

地铁隧道工程的施工方法和施工管理研究

宋殿宏

中电建铁路建设投资集团重庆有限公司 重庆 400000

摘要：地铁隧道工程作为城市交通建设的重要组成部分，其施工方法和施工管理的研究具有重要意义。本文深入探讨了地铁隧道工程的常用施工方法，包括新奥法、盾构法、明挖法和盖挖法等，并对各种方法的优缺点进行了对比分析。同时，本文还重点研究了地铁隧道工程的施工管理，包括施工质量管理、安全管理等方面，以期为相关部门提供参考和借鉴。

关键词：地铁；隧道工程；施工方法；施工管理

引言

随着城市化进程的加快，地铁作为城市交通的主要方式之一，其建设规模不断扩大。地铁隧道工程作为地铁建设的核心部分，其施工方法和施工管理直接关系到工程的质量、安全和效益。因此，对地铁隧道工程的施工方法和施工管理进行深入研究，对于提高地铁建设水平、保障城市交通顺畅具有重要意义。

1 地铁隧道工程的施工方法

1.1 明挖法

明挖法的施工流程通常包括一系列有序且相互关联的步骤，首先，根据设计图纸和地质勘探结果，确定施工区域的范围和深度，然后进行围护结构的施工。围护结构的主要作用是防止基坑开挖过程中土体失稳，确保施工区域的安全。常见的围护结构形式包括地下连续墙、钢板桩、SMW工法墙等，它们的选择取决于地质条件、基坑深度、周边建筑物和地下管线的分布情况等因素。在围护结构施工完成后，接下来进行降水或基坑底土体加固工作。降水是为了降低地下水位，防止基坑开挖过程中发生涌水现象，确保施工环境的干燥。而基坑底土体加固则是为了提高土体的承载力和抗剪强度，防止基坑底部隆起和侧壁失稳，这些措施的实施，为后续的分层开挖与支撑设置提供了有力的保障^[1]。同时，分层开挖与支撑设置是明挖法施工中的关键环节，开挖过程中，需要严格控制每层开挖的深度和速度，以及开挖面的平整度，确保施工的安全和稳定。并且，随着开挖的进行，需要及时设置支撑结构，如钢支撑、混凝土支撑等，以承受基坑侧壁土体的压力，防止基坑变形和坍塌。支撑结构的设置位置和数量，需根据基坑的深度、地质条件、周边建筑物和地下管线的安全距离等因素进行精确计算和设计。最后，在完成地下主体结构的施工后，明挖法还需要进行回填基坑及恢复地面的工作。回

填材料的选择和回填过程的控制，对于保证地面沉降的均匀性和稳定性至关重要。通常，回填材料需要具有良好的压实性和透水性，以确保回填后的地面能够满足使用要求。

1.2 盖挖法

盖挖法作为一种创新的地下工程施工技术，巧妙结合了明挖法和暗挖法的优势，尤其适用于在城市中心区域或松软地层中修筑地下多层建筑物的复杂场景。该方法的核心在于，首先在地面向下开挖至设计要求的深度后，不是继续向下挖掘，而是立即构建一个坚固的顶板结构，以此作为施工期间的临时或永久性支撑，随后在顶板覆盖下的保护空间内进行下部工程的施工。这种施工方式不仅能够有效减少对地面交通的干扰，降低对周围环境和居民生活的负面影响，还极大地提高了施工的安全性和效率。盖挖法的施工流程精细且复杂，从初期的现场勘查、设计规划到最终的施工完成，每一步都需精心策划与执行。（1）施工团队需对拟建区域的地质条件、地下管线布局及周边建筑物状况进行全面细致的勘察，确保设计方案的准确性和可行性。在明确开挖深度和范围后，施工团队会利用大型机械设备进行基坑开挖，同时，为了防止基坑侧壁失稳，需同步安装临时支护结构，如钢支撑、锚杆等，以维持基坑的稳定。（2）当开挖至预定深度后，立即着手进行顶板结构的施工。顶板通常由钢筋混凝土浇筑而成，其设计需充分考虑承重、防水及耐久性要求，确保在后续施工过程中及工程完成后都能提供足够的保护。顶板的施工质量和稳定性至关重要，它不仅是下部工程作业的安全屏障，也是未来地下空间使用的结构基础。（3）在顶板结构稳固后，施工团队便可在其下方进行下部结构的施工，包括主体结构的浇筑、设备安装、管线铺设等。这一阶段的工作类似于明挖法，但得益于顶板的保护，施工环境更加安

全,作业条件更为优越。同时,盖挖法还允许在顶板下进行多层结构的施工,大大节省了地面空间,提高了土地利用率。

1.3 盾构法

盾构机的设计和应用,充分考虑了隧道施工中的各项挑战,在始发端工作井内,盾构机被精确地安装定位,随后依靠强大的千斤顶推力,从预留的洞门缓缓推出,开始其在地层中的推进之旅。这一过程中,盾构机的前端刀盘不断旋转切割土体,同时通过内置的出土系统,将挖掘出的渣土及时运出隧道,确保施工的连续性和高效性。随着盾构机的不断推进,隧道内部的空间需要得到及时的支护和衬砌,以防止地层失稳和保证隧道结构的耐久性。盾构法中的衬砌施工,通常采用预制混凝土管片,这些管片在工厂内精确制造,具有高强度、抗渗性好等优点。在盾构机推进的同时,工人会在盾尾部位迅速安装这些管片,形成一环接一环的衬砌结构,为隧道提供稳定的支撑。值得注意的是,盾构机在推进过程中,会不可避免地在衬砌背后留下空隙。这些空隙若不及时处理,可能导致地层移动,影响隧道的安全和稳定^[2]。因此,盾构法施工还包括了一项重要的步骤——注浆,注浆材料通常选用水泥浆或化学浆液,通过注浆管注入衬砌背后的空隙中,填充密实,从而有效防止地层移动,固定衬砌环位置,提高隧道的整体稳定性和承载能力。而盾构法施工的另一个显著优点在于其低振动、低噪声的特性。相较于传统的爆破法或明挖法,盾构法在施工过程中产生的振动和噪声要小得多,对沿线居民的生活和地下、地面构筑物及建筑物的影响微乎其微。

1.4 新奥法

新奥法即新奥地利隧道施工方法的简称,其全称是 New Austrian Tunneling Method (NATM)。这一方法由奥地利学者拉布西维兹(L.V.RABCEWICZ)教授于20世纪50年代提出,经过多年的实践和理论研究,于60年代取得专利权并正式命名。新奥法以隧道工程经验和岩体力学的理论为基础,将锚杆和喷射混凝土组合在一起作为主要支护手段,这一创新性的支护方式极大地提高了隧道的稳定性和施工效率。与传统的矿山法相比,新奥法具有显著的优势。一方面,它强调适时构筑柔性、薄壁且能与围岩紧贴的喷射混凝土和锚杆的支护结构,这种支护方式能够有效地保护围岩的天然承载力,使围岩本身成为支护结构的重要组成部分。这种设计理念不仅提高了隧道的整体稳定性,还减少了支护材料的用量,降低了工程成本。另一方面,新奥法充分利用了围岩的自承能力和开挖面的空间约束作用。在隧道开挖过程

中,通过及时对围岩进行加固和支护,约束围岩的松弛和变形,并通过对围岩和支护结构的监控、测量来指导地下工程的设计与施工。这种方法不仅提高了施工的安全性,还能够根据围岩的实际情况灵活调整施工方案,确保隧道的稳定和安全。

2 地铁隧道工程的施工管理

2.1 前期准备阶段管理

地铁隧道工程作为城市基础设施建设的重要组成部分,其施工管理直接关系到工程的安全、质量、进度以及周边环境的和谐。在前期准备阶段,施工管理团队扮演着至关重要的角色,他们的工作不仅为后续施工奠定了坚实的基础,还直接影响到整个项目的成功与否。在这一阶段,施工管理团队的首要任务是明确施工区域范围,这需要对设计单位提供的相关图纸和资料进行详尽的调查与分析。这些图纸和资料是施工决策的重要依据,它们详细描绘了施工区域的地质条件、地下管线布局、周围建筑物状况等关键信息。施工管理团队需要深入理解这些信息,以便在后续施工中做出准确的判断和决策。例如,地质条件的好坏直接影响到隧道的开挖方式和支护措施的选择;地下管线的布局决定了施工过程中需要采取哪些保护措施,以避免对供水、供电、通信等基础设施造成破坏;周围建筑物的状况则决定了施工过程中的振动和噪音控制标准,以确保周边居民的正常生活和工作环境不受影响^[3]。在明确了施工区域范围和相关图纸资料后,施工管理团队需要制定详细的施工计划和方案。这一计划应涵盖从施工开始到结束的整个过程,包括施工步骤、时间节点、人员配置、材料采购、设备调配等各个方面。其中,施工材料和设备的采购计划尤为重要,它们不仅关系到施工的质量和进度,还直接影响到工程的成本。施工管理团队需要充分了解市场情况,选择性价比高、质量可靠的供应商,确保施工所需材料和设备按时到位。

2.2 施工质量管理

施工质量管理是地铁隧道工程中的关键环节,它直接关系到工程的安全性、稳定性和使用寿命。在地铁隧道工程的施工过程中,施工质量管理团队承担着确保工程质量符合设计要求和行业标准的重任。第一,施工质量管理团队需要对施工图纸和施工方案进行严格的审核,确保其符合国家和地方的相关法律法规、行业标准和设计规范。这一环节是施工质量管理的基础,任何施工活动都必须在经过审核的施工图纸和施工方案的指导下进行。同时,施工质量管理团队还需要对施工过程中的关键工序和隐蔽工程进行重点监控,如隧道的开挖、

支护、衬砌等，确保这些工序的施工质量和安全。第二，在施工过程中，施工质量管理团队需要建立完善的质量检查体系，对施工材料、施工设备、施工工艺以及施工成品进行全方位的检查和验收。施工材料方面，需要检查材料的规格、型号、质量等是否符合设计要求，严禁使用不合格材料；施工设备方面，需要检查设备的性能、精度、安全性等是否满足施工需要，确保设备的正常运行；施工工艺方面，需要检查施工过程中的各项操作是否符合工艺流程和技术要求，避免操作失误导致质量问题；施工成品方面，需要对已完成的工程部位进行验收，确保其质量符合设计要求和行业标准。第三，施工质量管理团队还需要加强施工过程中的质量监控和检测，这包括对施工现场的巡视检查，以及对关键工序和隐蔽工程的抽样检测。巡视检查可以及时发现和纠正施工过程中的质量问题，确保施工质量的持续稳定；抽样检测则可以对施工成品的质量进行量化评估，为质量验收提供可靠依据。

2.3 安全管理

为了有效实施安全管理，施工管理团队首先需要对所有施工人员进行全面的安全教育培训，这种培训不仅限于新员工入职时的安全教育，还应贯穿于整个施工过程中，通过定期的安全培训、安全知识讲座、安全操作规程的学习等方式，不断强化施工人员的安全意识，提升他们应对突发事件的能力。培训内容应包括地铁隧道施工的基本安全知识、常见危险因素的识别与预防、个人防护装备的正确使用、紧急情况下的自救与互救技能等。通过培训，使施工人员能够深刻认识到安全施工的重要性，自觉遵守安全操作规程，减少安全事故的发生。另外，在建立健全安全管理制度方面，施工管理团队需要根据地铁隧道施工的特点，制定详细的安全管理制度和操作规程。这些制度应涵盖施工的全过程，包括

施工前的安全风险评估、施工中的安全监控与预警、施工后的安全检查与整改等环节^[4]。同时，制度中还应明确各级管理人员和施工人员的安全职责，确保安全责任到人。此外，施工管理团队还需建立安全奖惩机制，对严格遵守安全规定、及时发现并消除安全隐患的个人或团队给予表彰和奖励，对违反安全规定、造成安全事故的责任人进行严肃处理，以此形成“人人讲安全、事事为安全”的良好氛围。最后，在施工过程中，加强现场安全巡查和监控是确保施工安全的重要手段。施工管理团队应安排专人负责现场安全巡查，及时发现和纠正施工过程中的不安全行为，如违规操作、未佩戴个人防护装备等。并且，还需利用现代科技手段，如安装监控摄像头、使用安全监测系统等，对施工现场进行全天候、全方位的监控，确保对安全隐患的早发现、早处理。

结语

综上所述，地铁隧道工程的施工方法和施工管理是一个复杂而系统的过程，涉及多个方面和环节。合理选择施工方法、加强施工管理措施，不仅可以提高地铁隧道工程的质量和水平，还可以降低工程造价、缩短施工周期。因此，在未来的地铁建设中，我们应继续深入研究地铁隧道工程的施工方法和施工管理，不断总结经验教训，推动地铁建设事业的持续发展。

参考文献

- [1]肖亮.城市地铁联络通道盾构法建造关键技术及应用[J].石油工程建设,2022,44(01):139-142.
- [2]余良碧.盾构法隧道施工技术质量管控[J].建筑技术开发,2021,48(24):81-83.
- [3]何志军.盾构隧道施工测量技术的探讨[J].交通建设,2019(22):291-292.
- [4]纪万坤,靳羽西,徐国勇.平面联系测量在天津地铁长盾构区间中的应用[J].城市勘测,2019(2):160-163.