

# 生活垃圾卫生填埋 建设与作业运营技术

SHENGHUO LAJI WEISHENG TIANMAI  
JIAN SHE YU ZUOYE YUNYING JISHU

陆文龙 崔广明 陈浩泉 编著  
赵由才 主审



冶金工业出版社  
Metallurgical Industry Press

# 生活垃圾卫生填埋 建设与作业运营技术

陆文龙 崔广明 陈浩泉 编著  
赵由才 主审

北 京  
冶 金 工 业 出 版 社  
2013

## 内 容 简 介

本书较全面系统地介绍了我国生活垃圾卫生填埋建设与作业运营技术, 主要内容包括生活垃圾卫生填埋场防渗施工技术、灭蝇除臭作业技术、可持续生活垃圾卫生填埋技术与设备、运营管理技术、填埋场的稳定化过程及生态恢复与开发、封场后综合利用规划研究等。

本书可供从事生活垃圾和有毒有害废物处理处置的工程技术人员参考使用, 也可供高等专科及高职高专相关专业的教学使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

生活垃圾卫生填埋建设与作业运营技术/陆文龙, 崔广明,  
陈浩泉编著. —北京: 冶金工业出版社, 2013. 7

ISBN 978-7-5024-6292-5

I. ①生… II. ①陆… ②崔… ③陈… III. ①垃圾处理  
—卫生填埋 IV. ①X705

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013) 第 145225 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcbbs@cnmip.com.cn

责任编辑 程志宏 徐银河 美术编辑 彭子赫 版式设计 孙跃红

责任校对 郑 娟 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-6292-5

冶金工业出版社出版发行; 各地新华书店经销; 北京百善印刷厂印刷

2013 年 7 月第 1 版, 2013 年 7 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 12.5 印张; 298 千字; 187 页

39.00 元

冶金工业出版社投稿电话: (010)64027932 投稿邮箱: tougao@cnmip.com.cn

冶金工业出版社发行部 电话: (010)64044283 传真: (010)64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号(100010) 电话: (010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

# 前 言

在国民经济和社会发展第十一个五年规划期间，国家和各地方政府加大了城镇固体废物处理与资源化建设、管理方面的投入，大部分设市城市在逐步还清环境“历史欠账”的同时，基本上满足了日益增长的城镇生活垃圾无害化处理的需要，部分地区开始逐步重视小城镇甚至乡村的生活垃圾处理工作。

目前，我国城市生活垃圾仍以填埋处理方式为主，焚烧处理技术在“十一五”期间得到了较快发展，而堆肥处理市场则呈逐渐萎缩的态势。近年来，经过相关单位的共同努力，我国科研和技术人员研发并成功应用了生活垃圾卫生填埋和矿化垃圾资源化利用集成技术，解决了生活垃圾简易堆放处置造成环境污染的重大难题，实现了我国生活垃圾填埋处置方式从简易堆场向安全可控卫生填埋场的重大变革。相关研究成果在全国得到广泛应用，为我国生活垃圾无害化和资源化技术的应用和发展作出了重大贡献。

生活垃圾卫生填埋是国内外生活垃圾处置的重要技术，其建设与运营管理是实现生活垃圾无害化的关键。本书比较全面系统地总结了我国生活垃圾卫生填埋建设与作业运营技术。本书主要内容包括生活垃圾卫生填埋场防渗施工技术、生活垃圾卫生填埋场灭蝇除臭作业技术、可持续生活垃圾卫生填埋技术与设备、生活垃圾卫生填埋场运营管理技术、填埋场的稳定化过程及生态恢复与开发、填埋场封场后综合开发利用规划研究等。本书适于从事生活垃圾和有毒有害废物管理的行业和城市固体废物处理行业的工程技术人员阅读和参考，也可作为相关专业学习的教材。

本书由陆文龙、崔广明、陈浩泉撰写，赵由才主审。

由于作者水平所限，书中出现遗漏和不足之处，敬请广大读者批评指正。

编 者  
2013 年 1 月

## 冶金工业出版社部分图书推荐

### “十二五”国家重点图书——环境保护知识丛书

|                       |     |     |        |
|-----------------------|-----|-----|--------|
| 日常生活中的环境保护——我们的防护小策略  | 孙晓杰 | 赵由才 | 主编     |
| 认识环境影响评价——起跑线上的保障     | 杨淑芳 | 张健君 | 赵由才 主编 |
| 温室效应——沮丧？彷徨？希望？       | 赵天涛 | 张丽杰 | 赵由才 主编 |
| 可持续发展——低碳之路           | 崔亚伟 | 梁启斌 | 赵由才 主编 |
| 环境污染物毒害及防护——保护自己、优待环境 | 李广科 | 云 洋 | 赵由才 主编 |
| 能源利用与环境保护——能源结构的思考    | 刘 涛 | 顾莹莹 | 赵由才 主编 |
| 走进工程环境监理——天蓝水清之路      | 马建立 | 李良玉 | 赵由才 主编 |
| 饮用水安全与人们的生活——保护生命之源   | 张瑞娜 | 曾 彤 | 赵由才 主编 |
| 噪声与电磁辐射——隐形的危害        | 王罗春 | 周 振 | 赵由才 主编 |
| 大气污染防治——共享一片蓝天        | 刘 清 | 招国栋 | 赵由才 主编 |
| 废水是如何变清的——倾听地球的脉搏     | 顾莹莹 | 李鸿江 | 赵由才 主编 |
| 土壤污染退化与防治——粮食安全，民之大幸  | 孙英杰 | 宋 菁 | 赵由才 主编 |
| 海洋与环境——大海母亲的予与求       | 孙英杰 | 黄 尧 | 赵由才 主编 |
| 城市生活垃圾——前世今生          | 唐 平 | 潘新潮 | 赵由才 主编 |

### 污泥处理与资源化丛书

|              |     |     |        |
|--------------|-----|-----|--------|
| 污泥干化与焚烧技术    | 王罗春 | 李 雄 | 赵由才 主编 |
| 污泥生物处理技术     | 王 星 | 赵天涛 | 赵由才 主编 |
| 污泥处理与资源化应用实例 | 曹伟华 | 孙晓杰 | 赵由才 主编 |
| 污泥循环卫生填埋技术   | 朱 英 | 张 华 | 赵由才 主编 |
| 污泥管理与控制政策    | 许玉东 | 陈荔英 | 赵由才 主编 |
| 污泥资源化利用技术    | 李鸿江 | 顾莹莹 | 赵由才 主编 |
| 污泥表征与预处理技术   | 李 兵 | 张承龙 | 赵由才 主编 |

# 目 录

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 第 1 章 生活垃圾卫生填埋场防渗施工技术 .....   | 1  |
| 1.1 适用范围 .....                | 1  |
| 1.2 适用的规范性文件 .....            | 1  |
| 1.3 有关防渗术语及定义 .....           | 1  |
| 1.4 防渗结构的要求及分类 .....          | 2  |
| 1.4.1 防渗结构要求 .....            | 2  |
| 1.4.2 防渗结构分类 .....            | 3  |
| 1.5 工程材料质量要求及常用设备 .....       | 4  |
| 1.5.1 工程材料质量要求 .....          | 4  |
| 1.5.2 常用设备 .....              | 6  |
| 1.6 防渗系统工程施工 .....            | 19 |
| 1.6.1 施工准备 .....              | 19 |
| 1.6.2 施工测量放线 .....            | 19 |
| 1.6.3 土建工程施工 .....            | 20 |
| 1.6.4 锚固沟施工 .....             | 20 |
| 1.6.5 管道盲沟、碎石铺设施工 .....       | 21 |
| 1.6.6 HDPE 膜施工 .....          | 22 |
| 1.6.7 土工布施工 .....             | 29 |
| 1.6.8 膨润土复合防水垫 (GCL) 施工 ..... | 32 |
| 1.6.9 PE 管施工 .....            | 34 |
| 1.6.10 复合排水网施工 .....          | 37 |
| 1.6.11 导气石笼制作安装 .....         | 38 |
| 1.7 季节性施工 .....               | 39 |
| 1.7.1 雨期施工 .....              | 39 |
| 1.7.2 夏季施工 .....              | 40 |
| 1.7.3 冬季施工 .....              | 40 |
| 1.8 特殊工艺技术的施工 .....           | 42 |
| 1.8.1 湿式加盖膜施工 .....           | 42 |

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| 1.8.2 斜卧井施工 .....                  | 44        |
| 1.9 施工管理 .....                     | 46        |
| 1.9.1 施工组织管理 .....                 | 46        |
| 1.9.2 安全施工管理 .....                 | 50        |
| 1.9.3 文明施工管理 .....                 | 53        |
| 1.10 劳动卫生和环境保护 .....               | 58        |
| 1.10.1 组织措施 .....                  | 58        |
| 1.10.2 防止大气污染 .....                | 59        |
| 1.10.3 防止水污染 .....                 | 59        |
| 1.10.4 防止施工噪声污染 .....              | 59        |
| <b>第2章 生活垃圾卫生填埋场灭蝇除臭作业技术 .....</b> | <b>60</b> |
| 2.1 适用范围 .....                     | 60        |
| 2.2 岗位职责 .....                     | 60        |
| 2.3 灭蝇除臭作业规定 .....                 | 60        |
| 2.3.1 苍蝇控制规定 .....                 | 60        |
| 2.3.2 异味控制标准 .....                 | 61        |
| 2.4 作业流程 .....                     | 61        |
| 2.4.1 药剂喷洒灭蝇 .....                 | 61        |
| 2.4.2 烟雾包灭蝇 .....                  | 61        |
| 2.4.3 颗粒剂诱饵灭蝇 .....                | 62        |
| 2.4.4 除臭 .....                     | 62        |
| 2.5 操作规程 .....                     | 62        |
| 2.5.1 药剂喷洒灭蝇 .....                 | 62        |
| 2.5.2 烟雾包灭蝇 .....                  | 63        |
| 2.5.3 颗粒剂灭蝇 .....                  | 64        |
| 2.6 防护措施 .....                     | 64        |
| 2.7 膜覆盖作业规程 .....                  | 64        |
| 2.7.1 膜覆盖作业质量目标 .....              | 64        |
| 2.7.2 日覆盖作业规程 .....                | 65        |
| 2.7.3 中间覆盖作业规程 .....               | 65        |
| 2.8 常用除臭药剂 .....                   | 66        |
| 2.8.1 EM微生物菌除臭剂 .....              | 66        |
| 2.8.2 植物除臭剂 .....                  | 66        |
| 2.8.3 EM菌除臭剂和植物除臭剂的毒性检测 .....      | 67        |



|                                         |           |
|-----------------------------------------|-----------|
| 2.9 常用灭蝇除臭设备介绍 .....                    | 67        |
| 2.9.1 汽油机 .....                         | 67        |
| 2.9.2 远射程风送式喷雾机 .....                   | 71        |
| 2.9.3 喷淋除臭设备 .....                      | 73        |
| 2.9.4 洗涤塔 .....                         | 74        |
| 2.9.5 除尘和活性炭吸附设备 .....                  | 75        |
| 2.9.6 离子除臭设备 .....                      | 76        |
| <b>第3章 可持续生活垃圾卫生填埋技术与设备 .....</b>       | <b>79</b> |
| 3.1 城镇固体废物处理现状与发展趋势 .....               | 79        |
| 3.2 生活固体废物处理存在的问题 .....                 | 79        |
| 3.2.1 卫生填埋场 .....                       | 80        |
| 3.2.2 焚烧厂 .....                         | 80        |
| 3.2.3 堆肥厂 .....                         | 80        |
| 3.2.4 渗滤液处理设施 .....                     | 81        |
| 3.3 生活固体废物处理存在问题的原因 .....               | 81        |
| 3.4 国内外生活固体废物处理技术发展趋势 .....             | 82        |
| 3.4.1 生活垃圾收运技术发展 .....                  | 82        |
| 3.4.2 生活垃圾卫生填埋技术发展 .....                | 83        |
| 3.4.3 生活垃圾焚烧技术发展趋势 .....                | 84        |
| 3.4.4 生活垃圾处理资源化与节能减排技术发展趋势 .....        | 84        |
| 3.4.5 生活垃圾渗滤液处理技术发展趋势 .....             | 86        |
| 3.4.6 城镇粪便处理技术发展趋势 .....                | 86        |
| 3.4.7 城镇建筑垃圾处理技术发展趋势 .....              | 86        |
| 3.5 国内生活固体废物处理技术需求和差距 .....             | 87        |
| 3.5.1 生活垃圾收运技术需求和差距 .....               | 87        |
| 3.5.2 卫生填埋方面的技术需求和差距 .....              | 87        |
| 3.5.3 焚烧方面的技术需求和差距 .....                | 87        |
| 3.5.4 渗滤液处理方面的技术需求和差距 .....             | 87        |
| 3.5.5 固体废物行业在循环经济、节能减排等方面的技术需求和差距 ..... | 88        |
| 3.6 生活垃圾可持续填埋技术 .....                   | 88        |
| 3.6.1 生活垃圾填埋场稳定化与矿化垃圾的形成 .....          | 89        |
| 3.6.2 矿化垃圾的开采 .....                     | 90        |
| 3.6.3 矿化垃圾性质特征 .....                    | 91        |
| 3.6.4 矿化垃圾腐殖质的性质表征 .....                | 92        |

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| 3.7 生活垃圾渗滤液及其达标处理组合技术 .....      | 93         |
| 3.7.1 与城市生活污水合并处理 .....          | 94         |
| 3.7.2 渗滤液单独处理 .....              | 95         |
| 3.7.3 矿化垃圾新型载体的筛选和性能 .....       | 102        |
| 3.7.4 新型载体生物反应床处理渗滤液的实验研究 .....  | 104        |
| 3.7.5 不同水力负荷和不同温度影响试验 .....      | 109        |
| 3.7.6 多级 A/O 串联工艺 .....          | 110        |
| 3.7.7 回流 .....                   | 111        |
| 3.7.8 新型载体微生物群落结构研究 .....        | 113        |
| 3.7.9 反渗透工艺 .....                | 113        |
| 3.7.10 垃圾渗滤液达标处理组合技术 .....       | 115        |
| <b>第4章 生活垃圾卫生填埋场运营管理技术 .....</b> | <b>117</b> |
| 4.1 安全管理制度 .....                 | 117        |
| 4.2 车辆安全运行规定 .....               | 117        |
| 4.3 设备安全运行规定 .....               | 118        |
| 4.4 作业场所文明安全管理规定 .....           | 118        |
| 4.5 岗位责任制 .....                  | 119        |
| 4.5.1 中心党支部书记 .....              | 119        |
| 4.5.2 中心总经理 .....                | 119        |
| 4.5.3 中心内勤 .....                 | 119        |
| 4.5.4 运营管理项目部 .....              | 120        |
| 4.5.5 设备管理项目部 .....              | 120        |
| 4.5.6 药厂项目部 .....                | 120        |
| 4.5.7 班组长 .....                  | 121        |
| 4.5.8 灭蝇除臭员工 .....               | 121        |
| 4.5.9 药物调配工 .....                | 121        |
| 4.5.10 车辆驾驶员 .....               | 122        |
| 4.5.11 门卫 .....                  | 122        |
| 4.6 灭蝇除臭作业指导书 .....              | 123        |
| 4.6.1 灭蝇作业指导书 .....              | 123        |
| 4.6.2 除臭作业指导书 .....              | 123        |
| 4.7 设备设施操作作业指导书 .....            | 125        |
| 4.7.1 汽油机 .....                  | 125        |
| 4.7.2 风炮 .....                   | 128        |

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| 4.7.3 喷淋除臭设备 .....                 | 130        |
| 4.7.4 洗涤塔 .....                    | 131        |
| 4.7.5 除尘和活性炭吸附设备 .....             | 132        |
| 4.7.6 离子除臭设备 .....                 | 134        |
| 4.8 应急预案 .....                     | 135        |
| 4.8.1 苍蝇突增应急预案 .....               | 135        |
| 4.8.2 上级督查与参观检查应急预案 .....          | 136        |
| 4.8.3 药物中毒事故应急预案 .....             | 137        |
| 4.8.4 设备故障应急预案 .....               | 138        |
| 4.9 生活垃圾填埋场甲烷减排对策 .....            | 138        |
| 4.9.1 填埋场甲烷排放现状与影响因素 .....         | 138        |
| 4.9.2 填埋场甲烷减排措施 .....              | 139        |
| 4.9.3 甲烷菌抑制技术 .....                | 141        |
| 4.9.4 准好氧填埋技术 .....                | 142        |
| <b>第5章 填埋场的稳定化过程及生态恢复与开发 .....</b> | <b>144</b> |
| 5.1 填埋场的终场处理 .....                 | 145        |
| 5.1.1 填埋场的封场与封场后的管理 .....          | 145        |
| 5.1.2 最终覆盖系统 .....                 | 146        |
| 5.1.3 地表水导排控制系统 .....              | 148        |
| 5.1.4 填埋气的控制 .....                 | 149        |
| 5.1.5 渗滤液的控制与处理 .....              | 149        |
| 5.1.6 环境监测系统 .....                 | 149        |
| 5.2 填埋场稳定化 .....                   | 149        |
| 5.2.1 填埋场稳定化的概念 .....              | 149        |
| 5.2.2 填埋场稳定化过程的划分 .....            | 150        |
| 5.2.3 填埋场稳定化的影响因素 .....            | 150        |
| 5.2.4 填埋场稳定化的评价标准 .....            | 153        |
| 5.3 填埋场终场后的生态恢复 .....              | 153        |
| 5.3.1 生态恢复与填埋场生态 .....             | 153        |
| 5.3.2 填埋场终场后的生态恢复 .....            | 154        |
| 5.3.3 填埋场植被恢复的研究进展 .....           | 160        |
| 5.4 填埋场终场后的开发利用 .....              | 161        |
| 5.4.1 填埋场开采 .....                  | 161        |
| 5.4.2 稳定化垃圾及其利用 .....              | 165        |



|                                             |            |
|---------------------------------------------|------------|
| 5.4.3 填埋场封场后的土地资源的开发利用 .....                | 166        |
| 5.5 填埋场封场单元苗木种植适应性试验与筛选 .....               | 167        |
| <b>第6章 填埋场封场后综合开发利用规划研究——以老港填埋场为例 .....</b> | <b>172</b> |
| 6.1 上海市废弃物老港处置场概况 .....                     | 172        |
| 6.1.1 简介 .....                              | 172        |
| 6.1.2 气候与地质概况 .....                         | 172        |
| 6.2 老港填埋场封场后开发规划的依据 .....                   | 173        |
| 6.2.1 现有最终覆盖系统与封场措施 .....                   | 173        |
| 6.2.2 稳定化进程 .....                           | 174        |
| 6.2.3 生态环境 .....                            | 174        |
| 6.3 老港填埋场封场后的植被恢复 .....                     | 176        |
| 6.3.1 植被恢复的目标和原则 .....                      | 176        |
| 6.3.2 植被恢复中需要注意的问题 .....                    | 176        |
| 6.3.3 植被恢复过程 .....                          | 177        |
| 6.4 老港填埋场的开发利用规划 .....                      | 178        |
| 6.4.1 功能规划 .....                            | 178        |
| 6.4.2 开发规划概述 .....                          | 180        |
| <b>参考文献 .....</b>                           | <b>182</b> |

# 第 1 章 生活垃圾卫生填埋场 防渗施工技术

生活垃圾随意堆放，会对周边环境造成严重的二次污染。目前，国内外卫生填埋场全部要求采用高密度聚乙烯膜（HDPE）进行防渗。本章详细描述了防渗工程的施工技术。

## 1.1 适用范围

本书讲述了生活垃圾卫生填埋场防渗施工技术关于防渗结构的要求及分类、防渗系统工程施工、季节性施工、施工组织管理、安全施工管理、文明施工管理、劳动卫生和环境保护等方面的要求，但本章所涉及防渗施工技术适用于生活垃圾卫生填埋场、生活污水处理厂脱水污泥填埋场、一般工业废弃物卫生填埋场防渗系统工程的施工和管理，不适用于危险废弃物安全填埋场防渗工程的施工和管理。

## 1.2 适用的规范性文件

近年来，随着国内大众及政府对环境保护的重视，国家和相关职能部门相继出台了一系列的法律、法规及有关环境保护的国家标准，与生活垃圾卫生填埋相关的法律、法规文件包括：《生活垃圾填埋污染控制标准》（GB 16889）、《工业企业设计卫生标准》（GBZ1）、《土工合成材料应用技术规范》（GB 50290）、《大气污染物综合排放标准》（GB 16297）、《污水综合排放标准》（GB 8978）、《供配电系统设计规范》（GB 50052）、《生活垃圾卫生填埋技术规范》（CJJ 17）、《生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术规范》（CJJ 113）、《填埋场用高密度聚乙烯土工膜》（CJ/T 234）、《施工机械使用安全技术规程》（JGJ 33）、《聚乙烯（PE）膜防渗工程技术规范》（SL/T 231）、《城市生活垃圾卫生填埋处理工程项目建设标准》（建标〔2001〕101号）。

## 1.3 有关防渗术语及定义

有关防渗术语中英文对照和定义如下：

（1）防渗系统（liner system）：在填埋场场底和四周边坡上为构筑渗滤液防渗屏障所选用的由各种材料组成的体系。

（2）防渗结构（liner structure）：在填埋场场底和四周边坡上为构筑渗滤液防渗屏障所选用的各种材料的空间层次结构。

（3）防渗基础层（liner foundation）：即防渗材料的基础，又分为场底基础层和四周边坡基础层。

（4）地下水收集导排层（groundwater collecting diversion layer）：在防渗系统基础层下方，用于收集和导排地下水的设施。

(5) 保护层 (protecting layer): 与防渗层结合在一起的保护防渗材料不被损坏的材料层。

(6) 防渗层 (infiltration proof layer): 在防渗系统中, 为构筑渗滤液防渗屏障所选用的各种材料的组合。

(7) 渗滤液收集导排层 (leachate collection and removed layer): 在防渗层上部, 用于收集和导排渗滤液的设施。

(8) 渗漏导流检测层 (leachate detection liner): 用于检测填埋场双层防渗系统渗漏情况的结构层。

(9) 盲沟 (underground drain): 采用高过滤性材料构建的位于填埋库区底部或填埋体中的暗渠 (管)。

(10) 锚固沟 (anchor trench): 固定各种防渗材料的设施。

(11) 堤坝 (dyke): 位于填埋库区四周, 由碎石、土等构建的, 为阻隔并集中垃圾而形成的围坝。

(12) 集水池/井 (catchment pool/well): 在填埋场修筑的用于汇集渗滤液或地下水, 并可自流或用提升泵将渗滤液或地下水排除的构筑物。

(13) 填埋气体 (landfill gas): 填埋体中的有机废弃物分解产生的气体, 主要是甲烷和二氧化碳。

(14) 人工合成衬里 (artificial liners): 利用人工合成材料铺设的防渗衬里, 如高密度聚乙烯膜等。采用一层人工合成衬里铺设的防渗层为单层衬里, 采用两层人工合成衬里铺设的防渗层为双层衬里。

(15) 复合衬里 (composite liners): 采用两种或两种以上不同的防渗材料铺设的防渗层。

(16) 复合排水网 (composite drainage system): 复合排水网是相对空间结构的二维或三维结构, 它是以高聚合物 (高度聚乙烯、低度聚乙烯、聚丙烯等) 为主要原料, 经过挤出工艺与特制转接头制成的非编织型整体化网状结构, 厚度为 6 ~ 9mm, 应用于垃圾填埋场的渗滤液导排层。

## 1.4 防渗结构的要求及分类

### 1.4.1 防渗结构要求

防渗结构的要求主要包括以下几个方面:

(1) 天然黏土类衬里及改性黏土类衬里 (如膨润土与黏土混合) 的渗透系数不应大于  $1.0 \times 10^{-9} \text{m/s}$ , 且压实土壤厚度不应小于 2m。

(2) 在填埋场场底及四壁铺设的高密度聚乙烯膜作为防渗衬里时, 膜的厚度不应小于 1.5mm, 并应满足填埋场防渗材料性能要求和国家现行相关标准。

(3) 铺设高密度聚乙烯 (HDPE) 膜材料应焊接牢固, 达到强度和防渗要求。局部不应产生下沉、拉断现象, 膜的焊接处应通过试验检测。

(4) 在相对较高的边坡铺设衬里时应设置锚固平台, 平台高度应结合实际地形确定, 不宜大于 10m, 边坡坡度宜小于 1:2 ~ 1:1.5, 最大不宜超过 1:1。



### 1.4.2 防渗结构分类

防渗结构主要分为单层衬里防渗结构、双层衬里防渗结构和复合衬里防渗结构，具体如下：

(1) 单层衬里防渗结构。单层衬里防渗结构适用于地下水比较贫乏地区的填埋场底部防渗，其主要结构层（从下至上）为：基础层（基层）、地下水收集导排层（当库区有浅层地下水、泉水出露时应设置）、膜下保护层、防渗层、膜上保护层、渗滤液收集导排层、土工织物层、垃圾层。单层衬里防渗结构如图 1-1 所示。

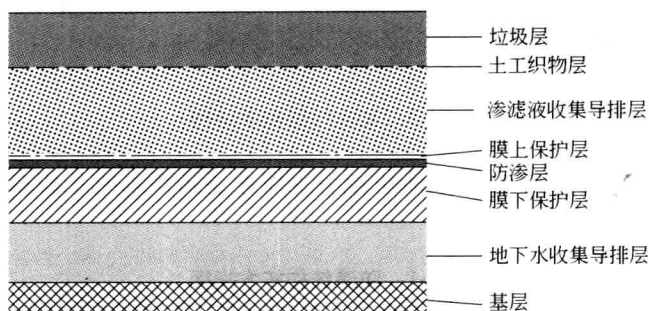


图 1-1 单层衬里防渗结构

(2) 双层衬里防渗结构。双层衬里防渗结构适用于特殊地质或环境要求非常高的地区的填埋场底部防渗，其主要结构层（从下至上）为：基层、地下水收集导排层（当库区有浅层地下水、泉水出露时应设置）、膜下保护层、次防渗层、渗滤液导流检测层、膜上保护层、主防渗层、膜下保护层、渗滤液收集导排层、土工织物层、垃圾层。双层衬里防渗结构如图 1-2 所示。

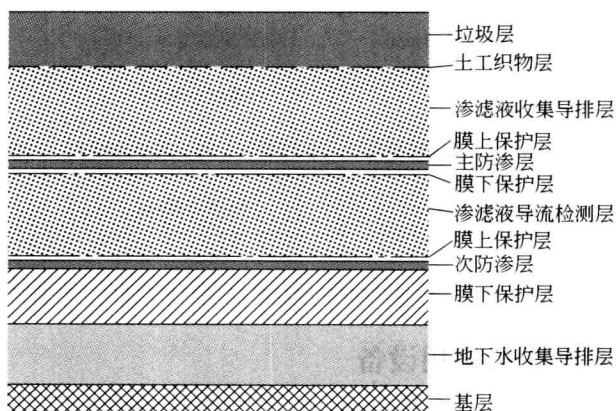


图 1-2 双层衬里防渗结构

(3) 复合衬里防渗结构。人工合成衬里的防渗结构宜采用复合衬里，其主要结构层（从下至上）为：基层、地下水收集导排层（当库区有浅层地下水、泉水出露时应设置）、

膜下保护层、防渗层、膜上保护层、渗滤液收集导排层、土工织物层、垃圾层。复合衬里防渗结构如图 1-3 所示。

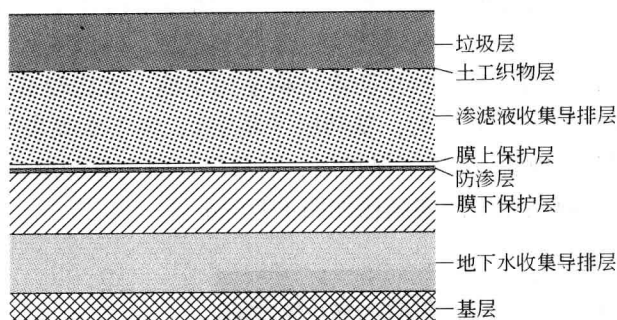


图 1-3 复合衬里防渗结构

防渗结构的技术指标应符合《生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术规范》(CJJ 113)的有关规定，见表 1-1。

表 1-1 防渗结构技术指标

| 类 型      | 单层衬里防渗结构                                   | 双层衬里防渗结构                                                                      | 复合衬里防渗结构                                   |
|----------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 结构层      |                                            |                                                                               |                                            |
| 地下水收集导排层 | 距基础距离根据设计要求                                | 距基础距离根据设计要求                                                                   | 距基础距离根据设计要求                                |
| 膜下保护层    | 渗透系数 $\leq 1.0 \times 10^{-9} \text{ m/s}$ | 主防渗层下宜采用土工布作为保护层，次防渗层下宜采用压实黏土作为保护层，渗透系数 $\leq 1.0 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ | 渗透系数 $\leq 1.0 \times 10^{-9} \text{ m/s}$ |
| 防渗层      | HDPE 膜厚度 $\geq 1.5 \text{ mm}$             | HDPE 膜厚度 $\geq 1.5 \text{ mm}$                                                | HDPE 膜厚度 $\geq 1.5 \text{ mm}$             |
| 渗滤液导流检测层 |                                            | 厚度 $\geq 30 \text{ cm}$                                                       |                                            |
| 膜上保护层    | 非织造土工布，规格视情况                               | 非织造土工布，规格视情况                                                                  | 非织造土工布，规格视情况                               |
| 渗滤液收集导排层 | 厚度 $\geq 30 \text{ cm}$                    | 厚度 $\geq 30 \text{ cm}$                                                       | 厚度 $\geq 30 \text{ cm}$                    |
| 膨润土复合防水垫 |                                            |                                                                               | 渗透系数 $\leq 5 \times 10^{-11} \text{ m/s}$  |

## 1.5 工程材料质量要求及常用设备

### 1.5.1 工程材料质量要求

工程材料质量要求主要包括以下几个方面：

(1) 高密度聚乙烯 (HDPE) 膜的技术指标应符合《土工合成材料聚乙烯土工膜》(GB/T 17643) 的有关规定，具体见表 1-2。



表 1-2 高密度聚乙烯膜技术指标

| 序 号 | 项 目                                                                                         | HDPE 膜                  |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1   | 拉伸强度(纵横)/ $\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$                                                   | $\geq 14$               |
| 2   | 断裂伸长率(纵横)/%                                                                                 | $\geq 400$              |
| 3   | 直角撕裂强度(纵横)/ $\text{N} \cdot \text{mm}^{-1}$                                                 | $\geq 50$               |
| 4   | 屈服伸长率/%                                                                                     | $\geq 12$               |
| 5   | 水蒸气渗透系数/ $\text{g} \cdot \text{cm} \cdot (\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})^{-1}$ | $< 1.0 \times 10^{-16}$ |
| 6   | 使用温度范围/ $^{\circ}\text{C}$                                                                  | $-60 \sim 60$           |
| 7   | 密度/ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$                                                         | $\geq 0.94$             |

(2) 无纺土工织物(土工布)可分为聚酯长丝纺粘针刺非织造土工布和聚酯短丝纺粘针刺非织造土工布两种。聚酯长丝纺粘针刺非织造土工布的技术指标应符合《土工合成材料长丝土工布》(GB/T 17639)中的有关规定,具体见表 1-3。

表 1-3 聚酯长丝纺粘针刺非织造土工布技术指标

| 序号 | 项 目                                        | 100g                                               | 150g  | 200g  | 250g  | 300g  | 350g  | 400g  | 450g  | 500g  | 600g  | 800g  | 备注  |
|----|--------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 1  | 单位面积质量偏差/%                                 | -6                                                 | -6    | -6    | -5    | -5    | -5    | -5    | -5    | -4    | -4    | -4    |     |
| 2  | 厚度/mm                                      | ≥0.8                                               | ≥1.2  | ≥1.6  | ≥1.9  | ≥2.2  | ≥2.5  | ≥2.8  | ≥3.1  | ≥3.4  | ≥4.2  | ≥5.5  |     |
| 3  | 幅宽偏差/%                                     | -0.5                                               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 4  | 断裂强度/kN·m <sup>-1</sup>                    | ≥4.5                                               | ≥7.5  | ≥10.0 | ≥12.5 | ≥15.0 | ≥17.5 | ≥20.5 | ≥22.5 | ≥25.0 | ≥30.0 | ≥40.0 | 纵横向 |
| 5  | 断裂伸长率/%                                    | 40~80                                              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 6  | 顶破强力(CBR)/kN                               | ≥0.8                                               | ≥1.4  | ≥1.8  | ≥2.2  | ≥2.6  | ≥3.0  | ≥3.5  | ≥4.0  | ≥4.7  | ≥5.5  | ≥7.0  |     |
| 7  | 等效孔径 O <sub>90</sub> (O <sub>95</sub> )/mm | 0.07~0.2                                           |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 8  | 垂直渗透系数/cm·s <sup>-1</sup>                  | K×(10 <sup>-3</sup> ~10 <sup>-1</sup> ), K=1.0~9.9 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 9  | 撕破强力/kN                                    | ≥0.14                                              | ≥0.21 | ≥0.28 | ≥0.35 | ≥0.42 | ≥0.49 | ≥0.56 | ≥0.63 | ≥0.70 | ≥0.82 | ≥1.10 | 纵横向 |

(3) 膨润土复合防水垫(GCL)的技术指标应符合表 1-4 的规定,还应符合国家相关标准的规定。

表 1-4 膨润土复合防水垫技术指标

| 序 号 | 项 目                                           | 指 标                          |
|-----|-----------------------------------------------|------------------------------|
| 1   | 上层土工布重量/ $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$       | 220                          |
| 2   | 单位面积钠型膨润混合物重量/ $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ | $\geq 4500$                  |
| 3   | 下层土工布重量/ $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$       | 110                          |
| 4   | 体积膨胀度                                         | $\geq 24\text{mL}/2\text{g}$ |
| 5   | 单位面积总质量/ $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$       | $\geq 4800$                  |
| 6   | 穿刺强度/N                                        | $\geq 1800$                  |
| 7   | 厚度/mm                                         | $\geq 6$                     |
| 8   | 渗透系数/ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$          | $\leq 5 \times 10^{-11}$     |
| 9   | 流动指数/ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$        | $5 \times 10^{-9}$           |
| 10  | 抗静水压力/ $\text{MPa} \cdot \text{h}^{-1}$       | 0.6                          |
| 11  | 剥离强度/N                                        | $\geq 65$                    |



(4) 给水用聚乙烯管材 (PE 管) 的技术指标应符合 GB/T 13663 标准的有关规定, 具体见表 1-5。

表 1-5 给水用聚乙烯管材技术指标

| 序 号 | 项 目              | 指 标        |
|-----|------------------|------------|
| 1   | 断裂伸长率/%          | 350        |
| 2   | 纵向回缩率(110℃)/%    | ≤3         |
| 3   | 氧化诱导时间(200℃)/min | ≥20        |
| 4   | 静液压强度            | 20℃, 100h  |
|     |                  | 80℃, 165h  |
|     |                  | 80℃, 1000h |
| 5   | 耐候性 (对蓝色管材)      | 符合要求       |

(5) 复合排水网的技术指标应符合表 1-6 所示的规定, 还应符合国家相关标准的规定。

表 1-6 复合排水网技术指标

| 序 号 | 项 目    | 单 位              | DLF800/2 | DLF1000/2 | DLF1300/2 | DLF1600/2 |
|-----|--------|------------------|----------|-----------|-----------|-----------|
| 1   | 抗拉强度   | kN/m             | 14       | 18        | 26        | 28        |
| 2   | 抗压强度   | kPa              | >1500    | >2000     | >2200     | >2500     |
| 3   | 伸长率    | %                | 60       | 60        | 60        | 60        |
| 4   | 导水率    | m/s              | 0.7      | 0.75      | 0.8       | 0.9       |
| 5   | 厚 度    | mm               | 5.5      | 6.3       | 7.5       | 8         |
| 6   | 单位面积质量 | g/m <sup>2</sup> | 1200     | 1400      | 1700      | 2000      |
| 7   | 幅 度    | m                | 1.25, 2  | 1.25, 2   | 1.25, 2   | 1.25, 2   |
| 8   | 卷 长    | m                | 30, 50   | 30, 50    | 30, 50    | 30, 50    |

注: 1. 卷长可根据要求加工;

2. 以上参数为两面土工布复合后数据 (两面土工布均为 200g/m<sup>2</sup>)。

## 1.5.2 常用设备

### 1.5.2.1 施工设备

施工设备应包括: 热楔式自动爬行塑料焊接机、手持式单轨挤出焊机、手持式热风焊枪和滚轮、塑料管道热熔对接焊机。

### 1.5.2.2 检测设备

检测设备应包括: 拉力试验机、高压电火花测漏仪、针孔测试仪、真空罩检测仪。

### 1.5.2.3 设备的运行与维护保养

设备运行应按照设计的工艺要求使用, 并应满足下列要求:

(1) 建立设备台账。主要内容包括: 设备名称、规格、型号、主要部件、备件、易损件、开始使用时间、购置费用、维修时间及费用、更换时间、报废时间及费用等。

(2) 实行运行记录制度。

(3) 实行设备使用率和完好率考核制度。