

压力型预应力抗浮锚杆在污水处理池中的应用

王 豪¹, 陈宇磊²

[1. 兰溪市聚通建设有限公司, 浙江 兰溪 32110; 2. 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: 以兰溪市某新建工业污水处理厂的生物反应池为例, 通过对各种抗浮方案的比选, 提出压力型预应力抗浮锚杆的抗浮方案。介绍了在污水处理水池底板到达岩石层时锚杆与底板连接的形式、具体施工阶段抗浮锚杆的检测 results, 以及抗浮锚杆自身的抗拔承载力及其与底板锚固时均须满足的相关要求, 可为其他类似大型水池抗浮项目提供参考。

关键词: 压力型预应力抗浮锚杆; 抗浮方案比选; 污水处理水池; 锚杆与底板连接做法

中图分类号: X799

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)08-0378-04

Application of Pressure-type Prestressed Anti-floating Anchor in Sewage Treatment Tank

WANG Hao¹, CHEN Yulei²

[1. Lanxi Jutong Construction Co., Ltd., Lanxi 32110, China; 2. Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200092, China]

Abstract: Taking the biological reaction tank of a new industrial wastewater treatment plant (WWTP) in Lanxi as an example, the anti-floating scheme of the pressure-type prestressed anti-floating anchor is proposed by comparing and selecting the anti-floating schemes. The form of connection between anchor rods and bottom plate when the bottom plate of the sewage treatment tank reaches the rock layer is described, and the detect results of the anti-floating anchor in the specific construction stage are introduced. Its uplift bearing capacity of the anti-floating anchor must meet the relative requirements when it anchors with the base plate, which can provide the reference for the anti-floating projects of other similar large-scale tank.

Keywords: pressure-type prestressed anti-floating anchor; comparison and selection of anti-floating schemes; sewage treatment tank; connection of anchor and bottom plate

0 引 言

随着国民经济的增长与技术的飞速发展, 在考虑建(构)筑物抗浮的安全性及经济性时, 各方对方案选用及实施的要求逐渐提高。目前, 抗浮锚杆被较多地应用于建筑领域的岩石层地基地下室抗浮中, 在市政污水处理厂水池中的应用案例相对较少。如何在大型水池抗浮中采用合理、经济的方案值得研究。在常规建筑物地下室抗浮方案中, 配重法、抗拔桩法、盲沟排水法、锚杆法等较为常见^[1], 以上各种抗浮措施的适用条件不同, 宜根据实际工程、地质情况选用。本文以兰溪市某新建工业污水处理厂的生物反应池为例, 探讨分析压力型预应力抗浮锚杆

在地下污水处理水池中的应用方法, 以及锚杆在水池底板中的锚固做法, 以期类似底板处于岩石层中的水池工程抗浮方案提供参考。

1 工程概况

该工业污水处理厂位于金华市兰溪市, 厂内主要以水池构筑物为主, 其中, 生物反应池平面尺寸为 60.20 m×93.85 m, 高度为 10.95 m, 埋深为 4.50 m, 为厂内占地面积最大的构筑物。长度方向设置两道伸缩缝, 一道底板加强带, 以及一道池壁顶板后浇带; 宽度方向设置一道底板加强带, 以及一道池壁顶板后浇带。底板已至中风化岩层, 拟采用预应力锚杆抗浮技术, 锚杆部位底板下设 200 mm 厚碎石垫层。水池典型剖面如图 1 所示。

生物反应池为一层混凝土结构, 上部局部设置单层起吊棚, 下部为筏板基础, 持力层为中风化粉砂

收稿日期: 2024-08-29

作者简介: 王豪(1990—), 男, 本科, 高级工程师, 从事基础设施建设工作。

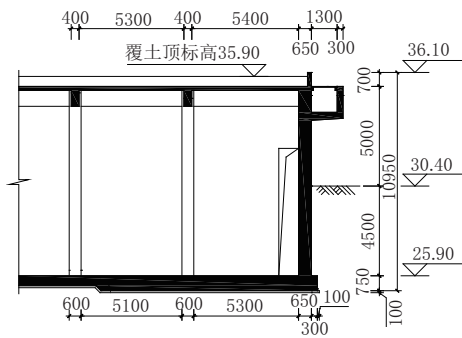


图1 生物反应池典型剖面图(单位:mm)

岩。水池底板底标高为 25.15 m。根据地质勘查报告,在水池抗浮设计中,抗浮水位可考虑为室外地坪下 0.50 m,即标高为 29.90 m。

2 地质情况

根据地质勘查报告,结合室内土工试验、现场原位测试成果,拟建场地土自上而下为素填土、强风化粉砂岩、中风化粉砂岩。设计地面 30.40 m,地下水主要存在于底板标高以上的填土中。

底板以下土层为中风化粉砂岩,呈紫红色,粉砂状结构。岩石表面较新鲜,风化裂隙较发育,裂隙间距为 0.20 ~ 0.30 m,裂隙表面见氧化铁、锰质浸染,基岩裂隙潜水赋存于基岩风化裂隙中,渗透性较差,评价为弱透水层。岩层厚度稳定,抗压强度较高,可作为本水池基础持力层。

各土层标高空间分布如图 2 所示。

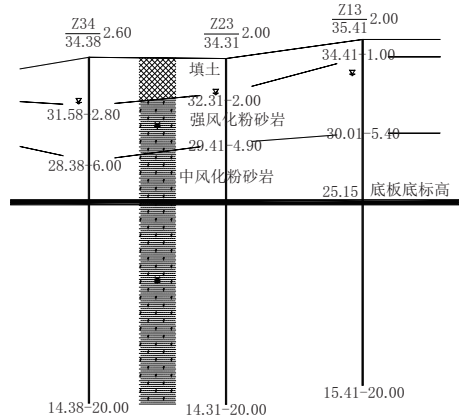


图2 各土层标高空间分布(单位:m)

3 抗浮方案比选

经抗浮验算,本水池整体抗浮不满足要求,需要采取抗浮措施。

根据常用抗浮方法,拟采用配重法、抗拔桩法、盲沟排水法、锚杆法等手段^[2]对本构筑物的抗浮方案分别进行比选。

3.1 配重法

配重法抗浮一般有 3 种方法:一是在底板上设素混凝土压重^[3];二是增加钢筋混凝土底板的厚度;三是在底板下设素混凝土吊重^[4]。第三种方法的优点是可以增加较大的附加配重;缺点是将相应增加开挖的深度,基坑开挖成本也将因此加大。本工程生物反应池为大型构筑物,整体抗浮相较于规范限值相差较多。经抗浮计算,底板范围内需要增加 1.61 m 厚的压重混凝土,采用此方法配重混凝土方量大,且底板下为岩层,基坑开挖深度深,显然不经济,也不易施工。因此,不宜采用此方法。

3.2 抗拔桩法

拟于水池底板下设置 600 mm 钻孔灌注桩抗拔,桩长为 5 m。经计算,单桩竖向抗压承载力特征值约为 800 kN,单桩竖向抗拔承载力特征值约为 200 kN,柱网尺寸 5.80 m×5.20 m,需布置桩数较多,且无法有效利用筏板已到中风化岩层这一特点。在岩层中进行钻孔,桩成孔施工难度较大且不经济。

3.3 盲沟排水法

盲沟排水法主要适用于弱透水性土层为地基、排水需求面积较小的地下室,因此,更多应用于较小平面尺寸的工程中。当不具备自流排水条件时,水可以经管道流于集水井,通过水泵抽水排走或流入雨水管。一方面,本构筑物平面尺寸较大;另一方面,此方法降低的地下水位幅度也较小,且多为浅层水,出水量一般不大,无法满足本构筑物的抗浮需求。

3.4 压力型预应力抗浮锚杆法

压力型预应力抗浮锚杆主要由预应力钢筋、法兰板、高强螺母、橡胶止水条、浆体组成。该方法的优点是在施加预应力后,锚杆变为主动受拉构件,注入的浆体则为受压状态,可以避免在工作状态下因注入浆体开裂而产生的锚杆锈蚀现象,有相对较好的耐久性。缺点是使用成本较高,且施工工艺相对复杂,需加强对施工阶段的质量控制。

根据现有文献及以往的工程经验^[5],综合考虑柱网、水池区隔等要求,初步预估每根柱跨内需要布置 3 根抗浮锚杆,锚杆布置间距为 2.80 m。综合水池埋深,可计算得出单根锚杆须提供的抗拔特征值为 $(1.05 \times 4.75 \times 9.80 - 18.75) \times (2.80 \times 2.80) = 236.20 \text{ kN}$

方案采用压力型预应力锚杆,锚杆长度为 5.00 m,钻孔直径为 200 mm,锚杆整体位于中风化粉砂岩中,杆体结构构造详图如图 3 所示。每根锚杆中设

置一根规格为36 mm PSB1080级预应力精轧螺纹钢的杆体钢筋。相较于其他方法,抗浮锚杆在满足抗浮要求的同时无需大幅增加基坑开挖工作量,且在中风化岩层中较易于施工。因此,根据上述方案对比,本项目生物反应池采用压力型预应力抗浮锚杆抗浮较为合理。

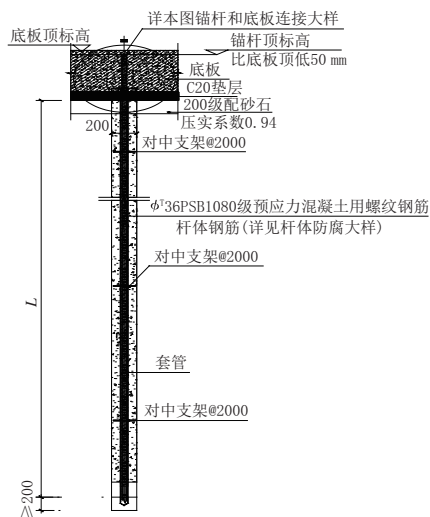


图3 杆体结构构造详图(单位:mm)

4 锚杆的布置

锚杆采用均匀布置方法,首先通过手算初步确定锚杆间距、单根锚杆的长度及抗拔承载力;然后将初步计算结果导入PKPM软件基础模块进行复核计算及调整;最后得到最终结果为2.88 m×2.82 m等间距矩形布置。锚杆平面布置图如图4所示。

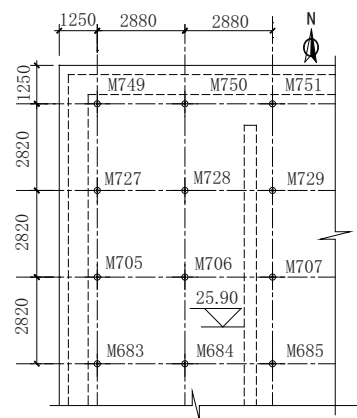


图4 锚杆平面布置图(单位:mm)

5 抗浮锚杆与水池底板连接形式

根据相关图集标准,常规压力型预应力抗浮锚杆的锚具与垫板位于地下室结构底板之上^[6],因本构筑物为污水处理池,凸出的锚具与垫板会长期浸泡在待处理的污水之中,影响其正常发挥锚固作

用^[7]考虑此因素,在本项目中,锚杆端头采用法兰板形式埋置于底板混凝土之中,并在法兰板及下部钢垫板处设置两道遇水膨胀的止水胶条用于密封。锚杆与底板连接做法如图5所示。此外,于底板底面下侧设置间接钢筋网片,具体布置如图6所示。

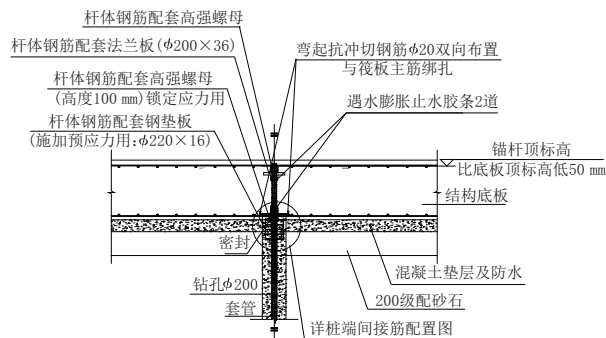


图5 锚杆与底板连接做法

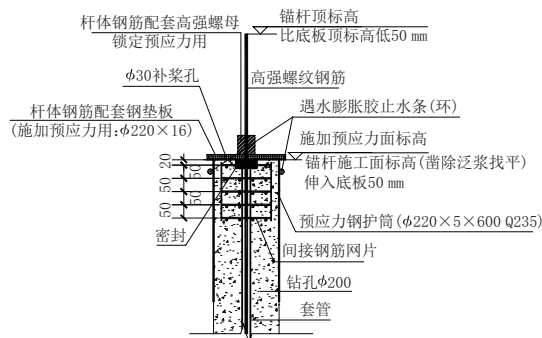


图6 间接钢筋网片布置图

6 压力型预应力抗浮锚杆的施工与检测

施工流程主要步骤:定位→成孔→清孔→成孔质量检测→下放钢筋→注浆→成桩→垫层完成后安装锚固配件→预应力张拉→锁定。

在施工完成后,随机选取生物反应底板的39根锚杆作为基本试验对象,进行现场原位拉拔试验。结果显示,最大试验荷载为330 kN,最大上拔量均值为6.63 mm,最大回弹量均值为1.22 mm,回弹率均值为18.4%。所有试验锚杆均未发生钢筋断裂,检测结果均满足设计及规范要求^[8]。现场锚杆施工如图7所示。



图7 锚杆施工现场

7 结 论

通过该项目生物反应池的工程应用研究,可以得出以下两个结论:

第一,对于底板已达中风化岩层的大型地下建(构)筑物,抗浮不满足设计要求的情况下,考虑采用预应力锚杆的抗浮方案较为合理。

第二,对底板上部平整度有较高要求的建(构)筑物,可参考本文介绍的锚杆与底板连接形式,结合具体施工阶段抗浮锚杆的试验结果、抗浮锚杆自身的抗拔承载力,以及其与底板锚固均须满足的设计及规范要求,可为其他类似项目提供参考。

参考文献:

- [1] 汪立生,陈险峰.特殊地貌下的地下室抗浮设计[J].工程建设与设计,2015(4):25-26;29.
- [2] 万玉生.某地下式污水厂抗浮设计方案比较及实证分析[J].中国给水排水,2017,33(4):51-55.
- [3] 张立娟,丁晔,纪菁.关于南水北调中线一期工程天津干线子牙河北分流井工程水池底板抗浮设计浅谈[J].城市建设理论研究(电子版),2012(10):1-2.
- [4] 时小兵,寇卫卫.超高水位大跨距地下车库抗浮设计、施工技术研究[J].中国标准化,2019(24):12-13.
- [5] 郭越洋,杨永哲.高压旋喷扩大头预应力抗浮锚杆在下沉广场设计中的应用[J].四川建筑,2023,43(2):39-41.
- [6] 22G815,建筑工结构抗浮锚杆[S].
- [7] 任向鑫,刘玮娟,谷少康,等.抗浮设计常见问题及抗浮锚杆应用分析[J].工业建筑,2023,53(增刊1):477-480.
- [8] JGJ 476—2019,建筑工程抗浮技术标准[S].

(上接第363页)

- Underwater Target Detection and Tracking[J].International Journal of Applied and Computational Mathematics, 2023(6): 1467-1490.
- [17] 王敏,李韬,王小龙.水下铺排检测技术[J].水运工程,2020,45(增刊1):137-140.
- [18] 栾涛,江锦,刘朋,等.几种新型水下检测技术在国内海洋石油工程中的应用[J].石油工程建设,2017,43(5):73-75;79.
- [19] 赵钢,王茂枚,徐毅,等.多波束测深技术在沉排工程水下铺设质量检测中的应用[J].长江科学院院报,2016,33(7):145-149.
- [20] 荣海北,潘卫凯,李志荣.双频识别声呐在三河船闸工程水下检测中的应用[J].水利建设与管理,2014,34(11):60-62.
- [21] Liu X, Zhou F, Zhou H, et al. A Low-Complexity Real-Time 3-D Sonar Imaging System with a Cross Array[J].IEEE Journal of Oceanic Engineering, 2015, 41(2): 1-12.
- [22] Tang Z, Li Y, Wang C. Multiangle Sonar Imaging for 3-D Reconstruction of Underwater Objects in Shadowless Environments[J]. IEEE Journal of Oceanic Engineering, 2025, 50(2): 1344-1355..
- [23] 奚笑舟.水下检测与监测技术在沉管隧道工程中的应用[J].现代隧道技术,2015,52(6):36-42.
- [24] Zheng G, Zhao J, Li S, et al. Zero-Shot Pipeline Detection for Sub-Bottom Profiler Data Based on Imaging Principles[J].Remote Sensing, 2021, 13(21):4401.
- [25] 牛富强,李智,薛睿超,等.涉海工程水下冲击打桩噪声测量方法研究[J].海洋开发与管理,2021,38(7):55-61.
- [26] DG/TJ 08-90—2021,水利工程施工质量验收标准[S].
- [27] 李鹏飞,吉同元,汤子璇,等.涉水工程水下结构检测现状分析及展望[J].中国水运,2017,17(10):301-302.