

「十五」国家科技攻关计划项目
《重大环境问题对策与关键支撑技术研究》系列丛书

危险废物 及其鉴别管理

THE STUDY ON MANAGEMENT OF
IDENTIFICATION AND DISPOSAL ENGINEERING OF
HAZARDOUS WASTES

王琪 主编

中国环境科学出版社

“十五”国家科技攻关计划项目

《重大环境问题对策与关键支撑技术研究》系列丛书

危险废物及其鉴别管理

王 琪 主编

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

危险废物及其鉴别管理/王琪主编. —北京: 中国环境科学出版社, 2008.7

(“十五”国家科技攻关计划项目“重大环境问题对策与关键支撑技术研究”系列丛书)

ISBN 978-7-80209-721-6

I. 危… II. 王… III. ①危险材料—废物管理②危险材料—废物处理 IV. X327.2 X7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 049634 号

策 划 沈 建
责任编辑 沈 建
责任校对 刘凤霞
封面设计 龙文视觉

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2008 年 7 月第 1 版
印 次 2008 年 7 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 29.75
字 数 650 千字
定 价 98.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

“十五” 国家科技攻关计划项目
《重大环境问题对策与关键支撑技术研究》系列丛书

领导小组成员名单

组 长：吴晓青
副 组 长：赵英民 尹 改 罗 毅
成 员：孟 伟 高振宁 张剑鸣 刘志全 刘舒生
 魏晓琳 王泽林

编著委员会人员名单

组 长：赵英民 孟 伟
成 员：罗 毅 刘舒生 魏晓琳 王泽林 冯 波
 王开宇 王金南 段 宁 张世秋 柴发合
 欧阳志云 王长永 黄业茹 李广贺 王 琪
 郑丙辉 康玉峰 高增林 郭振仁 丁一汇

本书编著委员会名单

主 编：王 琪

副主编：李金惠 黄启飞

编著者：（以姓氏汉语拼音为序）

陈 扬	董 路	段华波	冯 斌	郭 萍	何艳峰	胡汉芳
黄启飞	蒋建国	姜永海	李金惠	李 丽	刘 锋	能昌信
聂 曦	聂永丰	邵春岩	司继涛	王发想	王洪涛	王 琪
席北斗	张丽颖	周炳炎	朱雪梅			

课题研究人员

中国环境科学研究院

王 琪	黄启飞	董 路	席北斗	周炳炎	刘 锋
李 丽	朱雪梅	能昌信	戴天有	王鲁昕	蔡木林
王 宏	杨霓云	段华波	张丽颖	郭 萍	何艳峰
姜永海	周德杰	张晓莹	杨 萍		

清华大学

李金惠	王洪涛	聂永丰	蒋建国	司继涛	朱雪梅	刘富强
金宜英	刘建国	刘晋文	王 昊	杨连威	李 冬	于可利
刘华峰	赵振振	许 鑫	胡利晓	高 松	张 研	王 军
张群芳	杜雪娟	吴时要	刘 峰	王泽峰	李 橙	苏肇基

武汉安全环保研究院

聂 曦	王发想	李双林	张丽娟	肖 伟	胡汉芳	冯 斌
钱 玲	倪晶晶	杜 钢	林国海	党小庆	卢立栋	边 靖

沈阳环境科学研究院

邵春岩	陈 扬	孙 俊	文 武	陈 辉	陈 刚	祁国恕
陈 曦						

序 言

国家“十五”科技攻关计划项目“重大环境问题对策与关键支撑技术研究”，是在我国环境总体形势依然十分严峻，生态系统和环境质量恶化、核和电磁辐射污染等重大环境问题日益凸显的社会大背景下设立的。2003 年，在原国家环保总局科技标准司的组织 and 领导下，中国环境科学研究院联合了 20 余家在环境领域具有较强影响的科研和教学单位，开始了“重大环境问题对策与关键支撑技术研究”项目研究。该项目设立了 15 个课题，着重研究我国环境领域急需的管理政策、管理手段和相关支撑技术。

通过近 3 年的研究，项目组完成了项目计划任务书设定的总体目标和任务，提出了一系列重大环境技术政策，为完善国家环境技术政策体系和环境管理决策提供了支持；建立了区域大气污染物、面向水生态安全的流域水污染物总量控制理论与技术方法体系，为我国实施污染物总量控制管理制度提供了科学依据和技术支持；构建了区域生态环境质量及生物多样性评估理论与方法体系，为我国生态保护管理提供了技术支撑；突破了一批重大环境监控技术，为我国环境污染控制和监督管理提供了可操作手段和工具。本项目建立了 18 项具有国际水平的重大环境技术（体系），取得了 20 项重大环境科技成果，形成了 8 项技术标准，52 项技术导则与规范，16 项技术指南，以及若干技术政策、战略研究专题报告，大大提升了我国环境管理的整体技术水平，为“十一五”期间环境管理提供了强有力的科学技术支撑。

本丛书全面总结、归纳了国家“十五”科技攻关计划项目“重大环境问题对策与关键支撑技术研究”在重要环境政策、污染防治管理支撑技术、生态保护管理支撑技术、环境监管技术等领域所取得的关键技术和重大成果，同时对成果转化和推广应用前景进行了详细的分析和评估，总结了项目组织管理过程中得到的宝贵经验，分析了项目研究中存在的问题，并对今后的研究提出了技术和组织管理方面的建议。

本丛书涉及内容大多是国家当前重要的环境保护技术政策和环境管理制度。在当前推进环境保护历史性转变、环保工作进入国家政治经济社会生活主干线、主战场和大舞台的重要历史时期，该书的出版将对我国制定新的环境技术政策、完善环境管理制度、理

顺环境保护管理体制起到很好的推动作用，使环保科技在环保工作中真正发挥先导性、基础性、支撑性和保障性作用，同时对今后我国环保科学技术的进一步研究和创新提供了宝贵的经验。

路漫漫其修远兮，吾将上下而求索。环境问题的复杂性决定了环境科技的重要性和艰巨性。当前，尚有许多环境领域的问题需要环境科研工作者艰苦探索、不断攻克。在此，我祝愿我国环境保护科学事业不断取得新的进步，创造繁花似锦、硕果累累的未来。

中华人民共和国环境保护部副部长

吴晓青

2008年5月10日

前 言

固体废物管理（固体废物污染控制）是我国环境管理的重点之一，也是近年来我国的环境热点问题。我国在 1996 年颁布实施了《固体废物污染环境防治法》，不到十年，在 2004 年就进行了修订，而最近又在酝酿对其进行新的修订。这在我国其他法律中都是少见的。这一方面说明国家对固体废物管理的重视，另一方面也说明我们所面对的固体废物及其污染局势的严峻。

我国经济在高速发展着，相对应产生的固体废物量也在飞速增加。城市生活垃圾清运量从 1990 年的 6 767 万吨增加到 2005 年的 1.551 亿吨；同期工业固体废物产生量从 1991 年的 5.9 亿吨增加到 2006 年的 15.20 亿吨，特别是近年来其增长率已经超过了我国经济增长率。也就是说，每个中国人年产生 1 吨工业固体废物，每 3 个城市居民年产生 1 吨生活垃圾。这其中还没有包括建筑废物、电子废物、废汽车及其部件、废包装等回收物质，以及农村生活垃圾、农业废物等。巨大的固体废物产生量对我国环境管理提出了严峻的挑战。

在固体废物管理中，危险废物管理是重点。但是长期以来，无论是国家还是地方，都对危险废物的产生特性和污染特性缺乏了解，甚至什么是危险废物都不清楚。如根据环境统计，我国 2006 年共产生工业危险废物 1 700 万吨，占工业固体废物产生量的 1.1%。这与危险废物的产生规律不符（一般危险废物占工业固体废物的 4%左右），也与实际情况出入极大（据某省调查，仅一个省的危险废物就近 1 000 万吨）。同时各地区在建设危险废物处置中心过程中，所面对的一个共性问题就是不清楚要处理什么危险废物、不知道所处理的危险废物在哪里。造成这些状况的原因很多，其中一个重要的原因就是没有建立适合我国国情的危险废物鉴别技术体系。在 20 世纪 90 年代我国颁布了危险废物鉴别标准和危险废物名录，但是由于缺乏基础研究，这些标准和规章存在巨大缺陷，无法构成可行的危险废物鉴别技术体系。因此，无论是环境管理者还是废物产生者和废物处理者都对危险废物缺乏必要的认识，或者认识存在巨大的偏差，严重影响了危险废物的无害化管理，影响到国家规划和这些危险废物集中处置设施的建设。

影响危险废物处置设施建设和危险废物无害化管理的另一个因素是对处理处置技术的研究。由于缺乏长期深入的研究，以及对技术研究开发与引进关系的误解，我国危险废物处理处置技术基础薄弱，无力支撑危险废物无害化管理体系的建立。特别是危险废物处理处置工程建设与运行技术规范体系的建设，由于既不了解处理对象，也不了解技

术关键，在编制规范的过程中存在着“想当然”和“拍脑袋”的现象，其结果是无法满足危险废物无害化管理的需要。

这些问题是由于长期以来不重视固体废物（特别是危险废物）管理技术的研究，不重视固体废物特性和污染规律研究所造成的。在“八五”期间才第一次将有关固体废物的研究纳入国家科技计划中，而在“九五”期间又出现空白。到“十五”期间，终于认识到问题的紧迫性，在国家科技攻关计划中列入“危险废物鉴别与处置工程技术规范研究”的课题。有四家研究单位 70 余名科技工作者参加了这一课题的攻关。经过三年的努力，成果是丰富的，也是卓有成效的。经过进一步的修改完善，包括七个鉴别标准、两个鉴别方法标准和一个鉴别技术规范以及数十个暂行的标准分析方法在内的鉴别标准系列已经颁布实施；新的危险废物名录在经过大范围征求意见、局部试用等环节后，即将正式发布；同时在课题研究中进行的危险废物豁免尝试性研究也在不断深入，其成果已经应用于标准的制订；等等。这些成果将构成我国危险废物管理的技术基础，成为完善固体废物环境管理技术体系有力的技术支撑。在危险废物处置工程技术规范的研究中，对目前适用的处理处置技术进行了全面的调查分析，对其进行了适用性评估和关键技术识别，提出了解决建议和技术规范的建议草案。这些研究成果在技术标准、技术规范的编制或修订中得到了采纳和应用。

本书显示了整个研究过程，但是并不能显示完整的研究成果，因为在这个课题的验收完成之后其研究并没有结束，而最终可见的成果是在验收成果的基础上又进行了大量工作后形成的。这些都不可能体现在这本书中。但是从中可以反映出我们所作工作的技术与理论基础，反映出我们的工作思路，反映出我们所进行的理论与实践的探索。希望这些东西能对以后的研究工作有些启发，有些提示，提供一些借鉴。

当然不能要求在这一个课题的研究中解决所有问题，因为无论是危险废物本身还是对其认识都是在不断变化。从报告中可以发现许多缺陷和不足，甚至是错误。这些都没有在报告中修改完善。有些是我们没有发现，有些是我们发现了但是目前的研究基础还不能修改完善，而其他问题如果进行修改的话就不能完整体现我们的研究过程和研究成果。所以没有作进一步的修改，以课题验收时的面貌直接示人。也好，为同行们作一个批判的靶子吧。我们真诚地希望与同行们进行探讨，期待着同行们的指正，无论以任何形式，在任何地点。

其实这一课题的另一个重要成果是人才的培养。参加这一课题研究的研究人员中，80% 以上不到 40 岁，这其中还包括近一半的硕士研究生和博士研究生。大量年轻人的参加，既为危险废物管理和研究培养了人才，也为课题研究注入了活力。课题研究的成功与青年科技人员带来的新思维和新思路是分不开的。

感谢为课题研究作出贡献的所有研究人员。我们的研究队伍是一个出色的团队，虽然课题组由来自不同性质研究团体的人员组成，但是卓越的专业素质和良好的合作精神

保证了课题研究的成功。事实上，通过这一课题研究的人员已经成为或者将成为我国危险废物管理和研究的专业精英。

这一课题得到了科技部的科技计划资金支持，整个研究过程是在国家环保总局的指导下完成的。在这里无法一一列出所要感谢的人名，只是在此表示我们的衷心感谢，没有他们的支持，我们是没法完成这一课题的，当然也不能取得这些成果。

最后还要提到两位年轻研究人员所作出的特殊贡献。李丽博士和朱雪梅博士对这一报告进行了大量、繁复的文字修订和整理工作，这些工作不是谁都愿意做，或者谁都能做的。她们的出色工作保证了这一研究报告的顺利完成和出版。

愿我们的工作得到我们期待的回报，最终为我国环境质量的改善起到一点作用。

编 者

2008 年 2 月

目 录

上 篇

1 危险废物定义及其产生源特征	3
1.1 危险废物定义	3
1.2 危险废物产生特性	3
1.3 危险废物主要产生源	13
1.4 我国危险废物产生特性	17
2 国内外危险废物鉴别体系比较研究	42
2.1 各国和地区固体废物、危险废物管理法律法规	42
2.2 各国危险废物产生与处理处置现状	46
2.3 各国危险废物鉴别体系比较研究	59
3 中国危险废物特性鉴别指标体系研究	100
3.1 危险废物鉴别程序	100
3.2 危险废物及特性定义	101
3.3 危险废物鉴别标准和环境保护目标	102
3.4 国家危险废物名录筛选标准和框架体系	124
4 危险废物鉴别分析方法研究	130
4.1 国外的浸出方法研究和标准体系	130
4.2 金属的浸出特性和方法研究	136
4.3 半挥发性有机物的浸出特性和方法研究	139

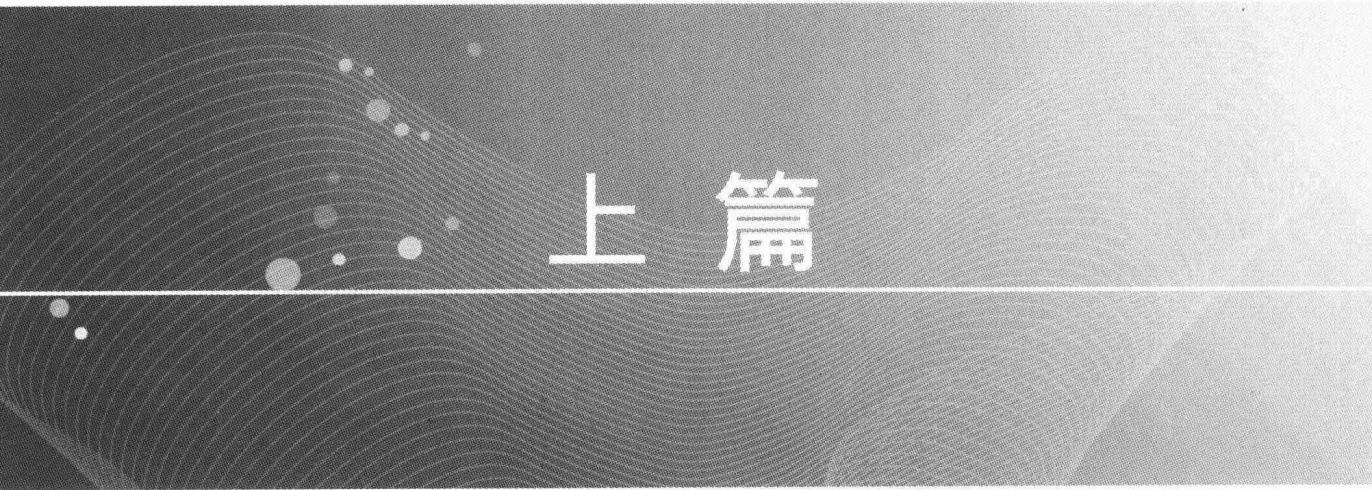
5 危险废物分级管理与豁免基础研究	142
5.1 危险废物的环境风险评价	142
5.2 危险废物的豁免管理基础研究	157
5.3 国内外危险废物豁免管理比较	159
5.4 危险废物豁免管理基本程序	161
参考文献	165

下 篇

6 危险废物处理处置技术	175
6.1 危险废物废物流和危险废物处理处置设施建设现状	175
6.2 国外及港澳台地区危险废物处理处置技术	177
7 危险废物处理处置技术评价方法	187
7.1 危险废物处理处置技术的专家评价方法	187
7.2 危险废物处理处置技术的层次分析法	192
7.3 危险废物处理处置技术的生命周期评价法	205
7.4 环境技术评价法	225
8 危险废物处理处置技术适用性	245
8.1 各种处理处置技术对危险废物的适用性	245
8.2 根据废物类型选择处理处置技术	245
8.3 从技术角度选择处理处置技术	246
8.4 根据处理效果和环境安全性选择处理处置技术	247
8.5 根据经济性选择处理处置技术	248
8.6 几种典型的危险废物的处理处置技术的选择	249
9 危险废物的焚烧技术	250
9.1 国内危险废物焚烧技术的发展现状	250

9.2 危险废物焚烧处理相关法规及政策状况	251
9.3 焚烧技术	252
9.4 危险废物焚烧设施评估技术	254
9.5 危险废物焚烧设施的设计、施工与验收技术	263
9.6 危险废物焚烧处置的风险评价方法	288
10 危险废物填埋处置技术	298
10.1 危险废物填埋技术概述	298
10.2 安全填埋场建设所需条件	298
10.3 危险废物安全填埋场的主要类型	299
10.4 我国危险废物安全填埋场建设中存在的问题	300
10.5 危险废物安全填埋场的设计	310
10.6 危险废物安全填埋场的施工	317
10.7 危险废物安全填埋场的验收	344
10.8 危险废物填埋处置的风险评价方法	346
11 危险废物填埋预处理技术及设计、施工研究	351
11.1 危险废物预处理的重要性	351
11.2 危险废物预处理技术路线	351
11.3 危险废物的预处理技术分析	352
11.4 危险废物预处理的设计	368
11.5 填埋预处理设施设计、施工质量保证	376
12 医疗废物的处理处置技术	381
12.1 医疗废物焚烧技术概述	381
12.2 医疗废物焚烧处置技术标准	383
12.3 焚烧处置技术的优缺点	384
12.4 医疗废物焚烧设施设计、施工的质量控制	385

12.5 医疗废物焚烧系统设计、施工要点	390
12.6 等离子体焚烧炉	396
12.7 医疗废物非焚烧技术	399
12.8 不同国家的危险废物焚烧处置烟气排放标准	401
13 危险废物集中处置设施运行管理技术	404
13.1 危险废物集中焚烧处置设施运行管理技术	404
13.2 医疗废物集中焚烧处置设施运行管理技术	431
13.3 危险废物安全填埋处置设施运行管理技术	436
参考文献	446



上篇

1 危险废物定义及其产生源特征

1.1 危险废物定义

危险废物是固体废物中具有危险特性的一种，因此要定义危险废物，首先要定义固体废物。我国现行的《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（以下简称《固废法》）对固体废物与危险废物的定义如下：

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。此外固废法第九十九条还规定：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。

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。无论是现行的还是即将发布的新修订的《国家危险废物名录》，对于列入其中的危险废物，都有一个明确的定义：具有易燃性、腐蚀性、反应性、毒性和感染性等一种或一种以上危险特性的，可能对人体健康和生态环境造成直接危害，或者在不适当的运输、贮存、处理和处置过程中对人体健康和生态环境造成间接危害的固体废物，属于危险废物。危险废物可以包括固态（如残渣）、半固态（如油状物质）、液体及具有外包装的气体等。

危险废物的概念具有法律上和科学上双重性共同特点。首先，由于它的危害本质，必须满足法律上的要求，法律上的要求应易于理解和明白，体现废物对人类和环境具有危害性的本质特点。但是仅仅有法律上的定义，不能完全表达出危害性所包含的具体内容和程度，还必须要体现对危险废物界定的科学准确性，即体现在具体的废物名录和界定标准的基础上。科学上准确界定危险废物，可以通过具体种类的废物详细列表、建立实验方法和鉴别标准、建立排除方法等形式的结合，形成一个完整的科学判别体系。危险废物鉴别体系与列表是世界各国各地区尤其是发达国家在认定固体废物成为危险废物必要的方法。

1.2 危险废物产生特性

危险废物的产生特性是指危险废物产生过程中所具有的基本特点，包括产生源、产生种类、产生量、去向、分布以及与经济发展的关系等，即危险废物产生源的复杂性、