

附件 3

《含多氯联苯废物污染控制标准》（征求意见稿）

编制说明

《含多氯联苯废物污染控制标准》编制组

二〇一五年八月

目 录

| | |
|-----------------------------------|----|
| 1 前言..... | 1 |
| 2 项目背景..... | 2 |
| 3 编制原则及技术依据..... | 3 |
| 4 标准修订的必要性..... | 4 |
| 5 含 PCBs 废物现状..... | 5 |
| 5.1 国内含 PCBs 废物现状..... | 5 |
| 5.2 国外含 PCBs 废物管理及处理现状..... | 10 |
| 6 含 PCBs 废物污染控制技术分析..... | 12 |
| 6.1 含 PCBs 废弃设备的污染控制技术..... | 12 |
| 6.2 含 PCBs 液体污染控制技术分析..... | 18 |
| 6.3 含 PCBs 废物环境无害化管理..... | 19 |
| 7 标准主要技术内容..... | 22 |
| 7.1 标准适用范围..... | 22 |
| 7.2 规范性引用文件..... | 22 |
| 7.3 术语与定语..... | 22 |
| 7.4 含多氯联苯废物的分类..... | 23 |
| 7.5 含多氯联苯废物无害化管理技术要求..... | 23 |
| 7.6 含多氯联苯废物无害化处理处置污染控制要求..... | 25 |
| 7.7 含多氯联苯废物无害化处理处置过程中的环境监测要求..... | 26 |
| 7.8 安全防护与事故应急..... | 26 |
| 7.9 实施与监督..... | 26 |
| 8 主要国家、地区及国际组织相关标准研究..... | 26 |
| 8.1 主要国家相关标准研究..... | 26 |
| 8.2 与国内外现行标准相关项目比较..... | 42 |
| 9 实施本标准的环境、社会效益和成本分析..... | 44 |
| 10 对实施本标准的建议..... | 47 |

1 前言

持久性有机污染物（POPs）是具有环境持久性、可远距离传输、并随食物链在动物和人体中累积和放大、具有普遍生物毒性的有毒有机污染物。《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》（以下简称《POPs 公约》）于 2004 年 11 月 11 日对中国生效。为保护我国环境和人体健康，中国政府高度重视 POPs 污染防治和履约工作。2007 年国务院批准了《中国履行〈关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约〉国家实施计划》（以下简称国家实施计划）。多氯联苯（PCBs）作为首批列入公约控制名单的 12 种 POPs 之一，公约明确规定了各缔约方对于 PCBs 削减与处置的义务和要求，《国家实施计划》也制定了 PCBs 削减与处置的战略和行动，要求分阶段、分区域和分行业开展 PCBs 履约活动。公约有关 PCBs 的规定是标准说明编制的直接依据。

1.1 PCBs 化学品

公约第 3 条第 1 款规定：缔约方应禁止和/或采取必要的法律和行政措施，以消除附件 A 中所列的并受该附件规定制约的化学品生产和使用；公约第 3 条第 1 和第 2 款规定：缔约方应禁止附件 A 中所列化学品的进出口；采取措施确保对于附件 A 或 B 所列化学品，只有在以无害环境处置为目的或附件 A 或 B 规定准许该缔约方为某一用途或目的的情况下才予进口。

1.2 含 PCBs 设备

（1）控制含 PCBs 设备使用

公约附件 A 的第二部分 b 分项规定：按照（a）中规定的优先事项：（i）仅在不触动且不渗漏设备中使用，而且仅在可将环境排放的风险降至最低并可迅速加以补救的地区使用；（ii）不准在涉及食品或饲料生产或加工领域设备中使用；（iii）在包括学校和医院在内的居民区使用时，采取一切合理措施防止出现可能引发火灾的电路故障，并经常检查此种设备有无渗漏。

（2）淘汰在用含 PCBs 设备

公约附件 A 的第二部分 a 分项规定：在 2025 年前消除在用设备（例如变压器、电容器或含有液体存积量的其它容贮器）中所使用的 PCBs，各缔约方应按下列优先事项采取行动：（i）做出坚决努力，查明、标明和消除 PCBs 含量大于 10%且容量大于 5 升设备的使用；（ii）做出坚决努力，查明、标明和消除含有超过 0.05%的 PCBs 且容量大于 5 升设备的使用；（iii）尽力查明和消除含有超过 0.005%的 PCBs 且容量大于 0.05 升设备使用。

(3) 禁止含 PCBs 电力设备进出口

公约附件 A 的第二部分 c 分项规定：确保不出口或进口附件 A 第二部分 a 分项所阐述的含 PCBs 设备，除非目的在于进行无害环境的废物管理。

(4) 禁止设备中 PCBs 的回收再利用

公约附件 A 的第二部分 d 分项规定：不允许回收 PCBs 含量高于 0.005% 的液体在其它设备中再度利用，但维修和服务操作除外。

1.3 含 PCBs 废物

(1) 查明库存的化学品、相关物品及废物

公约第 6 条第 1 款的 a 分项规定：制订战略以便查明由附件 A 或附件 B 所列化学品库存以及含有此类化学品或受其污染的正在使用的产品、物品以及废物。

(2) 以环境无害化方式处置废物

公约第 6 条第 1 款的 d 分项和 e 分项规定：以无害环境方式采取适当措施对 PCBs 废物以及即将成为废物的产品和物品予以处置、收集、运输和储存；做出坚决努力，在 2028 年对含有 PCBs 液体和被 PCBs 污染且其 PCBs 含量高于 0.005% 的设备进行环境无害化管理和处置。

2 项目背景

2.1 任务来源

2001 年 5 月，包括中国在内的 90 多个国家和区域经济一体化组织签署了《POPs 公约》。公约第 6 条第 1 款的 d 分项和 e 分项规定：以无害环境方式采取适当措施对 PCBs 废物以及即将成为废物的产品和物品予以处置、收集、运输和储存；做出坚决努力，在 2028 年对含有 PCBs 液体和被 PCBs 污染且其 PCBs 含量高于 0.005% 的设备进行环境无害化管理和处置。为推动中国履行《POPs 公约》的进程，进而实现公约目标，保护人类健康和环境安全，国家环境保护部分别于 2007 年和 2008 年下发了《含多氯联苯废物污染控制标准》（GB13015-91）修订任务（项目统一编号 479）和《含多氯联苯装置环境管理技术规范》的制定任务（项目统一编号：1678.7）；前者由北京师范大学承担该修订项目，沈阳环境科学研究院作为合作单位参与修订工作，后者由中国环境科学研究院固体废物污染控制研究所承担该标准的编制工作，清华大学作为合作单位参加该标准的部分制定工作。

2.2 工作过程

本标准的修订采用理论与实地调研的方法，通过参考大量国内外的文献资料，了解

各种先进实用的含多氯联苯废物的处理处置技术，并在调查国内已有典型的含多氯联苯废物的处理厂处理情况的基础上，依照国际要求的“最佳可得技术 BAT”（以下简称 BAT）和“最佳环境实践 BEP”（以下简称 BEP），确定出的一套符合我国现行经济、技术条件的关于含多氯联苯装置与废物的清理、贮存、运输和处置的方法。在此基础上提出了《含多氯联苯废物污染控制标准》的征求意见稿和编制说明。

3 编制原则及技术依据

3.1 编制原则

标准的编制应遵循以下原则：

3.1.1 实现公约要求

《POPs 公约》要求 2025 年前完成在用设备中 PCBs 的消除；2028 年前完成 PCBs 设备及其废物的环境无害化管理与处置；并采取适当措施逐步消除 PCBs 污染场地的环境污染。标准编制以公约要求为指导，保证公约目标的实现。

3.1.2 环境目标原则

环境质量与人体健康和经济发展速度紧密相关，环境标准编制必须以环境质量目标为基础，必须有利于改善和提高环境质量，必须从社会经济发展需要和保障人体健康等方面确定排放标准体系。

3.1.3 经济合理原则

在标准编制中，既要考虑实际废物污染管理所需要的可能经济支付能力，又要分析费用-效益之间的相关关系，在综合考虑环境特点和各种经济因素的基础上，寻求废物污染控制指标和管理方法确定的最佳方案。

3.1.4 技术可行原则

废物处置方法的确定要遵循“技术强制”原则，以国家重点推广的先进处置技术、BAT 和 BEP 为基础确定，从而使含多氯联苯废物处置实现最优化控制并达到环境污染最小化目标。

3.2 技术依据

- (1) 以含多氯联苯废物处置的最佳环境实践（BEP）为依据。
- (2) 要吸收国内外相关含多氯联苯污染控制的先进技术和科研成果，参照含多氯联苯污染物控制的国际先进的最佳可得技术（BAT）。
- (3) 以国内外先进的管理理念为依据，完善我国含多氯联苯废物的管理方法。

4 标准修订的必要性

根据《POPs 公约》的要求，结合我国含多氯联苯废物存在现状及污染情况，参考并借鉴国外有关多氯联苯的先进管理方法和处理处置技术，为如期实现履约目标做好指导性工作。另一方面，2012 年环保部通过了 POPs 防治“十二五”规划，提出了“十二五”期间持久性有机污染物污染防治工作的基本原则、目标和指标，明确了工作重点和优先领域。到 2015 年已识别的杀虫剂和高风险 PCBs 类废物得到环境无害化处置，开展已查明高风险杀虫剂类 POPs 污染场地治理和修复的工程示范，建立涉及 POPs 污染场地的封存、土地利用和环境修复等环境无害化管理和修复支持体系。

本标准的实施将为 POPs 防治“十二五”规划的顺利实施提供技术支持，并将对其它 POPs 类废物的污染控制技术方法提供借鉴意义。

4.1 现行标准已无法适应技术更新的需求

适用范围：1991 年发布的《含多氯联苯废物污染控制标准》（GB 13015-91）规定适用于含多氯联苯废物的收集、储存、运输、回收、处理和处置。本标准将适用范围扩展到含多氯联苯废物的分类、清理、收集、包装、标识、贮存、运输、处理、处置、应急、监测以及监督各环节，贯彻危险废物全过程管理的理念，将可能发生多氯联苯扩散的各个环节均纳入标准管辖范围。

技术处置：《POPs 公约》规定 2028 年之前对含有多氯联苯的液体和被多氯联苯污染且其多氯联苯含量高于 0.005% 的设备进行环境无害化处置。中国 1991 年发布的《含多氯联苯废物污染控制标准》规定含 PCBs 废物污染控制标准值为 50 mg/kg，标准要求 PCBs 含量 > 500 mg/kg 的有害废物必须采用高温焚烧技术处置；PCBs 含量为 ≥ 50 – ≤ 500 mg/kg 的有害废物允许采用安全土地填埋技术处置，或采用高温燃烧技术处置。这一要求显然无法实现无害化处置的目标，与国际先进技术水平有差距，并且其环境安全系数低，须对此进行修订完善。

国际上对含多氯联苯废物处理处置方法已由单一的高温焚烧发展到等离子转换技术等方法，而除土地填埋外，原标准仅给出高温焚烧一种处理方法，已不适应技术更新的需求，无法满足国内外发展 BAT/BEP 技术，实现含多氯联苯废物环境无害化处理的新需要。

4.2 与国际公约及我国现行法律法规的协调性待加强

《POPs 公约》规定 2025 年前完成在用设备中 PCBs 的消除；2028 年前完成 PCBs 设备及其废物的环境无害化管理与处置。为实现公约要求，需要在国家层面全方位的提高含多氯

联苯废物控制标准的指标，并对含多氯联苯废物的监管和处理处置技术水平提出更高要求。

我国危险废物从环境保护角度已经建立了包括《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、《危险废物贮存污染控制标准》以及《危险废物焚烧污染控制标准等》等法规、标准的体系且相关标准也在不断的更新进步，我国现行含多氯联苯废物污染控制标准与上述文件相协调、相一致是今后管理重点内容，以避免在执法和管理上由于标准要求不统一而造成执法难或管理纠纷。

4.3 内容单一，无法实现含多氯联苯废物的全过程管理

随着对多氯联苯废物调查的深入，含多氯联苯废物管理和处理处置等方面存在的问题日益突出。而我国现行标准《含多氯联苯废物污染控制标准》（GB 13015-91）只针对废物控制值做出简单规定，对含多氯联苯废物的分类、清理、收集、包装、标识、贮存、运输、处理、处置、应急以及监测等各环节的管理没有涉及，导致各环节管理不连贯，二次污染风险加大，对环境安全和人体健康造成威胁。例如，监管不善造成的含 PCBs 废物储存点发生泄露，临存点超出储存期限发生泄露而造成 PCBs 污染事件。

4.4 突发事件的应急管理要求欠缺

含多氯联苯废物产生单位、运输单位以及处置单位等没有充分认识所接触的废物职业危害性，没有针对性地制定操作人员个人防护措施和事故应急预案，没有制定突发泄露事故的应急措施，缺乏针对事故应急资料准备、上报制度等重要内容，有待在标准修订中予以解决。

5 含 PCBs 废物现状

5.1 国内含 PCBs 废物现状¹

中国 PCBs 油的生产始于 1965 年，有 4 家生产企业。1974 年至上世纪 80 年代初逐步停止生产。根据初步调查和分析，其累计产量约 7000—10000 吨。PCBs 油可用于生产多种含 PCBs 产品，按产品中 PCBs 与外界接触程度 PCBs 的使用方式分为三种：封闭式使用（电容器、变压器和照明稳流器等）、半封闭式使用（导热油、液压油、真空泵油等）和开放式使用（油墨、涂料、防火漆等）。曾有 11 家企业生产上述含 PCBs 产品，其中 1980 年前生产含 PCBs 电力电容器的企业有 3 家，含 PCBs 油漆的企业共 8 家，但均在上世纪 80 年代初停止生产。

初步调查显示，在中国生产的 PCBs 中，约 1000 吨用于油漆添加剂等开放性用途，约 6000 吨用作电力电容器的浸渍剂，其余有待进一步核查。这些电力电容器产品型号为 YL、

¹ 中华人民共和国履行《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》国家实施计划-2007.4

YLV 系列移相电力电容器，CL 系列串联电力电容器，RLS、RLST 系列电热电力电容器；按照上世纪 70 年代主要电容器的生产技术要求，以每台电容器含 PCBs 油 10–15 千克估算，累计生产含 PCBs 电力电容器约 50 万台。

上世纪 50 至 80 年代，中国在未被告知的情况下先后从国外进口含有 PCBs 的电力装置，主要为大型进口设备配套的专用变压器和电力电容器。进口的含 PCBs 电力装置大多分布在大型企业中，其余分布在电力系统。目前，初步查明电力系统进口含 PCBs 电容器约为 500 台（已报废），含 PCBs 变压器约 50 台（已报废）；而可能大部分存在于非电力系统大型企业中的进口含 PCBs 电力装置数据不详。

PCBs 废物（包括 PCBs 油、PCBs 电容器和其它 PCBs 废物）一般约为 PCBs 电容器重量的 1–3 倍，按 2 倍计，全国约为 60000 吨，其中 PCBs 油按重污染物的 5% 计，全国总计约为 3000 吨，包括电容器破碎后收集的、现有库存的、变压器中的 PCBs 油。

5.1.1 含 PCBs 废弃设备的现状

（1）含 PCBs 废弃设备的基本情况

废弃的含 PCBs 电力电容器：根据电力部门调查统计，中国大部分 PCBs 电容器在上世纪 80 年代至 90 年代初退出使用而被贮存。当时的贮存活动是以区域或企业为单位进行的。因时代变迁，大部分 PCBs 电容器的贮存信息已无从查找。

根据对全国多个 PCBs 暂存点的初步调查发现，含 PCBs 报废设备和含 PCBs 污染物主要以山洞封存、地下封存、厂区暂存三种形式贮存。山洞封存：目前该类暂存点基本接近 20 年的设计年限，具有代表性的是甘肃天水 PCBs 封存点。地下封存：将含 PCBs 废物封在水泥槽后埋入地下；目前该类封存点已接近 20 年的设计年限，并存在地下水渗入、标识损毁和被其它设施覆盖等问题；代表性的有大连供电局 PCBs 封存点和浙江绍兴供电局封存点。厂区暂存：一般均用水泥墙将含 PCBs 电力设备和钢罐装 PCBs 油封存在厂区指定区域，目前该类封存点早已超过三年的设计年限。含 PCBs 电力设备的封存点在全国分布普遍，其中以东部发达地区居多。

（2）含 PCBs 废弃设备的处理处置现状

《POPs 公约》第 6 条第 1 款的 d 分项和 e 分项规定：以无害环境方式采取适当措施对 PCBs 废物以及即将成为废物的产品和物品予以处置、收集、运输和储存；做出坚决努力，在 2028 年对含有 PCBs 液体和被 PCBs 污染且其 PCBs 含量高于 0.005% 的设备进行环境无

害化管理和处置。

根据我国含PCBs废弃设备的使用、分布情况，将辽宁、浙江两省设为试点，对含PCBs废物进行集中处置。目前，我国含PCBs设备多采用高温焚烧方法处置。沈阳环境科学研究所自1992-1996年研制了一套焚烧PCBs中试生产装置，该装置由多氯联苯浸渍电容器前处理装置；固、液及固、液混烧一段炉；二段净化炉；高温尾气骤冷装置，废水处理装置组成。每小时处理多氯联苯浸渍电容器60 kg，或每小时处理多氯联苯液体10-15 kg。多氯联苯破坏去除率达99.9999%。

在1994-2003年间，沈阳环境科学研究所的苏家屯处置中心已经处置约20000台含PCBs电容器、47台含PCBs变压器、一定量PCBs油和含PCBs污染物，所处置PCBs主要来自于浙江、辽宁和北京等省市区。

5.1.2 含 PCBs 液体的现状

含 PCBs 液体主要指从含有 PCBs 的电力设备中倾倒入的介质油、绝缘油、冷却油和传热油，以及来自含有 PCBs 或被 PCBs 污染的电力设备的拆装过程中、用于清理 PCBs 污染物的清洗液。其中介质油、绝缘油、冷却油和传热油被统称为 PCBs 油。

(1) 含 PCBs 液体的基本情况

我国 PCBs 油主要指三氯联苯和五氯联苯两种，在 1965-1974 年，中国生产了约 10000 吨 PCBs，其中 9000 余吨以三氯联苯为主，而另 1000 余吨以五氯联苯为主。中国生产的三氯联苯主要以“封闭式”用于含 PCBs 电容器生产，而没有应用于生产含 PCBs 变压器；中国生产的部分 PCBs 还以“半封闭式”用作导热油和液压油，或用于真空泵、电器开关、液体绝缘电缆等产品生产，目前部分含 PCBs 产品已经被封存，但由于长时间处于填埋或暴露等原因已造成少量 PCBs 进入环境中；此外，PCBs 还以“开放式”（五氯联苯为主）用于油墨、涂料、防火漆、润滑油、添加剂、增塑剂、杀虫剂等产品的生产，开放性使用 PCBs 已经流失进入环境体系。据估算全国总计 PCBs 油约为 3000 吨。其中包括电容器破碎后收集的、现有库存的、变压器中的 PCBs 油。

(2) 含 PCBs 液体的处理处置现状

PCBs 油由于含 PCBs 浓度较高，被视为重污染物。我国对 PCBs 油的处置主要采用高温焚烧方法。

5.1.3 受 PCBs 污染场地现状

中国 PCBs 污染场地主要有 PCBs 化学品生产厂、含 PCBs 设备生产厂、使用含 PCBs 产品的厂家、含 PCBs 电力电容器的拆解点、下线 PCBs 电力设备临存场地、含 PCBs 电力设备储存库及其周边地区等，这些场地均会由于含 PCBs 物质的泄漏而导致周围土壤和水体受到 PCBs 污染。

受 PCBs 污染场地主要指被 PCBs 污染的土壤、水体。根据浙江省和辽宁省清单调查基础信息，原废弃含 PCBs 电容器的拆解点多数存在严重污染现象；某些封存含 PCBs 废弃物的山洞也出现了渗漏现象；某些不规范的含 PCBs 废弃物底下封存点存在 PCBs 流失和泄漏现象；个别地区的含 PCBs 电容器仍然以高环境风险的露天方式进行存放。由于当时这些填埋或封存场地大多未做好合理完善的防渗措施，致使在清理时发现填埋坑内已有大量积水，大量设备出现了内部液体泄漏的现象，对周围环境的土壤和水体造成一定程度的污染。而且我国大部分的填埋场和封存场均已到达使用年限，潜在的环境污染日益严重，急需加紧对其进行清理处置，以减少环境危险。

含 PCBs 工业废物的堆放、填埋是造成土壤 PCBs 污染的主要原因之一。我国土壤中 PCBs 同系物有 50 多种，总 PCBs 浓度为 0.01–1840 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ，平均值为 $(22.00 \pm 330.00) \mu\text{g}/\text{kg}$ 。

根据土壤受污染情况，国际上通常将污染的土壤分为重度污染土壤和轻度污染土壤，PCBs 大于 500 mg/kg 的为重度污染土壤， $\text{PCBs} \geq 50 \text{ mg}/\text{kg} - \leq 500 \text{ mg}/\text{kg}$ 的为轻度污染土壤，PCBs 小于 50 mg/kg 的视为未污染土壤。

PCBs 重污染物土壤在全国大约有 27000 吨，PCBs 轻污染物土壤（主要为含量在 50–500 mg/kg 之间的污染土壤等）在全国总量约为 600000 吨。

近 20 年来，中国水体中 PCBs 也呈现不断增加的污染趋势。松花江、闽江、北京通惠河等水体中 PCBs 浓度已经超过 0.08 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 的地表水环境质量标准，水体 PCBs 可能对水环境生态系统安全和人类身体健康造成威胁。

在浙江省已确认的 43 个含 PCBs 电力装置封存点中，尚有 10 个未完全清理和 28 个没有进行任何处置。在辽宁省已确认的 40 个含 PCBs 废物封存点中，有 10 个封存点未完全清理，28 个封存点没有进行任何处置。

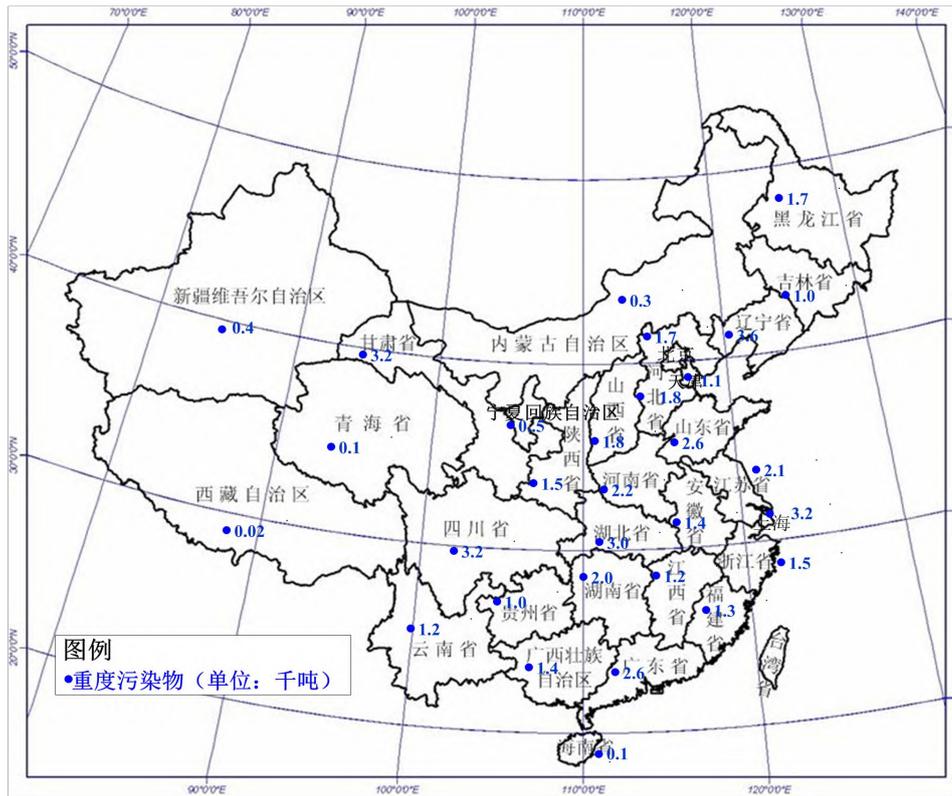


图 5.1 中国高浓度含 PCBs 废弃物分布区域

5.1.4 含 PCBs 设备在线使用情况

据估算，中国仍有 15000–25000 台左右在用含 PCBs 电容器，其中 1018 台被核实，且主要集中于非电力系统。

含 PCBs 电力电容器：中国在 1965–1974 年间生产含 PCBs 电容器 47 万台左右，另外还有一批进口电容器。以中国 1980 年发电量估算的中国六大行政区含 PCBs 电容器数量（约 50 万台）。若电容器使用寿命按 15–20 年计算，其下线年限应为 1980–1990 年之间，因此中国目前在线电力电容器基本都已经超期运行。根据中国电力企业联合会、辽宁省和浙江省的 PCBs 清单初步调查，中国目前已经核实的在线运行的国产电力电容器有 1018 台，主要用于非电力系统的企事业单位，其中辽宁省 554 台。在用含 PCBs 电容器应用于机械、轻工、冶金、化工、军事、建材、煤炭、电子、纺织、石化、医药、火电、粮食、社会服务、航空、建筑、烟草、船舶、化纤、石油天然气等非电力系统的变电所中，其中以机械、轻工、冶金、化工行业应用居多。

含 PCBs 电力变压器：根据《辽宁省在线变压器监测报告》和《浙江省变压器油中多氯联苯监测报告》，在所监测的辽宁省电力系统使用的 144 个国产变压器样品中有约 10% 左右的变压器受 PCBs 污染，其中受 PCBs 污染的 3 个国产大型变压器中 PCBs 含量较低（<50

mg/kg); 而 11 个受污染的配电变压器中有 7 台 PCBs 含量较高 (≥ 50 mg/kg), 占监测配电变压器样品的 14.6%。浙江电力系统选取的 144 个国产变压器样品中没有检测出含有 PCBs。

5.2 国外含 PCBs 废物管理及处理现状

各个国家对含 PCBs 废物的划分依据各国的实际情况不同而有所差异, 国外含 PCBs 废物主要指含 PCBs 的废弃电力设备如变压器、电容器等, 以及受 PCBs 污染水体及其它物质。

含 PCBs 电力电容器、变压器等设备主要的制造期在美国是从 1930 年开始直到 20 世纪 70 年代末, 日本自 1954-1972 年, 欧洲 20 世纪 80 年代, 俄罗斯为 1993 年停止生产。全世界多氯联苯的累计产量估计为 75-200 万吨。

美国:《美国联邦法典》规定 PCBs 含量大于 50 mg/kg 即为含 PCBs 废物。规定凡 PCBs 含量大于 50mg/kg 的废物均须处理。处理方法包括填埋法、高温焚烧法以及其他推荐处理方法。

日本: 2001 年 7 月开始的《PCBs 处理特别措置法》规定, 处理设施的建设和运营由国家(环境事业团)负责, 企业必须在 2016 年底以前把保有的 PCBs 全部进行无害化处理。自 2004 年底起, 日本在几个区域处理中心处理 PCBs。第一步优先处理的 PCBs 废弃物为高压变压器(现存 22 万台, 丢失/不明 1.1 台), 每台 PCBs 含量极大, 也非常担心丢失; 第二步处理低压变压器(现存 39 万台, 丢失/不明 2600 台)、废感压纸(现存 653 吨)、废 PCBs 等和污泥等(现存 10500 吨, PCBs 含量少)。

PCBs 的法定处理方法, 在 1998 年以前一直只有焚烧处理一种, 1998 年 6 月以后, 增加了化学处理法。1987-1989 年, 焚烧处理液态废 PCBs 5500 吨, 2000 年处理 PCBs 油 6200 吨。

欧盟:《POPs 公约》签订后, 欧盟各国含 PCBs 废物的处理处置做出相关规定。澳大利亚于 1993 年禁止含 PCBs 设备的生产和使用,《废弃物管理法》规定 PCBs 含量大于 30mg/kg 即为 PCBs 污染物。含 PCBs 污染物必须高温焚烧或者用其他方法处理至高温焚烧处理水平, 并禁止含 PCBs 设备的拆解再利用。

比利时《废弃物的预防与管理法》规定 PCBs 含量大于 50 mg/kg 即为 PCBs 污染物, 除政策允许外, PCBs 含量大于 500 mg/kg 的设备须于 2005 年以前处理完毕, PCBs 含量大于 50 mg/kg 小于 500 mg/kg 可使用至设备设计使用期限。

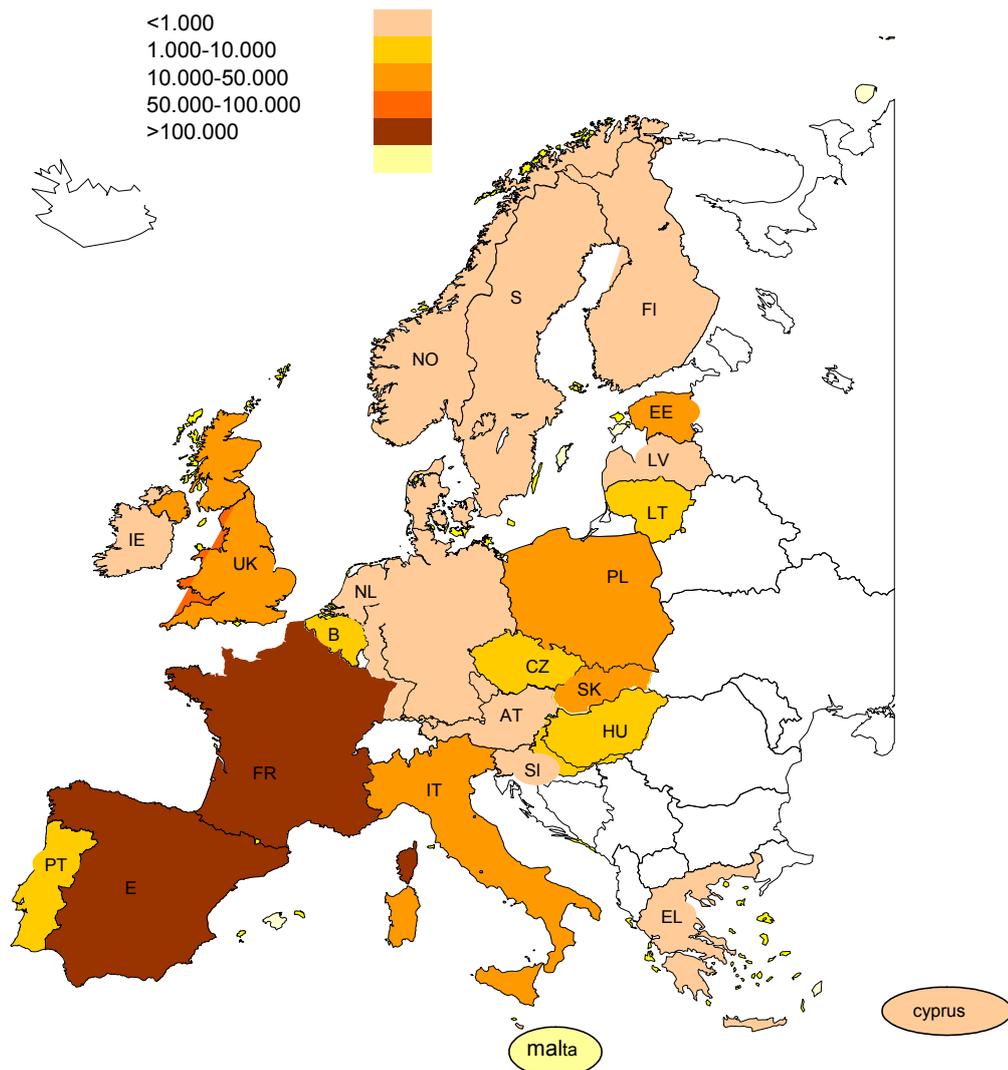


图 5.2 欧洲 PCBs 废物存量估算 (吨)

德国 1972 年禁止 PCBs 在开放体系中的使用, 1978 年禁止 PCBs 在封闭体系中的使用, 并于 1983 停止 PCB 的生产, 1984 年禁止 PCB 在电力设备中的使用。PCB 含量大于 50 mg/kg 的电力设备须进行去污染化或者进行处理。PCB 含量大于 50 mg/kg 的其他废物必须进行处理并禁止循环使用。调查显示, 截至 2001 年 1 月, 仅有 381 台含 395 吨 PCB 的设备未处理, 至 2003 年仅有 60 吨 PCB 油未处理。

许多国家都对 PCBs 液体的处理处置做出了相应的规定措施, 美国要求对于 PCBs 含量高于 500 mg/kg 的液体必须进行焚烧处置, 而对于高于 50 mg/kg 低于 500 mg/kg 的液体可选择性的进行高温焚烧或化学废物填埋等处置方法。德国规定含量高于 20 mg/kg PCBs 油的处置, 同含量高于 50 mg/kg 的其它污染物的处理处置程序一样, 从侧面表明对含 PCBs 油的处置要求十分严格。日本要求对含 PCBs 的废水应通过除氯、热氧化分解、光解等方法进行处置, 经处理过后的废水中含 PCBs 的浓度应小于 3 μg/L。

6 含 PCBs 废物污染控制技术分析

本章含 PCBs 废物污染控制包括含 PCBs 废物的分类、清理、收集、包装、标识、贮存、运输、处理、处置、应急和监测等过程。此处介绍含 PCBs 废物的分类、清理、收集、包装、标识等技术要求，贮存运输规范以及目前国际上已经产业化的处置方法如物理方法、化学方法或生物方法及其使用范围。

6.1 含 PCBs 废弃设备的污染控制技术

目前，国际上通行将含 PCBs 废物按照形态分类并针对不同形态的废物推荐采用不同的处理处置方法。

6.1.1 含 PCBs 废弃设备清理和收集

含 PCBs 废弃设备清理前的准备工作：首先，根据清运的方案确定出清运的范围并标志，后用挖掘机按标志的区域进行挖掘；其次，确定废弃设备中是否含有 PCB 油等液体物质。如有，应先对 PCB 液体进行收集处理。废弃设备中 PCB 液体的收集应在具体方案指导下进行，收集后，再对设备进行清洗。清理前应对封闭式封存点进行气体收集、净化，以防止有害气体污染扩散。下图展示了设备中 PCB 液体的收集方法：



设备就位



PCB 液体的排放



直接将液体排入桶中



对剩余固体进行清理

图 6.1 设备中 PCBs 液体的收集方法

对废弃设备中液体清理出后，按照设备大小分类，用有机溶剂进行淋洗，淋洗后的设备按照污染程度分类、包装待进一步处理。

含 PCBs 废弃设备清理：对废弃设备中液体清理后，进行设备的吊装过程，吊悬设备后应及时封装包装袋，再转移至包装桶内，卸吊后扎口，避免造成二次污染。多氯联苯液体废物一旦发生泄露，应立即加以堵截。用适当的吸附材料（如木屑）吸附，并用抹布、干软沙等加以覆盖及混合，然后转入回收桶，并作为多氯联苯废物处置。

6.1.2 含 PCBs 废弃设备包装和暂存

经营多氯联苯清理和运输的单位，应针对不同类型多氯联苯废物，采用相适应的包装容器，对其进行包装后方可进行运输，防止因包装不当导致的 PCBs 泄漏等事故的发生。多氯联苯废物清理后不能即刻装车运走时，应在清理作业区内设置多氯联苯废物暂存库进行暂存。多氯联苯废物不能及时处理处置时，也应运至集中暂存设施中进行暂存。

6.1.3 含 PCBs 废弃设备转移和运输

多氯联苯废物的运输可根据安全因素、时间效率、费用、集装箱返程等因素综合比较选择公路运输、铁路运输或水路运输。

6.1.4 含 PCBs 废弃设备处理处置

(1) 预处理技术

1) PCBs 电容器

PCBs 电容器应进行焚烧销毁，不考虑二次利用。焚烧前预处理工艺由电容器切割、分离和 PCBs 油收集几个环节组成。对预处理后的废物和收集的 PCBs 油进行焚烧处置。PCBs 电容器预处理系统为电容器切割及分离装置、PCBs 油的收集处理系统。其处理过程为：

电容器→液压切割机→分离滚筒→上料焚烧

PCBs 油→收集→预处理→焚烧

为提高焚烧安全性和稳定性，需将 PCBs 电容器破碎成较小尺寸碎块，并将其中固结的铝箔、绝缘纸充分分离，使焚烧过程更加充分、稳定，实现其中所含 PCBs 的完全焚毁。

将整体的电容器逐台通过输送装置送入液压切割机，将切成不超过规定尺寸的块段，进入分离滚筒，将金属壳体、铝箔、绝缘纸分离成松散状态后进入上料装置，投入回转窑焚烧处置。将渗出的 PCBs 液体收集起来，进行加温以降低浓度、滤除固体杂物，通过专门的气体加压雾化系统喷入炉膛焚烧销毁。切割、分离设备须是安装在封闭间内无人操作的。

- PCBs 电容器进行剪切、分离时，操作人员应按设备处理的效率，将电容器送至进给装置，由设备自动进行处理。
- PCBs 污染石块、水泥块、金属包装物的预处理破碎应在专用的作业场地上进行。应用适应的工具设备、切割装置和专用破碎机械，将其废物破碎成小块。

- 进行破碎作业人员均必须配带好防护用品，在通风良好的环境下进行操作，以避免直接接触废物或吸入有害气体。
- PCBs 污染的淤泥等半固体废物和液体废物应按相应设备的操作规程进行固液分离、降低粘度的处理。
- 固体废物的配伍，应按配伍方案通过混料装置对废物进行机械混配。操作时应控制各种类废物的输送或投料数量，保证配伍的效果。

2) PCBs 变压器

PCBs 变压器应将液体放出，再用有机溶剂清洗。处理达标后作为资源回收。

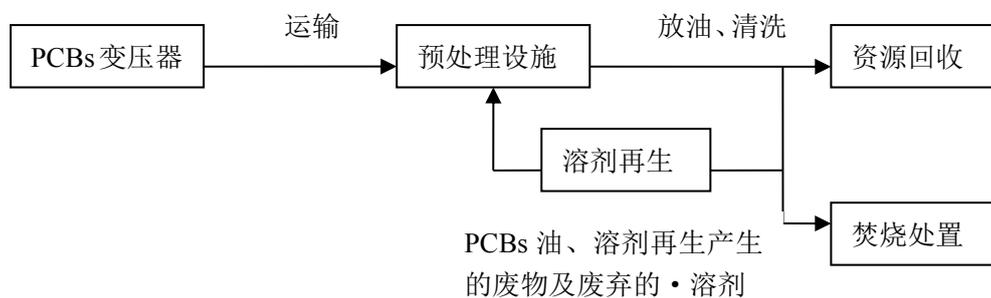


图 6.2 PCBs 变压器预处理工艺流程

PCBs 变压器放净 PCBs 油，以有机溶剂彻底浸溶其内部表面，使其附着的 PCBs 被溶解去除达到规定的指标。完好并适用的 PCBs 变压器通过排放、清洗，重新填充可以被转化为非 PCBs 变压器，或通过排放、清洗变为非 PCBs 污染可利用的材料。清洗溶剂可以为煤油、二甲苯、甲苯和其它易于溶解 PCBs 的有机溶剂。处理变压器数量较多时，溶剂应再生后重复使用。有机溶剂的再生处理可应用蒸馏分离或其它有效、经济实用的方法。

(2) 高温焚烧技术

技术原理：通过加入大量的燃料和溶剂，将含 PCBs 的废物在几秒中内升温至 1200–1600℃，和氧发生氧化反应使之转化为 HCl, H₂O 和 CO₂ 等小分子物质，并在尾气中被吸收液吸收。

有害废物的焚烧炉有一个主焚烧室和一个加压燃烧室，主焚烧室用于废物的焚烧，将焚烧气体通入加压燃烧室，在合适的温度（一般为 1100℃）下保持 2 s（停留时间）以实现有害有机副产物的最大程度的破坏。由于气体净化设备不能对离炉的高温气体进行处理，烟道中的气体需要冷切至 200℃ 左右才能送入净化设备中处理。

工艺特点：该法适于处置大量高浓度的持久性有机物，主要用于处理油、固体和土壤。焚烧可使 PCBs 几乎彻底销毁，但对条件要求很高，必须确保 PCBs 在高于 1200℃ 的温度

下停留足够的时间，另外需要专用焚烧炉，设备昂贵；供料系统、排气系统、自动监测系统技术复杂，要求条件比较苛刻；焚烧不当会产生二噁英，焚烧中产生的飞灰、残渣必须进行安全填埋。

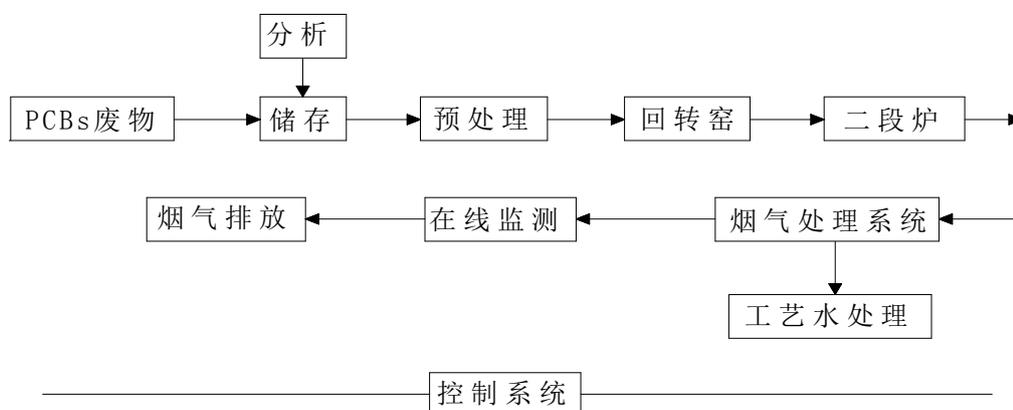


图 6.3 PCBs 焚烧处理系统工艺流程图

处理指标：氯化氢去除率为 99.9%，PCBs 破坏去除率 $DRE \geq 99.9999\%$ ，二噁英排放 $\leq 0.1 \text{ ng/Nm}^3$ 。焚烧炉排出的有害物质的浓度限制应遵循《危险废物焚烧污染控制标准》中的相关规定。

可行性分析：焚烧技术是国内外应用较多和较成熟的技术。适用于各种含 PCBs 废弃物的处理，应用范围广。焚烧技术处理所达到的各项指标均可以达到目前国际上通用的环境保护控制指标要求，是适合我国用于处理高浓度 PCBs 废物的工艺技术，且国内已有一定的该工艺处置应用方面的经验。沈阳危险废物焚烧示范工程位于沈阳市新民市，是由沈阳环科所申报建设的国家高技术产业化示范工程项目。多氯联苯焚烧处置能力为 15 吨/日。

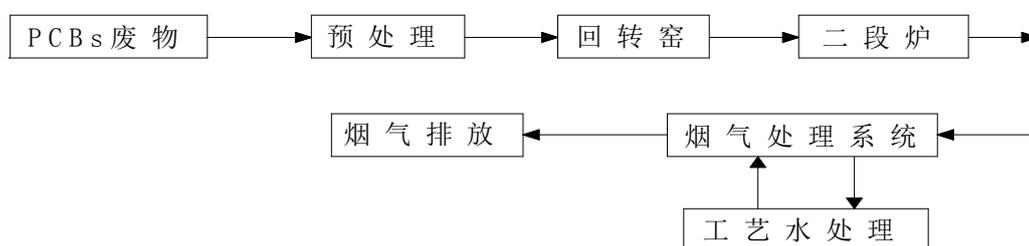


图 6.4 沈阳危险废物焚烧示范工程焚烧工艺流程图



图 6.5 沈阳危险废物焚烧示范工程

(3) 等离子转换技术

技术原理：PCBs 在等离子体作用下和 O_2 及 H_2O 反应，生成 CO 、 CO_2 、 H_2 、 HCl ，产生的气体为燃料气。固体物残余物在 $1500^\circ C$ 下，形成玻璃体。工艺中氢的来源为水，因此操作更安全。

工艺特点：等离子转换技术是近年来国外应用于危险废物处置的新技术。等离子转换技术是利用等离子火炬产生的高温将 PCBs 分解成 CO 、 CO_2 、 H_2 、 HCl 等小分子。与焚烧技术相比可以达到更高的排放标准，如二噁英浓度小于 0.01 ng/Nm^3 ；工艺尾气不到同等规模焚烧技术的 20%，可使尾气处理的装备规模大大缩小。该技术处置产生的清洁燃料气可作为二次能源。该工艺产出的玻璃体熔渣浸出性检验可以达到很高的指标，使其可以作为普通固体废物进行处理或再利用。适用于处置各种类型的 PCBs 废物。而且工艺中氢的来源为水，因此操作更安全。

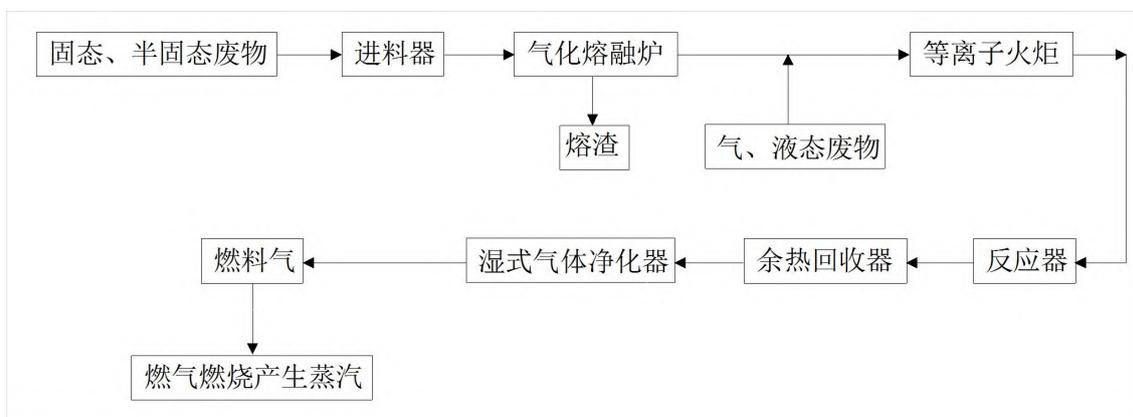


图 6.6 PCBs 等离子体处置工艺流程图

处理量：1-3 吨/天。

处理指标：产生的燃料气中无 PCBs 和二噁英检出，但在燃料气的二次燃烧过程中有少量的二噁英产生，浓度小于 0.01 ng/Nm³。

可行性分析：等离子转换技术是近年来开发应用的新技术，有其明显的特点。与焚烧技术相比可以达到更高的排放标准，如二噁英浓度小于 0.01 ng/Nm³；工艺尾气不到同等规模焚烧技术的 20%，可使尾气处理的装备规模大大缩小。该技术在实现废物处置资源化方面也有所体现，如处置产生的清洁燃料气可作为二次能源，用于发电等。另外，该工艺产出的玻璃体熔渣浸出性检验可以达到很高的指标，使其可以作为普通固体废物进行处理或再利用，比焚烧产生大量必须作为危险废物处理的炉渣有更好的技术经济优势。

以等离子处置装置处理 PCBs 油，将有更好的经济合理性。等离子处置工艺产生的尾气，只有同等规模焚烧技术的不到 20%，处理 PCBs 油比处理其它 PCBs 废物时效率略有降低，但处置成本提高的不多。与焚烧方式处理 PCBs 油相比处置成本明显降低。

（4）气相化学还原技术

技术原理：在高温低压条件下，使 PCBs 和 H₂ 发生反应，生成 CH₄ 和 HCl，产生的气体为燃料气。

工艺特点：气相化学还原技术适用于处置各种类型的 PCBs 废物。该技术应用中氢气的供应和使用的安全性存在一定的风险。

处理指标：DRE ≥ 99.9999%–99.999999%。产生的燃料气中二噁英未检出。但燃料气的二次燃烧过程中有少量的二噁英产生。

可行性分析：气相化学还原技术在处置过程中，由于氢气作为主要的处置原料，在供应和运行诸多环节均存在一定的不安全因素，对装备制造、安装和生产运行的管理水平要求都很高，且处置装备在处理完 PCBs 废物后较难改造用于处理其它危险废物。所以该技术不适合用于我国处理 PCBs 废物。

（5）化学废物填埋技术

根据国家危险废物名录中的分类，可以将含 PCBs 的废弃电力设备作为危险废物进行处理，主要遵循《危险废物填埋污染控制标准》中的有关规定执行对填埋场的建设、运行及监督管理。国内目前很多含 PCBs 废弃设备填埋点出现因管理不善等原因造成的污染问题，且填埋技术不能达到公约要求的环境无害化处理要求，因此此技术并不推荐继续使用。

6.2 含 PCBs 液体污染控制技术分析

6.2.1 含 PCBs 液体清理和收集

我国对含 PCBs 液体的清理一般体现在两个方面，一是对填埋废弃设备泄露出的废液的清理，另外就是对由突发污染事故造成的 PCBs 液体泄露的清理。对液体进行清理时主要应用管泵等机械或人工的方法将液体转移至相应的包装容器内，后用回丝对受污染的固体表面进行擦拭，回丝则按照高浓度 PCBs 废物进行收集处理。

6.2.2 含 PCBs 液体包装和暂存

根据 1991 年颁布的《防止含多氯联苯电力装置及其废物污染环境的规定》中相关要求，多氯联苯原液、从废电力装置倒出的废油、清晰被多氯联苯污染的装置和零部件所产生的废溶剂和被多氯联苯污染的其他废物，均应盛放在专用废物桶中。这种专用废物桶必须有良好的密封性和足够的机械强度，并便于装卸和搬运，其外型尺寸和装入废物后的重量应满足装卸的搬运要求。

6.2.3 含 PCBs 液体转移和运输

参照 6.1.3 节。

6.2.4 含 PCBs 液体处理处置技术

现在国内外对含 PCBs 液体的处置主要有高温焚烧、等离子转换技术、化学脱氯、钠还原和连续脱氯（CDP）等技术。高温焚烧技术、等离子技术的分析在 6.1 节中已进行介绍，下面介绍另外三种技术。

（1）钠还原技术

技术原理：A) 萘基钠法：采用萘基钠离解稳定的 PCBs 分子，生成无毒的聚乙基苯及氯化钠。该法将传热液中的 PCBs 含量从 200×10^{-6} 降到 10×10^{-6} 仅需 2 分钟。此方法的优点是效率高，条件温和，净化后的变压器油和传热油可回收使用，在前处理工艺中须严格去处 PCBs 废料中的水及空气等物。

B) 二醇/钠法：由聚乙二醇与钠反应制得的反应试剂在惰性气氛下与 PCBs 混合后在一定温度下反应，使 PCBs 的去除率大于 99%，反应产物经处理可与变压器油分离。若制成固体试剂，装于固定床中，可在现场除去变压器油中的 PCBs。该法设备简单，处理后的变压器油易于回收且不会改变其介电性质，不足之处是试剂中使用了钠，有一定危险，而惰性气氛使操作复杂化，适用于降解变压器油中的 PCBs。

C) 金属钠还原法：与现有在 200–350 °C 下进行处理工艺不同，此法处理温度更低，无生成二噁英的危险，并且处理生成物可以再利用。此技术使用的 S.D.试剂是将金属钠加工

成数微米大小的粒子分散在油中制成的。钠遇水会发生激烈反应产生氢，引起燃烧。但 S.D. 试剂的钠微粒子被油膜完全包覆，故能在保持钠的强反应性的情况下使用极为安全、方便，即使与水混合也只会稳定地分解而不会引起燃烧。

工艺特点：适用于 PCBs 浓度小于 10000 mg/kg 的矿物油。由于有金属钠参与反应，反应过程较快。

处理量：15000 升/天。

处理指标：处理后 PCBs 矿物油中的 PCBs 含量为 2-5 mg/kg。PCBs 油的纯度较高，不含其它化学活性强于 PCBs 的杂质（如 H₂O 等）。

(2) 化学脱氯技术

技术原理：PCBs 在催化剂作用下和 H₂ 及 NaOH（或 KOH）反应，生成烃、NaCl、H₂O。

工艺特点：适用于 PCBs 含量小于 30% 的含 PCBs 油。可进行移动式原位处理。

处理指标：处理后 PCBs 油中的 PCBs 含量小于 1 mg/kg。

(3) 连续脱氯（CDP）技术

技术原理：碱金属的氢氧化物与 PCBs 在有催化剂或无催化剂的情况下进行反应，生成碱金属和金属氯化物，实现 PCBs 油的脱氯。

工艺特点：适用于 PCBs 浓度小于 5000 mg/kg 的矿物油。其采用的脱氯剂为普通化工原料，价格低廉。所生成的金属氯化物是相对无害的物质。可建成移动装置进行现场处理。

处理指标：处理后 PCBs 矿物油中的 PCBs 含量小于 5 mg/kg，油的介电性能得以恢复，可以再次利用。

表 6.1 PCBs 液体几种实用处置技术的比较

| 处理技术名称 | 实际应用性比较 | 处置费用比较 | 环境安全性比较 |
|---------|-----------------------|------------|---------|
| 焚烧技术 | 拥有运行几年的经验，目前已处理上千吨污染物 | 3840 美元/吨 | 好 |
| 等离子转换技术 | 国外已应用，我国在建示范项目 | 3170 美元/吨 | 好 |
| 钠还原技术 | 成熟运作，许多国家已经已经大规模应用 | 248.6 美元/吨 | 好 |

6.3 含 PCBs 废物环境无害化管理

在《POPs 公约》履约过程中，含 PCBs 废弃物处理处置技术是实现公约目标的基础，对含 PCBs 废弃物进行有效的管理，是避免 PCBs 污染进一步扩大的有力保障。

(1) 含 PCBs 废弃物清理管理

含 PCBs 废弃物清理过程应在专家或相关技术人员指导下进行。清理前须做以下准备工作：现场踏勘及信息收集：包括收集储存点周围环境信息，储存点污染情况的信息等；清运目标和标准的确定：包括根据区域规划确定清运目标，根据相关环境质量指标确定清运标准等。

（2）废弃物的分类

清理过程中，应根据废弃物的存在状态和污染程度进行分类。清理现场含 PCBs 废弃物按照存在状态可分为如下几类：液态 PCBs 废物；含 PCBs 的设备；原始包装物；填埋构筑物；其他污染物，如抹布、木屑、废气净化用活性炭或活性炭毡、被污染的防护服、手套等。

（3）废弃物的标识

废弃物的标识应包括以下方面：盛放含 PCBs 废弃物的容器须标有危险废弃物标识；负责人的名称、地址；废弃物的类型，如含 PCBs 设备应表明电容器或变压器，并标识设备有关的详细信息，或者标明含 PCBs 油；废弃物的量，受污染程度；废弃物的清理日期，等等，并在废弃物的储存地点或处理状态发生改变及时对标识进行更改。

（4）废弃物的包装

在对含 PCBs 废弃物进行储存运输之前，应对废弃物进行适合的包装，以防止污染物的泄漏。《危险货物运输包装通用技术条件》（GB12463-90）规定了含 PCBs 废物的包装物强度等的性能要求，包装时应注意含 PCBs 的固体废弃物和液体废弃物必须分开包装。

（5）储存、运输管理

含 PCBs 废弃物的储存、运输的技术要求及管理参照以下标准及规定：

- 《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）
- 《含多氯联苯（PCBs）废物的暂存库和集中封存库设计规范》等。

（6）含 PCBs 废弃物处理处置管理

《POPs 公约》第 6 条第 1 款的 e 分项规定：做出坚决努力，在 2028 年对含有 PCBs 液体和被 PCBs 污染且其 PCBs 含量高于 0.005% 的设备进行环境无害化管理和处置。

目前国内处理含 PCBs 废弃物的主要方法是焚烧技术。1999 年国家环保总局出台了《关于危险废物焚烧污染控制标准》，规定了焚烧设施场所的选址原则，焚烧基本技术性能指标，焚烧排放大气污染物的最高允许排放限值，焚烧残余物的处置和相应的环境监测等。

除焚烧技术外，国内外还发展了对含 PCBs 废弃物非焚烧处理处置技术，见 5.0。为了实现《POPs 公约》要求，我国对含 PCBs 废弃物的处理处置方式除了焚烧技术外，应发展其他各种非焚烧技术，以达到公约的规定。在进行处理处置方式、工艺的选择时，应考虑废

弃物特性、污染水平、污染物的量、当地对处理指标的要求及处理处置成本等因素，并结合地区发展水平，综合分析技术的可行性。

(7) 中国 PCBs 管理法规体系

中国 1974 年第一机械工业部发出关于《改用电力电容器浸渍材料的通知》，规定中国制造的电力电容器不再含多氯联苯。

1979 年国家经济委员会、国务院环境保护领导小组发出关于《防止多氯联苯有害物质污染问题的通知》，通知规定今后不再进口以多氯联苯为介质的电器设备。

1991 年国家环保局和能源部下发《防止含多氯联苯电力装置及其废物污染环境的规定》，规定强调了各级环保部门必须对多氯联苯电力装置进行封存，封存年限不超过二十年，且封存的电力装置是可回取；还规定含多氯联苯废物，应进行集中封存管理，严禁任何单位和个人出售、收购、拆解含多氯联苯电力装置。

1991 年国家环境保护局和国家技术监督局发布了《含多氯联苯废物污染控制标准》(GB 13015-91)，该标准第一次规定了含多氯联苯废物污染控制标准以及含多氯联苯废物的处置方法。

1998 年国家环保总局发布《国家危险废物名录》，规定多氯联苯废物属于第十类，从此中国的多氯联苯废物进入危险废物管理序列。

2001 年国家环保总局发文《关于发布〈危险废物污染防治技术政策〉的通知》，其中规定对集中封存年限超过二十年的或未超过二十年但已造成环境污染的含多氯联苯废物，应限期进行焚烧处置。对于新退出使用的含多氯联苯电力装置原则上必须进行焚烧处置，确有困难的可进行暂时性封存，但封存年限不应超过三年。

1991 年以《防止含多氯联苯电力装置及其废物污染环境的规定》附件的形式发布了《含多氯联苯 (PCBs) 废物的暂存库和集中封存库设计规范》，提出了选址、库区设计的要求，规范了多氯联苯废物暂存库的建设。

1999 年国家环境保护总局发布了《关于危险废物焚烧污染控制标准》，该标准从危险废物处理过程中环境污染防治的需要出发，规定了危险废物焚烧设施场所的选址原则、焚烧基本技术性能指标、焚烧排放大气污染物的最高允许排放限制、焚烧残余物的处置原则和相应的环境监测等。《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002) 对在水环境中监测有机污染物包括多氯联苯做了相关的规定，如布点方式、采样个数、质量控制等。

2001 年 5 月，包括中国在内的 90 多个国家和区域经济一体化组织签署了《POPs 公约》，提出对含 PCBs 的废物进行环境无害化处理。

7 标准主要技术内容

7.1 标准适用范围

本次标准修订改变了原标准仅仅涉及含多氯联苯废物的判别标准的内容，并扩展到含多氯联苯废物的分类、收集、包装、运输、处理、监测等无害化管理全过程，将可能发生多氯联苯扩散的各个环节纳入标准管辖范围。

本标准规定了含多氯联苯废物的分类、清理、收集、包装、运输、暂存、贮存及无害化处理处置等全过程的环境保护要求。适用于含多氯联苯废物的分类、无害化管理及无害化处理处置全过程的污染控制及监督管理。

含多氯联苯装置下线后的无害化管理参照本标准执行。

7.2 规范性引用文件

根据国家环保部对标准制修订的要求，本节列出了在本标准中所引用的国家标准、行业技术标准、技术规范和国务院有关部门的相关管理办法和规定性文件。

7.3 术语与定语

本节对本标准中的专门术语和容易引起歧义的名词进行了定义。与原标准相比，对含多氯联苯废物重新进行了定义，并增加了含多氯联苯装置、标准擦拭和含多氯联苯废物的无害化清理与应急等名词，主要用于规范含多氯联苯废物的管理。

3.1 含多氯联苯废物 PCBs-containing equipment

根据《国家危险废物名录》及异位处置的含多氯联苯污染土壤重新定义。

3.2 含多氯联苯装置 PCBs-contaminated waste

本条参考了《防止含多氯联苯电力装置及其废物污染环境的规定》（1991年1月22日国家环保局、能源部<91>环管字第050号发布）对于多氯联苯装置的定义。

本次标准修订没有将污染控制标准值进行单独说明，根据我国现有针对含多氯联苯废物的相关管理经验，本定义直接引用了《国家危险废物名录》的相关内容。

3.3 下线 PCBs-containing equipment not in service

参考了“中国 PCBs 管理与处置示范项目”在针对以多氯联苯为介质的电力电容器、变压器及其他有关装置进入报废处理状态的一种描述。

3.4 表面浓度 surface concentration

表面浓度的定义参考了美国对于含多氯联苯废物的一种浓度表征方式，用于判定非孔隙介质如金属、玻璃、釉面陶瓷等沾染多氯联苯的废物的含量。

3.5 标准擦拭 standard wipe test

标准擦拭的定义参考了美国及日本对于含多氯联苯废物无害化处理后的污染控制要求。

3.6 清理 clean up

指用于封存含多氯联苯废物的场所，以及因突发事件被多氯联苯污染的场所中，含多氯联苯废物的无害化清除。

3.7 应急 emergency action

指进行含多氯联苯废物的分类、清理、收集、包装、标识、贮存、运输、处理、处置和监测等有关活动时，因突发环境事件需要立即采取的超出正常工作程序的行动，以最大程度减少突发环境事件及其造成的环境危害。

3.8 焚毁去除率 destruction removal efficiency (DRE)

焚烧炉及水泥窑处置过程中，投加的多氯联苯与残留在排放烟气中的该化合物质量之差，占投加量的百分比。

7.4 含多氯联苯废物的分类

本部分内容为新增条款。对于含多氯联苯废物按照形态进行分类，共分为7大类。包括废弃或封存的含多氯联苯装置、多氯联苯液态废物、含多氯联苯的废水、含多氯联苯污染土壤；含多氯联苯装置封存时原始包装物和构筑物及沾染多氯联苯的其它废物。上述废物类型已经包括了所有可能产生的多氯联苯废物，并且和《国家危险废物名录》中多氯联苯类废物来源相对应。

含多氯联苯废物按照形态进行分类可为后期根据含多氯联苯废物类型，采取不同的包装运输及不同的无害化处理处置技术的选择提供便利。

7.5 含多氯联苯废物无害化管理技术要求

本部内容为新增条款，增加了对含多氯联苯废物的清理、收集、包装、标识、贮存、运输及处理处置、事故应急和监测进行全过程管理的条款，并提出相关过程的一般技术要求，籍此，将含多氯联苯废物在各个环节的环境风险降到最低。

(1) 清理和收集

5.1 根据含多氯联苯废物处置相关企业的实践经验与国外法规，规定了含多氯联苯废物现场清理与收集的无害化过程。

5.1.1 条要求对深埋含多氯联苯装置与废物的挖掘，事先需要制订详细的技术方案和环境应急措施，避免在挖掘过程中产生二次污染。5.1.2 条描述了含多氯联苯装置回收液体的

一般程序和技术要求。5.1.3 要求收集区域具备防雨措施，并规定恶劣气候条件下禁止收集与清理。

(2) 包装与运输

5.2 对于不同形态的含多氯联苯废物采取不同的包装技术要求，达到含多氯联苯废物运输、贮存过程中的无害化管理，并有助于实现最终无害化处置。

5.2.1 条规定包装材料的选取按照《危险货物运输包装通用技术》条件的要求执行。5.2.2 规定了破损电力装置包装前，需要先将多氯联苯油放出，以减少运输过程中由于持续漏洞产生的环境安全隐患。并规定了不同类型废物包装时的技术要求。5.2.3 从安全运输的角度规定了运输应遵守 JT 617 和《道路危险货物运输管理规定》的相关要求。

(3) 暂存与贮存

5.3 条规定了含多氯联苯废物的临时暂存与贮存要求。

5.3.1 规定了封存点清理时的多氯联苯废物不能及时运走可以设置暂存区，并对暂存区提出相应的建设要求。5.3.2 规定了含多氯联苯类废物无害化处置过程中的贮存要符合 GB 18597 的要求。

(4) 无害化处置

5.4.1 条对含多氯联苯废物焚烧处置进行了规定，主要包括预处理要求，焚烧过程中的运行、管理要求。本条针对变压器、氯联苯电容器、污染混凝土的预处理方式提出具体的管理要求，并要求焚烧参考 GB18484 的技术要求，特别针对焚烧处置过程中的氯元素的含量不得提出具体要求。

通过国内相关实践经验与资料调研，规定了含多氯联苯废物焚烧处置预处理的一般要求。由于含多氯联苯装置与废物通常体积较大，浓度较高，因此一般危险废物焚烧处理含多氯联苯废物应根据配伍要求进行预处理（具体处理方法见编制说明第 6 章第 6.1.4 小节）。典型的预处理技术包括破碎、固液分离等。从防止污染扩散的角度，规定了预处理区域设置集气罩。进入焚烧炉之前，还需要根据其成分、热值等参数进行配伍并对氯元素的含量进行了规定，并要求多氯联苯焚毁率（DRE） $\geq 99.9999\%$ 。

5.4.2 规定了含多氯联苯污染土壤的热脱附处置技术要求。要求热脱附处置设施的场址选择应符合 GB 18484 要求。并对热脱附生产过程中产生的生产性废物的无害化处置提出要求。热脱附设施的运行应根据相关环境质量和环境风险评价确认多氯联苯污染土壤的处

置目标值。

5.4.3 规定了含多氯联苯废物水泥窑协同处置的技术要求，并对液态废物和固体废物投加点的选择进行了要求，并控制氯元素含量不应大于 0.04%，多氯联苯的焚毁去除率 \geq 99.9999%。

7.6 含多氯联苯废物无害化处理处置污染控制要求

6.1 规定了含多氯联苯废物焚烧、热脱附及水泥窑协同处置过程中的污染物排放要求。

6.2-6.4 对于含多氯联苯废物在无害化处理处置后所含多氯联苯的限值进行了规定。这些污染控制限值主要参考了国外及国内示范工程的相关经验数据。

表 7.1 国外含 PCBs 废物填埋标准限值

| 国家 | 美国 (mg/kg) | 日本 (mg/L) |
|------|------------|-----------|
| 控制限值 | 10 | 0.003 |

● 废水排放水平

我国《防止含多氯联苯电力装置及其废物污染环境的规定》曾对水体提出 3 μ g/L 的控制限值，作为最高允许排放浓度。我国《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)，提出作为集中式生活饮用地表水水源地时 PCBs 含量控制标准为 2×10^{-5} mg/L (0.02 μ g/L)，因其为饮用水源地质量标准，相对较为严格。日本、欧盟和德国水体中 PCBs 质量限值为 0.5 μ g/L。参照以上国家水体中 PCBs 质量标准，依据以水质为基础的排放标准定值方法确定 PCBs 排放标准，即：排放标准=质量标准 \times 稀释系数

欧盟一些国家采用统一系数法由质量标准反演排放限值，如立陶宛全国统一采用的稀释系数为 20，丹麦对小排放量低危险性污染物采用稀释系数 10。如 PCBs 排放系数按照 10 计算，其排放标准应为 0.5 μ g/L \times 10=5 μ g/L。

美国相关废水排放标准要求 PCBs \leq 3 μ g/L。加拿大规定的含 PCBs 废物处理过程中废水中 PCBs 含量限值为 5 μ g/L，超出此限值的将不允许排放。排入水中的 PCB 单体须小于 0.25 ng/L。日本 PCBs 废物处理过程中废水排放 PCBs 含量不得超过 3 μ g/L。

目前，有关废水中 PCBs 排放的监测数据非常有限，据沈阳环境科学研究院 PCBs 早期焚烧装置的监测，其排水中 PCBs 含量小于 3 μ g/L，改进后的装置废水处理后可循环利用，不向环境中排放；热脱附技术外排废水中 PCBs 含量小于 0.5 μ g/L。

结合最佳可行技术以及国内外相关标准，本研究将 PCBs 废物处理处置中 PCBs 废水排放标准定为 3 μ g/L。

7.7 含多氯联苯废物无害化处理处置过程中的环境监测要求

本部分内容规定了含多氯联苯废物无害化处理处置过程中的环境监测技术要求。

7.1 条规定了含多氯联苯废物在进行无害化处理处置全过程中需要按照国家《污染源监测管理办法》进行监测，并规定了含多氯联苯废物焚烧、热脱附及水泥窑协同处置过程中的环境监测要求，同时还规定了突发环境事件的监测要求。

7.2 条规定了含多氯联苯废物清理过程中的监测技术要求，包括清理前污染边界、污染程度和污染物类别的确定、清理过程中污染物扩散监测、和清理后的效果监测。

7.3 条规定了含多氯联苯热脱附处置过程中的监测要求。

7.4 条规定了对含多氯联苯事故应急过程的监测，包括：处理前监测、过程监测、及事故场地的后监测。其监测内容与多氯联苯废物清理的监测相同。

7.5 条规定了多氯联苯废物样品采集方法，根据废物的形态采用不同的样品采集方法。

7.5.1 条规定了固态、半固态、液态多氯联苯废物的采样方法应参照HJ/T 298进行。7.5.2 条规定了监测含多氯联苯气态污染物及颗粒物的采样方法，该条主要参考了GB/T 16157和HJ/T 55进行采样。

7.6 条规定了固体废物中及其它环境介质中多氯联苯的分析方法。

7.8 安全防护与事故应急

8.1 条规定了含多氯联苯废物环境无害化管理过程中的安全防护与事故应急的主要程序。涉及安全防护服装和工具的选取、应急防护设施的日常维护措施等。

8.2 条规定了从事含多氯联苯废物相关活动的单位应制定事故应急预案，一旦发生事故时，立即采取封闭、隔离、挖掘等相关措施控制污染源扩散。

8.3 条规定了对含多氯联苯废物突发事故应记录相关信息和文件存档时间。

7.9 实施与监督

9.1 规定了本标准由县级以上人民政府环境保护行政主管部门负责监督实施。

9.2 规定了在任何情况下，含多氯联苯废物的无害化处理处置设施均应遵守本标准的污染控制要求，并规定各级环保部门在对其进行监督性检查时，可以现场即时采样，将监测的结果作为判定排污行为是否符合排放标准以及实施相关环境保护管理措施的依据。

8 主要国家、地区及国际组织相关标准研究

8.1 主要国家相关标准研究

各国和地区在控制含 PCBs 装置进行环境管理时，为了确保环境安全，在制定相关条

文时，其管理对象除了含 PCBs 装置外，还包括了被 PCBs 污染等多种类型的含 PCBs 废物。因此，本研究在研究各国含 PCBs 装置环境管理现状时，也对其他类型的含 PCBs 废物的环境管理现状进行了研究。

8.1.1 相关国际公约与技术准则

(1) 巴塞尔公约

第1条概述了受巴塞尔公约约束的废物类型。其附件一Y10为由多氯联苯、多氯三联苯或多溴联苯或被这些物质污染的废物。

在附件八第A 3180中列出含有或沾染多氯联苯（PCBs）、多氯三联苯（PCT）、多氯萘（PCN）或多溴联苯（PBB）或被这类物质污染，且含量为50 ppm或更高的废物。但是本条目不包括废发电装置。50 mg/kg是国际公认的实际可行含量，许多国家为具体废物规定了较低的含量（如 20 mg/kg）。

附件八的名录A中列出了载有一些可能含有多氯联苯、多氯三联苯或多溴联苯或被此种物质污染的废物或废物类型。包括：

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余物；

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中的危险特性的废石膏；

A2060 煤发电厂产生的其附件一成分含量使其具有附件三中的危险特性的粉煤灰；

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；

A3070 废酚酚化合物包括液体或废渣形式的氯酚；

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；

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4010）；

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 其附件一中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中的类别的并具有附件三中的危险特性的不合格或过期化学品的废物；

A4150 从研究和发展或教学活动中产生的尚未鉴定的/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中未列入的用过的放射性碳。

(2) 斯德哥尔摩公约

斯德哥尔摩公约区分了二类多氯联苯：

1) 有意生产的多氯联苯，根据附件的规定对其生产和使用应该淘汰；

2) 附件C所列无意生产的持久性有机污染物，要求缔约方采取具体措施减少人为来源产生的总排放量，其目的是持续减少并在可行的情况下最终消除此类化学品，关于对由多氯二苯二恶英和多氯二苯呋喃构成含有此类物质或受到此类物质污染的废物实行无害环境管理的技术准则将处理无意生产的多氯联苯。

附件A的第二部分多氯联苯概述了对多氯联苯的具体要求内容：

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

- 作出坚决努力，以查明标明和消除多氯联苯含量大于10%而容量大于5升的在用设备；
- 作出坚决努力，以查明标明和消除含有超过0.05%的多氯联苯而容量大于5升的在用设备；
- 尽力查明和消除含有超过0.005%的多氯联苯而容量大于0.05升的在用设备；

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

- 仅在不触动的且不渗漏的设备中使用，而且仅在可将环境排放的风险降至最低并可迅速加以补救的地区使用；
- 不准在涉及食品或饲料生产或加工领域的设备中使用；
- 在包括学校和医院在内的居民区使用时，采取一切合理措施，防止出现可能引发火灾的电路故障，并经常检查此种设备有无渗漏；

(c) 尽管有第3条第2款的规定，仍应确保不出口或进口上述（a）项所述含有多氯联苯的设备，除非其目的在于实行环境无害化的废物管理；

(d) 除非为维修和服务操作之目的不允许回收多氯联苯含量高于0.005%的液体再度用于其他设备；

(e) 作出坚决努力，以便尽快但不迟于2028年，按照第6条第1款对含有多氯联苯的液体和被多氯联苯污染且其多氯联苯含量高于0.005%的设备进行环境无害化的废物管理，这方面的努力将由缔约方大会予以审查；

(f) 作为本附件第一部分附注(ii)的替代，力求查明含有多于0.005%多氯联苯的其他物品（例如电缆漆皮凝固的嵌缝膏和涂漆物件）并按照第6条第1款加以处理；

(g) 每五年提出一份消除多氯联苯方面的进展情况报告并依照第15条向缔约方大会提交此报告。

(3) 联合国环境规划署 (UNEP) 技术准则

UNEP关于对由多氯联苯、多氯三联苯或多溴联苯构成含有此类物质或受到此类物质污染的废物实行无害环境管理的技术准则中有以下相关内容：

1) 识别

多氯联苯、多氯三联苯和多溴联苯出现的主要场所包括：

- 电力设施：变压器、电容器开关、调压器、断路器、灯用镇流器和电缆。
- 工业设施：变压器、电容器、调压器、断路器、灯用镇流器、传热液体液压、油和灭火系统。
- 铁路系统：变压器、电容器、调压器和断路器。
- 地下采矿作业：液压油和接地线圈。
- 军事设施：变压器、电容器、调压器、液压油和灭火系统。
- 居民/商用楼房：电容器、断路器、灯用镇流器和灭火系统。
- 实验室：真空泵、灯用镇流器、电容器和断路器。
- 电子制造厂：真空泵、灯用镇流器、电容器和断路器。
- 废水排放设施：真空泵和深井电动机。
- 汽车修理站：再生油。

由于其复杂和多样性，多氯联苯设备一般不是按其所装有的绝缘油的类型来进行标识的，有经验的检查员可以通过使用指导手册如鉴别多氯联苯和含有多氯联苯材料的准则（环境署1999年）或与制造商联系，或根据名牌上的其他信息确定原来所装内容的性质。

2) 清单

清单是鉴别废物并对其进行定量和定性的重要工具。可以利用国家清单来确定由含有多

氯联苯、多氯三联苯和多溴联苯或被污染的物品和废物的基准数量。在进行清单时应优先鉴别持久性有机污染物浓度高的废物。

进行全国性清单调查要求国家政府作出长期承诺。多氯联苯、多氯三联苯和多溴联苯的所有者和制造厂商之间的合作将健全信息和行政程序。在有些情况下政府需要制定规定确保所有者报告其持有量并与政府检查人员合作。

编制全部多氯联苯、多氯三联苯和多溴联苯的完整清单是不可能的，因为这些化学品的用途非常散乱，如少量用于油墨增塑剂、油漆、阻燃剂和润滑剂。

3) 抽样

抽样指在实地或在实验室中采集气体、液体或固体样本方便日后进行分析，分析多氯联苯、多氯三联苯和多溴联苯而采样的材料类型如下所列：

(a) 液体

- 水（地表水、雨水、地下水、土壤空隙水、饮用水、工业过程水、污水、凝结水）；
- 被多氯联苯污染或散装储存的变压器、矿物油；
- 电动机废润滑油和其他废油燃料和有机液体；
- 液体抗火剂和阻燃剂多溴联苯；
- 生物液体、血、尿；
- 从受污染场址的溢出物或自由产品表面下回收系统收集到的液体。

(b) 固体

- 固态或半固态多氯联苯、多氯三联苯或多溴联苯产品；
- 容器或设备冲洗或清洁物品；
- 土壤沉积物、碎石灰泥；
- 油漆碎片填缝剂和密封胶碎片塑料、碎片电线和电缆碎段、汽车切碎机产生的尘块、陶瓷木材混合固体废物；
- 过滤材料；
- 液体或废渣中提取的固体、悬浮固体、凝结物凝结的固体、滤出材料；
- 工业或处置过程产生的固体粉煤灰、底灰、炉渣、釜脚其他残留物；
- 冰雪和其他冰冻材料；
- 工厂原料和食品；
- 生物固体完整的动物组织、排泄物。

(c) 气体

- 容器内气体产品或废气；
- 工业和处理过程产生的烟道气；
- 产品废物工艺过程和受污染场址产生的挥发性排放物；
- 土壤和地下水气体；
- 狭窄的空间；
- 有机体排放的气体。

4) 分析

利用文件记载经同行审查和公认的实验室方法，确定一种材料的物理化学或生物特性。每一个国家都应通过制订准则或立法来确定要求用于多氯联苯、多氯三联苯和多溴联苯的标准办法以及使用此种办法的情况。

- 样本处理和储藏；
- 样本制备（干燥、过秤、磨碎、化学浸提等）；
- 提取污染物、有机溶剂提取、制作浸出液；
- 对样本或提取物进行稀释或浓缩；
- 校准设备；
- 使用实际的分析或生物检测方法；
- 计算或确定结果；
- 报告结果。

分析过程的每一步都可采用许多方法。对每个国家来说关键是制定标准的方法并要求商业政府和研究部门的实验室使用这些方法。一般说来可用于对多氯联苯进行化学分析的方法如下：

- 薄层色谱法：一般用于土壤和油类；
- 气-液色谱法/电子俘获：一般用于空气样本；
- 填充柱气相色谱法（GC）/电子俘获：一般用于设备和溢出物产生的可能有高浓度多氯联苯的油类样本；
- 毛细管柱气相色谱法：用于被多氯联苯污染的固体和液体；
- 气相色谱法/霍尔电解电导检测：用于油类和液体（没有气相色谱法/电子俘获精确）；
- 气相色谱法/质谱法：用于确定多氯联苯个别同族体；
- 热萃取/气相色谱法/质谱法：用于土壤、废渣和固体，这是在气相色谱法/质谱法分

析前溶剂萃取的一个备选方法；

对实验室进行认证和测试是国家分析方案的另一个重要方面，所有实验室都应达到政府和国际标准化组织或实验室协会之类质量标准考核规定。

5) 装卸、收集、包装、运输和储存

装卸和运输是极其重要的步骤，因为在装卸和运输时（如为准备储存或处置时）发生溢出、泄漏或起火等危险的概率与设备正常运行时相比相等甚至更大。此外危险废物的流动受到国际协定和国内法规的严格管理，应参阅《巴塞尔公约执行手册（环境署1995a）》、《国际海上危险品准则》、海事组织2000年《国际空中运输协会危险品准则》，以及《联合国危险废物运输准则》以确定运输和越境转移危险废物的具体要求。

(a) 装卸

装卸的目标应是最大程度地减少向环境的释放和污染其他材料。此外，在可行时对此种废物与其他类废物分开装卸。建议的做法包括：

- 检查容器是否有泄漏、漏洞、生锈等现象；
- 如有可能应在温度25℃以下装卸废物，因为温度升高时挥发性会增加；
- 确保溢出防止措施到位，如发生溢出将止住液态废物；
- 在操作区域打开容器之前应在容器下面填上塑料膜或吸水垫；
- 容器内的液体应先放油，可用压缩泵和特弗龙或硅胶软管来放出液体，使用专用泵软管和圆桶来转移液体废物；
- 用布或纸巾来清除任何溢出物；
- 用煤油等溶剂对受污染的工具表面清洗三遍以去除所有残留；
- 酌情对所有吸收材料、一次性保护布和塑料膜做为废物来处理；
- 对工作人员应进行装卸危险废物正确方法的培训。

(b) 收集

PCBs废物收集场所和收集时间应与其他所有废物分开。

收集场所不能长期储存大量废物。因为即使暂时得到储存，其危害环境和人类健康的风险仍要高于分散在大片地区的少量废物。

(c) 包装

含液体的废物应以双盖钢铁圆桶作为包装。与运输相关的法规中常规定储存废物的容器应达到运输要求以便进行运输。

将液体排尽的大件设备可按原样储存，如果担心发生泄漏可放入一个大容器。盛装在

包装桶或厚塑料套内的小件设备不管是否已将液体排尽都应放入有吸附剂的圆桶中。多个小件设备可放入一个铁桶中。

圆桶和设备可放在货盘上以使用叉车移动。

所有圆桶容器和设备都应有明显的危险警告标签和介绍该设备或圆桶详细信息的标签，包括其中所装设备的件数或液体体积、废物类型、负责人姓名和联系电话号码。

(d) 运输

大多数国家对危险物品和废物的运输都制定了专门的管理制度，危险废物的越境转移受《巴塞尔公约》的管制。在国内运输危险废物的人员应具有资格认证。

(e) 储存

虽然许多国家已制定了PCBs储存的相关规定，但大多数国家还没有有关多氯三联苯和多溴联苯储存的具体技术指南。可以假定这些物质的储存要求应与PCBs相似，因为它们的性质尤其是毒性相似。各国在这些废物的安全储存方面的要求是基本类似的。

6) 无害环境的处置

(a) 预处理

如果多PCBs污染的仅是设备的一部分，则应将其与废弃的相关设备分开处置。

- 吸附和吸收

吸附是吸收和吸附过程的通称，是一种利用固体将物质从液体或气体中去除的预处理方法。

- 脱水

脱水是将待处理的废物中的部分水分去掉的一种预处理过程。脱水可用于不适合于含水废物的预处理。

- 油/水分离

油/水分离可将油相与水分开，在分开后水和油相可能都被污染，两者可能均需处理。

- pH值调整

有一些处理技术在一规定的pH值范围内特别有效，在此种情况下可利用碱、酸或二氧化碳来控制pH值，有一些技术可能要求进行pH值调整作为预处理步骤。

- 筛选

筛选作为一个预处理步骤用来将大块碎片从废物流中清除，或用于可能不适合土壤和固体废物的技术的预处理。

- 破碎

有一些技术只能处理大小在一定限度内的废物。例如，一些技术只可处理直径小于200 μm 的、受持久性有机污染物污染的固体废物，在这种情况下可使用切碎来将废物成份减小到规定的直径。切碎机在切碎污染物时可能受到污染。因此应采取防范措施以防止受到污染。

- 溶剂清洗

使用溶剂将污染物从电容器和变压器之类的电气设备中去除，也用于处理被污染的土壤和在吸附和吸收预处理时使用的吸附材料。

- 热解析

低温热解析也称作低温热挥发、热剥离和土壤焙烧，是一种现场以外的纠正技术，利用热来将挥发性和半挥发性化合物从受污染的介质中如土壤分离出来。这种工艺用于对含有PCBs的电气设备（如变压器）表面进行脱污。热解析产生的污染物需要林海外处理。

(b) 销毁和不可逆变的转换方法

应允许《巴塞尔公约》附件四A和四B规定的以下处置作业，以便对废物中所含的持久性有机污染物加以销毁和不可逆变的转换：

- 物理化学处理
- 陆上焚化
- 作为燃料（而不直接焚化）或以其他方式产生能量

含持久性有机污染物环境无害化销毁和不可逆变转换的现有的已经商业化的技术及目前处于试验阶段的技术包括：

- 碱还原法
- 碱催化分解法（BCD）
- 水泥窑混合焚烧
- 危险废物焚烧法
- 间接电化学氧化
- 等离子体电弧
- 等离子体废物转换器（PWC）

如果销毁或不可逆转的转换并不是环保的技术，而持久性有机污染物含量高于50ppm时，可考虑采用其他处置方法：

- 危险废物安全填埋

特别设计的填埋工程一般具有排水系统以回收泄漏物，并对渗滤液进行管理，以及酌情安装气体控制系统。作业许可证应包括关于可接受的废物类型、浸出液浓度、气体控制系统

监测、现场保安、封闭和封闭后具体规定。

不可进行安全填埋物质类型包括：含有易流动液体的液体和材料、空容器、爆炸物、易燃固体、遇水反应的材料、氧化剂和有机过氧化物。

7) 健康和安全的

健康和安全的有关规定由在PCBs管理方面有经验、并经过培训的专业人员制订。一般说来保护工人不受危害主要有以下三种方法：

- 避开所有可能的污染源；
- 控制污染物，以便尽量减少接触的可能；
- 使用个人防护设施。

(a) 大容量、高浓度或高风险情况

- 有大型或多台多氯联苯变压器的电力室；
- 为运输进行装卸；
- 专用（大容量）储存场地；
- 处理和处置区域；
- 表面或近表面受到PCBs污染的场址。

针对大容量、高浓度或高风险情况应制定详细的安全计划，主要包括：

- 工人应接受针对化学物理和生物危险的情况确保健康和安全的操作培训；
- 健康和安全的培训应每年均进行；
- 应定期监测空气中的多氯联苯、多氯三联苯和多溴联苯；
- 工人入场时应戴上必要的呼吸保护器具，用不可渗透的织物覆盖全身，或是穿着有头套的工作服、面罩、手套和鞋套或一整套紧身衣裤；
- 对入场或接触这些物质的工人应定期进行体检；
- 在开放的系统内装卸PCBs时，应设立一个隔离区，对工人进行清洗并去除他们的保护设备。

(b) 低容量、低浓度场址或低风险情况

- 含有低度PCBs矿物油的电力变压器或其他设备；
- 含有少量或低浓度PCBs产品（如荧光灯设备中含有多氯联苯的灯用镇流器）；
- 无意产生和释放；
- 被低浓度PCBs污染的场址、污染物不直接与工人接触的场址（如污染发生在地下或水下，但并没有开挖）；

尽管上述情况风险相对较低，但仍应采取必要的健康和安全措施，以尽可能减少接触，包括对可能接触PCBs的人员进行安全培训。

(c) 应急反应

对正在使用储存运输或放在处置场的PCBs应制订应急反应计划。

8.1.2 美国

(1) 对含PCBs废物的识别

- 小于3磅的变压器（包括液体，断路器，继电器，充油缆，镇流器），认为其中的PCBs浓度小于50 ppm；
- 1972年7月2日前生产的充满矿物油的电器设备，认为其中的PCBs浓度在50–500 ppm之间；
- 1972年7月2日前生产的配电变压器，认为其中含PCBs；
- 1972年7月2日后生产的配电变压器，如果没有生产日期，则认为其含PCBs；
- 1979年7月2日前生产的变压器，如果其中有多于3磅的不同于矿物油以外的液体、浓度明确且>500 ppm，则认为是含PCBs变压器；
- 1979年7月2日前生产的电容器，若不能确认其含量大于500 ppm，则认为不是PCBs废物。

(2) PCBs相关定义

1) 电容器

小电容：含有稀释液小于1.36 kg。

大型高压电容：含有稀释液超过1.36 kg，并且工作电压在2000 V或以上（DC&AC）。

大型低压电容：含有稀释液超过1.36 kg，并且工作电压在2000 V以下（DC&AC）。

2) 荧光灯镇流器

含有电容，其稀释液的量为0.1 kg或者更少。

3) PCBs矿物油变压器：

变压器中PCBs矿物油含量超过500 ppm。

4) 含PCBs设备：

不只是用来储存PCBs的设备，也包括含有或者直接跟PCBs接触的设备，包括：电容，变压，电力马达，真空泵，管道和其它人造装置。

5) PCBs包装

包装物，其中含有PCBs装置和设备，但是包装的表面并未和PCBs装置直接接触。

6) PCBs容器

内含有PCBs的容器，容器的表面直接和PCBs装置接触。

7) 含PCBs大宗废物

其中的非液态矿物油含量 ≥ 50 ppm；生产PCBs的企业内的建筑物，或是用含PCBs的油漆粉刷的建筑物；废弃的含PCBs的汽车、家用电器或工业器具等。

8) PCBs电容器

电容器中PCBs矿物油含量超过500 ppm。

9) PCBs污染电器设施

变压器、电容器、断路器、自动继电器、分段隔离开关、稳压器、转换器等中的PCBs物质含量在50–500 ppm之间，或表面浓度在10–100 $\mu\text{g}/100\text{ cm}^2$ 之间（表面擦拭法检测）时。

(3) PCBs废物处置

1) PCBs液体

- PCBs物质含量 ≥ 50 ppm时，应采取焚烧的处置方式。
- PCBs物质含量在50–500 ppm之间时，可以进行如下处理：矿物绝缘油根据761.71a进入高效沸腾炉中。其它的液体可以根据761.71b进行处理。–

2) PCBs物品

- 变压器：焚烧处置。
- 电容器：生产制造过程中产生的小型的电容器应进行焚烧或填埋，其他小型电容器可以作为生活垃圾处理。

3) 含PCBs大宗废物处理

- 焚烧，与PCBs直接接触的表面可以采用热处理方法。
- 填埋，前提条件是控制浸出浓度 $<10\ \mu\text{g}/\text{L}$ 。

4) PCBs处置标准

废水：

- $<200\ \text{ppb PCBs}$ -----封闭循环中非直接接触使用，无排放。
- $<3\ \text{ppb}$ -----排入污水处理厂或直接排放可航行的水域。
- $\leq 0.5\ \text{ppb}$ -----自由排放。

有机液体或者非水溶性的无机液体处理标准： $<2\ \text{ppm PCBs}$ 。

与液体或非液态PCBs直接接触的表面无孔介质： $\leq 10\ \mu\text{g}/100\ \text{cm}^2$ 。

(4) PCBs废物贮存

1) 处理前的贮存

- 对于PCBs物质含量 ≥ 50 ppm的，不能超过1年；
- 应在具有许可制度的设施内进行贮存。

2) 贮存设施的条件

- 防雨；
- 地板有边石保护，有二倍于最大PCBs物品的体积的空间；
- 没有外排管道；
- 位于100年洪水水位上。

3) 暂存

- 30天的暂存期：无泄漏，无泄漏的容器，包含非液体的容器，采取防泄漏措施。
- 30天后对暂存的进行泄漏检测。

8.1.3 欧盟

(1) 《关于PCBs和PCT的处置指令》-96/59/EC

1) 总论

- PCBs 废物的识别与控制；
- 严格的处置许可制度，到 2010 年完成大件废物的处置。

2) 目标

- 控制 PCBs 的处置过程，完全消除隐患。

3) 定义

- PCBs: ≥ 50 mg/kg PCBs/PCT。
- 净化：替换设备中含有 PCBs 的液体。
- 处置：
 - D8 生物法；
 - D9 物化法；
 - D10 焚烧或填埋；
 - D12 确保没有污染的情况下，安全的深井储存；
 - D15 暂存。

4) 处置与无害化

- 清单里要求到 2010 年需要处理的废物；
清单：PCBs ≥ 5 dm³。

- 标识；
- 处置企业台账。

5) 转移

- 经过许可后尽快转运清单上的废物；
- 不在清单的废物，根据实际情况转运和分开收集；
- 禁止海上焚烧；
- 培养处置、无害化和储存企业的许可和责任能力。

6) 处置目标

- >500 mg/kg PCBs 强制处置，目标<50 mg/kg PCBs；
- 50–500 mg/kg PCBs 无害化处置。

7) 已经取得的成果

清单：

- 所有的国家已经提交了清单；
- 8 个国家的 PCBs> 5000 t。

大件 PCBs：

- 除马耳他、斯洛文尼亚和希腊外，大部分国家已经提交了无害化的处置方案。

小件 PCBs：

- 除马耳他、爱沙尼亚、斯洛伐克、斯洛文尼亚和西班牙外，大部分国家已经制定收集与处置方案。

(2) 其它法规

1) 《关于电子及电子废弃物的指令》-02/96/EC

- 查找范围；
- PCBs 处置技术应根据情况进行筛选。

2) 《欧盟持久性有机污染物 POPs 指令》-850/2004/EC

- 限制 PCBs 小于 50 mg/kg；
- 适合处置其它 POPs 的技术未必适用于 PCBs。

8.1.4 日本

1954–1974 年，日本共生产了约 5.9 万吨 PCBs。1972 起年禁止生产 PCBs；1974 年起禁止生产，进口和使用 PCBs。2001 年颁布了《关于特别措施促进妥善处理 PCBs 废物法案》，以促进妥善处理 PCBs 废物。2003 年通过《日本环境安全事业株式会社法》，建立完善了 PCBs

废弃物处理的框架。根据该框架，以日本环境安全事业株式会社为事业主体，在北九州市、爱知县丰田市、东京都、北海道室兰市、大阪市设置处理场，计划在 2015 年 7 月前彻底消除 PCBs 废弃物。

(1) PCBs 废物种类

PCBs 废物种类主要有变压器（图 8.1）、电容器（图 8.2）和镇流器（图 8.3）。

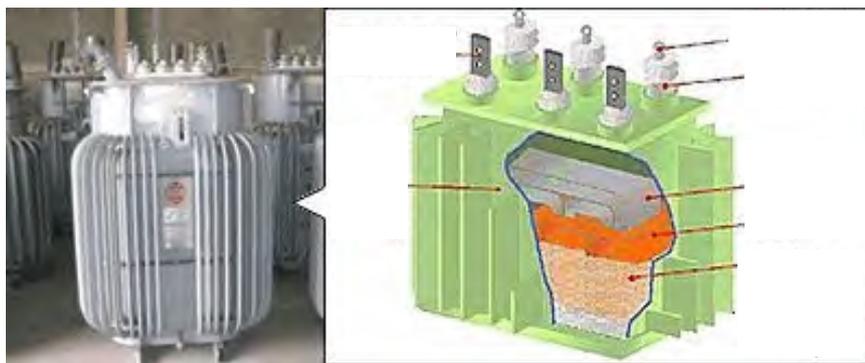


图 8.1 变压器

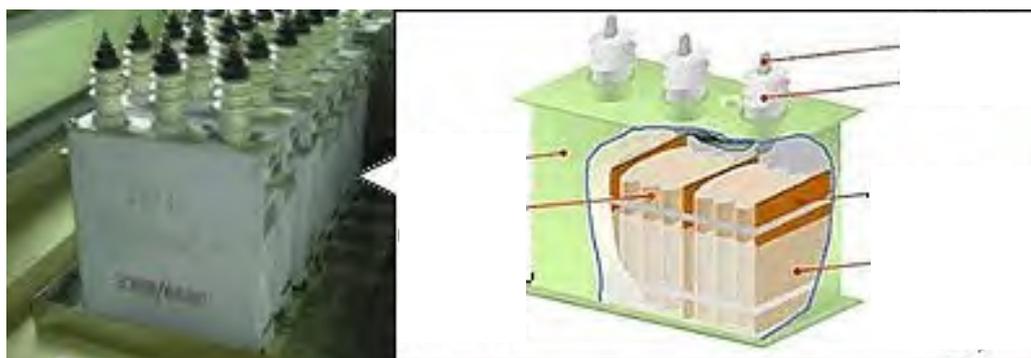


图 8.2 电容器

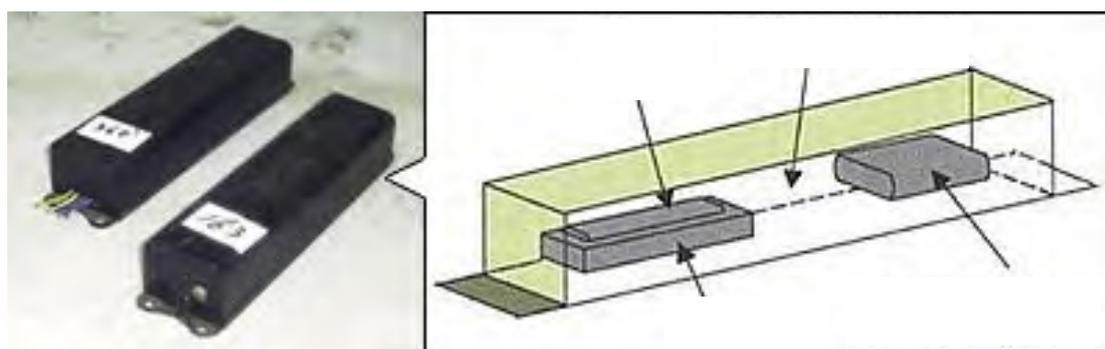


图 8.3 镇流器（1972，8 月以前生产）

(2) PCBs 管理法规

2001 年颁布了《PCBs 特别管理法》，这是专门针对 PCBs 废物处理的特别法案。该法案规定了 PCBs 废物所有人、PCBs 的制造商、中央政府及各级政府的义务，设立了处理的期限及登记和贮存的上报制度。

表 8.1 《PCBs 特别管理法》框架

| PCBs 废物持有人 | 中央和地方政府 | PCBs 制造商 |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 报告存储量 | 基本计划 | 主要义务 |
| ● 拥有人每年向地方政府报告存储量和处置量 | <ul style="list-style-type: none"> ● 制定处置 PCBs 废物的基本方案 ● 府县和政令颁布的城市必须针对中央政府的基本计划建立处置多氯联苯废物的计划 | ● 前 PCBs 制造商必须配合中央和地方政府开展工作 |
| 处理期限: 委托或亲自处置 PCBs 废物的限定日期 2016 年 7 月 | PCBs 废物现状公开 | 处置资金捐助 |
| 限制转移: 为了防止非法行为, 限制转让或转移多氯联苯废物。 | <ul style="list-style-type: none"> ● 政令颁布地区的地方长官和市长必须每年公开多氯联苯废物贮存和处置状况 | ● 多氯联苯制造商和其他团体被要求捐献多氯联苯废物处理专项基金, 以促进多氯联苯废物处理。 |
| 安全处置 | | |

(3) PCBs 收集与运输

2006年3月修订了《PCBs废物收集与运输导则》，在废物管理法的基础上规定了收集与运输的技术要求和标准。

表8.2 PCBs废物收集与运输导则

| 收集与运输 | 安全运行 | 事故应急 | 运输容器 |
|--------------|-------------|---------|----------|
| 1. 事先调查 | 1. 安全管理系统 | 1. 预防措施 | 1. 容器标准 |
| 2. 收集与运输方法制定 | 2. 相关人员安全培训 | 2. 紧急联络 | 2. 类型 |
| 3. 记号与标签 | 3. 运输路线 | 3. 紧急措施 | 3. 测试 |
| 4. 文件 | 4. 运行管理 | | 4. 挑选 |
| | 5. 报告 | | 5. 容器再利用 |
| | | | 6. 维护 |

(4) PCBs 处置标准

1970年制定的《废物处理与清扫法》，对PCBs废物提出了处置标准。

表 8.3 PCBs 废物处置标准

| 含 PCBs 废物类型 | 标准值 |
|----------------------------|-------------------------------------|
| 为了最终处置而经过中间处理的废弃物 (PCBs 油) | ≤0.5 mg/kg |
| 为了最终处置而经过中间处理的废弃物 (废酸、废碱) | ≤0.03 mg/L |
| 塑料、金属及陶瓷 | ≤0.5 mg/kg (清洗剂测试法) |
| | ≤0.1 μg/100 cm ² (表面擦拭法) |
| | ≤0.01 mg/kg (物料收集法) |
| 为了最终处置而经过中间处理的废弃物-其它 | ≤0.003 mg/L (浸出) |

8.2 与国内外现行标准相关项目比较

基于国内经济、技术等实际情况的考虑，本标准对含多氯联苯废物的类别进行了具体界定。在介绍相关处置技术的同时，也对含多氯联苯废物在清理、贮存和运输等方面所应达到的技术要求进行了具体说明。与 1991 年颁布的《含多氯联苯废物污染控制标准》（GB 13015-91）比较而言，修订标准主要在以下几方面有改进之处：

8.2.1 对废物种类的界定

国内于 1991 年颁布的《含多氯联苯废物污染控制标准》（GB13015-91）中并未对含 PCBs 废物按形态进行区分，相应处置技术的不明确使得对废物污染控制的实施具有一定的难度。本标准根据我国废物存在的主要情况，将含 PCBs 的废物依据其形态划分为七类。这种分类控制的方法能够全面考虑到国内废物的实际存在情况，保障了清理、贮存等管理办法和处置技术的有效实施，具有较强的针对性和可行性。

8.2.2 废物管理要求的相关规定

与国内于 1991 年颁布的《含多氯联苯废物污染控制标准》（GB13015-91）相比，本标准通过参照国内关于危险废物在清理、贮存和运输等方面的管理说明，从废物清理开始，对含多氯联苯废物的一系列管理方法进行了相应的规定。为了便于对含 PCBs 废物的处理处置进行全面详细的说明，修正后的标准对废物在分类、清理、收集、包装、标识、贮存、运输、处理、处置、应急以及监测等过程中应达到的技术要求进行了相应的阐述。

8.2.3 废物处置技术的相关规定

1991 年颁布的《含多氯联苯废物污染控制标准》中对含 PCBs 废物的处置规定为：

（1）多氯联苯含量在 50–500 mg/kg 的有害废物允许采用安全土地填埋技术处置，或采用高温焚烧技术处置。

（2）多氯联苯含量 >500 mg/kg 的有害废物及废电力电容器中用作浸渍剂的多氯联苯必须采用高温焚烧技术处置。

本标准改善了原标准对废物界定不严格而出现的处置技术较为单一的情况，同时基于对环境质量及人群健康等因素的考虑，不鼓励使用填埋技术，建议根据污染程度不同采用其他等效处置技术，包括热脱附、水泥窑共处置等技术。

8.2.4 与国外标准的比较

修订后的标准在参考国内外污染控制值的基础上，并对废物的清理、贮存和运输等过程中的技术要求及处置技术等方面做出了相应的规定和说明，以便对含 PCBs 废物进行更全面的污染控制。

(1) 含 PCBs 废物标准值的确定

国外主要国家对含 PCBs 废物标准值进行了严格的界定，主要如下表：

表 8.4 国外含多氯联苯废物污染控制标准值

| 国家 | 标准值 |
|---------|---------------------------------|
| 美国 | 50 mg/kg 或者 1 mg/m ² |
| 加拿大 | 50 mg/kg 或者 1 mg/m ² |
| 比利时 | 50 mg/kg |
| 德国 | 50 mg/kg |
| POPs 公约 | 50 mg/kg |

本标准对于含多氯联苯废物的定义引用了《国家危险废物名录》的相关内容，其中污染控制标准值界定为 50 mg/kg，与国外主要发达国家水平相同，并且包括了其它不需要鉴别的含多氯联苯的危险废物。

(2) 处置技术的选择

从我国现有的实际情况角度出发，通过分析当前各个国家关于含 PCBs 废物的处置情况，并在充分考虑技术可操作性和经济合理性的前提下，该标准规定了我国含 PCBs 废物在不同浓度分布范围内所应遵循的处置技术，同时对含量小于 50 mg/kg 废物的管理方式也进行了说明和补充。

与《美国联邦法典》第 40 篇 761 章中对各种含 PCBs 废物的处置情况相比而言，我国经修订后的标准从保护环境的角度出发，不鼓励使用安全填埋处置技术，建议根据污染程度不同采用其他等效处置技术，如高温焚烧、热脱附等技术对含 PCBs 废物进行处理处置。这些处置技术的补充加强了我国对含 PCBs 废物的污染控制，在对人类健康和环境生态的保护等方面发挥了重要作用。

表 8.5 美国关于含 PCBs 废物处置方法

| 类型 | 焚烧炉 | 高效锅炉 | 化学废物 填埋 | 市政固体 废物填埋 | 说明 |
|---------------------------------|-----|------|------------|--------------|----|
| PCBs 油 (≥ 50 mg/kg) | S | N | N | N | |
| 含 PCBs 矿物油 (50-500 mg/kg) | S | S | S | N | |
| 其他含 PCBs 的绝缘液体介质 (50-500 mg/kg) | S | S | S | N | |
| 垃圾、木材、碎布等 | S | S | S | N | |

| | | | | | |
|----------------------------------------------|---|---|---|---|----------------------------------------|
| (≥ 50 mg/kg) | | | | | |
| 工业淤泥和泥浆 | S | S | S | N | |
| 变压器 | S | N | S | N | |
| 大型电容器（绝缘油的 PCBs 含量大于 3 磅）（50–500 mg/kg） | S | S | S | N | |
| 大型电容器（绝缘油的 PCBs 含量大于 3 磅）（ ≥ 500 mg/kg） | S | N | S | N | |
| 其它受 PCBs 污染的电力设备（如发动机、电压调节器） | S | S | S | S | 处置前应排出 PCBs 液体 |
| PCBs 容器（表面与 PCBs 有直接接触的物品） | S | N | S | S | 将内部 PCBs 液体排出后可按照市政固体废物进行处理，经溶剂清洗后回收利用 |

注：S 代表应该选择的处置方法；N 代表不允许选择的处置方法

9 实施本标准的环境、社会效益和成本分析

本标准的实施将带动环境状况的提高，并对社会和经济效益产生正向影响。

9.1 实施本标准的环境效益分析

为了实现《POPs 公约》要求，本标准在《含多氯联苯污染控制标准》（GB13015-91）基础上进行修订，增加了对含 PCBs 废物全过程管理的技术要求，对含 PCBs 废物的清理过程及其标准、储存运输等过程均做出明确规定，以保证 PCBs 废物无害化处置过程中不产生二次污染。结合国内现有处理处置水平，提出合理的处理处置技术方法，消减含 PCBs 废弃物，降低 PCBs 环境污染水平。

修订后的标准规定了含 PCBs 废物按形态分类标准，有利于其分类处置。通过对国内外对含 PCBs 废物的处置技术的比较分析，并在充分考虑国内依照国际要求的 BAT 和 BEP 基础上，修订后的标准中不鼓励采用土地填埋技术处置含 PCBs 废物，可利用焚烧方法进行处置，或者根据污染程度不同采用其他等效处置技术。直接对 PCBs 废物进行填埋处置，会对填埋场的安全运行将会产生极大的安全隐患。

根据污染程度不同选择可行的处置方法，这些处置技术的补充必然提高我国对含 PCBs 废物的污染控制技术水平，促进我国含 PCBs 废物无害化处置技术与国际接轨，不仅可以对 PCBs 污染物原位处置，还有利于挖掘现场的回填和恢复，极大降低运输等过程中带来的环境风险隐患，降低 PCBs 污染物处置过程中的环境风险。

9.2 实施本标准的社会影响分析

含 PCBs 废物的处置可以改善 PCBs 的污染水平，预期具有较高经济效率，同时公众也可以享有很好的生活品质。下表展示了定性分析结果，给出了社会经济各指标随着含 PCBs 废物削减和处置产生变化的方向和规模。

表 9.1 含 PCBs 废物削减处置的社会经济影响

| 利益相关者 | 经济效率 | 经济发展 | | 竞争力 | 生活的社会品质 | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------|------|-----|-----|---------|------|------|
| | | GDP | 就业 | | 公众感知 | 环境公平 | 健康效果 |
| 全国范围 | + | ++ | ++ | ++ | + | +++ | +++ |
| 政府 | NA | - | + | NA | NA | NA | NA |
| 负责查找单位 | NA | --- | ++ | NA | NA | NA | NA |
| 处置技术、设备的生产者 | NA | + | + | + | NA | NA | NA |
| 提供处置服务者 | NA | + | + | + | NA | NA | NA |
| 农业、渔业、食品 | NA | +++ | +++ | +++ | NA | NA | NA |
| 公众 | NA | NA | + | NA | + | +++ | +++ |
| 等级量表: 影响方向为正向(+)或负向(-)或中立(Φ); 影响程度为高(+++或---)、中等(++或--)或低(+或-), NA 表示不适用。 | | | | | | | |

经济发展: 含 PCBs 废弃物的处置需要政府制定或修订相关的规章制度而增加管理职能，因此创造了一定的就业机会；同时，由于政府开支的增加使资金机会成本存在，GDP 表现为潜在的低负向(-)影响。负责查找含 PCBs 废弃物的单位因查找效果的不确定性可能导致较高的查找成本，GDP 影响表现为中等负向(--)；同时，需要投入较多人力使就业表现为中等正向(++)影响。PCBs 废物处置的技术、设备和服务需求的不确定性仅使 GDP 和就业表现为低正向(+)影响。而废弃 PCBs 的泄漏会对具有较大规模的农业、渔业、食品业形成非常严重的危害，因此含 PCBs 废弃物的削减所带给它们的效益将是非常巨大的，对 GDP 和就业的影响都表现为高正向(+++)。此外，公众健康的改善增强了就业能力，因此劳动力影响表现为低正向(+)。在全国范围内，含 PCBs 废弃物的削减对经济发展、GDP 和就业的影响均表现为中等正向(++)。

经济效率: 政府对含 PCBs 废弃物的处置需支付数量较小的相关规章制定或修订的成本

和管理成本；负责查找含 PCBs 废弃物的单位需支出较大规模的成本；含 PCBs 废弃物的处置可以扩大处置技术、设备和服务的市场需求，从而使处置技术拥有者、设备生产者和服务提供者得到较高收益；含 PCBs 废弃物的处置降低农业、渔业对 PCBs 的环境暴露风险，使农业、渔业产品质量及其它食品质量获得改善，表现为高正向收益；含 PCBs 废弃物的处置可以极大地改善人体健康，具有显著的净效益。总体来说，含 PCBs 废弃物处置的经济效率表现为低正向（+）。

竞争力：由于含 PCBs 废弃物处置技术拥有者、设备生产者和服务提供者的市场需求存在较大不确定性，其竞争力表现为低正向（+）。农业、渔业和食品业因含 PCBs 废弃物处置可以加速该类产业绿色标志的建设，使其竞争力显示高正向（+++）。从全国范围来看，含 PCBs 废弃物处置可以对相关企业的竞争力带来中等正向（++）影响。

生活品质：在含 PCBs 废物处置过程中，公众对 PCBs 污染水平改善的积极态度表现为低正向（+）；环境 PCBs 污染水平的改善可以大大降低污染源附近居民的生存风险，环境公正影响表现为高正向（+++）。环境中 PCBs 污染水平的改善会大大降低敏感人群的发病率和死亡率，因此其对健康效果的影响是高正向（+++）。

含 PCBs 废弃物处置中清单调查成本是一项较大的支出，同时环境暴露风险更高。从经济效率指标的角度，效益仍然高于成本；从经济发展指标的角度，削减活动会对 GDP 和就业做出正向的贡献，同时也会增强过去一些受损产业的竞争力；从生活品质的指标来看，伴随着含 PCBs 废弃物的减少或消除，公众感知、环境公平和健康效果都会得到改善。

9.3 实施本标准的成本分析

根据我国现存各类含 PCBs 废物的现状，对全国 32 个省、直辖市、自治区处理费用来初步进行估算，对比实施《含多氯联苯废物污染控制标准》（GB13015-91）与实施本标准的所需费用情况。

实施《含多氯联苯废物污染控制标准》（GB13015-91）主要为处置 PCBs 浓度高于 50 mg/kg 的含多氯联苯废物的处置。《含多氯联苯废物污染控制标准》（GB13015-91）规定含量 ≥ 50 – ≤ 500 mg/kg 的允许采用安全土地填埋技术处置，或采用高温焚烧处置，含量 > 500 mg/kg 的须采用高温焚烧技术处置。据此估算实施 GB13015-91 标准费用如下：

表 9.2 实施《含多氯联苯废物污染控制标准》（GB 13015-91）费用估算

| 序号 | 类型 | 存量（吨） | 处置方式 | 单位处置成本（元/吨） | 总费用（万元） |
|----|--------|-------|------|-------------|---------|
| 1 | 低浓度污染物 | 20000 | 填埋 | 4500 | 9000 |

| | | | | | |
|---|---------------------------|--------|------|------|--------|
| 2 | 重度污染物 | 40000 | 高温焚烧 | 3000 | 12000 |
| 3 | 污染土壤 | 600000 | 高温焚烧 | 3000 | 180000 |
| 4 | 不可预见费（针对区域性 PCBs 污染事件的消除） | | | | 20000 |
| 5 | 合计 | | | | 221000 |

实施本标准涉及的费用主要包括以下几个方面：PCB 相关污染控制技术开发与引进、历史封存废旧含 PCB 电力装置场地的查找以及含 PCBs 废物处理费用。估算情况如下表：

表 9.3 实施本标准费用估算

| 序号 | 用途 | 总投资估算 | 备注 |
|----|---------------------------|--------|---------------------|
| | | (万元) | (总投资估算说明) |
| 1 | PCB 相关污染控制技术开发与引进 | 5000 | - |
| 2 | 贮存点的查找与清理 | 139500 | 300 万/点×30 个/省×31 省 |
| 3 | PCBs 废物焚烧处置 | 18000 | 0.3 万元/吨×6 万吨 |
| 4 | 污染土壤（热脱附或焚烧） | 180000 | 0.3 万元/吨×60 万吨 |
| 5 | 不可预见费（针对区域性 PCBs 污染事件的消除） | 20000 | - |
| 6 | 合计 | 362500 | - |

通过以上对比，含 PCBs 废物处理处置执行本标准费用相对比执行《含多氯联苯废物污染控制标准》（GB13015-91）费用大约高出 14 亿元人民币，主要支出于历史封存点的查找与清理。

10 对实施本标准的建议

10.1 本标准实施建议

执行本标准相对比执行《含多氯联苯废物污染控制标准》（GB13015-91）费用大约高出 14 亿元人民币，主要支出于历史封存点的查找与清理。因此在污染物现场清理、处置方案筛选和最终处置技术方案实施过程中需要当地环境主管部门加强监管。

10.2 下一步修订建议

国内外针对含多氯联苯废物的处置技术主要包括高温焚烧、热脱附等技术，随着科技的发展，新兴的处置技术也会逐渐露出水面。今后本标准的修订工作可以在相关实践经验和和技术发展的基础上进行完善，增加处置技术筛选、完善监测技术。

10.3 与本标准实施相关的科研项目建设

《POPs 公约》明确提出削减处置 PCBs，并规定缔约方应禁止和/或采取必要的法律和行政措施，以消除生产和使用。在本标准实施过程中，需要国家相关职能部门加大针对含多氯联苯废物的处置技术的研究投入，并根据我国含多氯联苯废物的特点，开发具有自主知识产权的处置技术与设备。