

# 钻孔灌注桩施工技术在路桥工程项目中的应用研究

李逸

(安徽省城建设计研究总院股份有限公司, 安徽 合肥 230051)

**摘要** 随着城市现代化建设步伐的持续加快, 路桥工程项目数量增加, 钻孔灌注桩对复杂地质条件具有较强的适应性, 且承载力相对较高, 施工噪声相对较小, 在路桥工程项目中得到广泛应用。在路桥工程施工期间, 施工人员应做好钻孔灌注桩施工准备工作, 并优化成孔和清孔等操作, 高质量地制作和安装钢筋笼, 做好混凝土浇筑作业, 提高桩基质量, 保证工程安全。本文针对钻孔灌注桩施工技术在路桥工程项目中的应用展开分析, 介绍了钻孔灌注桩施工技术的核心优势, 探讨了钻孔灌注桩的主要应用场景, 并提出具体的技术应用要点, 以为相关人员提供有益参考。

**关键词** 路桥工程项目; 钻孔灌注桩; 成孔效率; 成桩质量

中图分类号: U445.551

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.03.037

## 0 引言

在路桥工程项目实施过程中, 钻孔灌注桩施工技术发挥着重要作用, 不仅具有较高的承载力, 而且可以对复杂地质条件充分适应, 使路桥工程项目的整体建设质量得到提高。在路桥工程项目中应用钻孔灌注桩施工技术, 可以为桥梁基础构建良好的承重系统, 并加固处理道路的软土地基, 使工程结构的耐久性和稳定性得到提升, 从而保障我国路桥工程行业的长期稳定发展。

## 1 钻孔灌注桩施工技术的核心优势

### 1.1 地质适应性强

对于路桥工程项目, 一般面临复杂的地质条件, 并要跨越复杂地质区域, 包括软土、河流以及山地等。通过应用钻孔灌注桩施工技术, 可以借助钻孔工艺与设备, 充分适应不同的地质条件, 如岩层、碎石土、砂土、粉土以及黏性土等。在软土地基处理时, 可以借助该类技术预防地基沉降问题。在岩层区域, 可以采用硬质合金钻头, 保证成孔效率, 使基础稳定性得到提升。

### 1.2 承载力强且稳定性好

钻孔灌注桩施工主要通过钢筋混凝土灌注成型, 可以确保桩身充分结合周围土体, 使桩侧摩擦阻力以及桩端阻力得到增强, 确保在水平与竖直方向上具有较强承载力。当路桥工程有着较高的基础承载力要求

时, 如高填方道路以及大跨度桥梁等, 应做好变截面桩或者群桩的设计工作, 使桩基稳定性得到提高。

### 1.3 施工对环境的影响小

对比预制桩锤击方式, 钻孔灌注桩的施工操作噪声与振动幅度相对较小, 可以减轻对周围居民生活和环境的影响。与此同时, 在钻孔过程中所产生的泥浆, 可以通过循环系统充分回收与利用, 使废弃物排放量减少, 确保与现代路桥工程项目的环保要求相符合<sup>[1]</sup>。

## 2 钻孔灌注桩在路桥工程中的主要应用场景

### 2.1 桥梁基础工程

在路桥工程施工期间, 桥梁是一个重要的关键节点, 通过保证基础结构的稳定性, 可以进一步确保桥梁运行安全性, 并延长桥梁使用寿命。在桥梁基础施工中, 钻孔灌注桩可以在不同类型的桥梁桥墩与桥台基础上加以运用, 如斜拉桥、拱桥以及梁桥等。对于跨河桥梁工程, 应借助水中钻孔平台, 使深水施工难题得到解决。在山区桥梁工程施工期间, 应将边坡防护与钻孔施工充分结合, 确保可以对复杂地形条件有效应对。

### 2.2 道路软土地基加固

当道路修建区域为软土地基时, 在施工过程中容易有路面开裂与路基沉降等问题发生。通过运用钻孔灌注桩, 可以在竖直方向上为复合地基提供增强体, 并组合褥垫层与桩间土形成复合地基, 使软土地基承

作者简介: 李逸 (1992-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 钻孔灌注桩施工技术。

载力得到提高,使路基沉降量减少。除此之外,通过组合钻孔灌注桩和搅拌桩,可以分层加固软土地基,使道路使用性能得到增强。

### 2.3 高填方路基及边坡支护

对于高填方道路工程项目,一旦路基底部缺乏足够的承载力,将会影响到填方土体结构的稳定性。施工人员可以在填方的路基底部位置设置钻孔灌注桩,将其作为承重桩或者抗滑桩,可以使路基抗滑性得到提升,增强路基承载力。与此同时,对于边坡支护施工,可以结合钻孔灌注桩和锚索以及锚杆,在此基础上建立桩锚支护体系,使边坡坍塌问题得到预防,提高道路工程施工质量,保证道路工程项目的运营安全性<sup>[2]</sup>。

## 3 钻孔灌注桩施工技术在路桥工程项目中的应用要点

### 3.1 施工准备阶段要点

在路桥工程钻孔灌注桩施工前,施工人员应做好地质勘察工作,对施工区域地质条件展开详细勘察,明确地下水水位,了解土层分布情况,深入分析岩土力学性能,同时还需要确定是否有特殊地质存在,如软土、溶洞以及流沙等。在路桥工程中,施工人员应结合荷载要求,按照勘察结果确定各项参数,包括桩间距、桩长以及桩径等,并选择适合的成孔设备,包括旋挖钻、旋转钻以及冲击钻等,其中冲击钻对于碎石土层或者岩层较为适用,旋挖钻对粉土、粉质黏土等土层比较适用。在布置场地时,应保证施工场地的平整度,保证钻机作业面的坚实度与稳定度,必要时应通过钢板铺设、碾压、换填等操作,使场地得到有效加固。与此同时,在施工现场应做好各类设施的划分与建设,具体应布置材料堆放区,并建设沉淀池与泥浆池,合理设置运输通道,其中泥浆池的容量应与成孔阶段泥浆循环需求相符合,并做好防护设施的设置。在使用各类设备前,如电焊机、泥浆泵以及钻机等,应全面调试设备,明确设备的机械性能,确认其是否满足相关标准,而计量仪器应定期进行校验。在测量放线、桩位复核过程中,应按照设计图纸合理运用高精度仪器,如水准仪以及全站仪等,确保做好桩位放线工作,并对水准点、定位桩加以设置,保证其标记明显。此外,施工人员还应严格控制桩位偏差,使其维持在允许范围内,一般桩位中心偏差应保持在50 mm以下。在实际施工前应多次进行复核,保证桩位的准确性,防止由于桩位偏差对桥梁基础或者路基受力产生影响<sup>[3]</sup>。

### 3.2 成孔施工阶段要点

在钻孔灌注桩的成孔环节,需要做好泥浆制备工作,确保可以有效护壁与携渣,并将钻头彻底冷却。

施工人员应结合地质条件合理配置泥浆,充分保证泥浆性能,通常应选用纯碱以及膨润土等原料,并对泥浆各项指标严格控制,包括含砂率、黏度以及比重等。例如:对于粉砂土层成孔操作,应将泥浆比重控制在1.2~1.3,使其护壁效果得到提升。对于黏性土层,应将其比重适当降低,具体维持在0.05~1.1。在泥浆循环系统运行过程中,应保证循环通畅,具体通过正循环或者反循环有效携渣,将沉淀池中的废渣充分清理,避免由于泥浆含砂率过高对成孔质量产生影响。在成孔期间应在钻机就位后做好钻杆垂直度的调整,使成孔垂直度偏差保持在1%以下。在实际钻进时,施工人员应结合土层变化做好钻进压力、速度等参数的调整,防止由于盲目钻进引起缩颈、塌孔等问题。在钻进过程中一旦遇到流沙层,应将泥浆比重合理增大,并在黏土块投入后采取慢速钻进形式,全面提升护壁效果。如果遇到溶洞,应提前为片石回填与反复冲击黏土制定处理方案。此外,施工人员还应按照设计要求合理控制成孔深度,并用测锤、测绳展开测量,使桩长可以满足承载力要求,禁止出现欠钻或者超钻问题。

### 3.3 清孔施工阶段要点

对于钻孔灌注桩的清孔操作,可以将孔底沉渣有效清除,减少桩基沉降量,使桩端承载力得到提高。在完成成孔操作后,应分两次进行清孔操作。首先,在第一次清孔操作时,应在成孔后做好泥浆循环清孔,向地面携带孔底的钻渣,一直到泥浆含砂率满足要求。对于孔底沉渣应严格控制其厚度,使其保持在规定范围内。在第二次清孔操作时,应在安装钢筋笼和导管后展开操作,通过导管有效压注清水,或者可以采用优质泥浆,做好孔内沉渣的置换工作。在清孔操作后,应做好孔底沉渣厚度的检测工作,端承桩应不超过50 mm,摩擦桩应控制在100 mm以下。此外还需要严格控制泥浆指标,将泥浆比重控制在1.03~1.1,并将含砂率控制在2%以下,在检测合格后才能开展混凝土浇筑作业<sup>[4]</sup>。

### 3.4 钢筋笼制作与安装要点

在钢筋笼制作时,应对钢筋间距、数量、规格严格控制,并按照设计图纸制作。在连接主筋时,应合理运用机械连接方式,包括滚轧直螺纹连接,使接头强度得到保证,确保与钢筋母材强度相符合。在连接箍筋、主筋时,应运用点焊方式加以固定,而在使用螺旋箍筋时,应控制缠绕间距偏差小于20 mm。在完成钢筋笼的制作工作后,应做好主筋保护层厚度、长度、直径的检查工作,一般为50~70 mm,并做好保护层垫块的设置,间隔2~3 m安排一组垫块,每组垫块的数量为3~4个,避免由于钢筋笼偏移而影响到保

护层。施工人员应合理使用吊车, 确保对钢筋笼有效吊装, 保证钢筋笼安装的精准度与安全性。在吊装期间应使钢筋笼保持竖直, 防止钢筋笼出现扭曲变形问题。在安装过程中应对钢筋笼的下放速度合理控制, 避免由于与孔壁发生碰撞出现塌孔问题。在钢筋笼就位后, 应利用吊筋对其标高加以固定, 使桩顶钢筋笼的长度可以满足设计要求。除此之外, 还需要做好钢筋笼和桩孔的中心偏差检查, 避免偏差超过 10 mm。

### 3.5 混凝土浇筑施工要点

在导管安装环节, 应使用无缝钢管进行制作, 并按照桩径合理选择直径, 通常为 200 ~ 300 mm。在连接导管时, 应使用法兰或者丝扣展开连接, 在连接位置处应做好密封圈的设置, 使其密封性得到提升。在下放导管前应做好水密性的试验工作, 压力应达到孔内水深 1.5 倍的压力, 避免在混凝土浇筑期间出现导管漏水情况, 防止出现断桩问题。在导管底端与孔底的间距应维持在 300 ~ 500 mm, 确保可以顺利排出混凝土。在配置和浇筑混凝土时, 可以在现场对高性能混凝土进行搅拌, 或者直接采购与使用商品混凝土, 并严格控制混凝土强度等级, 使其满足设计要求, 将坍落度维持在 180 ~ 220 mm, 提升混凝土的流动性与和易性。在运输混凝土时, 为了避免发生离析现象, 应合理采取防控措施, 保证混凝土运输过程的稳定性。当运输时间较长时, 应通过试验对能否二次搅拌加以确定。在混凝土浇筑期间, 施工人员可以采用“导管法”在水下完成浇筑作业, 应对导管低端的埋入深度加以控制, 在混凝土面中埋入应达到 1 m 以上, 确保可以彻底置换孔内泥浆。在混凝土浇筑期间应保证操作的连续性, 避免出现中断情况, 并控制好浇筑速度。在导管提升时严格控制导管埋入深度, 使其在混凝土面的埋入深度控制在 2 ~ 6 m, 禁止在混凝土面中提出导管。当混凝土浇筑到桩顶时, 应超灌处理 0.5 ~ 1 m, 使桩顶位置的混凝土质量得到提高。在后续将浮浆凿除后, 应合理控制桩顶标高, 确保与设计要求相符合。

### 3.6 质量检测与缺陷处理要点

在完成桩基施工工作后, 应严格检测成桩质量, 按照各项规范和要求开展质量检测工作, 比较常见的检测方法包括超声波透射法、高应变动力试桩法、低应变反射波法等。其中, 低应变法可以对桩身完整性展开检测, 对桩身是否有夹渣、缩颈、断桩等缺陷问题做出准确判断。超声波透射法对大直径桩较为适用, 能够对桩身混凝土均匀性进行精准检测。在检测数量上, 应确保与设计要求相符合, 通常应达到总桩数 10% 以上。在处理常见缺陷问题时, 一旦发现桩身存在轻

微缺陷问题, 应通过高压注浆法进行处理。当出现断桩等缺陷问题时, 应结合缺陷程度与位置, 做好接桩和补桩等操作。在制定处理方案后, 应由设计单位进行确认, 并在处理后保证桩基承载力, 使路桥工程项目的施工要求得到满足。

### 3.7 安全与环保要点

为了保证路桥工程钻孔灌注桩施工安全性, 应在钻机作业区域做好安全警示标志的设置。对于钻机操作人员应保证持证上岗, 并做好防护用品的佩戴, 包括安全带以及安全帽等。在钢筋笼吊装处理时, 应做好吊具可靠性的检查工作, 禁止下方站人。与此同时, 在泥浆池与桩孔周边, 应做好警示灯与防护栏杆的设置工作, 避免出现人员坠落问题。在成孔后如果暂不开展混凝土浇筑作业, 应将孔口位置及时覆盖。在落实环保措施时, 应对工程施工期间所产生的废泥浆有效处理, 具体可以采用沉淀池处理方法, 并按照环保要求向指定地点运输, 禁止随意排放废泥浆。对于建筑垃圾, 如废混凝土以及钻渣, 应采取分类堆放方式, 并保证清运的及时性。在施工现场应做好洗车槽的设置, 禁止车辆带泥运行, 减少工程现场的扬尘污染问题<sup>[5]</sup>。

## 4 结束语

在路桥工程项目中, 钻孔灌注桩施工技术具有显著优势。施工企业需要合理选择应用场景, 并严格控制钻孔灌注桩施工流程, 使其技术优势得到有效发挥, 提高路桥工程的施工质量和效率。随着我国路桥工程施工技术的快速发展, 钻孔灌注桩施工技术水平也将得到进一步提升, 如采用超长桩、大直径施工技术, 可以使大跨度桥梁等工程需求得到满足。此外, 还需要充分推广环保型施工工艺, 包括干成孔施工技术、无泥浆循环钻孔技术等, 降低工程施工对周围环境带来的影响, 促进我国路桥工程行业的可持续发展。

### 参考文献:

- [1] 余小东. 钻孔灌注桩施工技术在路桥工程项目中的应用研究[J]. 科技资讯, 2025, 23(14): 113-115.
- [2] 梁国立. 路桥工程钻孔灌注桩施工技术应用及质量控制探析[J]. 建筑工程技术与设计, 2024, 12(27): 28-30.
- [3] 康玉鹏, 康玉宅. 简析道路桥梁钻孔灌注桩的施工技术与工程质量监督管理技术要点[J]. 建筑与装饰, 2023(06): 88-90.
- [4] 赵琪. 公路桥梁桩基施工中钻孔灌注桩技术研究[J]. 建材与装饰, 2024, 20(26): 151-153.
- [5] 刘子仪. 全回转套管钻进施工技术在钻孔灌注桩施工项目中的应用思考[J]. 城镇建设, 2024(18): 242-244.