

# 桥梁桩基施工中断桩问题的成因分析及质量预防措施研究

占正平

湖北交投建设集团有限公司交通工程分公司 湖北 武汉 430000

**【摘要】**：本文针对桥梁桩基施工断桩问题展开研究，结合工程实际梳理施工背景，深入剖析地质条件、施工工艺、质量管控及人员操作等多因素耦合成因。参照现行施工规范，从前期勘察研判、工艺体系优化、人员与现场管理维度提出具体防控举措，搭建全流程断桩预防体系，为复杂地质条件下桥梁桩基质量管控提供实践支撑，降低断桩病害发生概率。

**【关键词】**：桥梁桩基；断桩；质量预防

DOI:10.12417/2811-0528.26.13.056

交通基础设施建设持续向山区、软土等复杂地质区域拓展，钻孔灌注桩已成为桥梁桩基核心形式。断桩作为施工中典型病害，集中出现在混凝土灌注阶段，直接削弱桩基承载力，诱发结构隐患，同时加大工期与成本消耗。现有防控手段多侧重单一环节，缺乏系统性与针对性，本文结合工程实际系统分析断桩成因，制定全方位预防方案，为桥梁桩基施工质量保障提供有力支撑，助力降低复杂地质条件下断桩病害发生率。

## 1 桥梁桩基工程概况

桥梁桩基是桥梁下部结构核心受力构件，承担上部结构荷载向深部稳定地层传递的关键作用，施工质量直接决定桥梁整体结构安全性与耐久性。交通基础设施建设不断向山区、软土区等复杂地质区域拓展，钻孔灌注桩凭借适应性强、成本可控的优势，成为公路、铁路等大型桥梁桩基主流施工形式，施工中软土、溶洞、破碎岩层等不良地质广泛存在，给桩基施工带来突出质量风险。断桩是桥梁桩基施工典型病害，集中出现在混凝土灌注阶段，一旦发生直接削弱桩基承载力，诱发结构安全隐患，严重时导致工程返工，大幅增加建设成本与工期消耗<sup>[1]</sup>。研究依托实际桥梁桩基工程，明确桩基设计参数、施工工艺选型、工程地质条件等核心概况，梳理断桩问题发生的工程背景，为后续成因分析与质量防控措施研究筑牢实践基础。见图1。

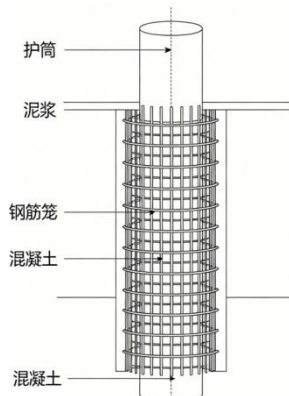


图1 桥梁钻孔灌注桩桩基构造及施工示意图

## 2 桥梁桩基施工中断桩问题的成因分析

桥梁桩基断桩由多因素耦合促成，不良地质条件构成核心诱因。软土、淤泥层等软弱地层易引发孔壁失稳坍塌，溶洞与破碎岩层区域钻孔时易出现塌孔、夹泥现象，软硬不均岩层会造成钻孔偏斜，破坏桩身结构连续性。施工工艺不合理直接诱发断桩，混凝土配合比设计存在偏差、坍落度未达水下灌注标准会引发离析、堵管，导管埋深控制失当，清孔不彻底造成孔底沉渣过厚，同样会在桩身底部形成软弱夹层。施工过程质量管控疏漏进一步放大风险，工序验收流于表面、灌注过程旁站缺位、导管密封性检测不严，易引发导管漏水、混凝土灌注中断问题。现场人员专业能力欠缺、安全意识淡薄，未严格遵循技术交底要求，违规操作构成断桩问题的人为诱因，多重因素交织最终导致桩身结构完整性受损，引发断桩病害。

## 3 桥梁桩基施工中断桩问题的预防措施

### 3.1 强化前期地质勘察与方案研判

为适配桥梁桩基施工区域地质条件，开展精细化勘察作业，替代传统粗放式勘察模式。参照《公路桥涵施工技术规范》JTG/T3650-2020标准，常规地质钻孔之外，软土、溶洞、破碎岩层等不良地质分布区需加密勘察钻孔间距，桩位周边勘察范围延伸至桩径3倍以上，同步运用地质雷达、钻孔波速测试、标准贯入试验、静力触探等原位测试手段，精准捕捉地层分布、岩土物理力学参数、地下水水头高度及腐蚀性等核心数据，明确隐伏溶洞规模、填充状态、顶板厚度与软土层厚度、压缩性等关键指标。

依托勘察成果开展多维度方案研判，集结岩土、结构、施工领域专家开展专项论证，结合同类工程实践经验，针对不同桩位地质条件制定个性化施工预案，避免通用方案与实际地质不符<sup>[2]</sup>。复杂地质桩位提前实施试桩作业，试桩执行《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008标准，通过试桩验证成孔工艺、泥浆参数、混凝土灌注工艺适配性，获取地层钻进效率、孔壁稳

定性、混凝土灌注时间等实测数据,优化施工方案各项参数。施工阶段针对每根桩开展超前地质复核,成孔后采用孔内摄像技术核查孔壁稳定性、地层分布与勘察报告的契合度,地质异常情况下立即调整施工工艺,补充专项防护措施,从源头规避地质因素诱发的断桩风险。

### 3.2 优化施工工艺与技术管控体系

聚焦桥梁桩基施工全流程,搭建覆盖成孔、清孔、钢筋笼安装、混凝土灌注的全链条工艺管控框架,参照现行施工规范明确各环节技术标准与操作流程。成孔环节按地层特性选用适配工艺,软土、淤泥层采用旋挖钻配合泥浆护壁,泥浆比重控制在1.15-1.3、粘度18-25秒、含砂率 $\leq 4\%$ ,严格契合JTG/T3650-2020规范要求;破碎岩层选用冲击钻,优化钻进参数防范孔壁坍塌,孔径偏差 $\leq 50$ 毫米、孔径不小于设计桩径、孔深偏差控制在 $+300$ 至 $-50$ 毫米,符合JGJ94-2008标准。清孔推行两次清孔制度,成孔后采用换浆法初清,下钢筋笼与导管后通过气举反循环法复清,端承桩沉渣厚度 $\leq 50$ 毫米、摩擦桩 $\leq 100$ 毫米,清孔完成后30分钟内启动灌注作业。

钢筋笼制作采用主筋双面焊工艺,焊缝长度不小于5倍主筋直径,安装时设置定位筋与保护层垫块,确保中心偏差 $\leq 20$ 毫米、保护层厚度偏差 $\leq 20$ 毫米,通过焊接抗浮筋、固定导管等方式防止钢筋笼上浮。混凝土灌注阶段,导管使用前需完成水密性与承压试验(试验压力 $\geq$ 孔底静水压力1.5倍),首灌需保障导管埋深 $\geq 1$ 米,灌注过程中实时测量埋深并维持在2-6米区间,每浇筑一斗混凝土后缓慢提升导管;混凝土坍落度控制在180-220毫米、初凝时间 $\geq$ 灌注总时长2倍,配备备用罐车与发电机保障施工连续性,灌注后超灌高度 $\geq 0.5$ 米。建立工艺动态管控机制,为每根桩建立专属施工台账,实时记录各环节关键参数,出现异常立即停工排查调整,从工艺层面切断断桩发生路径。

### 参考文献:

- [1] 刘晋成,申铁军.桥梁桩基施工质量问题的预防与处理措施分析[J].河南建材,2025(7):113-116.
- [2] 罗春辉.桥梁桩基水下混凝土浇筑施工工艺与质量保障分析[J].中国水泥,2025(10):86-88.
- [3] 王明理,刘艳杰,李名远,王东东.探究公路桥梁施工中桩基施工技术与质量控制[J].工程建设与设计,2025(12):199-201.

### 3.3 健全人员培训与现场安全管理机制

搭建分层分类人员培训体系,针对管理人员、技术人员、一线作业人员设定差异化培训内容,确保全员吃透断桩防控核心要求。管理人员侧重施工规范、质量管控标准与风险辨识方法培训,提升项目统筹与预判能力;技术人员聚焦施工工艺、参数管控及应急处置技术,掌握复杂地质下工艺调整技巧;一线作业人员强化岗位操作技能与安全规范,开展导管安装、混凝土灌注等实操训练,所有人员需经理论与实操双考核合格后上岗,特种作业人员持有效证件执业,杜绝无证作业。

建立常态化培训机制,每月组织专项培训、每季度开展实操演练,结合施工问题开展案例教学,强化质量意识与操作规范性。现场管理严格遵循《建设工程质量管理条例》,落实三检制与旁站监理制度,混凝土灌注全过程专人旁站记录,及时纠正违规操作。推行每日班前会制度,明确施工内容与风险要点,同步开展安全隐患排查,重点核查导管、泥浆及设备状态。制定断桩应急处置预案,定期组织演练、储备充足物资,提升突发状况处置效率。依据《公路水运工程质量管理安全管理办法》落实质量终身责任制,将桩基施工责任细化到具体人员,建立质量追溯台账,对违规操作引发隐患的人员严肃追责,同时设立奖惩机制,激励作业人员规范施工行为。依托信息化管理系统实现施工全过程动态监测,对参数异常情况自动预警,提升现场管控精准度,从人员与管理层面筑牢断桩防控防线<sup>[3]</sup>。

### 4 结语

研究表明,桥梁桩基断桩是地质、工艺、管理与人为因素共同作用的结果。通过精细化地质勘察、规范化施工工艺、完善化人员管理,可从源头阻断断桩发生路径。所提措施贴合工程规范与施工实际,能够有效提升桩基完整性,助力降低工程返工率与成本损耗,强化结构长期稳定性,后续可结合信息化监测技术进一步优化风险预警,为同类桥梁桩基工程提供借鉴。