

泵站地下池体结构形式及施工方案对比分析

马 超

(河北锐驰交通工程咨询有限公司, 河北 石家庄 050021)

摘 要: 借助某下穿铁路项目中雨水泵站的设计, 比较了明挖式地下池体和沉井式地下池体的差异。首先从结构受力上入手, 分析池体在不同形式下的受力情况。然后从明挖和沉井两种形式的工程造价、施工工期、施工技术要求和施工质量等方面进行对比。对比结果可为今后雨水泵站地下池体的结构形式和施工方案选择提供参考。

关键词: 明挖式地下池体; 沉井式地下池体; 方案对比分析

中图分类号: TV3

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)12-0106-03

0 引 言

近些年, 随着城镇化进程的全面推进, 越来越多的道路与既有铁路进行交叉。道路与铁路交叉的形式主要为平面交叉和立体交叉。当铁路路线等级低、道路交通量小, 且场地地势平坦、视野好的地方, 才会设置平面交叉, 其余地方均采用立体交叉。立体交叉根据道路的使用功能要求和场地地质情况, 可分为下穿地道桥和上跨高架桥^[1]两种形式。当采用下穿式地道桥形式时, 一般会设置雨水泵站, 以解决雨天积水问题, 保障道路交通安全^[2]。目前, 我国建设项目中, 泵站地下池体部分通常采用明挖现浇施工和预制沉井施工^[3]两种工艺。每种工艺伴随着不同的结构设计形式。不同的结构形式和施工方案, 在工程造价、对周边环境的影响、施工工期等方面均有所不同。因此, 如何合理选用雨水泵站结构形式和施工方案, 是进一步研究的方向。

1 工程概况

某市政道路与京沪铁路交叉, 采用地道框架桥形式下穿铁路。道路采用城市快速路标准, 主路为双向 6 车道, 辅路为双向 4 车道, 道路红线宽度 70 m, 沥青混凝土路面。主路设计速度为 60 km/h, 辅道设计速度为 40 km/h。下穿铁路框架桥设计净高: 机动车道不小于 5.0 m, 非机动车道和人行道不小于 3.0 m。

两侧引道设计纵坡分别为 -2.87% 、 $+3.07\%$, 凹形竖曲线半径 $R=3\,500\text{ m}$, 如图 1 所示。

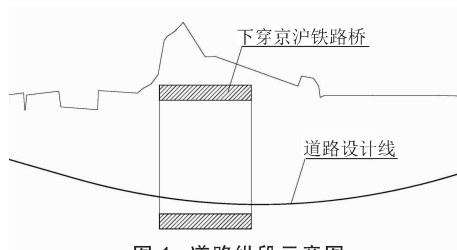


图 1 道路纵段示意图

为排除下穿铁路段道路范围内雨水, 新建一座雨水泵站。泵站位置距铁路边线 70 m, 泵房选用半地下室泵房。根据当地暴雨强度计算, 地下池体结构尺寸为 $9\text{ m} \times 12\text{ m}$, 深 11.6 m。为了合理选取泵站地下池体的结构形式和施工方案, 本项目从结构计算、施工质量、施工工期、工程造价等方面对比分析明挖和沉井两种施工工艺, 分别如图 2 和图 3 所示。

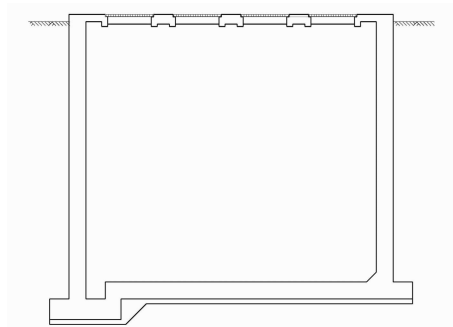


图 2 地下池体明挖结构示意图

2 结构受力分析

2.1 作用荷载

根据《给水排水工程钢筋混凝土水池设计规程》

收稿日期: 2021-03-08

作者简介: 马超(1987—), 男, 硕士, 工程师, 从事桥梁、结构设计工作。

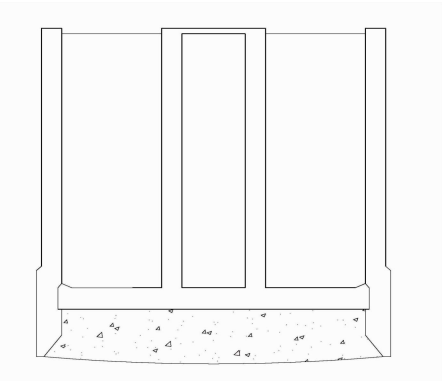


图 3 地下池体沉井结构示意图

(CESC 138:2002)^[4]和《给水排水工程钢筋混凝土沉井设计规程》(CESC 137:2015)^[5]相关规定,明挖形式和沉井形式的地下池体,所受荷载作用类型相同。除自重外,侧壁所受荷载为侧土压力、池体内外侧水压、地面堆载引起的侧向压力^[6],底板受到地基反力和地下水浮力的作用。

荷载组合应根据地面堆载情况、地下水位变化情况、池内蓄水情况分别进行荷载组合计算,取其最不利组合。

2.2 计算重点

2.2.1 稳定性验算

雨水泵站地下池体尺寸较大,项目场地地下水位较高,运营阶段结构有出现上浮的可能性。因此,《给水排水工程钢筋混凝土水池设计规程》(CESC 138:2002)^[4]和《给水排水工程钢筋混凝土沉井设计规程》(CESC 137:2015)^[5]均对抗浮稳定性提出了相应要求,在不计侧壁摩阻力的情况下,抗浮稳定系数不应小于 1.05。本项目明挖式池体采用增大底板襟边尺寸来满足抗浮要求,沉井式池体通过增加池体内空腔尺寸回填素土以增大配重来满足抗浮稳定性要求。

2.2.2 正常使用极限状态验算

明挖形式和沉井形式的地下池体在运营阶段均应按正常使用极限状态验算,对轴心受拉和小偏心受拉部位进行抗裂度验算;对受弯和大偏心受拉部位进行裂缝宽度验算,最大裂缝宽度不超过 0.2 mm。

2.2.3 承载能力极限状态验算

明挖形式和沉井形式的地下池体在运营阶段均应按承载能力极限状态验算,选取最不利荷载组合进行计算。

2.2.4 施工过程验算

明挖式池体结构本身无须进行验算,但因尺寸较大,开挖基坑深度超过 12 m,需进行基坑支护设计。本项目采用土钉墙防护^[7],边坡开挖坡率为 1:1,喷

射 10 cm 厚挂网混凝土。

沉井式池体在下沉过程中应进行下沉稳定性验算,避免出现突沉事故。同时进行竖向抗拉计算,以及控制裂缝宽度不超过 0.3 mm。

3 工程造价对比

因两种形式池体的受力模式和抗浮方式不同,使其材料用量有所差异。根据计算,明挖式池体所用 C30 混凝土 795.4 m³,钢筋 159.1 t,同时考虑基坑支护相关费用,共计 370 万元。沉井式池体所用 C30 混凝土 1 189.6 m³,钢筋 263.5 t,共计 270 万元。

4 施工工期对比

表 1 中列出了明挖式池体和沉井式池体的主要施工流程。

表 1 施工流程

施工方法	明挖式池体	沉井式池体
	基坑分层开挖与支护	基坑开挖 2 m,砂石垫层回填、整平、夯实
	基底整平,垫层施工	第一节池体钢筋绑扎
	底板钢筋绑扎施工	第一节池体混凝土浇筑与养生
	底板混凝土浇筑及养生	第一节池体挖土下沉至设计标高
	侧壁钢筋绑扎施工	第二节池体钢筋绑扎
	侧壁混凝土浇筑及养生	第二节池体混凝土浇筑与养生
	池体外侧土方回填	第二节池体挖土下沉至设计标高
施工流程	—	第三节池体钢筋绑扎
	—	第三节池体混凝土浇筑与养生
	—	第三节池体挖土下沉至设计标高
	—	浇筑封底混凝土
	—	底板钢筋绑扎施工
	—	底板混凝土浇筑及养生
	—	内部侧壁钢筋绑扎施工
	—	内部侧壁混凝土浇筑及养生
		空腔素土回填
施工工期	2 个月左右	4 个月左右

对比可见,沉井式池体工序较多,工期约为明挖式池体的 2 倍。

5 施工技术要求与施工质量对比

明挖式池体基坑开挖后直接模板浇筑即可,基坑采用土钉墙支护。此施工方案对施工技术要求不高,可以很好地保证池体标高和倾斜度。

沉井式池体依靠自重(有时需增加配重或采用减阻措施)克服侧壁摩阻力^[8]下沉至设计标高。本项目场地土层摩阻力较大,下沉速度较慢。下沉过程

中,需时时观测沉井位置和方向,准确分析偏斜原因,及时纠正偏差。地下水位较高,沉井式池体排水和封底施工均有一定难度。因此,沉井式池体施工对技术人员有较高的水平和经验要求。借助之前的项目经验,沉井施工时标高和倾斜度较难控制,一般会有10 cm左右误差,有时甚至会达到20~30 cm误差,同时会存在一定倾斜。

6 对周边环境影响

明挖式池体基坑放坡开挖,需较大的开挖工作面,对周边建筑、地下管网等均有不同程度的影响。同时,在开挖回填范围内,新建地上建筑也会受到回填土压实质量的影响。

沉井式池体不需要扩大开挖工作面,对周边环境几乎没有影响。

7 结 语

本文从结构受力、工程造价、工程工期、施工技术和施工质量等方面对比分析了明挖式池体和沉井式池体两种形式,综合评价见表2。

在征求铁路管理部门意见后,本项目最终采用

表2 明挖式池体和沉井式池体两种形式对比		
项目	明挖式池体	沉井式池体
工程造价	较高	较低
施工工期	较短	较长
施工技术	较低	较高
施工质量	较好	较差
施工工作	较大	较小
对周围环境影响	较大	较小

沉井式池体方案。借助本项目的对比结果,可为今后下穿铁路项目雨水泵站地下池体结构形式设计和施工方案提供参考。

参考文献:

[1] 刘云平.市政道路下穿铁路立交桥雨水泵站设计探讨[J].工业用水与废水,2016(4):77-79.

[2] 许丽娟.宁德某下穿温福铁路雨水泵站工程设计介绍[J].城市建筑,2019,16(33):61-63.

[3] 林志.沉井施工工艺探讨[J].四川水泥,2020(11):186-187.

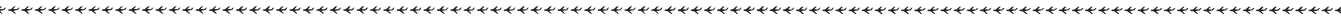
[4] CESC 138:2002, 给水排水工程钢筋混凝土水池设计规程[S].

[5] CESC 137:2015, 给水排水工程钢筋混凝土沉井设计规程[S].

[6] 东南大学,浙江大学,湖南大学,等.土力学[M].北京:中国建筑工业出版社,2005.

[7] 刘俊岩.深基坑工程[M].北京:中国建筑工业出版社,2001.

[8] 周文杰.沉井在工程中的应用[J].安徽建筑,2001(3):36-37.



《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿邮箱:cdq@smedi.com