

水利施工钻孔灌注桩施工技术

刘 扬

河北省水利工程局集团有限公司第三分公司 河北 石家庄 050000

摘要: 水利施工钻孔灌注桩技术, 核心在于混凝土有效灌注与孔内环境隔离控制。施工前需精细勘察, 合理选择桩端持力层, 确定桩侧与桩端阻力, 评估成桩可能性。施工过程中, 严格把控施工准备、钻机选型与护筒埋设、钻进成孔、护壁泥浆调配等关键环节。质量控制方面, 重点监控成孔质量与混凝土配制浇筑, 确保桩身承载能力与稳定性。该技术为水利工程提供了稳定基础, 保障了工程安全与耐久性。

关键词: 水利施工; 钻孔灌注桩; 施工技术

引言

水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分, 对地基处理技术提出了高要求。钻孔灌注桩作为一种高效、经济的地基处理方式, 广泛应用于水利施工中。该技术通过混凝土的有效灌注与孔内环境的精确控制, 实现了桩身的高承载能力与稳定性。本文旨在深入探讨水利施工钻孔灌注桩的施工原理、施工前准备、施工过程及质量控制, 以为水利工程的安全与稳定提供技术支撑。

1 水利施工钻孔灌注桩的施工原理

钻孔灌注桩施工技术的核心在于混凝土的有效灌注与孔内环境的隔离控制。在水利施工钻孔灌注桩的初始阶段, 确保首批混凝土浇灌量充足至关重要。这一步骤旨在迅速排开孔底的水或泥浆, 使导管出料口能一次性深埋于混凝土之中。这一操作为后续的混凝土浇灌提供了必要的隔离屏障, 还确保了浇灌过程中混凝土与孔内水或泥浆的有效隔离。为实现这一目标, 导管出料口的埋设深度需经过精确计算与控制, 以确保其能够有效隔离孔内环境。随着混凝土从导管进料口的连续灌注, 高流态的混凝土逐渐填充桩孔, 形成坚固的桩体。这个过程中, 出料口与入料口之间密封导管所形成的巨大压力差起到了关键作用。该压力差推动后续灌注的混凝土不断挤入已浇筑的混凝土中, 实现桩孔的连续填充。值得注意的是, 首批灌入的混凝土在浇灌过程中起到了关键的隔离层作用。这部分混凝土被后续灌入的混凝土逐渐顶起, 并随着浇灌的进行而不断上升, 直至最终到达桩口。这一过程中, 隔离层有效防止了孔内水或泥浆的混入, 还确保了桩体混凝土的整体性与均匀性。

2 施工前准备与勘察

2.1 桩端持力层的合理选择

桩端持力层作为钻孔灌注桩的重要支撑结构, 对桩的承载能力起着决定性作用。在水利施工中, 地质条件

复杂多变, 合理选择桩端持力层是保障桩基稳定性和工程安全性的关键。勘察人员需运用多种勘察手段, 如钻探、原位测试等, 对施工场地的地质情况进行全面细致的探测。在力学分层过程中, 需精确测定不同土层或岩层的物理力学性质, 包括岩土体的抗压强度、剪切强度、压缩模量等参数。对于土层, 要分析其颗粒组成、密实度、含水量等因素对力学性能的影响; 对于岩层, 需明确其岩性、节理裂隙发育程度、风化程度等特征。在砂土地层中, 密实度较高的中粗砂层往往具有较好的承载性能, 可作为桩端持力层的候选; 而在基岩地区, 未风化或微风化的硬质岩石则是理想的持力层选择。在选择桩端持力层时, 要考虑其承载能力, 还需兼顾经济性。若选择过深或承载性能过高的持力层, 会导致施工难度增大、成本增加。需综合评估地质条件、工程要求和经济成本等多方面因素, 确定最为合理且经济的桩端持力层, 以实现工程效益的最大化^[1]。

2.2 桩侧和桩端阻力的确定

(1) 桩侧阻力和桩端阻力作为桩基设计的核心参数, 直接关乎桩基的承载能力与稳定性, 对水利工程的安全运行起着关键作用。我国现行规范中, 桩侧和桩端阻力的确定依据大量实验数据与丰富工程实践经验总结的规范表格, 然而实际水利施工设计更为复杂。(2) 桩侧阻力受多种因素影响。桩周土性质方面, 粘性大的土提供的桩侧阻力相对更高; 桩土接触条件上, 二者粗糙度增加能有效提升桩侧阻力; 桩入土深度也与桩侧阻力密切相关, 入土越深, 桩侧阻力通常越大。桩端阻力则与桩端持力层性质紧密相连, 在坚硬岩石持力层, 主要取决于岩石抗压强度; 在土层中, 桩端土密实度和排水条件会制约桩端阻力。桩径和入土深度同样对桩端阻力有影响, 大直径桩和入土深的桩能提供更大的桩端阻力。(3) 在实际设计时, 不能单纯依赖规范表格。需结

合具体工程地质条件,运用现场试验,如静载荷试验,直接获取桩侧和桩端阻力数据;借助数值模拟手段,利用专业软件对桩基受力进行模拟分析。考虑水利工程中地下水作用,通过理论分析和经验公式对桩侧和桩端阻力进行修正,确保桩基设计的准确性与可靠性,保障水利工程基础稳固。

2.3 成桩可能性的估计

在确定桩端持力层后,成桩可能性的评估是施工前准备的重要环节。这关系到施工能否顺利进行,还影响着工程的质量和进度。要根据勘察结果,判断桩能否顺利穿透上部地层,到达预定的桩端持力层。这需要综合考虑地层的硬度、厚度、是否存在障碍物等因素。如当地层中存在孤石、硬质夹层等障碍物时,会导致钻孔困难,甚至无法成桩。工程勘察报告应全面、准确地反映施工环境、各岩土层物理力学参数以及桩侧阻力、桩端阻力标准值。其中,施工环境信息包括场地的地形地貌、周边建筑物分布、地下管线情况等,这些因素都会对施工过程产生影响。各岩土层物理力学参数是评估成桩可能性的重要依据,如土层的可钻性、岩石的可破碎性等。基于勘察结果,报告还应提出合理的桩型选择和设计施工建议。对于不同的地质条件,应推荐合适的桩型,如在软土地层中,可采用长螺旋钻孔灌注桩;在硬岩地层中,冲击钻孔灌注桩可能更为适用。针对施工过程中可能出现的问题,如塌孔、缩径等,提出相应的预防和处理措施,为后续的施工提供有力的技术支持,确保水利施工钻孔灌注桩工程的顺利实施^[2]。

3 水利施工钻孔灌注桩的施工过程

3.1 施工准备

(1)全面的现场勘察是基础。通过地质钻探、地形测绘以及水文监测等手段,系统地收集场地地形、地质、水文等详尽资料。地质资料的分析有助于准确判断不同土层的物理力学特性,为钻孔作业和桩型选择提供科学依据。地形测绘则能精确测定场地的平整度和坡度,为施工布局的合理规划奠定基础,水文监测数据对于指导护筒埋设深度和泥浆调配具有关键作用。(2)深入研读施工图纸,明确设计意图与技术要求。技术人员需细致梳理桩位、桩径、桩长以及混凝土强度等关键参数,并组织专业团队结合现场勘察资料进行研讨,制定出切实可行的施工方案。该方案应全面覆盖施工流程、人员配置、质量控制及安全保障措施。(3)根据施工方案,精心筹备施工所需的人力、物力资源。确保施工人员具备相应的专业技能与经验,施工设备状态良好且经过全面调试,严格把控原材料质量,合理规划施工场地

布局,为施工的顺利进行创造有利条件。

3.2 准备钻机与埋设护筒

钻机的选型是钻孔施工的关键一步,需依据工程地质条件、桩径、桩深等参数进行合理选择。如在坚硬的岩石地层,宜选用冲击钻机;在软土地层,回旋钻机则更为适用。安装钻机时,要精准调校钻头与钻杆,运用高精度的测量仪器,如全站仪等,使其中心与护筒顶面中心重合,将偏差控制在极小范围,一般要求平面位置偏差不得超过50mm,垂直度偏差不得超过1%。护筒在钻孔过程中起着定位、保护孔口和维持孔内水位的重要作用。选用坚固的钢护筒,其内径比钻头直径大20-40cm,为钻孔提供足够空间,防止钻头刮擦孔壁。依据不同土质,确定护筒埋设深度,在粘性土层,埋设深度一般为1-1.5m;在砂性土层,需适当加深,以确保护筒稳固。护筒顶部高出地面30cm以上,高于最高施工水位1-2cm,防止地表水流入孔内,避免孔壁坍塌,保障钻孔安全^[3]。

3.3 钻进成孔

在水利施工钻孔灌注桩的钻进成孔阶段,多项技术措施需得到严格执行。(1)保持钻杆垂直是确保成孔质量的首要条件。垂直度误差必须严格控制在规定范围内,通常不超过1%,以避免钻孔偏斜对桩身质量的影响。钻机应以低挡位、低匀速进行钻进,特别是在护筒出口处的松散土层中,需谨慎操作,防止护筒失稳和孔壁渗漏。(2)钻进速度需根据土层特性进行合理调整。在易缩径的土层,如淤泥质土和粉质黏土,应适时进行复钻,增加钻进次数,确保孔径达到设计要求;当地层发生变化时,如从软土层进入硬土层,需动态调整钻速与钻压,以适应不同土层的钻进需求。(3)钻孔垂直度的监测与纠偏是保障成孔质量的重要环节。应利用电子测斜仪等专业设备,密切监测钻孔的垂直度。如果发现孔斜,需立即采取回填重新钻进、加大泥浆护壁强度等有效措施进行纠偏,确保成孔质量符合设计要求。

3.4 护壁泥浆

护壁泥浆在钻孔灌注桩施工中至关重要,其性能直接影响孔壁稳定性。根据施工现场地质条件、地下水情况等,科学调配泥浆。在砂性土地层,由于土体颗粒间黏聚力小,易发生坍塌,需适当提高泥浆的密度和粘度,增强护壁效果;在粘性土地层,泥浆的密度和粘度可适当降低。通过调整泥浆的密度、粘度、含砂率等参数,使其在不同工况下均能有效护壁,防止塌孔、缩径等事故发生。泥浆密度一般控制在1.1-1.3g/cm³,粘度控制在18-22s,含砂率不超过4%。定期检测泥浆性能指标,可采用泥浆比重计、粘度计等设备进行检测,根据

检测结果及时补充、调整泥浆，确保整个钻孔过程中泥浆护壁效果良好，泥浆的pH值也应保持在8-10之间，以防止泥浆发生化学反应而影响其性能。在施工过程中，应密切关注泥浆的温度变化，避免因温度过高导致泥浆性能下降，施工人员应严格遵守操作规程，确保泥浆循环系统畅通无阻，避免泥浆在孔内滞留时间过长而影响其护壁效果。通过这些措施，可以进一步提高钻孔灌注桩施工的安全性和可靠性^[4]。

4 施工质量控制

4.1 成孔施工质量控制

成孔质量直接关系到钻孔灌注桩的承载能力与稳定性，对桩位和垂直度偏差的严格把控尤为关键。桩位的准确性决定了桩基在整个水利工程结构中的位置是否符合设计要求，作为主控项目，在基坑开挖前后，均需运用高精度的测量仪器，如全站仪等，对桩位进行精确测量。在施工前期，依据设计图纸精确放样桩位，做好标记，并在施工过程中定期复核，防止因施工扰动等因素导致桩位偏移。基坑开挖后，再次对桩位进行检查，若发现桩位偏差超出允许范围，需详细分析原因，如测量误差、钻机定位不准确、土体位移等，并及时采取补救措施，如补桩、调整承台尺寸等，以确保桩基布局符合设计规划，保障水利工程基础的整体稳定性。垂直度偏差虽为一般项目，但对桩身受力状态影响显著。在钻孔过程中，利用专业的垂直度检测仪器，如电子测斜仪等，实时监测钻孔的垂线与轴心线的夹角。当发现垂直度偏差时，及时分析原因，若是钻杆弯曲、钻机底座不平整等设备问题，立即停机进行维修和调整；若是地质条件复杂，如遇软硬不均地层导致钻孔偏斜，可采用回填重新钻进、加大泥浆护壁强度等方法进行纠偏，保证钻孔垂直度符合规范要求，使桩身能够均匀承载上部荷载，避免因偏心受力而降低桩基承载能力。

4.2 混凝土配制与浇筑质量控制

水利工程的特殊环境对钻孔灌注桩的混凝土性能提出了严苛要求。混凝土需具备高流态，以确保在灌注过程中能够顺利通过导管到达孔底，填充桩孔的各个角

落，避免出现空洞、蜂窝等缺陷。考虑到水利工程常面临低温、冻融等恶劣条件，混凝土还需具备较高的抗冻性能，通过合理选择水泥品种、添加抗冻外加剂等措施，提高混凝土的抗冻耐久性，由于混凝土在灌注过程中与泥浆接触，泥浆的侵蚀作用影响混凝土的强度和耐久性，因此在配制时需充分考虑泥浆成分对混凝土的影响，优化配合比，增强混凝土的抗侵蚀能力。在混凝土浇筑过程中，严格控制坍落度是保证混凝土顺利灌注的关键。坍落度太大，混凝土易离析，影响桩身强度；坍落度太小，则混凝土流动性差，难以挤压出泥浆，甚至可能导致堵管。根据不同的地质条件和施工工艺，将坍落度控制在适宜范围，并在浇筑前和浇筑过程中定时检测，控制浇筑速度，匀速、连续地进行灌注，使混凝土能够平稳地进入孔底并逐步挤压出泥浆，避免因浇筑速度过快或过慢引发断桩、夹泥等质量问题，确保桩身混凝土的密实性和连续性，满足水利工程对桩基强度和耐久性的要求。

结束语

综上所述，水利施工钻孔灌注桩技术以其独特的优势，在水利工程中发挥着举足轻重的作用。通过精细的勘察与设计，严格的施工准备与过程控制，以及全面的质量控制措施，确保了钻孔灌注桩的施工质量与稳定性。未来，随着技术的不断进步与创新，钻孔灌注桩技术将在水利工程领域展现出更加广阔的应用前景，为水利工程的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]许军.水利施工钻孔灌注桩施工技术研究[J].水上安全,2024(14):181-183.
- [2]杨杰.水利施工钻孔灌注桩施工技术分析[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(12):067-069.
- [3]唐尊刚.水利施工钻孔灌注桩施工技术方法[J].工程建设与设计,2023(3):210-212.
- [4]姜丽玉.水利施工钻孔灌注桩施工技术研讨[J].黑龙江科学,2021,12(2):126-127.