

# 锅浪跷水电站对于区域水资源开发利用的影响分析

余祥, 张艳, 李大辰

(四川水发勘测设计研究有限公司, 四川成都 610072)

**摘要:**水电站是电力能源结构改革的重要内容, 客观评价水电站兴建产生的影响才能使水电站的建设管理朝着更好的目标发展。为了满足维持锅浪跷下游河段水环境、生态环境和用水户用水, 坝址处生态流量要求下泄不低于  $7.5 \text{ m}^3/\text{s}$ , 采用设置生态流量机组下泄的方式, 不仅完全满足环保要求(于坝址处下泄不低于  $7.5 \text{ m}^3/\text{s}$  的生态流量), 还充分利用了水能资源, 可增加四川电网枯水期电能, 改善电网供电质量。

**关键词:**水电站; 区域水资源; 开发利用

**中图分类号:** [TM622]; P641.6; TV213

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1001-2184(2023)04-0131-03

## Analysis of the Impact of Guolangqiao Hydropower Station on the Development and Utilization of Regional Water Resources

YU Xiang, ZHANG Yan, LI Dachen

(Sichuan Water Development Investigation, Design & Research Co., Ltd., Chengdu Sichuan 610072)

**Abstract:** Hydropower stations are an important element in the reform of power energy structure, and objective evaluation of the impact of building hydropower stations is a prerequisite for the good development of construction and management of hydropower stations. In order to meet the water demand of the water environment, ecology and water users in the downstream section of the Guolangqiao Hydropower Station, the discharge of the ecological flow at the dam site cannot be lower than  $7.5 \text{ m}^3/\text{s}$ . The ecological flow unit discharge method not only meets the minimum ecological flow discharge requirements, but also makes full use of the water energy resources to increase the electric energy of the Sichuan Power Grid during the dry period and improve the quality of power supply to the grid.

**Key words:** Hydropower Station; Regional water resources; Development and utilization

### 0 引言

我国传统能源结构以火力发电为主, 而水力发电囿于其间歇性和不稳定性等特点发展相对滞后, 但随着我国能源结构改革的不断推进, 水电行业将迎来重大的发展机遇<sup>[1]</sup>。水电站的开发与建设有助于能源工业的可持续发展, 不仅能产生巨大的发电、防洪、航运等经济效益, 同时因其有相对清洁的特点, 还能产生巨大的环境效益<sup>[2-3]</sup>。但水电站的兴建在给人们带来经济与环境效益的同时, 对河流及区域水资源难免产生多方面影响, 因此, 客观评价水电站对区域水资源的影响对正确认识水电站的综合效益和指导水电站的兴建具有重要的意义。

### 1 工程概况

锅浪跷水电站位于四川省雅安市天全县喇叭河镇境内, 为天全河干流梯级开发中的龙头电站, 距县城 37 km, 为单一发电工程。本工程为混合式开发, 坝址位于两河口下游约 700 m 处, 厂址位于下游约 11 km 处的傍海腔, 与已建投产发电的脚基坪电站衔接。

电站工程为二等大(II)型工程, 相应主要永久建筑物级别为 II 级, 次要建筑物为 III 级。挡水建筑物为混凝土面板堆石坝, 最大坝高 186.30 m。水库正常蓄水位 1 280.00 m, 设计洪水位 1 280.56 m, 校核洪水位 1 282.34 m, 总库容 1.84 亿  $\text{m}^3$ , 调节库容 1.31 亿  $\text{m}^3$ , 具有年调节能力。电站总装机 220 MW, 安装有 3 台单机容量为 70 MW 的混流式水轮发电机组及 1 台 10 MW 的生态流量混流式水轮发电机组, 多年平均

收稿日期: 2023-07-04

发电量 7.785 亿 kW·h(大机组)和 0.680 亿 kW·h(生态流量机组),年利用小时数 3 707 h(大机组)和 6 780 h(生态流量机组),大机组设计引用流量 94.5 m<sup>3</sup>/s,加上生态机组引用流量 7.5 m<sup>3</sup>/s 共 102 m<sup>3</sup>/s。

电站供水期按等流量调节方式,5 月底库水位不超过 1 270.00 m;汛期 6~9 月,运行水位不超过 1 270.00 m;10 月初水库开始蓄水,至 11 月底库水位蓄水至正常蓄水位 1 280.00 m;12 月至次年 4 月水库供水发电,水库从正常蓄水位 1 280.00 m 逐渐下降,4 月底消落至死水位 1 220.00 m。由于天全河下游梯级电站较多,锅浪跷电站水库起到龙头水库作用,故水库供水期亦按等流量调节以求尽力获得梯级效益,生态流量通过生态机组进行下泄。

## 2 区域水资源状况及其开发利用

### 2.1 水资源时空分布特点

天全河古称徙水、和川,俗称始阳河,主源冷水河发源于夹金山东支金棚山南麓,于脚基坪与北来的拉塔河相汇后始称天全河,在飞仙关附近与蒙经河汇合后于右岸注入青衣江,全长 109.4 km。天全河流域水资源较为丰富,多年平均水资源总量为 33.7 亿 m<sup>3</sup>,约占青衣江流域水资源总

量的 21%。

天全河流域径流主要来源于降雨,其次为地下水和高山融雪水补给。径流的年内分配和降水的年内分配基本相应。每年 4 月起径流随降雨的增大而增大,7~8 两月水量最丰,9 月次丰,12 月后由于降雨量的减少,径流开始以地下水补给为主,稳定退水至次年 3 月。径流在年内的分配不均匀,丰水期(5~10 月)多年平均流量占年径流量的 78.2%,枯水期(11~次年 4 月)多年平均流量占年径流量的 21.8%,最枯段的 12 月~次年 3 月,多年平均流量占年水量的 10.7%,最枯月(2 月)占年水量的 2.0%。径流在年际间的变化不大,最丰水年年平均流量与最枯水年年平均流量相差仅 1.68 倍。

### 2.2 开发利用现状

天全河流域以水能资源开发为主,干流至上而下共规划锅浪跷龙头水库一座共 9 级电站,其中禁门关和胜利为改扩建,其它各级电站均为新建,脚基坪、干溪坡 2004 年已开工建设,下村、切山一级、切山二级、切山三级水电站已陆续于 2004 年、2005 年开工建设。天全河干流梯级水资源开发利用状况见表 1。

### 2.3 水功能区

表 1 天全河干流梯级水资源开发利用状况表

梯级电站	流域面积 /km <sup>2</sup>	正常蓄水位 /m	装机容量 /万 kW	多年平均发电量 /亿 kW·h	天然利用落差 /m
锅浪跷	936	1 280.00	22.0	8.464	292.0
脚基坪	1 120	988.00	7.2	3.380/3.610	100.0
干溪坡	1 340	888.00	7.5	3.530/3.720	87.0
禁门关	1 393	801.00	3.9	1.820/1.970	54.0
下村	1 742	769.00	2.4	1.110/1.120	21.5
胜利	1 764	741.00	4.8	2.250/2.410	48.5
切山一级	1 995	696.00	2.4	1.190/1.260	21.0
切山二级	1 997	656.50	1.8	0.860/0.920	15.5
切山三级	2 012	641.50	1.8	0.870/0.920	15.5

根据《四川省水功能区划》成果,分析范围内共划有天全河源头水保护区和天全河天全保留区两个一级功能区。天全河源头水保护区,区域现状水质执行《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)Ⅱ类水域标准,水质保护目标根据水功能区划按照Ⅱ类目标保护;天全河天全保留区,区域现状水质执行《地表水环境质量标准》(GB 3838—

2002)Ⅱ类水域标准。

## 3 锅浪跷水电站对区域水资源开发利用的影响

### 3.1 对水资源及区域电站开发利用的影响

电站坝址多年平均来水量 15.5 亿 m<sup>3</sup>,天全河河口多年平均来水量 33.7 亿 m<sup>3</sup>。发电及生态取用水量 14.49 亿 m<sup>3</sup>,占坝址天然来水量的 93.5%,占天全河流域的 43.0%;蒸发和渗漏年耗水量为 0.14 亿 m<sup>3</sup>,约占坝址天然来水量的

0.9%，天全河流域的 0.42%；归入天全河干流的水量为 15.36 亿  $m^3$ ，占坝址天然来水的 99.1%。损失水量主要为蒸发和渗漏，对区域水资源总量的影响不大。

该电站取用水属于建拦河大坝挡水发电，且为非耗水利用，基本不改变流域水资源总量，仅改变年内蓄水期（5~10 月）和供水期（12~次年 4 月）的径流时空分布，在丰平期来水较丰时，调节后的下泄流量比天然径流有所减少，减少月份主要集中在 5~6 月，削减的水量用于水库蓄水。枯水期天然来水量不足时，调节后下泄流量有所增加，增加月份主要集中在 12 月至次年 4 月。电站对天然径流年内分布状态的影响，随水库枢纽下游区间支流的汇入而逐渐减弱。

从对天全河上中下三个不同断面流量变化分

表 2 电站对下游水资源影响分析成果表（丰中枯三个代表年平均）

$/m^3 \cdot s^{-1}$

月份	锅浪跷退水断面			天全站断面			天全河下游切山三级坝址断面		
	调节前	调节后	变幅 / %	调节前	调节后	变幅 / %	调节前	调节后	变幅 / %
5	51.7	28.9	-44	70.8	48.0	-32	108.1	85.4	-21
6	61.2	45.2	-26	83.9	67.9	-19	127.3	111.3	-13
7	90.7	90.1	-1	124.0	124.0	0	188.0	187.0	0
8	102.0	101.0	-1	139.0	139.0	0	210.0	210.0	0
9	106.0	106.0	-1	146.0	145.0	0	220.0	220.0	0
10	61.3	52.4	-15	84.0	75.1	-11	126.0	117.0	-7
11	34.1	30.2	-11	46.7	42.9	-8	70.0	66.1	-5
12	17.2	27.3	59	23.5	33.6	43	35.5	45.6	28
1	11.6	27.4	136	15.9	31.7	99	24.0	39.8	66
2	10.1	27.5	172	13.8	31.2	126	22.4	39.8	78
3	25.6	29.7	16	35.1	39.2	12	55.0	59.1	7
4	34.1	35.1	3	46.8	47.8	2	73.4	74.5	1

工程建成运行后，污染物排放极小，并且水体交换频繁，电站发电取水不会对该河段水质带来污染。电站库区人口较少，库周无大型污染源，库区水质不会受到严重影响。电站建成后，坝址至厂址之间河段将成为减水河段，河流流量减少，水位降低，河水稀释自净能力将有一定的减弱。库区、库周及脱减水河段内无工业污染源，农药和化肥施用量小，对水质影响甚微。该河段天然落差大，河道比降大，流速快，水流掺气充分，降解作用显著，考虑下泄的生态基流与区间支沟流量的汇入，因此，取水对水体纳污能力影响较小。

析，虽然电站蓄水期为 5~10 月共 6 个月，但受汛前水位影响，蓄水期电站实际改变径流时空分布的时间比较短，在 2~4 个月左右满足蓄水要求，蓄水期最大月平均蓄水量控制在天然月平均来水的 53% 以内，并且随水库枢纽下游区间径流的增加，对干流下游河道水资源的影响逐渐减弱。枯期锅浪跷退水断面最大流量增幅 172%，天全河下游切山三级断面枯期径流最大增幅达 78%。通过电站蓄丰补枯，对于整个区域水资源年内径流过程进行了重新分配，在确保河道基本生态流量基础上优化了整个流域的水资源配置，增加了流域枯期的可供水量和四川电网枯水期电能，改善了电网供电质量。电站对下游水资源影响分析成果见表 2。

3.2 电站对水功能区的影响

该河段水质较好，满足《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) II 类水标准污染源相对较少，电站水库建成后，按原水质标准管理，工程在运行期不排放污染物，对环境的影响属于非污染型。发电用水对水质要求较低，完全能达到发电用水要求的标准。

#### 4 结 语

电站开发任务主要为发电，兼顾下游生态环境用水要求。该项目的取水方案是在两河口下游通过建拦河大坝取水，经取水口、引水隧洞集中河道落差，再经调压室、压力钢管进入机组发电，电

(下转第 138 页)

参考文献:

[1] GB1228-2006, 钢结构用高强度大六角头螺栓[S].

[2] 曾祥稳, 贺涛. 现代大跨度钢结构施工技术[J]. 低碳世界, 2018, (02): 208-209.

[3] GB50205-2001, 钢结构工程施工质量验收规范[S].

[4] 吴超. 建筑物屋顶钢网架工程的施工安装技术研究[J]. 居舍, 2018, (09): 63-65.

[5] 夏顺强. 大型体育馆钢网架施工技术[J]. 科技创新与应用,

2023, (13): 174-177.

作者简介:

李德政(1989-), 男, 土家族, 湖北宜昌人, 学士, 工程师, 从事施工技术及管理工作;

白雷雷(1985-), 男, 蒙古族, 四川成都人, 学士, 从事水电站工程建设工作.

(责任编辑: 卓政昌)

(上接第 130 页)

基础设施建设项目的客观实际, 创新高边坡支护施工流程, 提升开挖技术应用效果。由于受技术条件、施工环境与过程控制等因素影响, 当前高边坡支护施工实践中依然存在诸多短板, 不利于取得最优化的开挖技术应用成果。因此, 技术人员应摆脱传统陈旧支护施工模式的束缚, 细化完善开挖技术应用的整体流程, 优化整合高边坡支护施工技术资源, 积极有效运用机械化施工方法, 提高现场开挖作业人员整体素质, 为全面优化提升高边坡支护施工效果奠定基础, 有利于辅助基础设施建设项目现代化发展。

参考文献:

[1] 贺敏翔. 水利工程中高边坡开挖与支护工程的施工技术研究[J]. 江西建材(下旬刊), 2022, (24): 133-134.

[2] 徐力泽, 李颂章. 水利工程中高边坡开挖与支护工程的施工要点分析[J]. 黑龙江水利科技, 2022, 50(10): 73-75.

[3] 黄锋, 马希磊, 于孙相, 等. 福州某公路岩质高边坡逐级开挖及支护稳定性分析[J]. 工程技术研究, 2023, 8(1): 14-17.

[4] 李增增. 水利工程中高边坡开挖与支护工程的施工技术探析[J]. 装饰装修天地, 2022, (3): 339-340.

[5] 崔飞. 水利工程中高边坡开挖与支护工程的施工要点分析[J]. 工程技术研究, 2023, 4(24): 84-85.

作者简介:

王泰辉(1985-), 男, 四川成都人, 学士, 从事水电站工程建设工作.

(责任编辑: 卓政昌)

(上接第 133 页)

站的发电用水对水质无影响, 故不需采取措施直接进入河道。为了满足维持下游河段水环境、生态环境和用水户用水, 坝址处生态流量要求下泄不低于  $7.5 \text{ m}^3/\text{s}$ , 采用设置生态流量机组下泄的方式, 不仅完全满足环保要求(于坝址处下泄不低于  $7.5 \text{ m}^3/\text{s}$  的生态流量), 还充分利用了水能资源, 可增加四川电网枯水期电能, 改善电网供电质量。电站的建设符合流域、区域制定的规划, 符合四川省水电产业发展和水资源管理要求。

技展望, 2016, 26(11): 88-90.

[2] 李锦胜. 水电站建设对生态环境的影响及评价[J]. 环境科学导刊, 2011, 30(05): 81-83.

[3] 权妍丽, 任淑娟, 刘媛. 水电站建设对黄河流域水环境影响分析[J]. 甘肃水利水电技术, 2016, 52(01): 16-19.

作者简介:

余祥(1984-), 男, 广东开平人, 高级工程师, 硕士, 从事水文及水资源设计工作;

张艳(1995-), 女, 湖南常德人, 助理工程师, 硕士, 从事水文及水资源设计工作;

李大辰(1994-), 男, 江苏连云港人, 助理工程师, 硕士, 从事水文及水资源设计工作.

(责任编辑: 卓政昌)

### 溪洛渡水电站首台机组投产发电十年发电量超 5 600 亿度

7 月 15 日, 中国第三、世界第四大水电站——溪洛渡水电站迎来首台机组投产发电十周年。十年来, 溪洛渡水电站持续发挥综合效益, 为我国实现“碳达峰、碳中和”目标、促进经济社会发展全面绿色转型作出了积极贡献。溪洛渡水电站位于四川省雷波县和云南省永善县交界, 电站以发电为主, 兼顾防洪, 并发挥拦沙、改善库区及坝下河段通航条件等综合效益。电站共安装 18 台单机容量 77 万千瓦水轮发电机组, 总装机容量 1 386 万千瓦。截至 2023 年 7 月 12 日 0 时, 电站累计发电 5 602.25 亿度, 相当于节约标准煤 1.68 亿吨, 减排二氧化碳 4.62 亿吨。机组投产发电至今, 电站主要经济技术指标均处于行业领先水平。

(摘自云南永善县委宣传部官方账号)