

盾构掘进施工技术与质量控制

高攀胜

中铁上海工程局集团有限公司 上海 201419

摘要: 盾构掘进技术是现代隧道施工中的一种重要手段,以其独特的优势在城市地铁、公路、铁路等工程建设中得到了广泛应用。这种技术能够显著提高施工效率,缩短工期,同时还能有效减少对周围环境的影响,真正实现了高效、安全、环保的施工目标。本文将详细介绍盾构掘进施工技术的原理、关键技术、施工流程及质量控制措施,旨在为相关工程提供有益的参考和借鉴。通过深入了解盾构掘进施工技术的特点和要求,施工单位可以更好地应对各种复杂的地质条件和施工环境,提高隧道施工的效率和质量,为我国的交通建设和城市化发展做出更大的贡献。

关键词: 盾构掘进施工技术; 隧道施工; 质量控制

引言

随着城市化进程的加速和基础设施建设的不断完善,隧道工程的需求不断增加。盾构掘进技术作为一种先进的隧道施工方法,以其高效、安全、环保等优点得到了广泛应用。本文将重点介绍盾构掘进施工技术的原理、关键技术、施工流程及质量控制措施,以期对相关工程提供参考。

1 盾构掘进施工技术概述

盾构掘进施工技术是一种广泛应用于隧道建设的施工方法,其核心技术原理是利用盾构机在预定轴线上挖掘和推进,同时进行隧道衬砌等作业,最终形成隧道结构。盾构机是盾构施工中的核心设备,它集成了刀盘、护盾、推进系统、拼装机等关键部件。在施工过程中,盾构机首先通过刀盘切削土体,形成隧道开挖的初始轮廓。切削下来的土体通过传送带传输到盾构机的后方,并经过压缩处理后排出隧道。在挖掘过程中,护盾起着至关重要的作用。它不仅可以防止土体和地下水流入隧道,还能承受来自周边的土压力和水压力,为施工提供安全保障。同时,在盾构机的尾部,拼装机将预制的混凝土管片拼接到一起,形成隧道的永久结构。拼装完成后,进行注浆施工,填充管片与围岩之间的空隙,进一步增强隧道的稳定性和防水性能。整个盾构掘进施工过程实现了自动化、智能化和信息化,大大提高了隧道施工的效率 and 安全性。这种技术的应用不仅适用于地铁、铁路等交通工程建设,还可应用于引水、输油等管道工程以及城市综合管廊等市政基础设施建设。

2 盾构掘进施工关键技术

2.1 盾构机选型与设计

盾构机的选型与设计是盾构掘进施工技术中的关键

环节,需要根据工程实际情况进行综合考虑。以下是一些常见的选型与设计要点:

(1) 地质条件: 不同地质条件对盾构机的切削能力和支护能力有不同要求。例如,软土地层需要选择切削能力强、支护稳定、防泥水泄漏的盾构机;岩石地层则需要选择具备破碎和研磨功能的盾构机。

(2) 隧道断面与尺寸: 盾构机的设计尺寸需根据隧道断面大小进行匹配。过大或过小的盾构机都可能影响施工效率和安全性。

(3) 施工环境: 需要考虑施工环境对盾构机的影响,如地下水位、气候条件等。

(4) 辅助系统: 盾构机需要配备完善的辅助系统,如泥水处理系统、通风系统、电力供应系统等,以保证施工效率和安全性。

(5) 拼装机与衬砌方式: 盾构机的拼装机和衬砌方式需根据隧道衬砌的设计要求进行选择。不同的拼装机和衬砌方式对施工效率和质量有不同影响。

2.2 土层适应性分析

盾构掘进施工技术的土层适应性分析是确保施工顺利进行的关键环节。不同的土层具有不同的物理、力学特性,对盾构机的切削和支护能力有不同要求。因此,需要进行土层适应性分析,以选择合适的盾构机和施工参数。对于盾构机来说,要满足对埋深的适应性,需要有足够的承载能力、推进力和刀盘扭矩储备、土压承载能力及土压调节能力。同时,为了适应特定类型的土层介质,需要选定与之相适应的辅助设备和辅助工法。在软土地层中,采用土压平衡模式掘进;在岩层中则采取欠土压平衡模式或开仓模式。复合地层施工需经常变换施工模式,以满足不

同地层的适应性要求。此外,刀盘、刀具结构主要针对地质条件设计。刀盘、刀具结构型式指采用面板式刀盘还是辐条式刀盘、刀盘开口率的大小、刀盘主轴的支撑形式、各种不同型式刀具的组合及其在刀盘上的布置型式等,也是影响土层适应性的重要因素。

2.3 掘进控制技术

盾构掘进控制技术是确保隧道施工质量和安全的关键环节。以下是一些常见的掘进控制技术:

(1) 土仓压力控制:通过试验段确定盾构参数,严格按掘进设定参数结合监控量测数据控制土仓压力,采取土压结合气压控制,掘进速度和出土螺旋机转速相匹配。在上软下硬地层段,尤其注意土仓保压。

(2) 掘进速度控制:盾构下穿高速桥过程中,严格控制掘进速度在设定范围内,采取刀盘低转速、小扰动匀速通过。

(3) 注浆控制:精细同步注浆,注浆时必须4条管路同步开启。

(4) 盾构姿态控制:通过刀盘、推进系统、铰接系统的协调动作,合理地控制盾构机姿态,确保盾构机按照隧道设计轴线前进。

(5) 地面监测与沉降分析:通过地面监测数据及时分析盾构掘进参数和注浆压力,制定一定的沉降变形的参考值,以指导施工。

(6) 设备维护与保养:定期对盾构机进行全面检查和保养,确保设备正常运行。

2.4 衬砌拼装技术

衬砌拼装技术是盾构掘进施工技术中的重要环节,其技术水平和施工质量直接关系到隧道工程的安全性和耐久性。衬砌拼装技术主要涉及拼装顺序、拼装方式、拼装机械和拼装质量控制等方面。

(1) 拼装顺序:根据盾构机掘进过程中管片的受力特点,确定合理的拼装顺序,一般采用从下至上、先内后外的拼装顺序,以减小管片应力,避免出现管片破裂、错台等现象。

(2) 拼装方式:根据管片类型和隧道断面大小,选择合适的拼装方式,如通缝拼装、错缝拼装等。通缝拼装是将管片顺次叠放,采用这种方法施工方便,但抗震性能相对较差;错缝拼装是将管片交错叠放,这种方法抗震性能较好,但施工难度较大。

(3) 拼装机械:衬砌拼装机械主要包括拼装机、运

输小车、安装小车等设备,这些设备需要具备足够的稳定性和精度,以确保管片拼装的准确性。

(4) 拼装质量控制:在拼装过程中,要严格控制管片的平面和几何尺寸,同时注意控制管片的垂直度和裂缝,以确保隧道结构的整体性和稳定性。

3 盾构掘进施工流程及质量控制

3.1 施工准备

在盾构掘进施工前,需要进行充分的准备工作,以确保施工的顺利进行。首先,要进行详细的地质勘察,了解隧道穿越地层的土质、地下水位、岩石分布等情况,为盾构机的选型和设计提供依据。同时,要结合工程实际情况,制定详细的施工组织设计,包括施工方案、进度计划、资源配置、安全保障措施等。其次,要根据地质勘察结果和隧道断面尺寸,选择合适的盾构机型,并进行针对性的设计优化。此外,要准备盾构机所需的辅助设备,如泥水处理系统、通风系统、电力供应系统等,并确保材料供应充足。另外,要建造满足盾构机进出洞口的工作井,包括井口支护、基底处理等。同时,要对施工人员进行盾构掘进施工技术的培训 and 安全教育,提高施工人员的技能水平和安全意识。最后,要建立完善的施工监控和测量系统,对盾构机的运行状态、隧道轴线、地表沉降等进行实时监测,确保施工质量和安全。同时,要制定应急预案,针对可能出现的紧急情况制定应对措施,并定期进行演练。

3.2 工作井施工

工作井施工是盾构掘进施工中的重要环节,其目的是为盾构机提供进入和出土的通道,是盾构机运行的基础。首先,要进行基础准备,清除施工现场的杂物和障碍物,并进行场地平整,以便进行后续的施工工作。其次,要进行测量定位,根据施工图纸和盾构机的设计要求,准确确定工作井的位置和深度。同时,要进行井口设计,根据盾构机的尺寸和运行要求,设计合适的工作井形状和大小,并确定合适的井口支护方案。另外,要进行井口支护施工,在井口周围进行支护,以保证工作井在施工过程中的稳定性。同时,要对基底进行必要的处理,包括排水、加固等措施,以确保盾构机在工作井内的稳定运行。此外,要在工作井内安装盾构机所需的设备,如拼装机、注浆机等。同时,要进行试运行和调试,在盾构机进入工作井之前,进行试运行和调试,确保工作井内的设备正常运行。最后,要设置安全监控系统,对工作井的稳定性、盾构机的运行状态等进行实时监测。同时,要注意环境保护,采取必要

的措施减少施工噪音、粉尘等污染物的排放。

3.3 盾构机安装与调试

盾构机的安装与调试是盾构掘进施工中的关键环节,其目的是确保盾构机正常运行并满足设计要求。首先,要进行安装准备工作,包括清理施工现场、准备好所需的工具和设备等。其次,要进行基础施工,根据设计图纸进行预埋件、预留孔等施工,确保基础满足盾构机安装要求。接着,要将盾构机各部件按照设计要求进行拆分并运输至施工现场,然后进行设备组装。组装过程中需注意各部件的精度和稳定性,确保满足设计要求。另外,要进行调试运行工作,包括空载调试和负载调试。空载调试主要检查设备的运行状况和性能,负载调试则是对设备的实际运行能力进行检验。调试过程中需注意观察设备运行状态,及时发现并解决问题。最后,要进行安装后检测和验收交付工作。安装后检测包括对盾构机的各项性能指标进行检测和试验,确保其性能和稳定性满足设计要求。验收交付时要进行全面的检测和验收,确保盾构机能够正常运行并投入使用。在安装与调试过程中,要特别注意安全问题,遵守相关安全操作规程,确保人员安全和设备安全。同时,要注意环境保护,减少噪音、粉尘等污染物的排放。

3.4 掘进施工

盾构掘进是盾构法隧道施工的核心环节,直接影响隧道的安全性和耐久性。准备阶段需确保工作井的清洁、管片的正确安装和设备的完好。掘进过程中,需控制盾构机的速度和推力,保持其稳定性和连续性。同时,合理设置排浆管,同步注浆以增强结构的稳定性。管片拼装需精确控制,确保隧道结构的整体性和稳定性。此外,确保隧道内的通风和照明,确保施工人员的安全与健康。有效处理噪音、粉尘等污染物,减少对周围环境的影响。最后,为应对可能发生的紧急情况(如盾构机故障、地质灾害),制定应急预案并采取有效的应急措施,确保施工的安全顺利进行。

3.5 衬砌拼装与防水处理

衬砌拼装与防水处理是盾构掘进施工中不可忽视的环节,对于提高隧道结构的稳定性和耐久性具有重要作用。衬砌拼装是指在盾构隧道施工完成后,对隧道内壁进行混凝土衬砌的施工过程。衬砌拼装前,需要对隧道内壁进行清理,确保无杂物和松散土。根据隧道设计要求,选择合适的衬砌类型,如单层衬砌、双层衬砌等。在衬砌拼装过程中,要严格控制每块衬砌的尺寸和形状,确保拼装精度

和整体稳定性。同时,要注意施工缝的处理,采取有效的防水措施,防止渗漏水现象的发生。防水处理是盾构隧道施工中必不可少的环节。在衬砌拼装完成后,需要对隧道进行全面的防水处理。防水处理包括对隧道内壁涂抹防水涂料、铺设防水卷材等措施。在施工过程中,要选择优质的防水材料,确保其耐久性和可靠性。同时,要严格按照防水施工工艺要求进行施工,确保施工质量符合设计要求。

3.6 验收与评估

盾构隧道的验收与评估是施工过程的最后环节,也是确保隧道质量和安全的重要步骤。验收工作主要依据施工图纸、技术规范和合同要求进行。首先对隧道整体结构进行外观检查,确保无明显的裂缝、渗漏和其他损伤。然后,对隧道的各项性能指标进行检测,如衬砌厚度、混凝土强度、防水效果等。同时,还需对盾构机的运行状态和掘进记录进行检查,以评估施工效果和工程质量。评估环节则是对隧道和盾构机进行全面的评估和质量鉴定。这包括对施工过程、材料选择、设备运行、安全监控等方面的综合评价。评估结果将作为工程竣工验收的重要依据,并为后续的运营和维护提供参考。在验收与评估过程中,应遵循客观、公正的原则,确保评估结果的准确性和可靠性。如有发现不符合标准或需改进之处,应及时提出并采取相应的处理措施,以确保隧道的安全性和耐久性。

结语

盾构掘进施工技术作为一种高效、安全、环保的隧道施工方法,在城市地铁、公路隧道等领域得到了广泛应用。通过深入研究和优化盾构掘进施工技术,提高施工效率和质量,降低工程风险,对于推动隧道工程建设的发展具有重要意义。

参考文献

- [1] 张志强. 盾构隧道施工过程的质量控制[J]. 交通世界, 2021(20): 117-118.
- [2] 李波, 李世豪. 盾构法隧道施工技术及其质量控制研究[J]. 交通世界, 2021(18): 134-135.
- [3] 王文龙. 盾构隧道施工过程的质量控制研究[J]. 交通世界, 2022(21): 158-159.
- [4] 孙晓宇, 王飞. 盾构隧道施工过程的质量控制措施研究[J]. 交通世界, 2022(09): 166-167.
- [5] 陈健. 盾构隧道施工中的质量控制方法研究[J]. 中国新技术新产品, 2022(06): 103-104.