外 ODS 替代物，但是预期类似的方法可以实施于这些化学物质，以 EFDB 提供的排放因子，向清单编制者提供有用的信息来源。其它数据库产生于活动数据的原始 FTOC 工作，对于含 HFC 的产品贸易量大但难以跟踪的国家，这些数据库将特别有用。

方法学的另一考虑事项，应注意，密闭单元绝缘泡沫产生的许多排放产生于前些年消耗中积累的发泡剂库存。此点的阐明见《IPCC 保护臭氧层和全球气候系统的特别报告：与氢氟碳化物和全氟化碳有关的问题》（IPCC/TEAP，2005），其中还指出，CFC 排放可能继续产生于泡沫内储藏的发泡剂，直到 21 世纪中期。这说明了使用足以反映库存发展情况的排放估算方法的重要性。

泡沫清单的其它特征是，大量主要排放出现于退役或随后的密闭单元泡沫中。因此，清单编制者应认真研究其国家内退役作法和任何回收及去除作法。另一后果是，假设制造和使用阶段发泡剂释放总量的方

¹³ 大多数退役程序不会造成所有剩余发泡剂的释放。已发现，即使通过开放自动撕碎机的处理，也会造成处理点上低于 50% 剩余发泡剂的排放（U.S. EPA/AHAM，2005）。因此，发泡剂库存可以沿废弃物流（如掩埋）进一步累积，参见第 7.4.2.1 节。

法可能明显高估任何给定年份的排放。因此，只有明确证据支持时，这些方法通常才应假设退役的发泡剂会完全释放，此方法根据更加合适的释放函数，通常应把这些排放归为后续的年份。因而表 7.6 和表 7.7 中的相关列为“最大潜在”损耗。实际上，这些排放可能延续到退役之后的许多年份，前提是泡沫大体上保持完整无缺（即，平均颗粒尺寸 > 8mm）（U.S. EPA/AHAM, 2005）。

一般看法是，质量平衡方式（方式 B）不适用于泡沫，因为没有这些产品在实际中维修的机制。

7.4.2.1 方法选择

开放单元泡沫：因为用于开放单元发泡的HFC被即时释放，所以几乎所有情况下的排放将出现在制造的国家内。唯一的例外可能是OCF（单组分泡沫），其中填充的容器可能在一个国家制造，但由于容器很容易贸易流通，所以排放可能出现在另一个国家。这些排放根据以下公式计算：¹⁴

公式 7.8
开放单元泡沫中排放的一般计算方法

$$\text{排放}_t = M_t$$

其中：

排放_t = t年源自开放单元泡沫中的排放量，单位为吨

M_t = t年制造新开放单元泡沫使用的 HFC 总量，单位为吨

此公式必须应用于在开放单元泡沫中所用的每种化学物质。尽管整个开放单元应用的排放因子很少有变化，但是为了更加容易地准确评估净消耗活动数据，使用分类方法 2a 可能仍然有利。这种方法自然会解决单组分泡沫中的贸易问题。如果单组分泡沫很少使用，则合乎逻辑的作法可能是再用在应用级采用公式 7.8 的方法 1a。

密闭单元泡沫：密闭单元泡沫的排放出现在三个不同点处，这已经在公式 7.7 中已标明：

- (vi) 源自泡沫制造和安装的第一年损耗：在制造或安装产品时出现这些排放。
- (vii) 年度损耗（泡沫使用时的现场损耗）：退役之前密闭单元泡沫每年将损失的初始填料比例。使用产品时出现的这些排放。
- (viii) 退役损耗：使用产品时还出现有关退役的排放。

若要实施可捕获这三个阶段的方法，必须为此应用期使用 HFC 的整个时间长度（达到并包括了密闭单元泡沫平均寿命）（长达 50 年），收集有关每年向泡沫工业销售的化学物质的当前数据和历史数据。还应考虑已包括 HFC 的泡沫制备的进口或出口。类似地，对于家用或商用冰箱和冷冻机等商品，或三合板、板卡、板块和绝缘管道（在一个国家生产但可能在另一个国家使用）等建筑部门应用的商品，应进行调节。

在以前的评估中，退役损耗的计算基于的假设是：寿命结束时泡沫中剩余的所有发泡剂将在退役阶段损耗。从排放的观点看，甚至对于不用于回收和去除的处置方法（参见脚注 13），这也是最糟的情景。实际上，发泡剂的回收和去除或直接去除（例如焚烧）将进一步减缓这些损耗。因此公式 7.7 携带了允许按这种方式避免出现 HFC 排放的第 4 个组分。UNEP TEAP 有关泡沫寿命结束的特别工作组报告（UNEP-TEAP, 2005），叙述了许多潜在方法，这些方法可以避免泡沫发泡剂排放，并引进回收和去除效率（RDE）概念，以评估这种方法有效性。

甚至在未实施主动回收和去除方法的地点，仍然不可能在寿命结束时释放所有发泡剂，尤其是通常在处置期间完整留下泡沫时（如，掩埋期间）。

在这些情况下，废弃物物流中会留下很大比例的发泡剂，并会建立更多储存的排放源。因为这个库存中的排放速率低于 100%，所以若国家所用含有 HFC 的大量比例泡沫已经退役，公式 7.7 就会高估排放。尽管可以设想公式 7.7 的第 5 个组分处理排放的这个要素，但是认为不会有足够的相关性能担保这个方法可用于本《指南》所涵盖 HFC 使用的整个阶段。然而，全球或区域得出的某些更精密评估可以解决这个问题。

¹⁴ 对于这些应用，每种化学物质的实际排放等于潜在排放。

如果无法收集退役时潜在损耗的数据，则应假设在制造中未排放的所有化学物质会在泡沫寿命期内排放。然而，对于检查像家用或商用冰箱和冷冻机等商品是否会出口到另一个国家再次使用，应尤为注意。如果泡沫应用不能分类为子应用级且不能获得得自全球或区域的活动数据，则需要采用方法 1a。选择方法 1 时，*优良作法*是假设所有密闭单元泡沫排放遵循 Gamlen 模型（参见表 7.5）

排放因子	缺省值
产品寿命	n = 20 年
第一年损耗	10% 的原始 HFC 填料/年，不过如果在制造期间出现明显的循环使用此值会降为 5%。
年度损耗	4.5% 的原始 HFC 填料/年
来源：Gamlen 等。（1986）	

如果可以获得应用级的密闭单元泡沫的历史和当前特定国家活动数据，则可以将 Gamlen 模型应用于此信息。然而，清单编制者的主要挑战通常是国家级历史活动数据的特征描述。如果存在这种困难，则通常可以根据地理经济因素估算国家级活动数据，条件是已知全球或区域验证的区域活动数据。此方法的更多信息，参见第 7.4.2.3 节。

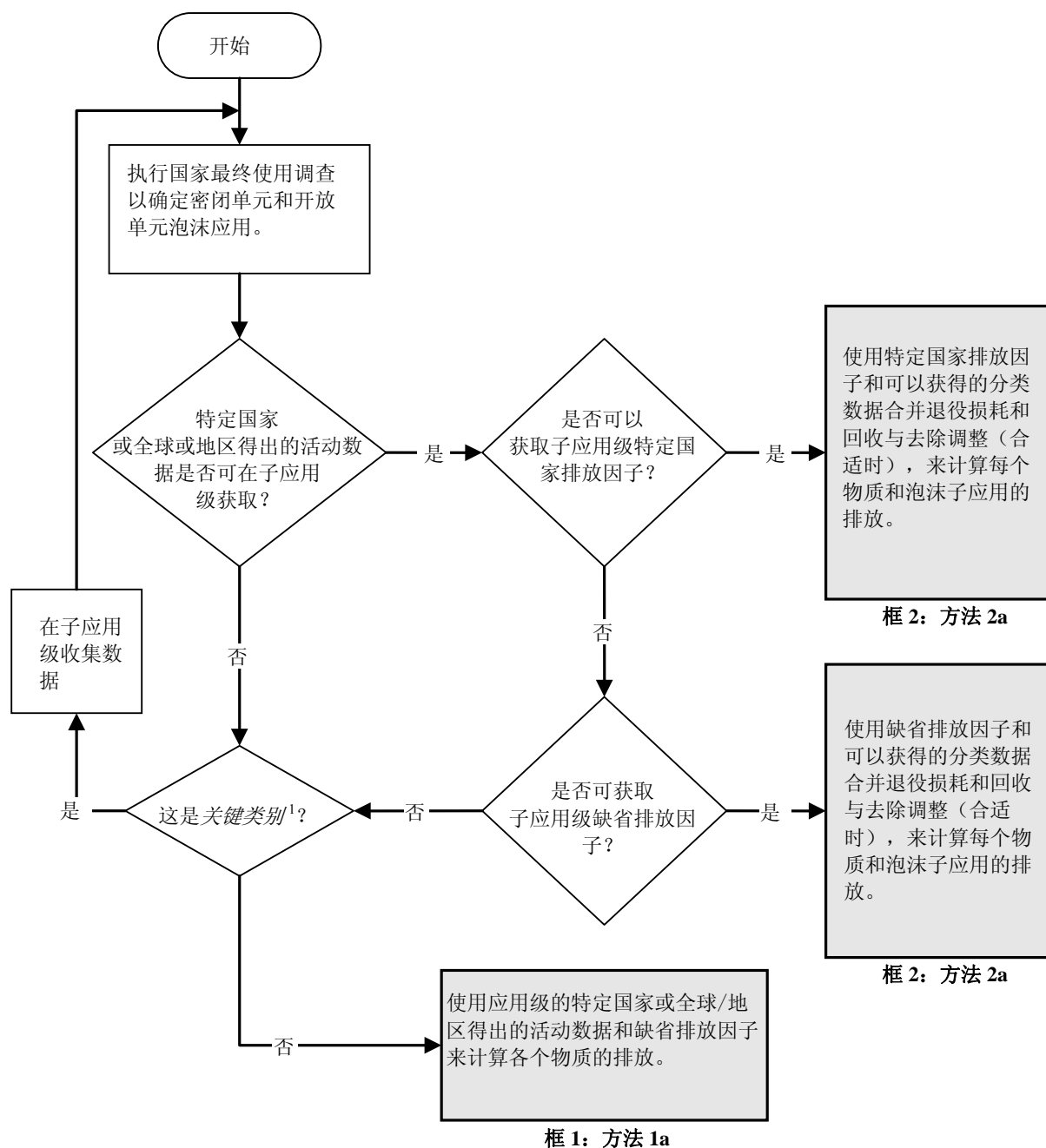
如果在子应用级可以获得净消耗活动数据，不论来自特定国家数据源或全球或区域的活动数据集，则*优良作法*是使用可反映分类的级别的方法 2。由于所涉及各子应用的异质性，这对于泡沫来说尤为重要。图 7.4 中的决策树说明了选择估算排放方法的*优良作法*。

7.4.2.2 排放因子的选择

与其它应用类似，排放因子的第一个选择是根据支持方法 2a 的各泡沫类型（开放单元和密闭单元）的现场研究，开发和同行评审和良好归档的特定国家数据。如前所述，如果不能在子应用级获取信息，则排放因子可以采用来自排放因子数据库（EFDB）或来自本节包含的数据。然而，应注意到，本节包含的数据将不会为对 EFDB 可能的相同方式用更新值所替换。特定国家或得自全球/区域的方法将使得有必要评估退役损耗。¹⁵

¹⁵ 还应注意，退役可能不一定涉及当时发泡剂的全部损耗，原因是次要使用的级别，或这些物品已被完整丢弃（如许多冰箱）。这些可能被视为各国可以获取的某些寿命结束管理选择，但是显然其有效性低于正常去除或回收技术。排放模式应着重注意寿命结束问题。

图 7.4 源自泡沫应用的排放的决策树



注:

1、有关关键类别和决策树使用的讨论，请参见第 1 卷第 4 章“方法选择和类别关键识别”（参见有关有限资源的 4.1.2 节）。

表 7.6 “HFC-134a/HFC-152a（泡沫子应用）的缺省排放因子”和表 7.7 “HFC-245a/HFC-365mfc/HFC-227ea（泡沫子应用）的缺省排放因子”，对当前最重要的密闭单元泡沫应用列出了缺省排放因子假设。使用这些因子将需要当前和历史两种假设的子应用级化学物质销售数据，以便正确考虑这些子应用的设备/产品内化学物质的库存。

表 7.6
HFC-134a 和 HFC-152a 使用（泡沫子应用）的缺省排放因子
(IPCC/TEAP, 2005)

子应用	产品寿命 (年)	第一年损耗%	年度损耗%	最大潜在寿命 结束损耗%
聚氨酯——整皮	12	95	2.5	0
聚氨酯——连续面板	50	10	0.5	65
聚氨酯——不连续面板	50	12.5	0.5	62.5
聚氨酯——器具	15	7	0.5	85.5
聚氨酯——注射	15	12.5	0.5	80
单组分泡沫 (OCF) ^a	50	95	2.5	0
挤压型聚苯乙烯 (XPS) ^b - HFC-134a	50	25	0.75	37.5
挤压型聚苯乙烯 (XPS) - HFC-152a	50	50	25	0
挤压型聚苯乙烯 (PE) ^a	50	40	3	0

来源：
^a Ashford 和 Jeffs (2004) 汇集于 UNEP FTOC 报告 (UNEP-FTOC, 1999; UNEP-FTOC, 2003)。
^b Vo 和 Paquet (2004)：对具有 HFC-134a 和 HCFC-142b 的挤压型聚苯乙烯发泡剂长期热传导性的评价

例如，冷藏车或绝缘车体等商品所有的实际寿命消磨在各国间运输。因为这些应用具有极低的使用排放，所以如果仅考虑制造和退役损耗是合理的。

表 7.7
HFC-245fa/HFC-365mfc/HFC-227ea 使用（泡沫子应用）的缺省排放因子

HFC-245a/HFC-365mfc 应用	产品寿命 (年)	第一年损耗%	年度损耗%	最大潜在寿命 结束损耗%
聚氨酯——连续面板	50	5	0.5	70
聚氨酯——不连续面板	50	12	0.5	63
聚氨酯——器械	15	4	0.25	92.25
聚氨酯——注射	15	10	0.5	82.5
聚氨酯——连续块	15	20	1	65
聚氨酯——管道部分的不连续块	15	45	0.75	43.75
聚氨酯——面板的不连续块	50	15	0.5	60
聚氨酯——连续薄板/板材	25	6	1	69
聚氨酯——喷雾	50	15	1.5	10
聚氨酯——管中管	50	6	0.25	81.5
苯酚——不连续块	15	45	0.75	43.75
苯酚——不连续薄板	50	10	1	40
聚氨酯——整皮	12	95	2.5	0

来源：Ashford 和 Jeffs (2004) 汇集于 UNEP FTOC 报告 (UNEP-FTOC, 1999; UNEP-FTOC, 2003)

如果只能获得密闭单元泡沫的汇总化学物质销售数据而不能获得有关特定泡沫类型的信息，则表 7.5 中所示的一般缺省排放因子可用于支持方法 1a。¹⁶ 这重复了《1996 年 IPCC 国家温室气体清单指南修订本》（IPCC，1997）中所述及的前一个方法 2 指南，但现在按照排除 ODS 替代物的潜在排放方法，已被归类为方法 1a。

使用这些缺省排放因子在第一年排放出最初填料的 10%，在以后 20 多年每年的使用会造成 90% 的最初填料被排放出来。

7.4.2.3 活动数据的选择

为了拟定排放估算，需要两类活动数据：

1. 国内制造且后来未出口的泡沫所使用的化学物质质量，和
2. 进口到国内泡沫所含的化学物质质量。

有关这两个方面的数据收集问题有所差异。

泡沫制造中使用的化学物质

发泡工业中使用的批量化学物质质量应包括国内生产的 HFC 和进口的 HFC。销售给泡沫工业的国内化学数据应可直接在应用级（方法 1a）从化学物质供应商或泡沫制造商处获取，并可以扩展到子应用分析（方法 2a）。对于其它 ODS 替代物应用，进口的化学物质数据可以从海关官员或化学分销商处获取。

为了构建发泡剂库存的适当蓝图，需要历史消耗数据。然而，这不适用于在第一年就损耗发泡剂的开放单元泡沫。对于开放单元泡沫，所有排放将出现在制造期间，只有上述提及的 OCF 子部门例外。因此，必须确定与开放单元泡沫制造有关的化学物质所占份额。这些数据可以通过最终使用调查来确定，或通过评审所收集 CFC 和 HCFC 的类似最终使用数据得出近似值。

进出口泡沫中所含的化学物质

出口密闭单元泡沫的各国清单编制者应从每年库存计算和最终退役损耗中减去这些量，因为使用产生的排放将出现在进口的国家内。有关出口密闭单元泡沫的化学物质填料数据可从大型制造商处获取。然而，海关数据本身不可能得出与发泡剂类型有关的相关信息，除非报告的国家已经制定了专门的处理条例。

类似地，进口含密闭单元泡沫产品的各国清单编制者应估算这些进口的产品中的排放，以确保完整性。因为与国内制造然后出口的产品相比，清单编制者对国外制造的产品了解较少，管理力度也较低，所以进口的密闭单元泡沫产品所含的发泡剂信息将更难收集。因此，对于排放仅来自进口密闭单元泡沫的各个国家，该国清单编制者可能需要使用专家判断来估算此数据（参见第 1 卷第 2 章和第 3 章）。

过去，清单编制者不能使用国际 HFC 生产和消耗数据集来拟定进口密闭单元泡沫所含的化学物质估算，因为这些数据集不包括区域使用和贸易模式数据库。例如，代用碳氟化合物环境承受力研究（AFEAS）统计资料收集过程编制了泡沫部门内 HFC-134a 最新到 1997 年的全球活动数据¹⁷，但却没有区域明细表。

为了帮助解决此问题，如今一些数据库吸纳了国家机制来协助清单编制者，方式是：使用国际 HFC/PFC 消耗和排放数据集，来查询得自全球或区域的活动数据以及本国密闭单元泡沫所含发泡剂的库存估算。这些可以应用于方法 2a 评估中，将提供子应用级估算的消耗和库存数据，可以对其应用表 7.6 和表 7.7 中包含的缺省排放因子（或在 EFDB 或其它地方实施的更新版本）。

¹⁶ 没有提供开放单元泡沫的排放因子，因为所有排放均出现在第一年。

¹⁷ HFC-134a 是最常用的 HFC。AFEAS 数据可查阅 <http://www.afeas.org>。

7.4.2.4 简述主要方法

使用替代数据逐步实施方法 2a

框 7.2 说明了使用替代数据实施方法 2a 所需的典型步骤：

框 7.2

得自使用全球或区域的数据为泡沫应用实施方法 2a

泡沫部门最多有 16 个子应用。报告的国家需要考虑哪些此类子应用与其情形相关，并为每个此类过程/应用实施以下步骤。

消耗

1. 明确过程/应用中使用的泡沫吨数
2. 确定过程/应用中所用泡沫的平均密度以及因此产生的泡沫体积（“每单位泡沫体积”是住房和建筑物常用的度量）
3. 明确该年建设的房屋数量或该年制造/出售的器具数量，以确定名义泡沫容积比（每单位泡沫体积）
4. 按单位数和泡沫容积比，评估增长趋势，并应用这些趋势以估算以前和未来年份的泡沫吨数（即，可能不能获得第 3 步中数据的年份）。
5. 评估市场划分或用于每个过程/应用的各种发泡剂（化学物质）所占份额。处理掺配物时要特别谨慎。
6. 明确每个发泡剂类型的典型泡沫配方，并将这些配方应用于使用发泡剂的过程/应用的比例。
7. 将泡沫吨数乘以配方（比重）和市场份额详细信息，以获得按发泡剂类型区分的发泡剂消耗量（通常最多达 14 类）。
8. 交叉检查国家级有关特定发泡剂的任何可获销售信息。

使用中的排放

9. 确定过程/应用的第一年损耗速率。将此损耗速率乘以化学消耗量，以估算这一阶段散发出的损耗。*这些排放应与其它来源的排放相加。*
10. 该年非排放消耗余额添加到该过程/应用储存的发泡剂库存。
11. 将线性排放速率应用到储存的材料，因此无需根据库存贡献的年期来运行并行模型。
12. 将平均使用中排放速率应用到库存，*将生成的排放相加到排放总量。*
13. 根据预测的平均产品寿命，确定当年将退役的库存数量并从库存中减去此值。

退役、回收和去除

14. 泡沫有大量寿命结束选择，而*优良作法*建议应考虑四个主要选择：
 - a. 重用
 - b. 未粉碎的掩埋
 - c. 未回收的粉碎
 - d. 全部回收和捕获（包括回收的粉碎、直接焚烧等）
15. 给定年份退役部分的库存应归属于上文概述的四个选择，与国家作法成比例。

16. 退役期间的排放因子和其它寿命结束管理步骤应予确立。然后这些应适用于过程/应用的退役部分。这些排放应与其它来源的排放相加。仅当瞬间释放可以合理假设为要出现时，才应用表 7.6 和表 7.7 中的最大排放因子。
17. 如果来自寿命结束管理的排放可能持续（如，重用、掩埋和无回收的粉碎），则应建立进一步的寿命结束库存，以跟踪发泡剂的累积，并估算这些来源中持续的年度排放。
18. 每个这些来源的年度排放因子应当应用于寿命结束库存。
19. 这些排放应与其它来源的排放相加。

使用基于Gamlen 模型的方法 1a

作为更有限替代的方法，可以使用基于Gamlen模型的方法 1a（表 7.5）来估算国内密闭单元泡沫的全部库存产生的排放。以下电子表格摘录说明了此方法¹⁸：

图 7.5 方法 1a 的电子表格计算举例

国家	比利时	
试剂	HFC-134a	
密闭单元泡沫消耗量		留空以使用数据库值
开放单元泡沫消耗量		留空以使用数据库值

当年	2005	(进行估算的年份)
引进年	1993	
第一一年中的排放	10%	(来自制造和安装的排放)
后续年份中的排放	4.50%	(每年使用的损耗)

来自密闭单元泡沫中的排放 吨	55.4 吨
来自开放单元泡沫中的排放	0.8 吨
(密闭单元泡沫中试剂的库存)	635.9 吨

来自密闭单元泡沫中的排放							
使用年限	年份	已知消耗量数据 (吨)	内插的消耗量数据	第一一年中的排放	库存中的排放	库存中的排放	排放总量
0	2005	133.6	133.6	13.4	42.1	635.9	55.4
1	2004		123.3	12.3	36.1	557.8	48.4
2	2003		113.1	11.3	30.5	482.9	41.8
3	2002		102.8	10.3	25.4	411.6	35.7

来自开放单元泡沫中的排放		
已知消耗量数据 (吨)	内插的消耗量数据	第一一年中的排放
0.828939	0.8	0.8
	0.7	0.7
	0.6	0.6
	0.5	0.5

在此实例中，估算比利时 2005 年密闭单元泡沫消耗了 133.6 吨的 HFC-134a，第一年泡沫制造活动已经排放出 13.4 吨，泡沫增加库存产生 42.1 吨排放，使 2005 年密闭单元泡沫总共消耗了 55.4 吨 HFC-134a。这个评估基于这样的认知，即 HFC-134a 在 1993 年大量引进比利时，因此估算包括 13 年的数据。如果基于得自区域的数据，综合方法假设：欧洲基于技术的 HFC-134a 平均摄入量反映在该国家。此方法特别吸引泡沫消耗速率较低的国家 and 区域（如，发展中国家），其建筑物中的泡沫容积比较低，因而在本《指南》的有效期内排放可能最低。然而，对于在建筑物中 HFC 消耗量更大的区域，强烈推荐采用方法 2，以避免因 Gamlen 模型（表 7.5）中的固有假设和消耗模式的平均计算而造成消耗量尤其是排放量的错误分配。

7.4.2.5 完整性

至少有 16 个泡沫潜在子应用和用作发泡剂的 5 个潜在化学物质（HFC-134a、HFC-152a、HFC-245fa、HFC-365mfc 和 HFC-227ea），已经在泡沫应用中明确。为确保完整性，清单编制者应确定 HFC 发泡剂

¹⁸ 如果引进较慢，则“引进年份”应当视为大量使用的第一年。

是否用于他们国家正实施的各个子应用，这说明理论上可能的组合达 80 个（参见表 7.4 “发泡工业中的 HFC 使用”）。实际上，此列表减少到 53 个实际潜在在化学/应用组合，不过有一些潜在的区域变化。还应注意，所述的这些方法未明确阐述掺配使用，不过从理论上讲，这应包含在逐个化学物质的评估中。至于制冷剂（参见 7.5 节），挑战将是活动监控和报告之一。掺配使用毫无疑问会逐渐增加，可能包括诸如 HFC-245fa 和 HFC-365mfc 的组合。将 HFC-365mfc 与少量 HFC-227ea 掺配还可由一个制造商引进。然而，在此阶段将不同的排放因子分配到这些系统还为时过早。

7.4.2.6 建立一致的时间序列

清单编制者应采用一致的方法来评估某个时期内的排放。例如，如果没有建立任何系统来监控清单过程开始时的实际退役，则若考虑了从全球或区域得出的数据转到特定国家数据，就非常难以按回溯方式获得数据。所以此决定应是报告过程开始时的注意事项。估算的任何重新计算应按照第 1 卷第 5 章提供的指南来实施。对照而言，活动级决定的方法变化将更易于按回溯的方式实施。

7.4.3 不确定性评估

对于净消耗活动数据，当前销售数据表明，全球估算精确到 10% 之内，区域估算的准确性范围在 30%-40%，特定国家消耗信息的不确定性可能超过 50%。应注意，一年排放总量的计算将仅部分取决于该年新消耗量估算的准确性。剩余的排放产生于该年安装泡沫和退役泡沫中储存的发泡剂。这些贡献方的估算将根本取决于历史消耗数据的准确性。

使用方式 A（排放因子方式），排放因子将增加不确定性，尤其是只可使用缺省排放因子时。因为退役在许多情况下会触发多数排放，所以产品寿命结束假设可能会引进最大程度的不确定性。因此非常重要的是，清单编制者要记录含 HFC 的产品估算，并在可能的情况下开发某些机制用于监控实际退役。这些记录可能有助于确保排放总和不会超过长期输入总量。

7.4.4 质量保证/质量控制（QA/QC）、报告和归档

7.4.4.1 质量保证/质量控制

*优良作法*是实施第 1 卷第 6 章概述的质量控制检查以及排放估算的专家评审。也可以采用第 1 卷概述的附加质量控制核查和质量保证程序，尤其是运用较高级方法来估算这种应用的排放。对于第 1 卷第 4 章确定的*关键类别*，鼓励清单编制者采用较高层次的 QA/QC。

一个主要问题是，确保通过对各个国家估算求和来保持区域和全球数据保存方面的完整性，QA/QC 评审过程的主要内容需要将其与此进行交叉参照。

7.4.4.2 报告和归档

排放因子应当报告，同时特定国家数据的开发也应成文归档。向发泡工业销售的化学物质应当按照处理保密性问题的方式来报告。任何数据收集过程引起的大多数保密问题都涉及最高度集中的活动。为处理此问题，泡沫产生的排放可作为单个数值报告，但是此数值的拟定可以按照合适的保密性条款来审定。当然，源自制造（第一年）、使用（产品寿命）和退役（寿命结束）的综合排放声明始终更为可取，以允许持续关注各个领域取得的改进。如果清单编制者使用得自全球或区域数据库的活动数据，则他们应报告如何将排放分配到国家级的结果。

7.5 制冷和空调

7.5.1 此应用场合涵盖的化学物质

制冷和空调（RAC）系统可能的归类达 6 个子应用领域或类别（UNEP-RTOC，2003），不过在单个国家级中使用的子应用通常较少。这些类别对应于可能按地点和目的区分的子应用，如下所列：

- (ix) 民用（即家用）制冷，
- (x) 商用制冷包括从通风机到超市内中央制冷系统等不同类型设备，
- (xi) 工业过程包括食品、石化和其它工业内使用的冷却器、冷藏和工业加热泵等，
- (xii) 运输制冷包括冷藏卡车、容器、冷藏车和货车中使用的设备和系统等，
- (xiii) 固定源空调包括建筑物和住宅应用方面空对空系统、加热泵和冷却器¹⁹等，
- (xiv) 客车、货车厢、公交车和火车中使用的移动空调系统。²⁰

对于所有这些子应用，不同的 HFC 逐渐替换 CFC 和 HCFC。例如，在发达国家和若干发展中国家，HFC-134a 已经在家庭制冷、高压冷却器和移动空调系统方面代替了 CFC-12，像 R-407C（HFC-32/HFC-125/HFC-134a）和 R-410A（HFC-32/HFC-125）等 HFC 的掺配物主要在固定源空调方面替换了 HCFC-22。HFC 掺配物 R-404A（HFC-125/HFC-143a/HFC-134a）和 R-507A（HFC-125/HFC-143a）已经在商用制冷方面代替了 R-502（CFC-22/CFC-115）和 HCFC-22。其它非 HFC 物质还用于代替诸如在家庭制冷中的异丁烷（HC-600a）或工业制冷中的氨气等 CFC 和 HCFC。含 HFC 和/或 PFC 的大量掺配物正用于制冷和空调应用。表 7.8 显示了这些最常用的掺配物。

¹⁹ 大型商用建筑物（包括酒店、写字楼、医院、大学等）中舒适的空调，一般是通过水冷却器配合空气处理和分配系统来实现的。

²⁰ 移动空调系统的子应用可能占许多国家制冷和空调应用方面 HFC 排放的最大份额。参见第 7.5.2.4 节应用方法 2——移动空调举例（MAC），例如如何计算这些排放量。读者要明白估算这些排放需要有限的信息，本质上为一个平均排放因子和 HFC 空调车辆数的简单乘法，可能会与容器管理、充填和寿命结束有关的排放相加。

表 7.8
掺配物（许多含 HFC 和/或 PFC）

掺配物	成分	组成比例（%）
R-400	CFC-12/CFC-114	应指定 ¹
R-401A	HCFC-22/HFC-152a/HCFC-124	(53.0/13.0/34.0)
R-401A	HCFC-22/HFC-152a/HCFC-124	(61.0/11.0/28.0)
R-401C	HCFC-22/HFC-152a/HCFC-124	(33.0/15.0/52.0)
R-402A	HFC-125/HC-290/HCFC-22	(60.0/2.0/38.0)
R-402B	HFC-125/HC-290/HCFC-22	(38.0/2.0/60.0)
R-403A	HC-290/HCFC-22/PFC-218	(5.0/75.0/20.0)
R-403B	HC-290/HCFC-22/PFC-218	(5.0/56.0/39.0)
R-404A	HFC-125/HFC-143a/HFC-134a	(44.0/52.0/4.0)
R-405A	HCFC-22/ HFC-152a/ HCFC-142b/PFC-318	(45.0/7.0/5.5/42.5)
R-406A	HCFC-22/HC-600a/HCFC-142b	(55.0/14.0/41.0)
R-407A	HFC-32/HFC-125/HFC-134a	(20.0/40.0/40.0)
R-407B	HFC-32/HFC-125/HFC-134a	(10.0/70.0/20.0)
R-407C	HFC-32/HFC-125/HFC-134a	(23.0/25.0/52.0)
R-407D	HFC-32/HFC-125/HFC-134a	(15.0/15.0/70.0)
R-407E	HFC-32/HFC-125/HFC-134a	(25.0/15.0/60.0)
R-408A	HFC-125/HFC-143a/HCFC-22	(7.0/46.0/47.0)
R-409A	HCFC-22/HCFC-124/HCFC-142b	(60.0/25.0/15.0)
R-409B	HCFC-22/HCFC-124/HCFC-142b	(65.0/25.0/10.0)
R-410A	HFC-32/HFC-125	(50.0/50.0)
R-410B	HFC-32/HFC-125	(45.0/55.0)
R-411A	HC-1270/HCFC-22/HFC-152a	(1.5/87.5/11.0)
R-411B	HC-1270/HCFC-22/HFC-152a	(3.0/94.0/3.0)
R-411C	HC-1270/HCFC-22/HFC-152a	(3.0/95.5/1.5)
R-412A	HCFC-22/PFC-218/HCFC-142b	(70.0/5.0/25.0)
R-413A	PFC-218/HFC-134a/HC-600a	(9.0/88.0/3.0)
R-414A	HCFC-22/HCFC-124/HC-600a/HCFC-142b	(51.0/28.5/4.0/16.5)
R-414B	HCFC-22/HCFC-124/HC-600a/HCFC-142b	(50.0/39.0/1.5/9.5)
R-415A	HCFC-22/HFC-152a	(82.0/18.0)
R-415B	HCFC-22/HFC-152a	(25.0/75.0)
R-416A	HFC-134a/HCFC-124/HC-600	(59.0/39.5/1.5)
R-417A	HFC-125/HFC-134a/HC-600	(46.6/50.0/3.4)
R-418A	HC-290/HCFC-22/HFC-152a	(1.5/96.0/2.5)
R-419A	HFC-125/HFC-134a/HE-E170	(77.0/19.0/4.0)
R-420A	HFC-134a/HCFC-142b	(88.0/12.0)
R-421A	HFC-125/HFC-134a	(58.0/42.0)
R-421B	HFC-125/HFC-134a	(85.0/15.0)
R-422A	HFC-125/HFC-134a/HC-600a	(85.1/11.5/3.4)
R-422B	HFC-125/HFC-134a/HC-600a	(55.0/42.0/3.0)
R-422C	HFC-125/HFC-134a/HC-600a	(82.0/15.0/3.0)
R-500	CFC-12/HFC-152a	(73.8/26.2)
R-501	HCFC-22/CFC-12	(75.0/25.0)
R-502	HCFC-22/CFC-115	(48.8/51.2)
R-503	HFC-23/CFC-13	(40.1/59.9)
R-504	HFC-32/CFC-115	(48.2/51.8)
R-505	CFC-12/HCFC-31	(78.0/22.0)
R-506	CFC-31/CFC-114	(55.1/44.9)
R-507A	HFC-125/HFC-143a	(50.0/50.0)
R-508A	HFC-23/PFC-116	(39.0/61.0)
R-508B	HFC-23/PFC-116	(46.0/54.0)
R-509A	HCFC-22/PFC-218	(44.0/56.0)

¹ R-400 可以具有各种比例的 CFC-12 和 CFC-114。需要说明精确的组成比例，如 R-400（60/40）。

7.5.2 方法学问题

7.5.2.1 方法选择

如本章引言部分所述，方法 1 和方法 2 均会产生实际排放的估算，而非潜在排放的估算。计算消耗与排放之间滞误的实际估算对于制冷和空调部门尤为重要，因为这些应用中使用的产品和设备可能长期保留制冷剂。

可用于制冷和空调应用的选项，如图 7.6 决策树所示。

方法 1

方法 1 a/b

预期制冷和空调将是许多国家的关键类别。表 7.2 中的这个结论和图 7.6 中的决策树意味着，为了完成报告的任务，子应用级（分类的）需要特定国家或得自全球或区域的活动数据。然而，如果在少数实例中制冷和空调应用不重要，则应可以获得汇总数据的适合方法 1。

从若干国家制冷剂消耗和库存的动态研究经验看（UNEP-RTOC，2003；Ashford、Clodic、Kuijpers 和 McCulloch，2004；和说明材料），可以得出的假设可允许评估制冷剂的使用，这可能有助于评估国家级给定制冷剂的销售。这种混合方法 1a/b 可能使用以下假设：

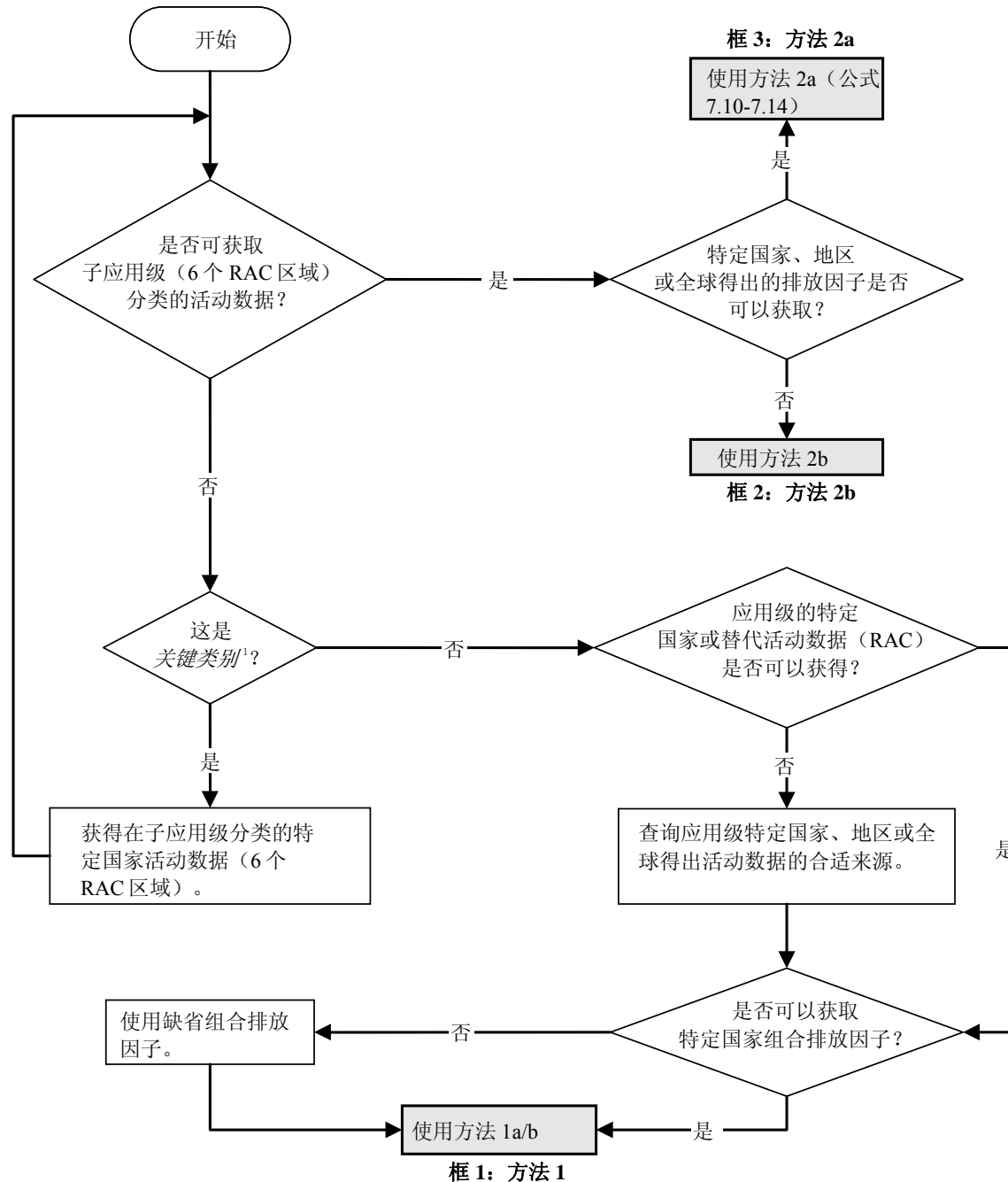
1. 包含制冷剂的设备在安装 3 年之后才会开始维修。
2. 在整个 RAC 应用场合，每年储存的制冷剂产生平均 15% 的排放。估计此假设为所有子应用的加权平均值，其缺省排放因子如表 7.9 所示。
3. 成熟的市场中，销售的 2/3 制冷剂用于维修，1/3 用于充填新设备。成熟的市场广泛使用含 ODS 替代物的制冷设备，供应商和用户之间存在购买和维修设备的关系。
4. 设备平均寿命为 15 年。还估计此假设为所有子应用的加权平均值。
5. 完全转变为新制冷剂技术将出现在以后 10 年期间。从迄今的经验看，据信此假设被对单个国家内的单个化学物质有效。

有了这些假设，如果可以提供以下数据，则可以推导出排放：

- 要报告的年份特定制冷剂的销售
- 引进制冷剂的年份
- 新设备销售的增长率（通常假设评估期内的增长率是线性的）
- 假设出口的新设备百分比
- 假设的进口新设备百分比

然后，方法 1a/b 反向计算从当前报告年份到引进年份，制冷剂库存的发展情况。在映射此时期时，此方法还对从新设备销售（最初为 100%）到成熟市场状况的转变建模，根据经验假设，新设备为 33%，有维修要求的为 67%。假设新制冷剂技术的转变同样地反映在任何进口的设备中。

图 7.6 源自制冷和空调（RAC）应用的实际排放的决策树



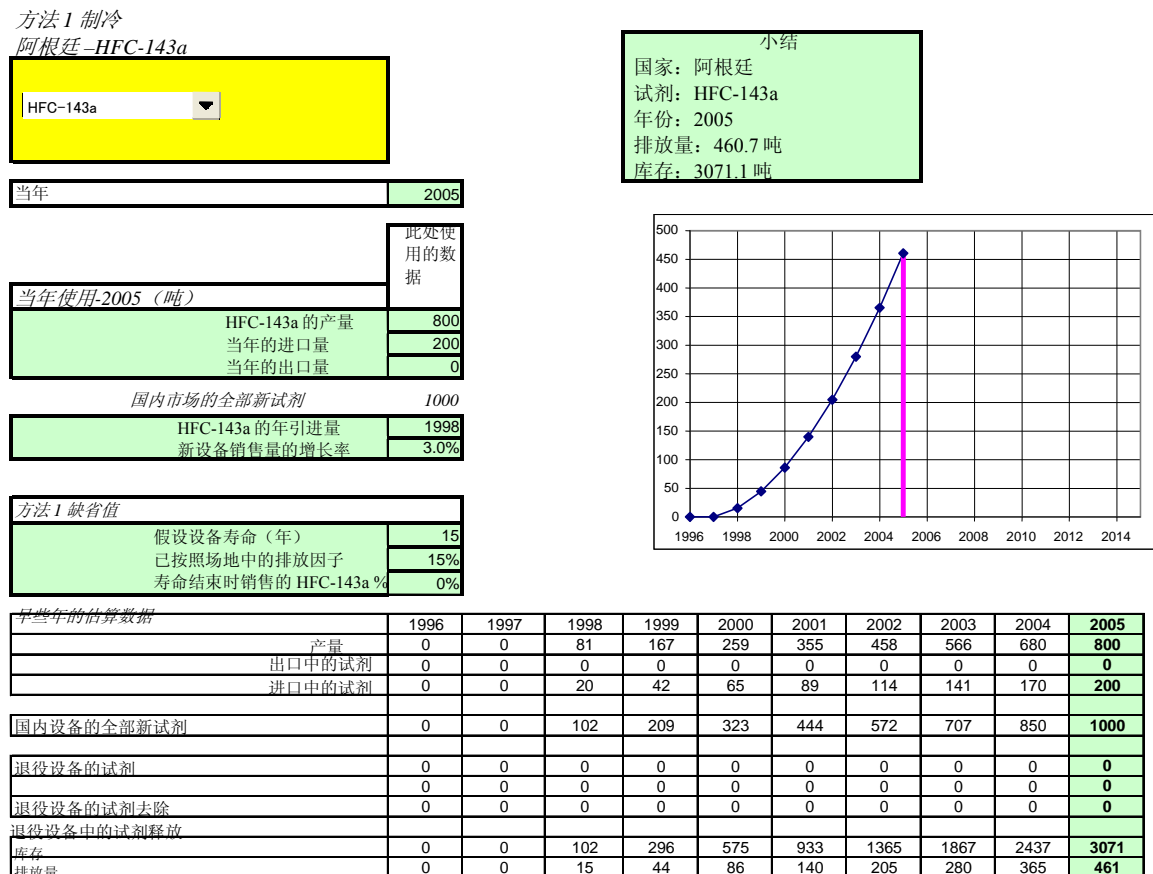
注：

1、有关关键类别和决策树使用的讨论，请参见第 1 卷第 4 章“方法选择和类别关键识别”（参见有关有限资源的 4.1.2 节）。

以下电子表格示例表明，方法 1a/b 将如何从 1998 年最初引进之后估算所选制冷剂排放的 7 年时间序列，已知 2005 年销售了 1000 吨。《2006 年指南》光盘中所含电子表格镜像了此计算，应用和综合子应用级的全球或区域得出的数据集²¹ 应在国家级获得以协助完成此电子表格。

²¹ 如框 7.1 中所述，纳入 IPCC 排放因子数据库（EFDB）将表示通常遵循预期过程，但优良作法是各国要确保从 EFDB 中获得的所有数据均适合各自国情。

图 7.7 方法 1a/b 评估的电子表格计算举例



在此假设举例中，2005 年 1000 吨消耗总量中，特定制冷剂的产量为 800 吨，其它 200 吨用于进口设备。根据此消耗数据以及制冷剂引进年份的知识，可以看到方法 1a/b 根据前 7 年的库存发展预测出 461 吨的排放。2005 的库存经估算为 3 071 吨。

应注意到，如果这些方法允许估算难以获得数据时的排放，但仍然需要准确评估特定国家或得自全球或区域的净消耗活动数据。若考虑表 7.8 的内容（特别是当设备中的这些掺配物的一些在进口时），显然需要对市场的技术选择有相当程度的了解。制冷剂供应商应当能够在这方面协助清单编制者，但是开发高质量活动数据集的负担，可能使得清单编制者得出这样的结论，即方法 2 选项可以很少附加工作提供了更多价值。当然，如果找到了全球或区域经验证的数据活动，通常这将重新组成子应用级最初分类的数据，因此最符合逻辑的作法是充分使用这种丰富数据并从开始时就采用方法 2。

方法 2

概述

方法 2a 方法学：

- 为了确定所有应用的制冷剂选择，根据《蒙特利尔议定书》计划和可能的国家或区域规定，考虑 CFC 和 HCFC 的逐步淘汰或逐步减少；
- 确定每个子应用的典型制冷剂填料和设备寿命；
- 确定运行期间、维修和寿命结束时制冷剂填料的排放因子。

独立于制造年期，计算整个设备寿命内的排放需要推导出设备的总库存。同时，建立各子应用的制冷剂库存。

为了达到一致性，建议根据新品牌设备中充填的制冷剂数量和设备总库存中用于维修的制冷剂数量，推导出制冷剂年度市场。

方法 2b 质量平衡方式依赖于对如下的认知：制冷剂的年度销售量、去除的制冷剂量以及子应用出现的设备库存（即，新设备销售量和退役的设备）的任何变化。不需要绝对了解与每个制冷和空调子应用有关的设备库存或排放因子。

方法 2 如何应用的例子，本节其它部分有所论述。

方法 2b – 质量平衡方式

由于维护设备所需的大量维修组分，所以质量平衡方式特别适用于制冷和空调应用。方法 2b 的一般方式，第 3 卷第 1 章有所介绍。

对于质量平衡方式，上述确定的四个排放阶段（充填、运行、维修和寿命结束）在以下简化公式中陈述：

<p>公式 7.9</p> <p>按质量平衡确定制冷剂排放</p> <p>排放 = 新制冷剂的年销售量 – 新设备的总充填量</p> <p>+ 退役设备的原始总充填量 – 有意去除量</p>

*新制冷剂的年销售量*是在给定年份内特定国家引进到制冷部门的化学物质质量。它包括用于填充或重新填充设备的所有化学物质，不管化学物质是充填到在工厂内设备中，充填到安装后设备中，还是用于重新填充维修时设备。它不包括循环使用或再生的化学物质。

*新设备总充填量*是给定年份内国家内销售的所有新设备的全部填料之和。它包括在工厂内填充设备所需的化学物质和填充安装后设备所需的化学物质。不包括充填排放或用于重新填充维修设备的化学物质。

*退役设备的最初总充填量*是给定年份内一国所有退役设备的所有填料之和。假设此设备将会一直维修到退役之时，因此将含有其最初填料。

*有意去除量*是采用认可的去除技术适时去除的化学物质质量。

在各个国家，存在现有制冷设备的库存，这些设备包含制冷化学物质的现有库存（*库存*）。因此，新化学物质制冷剂的年销售已定用于以下三个目的之一：

- 增加正在使用的现有化学物质库存（*库存*）的数量（包括从先前的化学物质到给定化学物质的改型设备）
- 替换排放到大气中化学物质最后一年库存的比例（如，通过泄漏或维修损耗）
- 提供供应链装填物或料堆。

因为稳定状态的市场很少需要此列表中的第三项，所以未纳入公式 7.9。如果存在这种情形，则计算料堆和改型的项可以添加到公式 7.9。

销售的气体总量和用于提高化学物质库存大小的气体数量之间的差值，等于排放到大气中的化学物质质量。化学物质库存数量增加等于新设备和退役设备总充填量之间的差值。

使用与气体当前销售和与历史销售有关的数据，而不是引用文献资料中的排放因子，此公式反映了它们出现时间和所在地点的组装、运行和处置排放。缺省排放因子可能不准确，因为各国的排放速率可能差异很大，甚至单个国家内的排放速率也有很大差异。

如第 3 卷第 1 章第 1.5 节所述，质量平衡方式的一个缺点是若设备库存出现增长则可能低估排放，原因在于排放的时间和检测到排放的时间（通过设备维修）之间出现的间隔。HFC 在设备中已使用时间少于 10 年的国家，这种低估程度相对较大，因为设备中的大部分 HFC 在未经维修的情况下已经泄漏。因此，对于 HFC 使用时间少于 10 年的国家，鼓励使用替代方法来估算排放。总之，HFC 在一国使用的时间越长，与质量平衡方式关联的低估就越小。一旦含 HFC 的设备开始退役，低估降到最低水平。

公式 7.9 可适用于各个类型的设备（子应用）或更常用于国内所有空调和制冷设备（即方法 1b），这取决于可用数据的分类级别。如果可以获得分类数据，则为每类设备和化学物质开发的排放估算经求和，确定应用的全部排放。

方法 2a – 排放-因子方式

方法 2a 计算中，源自制冷和空调系统 6 个子应用²² 中的每个应用在 t 年的制冷剂排放将单独计算。这些排放源于：

- $E_{\text{容器},t}$ = 与制冷剂容器管理有关的排放
- $E_{\text{充填料},t}$ = 与制冷剂填料有关的排放：要充填制冷剂容器与新设备的连接和断开
- $E_{\text{寿命},t}$ = 运行（逃逸排放和破裂）和维修期间与 6 个子应用关联的源自制冷剂库存的年排放量
- $E_{\text{寿命结束},t}$ = 系统处置时产生的排放

所有这些数量的单位为千克，必须对 6 个不同子应用所用的各类 HFC 进行计算。

公式 7.10
排放源概述

$$E_{\text{总量},t} = E_{\text{容器},t} + E_{\text{充填料},t} + E_{\text{寿命},t} + E_{\text{寿命结束},t}$$

估算上述部门平均排放速率的方法在下文概述，且需要按各制冷剂逐一对所有设备进行计算（与制造年期无关）。如果不能获得有关容器和充填排放的信息，清单编制者可以将这些损耗估算为库存的某个百分比，并修正以下公式 7.13 中的寿命（运行加上维修）排放因子，来计算这些损耗。

容器的制冷剂管理

与制冷剂容器管理有关的所有排放包含：将制冷剂从大体积容器（通常为 40 吨）向下转移到质量差异为 0.5kg（可处置的小罐）-1 吨（集装箱）的小容积时与制冷剂有关的所有排放，以及源自各个容器中剩余数量造成的所有排放。后一种情况就是回收或排放出的所谓制冷剂**残留比例**（蒸汽和/或液体）。

公式 7.11
容器管理中的排放源

$$E_{\text{容器},t} = RM_t \cdot \frac{c}{100}$$

其中：

$E_{\text{容器},t}$ = t 年所有 HFC 容器产生的排放量，单位为 kg

RM_t = t 年所有制冷应用的新设备和维修的 HFC 市场，单位为 kg

c = 当前制冷剂市场 HFC 容器管理的排放因子，百分比

与容器的整个制冷剂管理有关的排放经估算，介于制冷剂市场的 2%-10% 之间。

新设备的制冷剂填料排放

由于新设备充填过程产生的制冷剂排放与制冷剂容器在最初充填时连接到设备和从其断开的过程有关。

公式 7.12
充填新设备时的排放源

$$E_{\text{充填料},t} = M_t \cdot \frac{k}{100}$$

其中：

$E_{\text{充填料},t}$ = t 年系统制造/组装期间的排放量，单位为 kg

M_t = t 年充填到新设备中的 HFC 量（每个子应用），单位为 kg

k = 充填到新设备中的 HFC 组装损耗排放因子（每个子应用），百分比

注：与维修期间连接和断开过程有关的排放纳入公式 7.13。

²² 可以使用 6 个以上的子应用，这取决于可获分类数据的级别。

充填量 (M_t) 应包括国家内充填的所有系统，以及为出口生产的所有系统。不应考虑进口预充填的系统。

排放因子 k 的典型范围介于 0.1%-3%。与排放最高可达 2% 的现场安装系统相比，排放较低的工厂组装系统，其充填过程期间的排放截然不同（参见表 7.9）。

寿命期间的排放（运行和维修）

制冷剂库存中的年泄漏表示逃逸排放，即连接件、接缝、轴密封等的泄漏，还有管道或热交换器的破裂会造成部分或全部制冷剂释放到大气。除了诸如压缩机烧坏等组件故障之外，主要由于逃逸排放造成的制冷剂损耗使得制冷能力过低，设备要进行维修。根据应用，可以每年、每 3 年进行维修，有时在整个寿命期间从不维修，如家庭制冷子应用。对于某些子应用，维修期间必须修复泄漏，因而可能必须回收制冷剂，因此在估算排放因子时必须考虑回收效率。此外，要了解每个子应用维修所需的年制冷剂，才能将新设备中充填的制冷剂数量加总来确定国家制冷剂市场（参见质量保证/质量控制段落）。应用以下计算公式：

公式 7.13
设备寿命期间的排放源

$$E_{\text{寿命},t} = B_t \cdot \frac{x}{100}$$

其中：

$E_{\text{寿命},t}$ = t 年系统运行期间 HFC 的排放量，单位为 kg

B_t = t 年现有系统中 HFC 的储存量（每个子应用），单位为 kg

X = 运行期间每个子应用库存中 HFC 的年排放速率（即排放因子），要考虑维修期间的平均年泄漏率和平均年排放量，百分比

计算制冷剂库存 (B_t) 时，国家内运行的所有系统（国内生产和进口的）必须按各子应用逐个进行考虑。

描述各个制冷子应用各类设备的典型泄漏速率 (x)，举例如表 7.9 所示。

寿命结束的排放

从报废系统释放出的制冷剂量取决于处置时剩余的制冷剂量以及回收的部分。从技术角度看，剩余液体的主要部分可以回收，但寿命结束时的回收取决于规定、财政激励和环境意识。

以下计算公式（公式 7.14）适用于估算系统处置产生的排放：

公式 7.14
系统寿命结束的排放

$$E_{\text{寿命结束},t} = M_{t-d} \cdot \frac{p}{100} \cdot \left(1 - \frac{\eta_{\text{rec},d}}{100}\right)$$

其中：

$E_{\text{寿命结束},t}$ = t 年系统处置时的 HFC 排放量，单位为 kg

M_{t-d} = ($t-d$) 年充填到已安装新系统中的最初 HFC 量，单位为 kg

p = 正处置的设备中 HFC 的残余充填料占有充填料的百分比，百分比

$\eta_{\text{rec},d}$ = 处置时的回收效率，即回收的 HFC 占系统中包含的 HFC 的比率，百分比

估算最初充填到系统 (M_{t-d}) 中的制冷剂量时，应考虑国家充填的所有系统（国内市场）和进口预充填的系统。

7.5.2.2 排放因子的选择

方法 1a/b

如 7.5.2.1 节“方法选择”所述，需要组合排放因子来完成方法 1。因为制冷和空调应用内的子应用相对不同，所以任何单个组合排放因子的有效性必须经过验证，除非考虑了国家子应用的特定混合。因此，*优良作法*是根据国内研究，开发组合排放因子。每年库存 15%的总合缺省排放因子用于本指南所附《2006 年指南》光盘中所含电子表格的计算举例。

方法 2a

选择排放因子的*优良作法*是，根据设备制造商、服务提供商、处置公司和独立研究机构提供的信息，来使用特定国家的数据。若不能获得国家数据，清单编制者应使用表 7.9“充填料、寿命和排放因子估算”所示的缺省排放因子，此表汇总了设备充填、寿命和排放因子的最佳估算。这些缺省值反映了有关工业的当前知识状态，作为范围提供而非点估算。寿命和排放因子范围的下限旨在表示发达国家的状态，而每个范围的上限旨在表示发展中国家的状态。清单编制者应根据特定国家情况从该范围选择，并记录选择的原因。如果从现场收集的数据无法细分为表 7.9 所示的子应用，*优良作法*是，使用专家判断来估算每类设备的相对份额，并按方法 1a/b 提议据此相对份额来计算加权的组合排放因子，或对最常见类型的设备使用排放因子。

表 7.9
制冷和空调系统的填料、寿命和排放因子的估算¹

子应用	填料 (kg)	寿命 (年数) ²	排放因子 (每年初始填料的%) ³		寿命结束排放 (%)	
			(k)	(x)	($\eta_{rec,d}$)	(p)
公式中的因子	(M)	(d)	初始排放	运行排放	回收效率 ⁴	剩余的初始填料
家庭制冷	$0.05 \leq M \leq 0.5$	$12 \leq d \leq 20$	$0.2 \leq k \leq 1$	$0.1 \leq x \leq 0.5$	$0 < \eta_{rec,d} < 70$	$0 < p < 80$
零星的商业应用	$0.2 \leq M \leq 6$	$10 \leq d \leq 15$	$0.5 \leq k \leq 3$	$1 \leq x \leq 15$	$0 < \eta_{rec,d} < 70$	$0 < p < 80$
中等与大型商用制冷	$50 \leq M \leq 2000$	$7 \leq d \leq 15$	$0.5 \leq k \leq 3$	$10 \leq x \leq 35$	$0 < \eta_{rec,d} < 70$	$50 < p < 100$
运输制冷	$3 \leq M \leq 8$	$6 \leq d \leq 9$	$0.2 \leq k \leq 1$	$15 \leq x \leq 50$	$0 < \eta_{rec,d} < 70$	$0 < p < 50$
包括食品加工和冷藏在内的工业制冷	$10 \leq M \leq 10,000$	$15 \leq d \leq 30$	$0.5 \leq k \leq 3$	$7 \leq x \leq 25$	$0 < \eta_{rec,d} < 90$	$50 < p < 100$
冷却器	$10 \leq M \leq 2000$	$15 \leq d \leq 30$	$0.2 \leq k \leq 1$	$2 \leq x \leq 15$	$0 < \eta_{rec,d} < 95$	$80 < p < 100$
住宅和商用空调, 包括加热泵	$0.5 \leq M \leq 100$	$10 \leq d \leq 20$	$0.2 \leq k \leq 1$	$1 \leq x \leq 10$	$0 < \eta_{rec,d} < 80$	$0 < p < 80$
移动 A/C	$0.5 \leq M \leq 1.5$	$9 \leq d \leq 16$	$0.2 \leq k \leq 0.5$	$10 \leq x \leq 205$	$0 < \eta_{rec,d} < 50$	$0 < p < 50$

¹ 基于 UNEP RTOC 报告 (UNEP-RTOC, 1999; UNEP-RTOC, 2003) 中所包含的信息

^{2, 3} 发达国家的下限值和发展中国家的上限值

⁴ 下限域值 (0%) 表明, 在一些国家没有回收。

⁵ Schwarz 和 Harnisch (2003) 估算泄漏率为 5.3% - 10.6%; 这些比率仅适用于 1996 年和其后年份欧洲模式中安装的第二代移动空调。

7.5.2.3 活动数据的选择

方法 1a/b

制造制冷剂化学物质的各国的清单编制者应使用化学制造商提供的信息，来估算新制冷剂的年销售。有关进口化学物质的数据应从海关统计资料、进口商或分销商处收集。

新设备的充填总量可以采用以下两者之一进行估算：

- 从设备制造商/进口商处获得的与制造或进口设备的充填总量有关的信息；或
- 从化学制造商/进口商处获得的与设备制造商和分销商的销售有关的信息。

确保此信息仅包括制冷剂的销售量，不包括原料或其它使用的数据。新制冷剂的销售总量和新设备中充填总量之间的差异假设为用于维修。如果不能获得有关新设备填料的信息，可以假设成熟市场中 2/3 的冷冻剂用于维修，而 1/3 的冷冻剂用于新设备。然而，采用这种假设必须具有市场状态的一些说明，以及这些假设的可能适用性。

方法 2

方法 2a 和方法 2b 都需要为每个子应用开发矩阵，一方面根据设备类型，另一方面根据制冷剂类型。为了推导出所有制造年期的设备数，还需要历史净消耗活动数据。矩阵的年度更新，使得每年按照公式 7.10 -7.14 中的详细信息重新计算所有排放类型成为可能。而且，由于变化的国家规定（通常与不同日期淘汰的 CFC 和 HCFC 有关）和变化的技术选择，制冷剂选择必须逐年进行评估。在某些国家，HFC 制冷剂规定已经开始生效。

如果特定国家数据不能分析到此级别，可以为所有子应用从基于表 7.9 提供的制冷剂填料和寿命的著名数据库中获取全球或区域验证的活动数据，以便使用方法 2。一般可能需要根据具体国情进行大量改进。可从应用专家处获得这一帮助。

其它共有问题

不论收集特定国家活动数据是支持方法 1 或是方法 2，清单编制者均必须考虑如何处理制冷剂掺配料。表 7.8 说明现有的复杂性，预期只有当设备制造商寻求对性能做出更多改善（特别是能源效率）时，掺配料的知名度才会增加。若掺配料包含 HFC 和其它组成部分，则只需要考虑可报告的要素。对于具有重要 GWP 的其它组成部分，情况更是如此（如 CFC 和 HCFC）。

清单编制者还需要考虑如何监控含 HFC 和/或 PFC 的设备和产品的贸易活动。下框 7.3 展示了为充分估算进出口所需的一些测量。

框 7.3 计算制冷剂和设备的进出口量

在估算方法 2b 所需的新制冷剂的年销售量、新设备的充填总量和退役设备的原始充填总量时，清单编制者应考虑化学物质和设备的进出口。这将确保它们捕获的是化学物质和设备的实际国内消耗量。例如，如果一个国家进口要使用的 HFC-134a 占重要份额，则已进口的数量应计算为年销售的一部分。此外，如果一个国家充填然后出口大量家用冰箱，出口冰箱的充填总量应从国家制造的家用电器的充填总量中减去，以获得新设备的充填总量。

通用方法：总之，年销售量应使用以下公式来计算：

$$\begin{aligned} \text{年销售量} &= \text{国内制造的化学物质} \\ &+ \text{进口的批量化学物质} \\ &- \text{出口的批量化学物质} \\ &+ \text{工厂内包含的化学物质} - \text{充填的进口设备} \\ &- \text{工厂内包含的化学物质} - \text{出口的充填设备} \end{aligned}$$

所有数量应来自正估算排放的年份。类似地，新设备的充填总量应使用以下公式估算：

$$\begin{aligned} \text{新设备的充填总量} &= \text{为不是工厂充填的国内制造的设备而充填的化学物质} \\ &+ \text{为工厂充填的国内制造的设备而充填的化学物质} \\ &+ \text{为不是工厂充填的进口设备而充填的化学物质} \\ &+ \text{工厂内包含的化学物质} - \text{充填的进口设备} \\ &- \text{工厂内包含的化学物质} - \text{充填的出口设备} \end{aligned}$$

退役设备的原始充填总量应按照与新设备的充填总量相同的方式来估算，不同之处在于所有数量应来自退役设备的制造年份或进口年份。

简化方法：在估算年销售量和新设备的充填总量时，如果这些数量在排放计算中抵消，则可以忽略工厂充填设备中进出口化学物质的数量。然而，使用简化计算的清单编制者应确保：（1）在估算年销售量和新设备的充填总量时，始终要处理工厂充填设备的进出口；（2）在估算退役设备的原始充填总量时，继续考虑工厂充填设备的进出口。由于新设备最终将成为退役设备，所以即使此信息对于编制当年的估算不是十分必要，各国也宜跟踪工厂充填设备的进出口。

年销售量的简化公式为：

$$\begin{aligned} \text{年销售量} &= \text{国内制造的化学物质} \\ &+ \text{进口的批量化学物质} \\ &- \text{出口的批量化学物质} \end{aligned}$$

新设备充填总量的简化公式为：

$$\begin{aligned} \text{新设备的充填总量} &= \text{充填国内所制造设备的化学物质} \\ &+ \text{为未在工厂中充填的进口设备而充填的化学物质} \end{aligned}$$

考虑预充填设备进出口的完整公式必须用于计算退役设备的原始充填总量。

7.5.2.4 应用方法 2 – 移动空调（MAC）举例

下框 7.4 展示了评估源自假定国家清单的移动空调子应用中的排放所需的逐步方法。采用的此方法主要是方法 2a，不过还有些要素同样适用于方法 2b。因此，此例少说明这样的现实，即实际上很少有纯粹的方式和方法。经常有排放因子方式与质量平衡方式的混合方法，以及特定国家数据和全球或区域得出的数据的混合数据。如 7.1.2.1 节指出，一个方法、方式或数据集将经常用于相互交叉检查。此例还表明，详尽实施方法 2a 需要收集与子应用有关的大量信息。一旦确立，在随后几年实施此方法便不会很难。还要注意这些假设仅用于举例；清单编制者应收集特定国家信息，而不是使用显示的假设。

框 7.4

移动空调的方法 2a 计算的应用举例

导言

迄今国家清单和其它研究表明，移动空调（MAC）中的 HFC-134a 排放大大促成了制冷和空调（RAC）应用排放和 ODS 替代物类别排放。对于许多国家，MAC 中的排放将包含 50% 或更多的 RAC 排放，且可能超过 50% 的 ODS 替代物类别排放总量。这归咎于许多因素，包括：

- MAC 中各 ODS 逐渐淘汰而使用 HFC，其发生比其它子应用更早更快，如仍旧主要依赖于 ODS 的住宅（固定源）空调和商用制冷（超市）。
- MAC 易受物理冲击和振动等极端情况，因此排放往往很大。
- MAC 的寿命比许多其它 RAC 子应用往往要短，因此寿命结束排放见到较早，而依赖于 ODS 的设备库存较快为 HFC 替换。
- 由于涉及少量制冷剂的填料，从各 MAC 回收通常视为没有经济效益，因此在维修和处置期间不会经常实施。

此外，国家有关车辆购买和登记的数据，经常已知其质量较高，或这些数据是易于获取。因此，*优良作法*是估算此子应用产生的排放。下文叙述，RAC 应用的通用公式可以如何适用于 MAC 子应用。

数据收集和假设

收集子应用级某些数据，应用少数基本假设来简化所需的数据和计算，可以获得 MAC 排放的准确估算，如下所示：

制冷剂类型。至关重要，按照制冷剂将每个数据源分开，以便分别计算每个制冷剂的排放。对于 MAC，按照自 20 世纪 90 年代中期到末期生产的所有 MAC 将 HFC-134a 用作制冷剂的实际情况，可以简化这一操作。然而，过去使用的 CFC-12 仍旧存在于某些运作系统中。此外，以后要考虑诸如 HFC-152a 和 R-744（二氧化碳）等其它制冷剂。

容器中销售的制冷剂 (RM_t)。对于 MAC，制冷剂通常来自三个基本类型的容器：“大体积容器”被发送到车辆制造商处来填充新的 MAC；“小罐”含大约 300-500 克制冷剂，通常由维修自己设备的个人使用；“钢瓶”含大约 10-15 千克制冷剂，由维修许多车辆的车间使用。如果假设大体积容器中没有损耗（参见下文），则为了计算 $E_{容器}$ ，需要知道在小罐 (RM_{sc}) 和钢瓶 (RM_{cy}) 中销售的制冷剂总量。区分销售到不同子应用的制冷剂（如，HFC-134a 还用于冷却器和家庭制冷子应用中）也会很重要，因此在计算中只使用销售的 MAC 制冷剂。此数据可从小罐包装商和制冷剂生产商/分销商处获得。

容器残留比例 (c)。在此例中，我们假设维修容器中的残留比例未回收（如，钢瓶丢弃，未重新使用），对于小罐 $c_{sc} = 20\%$ ，对于钢瓶 $c_{cy} = 2\%$ 。因为大型制冷剂容器通常返回到制冷剂生产商且被重新填充，所以我们可以假设没有要排放的残留比例，因此 $c_{bulk} = 0\%$ 。

每年生产的 MAC (N_t)。如果每年使用的各 MAC 数未知，则将每年使用的车辆数乘以与 MAC 销售的百分比估值，可以进行估算。这些数据可以从汽车制造商、MAC 生产商/供应商或涉及交通运输、基础设施和公路安全的政府机构处获取。如果使用多种类型的制冷剂，将每个 N_t 分成不同的制冷剂就很重要，如 $N_{1994} = N_{1994,CFC-12} + N_{1994,HFC-134a}$ 。

每个 MAC 的名义充填量 (m_t)。对于不同的车型，此因子可能会有所差异；例如，小型客车可能具有比公交车或更大车辆更少的制冷剂填料，尤其是具有多个脱水器的车辆。同样地，随着时间的推移这可能会出现变化，例如，制造商为相同大小的车辆生产更小的系统时就会减小，或更大的汽车和更多脱水器装置进入市场时就会增加。在此例中，我们假设长时间内平均常量 $m = 0.7 \text{ kg}$ ，这是小到中型客车的常量。

充填到新设备中的制冷剂 (M_t)。这易于计算为 $M_t = N_t \cdot m_t = 0.7 \cdot N_t$ 。

组装损耗 (k)。这用于计算充填排放，也称为“第一次充填排放”。此损耗速率通常较小，概数 $k = 0.5\%$ 或更小。为了简化，我们在此例中假设 $k = 0$ 。

寿命 (d)。— MAC 的假定寿命。此变量可能基于国家数据，对于不同类型的 MAC（客车、公交车等）可能是不同的。此例中，我们假设所有 MAC 的寿命 $d=12$ 年。

现有设备中的库存 (B)。库存是 MAC 中使用的制冷剂量，减去已处置 MAC 中的制冷剂量，加上用于维修 MAC 的制冷剂量，再减去已泄漏的量。实际上，给定的 MAC 很可能在维修之前泄漏了若干年里。此例中尝试不考虑此情，我们应用公式 7.13，假设每年维修所有的 MAC，因此估算的各 MAC 充填量等同于名义充填量。在此假设中要考虑年度排放平均速率。此值仅会出现较小的误差，除非年度 MAC 销售量变动很大。因此，任何给定年份的库存是每年从当年返回到设备的假设平均寿命时充填到新设备的制冷剂之和。因此，

$$B_t = \sum_{i=1}^d M_{t-i+1}$$

例如，使用 $d=12$ 年，2006 年的库存将为 $B_{2006} = M_{2006} + M_{2005} + M_{2004} + \dots + M_{1997} + M_{1996} + M_{1995}$ 。

年排放速率 (x)。此因子考虑源自设备的泄漏和使用期间的任何排放。对于不同类型的 MAC，这两项可以是不同的，且当 MAC 产生时还可能有所差异（即较旧的 MAC 可能比更新的 MAC 泄漏多）。如果未出现年度维修，则任何维修事件排放出的量需要是维修事件之间各个年份的平均值，从而得出每年的排放速率。此值可能会有相当大的差异，取决于国家情况和实施的维修类型。必须考虑实施维修之前给定填料的回收，通过检查小罐与钢瓶中销售的制冷剂量，可能部分扣除。本例中，我们假设每年泄漏出 15% 的名义充填量，维修期间平均排放出 11%。因此， $x=26\%$ 。

已处置 MAC 的残余填料 (p)。假设在处置年份之前维修 MAC，并估算每年的排放速率，则易于计算为 $p=1-x$ 。在我们的举例中， $p=1-26\%=0.74$

回收效率 ($nrec$)。如果不存在规定或激励措施要求从处置的 MAC 中回收制冷剂，则出现的几率可能非常少。因此本例中，我们假设 $nrec=0$ 。

不同类型排放的计算

既然这些数据已经被收集且已经做出假设，就可以实施排放计算。例如年份 $t=2006$ ，计算如下：

容器排放（公式 7.11）。

$$E_{\text{容器},2006} = RM_{cy,2006} \cdot c_{cy} + RM_{sc,2006} \cdot c_{sc} = 0.02 \cdot RM_{cy,2006} + 0.2 \cdot RM_{sc,2006}$$

充填排放（公式 7.11）。

$$E_{\text{充填量},2006} = M_{2006} \cdot k = 0$$

寿命期间（运行和维修）的排放（公式 7.13）。

$$\begin{aligned} E_{\text{运行},2006} &= B_{2006} \cdot x = 0.26 \cdot B_{2006} = 0.26 \cdot \sum_{i=1}^d M_{t-i+1} \\ &= 0.26 \cdot (M_{2006} + M_{2005} + M_{2004} + \dots + M_{1997} + M_{1996} + M_{1995}) \\ &= 0.26 \cdot m \cdot (N_{2006} + N_{2005} + N_{2004} + \dots + N_{1997} + N_{1996} + N_{1995}) \\ &= 0.26 \cdot 0.7 \cdot (N_{2006} + N_{2005} + N_{2004} + \dots + N_{1997} + N_{1996} + N_{1995}) \\ &= 0.182 \cdot (N_{2006} + N_{2005} + N_{2004} + \dots + N_{1997} + N_{1996} + N_{1995}) \end{aligned}$$

寿命结束排放（公式 7.14）。

$$\begin{aligned} E_{\text{寿命结束},2006} &= M_{2006-d} \cdot p \cdot (1 - n_{rec}) = M_{2006-12} \cdot 0.74 \cdot (1 - 0) \\ &= 0.74 \cdot M_{1994} = 0.74 \cdot 0.7 \cdot N_{1994} = 0.518 \cdot N_{1994} \end{aligned}$$

排放总量计算

MAC 排放总量（公式 7.8）。

$$\begin{aligned}
 E_{\text{总量},2006} &= E_{\text{容器},2006} + E_{\text{充填量},2006} + E_{\text{寿命},2006} + E_{\text{维修},2006} + E_{\text{寿命结束},2006} \\
 &= 0.02 \cdot RM_{\text{cy},2006} + 0.2 \cdot RM_{\text{sc},2006} + 0 \\
 &\quad + 0.182 \cdot (N_{2006} + N_{2005} + N_{2004} + \dots + N_{1997} + N_{1996} + N_{1995}) + 0.518 \cdot N_{1994} \\
 &= 0.02 \cdot RM_{\text{cy},2006} + 0.2 \cdot RM_{\text{sc},2006} \\
 &\quad + 0.182 \cdot (N_{2006} + N_{2005} + N_{2004} + \dots + N_{1997} + N_{1996} + N_{1995}) + 0.518 \cdot N_{1994}
 \end{aligned}$$

唯一未知的是：

- RM_{sc} —以小罐销售到使用 MAC 处的制冷剂（单位为千克），此值可以从小罐包装商处获得。
- RM_{cy} —以钢瓶销售到使用 MAC 处的制冷剂（单位为千克），此值可以从制冷剂生产商/分销商处获取；且
- N_t —每年使用的各 MAC 数量，这些数据可以从汽车制造商、MAC 生产商/供应商或涉及交通运输、基础设施和公路安全的政府机构处获得。

如果不包括源自制冷剂容器和寿命结束时的排放，例如，如果认为使用的钢瓶完全排放且最小 MAC 在给定年份内达到寿命结束，则此公式简化用排放因子（每年排放速率乘于平均充填量，此例中每个 MAC 为 0.182 kg）为乘以活动（MAC 的数量）。此计算可得出制冷剂的排放总量，单位为千克。保持每个制冷剂独立并将每个和乘以制冷剂的 GWP，会得出 CO₂ 等价排放量，单位为千克。除以 10 亿（10⁹）将得出 CO₂ 等价物（TgCO₂eq）的排放量，单位为万亿克。

7.5.2.5 完整性

如果可以获得新制冷剂和当年退役设备中制冷剂的数据，则可以获得方法 1a/b 的完整性。对于方法 2a 和方法 2b，完整性取决于彻底考虑现有设备库存，这可能涉及跟踪大量数据。

7.5.2.6 建立一致的时间序列

对时间序列中每一年份，应当采用相同方法和数据源，来计算源自制冷和空调的排放量。如果对于时间序列中任何年份不能为更严格的方法获得一致的数据，则应根据第 1 卷第 5 章介绍的指南，重新计算漏缺。

7.5.3 不确定性评估

表 7.8 “估算制冷和空调系统的填料、寿命和排放因子”陈述了排放因子范围，强调了与此部门关联的不确定性。总之，分类方法（方法 2）由于子应用的异质性，具有比方法 1 更低的不确定性。比使用化学销售数据的质量平衡方式（方法 2b），取决于排放因子（方法 2a）的这些方法 2 具有更高的不确定性。其主要原因是，大多数设备的单位尺寸小和小单位误差的倍增潜力。清单编制者应寻求有关不确定性的工业意见，使用这些方法来获得第 1 卷第 3 章概述的专家判断。

7.5.4 质量保证/质量控制（QA/QC）、报告和归档

7.5.4.1 质量保证/质量控制

为了对方法 2 实施质量控制，可以但并非必须为了满足优良作法的要求，将化学制造商或制冷剂分销商声明的每年国家 HFC 制冷剂市场与方法 2 推导出的所需的每年 HFC 制冷剂进行比较。将需要制冷剂用于充填新设备或维修现有设备。充填设备所需的制冷剂（即购买的）包括在设备中实际充填的制冷剂以及任何关联的排放（充填过程期间出现的排放，或用于在丢弃之前未完全耗尽的容器中充填时出现的排放）。维修所需的制冷剂，是用于替换现有设备损耗的制冷剂（由于维修期间的泄漏和损耗），以及丢弃之前容器中未完全耗尽的制冷剂。以下公式可对此验证。

公式 7.15
供需评估验证

$$RN_t = \sum_{j=1}^6 (S_{prod_t,j} \cdot m_{t,j}) + \sum_{j=1}^6 (M_{t,j} \cdot k_j) + \sum_{j=1}^6 (B_{t,j} \cdot x_j) + RM_t \cdot c$$

其中：

RN_t = t 年所需的 HFC 制冷剂，单位为 kg

j = 从 1 到 6 的计数（或为方法 2 选择的子应用个数）

$S_{prod_t,j}$ = t 年子应用领域使用 HFC 制冷剂的国家设备产量，设备数量

$m_{t,j}$ = 子应用 j 类设备中 HFC 的初始平均充填量，单位为 kg

$M_{t,j}$ = t 年充填到子应用 j 所制造设备的 HFC 量，单位为 kg

k_j = 充填到子应用 j 中新设备的 HFC 组装损耗排放因子，比例形式

$B_{t,j}$ = t 年子应用 j 的现有系统中库存的 HFC 量（每个子应用），单位为 kg

x_j = 运行期间子应用 j 中库存的 HFC 的年度排放速率（即排放因子），考虑维修期间的平均年泄漏率和平均年排放量，比例形式

RM_t = t 年所有制冷子应用的新设备和维修的 HFC 市场，单位为 kg

c = 制冷剂市场 HFC 容器管理的排放因子，比例形式

第一个术语对应于当年 t 国家生产的新制冷和空调系统的制冷剂充填量，包括出口。

第二个术语对应于当年 t 国家生产的新制冷和空调系统的初始充填期间排放的制冷剂，包括出口。

第三个术语对应于用于维修的制冷剂充填量，假设泄漏和维修期间排放出的制冷剂都在每年充填。

最后一个术语代表了给定年份 t 整个制冷和空调市场上从容器中排放的制冷剂。

直接回收和直接重新充填到相同所有者设备的制冷剂不被视为必需；然而，回收和发送用于再生的制冷剂在声明的市场中必须考虑。

化学制造商或制冷剂分销商 RD 声明的每年制冷剂市场，可通过公式 7.16 来计算。

公式 7.16
年度制冷剂市场的计算

$$RD_t = R_{prod_t} - R_{exp_t} + R_{imp_t} + R_{recl_t} - R_{dest_t}$$

其中：

R_{prod_t} = 国家 HFC 制冷剂的产量，单位为 kg

R_{exp_t} = 国家生产和出口的 HFC 数量，单位为 kg

R_{imp_t} = 进口的 HFC 制冷剂数量，单位为 kg

R_{recl_t} = 用作再生的 HFC 制冷剂销售的已回收和重新处理的 HFC 制冷剂数量，减去送去再生还未销售的数量，单位为 kg

R_{dest_t} = 去除的 HFC 制冷剂数量，单位为 kg

计算当年 t 的所有数量。

比较根据清单方法推导所需 HFC 制冷剂的 RN_t 与制冷剂制造商和分销商声明的 HFC 制冷剂市场的 RD_t ，可以对清单方法和全球排放进行明确的质量控制。要计算每个 HFC 类型的 RN_t 和 RD_t 。

对于第 1 卷第 4 章确定的**关键类别**，鼓励清单编制者采用较高级别的 QA/QC。

若不实施方法 2 分析来验证组合排放因子的选择，则难以为方法 1 a/b 提供足够的 QA/QC 程序。因为这与方法 1 的目标，所以最适当的战略是寻求对特定国家组合排放因子推导过程进行外部评估。替代方法是比较方法 1 输出与区域或全球数据库的预测。

7.5.4.2 报告和归档

为确保所报告的排放量估算的透明性，表 7.10 “制冷和空调系统的优良作法文档”列出了所需的支持信息。

数据来源	要报告的数据	方法 1a/b	方法 2a 和方法 2b
逐步淘汰 CFC 和 HCFC 的规定	逐步淘汰新品牌设备的充填和进行维修的进度表	X	X
政府统计资料或处置公司	每类应用处置的设备数	X	X
制冷剂制造商和分销商	为充填不同部门新设备和维修而销售的所有原始制冷剂	X	X
制造商协会或市场研究	使用 HFC 制冷剂在国家级生产的设备（用于 6 个子应用）	X	X
进/出口公司、政府统计资料、制造商协会或市场研究	使用 HFC 的设备数量（进出口）	X	X
政府或制冷剂分销商	再处理或去除所回收的 HFC 制冷剂	X	X
制造商协会	平均设备寿命	NA	X
制造商协会	系统的最初填料	X	X

7.6 防火

7.6.1 此应用场合涵盖的化学物质

将 HFC 和/或 PFC 用作部分替代含溴氟烃的防火（灭火）设备一般有两种类型：便携式（喷流式）设备和固定（冲喷式）设备。HFC、PFC 和最近的六碳氟代酮主要用作灭火设备中含溴氟烃的替代物，通常是含溴氟烃 1301。PFC 早期在含溴氟烃 1301 替代物中起着重要作用，但其当前的使用仅限于补充以前安装的系统。可以获得便携式（喷流的）设备中的 HFC，通常用于替换含溴氟烃 1211，但是主要由于其高成本，使其获取市场的接受度非常有限。新便携式灭火器中的 PFC 使用目前仅限于 HCFC 掺配料中的较小比例（少量百分比）。

预期防火部门中的实际排放很小，但是在提供备用防火中此使用通常是非排放性的，且此使用正在增长。这造成未来潜在排放的累积库存。

防火中可能仍然涉及的 HFC 和 PFC，如表 7.1 所示。

7.6.2 方法学问题

7.6.2.1 方法选择

关于制冷和空调应用，防火应用提供了使用方式 A（排放因子方法）和方式 B（质量平衡方法）的可能性。后者业经证明，因为相当比例的净消耗量可能针对维修的设备而非新设备。然而，防火应用不同于制冷和空调应用，因为子应用更少更相似。这意味着方法 1a 或方法 1b 可能足于提供合适的排放报告，不过，更确切地说，考虑寿命结束注意事项通常会要求使用方法 2。

然而，对于泡沫和制冷/空调，防火应用中必须处理库存的发展情况和跟踪。这意味着，需要特定国家的历史时间序列或得自全球或区域的活动数据，追溯到引进任何新 HFC 或 PFC 的时期。

由于防火中的 HFC 和 PFC 排放期长于一年，所以各国需要列示前几年充填设备中出现的排放。选择每年基于产量的排放因子来反映多年排放过程，可能会造成很大误差，因此不视其为优良作法。

公式 7.17 表示，该方法应怎样修改，以考虑排放的时间依赖性，并考虑最可能获得什么活动数据。

公式 7.17
源自防火设备的排放的时间依赖性

$$\text{排放}_t = \text{库存}_t \cdot EF + RRL_t$$

和

$$\text{库存}_t = \sum_{i=t_0}^t (\text{产量}_i + \text{进口量}_i - \text{出口量}_i - \text{去除量}_i - \text{排放量}_{i-1}) - RRL_t$$

其中：

排放_t = t 年源自防火设备的试剂排放量，单位为吨

库存_t = t 年防火设备中试剂的库存，单位为吨

EF = 设备中的试剂每年排放的比例（不包括退役设备中的排放或从维修中去除的其它排放），无量纲

RRL_t = 回收释放或损耗：t 年清除时源于现有防火设备使用的回收、循环使用或处置期间的试剂排放量，单位为吨

产量_t = t 年所生产防火设备中新供应的试剂量（即，不包括循环使用的试剂），单位为吨

进口_t = t 年进口防火设备中的试剂量，单位为吨

出口_t = t 年出口防火设备中的试剂量，单位为吨

去除 t_i = 从退役防火设备中收集和去除的试剂量，单位为吨

t = 要估算排放的年份（如 2006、2007 等）

t_0 = 化学生产和/或使用的第一年

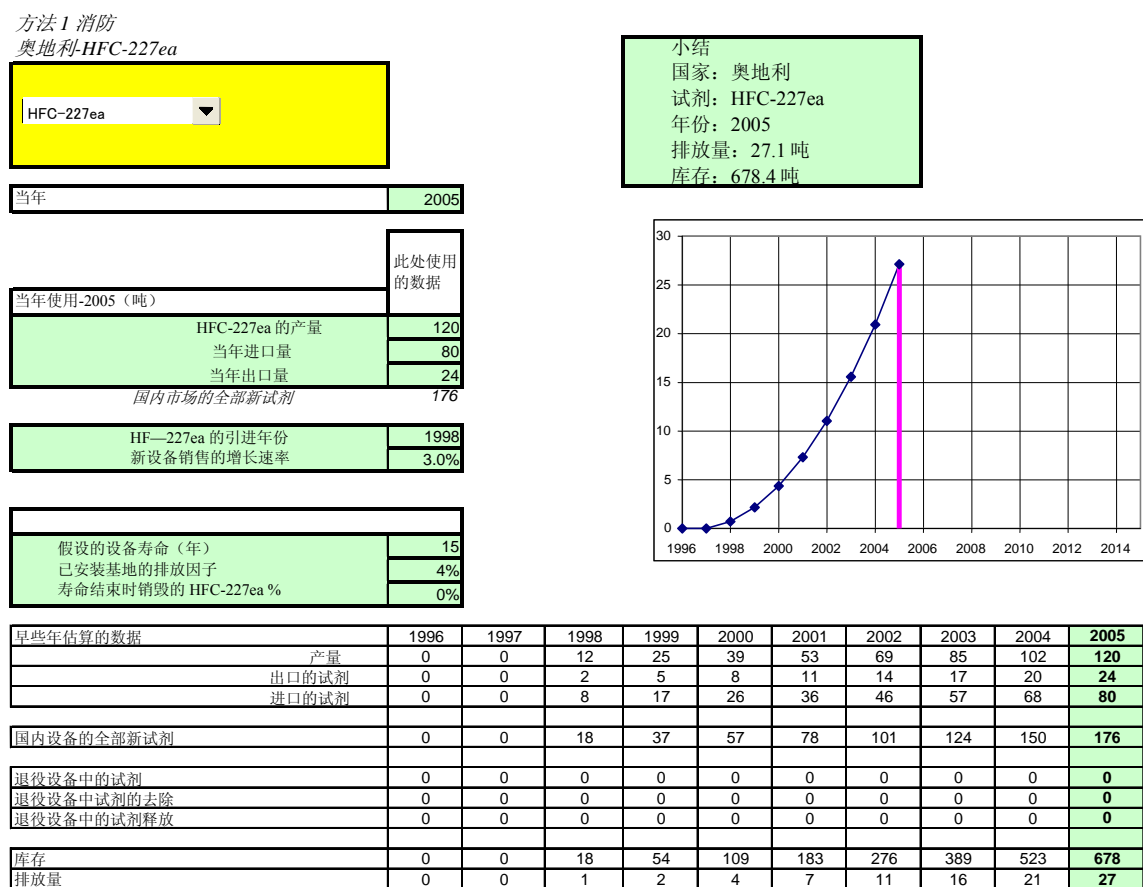
i = 化学生产和/或使用的第一年到当年 t 的计数

优良作法是将公式 7.17 应用于防火设备中所用的每个单独温室气体。排放的计算必须在每年实施，并应用到下一年的计算。

基于此背景，图 7.9 中列举的防火应用的决策树变得非常直接。

关于泡沫和制冷以及空调中采用的方法 1，可以创建简单的电子表格来考虑库存的发展及其随后源自库存的排放。以下电子表格摘录提供了一个范例：

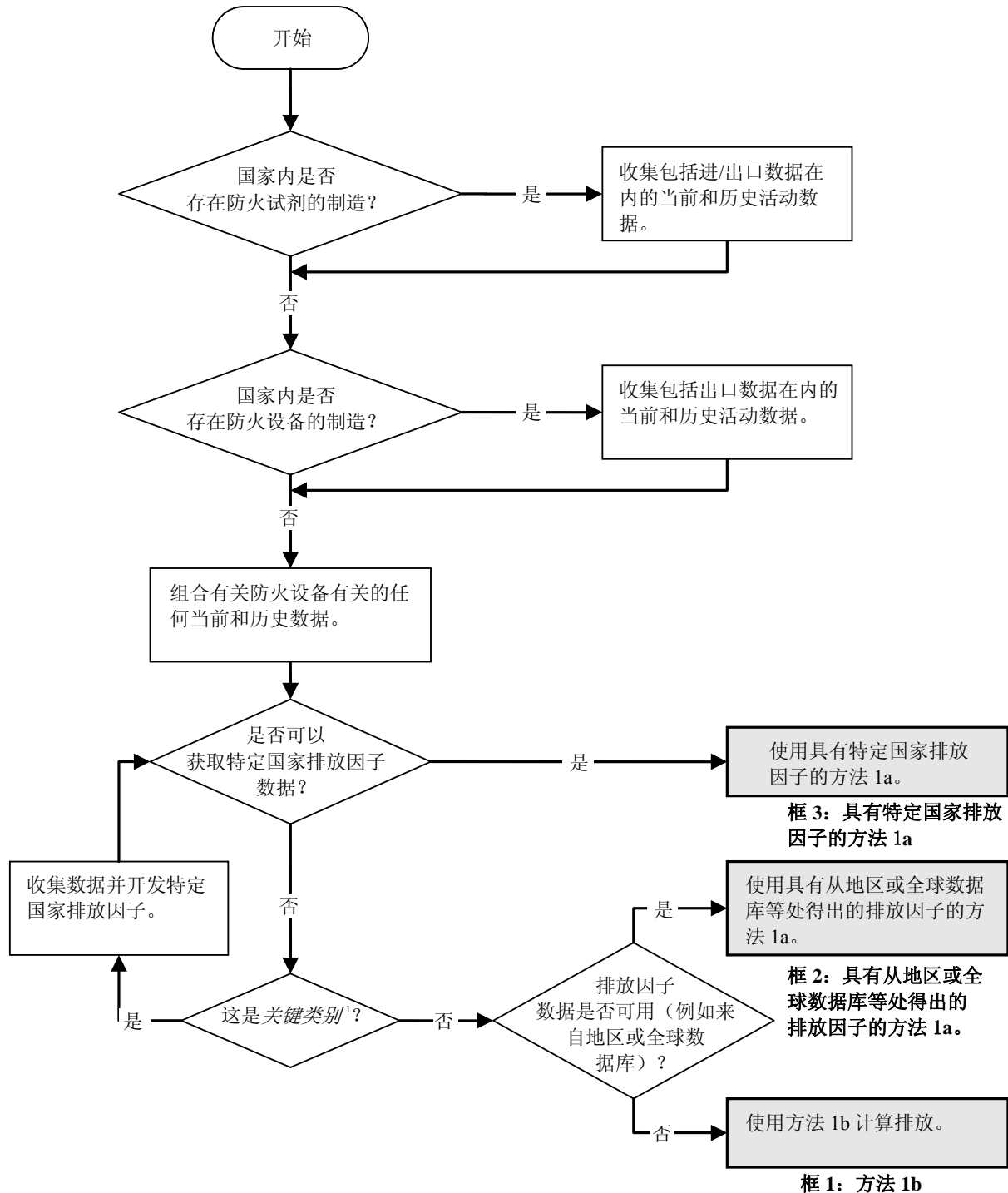
图 7.8 方法 1 的电子表格计算举例



这个电子表格意在再便于防火应用的计算，必要时得到源自适当的全球或区域数据集的活动数据的支持²³。

²³ 如框 7.1 所述，纳入 IPCC 排放因子数据库 (EFDB) 将表示通常遵循预期过程，但是各国的优良作法是确保从 EFDB 中获得的所有数据适合各国国情。

图 7.9 源自防火应用的实际排放的决策树



7.6.2.2 排放因子的选择

含溴氟烃物质淘汰期间获得的经验已经给了我们一些有关使用和排放模式的颇有价值的教训，可以预期这些教训适用于为类似目的使用的温室气体。防火设备按设计在实际火灾期间释放出最初填料。最近的研究表明，已安装冲喷灭火系统的年度排放已在已安装基础的 $2\% \pm 1\%$ 范围内（Verdonik 和 Robin, 2004）。对于含溴氟烃 1211 便携式灭火器，含溴氟烃技术选择委员会（2003）估算的 2000 年排放速率大约为固定系统的 2 倍。应用此因子提供的范围是使用数量的 $2\%-6\%$ （即， $4\% \pm 2\%$ ）。

鉴于此应用的性质，有机会在设备寿命结束时（或每当从维修中去除时）回收气体。已回收的气体可以被去除或循环使用。因此，零寿命结束回收的缺省假设可能会高估寿命结束排放。清单编制者应与相关工业建立联系，以收集与回收有关的信息，回收可能由立法、工业作法准则或其它措施导致出现。优良作法是记录此信息并报告任何假设。

对于没有国家工业作法准则的那些国家，优良作法是假设试剂将不会在系统寿命结束时回收而被排放出来。冲喷灭火系统的一般寿命为 15-20 年。在专业应用中，如航空和军事系统，系统可以保持使用 25-35 年或更长（UNEP-HTOC，1994）。

7.6.2.3 活动数据的选择

对于生产防火试剂的国家，优良作法是将此试剂的所有产量分配到该国，除非已知 1) 批量出口量或 2) 去除量。对于不生产试剂但生产和填充防火系统的国家，进口到本国的所有批量试剂视为留该国中，除非已知 1) 批量转口或 2) 去除。不生产试剂或系统的各国，将使用生产商所在国家开发的活动数据来制定他们的清单，或查明出口到该国的证据，估算源自防火的排放，作为以下其总合温室气体排放的重要性，即基本为零。此缺省方法将主要职责置于生产试剂或将其用于系统制造的各国身上。为了生产商所在国使用此方法，活动数据需要按照产量、批量进口及出口和去除来开发。

总之，活动数据来源于作为防火试剂或系统生产商的各个国家，除去除以外。生产商所在国为了减小归于该国的试剂生产数量，批量出口必须经过证明。在减少生产商所在国安装的基础上，这些批量出口还会被进口国家用作活动数据，以确定其已安装基础。

7.6.2.4 完整性

清单编制者应确保，防火工业中使用的所有温室气体皆纳入此估算。还有必要在国家采用温室气体防火试剂的第一年年初应用公式 7.17。

7.6.2.5 建立一致的时间序列

在某些国家，由于最近引进的这些物质，充填到新设备或用于维修现有设备的温室气体历史活动数据可能难以确定。如果清单编制者根据含溴氟烃的历史数据使用这些年的初期排放因子，然后就必须遵循优良作法以确保时间序列的一致性，如第 1 卷第 5 章所述。

7.6.3 不确定性评估

全球一级，由于评估将基于产量并提供完整的材料平衡，所以可以预期会出现很高程度的确定性。在任何时候，汇总全球产量将始终等于汇总全球排放加上设备中包含的全部汇总。特定国家数据有更多的不确定性。由于填充系统的进出口未纳入到方法中，此方法就有少量误差。然而，根据含溴氟烃及其温室气体替代物的经验，有关进口/出口填充系统的准确数据可能无法在合理的工作级别获得。

按照制造商关于CEFIC²⁴全球含溴氟烃产量的报告，Verdonik（2004）比较了有关含溴氟烃消耗量的报告，报告了发展中国家产量，还报告了CEIT²⁵产量。标准偏差的结果：发达国家为 16%，发展中国家为 15%，全球为 13%。预期HFC/PFC 排放估算的不确定性具有可比性，或高于含溴氟烃消耗估算中所见的不确定性。

7.6.4 质量保证/质量控制（QA/QC）、报告和归档

²⁴ CEFIC – 欧洲化学工业协会

²⁵ CEIT – 经济转型的国家

7.6.4.1 质量保证/质量控制

优良作法是实施第 1 卷第 6 章概述的质量控制检查以及关于排放估算的专家评审。这可能要求直接参考全球或区域数据库，用于允许确立基准的并行评估。如果运用较高级方法来确定源自应用的排放，则可以采用第 1 卷第 6 章介绍的附加质量控制检查以及质量保证程序。然而，如果不是这种情况，则可以采用第 1 卷第 6 章概述的基本 QA/QC 方法。

除第 1 卷的指南外，本章结尾的参考文献概述了与该应用相关的具体程序。

7.6.4.2 报告和归档

查询诸如化学物质销售的数据可能取决于清单保持机密性的能力。保持数据的机密性和透明性之间的平衡是个重要的问题，尤其是诸如防火等很少的应用。这些 ODS 替代物是少数生产商制造的，其数量大大低于其它应用中使用的 ODS 替代物。精心汇总 GWP 加权数据可能是解决此问题的一种方式。

7.7 其他应用

7.7.1 此应用场合涵盖的化学物质

HFC 和 PFC 是种类广范的气体，其性质使其适用于本章中未单独论述的各种专供应用。这些包括电子测试、热传输、绝缘液体、医疗应用以及许多还未开发的潜在新应用。这些应用中还有一些 PFC 历史使用以及 HFC 新使用。这些应用的泄漏速率范围是从应用年份 100%排放到每年仅排放 1%左右。然而，本章特别着重于 HFC 和 PFC 的使用，即可直接替代臭氧损耗物质，而其范围更有限得多。

需要确保本卷第 6 章述及的电子类别未出现重复计算，电子类别包括电子测试、热传输和绝缘应用。其它重复计算可能是溶剂覆盖率，或 HFC 和/或 PFC 作为溶剂纳入工业气溶胶。这是极佳示例，其中是否可作为 ODS 替代物的叙述可能非常详细。为了避免混淆，本章采取了这种方式：应当仅考虑从 ODS 到 HFC 和/或 PFC 技术才直接出现的技术转型。

记住发达国家 ODS 的逐渐淘汰（CFC 和 HCFC）正朝着完全淘汰发展，预期出现的新应用数量非常有限。然而，至少在理论上，新应用可能出现，直到 2040 年最终完全淘汰 ODS。

7.7.2 方法学问题

7.7.2.1 方法选择

优良作法方法的选择取决于具体国情（参见图 7.10 “源自其它应用的实际排放的决策树”）。

当为此应用场合选择方法时，需要考虑是否将每个其它应用视为单独的应用，或是否将这些应用视为一类。前者将导致一系列方法 2，而后者将导致单个方法 1。

这些专供应用的最终用户将会极为多样。因此，单独调查每个这些应用可能是不可行的。相反，建议这些其它杂项应用可分为：类似于溶剂和气溶胶的高度排放性应用，和类似于密闭单元泡沫和冰箱的应用中较少排放的包含应用。转到任一类别的年度气体消耗的明细，均应通过最终使用应用的调查来确定。

使用可划分为：

- 排放 = 消耗总量的 X%（其中，通常预期 X 一般 >50%）
- 包含的 = 消耗总量的 (100 - X) %

此方法的结果是，根据各类型中子应用的数量，可能遵循专有的方法 1 或另外采用方法 2。由于主要的区分因素是排放速率，且不知道子应用是否需要维修，推荐使用专用的方式 A（排放因子方法）（即方法 1a 和/或方法 2a）。

这两类子应用的建模要按顺序考虑。

排放应用

优良作法是使用方法 1a，类似于气溶胶和溶剂所述的方法。这些应用中使用液体期间，100%的化学物质在销售之后的平均 6 个月里排放出来。换句话说，t 年的排放可以根据溶剂和气溶胶的公式进行计算，如下所示：

公式 7.18
其它应用的即时排放源的评估

$$\text{排放}_t = S_t \cdot EF + S_{t-1} \cdot (1 - EF)$$

其中：

排放_t = t 年的排放量，单位为吨

S_t = t 年销售的 HFC 和 PFC 数量，单位为吨

S_{t-1} = t-1 年销售的 HFC 和 PFC 数量，单位为吨

EF = 排放因子 (=制造后第一年内排放的化学物质比例)，比例形式

排放因子 (EF) 表示制造后第一年内排放出的化学物质比例。按照定义，两年的排放必须等于 100%。此公式应分别适用于每个化学物质。

包含的应用

某些应用具有更低损耗速率。如果可以获取适当的数据，则需要单独的排放模型来调整这个较低的泄漏速率。如果没有数据，就可以使用得自全球或区域的活动数据和排放因子。因此，年度排放的公式如下所示：

<p>公式 7.19</p> <p>源自其它包含的应用的排放的评估</p> <p>排放 = 产品制造排放 + 产品寿命排放</p> <p>+ 产品处置排放</p>
--

其中：

产品制造排放 = 年销售量 • 制造排放因子

产品寿命排放 = 库存 • 泄漏速率

产品处置排放 = 年销售 • 处置排放因子

7.7.2.2 排放因子的选择

产生即时排放的子应用排放因子，将遵循与溶剂（7.2.2.2 节）和气溶胶（7.3.2.2 节）类似的选择标准。

包含的子应用的排放因子将取决于此子应用的特定性质。如果系列子应用具有很大的同质性，可能仍旧可以使用组合排放因子，并采用方法 1a。然而，如果包含的子应用的性质有很大变化，若不能获得适当的排放因子，则专门研究这些更为合适。在任一种情况下，单独排放因子的需求将会致使采用方法 2a。

7.7.2.3 活动数据的选择

始终难以为小型专供应用建立活动数据，因此清单编制者将依赖于化学供应商的合作，来明确量化子应用。然而，一旦明确，这些子应用应相对易于在国家级量化，因为他们在性质上可能相当专业。

如图 7.10 所示，*优良作法*是定期实施最终使用调查。

7.7.2.4 完整性

如 7.7.2.3 节所述，关键挑战将是不断跟踪一经出现的新的*其它应用*。定期交叉参照 ODS 替代物的评审（如 UNEP 技术与经济评估小组报告），将在这方面有所帮助。

7.7.2.5 建立一致的时间序列

对时间序列中每一年份，应当采用相同的方法和数据来源，来计算源自*其它应用*的排放量。如果对于时间序列中的任何年份不能获得一致的数据，则应根据第 1 卷第 5 章介绍的指南，重新计算漏缺。

7.7.3 不确定性评估

*其它应用*的种类范围可能比较广，因此无法给出这些来源的缺省不确定性。然而，应当制定各种程序，根据第 1 卷第 3 章概述的作法，评估不确定性的量级。

7.7.4 质量保证/质量控制 (QA/QC)、报告和归档

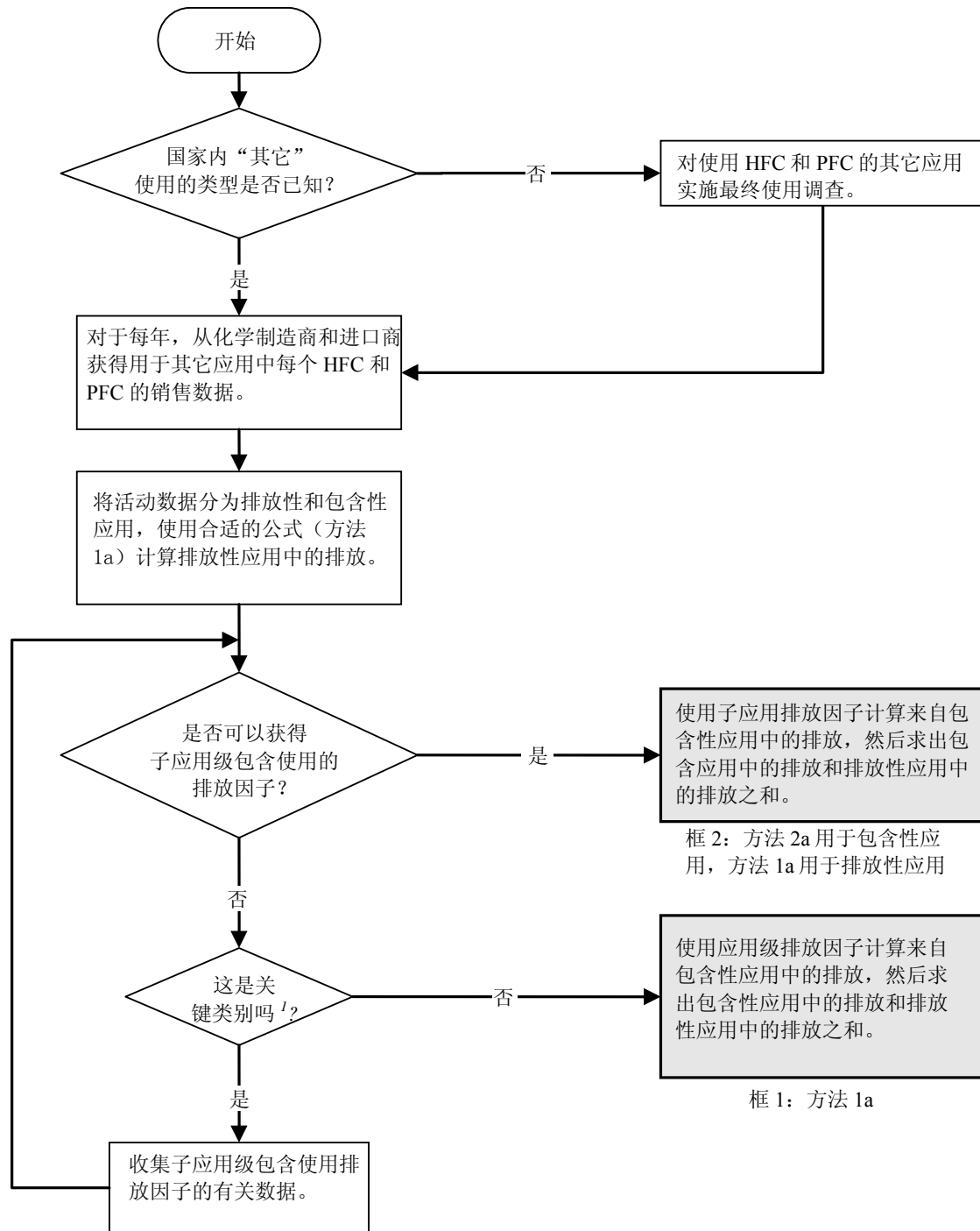
7.7.4.1 质量保证/质量控制

优良作法是实施第1卷第6章概述的质量控制检查以及排放估算的专家评审。这可能要求直接参考全球或区域数据库，以做出可确立基准的并行评估。如果运用较高级方法来确定源自这些子应用的排放，可以采用第1卷第6章介绍的附加质量控制检查和质量保证程序。然而，如果不是这种情况，就可以采用第1卷第6章概述的基本QA/QC方法。

7.7.4.2 报告和归档

保持机密性与数据透明性之间的平衡是个重要的问题，尤其是使用不频繁的子应用时。专业的ODS替代物经常仅由少数生产商制造，其数量大大低于其它应用中使用的ODS替代物。精心汇总GWP加权数据可能是解决此问题的一种方式。

图 7.10 源自其它应用的实际排放的决策树



注：

1、有关关键类别和决策树使用的讨论，请参见第 1 卷第 4 章“方法选择 and 关键类别识别”（参见有关有限资源的 4.1.2 节）。

参考文献

- Ashford, P., Clodic, D., Kuijpers, L. and McCulloch, A. (2004). Emission Profiles from the Foam and Refrigeration Sectors – Comparison with Atmospheric Concentrations, *International Journal of Refrigeration*, 2004.
- Ashford, P. and Jeffs, M. (2004). Development of Emissions Functions for Foams and their use in Emissions Forecasting, ETF Proceedings, April 2004.
- Clodic, D., Palandre, L., McCulloch, A., Ashford, P. and Kuijpers, L. (2004). Determination of comparative HCFC and HFC emission profiles for the Foam and Refrigeration sectors until 2015. Report for ADEME and US EPA. 2004.
- Gamlen P.H., Lane B.C., Midgley P.M. and Steed J.M (1986). The production and release to the atmosphere of CFCl_3 and CF_2Cl_2 (chlorofluorocarbons CFC-11 and CFC-12). *Atmos. Environ.* 20: 1077-1085.
- IPCC (1996). Climate Change 1995: Impacts, Adaptation, and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analysis. The Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. R. T. Watson, M. C. Zinyowera, R. H. Moss, (eds.), Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories. Houghton J.T., Meira Filho L.G., Lim B., Tréanton K., Mamaty I., Bonduki Y., Griggs D.J. Callander B.A. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/OECD/IEA, Paris, France.
- IPCC (2000). Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraishi T., Nyenzi B., Emmanuel S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K., Tanabe K. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/OECD/IEA/IGES, Hayama, Japan.
- IPCC (2001). Climate Change 2001: Mitigation: Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, edited by Metz, B., Davidson, O., Swart, R. and Pan, J., Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC/TEAP (2005). IPCC/TEAP Special Report on Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System: Issues Related to Hydrofluorocarbons and Perfluorocarbons. Prepared by Working I and III of the Intergovernmental Panel on Climate Change, and the Technology and Economic Assessment Panel [Metz, B., L. Kuijpers, S. Solomon, S. O. Andersen, O. Davidson, J. Pons, D. de Jager, T. Kestin, M. Manning, and L. A. Meyer (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 488 pp.
- Kroeze, C. (1995). Fluorocarbons and SF_6 : Global emission inventory and control. RIVM Report No. 773001007, Bilthoven, The Netherlands.
- McCulloch A., Ashford, P. and Midgley, P.M. (2001). Historic Emissions of Fluorotrichloromethane (CFC-11) Based on a Market Survey, *Atmos. Environ.*, 35(26), 4387-4397
- McCulloch A., Midgley, P.M. and Ashford, P. (2003). Releases of Refrigerant Gases (CFC-12, HCFC-22 and HFC-134a) to the Atmosphere, *Atmos. Environ.* 37(7), 889-902
- Palandre L., Barrault, S. and Clodic, D. (2003). Inventaires et prévisions des fluides frigorigènes et de leurs émissions, France. Année 2001. Rapport pour l'ADEME, mai 2003.
- Palandre, L., Barrault, S. and Clodic, D. (2004). Inventaires et prévisions des émissions de fluides frigorigènes France - Année 2002. Rapport pour l'ADEME. Août 2004.
- Schwarz, W. and Harnisch, J. (2003). Establishing the leakage rates of Mobile Air Conditioners. Final report for the EC. Ref. B4-3040/2002/337136/MAR/C1. 17 April 2003.
- UNEP-FTOC (1999). 1998 Report of the Rigid and Flexible Foams Technical Options Committee, UNEP, Ozone Secretariat, 1999.
- UNEP-FTOC (2003). 2002 Report of the Rigid and Flexible Foams Technical Options Committee, UNEP, Ozone Secretariat, 2003.
- UNEP-HTOC (1994). Assessment Report of the Halons Technical Options Committee, Report prepared for the United Nations Environment Programme, Ozone Secretariat, Nairobi, Kenya, <http://www.ozonelog.org>.
- UNEP-HTOC (2003). Assessment Report of the Halons Technical Options Committee, Report for the United Nations Environment Programme, Ozone Secretariat, Nairobi, Kenya, <http://www.ozonelog.org>, 69 pp.

- UNEP-RTOC (1999). 1998 Report of the Refrigeration, Air Conditioning and Heat Pumps Technical Options Committee, 1998 Assessment, UNEP, Ozone Secretariat, Nairobi, Kenya, ISBN 92-807-1731-6
- UNEP-RTOC (2003). 2002 Report of the Refrigeration, air Conditioning and Heat Pumps Technical Options Committee, 2002 Assessment, UNEP, Ozone Secretariat, Nairobi, Kenya, ISBN 92-807-2288-3
- UNEP-TEAP (2002). April 2002 Report of the Technology and Economic Assessment Panel, Volume 3b, Report of the Task Force on Destruction Technologies. [S. Devotta, A. Finkelstein and L. Kuijpers (ed.)]. UNEP Ozone Secretariat, Nairobi, Kenya.
- UNEP-TEAP (2005). May 2005 Report of the Technology and Economic Assessment Panel, Volume 3, Report of the Task Force on Foam End-of-Life Issues, UNEP Ozone Secretariat, Nairobi, Kenya.
- U.S. EPA (1992a). U.S. Environmental Protection Agency, Risk Screen on the Use of Substitutes for Class I Ozone Depleting Substances Prepared in Support of the Significant New Alternatives Policy Program (SNAP), 1992.
- U.S. EPA (1992b). U.S. Environmental Protection Agency, Regulatory Impact Analysis: Compliance with Section 604 of the Clean Air Act for the Phaseout of Ozone Depleting Chemicals, 1992.
- U.S. EPA (2004a). U.S. Environmental Protection Agency, Analysis of International Costs to Abate HFC and PFC Emissions from Solvents (Preliminary Report), 2004
- U.S. EPA (2004b). U.S. Environmental Protection Agency, The U.S. Solvent Cleaning Industry and the Transition to Non- Ozone Depleting Substances, <http://www.epa.gov/ozone/snap/solvents/index.html>
- U.S. EPA/AHAM (2005). Disposal of Refrigerators/Freezers in the US – State of Practice (Baumgartner W., Kjeldsen P. *et al.*), 2005
- Verdonik, D.P. (2004). Modelling Emissions of HFCs and PFCs in the Fire Protection Sector, Proceedings of the Earth Technology Forum, Washington, DC, 2004, 13 pp.
- Verdonik, D.P. and Robin, M.L. (2004). Analysis of Emission Data, Estimates, and Modelling of Fire Protection Agents, Proceedings of the Earth Technology Forum, Washington, DC, 2004, 11 pp.
- Vo and Paquet (2004). An Evaluation of Thermal Conductivity over time for Extruded Polystyrene Foams blown with HFC-134a and HCFC-142b, ETF Proceedings, April 2004