

市政路桥工程的钻孔灌注桩施工技术分析

韩高茂

宏润建设集团股份有限公司

摘要：市政路桥工程作为城市交通的重要组成部分，其施工质量直接关系到城市的发展和居民的生活。钻孔灌注桩施工技术作为市政路桥工程中的一种关键工艺，其应用广泛，对于提高工程质量、确保施工安全具有重要意义。本文将对市政路桥工程中钻孔灌注桩施工技术的要点进行深入分析，并探讨施工中常见的事故及其处理措施。

关键词：市政路桥工程；钻孔灌注桩；施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.18.062

一、钻孔灌注桩技术的应用原理

钻孔灌注桩施工技术是通过在地面钻孔，然后在孔内安装钢筋笼并灌注混凝土，形成桩体。桩体与周围土壤共同作用，形成承载能力，从而实现路桥的稳定性和安全性。这种技术具有施工速度快、适用范围广、承载能力高等优点，因此在市政路桥工程中得到了广泛应用。

二、市政路桥工程钻孔灌注桩施工技术的要点

（一）施工准备

在市政路桥工程钻孔灌注桩施工前，施工场地的布置是至关重要的一步。这关系到施工机械和材料的进出是否顺畅，进而影响整个工程的进度和质量。因此，需要对施工场地进行合理规划，确保机械和材料在需要时能够及时到达并有序摆放。为了保障施工机械和材料的顺利进出，施工场地需要保持平整、宽敞，并设置合适的进出口。进出口的位置应避免交通繁忙的区域，以减少运输过程中的延误。此外，对于大型施工机械，还需在场地内设置专门的停放区域，以确保其安全和稳定。在机械设备进场前，必须进行全面的维护和检查。这包括对设备的各个部件进行仔细的检查，确保其完好无损；对设备进行必要的润滑和保养，以确保其正常运行；对设备的安全装置进行测试，确保其灵敏可靠。通过这样的进场维护，可以最大限度地减少设备在施工过程中出现故障的可能性，从而保证工程的顺利进行。此外，确定桩位坐标并编号也是施工前的重要工作。桩位坐标的准确性直接关系到灌注桩的质量和位置精度。因此，需要使用精确的测量仪器和方法来确定桩位坐标，并在现场进行标记和编号。这样，在后续施工过程中，施工人员就能够根据这些准确的数据来定位桩位，从而确保灌注桩的质量和位置精度。

（二）护筒埋设

在市政路桥工程中，钻孔灌注桩施工是常见且关键

的技术手段。而在这一施工过程中，护筒的作用不可忽视。护筒作为钻孔灌注桩施工中的重要设备，旨在保护孔壁，防止坍塌，确保施工过程的顺利进行。护筒的埋设是确保钻孔灌注桩施工质量的关键环节。其埋设要求十分严格，需要确保护筒垂直、稳定，且与孔壁紧密贴合。垂直度的保证能够防止钻孔过程中的偏差，确保桩身的准确位置；而稳定性的确保则能够防止护筒在施工过程中的移位或倾斜，保证孔壁的稳定性。此外，护筒与孔壁的紧密贴合则能够有效防止孔壁坍塌，为后续的灌注作业提供坚实的保障。护筒的选择也是施工中需要重点关注的问题。护筒的材质、尺寸和形状等都会对施工效果产生重要影响。一般来说，护筒应选用具有一定强度和刚度的材料，如钢板或钢筋混凝土等，以承受施工过程中的各种外力作用。同时，护筒的尺寸和形状应根据具体工程要求和地质条件进行定制，以确保其能够满足施工需求。此外，护筒的埋设深度也是决定其效果的关键因素。埋设过浅可能导致护筒无法有效发挥保护作用，而埋设过深则可能增加施工难度和成本。因此，在确定护筒埋设深度时，应综合考虑工程要求、地质条件、施工条件等多方面因素，以确保护筒能够发挥最佳效果。

（三）钻机安装

市政路桥钻孔灌注桩施工是一个复杂而精细的过程，其中钻机的安装是至关重要的一环。钻机的安装质量直接关系到钻孔的精度和整体工程的稳定性。在安装钻机时，工程师们必须确保钻机处于水平状态，保持稳定不动，因为任何微小的倾斜或不稳定都可能导致钻孔的偏差，进而影响到整个工程的质量。为了确保钻机的水平，通常会使用专业的水平仪进行测量和调整。水平仪能够精确地检测出钻机是否处于水平状态，为工程师提供准确的调整依据。此外，钻机的稳定性也是不容忽视的因素。为了增强稳定性，通常会采用加固措施，如增加支撑结构、使用重型底座等，以确保钻机在施工过程中不会发生晃动或移位。除了水平和稳定性，钻头的位置也是至关重要的。钻头必须精确地放置在桩位坐标上，以确保钻孔的准确性和垂直度。为了实现这一目标，工程师们通常会使用先进的定位技术，如GPS定位、激光测距等，以确保钻头位置的精确性。此外，还会在施工现场设置多个控制点，通过测量和校准，确保钻头能够准确地对准桩位坐标。在实际施工过程中，工程师们还会根据现场的具体情况进行灵活调整。例如，当遇到地质条件复杂或地下水位较高的情况时，可能需

要采取特殊的措施来确保钻机的稳定性和钻孔的质量。这些措施可能包括增加支护结构、调整钻进速度、使用特殊的钻头或泥浆等。

（四）泥浆制备

在钻孔过程中，会产生大量的钻渣，这些钻渣如果不能及时清理，将会严重影响钻孔的质量和效率。而泥浆则可以通过其黏性和流动性，将钻渣有效地携带至孔外，保持孔内的清洁。同时，泥浆还能够将钻渣带至地面，方便后续的处理和利用。为了确保泥浆的性能满足施工需要，在制备泥浆时必须严格按照要求进行。首先，要选择合适的水泥材料，如膨润土、水、添加剂等。其次，要控制好泥浆的配比，确保泥浆的黏度、密度等参数符合施工要求。此外，还要注意泥浆的搅拌和循环使用，避免泥浆的沉淀和老化。

（五）钻孔清孔

市政路桥工程的钻孔工作是整个建设过程中的重要环节，它为后续的基础施工奠定了坚实的基础。然而，仅仅完成钻孔并不足以保证整个工程的顺利进行，对孔内的清理工作同样至关重要。清孔处理，即是在钻孔完成后，对孔内进行彻底清理，以去除孔内残留的钻渣和泥浆。清孔工作的重要性不容忽视，因为它直接关系到后续钢筋笼的安装和混凝土的灌注质量。如果孔内清理不彻底，残留的钻渣和泥浆可能阻碍钢筋笼的顺利下放，甚至导致钢筋笼的位置偏移，从而影响到整个结构的稳定性。此外，不干净的孔内环境还可能导致混凝土灌注时出现堵塞、离析等问题，严重影响混凝土的均匀性和密实性。为了确保清孔质量，市政路桥工程施工中需要采取一系列有效的措施。首先，在钻孔完成后，应立即进行初步清理，利用高压水枪或专门的清孔设备将孔内的钻渣和泥浆冲刷干净。其次，对于孔底较难清理的区域，可以采用特制的清孔刷或吸泥机进行深度清理，确保孔底无积渣。此外，施工过程中还应定期对清孔效果进行检查，以确保孔内环境满足后续施工要求。除了施工过程中的清孔处理，对清孔质量的把控也离不开科学的技术手段和严格的管理制度。例如，可以引入先进的孔内摄像技术，对孔内环境进行实时监测和记录，以便及时发现问题并进行处理。同时，施工单位还应建立完善的清孔质量检查制度，对每一个钻孔的清理效果进行严格把关，确保每一个环节都符合规范要求。

（六）钢筋笼设置

钢筋笼的设置，是其中的关键环节之一，其设置要求严格，需要精确控制其位置和稳定性，以确保与孔壁的紧密贴合。首先，钢筋笼的位置准确性是确保其发挥功能的基础。在钻孔灌注桩施工过程中，钢筋笼的位置必须精确无误，既要满足设计要求，又要符合工程实际。如果钢筋笼位置出现偏差，不仅会影响灌注桩的整体受力性能，还可能导致桩身出现裂缝甚至断裂，严重

影响工程质量。因此，在设置钢筋笼时，需要借助先进的测量设备和精确的计算方法，确保钢筋笼的准确位置。其次，钢筋笼的稳定性也是至关重要的。在钻孔灌注桩施工过程中，由于土壤的物理性质和施工环境的影响，可能会导致孔壁出现坍塌或变形。如果钢筋笼不能稳定地放置在孔内，就可能会受到孔壁变形的影响，从而导致钢筋笼的位置发生变化。这不仅会影响灌注桩的施工质量，还可能对后续的施工工作带来困扰。因此，在设置钢筋笼时，需要采取有效的措施，如设置支撑、加固钢筋笼等，以确保其稳定性。此外，钢筋笼与孔壁的紧密贴合也是非常重要的。如果钢筋笼与孔壁之间存在空隙，就可能导致混凝土在灌注过程中流入空隙，从而影响灌注桩的整体质量。同时，空隙的存在还可能导致灌注桩在受力过程中出现应力集中，从而降低其承载能力。因此，在设置钢筋笼时，需要采取适当的措施，如调整钢筋笼的尺寸、形状等，以确保其与孔壁的紧密贴合。

（七）混凝土灌注

市政路桥工程钻孔灌注桩施工中，混凝土灌注这一环节具有举足轻重的地位。作为最后的施工工序，它不仅直接关系到桩身的质量和稳定性，更是整个工程成功的关键所在。因此，在灌注混凝土的过程中，必须对混凝土的品质、流动性以及灌注速度进行精细的控制，以确保工程质量和安全。首先，确保混凝土的均匀性是至关重要的。在混凝土灌注前，必须对其进行充分的搅拌，使骨料、水泥、水等组分充分混合，避免出现内部组分分布不均的情况。这是因为，混凝土的不均匀性可能会导致桩身强度不足，甚至引发开裂、断裂等严重的质量问题。为了确保混凝土的均匀性，还需要对原材料进行质量检查，确保它们符合施工要求。同时，施工过程中还需要进行混凝土取样检测，以及时发现和解决潜在的质量问题。其次，混凝土的流动性对于灌注过程同样重要。流动性良好的混凝土能够顺利流入桩孔，减少阻力，提高灌注效率。为了实现这一目标，可以通过调整混凝土的水灰比、添加适量的外加剂等方式来改善其流动性。然而，在追求流动性的同时，还需要确保混凝土不离析、不泌水，以免对桩身质量产生不良影响。因此，在混凝土配制过程中，需要进行充分的试验和验证，找到最佳的水灰比和外加剂用量。此外，控制灌注速度也是确保工程质量的关键。过快的灌注速度可能导致混凝土在桩孔内产生涡流、冲刷等现象，破坏桩身结构的完整性。而过慢的灌注速度则可能使混凝土在桩孔内停留时间过长，导致混凝土硬化、失去流动性，从而难以继续灌注。因此，在灌注过程中，需要根据实际情况调整灌注速度，确保混凝土能够均匀、连续地流入桩孔。同时，还需要对灌注过程进行实时监测和控制，及时发现和解决问题。除了上述三个方面的控制外，还需

要关注其他一些细节问题。例如，在灌注过程中要时刻关注混凝土的坍落度变化，及时调整配合比；保持灌注管道的畅通无阻，避免混凝土堵塞；在灌注结束后，要及时对桩头进行清理和处理，确保桩身的完整性。

三、市政路桥工程钻孔灌注桩施工中常见事故及处理的措施

（一）护筒下沉

护筒下沉是钻孔灌注桩施工过程中常见的事故之一，它可能对工程的稳定性和安全性产生严重影响。护筒下沉的主要原因是地质条件复杂、护筒自身稳定性不足或施工操作不当。为了有效预防护筒下沉，可以采取以下措施：首先，在护筒底部设置一定厚度的砂垫层，这样可以增加护筒与地基之间的摩擦力，从而提高护筒的稳定性。砂垫层的材料应选用粒径适中、级配良好的砂土，确保其具有良好的透水性和承载能力。其次，施工过程中要定期检查护筒的垂直度和稳定性。可以使用专业的测量仪器，如经纬仪、水准仪等，对护筒的垂直度进行精确测量。一旦发现护筒出现倾斜或下沉的趋势，应立即停止施工，采取相应措施进行处理。此外，为了避免施工操作不当导致护筒下沉，应加强对施工人员的培训和管理。确保施工人员熟悉钻孔灌注桩的施工流程和操作规程，严格按照施工要求进行施工。

（二）钻孔倾斜

钻孔倾斜是钻孔灌注桩施工过程中另一个常见的问题。它可能是由于地质条件复杂、钻机安装不稳定或钻进方法不当等原因引起的。钻孔倾斜不仅会影响桩身的垂直度，还可能导致桩身断裂等严重后果。为了避免钻孔倾斜的发生，可以在施工前对地质条件进行详细勘察。了解地层分布、岩土性质、地下水位等信息，为选择合适的钻机和钻进方法提供依据。在钻进过程中，要定期检查钻机的水平和稳定性。可以使用水平尺、水准仪等设备对钻机进行校准，确保其处于水平状态。同时，根据地质条件的变化，及时调整钻进速度和钻进方向。此外，选择合适的钻进方法和钻进参数也是避免钻孔倾斜的关键。对于不同地层和岩土性质，应选择不同的钻进方法和钻进参数。例如，在软土层中钻进时，应适当降低钻进速度，增加泥浆压力，以保持孔壁的稳定。

（三）坍孔

坍孔是钻孔灌注桩施工过程中常见的事故之一。它主要是由于孔壁稳定性不足导致的。孔壁稳定性不足可能是由于地质条件复杂、泥浆性能不佳或钻进速度过快等原因引起的。坍孔的发生不仅会影响桩身的完整性和承载能力，还可能对周边环境造成安全隐患。为了防止坍孔的发生，可以采取以下措施：首先，在护筒内加入一定量的膨润土或其他稳定剂。膨润土具有良好的吸水膨胀性和黏附性，可以增加孔壁的厚度和强度，从而提

高孔壁的稳定性和承载能力。其次，控制泥浆的性能和钻进速度。泥浆在钻孔过程中起到润滑和支撑孔壁的作用。因此，应选择合适的泥浆类型和性能参数，确保泥浆具有良好的润滑性和稳定性。同时，根据地质条件的变化，适时调整钻进速度，避免对孔壁造成过大的扰动。此外，还可以采取一些辅助措施来增强孔壁的稳定性和承载能力。例如，在软弱地层中钻进时，可以在孔内设置钢筋笼或钢管等支撑结构，以提高孔壁的承载能力。同时，加强施工过程中的监控和检测工作也是非常重要的。可以通过安装孔内摄像头、孔内压力计等设备来实时监测孔内情况，及时发现问题并采取相应措施进行处理。

（四）断桩

断桩是钻孔灌注桩施工过程中严重的事故之一。它主要是由于混凝土灌注过程中出现的问题导致的。断桩的发生不仅会影响桩身的完整性和承载能力，还可能对整个工程的安全性产生严重影响。为了避免断桩的发生，可以采取以下措施：首先，在灌注混凝土前对钢筋笼进行仔细检查。钢筋笼是钻孔灌注桩的重要组成部分，其位置和稳定性对桩身的承载能力有重要影响。因此，在灌注混凝土前应对钢筋笼进行全面检查，确保其位置准确、稳定。其次，控制灌注速度和混凝土的质量。灌注速度过快可能导致混凝土离析或堵塞等现象的发生；而混凝土质量不佳则可能影响桩身的强度和耐久性。因此，在灌注过程中应根据地质条件和设计要求选择合适的灌注速度和混凝土质量参数。此外，还可以采取一些辅助措施来增强桩身的承载能力和耐久性。例如，在桩身关键部位设置加强筋或预应力钢筋等结构措施；在混凝土中加入适量的外加剂以提高其性能等。同时，加强施工过程中的监控和检测工作也是非常重要的。可以通过安装应力计、位移计等设备来实时监测桩身的受力情况和变形情况，及时发现问题并采取相应措施进行处理。

结语

综上所述，钻孔灌注桩施工技术作为市政路桥工程中的重要工艺，其应用广泛且具有重要意义。在施工过程中，需要严格遵守施工要点和事故处理措施，确保施工质量和安全。同时，随着科技的进步和工程实践的不断积累，钻孔灌注桩施工技术也将不断完善和发展。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 宋剑锋, 尚珊珊. 路桥工程钻孔灌注桩施工技术分析[J]. 交通世界, 2021, (36): 35-36.

作者简介：韩高茂（1972年9月），男，汉族，浙江省，本科学历，硕士学位，高级工程师。