

深孔注浆和盾构顶管施工技术在市政桥梁隧道工程中的应用探究

虎文邦

新疆昆仑工程咨询管理集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: 随着城市化进程的持续加快,市政桥梁隧道工程的需求与日俱增,施工技术的复杂性和专业性也随之提升。深孔注浆与盾构顶管施工技术,作为两种前沿且重要的施工方法,对于确保市政桥梁隧道工程的安全、质量和效率具有至关重要的作用。本文详细探讨了这两种技术的原理、特点、具体应用策略以及未来发展趋势,旨在为相关领域的工程实践提供全面的理论支撑和技术指导。

关键词: 深孔注浆; 盾构顶管; 市政桥梁隧道; 施工技术; 应用策略

引言

市政桥梁隧道工程作为城市基础建设的核心部分,其施工技术的选择直接关系到工程的整体性能。深孔注浆技术和盾构顶管施工技术以其高效、安全、环保等优势,逐渐成为市政桥梁隧道工程中的主流施工技术。本文将对这两种技术进行系统阐述,并深入探讨其在实际工程中的应用策略。

1 深孔注浆技术在市政桥梁隧道工程中的应用

1.1 深孔注浆技术的基本原理与特点

深孔注浆技术原理是通过专门的注浆设备,将特制的浆液以高压方式注入到地下深层的岩土体中。这一过程中,浆液会渗透、劈裂并填充岩土体的孔隙和裂隙,从而在岩土体内形成连续的、高强度的注浆加固体,显著改善地层的物理力学性质。深孔注浆技术的特点主要体现在以下几个方面:首先,其注浆深度大,能够深入到地下数十米甚至上百米的岩层中,对地层进行有效的加固^[1]。其次,加固效果显著,通过注浆形成的加固体强度高,能够显著提升地层的承载力和稳定性。最后,该技术适用范围广泛,不仅适用于各种地质条件下的隧道施工,还可应用于地基加固、边坡稳定等工程领域。

1.2 深孔注浆技术的分类及适用范围

深孔注浆技术可根据注浆材料和注浆目的的不同细分为多种类型。其中,水泥浆注浆是最为常见和应用广泛的一种,它使用水泥作为主要材料,通过添加适量的水和外加剂,制备成具有流动性、胶结强度的浆液。水泥浆注浆适用于大部分地层条件,特别是对于需要较高强度加固的场合。另一种类型是化学浆注浆,该技术采用特定的化学材料作为浆液主成分,这些化学材料能够快速与地层中的物质发生反应,形成稳定的结石体,适用于对注

浆速度有特殊要求或地层条件较为复杂的情况。

1.3 深孔注浆技术在市政桥梁隧道工程中的具体应用策略

1.3.1 地层加固策略

在市政桥梁隧道工程中,地层加固是深孔注浆技术的重要应用之一。地层作为隧道结构的承载基础,其稳定性和承载能力直接关系到隧道施工和运营的安全。特别是在软弱破碎地层中,由于地层自身强度低、稳定性差,隧道开挖过程中极易发生坍塌、冒顶等事故,严重威胁施工人员和设备的安全。因此,在隧道开挖前,对软弱破碎地层进行深孔注浆加固显得尤为重要。具体实施策略如下:首先,根据地质勘察资料,确定软弱破碎地层的具体位置和范围,以及地层的物理力学性质,为后续的注浆加固设计提供准确依据。其次,设计合理的注浆加固方案。根据地层的实际情况,选择合适的注浆材料、注浆压力和注浆量等参数,确保浆液能够充分渗透、劈裂并填充地层的孔隙和裂隙,形成高强度的注浆加固体。同时,注浆加固方案还应考虑施工的可操作性和经济性,确保加固效果的同时降低施工成本。接着,进行注浆施工。在注浆施工前,应先进行钻孔作业,确保钻孔的深度和孔径满足注浆要求。然后,按照设计好的注浆方案进行注浆施工,注意控制注浆压力和注浆速度,避免浆液过度扩散或堵塞注浆管路。同时,施工过程中还应密切关注地层的反应情况,及时调整注浆参数,确保加固效果。最后,对注浆加固效果进行检测和评估。通过地质雷达、声波检测等手段对注浆加固后的地层进行探测和评估,确保加固效果满足设计要求。如有必要,可进行补充注浆或采取其他加固措施,进一步提高地层的稳定性和承载能力。

1.3.2 防水堵漏策略

在市政桥梁隧道工程中,防水堵漏是确保施工质量和隧道长期安全运营的关键环节。特别是在地下水发育的隧道工程中,采取有效的防水措施尤为重要。深孔注浆技术在这方面发挥着不可替代的作用,它能够深入地层,从根本上解决地下水的渗漏问题。具体实施策略如下:第一,进行详尽的地质水文勘察。了解地下水的分布、流向、水位及水质情况,明确隧道工程中可能遇到的地下水渗漏风险点,为后续的防水堵漏设计提供数据支持。第二,设计科学的防水堵漏方案。根据勘察结果,结合隧道的结构特点和施工要求,制定切实可行的深孔注浆防水堵漏方案。选择合适的注浆材料,如快硬水泥浆、高分子化学浆液等,这些材料应具有良好的抗渗性和耐久性。第三,在注浆施工过程中,要严格控制注浆压力和浆液配比,确保浆液能够充分渗透到地层的裂隙和孔隙中,形成有效的防水屏障。同时,注浆过程中要实时监测地下水的变化情况,及时调整注浆参数,以达到最佳的防水效果。第四,对于已经出现的地下水渗漏点,应先进行局部处理,如采用快速封堵材料进行临时封堵,然后再进行整体的深孔注浆加固,以确保防水堵漏的彻底性^[2]。第五,防水堵漏施工完成后,要进行严格的质量检测。通过水压试验、渗水试验等方法,检验防水堵漏的效果是否达到预期。如发现问题,应及时进行整改和补救,确保隧道施工过程中的干燥环境。

1.3.3 结构承载力提升策略

在市政桥梁隧道工程中,结构承载力的提升是确保隧道安全运营的关键。特别是在隧道的关键部位,如拱顶、拱脚、边墙等,由于承受较大的荷载和应力集中,容易出现变形、开裂等病害,严重影响隧道的结构安全和耐久性。因此,在这些关键部位进行深孔注浆加固,提高结构的承载力和抗震性能,显得尤为重要。具体实施策略如下:(1)对隧道结构进行全面的检测和评估。通过地质雷达、红外线检测等手段,确定隧道结构的关键部位和存在的病害情况,为后续的注浆加固提供准确的依据。(2)针对关键部位设计专门的注浆加固方案。根据结构的特点和病害情况,选择合适的注浆材料、注浆压力和注浆量等参数。例如,在拱顶部位,可以采用高强度、快硬的水泥浆进行注浆加固,以提高拱顶的承载能力和稳定性;在拱脚和边墙部位,则可以采用具有较好韧性和抗渗性的化学浆液进行注浆加固,以增强结构的抗震性能和耐久性。(3)进行精细的注浆施工。在注浆过程中,要严格控制注浆压力和注浆速度,确保浆液能够均匀、密实地填充到结构的孔隙和裂隙中,形成

高强度的注浆加固体。同时,施工过程中还要密切关注结构的反应情况,及时调整注浆参数,避免对结构造成不必要的损伤。(4)对注浆加固后的结构进行全面的检测和评估。通过静载试验、动力测试等手段,检验结构的承载力和抗震性能是否得到提升。如有问题,应及时进行整改和补救,确保隧道结构的安全运营。

2 盾构顶管施工技术在市政桥梁隧道工程中的应用

2.1 盾构顶管技术的基本原理与特点

盾构顶管技术在于利用盾构机的掘进功能,结合顶推设备的顶进作用,实现在不开挖地面的情况下进行管道的铺设。盾构机前端装有切削刀具,能够高效切削地层,同时通过盾壳对挖掘面进行支撑,防止地层坍塌。随着盾构机的推进,管道被同步顶进,形成连续的管道线路。该技术特点显著:首先,施工速度快,大大缩短了工程周期;其次,对地面干扰极小,减少了城市交通和居民生活的影响;再者,环保性能好,减少了施工噪音、扬尘等污染物的排放。因此,盾构顶管技术特别适用于城市繁华区域、交通要道等对环境要求较高的市政桥梁隧道工程。

2.2 盾构顶管技术的分类及适用范围

盾构顶管技术,根据盾构机的类型及其施工方法的不同,可以被细分为多种类型。其中,气压平衡盾构是依靠向挖掘面提供压缩空气来平衡土压和水压,适用于地质条件相对稳定的区域。而泥水平衡盾构则是通过泥水循环来平衡挖掘面的水土压力,并排出切削下来的土体,特别适用于软土地层和含水量较高的地层。盾构顶管技术因其高度的适应性和施工效率,被广泛应用于各种地质条件和复杂环境下的市政桥梁隧道工程中。特别是在长距离、大直径的隧道施工中,盾构顶管技术展现出了其独特的优势^[3]。它不仅能够确保施工过程中的安全性和稳定性,还能有效减少对周边环境的影响,成为现代城市地下空间开发的重要技术手段。

2.3 盾构顶管技术在市政桥梁隧道工程中的具体应用策略

2.3.1 掘进策略

盾构顶管技术在市政桥梁隧道工程中的应用,掘进策略是至关重要的一环。在制定掘进策略时,首要考虑的是地质条件,因为不同的地质条件对盾构机的选择和掘进参数的设置有着直接的影响。例如,在硬岩地层中,需要选择破岩能力强的盾构机,并设置较高的切削速度和较大的切削力;而在软土地层中,则需要选择对土体扰动小的盾构机,并控制掘进速度,以避免地层失稳。除了地质条件,工程要求也是制定掘进策略的重要

依据。例如,隧道的断面形状和尺寸、线路的曲线半径和坡度等都会影响盾构机的选择和掘进参数的设置。在满足工程要求的前提下,还需要考虑掘进过程中的安全性和经济性,确保掘进过程的高效和精准。在具体实施掘进策略时,还需要对盾构机进行精细的操作和控制。这包括对盾构机的姿态、位置、速度、切削深度等参数进行实时监控和调整,以确保掘进过程的顺利进行。同时,还需要对掘进过程中产生的渣土进行及时的处理和运输,以避免对掘进过程造成不良影响。此外,掘进策略还需要与后续的支持和衬砌施工相协调^[4]。在掘进过程中,需要根据地质条件和工程要求及时安装支护结构,以确保隧道的安全和稳定。同时,还需要考虑衬砌施工的时机和方式,以避免对掘进过程造成不必要的干扰。

2.3.2 管道铺设策略

在市政桥梁隧道工程中,盾构顶管技术的管道铺设策略是确保工程质量和效率的关键环节。这一策略的核心在于,与盾构机的掘进作业紧密配合,实现管道的高精度铺设和牢固连接。首先,管道铺设前需进行详细的施工规划和设计。这包括确定管道的类型、规格、材质等,以及精确计算管道铺设的路线、深度和间距。这些设计参数必须严格符合工程要求和使用标准,确保管道在未来的运营中安全可靠。其次,在盾构机掘进的过程中,要实时调整管道铺设的位置和姿态。通过精确的测量和定位技术,确保管道按照设计路线准确铺设。同时,要密切关注掘进过程中的地质变化,及时调整铺设策略,以防止因地质因素导致的管道偏移或损坏。此外,管道的连接牢固性也是铺设策略中的重点。在管道铺设过程中,要采用合适的连接方式和工艺,确保管道之间的连接紧密、无渗漏。同时,对连接部位进行严格的质量检查,及时发现并处理潜在的质量问题,确保整个管道系统的连通性和密封性。最后,管道铺设完成后,要进行全面的质量检查和验收。这包括对管道的位置、连接质量、密封性能等进行逐一检查,确保各项指标均符合设计要求和标准。同时,要做好相关的施工记录和资料整理,为后续的管理和维护工作提供有力支持。

2.3.3 地层处理策略

地层处理策略在盾构顶管技术中占据着举足轻重的地位。在掘进过程中,盾构机会遇到各种复杂多变的地

层情况,这就要求施工团队能够迅速准确地做出判断和应对,以确保掘进的顺利进行。针对不稳定或软弱地层,注浆加固是一种常用的地层处理措施。通过向地层中注入特制的浆液,能够有效提高地层的强度和稳定性,防止掘进过程中出现坍塌或沉降等安全问题。注浆加固的具体实施方式需要根据地层的具体情况和掘进要求进行精细化设计,包括注浆材料的选择、注浆压力的控制以及注浆量的计算等。另外,在掘进过程中,地下水常常是一个不可忽视的因素。当地下水丰富或存在承压水层时,就需要采取相应的排水处理措施。这包括但不限于设置降水井降低地下水位、使用排水设备抽出地下水,或者在盾构机前方安装特制的泥水舱来平衡水土压力。这些措施能够有效地防止地下水涌入掘进工作面,确保掘进的安全和效率^[5]。除了上述两种常见情况,掘进过程中还可能遇到其他复杂地层问题,如断层、破碎带、孤石等。这些问题的处理同样需要依靠专业的地层处理策略。例如,对于断层和破碎带,可以采用超前支护、增加盾构机推力或改变掘进参数等方法来应对;对于孤石,则可能需要进行爆破或破碎处理,然后再进行掘进。

结语

深孔注浆技术和盾构顶管技术作为市政桥梁隧道工程中的两种重要施工技术,具有广泛的应用前景和发展空间。通过深入研究和探讨这两种技术的原理、特点及应用策略,我们可以为市政桥梁隧道工程的建设提供更加有力的技术支持。展望未来,随着科技的不断进步和工程实践的不断深入,这两种技术将继续优化和完善,为城市基础设施建设的持续发展和进步贡献更大的力量。

参考文献

- [1]周仕永.双重管深孔注浆技术在地铁暗挖隧道施工中的应用[J].工程建设与设计,2021(2):212-213.
- [2]岳飞.深孔注浆在地铁区间隧道施工中的应用[J].四川建材,2020(11):119+121.
- [3]庞洪贤.市政桥梁隧道施工中盾构顶管施工技术研究[J].中国建筑金属结构,2023,22(05):22-24.
- [4]李尚辉.矩形盾构顶管下穿市政设施施工技术[J].山西建筑,2021,47(23):130-131+174.
- [5]张万国.微型盾构下穿既有铁路和城市轻轨施工技术研究[J].铁道建筑技术,2021(08):140-143+157.