

新建地铁隧道下穿既有地铁施工技术

张 勇

江苏中车城市发展有限公司 江苏无锡 214000

【摘要】随着城市化进程的加速，地铁作为城市公共交通的重要组成部分，其扩建与改造工程日益增多。新建地铁隧道下穿既有地铁施工技术是城市地铁建设中的一项高难度技术，涉及工程地质、水文地质、结构安全、施工管理等多个方面。本文从地铁隧道下穿施工的前期准备、施工技术选择、盾构机的选型与适应性分析、施工过程中的关键技术、风险评估与管理、信息化施工管理等方面进行了全面探讨。文章介绍了工程地质和水文地质调查的重要性，以及既有地铁结构和运营状况评估的必要性。接着，分析了盾构法、暗挖法、顶管法等施工方法的特点及选择依据。文章重点讨论了地层超前预加固技术、盾构机精确导向与控制、地层变形监测与控制等关键技术，并强调了风险评估与管理的重要性。通过本文的研究，旨在为地铁隧道下穿施工提供技术指导和决策支持，促进城市地铁建设的可持续发展。

【关键词】地铁隧道；下穿施工；盾构法；风险管理；信息化施工

引言：

城市地铁作为高效、环保的城市交通方式，对缓解城市交通压力、促进城市可持续发展具有重要意义。然而，随着地铁网络的不断扩展，新建地铁隧道不可避免地需要下穿既有地铁线路，这给地铁施工带来了前所未有的挑战。下穿施工不仅要考虑施工安全、既有地铁线路的安全运营，还要兼顾环境保护和施工效率。本文旨在探讨新建地铁隧道下穿既有地铁施工的关键技术，分析施工过程中可能遇到的问题，并提出相应的解决策略。通过本文的研究，我们期望为新建地铁隧道下穿既有地铁施工提供技术指导和决策支持，促进城市地铁建设的可持续发展。

一、地铁隧道下穿施工的前期准备

（一）工程地质和水文地质调查

地铁隧道下穿施工的前期准备中，工程地质和水文地质调查是至关重要的一环。这一环节主要目的是了解施工区域的地质构造、地层分布、岩土体性质、地下水位及流向等关键信息。通过地质钻探、地面探测、地震勘探等手段，收集地下地质信息，为施工方案的制定提供科学依据。工程地质调查能够揭示隧道穿越地层的稳定性、渗透性和变形特征，而水文地质调查则能评估地下水对施工的影响，确保施工安全顺利进行。

（二）既有地铁结构和运营状况评估

在地铁隧道下穿施工过程中，对既有地铁结构和运营

状况的评估也是必不可少的。这一环节主要包括对既有地铁隧道结构的安全性、稳定性、变形情况以及运营状态进行全面检查和评估。通过实地调查、资料收集、检测测试等手段，了解既有地铁隧道的结构状况、运营历史、病害情况等，评估其在下穿施工过程中的安全性和稳定性。同时，还需要对既有地铁隧道的交通流量、运营时间等因素进行综合考虑，确保下穿施工不会对既有地铁的正常运营产生过大影响。

（三）施工方案设计与评审

施工方案设计与评审是地铁隧道下穿施工前期准备的关键环节^[1]。根据工程地质和水文地质调查结果以及既有地铁结构和运营状况评估结果，制定科学合理的施工方案。施工方案应包括施工方法、施工顺序、施工进度、施工监测等内容，并充分考虑施工过程中的环境保护、施工安全等因素。在施工方案制定过程中，需要组织专家进行评审，确保施工方案的可行性和安全性。同时，还需要对施工方案进行不断优化和完善，以适应施工过程中的各种变化和

二、施工技术选择

（一）盾构法

盾构法是现代地铁隧道施工中最常用的方法之一。它采用盾构机在地下推进，同时进行管片拼装，形成隧道结构。盾构法适用于各种地质条件，特别是软土地层。其优

点在于施工效率高、对地面影响小、施工安全性高。盾构机在推进过程中能够实时监测和调整，确保隧道轴线准确、结构稳定。然而，盾构法对施工设备和技术的要求较高，成本也相对较高。

（二）暗挖法

暗挖法，也被称为矿山法，是一种传统的隧道施工方法。它通过在地下挖掘土方，逐步向前推进形成隧道。暗挖法适用于各种地质条件，但在硬岩地层中施工效率更高。这种方法不需要大型机械设备，成本相对较低。但是，暗挖法对地面影响较大，需要采取严格的支护措施来确保施工安全。此外，暗挖法的施工进度相对较慢，且对工人技术要求较高。

（三）顶管法

顶管法是一种利用千斤顶等顶进设备将预制管道顶入土层的施工方法。它适用于管道埋深较浅、地层稳定性较好的情况。顶管法的优点在于施工速度快、对地面影响小、成本较低。但是，该方法对施工精度要求较高，且顶进过程中可能会遇到管道偏移、地层坍塌等问题。因此，在选择顶管法时需要充分考虑地层条件和施工精度要求。

（四）施工方法的比较与选择依据

在选择地铁隧道施工方法时，需要综合考虑多种因素。首先，要根据工程地质和水文地质条件选择合适的施工方法，确保施工安全和效率。其次，要考虑施工成本和技术要求，选择经济合理、技术可行的施工方案^[2]。此外，还需要考虑施工工期、环保要求等因素。在实际工程中，可以根据具体情况对不同的施工方法进行比较和评估，选择最适合的施工方法。同时，随着科技的不断进步和施工技术的不断发展，新的施工方法和技术不断涌现，为地铁隧道施工提供了更多的选择。

三、盾构机的选型与适应性分析

（一）盾构机型式的选择

盾构机型式的选择直接关系到隧道施工的效率、质量和成本。在选择盾构机型式时，应首先根据工程地质条件、隧道断面形状、尺寸以及埋深等因素进行综合考虑。例如，在软土地层中，泥水盾构机因具有良好的地层适应性而常被选用；而在硬岩地层中，土压平衡盾构机或硬岩

盾构机则更为合适。此外，盾构机的推进方式（如电液控制、液压控制等）和自动化程度也是选型时需要考虑的重要因素。通过综合考虑各种因素，选择最适合的盾构机型式，可以确保隧道施工的顺利进行。

（二）盾构机主要参数的确定

盾构机的主要参数包括刀盘直径、推进速度、扭矩、功率等，这些参数的确定直接影响到盾构机的施工性能和效率^[3]。在确定盾构机参数时，需要综合考虑工程地质条件、隧道设计参数、施工工期等因素。例如，刀盘直径应根据隧道设计断面尺寸确定，以确保盾构机能够顺利穿越地层；推进速度和扭矩则应根据地层条件和施工要求进行调整，以保证施工效率和安全性。通过合理确定盾构机的主要参数，可以充分发挥盾构机的施工性能，提高隧道施工的效率和质量。

（三）盾构机适应性分析

盾构机的适应性是指盾构机在不同地质条件和施工环境下的适应能力和表现。在进行盾构机适应性分析时，需要考虑地质条件、地层变化、地下水文条件、施工环境等因素。例如，在软土地层中，盾构机需要具有良好的地层适应性和泥水处理能力；在硬岩地层中，盾构机则需要具有足够的切削能力和稳定性。此外，盾构机的适应性还与其结构设计、控制系统、维护保养等因素有关。通过综合分析盾构机的适应性，可以为盾构机的选型和使用提供科学依据，确保隧道施工的顺利进行。

四、施工过程中的关键技术

（一）地层超前预加固技术

地层超前预加固技术是确保新建地铁隧道安全下穿既有地铁的重要手段。在施工前，通过对地层进行注浆、锚杆、管棚等加固措施，可以显著提高地层的稳定性和承载能力，减小施工对既有地铁隧道的影响。预加固技术的选择取决于地层的性质、地下水条件以及施工环境。例如，在松散或破碎的地层中，注浆加固可以有效填充空隙，提高地层的整体性；而在较为坚硬的地层中，锚杆或管棚加固则可以提供更可靠的支撑。预加固施工需要精确控制加固范围和强度，避免过度加固导致地层硬化，影响盾构机的掘进效率。

（二）盾构机的精确导向与控制

盾构机的精确导向与控制对于保证隧道轴线准确、避免与既有结构发生冲突至关重要。现代盾构机通常配备有高精度的导航系统，能够实时监测盾构机的姿态和位置，并与设计轴线进行比较，及时调整掘进方向。操作人员需要根据导航系统的反馈，调整盾构机的推进速度、土压力和姿态，确保盾构机沿预定轨迹前进^[4]。此外，盾构机的刀盘、刀具配置和磨损状况也会影响导向精度，需要定期检查和维修。在复杂地层条件下，盾构机的精确导向与控制更加考验施工团队的技术水平和管理能力。

（三）施工中的地层变形监测与控制

施工过程中的地层变形监测与控制是确保施工安全和既有地铁运营安全的关键。通过在施工区域布设监测点，实时监测地层的位移、沉降和裂缝等变形情况，可以及时发现异常并采取应对措施。监测数据需要与预设的安全阈值进行比较，一旦超过阈值，就需要立即采取措施，如调整盾构机的施工参数、加强地层预加固或采取紧急支护措施。此外，监测结果还需要与施工经验、地质条件和周边环境相结合，进行综合分析，以便更准确地预测地层变形趋势，指导施工调整。地层变形监测与控制不仅需要高精度的监测设备，还需要专业的数据分析和决策支持。

五、风险评估与管理

（一）施工风险的识别与评估

在盾构法隧道施工过程中，风险识别与评估是确保项目顺利进行的关键环节。首先，需要识别潜在的施工风险，如地质风险（如不良地层、地下水）、技术风险（如盾构机故障、施工精度不足）、管理风险（如人员失误、供应链问题等）和环境风险（如地面沉降、噪音污染等）。接着，通过定量和定性分析方法，对识别出的风险进行评估，确定其发生的概率和可能带来的后果。这一过程需要综合考虑历史数据、专家意见和工程实际情况，以确保评估结果的准确性和可靠性。

（二）风险管理措施

针对识别与评估出的施工风险，需要制定相应的风险管理措施。对于地质风险，可以采取地层预加固、注浆等工程技术措施；对于技术风险，可以加强盾构机的维护保养、提高施工人员的技能水平；对于管理风险，可以优化施工组织设计、加强供应链管理；对于环境风险，可以采取隔音降噪、地面沉降监测等措施。此外，还应建立风险监控机制，定期对施工风险进行复查和更新，确保风险管理措施的有效性。

养、提高施工人员的技能水平；对于管理风险，可以优化施工组织设计、加强供应链管理；对于环境风险，可以采取隔音降噪、地面沉降监测等措施。此外，还应建立风险监控机制，定期对施工风险进行复查和更新，确保风险管理措施的有效性。

（三）应急预案的制定与演练

在盾构法隧道施工过程中，应急预案的制定与演练同样至关重要^[5]。应急预案是针对可能发生的重大风险事件制定的应对措施，旨在最大程度地减少风险事件带来的损失。应急预案应包括应急组织、应急资源、应急程序等要素，确保在风险事件发生时能够迅速、有效地进行应对。此外，还应定期组织应急演练，提高应急响应的熟练度和有效性，确保在真正面临风险事件时能够迅速应对。

六、结束语

新建地铁隧道下穿既有地铁施工技术是一项系统工程，需要综合考虑地质条件、结构安全、施工效率和环境保护等多方面因素。本文通过对前期准备、施工技术选择、盾构机选型、关键施工技术、风险管理和信息化施工等方面的深入分析，为类似工程提供了宝贵的经验和启示。随着城市地铁网络的不断扩展和完善，地铁隧道下穿施工技术将面临更多挑战和机遇。未来，应进一步加强技术创新，提高施工安全性和效率，同时注重环境保护和可持续发展。通过跨学科合作和技术创新，不断提升地铁隧道下穿施工技术水平，为城市轨道交通建设贡献力量。

参考文献：

- [1] 刘博. 北京地区砂卵石地层新建地铁隧道小角度下穿施工时既有地铁隧道的变形规律及控制措施[J]. 城市轨道交通研究, 2023, 26(8): 94-99.
- [2] 谭敏. 新建隧道长距离平行近接既有地铁施工风险控制研究[J]. 建筑技术, 2023, 54(15): 1857-1859.
- [3] 田敬军. 新建地铁隧道下穿既有地铁施工技术要点分析[J]. 工程建设与设计, 2022(20): 194-196.
- [4] 景文霖. 新建地铁隧道下穿既有地铁施工技术探析[J]. 工程机械与维修, 2023(3): 99-101.
- [5] 张伟. 新建地铁隧道下穿既有地铁施工技术[J]. 信息产业报道, 2023(4): 0159-0161.