

分析钻孔灌注桩施工技术在房屋建筑工程中的应用

张永财

宁夏天力基础工程有限公司, 宁夏 银川 750004

[摘要] 在房屋建筑工程的推进过程中, 施工工艺的精准选取对于保障工程的稳固性、安全性和施工效率具有核心意义。钻孔灌注桩作为一项历经实践检验并广泛应用的施工技术, 凭借其低廉的成本、广泛的适应性以及高效的施工效率, 在众多复杂工程地质条件和各类工程项目中展现出了强大的应用潜力。尽管钻孔灌注桩技术已在大量实际工程中得以成功应用, 但如何对其进行有效的质量控制并实现高效利用, 仍是工程界持续探讨的热点话题。鉴于此, 本篇文章深入剖析了钻孔灌注桩在住宅建设项目中的具体应用方法与策略。

[关键词] 钻孔灌注桩; 施工技术; 房屋建筑; 技术应用

DOI: 10.33142/aem.v6i12.14881

中图分类号: TU753.3

文献标识码: A

Application of Drilling and Grouting Pile Construction Technology in Building Construction Engineering

ZHANG Yongcai

Ningxia Tianli Foundation Engineering Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750004, China

Abstract: In the process of advancing housing construction projects, the precise selection of construction techniques is of core significance for ensuring the stability, safety, and construction efficiency of the project. As a construction technology that has been tested and widely used in practice, drilled pile has shown strong potential in many complex engineering geological conditions and various engineering projects due to its low cost, wide adaptability, and efficient construction efficiency. Although the technology of drilled pile has been successfully applied in a large number of practical projects, how to effectively control its quality and achieve efficient utilization remains a hot topic of continuous discussion in the engineering community. In view of this, this article deeply analyzes the specific application methods and strategies of bored pile in residential construction projects.

Keywords: bored pile; construction technology; building construction; technical application

引言

房屋建筑工程领域见证了钻孔灌注桩技术的突破性应用, 这一技术彻底颠覆了传统的人工开挖模式, 转而依赖于机械设备进行精准钻探, 随后在形成的孔洞中植入钢筋结构并灌注高强度混凝土。相较于其他施工方法, 钻孔灌注桩技术在可行性、操作便捷性、环境适应性以及成本控制方面展现出了显著优势。该技术不仅显著增强了桩基础的稳固性, 还大幅提升了地基的承载能力, 为建筑工程的顺利推进奠定了坚实基础^[1]。

1 工程概况

本房屋建筑地基处理工程深基坑的边界线总长达342米, 规划地下层数为五层。截至目前, 已开挖区域的地表标高在4.60~9.50m范围内变动, 其中, 深坑的绝对最大开挖深度达到了-12.37m, 而相对于地表的最大开挖深度则跨越了16.97~21.87m的区间。该项目无疑是一个大型且深度显著的基坑工程, 其支撑结构设计异常复杂。为了有效应对这一复杂施工环境, 本项目决定采纳钻孔灌注桩技术, 作为桩基施工的核心策略, 以契合实际工程需求。钻孔灌注桩的施工作业在一个宽度约为20m的开阔场地上进行。整个工程共需布设270根钻孔灌注桩, 具体包

括50根大口径桩, 其直径分别为2.5m和2.8m, 主要服务于塔楼区域; 以及大约220根直径为1.2m的桩, 它们主要用于平台区域的支撑。尽管本工程在桩基施工及支撑结构设计方面遭遇了不少难题, 但通过精心策划与严谨施工, 项目最终得以成功实施。通过对项目现场进行的细致勘探, 地基层被细致地划分为十个层级, 各土层的具体厚度、层顶埋藏深度以及层顶高程等数据均详细记录在表1中。

表1 各地基土层厚度、层顶埋深与层顶标高

层号	岩土名称	土层厚度/m	层顶埋深/m	层顶标高/m
①	素填土	0.9~4.1	0	2.7~5.3
②	淤泥	3.2~8.5	0~4.1	-1.48~3.86
③	粉砂	2.70~8.10	-6.21~3.01	-4.61~4.93
④	淤泥含细砂夹层	10.3~20	-11.91~7.77	-9.84~9.34
⑤	细砂	0.50~11.5	-28.81~21.17	-24.99~25.29
⑥	淤泥质土	0.5~7.3	-33.14~25.47	-29.31~29.31
⑦	细砂	2.4~13.3	-35.22~28.77	-32~32
⑧	粉质黏土含细砂夹层	0.60~6.1	-41.57~33.87	-37.92~37.92
⑨	砂质黏性土	0.6~8.6	-45.89~36.67	-41.28~41.28
⑩	全风化花岗岩	0.3~11.9	-51.19~38.81	-45~45

2 钻孔灌注桩施工技术在房屋建筑工程中的应用策略

2.1 施工预备阶段工作

在进行钻孔灌注桩基础施工前,一系列关键性的施工预备工作显得尤为重要。首要任务是对施工场地的地质条件进行详尽且深入的剖析,涵盖土壤组分、地下水位以及地质结构的全面考察。这些分析结果将直接决定桩基的直径、长度以及布局模式的选取。紧接着,基于现场勘探所得数据,需精心挑选合适的钻井装备及灌注材料。钻井装备的选择需紧密结合地质特性,以确保钻孔作业的高精确性和高效率。同时,灌注材料的预先配制需满足设计规定的强度及流动性要求,以保障钻孔的有效填充^[2]。

2.2 钻孔施工

2.2.1 钻孔位置确定

施工预备工作完成后,随即进入钻孔施工环节。此阶段需确保钻孔位置的精确无误,以满足设计与施工的实际需求。具体操作步骤如下:(1) 仔细审阅施工图纸,确认桩位布局与现场实际情况的一致性,特别关注桩基的具体布设位置、数量(从数十根至数百根不等)以及桩间距(通常为桩径的3~6倍,例如600~1800mm),以确保施工的连续性和可操作性。(2) 在现场放样时,应使用高精度测量仪器,如GPS(定位精度可达 $\pm 2\text{mm}$ 或 $\pm 10\text{mm}$),对桩位进行精确标定。依据设计图纸上的坐标信息,准确标定各桩基的中心线,确保桩位偏差控制在20mm以内。(3) 放样工作完成后,需设置临时标识,采用木桩或高亮油漆(标记直径约为50mm)在每个指定位置清晰标注钻孔的准确位置。(4) 初步定位后,还需进行二次复核,施工人员需认真检查各桩之间的间距,调整后的误差需重新控制在 $\pm 20\text{mm}$ 以内^[3]。

2.2.2 钻孔操作流程

(1) 在钻孔施工过程中,钻井装备的选择至关重要,需根据土质类别(如黏土、砂土或岩石)及设计要求(直径范围600~2000mm)进行确定。例如,在土质松软的地层中,可采用螺旋钻机或抓斗法进行钻孔;而在含有砂砾或岩石的地层中,则需选用重锤式或回转式钻机。(2) 在钻孔直径及深度的控制上,需确保与设计值的偏差不超过 $\pm 50\text{mm}$,以满足规范要求的尺寸及工作状态。(3) 地层埋深范围从10~60m不等,需确保钻孔能够穿越不稳定地层,达到更为稳定的地基层面。(4) 钻孔作业完成后,还需对其垂直度进行检验,确保误差不超过百分之一。(5) 在清理钻孔时,需彻底清除孔内残留的土石及水分,确保孔底干净整洁。(6) 根据地质条件及钻井装备的性能,适当调整钻孔速度,实践中通常将速度控制在1.0~5.0m/h之间,以确保在规定时间内达到预定深度。

2.2.3 孔壁稳定性处理

为确保孔壁的稳定性,防止塌孔等问题的发生,必须对孔壁进行适当的处理,为后续施工创造有利条件。首先,钻孔完成后的孔壁治理工作需立即进行,需向钻孔内注入支撑

液体(如钻井液),并在孔壁周围形成一层坚实的护壁,以保持钻孔壁的稳定性。同时,支撑液体的浓度需根据地质情况进行合理调节,以达到 $1.05\sim 1.15\text{g/cm}^3$ 的密度范围。其次,在成孔后,需确保孔壁的清洁度,并进行必要的检测工作,如有需要,可采用孔内摄像等方法进行检查,确保不出现大的缺陷或坍塌现象,这是保障工程质量的关键环节。

2.3 钢筋笼的制造与装配

2.3.1 钢筋笼的制造流程

在制造钢筋笼的过程中,首要任务是选取适宜的钢筋材料,并依据设计规格确定钢筋的直径及其强度级别。主筋材料普遍选用HRB400或HRB500等级,直径范围在12~40mm内。为确保结构具备充足的承载力和刚度,必须结合钢筋混凝土梁的实际长度及钢筋的排列间距进行精确设计。选定钢筋后,进入钢筋笼的构造阶段,其结构主要由纵向钢筋与环状箍筋构成。箍筋的直径选择通常在6~12mm之间,具体数值需依据荷载条件及桩径尺寸确定。值得强调的是,箍筋的间隔距离一般为100~200mm,这一间隔能有效保障钢筋笼在施工期间的稳固性。接下来,通过焊接或捆绑工艺将纵向钢筋与箍筋连接,形成一个整体稳定的钢筋笼结构。在加固过程中,应特别关注加固点的分布,以确保加固节点的牢固性和可靠性,进而提升混凝土结构的局部稳定性。此外,针对直径为600~2000mm的钻孔灌注桩,钢筋笼的加工尺寸需与钻孔深度保持一致,并预留适当的间隙(例如0.5~1m),以便于施工中的调整^[4]。

2.3.2 钢筋笼的装配步骤

在装配钢筋笼之前,必须确认钻孔作业已完成且成孔质量合格,孔壁稳定性良好。同时,还需对钢筋笼的尺寸及制造质量进行全面检查,确保其满足设计要求。完成前期准备后,利用塔吊、汽车起重机等大型吊装设备将钢筋笼吊升至指定高度。在吊装过程中,需维持钢筋笼的竖直姿态,避免由撞击或摩擦导致的结构损伤。在下放钢筋笼时,需确保其轴线位置不发生偏移,并在钢筋笼到达预定位置后,进行定位和垂直度的校正,使垂直度误差控制在设计允许范围内(1%),以确保钢筋笼与孔壁间的间距均匀,便于后续混凝土的灌注。为防止在灌注过程中钢筋笼发生上浮或位移,需在钢筋笼底部及适当位置设置支撑或定位块,这些支撑或定位块需确保与钢筋笼及孔壁间的间距符合设计要求(50~150mm),以提供足够的混凝土保护层。在钢筋笼的装配过程中,还需高度重视施工人员的安全操作规范,确保吊装设备的平稳运行,以及钢筋笼在吊装过程中的稳定性,防止安全事故的发生。同时,还需对钢筋笼的装配位置进行精确测量和记录,以便为后续施工步骤的顺利进行和质量监控提供可靠依据^[5]。

2.4 混凝土浇筑施工

在着手进行混凝土浇筑之前,首要任务是选定合适的灌注导管安装位置,本工程选用了与料斗相连的双螺旋形套管作为灌注导管,其长度依据钻孔的具体深度精确计算

得出。在导管下放过程中,需严格控制导管底部与孔底之间的距离,维持在约40cm,以保障施工质量。在正式下放前,应对导管实施全面的质量检查,重点排查是否存在形变、破损等问题,如有必要,还需执行导管的水压及抗拉强度验证。导管下降至预设位置后,即可展开混凝土浇筑作业。浇筑混凝土前,必须对混凝土原材料及其质量进行严格审查,确保其各项性能指标均符合工程标准。首次浇筑时,需将导管插入混凝土液面以下约80cm的位置,并分段测量导管长度,确保导管与混凝土保持持续连接。浇筑过程中,需遵循连续性原则,若需暂停,时长不得超过45分钟。在浇筑过程中,有时会遇到钻杆芯管被混凝土包裹的情况,此时可采取分段提升钻杆的方法予以解决,提升速率需控制在2~3m/min,以确保钻杆导管与混凝土的重叠部分达到1m。此外,桩顶的设计应高出原定高程0.5m,以增强桩身的保护效果。

2.5 桩身清理与灌注桩质量检验

钻孔灌注桩施工结束后,需立即对桩身周边的沉渣及杂质进行彻底清理。鉴于桩身直径较小,侧向清理难度较大,因此需借助小型工具辅助清理,并利用切割机等设备对桩身进行精准切割,以满足设计标高的要求。桩基施工完成后,应及时开展质量检验工作,重点检查桩身是否存在混凝土疏松、断裂等缺陷。当前,桩基质量检验主要采用钻芯取样法与超声波检测法。钻芯取样法通过钻取桩身内部样本以评估桩身质量,但该方法无法全面反映桩身质量状况,且操作耗时费力。而超声波检测法则是一种无损检测方法,只需预先确定超声波探测点及传感器管道位置,再进行浇筑。检测过程中,需确保探测器保持稳定且匀速移动,以便对混凝土的各项性能指标进行精确测量,从而准确评估桩身质量^[6]。

3 优化钻孔灌注桩技术应用效果的具体措施

3.1 精确控制关键质量环节

3.1.1 斜孔与垂直度校正

在工程筹划阶段,需依据项目实际情况与特性,合理设定钻具的刚性、垂直度调整范围及同心度要求。钻孔作业需确保精确无误,过程中需结合工程特性,对钻孔轨迹与中间垂线进行实时监测与校正,以保证转盘中线垂直度符合设计规范。鉴于不同工程条件下成孔深度的差异,应科学调控灌注泵的排量,以优化成孔垂直度的控制效果。对于大直径钻孔,应运用高精度钻杆与水平测量仪器,对钻孔倾斜度进行精细调整,确保钻孔质量达标。

3.1.2 塌方风险

依据工程计划与特性,合理规划施工流程,确保邻近桩基的施工时序与进度安排科学合理。加强工程地质勘察与资料收集工作,通过深入分析各类地质资料,降低塌方事故的风险。同时,需合理设定钻井速度与压力参数,确保施工过程的稳定与安全。

3.1.3 “缩颈”与“粘钻”

以工程实际需求为依据,合理设计钻孔参数,包括钻

进角度、钻深等,以提升切割效率与排渣能力,减少“缩颈”现象的发生。在施工过程中,需加强对施工现场的监督与管理,通过对现场数据的综合分析,合理调整泥浆性能指标与钻井液特性,防止因泥浆因素导致的“粘钻”问题。

3.2 完善现场管理制度

全面开展现场土壤构造调查,运用专业仪器与技术手段,对现场地质与土壤结构进行科学分析。当现场土壤条件不满足工程要求时,应及时采取补救措施。特别是大型工程项目,需结合地貌特征与地质条件,对现场稳定性进行科学评估,以防范地质因素对工程造成的不利影响。在钻孔作业中,需确保钻具与钻孔之间的间距控制在合理范围内(5~8cm),并密切关注孔壁状况,一旦发现渗漏问题,应立即进行修复,以防止塌方事故的发生。

3.3 优化建筑施工细节

3.3.1 钻井设备保养与检修

在钻探作业开始前,需全面检查各机具的工作状态,确保设备性能良好,避免因机具故障影响工作效率与质量。工程结束后,需定期对设备进行维护与保养,以延长设备的使用寿命。

3.3.2 应急处理机制建立

提前制定突发事件处理预案,确保施工期间能够迅速应对各类突发问题。每日工作结束后,需召开工作总结会议,对当日工作进行总结与反思,对后续工作进行规划与完善,以提升整体工程质量。

4 结论

综上所述,相较于传统基础桩基施工工艺,钻孔灌注桩在房屋建筑工程中具有显著优势。要充分发挥其优势,必须严格掌握其应用要点与流程,做好前期准备工作、钻孔作业、钢筋笼安装、清孔处理、混凝土浇筑、桩间杂物清理及成桩质量检测等关键环节的工作,以确保建筑工程施工质量得到有效保障。

【参考文献】

- [1] 贺阳,刘洋,刘杰,等. 建筑工程中有关钻孔灌注桩施工工艺的应用探究[J]. 建筑技术开发,2024,51(12):88-90.
- [2] 张佑云. 建筑工程基坑支护旋挖钻孔灌注桩施工工艺分析[J]. 中国建筑金属结构,2024,23(11):72-74.
- [3] 姚儒想. 住宅建筑工程中旋挖钻孔灌注桩施工技术研究[J]. 居舍,2024(33):24-27.
- [4] 肖远玉. 建筑工程基坑支护旋挖钻孔灌注桩施工工艺研究[J]. 中国建筑金属结构,2024,23(10):88-90.
- [5] 张丽. 建筑工程中钻孔灌注桩施工技术的实践应用[J]. 广东建材,2024,40(10):111-114.
- [6] 余长福. 房屋建筑项目钻孔灌注桩基础施工技术分析[J]. 散装水泥,2024(4):80-82.

作者简介:张永财(1993.7—),男,宁夏建设职业技术学院,宁夏天力基础工程有限公司,项目经理。