

水利施工中输水隧洞施工

王军帅

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: 水利施工中输水隧洞施工意义重大,其建设质量直接影响水资源调配与水利设施运行。本文首先概述输水隧洞施工特点与流程,接着阐述开挖、支护、混凝土施工及通风排水等关键技术。同时指出施工面临地质条件复杂、质量隐患、安全风险及环保问题等挑战。针对这些问题,提出优化选线设计、加强施工管理、强化安全保障、落实环保措施及推进技术创新等策略,旨在为水利施工中输水隧洞的高质量、安全、环保建设提供参考与指导。

关键词: 水利施工; 输水隧洞; 关键技术; 施工问题; 应对策略

引言: 在水利工程建设体系里,输水隧洞作为关键组成部分,承担着水资源跨区域调配、灌溉供水、发电等重要功能,对保障水资源合理利用和区域经济社会发展起着不可或缺的作用。随着水利事业不断发展,输水隧洞的规模逐渐扩大、结构日益复杂,施工难度也随之增加。其施工过程不仅涉及多种专业技术,还面临诸多复杂因素影响。因此,深入研究水利施工中输水隧洞施工的相关技术、问题及策略,对于提高施工质量、确保施工安全、保护生态环境以及推动水利行业可持续发展具有重要的现实意义。

1 水利施工中输水隧洞施工的概述

在水利施工领域,输水隧洞是一项关键工程设施,它承担着将水资源从水源地安全、高效输送至需求区域的重要任务,广泛应用于灌溉、供水、发电及跨流域调水等众多水利项目中,对保障水资源合理配置与利用起着不可替代的作用。输水隧洞施工具有显著特点。从工程规模看,其长度、断面尺寸因项目需求而异,短则数米,长可达数十公里,断面形状多样,有圆形、马蹄形等。施工环境复杂,多处于地下,常面临地质条件多变的情况,如软弱围岩、断层破碎带、高水压等,给施工带来极大挑战。施工流程涵盖多个环节。前期需进行详细的地质勘察与选线设计,确保隧洞线路合理且地质条件适宜。开挖阶段,依据地质状况选择合适的开挖方法,如钻爆法、盾构法等。开挖完成后,及时进行支护,以维持隧洞稳定,防止围岩变形坍塌。随后开展混凝土衬砌施工,增强隧洞结构强度与防水性能。此外,还需做好通风、排水等工作,为施工人员创造安全作业环境,保障施工顺利进行^[1]。

2 水利施工中输水隧洞施工的关键技术

2.1 开挖技术

水利施工中输水隧洞开挖技术至关重要,直接影响

工程进度与质量。常见的开挖方式有钻爆法和机械开挖法。钻爆法适用于多种地质条件,通过合理布置炮眼、控制炸药用量,实现围岩的破碎开挖。操作时,需精准测量定位炮眼位置,依据围岩特性确定爆破参数,确保爆破效果符合要求,减少对周边围岩的扰动。机械开挖法则凭借挖掘机、盾构机等设备进行作业。挖掘机适用于断面较大、地质条件较好的隧洞,能快速完成土方挖掘;盾构机则在软土、砂层等地质中优势明显,集开挖、支护、出渣于一体,自动化程度高,可有效提高施工效率与安全性。无论采用何种开挖方式,都要严格遵循“短进尺、弱爆破、强支护、勤测量”原则,实时监测隧洞围岩变形情况,根据监测数据及时调整施工参数,保障开挖作业安全有序推进,为后续施工奠定良好基础。

2.2 支护技术

输水隧洞支护技术是保障隧洞施工及运行安全的关键。常用的支护形式有锚杆支护、喷射混凝土支护、钢拱架支护以及联合支护等。锚杆支护通过在围岩中钻孔、安装锚杆,利用锚杆的锚固力增强围岩的稳定性,适用于稳定性较好的围岩。喷射混凝土支护能及时封闭围岩表面,防止围岩风化、剥落,与锚杆配合使用可形成承载结构,提高围岩自承能力。钢拱架支护具有较高的强度和刚度,在软弱破碎围岩中能迅速提供支撑力,控制围岩变形。联合支护则是将多种支护形式组合运用,充分发挥各自优势,适应复杂多变的地质条件。施工时,要根据围岩地质情况、隧洞断面尺寸等因素合理选择支护形式与参数,确保支护结构与围岩紧密贴合,有效控制围岩变形,保障隧洞施工及运行期间的结构安全^[2]。

2.3 混凝土施工技术

输水隧洞混凝土施工技术关乎隧洞结构的耐久性与防水性能。在混凝土配制方面,需根据设计要求严格控制原材料质量,合理确定水泥、砂石、外加剂等的配合

比, 确保混凝土强度、抗渗性等指标满足标准。浇筑时需采用分层分段法, 控制好每层浇筑厚度与速度, 防止混凝土离析、出现冷缝。不同形状隧洞浇筑方式有别, 圆形隧洞一般采用台车浇筑, 一次成型; 城门洞型则先浇筑底板和部分边墙, 再用台车浇筑剩余部分。振捣是关键, 要选合适设备, 按规定的间距和时间操作, 确保内部密实无气泡。养护同样重要, 隧洞混凝土养护通常刷养护剂封闭保水, 因覆盖难度大难以实现, 且养护时间要符合规范, 防止干缩裂缝。通过严格把控混凝土施工各环节, 提高隧洞混凝土施工质量, 延长隧洞使用寿命。

2.4 通风与排水技术

输水隧洞施工中, 通风与排水技术是保障施工安全与进度的重要环节。通风技术主要解决隧洞内粉尘、有害气体浓度过高以及空气不流通等问题。通常采用机械通风方式, 根据隧洞长度、断面大小等因素选择合适的风机与风管。通风方式有压入式、抽出式和混合式等, 压入式通风能将新鲜空气直接送至工作面, 抽出式通风有利于排出污浊空气, 混合式通风则结合两者优点, 效果更佳。排水技术旨在排除隧洞内的地下水和施工废水。施工前需详细勘察地下水位与水量情况, 合理布置排水系统。对于地下水丰富的地段, 可采用超前钻孔排水、井点降水等方法降低地下水位; 施工废水则通过设置排水沟、集水井, 利用水泵将水排出隧洞。良好的通风与排水条件能为施工人员创造安全、舒适的作业环境, 确保施工顺利进行。

3 水利施工中输水隧洞施工存在的问题

3.1 地质条件复杂带来的挑战

水利输水隧洞施工常面临复杂地质条件。软弱围岩区域, 其强度低、稳定性差, 开挖时易出现围岩变形、坍塌, 导致施工进度受阻, 甚至引发安全事故。断层破碎带地质破碎, 地下水活动频繁, 不仅增加开挖难度, 还可能引发突水、涌泥等灾害, 对施工人员和设备安全构成严重威胁。岩溶地区溶洞、溶隙发育, 施工中易遭遇溶洞突水、地面塌陷等问题, 处理不当会造成严重损失。此外, 高地应力地区可能引发岩爆, 对施工人员的生命安全造成极大危害^[3]。

3.2 施工质量隐患

输水隧洞施工质量存在多方面隐患。在开挖环节, 若爆破参数控制不当, 易造成超挖或欠挖, 影响隧洞断面尺寸精度, 增加后续衬砌施工难度与成本。支护施工中, 锚杆安装角度、长度不符合要求, 喷射混凝土厚度不足、密实度不够, 钢拱架间距过大等问题, 会降低支护结构承载能力, 无法有效控制围岩变形。混凝土施工

时, 原材料质量把控不严、配合比不当、浇筑振捣不密实、养护不到位等, 会导致混凝土强度不足、出现裂缝, 影响隧洞的耐久性与防水性能^[3]。

3.3 安全风险

输水隧洞施工安全风险众多。隧洞内空间狭小、通风不畅, 易积聚有害气体和粉尘, 引发中毒、窒息和尘肺病等职业健康问题。施工过程中, 爆破作业产生的飞石、冲击波可能对周边人员和设备造成伤害。机械设备操作不当、违规作业等易引发机械伤害事故。隧洞内照明不足、地面湿滑, 可能导致人员滑倒、摔伤。此外, 突水、涌泥、坍塌等地质灾害具有突发性和破坏性, 一旦发生, 往往造成严重人员伤亡和财产损失, 给施工安全带来巨大挑战。

3.4 环境保护问题

水利输水隧洞施工对环境造成一定影响。施工过程中产生的废水, 若未经有效处理直接排放, 会污染周边水体, 影响水生生物生存和水质安全。爆破作业产生的噪声和振动, 不仅干扰周边居民正常生活, 还可能对周边建筑物造成损坏。开挖产生的弃渣随意堆放, 会占用土地资源, 引发水土流失, 破坏生态环境。此外, 施工机械运行排放的废气, 会污染大气环境, 影响空气质量。施工过程中对地表植被的破坏, 也会降低区域的生态功能, 影响生态平衡。

4 水利施工中输水隧洞施工的相关策略

4.1 优化选线设计

优化输水隧洞选线设计是保障施工顺利开展的基础。选线前需开展全面细致的地质勘察工作, 运用先进的地质勘探技术, 精准掌握沿线地质构造、岩性、地下水等情况, 为选线提供可靠依据。尽量避开地质条件恶劣区域, 如断层破碎带、软弱围岩区、岩溶发育区等, 降低施工难度与风险。综合考虑地形地貌, 选择线路短、起伏小的路径, 减少工程量与施工成本。同时, 要兼顾周边环境与生态保护, 避免对重要生态功能区、自然保护区等造成破坏。此外, 还应考虑与现有交通、水利等基础设施的衔接, 便于施工期间的物资运输与设备进出。通过多方案比选, 运用科学的方法和模型进行评估, 选择最优线路方案, 为输水隧洞施工创造良好条件, 确保工程建设的安全性、安全性和环保^[4]。

4.2 加强施工管理

加强施工管理是确保输水隧洞施工质量与进度的关键。建立完善的施工管理体系, 明确各部门和人员的职责分工, 形成高效的管理机制。严格把控原材料质量, 对水泥、钢材、砂石等材料进行严格检验检测, 确保其

质量符合标准要求。加强施工过程质量控制,制定详细的施工工艺流程和质量检验标准,对开挖、支护、混凝土浇筑等关键工序进行全程监控,及时发现并纠正质量问题。合理安排施工进度,根据工程实际情况和资源配置情况,制定科学的施工进度计划,并动态调整优化,确保工程按期完成。同时,加强成本管理,严格控制工程费用支出,提高资金使用效率,避免资源浪费,实现工程建设经济效益最大化。

4.3 强化安全保障

强化安全保障是输水隧洞施工的重中之重。建立健全安全生产管理制度,制定完善的安全操作规程和应急预案,加强安全教育培训,提高施工人员的安全意识和应急处置能力。在施工现场设置明显的安全警示标志,配备齐全的安全防护设施,如安全帽、安全带、安全网等,为施工人员提供可靠的安全防护。加强施工过程中的安全监测,运用先进的监测设备和技术,对隧洞围岩变形、支护结构应力、有害气体浓度等进行实时监测,及时发现安全隐患并采取有效措施进行处理。定期组织安全检查和隐患排查治理工作,对发现的安全问题及时整改,确保施工安全。同时,加强与当地气象、地质等部门的沟通联系,及时掌握天气和地质变化情况,提前做好防范措施,保障施工人员的生命安全。

4.4 落实环保措施

落实环保措施是输水隧洞施工的必然要求。在施工前,制定详细的环境保护方案,明确环保目标和任务,将环保措施落实到施工的各个环节。施工过程中,加强对废水、废气、废渣的处理和管理。设置污水处理设施,对施工废水进行沉淀、过滤、消毒等处理,达标后排放;采用洒水降尘、封闭运输等措施,减少施工扬尘污染;对弃渣进行分类堆放和综合利用,无法利用的弃渣运至指定地点堆放,并做好防护措施,防止水土流失。加强对施工场地的生态保护,尽量减少对地表植被的破坏,施工结束后及时进行生态修复,恢复植被。同时,加强对施工人员的环保教育,提高环保意识,营造良好的环保施工氛围,实现工程建设与环境保护的协调发展。

4.5 推进技术创新

推进技术创新是提升输水隧洞施工水平的重要途径。加大对施工技术研究的投入,鼓励科研机构和企业开展联合攻关,针对输水隧洞施工中的关键技术难题,如复杂地质条件下的开挖技术、高效支护技术、高性能混凝土施工技术等,进行深入研究和创新。积极引进和吸收国内外先进的施工技术和设备,如盾构机、TBM(全断面硬岩隧道掘进机)等,提高施工效率和质量。利用信息化技术,建立施工管理信息系统,实现对施工过程的实时监控和动态管理,提高管理效率和决策科学性。同时,加强人才培养和引进,打造一支高素质的施工技术和管理团队,为技术创新提供人才支撑。通过技术创新,不断提升输水隧洞施工的技术水平和核心竞争力,推动水利施工行业的可持续发展^[5]。

结束语

水利施工中的输水隧洞施工是一项综合性强、复杂度高且意义重大的工程任务。其施工过程面临地质条件复杂、质量把控难、安全风险高、环保要求严等诸多挑战。但通过优化选线设计、加强施工管理、强化安全保障、落实环保措施以及推进技术创新等一系列策略的实施,我们能够有效应对这些难题。未来,随着科技的不断进步和施工经验的持续积累,输水隧洞施工将朝着更加高效、安全、环保、智能的方向发展,更好地服务于水利事业,为保障水资源合理调配、促进经济社会可持续发展发挥更为关键的作用。

参考文献

- [1]金永星.水利施工中输水隧洞施工措施的研究[J].农家科技(下旬刊),2022(4):236.
- [2]魏国峰.水利工程输水隧洞施工安全管理分析[J].四川建材,2021(11):188-189.
- [3]谢雄飞.水利工程输水隧洞施工技术分析[J].珠江水运,2022(2):039.
- [4]金永星.水利施工中输水隧洞施工措施的研究[J].农家科技(下旬刊),2021(4):236.
- [5]魏国峰.水利工程输水隧洞施工安全管理分析[J].四川建材,2021(11):188-189.