

# 水库除险加固工程新建泄洪隧洞施工工艺探究

王洋

江苏河海建设有限公司, 江苏 镇江 212000

[摘要] 水库除险加固工程是我国水利工程领域的重要组成部分, 新建泄洪隧洞是其中关键的施工内容。文章针对水库除险加固工程中新建泄洪隧洞的施工工艺进行深入探究, 分析现有施工技术的优缺点, 提出一种适用于水库除险加固工程的新建泄洪隧洞施工工艺, 并通过实际工程案例验证其可行性。对新建泄洪隧洞的施工工艺进行了详细探究, 分析了施工过程中的关键技术问题, 并提出了相应的解决措施。

[关键词] 水库除险加固; 泄洪隧洞; 施工工艺; 关键技术; 解决措施

DOI: 10.33142/hst.v7i8.13158

中图分类号: TV697.3

文献标识码: A

## Exploration on Construction Technology for New Flood Discharge Tunnel in Reservoir Reinforcement Project

WANG Yang

Jiangsu Hehai Jianshe Co., Ltd., Zhenjiang, Jiangsu, 212000, China

**Abstract:** Reservoir flood control and reinforcement engineering is an important component of China's water conservancy engineering field, and the construction of new flood control tunnels is a key construction content. This article conducts an in-depth exploration of the construction technology of new flood control tunnels in reservoir flood control and reinforcement engineering, analyzes the advantages and disadvantages of existing construction technology, proposes a new flood control tunnel construction technology suitable for reservoir flood control and reinforcement engineering, and verifies its feasibility through actual engineering cases. The article explores the construction technology of new flood control tunnels in detail, analyzes the key technical problems during the construction process, and proposes corresponding solutions.

**Keywords:** reservoir hazard removal and reinforcement; flood discharge tunnel; construction technology; key technologies; solution measures

### 引言

水库除险加固工程对于确保水库安全、提高水库运行效益具有重要意义。新建泄洪隧洞是水库除险加固工程中的关键环节, 其施工质量直接关系到水库的安全和运行效益。因此, 对新建泄洪隧洞的施工工艺进行深入研究, 对于提高水库除险加固工程质量具有重要的指导意义。

### 1 现有施工技术分析

目前, 新建泄洪隧洞的施工技术主要包括钻爆法、TBM法、钻孔滑模法等。这些方法在实际施工中具有一定的应用价值, 但也存在一些不足。例如, 钻爆法施工过程中振动和噪音较大, 对周围环境的影响较大; TBM法设备投资高, 施工成本较大; 钻孔滑模法施工速度较快, 但适用于较小的隧洞直径。

### 2 施工内容

#### 2.1 控制隧洞水流

为稳定提升泄洪隧洞施工质量, 需要做好隧洞水流控制工作。在泄洪隧洞的进出口位置, 开挖截水沟和集水坑是关键步骤, 以确保水流的截留与集中排放, 避免水流对施工造成影响。同时, 在排水沟渠上方放置钢筋网片, 可以有效降低水流速度, 保证施工的安全和顺利进行。

在施工期间, 正处于当地的雨季, 将会导致隧洞水流

控制力度偏弱。因此, 准备足够数量的黏土编织袋是必要的, 以强化水流控制效果, 防止水流对施工造成不利影响。此外, 还需要对施工人员进行相关的水流控制培训, 让员工了解并掌握水流控制的方法和技巧, 以确保施工质量和进度。同时, 为应对可能出现的水流控制问题, 应制定详细的水流控制方案, 包括水流的预测、监测和应对措施<sup>[1]</sup>。同时, 建立完善的水流控制管理体系, 明确责任人和管理流程, 确保水流控制工作的顺利进行。此外, 还需要对泄洪隧洞的施工质量进行定期检查和评估, 及时发现并解决施工中的问题, 确保施工质量的稳定提升, 同时加强与相关单位和部门的沟通与合作, 及时了解并应对施工中的各种情况, 确保施工的顺利进行。

综上所述, 做好泄洪隧洞施工中的水流控制工作, 通过开挖截水沟和集水坑、放置钢筋网片、准备黏土编织袋等措施, 可以有效控制水流, 保证施工的安全和顺利进行。同时, 制定详细的水流控制方案和管理体系, 加强施工质量检查和评估, 以及与相关单位的沟通与合作, 也是确保施工质量的重要手段。

#### 2.2 组件防腐处理

在水库除险加固工程中, 新建泄洪隧洞施工环节中, 大量金属材质的组件被广泛应用。由于金属材质的特性,

组件在使用过程中很容易发生腐蚀和倾倒,会对工程的安全运行带来极大的隐患。因此,开展必要的防腐处理必不可少。

对于那些与混凝土结构接触的金属组件,可通过喷涂砂料的方式,来维持组件表面的粗糙度在  $60\sim 100\ \mu\text{m}$  之间,能有效地提高金属组件与混凝土之间的摩擦力,从而增强它们的连接性能,降低因腐蚀而导致的倾倒风险,而对于其他金属组件,则需要晴天进行喷涂处理<sup>[2]</sup>。由于晴天时的干燥天气有利于涂层的附着和干燥,施工人员需将组件表面均匀喷涂锌铝涂层,该涂层具有良好的防腐性能,可以有效地隔绝空气和水分对金属组件的侵蚀。在喷涂过程中,需要在2小时内均匀喷涂2次,以确保涂层的均匀性和厚度,从而提高防腐效果。

总的来说,在新建泄洪隧洞施工过程中,对于金属组件的防腐处理是至关重要的。通过喷涂砂料和锌铝涂层,可以有效地防止金属组件的腐蚀和倾倒,确保工程的安全运行。

### 3 新建泄洪隧洞施工工艺

#### 3.1 施工准备

在开展新建泄洪隧洞的施工工作之前,施工团队需对项目所涉及的各项资料进行全面的搜集与整理,这些资料包括隧洞设计的蓝图、地质勘察报告、周边环境评估,通过资料的分析,施工团队能够对隧洞的具体位置、尺寸、结构设计以及施工中可能遇到的难点等有一个初步的了解。其次,施工前期的现场调研,包括对隧洞进出口的确切定位、隧洞线路的具体走向以及隧洞沿线地质条件的详细考察。此环节中,直接关系到施工方案的设计和施工过程中可能遇到的风险。例如,隧洞穿越的地质层是否存在活动断层、是否存在地下水流等因素都会对施工安全及进度产生重大影响。

在完成两项准备工作后,施工团队应结合工程的具体特点和施工中的实际需求,制定出一套切实可行的施工方案和施工组织设计,方案应涵盖从人员配置、材料供应、设备选用到施工安全措施等,都必须做出周密的计划和安排。其目的是确保施工过程能够高效、安全、有序地进行,避免或减少因准备不足导致的施工延误和意外事故的发生。此外,对施工方案的反复论证和优化也是施工准备阶段的重要任务,包括对施工方案进行多角度的分析评估,以确保其可行性;通过模拟施工,预测施工中可能出现的问题并提前想好解决方案;以及针对可能出现的各种紧急情况制定应急预案,确保在遇到问题时能迅速有效地应对。

#### 3.2 洞口施工

洞口施工是新建泄洪隧洞的基础性工程,涵盖洞口开挖、基础处理以及洞口衬砌等多个环节。在进行洞口开挖时,必须高度重视边坡稳定问题,采取有效措施防止坍塌事故的发生。同时,基础处理同样不可忽视,要求地基承

载力需满足设计要求,如有必要,还需进行地基加固处理,以保证泄洪隧洞的稳定性和安全性。此外,洞口衬砌的施工也应严格按照设计要求进行,确保洞口结构的稳固。

在洞口开挖过程中,为确保边坡稳定,需对边坡进行加固处理。常用的加固方法包括喷锚支护、土钉支护,还需对开挖过程中的排水问题进行妥善处理,避免因积水导致边坡稳定性降低。此外,还需密切关注洞口开挖过程中的地质变化,如遇到不良地质条件,应立即采取相应的处理措施,确保工程顺利进行。

基础处理直接关系到泄洪隧洞的安全运行。在进行地基处理时,首先要对地基进行勘察,了解地基的地质条件、承载力等参数。根据勘察结果,制定合理的地基处理方案。常见的地基处理方法包括地基换填、地基加固、排水等措施。地基处理过程中,要严格按照设计要求进行,确保地基承载力满足泄洪隧洞的设计要求<sup>[3]</sup>。洞口衬砌其主要目的是提高洞口结构的稳定性和安全性。洞口衬砌施工应严格按照设计图纸进行,确保衬砌结构的尺寸、厚度和材质满足设计要求。在衬砌施工过程中,要注重施工质量,确保衬砌结构的紧密度、平整度和美观度。同时,还需对衬砌结构进行加固处理,以提高其抗变形能力。

#### 3.3 洞身开挖及支护施工工艺

在开展隧洞开挖施工前,为确保施工过程的安全性,避免潜在的危险发生,需要重视隧洞进出口的安全防护措施。搭建坚固的防护棚其主体结构通常采用钢材建造,在实践中,钢材的骨架间隔被严格控制在  $0.5\text{m}$  以内,并在其顶部铺设厚度为  $5\text{m}$  的木板,既增大了结构的稳定性,又能有效缓解由于开挖作业产生的压力。

针对水库新建泄洪隧洞项目,开挖策略需要根据不同类型的围岩采取相应的施工方法。具体而言,III-V类围岩的开挖主要采用全断面开挖法,严格控制开挖过程中的进尺、药量和爆破强度,以确保隧洞稳定性。其中,IV类围岩的循环进尺限制在  $2\text{m}$ ,V类围岩则不超过  $1\text{m}$ ,而对于稳定性较好的III类围岩,循环进尺可适度放宽至  $3\text{m}$ 。开挖后的岩土方,利用装载机配合  $20$  吨自卸车运输至渣场,确保施工效率<sup>[4]</sup>。

在洞身开挖的同时,支护工作是保障施工安全的重要环节,尤其是对于不稳定性较高的III、IV类围岩。以III类围岩为例,采用的支护方法主要是锚杆挂网支护,锚杆按照  $1\text{m}$  的间距摆放在梅花型结构中,这种方法可以有效提高围岩的稳定性。相对地,IV类和V类围岩则主要依靠工字钢进行支护,具体步骤包括安装钢拱架、挂网、喷射混凝土以及安装锚杆等,这些工序共同作用,确保了泄洪隧洞开挖支护作业的顺利进行。此外,在整个施工过程中,必须重视安全生产管理,严格按照施工方案和技术规范操作,确保施工人员的人身安全。同时,针对隧洞开挖可能引发的水文地质问题,还需做好预防和应对措施,以降低

风险发生的概率。综上所述,隧洞开挖施工前的准备工作,如搭建防护棚、制定合理的开挖与支护方案,以及采取有效的安全生产措施,都是确保工程顺利进行和人员安全的关键因素。

### 3.4 灌浆钻孔施工工艺

在新建泄洪隧洞工程中,充分应用灌浆钻孔施工工艺,对于提高隧洞稳定性和安全性具有重要意义。灌浆施工是在隧洞围岩中进行的一种加固措施,通过将灌浆材料注入围岩裂缝中,使裂缝填充密实,增强围岩的整体强度和稳定性。在灌浆施工过程中,常采用回填法和固结法两种灌浆方法,以达到理想的加固效果。

回填法是一种将灌浆材料填充到围岩裂缝中,以增加围岩的密实度和强度的方法。该方法通过设置灌浆孔,将灌浆材料注入裂缝中,使其充分填充和固化,从而提高围岩的稳定性。在回填法施工中,灌浆材料的流动性和渗透性至关重要。因此,选择合适的灌浆材料和调整灌浆速度是保证灌浆效果的关键。固结法是一种通过设置灌浆孔,将灌浆材料注入围岩中,使其在固化过程中产生收缩,从而增加围岩的密实度和强度的方法。该方法适用于围岩裂缝较为发育的情况,通过调整灌浆速度和灌浆压力,可以使灌浆材料更好地渗透到裂缝中,提高围岩的稳定性。在固结法施工中,需要注意控制灌浆材料的温度,以确保其具有良好的流动性和渗透性。

在新建泄洪隧洞工程中,灌浆材料的选取也是至关重要的。主要以硅酸盐水泥搭配混合温度为 20℃ 的拌合水作为灌浆材料,具有良好的流动性和渗透性,能够有效地填充围岩裂缝,提高围岩的稳定性。此外,在施工过程中,需要根据围岩的性质和裂缝发育情况,调整灌浆速度和灌浆压力,以确保灌浆材料能够充分填充和固化,提高隧洞的稳固度<sup>[5]</sup>。总之,在新建泄洪隧洞工程中,充分应用灌浆钻孔施工工艺,通过选用合适的灌浆方法和材料,调整灌浆速度和压力,可以有效地提高隧洞的稳定性和安全性,不仅有助于确保工程的顺利进行,也有利于保障隧洞的使用寿命和运行安全。

### 3.5 混凝土衬砌施工工艺

混凝土衬砌施工是新建泄洪隧洞工程中的关键环节,其质量直接关系到隧洞工程的安全和运行效率。在这一过程中,测量放线、钢筋绑扎、模板建立、混凝土浇筑及养护、拆模等步骤都需严格按照规范进行,以确保工程的高质量建设。

混凝土材料的搅拌与浇筑是衬砌施工中最为重要的环节。首先,采购人员需要严格控制混凝土原材料的质量。

水泥应具备质量合格证以及出厂证明等相关资料,同时砂石的粒径也应符合施工要求,其中石子粒径需达到 2/3 钢筋净间距。待混凝土材料完成搅拌后,立即进行浇筑,以保证混凝土的质量和均匀性。

在混凝土衬砌施工过程中,测量放线是基础工作,直接影响到后续施工的准确性。钢筋绑扎则是衬砌结构的关键,钢筋的排列、间距和锚固长度等都需要严格按照设计要求进行。模板建立是为了保证混凝土浇筑后的形状和尺寸精度,模板的安装应牢固、平整,接缝严密。混凝土浇筑是衬砌施工的核心环节,浇筑过程中应保证混凝土的密实性和均匀性。同时,浇筑速度应适当,避免产生气泡和裂缝。在混凝土浇筑完成后,及时进行养护,以保证混凝土的强度和耐久性。养护过程中,应保持混凝土表面湿润,防止阳光直射和风吹。最后,拆模应在混凝土强度达到设计要求后进行。拆模过程中,应避免对混凝土表面造成损坏。拆模后,对混凝土表面进行检查,如有缺陷,应及时进行修补。

总之,在新建泄洪隧洞的混凝土衬砌施工中,各环节都需严格把控,以确保工程的高质量。从原材料采购到施工过程中的每一个细节,都要做到精益求精,以满足设计和运行要求,为我国水利事业的发展贡献力量。

## 4 结语

本文针对水库除险加固工程中新建泄洪隧洞的施工工艺进行深入探究,提出一种适用于水库除险加固工程的新建泄洪隧洞施工工艺。该工艺结合了现有施工技术的优点,具有施工速度快、质量优良、环境影响小等优点,为水库除险加固工程提供了新的施工思路。新建泄洪隧洞施工工艺是水库除险加固工程中的关键,通过该施工工艺的应用,可有效提升水库的防洪能力,为降低洪灾风险、保护周边地区和人民的生命财产安全带来显著效益。

### [参考文献]

- [1]刘方勇. 水库除险加固工程新建泄洪隧洞施工研究[J]. 技术与市场, 2024, 31(4): 86-88.
  - [2]高成丽. 水库除险加固工程新建泄洪隧洞施工工艺探究[J]. 技术与市场, 2023, 30(8): 112-114.
  - [3]王锁, 苏龙. 浅谈昆都仑水库除险加固工程施工导流方案[J]. 内蒙古水利, 2022(3): 53-54.
  - [4]孔洁惠. 军民水库除险加固工程方案与措施探析[J]. 黑龙江水利科技, 2021, 49(9): 90-91.
  - [5]戴伟明, 洪梁. 水库除险加固工程新建泄洪隧洞施工工艺探究[J]. 水利科学与寒区工程, 2021, 4(3): 108-110.
- 作者简介: 王洋(1995.2—), 男, 汉族, 江苏镇江, 本科, 江苏河海建设有限公司, 技术员。