

水利盾构法施工技术及其应用研究

张永军

中国水利水电第十四工程局有限公司 云南 昆明 650041

摘要: 本文深入探讨了水利盾构法施工技术的原理、工作流程、应用实例及其面临的挑战与对策。水利盾构法作为一种先进的隧道掘进技术,在水利工程中发挥着举足轻重的作用。文章通过分析水利盾构法的施工特点、优势以及在实际工程中的应用效果,旨在为该技术在水利工程建设中的进一步推广和应用提供理论支持和实践指导。

关键词: 水利盾构法; 施工技术; 原理; 工作流程; 应用

引言: 随着水利事业的快速发展,各种类型的水利工程项目日益增多,施工难度也随之加大。水利盾构法施工技术作为一种高效、安全的施工方法,在水利工程中得到了广泛应用。本文将从水利盾构法施工技术的重要性、原理及工作流程、应用实例以及面临的挑战与对策等方面进行全面阐述,以期水利工程建设提供有益的参考。

1 水利盾构法施工技术的重要性

1.1 提高施工效率,缩短工期

水利盾构法施工技术的首要优势在于其高效的施工能力。相较于传统的施工方法,盾构机能够连续、稳定地进行掘进作业,大大减少了因停工、返工等问题导致的工期延误。同时盾构法施工过程中的机械化程度高,减少了人工操作的繁琐和不确定性,使得整个施工流程更加顺畅、高效。因此,采用水利盾构法施工技术,可以显著提高施工效率,有效缩短水利工程的建造周期。

1.2 保证施工质量,降低工程风险

在水利工程施工中,质量是生命线。水利盾构法施工技术以其独特的掘进和支护方式,确保了隧道的稳定性和安全性。盾构机在掘进过程中,能够实时调整掘进参数,以适应不同的地质条件,从而确保隧道的线形和断面尺寸满足设计要求^[1]。此外盾构法施工过程中的注浆作业,能够有效填充隧道周围的空隙,增强隧道的整体稳定性和防水性能。这些措施共同保证了水利工程的施工质量,降低了因施工不当导致的工程风险。

1.3 减少人力成本和安全风险,提高施工安全性

传统水利工程施工中,往往需要大量的人力投入,不仅增加了人力成本,还存在较高的安全风险。而水利盾构法施工技术则以其机械化、自动化的特点,大大减少了人力需求。同时盾构机在掘进过程中,能够实时监测和调整掘进参数,确保施工过程中的安全性和稳定性。此外,盾构法施工过程中的支护作业,也能够有效

防止隧道坍塌等安全事故的发生。因此,采用水利盾构法施工技术,可以显著降低人力成本和安全风险,提高施工安全性。

1.4 适应复杂地质条件,增强施工适应性

水利工程往往面临着复杂多变的地质条件,如软土地层、硬岩地层、断层等。传统的施工方法往往难以适应这些复杂地质条件,导致施工难度大、成本高。而水利盾构法施工技术则以其强大的掘进和支护能力,能够轻松应对各种复杂地质条件。无论是软土地层中的掘进作业,还是硬岩地层中的破碎作业,盾构机都能够高效、稳定地完成。因此,采用水利盾构法施工技术,可以显著增强水利工程施工的适应性,为水利工程的顺利建设提供有力保障。

2 水利盾构法施工技术的原理及工作流程

水利盾构法施工技术,作为现代水利工程领域的一项重要创新,其原理和工作流程均体现了高度的技术性和专业性。这一技术通过圆柱形组件(即盾构机)的精确操作,实现了隧洞的高效、安全掘进,同时确保了隧道的稳定性和施工质量。

2.1 水利盾构法施工技术原理

水利盾构法施工技术的核心在于精确掘进与隧道稳定支护的有机结合。该技术利用盾构机这一专业设备,严格按照隧洞设计的轴线轨迹进行作业。盾构机前端装备有高性能的切削刀具,这些刀具能够高效破碎和挖掘土壤,确保掘进过程的顺利进行。与此同时,盾构机的主体部分则承担着支撑和稳定隧道的重要任务,通过其独特的支撑系统,有效防止土壤坍塌,保障施工安全。另外盾构机还内置注浆系统,该系统在掘进过程中同步工作,填充隧道周围的空隙,从而进一步增强隧道的稳定性和防水性能。这一系列精密的设计和制造,共同构成了水利盾构法施工技术的高效与可靠性。

2.2 工作流程

水利盾构法施工技术的工作流程通常包括以下几个关键步骤：（1）盾构机的组装与调试：在施工开始之前，需要将盾构机的各个部件进行组装，并进行全面的调试。这一步骤至关重要，因为它直接关系到盾构机在掘进过程中的性能和稳定性^[2]。调试过程中，需要确保盾构机的切削刀具、推进系统、支撑系统和注浆系统等关键部件均处于良好状态。（2）盾构机的始发与推进：在盾构机组装和调试完成后，需要将其始发至隧洞的起始位置。始发过程中，需要严格控制盾构机的姿态和推进速度，以确保其能够沿着设计的轴线轨迹进行掘进。一旦始发成功，盾构机便开始按照预定的速度和方向进行推进。（3）挖土与排土作业：在盾构机推进的过程中，其前端的切削刀具会不断破碎和挖掘土壤。这些土壤需要通过盾构机的排土系统被及时排出隧洞，以确保掘进作业的顺利进行。排土过程中，需要严格控制排土量和排土速度，以避免对隧道的稳定性造成不利影响。（4）管片安装与注浆作业：随着盾构机的不断掘进，隧道的长度逐渐增加。为了保持隧道的稳定性和防水性能，需要在掘进过程中及时安装管片。管片通常由预制混凝土制成，具有一定的强度和刚度。安装过程中，需要确保管片之间的连接紧密、牢固。同时，还需要利用注浆系统对隧道周围的空隙进行填充，以增强隧道的整体稳定性和防水性能。（5）盾构机的接收与拆卸：当盾构机掘进至隧洞的终点位置时，需要对其进行接收。接收过程中，需要确保盾构机的姿态和位置符合设计要求。接收完成后，盾构机将被拆卸并运回至起始位置或进行其他项目的施工。拆卸过程中，需要严格遵守操作规程和安全要求，以确保人员和设备的安全。

在整个施工过程中，需要严格控制各项技术参数，如掘进速度、推进力、注浆压力等。这些参数的选择和调整直接关系到施工质量和安全。因此，在施工前需要进行详细的勘察和设计工作，以确定合理的施工参数和施工方案。同时，在施工过程中还需要进行实时的监测和反馈，以及时发现和解决潜在的问题和风险。

3 水利盾构法施工技术的应用

水利盾构法施工技术，作为现代水利工程领域的一项革新性技术，以其独特的掘进与支护机制，在输水隧道、排水隧道以及水下隧道等关键水利设施的建设中，展现出了无与伦比的应用优势。它不仅极大地提高了施工效率，还确保了工程质量和施工安全，为水利工程的可持续发展注入了新的活力。

3.1 输水隧道建设：高效掘进与稳定支护的典范

在输水隧道的建设中，水利盾构法以其高效、安全

的掘进能力，成为了行业内的首选施工方法。输水隧道往往需要穿越复杂多变的地质条件，如软土地层、硬岩地层以及断层等，这些地质条件对施工方法和设备提出了极高的要求^[3]。然而，水利盾构法凭借其强大的切削刀具和精确的掘进控制系统，能够轻松应对这些挑战。在掘进过程中，水利盾构法的切削刀具能够迅速而准确地切割地层，同时掘进控制系统能够实时监测和调整掘进参数，确保隧道的掘进轨迹符合设计要求。此外，盾构机的支撑系统能够实时保持隧道的稳定性，有效防止土壤坍塌，从而保证了施工过程中的安全性。除了掘进能力外，水利盾构法在支护方面也展现出了卓越的性能。在掘进过程中，它能够同步进行注浆作业，及时填充隧道周围的空隙，增强隧道的整体稳定性和防水性能。这对于输水隧道来说至关重要，因为隧道的稳定性和防水性能直接关系到输水效率和运行安全。通过水利盾构法的施工，可以确保输水隧道在长期使用过程中保持稳定的输水能力，为城市的供水系统提供可靠的保障。

3.2 排水隧道建设：灵活应对多样化需求

排水隧道作为水利工程中的重要组成部分，承担着城市排水、防洪排涝等重要任务。在排水隧道的建设中，水利盾构法同样展现出了显著的优势。与输水隧道类似，排水隧道也需要穿越复杂的地质条件，且对隧道的稳定性和防水性能有着极高的要求。然而，排水隧道在断面尺寸和形状方面往往具有多样化的需求，这对施工方法提出了更高的挑战。水利盾构法通过调整盾构机的切削刀具和掘进参数，可以灵活应对不同尺寸的隧道掘进需求。同时，其精确的掘进控制和同步注浆作业也能够确保隧道的稳定性和防水性能，满足排水隧道的使用需求。此外，水利盾构法施工速度快、对地表环境影响小，能够在保证施工质量的同时，最大限度地减少对周边环境的干扰。这些优势使得水利盾构法在排水隧道的建设中得到了广泛的应用和推广。

3.3 水下隧道建设：应对高压与腐蚀的挑战

水下隧道作为连接水域两岸的重要交通设施，对于促进区域经济发展和提高交通效率具有重要意义。然而，水下隧道的建设面临着诸多挑战，如高压、腐蚀等特殊情况。这些挑战对施工方法和设备提出了极高的要求^[4]。水利盾构法在水下隧道的建设中同样展现出了卓越的性能。通过选用耐腐蚀、高强度的材料和设备，以及采取特殊的掘进和支护措施，水利盾构法能够确保水下隧道的掘进和支护作业顺利进行。同时，其精确的掘进控制和同步注浆作业也能够确保隧道的稳定性和防水性能，满足水下隧道的使用需求。此外，水利盾构法还能

够适应水下环境的高压等特殊情况，确保施工过程中的安全性和稳定性。这些优势使得水利盾构法在水下隧道的建设中具有广阔的应用前景。

4 水利盾构法施工技术的挑战与对策

水利盾构法施工技术，作为水利工程领域的一项先进技术，虽然在实际应用中展现出了显著的优势，但仍面临着一系列挑战。

4.1 地质条件的复杂性

地质条件的复杂性是水利盾构法施工技术面临的主要挑战之一。地层变化、断层、软弱夹层等不良地质条件，都可能对盾构机的掘进和支护作业造成不利影响。为了应对这一挑战，需要加强地质勘察与预测工作。

(1) 在施工前应进行详细的地质勘察，包括地质勘探、地质剖面分析、地层稳定性评估等，以获取准确的地质信息。(2) 利用现代地质预测技术，如地质雷达、地震波探测等，对地层进行实时监测和预测，及时发现潜在的地质风险。(3) 还可以根据地质勘察结果，制定针对性的施工方案和掘进参数，以适应复杂地质条件。

4.2 设备维护与成本问题

设备维护与成本问题是水利盾构法施工技术的另一个重要挑战。盾构机作为施工的核心设备，其性能和稳定性直接关系到施工质量和效率。然而，盾构机在使用过程中，由于长时间运转和地质条件的复杂性，容易出现磨损、故障等问题，导致维修成本增加^[5]。为了应对这一挑战，需要提高设备维护与保养水平。(1) 建立完善的设备维护体系，定期对盾构机进行检查、维修和保养，确保设备的正常运行。(2) 加强设备操作人员的培训，提高他们的设备操作技能和维护意识，减少因操作不当导致的设备故障。(3) 还可以引入先进的设备维护管理系统，实时监测设备的运行状态，及时发现并处理潜在故障，降低维修成本。

4.3 施工过程中的安全风险

施工过程中的安全风险是水利盾构法施工技术面临的另一个重要挑战。由于盾构法施工通常需要在地下进行，施工环境复杂，存在坍塌、透水、火灾等安全隐患。为了保障施工安全，需要加强施工安全管理和培训。(1) 建立完善的施工安全管理体系，明确施工过程中的安全责任和安全措施。(2) 加强施工人员的安全培训和教育，提高他们的安全意识和操作技能。(3) 还可以引入先进的安全监测技术，如视频监控、气体检测等，实时监测施工环境的安全状况，及时发现并处理安全隐患。

结语

综上所述，水利盾构法施工技术作为一种高效、安全的施工方法，在水利工程中具有广泛的应用前景。通过深入研究水利盾构法的原理、工作流程、应用实例以及面临的挑战与对策，可以为该技术在水利工程建设中的进一步推广和应用提供理论支持和实践指导。未来，随着科技的不断进步和盾构技术的不断创新，相信水利盾构法施工技术在水利工程中将发挥更大的作用，为水利事业的发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1]王显根.土压盾构浅覆土近距离上跨既有隧道施工技术[J].现代城市轨道交通,2022,(09):27-31.
- [2]王艺纬.土压平衡盾构隧道施工控制技术要点分析[J].中外建筑,2021,(06):216-219.
- [3]张乙.超大直径土压平衡盾构隧道施工关键技术研究[J].黑龙江交通科技,2021,40(04):164+166.
- [4]郭雪刚,车炳亿,夏博洋.双线盾构隧道下穿河道变形特征及关键掘进参数研究.现代隧道技术(增刊1),2024(61增1):425-431
- [5]李明,王强.小直径盾构施工技术及应用研究[J].隧道建设,2023(10):1521-1529.