

固体废物环境管理丛书
GUTI FEIWU HUANJING GUANLI CONGSU

危险废物处理与处置

WEIXIAN FEIWU CHULI YU CHUZH

总 主 编 陈昆柏 郭春霞
本册主编 陈昆柏 郭春霞



中原出版传媒集团
大地传媒

河南科学技术出版社

固体废物环境管理丛书

GUTI FEIWU HUANJING GUANLI CONGSHU

危险废物处理与处置

WEIXIAN FEIWU CHULI YU CHUZH

总 主 编 陈昆柏 郭春霞
本册主编 陈昆柏 郭春霞

河南科学技术出版社

· 郑州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

危险废物处理与处置/陈昆柏, 郭春霞主编. —郑州: 河南科学技术出版社, 2017. 1

(固体废物环境管理丛书)

ISBN 978-7-5349-8435-8

I. ①危… II. ①陈… ②郭… III. ①危险物品管理-废物处理
IV. ①X7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 324908 号

出版发行: 河南科学技术出版社

地址: 郑州市经五路 66 号 邮编: 450002

电话: (0371) 65788859 65788686

网址: www.hnstp.cn

策划编辑: 李肖胜 冯俊杰

责任编辑: 邓 珺

责任校对: 王晓红 马晓灿

封面设计: 张 伟

版式设计: 栾亚平

责任印制: 张艳芳

印 刷: 河南新华印刷集团有限公司

经 销: 全国新华书店

幅面尺寸: 185 mm×260 mm 印张: 24.75 字数: 498 千字

版 次: 2017 年 5 月第 1 版 2017 年 5 月第 1 次印刷

定 价: 170.00 元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与出版社联系并调换。

“固体废物环境管理丛书”

编委会

- 主 任** 储亚平（河南省人大常委会副主任）
- 副主任** 王 群（河南省人大环境与资源保护委员会原主任）
郭豫生（中原大地传媒股份有限公司总经理）
- 编 委** 陈昆柏（浙江博世华环保科技有限公司董事长）
全 浩（中国环境科学学会固体废物分会名誉会长）
耿相新（中原大地传媒股份有限公司总编辑）
赵由才（同济大学教授、博士生导师）
冯建勋（河南省人大环境与资源保护委员会副巡视员）
黄启飞（中国环境科学研究院研究员、博士生导师）
郭春霞（河南省固体废物管理中心副主任）
黄朝雄（中国光大绿色环保有限公司投资发展部总经理）
李顺灵（河南金谷环保工程设备有限公司董事长）
钱云才（中环信环境股份有限公司董事长）
李肖胜（河南科学技术出版社有限公司副总编辑）

总 主 编 陈昆柏 郭春霞

参编人员 （按姓氏笔画排序）

马腾才 王 翌 卢洪波 田 晖 李世义
杨玉飞 杨春平 况 武 张向前 金 均
郝永利 温俊明 薛智勇 魏贵臣

《危险废物处理与处置》 编委会

主 编 陈昆柏 郭春霞

副主编 高全喜 吴 玮 冯 猛

编写人员 (按姓氏笔画排序)

马嘉伟	王成勇	王兆阳	田宝虎	田薇薇
李 光	李 超	李艳儿	张 明	张 莉
张相阳	陆 彬	陈 宝	陈 琳	金旭平
赵怡阳	段德超	姚黄丽	徐 辰	郭春霞
董 畅	廖晓峰			

总 序 言

环境污染已成为人类社会面临的重大威胁，为了更好地控制和解决环境污染问题，我国已将环境保护列为基本国策。尤其是党的十八大以来，生态文明建设受到党中央、国务院高度重视，体现了党和政府对新世纪、新阶段我国发展呈现的一系列阶段性特征的科学判断和对人类社会发​​展规律的深刻把握，是对人类文明发展理论的丰富和完善，是对人与自然和谐发展的深刻洞察，是实现我国全面建成小康社会宏伟目标的基本要求，也是对日益严峻的环境问题国际化主动承担大国责任的庄严承诺。

固体废物是主要的环境污染源。生活垃圾、农业固体废物、工业固体废物特别是危险废物除了直接污染外，还经常以水、大气和土壤为媒介污染环境，并且对人体健康也造成严重危害。为了让更多人了解固体废物环境管理方面的法规政策、工程技术和基本知识，帮助环境管理人员、行业从业人员、大学生、环保爱好者等解决工作、学习、生活之需要，真正实现固体废物的“减量化、资源化、无害化”，变有害为有利，上市文化企业——中原大地传媒股份有限公司的全资子公司河南科学技术出版社有限公司联合全国各地的科研院所、高校和企业界专家编写和出版了“固体废物环境管理丛书”，体现了出版社、行业专家和企业家的社会责任感，这一项目不但填补了国内固体废物环境管理领域的空白，而且对我国今后固体废物环境管理知识普及、科学处理和处置具有指导意义。

该丛书根据固体废物的类型及目前国内最新成熟技术编写，具体分为《固体废物鉴别与管理》《重金属污染项目环境监理》《生活垃圾处理与处置》《建筑垃圾处理与处置》《危险废物处理与处置》《污泥处理与处置》《传染性固体废物处理与处置》《农业固体废物处理与处置》《工业固体废物处理与处置》《电子废物处理与处置》《环境工程项目管理》《污染场地调

查与修复》《火电厂废烟气脱硝催化剂处理与处置》《等离子体技术与固体废物处理》《固体废物环境管理法规汇编》等十五个分册。

这套丛书根据各类固体废物的来源、特性、危害等，详细介绍了如何进行行业管理，如何防控污染，如何把成熟的处理处置技术应用到项目工程上，以最大限度地减少和控制固体废物造成的环境污染。全国近 200 名专家学者和企业家在收集和参考了大量国内外资料的基础上，结合自己的研究成果和实际操作经验，编写了这套具有内容广泛、结构严谨、实用性强、新颖易读等特点的丛书，具有较高的学术水平和环保科普价值，是一套贴近实际、层次清晰、可操作性强的知识性读物，适于从事固体废物管理、固体废物处理施工、技术研发、培训教学等人员阅读参考。相信该丛书的出版对我国固体废物的环境管理、环境教育、污染防治、资源利用、无害化处置等工作会起到一定的促进作用。

全国人大环境与资源保护委员会副主任委员
中国工程院院士 中国环境科学研究院院长



2016 年 7 月

前 言

危险废物是指列入国家危险废物名录或者根据国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法认定的具有危险特性的固体废物。危险废物具有毒性、腐蚀性、易燃性、易爆性、反应性、感染性等一种或几种危害特性。这些危险特性对自然环境和人类健康具有即时或潜在的威胁，一旦处置不当，其中的有毒有害物质如重金属、化学物质、病原微生物等，不仅会造成直接的危害，还会在土壤、水体、大气等自然环境中迁移、滞留、转化，污染土壤、水体、大气等人类赖以生存的生态环境，从而最终影响到生态和健康。

随着我国经济的迅速发展，各种资源大量消耗，产品的更新换代步伐加快，危险废物的产生量呈逐年上升趋势。同时，由于危险废物利用处置设施有限，导致大量危险废物长期堆放、无序排放以及非法转移。危险废物的随意处理与不合理处置，将引发各种环境污染事件，破坏生态环境，影响人类健康，并制约经济可持续发展。

加强危险废物的规范化管理与污染防治，实现危险废物的无害化处理与处置，减少危险废物对生态环境与人类健康的影响，是世界各国面临的重大课题。国内外已在危险废物的管理、综合利用与处理处置方面进行了很多探索，有了一定的相关理论及实践经验。

本书共分 10 章，在编写过程中遵循全过程管理的原则，全面系统地阐述了危险废物的定义、来源、分类、特性、危害和管理，详细地总结了危险废物的处理与处置技术等。

本书具备该系列丛书的四大特点：

(1) 新颖性。本书从全过程角度出发，对国内外关于危险废物管理与处理处置的理论和实践进行了总结，并介绍了危险废物的应急预案编制和应急处置方法，精选了具有代表性的工程案例供读者参考和学习。

(2) 实践性。本书在阐述理论知识的同时，吸纳并提炼了众多相关书籍和经验丰富工程人员的实践经验，使本书内容颇具可操作性和可复制性。

(3) 系统性。本书以危险废物处理与处置为轴心，从全过程角度出发，对其定义、来源、分类、特性、管理、收集运输、物化处理技术、综合利用、焚烧处置技术、填埋处置技术和应急处置等展开了系统的论述与总结，结构紧凑完整，内容丰富。

(4) 通俗性。本书定义为工具书、教科书，在创作过程中，着重考虑了读者的喜好和要求，力争使各类读者均有所收获。因此，本书在编写时尽可能使用通俗的语言和简洁的表达方式，同时附以直观图片、表格来阐述问题。

在本书的编写过程中学习和参考了大量相关著作、教材和文献，在此谨向有关作者深表谢意。限于编者知识水平和工程经验有限，书中不当之处在所难免，敬请专家学者、广大师生和读者批评指正，以利于本书的不断完善。

编者

2016年7月于杭州

目 录

第 1 章 总论	(1)
1.1 危险废物的定义	(1)
1.2 危险废物的来源与分类	(3)
1.2.1 危险废物的来源	(3)
1.2.2 危险废物的分类	(7)
1.3 危险废物的特性	(10)
1.3.1 腐蚀性	(11)
1.3.2 毒性	(11)
1.3.3 易燃性	(11)
1.3.4 反应性	(12)
1.3.5 感染性	(12)
1.3.6 急性毒性	(12)
1.4 危险废物的危害	(12)
1.4.1 对大气环境的污染	(13)
1.4.2 对土壤环境的影响	(13)
1.4.3 对水体的影响	(13)
1.5 危险废物处理处置现状	(14)
1.5.1 数量相对集中且分布广泛	(14)
1.5.2 综合利用处置水平低	(15)
1.5.3 危险废物与一般固体废物混合	(16)
1.5.4 对环境的污染日益严重	(16)
第 2 章 危险废物管理	(17)
2.1 危险废物的鉴别	(17)
2.1.1 危险废物的鉴别程序	(18)
2.1.2 危险废物的鉴别方法	(20)

2.2	危险废物的管理机构	(23)
2.2.1	国务院、地方人民政府有关部门	(24)
2.2.2	各级环境保护主管部门	(24)
2.2.3	各级固体废物管理中心	(25)
2.3	危险废物管理制度	(26)
2.3.1	危险废物名录制度	(26)
2.3.2	危险废物申报登记制度	(27)
2.3.3	危险废物统一鉴别标准、鉴别方法和识别标志 制度	(29)
2.3.4	危险废物产生者处置、强制处置、代行处置和 集中处置制度	(30)
2.3.5	危险废物排污收费制度	(31)
2.3.6	收集、贮存、处置危险废物经营许可证制度	(31)
2.3.7	危险废物转移联单制度	(33)
2.3.8	资料保管制度	(35)
2.3.9	处置设施关闭后的管理制度	(36)
2.3.10	控制危险废物进出口制度	(36)
2.4	危险废物管理的法规及标准	(36)
2.4.1	国家法律	(36)
2.4.2	行政法规、规范性文件	(38)
2.4.3	部门规章、规范性文件	(38)
2.4.4	地方性法规、行政规章及其规范性文件	(38)
2.4.5	环境政策、标准	(38)
2.4.6	国际公约	(39)
2.5	危险废物管理的技术经济政策	(39)
2.5.1	危险废物管理的技术政策	(39)
2.5.2	危险废物管理的经济政策	(41)
第3章	危险废物的收集、贮存与运输	(43)
3.1	危险废物的收集	(43)
3.1.1	危险废物收集的相关法规和技术政策	(43)
3.1.2	危险废物的收集容器	(45)
3.1.3	危险废物的收集与转运过程	(47)
3.1.4	收集包装要求	(49)

3.2	危险废物的贮存	(49)
3.2.1	一般要求	(49)
3.2.2	对贮存容器的要求	(50)
3.2.3	贮存设施的选址与设计原则	(51)
3.2.4	危险废物贮存设施的运行与管理	(53)
3.2.5	贮存设施的安全防护与监测	(54)
3.2.6	贮存设施的关闭	(55)
3.2.7	不明废弃物的识别与管理	(55)
3.3	危险废物的运输	(56)
3.3.1	危险废物运输的相关法规和技术政策	(56)
3.3.2	危险废物的运输包装	(57)
3.3.3	危险废物运输的技术要求	(63)
3.3.4	危险废物不同运输方式的要求	(66)
3.3.5	危险废物运输的管理	(70)
第4章	危险废物物化处理技术	(72)
4.1	危险废物分选与破碎	(72)
4.1.1	危险废物分选	(72)
4.1.2	危险废物破碎	(86)
4.2	沉淀及絮凝	(101)
4.3	化学氧化与还原	(102)
4.3.1	化学氧化	(102)
4.3.2	化学还原	(104)
4.4	重金属沉淀处理	(104)
4.5	中和技术	(104)
4.6	油水分离技术	(105)
4.7	蒸馏技术	(106)
4.8	萃取技术	(106)
第5章	危险废物综合利用技术	(108)
5.1	贵金属回收技术	(108)
5.1.1	电解工业阳极泥	(109)
5.1.2	废催化剂污泥	(109)
5.1.3	感光材料污泥	(110)
5.2	废油回收技术	(112)

5.2.1	废矿物油的来源及其性质	(112)
5.2.2	废油精炼再生	(114)
5.2.3	循环再利用	(119)
5.2.4	废油的处置	(122)
5.3	废溶剂回收技术	(122)
5.3.1	蒸馏法回收废有机溶剂	(123)
5.3.2	溶剂萃取法回收苯酚、卤代烃类有机溶剂 ...	(123)
5.3.3	活性炭吸附法回收卤代烃类及酚、酮、酯、醇类有机溶剂	(124)
5.3.4	废碱液中有机溶剂回收技术	(124)
5.3.5	超滤法回收石油催化重整中有机溶剂	(125)
5.4	活性炭再生技术	(125)
5.4.1	传统活性炭再生技术	(126)
5.4.2	活性炭再生新技术	(127)
第6章	危险废物固化/稳定化技术	(130)
6.1	固化/稳定化技术发展的历史	(130)
6.2	固化/稳定化的定义和方法	(131)
6.2.1	固化/稳定化的途径	(132)
6.2.2	固化/稳定化处理的基本要求	(132)
6.3	固化/稳定化技术工艺	(133)
6.3.1	无机材料固化/稳定化工艺	(134)
6.3.2	塑性材料固化/稳定化工艺	(150)
6.3.3	药剂稳定化处理技术	(153)
6.4	固化/稳定化产物性能的评价方法	(158)
第7章	危险废物焚烧处置技术	(161)
7.1	概述	(161)
7.1.1	焚烧预处理技术简介	(162)
7.1.2	焚烧炉的类型	(163)
7.1.3	可焚烧危险废物	(164)
7.1.4	焚烧处理技术指标	(164)
7.1.5	烟气有害物质排放浓度指标	(166)
7.2	焚烧基本理论	(167)
7.2.1	焚烧的基本概念	(167)

7.2.2	焚烧过程	(170)
7.2.3	废物的燃烧方式	(174)
7.2.4	焚烧的影响因素	(175)
7.3	焚烧污染物的产生机制	(180)
7.3.1	颗粒物	(180)
7.3.2	一氧化碳	(182)
7.3.3	酸性气体	(182)
7.3.4	氮氧化物	(182)
7.3.5	重金属	(184)
7.3.6	二噁英与呋喃	(186)
7.4	焚烧过程平衡分析与计算	(187)
7.4.1	能量平衡分析计算	(188)
7.4.2	焚烧过程的化学平衡	(192)
7.4.3	主要焚烧参数计算	(193)
7.5	焚烧炉	(199)
7.5.1	炉床焚烧炉	(200)
7.5.2	流化床焚烧炉	(203)
7.5.3	液体喷射炉	(207)
7.5.4	二燃室与紧急排放烟囱	(212)
7.6	焚烧炉设计的基本原则	(213)
7.6.1	废物焚烧炉设计的基本原则	(213)
7.6.2	回转窑焚烧炉的设计及运转准则	(219)
7.6.3	流化床焚烧炉的设计及运转准则	(221)
7.6.4	物料平衡与热平衡算例	(222)
7.7	烟气冷却与热回收	(228)
7.7.1	废气冷却方式	(228)
7.7.2	余热利用方式	(229)
7.7.3	冷却与余热利用设备	(230)
7.8	焚烧烟气的净化处理技术	(232)
7.8.1	概述	(232)
7.8.2	处理的基本方式	(233)
7.8.3	烟气中灰尘的去除技术	(234)
7.8.4	烟气中酸性气体脱除技术	(239)

7.8.5	重金属脱除及控制技术	(241)
7.8.6	NO _x 控制技术	(242)
7.8.7	二噁英控制技术	(243)
7.8.8	除雾器	(243)
7.9	危险废物焚烧设施的系统组成与总体设计	(245)
7.9.1	危险废物焚烧设施的系统组成	(245)
7.9.2	危险废物焚烧厂的总体设计	(254)
第8章	危险废物填埋处置技术	(257)
8.1	危险废物填埋处置基本情况	(257)
8.1.1	多重屏障原理	(257)
8.1.2	安全填埋场的功能	(258)
8.1.3	固体废物填埋场的分类	(259)
8.1.4	安全填埋场系统的组成	(260)
8.1.5	进场废物的要求	(260)
8.2	安全填埋场选址与评价	(262)
8.2.1	安全填埋场选址的有关标准	(262)
8.2.2	选址的准则	(262)
8.2.3	选址的程序与方法	(264)
8.3	环境影响评价	(267)
8.3.1	安全填埋场的主要环境影响	(267)
8.3.2	评价的主要工作内容	(267)
8.3.3	评价技术原则	(268)
8.4	安全填埋场衬层系统	(276)
8.4.1	衬层系统的分类	(276)
8.4.2	渗滤液收集系统	(280)
8.4.3	衬层材料	(282)
8.5	渗滤液控制系统	(288)
8.5.1	渗滤液的来源与影响因素	(288)
8.5.2	安全填埋场渗滤液的水质特性与影响因素	(289)
8.5.3	渗滤液控制系统	(291)
8.5.4	安全填埋场渗滤液的处理	(297)
8.6	填埋气体的产生与导排	(298)
8.6.1	填埋气体的产生	(298)

8.6.2	填埋气体的收集与导排	(299)
8.7	填埋工艺	(304)
8.7.1	填埋工艺分类	(304)
8.7.2	填埋工艺的影响因素	(306)
8.7.3	填埋工艺原则	(306)
8.8	最终覆盖层	(307)
8.8.1	覆盖层概述	(307)
8.8.2	最终覆盖系统的组成	(308)
8.8.3	覆盖层运行	(309)
8.8.4	地表水控制	(310)
8.9	填埋场的环境监测	(311)
8.9.1	环境监测的分类	(311)
8.9.2	监测内容	(312)
8.10	填埋场总体布置与初步设计	(313)
第9章	危险废物应急处置	(318)
9.1	危险废物应急预案的编制	(318)
9.1.1	原则要求	(318)
9.1.2	基本框架	(319)
9.1.3	应急预案保证措施	(323)
9.1.4	编制步骤	(324)
9.1.5	文本格式要求	(325)
9.2	危险废物应急处置方法	(325)
9.2.1	爆炸性危险废物的处置	(326)
9.2.2	压缩气体和液化气体危险废物的处置	(326)
9.2.3	易燃液体泄漏物的处置	(326)
9.2.4	易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品泄漏物的 处置	(327)
9.2.5	氧化剂和有机过氧化物泄漏物的处置	(327)
9.2.6	有毒品泄漏的处置	(327)
9.2.7	放射性物品泄漏物的处置	(328)
9.2.8	腐蚀品泄漏物的处置	(328)
第10章	工程案例	(330)
10.1	危险废物焚烧处置案例	(330)

10.1.1	项目概况	(330)
10.1.2	设计规模和物料性质	(330)
10.1.3	焚烧处理工艺	(331)
10.2	危险废物填埋处置案例	(335)
10.2.1	项目概况	(335)
10.2.2	项目建设内容及规模	(335)
10.2.3	某市危险废弃物分析	(336)
10.2.4	库容及使用年限	(336)
10.2.5	填埋物入场条件	(336)
10.2.6	填埋作业工艺流程	(338)
10.2.7	附图	(341)
附录		(342)
国家危险废物名录		(344)
危险废物豁免管理清单		(374)