



犍为船闸重力式闸墙施工期挡水工程措施

周定科, 李泳龙, 吴礼国

(四川省交通勘察设计研究院有限公司, 四川 成都 610017)

摘要: 岷江犍为航电枢纽施工任务重、时间紧。为缩短施工工期、节省围堰的施工投资、满足枢纽工程整体进度计划及施工期通航要求, 需拆除二期二段围堰, 并在汛期利用船闸外侧重力式闸墙挡水继续施工。针对汛期利用船闸外闸墙挡水时结构的安全稳定问题, 通过对不同挡水部位结构进行复核计算, 提出相应的工程措施, 满足结构安全稳定要求, 确保犍为船闸施工工期并节省工程投资。

关键词: 重力式闸墙; 施工期挡水; 工程措施; 犍为船闸

中图分类号: U 641

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2021)12-0094-05

Water retaining engineering measures during construction period of Qianwei ship lock gravity lock wall

ZHOU Ding-ke, LI Yong-long, WU Li-guo

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

Abstract: The construction task of Qianwei navigation-power junction on Minjiang River is heavy and the time is short. In order to shorten the construction period, save the investment of cofferdam construction, and meet the overall schedule of the project and the navigation requirements during the construction period, it is necessary to remove the "second stage and second section cofferdams", and use the gravity lock wall outside the ship lock to retain water during the flood season to continue construction. In view of the safety and stability of the structure when the external lock wall is used for water retaining in flood season, the paper puts forward the corresponding engineering measures by rechecking and calculating the structures of different water retaining parts, so as to meet the safety and stability of the structure, ensure the construction period of Qianwei ship lock, and save the project investment.

Keywords: gravity lock wall; water retaining during construction period; engineering measures; Qianwei ship lock

犍为航电枢纽工程位于岷江下游乐山市犍为县境内, 是规划的岷江乐山—宜宾 162 km 长河段航电梯级开发的第 3 级航电枢纽。上游与东风岩航电枢纽衔接, 下游与龙溪口航电枢纽衔接。

犍为航电枢纽工程是以航运为主, 结合发电, 兼顾供水、灌溉, 并促进地方经济社会发展的综合性枢纽工程。枢纽正常挡水位为 335.00 m, 电站装机容量 500 MW, 建设Ⅲ级船闸 1 座。犍为船

闸尺度为 220 m×34 m×4.5 m, 可通行 2×1 000 t 船队, 水级 19 m, 单向年过闸货运量 1 474.67 万 t, 渠化岷江Ⅲ级航道长 20.2 km^[1]。

1 施工导流方案

犍为航电枢纽施工总工期 66 个月, 枢纽于 2015 年 12 月开工建设, 船闸工程于 2017 年底开工。根据岷江犍为航电枢纽工程施工导流方案,

船闸建设期主要涉及二期导流^[2]。

1) 二期一段: 导流时段为 2017 年 11 月 1 日至 2018 年 5 月 31 日。二期一段为枯水围堰, 围护右岸河床, 施工右岸 18 孔泄水闸坝和船闸等。在该导流时段内主要进行闸坝基础开挖、基础处理、底板及闸墩混凝土浇筑, 完成船闸上游和下游引航道工程、船闸基础开挖、基础处理及底板混凝土浇筑, 同时为保证船闸全年施工在二期一段基坑内完成二期船闸全年土石围堰填筑和防冲保护。2018 年 5 月 31 日前完成二期第一段枯水期围堰拆除。

2) 二期二段: 导流时段为 2018 年 6 月 1 日至 2019 年 10 月 31 日。二期二段为全年围堰, 基坑内主要施工船闸上闸首、下闸首、闸室段、右岸重力坝段及部分护岸等。2019 年 9 月 30 日, 船闸具备通航条件, 于 11 月底完成船闸全年围堰拆除。二期二段围堰平面布置见图 1。

3) 二期三段: 导流时段为 2018 年 11 月 1 日至 2019 年 5 月 31 日。二期三段为枯期围堰, 主要

进行泄水闸混凝土浇筑和金属结构安装等。于 2019 年 3 月 31 日前浇筑至坝顶, 然后施工坝顶闸门启闭排架。2019 年 5 月 31 日前完成二期三段枯水期围堰拆除。丁坝及二期一段上横向围堰 320 m 高程以下的部分堰体在船闸通航前拆除。

为缩短施工期、节省施工围堰投资、满足枢纽工程整体进度计划及施工期通航要求, 需提前拆除二期二段围堰的上游裹头段和纵向段, 2019 年汛期需利用船闸外侧重力式闸墙挡水。由于船闸施工图设计阶段并不考虑外侧闸墙兼作围堰挡水, 因此需采取相应的工程措施并对船闸外侧闸墙结构稳定性进行复核。二期二段围堰设计挡水位及堰顶高程见表 1。

表 1 二期二段围堰设计挡水位及堰顶高程

部位	水位/m	堰顶高程/m
上游横向围堰	331.66	333.20
纵向围堰的泄水闸上游段		
纵向围堰的泄水闸段	331.66~330.76	333.20~332.30
纵向围堰的泄水闸下游段	330.76	332.30
下游横向围堰		

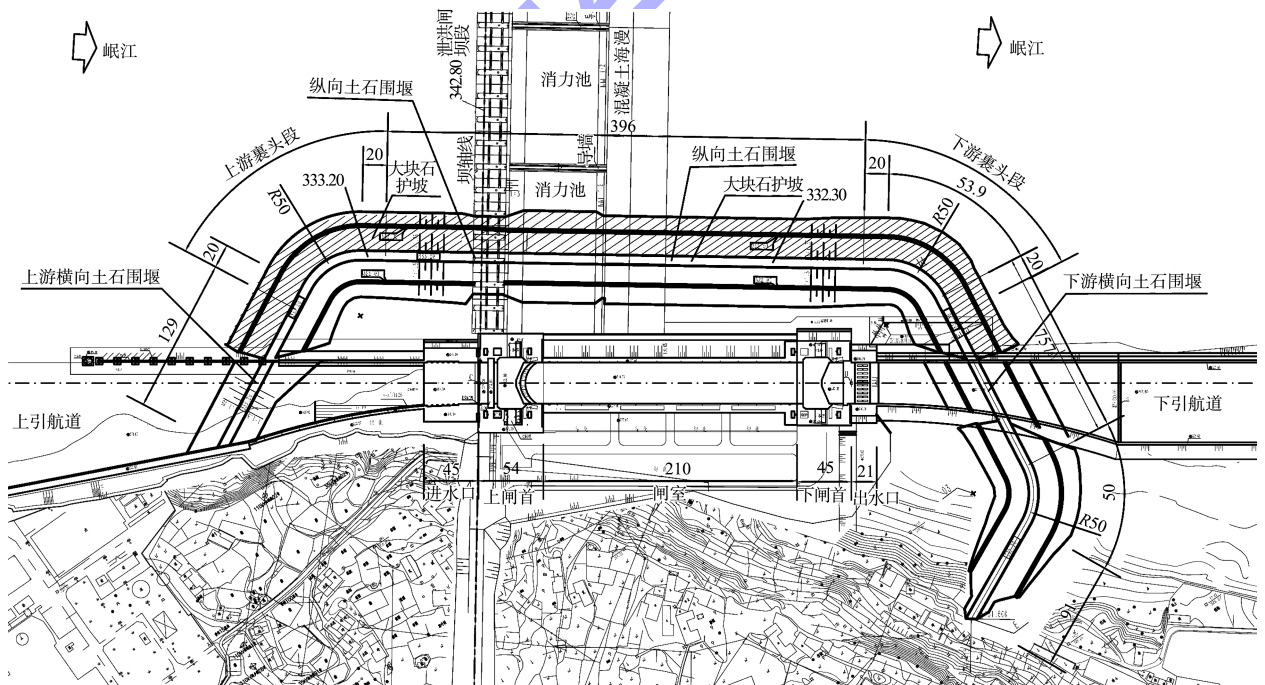


图 1 二期二段围堰原设计平面布置 (单位: m)

2 措施拟定

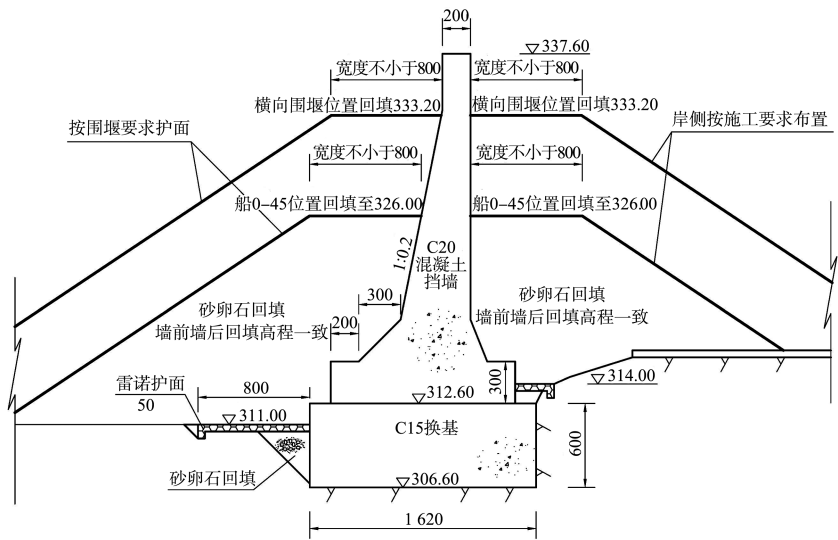
参与 2019 年汛期挡水的船闸水工建筑物包括: 上引航道外导墙 (船 0—165 m—船 0—45 m);

上游进水口段外边墩 (船 0—45 m—船 0—0 m); 上闸首外边墩 (船 0—0 m—0+54 m); 闸室外墙 (船 0+54 m—船 0+264 m); 下闸首外边墩 (船 0+264 m—

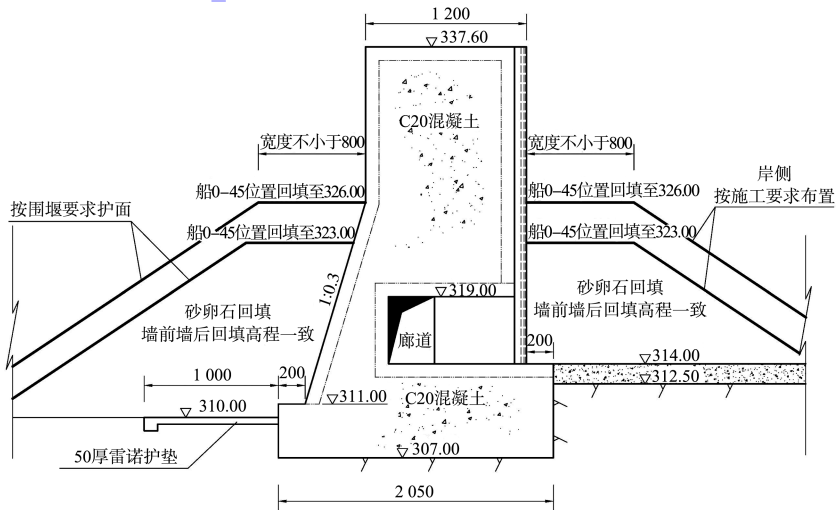
船 0+309 m)^[3]。

针对不同挡水部位的结构形式，结合上下游局部围堰和挡水水位，采取不同的工程措施，以满足结构安全稳定为前提，尽可能节省工程投资。上引航道外导墙及上游进水口段外边墩在内外两侧填土，尽可能平衡内外受力，填土顶高程与原围堰顶高程一致，为 333.20~326.00 m，并在迎水面按原围堰设计要求做好护面工程，见图 2。上闸首外边墩由于布置需要，断面一般较大，直接按原设计断面进行结构复核后满足要

求；闸室外墙施工期挡水受力与正常运行工况受力完全相反，结合泄洪闸下游消力池和海漫高程，抬高闸墙后趾高度，增加后部重力，减小前趾压应力，闸室外闸墙后趾由 312.00 m 抬高至 315.00 m；为预留下闸首金属结构运输安装通道，下引航道段全年纵向围堰保留，并在下闸首左边墩外侧新增围堰形成裹头段，围堰顶高程由原设计 332.30 m 逐渐提升至 337.60 m 以形成从下游岸侧至下闸首左边墩的通道，下游围堰方案调整后见图 3。



a) 上引航道左导墙



b) 进水口段左闸墙

图 2 两侧对称回填 (高程: m; 尺寸: cm)

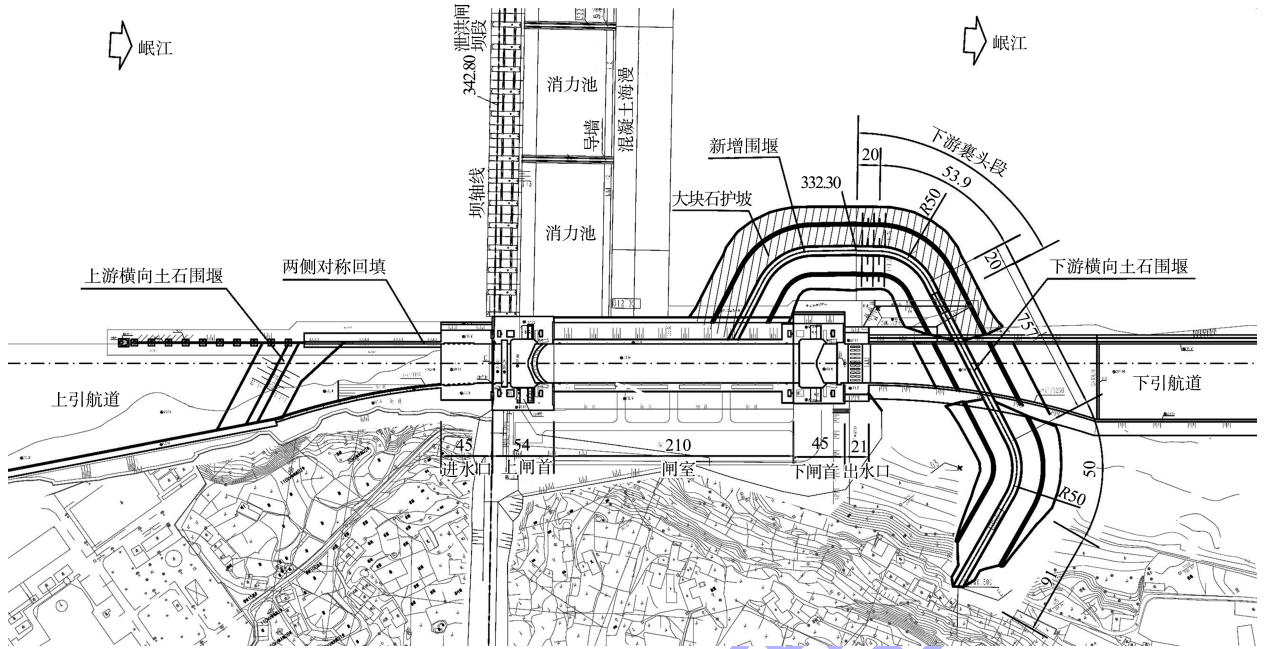


图 3 围堰方案调整后平面布置 (单位: m)

3 结构复核

3.1 建筑物级别及设计标准

犍为航电枢纽工程等别为二等, 工程规模为 大(2)型, 主要建筑物按 2 级设计, 次要建筑物按 3 级设计。船闸级别为Ⅲ级, 闸首、闸室、进水口水工建筑物级别为 2 级, 上下引航道级别为 3 级。

二期二段围堰挡水期主要进行右岸船闸施工, 保护对象为 2 级建筑物, 若围堰发生溃堰等事故将影响工程总工期并造成较大经济损失。船闸工程外侧水工建筑物施工期挡水标准参照原二期二段纵向围堰, 设计挡水标准为 10 a 一遇洪水, 设计挡水时段为全年, 相应流量为 30 200 m³/s, 上游设计挡水位为 331.66 m, 下游设计挡水位为 330.76 m。当发生超标洪水时, 应打开上下游围堰^[4]。

3.2 复核结果

根据犍为船闸工程地质、设计水位及 JTJ 307—2001《船闸水工建筑物设计规范》, 分别对上引航道外导墙、进水口段外边墩、上闸首外边墩、闸室外墙、下闸首外边墩进行复核, 复核结果见表 2。

表 2 各部位各工况复核结果

复核部位	安全系数			基底应力/kPa	
	抗滑	抗倾	抗浮	σ_{\max}	σ_{\min}
上引航道外导墙	1.20	1.73	3.99	621.20	-50.74
进水口外边墩	1.16	1.98	4.78	991.17	-56.04
上闸首外边墩	2.15	3.36	6.39	928.17	400.36
闸室外闸墙	1.28	2.37	-	902.67	-19.16
下闸首外边墩前段	1.08	1.95	3.98	899.47	9.04
下闸首外边墩后段	1.82	3.75	13.32	1 174.15	47.25

注: 基底应力正值为压应力, 负值为拉应力。

经复核, 犍为船闸外侧闸墙施工期挡水各部位结构抗倾、抗滑和抗浮均满足规范要求, 结构安全稳定可靠。

基底应力方面, 上引航道外导墙、进水口外边墩、闸室外闸墙基底局部出现拉应力的情况, 根据《船闸水工建筑物设计规范》第 3.3.7 条, 在施工期或检修期背水面可出现不大于 0.1 MPa 的拉应力, 故满足要求。

另下闸首外边墩后段地基反力的最大应力 $\sigma_{\max}=1 174.15$ kPa, 超过了地基承载力 1 000 kPa, 须进一步采取工程措施处理。

4 工程措施

1) 上引航道外导墙工程措施。上引航道外导墙(船0-45 m—船0-165 m)内侧保留原横向围堰向,围堰顶高程333.20 m;原横向围堰下游侧继续回填砂卵石,至船0-45 m位置回填顶高程326.00 m;上引航道外导墙江侧原纵向围堰及裹头段部分保留,回填高程与墙内同高。

2) 进水口段工程措施。进水口段外边墩(船0-0 m—船0-45 m)内侧回填砂卵石,船0-45 m位置回填顶高程326.00 m,船0-0 m位置回填顶高程323.00 m;外边墩江侧原纵向围堰部分保留,墙后回填高程与墙内同高。

3) 闸室外闸墙工程措施。闸室外闸墙3#~8#段闸墙后趾抬高至315.00 m,闸室外闸墙9#~14#段墙后雷诺护垫抬高至314.00 m。

4) 下闸首外边墩工程措施。建议下闸首外侧新增围堰段回填顶高程暂不考虑金属结构安装道路,按原围堰设计顶高程331.30 m填筑施工,若确需填筑金属结构安装临时道路时,加强水位观测,岷江水位接近警戒水位326.00 m时,及时拆除临时检修道路,恢复原围堰设计顶高程331.30 m。新增围堰近闸墙段采用含泥量低的砂卵石填筑并高压喷射灌浆,临时检修道路采用块石料填筑。

5) 上引航道段、进水口段、闸室墙、下闸首段外侧挡水结构后趾均增设锚杆,以平衡基底应力,避免墙底出现拉应力或压应力超限。锚杆长度5 m,伸入岩基3 m,埋入混凝土不少于2 m,沿船闸轴线间距3 m。

5 结语

1) 2019年汛期,犍为枢纽利用船闸外侧重力式闸墙和二期二段横向围堰共同挡水保护船闸施工方案可行,挡水结构安全稳定可靠,满足规范要求。

2) 通过一定的工程措施,2019年汛期利用船闸外侧重力式闸墙挡水施工,确保了犍为船闸施工工期,2019年11月犍为船闸成功实现试运行。

3) 2019年汛期利用船闸外侧重力式闸墙挡水施工,虽然增加了部分结构工程费用,但缩短工期约2个月,减少围堰填筑和拆除费用并减少环境影响,节约工程投资约1 000万元。

参考文献:

[1] 广西电力工业勘察设计研究院,四川省交通运输厅交通勘察设计研究院.岷江犍为航电枢纽工程初步设计[R].南宁:广西电力工业勘察设计研究院,2015.

[2] 贵阳勘测设计研究院有限公司.四川岷江犍为航电枢纽工程二期二段围堰设计报告[R].贵阳:贵阳勘测设计研究院有限公司,2018.

[3] 四川省交通运输厅交通勘察设计研究院.岷江犍为航电枢纽工程船闸工程施工图设计[R].成都:四川省交通运输厅交通勘察设计研究院,2018.

[4] 四川省交通运输厅交通勘察设计研究院.岷江犍为航电枢纽船闸工程左侧水工建筑物施工期挡水结构复核报告[R].成都:四川省交通运输厅交通勘察设计研究院,2019.

(本文编辑 武亚庆)

征订通知

2022年《水运工程》杂志征订工作已经开始,请登录《水运工程》杂志社官方网站 www.sygc.com.cn 首页下载中心下载“2022年《水运工程》征订通知单”,有关要求和反馈信息一应俱全。