



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

Distr.: General
7 December 2011

Chinese
Original: English

化学品审查委员会

第八次会议

2012年3月19-23日，日内瓦

临时议程*项目5(c)(二)

技术工作：审议决定指导文件草案：八溴二苯醚商用混合物

八溴二苯醚商用混合物决定指导文件草案：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

秘书处的说明

1. 化学品审查委员会在第七次会议上审查了加拿大、欧洲共同体、¹日本和挪威提交的八溴二苯醚商用混合物最终管制行动通知书以及其中所参考的辅助文件，并得出结论，《关于在国际贸易中对某些危险化学品和农药采取事先知情同意程序的鹿特丹公约》附件一和附件二规定的要求已得到满足。
2. 因此委员会同意建议缔约方大会将八溴二苯醚商用混合物（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）列入《公约》附件三。此外，委员会就该建议通过了一项理由陈述，并同意设立一个闭会期间起草小组来编制一份决定指导文件草案。²委员会按照缔约方大会第 RC-2/2 号决定通过的进程，编制了一份详细的决定指导文件编制工作计划。理由陈述、建议和工作计划作为附件载于委员会第七次会议的报告（UNEP/FAO/RC/CRC.7/15，附件二）。该工作计划随后得到了修改，订正版本已在公约网站上公布。

* UNEP/FAO/RC/CRC.8/1。

¹ 公约》保存人依据欧洲理事会 2010 年 3 月 8 日发出的信函，于 2010 年 3 月 31 日发出了一份通知（参考：C.N.182.2010.TREATIES-2），根据该通知，在《修订欧洲联盟条约和建立欧洲共同体成立条约的里斯本条约》于 2009 年 12 月 1 日生效之后，欧洲联盟将替代欧洲共同体（《里斯本条约》第 1 条第 3 款）并接管欧洲共同体的所有权利和义务。据此，在由联合国秘书长作为保存人且欧洲共同体是签署方或缔约方的所有公约或协定中，原欧洲共同体已被欧洲联盟替代。

² 起草小组的成员包括：Anja Bartels 女士（奥地利）、Hang Tang 女士（加拿大）、Jacqueline Arroyo 女士（厄瓜多尔）、Mirijam Seng 女士（法国/德国）、Masayuki Ikeda 先生（日本）、Peter Opiyo 先生（肯尼亚）、Idris Goji 先生（尼日利亚）、Muhammed Bashir Khan 先生（巴基斯坦）、Magdalena Balicka 女士（波兰）、Hala Sultan Saif Al-Easa 女士（卡塔尔）、Jürgen Helbig 先生（西班牙）、Noluzuko Gwayi 女士（南非）及 Azhari Abdelbagi 先生（苏丹）。Jan Linders 先生（荷兰）由 Leonarda van Leeuwen 女士（荷兰）代替。

3. 提交给起草小组的材料包括委员会第七次会议讨论结果概要、一份关于编写针对禁用或严格限用化学品的内部提案和决定指导文件的工作文件和最终管制行动通知以及提交委员会第七次会议的相关辅助文件。
4. 按照议订的工作计划，起草小组的共同主席与秘书处磋商，根据通知书和辅助文件编写了一份内部提案。该提案于 2011 年 6 月 30 日已分发给起草小组成员，供其提出评论意见。按照收到的评论意见对该提案做了修正，并于 2011 年 8 月 3 日分发给出席委员会第七次会议的所有委员会成员和观察员。收到了来自委员会成员和观察员的答复，并在修订决定指导文件草案时加以考虑。
5. 2011 年 10 月 21 日，向起草小组成员分发了一份起草小组的工作报告，其中包括一份评论意见和决定指导文件草案汇编。根据最后一轮评论，对决定指导文件草案进行了相关的修改。
6. 文件 UNEP/FAO/RC/CRC.8/INF/9 载列了一份表格式概要，列明了所有收到的评论意见并说明了如何处理这些意见。
7. 起草小组提交秘书处的决定指导文件草案全文载于本说明附件。该附件未经秘书处正式编辑。
8. 委员会不妨将决定指导文件草案最后定稿，并连同其关于将八溴二苯醚商用混合物（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）列入《公约》附件三的建议一起提交缔约方大会第六次会议审议。

附件

《鹿特丹公约》

对禁用或严格限制的化学品
采用事先知情同意程序

决定指导文件 草案

八溴二苯醚商用混合物:

六溴二苯醚
七溴二苯醚
八溴二苯醚
九溴二苯醚
十溴二苯醚



环境署

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
鹿特丹公约秘书处



导言

《鹿特丹公约》旨在促进缔约方在某些危险化学品的国际贸易中共同承担责任并开展合作，保护人类健康和环境免受这些化学品可能造成的伤害，推动以无害环境的方式使用这些化学品，具体方法是推动关于这些化学品特性的信息交流、就其进出口问题制订国家决策过程并将这些决定通报给缔约方。公约秘书处由联合国环境规划署（环境署）和联合国粮食及农业组织（粮农组织）共同设立。

拟列入《鹿特丹公约》事先知情同意程序的候选化学品³包括在两个不同区域中两个或两个以上的缔约方⁴通过国家管制行动已经禁用或严格限制的化学品。将某种化学品列入事先知情同意程序的依据，是缔约方针对此种化学品造成的风险而采用的禁用或严格限制的管制行动。也可以通过其他方式控制或减少此类风险。但列入事先知情同意程序并不意味着《公约》的所有缔约方都已禁用或严格限制此种化学品。对于列入《鹿特丹公约》附件三且需要遵循事先知情同意程序的每一种化学品，缔约方必须就其是否同意今后进口此种化学品做出知情决定。

于[...]（日期）在[...]（地点）举行的缔约方大会第[...]次会议同意将[化学品名称]列入《公约》附件三，并通过了关于此类化学品的决定指导文件，要求此类化学品遵循事先知情同意程序。

根据《鹿特丹公约》第7条和第10条，本决定指导文件已于[...]（日期）送交指定的国家主管部门。

决定指导文件的宗旨

缔约方大会针对列入《鹿特丹公约》附件三的每一种化学品均核准了一份决定指导文件。这些决定指导文件送交所有缔约方，要求各缔约方就相关化学品的今后进口问题做出决定。

决定指导文件由化学品审查委员会制订。化学品审查委员会根据《公约》第18条规定，由政府指定的专家组成，负责评价可能列入《公约》附件三的候选化学品。决定指导文件中反映了由两个或两个以上缔约方提供的信息，以支持禁用或严格限制这种化学品的国家管制行动。但这并非意在作为某种化学品的唯一资料来源，在获得缔约方大会通过之后也不会进行任何更新或修订。

可能有其他缔约方已经采取管制行动，禁用或严格限制相关化学品，而其他缔约方可能尚未采取行动禁用或严格限制这些化学品。由此类缔约方提交的风险评估或减少风险的替代措施的相关资料可在《鹿特丹公约》网站(www.pic.int)上查阅。

依据《公约》第14条，缔约方可就《公约》监管范围内的化学品交流相关的科学、技术、经济和法律信息，包括关于毒性、生态毒性和安全的信息。此类信息可以直接提供给其他缔约方，也可通过秘书处提供。提交给秘书处的信息将在《鹿特丹公约》的网站上公布。

³ 依据《公约》，“化学品”一词系指一种物质，无论是单独存在还是包含在混合物或制剂中，无论是人工制成还是自然生成，但不包括任何生物体。它分为如下类别：农药（包括极为危险的农药制剂）和工业化学品。

⁴ 依据《公约》，“缔约方”系指同意受《公约》约束、且《公约》已对其生效的国家或区域经济一体化组织。

也可从其他来源获得相关化学品的资料。

免责声明

本文件使用的商品名称主要是为了便于正确识别该化学品，并非是对任何特定公司的褒贬评价。鉴于不可能列出所有正在使用的商品名称，本文件仅列出一些通用和已公布的商品名称。

根据制订本决定指导文件时所掌握的数据，可以确信这里提供的信息准确无误，粮农组织和环境署特此声明，对于任何疏漏或由此产生的任何后果不承担任何责任。无论是粮农组织还是环境署，都不应对由于进口或禁止进口一种化学品而可能导致遭受的任何伤害、损失、损害或任何类型的不利影响负责。

本出版物使用的版面设计和材料编排方式并不表明粮农组织或环境署对任何国家、领土、城市或地区或其主管当局的法律地位、或对其国境或边界的划分发表任何意见。

标准核心缩写	
<	小于
≤	小于或等于
<<	远小于
>	大于
≥	大于或等于
μg	微克
μm	微米
ArfD	急性参考剂量
a.i.	活性成分
ADI	容许日摄入量
ADP	二磷酸腺苷
ATP	三磷酸腺苷
BDE	溴化二苯醚
b.p.	沸点
BFR	溴化阻燃剂
bw	体重
°C	摄氏度
c-	八溴二苯醚商用混合物
Oct	
aB	
DE	
CA	化学品协会
cc	立方厘米
CEP	《加拿大环境保护法》（1999 年）
A	
199	
9	
CHO	中国仓鼠卵巢
cm	厘米
d	天
deca	十溴二苯醚
BD	脱氧核糖核酸
E	
DNA	
E.C.	欧洲共同体（欧共体）
EC ₅₀	中等有效浓度
ED ₅₀	中等有效剂量
EEC	欧洲经济共同体
EHC	环境卫生标准
EU	欧洲联盟（欧盟）
FAO	联合国粮食及农业组织（粮农组织）
g	克
h	小时
ha	公顷

标准核心缩写

i.m.	肌内
i.p.	腹腔
IARC	国际癌症研究机构
IC ₅₀	半数杀伤浓度
ILO	国际劳工组织（劳工组织）
IPCS	国际化学品安全方案（化安方案）
IUPAC	国际理论化学和应用化学联合会（国际化联）
JMP R	粮农组织/世卫组织农药残留问题联席会议（粮农组织食物和环境中农药残留问题 专家小组与世卫组织农药残留问题专家小组联席会议）
hexa BD E	六溴二苯醚 七溴二苯醚
hepta BD E	
k	千
kg	千克
Koc	有机碳-水分配系数
L	升
LC ₅₀	半数致死浓度
LD ₅₀	半数致死剂量
LOA EC	最低观测不良效应浓度 最低观测不良效应水平
LOA EL	
LD _{Lo}	最低致死剂量
LOE L	最低观测效应水平
m	米
m.p.	熔点/融点
mg	毫克
ml	毫升
mPa	毫帕
MTD	最大容忍剂量
NA	无数据
ng	纳克
NOA EC	无观测不良效应浓度
NOA EL	无观测不良效应水平
NOE C	无观测效应浓度
NOE L	无观测效应水平
nona BD	九溴二苯醚 国家毒物学方案

标准核心缩写

E	
NTP	
octaB	八溴二苯醚
DE	经济合作与发展组织（经合组织）
OEC	
D	
PCB	多氯联苯
PCM	相衬显微镜/相衬显微术
PDB	多溴联苯醚
E	
PBD	多溴二苯并呋喃
F	
PEC	预测环境浓度
PNE	预测无效应浓度
C	
POP	持久性有机污染物
Pow	正辛醇-水分配系数
ppm	百万分之一（仅用于指示实验膳食中农药的浓度。在任何其他情况下则使用毫克/千克或毫克/升。）
RAR	风险评估报告
RfD	慢性口服接触参考剂量（相对于容许日摄入量）
SMR	标准化死亡率
STE	短期接触限值
L	
TLV	最低限值
TWA	时间加权平均浓度
UNE	联合国环境规划署（环境署）
P	
USE	美国环境保护局（美国环保局）
PA	
UV	紫外线
VOC	挥发性有机化合物
WH	世界卫生组织（世卫组织）
O	
wt	重量

关于禁用或严格限制的化学品的决定指导文件

八溴二苯醚商用混合物⁵

公布日期：

1. 识别和用途（详见附件 1）

通用名称 八溴二苯醚商用混合物（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）
八溴二苯醚商用混合物

作为商业产品供应的八溴二苯醚是一种复杂的混合物，由多溴联苯醚的多种同系物（即五溴二苯醚、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）混合而成（持久性有机污染物审查委员会，2007 年）。八溴二苯醚商用混合物的每种同系物可能呈现不同的异构形式。表 1 列出了八溴二苯醚商用混合物阻燃剂的典型成分（联合王国，2007 年，持久性有机污染物审查委员会，2008 年 a）；

表 1：八溴二苯醚商用混合物阻燃剂的典型成分（按重量计算的百分比）

主要成分	1994年前 ^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	3.1	18.9
十溴二苯醚	0-0.7	2.1	0-3.0	≤0.7	1.3	49.6

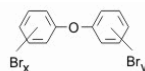
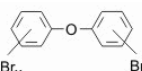
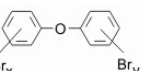
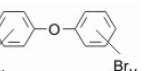
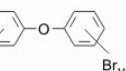
说明：

- a) 1994年数据来自世卫组织（1994年）。
- b) 此数值是指五溴二苯醚+六溴二苯醚的总数量。
- c) 1997年数据来自欧盟的三个供应商提供的成分样本（Stenzel和Nixon，1997年）。
- d) 2000年数据来自区域行动计划（2001年），并反映了根据自愿性行业承诺向经合组织汇报的成分。
- e) 2001年数据来自大湖化工公司，反映了从2000年8月至2001年8月生产批次中随机抽样得出的上限成分。
- f) 美国大湖化工公司生产的DE-79的数据（LaGuardia等人，2006年）。
- g) 德国Kalk化学工厂生产的Bromkal 79-8DE的数据（LaGuardia等人，2006年）。

八溴二苯醚商用混合物作为一种技术级产品进行销售，其化学文摘社登记号为八溴二苯醚异构体的编号。

从上表可以看出，八溴二苯醚商用混合物的成分可能发生变化。每种同系物可能有多种异构形式，尽管目前并不清楚各异构体的比例如何，以及该比例是否会因供应商或生产过程不同而发生变化。

⁵ 八溴二苯醚商用产品是一种混合物，由溴化程度各不相同的溴化二苯醚同系物构成，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是其主要成分。

化学名称和其他名称 或同义名称	本决定指导文件重点介绍六溴二苯醚、七溴二苯醚、八溴二苯醚、九溴二苯醚和十溴二苯醚。有关五溴二苯醚的内容载于介绍其相应商用混合物的决定指导文件：五溴二苯醚商用混合物。				
	六溴二苯醚： hexabromodiphenyl ether (benzene, 1,1,1'-oxybis-, hexabromo derivative				
	七溴二苯醚： heptabromodiphenyl ether (benzene, 1,1'-oxybis-, heptabromo derivative				
	八溴二苯醚： octabromodiphenyl ether (benzene, 1,1,1'-oxybis-, octabromo derivative				
	九溴二苯醚： nonabromodiphenyl ether (benzene, 1,1,1'-oxybis-, nonabromo derivative				
分子式 化学结构	十溴二苯醚： decabromodiphenyl ether (bis(pentabromophenyl) ether (benzene, 1,1,1'-oxybis[2,3,4,5,6-pentabromo-]				
	C ₁₂ H ₄ Br ₆ O	C ₁₂ H ₃ Br ₇ O	C ₁₂ H ₂ Br ₈ O	C ₁₂ HBr ₉ O	C ₁₂ Br ₁₀ O
					
	x + y = 6	x + y = 7	x + y = 8	x + y = 9	x + y = 10
	六溴二苯醚	七溴二苯醚	八溴二苯醚	九溴二苯醚	十溴二苯醚
化学文摘社编号	36483-60-0	68928-80-3	32536-52-0	63936-56-1	1163-19-5
不同同系物的化学文摘社编号因其异构形式而有所不同，例如，2,2',4,4',5,5'-hexabromodiphenyl ether（化学文摘社编号：68631-49-2）或 2,2',4,4',5,6'-hexabromodiphenyl ether（化学文摘社编号：207122-15-4）和 2,2',3,3',4,5',6'-heptabromodiphenyl ether（化学文摘社编号：446255-22-7）或 2,2',3,4,4',5',6'-heptabromodiphenyl ether（化学文摘社编号：207122-16-5）都可适用。八溴二苯醚商用混合物中的六溴二苯醚、七溴二苯醚、八溴二苯醚、九溴二苯醚和十溴二苯醚可能以其他异构形式出现。					
统一制度海关编码	2909 30				
其他编号	EINECS: 251-087-9, MITI: 3-3716				
类别	工业化学品				
管制类别	工业化学品				
管制类别中的用途	加拿大 接到通知的管制行动涉及八溴二苯醚商用混合物的生产、使用、销售、供销和进口以及该化学品作为阻燃剂的工业用途。 一般来说，塑料是阻燃剂的主要最终用途。因此，多溴联苯醚常见于建筑和汽车材料、地毯衬垫、家具泡沫和电子设备等许多物品。				
欧洲联盟 ⁶ 接到通知的管制行动涉及八溴二苯醚的衍生物及其工业用途。 八溴二苯醚在欧洲主要用于丙烯腈-丁二烯-苯乙烯聚合物。其他次要用途包括耐冲击性聚苯乙烯、聚对苯二甲酸丁二醇酯和聚酰胺聚合物。					
挪威 最终管制行动涉及八溴二苯醚的衍生物及其工业用途。八溴二苯醚在挪威主要用于丙烯腈-丁二烯-苯乙烯聚合物、耐冲击性聚苯乙烯以及电气和电子设备。					

⁶ 在通知发出之时，通知一方的区域经济一体化组织是欧洲共同体（欧共体）。自《里斯本条约》于 2009 年 12 月 1 日生效后，该组织的名称变更为欧洲联盟（欧盟）。为保持一致性，本决定指导文件中均使用“欧盟”指称。

商品名称	Bromkal 80; Bromkal79-8 DE、DE-79TM、ER 143; Tardex 80; FR 1208; Adine 404; Saytex 111 以上为指示性清单，并非详尽无遗。
剂型	未报告
其他类别中的用途	未报告
主要制造商	欧盟、挪威、瑞士、加拿大和美国在 21 世纪最初几年里逐步淘汰了八溴二苯醚的生产。日本从未生产过八溴二苯醚；并于 2005 年自愿逐步淘汰了八溴二苯醚的进口和销售。目前没有资料显示发展中国家仍在生产八溴二苯醚。（环境署，2008 年） 原有的已知生产商（持久性有机污染物审查委员会，2007 年）： 美国大湖化工公司（LaGuardia 等人，2006 年）。 德国 Kalk 化学工厂（LaGuardia 等人，2006 年）。

2.列入事先知情同意程序的理由

八溴二苯醚商用混合物的成分已作为工业化学品列入事先知情同意程序。列入的理由如下：

- 加拿大已采取最终管制行动，实际禁止将八溴二苯醚商用混合物用作工业化学品，以及
- 欧洲联盟和挪威已采取最终管制行动，都严格限制了八溴二苯醚商用混合物的用途。

欧洲联盟和挪威允许使用的八溴二苯醚同系物浓度按重量计最高为 0.1%⁷。

未接到任何关于农药用途的最终管制行动通知。

2.1 最终管制行动（详见附件 2）

加拿大

控制行动介绍

《多溴联苯醚条例》：a)禁止在加拿大生产多溴联苯醚（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的同系物）；以及 b)禁止使用、销售、供销和进口各种符合《加拿大环境保护法》（1999 年）所规定的实际消除标准的多溴联苯醚（四溴二苯醚、五溴二苯醚和六溴二苯醚的同系物）以及含有此类物质的混合物、聚合物和树脂。

此《条例》不适用于下列情况：

- 《有害生物控制产品法案》第 2(1)节所指虫害防治产品中含有的多溴联苯醚。
- 用于(a)实验室分析、(b)科学研究或(c)作为实验室分析标准的多溴联苯醚或者含有多溴联苯醚的树脂、聚合体及其他混合物。
- 某种含多溴联苯醚的产品在生产过程中已形成一定的物理形态或设计，其最终用途的部分或全部功能有赖于此形态或设计才能实现。
- 在不排放多溴联苯醚的工艺中所使用的化学原料中作为污染物出现的多溴联苯醚，前提是该工艺彻底销毁多溴联苯醚或将其完全转换成非多溴联苯醚的物质。

最终管制行动于2008年6月生效。

理由： 环境（对环境或生物多样性造成即期或长期有害影响）

⁷ 然而，2009 年斯德哥尔摩公约缔约方大会第四次会议决定增列以商用六溴二苯醚和八溴二苯醚的形式出现的、具有持久性有机污染物特性的同系物。该决定在欧盟第 757/2010 号指令中得到落实，将进一步限制八溴二苯醚商用混合物的使用。

欧洲联盟*控制行动介绍*

禁止八溴二苯醚的使用和市场流通，具体包括：

1. 八溴二苯醚这种物质、或含有八溴二苯醚的浓度按重量计超过 0.1% 的物质或制剂；
2. 含有八溴二苯醚的浓度按重量计超过 0.1% 的物品或阻燃剂⁵。

欧共同体成员国将执行必要的法律、条例和行政规定，以遵守自 2004 年 8 月 15 日起生效的第 2003/11/EC 号指令。

理由： 人类健康和环境

挪威*控制行动介绍*

禁止生产、进口、出口、销售和使用以纯品形式出现的八溴二苯醚商用混合物以及八溴二苯醚商用混合物的浓度按重量计等于或超过 0.1% 的制剂、产品和产品部件。八溴二苯醚的浓度高于 0.25% 的产品在做废弃处理时被归为危险废物。不允许回收和再利用八溴二苯醚以及含有八溴二苯醚的材料。

理由： 人类健康和环境

2.2 风险评估（详见附件 1）⁸**加拿大***风险评估介绍*

已开展一项生态筛选评估，其中包括对多溴联苯醚的分析。利用保守假设来确定这些物质是否符合《加拿大环境保护法》（1999 年）第 64 节所界定的标准。该生态筛选评估核查了各种辅助资料，并按照《加拿大环境保护法》（1999 年）第 76.1 节的要求，在证据权重法的基础上制定结论。评估的目的不是详尽审查一切可得数据，而是展示能支持结论的最关键研究和证据。一条证据包含了风险商数的考虑因素，以确定生态影响的可能性。不过，评估报告也提及了关于目前的风险或潜在的风险（如持久性、生物累积性、化学转换和环境浓度趋势）等关切事项。

根据《加拿大环境保护法》（1999 年）开展的筛选评估从列有 123 种物质的试点项目清单中确认了 7 种多溴联苯醚，依据的是这些物质的潜在持久性和/或在环境中的生物累积性以及生物体的遗传毒性。

加拿大环境部的《生态筛选评估报告》表明，多溴联苯醚给加拿大环境带来的最大潜在风险是野生生物的二次中毒以及对底栖生物造成的影响。2006 年的筛选评估报告还得出结论，目前，多溴联苯醚进入环境的数量、浓度或条件已经或可能会对环境或其生物多样性产生即期或长期有害影响。具体而言，报告总结指出，四溴二苯醚、五溴二苯醚和六溴二苯醚同系物符合《加拿大环境保护法》（1999 年）中的“持久性和生物累积条例”中所界定的持久性和生物累积标准。筛选评估报告还总结指出，多溴联苯醚进入环境主要是由于人类活动所导致的（例如，产品生产和加工过程中的排放，以及产品整个生命周期中的排放）。因此，四溴二苯醚、五溴二苯醚和六溴二苯醚同系物符合《加拿大环境保护法》（1999 年）中所述的实际消除条件。

欧洲联盟*风险评估介绍*

欧洲联盟开展的风险评估涵盖了下述内容：从生产、加工、配制、使用到回收和处置的化学品生命周期各阶段的排放情况；排放对环境造成的影响；以及人类在上述各阶段的接触情况。环境保护的对象包括大气、水生生物、沉积物中的生物、土壤中的生物、污水处理

⁸ 本节引用的文献参见各通知国提供的辅助文件。

厂中的微生物以及因食物链的生物累积作用而接触该物质的哺乳动物和鸟类。考虑了人类通过所有相关来源接触该化学品的情况，包括经由空气、食物和饮用水等消费品接触以及在工作场所接触该化学品的情况。评估结论为，虽然某些方面的现有数据还不充分，但人类健康和环境确实面临着不可接受的风险，因此，需要采取管制行动。人类健康方面的关切事项包括，该化学品通过排泄作用进入母乳和牛奶中的数量，八溴二苯醚与甲状腺素运载蛋白争夺甲状腺素的情况，以及长期接触该化学品的影响。

商用八溴二苯醚产品用作聚合物用途后，产品中的六溴二苯醚成分对环境造成的问题是可能造成二次中毒，特别是可能通过蚯蚓造成二次中毒。还不确定在某些条件下是否会降解为毒性更强和更具生物累积性的化合物，以及是否会产生无法轻易预测的长期环境影响（UNEP/FAO/RC/CRC7/10、Add.2a 和 Add.2d）。

挪威

风险评估介绍

人类健康：

商用八溴二苯醚产品（八溴二苯醚商用混合物）因对人类健康的影响而被归类为具有生殖毒性，其风险描述为“可能会对胎儿造成伤害”和“可能有损害生育能力的风险”。各项研究和评估证明，八溴二苯醚商用混合物可能会造成不利影响，例如影响生殖器官及影响胎儿的发育等。持续重复接触八溴二苯醚商用混合物产生的影响表明，肝脏是主要的受影响器官，各项动物研究中已经观测到肝脏所受的影响。研究认为，八溴二苯醚商用混合物的成分可能会在人体的脂肪组织内进行生物累积。《欧盟风险评估报告》中提供了母乳、血液和脂肪组织等人体样本中八溴二苯醚商用混合物各成分的含量信息。报告指出，据观察，个体之间普遍存在很大差异，但是对照组与职业接触组之间也存在重大差异。

挪威的一项研究对 66 名业余渔民进行了调查，此项研究（Thomsen 等人，2006 年）表明，血清中的多溴联苯醚浓度（包括 BDE-153、BDE-154、BDE-138 和 BDE-183）与调查对象年龄及其淡水鱼食用量存在明确联系。

环境：

根据现有数据，八溴二苯醚商用混合物同系物似乎不会降解，因此可能在环境中长期存在。它们具有生物累积潜力，此外还有监测证据表明它们具有生物放大作用。溴化程度较低和较高的同系物（某些为八溴二苯醚商用混合物的成分）均表现出了长程环境飘移的潜力。有关八溴二苯醚商用混合物化学特性的分析似乎支持这一结论，因为其亨利法则常量与已知的持久性有机污染物的常量非常相似。因此，可以预计八溴二苯醚商用混合物会进行长程环境飘移。

在各类生物样本中均发现了八溴二苯醚商用混合物的同系物，例如人体、真鳕、环斑海豹和贻贝样本。挪威斯瓦尔巴德开展的一项研究发现，八溴二苯醚商用混合物的同系物会在浮游动物、真鳕和环斑海豹体内进行生物累积。该研究还找到了有关六溴二苯醚（BDE-153）在北极食物链中（从环斑海豹至北极熊）产生生物放大作用的证据（Sørmo 等人，2006 年）。经证实，鸟类也吸收了此类化学品。Knudsen 等人（2005 年）审查了在三个不同取样时间（1983 年至 2003 年），来自挪威北部三个不同地方的三种鸟类的鸟蛋中多溴联苯醚含量的变化趋势。审查发现，1983 年至 2003 年期间，仅六溴二苯醚（BDE-153）存在空间差异，而六溴二苯醚（153 和 154）和七溴二苯醚（BDE-183）的测量浓度有所提高。总的来说，监测数据表明，八溴二苯醚商用混合物的一些主要成分在环境中会被生物体吸收，并通过食物链在生物体内产生生物累积和生物放大作用。

3. 与该化学品有关的现有保护措施

3.1 旨在减少接触的管制措施

加拿大

管制措施介绍

《多溴联苯醚条例》规定：a) 禁止加拿大生产多溴联苯醚（四溴、五溴、六溴、七溴、八溴、九溴和十溴二苯醚同系物）；和 b) 禁止使用、销售、供销和进口符合《加拿大环境保护法》（1999 年）所规定的实际消除标准的多溴联苯醚（四溴、五溴和六溴二苯醚同系物）及含此类物质的混合物、聚合物和树脂。

上述条例不适用于以下物质：

- a) 《有害生物控制产品法案》第 2(1)部分中所述有害生物控制产品中所含的多溴联苯醚。
- b) 用于下述用途的多溴联苯醚、树脂、聚合物或其他含多溴联苯醚的混合物：(a) 实验室分析；(b) 科学研究；或(c) 作为实验室分析标准。
- c) 生产过程中必须符合特定物理形状或设计规格且最终使用时其功能全部或部分依赖于上述形状或设计的含多溴联苯醚的产品。
- d) 供不排放多溴联苯醚的工艺使用的化工原料中所含的多溴联苯醚污染物，但前提是多溴联苯醚被销毁或通过该工艺被完全转换为一种非多溴联苯醚物质。

最终管制行动于2008年6月生效。

欧洲联盟

管制措施介绍

禁止八溴二苯醚的市场销售和使用，具体包括：

1. 八溴二苯醚这种物质、或八溴二苯醚的浓度按重量计超过 0.1% 的物质或制剂；
2. 八溴二苯醚的浓度按重量计超过 0.1% 的物品或阻燃剂。

欧洲联盟根据《限制使用有害物质指令》，于 2006 年 7 月 1 日起禁止在新的电子设备和产品中使用多溴联苯醚。

为控制和最大限度地减少现有各种含多溴联苯醚产品的环境影响，有关废弃电气电子设备的第 2002/96/EC 号指令对废物收集和回收、处置设备安装许可、处置标准和单独处置做出了详细规定（欧洲联盟，2002 年 b）。该指令要求各成员国采取合适的措施，最大限度地减少含多溴联苯醚的废弃产品未得到单独处置的情况，并提高废弃电气电子设备的单独收集比例。自 2005 年 8 月 13 日起，要求各家各户收集废物并承担回收义务。截至 2006 年 12 月 31 日，从居民家庭单独收集的废弃电气电子设备至少达到了四公斤/人/年。这些废物只能在符合最低技术要求的合法处理工厂加以处置。此外，还规定了最低处置要求，以及通过设备回收率（按重量计）来衡量的具体目标（持久性有机污染物审查委员会，2007 年）。

挪威

管制措施介绍

禁止销售八溴二苯醚含量按重量计超过或等于 0.1% 的所有制剂、产品和产品组成部分。八溴二苯醚的含量超过 0.25% 的产品废弃后被归类为危险废物。不允许回收和重新利用八溴二苯醚及含八溴二苯醚的材料。

3.2 旨在减少接触的其他措施

加拿大

除上述多溴联苯醚禁止措施外，加拿大正在开展若干其他的风险管理行动，包括：（一）制定相关条例来控制国内生产产品和外国进口产品中的多溴联苯醚含量；（二）与工业部门签订绩效协议，最大限度地减少加拿大的制造业使用的十溴二苯醚商用混合物在环境中的排放；（三）详细审查最新出版的有关十溴二苯醚的生物累积和环境转变能力的科学文献，以确定是否有必要就此类多溴联苯醚采取进一步控制措施；（四）制定含多溴联苯醚产品的报废管理战略；以及（五）监测加拿大居民接触多溴联苯醚的情况（持久性有机污染物审查委员会，2007 年）。

欧洲联盟

溴化二苯醚在与水资源政策相关的重要物质清单中被列为危险物质，其目的是逐步减少由此类物质造成的污染（欧洲联盟，2000 年）。

挪威

无

综述

斯德哥尔摩公约

六溴二苯醚和七溴二苯醚是八溴二苯醚商用混合物的主要成分，被列于《斯德哥尔摩公约》附件 A，因此，它们将被淘汰，但特定豁免用途除外，即含有此类物质的、可供回收的物品。

2008 年的持久性有机污染物审查委员会风险管理评价(UNEP/POPS/POPRC.4/15/Add.1)提到，除《多溴联苯醚条例》外，加拿大正在开展若干其他的风险管理行动，包括：

- （一）制定相关条例来控制国内生产产品和外国进口产品中的多溴联苯醚含量；
- （二）与工业部门签订绩效协议，最大限度地减少加拿大的制造业使用的十溴二苯醚商用混合物在环境中的排放；
- （三）详细审查最新出版的有关十溴二苯醚的生物累积和环境转变能力的科学文献，以确定是否有必要就此类多溴联苯醚采取进一步控制措施；
- （四）制定含多溴联苯醚产品的报废管理战略；
- （五）监测加拿大居民接触多溴联苯醚的情况。

此外，2008 年的持久性有机污染物审查委员会文件（UNEP/POPS/POPRC.4/15/Add.1）第 2.1 和 2.2 章还列出了可能采取的控制措施，以及有关其成效和效率的信息。这些措施包括禁止/限制生产和使用八溴二苯醚商用混合物，制定标准，以及对生产和废物处置采取其他控制措施。

3.3 替代品

国家在考虑换用替代品之前，须保证这种替代品与本国具体需求相适应，与预期的当地使用条件相吻合，这一点十分重要。还应对替代材料的危害和安全使用的控制措施进行评估。

加拿大

替代化学品（UNEP/FAO/RC/CRC.7/10）

绝大多数工业和制造业用途均存在多溴联苯醚的化学替代品，因用途各异而有所不同。不过，需要解决若干问题，因为某些潜在替代品：

- 本身正在接受检查；
- 是新的专有化学品，其环境和健康影响数据非常有限；
- 更加昂贵；以及
- 成效较低，因此要求的用量更大，产品可能很难达到可燃性标准。

替代技术（UNEP/FAO/RC/CRC.7/10）

可通过使用替代技术减少对多溴联苯醚的需求，例如：

- 使用不容易着火的电子设备材料（例如铝或在氧气含量非常高时才会燃烧的“超级塑料”）；
- 在泡沫外覆盖隔热织物、包装材料或涂层，以取代化学阻燃剂；或者
- 采用面向环境的设计，以便再利用含多溴联苯醚的组成部分，以作为一种替代土地填埋或回收含多溴联苯醚的塑料材料的方法。

使用某些替代技术会带来挑战，例如，最终产品的重量会增加，以及采用何种方法来收集、再次利用和重新组装含多溴联苯醚组成部分的产品。

欧洲联盟

无资料

挪威

无资料

综述*斯德哥尔摩公约*

八溴二苯醚商用混合物各种用途均存在切实且经济上可行的替代品（产品/化学品和工艺），这已在实践中得到了证实（持久性有机污染物审查委员会，2008 年 a 和 b；持久性有机污染物审查委员会，2009 年），并已得到持久性有机污染物审查委员会的确认。有关此类替代品的详细资料可参阅 2008 年编写的《持久性有机污染物审查委员会风险管理评价》（UNEP/POPS/POPRC.4/15/Add.1）第 2.3 章和文件“有关八溴二苯醚商用混合物风险管理评价的额外信息”（UNEP/POPS/POPRC.4/INF/10）。持久性有机污染物审查委员会还制定了一份有关《公约》附件所列持久性有机污染物和 2009 年候选化学品的替代品和代用品问题的指导文件（UNEP/POPS/POPRC.5/10/Add.1）。

3.4 社会经济影响**加拿大**

加拿大已不再生产、进口或使用八溴二苯醚。近期收集的行业资料表明，八溴二苯醚的历史用途已完全淘汰。2005 年尚有一些少量的用途，但 2006 年已完全淘汰。加拿大工业逐步淘汰八溴二苯醚的用途得到了工业联盟的认可。由于在 2008 年 6 月条例生效前就已逐步淘汰八溴二苯醚的用途，因此拟议条例对工业不会产生技术或经济影响。此外，八溴二苯醚的使用者和供应商确认，鉴于监管严格，客户开始需要不含多溴联苯醚的产品，可以使用具有成本效益的替代品，而且事实上 2005 年以后市场上就不再出售八溴二苯醚；继续使用八溴二苯醚在技术和经济上都行不通。

2009 年 5 月，六溴二苯醚和七溴二苯醚同系物被列入了《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》附件 A，要求各缔约方消除其生产和使用。由于过去向环境中的排放（主要是人为活动所致），持久性有机污染物现已扩散至各大区域（包括那些未使用持久性有机污染物的区域），有时全球范围都有其踪迹。北极距主要持久性有机污染物来源有数千公里，而在生活在那儿的人们和动物体内也发现了持久性有机污染物。

由于已用其他阻燃剂替代了八溴二苯醚，因此估计工业的总成本为零。无法将拟议条例的预防性益处量化或货币化，这是因为已中断了八溴二苯醚的工业用途，且无法估计今后对该物质的需求。

欧洲联盟

未开展详细评估。八溴二苯醚的主要作用是使聚合物具有阻燃性，主要用于电气和电子设备的 ABS 聚合物。由于电气和电子设备本身必符合阻燃标准，该材料用量有限，因此将其从欧洲委员会市场剔除产生的经济影响较小。

挪威

未提供资料。

综述**斯德哥尔摩公约**

持久性有机污染物审查委员会2008年风险管理评价(UNEP/POPS/POPRC.4/15/Add.1)第2.4章介绍了关于实施可能的管制措施对社会的影响的资料摘要。其中总结道：“鉴于商用八溴二苯醚风险评估文件的结论（环境署，2007年），考虑到全球范围内八溴二苯醚商用混合物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八溴二苯醚商用混合物的行动，提高对八溴二苯醚商用混合物替代品的需求以及所有相关的全球淘汰八溴二苯醚商用混合物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，淘汰八溴二苯醚商用混合物的成本应当是很小的。然而，与八溴二苯醚商用混合物（库存及物品）有关的专业化废物管理和处置对某些国家来说成本很高，如果发展中国家在这些方面有需求，应考虑给予财政和技术援助。”

各国应根据本国的具体条件考虑此方面的资料内容。

4.对人类健康和环境的危害及风险	
4.1 危害分类	
世卫组织/化安方案	无资料
国际癌症研究机构	无资料
欧洲联盟	<p>八溴二苯醚（化学文摘社编号：32536-52-0） 根据第 67/548/EEC 号指令，分类如下： 第 2 类生殖毒性-R61；可能会对胎儿造成伤害。 第 3 类生殖毒性-R62；可能有损害生育能力的风险 安全短语： S53：避免接触—使用前需获特别指导。 S45：发生事故或感到不适时立即求医（可能的话出示标签）。</p> <p>根据有关实施联合国全球统一分类和标签制度的（欧洲委员会）第 1272/2008 号法规，分类如下： 第 1B 类生殖毒性-H360Df-可能会对胎儿造成伤害。可能会影响生育能力。</p> <p>（来源：http://esis.jrc.ec.europa.eu/）</p>
美国环境保护局	无资料

4.2 接触限值
无资料

4.3 包装和标签	
联合国危险货物运输问题专家委员会将此种化学品归为以下类别：	
危害等级和包装组别：	无资料
国际海运危险货物规则	无资料
紧急运输卡	无资料

4.4 急救

注：以下建议依据由世界卫生组织和通知国提供且在公布之际准确无误的信息。建议仅供参考，无意取代任何国家急救程序。

无资料

4.5 废物管理

《巴塞尔公约》

废物的处置应遵守《控制危险废物越境转移及其处置巴塞尔公约》（1996 年）的规定、其下的任何准则（巴塞尔公约秘书处，1994 年）和任何其他相关的区域协定。确定的相关措施如下：

- (a) 归类为危险废物；以及
- (b) 说明处置方法和/或条件，如焚毁（温度和时长）。

这些措施强调在工业和专业用途后对最终产品的处置。

即将更新《巴塞尔公约》下的关于持久性有机污染物无害环境管理的技术准则，在其中纳入八溴二苯醚及其他于 2009 年列入《斯德哥尔摩公约》的持久性有机污染物。将与《斯德哥尔摩公约》合作开展该工作(POPRC-6/3)。

《斯德哥尔摩公约》

八溴二苯醚商用混合物符合《斯德哥尔摩公约》关于持久性有机污染物的标准，已列入《公约》附件 A，享有附件 A 第五部分规定的回收利用豁免。鉴于将其列入《公约》的目的是为了消除其使用，持久性有机污染物审查委员会根据关于该主题的一份技术文件（持久性有机污染物审查委员会，2010 年）和各缔约方和观察员提供的信息，编制了关于消除废物流中的溴化二苯醚的建议。审查委员会在第 POPRC-6/2 POPRC 号决定附件中的总体建议中表示，目标是尽快消除回收废物中的溴化二苯醚，并指出“主要建议是在回收利用前尽可能将含有溴化二苯醚的物品分离”，“否则会增加人类和环境受到的污染，溴化二苯醚还会扩散至各类在技术和经济上不具回收可行性的物品中，从而损害回收利用的长期有效性”。持久性有机污染物审查委员会在总体建议中还指出，“由于以前生产的含溴化二苯醚的物品现已存在于很多废物流中，因此时间紧迫”，并表示“鉴于上述原因，不对溴化二苯醚加以稀释，因为这不会降低环境中的总数量”。

附件

- 附件 1 关于此种物质的进一步信息
- 附件 2 最终管制行动的详情
- 附件 3 指定国家主管部门的地址
- 附件 4 参考文献

附件 1 关于此种物质的进一步信息

导言

本附件提供的信息反映了各通知方——加拿大、欧洲联盟和挪威得出的结论。已分发了通知供委员会第七次会议审议，并公布于文件 UNEP/FAO/RC/CRC.7/10 中。

由通知缔约方提供的有关危害的资料过去一直是酌情一起公布的，而与各通知缔约方国内普遍情况有关的风险评估则是单独公布的。本附件所载信息摘自通知中所提及的文件，用于支持旨在禁用或严格限制八溴二苯醚的最终管制行动。

附件 1—关于八溴二苯醚商用混合物的进一步信息

1. 物理和化学特性

同系物基本物理和化学特性（欧盟，2003 年）

特性	六溴二苯醚	七溴二苯醚	八溴二苯醚	九溴二苯醚	十溴二苯醚
水溶性[微克/升]	4.7	1.3	0.5	0.11	0.03
辛醇-水分配系数对数值	7.4	8	8.7	9.3	9.9
蒸气压[帕]	$5.5 \cdot 10^{-6}$	$5.7 \cdot 10^{-7}$	$5.9 \cdot 10^{-8}$	$6 \cdot 10^{-9}$	$6.1 \cdot 10^{-10}$
有机碳-水分配系数[升/千克]	1,060,250	1,221,640	1,363,040	1,514,430	1,665,830
生物浓缩系数[升/千克]	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4
其他模型输入数据（使用环境性能指标方案估算）					
熔点[°C]	197	211	226	240	255
沸点[°C]	467	498	528	559	590
与大气氢氧自由基反应的速率常数 [平方厘米 / 分子/秒]	$9.77 \cdot 10^{-13}$	$5.49 \cdot 10^{-13}$	$2.10 \cdot 10^{-13}$	$1.92 \cdot 10^{-13}$	$1.74 \cdot 10^{-13}$

1.1	名称	六溴二苯醚: hexabromodiphenyl ether (benzene,1,1'-oxybis-, hexabromo derivative) 七溴二苯醚: heptabromodiphenyl ether (benzene,1,1'-oxybis-, heptabromo derivative) 八溴二苯醚: octabromodiphenyl ether (benzene,1,1'-oxybis-, octabromo derivative) 九溴二苯醚: nonabromodiphenyl ether (benzene,1,1'-oxybis-, nonabromo derivative) 十溴二苯醚: decabromodiphenyl ether (benzene,1,1'-oxybis-, decabromo derivative)				
1.2	分子式	C ₁₂ H ₄ Br ₆ O	C ₁₂ H ₃ Br ₇ O	C ₁₂ H ₂ Br ₈ O	C ₁₂ HBr ₉ O	C ₁₂ Br ₁₀ O
1.3	颜色和质地	粉末或薄片状				
1.4	分解温度	随着温度升高，溴会减少（即物质分解），330°C 时约减少 2%，395°C 时减少 40%（欧洲共同体，2003 年 a）				
1.6	密度（克/立方厘米）	引用的比重数值为 2.9（欧洲共同体，2003 年 a）				
1.7	耐酸性	无资料				
1.8	耐碱性	无资料				
1.9	抗张强度（10 ³ 千克/立方厘	无资料				

米)

2 毒理特性⁹

2.1 综述

2.1.1 作用方式 无资料

2.1.2 中毒症状 无资料

2.1.3 在哺乳动物体内的吸收、扩散、排泄和代谢 供使用的数据有限。动物实验数据表明哺乳动物会通过口服或吸入途径吸收八溴二苯醚，而且经吸入途径给药后，母体化合物或其代谢物会在肝脏、脂肪组织和肺部进行累积。使用现有数据无法评估吸收和排泄的程度。没有关于八溴二苯醚新陈代谢的资料。口服后，依具体剂量和时间而定，八溴二苯醚会诱发异型生物质的新陈代谢。根据八溴二苯醚的物理化学特性并通过与多氯联苯比较，可以估计该物质的皮肤吸收率为 4.5%，同时很可能在角质层进行累积。有关人体毒物代谢动力学的数据非常有限。这些数据表明八溴二苯醚、六溴二苯醚、七溴二苯醚和九溴二苯醚（均为八溴二苯醚商用混合物的成分）能被吸收进体内并扩散到血液中。至少有证据表明八溴二苯醚和六溴二苯醚会被扩散至脂肪组织。目前没有关于八溴二苯醚在人体脂肪组织中的排泄率或生物累积情况的数据，但是考虑到该化合物的高亲脂性以及大鼠口服或吸入后观测到的脂肪组织累积情况，可以推测八溴二苯醚在人体类似组织中也将会生物累积。怀孕后，六溴二苯醚和其他多溴联苯醚（如四溴二苯醚和五溴二苯醚）会排泄至母乳中。可惜没有针对八溴二苯醚开展此类试验。但是，考虑到八溴二苯醚的高亲脂性、在脂肪组织中生物累积的潜力以及经评估的母乳中六溴二苯醚（八溴二苯醚商用混合物成分）的含量数据，预计八溴二苯醚可能会排泄至母乳中（挪威的通知）。

2.2 毒性研究

2.2.1 急性毒性

通过大鼠和兔子实验研究了八溴二苯醚的口服、吸入和皮肤急性毒性。现有数据表明八溴二苯醚的口服急性毒性低，半数致死剂量值大于 5,000 毫克/千克。

八溴二苯醚的吸入急性毒性（可吸入颗粒）的半数致死浓度值大于 50 毫克/升（0.05 毫克/立方米）（欧洲共同体，2003 年 a）。

2.2.2 短期毒性

给大鼠口服八溴二苯醚，分别持续 28 天和 90 天。结果发现肝脏是最易受八溴二苯醚毒性影响的目标器官，但是由于剂量选择不当，未能确定无观测不良效应水平。根据肝脏组织病理和不定期增加的肝脏重量，确定最低观测不良效应水平为 7.2 毫克/千克/天。

还通过为期 14 天的可吸入颗粒吸入接触实验研究八溴二苯醚的毒性。结果再一次发现，肝脏是最易受影响的目标器官，肝脏受影响的无观测不良效应浓度为 1 毫克/立方米。在呼吸道的局部毒性方面，确定最低观测不良效应浓度为 1 毫克/立方米（欧洲共同体，2003 年 a）。

2.2.3 遗传毒性（包括诱变性）

有关八溴二苯醚遗传毒性的数据很有限。研究了八溴二苯醚作为纯化合物或其他多溴联苯醚混合物成分在细菌中的诱变性。一般而言，利用代谢活化在沙门氏菌不同菌株中无法观察到诱变性。

八溴二苯醚也未诱发培养细胞的 DNA 期外合成或姐妹染色单体交换，亦未导致人体淋巴细胞产生细胞遗传突变（欧洲共同体，2003 年 a）。

2.2.4 长期毒性和致癌性

长期毒性

没有关于八溴二苯醚长期毒性的实验数据（欧盟，2003 年）。

致癌性

⁹ 本节引用的参考文献均摘自相关通知国的辅助文件。

没有关于八溴二苯醚致癌性的实验数据。但是，考虑到其毒性较低、与其他弱致癌物（如多氯联苯）结构类似，以及对甲状腺激素和酶诱导的影响，可能表明该物质不具备遗传致癌性（欧洲共同体，2003 年 a）。

2.2.5 对生殖的影响

通过一项吸入实验研究了八溴二苯醚对生殖器官的毒性影响（大湖化工公司，2001 年）。雄性大鼠接触含量为 250 毫克/立方米的八溴二苯醚后，生殖器官未受到任何相关影响。近期成功开展了雌性大鼠的吸入试验，发现缺乏黄体，结果表明对雌性大鼠生殖影响的无观测不良效应浓度为 16 毫克/立方米。

还通过两项大鼠实验和一项兔子实验研究八溴二苯醚商用混合物的发育毒性。大鼠实验中，给药剂量大于 10 毫克/千克/天时，观察到孕体受到了剂量的影响。兔子实验中，给药剂量为 5 毫克/千克/天时，观察到对胎儿有轻微毒性，表现为体重增长减缓。风险界定时使用的无观测不良效应水平值为 2 毫克/千克/天（欧洲共同体，2003 年 a）。

2.2.6 神经毒性/迟发性神经毒性，酌情开展特别研究

尽管曾有人质疑数据质量（欧洲共同体，2003 年 a），但汇报结果表明出现了行为失调，小鼠（10 天大）接触单次剂量的六溴二苯醚（0.45、0.9 和 9 毫克/千克体重/天）后，在其 2 个月、4 个月和 6 个月大时均出现行为失调。在相同的接触条件下，成年小鼠的烟碱受体也受到了影响（Viberg，2001 年）。还汇报八溴二苯醚商用混合物有迟发性神经毒性；新生小鼠出生 10 天后接触单次剂量 0.45 毫克/千克体重的 BDE153，在其 2 个月、4 个月和 6 个月大时测试发现行为出现了变化。成年小鼠的空间学习能力和记忆能力也受到了影响（Viberg 等人，2001 年）。

Eriksson 等人（2002 年）证实发育中的雄性小鼠在发育第 10 天接触 0.45-9.0 毫克/千克体重的 BDE153 后，神经受到了影响（行为反应异常）。这些反应与接触 PCB153 后观察到的反应类似，因此作者推断两种化合物之间存在交互式的神经毒性作用。

这些研究结果对毒理研究的意义不是很明显，因为其中未能明确阐述小鼠实验中观察到的行为差异对研究人体健康有何意义。首先，只有研究报告的摘要部分可供使用，还缺乏一些关键信息，如居住条件、随机选择情况和动物数量等。还必须注意一点，结果中并未指出影响严重程度与剂量和量化数据相关。其次，没有对实验结果作统计处理，也没有列出标准偏差，因此很难判断实验中的可变程度。最后，未汇报任何关于之前实验对照组的详细情况。因此，无法根据这些数据得出任何肯定结论（欧洲共同体，2003 年）。

在出生后第 3 天或第 10 天单次口服 nonaBDE 206、octaBDE 203 或 PBDE 183 观察到了神经毒性影响；自发行为受到了干扰，习惯被破坏，成年两个月大时过度活跃（Viberg 等人，2006 年）。

八溴二苯醚商用混合物还可能影响神经信号系统。例如，体外试验表明溴化二苯醚（包括 HexaBDE 153）会影响小脑颗粒神经元的蛋白激酶和钙稳态，作用方式与相同结构的多氯联苯类似（Kodavanti 等人，2005 年）。

2.2.7 免疫毒性

根据欧盟风险评估（欧洲共同体，2003 年 a），已汇报的研究报告并未显示八溴二苯醚商用混合物有免疫毒性。但是，在 5 年后发表的风险评估报告中，持久性有机污染物审查委员会汇报的一项研究表明八溴二苯醚商用混合物可能影响鸟类的免疫反应。该研究的实验对象是美洲隼 (*Falco sparverius*) 雏鸟（Fernie 等人，2005 年）。鸟巢中的鸟蛋按产蛋顺序排列，在其中注入红花油或溶入红花油的溴化二苯醚同系物 BDE47、BDE99、BDE100 和 BDE153（每只鸟蛋中含 18.7 微克多溴联苯醚）。之后 29 天内，雏鸟消耗掉了全部多溴联苯醚混合物（15.6±0.3 纳克/克体重/天），其体内的多溴联苯醚含量（86.1±29.1 纳克/克湿重）是对照组（0.73±0.5 纳克/克湿重）的 120 倍。接触多溴联苯醚的鸟类的植物血细胞凝集素反应

更大（T 细胞免疫），这与体内 BDE-47 含量增加呈负相关，但是抗体免疫反应减少与 BDE-183 含量增加呈正相关。脾脏（生发中心减少）、囊（细胞死亡减少）和胸腺（巨噬细胞增加）内部产生了结构变化，脾脏体指数和多溴联苯醚之间呈负相关，囊体指数和 BDE-47 之间也呈负相关。野鸟接触多溴联苯醚后，其免疫调节功能可能出现异常，因为它们面临更大的环境压力。

2.2.8 内分泌紊乱

包括人类在内的多个物种的甲状腺稳态都产生了变化，出现了有机氯化物。血清转运蛋白（甲状腺素运载蛋白）对羟基多氯联苯的亲性和其对甲状腺激素的亲性和类似。

在五溴二苯醚方面，五溴二苯醚的某些同系物（即 BDE-15(DiBDPO)和 BDE-77(TeBDPO)）在体外微粒转化为代谢物后，会与甲状腺素争夺转运蛋白，这表明五溴二苯醚代谢物可能产生内分泌紊乱作用。但是，没有开展有关八溴二苯醚和十溴二苯醚与甲状腺素运载蛋白争夺甲状腺素的研究（欧盟，2003 年）。

2.2.9 哺乳动物毒性摘要和总体评价

斯德哥尔摩公约

由于八溴二苯醚商用混合物是一种由多种多溴联苯醚同系物和异构体组成的混合物，因此评估其毒性并非易事。有关某些同系物毒性和生态毒性的数据非常稀少，深入评估已开展的研究后发现，实验设计（测试设计、接触条件和衡量的终点）并不利于针对此类化学品开展良好评估。但是，单次剂量接触后观察到的免疫毒性和迟发性神经毒性影响值得特别关注，甚至应当引起关切，因为五溴二苯醚商用混合物的某些同系物（尤其是六溴二苯醚和七溴二苯醚）具有持久性和生物累积性，会进行长程环境飘移。

3 人体接触/风险评估¹⁰

3.1 食物

在欧洲联盟风险评估报告中，利用欧盟物质评估体系估测了人类通过环境途径的接触情况，结果表明1994年到1999年间八溴二苯醚含量没有增加。但是，过去十年来，生物群（包括人体）中多溴联苯醚的含量持续上升。随之而来的一个问题就是，这些溴化阻燃剂会给食物链顶端的物种（尤其是食肉动物和人类）造成多大程度的风险。人体接触主要源自食物摄取，这点与接触多氯联苯和相关化合物的途径类似，但是职业性接触（如通过处理电器设备接触）可能也是一个重要的接触来源。

欧洲联盟风险评估报告中提到的特别重要的一点是，不同于多氯联苯和滴滴涕，母乳中多溴联苯醚含量不断增加：瑞典的一项研究显示，1972年至1997年间，主要同系物BDE-47的含量每五年就会翻一番。1998年至2000年间，多溴联苯醚的含量有所下降，可能是因为瑞典逐步淘汰了五溴二苯醚商用混合物（Guvenius Meironyté, 2002年）。挪威利用归档的血清样本研究了六种溴化二苯醚同系物的时间变化趋势以及年龄和性别对其的影响（Thomsen等人，2002年）。溴化二苯醚的总含量从1977年的0.44纳克/克脂质增加到1999年的3.3纳克/克脂质，其中BDE-47是最主要的同系物。不同年龄组中溴化阻燃剂的含量相差不大，但0-4岁这组除外，其血清含量是其他组的1.6-3.5倍；母乳被认为是主要的接触来源。美国近期的数据表明母乳中的多溴联苯醚含量远高于瑞典和挪威汇报的含量，因为美国一项合并样本调查表明含量约为200纳克/克脂质（BDE-47、BDE-99和BDE-153的含量分别为132、27和15纳克/克脂质）（Päpke等人，2001年）。这一数据未被纳入欧洲联盟风险评估报告。

过去数十年来，生物群（包括人类食物）中的多溴联苯醚含量一直稳定增长。挪威科学委员会对食物中含有的多溴联苯醚进行了详细的风险评估（挪威食品安全科学委员会，2005年）。评估结果表明，鱼类是挪威人口

¹⁰ 本节引用的参考文献均摘自相关通知国的辅助文件。

摄入多溴联苯醚的主要膳食来源。该委员会在评估中得出结论，无法依据当时已有的文献设定可容许的多溴联苯醚每日摄入量，并指出，鱼类占挪威人口中这些物质膳食摄入总量的四分之三。有人建议，将挪威人口膳食中最常见的多溴联苯醚同系物纳入国家食物监测方案。在挪威开展的另一项研究（Thomsen 等人，2006 年）调查了 66 位业余渔民（男性和女性都有），发现血清中多溴联苯醚的浓度（包括 BDE-153、BDE-154、BDE-138 和 BDE-183）与调查对象的年龄和淡水鱼摄入量之间存在明显关联。

根据在各种肉类、鱼类和乳制品产品内检测到的多溴联苯醚含量，在比利时进行的一项研究计算了多溴联苯醚的日平均膳食摄入量估计值。在多溴联苯醚总量中，膳食摄入的计算值估计为 23-48 纳克/天。鱼类是多溴联苯醚每日膳食摄入总量的主要来源（约占 40%），因为虽然鱼类只是比利时膳食中一个较小的组成部分，但其中的多溴联苯醚含量很高。肉类产品约占多溴联苯醚每日膳食摄入总量的 30%。乳制品和蛋所占比例较小（低于 30%，Voorspoels 等人，2007 年）。

Schuhmacher 等人（2007 年）在西班牙开展了一项研究，比较了因膳食摄入和居住地点靠近危险废物焚化炉而导致的多溴联苯醚含量之间的差异。该研究表明，与居住在危险废物焚化炉附近相比，膳食摄入与人类接触多溴联苯醚的相关性更大。标准成年女性的多溴联苯醚膳食摄入量为 72 纳克/天，而城市和工业区居民则为 63 纳克/天。居住在城市和工业地区的女性体内的多溴联苯醚平均含量分别为 2.2 和 2.5 纳克/克脂肪（持久性有机污染物审查委员会，2007 年）。

利用欧盟物质评估体系模型，估计了各种食物来源、空气和饮用水对环境对人类接触的贡献量（表 1，欧盟，2002 年）。数据表明，估计的每日剂量为 0.42-11 微克/千克体重/天。

3.2 空气

八溴二苯醚是一种蒸气压极低的固体（21°C 时为 6.6×10^{-6} 帕），21°C 的环境下计算得出的饱和蒸气浓度为 30 微克/立方米（欧洲共同体，2003 年 a）。虽然八溴二苯醚挥发性较低，但它却能通过空气进行长程环境飘移，而且已有证据证实了这点（持久性有机污染物审查委员会，2007 年）。例如，Bergander 等人（1995 年）分析了采集自瑞典远离工业区的两个地区的空气样本，在微粒状态的样本中发现了六溴二苯醚和七溴二苯醚。另外，Wang 等人（2005 年）报告了多个偏远地点的八溴二苯醚商用混合物成分的大气浓度；de Wit 等人（2006 年）的审查文件则提供了有关多个地点的空气中存在五溴二苯醚、六溴二苯醚和七溴二苯醚同系物的补充资料。在韩国沿海地区进行的为期一年的监测研究中，在采集自城市、郊区和农村地区的大气样本中发现了 20 种多溴联苯醚同系物。十溴二苯醚(BDE 209)是最主要的同系物（含量小于 93%）。沉降通量从 10.1 到 89.0 微克/平方米/年不等（Moon 等人，2007 年 a）。在中国西北部，在 Waliguan 基线观测所（2005 年 4-5 月）采集的样本中，多溴联苯醚总量（ 8.3 ± 4.0 皮克/立方米）与在其他偏远地区测量的浓度水平相当（Cheng 等人，2007 年）。在印度洋上空（平均浓度为 2.5 皮克/立方米）和印度尼西亚爪哇岛沿海地区（浓度为 15 皮克/立方米）均检测到了多溴联苯醚。Wurl 等人（2006 年）建议利用空气回溯性轨迹分析来研究源自工业化程度更高的偏远地区的多溴联苯醚进行长程大气飘移的潜力（持久性有机污染物审查委员会，2007 年）。

在职业环境中，吸入灰尘和皮肤接触可能是人类通过空气接触八溴二苯醚的最主要途径（欧洲共同体，2003 年 a）。八溴二苯醚被加热后，其蒸气压升高的同时饱和蒸气浓度也会增加。因此，如在加工和生产过程中温度升高或进行加热，则人体通过吸入而产生接触的几率增加，并可能导致接触多溴二苯并二恶英等降解产物，同时也可能会排放多溴二苯并呋喃（持久性有机污染物审查委员会，2007 年）。

八溴二苯醚的预计大气浓度非常低（低于 0.1 微克/立方米）（欧洲共同体，

2003年a)。但监测数据表明，实际空气浓度可能高于预计值。例如，Strandberg 等人（2001年）分析了来自美国五大湖附近的城市、农村和偏远地区的空气样本，发现这些样本中八溴二苯醚商用混合物同系物（即BDE153、BDE154和BDE190的总含量）的平均总量从0.2 到0.9 皮克/立方米不等（持久性有机污染物审查委员会，2007年）。

3.3 水

八溴二苯醚商用混合物成分的水溶性非常低，辛醇-水分配系数对数值估计为 6.1-9.9 不等（欧洲共同体，2003 年 a）。据此，由于实验检测限值为 0.07-0.1 微克/升，在日本当局（日本环境厅，1991 年，持久性有机污染物审查委员会，2007 年）开展的两项监测研究中，并未检测到八溴二苯醚商用混合物的同系物。现在并不了解日本研究中的采样点是否靠近多溴联苯醚生产场所或聚合体加工地点，但欧盟在其风险评估报告中认为，日本的监测研究可以代表日本的工业、城市和农村地区的状况（欧洲共同体，2003 年 a）。然而，已对水样本中的八溴二苯醚商用混合物的同系物进行了测量；1999 年，Luckey 等人（2002 年）在安大略湖地表水中测量到的多溴联苯醚（一溴二苯醚至七溴二苯醚同系物）总浓度约为 6 皮克/升，其中六溴二苯醚同系物 BDE153 和 BDE154 各约占总量的 5%到 8%。Law 等人（2006 年）进行的一份研究也提供了有关溶解于水中的八溴二苯醚商用混合物成分（HexaBDE153 和 HexaBDE154）浓度的补充资料。

3.4 职业接触

八溴二苯醚商用混合物的职业接触可能出现在制造活动、塑料行业的工业加工、设备制造以及阻燃产品最终使用的过程中。主要接触途径是通过吸入方式或皮肤吸收灰尘（欧洲共同体，2003年a）。口服接触被认为只起到次要作用。制造过程中，吸入和皮肤接触最多的情况可能出现在装袋、核对重量以及材料选样和维护等活动中（见下表）。混合和制备母料时，倒袋同样非常重要。

不同工作情景下的估计职业接触程度（欧洲共同体，2003年a）

工作情景	外部吸入接触[毫克/立方米]	外部皮肤接触[毫克/平方厘米/天]	Scenario
制造	5	1	Manufacturing
混合和制备母料 - 倒袋 - 冲压	5 极低	1 可忽略	Compound master batch - bagging - extrusion
铸模	极低	可忽略	Moulding
设备制造	极低	可忽略	Equipment manufacturing
阻燃产品的最终使用	可忽略	可忽略	End uses of flame-retarded products

监测数据为这些估计值提供了支持，并发现工作人员体内的同系物形式取决于他们的工作类型。在挪威的一份研究（Thomsen等人，2001年）中，只在电子设备拆解厂工作人员的血浆中发现了七溴二苯醚，但是在电子设备拆解厂的各个职业群体的血浆中检测到的六溴二苯醚含量高于其他群体。

3.5 有助于做出管制决定的医学数据

人类毒物代谢动力学数据表明，八溴二苯醚商用混合物的多种成分能够被人体吸收，并扩散到血液中。这些化合物具有较高的亲脂性，在大鼠口服或吸入后会在其体内的脂肪组织累积，因此可以推断，人体内的八溴二苯醚也可能在这些组织内进行生物累积。同样的，怀孕后八溴二苯醚可能通过排泄作用进入母乳。

3.6 公众接触

已测量了人体样本中（包括母乳、血液和脂肪组织）八溴二苯醚同系物的含量（概述见欧洲共同体，2003 年 a 和持久性有机污染物审查委员会，2007 年）。实测浓度水平因个体而异，公众的含量一般低于职业接触的个

人。但在公众中，幼儿比父母接触到的含量更高。具体而言，Thomsen 等人 在 2002 年发现不同年龄群体体内的含量相对类似，但 0-4 岁的年龄群体例外，因为他们的血清浓度高出 1.6-3.5 倍：母乳被认为是主要的接触来源。

世界各地的人类体内都能发现八溴二苯醚。人类接触水平因区域而异。例如，Toms 等人（2007 年）开展的一项研究发现，在澳大利亚，母乳中多溴联苯醚（BDE17 到 BDE183 的 18 种同系物）的浓度低于北美洲的报告值，但高于欧洲和亚洲的报告值。测量了取自新西兰惠灵顿的 23 位捐助者的人体血清样本中的多溴联苯醚。同系物 47、99、100、153、154 和 183（“ Σ 多溴联苯醚”）的总浓度为 7.17 纳克 Σ 多溴联苯醚/克（脂质），在欧洲人体组织的报告值范围内，但低于澳大利亚和北美洲的水平（Harrod 等人，2007 年）。Fernandez 等人（2007 年）报告了一项关于检测西班牙女性脂肪组织中多溴联苯醚含量的研究。 Σ 多溴联苯醚（BDE28、75、71、47、66、77、100、119、99、85、154、153、138 和 183）浓度中值分别为 3.85 和 0.36 纳克/克脂质。在多溴联苯醚中，同系物 153、47、183、99 和 100 最为常见，含量最高，共占脂肪组织中多溴联苯醚总量的 96%。这部分人口中多溴联苯醚的浓度与西班牙其他地区、瑞典和比利时人口的报告值类似，但低于其他西方国家的报告值（欧洲共同体，2003 年 a，持久性有机污染物审查委员会，2007 年）。

通过分析取自 1977-2003 年间的 21 份挪威男性（40-50 岁）的合并血清样本，Thomsen 等人（2007 年）发现，七种多溴联苯醚同系物（国际化联编号分别为 28、47、99、100、153、154 和 183）的总含量从 1977 年的 0.5 纳克/克脂质提高到了 1998 年的 4.8 纳克/克脂质。但 1999 年到 2003 年间，多溴联苯醚的含量逐步趋于稳定（欧洲共同体，2003 年 a，持久性有机污染物审查委员会，2007 年）。

3.7 整体风险评估摘要

加拿大

并非出于人类健康目的而发布通知。

挪威

人类健康

鉴于八溴二苯醚商用混合物对人类健康的影响，将其归为生殖毒物，风险短语为“可能会对胎儿造成伤害”和“可能有损害生育能力的风险”等。各项研究和评估证明，八溴二苯醚商用混合物可能会造成不利影响，例如影响生殖器官及影响胎儿的发育等。持续重复接触八溴二苯醚商用混合物产生的影响表明，肝脏是主要的目标器官，各项动物研究中已经观测到肝脏所受的影响。研究认为，八溴二苯醚商用混合物的成分可能会在人体的脂肪组织内进行生物累积。

《欧盟风险评估报告》中提供了母乳、血液和脂肪组织等人体样本中八溴二苯醚商用混合物各成分的含量信息。报告指出，据观察，个体之间普遍存在很大差异，但是对照组与职业接触组之间也存在重大差异（欧洲共同体，2003 年 a）。研究人员测定了挪威三类职业接触群体血浆中的多溴联苯醚浓度（Thomsen 等人，2001 年）。研究样本分为三个组，每组五人，在以下三种场所工作：

- a) 电子设备拆解厂，
- b) 印刷电路板生产厂，和
- c) 分析实验室。

仅在电子设备拆解厂工人的血浆中发现了七溴二苯醚，不过，每个接触小组成员的血浆中都检测到了六溴二苯醚，其中电子设备拆解厂工人血浆中的六溴二苯醚浓度高于其他两组。没有发现八溴二苯醚。

Thomsen 等人（2007 年）测量了取自挪威普通人口的 21 份合并血清样本中的多溴联苯醚浓度（样本于 1977 年至 2003 年期间采集）。在 40-50 岁男性的血清中，七种多溴联苯醚同系物（28、47、99、100、153、154 和 183）的

总浓度从1977年的0.5纳克/克脂质增加到1998年的4.8纳克/克脂质。从1999年到2003年，多溴联苯醚的浓度似乎稳定了下来。

挪威的另一项研究（Thomsen 等人，2006年）对66名业余渔民做了调查，调查发现，血清中多溴联苯醚（包括BDE-153、BDE-154、BDE-138和BDE-183）的浓度与受调查者的年龄及其淡水鱼食用量之间有明确联系。在欧盟风险评估中，八溴二苯醚商用混合物成分之一——六溴二苯醚被认定对小鼠的神经发育可能具有毒性。另外，兔子口服八溴二苯醚后，其胚胎受到轻微毒性影响，而雌性大鼠吸入八溴二苯醚后，生育能力会受到影响。

欧洲联盟

工人

对工人所受风险的评估结论：

- 1.八溴二苯醚与甲状腺素运载蛋白争夺甲状腺素的可能性，八溴二苯醚商用混合物通过排泄作用进入母乳的数量，以及长期接触可能造成的影响都令人关切。
- 2.至于在制造（装袋和清洗）、混合和制备母料（倒袋）过程中的接触，以下问题令人关切：
 - 长期吸入接触和皮肤接触造成的系统性影响，
 - 长期吸入接触对呼吸道造成的局部影响，和
 - 长期吸入和皮肤接触对女性生育能力的影响。

人体通过环境接触

与职业接触相比，通过环境间接接触的可能性非常小。

对人体通过环境接触的风险总结如下：凭借现有信息尚不能确定八溴二苯醚商用混合物的安全使用剂量，还需获得更多信息以了解使用该商用混合物释放到环境中的物质、其在土壤和植物间的物质转移，以及本地和区域接触与奶牛体内八溴二苯醚浓度的联系。八溴二苯醚商用混合物通过排泄作用进入母乳和牛奶中的数量，八溴二苯醚与甲状腺素运载蛋白争夺甲状腺素的情况，和长期接触造成的影响都令人关切。

关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约

与八溴二苯醚商用混合物的长程飘移潜力有关的人类和环境风险评估必须考虑到这种商用产品是由化学特性不同、潜在风险各异的多种成分构成的混合物，这些成分可能是作为其他多溴联苯醚商用产品的成分释放到环境之中，也可能是环境中的十溴二苯醚商用混合物通过脱溴作用产生。

虽然发达国家已经停止生产八溴二苯醚商用混合物，而且也没有资料表明其他地方仍在生产这种化学品，但必须强调指出，这种产品依然存在，并且从仍在使用的物品及其处置过程中不断地释放出来。模型估计值和对污水污泥的实测值都表明，当前此种污染物排放量依然很大。

现有文献资料已充分证实了六至九溴二苯醚的持久性，而作为其主要降解途径的脱溴过程却可能同时生成其他溴化二苯醚，这也是令人关切的问题。八溴二苯醚商用混合物中某些成分的生物累积潜力以及在某些食物链中的生物放大潜力也有足够的资料佐证，并且因监测方案中实地观测的结果与毒物运动学研究结果之间的一致性而得到证实。边远地区的监测数据印证了八溴二苯醚商用混合物的长程飘移潜力，以及大气分配在某些系物飘移过程中所发挥的作用。

看来最大的困难在于评估这种商用混合物及其成分的潜在环境危害。在传统的生态毒理学和毒理学研究中，甚至在浓度高得不切实际的情况下也没有观测到任何有害影响。但是，通过对这些研究成果进行深入评估，特别是考虑了多溴联苯醚的特性和毒物动力学因素后发现，这些研究的试验设计、接触条件和测量终点都不适合此类化学品，因而无法做出合理的评估。由此可见，应当慎重考虑为何上述试验中未报告有害影响。另外，一

些专项研究报告了特定危害，比如迟发性神经毒性和免疫毒性，这可能会对评估人类健康和生态系统风险有重大意义。

越来越多的证据表明，八溴二苯醚和九溴二苯醚的脱溴过程会产生具有持久性有机污染物性质的溴化二苯醚，且根据《公约》第8条第7(a)款，不得因缺乏足够的科学把握而阻止递交某项提案，因此得出的结论为：八溴二苯醚商用混合物成分——八溴二苯醚和九溴二苯醚可能会因长程环境飘移而对人类健康和/或环境产生重大不利影响，因此有必要就此采取全球行动。

4 环境归宿和影响¹¹

4.1 归宿

4.1.1 土壤

预计八溴二苯醚会强有力地吸附在沉积物和土壤上，但仅有一小部分暴露在阳光下的八溴二苯醚才有可能进行光降解。因此，虽然八溴二苯醚有可能进行光降解，但环境建模时假定实际降解速率为零。预计八溴二苯醚在有氧和厌氧条件下的降解速率（与其他溴化二苯醚相比）非常低，虽然有迹象表明在厌氧条件下某些商用产品成分可能降解，但降解速率很低。因此环境建模时假定实际降解速率为零。

有机碳-水分配系数约为 1,363,040 升/千克。八溴二苯醚在土壤中呈稳定状态，也不会渗到地下水中。

4.1.2 水

已有足够文献资料证明八溴二苯醚商用混合物成分在自然环境中的持久性。目前确定的相关降解途径包括光分解、厌氧降解和在生物群中的新陈代谢，这些均通过脱溴作用进行，同时会产生可能具有更高毒性和更大生物累积潜力的其他溴化二苯醚（持久性有机污染物审查委员会，2007年）。

虽然八溴二苯醚商用混合物不易进行水解（欧洲共同体，2003年a），但其遇水可能出现光分解或光降解，其中会发生一系列还原脱溴反应，把八溴二苯醚的各同系物还原成低溴二苯醚。

八溴二苯醚商用混合物成分难溶于水，辛醇-水分配系数对数值估计范围为 6.1-9.9（欧洲共同体，2003年a）。

在联合王国，八溴二苯醚商用混合物在沉积物中的含量从低于 0.44 到 3,030 微克/千克干重不等（Allchin 等人，1999年；Law 等人，1996年；联合王国环境部，1997年）。含量最高的沉积物位于一个十溴二苯醚商用混合物仓库的下游。在 1987年取自日本的 51 个沉积物样本中，有 3 个样本检测到了八溴二苯醚商用混合物，其含量为 8-21 微克/千克（检测限值为 7 微克/千克，并未明确指出是干重还是湿重）；在 1988 年收集的 135 个样品中，有 3 个样品检测到这种化学品，含量为 15-22 微克/千克（检测限值为 5 微克/千克，并未明确指出是干重还是湿重）（日本环境省，1991年）。

Kolic 等人（2004年）分析了取自汇入安大略湖的支流沉积物中的多溴联苯醚的浓度，以及安大略湖南部生物固体区的浓度。在取自 14 个支流场地（只报告了 6 个场地）的沉积物样本中测得的六溴和七溴二苯醚（即 BDE 138、153、154 和 183）总浓度约为 0.5-4.0 微克/千克干重。

已经确定了挪威北极 Ellasjøen 湖沉积物中的多溴联苯醚浓度的历史趋势，这里的污染主要归因于大气和生物迁移。2001 年检测到多溴联苯醚的最高浓度（0.73 纳克/克干重）（Evens 等人，2007年）。Marvin 等人（2007年）报告了 1988 年至 2004 年间尼亚加拉河悬浮沉积物中多溴联苯醚浓度的时间趋势。1988 年以前，测定的多溴联苯醚（包括十溴二苯醚在内的 16 种同系物）总含量很低，但在 1980-1988 年期间曾一度呈上

¹¹ 本节引用的参考文献均摘自相关通知国的辅助文件。

升趋势。1988 年以后，尼加拉瓜河沉积物中的多溴联苯醚浓度的增长速度更快（1995 年达到的最高值约为 35 纳克/克）。检测到的主要同系物是十溴二苯醚，这与欧洲（Eljarrat 等人，2005 年）和亚洲（Moon 等人，2007 年 b）的监测结果类似。

Law 等人（2006 年）的研究为八溴二苯醚商用混合物成分（即 HexaBDE153 和 154）在某对比地点沉积物中的浓度提供了额外资料（持久性有机污染物审查委员会，2007 年）。

4.1.3 空气

八溴二苯醚与氢氧自由基进行大气反应后产生的速率常数估值为 $2.1\text{E}-13$ 立方厘米/分子/秒。该值通过 Syracuse 研究公司的 AOP 方案计算获得。代入此值，在大气氢氧自由基浓度为 5.0×10^5 分子/立方厘米条件下，八溴二苯醚的大气半衰期约为 76 天（欧洲共同体，2003 年 a）。

AOPWIN 模型预测六溴至九溴二苯醚与大气氢氧自由基反应的半衰期从 30.4 天至 161.0 天不等，这与八溴二苯醚商用混合物在大气中的高持久性一致（持久性有机污染物审查委员会，2007 年）。但是在大气中，预计六溴至九溴二苯醚会强有力地吸附到悬浮颗粒上，并且经由湿沉降和/或干沉降而被转移到别的地方。

4.1.4 生物浓缩、生物累积和生物放大

不同多溴联苯醚同系物的生物累积潜力取决于其溴化程度。六溴二苯醚有很大的生物浓缩和生物放大潜力；七溴二苯醚通过食物网起到生物放大作用，但放大程度低于根据辛醇-水分配系数得出的预计值。研究发现生物群中有八溴和九溴二苯醚，但是没有观测到食物网的生物放大作用。新陈代谢作用和/或生物利用率下降可以解释实测值与辛醇-水分配系数的预测值之间何以会产生偏差。它们在新陈代谢过程中发生了脱溴反应，并转化为其他溴化二苯醚，这已得到越来越多科学证据的支持（持久性有机污染物审查委员会，2007 年）。

曾经汇报了鲤鱼的生物浓缩系数（欧洲共同体，2003 年 a）。假定八溴二苯醚商用混合物成分的实际浓度为（或约为）0.5 微克/升（即报告的该物质在水中的溶解度），则八溴二苯醚的生物浓缩系数低于 9.5；七溴二苯醚的生物浓缩系数从低于 1.1 至 3.8 不等，而八溴二苯醚商用混合物的生物浓缩系数则从低于 10 至 36 不等。这些生物浓缩系数值低于根据该物质的辛醇-水分配系数得出的预计值，主要原因是生物利用率或新陈代谢作用衰减，或二者俱衰。

欧盟风险评估报告（欧洲共同体，2003 年 a）得出结论认为，“结果表明八溴二苯醚不会进行明显的生物浓缩，除非商用产品中含有大量溴化程度较低（小于或等于 6）的二苯醚成分。”

八溴二苯醚商用混合物的各同系物中，水促成的生物浓缩仅与六溴二苯醚有关。

联合王国重新分析了 CITI（1982 年）的生物浓缩数据，结果表明六溴二苯醚异构体的生物浓缩系数高达 2,580 升/千克至 5,640 升/千克。

然而，持久性有机污染物审查委员会（2007 年）的风险简介总结道，“六溴二苯醚表现出很高的生物累积潜力（包括适度的生物浓缩潜力）和食物网的生物放大作用；这与报告的淘汰率完全吻合。”

七溴二苯醚也表现了食物网的生物放大作用，但是放大程度低于根据辛醇-水分配系数得出的预期值，这是由于新陈代谢作用导致半衰期相对较短（作者们通过脱溴作用对此做出实验性的说明和解释）。

已有足够的文献资料证明生物群中存在八溴和九溴二苯醚，但是其在水和食物中的生物累积潜力却远低于根据辛醇-水分配系数得出的预期值。主要原因是生物利用率或新陈代谢作用衰减，或二者俱衰。

论证八溴至十溴二苯醚对其他多溴联苯醚具有脱溴作用的学术论文越来越

多；这对于通过评估确认如下事实至关重要，即：所设想的生物累积潜力之所以低，实际上可能是因为具有生物累积性的多溴联苯醚受到了新陈代谢的影响。虽然目前还无法进行量化估计，但是已有文献报告水生生物、哺乳动物和鸟类受到了脱溴作用的影响。

4.1.5 持久性

根据《加拿大环境保护法》（1999 年）“持久性和生物累积性条例”中的定义，四溴二苯醚、五溴二苯醚和六溴二苯醚同系物符合持久性和生物累积性标准。

此外，一些多溴联苯醚同系物（四溴、五溴、六溴、七溴二苯醚）已被《斯德哥尔摩公约》和联合国欧洲经济委员会《关于持久性有机污染物的议定书》确认为持久性有机污染物，这些污染物被认定为可能会进行长程环境飘移的环境和生物持久性物质（持久性有机污染物审查委员会，2007 年）。关于八溴二苯醚商用混合物的生物持久性，六溴二苯醚表现出很大的生物浓缩和生物放大潜力；而七溴二苯醚通过食物网起到生物放大作用，但是放大程度低于辛醇-水分配系数的预期值。在生物群发现有八溴和九溴二苯醚，但是没有观测到食物网的生物放大作用。新陈代谢作用和/或生物利用率下降可以解释实测值与辛醇-水分配系数的预测值之间何以会产生偏差。它们在新陈代谢过程中发生了脱溴反应，并转化为其他溴化二苯醚，这已得到越来越多科学证据的支持。

4.2 对非目标生物体的影响

无资料。

4.2.1 陆生脊椎动物

现有监测数据表明，生物体内含有某些七溴二苯醚。这表明在自然条件下，生物会吸收八溴二苯醚商用混合物的某些主要组成成分。遗憾的是，由于野生生物种群同时受到多溴联苯醚混合物及其他相关的溴化及氯化持久性污染物的污染，因而凭借现有的知识水平，有关流行病的调查研究只能查明八溴二苯醚商用混合物成分的接触或累积与野生生物体内观测到的潜在不利影响之间存在联系，但不能揭示它们之间的因果关系（持久性有机污染物审查委员会，2007 年）。

哺乳动物和鸟类

Knudsen 等人（2005 年）审查了在三个不同取样时间（1983 - 2003 年间）从挪威北部三个不同地点采集的三种鸟蛋中多溴联苯醚的含量随时间变化的趋势。审查发现，仅六溴二苯醚（BDE-153）的含量存在空间差异，并且观测到，从 1983 年到 2003 年，六溴二苯醚（153 和 154）及七溴二苯醚（BDE-183）的测量浓度有所上升。尽管对照实验室研究表明，多溴联苯醚会对鸟类免疫系统、骨骼结构以及能量消耗产生潜在不利影响，但并未出现关于野生鸟类受到不利影响的报告（持久性有机污染物审查委员会，2007 年）。

Breslin 等人（1989 年）进行的一项发育毒性影响试验中，在孕期 7 至 19 天内用 Saytex-111 喂养新西兰白兔。得出的结果为，传统终点无观测不良效应水平的最低值为 2 毫克/千克/天，其依据是，根据母体试验组肝脏重量增加和体重增量减缓来判断，胎儿受到轻微毒性影响的浓度为 5 毫克/千克/天（欧盟报告认为该数据具有参考价值）或 5 毫克/千克体重/天；造成胎儿骨骼发育滞后的浓度为 15 毫克/千克体重/天（供认为胎儿轻微毒性效应不具参考价值的审查人员参照）（持久性有机污染物审查委员会，2007 年）。

4.2.2 水生生物

现有数据表明，八溴二苯醚商用混合物可在水生生物体内发生生物浓缩和生物累积作用（持久性有机污染物审查委员会，2007 年）。

欧盟风险评估报告（欧洲共同体，2003 年 a）介绍了一组关于该商用混合物的研究，并得出结论认为，可以推断，若该混合物的浓度不超过其水溶

性，则水生生物不可能受到不利影响。但须着重指出的是，首先，水生生物也容易受到来自食物和/或沉积物的污染；其次，要为多溴联苯醚等化学品作出上述强有力的总结，需要对三大类生物群开展多代或至少涵盖一个完整生命周期的测试，测试内容包括一长串亚致死效应，而目前尚无这方面的信息。

鱼类：青鳉（48小时）半数致死浓度>500 毫克/升。

无脊椎动物：大型蚤（21天）无观测效应浓度（生存、繁殖、发育）> 2.0微克/升。

水藻：无数据。由上类推，预期毒性较低。

沉积生物体：夹杂带丝蚓 无观测效应浓度 \geq 1500 毫克/千克_{干重}。

微生物：活性污泥呼吸抑制（经合组织 209）试验。无观测效应浓度> 15 毫克/升。

（欧洲共同体，2003 年 a）

4.2.3 蜜蜂和其它节肢动物

无资料。

4.2.4 蚯蚓

赤子爱胜蚓（56 天）：无观测效应浓度（生存、繁殖） \geq 1470 毫克/千克_{干重}。（欧洲共同体，2003 年 a）

4.2.5 土壤微生物

无资料。

4.2.6 陆生植物

无观测效应浓度> 1500 毫克/千克_{干重}土壤。六种植物：玉米、洋葱、黑麦草、黄瓜、大豆和西红柿。（欧洲共同体，2003 年 a）

5 环境接触/风险评估¹²

5.1 陆生脊椎动物

欧盟风险评估指出八溴二苯醚不会对陆生区划造成危害（欧洲共同体，2003 年 a）。这一结论基于危害最严重情况下的预测环境浓度与预测无效应浓度之比。

5.2 水生生物

对水生区划而言，其通过地表水接触该物质的风险较低（欧洲共同体，2003 年 a）。该物质通过沉积物与微生物接触的可能性较大，但对沉积物栖息生物的风险也较低。废水处理过程引起的风险较低。

5.3 蜜蜂

无资料。

5.4 蚯蚓

5.5 土壤微生物

无资料。

5.6 整体风险评估摘要

加拿大

根据1999年《加拿大环境保护法》，从一个实验项目清单上所列的123种筛选评估物质中查明了7种多溴联苯醚，该判断是依据其在环境中的潜在持久性和/或生物累积性以及生物体的固有剧毒性。

与多溴联苯醚生态筛选评估有关的数据已在原始文献、审查文件、商业和政府数据库以及各类指数中确定。除了检索文献数据库的参考资料外，还与研究人员、学者、行业及其他政府机构联系，浏览公开的文献资料、会议记录和互联网，以获取有关多溴联苯醚的资料。2004年10月前获取的资料经审议后纳入了本文件，同时对2004年11月至2005年10月期间所获取的资料进行了审查，但未将其纳入本文件。本报告的结论取决于2004年10月前获取的资料，而2004年11月至2005年10月期间所获取的资料支持这些结论。另外，已根据1999年《加拿大环境保护法》第71节的要求，通过发布《加拿大宪报公告》，在2000年进行了有关多溴联苯醚的行业调查。该调查收集了有关加拿大多溴联苯醚的生产、进口、使用和排放的数据（加拿大环境部，2003年）。工业部门也已根据1999年《加拿大环境保护法》第70节的要求，提交了毒理学研究结果。

¹² 本节引用的参考文献均摘自相关通知国的辅助文件。

加拿大环境部的《生态筛选评估报告》表明，多溴联苯醚给加拿大环境带来的最大潜在风险是野生生物在捕食含有较高浓度的多溴联苯醚的猎物后遭受的二次中毒以及对底栖生物的影响，原因可能是沉积物中某些多溴联苯醚同系物的浓度较高。

2006 年的筛选评估报告也总结指出，多溴联苯醚进入环境中的数量、浓度或条件已经或可能对环境或生物多样性造成即期或长期有害影响。更确切地说，报告得出结论，四溴二苯醚、五溴二苯醚和六溴二苯醚同系物符合《加拿大环境保护法》（1999 年）中的“持久性和生物累积条例”所定义的持久性和生物累积标准。筛选评估还得出结论，这些存在于环境中的物质主要来源于人类活动（即源自产品制造和加工以及整个产品生命周期的排放）。因此，四溴二苯醚、五溴二苯醚和六溴二苯醚同系物符合《加拿大环境保护法》（1999 年）第 77(3)分节规定的实际消除条件。

挪威

根据现有数据，八溴二苯醚商用混合物同系物似乎具有耐降解性，并因此具有在环境中长期保持持久性的潜力。它们具有生物累积的潜力，并且已有监测证据证实了其生物放大作用。溴化程度较低和较高的同系物（部分存在于八溴二苯醚商用混合物）表现出了长程环境飘移的潜力。

对八溴二苯醚商用混合物化学特性的分析似乎支持了这一结论，因为它与公认的持久性有机污染物具有类似的亨利法则常量。因此，八溴二苯醚商用混合物有望进行长程环境飘移。

在挪威，已在各种样本中发现了八溴二苯醚商用混合物同系物，例如人体样本、真鳕、环斑海豹和贻贝。此外，在挪威斯瓦尔巴群岛进行的一项研究发现，八溴二苯醚商用混合物同系物在浮游动物、真鳕和环斑海豹体内进行了生物累积。该研究也发现了六溴二苯醚(BDE-153)在北极地区食物链中（从环斑海豹到北极熊）产生生物放大作用的证据（Sørmo 等人，2006 年）。同时，该研究证实了野生鸟类摄入了该物质。Knudsen 等人（2005 年）审查了 1983-2003 年间，在三个不同采样时间从挪威北部三个不同地点采集的三种鸟蛋中多溴联苯醚的时间趋势。结果只观测到了六溴二苯醚(BDE-153)的空间差异，同时发现 1983-2003 年间六溴二苯醚（hexaBDE 153 和 hexaBDE 154）和七溴二苯醚(BDE-183)的实测浓度提高。因此，现有监测数据共同表明六溴二苯醚和某些七溴二苯醚存在于野生生物体内，这证实了在野外现实生活的接触情景中，生物群通过环境摄入了某些八溴二苯醚商用混合物的主要成分。

欧洲联盟

现有资料表明，采用常规的预测环境浓度/预测无效应浓度法后，因使用八溴二苯醚而引起的二次中毒的风险本身较低。但也表明，考虑到八溴二苯醚商用混合物产品中的六溴二苯醚成分，可能有通过蚯蚓引发二次中毒的风险（欧洲共同体，2003 年 a）。欧盟得出的总体结论为，需要进一步获取资料和/或进行测试，以便提供更多的有关各种八溴二苯醚来源引发二次中毒风险的资料。下文强调了所需的补充资料：

- a. 一个范围更广的监测项目，以便确定有关顶端捕食者（包括鸟蛋）的研究结果是否为一个大范围或局部现象，并同时确定相应趋势（若可能）。
- b. 进一步毒性测试。建立一个哺乳动物毒性数据组，意味着可以考虑对鸟类进行测试（如鸟类生殖测试（经合组织，2006 年），并进行恰当的组织分析）。但总体上，对脊椎动物进一步测试的益处仍未确定，因为在实现足够高的接触时可能会遇到困难。这为毒性问题带来了某些尚未解决的不确定性。
- c. 在较长时间内（如以年为单位），调查在环境相关的条件下降解产品的生成率——例如，延长监测方案以便确定各个环境区划中降解产品水平的趋势。同时可以配合对母体化合物的分析，从而

检测它是否在环境中逐渐增加或已经达到了平衡。未来可能会进行一项（或多项）有控制的实地研究，同时不断有控制地投入该物质，并定期监测其它成分。

- d. 对非二苯醚降解产品进行进一步的毒理工作，以便确定它们是否构成危害或风险。

最后得出的结论是，虽然某些方面的现有数据不够充分，但存在对人体健康和环境不可接受的风险，因此有必要采取管制行动。

有关持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约

结合八溴二苯醚商用混合物的长程飘移潜力评估它对人体和环境的风险时，必须考虑到这种商用产品是一种具有不同特性和外观的混合物，作为其它多溴联苯醚商业产品的成分，它可能会被排入环境，也会通过十溴二苯醚商用混合物的脱溴作用产生于环境中。

虽然发达国家已经停止生产八溴二苯醚商用混合物，并且没有资料表明其它地方正在生产这种化学品；但必须注意的是，该产品依然存在，通过使用中的物品并在其处置过程中排放。模型估计结果和污水污泥中的实测含量表明，目前的排放量依然较大。

六溴至九溴二苯醚的持久性得到了详细记录。降解的主要途径是通过脱溴作用形成其它同样引发关切的溴化二苯醚。某些八溴二苯醚商用混合物成分的生物累积和在某些营养链中的生物放大作用的潜力同样得到了详细记录，并被监测方案中的实地观察和毒物动力学研究相吻合的情况所证实。偏远地区的监测数据证实了其长程飘移的潜力，以及这一过程中某些同系物大气分布的相关性。

最大的困难在于估计商用混合物及其成分的潜在危害。在传统的生态毒理和毒理研究中，即使在不切实际的高浓度情况下，也并未观测到任何影响。但在特别考虑多溴联苯醚的特性和毒理的情况下深入评估这些研究后，发现测试设计、接触条件和实测终点不适用于对这些化学品类型进行正确评估。因此，应当仔细审议这些测试所报告的缺少影响的情况。此外，具体的研究报告了迟发性神经毒性和免疫毒性等特定危害，它们在评估人体健康和生态系统的风险时可能具有特别的相关性。

依据越来越多的有关八至九溴二苯醚脱溴形成具有持久性有机污染物特性的溴化二苯醚的证据，并考虑到《公约》第8条第7(a)款的规定，即在缺乏充分的科学确定性的情况下，不应阻止提案通过，因此得出结论，由于长程环境飘移，八溴二苯醚商用混合物的八至九溴二苯醚成分很可能对人体健康和/或环境造成重大不利影响，从而需要采取全球行动。

附件 2—最终管制行动的详情¹³

国家名称：加拿大

- 1

管制行动的
生效日期

2008 年 6 月 19 日
- 管制行动的
参考文件

《加拿大环境保护法》（1999 年）下的《多溴联苯醚条例》(SOR/2008-218)。
- 2

最终管制行
动的简要细
节

《多溴联苯醚条例》：

a)禁止在加拿大制造多溴联苯醚（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同系物）；以及

b)禁止使用、销售、供销和进口符合《加拿大环境保护法》（1999 年）所规定的实际消除标准的多溴联苯醚（四溴二苯醚、五溴二苯醚和六溴二苯醚同系物），以及含有这些物质的混合物、聚合体和树脂。

商用混合 物	多溴联苯醚同系物组						
	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	十溴二 苯醚
八溴二苯 醚	-	0.5%	12%	45%	33%	10%	0.7%

作为实际消除目标的多溴联苯醚同系物已用粗体标出。

由于存在五溴二苯醚和六溴二苯醚同系物，禁止制造、使用、销售、供销和进口八溴二苯醚商用混合物。

- 3

采取行动的
理由

2006 年的风险评估得出结论，存在对环境不可接受的风险，因此有必要采取管制行动。
- 4

列入附件三
的依据

最终管制行动禁止生产多溴联苯醚，禁止使用、销售、供销和进口四溴二苯醚、五溴二苯醚和六溴二苯醚同系物，以及含有这些物质的混合物、聚合体和树脂，其依据是考虑到了加拿大当地条件的一项风险评估。

- 4.1

风险评估

环境

已在根据《加拿大环境保护法》（1999 年）所列的一份含有 123 种物质的筛选评估试点项目清单中查明了七种多溴联苯醚，依据是其在环境中的潜在持久性和/或生物累积性以及对其生物的固有剧毒性。

已根据原始文献、审查文件、商业和政府数据库以及各种指数予确定了与多溴联苯醚生态筛选评估有关的数据。除了检索文献数据库的参考资料外，还与研究人员、学者、行业及其它政府机构进行了直接接触，扫描了相关的公开文献。同时浏览了会议记录和因特网，以获取有关多溴联苯醚的资料。审议了 2004 年 10 月之前获得的资料，以便列入本文件，同时审查了 2004 年 11 月至 2005 年 10 月间收到的资料，但并未全部增编。发现 2004 年 11 月至 2005 年 10 月间获得的资料支持本报告依据 2004 年 10 月之前收到的资料得出的结论。此外，已根据《加拿大环境保护法》（1999 年）第 71 节的规定，通过发布《加拿大宪报》公告，在 2000 年进行了一项有关多溴联苯醚的行业调查。该调查收集了有关加拿大八溴二苯醚商用混合物的制造、进口、使用和排放的数据（加拿大环境部，2003 年）。行业还根据《加拿大环境保护法》（1999 年）第 70 节提交了毒理研究。

加拿大环境部的《生态筛选评估报告》表明，多溴联苯醚给加拿大环境带来的最大潜在风险是野生生物会在捕食含有较高浓度多溴联苯醚的猎物后造成的二次中毒以及对底栖生物生物的影响，原因可能是沉积物中某些多溴联苯醚同系物的浓

¹³ 本节引用的参考文献均摘自相关通知国的辅助文件。

度较高。

2006年的筛选评估报告也总结指出，多溴联苯醚进入环境中的数量、浓度或条件已经或可能对环境或生物多样性造成即期或长期有害影响。更确切地说，报告得出结论，四溴二苯醚、五溴二苯醚和六溴二苯醚同系物符合《加拿大环境保护法》（1999年）中的“持久性和生物累积条例”所定义的持久性和生物累积标准。筛选评估还得出结论，这些存在于环境中的物质主要来源于人类活动（即源自产品制造和加工以及整个产品生命周期的排放）。因此，四溴二苯醚、五溴二苯醚和六溴二苯醚同系物符合《加拿大环境保护法》（1999年）第77(3)分节规定的实际消除条件。

4.2 使用标准 与其它国家 和区域的相关性

对环境产生的风险

其它使用该物质的国家很可能会遇到与所确定的关切事项相类似的关切事项，特别是发展中国家。

5 替代品

替代化学品

绝大多数工业和制造业用途均存在多溴联苯醚的化学替代品，因用途各异而有所不同。不过，有若干问题需要解决，因为某些潜在替代品：

- 本身正在接受检查；
- 是新的专有化学品，其环境和健康影响数据非常有限；
- 更加昂贵；以及
- 成效较低，因此要求的用量更大，产品可能很难达到可燃性标准。

替代技术

可通过使用替代技术减少对多溴联苯醚的需求，例如：

- 使用不容易着火的电子设备材料（例如铝或在氧气含量非常高时才会燃烧的“超级塑料”）；
- 在泡沫外覆盖隔热织物、包装材料或涂层，以取代化学阻燃剂；或者
- 采用面向环境的设计，以便再利用含多溴联苯醚的组成部分，以作为一种替代土地填埋或回收含多溴联苯醚的塑料材料的方法。

使用某些替代技术会带来挑战，例如，最终产品的重量会增加，以及采用何种方法来收集、再次利用和重新组装含多溴联苯醚组成部分的产品。

6 废物管理

未报告。

7 其他

国家名称：挪威

- | | | |
|---|--------------------|---|
| 1 | 管制行动的生效日期 | 2004 年 7 月 1 日 |
| 2 | 管制行动的参考文件 | 关于限制生产、进口、出口、销售和使用化学品和其他对环境对人类健康有害的产品的条例，§2-20 溴化阻燃剂，环境部。2004 年 6 月 1 日第 922 号法案。 |
| 3 | 最终管制行动的简要细节 | 严禁生产、进口、出口、销售和使用纯品、制剂和成品中的八溴二苯醚和八溴二苯醚含量大于或等于重量0.1%的产品。 |
| 4 | 采取行动的理由 | 在挪威的当前情况下，八溴二苯醚对环境和人类健康存在潜在风险。更具体地说，挪威的风险评估中评估和审议的八溴二苯醚的所有数据显示，八溴二苯醚是挪威环境中一种主要污染物并且极大地影响着野生动物和人类健康，为此应批准一个全国禁令（挪威污染控制局，2009年b）。 |
| 4 | 列入附件三的依据 | 采取最终管制行动的目的是保护环境和人类健康。根据对挪威当前情况进行的一项风险评估，管制行动禁止八溴二苯醚和商用混合物的使用。 |

4.1 风险评估

人类健康

鉴于八溴二苯醚商用混合物对人类健康的影响，将其归为生殖毒物，风险短语为“可能会对胎儿造成伤害”和“可能有损害生育能力的风险”。各项研究和评估证明，八溴二苯醚商用混合物可能会造成不利影响，例如影响生殖器官及影响胎儿的发育等。持续重复接触八溴二苯醚商用混合物产生的影响表明，肝脏是主要的目标器官，各项动物研究中已经观测到肝脏所受的影响。研究认为，八溴二苯醚商用混合物的成分可能会在人体的脂肪组织内进行生物累积。

《欧盟风险评估报告》中提供了母乳、血液和脂肪组织等人体样本中八溴二苯醚商用混合物各成分的含量信息。报告指出，据观察，个体之间普遍存在很大差异，但是对照组与职业接触组之间也存在重大差异。研究人员测定了挪威三类职业接触群体血浆中的多溴联苯醚浓度（Thomsen 等人，2001年）。研究样本分为三个组，每组五人，在以下三种场所工作：a)电子设备拆解厂；b)印刷电路板生产厂；和c)分析实验室。仅在电子设备拆解厂工人的血浆中发现了七溴二苯醚，不过，每个接触小组成员的血浆中都检测到了六溴二苯醚，其中电子设备拆解厂工人血浆中的六溴二苯醚浓度高于其他两组。没有发现八溴二苯醚。

Thomsen 等人（2007年）测量了取自挪威普通人口的21份合并血清样本中的多溴联苯醚浓度（样本于1977年至2003年期间采集）。在40-50岁男性的血清中，七种多溴联苯醚同系物（28、47、99、100、153、154和183）的总浓度从1977年的0.5纳克/克脂质增加到1998年的4.8纳克/克脂质。从1999年到2003年，多溴联苯醚的浓度似乎稳定了下来。

挪威的另一项研究（Thomsen 等人，2006年）对66名业余渔民做了调查，调查发现，血清中多溴联苯醚（包括BDE-153、BDE-154、BDE-138和BDE-183）的浓度与受调查者的年龄及其淡水鱼食用量之间有明确联系。在欧盟风险评估中，八溴二苯醚商用混合物成分之一——六溴二苯醚被认定对小鼠的神经发育可能具有毒性。另外，兔子口服八溴二苯醚后，其胚胎受到轻微毒性影响，而雌性大鼠吸入八溴二苯醚后，生育能力会受到影响。

环境

根据现有数据，八溴二苯醚商用混合物的同系物似乎具有耐降解性，并因此具有在环境中长期保持持久性的潜力。它们具有生物累积的潜力，并且已有监测证据证实了其生物放大作用。溴化程度较低和较高的同系物（部

分存在于八溴二苯醚商用混合物) 表现出了长程环境飘移的潜力。

对八溴二苯醚商用混合物化学特性的分析似乎支持了这一结论, 因为它与公认的持久性有机污染物具有类似的亨利法则常量。因此, 八溴二苯醚商用混合物有望进行长程环境飘移。

现有监测数据显示, 和六溴二苯醚一样, 最近在各种生物体内也发现了一些七溴二苯醚。这表明生物在环境中摄入了八溴二苯醚商用混合物的主要成分。Knudsen等人(2005年) 审查了1983-2003年间, 在三个不同采样时间从挪威北部三个不同地点采集的三种鸟蛋中多溴联苯醚的时间趋势。只观测到了六溴二苯醚(BDE-15)存在空间差异, 同时也观测到了1983-2003年间六溴二苯醚(BDE-153和154) 和七溴二苯醚(BDE-183)的实测浓度有所提高。

在挪威, 已在各种样本中发现了八溴二苯醚商用混合物同系物。在以下物质中检测到了这些物质, 例如, 人体样本、真鳕、环斑海豹和贻贝。在挪威斯瓦尔巴群岛进行的一项研究中, 发现八溴二苯醚商用混合物同系物在浮游动物、真鳕和环斑海豹中进行了生物累积。该研究也发现了六溴二苯醚(BDE-153)在北极食物链(环斑海豹到北极熊) 产生生物放大作用的证据(Sarmo 等人, 2006 年)。欧盟风险评估显示, 其他物种通过摄取蚯蚓可能会产生六溴二苯醚二次中毒的风险(欧洲共同体, 2003 年 a)。

4.2 使用标准 与其他国家和地区 的相关性

对人类健康和环境的风险。

其他使用该物质的国家可能会遇到类似的关切事项。

5 替代品

无报告。

6 废物管理

丢弃产品时, 如果产品中含有超过0.25%的五溴二苯醚, 该产品应被视作危险废物。禁止循环利用和重新利用五溴二苯醚和含有五溴二苯醚的材料。

关于循环利用和废物处理的管理条例(废物条例)。环境部, 2004 年 6 月 1 日第 930 号法案 <http://www.lovdato.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20040601-0930.html>。

7 其他

国家名称：欧洲联盟

- | | |
|---|---|
| <p>1 管制行动的生效日期</p> <p>管理行动的参考文件</p> | <p>第2003/11/EC号指令在欧洲联盟官方期刊发布日即生效（即2003年2月15日）。欧共体成员国须根据2004年8月15日起实施的指令充分落实相应的法律、管理条例和行政规定。</p> <p>2003年2月6日欧洲议会和理事会发布的第2003/11/EC号指令中第24次修正了理事会的第76/769/EEC号指令，修正的内容涉及限制营销和使用某些危险物质和制剂（五溴二苯醚、八溴二苯醚）（欧洲联盟官方期刊，2003年2月15日，L42, 第45-46页）。</p> |
| <p>2 最终管制行动的简要细节</p> | <p>出现下列情况，则禁止在市场上投放和使用八溴二苯醚衍生物$C_{12}H_2Br_8O$：</p> <p>1. $C_{12}H_2Br_8O$这种物质、或含有$C_{12}H_2Br_8O$的浓度按重量计超过0.1%的物质或制剂。</p> <p>2. 含有$C_{12}H_2Br_8O$的浓度按重量计超过0.1%的物品或阻燃剂。</p> |
| <p>3 采取行动的理由</p> | <p>风险评估得出结论，虽然在某些方面现有的数据并不充分，但人类的健康和环境面临的风险是不可接受的，因此有必要采取管制行动。</p> |
| <p>4 列入附件三的依据</p> | |
| <p>4.1 风险评估</p> | <p><u>工人</u></p> <p>对工人所受风险的评估结论：</p> <p>1. 八溴二苯醚与甲状腺素运载蛋白争夺甲状腺素的可能性，八溴二苯醚商用混合物通过排泄作用进入母乳的数量，以及长期接触可能造成的影响都令人关切。</p> <p>2. 至于在制造（装袋和清洗）、混合和制备母料（倒袋）过程中的接触，以下问题令人关切：</p> <ul style="list-style-type: none"> -长期吸入接触和皮肤接触造成的系统性影响， -长期吸入接触对呼吸道造成的局部影响，和 -长期吸入和皮肤接触对女性生育能力的影响。 <p><u>人体通过环境接触</u></p> <p>对人体通过环境接触的风险总结如下：凭借现有信息尚不能确定八溴二苯醚商用混合物的安全使用剂量，还需获得更多信息以了解使用该商用混合物释放到环境中的物质、其在土壤和植物间的物质转移，以及本地和区域接触与奶牛体内八溴二苯醚浓度的联系。八溴二苯醚商用混合物通过排泄作用进入母乳和牛奶中的数量，八溴二苯醚与甲状腺素转运蛋白争夺甲状腺素的情况，和长期接触造成的影响都令人关切。</p> <p><u>环境</u></p> <p>关于环境风险的评估结论如下：</p> <p>1. 需要关于八溴二苯醚所有来源的二次中毒风险的进一步信息和/或测试。在二次中毒中使用的预测环境浓度/预测无效应浓度的方法可能不适用，且可能低估了风险。二次中毒引起关切的另一个原因是，虽然该物质有持久性，但有证据表明，在一定条件下它可以降解为具有更大毒性和生物累积性的化合物。非常不确定目前的风险评估方法是否能适用于二次中毒和脱溴化问题。各种不确定因素引起各方担忧是否可能对环境产生长期影响，而这种影响很难预测。因此，鉴于上述种种不确定性因素，需要开展管制行动；</p> <p>2. 要特别关注用于聚合物的八溴二苯醚商用混合物产品的成分——六溴二苯醚通过蚯蚓引起二次中毒的风险。</p> <p>结论是，虽然在某些方面现有的数据并不充分，但人类健康和环境面临的</p> |

	风险是不可接受的，因此有必要采取管制行动。
4.2 使用标准	对人类健康和环境的风险。
与其他国家和地区的相关性	八溴二苯醚商用混合物的六溴和七溴二苯醚同系物被确认为持久性有机污染物，且能通过长程环境飘移转移到偏远地区（持久性有机污染物审查委员会，2006 年，参见挪威提供的辅助性资料，2010 年），因此，使用该物质的其他国家，特别是发展中国家可能存在类似于挪威所报告的人类和环境接触条件。
5 替代品	未报告。
6 废物管理	未报告。
7 其他	

事先通知

附件 3—指定国家主管部门的地址

加拿大

机构	加拿大环境部 环境事务管理处 化学品部门总署 化学品生产司
地址	200 Sacré-Coeur Blvd, 3 rd Floor Gatineau, Quebec, K1A 0H3 CANADA
负责人姓名	Bernard Madé
负责人职位	化学品生产司主任
电话	(819) 994-4404
传真	(819) 994-5030
电子邮件	SEC-ECS@ec.gc.ca

挪威

机构	气候和污染局
地址	P.O. box 8100 Dep, 0032 Oslo, Norway
负责人姓名	Christina C. Tolfsen
负责人职位	高级顾问
电话	22 57 37 38
传真	22 67 67 06
电子邮件	christina.charlotte.tolfsen@klif.no

欧洲联盟

机构	环境总干事 欧洲委员会
地址	Rue de la Loi, 200 B-I049 Brussels Belgium
负责人姓名	Juergen Helbig
负责人职位	政策干事
电话	+322 299 8521
传真	+322 296 7617
电子邮件	juergen.helbig@ec.europa.eu

附件 4—参考文献

管制行动

Commission 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, octabromodiphenyl ether) (Official Journal of the European Union L42 of 15.2.2003, pp. 45-46) available at <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:042:0045:0046:EN:PDF>

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. (Water Framework Directive). Available at: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:327:0001:0072:EN:PDF>

Polybrominated Diphenyl Ethers Regulations (SOR/2008-218) under the *Canadian Environmental Protection Act, 1999*;

Regulation of brominated flame retardants §2-20 in "Regulations relating to restrictions on the manufacture, import, export, sale and use of chemicals and other products hazardous to health and the environment (Product Regulations)" by the Norwegian Ministry of the Environment. Act no 922 of 1 June 2004.

其他文件

加拿大提供的辅助文件

1. Canadian Environmental Protection Act, 1999 (CEPA 1999): Ecological Screening Assessment Report on Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs). Environment Canada. June 2006.
2. *Polybrominated Diphenyl Ethers Regulations (SOR/2008-218)*; <http://canadagazette.gc.ca/rp-pr/p2/2008/2008-07-09/pdf/g2-14214.pdf#page=41>

欧洲联盟提供的辅助文件

1. Commission Regulation (EU) No 757/2010 of 24 August 2010 amending Regulation (EC) No 850/2004 of the European Parliament and of the Council on persistent organic pollutants as regards Annexes I and III. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:223:0029:0036:EN:PDF>
2. European Commission (2002): Scientific committee on toxicity, ecotoxicity and the environment (CSTEE) - Opinion on the results of the Risk Assessment of: Diphenyl ether, octabromo derivative. Environmental and Human Health Part. 2002. Brussels, C2/AST/csteeop/Octabromo Hum & Env 31102002/D(02)
3. European Communities (2003a): European Union Risk Assessment Report, diphenyl ether, octabromo derivative. Final report, 2003.
4. European Communities (2003b): Diphenyl Ether, Octabromo Derivative – Summary Risk Assessment Report. European Commission, Joint Research Center.

挪威提供的辅助文件

1. European Union Risk Assessment Report, diphenyl ether, octabromo derivative, Final report, 2002.
2. Knudsen LB, Gabrielsen GW, Verreault J, Barrett R, Skare JU, Polder A and Lie E. (2005) Temporal trends of brominated flame retardants, cyclododeca-1,5,9-triene and mercury in eggs of four seabird species from Northern Norway and Svalbard. SPFO-Report 942/2005. ISBN: 82-7655-497-0
3. Päpke O, Bathe L, Bergman Å, Fürts P, Guvenius DM, Herrmann T, Norén K. (2001) Organohalogen Compounds, 52, 197-200.
4. POPRC, 2007. Risk profile on commercial octabromodiphenyl ether. UNEP/POPS/POPRC.3/20/Add.6
5. POPRC, 2008a. Commercial octabromodiphenyl ether risk management evaluation. UNEP/POPS/POPRC.4/6
6. POPRC, 2008b. Additional information related to the commercial octabromodiphenyl ether risk management evaluation. UNEP/POPS/POPRC.4/INF/10
7. Regulation of brominated flame retardants § 2-20 in "Regulations relating to restrictions on the manufacture, import, export, sale and use of chemicals and other products hazardous to health and the environment (Product Regulations)" by the Ministry of the Environment. Act no 922 of 1 June 2004.
8. Sormo EG, Salmer MP, Jenssen BM, Hop H, Baek K, Kovacs KM, Lydersen C, Falk-Petersen S, Gabrielsen, GW, Lie E and Skaare JE. (2006) Biomagnification of polybrominated diphenyl ether and hexabromocyclododecane flame retardants in the polar bear food chain in Svalbard, Norway. Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 25, No. 9: 2502-2511

9. Thomsen C, Knutsen H, Liane VH, Frøshaug M, Kvalem HE, Haugen M, Meltzer HM, Alexander J and Becher G. (2008) Consumption of fish from a contaminated lake strongly affects the concentrations of polybrominated diphenyl ethers and hexabromocyclododecane in serum. *Mol. Nutr. Food Res.* 2008, 52: 228 – 237
10. Thomsen C, Liane VH, Becher, G. (2007) Automated solid-phase extraction for the determination of polybrominated diphenyl ethers and polychlorinated biphenyls in serum—application on archived Norwegian samples from 1977 to 2003. *Journal of Chromatography B*, 846: 252–263
11. Thomsen C, Liane VH, Frøshaug M, Becher G. (2006) The concentration of PBDEs in serum from a group of high consumers of fish from a PBDE contaminated lake in Norway. *Organohalogen Compounds Vol 68*: 786 - 789
12. Thomsen C, Lundanes E and Bechen G. (2001) Brominated flame retardants in plasma samples from three different occupational groups in Norway. *J. Environ. Monit.*, 2001, 3, 366–370

相关准则和参考文件

1. POPRC, 2009. Guidance on considerations related to alternatives and substitutes for listed persistent organic pollutants and candidate chemicals 2009 (UNEP/POPS/POPRC.5/10/Add.1)
 2. POPRC, 2010. “Technical Review of the Implications of Recycling Commercial Pentabromodiphenyl Ether and Commercial Octabromodiphenyl Ether” .
 3. UNEP, 2008. Risk management evaluation for commercial octabromodiphenyl ether (Document UNEP/POPS/POPRC.4/15/Add.1)
-