

# 钻孔灌注桩在水利水电工程施工中的应用探讨

唐仕兴

中国水利水电第十一工程局有限公司 河南 郑州 450000

**摘要：**本文聚焦钻孔灌注桩在水利水电工程中的应用。首先阐述其技术特性，如桩身直径灵活、桩长可深入持力层、施工扰动小等，以及抗承载能力强、抗渗性能优、地质适应性广等应用优势。接着介绍施工核心要点，涵盖前期准备、成孔工艺、钢筋笼制作安装等。随后分析质量控制关键环节，包括泥浆、混凝土浇筑、孔底沉渣控制。最后探讨常见问题及应对措施，如孔壁坍塌、断桩、桩位偏差等问题的成因与解决办法。旨在为钻孔灌注桩在水利水电工程中的科学应用提供全面指导，提升工程质量与安全性。

**关键词：**钻孔灌注桩；水利水电工程；施工应用

**引言：**在水利水电工程建设中，基础结构的稳定性至关重要。钻孔灌注桩作为一种重要的基础形式，凭借其独特的技术特性和显著的应用优势，在众多工程中得到广泛应用。其能适应不同地质条件和承载要求，为工程提供可靠支撑。然而，钻孔灌注桩施工过程复杂，涉及多个环节，任何一个环节出现问题都可能影响桩体质量，进而威胁整个工程的安全与稳定。因此，深入研究钻孔灌注桩的技术特性、施工要点、质量控制及常见问题应对措施，具有重要的现实意义。

## 1 钻孔灌注桩的技术特性与应用优势

钻孔灌注桩是借助机械钻孔或人工挖孔手段形成桩孔，随后在孔内安置钢筋笼并浇筑混凝土而成的一种混凝土桩。其独特的技术特性，使其高度契合水利水电工程的施工需求。（1）从技术特性角度分析，钻孔灌注桩的桩身直径具备高度灵活性，可根据水利水电工程的具体承载要求进行精准调整，能满足不同规模、不同功能构筑物对承载荷载的多样化需求。桩长方面，可深入地下较深位置，有效穿透软弱土层，直达承载力较强的持力层，为工程基础提供可靠的稳定性保障。而且，其施工过程中无需大面积开挖，对周边土体和构筑物的扰动极小，能最大程度减少施工对水利工程周边水域环境、地形地貌以及生态系统的破坏，符合水利水电工程对环境保护的严格要求。（2）在水利水电工程应用中，钻孔灌注桩优势显著。其一，具备强大的抗承载能力。水利水电工程中的大型构筑物，如大坝、水电站厂房等，对基础承载要求极高。钻孔灌注桩凭借其高强度和良好的力学性能，能够稳固支撑这些关键结构，有效抵御水流压力、土体侧压力等复杂荷载的长期作用。其二，抗渗性能优异。通过科学合理的施工工艺和严格筛选材料，钻孔灌注桩可形成连续、致密的抗渗屏障，有效应对水

利工程长期处于水域环境的特殊工况，防止地下水或地表水渗透对基础结构造成侵蚀和破坏。其三，地质适应性广泛。无论是软土地基、砂土地基，还是含卵石、漂石等复杂地质条件，钻孔灌注桩都能通过灵活调整钻孔工艺和选用适配设备，实现高效、可靠的成桩，充分适配水利水电工程多样的地质状况<sup>[1]</sup>。

## 2 钻孔灌注桩施工核心应用要点

### 2.1 施工前期准备与孔位布设

施工前期准备是保障钻孔灌注桩施工质量的基础环节，核心内容包括地质勘察资料梳理、施工设备选型和孔位精准布设。地质勘察资料是施工方案制定的核心依据，需重点明确施工区域的土层分布、土体物理力学性质、地下水位标高及透土层位置等关键信息，为钻孔工艺选择、桩长确定和泥浆参数设计提供支撑。施工设备选型需结合地质条件和桩体参数，合理选用钻机类型，如在软土地基中可选用回旋钻机，在硬岩地质中可选用冲击钻机，同时配套合适的泥浆制备设备、混凝土浇筑设备和钢筋笼加工设备，确保设备性能满足施工需求。

孔位布设需严格遵循工程设计要求，结合构筑物的结构形式和受力特点，精准确定桩位的平面坐标和高程。在布设过程中，需考虑桩与桩之间的间距合理性，避免桩体施工过程中相互干扰，同时保障桩群能够均匀承受上部结构荷载。孔位布设完成后，需采用专业仪器进行复核，确保桩位偏差控制在允许范围内，为后续成孔质量奠定基础<sup>[2]</sup>。

### 2.2 成孔施工工艺及关键控制

成孔施工是钻孔灌注桩施工的核心环节，其施工质量直接影响桩体的承载能力和抗渗性能，需重点把控钻孔工艺、泥浆护壁和孔壁稳定控制三个关键要点。钻孔工艺的选择需严格匹配地质条件，不同地质对应的钻

孔方式存在差异：在粘性土层中，回旋钻机通过切削土层成孔，需控制钻孔速度，避免孔壁坍塌；在砂层或卵石层中，需借助泥浆的护壁作用，同时调整钻机转速和钻进力度，防止砂粒或卵石坍塌堵塞孔道；在硬岩地层中，冲击钻机通过冲击破碎岩石成孔，需合理控制冲击频率和冲程，保障成孔效率和孔壁平整度。

泥浆护壁是成孔施工中的关键技术措施，尤其在水利水电工程的水域环境或地下水位较高的工况下，泥浆的性能直接决定孔壁稳定性。泥浆需具备良好的护壁、携渣和冷却钻头的功能，其比重、粘度、含砂率等参数需根据地质条件精准调整：在砂层中需选用比重较大的泥浆，增强护壁能力；在粘性土层中可适当降低泥浆比重，提高携渣效率。施工过程中需持续监测泥浆性能，及时补充和调整泥浆参数，确保孔壁始终处于稳定状态。成孔完成后，需对孔深、孔径、孔位偏差和孔底沉渣厚度进行全面检测，检测合格后方可进入下一施工环节。

### 2.3 钢筋笼制作与安装

钢筋笼是提升钻孔灌注桩抗弯、抗剪能力的核心构件，其制作和安装质量直接影响桩体的结构性能。钢筋笼制作需严格按照设计尺寸进行，采用钢筋调直、切断、弯曲等工艺加工，确保钢筋的规格、数量、间距符合设计要求。钢筋连接可采用焊接或机械连接方式，连接部位需保证牢固可靠，焊接接头需满足强度要求，避免出现虚焊、漏焊等缺陷。钢筋笼制作完成后，需进行外观检查和尺寸复核，确保其垂直度、直径偏差等指标符合规范要求。

钢筋笼安装需采用专用吊装设备，吊装过程中需保持钢筋笼的垂直度，避免碰撞孔壁导致孔壁坍塌或沉渣增多。吊装到位后，需及时调整钢筋笼的标高和中心位置，确保其与桩孔轴线重合，同时固定牢固，防止在混凝土浇筑过程中发生位移。钢筋笼与孔壁之间需设置保护层垫块，保障混凝土保护层厚度均匀，避免钢筋外露导致锈蚀，影响桩体的耐久性。

## 3 钻孔灌注桩施工中的质量控制关键环节

### 3.1 泥浆质量控制

泥浆质量在钻孔灌注桩施工中占据着举足轻重的地位，它是保障成孔质量以及孔壁稳定的核心要素，因此必须构建一套完善且严谨的全过程质量控制体系。（1）在泥浆制备阶段，材料的选择至关重要，要精心挑选优质的制浆材料，从源头上保证泥浆质量。同时，严格按照设计配合比进行精准配制，通过科学合理的配比，确保泥浆的初始性能完全符合施工要求，为后续施工奠定坚实基础。（2）成孔过程中，需对泥浆的比重、粘度、

含砂率等关键参数进行实时监测。依据不同的地质变化和钻进情况灵活调整泥浆性能，例如钻进砂层时，适当增加泥浆比重和粘度，增强护壁效果；钻进粘性土层时，适量加入清水稀释，降低比重以提升携渣能力。此外，定期清理泥浆池中的沉渣必不可少，防止沉渣混入孔内影响成孔质量，保障泥浆循环系统稳定、顺畅运行。

### 3.2 混凝土浇筑质量控制

混凝土浇筑作为钻孔灌注桩施工中形成桩体的核心环节，其质量优劣直接关乎桩体的强度与耐久性，对整体工程结构安全起着决定性作用。（1）在混凝土材料方面，必须选用符合设计规定强度等级的产品，对水泥、砂石、外加剂等原材料进行严格检验，从源头上把控质量。同时，精准控制配合比，使混凝土具备良好的和易性、流动性以及适宜的凝结时间，以满足施工要求。混凝土运输过程中，要持续搅拌，防止出现离析、泌水等影响质量的现象，保证浇筑时混凝土性能稳定。（2）浇筑施工应采用导管法并保持连续浇筑，杜绝中断。导管安装前要进行严格的水密性试验，杜绝渗漏隐患。浇筑时，导管理深要合理控制在2-6米，防止断桩和增加浇筑阻力。此外，要合理控制浇筑速度，让混凝土均匀填充桩孔，排出空气和泥浆。浇筑完成后，及时清理桩顶浮浆，确保桩顶质量达标<sup>[3]</sup>。

### 3.3 孔底沉渣控制

孔底沉渣问题在钻孔灌注桩施工中不容小觑，其厚度若控制不当，会极大地影响桩体与持力层之间的结合性能，进而削弱桩体的承载能力，给整个工程结构的安全与稳定埋下隐患。因此，严格把控孔底沉渣厚度是施工过程中的关键环节。在成孔作业完成后，必须采用科学有效的清孔工艺来清除孔底沉渣。清孔方式的选择需充分考虑地质条件，常见的有正循环清孔、反循环清孔以及气举反循环清孔等。在清孔过程中，要持续、精准地监测沉渣厚度，密切关注其变化情况，直至沉渣厚度满足设计要求，通常规定沉渣厚度不得大于50毫米。清孔工作一旦完成，应尽快开展钢筋笼安装和混凝土浇筑作业，防止因放置时间过长，孔内泥浆沉淀，导致沉渣再次堆积，影响最终的成桩质量。

## 4 钻孔灌注桩施工中的常见问题及应对措施

### 4.1 孔壁坍塌问题及应对

孔壁坍塌在钻孔灌注桩施工过程中较为常见，其成因复杂多样。地质条件方面，若施工区域存在松散砂层、软弱黏土层等不良地质，土体自身稳定性差，在钻孔扰动下极易发生坍塌；泥浆性能不佳，如泥浆比重过小、粘度过低，无法形成有效的护壁泥皮，不能为孔壁

提供足够的侧向支撑力；钻进速度过快，对孔壁的反复切削和扰动加剧，破坏了孔壁的原有平衡；孔位周边荷载过大，例如在孔口附近堆放大量建筑材料或施工机械，导致孔壁所受侧向压力增大，也会引发坍塌。

一旦出现孔壁坍塌，应立即停止钻进作业，迅速分析坍塌原因并制定针对性解决方案。若坍塌程度较轻，可通过优化泥浆参数，适当增大泥浆比重和粘度，增强其护壁能力，同时严格控制钻进速度，以温和、渐进的方式推进成孔；若坍塌较为严重，需及时回填砂卵石或粘土至坍塌位置以上一定高度，待土体充分稳定后，再重新进行钻孔作业。此外，施工过程中要严格管理，避免在孔位周边随意堆放重物，最大限度减少对孔壁的额外扰动<sup>[4]</sup>。

#### 4.2 断桩问题及应对

断桩作为钻孔灌注桩施工中严重影响桩体结构完整性的重大质量问题，其成因较为复杂。混凝土浇筑中断是常见因素之一，这可能是由于混凝土供应不及时、设备突发故障等，导致浇筑过程无法连续进行，使得桩身混凝土不连续。导管拔出混凝土面也不容忽视，在混凝土浇筑过程中，若对导管理深控制不当，实时监测不到位，导管被意外拔出混凝土面，混凝土与泥浆混合，就会破坏桩身混凝土的连续性。此外，混凝土离析同样可能引发断桩，混凝土配合比不合理、搅拌不充分或运输时间过长等，都易造成混凝土离析、泌水，降低混凝土的均匀性和强度，进而形成断桩。

为有效预防断桩问题，必须确保混凝土浇筑的连续性，提前做好浇筑工序规划，保障混凝土供应稳定充足。严格把控导管理深，运用专业仪器实时监测导管位置。同时，加强混凝土质量控制，严格按配合比搅拌，控制运输时间。若浇筑时导管堵塞致中断，应及时采用拔管、抖动导管等方式疏通，若疏通无效，立即停止浇筑，待混凝土强度达标后，采用钻孔压浆补强处理，保证桩体质量。

#### 4.3 桩位偏差问题及应对

桩位偏差过大是钻孔灌注桩施工中需重点关注的问题，它会对桩群的受力均匀性产生显著影响，进而降低基础结构的整体稳定性，给工程安全埋下隐患。

为有效控制桩位偏差，在施工前期就需做好充分准备。要采用高精度的专业测量仪器，如全站仪等，对孔位进行精准布设，并进行多次反复复核，确保孔位初始位置的准确性。在钻孔作业过程中，需安排专人定期检查钻机的平整度和垂直度。因为钻机若出现倾斜，会直接导致钻孔方向偏离，造成孔位偏差。一旦发现钻机位置有偏差，应及时进行调整，保证钻孔沿着预定方向进行。

成孔后，还需再次对孔位进行严格检测。若检测发现桩位偏差在允许范围之内，可继续后续施工；若偏差较小，在不影响整体结构安全的前提下，可通过微调钢筋笼位置的方式进行补偿，使桩位满足设计要求；若偏差较大，则必须重新钻孔，以确保桩位准确，保障整个钻孔灌注桩基础结构的质量和稳定性，为水利水电工程的安全运行奠定坚实基础<sup>[5]</sup>。

#### 结束语

钻孔灌注桩在水利水电工程中具有不可替代的重要作用。通过对其技术特性与应用优势的剖析，明确了其在工程中的适用性和价值。施工核心要点与质量控制关键环节的把握，为保障桩体质量提供了技术支撑。而针对常见问题提出的应对措施，能有效降低施工风险，提高工程安全性。未来，随着水利水电工程的不断发展，对钻孔灌注桩施工技术和质量要求将更高。施工人员需持续探索创新，不断优化施工工艺，加强质量控制，以更好地应对各种复杂工程状况，推动水利水电工程建设迈向更高水平。

#### 参考文献

- [1]王云,王大伟.浅谈水利工程钻孔灌注桩施工质量控制措施[J].治淮,2025,(02):55-56.
- [2]宋悦豪.钻孔灌注桩护岸在水利工程中的设计与应用[J].江苏水利,2025,(02):61-64.
- [3]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.
- [4]汪朋.钻孔灌注桩施工技术在水利施工中的应用分析[J].水上安全,2024,(24):79-81.
- [5]赵月.钻孔灌注桩在防洪工程中的应用[J].水利科技与经济,2024,30(12):129-133.