



关于持久性有机污染物的
斯德哥尔摩公约

Chinese
Original: English

持久性有机污染物审查委员会
第四次会议
2008年10月13—17日，日内瓦

持久性有机污染物审查委员会第四次会议工作报告

增编

商用八溴二苯醚风险管理评价

持久性有机污染物审查委员会，在其第四次会议上，按照文件 UNEP/POPS/POPRC.4/6 载列的草案，通过了经修正的八溴二苯醚风险管理评价。风险管理评价案文载述如下，未经正式编辑。

商用八溴二苯醚

风险管理评价

斯德哥尔摩公约持久性有机污染物审查委员会

商用八溴二苯醚特设工作组编写

2008年10月

目 录

执行摘要	4
1. 导言	5
1.1 该拟议物质的化学特性.....	5
1.2 审查委员会关于附件 E 信息的结论	6
1.3 数据来源.....	7
1.4 该化学品在国际公约中的地位.....	9
1.5 各国或各区域采取的控制行动.....	9
2. 与风险管理评价有关的概要信息	10
2.1 对可能的控制措施的确认.....	10
2.2 可能的控制措施在降低风险目标方面的效能及效率	10
2.2.1 废物处理.....	11
2.2.2 减少排放的措施.....	11
2.3 相关替代物（产品及程序）信息.....	12
2.3.1 ABS 塑料中商用八溴二苯醚的化学替代品	13
2.3.2 合成纤维纺织品中商用八溴二苯醚的化学替代品.....	13
2.3.3 热塑性弹性体中商用八溴二苯醚的化学替代品.....	13
2.3.4 聚烯烃中商用八溴二苯醚的化学替代品.....	14
2.3.5 技术可行性.....	14
2.4 关于执行可能的控制措施的社会影响的信息摘要.....	14
2.4.1 逐步淘汰商用八溴二苯醚的利益.....	14
2.4.2 工业成本影响.....	15
2.4.3 对消费者的成本影响.....	16
2.4.4 对政府预算的成本影响.....	16
2.4.5 成本和利益比较.....	17
2.5 其他考虑.....	17
2.5.1 可能的管理选项.....	17
2.5.2 各选项讨论.....	18
3. 信息综述	18
3.1 评估概要.....	18
3.2 风险管理战略的要素.....	19
4. 结论	19
参考文献	20

执行摘要

“商用八溴二苯醚”这一术语是指一种包含有多溴联苯的商用混合物，通常由五溴二苯醚到十溴二苯醚同类物质组成。商用八溴二苯醚主要被当作一种添加型阻燃剂，在塑料工业中用于电子元件设备外壳的聚合物中。据估计，1994年全世界商用八溴二苯醚的产量为6,000吨，2001年下降到3,800吨。全球70%的商用八溴二苯醚被用于丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物（ABS）中。其他次要用途包括高抗冲聚苯乙烯（HIPS）、聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）和聚酰胺聚合物。

从2000年初至年中，欧盟、挪威、瑞士、加拿大和美国已逐渐淘汰商用八溴二苯醚生产；在日本该产品则从未生产过，并自愿在2005年之前淘汰其进口和销售。没有信息表明发展中国家仍在生产。报告称，目前在全球范围内已基本不可能买到商用八溴二苯醚。因此，在这些国家和地区，由于生产、处理和加工该产品而产生的排放应当已经停止或可能接近于零。由于使用、处置和回收该产品而产生的排放应当有挥发性和微粒损失。据估算，含有商用八溴二苯醚的产品在十年寿命中，其商用八溴二苯醚含量会有0.54%的挥发损失，而估算的相应的微粒损失为2%。这些排放会进入工业或城市的土壤及尘土（~75%）、空气（~0.1%）和地表水（~24.9%）中。含商用八溴二苯醚的产品在其使用期内，特别是在对其进行处置时所产生的排在总排放量中所占比重最大。处置后的排放量可能会低一些。然而，废物场的排放量可能会出现长期的增加，这或许需要进一步考虑。

鉴于商用八溴二苯醚的禁止使用和逐步淘汰，在其所有用途上实用的、经济上可行的替代物已经在实践中得到了展示。这些替代物可能对人类健康或环境造成的影响较为温和，这使得它们比商用八溴二苯醚更受欢迎。

已在环境中检测到商用八溴二苯醚的某些成分，这些成分有毒性，并且已证明这种毒性具有持久性和生物蓄积性，因此对子孙后代来说是一种潜在的危险。这些结论促使世界许多地区自愿而规范地淘汰商用八溴二苯醚。由于这是一个全球性跨界问题，因此应当考虑采取全球行动以淘汰商用八溴二苯醚，并将其纳入《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》附件A。

多个国家报告称，它们在规范八溴二苯醚商用混合物时遇到了问题。把具有持久性有机污染物特点的多溴二苯醚类物质（PBDE）列入《公约》附件符合各国现有法律，有助于各国监测和控制此类物质的排放、生产和使用。

结论和建议

在评估了商用八溴二苯醚风险简介，并得出结论认为这种混合物由于其成分特性和远距离环境迁移作用，其组成成分可能对人类健康和环境造成重大不利影响之后，拟定了该风险管理评估，《公约》附件F有详细说明。

《斯德哥尔摩公约》以持久性有机污染物审查委员会为依托，旨在保护人类健康和环境免受持久性有机污染物的侵害，同时考虑《关于环境与发展的里约宣言》原则15提出的“预防办法”。其目的是采取措施消除源自有意生产和使用持久性有机污染物的释放，减少或消除源自无意生产持久性有机污染物的释放，以及以适当而无害环境的方式减少或消除源自库存和废弃物的释放。

因此，根据《公约》第8条第9款，委员会建议缔约方大会考虑在《公约》附件A中列出并说明有关六溴和七溴二苯醚同族元素的控制措施，如上文所述，出于执行考虑使用下列标记：BDE153/154（六溴二苯醚）和BDE175/183（七溴二苯醚）。

1. 导言

1.1 该拟议物质的化学特性

背景

作为《斯德哥尔摩公约》缔约方，欧洲联盟及其成员国于 2006 年 7 月提出一项提案，建议将商用八溴二苯醚（c-OctaBDE）列入《斯德哥尔摩公约》附件 A。

该拟议物质的化学特性

“商用八溴二苯醚”这一术语是指一种含有溴化程度不同的多溴二苯醚（PBDEs）的商用混合物，通常由五溴到八溴二苯醚的异构体组成且含有约 79%（以重量计）有机结合溴化物。这一溴化物成分相当于真正的八溴二苯醚分子，因此即使这些商业产品只是含有一种类型的多溴联苯，也常被称作“八溴二苯醚”。

这些合成溴化化合物主要被用作阻燃剂，特别是在塑料工业的阻燃聚合物产品中，通常是办公设备和其他电子原件设备的外壳。根据所需的阻燃性能，最终产品按重量计算一般包含 5%至 30%的商用八溴二苯醚。商用八溴二苯醚多用于 ABS 树脂聚合物中，占 12%至 18%的重量负荷。次要用途包括高抗冲聚苯乙烯、聚对苯二甲酸丁二醇酯和聚酰胺聚合物，通常占最终产品重量负荷的 12%至 15%。

多溴二苯醚是添加型阻燃剂，即它们是在物理上与被处理物质结合在一起。这意味着被处理材料的阻燃剂在一定程度上具有可弥漫性，有观点认为商用八溴二苯醚在环境中的总排放取决于聚合物在其使用寿命中的挥发损失。

由于其成分的化学特点和有毒特性，特别是六溴二苯醚（HexaBDE）异构体和七溴二苯醚（HeptaBDE），以及它们在环境和人类中的广泛传播，商用八溴二苯醚已经引起了世界上许多地区的关注。

商业产品包含多个组成部分，因此对商业产品的任何评估必须包括对个别成分的评估。商业供应的八溴二苯醚（化学文摘社编号：32536-52-0）是一种复杂的混合物。表 1 显示了商用八溴二苯醚阻燃剂的典型构成（联合王国，2007 年）。最近已测定了被广泛使用的商用八溴二苯醚混合物的同类成分 DE- 79 和 Bromkal 79 – 8DE（拉瓜地亚等人，2006 年）。DE- 79 被发现含有 15 种溴二苯醚同族元素，主要成分包括六溴二苯醚（BDE153，8.7 %）、七溴二苯醚（BDE175/183，42 %）、八溴二苯醚（BDE197，22 %；BDE196，10.5 %；BDE203，4.4 %）和九溴二苯醚（BDE207，11.5 %）。还发现 DE- 79 商用八溴二苯醚混合物中含有多氯二苯并呋喃（Hanari 等人，2006 年）。Bromkal 79 – 8DE 含有 13 种溴二苯醚同族元素，主要成分包括七溴二苯醚（BDE175/183，13 %）、八溴二苯醚（BDE197，10.5 %；BDE196，3.1%；BDE203，8.1 %）、九溴二苯醚（BDE206，7.7 %，BDE207，11.2 %），以及令人惊讶的大量存在的十溴二苯醚（BDE209，50 %）。

表 1: 商用八溴二苯醚阻燃剂的典型构成 (重量百分比)

主要成分	截至1994年 ^a	1997年 ^c	2000年 ^d	2001年 ^e	2006年 ^f	2006年 ^g
	五溴二苯醚	10.5-12.0 ^b		1.4-12.0 ^b	≤0.5	
六溴二苯醚		5.5		≤12	10.5	0.3
七溴二苯醚	43.7-44.5	42.3	43.0-58.0	≤45	45.5	12.8
八溴二苯醚	31.3-35.3	36.1	26.0-35.0	≤33	37.9	21.8
九溴二苯醚	9.5-11.3	13.9	8.0-14.0	≤10	13.1	18.9
十溴二苯醚	0-0.7	2.1	0-3.0	≤0.7	1.3	49.6

- 注:
- 1994年数据来自世界卫生组织 (1994年)。
 - 该数值是指五溴二苯醚 + 六溴二苯醚的总量。
 - 1997年数据来自三家供应商提供给欧盟的混合样本 (Stenzel和Nixon, 1997年)。
 - 2000年数据来自RPA (2001年), 是根据自愿性工业承诺向经合组织报告的成分。
 - 来自大湖化学公司的2001年数据是在2000年8月至2001年8月选定生产地随机抽样基础上的上限混合物。
 - 大湖化学公司生产的DE-79的数据, 美国 (LaGuardia等人, 2006年)。
 - 化学石灰工厂生产的Bromkal 79-8DE的数据, 德国 (LaGuardia等人, 2006年)。

1.2 审查委员会关于附件 E 信息的结论

《斯德哥尔摩公约》附件 E 要求拟定一份风险简介, 以评估该化学品是否有可能因其远离环境迁移而对人体健康和/或环境造成重大不利影响, 是否有必要为此采取全球行动。2007 年拟定并接受了一份商用八溴二苯醚的风险简介 (环境规划署, 2007 年 b)。在第 POPRC-3/6 号决定中, 持久性有机污染物审查委员会得出结论如下结论 (环境规划署, 2007 年 a):

“考虑到商用八溴二苯醚成分高度潜在的环境持久性、生物累积性和生物放大性, 及其在非常低的含量水平就可对人类和野生动物造成危害, 持久性有机污染物审查委员会:

- 请拟定风险简介的商用八溴二苯醚问题闭会期间工作组深入研究包括八溴二苯醚和九溴二苯醚在内的所有和风险排放及生物累积相关的信息, 包括与环境和健康有关的脱溴作用, 而且, 如果需要, 订正风险简介以供委员会在其第四次会议上审议。

- 决定, 根据《公约》第 8 条第 7 (a) 款, 由于远距离环境迁移, 商用八溴二苯醚的六溴和七溴二苯醚成分很可能会给人体健康和/或环境造成重大不利影响, 因此, 有必要为此采取全球行动;

- 决定, 根据《公约》第 8 条第 7 (a) 款, 并考虑到缺乏充分的科学确定性不应从程序上妨碍将一种化学品列入《公约》附件, 以及由于远距离环境迁移, 商用八溴二苯醚的六溴和七溴二苯醚成分很可能会给人体健康和/或环境造成重大不利影响, 因此, 有必要为此采取全球行动。”

1.3 数据来源

大部分发达国家已经采取了一些行动，限制商用八溴二苯醚的生产和使用。在 2004 年以前，荷兰、法国、美国、联合王国和以色列这些国家还有生产（环境规划署，2008 年，溴科学与环境论坛，2006 年），但现欧盟和美国已经不再生产商用八溴二苯醚了。关于发展中国家生产的信息并不多见，如在亚美尼亚就没有生产或使用（环境规划署，2008 年，亚美尼亚）。此外，对商用八溴二苯醚还采取了一些相关的国际措施。

欧洲联盟

在欧洲联盟内部，1994 年欧盟 IUCLID 数据库报告了两家商用八溴二苯醚生产商。不过，这两家公司都已停止了在欧盟境内的生产（1996 年/1998 年）。

1999 年，欧盟估计进口该物质本身 450 吨/年，进口各类制成品约 1,350 吨/年（欧洲委员会，2003 年 a）。根据欧盟既有的立法限制，进口商用八溴二苯醚本身或其产品是被禁止的，因为在欧盟法律中，“进口”即被视为“投放市场”。

在欧盟，根据条例 793/93/EEC，商用八溴二苯醚被确定为需要优先进行风险评估的物质。针对人类健康和环境的风险评估草案已确定了两个明确需要降低风险措施的领域（可做进一步改动）。

根据风险评估，联合王国拟定了一份《降低风险战略》和一份可行措施的优缺点分析（RPA，2002 年）。

经过欧洲联盟的风险评估过程，2003 年通过了第 2003/11/EC 号指令（欧盟，2003 年），其中禁止将商用八溴二苯醚本身或以商用八溴二苯醚为构成成分的产品，或其在制剂中浓度按质量计算高于 0.1% 的产品投放市场，也禁止使用这些产品。如果产品或其中阻燃部分的商用八溴二苯醚浓度按质量计算高于 0.1%，则不得投放市场。到 2004 年 2 月 15 日，成员国必须执行该禁令，并从 2004 年 8 月 15 日起适用这些措施。

根据有关危险物质限制（RoHS）的指令（欧洲联盟，2002 年 a），欧盟从 2006 年 7 月 1 日起禁止在新的电子设备和电子产品中使用多溴二苯醚。

已经在实践中采取措施控制和尽量减少含多溴二苯醚的产品对环境的影响，关于废弃电器和电子设备（WEEE）的第 2002/96/EC 号指令对这些废弃物的收集、回收、处理装置许可、处理标准和分离做出了具体规定（欧洲联盟，2002 年 b）。该指令要求成员国采取适当措施，尽量减少未经分类就处理含有多溴二苯醚的废弃产品，实现高水平的 WEEE 分类收集。从 2005 年 8 月 13 日起必须具备家用收集系统并履行回收义务。到 2006 年 12 月 31 日，要实现从私人住户那里分类收集每人每年至少 4 千克 WEEE。只允许遵守了最低技术要求的获得授权的装置设备进行处理作业。此外，明确了最低处理要求和每套装置回收率的具体目标（按重量计算）。

就水利政策而言，溴化二苯醚被视为重点物质清单中的危险物质，目的是逐步减少这些物质造成的污染（欧洲联盟，2000 年）。

在采取社区一级的商用八溴二苯醚控制措施之前，许多欧盟成员国已推出自愿措施或国家规定，以逐步淘汰商用八溴二苯醚。

瑞士

与某些特别危险的物质、制剂和用品有关的降低风险实施令(ORR) (瑞士, 2005 年) 严格限制商用八溴二苯醚在瑞士的销售和使用。除分析和研究用途外, 实施令禁止将商用八溴二苯醚本身或按质量计算含量大于或等于 0.1% 的物质或制剂产品投入市场, 并且禁止使用该类产品。它还禁止将新产品引入市场, 如果这些产品的某些部分用商用八溴二苯醚含量按质量计算超过 0.1% 的阻燃剂处理过。化学品降低风险实施令中的禁令是对欧盟指令的适用 (欧洲联盟, 2003 年)。

挪威

挪威从 2004 年 7 月起禁止使用商用八溴二苯醚。从 2004 年 1 月 1 日起, 商用八溴二苯醚含量超过 0.25% 的产品在废弃之后被归为危险废物 (环境规划署, 2007 年挪威)。

美利坚合众国

在美国, 商用八溴二苯醚受美国环保局《有毒物质管制法 (TSCA) 库存更新报告规则》的管制, 根据该条例, 定期收集生产和进口该类产品的信息。根据 2002 年的报告, 美国生产的商用八溴二苯醚据估计在 450 至 4,500 吨之间, 2006 年没有生产报告 (环境规划署, 2007 年, 美国)。

从 2005 年 1 月 1 日起开始实施商用八溴二苯醚生产的自愿淘汰, 此后, 《有毒物质管制法重大新用途规则》 (美国环保局, 2006 年) 要求通报所有用途的阻燃剂的再生产和进口。

美国多个州已通过法律限制或禁止美国的商用八溴二苯醚。

该化学品在美国各州法律中的地位列于 UNEP/POPS/POPRC.4/INF/10 号文件。

加拿大

加拿大从未生产过商用八溴二苯醚 (欧洲经委会 2007 年调查, 加拿大)。最近进行的一项针对 2000 年的调查结果证实加拿大确实没有制造过商用八溴二苯醚。不过, 当年加拿大进口了约 1,300 公吨多溴二苯醚 (包括商用八溴二苯醚) (环境规划署, 2007 年 c 加拿大)。

加拿大于 2006 年 7 月 1 日发表了一份关于多溴二苯醚的科学筛检评估, 该评估表明, 根据 1999 年加拿大《环境保护法》 (CEPA, 1999 年) 第 64 (a) 部分, 多溴二苯醚, 包括所有商用八溴二苯醚中包含的二苯醚同元素物都是有毒的。该报告还建议有效消除四溴、五溴和八溴二苯醚, 这些物质具有持久性和生物累积性, 而且主要由于人类活动, 它们会存在于环境之中。2006 年 12 月, 多溴二苯醚被添加到 1999 年加拿大《环境保护法》附表一 (有毒物质清单) (《加拿大公报》, 2006 年 b)。2006 年秋, 加拿大公开发表了拟议的风险管理战略, 以解决由多溴二苯醚使用和/或释放造成的已确定的风险。

2008 年 7 月 9 日, 加拿大发表了最后的《多溴二苯醚条例》。这些条例禁止在加拿大生产 7 种多溴二苯醚 (四溴二苯醚、五溴二苯醚、六溴二苯醚、七溴二苯醚、八溴二苯醚、九溴二苯醚和十溴二苯醚)。条例还禁止使用、出售、要约出售和进口四溴二苯醚、五溴二苯醚和六溴二苯醚同元素物以及含有这些物质的混合物、聚合物和树脂, 并禁止制造这些混合物、聚合物和树脂。

除了《多溴二苯醚条例》, 加拿大正在制订另外的一些风险管理行动, 其中包括: (一) 一项在国内和进口制造产品控制多溴二苯醚的条例; (二) 与产业界签订的关于将加拿大制造过程中使用商用十溴二苯醚混合物所造成的对环境的排放减少到最小程度的绩效协定;

(三) 对新发表的关于十溴二苯醚生物累积性和环境转化科学的详细审查，以确定必须对关于这一形式的多溴二苯醚作进一步的控制；(四) 编制含有多溴二苯醚的产品寿命终期管理战略。以及(五) 监测加拿大接触多溴二苯醚的情况。

亚太地区

日本从未生产过商用八溴二苯醚，都是进口的。不过，从 2005 年起，自愿淘汰该产品的进口和库存销售。

2007 年 2 月，《澳大利亚化学物质目录》(AICS) 去除了八溴二苯醚。

2006 年 2 月，中国颁布了一项类似于欧盟危险物质限制指令的法律，所针对的物质与欧盟危险物质限制指令的目标物质相同。一旦全面实施，它将禁止在新的电气和电子设备中使用商用无溴二苯醚和八溴二苯醚。该法律（仅用于标记和公布）的第一阶段执行从 2007 年 3 月 1 日开始生效；第二阶段（全面限制）执行计划目前尚不清楚）。

1.4 该化学品在国际公约中的地位

欧洲经委会《远距离越境空气污染公约》

2005 年，商用八溴二苯醚被提名为《公约》中一种新的持久性有机污染物，《公约》执行机构对此进行了审议，以满足持久性有机污染物筛检标准。2006 年，评估了商用八溴二苯醚管理备选办法，为日后有关限制的谈判打下了基础。

保护东北大西洋海洋环境公约委员会¹

在 1992 年的《保护东北大西洋海洋环境行动计划》中，溴化阻燃剂属于优先考虑的物质，并且被纳入了 1998 年《OSPAR 优先行动化学品清单》。商用八溴二苯醚是可能受到关注的物质清单的一部分（OSPAR, 2004 年）。没有专门针对溴化阻燃剂释放的 OSPAR 措施。在欧共体内，OSPAR 在多溴二苯醚使用限制、商用八溴二苯醚和十溴二苯醚以及丁二烯的降低风险战略、废弃物立法方面做了很多促进工作。环境监测数据表明，五溴二苯醚和八溴二苯醚的弃置/释放正在下降。但是，由于存在非法的进口产品（塑料等），有些弥散释放可能依然存在（OSPAR, 2008 年）。

赫尔辛基委员会 (HELCOM)

波罗的海海洋环境保护委员会 (HELCOM) 已将商用八溴二苯醚列入其物质清单以及疑似与波罗的海高度相关物质组里，并接受缔约方的数据和信息收集。

1.5 各国或各区域采取的控制行动

经合组织（经济合作与发展组织）²

1994 年经合组织出版了一本有关溴化阻燃剂（添加到合成纤维和塑料里以防止火灾和烟雾）的风险管理专著，此后，经合组织成员国和这些物质的制造商讨论了可能采取的能够进

¹ 1992 年《OSPAR 公约》是目前保护东北大西洋海洋环境方面国际合作的指导文书。它结合并更新了 1972 年《奥斯陆公约》对海上倾废物的规定和 1974 年《巴黎公约》关于陆地来源的海洋污染的规定。

² http://www.oecd.org/document/63/0,3343,en_2649_34375_2403647_1_1_1_1,00.html。

一步降低风险的行动。1995年，经合组织成员国同意监督由全球溴化阻燃剂制造商所做的采取某些风险管理行动的自愿工业承诺（VIC）。（VIC概览，美国/欧洲VIC，日本VIC）履行VIC的工作仍在进行中。与此同时，经合组织在各成员国中开展了有关含溴化阻燃剂产品的废物管理做法调查，调查结果载于《含溴化阻燃剂产品焚烧报告》。2004年，针对五种溴化阻燃剂的第一份危险/风险信息表公布在了经合组织网站上。2005年更新了该信息表。³

2. 与风险管理评估有关的概要信息

2.1. 对可能的控制措施的确认

原则上多几种可执行的控制措施可能能够以减少商用八溴二苯醚的使用和/或减少与这种物质相关的环境影响，但是其中一些在《斯德哥尔摩公约》的范围之外。这些措施包括行业的自愿承诺、环保标签计划、经济手段和押金退款制度。

如果执行得当，禁止/限制商用八溴二苯醚和/或该商用混合物成分的生产及使用将成为有效的措施，一些国家已经采取了这种行动。旨在降低产品中多溴二苯醚浓度的标准也是非常有效的（RPA，2001年）。但是降低多溴二苯醚浓度可能会导致效能缺失，这或许会限制这一措施的范围。标准可用于确保无害环境的废弃物处理。通过把该混合物成分列入《斯德哥尔摩公约》，促成一个全球性的商用八溴二苯醚生产和使用禁令，从而实现最佳的风险管理。在商用八溴二苯醚的所有应用方面，都存在着合适的、更加环保无害的替代品，因此禁令可以涵盖所有行业。禁令将消除源自商用八溴二苯醚生产的排放，也会消除生产和使用含商用八溴二苯醚的新产品所产生的溴化二苯醚释放。需要考虑的一个重要因素是，一个简单的禁令不会影响已经使用的产品的排放。

禁止生产和使用商用八溴二苯醚[和十溴二苯醚]的禁令也会影响到废物问题。把一种物质列入《斯德哥尔摩公约》意味着将有一项涉及库存回收和再利用以及处理被污染场所的禁令。《公约》第6条规定，必须以安全、有效、无害环境的方式处理废物和库存，从而销毁这些成分或进行不可逆的转化。该条款还禁止导致回收、循环、再利用、直接使用或选择使用持久性有机污染物材料的处置作业。

在生产或废物处理设施方面的各种控制措施将确保安全的工作环境和对产品废物处理的监管等等。这些措施可适用于废物处理设施。如果设计和执行得当，这可能是从问题源头上减少释放的有效手段。

2.2 可能的控制措施在降低风险目标方面的效能及效率

在针对剩余的商用八溴二苯醚使用和生产选择控制措施时，必须把大多数发达国家已逐步淘汰商用八溴二苯醚生产这一因素考虑在内。但是，仍然需要采取行动以保护人类健康和环境免受商用八溴二苯醚成分排放和释放的影响。应根据以下标准审查进一步的降低风险备选办法（RPA，2001年）：

- **有效性：**措施必须针对风险评估确定的重大危险影响和暴露途径。措施必须能够降低在一段合理时间之内或超过这段时间时需要限制的风险。
- **实用性：**措施应是可执行的、可强制执行的，而且尽可能简单以便管理。应优先考虑那些常用的、可以通过现有的设施开展的措施。
- **经济影响：**措施对生产者、加工者、使用者和其他有关各方的影响应尽可能小一些。

³ <http://www.oecd.org/dataoecd/44/46/36423809.pdf>.

- **可监测性：**监测应尽可能使降低风险评估能够成功进行。

2.2.1 废物处理

禁止生产和使用商用八溴二苯醚本身并不会影响源自废物处理的八溴二苯醚成分的排放，这是一个技术和遗留问题。把一种物质列入《斯德哥尔摩公约》意味着将有一项涉及商用八溴二苯醚库存的回收和再利用的禁令。《公约》第 6 条要求以安全、有效、无害环境的方式处理废物和库存，从而销毁这些成分或进行不可逆的转化，同时考虑到国际规定、标准和指导。该条款还禁止导致回收、循环、再利用、直接使用或选择使用持久性有机污染物材料的处置作业。

由于大多数物品不会贴上标签标明所含物质，所以一个特殊的难题就是把含商用八溴二苯醚的产品从那些不含该物质的产品中分离出来。不过，有过去含有商用八溴二苯醚的产品的信息，也有哪些产品至今仍在使用的信息，例如说电子产品、纺织品、绝缘材料和套管材料。国家主管部门必须开展调查，以获得成为废物的不同产品中商用八溴二苯醚含量的具体信息。从技术上看，难题将是分离含溴化物的塑料零件和不含溴化物的零件，这一领域的相关技术正在形成，由此辅助废物管理和可能的循环再造，但这些技术代价昂贵。

可根据《公约》附件 A 和 B 考虑逐渐淘汰使用现有含商用八溴二苯醚的产品和收集这些产品的目标。由于含商用八溴二苯醚且尚在使用的产品仍有大量库存，因此国家主管部门应当考虑一些额外措施来限制释放。这些措施包括建立让人们交送废旧物品的收集站，从而更加积极地促进和鼓励人们去交送废弃物品。由于将不再允许销售含商用八溴二苯醚的新产品，它们的存在已成为一个遗留问题，所以押金退款制度似乎并不合适。尽管如此，付给人们酬金让他们交付其产品仍不失为一种选择，虽然这种做法的经费来源并不容易获得。

另一个特殊的挑战就是确保在发展中国家妥善处理含商用八溴二苯醚的废物/产品，由于这些国家处理这种废物的经验有限，他们需要实际的帮助和信息，还有经济上的帮助，以确保以无害环境的方式处理这些废物。援助可以包括如何拆解含商用八溴二苯醚的产品，如何处理各个部分，如何对最后的商用八溴二苯醚进行安全、无害环境的处理。如果将商用八溴二苯醚列入《斯德哥尔摩公约》，那么将根据《巴塞尔公约》进一步完善关于商用八溴二苯醚和含商用八溴二苯醚产品的无害废物处理的准则（《斯德哥尔摩公约》第 6 条第 2 款）。

2.2.2 减少排放的措施

欧洲经委会 2007 年的调查表明，缺乏关于排放控制技术的信息，这些技术已经应用或者在不久的将来会应用，例如替代品的生产工艺和技术、替代品的操作方法和/或其他减少八溴二苯醚释放到环境中的污染防治技术。在商用八溴二苯醚排放控制技术方面还没有确定具体的研究。

剩余的商用八溴二苯醚的释放主要发生在产品使用过程中，特别是在处置含八溴二苯醚的产品时。聚合物超过其使用寿命所引起的挥发损失造成的排放是很难控制的。可建议使用反应型阻燃化合物，以此作为一种可能的措施。

就处置时的排放控制而言，可以采取几种措施来减少可能的排放量，这一部分将简要讨论这些措施。

禁令将消除新产品生产、制造和使用商用八溴二苯醚所造成的排放，它不会影响已在使用中的产品的排放量，所以可以考虑额外的条例，例如与回收和拆解含商用八溴二苯醚的电子产

品有关的条例。根据欧盟关于收集、回收和处理装置许可的具体要求，已经确立了含多溴二苯醚塑料产品的处理标准和分离方法（欧洲联盟，2002年）。

与处置作业和循环利用/回收相关的废物处理具体措施可包括：把含商用八溴二苯醚的产品从那些不含该物质的产品中分离出来（问题是如何确定这些产品）；对这些物品进行控制下处理（例如，作为危险废物处理）；或者为逐步淘汰现有含商用八溴二苯醚产品的使用设定目标并开展产品收集工作。荧光枪便于携带且可以用自动读数的方式表明能否通过 ROHS（危险物质限制）或其他规定的标准，从而检测出物品中的溴化物。美国联邦机构通常使用该技术。实例见 <http://www.innovxsys.com/en/products/eb/defender>。

也有一些人担心电子废物出口到发展中国家，从而导致商用八溴二苯醚在回收作业期间释放。此外，燃烧或焚化含商用八溴二苯醚的废物会导致溴化二恶英和呋喃的形成和释放（Leisewitz 等人，2000年）。

在商用八溴二苯醚的使用过程中，塑料复合机和处理机可以采取很多措施来减少商用八溴二苯醚的环境排放。例如，灰尘沉淀和随后通过洗涤而产生的释放会导致商用八溴二苯醚向污水和空气中排放，对此，公司可以更改做法，把灰尘作为管制废物进行收集和处置。而对于挥发损失，公司可以确保所有的程序都是完全封闭的，从而阻止该物质向环境中挥发，或者可以在现场适用减排技术，以确保捕捉到任何可能的排放（RPA，2002年）。

已确定下来的用复合机和处理机来减少环境排放的一般措施也可适用于处置作业、再循环/回收及设施拆解。这些措施的目标是尽量减少灰尘和空气排放，避免向污水中投放。要特别注意，措施应当通过在处置和再循环/回收/再利用的过程中运用 BAT/BEP（最佳可得技术/最佳环境做法）来减少释放。这些可能的措施的一个来源就是有关废物处理的 BREF⁴，不过，其中尚未确定具体的再循环/回收/再利用措施（欧洲委员会，2006年）。其他可能的措施包括简单的技术和组织措施以及管端控制，以减少商用八溴二苯醚的环境释放，例如：

- 考虑适用于废物贮存的通用技术（例如受控的贮存地径流；使用聚合物薄膜覆盖露天、可能产生粒子的固体贮存设施）；
- 考虑减少使用水和防止水体污染的技术（如在冲洗之前先进行真空处理和集尘处理）；
- 尽量不把灰尘投入废水，把灰尘作为管制废物收集和处置（焚烧或填埋）；
- 采用适当的污水处理程序；
- 利用局部排气通风来控制灰尘和挥发性排放；
- 在封闭系统内粉碎，包括除尘和废气的热处理。

2.3 相关替代物（产品及程序）信息

逐步淘汰商用八溴二苯醚的进程已经开始：欧盟、美国和加拿大已经停止生产八溴二苯醚。在日本，工业自愿淘汰商用八溴二苯醚正在进行中。由于 2004 年欧盟禁止和逐步淘汰商用八溴二苯醚，并且替代品在持续增加，实际可用的和经济上可行的替代物已经在实践中得以展示（见与本文相关的信息文件）。

改良设计可以消除对于阻燃剂的需求，即通过应用其他材或设计，根除对于化学阻燃剂的需求（见与本文相关的信息文件）。

⁴ BREF 即最佳可得技术参考文件。

2.3.1 ABS 塑料中商用八溴二苯醚的化学替代品

在欧盟标准控制措施之前的《关于八溴二苯醚的降低风险战略和优缺点分析》（RPA，2002年）报告从技术性能、健康和环境风险及成本影响角度分析了商用八溴二苯醚的合适的替代品。确定的有潜力的替代品包括四溴双酚-A、1,2-二（五溴苯氧基）苯、1,2-双三溴苯基乙烷、磷酸三苯酯、间苯二酚（磷酸二苯酯）和溴化聚苯乙烯。

在 ABS 中，[四溴双酚-A](#)和溴化环氧齐聚物是作为添加型阻燃剂而使用的，这意味着它们没有与聚合物结合，更容易被释放到环境中。[四溴双酚-A](#)具有细胞毒性、免疫毒性、甲状腺激素受体激动剂，可以破坏雌激素信号（Birnbaum 和 Staskal，2004年）。[四溴双酚-A](#)被界定为对水生生物非常有害的毒素，因其持久性和毒性而被 OSPAR 委员会列入《OSPAR 优先行动化学品清单》（RPA，2002年，OSPAR，2005年）。为避免它们在 ABS 中的应用，建议使用聚苯硫醚（氧化氮）/高抗冲聚苯乙烯（多酚氧化酶/高抗冲聚苯乙烯）与苯二酚二磷酸（RDP）混合阻燃剂（Morose，2006年）。

二磷酸及其包括 RDP 的衍生物，正应用于“蓝色天使”打印机和个人电脑已经个人电脑/ABS 外壳中（Leisewitz 等人，2000年）。美国环保局 DfE 报告根据结构活动关系，把三芳基磷酸酯和一种异丙基化的衍生物列为具有温和生物累积性的物质（美国环保局，2005年）。对于双三溴苯基乙烷的描述很少。制造商的研究表明它毒性低，但具有持久性和累积性（华盛顿州，2005年）。

2.3.2 合成纤维纺织品中商用八溴二苯醚的化学替代品

反应型阻燃剂通常用于在热固性材料（如聚酯树脂，环氧树脂，聚氨酯）。在纺织业中商用八溴二苯醚的化学替代品包括活性磷成分和六溴环十二烷。在丹麦的报告中具体活性磷的成分没有确定，尽管聚乙二醇酯的甲基膦酸（化学文摘社编号 676-97-1）已作为阻燃剂应用于聚氨酯泡沫塑料（如化学文摘社编号 294675-51-7）（丹麦环境保护局，1999年）。甲基膦酸已引起了化学武器领域人士的注意，甲基膦酸是 VX、沙林毒气和梭曼的降解产物（禁化武组织，2006年）。美国橡树岭国家实验室的研究人员对甲基膦酸的描述为具有“显著的持久性”（Munro 等人，1999年 a）。不过，甲基膦酸似乎并不具有生物集聚特性（Munro 等人，1999年 b）。其他类型的报道称其毒性极小，但与水的反应激烈（美国环保局，1985年）。膦酸产品系列还包括氨基甲基膦酸，它是除草剂草甘膦（也称为 [carboxymethylamino]甲基膦酸）的降解产物。

六溴环十二烷（HBDC）被作为添加型阻燃剂使用，它也不能与聚合物结合，容易释放到环境中。HBDC 具有生物累积性、持久性，并可以在体外引起神经干扰（Birnbaum 和 Staskal，2004年）。

2.3.3 热塑性弹性体中商用八溴二苯醚的化学替代品

添加型阻燃剂通常使用在热塑性材料中（如聚丙烯、聚乙烯、乙烯-醋酸乙烯共聚物和聚氯乙烯）。

商用八溴二苯醚在热塑性弹性体方面的化学替代品包括双三溴苯基乙烷和三溴苯基丙基醚（丹麦环境保护局，1999年）。双三溴苯基乙烷是上面所讨论的商用八溴二苯醚在 ABS 塑料方面的替代品。关于三溴苯基丙基醚的资料很少，尽管在美国环保局的跨机构测试委员会的一份阻燃剂名单中，它被考虑为“延期”测试的物质（化学品安全方案，1997年）。

2.3.4 聚烯烃中商用八溴二苯醚的化学替代品

聚烯烃类中的商用八溴二苯醚的化学替代品包括聚丙烯-聚二溴苯乙烯、聚二溴苯乙烯和四溴双酚-A（丹麦环境保护局，1999年）。四溴双酚-A 在上文所述的 ABS 塑料中商用八溴二苯醚的替代品部分已经讨论过。关于聚二溴苯乙烯和聚丙烯-聚二溴苯乙烯的数据很少。对于聚二溴苯乙烯，欧盟的一份评估发现能找到关于其毒性的信息不多，它的 BCF（溴氯二氟甲烷）值低，所以没有生物累积特性，根据模拟试验，其全部留存时间为 49 天（Pakalin 等人，2007 年）。

2.3.5 技术可行性

所有上述商用八溴二苯醚的替代品在技术上都具有可行性，并且已运用于商业中。

欧盟 RPA 的结论是，“根据行业咨询，显然大多数企业都用其他阻燃剂代替了产品中的商用八溴二苯醚，一些公司在特殊类别产品中应用设计措施而不是阻燃剂。整体而言，替代商用八溴二苯醚似乎不存在任何重大的技术障碍，虽然在这一部分中有些阻燃/聚合物制品在某些应用中被认为其技术表现还较为逊色”（RPA，2002 年）。

许多声誉高的公司已经开始使用商用八溴二苯醚替代品。例如，2004 年戴尔电脑（美国个人电脑销售排名第一）在其生产的所有台式机、笔记本电脑和服务器的机箱塑料零件中淘汰了所有卤化阻燃剂，并将这一规定扩大至 2006 年 6 月后设计的所有产品（Greiner 等人，2006 年）。联想（美国个人电脑销售排名第六）已在其产品中消除了多溴二苯醚，包括商用八溴二苯醚（Pierce，2006 年）。LG 电子（美国电视销售排名第八）计划到 2010 年杜绝所有的商用十溴二苯醚和所有其他溴化阻燃剂（《清洁生产行动》，2006 年）。绿色和平组织还收集信息，比较电脑、电视和游戏制造商们在溴化阻燃剂逐步淘汰时间表和无溴化阻燃剂的产品生产方面的情况，每三个月更新一次（国际绿色和平组织，2007 年）。

其他在其产品中全部淘汰了多溴二苯醚的公司包括：IBM、爱立信、苹果、松下（包括 Panasonic）、英特尔和 B&O（Lassen 等人，2006 年）。

2.4 关于执行可能的控制措施的社会影响的信息摘要

2.4.1 逐步淘汰商用八溴二苯醚的利益

逐步淘汰商用八溴二苯醚对全球社会的最明显益处是减少其作为持久性有机污染物在空气、水、土壤及办公环境中的扩散，从而降低其对人类健康和环境的风险（环境规划署，2007 年 b）。一些商用八溴二苯醚成分进入食物链并聚集在生物链顶端的包括人在内的掠食者的脂肪组织内。人们已在一些濒危物种中检测到了商用八溴二苯醚。

在全世界所有地区的人体内都发现了水平不同的商用八溴二苯醚成分（环境规划署，2007 年 b）。对人类而言，可能传播途径是食物和使用含商用八溴二苯醚的产品。商用八溴二苯醚还可以从母体转移到胚胎和母乳喂养的婴儿。环境规划署（环境规划署，2007 年 b）得出结论认为，商用八溴二苯醚可能对人体健康和环境造成重大的不利影响，因此有必要采取全球行动。继续使用商用八溴二苯醚可能会导致巨大损失。

预防火灾非常重要，可以保护人类安全，避免火灾带来的社会和经济损失，还可以防止由大火引发的有毒物质在环境中释放扩散。所以，如果使用较少量的阻燃物质或效力小的阻燃剂

而造成火灾频繁，那会造成更大的损失。幸而，根据欧洲委员会（欧洲委员会，2005年），可用的替代品的功能与商用八溴二苯醚相似，而且大部分对环境的危害要小于商用八溴二苯醚。

当类似商用八溴二苯醚的材料从市场中退出时，我们应当做一个包括损失减少、生态系统和公共健康在内的社会成本降低的评估。损失减少对环境和健康的价值很难定量，但还是有几种方法可资建议。如污染者支付原则，在此原则下这些费用应在内部由生产者和/或用户承担，这个方法应用很少（至少在没有监管协助的条件下）；所以还没有好的方法来估算潜在的可以避免的损失。但无论如何，逐步淘汰商用八溴二苯醚给人类健康和环境带来的影响应该是积极的。

2.4.2 工业成本影响

欧盟、挪威、瑞士、加拿大、日本和美国已于最近淘汰了商用八溴二苯醚生产。还没有商用八溴二苯醚是否在发展中国家生产的消息。一般认为在欧盟和加拿大不存在商用八溴二苯醚的加工。已有适当的商用八溴二苯醚替代品，大规模生产替代品可以显著降低其成本（Ackerman 和 Massey，2006年）。

加拿大预计，替代商用八溴二苯醚对工业成本影响为零（Canada Gazette，2006年 a）。欧洲全面禁止和淘汰商用八溴二苯醚后得出了类似的结论。由于在美国是自愿淘汰商用八溴二苯醚，所以美国产业界预计也不会有附加成本。

加拿大认为，不可能对拟议条例的预防性收益（健康和环境）进行量化和货币化。因为多溴二苯醚的工业应用已经停止，还不能估计未来对这种物质的需求。考虑到业界重新规划弃用商用八溴二苯醚的成本的经济标准，拟议条例对业界和政府的成本影响已经可以估计。由于可以找到替代品且其价格下降，替代的成本为零，所以加拿大就不再制造、进口或使用商用八溴二苯醚了。因此，业内人士预计这一条例要求不会带来任何的增量成本。政府的成本也被作为经济分析的一部分，其中包括促进遵守和执行活动；这些费用是在一个 25 年以上的时间框架内里进行计算的，估计为 439,646 美元（贴现率为 5.5%）。整体而言，估计该条例在 25 年以上的时间框架内会带来净负收益为 439,646 美元（净现贴现率为 5.5%）（环境规划署，2008 年加拿大）。

此外，如果商用八溴二苯醚的禁令生效，应当实施 BAT/BEP（最佳可得技术/最佳环境绩效），以减少含八溴二苯醚的产品在处置作业和再循环/回收利用设施时的释放。如果技术措施应用于处置作业和再循环/回收利用及拆解设施，则额外成本可能会大幅上升。可能的技术措施与 BAT/BEP 有关，需要经济上合理的运行和/或投资成本。根据定义，应用 BAT 带来的成本在经济上是可接受的，因为 BAT 这个术语指明了经济性和技术性兼得的可用技术。BEP 通常与 BAT 及其有效操作相联系。

应用管道终端控制技术可能比较昂贵，但在大多数国家，尤其是在发达国家，已有针对处置及回收利用工厂的管道措施（如焚化厂排气净化，粉碎厂的排放控制）。因此，那些国家的预期成本影响是有限的。

在欧盟内部，欧盟委员会和联合王国编制了降低风险战略和可能措施的优缺点分析，通过欧洲联盟风险评估程序（RPA，2002 年）来降低确认的环境风险。在禁止和淘汰商用八溴二苯醚的情况下，这种分析并不太符合最新进展，特别是经济评估部分。

2.4.3 对消费者的成本影响

RPA 的成本评估已指出，增加的成本将转嫁给消费者（RPA，2002 年）。如果对于业界不会有进一步成本的增加，那么对于消费者也不会有成本增加的预期。不过，即使消费品中不再有商用八溴二苯醚，在社会上仍有相当大含商用八溴二苯醚的产品存量，其中的确包含商用八溴二苯醚。很明显，如果司法部门把对环境有利的废物处置方法的成本转移给消费者，那么带来的成本将由消费者承担。

2.4.4 对政府预算的成本影响

作为拟议备选办法所产生的结果，即对于禁止和淘汰商用八溴二苯醚，欧盟不会增加国家预算成本，也不需要关于执行和履约的额外预算。

加拿大对联邦政府开展与发表于 2008 年 7 月 9 日的《多溴二苯醚条例》（禁止生产 7 种多溴二苯醚（四溴二苯醚、五溴二苯醚、六溴二苯醚、七溴二苯醚、八溴二苯醚、九溴二苯醚和十溴二苯醚）；禁止使用、出售、要约出售和进口四溴二苯醚、五溴二苯醚和六溴二苯醚同元素物以及含有这些物质的混合物、聚合物和树脂，并禁止制造这些混合物、聚合物和树脂）有关的执行和履约宣传活动所产生的费用进行了管理影响分析。

用于分析的关键假设如下：

- 时间框架分析：在 25 年以上的时间框架评估成本和效益（2007 至 2032 年）。
- 财务影响：成本和效益评估是指那些对加拿大或加拿大人产生的直接或间接影响。所有的成本和效益都按照 2006 年加元汇率⁵ 计算。
- 折现率：所有可能的影响都按净现值计算，使用 5.5% 的实际社会折现率。
- 风险和不确定性测试：关键的不确定性都在分析中确定并考虑。

报告称，加拿大政府在 25 年以上的时间框架内，执行和履约宣传的总费用为 327,420 加拿大元，资金的划分如下：

- 关于执行成本，在执行拟议条例的第一年将一次性花费 75,000 美元，用来培训执法人员。
- 此外，1 至 5 年的培训后，执行成本的年度预算预计每年 22,633 美元，细分如下：7,475 美元用来检查（其中包括操作和维修费用，运输和采样费用），14,330 美元用来调查，828 美元用来处理和阻止违法事件（包括遵守环保法令和禁令）。
- 之后几年（第 6 年至第 25 年），执行成本总预算预计 47,582 美元，细分如下：13,500 美元用来检查（其中包括操作和维修费用，运输和采样费用），14,330 美元用来调查和劝诫，1,656 美元用来处理和阻止违法事件，还有 18,096 美元用来检控。
- 履约宣传活动目的是为了鼓励接受调控的社会群体遵守条例。在执行条例的第一年，履约宣传活动的费用所需年度预算为 118,000 美元。宣传活动包括邮寄规定终稿、研制和分发宣传材料（比如，实物册子和网页材料）、在专门的商业出版物上开设宣传运动以及出席解释条例的协会会议和研讨会/信息会议。除建立履约宣传数据库外，可能还包括响应和跟踪调查。
- 在之后的四年，履约宣传活动在强度上可减少，重点放在邮寄信件、在专门的贸易杂志上进行广告宣传、参加协会的会议以及进行响应和跟踪调查，进一步完成宣传数据库。这需要 36,800 美元预算。请注意，如果条例执行活动不足的话，可能需要更大力度的履约宣传。其后数年中，没有计划额外的推广活动，因而履行推广活动的总费用估计是 154,800 美元。

⁵ 1 欧元= 1.53 加元。

总之，关于多溴二苯醚条例，加拿大不认为在国家预算中需要成本增量，也无需额外的执行和履约预算。

发展中国家没有提供可能限制商用八溴二苯醚的影响方面的资料。然而，由于这些国家中的有一些使用或已经使用了该物质，将其列于《公约》附件会对国家预算带来增量成本。在这一方面，或许有必要确保向这些国家提供技术和财政援助，以使这些国家尊重其在《斯德哥尔摩公约》下的义务。

2.4.5 成本和利益比较

鉴于商用八溴二苯醚风险评估文件的结论（环境规划署，2007年），考虑到全球范围内商用八溴二苯醚广泛存在于生物和人类体内，以及在发达和发展中国家所采取的或正在进行的淘汰商用八溴二苯醚的行动，增加商用八溴二苯醚替代品的需求以及所有相关的全球淘汰商用八溴二苯醚的行动都应当是有积极意义的。总之，正如上文讨论的，对发达国家而言，淘汰商用八溴二苯醚的成本应当是很小的。然而，与商用八溴二苯醚（库存及使用物品）有关的专业废物的管理和处置对某些国家来说成本很高，对发展中国家在这些方面的需要，应考虑给予财政和技术援助。

2.5 其他考虑

2.5.1 可能的管理选项

《斯德哥尔摩公约》旨在保护人类健康和环境免受持久性有机污染物的侵害，同时也要谨记《关于环境与发展的里约宣言》原则 15 提出的“预防办法”。在实践中，这意味着采取措施消除来自有意生产和使用产品中释放的持久性有机污染物，如禁止生产、使用、进口和出口；制订措施减少无意生产的持久性有机污染物，继续尽量减少并最终消除持久性污染物；计划措施，从而以适当的无害环境的方式管理库存和废物。

主要的商用八溴二苯醚排放发生在含八溴二苯醚产品的使用期间，尤其是在处置和循环/回收阶段。不过，目前重新引进一个产品或类似产品是可能的。

可能的管理备选办法是限制或消除商用八溴二苯醚和/或其他具有持久有机危害的同类物质的生产和使用。把商业八溴二苯醚列入《公约》，但是考虑到执行，也要对其他个别同元素物进行命名，作为标记，方便检测控制排放、生产和使用。管理办法也必须与现存的其他法律相一致。依据规定，除了以痕量方式存在外，《公约》要涵盖所有含持久性有机危害性的同类物质的混合物。

在五溴二苯醚的风险管理评估中也讨论了控制商用八溴二苯醚的备选办法（环境规划署，2007年 d）。有人建议，如果决定列出四溴或五溴联苯醚，那么也要考虑列出六溴二苯醚，因为六溴二苯醚中含有少量的商用五溴二苯醚混合物。尽管这样做有明显的利处，但是早期关于商用五溴二苯醚的信息（包括风险简介的附件 D 的陈述）并没有包括很多六溴二苯醚的信息。此外，由于六溴二苯醚是商用五溴二苯醚的一个种成分，那么在商用八溴二苯醚的评估管理备选办法中就需要考虑列出六溴二苯醚。

持久性有机污染物审查委员会同意对商用五溴二苯醚进行风险管理评估，按照《公约》第 8 条第 9 款的决定，决定建议缔约方大会考虑在《斯德哥尔摩公约》附件 A 中列入下列物质，2,2', 4,4'-四溴二苯醚（BDE-47，化学文摘社编号 40088-47-9）和 2,2',4,4',5-五溴二苯醚

(BDE-99, 化学文摘社编号 32534-81-9) 以及其他的现存的商用四溴和五溴二苯醚, 出于执行考虑, 把 BDE-47 和 BDE-99 作为标记来使用 (环境规划署, 2007 年 a) 。

2.5.2 各选项讨论

商用八溴二苯醚会在生产、处理、合成和转换 (加工) 转换过程及含商用八溴二苯醚的产品的使用、废弃处理、回收利用和拆解时释放出来。

为了实现长远的消除和防止重新引入商用八溴二苯醚或其他具有持久性有机污染特性的同类化合物, 它们的生产和使用应当完全禁止。只有这样的行动可以保证长期消除商用多溴二苯醚混合物中含有的具有持久性有机污染特性的成分带来的所有风险, 这必将有助于实现最大的非量化利益, 也将防止用六、七、八、九溴同类物生成新的商用多溴二苯醚混合物。

有几个国家报告说, 它们在控制商用五溴二苯醚混合物 (环境规划署, 2007 年 d) 时将遇到了问题。条例适用于商用八溴二苯醚, 因而持久性有机污染物审查委员会建议四溴和五溴二苯醚使用特定的同构二苯醚作为执行标记。同样, 对于商用八溴二苯醚、七和六、[八和九] 溴二苯醚, 同元素体也可以被列出, 并根据相关同元素体作为执行标记: BDE153/154 (六溴二苯醚) 和 BDE175/183 (七溴二苯醚) 这两个好处。首先, 标记可以作为精确监管的指标, 以支持更有效地监控。第二, 根据《公约》的目标, 商用八溴二苯醚混合物所有成分的生产和使用将被禁止。

根据多溴二苯醚的化学反应方程, 业界利用现有制造流程生产不含主要确定的同元素混合物的成本提高的可能性不大。

3. 信息综述

3.1 评价概要

“商用八溴二苯醚”这一术语是指一种包含有多溴联苯的商用混合物, 通常由五溴二苯醚和十溴二苯醚的同元素物组成。原有的混合物或来自不同国家的混合物的具体成分可能并不相同。商用八溴二苯醚曾被作为一种添加型阻燃剂, 在塑料工业中被用于办公设备外壳的聚合物中。持久性有机污染物审查委员会在 2007 年 11 月通过的风险简介附件 E 中已经深入探讨了该类物质对人类健康和环境的危害 (环境规划署, 2007 年 b) 。

对于一些产品组, 有国内和国际的防火安全标准, 适用于电子材料、工业包装、装有软垫的家具、窗帘、家用电器以及电缆车。这些标准具体规定了所要求的阻燃性能。传统上认为, 溴化阻燃剂对于许多产品来说都是最具成本效益的阻燃方法。然而, 在许多情况下, 这些阻燃剂正在被无溴阻燃剂所取代, 或者改变产品设计, 不再需要使用化学阻燃剂。

在商用八溴二苯醚的所有用途上, 都有可供使用的可行的和经济上合适的替代物, 它们对人类健康和环境影响较小, 因而比商用八溴二苯醚更受欢迎。然而, 一些目前正在使用的替代品引起了关注, 因为其性能或因为缺乏可用的数据, 反应型阻燃剂可以用在这些地方, 而无卤素替代品则总体上表现的更有利于环境和健康。

业界并不认为完全禁止会导致增量成本。

禁止使用商用八溴二苯醚最终会消除新产品生产、制造和使用过程中的这些物质。它既不会影响已使用产品的排放也不会影响处置和回收中的排放。在处置和再循环/回收/再利用中应用 BAT/BEP 将会是有效而且在经济上可行的方式, 从而把相关排放减至最少。

现在并不认为会对消费者产生成本影响。

各国政府的财务成本将取决于所采取的管理行动。有可能会产生于与强制控制措施有关的成本费用，例如：废物管理设施的监测和执法。可能还有与监测和控制商用八溴二苯醚相关的成本费用。

3.2 风险管理战略的要素

因为多溴二苯醚在环境中传播是一个全球性、跨国界的问题，所以应当考虑采取一些全球性行动，以逐步淘汰商用八溴二苯醚。如果有全球性的禁令，禁止在所有行业中生产和使用商用八溴二苯醚，风险管理就能够得到最好地应用。鉴于大部分发达国家已禁止生产，把带有持久性有机污染物特征的商用八溴二苯醚同元素物列入《斯德哥尔摩公约》附件 A 将是最适当的措施。发达国家已经准备就绪，有能力进行监控和利用立法工具来执行禁令，所以，主要的执行挑战来自于发展中国家，取决于他们是否已具备足够的力量。

出于执行考虑，在几个国家使用商用八溴二苯醚相关的同元素物作为标记符合各国现有的法律，也会促进各国对排放、生产和使用的监控。

关于商用八溴二苯醚替代品选择标准的准则应当是最终消除这种物质的风险管理战略的一部分。必须防止用其他对环境有害的物质来替代八溴二苯醚。

含商用八溴二苯醚的废物馏分应利用安全、高效和无害环境的方式妥善处理。必须找到确认这些废物的节约成本的方法。这可能会给一些国家和部门增加额外费用。废物处理方案应在很大程度上取决于当地的条件和适应现有制度和传统的设计，也要考虑《斯德哥尔摩公约》广泛的共同原则，包括《巴塞尔公约》废物处理一般准则，在其附件八中包括多氯联苯，多溴二苯和其他多溴联苯衍生物这类物质。

4. 结论

已根据《公约》附件 F 的具体内容，并利用持久性有机污染物审查委员会 2007 年 11 月通过的风险简介（环境规划署，2007 年 b）编制了风险管理说明。其得出结论认为，由于远距离环境迁移，商用八溴二苯醚的成分很可能会导致对人体健康和/或环境的重大不利影响，因此，有必要为此采取全球行动。

《斯德哥尔摩公约》以持久性有机污染物审查委员会为依托，旨在保护人类健康和环境免受持久性有机污染物的侵害，同时也要谨记《关于环境与发展的里约宣言》原则 15 提出的“预防办法”。其目的在于采取措施消除源自有意生产和使用持久性有机污染物的释放，在于减少或消除源自无意生产持久性有机污染物的释放，还在于以适当而无害环境于的方式减少或消除源自库存和废物的释放。该宣言支持在 2002 年约翰内斯堡世界首脑会议上达成的可持续发展目标，确保到 2020 年，化学品生产和使用的方式能够最大限度地减少对环境和人类健康的重大不利影响。

因此，根据《公约》第 8 条第 9 款，委员会建议缔约方大会考虑在附件 A 中列入并说明有关六溴和七溴二苯醚同族元素的控制措施，如上文所述，出于执行考虑使用下列标记：BDE153/154（六溴二苯醚）和 BDE175/183（七溴二苯醚）。

参考文献

- Ackerman F, Massey R. (2006). The Economics of Phasing Out PVC, Global Development and Environment Institute, Tufts University, USA, May 2006. http://www.ase.tufts.edu/gdae/Pubs/rp/Economics_of_PVC_revised.pdf
- Birnbaum LS, Staskal DF. (2004). U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Experimental Toxicology Division, Research Triangle Park, North Carolina, USA; and University of North Carolina, Curriculum in Toxicology, Chapel Hill, North Carolina, USA, Brominated flame retardants: Cause for concern? *Environ Health Perspect* 112: 9 – 17, 2004. <http://www.ehponline.org/members/2003/6559/6559.html>
- BSEF [Bromine Science and Environmental Forum] (2006): BSEF Legislative and Regulatory Activities. From according to November 2006 update. http://www.bsef.com/regulation/eu_legislation/index.php
- Canada Gazette (2006a): Polybrominated Diphenyl Ethers Regulations. 16 December 2006 Vol. 140, No 50, p. 4285-4299.
- Canada Gazette (2006b): Canada Gazette, Part II, Vol. 140, No. 26, 27.12.2006
- CANADIAN ENVIRONMENTAL PROTECTION ACT, 1999.
- Order Adding Toxic Substances to Schedule 1 to the Canadian Environmental Protection Act, 1999, P.C. 2006-1516, December 7, 2006
- CEPA (1999): Canadian Environmental Protection Act, 1999, 1999, c. 33, C-15.31, Assented to September 14th, 1999
- Clean Production Action (2006). <http://www.cleanproduction.org/library/CPA-HealthyBusiness-1.pdf>
- Danish Environmental Protection Agency (1999). Brominated flame retardants: Substance flow analysis and assessment of alternatives, June 1999.
- END (2008). Europe Daily 2465, Norwegians virtually extinguish deca-BDE, 18 January 2008.
- European Commission (2003a): European Union Risk Assessment Report. DIPHENYL ETHER, OCTABROMO DERIVATIVE (CAS No: 32536-52-0, EINECS No: 251-087-9). RISK ASSESSMENT. Office for Official Publications of the European Communities, 2003. publication at <http://ecb.jrc.it/>
- European Commission (2005): Risk Profile and Summary Report for Octabromodiphenyl ether (octaBDE); Dossier prepared for the UNECE Convention on Long Range Transboundary Air Pollution, Protocol on Persistent Organic Pollutants European Commission, DG Environment, August 2005
- European Commission (2006): Integrated Pollution Prevention and Control, Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatments Industries, August 2006
- European Union (2000): Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. OJ L327, 22/12/2000, p. 1 – 72.
- European Union (2002a): Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment OJ L037, 13/02/2003 p. 0019 – 0023.
- European Union (2002b): Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on waste electrical and electronic equipment (WEEE) OJ L 037, 13/02/2003 p. 0024 – 0039.
- European Union (2003): Directive 2003/11/EC of the European Parliament and of the Council of 6 February 2003 amending for the 24th time Council Directive 76/769/EEC relating to restrictions on the marketing and use of certain dangerous substances and preparations (pentabromodiphenyl ether, octabromo-diphenyl ether) OJ L 42 15.2.2003 45-46.
- Greenpeace International (2007). Guide to Greener Electronics, December 2007.
- Greiner T, Rossi M, Thorpe B, Kerr B (2006). Healthy Business Strategies for Transforming the Toxic Chemical Economy, Clean Production Action, June 2006. <http://www.cleanproduction.org/library/CPA-HealthyBusiness-1.pdf>
- Hanari N, Kannan K, Miyake Y, Okazawa T, Kodavanti PR, Aldous KM, Yamashita N (2006) Occurrence of polybrominated biphenyls, polybrominated dibenzo-p-dioxins, and polybrominated dibenzofurans as impurities in commercial polybrominated diphenyl ether mixtures, *Environ Sci Technol* 40:4400-4405
- Illinois Environmental Protection Agency (2007). Report on alternatives to the flame retardant decaBDE: Evaluation of toxicity, availability, affordability, and fire safety issues. A report to the Governor and State Assembly. March 2007. <http://www.epa.state.il.us/reports/decabde-study/>

IPCS (1997). Environmental Health Criteria 192. Flame retardants: A general introduction 1997
<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc192.htm>

LaGuardia MJ, Hale R, and Harvey E (2006). Detailed Polybrominated Diphenyl Ether (PBDE) Congener Composition of the Widely Used Penta-, Octa-, and Deca-PBDE. Technical Flame-retardant Mixtures; Environ. Sci. Technol. 2006, 40, 6247-6254.

Lassen C, Havelund S, Leisewitz A, Maxson P (2006). COWI A/S, Denmark; Oko-Recherche BmbH, Germany; Concorde East/West Sprl, Belgium. Deca-BDE and alternatives in electrical and electronic equipment, Danish Ministry of the Environment, 2006.

<http://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2007/978-87-7052-349-3/pdf/978-87-7052-350-9.pdf>

Leisewitz A, Kruse H, Schramm E (2000). German Federal Ministry of the Environment, Nature Conservation, and Nuclear Safety, Substituting Environmentally relevant flame retardants: Assessment Fundamentals, Research Report 204 08 642 or 207 44 542, 2000.

Maine Center for Disease Control and Prevention (2007). Brominated flame retardants; Third report to the Maine Legislature, Maine Department of Environmental Protection (USA), 2007.

<http://www.maine.gov/dep/rwm/publications/legislativereports/pdf/finalrptjan07.pdf>

Minnesota Pollution Control Agency (2008). Decabromodiphenyl ether (Deca-BDE), A report to the Minnesota legislature, January 15, 2008. <http://www.pca.state.mn.us/publications/reports/lrp-ei-2sy08.pdf>

Morose G. (2006). An overview of alternatives to tetrabromobisphenol A (TBBPA) and hexabromocyclododecane (HBCD), Lowell Center for Sustainable Production, University of Massachusetts – Lowell, March 2006.

<http://sustainableproduction.org/downloads/AlternativestoTBBPAandHBCD.pdf>

Munro NB, Talmage SS, Griffin GD, Waters LC, Watson AP, King JF, Hauschild V (1999a). Life Sciences Division, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN 37830, USA. The sources, fate, and toxicity of chemical warfare agent degradation products. Environ. Health Perspect. 107 (12): 933-974. 1999a.

Munro NB, Talmage SS, Griffin GD, Waters LC, Watson AP, King JF, Hauschild V. (1999b) The sources, fate, and toxicity of chemical warfare agent degradation. Environ Health Perspect 107:933-974, 1999b.

<http://www.ehponline.org/docs/1999/107p933-974munro/munro.pdf>

OPCW (2006). Declarations Branch, Some Scheduled Chemicals, 2006.

<http://www.opcw.org/docs/publications/some%20scheduled%20chemicals.pdf>

OSPAR (2004). Background Document on Certain Brominated Flame Retardants – Polybrominated Diphenylethers, Polybrominated Biphenyls, Hexabromo Cyclododecane, 2004 Update. Ref : 121/2001 (updated in 2004). ISBN No. 0 946956 70 7.

OSPAR (2005). Convention for the Protection of the Marine Environment of the Northeast Atlantic, Tetrabromobisphenol-A OSPAR Commission Update, 2005.

OSPAR (2008). Assessment of emissions, discharges and losses of hazardous substances. OSPAR 08/9/2-E.

Pakalin S, Cole T, Steinkellner, Nicolas R, Tissier C, Munn S, Eisenreich S (2007). Review on production processes of decabromodiphenyl ether (decaBDE) used in polymeric applications in electrical and electronic equipment, and assessment of the availability of potential alternatives to decaBDE. European Commission, Directorate General Joint Research Center, European Chemicals Bureau, January 2007.

http://ecb.jrc.it/documents/Existing-Chemicals/Review_on_production_process_of_decaBDE.pdf

Electronics America to Alexandra McPherson, Clean Production Action, November 17, 2006 as cited in

<http://cleanproduction.org/library/Electronics%20BFR%20Fact%20Sheet.pdf>

Pierce, M. (2006). Lenovo Corporation, Global Environmental Affairs. Lenovo Engineering Specification 41A7731: Baseline Environmental Requirements for Materials, Parts, and Products for Lenovo Hardware Products.

http://www.pc.ibm.com/ww/lenovo/procurement/Guidelines/41A7731_J83906N_R0_WORD_SRC.doc

RPA (2001) Octabromodiphenyl ether: Risk Reduction Strategy and Analysis of Advantages and Drawbacks. Draft Stage 2 Report prepared for Department for Environment, Food and Rural Affairs. Risk and Policy Analysts Limited, November 2001.

RPA (2002) Octabromodiphenyl ether: Risk Reduction Strategy and Analysis of Advantages and Drawbacks. Final report. Report prepared for Department for Environment, Food and Rural Affairs. Risk and Policy Analysts Limited, June 2002. http://www.defra.gov.uk/environment/chemicals/pdf/octa_bdpe_rrs.pdf

Stenzel JI and Nixon WB (1997). Octabromobiphenyl oxide (OBDO): Determination of the vapour pressure using a spinning rotor gauge. Wildlife International Ltd., Project No. 439C-114.

Switzerland (2005): Ordinance on Risk Reduction related to Chemical Products of 18 May 2005.

<http://www.bafu.admin.ch/chemikalien/01410/01411/index.html?lang=en&download=NHZLpZig7t,lnp6I0NTU042I2Z6ln1ad1IZn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCEeIB2gGym162dpYbUzd,Gpd6emK2Oz9aGodetmqaN19XI2IdvoaCVZ,s-.pdf>

UK (2007) CMR, PBT, vPvB Proposal. Annex XV, Proposal for identification of a substance as a CMR, PBT, vPvB or a substance of an equivalent level of concern, UK 2007

UNECE Survey (2007) Convention on Long Range Transboundary Air Pollution, Working Group on Strategies and Review Task Force on POPs, Responses to the questionnaire on management options for reducing production, use and emissions of Persistent Organic Pollutants (POPs) under the 1998 Protocol on POPs, 5 February 2007; Responses related to c-octaBDE submitted in March 2007 by BE, CZ, CY, DE, NL, FR, IT, UK, CH, USA, and BSEF

联合国欧洲经济委员会调查（2007年），《远距离越境空气污染公约》，持久性有机污染物战略及审查特别工作组，《对根据〈1998年关于持久性有机污染物（POPs）议定书〉减少持久性有机污染物（POPs）的生产、使用和排放的管理备选办法调查问卷的答复》，2007年2月5日；《2007年3月由比利时、捷克、塞浦路斯、德国、荷兰、法国、意大利、联合王国、瑞士、美国和溴科学与环境论坛提交的对商用八溴二苯醚问题的答复》。

联合国环境规划署（2007年a）附件一的决定：商用八溴二苯醚，《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》：持久性有机污染物审查委员会，第三次会议，日内瓦2007年11月19日至23日。

UNEP/POPS/POPRC.3/20 Decision/POPRC-3/6 号文件。

联合国环境规划署（2007年b）通过的关于商用八溴二苯醚的风险简介，《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》：持久性有机污染物审查委员会，第三次会议，日内瓦，2007年11月19日至23日。

UNEP/POPS/POPRC.3/20/Add.6 号文件。

联合国环境规划署（2007年c）附件E，对请求获取附件E中根据《斯德哥尔摩公约》于2007年提交给持久性有机污染物审查委员会拟议的持久性有机污染物具体要求的信息的回复。具体回复可见

<http://www.pops.int/documents/meetings/poprc/prepdocs/annexsubmissions/submissions.htm>

联合国环境规划署（2007年d）《风险管理评估草案：五溴二苯醚》。《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》：持久性有机污染物审查委员会，第三次会议，日内瓦，2007年11月19日至23日。

UNEP/POPS/POPRC.3.9 号文件。

联合国环境规划署（2008年）附件F，对请求获取附件F中根据《斯德哥尔摩公约》于2008年提交给持久性有机污染物审查委员会拟议的持久性有机污染物具体要求的信息的回复。具体回复可见

http://www.pops.int/documents/meetings/poprc/annexf_submission_2008.htm。《2007年3月由亚美尼亚、溴科学与环境论坛（BSEF）、加拿大、捷克共和国、国际消除持久性有机污染物网络、摩纳哥、荷兰、挪威、美国提交的对商用八溴二苯醚问题的反应》。

US EPA (1985). Chemical Profile: methyl phosphonic dichloride. Extremely hazardous substances, section 302 of EPCRA, Chemical Emergency Preparedness and Prevention, 1985.

<http://yosemite.epa.gov/oswer/ceppoehs.nsf/Profiles/676-97-1?OpenDocument>

US EPA (2005). Environmental Profiles of Chemical Flame-Retardant Alternatives, 2005. Polyurethane Foam.

<http://www.epa.gov/dfe/pubs/index.htm#ffr>.

US EPA (2006): TSCA Significant New Use Rule: 71 FR 34015, June 13, 2006; 40 CFR 721.10000

Washington State (2005).USA. Polybrominated Diphenyl Ether (PBDE) Chemical Action Plan: Draft Final Plan, December 1, 2005.

WHO (1994): Environmental Health Criteria 162: Brominated Diphenyl Ethers. International Programme on Chemical Safety (IPCS), World Health Organization, Geneva, 1994.