

**控制危险废物越境转移及其处置****巴塞尔公约缔约方大会****第十二次会议**

2015年5月4-15日，日内瓦

议程项目4(b)(一)

与执行《公约》有关的事项：**科学和技术事项：技术准则****技术准则****关于对由六溴环十二烷构成、含有此类物质或受其污染的废物实行环境无害化管理的技术准则****秘书处的说明**

《控制危险废物越境转移及其处置巴塞尔公约》缔约方大会第十二次会议关于由持久性有机污染物构成、含有此类物质或受其污染的废物实行环境无害化管理的技术准则的第BC-12/3号决定，通过了根据UNEP/CHW.12/5/Add.7中的技术准则草案制定的由六溴环十二烷构成、含有此类物质或受其污染的废物实行环境无害化管理的技术准则。该技术准则由中国牵头，经与持久性有机污染物废物技术准则制定工作小组闭会期间工作组磋商后编制，并参考了从缔约方与其他国家收集到的评论和巴塞尔公约第九次不限成员名额工作组的评论。2015年4月3日，该技术准则被进一步修订，并参考2015年1月23日前所收集的来自缔约方和其他国家的评论，以及2015年3月17-19日在加拿大渥太华举办的关于持久性有机污染物废物技术发展准则小型闭幕期间工作组面对面会议的结果（见文件UNEP/CHW.12/INF/14）。被通过的技术准则的最终版本载于本说明附件。

附件

关于对由六溴环十二烷构成、含有此类物质或受其污染的废物实行环境无害化管理的技术准则

最终修订版（2015年5月15日）

目录

缩写和简称.....	5
度量单位.....	5
一、 导言.....	6
A. 范围.....	6
B. 描述、生产、使用和废物.....	6
1. 描述.....	6
2. 生产.....	7
3. 使用.....	8
4. 废物.....	9
二、 《巴塞尔公约》和《斯德哥尔摩公约》中的相关条款.....	14
A. 《巴塞尔公约》.....	14
B. 《斯德哥尔摩公约》.....	16
三、 按照《斯德哥尔摩公约》的规定将与《巴塞尔公约》合作处理的议题..	16
A. 持久性有机污染物含量低的废物.....	16
B. 销毁和永久性质变的程度.....	17
C. 环境无害化处置方法.....	17
四、 环境无害化管理指南.....	17
A. 一般性考虑因素.....	17
B. 立法和监管框架.....	17
C. 防止和尽量减少废物的生成.....	18
D. 废物的识别.....	18
1. 识别.....	19
2. 编目.....	20
E. 取样、分析和监测.....	21
1. 取样.....	21
2. 分析.....	22
3. 监测.....	22
F. 处理、收集、包装、贴标签、运输和储存.....	22
1. 处理.....	23
2. 收集.....	23
3. 包装.....	23
4. 贴标签.....	23

5.	运输.....	24
6.	储存.....	24
G.	环境无害化的处置.....	24
1.	预处理.....	24
2.	销毁和永久性质变处理办法.....	24
3.	在销毁或永久性质变方法不属环境无害化处理办法的情况下采用的其他处置方法.....	24
4.	在持久性有机污染物含量低的情况下采用的其他处置方法....	24
H.	对受污染场所采取的补救措施.....	24
I.	健康与安全.....	25
1.	风险较高的情况.....	25
2.	风险较低的情况.....	25
J.	紧急情况的应对.....	25
K.	公共参与.....	25
	Annex: Bibliography	26

缩写和简称

BAT	最佳可得技术
BEP	最佳环保做法
CAS	化学文摘社
EC	欧盟委员会
EPS	发泡聚苯乙烯
ESM	环境无害化管理
EU	欧洲联盟
HBCD	六溴环十二烷
HIPS	耐冲击聚苯乙烯
IEC	国际电工委员会
OECD	经济合作与发展组织
PBDD	多溴二苯并二噁英
PBDEs	多溴联苯醚，已被列入《斯德哥尔摩公约》（四、五、六和七溴联苯醚）
PBDF	多溴联苯并呋喃
PBT	聚对苯二甲酸丁二醇酯
PCB	多溴联苯
PCDD	多氯二苯并二噁英
PCDF	多氯二苯并呋喃
PCT	多氯三联苯
POP	持久性有机污染物
PS	聚苯乙烯
PUR	聚氨酯
PXDD	多卤代二苯并二噁英
PXDF	多卤代二苯并呋喃
UNEP	联合国环境规划署
WEEE	废电气和电子设备
XSP	挤塑聚苯乙烯
XRF	X 射线荧光分析

度量单位

mg/kg	毫克/千克。相当于百万分率质量
-------	-----------------

一、 引言

A. 范围

1. 本准则系依照若干关于化学品和废物的多边环境决定¹编制，旨在为针对由六溴环十二烷（HBCD）构成、含有此类物质或受其污染的废物实行环境无害化管理工作提供指导。
2. 六溴环十二烷于 2013 年被列入《斯德哥尔摩公约》附件 A，且该修正案于 2014 年生效。
3. 本准则应结合题为《由持久性有机污染物构成、含有此类污染物或受其污染的废物实行环境无害化管理的一般性技术准则》（环境署，2015 年）（以下称为“一般性技术准则”）一起使用。该一般性技术准则意在作为对由持久性有机污染物构成、含有此类污染物或受其污染的废物进行管理的“伞形”指南，提供了与由六溴环十二烷构成、含有此类污染物或受其污染的废物的性质和发生情况有关的更多信息，以协助对其进行识别和管理。
4. 另外，关于对由六溴联苯醚和七溴联苯醚、或四溴联苯醚和五溴联苯醚（多溴联苯醚）构成、含有此类物质或受其污染的废物实行环境无害化管理的技术准则（环境署，2015 年 a）与六溴环十二烷在废电气和电子设备中的使用问题相关。

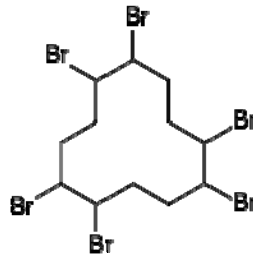
B. 描述、生产、使用和废物

1. 描述

5. 六溴环十二烷是一种阻燃添加剂，用于延迟聚合物燃烧从而减缓建筑物、物品、车辆和储存材料着火时的燃烧速度。
6. 六溴环十二烷是六溴环十二烷（化学文摘社编号：25637-99-4）、1,2,5,6,9,10-六溴环十二烷（化学文摘社编号：3194-55-6）及其主要非对映异构体： α -六溴环十二烷（化学文摘社编号：134237-50-6）； β -六溴环十二烷（化学文摘社编号：134237-51-7）；和 γ -六溴环十二烷（化学文摘社编号：134237-52-8）的总称。
7. 六溴环十二烷是由环十二碳三烯经过溴化产生的脂环族溴化氢。六溴环十二烷的结构分子式是附溴原子的循环结构（见下图 1）。该化合物分子式为 $C_{12}H_{18}Br_6$ ，而其分子量为 641 g/mol。1,2,5,6,9,10-六溴环十二烷拥有六个立体中心，从理论上讲，可以形成 16 个立体异构体（Heeb 等人，2005 年）。不过，在商业六溴环十二烷中，常见的只有三个立体异构体，即 α -六溴环十二烷、 β -六溴环十二烷和 γ -六溴环十二烷。

¹ 控制危险废物转移及其处置巴塞尔公约缔约方大会第 BC-11/3 和 BC-12/3 号决定；巴塞尔公约不限成员名额工作组第 OEWG-9/3 号决定；以及关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约缔约方会议的第 SC-6/11 和 SC-6/13 号决定。

图 1：六溴环十二烷的结构分子式



8. 取决于厂商和所采用的生产方法不同，技术级六溴环十二烷由 70%至 95% 的 γ -六溴环十二烷和 3%至 30%的 α -六溴环十二烷和 β -六溴环十二烷组成。

9. 作为一种添加剂，六溴环十二烷只与主聚合物一起用在物理掺杂物中，并且可以在固体基质中移动，可以在寿命期内从物品表面挥发（Posner 等人，2010 年；欧洲化学品管理局，2009 年；欧盟委员会，2008 年）。六溴环十二烷可以从一种材料中释放并被另一种材料吸收，但它在泡沫聚苯乙烯中的释放率很低（UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2）。阻燃添加剂在物理上与被处理材料结合，而不是在化学上结合在一起，类似反应性阻燃剂；因此，至少有部分会从聚合物基质内向外移动或在基质内部移动。有很多因素影响六溴环十二烷在聚合物内的移动，包括其低蒸汽压力、低水溶解性和预期的高有机碳分配系数。不过，有些聚合物或产品表面的六溴环十二烷可在产品使用或处置期间被释放到环境中（加拿大环境部和加拿大卫生部，2011 年；UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1；美国环保局，2014 年）。

10. 六溴环十二烷在全球环境中非常普遍，发现在北极顶级捕食动物体内的水平升高。在生物区系中，六溴环十二烷具有生物浓缩和生物积累特性，并且在较高营养层级具有生物放大的特性。六溴环十二烷在啮齿类动物胃肠道中吸收很好。在人体血液、血浆和脂肪组织中都发现六溴环十二烷。测量和模拟数据表明，六溴环十二烷在某些条件下会出现初级降解；不过，它在环境的最终降解预计将是一个缓慢的过程（加拿大环境部和卫生部，2011 年）。六溴环十二烷的主要转化产物是 1,5,9-环十二碳三烯（CDT），通过六溴环十二烷的逐步还原脱卤形成（UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2/）。

2. 生产

11. 《斯德哥尔摩公约》缔约方应禁止和（或）消除对六溴环十二烷的生产，已经通知秘书处其打算利用有限时间的特定豁免生产《斯德哥尔摩公约》附件 A 中规定的建筑物用发泡聚苯乙烯和挤塑聚苯乙烯材料的除外。另外，2014 年修正案没有自动生效的国家将继续以任何用途生产六溴环十二烷，直到它们批准化学品被列入附件 A 的修正案为止。关于六溴环十二烷生产的信息可参见斯德哥尔摩公约网站（www.pops.int）关于特定豁免的登记册。关于缔约方对斯德哥尔摩公约中所列六溴环十二烷的修正案的批准情况的信息，可登录联合国条约科网站（<https://treaties.un.org/>）查阅。

12. 六溴环十二烷自 1960 年代末期投入世界市场，现仍被用于生产发泡聚苯乙烯和挤塑聚苯乙烯建筑材料。其主要生产地为中国、欧洲联盟（欧盟）、日本和美国。据估计，全世界 2011 年的六溴环十二烷总产量约为 3.1 万吨，其中有

1.3 万吨由欧盟和美国生产，另外 1.8 万吨是由中国生产（UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1、UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.3）。相较之下，2001 年，欧洲对六溴环十二烷需求量为 9500-1.65 万吨，亚洲为 3900 吨，南美洲和北美洲为 2800 吨（其他数据可查阅 UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1 和 UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.3）。

13. 直到 2014 年前后，即替代品可以大量生产时，六溴环十二烷还是“一步法”生产阻燃发泡聚苯乙烯的原料时唯一技术可行的阻燃剂。“一步法”生产工艺在欧洲很流行，很大程度上取代了不太经济的、使用非六溴环十二烷阻燃剂的“二步法”生产工艺（美国环保局，2014）。

3. 使用

14. 《斯德哥尔摩公约》缔约方应禁止和（或）消除对六溴环十二烷的使用，已经通知秘书处其打算利用有限时间的特定豁免生产《斯德哥尔摩公约》附件 A 中规定的建筑物用发泡聚苯乙烯和挤塑聚苯乙烯材料的除外。2014 年修正案没有自动生效的国家将继续以任何用途生产六溴环十二烷，直到这些国家批准化学品被列入附件 A 的修正案为止。关于六溴环十二烷的豁免使用的信息可参见斯德哥尔摩公约网站（www.pops.int）特定豁免的登记册。关于缔约方对斯德哥尔摩公约中列出的六溴环十二烷的修正案的批准情况的信息可参见联合国条约科网站（<https://treaties.un.org/>）。

15. 六溴环十二烷主要用于降低发泡聚苯乙烯（EPS）和挤塑聚苯乙烯（XPS）泡沫和纺织品的可燃性。据估计，超过 90% 的六溴环十二烷被用作发泡聚苯乙烯和挤塑聚苯乙烯中的阻燃剂，而发泡聚苯乙烯和挤塑聚苯乙烯被用作建筑行业内工业和住宅隔热材料（UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1）。除了建筑行业，聚苯乙烯（PS）泡沫也被用作冷却机隔热材料、包装材料、装饰和饰品，尽管这些用途通常不是为了阻燃。用作发泡聚苯乙烯的阻燃剂取决于地方要求以及可用发泡聚苯乙烯原材料的质量（后勤原因）。根据一份欧盟技术报告（欧洲化学品管理局，2009 年），六溴环十二烷不用于食品包装材料，但包装材料中也有阻燃发泡聚苯乙烯（欧洲发泡聚苯乙烯生产厂家，2009 年）。

16. 根据地方建筑法规和消防规章的不同，各国对阻燃发泡聚苯乙烯和挤塑聚苯乙烯隔热材料的使用大不相同。由于聚苯乙烯泡沫隔热材料的体积和规模庞大，且相关运输费用高，故一般都是根据本地市场要求定制，其生产主要用于本地消费，而不是用于出口（Posner 等人，2010 年；溴科学与环境论坛，2011 年）。在有些国家，事实上所有发泡聚苯乙烯和挤塑聚苯乙烯都具有阻燃性，而在其他国家，只使用无阻燃剂的发泡聚苯乙烯和挤塑聚苯乙烯材料。使用多大浓度的六溴环十二烷取决于所用聚合物以及产品必须满足的消防要求（UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1）；各国使用的六溴环十二烷浓度各不相同。不同材料中使用的六溴环十二烷的典型浓度如下表 1 所示。

表 1：不同材料中使用的六溴环十二烷典型浓度

阻燃材料	六溴环十二烷含量（毫克/千克）
发泡聚苯乙烯	5,000-10,000 ²

² 加拿大和 PlasticsEurope/Exiba 提交给斯德哥尔摩公约的意见书，2011 年（UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1）。

挤塑聚苯乙烯	8,000-25,000 ³
纺织品背面涂层	60,000-150,000 ⁴
纺织品	22,000-43,000 ⁵
耐冲击聚苯乙烯	10,000-70,000 ⁶

17. 六溴环十二烷不太常见的用法是用于住宅和商业软包家具的防火纺织品和纺织品背面涂层、交通工具的座位、窗帘、墙面装饰和布料。纺织品的阻燃处理可以通过注入或喷洒或通过阻燃聚合物纺入织物纱线的方式进行。阻燃织物的生产所使用的六溴环十二烷的浓度比聚苯乙烯泡沫生产使用的浓度高很多。

18. 六溴环十二烷的其他少量用途包括添加到粘合剂和油漆中以及添加到电子和电气设备的耐冲击聚苯乙烯中，从而使之具有阻燃性。在这些用途中，六溴环十二烷多数已被其他阻燃剂所取代。

19. 多数六溴环十二烷是被欧洲联盟使用的，但其在中国的使用量在过去数十年里一直在增加（UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2、UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1 和 UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.3）。

4. 废物

20. 针对大容量和高浓度废物流的行动将对消除、减少和控制废物管理活动中六溴环十二烷的环境负荷极为重要。在这种情况下，应认识到以下因素：

(a) 六溴环十二烷在全球的主要应用是作为建筑隔热的发泡聚苯乙烯和挤塑聚苯乙烯中的阻燃剂（超过 90% 的六溴环十二烷用于这一目的），而其在纺织品和电子和电气设备的耐冲击聚苯乙烯中的应用相较而言不是很重要（溴科学与环境论坛，2011 年；UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2 其中的参考文献，包括：欧洲化学品管理局，2009 年；经济合作与发展组织，2007 年；INE-SEMARNAT，2004 年；LCSP，2006 年；以及溴科学与环境论坛，2010 年）。据可用评估估计，与生命周期其他阶段即产品和废物的排放量相比，六溴环十二烷在生产和化学品使用期间向环境的排放量很小（欧盟委员会，2008 年）。不过，发泡聚苯乙烯原材料生产所产生的损失很高，除非对六溴环十二烷化学品包装材料（包装袋）进行适当管理（UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2）以及应用最佳环境实践（UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.1 和 Add.2）。从聚苯乙烯泡沫加工过程中产生的排放量预计比织物喷涂含六溴环十二烷背层的相关排放量低很多（欧洲化学品管理局，2009 年）；

(b) 产品和物品中存在六溴环十二烷释放（欧盟委员会，2008 年；Miyake 等人，2009 年；Kajiwara 等人，2009 年），但与产品消费使用期间释

³ BFRIP，2005 年，XPSA 和 CPIA，PlasticsEurope/Exiba 提交给斯德哥尔摩公约的意见书，2011 年（UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1）。

⁴ 欧盟委员会，2008 年；加拿大环境部和卫生部，2011 年（UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1）。

⁵ Kajiwara 等人，2009 年。

⁶ 欧洲化学品管理局，2009 年（UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1）。

放量有关的估计数字有很大不确定性（欧洲化学品管理局，2009年）。聚苯乙烯泡沫的释放量低（UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2），因为六溴环十二烷被融入塑料聚合物基质中，阻碍了六溴环十二烷的移动以及通过接触表面的曝露。不过，将六溴环十二烷用作织物中的阻燃添加剂可能导致在清洗织物期间污染地表水。另外，由于在织物寿命期内穿戴该织物产生的排放量也是可以预期的（欧盟委员会，2008年）；

(c) 由于六溴环十二烷主要用于使用寿命长的产品，故废物管理成为六溴环十二烷向环境释放的一个潜在增长来源。在拆除建筑物的阻燃保温材料时，灰尘中可能有些六溴环十二烷释放，但这些建筑场所的未来排放（例如，在维修或拆除老建筑物、道路、铁路及其他结构期间）将取决于拆除建筑物所使用的技术（欧盟委员会，2008年）；

(d) 工业和城市废水排入地表水和垃圾填埋渗滤液也有可能释放六溴环十二烷。关于填埋渗滤液中含有六溴环十二烷数量的信息不多；不过，考虑到六溴环十二烷的水溶性不高，相信填埋场中六溴环十二烷从聚合物产品表面释放的数量有限（加拿大环境部和加拿大卫生部，2011年）。

21. 废物可能含有浓度不等的六溴环十二烷，其浓度取决于其在具体产品中的最初使用量，以及在产品使用和报废管理期间的释放量。不过，保温泡沫材料中六溴环十二烷的浓度预计会保持稳定，原因是其使用寿命期内推定六溴环十二烷排放率低（欧洲化学品管理局，2009年）。纯六溴环十二烷废物和废六溴环十二烷混合物构成由六溴环十二烷构成、含有这类物质或受其污染的废物总量（以下简称“六溴环十二烷废物”）（UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1）中很少一部分。含有六溴环十二烷的物品可能成为建筑废物、废电气和电子设备、纺织品废物、废家具、废旧车辆或家庭废物。六溴环十二烷废物可出现在：

(a) 六溴环十二烷化学品：

- (一) 纯六溴环十二烷；
- (二) 无法再使用的废弃六溴环十二烷；

(b) 六溴环十二烷混合物：

- (一) 发泡聚苯乙烯珠；
- (二) 挤塑聚苯乙烯母粒；
- (三) 纺织品背涂层；
- (四) 油漆、粘合剂和乳胶粘结剂；

(c) 六溴环十二烷混合物包装材料：

- (一) 六溴环十二烷填料；
- (二) 六溴环十二烷混合物包装；

(d) 含有六溴环十二烷的物品：

- (一) 发泡聚苯乙烯和挤塑聚苯乙烯隔热板；
- (二) 聚苯乙烯泡沫生产废物（切割废物等）；
- (三) 建筑和拆除废物（地基、墙壁和天花板、地面甲板、停车场

等使用的保温板)；

- (四) 由聚苯乙烯泡沫制成的包装材料；
- (五) 装饰和饰品；
- (六) 家具（垫子、沙发）中使用的发泡聚苯乙烯松散填充料；
- (七) 电子和电气设备中的壳体（耐冲击聚苯乙烯）和配线；
- (八) 阻燃织物（防护服、地毯、窗帘、软垫织物、帐篷、公共交通工具（例如汽车、火车、飞机等）的内饰以及其他技术性织物）；
- (九) 汽车部件；

(e) 城市和工业污泥和垃圾渗滤液。

22. 保温板成为六溴环十二烷废物中的多数。六溴环十二烷废物成为废物管理方面的一个具体挑战，因为含有六溴环十二烷的物品的使用寿命长。比如，有报告称建筑物中聚苯乙烯泡沫保温材料的预期寿命为 30 至 50 年（欧洲化学品管理局，2009 年；Posner 等人，2010 年），甚至可能超过 100 年。自从 1980 年代以来，建筑物和其他设施中、保温板中六溴环十二烷的使用一直在增长，因此，废物材料中发泡聚苯乙烯和挤塑聚苯乙烯的六溴环十二烷的释放总量会在未来更加严重，特别是在 2025 年前后，越来越多的含六溴环十二烷的建筑物将会被整修或拆除（UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2）。在世界上的不同地区，这种转变的情况将会不同。

23. 最重要的六溴环十二烷潜在大容量废物流预计会是：

- (a) 保温板（超过 90% 的六溴环十二烷用于生产具有阻燃性质的发泡聚苯乙烯和挤塑聚苯乙烯保温和建筑材料（UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1））；
- (b) 来自汽车和其他交通工具垫套和商业建筑物的纺织品废物，例如，来自回收和维护的废物；
- (c) 曾使用阻燃性发泡聚苯乙烯和纺织品的国家的废弃家具；和
- (d) 由阻燃性聚苯乙烯泡沫制成的包装材料。

24. 最重要的六溴环十二烷潜在释放或含六溴环十二烷废物流预计会是：

- (a) 六溴环十二烷化学品废物；
- (b) 六溴环十二烷生产过程中产生的废物（在少数几个生产六溴环十二烷的国家）；
- (c) 六溴环十二烷化学品和混合物使用的包装；
- (d) 汽车及其他交通工具垫套及商业建筑物的纺织品废物，例如，来自回收和维护的废物；
- (e) 废弃电子和电气设备以及处置这种废物产生的固体废物；和
- (f) 六溴环十二烷混合物（发泡聚苯乙烯珠、挤塑聚苯乙烯母粒、纺织品背面涂层）。

25. 六溴环十二烷的各种不同的应用过程、不同的生命周期阶段，以及通过不同的释放介质，都可以产生六溴环十二烷废物。关于释放介质的知识可指导管

理此类废物所需方法的分析和选择。表 2 概述了六溴环十二烷废物的生命周期的有关资料。

表 2：六溴环十二烷的生产和使用及其释放介质（基于 UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2、UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1）

类别	来源材料/使用的物质	应用/工艺	最终产品	释放介质
六溴环十二烷化学品生产				
化学品生产	环十二碳三烯、溴	化学品合成	六溴环十二烷化学品	<ul style="list-style-type: none"> • 固体废物 • 水 • 污泥 • 空气
	六溴环十二烷混合物生产			
（六溴环十二烷化学品的空包装已被确定为六溴环十二烷一级用户中一个重要的排放来源，适当的废物管理已经大大减少排放量（UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1））				
六溴环十二烷混合物生产	苯乙烯、戊烷、六溴环十二烷及其他添加剂	生产阻燃发泡聚苯乙烯原材料	含有发泡聚苯乙烯生产所需发泡剂的聚苯乙烯珠	<ul style="list-style-type: none"> • 固体废物 • 垃圾渗滤液 • 废水清理 • 污泥 • 空气
	聚苯乙烯、六溴环十二烷及其添加剂	生产阻燃挤塑聚苯乙烯六溴环十二烷母粒	生产挤塑聚苯乙烯所需的六溴环十二烷母粒化合物	
	表面活性剂、六溴环十二烷、三氧化铋、丙烯酸粘合剂	生产阻燃纺织品背面涂层	纺织品背面涂层混合物	
	纺织品、六溴环十二烷	生产浸渍纺织品	阻燃纺织品	
	聚合物、六溴环十二烷	生产阻燃纱线	纺入纺织品纱线的阻燃聚合物	
	耐冲击聚苯乙烯颗粒、三氧化铋、六溴环十二烷	耐冲击聚苯乙烯	阻燃耐冲击聚苯乙烯颗粒	
		苯乙烯-丙烯腈塑料	苯乙烯-丙烯腈树脂	
		生产粘合剂和油漆	粘合剂、油漆	
				六溴环十二烷包装
含有六溴环十二烷物品的生产				
（下表包括已经成为废物的物品。此种废物也可在生产所在地产生，例如剩余物、切割废物等）				

发泡聚苯乙烯物品	发泡聚苯乙烯珠	发泡和成型	阻燃发泡聚苯乙烯保温材料，包括隔热板：	<ul style="list-style-type: none"> • 固体废物 • 垃圾渗滤液 • 液体工业和家庭清洁废物 • 废水 • 污泥 • 空气
			- 平屋顶保温材料	
			- 斜屋顶保温材料	
			- 基础板铺于地面的楼面隔热板保温材料	
			- 保温混凝土楼板系统	
			- 内墙保温石膏板（“doublage”）	
- 外墙保温板或外墙保温系统（ETICS）				
- 空心墙保温板				
- 空心墙保温松散填充料				
- 保温混凝土形式（ICF）				
- 地基系统及其他空隙形成系统				
- 承载地基应用				
- 三合板和应力板（金属和木纤维板）所用发泡聚苯乙烯的核心材料				
- 地板采暖系统				
- 浮动地板隔音材料（避免接触声音的传输）				
- 发泡聚苯乙烯排水板				
发泡聚苯乙烯混凝土砖、发泡聚苯乙烯混凝土				
土壤稳定泡沫（用于土木工程）				
防震材料				
由聚苯乙烯泡沫制成的包装材料 ⁷				
饰品、装饰、徽标等其他模制发泡聚苯乙烯物品				

⁷ 发泡聚苯乙烯包装材料通常不是用阻燃发泡聚苯乙烯材料制成的，除非因后勤原因明确要求这么做，如唯一可用的发泡聚苯乙烯原材料是阻燃发泡聚苯乙烯。

挤塑聚苯乙烯物品	挤塑聚苯乙烯母粒 或 聚苯乙烯、六溴环十二烷及其他添加剂（包括发泡剂，例如二氧化碳）	发泡和挤塑	阻燃挤塑聚苯乙烯保温板： 冷桥保温材料 地板 地下室墙和地基 倒置式屋顶 天花板 夹心保温材料 复合板和层压板	<ul style="list-style-type: none"> • 固体废物 • 垃圾渗滤液 • 液体工业和家庭清洁废物 • 废水 • 污泥 • 空气
纺织品	阻燃纺织品（背面涂层或织物）		住宅和商业软包家具 交通工具座位 墙面装饰和窗帘 防护服及其他技术性纺织品 帐篷等	<ul style="list-style-type: none"> • 固体废物 • 垃圾渗滤液 • 液体工业和家庭清洁废物 • 废水 • 污泥 • 空气
电气和电子设备	耐冲击聚苯乙烯颗粒物	电气和电子设备外壳生产	电气和电子设备	<ul style="list-style-type: none"> • 固体废物 • 垃圾渗滤液 • 液体工业和家庭清洁废物 • 废水 • 污泥 • 空气

二、 《巴塞尔公约》和《斯德哥尔摩公约》中的相关条款

A. 《巴塞尔公约》

26. 第一条（“本公约的范围”）界定了属于《巴塞尔公约》管制范围的废物类型。该条第1款(a)项为确定某种“废物”是否属于《公约》管制范围的“危险废物”规定了两步过程。第一步是所涉废物必须属于附件一所列的某一类别的废物（“应予控制的废物类别”）。第二步，所涉废物必须至少具备《公约》附件三所列一种特性（“危险特性清单”）。

27. 附件一和附件二列出了一些可能由六溴环十二烷构成、含有此类物质或受其污染的废物：

(a) Y12：生产、配制和使用墨水、染料、颜料、油漆、清漆、涂料所产生的废物；

(b) Y13：生产、配制和使用树脂、乳胶、可塑剂、胶水/添加剂所产生的废物；

(c) Y17：金属和塑料表面处理产生的废物；

(d) Y18：从工业废物处置作业产生的残留物；

(e) Y45: 本附件内提到的其他物质（例如 Y39、Y41、Y42、Y43、Y44 条目下的物质）以外的有机卤化合物；

(f) Y46: 从家庭收集的废物。

28. 根据所作假定，附件一所列废物应具有一种或多种附件三所列危险特性，其中可能包括 H6.1 “毒性（急性）”、H11 “毒性（延迟或慢性）”、H12 “生态毒性”；或 H13（经处置后能够产生具有某种危险特性的材料），除非它们能够通过“国家检测”，表明它们不具备此种危险特性。在所涉危险特性得到全面界定之前，国家检测对于确定附件三所列某一特定危险特性而言十分有用。例如，由行业部门根据英国环境署技术指南 WM2（危险废物：危险废物的定义和分类）对发泡聚苯乙烯和挤塑聚苯乙烯板进行的检测结论认为，含有六溴环十二烷的发泡聚苯乙烯和挤塑聚苯乙烯泡沫板不需要被归类为危险废物（聚苯乙烯泡沫中的六溴环十二烷：2013 年产品安全评估）。关于附件三所列危险特性 H11、H12 和 H13 的指导文件已由缔约方会议第六和第七次会议暂行通过。

29. 附件八的清单 A 介绍了那些“依照本公约第一条第 1 款(a)项被列为具有危险性的”废物，“但把这些废物列入本附件并不意味着排除使用附件三来证明某一废物不具有危险性”（附件一（b）款）。附件八的清单 A 包括若干可能含有六溴环十二烷或受其污染的废物或废物类别，其中包括：

(a) A1180: 含有清单 A 所列蓄电池和其他电池等组件、汞开关、阴极射线管的玻璃和其他具有放射性的玻璃和多氯联苯电容器或被附件一所列物质（例如镉、汞、铅、多氯联苯）污染的程度使其具有附件三所列特性等成分的废电气装置和电子装置或碎片（注意清单 B 的有关条目 B1110）；

(b) A3050: 生产、配制和使用树脂、乳胶、可塑剂、胶水/添加剂所产生的废物，不包括清单 B 所列废物（注意清单 B 的有关条目 B4020）

(c) A3120: 绒毛 – 切丝轻组分；

(d) A4070: 生产、配制和使用墨水、染料、颜料、油漆、清漆、涂料所产生的废物，不包括清单 B 所列废物（注意清单 B 的有关条目 B4010）；

(e) A4130: 含有附件一所列物质且浓度足以展示附件三所列危险特性的废弃包装和容器；

(f) A4140: 成分为或含有相当于附件一所列类别的并具有附件三所列危险特性的不合格或过期化学品的废物；

(g) A4160: 清单 B 未列入的废放射性碳（注意清单 B 的有关条目 B2060）。

30. 附件九的清单 B 列出了“未被第一条第 1 款(a)项所涵盖的废物，除非它们含有附件一所列材料且含量致使它们展示附件三所列某种特性的”。附件九的清单 B 包括若干可能含有六溴环十二烷或受其污染的废物或废物类别，其中包括：

(a) B1010: 电器和电子装置：

- 仅由金属或合金构成的电子装置

- 电气装置和电子装置或碎片⁸（包括印刷电路板）不含有清单 A 所列蓄电池和其他电池、汞开关、阴极射线管的玻璃和其他具有放射性的玻璃、以及多氯联苯电容器，或被附件一物质（例如镉、汞、铅、多氯联苯）污染的程度或在对这类物质进行清除后不致使其具有附件三所列特性（注意清单 B 的有关条目 A1180）

- 用于直接再使用而不是回收或最后处置的电气和电子装置（包括印刷线路板、电子部件和电线电缆）；

(b) B1250: 既无液体也无其他危险成分的废弃机动车辆；

(c) B3010: 固体塑料废物；⁹

(d) B3030: 废弃纺织品；¹⁰

(e) B3035: 废铺地织物、地毯；

(f) B4010: 主要由不含有机溶剂、重金属杀菌剂的水基/乳胶油漆、墨水和硬化涂料构成且致使其具有危险特性的废物（注意清单 A 的有关条目 A4070）；

(g) B4020: 清单 A 未所列的、由生产、配制和使用树脂、乳胶、可塑剂、胶水/添加剂所产生的没有溶剂及其他污染物且不具有附件三所列特性的废物，例如水基或胶水基酪蛋白、淀粉、糊精、纤维素醚、聚醇类（注意清单 A 的有关条目 A3050）。

31. 关于其他信息，见一般性技术准则的第二.A 节。

B. 《斯德哥尔摩公约》

32. 本准则涵盖有意生产的、其生产和使用应依照《斯德哥尔摩公约》第三条和附件 A 第一部分所列条款予以淘汰的六溴环十二烷。

33. 斯德哥尔摩公约附件 A 第七部分概述了在获得豁免的情况下生产含六溴环十二烷产品的以下具体要求：

“每一个已经根据第 4 条之规定登记有关生产和使用含有六溴环十二烷的发泡聚苯乙烯和挤塑聚苯乙烯建筑材料之豁免的缔约方应采取必要措施，以确保含有六溴环十二烷的发泡聚苯乙烯和挤塑聚苯乙烯材料能够通过标签或其他方式在其整个使用寿命内方便识别。”

34. 关于六溴环十二烷特定豁免登记册的其他信息可查阅：www.pops.int。

35. 关于其他信息，见一般性技术准则的第二.B 节。

三、按照《斯德哥尔摩公约》的规定将与《巴塞尔公约》合作处理的议题

A. 持久性有机污染物含量低的废物

36. 六溴环十二烷的持久性有机污染物含量低的废物的临时定义标准是 100 毫

⁸ 本条目不包括废发电装置。

⁹ 参见巴塞尔公约附件九获得该条款的完整描述。

¹⁰ 同上。

克/千克，或 1000 毫克/千克。¹¹

37. 《斯德哥尔摩公约》所述持久性有机污染物含量低的废物与依据《巴塞尔公约》确定危险废物无关。

38. 含量高于 100 毫克/千克，或 1000 毫克/千克¹²六溴环十二烷的废物，必须以销毁持久性有机污染物含量或根据第四.G.2 部分所述方法永久性质变的方式加以处置。或在销毁或永久性质变不是根据第四.G.3 部分所述方法的更好选项时以其他环境无害化方式加以处置。

39. 含量低于 100 毫克/千克，或 1000 毫克/千克六溴环十二烷的废物应根据一般性技术准则第四.G.4 节所述方法进行处置（持久性有机污染物含量低时的处置方法概述），并考虑到下述第四.I.1 节的内容（有关高风险的情况）。

40. 关于持久性有机污染物含量低的废物的其他信息见一般性技术准则的第三.A 节。

B. 销毁和永久性质变的程度

41. 关于销毁和永久性质变的程度的临时定义见一般性技术准则的第三.B 节。

C. 环境无害化处置方法

42. 下文第四章的 G 节和一般性技术准则的第四.G 节。

四、环境无害化管理指南

A. 一般性考虑因素

43. 关于这一方面的信息见一般性技术准则的第四.A 节。

B. 立法和监管框架

44. 《巴塞尔公约》和《斯德哥尔摩公约》的缔约方均应对其本国的国家战略、政策、控制措施、标准和程序进行审查，以确保符合这两项公约的相关规定及其各自在这些公约下承担的义务，其中包括对六溴环十二烷废物实行环境无害化管理的义务。

45. 适用于六溴环十二烷的监管框架的要素应包括有关防止产生废物的措施以及确保对产生的废物实施环境无害化管理的措施。这些要素可包括：

(a) 建立监管制度、确定释放限额和确立环境质量标准的环保立法；

(b) 禁止生产、出售和进出口六溴环十二烷，已经通知秘书处其打算根据《斯德哥尔摩公约》附件 A 中规定的有限时间的特定豁免使用或生产六溴环十二烷的除外；

(c) 已经通知秘书处其打算根据《斯德哥尔摩公约》附件 A 中规定的有限时间的特定豁免使用或生产六溴环十二烷的缔约国，要在生产和使用六溴环十二烷时采用最佳可得技术和最佳环保做法，

(d) 采取措施确保六溴环十二烷废物的处置作业过程不导致对六溴环十二烷的回收、再循环、再利用、直接再利用或替代性使用；

¹¹ 根据国家的或国际的方法和标准确定。应注意到，达成单一限值的进一步工作将会根据巴塞尔公约缔约方大会的 BC-12/3 决定进行开展。

¹² 同上。

(e) 充分的环境无害管理控制措施，以便将含有六溴环十二烷的材料与可回收利用的材料分开（例如，不含六溴环十二烷的保温和包装材料、纺织品以及利用替代阻燃剂制成的材料）

(f) 已经通知秘书处其打算根据《斯德哥尔摩公约》附件 A 中规定的有限时间的特定豁免使用或生产六溴环十二烷的缔约国，应采取必要措施确保含有六溴环十二烷的发泡聚苯乙烯和挤塑聚苯乙烯材料能够通过标签或其他方式在其整个使用寿命内方便识别；

(g) 对危险材料和废物的运输要求；

(h) 六溴环十二烷化学品废物的容器、设备、散装容器和储存场所的技术规范；

(i) 可接受的六溴环十二烷分析和取样方法的技术规范；

(j) 关于废物管理和处置设施的要求；

(k) 定义危险废物以及识别和分类属于危险废物的六溴环十二烷的条件和标准；

(l) 关于公共通知以及审查拟议政府废物相关的规章、政策、核准证书、许可、库存信息和国内释放和排放数据的一般要求；

(m) 关于识别、评估和补救被污染场所的要求；

(n) 对工人健康与安全的要求；和

(o) 在比如防止和尽量减少废物生成、库存发展和紧急情况应对等方面的立法管制手段。

46. 关于其他信息，见一般性技术准则的第四.B 节。

C. 防止和尽量减少废物的生成

47. 《巴塞尔公约》和《斯德哥尔摩公约》均倡导防止和尽量减少废物的生成。六溴环十二烷的生产和使用将按照《斯德哥尔摩公约》消除，仅保留公约附件 A 第一部分规定的六溴环十二烷的生产和使用有限豁免。

48. 含有六溴环十二烷的废物应通过与其他废物在源头隔离和分离的方式减量化，防止六溴环十二烷与其他废物流混合并污染其他废物。

49. 仅仅为生成六溴环十二烷含量介于或低于 100 毫克/千克或 1000 毫克/千克的废物，将六溴环十二烷含量超出 100 毫克/千克或 1000 毫克/千克的废物与其他材料混合和搅拌，这种做法不符合环境无害化管理原则。尽管如此，在对废物进行处理之前，可能需要对材料进行混合或搅拌预处理，以便能进行处理或优化处理作业的成效。

50. 关于其他信息，见一般性技术准则中关于防止和尽量减少废物的生成的第四.C 节。

D. 废物的识别

51. 《斯德哥尔摩公约》第 6 条第 1 款(a)项要求各缔约国尤其应制订适当战略以便识别由六溴环十二烷构成、含有此类物质或受其污染的在用产品和物品。识别六溴环十二烷废物是对其进行有效环境无害化管理的起点。

52. 关于识别和编目的一般信息，见一般性技术准则的第四.D 节。

1. 识别

53. 六溴环十二烷废物可见于六溴环十二烷生命周期的以下阶段：

(a) 六溴环十二烷制造和加工：

- (一) 六溴环十二烷生产和加工过程中产生的废物；
- (二) 临近制造和加工场所的水、土壤或沉积物中；
- (三) 工业废水和污泥；
- (四) 处置化学品制造废物或加工废物的填埋场渗滤液；
- (五) 不可使用或不可出售的材料的库存；

(b) 六溴环十二烷的工业应用（发泡聚苯乙烯原材料和挤塑聚苯乙烯泡沫生产、纺织品生产、家具生产、电气和电子设备生产）：

- (一) 使用六溴环十二烷产生的残留物；
- (二) 临近制造和加工场所的水、土壤或沉积物中；¹³
- (三) 工业废水和污泥；
- (四) 处置工业应用废物的填埋场渗滤液；
- (五) 不可使用或不可出售的产品的库存；

(c) 含有六溴环十二烷的混合物、产品和材料的工业应用（如发泡聚苯乙烯生产、家具生产、隔热板安装）：

- (一) 生产和安装废物（切割废物、废料、粉末等）
- (二) 使用这些产品的场所附近的水、土壤或沉积物中

(d) 含有六溴环十二烷的产品或物品的使用：

- (一) 临近产品使用场所的水、土壤或沉积物中；

(e) 含有六溴环十二烷的产品或物品的废弃：

- (一) 对纺织品、聚苯乙烯泡沫材料、电气和电子设备以及机动车辆进行收集、再循环和回收利用的一些设施中；
- (二) 市政填埋场渗滤液中；
- (三) 城市废水和污泥中。

54. 应该指出的是，即使有经验的技术人员可能也无法通过外观或标示确定流出物的性质、物质、容器或设备部件。因此，缔约方可发现本文件第一章 B 节找到所述生产信息、用途信息和废物类型信息有助于识别含六溴环十二烷物品和混合物。

55. 目前，市场上可以见到含六溴环十二烷或替代阻燃剂、或是不含阻燃剂的物品和产品，取决于适用的消防要求、建筑法规和市场上可以利用的发泡聚苯乙烯原材料类型。仅靠外观无法区分发泡聚苯乙烯、挤塑聚苯乙烯、纺织品或家具是否含有六溴环十二烷。了解当前和过去的消防安全要求可用于辨别是否

¹³ Li 等人，2012 年。

使用六溴环十二烷。

56. 如果按照《斯德哥尔摩公约》附件 A 列出的特定豁免生产含有六溴环十二烷的发泡聚苯乙烯和挤塑聚苯乙烯，缔约方应采取必要措施，以确保含有六溴环十二烷的发泡聚苯乙烯和挤塑聚苯乙烯材料能够通过标签或其他方式在其整个生命周期内方便识别。

57. X 射线荧光分析 (XRF) 可被用作一种廉价且快速的筛选方法，用于确定某种材料是否含溴。如果 2014 年之前生产的聚苯乙烯物品有溴的存在则通常表明该物品中存在六溴环十二烷。其他非六溴环十二烷的溴化阻燃剂可能在所谓的两步生产工艺中用于加强聚苯乙烯的消防安全性，这种情况很少见，而且似乎只在美国使用。在这种情况下，因为六溴环十二烷和两步生产工艺中的其他溴化阻燃剂都是以溴为基础，X 射线荧光分析无法有效区分含有六溴环十二烷的产品与含有其他溴化阻燃剂的产品。

2. 编目

58. 在编目时，必须考虑物品的使用寿命，以及它们是在何时投放市场的。物品中是否使用六溴环十二烷很大程度上取决于地方规章以及（当前和历史）惯例，并且可以查明何时要求使用具有阻燃性的物品的。因为大多阻燃发泡聚苯乙烯和挤塑聚苯乙烯都是直到最近才利用六溴环十二烷生产的，故它对持久性有机污染物废物的量产生影响很大。

59. 聚苯乙烯泡沫保温材料和某些纺织品都有很长的使用寿命，并且将在它们进入市场几十年之后进入废物阶段。它们的存在取决于建筑时或投放市场时当地的消防规章。另外，电气和电子设备也有相对较长的使用寿命，但其中的六溴环十二烷已主要被其他化学品所替代，而且其中多数物品已经得到处置 (UNEP/POPS/POP/RC.7/19/Add.1)。包装材料也是如此，它的使用寿命虽然短，但一般不含六溴环十二烷。不过，它们可能已经污染了再循环流。

60. 在编目六溴环十二烷时需要采取的的第一个步骤是查明可能生产六溴环十二烷或利用六溴环十二烷生产混合物或物品的行业类型。编目应酌情基于以下信息：

- (a) 国内六溴环十二烷的生产情况；
- (b) 含六溴环十二烷产品和物品的进出口情况；
- (c) 国内含六溴环十二烷物品的使用情况；

(d) 关于使用保温材料和纺织物的当前和过去的监管要求（例如，建筑法规、消防要求），有助于确定在一个给定的时间段生产的材料是否可能含有六溴环十二烷；

(e) 六溴环十二烷废物的处置情况，包括进入新的再循环或可能的非阻燃产品再循环；

- (f) 六溴环十二烷废物的进出口情况。

61. 准备编目工作需要开发编目人员与相关行为人员，比如消防安全和建筑主管单位、可能的六溴环十二烷、六溴环十二烷混合物或配方的生产者、以及生产含有六溴环十二烷物品的下游用户、海关部门、废物处置和再循环机构员工、《巴塞尔公约》和《斯德哥尔摩公约》国家协调人进行合作。有时候，可能需要政府规章来确保持有六溴环十二烷废物的业主报告其持有情况并配合政

府检查人员。

62. 认识到多数六溴环十二烷可能被用于建筑行业的保温材料，对该行业内有关使用阻燃材料的历史监管措施以及以往的要求和建筑实践进行分析应该有助于开展编目工作，并且可能有助于缩小潜在六溴环十二烷废物持有者的清单。如果以配制六溴环十二烷混合物为目的在国内生产或进口六溴环十二烷，这些公司可能会提供关于国内所用六溴环十二烷的时限和数量的估计或精确数字，这些数字应纳入编目准备

63. 尽管自 1960 年代以来六溴环十二烷一直存在于世界市场中，但作为对国内消防要求的回应，其在最近几十年里的使用量增加了。不过，即使没有国内消防要求，也可能会因为后勤原因而使用阻燃材料，即当某些物品的唯一可用原材料是阻燃材料时。

64. 全球进出口的六溴环十二烷阻燃物品的数量普遍不为所知。

E. 取样、分析和监测

65. 关于取样、分析和监测的一般信息，见一般性技术准则的第四.E 节。

66. 尤其在可能含有六溴环十二烷的物品中，应该对取样、分析和监测程序进行说明，同时也应说明废物类别特有的废物收集和废物处理工艺。

1. 取样

67. 取样工作是查明和监测环境关切和人类健康风险的重要手段。

68. 应在取样工作开始之前便确立和商定标准的取样程序。取样应依据具体的国内立法（如有）或现有国际规章和标准进行。目前，还没有从泡沫、家具和纺织品等物品中提取六溴环十二烷的标准取样方法。

69. 就建筑物而言，基于对建筑的建设或改建或建筑材料投放市场时的消防要求和建筑规范进行的分析，可以确定这些材料是否可能含有六溴环十二烷。在此情况下，可能不需要取样。如果没有这方面的记录，且如果能够适当证明某一特定建筑物内所用聚苯乙烯泡沫板不含有六溴环十二烷，则建议在拆除前通过对建筑所在地进行取样的方式查明六溴环十二烷。对不同的建筑部分（例如：外墙、地板等）进行单独取样可能也是必要的。在欧洲，目前正在制定技术规范 50625-3-1 即《对电气和电子设备的收集、运输和处理要求》，该规范将会介绍电气和电子设备的取样方法。

70. 六溴环十二烷取样一般涉及的基质类型包括：

(a) 液体：

- （一）来自垃圾倾倒场和垃圾填埋场的渗液；
- （二）水（地表水、地下水、饮用水、工业和城市废水）；
- （三）生物流体（血液，比如在对工人进行健康监测时）；

(b) 固体：

- （一）污水污泥；
- （二）生物样品（脂肪组织）；
- （三）库存的六溴环十二烷，以及库存的由六溴环十二烷构成、含有此种污染物或受其污染的混合物和物品；

(四) 室内灰尘；

(c) 气体：

(一) (室内和室外) 空气

(二) 废气。

2. 分析

71. 分析工作是指提取、净化、分离、识别、计量和汇报在相关基质中所含持久性有机污染物的浓度。为获得有实际意义的和可接受的结果，分析实验室应具备必要的基础设施（房舍）和经过实践证明的经验。

72. 制定和推广可靠的分析方法以及积累高质量的分析数据对于理解包括持久性有机污染物在内危险化学品的环境影响十分重要。

73. 六溴环十二烷总量（即所有六溴环十二烷异构体的总和）可能通过气相色谱—质谱法、液相色谱—质谱联用法和高效液相色谱—串联质谱法进行分析。高效液相色谱—串联质谱法也可用来确定单个的六溴环十二烷异构体。采用六溴环十二烷参照物的气相色谱-火焰离子化检测器法也能够查明和量化六溴环十二烷。虽然已经制定了很多可以用于分析环境样品以及泡沫中所含六溴环十二烷物质的分析方法，但还没有一种方法成为国际标准分析方法。在有标准方法可用之前，分析方法的准确性和可比性可能受到质疑，特别是在低含量级别时。要想分析电子产品塑料中所含六溴环十二烷物质，可以采用标准的 IEC 62321-6 分析法——《电工技术产品中某些物质的确定—第 6 部分：利用气相色谱/质谱法、IAMS 法和高效液相色谱—紫外法确定聚合物和电子设备中所含多溴联苯和多溴联苯醚》。应该进一步制定分析家具等物品中所含六溴环十二烷的方法。

74. 实验室分析不适用于确定已经成为废物的各种材料和物品中所含六溴环十二烷，因为这么做成本太高而且费时间。目前，快速且廉价的筛选方法只适用于确定材料和物品中是否存在溴；在只将六溴环十二烷用于聚苯乙烯泡沫阻燃剂的国家，溴可以作为 2014 年之前投放市场的发泡聚苯乙烯和挤塑聚苯乙烯物品是否存在六溴环十二烷物质的指示剂。已有分析废气电气和电子设备中是否存在六溴环十二烷的方法，但没有分析纺织品中是否存在此种物质的方法。

3. 监测

75. 监测和监督是识别和跟踪环境关切和人类健康风险的重要内容。从监测方案收集的信息用于反馈科学决策进程，并用于评估包括规章制度在内的风险管理措施的成效。

76. 应对管理六溴环十二烷和六溴环十二烷废物的设施执行监测方案。

F. 处理、收集、包装、贴标签、运输和储存

77. 关于处理、收集、包装、贴标签、运输和储存的一般性资料，见一般性技术准则的第五.F 节。在欧洲，目前正在制定技术规范 50625-3-1 即《对电气和电子设备的收集、运输和处理要求》，该规范将会介绍电气和电子设备的废物管理程序。

1. 处理

78. 每个处理纯六溴环十二烷废物和混有六溴环十二烷废物的组织都应制定一套处理此类废物的程序，并对工人进行程序培训。

79. 六溴环十二烷经常在家庭灰尘、环境样品、住宅和运输车辆的室内空气中出现，尽管没有这些地方释放六溴环十二烷的量的信息。

80. 采用压实方法减少聚苯乙烯废物的体积时，应采取适当措施保护人类健康和环境，防止聚合物降解过程中六溴环十二烷的暴露。处理六溴环十二烷废物时，应注意避免物品破损或损坏物品完整性时六溴环十二烷的环境释放。

81. 尽管含六溴环十二烷的废物流与不含六溴环十二烷的废物流在外观上可能相同，但应对两种废物分开存放，以便于对其进行环境无害化管理（例如，建筑物可能含有阻燃保温材料，也可能含有非阻燃保温材料）。根据一般性技术准则第四.G部分，只有在对不含六溴环十二烷废物进行管理时，才不需要进行分离。

2. 收集

82. 六溴环十二烷化学品废物的收集安排和仓库应该与所有其他废物的收集安排和仓库分开。

83. 含有六溴环十二烷的废物，如保温材料、包装材料和纺织品废物的收集应与不含六溴环十二烷的废物分开，除非根据一般性技术准则第四.G节对废物进行焚烧或以其他方式进行管理。

84. 废电气和电子设备可能含有含六溴环十二烷的耐冲击聚苯乙烯材料。关于其他信息，见多溴联苯醚技术准则第四.F.2节（环境署，2015a）。在欧洲，目前正在制定技术规范 50625-3-1 即《对电气和电子设备的收集、运输和处理要求》，该规范将会介绍电气和电子设备的废物取样办法。

85. 收集仓库不应成为六溴环十二烷废物的长期存放设施。

3. 包装

86. 在存放之前，应对六溴环十二烷、六溴环十二烷包装、六溴环十二烷混合物、以及压实的含六溴环十二烷的聚苯乙烯泡沫废物进行适当包装，以便于运输，并作为减少其泄露和溢出的一个安全措施。含有六溴环十二烷的物品是普通消费品时，不需要特殊包装或运输。但是，如果废物进行了压实处理，应采取适当措施保护人类健康和环境，防止暴露于六溴环十二烷。

4. 贴标签

87. 每个装含有六溴环十二烷化学品的所有容器都应视情况在显眼位置贴上危险警告标签，且标签应说明容器的详细说明和唯一序号。详细说明应包括容器内的物品信息（比如，设备的具体容量和重量数字、携带的废物类型）、废物的来源地名称以便能够进行追踪、再包装日期和再包装作业期间负责人的姓名和电话号码。

88. 应对含有六溴环十二烷的废物流进行明确识别以便进行环境无害化管理。这对发现既有含六溴环十二烷的物品又有不含六溴环十二烷的物品时特别重要。《斯德哥尔摩公约》规定，按照公约附件 A 列出的特定豁免生产发泡聚苯乙烯和挤塑聚苯乙烯材料的缔约方应采取必要措施，以确保含六溴环十二烷的发泡聚苯乙烯和挤塑聚苯乙烯材料能够通过标签或其他方式在其整个生命周期

内方便识别。

5. 运输

89. 应采取适当措施防止六溴环十二烷化学品废物洒落或泄漏。在运输过程中，应对此种废物进行单独处理，以避免其与其他材料混合。

6. 储存

90. 应将六溴环十二烷废物储存在指定场所，并采取适当措施以防止六溴环十二烷的洒落、泄漏、向地下渗透，以及控制气味的散发。

91. 应采取安装隔板等适当措施以避免含六溴环十二烷废物污染其他材料和废物。

92. 应为六溴环十二烷废物存放区留出充分的车辆出入通道。

93. 存储的大量六溴环十二烷废物应采取防火措施，因为这些材料本身往往易燃。

G. 环境无害化的处置

1. 预处理

94. 关于这方面的信息，参考一般性技术准则的第四.G.1 小节。如果六溴环十二烷废物在处置前采用了压实的前处理方法，则应采取适当措施保护人类健康和环境，防止对六溴环十二烷的暴露。压实也可能会导致其他不需要物质的释放，如在生产某些泡沫材料时用作发泡剂的臭氧层消耗物质。

2. 销毁和永久性质变处理办法

95. 根据一般性技术准则，对六溴环十二烷的含量超过 100 毫克/千克或 1000 毫克/千克¹⁴的废物实行环境无害化处置的销毁和永久性质变处理方法至少包括：

- (a) 水泥窑共焚烧；
- (b) 危险废物焚烧；和
- (c) 固体废物深度焚烧。

96. 应注意到，六溴环十二烷的焚烧可能产生多溴代二苯并二噁英/多溴代二苯并呋喃 (PBDDs/PBDFs) 以及多卤代二苯对二噁英/多卤代二苯并呋喃 (PXDDs/PXDFs) (Mark 等人，2015 年)。

97. 关于这方面的更多信息，参考一般性技术准则的第四.G.2 小节。

3. 在销毁或永久性质变方法不属环境无害化处理办法的情况下采用的其他处置方法

98. 关于这方面的信息，参考一般性技术准则的第四.G.3 小节。

4. 在持久性有机污染物含量低的情况下采用的其他处置方法

99. 关于这方面的信息，参考一般性技术准则的第四.G.4 小节。

H. 对受污染场所采取的补救措施

100. 关于这方面的信息，参考一般性技术准则的第四.H 小节。

¹⁴ 同上。13。

I. 健康与安全

101. 关于这方面的信息，参考一般性技术准则的第四.I小节。

1. 风险较高的情况

102. 关于这方面的信息，参考一般性技术准则的第四.I.1小节。

103. 风险较高的情况发生在废物的六溴环十二烷浓度高或六溴环十二烷废物量大且工人或一般人群曝露可能性大的场所。在工作场所发生的皮肤直接接触和吸入含六溴环十二烷的细小灰尘或颗粒问题尤其值得关注。例如，在利用六溴环十二烷生产发泡聚苯乙烯材料的工厂工作的工人被发现其血液中六溴环十二烷含量升高（UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2）。为减少给工人带来的风险，采用推荐的职业安全措施是必要的（欧洲联盟委员会，2008年）。

104. 涉及六溴环十二烷的潜在风险较高的情况发生在：

- (a) 六溴环十二烷化学品或混合物生产场所；
- (b) 发泡聚苯乙烯原材料、挤塑聚苯乙烯母粒以及纺织品背面涂层生产设施；
- (c) 安装或拆除含有阻燃剂隔热板的建筑场所（UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2）或对聚苯乙烯泡沫进行压缩时六溴环十二烷在灰尘中的释放；
- (d) 建筑废物管理设施；
- (e) 纺织品和家具废物管理设施；
- (f) 电气和电子设备管理设施；和
- (g) 废弃车辆管理设施。

2. 风险较低的情况

105. 关于这方面的信息，参考一般性技术准则的第四.I.2小节。

J. 紧急情况的应对

106. 六溴环十二烷化学品的生产、使用、储存、运输或处置的场所应制定应急计划。关于应急计划的进一步信息见一般性技术准则的第四.J节。

K. 公共参与

107. 《巴塞尔公约》的缔约方或《斯德哥尔摩公约》缔约方应拥有公开的公众参与进程。关于其他信息，见一般性技术准则的第四.K节。

Annex to the technical guidelines*

Bibliography

- Abdallah, M.A. et al, 2008. “Comparative evaluation of liquid chromatography-mass spectrometry versus gas chromatography-mass spectrometry for the determination of hexabromocyclododecanes and their degradation products in indoor dust”, *Journal of Chromatography A*, vol. 1190, pp. 333-341.
- Bromine Science and Environmental Forum (BSEF), 2011. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention. January 2011.
- European Chemical Industry Council (CEFIC) and PlasticsEurope, 2013. Best practice for the End-of-Life - EoL management of Polystyrene Foams in Building & Construction. Available from: <http://www.basel.int/Implementation/POPsWastes/AdditionalResources/tabid/4740/Default.aspx> .
- Environment Canada and Health Canada, 2011. *Screening Assessment Report on Hexabromocyclododecane*. Available at: <http://www.ec.gc.ca/ese-ees/default.asp?lang=En&n=7882C148-1>.
- EPA, 2010. *Hexabromocyclododecane (HBCD) Action Plan*. Available from: www.epa.gov.
- EPA, 2014. *Flame Retardant Alternatives for Hexabromocyclododecane (HBCD) Chapter 2 HBCD Uses, End-of-Life, and Exposure: Final Report*. Available from: www.epa.gov.
- European Manufacturers of Expanded Polystyrene (EUMEPS), 2011. EUMEPS 2011. Post-Consumer EPS Waste Generation and Management in European Countries 2009. Final Report. 187
- European Commission, 2006. Reference Document Best Available Techniques for Waste Incineration. Available from: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/wi.html>.
- European Commission, 2008. *Risk assessment hexabromocyclododecane, CAS-No.: 25637-99-4, EINECS No.: 247-148-4, Final Report May 2008*. Available from: echa.europa.eu.
- European Chemicals Agency (ECHA), 2009. *Data on Manufacture, Import, Export Uses and Releases of HBCDD as well as Information on Potential Alternatives to Its Use*. Available at: http://echa.europa.eu/documents/10162/13640/tech_rep_hbccd_en.pdf.
- PlasticsEurope, Exiba, Efra and Cefic, 2013. HBCD in Polystyrene Foams: Product Safety Assessment. Available from: <http://www.basel.int/Implementation/POPsWastes/AdditionalResources/tabid/4740/Default.aspx>
- Heeb, N.V. et al, 2005. “Structure elucidation of hexabromocyclododecanes - a class of compounds with a complex stereochemistry”, *Chemosphere*, vol. 61 No. 1., pp. 65-73.
- Kajiwara, N. et al 2009. “Determination of flame-retardant hexabromocyclododecane diastereomers in textiles”, *Chemosphere*, vol. 74 No. 11, pp. 1485-9.
- Li et al., 2012. “Levels and distribution of hexabromocyclododecane (HBCD) in environmental samples near manufacturing facilities in Laizhou Bay area, East China”, *Journal of Environmental Monitoring*, vol. 14, pp. 2591-2597.
- Mark, F.E. et al, 2015. “Destruction of the flame retardant hexabromocyclododecane in a full-scale municipal solid waste incinerator”, *Waste Management & Research*, vol. 33 No. 2, pp. 165–174.
- Miyake, Y. et al, 2009. “Exposure to hexabromocyclododecane (HBCD) emitted into indoor air by drawing flame retarded curtain”, *Organohalogen Compounds*, vol. 71, pp. 1553-1558. Available at: http://risk.kan.ynu.ac.jp/publish/masunaga/masunaga200908_3.pdf
- PlasticsEurope, 2014. End-of-life treatment of HBCD-containing polystyrene insulation foams. Available from: <http://www.basel.int/Implementation/POPsWastes/AdditionalResources/tabid/4740/Default.aspx>
- Rüdel, H. et al, 2012. “Monitoring of hexabromocyclododecane diastereomers in fish from European freshwaters and estuaries”, *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 19, pp. 772-783.

* 为缩减成本，未翻译本文件的附件。

Rüdel, H., Nowak, J., Mueller, J., Ricking, M., Quack, M., Klein, R. 2014 “HBCD diastereomer levels in fish and suspended particulate matter from European freshwater and estuary sites - environmental quality standard compliance and trend monitoring”. SETAC Europe Abstract book. P. 127. https://c.yrncdn.com/sites/www.setac.org/resource/resmgr/Abstract_Books/SETAC-Basel-abstracts.pdf?hhSearchTerms=%22HBCD+and+diastereomer%22

Posner, S., Roos, S. and Olsson, E., 2010. “Exploration of management options for HBCDD”, SWEREA (Scientific Work for Industrial Use) report 09/52.

Suzuki, S. and Hasegawa, A., 2006. “Determination of hexabromocyclododecane diastereoisomers and tetrabromobisphenol A in water and sediment by liquid chromatography/mass spectrometry”, *Analytical Science*, vol. 22 No. 3, pp. 469-474.

Takigami, H., Watanabe, M. and Kajiwara, N., 2014. “Destruction behavior of hexabromocyclododecanes during incineration of solid waste containing expanded and extruded polystyrene insulation foams”, *Chemosphere*, vol. 116, pp. 24-33.

UNEP, 2015. *General technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with persistent organic pollutants*.

UNEP, 2015a. *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with hexabromodiphenyl ether and heptabromodiphenyl ether, or tetrabromodiphenyl ether and pentabromodiphenyl ether*.

Persistent Organic Pollutants Review Committee (POPRC), 2010. *Risk profile on hexabromocyclododecane*. UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2. Available from: www.pops.int.

Persistent Organic Pollutants Review Committee (POPRC), 2011. *Risk management evaluation on hexabromocyclododecane*. UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1. Available from: www.pops.int

Persistent Organic Pollutants Review Committee (POPRC), 2011. *Addendum to the risk management evaluation on hexabromocyclododecane*. UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.3. Available from: www.pops.int.