

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

工业固体废物 处理与处置

GONGYE GUTI FEIWU CHULI YU CHUZH

总 主 编 陈昆柏 郭春霞
本册主编 杨春平 吕 黎



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

工业固体废物 处理与处置

GONGYE GUTI FEIWU CHULI YU CHUZH

总 主 编 陈昆柏 郭春霞
本册主编 杨春平 吕 黎

河南科学技术出版社

· 郑州 ·

图书在版编目(CIP)数据

工业固体废物处理与处置/杨春平,吕黎主编. —郑州:河南科学技术出版社,2017.6

(固体废物环境管理丛书)

ISBN 978-7-5349-7563-9

I. ①工… II. ①杨… ②吕… III. ①工业固体废物-固体废物处理 IV. ①X705

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 327069 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) 65737028

网址:www.hnstp.cn

策划编辑:李肖胜 冯俊杰

责任编辑:冯俊杰

责任校对:张娇娇 司丽艳

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:28.5 字数:530 千字

版次:2017年6月第1版 2017年6月第1次印刷

定价:180.00 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

《工业固体废物处理与处置》 编委会

主 编	杨春平	吕 黎			
副主编	程 燕	何慧军	李惠茹	李翔	
编写人员	仇 璐	文 珊	龙智勇	代传花	吕 黎
	朱灿耀	向海弘	刘文灿	严 洲	李 翔
	李惠茹	杨春平	吴少华	何慧军	邵京京
	罗 乐	周 振	钱 慧	高全喜	涂燕红
	彭志雄	程 燕	焦盼盼	魏赛楠	

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《固体废物环境管理法规汇编》《固体废物鉴别与管理》《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》《重金属污染项目环境监理》《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》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原院长



2016 年 12 月

前 言

工业的快速发展，导致了工业固体废物的产生量大幅增加。人们生活水平和环保要求的提高，推动了工业固体废物处理与资源化技术的研发和应用。本书以工业固体废物处理与资源化技术为主线，以这些技术在主要工业门类中的固体废物处理与资源化中的应用为重点，同时介绍了工业固体废物处理与资源化领域的新进展和部分工程实例。全书在写作中强调理论与实践的结合，以及工艺技术与规范标准的结合。

全书共分4篇24章。第1篇讲述工业固体废物的处理与资源化技术，第2篇讲述主要工业门类的固体废物处理与资源化，第3篇介绍工业固体废物处理与资源化新理论、新方法，第4篇是典型工程实例。编写人员来自高等学校、环保管理部门、厂矿企业和科研院所，杨春平教授和吕黎博士担任主编，策划、组织并参加了编写；程燕、何慧军、李惠茹、李翔担任副主编，协助主编组织并参加了书稿部分章节的编写，并负责全书的统稿。本书各章的主要编写人员是：

- 第1章 吕黎
- 第2章 焦盼盼
- 第3章 罗乐
- 第4章 仇璐
- 第5章 文珊
- 第6章 吴少华
- 第7章 严洲
- 第8章 钱慧
- 第9章 向海弘
- 第10章 周振
- 第11章 刘文灿
- 第12章 朱灿耀

第 13 章 彭志雄

第 14 章 李翔

第 15 章 李惠茹

第 16 章 程燕

第 17 章 何慧军

第 18 章 涂燕红

第 19 章 魏赛楠

第 20 章 邵京京

第 21 章 代传花

第 22 章 龙智勇

第 23 章 高全喜

第 24 章 杨春平

在本书的统稿过程中，龙智勇、魏赛楠、陈玉娟、艾斯佳等人也做了大量工作。在编写过程中，作者参考了大量的国内外重要教材、专著、论文、设计规范、标准、技术报告和网页资料，部分列于书后的参考文献中。作者在此对其编著者一并表示衷心的感谢。

本书责任编辑冯俊杰老师对全部书稿提出了宝贵的修改意见，并做了许多具体的修改。

由于固体废物处理与资源化涉及的领域非常广泛，相关技术发展日新月异，有关的环境管理要求越来越严，加之作者水平有限，书中难免有疏漏之处和有待更新之处，敬请读者不吝指正。

作 者

2016 年 4 月

目 录

第1篇 工业固体废物的处理与资源化技术

第1章 概论	(2)
1.1 工业固体废物的来源与分类	(2)
1.2 工业固体废物的组成特点	(3)
1.3 工业固体废物的污染与危害	(4)
1.4 工业固体废物的资源价值	(5)
1.5 工业固体废物的管理和资源化对策	(6)
思考题	(8)
第2章 固体废物的压实、破碎及分选技术	(9)
2.1 固体废物的压实	(9)
2.2 固体废物的破碎	(14)
2.3 固体废物的分选	(20)
思考题	(28)
第3章 工业固体废物的热化学处理技术	(29)
3.1 工业固体废物的焚烧	(29)
3.2 工业固体废物的热解	(68)
思考题	(73)
第4章 工业固体废物固化和稳定化处理技术	(74)
4.1 概述	(74)
4.2 水泥固化技术	(80)
4.3 塑性材料包容技术	(84)
4.4 石灰固化	(86)

4.5	其他固化和稳定化技术	(87)
	思考题	(92)
第5章	工业固体废物的填埋处置技术	(94)
5.1	工业固体废物的填埋处置技术及适用范围	(94)
5.2	填埋场的总体设计及运行	(97)
5.3	二次污染的处理和控制技术	(109)
	思考题	(121)
第6章	工业固体废物的堆肥技术	(123)
6.1	工业固体废物堆肥技术及使用范围	(123)
6.2	工业固体废物堆肥工艺	(135)
6.3	工业固体废物的堆肥应用	(141)
	思考题	(144)
第7章	工业固体废物的资源化技术	(145)
7.1	概述	(145)
7.2	工业固体废物综合利用的主要措施	(147)
7.3	工业固体废物资源化利用的发展方向	(167)
	思考题	(168)

第2篇 主要工业门类的固体废物处理与资源化

第8章	矿山工业固体废物的处理与资源化	(171)
8.1	概述	(171)
8.2	矿山废物的处理与处置	(174)
8.3	有价金属回收	(179)
8.4	煤矸石综合利用技术	(183)
8.5	尾矿库复垦	(187)
	思考题	(192)
第9章	能源工业固体废物处理与资源化	(194)
9.1	概述	(194)
9.2	粉煤灰综合利用技术	(196)
9.3	锅炉渣综合利用技术	(207)
	思考题	(215)

第 10 章	化学工业固体废物处理与资源化	(216)
10.1	概述	(216)
10.2	硫酸工业固体废物的处理及资源化技术	(221)
10.3	无机盐工业固体废物处理技术	(225)
10.4	废催化剂的处理与资源化	(238)
10.5	其他几种化工固体废物综合利用	(241)
	思考题	(246)
第 11 章	石油化学工业固体废物处理与资源化	(247)
11.1	概述	(247)
11.2	石油炼制工业固体废物的处理及资源回收利用	(250)
11.3	石油化学工业固体废物的处理及资源回收利用	(255)
11.4	石油化纤工业固体废物的处理及资源回收利用	(258)
	思考题	(261)
第 12 章	钢铁工业固体废物处理与资源化	(263)
12.1	概述	(263)
12.2	钢渣的处理与利用	(264)
12.3	高炉渣的处理与综合利用	(267)
12.4	赤泥的再生利用处理技术	(270)
	思考题	(273)
第 13 章	有色金属工业固体废物处理与资源化	(274)
13.1	概述	(274)
13.2	铝工业固体废物处理与资源化	(275)
13.3	铜冶金固体废物的综合利用	(289)
13.4	铅锌冶金固体废物处理与资源化	(296)
13.5	几种稀有金属冶金固体废物处理与资源化	(299)
	思考题	(308)
第 14 章	容器包装固体废物的处理与资源化	(309)
14.1	容器包装固体废物的主要类型及特点	(309)
14.2	容器包装固体废物的收集	(310)
14.3	容器包装固体废物的处理与循环利用方法	(313)
14.4	容器包装固体废物循环利用面临的挑战及发展 方向	(319)
	思考题	(321)

第 15 章	其他工业固体废物的处理与资源化	(322)
15.1	废橡胶的处理与资源化	(322)
15.2	塑料废弃物的处理与资源化	(327)
	思考题	(331)

第 3 篇 工业固体废物处理与资源化新理论、新方法

第 16 章	工业固体废物处理与资源化中生产者责任延伸制度理论 ...	(333)
16.1	生产者责任延伸制度的产生	(333)
16.2	生产者责任延伸制度概念的提出及特征	(337)
16.3	生产者责任延伸制度的内涵和理论基础	(340)
16.4	生产者责任延伸制度的目标及手段	(345)
16.5	我国生产者责任延伸制度的实施现状和完善	(346)
	思考题	(349)
第 17 章	促进工业固体废物处理与资源化的生产者责任延伸实例 ...	(350)
17.1	美国的实例——废旧地毯回收	(350)
17.2	日本的实例——废弃汽车回收	(351)
17.3	德国的实例——包装物回收	(353)
	思考题	(355)
第 18 章	促进工业固体废物处理与资源化的生命周期评价理论及实例	(356)
18.1	LCA 的定义及特征	(356)
18.2	LCA 的结构	(358)
18.3	LCA 的工具	(369)
18.4	LCA 实例	(371)
	思考题	(373)
第 19 章	促进工业固体废物处理与资源化的清洁生产	(374)
19.1	清洁生产的由来和基本概念	(374)
19.2	清洁生产的特征、内容和意义	(376)
19.3	促进清洁生产的技术和实现途径	(379)
19.4	促进清洁生产的相关法律法规	(383)
	思考题	(386)

第4篇 典型工程实例

第20章	尾矿填埋案例	(388)
20.1	基本概况	(388)
20.2	自然地理	(388)
20.3	地质调查总结	(390)
20.4	现状分析	(392)
20.5	治理思路	(397)
20.6	效益分析	(398)
第21章	山西省某矿区利用煤矸石烧制空心砖	(401)
21.1	项目建设背景及必要性	(401)
21.2	设计规模	(402)
21.3	工程建设的主要内容	(402)
21.4	设计依据	(402)
21.5	工艺	(403)
21.6	主要构筑物功能及参数	(405)
21.7	投资预算及效益	(406)
21.8	环境保护	(407)
第22章	城市污泥处置案例	(409)
22.1	项目名称	(409)
22.2	项目背景	(409)
22.3	城市概况	(410)
22.4	项目建设必要性	(410)
22.5	污泥数量	(413)
22.6	处置方法	(413)
22.7	工艺路线	(416)
22.8	案例点评	(417)
第23章	粉煤灰综合利用案例	(418)
23.1	项目概况	(418)
23.2	设计规模和物料性质	(419)
23.3	微珠生产工艺	(419)
23.4	水泥生产工艺	(421)

23.5	案例点评	(423)
第24章	含重金属废渣无害化处置案例	(425)
24.1	项目名称	(425)
24.2	项目背景	(425)
24.3	城市概况	(426)
24.4	项目建设必要性	(426)
24.5	废渣性质和数量	(429)
24.6	处理技术	(430)
24.7	危险固体废物预处理技术	(431)
24.8	处理处置工艺	(432)
24.9	治理思路	(432)
24.10	工艺流程	(433)
24.11	案例点评	(435)
参考文献	(436)
后记	(440)

第1篇

工业固体废物的处理与资源化技术

第1章 概 论

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2004年修订,2005年4月1日开始执行,以下简称《固体废物污染环境防治法》)规定:固体废物,是指在生产、生活和其他活动中产生的丧失原有利用价值或者虽未丧失利用价值但被抛弃或者放弃的固态、半固态和置于容器中的气态的物品、物质以及法律、行政法规规定纳入固体废物管理的物品、物质。这一法律同时规定“液态废物的污染防治,适用本法;但是,排入水体的废水的污染防治适用有关法律,不适用本法”。根据这一定义,固体废物事实上不仅包括通常意义上的“固体废物”,也包括了半固态、除排入水体的废水之外的液态废物和置于容器中的气态废物。

固体废物可以根据不同的目的和需要按不同原则进行分类。依据固体废物的来源可分为工业固体废物和生活垃圾;依据其危害可分为一般固体废物和危险废物;依据形态可分为固态废物、液态废物和气态废物;依据成分可分为有机废物和无机废物等。

1.1 工业固体废物的来源与分类

表 1-1 主要工业固体废物来源和类型

来源	废物类型
矿业	废石、尾矿、煤矸石
能源	粉煤灰、锅炉渣等
冶金	高炉渣、钢渣、赤泥、铁合金渣、含铁尘泥、铜渣、铅锌渣等
化工	铬渣、磷石膏、废碱渣、废酸渣、盐泥、硼泥等
石油	废油、废酸、废碱、废白土渣、废页岩渣、焦油、废催化剂等
机械制造	电镀污泥、废金属等
其他	植物残渣、畜禽粪便、废塑料、废橡胶、废电池等