路桥施工工程中钻孔灌注桩施工技术的应用分析

杨宗焱

湖南弘至信息技术有限公司，湖南长沙，410000；

摘要：社会在快速发展过程中，我国逐渐扩大了路桥施工工程规模。在此背景下，人们广泛关注路桥施工工程质量。施工企业在开展路桥施工工程项目建设期间，需要合理应用钻孔灌注桩施工技术，能够提高路桥结构的安全性与稳定性，实际满足路桥施工工程质量要求。基于此，本文将详细分析钻孔灌注桩施工技术在路桥施工工程中的应用，并根据路桥施工工程现场情况，提出合理性参考建议。

关键词：钻孔灌注桩；路桥施工工程；施工技术

DOI：10.69979/3029-2727.25.04.005

新时期，在进行路桥施工工程建设期间，施工企业通过应用钻孔灌注桩施工技术，能够呈现出施工便利、施工成本低等应用优势，并对路桥起到加固的作用，有效提升路桥结构的质量。因此，施工企业需要积极探索钻孔灌注桩技术的应用策略，并在路桥施工工程中进行科学应用，有利于更好实现路桥施工工程建设目标，从而促进社会经济的可持续发展。

1 探究路桥施工工程中钻孔灌注桩施工技术的应用

1.1 施工准备环节

首先，为了提高钻孔灌注桩施工技术的整体应用效果，应不断优化大型机械施工设备的进出场规划，设备和物资部应严格遵循规划方案开展机械施工设备的进场管理工作。在施工现场工作人员安装调试施工机械设备以后，应严格开展检查工作，在符合工程质量标准的基础上，才能合理进行使用。对于施工机械设备的管理工程师而言，需要做好机械设备台帐备案的登记工作，并构建完善的大型机械施工设备技术档案工作。为了确保施工机械设备的运行质量，设备管理工程师应组织工作人员定期检查施工机械设备，主要包括周检、月检等。然后，工作人员应做好设备的保养以及记录等工作。确保这些设备实际满足路桥工程施工作业要求，避免在施工作业期间产生设备运行故障问题。其次，在施工作业前，施工企业需要综合性分析施工现场的实际情况，并有序开展测量工作，为合理应用钻孔灌注桩施工技术提供更多便利条件。测量作业环节完成以后，工作人员应做好二次检查工作，当检查中发现问

题时，需要根据实际情况，制定完善的应对措施，能够科学控制误差，然后工作人员应进行测量标致工作。同时，施工企业需要全面勘察施工现场，收集与整理施工现场相关数据信息，并统计与分析获取的数据信息，结合具体分析结果，不断优化施工作业方案。在作业方案中，施工企业需要对钻孔灌注桩施工作业的内容加以明确，主要涉及：深度、位置等，可以更好地保障整体作业质量。

1.2 护筒埋设作业环节

桩基护筒壁厚、直径应符合要求，长度根据现场实际地质情况而定，但不得小于2米。护筒埋设前，根据放样的桩位，过桩位中心拉十字线在护筒外80-100cm处设置护桩。护筒顶面高出原地面或水面30cm。护筒埋设完毕后，就护筒顶面中心与桩位偏差（不大于5cm）、倾斜度（不大于1%）等确认符合要求后，进行下步工序施工。

1.3 制备泥浆作业环节

路桥施工工程项目建设过程中，施工企业需要结合施工现场的具体情况，对施工区域的水质进行综合性分析，然后对添加剂、粘土等进行科学选择。工作人员需要做好配合比的调试工作，可以确保泥浆突出不错的护壁效果、性能稳定以及成孔质量高等特征。泥浆需要合理应用膨润土、黄土、纯碱、烧碱等开展搅拌制作工作。泥浆配比需要通过实验室泥浆检测标准进行确定。在应用冲击钻循环排渣系统过程中，需要合理应用正循环模式，孔内泥浆需要合理应用除渣器、除砂器等，然后流入泥浆池。通过净化和处理以后，在孔内抽入泥浆泵重复进行应用。对于泥浆循环系统而言，通常由进浆管、出浆槽、高压泥浆泵、

泥浆池等共同组成。泥浆从孔口经由出浆管,进入泥浆池,在进行过滤和沉淀以后,合理应用泥浆泵将泥浆由进浆管送至孔底。值得注意的是,应严格控制与孔底的距离,通常在3~5m。对于含渣泥浆而言,需要从孔底返至孔口,然后合理流入泥浆池。在桩基成孔的基础上,合理灌注混凝土。如果存在剩余的泥浆,施工企业需要合理应用泥浆运输车运至指定地点做好倒放工作。此外,应加强管理泥浆质量。施工企业应合理设置施工现场试验室,并派专业人员进行管理,能够对泥浆性能进行合理调整,同时做好

备案的记录工作,有利于实际满足施工现场的施工作业需求。

钻孔的泥浆,需要有序开展测定工作,具体涉及:首先,每班开展作业期间,工作人员应对各池出口处泥浆面下0.5m处的全套泥浆指标进行一次测定。钻进期间,应每隔2-4h对进浆口和排浆口的相对含砂率、pH值、粘度以及密度、粘度4项指标进行一次测定。其次,在停钻期间,应每天对各池出口处泥浆面下0.5m处的全套泥浆指标进行一次测定。

泥浆性能指标

钻孔方法	地层情况	泥浆性能指标							
		相对密度	粘度 (Pa.s)	含砂率 (%)	胶体率 (%)	失水率 (ml/30min)	泥皮厚 (mm/30min)	静切力 (Pa)	酸碱度 (pH)
回旋	一般地层	1.02-1.10	18-22	≤4	≥95	≤20	≤3	1-2.5	8-11
冲击	易坍地层	1.20-1.40	22-30	≤4	≥95	≤20	≤3	3-5	8-11

1.4 桩基钻孔作业环节

桩基钻孔作业过程中,施工人员需要合理应用钻孔工艺技术,具体内容主要涉及:首先,施工人员需要结合施工作业方案,对桩基钻孔点加以明确。对于钻孔点位而言,应符合施工作业方案的相关要求,然后有序进行钻孔作业活动。其次,钻孔作业期间,施工人员需要综合性分析施工现场的具体情况,并选择适合的钻孔工具、钻孔设备以及钻孔方式。①在开钻时,应采用1-1.5m的小冲程,准确的进行开孔,并使初成孔的孔壁坚实、竖直、圆顺,起到导向的作用,待钻进深度超过钻头全高加冲程后,方可进行正常冲击,当钻锤穿过护筒3m以后,可根据地层情况加大冲程。在开孔时,应在孔内对泥浆进行灌注,如果孔内有水,施工人员可以将粘土直接投入其中,通过冲击锤,采用小冲程方式进行反复冲击造浆。开孔与钻进期间,孔内的水位需要高出地下水位1.5-2.0m,并低于护筒顶面0.3m,在完成掏渣之后,工作人员应及时做好补水工作。②在粘土层中进行冲击期间,工作人员需要合理应用中冲程(1.0-2.0m)。若土质较软宜用小冲程,当土质较密实时可采用大冲程(2.0-3.0m)。当全孔均为紧密粘质土时,可不用泥浆,只用清水水头护壁。在粘性很大的粘质土中应边冲边投入适量的粗砂,并在捞渣时向孔内泵入清水;砂类土中进行冲击期间,需要合理应用低冲程(0.5-1.0m),然后合理应用适量的小片石、粘土,做好护壁为加强工作,保持泥浆相对密度和护筒内水头;在砾类土层中冲击时,宜使用粘度较高、相对密度适中的泥浆并保

持足够的水头,在冲击时向孔内投入粘土;在漂石与岩层中冲击时,宜选用重锤中冲程冲击;在裂隙岩溶地层冲孔时,冲击锥操作要平稳,冲程要小,钻锥重力宜大,遇裂隙可边投入粘土边冲击,直至穿过裂隙;当遇到起伏不平的岩面和采空区底板时,应投入粘土掺片石,将孔底填平,以小冲程慢慢穿过。与此同时,施工人员应结合具体施工情况,将钻孔的部位做好围护工作。实际钻孔作业期间,施工人员需要及时清理产生的废渣,然后注重检测废渣样品。此外,施工人员应详细记录成孔过程,有利于顺利开展后续的孔洞维护、质量检测等工作^[3]。

1.5 清理孔洞工作

(1)清孔过程中,工作人员需要合理应用浓泥浆清孔、掏渣法清孔,清孔期间应确保孔内水位保持稳定状态。

(2)清孔主要目的在于:对沉淀层、钻渣等及时进行清除,并合理控制孔底的沉淀厚度,避免影响桩整体承载力。工作人员应分两次开展清孔工作,在第一次清孔时,钻孔的深度应实际满足施工设计深度,然后再开展清孔工作。对于第一次清孔,需要实际满足施工质量标准,在没有满足标准的情况下,应禁止开展钢筋笼的下放工作。

(3)在保障钢筋笼安装质量以后,需要做好导管的下放工作,然后开展第二次清孔工作,混凝土灌注之前,对于清孔标准如下:

在孔内抽出或者是排出泥浆时,手摸没有2~3mm的颗粒感觉,泥浆比重1.03~1.10(对冲击成孔的桩,清孔后泥浆的相对密度可适当提高,但不宜超过1.15),

含砂率 $<2\%$ ，粘度 $17\sim 20\text{pa}\cdot\text{s}$ ，胶体率 $>98\%$ ；在进行水下混凝土浇筑作业之前，需要对孔底沉渣厚度嵌岩桩进行科学控制，不能超过 5cm ，对于摩擦桩而言，不能超过 20cm 孔底沉渣的测量。在测量孔壁周围期间，工作人员需要合理应用前端悬挂平砣测绳，并合理设置至少4个测点。工作人员每次开展测量工作之前，应合理运用钢尺校核测量绳。值得注意的是，施工人员应避免使用加深钻孔深度方法来替代清孔作业环节。

1.6 制作与安装钢筋笼环节

钢筋笼中钢筋作为主要的原材料，在实际作业之前，工作人员需要严格按照路桥施工工程质量标准合理采购钢筋材料。在采购过程中，采购人员应充分考虑钢筋材料的质量、规格以及数量等相关内容，有利于全面管控钢筋笼的质量，为钻孔灌注桩施工作业活动打下良好基础。完成采购钢筋材料以后，在到达施工现场时，管理人员应严

格检查材料的质量，在此基础上工作人员需要重视钢筋材料的存储工作，防止存储钢筋材料期间出现磨损、变形等问题，否则会对钢筋材料的质量以及使用性能等方面带来很大影响。制作钢筋笼期间，工作人员需要全面检查其尺寸、外形等内容，同时应确保焊接工艺突出规范性、标准性等特征。完成制作钢筋笼以后，工作人员需要严格检测钢筋笼的具体情况，并根据工程质量要求，制定完善的加固措施（钢筋笼质量检验标准如表1所示）。安装钢筋笼过程中，施工人员需要合理应用施工机械设备，做好下吊钢筋笼的作业环节，并需要施工人员精准把控下吊速度，确保钢筋笼与桩孔的中心位置能够完美重合。与此同时，应避免钢筋笼与孔壁产生直接接触，否则会很大程度上损坏孔壁表面。值得注意的是，在进行下吊作业过程中，如果产生一些质量问题，施工人员需要结合具体情况，及时进行处理，确保安装钢筋笼环节的作业质量，为后续作业活动打下坚实基础^[4]。

表1为钢筋笼质量检验标准

项	序	检查项目	允许偏差值 (mm)	检查方法
主控项目	1	主筋间距	± 20	用钢尺量
	2	长度	± 10	用钢尺量
一般项目	1	钢筋材质检验	设计要求	抽样送检
	2	箍筋间距	± 10	用钢尺量
	3	直径	± 5	用钢尺量

1.7 混凝土灌注作业环节

在完成安装钢筋笼作业以后，需要施工人员有序开展混凝土的灌注作业活动。具体内容涉及：首先，施工人员需要做好钻孔的二次清孔作业活动，然后合理控制孔底沉渣的厚度，可以更好地保障整体施工作业质量。其次，对于首批灌注混凝土而言，需要实际符合导管首次埋置深度，需要大于或等于 1m 以及满足填充导管底步高度需求。在下落首批混凝土之后，需要确保灌注混凝土作业活动突出连续性特征。实际灌注作业期间，应合理控制导管埋置深度，通常在 $2\sim 6\text{m}$ 。灌注过程中，应做好桩顶标高控制工作，需要高出设计标高 1m 左右，并科学控制混凝土自身强度。此外，应凿除多余的桩头，避免桩头出现松散层。

1.8 注重检测桩基质量

路桥施工工程建设期间，钻孔灌注桩施工技术充分展现出自身应用价值。但是，在实际操作过程中，该工艺呈现出隐蔽性特征，一旦没有合理进行应用，会直接影响整

体施工作业质量。针对这个情况，为了提升钻孔灌注桩施工技术的应用水平，在结束钻孔灌注桩作业活动以后，工作人员需要严格检测桩基的质量。质量检测过程中，通常采用弹性波法、超声波法等检测技术，可以提高整体检测效果。

2 探究路桥施工工程中钻孔灌注桩施工质量管理策略

2.1 注重管控钻进过程

在实际应用钻孔灌注桩施工技术时，钻进期间容易遇到几个问题，具体为：首先，卡钻。当遇到孤石或者是坚硬地层时，容易出现卡钻问题。针对这个问题，主要原因在于：施工人员没有科学控制钻进参数以及没有选择适合的钻头等。当出现卡钻情况，施工人员需要结合实际情况，做好钻头的更换工作，并对钻压、钻速等相关参数做出科学调整。其次，塌孔问题。当出现塌孔问题，通常是因为没有全面落实护壁工作或者是泥浆的性能没有符合施工

质量标准,当碰到淤泥、流沙等软弱地层时,容易出现塌孔现象。为了提高整体施工质量,施工人员需要严格把控泥浆质量,并做好泥浆的配比工作,能够提升护壁整体性能。与此同时,施工企业应制定完善的施工质量措施以及有序开展二次护壁作业活动,能够对塌孔及时进行封堵,有效提高成孔质量。最后,孔斜问题。当施工中发生孔斜问题,主要因为施工操作不合理、钻机设备没有满足精度要求等问题。针对这些问题,施工人员需要加强维护与保养施工机械设备,注重提升设备的精度。通过对钻进参数进行科学控制,能够防止钻头出现偏斜问题。当出现比较严重的孔斜问题,施工人员需要合理应用导向仪,及时做好测斜校正工作。

施工企业在实际应用钻孔灌注桩施工技术期间,需要全面了解路桥施工工程的质量建设目标、建设方向等相关内容,然后科学把控施工作业流程,有利于逐渐提升工程建设质量。对于监理单位而言,应结合施工作业内容,不断优化质量监管作业模式,并做好监督工作,可以帮助施工人员明确自身岗位职责以及具体工作内容。此外,应构建完善的施工质量监测小组。在实际应用钻孔灌注桩施工技术时,如果出现质量问题,施工人员需要深入分析问题的产生原因。在施工作业之前,施工企业应组织施工人员开展系统性的专业培训以及加大安全教育力度,有利于加强培养施工人员的施工安全质量意识。通过制定完善的质量管控措施,能够全面提升路桥工程施工质量^[6]。

2.2 加强把控吊放钢筋笼以及混凝土灌注作业质量

吊放钢筋笼之前,施工人员需要对钢筋间距、笼体尺寸等进行严格检查。在进行吊装作业期间,应做到缓慢、平稳,防止笼体出现受阻或者是变形等情况。在吊装期间,如果施工人员遇到阻碍时,需要中止吊放,并及时查明产生的原因,然后做出科学调整。完成吊放作业活动以后,施工人员应严格检查钢筋笼的中心位置、垂直度等相关内容。此外,在严格控制混凝土灌注作业环节时,施工人员需要确保灌注作业活动突出连续性特征,中间停顿时间不能超出45分钟。在实际灌注作业期间,施工人员应确保导管的提升速度和混凝土面升高的速度保持一致,防止出现过慢或过快情况,并提高灌注的密实度。施工人员应对混凝土的面标高进行实时观测,并对灌注速度、导管埋深情况等进行科学调整。在灌注作业期间,工作人员需要对灌注以及振捣的数量、时间等相关信息进行全面记录,为后续质量检查工作提供更多数据参考。结束灌注工作以后,

需要及时处理桩头,具体涉及:桩头的保护、截除以及封浆等相关内容,避免桩头的混凝土受到不同程度污染^[7]。

2.3 全面落实质量检测工作

工作人员需要合理应用超声波检测、投放锤砵等多种方式,能够对成孔的垂直度、孔径以及孔深等进行严格检查,并对钻孔期间产生的问题及时进行处理。第二,通过声波透射法、高应变法、低应变法等检测技术,能够明确桩身是否具备完整性。当检测结果存在异常情况,工作人员需要合理应用静载试验或钻芯取样等多种方式,然后再次开展检测工作。第三,工作人员应对单桩开展静载试验作业活动,并对桩侧阻力、混凝土强度等进行严格检测,确保桩基设计方案更具科学性与合理性^[8]。

3 结束语

综上所述,路桥施工工程建设期间,钻孔灌注桩施工技术得到了有效应用,能够提高路桥的承载能力以及结构的稳定性等,充分展现出该施工技术的应用价值。因此,施工企业需要结合路桥施工现场的具体情况,制定完善的钻孔灌注桩施工技术应用方案,并严格开展质量管控工作,能够全面提升整体施工质量与施工效率,从而促进路桥工程领域的长远发展。

参考文献

- [1] 孙卫先. 路桥工程中钻孔灌注桩施工技术的应用分析[J]. 运输经理世界, 2025, (05): 113-115.
- [2] 徐朗. 路桥工程中钻孔灌注桩施工技术应用研究[J]. 汽车周刊, 2025, (02): 128-130.
- [3] 姬子涵. 路桥施工工程中钻孔灌注桩施工技术的应用分析[J]. 汽车周刊, 2024, (12): 87-89.
- [4] 罗凯, 欧阳天庭. 钻孔灌注桩施工技术在港口工程中的应用分析[J]. 运输经理世界, 2023, (34): 140-142.
- [5] 许培源, 崔洋, 张意, 唐天雄. 分析钻孔灌注桩施工技术在房屋建筑工程中的应用[J]. 中国住宅设施, 2022, (11): 118-120.
- [6] 张磊. 建筑工程中钻孔灌注桩施工技术的应用要点分析[J]. 安徽建筑, 2022, 29(08): 27-28+101.
- [7] 徐义军. 路桥工程中钻孔灌注桩施工技术的应用[J]. 运输经理世界, 2022, (01): 110-112.
- [8] 郑华英. 路桥施工工程中钻孔灌注桩施工技术应用研究[J]. 运输经理世界, 2021, (31): 110-112.