

# 城区大型水电站建设与管理实践

## ——以银江水电站建设为例

徐孝刚<sup>1,2</sup>, 李伟<sup>2</sup>, 刘刚<sup>1</sup>, 王俊森<sup>1</sup>

(1. 攀枝花华润水电开发有限公司, 四川 攀枝花 617067; 2. 四川川投能源股份有限公司, 四川 成都 610044)

**摘要:**近年来,在城市中修建生态景观堤坝类水利工程的较多,但很少有在城市主城区修建大型水电站的先例。在我国历次水电基地规划中,受淹没损失、经济指标等众多因素影响,所规划的大部分水电站均位于偏远山区。银江水电站作为目前全国唯一在城市主城区在建的大型水电站正在稳步、有序地推进。以银江水电站工程建设为例,阐述了在城市主城区修建大型水电站遇到的部分重难点问题及采取的解决措施,旨在为今后类似工程建设时借鉴。

**关键词:**城市主城区;银江水电站;开发建设;攀枝花市

**中图分类号:**TV7;TV51;TV52;N36

**文献标志码:**B

**文章编号:**1001-2184(2025)01-0001-04

**DOI:**10.20196/j.cnki.scsld.20250101

## Practice of Construction and Management of Large Hydropower Projects in Urban Areas

### ——Taking the construction of Yinjiang Hydropower Project as an example

XU Xiaogang<sup>1,2</sup>, LI Wei<sup>2</sup>, LIU Gang<sup>1</sup>, WANG Junsen<sup>1</sup>

(1. Panzhihua China Resources Hydropower Development Co., Ltd., Panzhihua Sichuan 617067;

2. Sichuan Chuantou Energy Co., Ltd., Chengdu Sichuan 610044)

**Abstract:** In recent years, there are many ecological landscape dam water conservancy projects built in cities, but there are few precedents for building large hydropower projects in the main urban areas of cities. In the previous hydropower base planning in China, most of the planned hydropower projects are located in remote mountainous areas due to many factors such as flooding losses and economic indicators. As the only large hydropower project under construction in the main urban area of the country, Yinjiang Hydropower Project is advancing steadily and orderly. Taking the construction of Yinjiang Hydropower Project as an example, some of the key and difficult problems encountered in the construction of large hydropower projects in the main urban area of the city and the solutions taken are explained, aiming to provide reference for similar engineering construction in the future.

**Key words:** Main urban areas; Yinjiang Hydropower Project; Development and construction; Panzhihua City

## 1 概述

金沙江中游河段系指从云南丽江石鼓至四川攀枝花雅砻江汇合口的河段。根据水利部长江水利委员会《长江流域综合利用规划简要报告(1990年修订)》以及中国电建集团昆明勘测设计研究院与中南勘测设计研究院于1999年编写的《金沙江中游河段水电规划报告》,将金沙江中游规划为“一库八级”开发方案。金沙江中游河段规划中的最末一级为观音岩水电站,下接金沙江下游乌东德水电站。在乌东德水电站预可研审查时,观音

岩水电站的坝址已确定。结合成昆铁路扩能改造规划,相关部门提出了以不搬迁攀枝花火车站为控制条件,推荐乌东德水库的正常蓄水位高程为975.00 m,水库回水至雅砻江汇合口下游附近。观音岩坝址至乌东德库尾的攀枝花河段未利用的落差约为38 m。鉴于攀枝花市是我国重要的钢铁、钒钛磁铁矿基地,也是长江上游第一座大型重工业城市,攀枝花市政府对金沙江干流的开发利用提出了新的要求,四川省发展和改革委员会亦于2007年6月安排了金沙江四川攀枝花河段水电规划工作,长江委设计院于2008年11月提出

收稿日期:2024-09-30

了《金沙江四川攀枝花河段水电规划报告》。经综合比较后在攀枝花河段新增规划了“金沙+银江”的两级开发方案,并于2010年6月取得国家发改委批复。其中银江水电站位于金沙江攀枝花市河段上,其下游3.6 km处为金沙江与雅砻江汇合口,银江水电站的坝址及库区全部位于攀枝花市主城区,成为国内少有的、位于城市主城区开发建设的大型水电站。

规划调整后,银江水电站成为金沙江中游水电“一库十级”规划中的最末一级,属于省市两级重点项目,亦成为新一轮西部大开发标志性工程之一。电站的开发方式为河床式,大坝坝型为混凝土重力坝,最大坝高73 m。水库正常蓄水位高程为998.50 m,死水位高程为998.00 m,总库容为5 900万 $\text{m}^3$ ,调节库容为180万 $\text{m}^3$ ,装机容量为39万kW,工程等别为II等大(2)型。

## 2 城区大型水电站建设的功能

通常大型水电站的功能都不是单一的发电,一般兼具多项功能,如三峡水电站的功能即包括防洪、发电、航运等方面。对于城区建设的大型水电站,其功能在发电的基础上相比普通水电站更应兼顾城市发展、市民需求等进行综合考虑。银江水电站从规划开始即赋予该电站拥有特殊使命。

### 2.1 发电

发电是水电站的基本功能。鉴于攀枝花市是四川省重要的重工业城市,其以“钢城”和“钒钛之都”著称,工业用电量大,用电负荷增长快;虽然攀枝花市的水力资源相对丰富,但已建成的大型水电站如二滩水电站、桐子林水电站等承担了向区外送电的任务而导致本地区发电装机容量不足。而银江水电站位于攀枝花市主城区,紧邻负荷中心,对增加攀枝花市电力供应能力,改善电网电源结构作用明显<sup>[1]</sup>。建成后的银江水电站多年平均年发电量约为18亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ ,可替代同等规模的火电,相当于每年节约原煤约73万t,减少二氧化碳年排放量130万t、二氧化硫年排放量0.4万t、氮氧化物年排放量0.4万t,发电效益和环保效益明显<sup>[2]</sup>。

### 2.2 改善城区亲水环境

绿水青山就是金山银山。自推行河长制以来,各地方政府以“河畅、水清、岸绿、景美、人和”

为目标开展了美丽幸福河湖建设,攀枝花市也不例外。攀枝花市是沿江而建的山地城市,金沙江由西向东穿城而过,城市建筑沿金沙江两岸展布,属于典型的山地城市风貌。但攀枝花市城区金沙江河段河谷深切,城市沿江的主要建筑物与水面之间具有10~30 m的高差。临水而不能亲水的局面一直以来都是攀枝花人面对金沙江时的尴尬与无奈。因此,在银江水电站规划建设之初即赋予了电站要改善城区水域景观的重要使命。银江水电站最大坝高为73 m,电站蓄水后,可以在主城区形成岸长16 km、总库容6 000万 $\text{m}^3$ 的“高峡平湖”;更难得的是:电站死水位高程为998.00 m,正常蓄水位高程为998.50 m,库区水位的常年变化幅度很小。据计算,电站坝址附近河段的常年水位较建库前抬高约15 m,库区平均水面的宽度为291 m,较建库前增加了40.6%,多年平均水位与遭遇5年一遇洪水水位的变化幅度由建库前的9.2 m减少到约2.8 m。如此稳定、宽阔的水面为攀枝花市区打造水域景观提供了绝佳条件,有助于攀枝花市从传统的工业城市向宜居旅游城市转型。2021年,攀枝花市提出了“银江湖”规划,拟依托银江水电站库区将攀枝花市金沙江中心区段打造成以文化、旅游、商业为主要功能,融休闲、娱乐及其他配套设施等多功能于一体、展现攀枝花市独特城市风貌的多功能立体滨江文旅融合休闲带。目前,银江湖已在有序推进建设中。

### 2.3 改善取水条件

以往攀枝花市的工业用水主要从金沙江直接取水,主要的取水点为攀钢及火电厂等,各取水点的取水方式主要为浮船、滑车等活动式取水方式<sup>[3]</sup>。由于金沙江的流量全年分布不均,同时受上游水电站调峰运行的影响,在银江水电站建成前,金沙江攀枝花市河段的河道水位将出现频繁、大幅波动,水位高时可能会影响滑车式、浮船式取水的安全运行,水位低时又不能满足取水的要求。银江水电站建成后,水库的消落深度为0.5 m,水位日变幅将减少,可大大改善攀枝花市区的取水条件。其库区淹没的取水口在复建时大多将修改为岸边固定式取水,不仅取水可靠,更便于维护与管理。

### 2.4 改善交通条件

“三通一平”是水电站建设的重要前提,城区开发建设的水电站在这方面的工作量较少。在进行电站交通规划时,可以将施工道路与地方交通有效结合,既能满足工程建设的需要,又能为改善地方交通起到重要的作用。在银江水电站建设过程中,电站业主与地方政府充分考虑社会效益,由电站投资企业与地方政府进行地企共建,将原规划的双车道临时大桥修改为双向四车道的永久大桥,并合理进行了费用分摊,既满足了工程建设需要,又为地方交通改善作出了较大贡献。

### 3 城区大型水电站建设与管理的重难点问题

在以往的水电站建设中,其难点往往是交通条件差、地质条件复杂等。但在城区开发建设大型水电站,其征地拆迁难度大、安全环保要求高、社会关注度高更是城区大型水电站建设必须考虑的重难点问题。

#### 3.1 征地拆迁难度大

水电工程建设的征地移民安置主要是按照国务院发布的《大中型水利水电工程建设征地补偿和移民安置条例》进行,而地方城市拆迁工作的主要依据为《国有土地上房屋征收和补偿条例》等相关政策,上述两个条例均涉及水利水电工程建设国有土地上房屋拆迁补偿,但两者在补偿规定上却存在较大差异。银江水电站建设的征地影响到的城市居民户籍人口为 464 人,占建设征地搬迁总人口(514 人)的 90%,建设征地涉及 70 余家企事业单位,其均位于攀枝花市主城区或城市规划区范围内,同时还涉及城市用地、道路及市政基础设施等。多种征拆政策并行、补偿标准和补偿方式不一致,加上迁改项目涉及到的企事业单位、两岸国道、污水处理厂截污干管、生活及工业取水口、国防及通讯光缆等众多项目,在城区建设大型水电站与常规水电站建设相比,其建设征地和移民安置的难度非常大。

#### 3.2 安全环保要求高

大型水电站建设具有工程规模大、工期长、施工战线长等特点。从施工现场看又分为:施工交通等临时工程、弃渣场等附属工程以及电站主体建筑工程,涉及到交通、市政、建筑、水利、电力等多个学科,其水下施工、地质灾害、高空作业、特种设备、有限空间等各类隐患风险无处不在,安全管理难度较大。在城区修建大型水电站,更因两岸

交通干扰大、影响企事业单位及居民众多、关注度高因素影响,安全环保形势更加严峻,其安全环保要求与同类型其他水电站相比具有更高、更严格的要求。

#### 3.3 干扰因素多

银江水电站左右岸均为国道,电站的施工对周边交通及群众的生产生活影响较大,各类干扰因素众多。例如,受防洪度汛形象面貌等因素要求,一般水电站建设都需要采用 24 h 不间断施工的方式,但在城区,夜间施工会影响到周边居民的休息,因此必需做好降噪措施、规范办理夜间施工手续以及做好与周边群众的协调工作;又因电站施工过程中经常需要占道施工,因此必需提前办理相关手续;同时,银江水电站周边还涉及铁路、天然气管道、国防光缆等特殊的保护对象,亦需做好沟通协调工作;一旦任何环节未提前考虑周到,都将会影响到电站的正常施工和工期。

### 4 银江水电站建设与管理取得的实践经验

#### 4.1 移民安置费用总额包干

为了推动银江水电站工程建设,攀枝花市人民政府与项目业主签订了《银江水电站合作补充协议》,协议约定项目业主承担的银江水电站建设征地移民安置补偿协议费用为人民币 9 亿元,总额包干,超出费用由市区两级政府承担,且项目业主承担的移民安置补偿费用在建设期内保持不变,不因国家和四川省建设征地移民安置补偿相关政策变化及其他原因而调整,从而有利于政府在征地移民工作过程中严格控制、规范操作,充分调动了地方政府的工作积极性;同时编制了《金沙江银江水电站实施阶段攀枝花市东区建设征地移民安置统筹实施方案》并履行了相应的审批流程。考虑到工程建设征地涉及主城区情况复杂等客观实际情况,以此作为移民安置实施和验收的主要依据,将多种征拆政策并行将其对银江水电站的影响降至最低,既能整合、优化移民工程任务,又能兼顾城市发展需要,从而在更大程度上确保了被征地单位和移民的合法权益<sup>[4]</sup>。在工程建设过程中,业主单位全力组织开展设计优化,尤其是在优化枢纽工程区施工布置和右岸边坡排洪系统后,将 13 家个体工商户和 7 家企事业单位与居民户调出建设征地范围,估算减少征地移民费用约 5 000 万元,这一举措得到了地方政府的充分

肯定,促使政企建立了非常良好的融合关系,有利于政府及时解决工程建设过程中出现的有关问题。

#### 4.2 开展移民迁改项目代建

长期以来,水电站建设的移民工程项目基本上都是交由地方政府组织实施,但因移民工程项目种类繁多、专业性较强、涉及利益群体较多,加之地方政府在工程技术、管理方面的局限性,制约了移民安置工作的顺利实施。2012年2月,国家发展改革委以《关于做好水电工程先移民后建设有关工作的通知》明确提出“农村居民点和迁建城市集镇新址场地平整、基础设施以及复建专业项目工程建设等,也可委托水电工程项目法人、大型国有企业等有实力的企业根据批准的移民安置规划代建或者总承包,确保移民工程建设进度、建设质量,有效控制投资,为推进移民搬迁安置创造条件”<sup>[5]</sup>。在城区建设大型水电站由于移民迁改项目数量多、种类复杂,进一步加大了移民迁改项目的实施难度。对于部分项目,尤其是迁改项目与电站主体工程存在交叉干扰的项目,由项目法人代建可以显著加快施工进度。在银江水电站建设中,项目法人先后对马坎污水厂截污干管、G227国道改线路灯、G353国道改线路灯等移民迁改项目实施了代建,确保了移民迁改项目和电站主体施工的顺利推进。

#### 4.3 高标准开展安全环保工作

鉴于银江水电站地处攀枝花市主城区,其左右两岸均为交通要道、居民区和商业区,社会关注度高,施工期间干扰大且安全环保压力大,且建设标准和安全环保要求很高。业主单位按照新时代、新标准、新要求进行了安全及环保专项策划,在施工招标阶段即明确了具体要求,增加了考核费用和考核条款,确保了工程实施阶段各类安全及环保工作的正常开展。在砂石骨料加工和混凝土拌和系统中,按照“全封闭,零排放”的标准对加工设备、运输皮带及堆存料仓进行了全封闭降尘、降噪,并在车间内、卸料点等灰尘产生的部位采取雾化水降尘措施;对电站的施工区域进行了封闭施工管理,并全部按照市政施工标准进行打围并设置了雾状喷淋系统。此外,银江水电站业主建立了安全体验馆和质量工艺展示馆,大力开展安全标准化建设,成为少有的在建项目安全标准化评价达标项目之一。据统计,该电站在

2023年迎接各类检查超过200余次,屡次获得检查单位的肯定和好评。

#### 4.4 加强地企定期协调

鉴于大型水电站建设工期长、涉及面广、场地复杂、制约因素多,这些因素在城区建设水电站时更为突出,任何因素都会影响到电站的正常推进。为了确保项目的正常施工,项目业主建立了与地方政府定期协调的机制,攀枝花市成立了以市委主要领导为组长,有关分管领导为副组长,市有关职能部门、区县及项目业主为成员单位的银江水电站推进协调领导小组,项目所在地——东区政府也成立了工程推进协调领导小组,并成立了银江水电站征地移民指挥部;地方主管部门不仅是项目的行政主管部门,又是领导小组办公室,其行政主管工作以政策为指引、服务保障为原则,采取“坚持目标和问题导向,落实职能分工,压实人员责任,地企定期面对面沟通”等措施,及时化解了各类问题,确保了工程建设的顺利推进。

#### 4.5 创新开展党建引领策划

在银江水电站建设过程中,项目业主结合攀枝花市区域特色和工程建设中心任务,培育了“七色阳光”大党建品牌,努力打造支部联建示范基地,把支部建在工地上,实现了区域、单位、人员、业务的全覆盖,并在工地建设了“爱心驿站”,把党建工作与志愿服务有机结合,经常性开展慰问活动,通过党支部的战斗堡垒作用和充分发挥党员的先锋模范作用,将三十余家参建单位、百余名党员、数千名建设者团结起来,极大程度地增强了参建各方的凝聚力和向心力,为顺利推进工程建设奠定了强大的思想基础和组织保障。

## 5 结 语

银江水电站自2019年正式开工建设以来,通过认真分析在城区建设水电站存在的重点与难点问题,科学有效地采取各项应对措施,使工程建设的进度、安全、环保、质量、投资等各方面均能按照“精品工程、样板工程、阳光工程”的目标顺利推进,2021年底提前1年实现大江截流,2022年底提前1个月完成二期基坑开挖,目前正在按照2025年全部机组发电的目标稳步推进。银水电站的建设为城区开发建设大型水电站积累了比较丰富的实践经验,可供类似工程建设时借鉴。

(下转第48页)

年 10 月底已运行 3 年。监测成果表明:导流明渠右岸边坡外部变形、内部变形、锚杆应力应变<sup>[5]</sup>、锚索测力值等变化较小,无异常,其渗流、渗压基本无水头值,无异常。右岸坝肩边坡锚杆应力计过程曲线见图 5。

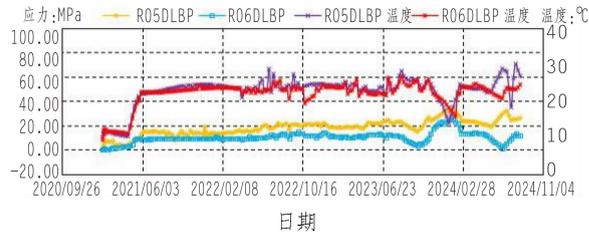


图 5 右岸坝肩边坡锚杆应力计过程曲线

## 5 结 语

(1)银江水电站导流明渠右岸边坡开挖揭露黑云母富集带岩质较软,岩体极破碎,手捏即碎,呈强风化状,岩体强度低的岩体呈“煤渣”状,性状差。

(2)鉴于该导流明渠边坡开挖呈高、陡状,对该边坡采取了分级下挖的方式,采用“贴坡混凝土+系统锚杆+锚索支护”,待上级支护完成锚索张拉后再进行下一级边坡开挖的施工组织方案,有效控制了边坡变形,确保了边坡及其上方衬砌混凝土的稳定。

(3)开挖过程中,需要提前做好降排水、坡面

保护等施工组织设计,并在开挖过程中加强对边坡的巡视与监测。上级锚索未完成张拉前不得进行下级边坡的开挖。边坡开挖到位后应及时进行防护,以免坡面出现拉张裂缝现象或其他不利情况时及时采取对策,确保施工安全。

## 参考文献:

- [1] 郭翔. 软岩边坡加固治理技术措施分析[J]. 科技创新导报, 2019,16(18):68,73.
- [2] 郑海君. 软岩特性研究及其对边坡影响的敏感性分析——以紫坪铺水利工程为例[D]. 成都:成都理工大学,2005.
- [3] 曹运江. 含软岩高边坡稳定性的系统工程地质研究——以岷江紫坪铺水利枢纽工程为例[D]. 成都:成都理工大学,2006.
- [4] 王璇. 软质岩高边坡变形机理及加固方案研究[D]. 长沙:中南大学,2012.
- [5] 和爱华. 边坡变形监测方法探析[J]. 工程施工新技术, 2024,3(14):112-114.

## 作者简介:

- 朱信波(1986-),男,河北邢台人,副高级工程师,从事水利水电工程地质勘察工作;  
 贺金明(1982-),男,安徽安庆人,副高级工程师,从事水利水电工程地质勘察工作;  
 刘培培(1981-),男,河南信阳人,副高级工程师,从事水利水电工程地质勘察工作;  
 闻文(1998-)男,内蒙古呼伦贝尔人,助理工程师,从事水利水电工程地质勘察工作。

(编辑:李燕辉)

(上接第 4 页)

## 参考文献:

- [1] 许秀员,张全发,翟红娟,等. 金沙江攀枝花河段水电规划与区域可持续发展[J]. 人民长江,2012,58(1):85-88.
- [2] 高峰. 银江水电站投资费用分摊方案研究[D]. 昆明理工大学,2015.
- [3] 兰丹,韩兵,周林,等. 观音岩水电站建设对攀枝花市城镇供水影响及解决措施研究[J]. 水力发电,2017,64(1):15-18.
- [4] 李军磊,朱建波,肖入宾,等. 金沙江银江水电站移民安置统筹实施的几点思考[J]. 云南水力发电,2022,38(2):226-229.
- [5] 李湘峰,周洪彦,郭俊峰. 关于水电建设移民工程项目推行

代建制的探讨[J]. 水力发电,2015,62(11):5-8.

## 作者简介:

- 徐孝刚(1964-),男,四川仁寿人,川投能源股份有限公司副总经理、攀枝花华润水电开发有限公司党总支书记、董事长,副高级工程师,从事水利水电工程建设技术与管理工  
 李伟(1988-),男,四川盐源人,满族,副高级工程师,工程硕士,从事水利水电工程建设技术与管理工  
 刘刚(1979-),男,江西上饶人,副高级工程师,硕士,从事水电及新能源投资、建设、运行管理及电力市场研究工作;  
 王俊森(1973-),男,四川成都人,高级经济师,硕士,从事清洁能源投资、建设、运行管理及电力市场研究工作。

(编辑:李燕辉)