

水利工程输水隧洞开挖施工技术浅析

陈世君

云南省昭通市永善县水务局(永善县天星坝水库水利工程管理局)

DOI: 10.12238/hwr.v8i12.5898

[摘要] 在水利工程建设中,输水隧洞作为关键的水工建筑物之一,其开挖施工技术的优劣直接关系到整个工程的进度、质量和安全。隧洞开挖不仅要求精确控制开挖断面,还需确保围岩稳定,防止坍塌和涌水等安全事故的发生。随着工程技术的不断进步,隧洞开挖施工技术也在不断创新和发展。本文将对水利工程输水隧洞的开挖施工技术进行浅析,探讨其施工难点、技术要点及优化策略,旨在为类似工程提供参考和借鉴,推动水利工程建设事业的持续发展。

[关键词] 水利工程; 输水隧洞; 开挖施工技术

中图分类号: TU74 文献标识码: A

Analysis on construction technology of water conveyance tunnel excavation in water conservancy project

Shijun Chen

Water Resources Bureau of Yongshan County, Zhaotong City, Yunnan Province (Tianxing Dam Reservoir Water Conservancy Project Administration Bureau of Yongshan County) Zhaotong City

[Abstract] In the construction of hydraulic engineering, the tunnel is the key hydraulic structure, and its excavation technology is directly related to the progress, quality and safety of the whole project. Tunnel excavation requires not only precise control of the excavation section, but also stability of surrounding rock to prevent the occurrence of safety accidents such as collapse and water gushing. With the continuous progress of engineering technology, tunnel excavation construction technology is also in continuous innovation and development. This paper will analyze the excavation and construction technology of water conservancy project transmission tunnel, discuss its construction difficulties, technical points and optimization strategies, in order to provide reference for similar projects and promote the sustainable development of water conservancy project construction.

[Key words] water conservancy project; Water conveyance tunnel; Excavation construction technique

引言

在水利工程的施工建设过程中,输水隧洞开挖占据举足轻重的地位。施工线路需紧密贴合水利工程建设需求,依据施工现场的地质构造、水文环境及地形地貌特征进行精细规划与确定。然而,受复杂地质条件、多变水文环境及特殊地形地貌的制约,输水隧洞开挖成为施工中的一大挑战。因此,必须充分重视并运用现代输水隧洞开挖技术,以确保水利工程项目的整体施工质量,攻克这一施工难关。

1 水利工程输水隧洞开挖施工技术分析

1.1 钻爆法开挖技术

钻爆法是目下水利工程输水隧洞开挖中最为常见的方法之一。该方法主要利用钻孔设备在岩石中钻取炮孔,然后装入炸药进行爆破,通过爆破产生的冲击波和气体压力破碎岩石,最后利

用出渣设备将碎石运出隧洞。钻爆法具有施工灵活、适应性强、成本相对较低等优点,特别适用于坚硬岩石地层的开挖。然而,钻爆法也存在一定的局限性,如爆破产生的震动和噪声可能对周围环境造成一定影响,同时需要严格控制炸药用量和爆破参数,以确保施工安全。在钻爆法开挖过程中,必须通过生产性开挖试验,获取炮孔布置、炸药选择、爆破参数设计等。合理的炮孔布置能够确保岩石的均匀破碎,减少超挖和欠挖现象;炸药的选择应根据岩石的硬度和爆破效果进行确定;爆破参数的设计则需考虑岩石性质、隧洞尺寸、施工条件等因素,以确保爆破效果和安全。

1.2 掘进机开挖技术

随着机械化程度的不断提高,掘进机开挖技术在水利工程输水隧洞施工中得到了广泛应用。掘进机是一种集切削、出渣、

支护等功能于一体的综合性施工设备,能够连续、高效地进行隧洞开挖。该方法具有施工速度快、劳动强度低、对周围环境影响小等优点,特别适用于软岩和土质地层的开挖。掘进机的选择应根据隧洞的尺寸、地质条件、施工要求等因素进行确定。在施工过程中,应合理控制掘进机的推进速度、切削深度等参数,以确保开挖的准确性和效率。同时,掘进机开挖过程中还需注意对隧洞周边岩体的保护,避免过度切削导致岩体失稳。

1.3 盾构法开挖技术

盾构法是一种先进的隧洞开挖技术,主要应用于城市地铁、水利工程等大型地下工程建设中。该方法通过在隧洞前端设置盾构壳体,利用盾构壳体的支撑作用保护隧洞周边的岩体稳定,同时在盾构壳体内进行开挖和支护作业。盾构法具有施工安全性高、对周围环境影响小、适用范围广等优点,特别适用于软土地层和复杂地质条件下的隧洞开挖。盾构法的施工关键技术包括盾构壳体的设计、制作和安装,以及开挖、支护等作业的协调配合。盾构壳体的设计应考虑隧洞尺寸、地质条件、施工荷载等因素,确保其具有足够的强度和稳定性;开挖和支护作业则需根据施工进度和岩体性质进行合理安排,以确保施工质量和安全。

1.4 顶管法开挖技术

顶管法是一种特殊的隧洞开挖技术,主要应用于小型隧洞或管道穿越工程。该方法通过在工作井内设置顶管设备,利用顶推力将管道逐段顶入地层中,同时在管道内进行开挖和支护作业。顶管法具有施工占地面积小、对周围环境影响小、施工速度快等优点,特别适用于城市管道穿越、河流穿越等工程。在顶管法开挖过程中,关键技术包括顶管设备的选择、顶推力的控制、管道内开挖和支护作业的协调等。顶管设备的选择应根据管道尺寸、地质条件、施工要求等因素进行确定;顶推力的控制则需根据管道材质、地层性质等因素进行合理设置,以确保顶管作业的顺利进行;管道内的开挖和支护作业则需根据施工进度和岩体性质进行合理安排,以确保施工质量和安全。

2 水利工程输水隧洞开挖施工的难点

2.1 地质条件复杂多变

水利工程输水隧洞通常穿越江、河、湖、库等水域,地质条件复杂多变,给隧洞开挖施工带来了极大的困难。岩层稳定性差、断层、破碎带等不良地质条件会导致隧洞开挖过程中出现塌方、涌水等安全事故。例如,在隧洞进口开挖时,常遇到开挖坡度较陡、岩体破碎的情况,容易产生塌方。对此,施工前需进行详细的地质勘探,掌握地质情况,采取必要的支护措施,如短掘进勤支护、管棚支护超前灌浆等,确保施工安全。同时,地下水位的高低及渗流情况也是影响隧洞开挖的重要因素。当地下水位较高时,隧洞开挖过程中可能遇到大量涌水现象,不仅增加施工难度,还可能对施工人员和设备造成威胁。施工前需做好排水设计,施工过程中加强排水措施,确保隧洞开挖面干燥稳定。

2.2 施工技术要求高

水利工程输水隧洞开挖施工涉及众多专业领域,如土建、安装、桥梁、隧道等,施工技术要求较高。针对不同地质条件、工程特点和环境要求,需采用合适的施工工艺和设备。例如,在破碎岩层中开挖隧洞时,可采用光面爆破技术减少超挖和振动,同时加强支护措施,确保隧洞稳定性。此外,隧洞开挖过程中的质量控制也至关重要。需严格按照施工图纸和规范要求进行施工,加强质量检测和验收工作,确保隧洞开挖质量满足设计要求。同时,还需注重施工过程中的安全管理,制定详细的安全生产责任制和应急预案,确保施工人员的人身安全。

2.3 施工环境恶劣

水利工程输水隧洞开挖施工环境往往较为恶劣,如高温、高湿、低温、缺氧等。这些恶劣环境对施工人员的身体健康和施工设备的正常运行都提出了很高的要求。高温高湿环境容易导致施工人员中暑、设备故障等问题,需采取必要的降温除湿措施,如设置通风设备、提供防暑降温药品等。而低温环境对施工人员和施工设备同样不利,需采取保暖措施,确保施工人员不受寒冷侵袭,设备正常运行。同时,还需关注隧洞内的空气质量,定期检测有害气体浓度,确保施工人员呼吸健康。

2.4 施工管理与协调难度大

水利工程输水隧洞开挖施工规模庞大,施工周期长,施工人员、设备、材料众多,施工组织与管理难度大。首先,需合理规划施工进度,确保各道工序有序衔接,避免窝工和浪费。同时,还需优化资源配置,提高施工效率,降低施工成本。其次,施工过程中需加强与当地政府、居民、环保部门等的沟通协调工作。施工前需办理相关手续,确保施工合法合规;施工过程中需关注当地居民的生活和出行需求,尽量减少施工对居民生活的影响,采取有效措施减少施工对生态环境的影响。

3 水利工程输水隧洞开挖施工技术的优化策略

3.1 引入先进地质探测技术,实现精准设计与施工

传统地质勘探手段往往受限于探测精度和范围,难以全面揭示隧洞穿越区域的地质构造特征,给设计和施工带来不确定性。因此,各参建单位需要引入先进的地质探测技术,如三维地震勘探、瞬变电磁法、地质雷达等,以实现隧洞沿线地质条件的精准探测。例如:在天星坝水库工程的输水隧洞项目中,设计单位及第三方物探咨询服务单位采用了三维地震勘探技术,结合地面地质调查资料,构建了详尽的三维地质模型,该模型不仅揭示了隧洞穿越区域的主要地层、构造和不良地质体分布,还通过数值模拟预测了隧洞开挖过程中可能遇到的地质风险。基于这一精准的地质模型,成都勘测设计研究院的设计项目团队优化了隧洞设计方案,采取了针对性的开挖和支护措施,有效降低了施工风险。

3.2 推广智能化施工技术,提升施工效率与安全性

随着物联网、大数据、人工智能等技术的快速发展,智能化施工已成为水利工程领域的新趋势。在输水隧洞开挖施工中,推广智能化施工技术可以显著提升施工效率和安全性。例如:在天星坝水库工程建设中,施工单位引入了智能化施工管理系统,

该系统集成了地质监测、有害气体检测、围岩应力应变监测、人员定位、视频监控等多项功能于一体,实现了对隧洞开挖施工过程的全方位实时监控。在开挖过程中,系统根据实时监测到的地质条件,方便设计人员及时调整支护方案和施工作业人员调整爆破参数,减少了不必要的等待时间和资源浪费,充分的提高了施工效率。

3.3采用绿色开挖技术,实现环境保护与可持续发展

在水利工程输水隧洞开挖施工中,环境保护与可持续发展同样不可忽视。传统开挖方式往往会对周边环境造成破坏,影响生态平衡。因此,需采用绿色开挖技术,减少施工对环境的负面影响。例如:在天星坝水库工程输水隧洞开挖施工中,要求施工单位必须做好水保、环保的保护工作。在开挖前,要求施工单位联合水环技术咨询服务单位对隧洞沿线进行了详细的生态调查和环境影响评估,制定了有针对性的环境、水保保护方案。在施工过程中,作业队伍严格控制爆破作业参数和频率以减少对周边岩体和植被的破坏;采用湿法作业以减少粉尘污染;对开挖出的弃渣进行分类处理并尽可能回收利用;在隧洞进出口等关键部位设置生态防护网以防止水土流失。通过这些措施的实施,工程建设成功实现了环境保护与可持续发展的预定目标。

3.4实施精细化管理,提高施工质量与成本控制

精细化管理是提升水利工程施工质量和控制成本的重要手段。在输水隧洞开挖施工中实施精细化管理,可以确保各项施工活动有序进行并达到预期目标。例如:在天星坝水库水利工程的输水隧洞开挖施工过程中,参建各方实施了精细化管理策略。首先,参建各方均建立和完善施工管理体系和规章制度,明确了各级管理人员和施工人员的职责和权限;其次,通过定期召开监理、施工协调会议和质量专题会及时解决施工中遇到的问题和困难;第三,加强对施工质量的监督检查和验收工作,确保各项施工活动符合设计要求和规范标准;第四,通过优化施工方案和资源配置控制施工成本,提高经济效益。通过这些措施的实施,成功实现了施工质量和成本控制的双重预期控制目标。

3.5加强技术创新与人才培养,推动施工技术持续进步

技术创新是推动水利工程施工技术持续进步的重要动力,而人才培养则是技术创新的基础和保障。因此,需加强技术创新

与人才培养工作,以推动输水隧洞开挖施工技术的持续进步。例如:在天星坝水库库区工程建设中,参建各方高度重视技术创新与人才培养工作。新进场工人及管理人员,必须进行安全教育及天星坝水库工程特征综合业务知识培训,配合合格后方可进入建设现场;在此过程中,还安排经验丰富的老员工进行传、帮、带,使其尽快进入工作角色;再次,永善县天星坝水库水利工程管理局技术管理股定期或者不定期的组织参建各方技术人员进行业务知识专题培训,促使参建各方业务水平都在不断的提高。通过这些措施的实施,在天星坝水库输水隧洞开挖施工技术领域取得了显著成果,不仅提高了施工效率和质量,还降低了施工成本和风险,为类似工程提供了宝贵经验和借鉴。

总而言之,水利工程输水隧洞开挖施工技术的种类多种多样,每种方法都有其适用的范围和优缺点。在实际工程中,水利工程输水隧洞开挖施工面临诸多难点和挑战,参建各方应为确保施工安全和质量,需从施工技术、施工环境、施工管理等方面入手,采取有效对策和措施,加强技术创新和管理创新,不断提高施工水平和效率。同时,根据工程特点、地质条件、施工要求等因素进行综合考虑,选择最合适的开挖技术,以确保工程的进度、质量与安全。

[参考文献]

- [1]李建俊.水利工程隧洞开挖技术施工工艺[J].水上安全,2023,(02):190-192.
- [2]沈爱锋.水利工程隧洞开挖施工技术的探讨[J].建材发展导向,2023,21(04):175-177.
- [3]李军怀.水利工程隧洞开挖施工技术与管理[J].建材发展导向,2022,20(20):124-126.
- [4]顾少波.小型水利工程隧洞开挖施工技术[J].居舍,2022,(11):55-57.
- [5]范世运,王赫.水利工程输水隧洞施工开挖与衬砌技术研究[J].东北水利水电,2021,39(09):26-27+35.

作者简介:

陈世君(1983--),男,汉族,云南省昭通市人,本科,文章方向:水利工程建设管理。