

· 设计 ·



# 龙溪口航电枢纽工程二期一汛导流及度汛优化设计

李志伟<sup>1</sup>, 张平<sup>2</sup>, 张毅驰<sup>1</sup>

(1. 中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司, 贵州 贵阳 550081;

2. 四川岷江港航电开发有限责任公司, 四川 乐山 614000)

**摘要:** 龙溪口航电枢纽工程施工期不允许断航, 枢纽布置紧凑, 洪水流量大, 度汛任务重, 施工导流采用分期围堰导流方式, 共分为3期工程。结合现场情况, 二期一汛同时施工发电厂房和船闸, 导流及度汛优化设计对工程建设尤为重要。二期一汛新增船闸土石围堰并优化后续施工导流程序, 通过物理模型和数学模型试验验证, 优化设计是可行的。领导小组统一指挥度汛工作, 制定综合性度汛措施, 有效地保证工程建设的度汛安全。

**关键词:** 龙溪口航电枢纽工程; 施工导流; 度汛措施; 优化设计

中图分类号: U615; TV551.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2023)10-0009-04

## Optimization design of flow diversion and flood control in first flood season of Longxikou Navigation-power Junction project phase II

LI Zhiwei<sup>1</sup>, ZHANG Ping<sup>2</sup>, ZHANG Yichi<sup>1</sup>

(1. Power China Guiyang Engineering Co., Ltd., Guiyang 550081, China;

2. Sichuan Minjiang Port & Shipping & Electricity Power Development Co., Ltd., Leshan 614000, China)

**Abstract:** During the construction period of the Longxikou Navigation-power Junction project, navigation interruption is not allowed, with compact junction layout, large flood flow, and heavy flood control tasks. Additionally, the construction flow diversion adopts the phased cofferdam diversion, which is divided into three phases. According to the on-site progress, the power plant and ship lock will be constructed spontaneously in the first flood season of phase II, and the optimization design of flow diversion and flood control is particularly important for the project construction. Earth-rock cofferdam of ship lock is added in the first flood season of phase II, and flow diversion procedures of subsequent construction are optimized. The physical model and mathematical model verify that optimization design is feasible. The leading group uniformly directs flood control and formulates comprehensive flood control measures, ensuring the flood control safety of the construction project.

**Keywords:** Longxikou Navigation-power Junction project; construction flow diversion; flood control measure; optimization design

施工导流是水电工程施工组织设计的重要组成部分, 合理的施工导流能够缩短建设工期、节省工程投资和提高工程质量。施工导流分为一次拦断河床围堰和分期围堰导流2种方式<sup>[1]</sup>, 一次拦断河床围堰导流方式适用于枯水期流量不大、河道狭窄的河流, 泄水建筑物采用明渠、隧洞和

涵管形式, 例如乌东德、白鹤滩、溪洛渡等工程。分期围堰导流方式适用于河床宽、流量大和工期长的工程, 尤其适用于通航和冰凌严重的河道, 泄水建筑物采用束窄河床、已建或在建建筑物的形式, 例如三峡、葛洲坝、丹江口等工程。

岷江下游乐山—宜宾河段依次规划老木孔、

收稿日期: 2022-06-07

作者简介: 李志伟 (1991—), 男, 硕士, 工程师, 从事水利水电施工组织设计。

东风岩、犍为和龙溪口 4 个梯级航电工程，老木孔和东风岩航电工程尚未开工建设，犍为航电枢纽工程已完成建设。结合枢纽布置、地形地质、水文气象和通航要求，龙溪口航电枢纽工程施工导流采用分期围堰导流方式，共分为 3 期工程<sup>[2-4]</sup>。初步设计阶段一期工程的施工期为 1 a，施工左岸 17.5 孔泄洪闸底板和左导墙，为降低一期工程施工强度，将部分建设任务均衡至二期一枯，致使船闸土石围堰不能建成，二期一汛安排右岸船闸施工，度汛任务轻。工程建设过程中，通过加强人员、材料、设备等投入和合理安排施工组织，一期工程建设任务相比初设阶段提前完成，二期一汛左岸建成厂房全年土石围堰，右岸新增二期一汛船闸土石围堰，该阶段同时施工发电厂房和船闸，建设任务加重，泄流通道变窄，度汛任务重，二期一汛导流及度汛优化设计对工程建设尤为重要。

## 1 二期一汛导流及度汛优化

### 1.1 优化过程

初设批复二期工程的施工期为 3 a，建设任务为施工左岸发电厂房和右岸 11 孔泄洪闸和船闸。一期阶段提前完成左岸 13 孔泄洪闸底板和左导墙施工，工程建设顺利进入二期阶段。克服极为不便的交通条件，二期一枯右岸所需材料、物资和

机械设备通过租赁船舶从左岸运至右岸。为加快二期一枯围堰防渗施工进度，混凝土防渗墙方案改为钢板桩防渗方案。在二期一枯围堰保护下，顺利完成右岸 11 孔泄洪闸底板施工，同时完成二期一汛船闸土石围堰施工，为汛期继续施工船闸创造条件，船闸围堰采用胶凝砂砾石面板防护兼防渗方案。二期一汛建成左岸厂房全年土石围堰和右岸船闸土石围堰，为同时施工发电厂房和船闸创造条件。

二期一汛导流及度汛存在问题：1) 施工期洪水流量达  $3.21 \text{ 万 m}^3/\text{s}$ ，施工导流难度大；2) 左、右岸同时施工发电厂房和船闸，度汛任务重；3) 围堰占用部分泄流通道，水流流态变得紊乱，抬高施工期水位，不利于施工期导流和通航。

### 1.2 优化方案

二期一汛是龙溪口航电枢纽工程开工建设的第 3 年，度汛时段为 6 月 1 日—10 月 31 日，左岸由厂房全年土石围堰和左导墙挡水，施工发电厂房、鱼道和挡水坝段；右岸由二期一汛船闸土石围堰挡水，施工右岸船闸和挡水坝段。汛末拆除二期一汛船闸土石围堰，期间由临时航道和束窄后原河道过流，临时航道通航。度汛标准为全年 10 a 一遇，洪水流量为  $3.21 \text{ 万 m}^3/\text{s}$ ，上、下游水位分别为  $315.01$ 、 $313.88 \text{ m}$ <sup>[5]</sup>。二期一汛导流及度汛优化布置见图 1。

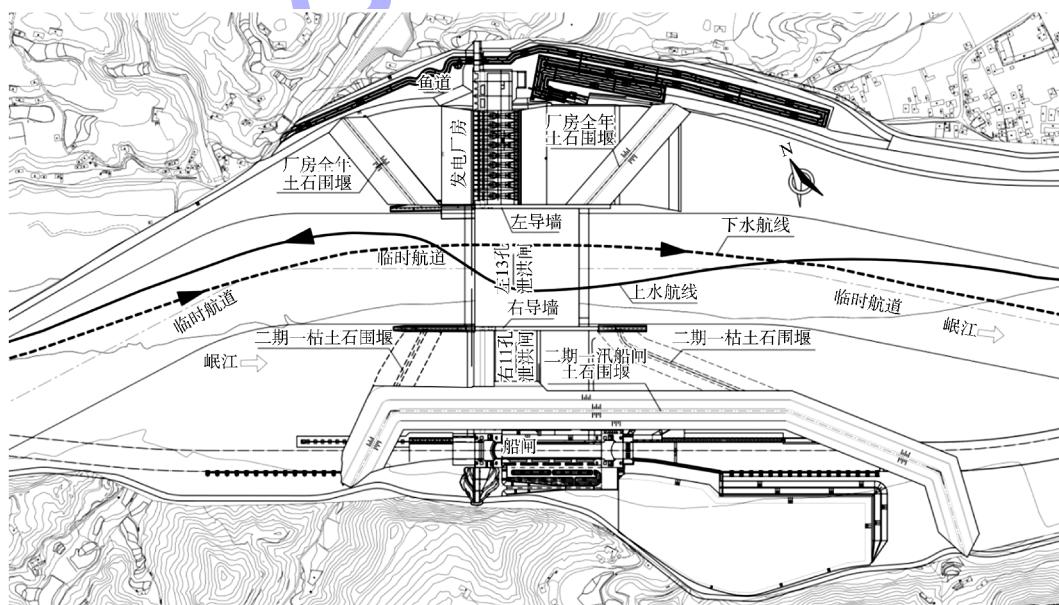


图 1 二期一汛导流及度汛优化布置

### 1.3 试验验证

通过物理模型和数学模型试验验证优化设计的可行性。物理模型验证围堰堰顶高程是否满足挡水要求, 模型试验比尺为 1:100, 模型试验成果见表 1。由表 1 可知, 二期一汛左、右岸围堰堰顶高程高于设计洪水位, 满足挡水及度汛安全要求。

物理模型和数学模型试验验证水流条件是否满足船闸通航要求, 船模在通航流量 0.80 万  $m^3/s$  时不同位置水流流速试验结果见表 2。从船模试验成果可知, 物理模型与数学模型试验数据相差不大; 临时航道内流速不超过 3.0 m/s, 工程河段流速及流态满足船舶安全通航的要求; 临时航道进口段流速超过 3.0 m/s, 过往船舶须按航标指示避开上游横向流速。综合通航水流条件试验、数模试验和

船模试验成果, 当上游来水流量  $Q \leq 0.60$  万  $m^3/s$  时, 300 t 机动驳可自航通过工程河段; 当上游来水流量  $Q \leq 0.80$  万  $m^3/s$  时, 1 000 t 机动驳可自航通过工程河段。

表 1 二期一汛围堰不同位置的水位与高程试验结果

	位置	实测水位/m	围堰顶高程/m	围堰超高/m
左岸	上游横向围堰	315.30	317.00	1.70
	纵向围堰上游段	314.85	316.00	1.15
	纵向围堰下游段	314.29	316.00	1.71
	下游横向围堰	313.90	316.00	2.10
右岸	上游横向围堰	315.01	317.00	1.99
	纵向围堰上游段	315.17	317.00	1.83
	纵向围堰下游段	314.30	316.00	1.70
	下游横向围堰	313.88	316.00	1.12

表 2 二期一汛不同位置水流流速的船模试验结果

模型	上游进口段	航线最大值	纵向围堰段	航线最大值	下游出口段	航线最大值	围堰下游	航线最大值	m/s
数学模型	2.45	2.55	2.66	2.90	2.63	2.76	1.82	1.93	
物理模型	2.50	2.86	3.10	3.10	3.00	2.88	1.37	2.23	
差值	-0.05	-0.31	-0.44	-0.20	-0.37	-0.12	0.45	-0.30	

### 1.4 影响分析

二期一汛导流及度汛优化设计将二期工程的施工期由 3 a 缩短为 2 a, 节省工程投资, 方便施工, 合理可行。1) 优化设计不影响工程规模、枢纽布置、施工总布置及总工期。2) 增加二期一汛船闸土石围堰, 汛期同时施工发电厂房和船闸, 提高二期一汛施工利用率。3) 右岸 11 孔泄洪闸提前 1 a 完建, 关键施工线路由船闸和泄洪闸施工变为发电厂房施工, 为提前发电创造有利条件。4) 右岸船闸提前 1 a 完建, 缩短临时航道通航时段, 减少施工期断航天数, 二期阶段施工期通航条件基本满足要求。

## 2 二期一汛度汛措施

### 2.1 度汛目标

为确保工程顺利施工和安全度汛, 参建单位认真贯彻“安全第一, 常备不懈, 以防为主, 全力抢险”的方针, 严格按照防洪度汛标准设防, 做好防早汛、防大汛的各项准备, 防患于未然。

汛期加强雨情、水情监测和洪水预报, 加强对度汛关键部位的巡视检查, 发现险情及时上报, 并采取有力的抢救措施。备足抢险物资、器材, 组织好人员、设备, 保证通讯联络及抢险道路通畅。必要时, 组织好人员、设备的迅速撤离, 确保龙溪口航电枢纽工程安全度汛。

### 2.2 度汛组织机构

建立度汛指挥机构, 对汛期出现的险情进行统一的指挥调度。建立防洪抢险队, 随时投入抢险, 并准备充足的物资、材料、设备, 随时调用。做好地方有关部门报汛、防汛的协调及委托工作, 做到既统一指挥, 又协调分工, 谁主管谁负责, 责权明确, 组织到位, 确保工程安全度汛。

汛前成立现场度汛领导小组, 度汛领导小组由建设单位、总承包项目部、监理单位等主要负责人组成。领导小组统一指挥度汛工作, 度汛抢险工作以施工单位为主, 必要时协调当地人民政府及其防汛主管机构给予应急援助。

### 2.3 水情预报系统

1) 加强水情预报, 做到超前预报, 及时向有关单位通报汛情, 度汛组织机构能够掌握洪水情况和采取相应的防洪措施。

2) 水情预报严格执行预报制度, 平时每天预报 1 次, 在洪峰前后及强降雨天应加密预报次数。

### 2.4 工程度汛措施

汛期重点抓好厂房及船闸土石围堰、厂房及船闸基坑和生产及生活区等关键部位的维护、巡视工作, 具体工程度汛措施如下。

1) 厂房、船闸围堰工程。厂房、船闸土石围堰为全年挡水围堰, 上、下游围堰顶高程分别为 317.00、316.00 m, 左导墙为纵向混凝土围堰, 上、下游段导墙顶高程分别为 317.00、316.00 m。参建单位加强对围堰的监测及巡视, 密切关注围堰挡水位及坡脚渗漏情况, 按时读取和分析围堰监测数据。

2) 厂房、船闸基坑工程。加强基坑抽排水工作, 基坑内部渗水、雨水及时排出。成立巡视小组, 每天记录坝址水位变化情况。当水位达到防讯警戒水位 310.00 m(下游围堰水位)、相应流量 1.80 万  $m^3/s$ (2 a 一遇), 即进入警戒状态, 所有人员及施工设备做好撤离准备。当预计未来 2 h 水位达到度汛水位 313.88 m, 相应流量 3.21 万  $m^3/s$ (10 a 一遇), 逐步将所有人员及施工设备撤离至不受洪水影响区。当水位达到 313.88 m 且根据水情预报坝址水位继续上涨、预计将漫过围堰堰顶时, 及时在计划缺口处破堰预充水, 破堰充水指令由度汛组织机构协商后, 经领导小组组长宣布后实施。

3) 生产、生活区。生产、生活区高程满足度汛要求, 汛前对已完成的截、排水设施进行全面排查, 保证积水、雨水能够排出, 汛期加强实时水位观测, 一旦达到警戒洪水位, 采取临时应急措施, 逐步将所有人员及施工设备撤离至不受洪水影响区。储备 2 000 个编织袋、足量沙土等抢险

物资, 当洪水位超过警戒水位并继续上涨, 堆码沙袋进行防洪抢险。

4) 库区回水影响分析。二期一讯束窄原河道将会壅高上游水位, 10 a 一遇洪水位 315.01 m, 比天然洪水位 314.07 m 壅高约 0.94 m, 根据回水计算, 该壅水在上游沐川河出口处尖灭, 壅水区间内没有生活居民区, 不涉及征地拆迁及移民, 因此库区不受工程区回水影响。

### 3 结语

1) 二期一讯导流及度汛优化设计确保发电厂房和船闸同时施工的安全, 经物理模型和数学模型试验验证, 该方案合理可行。

2) 二期一讯导流及度汛优化设计提高二期施工利用率, 建设任务提前 1 a 完成, 为提前发电创造有利条件。

3) 针对二期一讯严峻的度汛任务, 各参建单位增强安全度汛的责任感和紧迫感, 立足于防大讯、抢大险, 坚持科学防控、统筹兼顾, 切实把安全度汛各项措施落到实处, 顺利实现二期一讯安全度汛目标。

### 参考文献:

- [1] 中水东北勘测设计研究有限责任公司. 水利水电工程施工组织设计规范: SL 303—2017[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2017.
- [2] 李志伟, 张毅驰, 陈海坤, 等. 岷江龙溪口航电枢纽工程施工导流方案优化调整[J]. 水电与新能源, 2020, 34(6): 13-16, 35.
- [3] 中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司. 岷江龙溪口航电枢纽工程枢纽区二期施工导流方案变更报告[R]. 贵阳: 中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司, 2021.
- [4] 李志伟, 张毅驰. 岷江龙溪口航电枢纽工程施工期导流与通航方案设计[J]. 陕西水利, 2022, (2): 112-115.
- [5] 李志伟, 张毅驰, 陈海坤. 岷江龙溪口航电枢纽工程施工总布置综述[J]. 水电与新能源, 2020, 34(7): 60-63.

(本文编辑 王传瑜)