

灌注桩垂直度偏差控制措施改进

郭九春 周仁勤

南京市水利建筑工程有限公司 江苏南京 210001

摘要: 水利工程建设中, 灌注桩作为基础承重结构的核心组成部分, 其垂直度直接影响工程整体稳定性与使用寿命, 垂直度偏差过大易引发基础沉降、结构开裂等安全隐患, 因此需针对性改进控制措施。结合水利施工的水域环境、地质条件等特点, 剖析垂直度偏差产生的核心成因, 从施工前期准备、设备操作、过程管控等方面优化控制路径, 完善防控体系, 提升灌注桩施工精度, 保障水利工程基础施工质量, 为同类水利灌注桩施工提供实践参考。

关键词: 水利施工; 灌注桩; 垂直度偏差; 控制措施改进

引言

灌注桩凭借承载能力强、适应性广、对周边环境影响较小等优势, 广泛应用于水利枢纽、堤防加固、泵站建设等各类水利施工项目中。作为工程基础的关键构件, 其垂直度精度直接决定基础结构的承载性能, 进而影响整个水利工程的运行安全与耐久性。水利施工多涉及复杂地质层、水域作业等特殊场景, 施工过程中各类因素易导致灌注桩垂直度出现偏差, 若控制不当, 会降低基础承载力, 增加工程后期维修整改成本, 甚至威胁水利工程的正常运行。明确灌注桩垂直度偏差的控制要点, 改进现有控制措施, 破解施工中的精度难题, 是提升水利施工基础工程质量的关键环节, 也是推动水利施工技术优化升级的重要举措。

一、水利施工中灌注桩垂直度偏差的核心影响因素

(一) 施工前期准备工作不到位的影响

施工前期准备工作的完善程度, 直接关系到灌注桩垂直度的控制效果, 诸多准备环节的疏漏都会埋下垂直度偏差的隐患。场地整理环节, 若未对施工区域进行平整压实, 会导致钻机安装基础不牢固, 在钻进过程中出现钻机倾斜, 进而引发灌注桩垂直度偏差。测量放线工作若存在误差, 会使得桩位定位不准确, 钻机对位偏差超出合理范围, 后续钻进施工即便操作规范, 也会产生垂直度偏差。施工方案的编制缺乏针对性, 未结合水利施工的特殊环境的地质特点制定专项垂直度控制方案, 对施工中的重点难点预判不足, 导致施工过程中缺乏明确的指导依据, 易出现操作混乱, 间接加剧垂直度偏差问题。

(二) 施工设备选型与调试不合理的作用

施工设备是保障灌注桩施工精度的核心载体, 设备选型与调试的合理性直接影响垂直度控制效果。钻机选型不当, 与水利施工的地质条件、桩径要求不匹配, 会导致钻进过程中钻机稳定性不足, 出现晃动、偏移等现象, 进而影响灌注桩垂直度。在地质复杂、土层硬度不均的水利施工区域, 选用稳定性较差的小型钻机, 钻进时易受土层阻力影响发生倾斜^[1]。钻机安装后的调试工作不细致, 钻杆的垂直度校准不精准, 钻具的磨损、弯曲未及时检修更换, 都会导致钻进过程中钻杆受力不均, 出现偏移, 最终造成灌注桩垂直度偏差, 影响基础施工质量。

(三) 地质条件与施工环境的客观制约

水利施工多处于水域周边或地下水位较高的区域, 地质条件与施工环境的复杂性对灌注桩垂直度控制构成客观制约。地质层面, 若施工区域存在软土层、流沙层、不均匀岩层等复杂地质结构, 钻进过程中土层承载力不均, 钻机易发生沉降或倾斜, 导致钻杆偏移, 引发垂直度偏差。地下水位过高时, 易出现孔壁坍塌、泥浆比重失衡等问题, 间接影响钻进精度, 加剧垂直度偏差。施工环境方面, 水利施工过程中可能遭遇风浪、降水等天气因素, 导致钻机稳定性下降, 钻进过程中难以保持精准的垂直度。水域作业的特殊性使得场地操作空间有限, 设备移动与调试受到限制, 也会增加垂直度偏差的控制难度。

二、水利施工中灌注桩垂直度偏差控制的现存问题

(一) 前期勘察与场地整理缺乏针对性

前期勘察工作是灌注桩施工的基础, 当前部分水利

施工中,前期勘察缺乏针对性,难以满足垂直度控制需求。勘察过程中,对施工区域的地质分层、土层硬度、地下水位等核心参数勘察不细致,未能全面掌握地质条件的变化规律,导致施工方案编制与实际施工情况脱节,垂直度控制措施缺乏针对性。场地整理工作流于形式,未根据水利施工的场地特点进行专项处理,部分施工区域存在场地平整度不足、压实度不够的问题,钻机安装后基础不牢固,在钻进过程中易发生位移和倾斜。测量放线环节缺乏严格的复核机制,定位误差未能及时发现和纠正,为后续垂直度偏差埋下隐患。

(二) 设备操作与过程管控存在疏漏

设备操作与施工过程管控的疏漏,是当前灌注桩垂直度偏差控制中的突出问题。设备操作方面,操作人员缺乏规范的操作培训,对钻机的操作流程、垂直度控制要点掌握不熟练,钻进过程中盲目加快钻进速度,未根据地质条件的变化及时调整钻进参数,导致钻杆受力不均,出现偏移现象^[2]。部分操作人员责任心不足,钻进过程中未全程关注钻机的运行状态和垂直度变化,未能及时发现和处理设备异常。过程管控方面,缺乏完善的现场管控体系,对钻进过程中的垂直度检测频率不足,管控重点不明确,对施工中的违规操作行为未能及时制止和纠正,导致垂直度偏差不断累积,最终超出合理控制范围。

(三) 偏差检测与纠偏机制不完善

偏差检测与纠偏机制的不完善,导致垂直度偏差出现后难以及时控制和纠正,加剧偏差影响。当前部分水利施工中,垂直度检测设备选用不合理,检测精度不足,难以精准捕捉钻进过程中的细微偏差,导致偏差发现不及时。检测流程缺乏规范性,检测时间间隔过长,未能实现对钻进全过程的动态检测,往往在偏差已经形成且影响较大时才被发现,增加了纠偏难度。纠偏机制缺乏系统性,出现垂直度偏差后,未结合偏差程度、地质条件等因素制定科学的纠偏方案,盲目采取纠偏措施,不仅难以达到理想的纠偏效果,还可能导致孔壁坍塌、钻杆损坏等二次问题,进一步影响灌注桩施工质量和进度。

三、水利施工中灌注桩垂直度偏差控制措施的改进路径

(一) 优化施工前期准备工作细节

针对前期准备工作不到位的问题,从勘察、场地整理、测量放线等环节优化改进,筑牢垂直度控制基础。前期勘察需结合水利施工特点,扩大勘察范围,细化勘

察内容,全面掌握施工区域的地质分层、土层硬度、地下水位等核心参数,结合勘察结果编制专项垂直度控制方案,明确各环节的控制要点和操作标准。场地整理过程中,根据施工场地的地形地貌和地质条件,对钻机安装区域进行专项平整和压实,确保钻机安装基础牢固,必要时搭建加固平台,提升钻机运行稳定性。测量放线环节,选用高精度测量设备,严格按照设计要求进行桩位定位,建立双重复核机制,安排专人对定位结果进行反复校验,确保桩位定位精准,杜绝定位误差引发的垂直度偏差。

(二) 规范施工设备操作与管控流程

围绕设备选型、调试、操作等环节进行规范改进,提升设备运行精度,减少操作失误带来的垂直度偏差。结合水利施工的地质条件、桩径要求等因素,科学选用钻机设备,优先选用稳定性强、精度高、适配性好的钻机,确保设备性能满足垂直度控制需求。钻机安装完成后,开展全面细致的调试工作,重点校准钻杆的垂直度,检查钻具的磨损、弯曲情况,及时更换损坏部件,确保钻机运行状态良好^[3]。加强操作人员培训,普及规范操作流程和垂直度控制要点,提升操作人员的专业技能和责任心,要求操作人员在钻进过程中根据地质条件变化及时调整钻进速度和力度,全程关注钻机运行状态,避免违规操作。

(三) 完善偏差检测与动态纠偏体系

构建科学完善的偏差检测与动态纠偏体系,实现对垂直度偏差的及时发现、精准控制和有效纠正。选用高精度的垂直度检测设备,结合水利施工场景优化检测方案,增加检测频率,实现对钻进全过程的动态检测,确保能够及时捕捉细微的垂直度偏差。明确检测责任分工,安排专业人员负责检测工作,做好检测记录,对检测数据进行实时分析,精准判断偏差程度和发展趋势。建立分级纠偏机制,根据偏差程度制定针对性的纠偏方案,轻微偏差可通过调整钻机角度、钻杆位置等方式及时纠正,较大偏差需暂停钻进,采取加固孔壁、调整钻进参数等措施后再进行纠偏,避免盲目纠偏带来的二次隐患,确保纠偏效果符合施工标准。见表1:

四、水利施工中灌注桩垂直度偏差改进措施的应用

(一) 前期准备阶段改进措施的落地执行

前期准备阶段改进措施的落地执行,需结合具体水利施工项目的实际情况,细化执行流程,确保各项改进

表1 国内常用钻孔灌注桩施工设备主要技术参数参考值

设备类型	最大钻孔深度 (m)	最大钻孔直径 (mm)	钻杆垂直度控制精度 (‰)	适用土层类型
旋挖钻机	60 ~ 100	600 ~ 2500	≤ 0.5	黏土、砂土、卵石层等
回转钻机	50 ~ 80	800 ~ 1500	≤ 0.8	黏性土、砂层、风化岩
冲击钻机	40 ~ 60	1000 ~ 2000	≤ 1.0	砾石层、硬岩层

数据来源:《建筑桩基工程施工技术规程》(JGJ/T493-2023), 中华人民共和国住房和城乡建设部发布。

措施落实到位。在前期勘察环节,组织专业勘察团队,采用多种勘察手段结合的方式,全面梳理施工区域的地质条件,形成详细的勘察报告,为专项垂直度控制方案的编制提供精准依据。场地整理过程中,严格按照改进方案对钻机安装区域进行平整压实,搭建加固平台,对场地排水系统进行优化,避免地下水位过高影响场地稳定性。测量放线环节,启用高精度测量仪器,严格执行双重复核制度,对每一个桩位的定位结果进行反复校验,确保桩位偏差控制在合理范围,为后续钻进施工的垂直度控制奠定良好基础。

(二) 施工过程中改进措施的动态落实

施工过程中,结合钻进进度和地质条件变化,动态落实各项改进措施,确保垂直度控制贯穿施工全过程。钻机运行过程中,安排专人负责设备管控,全程监测钻机运行状态和钻杆垂直度,根据地质条件的变化及时调整钻进参数,避免钻进速度过快或力度不均导致的偏差^[4]。操作人员严格按照规范流程进行操作,定期对钻具进行检查和维护,及时更换磨损部件,确保钻杆运行平稳。偏差检测人员按照改进后的检测方案,实时开展垂直度检测工作,做好检测记录,一旦发现偏差,立即启动纠偏流程,根据偏差程度采取对应的纠偏措施,确保偏差及时得到控制,不影响后续施工。

(三) 实践应用中的优化调整与完善

改进措施在实践应用过程中,需结合施工实际情况进行持续优化调整,不断完善控制体系,提升垂直度控制效果。在具体水利施工项目中,密切关注各项改进措施的执行效果,收集施工过程中的各类数据,分析改进措施存在的不足和问题。针对实践中出现的新情况、新问题,结合地质条件、施工环境等因素,对改进措施进行针对性调整,优化控制流程和操作标准。针对复杂地

质区域纠偏效果不佳的问题,优化纠偏方案,增加辅助纠偏措施,提升纠偏精度。总结实践中的成功经验,形成可复制、可推广的实践模式,为同类水利灌注桩施工的垂直度控制提供参考。

结语

本文围绕水利工程建设中灌注桩垂直度偏差控制措施改进展开研究,明确了灌注桩垂直度偏差的核心影响因素,剖析了当前控制工作中存在的突出问题,提出了针对性的改进路径,并结合实践明确了各项措施的落地执行要点。灌注桩垂直度控制是水利基础工程质量保障的关键,改进并完善控制措施,能够有效降低垂直度偏差发生率,提升灌注桩施工精度,增强水利工程基础结构的稳定性和耐久性。各项改进措施的落地执行,需结合水利施工的特殊场景和实际需求,注重前期准备、过程管控与实践优化的有机结合,切实将垂直度控制贯穿施工全过程,为水利工程的安全稳定运行提供坚实保障。

参考文献

- [1] 宋灿灿, 夏赞赞. 水利项目钻孔灌注桩施工技术要点分析[J]. 建筑工人, 2026, 47(01): 51-53.
- [2] 李泽优, 蔡媛, 聂广捧月. 水利工程中长的螺旋钻孔灌注桩施工技术[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (32): 193-195.
- [3] 苏通. 水利施工钻孔灌注桩施工技术研究[J]. 价值工程, 2025, 44(31): 97-100.
- [4] 孟猛, 王相山. 水利工程深水钻孔灌注桩绿色施工技术创新与实践分析[J]. 绿色建造与智能建筑, 2025, (10): 31-33+47.