



# 岷江犍为航电枢纽总体布置

韦 瑛, 李雪凤

(中国能源建设集团广西电力设计研究院有限公司, 广西 南宁 530007)

**摘要:** 犍为航电枢纽位于岷江中下游流域, 地处四川省腹地, 周边人口稠密, 具有悠久的历史。介绍犍为航电枢纽工程总体布置中如何考虑地形、地质条件以及枢纽建设对周边人文环境的影响, 使各个不同功用的水工建筑物相互协调、充分发挥其承担的使用功能, 形成独特工程。

**关键词:** 枢纽布置; 犍为航电枢纽; 相互协调

**中图分类号:** U 641

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1002-4972(2021)12-0050-04

## Overall layout of Qianwei navigation-power junction

WEI Ying, LI Xue-feng

(China Energy Engineering Group Guangxi Electric Power Design Institute Co., Ltd., Nanning 530007, China)

**Abstract:** Qianwei navigation-power junction is located in the middle and lower reaches of Minjiang River, in the hinterland of Sichuan Province with densely populated surrounding areas and a long history. This article introduces how to consider the topography, geological conditions and the impact of the junction construction on the surrounding humanistic environment in the overall layout of the Qianwei navigation-power junction project, so that the various hydraulic buildings with different functions can be coordinated with each other and give full play to their functions, as well form a unique project.

**Keywords:** layout of junction; Qianwei navigation-power junction; coordination with each other

岷江是长江黄金水道的重要支流, 是四川省航运“一横两纵”水运进出川的主通道之一, 向内连接成都平原、川南等主要经济发达地区, 向外经长江沟通海洋, 是联系周边省市和长江中下游地区的重要通道, 对完善综合交通体系、发展外向型经济具有重要作用。岷江航道作为成都平原连接长江中下游地区的重要纽带, 是构建国家高等级水运网的重要组成部分, 是东电、二重等重型装备企业重大件设备水上运输的唯一通道。犍为航电枢纽所在岷江乐山—宜宾段, 长 162 km, 流经四川盆地西南边缘的丘陵地带, 穿越乐山、宜宾两地市, 于宜宾汇入长江, 沟通沿海地区。

犍为航电枢纽工程是岷江乐山—宜宾段航电规划推荐梯级渠化开发方案的第 3 个梯级, 以航运为

主, 结合发电, 兼顾供水、灌溉, 并促进地方经济社会发展。工程设计通航船舶为 1 000 吨级, 水库正常蓄水位 335.0 m, 总库容为 2.27 亿  $\text{m}^3$ , 电站总装机容量为 500 MW, 工程规模属大(2)型, 工程等别为二等, 船闸级别为Ⅲ级。枢纽工程永久水工建筑物采用一字形布置, 从左至右依次为: 左岸接头坝、鱼道、发电厂房、右储门槽坝段、泄水闸、船闸、右岸接头坝等。坝顶高程为 342.0 m, 最大闸高为 37 m, 枢纽坝轴线总长 1 094.55 m。

### 1 犍为枢纽工程总体布置特点和要求<sup>[1]</sup>

1) 本工程为航电枢纽工程, 选定坝址河段上下游各有一座跨江大桥, 已建成大桥的通航功能给上下游引航道口门与主航道平顺连接造成极大

的限制, 船闸布置应特别关注平顺连接、满足转弯半径的要求。

2)本工程河段为重要水上运输通道, 施工期应尽可能避免对河段通航造成影响, 做到施工期的基本通航保障。

3)本工程有建设仿生态过鱼设施布置的要求, 鱼道布置应尽量避免周围环境对过鱼的不利影响, 鱼道进口布置应能使鱼类易于发现并顺利进入。

4)本工程洪水峰高量大, 而库容较小, 调洪能力差; 库区两岸居民和建筑物密集, 淹没影响敏感, 泄洪建筑物应满足宣泄相应洪水流量的要求, 尽可能使库区河道水位在汛期恢复未建库时得天然河道水位状态, 冲砂、消能防冲措施措施应能满足运行、安全要求。

5)本工程土石方开挖量大, 渣场布置困难, 枢纽布置须考虑施工弃渣的堆放。

## 2 枢纽建筑物布置格局的选择

### 2.1 枢纽河段地形和地质条件

枢纽坝轴线处河床底宽约 930 m, 从左至右分别为左叉河、江心洲、右主河道, 左岸坡角 20°~25°, 高程 337.7 m 处为公路, 其上山坡顶高程大于 375.0 m; 右岸坡角 20°~30°, 高程 355.0 m 以上为一宽缓平台, 地形较平缓(图 1)。河床基岩均呈弱风化状, 整体覆盖层均较薄, 无大断层通过, 弱风化岩体强度满足建筑物基础持力要求。

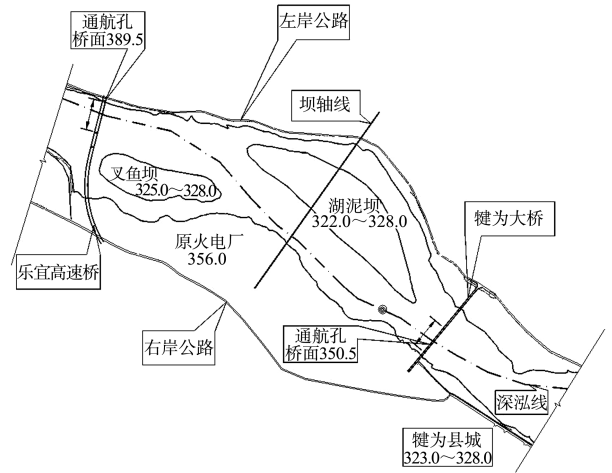


图 1 枢纽河段地势 (单位: m)

### 2.2 通航建筑物布置

本工程所在河段规划的航道等级为Ⅲ级, 枢纽建设Ⅲ级船闸 1 座, 考虑远景规划, 预留建设二线船闸位置。船闸为单级, 主要建筑物包括上游引航道、上闸首、闸室、下闸首及下引航道等, 闸室有效尺度 220 m×34 m×4.5 m(长×宽×门槛水深)。

根据本工程地形环境特点, 结合泄水建筑物及二线船闸的布置, 可以选择的船闸布置方案为: 船闸布置在左岸主河槽或布置在靠右岸的汉河位置(图 2)。

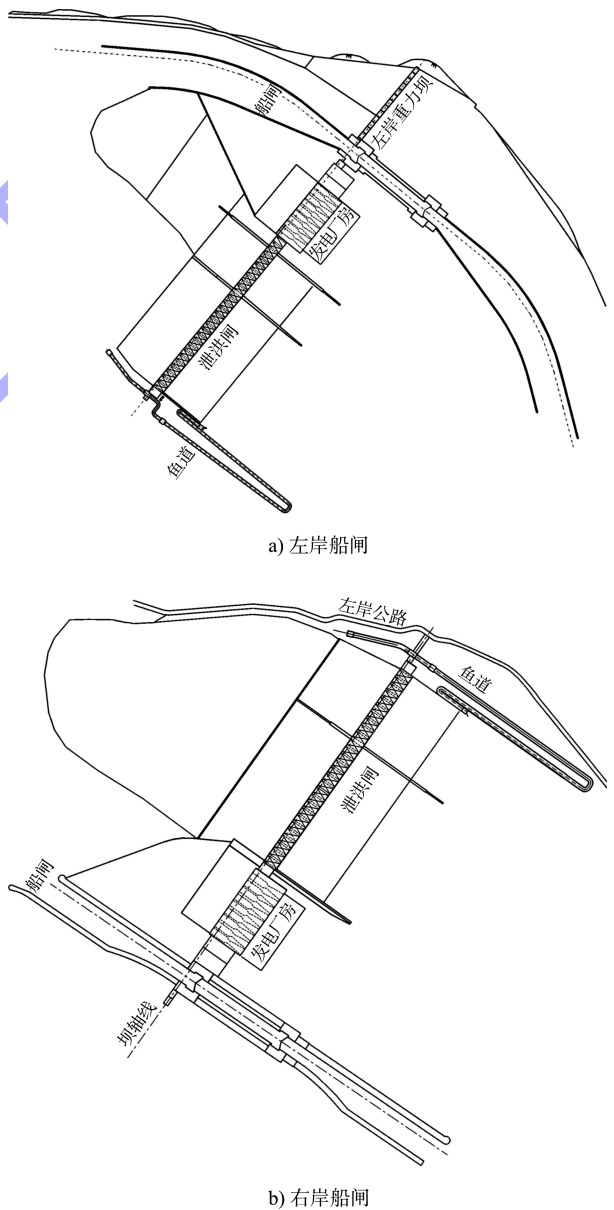


图 2 船闸布置方案

### 2.2.1 左岸船闸方案

当船闸布置在左岸时,为了保证船闸的直线长度,左船闸轴线只能布置在左河汉的右岸(河心滩的左侧岸边),占用了较长的坝轴线长度。为了和上游岷东大桥主通航孔连接,船闸上游引航道调顺段须布置成圆弧段,弯曲半径 680 m、圆弧角度  $20^{\circ}$ ,并且停泊段上游应布置两段不连续的反向曲线方能与主通航孔连接,弯曲半径为 680 m。下引航道的布置更为困难,导航段后引航道布置成圆弧,弯曲半径 680 m,之后布置 400 m 长直线段(与主流流向之间的夹角约  $40^{\circ}$ ),再由  $45^{\circ}$  的反向曲线通过主通航孔,并且弧形航道紧靠桥墩。同时因引航道轴线与河道主流交角较大,造成船舶进出下引航道十分困难,船舶行驶存在较大的安全隐患。因为航道紧靠桥墩,航道开挖也会对犍为大桥的桥墩产生不利影响。

### 2.2.2 右岸船闸方案

船闸布置在右岸,与天然河道船舶通行航道行驶走向一致,船闸下引航道能与下游犍为大桥主通航孔平顺衔接,上游引航道与乐宜高速岷东大桥主通航孔衔接时须斜跨库区河道,考虑到航道处于库区,水库水深大、流速小,容易满足通航水流条件要求。汛期泄洪闸全闸开启敞开泄流时,船舶航行条件较差,但根据全河段通航条件情况,全闸开启泄洪时河段已经停航,影响较小。

通过全面对比,右岸船闸布置方案在航道布置、水流条件、二线船闸布置条件上占据明显优势,并有利于其他水工建筑物布置,故推荐采用右岸船闸布置方案。

### 2.3 发电引水建筑物布置

本工程处于四川盆地岷江流域下游的宽谷河段,为中低山-丘陵的宽谷区,库区沿江两岸人口密集,决定了枢纽工程水头较低、流量较大的特点,经过比选,工程采用河床式厂房,安装 9 台灯泡贯流式水轮发电机组,总装机容量 500 MW。结合通航建筑物布置,发电站厂房的布置可选择船闸与发电厂房同岸侧布置(图 2b))和船闸与发电站厂房对岸侧布置(图 3)两个方案。

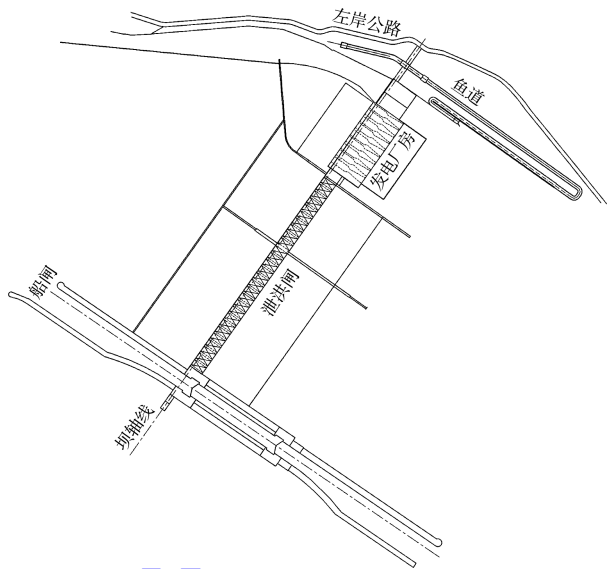


图 3 右岸船闸左岸厂房方案

对比分析两个方案,右岸厂房和船闸方案存在施工布置相对复杂、施工难度较大的缺点。由于施工期需要保障通航,先期在靠左岸开挖建设完成临时航道后,才可对右岸的船闸和厂房进行施工,造成总工期较右岸船闸左岸厂房方案长 12 个月,因此推荐采用右岸船闸左岸厂房布置方案(图 3)。

### 2.4 过鱼建筑物布置

过鱼设施的种类主要包括仿自然通道、鱼道、鱼闸、升鱼机和集鱼船。犍为航电工程运行水头较低,过鱼种类多,需要连续过鱼,因此仿自然通道和鱼道是较合适的选择。结合本工程的地形地貌,采用了仿生态鱼道的方案建设过鱼通道。

鱼道原则上宜布置在幽静的环境中,避免有机械振动、下泄污水和噪杂喧闹的区域,由于船闸布置在右岸,岷江航运要求高,船舶较多,对鱼道运行产生较大影响,故鱼道布置在左岸,与厂房相邻,利用厂房尾水诱鱼。为了防止鱼进入厂房尾水渠找不到进口,在鱼道进口至泄水闸之间布置导鱼电栅,同时在进水口处增加喷水系统诱鱼。

### 2.5 模型试验验证

枢纽布置格局方案选定后进行模型试验,验证布置方案的可行性、优化布置是最终确定枢纽布置方案的重要步骤。本工程水工模型试验、导

截流及通航模型试验结论为: 各水工建筑物布置合理、能达成设计使用功能<sup>[2]</sup>, 导截流方案合理、满足设计提出通航要求<sup>[3]</sup>。

3 枢纽总体布置

枢纽工程主要水工建筑物采用一字形布置<sup>[4]</sup>, 从左至右依次为: 左岸重力坝段(81.05 m, 其中包括 12 m 的鱼道挡洪闸坝段), 厂房段 276.5 m(装卸场 23 m, 安装间 63 m, 主机间 190.5 m), 右储门槽坝段(22 m), 泄洪冲砂闸坝段(553 m), 船闸段(82 m), 右岸接头重力坝(40 m), 坝顶总长 1 094.55 m, 坝顶高程为 342 m, 船闸轴线与坝轴线交角为 89°。

3.1 左、右岸接头坝

左岸接头坝为混凝土坝, 包括接头刺墙坝段长 50 m, 鱼道挡洪闸门段宽度 12 m 和重力坝段 19.05 m。从左至右依次为左接头 1#坝(18 m)、左接头 2#坝(12 m)、左接头 3#坝(20 m)、左接头 4#坝(19.05 m); 坝段横缝设一道止水铜片和一道橡胶止水。坝顶高程 342.00 m、宽度 10.4 m, 其中左接头 1#坝的坝顶路面以 1.25% 的纵坡从高程 342.00 m 过渡到 G213 路面高程 341.8 m。

右岸混凝土接头刺墙坝船闸上闸首总长 40 m, 分为 2 个坝段, 每个坝段各长 20 m; 两坝段间以及与船闸上闸首之间的横缝均设两道止水。坝顶宽度为 10 m, 坝顶高程为 342.00 m,

3.2 鱼道

仿生态鱼道布置于左岸堆碴平台上, 采用宾格网石笼作为隔墙形成鱼池, 并采用竖缝作为过鱼口。鱼道总长约 1.85 km, 坡度约为 1:93, 在转弯段设休息池, 鱼道断面底宽 1.8~2.5 m, 坡比 1:1~1:1.5, 底宽及坡比均随地形调整。鱼道进口和下游厂坝导墙之间布置导鱼电栅 1 座, 在过鱼季节开启导鱼电栅, 防止鱼类进入到厂房尾水区域, 并将鱼拦导至鱼道进口附近, 通过鱼道上溯。

3.3 发电厂房及引水建筑物

发电厂房为河床式厂房, 布置于左河槽, 包括主机间段、安装间段、装卸场段, 通过坝线下

游的进场公路连接左岸 G213 公路, 室内 GIS 开关站布置在下游副厂房内, 出线平台布置在下游副厂房顶。

3.3.1 引水渠布置

引水渠位于水库内, 底宽约 188 m, 以 1:4 的坡比连接厂房进水口。引水渠上游段前缘设置拦砂坎及拦污浮排, 左侧采用导墙连接左岸护坡。

3.3.2 尾水渠布置

尾水渠以 1:5 的反坡接 1:10 的反坡连接下游疏浚河床, 尾水渠左侧采用混凝土重力式挡墙连接左岸护坡, 右侧利用混凝土纵向围堰下游段作为右导墙, 导墙长 210.5 m。

3.3.3 主厂房布置

发电厂房总长度为 276.48 m, 主机间共分 5 个结构段, 最右侧的 9#机组为独立结构段, 其余每两台机组构成一个结构段。安装间布置在主机间左侧, 分为 2 个结构段; 装卸场布置在安装间的左侧。各结构段间设置永久沉降缝。

3.3.4 副厂房布置

副厂房布置于主机间和安装间的下游侧, 分 5 层布置, 各层主要用于机电设备的布置。副厂房与主厂房下游挡水墙之间设通风竖井。

3.4 泄水建筑物

泄水建筑物布置在河床中部位置, 为开敞式混凝土闸坝, 共 28 孔, 单孔净宽 15 m, 其中左岸 1#~5#泄水闸兼做冲砂孔, 下游设消力池及海漫。

3.5 船闸

船闸布置在右岸原主河槽航道位置, 为单级船闸, 等级为Ⅲ级, 船闸有效尺度为 220 m×34 m×4.5 m(长×宽×门槛水深), 主要建筑物包括上下游锚泊区、上下游引航道、船闸本体段。

4 结语

1) 岷江犍为航电枢纽工程站址位于人口密集地域, 周边环境干涉条件复杂, 通航和环保要求高, 如何在工程实施过程中最大限度地保障区域通航, 解决环境影响的敏感性是枢纽总体布置重点考虑的因素。

(下转第 88 页)