



Distr.: General

14 July 2015

Chinese

Original: English

## 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

关于对由多氯联苯、多氯三联苯或多溴联苯（包括六溴联苯）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.5 中的技术准则草案制定的由多氯联苯、多氯三联苯或多溴联苯（包括六溴联苯）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。该技术准则由日本牵头，经与持久性有机污染物技术准则制定的小型闭会期间工作组磋商后编制，并参考了缔约方提交的评论和《巴塞尔公约》不限成员名额工作组第九次会议给出的评论。该技术指南于 2015 年 4 月 10 日进一步进行了修订，并参考了 2015 年 1 月 23 日前缔约方及其他相关方的评论，以及于 2015 年 3 月 17-19 日在加拿大渥太华举行的制定持久性有机污染物技术准则的小型闭会期间工作组面对面会议的成果（见 UNEP/CHW.12/INF/12 文件）。已通过的技术准则终稿载于本说明的附件。

## 附件

关于对由多氯联苯、多氯三联苯或多溴联苯（包括六溴联苯）  
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

简称和缩写 .....	5
计量单位 .....	6
<b>一、 导言 .....</b>	<b>7</b>
A. 范围 .....	7
B. 描述、生产、用途和废物 .....	8
1. 描述 .....	8
(a) 多氯联苯 .....	8
(b) 多氯三联苯 .....	8
(c) 多溴联苯 .....	9
2. 生产 .....	9
(a) 多氯联苯 .....	9
(b) 多氯三联苯 .....	11
(c) 多溴联苯 .....	11
3. 用途 .....	12
(a) 多氯联苯 .....	12
(b) 多氯三联苯 .....	14
(c) 多溴联苯 .....	14
4. 废物 .....	14
<b>二、 《巴塞尔公约》和《斯德哥尔摩公约》的相关条款 .....</b>	<b>15</b>
A. 《巴塞尔公约》 .....	15
B. 《斯德哥尔摩公约》 .....	19
<b>三、 按照《斯德哥尔摩公约》的规定将与《巴塞尔公约》合作处理的问题 .....</b>	<b>20</b>
A. 持久性有机污染物的低含量 .....	20
B. 销毁和永久性改变的程度 .....	21
C. 环境无害化处置方法 .....	21
<b>四、 环境无害化管理指南 .....</b>	<b>21</b>
A. 一般性考虑因素 .....	21
B. 立法框架和规章制度 .....	21
C. 废物预防和最大程度的减量化 .....	22
D. 废物识别 .....	23
1. 识别 .....	23
2. 盘存 .....	24
E. 取样、分析和监测 .....	25
1. 取样 .....	25
2. 分析 .....	25
3. 监测 .....	28
F. 装卸、收集、包装、标签、运输和储存 .....	28

1.	装卸 .....	28
2.	收集 .....	29
3.	包装 .....	29
4.	标签 .....	30
5.	运输 .....	30
6.	储存 .....	30
G.	环境无害化处置 .....	31
1.	预处理 .....	31
2.	销毁和永久性改变处置办法 .....	31
3.	销毁或永久性改变在环保角度上均不属于可取选择时的其他处置办法.....	31
4.	在持久性有机污染物含量低的情况下采用的其他处置办法.....	31
H.	针对受污染场址的补救措施.....	31
I.	健康和安全 .....	31
1.	风险较高的情况 .....	32
2.	风险较低的情况 .....	32
J.	应急响应 .....	32
K.	公众参与 .....	32
<b>Annex I: Synonyms and trade names for PCBs, PCTs, PBBs other than HBB and HBB. ....</b>		<b>33</b>
<b>Annex II: Bibliography .....</b>		<b>34</b>

## 简称和缩写

ABS	丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物
ABNT	巴西国家标准组织
AOAC	美国官方农业化学家协会
ASTM	美国试验和材料学会
ATSDR	美国有毒物质与疾病登记署
CAS	化学文摘社
DIN	德国标准化学会
EN	欧洲标准
EPA	美国环保局
ESM	环境无害化管理
HBB	六溴联苯
HCB	六氯苯
IARC	国际癌症研究机构
IPCS	国际化学品安全方案
ISO	国际标准化组织
JIS	日本工业标准调查会
NEN	荷兰标准化研究所
NVN	荷兰标准
OEWG	巴塞尔公约不限成员名额工作组
PBB	多溴联苯
PBDD	多溴代二苯并对二噁英
PBDF	多溴代二苯并呋喃
PCB	多氯联苯
PCDD	多氯代二苯并对二噁英
PCDF	多氯代二苯并呋喃
PCN	多氯化萘
PCT	多氯三联苯
PeCB	五氯苯
POP	持久性有机污染物
TEF	毒性当量
UNECE	联合国欧洲经济委员会（欧洲经委会）
UNEP	联合国环境规划署（环境署）

WHO 世界卫生组织（世卫组织）

### 计量单位

mg 毫克

kg 千克

Mg 兆克（1,000千克或1吨）

mg/kg 每千克毫克。相当于质量的百万分之(几)。

## 一、 导言

### A. 范围

1. 本文件替代 2007 年 3 月发布的关于对由多氯联苯、多氯三联苯或多溴联苯构成、含有此类物质或受其污染的废物实行环境无害化管理的增订技术准则。
2. 本技术准则根据两个与化学品和废物相关的多边环境公约的决定<sup>1</sup>对由六溴联苯、多溴联苯、多氯联苯或多氯三联苯构成、含有此类物质或受其污染的废物实行环境无害化管理的工作提供指导。多氯联苯在《斯德哥尔摩公约》通过时就被列入公约附件 A。六溴联苯于 2009 年被列入《斯德哥尔摩公约》附件 A，但通过的修正案 2010 年才开始生效。
3. 本技术准则将多氯联苯、六溴联苯和多氯三联苯，以及除六溴联苯之外的多溴联苯作为同一类物质进行探讨，因为这些物质的理化特性和毒理性质相似。在探讨的问题中，本技术准则重点关注与废物管理相关的问题。应该注意的是，多氯三联苯和除六溴联苯以外的多溴联苯目前不受《斯德哥尔摩公约》约束。
4. 无意生产的多氯联苯不属于本技术准则的范围，此类物质将在关于对含有或受到无意生产的多氯代二苯并对二噁英、多氯代二苯并呋喃、六氯苯、五氯联苯或五氯苯污染的废物实行环境无害化管理的技术准则（无意产生 POPs 技术准则）（环境署，2015）中加以探讨。
5. 本文件应结合题为《对由持久性有机污染物构成的、含有此种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》的文件（环境署，2015a）（以下称为“一般性技术准则”）一并使用。一般性技术准则旨在为对由持久性有机物构成的、含有此类污染物的或受其污染的废物的无害化环境管理提供总指导，并为有关由多氯联苯、多氯三联苯或多溴联苯（包括六溴联苯）构成、含有此类物质或受其污染的各种废物的性质和出现情况提供进一步的详细信息，以便对其加以鉴别和管理。

---

<sup>1</sup> 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 V/8、VI/23、VII/13 和 VIII/16、BC-10/9、BC-11/3 和 BC-12/...号决定、巴塞尔公约不限成员名额工作组第 OEWG-I/4、OEWG-II/10、OEWG-III/8、OEWG-IV/11、OEWG-V/12、OEWG-8/5 和 OEWG-9/...号决定，此外还考虑到关于持续性有机污染物的斯德哥尔摩公约全权代表会议第 5 号决议、拟订一项具有法律约束力的国际文书以对某些持久性有机污染物采取国际行动政府间谈判委员会第 INC-6/5 和第 INC-7/6 号决定以及斯德哥尔摩公约缔约方大会第 SC-1/21、SC-2/6 和 SC-4/13 号决定。

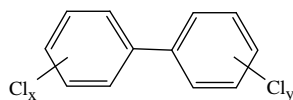
## B. 描述、生产、用途和废物

### 1. 描述

#### (a) 多氯联苯

6. 多氯联苯系合成芳香化合物，按其组成方式，联苯分子（两个苯基环被一个单一的碳-碳键连结在一起）上的氢原子可被多达 10 个氯原子置换。多氯联苯的基本化学结构如下图 1 所示；其基本分子式为  $C_{12}H_{10-n}Cl_n$  ( $n=1-10$ )（化学文摘号 1336-36-3）。理论上存在 209 个同族体，但是在商用化学配方中实际只有大约 130 个同族体（Holoubek, 2000 年）。通常，10 个可能的置换位置中有四至六个位置被一个氯原子所占据（加拿大环境部，1988 年）。液体电介质一般会使用主要含有三氯代、四氯代或五氯代同系物的多氯联苯混合物。物理特性如下：以商品名为 Aroclor 1254 的混合物为例，这是一种主要由五氯联苯构成的常见商用多氯联苯产品，沸点为 365-390 摄氏度，比重为 1.54 克/立方厘米（25 摄氏度时），蒸汽压力为 0.010 帕（25 摄氏度时），水溶度为 0.057 毫克/升（24 摄氏度时），室温下是一种粘性液体（美国毒物和疾病登记署，2000 年）。氯化度更高的多氯联苯基本不溶于水，抗降解力高。

图 1：多氯联苯的化学结构图



7. 由于多氯联苯不易发生热解和生物降解，一旦释放到环境中，将在土壤的有机成分、沉淀物、生物组织以及溶解在水生系统中的有机碳内持久存在并积累，从而进入生态食物链。多氯联苯尤其易在鱼类和海洋动物体内积累，浓度将可能高于水中多氯联苯浓度的千倍。普通人群可通过摄入污染食品和呼吸污染空气暴露于多氯联苯。土壤和沉积泥中的多氯联苯可以迁移到大气中，并易于在空气、水体和土壤间循环，且通过蒸发从土壤和水体中进入空气。空气中的多氯联苯可进行长距离迁移，因此在远离多氯联苯释放地的雪和海水中，比如北极，都检测到了多氯联苯。（Van den Berg 等，2006 年）

8. 多氯联苯包括 12 种与二噁英毒性类似的同族体，世界卫生组织（世卫组织）已为其确定了毒性当量系数（Van den Berg 等，2006 年）。

9. 多氯联苯，包括上面提到的 12 种具有二噁英类毒性的多氯联苯同族体，已被国际癌症研究机构归类为人体致癌物质（1 类）（国际癌症研究组织，2014 年）。

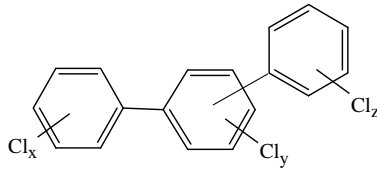
#### (b) 多氯三联苯

10. 多氯三联苯也构成了一组氯化碳氢化合物。其化学结构与多氯联苯非常相似，只不过其含有三个苯基环而不是两个，因此，它们可附有多达 14 个氯原子。多氯三联苯可能的同族体数量非常大，然而在商业化学配方中出现的同族体屈指可数。多氯三联苯和多氯联苯的化学和物理特性相似。多氯三联苯基本上不溶于水，很难降解。多氯三联苯和多氯联苯的一个不同之处在于，多氯



三联苯一般较难挥发。多氯三联苯的化学结构如下图 2 所示；多氯三联苯的基本分子式为  $C_{18}H_{14-n}Cl_n$  ( $n=1-14$ ) (化学文摘号 61700-33-8)。

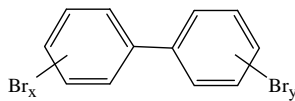
图 2：多氯三联苯的化学结构图



### (c) 多溴联苯

11. 多溴联苯是多氯联苯的溴化类似物，因此有 209 种可能的多溴联苯同族体。然而，只有少数几种出现在商用化学配方中（国际化学品安全方案，1994 年）。它们在室温下为固体或蜡状物质。基本上不溶于水，很难降解。多溴联苯的化学结构如下图 3 所示；多溴联苯的基本分子式为  $C_{12}H_{10-n}Br_n$  ( $n=1-10$ )。

图 3：多溴联苯的结构图



12. 六溴联苯属于范围更大的一组多溴联苯。六溴代同族体可能有 42 种异构体，并被列在多个化学文摘号下，如所有的六溴联苯同分异构体的化学文摘号：36355-01-8；2,2',4,4',5,5'-六溴联苯的化学文摘号：59080-40-9。六溴联苯在室温下是一种白色固体，蒸汽压力为  $6.9 \times 10^{-6}$  帕，熔点为 72 摄氏度（美国毒物和疾病登记署，2004 年）。

13. 部分多溴联苯确定了毒性当量系数，与多氯联苯的毒性当量系数相似（van den Berg，2013 年）。

14. 多溴联苯已被国际癌症研究机构归类为可能对人体致癌的物质（2A 类）。

## 2. 生产

### (a) 多氯联苯

15. 多氯联苯具有优良的介电特性，存留时间长，不易燃烧并且难发生热降解和化学降解。因此，在各国禁用以前，多氯联苯被制造用于电力设备、热交换器、液压设备和其他若干专门用途。

16. 美国多氯联苯的主要制造期是从 1930 年到 1977 年；在中国一直延续到 1983 年（中国国家环境保护总局，2002 年）；在欧洲则延续到二十世纪八十

年代初，在俄罗斯延续到 1993 年（北极监测和评估方案，2000 年）；在日本是从 1954 年到 1972 年<sup>2</sup>。

17. 多氯联苯的逐步氯化会一直进行到氯的重量达到某一目标百分比。制成的多氯联苯一般用作绝缘油和载热剂。电力设备中可能含有很高浓度的多氯联苯。例如，电容器中含有浓度高达 100% 的多氯联苯，而变压器中含有浓度约为 60-70% 的多氯联苯。此外，还会在油墨、塑料、油漆、密封剂、粘合剂和用于无碳复写纸的染色剂中添加少量多氯联苯。在室温下，大部分多氯联苯为油状液体或蜡状固体。

18. 著名的多氯联苯产品商品名称如下（载有多氯联苯商品名称和同义名称的更详细清单参见附件一，关于盘存工作中使用商品名称的讨论参见本报告第四节 D 部分）：

- (a) Apirolio（意大利）；
- (b) Aroclor（美国和英国）；
- (c) Askarel（美国和英国）；
- (d) Clophen（德国）；
- (e) Delor（捷克斯洛伐克）；
- (f) Elaol（德国）；
- (g) Fenchlor（意大利）；
- (h) Inerteen（美国）；
- (i) Kanechlor（日本）；
- (j) Phenoclor（法国）；
- (k) Pyralene（法国）；
- (l) Pyranol（美国）；
- (m) Pyroclor（美国和英国）；
- (n) Santotherm（日本）；
- (o) Sovol（前苏联）；
- (p) Sovtol（前苏联）。

19. 在 Aroclor 系列中，Aroclor 一词后跟有一个四位数字。数字前两位是 10 或 12。数字 12 代表普通的 Aroclor 产品，而数字 10 表示是一种 Aroclor 蒸馏产

---

<sup>2</sup> UNEP/POPS/COP.7/INF/9 文件的表 1 中总结了多氯联苯生产的总量和制造期。

品。四位数代码的后两位数字表示氯在混合物中所占的重量百分比。因此，按重量计算，Aroclor1254 中约含 54% 的氯。

20. 出售商用多氯联苯产品和物品主要是利用其工业特性，而不是化学组成（国际化学品安全方案，1992 年）。它们含有一些杂质，并常常与三氯苯和四氯苯等溶剂混合。混有三氯苯和四氯苯的多氯联苯叫做 askarel。商用混合物中的污染物包括多氯代二苯并呋喃和氯代萘。研究发现，商用多氯联苯混合物中多氯代二苯并呋喃的含量为每千克 0.8 毫克至 40 毫克（国际化学品安全方案，1992 年）。在一些热工艺和化学工艺中也会无意形成多氯联苯。

21. 全世界多氯联苯的累计产量估计约为 150 万吨<sup>3</sup>。

### (b) 多氯三联苯

22. 多氯三联苯的制造量要大大低于多氯联苯，使用的商品名称相同或类似。它们和多氯联苯用于相同类型的用途，不过大多用于蜡、塑料、液压油、油漆和粘合剂（Jensen 和 Jørgensen，1983 年）。在美国，Aroclor 系列的多氯三联苯以四位数字代码的前两位为 54 来表示，如 Aroclor5432、5442 和 5460（国际化学品安全方案，1992 年）。关于商品名称的实例参见本准则附件一，关于对盘存识别中商品名称的讨论参见第四节 D。

23. 多氯联苯的商品名称的实例有 Aroclor（美国）和 Kanechlor KC-C（日本）。

24. 多氯三联苯产于美国、法国、德国、意大利和日本，直到二十世纪八十年代初，据称所有生产都已停止。1955 到 1980 年间，全世界累积产量估计为 6 万吨（欧洲经委会，2002 年）。

### (c) 多溴联苯

25. 多溴联苯呈现出罕见的化学稳定性，在酸性、碱性和高温环境下都很稳定，不易与还原剂和氧化剂发生反应。但在化学反应中，溴是比氯更好的离去基团（国际化学品安全方案，1994 年）。因此，多溴联苯主要以用作阻燃剂为目的生产。

26. 据估计，全世界至少生产了 11000 吨多溴联苯，但部分多溴联苯生产国的产量信息无法获取（国际化学品安全方案，1994 年）。在美国，多溴联苯的商业生产始于 1970 年，在 1970 到 1976 年间，美国的生产总量约为 6000 吨美国最早生产的多溴联苯化合物是六溴联苯，商业名称为 FireMaster，而且六溴联苯的生产约占多溴联苯生产的 88%（美国毒物与疾病登记署，2004 年）。多溴联苯在英国的生产直到 1977 年停止，在德国直到二十世纪八十年代中叶停止。虽然日本从未生产过多溴联苯，但在 1978 年前一直进口该产品。据报告，全球多溴联苯的生产在法国十溴联苯生产企业关闭后也随之终止（环境署，2006 年）。

<sup>3</sup> <http://chm.pops.int/Implementation/PCBs/Overview/tabid/273/Default.aspx>.

27. 用作商业用途的多溴联苯包含由多种溴化联苯混合而成的不同化合物，主要包括六溴联苯、八溴联苯、九溴联苯、十溴联苯以及其他多溴联苯同族体（国际化学品安全方案，1994年）。所有的多溴联苯混合物均为高度溴化物，其中溴含量约为76%的六溴联苯，81-85%的八溴-十溴联苯混合物（国际化学品安全方案，1994年；国际癌症研究机构，2014年）。

28. 著名的多溴联苯产品商品名称可见表1（载有多溴联苯商品名称和同义名称的更详细清单参见本准则附件一，关于盘存工作中使用商品名称的讨论参见本报告第四节D部分）：

表1：主要的成分、商品名和来源国<sup>4</sup>

主要多溴联苯同族提	商品名	生产国家
六溴联苯	FireMaster FF-1	美国
	FireMaster BP-6	美国
八溴联苯	BB-8	
	Bromkal 80	德国
	Bromkal 80 - 9D	德国
	八溴联苯 FR 250 13A	美国
	技术八溴联苯	美国
十溴联苯	Adine 0102	法国
	Berkflam B-10	英国
	Flammex B-10	英国
	HFO 101	英国
	技术十溴联苯	美国

### 3. 用途

#### (a) 多氯联苯

29. 多氯联苯的工业和消费用途非常广泛。世界卫生组织（世卫组织）将这些用途分为全封闭类、名义上的封闭类和开放类（国际化学品安全方案，1992年）。这些用途包括：

##### (a) 全封闭系统：

##### (一) 电力变压器；

<sup>4</sup> 国际化学品安全方案，1994年；国际癌症研究机构，2014年。

- (二) 电容器（包括灯用镇流器）；
- (三) 电器开关、继电器、断路器、自动开关和其他；
- (四) 电缆；
- (五) 电套管；
- (六) 电反应器；
- (七) 电调节器；
- (八) 电动机和磁铁（极少量）；

(b) 名义上封闭的系统：

- (一) 液压系统；
- (二) 热传导系统（加热器、热交换器）；
- (三) 真空泵
- (四) 蒸汽扩散泵；

(c) 开放系统：

- (一) 聚氯乙烯、氯丁二烯橡胶和其他人造橡胶中的增塑剂；
- (二) 油漆和其他涂料中的成分；
- (三) 油墨和无碳复印纸中的成分；
- (四) 粘合剂中的成分；
- (五) 农药增充剂；
- (六) 密封剂和堵缝剂中的成分；
- (七) 织物、地毯、聚氨酯泡沫塑料等物品中的阻燃剂；
- (八) 润滑剂（显微镜油、刹车垫、切削油、桥梁支座、其他润滑剂）。

30. 虽然含有多氯联苯的电力变压器被定义为“全封闭”的应用，但随着工业活动的开展，多氯联苯会转移到其他类型的设备上，因此增加了与环境的接触点。常见做法是在没有其他液体的情况下，使用多氯联苯给非多氯联苯（矿物油）变压器充油或再加油。

31. 多氯联苯油还被加入到非多氯联苯液体中或与其一同被处置，这类液体包括加热或冷却液、液压液、制动液、发动机油和不符合规格的燃料。有很多传闻报告称，电力公司的员工使用多氯联苯液洗手，并将多氯联苯液带回家，

用于家庭取暖器、液压系统和电动机中的润滑剂。由于大多数在多氯联苯被禁之前生产的荧光灯泡镇流器都含有多氯联苯，因此许多安装有荧光灯泡的家庭和企业在不不知情的情况下接触到了多氯联苯。

**(b) 多氯三联苯**

32. 多氯三联苯与多氯联苯的用途几乎完全相同，但用量要小得多。然而，对于剩余量的了解甚少，因为还没有编制库存清单（欧洲经委会，2002年）。据了解，电气设备中使用了很少量的多氯三联苯（Jensen 和 Jørgensen，1983年）。

**(c) 多溴联苯**

33. 多溴联苯的主要用途是阻燃剂。多溴联苯是一种添加型阻燃剂。多溴联苯与一种干燥固体或液体聚合材料混合，可在点燃后产生化学反应释放溴化氢，从而发挥过滤式阻燃作用。多溴联苯的其他用途包括：作为轻质敏感组件的颜色激活器；作为聚丁二烯的相对分子质量控制剂；作为木材防腐剂；作为电气绝缘材料中的电压稳定剂；作为功能液体，如电介质（国际化学品安全方案，1994年）。

34. 在美国和加拿大，FireMaster 作为阻燃剂用于以下三种主要商业产品中：用于建筑行业机器和工业设备（如发动机外壳）及电子产品（如收音机和电视零件）的丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物热塑性塑料（多溴联苯含量 10%）；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。1974 年估计共生产 2200 吨六溴联苯，其中约有 900 吨用于丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物塑料产品，更多用于线缆涂料。十溴联苯 Adine0102 系列用作热塑性塑料和热固性塑料（如聚酯、环氧树脂、聚苯乙烯、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物、聚烯烃和聚氯乙烯）、弹性体（如聚氨酯弹性体和弹性橡胶）、纤维素塑料（如刨花板）中的阻燃剂，并在涂料和清漆中使用（国际化学品安全方案，1994年）。

35. 近来，主要含低溴成分的多溴联苯在电子垃圾中被发现，如线缆涂料、电子元件和电路板的粉体填料等。这说明这类设备曾使用主要含低溴成分的多溴联苯（赵等，2008年；国际癌症研究机构，2014年）。

**4. 废物**

36. 由多氯联苯、多氯三联苯或多溴联苯构成、含有此类物质或受其污染的废物可发现于：

(a) 含有多氯联苯或受其污染的设备（电容器、断路器、电缆、电动机、电磁铁、热传导设备、液压设备、开关、变压器、真空泵、调压器）；

(b) 受多氯联苯或多氯三联苯污染的溶剂；

(c) 含有多氯联苯或受其污染的报废车辆和粉碎的轻质碎片（绒毛）；

(d) 含有多氯联苯或受其污染的拆解废物（带涂层的材料、以树脂为主要成分的地板、密封胶、密封玻璃窗）；

- (e) 由多氯联苯构成、含有此类物质或受其污染的油类（绝缘液、热传导液、液压液、电动机润滑油）；
- (f) 使用含有多氯联苯或多溴联苯或受其污染的聚合物绝缘的电缆；
- (g) 受多氯联苯、多氯三联苯或多溴联苯污染的土壤和沉积物、岩石和聚合体（如挖出的基石、砾石、碎石）；
- (h) 受多氯联苯、多氯三联苯或多溴联苯污染的污泥；
- (i) 含有多溴联苯或受其污染的塑料和含有此类材料的设备；
- (j) 含有多溴联苯或受其污染的灭火设备；和
- (k) 因处置、包装、运输或储存由多氯联苯、多氯三联苯或多溴联苯构成、含有此类物质或受其污染的废物而受到污染的容器和吸收性材料。

37. 应该指出，上述类别主要适用于多氯联苯，因其产量远远大于多氯三联苯或多溴联苯，并已被储存作为待处置的废物。多氯三联苯和多溴联苯很少大量出现，因此没有形成大量废物的可能。然而，由于多溴联苯曾被用于电工产品和汽车零部件中，所以 2000 年以前制造的此类产品中可能含有多溴联苯。报废车辆和废弃电子电气设备的循环利用过程中产生的粉碎残余物中可能含有多溴联苯。

## 二、《巴塞尔公约》和《斯德哥尔摩公约》的相关条款

### A. 《巴塞尔公约》

38. 第 1 条（“本公约的范围”）定义了受《巴塞尔公约》约束的废物类型。该条第 1 款(a)项规定了一种两步程序，以确定一种“废物”是否是属于公约范围的“危险废物”。首先，该废物必须属于公约附件一所载的任何类别（“应加以控制的废物类别”）；其次，该废物必须具有公约附件三所列特性中的至少一个特性（“危险特性的清单”）。

39. 本公约附件一列举了可能由多氯联苯或多氯三联苯构成、含有此类物质或受其污染的一些废物。其中包括：

- (a) Y6: 从有机溶剂的生产、配制和使用中产生的废物；
- (b) Y8: 不适合原用途的废矿物油；
- (c) Y9: 废油/水、烃/水混合物、乳化液；
- (d) Y10: 含有多氯联苯和/或多氯三联苯和/或多溴联苯的废物物质和废物品；
- (e) Y11: 从精炼、蒸馏和任何热解处理中产生的废焦油状残留物；
- (f) Y12: 从油墨、染料、颜料、油漆、真漆、罩光漆的生产、配置和使用中产生的废物；

(g) Y13: 从树脂、胶乳、增塑剂、胶水/胶合剂的生产、配制和使用中产生的废物;

(h) Y14: 从研究和开发或教学活动中产生的尚未鉴定的和/或新的并且对人类和/或环境的影响未明的化学废物;

(i) Y18: 从工业废物处置作业产生的残余物;

(j) Y39: 酚; 包括氯酚类的酚化合物;

(k) Y41: 卤化有机溶剂;

(l) Y42: 有机溶剂, 不包括卤化溶剂;

(m) Y45: 有机卤化合物, 不包括其他在本附件内提到的其他物质(例如Y39、Y41、Y42、Y43、Y44)。

40. 本公约附件一列举了可能由多溴联苯构成、含有此类物质或受其污染的一些废物。其中包括:

(a) Y10: 含有或沾染多氯联苯和/或多氯三联苯和/或多溴联苯的废物物质和废物品;

(b) Y12: 从油墨、染料、颜料、油漆、真漆、罩光漆的生产、配置和使用中产生的废物;

(c) Y13: 从树脂、胶乳、增塑剂、胶水/胶合剂的生产、配制和使用中产生的废物;

(d) Y14: 从研究和开发或教学活动中产生的尚未鉴定的和/或新的并且对人类和/或环境的影响未明的化学废物;

(e) Y18: 从工业废物处置作业产生的残余物;

(f) Y41: 卤化有机溶剂;

(g) Y42: 有机溶剂, 不包括卤化溶剂;

(h) Y45: 有机卤化合物, 不包括其他在本附件内提到的物质(例如Y39、Y41、Y42、Y43、Y44)。

41. 据推定, 附件一所列废物具有一种或多种附件三所述及的危险特性, 包括 H4.1 “易燃固体”、H6.1 “毒性(急性)”、H11 “毒性(延迟或慢性)”、H12 “生态毒性”、H13 “经处置后能够产生另一种危险物质”, 除非通过“国家试验”证明这些废物不具备此种特性。国家测试只在附件三的危险特性被完整定义前才可能用于确定废物是否具有附件三中某种特定的危险特性。巴塞尔公约缔约方大会在其第六和第七届会议上临时通过了附件三危险特性 H11、H12 和 H13 的指导文件。



42. 附件八名录 A 描述了“根据本公约第 1 条第 1 款(a)项被确定具有危险性”的废物，不过，“这些废物被列入附件八并不能妨碍使用附件三[危险特性]来定义废物不具有危险性。”（附件一，第(b)段）。特别是，以下附件八对废物的分类适用于多氯联苯、多氯三联苯或多溴联苯：

(a) A1180：废电气装置和电子装置或碎片<sup>5</sup>，附有名录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）污染的程度使其具有附件三所列的任何特性（注意名录B的有关条目B1110）<sup>6</sup>；

(b) A3180：含有多氯联苯、多氯三联苯、多氯化萘或多溴联苯、或这些化合物的任何其他多溴类似物、由此类物质构成或受其污染且含量为50毫克/千克或更高的废物、物质和物品<sup>7</sup>。

43. 附件八的名录 A 载有一些可能含有多氯联苯或多氯三联苯或受其污染的废物或废物类型，包括：

(a) A1090：焚烧绝缘包皮铜线产生的灰烬；

(b) A1100：铜熔炼炉气体清扫系统产生的灰土和残留物；

(c) A2040：化学工业加工产生的废石膏，其附件一成分含量使其具有附件三的危险特性（注意名录B的有关条目B2080）；

(d) A2060：煤发电厂产生的粉煤灰，其附件一成分含量使其具有附件三的危险特性（注意名录B的有关条目B2050）；

(e) A3020：不适合原用途的矿物油；

(f) A3040：废导热（传热）液；

(g) A3050：从树脂、乳胶、增塑剂、胶水/胶合剂的生产、配制和使用中产生的废物，但不包括名录B所列废物（注意名录B的有关条目B4020）；

(h) A3070：废酚、酚化合物，包括液体或废渣形式的氯酚；

(i) A3120：绒毛——纤维疏散产生的轻质部分；

(j) A3150：废卤化有机溶剂；

(k) A3160：回收有机溶剂产生的卤化或非卤化的无水蒸馏残留废物；

(l) A4070：从油墨、染料、颜料、油漆、真漆和罩光漆的生产、配制和使用中产生的废物，但不包括名录B所列废物（注意名录B的有关条目B4010）；

<sup>5</sup> 本条目不包括废发电装置。

<sup>6</sup> 多氯联苯的浓度为 50 毫克/千克或更高。

<sup>7</sup> 对所有废物而言，50 毫克/千克是国际公认的实际可行含量。但是，许多国家为特定废物规定了更严格的监管标准（例如 20 毫克/千克）。

(m) A4100: 用于清除工业废气的工业污染控制设施产生的废物, 但不包括名录B所列此类废物;

(n) A4130: 附件一物质含量足以使其具有附件三危险特性的废包装和容器;

(o) A4140: 成分为或含有相当于附件一类别的并具有附件三危险特性的不合格或过期<sup>8</sup>化学品的废物;

(p) A4150: 从研究和开发或教学活动中产生的尚未鉴定的和/或新的并且对人类健康和/或环境影响未明的化学废物;

(q) A4160: 名录B未列入的用过的放射性碳(注意名录B的有关条目B2060)。

44. 附件八的名录 A 载有一些可能含有多溴联苯或受其污染的废物或废物类型, 包括:

(a) A3050: 从树脂、乳胶、增塑剂、胶水/胶合剂的生产、配制和使用中产生的废物, 但不包括名录B所列废物(注意名录B的有关条目B4020);

(b) A3150: 废卤化有机溶剂;

(c) A3160: 回收有机溶剂产生的卤化或非卤化的无水蒸馏残留废物;

(d) A4070: 从油墨、染料、颜料、油漆、真漆和罩光漆的生产、配制和使用中产生的废物, 但不包括名录B所列废物(注意名录B的有关条目B4010);

(e) A4100: 用于清除工业废气的工业污染控制设施产生的废物, 但不包括名录B所列此类废物;

(f) A4130: 附件一物质含量足以使其具有附件三危险特性的废包装和容器;

(g) A4140: 成分为或含有相当于附件一类别的并具有附件三危险特性的不合格或过期<sup>8</sup>化学品的废物;

(h) A4150: 从研究和开发或教学活动中产生的尚未鉴定的和/或新的并且对人类健康和/或环境的影响未明的化学废物;

(i) A4160: 名录B未列入的用过的放射性碳(注意名录B的有关条目B2060)。

45. 公约附件九的名录 B 列出了“将不受公约第 1 条第 1 (a) 管辖的废物, 除非废物中含有的附件一的材料浓度足以使其具有附件三危险特性”。

<sup>8</sup> “过期”指未在制造商建议的期限内使用。

46. 附件九的名录 B 载有一些可能含有多氯联苯或多氯三联苯及其相关物质或受其污染的废物或废物类型，包括：

(a) B1100：金属熔化、熔炼和精炼产生的含金属废物<sup>9</sup>。

47. 附件九的名录 B 载有一些可能含有多溴联苯或受其污染的废物或废物类型，包括：

(a) B3010：干结的废树脂或缩聚产品以及含氟聚合废物<sup>10</sup>；

(b) B3030：纺织废物<sup>11</sup>。

48. 更多信息参见《一般性技术准则》第二章 A 节。

## B. 《斯德哥尔摩公约》<sup>12</sup>

49. 本技术准则涵盖以下故意生产的多氯联苯和六溴联苯：根据《斯德哥尔摩公约》第 3 条和附件 A 对其生产和使用应该淘汰。

50. 公约附件 A 第一部分不包含任何六溴联苯生产或使用的豁免。

51. 附件 A 第二部分（“多氯联苯”）概述了对多氯联苯的具体要求，内容如下：

“各缔约方应：

(a) 关于在 2025 年之前消除在设备（例如变压器、电容器或含有液体存积量的其他容贮器）中所使用的多氯联苯，经缔约方大会审查后，各缔约方应按下列优先事项采取行动：

（一） 作出坚决努力，以查明、标明和消除多氯联苯含量大于 10% 而容量大于 5 升的在用设备；

（二） 作出坚决努力，以查明、标明和消除含有超过 0.05% 的多氯联苯而容量大于 5 升的在用设备；

（三） 尽力查明和消除含有超过 0.005% 的多氯联苯而容量大于 0.05 升的在用设备；

(b) 按照上述(a)项的优先事项，促进旨在减少接触和减少风险的下列措施，以控制这些多氯联苯的使用：

（一） 仅在不触动的且不渗漏的设备中使用，而且仅在可将环境排放的风险降至最低并可迅速加以补救的地区使用；

<sup>9</sup> 参见《巴塞尔公约》附件九关于该条目的完整描述。

<sup>10</sup> *Ibid.*

<sup>11</sup> *Ibid* 9.

<sup>12</sup> 本节不适用于多氯三联苯或除六溴联苯以外的多溴联苯。

- (二) 不准在涉及食品或饲料生产或加工领域的设备中使用；
- (三) 在包括学校和医院在内的居民区使用时，采取一切合理措施，防止出现可能引发火灾的电路故障，并经常检查此种设备有无渗漏；
- (c) 尽管有第 3 条第 2 款的规定，仍应确保不出口或进口上述(a)项所述含有多氯联苯的设备，除非其目的在于实行环境无害化的废物管理；
- (d) 除非为维修和服务操作之目的，不允许回收多氯联苯含量高于 0.005% 的液体再度用于其他设备；
- (e) 作出坚决努力，以便尽快、但不迟于 2028 年，按照第 6 条第 1 款对含有多氯联苯的液体和被多氯联苯污染且其多氯联苯含量高于 0.005% 的设备进行环境无害化的废物管理。这方面的努力将由缔约方大会予以审查；
- (f) 作为本附件第一部分附注（二）的替代，力求查明含有多于 0.005% 多氯联苯的其他物品（例如电缆漆皮、凝固的嵌缝膏和涂漆物件）并按照第 6 条第 1 款加以处理；
- (g) 每五年提出一份消除多氯联苯方面的进展情况报告，并依照第 15 条向缔约方大会提交此报告。”

52. 更多信息参见《一般性技术准则》第二章 B 节。

### 三、按照《斯德哥尔摩公约》的规定将与《巴塞尔公约》合作处理的问题<sup>13</sup>

#### A. 持久性有机污染物的低含量

53. 对多氯联苯和六溴联苯的持久性有机污染物低含量的暂行定义分别为 50 毫克/千克<sup>14</sup>；

54. 《斯德哥尔摩公约》描述的持久性有机污染物低含量与《巴塞尔公约》对危险废物的规定是独立的。

55. 对含有超出 50 毫克/千克的多氯联苯或六溴联苯的废物，应根据第四章第 G 节第 2 小节所述方法，以销毁或以永久性改变的方式予以处理。或者，在销毁或永久性改变并非环境上可取的备选方法的情况下，根据第四章第 G 节第 3 小节所述方法，以环境无害化的方式予以处理。

56. 对含有不超过 50 毫克/千克的多氯联苯或六溴联苯的废物，应根据第四章第 G 节第 4 小节概括的低含量持久性有机污染物废物的处理方法，以及第四章第 I 节第 1 小节和第 2 小节提出的高风险和低风险相关情况进行处置。

<sup>13</sup> 本节不适用于多氯三联苯和除六溴联苯以外的多溴联苯。

<sup>14</sup> 根据国家或国际方法与标准确定。

57. 更多关于持久性有机污染物低含量信息，参见《一般性技术准则》第三章第 A 节。

#### **B. 销毁和永久性改变的程度**

58. 关于销毁和永久性改变程度的暂行定义，参见《一般性技术准则》第三章第 B 节。

#### **C. 环境无害化处置方法**

59. 见下文第四章第 G 节和《一般性技术准则》第四章第 G 节。

### **四、环境无害化管理指南**

#### **A. 一般性考虑因素**

60. 更多信息参见《一般性技术准则》第四章第 A 节。

#### **B. 立法框架和规章制度**

61. 《巴塞尔公约》和《斯德哥尔摩公约》的缔约方应对本国的国家策略、政策、控制措施<sup>15</sup>、标准和程序进行审查，以确保其符合这两项公约的相关规定并恪守在这两项公约下承担的义务，包括涉及对由多氯联苯和六溴联苯构成、含有此类物质或受其污染的废物实行环境无害化管理的义务。

62. 适用于多氯联苯、多氯三联苯和多溴联苯的监管框架应包括防止废物产生的措施和确保对产生的废物实行环境无害化管理的措施等要素。这要要素包括：

- (a) 环境保护立法，建立监管制度，制定排放限量和环境质量标准；
- (b) 禁止生产、销售、使用、进口和出口多氯联苯、多氯三联苯和多溴联苯；
- (c) 对仍在使用、库存或储存中的多氯联苯设定逐步淘汰期限；
- (d) 危险材料和废物的运输要求；
- (e) 集装箱、设备、散货集装箱和储存场址的规格；
- (f) 关于多氯联苯、多氯三联苯和多溴联苯的可接受的分析和采样方法规格；
- (g) 对废物管理和处置设施的要求；
- (h) 将多氯联苯、多氯三联苯和多溴联苯鉴定和分类为危险废物的定义、条件和标准；

<sup>15</sup> 在这些技术准则、国家法规和控制措施（包括次国家级别的控制措施）以及其他可适用的管理模式中。

- (i) 对拟议的废物相关的政府法规、政策、核准证书、许可证、库存信息 和国家排放数据进行公告和审查的一般性要求；
  - (j) 对受污染的场址进行鉴定、评估和补救的要求；
  - (k) 涉及工人健康和安全的 要求；和
- (l) 关于如废物预防和最大程度减量化、盘存和应急响应等的其他立法 措施。

63. 逐步淘汰多氯联苯（以及较轻程度的多氯三联苯和多溴联苯）的时间安 排也许将是大多数国家最关键的立法问题，因为大多数国家已有处理多氯联苯 的某种形式的立法框架。

64. 更多信息参见《一般性技术准则》第四章第 B 节。

### C. 废物预防和最大程度的减量化

65. 《巴塞尔公约》和《斯德哥尔摩公约》都主张废物预防和最大程度的减量 化，《斯德哥尔摩公约》则主张将多氯联苯化合物和六溴联苯列为完全淘汰的 对象。应以环境无害化的方式停用和处置多氯联苯、多氯三联苯和多溴联苯。

66. 应通过隔离和源头分离的方法，防止这些化合物混入和污染其他废物 流，从而尽可能减少含有这些化合物的废物数量。例如，含多氯联苯的电气设 备、涂漆材料、以树脂为原料的地板、密封胶和中空玻璃会污染大量拆卸废 物，应在实际拆除前进行分离。

67. 仅仅为了生成一种含多氯联苯或六溴联苯含量不超过 50 毫克/千克的混合 物而将多氯联苯或六溴联苯含量高于 50 毫克/千克的废物与另一种材料相混合 或搅拌的做法不属于环境无害化的方法。尽管如此，在处理废物之前，可能需 要先混合或搅拌材料，以便保证处理的进行并优化处理作业的成功。

68. 为促进被多氯联苯污染的绝缘油的电气设备，如变压器的再次利用，可 以采取“重新填充”的程序，即清空设备中被多氯联苯污染的绝缘油，重新充 注不含多氯联苯的绝缘油，如矿物油。在重新填充的过程中，应避免含多氯联 苯的绝缘油由设备的多孔部件（如木头，硬纸板、绝缘纸和树脂）渗出，逐渐 浸入重新填充的油里，造成交叉污染。作为预防措施，部分国家在缺乏鉴定电 气设备用油（这些油类在证明前，经推测含有多氯联苯）是否含有多氯联苯的 分析手段的情况下，已经实施了相关法规<sup>16</sup>。应认真计划好净化方法，要求多 氯联苯的初始含量，并尝试尽可能完全清空设备，以减少重新填充的次数。完 成重新填充的设备应定期检测其中的多氯联苯量，当多氯联苯含量超出持久性 有机污染物低含量标准，应再进行一次重新填充。

69. 更多信息参见《一般性技术准则》第四章第 C 节。

<sup>16</sup> 例如，阿根廷 2002 年 25.670 号法规。

## D. 废物识别

70. 《斯德哥尔摩公约》第六条第 1 款(a)项要求每个缔约方制定适宜的战略，以便查明正在使用中的产品或物品以及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。识别持久性有机污染物废物是对其进行有效环境无害化管理的起点。

71. 关于识别废物的一般性信息，参见《一般性技术准则》第四章第 D 节。

### 1. 识别

72. 多氯联苯和多氯三联苯历来出现在以下多个场所：

(a) 全封闭系统或名义上的封闭系统，包括：

- (一) 电气设备：变压器、电容器、开关、调压器、断路器、灯用镇流器和含有小型电容器和电缆的废弃电子电气设备；
- (二) 工业设施：变压器、电容器、调压器、断路器、灯用镇流器、热传导液和液压油；
- (三) 铁路系统：变压器、电容器、调压器和断路器；
- (四) 采矿作业：液压油和接地线圈；
- (五) 军用设施：变压器、电容器、调压器和液压油；
- (六) 居民住宅/商业建筑：电容器、断路器和灯用镇流器；
- (七) 实验室：真空泵、灯用镇流器、电容器和断路器；
- (八) 电子制造厂：真空泵、灯用镇流器、电容器和断路器；
- (九) 废水排放设施：真空泵和深井电动机；
- (十) 汽车修理站：再生油；

(b) 开口类系统，包括：

- (一) 居民住宅/商业建筑：弹性接头和填料、密封胶<sup>17</sup>、油漆、混凝土和灰泥；
- (二) 钢铁结构，如桥梁、水槽、船只或铺设管；油漆和涂料。

73. 识别废物时，缔约方也许会发现参照“多氯联苯和含有多氯联苯材料的识别准则”（环境署，1999年）有所帮助。

<sup>17</sup> 建于 1950 到 1980 年期间的主要建筑的接头密封胶中可能含有多氯联苯。

74. 对于封闭电气设备，如变压器和电容器，通常可以通过检验名牌上的型号、产品商标或制造商发布的文献，以及参照设备生产日期，来识别此类设备是否含有多氯联苯或多氯三联苯。应该指出，即使设备的生产日期较新，也可能因为重新填充或维护工作，被超过 50 毫克/千克的多氯联苯或多氯三联苯污染。因此应分析封闭电气设备绝缘油里可能的多氯联苯或多氯三联苯含量。对灯用镇流器和含有小型电容器的废弃电子电气设备而言，很难确定它们是否含有用作液体电介质的多氯联苯或多氯三联苯。此类设备中的多氯联苯或多氯三联苯含量应通过参照型号和生产日期认真鉴别。

75. 对于开口类材料，如从拆除废物中分离出来的接头密封剂或油漆而言，不可能仅从外观就判断这些材料是否含有多氯联苯或多氯三联苯。因此，这类材料应当在投入使用时就做出确认，而且，如果该材料是在多氯联苯或多氯三联苯被用作塑化剂期间生成的，则应对废物开展一次测试，检测其中是否含有多氯联苯或多氯三联苯。

76. 即使是有经验的技术人员也很难仅根据外观或商标来识别排出体、物质、容器或设备的性质。对于电气设备，如变压器和电容器，可以识别其品牌，据此确认制造年份和国家，以及制造商。通过参照所提供的信息或联系制造商，就能确定设备含有多氯联苯。如果含有多氯联苯的设备不具备关于其所含绝缘油的任何标签，则有经验的检查员可根据类似标签，也可参照相关指导手册，如“多氯联苯和含有多氯联苯材料的识别准则”（环境署，1999 年），或联系制造商，获取原有成分信息以及其他信息。

77. 多溴联苯历来作为阻燃剂出现在多种消费品中，包括各类塑料产品，如电脑显示器、电视、纺织品和塑料泡沫（包括废弃电子电气设备和报废汽车循环利用过程中产生的粉碎残余物中的塑料）。

78. 缔约方也许会发现本技术准则第一章 B 小节中有关生产、使用和废物类型的信息可能有助于识别多氯联苯、多氯三联苯和多溴联苯。

## 2. 盘存

79. 盘存清单是鉴定、量化和表征废物的重要工具。一种用于开发多氯联苯、多氯三联苯和多溴联苯的循序渐进法一般包括以下步骤：

(a) 步骤 1：计划（即鉴定多氯联苯、多氯三联苯和多溴联苯使用和生产的相关行业）；

(b) 步骤 2：采用阶层评估的方法选择数据收集方法；

(c) 步骤 3：从国家多氯联苯、多氯三联苯和多溴联苯生产、使用、进口和出口数据库中收集并编制数据；

(d) 步骤 4：通过估算方法管理并评价步骤 3 手机的数据；

(e) 步骤 5：准备盘存清单报告；

(f) 步骤 6：定期更新盘存清单报告。



80. 更多信息，可参考“多氯联苯和含有多氯联苯材料的识别准则”（环境署，1999年）。

## E. 取样、分析和监测

81. 关于取样、分析和监测的一般性综述，参见《一般性技术准则》的第四章第E节。

### 1. 取样

82. 从电容器等封闭的废弃电气设备中提取液体电介质样品十分困难。为获取此类样品，应谨慎地在设备顶端钻一个小孔。取样完毕后，应塞住并修复小孔。

83. 粉碎残余物取样时，应保证样本的同质性。

84. 在对多氯联苯、多氯三联苯和多溴联苯的分析中，值得特别注意的基质类型包括：

(a) 来自变压器或其他设备、或散装储存的工业合成多氯联苯和含有多氯三联苯的油；

(b) 来自受多氯联苯污染的经重新填充的变压器、或散装储存的矿物油；

(c) 废机油和其他废油、燃料和有机流体；

(d) 弹性接头和填料、密封胶和油漆；和

(e) 灭火剂和阻燃剂（多溴联苯）。

### 2. 分析

85. 分析是指提取、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。制定和推广可靠的分析方法并积累高质量的分析数据对于了解包括持久性有机污染物在内的危险化学品的环境影响至关重要。

86. 就所有的多溴阻燃剂而言，样品不能在分析前接触到阳光，原因是多溴联苯暴露于紫外线时不稳定（国际癌症研究机构，2014年）。

87. 国际标准化组织、欧洲标准化委员会（欧洲标准）、巴西国家标准组织、美国官方农业化学家协会、美国试验和材料协会、德国标准化学会、美国环保局、日本工业标准调查会、荷兰标准化研究所和荷兰标准已制定了多种用于分析持久性有机污染物各类基质的方法。多氯联苯分析方法的若干示例如下：

(a) 油或绝缘液的分析方法：

- (一) EN 12766-1 (2000 年): 石油产品和使用过的油——确定多氯联苯和其他相关产品——第 1 部分: 通过电子捕获检测器, 使用气象色谱法分离和识别某些多氯联苯同族体;
  - (二) EN 12766-2 (2002 年): 石油产品和使用过的油——确定多氯联苯和其他相关产品——第 2 部分: 计算多氯联苯的含量;
  - (三) EN 61619 (1997 年): 受多氯联苯污染的绝缘液——使用毛细管气相色谱法确定;
  - (四) 美国环保局方法 4020: 采用免疫测定法检测多氯联苯存在情况  
([www.epa.gov/solidwaste/hazard/testmethods/sw846/pdfs/4020.pdf](http://www.epa.gov/solidwaste/hazard/testmethods/sw846/pdfs/4020.pdf));
  - (五) 美国环保局方法 8082A: 使用气相色谱法检测多氯联苯存在情况  
([www.epa.gov/osw/hazard/testmethods/sw846/pdfs/8082a.pdf](http://www.epa.gov/osw/hazard/testmethods/sw846/pdfs/8082a.pdf));
  - (六) 美国环保局方法 9079: 确定变压器油中多氯联苯存在情况的筛选测试法  
([www.epa.gov/solidwaste/hazard/testmethods/sw846/pdfs/9079.pdf](http://www.epa.gov/solidwaste/hazard/testmethods/sw846/pdfs/9079.pdf));
  - (七) 巴西国家标准组织 NBR 13882: 2005 年: 电气绝缘液——确定多氯联苯的含量;
- (b) 固体材料的分析方法:
- (一) EN 15308 (2008 年): 鉴定废物特性——通过电子捕获或质谱检测, 使用毛细管气相色谱法确定固体废物中的特定多氯联苯;
  - (二) 美国环保局方法 8080: 有机氯杀虫剂和多氯联苯;
  - (三) 审查处于特别控制之下的一般性废物及特别控制之下的工业废物的标准的方法 (日本福利和劳动部 1992 年 7 月 3 日第 192 号通知);
- (c) 水、污泥、气体及其他的分析方法:
- (一) 德国标准化学会 DIN 38414-20 (1996 年): 德国审查水、废水和污泥的标准方法——污泥和沉积物 (S 类别) ——第 20 部分: 确定 6 种多氯联苯(P 20);
  - (二) 欧洲标准 EN 1948 (2006 年) 静止的排放源——确定多氯代二苯并对二噁英/多氯代二苯并呋喃以及具有二噁英类毒性的多氯联苯的大量聚集情况。第 1 部分: 取样, 第 2 部分: 多氯代二苯并对二噁英/多氯代二苯并呋喃的提取和清

除，第 3 部分：多氯代二苯并对二噁英/多氯代二苯并呋喃的识别和计量；

- (三) 美国环保局方法 1668，修订本 A：采用高分辨气相色谱法/高分辨质谱法确定水、土壤、沉积物和组织中的多氯联苯同族体。美国环保局水务办公室，第 EPA 821-R-00-002 号，美国国家环境保护局(4303)，1999 年 12 月；
- (四) 美国环保局方法 8275A：使用热提取/气相色谱法/质谱法查明土壤/沉渣和固体废物中的半挥发有机化合物（多环芳香烃和多氯联苯），美国环保局化学分析方法指南，编号 SW-846；
- (五) 美国环保局方法 9078：确定土壤中多氯联苯存在情况的筛选测试法  
([www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/pdfs/9078.pdf](http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/pdfs/9078.pdf))；
- (六) 国际标准化组织 6468（1996 年）水质——确定某些有机氯杀虫剂、多氯联苯和氯代苯——在进行液体到液体的提取后采用气相色谱法予以识别；
- (七) 国际标准化组织 10382（2002 年）：土壤质量——通过电子捕获检测，使用气相色谱法确定土壤中的有机氯农药和多氯联苯；
- (八) 日本工业标准调查会 K0093（2006 年）：工业用水和废水中所含多氯联苯的测试方法；
- (九) 荷兰标准化研究所 NEN 7374（2004 年）：浸流特性——采用柱体测试办法确定颗粒材料中多环芳香烃、多氯联苯、有机氯农药和可萃取有机卤素、苯酚和甲酚的浸出情况——固体土制和石制材料；
- (十) 挪威水研究所第 H3-2 号方法：使用气相色谱法确定沉积物、水和生物材料中的有机氯化合物；
- (十一) 荷兰标准 NVN 7350（1997 年）：固体土制及石制建筑物和废物材料的浸出特点——浸流测试——采用级联法确定颗粒材料中多环芳香烃、多氯联苯和可萃取有机卤素的浸出情况；
- (十二) 荷兰标准 NVN 7376（2004 年）：浸流特性——采取扩散性测试方法确定建筑物和整块废物材料中多环芳香烃、多氯联苯、有机氯农药和可萃取有机卤素、苯酚和甲酚的存在情况——固体土制和石制材料。

88. 国际电工委员会已制定了如下方法来分析电工产品中的多氯联苯情况：

(a) 国际电工委员会 62321 (2008 年) 电工产品——确定六种管制物质 (铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯、多溴联苯醚) 的含量。

此外, 还可从以下文献中获得关于多溴联苯各类基质的分析方法的有用信息:

(a) 美国有毒物质与疾病登记署, 2004 年, 关于多溴联苯和多溴联苯醚的毒理特征简介;

(b) Kemmlin, S. 等人, 2009 年, 化学品注册、评估和许可制度法规下的欧洲化学品政策中的溴化阻燃剂及其在材料中的确定, *Journal of Chromatography A*, 1216 卷: 320-330 页;

(c) Clarke, B. 等人, 2008 年, 澳大利亚下水污泥中的多溴联苯醚和多溴联苯, *Chemosphere*, 73 卷: 980-989 页;

(d) Covaci, A. 等人, 2003 年, 确定溴化阻燃剂, 重点关注环境和人类样本中的多溴联苯醚——情况综述, *Environmental International*, 29 卷: 735-756 页;

(e) Hanari, N. 等人, 2006 年, 多溴联苯、多溴代二苯并对二噁英和多溴代二苯并呋喃在商用多溴联苯醚混合物中以杂质形式出现, *Environment International*, 40 卷: 4400-4405 页。

89. 对于部分缔约方可能会特别关注的二噁英类毒性的多氯联苯和多溴联苯的确定, 应采取国际认可的方法, 如用于分析多氯代二苯并对二噁英/多氯代二苯并呋喃的方法。

90. 为满足筛选目的, 将提供测试工具包用于计量油和土壤中的多氯联苯 (基于免疫分析或氯测定)。如结果是负面的, 则无需开展多氯联苯的证实性分析。如结果是正面的, 应开展证实性化学分析, 否则该废物将被视为含有多氯联苯或受其污染。

### 3. 监测

91. 监测和监督是确认和追踪环境问题和人类健康风险的要素。从监测方案中收集的信息可为以科学为基础的决策制定进程提供参考, 并用于评估风险管理措施 (包括法规) 的有效性。

92. 应针对由多氯联苯、多氯三联苯和多溴联苯相关废物的管理设施执行监测方案。

## F. 装卸、收集、包装、标签、运输和储存

93. 关于装卸、收集、包装、标签、运输和储存的一般情况, 参见《一般性技术准则》第四章第 F 节。

### 1. 装卸

94. 应特别注意含多氯联苯的变压器和电容器等电气设备, 由于腐蚀或其他缺陷可能造成的泄露问题, 因为此类设备的寿命一般长达数十年。应特别注意

在转移此类设备时出现的因撞击而致损坏的情况。对于重电力机械，应小心套管部分，因为这些零件易在重载下破损。在处理高度浓缩的多氯联苯时，操作员应使用面罩和橡胶手套，以避免吸入挥发的多氯联苯或通过皮肤接触多氯联苯。

95. 在维修、翻新或拆除旧楼时，修理者和承包商应关注可能含多氯联苯的大楼接缝、门窗密封胶或填料、钢桥或钢结构的油漆涂料。如果其中含有多氯联苯，应谨慎移走这些材料，并隔离放置，以防止含有多氯联苯的粉尘扩散至周边地区。开展此类工作时应佩戴合适的保护设备，例如符合国际标准的适当手套、一次性连身工作服、防护性护目镜以及呼吸保护面罩。

## 2. 收集

96. 多氯联苯、多氯三联苯和多溴联苯的国家库存中有很很大一部分是由小业主或房主以少量方式所持有（例如多氯联苯荧光灯镇流器、其他小电器装置、热交换器、含有多氯联苯或多氯三联苯液体的加热器、含多溴联苯的灭火系统、和这些物质的小型容器和储存）。持有上述少量多氯联苯、多氯三联苯和多溴联苯的个人或业主很难处理这些材料。例如，法规可能要求其必须注册成为一个废物产生源，但是后勤方面的考虑可能会阻止收集工作（例如，在附近居民区内不允许或没有开展工业废料收集工作），且处置费用可能高不可及。各国家和区域或市政府应考虑为这些少量废物设立收集站，以便每个小量持有者不必进行个人运输和处置安排。

97. 如果在维修、翻新或拆除旧楼过程中发现多氯联苯和多氯三联苯（例如：含有多氯联苯和多氯三联苯的弹性接头和填料、密封胶、油漆、混凝土和灰泥），应确保工人的安全，谨慎移走并分开收集废物，以阻止含有多氯联苯和多氯三联苯的粉尘扩散至周边地区。

98. 多氯联苯、多氯三联苯或多溴联苯废物的收集工作和收集站应当将这些废物与其他所有废物分开。

99. 收集站绝不能成为由多氯联苯、多氯三联苯或多溴联苯废物的长期储存设施。即使储存妥善，大量废物对环境和人类健康造成危害的风险仍要高于分散在大片地区的少量废物。

## 3. 包装

100. 多氯联苯、多氯三联苯或多溴联苯废物应在储存前妥善包装，既能方便运输，也可作为降低泄露和溢出风险的安全措施：

(a) 变压器中的绝缘油会被抽干，抽取出的油和变压器应分开包装。将绝缘油从设备中抽取出来，可以降低处理设施在运输过程中泄漏的风险。因此理想情况下，在评估包装时将这种分离考虑在内。分离包装应由专业操作人员使用专门工具完成；

(b) 液体废物应当置于双盖铁桶或其他核准的容器内；

(c) 密封剂和油漆等固体废物应放入含有内衬塑料袋的铁桶或其他核准容器内；

(d) 危险材料的运输法规通常要求用于包装的容器应符合特定规格（如厚度为 16 的铁容器、内部涂有环氧树脂）。用于储存的容器也应满足这样的规格，因其在未来有可能需要运输；

(e) 放干液体的大件设备可按原样储存，如果担心泄漏，也可放入大容器中（第二层包装桶）或厚塑料包装内；

(f) 小件设备，无论是否已倒干，都应放入有吸附剂的圆桶内，在适当情况下，防止容器内容物的过多移动，保证自由液体和溢出物得以吸收。多个小件设备可置于同一圆桶内，只要桶内有足够的吸附剂。散装吸附剂可向安全供应商购得；

(g) 圆桶和设备可以置于货板上，以使用叉车移动和储存。移动前，应将圆桶和设备绑在货板上。

#### 4. 标签

101. 每个装有多氯联苯、多氯三联苯或多溴联苯或受其污染的容器和设备都应设置一个明显的危险警告标签和一个介绍设备或容器详情的标签。详情应包括容器或设备所装内容（设备的确切数目，液体体积）、所装废物类型、容器和设备的来源地名称（以便追踪），在条件允许的情况下，还应包括再包装日期、以及再包装负责人的姓名和联系电话。

#### 5. 运输

102. 由于多氯联苯多以液体形式进行运输，因此需要采取措施，避免运输过程中的泄漏。例如，变压器和电容器应安放在金属容器中，减少运输过程中的冲撞可能导致套管破损的风险，并在包装过程中放置吸附剂。

#### 6. 储存

103. 虽然许多国家已经通过了有关多氯联苯的储存规定，或制定了有关多氯联苯的储存准则，但大多数国家仍然没有关于多氯三联苯和多溴联苯的具体储存规定或指南。虽然多氯三联苯、多溴联苯和多氯联苯的毒性相似，但多氯联苯在室温下为液体，而多氯三联苯和多溴联苯在室温下为固体，且蒸气压较低。因此多氯三联苯和多溴联苯的储存要求可能与多氯联苯不同。

104. 储存容器底部应放置一个油盘（钢托盘）。储存场址应进行维修和检查，核查是否有多氯三联苯、多溴联苯和多氯联苯泄露到环境中。

105. 为防止因地震、龙卷风、暴雨等灾害导致设备跌落而造成多氯联苯溢漏，或因设备腐蚀而泄漏，储存场址应具有能够防止地下泄漏的结构。此外，储存时应考虑因蒸发导致的多氯联苯向环境的释放。

## **G. 环境无害化处置**

### **1. 预处理**

106. 在送入专门设施进行销毁前，应切割和碾磨电容器，或拆卸变压器的散热器、油枕和套管等外件，以减小其尺寸。拆卸或拆解过程中，操作员接触多氯联苯的风险更高，向环境中释放多氯联苯的可能性也更大，因此需要特别谨慎。

107. 通过碱金属还原工艺销毁废油或液体废物中含有的多氯联苯时，应采取脱水或油/水分离预处理，以避免水和过量碱金属的剧烈反应。

108. 来自开口系统（如密封胶或油漆）的含多氯联苯废物通常体积巨大，因此应采取压碎或粉碎预处理，以减小其尺寸，必要时，应采用热解析或真空热解析工艺，以有效处理废物中的多氯联苯。

109. 更多预处理信息，参见《一般性技术准则》第四章第 G 节第 1 小节。

### **2. 销毁和永久性改变处置办法**

110. 更多有关多氯联苯和六溴联苯的销毁和永久性改变处置办法，参见《一般性技术准则》第四章第 G 节第 2 小节。

111. 应当指出，燃烧和焚烧多氯联苯废物，会生成多氯代二苯并对二噁英/多氯代二苯并呋喃；而燃烧和焚烧多溴联苯废物，会生成多溴代二苯并对二噁英/多溴代二苯并呋喃。

### **3. 销毁或永久性改变在环保角度上均不属于可取选择时的其他处置办法**

112. 更多信息参见《一般性技术准则》第四章第 G 节第 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办法**

113. 当在安装地点清理或分解变压器中受多氯联苯污染的变压器绝缘油，应该防止排出物的溢出或泄露，尽管多氯联苯含量相对较低。

114. 更多信息参见《一般性技术准则》第四章第 G 节第 4 小节。

## **H. 针对受污染场址的补救措施**

115. 更多信息参见《一般性技术准则》第四章第 H 节。

## **I. 健康和安全**

116. 更多信息，包括风险较高和风险较低情况之间区别的信息，参见《一般性技术准则》第四章第 I 节。

## 1. 风险较高的情况

117. 有关风险较高情况的更多信息，参见《一般性技术准则》第四章第 I 节第 1 小节。多氯联苯、多氯三联苯或多溴联苯风险较高的情况可能出现在：

- (a) 有大型或多台多氯联苯变压器、断路器或电容器的电气室中；
- (b) 使用或维护含有多氯联苯的变压器、断路器、液压设备或真空泵的场址；
- (c) 将多氯联苯从设备中分离，并转移至另一个容器的场址；或进行预处理，如拆解设备的场址；操作员在这些场址接触污染物的风险更高，所以需要特别谨慎；
- (d) 在曾用过含多氯联苯的弹性接头、填料、染料或密封剂的建筑物中。

## 2. 风险较低的情况

118. 关于风险较低情况的更多信息，参见《一般性技术准则》第四章第 I 节第 2 小节。多氯联苯、多氯三联苯或多溴联苯风险较低的情况可能出现在：

- (a) 仅涉及含少量或低浓度多氯联苯或受少量或低浓度多氯联苯污染的产品或物品的情况（如一些电气或电子设备；废弃设备）；
- (b) 含少量受多氯联苯污染的矿物油的电力变压器或其他设备等相关的设备。

## J. 应急响应

119. 应针对正在使用、储存、运输或在处置场址的多氯联苯、多溴联苯和多氯三联苯制定应急计划。更多应急计划信息，参见《一般性技术准则》第四章第 J 节和《编制关于受多氯联苯和多氯联苯污染的设备的无害化国家计划：培训手册》（环境署，2003 年 a）。

## K. 公众参与

120. 《巴塞尔公约》或《斯德哥尔摩公约》各缔约方应有一个开放的公众参与进程。

121. 更多信息参见《一般性技术准则》第四章第 K 节。



## Annex I to the technical guidelines\*

### Synonyms and trade names for PCBs, PCTs, PBBs other than HBB and HBB

Chemical	Some synonyms and trade names <sup>1</sup>
PCBs	Abestol, Aceclor, Adkarel, ALC, Apirolio (Italy), Apirorio, Areclor, Arochlor, Arochlors, Arochlor/Arochlor(s) (USA), Arubren, Asbestol (USA), Ask/Askarel/Askael, Auxol, Bakola, Biclor, Blacol (Germany), Biphenyl, Clophen (Germany), Cloresil, Chlophen, Chloretol, Chlorextol (USA), Chlorfin, Chlorinal/Chlorinol, Chlorinated biphenyl, Chlorinated diphenyl, Chlorobiphenyl, Chlorodiphenyl, Chlorofen (Poland), Chlorphen, Chorextol, Chorinol, Clophen/Clophenharz (Germany), Cloresil, Clorinal, Clorphen, Crophene (Germany), Decachlorodiphenyl, Delofet O-2, Delor (Czechoslovakia), Delor/Del (Czechoslovakia), Delorene, Delorit, Delotherm DK/DH (Czechoslovakia), Diaclor (USA), Diarol, Dicolor, Diconal, Disconon, DK (Italy), Ducanol, Duconal, Duconol, Dykanol (USA), Dyknol, Educarel, EEC-18, Elaol (Germany), Electrophenyl, Elemex (USA), Elinol, Eucarel, Euracel, Fenchlor (Italy), Fencolor (Italy), Fenocloro, Gilotherm, Hexol, Hivar, Hydolor, Hydol, Hydrol, Hyrol, Hyvol (USA), Inclor, Inerteen (USA), Inertenn, Kanechlor (Japan), Kaneclor, Kennechlor (Japan), Kenneclor, Leromoll, Magvar, MCS 1489, Montar, Monter, Nepoli, Nepolin, Niren, NoFlamol, No-Flamol (USA), Non-Flamol, Olex-sf-d, Orophene, Pheaoclor, Pheneclor, Phenochlor, Phenoclor (France), Plastivar, Polychlorinated diphenyl, Polychlorinated diphenyls, Polychlorobiphenyl, Polychlorodiphenyl, Prodelec, Pydraul, Pyraclor, Pyralene (France), Pyranol (USA), Pyroclor (USA), Pyrochlor, Pyronol, Safe-T-Kuhl, Saft-Kuhl, Saf-T-Kohl, Saf-T-Kuhl (USA), Santosol, Santotherm (Japan), Santothern, Santovac, Sat-T-America, Siclonyl, Solvol, Sorol, Soval, Sovol (USSR), Sovtol, Tarnol (Poland), Terphenychlore, Terminal, Therminol, Turbinol
PCTs	Aroclor (USA), Clophen Harz (W), Cloresil (A,B,100), Electrophenyl T-50 and T60, Kanechlor KC-C (Japan), Leromoll, Phenoclor, Pydraul
PBBs other than HBB	Adine 0102 (France), Berkflam B10 (United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland), Bromkal 80 (Germany), Bromkal 80-9D (Germany), Octabromobiphenyl FR250 13A (USA), Flammex B-10 (United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland), HFO 101 (United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland), BB-8, BB-9, OBB, Technical octabromobiphenyl(USA), DBB, Technical dexabromobiphenyl (USA)
HBB	FireMaster BP-6 (USA), FireMaster FF-1 (USA)

\*为缩减成本，本文件的附件未进行翻译。

<sup>1</sup> The list of trade names provided in annex I is not intended to be exhaustive.

## Annex II to the technical guidelines

### Bibliography

- ATSDR, 2000. *Toxicological Profile for Polychlorinated Biphenyls (PCBs)*. Available at: [www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp17-c4.pdf](http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp17-c4.pdf).
- ATSDR, 2004. *Toxicological Profile for Polybrominated Biphenyls and Polybrominated Diphenyl Ethers (PBBs and PBDEs)*. Available at: [www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp68.pdf](http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp68.pdf).
- Environment Canada, 1988. *Polychlorinated biphenyls (PCB) - Fate and effects in the Canadian environment*. Environment Canada report EPS 4/HA/2, May 1988.
- Holoubek, 2000. *Polychlorinated biphenyls (PCB): World-wide contaminated sites*. TOCOEN report No. 173. Available at: [recetox.muni.cz/res/file/reporty/tocoen-report-173-id438.pdf](http://recetox.muni.cz/res/file/reporty/tocoen-report-173-id438.pdf).
- IARC, 2014. *Polychlorinated Biphenyls and Polybrominated Biphenyls: IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*, vol. 107. Lyon, France.
- IPCS, 1992. *Environmental Health Criteria 140: Polychlorinated biphenyls and polychlorinated terphenyls*. Published by UNEP, ILO and WHO, Geneva. Available at: [www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc140.htm](http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc140.htm).
- IPCS, 1994. *Environmental Health Criteria 152: Polybrominated biphenyls*. Published by UNEP, ILO and WHO, Geneva. Available at: [www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc152.htm](http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc152.htm).
- Jensen, A.A. and Jørgensen, K.F., 1983. "Polychlorinated terphenyls (PCT) uses, levels and biological effects", *Science of the Total Environment*, vol. 27, pp. 231-250.
- UNECE, 2002. *Report on production and use of PCT (draft)*. Prepared for the UNECE Expert Group on POPs.
- UNEP, 1999. *Guidelines for the identification of PCBs and materials containing PCBs*. Available from: [www.chem.unep.ch](http://www.chem.unep.ch).
- UNEP, 2003. *Preparation of a national environmentally sound plan for PCBs and PCB-contaminated equipment: Training manual*. Available from: [www.basel.int](http://www.basel.int).
- UNEP, 2006. UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.3. *Risk profile on hexabromobiphenyl*. Available from: [chm.pops.int](http://chm.pops.int).
- UNEP, 2015. *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes containing or contaminated with unintentionally produced polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans, hexachlorobenzene, polychlorinated biphenyls or pentachlorobenzene*.
- UNEP, 2015a. *General technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with persistent organic pollutants*.
- Van den Berg, M. et al, 2013. "Polybrominated Dibenzo-p-Dioxins, Dibenzofurans, and Biphenyls: Inclusion in the Toxicity Equivalency Factor Concept for Dioxin-Like Compounds", *Toxicological Sciences*, vol. 133 No. 2, pp. 197-208.
- Van den Berg, M. et al, 2006. "The 2005 World Health Organization Re-evaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-like Compounds", *Toxicological Sciences*, vol. 93, pp 223-241. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2290740/>.
- Zhao, G. et al., 2008. "PBBs, PBDEs, and PCBs levels in hair of residents around e-waste disassembly sites in Zhejiang Province, China, and their potential sources", *Science of the Total Environment*, vol. 397, pp. 46-57.