

公路桥梁桩基施工常见问题及处理方法

杨彦博

新疆生产建设兵团交通建设有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

【摘要】：桩基础是高速公路桥梁中重要的隐形承载部件，其施工的好坏关系到整个工程的安全性和耐久性。文章从桩基础施工角度出发，对桩基施工成孔成桩环节频繁出现的钻孔失稳、桩身缺陷和承载能力不足等关键问题进行深入分析，对此类问题的原因和内部联系进行实证研究。从精细化勘察、动态过程控制、高压注浆修补等加固措施的适应性和效果入手，建立系统质量控制方法，为提高桥梁桩基安全可靠度奠定理论和应用基础。

【关键词】：公路桥梁；桩基础；常见问题；处理措施

DOI:10.12417/2811-0528.26.02.077

在现代化的交通基础设施中，公路桥梁是实现区域间经济交流、人员流动和物流的重要载体。桩基础是公路桥梁的基础组成部分，承载着将上部结构的载荷向深埋地层的作用，其施工的好坏关系到整个交通网络的稳定、安全和耐久性。根据有关资料表明，近几年，由于工程项目的大量兴建，由桩基础工程引发的工程质量事故频发，给人们的人身和财产带来了重大的危害。针对目前高速公路桥梁桩基础建设中出现的一些问题及其原因进行深入探究，提出相应的对策，对于加强对公路桥梁桩基础施工质量，保障交通道路的安全具有重要意义，将推动交通事业的可持续发展。

1 公路桥梁桩基施工常见问题及其原因和危害分析

1.1 钻孔施工问题

(1) 塌孔：塌孔是指钻孔过程中或成孔后井壁出现坍塌的现象，可能会导致钻孔无法继续或桩身质量不达标。造成塌孔的一个主要原因是泥浆的质量差^[1]。在钻孔作业中，泥浆具有护壁、悬浮岩屑等功能，如果泥浆密度过小则会造成护壁效率低下，不能有效抵御周边土的压力，造成孔壁不稳定垮塌。另外，由于护筒的埋设方式不合理，也极易造成坍塌。塌孔将使钻孔工作不能顺利进行，拖延工程进度，还会引起坑壁区土的进一步塌陷，危及工人及设备的安全。此外，会造成桩身混凝土被夹入泥浆，从而影响整个结构的稳定与安全。

(2) 钻孔倾斜：钻孔倾斜作为桩基施工中极易出现的质量隐患，主要表现为钻孔轴线与设计轴线间偏差超出允许范围，钻机没有处于水平位置、施工现场不平整、钻杆弯曲或接头松动等，都是造成钻孔倾斜的主要原因。在长时间的工作中，由于受力不均匀和磨损等因素，会造成钻杆的弯曲，使得钻进时出现了偏心率，使得钻具不能竖直下钻，造成钻井偏斜。由于钻孔的倾斜，会对桩的承载力产生很大的影响，引起桩基础受力状况的变化，使得桩基础无法充分承担其所受载荷，造成局部应力集中、局部变形严重等问题，进而影响其承载性能。

(3) 缩孔与扩孔：缩孔是指钻孔直径比设计孔径小的一种情况，这种情况与储层特征有很大关系。在塑性地层中，因土壤发生塑性变形，孔壁易发生内部压缩，从而产生缩孔现象。当钻孔直径超过设计孔径时，泥浆对孔壁的保护作用较差是造成孔壁失稳的重要因素。当泥浆质量达不到标准时，不能在孔壁上生成一层有效的泥膜，就会使井壁附近的土壤被冲走，造成扩孔。由于操作压力过大或转速过高，也会造成钻孔扩大^[2]。缩孔将导致截面变窄，进而导致桩基础承载力下降，进而对整体稳定产生不利影响。扩孔容易引起混凝土离析、夹泥等不良现象，从而影响其耐久性。此外，收缩、扩大也会对桩身的垂直度及定位精度造成一定的影响，从而对以后的钢筋笼的下入及浇筑混凝土造成不良影响。

1.2 钢筋笼制作与安装问题

(1) 变形：钢筋笼在搬运、提升时，由于受到撞击或挤压等外力的影响，极易产生变形。由于焊缝的性能不佳，也会使得钢筋笼产生了较大的变形。钢筋笼焊缝存在虚焊或漏焊现象，当钢筋笼吊装时，因受孔壁摩擦及自身重量的影响，焊接部位会产生开裂，导致钢筋笼产生较大的变形。支架的不合理，也可能造成钢筋笼的变形。在钢筋笼的制造与安装中，如果支架的布置不当或者支架的强度不够，会导致其在自重及外界载荷的共同影响下产生较大的变形。钢筋笼变形使其在钻孔中的定位及垂直度受到一定程度的影响，从而使其受力状况发生变化，从而使其承载力下降。

(2) 钢筋笼安放受阻：运输与吊装环节的操作不当导致了这一问题的恶化。由于没有按照“对称受力”的原理进行布置，只是一次或二次提升，造成了钢筋笼的中心位置偏离，在提升过程中由于受力不均而产生了弯曲和变形；在输送过程中，由于没有对其进行有效的加固，致使其与输送车之间发生了严重的撞击或互相挤压，使其破坏更加严重。施工环境的不良影响也是不容忽视的^[3]。

1.3 混凝土灌注期间遇到的问题

(1) 导管阻塞：导管堵塞表现为混凝土在导管内停滞不下，灌注作业被迫中断，究其原因，主要有管道密封性能不佳，如：接头处的橡皮密封圈老化，螺栓紧固不严，或者管道本身有裂纹，造成泥浆和泥浆进入管道，与混凝土发生反应，使粘塑性下降，从而造成管道堵塞。初次灌注不够，第一次灌注的水泥无法一次将导管底部填满，泥浆返流到管道中。由于埋设深度不合理，钻孔深度太大，造成钻孔内的混凝土与混凝土之间的压力差变小，造成了流动性能下降，从而造成了长时间的淤堵。

(2) 断桩与夹泥：“断桩夹泥”是指桩身内部出现一种“软”或“整体破坏”的现象，它将直接阻断桩体的传力途径，降低其承载力，降低其整体的稳定性，是目前我国桩基础建设中急需解决的重大问题。施工工艺控制失当，在起吊时没有准确测量钻孔深度，致使管道底部超过混凝土表面，泥浆很快就在间隙内形成“夹泥”，重复作业容易造成断桩。在施工过程中，由于设备故障、材料供应不足等原因，造成施工停顿，管道和钻孔内的水泥已经完成了初步凝结，随后的混凝土也没能与早期的混凝土完全融合，出现了一种明显的分层现象。

2 公路桥梁桩基施工常见问题的处理方法

2.1 钻孔问题的处理方法

(1) 塌孔采用增加泥浆比重调节以及回填处理：在轻度的塌陷中，在浅埋区内或在浅部段内，可采用增大泥浆密度的方法来解决。通过在泥浆中掺入一定比例的膨润土等重化剂，将泥浆的密度提高到 1.3-1.4，从而提高孔壁抗挤能力，提高钻井液的防塌能力。在高速公路大桥桩基础工程中，遇到轻度的坍方，通过对其掺入膨润土，使其密度由 1.1 增大到 1.35，并加入 CMC 等增粘剂来增加其粘性，通过观测，成功地解决了钻孔坍塌问题^[4]。遇有较大塌孔时，可采取回填块石或粘土等措施。采用回填碎石时，块石颗粒大小宜为 20~40 cm，采用分层填筑，每次回填到一定深度后，采用高密度浆液（密度 1.4）进行渗透固结，提高充填物与孔壁之间的结合强度，分层回填见表 1。回填土宜采用高标号、塑性系数>17 的高标号粘土进行回填和压实。

回填材料	层级	厚度	参数
片石	一	30-40	粒径 20-40cm，质地坚硬、无风化，单块重量≥50kg
	二	40-50	粒径 20-40cm，质地坚硬、无风化，单块重量≥50kg

	三	20-30	粒径 20-30cm，选用棱角较少的片石，减少对孔壁的损伤
黏土	一	20-25	塑性指数>17，含砂量≤5%，含水量控制在最优含水量±2%（通常为 18%-22%）
	二	25-30	塑性指数>17，含砂量≤5%，含水量控制在最优含水量±2%

(2) 钻孔偏斜的纠正方法：如果出现井眼倾斜现象，必须先对钻机进行定位。要注意平台基础的平整，如果平台不平整，要调整平台上的木垫或者采用横向调整器来保证平台的稳定。在施工过程中，要注意钻杆的垂直度，要用铅垂或全站仪量测，如发现钻柱的垂直度有超出容许值时，要立即修正。针对由于岩层松软不均造成的井眼倾斜问题，可以通过回填片石层后再钻。将碎石块在倾斜位置进行回填，碎石颗粒大小宜为 10~20 厘米，回填面要超出倾斜部位，一般为 0.5~1 米。在进行深填后，通过低行程的冲击钻进，利用撞击来逐步将碎屑岩块压进松软的地层中，并通过调节钻具的压力来矫正井眼的倾斜^[5]。

(3) 缩孔与扩孔的应对：对于出现的缩松现象，如果是由于钻具磨损所致，则要立即换钻或者修补破损的钻头。在换钻时，要根据设计指标选用合适的钻具，并保证钻具的口径与设计尺寸一致。如果缩孔是由于岩层性质造成的，可以通过提高钻井液的性质来解决。结果表明，随着钻井液失水速率的增大，钻井液的粘性减小，钻井液在孔壁中的渗入更加紧密，从而提高了井壁的稳定。为了提高泥浆的综合质量，可以向泥浆中掺入纤维素和聚丙烯酰胺等添加剂^[6]。当出现扩大现象时，如果是由于泥浆的保护作用而引起的，则需要对其进行适当的调整。增大了泥浆的密度、粘性，改善了钻井液的防护性能。

2.2 钢筋笼问题的处理

(1) 修复钢筋笼：在钢筋笼内加入钢管、方木等支持物，支架与支架之间的距离要按钢筋笼的变形量来决定，通常是 1~2 米。支架与钢筋笼之间要有可靠的联结，可以通过焊接或捆绑的方法进行。针对某高速公路大桥桩基础工程中，由于钢筋笼发生小范围的位移，设计人员在其内侧增设了一根钢管支架，并用钢丝将其固定，从而避免了钢筋笼的进一步变形。在有明显变形的地方，需要校正。利用千斤顶或手拉葫芦等对被破坏的部分进行外力作用，将其回复至原设计尺寸。纠正时，要控制好所受的力及作用的方向，以免对钢筋笼产生二次破坏。在焊缝修复过程中，必须选择适当的焊接技术及材质，以

保证焊缝的良好性能。

(2) 钢筋笼安装的控制与处理: 为了防止钢筋笼的上浮, 必须对混凝土浇筑时的浇注速率进行适当的控制。在靠近笼底的地方, 为了减少对钢筋笼的影响, 应该降低浇筑速率。通常情况下, 砼的浇注速率应该以 $0.5 \sim 1$ 立方米/分为宜。在一座高速公路大桥的基础上, 采用人工控制的方法, 使砼表面与钢筋笼下端 1 米处的浇筑速率由 $2 \text{ m}^3/\text{min}$ 降低到 $0.8 \text{ m}^3/\text{min}$, 从而防止了钢筋笼的上浮。

2.3 混凝土灌注问题的处理方法

(1) 导管阻塞的疏通: 当导管出现阻塞时, 必须马上停止灌注操作, 并以紧急疏导方法进行处理。首先, 选择一根等长的、与之相匹配的、具有一定刚度的长棒插入管道中, 沿着管道轴向均匀地推进, 并在吊车的辅助下进行小幅度震动, 借助冲击和震动作用, 实现对水泥块的有效清除。搅拌时要注意压力的大小, 防止压力过大造成管道的弯曲和接头的松脱。如果冲击和震动措施不能奏效, 则采取应急措施: 快速测定套管深度, 并将其标高, 用吊车将管道拉出, 清除管道中的淤渣和残渣, 同时对管道的密封性和内壁进行严密的检测, 并将破损的密封环或有变形的管道进行替换。在再次下管之后, 要按照破桩的规程来进行接下来的工作, 将管子的底部插入到已经浇筑的混凝土表面 3-5 米的位置, 然后再用同样的配合比进行补灌, 在进行补灌之前, 要向管道中加入一定数量的水泥浆液, 使其能够顺利的下降。

参考文献:

- [1] 王明理, 刘艳杰, 李名远, 等. 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.
- [2] 侯飞. 建筑工程桩基施工常见质量问题的分析和控制[J]. 工程质量, 2024, 42(11): 20-22+31.
- [3] 何绵超. 桥梁桩基施工中的常见问题及施工技术要点研究[J]. 交通世界, 2024, (14): 185-187.
- [4] 秦霞. 公路桥梁桩基施工质量问题及控制分析[J]. 交通科技与管理, 2023, 4(01): 126-128.
- [5] 孙延青, 凡长亮. 公路桥梁桩基施工质量问题与控制分析[J]. 工程技术研究, 2022, 7(11): 166-168.
- [6] 刘炜. 公路桥梁桩基施工质量问题及控制措施[J]. 大众标准化, 2022, (07): 18-20.

(2) 断桩与夹泥处理: 对断裂的桩柱和泥浆进行治理, 首先需要对缺陷进行准确定位, 确定缺陷的位置、范围和厚度, 然后进行分类。对于位于浅层 (一般离桩顶 >3 米) 的土层, 可以采取挖补的方法: 沿着桩周开挖到病害处 50 cm 处, 清除病害处的疏松砼和夹泥层, 对桩身混凝土进行打磨, 并嵌入接头钢筋, 再用比原先设计的强度更高的微膨胀混凝土灌注桩, 浇筑后再进行覆盖养护, 达到 14 天以上。如果病害深度很大, 则需要采取加固或修补措施: 对于层间厚度不超过 10 cm 的轻度病害, 利用钻机在病害部位设置压浆孔, 利用高压注浆仪向病害部位灌注水泥和超细水泥浆, 并将其灌注到 1.5~2.0 MPa, 保证灌浆质量; 如果出现了严重的断桩或者注浆的质量达不到标准, 则需要按照设计的需要在原来的桩基旁边布置一套补桩, 并且要保证与原有的桩基之间有一定的净距离, 以免互相影响, 完成后再对群桩的承载力进行校核。

3 结语

公路桥梁桩基础施工是相互关联的系统工程, 其施工质量的好坏并不取决于某一个阶段。通过对项目建设过程中的各个环节进行深度分析, 从“地质认识盲点”到“过程管控缺失”所诱发的一系列质量风险。实践证明, 只有在勘察、设计、施工和检测等各个环节都贯彻精细的超前管理思想, 配合科学精确的病害治理方法, 才能从本质上使“被动补救”到“主动预控”的飞跃。