桥梁钻孔灌注桩施工常见病害与处理措施

李 辉

湖北交投智能检测股份有限公司 湖北 武汉 430050

【摘 要】：桥梁钻孔灌注桩成孔、清孔、钢筋笼定位和水下灌注连续性相互牵连，孔口失稳、塌孔缩径、沉渣超限、断桩夹泥等病害会削弱桩端接触条件和桩身完整性。本文分析施工病害的隐蔽链条，辨析护筒埋设、泥浆护壁、二次清孔、导管埋深和钢筋笼限位中的失控表现，提出成孔清孔全过程质量控制、钢筋笼偏位处理和混凝土灌注缺陷分级处置措施。病害处理应前移到施工参数和工序交接控制中，使现场记录、检测结论和补强决策形成闭合，降低桥梁基础隐蔽缺陷风险。

【关键词】：桥梁工程；钻孔灌注桩；施工病害；质量控制；处理措施

DOI:10.12417/2811-0536.26.10.082

引言

钻孔灌注桩适用于桥梁深厚覆盖层、河滩冲积层和城市受限场地，能够把上部荷载传递到较稳定持力层，但孔内状态难以直接观察。成孔扰动、泥浆护壁失衡、沉渣残留和混凝土灌注中断会沿工序连续放大，最终表现为桩身完整性不足或桩端承载折减。桥梁桩基病害处理应把施工准备、过程参数、异常处置和成桩检测放在同一质量链中判断，避免只在检测报告出现异常后被动补救。

1 桥梁钻孔灌注桩施工病害概述

桥梁钻孔灌注桩施工质量由地层条件、成孔设备、泥浆循环、混凝土性能和现场组织共同决定[1]。桩基施工不能只看最终混凝土强度，还要控制成孔稳定、清孔洁净和灌注连续性。护筒埋设不足会扰动孔口土体，泥浆指标偏离会削弱孔壁稳定，清孔不彻底会把钻渣留在桩端，水下混凝土供应中断又可能把泥浆和松散颗粒卷入桩身。成孔质量和桩身完整性需要分别通过施工记录、成孔验收和成桩检测形成证据，才能把隐蔽缺陷转化为可判读结论。常见病害可归入成孔稳定、清孔质量、钢筋笼定位和灌注完整性四类，并对应形成处理措施。

2 钻孔灌注桩施工常见病害表现

（1）护筒埋设深度不足引发孔口失稳：护筒既确定桩位，也隔离表层松散土、维持孔内水头并防止地表水回流[2]。埋设深度不足、周边回填不密实或顶面高程低于施工水位波动要求时，钻机振动和泥浆循环会反复扰动孔口土体，出现孔口掉块、扩孔、斜孔、护筒周围冒浆等现象。该类病害在河漫滩、杂填土和软弱粉土场地更突出，若继续钻进，掉块会进入孔底形成沉渣，孔径不规则也会影响钢筋笼保护层。处理时应停钻复核桩位和护筒垂直度，按表层土性质加深护筒或外侧黏土封填；已经扩孔的部位，可调高泥浆稳定性、补充膨润土浆液并低速扫孔，孔口仍冒浆时不宜进入下道工序。（2）泥浆护壁指标失衡造成塌孔缩径：泥浆护壁质量决定孔壁能否抵抗地下水、侧向土压力和钻具扰动[3]。泥浆比重过低时，孔内水头和泥皮支护不足，砂层、卵石层或软硬互层容易掉块；比重、黏度过高时，携渣效率下降，清孔负担增加，孔壁还可能形成过厚泥皮。现场常见问题是凭经验补浆，缺少比重、黏度、含砂率和胶体率的连续检测，导致孔壁稳定和孔底洁净目标相互牵制。塌孔缩径通常表现为进尺异常、孔内液面下降、返浆含砂量升高和钻具提升受阻。轻微掉块可调浆、降速、扫孔处理；塌孔范围较大时，应回填黏土或片石至塌孔以上重新钻进，不能在孔壁仍不稳定时强行下放钢筋笼。（3）清孔循环控制不足形成孔底沉渣超限：孔底沉渣来源包括钻渣残留、孔壁掉块、泥浆悬浮颗粒沉降和钢筋笼下放扰动。一次清孔后等待时间过长，或钢筋笼安装过程中碰擦孔壁，早先合格的孔底仍会重新积渣。沉渣超限会隔断桩端混凝土与持力层接触，也会在首批混凝土上升时裹挟泥浆，形成桩底夹泥。处理重点是把清孔验收放在钢筋笼定位和灌注准备之间，采用换浆、气举反循环或泵吸方式降低含砂率，并在导管安装后进行二次清孔。验收记录应同时包含孔深、沉渣、泥浆指标和等待时间；灌注前等待过久或孔内返浆异常时，应重新复测，不能沿用早先合格记录。（4）导管埋深波动和桩身断桩夹泥：水下混凝土灌注是钻孔灌注桩最容易形成隐蔽缺陷的环节。规范条款要求导管保持合理埋深并连续灌注，埋深过浅容易进水和夹泥，埋深过大又可能埋管或阻碍混凝土流动。首批混凝土方量不足、导管密封不严、供应中断或提升计算滞后时，泥浆界面会进入新浇混凝土，形成夹层、断桩和局部离析。施工中发现导管进水、堵管或混凝

土面测探异常，应立即核对导管密封、埋深、拔管长度和混凝土面高程；污染范围明确且具备恢复条件时，按专项方案处理后再恢复连续灌注，无法保证桩身质量时转入检测复核、补强或补桩决策。成桩后若检测显示缺陷，应结合深度、范围、桩位受力和复核结果选择压浆补强、钻芯验证、局部补桩或设计复核。（5）钢筋笼上浮偏位影响桩身保护层：钢筋笼偏位与上浮多发生在下放、定位和灌注初期。笼体过长、分节连接刚度不足、吊点设置不当或孔壁缩径，会使钢筋笼碰撞孔壁；灌注初期混凝土上升速度过快、导管出料冲击集中，则可能推动钢筋笼上浮。该病害直接影响主筋位置和保护层厚度，严重时还会造成声测管弯折、堵塞，削弱后续完整性检测条件。施工前应复核钢筋笼直径、加强箍间距、吊点和接头质量，下放时采用导向架或定位筋保持同轴；遇阻时不得强压，应回提扫孔或复测孔径。灌注阶段在混凝土面接近笼底时控制上升速度，待混凝土面超过笼底后再调整提升节奏。

3 桥梁钻孔灌注桩病害处理措施

（1）成孔清孔全过程质量控制措施：成孔清孔控制应从事后修补转向参数预警和过程闭合[4]。施工准备阶段按地勘资料划分易塌孔、易漏浆、易沉渣和地下水敏感区，确定护筒长度、泥浆制备指标、钻进速度和清孔方式。施工中，每个桩位都要保留钻进深度、地层变化、泥浆检测、孔径孔斜和异常处置记录，并据此判断下一工序是否具备条件。一次清孔后应尽快完成钢筋笼安装和导管下放，导管就位后复测沉渣与泥浆指标；不满足要求时，实施二次清孔或换浆，直至孔内状态满足灌注条件。钻孔灌注桩施工病害处理流程见图 1。

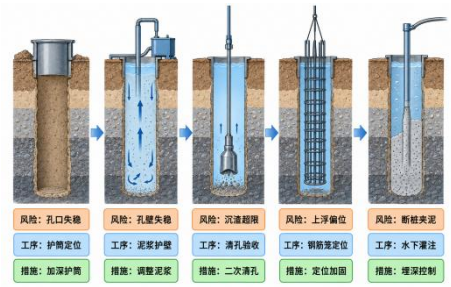

图 1 钻孔灌注桩病害处理流程示意

图 1 把孔口失稳、孔壁失稳、沉渣超限、上浮偏位和断桩夹泥分别对应到护筒定位、泥浆护壁、清孔验收、钢筋笼定位和水下灌注，说明处理动作应随工序同步闭合。

（2）钢筋笼偏位和混凝土灌注缺陷处理：钢筋笼偏位处理应坚持先恢复孔形、再固定笼体。下放受阻或笼顶偏移时，暂停作业，复核孔径、孔斜和笼体垂直度；因缩径或掉块造成阻碍的，先扫孔清渣，再重新下放。定位筋、保护层垫块和笼顶限位装置应与桩径、笼长和吊装刚度匹配，避免只在孔口固定而孔内仍摆动。灌注阶段把导管埋深、混凝土坍落度、首批方量和连续供应作为同一控制组，任何一项异常都可能放大为桩身完整性缺陷。成桩后缺陷处理需要检测、复核和处置方案相互印证：低应变适合快速筛查，声波透射适合较大直径灌注桩缺陷定位，钻芯可进一步确认实体质量；结论不一致时，应结合施工记录和荷载要求综合判断。对多桩基础，还要复核荷载重分配，防止单桩补强与群桩受力脱节。施工单位、检测单位和设计单位应围绕同一缺陷位置形成一致结论。

4 结语

桥梁钻孔灌注桩施工病害具有隐蔽、连续和后验特征，孔口失稳、塌孔缩径、沉渣超限、钢筋笼偏位以及断桩夹泥往往由地层扰动、泥浆参数、清孔组织、导管埋深和混凝土供应协同失衡引发。处理措施应前移到施工准备和过程控制阶段，现场依靠护筒、泥浆、清孔、定位、灌注和检测记录形成闭合证据链。成桩后再按缺陷位置、范围和受力后果选择补强、复核或补桩，才能减少事后修复成本，保障桥梁基础承载与耐久要求。

参考文献：

[1] 李大攀.桥梁钻孔灌注桩基础施工工艺与常见病害处理[J].中国建筑知识仓库,2025,19(2):78-81.

[2] 张永军.干寒环境公路混凝土桥梁病害演化规律及养护关键技术研究[J].中国水运,2026,(18):112-114.

[3] 郑金城.高寒地区桥梁路基冻融病害防治技术[J].时代汽车,2026,(20):145-147.

[4] 文状.桥梁施工关键工序控制与质量管理措施[J].低碳世界,2026,16(9):117-119.