

大渡河安谷水电站装机规模及开发方式浅析

杨天亮, 张冰雪, 何仕明

(中国水电建设集团圣达水电开发有限公司, 四川 乐山 614013)

摘要:从电站引用流量与沙湾电站引用流量基本协调、资源利用程度、财务指标及方案间经济指标等方面综合比较,同时考虑可引用流量与电网运行情况、泄洪渠环境生态水量利用等方面综合分析,安谷电站尾水渠装机容量为76万kW,泄洪渠生态机组1.2万kW,装机容量共计77.2万kW是合适的。

关键词:安谷电站;规划;预可行性;可行性

中图分类号:TV7;TV547.3;TV213

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2015)04-0107-05

1 电站概况

安谷水电站为大渡河干流梯级开发的最后一级,坝址位于大渡河安谷河段的生姜坡。具有发电、防洪、航运、灌溉和供水,兼顾湿地生态和河网生境保护等综合利用功能。安谷水电站为大(2)型工程,正常蓄水位398 m,相应库容为6 330万 m^3 ,电站采用混合式开发,装机容量772 MW。工程于2012年3月核准,2014年12月首台机组发电,同月2#、5#机组发电,2015年4月3#机组发电,截止2015年5月底,累计发电约8亿kWh。

2 电站开发

2003年11月审查通过《大渡河干流水电规划调整报告》。该调整报告规划干流河段水电开发任务是以发电为主,兼顾防洪、航运。推荐以下尔呷、双江口、猴子岩、长河坝、大岗山、瀑布沟等形成主要梯级格局的22级开发方案;规划干流总装机容量2 340万kW,年发电量1 123.6亿kWh。大渡河下游铜街子至青衣江汇口河段,河谷开阔,比降较缓,沿河两岸城镇、农田较多,人烟稠密,建高坝淹没损失较大,故大渡河干流规划未包括铜街子下游河段,也就未包括安谷水电站开发。

3 规划安谷电站装机16万kW

3.1 大渡河干流下游河段规划主要内容

2003年8月启动大渡河干流下流河段水电开发研究,2003年11月完成审查《大渡河干流(铜街子至青衣江汇口段)水电开发研究报告》(简称“规划方案”)。该河段规划为两级开发,在沙湾城区以上河段设置沙湾水电站(一级混合式

开发);沙湾水电站总利用水头30米,初拟装机容量44万kW。在沙湾城区以下河段仅设置安谷水电站;闸坝位于青衣江汇口下游,由于青衣江汇口以上至沙湾城段汉濠众多、河心洲岛密集、人口集中、工农业发达,且两岸阶地高程较低,受淹没影响,规划为低闸坝河床式开发,初拟正常蓄水位368 m,尾水位360 m,装机容量为16万kW,多年平均发电量7.92亿kWh。

3.2 规划方案的不足

根据“规划方案”,安谷梯级电站初拟的正常蓄水位368 m,与上游沙湾电站尾水位405.3 m之间尚有37 m水头未得到利用,单位千瓦投资达2.27万元/kW,单位电能投资达4.58元/kWh,指标较差,同时原规划方案也没有解决该河段河网区的防洪和航运问题。

4 进一步开发研究拟定安谷水电站装机64万kW

4.1 组织进一步开发研究

为充分利用原规划方案安谷电站没有充分利用的水头,解决沙湾至青衣江汇口河段的防洪、航运、灌溉及供水等综合利用要求,根据规划方案“下阶段应结合水库淹没影响,进一步研究正常蓄水位及工程开发规模”的意见,业主单位组织相关勘测设计、科研单位根据河段河势变化情况、地形地质条件及人口分布结合水工模型试验等方面对沙湾城区—青衣江汇口河段进一步开发研究,提出两种开发方式进行深入分析。

4.2 两种开发方案的比较

4.2.1 安谷一级混合式开发

收稿日期:2015-07-15

在生姜坡筑坝雍高水位形成水库,正常蓄水位考虑沙湾城区排污高程(398.15 m)要求,初拟为398 m,利用水头20 m;河床式厂房后接长约9.5 km的尾水渠,尾水渠利用水头16 m,电站总利用水头36 m,装机容量64万kW;枢纽主要由挡水闸坝及长副坝、泄水建筑物、厂房、通航建筑物、泄洪渠道及长尾水渠组成。

4.2.2 两级河床式开发

上游的安谷梯级与一级开发方案的坝址相同,在生姜坡筑坝,初拟正常蓄水位398 m,利用水头20 m,河床式厂房装机34万kW。下游的南瓜咀梯级坝址位于大渡河干流青衣江汇口上游约800 m的南瓜咀,初拟正常蓄水位378 m,利用水头16 m,河床式厂房装机30万kW。两个梯级枢纽的主要建筑物均由挡水闸坝及长副坝、泄水建筑物、厂房、通航建筑物等组成。

4.2.3 开发方案选择

从可行性看,两个方案从工程地址、枢纽布置、工程施工、征地移民等分析,均可行。从工程效益来看,两个方案利用水头均为36 m,均能有效提高两岸防护对象的防洪标准,均设有通航建筑物,均将满足并有效改善现有灌溉、供水条件,在满足各项开发任务方面性能相当。从动能指标来看,方案一工程静态总投资79.874万元,单位千瓦投资12480元/kW,单位电能投资2.525元/kWh;方案二工程静态总投资910051万元,单位千瓦投资14220元/kW,单位电能投资2.912元/kWh;方案一总投资比方案二少111311万元,单位千瓦投资及单位电能投资均比方案二少,方案一发电量较方案二多3781万KWh;从以上指标看,方案一优于方案二。根据比较结果,确定选择安谷一级混合式开发方案(简称开发方案)。

4.3 所选开发方案与原规划方案的比较

4.3.1 调整开发任务

大渡河沙湾—青衣江汇口段,河谷开阔,支流发育,径流丰沛,人口稠密,工农业发达,距复核中心近。具有输电距离近的优点。该河段当时防洪标准为5%10年一遇。洪水灾害严重影响地方经济发展。有关部门曾进行防洪规划,但未能实施。四川内河航运规划沙湾%乐山为V级航道。河段内有已建的取水工程,是灌溉和供水的水源。以综合利用水资源,构建和谐社会出发,将本工程

的开发任务由原发电、航运、灌溉、供水调整为发电、防洪、航运、灌溉和供水。

4.3.2 调整开发方式

将原定安谷电站河床式坝址上移,采用混合开发方式:沿左岸修建长约10.44 km防洪挡水副坝;修建长约9.5 km的尾水渠,从而充分利用沙湾城区下游至青衣江汇口河段的水能资源。

4.3.3 调整正常蓄水位

在安谷电站库区,左岸修建10.4 km长副坝,右岸修建3.94 km长防护堤,同时,通过整治疏浚河道等工程措施,有效控制电站开发引起的淹没损失、提高沿河防洪标准,坝址以上库区左右两岸的防洪任务妥善得到解决。正常蓄水位选择的控制高程仅为沙湾城区最底的排污排涝高程(398.15 m)。据此,正常蓄水位初拟398 m,比原来368米提高了30 m。

4.3.4 调整装机规模

水库正常蓄水位398 m,总库容0.7亿 m^3 ,利用落差36 m,其中采用长尾水渠集中落差16 m,多利用水头28 m,装机容量由16万kW调整为64万kW,多发电量24亿kWh。

4.3.5 工程效益指标变化显著

开发方案投资虽然增加435659万元,但单位千瓦投资为12480元/kW,单位电能投资为2.525元/kWh,约是原规划方案的一半,年发电量也增加近24亿kWh外;开发方案还更好地解决了原规划方案没有解决的沙湾至青衣江汇口河段的防洪、航运、灌溉及供水等综合利用要求,综合效益显著。

5 预可行性研究阶段拟定装机68万kW

5.1 预可研初期采用开发研究成果拟定装机64万kW

在预可行性研究初期阶段,根据开发方案拟定的64万kW的方案,从水力资源合理利用、电站特性等方面综合考虑,拟定60万kW,64万kW,68万kW三个装机容量方案进行了比较,从与上游沙湾电站引用流量基本协调、水资源利用程度方面考虑,初选装机容量仍为64万kW,选择4台16万kW轴流转桨机组。

5.2 预可研后期进一步比选拟定68万kW

2007年6月中国国际工程咨询公司提出:“建议下阶段结合对中、远期不同情况的能量指

标进行经济比较,进一步分析本电站装机规模”;同时,从比选情况可看出,从64万kW增至68万kW,设计年发电量增加约6000万kWh,补充年利用小时数约1500h,补充单位电能投资0.589元,装机容量有增加的可能性。据此,为了取得较大的发电效益,考虑安谷电站尽量不进行反调节而与沙湾电站同步运行等因素,业主组织相关单位进一步进行比选,拟定装机容量68万kW,选择4台17万kW轴流转桨机组,年发电量为310528万kWh,电站引用流量 $2292\text{ m}^3/\text{s}$ 。2007年7月水电水利规划总院主持审查,2007年7月省发改委印发审查意见,基本同意装机容量68万kW。

6 可行性研究阶段拟定装机77.2万kW

6.1 相对预可研阶段进一步增加装机容量的必要性

6.1.1 预可研审查意见

预可研审查明确指出:“下阶段应考虑电站动态发电效益,进一步分析电力市场需求、电价政策的不确定性及其相应的财务分析结果,并考虑航运、环保要求,进一步分析论证装机容量”。据此业主组织勘测设计、科研等相关单位就安谷电站装机容量再次进行深入论证。

6.1.2 环保最新要求

在可研阶段,环保提出最新要求:在电站下闸蓄水后,必须向坝址下游原河床(泄洪渠)下泄 $50\text{ m}^3/\text{s}$ 的水量,作为生态基流。

6.2 增加装机容量的可行性

6.2.1 从尾水渠段引用流量来看

预可行研究阶段,尾水渠电站初选装机容量为68万kW,电站引用流量 $2292\text{ m}^3/\text{s}$,小于6%9月各月多年月平均流量,具备增加装机容量的可能性。

6.2.2 从泄洪渠生态流量来看

在水库正常蓄水位398m时,泄洪渠有约23m毛水头,利用 $50\text{ m}^3/\text{s}$ 的下泄生态流量可以装设一台小型机组。

6.2.3 从电力消纳市场来看

安谷水电站距离附近的负荷中心四川省工业旅游重镇乐山市区较近仅15km,随着经济的发展汛期用电负荷大增,随着川电外送的实施及国家节能降耗政策的更进一步实施,作为清洁能源的水力发电汛期电量具有更广

阔的市场空间,因此安谷水电站可适当增加装机容量是必要的。

6.3 增加装机容量的拟定方案

6.3.1 泄洪渠河段生态机组装机容量

根据泄洪渠必须下泄 $50\text{ m}^3/\text{s}$ 环保要求,测算生态机组装机容量为1万kW。而根据来水分析,在汛期除尾水渠电站发电、环境生态用水及尾水渠通航限制后,尚有多余水量可利用,可以再增加装机容量。但是随着装机容量增加,引用流量增大,机组过流变化增大,机组平均效率有所降低。经测算,装机容量1.5万kW机组年发电量较12MW机组还减小50万kWh,生态机组装机容量不宜再增加;而装机容量1.2万kW与1万kW多利用汛期水量,发电量多105万kWh,但投资差别也较小。因而本着多利用汛期水量,并且保证机组较高的平均效率,泄洪渠生态机组选择1.2万kW机组。

6.3.2 综合装机容量

结合预可研阶段审查意见和初选装机容量为68万kW及引用流量 $2292\text{ m}^3/\text{s}$ 的情况,参考电站6%9月各月多年月平均流量,尾水渠河段增加的装机容量按照4万kW、8万kW、12万kW三个等级进行考虑,为此尾水渠机组拟定68、72、76和80万kW进行比较分析。虽然泄洪渠生态机组绝大多数时间引用流量为 $50\text{ m}^3/\text{s}$,汛期水量的利用差别较小,但是尾水渠四个装机容量在水量上利用各不相同,对泄洪渠生态机组汛期水量利用有一定影响。因此,为更加准确反映相关指标情况,安谷水电站装机容量以尾水渠机组加上泄洪渠生态机组综合进行比较,即拟定69.2、73.2、77.2和81.2万kW四个方案进行比较。

6.4 增加装机容量后动能指标分析

6.4.1 增加装机容量动能指标成果

水量方面,考虑瀑布沟水库的调节和上游区间综合用水;机组选型,考虑轴流转桨式水轮机,尾水渠4台,泄洪渠1台;相关成果见表1,表2。

6.4.2 增加发电量比较

表1指标来看,随装机容量加大,多年平均发电量增大,从资源利用、节能降耗、经济社会发展来说,增大装机是有利的。

6.4.3 单位投资及增量单位投资比较

补充千瓦投资及补充电能投资比较。从表2

表1 安谷电站装机容量动能指标表

项 目	单 位	方 案 1	方 案 2	方 案 3	方 案 4	
正常蓄水位	m			398		
装机容量	万 kW	69.2	73.2	77.2	81.2	
保证出力	情况 1	万 kW	20.3	20.3	20.3	20.3
	情况 2	万 kW	22.6	22.6	22.6	22.6
年发电量	情况 1	万 kWh	306 912	311 219	314 444	317 113
	情况 2	万 kWh	313 839	317 127	319 791	322 063
枯期 12-4 电量	情况 1	万 kWh	81 652	81 652	81 652	81 652
	情况 2	万 kWh	95 442	95 442	95 442	95 442
利用小时数	情况 1	h	4 435	4 252	4 073	3 905
	情况 2	h	4 535	4 332	4 142	3 966
最大水头	m	36.23	36.23	36.23	36.23	
最小水头	m	31.19	31.19	31.14	31.14	
年加权平均水头	m	34.32	34.29	34.27	34.25	
机组台数	台	5	5	5	5	
机组机型	/	转浆式	转浆式	转浆式	转浆式	
转轮直径	m	8.3	8.5	8.8	9	
额定转速	r/min	93.8	88.2	88.2	83.3	
水轮机重量	t	1 350	1 380	1 429	1 461	
发电机重量	t	1 355	1 407	1 459	1 568	
额定水头	m	33/21	33/21	33/21	33/21	
引用流量	m ³ /s	2 292 + 66	2 440 + 66	2 576 + 66	2 686 + 66	
静态投资	万元	843 862	850 161	855 001	861 447	
电站单位千瓦投资	元/kW	12 195	11 614	11 075	10 609	
电站单位电能投资	元/kWh	2.750	2.732	2.719	2.717	

表2 安谷电站各装机容量差值指标比较表

装机容量	万 kW	4	4	4
水轮机重量	t	30	49	32
发电机重量	t	52	52	109
年电量	万 kWh	4 307	3 225	2 669
可比电量	万 kWh	3 024	2 285	1 876
静态总投资	万元	6 299	4 840	6 446
补充千瓦投资	元/kW	1 575	1 210	1 612
补充电能投资 (按可比电量计算)	元/kWh	2.083	2.118	3.436

增量指标看,各方案间单位投资基本相当,各方案间增量补充千瓦投资均低于方案自身千瓦投资;尾水渠机组装机容量从 68 万 kW 到 72 万 kW,从 72 万 kW 到 76 万 kW,其补充电能投资低于自身电能投资,增加投资是较经济的;但从 76 万 kW 增加到 80 万 kW,其补充电能投资为 3.436 元/

kWh,高于自身电能投资,增加装机容量不经济。

6.5 增加装机容量后梯级引用流量协调分析

上游游控制水库瀑布沟水库装机容量 330 万 kW,设计引用流量 2 503 m³/s;上游沙湾电站装机容量 48 万 kW,设计引用流量 2 203 m³/s,沙湾电站尾水—安谷河段区间生态环境等综合用水为 167 m³/s,所拟定尾水渠四个装机容量方案均可多利用汛期水量发电。在汛期阶段,下尔呷水库投入运行前,安谷电站坝址多年平均来水流量在 6—8 月均大于 68 万 kW 时电站引用流量 2 292 m³/s,即使在下尔呷水库投入后,8 月份的多年平均流量尚有 2 520 m³/s,还能满足电站装机容量 76 万 kW(电站引用流量为 2 576 m³/s)的满发运行要求,而装机容量 80 万 kW 时,电站引用流量达 2 686 m³/s,电站满发可能性大减,同时空闲容

量也较大。

6.6 增加装机容量后与电网运行协调情况分析

根据目前四川省近期实施的水电站情况看,由于电网的发展,目前水电站设计年发电利用小时数大多在4 100 h左右,而76万kW装机容量年发电利用小时为4 073 h,在上游调节水库全部建好后,利用小时可提高到4 142 h。因而从可引用流量与电网运行协调情况分析,尾水渠装机容量76万kW方案较为合适。

7 结 语

从电站引用流量与沙湾电站引用流量基本协调、资源利用程度、财务指标及方案间经济指标等

方面综合比较,同时考虑可引用流量与电网运行情况、泄洪渠环境生态水量利用等方面综合分析,安谷电站尾水渠装机容量为76万kW,泄洪渠生态机组1.2万kW,装机容量共计77.2万kW是合适的。

作者简介:

杨天亮(1962-),男,四川岳池人,副总经理,高级工程师,工学学士,现从事水电站机电工程技术管理工作;

张冰雪(1973-),男,四川阆中人,副主任,高级工程师,工学学士,现从事水电站机电工程技术管理工作;

何仕明(1964-),男,四川西充人,主任,高级工程师,工学学士,现从事水电站机电工程技术管理工作。(责任编辑:卓政昌)

枕头坝一级水电站3号机组投产发电

近日,枕头坝一级水电站3号机组顺利通过72小时试运行阶段,成功转入商业运行,正式投产发电。3号机组是枕头坝一级水电站投产发电的第二台机组,于7月21日通过启动验收,8月8日12时56分首次并网成功,8月9日10时17分正式进入72小时试运行。期间机组运转稳定,各项运行参数指标满足要求。据悉,枕头坝一级水电站其余两台机组正在进行紧张的安装和调试工作,2号机组将于本月底实现投产发电目标,1号机组计划于年内实现投产发电。

四川猴子岩水电站水库泥沙监测系统专题报告通过评审

日前,成都院编制的《四川省大渡河猴子岩水电站水库泥沙监测系统专题报告》通过评审。评审专家经过讨论和审议,基本同意了成都院在“专题报告”中提出的水库泥沙监测设计方案,同时评审专家组及业主单位也对“专题报告”需补充完善的内容提出了宝贵的建议及意见。会后,成都院相关专业设计人员将尽快按照专家的评审意见对“专题报告”作进一步的修改和完善,并将同步启动水库泥沙监测系统建设的招标文件编制工作,以便配合业主公司尽快完成猴子岩水电站水库泥沙监测系统建设的招标工作。

甘孜州丹巴县磨子沟插草坪水电站环境影响评价第二次公示

近日,四川省环保部对甘孜州丹巴县磨子沟插草坪水电站环境影响评价第二次公示。磨子沟是革什扎河左岸一级支流,河流主源发源于金川县境内措朗沟。磨子沟全长60.4公里,集水面积753平方公里,多年平均流量16.0立方米/秒。丹巴县境内河段全长30.9公里,天然落差1 104.8米,是丹巴县水能资源较丰富的河流之一。目前磨子水电站已完成前期工作进入核准阶段。插草坪水电站采用引水式开发,开发任务为发电,兼顾下游生态环境用水要求。电站由首部枢纽、引水系统和厂区枢纽三部分组成。电站装机2台,总装机容量6.3万千瓦。施工总工期40个月,静态总投资约6.07亿元

《溪洛渡、向家坝梯级水库2015年汛期优化调度实施方案》获批

日前,《溪洛渡、向家坝梯级水库2015年汛期优化调度实施方案》咨询会在湖北武汉召开,会议讨论并批准了该方案。三峡集团结合长江水文局提出的《近期水情分析及溪洛渡、向家坝调度建议》报告,向会议作了关于《溪洛渡、向家坝梯级水库2015年汛期优化调度实施方案》的汇报。经专家组充分讨论后认为,结合目前川渝河段及长江中下游的防洪形势和流域来水预测,可利用梯级水库调节库容开展优化调度。同时根据目前对8月份防洪形势与来水情况的预测,在保证防洪安全的前提下,溪洛渡和向家坝梯级水库原则上可在8月下旬开始实施分期蓄水。

准东! 华东±1 100千伏特高压线路前期推进协调会召开

近日,国家能源局电力司副司长童光毅在北京主持召开准东% 华东±1 100千伏特高压直流输电线路前期工作推进协调会。国家能源局于2013年11月28日批复该工程开展前期工作。该工程是世界上输电电压等级最高、输送容量最大、距离最长的直流工程,也是新疆承担国家煤电基地和电力外送通道功能定位,保障国家能源安全的国家级重大战略工程。