

# 赖子河水库引水建筑物工程布置与设计研究

邓永

毕节市勘测设计研究院

**摘要：**近年来，各地区不断加大水库基础设施建设工作，为人们的生产生活提供支持和保障。在建设中引水建筑物为重点内容，占据着重要的地位。为推动水库建设工作高质量开展，围绕引水建筑物的布置和设计，采取实例分析的方法，进行全面分析，提出建筑物的方法。经过综合分析，最终确定引水建筑物的建设方案，为建设提供依据。文中，首先概述了赖子河水库的基本情况。其次，结合实践分析引水建筑物的工程布置和设计方案。最后，提出引水建筑物设计的策略。

**关键词：**赖子河水库；引水建筑物；工程布置；建筑设计

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.07.080

从引水建筑物的使用功能分析，要求在任何工作水位下，进水口都要可以引进必须的流量。因此，在枢纽布置中必须合理安排进水口的位置与高程。除此之外，进水口要求水流平顺并且有足够的断面尺寸。由于每个建设区域的情况不同，为保障引水建筑物的功能实现，必须要做好设计分析，提出科学合理的方案，保证建筑物的性能达到要求。

## 一、案例概述

赖子河水库位于威宁县炉山镇二塘河上游赖子河河段，坝址位于威宁县炉山镇溪街村境内。坝址以上集雨面积236km<sup>2</sup>。赖子河水库正常蓄水位1892.50米，死水位1885.80米，校核洪水位1894.13米，总库容1352万m<sup>3</sup>，水库工程等别属Ⅲ等，工程规模为中型，库区回水长5.24km。水库大坝坝型采用砼双曲拱坝，设计最大坝高50.5米，坝顶宽度5.0米，最大坝底宽15.2米，溢洪道类型为坝顶开敞式。工程等别整理如表1所示。赖子河水库是一座以灌溉、供水、防洪为主，兼顾发电为一体的综合性水利工程。

表1 工程等别

序号	名称	具体内容
1	灌区及供水工程	工程等别为Ⅳ等，工程规模属小（1）型，输水管线总长27.58km
2	大坝附属电站工程	等别为Ⅳ等，工程规模为小（1）型

## 二、水库引水建筑物的工程布置和设计方案分析

### （一）总体情况

#### 1. 工程等级和标准

工程等别为Ⅲ等，工程规模为中型。水库枢纽混凝土拱坝、泄水、取水口建筑物为3级，灌溉干管为4级，发电厂房为5级。混凝土拱坝、泄水、取水口建筑物设计洪水标准为50年一遇、校核洪水标准为1000年一遇，消能防冲建筑物设计洪水标准为30年一遇；发电厂房设计洪水标准为20年一遇、校核洪水标准为50年一遇，灌溉干管设计洪水标准为20年一遇。

工程区地震基本烈度为Ⅶ度，抗震设计烈度为Ⅶ度。水工建筑物设计按丙类考虑抗震设防。工程合理使用年限为50年；水库枢纽挡水、泄水、取水口建筑物以及泵站合理使用年限为50年，发电厂房、灌溉干管合理使用年限为30年。

#### 2. 工程选址及选线

建坝河段选择。上、下坝址均采用混凝土重力坝、混凝土拱坝枢纽布置方案进行综合技术经济比较后，推荐混凝土拱坝作为代表坝型进行坝址比选。

上、下坝址采用混凝土拱坝枢纽布置方案进行综合技术经济比较后，推荐下坝址为本阶段选定坝址、混凝土拱坝为本阶段选定基本坝型。采用右岸坝后地面厂房布置方案。

#### 3. 工程总布置

水库枢纽工程总布置：由混凝土双曲拱坝、坝顶设闸溢流表孔、坝身冲砂兼放空建筑物、右坝身取（引）水建筑物及坝后发电厂房等建筑物组成。输水工程总布置：灌溉干管平面长度为27.907km（供水管道部分不在本工程建设内容）。

#### 4. 主要建筑物

取（引）水建筑物：取（引）水建筑物的设计布置和结构型式。取水井筒进口底板高程为1878m，布置3.4m×2.7m拦污栅、2m×2m平板事故检修闸门各一扇，后接DN2000钢管。取（引）水钢管在坝后发电厂房前分出DN1200取水管（至尾水池旁的取水前池）后，分为3根发电支管至厂房（2根DN900、1根DN800，总长70m）。灌溉管道、供水管道在尾水池旁的取水前池取水（本工程仅为供水管道预留取水口即可），同时通过溢流堰下放环境水生态水。取水前池平面尺寸20m×3.75m，底板高程1854.5m。

发电厂房设计布置和结构型式：电站装机容量为1320kW（2×500kW+1×320kW），主厂房及安装间平面

尺寸为31.5m×11.5m，地面高程为1857.7m。

输水建筑物的设计布置和结构型式，管材管径选择。灌溉干管平面长度为27.907km，采用DN800~DN500球墨铸铁管或螺纹钢管，设计流量为0.523~0.241m<sup>3</sup>/s。

## （二）输水方案

赖子河水库供水任务主要包括向威宁火电厂供水和下游农田灌溉用水。本工程输水建筑物取水方式为：从厂房压力钢管上设置分叉管，分叉管从电站厂房引出后，分别接威宁火电厂取水及灌溉干管。其中威宁火电厂供水仅预留取水管道，供水管后期由西南电力设计院设计。本次设计仅包括为下游河道两岸农田提供灌溉用水的输水建筑物。可研阶段选定的输水线路为一条输水主管道，自水库下游沿赖子河右岸向东南方向铺设，线路总长度27.907m。本次设计根据复核后的下游灌面的分布情况，沿可研阶段输水线路进行了实地踏勘并测量了管线沿线地形条带图。

初设阶段，根据复核后的下游灌面的分布情况，沿可研阶段输水线路进行了实地踏勘并测量了管线沿线地形条带图。本工程输水管道主要为河道下游两岸提供灌溉用水，采用单管输水。初设阶段由于厂房及引水系统调整到大坝下游左岸，同时为了避免管道跨河，输水主管从电站厂房引出后，全部沿着河道左岸向东南方向铺设，河道左岸为X777县道，线路铺设施工条件较好。

经综合论证比较，赖子河水库工程推荐方案总体布置为：在威宁县炉山镇溪街村境内的二塘河上游赖子河与支流锅厂小河汇流口下游约70m处建坝蓄水，大坝上游左岸设置取（引）水系统至下游距大坝约160m处平缓地带建厂房发电，灌溉管道接发电钢管末端岔管，沿二塘河左岸布置，解决下游工程区灌溉问题。整个工程由大坝枢纽工程和输水工程组成。

## （三）引水工程地质条件

取水口及有压引水隧洞进口段布置在坝址区左岸山坡上，所在河谷左岸坡地形较陡，坡角为50°，上部山坡地形较缓，为10~25°的缓坡，属浅切中山地形，地貌为侵蚀切割形成的尖棱状山脊地貌。所在坡面上大部分地段基岩裸露，局部地段存在少量第四系残坡积层（Q<sup>e1+dl</sup>），成分为含碎石黏土，厚0~2m，上部地表为耕地，耕植土厚40cm；整个取水口及压力引水隧洞进口段出露地层为二叠系上统峨嵋山玄武岩组（P<sub>2</sub>β）地层；未发现断裂构造穿越，无不良物理地质现象；地表岩石呈强风化状，受节理裂隙发育影响，岩石完整性一般，地下水为基岩裂隙水潜水，弱风化岩石内发育裂隙为地下水运移主要通道，地下水埋深较大，水量

较小，排向河谷，地下水对隧洞进口开挖支护无大的影响。取水口及有压引水隧洞进口段洞身临河距离大于20m，压力引水隧洞水平段埋深在20~30m之间，具备成洞建设条件。整个有压引水隧洞洞线较短，成洞地质条件较好，不存在岩溶渗漏问题，地下水对压力引水隧洞开挖无大的影响。

## （四）建筑物的具体布置

### 1. 首部枢纽总体布置

根据拟选的坝址及推荐的坝型，其首部枢纽布置为：混凝土双曲拱坝（最大坝高50.5m）+坝顶溢流表孔+左岸泄洪冲砂兼放空底孔+左岸重力墩+左岸取（引）水建筑物+左岸坝后发电厂房。

大坝为砼双曲拱坝，中心线方位角NE46.00°，大坝建基面高程1845.00m，坝顶高程1895.50m，最大坝高50.5m。坝顶宽5m，坝底最大宽度15.2m。大坝采用抛物线形式布置，坝顶坝轴线弧长167.13m，顶拱中心角77.25°。大坝左坝肩设置重力墩，坝轴线与左拱端上游面切线一致，方位角为N5.70°W，顶部高程与坝顶高程一致为1895.50m，重力墩顶部长25m，底部高程为1880.00m，最大高度15.50m。

溢洪道位于坝顶中部，设弧形闸门控制，堰顶高程1886.50m，溢流净宽3×6m，水平长度21.62m，末端采用鼻坎挑流消能；泄洪冲砂兼放空底孔位于大坝左坝肩，中心线方位角NE72.66°，进口底板高程1868.00m，设平板检修闸门1扇，孔口尺寸4×4m，出口接压坡段后设4×3.6m弧形工作闸门，泄洪冲砂兼放空底孔总长38.0m。

取水口布置于大坝上游左岸，采用岸边塔式取水口，进口底板高程1878.00m，设3.0×4.0m拦污栅和2.0×2.0m平板闸门各1扇，后接取水隧洞，穿过左岸山体后接发电厂房。采用圆形有压隧洞，总长216m，直径2.0m。隧洞末端设置长20m钢管，采用卜型岔管，连接三台发电机组，于末台机组下游接出灌溉取水管道及火电厂取水管道。

厂房位于大坝下游160m的左岸冲沟内，厂房尺寸bLh=31.5×17.8×9.6m。发电机层及水轮机层地面高程1858.00m，电站装机容量2×500+320kW。

### 2. 输水工程总体布置

输水工程由输水管道及配套附属设施组成。输水管道为灌溉管道，向水库下游农田提供灌溉用水。威宁火电厂供水：威宁火电厂取水管道于电站3#岔管下游接出，截至于厂房水下墙外侧，管径为DN800，管材为钢管，管长20m，供水管道由西南电力设计院设计。

本工程输水管道主要为河道下游两岸提供灌溉用

水,采用单管输水。初设阶段由于厂房及引水系统调整到大坝下游左岸,同时为了避免管道跨河,所有输水主管从电站厂房引出后,全部沿着河道左岸向东南方向铺设,河道左岸为X777县道,线路铺设施工条件较好。

### 3. 取水建筑物

取(引)水建筑物的布置:(1)取水口布置。通过事前的全面勘察和分析,掌握现场的具体情况,辅助建筑物的布置设计。经过最终的确定,取水口布置于大坝上游左岸,根据大坝右岸地形、地质条件,在尽量减小施工干扰和便于运行管理的前提下,尽可能靠近大坝,以减小坝顶至取水口公路的长度<sup>[1-3]</sup>。取水口采用岸边塔式进水口,通过重力墩上游左岸公路与大坝连接。本工程坝前淤沙高程为1876.52m,取水口进口底板高程应高于淤沙高程,初步拟定取水口拦污栅底坎底板高程为1877.00m,事故闸门底坎高程1878.00m。取水口进口依次设置拦污栅、事故闸门、通气孔等建筑物组成。拦污栅设置在取水口喇叭口处,孔口尺寸为3.0×4.0m,底槛高程1877.00m;取水口井筒断面尺寸为10.0×6.4m,高20m。取水口塔顶通过工作桥与回车场连接,净跨约11.0m,采用整体式梁式桥。

(2)取水隧洞布置。取水隧洞布置于左岸山体内部,采用圆形有压隧洞,隧洞总长216m,直径2.0m。起点设长5m渐变段,断面尺寸由2.0×2.0m(宽×高)变至内径为Φ2.0m的圆形断面,渐变段与取水隧洞相接,设铜片止水;取水隧洞终点接发电厂房。

### 三、水库引水建筑物的工程布置与设计策略

#### (一) 注重事前勘察设计

水库引水建筑物的规划设计,需在完整的资料基础上进行对比分析。工程设计前组织专业的人员进行勘察,掌握水库现场的地质地形情况,为设计工作的开展提供依据。根据得到的资料信息,按照建筑物的设计标准和规范,进行布置点的选择和论证分析,优选适宜的建筑物施工方案,保障建筑物的性能达到要求<sup>[4]</sup>。从工程规划设计实际分析,很多工程由于时间紧张常会忽略前期的勘察与调查,使得资料信息不完善,难以为工程布置和设计提供依据。根据勘察调查的需求,需加大对前期工作的重视度,认真组织勘察调查工作。通过引入勘察新技术,例如遥感和GIS技术等,辅助现场情况的快速勘察,精准掌握水库建筑物施工现场的资料,为后期的设计工作开展提供支持。对采集的数据信息,展开全面的分析和研究,助力设计工作高质量开展。

#### (二) 做好优化和调整

从水库引水建筑物的设计分析,受到很多因素的影响,后期很容易产生设计变更,为防范变更风险的产

生,作业前必须要做好布置设计的优化,保证建筑物布置的科学合理性,防范各类问题的发生,保障建筑物的功能达到预期。在设计环节组织相关专业的人员,进行全面的分析和论证,评估引水建筑物的布置方案是否合理,吸取多方的意见和建议,例如施工人员的建议,分析可能会遇到的施工问题,提出优化改进的措施。设计时使用三维软件,进行水库引水建筑物模型的构建,利用软件的多样化功能进行分析,评估建筑物的整体性能,分析设计存在的不足和问题,提出优化和改进的措施,保证引水建筑物的性能达到要求<sup>[5]</sup>。利用现代化软件的应用功能,例如可视化和虚拟分析等,对水库引水建筑物的设计进行分析,通过各个专业的协同设计,形成科学合理的设计方案,助力工程高质量建设。将设计方案的内容,全面交代给施工人员,使其可以规范化开展各项工作,保障水库建设的质量。围绕设计方案落实阶段,做好全面精细化控制,最大程度上保证水库引水建筑物的建设质量和效益,防范问题的发生,建设高质量的工程,保障水库各项功能得到发挥,助力人们的生产生活,创造更多的社会效益和价值。

### 四、结束语

综上所述,水库引水建筑物的工程布置与设计,要根据地质地形条件,按照工程设计标准做好严格控制,保障建筑物的功能价值实现,引水建筑物运行的环境复杂,具有流量大和泥沙含量高的特点,在进行建筑布置和设计时要做好充分论证,促使建筑物的性能得到发挥。文中结合实例,分析了水库引水建筑物的工程布置与设计,提出了设计的策略,以期对相关人士提供参考借鉴。

### 参考文献

- [1]胡伽.浅析月潭水库发电引水建筑物选型设计对比[J].工程与建设,2020,34(04):655-656.
  - [2]孙仕华.东台子水库工程设计与研究[D].沈阳农业大学,2020.
  - [3]汪罗,李茜希,邵红艳.红岩水库引水发电系统关键建筑物设计浅析[J].陕西水利,2019(04):161-163+165.
  - [4]王小静.基于造价控制的水库引水建筑物设计[J].陕西水利,2018(01):147-148.
  - [5]何娟.小型病险水库除险加固工程设计及施工管理[J].农业科技与信息,2017(18):122-123.
- 作者简介:邓永(1976-10),男,汉族,贵州毕节人,本科,高级工程师,研究方向:水利水电工程设计。