

生活垃圾填埋场封场工程施工技术优化分析

汪洋 李力 龚楚坤

中国市政工程中南设计研究总院有限公司, 中国·湖北 武汉 430010

摘要: 近年来生活垃圾填埋场封场治理项目不断增多, 论文以武汉市某生活垃圾填埋场封场项目为例, 对封场工程中的堆体整形、锚固沟与气液导排、覆盖系统、防洪与地表水径流导排等主要单位工程展开讨论分析, 总结能够有效提高施工效率、降低项目建设和运营维护成本的技术优化成果, 为后续垃圾填埋场封场项目施工提供参考。

关键词: 垃圾填埋场; 封场工程; 施工技术

Analysis of Optimization of Construction Technologies for Municipal Solid Waste Landfill Closure Projects

Yang Wang Li LI Chukun Gong

Central & Southem China Municipal Engineering Design and Research Institute Co, Ltd., Wuhan, Hubei, 430010, China

Abstract: In recent years, the number of landfill closure and treatment projects for municipal solid waste has been increasing continuously. Taking a landfill closure project in Wuhan as an example, this paper discusses and analyzes the main unit projects in the closure project, such as landfill body shaping, anchor trenches and gas - liquid drainage, covering systems, flood control and surface water runoff drainage. It summarizes the technical optimization achievements that can effectively improve construction efficiency and reduce project construction, operation and maintenance costs, providing reference for the construction of subsequent landfill closure projects.

Keywords: landfill; closure project; construction technology

0 前言

《“十四五”城镇生活垃圾分类和处理设施发展规划》中提到, 对库容已满的填埋设施, 要积极开展封场治理工作。随着满库容的垃圾填埋场数量不断增加, 封场项目数量逐渐增多^[1]。为了进一步提高垃圾填埋场处理设施建设水平, 提高封场项目施工效率, 降低封场后运营成本和安全风险^[2], 垃圾填埋场封场工程的施工技术和细节需要不断优化。论文以武汉市某生活垃圾填埋场封场工程项目为对象, 对垃圾填埋场封场工程施工技术展开讨论分析, 总结合理高效的施工技术细节。

1 工程概况

武汉市某生活垃圾填埋场一期于 2004 年启动, 总建设用地规模 65 公顷, 总库容 1400 万立方米。2016 年二期工程投入使用, 占地面积约 232 亩, 建设总库容 548 万立方。截至 2023 年, 该填埋场垃圾存量已接近库容量。因此, 对该填埋场进行封场工程建设, 主要包含垃圾堆体整形、锚固沟与气液导排工程、覆盖系统工程、防洪与地表水径流导排工程等工程内容。

2 施工优化分析

2.1 堆体整形工程

堆体整形工程是垃圾场封场工程的基础, 是堆体的整

体稳定和封场工程质量的前提。堆体整形施工前需要进行整体策划部署, 采取分区域, 分段流水作业的方式, 确保工程节点工期的要求。施工中加强过程控制, 保证平台平整施工质量和边坡坡度施工质量及安全。堆体整形遵循“减少揭膜、就近平衡”的原则。为方便材料转运以及垃圾平衡调运, 施工期间修筑合适的施工便道, 并规划临时停放机械和材料的区域^[3]。在整形过程中应对垃圾中的尖锐物(如钢丝、玻璃碎片等)和石块进行清理^[4], 可以采用机械清运和人工清检相结合的方式, 避免尖锐物刺破上层覆盖系统导致部分未及时导排的雨水渗入垃圾堆体, 产生过量的渗沥液, 增加渗沥液处理运营成本。

考虑锚固沟和气液导排工程系统中施工需要在垃圾堆体开挖沟槽, 垃圾在开挖回填过程中体积会有一定程度的增大, 因此在堆体整形阶段应预留该部分体积增量, 避免沟槽施工后影响堆体整形的平台及边坡整齐度。为了预估体积增量以保证整形效果, 需对现场垃圾的可松性系数进行测算, 选取试验区进行垃圾堆体的开挖与回填体积统计, 计算出垃圾的可松性系数, 为锚固沟和气液导排工程系统体积预留量的确定提供依据。通过此项施工优化, 现场堆体平台及边坡的整齐度较好, 减少了多次倒运和压实工序的设备台班, 提高了施工质量和效率。

2.2 锚固沟与气液导排工程

垃圾在自然降解过程中发生厌氧反应会产生 CH_4 、

NH₃、H₂S、CO 等填埋气体和垃圾渗沥液，通过将填埋气体和渗沥液进行集中导排、处理，有利于控制垃圾堆体中有毒物质对土壤、大气、水体环境的影响^[5]，降低火灾和爆炸的风险，同时能提高安全利用率^[6]。

气液导排工程中主要包含导气井、渗沥液抽排井和盲沟的开挖回填施工，通过盲沟内的水平收集花管将各井进行连通。锚固沟施工分为堆体开挖、防渗层锚固和黏土回填。锚固沟和盲沟的开挖前可以通过预先定位撒白灰画出沟槽线路，保证沟槽开挖成形笔直，除转角区域外其余部分沟槽应方正，转角区域圆滑过渡，以便于收集花管的埋设和防渗层的铺设。施工过程中发现，锚固沟沟槽成型扭曲时，复合土工排水网格铺设会产生连锁反应，出现明显的凸起，进而影响 HDPE 膜（高密度聚乙烯土工膜）的铺设平整度和焊接质量。

生活垃圾堆体中存在大量塑料及织物，使用普通旋挖钻机施工导气井和渗沥液抽排井时，织物容易堵塞钻头，并将孔外杂物卷带入钻头，导致成孔效率低，成孔质量差。垃圾较为松散密度较低，钻头提升过程中容易发生塌孔现象。本项目对旋挖钻头进行优化，通过对钻头齿刃进行改进，加强钻头齿刃切割性能，有效提升成孔效率和成孔质量。对施工井深进行统计安排，确保当天开挖当天放管并回填完成。

2.3 覆盖系统工程

覆盖系统是阻隔填埋场垃圾污染、减少渗沥液积量的关键工序，是生活垃圾卫生填埋场封场工程的核心部分。依据封场技术规范，本项目采用的覆盖系统结构由垃圾堆体表面至顶表面顺序为：排气层、封场覆盖层、排水层、植被层。覆盖结构设计参数如表 1 所示（自上而下）。

表 1 覆盖结构设计参数

名称	材料	参数
绿化土层	种植土（含营养土）	600mm
排水层	复合土工排水网格	6.3mm
防渗层	HDPE 膜	1.5mm
排气层	复合土工排水网格	6.3mm
原生垃圾层	垃圾（含回填固化物）	—

单位作业区域内的堆体整形及填埋气、渗沥液导排系统施工完成后，需要对堆体坡度及平整度进行复核修整，然后开始排气层铺设。依据复核的堆体点位对铺设区域面积进行计算，确定覆盖材料转运量。HDPE 膜应避免水平接缝出现在斜坡面上，因此需结合铺设面平台位置对 HDPE 膜铺设进行统筹规划，依据图纸对所需材料数量进行预估并规划排版，尽量减少整膜裁剪量和横向焊缝数量^[7]，以提高施工效率和材料利用率，同时有利于提前做好材料准备和周转工作。为了增加土工排水网格与 HDPE 膜之间的摩擦力，提升覆盖系统的整体稳定性，通常会考虑使用双面 HDPE 膜，由于糙面特性会影响铺张拖动难度，在铺设过程中可以在膜

下垫设光滑轻质材料（如彩条布等），待 HDPE 膜铺设符合规定后将其移出并循环使用，加快施工铺设效率，减少膜间滑移导致上部土层塌落的风险。

HDPE 膜的焊接采用热熔焊接或挤出焊接。焊接前确保 HDPE 膜面清洁干燥并平整^[8]，复核搭接宽度，根据气温及风级调整焊机参数和焊接速度，每日试焊取样进行破坏性试验测试焊缝强度，以试验合格的焊机参数和焊接速度开展正式膜焊接作业。关于 HDPE 膜的焊接质量，需重点关注水平与竖向焊缝交界处以及薄弱部位补焊处，以上部位通常采用挤出焊进行处理，易出现焊缝不均匀、不饱满甚至漏焊的现象，可能造成质量缺陷隐患^[9]。HDPE 膜的焊接质量决定了整个覆盖系统的防渗性能，因此在施工过程中发现 HDPE 膜表面和焊缝出现质量缺陷应及时做好标识和记录，安排专人进行查漏补缺工作并形成闭环管理。

在 HDPE 膜铺设前需考虑其与井管交接部位的处理细节，在膜面上提前标记出交接部位大致区域，铺设前将该区域进行裁剪，待铺设完成后再进行补全并焊接，管身与膜面接触部分采用热熔处理确保整体封闭密实，避免井管的突出部分影响 HDPE 膜的铺设效率。

2.4 防洪与地表水径流导排工程

垃圾填埋场占地面积较大，雨水大量存积在面层的覆土中可能导致滑坡^[10]，因此需要进行防洪导排处理。为了使雨水能够快速顺畅地流入坡底截洪沟，在堆体表面各平台处设置了排水沟进行导排。

在极端降雨条件下，坡脚处部分覆土可能被雨水冲刷带入截洪沟，造成截洪沟堵塞甚至出现连续滑坡现场，因此需要对坡脚处采取优化措施避免上述风险发生。通过在卵石护脚墙中埋置足量的排水管，进水管口附近区域放置小粒径的碎石和土工织物反滤层，可以有效减少土体流失并保证排水效果，从而降低截洪沟堵塞和滑坡风险。

3 结语

垃圾填埋场封场属于环境综合治理项目，其施工质量影响着后期运营维护成本和当地居民生活环境水平。在封场工程的主要单位工程中，通过考虑垃圾的可塑性系数、加强沟槽成型质量管控、改进旋挖钻机设备、把控 HDPE 膜焊接细节质量、应用卵石护脚墙等多项施工技术措施能有效提高施工质量和效率，减少后续运营维护风险，促进当地环境提升和可持续发展。

参考文献：

[1] 董军旗,陈学峰,曹丽,等.芜湖市垃圾填埋场飞灰处置及封场工程[J].环境卫生工程,2024,32(4):117-119.

[2] 陈华,何耀忠,刘帅,等.大型生活垃圾填埋场阶段性封场综合整治工程——以广东省某市生活垃圾填埋场为例[J].环境卫生工程,2024,32(5):93-98.

[3] 张桂金.垃圾填埋场封场工程施工技术与质量保证研究[J].低碳世界,2022,12(11):10-12.

[4] 朱飞鹰.垃圾填埋场渗漏分析及防渗修复处理措施[J].环境与发展,2020,32(4):76.

[5] 宋薇,吴彬彬,陶其阳.我国生活垃圾填埋场封场后管理现状与建议[J].环境卫生工程,2018,26(2):73-75.

[6] 蒋良伟,茹凌宇,李蕾,等.应用于道路建设工程的封场垃圾填埋场综合整治案例[J].环境工程学报,2021,15(8):2839-2848.

[7] 黄文亮.垃圾填埋场封场工程建设管理研究[J].四川水泥,2019(12):103-104.

[8] 韦劲松.垃圾填埋场封场工程防渗质量控制要点分析[J].中国标准化,2019(12):142-143.

[9] 刘彦君,杨惠媛,刘宏,等.生活垃圾填埋场覆盖膜破损及其环境影响[J].中国环境监测,2022,38(3):170-174.

[10] 陈艳,胡开亮,翟志勇,等.垃圾填埋场堆体整形及雨污分流治理工程改进[J].中国资源综合利用,2022,40(4):139-141.

作者简介: 汪洋 (1999-), 男, 中国湖北荆州人, 硕士, 助理工程师, 从事工程管理研究。