



Dist.: General
29 June 2017

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

第十三次会议

2017 年 4 月 24 日至 5 月 5 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

附录

关于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实行环境无害化管理的一般性技术准则

秘书处的说明

基于 UNEP/CHW.13/6/Add.1 文件中的技术准则草案，控制危险废物越境转移及其处置的巴塞尔公约第十三次缔约方大会通过了关于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的环境无害化管理技术准则的第 BC-13/4 号决定。该技术准则由加拿大与关于持久性有机污染物废物技术准则制定的小型闭幕期间工作组进行磋商后编制，并参考了从缔约方与其他国家收集的评论和巴塞尔公约第十次不限成员名额工作组的评论。本技术准则于 2017 年 3 月 6 日被进一步修订，并参考了 2017 年 2 月 28 日前收集的来自缔约方和其他国家的评论，以及 2017 年 2 月 20 日至 2 月 22 日在德国波恩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.13/INF/60）。被采用的技术准则的最终版本载于本说明附件。当前记录，包括其未经正式编辑的附录。

附件

关于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实行环境无害化管理的一般性技术准则

最终修订版（2017 年 5 月 5 日）

目录

缩写和简称	6
测量单位	7
一、 导言	8
A. 范围	8
B. 持久性有机污染物及持久性有机污染物废物简介	11
二、 《巴塞尔公约》和《斯德哥尔摩公约》中的相关条款	12
A. 《巴塞尔公约》	12
1. 一般性条款	12
2. 涉及持久性有机污染物的条款	13
B. 《斯德哥尔摩公约》	14
1. 一般性条款	14
2. 与废物问题有关的条款	15
三、 根据《斯德哥尔摩公约》将与《巴塞尔公约》合作处理的问题	17
A. 持久性有机污染物含量低的废物	17
B. 销毁和永久性质变的程度	19
C. 各类环境无害化处置方法	20
四、 环境无害化管理指南	20
A. 一般性考虑因素	20
B. 立法和监管框架	21
1. 持久性有机污染物生产和使用的逐步淘汰期限	22
2. 关于越境转移方面的规定	22
3. 含有持久性有机污染物的集装箱、设备、散货集装箱和其他储存场点的规格	23
4. 健康与安全	23
5. 关于持久性有机污染物的可予接受的取样和分析程序的规格	24
6. 对危险废物处理和处置设施的要求	24
7. 公众参与方面的一般性要求	24
8. 受到污染的场址	24
9. 其他立法控制措施	24
C. 防止和尽量减少废物的生成	25

D. 废物的清查	26
1. 一般性考虑因素	26
2. 清册	28
E. 取样、分析和监测	29
1. 取样	29
2. 分析	31
3. 监测	34
F. 处理、收集、包装、设置标签、运输和储存	34
1. 处理	35
2. 收集	36
3. 包装	37
4. 张贴标签	38
5. 运输	38
6. 储存	38
G. 环境无害化处置	40
1. 预处理	40
(a) 吸附和吸收	40
(b) 搅拌	41
(c) 解吸	41
(d) 脱水	41
(e) 拆解/拆卸	41
(f) 分解	41
(g) 蒸馏	42
(h) 干燥	42
(i) 机械筛分	42
(j) 膜过滤	42
(k) 混合	42
(l) 油/水分离	42
(m) pH 值的调整	42
(n) 沉积	43
(o) 减小废物的尺寸	43
(p) 溶剂清洗	43
(q) 稳定化和固化	43
(r) 汽化	43
(s) 减小废物的体积	43
2. 销毁和永久性质变处理办法	43
(a) 碱金属还原工艺	46
(b) 固体废物深度焚烧工艺 (ASWI)	48

(c) 碱性催化分解工艺 (BCD)	51
(d) 加氢脱氯催化工艺 (CHD)	53
(e) 水泥窑混合焚化	55
(f) 气相化学还原工艺 (GPCR)	58
(g) 危险废物焚化工艺	61
(h) 等离子体电弧工艺	63
(i) 等离子体熔融分解工艺	65
(j) 超临界水氧化工艺 (SCWO) 和低于临界的水氧化工艺	66
(k) 金属的热能和冶金生产工艺	69
3. 在销毁或永久性质变均不属环境无害化处理办法的情况下采用的其他处 置方法	71
(a) 特别设计的土地填埋	72
(b) 在地下矿井和岩洞中永久储存	73
4. 在持久性有机污染物含量低的情况下的其他处置方法	74
H. 针对受污场址采取的补救措施	74
1. 查明受污场址	74
2. 环境无害化的补救措施	75
I. 健康与安全	76
1. 风险较高的情况	77
2. 风险较低的情况	78
J. 紧急情况的应对	78
K. 公众参与	79
Annex I: International instruments	81
Annex II: Examples of pertinent national legislation	82
Annex III: Bibliography	85

缩写和简称

AOAC	官方分析化学家协会(美国)
ASTM	美国测试和材料学会
BAT	最佳可得技术
BCD	碱性催化分解法
BEP	最佳环保做法
CEN	欧洲标准化委员会
CFCs	氟氯化碳
CHD	加氢脱氯催化工艺
DDT	1, 1, 1-三氯-2, 2-二(4-氯苯基) 乙烷
DE	销毁率
DRE	销毁去除率
DRI	直接还原铁
ECD	电子俘获检测器
EPA	美国环境保护局
ESM	环境无害化管理
ESWI	支持废物实施专家组
EU	欧洲联盟
FAO	联合国粮食及农业组织
FRTR	联邦补救技术圆桌会议(美国)
GAC	颗粒活性碳
GEMS	全球环境监测系统
GEF	全球环境基金
GHS	全球化学品统一分类和标签制度
GPCR	气相化学还原工艺
HASP	健康与安全计划
HBB	六溴代二苯
HBCD	六溴环十二烷
HCB	六氯苯
HCBD	六氯丁二烯
HCH	六氯环己烷
HRGC	高分辨率气相色谱法
HRMS	高分辨率质谱法/分光仪
IATA	国际空中运输协会
ICAO	国际民用航空组织
ILO	国际劳工组织
IMO	国际海事组织
IPCS	国际化学品安全方案
ISO	国际标准化组织
JESCO	日本环境存储与安全公司
LRMS	低分辨率质谱法/分光仪
LTDD	低温热解吸
LWPS	液态废物预热处理系统
MSW	城市固体废物

NFM	有色金属
NIP	国家实施计划（斯德哥尔摩公约）
OECD	经济合作与发展组织
OEWG	巴塞尔公约不限成员名额工作组
PAH	多环芳香烃
PBB	多溴联苯
PCB	多氯联苯
PCDD	多氯二苯并二噁英
PCDF	多氯二苯并呋喃
PCP	五氯酚
PCT	多氯三联苯
Pd/C	钯碳
PeCB	五氯苯
PFOS	全氟辛烷磺酸
POP	持久性有机污染物
QA	质量保证
QC	质量控制
SCWO	超临界水氧化法
SOP	标准操作程序
TEAP	技术与经济评估小组（蒙特利尔议定书）
TEQ	毒性当量
TRBP	热还原批量处理器
UNECE	联合国欧洲经济委员会
UNIDO	联合国工业发展委员会
UNEP	联合国环境规划署
WHO	世界卫生组织
XRF	X 射线荧光

测量单位

µg/kg	微克每千克；相当于十亿分率质量（ppb）
kg	千克
kW	千瓦
kWh	千瓦时
mg	毫克
mg/kg	毫克每千克；百万分率质量（ppm）
MJ	兆焦
ms	毫秒
ng	毫微克
Mg	兆克（1000 千克或 1 吨）
Nm ³	指干燥气体、101.3 千帕压力和 273.15 开温度条件下的常规立方米

一、 导言

A. 范围

1. 本一般性技术准则系依照若干关于化学品和废物的多边环境协定的决定拟定，旨在为那些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（以下简称“持久性有机污染物废物”）的环境无害化管理提供指导。¹本文件将取代 2015 年 5 月的关于对由持久性有机污染物构成、含有此类污染物

或受其污染的废物实行环境无害化管理的一般性技术准则增订本。

2. 作为一项总括文件，这些技术准则应结合以下关于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的各项具体技术准则一并使用：

(a) 关于多氯联苯（PCBs）、多氯化萘（PCNs）和六溴代二苯（HBB）的技术准则，这些技术准则亦涵盖属于《巴塞尔公约》制约范围、但不属于《斯德哥尔摩公约》规定的持久性有机污染物：多氯三联苯（PCTs）和除六溴代二苯以外的多溴联苯（PBB）（多氯联苯（PCB）技术导则）（UNEP，2017a）；

(b) 下列持久性有机污染物农药：艾氏剂、甲型六氯环己烷、乙型六氯环己烷、氯丹、开蓬、狄氏剂、异狄氏剂、七氯、六氯苯（HCB）、六氯丁二烯、林丹、灭蚁灵、五氯苯（PeCB）、五氯酚及其盐、全氟辛烷磺酸、工业级硫丹及其相关异构体、毒杀芬以及作为一种工业化学品的六氯苯（农药持久性有机物技术导则）（UNEP，2017b）；

(c) 1,1,1-三氯-2,2-二(4-氯苯基)乙烷（滴滴涕）（滴滴涕技术导则）（UNEP，2006a）；

(d) 无意生成的多氯二苯并二噁英（PCDD）、多氯二苯并呋喃（PCDF）、六氯苯、多氯联苯（PCBs）、五氯苯和多氯化萘（PCNs）（无意生产的持久性有机污染物技术导则）（UNEP，2017c）；

¹ 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 IV/17 号、V/26 号、VI/23 号、VII/13 号、VIII/16 号、IX/16 号、BC-10/9 号、BC-11/3 号、BC-12/3 号和第 BC-13/4 号决定；巴塞尔公约不限成员名额工作组第 I/4、第 II/10、第 III/8、第 IV/11、第 V/12、第 VI/5、第 VII/8、第 OEWG-8/5、第 OEWG-9/3 号和第 OEWG-10/4 号决定；关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约全权代表会议的第 5 号决议；拟订一项有关就某些持久性有机污染物采取行动的具有法律约束力的国际文书政府间谈判委员会第 INC-6/5 和第 INC-7/6 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大会第 SC-1/2、第 SC-2/6、第 SC-3/7、第 SC-4/10-18、第 SC-5/3、第 SC-6/13 号、第 SC-7/12 号、第 SC-7/13 号和第 SC-7/14 号决定。

(e) 六溴二苯醚 (hexaBDE) 和七溴二苯醚 (heptaBDE) 或四溴二苯醚 (tetraBDE) 和五溴二苯醚 (pentaBDE) (POP-BDEs 技术导则) (UNEP, 2015b) ;

(f) 六溴环十二烷 (HBCD) (HBCD 技术导则) (UNEP, 2015c) ;
和

(g) 全氟辛烷磺酸 (PFOS)、其盐类和全氟辛基磺酰氟 (PFOSF), 或其他全氟辛烷磺酸前体的全氟辛烷磺酸相关物质 (PFOS 技术导则) (UNEP, 2015d) ;

(h) 六氯丁二烯 (HCBd) (HCBd 技术导则) (UNEP, 2017d) ; 和

(i) 五氯酚 (PCP) 及其盐和脂 (PCP 技术导则) (UNEP, 2017e) 。

3. 此一般性技术准则旨在:

(a) 提供对持久性有机污染物废物实行环境无害化管理的总体和一般性指导; 和

(b) 说明《斯德哥尔摩公约》第 6 条第 2 款中所述的条款 (见本准则第二章 B.2 小节内《斯德哥尔摩公约》中与废物问题有关的条款), 例如:

(一) 销毁和永久性质变的程度;

(二) 被视为环境无害化的处理方法; 以及

(三) 界定低持久性有机污染物含量值的浓度水平。

4. 这些准则也提供了关于减少或消除废物处理和处置过程中排放到环境中的持久性有机污染物的指导。在这些准则中论述的、涉及对持久性有机污染物废物实行环境无害化处置的各种考量包括预处理方法的选择, 因为预处理可能对确定采用何种处置方法非常重要。

5. 需要指出的是, 用于防止或减少列于斯德哥尔摩公约附录 C 中人为源的无意生产持久性有机污染物的产生和释放的最佳可得技术 (BAT) 和最佳环保做法 (BEP) 的准则由斯德哥尔摩公约提供。2007 年, 在斯德哥尔摩公约第三次大会上, 与斯德哥尔摩公约第 5 条和附录 C 相关的最佳可得技术和最佳环保做法临时准则被该公约缔约方采用。

6. 表 1 列出了《斯德哥尔摩公约》附件 A、B 或 C 中所列的 26 种持久性有机污染物分别由哪一项关于持久性有机污染物的具体技术准则所涵盖。

表 1：《斯德哥尔摩公约》附件 A、B 或 C 中所列的持久性有机污染物被《巴塞尔公约》下具体技术准则涵盖的情况：

《斯德哥尔摩公约》中所列的持久性有机污染物	《巴塞尔公约》下关于持久性有机污染物的技术准则								
	一般性技术准则								
	多氯联苯	农药	滴滴涕	无意产生的持久性有机污染物	持久性有机污染物-二苯醚 (POP-BDE)	六溴环十二烷	全氟辛酸磺酸	六氯丁二烯	五氯酚
艾氏剂		X							
氯丹		X							
开蓬		X							
狄氏剂		X							
1,1,1-三氯-2,2-二(4-氯苯基)乙烷(滴滴涕)			X						
异狄氏剂		X							
七氯		X							
六溴代二苯(HBB)	X								
六溴二苯醚(hexaBDE)和七溴二苯醚(heptaBDE)					X				
六溴环十二烷(HBCD)						X			
六氯苯(HCB)		X		X					
六氯丁二烯(HCBD)		X						X	
甲型六氯环己烷(alpha-HCH)		X							
乙型六氯环己烷(beta-HCH)		X							
林丹		X							
灭蚁灵		X							
五氯苯(PeCB)		X		X					
五氯酚(PCP)及其盐和脂		X							X
全氟辛酸磺酸(PFOS)、其盐类和全氟辛基磺酰氟(PFOSF)		X					X		
多氯联苯(PCB)	X			X					
多氯二苯并二噁英(PCDD)				X					
多氯二苯并呋喃(PCDF)				X					
多氯化萘(PCN)	X			X					
工业级硫丹及其相关异构体		X							

《斯德哥尔摩公约》中所列的持久性有机污染物	《巴塞尔公约》下关于持久性有机污染物的技术准则							
	一般性技术准则							
	多氯联苯	农药	滴滴涕	无意产生的持久性有机污染物	持久性有机污染物-二苯醚 (POP-BDE)	六溴环十二烷	全氟辛烷磺酸	六氯丁二烯
四溴二苯醚 (tetraBDE) 和五溴二苯醚 (pentaBDE)					X			
毒杀芬		X						

B. 持久性有机污染物及持久性有机污染物废物简介²

7. 大多数的持久性有机污染物都产生于人为活动。部分持久性有机污染物，如《斯德哥尔摩公约》附件 C 所列六氯苯、六氯苯、聚氯化萘 (PCNs)、五氯苯、多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃，也可能源于人为源的无意产生及释放。持久性有机污染物的各种特性（毒性、持久性和生物蓄积性）、其所具有的远距离迁移潜力、及其在环境中包括各种生态系统和人体中无所不在的特性等，正是《斯德哥尔摩公约》的初衷。

8. 持久性有机污染物正被用于或一直被用于工业过程、产品和物品中。由于它们的性质，需要对《斯德哥尔摩公约》附件所列的持久性有机污染物进行管理，防止它们进入环境。尽管需要对新列入的持久性有机污染物采取行动，持续行动同样对于管理其他持久性有机污染物和阻止它们进一步延续至关重要。

9. 认识到这点很重要：即便在持久性有机污染物生命周期的开始便适当管理从而“关掉龙头”，废物管理是一项持续的工作，因为持久性有机污染物可在产品和废物流中持续几十年。除此以外，持久性有机污染物废物管理不当，将导致向环境释放持久性有机污染物。而且，一些处理技术无意间将导致持久性有机污染物的形成和释放。

10. 《斯德哥尔摩公约》中新近列入的化学品，例如持久性有机污染物-溴化二苯醚、全氟辛烷磺酸和六溴环十二烷，已经引起人们对产品和物品（包括消

² 关于持久性有机污染物所具有的各种特性的进一步资料可从若干来源获得，其中包括有毒物质和疾病登记簿管理局（美国）、保护海洋环境免受陆上活动污染全球行动纲领、以及世界卫生组织（WHO）的国际化学品安全方案（1995 年）。

费者产品和物品)中持久性有机污染物使用的关注。对这些产品和物品成为废弃物后的管理为各缔约方和利益攸关方对其实行环境无害化管理的战略和办法的界定工作、以及防止、减少或消除其释放的努力带来了新的挑战。

二、《巴塞尔公约》和《斯德哥尔摩公约》中的相关条款

11. 若干多边环境协定为预防和尽量减少有毒化学品和危险废物释放提供了框架。《巴塞尔公约》、《斯德哥尔摩公约》和《鹿特丹公约》是一系列相互契合的组成部分,旨在为危险化学品和废物的管理创造一种全面的生命周期方法。这三大公约共同引导决策制定者采取行动,尽量减少和管理各种化学品、产品和废物对环境的风险。

12. 与持久性有机污染物有关的所有国际文书清单列于附件一。以下各节简要解释和说明了《巴塞尔公约》和《斯德哥尔摩公约》的相关条款,旨在说明两项公约缔约方的主要义务,以及两项公约之间的互补性。

13. 斯德哥尔摩公约的条款补充了巴塞尔公约下危险废物管理的条款,以形成持久性有机污染废物的综合管理体制。两项公约中的条款都将被用于持久性有机污染废物的环境无害化管理决策。

A. 《巴塞尔公约》

1. 一般性条款

14. 于 1992 年 5 月 5 日开始生效的《巴塞尔公约》旨在保护人类健康和环境免受危险废物及其他废物生成、管理、越境转移和处置过程中产生的不利影响。《巴塞尔公约》通过一套规定来达成上述目标,其中载明了废物越境转移与其环境无害化管理。尤其是,《巴塞尔公约》规定,废物的任何越境转移(出口、进口或过境)只有在此种转移本身以及在对危险废物或其他废物的处置计划符合环境无害化标准的情况下才准许进行。

15. 《巴塞尔公约》通过一套规定列明了缔约方所承担的确保对持久性有机污染物废物实行环境无害化管理的责任。这些规定列于以下 16 至 18 款中。

16. 在第 2 条(“定义”)第 1 款中,《巴塞尔公约》把废物界定为“予以处置的或打算予以处置的或按照国家相关法律规定必须加以处置的物质或物品”。第 4 款把处置界定为《公约》“附件四所规定的任何作业”。第 8 款把危险废物和其他废物的环境无害化管理界定为“采取一切可行步骤,确保危险废物或其他废物的管理方式将能保护人类健康和环境,使其免受此类废物可能产生的不利后果”。

17. 第 4 条(“一般义务”),在其第 1 款中确立了各缔约方行使其权利禁止危险废物或其他废物为作处置为目的的进口时应采用的程序,即应向其他缔约方通报其决定。该条第 1 款第(a)项规定如下:“各缔约方行使其权利禁止危

险废物或其他废物进口处置时，应按照第 13 条的规定将其决定通知其他缔约方”。该款第(b) 项规定如下：“缔约方在接获按照以上第(a) 项发出的通知后，应禁止或不准许向已禁止此类废物进口的缔约方出口危险废物和其他废物”。

18. 第 4 条第 2 款第(a) —(e) 项和第 2 款第(g) 项为《巴塞尔公约》直接关于旨在减轻废物对人类健康和环境产生的不利影响的环境无害化管理、防止废物产生、尽量减少废物以及废物处置做法的关键性条款：

第2款第(a) —(e) 项和第2款第(g) 项：“各缔约国应采取适当措施：

(a) 考虑到社会、技术和经济方面，保证将其国内产生的危险废物和其他废物减至最低限度；

(b) 保证提供充分的处置设施，用以从事危险废物和其他废物的环境无害管理，不论处置场所位于何处，在可能范围内，这些设施均应设在本国领土内；

(c) 保证在其领土内参与危险废物和其他废物管理的人员视需要采取步骤，防止在这类管理工作中产生危险废物和其他废物的污染，并在产生这类污染时，尽量减少其对人类健康和环境的不利影响；

(d) 保证在符合危险废物和其他废物的环境无害和有效管理下，把此类废物越境转移减至最低限度；进行此类转移时，应保护环境和人类健康，免受此类转移可能产生的不利影响；

(e) 禁止向属于一经济和（或）政治一体化组织而且在法律上完全禁止危险废物或其他废物进口的某一缔约国或一组缔约国，特别是发展中国家，出口此类废物，或者，如果有理由相信此类废物不会按照缔约国第一次会议决定的标准以环境无害方式加以管理时，也禁止向上述国家进行此种出口。”

“(g) 如果有理由相信危险废物和其他废物将不会以对环境无害的方式加以管理时防止此类废物的进口。”

第 8 款：“每一缔约国应规定，拟出口的危险废物或其他废物必须以对环境无害的方式在进口国或他处处理。”

2. 涉及持久性有机污染物的条款

19. 第 1 条（“本公约的范围”）界定了属于《巴塞尔公约》的管制范围的各种废物类型。该条第 1 (a) 项列出了用以确定某一“废物”是否属于《巴塞尔公约》管制范围的“危险废物”的两步过程。第一步：所涉废物必须属于《公约》附件一中所列的某一类别（“应予控制的废物类别”）；第二步：所涉废物必须至少具有《公约》附件三中所列述特性之一（“危险特性清单”）。

20. 附件一和附件二中所列的可能由某一具体持久性有机污染物构成、含有此种污染物或受到此种污染物污染的废物清单参见有关持久性有机污染物的各项具体技术准则。

21. 根据所作假定，附件一废物应具有附件三中所列危险特性中的一种或多种，其中可包括类别 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”或 H13 “经处置后能以任何方式产生具有上列任何特性的另一种物质，例如沥滤液”，除非通过“国家一级的检验方法”，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，国家一级的检验方法对于确定附件三所列某一特定危险特性而言十分有用。巴塞尔公约缔约方大会第六次和第七次会议暂行通过了针对附件三所列危险特性 H11、H12 和 H13 的指导文件。

22. 《公约》附件八中所列清单 A 列出了那些“依照本公约第 1 条第 1(a) 款被列为具有危险性的”废物，但把这些废物列入附件八并不意味着排除使用附件三危险特性列表来论证每一废物不具有危险性（附件一，第(b) 段）。附件九中的清单 B 列出了“那些不属于本公约第 1 条(a) 款的涵盖范围的那些废物，除非它们含有附件一中所列物质、且其含量已使其具有附件三所列特性”。

23. 适用于一种特定持久性有机污染物的附件八废物特性清单参见有关持久性有机污染物的各项具体技术准则。

24. 按照第 1 条第 1(b) 款的规定，“那些不属于以上第 (a) 项的涵盖范围、但经任一出口、进口或过境缔约方的国内立法确定为或视为危险废物的废物”均属于《巴塞尔公约》的涵盖范围。

B. 《斯德哥尔摩公约》

1. 一般性条款

25. 《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》是一项全球条约，旨在保护人类健康和环境免受持久性有机污染物的伤害。

26. 于 2004 年 5 月 17 日开始生效的《斯德哥尔摩公约》的目标列于其第 1 条（“目标”）之中，即“本公约的目标是，铭记《关于环境与发展的里约宣言》之第 15 条原则确立的预防方针，保护人类健康和环境免受持久性有机污染物的危害。”

27. 《斯德哥尔摩公约》对以下两类持久性有机污染物作了区分：

- (a) 有意生产的持久性有机污染物，其生产和使用应：
 - （一）依照第 3 条和附件 A 所列条款予以消除；或
 - （二）依照第 3 条和附件 B 所列条款予以限制使用；以及

(b) 无意生产的持久性有机污染物：各缔约方应按照第 5 条和附件 C 的规定采取所列各种措施减少产生于人为活动来源的此种污染物的总体排放，其最终目的是继续尽量减少和于可行时最终予以消除。

28. 斯德哥尔摩公约第 5 条第 (a) (i) 款要求源库存的改善与维持，以及无意识产生的持久性有机污染物的释放估算。

29. 第 5 条第 (b) 款鼓励采用可用、可行且实用的方法，快速实现实质性的排放减少或源头消除。

30. 《公约》第 7 条（“实施计划”）第 1 款规定每一缔约方应：

“(a) 制订和努力执行旨在履行本公约所规定各项义务的计划；

(b) 自本公约对其生效之日起两年内将其实施计划送交缔约方大会；和

(c) 酌情按照缔约方大会决定具体规定的方式定期审查和增订其实施计划。”

2. 与废物问题有关的条款

31. 第 6 条（“减少或消除源自库存和废物的排放的措施”）针对与废物有关的条款作了如下规定：

“1. 为确保以保护人类健康和环境的方式对由附件 A 或 B 所列化学品构成或含有此类化学品的库存、由附件 A、B 或 C 所列某化学品构成、含有此类化学品或受其污染的废物，包括即将变成废物的产品和物品实施管理，每一缔约方应：

(a) 制订适当战略以便查明：

（一）由附件 A 或 B 所列化学品构成或含有此类化学品的库存；和

（二）由附件 A、B 或 C 所列某化学品构成、含有此化学品或受其污染的正在使用中的产品和物品以及废物；

(b) 根据(a) 项所提及的战略，尽可能切实可行地查明由附件 A 或 B 所列化学品构成或含有此类化学品的库存；

(c) 酌情以安全、有效和环境无害化的方式管理库存。除根据第 3 条第 2 款允许出口的库存之外，附件 A 或 B 所列化学品的库存，在按照附件 A 所列任何特定豁免或附件 B 所列特定豁免或可接受的用途已不再允许其使用之后，应被视为废物并应按照以下(d) 项加以管理；

(d) 采取适当措施，以确保此类废物、包括即将成为废物的产品和物品：

（一）以环境无害化的方式予以处置、收集、运输和储存；

(二) 以销毁其持久性有机污染物成分或使之发生永久质变的方式予以处置，从而使之不再显示出持久性有机污染物的特性；或在永久质变并非可取的环境备选方法或在持久性有机污染物含量低的情况下，考虑到国际规则、标准和指南、包括那些将依照第 2 款制订的标准和方法、以及涉及危险废物管理的有关全球和区域机制，以环境无害化的其他方式予以处置；

(三) 不得诉诸可能导致持久性有机污染物回收、再循环、再生、直接再利用或替代使用的处置行为；和

(四) 不得违反相关国际规则、标准和指南进行跨越国界运输；

(e) 努力制订用以查明受到附件 A、B 或 C 所列化学品污染的场址的适宜战略；如拟对这些场址进行补救，则应以环境无害化方式进行。

2. 缔约方大会应与《控制危险废物越境转移及其处置巴塞尔公约》的有关机构密切合作，尤其要：

(a) 制定进行销毁和永久质变的必要标准，以确保附件 D 第 1 款中所确定的持久性有机污染物特性不被显示；

(b) 确定它们认可的上述对环境无害化的处置方法；和

(c) 酌情制定附件 A、B 和 C 中所列化学物质的含量标准，以界定第 1 款(d) (二) 项中所述及的持久性有机污染物的低含量。”

32. 论及出口问题的第 3 条第 2(a) (一) 款规定如下：每一缔约方应采取措施确保对于附件 A 或附件 B 所列化学品，只有在按第 6 条第 1(d) 款规定为环境无害化处置为目地的情况下才予进口。与此相类似，第 3 条第 2(b) (一) 款规定如下：“每一缔约方应采取措施确保对于目前在任何生产或使用方面享有特定豁免的附件 A 所列化学品、或目前在任何生产或使用方面享有特定豁免或符合可以接受用途的附件 B 所列化学品，在考虑到关于现行国际事先知情同意程序的各项条约所有相关规定的同时，只有在按第 6 条第 1(d) 款规定为环境无害化处置之目的的情况下才予出口。”

33. 《斯德哥尔摩公约》附件 C 第二部分概述了那些具有形成附件 C 中所列持久性有机污染物和将之排入环境的相对较高潜力的工业来源类别。第三部分概述了附件 C 所列各种持久性有机污染物可能会无意形成和排放的那些来源类别。第五部分则概述了关于最佳可得技术和最佳环保做法的一般性指导。

三、根据《斯德哥尔摩公约》将与《巴塞尔公约》合作处理的问题

A. 持久性有机污染物含量低的废物

34. 如《斯德哥尔摩公约》第 6 条第 2(c) 款中的规定，斯德哥尔摩缔约方大会应与《巴塞尔公约》各相关机构密切合作，“酌情制定附件 A、B 和 C 中所列化学物质的含量标准，以界定本条第 1 款(d)（二）项中所述及的低持久性有机污染物的含量值。”

35. 依照《斯德哥尔摩公约》第 6 条第 1(d)（二）款的规定，持久性有机污染物的废物应以销毁其持久性有机污染物成份或使之发生永久质变的方式加以处置，从而使之不再显示持久性有机污染物的特性。或在销毁或永久质变并非可取的环境备选方法或在其持久性有机污染物含量低的情况下，考虑到国际规则、标准和准则、包括那些将依照第 2 款制订的标准和方法、以及涉及危险废物管理的有关全球和区域机制，以环境无害化的其他方式予以处置。

36. 《斯德哥尔摩公约》所描述的低持久性有机污染物含量独立于《巴塞尔公约》中危险废物的规定。

37. 根据《斯德哥尔摩公约》，持久性有机污染物含量超过所界定的低持久性有机污染物含量的废物应与第四章 G.2 小节所述的方法一致，以销毁其持久性有机污染物成份或使之发生永久质变的方式加以处置。或在销毁或永久质变并非可取的环境备选方法的情况下，依照第四章 G.3 小节所述的方法以环境无害化的其他方式予以处置。

38. 含有等于或低于规定的低持久性有机污染物含量的一种持久性污染物的废物应按第四章 G.4 小节中的方法处置。

39. 低持久性有机污染物含量的确定应考虑《巴塞尔公约》和《斯德哥尔摩公约》的主要目标，即保护环境和人类健康。下列因素在确定低持久性有机污染物含量时已被认可（参阅欧盟，2001 年，德国联邦环境署，2015 年，UNEP/CHW/OEWG.9/INF/9/Add.1³ 和 /Add.2⁴，和 UNEP/CHW.13/INF/66⁵）：

- (a) 环境与人类健康方面的考虑；
- (b) 具备充足的分析能力；
- (c) 物品、材料和废物中的浓度范围；

³ 关于组成、含有或被持久性有机污染物污染的废物的无害环保管理的通用技术导则的更新草案：改善关于组成、含有或被持久性有机污染物污染的废物的无害环保管理的通用技术准则第三部分的支持文件。

⁴ 起草更新对组成、含有或被持久性有机污染物污染的废物进行无害环保管理的通用技术导则：界定低持久性有机污染物含量的方法学及其在欧盟的应用。

⁵ 界定持久性有机污染物中低持久性有机污染物低含量值的浓度水平的支持性信息列于《斯德哥尔摩公约》附录 A、附录 B 和附录 C。

- (d) 在国家立法中的极限值；
- (e) 处理能力的有效性；
- (f) 知识和数据的局限性；以及
- (g) 经济方面的考虑。

40. 包含于以下表 2 中的低持久性有机污染物含量的临时定义应被采用，并依据国家或国际方法及标准确定，多氯二苯并二噁英（PCDD）和多氯二苯并呋喃（PCDF）除外。

表 2 低持久性有机污染物含量的临时界定⁶

有机污染物名称	低持久性有机污染物含量
艾氏剂	50 毫克/千克
α -六氯环己烷， β -六氯环己烷和林丹	总和 50 毫克/千克 ⁷
氯丹	50 毫克/千克
十氯酮	50 毫克/千克
滴滴涕	50 毫克/千克
狄试剂	50 毫克/千克
异狄氏剂	50 毫克/千克
六溴苯	50 毫克/千克
六溴环十二烷	100 毫克/千克或 1000 毫克/千克
六氯丁二烯	100 毫克/千克
七氯	50 毫克/千克
四溴联苯醚、五溴二苯醚、六溴二苯醚和七溴二苯醚	50 毫克/千克或总和 1000 毫克/千克 ⁸
六氯苯	50 毫克/千克
灭蚁灵	50 毫克/千克
多氯联苯	50 毫克/千克
二噁英和呋喃 ⁹	15 微克毒性当量/千克
五氯酚及其盐和酯	100 毫克/千克

⁶ 值得注意的是统一为单一值的进一步工作将依照第 BC-13/4 号决议进行。

⁷ 极限值被设定为林丹及其 α 和 β 副产物的加和值，因为它们都有可能在农药和生产废料中共同存在。

⁸ 极限值被设定为四，五，六和七溴联苯醚，因为商业混合物含有不同的同类组分（见持久性有机污染物-多溴联苯醚导则中 I.B.1 部分）和分析效率。

⁹ 毒性当量（TEQ）指的是斯德哥尔摩公约附件 C 第四部分第二款，但仅适用于二噁英和呋喃。

有机污染物名称	低持久性有机污染物含量
聚氯化萘（PCNs）	10 毫克/千克
五氯苯	50 毫克/千克
全氟辛烷磺酸及其盐和全氟辛烷磺酰氟	50 毫克/千克
工业级硫丹及其同分异构体	50 毫克/千克
毒杀芬	50 毫克/千克

B. 销毁和永久性质变的程度

41. 销毁率¹⁰（DE）是通过一种特定方法或技术销毁或永久质变的原持久性有机污染物的百分比。销毁去除率¹¹（DRE）仅考虑向空气中的排放，是永久质变和从气体排放中去除的原持久性有机污染物的百分比。

42. 下面第 43 段提出的临时定义考虑了下列各项因素：

(a) 销毁率和销毁去除率均根据原持久性有机污染物含量，并不涵盖在销毁和永久性质变过程中无意产生的其他持久性有机污染物；

(b) 销毁率是用于评估销毁和永久性质变技术性能的一个重要标准，但可能很难采用可重复的和可对比的方式对之加以精确测定；

(c) 存在最佳可得技术和最佳环保做法以确保实现预期的环境性能，包括预期销毁率；以及

(d) 相关的国家立法¹²和国际规则、标准和准则适用于这些活动。

43. 应根据持久性有机污染物含量的绝对值（比如，各项处理工艺产生的废物流）采用下列销毁程度和永久质变程度的暂行定义：

(a) 向大气中的排放：

¹⁰ 按以下方式计算：所涉废物中的持久性有机污染物含量减去在气体或固体残余物中剩余的持久性有机污染物含量、再除以所涉废物中的持久性有机污染物含量。销毁率公式为：销毁率=（废物中的持久性有机污染物含量-气体、液体和固体残余物中的持久性有机污染物含量）/ 废物中的持久性有机污染物含量。

¹¹ 按下列方式计算：所涉废物中的持久性有机污染物含量减去气体残余物（烟道排放量）中所余持久性有机污染物含量、再除以所涉废物中的持久性有机污染物含量。销毁去除率=（废物中的持久性有机污染物含量-气体残留物中的持久性有机污染物含量）/ 所涉废物中的持久性有机污染物含量。

¹² 比如，日本环境省 2010 年发布了《全氟辛烷磺酸废物环境无害化处理的技术导则》，其中规定，全氟辛烷磺酸及其盐的去除率应超过 99.999%（日本环境省, 2013b）。

(一) 多氯二苯并二噁英和多氯二联苯并呋喃：0.1 纳克毒性当量/标准立方米；¹³

(二) 所有其他持久性污染物：依照相关的国家立法和国际规则、标准和准则，在本准则的附件二中列出了相关的国家立法实例；

(b) 向水体中的排放：依照相关的国家立法和国际规则、标准和准则，在本准则的附件二中列出了相关的国家立法实例；

(c) 固体残留物：持久性污染物含量应低于在本章 A 节中所界定的低持久性有机污染物含量。然而，如果持久性污染物含量超出以上 A 节中所界定的低持久性污染物含量，则所涉固体残留物便应依照第四 G 节的规定加以处理。

44. 此外，在应用销毁和永久性质变技术时应依照最佳可得技术和最佳环保做法行事。

C. 各类环境无害化处置方法

45. 以下第四章 G 节介绍了被视为对持久性有机污染物废物实行环境无害化处置的各种方法。

四、环境无害化管理指南

A. 一般性考虑因素

46. 环境无害化管理是一项广泛的政策性概念，各国、各利益攸关方和各个组织以不同的方式对其进行理解和实施。关于那些在《巴塞尔公约》和《斯德哥尔摩公约》范畴内适用于持久性有机污染物废物，经济合作与发展组织（经合组织）的绩效因素，以及对危险废物实行环境无害化管理的各项条款和指导文件的核心绩效要点为我们在支持和实施对危险废物和其他废物实行环境无害化管理方面提供了共识与国际指导。

47. 巴塞尔公约缔约方大会第十一次会议通过了 2013 年危险废物和其他废物

环境无害化管理框架（“环境无害化管理框架”）¹⁴（UNEP, 2013a）。该框架就环境无害化管理涵盖的范围建立了共识，并确定了用以支持和促进实施环

¹³ 《斯德哥尔摩公约》附件 C 第四部分第 2 段中所指毒性当量，但仅适用于多氯二苯并二噁英及多氯二苯并呋喃。标准立方米是指干燥气体、101.3 千帕压力和 273.15 开条件下的常规立方米。标准含氧量为 11%。水泥窑共烧的标准含氧量为 10%。

¹⁴ 环境无害化管理（ESM）框架：

<http://www.basel.int/Implementation/CountryLedInitiative/EnvironmentallySoundManagement/ESMFramework/tabid/3616/Default.aspx>

境无害化管理的工具和战略。其目的是作为各国政府和其他利益攸关方参与危险废物和其他废物管理的实用指南，并作为最完整的环境无害化管理指南补充《巴塞尔公约》技术准则。

48. 如本文件第 17 段所述，《巴塞尔公约》第 4 条载有有关对危险废物和其他废物实行环境无害化管理的条款。环境无害化管理也是以下几项声明的主题：

(a) 在巴塞尔公约缔约方大会第五次会议上通过的 1999 年《关于实行环境无害化管理的巴塞尔宣言》呼吁各缔约方为切实实行环境无害化管理增强努力和相互间的合作，其中包括努力防止、尽量减少、再循环、回收和处置属于《巴塞尔公约》管制范围的危险废物和其他废物，同时计及各种社会、技术和经济方面的关注事项；以及进一步努力减少属于《巴塞尔公约》制约范围内的危险废物和其他废物的越境转移；

(b) 巴塞尔公约缔约方大会第十次会议通过的《关于防止、尽量减少和回收危险废物及其他废物的卡塔赫纳宣言》，重申了《巴塞尔公约》是指导环境无害化管理和处置危险废物及其他废物的重要全球性法律文书。

49. 《斯德哥尔摩公约》中并未对“环境无害化管理”概念作出任何界定。然而，有关对持久性有机污染物废物的环境无害化处置方法问题则拟由缔约方大会与《巴塞尔公约》的各相关机构合作加以制订。

50. 经合组织通过了一项有关废物的环境无害化管理的建议，其中包含各种项目，包括适用于废物回收设施的环境无害化管理准则的核心绩效要点，其中包括制约各种残留物的收集、运输、处理和储存的绩效要点、以及储存、运输、处理和/处置之后的各项要点（经合组织，2014 年）。

51. 为实现环境无害管理的目标，各缔约国应采取一系列措施（战略、政策、法律、法规和计划）并监督实施。执行法律法规，实施国家战略、政策和计划作为其有效补充；监测与执行；奖励和惩罚；技术；以及所有主要利益相关方参与和执行的其他工具（环境署，2013 年 a，）。在建立、实施或评价环境无害化管理时，应考虑以下几节的内容。

B. 立法和监管框架

52. 《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，以确保这些控制措施、标准和程序符合这两项公约的相关规定和恪守其在这些公约下承担的义务，其中包括对涉及持久性有机污染物废物实行环境无害化管理的义务。

53. 大多数国家均已订立了某种形式的立法，其中概要论述了广泛的环境保护原则、权能和权利。此种立法应使环境无害化管理切实可行，并包括对人类健康和环境实行保护的规定。此种赋能性立法可使各国政府具有颁布和实施管理危险废物的具体规则和条例的权能、对执法结果进行审查、以及为违法行为订立惩处条例。

54. 此种与危险废物有关的立法亦应对危险废物进行界定。应酌情把那些持久性有机污染物含量高于第三节 A 小节所述低持久性污染物含量的废物纳入这一定义的适用范围。

55. 此种立法可对环境无害化管理进行界定，并规定必须恪守环境无害化管理的各项原则，从而确保各国得以遵守对持久性有机污染物废物的环境无害化管理条款，其中包括按照在本技术准则和在《斯德哥尔摩公约》中所列述的对此类污染物进行环境无害化处置的规定。以下将讨论符合《巴塞尔公约》和《斯德哥尔摩公约》、以及其他国际协定中的相关规定的条例规章的具体构成部分或特点。¹⁵

1. 持久性有机污染物生产和使用的逐步淘汰期限

56. 适用情况下，立法和自愿承诺应把持久性有机污染物的生产以及产品和物品中持久性有机污染物¹⁶的使用（下游制造商）的淘汰期限，与持久性有机污染物（如单独使用或包含在混合物中使用）、相关产品或物品成为废物之后的处置区别开来。此外，考虑到相关产品和物品可能有很长的使用寿命，还应为持久性有机污染物废物进行处置订立具体的时限，防止没有一个明确的淘汰期限而产生库存。附件二中列出了相关的国家立法实例。

2. 关于越境转移方面的规定¹⁷

57. 应尽可能在不违反环境无害化管理原则的前提下，在危险废物和其他废物的生成国对之进行处置。此类废物的越境转移只有在符合下列条件的情况下才准许进行：

- (a) 如在不致危及人类健康和环境的条件下进行；
- (b) 如在进口国或其他地点以环境无害化方式对所出口的此类物质实行管理；
- (c) 如出口国不具备以环境无害化和高效率方式对所涉废物进行处置的技术能力和必要的设施；
- (d) 如进口国需要把所涉废物用作原材料，用于其再循环或回收工艺；
- 或
- (e) 如所涉越境转移符合各缔约方所确定的其他标准。

¹⁵ 还可在下列各项文件中查阅关于《巴塞尔公约》管制规章方面的进一步指导：《巴塞尔公约实施手册》（环境署，2015f）和《巴塞尔公约》：《控制系统指南》（环境署，2015g）。斯德哥尔摩公约缔约方可查阅《斯德哥尔摩公约关于持久性有机污染物的国家实施计划的指南》（环境署，2014）。

¹⁶ 注意：《斯德哥尔摩公约》附件 A 第一和第二部分以及附件 B 中均提及消除和限用持久性污染物的生产和使用问题。

¹⁷ 这仅适用于《巴塞尔公约》缔约方。

58. 在对危险废物和其他废物进行任何越境转移之前，必须事先从出口国收到书面通知、并从进口国和过境国收到事先书面同意。在进口国禁止所涉废物的进口的情况下，缔约方应禁止把所涉危险废物和其他废物出口到该国。《公约》还规定，与任何拟议的越境转移有关的信息资料应采用公认的通知格式提供，而且经核准的货运必须附有自越境转移开始地点直至处置地点的所有相关转移文件。

59. 此外，还须以符合相关的国际规则和标准的方式对拟作越境转移的危险废物和其他废物进行包装、设置标签和运输。¹⁸

60. 如果有关国家已表示同意的危险废物和其他废物越境转移无法完成，则所涉出口国便应确保在无法做出替代性安排的情况下把所涉废物运回出口国。如系出口者或生产者方面所为而导致的非法贩运（第 9 条第 1 款对此种情形作了规定），则所涉出口国便应确保把所涉废物运回出口国进行处置或按照《巴塞尔公约》的相关条款对之进行处置（第 9 条第 2 款）。

61. 除非按照《巴塞尔公约》第 11 条所作的相关规定订立了双边、多边或区域性安排，否则不得在《巴塞尔公约》缔约方与非缔约方之间进行危险废物或其他废物的越境转移。

3. 含有持久性有机污染物的集装箱、设备、散货集装箱和其他储存场点的规格

62. 按照环境无害化管理的相关要求以及《巴塞尔公约》和《斯德哥尔摩公约》中的具体条款（例如，《巴塞尔公约》第 4 条第 7 款以及《斯德哥尔摩公约》第 6 条第 1 款），缔约方可能需要特别针对持久性有机污染物及其相关废物流而言可予接受的集装箱和存储地点类型颁布具体的立法。¹⁹ 缔约方应确保可能运往另一国家的集装箱符合诸如由国际空运协会（空运协会）、国际海事组织（海事组织）和国际标准化组织（标准化组织）等机构订立的相关国际标准。

4. 健康与安全²⁰

63. 应从立法角度着手保护工人免受持久性有机污染物的可能接触而产生的风险。这些条款中应包括对产品设置适当的标签和确定适宜的处置方法方面的规定。尽管《巴塞尔公约》和《斯德哥尔摩公约》均未特别要求缔约方拥有工人健康和安全生产立法，人类健康保护是两个公约诸多目标的基础。

¹⁸ 在这一问题上，应采用联合国关于危险货物运输问题的相关建议（示范条例）（联合国欧洲经委会，2003 年 a）或更新的版本。

¹⁹ 缔约方可查阅粮食及农业组织（粮农组织）关于农药和农药废物的储存方面的相关准则（粮农组织，1996 年）。

²⁰ 可参阅第四 I 节。

64. 目前大多数国家都已在其一般性劳工立法或在其专门的人类健康和环境立法中订立了对工人的健康和安全的保护条款。缔约方应对其现行立法进行重新审查，以确保充分顾及持久性有机污染物所构成的风险，并应设法把相关的国际协定所涉及的规定纳入。工人的健康和安全问题是一个相对而言较为成熟的领域，目前已订立了大量指导和文献，可用于协助规划和修订现行立法、政策和技术指南。

65. 《斯德哥尔摩公约》第 10 条（“公众宣传、认识和教育”）第 1(e)款要求各缔约方对工人、科学家、教育人员以及技术和管理人员进行培训。应在国家健康和安全的立法中列入涉及以安全方式处理和存储持久性有机污染物废物方面的条款。

5. 关于持久性有机污染物的可予接受的取样和分析程序的规格

66. 业已出于各种不同目的制定了各种取样和分析方法及规约。只有在取样和分析方法适用于所涉废物的情况下，才能取得可靠的和有用的数据。《巴塞尔公约》和《斯德哥尔摩公约》的缔约方应订立相应的立法或强有力的政策准则，表明每一持久性有机污染物废物可以接受的取样和分析方法，其中包括发现此种污染物时其出现的形式及其基质。具体订立的各種程序应在进行任何取样与分析之前获得同意与认可。建议采用国际公认的程序。这可确保所汇报的结果可予接受且可以相互进行比较。详细情形请参阅本章 E 节。

6. 对危险废物处理和处置设施的要求

67. 大多数国家已订立了相关的立法，规定废物处理和处置设施在开始营运之前必须获得某种形式的审核和批准。在审批过程中订立了为使审批继续有效而必须不断保持的特定条件。也许有必要针对持久性有机污染物废物增列更为具体的要求，以便使之符合环境无害化管理方面的规定和遵守《巴塞尔公约》和《斯德哥尔摩公约》的各项具体条款。

7. 公众参与方面的一般性要求

68. 公众参与是 1999 年《关于实行环境无害化管理的巴塞尔宣言》、以及许多其他国际协定中的核心原则。第四 K 节中论及的公众参与可在立法或政策中加以处理。

8. 受到污染的场址

69. 或可在相关立法中具体订立有关促进订立受到污染的场址的清册和以环境无害化方式对此种场址采取补救措施的条款（《斯德哥尔摩公约》第 6 条第 1(e)款）。

9. 其他立法控制措施

70. 可通过立法予以规定的对持久性有机污染物废物实行寿命周期管理的其他相关方法的实例包括：

- (a) 按照涉及废物储存、处理、收集和运输的条款和规定行事；
- (b) 有关设施关闭退役方面的规定如下：
 - (一) 在退役之前及其期间进行检查；
 - (二) 为在退役期间保护工人和社区健康和环境而需采取的程序；和
 - (三) 对退役后的场址作出规定；
- (c) 应急计划、溢漏和事故的反应，包括：
 - (一) 应实施的清理程序和清理后降至的含量；
 - (二) 工人培训及安全方面的规定；和
- (d) 防止、尽量减少废物和对之实行管理的计划。

C. 防止和尽量减少废物的生成

71. 防止和尽量减少持久性有机污染物废物是对此类废物实行综合环境无害化管理的首要步骤。《巴塞尔公约》第 4 条第 2 款要求各缔约方“确保将生成的危险废物及其他废物减少至最低限度”。防止废物生成应该是任何废物管理政策的首选选项。根据危险废物和其他废物的环境无害化管理框架，通过不生成废物以及确保所生成废物的危险性较小，降低了管理废物的需求和/或与管理废物相关的风险及成本（环境署，2013 年 a）。

72. 根据巴塞尔环境无害化管理框架，生成废物的公司（废物生成者）有责任确保在从事生成废物的活动时采取最佳可得技术和最佳环保做法。通过遵循最佳可得技术和最佳环保做法，他们确保了研究、投入设计、创新以及开发那些采用更少的资源和能源、并且减少、替代或消除有害物质使用的新产品与工艺，从而最大限度地减少了所生成的废物。

73. 可要求那些废物生成者以及含有持久性有机污染物的产品和物品的重要下游工业用户（农药的配制者等），制订废物管理计划。此种计划应涵盖所有危险废物，以及所有持久性有机污染物废物。

74. 防止和尽量减少废物生成方案的各项要点如下：

- (a) 确定各种可能无意生成持久性有机污染物的工艺（例如焚烧），并确定《斯德哥尔摩公约》关于最佳可得技术和最佳环保做法的准则是否可予使用；
- (b) 查明那些使用持久性有机污染物和生成持久性有机污染物废物的工艺：

- (一) 确定是否可通过改变生产工艺、包括更新较为陈旧的设备或材料等方式减少持久性有机污染物废物的生成；和
- (二) 确定与持久性有机污染物废物的生产无关的替代生产工艺；
- (c) 查明由持久性有机污染物构成、含有此类污染物或受其污染的产品和物品、并查明不适用持久性有机污染物的替代品；和
- (d) 通过采取下列措施尽最大限度减少持久性有机污染物废物生成：
 - (一) 对设备实行定期保养，以提高工作效率并防止出现溢漏和泄漏；
 - (二) 以迅捷方式控制溢漏和泄漏；
 - (三) 对含有持久性有机污染物废物的集装箱和设备进行消毒处理；
 - (四) 对持久性有机污染物废物实行隔离处理，以便防止其他材料受到其污染；和
 - (五) 采用适当的设备停用流程。

75. 仅仅为了生成持久性有机污染物含量处于或低于所界定的低持久性有机污染物含量的混合物的目的，把持久性有机污染物含量超出所界定的低持久性有机污染物含量的废物与其他材料混合或搅拌起来的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是搅拌的预处理，以便实现废物处理或尽最大限度提高处理作业的成效。

D. 废物的清查

1. 一般性考虑因素

76. 查明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第一步。持久性有机污染物废物可产生于在其整个寿命周期内发生的各种工艺和活动，例如：

- (a) 在其有意的生产过程中生成（生产设施）；
- (b) 作为使用这些持久性有机污染物的制造业和其他生产工艺的副产品（例如，产品和物品的制造设施，如塑料、室内装潢用品、纺织品、包装材料、电气/电子设备、母料、粒料、发泡聚苯乙烯材料、涂料，粘合剂等）；
- (c) 因可在其生产、销售、使用、退役、去除、迁移或处置过程中发生的意外事故或泄漏而对材料或环境产生的污染；
- (d) 因在通过与一种持久性有机污染物的接触而受到污染的产品和物品，诸如集装箱、衣物和在某些情形中设备（呼吸器等）的处理和使用而对材料产生的污染；

(e) 当由持久性有机污染物构成、含有此类污染物或受其污染的产品或物品被使用、成为废品、不再可用于最初的用途、或被禁用或当此类产品的登记被取消时；或

(f) 当由持久性有机污染物构成、含有此类污染物或受其污染的产品或物品被处置时。（如焚烧导致灰末被无意产生的持久性有机污染物污染）。

77. 持久性有机污染物废物可以固体或液体（水体、半水体、溶剂和乳状液体）形式出现，并可以气体形式排放（作为液体散发或气溶胶形式的实际气体），或吸附于大气中的污染物。此类废物的实例见表 3。

表 3：所生成的持久性有机污染物废物的物理形态与类型

废物的物理形态	废物的类型
液体	<ol style="list-style-type: none"> 1. 纯持久性有机污染物的废弃液体库存 2. 工业废水 3. 城市废水 4. 土地填埋沥滤液 5. 工业液体（例如溶剂） 6. 液态家用产品 7. 液态流体（例如绝缘油和液压油） 8. 工业污泥 9. 市政污泥
固体	<ol style="list-style-type: none"> 1. 持久性有机污染物的废弃固体库存 2. 土壤、沉淀物、岩石和矿物集料 3. 工业污泥 4. 城市污泥 5. 废水处理的残留物（例如活性炭处理） 6. 空气污染控制系统的残留物（例如飞灰） 7. 粉尘 8. 室内装潢用品、纺织品、地毯、橡胶 9. 电气电子设备 10. 集装箱和包装材料 11. 被污染的材料（例如衣物） 12. 汽车和汽车切碎机产生的废块 13. 塑料、纸、金属、木材 14. 拆迁材料（油漆材料、树脂地板、密封剂、密封玻璃窗、保温板） 15. 泡沫灭火设备
气体	<ol style="list-style-type: none"> 1. 土地填埋气体 2. 来自焚烧设施的气体 3. 来自回收设施的气体 4. 来自某些（工业）工艺的气体

78. 《斯德哥尔摩公约》第 6 条第 1 款要求各缔约方：

(a) 制订适当战略以便查明由附件 A 或 B 所列化学品构成或含有此类化学品的库存，以及由附件 A、B 或 C 所列某化学品构成、含有此化学品或受其污染的正在使用中的产品和物品以及废物；和

(b) 根据(a)项所提及的战略，尽可能切实可行地查明由附件 A 或 B 所列化学品构成或含有此类化学品的库存。

79. 《斯德哥尔摩公约》附件 C 中所提供的来源类别清单可协助工业部门管理人员和政府条例制定者、以及广大公众查明无意中产生的持久性有机污染物废物。

2. 清册

80. 清册是用于查明持久性有机污染物废物、并对其进行定量和定性的重要手段。

81. 《斯德哥尔摩公约》第 5 段(a)款、第 6 段 1(a)款和第 11 段 1 款提出了有助于识别持久性有机污染物废物相关来源的要点。为了对各种废物实行环境无害化管理，可能需要一份更为具体和完整的清册。

82. 在进行清册编制工作时，应优先注重查明那些大容量和具有高含量的持久性有机污染物的重要废物流。国家清册可用于：

- (a) 确定产品、物品和持久性有机污染物废物的基准数量；
- (b) 编制有助于进行安全和管理性检测的资料簿；
- (c) 获得为订立场址稳定性计划而需要的准确资料；
- (d) 协助制订应急计划；和
- (e) 对尽量减少和逐步淘汰持久性有机污染物的进展情况进行追踪监测。

83. 有关国家清册编制工作的更多信息，请查阅《**巴塞尔公约**》规定的**危险废物和其他废物清册编制工作方法指南**（环境署，2015 年 j）。该指南着重于建议制定各国家信息系统，为各国履行他们在《巴塞尔公约》下的报告义务所需的信息提供协助。

84. 同样提供了有关各项具体持久性有机污染物清册的指导文件（例如多氯联苯、全氟辛烷磺酸和多溴二苯醚），²¹ 为开发无意产生的持久性有机污染物的排放清册提供指导（参见《斯德哥尔摩公约第 5 条规定下的二噁英、呋喃和其他无意产生的持久性有机污染物的定性定量工具包》（环境署，2013 年 b））。

²¹ 关于这些特定持久性有机污染物库存的指导文件草案可参阅：

<http://chm.pops.int/Implementation/BATandBEP/Guidance/tabid/3636/Default.aspx> 和

<http://chm.pops.int/Implementation/NIPs/Guidance/tabid/2882/Default.aspx>。

85. 此外，还应在此指出，联合国欧洲经济委员会（欧洲经委会）1998 年的《关于获得环境信息、公众参与环境决策和在环境事项上诉诸司法的奥胡斯公约》（《奥胡斯公约》）的 2003 年《关于污染物排放和转移登记簿议定书》中亦列有关于制定持久性有机污染物清册方面的条款。

E. 取样、分析和监测

86. 取样、分析和监测是持久性有机污染物废物管理中的重要活动，这些活动使废物的管理者和废物管理的条例制定者查明一些废物流中的持久性有机污染物浓度，并选取适当的管理方法。这些活动可能也有必要用于监测所选取的销毁方法是否在设定标准内操作，以及确保持久性有机污染物不被释放到环境中。监测与监督是查明和追踪关心的环境问题与人类健康风险过程中的构成要素。从监测方案中收集的信息将提供给以科学为基础的决策流程，用于评估包括规章在内的风险管理措施的有效性。

87. 取样、分析和监测工作应由训练有素的专业人员进行，并应恪守妥善制订的计划，并利用国际公认或经国家一级核可的方法。在进行这些工作过程中，应在每一次取样、分析和监测方案的实施过程中都采用同样的方法。此外，还应采用严格的质量保证和质量控制措施。在取样、分析和监测工作中出现的失误或偏离标准操作程序，可导致获得毫无意义的的数据、甚或编制出对方有害的数据。

88. 各缔约方应查明其取样、分析和监测需求，并确保其具备满足所需操作标准的实验室能力。应提供培训并制定实验室指南，确保能够满足这些操作标准并获得高质量的数据和有意义的结果。如果一些国家不具备这些能力，可能有必要开展能力建设。

89. 根据取样或监测活动的目的，以及废物的物理形态，可采用不同的分析方法。关于妥善的实验室做法方面的资料，可参阅经合组织编制的系列文件（经合组织，不同年份）和《良好实验室规范手册》（世界卫生组织，2009 年）；关于一般性方法考虑因素，可采用关于持久性有机污染物全球监测方案的相关指导文件（环境署，2015 年 a）。此外，亦可从环境署 / 全球环境基金关于为分析持久性有机污染物而需要具备的能力的项目获得关于持久性有机污染物分析工作方面的进一步资料：<https://www.thegef.org/project/assessment-existing-capacity-and-capacity-building-needs-analyze-pops-developing-countries>。

1. 取样²²

90. 任何取样活动的总体目标都是设法获得样品，以便将之用于针对性的目的，例如，确定废物的特性、遵守废物处理或处置方法的条例标准或适宜性。

²² 关于取样工作的进一步资料，可参阅《资源保护及恢复法案》的废物取样技术指南草案（美国环境保护署，2002 年，以及北欧测试合作组织（Nordtest）方法）。

应在着手进行取样工作之前便确定此种目标。此外，就质量要求、或所用设备、运输和追踪能力等方面作出规定是必不可少的。

91. 应在取样工作开始之前便确立和商定标准的取样程序（包括基质和具体的持久性有机污染物）。这些程序的要点包括：

- (a) 拟收集的样品数目、取样频度、取样项目的时间长度、以及取样方法说明（包括订立质量保证程序，例如空地和样品保管链条）；
- (b) 选择地点或场址以及实际选样的具体时间（包括相关的说明和具体地域和地点）；
- (c) 取样人员的身份以及取样过程中的条件；
- (d) 样品特性的完整描述——张贴标签；
- (e) 在运输和储存（进行分析之前）过程中，保护样品的完整性；
- (f) 取样人员与分析实验室开展密切合作；和
- (g) 训练有素的取样人员。

92. 在进行取样过程中，应酌情依照具体的国家立法或国际条例和标准行事。在那些未订立此种条例的国家，应委任合格的工作人员进行此种取样工作。取样工作程序包括如下各项：

(a) 针对每一基质取样，并为随后进行持久性有机污染物分析而订立一套标准的操作程序；

(b) 采用妥善订立的取样程序，诸如那些由国际标准化组织、美国材料试验学会、欧洲联盟、美国环境保护署、全球环境监测系统、以及欧洲电气技术标准化委员会订立的标准取样程序（参见关于废弃电气和电子设备收集、物流和处理要求的标准——第 1 部分：去污染的一般处理要求及特殊规范），以及欧洲标准化委员会（CEN）（参见 EN 14899: 2005 废物特性——废物材料取样——取样工厂制备和应用的框架，以及 CEN/TR 15310 1-5: 2006 废物特征——废物取样系列）。

(c) 订立质量保证和质量控制程序。

93. 为使取样工作取得成功，应遵循所有这些步骤行事。与此相类似，应确保取样记录文件的完整性和严格性。

94. 通常针对持久性有机污染物收集的废物基质类型包括固体、液体和气体：

- (a) 液体：

- (一) 来自倾弃场址和土地填埋场址的渗滤液；
- (二) 从漏泄液体中收集的液体样品；
- (三) 水（地表水、饮用水及工业和城市排流）；
- (b) 固体：
 - (一) 由持久性有机污染物构成、含有此种污染物或受其污染的库存物、产品和制剂；
 - (二) 来自各种工业来源、以及在处理或处置过程中收集到的固体（飞灰、底灰、沉积物、釜馏残余物、其他残余物、服装等）；
 - (三) 集装箱、设备或其他包装材料（清洗或冲洗样品），包括在收集清洗样品过程中使用的薄纸或织物；
 - (四) 土壤、沉积物、瓦砾和堆肥；
 - (五) 消费物品和产品。
- (c) 气体：
 - (一) 空气（室内）；
 - (二) 空气（排放）。

2. 分析

95. 对持久性有机污染物的分析工作通常在专门的实验室中进行。在一些情况下，例如偏远地区，可利用专门为实地筛选之目的设计的检测试剂盒来完成实地试验。

96. 实验室分析有多种分析方法可供选择，尽管针对一些持久性有机污染物的分析方法仍在制定当中。因此，在制定监测与取样方案之前，各缔约方应就他们希望监测的持久性有机污染物的分析方法进行可用性及成本核查。国际标准化组织、欧洲标准化委员会、美国环境保护署、官方分析化学家协会和美国材料试验学会都针对含有持久性有机污染物的各种基质订立了分析方法。大多数内部方法都是这些方法的变体，经过确认，此种内部方法亦可予以接受。

97. 查明一种持久性有机污染物是一项艰巨的任务，尤其是当这种持久性有机污染物含有数个同系物，甚至是异构物时。

98. 建议采用分层法来进行分析（旨在查明并量化一种持久性有机污染物）；这种方法开始的步骤很简单，后面则将涉及更加复杂的方法。第一步是确定可能含有持久性有机污染物的废物，从而减少样本的数量（进而减少需要处置的废物数量）。在需要迅速作出决定，或能力有限的情况下，这些筛选的方法尤其重要，且能够减少成本。一般来说，分层法包括三个步骤，他们依次是：

(a) 进行粗筛选，以便发现一种持久性有机污染物中所含的卤素；这些卤素包括氯（Cl）、溴（Br）或氟（F）。本步骤的目的是从大量的样本中识别出含有氯、溴或氟的样本。可利用各种手持工具在不“破坏”样本的情况下检测这些卤素；例如，X 射线荧光光谱法（XRF）具有无破坏性、多元素、快速和成本效益高的优势。XRF 适用于各种浓度的持久性有机污染物，从 100% 到百万分之几。这种方法的主要缺点是分析一般限于比氟重的元素（溴、氯），且无法检测到特定物质。

(b) 生物或化学筛选法（如果步骤 1 中样本的筛选结果为阳性，则采用此方法）：可利用检测试剂盒或仪器成本较低的简单检测方法进一步减少样本数量，这些样本可能含有《斯德哥尔摩公约》中所列的持久性有机污染物。利用 DEXSIL²³检测试剂盒或 L2000 分析仪²⁴测定有机氯的方法已经非常成熟，这两种方法均可用于分析油或土壤样品中的持久性有机污染物。利用 CALUX²⁵等生物分析法可测定二噁英类化合物毒性当量。快速提取法和利用短色谱柱和一种简单的检测器可用于查明含氯的持久性有机污染物。

(c) 最后一步是确认化学分析，通常步骤 2 中所有筛选结果为阳性的样本均需要进行这一步。此种分析将在化学实验室中进行，通常一组特定的持久性有机污染物（例如，持久性有机污染物农药、二噁英类持久性有机污染物、溴化阻燃剂类持久性有机污染物和全氟辛烷磺酸）和一种特定的基质将采取专门的化学实验室。多个国际组织和国家组织均制定了各种确认化学分析法，包括：

（一）针对持久性有机污染物农药和多氯联苯：毛细管气相色谱法（GC）+ 电子俘获检测器（ECD），质谱（MS），或串联质谱（MS/MS）；

（二）针对多溴二苯醚类持久性有机污染物、二噁英类持久性有机污染物：毛细管气相色谱法 + 质谱分析法（二噁英类持久性有机污染物最好采用高分辨气相色谱法 + 质谱分析法）；

（三）针对全氟辛烷磺酸：液相色谱法 + 串联质谱分析法；

（四）针对六溴环十二烷：气相色谱/质谱法，液相色谱-质谱法+高分辨率液相色谱-质谱法，使用六溴环十二烷作为参照样的气相色谱-火焰离子化检测器（FID）法，也可用来识别和量化六溴环十二烷；

（五）针对六氯丁二烯：GC/MS 和 GC+ECD；

²³ 有关信息可查阅：DEXSIL 检测试剂盒：<http://www.dexsil.com/products/>。

²⁴ L2000 分析仪：http://www.dexsil.com/products/detail.php?product_id=13。

²⁵ CALUX：<http://www.crl-freiburg.eu/dioxin/bioanalytical.html>。

(六) 针对五氯酚及其盐和脂：典型分析检测使用 GC+ECD、质量检测器以及 LC/MS 方法；

(七) 针对多氯化萘 GC/MS 用于水分析。

99. 重要的是，第 98 段所述的步骤 (a) 和 (b) 不会产生假阴性，且所采用的任何方法均符合分析的关注程度。

100. 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）和具备在所分析的基质和持久性有机污染物方面的、经过实践证明的经验（例如，曾成功地参与过国际比对评估）。根据国际标准化组织 17025 标准或由一个独立机构订立的其他标准对实验室进行资格认证十分重要。要获得高质量的分析结果，应遵守以下各项标准：

- (a) 分析技术规范；
- (b) 保养分析设备；
- (c) 确证所使用的所有方法（其中包括内部方法）；和
- (d) 对实验室工作人员进行培训。

101. 对持久性有机污染物的分析工作通常是在专门的实验室中进行的。在具体情形中，亦可在实地条件下为进行筛选目的而使用检测试剂盒。

102. 对于实验室持久性有机污染物分析而言，并没有某种单一的分析方法。标准化组织、欧洲标准化委员会、美国环保局、官方分析化学家协会和美国材料试验学会都针对含有持久性有机污染物的各种基质订立了分析方法。大多数内部方法都是这些方法的变体，经过确认，此类内部方法亦可予以接受。

103. 此外，还应订立在实验室中操作和处理样品的程序和相关标准，例如同质化。

104. 在进行分析和鉴别工作中应采取的各项步骤如下：

- (a) 萃取方法，例如采用索氏提取法、加压溶剂萃取、液体到液体的萃取方法等；
- (b) 净化方法，例如使用柱体色谱法或弗罗里硅土。应确保净化工作的高效率，从而使色谱保留的数量不致受所涉基质的影响；
- (c) 采用气相色谱法进行分离——这将可提供分析工作所需要的的充分分离；
- (d) 采用诸如电子检测器等适宜的检测器、或采用质谱检测器、或采用低分辨率质谱法或高分辨率质谱法进行识别；
- (e) 按照内部标准方法进行定量（可参阅环境署的相关文件，2015 年 d 和 2006 年 b）；和

(f) 按照相关条例汇报分析结果。

3. 监测

105. 《巴塞尔公约》第 10 条（“国际合作”）第 2(b)款规定，缔约方应“在监测危险废物的管理工作对人的健康和环境所产生的影响方面开展合作”。

《斯德哥尔摩公约》第 11 条第 1 款规定缔约方应在其能力范围内，在国家和国际层次鼓励和/或对持久性有机污染物进行适宜的监测。

106. 管理持久性有机污染物废物的设施应实施监测方案，原因是监测方案表明了危险废物管理工作是否以符合其设计的方式以及环境条例运作。

107. 在对人和环境的各项监测方案中，可能包括如下生物和非生物因素：

- (a) 植物原料和食品；
- (b) 鱼类和野生动物；
- (c) 生物体液（如人乳、血、尿）；
- (d) 空气（环境，雪、冰、尘等湿沉降或干沉积）；
- (e) 水（如渗滤液、废水）；
- (f) 土壤；
- (g) 沉积物。

108. 监测方案提供的信息应用于：

- (a) 监测任何持久性有机污染物的释放或周边环境质量的变化；
- (b) 确保废物管理工作对不同类型的危险废物实施了妥善管理；和
- (c) 查明与可能发生的释放或暴露相关的潜在问题，并确定对管理方法的调整是否恰当。

109. 通过实施监测方案，政府、条例制定者、市政当局以及回收和废物设施的管理者可发现问题并采取适宜的措施加以补救。有关监测工作的更多信息可查阅以下文件：化学品管理计划下的监测与研究（加拿大政府，2011 年；加拿大环境部，2011 年）；监测的一般原则（欧盟委员会，2003 年）；持久性有机污染物全球监测计划指南（环境署，2015 年 a；日本环境部，2013 年 a）；以及德国联邦/州二噁英数据库（德国联邦环境局德绍 - 罗斯劳，2014 年）。

F. 处理、收集、包装、设置标签、运输和储存

110. 装卸、收集、包装、张贴标签、运输和储存均为十分重要的步骤，因为发生外溢、漏泄或火灾的风险与持久性有机污染物生命周期中其他阶段的风险相同。

111. 各种持久性有机污染物废物流特有的考虑因素与规定酌情载于各项持久性有机污染物的具体技术准则。考虑到各种不同的来源、废物类型、数量和持久性有机污染物浓度，针对特定的持久性有机污染物废物流（例如，已成为废物的物品或产品）采取专门制定的方法是可取的。这将使决策者考虑到各种不同的废物流在其废物管理的不同阶段可能造成的各种风险，以及为防止、消除或尽量减少这些废物流对环境的影响可能需采取的适当行动。在一些情况下，最佳管理实践仍在制定和记录的初步阶段。

112. 持久性有机污染物含量高于第三章 A 节所述低持久性有机污染物含量的持久性有机污染物废物在操作、收集、包装、标签、运输和存储过程中，应酌情采用危险废物管理程序，以防止其发生外溢和漏泄从而导致与工人发生接触、向环境中排放或使社区与之发生接触。

113. 为合理管理持久性有机污染物，应收集和分析与持久性有机污染物危险特性和风险相关的信息，例如，参考和遵循其包含的化学物质说明及相关的数据安全表。相应地，关于标签和包装，应考虑到《全球化学品统一分类和标签制度》（GHS）。

114. 对于符合危险废物判定的持久性有机污染物的运输和越境转移，应参阅下列各项文件，以确定具体的规定：

- (a) 《巴塞尔公约》实施工作手册（环境署，2015 年 h）；
- (b) 国际海洋危险货物运输守则（海事组织，2002 年）；
- (c) 国际民用航空组织（民航组织）的《危险货物空运技术指南》；和
- (d) 《联合国关于危险货物运输示范条例的建议》。²⁶

115. 关于以下第 1 至 6 节的内容，可从《巴塞尔公约》（环境署，2002 年 a）“在《巴塞尔公约》下订立的多氯联苯和其他持久性有机污染物废物的销毁和去污技术：《危险废物项目管理人员培训手册》”中查阅更多信息。

1. 处理²⁷

116. 在处理持久性有机污染物废物时的主要关注问题是其可能与人体发生接触、向环境中意外排放、以及污染其他废物流。应把对持久性有机污染物废物的处理与其他废物类型的处理分别开来，以便防止非持久性有机污染物废物流由此而受到污染。对其他废物类型尤其是液体废物进行适当管理，建议采取如下做法：

²⁶ 《欧洲国际道路运输危险货物协定：运输危险货物》；《欧洲国际内陆水道运输危险货物协定》；《国际铁路危险货物运输规则》。

²⁷ 有关安全处理危险材料和防止意外事故的准则实例包括那些由国际劳工组织（国际劳工组织，1999 年 a 和 1999 年 b）和经合组织（2003 年）订立的相关准则。

- (a) 对集装箱进行检查，以便发现漏泄、裂洞、生锈或高温情况，以及视需要进行适宜的重新包装和重新张贴标签；
- (b) 如有可能，应在低于 25°C 度的温度下处理废物，因为废物的挥发程度可能会随着气温的升高而增强；
- (c) 确保采取充分的防溢漏封闭措施，从而可在发生溢漏时封闭液体废物；
- (d) 如果容器表面并未涂有表层保护材料（油漆、聚氨酯橡胶或环氧树脂），则应在打开容器之前先垫上塑料布或具有吸湿能力的垫子；
- (e) 以下列方式去除液体废物：开启排流伐或使用蠕动式液泵及通过可防止化学品侵蚀的适用管道将之抽出；
- (f) 使用那些不会用于任何其他目的的专用液泵、管道和铁桶运输液体废物；
- (g) 使用织物、纸巾或其他吸湿材料清除任何漏泄出来的液体；
- (h) 使用溶剂对受到污染的表面进行多次冲洗；
- (i) 酌情把在多次冲洗过程中使用的所有吸湿材料和溶剂、可弃置的保护性织物和塑料布等作为含有持久性有机污染物或受到持久性有机污染物污染的废物处理；和
- (j) 向工作人员提供正确处理持久性有机污染物废物的方法的培训。

2. 收集

117. 尽管可能须由大型工业企业对持久性有机污染物废物实行适宜的管理——因为这些大型公司生成或拥有此种污染物，但许多规模较小的企业亦生成此类废物。由小型企业加工的持久性有机污染物废物可包括住家或商业规模的农药集装箱、使用多氯联苯的荧光灯镇流器、使用五氯苯酚的防腐剂、从而可产生多氯二联苯并二噁英和多氯二联苯并呋喃污染的小型集装箱木材、实验室和研究设施内适用的小量的“纯”持久性有机污染物、以及在农业作业和研究活动中使用施用农药的种子等。为了有效处理此种范围广泛的危险废物，许多国家政府已建立专门的储存库，以便由其所有者免费或象征性地收费的方式储存这些少量的废物。这些储存库可能是永久性或临时性的，或可能设于现有的商业性危险废物周转转运站内。废物收集储存库和转运站可由若干国家在区域基础上共同设立、或由第三方向发展中国家提供。

118. 在订立和实施废物收集方案、储存库和转运站时必须注意到以下要点：

- (a) 向持久性有机污染物废物的所有潜在所有者广泛宣传收集方案、存储库的确切地点和收集时限；

(b) 给予足够的时间，使收集方案扎实地取得成功，以便完整地收集所有潜在的持久性有机污染物废物；²⁸

(c) 在切合实际的可行范围内，把所有持久性有机污染物废物列入收集方案；

(d) 向那些废物拥有者提供可接受的集装箱和安全运输材料，以便用于对那些需要重新包装或进行安全运输处理的废物材料使用；

(e) 建立简单易行的、费用低廉的收集机制；

(f) 确保那些向储存库运送废物和在储存库工作的工人的安全；

(g) 确保储存库的营运人使用可接受的处置方式；

(h) 确保收集方案和收集设施符合所有适用的立法规定；和

(i) 确保把持久性有机污染物废物与其他废物流分别开来处理。

3. 包装

119. 应对所有持久性有机污染物废物（不论是否属于危险废物）进行适宜的包装，以便于运输，并作为安全措施来减少泄漏和溢漏风险。危险废物的包装可分成以下两类：即运输包装和储存包装。

120. 运输包装通常由国家危险货物运输立法予以制约。关于运输包装的规格，可参阅由国际空运协会、海事组织、欧洲经委会、全球化学品统一分类和标签制度和有关国家的政府发表的参考书目。

121. 有关以储存为目的对持久性有机污染物废物的包装方面的某些一般性规程如下：

(a) 适于运输的包装在大多数情况下亦适于储存，除非有更严格的存储要求；

(b) 此种装载于其原有产品集装箱内的废物通常可以安全加以储存，如果包装仍处于完好状态；

(c) 绝不应把持久性有机污染物废物储存于本不应储存此种废物的产品集装箱内或储存于那些错误设置其所载货物内容的标签的集装箱内；

(d) 状况恶劣的集装箱或被视为不完整的集装箱应予清除或置放于一个良好的外部包装（外部包装）。在把不安全的集装箱清除完毕后，其所载货物应置放于适宜的新的或经过改装的集装箱内。所有新的或经过改装的集装箱应明确设置标签说明其所载货物；

(e) 可把较小的集装箱置放于适宜的或经过核可的、涂有吸附材料的较大的集装箱内，以此把这些较小的集装箱集中置放在一起；

²⁸ 完整的收集工作可能需要存储库不断或间歇性地在数年内持续运作。

(f) 含有持久性有机污染物的报废设备可以或不得成为适宜的储存包装材料。其安全程度的确定应视所涉具体情况而定。

4. 张贴标签²⁹

122. 为有效管理成为废物的含持久性有机污染物的产品，为其张贴标签可能是一项必要措施。

123. 为持久性有机污染物废物集装箱设置标签是一个基本的安全标志，且对于任何废物管理系统的成功至为关键。应对每一废物集装箱设置标签，以便对所涉集装箱（例如识别编号）、所载有的持久性有机污染物、以及危险程度进行识别。

5. 运输

124. 应以环境无害化的方式进行持久性有机污染物废物的运输，以避免出现意外溢漏和适宜地追踪监测其运输和最终目的地。在进行运输之前，应拟订应急计划，以便尽最大限度减少与溢漏、火灾、或在和其他可能在运输过程中发生的其他紧急情况有关的环境影响。在运输过程中，应依照《联合国关于危险货物运输示范条例的建议》（橙皮书）对此种废物进行标识、包装和运输。从事此种废物的运输工作的人员应具备作为危险材料和废物的承运人的资格和/或证书。

125. 大多数国家都已针对危险货物和其他废物的运输制定了相应的条例；《巴塞尔公约》亦特别针对各类废物的越境转移订立了各种控制措施。

126. 在其本国内进行废物运输的公司应作为危险材料和废物的承运人取得认证资格，其工作人员亦应训练有素。

127. 有关安全运输危险材料的指南可从空运协会、海事组织、联合国欧洲经委会、以及国际民航组织获得。

6. 储存³⁰

128. 根据巴塞尔公约附件四 A 和 B 节，储存（D5 和 R13 操作）是在其他处置操作之前的一项暂时性措施。应以安全方式、最好是以远离其他材料和废物以及饮用水开采区域的专用地区储存已进行适宜包装（见第 3 小节：包装）的持久性有机污染物废物。但是，如果持久性有机污染物将进行本准则第四部分 G 中列出的类似处置操作，则持久性有机污染物可以与其他废物一起储存。在设

²⁹ 已为废物设置标签和标识订立了相关的国际标准。欧洲经济委员会（2003 年 b）已拟定了关于危险材料的适当标签和标识方面的准则。另参阅粮农组织，2001 年；环境署，2015 年 h；以及环境署、工发组织等，2012 年。

³⁰ 关于此方面的进一步材料，可参阅《危险材料的存储：安全存储危险材料技术指南》（环境署，1993 年）和《农药储存和库存控制手册》（粮农组织，1996 年）。更多参考文献，参见下面的附件 III（书目）。

计此种储存专用场地时，应使之能够防止持久性有机污染物向环境中排放的任何路径。应由那些在结构设计、废物管理和职业卫生和安全领域内具有专门知识的专业人员设计此类废物的存储室、存储场址和建筑物或酌情从正规的经相关部门批准的供应商购置预制存储装置。

129. 考虑到持久性有机污染物的危险特性及与其接触的风险，必要时应在源头对其予以分离，以确保适当的收集部署，包括使用收集箱。

130. 以安全方式存储持久性有机污染物废物的一些基本原则如下：

(a) 多用途建筑物中的存储场址应位于一个有锁的专用库房或隔离库房内，且所在区域不被频繁使用；

(b) 户外专用存储建筑或集装箱（海运集装箱经常用来存储）应置放于可上锁的有围墙的护栏之内；

(c) 可能需要针对每一种类型的持久性有机污染物/废物使用单独的存储区、库房或建筑，除非得到进行合并存储的具体核可；

(d) 此类废物不应存储在敏感场址内或其周边地带，诸如医院或其他医疗保健设施、学校、居民区、食品加工设施、动物饲料储存或加工设施、农业活动地点、或邻近敏感环境场址或设于在此种场址内的设施；

(e) 存储室、建筑物和集装箱应上锁并在储存时尽最大限度防止出现挥发，包括确保常温、可反光的屋顶和护栏、有阴凉的地点等。如有可能，特别是在温暖的气候条件下，存储室和储存建筑物应保持在负压力下，并装配碳过滤器通风装置，同时铭记下列条件：

(一) 对于那些在所涉场址从事工作以那些在所涉场址周边地区居住或生活的人而言此类接触和挥发给他们造成了问题的情况下，可能应使用碳过滤废气通风办法；

(二) 在必须高度重视环境关注因素的情况下，对场址进行封闭和通风处理、从而使只有经过良好过滤的废气排入室外的空气之中的做法是恰当的；

(f) 专用建筑物或集装箱应保持良好状态，并应由硬塑料或金属、而不是木材、纤维板、干燥墙、石膏或绝缘材料制成；

(g) 专用建筑物或集装箱的屋顶及周边土地应有斜度，以便把废水排离场址；

(h) 专用建筑物或集装箱应以沥清、水泥或高强度塑料板（例如 6 毫米厚的塑料板）为建筑底座；

(i) 建筑物内的储存场点地面应为水泥或高强度塑料板（例如 6 毫米厚）。应在水泥表面涂上耐久的环氧聚合物；

(j) 存储场址应配有消防报警系统；

(k) 建筑物中的存储场址应具备（最好是不使用水的）消防系统。如果消防剂为水，则存储室的地面便应建有地沿，而且地面排水系统不应通往下水道或雨水道，或直接通向地表水，而且还应配备一个诸如排水槽等集水系统；

(l) 应把液体废物置放于封闭式容器或有围沿和防漏的地带。液体存放器的容积应至少为所存储的液体废物总量的 125%，同时还应计及在存放地内已由所储放的物品所占据的空间；

(m) 应把受到污染的物体储放在封闭的集装箱，诸如木桶或圆桶、钢制废物存储器（铁罐）或存放于特制的存储器或器皿之中。数量较大的材料则可以散装形式置放于专用的海运集装箱内、建筑物或库房之内，但条件是置放方式能达到所规定的安全和保安要求；

(n) 应编制一份在存储场址存放的所有此类废物的完整清册，并随着废物的增加或处置随时予以增订；

(o) 存储场址外墙应标明其为废物储存场地；

(p) 应对存储场址进行例行检查，以防止溢漏、储存材料的退化、人为破坏行为等，同时应确保火灾报警和消防系统状态良好、以及场址的总体状况良好；

G. 环境无害化处置

1. 预处理³¹

131. 本节介绍了一些预处理操作办法——为以适当和安全的方式使用在以下第 2 和第 3 小节中介绍的处置技术，可能需要采用此类预处理技术。还可采用其他预处理操作办法。在依照第四部分 G 中第 2 和第 3 小节进行处置之前进行的预处理操作，只应在以下条件下才可进行：即在预处理分阶段从所涉废物中分离出来的持久性有机污染物随后根据以下第四部分 G 中第 2 小节中所介绍的办法加以处置。如果只有产品或废物的一个组成部分，诸如废物设备等，含有持久性有机污染物或受到其污染，则应酌情按照第四部分 G 中第 1—4 小节中所详细阐述的那样加以分离后予以处置。

(a) 吸附和吸收

132. “吸着”是吸附和吸收这两种工艺的通称。吸着是一种预处理办法，通常使用固体把物质从液体或气体中去除。吸附工艺是指改变一种物质（液体、油类、气体等）的物相，使之积聚在所使用的媒介物质上（活性碳、沸石、硅石等）。吸收工艺则是指从一种物相转变到另一种物相的一种材料互相渗透到第二种物相的过程；例如，当污染物从液相转换到粒状活性碳。鉴于粒状活性

³¹ 关于预处理的更多信息可查阅《巴塞尔关于危险废物物化处理/生物处理的技术指南》。环境署，2000a。

碳具备有效性、通用性且相对成本较低，这种材料被广泛用于去除废水中的有机污染物。

133. 吸附和吸收工艺可用于将污染物从液态废物或从气态废物中提取出来。可能需要在进行处置之前对浓缩物、吸附物或吸收物进行预处理。

(b) 搅拌

134. 在废物处理之前对废物进行搅拌，创造出均质的原料可能是适宜的，这样能够进行处理或尽最大限度提高处理效果。然而，把那些持久性有机污染物含量超出所界定的一个低持久性有机污染物含量的废物与其他材料搅拌在一起的做法——仅仅为了生成一种与持久性有机污染物含量介于或低于所界定的低持久性有机污染物含量的混合物——是不符合环境无害化原则的。

(c) 解吸

135. 解吸包括化学解吸和热解吸。热解吸（例如通过真空热回收、使用环形床反应器或液态废物预热器）是一种利用热来提高污染物的挥发性，从而使污染物从固体基质（通常是土壤、污泥或滤饼）中移除（分离出来）的技术。有直接火烧和间接火烧解吸塔。热解吸工艺同样分为高温热解吸工艺（HTTD）和低温热解吸工艺（LTTD）。高温热解吸是将废物加热到 320 °C 至 550 °C。低温热解吸是将废物加热到 90 °C 至 350 °C。低温热解吸工艺，亦称为低温热挥发、热剥离和土壤焙烧，用于把挥发性和半挥发性化合物和元素（最常见的是轻石油烃）从受到污染的介质（最常见的是从地下挖掘出来的土壤等）中分离出来。此种工艺被用于对电气设备的无气孔废壳表面进行脱污处理，例如先前装有含多氯联苯绝缘液的变压器，或含汞的荧光灯管。对持久性有机污染物废物进行的热解吸处理办法可能会导致生成无意产生的持久性有机污染物，因此可能需要对处理后的废物及释放的尾气作进一步的处理。

(d) 脱水

136. 脱水是一种把待处理的废物中的部分水分去除的预处理工艺。脱水处理办法可适用于那些不适合含水废物的处置技术。例如，水将与熔盐或钠发生爆炸性反应。所产生的水汽将视所涉污染物的性质需要进行凝结或清洗处理，以及其他进一步的处理。

(e) 拆解/拆卸

137. 拆解/拆卸是拆开设备、部件或组件，以便分离各种材料从而增加再利用、翻新、再循环、回收利用和最终处置的选项的预处理工艺。

(f) 分解

138. 废物（液体、固体或气体）分解成溶剂的预处理。

(g) 蒸馏

139. 通过应用热能和蒸发部件，然后在随后的阶段冷凝蒸汽，使一种溶剂从混合物中分离出来的过程。通过这个过程，溶剂得以分离，然后对溶剂进行回收，并减少使用其他步骤最终处理的废物量。

(h) 干燥

140. 干燥是一种通过蒸发从固体、半固体或液体废物中去除水或溶剂的预处理工艺。通常，气流（例如空气）通过对流传递热量，带走水气，也就是湿度。在通过传导或辐射（或微波）提供热量的情况下，还可使用真空干燥，而由此产生的水气将通过真空系统带走。

(i) 机械筛分

141. 可采用机械筛分办法把废物流中较大的碎块清除掉，或将之用于那些可能不适合土壤和固体废物的技术。

(j) 膜过滤

142. 膜过滤是利用薄膜将液体中的两种或多种组成部分分离开来的一种工艺，是一种常规污水处理方案。这是一种以压力或真空作为驱动力的分离工艺，在处理过程中，污染物可能被专门设计的屏障拦下，这主要通过体积排除机制来实现。适用于持久性有机污染物的不同膜处理类型包括纳滤和反渗透。

(k) 混合

143. 在对废物进行处理之前对各种材料进行混合、但不加以搅拌可能是适宜的，这样能够实现处理或尽最大限度提高处理效果。然而，把那些持久性有机污染物含量超出所界定的一个低持久性有机污染物含量的废物与其他材料混合起来的做法——仅仅为了生成一种与持久性有机污染物含量介于或低于所界定的低持久性有机污染物含量的混合物——是不符合环境无害化原则的。

(l) 油/水分离

144. 某些处理技术不适合含水废物，另一些则不适合油性废物。在此种情形中便可采用油/水分离处理办法，以便把油相物质与水分开。在进行分离处理后，水与油相物质均可能会受到污染，因此可能需要对二者分别进行处理。

(m) pH值的调整

145. 一些处理技术在确定的 pH 值范围内最为有效。在此种情形中，通常可使用碱、酸或二氧化碳来控制 pH 值。某些技术亦可要求作为后处理步骤进行 pH 值调整。

(n) 沉积

146. 沉积是颗粒通过重力沉降的物理过程。可加入化学药剂来促进沉降过程。

(o) 减小废物的尺寸

147. 一些技术通常能用于处理大小不超过一定尺寸的废物。例如，一些技术仅能处理直径小于 200 毫米的、受持久性有机污染物污染的固体废物。在此种情形中，可采用粉碎的办法把废物组分减小到规定的直径。粉碎的办法可包括压碎、切碎和磨碎。其他处置技术则可能要求把废物置入主要反应器之前将之变成浆状。请注意，所述设施在用于减小持久性有机污染物废物的尺寸时可能会受到此类物质的污染。因此，应采取相应的防范措施，防止不含有持久性有机污染物的废物流亦因此而受到污染。

(p) 溶剂清洗

148. 溶剂清洗办法可用于去除诸如电容器和变压器等电器设备中的持久性有机污染物。此种技术亦被用于处理受到污染的土壤、以及用于吸着或吸收预处理工艺中所使用的吸附材料。

(q) 稳定化和固化

149. 稳定化和固化需结合使用以达到环境无害化的目的。废物的稳定化是指通过废物中危险成分的化学变化将这些成份转化成可溶性、移动性或毒性更低的物质。废物的固化是指通过废物物理性质的变化增强废物的抗压强度，降低渗透性，并将危险成分压缩。很多类型废物在稳定化和固化处理前，需要进行前处理或特殊添加剂。建议在稳定化和固化处理前进行适用性分析和耐久性测试。

(r) 汽化

150. 在对废物进行处理之前将液态或固态的物质转化为气态可能是适宜的，这样能够实现或尽最大限度提高处理效果。

(s) 减小废物的体积

151. 通过压缩或压实减少废物的体积，使之成为浓度更高的材料可能是适宜的，这样做将便于废物的装卸、运输、存储与处置。

2. 销毁和永久性质变处理办法

152. 依照《巴塞尔公约》附件四 A 部分和 B 部分中的规定，出于销毁和永久性改变废物中所含持久性有机污染物的目的，应准许采用下列处置办法，但条件是在采用这些办法时，应确保所余废物及其排放不具有持久性有机污染物的特点：

- (a) D9: 物理化学处理;
- (b) D10: 陆上焚化;
- (c) R1: 用作燃料（而不直接焚化）或以其他方式产生能量; 和

(d) R4: 金属和金属化合物的再循环/回收, 但仅限于下文(k)项中所描述的初次和二次冶金活动。

153. 在预处理过程中从所涉废物中分离的持久性有机污染物应随后依照作业 D9 和 D10 类别的作业办法加以处置。

154. 以下 (a) 到 (k) 小节介绍了对废物中所含持久性有机污染物进行环境无害化的销毁和永久性质变处理的现有商业作业, 这些作业能够实现第三章 B 节所述销毁和永久性质变的程度。³² 下表 4 概括了这些作业。在决定是否使用具有破坏性且不可逆的转换方法之前, 应将表 4 与以下几个小节结合使用, 以便对需考虑的诸多因素有更充分的了解。应当注意的是, 有关的国家法规可适用于这些作业, 且这些作业的使用应按照《斯德哥尔摩公约》下制定的最佳可得技术准则和最佳环保做法标准, 这些最佳可得技术准则和最佳环保做法载于与《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》第 5 条和附件 C 相关的最佳可行技术的准则草案及最佳环境实践的暂行指南 (环境署, 2007 年)。不按照最佳可行技术和最佳环境实践准则列出的标准进行作业, 结果可能导致形成持久性有机污染物并排放到环境中。

155. 由于新兴技术的工业效用及其对持久性有机污染物的破坏和不可逆转变的效果没有书面记录, 本部分并未描述新兴技术。这一款没有说明新出现的技术, 因为它们的商业可用性。

156. 为评估以下 (a) 到 (k) 小节中各项作业的性能, 酌情作为补充要求的最低 99.999% 的销毁率 (DE) 和 99.9999% 的销毁去除率 (DRE) 提供了用于评估处置技术性能的实用基准参数。视具体个案情况, 可能倾向表现出更高的销毁率。应结合使用销毁率和销毁去除率来证明销毁和永久性质变的程度; 由于销毁率和销毁去除率均未考虑到原持久性有机污染物在质变过程中可能无意产生的新持久性有机污染物, 因此在选择采取哪一种作业时应考虑到可能无意产生的新持久性有机污染物的释放。

³² 关于这些当前和新兴的技术的进一步信息资料可参阅: 环境署, 2004 年 a; 环境署, 2002 年 a, A 卷和 B 卷 (目前正在修订当中) 以及科学和技术咨询小组, 2011 年; 环境署, 2007。更多参考文献, 参见下面的附件 III (书目)。

表 4：销毁和永久性改变废物中的持久性有机污染物的技术略览

技术	持久性有机污染物的类型 (POPs)									
	HBB	HBCD	HCBD	PCB	PCDDs/ PCDFs	PCN	PCP	Pesticides POPs	PFOS	POP- BDEs
(a) 碱金属还原工艺	ND	ND	ND	适用	ND	ND	ND	适用于某些农药： 氯丹、六氯环己烷	ND	ND*
(b) 固体废物深度焚烧工艺 (ASWI)	ND	适用	ND	ND	ND	ND	适用	ND	ND	适用
(c) 碱性催化分解工艺 (BCD)	ND	ND	ND	适用	适用	ND	适用	适用于某些农药： 氯丹、六氯环己烷、滴滴涕、六氯苯	ND	ND
(d) 加氢脱氯催化工艺 (CHD)	ND	NA	ND	适用	适用	ND	ND	ND	NA	NA**
(e) 水泥窑混合焚化	适用	适用	适用	适用	适用	适用	适用	适用于所有农药	适用	适用
(f) 气相化学还原工艺 (GPCR)	适用	适用	适用	适用	适用	适用	适用	适用于所有农药	适用	适用
(g) 危险废物焚化工艺	适用	适用	适用	适用	适用	适用	适用	适用于所有农药	适用	适用
(h) 等离子体电弧工艺	ND	ND	ND	适用	ND	ND	ND	适用于大部分农药 包括氯丹、十氯酮、滴滴涕、硫丹、七氯	ND	ND
(i) 等离子体熔融分解工艺 (PMD)	ND	ND	ND	适用	ND	ND	ND	ND	ND	ND
(j) 超临界水氧化工艺 (SCWO) 和低于临界的水氧化工艺	ND	ND	ND	适用	适用于多氯二苯并二噁英	ND	ND	适用于某些农药： 氯丹和滴滴涕	ND	ND
(k) 金属的热能和冶金生产工艺	ND	ND	ND	ND	适用	ND	ND	ND	ND	适用

*N.D.代表“未确定”，表明没有可用资料可确定能够将该技术用于某些持久性有机污染物。

**N.A.代表“不适用”。

(a) 碱金属还原工艺³³

157. 工艺简介：碱金属还原是指对带有散状碱性金属的废物进行处理。碱性金属与卤化废物中的氯发生反应，产生盐和非卤化废物。通常这一工艺在 60°C -180°C 和常压下进行³⁴。处理作业可在现场（例如，针对受到多氯联苯污染的变压器等）或在异地的反应容器中进行。此种工艺亦有若干种不同的变体处理方式（Piersol 专著，1989 年）。尽管有时也会使用钾或钾钠合金作还原剂，但通常使用的还原剂仍为金属钠。在本节其余部分讨论的信息资料基于使用金属钠方面的经验。

158. 去除效率：已收到氯丹、六氯环己烷和多氯联苯的销毁率超过 99.999% 和销毁去除效率达到 99.9999% 的相关报告（日本环境部，2004 年）。而且经证明，钠还原工艺亦符合澳大利亚、加拿大、日本、南非、美利坚合众国和欧洲联盟诸国处理多氯联苯变压器油方面的管制标准，即达到在固体和液体残留物中的含量不超过 2 毫克/公斤（环境署，2004 年 b）。

159. 废物类型：已经使用受到多氯联苯污染的油浓度为 10000 毫克/千克的油类确证了钠还原工艺的去除效率。一些销售商声称，这一工艺可用来处理整件变容器和变压器（环境署，2004 年 a）。据悉，碱金属还原工艺还适用于氯丹和六氯环己烷类废农药。

160. 预处理：在对多氯联苯进行溶剂抽提后，可对之作异地处理。可在采用切碎方法缩小其体积后，对电容器和变压器整件进行处理。预处理应包括以相分离、蒸发或其他方法进行的脱水处理（工发组织，1987 年），以避免与金属钠发生爆炸反应。设备应以有机溶剂清洗。同样，固态和吸附态的持久性有机污染物需要溶解到所需的浓度或从基质中提取出来（Piersol 专著，1989 年和环境署，2004 年 a）。

161. 排放物和残留物：空气排放物包括氮和氢气。预计有机化合物的排放量相对较小（Piersol 专著，1989 年）。然而，据指出，在碱性条件和低至 150 度的条件下可从五氯苯酚中生成多氯二苯并二噁英/多氯二苯并呋喃（Weber 专著，2004 年）。在使用这一工艺过程中产生的残留物包括氯化钠、氢氧化钠、多联苯和水。在某些变体中，还可产生固化聚合物（环境署，2000 年）。

³³ 关于进一步资料，可参阅环境署 1998 年，环境署的 2000 年，以及环境署 2004 年 a。

³⁴ Ariizumi 等，1997。

162. 排放控制和后处理：在发生反应后，可通过采用过滤和离心办法把所产生的各种副产品从油中分离出来。经过脱污的油可再使用，氯化钠则可再度使用或采用土地填埋办法加以处置，所产生的固化聚合物则可进行土地填埋处置（环境署，2000 年）。无需进行后处理或只需最低程度的后处理。根据所采取的技术，过滤和离心处理可包括废气处理和残留物的中和或保存。多余的钠如果未被中和，则可能需要进行回收。液体产品（如果未被再度使用）和固化聚合物产品通常需在焚化炉中焚烧，无机盐则需要进行处置。排放物中少量的挥发性有机物可通过活性炭加以吸附。（工发组织，2007 年）。

163. 能源要求：由于钠还原工艺作业的操作温度较低，因此预计即刻需要的能源量亦较低。

164. 材料要求：在使用这一工艺过程中需要钠。（环境署，2004 年 a）。

165. 轻便程度：这一工艺有移动式和固定式两种构型（环境署，2000 年）。

166. 健康与安全：散状金属钠遇水会发生强烈的爆炸反应，对操作人员构成重大危险。金属钠也会与各种其他物质发生反应产生氢，这是一种可燃气体，与空气混合后具有爆炸性。在工艺设计和操作中应非常小心，将水（以及其他某些物质，如酒精等）从废物中排除，避免水（或其他某些物质）与钠有任何接触。

167. 处理能力：移动式设施有能力每天处理 15000 升的被多氯联苯污染的变压器油（环境署，2000 年）。

168. 其他实际问题：用于对被多氯联苯污染的变压器油进行就地处理的钠还原法可能不会销毁变压器内部有孔部件含有的所有多氯联苯。有些作者指出，对于残留物的特点目前缺乏相关的资料和信息（环境署，2000 年）。

169. 商业化现状：碱金属还原工艺已投入商业运作约 25 年时间，目前仍在运行当中。在日本，三个工业规模的设备分别在 2004，2005 和 2009 年安装，目前仍在运行中（日本环境安全事业株式会社，2009 年 a，2009 年 b 以及 2013 年）。

(b) 固体废物深度焚烧工艺 (ASWI)

170. 工艺简介：有多种不同类型的城市废物焚烧炉，并非所有城市废物焚烧炉都能用于处理持久性有机污染物废物。固体废物深度焚烧工艺设计的目的是安全地处理城市固体废物及类似的商业和工业废物中所含的污染物，采用的主要方式是炉排炉高温焚烧。固体废物深度焚烧工艺需要在燃烧室加热到 850°C 以上，气相停留时间至少两秒，并采用最先进的污染控制方法。同样有专门焚烧木材废物的焚烧设备，在上述相似情况下，能够焚烧含持久性有机污染物或被其污染的木材废物。（欧盟，2011）。上述工艺过程中的运行条件及操作要求应严格遵守，并满足下述第四部分 G.2 中提出的销毁和永久性改变的规定。一些国家在本国法律中也有这样的规定。³⁵

171. 温度必须高于 850°C，才能对废物中包含的六溴环十二烷进行恰当处理。维茨堡市政固体废物焚烧炉（德国）在满负荷处理含有六溴环十二烷的聚苯乙烯泡沫（发泡聚苯乙烯（EPS）和挤塑聚苯乙烯（XPS））的试验中，给料应包括 1-2% 重量比的含有 6,000 到 21,000 毫克/千克六溴环十二烷的泡沫废料，需要的焚烧温度为 900–1,000°C（Mark 等人，2015 年）。在塔玛拉市固体废物焚烧炉（德国）满负荷处理电子废物的试验中，给料包含含有持久性有机污染物-二苯醚（POP-BDE）的 2.5-3.5% 的溴时，温度为 1000°C（Vehlow 专著，2002）。挪威进行的总溴化阻燃剂给料低于 500 g/h 的全面设备研究证实了这些试验结果。（Borgnes 和 Rikheim 合著，2005）。当对以氯表达的卤代有机物含量超过 1% 的危险废物进行焚烧或混合焚烧时，温度应至少 1100°C。

172. 焚烧过程会释放烟气，烟气中含有大量可燃能源。达到燃点时，废物中的有机物就会燃烧。值得注意的是，为了调整启动、关闭焚烧炉及燃烧过程中的温度，可能需要添加其他燃料。

173. 应当注意的是，残余废物中通常含有少量的重金属、硫和氯，在塑料或纺织废物中可能含有少量阻燃剂。这些物质存于几乎所有残余废物中，以及各种化学合成物中。为此，对确保安全处理残余废物的技术系统有非常复杂的要求。³⁶

174. 斯德哥尔摩公约第 5 条和附件 C 提出的最佳可行技术/最佳环境实践（BAT/BEP）导则适用于该技术（环境署，2007 年）。

³⁵ 参见欧盟工业排放指令 2010/75/EU，第 4 章。该指令替代了 2008/1/EC 指令（综合污染预防与控制），旨在减少欧盟各种工业源排放的污染物。指令附件一中涵盖的工业设施运营方需要取得欧盟国家当局颁发的综合许可证。

³⁶ 参见奥地利联邦农业、林业、环境与水利资源管理部，2010 年。

175. 去除效率：在适当的燃烧条件下，有机化合物在焚烧过程中被销毁。³⁷

关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书技术和经济评估小组（TEAP）的报告，特别是销毁技术专项工作队 2002 年的报告显示，城市固体废物焚化工艺对于处理卤化物质能达到很高的销毁率，例如聚苯乙烯泡沫中的氯氟化碳和氯氟烃。

176. 维茨堡市政固体废物焚烧炉满负荷试验显示，固体废物深度处理工艺可有效销毁发泡聚苯乙烯（EPS）和挤塑聚苯乙烯（XPS）中的六溴环十二烷，达到 99.999% 的销毁率。³⁸对于含五氯酚（PCP）的处理过的木材，控制燃烧证明可达到 99.9% 的销毁率（DE）。³⁹

177. 废物类型：固体废物深度焚烧工艺可用于处理城市固体废物，包括残余物，也可以用来处理一些工业和商业废物。⁴⁰满负荷试验显示，固体废物深度焚烧工艺适用于处理含有六溴环十二烷的聚苯乙烯泡沫（EPS 和 XPS）废物。⁴¹固体废物深度焚烧设施（ASWI）被证实可处理含持久性有机污染物-二苯醚（POP-BDE）的废物（Borgnes 和 Rikheim, 2005 年；Vehlow, 2002 年；OECD, 1998 年；欧洲联盟, 2011）。含五氯酚（PCP）或被五氯酚（PCP）污染的木材废物可在专为木材废物使用的焚烧设施中焚烧。（欧盟, 2011）。

178. 预处理：废物应混合置于掩体中，以保持发热值不变。大件废物需缩小体积（压碎或切碎）。

179. 排放物和残留物：排放物包括二氧化碳、水蒸气、氯化氢、氟化氢、二氧化硫和其他硫氧化物、颗粒物、氮氧化物、总有机碳、多氯二苯并二噁英/多氯二苯并呋喃、重金属和一氧化碳⁴²，还包括多溴二苯并二噁英/多溴二苯并呋喃（环境署, 2007 年）。其他排放物包括溴化氢和多卤代二苯并二噁英/多卤代二苯并呋喃。⁴³ 那些采用最佳可得技术、尤其是特别设计适用于高温并配有尽量减少多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃再次生成以及专门去除多氯二

³⁷ 参见 BiPRO GmbH, 2005 年。

³⁸ 参见 Mark et al., 2015 年。

³⁹ 欧盟委员会, 2011 年。

⁴⁰ 参见欧盟委员会, 2006 年。

⁴¹ 参见 Mark et al., 2015 年。

⁴² 参见欧盟委员会, 2006 年。

⁴³ 参见 Mark et al., 2015 年。

苯并二噁英和多氯二苯并呋喃的设备的焚化炉（例如经过激活的碳过滤器等），使得多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃的排放量极低。⁴⁴

180. 残留物中的多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃主要出现在飞灰和烟气清洁残留物中，每克含量范围在 0.0008 至 35 ng 毒性当量之间，而底灰（占废物焚烧残留物的最大质量流量）和洗涤水污泥中含有相对少量的多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃。⁴⁵ 根据在挪威开展的设备研究，向空气中排放的多溴二苯醚为 3,5 ng/Nm³（Borgnes 和 Rikheim 合著，2005）。

181. **排放控制和后处理：**通常需对工业废气加以处理，去除氯化氢和氟化氢、硫和氮的氧化物、重金属和颗粒物，同时避免生成或去除无意生成的持久性有机污染物。这个处理过程可通过结合多种清洁设备实现，包括静电除尘器、纤维过滤器、洗涤器、选择性催化或非催化还原、以及碳吸附。底渣和飞灰可根据其具体的特性需要以特别设计的土地填埋方式处理或将之在地下矿井或地下存储设施中作永久性存储，或用于盐矿回填。⁴⁶

182. **所需能源：**所需燃油的数量将取决于需要处理的废物的构成，以及所采用的烟道气处理技术。

183. **所需材料：**所需要的材料可能包括石灰、碳酸钠、活性炭或其他适宜的材料，用于去除酸性气体和其他污染物。

184. **轻便程度：**固体废物深度焚烧设施为固定式构型。

185. **健康与安全：**为确保采取了适当的健康和安全措施，固体废物深度焚烧设备应按照欧盟工业排放指令（2010/75/EU）（综合污染预防与控制）的相关章节以及欧盟委员会关于垃圾焚烧的最佳可行技术参考文件（参见第 2.8.5 节“安全装置及措施概要”）予以设计和操作。

186. **处理能力：**每座固体废物深度焚烧设施每年的废物处理能力在 30000 至 1000000 吨以上。由于含有六溴环十二烷的聚苯乙烯泡沫容积大（高容量，且密度在 15 到 40 千克/立方米），建议使用重量比为 1-2%（相当于体积比为 15%到 30%）的聚苯乙烯泡沫。

⁴⁴ 参见环境署，2001 年。

⁴⁵ 参见 BiPRO GmbH, 2005 年。

⁴⁶ 参见欧盟委员会，2006 年。

187. **其他实际问题：**目前未有涉及任何具体问题的报告。

188. **商业化现状：**城市固体废物焚烧有很长的历史和经验。⁴⁷目前，欧洲有一些固体废物深度焚烧设施在运行中。

(c) **碱性催化分解工艺（BCD）**⁴⁸

189. **工艺简介：**碱性催化分解工艺采用由载氢体油、氢氧化碱金属和一种有专利的催化剂组成的混合试剂对废物进行处理。当混合物被加热到 300°C 以上时，试剂产生化学性质高度活跃的氢原子。氢原子与所涉废物发生反应，去除使化合物带有毒性的成份。

190. **去除效率：**据报道，滴滴涕、六氯苯、多氯联苯、多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃的销毁率为 99.99—99.9999%（环境署，2000 年），六氯环己烷和五氯酚（PCP）（环境署，2004c）。据报道，氯丹和六氯环己烷的销毁率和销毁去除率可分别达到 99.999% 和 99.9999% 以上（日本环境部，2004 年）。另据报导，有可能通过此种工艺把氯化有机物还原到每公斤 2 毫克以下（环境署，2001 年）。

191. **废物类型：**除上款中各类废物（如滴滴涕、多氯联苯、多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃）之外，碱性催化分解工艺亦应适用于其他持久性有机污染物（环境署，2004 年 a 和 Vijgen 专著，2002 年）。碱性催化分解工艺应有能力处理具有高持久性有机污染物含量的废物，实践表明，此种工艺能够适用于多氯联苯重量含量超过 30% 的废物（Vijgen 专著，2002 年）。过去曾报导过碱性催化分解工艺处理的混合物中含有的盐限制了所处理的卤化材料的浓度，但最近有报导说这一难题已得到克服（见下面的第 202 段）。

192. **预处理：**可对土壤直接采用本工艺。可能需要对不同类型的土壤进行预处理：

(a) 可能需要用筛分办法把较大的颗粒去除和通过压碎办法缩小其细度；
或

(b) 可能需要对 pH 值和水分含量进行调整。

⁴⁷ 参阅欧盟委员会，2006 年。

⁴⁸ 可从 CMPS&F—澳大利亚环境组织获得进一步资料，1997 年；Costner、Luscombe 和 Simpson 专著，1998 年；丹麦环境保护署（EPA），2004 年；Rahuman、Pistone、Trifirò 和 Miertu 专著，2000 年；环境署，1998 年 b；环境署，2001 年；环境署，2004 年 a 和 Vijgen 专著，2002 年。

193. **热解吸工艺**亦被与碱性催化分解工艺一道用来在进行处理之前去除土壤中持久性有机污染物。在此情形中，在把废物填入热解吸处理器之前，首先将之与碳酸氢盐预混在一起。在进行处理之前，需把液状介质中的水份挥发掉，其中包括湿废渣。可采用切碎办法缩小变容器的体积，然后再对之进行处理。如有挥发性溶剂，正如农药的情况，则应在对之进行处理之前以蒸馏方式将其去除。（CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997年）。

194. **排放物和残留物**：预计空气排放物相对较少。在碱性催化分解工艺中可能产生的多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃数量相对较低。然而，据指出，多氯二苯并二噁英可在低至 150°C 的温度和碱性条件下从五氯苯酚中形成（Weber 专著，2004 年）。所涉反应过程中产生的其他残留物包括主要是含有水、盐、未使用过的载氢体油和碳残留物的废渣。销售商声称，碳残留物属于惰性、而且不含任何毒性。关于进一步的详细资料，可参阅由碱性催化分解工艺集团公司编撰的相关文献。

195. **排放控制和后处理**：可根据所使用的载氢体油的类型以不同的方式处理浆状残留物。如果使用了 6 号燃油，则可作为燃料在水泥窑中处理所生成的废渣。如果使用的是精炼度高的油，则可通过重心或离心分离方式将之从废渣中分离出去。随后便可重新使用这些油，而其余废渣则可在进一步处理后用作中和剂或以土地填埋方式加以处置（环境署，2004 年 a）。此外，碱性催化分解工艺设备还配有活性炭阱，用于尽最大限度减少气体排放中的挥发性有机物质的排放。

196. **所需能源**：由于碱性催化分解工艺作业所需要的温度较低，因此预计所需要能量亦相对较低。

197. **所需材料**：

(a) 载氢体油；

(b) 碳酸、碳酸氢或氢氧化碱金属或碱土金属，如碳酸氢钠。所需要碱的份量取决于介质中含有的卤化污染物浓度（CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年）。份量为受污染介质重量的 1% 到 20% 左右；和

(c) 特许使用的催化剂，份量为载氢体油体积的 1%。

198. 据认为，与这一工艺有关的设备已有现货供应（Rahuman 等人专著，2000 年）。

199. **轻便程度**：业已建成组合式、可移动的和固定式处理设备。

200. **健康与安全：**据认为，与这一技术的操作有关的健康和安全风险一般较低，尽管设于澳大利亚的墨尔本的一家碱性催化分解工艺设备继于 1995 年发生了一次火灾之后便一直未能重新投入运作。据信该次火灾是由于在没有使用氮气保护罩的情况下进行船上储存作业所致。某些与预处理工艺有关的办法，诸如变容器和溶剂提取等碱性预处理办法，表现出很高的火灾和爆炸风险，但通过采用适宜的防范措施可尽最大限度减少这些风险（CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年）。

201. **处理能力：**碱性催化分解工艺可批量处理 2500 加仑的废物，并有能力每天处理 2 至 4 批废物（Vijgen 专著，2002 年）。

202. **其他实际问题：**由于碱性催化分解工艺涉及从废物化合物中去除氯，处理工艺可造成低氯化物质浓度增加。这可能在处理多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃时引起可能的关注，因为在这种情况下，氯化程度较低的同系物要比氯化程度高的同系物的毒性大。因此，对此工艺必须进行适当监测，以确保反应完成。在过去曾报导过碱性催化分解工艺由于盐的积聚而不能处理高浓度的废物（CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年）。然而近来又有报导说，这一难题已得到克服（Vijgen 专著，2002 年以及环境署，2004 年 a）。

203. **商业化现状：**澳大利亚国内有两个商业营运点采用了碱性催化分解工艺，其中之一目前仍在营运中。1999 年以来，还有一家墨西哥公司也一直采用另一商业作业系统。此外，还在澳大利亚、捷克共和国、西班牙和美利坚合众国分别把此种工艺用于项目。

(d) 加氢脱氯催化工艺（CHD）

204. **工艺简介：**加氢脱氯催化工艺采用散存在石蜡油中的氢气和钨碳催化物对废物进行处理。通过氢气与氯化废物中的氯发生反应，形成氢氯化物（HCl）和非氯化废物。就多氯联苯而言，所生成的主要是二联苯。此种工艺在常压和 180℃ 至 260℃ 下操作（Sakai、Peter 和 Oono 专著，2001 年；Noma、Sakai 和 Oono 专著，2002 年；Noma、Sakai 和 Oono 专著，2003 年 a 和 2003 年 b）。

205. **去除效率：**据报导，多氯联苯的销毁效率为 99.98—99.9999%。另据报导，有可能把多氯联苯的含量减少至每公斤 0.5 毫克。

206. 废物类型：对加氢脱氯催化工艺进行论证的结果表明，可从废旧电容器中去除多氯联苯。此外亦可对多氯联苯中作为杂质含有的多氯二联苯并二噁英和多氯二联苯并呋喃进行脱氯处理。一名销售商还声称，此种工艺还可用于对液状氯化废物或存在于各种溶剂中的氯化废物进行处理。

207. 预处理：需使用某种溶剂把多氯联苯和多氯二联苯并二噁英/多氯二联苯并对呋喃提取出来或通过蒸发办法将之分离出来。在对之进行处理之前，首先应通过蒸馏处理把混杂在诸如水或乙醇等低沸点液体中的物质去除。

208. 排放物和残留物：由于在脱氯反映过程中采用了封闭式氢循环系统，因此在这一阶段将不会出现任何排放。在反应过程中将不会有氢氯化合物排出，其原因是，在循环系统内氢氯化合物作为氢氯酸被水收容。在发生反应后通过蒸馏处理分离出来的二联苯中并不含有任何有毒物材料。

209. 排放控制和后处理：主要的生成物—二联苯通过在反应后采用的蒸馏处理从反应溶剂中分离出来，所使用的催化剂和反应溶剂在下一次反应中可再度使用。

210. 所需能源：预计所需能源量将会相对较低，因为加氢脱氯催化工艺所需要的操作温度较低。

211. 所需材料：加氢脱氯催化工艺需要使用与多氯联苯中的氯相同数量的氢分子、以及相当于废物总量的 0.5% 的催化剂。

212. 轻便程度：加氢脱氯工艺可采用固定式和便携式两种构型，这取决于拟处理的多氯联苯数量。

213. 健康与安全：需对所使用的氢进行精心控制并采取相应的保障措施，以确保不致形成具有爆炸性的空气和氢混合物。

214. 处理能力：日本建成了一家有能力使用加氢脱氯工艺每天处理两吨多氯联苯的设备，目前正在营运当中。美利坚合众国的坎顿以及澳大利亚的杨格也有设备运行。目前没有关于这些设备处理能力的信息。

215. **其他实际问题：**目前已有许多使用加氢脱氯工艺对多氯联苯进行脱氯处理的报导。从总体上看，钨碳催化剂表明，它与其他辅助性金属催化物相比较具有最大的降解率。在使用石蜡油作为反应溶剂时，反应温度可高达 260°C。

216. **商业化现状：**2006 年，在日本环境安全事业株式会社的大阪设施建成了一家具有商业规模的设备，工厂利用加氢脱氯催化工艺处理从变压器和电容器中提取的多溴联苯（日本环境安全事业株式会社，2009 年 c）。

(e) 水泥窑混合焚化⁴⁹

217. **工艺简介：**水泥焚化窑一般包括一个 50 到 150 米长的圆柱体，与水平面成小的斜角（3%至 4%的斜度），以每分钟 1 到 4 转的转速旋转。原料，如石灰石、硅石、矾土和氧化铁，被输入转窑的上端—即冷端。坡度和旋转使原料向窑的下端即热端运动。窑在其下端燃烧，下端的原料温度达 1400-1500°C。随着原料穿过窑体运动，它们经历了干燥和高温冶金处理反应形成熟料。

218. 利用水泥焚化窑处理废物可能需要对焚化窑进行改进。⁵⁰ 应根据废物的物理、化学和毒理学等特性选择合适的装料端点。例如，在一些危险废物中发现的卤代有机物质等可燃有毒化合物需要以适当的温度和停留时间彻底销毁。在预热器/预煅烧炉中，危险废物一般应通过主要或次级焚化器送入。卤化物（如氯化物、溴化物和氟化物）可对水泥质量产生影响，因此应加以限制。所有用于水泥制造的原材料中都含有氯，因此危险废物中的卤（如氯、溴和氟）总含量可能十分关键。（欧盟委员会，2013）然而，如果这些危险废物得到充足的混合处理，则水泥燃烧窑便可用于处理高度氯化的危险废物。

219. 可用于向焚化窑系统中注入燃料的装料端点：

- (a) 位于旋转式焚化窑排放端的主要焚化器；
- (b) 位于旋转式焚化窑进料端的过渡燃烧室的进料斜槽（用于大量注入燃料）；
- (c) 立式孔道次级焚化器；
- (d) 煅烧炉的煅烧焚化器；
- (e) 预煅烧炉/预热器的进料斜槽（用于大量注入燃料）；

⁴⁹ 可从以下来源获得进一步的资料：CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年；Costner 等人专著，1998 年；丹麦环境保护署，2004 年；Karstensen 专著，2001 年；Rahuman 等人专著，2000 年；Stobiecki 等人专著，2001 年；环境署 1998 年 b。此外，还可从欧洲委员会获得关于水泥窑焚化危险废物方面的最佳可得技术和最佳环保做法方面的资料。

⁵⁰ 参阅 CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年和环境署，2004 年 b。

- (f) 如果使用的是进深较长和潮湿或干燥的焚烧窑，在焚烧窑中端点设置的阀门（用于大量注入燃料）（环境署，2004 年 b）。

220. 斯德哥尔摩公约第 5 条和附件 C 提出的水泥窑焚化危险废物的最佳可行技术/最佳环境实践（BAT/BEP）导则适用于该技术（环境署，2007 年）。

221. **去除效率：**据报道，若干国家的焚化窑工艺消除多氯联苯的效率高于 99.9998%。一个设施应证明其有能力销毁（通过燃烧）或去除（通过沉降在管道系统或空气污染控制装置中）至少 99.9999% 的目标持久性有机污染物。⁵¹ 据报道，对滴滴涕的销毁率和销毁去除率可分别达到 99.9335-99.9998% 和 99.9948-99.9999%（Yan et al, 2014），销毁去除率（DRE）超过 99.9999%（Li 等合著，2012）。鉴于最先进的水泥窑协同焚烧设施，其温度非常高且逗留时间也非常长，预计多氯化萘、五氯酚和六氯丁二烯同样会被销毁。（德国联邦环境局，2015）。当某些化合物，如氯、硫或碱等循环挥发性元素数量过多时，工艺操作限制可能变得非常明显，（Karstensen 专著，2008）。

222. **废物类型：**实际上，在正常运行的焚化窑中，最低温度 1,400°C 即可破坏任何有机化合物。（UNEP，2002a）焚化窑能够处理液体和固体废物。⁵²

223. **预处理：**预处理过程包括以下方面：

- (a) 对固体废物进行热解吸处理；
- (b) 通过干燥、切碎、搅拌、混合和研磨处理，使固体和液体废物同质化；
- (c) 缩小废物的体积；和
- (d) 搅拌。

224. **排放物和残留物：**水泥窑混合焚化危险废物具有相对较高的无意中形成和释放持久性有机污染物的可能，被斯德哥尔摩公约附件 C 列为一个工业源类别。除其他外，排放物可包括氮氧化物、一氧化碳、二氧化硫及其他硫氧化物、金属及其化合物、氯化氢、氟化氢、氨、多氯二苯并二噁英、多氯二苯并呋喃、苯、甲苯、二甲苯、多环芳烃碳氢化合物、氯苯和多氯联苯（环境署，2004 年 b），以及多氯化萘（Liu 等人合著，2016 年）。应在此指出，尽管高氯含量的废物应与其他废物一起给料，尤其是在湿窑和长干窑中，以避免对排放水平产生不利影响，但水泥窑可符合低于 0.1 毫微克毒性当量/标准立方米的

⁵¹ 参阅 UNEP/CHW.10/6/Add.3/Rev.1 第 22 页和 Karstensen et al, 2009 年。

⁵² 参阅 CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年；Rahuman 等人专著，2000 年；环境署 2004 年 b 以及 Karstensen et al, 2006 年。

多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃空气排放水平。残留物包括通过空气污染控制系统收集到的水泥窑灰。

225. 排放控制和后处理：此种工艺产生的气体需要进行处理以去除水泥窑灰和各种有机化合物、二氧化碳和氧化氮；也需要受热从而尽量减少多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃的形成。处理方法包括使用预热器、静电除尘器、纤维过滤器和活性炭过滤器。⁵³ 应尽最大限度地把回收的水泥焚化窑灰放回焚化窑进行处理，同时可能需要对其他残留物以特别设计的土地填埋方式处理或将其在地下矿井或地下存储设施中作永久性存储。

226. 所需能源：对于使用带多级预热和预分解的干法窑的新设备和重大升级，在正常（如，不含启动和关闭）和最优作业条件下（不适用于由于产品规则而需要特别高处理温度的生产特制水泥或白水泥渣的设备）与 BAT 相关联的能源消耗为 2,900-3,200 MJ/公吨。生产能力对能源需求有影响，高产能可以节能，低产能需要更多能量。能源消耗同样取决于旋风预热器级别，旋风预热器级别越多，窑炉过程消耗能源越低。适当的旋风预热器级别数量主要由原材料的水分含量决定（欧盟，2013 年）。

227. 所需材料：水泥的生产需要大量材料，其中包括石灰石、硅石、矾土、氧化铁和石膏。

228. 轻便程度：水泥焚化窑仅有固定式构型。

229. 健康与安全：如果设计和操作得当，水泥焚化窑中处理废物的操作可视为相对安全的处理工艺。

230. 处理能力：水泥焚化窑在焚化废物时亦将之作为燃料的一部分进行混合焚化，对危险废物热能的需求量通常不能高于 40%。然而另据指出，具有高焚化能力的水泥窑有能力处理数量较多的废物（CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年）。

231. 商业化现状：美利坚合众国、一些欧洲国家和若干发展中国家已经并正在建造用于处理受到持久性有机污染物污染的废物的水泥焚化窑。（世界商业理事会，2004 年：水泥工业中持久性有机污染物的形成和排放和 Kartensen 专著，2006 年）。

⁵³ 参阅 CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年；Karstenese 等人专著，2006 年；以及环境署 2004 年 b。

232. **补充信息：**参阅环境署关于水泥窑中危险废物实行环境无害化共处理的技术准则（环境署，2011 年），以及根据关于水泥、石灰和氧化镁生产工业排放的 2010/75/EU 指令而确定的最佳可行技术结论的欧盟执行决定 2013/163/EU。（欧盟，2013b）。

(f) 气相化学还原工艺（GPCR）⁵⁴

233. **工艺简介：**气相化学还原工艺涉及对有机化合物进行热化学还原。氢在 850°C 以上的温度和低压力下与氯化有机化合物发生反应，主要生成甲烷和氯化氢（如果所涉废物被氯化），以及少量低分子量的烃类（苯和乙烯）。在对此种工艺产生的气体进行初步冷却时，可通过添加氢氧化钠将氢氯酸加以中和，或将氢氯酸以酸的形式脱去以再度使用。气相化学还原技术可分解为三项基本的设备操作：前端系统（污染物在这里被转变成适于在反应器中销毁的形式）、反应器（利用氢气和蒸汽减少为气相的污染物），以及气体洗涤和压缩系统。

234. **效率：**据报导，就滴滴涕、六氯苯、多氯联苯、多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃而言，销毁率可达 99.9999%。⁵⁵

235. **废物类型：**气相化学还原工艺应该可以处理所有持久性有机污染物⁵⁶，包括水性液体和油性液体、土壤、沉积物、变压器和电容器。⁵⁷

236. **预处理：**为能够在气相化学还原反应器中还原，污染物必须为气态形式。对于液态废物，可持续对其进行预加热并直接注入到反应器中，但固体上的污染物则需要首先从固体中挥发出来。以下三种预处理装置中的一种当前被用于在气相化学还原反应器内作处理前使废物挥发，这取决于所涉废物的具体类型：

- (a) 用于散装固体，包括圆桶装固体的热还原批量处理器；
- (b) 用于被污染土壤和沉积物的环形床反应器，但也改装用于液体；

⁵⁴ 关于此方面的进一步资料，请参阅 CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年；Costner 等人专著，1998 年；丹麦环境保护署，2004 年；Kümmling、Gray、Power 和 Woodland 专著，2001 年；Rahuman 等人专著，2000 年；Ray 专著，2001 年；环境署，2001 年；环境署 2004 年 a；Vijgen 专著，2002 年。

⁵⁵ 参阅 CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年；Kümmling 等人专著，2001 年；Rahuman 等人专著，2000 年；环境署，2004 年 a；Vijgen 专著，2002 年。

⁵⁶ 参阅 CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年；环境署，2004 年 a；Vijgen 专著，2002 年。

⁵⁷ 同上。

(c) 用于液体的液体废物预加热系统。⁵⁸

237. 此外，还需要对大型电容器和建筑碎石进行其他预处理。大型电容器被扎破放干液体，而碎石和混凝土则必须将体积减小到 1 平方米以下。⁵⁹

238. **排放物和残留物：**潜在排放物包括氯化氢、甲烷和低分子量的烃类。气相化学还原工艺的残留物包括用过的液体和水。固体废物投入也会产生固体残留物。⁶⁰ 由于气相化学还原工艺发生在逐步减压条件下，因此形成多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃的可能性据认为十分有限。⁶¹ 此种工艺不产生灰分。

239. **排放控制和后处理：**需对从反应器中排出的气体进行清洗，以去除其中所含的水、热量、酸和二氧化碳。⁶² 将需要到场址外对产生于清洗器的残留物和微粒进行处置。⁶³ 可采用土地填埋方式对从固体废物投入中生成的固体残留物进行处置。⁶⁴

240. **所需能源：**在采用气相化学还原工艺过程中生成的甲烷可提供所需要的大多数燃料。⁶⁵ 有报导说，所需电力从所处理的每吨土壤 96 千瓦/小时到所处理的每吨纯有机污染物需要约 900 千瓦/小时电力不等。⁶⁶

241. **所需材料：**至少在反应器的启动阶段，将需要氢的供应。据报导，在气相化学还原工艺中生成的甲烷可提供足够的氢来继续使用这一工艺。⁶⁷ 然而，

⁵⁸ 参阅 CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年；Kümmling 专著，2001 年；环境署，2001 年；环境署，2004 年 a。

⁵⁹ 参阅 CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年。

⁶⁰ 参阅环境署，2004 年 a；Vijgen 专著，2002 年。

⁶¹ 参阅 CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年；Rahuman 等人专著，2000 年。

⁶² 参阅 Kümmling 专著，2001 年；CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 和 Rahuman 等人专著，2000 年。

⁶³ 参阅 Rahuman 等人专著，2000 年；Vijgen 专著，2002 年。

⁶⁴ 参阅环境署，2004 年 a。

⁶⁵ 参阅 CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年；Rahuman 等人专著，2000 年；环境署，2001 年；环境署，2004 年 a；Vijgen 专著，2002 年。

⁶⁶ CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年。

⁶⁷ 参阅 CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年；Rahuman 等人专著，2000 年；环境署，2004 年 a；Vijgen 专著，2002 年。

以往由于生产氢的设备方面存在的不可靠性，曾使这一生产设备趋于瘫痪。⁶⁸ 所需其他材料包括用于酸性气体洗涤器的苛性碱。⁶⁹

242. **轻便程度：**气相化学还原法有固定和可运输的两种构型。⁷⁰

243. **健康与安全：**在压力下使用氢需要对之实行适宜的控制和安全保障措施，以确保避免形成具有爆炸性的空气与氢的混合。⁷¹ 迄今为止在这一工艺的操作方面所取得经验表明，可采用安全的方式使用气相化学还原工艺。⁷² 气相化学还原工艺处理污水污泥的方法是将废物转化成清洁的水和清洁的富含氢的甲烷气体，同时以化学方式销毁所有病原体和药物，并回收磷。此种工艺过程不产生散逸性甲烷排放。

244. **处理能力：**气相化学还原工艺的能力取决于其他相关的三种预处理设备的情况，其具体情况如下：

(a) 热还原批量处理器能力达每月 100 吨固体物或每分钟 4 升液体。两台处理器可平行使用，以便使能力翻一番；

(b) 环形床反应器的能力为每月 5000 吨土壤和沉积物，但是这一预处理装置仍处于开发阶段；以及

(c) 液体废物预热系统的能力为每分钟 3 升（环境署，2004 年 a 和 Vijgen 专著，2002 年）。

245. **其他实际问题：**据知在此种工艺的早期开发阶段遇到了硫和砷等污染物难以处理的难题，目前不清楚这些问题仍否存在。⁷³

246. **商业化现状：**在加拿大和澳大利亚已有商业规模的气相化学还原设备运行。澳大利亚的气相化学还原设备运行了五年多，于 2000 年停止运行。⁷⁴ 美国有计划在弗吉尼亚州的福基尔县建设一个日处理能力为 200 吨的气相化学还原柴油合成设备。

⁶⁸ 参阅 CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年。

⁶⁹ 参阅环境署，2004 年 a。

⁷⁰ 参阅环境署，2001 年；环境署，2004 年 a；Vijgen 专著，2002 年。

⁷¹ 参阅 CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年。

⁷² 参阅 CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年；环境署，2004 年 a。

⁷³ 参阅 CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年。

⁷⁴ 参阅 CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年；Kümmling 专著，2001 年；Ray 专著，2001 年；环境署，2004 年 a 和 Vijgen 专著，2002 年。

(g) 危险废物焚化工艺⁷⁵

247. **工艺简介：**危险废物焚烧法主要是在旋转式焚化窑中使用受控的火焰燃烧来处理有机污染物。通常情况下，一种处理卤化物质的工艺需要加热到高于 850°C 的温度；或如果废物中以氯表达的卤代有机物质含量超过 1%，则需加热到超过 1100°C，驻留时间为 2 秒钟以上，使用的条件应确保适度混合。专用的危险废物焚烧炉有多种构型，包括转窑焚化炉、静止式锅炉（用于处理低污染的液态废物）。高效锅炉和轻型集料窑用于对各种危险废物进行混合焚化。

248. 斯德哥尔摩公约第 5 条和附件 C 提出的水泥窑焚化危险废物的最佳可行技术/最佳环境实践（BAT/BEP）导则适用于该技术（环境署，2007 年）。

249. **去除效率：**据报道，对多氯联苯、多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃、氯丹和六氯苯进行处理方面，销毁去除率超过 99.9999%。⁷⁶ 据报导，对异狄氏剂、六氯环己烷滴滴涕和全氟辛酸磺酸的销毁率和销毁去除率分别超过 99.999% 和 99.9999%（日本环境部，2004 年和 2013 年 b）。据报道，多氯化萘的销毁率和销毁去除率分别为 99.9974 % 和 99.9995 %。（Yamamoto 等人合著，2016）。最先进的焚化设备 HCBd 和 PCP 销毁率超过 99.9%，多氯化萘销毁率在 99.32% 和 99.96% 之间。（德国联邦环境署，2015）。

250. **废物类型：**危险废物焚化炉能处理包含持久性有机污染物或被其污染的废物。（环境署，2002a）。焚化炉的设计可接受任何浓度或物理形式的废物，如气体、液体、固体、废渣或稀浆。⁷⁷

251. **预处理：**根据配置，预处理要求可能包括废物的搅拌和粉碎。⁷⁸

252. 针对含六溴环十二烷的聚苯乙烯泡沫（EPS 和 XPS）废物，可以应用一系列步骤将六溴环十二烷与聚苯乙烯分离，随后在危险废物焚化炉中销毁六溴环十二烷。相关的预处理作业包括减少体积、减少尺寸、溶解，沉淀和蒸馏⁷⁹。在 XPS 包含六溴环十二烷，且可能包含《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔

⁷⁵ 可从以下来源获得更多的资料：丹麦环境保护署，2004 年；联邦补救技术圆桌讨论会，2002 年；Rahuman 等人专著，2000 年；环境署，1995 年 b；环境署，1998 年 b；环境署 2001 年和美国陆军工程兵，2003 年。此外，还可从环境署 2015 年中获得关于危险废物焚化工艺方面的最佳可得技术和最佳环保做法的相关资料。

⁷⁶ 参阅联邦补救技术圆桌会议，2002 年；Rahuman 等人专著，2000 年；环境署，1998 年 b 和环境署，2001 年。

⁷⁷ 参阅环境署，1995 年 b。

⁷⁸ 参阅环境署，1995 年 b；环境署，1998 年 b 和环境署，2004 年 b。

⁷⁹ <http://polystyreneloop.org/>

议定书》⁸⁰控制的消耗臭氧物质的情况下，应当在这些预处理作业中采取措施，防止将消耗臭氧层物质释放到环境中。

253. 排放物和残留物：所排放的物质包括一氧化碳、二氧化碳、六氯苯、氯化氢、颗粒、多氯二苯并二噁英、多氯二苯并呋喃和多氯联苯、重金属以及水蒸汽。⁸¹那些采用最佳可得技术的焚化炉，以及特别设计适用于高温以防止多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃再次生成、以及去除多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃的设备的焚化炉（例如使用经过激活的碳过滤器等），使得多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃排入空气和水体的量极低。⁸²残留物中的多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃主要出现在飞灰和盐当中，并或多或少地出现在底灰和洗涤水废渣当中。危险废物焚化炉中产生的飞灰中的多氯二苯并二噁英/F水平可在每克 0.0002 至 124.5 ng TEQ 之间。⁸³

254. 排放控制和后处理：工艺过程产生的气体可能需要加以处理，以去除氯化氢和颗粒物，并需要防止生成和去除无意生成的持久性有机污染物（硫和氮的氧化物、重金属和多环芳烃等有机微污染物，与一氧化碳一样被用作燃烧效率的指标）。可通过各种类型的后处理综合措施来达到这一目的，其中包括使用旋风分离器和多级旋风分离器、静电过滤器、固定床过滤器、洗涤器、选择性催化还原、快速冷却系统和碳吸附。⁸⁴底灰和飞灰可根据其具体的特性需要以特别设计的土地填埋方式处理或将之在地下矿井或地下存储设施中作永久性存储。⁸⁵

255. 所需能源：所需燃料的数量将取决于废物的构成及其发热值，以及所采用的烟道气处理技术。

256. 所需材料：所需要的材料包括用于降温的水和石灰或另一种适宜的材料，用于去除酸性气体和活性碳等其他污染物。

⁸⁰ <http://ozone.unep.org/en/treaties-and-decisions/montreal-protocol-substances-deplete-ozone-layer>

⁸¹ 参阅环境署，1995 年 b；环境署，1998 年 b 和环境署，2004 年 b。

⁸² 环境署，2001 年。

⁸³ BiPRO GmbH，2005；Petrlik, J. 与 R. Ryder 合著，2005。焚化后：毒灰问题。参见：http://ipen.org/sites/default/files/documents/ipen_incineration_ash-en.pdf。布拉格、曼彻斯特、国际有机污染物消除联盟（IPEN）二噁英、多氯联苯、废物工作组、Arnika 协会：59；Cobo, M., A. Gálvez、J. Conesa 及 C. Montes de Correa 合著，2009。“哥伦比亚麦德林危险废物焚化炉中的飞灰之特性”，《危险材料期刊》第 168 期：1223-1232。

⁸⁴ 环境署，2004 年 b。

⁸⁵ 参阅美国陆军工程兵，2003 年。

257. **轻便程度：**危险废物焚化器有便携式和固定式两种构型。

258. **健康与安全：**健康和安全方面的风险包括那些与高温操作有关的危险。⁸⁶

259. **处理能力：**危险废物焚化炉每年可处理 30000 至 100000 吨废物。⁸⁷

260. **其他实际问题：**目前未收到涉及任何具体问题的报告。

261. **商业化现状：**危险废物焚化处理工艺有很长的历史和经验。⁸⁸

(h) 等离子体电弧工艺⁸⁹

262. **工艺简介：**液态或气态的废物被直接注入到等离子体中并迅速（<1 毫秒）加热到 3100°C，随后在水冷反应室（飞行管）中进行约 20 毫秒的热解。高温使化合物分解成其元素的离子和原子。在反应室的较冷区域进行再化合，然后进行淬火处理从而生成简单的分子。⁹⁰等离子体电弧系统需要安装单氮氧化物减排设备，这是由于在高温火焰下将产生大量氮氧化物。

263. 斯德哥尔摩公约第 5 条和附件 C 提出的水泥窑焚化危险废物的最佳可行技术/最佳环境实践（BAT/BEP）导则适用于该技术（环境署，2007 年）。

264. **去除效率：**对多氯联苯含量为 60% 的油类进行实验室测试达到的销毁去除率为 99.9999% 到 99.999999% 之间。⁹¹包括氯丹、开蓬、滴滴涕、硫丹和七氯在内的大多数持久性有机污染物农药也达到了 99.9999% 的销毁率。

265. **废物类型：**采用等离子体电弧系统的设备已处理了各种持久性有机污染物，包括多氯联苯、持久性有机污染物农药、哈龙和含氯氟烃。待处理的废物类型必须是液体或气体，或可用泵抽的细稀泥形式的固体。对于厚度大于 30

⁸⁶ 同上。

⁸⁷ 参阅环境署，2004 年 b。

⁸⁸ 参阅环境署，2001 年。

⁸⁹ 可从下列来源获得进一步资料：CMPS&F-澳大利亚环境项目，1997 年；Costner 等人专著，1998 年；Rahuman 等人专著，2000 年；Ray 专著，2001 年；环境署 1998 年 b；环境署 2000 年；环境署 2001 年和环境署 2004 年 a。

⁹⁰ 参阅 CMPS&F-澳大利亚环境项目，1997 年。

⁹¹ 参阅 Rahuman 等人专著，2000 年 和环境署，2004 年 a。

到 40 重量电动机润滑油的高粘度液体或废渣未经预处理则无法予以处理。对其他固体废物除非进行某种形式的预处理也无法进行处理。⁹²

266. **预处理：**大多数液体无需进行预处理。对于受污染的土壤、电容器和变压器之类的固体可利用热解吸或溶剂萃取进行预处理。⁹³

267. **排放物和残留物：**排放物包括由氩、二氧化碳和水蒸汽组成的气体。残留物包括一种无机钠盐的水溶液，例如氯化钠、重碳酸钠和氟化钠。在等离子体电弧系统的废气中发现了多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃的踪迹。他们的浓度不到 0.01 纳克毒性当量/标准立方米。目前固体残留物中持久性有机污染物含量不详。⁹⁴

268. **排放控制和后处理：**目前未掌握关于后处理方面的资料。

269. **所需能源：**一个 150 千瓦的等离子体电弧系统每处理 1 吨废物需要 1000-3000 千瓦/小时的电力。⁹⁵

270. **所需材料：**目前未掌握关于所需材料方面的资料。然而据认为，这一工艺需要氩气、氧气、苛性碱和冷却水。⁹⁶

271. **轻便程度：**等离子体电弧系统有便携式和固定式两种构型。⁹⁷

272. **健康与安全：**由于等离子体电弧系统涉及的处理能力不大，因此在工艺出故障后释放经部分处理的废物的风险也小。⁹⁸目前，健康和安全方面亦无进一步的信息。

273. **处理能力：**一个 150 千瓦的等离子体电弧系统每天可处理 1-3 吨废物。⁹⁹

⁹² 参阅 CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年 和环境署，2004 年 a。

⁹³ 同上。

⁹⁴ 同上。

⁹⁵ 参阅 CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年。

⁹⁶ 参阅 CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年 和环境署，2004 年 a。

⁹⁷ 参阅环境署，2004 年 a。

⁹⁸ 参阅 CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年 和环境署，2004 年 a。

⁹⁹ 同上。

274. 其他实际问题：应在此指出，金属或类似于金属的化合物（例如砷等）可能会对催化剂形成干扰、或在处置残余物过程中产生问题。例如，从太平洋岛屿出口到澳大利亚进行处置的农药废物中所含的砷，在实施采用等离子电弧系统对之进行处理的项目时便遇到了问题。

275. 商业化现状：等离子体电弧工艺技术集团有限公司在澳大利亚运营两个等离子体技术设备：一个设于布里斯班、专门处理多氯联苯和其他各种持久性有机污染物的设备；另一个设于墨尔本、专门处理氟氯化碳和哈龙的设备。该技术集团公司还运营一个等离子体电弧工艺处理设备，主要处理低含量多氯联苯和持久性有机污染物，设有两个采用热解吸工艺处理固体污染物的处理器。

(i) 等离子体熔融分解工艺

276. 工艺简介：等离子体熔融分解工艺是一种针对含有多氯联苯或受其污染的固体废物的热能销毁方法。含有多氯联苯或受其污染的固体废物无需切碎或拆卸，被直接灌装到圆桶或提桶等容器中。在等离子体炉中，等离子体火炬产生高温等离子体气体（空气），使炉内温度保持在能将废物与容器本身一同融化的水平。在等离子体炉的高温条件下，包括多氯联苯在内的所有有机物质将分解成二氧化碳、水和氯化氢，包括金属在内的无机材料则将被氧化成为熔渣。等离子体炉中的温度超过 1400°C（Tagashira 等人专著，2006 年）。

277. 去除效率：2006 年，日本进行了等离子体废物转换器试点设备处理多氯联苯的测试。结果显示，销毁率达到 99.9999454 – 99.9999997%，销毁去除率达到 99.9999763 – 99.9999998%（Tagashira 等人专著，2006 年）。

278. 废物类型：在日本的商业化设备，离子体熔融处理设施可用于处理含有多氯联苯或受其污染的固体废物，例如荧光灯镇流器、污泥、无碳复写纸和二次污染物（日本环境安全事业株式会社，2009 年 a）。

279. 预处理：日本商业化设备使用圆桶或提桶等容器放置按需与石灰石或硅砂等碱度控制剂混合的受多氯联苯污染废物，容器将被整个推入等离子体炉中（日本环境安全事业株式会社，2009 年）。

280. 排放物和残留物：日本环境安全事业株式会社等离子体熔融处理设施能够满足 0.1 纳克毒性当量/标准立方米以下的二噁英空气排放水平（日本环境安全事业株式会社，2009 年）。试点设备向空气中的二噁英排放水平为 0.0000043-0.068 纳克毒性当量/标准立方米（Tagashira 等人专著，2006 年）。

安装增强型气体处理系统后，二噁英排放水平可控制在 0.00001-0.001 纳克毒性当量/标准立方米（Tagashira 等人专著，2007 年）。

281. **排放控制和后处理：**日本在进行废气污染控制时采用注入石灰和粉状活性碳的两阶段袋式过滤器去除粉尘、氯化氢和氧化硫等酸性气体和二噁英，采用注入氨气的催化剂塔去除氧化氮。最后一步还将安装活性碳（Tagashira 等人专著，2006 年）。

282. **所需材料：**据报道，等离子体废物转换器需要添加石灰和粉状活性碳（Tagashira 等人专著，2006 年）。为提高熔渣流动性在需要时还需添加硅砂或石灰石等碱度控制剂。

283. **轻便程度：**等离子体废物转换器仅有固定式构型（日本环境安全事业株式会社，2009 年）。

284. **处理能力：**已证明日本的两座日本环境安全事业株式会社等离子体熔融处理设施每天可分别处理 10.4 吨和 12.2 吨含有多氯联苯污染物的废物（日本环境安全事业株式会社，2009 年；日本环境安全事业株式会社，2013 年）。

285. **商业化现状：**位于日本北九州的日本环境安全事业株式会社等离子体熔融处理设施采用等离子体废物转换器技术每天处理 10.4 吨多氯联苯废物，自 2009 年 7 月开始商业化运行；位于北海道的同一类型设施每天可处理 12.2 吨多氯联苯废物，预计 2013 年秋季开始商业化运行（日本环境安全事业株式会社，2013 年）。

286. **补充信息：**可从以下网站获得进一步资料：

<http://www.jesconet.co.jp/eg/pdf/plasma.pdf>.

(j) 超临界水氧化工艺（SCWO）和低于临界的水氧化工艺¹⁰⁰

287. **工艺简介：**超临界水氧化工艺和低于临界的水氧化工艺在一个封闭系统内处理废物，在水中使用一种氧化物（如氧、过氧化氢、亚硝酸盐、硝酸盐等），使用的温度和压力高于水的临界点（374°C 和 218 个大气压）和低于水的临界点（370°C 和 262 个大气压）。在这些条件下，有机材料变得高度溶于水并被氧化，产生二氧化碳、水和无机酸或盐。

¹⁰⁰ 可从以下来源获得进一步资料：CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年；Costner 等人专著，1998 年；Rahuman 等人专著，2000 年；环境署 2001 年和环境署 2004 年 a。

288. 去除效率：据报导，采用超临界水氧化工艺处理氯丹、滴滴涕和多氯联苯的销毁率和销毁去除率分别超过 99.999% 和 99.9999%（日本环境部，2004 年）。另据报导，采用低于临界的水氧化工艺处理这两种持久性有机污染物的销毁率和销毁去除率分别超过 99.999999% 和 99.9999999%（日本环境部，2004 年）。在针对多氯二联苯并二噁英进行的实验室规模测试结果表明，其销毁去除效率可达 99.9999%。¹⁰¹ 超临界水氧化工艺已经被证明在处理多氯联苯、农药、阻燃剂等有毒氯化化学品方面有效（Marrone 和 Hong 专著，2007 年）。总的来说，超临界水氧化工艺在处理各种有机化合物时一般能达到 99.99% 以上的销毁率（Marrone 和 Hong 专著，2007 年）。

289. 废物类型：超临界水氧化工艺和低于临界的水氧化工艺据认为可适用于所有持久性有机污染物¹⁰²。所适用的废物类型包括液状废物、各种油类、溶剂和直径不超过 200 微米的固体。所涉废物的有机含量低于 20% 重量比。¹⁰³

290. 预处理：可能需要在进行处理之前对废物的浓度进行稀释，以便将其中的有机含量降低至重量比 20% 以下。如果其中含有固体废物，则须将之切碎至直径不超过 200 微米。其他处理选项包括向低浓度废物中添加燃料、将稀释与浓缩的废物共同处理、部分污泥脱水等。如果采用低于临界的水氧化工艺，则无需对废物进行稀释处理。

291. 排放物和残留物：处于 500 °C–650 °C 和 25 兆帕临界点以上的操作条件下，达到完全销毁在反应器中的停留时间不超过 1 分钟。超临界水氧化工艺不会产生多氯二苯并二噁英/多氯二苯并呋喃、氧化氮和其他有毒副产品。（Marrone 专著，2013 年）然而，在对多氯联苯进行实验室规模的销毁处理中，结果表明，超临界水氧化技术具有在多氯联苯降解过程中 450°C 以下实验中形成高含量的多氯二联苯并呋喃的潜力（Weber 专著，2004 年）。据报导，排放物中不含有氧化氮或酸性气体，如氯化氢或氧化硫，如果废物含有无机盐或含有卤素、硫或磷的有机物，工艺的残留物即由水和固体组成。¹⁰⁴关于未销毁的化学品的潜在浓度，目前所掌握的信息有限。¹⁰⁵在设计此种工艺时需做到在必要时可收集排放物和残留物以进行再处理。¹⁰⁶

¹⁰¹ 参阅 CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年；Rahuman 等人专著，2000 年和 Vijgen 专著，2002 年。

¹⁰² 参阅环境署，2004 年 a。

¹⁰³ 参阅 CMPS&F—澳大利亚环境组织，1997 年；Rahuman 等人专著，2000 年和 Vijgen 专著，2002 年。

¹⁰⁴ 参阅 CMPS&F—澳大利亚环境组织，1997 年。

¹⁰⁵ 参阅 CMPS&F—澳大利亚环境组织，1997 年 和环境署，2004 年 a。

¹⁰⁶ 参阅环境署，2004 年 a。

292. **排放控制和后处理：**目前未掌握关于后处理方面的具体资料。

293. **所需能源：**预计所需能源量相对较高，因为此种工艺需要获得高温和高压。然而，据称只要相对较高的碳氢含量存在于原料中，则无需提供任何能源方面的投入来把原料加热到超临界温度。¹⁰⁷

294. **所需材料：**超临界水氧化工艺和低于临界的水氧化工艺进行反应所使用的容器必须由能够抗卤离子造成的腐蚀的材料建成。¹⁰⁸在这两种工艺所使用的高温 and 高压条件下，材料腐化程度可能十分严重。过去有人曾提议使用钛合金来解决这一问题。但销售商声称，他们已通过采用更为先进的材料和工程设计解决了这一问题。¹⁰⁹

295. **轻便程度：**超临界水氧化和低临界水氧化装置目前使用的是固定构型，但据信亦可作为便携式。¹¹⁰

296. **健康与安全：**由于在超临界水氧化和低临界水氧化这两种工艺中使用了高温和高压方式，因此需要相应地采取特别的安全防范措施。¹¹¹

297. **处理能力：**对超临界氧化工艺设备的论证结果表明，它能够每小时处理 500 公斤废物，而按照正规设计的设备可设计为每小时处理 10000 公斤废物。（Marrone 专著，2013 年）

298. **其他实际问题：**此种工艺在早期设计时遇到了可靠性、腐蚀和堵塞方面的问题。销售商现称，已通过采用特制的反应设计和抗腐蚀材料解决了这些问题。¹¹²

299. **商业化现状：**日本已于 2005 年建成全面使用超临界水氧化工艺、产能为每天 2 吨的商业化设备，目前正在运行（日本环境安全事业株式会社，2009 年 d）。此外，这一工艺也已在美利坚合众国获得了全面开发和在化学武器销毁

¹⁰⁷ 参阅 Rahuman 等人专著，2000 年。

¹⁰⁸ 参阅 Vijgen 专著，2002 年。

¹⁰⁹ 同上。

¹¹⁰ 参阅环境署，2004 年 a 和 Vijgen 专著，2004 年。

¹¹¹ 参阅 CMPS&F—澳大利亚环境项目，1997 年。

¹¹² 同上。

方案中加以使用的核可。在法国和韩国也有商业化运营的工厂。（Marrone 等人合著，2013 年）。

(k) 金属的热能和冶金生产工艺

300. **工艺简介：**以下介绍的各种工艺主要用于铁和有色金属的回收，例如，从精矿和二次原料（中间体、废物、残余物）中回收铝、锌、铅和镍。但是，鉴于这些工艺的性质，在一些情况下，这些工艺也用于以商业规模销毁适宜废物中的持久性有机污染物含量（参见第 303 段）。对下文所述部分工艺的一般性描述还可参阅关于有色金属行业的欧洲最佳可得技术参考文件（欧盟委员会，2001 年 a 和 2001 年 b）：

(a) 与销毁含铁废物中持久性有机污染物含量相关的各项工艺使用特定类型的高炉，竖炉或膛炉。所有这些工艺都在高温（1200°C–1450°C）还原性条件下操作。还原气氛与高温可销毁废物中所含的多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃，并避免从头合成。高炉和竖炉工艺使用焦炭和少量其它还原剂将含铁的投入物还原成铸铁。由于工艺过程中产生的气体被用于二次燃料，因此不产生直接排放。在膛炉工艺中，含铁材料和煤被一同填入多膛炉。氧化铁被直接还原成固体直接还原铁。在第二步中，还原的铁将在电弧炉中融化以生产铸铁。

(b) 与销毁含有有色金属废物中持久性有机污染物含量相关的各项工艺包括威尔兹回转窑工艺以及采用立式炉和卧式炉的熔池熔炼工艺。这些工艺在 1200°C 高温的还原性条件下采用快淬法操作，因此可销毁多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃，并避免从头合成。在威尔兹工艺中，含有锌的炼钢厂粉尘、废渣、滤饼等被制成粒状并与一种还原剂一起熔炼。当温度达到 1200°C 时，锌挥发并被氧化成“威尔兹氧化物”，进而被收集到过滤器装置中。在立式炉熔池熔炼工艺中，含有铜的残留物被用作催化剂在不低于 1200°C 的温度下熔炼。滤尘被用于生产锌及其化合物。在卧式炉熔池熔炼工艺中，含有铅的残留物和精矿被不断填入熔炼熔池，在熔池中分别有一个温度在 1000°C – 1200°C 的氧化区和还原区。工艺过程中产生的气体（二氧化硫浓度超过 10%）在经过热回收和除尘之后用于生产硫酸。工艺过程中产生的粉尘在镉浸出处理后被回收。

301. 《斯德哥尔摩公约》第 5 条和附件 C 提出的冶金工业中热处理过程的最佳可行技术/最佳环境实践（BAT/BEP）导则适用于该技术（环境署，2007 年）。

302. **去除效率：**目前未掌握关于销毁率和销毁去除率方面的数据。

303. **废物类型：**上文第 300 段所述的各种工艺专门用于处理以下几种废物：

(a) 炼铁和炼钢过程中产生的可能受到多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃污染的残留物，例如的气体处理产生的粉尘或废渣，或轧屑；

(b) 可能受到多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃污染的炼钢厂含锌滤尘、铜冶炼厂等的气体净化系统产生的粉尘，以及有色金属生产过程中产生的含铅浸出渣；和

(c) 可能含有持久性有机污染物-溴化二苯醚的废旧电气和电子设备（Brusselaers 等人专著，2006 年）。

304. 预处理：采用传统高炉工艺回收的含铁材料需要在烧结设备中进行预处理。而在竖炉（OXYCUP 炉）工艺中，含铁废物需要先压成铁块。压块是一种冷加工工艺，首先将粘合剂和水添加到铁粉中，然后将其压成铁块并干燥和硬化。一般来说，多膛炉工艺无需预处理，但在一些特殊情况下，可能需要将微细固体物制成粒状。造粒过程需要加入水，在桶中形成颗粒。对于有色金属，一般不需要对受持久性有机污染物污染的材料进行特殊预处理。

305. 排放物和残留物：在铁和有色金属生产中，多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃可能在生产过程中排放，也可能在下游烟道气处理系统中排放。但采用最佳可得技术应该能够防止或至少尽量减少此类排放。在采用上文第 300 段所述的各项工艺销毁废物中所含的持久性有机污染物时，需要采取适宜的释放控制与后处理技术（参见下文第 306 段）。在很多情况下，这些工艺中产生的炉渣被用于建筑用途。就铁而言，排放物可产生于烧结设备的预处理过程中，也可产生于熔炉的废气中。除尘系统的残留物主要用于有色金属工业。多膛炉产生的废气由旋风分离器除尘，经过后燃、淬火处理，再通过加入吸附剂和袋式过滤器进行清洁。熔炉的废气同样经过后燃和淬火处理，随后废气将与多膛炉产生的废气共同进行吸附的步骤。处理有色金属的残留物包括滤尘和废物处理产生的废渣。

306. 排放控制和后处理：通常温度控制与快淬是尽量减少生成多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃的恰当方法。需要对这些工艺产生的气体加以处理，去除主要由金属或金属氧化物构成的粉尘，以及熔炼硫化物材料时产生的二氧化硫。在有色金属行业，烧结设备产生的废气用静电除尘器处理后再进行进一步的烟道气处理，例如，先采用吸附技术，随后通过一个袋式过滤器。多膛炉产生的废气先经过旋风分离器除尘，再进行后燃、淬火处理，最后通过先加入吸附剂后通过袋式过滤器的方式进行进一步清洁。与之相关联的熔炉产生的废气同样需要进行后燃和淬火处理，随后这些废气与多膛炉产生的废气流结合，共同通过先加入吸附剂后通过袋式过滤器的方式进行进一步处理。除其他外，有色金属生产中适用的处理技术包括使用纤维过滤器、静电除尘器或洗涤器、硫酸厂或采用活性碳的吸附技术。

307. **所需能源**：铁和有色金属的生产工艺消耗大量能源，且不同金属之间所需的能源存在很大差异。在这些工艺中处理废物所含的持久性有机污染物只需要很少的额外能源。

308. **所需材料**：生产金属需要原材料（矿石、精矿或二次材料）以及添加剂（例如砂子、石灰石）、还原剂（煤和焦炭）和燃料（石油和天然气）。旨在避免多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃合成的温度控制过程还需要额外的水来进行淬火。

309. **轻便程度**：金属冶炼厂是大型固定装置。

310. **健康与安全**：如果设计和操作得当，在热能工艺中处理废物的操作可视为相对安全的处理工艺。

311. **处理能力**：上述金属冶炼厂每年的原料处理能力超过 100000 吨。以目前的经验，向金属冶炼厂原料中加入的受持久性有机污染物污染的废物量要少得多，但提高此种处理能力的可能性很大，且目前正在探索当中。

312. **其他实际问题**：无

313. **商业化现状**：德国自 2003 年起开始运行一座竖炉（OXYCUP 炉）（<http://www.thyssenkrupp.com>），利用传统高炉冶炼钢铁产生的含铁材料来生产铸铁的做法已经在德国操作了多年（<http://www.dk-duisburg.de>）。在意大利（www.lucchini.it），以及 2003 年开始在卢森堡（www.paulwurth.com）均已开始运行工业规模的膛炉工艺。威尔兹回转窑工艺已经非常成熟，在欧洲多个场址都遵循最佳可得技术使用这种工艺（<http://www.befesa-steel.com>）。德国正在运行立式炉熔池熔炼工艺（<http://www.aurubis.com>）和卧式炉熔池熔炼工艺（www.berzelius.de）。

3. 在销毁或永久性质变均不属环境无害化处理办法的情况下采用的其他处置方法

314. 在销毁或永久性质变方法均不属环境无害化处理办法的情况下，对于那些其持久性有机污染物含量超过以上第三节 A 小节中所述及的低持久性有机污染物含量的废物而言，各国可允许采用第四节 G.2 小节中所述及的方法以外的其他环保方法对此种废物进行处置。

315. 需要采用其他处置方法的含有或被持久性有机污染物污染的废物包括、但不限于如下废物：

(a) 电厂和其他燃烧设备产生的废物（不包括下面（d）中所列），钢铁工业废物，铝、铅、锌、铜和其他有色金属热冶炼中产生的废物。这些废物包括底灰、渣、盐渣、粉煤灰、锅炉烟尘、烟气粉尘、以及其他颗粒物和粉尘，处理煤气和黑渣产生的固体废物，处理盐渣、黑渣、残渣和浮渣产生的废物；

(b) 冶金过程中的碳基及其它衬里和耐火材料；

(c) 下列建筑及拆迁废物：

(一) 混凝土、砖瓦、瓷砖和陶瓷的混合物或是分类组分；

(二) 土壤和石块的无机组分，包括从受到污染的场址挖掘出来的土壤；和

(三) 含有多氯联苯的建筑和拆迁废物，不包括含有多氯联苯的设备；

(d) 垃圾焚烧和热解产生的废物，包括处理其他产生的固体废物、底灰、炉渣、烟灰和锅炉灰；和

(e) 陶瓷废料和玻璃化废料，包括飞灰和其他烟气处理废物，以及非陶瓷固体废物。

316. 国家有关主管部门应能认定，使用最佳环保做法或最佳可得工艺对所含持久性有机污染物进行的销毁或永久质变处理并非属于环境无害化的处理方法。

317. 在进行销毁或永久性质变过程中采用的处置办法不符合无害环保要求的情况下采用的其他处置办法包括以下介绍的各种方法。

(a) 特别设计的土地填埋¹¹³

318. 任何土地填埋均需以尽最大限度减少持久性有机污染物排入环境的潜力的方式进行。可用于实现这一目的办法包括进行预处理，例如采用适宜的固化处理办法。经过特别设计的土地填埋办法通常应遵守在填埋地点、条件、管理、控制、封闭以及防范性和保护性措施方面的要求，以便防止在短期、以及在长期内对环境构成威胁。特别是应采取各种措施，防止因浸漏而致使地下水土壤受到污染。可通过在操作阶段采用地质隔离层和合成底部铺垫的综合性系统，以及通过在封闭和封闭后阶段采用地质隔离和在地表采取铺垫的综合手段，以此对土壤、地下水和地表水实行保护。应采取各种措施，防止和减少甲烷气体的生成，并酌情采用垃圾填埋气体收集和控制系统。

319. 在渗滤液中发现的、排向接收环境的化学品，包括持久性有机污染物，可对环境和人类健康产生影响。应采用土地填埋渗滤液现场处理技术来减少和

¹¹³ 可从下列来源获得进一步资料：《关于特别设计的土地填埋（D5）的技术准则》，环境署，1995 年 c；以及诸如欧洲共同体 1999 年 4 月 26 日关于废物填埋的 1999/31/EC 号指令等相关的国家立法。

避免有毒的渗滤液进入到环境中。渗滤液处理可采用物理-化学和生物的处理方法，如其中的活性炭过滤、反渗透、纳米过滤等先进处理技术。

320. 此外，还应建立一种基于在土地填埋中可接受的废物分类程序的统一废物接受程序，其中包括标准化的限值。除此之外，还应订立关于在土地填埋的实际操作和封闭后阶段内实行监测的程序，以便确定并阻止土地填埋可能对环境产生的任何不利影响并采取适宜的补救措施。应针对土地填埋作业订立一种具体的准许程序。所颁发的许可应包括关于可接受的废物类型和浓度、渗滤液和气体控制系统、监测、现场保安、封闭和封闭后工作诸方面的具体规定。

321. 下列含有持久性有机污染物或受其污染的废物不适宜采用特别设计的土地填埋方式加以处置：

- (a) 含有易流动液体的液体和材料；
- (b) 可进行生物降解的有机废物；
- (c) 空容器，除非已压扁、切碎或类似方式缩小体积；
- (d) 爆炸物、易燃固体、自热自燃物质、遇水反应物、自燃固体、自反应性废物、氧化剂、有机过氧化物和腐蚀性和传染性废物。

(b) 在地下矿井和岩洞中永久储存

322. 在位于水文地质学上属于偏僻地带的地下盐矿和坚硬岩洞内的设施中永久储存是在一段地质时间把危险废物与生物圈分开的一种选择办法。对每一计划进行的地下储存行动均应依循有关的国家立法进行符合具体场址特点的安全评估，例如欧洲理事会 2002 年 12 月 19 日（根据 1999/31/EC 号指令第 16 条和附件二确定在土地填埋场地接受废物的相关标准和程序）的 2003/33/EC 号决定附件的附录 A 中的相关规定。

323. 废物处置方法应排除不同废物之间以及废物和储藏内衬之间发生不良反应，特别是应把废物储存在化学和机械方面都十分安全的容器之内。液体、气体废物；产生毒气的废物；爆炸性、可燃或有传染性的废物不得储存在地下矿井中。应在作业许可中具体规定哪些废物类型一般应排除在外。

324. 在选择在地下永久储存以处置持久性有机污染物废物时应考虑以下因素：

- (a) 用于储存的岩洞或坑道应与正在使用的采矿区完全隔绝，不得为了再次采矿而打开；
- (b) 岩洞或坑道应位于有关地区现有地下水区域下方很远的一个地质结构内或一个（由不可渗透的岩石或泥土层将其）与含水区完全隔绝的结构内；
- (c) 岩洞和坑道应位于极其稳定的地质结构内，而不是位于地震区。

4. 在持久性有机污染物含量低的情况下的其他处置方法

325. 如果那些持久性有机污染物的含量在低持久性有机污染物低含量以下的废物未使用上述方法处置，应根据有关国家立法和国际规则、标准和准则，包括根据《巴塞尔公约》下制定的各项具体技术准则以环境无害化的方式进行处置。

326. 所涉的废物流类型将决定可用哪些处置方法对其进行环境无害化管理。例如，《巴塞尔公约》制定了一些废物的环境无害化管理准则，具体可参阅 www.basel.int。

327. 在本准则的附件二中列出了相关的国家立法实例。

H. 针对受污场址采取的补救措施

1. 查明受污场址

328. 装卸和储存做法不当尤其会导致持久性有机污染物在所涉化学品¹¹⁴的储存场所发生泄漏，从而致使这些场址受到严重的持久性有机污染物污染，这种受严重污染的场址可造成严重的环境和健康问题。查明这些场址是解决潜在关注问题的第一步。

329. 可利用分阶段的处理办法来查明此种场址，其中包括如下步骤：

- (a) 查明如下有嫌疑的场址：
 - (一) 持久性有机污染物的生产的场址；
 - (二) 斯德哥尔摩公约附件 C 所列的其他过程，导致持久性有机污染物的无意形成；
 - (三) 农药制作、变压器的填充和改装作业的场址；
 - (四) 持久性有机污染物的使用和存放，诸如农药应用以及变压器的置放；和
 - (五) 持久性有机污染物废物的处置场址；
 - (六) 制造含持久性有机污染物废物的设备、材料和物品（变压器，电容器等）；
 - (七) 事故，包括含被持久性有机污染物废物或含持久性有机污染物废物的液体和其他材料的火灾；
 - (八) 维护含持久性有机污染物废物设备的场地。
- (b) 审查目前的和历史上的关于有嫌疑场址的信息和资料；

¹¹⁴ 查明受污染的场址应还包括持久性有机污染物前体使用和储存的场址（如，全氟辛酸磺酸的前体氟虫胺作为农药的使用）。

(c) 实施一项初步测试方案，以确证是否存在有嫌疑的污染物，并确定有嫌疑场址的物理特点；和

(d) 实施进一步的详尽测试，以查明所涉场址受到污染的性质，并收集所需要的其他资料。

330. 有关查明受污场址的资料可通过广泛的途径获取。例如，联合国工业发展组织持久性有机物污染物问题特设专家组编制了一个全面的工具包，旨在协助发展中国家依照最佳可得技术和最佳环保做法（工发组织，2010 年）对受持久性有机污染物污染的场址加以查明、分类和优先排序，并开发适宜的土地修复技术。其他资料可参阅土地污染评估参考手册（粮农组织，2000 年）和关于加拿大受污场址管理的指导文件（加拿大环境部长理事会，1997 年）。

2. 环境无害化的补救措施

331. 在对受污场址采取补救措施方面，由各国政府利用风险评估技术拟定的关于受污场址的标准通常用作一般性指标。此外，还可针对土壤、有机物和地下水等订立单独的标准。通常根据场址的用途对土壤质量标准进行区分：工业部门（严格程度最低的标准）、商业、居住区或农业（最严格的标准）所用的土壤。德国联邦土壤保护和受污场址政令、瑞士关于减轻土壤负担的政令、以及加拿大的环境质量准则等均提供了这些标准的实例。¹¹⁵

332. 目前用于修复被持久性有机污染物污染的场所的方法，包括场所评价导则、补救计划和风险评估，可以从各种不同渠道获得，包括：¹¹⁶

(a) 加拿大环境部长理事会，1997 年。加拿大污染场地管理指导文件。可参阅：www.ccme.ca 以及加拿大联邦污染场地行动计划。可参阅：<http://www.federalcontaminatedsites.gc.ca/default.asp?lang=en&n=BAC292EB-1>

(b) 粮农组织，2001 年。农药处置系列，第 10 号，过期农药库存盘点培训手册。可参阅：www.fao.org。

(c) 联邦修复技术圆桌会议（FRTR），2002。修复技术筛选矩阵和参考指南，第 4.0 版。可参阅：www.frtr.gov/matrix2/top_page.html。

(d) 美国环境署：

<http://www.epa.gov/superfund/>

http://www.epa.gov/oswer/riskassessment/risk_superfund.htm

¹¹⁵ 参阅加拿大环境部长理事会，2002 年，和下面的附件 II（相关国家立法实例）。

¹¹⁶ 参阅下面的附件 III（书目）获取全部参考文献。

<http://www.epa.gov/superfund/cleanup/pasi.htm>,

<http://www.epa.gov/superfund/policy/remedy/sfremedy/rifs.htm>,

<http://www.epa.gov/superfund/cleanup/rdra.htm>

<https://clu-in.org/>

(e) 美国陆军工程兵团，2003 年。HTRW 修复技术的安全与健康。可参

阅：http://140.194.76.129/publications/eng-manuals/EM_1110-1-4007_sec/EM_1110-1-4007.pdf；
和

(f) Vijgen，2002 年。“NATO/CCMS 试点研究：污染土壤和地下水的处理示范和新兴技术评价”。可参阅：<https://www.clu-in.org/download/partner/2001annualreport.pdf>。

I. 健康与安全¹¹⁷

333. 一般而言，可采用以下三种主要办法来保护工人免受化学品的危害（按优先考虑的次序排列）：

- (a) 使工人和公众避开所有可能的污染源；
- (b) 对污染物实行控制，以便最大限度减少与之发生接触的可能性；和
- (c) 确保采用人体保护设备，以便对工人提供保护。

334. 还可从劳工组织（1999 年 a 和 1999 年 b）、世界卫生组织（1995 和 1999 年）、国际化学品安全方案的 INCHEM（不同的日期）、联合王国的健康与安全执行（在开发受污土地过程中对工人和一般公众实行保护，指导说明 HS(G)66-H 英国皇家出版局），以及危险废物场地活动指导手册（国家职业安全与卫生研究所，1985 年）等来源获得健康和安全的资料。还可从环境署获得实际实施工作方面的实例（2001 年）。

335. 应在所有处理持久性有机污染物废物的设施订立健康和计划，确保对所涉设施中及其周边地区的所有人实行保护。应由那些在所涉设施的特定持久性有机污染物所涉健康风险管理方面具有经验的、受过训练的健康和安全专业人员负责为每一具体设施制订健康和计划。

336. 所有健康和计划均应恪守上述各项原则并确认地方或国际劳工标准。大多数健康和计划都确认存在着不同程度的安全问题，所涉风险程度视所涉场址的具体情况以及该设施所处理的受污材料的性质而定。向工人提供的保护程度应与他们所接触的危险废物有关的风险相吻合。

¹¹⁷ 还可从以下来源获得关于健康和安全的进一步资料：劳工组织 1999 年 a 和 1999 年 b、世界卫生组织 1995 年和 1999 年以及国际化学品安全方案 INCHEM（日期不详）。更全的参考文献，参阅下面的附件 III（书目）。

337. 不同的持久性有机污染物废物流可以呈现出不同的风险，这取决于毒性与暴露风险。应确立风险程度，而且应由健康和安全专业人员对每一具体情形进行评估。以下讨论两种风险情况：风险较高的情况和风险较低的情况。

1. 风险较高的情况

338. 风险较高的情况通常会在下列情形中出现：因有高浓度的持久性有机污染物存在或有大量持久性有机污染物废物存在而存在着工人和一般公众与所涉持久性有机污染物发生接触的高度可能性。这种情况下，应特别努力尽最大限度减少公众与此种污染物发生接触。此外，还应提供必要的指导，确保公众知悉这些方面存在的潜在风险、以及在发生接触后拟采取的各种措施。

339. 关于持久性有机污染物废物的各项具体技术准则将指明与具体的持久性有机污染物有关的风险更高的情况。

340. 目前尚未确立关于大量或高浓度的具体国际数量定义。工人和雇员可从健康和安全专业人员、劳工代表、科学文献、以及政府主管部门那里获得相关的指导和咨询意见以及投入。风险较高的情况可能会在以下情形中出现：

- (a) 生产、处理或使用持久性有机污染物的所有场址；
- (b) 化学品或持久性有机污染物废物的库存和大型存储场址；
- (c) 在专门处理或处置持久性有机污染物废物的设施；
- (d) 在地表或接近地表处受到大量持久性有机污染物污染的场址。

341. 作为一个最低限度，针对风险较高的情况订立的持久性有机污染物健康和安全规划应包括以下各项要素：

- (a) 应制订并在每一场址张贴书面健康和安全计划；
- (b) 所有进出所涉场址的工人都应阅读此种健康和安全计划，并签字确认他们已确实阅读并已真正理解计划的声明；
- (c) 在此种健康和安全通告中，可囊括在所涉场址可能遇到的所有危害，同时还应在其中章节中具体详尽论述关于持久性有机污染物的处理程序；
- (d) 工人只有在提供维修保养服务或检查设备或所存储的材料的必要情况下才能进入所涉场址；
- (e) 进入所涉场址的工人应接受关于化学品、人体和生物危害方面的适宜的健康和安全及操作规程培训；
- (f) 应以每年为期提供健康和安全方面的培训；
- (g) 应进行例行的空气质量检测，以便及时发现是否已出现因持久性有机污染物而造成的污染；

(h) 建议使用综合防护措施，如主动湿控制系统（例如防止受污染的灰尘进入空气中）和被动覆盖系统（例如使用密封防渗的高密度聚乙烯（HDPE）层来减少粉尘和蒸气扩散）；

(i) 进入所涉场址的工人应酌情佩戴适宜的呼吸道保护装置，并应使用防穿透性织物遮盖整个身体（即有帽子的全身工作服、防护面具、手套和靴子、或整套的全身工作服）；

(j) 应在所有涉及持久性有机污染物的地区配备防溢漏清扫工具箱和人体除污材料；

(k) 应对那些经常进入所涉场址或预计会经常进入所涉场址或与持久性有机污染物直接发生接触的工人进行医疗监测，包括进行全面基本体检；

(l) 当在开放系统中处理持久性有机污染物，或在有理由认定工人的防护服可能已受到持久性有机污染物的污染的情况下，应开辟一个减少污染程度的地带，以便对工人进行身体除污处理、并去除其防护装置；

(m) 至少应以每年为期对健康和计划以及一般工作程序进行审查，并应视需要对之进行修订，以提高所涉场址的健康和安全程度。

2. 风险较低的情况

342. 如同高含量或高浓度的国际定量定义未定，目前亦未确立低含量或低浓度的具体定义。低含量或低浓度的定义应通过与政府准则中的污染程度相比较、或通过对具体场址进行风险评估来确定。风险较低的情况可能发生在：

(a) 存在受到少量或低浓度持久性有机污染物污染材料的场址；

(b) 存储少量持久性有机污染物的、受到控制的存储室；和

(c) 受到低浓度持久性有机污染物污染的场址、或所涉污染未直接与人体发生接触的情况。

343. 尽管上述情形所涉风险程度较低，但仍应采取一些相应的健康和安全措施，以尽最大限度降低发生接触的可能性，包括向那些可能与持久性有机污染物发生接触的人员提供健康和安全方面的培训。

J. 紧急情况的应对¹¹⁸

344. 应针对在生产环节、使用过程中、储存地点、运输过程中或在处置场址的所有持久性有机污染物，并依据各特定的持久性有机污染物的暴露和风险状况订立应急计划。尽管应急计划可因具体情况的不同和具体类型的持久性有机污染物的不同而彼此不同，但应急计划的主要要素应包括如下各项：

¹¹⁸ 有关应急计划方面的进一步指导可查阅以下资料来源：由各国国际组织拟定的其他准则，诸如经合组织关于化学品意外事故的预防、防范和应对的指导原则，第二版（2003年）、以及由国家、区域或地方政府或机构（诸如民防和应急协调机构及消防部门）所订立的准则。

- (a) 确定所有潜在危害、风险和意外事件；
- (b) 确定制约应急计划的相关地方和国家立法；
- (c) 针对预计可能会出现的情况和由此采取的应对措施进行规划；
- (d) 保持列明场址上所有持久性有机污染物的完整的最新清册；
- (e) 向人员提供应急活动方面的培训，其中包括模拟应急活动和急救措施；
- (f) 保持机动性溢漏快速应急能力或处理溢漏紧急情况的专门公司的服务；
- (g) 向消防部门、警察部门和其他政府应急机构通报持久性有机污染物的具体地点和运输路线；
- (h) 安装缓解装置，诸如消防系统、防溢漏设备、消防水设备、溢漏和火灾警报、以及防火墙等；
- (i) 安装应急通讯系统，包括紧急出口标志、报警电话号码、报警地点和应急提示等；
- (j) 安装和保持应急工具箱，箱中应包括吸附剂、人体保护设备、便携式灭火器和急救品；
- (k) 酌情把设施订立的计划与地方、国家、区域和全球应急计划结合起来；和
- (l) 定期检测应急设备和审查应急计划。

345. 应由跨学科的团队联合拟订应急计划，其中包括直接从事应急工作的人员、医疗人员、化学品和技术人员、以及劳工和管理层的代表。同时亦应有可能会受到影响的社区的代表参与。

K. 公众参与

346. 公众参与是 1999 年《关于实行环境无害化管理的巴塞尔宣言》和许多其他国际协定的一项核心原则。至关重要的是，公众和所有利益相关团体都应有机会参与制定与持久性有机污染物有关的政策、各项方案的规划、立法、参与对文件和数据的审查、以及参与与持久性有机污染物有关的地方问题的决策。

《巴塞尔宣言》第 6(g)和(h)段规定应促进和加强努力与合作，通过加强社会所有阶层的信息交流和教育宣传活动，实现环境无害化管理；并应加强在各国、公共主管部门、各国际组织、工业非政府组织和学术机构之间各个层面开展合作并建立伙伴关系。

347. 《斯德哥尔摩公约》第 10 条第 1(d)款要求每一缔约方在其能力范围内促进和推动公众参与处理持久性有机污染物、及其所造成的健康和环境影响，并参与得当应对措施的制定，其中包括在国家一级对《公约》实施工作提供公众参与的机会。

348. 1998 年欧洲经济委员会的《关于在环境事项上获得信息、公众参与决策和诉诸司法程序的奥胡斯公约》第 6、7、8 和 9 条均规定应为公众参与开展十分具体的政府活动、制订计划、政策和方案以及参与立法的制订方面的相当具体的活动类型，并要求使广大公众能够在环境事项上诉诸司法程序。

349. 公众参与采用与持久性有机污染物有关的各种标准和条例极为重要。国家政府在规划新的条例或改变原有条例或政策时，均应采取一个公开的进程，征求所有人或所有团体的意见。这意味着，应通过定期的媒体宣传、互联网、或直接邀请的方式随时邀请各方提出意见。应考虑作为直接邀请征求其意见的个人和团体如下：

- (a) 对持久性有机污染物事项有兴趣的公民个人；
- (b) 地方公民团体针对地方议题发表意见，其中包括地方环保团体；
- (c) 弱势民众团体，诸如妇女、儿童和受教育程度最低的人；
- (d) 区域、国家或全球性环保团体组织；
- (e) 在这一进程中有利害关系的个别工业和商业部门；
- (f) 商业协会；
- (g) 工会和协会；
- (h) 专业人员协会；
- (i) 其他各级政府。

350. 公众参与进程可分成若干阶段进行。在考虑作出任何改变或订立任何方案之前、在政策制过程期间、以及在拟定了政策文件草案之后，均可与各团体进行协商。可派人、以书面形式或通过互联网网站邀请各方发表评论意见。

351. 关于针对持久性有机污染物管理计划制定工作开展公众协商方面的实例，可查询澳大利亚环境与遗产部编制的相关文件：《关于通过有效的社区协商解决问题的个案研究》。¹¹⁹

¹¹⁹ 参阅澳大利亚环境与遗产部，2000 年。

Annex I to the technical guidelines*

International instruments

In addition to the Stockholm and Basel conventions, there are other international instruments or systems that contain provisions pertaining to POPs or POP wastes, including:

- (a) 1998 Protocol on Persistent Organic Pollutants to the UNECE 1979 Convention on Long-range Transboundary Air Pollution;
- (b) 2003 Protocol on Pollutant Release and Transfer Registers to the UNECE 1998 Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-making and Access to Justice in Environmental Matters (Aarhus Convention);
- (c) 1991 Bamako Convention on the Ban of the Import into Africa and the Control of Transboundary Movement and Management of Hazardous Wastes within Africa;
- (d) 1995 Convention to Ban the Importation into Forum Island Countries of Hazardous and Radioactive Wastes and to Control the Transboundary Movement and Management of Hazardous Wastes within the South Pacific Region (Waigani Convention);
- (e) OECD Council Decision C (2001) 107/FINAL Concerning the Control of Transboundary Movements of Wastes Destined for Recovery Operations;
- (f) Rotterdam Convention on Prior Informed Consent Procedure for Certain Hazardous Chemicals and Pesticides in International Trade (1998); and
- (g) Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS).

* 为节省成本，本文件的附件未进行翻译。

Annex II to the technical guidelines

Examples of pertinent national legislation

Examples of national legislation containing provisions related to the management of POP wastes are outlined below.

Country	Legislation	Brief description
Argentina	Law 25.670/2002 and Decree 853/2007 on PCBs	<ul style="list-style-type: none"> Environmental protection for the management of PCB prohibiting the production, importation and use as well as establishing a procedure to remove functioning equipment containing it due to 2010
Argentina	Law 24.051/1992 and Decree 831/1993 on management of hazardous wastes	<ul style="list-style-type: none"> Reaches all POP wastes that are classified as hazardous waste; includes a destruction efficiency parameter for components in waste incineration
Argentina	Resolution 511/2011 from National Health Service and Food Quality (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria-SENASA).	<ul style="list-style-type: none"> Prohibits the import of the active ingredient endosulfan and its formulated products and forbids the development, formulation, marketing and use of products containing the active ingredient endosulfan
Austria	Soil Protection Acts	<ul style="list-style-type: none"> Contains stringent limit values for PCBs, PCDDs and PCDFs in sewage sludge used as fertilizer.
Brazil	Norm ABNT/NBR, N° 8371/1997	<ul style="list-style-type: none"> Procedures for handling, transport and storage of materials containing PCBs
Brazil	Resolution CETESB (São Paulo state), N° 007/1997	<ul style="list-style-type: none"> Determines limits for PCDDs and PCDFs on emissions from medical waste incinerators with capacity > 200 kg/day
Brazil	Resolution CONAMA, N° 264/1999	<ul style="list-style-type: none"> Procedures for environmental licensing of waste co-processing in cement kilns
Brazil	Resolution CONAMA, N° 313/2002	<ul style="list-style-type: none"> Provides for an inventory of PCB stocks and industrial wastes
Brazil	Resolution CONAMA, N° 316/2002	<ul style="list-style-type: none"> Procedures and criteria for operating thermal waste treatment systems, provides limits on emissions of PCDDs and PCDFs.
Brazil	Resolution CONAMA, N° 334/2003	<ul style="list-style-type: none"> Procedures for environmental licensing for establishments responsible for receiving pesticides packaging.
Brazil	Decision CETESB (São Paulo state), N° 26/2003	<ul style="list-style-type: none"> Sets limits for air emissions of PCDDs and PCDFs of cement kilns treating waste
Brazil	Resolution CONAMA, N° 357/2005	<ul style="list-style-type: none"> Provides maximum permitted levels for POPs in effluents discharged to water.
Canada	PCB Regulations	<ul style="list-style-type: none"> Restrict the manufacture, import, export and sale of PCBs and equipment containing PCBs, and prohibit PCB releases to the environment. The regulations have deadlines ending the use of PCBs and PCB equipment that have concentrations at or above 50 mg/kg along with maximum storage and destruction timelines.
China	Technical specifications for centralized incineration disposal engineering (HJ 2037)	<ul style="list-style-type: none"> Procedures for incineration of materials containing PCBs
China	Technical specification for co-processing of solid wastes in cement kilns (GB 30760)	<ul style="list-style-type: none"> Procedures for co-processing of POPs wastes in cement kilns Limitation for dioxin in cement produced by the co-processing of solid waste

Country	Legislation	Brief description
China	Guidelines for the pollution control of dioxins	<ul style="list-style-type: none"> Pollution control of dioxins on 4 key-industries
China	Standard for pollution control on: <ul style="list-style-type: none"> municipal solid wastes incineration (GB 18485) hazardous wastes incineration (GB 18484) co-processing of solid wastes in cement kilns (GB 30485) the steel smelt industry (GB 28664) sintering and pelletizing of iron and the steel industry (GB 28662) 	<ul style="list-style-type: none"> Contains standards for releases of PCDDs and PCDFs in air emissions
European Union	Regulation (EC) No 850/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on persistent organic pollutants and amending Directive 79/117/EEC (last amendment: Commission Regulation (EU) No 1342/2014)	<ul style="list-style-type: none"> Article 7 contains provisions regarding the management of wastes containing, consisting of or contaminated with POPs.
European Union	Council Directive 96/59/EC of 16 September 1996 on the disposal of polychlorinated biphenyls and polychlorinated terphenyls (PCB/PCT)	<ul style="list-style-type: none"> Contains rules regarding the disposal of PCBs and PCTs, <i>inter alia</i> on the decontamination and/or disposal of equipment and the PCBs therein.
European Union	Directive 2010/75/EU on industrial emissions (Industrial Emissions Directive, IED)	<ul style="list-style-type: none"> Annex VI, part 5, contains emission limit values for discharges of PCDD- and PCDF-contaminated wastewater from the cleaning of waste gases. Annex V contains air emission values for PCDDs and PCDFs.
European Union	Council Decision 2003/33/EC of 19 December 2002 establishing criteria and procedures for the acceptance of waste at landfills pursuant to Article 16 of, and Annex II to Directive 1999/31/EC	<ul style="list-style-type: none"> Paragraph 2.1.2.2 of the annex contains criteria for landfilling of inert waste containing PCBs.
Finland	Council of State Decision (1071/1989) on restricting the use of PCBs and PCTs	<ul style="list-style-type: none"> Contains limit values for PCBs and PCTs
Finland	Council of State Decision (101/1997) on oil waste management	<ul style="list-style-type: none"> Contains limit values for PCBs in regenerated oil and in oil wastes destined for incineration
Finland	Council of State Decision (711/1998) on the disuse of PCB appliances and the treatment of PCB waste	<ul style="list-style-type: none"> Contains limit values for PCBs
Finland	Council of State Decree (1129/2001) on a list of the most common wastes and of hazardous wastes	<ul style="list-style-type: none"> Contains limit values for PCBs
Germany	Federal Soil Protection and Contaminated Sites Ordinance	<ul style="list-style-type: none"> Contains action levels regarding sites contaminated with aldrin, DDT, HCB, HCH, PCBs, PCP, PCDDs and PCDFs.
Germany	Ordinance on Landfills and Long-Term Storage Facilities	<ul style="list-style-type: none"> Contains a limit for PCBs in soils used as reclamation layers of landfills. Prohibits the landfilling of waste that could harm public welfare due to its content of long-lived or bio-accumulable toxic substances.
Germany	Ordinance on Underground Waste Stowage	<ul style="list-style-type: none"> Contains limits for the use of waste contaminated with PCBs as stowage material.
Germany	Fertilizer Ordinance	<ul style="list-style-type: none"> Contains limits for PFOS, PCDDs and PCDFs in fertilizers
Germany	Sewage Sludge Ordinance	<ul style="list-style-type: none"> Contains limits for the usage of sewage sludge contaminated with PCBs, PCDDs and PCDFs as fertilizer.
Germany	Waste Wood Ordinance	<ul style="list-style-type: none"> Contains limits for recycling of waste wood contaminated with PCBs and PCP.
Germany	Waste Oil Ordinance	<ul style="list-style-type: none"> Contains limits for recycling of PCB-contaminated oils.
Ghana	Hazardous and Electronic Waste Control and	<ul style="list-style-type: none"> Contains elements related to the implementation of

Country	Legislation	Brief description
	Management-Act, 2016, Act 917	the Basel, Rotterdam and Stockholm Conventions, especially on all waste which include POP wastes.
Italy	Part of the Environmental Frame Law concerning waste and soil remediation (Part IV of Legislative Decree No. 152 of 3 April 2006)	<ul style="list-style-type: none"> Contains limits for the regeneration and the co-incineration of PCB/PCT contaminated oils Contains action levels regarding sites (residential, industrial commercial soil and groundwater) contaminated with aldrin, alfa, beta and gamma HCH, chlordane, dieldrin, endrin, DDT, HCB, PCBs, PCDDs and PCDFs.
Italy	Regulations for waste recovery with exemption from permit requirements (simplified administrative procedures) (Ministerial Decree 5/02/1998)	<ul style="list-style-type: none"> Contains limits for PCBs, PCTs and PCDDs in specific types of waste as conditions for exemption from permit requirements
Japan	Law Concerning Special Measures Against Dioxins	<ul style="list-style-type: none"> Contains tolerable daily intake environmental standards for ambient air, water quality (including sediment) and soil, emission and residue standards for gas, effluent, ash and dust regarding PCDDs, PCDFs and dioxin-like PCBs.
Japan	Law Concerning Special Measures for Promotion of Proper Treatment of PCB Wastes (PCB Special Measures Law)	<ul style="list-style-type: none"> Contains standards for the treatment of plastics and metals contaminated with PCBs.
Japan	Soil Contamination Countermeasures	<ul style="list-style-type: none"> Contains standards for the treatment of soil contaminated with PCBs.
Japan	Waste Management and Public Cleansing Law	<ul style="list-style-type: none"> Contains criteria of hazardous wastes containing PCBs, PCDDs, PCDFs and dioxin-like PCBs.
Japan	Water Pollution Control Law	<ul style="list-style-type: none"> Contains emission standards for effluent containing PCBs.
Mexico	Norm NOM-098 of 2004	<ul style="list-style-type: none"> Contains emission and destruction efficiency standards for waste incinerators.
Mexico	Norm NOM-133 of 2001	<ul style="list-style-type: none"> Contains regulations regarding handling of PCBs and a programme for the preparation of inventories.
New Zealand	Hazardous Substances and New Organisms Act 1996	<ul style="list-style-type: none"> Prohibits the import, manufacture, use or storage of POPs (sections 25A – 25D, Schedule 1AA, Schedule 2A).
New Zealand	National Environmental Standards for Air Quality (Resource Management (National Environmental Standards for Air Quality) Regulations 2004)	<ul style="list-style-type: none"> Contains standards banning activities discharging significant quantities of dioxins and other toxics into the air, and standards for ambient (outdoor) air quality.
Norway	Norwegian Product Regulations, Chapter 2 on Regulated substances, preparations and products.	<ul style="list-style-type: none"> Contains a ban on the production, use, import and export of PCBs, including PCB-containing capacitors.
Norway	Norwegian Waste Regulations, Chapter 14 on Discarded insulating glass units containing PCBs	<ul style="list-style-type: none"> Lays down requirements for the producers to collect and handle obsolete windows that contain PCBs.
Norway	Norwegian Pollution Regulations, Chapter 2 on Clean-up of contaminated soil	<ul style="list-style-type: none"> Contains limit values below which a soil is considered to be clean and suitable for use in sensitive areas.
Switzerland	Soil Burden Ordinance	<ul style="list-style-type: none"> Contains actions levels regarding sites contaminated with PCBs, PCDDs and PCDFs.
United States of America	EPA 40 CFR 63 Subpart EEE National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants from Hazardous Waste Combustors	<ul style="list-style-type: none"> Contains standards for releases of PCDDs and PCDFs within air emissions.
United States of America	40 CFR 268.48 Universal Treatment Standards for Hazardous Wastes	<ul style="list-style-type: none"> Contains standards for the treatment of hazardous waste prior to land disposal and aqueous waste prior to release.
United States of America	40 CFR 761.70 Standards for incineration of PCBs	<ul style="list-style-type: none"> Contains standards for air emissions when incinerating PCBs.

Annex III to the technical guidelines

Bibliography

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (United States of America), Toxicological Profile Information Sheets. Available from: www.atsdr.cdc.gov.

Ariizumi, A et al, 1997. "Dechlorination and decomposition behaviour of PCBs by the sodium dispersion process", *J. Environ. Chem.*, vol. 7, pp. 793–799.

Australia Department of the Environment and Heritage, 2000. *A Case Study of Problem Solving Through Effective Community Consultation*. Available at:
<http://www.ntn.org.au/cchandbook/library/documents/problem%20solving.pdf>.

Austrian Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management, 2010. *Waste-to-Energy in Austria. White Book – Figures, Data, Facts*, 2nd edition. Available at:
<http://www.uvp.at/publications/whitebook/>

Borgnes.D and Rikheim.B. 2005. *Emission Measurements During Incineration of Waste Containing Bromine*".Norden, 2005. Available at: <http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:702261/FULLTEXT01.pdf>

BiPRO GmbH, 2005. "Study to facilitate the implementation of certain waste related provisions of the Regulation on Persistent Organic Pollutants (POPs): Final Report for the European Commission." Brussels, Munich. Available at:
http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/pops_waste_full_report.pdf

Brusselaers J., Mark F.E. and Tange L., 2006. "Using Metal-Rich WEEE Plastics as Feedstock Fuel Substitute for an Integrated Metals Smelter", Plastics Europe, Umicore and EFRA.

Canadian Council of Ministers of the Environment, 1997. *Guidance Document on the Management of Contaminated Sites in Canada*. Available from: www.ccme.ca.

Canadian Council of Ministers of the Environment, 2002. *Canadian Environmental Quality Guidelines*. Available from: www.ccme.ca.

CMPS&F – Environment Australia, 1997. *Appropriate Technologies for the Treatment of Scheduled Wastes: Review Report Number 4*. Available from: www.deh.gov.au.

Cobo, M., A. Gálvez, J. Conesa and C. Montes de Correa (2009). "Characterization of fly ash from a hazardous waste incinerator in Medellin, Colombia." *Journal of Hazardous Materials* 168: 1223-1232.

Costner, P., Luscombe D. and Simpson M., 1998. "Technical Criteria for the Destruction of Stockpiled Persistent Organic Pollutants", Greenpeace International Service Unit.

Danish Environmental Protection Agency, 2004. *Detailed review of selected non-incineration and incineration POPs Elimination Technologies for the CEE Region*. Available from:
www.mst.dk/publications/.

- Environment Canada, 2011. *Environmental monitoring and surveillance in support of the chemical management plan*. Available from: <http://www.ec.gc.ca>.
- EPA, 1993. *Technology Alternatives for the Remediation of PCB-Contaminated Soil and Sediment*. Available from: www.epa.gov.
- EPA, 2002. *RCRA Waste Sampling Draft Technical Guidance*. Available at www.epa.gov.
- European Commission, 2001a. *Reference Document on Best Available Techniques in the Non Ferrous Metals Industry*. Available from: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/nfm.html>.
- European Commission, 2001b. *Reference Document on Best Available Techniques on the Production of Iron and Steel*. Available at: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/IS_Adopted_03_2012.pdf.
- European Commission, 2003. *Reference Document on the General Principles of Monitoring*. Available from: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/mon.html>.
- European Commission, 2006. *Reference Document Best Available Techniques for Waste Incineration*. Available from: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/wi.html>.
- European Commission, 2011. *Study on waste related issues of newly listed POPs and candidate POPs*. (prepared by the Expert Team to Support Waste Implementation, ESWI). Available at: http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/POP_Waste_2010.pdf.
- European Commission, 2013. Best Available Techniques (BAT). *Reference Document for the Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide*. Joint Research Centre. Institute for prospective technological studies.
- European Commission, 2013b. Decision 2013/163/EU establishing the best available techniques (BAT) conclusions under Directive 2010/75/EU on industrial emissions for the production of cement, lime and magnesium oxide. Available at: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013D0163&from=EN>
- FAO, 1996. *Pesticide Storage and Stock Control Manual*. Pesticide Disposal Series No.3. Available from: <http://www.fao.org/agriculture/crops/obsolete-pesticides/resources0/en/>.
- FAO, 2000. *Assessing Soil Contamination: A Reference Manual*. Pesticide Disposal Series No. 8. Available from: www.fao.org/agriculture/crops/obsolete-pesticides/resources0/en/.
- FAO, 2001. *Training manual for inventory taking of obsolete pesticides*. Pesticide Disposal Series No. 10. Available from: www.fao.org/agriculture/crops/obsolete-pesticides/resources0/en/.
- Federal Remediation Technology Roundtable (FRTR), 2002. Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide, Version 4.0. Available at: www.frtr.gov/matrix2/top_page.html.
- German Federal Environment Agency, 2014. Federation/Länder Dioxin Database, Umweltbundesamt Dessau-Roßlau. Available at: <http://www.dioxindb.de/index-e.html>.

German Federal Environment Agency, 2015. *Identification of potentially POP-containing Wastes and Recyclates – Derivation of Limit Values*. Available at:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/identification-of-potentially-pop-containing-wastes>

German Federal Ministry for the Environment, 2005. *Waste Incineration – A Potential Danger? Bidding Farewell to Dioxin Spouting*. Available at: http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/english/pdf/application/pdf/muellverbrennung_dioxin_en.pdf.

Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-based Activities. GPA clearing-house mechanism. Available from: <http://pops.gpa.unep.org>.

Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS). Available from: http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_welcome_e.html

Government of Canada, 2011. *Document on monitoring and research under the chemical management plan*. Available from: <http://www.chemicalsubstanceschimiques.gc.ca>.

IATA. *Dangerous Goods Regulations (DGR)*. Available from: <http://www.iata.org/publications/dgr/Pages/index.aspx>.

ICAO, 2013. *Technical Instructions For The Safe Transport of Dangerous Goods by Air (Doc 9284)*. Available at: <http://www.icao.int/safety/DangerousGoods/Pages/technical-instructions.aspx>.

ILO, 1999a. *Basics of Chemical Safety*. Available from: www.ilo.org.

ILO, 1999b. *Safety in the use of chemicals at work: Code of Practice*. Available from: www.ilo.org.

IMO, 2002. *International Maritime Dangerous Goods Code*. Available from: www.imo.org.

IPCS INCHEM, various dates. *Health and Safety Guides (HGSs)*. Available from: <http://www.inchem.org/pages/hsg.html>.

JESCO (Japan Environmental Safety Corporation), 2009a. Kitakyushu PCB Waste Treatment Facility. Available at: www.jesconet.co.jp/eg/facility/kitakyushu.html.

JESCO, 2009b. Toyota PCB Waste Treatment Facility. Available at: www.jesconet.co.jp/eg/facility/toyota.html.

JESCO, 2009c. Osaka PCB Waste Treatment Facility. Available at: www.jesconet.co.jp/eg/facility/osaka.html.

JESCO, 2009d. Tokyo PCB Waste Treatment Facility. Available at: www.jesconet.co.jp/eg/facility/tokyo.html.

JESCO, 2013. Hokkaido PCB Waste Treatment Facility. Available at: www.jesconet.co.jp/eg/facility/hokkaido.html.

Karstensen, K.H., 2001. "Disposal of obsolete pesticides in cement kilns in developing countries. Lessons learned – How to proceed", *6th International HCH & Pesticides Forum Book*, pp. 291-301. Available from: http://www.hchforum.com/6th/forum_book/.

- Karstensen, K.H. et al., 2006. “Environmentally sound destruction of obsolete pesticides in developing countries using cement kilns”, *Environmental Science & Policy*, vol. 9 No. 6, pp. 577–586.
- Karstensen, K.H., 2008. *Guidelines for treatment of hazardous wastes and co-processing of AFRs in cement kilns*. Prepared for the Department for Environmental Affairs and Tourism, Republic of South Africa. Available at: <http://sawic.environment.gov.za/documents/461.pdf>.
- Karstensen, K.H. et al. 2009. “Test burn with PCB–oil in a local cement kiln in Sri Lanka”, *Chemosphere*, vol. 78 No. 6, pp. 717–723.
- Kümmling, K. et al, 2001. “Gas-phase chemical reduction of hexachlorobenzene and other chlorinated compounds: Waste treatment experience and applications”, *6th International HCH & Pesticides Forum Book*, pp. 271–275. Available from: http://www.hchforum.com/6th/forum_book/.
- Li, Y et al, 2012. Disposal of obsolete pesticides including DDT in a Chinese cement plant as blueprint for future environmentally sound co-processing of hazardous waste including POPs in cement industry, *Procedia Environmental Sciences*, vol. 16, pp 624–627.
- Liu, G. et al, 2016. Distributions, profiles and formation mechanisms of polychlorinated naphthalenes in cement kilns co-processing municipal waste incinerator fly ash, *Chemosphere*, vol. 155, pp 348–357.
- Ministry of the Environment of Japan, 2004. *Report on study of the treatment standards for POPs waste in fiscal year 2003*.
- Ministry of the Environment of Japan, 2013a. *Environmental Monitoring of Persistent Organic Pollutants in East Asian Countries*. Available at: www.env.go.jp/en/chemi/pops/eaws.html, <http://www.env.go.jp/chemi/pops/3rd/mat02.pdf>
- Ministry of the Environment of Japan, 2013b. *Summary of the Guideline on the Treatment of Wastes Containing Perfluorooctane Sulfonic Acid (PFOS), and Its Salts[,] in Japan*. Available at: www.env.go.jp/en/focus/docs/files/201304-89.pdf.
- Marrone, Philip A. 2013. Supercritical water oxidation—Current status of full-scale commercial activity for waste destruction. *The Journal of Supercritical Fluids*, vol. 79, pp 283–288.
- Marrone, P.A. and Hong, J.T., 2007. “Supercritical Water Oxidation”, in *Environmentally Conscious Materials and Chemicals Processing*, Myer Kutz, ed., John Wiley & Sons, Inc., pp. 385–453.,
- 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.
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Occupational Safety and Health Administration (OSHA), U.S. Coast Guard (USCG), U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Occupational Safety and Health. October 1985. *Guidance Manual for Hazardous Waste Site Activities*. Available at: <https://www.osha.gov/Publications/complinks/OSHG-HazWaste/all-in-one.pdf>
- Noma Y., Sakai. S., Oono M., 2002. “Dechlorination pathways of PCBs by photochemical reaction and catalytic hydro-dechlorination”, *Organohalogen Compounds*, vol. 56, pp. 413–416.

- Noma Y., Sakai. S., Oono M., 2003a. "Dechlorination pathways and kinetics in photochemical reaction and catalytic hydro-dechlorination", *Organohalogen Compounds*, vol. 63, pp. 276–279.
- Noma Y., Sakai. S., Oono M., 2003b. "Pathways for the degradation of PCBs by palladium-catalyzed dechlorination", *Fresenius Environmental Bulletin*, vol. 12 No. 3, pp. 302–308.
- Nordic Council of Ministers, 2005. *Emission Measurements During Incineration of Waste Containing Bromine*. Available from: <http://www.norden.org/en/publications/order>.
- OECD, multiple years. *OECD Series on Principles of Good Laboratory Practice and Compliance Monitoring* (multiple volumes). Available from: www.oecd.org.
- OECD, 1997. *Principles on Good Laboratory Practice* (as revised in 1997). Available from: www.oecd.org/.
- OECD, 1998. Waste Management Policy Group: "Report on incineration of products containing brominated flame retardants", Environment Policy Committee. Available from: www.oecd.org.
- OECD, 2003. *Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response, second edition*. Available from: www.oecd.org.
- OECD, 2004. *Recommendation of the Council on the Environmentally Sound Management (ESM) of Waste C(2004)100*. Adopted 9 June 2004. Available from: www.oecd.org.
- Petrlik, J. and R. Ryder (2005). After Incineration: The Toxic Ash Problem. Prague, Manchester, IPEN Dioxin, PCBs and Waste Working Group, Arnika Association: 59; Available at: http://ipen.org/sites/default/files/documents/ipen_incineration_ash-en.pdf.
- Piersol, P. 1989. *The Evaluation of Mobile and Stationary Facilities for the Destruction of PCBs*. Environment Canada Report EPS 3/HA/5, May 1989.
- Rahuman, M.S.M. et al, 2000. "Destruction Technologies for Polychlorinated Biphenyls (PCBs)", ICS-UNIDO. Available from: https://clu-in.org/download/remed/destruct_tech.pdf
- Ray, Ian D., 2001. "Management of chlorinated wastes in Australia", *6th International HCH & Pesticides Forum Book*, pp. 523-526. Available from: http://www.hchforum.com/6th/forum_book/.
- Sakai S., Peter. A. B. and Oono M., 2001. "PCB destruction by catalytic hydrodechlorination (CHD) and t-BuOK method: Combinatorial bio/chemical analysis", *Organohalogen Compounds*, vol. 54, pp. 293–296.
- STAP (Scientific and Technical Advisory Panel of the Global Environment Facility), 2011. *Selection of Persistent Organic Pollutant Disposal Technology for the Global Environment Facility: A STAP Advisory Document*. Global Environment Facility, Washington, D.C.
- Stobiecki, S. et al, 2001. Disposal of pesticides as an alternative fuel in cement kiln: project outline. *6th International HCH & Pesticides Forum Book*, pp. 285-289. Available from: http://www.hchforum.com/6th/forum_book/.

Tagashira, S. et al, 2006. "Plasma Melting Technology of PCB-contaminated Wastes", Proceedings of the 4th International Conference on Combustion Incineration/Pyrolysis and Emission Control, September 26-29, 2006, Kyoto, Japan, pp. 519-522.

Tagashira S., Takahashi M., Shimizu Y., Osada M., Mikata N., Yamazaki R., 2007. "Plasma Melting technology of PCB-contaminated Wastes", *Organohalogen Compounds*, vol. 69, pp. 662-665.

UNECE, 1998. *Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-Making and Access to Justice in Environmental Matters (Aarhus Convention)*. Available from: <http://www.unece.org/env/pp/treatytext.html>

UNECE, 2003a. *Recommendations on the Transport of Dangerous Goods (Model Regulations)*. Available from: www.unece.org.

UNECE, 2003b. *Protocol on Pollutant Release and Transfer Registers* (to the Aarhus Convention). Available at: <http://www.unece.org/env/pp/prtr/docs/prtrtext.html>.

UNEP, 1993. *Storage of Hazardous Materials: A Technical Guide for Safe Warehousing of Hazardous Materials*. Available at: <http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/WEBx0063xPA-SafeWarehousing.PDF>.

UNEP, 1995a. *Model National Legislation on the Management of Hazardous Wastes and Other Wastes as well as on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Other Wastes and their Disposal*. Available from: www.basel.int.

UNEP, 1995b. *Technical Guidelines on Incineration on Land (D10)*. Available from: www.basel.int.

UNEP, 1995c. *Technical Guidelines on Specially Engineered Landfill (D5)*. Available from: www.basel.int.

UNEP, 1998. *Inventory of Worldwide PCB Destruction Capacity*. Available from: www.chem.unep.ch.

UNEP, 2000. *Survey of Currently Available Non-Incineration PCB Destruction Technologies*. Available from: www.chem.unep.ch.

UNEP, 2000a. *Basel technical guidelines on hazardous wastes-Physico-Chemical Treatment/Biological Treatment*. Available from: www.basel.int.

UNEP, 2001. *Destruction and Decontamination Technologies for PCB and Other POP waste Part III. Technology Selection Process*. Available from: <http://archive.basel.int/meetings/sbc/workdoc/techdocs.html>.

UNEP, 2002a. *Destruction and decontamination technologies for PCBs and other POP waste under the Basel Convention: A training manual for hazardous waste project managers (Volume c)*. Available from: <http://chm.pops.int/Implementation/PCBs/DocumentsPublications/tabid/665/Default.aspx>.

UNEP, 2002b. *Report of the Technology and Economic Assessment Panel [of the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer], Volume 3B: Report of the Task Force on Collection,*

Recovery and Storage. Available at:

http://ozone.unep.org/Assessment_Panels/TEAP/Reports/Other_Task_Force/TEAP02V3b.pdf.

UNEP, 2004a. *Review of the Emerging, Innovative Technologies for the Destruction and Decontamination of POPs and the Identification of Promising Technologies for Use in Developing Countries*. Available at: archive.basel.int/techmatters/review_pop_feb04.pdf.

UNEP, 2004b. *POPs Technology Specification Data Sheet: Hazardous Waste Incineration*. Available at: http://www.ihpa.info/docs/library/reports/Pops/June2009/DEFSBCLogo_Inciner_180608_.pdf.

UNEP, 2004c. *Inventory of Worldwide PCB Destruction Capacity*. Second issue. Available from: http://www.unep.org/publications/contents/pub_details_search.asp?ID=2477.

UNEP, 2005. *UNEP/GEF project on existing capacity and capacity building needs for analyzing POPs in developing countries*. Available from: www.chem.unep.ch/pops/laboratory/default.htm.

UNEP, 2006a. Technical guidelines for the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with 1,1,1-trichloro-2,2-bis(4-chlorophenyl)ethane (DDT). Available at: <http://www.basel.int/Implementation/Publications/TechnicalGuidelines/tabid/2362/Default.aspx>

UNEP, 2006b. *Draft Guidance for Analysis of Persistent Organic Pollutants (POPs)*. Available at: www.chem.unep.ch/pops/laboratory/default.htm.

UNEP, 2006c. Expert Group on Best Available Techniques and Best Environmental Practices. Second meeting. Report of the second meeting of the Expert Group on Best Available Techniques and Best Environmental Practices. Available at: <http://www.pops.int/documents/meetings/>

UNEP, 2007. *Guidelines on best available techniques and provisional guidance on best environmental practices relevant to Article 5 and Annex C of the Stockholm Convention on [POPs]*. Available at: <http://chm.pops.int/Implementation/BATandBEP/Guidance/tabid/3636/Default.aspx>.

UNEP, 2011. *Technical guidelines on the environmentally sound co-processing of hazardous wastes in cement kilns*. UNEP/CHW.10/6/Add.3/Rev.1. Available at: <http://www.basel.int/Implementation/Publications/TechnicalGuidelines/tabid/2362/Default.aspx>

UNEP, 2014. *Guidance for Developing a National Implementation Plan for the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants* (updated in 2014 to include the POPs listed in 2009 and 2011). Available at: <http://chm.pops.int/Implementation/NIPs/Guidance/GuidanceforDevelopingNIP/tabid/3166/Default.aspx>.

UNEP, UNIDO et al., 2012. *Labelling of products or articles that contain POPs – Initial Considerations*. Available at:

https://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/Environmental_Management/Stockholm_Convention/Guidance_Docs/UNEP-POPS-GUID-NIP-2012-LabellingConsiderations.En.pdf.

UNEP, 2013a. Framework for the environmentally sound management of hazardous wastes and other wastes. UNEP/CHW.11/3/Add.1/Rev.1. Available at:

<http://www.basel.int/Implementation/CountryLedInitiative/EnvironmentallySoundManagement/ESMFramework/tabid/3616/Default.aspx>

UNEP, 2013b. *Toolkit for Identification and Quantification of Releases of Dioxins, Furans and Other Unintentional POPs under Article 5 of the Stockholm Convention*. Available at:

<http://chm.pops.int/Implementation/UnintentionalPOPs/ToolkitforUnintentionalPOPs/Overview/tabid/372/Default.aspx>.

UNEP, 2015a. *Guidance for a Global Monitoring Programme for Persistent Organic Pollutants*, UNEP Chemicals. Available at: www.chem.unep.ch/gmn/GuidanceGPM.pdf.

UNEP, 2015b. *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*.

UNEP, 2015c. *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with hexabromocyclododecane*.

UNEP, 2015d. *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with perfluorooctane sulfonic acid, its salts and perfluorooctane sulfonyl fluoride*.

UNEP, 2015h. *Manual for the Implementation of the Basel Convention*. Available from: www.basel.int.

UNEP, 2015i. *Basel Convention: Guide to the Control System*. Available from: www.basel.int.

UNEP. 2015j. *Methodological guide for the development of inventories of hazardous wastes and other wastes under the Basel Convention*. Available from: www.basel.int.

UNEP, 2017a. *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with polychlorinated biphenyls, polychlorinated terphenyls, polychlorinated naphthalenes or polybrominated biphenyls including hexabromobiphenyl*.

UNEP, 2017b. *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with the pesticides aldrin, alpha hexachlorocyclohexane, beta hexachlorocyclohexane, chlordane, chlordecone, dieldrin, endrin, heptachlor, hexachlorobenzene, hexachlorobutadiene, lindane, mirex, pentachlorobenzene, pentachlorophenol and its salts, perfluorooctane sulfonic acid, technical endosulfan and its related isomers or toxaphene or with hexachlorobenzene as an industrial chemical*.

UNEP, 2017c. *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes containing or contaminated with unintentionally produced polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated*

dibenzofurans, hexachlorobenzene, polychlorinated biphenyls, pentachlorobenzene or polychlorinated naphthalenes.

UNEP, 2017d. *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with hexachlorobutadiene.*

UNEP, 2017e. *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with pentachlorophenol and its salts and esters.*

UNIDO, 2007. *Non-combustion Technologies for POPs Destruction: Review and Evaluation.*

Available at: <https://institute.unido.org/wp-content/uploads/2014/11/23.-Non-combustion-Technologies-for-POPs-Destruction-Review-and-Evaluation.pdf>.

UNIDO, 2010. *Persistent organic pollutants: contaminated site investigation and management toolkit.*

Available from: <http://www.unido.org/index.php?id=1001169>.

United States Army Corps of Engineers, 2003. *Safety and Health Aspects of HTRW Remediation Technologies: Engineer Manual.* Available at: http://140.194.76.129/publications/engine-manuals/EM_1110-1-4007_sec/EM_1110-1-4007.pdf

Juergen Vehlouw, et al: "Recycling of bromine from plastics containing brominated flame retardants in state-of-the-art combustion facilities", Forschungszentrum Karlsruhe, Plastics Europe & EBFRIIP, 2002. Available at: <http://www.cefic-efra.com/images/stories/IMG-BROCHURE-2.4/Tamara.pdf>

Vijgen, J., 2002. "NATO/CCMS Pilot Study: Evaluation of Demonstrated and Emerging Technologies for the Treatment of Contaminated Land and Groundwater." Available at: <https://www.clu-in.org/download/partner/2001annualreport.pdf>.

Weber, Roland, 2004. "Relevance of PCDD/PCDF Formation for the Evaluation of POPs Destruction Technologies – Necessity and Current Status", *Organohalogen Compounds*, vol. 66, pp. 1282–1288.

Weber, R., M. Schlumpf, T. Nakano and J. Vijgen (2015). "The need for better management and control of POPs stockpiles." *Environmental Science and Pollution Research* **22**(19): 14385-14390.

WHO, 1995. *Global Strategy on Occupational Health for All: The Way to Health at Work.* Available at: http://www.who.int/occupational_health/globstrategy/en/.

WHO International Programme on Chemical Safety, 1995. *A Review of the Persistent Organic Pollutants – An Assessment Report on: DDT, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Chlordane, Heptachlor, Hexachlorobenzene, Mirex, Toxaphene, Polychlorinated Biphenyls, Dioxins and Furans.* Available at: <http://www.pops.int/documents/background/assessreport/>.

WHO, 1999. *Teacher's guide on basic environmental health.* Available from: http://www.who.int/occupational_health/publications/tgbeh/en/.

WHO, 2009. *Handbook: Good Laboratory Practice (GLP) – Quality practices for regulated non-clinical research and development.* Available at: <http://www.who.int/tdr/publications/documents/glp-handbook.pdf>.

Yamamoto, T., Noma, Y., and Sakai, S. (2016). “Thermal destruction of wastes containing polychlorinated naphthalenes in an industrial waste incinerator”. *Environmental Science and Pollution Research*, pp. 1-9.

Yan, D., Peng, Z., Karstensen, KH., Ding, Q., Wang, K., and Wang, Z. (2014). “Destruction of DDT wastes in two preheater/precalciner cement kilns in China”, *Science of the Total Environment*, vol. 476-477, pp. 250-257.
