

危险废物
管理与处理处置
技术丛书

污染场地 修复教程

环境保护部污染防治司 编译
巴塞尔公约亚太区域中心

WURAN CHANGDI
XIUFU JIAOCHENG

中国环境出版社

危险废物管理与处理处置技术丛书

污染场地修复教程

环境保护部污染防治司 巴塞尔公约亚太区域中心 编译

中国环境出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

污染场地修复教程/环境保护部污染防治司, 巴塞尔公约
亚太区域中心编译. —北京: 中国环境出版社, 2015.5
(危险废物管理与处理处置技术丛书)
ISBN 978-7-5111-1938-1

I. ①污… II. ①环… ②巴… III. ①危险废弃物—
场地—环境污染—修复—美国—教材 IV. ①X705

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 146866 号

出版人 王新程
责任编辑 侯华华
责任校对 唐丽虹
封面设计 陈莹

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67112735 (环评与监察图书分社)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2015 年 5 月第 1 版
印 次 2015 年 5 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 5.5
字 数 70 千字
定 价 25.00 元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究。】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

《危险废物管理与处理处置技术丛书》

编委会

主 任 赵华林

执行主任 李 蕾 钟 斌 李金惠

编委会（以姓氏笔画为序）

于可利 李 蕾 李金惠 任隽姝

刘丽丽 郑莉霞 赵华林 赵娜娜

钟 斌 熊 晶 戴 祥

危险废物管理与处理处置技术丛书

序

回望过去不久的 20 世纪，我们可能欣喜于迄今为止最伟大的创造力，可能忧伤于惊天动地的灾难，也可能彷徨在成就与教训、历史与未来的十字路口。这个时代造就了伟大的创造发明，为人类开启了通向崭新世界的大门，但与此同时，这个时代也给我们赖以生存的地球环境带来了不可磨灭的创伤。

未来学家托夫勒在 20 世纪 80 年代之初的一段描述颇为经典：“可以毫不夸张地说，从来没有任何一个文明，能够创造出这种手段，能够不仅摧毁一个城市，而且毁灭整个地球，从来没有整个海洋面临中毒的问题；由于人类的贪婪或疏忽，整个空间可以突然一夜之间从地球上消失；从来没有开采矿山如此之猛，挖得大地满目疮痍；从来没有过让头发喷雾剂使臭氧层消耗殆尽，以及让热污染造成对全球气候的威胁。”

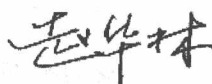
托夫勒的这段文字，无疑是对人类伟大创造力和无敌生产力的另一种注解。人类戳痛了自然原本有序的循环。当我们回首 20 世纪，感叹人类文明的同时，我们也应当反省。人与自然之间相互纠结、难解难分的关系，是当今我们不得不重新认识的最为基本的问题。

生态文明，是对人与自然关系认识的深化，也是人类自我认识的飞跃，

是全人类共同努力的目标。全世界人民和各国环境从业者应该协同一致，以资源环境承载力为基础、以自然规律为准则、以可持续发展为目标，建立资源节约型、环境友好型社会。一个国家经济社会持续发展的基本前提是环境保护，环境保护取得的成效和突破，是对生态文明建设的积极贡献。我们应该不断审视和解决突出的环境问题，积极学习先进的处理技术和管理经验，以增强处理环境问题的技术手段和能力，继续探索环境保护的新道路。

当今世界，危险废物的处理处置是全球面临的突出环境问题之一，也是做好污染防治，建设生态文明必须解决的问题。国际组织和世界各国特别是美国、欧盟及日本等发达国家和地区的环境从业者都倾注了很多心血，他们的经验和教训、在这方面研发的技术是值得借鉴的。当前，我国环境保护部门已经充分认识到了危险废物处理处置工作的重要性，危险废物管理技术和污染防治工作已进入环境污染防治工作的主战场、主阵地。以环境保护部污染防治司和巴塞尔公约亚太区域中心的名义联合出版的《危险废物管理与处理处置技术丛书》恰逢其时，希望能够为大家更好地开展危险废物管理工作提供参考。

我希望，广大环境保护从业者能够借助此书，进一步加强自身业务能力，全面推动危险废物管理和处理处置工作向前发展，在探索环境保护新道路中开创新局面，为人与自然的和谐作出新贡献！



2013年8月

危险废物管理与处理处置技术丛书

前 言

随着全球工业的发展，危险废物的产生量日益增多，若处理不当，危险废物将对人类赖以生存的环境造成严重的污染，威胁人类的生产和生活。危险废物在工业发达国家引起了公众的广泛关注，促使发达国家加强管理并大力发展和改进处理处置技术以防止污染，在此过程中，发达国家积累了较为丰富的管理与技术经验。

近几年，我国经济飞速发展，工业水平不断提高，随之产生的危险废物问题已经成为一个不可小觑的环境问题。如何合理地处理和处置危险废物已经成为我国环境工作的重要任务。我们应该借鉴发达国家的危险废物管理和污染防治工作经验，学习国外先进的处理技术，以增强处理和处置危险废物的技术手段和能力，从而促使我国走可持续发展道路，建设环境友好型社会。

近年来，我国对危险废物污染高度重视，颁布了相关法律、法规，制定了相关名录、规划和条例等，整体污染防治水平已经有了明显的进步。但是，我国危险废物的处理处置总体还处于较低水平，科研人员、技术人员和环境管理工作者的认识水平和知识水平还有待提高。

为加强我国危险废物污染环境防治能力建设，2010 年环境保护部与

清华大学签署了《关于开展国家危险废物管理培训与战略研究的合作协议》，并由设在清华大学的巴塞尔公约亚太区域中心（亚太中心）负责具体落实。为落实本协议的具体工作，亚太中心开展了《危险废物管理与处理处置技术丛书》的编写工作。

本丛书涵盖内容广泛，介绍了危险废物管理体系、危险废物处理处置设施技术规范、填埋场设施环境监测、填埋场的设计与建设及其质量保证、填埋场的运行和管理技术等，内容详尽，理论和实例紧密结合。希望丛书的出版能够弥补危险废物管理与处理处置技术资料的不足，对提高相关从业人员认识和知识水平起到积极作用。

由于时间以及水平有限，疏漏之处在所难免，请同行和各界读者批评指正。（通信地址：清华大学环境学院，联系电话：010-62794351，电子邮箱：jinhui@tsinghua.edu.cn，联系人：李金惠。）

编 者

2013 年 8 月

编者的话

近年来，土壤的污染已经成为大气污染和水污染后的又一个重大环境问题。20 世纪以来，随着城市化进程加快，产业结构的调整，大量城镇工业企业搬迁，导致遗留的污染场地数量增多，为保障人居环境安全、国民健康和社会稳定，亟须开展污染场地治理与修复工作。我国对污染场地高度重视，积极开展了此方面的工作，并于近期颁布了《场地环境调查技术导则》（HJ 25.1—2014）、《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2—2014）、《污染场地风险评估技术导则》（HJ 25.3—2014）、《污染场地土壤修复技术导则》（HJ 25.4—2014）和《污染场地术语》（HJ 682—2014），这 5 个标准已于 2014 年 7 月 1 日起实施。但是，我国的污染场地修复总体还处于起步阶段，污染场地修复技术还不成熟。

本书是巴塞尔公约亚太区域中心（以下简称“亚太中心”）在美国环境保护局协助提供的美国污染场地的公众导则基础上编译完成的，主要介绍了有关污染场地各类修复技术、技术的理论基础、所需修复时间、对周边社区可能带来的影响等，并有各种图表配合阐述，内容详尽和实例紧密结合。希望本书的出版能弥补污染场地修复技术书籍的不足，为科研工作者和从事污染场地修复技术的工作者提供参考。

本书在编译出版过程中，感谢美国环境保护局第九区环保局及 Lida Tan 女士提供的大力支持。参与本书编写的还包括清华大学的霍培书博士、孙笑非博士及亚太中心任隽姝、苏柏灵，在此，一并表示感谢。由于时间及水平有限，疏漏之处在所难免，请同行和各界读者批评指正。

2014 年 8 月

目 录

1 绿色修复技术	1
1.1 什么是绿色修复技术?	1
1.2 绿色修复技术的工作原理是什么?	1
1.3 绿色修复技术需要多长时间?	2
1.4 绿色修复技术对周围社区有什么影响?	2
1.5 为什么使用绿色修复技术?	3
2 活性炭吸附技术	4
2.1 什么是活性炭吸附技术?	4
2.2 活性炭吸附技术的工作原理是什么?	4
2.3 活性炭吸附技术安全吗?	5
2.4 活性炭吸附技术对周围居民有什么影响?	5
2.5 活性炭吸附技术需要多长时间?	6
2.6 为什么使用活性炭吸附技术?	6
3 空气吹脱技术	7
3.1 什么是空气吹脱技术?	7
3.2 空气吹脱技术的工作原理是什么?	7
3.3 空气吹脱技术安全吗?	8
3.4 空气吹脱技术需要多长时间?	8

3.5 空气吹脱技术对周围居民有什么影响? 9

3.6 为什么使用空气吹脱技术? 9

4 生物修复技术 10

4.1 什么是生物修复技术? 10

4.2 生物修复技术的工作原理是什么? 10

4.3 生物修复技术安全吗? 11

4.4 生物修复技术对周围居民有什么影响? 11

4.5 生物修复技术需要多长时间? 12

4.6 为什么使用生物修复技术? 12

5 封盖技术 13

5.1 什么是封盖技术? 13

5.2 封盖技术的工作原理是什么? 13

5.3 封盖技术安全吗? 15

5.4 封盖技术是否会影响到周围居民? 15

5.5 封盖技术需要多长时间? 15

5.6 为什么使用封盖技术? 16

6 生态恢复技术 17

6.1 什么是生态恢复技术? 17

6.2 生态恢复技术的工作原理是什么? 17

6.3 生态恢复技术安全吗? 18

6.4 生态恢复需要多长时间? 18

6.5 生态恢复对周围居民有什么影响? 18

6.6 为什么使用生态恢复技术? 19

7 蒸发封盖技术	20
7.1 什么是蒸发封盖技术?	20
7.2 蒸发封盖技术的工作原理是什么?	20
7.3 蒸发封盖技术需要多长时间?	21
7.4 蒸发封盖技术安全吗?	22
7.5 蒸发封盖技术对周围居民有什么影响?	22
7.6 为什么使用蒸发封盖技术?	22
8 破裂技术	23
8.1 什么是破裂技术?	23
8.2 破裂技术的工作原理是什么?	23
8.3 破裂技术安全吗?	24
8.4 破裂技术对周围居民有什么影响?	25
8.5 破裂技术需要多长时间?	25
8.6 为什么使用破裂技术?	25
9 原位化学氧化技术	26
9.1 什么是原位化学氧化技术?	26
9.2 原位化学氧化技术的工作原理是什么?	26
9.3 原位化学氧化技术需要多长时间?	28
9.4 原位化学氧化技术安全吗?	28
9.5 原位化学氧化技术对周围居民有什么影响?	28
9.6 为什么使用原位化学氧化技术?	29
10 原位化学还原技术	30
10.1 什么是原位化学还原技术?	30
10.2 原位化学还原技术的工作原理是什么?	30

10.3	原位化学还原技术需要多长时间？	31
10.4	原位化学还原技术安全吗？	32
10.5	原位化学还原技术对周围居民有什么影响？	32
10.6	为什么使用原位化学还原技术？	32
11	原位热处理技术	34
11.1	什么是原位热处理技术？	34
11.2	原位热处理技术的工作原理是什么？	34
11.3	原位热处理技术安全吗？	35
11.4	原位热处理技术对周围居民有什么影响？	36
11.5	原位热处理技术需要多长时间？	36
11.6	为什么使用原位热处理技术？	36
12	焚烧处理技术	37
12.1	什么是焚烧处理技术？	37
12.2	焚烧处理技术的工作原理是什么？	37
12.3	焚烧处理技术安全吗？	38
12.4	焚烧处理技术是否会影响到周围居民？	38
12.5	焚烧处理技术需要多长时间？	39
12.6	为什么使用焚烧处理技术？	39
13	自然衰减监测技术	40
13.1	什么是自然衰减监测技术？	40
13.2	自然衰减监测技术的工作原理是什么？	40
13.3	自然衰减监测技术需要多长时间？	41
13.4	自然衰减监测技术安全吗？	42
13.5	自然衰减监测技术对周围居民有什么影响？	42

13.6	为什么使用自然衰减监测技术？	42
14	渗透反应格栅技术	43
14.1	什么是渗透反应格栅技术？	43
14.2	渗透反应格栅技术的工作原理是什么？	43
14.3	渗透反应格栅技术需要多长时间？	44
14.4	渗透反应格栅技术对周围居民有什么影响？	44
14.5	渗透反应格栅技术安全吗？	45
14.6	为什么使用渗透反应格栅技术？	45
15	植物修复技术	46
15.1	什么是植物修复技术？	46
15.2	植物修复技术的工作原理是什么？	46
15.3	植物修复技术安全吗？	47
15.4	植物修复对周围居民有什么影响？	47
15.5	植物修复技术需要多长时间？	48
15.6	为什么使用植物修复技术？	48
16	地下水抽提技术	49
16.1	什么是地下水抽提技术？	49
16.2	地下水抽提技术的工作原理是什么？	49
16.3	地下水抽提技术安全吗？	50
16.4	地下水抽提技术是否会影响到周围居民？	50
16.5	地下水抽提技术需要多长时间？	51
16.6	为什么使用地下水抽提技术？	51

17	土壤气体萃取和曝气技术	52
17.1	什么是土壤气体萃取和曝气技术?	52
17.2	土壤气体萃取和曝气技术的工作原理是什么?	52
17.3	土壤气体萃取和曝气技术需要多长时间?	53
17.4	土壤气体萃取和曝气技术安全吗?	54
17.5	土壤气体萃取和曝气技术对周围居民有什么影响?	54
17.6	为什么使用土壤气体萃取和曝气技术?	54
18	固化/稳定化技术	55
18.1	什么是固化/稳定化技术?	55
18.2	固化/稳定化技术的工作原理是什么?	55
18.3	固化/稳定化技术安全吗?	56
18.4	固化/稳定化技术对周围居民有什么影响?	56
18.5	固化/稳定化技术需要多长时间?	57
18.6	为什么使用固化/稳定化技术?	57
19	热脱附技术	58
19.1	什么是热脱附技术?	58
19.2	热脱附技术的工作原理是什么?	58
19.3	热脱附技术安全吗?	59
19.4	热脱附技术对周围居民有什么影响?	59
19.5	热脱附技术需要多长时间?	60
19.6	为什么使用热脱附技术?	60
20	蒸汽入侵缓解技术	61
20.1	什么是蒸汽入侵缓解技术?	61
20.2	蒸汽入侵缓解技术的工作原理是什么?	61

20.3 蒸汽入侵缓解技术需要多长时间? 63

20.4 蒸汽入侵缓解技术安全吗? 63

20.5 蒸汽入侵缓解技术对周围居民有什么影响? 63

20.6 为什么使用蒸汽入侵缓解系统? 64

21 垂直阻控技术 65

21.1 什么是垂直阻控技术? 65

21.2 垂直阻控技术的工作原理是什么? 65

21.3 垂直阻控技术需要多长时间? 67

21.4 垂直阻控技术安全吗? 67

21.5 垂直阻控技术对周围居民有什么影响? 67

21.6 为什么使用垂直阻控技术? 67