

桥梁施工中钻孔灌注桩施工技术应用分析

宋勇

新疆兵团市政路桥工程有限公司，新疆乌鲁木齐，830000；

摘要：在桥梁施工中，钻孔灌注桩施工技术的优势主要体现在经济成本支出低、操作便捷、适应性强等，因此该技术成为目前桥梁施工的主要建设方法，但是由于不同地区的地质条件特殊，桥梁在施工时如果不能选择适合的操作流程和技术手段，同样会存在质量和安全风险隐患。本文结合桥梁施工中钻孔灌注桩施工技术自身所具有的优势，根据实际的工程案例，进一步分析桥梁施工中钻孔灌注桩施工技术应用策略。

关键词：钻孔灌注桩施工技术；技术优势；施工规模

DOI：10.69979/3029-2727.25.09.005

钻孔灌注桩技术在实际应用时，能够有效适应不同的地质条件，提高桥梁基础的承载力量，保证桥梁能够正常使用，但是该技术在应用时仍然存在着许多问题和挑战，尤其在成孔操作钢筋笼制作与安装以及混凝土浇灌等相关环节中，技术如果不能科学合理的使用，不仅无法保证桥梁施工效果，还会影响建设质量。

1 钻孔灌注桩施工技术优势

桥梁施工过程中选择钻孔灌注桩施工技术，能够有效保证桥梁工程项目建设质量，因为该技术是近几年桥梁建设中常见的一种新型技术，不仅能够从根本上提高桥梁建设效率，还能够节省大量的成本支出。相比传统的人工钻孔操作流程来说，利用机械钻孔自身可操作性与精准性更高，能够推动桥梁项目的施工进度；在桥梁施工中利用钻孔灌注桩施工技术，不仅能够帮助硬件设备快速进入到施工地区的土壤环境，保证桥梁工程施工水平，还可以在地基建设期间利用混凝土灌注施工技术，增强地基施工的稳定系数。

根据目前我国钻孔灌注桩施工技术以及应用效果进行综合分析，该技术自身的优越性相对明显，首先，技术自身具有较高的可操作性，能够有效节省建筑企业和施工团队的成本支出，节省大量人力物力和财力。其次，相对于传统的施工技术和建设方法来说，钻孔灌注桩施工技术在应用时更加安全稳定，能够有效避免传统建筑施工时由于技术落后所造成的问题。最后，桥梁工程施工中，钻孔灌注桩施工技术能够有效解决工程项目施工期间所出现的不足和问题，尤其在地基混凝土浇筑以及施工等相关环节利用钻孔灌注桩施工技术能够合理控制混凝土灌注频率灌注速度以及灌注总量，以此获得稳定系数更高的地基^[1]。

结合钻孔灌注桩自身所具有的优势和特点，针对该技术进行项目研究，对于推动桥梁建设以及提高桥梁工程施工安全技术具有重要意义。

2 工程案例

第八师G30-133团-130团公路第二合同段地处石河子市境内，线路全长21.5公里，采用一级公路标准。该道路是石河子市与胡杨河市东西向的快捷联系通道，项目建设完成后将打通八师与六师、七师之间横向连通通道，有利于石河子向外连通辐射。本项目承担着石河子东、北外环的功能，是石河子市与西北部团场的主要联系通道，该路线的打通和改造提升，有利于增强石河子市对团场的辐射带动能力。

本标段起点位于桩号K7+900，终点桩号K29+400，全长21.5公里，公路等级为一级公路，采用双向四车道路基断面，路基宽度25.5m，设计速度80km/h。

本合同段主要包括：路基、路面、桥涵、交通安全设施及预埋管线、绿化等工程，全线设置圆管涵24道，盖板涵12道，分离立交大桥1座，长805.6m；管线交叉1×8m小桥2座共计16m长；通道桥1×8m小桥1座15.7m长，平面交叉口21处^[2]。

本主线全部为整体式路基，25.5m路基断面：K7+900-K14+908.5、K17+782.4-K29+400路段，为一级路新建路段，根据初步设计批复，采用路基宽25.5m标准一级公路断面，具体型式为0.75m土路肩+3m硬路肩+2×3.75m行车道+0.5m路缘带+2mm中央分隔带+0.5m路缘带+2×3.75m行车道+3m硬路肩+0.75m土路肩=25.5m。

经会议决定，该路段路基断面形式采用纬十一路断面，即45.5m宽，具体型式为8.0m绿化带+0.5m路缘带+3×3.75m行车道+0.5m路缘带+5m中央分隔带+0.5m路缘带+3×3.75m行车道+0.5m路缘带+8.0m绿化带=45.5m。

3 钻孔灌注桩施工技术问题

3.1 钻孔问题

桥梁施工过程中，钻孔所出现的主要问题则是卡顿

或者掉钻，如果不能及时处理，必然会拖延施工进度，针对钻孔所出现的问题，相关团队要结合工程项目施工要求，选择适合的方法提前规避。

首先，在钻孔灌注桩施工技术实际应用过程中，要确保钻孔设备钻头以及钻杆之间相互衔接，对此，设备开始运作前，施工团队要详细检查钻孔和钻杆的位置，确保钻头与钻杆连接部位的稳定性，如果出现故障问题或损坏，要及时更换和处理。其次，钻孔工作开展前还要对钻机钻杆以及钻头等连接部位和零部件进行全面检测，为保证钻机设备能够正常运行，还要不定期对损坏和老化零部件进行完善。

3.2 钻孔倾斜

在桥梁钻孔灌注桩施工技术应用期间，导致钻孔偏离预期角度的核心原因主要由以下几个方面所构成。首先，由于钻探设备自身所具有稳定性，导致钻杆无法长时间在地面钻孔操作时始终保持竖直状态。其次，钻孔如果深度过高，已经超出钻杆能够承受的最大范围，则会导致钻杆出现严重的结构弯曲。最后，由于钻孔在地面钻取操作时，土壤厚度无法保证均匀性，导致土壤环境中一旦出现障碍物，则需要选择专业的工具进行破除，否则会导致钻孔倾斜^[3]。

3.3 孔壁坍塌

工程项目施工时，如果钻孔位置出现结构崩塌或者孔壁损坏，施工团队则需要分析引起孔壁坍塌的核心因素，比如：护筒填埋深度不足、钻孔设备操作不科学等，从而针对性和目的性地提出预防和应对措施，对钻孔孔壁进行规范操作。

4 钻孔灌注桩施工技术应用策略

4.1 施工准备环节

为保证桥梁施工效果，本次结合案例地区的景观桥梁建设标准和要求，对施工现场的地质环境和土壤成分进行细致的勘探，通过钻取至少 10 个不同位置的地质结构收集相关样本数据，在收集样本时应保证钻取深度到达立桩下 5 米，确保施工团队能够详细了解和收集粉质粘土、细砂结构层的分布位置和属性特点，结合勘探所得到的数据结果，根据桥梁设计标准荷载精准计算每一根立桩所能够承担的最大限度^[4]。比如：根据相关数据计算，至少 80% 直径为 0.8m 的立桩可以承受 1500kN 的竖方向荷载，20% 直径为 1m 的立桩可以承受 2500kN 的竖方向荷载，对此，相关团队根据参数计算结果准备适合的施工材料。比如：需准备直径为 16mm 和 20mm 的钢筋各 50t 和 30t，以此确保钢筋笼的制作效果；准备符合标准要求的水泥材料 300t，中等颗粒的砂石 500m³，石子 800m³，以此用于混凝土的浇筑。

4.2 成孔作业环节

4.2.1 钻进速度与泥浆标准

桥梁进行钻孔灌注桩成孔作业操作时，钻进速度以及泥浆灌注标准的合理把控是成孔作业的核心环节，尤其对于粉质粘土以及细砂结构层的地层来说，在钻进时钻进速度应控制在 0.8-1.2 mh，避免由于钻进速度过快，造成孔洞内壁出现坍塌问题，当钻孔进入到细砂结构层后，钻进速度应调整为 0.5-0.8m，保证孔洞内部的稳定性。在钻杆钻进操作时，泥浆材质的密度系数应始终保持在 1.1-1.2，并且材料的粘度应控制在 18-22s，确保水泥砂浆材料的含沙率不超过 4%，同时还通过实时监测和系统调整，保证水泥砂浆能够有效保护孔洞内壁，避免出现孔洞坍塌或者直径缩小等相关情况发生，保证孔洞形成质量^[5]。

4.2.2 监控钻孔垂直度

为保证钻孔灌注桩施工技术自身的承载力，在钻孔操作期间要严格控制 and 监督钻孔的基础垂直度，所以相关团队可以选择先进的斜视测试仪，每钻进 5m 的距离时要详细测量钻孔垂直度，确保垂直度角度始终处于最小范围内，其数据偏差始终控制在 1%，如果出现偏差超过标准范畴，要停止设备的推动和运行，结合钻头以及钻机设备钻进角度和钻进距离等相关内容详细分析垂直角度偏差的主要原因，并选择适合的应对措施进行完善和更正。

4.2.3 检测孔深与孔径

对于桥梁施工来说，孔洞钻取深度和钻取直径直接影响灌注桩自身的承载能力和结构稳定性，所以钻孔孔径和孔深均达到标准要求的数值时，施工团队要利用测量绳针对孔洞深度的参数进行二次测量，并保证测量频率不小于三次，孔洞深度的参数误差始终控制在 ± 50 mm 以内；孔洞直径在检测时要选择专用的直径检测设备，并沿着孔洞内壁每隔 90 度测量，保证孔洞直径不小于预期设定的数值，任何部位的孔洞直径其偏差数值不能超过预期设计数值的 ± 50 mm，如果其检测结果不符合标准要求要进行调整，直至孔洞直径能够满足预期要求。

4.3 钢筋笼与灌注

4.3.1 钢筋笼制作与安装

相对于钻孔操作来说，钢筋能制作与安装是保证钻孔灌注桩施工技术应用效果的重要环节之一，所以要严格按照标准要求制作钢筋笼。所使用的钢筋材料中，承重部位的核心钢筋应选择直径为 20 mm，材料标号为 HRB400 的标准钢筋，并根据钢筋笼自身的制作长度对其参数进行计算，保证钢筋笼主要钢筋材料的安装总数量不小于 12 根；钢筋笼的钢箍应选择直径为 8mm，材料标号为 HPB300 的钢筋材料，确保钢筋之间的空隙间距在 20

0mm,为保证钢筋笼制作效果,还要在距离钢筋笼两端2m位置,单独设立钢筋加密施工区域。钢筋笼制作完毕,进行结构安装时要利用吊车将钢筋笼始终垂直放进在钻孔环境中,钢筋笼始终处于钻孔的中心位置。

4.3.2 混凝土配比

在钻孔灌注桩施工操作过程中,要根据桥梁预期要求和建设地的条件,科学搭配混凝土材料的结构配比并选择强度等级为P·042.5的水泥材料,确保混凝土在混合时水泥原材料的最大用量大于380kg,并且根据实际的工程案例建设要求,混凝土水灰比的系数为0.45。为有效改善混凝土材料的使用性能,要结合混凝土材料特点,适当添加碱水试剂,其添入量为水泥用量的1.5%,并根据材料使用特点精准设计,建筑材料的配合比例保证混凝土自身具有较高的混合性和流动性,满足灌注桩的施工要求^[6]。

4.3.3 混凝土灌注

混凝土灌注桩是盛装的核心环节,在混凝土灌注操作之前要保证引导管底部距离孔洞底部300-500mm,并且首批混凝土灌注桩经过精准的计算,要保证引导埋入到混凝土至少1m以下,经过相关参数计算,混凝土灌注立桩的总体混凝土灌注量应不少于2.5m²,并且在混凝土灌注过程中,要尽可能保证灌注速度的均匀性连续性和持续性。由于混凝土需要不断进行灌注操作,所以在灌注期间要根据施工进度适当拆除,混凝土的灌注导管,保证导管埋入深度能够符合工程项目的施工需求,避免导管过早拔出,造成混凝土结构碎裂问题。

4.3.4 桩顶混凝土

混凝土灌注桩深入接近,桩顶时要加强对混凝土结构面的参数测量,保证桩顶混凝土的高度始终符合标准要求,通常桩顶混凝土灌注高度应高于设计标准高度的0.5-1m,并且在关注完成后要清理多余的混凝土,混凝土初凝之前,为了保证混凝土灌注桩的施工效果,通常利用人工操作的方式清除混凝土周边的杂质,并且将高出标准要求的混凝土材料有效清理,使得混凝土灌注立桩桩顶能够与承压台有效连接,承担桥梁工程项目的重量载荷。

4.4 质量控制与风险管理

4.4.1 质量结构体系

想要从根本上保证桥梁施工效果,在使用钻孔灌注桩施工技术时,要重视施工全流程质量控制结构体系的建立和管理,因为该结构体系不仅是确保钻孔灌注桩施工效果的关键环节,同样包含施工前期、施工中期以及施工后期各个建设环节。

在施工前期,建设团队需要对原材料以及硬件设备进行严格检验,保证所建设的工程项目施工内容能够符

合标准要求;施工图纸在设计时同样要定期组织施工项目审计人员和工程项目建设人员相互沟通,实现部门之间的技术交底。明确工程建设标准以及项目建设内容。

在施工中期阶段,施工团队要不断加强对各个施工流程的管理和控制,尤其孔洞钻取和混凝土灌注等相关环节,要严格控制水泥砂浆以及水灰比的参数。

施工后期则需要对力装自身进行质量检测和监督,其中检测内容包括立桩完整性检测以及立桩基础承载力检测,根据检测结果有效分析处理立桩施工的质量问题,总结经验教训,为后续工程项目建设提供理论参考数据。

4.4.2 风险识别

桥梁在施工时,钻孔灌注桩施工技术自身具有多种风险因素,所以相关团队要仔细辨别并选择适合的应对措施,在技术方面的风险问题,相关团队要加强施工人员的技术培训,提高工作人员的综合素养,并且在施工前要进行工艺试验,在此基础上优化施工数据和设备使用参数,还要配备先进的施工设备和检测方法,保证桥梁施工效果。

相关团队还要重视机械以及人工操作等相关方面所造成的安全风险,并根据具体桥梁施工中,对于钻孔灌注桩施工技术的标准要求,制定一系列施工内容和风险管理制度,在此基础上结合施工团队以及施工人员的综合素养,加强技能培训的强度。

5 结束语

总之,孔钻孔灌注桩施工技术从本质上来看,主要是利用专业的钻机设备在预先设定好的施工位置进行钻孔操作,并进一步明确钻孔立桩的直径以及钻孔深度,当钻孔完成后,还要进行钢筋笼的安装灌注混凝土为桥梁工程项目提供稳定的结构支持。

参考文献

- [1] 向志良. 公路桥梁施工中钻孔灌注桩技术的应用探究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (12): 118-120.
- [2] 王建文, 万鹏. 钻孔灌注桩技术在公路桥梁施工中的应用[J]. 工程技术研究, 2025, 10(07): 57-59.
- [3] 赵婧翹. 钻孔灌注桩施工技术在桥梁施工中的应用研究[J]. 散装水泥, 2025, (01): 148-150.
- [4] 汪朋. 钻孔灌注桩施工技术在水利施工中的应用分析[J]. 水上安全, 2024, (24): 79-81.
- [5] 谭春利. 桥梁施工中钻孔灌注桩施工技术的应用研究[J]. 交通建设与管理, 2024, (06): 63-65.
- [6] 刘瑞国. 钻孔灌注桩施工技术在公路桥梁施工中的应用[J]. 工程技术研究, 2024, 9(23): 59-61.