

市政雨水泵站深基坑支护施工技术

徐汉橙, 宋 坤, 王 钊

(济南城建集团有限公司, 山东 济南 250000)

摘 要 市政雨水泵站深基坑支护施工技术的应用, 能提升泵站基坑工程稳定性, 确保水泵系统稳定运行。本文以某市政雨水泵站深基坑支护工程项目为例, 通过深基坑支护施工方案选择, 从施工准备、测量放样、三轴水泥搅拌桩施工、钻孔灌注桩施工、高压旋喷桩施工、深基坑土方开挖及支撑施工以及深基坑降水施工等方面对雨水泵站深基坑支护施工工艺进行了研究, 提出了通过执行施工工艺和加强现场监测, 确保深基坑支护的稳定性, 满足城市排水系统功能性需求, 以期对提高城市防洪排涝功能具有积极的作用。

关键词 市政雨水泵站; 深基坑支护; 钻孔灌注桩; 三轴搅拌桩; 高压旋喷桩

中图分类号: TU99

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.13.014

0 引言

市政雨水泵站深基坑施工技术对其运行效果有直接影响, 并且关系到市政工程的运行水平以及城市发展。随着现代工程技术水平不断提高, 深基坑支护技术全面发展并构建完善技术体系, 使得市政雨水泵站建设效果全面提升, 保证其各项性能不受影响。而在市政雨水泵站深基坑支护施工阶段有多方面因素会对深基坑支护的强度、稳定性、使用效果产生不利影响, 还关系到市政雨水泵站的使用效果, 对周边居民生命安全以及城市排水通畅性有着直接影响^[1]。基于此, 深入分析市政雨水泵站深基坑支护施工技术, 优化改进施工工艺方案保证雨水泵站深基坑支护效果合格, 满足城市排水系统功能性需求, 对提高城市防洪排涝功能产生积极作用。

1 工程概况

某市政雨水泵站位于城市核心地带, 其建设目的是提高区域内雨水排放能力, 避免造成严重城市内涝保证居民出行不受影响。该泵站建设规模为单日处理水量 10 万吨, 占地面积 3 000 m², 基坑开挖深度最大 12 m。经过现场地质勘察发现, 本项目所在地区地质条件复杂性较高, 包含细砂、粗砂、粉质土等土质条件, 地下水位较高, 并且极易受到季节性降雨影响导致水位波动变化剧烈。此外, 该项目处于城市核心地带, 周边分布着大量城市道路和既有建筑, 居民数量较多, 对施工计划安排以及环境保护方面有更高要求, 需落实各项安全、文明施工措施。为确保该项目具备较高的稳定性和安全性, 需选择适宜的深基坑支护施工技术措施保证雨水泵站建设运营效果合格。

2 施工方案选择

通过对本项目设计方案以及现场情况调查, 综合分析多方面的因素, 组织专家展开论证, 并对比多种深基坑支护方案。本项目方案对比时, 主要从如下几个方面展开: (1) 钻孔灌注桩: 钻孔灌注桩为工程领域中常见的深基坑支护措施, 其优势为承载力高、抗渗性好。该技术应用阶段需根据现场勘测作业结果确定钻孔灌注桩施工位置, 明确长度、直径、间距等参数, 使其支撑具备稳定性, 抗侧力能力达到标准要求。(2) 三轴搅拌桩: 该技术应用时利用设备在基坑内部形成止水帷幕有效阻隔地下水的影响, 确保支护结构的强度和稳定性合格且能降低风险发生概率。此外, 三轴搅拌桩施工过程中利用设备搅拌使其形成整体结构, 可确保周边土体的稳定性合格。(3) 高压旋喷桩: 由于本项目地质条件较差, 且周围土质条件不良, 所以选择使用高压旋喷桩方式加固处理, 确保土体结构承载力、抗变形能力达到目标。(4) 钢筋混凝土内支撑: 根据本项目施工需求, 基坑支护阶段选用钢筋混凝土内支撑方式以提高基层结构强度以及稳定性。内支撑体系设计时需考虑到深基坑尺寸以及现场地质条件确定适宜支撑方式, 并加强受力分析提高结构稳定性。(5) 降水管井技术: 根据本项目现场施工需求, 在合适位置布置降水管井, 将影响基坑稳定性的水抽出, 保持地下水位在合理范围内, 基坑内部处于干燥度状态以提高结构的稳定性^[2]。

3 市政雨水泵站深基坑支护关键技术

3.1 施工准备

根据本项目设计方案和现场勘测结果加强图纸会审, 及时修正图纸设计中存在的缺陷问题。同时, 图

纸会审时做好细节方面处理,并由施工单位积极参与保证图纸设计效果达到标准。施工设计规划极为关键,明确现场施工任务和具体标准,编制项目专项方案,尤其针对施工难点制定针对性措施。此外,根据现场施工标准准备人员、材料、机械设备,并加强各项性能参数检测工作使现场施工作业顺利开展。

3.2 测量放样

测量放样为准备阶段的关键工作,按照设计方案选择经纬仪、水准仪、全站仪作为主要设备构建完善控制网络。测量放样阶段对各结构尺寸展开检测,尤其是支撑结构的高程、控制点等加强复核检测以保证测量放样的精度合格。同时,由技术人员提供基桩轴线、控制点、高程基准点的关键位置,并且设置围栏,做好防护措施。加强现场检测和数据记录,提高施工精准性。根据提供的数据信息构建控制网,使得测量控制网精度合格,且控制点数量在 3 个以上。控制点确定后保证其达到坚固、稳固性效果,不能受到打桩施工作业的影响,采取相应防护措施保护其完整性不受损害。为确保市政雨水泵站深基坑支护现场施工作业顺利开展,施工阶段需要设置临时控制点。临时控制点布置完成后需要在现场设置相应的防护装置,以免因为操作不当或者人员管理不善而引发偏差问题。如果操作过程中出现控制点偏移,需要进行复核检测,精度合格后再继续开展后续施工。测量控制网设置结束后,经过监理工程师复核检测各项指标,合格后再开展现场施工。

3.3 三轴水泥搅拌桩施工

本项目深基坑支护施工中选用三轴水泥搅拌桩制作止水帷幕,有效隔绝地下水的干扰影响高深基坑的稳定性和强度。该技术应用阶段结合本项目支护施工需求,选择直径 850 mm 的桩体,间隔 600 mm 布置,以普通硅酸盐水泥为主要施工材料制作,整体长度 15 m。施工开始前对混凝土材料配比方案展开检测,确定各种材料加入比例,水灰比为 1.2~1.5,水泥加入量 20% 以上。本项目施工中选用 JB-160A 三轴桩机开展施工作业,并对施工工艺和各项技术参数展开检测,使得三轴水泥搅拌桩的性能合格提高深基坑支护强度^[3]。三轴水泥搅拌桩止水帷幕施工阶段对支护效果展开监测,实时掌握桩体直径、深度、土质条件等参数。按照本项目施工工艺方案采用套接一孔法成桩方式,通过二喷二搅使得三轴水泥搅拌桩的强度合格。而施工阶段加强泥浆配置极为关键,选择膨润土和水充分混合以保证止水效果达到标准。施工阶段,水泥浆液直

接注入支护作业位置,并按照工艺方案进行下沉和提升。下沉时速度为 0.5~1.0 m/min,提升时速度为 1.0~2.0 m/min,使得注浆搅拌加固效果达到目标。

3.4 钻孔灌注桩施工技术要点

钻孔灌注桩是工程领域深基坑支护的主要技术类型,需按照现场地质条件和设计方案确定钻孔灌注桩布置方案,以提高深基坑支护强度。由于本项目粘土、淤泥质土分布范围广、厚度大,结构强度不足,所以在钻孔灌注桩施工中选择直径 800 mm 和 1 000 mm 的桩体,应用 C30 混凝土制作钻孔灌注桩提高支护稳定性。钻孔灌注桩技术应用的阶段,选择 GPS-15 钻机钻进作业,再将水泥混凝土灌入到孔内形成质量合格的桩体。而在钻孔灌注桩施工阶段选择跳孔方式避免相邻孔位造成影响^[4]。

钻孔灌注桩施工开始前加强试验分析极为关键,至少选择 2 根以上的桩体展开试验检测,明确工艺方案和技术参数以提高钻孔灌注桩施工水平。钻孔灌注桩施工中钢筋笼作为主要支撑结构部件,加强钢筋笼尺寸、规格控制并落实保护性措施,避免损坏而影响结构强度。钢筋笼运输到现场后使用设备吊装到孔内,确保其安装的位置精度合格。同时,对孔内泥浆沉渣全面清理处理,防止厚度过大而给灌注桩强度产生不利影响。通常来说,清理结束后检测底部沉渣厚度,不超过 50 cm 为合格标准。

钻孔灌注桩施工中,当现场准备结束后即可进行混凝土浇筑作业。本项目选用 C30 混凝土浇筑施工,以导管法浇筑为主,先将导管插入到距离底部 0.5 m 左右位置再进行浇筑作业。浇筑施工保持连续进行,现场准备充足的混凝土施工材料,并且确保导管理设深度始终在 2~6 m 之间。混凝土浇筑施工中随着混凝土液面上升,逐步向外拔出导管,但要保持动作均匀,且始终保持导管理设深度在 2 m 以上,以免发生断桩现象影响灌注桩结构强度。根据本项目技术标准,钻孔灌注桩施工中混凝土充盈系数达到 1~1.3,并且比原定设计方案灌注长度超过 0.5~1.0 m,从而确保桩头位置的强度和密实度达标。此外,灌注桩施工完成后进行各项性能参数检测,符合技术标准再投入使用。

3.5 高压旋喷桩施工技术要点

高压旋喷桩进行深基坑支护施工时,按本项目设计方案使用直径 800 mm 的高压旋喷桩,以 42.5 普通硅酸盐水泥为主要材料,利用二重管方式完成支护作业。施工开始前对混凝土材料进行配比设计,本项目水灰比设计为 1.0,水泥加入比例 25% 以上。而在施工阶

段需遵循工艺方案,浆液流量70 L/min以内,喷射提升速度15~20 cm/min,旋转速度10~15 r/min。高压旋喷桩施工阶段加强现场施工参数控制极为关键,以全站仪作为主要测量设备确保高压旋喷桩安装位置精度合格,且高度超过设计标高。高压旋喷桩施工时喷入混凝土浆液极为关键,选择高压泵作为输送设备,不仅能保证喷射量,还能确保混凝土各部位的强度合格。在混凝土喷入施工中同时搅拌处理,可使施工材料和原有土质充分混合形成强度较高的桩体结构。高压旋喷桩施工完成后,最为关键的是28 d后检测,一般采用取芯检测方式,保证加固强度在1.2 MPa以上才能投入使用^[5]。

3.6 深基坑土方开挖及支撑施工技术要点

深基坑支护施工阶段土方开挖和支撑施工作为重点工序,需按照技术标准进行开挖作业,明确开挖范围。本市政雨水泵站施工现场地质条件复杂性较高,选择土方车辆配合抓斗挖机联合施工,将开挖后弃土运输到规定地点存放。基坑开挖过程中加强支护处理,选择性能优越的混凝土在支护位置浇筑施工,取代原有土质,提高基坑结构的支撑强度和稳定性。冠梁、腰梁及钢筋混凝土内支撑作为主要支撑结构部件,需要通过合理组合设计使其支撑体系强度合格,并且具备较高的防护性能,预防施工阶段发生基坑变形以及坍塌风险。冠梁、腰梁按照设计方案进行加工制作,尺寸、强度、位置符合技术标准,支撑效果合格。钢筋混凝土内支撑作为主要结构部件,需要考虑到深基坑的深度、形状制作,使其在开挖阶段有足够的支撑力保证深基坑的稳定性。按本项目设计方案,施工阶段采取预降水措施,确保整个深基坑支护施工过程中地下水位始终保持在开挖面以下0.5 m深度。而在土方开挖作业阶段以分层方式为主,单层开挖深度2~3 m,防止开挖深度过大引发变形现象。此外,现场准备足够的开挖机械设备和土方运输车辆,及时运输土质以免表面堆放过多而给基坑结构稳定性产生不利影响。

3.7 土方开挖

土方开挖施工先开展首层开挖作业,其深度从首道支撑底部到第二道钢筋混凝土支撑底部为止。该环节开挖施工中以人工联合机械设备方式为主,对开挖尺寸、深度全面监控,避免超挖而导致深基坑稳定性下降。开挖阶段将挖掘机均匀布置,采取对称开挖措施使各位置受力达到均衡性以免因为失衡而导致结构稳定性下降。根据本项目更新方案,开挖过程中预留30 cm左右厚度,采取人工开挖方式防止机械操作不当

引发超挖或者地层扰动过大的现象。开挖完成后及时进行钢筋混凝土支撑设置提高支撑结构稳定性,预防发生变形问题。首层开挖完成后,并且支撑具备稳定性即可开展第二层开挖作业,其需要开挖到下一层钢筋混凝土支撑的底部。该阶段与首层土方开挖作业基本相同,但由于其开挖深度不断增加,所以要实时关注基坑支护状态以及稳定性以免出现严重变形问题。对于其他结构层来说,执行该工艺方案保证开挖效果合格且避免出现基坑变形、损坏现象。

3.8 深基坑降水施工技术

根据本市政雨水泵站施工技术方案,深基坑施工阶段采取降水施工措施确保地下水位始终保持在合理范围内,避免给基坑冲刷导致稳定性下降。本项目开挖深度较大,其最大深度已经达到12 m,所以对深基坑结构稳定性产生一定影响。施工阶段采取必要降水措施,及时排除地下水并监控地下水位波动变化情况,预防地下水对深基坑产生过大的冲击力作用。同时,根据本项目设计方案现场布置疏干降水井,将其作为观测井使用。降水井中安装多级滤管,选用直径273 mm的钢管制作,壁厚4 mm以上,成孔直径650 mm以上。滤料选择中粗砂材料,保证其过滤效果合格。此外,现场基坑周边开挖排水沟宽度300 mm以上,深度200 mm以上,并设置坡度以提高排水效果。

4 结束语

市政雨水泵站作为排水设施中重要组成部分,尤其在深基坑支护阶段施工难度较高,受到周边环境的干扰影响。结合市政雨水泵站深基坑支护施工需求,对现场展开勘察分析确定深基坑支护施工方案,保证施工效果合格。此外,在支护阶段加强监测,实时掌握地下水位以及基坑变形状态,能及时采取合理应对措施,提高深基坑支护水平,保证雨水泵站功能不受影响。

参考文献:

- [1] 赖爱平,罗凯,罗家杰.大型泵站施工过程中基坑监测及支护结构受力分析[J].特种结构,2024,41(04):89-93.
- [2] 杨自龙.提水泵站工程中深基坑开挖与降水的施工方法[J].珠江水运,2023(05):94-96.
- [3] 杨以亮,雷朝生.引江济淮二期涡阳泵站深基坑设计分析[J].治淮,2024(11):21-23.
- [4] 曾小燕.浅谈某雨水泵站工程深基坑支护形式[J].四川水泥,2020(08):52,54.
- [5] 李阳.给水泵站大口径给水管道深基坑开挖支护施工技术研究[J].中国建筑金属结构,2024,23(07):85-87.