

**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  
无害环境管理的最新一般性技术准则增订草案**

# 目录

目录 .....	2
缩写和简称 .....	5
测量单位 .....	7
一. 导言 .....	9
A. 范围 .....	9
B. 持久性有机污染物简介 .....	10
二. 《巴塞尔公约》和《斯德哥尔摩公约》中的相关条款 .....	10
A. 《巴塞尔公约》 .....	10
1. 一般性条款 .....	10
2. 涉及持久性有机污染物的条款 .....	11
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 .....	14
三. 按照《斯德哥尔摩公约》的规定将与《巴塞尔公约》合作处理的议题 .....	15
A. 持久性有机污染物含量低的废物 .....	15
B. 销毁和永久性质变的程度 .....	16
C. 无害环境处置方法 .....	17
四. 无害环境管理指南 .....	17
A. 一般性考虑因素 .....	17
1. 《巴塞尔公约》 .....	17
2. 《斯德哥尔摩公约》 .....	18
3. 经济合作与发展组织 .....	18
B. 立法和规章条例 .....	19
1. 逐步淘汰持久性有机污染物的生产和使用的期限 .....	19
2. 关于越境转移方面的规定 .....	19
3. 含有持久性有机污染物的集装箱、设备、散货集装箱和其他处置场址的规格 .....	20
4. 健康与安全 .....	20
5. 关于持久性有机污染物的可予接受的分析和取样方法的规格 .....	21
6. 对危险废物处理和处置设施的要求 .....	21
7. 公众参与方面的一般性要求 .....	21
8. 受到污染的场址 .....	21
9. 其他立法控制措施 .....	21
C. 防止和尽量减少废物的生成 .....	21
D. 清查和造册 .....	22
1. 清查工作 .....	22
2. 编目工作 .....	23
E. 取样、分析和监测 .....	25
1. 取样 .....	25
2. 分析工作 .....	26
3. 监测 .....	27

F.	处理、收集、包装、设置标签、运输和储存 .....	27
1.	处理 .....	28
2.	收集工作 .....	28
3.	包装 .....	29
4.	张贴标签 .....	29
5.	运输 .....	30
6.	储存 .....	30
G.	无害环境的处置 .....	31
1.	预处理 .....	31
(a)	吸附和吸收 .....	31
(b)	脱水 .....	31
(c)	机械筛分 .....	32
(d)	混合 .....	32
(e)	油/水分离 .....	32
(f)	pH 值的调整 .....	32
(g)	减小废物的径度 .....	32
(h)	溶剂清洗 .....	32
(i)	热解吸工艺 .....	32
2.	销毁和永久性质变处理办法 .....	32
(a)	碱金属还原工艺 .....	33
(b)	碱性催化分解工艺 .....	35
(c)	加氢脱氯催化工艺 .....	37
(d)	水泥窑混合焚化 .....	38
(e)	气相化学还原工艺 .....	40
(f)	危险废物焚化工艺 .....	42
(g)	光化脱氯和催化脱氯反应综合工艺 .....	43
(h)	等离子体电弧工艺 .....	44
(i)	叔丁氧钾工艺 (t-BuOK) .....	45
(j)	超临界水氧化工艺(SCWO)和低于临界的水氧化工艺 .....	46
(k)	金属的热冶金生产 .....	48
(l)	废物到气体的转换 .....	49
3.	在销毁或永久性质变方法不属无害环境处理办法的情况下采用的 其他处置方法 .....	50 54
(a)	特别设计的土地填埋 .....	51
(b)	在地下矿井和岩洞中永久储存 .....	52
4.	在持久性有机污染物含量低的情况下采用的其他处置方法 .....	52
H.	对受污场址采取的补救措施 .....	52
1.	查明受污场址 .....	52
2.	无害环境的补救措施 .....	53

I.	健康和安​​全 .....	53
1.	风险较高的情况 .....	53
2.	风险较低的情况 .....	55
J.	紧急情况​​的应对 .....	55
K	公众参与 .....	56
附件一	国际文书 .....	58
附件二	相关的国家立法实例 .....	59
附件三	针对持久性有机污染物采用的某些分析方法 .....	62
附件四	销毁和永久性质变方法的经济核算 .....	66
附件五	参考书目 .....	69

## 缩写和简称

ASE	加速溶剂萃取
ASTM	美国测试和材料学会
AOAC	公职农业化学师协会
BAT	最佳可得技术
BCD	碱性催化分解法
BEP	最佳环保做法
CD	催化脱氯
CEN	欧洲标准化委员会
CFCs	氟氯化碳
CHD	加氢脱氯催化工艺
CSIRO	英联邦科学工业研究组织 (澳大利亚)
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
EOX	丙酮石油醚可萃取有机卤素
EPA	美国环境保护署
ESM	无害环境管理
EU	欧洲联盟
FAO	粮食及农业组织
FRTR	联邦补救技术圆桌会议 (美国)
GEMS	全球环境监测系统
GEF	全球环境基金
GPCR	气相化学还原工艺
HASP	健康与安全计划

HCB	六氯代苯
HRGC	高分辨率气相色谱法
HRMS	高分辨率质谱法
IATA	国际空中运输协会
ICAO	国际民用航空组织
IMO	国际海事组织
IPA	异丙醇
IPCS	国际化学品安全方案
ISO	国际标准化组织
LRMS	低分辨率质谱法
LTTD	低温热解吸
LWPS	液态废物预热处理系统
MSD	质量选择检测器
NIP	国家实施计划
OCP	有机氯农药
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
PCD	光化脱氯工艺
PCDD	多氯二苯并对二恶英
PCDF	多氯二苯并呋喃
PCT	多氯三联苯

Pd/C	钯碳
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
t-BuOK	叔丁氧钾工艺
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
UNEP	联合国环境规划署
WHO	卫生组织

#### 测量单位

ng/kg	每公斤/毫微克；相当于万亿分率质量 (ppt)
μg/kg	每公斤/微克；相当于十亿分率质量 (ppb)
mg/kg	每公斤/毫克；百万分率质量 (ppm)
ng	毫微克
mg	毫克
kg	千克
Mg	兆克（1,000公斤或1吨）
Nm <sup>3</sup>	指干燥气体、101.3千帕压力和273.15开条件下的常规立方米
kW	千瓦
kWh	千瓦/小时
MJ	兆焦耳
million	10 <sup>6</sup>
billion	10 <sup>9</sup>

trillion	$10^{12}$
ppm	百万分率
ppb	十亿分率
ppt	万亿分率



# 一、 导言

## A. 范围

1. 本一般性技术准则系依照控制危险废物转移及其处置巴塞尔公约缔约方大会第 IV/17、第 V/26、第 VI/23、VII/13 号决定和第 VIII/16 号决定、控制危险废物越境转移及其处置巴塞尔公约不限成员名额工作组第 I/4、第 II/10、第 III/8、第 VI/11 和第 V/12 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决议 5、有关拟定一项关于持久性有机污染物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、以及斯德哥尔摩公约缔约方大会第 SC-1/21 和 SC-2/6 号决定拟定，旨在为对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实行无害环境管理提供指导。

2. 业已针对下列各类和各种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拟定了具体的技术准则：

- (a) 关于多氯联苯(PCBs)的技术准则；这一技术准则亦涵盖属于《巴塞尔公约》制约范围、但却不属于《斯德哥尔摩公约》管制范围的多氯三联苯(PCTs)和多溴联苯(PBBs)；
- (b) 下列持久性有机污染物农药：艾氏剂、氯丹、狄氏剂、异狄氏剂、七氯、六氯代苯(HCB)<sup>1</sup>、灭蚁灵和毒杀芬、以及作为一种工业化学品的六氯代苯；
- (c) 1,1,1-三氯-2,2-二(4-氯苯基)乙烷(滴滴涕)；
- (d) 无疑生成的多氯二苯并对二恶英(PCDDs)和多氯二苯并呋喃(PCDFs)以及六氯代苯和多氯联苯。

3. 在本文件中提供的各项指导意在作为一套单独的一般性指南供读者使用，同时亦能作为可称之为“伞形框架”的综合指南，结合其他各项具体的技术准则一并使用。

4. 为达到这些目的，本一般性技术准则旨在：

- (a) 提供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管理的一般性指导；
- (b) 提供了一个对《斯德哥尔摩公约》第6条第2款中所述各项议题进行处理的框架(参阅本准则第二章B节第2小节内《斯德哥尔摩公约》中与废物问题有关的条款)。

5. 在这些准则中论述的、涉及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无害环境管理的各种考量包括预处理方法，因为其可能会在确定对之采用何种处置方法时具有重要性。这些准则还提供了关于减少或消除从对废物的处置和处理工艺过程中向环境的排放的指导。

6. 应予以注意的是，涉及防止或尽量减少源自《斯德哥尔摩公约》附件C中所列各种人为来源的持久性有机污染物的无意形成和排放的最佳可得技术和最佳环保做法业已在《斯德哥尔摩公约》中作了规定。还应在此指出，目前还有一些与《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准则草案和最佳环保做法的暂行指导草案。《斯德哥尔摩公约》的最佳可得技术和最佳环保做法问题专家组已于2006年11月确定了这些准则的终稿。预计这些准则的最后文本将在斯德哥尔摩公约缔约方大会订于2007年举行的第三届会议上予以通过。

---

<sup>1</sup> 六氯代苯(HCB)之所以在这一清单中出现了三次，是因为需要表明此种化学品既为一种工业用化学品、亦为一种农药(杀真菌剂)、同时又构成无意生成的持久性有机污染物。

## B. 持久性有机污染物简介<sup>2</sup>

7. 大多数持久性有机污染物都生成于人为活动。这对某些持久性有机污染物而言，诸如那些列于《斯德哥尔摩公约》附件C中的各类污染物等，而某些持久性有机污染物亦生成于大自然的有规律的生息运转。

8. 持久性有机污染物的各种特性(毒性、持久性和生物蓄积性)、其所具有远距离迁移潜力、及其遍布世界各种生态系统和人体中的无所不在的特性等，正是我们订立《斯德哥尔摩公约》的初衷。此外，正如在以下第二章A节第2小节中所指出的那样，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亦属于《巴塞尔公约》附件一和附件八中所列出的废物之列。

9. 如果不能妥善地处理或处置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，则可导致这些持久性有机污染物的排放。而且某些处置技术亦可导致持久性有机污染物的无意形成和排放。

## 二、《巴塞尔公约》和《斯德哥尔摩公约》中的相关条款

10. 除《巴塞尔公约》和《斯德哥尔摩公约》之外，还订立了与持久性有机污染物有关的其他国际文书。这些文书分别列于后文附件一。

### A. 《巴塞尔公约》

#### 1. 一般性条款

11. 于1992年5月5日开始生效的《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/以及在对所涉危险性或其他废物的处置符合无害环境的标准的情况下，才准许进行。

12. 在其第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。”在该条第4款中，《公约》把处置界定为“《公约》附件四所规定的任何作业。”在该条第8款中，《公约》把危险废物和其他废物的无害环境管理界定为“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。”

13. 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，应按照国家第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。

14. 第4条第2款第(a)一(d)诸项载列《巴塞尔公约》关于可减轻废物对人类健康和环境产生的不利影响的无害环境管理、尽量减少废物、以及废物处置做法诸方面的关键性条款：

“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；

---

<sup>2</sup> 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、保护海洋环境免受陆上活动污染全球行动纲领、以及世界卫生组织的国际化学品安全方案(1995年)。参阅本文件的附件五：参考书目。

(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。”

## 2. 涉及持久性有机污染物的条款

15. 第1条(“本公约的范围”)界定了属于《巴塞尔公约》的该条第(a)项管制范围的各种废物类型,并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”)。

16. 附件一中所列可能由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的实例如下：

- Y2 从药品的生产和制作中产生的废物
- Y3 废药物和废药品
- Y4 从生物杀伤剂和植物药物的生产、配制和使用中产生的废物
- Y5 从木材防腐化学品的制作、配制和使用中产生的废物
- Y6 从有机溶剂的生产、配制和使用中产生的废物
- Y7 从含有氰化物的热处理和退火作业中产生的废物
- Y8 不适合原来用途的废矿物油
- Y9 废油/水、烃/水混合物乳化液
- Y10 含有或沾染多氯联苯(PCBs)和(或)多氯三联苯(PCTs)和(或)多溴联苯(PBBs)的废物和废物品
- Y11 从精炼、蒸馏和任何热解处理中产生的废焦油状残留物
- Y12 从油墨、染料、颜料、油漆、真漆、罩光漆的生产、配制和使用中产生的废物
- Y13 从树脂、胶乳、增塑剂、胶水/胶合剂的生产、配制和使用中产生的废物
- Y14 从研究和发展中教学活动中产生的尚未鉴定的和(或)新的并且对人类和(或)环境的影响未明的化学废物
- Y16 从摄影化学品和加工材料的生产、配制和使用中产生的废物
- Y17 从金属和塑料表面处理产生的废物
- Y18 从工业废物处置作业产生的残留物
- Y39 酚；酚化合物包括氯酚类
- Y40 醚类
- Y41 卤化有机溶剂
- Y42 有机溶剂(不包括卤化溶剂)
- Y43 任何多氯苯并呋喃同系物
- Y44 任何多氯苯并二恶英同系物

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

17. 例如，多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃可生成于用来保存木材、油漆和粘合剂的氯酚的生产过程、以及在生产其他工业用化学品以及农药过程中无意形成。多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃还可生成于工业废物处置作业产生的各类灰渣和底灰之中。若干种农药持久性污染物先前曾被用来或目前正在用作生物杀灭剂。过去人们曾广泛在油漆添加剂、粘合剂和塑料中使用多氯联苯。多氯苯则被用作各类制造业工艺中的中间体或添加剂，其中包括人造橡胶、烟火和弹药、燃料和五氯苯芬等。此外，据知多氯联苯和六氯苯亦可在与生成多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃的同样工艺中形成。

18. 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H11“毒性(延迟或慢性)”；H12“（生态毒性）”；以及H6.1“毒性（急性）”，除非通过“国家进行的测试”，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，国家测试对于确定附件三所列某一特定危险特性而言十分有用。目前正在《巴塞尔公约》下针对附件三中所列各种危险特性的每一种特性拟定指导文件。

19. 《公约》附件八中所列名录A介绍了那些“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）来论证每一废物不具有危险性（附件一，第（b）段）。”附件九中的名录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”。下列各类附件八废物特别具有可适用于持久性有机污染物的特性：

(a) 多氯联苯、多氯三联苯和多溴联苯

A1180 废电气装置和电子装置或碎片<sup>3</sup>，附有名录A所列蓄电池和其他电池、汞开关、阴极射线管的玻璃和其他具有放射性的玻璃和多氯联苯电容器，或被附件一物质（例如镉、汞、铅、多氯联苯）污染的程度使其具有附件三所列特性（注意名录B的有关条目B1110）<sup>4</sup>

A3180 含有或沾染多氯联苯（PCB）、多氯三联苯（PCT）、多氯萘（PCN）或多溴联苯（PBB）或这些化合物的任何其他多溴类似物或被这类物质污染、且其含量为或超过50毫克/公斤<sup>5</sup>的废物、物质和物品

(b) 农药持久性有机污染物，包括艾氏剂、氯丹、滴滴涕、狄氏剂、异狄氏剂、六氯代苯、七氯、灭蚁灵和毒杀芬

A4030 从生物杀伤剂和植物药物的生产、配制和使用中产生的废物,包括不合格的、过期的<sup>6</sup>、或不适用于其原定用途的杀虫剂和除草剂

(c) 多氯二苯并对二恶英和多氯二联苯并呋喃

A4110 含有以下物质、成分为以下物质或受其污染的废物：

- 多氯苯并呋喃的同系物

<sup>3</sup> 本条目不包括发电装置的各种废弃组件和碎片。

<sup>4</sup> 多氯联苯含量为或超过 50 毫克/公斤。

<sup>5</sup> 对所有废物而言，50 毫克/公斤是国际公认的实际可行含量限值，但许多国家另行针对具体废物规定了较低的含量限值（例如 20 毫克/公斤等）。

<sup>6</sup> “过期的”是指未在所涉制造商所建议的时期内使用。

- 多氯苯并二恶英的同系物

20. 附件八中所列名录A列有一些可能会含有持久性有机污染物或持久性有机污染物污染的废物类别，其中包括如下各项：

- A1090 焚烧有绝缘包皮铜线产生的灰烬
- A1100 铜熔炼炉气体清扫系统产生的灰土和残留物
- A2040 化学工业加工产生的其附件一成分含量使其具有附件三危险特性的废石膏（注意名录 B 的有关条目 B2080）
- A2060 煤发电厂产生的其附件一成分含量使其具有附件三危险特性的粉煤灰（注意名录 B 的有关条目 B2050）
- A3020 不适合原用途的矿物油
- A3040 废导热（传热）液
- A3050 从树脂、胶乳、增塑剂、胶水/胶合剂的生产、配制和使用中产生的废物,但不包括名录 B 所列废物尘(注意名录 B 的有关条目 B4020)
- A3070 废酚、酚化合物，包括液体或废渣形式的氯酚
- A3090 含有六价铬或生物杀伤剂的皮类废尘、灰、渣和粉面（注意名录B的有关条目 B3100）
- A3100 削切下的废皮或其他废皮或不适于生产皮制物品的含有六价铬或生物杀伤剂的合成皮（注意名录B的有关条目B3090）
- A3110 含有六价铬或生物杀伤剂的毛皮废物（注意名录 B 的有关条目 B3110）
- A3120 绒毛—纤维梳散产生的轻质部分
- A3150 废卤化有机溶剂
- A3160 回收有机溶剂产生的卤化或非卤化的无水蒸馏残余废物
- A4010 从药品的生产和制作中产生的废物,但不包括名录 B 所列废物
- A4020 临床废物和有关的废物；即医疗、护理、牙科、兽医或类似活动产生的废物和医院或其他设施在检查和医治病人过程中产生的废物或研究设施产生的废物
- A4040 从木材防腐化学品的制作、配制和使用中产生的废物<sup>7</sup>
- A4070 从墨水、染料、颜料、油漆、真漆和黑光漆的生产、配制和使用中产生的废物,不包括名录 B 所列废物(注意名录 B 的有关条目 B4010)
- A4100 用于清除工业废气的工业性控制污染设施产生的废物，但不包括名录 B 所列此类废物
- A4130 其附件一物质含量足以使其具有附件三危险特性的废包装和容器
- A4140 成分为或含有相当于附件一类别的并具有附件三危险特性的不合格或过期化学品的废物<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> 这一条目不包括用防腐化学品处理过的木材。

<sup>8</sup> ““过期的”是指未在所涉制造商建议的时限内使用。”

A4150 从研究和发​​展或教学活动中产生的尚未鉴定的和或新的并且对人类健康和/或环境的影响未明的化学废物

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

21. 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

22. 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》之原则15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。”

23. 《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；

(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。

24. 《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的各项义务的计划；

(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；

(c) 酌情按照缔约方大会决定所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

25. 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,则应以无害环境方式进行。

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)(ii)项中所述及的持久性有机污染物的低含量。”

26. 论及出口问题的第3条第2(a)(i)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)款规定为无害环境处置为目的的情况下才予进口。与此相类似,第3条第2(b)(i)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,在计及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)款规定为无害环境处置之目的的情况下才予出口。”

27. 《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、按照《斯德哥尔摩公约》的规定将与《巴塞尔公约》合作处理的议题

#### A. 持久性有机污染物含量低的废物

28. 如在《斯德哥尔摩公约》第6条第2(c)款中所规定的那样,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)(ii)项中所述及的持久性有机污染物的低含量值。”依照第6条第1(d)(ii)款的规定,由超出持久性污染物低含量值的持久性污染物构成、含有此类污染物或受其污染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;或在永久性质变并非可取的环境备选方法的情况下,以无害环境方式予以处置。

29. 计及下列各种考虑因素:

- (a) 应把处置具有高持久性有机污染物含量的废物、包括废物库存，列为优先事项；
- (b) 具备处理各类持久性有机污染物的能力；
- (c) 在国家立法中订立具有相关性的限值；
- (d) 订立各种分析方法；
- (e) 知识和数据匮乏；

应采用下列低持久性有机污染物含量的暂行定义：

- (a) 多氯联苯：50毫克/公斤<sup>9</sup>；
- (b) 多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃：15 微克/毒性当量/公斤<sup>10</sup>；
- (c) 艾氏剂、氯丹、滴滴涕、狄氏剂、异狄氏剂、七氯、六氯代苯、灭蚁灵和毒杀芬：50毫克/公斤<sup>11</sup>。

## B. 销毁和永久性质变的程度

30. 计及下列各项考虑因素：

- (a) 销毁率<sup>12</sup>(DE)和销毁去除率(DRE)<sup>13</sup>与最初的持久性有机污染物含量具有正函数关系，但并不涵盖在销毁和永久性质变过程中无意生产和形成的任何持久性有机污染物；
- (b) 销毁率是用于帮助评估销毁和永久性质变技术的一个重要标准，但可能很难采用可重复的和可比的方式对之加以精确测定，尤其无法定期加以测定；
- (c) 销毁去除率仅计及向空气中的排放；
- (d) 通过最佳可得技术和最佳环保做法订立安全的设计和操作系统，其中包括预计的销毁率，特别是按照各类不同的技术确定相应的销毁率；
- (e) 尚未针对所有处置方法确定最佳可得技术和最佳环保做法；
- (f) 已订立相应的国家立法和国际规则、标准和准则；
- (g) 缺乏相应的知识和数据；

应根据持久性有机污染物含量的绝对值（在对各类废物流进行处理的工艺中）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：  
多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃：0.14 ng TEQ/Nm<sup>3</sup>；<sup>14</sup>

<sup>9</sup> 依照国家或国际方法和标准确定的多氯联苯总含量。

<sup>10</sup> 《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对二恶英及多氯二苯并呋喃。

<sup>11</sup> 依照国家或国际方法和标准确定其含量限值。

<sup>12</sup> 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相液体或固体残余物中剩余的持久性有机污染物含量、继而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减去气体、液体和固体残余物中的持久性有机污染物含量除以废物中的持久性有机污染物含量)。

<sup>13</sup> 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相残余物（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。销毁率=(废物中的持久性有机污染物含量-气体残留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。



所有其他类型的持久性有机污染物：适宜的国家立法和国际规则、标准和准则；适宜的国家立法的实例列于本文件的附件二；

- (b) 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上文A节中所界定的低持久性有机污染物含量。然而，如果无意生成的多氯二苯并对二恶英和多氯二联苯并呋喃的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节G项的规定加以处理。

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. 各类无害环境处置方法

31. 以下第四章G节介绍了被视为构成对由持久性有机污染物构成、含有此种污染物或受其污染的废物实行无害环境处置的各种方法。

## 四、无害环境管理指南

### A. 一般性考虑因素

32. 无害环境管理目前仅仅是一项广泛的政策性概念，并未为之订立一个明确的普遍定义。然而，关于那些在《巴塞尔公约》和《斯德哥尔摩公约》范畴内适用于由持久性有机污染物构成、含有此类上污染物或受其污染的废物（而且从更为广泛的意义上说亦包括危险废物）、以及经济合作与发展组织（经合组织）的核心绩效要点（此方面的内容将在以下三个小节中作进一步讨论）无害环境管理方面的各项条款，为我们提供了某种国际指导，同时亦对目前各不同国家和各不同工业部门正在为实行无害环境管理而做出的努力提供了支持。

#### 1. 《巴塞尔公约》

33. 《巴塞尔公约》第2条第8款对危险废物或其他废物的无害环境管理所下的定义是：“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影响。”

34. 《公约》第4条第2(b)款规定，每一缔约方均应采取适当措施，“确保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，不论此种处置场址位于何处，在可能范围内，这些设施均应设在本国领土内”；该条第2(c)款要求每一缔约方“确保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，防止在此类管理工作中生成危险废物和其他废物所造成的污染，并在生成此类污染时，尽量减少其对人类健康和环境的不利影响。”

35. 《公约》第4条第8款规定，“每一缔约方均应规定，拟与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。本公约所涵盖的废物的无害环境管理技术准则则应由缔约方在其第一届会议上予以决定。”本技术准则及与之相关的具体技术准则旨在针对由持久性有机污染物构成、含有此种污染物或受到其污染的废物的范畴为无害环境管理给出一个更为精确的定义，其中包括对这些废物流的适宜的处理和处置方法。

---

<sup>14</sup> 《斯德哥尔摩公约》附件 C 第四部分第 2 段中所指毒物当量，但仅适用于多氯二苯并对二恶英及多氯二苯并呋喃。Nm<sup>3</sup> 是指干燥气体、101.3 千帕、273.15 开和含氧量 15% 的条件。标准含氧量为 11%。

36. 于1994年订立的《关于拟定受巴塞尔公约制约各种废物实行无害环境管理的各项技术准则的框架文件》针对废物的无害环境管理提出了若干项关键性原则。<sup>15</sup>

37. 对各种废物实行无害环境管理的相关指导文件的建议是，应订立一系列法律、体制和技术条款（即无害环境管理标准），特别是如下各项标准：

- (a) 可通过制定管理条例和强制执行办法来确保对各项适用条例的遵守；
- (b) 确保处理和处置场址或设施事先得到审核和批准，并具备以所提议的方式对各种危险废物进行处理的适宜的技术和污染控制标准，同时特别计及出口国家内的技术和污染控制程度；
- (c) 规定负责对危险废物进行处理和处置的场址或设施的营运人酌情对其所开展的活动产生的影响进行监测；
- (d) 确保在监测结果表明对危险废物的管理工作不利、因此而导致了不可接受的排放的情况下采取适宜的补救行动；
- (e) 确保从事危险废物管理的人员有能力胜任其工作并得到适当的培训。

38. 在巴塞尔公约缔约方大会第五届会议上通过的1999年《关于实行无害环境管理的宣言》亦重点论述了无害环境管理问题。该项《宣言》要求各缔约方为切实实行无害环境管理和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》制约范围之内内的危险废物和其他废物的越境转移。

39. 该《宣言》还规定应在这一范畴内开展一系列相应的活动，其中包括：

- (a) 查明和从数量上确定在本国范围内正在生成的废物的类型；
- (b) 采取最佳做法，避免或应尽量减少危险废物的生成，并减少其毒性，诸如采用清洁生产方法或办法等；和
- (c) 建立经审核和批准属于能够以无害环境方式对废物、特别是危险废物实行管理的场址或设施。

## 2. 《斯德哥尔摩公约》

40. 《斯德哥尔摩公约》中并未对无害环境管理概念作出任何界定，然而，有关对由持久性有机污染物构成、含有此种污染物或受其污染的废物的无害环境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。<sup>16</sup>

## 3. 经济合作与发展组织

41. 经合组织所通过的关于无害环境管理的定义为：“一整套用于确保以节省自然资源和保护环境健康和环境免受因废物和报废材料而受到不利影响的方式对此种废物加以使用和对报废材料加以管理的方法和手段”（经合组织，2002年）。<sup>17</sup>经合组织下属的废物预防和再循环问题工作组已通过了适用于废物回收设施的无害环境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。

---

<sup>15</sup> 参阅附件五：参考书目：关于1994年《巴塞尔公约》的条目说明。

<sup>16</sup> 缔约方可参阅列于本技术准则附件五：参考书目中的环境署2003年活动。

<sup>17</sup> 参阅附件五：参考书目中的经合组织2002年活动。

42. 这些核心绩效要点如下：

- (a) 处置设施应具备适用的无害环境管理系统；
- (b) 处置设施应采取充分的措施，以保障职业安全以及环境卫生和安全；
- (c) 处置设施应订立充分的监测、记录和汇报方案；
- (d) 处置设施应为其工作人员订立适宜的和充分的培训方案；
- (e) 处置设施应订立适宜的应急计划；
- (f) 处置设施应制订设施关闭及其善后工作的适宜计划。

## B. 立法和规章条例

43. 《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，其中包括涉及对涉及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无害环境管理的义务。

44. 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。理想的情况是，各国的环境立法中应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具体规则和条例的权能、对执法结果进行审查和强制实施、以及为违法行为订立惩处条例。

45. 此种与危险废物有关的立法亦应对危险废物进行界定。应把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、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。此方面的总体性立法可对无害环境管理进行界定，并规定必须恪守无害环境管理的各项原则，从而确保各国得以遵守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的无害环境管理条款，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无害环境处置的规定。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。<sup>18</sup>

### 1. 逐步淘汰持久性有机污染物的生产和使用的期限

46. 应在立法中把持久性有机污染物物质(包括其产品和用品)生产和使用<sup>19</sup>的淘汰期限与在此类污染物成为废物之后对之进行的处置结合起来。这应包括为由持久性有机污染物构成的、含有此类各污染物或受其污染的废物进行处置订立具体的时限，从而防止大量积存此类污染物而没有一个明确的淘汰期限。

### 2. 关于越境转移方面的规定<sup>20</sup>

47. 应尽可能在不违反无害环境管理原则的前提下，在危险废物和其他废物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：

---

<sup>18</sup> 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：《危险废物和其他废物管理的国家立法范例》、以及关于危险废物和其他废物越境转移及其处置(环境署，1995年活动a)，《巴塞尔公约》：《实施手册》(环境署，1995年活动b)和《巴塞尔公约》：《控制系统指南》(环境署，1998年活动b)。斯德哥尔摩公约缔约方可查阅关于拟订斯德哥尔摩公约国家实施计划的暂行指南(环境署，2003年活动)。参阅本技术准则附件五：参考书目。

<sup>19</sup> 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。

<sup>20</sup> 这仅适用于缔约方。

- (a) 在不致危及人类健康和环境的条件下才准许进行；
- (b) 在进口国或其他地点以无害环境方式对所出口的此类物质实行管理；
- (c) 出口国不具备以无害环境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) 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) 所涉越境转移符合各缔约方所确定的其他标准。

48. 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。

49. 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。<sup>21</sup>

50. 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。如系非法贩运案件(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加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。

51. 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、散货集装箱和其他处置场址的规格

52. 按照无害环境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而言可予接受的集装箱和存储地点类型颁布具体的立法。<sup>22</sup> 缔约方应确保可能运往另一国家的集装箱符合那些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<sup>23</sup>

53. 《巴塞尔公约》和《斯德哥尔摩公约》均未具体要求缔约方颁布工人健康和安全管理方面的立法。然而，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。

54. 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管理保护的条款。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。工人的健康和安全管理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。

55. 《斯德哥尔摩公约》第 10 条(“公众宣传、认识和教育”)第 1(e)款要求各缔约方促进对工人、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管理方面的立法中列入

<sup>21</sup> 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 2003 年活动 a 一参阅本技术准则附件五：参考书目)或更新的版本。

<sup>22</sup> 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 年活动一参阅本技术准则的附件五：参考书目)。

<sup>23</sup> 亦可参阅第四节第 I 小节。

涉及以安全方式处理和存储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方面的条款。

#### 5. 关于持久性有机污染物的可予接受的分析和取样方法的规格

56. 业已出于各种不同目的制定了许多不同的取样和分析方法。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》所有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而言可以接受的取样和分析方法，其中包括此种污染物出现的形式及其列表。所具体订立的各种程序应是国际公认的程序。这可确保所汇报的结果可以相互进行比较。详细情形请参阅本章第 E 节。

#### 6. 对危险废物处理和处置设施的要求

57. 大多数国家已订立了相关的立法，规定废物处理和处置时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增列更为具体的要求，以便使之符合无害环境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

58. 公众参与是《关于实行无害环境管理的巴塞尔宣言》、以及许多其他国际协定中的核心原则。第四节 K 小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

59. 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无害环境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 款(e)项)。

#### 9. 其他立法控制措施

60. 可通过立法予以规定的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) 应急规划、应付溢漏和事故的应急措施，包括：

(一) 应实施的清扫程序和经清扫后降至的含量；

(二) 有关对工人实行培训及其安全方面的规定；

(d) 制订防止、尽量减少废物生成和对之实行管理的计划。

### C. 防止和尽量减少废物的生成

61. 防止和尽量减少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是对此类废物实行综合无害环境管理的首要步骤。《巴塞尔公约》第 4 条第 2 款要求各缔约方“确保尽最大限度减少在其国家范围内生成的危险废物和其他废物。”

62. 防止和尽量减少废物生成方案的各项要点如下：

(a) 确定各种无意生成持久性有机污染物的工艺，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等方式减少废物的生成；
  - (二) 确定与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生产无害的替代生产工艺；
- (c) 查明由持久性有机污染物构成、含有此类污染物材料或受其污染的产品和用品、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集装箱和设备进行消毒处理；和
  - (四) 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隔离处理，以便防止其他材料受到其污染。

63. 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用品的重要下游工业用户(农药的配制等)，制订废物管理计划。此种计划应涵盖所有危险废物，同时把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作为一个整体加以处理。

64. 仅仅为了生成持久性有机污染物含量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起来的做法不符合无害环境管理原则。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预处理，以便尽最大限度提高处理作业的成效。

## D. 清查和编目

### 1. 清查工作

65. 《斯德哥尔摩公约》第6条第1款规定如下：

- (a) 查明由附件A或附件B所列化学品构成或含有此类化学品的库存；
- (b) 制订适宜的战略，以便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正在使用中的产品或物品以及废物。

66. 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可以固体或液体(水体、淡水体、溶剂和乳状液体)形式出现，并可以具体形式排放(作为液体散发或气溶胶形式的液体，或吸附于大气中的污染物)。

67. 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大都因人为活动而生成，例如：

- (a) 在其有意的生产过程中生成；
- (b) 作为制造业和其他生产工艺的副产品；
- (c) 因可在其生产、销售、使用、退役、去除或迁移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) 因在通过与农药产品的接触而受到污染的产品和物品，诸如集装箱、衣物和地某些情形中设备(呼吸器等)的处理和使用而对材料产生的污染；
- (e) 当产品或物品受到持久性有机污染物的污染而成为废品时，便不再可用于最初的用途或被废弃；和
- (f) 当持久性有机污染物产品被禁用或当此类产品的登记被取消时。

68. 需要在废物识别工作中具备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产品或物品方面的知识，其中包括对其制造商、贸易名称和同义名称、这些产品和物品的生产日期、使用方式和实际使用者方面的了解。在《斯德哥尔摩公约》所提供的非有意生成的持久性有机污染物的来源类别清单应能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。

## 2. 编目工作

69. 在《斯德哥尔摩公约》下订立的国家实施计划将包括国家编目工作。为了对各种废物实行无害环境管理，可能需要进行更为具体的和更为完整的编目工作。通常这将涉及一个进行多次反复性工作的进程。以下诸段提供了关于此方面工作的更为详尽的指导。

70. 编目工作是用于查明以及从数量和特性上确定废物的重要手段。国家一级的编目工作可用于：

- (a) 确定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、物品或废物的基准数量；
- (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；
- (e) 对尽量减少和逐步淘汰这些化学品的进展情况进行追踪监测。

71. 在进行编目工作时，应优先注重查明那些具有高含量的持久性有机污染物的废物。

72. 编目中应包括关于下列各项内容的的数据：

- (a) 本国国内持久性有机污染物的生产情况；
- (b) 由持久性有机污染物构成或含有此种污染物的产品和物品的进出口情况；
- (c) 对由持久性有机污染物构成、含有此种污染物或受其污染的废物进行处置的情况；
- (d) 此种废物的进出口情况。

73. 为开展国家持久性有机污染物的编目工作，将需要本国主管部门与生产商、用户、运输商、海关部门、废物处置设施及《巴塞尔公约》的国家联络点以及《斯德哥尔摩公约》的国家联络点开展相互合作；亦需要由国家政府做出长期不懈的努力、与持久性有机污染物的生成者和制造商开展合作、并发起一个随时不断收集相关资料的良好的行政管理过程和一个用于储存资料的电脑化数据系统。在某些情形中，可能还需由政府订立相关条例，用以确保这些废物的生成者必须汇报其营运活动情况并与政府部门的检查人员进行配合。

74. 在着手进行编目工作时首先需要考虑的问题是，可能一直在使用持久性有机污染物的工业部门类型及其所在地点。这应由有助于我们大体上了解所涉编制工作的规模，并帮助拟订一份可能的生成者初步清单。如果已生产出了持久性有机污染物或从他处进口到本国，则所涉工业部门亦应成为初期磋商的参与方。这些公司有能力和在国内应用中使用的这些产品的估算数

字或准确数字。这些估算数字在确定在一份编目清册中如果加以核算的化学品数量方面具有宝贵的价值。不幸的是，在某些情形中，这些记录可能已不复存在。

75. 以下分别列出了应在进行编目工作过程中采取的五项基本步骤。

**第 1 步：与关键性工业部门和工业协会进行协商：**政府官员应与那些有可能拥有大量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、物品或废物的工业部门代表、并与其先前的生产商和分销商会晤和商谈。由于化学品、农用、电气和其他大型工业部门很可能拥有或知悉本国持久性有机污染物总数量中的很大比例，因此应首先与他们进行磋商。政府官员还应会晤各非政府组织，以寻求它们帮助查明过期的农药持久性有机污染物的库存情况。

**第 2 步：人员培训：**应向那些负责编目工作的政府工作人员提供与相关产品、物品和废物有关的所有方面的培训。关键性培训要素应包括查明由持久性有机污染物构成、含有此类污染或受其污染的产品、物品和废物；进行审计和检测；健康和安全的；以及用于编目和保持编目清册的相关程序。

**第 3 步：进行若干次试行审计：**政府工作人员应对若干个设施进行工作查访。这些查访应达到以下三个目的。首先，这将使政府工作人员熟悉编目工作的过程和设施的实地状况。其次，这亦是与工业部门进行磋商的一种形式。第三，通过这些查访，政府工作人员可获得一些可用作国家编目工作试行数据的信息和资料。

**第 4 步：制订规定拥有者必须汇报持久性有机污染物情况的政策或条例：**应制订关于为编造清册目的追踪监测持久性有机污染物和向政府汇报的政策或条例草案。这些政策或条例应规定必须在某一截止日期之前进行初期汇报、并于其后在持久性有机污染物所有者在改变编目内容时或在进行处置时作出进一步的汇报。有关的汇报规定应要求针对每一明确的编目条目提供具体的资料，其中包括：

- (a) 产品、物品或废物的名称或简介；
- (b) 其物理状况(液体、固体、沉渣、气体)；
- (c) 集装箱或设备的重量(如果适用的话)；
- (d) 由持久性有机污染物构成、含有此类污染物或受其污染的材料重量；
- (e) 类似的集装箱或设备的数目；
- (f) 产品、物品或废物中的持久性有机污染物含量；
- (g) 与相关材料有关的其他危害(例如，可燃性、易腐性、易燃性)；
- (h) 所在地点；
- (i) 关于持久性有机污染物的所有信息和资料；
- (j) 查明标签、系列编号、商标等；
- (k) 编目日期；
- (l) 从编目中删除的日期及其最后去处(如已知悉的话)。

**第 5 步：实施所订立的计划：**在着手按规定汇报编目工作结果之前，应建立一个国家编目数据库。应随着新资料的获得不断增订由政府负责管理的编目中心。各国政府可通过提供



信息资料和咨询意见向持久性污染物所有者提供协助。现场检测员则应负责帮助确保在编目工作中所提供的资料准确无误。<sup>24</sup>

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

## E. 取样、分析和监测

77. 取样、分析和监测工作是对由持久性有机污染物构成、含有此类污染或受其污染的废物实行管理过程中的关键构成部分，因此应在发展中国家的能力建设和实施工作中予以高度重视。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每次都采用同样的方法。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。为此，每一缔约方均应酌情确保为取样、监测分析方法订立培训、准则和实验室分析能力，并采用相关的标准。

78. 由于进行取样、分析和监测的理由为数众多，而且还因为废物的物理存在形式亦多种多样，因此可相应地采用数以百计的不同方法进行取样、监测和分析。但即使要论及其中少数实际方法也已超出了本文件的篇幅。然而，在以下三节中，本文件仍对与取样、监测和分析工作相关的各项要点进行了探讨。

79. 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关于一般性方法考虑因素的系列文件（经合组织，各不同年份）；还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，2004a）。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：[www.chem.unep.ch/pops/laboratory/default.htm](http://www.chem.unep.ch/pops/laboratory/default.htm)。

### 1. 取样<sup>25</sup>

80. 任何取样活动的总体目标都是设法获得样品，以便将之用于有针对性的目的，例如，确定场址的特性、遵守废物处理或处置的条例标准或适宜性。应在着手进行取样工作之前便确定此种目标。此外，就所用设备、运输和追踪能力等方面的质量要求作出规定是必不可少的。

81. 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) 确定由何人负责收集样品、以及具体取样过程中的步骤；
- (d) 样品的特性和张贴标签；
- (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；
- (g) 训练有素的取样人员。

<sup>24</sup> 有关编目方面的进一步资料，可查阅有关在《巴塞尔公约》框架内进行国家危险废物编目工作的方法指南（参阅技术准则附件五：参考书目中的环境署 2000 年 a）。

<sup>25</sup> 关于取样工作的进一步资料，可参阅 RCRA 废物取样技术指南草案（美国环境保护署，2002 年。参阅本文件附件五：参考书目）。

82. 在进行采样过程中，应酌情依照具体的国家立法或国际条例行事。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采样工作。采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，诸如那些由美国测试和材料学会、欧洲联盟、美国环境保护署、以及全球环境监测系统订立的标准取样程序；

(c) 订立质量保证和质量控制程序。

83. 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。

84. 通常针对持久性有机污染物收集的样品类型包括固体、液体和气体：

(a) 液体：

(一) 来自倾弃场址和土地填埋场址的浸液；

(二) 从漏泄液体中收集的液体样品；

(三) 水（地表水、饮用水和工业排流）；

(四) 生物液体（血液—在对工人健康状况进行监测过程中采集）；

(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、下水污泥和堆肥；

(c) 气体：

(一) 空气（室内）。

85. 在环境和人类状况监测方案中，生物区和非生物区样品可包括如下各项：

(a) 植物材料和化学品；

(b) 母乳或血液；

(c) 空气（环境空气、潮湿或干燥的沉积物、或可能包括雪）。

## 2. 分析工作

86. 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相互校准工作的研究等）。根据ISO17025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) 分析技术规格；

(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）；

(d) 对实验室工作人员进行培训。

87. 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测试工具箱。

88. 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、美国环保署、公职会计化学师协会和美国测试和材料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。附件三列出了此方面的一些实例。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。

89. 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。

90. 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，例如采用加速溶剂萃取，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硅酸镁。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充足分离；
- (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，2004年a，2006年）；
- (f) 按照相关条例汇报分析结果。

### 3. 监测工作

91. 《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开展合作。”《斯德哥尔摩公约》第11条第1款规定缔约方应鼓励和(或)对持久性有机污染物进行适宜的监测。监测方案应能表明危险废物管理工作是否符合其设计的方式运作，并应能发现环境质量是否因所涉运作活动而发生了变化。应把从监测方案获得的信息资料用于确保废物管理运作对适宜类型的危险废物实行管理、发现和修补所造成的任何破坏，并确定是否应采用不同的管理办法。通过实施监测方案，设施管理人员可发现问题并采取适宜的措施加以补救。<sup>26</sup>

### F. 处理、收集、包装、设置标签、运输和储存

92. 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（例如在作储存准备或进行处置过程中）至少与平时的风险程度相同。

93. 对于危险废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，1995年）；
- (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《危险货物运输技术指南》；
- (d) 国际空运协会的《危险货物条例及联合国关于危险货物运输示范条例的建议》（橙皮书）。

94. 关于以下第1至6节的内容，可从在《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》，A卷和B卷”，巴塞尔公约秘书处编制（环境署，2002年）。

95. 应把那些低于第三节A小节中所述低持久性有机污染物含量的、由持久性有机污染物构成、含有此种污染物或受其污染的废物作为危险废物加以管理，以防止发生外溢和漏泄从而导致与工人发生接触、向环境中排放和使社区与之发生接触。

---

<sup>26</sup> 有关监测工作的进一步资料，可参阅关于监测活动的一般性原则参考文件(欧洲委员会，2003)和关于对持久性有机污染物进行全球监测的指南(环境署，2004a)。参阅附件五：参考书目。

## 1. 处理<sup>27</sup>

96. 在处理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时的主要关注问题是其可能与人体发生接触、向环境中的意外排放、以及受其他含有持久性有机污染物的废物流的污染。应把对此类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。为此目的而建议采取的做法如下：

(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大；

(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) 使用诸如煤油等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。

97. 应向工作人员提供正确处理由持久性有机污染物构成、含有此种污染物或受其污染的废物的方法的培训。

## 2. 收集工作

98. 尽管可能须由大型工业企业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可包括住家或商业规模的农药集装箱、使用多氯联苯的银光灯镇流器、使用五氯苯酚的防腐剂、从而可产生多氯二联苯并对二恶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、以及在农业作业的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、或由发达国家向发展中国家提供。

99. 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；<sup>28</sup>

---

<sup>27</sup> 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(1999年 a 和 1999年 b)和经合组织(2003年)订立的相关准则；分别列于本文件的附件五：参考书目。

<sup>28</sup> 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。

(c) 在切合实际的可行范围内，把所有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；

(i) 确保把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与其他废物流分开来处理。

### 3. 包装

100. 应对所有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括。

101. 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、欧洲经委会和有关国家的政府发表的参考书目。

102. 有关以储存为目的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；

(b) 此种其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) 绝不应把此种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；

(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括材料。其安全程度的确定应视所涉具体情况而定。

### 4. 张贴标签<sup>29</sup>

103. 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的标签设置对于有效地编造清册至为关键，而且也是任何废物管理系统的一个基本的安全标志。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。

---

<sup>29</sup> 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(2003b)和经合组织(2001年)已拟定了关于危险材料的适当标签和标识方面的准则。《过期农药的编目工作培训手册》，系列编号第17和参考编号第X9899(粮农组织，2001年)。参阅附件五，参考书目；以及《巴塞尔公约》实施工作指南。

## 5. 运输

104. 应以无害环境的方式进行由持久性有机污染物构成、含有此类污染物或受其污染的废物进行运输，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、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。

105. 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。

106. 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。

107. 有关安全运输危险材料的指南可从国际空运协会、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<sup>30</sup>

108. 应以安全方式、最好是以远离其他材料和废物的专用地区储存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。在设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通路。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、存储场址或建筑物或从正规的供应商购置预制存储装置。

109. 以安全方式存储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一些基本原则如下：

(a) 多用途建筑物中的存储场址应置放于有锁的专用库房或放置在一个经常使用的隔离库房之内；

(b) 户外专用存储建筑或集装箱<sup>31</sup>应置放于可上锁的有围墙的护栏之内；

(c) 应针对每一种类型的此类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，特别是在气温较高的气候条件下，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确当的；

---

<sup>30</sup> 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—参阅本文件附件五：参考书目）。《农药储存和库存控制手册》，第3期(1996年，粮农组织)。

<sup>31</sup> 海运集装箱经常用于储存。

- (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)。应在水泥表面涂上持久的树脂材料；
- (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，而且地面排水系统应能防止污水下水或雨水不直接积存成地面水，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、钢制造废物存储器(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) 应编造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. 无害环境处置

### 1. 预处理

110. 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。在进行处置之前依照以上第2和第3小节所介绍的那样进行的预处理操作，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上第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

111. “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，通常使用固体物质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、油类等)的物相，使之积聚在所使用的媒介物质上(活性炭、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，从液相转换到活性炭上的污染物等)。

112. 吸附和吸收工艺可用于浓缩污染物并将之从液态废物或从汽态废物中分离出来。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) 脱水

113. 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或作其他进一步的处理。

(c) **机械筛分**

114. 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。

(d) **混合**

115. 在对废物进行处理之前对各种材料进行混合可能是适宜的，这样能够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—是不符合无害环境原则的。

(e) **油/水分离**

116. 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。

(f) **pH值的调整**

117. 一些处理技术在确定pH值范围方面十分有效。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。

(g) **减小废物的径度**

118. 一些技术通常仅能处理大小不超过一定限度的废物。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，可采用切碎办法把废物组分减少到规定的直径。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由持久性有机污染物构成、含有此种污染物或受到其污染的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。

(h) **溶剂清洗**

119. 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。

(i) **热解吸工艺**

120. 低温热解吸工艺，亦称为低温热挥发、或热剥离和土壤焙烧，是一种易地补救技术，利用加热办法把挥发性和半挥发性化合物和元素（最常见的是石油、碳氢化合物等）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。此种工艺对用于对诸如变压器等先前装有含多氯联苯绝缘液的电气设备的无气孔废壳表面进行脱污处理。对由持久性有机污染物构成、含有此类污染物或受其污染的废物进行的热解吸处理办法可能会导致生成无意生产的持久性有机污染物，因此可能需要对之作进一步的处理。

2. **销毁和永久性质变处理办法**

121. 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所含持久性有机污染物的质量的目的，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：

D9 物理化学处理；

D10 陆上焚化；

R1 用作染料(而不直接焚化)或以其他方式产生能量。



R3 再利用/回收非溶剂用途有机物质，但仅限于将废物转换为气体；

R4 再利用/回收金属和金属部件，但仅限于在以下（k）中所述的初级和次级的冶金活动。

122. 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。

123. 本小节介绍了对废物中所含持久性有机污染物进行无害环境的销毁和永久性质变处理的现有商业作业。<sup>32</sup> 已注意到，有关的国家法规可适用于这些作业。

124. 尽管在这些准则中所提供的关于销毁和永久性质变技术的制造商和销售商方面的信息资料据信是准确的，但环境署在此宣布它将不对任何因这些信息和资料而可能产生的不准确或遗漏及因此而造成的后果负任何责任。环境署或任何参与本报告的编制工作的个人均不对由任何根据其对本出版物中所载列的信息资料的理解行事的任何人员造成的任何伤害、灭失、破坏或任何形式的损害负有任何赔偿责任。

125. 关于下列各种技术的经济核算资料列于本准则的附件四。

(a) **碱金属还原工艺<sup>33</sup>**

126. **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<sup>34</sup>和常压下进行。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异处理方式<sup>35</sup>尽管有时也会使用钾或钾钠合金，但通常使用的还原剂仍为金属钠。其余的信息资料涉及基于使用金属钠的变体工艺方面的经验。

127. **去除效率:** 已收到艾氏剂、氯丹和多氯联苯的销毁率(DE)超过99.999%和销毁去除效率超过99.999%(DRE)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2ppm。<sup>36</sup>

128. **废物类型:** 已经使用受到多氯联苯污染的油浓度为10,000 ppm 的油类确证了钠还原工艺的去除效率。<sup>37</sup> 一些销售商还声称，这一工艺可用来处理所有类型的变容器和变压器。<sup>38</sup>

129. **预处理:** 在对多氯联苯进行溶剂抽提后，可对之作异地处理。可在采用破碎方法缩小其体积后，对电容器和变压器整件进行处理。预处理应包括脱水处理，以避免与金属钠发生爆炸反应。<sup>39</sup>

---

<sup>32</sup> 关于这些技术或正处于试行或测试阶段的其他技术的进一步信息资料可参阅：《有创意的新兴持久性有机污染物销毁和脱污技术和查明可供发展中国家使用的有前途的技术》(附件五，参考书目：环境署，2004年 b)。

<sup>33</sup> 关于进一步的资料，可参阅附件五，参考书目：环境署 1998 年 b；环境署的 2000 年 b；以及环境署 2004 年 b。

<sup>34</sup> Ariizumi 等人的专著，1997 年，日本工业废物管理基金会，1999 年。

<sup>35</sup> 参阅附件五，参考书目：Piersol 专著，1989 年。

<sup>36</sup> 参阅附件五，参考书目：Piersol 专著，1989 年及环境署 2004 年 b。

<sup>37</sup> 参阅附件五，参考书目：环境署 2004 年 b。

<sup>38</sup> 同上。

<sup>39</sup> 参阅附件五，参考书目：Piersol 专著，1980 年。

130. *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。<sup>40</sup> 然而, 据报道, 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对二恶英/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。<sup>41</sup> 在某些变体中, 还可产生固化聚合物。<sup>42</sup>
131. *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, 氯化钠则可再度用作中和剂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。<sup>43</sup>
132. *所需能源*: 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。
133. *所需材料*: 在使用这一工艺过程中需要大量的钠。<sup>44</sup>
134. *轻便程度*: 这一工艺有移动式 and 固定式两种构型。<sup>45</sup>
135. *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, 绝对将水(以及其他某些物质, 如酒精等)从废物中排除, 避免其与钠有其他任何接触。(设于荷兰戴尔夫泽的一家处理设施便是因火灾而遭到严重破坏的)。
136. *处理能力*: 移动式设施有能力每天处理15,000升的变压器油。<sup>46</sup>
137. *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。<sup>47</sup>
138. *商业化现状*: 此工艺已投入商业运作约20年时间。
139. 销售商包括:
- (a) Dr. Bilger Umweltconsulting GmbH - [www.bilgergmbh.de](http://www.bilgergmbh.de) ;
  - (b) Envio Germany GmbH&Co. KG - [www.envio-group.com](http://www.envio-group.com) ;
  - (c) Kinectrics Inc. - [www.kinectrics.com](http://www.kinectrics.com) ;
  - (d) Nipon Soda Co. Ltd - [www.nippon-soda.co.jp](http://www.nippon-soda.co.jp) ;
  - (e) Powertech Labs Inc. - [www.powertechlabs.com](http://www.powertechlabs.com) ;
  - (f) Sanexen Environmental Services Inc. - [www.sanexen.com](http://www.sanexen.com) ;
  - (g) Decoman srl Italy - [www.decoman.it](http://www.decoman.it) ;
  - (h) Orion BV, Netherlands - [www.orionun2315.nl/en/index.php](http://www.orionun2315.nl/en/index.php) 。

---

<sup>40</sup> 参阅附件五, 参考书目: Piersol 专著, 1980年。

<sup>41</sup> 参阅附件五, 参考书目: 环境署 2000年 b。

<sup>42</sup> 同上。

<sup>43</sup> 同上。

<sup>44</sup> 同上。

<sup>45</sup> 同上。

<sup>46</sup> 同上。

<sup>47</sup> 参阅附件五, 参考书目: 环境署 2000年 b。

(b) 碱性催化分解工艺(BCD)<sup>48</sup>

140. **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℃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。

141. **去除效率:** 就滴滴涕、多氯联苯、多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃诸种物质而言, 其销毁效率为99.99—99.9999%。<sup>49</sup> 据报道, 氯丹的销毁率和去除效率可分别达到99.99和99.9999%(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。<sup>50</sup>

142. **废物类型:** 除上述各类废物之外, 碱性催化分解工艺亦应适用于其他持久性有机污染物。<sup>51</sup> 此种工艺应能销毁那些持久性有机污染物含量高的废物。实践表明, 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、并能够适用于多氯联苯含量超过30%的废物。<sup>52</sup> 据认为, 被处理的混合物中所含有的盐可限制所处理的卤化材料的浓度。<sup>53</sup> 然而, 销售商已表明, 在反应器中集聚的盐很容易地限制可喂入反应器中的废物数量、而且这一问题似乎看来无法解决。所适用的废物包括土壤、沉积物、废渣和液体。碱性催化分解工艺集团公司还声称, 这一工艺的使用情况表明, 它亦可用于去除木材、纸张和变压器金属表面的多氯联苯。

143. **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) 可能需用筛分办法把较大的颗粒去除和通过切碎办法缩小其细度; 或

(b) 可能需要对pH值和水分含量进行调整。

144. 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。<sup>54</sup> 在进行处理之前, 将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。<sup>55</sup> 如有挥发性溶剂, 如涉及农药, 则应在对之进行处理之前以蒸馏方式将其去除。<sup>56</sup>

145. **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对二恶英和多氯二苯并呋喃数量相对较低。然而, 据指出, PCDDs可在低至150℃的温度和碱性条件下从五氯苯酚中形成(WDER,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, 读者可参阅由碱性催化分解工艺集团公司编撰的相关文献。

---

<sup>48</sup> 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, 2004 年; Rahuman 等人的专著, 2000 年; 环境署, 1998 年 b; 环境署, 2001 年; 环境署, 2004 年 b 和 Vijgen 专著, 2002 年。参阅附件五: 参考书目。

<sup>49</sup> 参阅附件五, 参考书目: 环境署 2004 年 b。

<sup>50</sup> 参阅附件五, 参考书目: 环境署 2001 年。

<sup>51</sup> 参阅附件五, 参考书目: 环境署 2004 年 b 和 Vijgen 专著, 2002 年。

<sup>52</sup> 参阅附件五, 参考书目: Vijgen 专著, 2002 年。

<sup>53</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS&F—澳大利亚环境组织, 1997 年; Rahuman、Pistone、Trifir 和 Miertu 专著, 2000 年; 以及环境署 2001 年。

<sup>54</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS&F—澳大利亚环境组织, 1997 年。

<sup>55</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS&F—澳大利亚环境组织, 1997 年; 环境署 2001 年。

<sup>56</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS&F—澳大利亚环境组织, 1997 年。

146. *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。<sup>57</sup>此外, 碱性催化分解工艺集团公司下属的工厂还配有活性碳阱, 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。

147. *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。

148. *所需材料*:

(a) 诸如6号燃油或太阳牌LW-104号、LW-106号和LW-110号载氢体油;

(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;<sup>58</sup>份量为受污染介质重量的1%到20%左右。

(c) 特许使用的催化剂, 份量为载氢体油体积的1%。

149. 据认为, 与这一工艺有关的设备已有现货供应。<sup>59</sup>

150. *轻便程度*: 业已建成组合式、可移动的和固定式处理工厂。

151. *健康和安*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,<sup>60</sup> 尽管设于澳大利亚的墨尔本的一家碱性催化分解工艺工厂继于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。<sup>61</sup> 某些与预处理工艺有关的办法, 诸如变容器和溶剂提取等预处理办法, 都会具有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。<sup>62</sup>

152. *处理能力*: 碱性催化分解工艺可批量处理2,600加仑的废物, 并有能力每天处理2-4批废物。<sup>63</sup>

153. *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对二恶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特要比氯化程度低的同系物的毒性大。因此, 对此工艺必须进行适当监测, 以确保反应继续进行到完成。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料。<sup>64</sup> 然而近来又有报导说, 这一难题已得到克服。<sup>65</sup>

154. *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。过去两年来, 还有一个墨西哥公司也一直采用另一商业作业系统。此外, 还在澳

---

<sup>57</sup> 参阅附件五, 参考书目: 环境署 2004 年 b。

<sup>58</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS&F—澳大利亚环境组织, 1997 年; 环境署 2001 年。

<sup>59</sup> 参阅附件五, 参考书目: Rahuman 等人专著, 2000 年。

<sup>60</sup> 附件五, 参考书目: CMPS&F 澳大利亚环境组织, 1997 年和 Rahuman 等人专著, 2000 年。

<sup>61</sup> 参阅附件五, 参考书目, CMPS&F—澳大利亚环境组织, 1997 年。

<sup>62</sup> 同上。

<sup>63</sup> 参阅附件五, 参考书目: Vijgen 专著, 2002 年和环境署 2004 年 b。

<sup>64</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS&F—澳大利亚环境组织, 1997 年。

<sup>65</sup> 参阅附件五, 参考书目: Vijgen 专著, 2002 年。

大利亚、西班牙和美利坚合众国分别把此种工艺用于短期项目。目前正在捷克共和国境内着手建造对受到PCDDs和PCDFs污染的土壤和农药废物进行处理的碱性催化分解工艺工厂。

155. *销售商情况*: 本技术的专利权属于碱性催化分解工艺集团公司, 美国新西纳提州, OH 5208 ([www.bcdinternational.com](http://www.bcdinternational.com))。该集团公司向有意使用此种技术的公司出售许可。目前设于澳大利亚、捷克共和国、日本、墨西哥和美利坚合众国的若干公司已获得了使用此种技术的许可证。

### (c) 加氢脱氯催化工艺(CHD)

156. *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剂对废物进行处理。通过氢气与氯化废物中的氯发生反应, 形成氯化氢(HCl)和非氯化废物。就多氯联苯而言, 所生成的主要是二联苯。此种工艺所使用的大气压和湿度为180°C至260°C(Sakai 等人专著, 2001年; Noma等人专著, 2002年; Noma等人专著, 2003年)。

157. *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。

158. *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对二恶英和多氯二联苯并呋喃进行脱氯处理。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。

159. *预处理*: 需使用某种溶剂把多氯联苯和多氯二联苯并对二恶英/多氯二联苯并对呋喃从土壤中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, 首先应把混杂在诸如水或乙醇等低沸点液体中的物质去除。

160. *排放物残留物*: 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氯化氢化合物排出, 其原因是, 在循环系统内氯化氢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。

161. *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。

162. *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。

163. *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。

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

165. *健康和安*全: 需对所使用的氢进行精心控制和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。

166. *处理能力*: 日本正在设计一家有能力使用加氢脱氯工艺、每天处理两吨多氯联苯的工厂, 预计将在两年内建成。

167. *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剂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。

168. *商业化程度*: 日本一家公司已于2004年间开始使用加氢脱氯工艺对含有多氯联苯或受到多氯联苯污染的电容器。一家商业规模的加氢脱氯催化工艺工厂将在两年内投入运作。

169. *销售商情况*: 此项技术的专利权属于Kansai 电力公司和Kanden工程公司 (先前曾称为Kansai技术公司)(<http://www.kanden-eng.co.jp>)。

170. *补充信息*: 在此方面没有获得任何进一步的信息和资料, 但可参阅日本关于处理多氯联苯的技术准则 (日本工业废物管理基金会, 1999年)。

(d) 水泥窑混合焚化<sup>66</sup>

171. *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, 在下端温度达1, 400-1-500°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。

172. *去除成效*: 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% (Ahling,1979年; Benestad,1989年; lauber,1987年; Mantus,1992年; 美国环保署, 1986年; Lauber,1982年; von Krogbeumker,1994年; black,1983年)。

173. *废物类型*: 如上所述, 焚化窑在消除多氯联苯方面成功率较高, 但亦可适用于其他持久性有机污染物。焚化窑亦能够处理液体和固体废物。<sup>67</sup>

174. *预处理*: 处理过程包括以下两个方面:

(a) 对固体废物进行热解吸处理;

(b) 通过干燥、切碎、混合和研磨处理, 使固体和液体废物同质化。

175. *排放物和残留物*: 除其他外, 排放物可包括氮氧化物、一氧化碳、硫氧化物、二氧化硫及其他硫氧化合物、金属及其化合物、氯化氢、氟化氢、氨、多氯二苯并对二恶英、多氯二苯并呋喃、苯、甲苯、二甲苯、多环芳烃碳氢化合物、氯苯、多氯联苯。<sup>68</sup>然而应在此指出, 水泥窑可符合低于0.1毫微克毒性当量/标准立方米的多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃空气排放水平。<sup>69</sup>残留物包括通过空气污染控制系统收集到的水泥窑灰。

176. *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热 (从而尽量减少多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃的形成)、水泥窑灰和各种有机化合物、二氧化碳和氧化氮。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。<sup>70</sup> 据报导, 水泥焚化窑灰中含有的多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃含量从0.4mg/kg至2.6mg/kg不等, <sup>71 72</sup>。为此, 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之在地下矿井或地下存储设施中作永久性存储。

---

<sup>66</sup> 可从以下来源获得进一步的资料: CMPS&F—澳大利亚环境组织, 1997年; Costner 等人专著, 1998年; Karstensen 专著, 2001年; Rahuman 等人专著, 2000年; Stobiecki、Cieszkowski、Silowiecki 和 Stobiecki 专著, 2001年; 环境署 1998年。此外, 还可从欧洲委员会(2001年)和环境署 2004年 c 中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。参阅附件五: 参考书目。

<sup>67</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS&F—澳大利亚环境组织, 1997年; Rahuman 等人专著, 2000年; 以及环境署 2004年 c。

<sup>68</sup> 参阅附件五, 参考书目: 环境署 2004年 c。

<sup>69</sup> 同上。

<sup>70</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS § F—澳大利亚环境组织, 1997年; Karstensen 专著, 2001年; 以及环境署 2004年 c。

<sup>71</sup> 未在此表明毒性当量。

<sup>72</sup> 参阅附件五, 参考书目: 环境署 2004年 c。

177. *所需能源*: 新的窑炉系统有五个气旋预热器阶段和预煅烧器, 每生产一毫克熟料平均将需要2,900-3,200兆焦耳。<sup>73</sup>

178. *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。<sup>74</sup>

179. *轻便程度*: 水泥焚化窑仅有固定式构型。

180. *健康和安全的*: 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。<sup>75</sup>

181. *处理能力*: 由于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, 因此通常仅限于危险废物形式的热处理能源需求量的最多40%。<sup>76</sup> 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。<sup>77</sup>

182. *其他实际问题*: 用于处理各种废物的水泥焚化窑需要对旋转式焚化窑进行改进。<sup>78</sup> 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);
- (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,2004c)

183. 鉴于氯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, 因此在危险废物中的氯含量可能十分关键。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。

184. *商业化现状*: 美利坚合众国、一些欧洲国家和许多发展中国家已建造了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, Kartensen, 2006年。)

185. *销售商情况*: 世界多氯联苯销毁能力清册内登载了介绍某些现行水泥窑混合焚化作业设施方面的资料。<sup>79</sup>

---

<sup>73</sup> 同上。

<sup>74</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS § F—澳大利亚环境组织, 1997年。

<sup>75</sup> 同上。

<sup>76</sup> 参阅附件五, 参考书目: 环境署 2004年c。

<sup>77</sup> 参阅附件五, 参考书目: 环境署 1998年b。

<sup>78</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS § F—澳大利亚环境组织, 1997年; 环境署 2004年c。

<sup>79</sup> 参阅附件五, 参考书目: 环境署 1998年b。



(e) 气相化学还原工艺 (GPCR)<sup>80</sup>

186. *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。

187. *去除效率*: 据报导, 就滴滴涕、六氯苯、多氯联苯、多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃而言, 去除销毁效率可达99.9999%。<sup>81</sup>

188. *废物类型*: 除上述各种物质之外, 气相化学还原工艺还可对由所有其他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。<sup>82</sup> 此种工艺还可用于处理持久性有机污染物含量很高的废物,<sup>83</sup> 包括水性液体和油性液体、土壤、沉积物、变压器和电容器。<sup>84</sup>

189. *预处理*: 以下三种预处理装置中的一种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 TORBED 反应器,但也改装用于液体;
- (c) 用于液体的液体废物预加热系统<sup>85</sup>

190. 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。<sup>86</sup>

191. *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。固体废料投入也会产生固体残留物。<sup>87</sup> 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对二恶英和多氯二苯并呋喃的可能性据认为十分有限。<sup>88</sup>

192. *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。<sup>89</sup> 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。<sup>90</sup> 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。<sup>91</sup>

---

<sup>80</sup> 关于此方面的进一步资料, 请参阅附件五, 参考书目: CMPS&F—澳大利亚环境组织, 1997年; Costner 等人专著, 1998年; 丹麦环境保护署, 2004年; Kummling 等人专著, 2001年; Rahuman 等人专著, 2000年; Ray 专著, 2001年; 环境署 2001年; 环境署 2004年 b; Vijgen 专著, 2002年。

<sup>81</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS&F—澳大利亚环境组织, 1997年; Kummling、Gray、Power 和 Woodland 专著, 2001年; Rahuman 等人, 2000年; 环境署 2004年 b 和 Vijgen 等人专著, 2002年。

<sup>82</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS&F—澳大利亚环境组织, 1997年; 环境署 2004年 b 和 Vijgen 专著, 2002年。

<sup>83</sup> 参阅附件五, 参考书目: 环境署 2004年 b 和 Vijgen 专著, 2002年。

<sup>84</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS&F—澳大利亚环境组织, 1997年; 环境署 2004年 b 和 Vijgen 专著, 2002年。

<sup>85</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS&F—澳大利亚环境组织, 1997年; Kummling 等人专著, 2001年; 环境署 2001年; 环境署 2004年 b 和 Vijgen 专著, 2004年。

<sup>86</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS&F—澳大利亚环境组织, 1997年。

<sup>87</sup> 参阅附件五, 参考书目: 环境署 2004年 b 和 Vijgen 专著, 2002年。

<sup>88</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS&F—澳大利亚环境组织, 1997年; Rahuman 等人专著, 2000年。

<sup>89</sup> 参阅附件五, 参考书目: Kummling 等人专著, 2001年; CMPS&F—澳大利亚环境组织, 1997年和 Rahuman 等人专著, 2000年。

<sup>90</sup> 参阅附件五, 参考书目: Rahuman 等人专著, 2000年和 Vijgen 专著, 2002年。



193. **所需能源:** 在采用这一工艺过程中生成的甲烷可提供所需要的大多数燃料。<sup>92</sup>有报导说, 所需电力从所处理的每吨土壤96千瓦/小时到所处理的每纯有机污染物需要约900千瓦小时电力不等。<sup>93</sup>

194. **所需材料:** 至少在反应器的启动阶段, 将会需要氢的供应。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。<sup>94</sup> 然而, 以往由于生产氢的设备方面存在的不可靠性, 因此曾使这一生产设备趋于瘫痪。<sup>95</sup> 所需其他材料包括用于酸性气体洗涤器的苛性碱。<sup>96</sup>

195. **轻便程度:** 气相化学还原法有固定和可运输的两种构型。<sup>97</sup>

196. **健康和安全:** 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。<sup>98</sup> 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。<sup>99</sup>

197. **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。二台处理器可平行使用, 以便使能力翻一番;

(b) TORBED 反应器的能力为每月 5,000 吨土壤和沉积物, 但是这一预处理装置仍处于开发阶段;

(c) 液体废物预热系统的能力为每分钟3升。<sup>100</sup>

198. **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。<sup>101</sup>

199. **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工厂运行。澳大利亚的气相化学还原工厂已运行了五年多。此外, 日本最近给一个半移动气相化学还原厂发给了授权许可。<sup>102</sup>

200. **销售商情况:** 这一技术的专利权属于ELI Eco Logic国际公司、亦即此种技术的唯一供应商 (www.ecologic.ca)。该公司出售使用这一技术的许可。

---

<sup>91</sup> 参阅附件五, 参考书目: 环境署 2004 年 b。

<sup>92</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS&F—澳大利亚环境组织, 1997 年; Rahuman 等人专著, 2000 年; 环境署 2001 年; 2004 年 b 和 Vijgen 专著, 2002 年。

<sup>93</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS&F—澳大利亚环境组织, 1997 年。

<sup>94</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS&F—澳大利亚环境组织, 1997 年; Rahuman 等人专著, 2000 年; 2004 年 b 和 Vijgen 专著, 2002 年。

<sup>95</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS&F—澳大利亚环境组织, 1997 年。

<sup>96</sup> 参阅附件五, 参考书目: 2004 年 b。

<sup>97</sup> 参阅附件五, 参考书目: 环境署 2001 年; 环境署 2004 年 b 和 Vijgen 专著, 2002 年。

<sup>98</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS&F—澳大利亚环境组织, 1997 年。

<sup>99</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS&F—澳大利亚环境组织, 1997 年和环境署 2004 年 b。

<sup>100</sup> 参阅附件五, 参考书目: 环境署 2004 年 b 和 Vijgen 专著, 2002 年。

<sup>101</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS&F—澳大利亚环境组织, 1997 年。

<sup>102</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS&F—澳大利亚环境组织, 1997 年; Kummling 等人专著, 2001 年; Ray 专著, 2001 年; 环境署 2004 年 b 和 Vijgen 专著, 2002 年。

(f) 危险废物焚化工艺<sup>103</sup>

201. **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℃的温度;或如果氯含量超过1%,则需加热到超过1,100℃,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(仅用于处理液态废物)、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。(参阅Brunner的专著,2004年,已获得关于这些技术的应用方面的补充资料。)

202. **去除效率:** 据报道,对由持久性有机污染物构成、含有此种污染物或受其污染的废物进行处理方面,销毁效率超过99.9999%。<sup>104</sup>据报导,艾氏剂、氯丹和滴滴涕的销毁效率分别超过99.999%和99.9999%(日本环境部,2004年)。另据报导,多氯联苯的去除效率为83.15%至99.88%之间(美国环保署,1990年)。

203. **废物类型:** 如上所述,废物焚化炉能处理由任何持久性有机污染物构成的、含有此种污染物或受其污染的废物。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、废渣和稀浆。<sup>105</sup>

204. **预处理:** 预处理工艺可配置的设备包括废物的搅拌、脱水、筛分和切碎。<sup>106</sup>

205. **排放物和残留物:** 所排放的物质包括一氧化碳、六氯苯、氢氯化物、颗粒、多氯二苯并对二恶英、多氯二苯并呋喃和多氯联苯、以及水蒸汽。<sup>107</sup>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并配有防止多氯二苯并对二恶英和专门去除多氯二苯并对二恶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),使得多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃排入空气和水体的量极低。<sup>108</sup>

206. **排放控制和后处理:** 各种加工气体可需要在处理过程中去除氯化氢和颗粒物质,并需要防止生成和去除无意生成的持久性有机污染物。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。<sup>109</sup>焚化炉炉底灰和粉煤灰可根据其具体的特性需要采用特别设计的土地填埋方式处置。<sup>110</sup>

207. **所需能源:** 所需燃油的数量将取决于废物的构成及其发热值。

208. **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。

209. **轻便程度:** 危险废物焚化器有便携式和固定式两种构型。

---

<sup>103</sup> 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1995c;环境署1998年;环境署2001年和美国陆军工程兵,2003年。此外,还可从欧洲委员会2004年的活动及环境署2004年c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。参阅附件五,参考书目。

<sup>104</sup> 参阅附件五,参考书目:联邦补救技术圆桌讨论会,2002年;Rahuman等人专著,2000年;环境署1998年b和环境署2001年。

<sup>105</sup> 参阅附件五,参考书目:环境署1995年c。

<sup>106</sup> 参阅附件五,参考书目:环境署1995年c;环境署1998年b和环境署2004年c。

<sup>107</sup> 参阅附件五,参考书目:环境署1995年c;环境署1998年b和环境署2004年c。

<sup>108</sup> 在所涉残余物中,多氯二苯二恶英和多氯二苯并呋喃主要存在于飞灰和盐之中,并在一定程度上存在于焚化炉底灰和洗涤水沉渣之中。

<sup>109</sup> 环境署2004年c。

<sup>110</sup> 参阅附件五,参考书目:美国陆军工程兵,2003年。

210. *健康和安*全：健康和安方面的风险包括那些与高温操作有关的危险。<sup>111</sup>
211. *处理能力*：危险废物焚化炉每年可处理30,000至100,000吨废物。<sup>112</sup>
212. *其他实际问题*：目前未收到涉及任何具体问题的报告。
213. *商业化现状*：危险废物焚化处理工艺有很长的历史和经验。<sup>113</sup>
214. *销售商情况*：世界范围内的多氯联苯销毁能力清册中已列出了若干现行的危险废物焚化设施。<sup>114</sup>

(g) 光化脱氯和催化脱氯反应综合工艺(PCD和CD)

215. *工艺简介*：PCD和CD系使用光化脱氯反应(PCD)和催化脱氯反应(CD)综合工艺的技术(Watanabe等人的专著，2002年和Watanabe等人的专著，2003年)。在销毁过程中，多氯联苯与氢氧化钠和异丙基醇(IPA)发生反应，旨在使异丙基醇中的多氯联苯含量达到总体重量的若干百分比。其后，采用两种彼此独立的工艺对多氯联苯进行脱氯，即光化脱氯工艺催化脱氯反应工艺。每一工艺所使用的温度适中(低于75℃)和大气常压。在对多氯联苯进行脱氯处理后所生成的物质为：二联苯、氯化钠、丙酮和水，但不生成任何诸如氢气或氯气等气体。

216. *去除效率*：多氯联苯的销毁效率可达99.99-99.9999%；多氯二联苯并对二恶英/多氯二联苯并呋喃的去除率可达99.9999-99.999999% (Tajima 等人的专著，2003年；和Watanabe等人的专著，2003年)。

217. *废物类型*：据论证，光化脱氯和催化脱氯反应工艺可用于处理来自含有多氯联苯的变压器和电容器中的油—以及含有大量多氯联苯并对二恶英/多氯联苯并对呋喃和受这些物质污染的变压器和电容器，同时亦可适用于其他持久性有机污染物。这一工艺无法处理土壤和沉渣。衣物、包装材料、木材和其他多孔型材料中含有的多氯联苯等应首先使用溶剂进行提取处理。

218. *预处理*：需对受到多氯联苯污染的电器设备进行某种预处理。把多氯联苯从设备中去除之后，受到污染的材料，诸如纸箱、弹簧和绝缘纸张等进行分拆和分离处理。可使用诸如癸烷等碳氢清洗剂把多氯联苯从这些材料中提取出来。通过蒸馏器把多氯联苯和其他溶剂分离。分离出来的多氯联苯和溶剂分别采用光化脱氯和催化脱氯工艺加以销毁。所涉溶剂可重复用于清洗。此外，无需对土壤、沉渣和水进行任何预处理。

219. *排放物和残留物*：预计所产生的空气排放物数量较低。可能在使用光化脱氯和催化脱氯工艺中生成的多氯二联苯并对二恶英/多氯二联苯并呋喃并未从理论上加以考虑。残留物包括固体氯化钠和使用过的催化剂。(Watanabe等人的专著，2002年；Watanabe等人的专著，2003年)。

220. *后处理*：使用蒸馏器把乙丙基酮从溶液中分离出来，其中大部分正丙基酮可作为多氯联苯的溶剂重新使用若干次。在这两种工艺中生成的废物包括二联苯、氯化钠、丙醇、水和残留的乙丙基酮。氯化钠从溶液中过滤分离，并采用土地填埋办法加以处置。使用过的催化剂则用水冲洗，以便去除其中所含的氯化钠；此种催化剂可在催化脱氯反应工艺中重新使用多次。

221. *所需能源*：光化脱氯工艺对于汞灯约需3千焦/千克的多氯联苯。所需能量量预计相对较低，因为光化脱氯和催化脱氯工艺在使用时所需要的操作温度较低(75℃) (Watanabe等人的专著，2002年；Watanabe等人的专著，2003年)。

222. *所需材料*：

(a) 氢供体：乙丙基醇；

---

<sup>111</sup> 同上。

<sup>112</sup> 参阅附件五，参考书目：环境署 2004 年 c。

<sup>113</sup> 参阅附件五，参考书目：环境署 2001 年。

<sup>114</sup> 参阅附件五，参考书目：环境署 1998 年。

(b) 碱：氢氧化钠(氢氧化钠/氯=1.3)；

(c) 催化剂：视氢供体的数量每两公斤/立方米。

223. *轻便程度*：应可有固定模式和易于运输的工厂构型。已在日本的川崎建立了固定构型的工厂。

224. *健康和安全性*：总体上说，与此种工艺的操作有关的健康和安全风险较低。(Watanabe等人的专著，2002年；Watanabe等人的专著，2003年；Sadaki等人的专著，2003年)。

225. *处理能力*：目前可采用的光化脱氯和催化脱氯技术可每单位每日处理50公斤受到污染的油。这一能力可因处理设施的规模而灵活确定(例如，每日可处理两吨左右的废油)。

226. *其他实际问题*：特殊条件：光化脱氯和催化脱氯工艺特别适用于纯质多氯联苯；本技术符合日本的严格排放标准(废油中的多氯联苯含量低于每公斤0.5毫克)。

227. *商业化程度*：过去两年来，在日本的川崎采用了光化脱氯和催化脱氯技术(Watanabe等人的专著，2002年；Watanabe等人的专著，2003年)。

228. *销售商情况*：此项技术的专利权和所有专用权均属于东芝公司([http://www.toshiba.co.jp/efort/market/pcb/index\\_j.htm](http://www.toshiba.co.jp/efort/market/pcb/index_j.htm))。东芝公司出售使用这一技术的许可。

229. *补充资料*：关于进一步的信息和资料，可参阅日本多氯联苯处理技术准则(日本工业废物管理基金会，1999年；Watanabe等人的专著，2002年；Watanabe等人的专著，2003年；Sasaki等人的专著，2003年；Noma等人的专著，2002年；Noma等人的专著，2003年)。

(h) 等离子体电弧工艺<sup>115</sup>

230. *工艺简介*：等离子体电弧工艺使用的是温度高于3,000°C的等离子体电弧来热解废物。将废物和氩一起直接注入等离子体弧。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。<sup>116</sup>

231. *去除效率*：对多氯联苯进行实验室测试达到的销毁去除率为99.9999%到99.999999%之间。<sup>117</sup>

232. *废物类型*：除对含多氯联苯的油进行处理外，澳大利亚最近已安装配置就序一家PLASCON工厂，用于处理农药废物。<sup>118</sup>待处理的废物类型如果是可用泵抽的细稀泥形式，必须是液体、气体或固体。对于厚度大于30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。<sup>119</sup>

233. *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。<sup>120</sup>

234. *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，即氯化钠、重碳酸钠和氟化钠。对多氯联苯的实验室测试表明，在洗涤水和

---

<sup>115</sup> 可从下列来源获得进一步资料：CMPS&F-澳大利亚环境署组织，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b；环境署2001年和环境署2004年b。参阅附件五，参考书目。

<sup>116</sup> 参阅附件五，参考书目：CMPS&F-澳大利亚环境署组织，1997年。

<sup>117</sup> 参阅附件五，参考书目：Rahuman等人专著，2000年和环境署2004年b。

<sup>118</sup> 参阅附件五，参考书目：环境署2004年b。

<sup>119</sup> 参阅附件五，参考书目：CMPS&F-澳大利亚环境署组织，1997年和环境署2004年b。

<sup>120</sup> 同上。

烟道气中多氯二苯并对二恶英的水平为万亿分之几的范围。<sup>121</sup>在澳大利亚的一家用来处理各种废物的PLASCON工厂，排放的排出物中的多氯联苯水平符合十亿分之二的限值。<sup>122</sup>目前固体残留物中持久性有机污染物含量不详。<sup>123</sup>

235. *排放控制和后处理*：目前未掌握关于后处理方面的资料。

236. *所需能源*：一座150千瓦的处理设备每处理1吨废物需要1,000-3,000千瓦/小时的电力。<sup>124</sup>

237. *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，这一工艺的确需要氩气、氧气、苛性碱和冷却水。<sup>125</sup>

238. *轻便程度*：PLASCON工艺的装置有可运输的和固定式两种构型。<sup>126</sup>

239. *健康和安全*：由于PLASCON工艺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。<sup>127</sup>目前，健康和安全方面亦无进一步的信息。

240. *处理能力*：一座150千瓦的等离子电弧处理设备每天可处理1至3吨废物。<sup>128</sup>

241. *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工艺对之进行处理的项目时便遇到了此方面的问题。

242. *高定化程度*：等离子体电弧工艺技术集团在澳大利亚营运两个等离子体技术工厂：一个是设于布里斯班的、专门处理多氯联苯和各种持久性有机污染物的工厂；另一个是设于墨尔本的、专门处理氟氯化碳和哈龙的工厂。该技术集团公司还营运一个等离子体电弧工艺处理工厂，主要处理低含量多氯联苯和持久性有机污染物并设有两个采用热解吸工艺处理固体污染物的处理器。另外，三菱化学公司已安装了一个等离子体电弧工艺工厂，专门处理由多氯联苯构成、含有此种污染物或受其污染的废物。

243. *销售商情况*：等离子体电弧工艺的销售商也设于澳大利亚的纳兰巴SRL等离子体优先公司（www.srlplasma.com.au）、以及英联邦科学工业研究组织。等离子体电弧工艺的三项专利权由SRL等离子体工艺有限公司和英联邦利益冲突工业研究组织共同持有。

#### (i) 叔丁氧钾工艺 (t-BuOK)

244. *工艺简介*：绝缘油中含有的多氯联苯通过与叔丁氧钾发生反应进行脱氯处理；叔丁基氧钾与多氯联苯中的氯发生反应，形成盐和非氯化废物。通常这一工艺使用常压和200°C至240°C的温度(Oono等人的专著，1997年)。

245. *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，还可把多氯联苯含量减至每公斤0.5毫克。

246. *废物类型*：已对叔丁氧钾工艺在处理低污染度矿物油方面的成果进行了论证。销售商还声称，可使用叔丁氧钾工艺对液状或溶剂中氯化废物进行处理。

---

<sup>121</sup> 参阅附件五，参考书目：CMPS&F—澳大利亚环境署组织，1997年；Rahuman 等人专著。

<sup>122</sup> 参阅附件五，参考书目：环境署 2004 年 b。

<sup>123</sup> 同上。

<sup>124</sup> 参阅附件五，参考书目：CMPS&F—澳大利亚环境署组织，1997年。

<sup>125</sup> 参阅附件五，参考书目：CMPS&F—澳大利亚环境署组织，1997年和环境署 2004 年 b。

<sup>126</sup> 参阅附件五，参考书目：环境署 2004 年 b。

<sup>127</sup> 参阅附件五，参考书目：CMPS&F—澳大利亚环境署组织，1997年；环境署，2004 年 b。

<sup>128</sup> 同上。

247. *预处理*: 叔丁氧钾在与水发生反应后, 生成氢氧化钾和叔丁氧基乙醇。如果受到多氯联苯污染的矿物油中含有高含量的水, 则叔丁氧钾将更容易与水发生反应—这 will 比与在多氯联苯中的氯发生反应要容易。因此, 在进行反应之前, 应首先把油中的含水量去除。

248. *排放物和残留物*: 在发生反应过程中将不会产生任何排放物。由于在反应过程中的脱氯速率十分迅捷, 因此不会作为副产品生成多氯联苯并二恶英/多氯联苯并对呋喃—一致使氯很快被释放(Takigami等人的专著, 2002年; Takigami等人的专著, 2003年)。

249. *排放控制和后处理*: 可通过在发生反应后用水进行清洁来把各种副产品从所处理的油类中分离。受到污染的油可重新用作燃料。

250. *所需能源*: 由于叔丁氧钾工艺所使用的温度较低, 因此预计所需能源量亦相对较低。

251. *所需材料*: 当矿物油类中的多氯联苯含量低于200ppm时, 所需要的叔丁氧钾约为受到污染的油的重量的0.5%左右。

252. *轻便程度*: 此种工艺由固定式和便携式两种构型, 这取决于拟予处理的受到污染的油的数量。

253. *健康和安全性*: 总体上说, 与这一工艺的使用有关的健康和安全性风险较低。

254. *处理能力*: 据报导, 在日本已有企业使用这一工艺每天处理36千升的受到污染的油。

255. *其他实际问题*: 有可能在短时期内使用这一技术处理大量受到污染的油, 因为可持续地使用此种工艺。

256. *商业化程度*: 日本的一家公司自2004年以来一致采用连续运作的工厂处理受到污染的矿物油。

257. *销售商情况*: 此项技术的专利权属于Kansai电力公司和Kanden—工程公司(www.kanden-eng.co.jp)。

258. *补充资料*: 关于此项技术的进一步信息和资料, 参阅日本处理多氯联苯的技术准则(日本工业废物管理基金会, 1999年)。

(j) **超临界水氧化工艺(SCWO)<sup>129</sup>和低于临界的水氧化工艺**

259. *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。

260. *去除效率*: 据报导, 采用超临界水氧化工艺处理艾氏剂、氯丹和多氯联苯的销毁效率分别超过99.9999%和99.9999%(日本环境署部, 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去除效率分别为99.999999%和99.999999%(日本环境署部, 2004年)。在针对多氯二联苯并对二恶英进行的标准规模测试结果表明, 其去除效率可达99.9999%。<sup>130</sup>

<sup>129</sup> 可从以下来源获得进一步资料: CMPS&F—澳大利亚环境署组织, 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2004b。附件五, 参考书目。

<sup>130</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS&F—澳大利亚环境署组织, 1997年; Rahuman等人专著, 2000年和Vijgen专著, 2002年。

261. **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。<sup>131</sup> 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%。<sup>132</sup>
262. **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20%以下。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。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。
263. **排放物和残留物:** 在对多氯联苯进行实验室规模的销毁处理结果表明, 超临界水氧化技术具有在多氯联苯降解过程中即使是在实际操作温度上形成高含量的多氯二联苯并呋喃的潜力(按百分比计算)(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。<sup>133</sup> 关于未销毁的化学品的潜在浓度, 目前所掌握的信息有限。<sup>134</sup> 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。<sup>135</sup>
264. **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。
265. **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。<sup>136</sup>
266. **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。<sup>137</sup> 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。但销售商现声称, 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。<sup>138</sup>
267. **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, 但据信亦可方便地进行运输。<sup>139</sup>
268. **健康和安全:** 由于在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。<sup>140</sup>
269. **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则应能每小时处理2,700公斤废物。<sup>141</sup>
270. **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。<sup>142</sup>

---

<sup>131</sup> 参阅附件五, 参考书目: 环境署 2004 年 b。

<sup>132</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS&F—澳大利亚环境署组织, 1997 年; Rahuman 等人专著, 2000 年和 Vijgen 专著, 2002 年。

<sup>133</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS&F—澳大利亚环境署组织, 1997 年。

<sup>134</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS&F—澳大利亚环境署组织, 1997 年和环境署 2004 年 b。

<sup>135</sup> 参阅附件五, 参考书目: 环境署 2004 年 b。

<sup>136</sup> 参阅附件五, 参考书目: Rahuman 等人专著, 2000 年。

<sup>137</sup> 参阅附件五, 参考书目: Vijgen 专著, 2002 年。

<sup>138</sup> 同上。

<sup>139</sup> 参阅附件五, 参考书目: 环境署 2004 年 b 和 Vijgen 专著, 2002 年。

<sup>140</sup> 参阅附件五, 参考书目: CMPS&F—澳大利亚环境署组织, 1997 年。

<sup>141</sup> 参阅附件五, 参考书目: 环境署 2004 年 b 和 Vijgen 专著, 2002 年。

<sup>142</sup> 同上。



271. **商业化现状:** 在日本已开始全面使用此种工艺的商业工厂。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方案中加以使用的核可。

272. **销售商情况:** 提供此种服务的公司包括:

(a) 通用原子能公司 ([www.ga.com](http://www.ga.com));

(b) 福斯特惠勒开发公司 ([www.fosterwheeler.com](http://www.fosterwheeler.com));

(c) 三菱重型工业有限公司([www.mhi.co.jp](http://www.mhi.co.jp))。

#### (k) 金属的热冶金生产

273. **工艺简介:** 以下介绍的各种工艺主要是为从精矿和次级原材料(如中间产物、废物)中回收铁和铝、铜、锌、铅和镍等有色金属而设计的。不过, 由于这些工艺的特性, 它们在某些情况下也在商业中用于销毁相关废物中的持久性有机污染物(见第 275 节)。以下部分工艺的简介也可见欧洲最佳可得技术参考文件:<sup>143144</sup>

(a) 与销毁含铁废物中持久性有机污染物相关的工艺使用特定类型的高炉、竖炉或床式反射炉。所有这些工艺均是在高温下(1200°C–1450°C)在还原空气中进行。高温和还原空气破坏了在废物中所含的多氯二苯并对二恶英及多氯二苯并呋喃, 并避免了从头合成。高炉和竖炉工艺使用焦炭和少量其他还原剂来将含铁的材料还原为铸铁。该工艺没有直接的加工气体的排放, 因为加工气体被用作二次燃料。在床式反射炉工艺中, 含铁的材料与煤一同填充入多层炉。氧化铁被直接还原为固体的直接还原铁。在第二步, 将还原的铁在一个电弧炉里熔化, 生产铸铁;

(b) 与销毁含有色金属的废物中持久性有机污染物相关的工艺是威尔兹回转炉工艺和利用立式或卧式炉的浴熔工艺。这些工艺是还原性工艺, 温度达到 1200°C, 利用快淬法破坏多氯二苯并对二恶英及多氯二苯并呋喃并避免了从头合成。在威尔兹工艺中, 利用一种还原剂将颗粒状的含锌的钢厂粉尘、矿泥、滤饼等一起冶炼。在 1200°C 的温度下, 锌变得不稳定, 并被氧化为“威尔兹氧化物”, 并把其收集在一个过滤单位中。在立式浴炉工艺中, 在至少 1200°C 的温度下对含铜的残渣进行冶炼。滤尘被用于生产锌和锌化合物。在卧式浴炉工艺中, 不断地将含铅的残渣和精矿填入一种冶炼溶液中, 该溶液含有氧化和还原带, 温度在 1000 至 1200°C 不等。加工气体(10%以上的二氧化硫溶液)在余热回收和除尘后用于硫酸的生产。在滤去镉之后, 对加工粉尘进行回收。

274. **去除效率:** 没有关于销毁率和销毁去除率的数据。

275. **废物类型:** 在上述第 273 段中所述的工艺专用于下述废物的处理:

(a) 制铁或制钢工艺所余残留物, 如可能受到多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃污染的来自气体处理或轧屑的粉尘或矿泥;

(b) 钢厂含锌的过滤粉尘、炼铜炉气体清洁系统的粉尘等、有色金属生产所产生的可能受到多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃污染的含铅过滤残渣。

276. **预处理:** 由传统高炉工艺回收的含铁材料需要在一个集尘工厂进行预处理。竖炉(Oxycup 炉)工艺中将含铁废物制成饼状。这是一个冷工艺, 向碎石中添加一种粘合剂和水, 再将其压制成饼状、干燥并硬化。多层炉工艺一般来讲不需要预处理, 虽然在某些特殊情况下需要将细碎的固体制成粒状。有色金属通常不需要对受到持久性有机污染物污染的材料进行特殊预处理。

277. **排放物和残留物:** 在铁和有色金属生产中, 在加工中或烟气处理系统下游可能形成多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃。不过, 要使用最佳可得技术, 应防止或至少尽量减少这种排放。上述第 273 段所述的工艺用于销毁废物中的持久性有机污染物的含量, 须使用妥善的排放

<sup>143</sup> 欧洲委员会, 2001a, 附件五, 参考书目

<sup>144</sup> 欧洲委员会, 2001b, 附件五, 参考书目。



控制和后处理技术（见以下第 278 段）。当使用这样的技术时，加工产生的多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃气体排放 0.1 毫克/常规立方米以下。许多情况下，矿渣将用于建筑用途。对铁金属来说，排放可来自于集尘工厂的后处理和熔窑的废气。来自除尘系统的残渣主要用于有色金属业。多层炉的废气由一个旋流器除尘，进行二次燃烧，并通过加入吸附剂和袋式过滤器来淬火和清洁。熔窑的废气也进行二次燃烧，淬火、然后与多层炉的废气进行混合，再共同进入吸附步骤。对有色金属来说，残渣包括来自废水处理的过滤粉尘和矿泥。

278. 排放控制和后处理: 温度控制和快淬往往是尽量减少多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃形成的合适的方法。加工气体需要进行处理以消除粉尘，这些粉尘主要包括金属或金属氧化物，在冶炼硫化物材料时，也会有二氧化硫。在黑色金属业，集尘工厂的废气是由静电除尘器处理，然后进行进一步的烟道气体处理，如：先使用吸附技术，在使用额外袋式过滤器。多层炉的废气由旋流器除尘，并须经过二次燃烧处理、淬火、然后与多层炉的废气流混合，通过加入吸附剂继续处理，再经过袋式过滤器处理。相关熔窑的废气也需要二次燃烧、淬火并与多层炉的废气流混合，通过添加吸附剂和使用袋式过滤器进一步处理。在有色金属生产中，合适的处理技术包括：使用织物过滤器、静电除尘器或净气器、硫酸厂或利用活性炭的吸附技术。

279. 所需能源:铁和有色金属的生产需要能源密集型的工艺，不同的金属之间也有很大的不同。工艺中的废物所含的持续性有机污染物的处理不需要多少额外能源。

280. 所需材料: 对金属的生产来说，需要原材料（矿石、精矿或次级材料）以及添加剂（如沙、石灰石）、还原剂（煤和焦油）以及燃料（油和气）。为避免多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃的从头合成而进行的温度控制需要额外的水进行淬火。

281. 轻便程度:金属熔炉是大型、固定的装置。

282. 健康与安全:若妥善设计和操作，在热处理中的废物处理可被视为安全操作。

283. 处理能力:上述金属熔炉处理原料的能力每年在 100,000 吨以上。目前将受持久性有机污染物污染的废物加入原料的试验数量小的多，但处理更大数量的能力已经存在，并在继续对此进行探索。

284. 其他实际问题: 无

285. 商业化现状:在德国，用传统的高炉从钢铁生产中含铁的材料中生产铸铁已经运作了有一些年头了（[www.dk-duisburg.de](http://www.dk-duisburg.de)）。竖炉（Oxycup 炉）自 2003 年以来在德国进行运作（[www.thyssenkrupp.com](http://www.thyssenkrupp.com)）。床式反射炉工艺自 2003 年在卢森堡（[www.paulwurth.com](http://www.paulwurth.com)）和意大利（[www.lucchini.it](http://www.lucchini.it)）以工业规模运行。威尔兹回转窑工艺是一个非常成熟的工艺，属于在欧洲各个地点运作的最佳可得技术范围（[www.bus-steel.com](http://www.bus-steel.com)）。立式和卧式浴熔工艺正在德国运作（分别为[www.na-ag.com](http://www.na-ag.com)和[www.berzelius.de](http://www.berzelius.de)）

286. 销售商: 没有专门致力于此的工厂销售商。

#### (1) 废物到气体的转换

287. 工艺简介: 该工艺<sup>145</sup>是一种前处理和气化技术，它在还原气体中<sup>146</sup>、高温（1300°C–2000°C）高压（约 25 巴）下利用蒸汽和纯氧回收含烃废物。在废物中的所有烃分子均不可逆的分裂为小的气态分子，如氢(H<sub>2</sub>)、一氧化碳(CO)、甲烷(CH<sub>4</sub>)和二氧化碳(CO<sub>2</sub>)。产生少量的乙烷(C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)、丙烷(C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>)和丁烷(C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>)等短链烃以及其他的化合物(< 体积的 1%)。废物中包括多氯联苯在内的持续性有机污染物被有效销毁。接着利用多阶段加工将产生的原料气体转化成纯合成气体，用于生产最高级别的甲醇。

288. 去除效率:据报告对多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃的销毁率达到 99.974%<sup>147</sup>。

<sup>145</sup> B. Buttker et al., 2005 年, 附件五, 参考书目。

<sup>146</sup> SVZ 运作了三种类型的气化炉: 压力床气化炉、造渣气化炉 BGL, 气流床气化炉。

<sup>147</sup> 报告的销毁率主要看经处理的废物中多氯二苯并对二恶英和并呋喃的低至 34.08 ng TEQ/kg。当废物中的多氯二苯并对二恶英和并呋喃含量达到 50.000 ng TEQ/kg, 销毁率为 99.99143。见 B. Buttker et al., 2006 年。

289. **废物类型:**该工艺适合不同性状的许多有机废物, 如含持续性有机污染物或受持续性有机污染物污染的固体、液体、泥状或浆状物。可处理含有多氯联苯(最高 500 毫克/公斤废物)和多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃(最高 50.000 ng TEQ/kg)或受其污染的废物。在有害废物中的氯的含量可达到重量的 6% (液体)和 10% (固体)。

290. **预处理:** 步骤(a):对面积超过 80 x 140 毫米的固体废物来说, 需要缩减尺寸, 未超过 80 x 140 毫米的废物直接进入步骤(b)。将黑色和有色金属从固体废物中去除。粒化之后, 用步骤(b)处理废物。对液体和糊状的废物, 通过沉淀分离泥、浆和水。对预先经过提纯的油进行蒸馏, 以使水份 < 1%。对将要进入气流床气化炉的浆状产物来说, 对含水量未作要求。步骤(b): 废物的气化(包括干燥和去气)产生原料气体供进一步加工。

291. **排放物和残留物:**原料气体中的硫和氮化合物在一个密封的压力系统中通过一个气体加工设施在为产生排放的情况下去除。原料气体中的痕量持续性有机污染物(0.0034 ng TEQ/Nm<sup>3</sup>)<sup>148</sup>最终在 2000°C 的温度下在气流床气化炉中销毁。利用化验工具在产生的甲醇和水、矿渣和石膏中未检测到多氯联苯、多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃。玻璃化矿渣可能含有重金属化合物; 这种矿渣可以再循环, 如, 可制成绝缘材料。由于废物到气体的转换过程是在还原气体中进行, 形成多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃的可能性是有限的。据报告, 向空气中排放多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃的情况如下: 脱硫厂 0.0006 ng TEQ/Nm<sup>3</sup>, 锅炉厂 0.0029 ng TEQ/Nm<sup>3</sup><sup>149</sup>。

292. **排放控制和后处理:**已利用一种有机吸附剂(甲醇)在零度以下将二氧化碳和其他气体在各馏分中消除。可燃气体已经在锅炉厂中经过燃烧, 该过程中生成高质量的蒸汽。

293. **所需能量:**为确保稳定的工艺条件, 用含煤至少 15% (重量百分比)的气化混合物对废物进行处理。无需以电或蒸汽为形式的额外能源。

294. **所需材料:**所用的气化技术需要一种气化剂(蒸汽和氧)。其他所需材料包括碳酸钙(石灰石)来改变矿渣的粘性。

295. **轻便程度:**只有固定结构中才能使用气化技术。

296. **健康和环境:**该工艺有效地在一个闭合回路系统中销毁了持久性有机污染物, 不会危及人体健康或环境。在压力下使用氢气系统需要妥善的控制和维护, 以确保不会形成爆炸性的空气和氢气的混和物。从 1992 年至今所积累的操作经验显示, 该工艺是可以安全进行的。

297. **处理能力:**每年可处理约 300,000 吨固体废物和 60,000 吨的液体和膏状废物。

298. **其他实际问题:**由于处理量很大, 需要适当和环保的储存能力。

299. **商业化程度:**德国自 1992 年以来就在 Schwarze Pumpe 的可再生能源利用中心(SVZ)开始了商业规模的废物气化。在过去的十年中, 处理的废物已逾 250 万吨。

300. **销售商情况:**Sustec 股份公司持有气流床气化炉的专利。Sustec 销售运作该技术的许可。Sustec Schwarze Pumpe 公司和 Envirotherm 公司([www.svz-gmbh.de/](http://www.svz-gmbh.de/))销售造渣气化炉技术的经营许可。

### 3. 在销毁或永久性质变均不属无害环境处理办法的情况下采用的其他处置方法

301. 在销毁或永久性质变方法均不属无害环境处理办法的情况下, 对于那些其持久性有机污染物的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第G小节第2段中所述及的方法以外的其他方法对此种废物进行处置。

302. 可考虑对之采取其他处置方法的含有持久性有机污染物或受其污染的废物包括如下各项:

(a) 发电站和其他燃烧型工发电厂(下文(d)项内提及的除外);钢铁工业;以及铝、铅、锌、铜和其他有色金属热冶金行业产生的废料。这包括炉底残灰、炉渣、盐渣、粉煤灰、锅炉灰、

---

<sup>148</sup> 附件四, 参考书目。

<sup>149</sup> 同上。

烟道气灰、其他微粒和灰尘、处理气体产生的固体废物、黑浮渣、处理盐渣和黑浮渣产生的废物以及各种撇浮渣；

(b) 冶金工艺的碳基炉衬和其他炉衬以及耐火材料；

(c) 下列建筑和爆破拆除作业产生的废物：

(一) 水泥、砖头、瓦片和陶磁的混合物或残余物；

(二) 包括从受到污染的场址挖掘出来的土壤和石块的无机部分碎片；

(三) 含有多氯联苯的建筑和爆破拆除垃圾,但不包括含有多氯联苯的设备。

(d) 焚烧或热解废物过程中产生的废物; 气体处理过程中产生的固体废物、炉底灰、炉渣、烟灰和锅炉灰；

(e) 陶瓷化的废物和陶化产生的废物, 包括粉煤尘和其他烟道气处理的废物和非陶化的固相物；

303. 国家有关主管部门应能认定, 按照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无害环境的处理办法。

304. 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**<sup>150</sup>

305. 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、以及在长期时间范围内对环境构成威胁, 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。还应采取各种措施, 减少甲烷气体的生成, 并采用土地填埋具体控制办法。此外, 还应采用一种基于在土地填埋中可接受的废物分类程序的废物接受程序, 其中特别包括标准化的限值。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、浸出液和气体控制系统、监测、现场保安、封闭和封闭后工作诸方面的具体规定。

306. 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、切碎或类似地缩小体积；

(d) 爆炸物、易燃固体、自燃物质、遇水反应物、氧化剂和有机过氧化物。

---

<sup>150</sup> 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 1995d。参阅附件五，参考书目；以及诸如欧洲共同体 1993/31EC 号指令等相关的国家立法。

(b) 在地下矿井和岩洞中永久储存

307. 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把危险废物与属于不同时代的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。

308. 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在化学的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作地下储存。应在作业许可中具体规定哪些废物类型一般应排除在外。

309. 在选择在地下矿井中永久储存以处置由持久性有机污染物构成的、含有此种污染物或受其污染的废物时应考虑以下因素：

(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采用的其他处置方法

310. 若持久性有机污染物的含量或污染度在持久性有机污染物低含量以下的废物未经上述方法处置，应根据国家有关立法和国际规则、标准和准则，包括根据各项《巴塞尔公约》制定的具体技术准则进行处置。有关国家立法的实例载于本准则的附件二。

## H. 针对受污场址采取的补救措施

### 1. 查明受污场址<sup>151</sup>

311. 装卸和储存做法不当尤其会导至持久性有机污染物在所涉化学品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健康问题。查明这些场址是解决潜在关注问题的第一步。

312. 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) 涉及持久性有机污染物的生产的场址；

(二) 涉及农药制作、变压器的填充和改装作业的场址；

(三) 涉及持久性有机污染物的使用，诸如农药应用以及变压器的置放；

(四) 从事由持久性有机污染物构成、含有此种污染物或受其污染的废物的处置场址；

(b) 审查目前的和历史上的关于有嫌疑的场址的信息和资料；

---

<sup>151</sup> 关于确定受污场址方面的进一步资料可从下列来源获得：《评估土壤受污情况：参考手册第 8 期（2000 年，粮农组织）》和《加拿大关于受污场址管理的准则文件》（加拿大环境部长理事会，1997 年）。参阅附件五，参考书目。

(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，并确定有嫌疑的场址的物理特点；

(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。

## 2. 无害环境的补救措施<sup>152</sup>

313. 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。通常在工业部门（严格程度最低的标准）。商业、居住区和农业（最严格的标准）所用的土壤进行区分。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。<sup>153</sup>

### I. 健康和安全的<sup>154</sup>

314. 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，以便尽最大限度减少与之发生接触的可能性；

(c) 确保采用人体保护设备，以便对工人提供保护。

315. 还可从劳工组织(1999a 和 1999b)、卫生组织(1995 和 1999 年)、国际化学品安全方案的 INCHEM (在不同的日期)、以及联合王国的健康与安全执行指导说明 HS(G)66—“在开发受污土地过程中对工人和一般公众实行保护”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）。

316. 应在所有处理由持久性有机污染物构成、含有此种污染物或受其污染的废物的设施订立健康和安全的计划，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安全的计划。

317. 所有健康和安全的计划均应恪守上述各项原则并确认地方或国际劳工标准。大多数健康和安全的方案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。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：一，风险较高的情况；二，风险较低的情况。

#### 1. 风险较高的情况

318. 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由持久性有机污染物构成、含有此种污染物或受其污染的废物存在而存在着发生接触的高度可

---

<sup>152</sup> 有关目前用于对受到持久性有机污染物污染的场址采取补救措施方面的资料可从许多不同来源获得，其中包括：联邦补救技术圆桌会议（2002R 年）、美国环境保护署（1993 和 2000 年）和 Vrijen 专著（2002 年）。

<sup>153</sup> 参阅附件五，参考书目，加拿大环境部长理事会，2002 年。

<sup>154</sup> 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），见附件五，参考书目。

能性。此种风险较高的情况可能会使工人和一般公众与所涉持久性有机污染物发生接触。为此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。

319. 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、处理和使用持久性有机污染物的所有场址；
- (b) 由持久性有机污染物构成、含有此种污染物或涉及污染的化学品或废物的库存和大型存储场址；
- (c) 在专门处理或处置由持久性有机污染物构成、含有此种污染物或受其污染的废物的设施；
- (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。

320. 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保健和安全计划；
- (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内容
- (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) 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、或防护面具、手套和靴子、或整套的全身工作服)；
- (i) 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；
- (j) 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接触的工人进行医疗监测，包括进行全面基本体检；
- (k) 如拟在露天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；

- (l) 至少应以每年为定期对健康和安​​全计划以及一般性工作程序进行审查，并应视需要对其进行修订，以提高所涉场址的健康和安​​全程度。

## 2. 风险较低的情况

321. 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、或通过针对具体场址进行风险评估来确定。风险较低的情况可包括以下情形：

- (a) 存在受到少量或低浓度持久性有机污染物污染的材料场址；
- (b) 存储少量持久性有机污染物的、受到控制的存储室；
- (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。

322. 尽管所涉风险程度较低，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<sup>155</sup>

323. 应针对在生产环节、使用之中、储存地点、运输过程之中或在处置场址的所有持久性有机污染物订立应急计划。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：

- (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可能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；
- (d) 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；
- (e) 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；

---

<sup>155</sup> 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。



(I) 定期检测应急设备和审查应急计划。

324. 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。同时亦应有可能受到影响的社区的代表参与。

## K. 公众参与

325. 公众参与是《关于实行无害环境管理的巴塞尔宣言》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)段规定应加强社会所有阶层的信息交流和教育宣传活动，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开展合作和建立伙伴关系。

326. 《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》实施工作提供投入的机会。

327. 1998年的《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。

328. 公众参与订立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) 对此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。

329. 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。



330. 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》。<sup>156</sup>

---

<sup>156</sup> 参阅附件五，参考书目：澳大利亚环境卫生部，2000年。

## 附件一

### 国际文书

除《斯德哥尔摩公约》和《巴塞尔公约》之外，另外一些其他国际文书亦订立了与含有持久性有机污染物、由此种污染物构成或受其污染的废物有关的条款，其中包括下列各项文书：

- (a) 在1979年《长程越界空气污染公约》下订立的1998年《持久性有机污染物议定书》；
- (b) 1998年《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》；
- (c) 1994年《关于禁止向非洲进口危险废物和在非洲境内控制危险废物的越境转移及其管理的巴马科公约》；
- (d) 经合组织理事会关于控制拟作回收处理的废物越境转移的2001年第C107/Final号决定；
- (e) 《关于禁止向论坛岛屿国家进口危险和放射性废物以及在南太平洋区域内控制危险废物的越境转移及其管理的瓦伊加尼公约》。

## 附件二

### 相关的国家立法实例

以下概要列出了有关国家对由持久性有机污染物构成、含有此种污染物或受其污染的废物实行管理的国家立法条款实例：

国家	立法规定	内容简介
奥地利	土壤保护法案	<ul style="list-style-type: none"> <li>列有关于用作肥料的污水废渣中含有的多氯联苯、多氯联苯并对二恶英和多氯联苯并呋喃的严格限值。</li> </ul>
巴西	第 8371/1997 号 ABNT/NBR 标准	<ul style="list-style-type: none"> <li>处理、运输和存储含多氯联苯材料的程序</li> </ul>
巴西	环境卫生技术公司(圣保罗)第 007/1997 号决定	<ul style="list-style-type: none"> <li>确定处理能力&gt;200kg/天的医学废物焚烧炉的多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃的排放限额</li> </ul>
巴西	国家环境理事会第 264/1999 号决议	<ul style="list-style-type: none"> <li>对水泥窑的废物协同加工发布环境许可的程序</li> </ul>
巴西	国家环境理事会第 313/2002 号决议	<ul style="list-style-type: none"> <li>规定多氯联苯存货和工业废物的清单</li> </ul>
巴西	国家环境理事会第 316/2002 号决议	<ul style="list-style-type: none"> <li>操作废物热处理系统的程序和标准，规定多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃的排放限额</li> </ul>
巴西	国家环境理事会第 334/2003 号决议	<ul style="list-style-type: none"> <li>对负责接受杀虫剂包装的设施颁布环境许可的程序</li> </ul>
巴西	环境卫生技术公司(圣保罗)第 26/2003 号决定	<ul style="list-style-type: none"> <li>设置水泥窑处理废物的多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃的排放限额</li> </ul>
巴西	国家环境理事会第 357/2005 号决议	<ul style="list-style-type: none"> <li>规定向水体排放的污水中持续性有机污染物的最大允许限额</li> </ul>
加拿大	联邦多氯联苯便捷处理和销毁条例	<ul style="list-style-type: none"> <li>其中列有关于受到多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃污染的气体、液体和固体的排放标准的条款。</li> </ul>
欧洲共同体	经 2006 年 7 月 18 日对欧洲理事会第 850/2004 号条例 (EC) 附件四进行修正的理事会第 1195/2006 号条例修正的欧洲议会条例 (EC) 第 850/2004 号及欧洲理事会 2004 年 4 月 29 日关于持久性有机污染物的条例和第 79/117/EEC 号修正指令	<ul style="list-style-type: none"> <li>第 7 条中列有关于对含有持久性有机污染物、由此种污染物构成或受其污染的废物实行管理的条款。</li> </ul>

国家	立法规定	内容简介
欧洲共同体	1986年6月12日关于列于第76/464/EEC号指令的附件的清单一中的某些危险物质的排放限制和质量标准的第86/280/EEC理事会指令；1988年6月16日关于对列入第76/464/EEC号指令的附件的清单一中的某些危险物质排放的限制和质量标准的第86/280/EEC号指令附件二进行修正的第88/347/EEC号理事会指令	<ul style="list-style-type: none"> <li>附件二中列有关于生产过程中受到艾氏剂、狄氏剂、异狄氏剂和六氯代苯污染的废水的排流限值。</li> </ul>
欧洲共同体	欧洲议会和欧洲理事会2000年12月4日关于废物焚化的第2000/76/EC号指令	<ul style="list-style-type: none"> <li>附件四中列有关于清洗废气过程中受多氯二联苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃污染的废水的排流限制的条款。</li> <li>附件五中列有关于多氯二联苯并对二恶英和多氯二联苯并呋喃的空气排放限值条款。</li> </ul>
欧洲共同体	确立依照第1999/31/EC号指令的第16条和附件二同意进行废物土地填埋的标准和程序的2002年12月19日第2003/33/EC号理事会决定	<ul style="list-style-type: none"> <li>附件2.1.2.2段中列有对含有多氯联苯的惰性废物进行土地填埋处置的标准。</li> </ul>
芬兰	国务委员会关于限制使用多氯联苯和多氯三联苯的决定(1071/1989)	<ul style="list-style-type: none"> <li>其中列有关于多氯联苯和多氯三联苯的限值。</li> </ul>
芬兰	国务委员会关于废油管理问题的决定(101/1997)	<ul style="list-style-type: none"> <li>其中列有关于重新生成的油和在拟作焚化处理的废油中的多氯联苯限值</li> </ul>
芬兰	国务委员会停止多氯联苯的各种用途和处理多氯联苯废物的决定(1071/1989)	<ul style="list-style-type: none"> <li>其中列有关于多氯联苯的限值</li> </ul>
芬兰	国务委员会关于大多数一般性废物和危险废物的清单的政令(1129/2001)	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>
德国	关于土壤保护和受污场址的联邦政令	<ul style="list-style-type: none"> <li>列有对受艾氏剂、滴滴涕、六氯苯、多氯联苯、多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃污染的场址采取行动的条款。</li> </ul>
德国	关于土地填埋和长期存储设施的政令	<ul style="list-style-type: none"> <li>列有把受到多氯联苯污染的土壤用作土地填埋的再培植土地层的限制规定。</li> <li>禁止对那些可能因所含有的持久性或可发生生物蓄积的有毒物质含量而可能损害公众福利的废物实行土地填埋处理。</li> </ul>
德国	关于地下废物存储的政令	<ul style="list-style-type: none"> <li>列有把受到多氯联苯污染的废物用作装载材料的限制规定。</li> </ul>
德国	关于下水污泥问题的政令	<ul style="list-style-type: none"> <li>列有把受到多氯联苯、多氯二苯并对二恶英和多氯联苯并呋喃污染的下水废物用作化肥的限制条款。</li> </ul>
德国	关于废木料的政令	<ul style="list-style-type: none"> <li>其中列有对受到多氯联苯污染的废木料</li> </ul>

国家	立法规定	内容简介
		进行再循环处理的限制规定。
德国	关于废油的政令	<ul style="list-style-type: none"> <li>列有关于对受到多氯联苯污染的油料进行再循环处理的限制规定。</li> </ul>
日本	关于对二恶英采取特别措施的法律	<ul style="list-style-type: none"> <li>列有针对多氯二联苯并对二恶英、多氯二联苯并呋喃和多氯联苯的同构物订立的每日排入流通空气、水质(包括沉积物)和土壤的环境排放限制、气体排放、飞灰和灰尘的排放和残留物标准的条款。</li> </ul>
日本	关于针对多氯联苯废物的特别措施的法律	<ul style="list-style-type: none"> <li>列有处理受多氯联苯污染的塑料和金属的标准。</li> </ul>
日本	关于对土壤污染采取特别措施的法律	<ul style="list-style-type: none"> <li>列有受到多氯苯污染的土壤处理标准。</li> </ul>
日本	关于废物管理和公共清扫的法律	<ul style="list-style-type: none"> <li>列有关于含有多氯联苯、多氯二联苯并对二恶英和多氯二联苯并呋喃及多氯联苯同构物的危险废物的标准。</li> </ul>
日本	关于对水污染实行控制的法律	<ul style="list-style-type: none"> <li>列有对含有多氯联苯的排流实行控制的排流标准。</li> </ul>
墨西哥	2004 年颁布的第 NOM-098 规范	<ul style="list-style-type: none"> <li>列有废物焚化炉排放和销毁效率标准。</li> </ul>
墨西哥	2001 年第 NOM-133 号规范	<ul style="list-style-type: none"> <li>列有关于处理多氯联苯和消除各种库存的方案条例。</li> </ul>
挪威	关于受监管的有害物质或含有有害物质的物质和产品的混合物的挪威产品管理条例第 2 章和第 3 章。	<ul style="list-style-type: none"> <li>包括一个禁令，禁止生产、使用、进口和出口多氯联苯、多氯三联苯和含有这些物质的产品，包括含多氯联苯的电容。</li> </ul>
挪威	关于含多氯联苯的过时绝缘窗的挪威废品管理条例第 14 章	<ul style="list-style-type: none"> <li>对收集和处理含多氯联苯的过时窗框的生产商作了规定</li> </ul>
挪威	关于清理受污染场地的挪威污染管理条例第 2 章	<ul style="list-style-type: none"> <li>规定了土壤被视为清洁、适合在敏感地区使用的限值。</li> </ul>
瑞士	关于减轻土壤负担的政令	<ul style="list-style-type: none"> <li>列有针对受到多氯联苯、多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃污染的场址采取补救行动的条款。</li> </ul>
美国	美国环境保护署 40 CFR 第 63 项 EEE 关于来自危险废物焚化炉的危险空气污染物的国家排放标准	<ul style="list-style-type: none"> <li>列有关于向空气中排放多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃的限值标准。</li> </ul>
美国	40 CFR 268.48 关于危险物质的通用处理标准	<ul style="list-style-type: none"> <li>列有关于在作土地填埋处置之前对固体废物进行处理、以及在排放之前对液体废物进行处理的相关标准，其中涵盖除灭蚁灵以外的所有持久性有机污染物。</li> </ul>
美国	40 CFR 761.70 焚化作业	<ul style="list-style-type: none"> <li>列有关于焚烧多氯联苯时的排放限值标准。</li> </ul>

## 附件三

### 针对持久性有机污染物采用的某些分析方法

#### 1. 艾氏剂

- (a) 公职化学师协会官方办法 970.52:残余有机氯和有机磷杀虫剂。多种残余物一般性管理办法。2005 年国际公职化学师协会。
- (b) 公职化学师协会官方办法 955.22 : 残余有机氯和有机磷杀虫剂办法。
- (c) 美国环保署办法 8081A: 用气相色谱分析 (和电导检测器) 分析有机氯杀虫剂。
- (d) 标准化组织 6468 (1996 年): 水质—确定某些有机氯杀虫剂、多氯联苯和氯代苯—在进行液体到液体的提取后采用气相色谱法予以识别;
- (e) 标准化组织 10382 (2002 年): 土壤质量—使用配有电子收容检测仪的气相色谱法确定土壤中的有机氯农药和多氯联苯。

#### 2. 滴滴涕

- (a) 公职化学师协会官方办法 970.52:残余有机氯和有机磷杀虫剂。多种残余物一般性管理办法。2005 年国际公职化学师协会。
- (b) 公职化学师协会官方办法 955.22 : 残余有机氯和有机磷杀虫剂办法。
- (c) 美国环境保护署: 采用免疫测定法探查土壤中的滴滴涕的第 4042 号方法—美国环境保护署分析化学指导, 编号 SW-846。
- (d) 美国环保署办法 8081A: 用气相色谱分析 (和电导检测器) 分析有机氯杀虫剂。
- (e) 标准化组织 10382 (2002 年): 土壤质量—使用配有电子收容检测仪的气相色谱法确定土壤中的有机氯农药和多氯联苯;
- (f) 标准化组织 6468 (1996 年): 水质—确定某些有机氯杀虫剂、多氯联苯和氯代苯—在进行液体到液体的提取后采用气相色谱法予以识别;

#### 3. 六氯代苯

- (a) 公职化学师协会官方办法 970.52:残余有机氯和有机磷杀虫剂。多种残余物一般性管理办法。2005 年国际公职化学师协会。
- (b) 公职化学师协会官方办法 955.22 : 残余有机氯和有机磷杀虫剂办法。
- (c) 美国环保署办法 8081A: 用气相色谱分析 (和电导检测器) 分析有机氯杀虫剂。
- (d) 标准化组织 6468 (1996 年): 水质—确定某些有机氯农药、多氯联苯和氯代苯—在进行液体到液体的提取后采用气相色谱法予以识别;
- (e) 标准化组织 10382 (2002 年): 土壤质量—使用配有电子收容检测仪的气相色谱法确定土壤中的有机氯农药和多氯联苯。

#### 4. 多氯联苯

- (a) DIN 38414-20 (1996 年): 德国审查水、废水和污泥的标准方法—污泥和沉积物 (S 类别)—第 20 部分: 确定 6 种多氯联苯;
- (b) EN 1948 (2004 年草案): 静止的排放源—确定多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃和类似于二恶英的多氯联苯的大量聚集情况。第 1 部分: 取样; 第 2 部分: 多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃的提取和清除; 第 3 部分: 多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃的识别和计量;
- (c) EN 12766-1 (2000 年): 石油产品和使用过的油—确定多氯联苯和其他相关产品—第 1 部分: 采用配有电子收容检测仪的气相色谱法分离和识别某些多氯联苯同质物;
- (d) EN 12766-1 (2001 年): 石油产品和使用过的油—确定多氯联苯和其他相关产品—第 2 部分: 计算多氯联苯的含量;
- (e) EN 61619 (2004 年): 受到多氯联苯污染的绝缘液—使用毛细管气相色谱法确定;
- (f) 美国环保署: 方法 1668, 修订本 A: 采用高分辨率气相色谱方法/高分辨率质谱方法确定水、土壤、沉积物和组织中的氯化二联苯同质物。美国环境保护署水事局, 第 EPA-821-R-00-002 号, 环境保护署(4303), 1999 年 12 月;
- (g) 美国环境保护署方法 4020: 采用免疫测定法检测多氯联苯存在情况 ([www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/pdfs/4020.pdf](http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/pdfs/4020.pdf));
- (h) 美国环保署方法 8080: 查明有机氯杀虫剂和多氯联苯;
- (i) 美国环保署方法 8082: 使用气相色谱法检测多氯联苯存在情况。 ([www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/pdfs/8082.pdf](http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/pdfs/8082.pdf));
- (j) 美国环保署(美国环保署)方法 8275A: 使用热提取/气相色谱方法/质谱方法查明土壤/沉渣和固体废物中的半挥发有机化合物(多环芳香烃和多氯联苯)(TE/GC/MS), 美国环保署化学分析方法指南, 编号 SW-846;
- (k) 美国环保署(美国环保署)方法 9078: 确定土壤中多氯联苯存在情况的筛选测试法 ([www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/pdfs/9078.pdf](http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/pdfs/9078.pdf));
- (l) 美国环保署(美国环保署)方法 9079: 确定变压器油中多氯联苯存在情况的筛选测试法 ([www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/pdfs/9079.pdf](http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/pdfs/9079.pdf));
- (m) 标准化组织 6468 (1996 年): 水质—确定某些有机氯杀虫剂、多氯联苯和氯代苯—在进行液体到液体的提取后采用气相色谱法予以识别;
- (n) 标准化组织 10382 (2002 年): 土壤质量—使用配有电子收容检测仪的气相色谱法确定土壤中的有机氯农药和多氯联苯;
- (o) JIS K 0093(2002 年): 查明工业用水和工业废水中的多氯联苯存在情况的测试方法;
- (p) 审查处于特别控制之下的一般性废物及特别控制之下的工业废物的标准的方法

(日本的标准的方法(日本福利和劳工部 1992 年 7 月 3 日第 192 号通知)；

- (q) NEN 7374 (2004 年): 浸流特性—采用柱体测试办法从颗粒材料中确定多环芳香烃(苯并荧蒽等六种化合物)、多氯联苯、有机氯农药和丙酮石油醚可萃取有机卤素、苯酚和甲酚的浸出情况—固体土制和石制材料；
- (r) 第 13882 号 NBR 标准:1997 年:电子绝缘液体-确定多氯联苯含量。
- (s) 挪威水研究院第 H 3-2 号办法: 用气相色谱分析仪确定沉淀物、水和生物材料中有机氯化合物的含量。
- (t) NVN 7350 (1997 年): 固体土制和石制建筑物和废物材料的浸出特点—浸流测试—采用蒸发器测试办法从颗粒材料中确定多环芳香烃(苯并荧蒽等六种化合物)、多氯联苯和丙酮石油醚可萃取有机卤素的浸出情况；
- (u) NVN 7376: (2004 年): 浸流特性—采取扩散性测试方法确定 PAH(苯并荧蒽等六种化合物)、多氯联苯、有机氯农药和丙酮石油醚可萃取有机卤素、苯酚和甲酚在建筑物和整块废物材料中的存在情况—固体土制和石制材料。

## 5. 多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃

- (a) EN 1948 (2006 年草案): 静止的排放源—确定多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃和类似于二恶英的多氯联苯的大量聚集情况。第 1 部分: 取样; 第 2 部分: 多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃的提取和清除; 第 3 部分: 多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃的识别和计量; 第 4 部分: 与二恶英相似的多氯联苯的取样和分析
- (b) EN 1948 (1997 年): 静止的排放源—确定多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃的大量聚集情况。第 1 部分: 取样; 第 2 部分: 提取和清除; 第 3 部分: 识别和计量;
- (c) 美国环保署方法 1613: 采用同位素稀释高分辨率气相色谱方法/高分辨率质谱方法确定四—八氯二恶英和呋喃。1994 年 10 月, (<http://www.epa.gov/waterscience/methods/1613.pdf>);
- (d) 美国环保署方法 0023A: 从静止排放源对多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃排放情况进行选样分析的方法。1996 年 12 月 1 日的修订版 (<http://www.epa.gov/SW-846/pdfs/0023a.pdf>);
- (e) 美国环保署方法 8290A: 采用高分辨率气相色谱方法/高分辨率质谱方法确定多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃的存在情况, 1998 年 1 月 1 日修订版;
- (f) 美国环保署方法 T09: 采用高分辨率质谱方法确定流通空气中的多氯二苯并对二恶英存在情况;
- (g) 美国环保署方法 8280A: 采用高分辨率气相色谱方法/低分辨率质谱方法分析多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃存在情况(美国环保署分析化学指南, 编号 SW-846);



- (h) 美国环保署方法 8290: 采用高分辨率气相色谱方法/高分辨率质谱方法分析多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃存在情况 (美国环保署分析化学指南, 编号 SW-846);
- (i) EPS(1990 年) :在多氯联苯废物焚烧样本中分析多氯二苯并对二恶英、多氯二苯并呋喃和多氯联苯的方法。1990 年 5 月参考方法 1/RM/2 和参考方法 1/RM/3 (修订)。
- (j) 标准化组织 18073 (2004 年) 水质—采用同位素稀释高分辨率气相色谱方法/高分辨率质谱方法确定四—八氯二恶英和呋喃;
- (k) JIS K 0311(1999 年): 确定来自静止排放源的四—八氯二苯并对二恶英、四—八氯二苯并呋喃和同质多氯联苯的存在情况的方法;
- (l) JIS K 0312 (1999 年): 确定工业用水和工业废水中的四—八氯二苯并对二恶英、四—八氯二苯并呋喃和同质多氯联苯的在情况的方法;
- (m) 审查处于特别控制之下的一般性废物及特别控制之下的工业废物的标准的方法 (日本的标准的方法 (日本福利和劳工部 1992 年 7 月 3 日第 192 号通知))。

## 6. 固体废物和颗粒型材料

Nordtest: 方法 编号: NT ENVIR 004; 固体废物, 颗粒型材料: 选样, 国际标准序列编号: 1238-4445, 1996 年。

## 附件四

### 销毁和永久性质变方法的经济核算

重要说明：以下表 1 中所列资料仅旨在基于本技术准则中讨论的各种不同销毁和永久性质变方法的现有费用估算提供涵盖面广泛的参考意见。

这些资料并不具有代表性，因为所提供的数据受到若干因素的影响，诸如数据不齐全、对相关数据的估算涉及不同时段、所使用货币不同、所使用的货币兑换率不同、当地的电力、劳动力、材料所涉费用亦不同、以及废物数量和所采用的技术之间的差异(从理论上说，技术所涉费用应随着时间的推移而降低)。

可从下列报告中获得进一步的资料：《世界多氯联苯销毁能力编目》，第二期。该报告预计将很快予以提供。

**表 1： 销毁和永久性质变方法所涉费用估算**

销毁和永久性质变方法	费用估算	来源
碱性金属还原工艺 <sup>1</sup>	(一) 变压器中使用的油：每升 0.15 美元、每吨 500—1,000 英镑、每加仑 4 加元、每公斤 0.90 加元； (二) 废油：每公斤 0.60 加元	销售商  环境署 2004 年 b
碱催化销毁 <sup>1</sup>	(一) 许可证费用不等； (二) 使用费：总收/销售额的 5% - 10%； (三) 资本费用（容量为 2,500 加仑的碱性液体反应器）：80 万至 140 万美元； (四) 使用费：728 美元至 1,772 美元，取决于持久性有机污染物的浓度。	于 2004 年摘自碱性还原工艺集团公司的网页
加氢脱氯催化工艺	数据不详	
水泥窑混合焚化	数据不详	
气相化学品还原工艺 <sup>2</sup>	(一) 对于有机氯杀虫剂固体废物：每吨 4,000—6,000 澳元； (二) 对于多氯联苯和有机氯杀虫剂液体废物：每吨 4,000—8,000 澳元； (三) 对于受到多氯联苯污染的电容器：每吨 6,000—11,000 澳元	CMPS&F—澳大利亚环境组织，1997 年

<b>危险废物焚化</b>	参阅以下表 2	
<b>光化脱氯和催化脱氯反应工艺</b>	可按要求提供： 1. 许可证费用 2. 运作版权或费用	
<b>等离子电弧处理工艺</b>	资本费用 <sup>1</sup> (等离子处理设备 150 千瓦): 100 万美元，取决于所采用的构型； 作业费用：低于 3000 澳元 (包括人工费) - 每吨 1500-2000 澳元。所涉费用将取决于以下诸项因素： 1. 进料—分子结构、重量和浓度； 2. 电力费用； 3. 氟和氧所涉费用； 4. 地理位置和所涉具体场址； 5. 碱性物质所涉费用； 6. 所规定的排放限值。	CMPS&F – 澳大利亚环境组织，1997 年，Rahuman 等人的专著，2000 年；环境署 2004 年 b
<b>等离子电弧 等离子废物转换器</b>	处理设备费用（每小时 180 公斤）： 160 万澳元 作业费用：每吨 413 澳元（取决于所处理的具体废物）	CMPS&F – 澳大利亚环境组织，1997 年
<b>销毁和永久性质变方法</b>	费用估算	资料来源
<b>叔丁基氧钾工艺 (叔丁钾工艺)</b>	数据不详	
<b>超临界水氧化&amp;低于临界的水氧化方法</b>	所涉费用: 每干吨 120—140 美元 <sup>3</sup>	CMPS&F – 澳大利亚环境组织，1997 年
<b>加氢脱氯催化工艺</b>	数据不详—预计所涉费用较低，因为大多数溶剂和催化剂均可循环使用	
<b>叔丁基氧钾工艺 (叔丁钾工艺)</b>	数据不详—预计所涉费用较低，因为在所进行的反应中需要叔丁基氧数量较小 (0.5%)	
<b>光化脱氯和催化脱氯反应工艺</b>	可按要求提供：： 1. 所涉使用许可费用不等； 2. 使用费或作业费。	

<sup>1</sup> 目前不清楚这些估算是否包括与预处理和/或残余物的处置有关的潜在费用。

<sup>2</sup> 目前不清楚所列数据是否亦包括与固体废物的预处理有关的费用。

<sup>3</sup> 假定已得到某些预处理方面的资料。目前不清楚这一估算是否囊括与任何残留物的处置有关的资本费用或其他相关费用。

表 2：危险废物焚化 (具备每年处理 70,000 吨废物能力的焚化炉)

	投资费用 (百万欧元)*	
	2004 年 a	1999 年 b
规划/审批	3	6
机器配件	16	32.5
其他构成部分	14	27.5
电器工程	10	20
基础设施工程	6	12.5
建造时间	3	6.5
<b>投资费用总额</b>	<b>52</b>	<b>105</b>
	作业费用 (百万欧元)	
资本筹资费用	5	10.5
人员费用	3	5.5
维修保养费用	4	4
行政管理费用	0.3	0.5
作业资源/能源	1.3	2.5
废物处置	0.8	1.5
其他	0.3	0.5
<b>运作费用总额</b>	<b>14.7</b>	<b>25</b>
每吨焚化作业所涉费用 (不包括所获收入)	200-300	350

据报导，欧洲地区的危险废物焚化炉入门费约为 50 至 1,500 欧元不等 (资料来源: 欧洲委员会 2004 年)。

**注:**

- a. 第一栏资料来源：欧洲委员会，2004 年。
- b. 第二栏资料来源：城市和危险废物焚化作业的具体费用平均值(1999 年), VDI 3460：废物热处理的排放控制，2002 年 3 月，德国。

## 附件五

### 参考书目

毒性物质和疾病登记局。毒理学信息简册。网页：[www.atsdr.cdc.gov](http://www.atsdr.cdc.gov)。

Ariizumi, A.; Otsuka, T.; Kamiyama, M.; Hosomi, M., 1997 年,《采用钠扩散工艺的多氯联苯脱氯和还原特性》, J. Environ. Chem., 第 7 卷, 第 793–799 页。

澳大利亚环境卫生部, 2000 年。关于通过有效社区协商解决问题的个案研究。网页：[www.deh.gov.au/industry/chemicals/scheduled-waste/community-consultation.html](http://www.deh.gov.au/industry/chemicals/scheduled-waste/community-consultation.html)。

1994 年《巴塞尔公约》。关于编制对属于《巴塞尔公约》涵盖范围的废物实行无害环境管理的技术准则的框架文件。第 94/005 号文件。巴塞尔公约秘书处, 日内瓦。

Buttker, B., et al.:德国高温造渣床气化炉粉碎机残屑回收的全面工业试行。Schwarze Pumpe 可再生能源利用中心 (SVZ), 环保多聚体利用技术有限公司(Tecpol), 塑料制造商协会 (PlasticsEurope), 2005 年 ([www.tecpol.de/downloads/SVZ\\_TECPOL\\_REPORT\\_E.pdf](http://www.tecpol.de/downloads/SVZ_TECPOL_REPORT_E.pdf))。

Buttker, B., et. al.: Schwarze Pumpe 可再生能源利用中心 (SVZ)富含塑料的垃圾物质利用。2006 年在新明斯特 VDI/DECHEMA 会议上所作的技术讲座。

加拿大环境部长理事会, 1997 年。关于对加拿大境内受污场址实行管理的指导文件。相关网页：[www.ccme.ca](http://www.ccme.ca)。

加拿大环境部长理事会, 2002 年。加拿大环境质量准则。查阅网页：[www.ccme.ca](http://www.ccme.ca)。

CMPS&F—澳大利亚环境组织 1997 年。对列入计划的废物进行处理的适用技术审查报告, 第 4 期。相关网页：[www.deh.gov.au](http://www.deh.gov.au)。

P. Costner、D. Luscombe 和 M. Simpson 专著, 1998 年。关于销毁持久性有机污染物库存的技术标准。绿色和平组织, 国际处。

丹麦环保署, 2004 年。中欧地区某些持久性有机污染物消除技术的非焚化和焚化作业的详尽审查。相关网页：[www.mst.dk/publications/](http://www.mst.dk/publications/)。

美国环保署, 1993 年: 对受到多氯联苯污染的土壤和沉积物采取补救措施的替代技术。相关网页：[www.epa.gov](http://www.epa.gov)。

美国环保署, 2000 年: 受到农药污染的场址的生物补救和植物补救措施。相关网页：[www.epa.gov](http://www.epa.gov)。

美国环保署, 2002 年: RCRA 废物取样技术指南草案。相关网页:[www.epa.gov](http://www.epa.gov)。

欧洲委员会, 2001 年。关于水泥和石灰制造工业的最佳可得技术的参考文件, 相关网页：<http://europa.eu.int/comm/environment/ipcc/>。

欧洲委员会, 2001a.有色金属业最佳可得技术的参考文件. 见 <http://europa.eu.int/comm/environment/ipcc/>

欧洲委员会, 2001b.钢铁生产最佳可得技术的参考文件. 见 <http://europa.eu.int/comm/environment/ipcc/>

欧洲委员会, 2003 年。关于监测工作的一般性原则的参考文件, 2003 年 7 月。相关网

页：<http://europa.eu.int/comm/environment/ippc/>。

欧洲委员会，2004年。关于废物焚化最佳可得技术的参考文件草案，2004年3月。相关网页：<http://europa.eu.int/comm/environment/ippc/>。

粮农组织，1996年。农药存储和库存控制手册，第3期。相关网页：[www.fao.org](http://www.fao.org)。

粮农组织，2000年。关于管理少量不需要的和过期的农药的准则，第8期。查阅网页：[www.fao.org](http://www.fao.org)。

粮农组织，2001年。评估土壤受污情况：参考书目手册，第10期。参考书目编号X9899。相关网页：[www.fao.org](http://www.fao.org)。

联邦补救技术圆桌会议，2002年。技术检索示意图和参考指南，第4.0版。相关网页：[www.frtr.gov/matrix2/top\\_page.html](http://www.frtr.gov/matrix2/top_page.html)。

保护海洋环境免受陆上活动污染全球行动纲领。全球行动纲领信息中心。相关网页：<http://pops.gpa.unep.org>。

国际劳工组织，1999年a。化学品安全基本常识。相关网页：[www.ilo.org](http://www.ilo.org)。

国际劳工组织，1999b年b。工作地点安全使用化学品行为守则。相关网页：[www.ilo.org](http://www.ilo.org)。

海事组织，2002年。国际海上运输危险废物守则。相关网页：[www.imo.org](http://www.imo.org)。

国际化学品安全方案，IHCHEM，日期不详。健康与安全指南。相关网页：[www.inchem.org](http://www.inchem.org)。

日本工业废物管理基金会，1999年：关于处理多氯联苯的技术准则。

Karstensen, K.H. 专著，2001年。发展中国家利用水泥焚化窑处置过期农药的经验教训和改进方向。第六届国际六六六和农药论坛丛书汇编，2001年3月20-22日，波兰，波茨坦，2001年11月。

Kummling K.、D.J. Gray、J. P. Power 和 S. E. Woodland 的专著，2001年。以气相化学品还原工艺减少六氯苯和其他氯化物：废物处理方面的经验和实践。国际六六六和农药论坛丛书汇编，第6期，2001年3月20-22日，波兰，波茨坦，2001年11月。

日本环境部，2004年：2003财政年度关于持久性有机污染物废物处理标准的研究报告。

Noma Y.、Sakai. S.、Oono M.的专著，2002年：《采用光化反应和加氢催化脱氯对多氯联苯进行脱氯处理的路径》；有机卤素化合物，56，第413-416页。

Noma Y.、Sakai. S.、Oono M.的专著，2003年：《光化反应和加氢催化脱氯中的脱氯路径和动力学》有机卤素化合物，63，第276-279页。

Noma Y.、Sakai. S.、Oono M.的专著，2003：《采用钯催化脱氯的脱氯路径》，*Fresenius Environ. Bull.*, 12、3，第302-308页。

经合组织各年份。经合组织关于妥善的实验室规程和遵守情况监测原则的系列文件（各卷）。经合组织妥善实验室规程原则（1997—1999年修订文本），经合组织编制。在以下网页上提供：[www.oecd.org/ehs/](http://www.oecd.org/ehs/)。

经合组织，2001年：化学物质和混合物对人类健康和环境危害的统一综合分类系统。相关网页：[www.oecd.org](http://www.oecd.org)。

经合组织，2003年：关于防止、防范和应对化学品意外事故的一般性准则，第二版。相关网页：[www.oecd.org](http://www.oecd.org)。

经合组织，2004年：关于对废物实行无害环境管理的理事会建议草案 C (2004年)100。于2004年9月6日通过。相关网页：[www.oecd.org](http://www.oecd.org)。

Oono K.、Hirata Y.的专著，1997年：《通过与叔丁氧基钾发生反应销毁多氯联苯》，有机卤素化合物，31，第415–419页。

Oono M.和 Kaneda M.的专著，1997年，《采用加氢催化和叔丁氧钾工艺在标准规模的工厂中完全销毁多氯联苯》，有机卤素化合物，31，第405–409页。

Piersol, P. 专著，1989年。对销毁多氯联苯的移动式和固定式设施的评价。加拿大环境组织的报告：EPS 3/HA/5, 1989年5月。

Rahuman, M.S、M. Mujeebur、L.Pistone、F. Trifirò 和 S. Miertu 合著，2000年。多氯联苯销毁技术。相关网页：[www.unido.org](http://www.unido.org)。

Ray, I. D., 2001年。澳大利亚管理氯基废物的情况。《国际六六六和农药论坛丛书汇编》，第6期，2001年3月20-22日，波兰，波茨坦，2001年11月。

Sakai S.、Peter. A. B.、以及 Oono M 的专著，2001年：《通过加氢脱氯催化反应和叔丁氧钾工艺销毁多氯联苯：生物/化学综合分析》，有机卤素化合物 54, 第293–296页。

Sasaki Satoshi、A. Masaaki、A. Watanabe、O. Nishida、H. Fujita、W. Harano、S. Nagata、H. Mimura, 2003年：《在多氯联苯混合油混合燃烧中形成的二恶英及多氯联苯的排放—多氯联苯降解设施中加大火力问题》，有机卤素化合物,63, 第171–175页。

Stobiecki, S., J. Cieszkowski, A. Silowiecki 和 T. Stobiecki 合著。关于把农药作为水泥焚化窑中的替代性燃料对之加以处置的方法，项目概要。《国际六六六和农药论坛丛书汇编》，第6期，2001年3月20-22日，波兰，波茨坦，2001年11月。

Takigami H.、Sakai S.、Oono M.的专著，2002年：《采用 DR-CALUX 论文和多氯联苯免疫测定法确定在其销毁处理过程中对多氯联苯废物进行切实的生物监测的有效性测定研究》，有机卤素化合物 58, 第397–400页。

Takigami H.、Sakai S.和 Oono M.的专著, 2002年：《在多氯联苯的化学处理过程中切实采用 CALUX 方式监测多氯联苯废物》，有机卤素化合物，58，第397–400页

联合国欧洲经委会，2003年 a：关于危险货物运输的建议（条例范本）。相关网页：[www.unece.org](http://www.unece.org)。

联合国欧洲经委会，2003年 b：全球化学品统一分类和编码制度（全球化学品统一分类制度）。相关网页：[www.unece.org](http://www.unece.org)。

环境署，1993年。危险材料的存储：危险材料安全存储技术指南。相关网页：[www.unep.org](http://www.unep.org)。

环境署，1994年。关于拟定对《巴塞尔公约》范围内的废物实行无害环境管理的技术准则的指导文件。相关网页：[www.basel.int](http://www.basel.int)。

- 环境署, 1995 年 a: 危险废物和其他废物的管理以及危险废物和其他废物的越境转移控制及其处置方面的国家立法范本。相关网页: [www.basel.int](http://www.basel.int)。
- 环境署, 1995 年 b: 《巴塞尔公约实施手册》。相关网页: [www.basel.int](http://www.basel.int)。
- 环境署, 1995 年 c: 陆上焚化工艺(D10)技术准则。相关网页: [www.basel.int](http://www.basel.int)。
- 环境署, 1995 年 d: 关于特别设计的土地填埋方法(D5)的技术准则。相关网页: [www.basel.int](http://www.basel.int)。
- 环境署, 1998 年 a: 《巴塞尔公约控制系统指南》。相关网页: [www.basel.int](http://www.basel.int)。
- 环境署, 1998 年 b: *全球多氯联苯销毁能力清册*。相关网页: [www.chem.unep.ch](http://www.chem.unep.ch)。
- 环境署, 2000 年 a: *在巴塞尔公约框架内编制国家危险废物清册的方法指南*。相关网页: [www.basel.int](http://www.basel.int)。
- 环境署, 2000 年 b: 关于现行非焚化方式多氯联苯销毁技术的情况调查。相关网页: [www.chem.unep.ch](http://www.chem.unep.ch)。
- 环境署, 2001 年: 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, 第三部分。技术选择过程。相关网页: [www.basel.int](http://www.basel.int)。
- 环境署, 2003 年: *编制斯德哥尔摩公约国家实施计划的暂行指南*。相关网页: [www.pops.int](http://www.pops.int)。
- 环境署, 2004 年 a: 全球持久性有机污染物监测方案。第一版, 2004 年 6 月, 环境署化学品处; 在以下网页上提供: <http://www.chem.unep.ch/gmn/GuidanceGPM.pdf>。
- 环境署, 2004 年 b: 审查持久性有机污染物销毁和去污方面的新兴创新技术、以及确定适用于发展中国家的技术。相关网页: [www.unep.org/stapgef](http://www.unep.org/stapgef)。
- 环境署, 2006a. 关于最佳可得技术的准则草案和关于最佳环境做法的临时准则。见 [www.pops.int](http://www.pops.int)。
- 环境署, 2006b. 分析持续性有机污染物的准则草案, 见 [www.chem.unep.ch/pops/laboratory/default.htm](http://www.chem.unep.ch/pops/laboratory/default.htm)。
- 环境署, 2005 年。环境署/全环基金关于发展中国家持久性有机污染物分析现行能力及能力建设需要的项目。网页: <http://www.chem.unep.ch/pops/laboratory/default.htm>。
- 美国陆军工程兵, 2003 年: 危险、有毒和放射性废物补救技术所涉安全和健康问题。相关网页: [www.usace.army.mil](http://www.usace.army.mil)。
- Vijgen, J. 专著., 2002 年: 北约组织/应对现代挑战委员会试点研究: 对经论证的受污地表水和地下水新兴技术的评价。相关网页: [www.unep.org/stapgef](http://www.unep.org/stapgef)。
- Watanabe Atsuo、A. Ohara、及 N. Tajima 的专著, 2002 年: 《关于采用紫外线/催化方法对多氯联苯进行化学去毒处理过程中发生的严重事故的基本分析》, *日本化学工程杂志*, 35, 第 729-736 页。
- Watanabe Atsuo、A. Ohara, N. Tarima、S. Yoneki、Y. Hosoya 的专著, 2003 年: 《多氯联苯脱毒处理工厂的 PSA 工艺的应用》。材料循环和废物管理杂志, 第 5 卷, 第 1 期, 第 39-48 页。



Weber 和 Roland 的专著, 2004 年: 《持久性有机污染物销毁技术评价中的多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃形成的相关性—必要性及现状》。有机卤素化合物 66, 第 1282—1288 页。

卫生组织, 1995 年: 关于确保所有人的职业健康的全球战略。确保工作地点保持健康的方法。相关网页: [www.who.int](http://www.who.int)。

卫生组织国际化学品安全方案, 1995 年: 对持久性有机污染物进行审查—针对以下化学品编制的评估报告: 滴滴涕、艾氏剂、狄氏剂、异狄氏剂、氯丹、七氯、六氯苯、灭蚁灵、毒杀芬、多氯联苯、二恶英和呋喃。相关网页: [www.pops.int](http://www.pops.int)。

卫生组织, 1999 年: 关于基本环境卫生的教师指南。相关网页: [www.who.int](http://www.who.int)。

---