



岷江彭山江口—乐山段梯级开发优化方案

周定科, 周敬林

(四川省交通勘察设计研究院有限公司, 四川 成都 610017)

摘要: 针对岷江彭山江口—乐山段原规划梯级方案间距近、电站动能经济指标差、开发难度大的问题, 以全面实现岷江航道达标升级为目标, 结合规划建设条件的变化情况, 全面分析优化方案在通航、发电效益、环境影响等方面存在的问题和效果, 得出了将岷江彭山江口—乐山段梯级开发由 8 级优化为 6 级的优化方案。优化方案为《岷江成都至乐山段航运发展规划》编制提供技术支撑, 显著提升了航运效益、发电效益和水环境效益, 极大提高了开发方案的可实施性, 为岷江高等级航道的建设奠定了坚实的理论和规划指引。

关键词: 梯级开发; 优化方案; 高等级航道; 岷江

中图分类号: U 612

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2023)S1-0030-04

Optimization scheme of cascade development from Pengshan Jiangkou to Leshan section of the Minjiang River

ZHOU Ding-ke, ZHOU Jing-lin

(Sichuan Communication Surveying & Design Institute Co., Ltd., Chengdu 610017, China)

Abstract: The original planning cascade scheme of the Pengshan Jiangkou to Leshan section of the Minjiang River is close, the kinetic energy economic index of the power station is poor, and the development is difficult. Regarding these problems, with the goal of fully realizing the upgrading of the Minjiang River waterway, combined with the changes in the planning and construction conditions, the problems and effects of the optimization plan in terms of navigation, power generation efficiency and environmental impact are comprehensively analyzed, and the optimization scheme for the cascade development from the Pengshan Jiangkou to Leshan section of the Minjiang River is optimized from 8 to 6 levels. The optimization scheme provides technical support for the preparation of the shipping development plan for Chengdu to Leshan section of the Minjiang River, significantly improves the shipping efficiency, power generation efficiency and water environment benefit, greatly improves the feasibility of the development scheme, and lays a solid theoretical foundation and planning guidance for the construction of the Minjiang River high-grade waterway.

Keywords: cascade development; optimization scheme; high-grade waterway; the Minjiang River

岷江是国家内河高等级航道网的重要组成部分, 也是四川省水运“一横五纵多线”航道网中“五纵”之一。目前岷江乐山—宜宾段航电综合开发建设正加快建设, 计划 2025 年底实现高等级航道贯通, 岷江彭山江口—乐山段部分梯级开发难度大、整体进度滞后。考虑满足 IV 级航道通航需求以及对沿江城市、支流的淹没、排涝影响,

2009 年岷江彭山江口—乐山段从上至下依次规划了江口、尖子山、汤坝、张坎、季时坝、虎渡溪、汉阳和板桥 8 级航电枢纽^[1], 各梯级主要技术经济指标见表 1。其中江口、尖子山、张坎和季时坝梯级梯级间距近、回水里程短、动能经济指标差, 未开工建设, 严重制约了岷江高等级航道的开发建设。

收稿日期: 2022-06-14

作者简介: 周定科(1975—), 男, 高级工程师, 从事港口与航道工程设计及规划研究。

表 1 岷江彭山江口—乐山段航电规划梯级主要技术经济指标

梯级	枢纽	正常蓄水位/m	尾水位/m	利用落差/m	装机容量/万 kW	年平均发电量/(万 kW·h)	渠化里程/km
第 1 级	江口	428.0	422.5	5.5	2.4	9 933	5.2
第 2 级	尖子山	422.5	414.0	8.5	4.5	18 761	10.6
第 3 级	汤坝	414.0	403.5	10.5	5.4	21 860	13.1
第 4 级	张坎	403.5	396.0	7.5	3.9	15 739	8.7
第 5 级	季时坝	396.0	391.0	5.0	2.4	9 554	10.1
第 6 级	虎渡溪	391.0	382.0	9.0	4.8	19 721	12.6
第 7 级	汉阳	382.0	372.0	10.0	5.4	22 111	14.0
第 8 级	板桥	372.0	358.0	14.0	7.5	30 725	22.5
合计		—	—	70	36.3	148 404	96.8

岷江彭山江口—乐山段汤坝、虎渡溪、汉阳 3 个航电枢纽相继开工建设,尖子山枢纽库区排污排涝沟已进行整治,汤坝枢纽批复正常蓄水位 414.80 m,较规划正常蓄水位 414.00 m 提高 0.8 m^[2],虎渡溪枢纽较规划坝址上移约 2.3 km^[3]。随着这些外围边界条件的变化,为使开发方案更加合理可行、顺利推动梯级开发实施、提高工程效益、降低企业投资风险、早日实现岷江高等级航道全线贯通且服务沿江地区经济社会发展,对岷江彭山江口—乐山段梯级开发方案进行优化研究十分必要。

1 梯级优化思路

根据规划梯级实施情况和外围边界条件变化情况,结合城区发展规划、防洪规划、排污排涝及通航、发电、改善城市水环境等综合用水,提出合并梯级的优化思路:1)梯级优化方案须保证梯级间相互衔接,满足Ⅲ级航道要求。2)优化尖子山、江口、张坎、季时坝梯级布置,提高装机规模、动能经济指标,使其更具实施性。3)梯级优化方案应尽量避免对城市排涝、排污造成影响,并重视梯级回水对支沟两岸农田及居民的淹没影响。4)充分协调资源开发与环境保护之间的关系。

2 梯级优化方案

2.1 江口与尖子山梯级优化方案

原规划江口和尖子山梯级电站规模较小、经济指标较差、梯级之间航道距离较短,彭山区城

区第 1 个排污排涝沟已整治、汤坝梯级正常蓄水位提高至 414.80 m、成都三绕岷江特大桥在规划的尖子山坝址附近建设等。根据这些外围条件的变化,将原尖子山梯级坝址上移 4.6 km,同时将正常蓄水位由 422.50 m 提高至 426.00 m,与原规划江口梯级合并为一级,命名为尖子山梯级。

优化合并后的尖子山梯级采用河床式开发,初拟坝址位于原尖子山梯级规划坝址上游 4.6 km、下距成都三绕岷江特大桥约 2.4 km、下距汤坝梯级 17.7 km,正常蓄水位 426.0 m,尾水位 414.8 m,利用落差 11.2 m,装机容量 69 MW。

2.2 张坎与季时坝梯级优化方案

原规划张坎梯级回水里程仅 8.7 km、装机规模仅 39 MW,季时坝梯级回水里程仅 10.1 km、装机规模仅 24 MW,梯级之间航道距离短、电站规模小、经济指标差、开发难度大。将原季时坝梯级坝址上移 4.8 km,同时将正常蓄水位由 391.00 m 提高至 403.50 m,与原规划张坎梯级合并为一级,命名为张坎梯级。

优化合并后的张坎梯级采用河床式开发,初拟坝址位于原季时坝梯级规划坝址上游 4.8 km、上距汤坝梯级 14 km、下距虎渡溪梯级 15.1 km,正常蓄水位 403.50 m,尾水位 391.00 m,利用落差 12.5 m,装机容量 84 MW。

2.3 梯级优化方案

通过梯级合并优化,岷江彭山江口—乐山段采用尖子山、汤坝、张坎、虎渡溪、汉阳和板桥 6 级开发方案,总利用落差 68 m,总装机容量 447 MW,年发电量 1 860.32 GW·h,渠化航道

里程 104.2 km，较原规划方案总装机容量增加 84 MW、年平均发电量增加 376.28 GW·h。岷江

彭山江口—乐山段梯级优化方案主要技术经济指标见表 2，规划与优化方案梯级纵断面见图 1。

表 2 岷江彭山江口—乐山段梯级优化方案主要技术经济指标

梯级	枢纽	正常蓄水位/m	尾水位/m	利用落差/m	装机容量/MW	年平均发电量/(GW·h)	渠化里程/km
第 1 级	尖子山	426.0	414.8	11.2	69	285.24	12.3
第 2 级	汤坝	414.8	403.5	11.3	69	282.54	17.7
第 3 级	张坎	403.5	391.0	12.5	84	348.00	14.0
第 4 级	虎渡溪	391.0	382.5	8.5	63	247.39	15.1
第 5 级	汉阳	382.5	372.0	10.5	72	308.00	15.6
第 6 级	板桥	372.0	358.0	14.0	90	389.15	29.5
合计		—	—	68	447	1 863.02	104.2

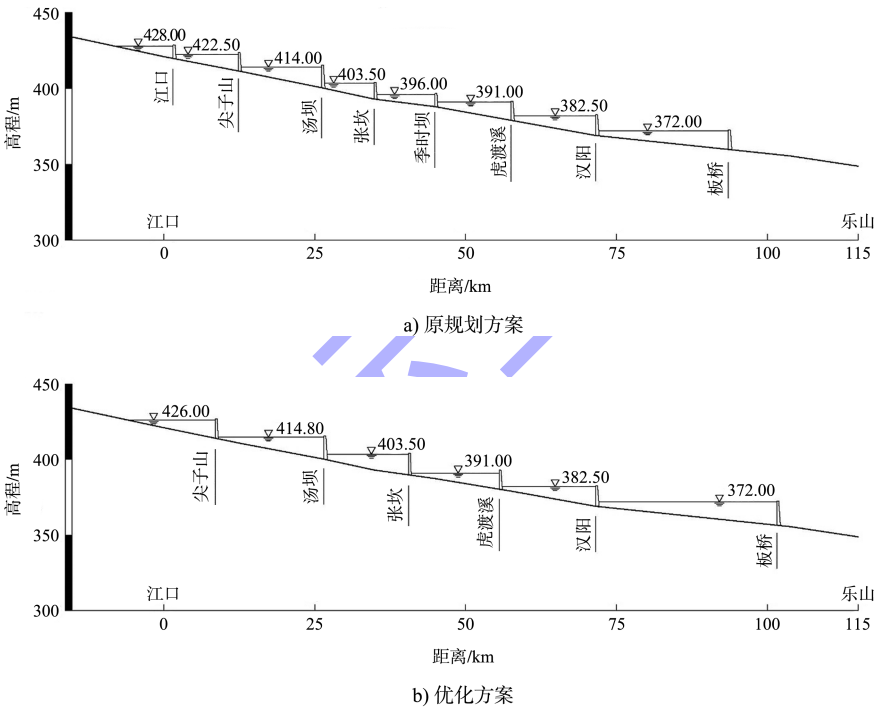


图 1 梯级纵断面

3 梯级优化效益

3.1 通航效益

- 1) 优化后各梯级水位衔接，通航建筑物门槛水深不小于 3.5 m，航道远期维护水深 2.4 m，满足Ⅲ级航道标准。
- 2) 优化方案减少 2 个梯级，船舶过闸时间缩短约 1.5 h 以上，尖子山与汤坝梯级间距由 13.1 km 增长至 17.7 km，汤坝与张坎梯级间距由 8.7 km 增长至 14 km，航运效益提高明显。

3.2 发电效益

优化方案发电动能经济指标较优。江口、尖子山梯级优化方案较原规划方案利用落差少 2 m，年平均发电量少 1.70 GW·h，但优化后的总投资、单位投资和单位电能投资均低于原规划方案；张坎、季时坝梯级优化方案装机容量和年平均发电量均高于原规划方案，单位投资和单位电能投资均低于原规划方案。江口、尖子山梯级优化前后主要动能经济指标对比见表 3，张坎、季时坝梯级优化前后主要动能经济指标对比见表 4。

表 3 江口、尖子山梯级优化前后主要动能经济指标对比

梯级	正常蓄水位/ m	尾水位/ m	利用落差/ m	装机容量/ MW	年平均发电 量/(GW·h)	匡算总投资/ 亿元	单位投资/ (万元·kW ⁻¹)	单位电能投资/ (元·kW ⁻¹ ·h ⁻¹)
原江口梯级	428.0	422.5	5.5	24	99.33	9.051 8	3.771 6	9.11
原尖子山梯级	422.5	414.8	7.7	45	187.61	9.632 7	2.140 6	5.13
合计	—	—	13.2	69	286.94	18.684 5	2.707 9	6.51
优化后尖子山梯级	426.0	414.8	11.2	69	285.24	17.424 1	2.525 2	6.11

表 4 张坎、季时坝梯级优化前后主要动能经济指标对比

梯级	正常蓄水位/ m	尾水位/ m	利用落差/ m	装机容量/ MW	年平均发电 量/(GW·h)	匡算总投资/ 亿元	单位投资/ (万元·kW ⁻¹)	单位电能投资/ (元·kW ⁻¹ ·h ⁻¹)
原张坎梯级	403.5	396.0	7.5	39	157.39	9.948 0	2.550 8	6.32
原季时坝梯级	396.0	391.0	5.0	24	95.54	11.414 0	4.755 8	11.95
合计	—	—	12.5	63	252.93	21.362 0	3.390 8	8.45
优化后张坎梯级	403.5	391.0	12.5	84	348	22.720 0	2.704 8	6.53

3.3 水环境及其他效益

1) 优化后尖子山梯级回水 12.3 km、张坎梯级回水 14 km, 将形成宽阔的水面, 改善彭山区、东坡区的水域环境, 与紧邻的江口古镇、“五湖四海”湿地公园、东坡城市湿地公园一起成为成都平原上一道亮丽的风景, 对拓展眉山市城市旅游发展空间具有重大意义。

2) 库区蓄水后, 两岸土地开发将成为热点。紧邻城区的区位优势明显, 且山、水交融, 交通方便, 土地增值空间很大, 对打造城市环境、提升城市品位、推进城乡一体化建设和创建和谐社会具有重大意义。

4 结语

1) 岷江彭山江口—乐山段梯级开发由 8 级优化为 6 级, 航运效益提升显著, 电站动能经济指标更优, 有利于推动梯级开发的实施, 优化方案合理可行。

2) 优化后的梯级开发方案已纳入《岷江成都至乐山段航运发展规划》^[4], 并获得审查通过。

3) 依据优化后的梯级开发方案, 在汉阳梯级

已建成且汤坝、虎渡溪梯级已开工建设的基础上, 尖子山梯级已正式开工建设, 张坎梯级和板桥梯级已开展可行性研究前期工作, 岷江高等级航道实现连续贯通指日可待。

参考文献:

[1] 四川省交通运输厅交通勘察设计院, 四川省水利水电勘测设计研究院. 岷江干流(彭山江口至乐山岷江三桥段)航电规划报告[R]. 成都: 四川省交通厅交通勘察设计院, 2009.

[2] 四川省水利水电勘测研究院, 四川省交通运输厅交通勘察设计院. 四川省岷江干流汤坝航电枢纽工程工程可行性研究报告[R]. 成都: 四川省水利水电勘测研究院, 2016.

[3] 四川省水利水电勘测研究院, 湖南省水利水电勘测设计研究总院. 四川省岷江虎渡溪航电枢纽工程工程可行性研究报告[R]. 成都: 四川省水利水电勘测研究院, 2016.

[4] 四川省交通勘察设计院有限公司. 岷江成都至乐山段航运发展规划[R]. 成都: 四川省交通勘察设计院有限公司, 2022.

(本文编辑 武亚庆)