



联合国  
环境规划署



Distr.: General  
4 December 2007

Chinese  
Original: English

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  
2007年11月19-23日，日内瓦

## 持久性有机污染物审查委员会第三次会议工作报告

增编

### 六溴代二苯风险管理评价

在其第三次会议上，持久性有机污染物审查委员会根据文件 UNEP/POPS/POPRC.3/11 所载草案，通过了关于六溴代二苯的风险管理评价。下文即经修正的风险管理评价案文。该案文未经正式编辑。

# 六溴代二苯

## 风险管理评价

持久性有机污染物审查委员会第三次会议通过

2007年11月

## 目 录

执行摘要	5
1. 导言	6
1.1. 化学品识别、生产和用途	6
1.1.1. 化学品识别	6
1.1.2. 生产和用途	7
1.2. 审查委员会关于附件 D 和附件 E 信息的结论	7
1.3. 数据来源	8
1.4. 该化学品在国际公约中的地位	9
1.5. 所采取的任何国家和区域控制行动	9
2. 确定可能采取的控制措施	10
2.1. 替代品	11
2.1.1. 替代品说明（物质）	12
2.1.2. 替代品说明（技术）	14
2.1.3. 技术可行性	15
2.1.4. 包括环境费用和健康费用在内的费用	15
2.1.5. 功效	15
2.1.6. 可用性	15
2.1.7. 可及性	16
2.2. 实现风险减少目标可能采取的控制措施的功效和效率	16
2.2.1. 技术可行性	16
2.2.2. 包括环境费用和健康费用在内的费用	16
2.3. 关于执行可能的控制措施对社会的影响的简要信息	16
2.3.1. 包括公共健康、环境健康和职业健康在内的健康	16
2.3.2. 包括水产养殖和林业在内的农业	16
2.3.3. 生物区系（生物多样性）	16
2.3.4. 经济方面	17
2.3.5. 迈向可持续发展	17
2.3.6. 社会费用	17
2.3.7. 其他方面（对废物和废物处理的影响——储存，污染地）	17
2.4. 其他考虑因素	18
2.4.1. 获取信息和公共教育	18
2.4.2. 控制和监测能力状况	18

3. 信息综述 .....	18
4. 结论声明 .....	19
参考资料 .....	20

## 执行摘要

欧洲共同体及其作为《斯德哥尔摩公约》缔约方的成员国在2005年提议把六溴代二苯列入《公约》附件A。持久性有机污染物审查委员会在第二次会议上决定，根据《公约》第8条第7(a)款，由于其远距离环境迁移的结果，六溴代二苯可能会对人类健康和环境造成重大不利影响，因此必须采取全球行动消除这一影响。

六溴代二苯是一种有意生产的化学品，被用作阻燃剂。根据现有资料，数年前就已经停止了该物质的生产和使用。尽管如此，可能仍有一些发展中国家在生产六溴代二苯。六溴代二苯主要用于丙烯腈-丁二烯-苯乙烯（ABS）塑料和涂层电缆。基于电器产品和电子产品 5 至 10 年的预期寿命，预计已经处理完了所有相关产品。

最有效的控制措施是禁止六溴代二苯以及含有六溴代二苯的产品和物品的所有生产和使用。因为并未确定六溴代二苯的残留使用，因此把六溴代二苯一律列入附件 A 是《公约》的首要控制措施。把六溴代二苯列入附件 A 还意味着同时也适用第 3 条有关进出口的规定和第 6 条有关识别和彻底处理库存及废物的规定。

关于化学代用品和技术替代品，报告资料（尽管与六溴代二苯不是特别相关，但是作为溴化阻燃剂的总体替代品）显示存在氢氧化铝之类危害性较小的替代品。但是，必须注意与同样的溴化阻燃剂混合物（如卤代磷和部分未卤代磷化物）相比，替代品中可能有同等有害或更有害的物质。

由于几十年前就停止了六溴代二苯的生产，所以可用的替代品、功效和费用影响均不构成问题。基于同样背景，把六溴代二苯列入附件A预计不会对社会产生重大负面影响。假设目前在世界任何一处尚有未知的生产，如果能够进一步管制可能的残留库存的管理和处理，并在全球规模预防六溴代二苯的再次引入，则预计会产生有益影响。

## 1. 引言

欧洲共同体及其作为《斯德哥尔摩公约》缔约方的成员国提议把六溴代二苯列入《斯德哥尔摩公约》附件A。

### 1.1. 化学品识别、生产和用途

#### 1.1.1. 化学品识别

六溴代二苯属于较广的多溴联苯（PBBs）基。“多溴联苯”或“聚合溴化联苯”是指由替代氢与联苯中的溴组成的溴化碳氢化合物。这种六价同源物可能有42种异构体存在形式，它们已用化学文摘社（CAS）编号和国际化联（IUPAC）编号列入美国毒物与疾病登记署（US ATSDR）（2004年）和UNEP/POPS/POPRC.2/9号文件附件B中。

化学文摘社化学品名称： hexabromo -1,1'- biphenyl

又名： 六溴代二苯；

联苯，六溴；

1,1'- 联苯，六溴-；

**HBB**

商贸名称： FireMaster (R) BP-6

FireMaster (R) FF-1

技术级多溴联苯（FireMaster<sup>(R)</sup>）含有若干多溴联苯化合物、异构体和同类物，六溴代二苯是主要的成分之一。FireMaster<sup>(R)</sup> BP-6的成分随批次不同而变化，但其主要组成部分是2,2',4,4',5,5'-六溴代二苯（60-80%）和2,2',3,4,4',5,5'-六溴代二苯（12-25%），加上较低溴化化合物。混合的溴氯联苯和多溴化奈也一直被视为FireMaster<sup>(R)</sup>的次要成分（环境健康标准 152（国际化学品安全方案，1994年））。FireMaster FF-1（白色粉末）是将2%的碳酸钙作为抗粘结剂（环境健康标准 152（国际化学品安全方案，1994年））加入的FireMaster BP-6（褐色薄片）。美国毒物与疾病登记署（2004年）登有关于FireMaster<sup>(R)</sup> BP-6和FireMaster<sup>(R)</sup> FF-1中已确认的多溴联苯同类物成分的其他数据。

化学文摘社登记号： 36355-01-8<sup>1</sup>（六溴代二苯同类物通用化学文摘社编号）

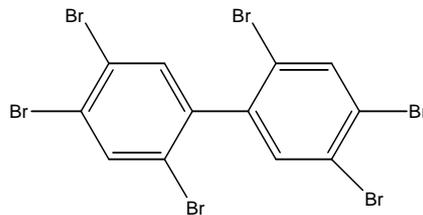
59536-65-1 Firemaster (R) BP-6（环境健康标准 192（国际化学品安全方案，1997年））

<sup>1</sup> 化学文摘社登记号 36355-01-8 在 1988 年欧盟进出口条例和联合国环境规划署《鹿特丹化学品公约》中作为多溴联苯的通用化学文摘编号。

67774-32-7 Firemaster (R) FF-1 (环境健康标准 192 (国际化学品安全方案, 1997 年))

图 0-1 说明了 2,2',4,4',5,5' - 六溴代二苯的结构 (化学文摘社登记号: 59080-40-9, 多溴联苯同类物号: 153) (分子式资料来源: 环境健康标准 192 (国际化学品安全方案, 1997 年))。

图0-1: 2, 2', 4, 4', 5, 5' - 六溴代二苯的分子式



#### 1.1.2. 生产和用途

以下是风险简介给出的六溴代二苯生产和用途简要资料。多溴联苯的商业生产始于1970年。从1970年至1976年美国生产了约600万千克的多溴联苯。其中六溴代二苯约占540万千克(约88%)。美国在1975年停止生产多溴联苯。重新启动多溴联苯生产需要提前90天通知美国环保局,期间美国环保局将评价意愿用途和相关活动,并在适当的时候管控该物质以禁止或限制活动。

根据现有信息,大部分国家(如果不是所有国家的话)都已停止生产和使用六溴代二苯。但是,一些发展中国家或经济转型国家可能仍在生产六溴代二苯。

在美国和加拿大,六溴代二苯在三种主要商业产品中用作阻燃剂:建筑行业机壳和工业产品(如发动机壳)及电器产品(如收音机和电视零件)的丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)的热塑性塑料;作为涂层和油漆中的一种阻燃剂以及用于汽车内饰的聚氨酯泡沫塑料。

1970年至1976年在美国生产了大约500万吨六溴代二苯。在1974年生产的估计2,200吨六溴代二苯中,约有900吨用于丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物塑料产品,用于线缆涂料的甚至更多。用于汽车内饰聚氨酯泡沫塑料的准确数量没有公布。因为多溴联苯在最后焚烧废弃汽车中不会分解,故这两个较大的消费者停止使用六溴代二苯(其中一个是在1972年)。

#### 1.2. 审查委员会关于附件D和附件E信息的结论

委员会于2006年11月6日至10日在日内瓦的第二次会议上根据附件E拟定了一份风险简介。基于该风险简介,决定(第POPRC-2/3号决定)根据《公约》第8条第7(a)款,由于其远距离环境迁移的结果,六溴代二苯可能会对人类健康和环境造成重大不利影响,因此必须采取全球行动消除这一影响。然而,委员会请编写六溴代二苯风险简介的特设工作小组进一步改进该风险简介,提供六溴代二苯暴露对人类健康和环境产生的风险

的估计，这应包括与六溴代二苯存在物品和废物中的存在相关的潜在风险。委员会另外决定，根据《公约》第8条第7(a)款和斯德哥尔摩公约缔约方大会第SC-1/7号决定第29段，设立一个特设工作小组，负责编写一份风险管理评价，该评价应分析根据《公约》附件F而可能采取的六溴代二苯控制措施，并请缔约方和观察员根据《公约》第8条第7(a)款规定，向秘书处提交附件F中规定的六溴代二苯信息以及其他信息，以改进六溴代二苯的危害评估和风险简介。

### 1.3. 数据来源

本风险管理评价主要基于《公约》缔约方和观察员提供的资料。以下各国提供了对有关《斯德哥尔摩公约》附件F（风险管理）规定信息所做的答复（表1-1）：

表1-1：2007年4月递交的附件F调查问卷

缔约方	机构	提交日期
加拿大	加拿大环境部	2007年2月8日
捷克共和国	环境部	2007年2月6日
德国	联邦环境部	2007年2月7日
毛里求斯	政府	2007年1月29日
摩纳哥	政府、环境部	暂缺
泰国	公共健康部、危险物质控制组	2005年2月16日
赞比亚	赞比亚政府环境理事会	2007年1月31日
瑞士	联邦环境办公室	2007年2月6日
国家观察员	美国环保局	2007年2月9日
非政府组织观察员	公共和环境事务研究所	2007年2月8日

除了对调查问卷的答复，所使用的主要资料来源还包括以下途径：

- （丹麦环保局，1999年）丹麦环境保护局，《溴化阻燃剂：物质流动分析和替代评估》，1999年6月。可查阅 [http://www2.mst.dk/common/Udgivramme/Frame.asp?pg=http://www2.mst.dk/udgiv/Publications/1999/87-7909-416-3/html/kap08\\_eng.htm](http://www2.mst.dk/common/Udgivramme/Frame.asp?pg=http://www2.mst.dk/udgiv/Publications/1999/87-7909-416-3/html/kap08_eng.htm)。
- （美国环保局，2005年），《低密度聚氨酯泡沫化学阻燃剂替代环境简介》。可查阅 <http://www.epa.gov/dfc/pubs/flameret/ffr-alt.htm>。
- （奥斯巴，2001年）：奥斯巴首要物质系列：特定溴化阻燃剂——多溴联苯乙醚、多溴化联二苯、六溴环十二烷，奥斯巴委员会，2001年（2004年最新版）。
- （德国环境部，2000年）：Leisewitz A、Kruse H、Schramm E，德国联邦环境部，《自然保护、核安全、替代环境相关的阻燃剂：评估基本原理》，第204 08 642号或第207 44 542号研究报告，2000年。

具体的国家和国际六溴代二苯风险管理报告暂缺。但是，许多报告如丹麦环保局（1999年）、奥斯巴（2001年）、德国环境部（2000年）、德国废弃电子电器产品回收与处理部门（2003年a、2003年b）和美国环境保护局（2005年）等报告所涉及的就是在国际或国家规模上控制和替代溴化阻燃剂问题。

《包括、含有聚氯联二苯、多氯三联苯或多溴联苯或者受上述物质污染的废物的适应环境管理技术指南》草案报告了多溴联苯的管理概况，2006年4月第7版可查阅<http://www.basel.int/techmatters/index.html>。

#### 1.4. 该化学品在国际公约中的地位

六溴代二苯被列入《远距离越境空气污染公约关于持久性有机污染物的议定书》附件一中。《议定书》的条款责成各缔约方逐步淘汰对六溴代二苯的一切生产与使用。

六溴代二苯同其他多溴联苯一道，还被列入联合国环境规划署/联合国粮农组织《关于在国际贸易中对某些危险化学品和农药采用事先知情同意程序的鹿特丹公约》。

《奥斯巴保护东北大西洋海洋环境公约》把溴化阻燃剂（包括六溴代二苯）列为采取优先行动的化学品名单的一部分（2002年3月）。瑞典已编制了一份背景文件。该文件首先在2001年发表，随后在2004年更新（奥斯巴，2006年）。最新文件建议的行动旨在支助欧洲联盟关于多溴联苯的若干措施，制定一项关于若干多溴联苯的奥斯巴监测战略，并审查制定进一步奥斯巴措施的必要性以增补欧洲联盟的最后措施。

《赫尔辛基波罗的海海洋环境保护公约》（赫尔辛基委员会<sup>2</sup>）把六溴代二苯列为采取紧急优先行动的选定物质（第19/5号建议，附件，附录3），并预定予以消除（附件一，第2部分）。《赫尔辛基波罗的海海洋环境保护公约》旨在2020年以前实现停止危险物质的排出、排放和损失目标。

《巴塞尔公约》附件八未作进一步说明即把多溴联苯归类为危险物质。

即使《国际化学品管理战略方法》不是一项国际公约，但它也应该是一项值得注意的国际行动。《国际化学品管理战略方法》由多方利益有关方和多部门筹备委员会制定，支助实现2002年约翰内斯堡可持续发展世界首脑会议上达成的各项目标。《国际化学品管理战略方法》没有特别针对六溴代二苯，但却把持久性有机污染物纳入可能优先进行评估和相关研究的一组化学品。《国际化学品管理战略方法》的目标之一就是保证到2020年，基于科学的风险评估并考虑到费用、益处以及较安全替代物的可用性和功效，对人类健康和环境造成不合理及其他不可管理风险的化学品和化学品使用（尤其是持续性有机污染物）不再被使用或者用于上述用途（《国际化学品管理战略方法》，2006年）。

#### 1.5. 所采取的任何国家和区域控制行动

欧盟把六溴代二苯列入关于持久性有机污染物的第850/2004号条例（欧盟）附件一，在所有27个成员国全面

<sup>2</sup> 赫尔辛基委员会-波罗的海海洋环境保护委员会 [http://www.helcom.fi/environment2/hazsubs/action/en\\_GB/list](http://www.helcom.fi/environment2/hazsubs/action/en_GB/list), 《公约》管理机构。

禁止生产和使用。

欧盟关于报废电子电器设备的第2002/96/EC号指令要求在进行进一步处理之前，必须把溴化阻燃剂从任何单独收集的报废电子电器设备中移除。欧盟关于电子电器设备中限制使用某些有害物质第2002/95/EC号指令第4条规定，从2006年7月起电子电器物品不能含有多溴联苯。<sup>3</sup>

第850/2004/EC号条例针对的是在欧洲一级废物中六溴代二苯的处理问题。如同第1195/2006/EC号条例所修订的那样，废物中诸如六溴代二苯之类的持久性有机污染物如果超过了50毫克/千克的浓度限制则必须销毁。

通过第1976/769/EEC号指令，数十年前欧盟就已经禁止在纺织品中使用多溴联苯。

在国家一级，加拿大、美国和澳大利亚报告了所采取的法定控制措施。在加拿大，分子式为 $C_{12}H_{(10-n)}Br_n$ 的多溴联苯，其中 $n$ 大于2，出现在1999年《加拿大环境保护法》附件一（有害物质清单）上，必须禁止其制造、使用、出售、供销和进口。另外，这些物质出现在1999年《加拿大环境保护法》附件三第一部分（出口管制清单——违禁物质）中，除了销毁目的外，必须有效禁止其出口。

在美国，六溴代二苯受《有害物质管控法重大新使用规则》的限制，要求无论出于任何用途，在重新启动生产或进口前必须通知环保署（《联邦公报》，第63卷第45955号，1998年8月28日；《联邦法规汇编》第40篇第721节第1790条）。

在澳大利亚，1990年的《工业化学品（通告和评估）条例》禁止六溴代二苯、八溴联苯和十溴联苯的引入（即制造或进口）或出口，除非国家工业化学品通告评估计划署长给出书面许可。

## 2. 确定可能采取的控制措施

已经广泛执行的控制措施包括消除生产、使用和进出口。美国环保局把对六溴代二苯的限制适用于《有害物质管控法》和《重大新使用规则》，要求无论出于任何用途，在重新启动生产或进口前必须通知环保局（《联邦公报》第63卷第45955号，1998年8月28日；《联邦法律汇编》第40篇第721节第1790条）。毛利求斯在2004年制定了《危险化学品管控法》，危险化学品管控局负责管控化学品的全部进口。

六溴代二苯的影响可能与产品使用相关，发生在含有多溴联苯的塑料回收过程中以及掩埋处理后，因此在审议控制措施时通常应当考虑被使用物品的排放和废物排放（奥斯巴，2001年）。

在对附件F调查问卷的回应中，没有涉及与库存及被使用物品排放控制和净化有关的措施。

因为六溴代二苯是一种国际生产的化学品，所以最有效的<sup>4</sup>控制措施是禁止六溴代二苯以及含有六溴代二苯的

---

<sup>3</sup> 对于第5(1)条的规定用途，应当认可按重量计算浓度不超过0.1%的多溴联苯单一材料。

<sup>4</sup> 实现具体目标的最低限度努力（这里指目前和将来不会再有六溴代二苯的生产和使用，目的是避免在环境中的排放和对人类健康和/或环境产生重大负面影响）。

产品和物品的所有生产和使用。换句话说，根据第 3(1)条，消除六溴代二苯的必要法律措施和行政措施（如取消或拒绝化学品的生产前和销售前授权）会产生同等影响。由于并未确定六溴代二苯的残留使用，把六溴代二苯一律列入附件 A 则是《公约》的首要控制措施。

把六溴代二苯列入附件 A 还意味着同时也适用第 3 条有关进出口的规定和第 6 条有关识别和彻底处理库存及废物的规定。

## 2.1. 替代品

六溴代二苯风险简介说明了美国和加拿大含有六溴代二苯的三种主要商业产品：

1. 用于商用机器机壳及收音机和电视等电器产品的丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物 (ABS) 的热塑性塑料；
2. 作为涂层和油漆中的一种阻燃剂；以及
3. 用于汽车内饰的聚氨酯泡沫塑料。

美国和加拿大已经停止生产和使用六溴代二苯，而且大部分国家也可能已停止生产和使用。但是，一些发展中国家或经济转型国家可能仍在生产六溴代二苯。因为大多数生产和使用都已停止，所以存在并正在使用众多的替代品。既然可能存在若干生产和使用，因此根据现有资料提出了对替代品的评估和评价，着重早期知道的用途。

可以获取若干关于替代物质和替代进程的风险评估报告。奥斯巴首要物质系列（奥斯巴，2001年）规定了关于溴化阻燃剂替代品的简要资料。丹麦环境保护局说明了替代无卤阻燃剂的多种用途，包括环氧树脂、酚醛树脂、硬/软聚氨酯泡沫体、纺织品和包括丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚的各种塑料（丹麦环保局，1999年）。同时列举了现成化学代用品和替代材料。美国环保局说明了聚氨酯泡沫体的过程替代品和化学代用品（美国环保局，2005年）。德国联邦环境部报告了用于电子、装潢和其他部门的阻燃剂替代品（德国环境部，2000年）。

因为溴化阻燃剂大约只占全球阻燃剂消耗量的15%，大体上大量化合物都可被视作替代品（奥斯巴，2001年）。代用产生在三个层面上：

1. 在一些应用中，溴化阻燃剂可以被另一种阻燃剂替代而不用改变原料聚合物；（主要代用物）
2. 塑料材料，即含有阻燃剂及其他添加物的原料聚合物，可以被另一种塑料材料替代；（如聚砜、聚芳醚酮和聚苯醚砜）
3. 用某种不同产品替代该产品，如用另一种材料替代塑料材料（如羊毛），或者通过使用某种完全不同的解决方法而实现功能。

目前在欧洲使用并经报告的化学代用品（见下文第1组）包括的组别有(a)有机磷化合物，(b)无机阻燃剂，和(c)含有化合物的氮（丹麦环保局，1999年）。

(a) 有机磷化合物组别包含下列主要物质，分为：

- 1) 卤化有机磷（磷酸三（1,3-二氯-2-丙基）酯、磷酸三（氯丙基）酯和磷酸三氯乙酯）；
- 2) 无卤有机磷（磷酸三苯酯、磷酸三甲苯酯、间苯二酚（联苯磷酸盐）、磷酸、（2-（（羟甲基）氨基甲酰）乙基）-二甲酯、热固性材料的磷、氮成分）。

(b) 含有氢氧化铝、氢氧化镁、聚磷酸铵、红磷和硼酸锌的无机物组别。

(c) 含有三聚氰胺和三聚氰胺衍生物，如氰尿酸三聚氰胺和三聚氰胺聚磷酸盐的氮组别。

另外，美国环保局在2005年提供了一份评估，评估用三溴新戊醇、氯烷基磷酸盐、其他脂酸芳基酯、四溴邻苯二甲酸酯二醇和反应型溴化阻燃剂替代五溴代二苯醚的可能性。同时还提到把四溴双酚A和反应型磷多元醇列为潜在替代品。

### 2.1.1. 替代品说明（物质）

#### 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物塑料的替代品

作为卤化或无卤物质的有机磷化物可以作为丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物塑料的替代品。

卤化有机磷化合物包括磷酸三（2-氯丙基）酯、磷酸三氯乙酯和磷酸三（2, 3-氯丙基）酯（德国环境部，2000年）。根据（美国环保局，2005年），磷酸三（2, 3-氯丙基）酯在美国及其他国家经常用于聚氨酯泡沫塑料。但是，对于磷酸三（2, 3-氯丙基）酯、磷酸三（2-氯丙基）酯和磷酸三氯乙酯，需要适当关注致癌性、再生毒性、发展毒性、周身毒性、遗传毒性、急慢性生态毒性和持久性。（卫生组织，1998年）、（美国环保局，2005年）

人们认为四溴双酚A（TBBPA或TBBP-A）对水生生物非常有毒，极具持久性。这种阻燃剂主要用于印刷电路板。由于四溴双酚A能与印刷电路板的树脂化合，所以不会对水生环境产生直接影响，对水生生物的风险也最小化了。而就处理和回收目的而言，如果电路板含有的多溴联苯达到呈现出附件三所规定特性的程度，《巴塞尔公约》则将其归类为危险物质（附件八，A 1180）。所以关于废物装运的第（EC）1013/2006号欧洲条例在第36条规定限制这些废物的出口。四溴双酚A及其他阻燃剂在电子电器设备的废物回收中有所释放。<sup>5</sup>

无卤有机磷化物作为高抗冲聚苯乙烯和聚碳酸酯塑料的替代阻燃剂，包括经常使用的物质，如磷酸三苯酯、磷酸三甲苯酯、间苯二酚双（二苯基磷酸酯）和磷酸（2-（（羟甲基）氨基甲酰）乙基）-二甲酯（（N-二羟甲基磷酰丙烯酰胺®）（丹麦环保局，1999年）。

（美国环保局，2005年）报告了磷酸三苯酯在总体上具有中度危险性，而由于其对水生生物的毒性，德国认

<sup>5</sup> Morf LS、Trempe J、Gloor R、Huber Y、Stengele M、Zennegg M.《电子电器设备废物中的溴化阻燃剂：回收工厂里的物质流动》。《环境科学》第39期：第8691-8699页，2005年。

为磷酸三苯酯危害环境（德国环境部，2000年）。磷酸三甲苯酯毒性根据异构体而明显不同。国际化学品安全方案建议使用提纯的m型和p型异构体以防止非常有毒的o型异构体的形成（丹麦环保局，1999年）。低聚磷酸酯通常和磷酸三苯酯一起使用。

虽然丹麦报告说明了N-二羟甲基磷酰丙烯酰胺<sup>⑥</sup>是乙酰胆碱酯酶和微粒体酶系统的弱抑制剂，而且高浓度会引起染色体畸变和回复突变，但是其特性并没有总结得很充分。德国报告说明了N-二羟甲基磷酰丙烯酰胺能很容易分离甲醛，时常与乙基脲一起使用以帮助捕获排放的甲醛（德国环境部，2000年）。

德国报告和丹麦报告都评论了低聚磷酸酯对人类和环境的毒性资料不足。由于毒性资料的缺乏和通过消费品使用对人类的可能传播，这些报告断定资料不足，难以给出建议。

### 涂层和油漆里的替代品

无卤橡胶电缆能包含作为阻燃剂替代品的氢氧化铝和硼酸锌，并可以加入乙烯基醋酸乙烯酯聚合物。

氢氧化铝是最为常用的阻燃剂（丹麦环保局，1999年）。由于分解时的吸热反应以及其他性质，它非常有效，并能抑制烟雾的产生。其功能缺点是需要较多数量（多达50%），这会影响到该物质的性质。其在消费品中的应用极不可能导致不良影响。不能检测到此物质在食物链中的蓄积量（丹麦环保局，1999年）。另外，德国替代报告说明氢氧化铝作为阻燃剂使用“不成问题”。

氢氧化镁具有类似影响；但是其环境作用仍需要评估（丹麦环保局，1999年）。

硼酸锌经常与氢氧化铝相结合，用于替代三氧化二锑。德国报告说明了硼的致畸性，以及其刺激眼睛、呼吸器官和皮肤的较高能力。报告假定硼作为阻燃剂使用不会给人类造成重大的额外浓度。但是，它得出结论在家用消费品广泛使用硼之前，重要的是要衡量硼在尘土中的排放能力。

### 聚氨酯泡沫的替代品

聚磷酸铵是一种添加型阻燃剂，目前用于阻燃的软硬聚氨酯泡沫以及泡沸薄片、浇铸树脂、密封剂和胶水。聚磷酸铵配方在软泡沫中大约占4-10%，而在硬泡沫中大约占20-45%（美国环保局，2005年）。聚磷酸铵通常与氢氧化铝和三聚氰胺连用。它产生氨和磷酸盐两种代谢物，人们认为它不会对人类产生急性毒性（德国环境部，2000年）。但是，尚未分析长期毒性、致畸性、突变性或致癌性。聚磷酸铵分解迅速，也不会食物链中聚集。由于磷酸的形成可能会刺激皮肤。

主要用在聚酰胺中的红磷很容易燃烧，呈现出些许有毒的特性。目前没有有关红磷生态毒性、致癌性、突变性、长期毒性或毒物动力学方面的资料，也不存在由于把红磷混入产品而导致的室内外空气（来自污泥）红磷浓度的资料。磷酸的形成会导致刺激眼睛和黏膜。认为不可能产生生态系统聚集（德国环境部，2000年）。美国政府研究人员注意到在红磷的长期储存过程中，观测到了高浓度的有毒磷化氢（Anthony等人，2006年）。丹麦环保局（1999年）的资料证实了该观测结果，并声明“塑料制品的小生产者应避免使用红磷”。

三聚氰胺及其衍生物（氯尿酸酯、多聚磷酸酯）目前用在软聚氨酯泡沫、发泡型防火涂料、聚酰胺和热塑聚

氨酯中（专用化学品，2004年）。在欧洲它们大规模地应用在高密度软聚氨酯泡沫中，但每单位重量的多羟基化合物需要30%至40%的三聚氰胺。三聚氰胺及其衍生物对动物显示出若干有毒影响（美国环保局，1985年；丹麦环保局，1999年）。在火中，氰尿酸三聚氰胺会排放出氢氰酸和异氰酸盐等毒烟（德国环境部，2000年）。

但是，丹麦报告注意到基于瑞典阻燃剂项目（Berglind，1995年）和Stevens等人研究的结果（1999年），没有关于产品排放的资料，而且三聚氰胺似乎具有较低的急慢性毒性，并得出结论“……三聚氰胺作为阻燃剂使用而预计的影响程度中，没有设想不良影响”（丹麦环保局，1999年）。与此相反，德国报告说明了三聚氰胺资料缺乏、在环境样品中的存在以及中度的器官毒性，并得出结论三聚氰胺是一种“成问题的物质”（德国环境部，2000年）。

丹麦报告并未确定把具体的反应型磷多元醇作为软聚氨酯泡沫的潜在替代品，尽管甲基磷酸（化学文摘社编号676-97-1）的聚乙二醇酯在聚氨酯泡沫中用作阻燃剂（如化学文摘社编号294675-51-7）（禁止化学武器组织，2006年）。美国橡树岭国家实验室的研究人员把甲基磷酸描述为化学武器的一种降解产物，具有“明显的持久性”。（Munro等人，1999年）其他类型的毒性资料极少，但是该物质与水反应剧烈（美国环保局，1985年）。磷酸科还包括氨甲基磷酸和除草剂的一种降解产物草甘膦（亦即[草甘膦]甲基磷酸）（对附件F的答复，2007年，国际消除持久性有机污染物联盟）。

美国环保局关于阻燃剂替代品的《面向环境的设计》报告（美国环保局，2005年）研究了低密度泡沫中五溴二苯醚15种化学代用品的毒性。其中12种物质中度或高度关系到持久性，会产生持久性降解产物。另外6种物质中度关系到生物聚集能力。全部物质（包括磷酸三苯酯、三溴新戊醇和专有的磷酸芳基酯在内）引起了对于人类健康的一般总体性关注，而对于水生环境则具有低度到高度不等的危险。

### 2.1.2. 替代品说明（技术）

美国环保局关于阻燃剂替代品的《面向环境的设计》报告（美国环保局，2005年）简短地讨论了三种目前可用的替代技术（隔离技术、石墨浸渍的泡沫和表面处理）。隔离技术具有最广泛、直接的商业应用，包括提供耐火性的多层材料。这些材料包括用在垫子里的硼酸处理过的棉质材料、用在家具和垫子里的天然和人造纤维混合物（VISIL防火纤维、巴斯夫纤维、聚苯并咪唑、凯夫拉尔纤维、诺梅克斯纤维和玻璃纤维）以及用在消防服和太空服里的高性能合成材料。至于使用棉和硼酸的隔离技术，应考虑硼潜在的负面作用（见上文；德国环境部，2000年），而且在家用消费品广泛使用硼之前，重要的是要衡量硼在尘土中的排放能力。关于隔热织物甚或消除填充材料使用的更多资料可以在Lowell（2005年）和Posner（2004年）报告中找到（美国环保局，2005年）。石墨浸渍的泡沫和表面处理在商业上应用有限。可以把石墨浸渍的泡沫视为一种“固有的耐燃泡沫”，能够自行熄灭，非常耐燃。相对来说这是一种较新的技术，主要用在缝隙市场，如一般飞机座椅的缝隙市场。表面处理还有其他应用，在缝隙市场里也有应用，对一些纺织和家具制造可能也合适。但是，表面处理全行业替代在低密度泡沫中的使用，或许并不可行（美国环保局，2005年）。

### 2.1.3. 技术可行性

以上说明的全部替代在技术上具有可行性，并应用在了商业中（对附件F的答复，2007年，国际消除持久性有机污染物联盟）。其他缔约方没有提供这方面的具体评论。

### 2.1.4. 包括环境费用和健康费用在内的费用

替代品的价格通常不会高于溴化阻燃剂，但是高填充剂用量通常是必要的。对于无机化合物、氢氧化铝和氢氧化镁来说尤其如此。由于氢氧化镁的低价，替代材料可能不会贵过含溴化阻燃剂的材料，但是含镁材料通常要贵得多（丹麦环保局，1999年）。

关于替代技术，美国环保局（2005年）把硼酸处理过的棉质材料描写为“……可供使用的最便宜阻燃隔离材料。”但是，石墨浸渍的泡沫通过将阻燃纤维相关费用降到最低，可以制定具有竞争性的价格。

然而根据国际消除持久性有机污染物联盟，在评价Ackermann等人具体说明的任何替代品费用（2006年）时，需要审议以下重要方面：

- 在实际上，如果考虑耐用性及其他因素，初始费用较高的替代品在整个产品寿命期可能更节省成本。
- 替代品的大规模生产能够极大地降低成本。
- 用以保护健康和环境的初始费用经常会预先过高估计，在执行了条例之后迅速减少。

### 2.1.5. 功效

根据国际消除持久性有机污染物联盟，在六溴代二苯已知的使用领域中，联邦法律或州法律没有禁止通常应用在这些领域并用于以上说明的用途的替代品，在这个意义上，它们满足管理要求，也满足美国联邦和州的管理要求。但是，化学品制造商和泡沫制造贸易集团认为聚磷酸胺不能大规模地用作溴化阻燃剂的替代品。原因是聚磷酸胺主要表现为一种固体，它对泡沫性质和加工有不良作用，而且人们认为聚磷酸胺作为阻燃剂，没有其他替代品有效（美国环保局，2002年，引自美国环保局，2005年）。

三聚氰胺和磷酸三（2，3-氯丙基）酯作为阻燃高密度软质聚氨酯泡沫塑料两种最常用的化学品，如果用于低密度软泡沫塑料，则或使泡沫塑料烧焦（如果不严重具有一种美学作用），或对泡沫塑料的物理性质产生负面影响。另外，许多化学品只以固体形式存在；这使它们不适宜做一些溴化阻燃剂的常用替代品（美国环保局，2005年）。（见第2.1.1节替代品用途的风险评估）

### 2.1.6. 可用性

这里说明的替代品可供使用，因为其中许多替代品已应用于商业中（对附件F的答复，2007年，国际消除持久性有机污染物联盟）。但是，许多替代品在商业中的应用并不一定就意味全球都可以利用它们。

### **2.1.7. 可及性**

这里说明的替代品具有可及性，因为其中许多替代品已应用于商业中（对附件F的答复，2007年，国际消除持久性有机污染物联盟）。但是，许多替代品在商业中的应用并不一定就意味全球都可以利用它们。

## **2.2. 实现风险减少目标可能采取的控制措施的功效率和效率**

### **2.2.1. 技术可行性**

六溴代二苯全球生产和使用的基本减少表明已经执行了技术上可行的替代（对附件F的答复，2007年，国际消除持久性有机污染物联盟）。

### **2.2.2. 包括环境费用和健康费用在内的费用**

根据国际消除持久性有机污染物联盟，已经发生的六溴代二苯的大量减少表明，替代品的费用并没有妨碍它们的替代。

其他缔约方没有提供这个专题的具体评论。但是，因为六溴代二苯的逐步减少在很久以前就已经发生，所以预计六溴代二苯产品的全球禁止不会产生重大费用。关于确定、收集、分解和残留设备处理的具体条款能够引起额外费用。

## **2.3. 关于执行可能的控制措施对社会的影响的简要信息**

### **2.3.1. 包括公共健康、环境健康和职业健康在内的健康**

根据德国联邦环境部，《斯德哥尔摩公约》限制/禁止六溴代二苯预计不会对欧洲区域产生较大影响，因为欧盟内部已经限制了六溴代二苯的特定用途，而且随后还界定了水的临界水平。但是，在全球规模上，预计禁止六溴代二苯会对人类健康和环境产生积极影响（对附件F的答复，2007年，德国）。另外捷克共和国没有预料到可能的控制措施的影响（对附件F的答复，2007年，捷克共和国）。根据国际消除持久性有机污染物联盟，把六溴代二苯列入《斯德哥尔摩公约》附件A而消除其生产、使用和进出口能通过防止持久性有毒物质的使用，正面影响人类健康和环境。六溴代二苯的禁止或逐步减少没有报告对社会产生了明显负面影响，这是因为显然目前六溴代二苯未被使用。把它列入附件A会防止今后生产和含在产品之中。

### **2.3.2 包括水产养殖和林业在内的农业**

因为六溴代二苯没有用于农业，所以不可能对农业产生经济影响。以减少污染形式产生的正面环境影响也不会对农业产生直接的正面影响。

### **2.3.3 生物区系（生物多样性）**

因为《持久性有机污染物议定书》和《斯德哥尔摩公约》显示了六溴代二苯持久、生物累积和有毒的性质，所以德国联邦环境部预计禁止/限制该物质会对生物区系产生正面影响。

#### 2.3.4. 经济方面

根据国际消除持久性有机污染物联盟，对于六溴代二苯的所有用途，企业已经采用了未显示持久性有机污染物性质而价格更具有竞争力的替代品。

#### 2.3.5. 迈向可持续发展

《持久性有机污染物议定书》和关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约审查委员会显示了六溴代二苯持久、生物累积和有毒性质以及其远距离环境迁移的可能性，得出结论说六溴代二苯达到了列入附件 D 的筛选标准，所以德国联邦环境部预计禁止/限制该物质会对全球可持续发展产生正面影响（对附件 F 的答复，2007 年，德国）。根据国际消除持久性有机污染物联盟，减少、消除六溴代二苯与寻求减少有毒化学品排放的可持续发展计划相一致。一项相关的全球计划是《国际化学品管理战略方针》，该方针由可持续发展问题世界首脑会议制定。<sup>6</sup>《国际化学品管理战略方针全球行动计划》包括旨在支持风险减少的具体措施，这些措施是优先选择安全、有效的替代品来替代持久性、生物累积和有毒物质等。

#### 2.3.6. 社会费用

由于六溴代二苯已被其他物质或技术所替代，所以根据国际消除持久性有机污染物联盟，对消费者在附件 A 列入物质的费用方面产生的影响应当忽略不计。

#### 2.3.7. 其他方面（对废物和废物处理的影响——储存，污染地）

因为六溴代二苯在很大程度上已经被减少，所以根据国际消除持久性有机污染物联盟，其对城市废物和废物处理的影响应当极小。

但是，风险简介描述了六溴代二苯以前的消费者使用用途，包括用于商用机器机壳和收音机、电视等电器产品、电缆涂层和聚氨酯泡沫塑料的丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物塑料。另外，有人担心把电子废物出口到发展中国家会导致回收时六溴代二苯的排放。最后，含六溴代二苯废物的燃烧或焚化能导致二苯并二噁英和二苯并呋喃的形成和排放。

把六溴代二苯列入附件 A 使含此物质的废物、产品或物品受制于《斯德哥尔摩公约》第 6 条，要求这些物质应以不影响环境的方式处理。

根据美国环保局，大约 1 180 万磅（540 万千克）的六溴代二苯用在美国商业产品和消费品中，估计使用寿命为 5 至 10 年。经推定，其中大多数产品，如电视机箱和商用机器机壳等必须通过埋入土壤或焚化的方式处理（毒物与疾病登记署，2004 年）。唯一的美国生产商在 1975 年 4 月倾空了其残留库存（国家癌症研究机构专题文章，1972 年至今，第 18 卷第 110 页，引自化合物毒性相关数据库，<http://toxnet.nlm.nih.gov>）。

<sup>6</sup> <http://www.chem.unep.ch/saicm/>。

没有关于赞比亚国内废弃产品和库存的资料。

在此背景之下，可以推定在使用的产品中，几乎没有一样含有六溴代二苯，这是因为实际上，它们都被处理掉了。因此，预计不会产生关于库存、废物和废物处理或污染地的其他影响。

## 2.4. 其他考虑因素

### 2.4.1. 获取信息和公共教育

因为欧盟内部已经限制了六溴代二苯，而且还界定了水的临界水平，所以有关六溴代二苯影响的公众教育方案在德国的必要性较低。但是，从《斯德哥尔摩公约》和《远距离越境空气污染公约奥尔胡斯议定书》（关于持久性有机污染物控制）的官方网站以及应对化学品的国家机构网站和用户指南上可以获取信息（对附件F的答复，2007年，德国）。在捷克共和国，六溴代二苯问题列在国家执行计划之下，是SC/UN ECE CRLTAP教育和认识活动的一部分。赞比亚获取环境信息的水平较低，尽管近些年来有所提高（赞比亚环境理事会2001年，赞比亚卢萨卡市的环境情况）。

### 2.4.2. 控制和监测能力状况

根据国际消除持久性有机污染物联盟，把六溴代二苯列入附件A将涉及易于沟通的控制措施，因此即使在化学管理基础设施有限的国家，也应当既有效又合适。关于废物控制措施，在实际中难以确定含六溴代二苯的物品和废物，但是基于已经处理了含六溴代二苯的大多数产品这一假定，预计不需要更多的控制和监测能力。

## 3. 信息综述

根据六溴代二苯风险简介，已知的商业生产（大约5 400吨）主要从1970年至1975年，由美国唯一一家六溴代二苯生产商密歇根州圣路易斯的密歇根化学品公司从事。目前没有信息表明俄罗斯、发展中国家或处于经济过渡期的国家存在可能的六溴代二苯生产。根据丹麦环保局（1999年），多溴联苯可能在亚洲仍有生产。

六溴代二苯主要用于丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料和涂层电缆。基于电子和电器产品5至10年的预期寿命，预计已经处理完了所有相关产品（美国毒物与疾病登记署，2004年）。

六溴代二苯已被列入《远距离越境空气污染公约持久性有机污染物议定书》附件一（《奥胡斯议定书》）中，责成各缔约方逐步淘汰一切生产与使用。六溴代二苯同其他多溴联苯一道，还被列入联合国环境规划署/联合国粮农组织《关于在国际贸易中对某些危险化学品和农药采用事先知情同意程序的鹿特丹公约》。奥斯巴自1998年起就把六溴代二苯列为优先行动化学品。

在欧洲一级，六溴代二苯被列入关于持久性有机污染物第850/2004号条例（欧盟）附件一，全面禁止生产和使用。欧盟关于报废电子电器设备的第2002/96/EC号指令要求在进行进一步处理之前，必须把溴化阻燃剂从任何单独收集的电子电器设备中移除。欧盟关于电子电器设备中限制使用某些有害物质的第2002/95/EC号指

令第4条规定从2006年7月起电子电器物品不能含有多溴联苯。<sup>7</sup>

第850/2004/EC号条例针对的是在欧洲一级废物中六溴代二苯的处理问题。如同第1195/2006/EC号条例所修订的那样，废物中诸如六溴代二苯之类的持久性有机污染物如果超过了50毫克/千克的浓度限制则必须销毁。

在国家一级，德国、加拿大、澳大利亚和美国报告了所采取的法定控制措施。

关于化学代用品和技术替代品，报告资料（尽管与六溴代二苯不是特别相关，但是作为溴化阻燃剂的总体替代）显示存在氢氧化铝之类危害性小的替代。但是，必须注意与同样的溴化阻燃剂混合物（如卤代磷和部分未卤代磷化物）相比，替代中可能有同等有害或更有害的物质。提供关于六溴代二苯选择标准的指导应当成为六溴代二苯消除风险管理战略的一部分。这有助于阻止用其他有害物质取代六溴代二苯。标准应当包括一条安全的合成路径、最少的人类和环境毒性、生产使用期间最少的排放量、焚化或燃烧时危险物质的最少形成物以及再生或削弱为无危险物质的能力。<sup>8</sup>

由于几十年前就停止了六溴代二苯的生产，所以可用的替代、功效和费用影响均不构成问题。基于同样背景，把六溴代二苯列入附件A预计不会对社会产生重大负面影响。

持久性有机污染物审查委员会根据《公约》第8条第7（a）款决定，由于其远距离环境迁移的结果，六溴代二苯可能会对人类健康和环境造成重大不利影响，因此必须采取全球行动消除这一影响。

假设目前在世界任何一处尚有未知的生产，如果能够进一步管制可能的残留库存（如涂层电缆、超过平均寿命的设备）的管理和处理，并在全球规模上预防六溴代二苯的再次引入，从而预计会产生有益影响。

#### 4. 结论声明

委员会在评价了相应的六溴代二苯风险简介，评估和确定了本文件附件所列对所有六溴代二苯采用类别法的基本原理并拟订了其风险管理评价之后，得出这样的结论，由于其远距离环境迁移的结果，六溴代二苯可能会对人类健康和/或环境造成重大不利影响，因此必须采取全球行动消除这一影响。尽管据悉已没有人生产或使用六溴代二苯，但重要的是，要防止今后生产和使用该物质。

因此，根据《公约》第8条第9款，委员会建议斯德哥尔摩公约缔约方大会考虑把六溴代二苯列入附件A。由于已查明不存在任何六溴代二苯剩余生产量或用途，不规定任何特定豁免便把六溴代二苯列入附件A是可行的。此外，委员会建议执行工作应着重于查明和管理含有六溴代二苯的物品和废物，以及确定适当措施以避免今后再次引入六溴代二苯。

---

<sup>7</sup> 对于第5(1)条的规定用途，应当认可按重量计算浓度不超过0.1%的多溴联苯单一材料。

<sup>8</sup> 丹麦环保局，《溴化阻燃剂：物质流动分析和替代评估》，1999年6月。

参考资料

(Ackermann et al., 2006): Ackerman F, Massey R. The Economics of Phasing Out PVC, Global Development and Environment Institute, Tufts University, USA, May 2006. Available at [http://www.ase.tufts.edu/gdae/Pubs/rp/Economics\\_of\\_PVC\\_revised.pdf](http://www.ase.tufts.edu/gdae/Pubs/rp/Economics_of_PVC_revised.pdf)

(Annex F responses, 2007): Responses to request for information on Annex F requirements for the proposed POPs substances which have been submitted in 2007 to the Persistent Organic Pollutants Review Committee (POPRC) under the Stockholm Convention. Available at <http://www.pops.int/documents/meetings/poprc/prepdocs/annexFsubmissions/submissions.htm>,

Anthony JS, Davis EA, Haley MV, McCaskey DA, Kristovich RL., 2006. Edgewood Chemical Biological Center, Aberdeen Proving Ground, MD. Chemical Characterization of the Pyrotechnically Disseminated KM03 Red Phosphorus Floating Smoke Pot. Govt Reports Announcements & Index (GRA&I), Issue 24

Berglind, R. 1995. Human health hazard assessments of some flame retardants. PM 5/95. Swedish National Chemical Inspectorate, Stockholm.

BMU, 2000. Leisewitz A, Kruse H, Schramm E, 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

Danish EPA, 1999. Danish Environmental Protection Agency, Brominated flame retardants: Substance flow analysis and assessment of alternatives, June 1999. Available at [www.mst.dk/udgiv/Publications/1999/87-7909-416-3/html/default\\_eng.htm](http://www.mst.dk/udgiv/Publications/1999/87-7909-416-3/html/default_eng.htm)

Heinzerling et al., 2004. Heinzerling L. and Ackerman. Priceless: Human Health, the Environment and Limits of the Market. The New Press, 288 pages, 2004

IARC, 1978. International Agency for Research on Cancer (IARC) - Summaries & Evaluations, Polybrominated Biphenyls, Vol.: 18 (1978) (p. 107)

IPCS, 1994. Environmental Health Criteria 152: Polybrominated biphenyls. IPCS International Programme on Chemical Safety. United Nations Environment Programme. International Labour Organisation. World Health Organization. Geneva 1994. Available at <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc152.htm>.

IPCS, 1997. Environmental Health Criteria 192: Flame Retardants: A General Introduction. IPCS International Programme on Chemical Safety. United Nations Environment Programme. International Labour Organisation. World Health Organization. Geneva 1997. Available at <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc192.htm>.

Lowell, 2005. Lowell Center for Sustainable Production, Prepared by Pure Strategies, University of Massachusetts

Lowell, Lowell MA 01854, Decabromodiphenylether: An investigation of non-halogen substitutes in electronic enclosure and textile applications. April 2005, <http://sustainableproduction.org/downloads/DecaBDESubstitutesFinal4-15-05.pdf>

Matthews et al., 1993. Matthews HB, Eustic SL, Haseman J. National Institute of Environmental Health Science, Research Triangle Park, North Carolina 27709. Toxicity and carcinogenicity of chronic exposure to tris(2-chloroethyl)phosphate. *Fundam Appl Toxicol.* 1993 May; 20(4): 477-85

Munro et al., 1999. Munro NB, Talmage SS, Griffin GD, Waters LC, Watson AP, King JF, Hauschild V. 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. 1999

National Toxicology Program, 1991. National Toxicology Program, Tris(2-chloroethyl) phosphate Robert Chapin project officer, Dushyant Gulati and Leta Barnes, Environmental Health Research and Testing July 1991. Available at <http://www.ehponline.org/members/1997/Suppl-1/dfa968.html>

OPCW, 2006. OPCW Declarations Branch, Some Scheduled Chemicals, 2006. Available at <http://www.opcw.org/docs/publications/some%20scheduled%20chemicals.pdf>

OSHA, 1999. US Occupational Safety and Health Administration, Chemical Sampling Information, 19 January 1999. Available at [http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH\\_274400.html](http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_274400.html)

OSPAR, 2001. OSPAR Priority Substances Series; Certain Brominated Flame Retardants – Polybrominated Diphenylethers, Polybrominated Biphenyls, Hexabromo-Cyclododecane, OSPAR Commission 2001 (2004 Update)

OSPAR, 2006. OSPAR List of Chemicals for Priority Action (Update 2006), Reference number 2004-12, OSPAR commission

Posner, 2004. Survey and Technical Assessment of Alternatives to Decabromodiphenyl Ether (decaBDE) in Textile Applications, Swedish Chemicals Inspectorate KEMI 1/05 June 2005, available at [http://www.kemi.se/upload/Trycksaker/Pdf/Rapporter/Rapport1\\_05.pdf](http://www.kemi.se/upload/Trycksaker/Pdf/Rapporter/Rapport1_05.pdf)

Rossi M, Tickner J, Geiser K. 2006. Alternatives Assessment Framework, Lowell Center for Sustainable Production, Version 1.0, July 2006 [http://www.chemicalspolicy.org/downloads/FinalAltsAssess06\\_000.pdf](http://www.chemicalspolicy.org/downloads/FinalAltsAssess06_000.pdf)

Rossi M, Heine L. 2007. Clean Production Action, Green Blue, The Green Screen for Safer Chemicals –Version 1.0: Evaluating environmentally preferable flame retardants for TV enclosures, 2007 <http://www.cleanproduction.org/library/Green%20Screen%20Report.pdf>

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. available at: [http://www.defra.gov.uk/environment/chemicals/pdf/octa\\_bdpe\\_rrs.pdf](http://www.defra.gov.uk/environment/chemicals/pdf/octa_bdpe_rrs.pdf)

SAICM 2006. Strategic Approach to International Chemicals Management Comprising the Dubai Declaration on International Chemicals Management, the Overarching Policy Strategy and the Global Plan of Action (Issued by the secretariat for the Strategic Approach to International Chemicals Management, 6 June 2006, pending formal publication)[http://www.chem.unep.ch/saicm/SAICM%20texts/standalone\\_txt.pdf](http://www.chem.unep.ch/saicm/SAICM%20texts/standalone_txt.pdf)

Stevens, G.C. and A.H. Mann. 1999. Risks and benefits in the use of flame retardants in consumer products. Polymer Reserch Centre, Uni. of Surrey for the UK Department of Trade and Industry. University of Surrey, Guildford.

UBA, 2003a. Guideline for use of environmentally sound substances for producers and industrial users of chemical products with water relevance. Part 5, Guidance for substitution of dangerous substances

Leitfaden zur Anwendung umweltverträglicher Stoffe für die Hersteller und gewerblichen Anwender gewässerrelevanter Chemischer Produkte, TEIL 5, Hinweise zur Substitution gefährlicher Stoffe, 5.2 Funktion: Flammschutzmittel, Umweltbundesamt, Februar 2003

UBA, 2003b. Guideline for use of environmentally sound substances for producers and industrial users of chemical products with water relevance. Part 3, Product specific strategy, additives in plastics

Leitfaden zur Anwendung umweltverträglicher Stoffe für die Hersteller und gewerblichen Anwender gewässerrelevanter Chemischer Produkte, TEIL 3, Produktspezifische Strategie, Additive in Kunststoffen, Umweltbundesamt, Februar 2003

UNEP, 2006. United Nations Environment Programme (2006), UNEP/POPS/POPRC.2/9, Draft risk profile: Hexabromobiphenyl, Persistent Organic Pollutants Review Committee, Second meeting, Geneva, 6-10 November 2006

US ATSDR, 2004. Toxicological Profile for Polybrominated Biphenyls and Polybrominated Diphenyl Ethers (PBBs and PBDEs). US ATSDR, 2004. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp68.html>

US EPA, 1985. US EPA 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 for Low-Density Polyurethane Foam, 2005. Available at <http://www.epa.gov/dfe/pubs/flameret/ffr-alt.htm>

WHO, 1990. WHO, Environmental Health Criteria 110; Tricresyl phosphate 1990. Available at <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc110.htm>

WHO, 1998. WHO Environmental Health Criteria 209: Flame retardants: tris(chloropropyl) phosphate and

tris(2-chloroethyl) phosphate, 1998. Available at [http://www.who.int/ipcs/publications/ehc/who\\_ehc\\_209.pdf](http://www.who.int/ipcs/publications/ehc/who_ehc_209.pdf)

## 附件

### 对所有六溴代二苯的各组密切相关的化学品采用“类别法”的补充原理 (42个同源物)

关于六溴代二苯的可用信息包括以混合物或特定同源物进行的实验室研究报告，以及关于不同同源物组合的监测数据。除六溴代二苯风险简介概述的信息外，科学文献也提供大量审查意见，介绍了该化学族的整体毒性。

很显然，当前的信息量并未涵盖所有的六溴代二苯同源物。不过，这些信息与一般性评估似乎是一致的。因此，尽管我们已预见到该族内的不同同源物在界定持久性有机污染物特性及其相关风险的属性方面可能会有所不同，但是，这些差异不可能严重到妨碍进行一般性评估。《公约》中已经包含了密切相关化学品、多氯化联二苯、毒杀芬、多氯代二苯并二恶英和二苯呋喃的清单。

鉴于以上内容，委员会支持欧洲共同体及其成员国最初提议的办法，即把六溴代二苯作为一组（包括所有的六溴同源物），列入清单。

应当指出的是，起草小组是在对该组化学品的特性进行过审查之后提出该提案的，因此，不应把这种办法广而推及已发现密切相关的同族体、同源物或异构体之间存在重大差异的其他化学族类。