

新标准刚性填埋场工艺设计与运营总结

曹伟华, 吉红军

[上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘要:作为首批按新颁布的危险废物安全填埋场污染控制标准设计施工的项目之一,盐城阜宁刚性填埋场经过评估后,在填埋作业方式、雨棚形式、防渗系统、渗滤液导排系统等工艺设计方面,均能有效指导项目运营,可为今后刚性填埋场的设计和运营提供借鉴。

关键词:危险废物;刚性填埋场;防渗系统;渗滤液导排;填埋作业

中图分类号: X327

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)05-0242-04

0 引言

随着危险废物填埋场污染控制新标准的实施,填埋场的选址越来越难,建设标准越来越高,刚性填埋场具有选址要求低,建设标准高的特点^[1],已经成为当前危险废物填埋场的建设主流。然而其建设相对来说刚刚起步,普遍缺乏成熟的设计与运营经验^[2]。尤其在标准实施之前建设的一些项目,存在多种填埋作业方式、结构布置体系等,其是否满足新标准的建设要求和实际运营管理需求也尚待评估。

盐城阜宁刚性填埋场作为首个按新标准设计施工的项目之一,已经高效运营两年多,随着其一期库区即将填满,需启动二期工程的建设,非常有必要对其一期工程进行设计及运营总结分析。

本文将从项目设计与运营入手,探讨实际运行的标准符合性和运营可靠性,为后续类似项目开展提供借鉴。

1 盐城阜宁刚性填埋场项目概况

阜宁县位于江苏省中北部,黄海之滨,苏北平原的腹部。为完善阜宁县环保处理设施,提升地区危险废物处理能力,拟在阜宁县澳洋工业园区内建设一座国内处理门类多、功能单元全的危废处理中心,综合采用焚烧、蒸馏、固化、填埋等多种处理工艺。根据调查研究,该危废处理中心填埋废物主要种类为飞灰、炉渣及不适合采用焚烧技术处理的危险废物,刚性填埋场填埋规模为20 000 t/a。该填埋场分期建

设,一期填埋库占地面积约12 100 m²,库容约3.15 × 10⁴ m³,于2017年2月28日开工建设,2017年10月28日竣工,并于2018年11月投入运营,实际填埋规模约80 t/d,劳动定员10人。

2 刚性填埋场工艺设计关键技术

2.1 总体布置

根据《危险废物填埋污染控制标准》5.8条要求,“刚性填埋场设计应设计成若干独立对称的填埋单元,每个填埋单元面积不得超过50 m²且容积不得超过250 m³”^[3],结合厂区总体工艺布置要求,为便于后期运营更具实操性,填埋库区设计位于厂区东北侧,库区一次规划分期建设。一期填埋库区共分为三个单元,每个单元由42个填埋单元格(7 m × 7 m × 5.05 m)^[4]组成,危险废物卸料通道位于填埋库区东侧,如图1所示。

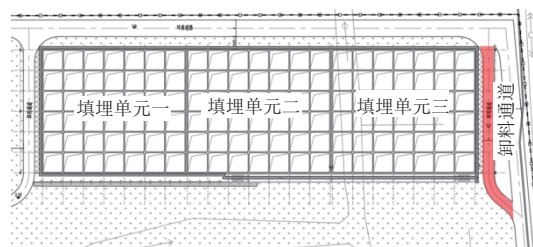


图1 刚性填埋库平面布置图

为满足“刚性填埋场设计应在人工目视条件下能观察到填埋单元的破损和渗漏情况,并能及时进行修补”^[3]的要求,刚性填埋库设置检修夹层。同时考虑经济性及施工便利性,为便于观测,将填埋库区设计为架空钢筋混凝土池体结构。

填埋库区竖向分区根据使用功能自下而上分为:检修夹层、库区池体、填埋作业层、雨棚,如图2所示。

收稿日期: 2021-08-31

作者简介: 曹伟华(1979—),男,硕士,高级工程师,从事工程设计工作。

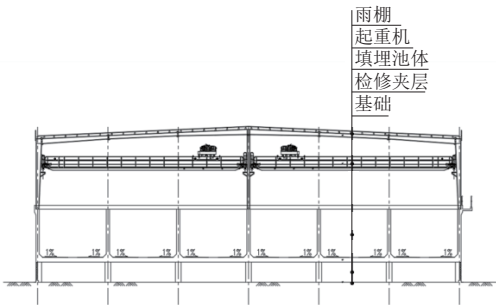


图 2 刚性填埋库竖向示意图

- (1)检修夹层位于库区池底底板下方,夹层净高 2.0 m。
- (2)库区池体侧壁净高根据平面尺寸确定,底板厚 0.55 m;
- (3)填埋作业层采用吊装装填作业,填埋作业层净高 3.5~4.5 m。

2.2 填埋作业工艺

刚性填埋场包含多个独立的填埋单元,满足多种填埋物料分区填埋的要求。填埋作业采取吊装作业,在库区顶部雨棚钢结构上布置填埋作业吊车。

填埋物料利用吨袋进行包装,进入库区前需在外包装上标明填埋位置,并由运输车辆运至库区设置的周转吊运区,卸料后由吊装设备准确吊运至指定填埋单元。具体作业流程如图 3 所示。

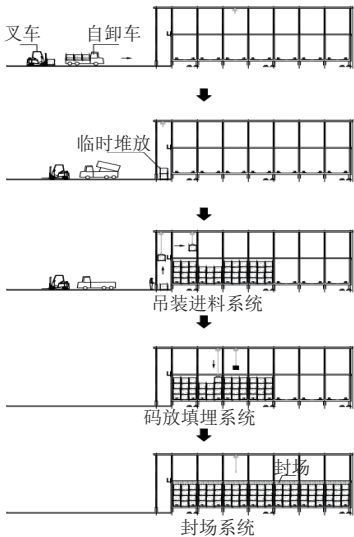


图 3 刚性填埋库填埋作业系统流程图

2.3 库区构建

- (1)结构设计参数及标准
- 根据地质报告确定混凝土结构环境类别,抗震设防类别,地下水腐蚀性等条件。填埋物料考虑废盐类为主,结合当地调研分析,容重按 13 kN/m³ 计取。
- (2)填埋库基础
- 根据勘察报告,项目采用桩基基础。

(3)库区结构体系

库区主体工程为架空混凝土水池结构,混凝土等级 C40,P8,钢筋级别 HRB400。库区侧壁挡墙按照单向受力板设计,控制裂缝宽度不大于 0.15 mm,设计池体厚度 0.4 m。

库区主体结构底板采用钢筋混凝土底板,作为侧壁结构的受力嵌固端,底板设计厚度 0.55 m。库区主体结构采用混凝土柱支撑。

检修夹层设置在库区主体底板下部。检修夹层为库区主体的渗漏检测及检修保障设施。通过检修人员定期巡视,发现库区主体底板存在的渗漏问题,并及时做出修补措施。检修夹层内设排水沟及集水井,防止事故时渗漏的污水进入地下土层及水体,渗漏的污水进入检修内的排水沟后,汇入集水井提升至渗沥液调节池。检修夹层地面采用 C30 混凝土面层。

2.4 防渗系统

本项目除利用刚性池体自防渗外,另外铺设 HDPE 膜防渗材料,确保防渗体系的安全可靠。主要防渗体系如下:

(1)基底防渗设计

- 初始填埋层:危险废物。
- 导流层:HDPE 排水滤垫。
- 保护层:800 g/m² 长丝无纺土工布。
- 防渗层:2.0 mm 厚光面 HDPE 土工膜。
- 基层:抗渗混凝土底板。

(2)挡墙防渗设计

- 反滤层:800 g/m² 长丝无纺土工布。
- 防渗层:2.0 mm 厚光面 HDPE 土工膜。
- 基础层:抗渗钢筋混凝土挡墙。

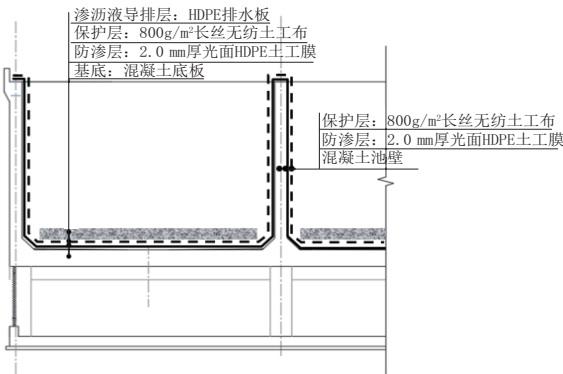


图 4 刚性填埋库水平防渗结构图

2.4 渗滤液收集与导排系统

(1)合理的雨污分流措施

一方面,填埋作业区域设置固定刚雨棚,雨棚侧

面设置挡雨板,可有效防止雨水进入库区,大大减少渗滤液产生量;另外,通过混凝土隔墙细分填埋作业单元,进行分区填埋,每个单元之间独立,可分割各单元的渗滤液收集系统,防止其他单元的雨水通过渗滤液收集系统进入作业单元;运营人员在每天吊装填埋作业完成后,及时利用 HDPE 膜进行日覆盖,且当垃圾堆体到达设计标高后及时进行封场覆盖,通过高效的日覆盖及封场覆盖运维方式防止雨水进入填埋堆体内变成渗滤液,封场以后渗滤液产量逐渐减少直至消失;环库周边设计永久性排水沟,将运行期内库区四周雨水以及雨棚顶雨水排出场外,有效保证库区内无外部水入侵。

(2) 渗滤液产量计算

渗滤液主要来自自身渗出液体和降雨两部分。刚性填埋场填埋对象主要是盐类及无机物为主,自身产生的渗滤液也极少。由于刚性安全填埋库采用钢筋混凝土外壳与柔性人工衬层组合的刚性结构,并设置了固定式刚雨棚与侧面挡雨板,除了侧面极少的飘雨进入库区外,因降雨产生的渗滤液量也极少。项目按最不利情况,考虑渗滤液产生量按填埋规模的 1% 测算。

(3) 针对性的渗滤液收集与导排设计

通过混凝土隔墙将填埋库区划分成多个独立的作业单元,每个独立的填埋作业单元分别采用独立的渗滤液收集与导排系统。在库底设置 7.0 mm 的 HDPE 排水滤垫用作渗滤液导排层。

通常渗滤液导排有重力或压力两种方式。由于产量极少,压力导排难度更大,因此本项目采用重力导排,每个作业单元底部均按 1% 的坡度从四周向中间找坡,在底部中间最低处预留 De160HDPE 渗滤液导排管。每个单元经渗滤液导排层和预留导排管将收集的渗滤液汇集到检修夹层下的渗滤液收集井中。然后由渗滤液提升泵通过 De90HDPE 实壁管泵送至渗滤液调节池。

3 刚性填埋库区运营评估效果

3.1 主要运行状况

阜宁刚性填埋库在日常运行过程中日填埋规模约 80 t/d,劳动定员 10 人。

危险废物经检测、预处理后达到填埋废物入场标准后,经吨袋包装,并由叉车或自卸车运输至刚性填埋场临时堆放区临时堆放。双轨吊车移动至临时堆放区上空将吨袋吊起至填埋作业区,并移动至指

定填埋作业单元,随后通过人工辅助定位,吊车将吨袋码放至填埋单元格内。运行过程中几乎无渗滤液产生。

巡检人员每天都会对日覆盖膜进行日常检查,覆盖不到位处会及时覆盖到位,并对检修夹层的渗滤液收集管道进行巡检,当发现渗滤液收集管道存在漏损的情况,将及时采取有效措施对管道进行维修。

3.2 评估分析

(1) 作业方式满足运营需求,需提升智慧化作业水平。

目前,吨袋包装的危险废物经叉车或自卸车运输至厂区东侧卸料区,工作人员将单梁起重机吊钩与吨袋吊耳相连,接着起重机操作人员将袋装危废移动至指定填埋单元,辅助作业人员通过可移动的作业栈桥移动至指定填埋单元,手动辅助固定吨袋位置进行填埋,如图 5 所示。



图 5 人工辅助作业栈桥

整个填埋作业方式可满足运营需求,但作业人员长期处于危废作业环境,难免会接触一定刺激性气味及粉尘,长此以往可致使得作业人员患上职业病。为提高作业效率、保障运营人员健康,需提升智慧化作业水平,如可通过在电动葫芦上设置摄像头,操作人员在中控室进行操作,减少现场作业。

(2) 检修夹层设计满足规范目视检修要求,符合人体工程需要。

检修夹层设置高度为 2.2 m,巡检人员日常巡检时可直立行走,畅通无阻,符合人体工程需要,如图 6 所示。但刚性填埋库区面积较大,巡检人员日常巡检需耗费相当大的精力。为提高巡检效率、降低巡检人员工作负荷,在之后的项目建设中,可通过在检修夹层设置轨道或运行路径,由机器人进行巡检,一旦发现管道或底板漏损报警信号上传至中控,通知维修人员及时进行维修。

(3) 防渗系统施工难度大,需通过锚固措施固定,



图 6 检修夹层

但具备可靠的防渗效果。

本工程防渗系统主要防渗结构为 HDPE 膜,防渗效果可靠,如图 7 所示。但由于 HDPE 膜材料具有一定硬度,在池体内部铺设具有一定难度,此外锚固也较为繁琐。建议日后同类项目可尝试采用新型防渗材料,在保证防渗效果的同时,给施工作业带来便捷。



图 7 填埋单元防渗图

(4)固定雨篷及防雨百叶,具备很好的防雨效果。

本工程设置刚雨棚,并在侧面设置固定挡雨板,有效防止雨水进入填埋库区的同时,还可满足一定雨天作业的需求,如图 8 所示。若是将防雨百叶制成移动式将提高运行管理效率。

(5)渗沥液产量基本很少,和设计相符,重力导



图 8 固定雨棚及挡雨板图

排可靠。

4 结 语

阜宁刚性填埋场项目在库区构建、防渗设计与填埋作业方式等方面有机结合,提出了完整的新标准解决方案。在库区防渗、防腐和渗滤液导排设计中首次采用新材料、新工艺,为确保刚性填埋场的环境安全及有效降低工程造价提供实例示范。

经过两年多的实际运行,项目在填埋作业工艺、雨篷、结构体系、防渗、渗沥液收集导排等方面运行可靠、高效,取得较好环境效益和经济效益。

今后刚性填埋场需在智慧作业、无人操作等方面加大研究,以进一步提升作业与管理水平。

参考文献:

[1] 董学光,苏红玉,范晓平.沿海工业园区危险废物刚性填埋场设计研究[J].环境卫生工程,2020,28(2):55-58.
[2] 任晓亮.危险废物刚性填埋场设计——以阿拉善盟危险废物安全填埋处理工程为例[J].清洗世界,2020.6(13):80-85.
[3] 生态环境部有关负责人就新版《危险废物填埋污染控制标准》答记者问[J].城市道桥与防洪,2020,1(15):224-225.
[4] 裘晓鹏,罗小勇,陈亮,等.危险废物刚性填埋场设计与经济性分析[J].环境卫生工程,2020,28(6):80-85.

(上接第 213 页)

[5] 李青洋,刘天云,王澄.沥青路面智能化施工系统研究[J].公路,2020(11):87-90.
[6] 谢锐.浅谈沥青路面成套设备智能化施工技术[J].价值工程,2021(9):129-131.
[7] 卞永明,方晓骏,杨濛,等.基于模糊算法的无人驾驶压路机自动碾压控制[J].同济大学学报(自然科学版),2017,45(12):1830-1838.
[8] 李晓腾.无人驾驶压路机远程监控系统与整车性能评价研究[D].天津:天津大学,2020.