

Research on Anti-flotation Technology of Self-balancing Pool with Underground Water Pressure

Degui Tu¹ Qingming Wu² Xiang Xu¹ Qinfei Lv³ Zhiye Liu⁴

1. Fujian Environmental Protection Design Institute Co., Ltd., Xiamen, Fujian, 361000, China
2. Xiamen Tefang Construction Engineering Group Co., Ltd., Xiamen, Fujian, 361000, China
3. Fujian Rongqi Construction Engineering Co., Ltd., Xiamen, Fujian, 361000, China
4. Fujian Lianmei Construction Group Co., Ltd., Xiamen, Fujian, 361000, China

Abstract

In the design of underground pool structure, anti-floating design is a key content, in the groundwater-rich southern region, underground pool anti-floating and water pressure balance is the focus of attention. This paper analyzes the factors affecting the anti-floating effect of the pool through calculation, and puts forward the anti-floating technology of self-balancing pool with groundwater pressure by laying relief wells on the bottom plate of the pool. This paper describes the groundwater pressure self-balancing pool anti-floating technology process principles and design points, as well as groundwater pool design quality assurance measures. The technology in the traditional anti-floating technology on the simplification and improvement, not only to ensure the stability of water pressure and pool force balance, but also reduces the project cost, accelerate the construction progress, for the optimization of underground water pool design provides a scientific guide.

Keywords

pool flotation resistance; self-balancing; groundwater pools; relief wells

地下水压自平衡式水池抗浮技术研究

涂德贵¹ 巫庆明² 许翔¹ 吕钦飞³ 刘志业⁴

1. 福建省环境保护设计院有限公司, 中国·福建 厦门 361000
2. 厦门特房建设工程集团有限公司, 中国·福建 厦门 361000
3. 福建省融旗建设工程有限公司, 中国·福建 厦门 361000
4. 福建联美建设集团有限公司, 中国·福建 厦门 361000

摘要

在地下水池结构设计中, 抗浮设计是一项重点内容, 在地下水富裕的南方区域, 地下水池抗浮及水压平衡更是需要关注的重点。论文通过验算分析水池抗浮效果影响因素, 提出了通过在水池底板布置泄水井的地下水压自平衡式水池抗浮技术。论文阐述了地下水压自平衡式水池抗浮技术工艺原理和设计要点以及地下水池设计质量保证措施。该技术在传统抗浮技术上进行了简化和改进, 不仅保证了水压稳定和水池受力均衡, 还降低了工程成本, 加快了施工进度, 为优化地下水池设计提供了科学指导。

关键词

水池抗浮; 自平衡式; 地下水池; 泄水井

1 引言

传统建筑的抗浮设计多依据地质勘察报告来使用抗浮锚杆或抗浮筏板, 但地质勘察报告通常为理想状态的数据。例如, 在强降雨导致地下水位过高、回填土施工不均衡或施工时间不合理以及抗浮措施施工不当等特殊施工情况下, 有可能出现抗浮失效现象。水池在未注水之前, 自身重量较小, 形成类似“船”的结构。在施工阶段, 如果遇到雨季或地下

水丰富的地质条件, 会产生较大的浮力, 因此必须采取措施以确保工程的抗浮效果有效。传统处理抗浮失效问题的方法通常包括预加荷载、排水泄压、填充加固或换填夯实等, 但这些方法往往耗时多且效果不理想。基于以往施工经验和现场实际情况, 论文对水池抗浮技术进行了改进和创新, 选择更合理方案并加以实施, 以确保工程在从设计到施工阶段的抗浮效果, 避免出现抗浮失效的现象。

2 水池抗浮效果分析

水池一旦出现上浮问题就失去了其使用功能, 因此论文通过公式对水池抗浮效果进行验算, 以判断水池设计是否

【作者简介】涂德贵(1978-), 男, 中国福建人, 本科, 高级工程师, 从事自然环境保护学研究。

合理,具体验算方法如下。

2.1 总体抗浮验算

总体抗浮验算计算公式^[1]:

$$(水池总重 + 回填土总重) / 总浮力 \geq K_{浮} \quad (1)$$

$$总浮力 = \gamma_w \times A_D \times (H+h) \quad (2)$$

式中: $K_{浮}$ ——抗浮安全系数;

γ_w ——水的密度,单位 kN/m^3 ;

A_D ——水池外墙底面积,单位 m^2 ;

H ——水池底面起的地下水深度,单位 m ;

h ——池底板板厚,单位 m 。

2.2 局部抗浮验算

对于有间隔的水池,在水池总体抗浮合格情况下,还应对局部支撑抗浮情况进行验算,防止出现池底板上拱开裂的现象,局部抗浮验算公式^[1]:

$$\frac{G_1 + G_2 + G_3}{\gamma_w (H+h) A} \geq K_{浮} \quad (3)$$

式中: $K_{浮}$ ——抗浮安全系数;

G_1 ——水池盖板自重,单位 kN ;

G_2 ——水池墙板自重,单位 kN ;

G_3 ——水池底板自重,单位 kN ;

γ_w ——水的密度,单位 kg/m^3 ;

H ——水池底面起的地下水深度,单位 m ;

h ——池底板板厚,单位 m ;

A ——单元面积,单位 m^2 。

2.3 影响因素分析

根据抗浮验算公式,影响水池抗浮效果的因素包括水池自重、水池埋置深度和水池底板面积等^[1]。为提高水池抗浮能力,可以采取以下方法:加厚水池底板和墙板以增大水池自重;减小水池埋置深度,在符合设计要求内减少地下水埋置深度;可相应增加池底板的跨度,把控不同类型的回填土与水池底板面积的关系。

地下水位的变化直接影响水池的抗浮效果,参考的勘测资料不准确将导致设计失误,造成水池工程安全隐患。此外,要考虑地基土中可能存在的松散土层和饱和土层,如各种回填土、冲积土、粉质土、粘性土等。为避免因地下水位过高导致浮力过大而造成水池溢流,还应考虑地下水流会对水池底板下的土壤造成侵蚀,诱发不均匀沉降和水池下沉上浮现象,在设计阶段需综合分析各相关影响因素,以确保水池的安全性、稳定性。

3 地下水压自平衡式水池抗浮技术体系

3.1 技术特点

通过在水池底板布设排水井,不仅可以进行排水泄压,同时保持水池受力均衡,防止建筑上浮和基础底板渗漏,避免出现抗浮失效现象。

在开挖阶段,将降水井与泄水减压井合二为一,在不增加投资的前提下,实现了一井两用的效果。

水池内的降水管采用法兰连接,施工完毕后可拆除回收。采用本技术可以避免传统复杂的抗浮措施施工工艺,降低工程造价,加快施工进度。

3.2 适用范围

地下水压自平衡式水池抗浮技术可抵消地下水压力产生的浮力,适用于因地下水较丰富而必须采取抗浮措施的混凝土水池项目,对于基坑降水工程而言,当降水井的表面积大于 $500m^2$ 时,该技术最为经济。

3.3 工艺原理

如图1所示,在现有设计基础上,对基坑开挖阶段的降水井进行创新性改进,改造成永久性减压泄水井以减小地下水压力,确保抗浮效果。为考虑排水平衡的情况,在底板四周和中间部位均匀布设泄水井。泄水井的顶端设置在排水沟内,连通并排至集水井。泄水井管道采用高强度防锈钢管,钢管穿过混凝土底板的上下面,且均采用可靠的防水措施。混凝土底板中的泄水管设有止水板,以加强防渗和锚固作用。在主体结构完工后,拆除回收水弯头法兰,并使用防腐处理的高强度螺栓和法兰板封堵泄水管的顶端。

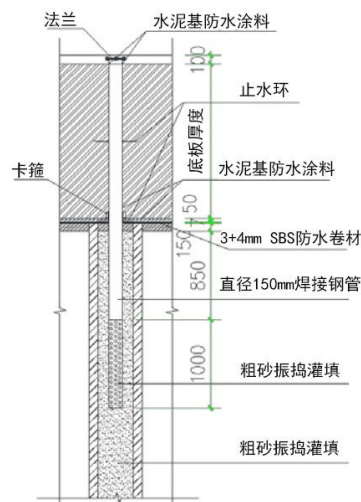


图1 工艺原理图

4 地下水压自平衡式水池抗浮设计要点

4.1 泄水井设置位置

按照均衡原则,在底板四周和中间部位均匀布设泄水井,将基坑中的降水井改造为减压泄水井,泄水井的顶端设置在排水沟内,连通并排至集水井。

泄水井可以通过排水沟排入位于地下室周围的集水池,然后用泵机抽水装置,为确保泄水时集水池受力平衡,可通过排水井法兰上的开关阀控制泄水位置。

4.2 钻井

测量员根据图纸对管井位置进行确认,施工队协助测量定位工作,钻井小组进行钻孔、井管下放、回填滤砂和清理管井等工作。水井采用回转钻孔法,井眼直径比井管直径大 $300mm$ 以上,井管采用外径为 $273mm$,钻孔直径为

650mm的钢管,钻孔形成后立即安装井管^[2]。为保证钻杆垂直度,一般先钻孔再安装,同时将过滤管部分安装在含水层中,过滤管一般为3~9m,长度根据含水层的厚度、渗透层的导水性和沉淀率选取,过滤管外侧选用单层40目的尼龙网,井口以下3m处则用粘土回填密封。

4.3 回填滤砂

用砂滤料在井管与土壁之间进行填充,井管外侧选用坚硬的砂石作为滤层填充,砂石应粒径均匀、圆润,粒径应为含水层土壤平均粒径的6~12倍,水池底部设置沉砂段,沉砂管通常为1m。

4.4 洗井

为防止泥浆硬化,在滤砂回填后,要立即冲洗水井,以清除残留在井壁上的泥浆以及进入滤管周围含水层的一些杂质,增加含水层渗透率,同时滤管外侧的砂石逐渐沉淀密实,从而形成有效的过滤层^[2]。

4.5 泄水管防腐及底板防渗漏

为了确保泄水管在长期接触地下水时不被腐蚀,我们采用了4mm厚的DN150高强度镀锌钢管作为泄水管管道。这样可以有效地避免管道出现锈蚀或受力损坏的情况。另外,为了确保泄水管的防水性,在泄水管穿过混凝土底板的风道底部与垫层之间使用了3+4mm的SBS防水卷材和水泥基防水涂料。为了加强混凝土底板的防渗作用和对泄水管的锚固作用,在砼底板的中间和下表面各焊接一道6mm厚的止水钢板。通过采取以上措施,确保泄水管与地下室底板形成了一个整体,防止因泄水管穿砼底板而对地下构造产生不良影响。

5 地下水压自平衡式水池抗浮设计质量控制

5.1 工艺质量标准

管井结构、单井出水量和降深需符合设计要求。管井的实际深度应在井位处进行实际测量,并且在抽水试验结束之前,测定抽出的井水中的含砂量,供水管井的含砂量的体积比应小于1/200000,降水管井的含砂量的体积比应小于1/100000。

井身应圆正、垂直,其直径不能小于设计井径;对于长度小于或等于100m的井段,其顶角的偏斜不能超过1°;对于长度大于100m的井段,每百米顶角的偏斜递增速度不能超过1.5°;井段的顶角和方位角不能有突变;井底的沉淀物高度应小于井深的5%。

5.2 质量检测试验

锚杆材质检测:应先保证每一批锚杆材料均有制造商质量证书,在此基础上,根据施工规定设计标准对锚杆材料规格、外观及耐久性等进行进一步检测。

注浆密实度试验:使用与施工现场规格、坡度等性能相同的锚杆,制备与现场注浆材质、比例相同的砂浆,按照现场规定标准程序进行注浆作业并养护,7天后剖开管道对注浆的密实度进行检测。

拉拔力试验:先对水池工程施工作业进行分区,每300

根锚杆为一个作业区,在每个作业区中抽取三个样本进行拉拔力试验。如果锚杆的拉拔力没有达到水池施工设计标准,通过增大早期加固灌浆与围岩的接触面积(如增大孔径)来解决问题^[3]。

5.3 质量控制措施

根据设计要求确认锚固孔的孔径、孔深、孔位等规格,请监理方进行抽样检查,确保钻孔工作顺利开展。在施工过程中,监理人员必须全程亲自参与,监督施工现场的各项试验和检测,并验收报告上签字负责,施工检测记录和试验结果将作为支护工程竣工资料记录在案。

在基坑开挖过程中,应时常观测基坑侧壁和底部是否存在渗水情况,一旦发现渗水要及时明确渗水原因,并采取有效的技术措施。采用测量及放线等方法对框架基础及横梁,竖梁位置进行检查和矫正,并采用施工辅助措施保证框架结构线条平直,表面光洁。

对水池进行降水监测时,还要同步监测各观测孔和降水井的水位和水量。降水监测记录应按照下列要求进行:降水采集过程中以及降水检查前,须对自然水位进行全面实测;开始抽水以后到水位到达预计降水深度前,须对水位、水量进行一天3次的监测;在水位到达期望降水深度且稳定的情况下,可以每日进行1次监测;受地表水影响大或雨季日观测量应2~3次;水位、水量观测精度要求同降水研究抽水试验;对水位及水量进行实时监测规程编制工作,绘制了水量 Q 随时间 t 函数关系图和降水深度值 S 随时间 t 函数变化图,以分析水位及水量变化规律,可预报所需时间到达预报降水深度的时间^[4]。依据水位、水量监测协议判断降水时段偏差及成因,及时提出降水深度改正及补充措施。对复杂程度为中上等的项目,可以选取代表性水井、钻孔在降水监测、维护期左右取水样分析水质。

6 结语

在进行自平衡式地下水池设计时,抗浮设计是一项必须考虑的内容,通过以上分析和研究,可得出以下结论:

①通过对水池抗浮效果影响因素分析提出地下水压自平衡式工艺流程和操作要点,为地下水池提供可靠质量保证;②论文提出的地下水压自平衡式水池抗浮技术为地下水池排水减少压力,为地下水丰富地区的水池设计提供了新的思路。

参考文献

- [1] 李增涛,付长波,马孝云,等.半地下式水池抗浮稳定性分析与研究[J].工程建设,2016,48(4):40-43.
- [2] 徐云飞.气举法管井降水在深基坑工程中的应用[J].水利建设与管理,2019,39(2):26-29.
- [3] 曹勇.深圳抽水蓄能电站引水隧洞开挖支护施工技术[J].四川水利,2016,37(6):45-48.
- [4] 高翔,洪隼.深基坑降水对相邻房屋的影响研究[J].住宅科技,2011,31(S1):229-232.