

# 利用抽水蓄能实现紫坪铺水库反调节的思考

梁 军<sup>1</sup>, 李 洪<sup>2</sup>

(1. 四川省水利厅, 四川 成都 610016; 2. 四川省紫坪铺开发有限公司, 四川 成都 610091)

**摘要:**建设紫坪铺反调节工程是保护都江堰运行安全和永续利用的必要措施,但原规划的杨柳湖反调节工程已经不能实施,另辟蹊径寻求紫坪铺水电运行的调节方式值得研究。笔者提出在紫坪铺水库库区内修建抽水蓄能电站以解决紫坪铺水库对都江堰供水的反调节问题,即由库内抽蓄电站承担电网调峰,改变紫坪铺水库直接参与调峰的现状,从而实现库水均匀下泄,满足都江堰水利工程引水的平稳与安全。

**关键词:**紫坪铺水库; 都江堰水利工程; 反调节; 抽水蓄能; 引水

中图分类号: TV743

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2023)03-0032-03

## Thoughts of Using Pumped Storage Energy to Realize the Reverse Regulation of Zipingpu Reservoir

LIANG Jun<sup>1</sup>, LI Hong<sup>2</sup>

(1. Sichuan Provincial Water Resources Department, Chengdu Sichuan 610016;

2. Sichuan Zipingpu Development Co., Ltd., Chengdu Sichuan 610091)

**Abstract:** The construction of Zipingpu reverse regulation project is a necessary measure to protect the operation safety and sustainable utilization of Dujiang ancient weir, but the original plan of Yangliuhu reverse regulation project is unable to be implemented. It is worth studying to find a new way to regulate the operation of Zipingpu hydropower. This paper proposes to build pumped storage power station in Zipingpu Reservoir to solve the problem of reverse regulation of water supply of Dujiangyan by Zipingpu Reservoir. That means the pumped storage power station in the reservoir undertakes the peak regulation of power grid, thus changing the current situation that Zipingpu Reservoir directly participates in peak regulation, so as to realize the even discharge of reservoir water and satisfy the stability and safety of water diversion of Dujiangyan water conservancy project.

**Key words:** Zipingpu Reservoir; Dujiangyan Irrigation Project; reverse regulation; pumped storage; water diversion

## 0 引言

位于岷江上游的紫坪铺水利枢纽是一座以灌溉、供水为主,结合发电、防洪、旅游等大型综合利用水利枢纽工程。截至 2020 年底,已经向下游供水、灌溉和生态环境输水 2 121.58 亿 m<sup>3</sup>,发电输送 468.51 亿 kW·h,成为都江堰灌区乃至成都经济圈最重要的水源与电源工程<sup>[1]</sup>。

在距紫坪铺水库枢纽下游约 8 km 处就是闻名于世的都江堰水利工程,2000 多年以来,都江堰以历史悠久、分水科学、布局合理、规模巨大、费省效宏而驰名中外,成为造就四川“天府之国”的重要基础设施。建国后,都江堰水利工程经过多

年的发展和建设,已成为“引、蓄、提、调”相结合以及灌溉、工业与生活供水、防洪、发电、环境保护等多目标的大型引水工程。

### 1 存在的主要问题

1988 年水利部审批同意《岷江映秀至灌县河段规划报告》,岷江干流汶川至都江堰渠首河段规划有沙坝、福堂坝、太平驿、映秀湾、紫坪铺、杨柳湖六个梯级。目前除杨柳湖以外,其余梯级均已建成发电。杨柳湖枢纽工程作为岷江上游的最后一个梯级,既是都江堰灌区渠首的配水工程,也是紫坪铺水库的反调节工程,主要功能是以供水为主,兼顾防洪并结合旅游、环境保护等的综合利用。原国家计委计农经〔2000〕173 号要求“应当

收稿日期: 2023-03-20

同步建成紫坪铺水利枢纽工程和其下游的反调节水库—杨柳湖水利枢纽工程,以充分发挥工程综合效益。”

虽然杨柳湖枢纽工程也经过初步研究论证,取得了相应的科研成果,但由于社会舆论的置疑与反对,使该工程一再被搁置。随着时间推移和绿色环保意识的进一步深入人心,杨柳湖作为紫坪铺水库的反调节水利枢纽工程可能永远不会再建了。而紫坪铺与都江堰之间的水电博弈却一直争论不断,成为水调与电调在某些关键时段的最为敏感的话题。事实上,紫坪铺水利枢纽作为岷江上游最重要的调节性水源工程,应按照行政主管部门批复的“电调服从水调,水调支持电调”的原则进行水量调度。但在实际调度运行过程中,由于紫坪铺枢纽发电在川西电网所占比重较大,而且距负荷中心距离更近,比二滩、瀑布沟等大型电站更具优势,因而紫坪铺的发电调度仍要服从电网统一调度。特别是受制于 AGC 远程发电调峰运行,无法按照初设阶段提出在没有反调节工程的条件下仅担负基荷运行,由此对都江堰灌区供水调度、工程管理、运行安全等方面也带来了诸多不利影响。比如,2021 年春节前,为支持全省电网调峰运行需要,紫坪铺水利枢纽下泄流量白天处于  $700\sim 800\text{ m}^3/\text{s}$ ,远超  $240\text{ m}^3/\text{s}$  的宝瓶口进水量,紫坪铺水库以大流量下泄,而灌区供水管理需要小流量引进,从而增加了调水难度,经常出现一个来水调整还未到位,来水又发生了新的变化;并且频繁、大幅变化的来水对下游渠道运行安全运行带来了不利影响;另外,这种发电大泄量与引水小流量模式也导致了水资源的严重浪费,成为紫坪铺水库与都江堰引水不匹配的关键问题所在。迄今为止,并没有真正形成紫坪铺水库与都江堰水利工程联合调度与调节的运行机制。

## 2 紫坪铺反调节的相关分析

### 2.1 紫坪铺反调节工程的必要性

紫坪铺水利枢纽反调节工程(即杨柳湖工程)不仅体现在《岷江映秀至灌县河段规划报告》之中,而且也进入了《都江堰总体规划》,成为保障都江堰安全配水的先导性工程。事实上,从历史角度看,紫坪铺水利枢纽有没有反调节,将对都江堰古堰产生深远的不可恢复的重大影响,对此,有关单位应予以充分重视并采取相关措施加以解决。

### 2.1.1 保障供水方面

在目前紫坪铺水利枢纽受电网控制的频繁变幅甚至大变幅下泄流量时,如果有反调节工程使变幅的水量水位有一定程度的“缓冲”,可将紫坪铺下泄的“不均匀”流动变为可以控制的“均匀”水流,保证都江堰宝瓶口按控制的流量引入。因此进入灌区的水量、水位、水质都有较好的保障,甚至减轻了灌区因渠道进水过多造成的防洪压力,也充分体现了修建紫坪铺及其反调节工程的重要价值所在。

### 2.1.2 工程运行安全方面

反调节工程可将紫坪铺大排大泄的变幅流量进行拦蓄,然后按控制方案均匀下泄,这样有利于维持都江堰河段的相对稳定的水流流态,减轻水流对“三遗”核心保护区水利设施的冲刷、侵蚀等不利影响,特别是强化了鱼嘴的保护。但是由于缺乏反调节工程,紫坪铺下泄流量在 24 h 内变幅较大,都江堰渠首河段的水位与流速变幅也随之而来,这种大排大泄式的流量波动对都江堰无坝取水方式是致命的,沿金刚堤内江一线河道的冲淤呈现不稳定变化,局部河岸诱发侵蚀、塌岸等现象加剧,应予以重视,否则对遗产工程安全与保护以及永续利用极为不利。

### 2.1.3 工程岁修与维护方面

有文献表明<sup>[2-5]</sup>,经久不衰的都江堰岁修是千年古堰青春永驻的一大法宝,传统的竹笼杓槎截流技术早已成为都江堰水文化的重要组成部分。自古以来,一年一度的岁修一般安排在冬至~春节枯水时段,岷江上游来水量少,对工程岁修的影响最低。但在同一时段,成都平原气候寒冷,用电量骤增,距负荷最近的紫坪铺水库不得不担任电网调峰,造成每日发电下泄流量变幅增大,从而严重影响灌区岁修工程的安全顺利进行。如 2014 年 11 月 1 日~2015 年 1 月 31 日,实测紫坪铺水库下泄水量在  $116\sim 700\text{ m}^3/\text{s}$  之间波动,对都江堰灌区岁修施工带来了较大的安全隐患,还在很大程度上改变了传统的岁修模式和特色。比如,2021 年内江飞沙堰至宝瓶口河段整治,就是因为紫坪铺调峰流量变幅太大,以致杓槎截流技术无法实施而搁浅。

## 2.2 利用抽蓄方式实现反调节

为了确保都江堰的安全和永续利用,紫坪

铺水库的反调节工程应当适时开展建设。原规划方案是将杨柳湖作为紫坪铺下游的库外“反调节”工程,原规划方案见图 1。目前已经被否定,笔者

认为应该另辟蹊径,依照当前抽水蓄能电站的若干开发模式<sup>[6]</sup>,在紫坪铺水库库区按照抽水蓄能电站的技术思路建设所谓“库内调节”工程。

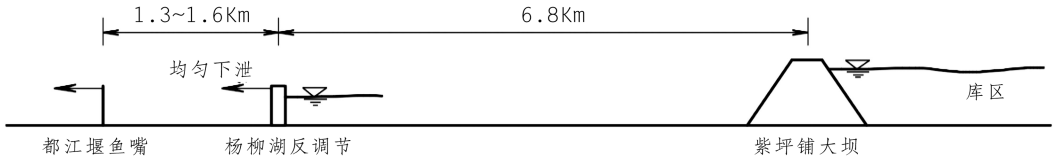


图 1 原规划方案

基本想法是在紫坪铺库区寻找 2~3 座或更多的抽蓄点位,现方案见图 2。以紫坪铺水库为下水库,其上水库调节库容不小于 680 万  $\text{m}^3$  (即满足不低于杨柳湖工程反调节所需库容),由这些抽蓄电站承担电网调峰任务,形成库区内反调节,

紫坪铺坝后电站四台装机按已经审批的初步设计承担电网基荷,紫坪铺大坝本身控制流量实现“均匀”下泄以替代杨柳湖工程的配水,由此实现宝瓶口进水的相对平稳,从而满足类似于杨柳湖反调节工程的功能。

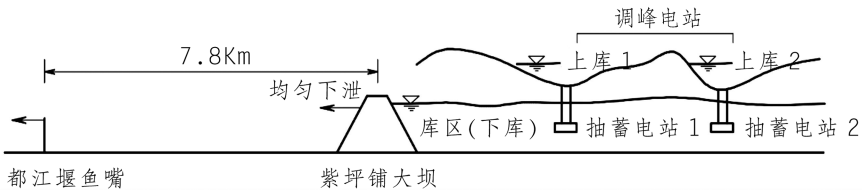


图 2 现方案(抽蓄作为反调节)

从现状分析,紫坪铺电站参与调峰,如果每天调峰时长为  $T_d$  (一般不超过 6~8 h),其坝后电站四台机组的总调峰发电量为  $E_d$ 。那么在库区内总能找到 2~3 座抽蓄电站,其装机发电量分别为  $E_i$  ( $i=1,2,3,\dots$ ),相应调峰时长为  $T_i$  ( $i=1,2,3,\dots$ ),由此满足调峰时长  $T_i \geq T_d$  和调峰电量  $E_i \geq E_d$ 。

有关资料表明,紫坪铺水库作为下库的总库容约 11.12 亿  $\text{m}^3$ ,两岸库盆高一般约 300 m 以上,库区长约 26.5 km,因而十分容易找到至少 2~3 座抽蓄点位。另外,库区周边也较少存在环保、地灾、移民等刚性制约因素。

### 3 结 语

(1)为了实现都江堰的永续利用,保证都江堰渠首水利工程的运行安全,维持地方社会经济可持续发展,适时建设紫坪铺反调节工程是必要的。

(2)由于绿色环保意识的深入人心,以及对都江堰作为世界自然遗产、文化遗产、灌溉遗产的保护,原规划的杨柳湖反调节工程已不可能再行实施,创新思维研究紫坪铺反调节工程也就顺理成章。

(3)提出在紫坪铺水库库内建立抽水蓄能调峰电站以满足成都经济圈电网负荷正常运行,替代目前由坝后电站进行调峰的运行状态,并使坝后电站

回归到常态的发电运行,同时控制流量下泄,保证宝瓶口进水的平稳,可谓“双赢”或“多赢”。

(4)有关单位或部门应当重视这一可行的技术方案,加快研究,努力推进;特别在紫坪铺与都江堰建立相应完善的统一协调机制以前,应加强协调,形成合力,取得共识,相信在不远的将来能够付诸实施。

### 参考文献:

- [1] 由丽华,谭炜.紫坪铺工程安全高效运行关键技术浅析[J].四川水力发电,2018,37(04):14-17.
- [2] 彭述明,肖帆,等.都江堰水利可持续发展战略研究[M].北京:科学出版社,2004.
- [3] 彭述明.都江堰:持续发展的光辉典范[J].中国水利,2004(18):15-18+8.
- [4] 彭述明.都江堰的历史经验与当今发展[N].中国水利报,2004-08-10.
- [5] 肖帆,阳本富,彭述明.造化与传承——都江堰经久不衰、持续发展的文化动因[J].中国水利,2004(18):72-74+11.
- [6] 梁军.联合连发式抽水蓄能电站开发探讨[J].四川水力发电,2022,41(6):35-39.

### 作者简介:

梁 军(1962-),男,四川阆中人,高级工程师,工学博士,从事水利水电工程技术管理工作;

李 洪(1963-),男,河南新野人,董事长,教授级高工,博士,从事水利水电工程开发建设技术与管理工作。

(责任编辑:吴永红)