

水利工程钻孔灌注桩施工监理控制探讨

林明

海南省水利水电勘测设计研究院有限公司, 中国·海南 海口 570203

摘要: 钻孔灌注桩作为水利工程基础施工的核心技术, 其隐蔽性强且施工环境复杂, 质量控制难度极大。本文立足于监理视角, 深入剖析了钻孔灌注桩在成孔、清孔、钢筋笼安装及混凝土灌注等关键环节的质量风险。通过探讨事前预控、事中动态监控与事后验收评估的全过程监理模式, 旨在构建一套科学、系统的监理控制体系。文中结合工程实践, 重点阐述了针对泥浆护壁、沉渣厚度及断桩预防的监理要点, 为提升水利基础工程的稳固性与耐久性提供理论支撑与实践参考, 确保工程整体建设质量达标。

关键词: 水利工程; 钻孔灌注桩; 施工监理; 质量控制; 过程监控

Discussion on Supervision and Control of Bored Pile Construction in Water Conservancy Projects

Lin Ming

Hainan Province Water Resources and Hydropower Survey and Design Research Institute Co., Ltd., China Hainan Haikou 570203

Abstract: As a core technology for the construction of hydraulic engineering foundations, bored cast-in-place piles are highly concealed and the construction environment is complex, making quality control extremely difficult. Based on the perspective of supervision, this paper deeply analyzes the quality risks in key processes of bored cast-in-place piles, including hole formation, hole cleaning, reinforcement cage installation, and concrete pouring. By exploring a full-process supervision model of pre-control, dynamic monitoring during construction, and post-acceptance evaluation, it aims to build a scientific and systematic supervision control system. Combining engineering practice, the paper focuses on the supervision points for slurry walling, sediment thickness, and prevention of broken piles, providing theoretical support and practical reference for improving the stability and durability of hydraulic foundation engineering, and ensuring that the overall construction quality meets standards.

Keywords: Water conservancy projects; Bored pile foundation; Construction supervision; Quality control; Process monitoring

0 引言

水利工程关系到国计民生, 其地基处理的可靠性直接影响水工建筑物的安全运行。钻孔灌注桩因其承载力高、适应性强且对周边环境影响小等优点, 在水闸、泵站及堤防加固中得到了广泛应用。然而, 由于该技术属于地下隐蔽工程, 施工工序环环相扣, 任何微小的偏差都可能导致缩径、坍孔或断桩等严重质量事故。监理人员作为工程质量的“把关人”, 必须掌握核心施工机理, 对关键工序实施旁站与动态管理。本文将系统性地探讨监理在钻孔灌注桩施工中的控制策略, 通过强化全过程监管, 确保水利基础设施建设的百年大计。

1 水利工程钻孔灌注桩施工特点与监理目标

1.1 钻孔灌注桩施工的技术特性与质量隐蔽性分析

水利工程中的钻孔灌注桩施工处于复杂的水文地质环境之中, 其核心工艺涉及水下混凝土施工与泥浆护壁作业, 呈现出极强的技术专业性和隐蔽性。由于桩基完全埋设于地面以下

且处于带水作业状态, 施工人员无法直观观察成孔及灌注的实时状况。这种隐蔽性特征使得施工过程中的微小失误极易演变为严重的结构缺陷, 如桩身缩径、夹泥或断桩等现象^[1]。监理工作必须针对这种不可逆的技术特性, 建立起一套覆盖全工序的质量追踪机制。施工环境的复杂性决定了桩基成型质量受地层变化、机械性能及操作水平的多重影响, 任何环节的疏漏都会导致后期加固处理难度剧增。

1.2 监理机构在桩基工程质量控制中的职能定位

监理机构在水利桩基工程中扮演着第三方独立监管与协调的核心角色, 其基本职能涵盖了对承包商施工行为的合规性审查与关键工序的实质性监控。在履行职能过程中, 监理人员需要依据国家现行规范与设计图纸要求, 对施工方的技术能力及现场管理体系进行持续评价。这种定位要求监理不仅要执行常规的现场巡视, 更要发挥技术预判作用, 在施工风险爆发前提出针对性的管控建议。监理的权威性建立在对施工合同的精准解读与对质量标准的严格执

行之上,通过建立透明的沟通机制,引导施工单位建立自检、互检与专检相结合的质量保证体系,确保桩基工程的整体受力性能满足结构设计预期。

2 施工前期准备阶段的监理控制重点

2.1 施工组织设计审查与进场材料质量核验

施工组织设计作为指导现场作业的纲领性文件,其科学性直接关联到工程的稳妥推进。监理人员需重点审查施工方案中关于深水作业、不良地质处理及雨季施工的应对措施,确保各项技术指标符合水利工程的特殊要求。进场材料的质量控制则是工程建设的物质基础,监理必须对钢筋、水泥及膨润土等原材料进行严格的见证取样检测^[1]。钢筋的规格、牌号以及焊接工艺评定需逐一核对,水泥的强度等级与出厂日期应建立台账记录。通过严密的材料准入制度,封堵因原材料不合格引发的质量漏洞。对于不符合设计要求的物资,监理机构应果断采取清场处理措施,维护施工质量标准严肃性的。

2.2 测量放样复核与机械设备性能专项检查

测量放样的精准度决定了桩位的平面分布,监理人员必须采用全站仪对承包商布设的测量基准点进行二次复核。在确认桩位中心点无误后,需指导施工单位设置醒目的护桩标识。机械设备的运行状态则是施工效率与质量的硬件保障,监理应重点检查钻机的平整度、钻头直径以及卷扬机的制动性能。对于老旧或维护不良的钻具,应要求限期整改或更换,防止在施工过程中出现机械故障导致孔壁坍塌。设备配套的泥浆泵与发电机组也需处于良好的备用状态,以应对突发性的断电或涌水险情。

2.3 泥浆性能指标的配要求与配比验证

泥浆在钻孔过程中发挥着护壁、悬浮钻渣及冷却钻头的重要作用,其配比参数直接关系到孔壁的物理稳定性。监理人员应督促施工单位根据实际地层情况进行泥浆配比试验,重点监控泥浆的相对密度、粘度以及含砂率等核心指标。在砂性土层或透水性强的岩层中,应要求适当提高泥浆粘度以形成坚实的泥皮,防止产生漏浆现象。监理需定期利用泥浆性能检测仪器对现场循环池内的泥浆进行抽检,严禁直接使用未经处理的废弃泥浆。通过对泥浆循环系统的优化管理,确保钻孔作业在动态平衡中推进。对于配置不当或性能严重劣化的泥浆,监理应签发暂停令要求调整,保障成孔过程中的物理安全。

3 钻进成孔与清孔过程的动态监理监控

3.1 成孔过程中的桩位偏差与垂直度实时监测

钻进成孔是桩基工程中耗时最长且风险点最集中的阶

段,监理人员需采用经纬仪或铅垂线对钻杆的垂直度进行不间断抽查。在钻头接触地表及换层钻进的关键节点,应要求施工方放慢钻进速度,防止因受力不均导致钻头偏斜。对于钻进深度的计量,监理需核实钻杆总长并扣除余长,确保入岩深度或设计孔深达到强制性标准^[1]。成孔过程中桩位的平面位移需控制在规范允许范围内,一旦发现偏差趋势,应立即通过调整底座水平度进行纠偏。这种动态监控机制要求监理人员保持高度的责任意识,及时掌握不同土层的反馈信号,防止因地质突变导致的成孔几何尺寸超标,确保桩身纵向承载轨迹与设计中心线重合。

3.2 坍孔、缩径等常见成孔问题的监理预控措施

成孔过程中的地质反馈具有不可预见性,监理人员应根据地质勘察报告预先标注可能出现坍孔或缩径的高风险区。在通过疏松砂层或溶洞发育区时,监理应指导施工单位采取增加泥浆比重、投入黏土块或下设钢护筒等应急技术手段。对于由于地应力释放引起的缩径现象,应要求施工方采用扫孔器反复扩孔,确保桩径尺寸满足设计下限。监理需建立小时级别的巡检制度,重点观察护筒内水头的起伏状况,水头过快下降往往是坍孔的前兆信号。通过前置性的技术交底与现场实时干预,能够将这类工程质量通病遏制在萌芽状态。监理的预控职能在于化被动补救为主动防范,利用专业经验规避成孔过程中的地质环境冲突。

3.3 清孔质量评估与孔底沉渣厚度的严格检测

清孔是确保桩端承载力发挥作用的最后一道关键屏障,监理人员应监督施工单位在成孔达到设计深度后及时开展清孔作业。清孔质量的评估不仅依赖于循环泥浆指标的达标,更取决于孔底沉渣厚度的实质性测量。监理应使用标准的沉锤进行实测,确保端承桩或摩擦桩的沉渣厚度均优于设计规范。在清孔过程中,需严密监控孔内水头高度以维持孔壁压力平衡,避免因盲目加大冲洗量导致孔壁失稳。对于沉渣超标的桩孔,监理应坚决指令进行二次清孔,直到泥浆含砂率与沉渣厚度双双达标。

4 钢筋笼制作安装与水下混凝土灌注监理

4.1 钢筋笼加工质量检查与吊放过程的安全控制

钢筋笼作为桩基的受力骨架,其制作精度必须在监理的严格目测与量测之下完成。监理需重点核实主筋间距、箍筋加密区长度以及加强环筋的焊接质量,确保焊缝长度及饱满度符合技术规程。吊放过程中,监理应全程监控起重机械的作业安全性,防止钢筋笼在入孔时发生永久性扭曲或碰撞孔壁。保护层垫块的设置数量与牢固度是监理巡视的细节重点,其分布均匀性直接关系到钢筋的耐腐蚀性

能。在钢筋笼下放到位后, 监理需核实其顶面标高并指令施工方实施稳固的锁定措施, 防止在灌注混凝土过程中产生上浮或下沉位移。

4.2 混凝土导管埋深控制与灌注连续性旁站监理

水下混凝土灌注是桩基成型的最终环节, 也是质量事故的高发区, 监理必须执行全过程旁站制度。灌注初期需核实隔水塞的安装状态, 确保首批混凝土量足以埋设导管底端并实现封底。在灌注过程中, 监理应通过测量绳实时监测混凝土面的上升高度, 指挥施工人员根据实测数据科学拆卸导管, 确保导管埋置深度始终保持在合理的阈值范围内^[4]。连续性灌注是保证桩身密实度的前提, 监理需协调搅拌站与现场运输的衔接, 严禁出现长时间的停工待料。若发生导管堵塞或漏浆情况, 监理应要求立即启动预案并如实记录处理过程。

4.3 灌注异常情况的现场处置与施工记录复核

灌注过程中的地质突变或机械失灵往往导致灌注异常, 监理人员需具备快速决策的能力以应对突发状况。对于出现的混凝土面不升反降等疑似漏浆现象, 监理应督促施工方分析原因并根据情况采取适量补灌或灌注提速措施。异常情况的处理必须建立在科学的数据研判基础之上, 严禁盲目操作导致桩身内部夹泥。在灌注结束后, 监理应指导施工人员超灌一定高度, 以确保剔除桩顶浮浆后桩头混凝土的强度达标。施工记录的真实性与完整性是质量追溯的依据, 监理需当场核实灌注时间、混凝土用量及导管拆卸记录, 确保纸面数据与实际作业过程高度吻合。

5 桩基工程质量检测与监理后期评价

5.1 桩身完整性检测与承载力试验的组织监督

在桩基施工完成后, 监理机构需组织并监督第三方检测机构进行科学的桩身完整性评价。低应变反射波法通常用于普查桩身是否存在裂缝、空洞或缩径等缺陷, 监理应现场确认检测点的布置与耦合质量。对于设计荷载大或地质条件特殊的关键桩基, 需配合进行高应变检测或静载试验, 以获取真实的单桩极限承载力数据。监理在检测过程中应秉持公正立场, 核实原始波形数据的采集过程, 防止人为干预检测结果。检测报告需经过监理工程师的详细审核, 只有检测结论完全符合设计安全系数要求的桩基才能进入下一道工序。这种基于物理检测的技术把关, 为水利工程的安全性提供了量化的科学证据支持。

5.2 施工偏差处理方案的审核与整改闭环管理

针对检测中发现的不合格桩或存在几何偏差的桩基, 监理机构应牵头组织设计、施工及建设单位进行技术论证。监理需审查承包商提出的修补、补桩或改变上部结构

受力形式的处理方案, 确保技术可行性与经济合理性的统一。整改过程应纳入监理的重点监控范围, 对于注浆加固或接桩等补救措施, 需实施与原工程同等级别的旁站监管。整改完成后的二次检测是评价处理效果的必要环节, 监理必须确信缺陷部位已得到实质性修复。建立从问题识别到整改验收的闭环管理机制, 确保工程质量管理不留盲区^[5]。对缺陷的严肃态度体现了监理在质量控制中的底线意识, 保障了水利基础的长期服役寿命。

5.3 监理档案资料的整理与分部工程质量评价

监理档案是工程竣工验收的重要组成部分, 记录了从开孔到成桩全过程的监理足迹。监理人员应按时间节点分类整理各类报验单、现场通知单、旁站记录及检测报告, 确保资料的逻辑关联性与真实性。分部工程的质量评价应建立在对单桩质量统计分析的基础之上, 监理需对桩基工程的整体合格率与优良率给出客观公正的综合评述。质量评价报告应涵盖施工过程中的重大技术难点处理情况以及监理职能的发挥效果, 为今后类似地质条件下的水利施工积累宝贵的管理经验。对监理成果的系统化梳理, 不仅完成了对当前工程的质量背书, 更在行业层面提升了钻孔灌注桩施工监理的标准化管理水平。

6 结语

综上所述, 钻孔灌注桩施工监理是一项专业性极强的系统工程, 要求监理人员不仅具备扎实的理論功底, 更需具备敏锐的现场观察力。本文通过对施工全周期的细节探讨, 强调了“预防为主、动态跟踪”的重要性。监理工作的核心在于对泥浆指标、成孔深度、沉渣厚度及混凝土配合比等关键参数的精准把控。只有严格落实监理责任制, 不断优化现场管控手段, 才能有效杜绝各类桩基质量缺陷, 为水利工程整体的结构安全奠定坚实基础。未来, 随着智能化监控技术的引入, 监理手段将更加多元高效, 进一步推动水利行业工程建设规范化。

参考文献:

- [1] 马小军. 水利工程钻孔灌注桩施工监理控制探讨[J]. 中国房地产业, 2025(33): 190-193.
- [2] 王云, 王大伟. 浅谈水利工程钻孔灌注桩施工监理控制措施[J]. 治淮, 2025(02): 55-56.
- [3] 李国辉. 水利工程钻孔灌注桩施工监理控制措施[J]. 珠江水运, 2023(17): 35-37.
- [4] 黄富民. 水利工程钻孔灌注桩施工监理控制措施[J]. 工程技术研究, 2021, 6(17): 205-206.
- [5] 李聪. 水利工程旋挖钻孔灌注桩施工技术及其质量控制分析[J]. 黑龙江水利科技, 2020, 48(07): 184-186.