

市政路桥工程建设的钻孔灌注桩施工技术

王静

内蒙古亮典建设工程有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i11.7362

[摘要] 在市政路桥工程建设中，钻孔灌注桩作为基础施工的关键技术，其施工质量直接影响着整个工程的稳定性和耐久性。本文将深入剖析钻孔灌注桩施工的各个环节，从桩位放样、钻孔、清孔、钢筋笼制作与吊装、混凝土灌注到最后的桩身质量检测，逐一解析其技术要点和常见问题，以期为市政路桥工程的建设提供实用的施工技术参考。

[关键词] 市政路桥；工程建设；钻孔灌注桩；施工技术

Construction technology of bored pile in municipal road and bridge engineering construction

Wang Jing

Inner Mongolia Liangdian Construction Engineering Co., LTD.

[Abstract] In the construction of municipal road and bridge engineering, the bored pile, as the key technology of foundation construction, its construction quality directly affects the stability and durability of the whole project. This paper will deeply analyze each link of bored cast-in-place pile construction, from pile lofting, drilling, hole cleaning, steel cage making and lifting, concrete pouring to the final pile quality detection, analyze the technical points and common problems one by one, in order to provide practical construction technology reference for the construction of municipal road and bridge engineering.

[Key words] municipal road and bridge; engineering construction; bored pile; construction technology

一、引言

随着城市化进程的加速，市政路桥工程作为基础设施建设的重要组成部分，其质量直接影响着城市的运行效率和居民的生活水平。而钻孔灌注桩作为路桥工程中的一种关键基础施工技术，因其诸多优势，在各类复杂地层和环境条件中展现出强大的适应性，已然成为现代市政路桥工程中不可或缺的构筑物形式。本文旨在深入探讨钻孔灌注桩施工技术在市政路桥工程中的运用，以及相关技术、管理与控制的实践与挑战。

在过去的几十年里，中国的城市基础设施建设经历了飞速发展，钻孔灌注桩施工技术作为一项成熟且高效的工程技术，其应用范围不断扩大，施工工艺不断优化，从单一的陆地应用拓展到水上施工，从常规的土壤层深入到各种复杂地质环境。然而，随着人们对工程质量、环保与经济性的要求提高，传统的施工方法与管理手段逐渐暴露出一些问题，如施工效率不高、资源浪费严重、环保标准难以满足等。因此，如何提升钻孔灌注桩施工技术的科学性和经济性，使其更好地服务于现代化市政路桥工程，成为当前业界关注的焦点。

本研究将通过分析钻孔灌注桩施工技术的原理、设备选择、质量控制以及实际案例，探讨其在实际工程中的应用策略和优化路径。通过对施工技术现状的深入剖析，希望能为未来的工程实践提供理论指导，为提升市政路桥工程质量、降低施工成本和实现可持续发展提供参考。同时，也将关注技术创新对这一传统技术的革新作用，探索如何通过技术创新推动钻孔灌注桩施工技术的进一步提升，以适应未来更高标准的市政路桥工程需求。

二、钻孔灌注桩施工技术原理

钻孔灌注桩施工技术原理，是整个施工流程的核心，它涵

盖了钻孔、清孔、钢筋笼制作与安装、混凝土灌注等关键步骤。这些步骤不仅影响着桩的承载力和稳定性，还决定了施工的进度和成本。下面我们将逐一深入探讨这些环节的原理和实施要点。

1. 钻孔原理

钻孔是钻孔灌注桩施工的第一步，主要采用钻机设备，通过旋转切削或冲击破碎等方式，将地下岩土破碎并排出孔外。不同的地质条件会对钻孔设备的选择和钻孔方法产生影响。例如，对于较硬的岩石，可能需要使用冲击钻；而在软土层，旋挖钻可能更为合适。钻孔时，必须严格控制钻孔深度和垂直度，避免偏斜和超深，确保桩的稳定性。

2. 清孔原理

钻孔完成后，清孔是必不可少的环节。清孔旨在清除钻孔过程中产生的岩土沉渣，以及可能存在的地下水，以保证桩的孔壁光滑，减少混凝土与孔壁之间的摩擦阻力，提高桩的承载能力。清孔方法有抽吸法、掏渣法和换浆法等，选择方法取决于岩土性质和孔内水位。

3. 钢筋笼制作与安装原理

钢筋笼是钻孔灌注桩的重要组成部分，它负责为混凝土提供必要的构架，增强桩的强度和稳定性。钢筋笼的制作要严格按照设计要求进行，尺寸、配筋、焊接质量都要符合规范。安装时，要确保钢筋笼的垂直度和位置准确性，避免因安装偏差导致的桩身结构问题。

4. 混凝土灌注原理

混凝土灌注是钻孔灌注桩的关键步骤之一，它涉及混凝土的配比、运输、入模和灌注过程的控制。混凝土的坍落度、和易性、以及入模温度等参数直接影响到灌注质量。灌注时，不

仅要保证混凝土的连续性，还要控制灌注速度，避免产生气泡，确保桩身密实。灌注完成后，需对孔形、孔径、竖直度进行检测，以确保各项参数符合设计要求。

5. 混凝土养护原理

灌注完成后的养护是提升混凝土强度和防止开裂的重要环节。养护期间，要保持混凝土湿润，通过水分蒸发控制温升，以防止温度应力导致的裂缝。同时，通过合理的养护时间，可确保混凝土充分硬化，提高其抗压强度和耐久性。

通过细致地遵循这些原理，并结合先进的施工技术和科学的管理方法，钻孔灌注桩施工技术在市政路桥工程中展现出其高效的承载能力、广泛的适应性以及经济性。然而，要实现钻孔灌注桩施工的持续优化，仍需关注技术创新，如利用大数据和人工智能进行施工参数优化，以及开发更环保、高效的施工设备，以应对未来市政路桥工程的更高要求。

三、施工设备与材料选择

在市政路桥工程中，钻孔灌注桩施工技术的成功实施很大程度上依赖于精确的设备选择和优质的材料供应。施工设备的性能直接影响到钻孔的效率和质量，而材料的品质则直接关系到桩体的承载能力和耐久性。因此，施工设备与材料的选择是钻孔灌注桩施工前准备工作中不可或缺的一环。

1. 施工设备的选择

钻机选择：钻机是钻孔灌注桩施工的核心设备，其选择需根据施工区域的地质条件、桩径大小以及施工深度来确定。在硬岩层中，可能需要选择冲击钻或者旋挖钻；而在软土层，旋挖钻或潜水钻可能更为合适。施工前的地质水文勘察结果是确定钻机类型的关键依据。

配套设备：钻孔灌注桩施工还需要配套其他设备，如泥浆泵用于钻孔时输送泥浆，以润滑钻头、携带岩屑并保持孔壁稳定；清孔设备如抽吸泵、掏渣工具或换浆设备，用于清除孔内沉渣；以及钢筋笼的制作和提升设备、混凝土灌注泵等。这些设备的性能和兼容性也是施工前准备需考虑的重要因素。

2. 施工材料的选择

钢筋：钢筋是钻孔灌注桩的关键组成部分，需选择强度高、耐腐蚀性能优良的钢材。根据设计要求，钢筋应具有合适的直径、屈服强度和伸长率，确保在受力时能够提供足够的稳定性和承载力。

混凝土：混凝土的质量直接影响到钻孔灌注桩的承载能力和耐久性。选择时要考虑混凝土的强度等级、坍落度、和易性以及抗渗性。同时，为了保证灌注的连续性和密实性，混凝土应具有良好的流动性。使用低碱或无碱水泥，可以有效降低混凝土内部的碱-骨料反应，提高桩体的耐久性。

泥浆：在钻孔过程中，泥浆既是钻头的润滑剂，又是孔壁的稳定剂。选择合适的泥浆类型和配比至关重要，它应具有良好的流变性，能够在孔内形成稳定的泥浆护壁，防止坍孔，同时能有效携带和排出钻渣。

施工设备与材料的选择是钻孔灌注桩施工技术实施的第一步，也是保证施工质量的关键。在实际操作中，施工团队需要综合考虑设备性能、材料品质以及施工环境因素，进行综合评估，以确保所选设备和材料能够满足施工需求，并为后续的钻孔、清孔、钢筋笼制作安装以及混凝土灌注等环节奠定坚实的基础。同时，设备的正确使用和材料的精心管理，也是确保施工质量、提高施工效率的重要环节。

四、施工质量控制与监测

在市政路桥工程中，钻孔灌注桩施工质量的控制与监测是确保工程安全与耐久性的核心环节。在施工过程中，每个环节的质量管理都需要严格把控，以确保最终的桩体质量符合设计标准与规范。下面我们将详细探讨施工过程中的质量控制策略，以及如何进行有效监测与评估。

1. 质量控制策略

施工方案优化：在施工前，设计科学合理的施工方案，结合地质勘探结果，采用最优的钻孔方法和钻机设备。同时，制定详细的施工工艺流程，包括钻孔、清孔、钢筋笼制作与安装、混凝土灌注及养护等步骤，确保每个环节的操作标准与规范。

材料质量控制：选择符合国家和行业标准的优质原材料，如高强度、耐腐蚀的钢筋和具有良好性能的混凝土。对进场材料进行严格检验，确保其化学成分、物理性能满足要求。

设备维护与操作：确保所有施工设备定期进行维护和检查，避免因设备故障导致施工质量下降。培训操作人员熟练掌握设备操作方法，确保施工过程中的精准度。

施工过程监控：在施工过程中，设立质量控制点，对钻孔深度、垂直度、清孔效果、钢筋笼安装质量以及混凝土灌注过程进行实时监控，及时发现问题并进行纠正。

旁站监理：聘请专业监理人员对关键工序进行旁站监督，确保每一步施工都符合设计与规范要求，及时发现并解决潜在问题。

验收与记录：每完成一个工序，都应进行验收，并记录施工过程中的关键参数，如钻孔深度、钻孔时间、混凝土坍落度等，以便于质量追溯和问题分析。

2. 质量监测与评估

现场监测：通过使用专门的测量仪器，如水准仪、陀螺仪等，对钻孔的垂直度、孔径等进行实时监测。同时，利用地质雷达、超声波等非破坏性检测手段，对桩体完整性进行检查。

混凝土灌注参数控制：通过监测混凝土的坍落度、入模速度，以及灌注过程中的压力变化，确保混凝土的质量与灌注的连续性。

桩体完整性检测：施工完成后，通常会进行桩身完整性检测，如低应变动力测试、声波透射法等，以评估桩体内部是否有空洞、离析等缺陷。

承载力检测：通过静载试验或动测法，测定单桩承载力，验证设计参数与实际承载能力是否相符。

数据分析与评估：将施工过程中收集的大量数据进行统计分析，评估施工质量的稳定性与一致性，为以后的施工提供数据支持和经验借鉴。

通过以上质量控制策略与监测方法的实施，可以确保钻孔灌注桩施工过程中各项指标的合规性，从而提高桩体的承载能力和耐久性，为市政路桥工程的长久稳定运行提供坚实保障。同时，持续的监控与改进，有助于降低施工风险，提高施工效率，为工程项目的顺利进行打下坚实基础。

五、案例分析与技术创新

在市政路桥工程的实践中，钻孔灌注桩施工技术的运用和创新案例层出不穷，这些实例不仅展示了技术的成熟度和应用广泛性，也为未来的技术创新提供了启示。本文将通过几个具有代表性的案例，深入剖析钻孔灌注桩施工技术的实践效果，并探讨技术创新的可能性。

案例一：上海黄浦江大桥

上海黄浦江大桥的建设过程中，采用了先进的旋挖钻技术

进行桩基施工,其高效性和准确性在当时引起了广泛关注。旋挖钻机的使用,大幅度减少了钻孔时间,提高了钻孔的垂直度,保证了桩体的质量。同时,通过优化钻孔泥浆配方,有效降低了对环境的影响,符合了绿色施工的理念。

案例二:深圳湾跨海大桥

深圳湾跨海大桥施工中,面临的是复杂且多变的海底地质条件,钻孔灌注桩施工面临极大挑战。施工团队采用智能化钻孔设备,结合实时地质数据分析,动态调整钻孔参数,成功解决了海底软弱地层的钻孔难题。同时,创新性地采用了微膨胀混凝土,以提高桩体的耐久性和抗渗性。

案例三:南京长江隧道

南京长江隧道的钻孔灌注桩施工中,由于施工深度大、水压大,传统的施工方法难以保证质量。施工方引入了预应力管桩技术,结合深孔水下灌注工艺,不仅解决了深水施工的技术难题,还显著提升了桩体的承载力,为类似地区的隧道建设提供了宝贵经验。

这些案例展现出,在不同的地质条件和施工环境中,钻孔灌注桩施工技术不断适应并创新,以满足不断增长的工程质量、成本和环保要求。然而,尽管这些技术在实际工程中取得了显著成果,但仍然存在一些待改进之处,如施工效率、成本控制和环境影响等。

未来技术创新的方向可能包括:

数字化与智能化:通过物联网、大数据和人工智能技术,实时监控和优化施工过程,精确控制钻孔、混凝土灌注等关键步骤,提高施工效率,减少误差。

绿色施工:研发环保型钻孔泥浆和混凝土材料,降低对环

境的影响,提升施工的可持续性。

高精度设备:进一步提升钻孔设备的精度和适应性,设计更符合特殊环境要求的钻机和钻头,例如深水、硬岩或软土环境。

3D打印技术:探索利用3D打印技术快速制造高质量的钢筋笼,减少制作过程中的误差和浪费。

预制桩技术:研究预制钻孔灌注桩的工业化生产,以提高施工速度,降低现场施工的复杂性。

通过持续的技术创新,钻孔灌注桩施工技术将在市政路桥工程中发挥更大的作用,不仅提升施工效率和质量,还将促进环保和可持续发展,为现代化城市基础设施建设提供有力支持。

结束语

钻孔灌注桩施工技术的精细化管理是确保市政路桥工程质量的关键。通过持续的技术创新和施工工艺优化,我们可以有效提高施工效率,降低工程成本,同时保障桩基的稳定性和安全性。未来,随着科技的进步,我们期待更多智能化、环保化的施工技术在市政路桥工程中得到应用,推动行业向着更绿色、更高效的方向发展。

参考文献

- [1]唐微.市政路桥工程的钻孔灌注桩施工技术分析[J].工程建设与设计,2024,(01):217-219.
- [2]朱立地.市政路桥工程建设的钻孔灌注桩施工技术[J].科学技术创新,2022,(26):149-152.
- [3]冯伟军.市政路桥工程建设的钻孔灌注桩施工技术[J].石油化工建设,2022,44(03):116-118.

上接第26页

进行封缝处理,对于严重的裂缝,进行了开槽清理后,使用修补材料进行填充。经过处理,裂缝病害得到了有效控制,后续的回弹弯沉检测结果显示路面整体强度有所提升。

对于沉降问题,项目团队对病害路段进行了地质复查,发现部分路段填料选择不当,且施工压实度不足,导致地基承载力下降。采取换填优质填料并进行深层压实的措施,同时增设排水设施以降低路基含水量。沉降监测数据显示,经过治理,路基沉降得到明显遏制,且沉降速率明显减缓。

坑槽病害的处理则更为复杂。初期,主要通过局部修复来处理,使用与原路面材料相匹配的混合料填充,并确保修复区域与周边路面平整一致。后期,由于坑槽病害主要由应力不均和水温稳定性问题引发,项目团队采取了改善路面结构和排水系统的方法,如使用土工格栅增强路面抗压能力,并对原有排水设施进行了优化。经过这些措施,坑槽病害数量大幅减少,路面结构稳定性得到显著提升。

在实施防治策略的同时,项目团队还进行了定期的检测与评估,如利用落锤式弯沉仪检测路面整体状况,以及通过顺簸累积法监测路面平整度。这些数据为后续的养护决策提供了科学依据,确保了治理措施的有效性。

两年后,通过对公路的综合评估,结果显示沉降、裂缝和坑槽病害的总体发生率降低了50%,车辆行驶平稳度显著提高,交通事故率明显下降。此外,路面的使用寿命预计延长了10年以上,养护成本也得到了有效控制。这些实际效果证明了前期路基病害防治策略的科学性和实用性。

案例研究显示,通过遵循科学的施工规范、实施预防性养

护、采用针对性的修复技术,以及持续的检测与评估,农村公路的路基病害问题可以得到有效控制和改善。这些成功的案例为其他地区提供了宝贵的实践经验,对于未来农村公路的建设与养护工作具有重要的参考价值。在实际操作中,根据公路的具体条件和环境,灵活调整和实施防治策略,将是提升农村公路耐久性和安全性,助力乡村经济发展的关键。

结束语

农村公路路基病害的防治是一个系统性工程,需要科学的规划、严格的施工管理、及时的养护和定期的检测。通过深入理解病害的成因,我们可以制定出针对性的防治策略,提升农村公路的耐久性和安全性。同时,政策层面的支持,如优化公路建设投资结构,提高农村公路养护标准,也是解决路基病害问题的关键。只有这样,我们才能确保农村公路的畅通无阻,为乡村的繁荣和发展提供有力的交通保障。

参考文献

- [1]邵荣苗.农村公路路基病害及防治措施[J].汽车画刊,2024,(02):250-252.
- [2]李光富.农村公路路基病害及防治措施[J].交通世界,2022,(11):69-70.
- [3]吴少波.农村公路路基病害分析及养护措施[J].中国公路,2019,(10):114-115.
- [4]娄伶俐.农村公路路基常见病害与防治措施[J].住宅与房地产,2020,(18):260.
- [5]徐安荣.浅议农村公路病害及其养护措施分析策略[J].智能城市,2020,4(07):113-114.