

荣成市里口水库放水洞处理措施

刘 韵¹, 范朋立²

(1. 荣成市盛诚土木建筑设计有限公司, 山东 荣成 264300; 2. 山东恒源勘测设计有限公司, 山东 潍坊 261061)

【摘 要】通过对荣成市里口水库原放水洞出现的险情, 分析出现问题的原因, 提出不同的处理措施, 最终确定安全可靠、经济、合理的处理方案, 并对施工过程进行简要分析, 水库放水洞处理后, 运行效果较好。

【关键词】水库; 土石坝; 放水洞; 渗漏; 灌浆

【中图分类号】TV697

【文献标志码】A

【文章编号】1009-6159(2024)-12-0044-03

The Treatment Measures of Drainage Tunnel in Likou Reservoir in Rongcheng

LIU Yun¹, FAN Pengli²

(1. Rongcheng Shengcheng Civil Architecture Design Co., LTD., Rongcheng, Shandong 264300, China;

2. Shandong Hengyuan Survey and Design Co., LTD., Weifang, Shandong 261061, China)

Abstract: Based on the dangerous situation of the original drainage tunnel of Likou reservoir in Rongcheng City, the causes of the problems were analyzed, and different treatment measures were put forward. At last, the safe, reliable, economic and reasonable treatment scheme was determined, and the construction process was briefly analyzed. After the treatment of the reservoir drainage tunnel, the operation effect was fine.

Key words: Reservoir; Earth-rock dam; Drainage tunnel; Leakage; Grouting

近年来, 随着高效灌溉农业的发展, 管灌逐步替代渠水漫灌。为充分利用大坝已有水头, 减少泵站投资, 有些工程直接将灌溉管道接入放水洞出口, 并在洞口出口处做简易封堵(未对整个洞身完全充填), 洞身由无压转变为有压状态, 原放水洞洞壁长期处于有压状态, 改变其最初设计的外部条件, 进而造成放水洞出口渗漏等一系列问题, 危及大坝安全。

1 工程概况

里口水库位于荣成市埠柳镇万家河村正南 0.75 km 处, 属石家河支流上游, 控制流域面积 1.40 km²。该水库于 1973 年 11 月竣工, 土石坝结构, 由大坝、溢洪道、放水洞组成。工程等别为 IV 等, 工程规模为小(1)型, 大坝主要建筑物级别为 4 级, 次要建筑物级别为 5 级。总库容 115.0 万 m³, 设计水位 102.72 m、校核水位 103.1 m, 坝顶高程 105.0 m, 最大坝高 30.0 m。设计灌溉面积

333.33 hm², 是一座防洪、农业灌溉、城市供水、养殖、山林防火等综合效益于一体的综合型水库。

放水洞位于大坝右端, 桩号 0+132 处, 全长 93 m, 洞身横断面尺寸为 0.6 m×1.0 m(宽×高), 浆砌粗料石盖板方涵结构, 坝前浆砌块石八字墙进口段、洞身入口设置铸铁拍门, 经锁链、连杆等传动装置通至坝顶启闭机房内的螺杆启闭机, 坝后出口接原灌溉渠道、城市供水管道。进口底高程 86.75 m(1985 国家高程基准, 下同), 出口底高程为 85.80 m, 设计流量 0.52 m³/s。

2 历年处理情况及存在的问题

2008 年, 为了满足里口水库下游农业管道灌溉、城市供水的需求, 洞身内衬 PVC 管道、纯水泥浆封填, 坝后增设闸阀控制、接入下游农业灌溉、城市供水等管道设施。2017 年, 经埠柳镇水利

收稿日期: 2024-03-20

作者简介: 刘韵(1990—), 男, 工程师

站反映,放水洞出口出现渗漏现象。2019年1月,荣成市水利局组织对里口水库开展安全鉴定,鉴定结论:放水洞洞身损坏,洞身与坝体之间出现接触冲刷,坝后出口处有渗水明流,并堆积黄褐色沉积物,闸门锈蚀、关闭不严。

3 原因初步分析

3.1 原内衬 PVC 管接口处开裂渗漏

据原施工单位介绍,原内衬 PVC 管之间采用胶结,由于洞身走向存在转角,胶结口处长期处于一定的张力状态下,随着后期放水洞运行,在进口拍门处于开启状态时,管内长期处于有压状态,进而造成管道连接口松动、开裂,造成坝后出口处渗漏。

3.2 原水泥浆衬砌不完全,存在渗水通道

原洞内管道衬砌时,自放水洞出口向上游进口端注浆,由于洞身存在向出口端的纵向坡比,造成充填水泥浆与洞壁顶部之间形成间隙,自出口向进口端依次增大。充填后期随着水泥浆的凝固、收缩,间隙逐渐发展变大,最后形成过水通道,随着防渗体填充料进入洞内,坝后出口表现出渗水、伴有黄褐色沉淀物现象。

3.3 洞壁外围坝体渗流,汇集至出口

由于放水洞洞壁与坝体填筑料两者接触部分为薄弱环节,属于两种不同材料之间相衔接,对施工技术要求较高,易发生接触冲刷,久而久之形成过水通道,防渗体填充料被带出,进而表现出放水洞出口渗漏、堆积沉淀物的现象。

4 加固方案比选

2019—2020年,荣成市水利局在组织对里口水库开展除险加固前,对放水洞出口进一步进行勘察。采用人工挖土的方式,开挖放水洞出口、局部扩大,沿洞身向内挖深2.0m左右,未发现洞身与洞壁之间存在渗水现象。针对其他两种原因,提出以下3种加固方案:

4.1 坝体开挖,原放水洞拆除重建

洞身改建为DN300球墨铸铁管,采用胶圈柔性承插连接,外围包裹混凝土;坝后闸阀控制。进口重建浆砌块石八字墙入口、增设拦污栅;坝后出口处新建闸阀室,室内沿水流方向依次设置伸缩节、闸阀、蝶阀,最后接入灌溉、供水管道,并

预留泄洪出口。

4.2 原放水洞封堵,新建灌溉管道

原放水洞自进口端封堵废弃,在右侧溢洪道泄槽内开挖并埋设DN300PE管道,以倒虹吸的方式接入坝后灌溉管道,解决农业灌溉问题。

4.3 原洞身内衬管道及水泥浆凿除,重新衬砌

恢复原浆砌石方涵洞身后,采用细石混凝土、内衬PE管道处理洞身,进口仍设置浆砌石八字墙、铸铁拍门,经传动装置连接至坝顶原启闭机房内的螺杆启闭机。坝后设闸阀井,依次增设伸缩节、闸阀、蝶阀,最后接入灌溉、供水管道,并预留泄洪出口。各加固方案对比详见表1。

经综合分析,最终选定方案三。

5 工程施工

5.1 原内衬 PVC 管道拆除

由于原砌石方涵断面尺寸为0.6m×1.0m(宽×高),作业空间限制,全部采用人工配合简易机械开挖,手持风钻拆除,人工收集搬运。

正常情况下,人工挖凿平均进度为3.0m/d。由于场地限制,仅在进口处布设一处施工场地。

通过对拆除内衬后的砌石方涵内部情况分析,判定原水泥浆充填放水洞洞身不完全,存在渗水通道;在防渗体底部对应原浆砌石方涵局部砌筑、勾缝砂浆脱落,在洞身充水有压状态下,对大坝防渗体填料造成浸泡,通过石条盖板件的缝隙通道进入洞身,最终呈现出放水洞出口渗水伴有黄褐色沉积物的现象。

5.2 洞身内衬 PE 管道

1)洞身清洗。放水洞恢复原砌石方涵断面0.6m×1.0m(宽×高),对放水洞洞身进行冲洗,清除杂物。

2)脱落砂浆勾缝。对浆砌石洞壁及盖板石条间缝隙用水泥砂浆(强度等级≥M15)充填、修补。

3)衬管定位。内衬PE管道采用热熔焊接的连接方式,且管道每隔3m设置一道支撑架环绕管道外壁(为了使管道居于砌石方涵断面中心),将管道固定在方涵中心。

4)充填灌浆。出口端洞壁采用模板临时封堵,并在进口端管壁顶预置一根φ32钢管作为排气管,将φ50灌浆管自进口端输送至出口端,控制灌浆时间,自下游向上游充填灌浆,灌浆压力经试验确定,但不小于0.2MPa。灌浆材料选用细

表 1 各加固方案对比表

方案名称	施工难易程度	投资估算 / 万元	对其他建筑物扰动	预期效果	后期维护
方案一	一般;主要涉及坝体开挖回填、前后护坡恢复、管道安装、砌体砌筑、混凝土浇筑等环节,施工种类多、繁琐	103.5	对原坝体、溢洪道均造成较大,新旧坝体间易成为薄弱环节、造成不均匀沉降	能够解决放水洞渗漏	容易
方案二	困难;溢洪道坐落在稳定微风化花岗岩上,沟槽开挖困难	18.0	沟槽开挖震动,对原溢洪道导流墙基础扰动;虹吸装置会占用泄洪断面,影响泄洪	不能完全解决供水问题。原溢洪道控制段(高程 101.65 m)距水库死水位(86.75 m)高差较大,倒虹吸设施利用水位有限,造成库区部分库容无法利用	操作复杂,需要专业人员操作虹吸设施
方案三	困难;原洞身施工空间限制,施工时需以人工为主,施工工期相对较长。	35.9	基本无影响	能够解决放水洞渗漏问题	容易

注:依据 2020 年威海市材料价格估算各部分投资

石混凝土,为防止其凝固收缩,可适当掺入膨胀剂。施工期间要密切注意周边坝体稳定及其他异常现象,发现突然变化应立即停止灌浆,查找原因并作相应处理。灌浆后的放水洞洞身断面如图 1。

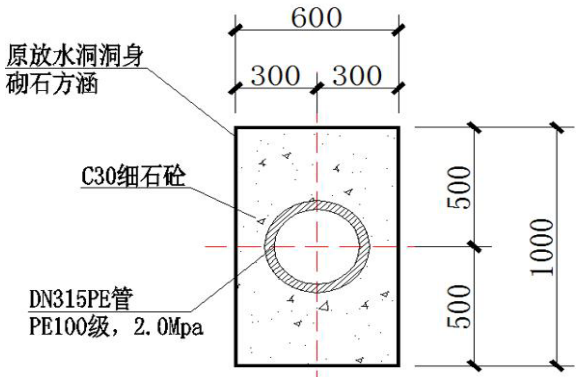


图 1 放水洞内衬 PE 管横截面大样图

5.3 进出口增设控制装置及反滤设施

放水洞进口处增设拍门,通过传动装置连接至坝顶螺杆启闭设施,详见图 2。放水洞出口坝坡处设置反滤层,倾斜坡比 1:2.2,中粗砂层厚分别为 500 mm,压实后相对密度不小于 0.70。设置反滤范围为放水洞出口洞身外四周,平面尺寸为 3.0 m×7.0 m。

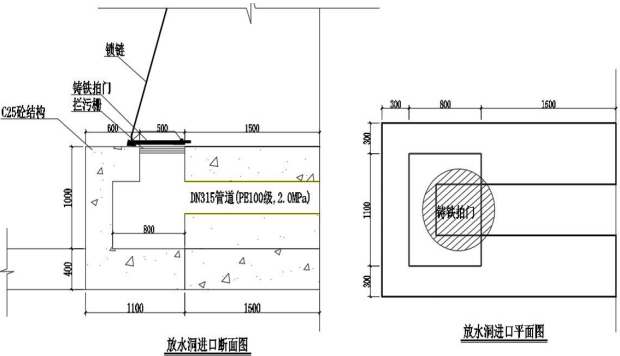


图 2 进口控制装置大样图

5.4 坝后闸阀室

放水洞出口处新建闸室断面尺寸为 3.84 m×3.84 m,砖混结构。顺水流方向,管道依次设置伸缩节、闸阀、蝶阀各 1 件。放水洞出口处连接坝后灌溉管道、水厂供水管道。

5.5 施工注意事项

1)施工临时围堰。由于在放水洞进口端布置施工作业面,为防止降雨造成库水位增长淹没进口,须增设临时围堰。综合考虑确定围堰高度为 2.5 m,堰顶宽度定为 5.0 m,围堰两侧边坡为 1:1.5,要求围堰碾压密实,压实后相对密度不小于 0.6。迎水坡铺设土工膜防渗,为增强防渗效果,防渗膜在堰脚处向尾水平铺设 3 m,膜上为编织袋装土护坡,护坡厚 0.5 m。

2)施工安全。人员在洞身内作业时,保证空气流通,做好突发事件的预案。

6 运行效果

工程于 2020 年 5 月完工,经过近 4 年的运行,放水洞出口处未出现渗漏情况,与放水洞有关的各项设施均能正常运行。为充分发挥水库功能,建议下一步要加强水库工程管理,严禁随意改变各建筑物工作条件。农业管灌的首部工程须提前查明水库放水洞洞身工作压力条件,必要时考虑增设泵站工程。同时,逐步改造放水洞构造,使水库适应各种灌溉、供水环境。建议水库管理单位在对各种无压放水洞进行衬管改造时,要做到充分充填衬砌,坝前、坝后双重控制,为农业灌溉、城镇供水提供便利条件,充分发挥水库功能。

(责任编辑 赵其芬)