

水利施工钻孔灌注桩施工技术研究

段修然¹ 许津铭¹ 张咪咪¹ 翟羽佳² 王计贺³

1. 徐州市供排水管理中心 江苏 徐州 221000

2. 徐州市水利工程运行管理中心 江苏 徐州 221000

3. 徐州市南水北调工程管理中心 江苏 徐州 221000

摘要：钻孔灌注桩为水利基础工程的主流施工工艺，其施工质量能够直接决定水工建筑物的运行状态与使用寿命。本文针对水利工程钻孔灌注桩施工技术开展系统研究，阐述该工艺的作业原理、应用优势与适用场景，梳理施工筹备、成孔护壁、钢筋笼布设、水下混凝土浇筑等关键施工工序，总结施工常见病害及诱发原因，制定对应的技术优化策略与全流程质量管控机制，同步落实安全与环保管理工作，以此规范水利桩基施工流程、提升工程整体施工质量。

关键词：水利施工；钻孔灌注桩；施工技术；质量管控；工艺优化

引言：水利工程基础设施长期承受水流冲刷与水压渗透作用，地基结构的施工质量会直接影响水工建筑的运行安全。钻孔灌注桩是现阶段水利地基加固的主要施工形式，能够适应复杂地质与水文施工环境，在各类水利项目中得到普遍应用。实际施工过程会受到地质条件、设备操作和工序管控等因素的影响，桩基容易出现各类质量问题。本文结合水利工程施工实际工况，系统探究钻孔灌注桩的施工技术要点与管控方法，为提升水利地基施工稳定性提供技术参考。

1 水利工程钻孔灌注桩施工概述

钻孔灌注桩属于原位成孔灌注的桩基施工技术，施工人员可借助专用钻孔设备在指定桩位完成土体成孔作业，在达到设计孔径与孔深标准并完成清孔、护壁处理后，下放钢筋笼结构，再通过水下混凝土灌注作业成型桩基^[1]。该技术适配水利工程水环境、软土地基及高地下水压的施工条件，可解决施工过程中孔壁失稳、水土渗透、混凝土浇筑不密实等问题，能够分散水工构筑物的各类受力，具备良好的防渗透与抗滑移能力。相较于预制桩等传统施工技术，该桩基技术的地质适配性更强，施工对周边土体及水工结构的扰动较小，施工参数可根据工程需求灵活调整，整体施工成本可控、实用性较强。水利工程施工对该技术有特殊要求，施工人员需保障孔壁稳定、严控水下灌注精度，保证桩基防渗抗冲性能达标，同时做好施工水土环保防护工作。其施工流程主要包含施工准备、成孔作业、钢筋笼与导管布设、混凝土灌注及成桩养护四个核心阶段，各施工工序需有序衔接、规范操作，以此规避施工质量隐患。

2 水利钻孔灌注桩核心施工技术要点

2.1 施工准备技术要点

施工准备工作是把控水利钻孔灌注桩施工质量的前置关键步骤，这项工作主要涵盖场地整治、桩位测绘、设备调试以及原材料检验等多项基础内容。水利工程大多为临水施工，作业场地的稳定性会直接影响后续施工开展，施工人员需要对施工现场表层的杂物和松软土层进行清理平整，对场地土体进行压实处理。承载力不足的施工区域，需要通过垫层铺设或地面硬化的方式加固处理，施工现场还要布设排水设施，及时排走积水，防止土体泡水软化而影响施工稳定性。施工人员需要依据工程设计图纸与现场测绘基准完成桩位定位、标记和护桩布设工作，完成操作后必须做好复核校验，保障桩位数据精准合规。施工单位要结合现场地质条件和桩基设计参数选配施工设备，在正式施工前，工作人员需要对钻机、泥浆泵、吊装设备和灌注导管开展全面检修和密封性测试。所有进场使用的施工原材料都需要经过专项质量检测，只有各项性能指标符合施工标准的材料，才能够投入桩基施工作业，从源头规避施工质量问题。

2.2 成孔与泥浆护壁施工技术

成孔施工以及泥浆护壁作业是钻孔灌注桩施工的核心环节，这两项工序的施工质量，会直接决定桩体成型效果与整体承载性能，所以施工人员需要对各项钻进参数和施工流程进行标准化管控。钻机完成就位作业之后，工作人员需要及时做好设备调平工作，以此控制钻机施工的垂直偏差，有效防止桩基成型后出现倾斜问题^[2]。现场土层条件存在一定差异，工作人员需要结

合实际土质情况调整钻进速率,软质土层需要保持匀速慢速的钻进状态,能够减少缩径与塌孔问题的发生,砂质土层也要放缓钻进速度,同时加强泥浆护壁的施工力度,规避涌砂和孔壁坍塌的施工隐患。施工人员在持续钻进的过程中,需要实时监测孔内水位、孔径、孔深等关键数据,孔内水位需要始终高于地下水位高度,以此平衡地下水产生的压力,维持孔壁结构的整体稳定。泥浆护壁的施工参数需要匹配现场地质条件进行调整,工作人员需要合理控制泥浆比重与黏度,让孔壁可以形成稳定防护泥皮,同时定期检测泥浆性能,及时更换指标不达标的泥浆。成孔施工完成后,需要对桩孔静置半小时,工作人员再开展初次清孔作业,清理孔内浮泥与沉渣,为后续施工工序提供基础条件。

2.3 钢筋笼制作与安装技术

钢筋笼是支撑桩基整体受力的重要结构,它的制作质量和安装精度会直接影响桩基整体的稳定程度和承载能力,施工人员需要按照标准流程完成全部作业内容。施工人员需要参照工程设计要求加工钢筋笼构件,对钢筋型号、排布间距以及整体结构尺寸进行统一管控,钢筋构件之间可以通过焊接或机械连接的方式完成固定,施工人员需要保证连接部位的施工质量符合行业规范。钢筋笼加工完成后,整体结构需要保持规整,构件不能出现变形、弯折等问题,工作人员还需要在结构表面布置保护层垫块,以此控制钢筋保护层的厚度,减少钢筋在水环境下出现锈蚀的情况,桩基整体使用年限也能够得到有效提升,加工完成的钢筋笼需要通过质量检测后才能投入现场施工。钢筋笼进场安装时,施工人员需要采用平稳吊装的作业方式,缓慢垂直下放构件,保证钢筋笼对准桩孔中心,避免构件摩擦孔壁造成土体脱落。长度较大的钢筋笼可以分为多段加工,现场完成对接作业,工作人员需要保证对接位置牢固对齐,构件安装到位后需要做好固定处理,以此避免后续混凝土灌注作业时出现钢筋笼偏移、上浮的问题。

2.4 水下混凝土灌注施工技术

水下混凝土灌注作业在钻孔灌注桩施工当中占据核心地位,整体施工过程的管控效果,会在很大程度上决定成桩的整体质量。施工人员在正式开展灌注工作之前,需要完成二次清孔操作,工作人员要对孔底沉渣厚度以及泥浆相关指标进行检测,各项参数达标以后,才可以正式开始混凝土灌注施工。工作人员还要提前检查灌注导管的整体状态,确认导管的密封性与平直度符合施工标准,保证导管拼接位置不存在渗漏问题,同时合理调整导管底部和孔底的距离,为混凝土顺利出料提

供基础条件^[3]。施工单位需要把控混凝土材料的整体质量,进场混凝土的坍落度指标需要维持在规范区间内,工作人员要杜绝不合格的混凝土投入现场施工。在灌注作业的过程中,施工人员需要保障作业的连续性,不能随意中断施工,工作人员要实时观测孔内混凝土液面的升降情况,按照施工标准调整导管的埋置深度,避免桩体出现夹渣、断桩等质量问题。施工人员在灌注后期需要对桩顶位置进行超灌处理,以此保障桩顶混凝土的密实度,施工结束后工作人员需要做好桩体防护与后期养护工作,让桩体混凝土强度可以稳定提升。

3 水利钻孔灌注桩施工常见问题与优化管控措施

3.1 常见施工质量问题及成因

水利施工现场的水文地质条件普遍较为复杂,钻孔灌注桩在施工阶段出现的质量问题,大多集中在成孔作业与混凝土灌注作业两个环节,施工工况本身的特殊性是引发各类质量缺陷的主要原因。施工人员在开展成孔作业时,若泥浆参数设置不合理、孔内水位控制不规范,或是钻进速度把控不当、钢筋笼下触碰到孔壁,就会引发孔壁坍塌和桩孔缩径问题,地下水压力较高和土体含水率偏大也会加重这类施工隐患。孔底沉渣超标问题在桩基施工中较为普遍,施工人员清孔作业不彻底、泥浆含砂量过大,都会降低泥浆悬浮渣土的能力,清孔后静置时间过长也会让渣土重新堆积,会降低桩基的承载性能。混凝土灌注过程的操作不规范,会造成桩身结构存在质量缺陷,施工中断、导管操作失误、泥浆混入桩体等情况,都会影响成桩质量,现场管控不到位还会造成钢筋笼上浮偏移、桩体倾斜等问题,整体降低桩基结构的施工稳定性。

3.2 施工技术优化策略

施工单位需要结合水利工程现场施工特征,针对钻孔灌注桩施工存在的各类技术问题调整施工工艺,以此提升桩基施工的整体质量与施工稳定性。在成孔施工阶段,工作人员可以参照现场地质勘察数据划分土层类型,不同土层需要采用对应的钻进施工方式,软土地层需要降低钻进速度,同步补充泥浆维持孔壁稳定,砂土地层需要调整泥浆的各项参数,强化泥浆护壁的实际效果。施工人员需要全程监测孔内施工数据,及时排查并处理孔壁不稳定的相关隐患^[4]。施工人员可以采用分次清孔的作业模式,分别在成孔结束和设备安装完成后开展清孔作业,同时优化泥浆使用性能,减少孔底沉渣堆积的问题。混凝土灌注作业需要保持全程连续施工,工作人员需要动态调整导管埋深数据,规范首批次混凝土

的灌注操作,减少桩体质量缺陷的产生。施工单位需要统一钢筋笼的制作标准,严格把控焊接施工质量,调整钢筋笼吊装与下放的作业方式,通过多重固定手段定位钢筋笼位置,避免构件在施工过程中出现变形、偏移或上浮的情况。

3.3 全过程质量管控体系构建

水利钻孔灌注桩施工产生的质量隐患一般存在隐蔽性与滞后性的特点,施工单位需要建立完整的全过程质量管控体系,对桩基所有施工工序实行闭环管理。施工单位需要明确现场各类工作人员的岗位责任,统一各工序对应的质量标准,落实专人监督的管理模式,以此约束现场不规范的施工行为。施工企业需要定期组织在岗人员参与技能培训,提升工作人员的规范操作能力与问题处理能力,强化全员的质量管控意识。施工现场需要落实精细化管理模式,严格执行行业通用的三检制度,每一道工序验收合格以后,现场人员才能开展后续施工工作。工作人员需要对桩基施工的各项关键参数做好实时记录与动态管控,针对特殊施工场景增设对应的质检内容。施工单位还需要完善整体质量检测机制,在施工过程和成桩完成后分别开展质量检测工作,及时排查桩体内部存在的质量缺陷,对检测不合格的桩基落实整改处理,让整体工程质量可以满足水利工程长期运行的使用要求。

3.4 施工安全与环保管控措施

水利钻孔灌注桩的作业场地多为临水露天区域,整体地基条件相对偏弱,施工过程不仅存在较多安全风险,也会对周边水域环境产生一定影响,所以施工单位需要同步落实安全管理与环保管理工作。工作人员需要提前对作业场地进行平整压实处理,以此降低设备倾倒和人员坠落的安全隐患,临水作业区域需要设置防护设施与警示标志,并配备对应的救生设备。现场所有施工机械和用电设施都需要安排人员定期检修维护,工作人员需要按照规范流程

开展钻孔、吊装与灌注作业,杜绝违规操作引发各类安全事故^[5]。在环保管理方面,施工产生的泥浆需要统一收集沉淀处理,处理后的水体可以循环使用,固体废渣需要集中清运。施工产生的各类建筑垃圾需要分类堆放并及时清理,避免物料随雨水流入水域造成污染,施工机械也需要定期保养维护,减少油料泄漏和废气排放的问题,能够在一定程度上降低施工对水域生态的破坏,满足水利工程绿色施工的基本要求。

结束语

综上所述,钻孔灌注桩是水利地基施工的核心工艺,施工质量直接关系水工建筑的运行稳定与使用年限。水利工程特殊的水文地质环境,对桩基施工工艺和现场管控有着更为严格的标准。规范落实各阶段施工工序,优化成孔、护壁、混凝土灌注等关键工艺,能够有效规避常见施工质量缺陷。建立全程化质量、安全及环保管控机制,可以持续提升桩基施工整体水平,保障水利基础设施的结构强度与服役稳定性,为各类水利工程长效安全运行提供基础保障。

参考文献

- [1] 林帅. 基于钻孔灌注桩的桥梁桩基施工技术研究 [J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2026(5):129-132.
- [2] 周团. 钻孔灌注桩施工技术在道路桥梁施工中的应用研究 [J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2026(3):166-169.
- [3] 张义. 钻孔灌注桩施工技术在水利施工中的应用探讨 [J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2026(2):142-145.
- [4] 梁翔,谢可可,徐海翔,马佳杰,郑乔木. 水利工程中长的螺旋钻孔灌注桩施工技术 [J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2026(4):093-096.
- [5] 于洪. 水利施工中钻孔灌注桩技术的应用分析 [J]. 读报参考,2026(7):101-103.