

水利工程中引水隧洞的施工关键技术探讨

姜海瑞, 刘明海

(平度市水利水产局, 山东 青岛 266700)

摘要 在水利工程建设中, 引水隧洞作为关键的组成部分, 其施工质量的控制直接关系到整个工程的安全性和稳定性。为了确保引水隧洞的施工质量, 必须采取一系列有效的质量控制措施。本文首先分析水利工程引水隧洞的施工特点, 然后分析具体的施工关键技术, 通过科学有效地应用隧道锚杆和混凝土喷射、衬砌等相关技术, 能顺利地完水利程中引水隧洞施工, 为相关研究人员提供参考。

关键词 水利工程; 引水隧洞; 开凿技术; 排水系统施工技术; 隧道锚杆施工技术

中图分类号: TV67

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0043-03

随着水利工程的快速发展, 引水隧洞作为其中的重要组成部分, 其施工关键技术的研究与应用日益受到关注。引水隧洞的施工涉及隧洞设计、开挖技术、支护措施等多个方面, 是一个复杂且综合性的工程。特别是在复杂地质条件下, 如何确保隧洞施工的稳定性、安全性和经济性, 成为当前水利工程建设领域亟待解决的关键问题。

1 水利工程中引水隧洞施工特点

1.1 施工环境复杂

引水隧洞的施工往往涉及复杂的地下环境, 包括各种岩石层、断层、节理、溶洞等地质构造。这就要求施工人员必须充分了解和掌握地质情况, 采取相应的技术措施来应对可能出现的地质问题。

1.2 施工难度大

由于引水隧洞需要在山体内部进行挖掘, 施工空间有限, 作业条件恶劣, 给施工带来很大的难度。此外, 隧洞挖掘过程中还需要考虑排水、通风、照明等一系列问题, 这些都给施工增加了难度^[1]。

1.3 施工周期长

引水隧洞的施工通常是一个长期的过程, 需要分阶段进行。从初步勘探、设计、施工到最后的竣工验收, 都需要花费大量的时间和精力。特别是在遇到地质条件复杂、技术难度大的情况下, 施工周期可能会进一步延长。

1.4 质量控制严格

引水隧洞作为水利工程的重要组成部分, 其施工质量直接关系到整个工程的安全和稳定运行。因此, 在施工过程中必须严格控制质量, 确保每一道工序都

符合规范要求。同时, 还需要建立完善的质量检测体系, 对施工过程中的关键部位和关键环节进行实时监测和检查, 以确保施工质量。

2 水利工程中引水隧洞的施工技术

2.1 开凿技术

开凿技术是引水隧洞施工中的核心技术, 其目的是在山体内部按照设计要求挖掘出所需的空間, 形成隧洞的主体结构。开凿技术的实施, 在施工前, 必须对隧洞穿过的山体进行详细的地质勘察, 了解岩石类型、地质构造、断层、节理等地质情况。基于地质勘察结果, 进行爆破设计, 确定爆破孔的深度、角度、装药量等参数, 以确保爆破效果满足施工要求^[2]。按照爆破设计, 使用钻孔机在岩壁上钻孔, 然后将炸药装入孔中, 按照预定的时间进行引爆。爆破过程中, 必须确保人员安全撤离, 并采取必要的减震、降噪措施, 以减少对周边环境的影响。爆破后, 要及时清理隧洞内的渣石, 保持隧洞畅通。同时, 要加强通风, 确保隧洞内空气流通, 减少粉尘和有害气体的积聚。

2.2 排水系统施工技术

在水利工程中, 引水隧洞经常面临地下水的威胁。如果排水系统处理不当, 可能导致隧洞内部积水, 甚至引发塌方等安全事故。在施工前, 应根据地质勘察结果和隧洞的具体情况, 设计出合理的排水系统。排水系统一般包括排水沟、排水管、集水井等部分, 要确保这些部分能够有效地将隧洞内的水排出。在隧洞开挖过程中, 要按照设计要求同步施工排水沟和排水管。排水沟一般设在隧洞底部, 用于收集隧洞内的积水; 排水管则用于将水从排水沟中引出隧洞^[3]。在施工过程中, 要确保排水沟和排水管的坡度、坡向符合设计

要求, 以免出现积水或倒灌现象。集水井是排水系统的重要组成部分, 用于收集从排水管引出的水。集水井的施工要确保其深度、直径符合设计要求, 同时要确保井壁的支护和防渗工作, 防止井壁塌方或渗水。根据隧洞内的水量和水位变化, 选择合适的抽水设备进行排水。抽水设备的安装要确保其稳定运行, 并能满足隧洞排水的要求。同时, 要做好抽水设备的维护和保养工作, 确保其长期稳定运行。在隧洞开挖和支护过程中, 应采取必要的防水措施, 如设置防水帷幕、注浆加固等, 以减少隧洞周边的渗水。在衬砌施工过程中, 也应选择防水性能好的材料, 以提高隧洞的防水能力。

2.3 隧道锚杆施工技术

隧道锚杆施工技术是引水隧洞施工中的重要环节, 主要用于增强隧洞围岩的稳定性, 防止围岩塌落和变形^[4]。锚杆是一种将岩石或土壤与支护结构紧密相连的受力构件, 通过锚杆的拉力作用, 可以将隧洞周围的岩石或土壤固定在一起, 形成一个整体, 从而增强隧洞的承载能力。在进行隧道锚杆施工前, 首先需要对隧洞周围的岩石进行详细的地质勘察, 了解岩石的性质、结构、节理、断层等情况。根据地质勘察结果, 确定锚杆的类型、长度、直径、间距等参数, 并进行锚杆的设计计算, 确保锚杆的承载能力和稳定性满足要求。在施工过程中, 首先要进行钻孔作业, 按照设计要求在岩石中钻出锚杆孔。钻孔时要确保孔径、孔深、孔斜等参数符合设计要求, 同时要注意保护孔壁的完整性, 防止孔壁坍塌。钻孔完成后, 要进行清孔作业, 清除孔内的岩屑、泥浆等杂物, 确保孔内清洁。接下来是锚杆的安装和注浆作业。锚杆的安装要保证锚杆与孔壁紧密贴合, 注浆作业则要确保注浆材料充实锚杆与孔壁之间的空隙, 使锚杆与围岩形成紧密的整体。注浆材料的选择要根据岩石的性质和注浆工艺的要求来确定, 常用的注浆材料有水泥浆、水泥砂浆等。在锚杆安装和注浆完成后, 要进行锚杆的张拉试验, 检测锚杆的承载能力和稳定性。张拉试验要符合相关的技术规范 and 标准要求, 确保锚杆的性能达到设计要求。

2.4 混凝土喷射施工技术

混凝土喷射施工技术具有施工速度快、施工成本低、适应性强等优点, 因此在引水隧洞施工中得到了广泛应用^[5]。在进行混凝土喷射施工前, 首先要对隧洞内的岩石或土壤进行清理和整平, 确保喷射面平整、清洁, 没有松动的岩石和杂物。同时, 要根据设计要求准备好喷射混凝土的材料和设备, 包括水泥、骨料、

添加剂、喷射机等。在施工过程中, 要控制好喷射混凝土的配合比和喷射压力, 确保混凝土能够均匀地喷射到喷射面上, 形成良好的混凝土层。在喷射过程中, 要注意控制喷射速度和喷射厚度, 防止混凝土流淌和坍塌。同时, 要加强混凝土的养护工作, 确保混凝土能够充分硬化和强度发展。在混凝土喷射完成后, 要进行质量检查和验收工作。质量检查主要包括喷射混凝土的强度、密实性、平整度等方面, 要确保混凝土的质量符合设计要求。验收工作则要对喷射混凝土的外观、尺寸等进行检查, 确保喷射混凝土的质量达到标准要求。

2.5 预防和处理塌方技术

预防塌方的关键在于对隧洞周边地质环境的深入了解和科学评估, 在施工前, 需要对隧洞沿线进行详细的地质勘探, 包括岩石的强度、稳定性、节理发育情况等^[6]。基于地质勘探结果, 制定针对性的施工方案, 如合理布置开挖断面、选择适当的开挖方法等。此外, 施工过程中还需加强监控和预警。通过安装位移、应力等监测设备, 实时监测隧洞周边的变形情况, 一旦发现异常, 立即采取应急措施, 如加强支护、调整开挖进度等。

尽管预防措施做得再好, 但在实际施工中仍有可能遇到塌方情况。一旦发生塌方, 必须迅速、有效地进行处理。首先, 要迅速清除塌方体, 恢复隧洞的施工空间。在清除过程中, 要注意保护施工人员的人身安全, 避免二次塌方的发生。在塌方处理过程中, 要加强隧洞周边的支护结构, 防止塌方范围进一步扩大。支护结构的选择应根据实际地质情况而定, 可以是钢支撑、木支撑或喷射混凝土等。对于塌方体周围的岩石, 可以采用注浆加固的方法, 提高其强度和稳定性。注浆材料应根据岩石性质选择, 常见的注浆材料有水泥浆、水泥砂浆等。

2.6 衬砌技术

衬砌材料的选择应根据隧洞的使用要求、地质条件、环境因素等进行综合考虑, 常见的衬砌材料有混凝土、钢筋混凝土、砖石等^[7]。其中, 混凝土因其良好的耐久性和适应性, 在引水隧洞衬砌中得到了广泛应用。衬砌施工前, 需根据设计要求制作模板。模板的制作要求精确、牢固, 确保衬砌的尺寸和形状满足设计要求。模板安装时要确保其位置准确、牢固稳定, 防止混凝土浇筑过程中发生位移。在浇筑过程中, 要控制好混凝土的配合比、浇筑速度和浇筑质量, 确保混凝土能够充分填满模板, 形成密实的衬砌结构。浇

筑完成后,要及时进行养护工作,确保混凝土能够充分硬化和强度发展。在混凝土达到一定的强度后,可以进行拆模工作。拆模时要小心操作,避免对衬砌造成损伤。拆模后,要对衬砌的外观、尺寸、平整度等进行检查,确保其满足设计要求。对于不符合要求的部位,要及时进行修复和处理。由于引水隧洞长期处于水下环境,因此防水处理是衬砌施工中的重要环节。在衬砌施工过程中,要采取有效的防水措施,如设置防水层、涂抹防水涂料等,确保隧洞在使用过程中不发生渗漏问题。

2.7 回填注浆操作技术

回填材料的选择直接关系到注浆的效果,一般来说,回填材料应具备良好的流动性、稳定性和凝结性。常用的回填材料包括水泥浆、水泥砂浆、化学浆液等。在选择回填材料时,需要综合考虑隧洞的地质条件、地下水情况、施工环境等因素,确保所选材料能够满足工程要求。注浆管应沿着隧洞的轮廓线或裂缝走向进行埋设,确保注浆管能够覆盖到所有需要注浆的区域^[8]。注浆管的埋设深度、间距和固定方式都需要根据工程实际情况进行确定,以确保注浆效果。在注浆过程中,需要严格控制注浆压力、注浆速度和注浆量等参数,确保注浆材料能够均匀、密实地填充到空洞和裂缝中。同时,注浆过程中需要注意观察注浆效果,及时调整注浆参数,确保注浆质量。

3 水利工程中引水隧洞的施工关键技术质量控制措施

3.1 加强技术监督与检查

在施工过程中,必须建立健全的技术监督体系,对各项施工参数和施工过程进行实时监测和记录。这包括对隧洞开挖尺寸、喷射混凝土厚度、灌浆效果等进行定期检查和评估。同时,施工过程中还应对所使用的原材料、半成品和设备进行质量检验,确保其符合相关标准和设计要求。此外,加强技术监督与检查还包括对施工现场的安全管理进行监控。必须确保施工现场的安全设施完善,施工人员遵守安全操作规程,防止因违规操作而引发的安全事故^[9]。同时,对于施工过程中出现的质量问题,应及时进行整改和处理,确保施工质量和进度。

3.2 加强人员培训

在施工过程中,施工人员的技能水平和质量意识直接关系到施工质量的好坏。因此,必须加强对施工人员的培训和教育,提高他们的技术水平和质量意识。针对引水隧洞施工的特点和难点,培训内容应包括施

工技术、质量控制标准、安全操作规程等方面。通过培训,使施工人员能够熟练掌握施工技术和质量控制方法,提高施工质量和效率^[10]。同时,还应建立健全的考核制度,对施工人员的培训成果进行检验和评估,确保培训效果。在人员培训过程中,还应注重培养施工人员的责任心和团队精神。让他们明白自己的工作对于整个工程的重要性,以及团队合作对于提高施工质量和效率的关键作用。通过加强人员培训,不仅可以提高施工质量和效率,还可以降低施工过程中的安全风险,为水利工程的顺利进行提供有力保障。

4 结束语

经过对水利工程中引水隧洞施工关键技术的深入探讨,我们可以清晰地认识到,这些技术不仅关乎隧洞施工的质量与效率,更直接关系到整个水利工程的成败。在复杂多变的地质环境和日益严格的工程要求下,引水隧洞的施工技术需要不断创新和完善。未来,随着科技的不断进步和工程实践的不断积累,相信引水隧洞施工技术将会更加成熟、高效,为水利工程建设提供更为坚实的技术支撑。

参考文献:

- [1] 刘敬. 水利工程中引水隧洞的施工技术[J]. 水上安全, 2023(10):178-180.
- [2] 韦利军, 孙伟芳. 水利工程中引水隧洞的施工技术及质量保证[C]// 中国智慧城市经济专家委员会. 2023年智慧城市建设论坛深圳分论坛论文集. 黄河建工集团有限公司, 2023.
- [3] 黄耀坤. 水利工程中引水隧洞的施工技术浅析[J]. 黑龙江水利科技, 2023, 51(03):49-51, 89.
- [4] 杨周. 水利工程中引水隧洞的施工技术及质量保证[J]. 居业, 2022(08):56-58.
- [5] 高月. 水利工程中的引水隧洞施工技术研究: 以太子河干流某水库工程为例[J]. 地下水, 2021, 43(06):316-318.
- [6] 罗立铁. 水利工程中引水隧洞的施工技术及质量保证[J]. 清洗世界, 2020, 36(08):90-91.
- [7] 朱凤艳. 水利工程中引水隧洞施工技术与质量控制[J]. 居业, 2019(11):127, 129.
- [8] 王玉琦. 水利工程中引水隧洞的施工技术与质量控制分析[J]. 城市建筑, 2019, 16(29):147-148.
- [9] 张磊. 水利工程中引水隧洞施工技术与质量控制措施[J]. 农业科技与信息, 2019(15):119-120.
- [10] 侯晓斌. 水利工程中引水隧洞施工技术与质量控制措施[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2019(15):186.