

# 高速公路桥梁施工中钻孔灌注桩技术应用探究

谢 航

(四川公路桥梁建设集团有限公司三分公司, 四川 成都 610200)

**摘 要** 钻孔灌注桩技术凭借对黏性土、砂土、砾卵石乃至基岩等各类复杂地质的强适配性, 以及单桩承载力高、施工对周边环境干扰小等优势, 成为高速公路桥梁基础施工的核心技术手段。本文结合高速公路桥梁施工实际需求, 系统探究钻孔灌注桩技术的应用价值, 详细阐述该技术在施工各环节的具体应用策略, 以期对提升高速公路桥梁基础施工质量、保障工程结构安全有所裨益, 进而助力高速公路桥梁工程实现长效稳定运行。

**关键词** 高速公路桥梁; 钻孔灌注桩技术; 循环泥浆; 钢筋笼; 混凝土浇筑

中图分类号: U445.551

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.20.018

## 0 引言

我国交通基础设施建设正处于高质量发展的关键阶段, 高速公路网络持续向山区、水域、冻土区等复杂地域延伸, 高速公路桥梁工程的建设规模不断扩大, 结构形式日益复杂, 对施工技术的专业性、适应性和精细化水平提出了更高要求。桥梁基础是工程结构的承载核心, 施工质量直接关系到整个桥梁工程的使用寿命。施工人员应用钻孔灌注桩技术, 可以有效解决复杂地质环境下桥梁基础施工的难题, 提升工程结构的承载能力。

## 1 高速公路桥梁施工中钻孔灌注桩技术的作用

钻孔灌注桩技术可以深入地下岩层的桩体结构, 将桥梁上部结构的荷载均匀传递至地下深层稳定地层, 有效分散荷载压力, 规避基础结构因受力不均出现的沉降与开裂问题, 显著提升桥梁基础的承载性能, 为桥梁结构长期稳定运行筑牢根基。相较于传统基础施工技术, 钻孔灌注桩技术对地质条件的适配范围更广, 软土地层、砂卵石地层或是岩层地质, 都能通过合理调整施工工艺实现高效施工, 解决不同地质环境下基础施工的技术难题, 减轻地质条件对施工进度与质量的影响<sup>[1]</sup>。在高速公路桥梁施工中, 施工安全性与稳定性始终处于核心地位。钻孔灌注桩技术施工过程中, 桩体成型后与周围土体、岩层紧密结合, 可有效增强基础结构的抗倾覆与抗滑移能力, 抵御地震、暴雨等自然灾害带来的影响, 降低施工过程中的安全风险, 保障施工人员与工程结构的安全。该技术施工过程相

对隐蔽, 施工扰动较小, 不会对周边土体造成大面积破坏, 能够减少施工对周边环境的影响, 特别适用于城市周边、农田区域等对施工扰动敏感的区域, 兼顾施工质量与环境保护的双重需求。采用钻孔灌注桩技术开展基础施工, 可有效提升施工效率, 缩短施工周期。该技术施工流程成熟, 能够实现机械化连续作业, 减少人工操作量, 降低人为因素对施工质量的影响, 同时可快速完成桩体成型, 避免因基础施工滞后拖累整个桥梁工程的施工进度<sup>[2]</sup>。

## 2 高速公路桥梁施工中钻孔灌注桩技术的应用方法

### 2.1 做好钻孔前技术准备, 优化场地布设

施工人员要开展全面的现场勘察工作, 对施工区域的地质条件、地下水水位、周边环境等进行详细排查, 收集相关地质资料, 明确施工区域内的岩层分布、土壤性质、地下管线位置等关键信息。基于勘察结果, 结合桥梁设计要求, 可确定钻孔灌注桩的桩位、桩长、桩径等核心参数, 制定科学合理的施工方案。地质勘察过程中, 施工人员应采用专业的勘察设备, 对不同深度的地层进行取样分析, 准确判断地层的承载能力、渗透系数等关键指标, 然后对施工区域的地下水进行检测, 明确地下水的水位高度。施工人员可以提前制定针对性的防护措施, 规避后续施工中桩体腐蚀、混凝土强度下降等问题。

勘察完成后, 整理完善勘察资料, 形成详细的勘察报告, 为施工方案的优化提供支撑。施工人员应清理施工场地内的杂物、植被、障碍物等, 平整场地表面,

作者简介: 谢航(1997-), 男, 专科, 助理工程师, 研究方向: 道路与桥梁。

确保场地坡度符合施工要求,规避场地不平导致钻孔设备倾斜、影响钻孔精度的问题。对于软土地质的施工场地,应采取换填、夯实等处理措施,增强场地的承载力,防止施工过程中场地沉降,保障钻孔设备的稳定运行。同时,需合理划分施工区域,明确钻孔作业区、材料堆放区、设备停放区、泥浆循环区等功能区域,确保各区域布局合理、互不干扰,提升施工效率。施工人员需严格把控材料质量,对混凝土、钢筋、泥浆原材料等开展严格检验。

## 2.2 规范钻孔操作流程,强化钻孔质量管控

钻孔施工前,施工人员要再次检查钻孔设备的运行状态,确认设备各项参数正常,同时检查桩位标记是否清晰、准确,确保钻孔位置无误。根据勘察资料确定的地质条件,可选择合适的钻孔工艺与钻头类型,软土地层可选用螺旋钻、冲击钻,岩层地质可选用冲击钻、回旋钻,确保钻孔效率与钻孔质量<sup>[3]</sup>。钻孔作业开始后,施工人员需控制好钻孔速度与钻进深度,根据不同地层的性质,合理调整钻进参数。在软土地层钻进时,要放慢钻进速度,避免因钻进过快导致孔壁坍塌,同时应及时排出孔内泥土,确保钻孔顺利推进;在砂卵石地层钻进时,可适当加快钻进速度,选用耐磨性能好的钻头,减少钻头磨损,同时要加强孔壁防护,防止砂卵石坍塌堵塞钻孔。钻进过程中,需做好钻进记录,详细记录钻进时间、钻进深度、地层变化、设备运行情况等信息,便于后续质量追溯与问题排查。

在钻孔过程中,施工人员要全程监控孔位偏差,采用专业的测量仪器,定期对钻孔的垂直度、孔位进行检测。每钻进一定深度,应进行一次垂直度检测,若发现钻孔垂直度偏差超过规范要求,需及时调整钻孔设备的角度,进行纠偏处理,避免偏差过大影响桩体质量。孔位偏差要控制在设计允许范围内,确保桩体能够准确承载上部结构荷载。同时,应监控孔内水位变化,保持孔内水位高于地下水位一定高度,形成水头差,增强孔壁稳定性,防止孔壁坍塌。当钻孔达到设计深度后,施工人员应停止钻进,对钻孔深度、孔径、孔壁垂直度等指标进行全面检测,检测合格后,应及时清理孔内沉渣,沉渣厚度要控制在设计允许范围内,需避免沉渣过多影响桩体与地层的结合力,降低桩体承载能力。

## 2.3 科学制备循环泥浆,精准调控泥浆性能

选择泥浆原材料时要严格把控质量,优先选用优质膨润土作为主要原料,搭配纯碱、CMC 等外加剂,提

升泥浆的黏度、比重、含砂率等性能指标。膨润土要选用纯度高、膨胀性能好的产品,确保泥浆具有良好的护壁效果;纯碱能够调节泥浆的 pH 值,改善泥浆的稳定性,减少泥浆分层、沉淀现象;CMC 能够增加泥浆的黏度,提高泥浆的携渣能力,防止沉渣在孔内堆积。原材料进场后,要进行性能检测,确保各项指标达标,方可投入使用。施工人员要按照制定的配合比,准确称量膨润土、纯碱、CMC 等原材料的用量,将原材料依次投入搅拌设备中,加入适量清水,进行充分搅拌。搅拌时间要足够,确保原材料完全溶解、混合均匀,形成质地均匀、性能稳定的泥浆。搅拌完成后,要对泥浆的性能指标进行检测,主要检测泥浆的黏度、比重、含砂率、pH 值等,确保各项指标符合设计要求与施工规范。若检测结果不达标,要及时调整配合比,添加相应的外加剂,重新搅拌检测,直至泥浆性能达标。

泥浆循环系统的布设要科学合理,确保泥浆能够顺畅循环,实现携渣、护壁的效果。施工人员要合理设置泥浆池、沉淀池、循环管道等设施,泥浆池要设置在钻孔作业区附近,便于泥浆输送,同时要做好泥浆池的防护措施,防止泥浆泄漏污染环境;沉淀池要用于沉淀泥浆中的沉渣,定期清理沉淀的沉渣,确保泥浆循环顺畅;循环管道要连接紧密,无泄漏,确保泥浆能够在钻孔与泥浆池之间顺畅循环。泥浆循环过程中,要安排专人监控,及时补充新的泥浆,确保泥浆量充足,同时要检测循环泥浆的性能指标,根据检测结果及时调整,保持泥浆性能稳定。在不同地层施工过程中,施工人员要根据地层性质,精准调控泥浆性能。在软土地层施工时,要适当提高泥浆的黏度与比重,增强泥浆的护壁能力,防止孔壁坍塌,同时提高泥浆的携渣能力,及时将孔内泥土带出孔外<sup>[4]</sup>。

## 2.4 精准制作钢筋笼,规范完成安装定位

钢筋笼制作前,施工人员要熟悉设计图纸,明确钢筋笼的规格、型号、长度、直径、钢筋间距、箍筋间距等核心参数,结合施工实际情况,制定详细的钢筋笼制作方案,明确制作流程、技术标准与质量控制要点。钢筋加工是钢筋笼制作的基础环节,施工人员要根据设计要求,对钢筋进行切割、弯曲、焊接等加工处理。钢筋切割要精准控制长度,采用专业的切割设备,确保切割尺寸误差在规范允许范围内,避免因长度偏差影响钢筋笼的整体精度。钢筋弯曲要按照设计图纸的要求,采用弯曲机进行弯曲处理,确保弯曲角度、弯曲半径符合设计标准,弯曲后的钢筋表面要

平整,无裂纹、褶皱等缺陷。钢筋焊接要选用合适的焊接工艺与焊条,焊接前要清理钢筋焊接部位的铁锈、油污等杂物,确保焊接质量。在钢筋笼焊接过程中,施工人员应控制好焊接电流、焊接速度与焊接温度,确保焊缝饱满、牢固,无夹渣、气孔、裂纹等焊接缺陷。主筋与箍筋的焊接要紧密贴合,焊接点要均匀分布,避免出现漏焊、虚焊等问题。

对于钢筋笼的接头部位,要采用搭接焊接或机械连接方式,接头位置要避开桩体受力最大的区域,接头数量要控制在规范允许范围内,接头质量要符合设计要求。焊接完成后,要对焊缝进行全面检查,发现缺陷及时进行修补处理,确保钢筋笼焊接质量达标。钢筋加工完成后,及时对其表面进行除锈处理,采用喷砂、酸洗等方式,去除钢筋表面的铁锈、氧化皮等杂物,确保钢筋表面洁净。除锈完成后,要及时涂刷防锈漆,涂刷要均匀、饱满,无漏涂、气泡等现象,增强钢筋的抗腐蚀能力,延长钢筋笼的使用寿命。同时,做好钢筋笼的尺寸复核工作,每制作完成一段钢筋笼,就要对其长度、直径、钢筋间距、箍筋间距等指标进行检测,确保符合设计要求,若发现偏差,及时调整修正。钢筋笼制作完成后,要进行分类存放,做好标识,标明钢筋笼的规格、型号、长度、使用桩位等信息,避免混淆。存放场地要平整、干燥,做好防潮、防雨、防污染措施,避免钢筋笼受到雨水浸泡、阳光暴晒或杂物污染,防止钢筋生锈、钢筋笼变形。在安装时,施工人员要对钻孔进行再次检查,确认钻孔深度、孔径、孔壁垂直度、沉渣厚度等指标符合设计要求,孔内无杂物、积水等影响安装的因素。钢筋笼安装可采用起重机吊装的方式,吊装前要检查起重机的运行状态,确保起重机性能稳定,吊装绳索要选用符合要求的钢丝绳,捆绑牢固,避免吊装过程中钢筋笼脱落、变形。钢筋笼下放至设计位置后,要及时进行定位固定,防止钢筋笼在混凝土浇筑过程中发生偏移。

## 2.5 规范混凝土浇筑工序,防控施工质量缺陷

混凝土浇筑前,施工人员要提前对导管进行检查、清洗与试拼。导管要选用强度足够、无破损、无泄漏的钢管,导管内壁要光滑,避免混凝土黏结在导管内壁,影响浇筑顺畅性。在试拼过程中,要检查导管的连接密封性,进行水密性试验,确保导管无泄漏。试拼合格后,要将导管按顺序安装在钻孔内,导管底部距离钻孔底部的距离要控制在合理范围内,确保混凝土能够顺利流出导管,避免出现堵管现象。浇筑前,应再

次检查钻孔内的沉渣厚度,若沉渣厚度超过设计允许范围,要重新进行沉渣清理,确保沉渣厚度达标。同时,要检查钢筋笼的位置与固定情况,确认钢筋笼无偏移、上浮等问题<sup>[5]</sup>。浇筑开始后,要缓慢向导管内注入混凝土,首次浇筑的混凝土量要足够,确保导管底部被混凝土完全覆盖,形成隔水层,防止泥浆进入导管内,影响混凝土质量。在混凝土浇筑过程中,需控制好浇筑速度,浇筑速度要均匀、连续,避免浇筑速度过快导致混凝土离析、导管上浮,或浇筑速度过慢导致混凝土初凝,造成堵管。导管提升速度要与浇筑速度相匹配,确保导管底部始终埋入混凝土内一定深度,避免导管拔出混凝土面,导致泥浆进入混凝土内,形成夹泥、断桩等质量缺陷。导管埋入深度要控制在设计允许范围内,定期对导管埋入深度进行检测,及时调整提升速度。在浇筑过程中,施工人员要做好混凝土浇筑记录,详细记录浇筑时间、浇筑量、导管埋入深度、混凝土性能检测结果等信息,便于后续质量追溯与问题排查。混凝土浇筑要连续进行,尽量缩短浇筑间隔时间,避免因间隔时间过长导致混凝土初凝,影响桩体整体性。若因特殊情况必须中断浇筑,中断时间要控制在混凝土初凝时间以内,中断期间,要每隔一定时间上下活动导管,防止混凝土凝固堵塞导管。

## 3 结束语

钻孔灌注桩技术作为高速公路桥梁基础施工的核心技术,凭借适配性强的优势,在高速公路桥梁工程中得到广泛应用。在实际施工过程中,施工人员应结合工程地质条件,灵活运用各项应用策略,规范操作流程,强化质量管控。未来,随着高速公路桥梁施工技术的不断发展,钻孔灌注桩技术也将不断优化完善,施工人员需不断积累施工经验,提升专业技能,为我国高速公路桥梁工程的安全运行提供更有力的技术支撑。

## 参考文献:

- [1] 屈直.钻孔灌注桩技术在公路桥梁施工中的应用[J].汽车画刊,2025(12):98-100.
- [2] 袁月娥.钻孔灌注桩施工技术在公路桥梁施工中的应用分析[J].汽车周刊,2025(11):104-106.
- [3] 张理智.钻孔灌注桩施工技术在公路桥梁施工中的运用分析[J].时代汽车,2025(20):189-191.
- [4] 陈廷一.高速公路施工中钻孔灌注桩施工技术解析[J].汽车周刊,2025(10):253-255.
- [5] 冯杭杭.高速公路桥梁施工中钻孔灌注桩技术研究[J].交通科技与管理,2025,06(16):32-34.