



# 城市 垃圾处理 与矿山复垦新技术

吴文 冯其林 杨春和 编著

CHENGSHI  
LAJI  
CHULI  
YU  
KUANGSHAN  
FUKEN  
XINJISHU



湖北科学技术出版社

# 城市垃圾处理与 矿山复垦新技术

吴文 冯其林 杨春和 编著

湖北科学技术出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

城市垃圾处理与矿山复垦新技术/吴文主编. —武汉:

湖北科学技术出版社, 2003.3

ISBN 7-5352-2925-5

I.城... II.吴... III. ①城市—垃圾处理 ②复土造田

IV. ①X799.3 ②TD88

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 006997 号

城市垃圾处理与矿山复垦新技术 吴文 冯其林 杨春和 编著

责任编辑: 李海宁

封面设计: 张浩

出版发行: 湖北科学技术出版社

电话: 86782508

地 址: 武汉市武昌黄鹤路 75 号

邮编: 430077

印 刷: 武汉艺丰彩色印务有限公司

邮编: 430068

850mm×1168mm

32 开

5.5 印张

112 千字

2003 年 3 月第 1 版

2003 年 3 月第 1 次印刷

印数: 0 001-1 500

ISBN 7-5352-2925-5/TK·6

定价: 20.00 元

本书如有印装质量问题 可找承印厂更换

## 内 容 提 要

本书的目的是使读者了解城市垃圾处理与废弃矿山复垦的重要性、紧迫性和艰难性。在深入调查研究的基础上,提出了利用城市垃圾填充城郊废弃露天采场的两结合的环境综合治理的新思路。这一课题不仅涉及自然科学(如垃圾处理的技术科学、废弃矿山的周边防渗处理技术等),而且涉及社会科学(如垃圾处理的政策、法规、矿山复垦的相关政策等),是一门交叉的边缘学科。

本书共分为五个部分。第一部分是城市垃圾与废弃矿山现状研究,主要介绍了垃圾处理的技术现状,武汉市垃圾处理现状,武汉市周边大冶铁矿的现状。第二部分是利用武汉市垃圾填充大冶铁矿的相关技术研究。主要介绍了垃圾的收集、分选、压缩和运输技术;垃圾填埋中的关键技术;垃圾的无公害处理、资源化与综合利用技术以及两结合的相关基础性研究课题。第三部分是垃圾处理两结合产业化问题研究。第四部分是两结合项目的主要经济指标。第五部分是主要结论。

本书可作为相关领导,高等院校的环境、土木、力学的师生,科研院所的工程技术研究人员的参考书。

# 目 录

绪 论	(1)
第一章 生活垃圾处理研究进展	(7)
第一节 国外城市生活垃圾处理的技术进展	(7)
1.1 国外城市垃圾卫生填埋技术进展	(8)
1.2 国外城市垃圾堆肥技术进展	(15)
1.3 国外城市垃圾焚烧技术进展	(16)
1.4 国外城市垃圾处理技术的发展趋势	(21)
第二节 国内生活垃圾处理技术进展	(24)
2.1 我国生活垃圾处理技术现状	(25)
2.2 相关的法律、法规、标准	(29)
2.3 我国生活垃圾处理技术展望	(30)
第二章 武汉市固体垃圾处理现状	(37)
第一节 武汉市工业固体废弃物处置	(37)
1.1 武汉市工业固体废弃物现状	(37)
1.2 武汉市工业固体废弃物的处置	(37)
第二节 武汉市生活垃圾的处置	(39)
2.1 生活垃圾对生态环境的影响	(39)
2.2 垃圾管理和处理的历史	(40)
2.3 武汉市生活垃圾的产生和物理组成	(42)

2.4 城市生活垃圾的收运和处理现状·····	(45)
第三节 武汉市垃圾处理场的分布·····	(54)
第四节 初步结论及存在的问题·····	(55)
<b>第三章 武汉市周边采矿场现状·····</b>	<b>(57)</b>
第一节 采矿空场基本情况概述·····	(57)
第二节 武钢大冶铁矿·····	(60)
2.1 东露天采场·····	(60)
2.2 西露天采场·····	(61)
2.3 采矿空场工程地质特征·····	(63)
2.4 地形地貌特征·····	(64)
2.5 采矿空场水文地质·····	(65)
2.6 采矿空场地区气象·····	(66)
2.7 矿山灾害及其治理情况·····	(67)
第三节 灵乡铁矿·····	(77)
第四节 广山铁矿·····	(77)
第五节 主要结论·····	(78)
<b>第四章 垃圾的收集、分选、压缩和运输技术·····</b>	<b>(80)</b>
第一节 现状·····	(80)
第二节 分类投放、收、运和处理程序·····	(81)
2.1 垃圾分类投放与收集·····	(81)
第三节 垃圾中转站系统·····	(84)
3.1 分选系统·····	(85)

---

3.2 制肥系统·····	(85)
3.3 焚烧技术·····	(86)
3.4 压缩打包装运系统·····	(87)
第四节 运 输·····	(87)
4.1 第一步·····	(87)
4.2 第二步·····	(88)
<b>第五章 填埋的关键技术·····</b>	<b>(89)</b>
第一节 概 述·····	(89)
1.1 卫生填埋理论和技术研究现状·····	(89)
1.2 填埋中需研究的内容·····	(96)
第二节 边坡稳定技术·····	(96)
2.1 边坡分类·····	(96)
2.2 加固方法与措施·····	(97)
第三节 防渗技术·····	(97)
3.1 底板及侧面岩体防渗·····	(97)
3.2 断层破碎带、裂隙带的防渗技术·····	(99)
第四节 填埋工艺技术·····	(101)
4.1 填埋工艺的确定·····	(101)
4.2 填埋工艺技术研究·····	(102)
第五节 垃圾渗滤液的处理技术·····	(102)
5.1 渗滤液的收集系统·····	(102)
5.2 渗滤液集排水系统·····	(103)
5.3 垃圾渗滤液的处理技术·····	(104)

---

5.4 需研究的课题·····	(106)
第六节 废气的收集与综合利用系统·····	(106)
6.1 采矿空场填埋场废气收集技术研究·····	(107)
6.2 填埋沼气(LFG)利用·····	(108)
第七节 复垦技术·····	(109)
<b>第六章 资源化与综合利用技术</b> ·····	<b>(111)</b>
第一节 概述·····	(111)
1.1 对土壤的污染·····	(111)
1.2 对水体的污染·····	(112)
1.3 对大气的污染·····	(113)
第二节 中转站综合利用与处理技术·····	(114)
2.1 筛分技术·····	(114)
2.2 分选技术·····	(115)
2.3 制肥技术·····	(116)
2.4 干燥打包技术·····	(121)
第三节 填埋场中的无公害处理技术·····	(121)
3.1 垃圾场的处理·····	(121)
3.2 垃圾的自身降解作用·····	(123)
第四节 资源化利用与开发技术·····	(126)
4.1 垃圾中生物资源的开发和利用·····	(127)
4.2 化工有机质垃圾的资源化利用·····	(128)
4.3 矿质垃圾的资源化开发和利用·····	(128)



---

4.4 废纸类的回收利用	(128)
<b>第七章 基础性研究课题</b>	(130)
<b>第一节 必要性和意义</b>	(130)
1.1 城市垃圾处理技术比较落后	(130)
1.2 城市垃圾处理的基础研究比较落后	(130)
<b>第二节 功能和作用</b>	(131)
<b>第三节 主要研究课题</b>	(132)
<b>第八章 两结合产业化</b>	(133)
<b>第一节 垃圾处理产业化的必要性</b>	(133)
1.1 管理体制落后	(133)
1.2 不完善的政府支持体系	(135)
<b>第二节 垃圾处理产业化的对策</b>	(136)
2.1 我国城市垃圾处理产业发展的对策	(137)
2.2 城市垃圾处理产业发展的具体措施	(138)
<b>第三节 垃圾处理产业化的运作模式</b>	(140)
<b>第九章 两结合产业化的应用前景</b>	(143)
<b>第一节 两结合产业化应用前景分析</b>	(143)
<b>第二节 产业化的政策、法规与资本</b>	(144)
<b>第十章 主要技术经济分析</b>	(146)
<b>第一节 主要技术指标</b>	(146)
<b>第二节 主要技术经济分析</b>	(146)
2.1 概述	(147)
2.2 技术经济分析	(147)

---

第十一章 主要社会效益·····	(152)
第十二章 主要结论·····	(155)
参考文献·····	(157)

# 绪 论

## 1 问题的提出

城镇垃圾的消纳和洁净处理，矿山采空场的复垦、利用及灾害防治，不仅是城镇环卫部门和矿产资源开采单位操心着急的事情，同时也是社会各界普遍关注的重大热点和难题，特别是在尝过不惜牺牲环境代价，一味追求眼前利益，尔后加倍偿还和修复环境损害苦果之后的今天，人们已经把城市垃圾和矿产资源开采可能导致的灾害问题，提高到了危害人类生存空间，殃及子孙后代的高度领悟它对社会经济可持续发展的危害和影响。这是理性的、负责的。

1996年城市工业固体废弃物为6亿吨，生活垃圾为1.6亿吨，加之历年累积堆放在城市周边的近70亿吨垃圾废弃物，已使全国668座大、中城市中的200多座陷入了垃圾山的包围之中。2000年，城市工业固体废弃物已达10亿吨，城市生活垃圾达2.0亿吨；垃圾废弃物的堆放占地面积已超过 $853.3\text{km}^2$ 。大量裸露堆放在城郊的垃圾废弃物，所产生的令人窒息的恶臭和滋生的蚊蝇虫鼠，以及这些垃圾废弃物在长期存贮发酵过程中产生的污物，对垃圾堆周边土壤、水体、大气的污染，都将严重地危害城市的环境质量和居民的身体健康，而且，这种危害和影响，还在与日俱增、日趋严重。

另一方面，全国的上万座矿山，每年都要通过开凿数

万 km 的井巷和剥离数十亿吨的地表山体，从地下掏出 50 亿吨以上的精矿。历经数年的连续开采，矿山采区内的地下矿产资源掏完后，都将留下经过多年开挖、维护、累积形成的数量惊人的地下井巷、地下采空场和露天矿坑及废石场。这些井巷和采空场，如不及时回填，必将导致地表大面积的沉陷和山体大规模滑落，破坏生态环境，危及工农业生产设施正常运作和人民生命财产的安全，而且，随着时间的延续，这些井巷和采空场还会相继增多加大，对社会经济的影响也越来越突出，愈来愈严重。据统计，我国因采矿而累计破坏的森林面积累计已达 106 万公顷；破坏的草地面积累计已达 26.3 万公顷；占用土地已达 586 万公顷；破坏土地已达 157 万公顷，而且还在以每年 4 万公顷的速度在递增，而矿区土地复垦率仅 10%。还有一些地方因矿山开采破坏了水平衡，导致区域性地下水下降多达数十米甚至百米，从而造成了大面积疏干漏斗致使水资源短缺。严重影响了人民群众的生活生产，制约了当地社会经济的发展。如果能把城郊矿山废弃采空场——地下井巷、地下采空场、露天矿坑、废石场，以及地下溶洞的回填治理，与城市固体垃圾废弃物的填埋处理结合起来，作为一项系统工程，予以妥善对接，不仅有助于城市固体垃圾的消纳处理，而且亦有助于矿山采空场隐患的治理，将会把两害变一利。

从全国矿山的分布情况看，大都靠近大、中城市，而且还有专用铁路站线及高等级公路或水路，互相沟通，交通往来十分方便。如武汉钢铁公司的三大铁矿供给基地矿山，距武汉最远不到 90km，最近只有 60km，批量运费最多每吨也只需 15 元。若以大冶铁矿露天矿坑作为科学掩埋

城市固体垃圾的场所，可容纳数亿立方米以上，恢复耕地近 2.67 多  $\text{km}^2$ ，就此而言，利用城市垃圾充填废弃采空场也是一种行之有效的环境综合治理方法，而且有着较为广阔的推广应用前景。

开展利用城镇垃圾充填废弃采空场的环境综合治理研究的目的在于：寻求一种前所未有的全新的城镇垃圾消纳处理和矿山废弃采场处理相结合的环境综合治理方法，促进城镇垃圾洁净处理和夕阳矿山采场的复苏。

## 2 主要内容和目标

利用城镇废弃的固体垃圾回填矿山地下采空区或露天采场，既有技术问题，也有社会问题，由于牵扯的部门多，需要政府出面制定和启用相应的法规，有计划有组织的推行实施。

单从技术的角度而言，实施这项变两害为一利的综合环境治理工程，并促进其治理由公益性事业转化为盈利性的企业行为，需要解决到位的主要问题如表 0-1 所列。

解决以上问题，需要有一个过程，现阶段需要研究和回答的主要问题是：实施这项富有创意的综合环境治理方案是否必要、是否可能、是否可行、是否经济合理，是否符合我国国情，据此，着重讨论了以下问题是：

- (1) 镇垃圾收集、分选、压密、贮存、运送方法的优化；
- (2) 临界运距，运量和填埋量及服务年限的论证；
- (3) 该项治理方案与现行处理方法的经济技术比较。

进行这些研究的目的在于：为相关部门和领导及其热心垃圾处理产业化人士的决策，提供科学依据。

表 0-1 主要研究内容与目标一览表

序号	课题名称	主要研究内容	研究目标
1	利用城市垃圾充填采空区的关键技术研究	充填方法、充填技术、充填工艺、充填设备	解决充填的具体操作办法
2	固体垃圾掩埋中的安全控制及潜在资源及回收废弃荒地复垦方法技术研究	充填场地动、静稳定性评价与治理；二恶英等有害物质的污染监测与防治；沼气等潜在资源的回收与复垦技术	解决安全监测手段与分析治理方法，实现潜在资源的有效回收与废弃荒地的复垦
3	利用城市垃圾充填矿山采空区的经济技术可行性研究与工程示范	技术、经济的分析、评价与对比；小范围的工程示范操作	论证实实施两结合综合环境治理及实现绿色希望工程产业化的可行性
4	实施两结合工程的资金筹措与政策法规保障体系研究	资金的筹措方法及效益分析；政策法规体系建议方案及效果预测	完善资金支撑与政策法规保障体系

## 3 研究方法和技术路线

### 3.1 研究方法

在进行该项研究时采用了“从实践中来到实践中去，理论联系实际”的研究方法，并在分析、论证中，力求将涉及到的硬技术恰当地融入其中，促进自然科学与社会科学、硬手段与软方法的结合，增强软科学成果的可操作性。

### 3.2 技术路线

进行该项研究的技术路线如图 0-1 所示。即：

(1)通过现场调查、情况交流、素材收集、积累资料，消化吸收，吃透背景。

(2)在吃透背景，积累足够资料的前提下，运用概率统计理论和数值分析方法，借助计算机进行系统的综合分析，以得出科学的结论。

(3)在广泛听取这项系统工程所涉及的有关意见后，融合现代科学技术条件，进行经济技术论证，提出实施方案与建议，促进研究成果的应用。

## 4 研究过程

本课题的提出最初是在湖北省政协八届三次会议期间，由湖北省政协教科文卫体委员会提出“关于利用固体垃圾充填废弃采空场的环境综合治理建议”的提案后（编号第 031 号），谷志孟研究员在此大会上作了题为“关于利用固体垃圾充填废弃采空场的环境治理建议”的发言<sup>[2]</sup>。此后湖北省委办公厅《每日快报》、《湖北日报》、《科技进步与对策》、《世纪行》、《科学导报》等相继作了刊载报导，

湖北省建设厅对提案作了办理回复，湖北省政协常委会在“在关于省政协八届三次会议以来提案工作情况”的报告中给予了充分的肯定。

对城市垃圾消纳和采空场处理两结合的环境综合治理建议，湖北省和武汉市有关领导也作了明确的批示。湖北省科技厅、武汉市建委、武汉市科委、武汉铁路分局、武汉钢铁公司、武汉市环保局等对本课题的研究都给予极大的支持和关注。

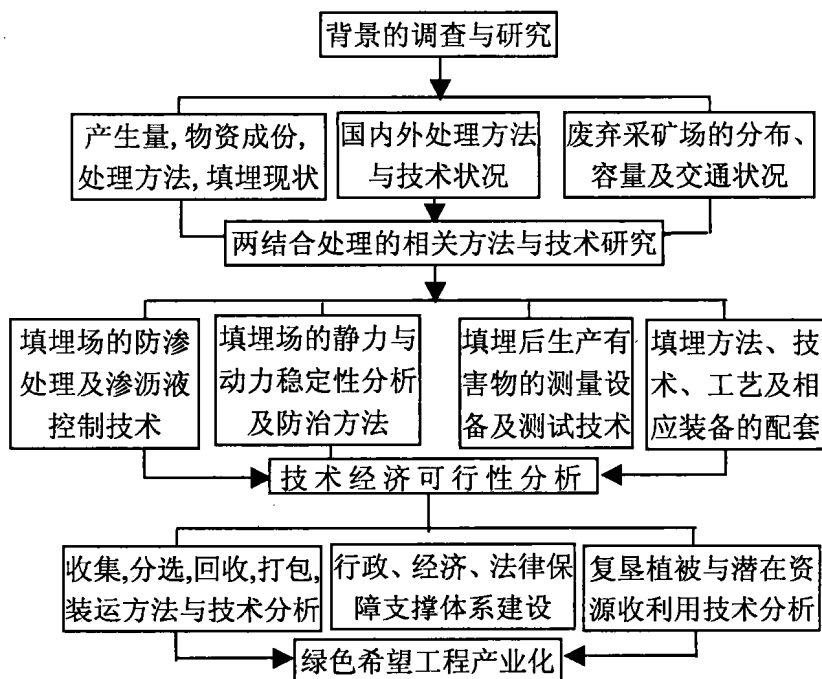


图 0-1 技术路线示意图



# 第一章 生活垃圾处理研究进展

20 世纪 80 年代以来, 随着各国工业和城市建设的迅猛发展, 人口的大量集中, 城市居民生活水平的提高, 造成地球上的垃圾产量迅速增长, 已成为当前世界性一大公害。面对世界性城市生活垃圾污染的严峻形势, 无论是发达国家, 还是发展中国家, 都对解决城市生活垃圾污染和防治问题给予了高度重视。如何在坚持环境治理可持续发展的前提下, 借助先进、可靠的技术措施和处理设备、设施把城市生活垃圾从产生、收集、运输、处理、处置等各个环节衔接配套, 形成完整的综合治理系统, 从而实现城市生活垃圾减量化、无害化、资源化的目标, 已成为摆在世界各国和各类城市面前的一项社会发展战略任务。

## 第一节 国外城市生活垃圾 处理的技术进展

城市垃圾处理的方法主要取决于: 垃圾的组份、技术的发展、环境的要求。国外垃圾处理一般采用 4 种方法: ①卫生填埋, ②焚烧, ③堆肥 (包括高温堆肥), ④回收利用和综合利用处理法。表 1-1 和图 1-1 中列出了 18 个国家垃圾处理的主要方法。

从表 1-1 和图 1-1 中可以在世界发达国家 4 种方法的