

水库导流洞施工中钻孔爆破石方开挖和砼衬砌技术研究

宋振炜

新疆泓泽工程建设有限公司, 新疆 哈密 839000

[摘要]介绍了大柳沟水库导流、冲砂、放空隧洞(以下简称导流洞)开挖施工中的施工布置和技术措施,重点论述了钻孔爆破石方开挖和砼衬砌的应用,提出了钻孔爆破石方开挖技术对导流洞成型质量、砼衬砌对导流洞安全牢固的重要性。

[关键词]水库导流;钻孔爆破;石方开挖;砼衬砌

DOI: 10.33142/ec.v5i7.6389

中图分类号: TV551.1

文献标识码: A

Study on Rock Excavation and Concrete Lining Technology of Borehole Blasting in the Construction of Reservoir Diversion Tunnel

SONG Zhenwei

Xinjiang Hongze Engineering Construction Co., Ltd., Hami, Xinjiang, 839000, China

Abstract: This paper introduces the construction layout and technical measures in the excavation of diversion, sand flushing and vent tunnel (hereinafter referred to as diversion tunnel) of Daliugou reservoir, focuses on the application of borehole blasting stonework excavation and concrete lining, and puts forward the importance of borehole blasting stonework excavation technology to the forming quality of diversion tunnel and concrete lining to the safety and stability of diversion tunnel.

Keywords: reservoir diversion; drilling and blasting; rock excavation; concrete lining

引言

水利设施的建设工作难度大,施工质量要求高,施工管理严格。在一般地质条件下,水库导流洞的钻孔爆破石方开挖和砼衬砌,对工程施工质量及进度有很大影响,有必要对开挖、加固技术进行研究,以确保工程的顺利进行。

1 工程简介

大柳沟水库是自治区“定居兴牧”水利工程建设指挥部确定的27项骨干水源工程之一,位于新疆省巴里坤县莫钦乌拉山南坡大柳沟出口处,地理位置东经 $93^{\circ}35'51''$ — $93^{\circ}38'$,北纬 $43^{\circ}35'$ — $43^{\circ}37'$,海拔2010m—2320m。

大柳沟流域主要由春季融雪水、夏季降雨及泉水组成,大柳沟多年平均年径流量为 $1047\text{万}\text{m}^3$,水库设计总库容 $372.42\text{万}\text{m}^3$,其中:死库容 $70.7\text{万}\text{m}^3$,兴利库容 $234.85\text{万}\text{m}^3$,调洪库容 $66.87\text{万}\text{m}^3$ 。水库主要建筑物有拦河坝,导流洞、溢洪道和供水管道组成。拦河坝为浇筑式沥青砼心墙坝,坝顶长 168.23m ,最大坝高 36.33m ,坝顶宽 6m ,坝顶填筑高程 2141.33m ,防浪墙顶高程 2142.33m 。导流洞布置在坝体的右岸山体内,长 160m ,设计流量 $0.83\text{m}^3/\text{s}$,导流期最大下泄流量 $21.48\text{m}^3/\text{s}$ 。左坝肩布置岸边正槽溢洪道,溢流堰采用WES堰形式,总长 150m ,设计下泄流量 $43.81\text{m}^3/\text{s}$,校核洪水下泄流量 $108.69\text{m}^3/\text{s}$ 。

2 工程建设任务及设计标准

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252—2000),大柳沟水库是一座以农业灌溉为主的小(I)

型水利枢纽工程,主要建筑物为四级,次要建筑物与临时建筑物为五级。根据《防洪标准》(GB 50201—94),设计导流标准为5年一遇,相应洪峰流量为 $15.7\text{m}^3/\text{s}$,施工期临时度汛的洪水标准为20年一遇,相应洪峰流量为 $49.7\text{m}^3/\text{s}$,设计洪水标准为50年一遇,相应洪峰流量为 $82.6\text{m}^3/\text{s}$,校核洪水标准为1000年一遇,相应洪峰流量为 $214\text{m}^3/\text{s}$ 。依据《中国地震动参数区划图》(GB18306—2001),工程区地震动峰值加速度为 0.05g ,相应地震基本烈度为VIII度。

水库建成后,将满足下游1.2万亩饲草料地的灌溉用水,其中:改善灌溉面积4000亩,新增灌溉面积8000亩,有效改善400户搬迁定居牧民的生产生活条件,加快游牧民搬迁定居步伐,促进当地经济社会可持续发展。

3 主要技术特征指标

工程设计中主要指标:坝体填筑标准相对密度 ≥ 0.85 ;坝体砼标号有:坝前护坡砼为C30F300,沥青心墙基座为C30F300W8,路沿石为C15;闸井砼标号有:闸井钢筋砼为C30F300W8,填充砼为C20F200;溢洪道砼标号有:溢洪道钢筋砼为C30F300W8,素砼为C20F200W6;导流洞砼标号有:钢筋砼为C30F300W8。

导流洞主要承担向下游1.2万亩灌区提供灌溉用水;汛期参与部分泄洪;非常情况下放空水库的任务。

导流洞布置在坝体的右岸山体内,为傍山隧洞。由进口引渠段、进口段、闸井段、洞身段、出口消能防冲段组成。导流洞全长 238m ,其中山体内隧洞长 170m ,底坡1:

50, 洞室采用圆拱直墙型(城门洞型), 圆拱中心角取为120度, 成型后净宽1.8m, 高2.32m, 导流洞进口段高程2112.00米, 出口高程海拔2108.70m, 洞线方向SW226.0°。

导流洞为无压隧洞, 设计流量 $0.83\text{m}^3/\text{s}$, 最大泄水流量 $21.48\text{m}^3/\text{s}$ 。出口段设消力池、分水闸由灌渠、冲砂渠至下游。

导流洞洞身采用砼衬砌, 底板, 边墙, 顶拱厚度均为0.4m、C25F300W8 钢筋砼衬砌。洞身结构分缝长度为8m, 缝宽4cm, 缝内设遇水膨胀橡胶止水, 高压闭孔板填缝。

导流洞断面采用回填灌浆和固结灌浆处理。对边墙、顶拱进行固结灌浆和帷幕灌浆, 孔距3m, 一排9个孔。在心墙轴线连接处设置三排阻水帷幕, 帷幕灌浆与心墙帷幕灌浆连接为一整体。在坝轴线以下隧洞顶拱设置排水孔, 以减小顶部外水压力。

导流洞进出口顶部岩石开挖坡面进行喷锚挂网支护, 喷护C20 砼厚0.1m, 锚杆用 $\Phi 18$ 钢筋, 长度3m, 间距3m。

4 导流洞主要工程量

导流洞土石方工程: 42457m^3 , 砼工程: 6292m^3 , 钢筋制安工程: 231.02t, 金属结构安装工程: 36.04t, 灌浆工程: 1385.10m。

其中洞身段工程量: 石方洞挖 1652.24m^3 , C25 钢筋混凝土洞身衬砌 683.75m^3 , C25 混凝土洞身衬砌 98.01m^3 , 钢筋制安 44.44t, 高压闭孔板 4.35m^3 , 直墙圆拱形隧洞衬砌模板(钢模台车) 1442.99m^2 , 帷幕灌浆造孔 291.60m, 帷幕灌浆 291.60m, 固结灌浆造孔 1171.80m, 固结灌浆 1171.80m, 回填灌浆 584.23m。

5 导流洞双向爆破石方开挖

5.1 地质条件

导流洞洞身围岩为黑云母花岗岩, 受区域构造影响, 基岩裂隙较为发育, 岩体完整性较差, 为次块状结构—块状结构。围岩类别: D0+30—D0+70 上伏基岩厚度 30.00—40.00m, 围岩类别II类。其余洞身段上伏基岩厚度 9.00—25.00m, 围岩类别III类。

5.2 爆破方式

钻孔爆破就是通过钻孔、装药、爆破开挖岩石的一种方法, 简称钻爆法。一直是进行地下建筑物岩石开挖的主要施工方法。这种方法对岩石地质条件适应性非常强, 开挖成本低, 特别适合岩石比较坚硬的洞室施工。

本工程导流洞围岩稳定性较好, 成洞性较好, 优先采用光面爆破法, 通过一系列措施对开挖工程周边部位实行正确的钻孔和爆破, 并使周边眼最后起爆的爆破技术。

5.2.1 技术介绍

光面爆破是一种控制岩体开挖轮廓的爆破技术, 是通过一系列措施对开挖工程周边部位实行正确的钻孔和爆破, 并使周边眼最后起爆的爆破技术。预裂爆破则是周边眼最先起爆, 线装药密度适当地比光面爆破大一些, 周边

眼间距则适当地小一些。

5.2.2 作用机理

炸药爆破在实际操作中所形成的冲击力以及高温高压气体往往都会作用在眼壁结构上, 炮眼周边的岩石结构因为遭到巨大的压缩破碎, 所以这个时候所产生的压缩扬力都会朝着周边扩展。冲击波的传播速度与压缩比相对比较快, 并且能够在较短的时间形成声波丧失压缩作用。粉碎圈之外的岩石在压缩波的影响下会形成径向裂缝, 在压缩波传递到自由面的时候, 由于弹性的作用往往可以产生与拉伸波的方向相反的传播模式, 这个时候中心部分由于空间作用力逐渐加大以及气体压力的逐渐降低, 弹性可以在这个时候得到逐渐的释放, 最终所产生的拉伸波就会朝着离开炮眼的方向传播。这两种拉伸波在传播的过程中能够将岩块从岩体中抛出来, 最终就可以产生相互作用的爆破漏斗。在爆破的参数达到退订的范围的时候, 就可以形成较为光滑的结构。^[1]

5.2.3 分类

光面爆破通常可以划分为三种类型, 也就是轮廓线钻眼、预裂爆破、光面爆破。此工程中所采用的预裂爆破的方法, 这一方法在进行轮廓线的挖掘的时候, 会设置相对密集的炮眼, 在其内部灌注炸药, 将其放入到其他爆破眼中进行引爆, 如果轮廓线上的炮眼之间的距离、数量较为适当, 那么爆破之后的炮眼之间就可以产生贯通的裂缝, 与原有的岩体结构分割独立存在。之后在将其他炮眼进行爆破, 因为轮廓线上存在裂缝的问题, 所以其他炮眼的爆破的过程中极易对岩体结构造成损坏。预裂爆破往往可以发挥出良好的隔振作用, 通常被运用到岩体结构相对较为完整的岩层的爆破操作之中。

5.2.4 技术优缺点

(1) 优点

①隧道围岩往往不会形成炮震裂缝, 对于保证围岩结构的完整性起到了积极的作用, 并且也有效的提升了围岩结构的载荷能力, 这样也为锚喷支护起到了良好的辅助作用。光面爆破技术与锚喷技术二者进行整合, 能够有效的促进锚喷支护综合性能的提升, 尤其是松软岩层中能够更好地将这一特征展现出来。

②在裂隙形成的地层之中, 需要对裂缝的扩展进行良好的控制, 增强围岩结构的稳定性, 并且也可以有效的规避落石导致危险事故的发生, 为施工工作的实施给予良好的便利。

③隧道成型规整, 有效的控制了挖掘的数量以及工作量, 促进了掘进的速度提升。

④隧道结构较为规整, 凹凸的问题相对较少, 这样不但可以提升隧道结构的整体稳定性, 并且也可以提升隧道的维护工作效果, 在瓦斯的隧道发生瓦斯局部集中的问题概率较低。

(2) 缺点

①炮眼数与其他爆破的方法相对比实际操作较为困难, 钻研的精准性要求更高, 钻爆操作的单相工作往往需要持续较长的时间。

②需要使用到诸多的专业特殊器材, 例如: 炸药、导爆索等等。

5.3 设计任务

钻孔爆破石方的挖掘工作需要结合设计的实际情况、所处地区的地质结构情况、爆破材料以及钻孔设备等来实施爆破设计。钻爆设计的核心目的就是:

首先, 结合实际情况来对挖掘断面的炮孔设置加以判断, 涉及到各种类型的炮孔的位置、深度以及方向。

其次, 计算各种类型炮孔的装药量、装药结构以及堵孔的方法。

最后, 结合实际情况和需要来确定爆破的方法以及起爆的流程。

5.4 钻孔机械

爆破打孔选用一种比较轻便、又有多种用途的微型工程钻机。钻机体积小、重量轻、运行灵活、性能稳定, 能够通过金刚石钻进, 还可以配合合金钻进或者采取螺旋钻进的方法, 对爆破打孔、灌浆打孔非常适合。

5.5 涉水钻孔

布置导流洞的山体在河床边, 基岩裂隙较为发育, 山体内含有一定水份, 钻孔因为受水的影响, 选择 kq—100 潜钻的钻机, 孔径 90mm, 孔深 1.5—4.5m 之间, 配置的炸药选择具有抗水性能的。

5.6 作业安全

钻孔爆破法是一种常用的开挖岩石的方式, 它的钻孔、爆破流程相对来说比较复杂, 最重要的是安全, 进行爆破时危害较大, 比如会产生地震效应。所以需要由专业的工程师先进行计算勘探, 事先确定好炸药的数量; 同时还要精准钻孔, 如果位置不准确, 这种冲击能量就会比较强, 对于导流洞成型会产生影响, 而且一定要做好现场的保护措施。

6 导流洞砼衬砌

6.1 清基和施工缝处理

导流洞砼浇筑前, 清除基岩上的杂物、泥土及松动岩石, 压力水冲洗干净。各砼分块之间的施工缝不做处理, 不凿毛, 纵向钢筋不过缝。与边墙之间的施工缝用人工凿毛, 清除缝面上所有浮浆, 松散物料及污染体, 以露出粗砂粒或小石为准, 但不得损伤内部骨料。缝面打毛后清洗干净, 保持清洁、湿润, 并冲洗干净。

6.2 测量放线及岩面处理

在对基面结构进行良好的处理之后, 利用全站仪来实施后期的测量放线的检查工作, 将导流系统以及城门洞的控制点设置在适当的位置, 并且在适当的地方设置高程点,

在明确钢筋捆扎以及立模边线之后, 需要进行适当的标记, 焊接钢筋立筋。对于在实施测量放线的过程中所遇到的浇筑面欠挖的问题应当及时的加以处理, 保证实践工作效果能够达到规定的要求。

6.3 金属结构施工

钢筋由人工进行绑扎安装。钢筋安装按设计图纸和下料单操作, 根据定位安装好架立筋, 按纵横、上下分序绑扎结构钢筋。

砼分缝处按设计图纸的要求埋设橡胶止水, 设置简易的夹具将其固定牢固, 并加以保护, 防止在浇筑过程中发生偏移、扭曲和结合面漏浆。

固结灌浆孔直径 76mm, 入岩深度 5m, 梅花型布置, 间排距 3×3m。采用 Φ80 mmPVC 管预埋, 钢筋绑扎好后按图纸位置预埋, 与结构钢筋捆绑固定在设计位置上, 管口密封埋设在底板的 PVC 管一端项到岩石面另一端伸出砼面, 并对预埋管安装位置作好测量记录, 以便后期准确找到预埋管。

施工中需要注意各作业队伍之间的配合与协作, 预埋件安装严格按设计图纸要求进行。负责预埋件安装的人员, 必须和钢筋架立人员密切配合。严防乱割受力钢筋, 埋件一定要牢固固定在可靠的部位, 防止浇筑振捣时位移。安装结束后, 提前进行验收。进行金属结构安装施工时必须注意, 若金属结构预埋构件与模板拉筋的位置存在冲突, 只能将拉筋适当移位并加强, 不得改变预埋件的位置。

6.4 堵头模安装、立模、校模

在底板钢筋绑扎完毕后, 即可进行堵头模的安装, 堵头模板采用拉筋固定, 与岩石面的缝隙采用三分板镶缝。

每次立模前, 钢模进行除锈处理, 并且在表层需要涂抹脱模剂。模板的拼装也需要严格遵从规范标准实施, 确保立模结构的整体稳定性, 支撑结构也需要达到规定的稳定性效果, 模板拼接需要避免发生错位的情况。

模板结构安装完成之后, 还需要对测量校模工作的实施需要结合设计的要求来设置专门的止水装置, 之后实施人工清仓。

6.5 清仓验收

针对仓位内的杂物进行清理, 并且对其进行冲刷, 将内部的积水进行排出, 并且安排专业人员对仓位的情况进行检查, 结合实际情况和需要来做好充分的前期浇筑的准备工作, 搭设模板结构、安全防护栏结构, 增设照明系统, 对于振捣设备、地泵都需要进行检查。浇筑的仓位需要通过专门的检验, 并且获取需要的资料, 安排专门的质检人员进行验收工作。

6.6 砼衬砌浇筑

仓面验收合格后, 拌合站砼配合比进行拌制, 方可进行砼浇筑, 并在浇筑现场进行砼取样试验。砼采用 10m³ 砼搅拌运输车运送至工作面, 通过地泵泵送入仓。

砼浇筑注意以下要求:

(1) 砼的生产和原材料的质量都需要达到规定的标准要求。

(2) 在实施浇筑砼操作的时候, 需要侧重关注平仓振捣操作, 避免发生堆积的问题。砼的底层可以利用人工处理的方式将其与斜坡进行连接。

(3) 仓内需要关注薄层的平摊, 避免骨料出现结构分离的情况, 积极的落实振捣工作, 保证持续浇筑, 避免发生冷缝的情况。在实施浇筑施工的过程中还需要重视巡视维护, 对于遇到的各种异常的情况也需要第一时间进行处理。

6.7 养护

导流洞衬砌砼浇筑体积不大, 洞内空气温度变幅小, 空气湿度也较大, 对砼养护有利。砼浇筑结束后 12h—18h, 洒水养护, 养护时间不少于 14 天。

7 结论

介绍了大柳沟水库导流洞开挖施工中的施工布置和技术措施, 重点论述了钻孔爆破石方开挖和砼衬砌的应用, 提出了钻孔爆破石方开挖技术对导流洞成型质量、砼衬砌对导流洞安全牢固的重要性。现有以下结论:

(1) 因照明、通风、噪声及渗水等影响, 钻爆作业条件差; 钻爆工作与支护、出渣运输等工序交叉进行, 施工场面受到限制, 增加了施工难度。

(2) 爆破自由面少, 岩石的夹制作用大, 增大了破碎岩石的难度, 使岩石爆破的单位耗药量提高。

(3) 爆破质量要求高。对洞室断面的轮廓形成一般

均有严格的标准, 控制超挖、不允许欠挖; 必须防止飞石、空气冲击波对洞室内有关设施及结构的损坏; 应尽量控制爆破对围岩及附近支护结构的扰动与质量影响, 确保洞室的安全稳定。^[2]



图1 水库导流洞开挖施工图

[参考文献]

[1] 张成良, 刘磊, 王超. 高等岩石力学及工程应用[M]. 北京: 中南大学出版社, 2016.

[2] 韦庆辉. 水利水电工程施工技术[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2014.

作者简介: 宋振炜(1982.9-), 大学本科, 毕业院校: 新疆农业大学成人教育学院, 所学专业: 水利水电工程, 当前工作单位: 新疆泓泽工程建设有限公司, 水利水电专业二级建造师。