

四川中型水电站建设的经验与教训

张登仕

(电力工业部成都勘测设计研究院,成都,610072)

摘要 中型水电站具有工期短、投资省、收效快等独特的优点。80年代后期以来,我省中型水电站的建设如雨后春笋发展迅速,对补充四川主网电力不足和促进地方经济发展起到了积极作用。本文通过调研和资料收集,总结了这批中型水电站在建设中的主要经验与教训。

关键词 中型水电站 建设 经验 教训

四川省中型水电站资源十分丰富,根据1996年四川省水力资源复查,我省中型水电站253+12/2座,技术可开发装机1753万kW,年发电量960.56亿kW·h,分别占全省技术可开发量的16.9%和17.2%。经济可开发装机1360.39万kW,年发电量735.78亿kW·h,分别占全省经济可开发量的17.9%和18.3%。居全国首位。

中型水电站具有投资省、工期短、见效快的特点。为了缓解电网电力紧张的局面,80年代后期,全国掀起了中型水电站的建设高潮。在宣传、促进中型水电站建设的浪潮中,我省率先召开了中型水电站建设研讨会。我省也是中型水电站开发最早的省份之一。截至1996年底,全省已、正建中型水电站27座,装机容量178.83万kW,年发电量97.08亿kW·h,分别占技术可开发量的10.2%和10.11%,占经济可开发量的13.15%和13.19%。开发成绩大,开发潜力更大。

四川省1985年3月开工建设汶川县境内的草坡水电站,1988年建成发电。1987~1992年期间,甘堡、文峰、螺丝池、马回、江口、四九滩等一批中型水电站开发建设;随后,槽渔滩、黄丹、东西关、铜头、雨城等又相继开工建设。这些中型水电站的建成投产,不仅补充了四川主网电力不足,起到了应急作用,而且也促进了地方经济发展,扩大农村用电面,实现农村电气化、提高和改善城乡人民生活等发挥了积极的作用,立下了“汗马功劳”。

这些中型水电站的建设,积累了不少建设、运行、管理的经验。近几年来,水电界普遍希望能总结一下中型水电站的建设经验,了解它们的作用、效益以及存在的问题,对今后中型水电站的建设提出意见和建议。为此,我们于1996年下半年对我省80年代后期兴建的一批中型水电站——草坡、甘堡、理县、耿达、文峰、螺丝池、马回、江口、槽渔滩等进行了

现场调研和探讨。资料分析与现场调研表明:这一批中型水电站建设质量基本是好的,运行基本正常。通过这一批中型水电站的建设也探索了不少成功的经验,如工程招投标与合同管理,工程监理制、开发性移民等,在运行管理方面大都以电站为核心成立公司开展综合经营,各电站均发挥了巨大的社会效益和经济效益,并开展了流域滚动开发,各电站各具特色,积累了不少成功的经验。当然,也有一些问题有待今后建设中克服改进。这些经验与教训,都是极为宝贵的财富。

四川省中型水电资源是水电开发中不可忽视的宝贵资源,根据我省能源构成及资金情况,中型水电站仍是今后发展的方向。本文将主要介绍这一批中型水电站建设中的经验与教训。

1 地方的积极性是促进中型水电站建设的关键

长期以来,四川省深受缺电之苦,在经济建设中也逐步体验到“无电不工,无工不富”的深刻道理,因此,地方办电的积极性普遍高涨。

地方各级领导亲自出面负责组建强有力的工程建设领导小组和工程指挥部,负责工程实施全过程的组织领导工作,并亲自出面协调解决电站建设中的问题。如阿坝州政府从修建草坡水电站起,一直将电站建设列为州经济建设的重点,各级党委和政府均十分重视。目前已建成草坡、甘堡、南新、理县、下庄等电站,沙牌水电站已于1997年发电,办电热情高昂。射洪县全面规划,统筹安排,较好地解决了工程建设占地与复耕问题,密切了同群众的关系,为电站的安全运行创造了良好的外部条件。洪雅县在修建槽渔滩电站中,加强领导,全面规划,搞好移民安置,以电为主,综合开发,促进了地区经济的全面发展。槽渔滩电站发电后,又动工兴建城东电站,并在积极筹建瓦屋山、高凤山电站。均成立了电站指挥部,积极筹集电站建设资金。

总之,有地方办电的积极性,各级党委和政府的重视支持,电站建设中的资金筹集、水库移民安置等内部、外部问题均可迎刃而解。

2 提高工程质量是电站安全运行的保障

中型水电站在施工中广泛采用了控制爆破、深孔预裂爆破、多排微管挤压深孔爆破等;在基础处理方面,采用高压喷射灌浆、振冲桩、双掺混凝土防渗墙等;在混凝土浇筑中采用掺粉煤灰以减少水泥用量、降低造价;拦河坝采用掺粉煤灰碾压混凝土;采用滑动模板拼装大钢模板、闸墩预制混凝土模等,同时探索了一套质量保证体系。有些工程结合实际采用草土围堰截流等。由于采用了新技术、新工艺,保证了工程质量,降低了工程造价,加快了工程进度。

从这一批电站看,工程质量基本是好的,电站基本上能正常安全运行。但也有一些电站遗留了不同程度的“填平补齐”工作量。如草坡水电站一段引水渠道的重新修补,甘堡水电站3号机的发电机定子线圈才运行了几个小时就被烧坏,2号机运行一年也烧坏了。理县水电站机组漏油严重(目前1台机1天漏油达5 kg)。螺丝池电站的护坦设计短了,后来电厂自己延长了1.2倍等等。这些问题或多或少给电站运行带来了一些影响。在今后水电站的建设中要进一步提高工程建设和设备制造质量。

3 开发性移民是妥善解决水库淹没的有力措施

移民搬迁历来是水利水电工程建设的难题。改革开放以来,我省中型水电站建设中,在开发性移民安置方面,不断探索,取得了不少成功的经验。

建设与复垦造地结合,节约占地,各地都收到了良好的效果。如射洪县螺丝池电航工程枢纽征地及库区淹没耕地94 hm²。工程指挥部采取工程措施为主,结合生物措施,在枢纽附近的河滩上新造耕地39.33 hm²,在库区回填耕地81.53 hm²,合计造地120.86 hm²,补偿水库淹没和工程占地后,还增加耕地26.86 hm²。按照设计概算需要征地补偿费1766万元,而复垦造地决算仅为1404万元,节省征地补偿费362万元;还减少了2600多名农村人口的农转非和1400多名“土地工”的安置。既节省了工程投资,又增加了土地资源,对工农业的发展和工程地区的安定都作出了贡献。

槽渔滩水电站在工程建设过程中,根据洪雅县工业基础薄弱,乡镇企业发展缓慢,就业矛盾十分突出,难以实现“农转非”安置的具体情况,因地制宜,走出了一条“以农为主,以土为本,农业安置”的道路。合理开发利用当地自然资源,积极发展第三产业。如合理调整耕地,保证移民人均占有土地0.027

~0.033 hm²,减免被淹区农户的农业和粮食订购任务。竹菁坝村采用人工造岛,建筑民房,安置移民,节约耕地2.67 hm²,并在坝附近修建渔场,同时搞好荒山、荒坡、滩地和边角余地的开发,千方百计地增加耕地面积;利用库区自然资源,开发旅游事业等。使移民“搬得走、稳得住、富得起来”。改变过去一次性赔偿为开发性移民走出了一条成功的道路。

4 招投标与合同管理是保证工程建设的重要手段

随着改革开放,招投标和经济合同已介入各个领域,中型水电站也不例外。从修建草坡水电站开始,在全省率先实行了招投标施工管理,保证了工程施工的进度和质量,降低了工程造价。通过实践,不断摸索,也积累了不少经验。主要经验有:

(1)土建施工和机电设备安装由一家承担较好。如安居水电站在招标中,土建由水电七局中标。在机电设备安装的招标中,在三家投标单位的各方面条件差不多的情况下,优先考虑水电七局安装处承担安装工作。实践证明,土建施工与机电设备安装均由水电七局承担后,七局派出强有力的工作组来工地抓施工进度,协调土建与安装的关系、协调工作面,大大减轻了甲方的工作量,保证了计划发电时间。

(2)根据安居水电站的实践经验,在签订合同时,“三通一平”一并承包给施工方为宜。他们认为乙方对自己的施工组织设计清楚,风、水、电等由乙方自己布置最恰当,甲方主动搞了,乙方不一定满意,反而造成矛盾和浪费。同时在工程招标时还不知哪一家中标,各家的施工组织设计又不相同,无法满足各方需要。一般地方工程一旦中标都要求乙方立即进场,合同签订后,甲方根本没时间来搞“三通一平”,往往一开始就造成矛盾,影响工期。安居水电站指挥部的“三通一平”只是将进场公路修到电站枢纽的边缘;10 kV线路也只架到施工现场边缘,向乙方只提供了3000 kW的动力负荷,配电变压器自备。实践证明,从开工到完工,乙方没有因风、水、电的问题找过甲方。安居水电站仅“三通一平”这一项,至少节约投资近40万元。

而槽渔滩电站在开工前,指挥部超前做好了移民征地和“三通一平”工作,并订好了主要机电设备和钢材、木材等,主动协调设计、施工的关系,使施工单位进行封闭式施工,是确保工程质量的另一典型范例。

5 综合开发是提高电站效益的有效途径

“电矿联营,综合开发”在电力建设中一直被认为是一条好的途径,我省中型水电站在综合开发方面闯出了十分成功的经验。

草坡水电厂在综合经营方面是突出的范例。草坡水电厂于1988年建成投产,装机容量3万kW,年发电量2.2亿kW·h,为地方电力骨干企业。1993年经四川省体改委批准改制成立四川岷江电力股份有限公司。该公司以电力为龙头,以实业为基础,综合开发。在电力方面它又拥有草坡、甘堡、理县、下庄、南新等五座电厂,并于1995年扩建了草坡电厂,新建了沙牌电站。在多种经营方面拥有成都联营地电大厦,都江堰市的草坡联营化工厂、汶川的岷江磷酸厂和羌威宾馆、海南的旅游度假村和银滩海坝假日大酒店;此外它还拥有映秀湾的岷江供电所、太平驿的110kV开关站。已成为集发、供电、工业、旅游服务为一体的实力雄厚的股份有限公司,注册资金12663.38万元。公司下属电站草坡水电厂1994年电厂销售收入2892万元,实现利税2546万元。它在四川省地方电力企业中独树一帜,被誉为“川西北高原上的明珠”,成为川西北少数民族地区经济发展的龙头。

由于公司与都江堰金凤乡联办了磷化工企业,同时从1992年起实行了丰、枯及峰谷电价,自己消化了丰期和低谷电量。从1995年起已向四川主网购买低谷电量,在我省地方电站中开创了先例。槽渔滩电站工程指挥部除利用水库兴建一个大型佛教文化中心旅游景点和建造一个31hm²大型养殖场,开展旅游和养鱼外,同时依托槽渔滩工程,兴办加工型企业。与洪雅县中保乡联合兴建一座高耗能的光学原件厂,与洪雅县机械厂联办槽渔滩电厂维修部,一厂一部可实现年利润50万元以上。

螺丝池电厂以电厂为主组建了明珠电力集团有限责任公司,目前已拥有15个公司。如建筑安装工程公司、空调装修公司、设备材料公司、综合服务公司、机械化施工公司、汽车运输公司、广告装璜公司及锂盐厂等等。

马回电站以该电站为龙头,组建了四川马回电力股份有限公司,拥有建筑工程公司、电气器材公司、机电安装公司、马回电石厂、碳化厂、钢厂、面粉加工厂等,同时开展了库区养鱼,增强了电厂效益,安排了电站移民的部分富裕人员,自身消化了丰、谷电量。文峰电厂在电厂附近兴办了三台电冶厂,消化了丰、谷电量,也增进了电厂自身效益。

6 坚持综合利用工程投资分摊是保证电站效益的必要举措

在大江大河上修建水电站,往往会遇到综合利用问题,过去由电站一家承担投资,严重影响了电站效益。通过对几座电站的调研,十分说明问题。

文峰电站总投资14628.63万元,其中船闸投资1858.75万元,占12.7%。而船闸建好至今,仅1993年10月,过船队一次3只,单船(小木船)3次,1994年过船队一次2只,收入几乎为零,但每年的维修费、管理人工工资等,要耗资200万元,成了电站沉重的负担。

螺丝池电站总投资17174万元,其中船闸投资达1902万元,占11%。建成后每年过船仅3~4次,年过船总数不超过10艘,但需18名维修管理人员,电站每年给航运部门补贴达15万元。

马回水电站船闸按三级船闸设计,年货运量240万t,过航能力2500t。修建至今最大年运量仅6万t,且逐年下降至1996年1~8月仅2万t,最大船只300t。船闸投资占工程总投资的1/3。过船最高年收费仅3万元,而每年养护维修、年运行费及工资等支出达300万元,加上投资年利息900万元,全由电站负担,成为一笔永远还不清的债务。

今后在嘉陵江、涪江等大江大河上修建中型电站时,修建船闸问题必须慎重决策,特别是在目前陆运发达的今天,更应慎重对待,是否要修建船闸和修建规模均要通过全面的技术经济论证。如实在有必要修,则应实行投资分摊,自建自管,确保电站效益,增强电站还本付息能力。

7 我省中型水电站已开展了滚动开发的先例

经济合理地利用已建电站的效益和管理、建设经验,实行流域滚动开发,推动全流域及全川水电建设的发展,是水电建设的必由之路。我省不少中型水电站建成后,已自发的开展了滚动开发,探索了不少成功的经验。

以草坡水电站为主组建的岷江电力股份有限公司成立后,除开展综合经营外,也将目标转向了水电开发,目前已与华西电力集团公司共同兴建草坡上游的沙牌水电站(装机3.6万kW),又在筹划开发岷江上游水电。甘堡水电站建成后,除还贷外,每年拿出一部分盈利修建了上游的理县电站(装机3.3万kW),该电站已于1995年4月8日发电。以螺丝池电站为主组建的四川明珠电力股份有限公司也在计划修建其上游的金华水电站(装机4.2万kW)。这些都为我省在市场经济的形势下进行水电路域滚动开发探索出了一条成功的道路。

8 机电设备质量是电站安全、经济运行的前提

这一批中型水电站的主机质量基本是好的,能坚持正常运行。但个别电站的主机也存在制造、安装上的缺陷,已经圆满解决,积累了经验,但辅机(调速器、励磁装置、相应的自动化元件 (下转第26页)

表 6 河床坝段深层抗滑稳定计算成果表

计算工况	上游水位 /m	下游水位 /m	安全系数 K'	
			1 162/m	1 144/m
正常蓄水位	1 326	1 206.9	3.18	3.52
设计洪水位	1 327.76	1 223.6	3.16	3.49
校核洪水位	1 329.7	1 226.2	3.46	3.95
地震情况	1 326	1 206.9	2.76	3.00

从表 6 可以看出,安全系数 $K' > 2.3$,坝体是稳定的。但是上述情况是考虑第二滑移面为切断岩体,抗剪指标偏高。为了进一步校核坝体稳定,作了一个反演计算,当满足 $K' = 2.3$ 时,反求第二滑移面抗剪断指标,结果 $f' = 0.55$ 时,即可满足要求。 $f' = 0.55$ 已经是裂隙面的指标,所以即使存在第二滑移面,只要不存在断层或构造错动带(实际上也不存在),安全系数可达到要求。

4.2.2 两岸挡水坝段

根据左岸探洞揭露,影响左坝段稳定最不利的为 fx_{108} 构造错动带,属夹泥型,抗剪强度低, $f = 0.34, c = 0, fx_{108}$ 错动带出露高程为 1 235.0 m,对应

表 7 左岸挡水坝段深层抗滑稳定计算成果表

计算工况	上游水位 /m	下游水位 /m	安全系数 K	
			剪摩 K'	纯摩 K
正常蓄水位	1 326.0	无水	5.98	1.97
设计洪水位	1 327.76	无水	5.74	1.91
校核洪水位	1 329.7	无水	5.41	1.80
地震情况	1 326.0	无水	4.83	1.34

的建基面高程为 1 275.0 m。错动带产状为 N20W

(上接第 3 页)

等)的质量尚不尽人意,故障率较高,可靠性较差。在建设时,一般都十分注意节约初期投资,因而在采购设备时重点是考虑价格因素,买了些不大合适的设备。投产后再进行改造,大修,不但增加了费用,而且也影响了正常营运,经济上是不合算的,今后要特别注重质量问题。

对于今后新建中型水电站主机的选型应该采用

Experiences and Lessons from Construction of Midium-sized Hydropower station in Sichuan

Zhang Denshi

(Chengdu Investigation, Design and Research Institute, Chengdu, 610072)

Abstract Midium-sized hydropower station is characterized by short construction period, small investment and quick returns. Since the late 1980s, midium-sized hydropower station in Sichuan is constructed rapidly. It plays a important role for supplying additional power to the Sichuan main network and promoting the development of local economics. After investigation and data collecting, the main experiences and lessons from construction of the midium-sized hydropower stations are summarized.

Key Words midium-sized hydropower station, construction, experience, lesson

NE \angle 20°, 换算成滑动方向的视倾角为 17°。第二滑移面按剪断坝后岩体考虑, $f'_2 = 1.3, c' = 1.3$ MPa。取单宽按抗剪断强度公式验算, 计算成果见表 7。计算中未列入坝体下游建基面以上岩体重量。

按剪摩公式计算的 K' 值远远超过 2.4, 这与第二滑移面抗剪指标取值较大有关, 为了安全起见, 进一步选用纯摩公式计算。

$$f_1 = 0.34 \quad c_1 = 0;$$

$$f_2 = 0.4 \quad c_2 = 0;$$

计算成果见表 7, 安全系数 K 也能够满足规范要求。

右岸坝段据勘探揭露缓倾结构面不发育, 没有必要再进行稳定性校核。

5 结 论

在复杂的地质条件下兴建高坝, 能否妥善解决基础稳定问题, 关系到工程的成败。从宏观看, 该水电站大坝基础岩体缓倾角结构面比较发育, 通过计算结果表明, 河床坝基和左岸坝肩的深层抗滑稳定安全系数均能满足稳定要求。

作者简介

张绍成 男 电力工业部成都勘测设计研究院地勘总队 高级工程师

(收稿日期: 1996-07-18)

国内产品, 价格便宜, 维修方便。进口机组, 质量虽好, 但一旦出问题, 维护甚难, 如马回电站, 为了联系国外厂家来处理, 电站连续停运达半年以上。损失太大。

作者简介

张登仕 男 电力工业部成都勘测设计研究院 教授级高工

(收稿日期: 1997-10-21)