

汤汤若水谱新篇

——锦屏一级水电站全面投产侧记

姚国寿, 罗崇伸, 张蕴华

绿色能源宝库大放光彩

古称“若水”的雅砻江,如一条巨龙奔腾于中国西部横断山脉的高山峡谷间,飞流千里,汇纳百川,蕴藏了丰富的水力资源。

在四川大大小小上千条河流中,以水能资源蕴藏之丰富、开发条件之优越、水能质量之优良来说,雅砻江位居第一。即使在全国大江大河中比较,雅砻江也名列前茅,在全国十三大水电基地中排列第三,其干流规划总装机容量约3 000万千瓦,年发电量约1 500亿千瓦时,占四川省全省的24%,约占全国的5%,是我国乃至全世界罕有的绿色能源“宝库”。

雅砻江干流水能资源有以下显著特点:

一是控制流域面积大,径流丰沛,水能资源分布集中。

雅砻江干流全长1571公里,流域面积13.6万平方公里,域内雨量丰沛,年径流量达596亿立方米,相当于黄河的1.1倍。干流规划的22个梯级电站总装机相当于1.5个三峡水电站。尤为可贵的是著名的锦屏大河湾河段,从锦屏一级至锦屏二级电站,直线距离仅17公里,天然落差高达310米。锦屏二级和一级一起,组成一个装机840万千瓦的双子星座电站。这样优秀的电源点不仅全国独一无二,在世界上也属少见。

二是地形地质条件有利,开发目标单一,没有航运、灌溉等其它要求。

雅砻江两岸山高坡陡,河谷深切,流域内基本属于稳定或较稳定地区,不存在水库渗漏问题,岸坡整体稳定性较好,具有建造高坝大库的地形地质条件。由于雅砻江滩多水急,不通航,无灌溉、供水、防洪要求,发电为主要开发目标。这就减少了由于不同的行业目标造成水工建筑结构、设计和运行管理的复杂程度,从而可以节省

投资,缩短建设工期。

三是大型电站多,装机规模大,调节性能好,规模优势突出。

仅雅砻江中、下游规划的12个梯级电站中,就有10个梯级是装机百万千瓦以上的电站,4个梯级是装机300万千瓦以上的电站。

四是迁移人口及淹没耕地少,单位淹没指标低。

征地移民和土地淹没是所有大型水电工程建设中涉及面广、影响面大的重要问题,也是社会关注的热点问题。雅砻江由于其独特的地理位置和恶劣的自然条件,土地贫瘠、人迹罕至,因此在征地移民方面反而成为独特的优势。水电站每万千瓦迁移人口全国平均水平是530人,而雅砻江干流只有26人;每万千瓦淹没耕地全国平均水平是628亩,而雅砻江干流只有34亩;从发电量角度比较,每亿千瓦时迁移人口全国平均水平是1 233人,而雅砻江干流只有48人;每亿千瓦时淹没耕地全国平均水平是1 458亩,而雅砻江干流只有63亩。

五是经济指标优越、电价有竞争力。

水电作为可再生清洁能源,加之具有独特的调峰、调频性能,在电力市场上具有非常明显的竞争优势。雅砻江流域水电站开发项目,由于水库淹没损失小,开发目标单一,大型电站多,装机容量大,规模优势突出,梯级补偿效益显著,技术经济指标十分优越,成为国家电网中不可多得的优质电源点,其电价在川渝、华中和“西电东送”的华东市场中具有较强的竞争力。

尤为突出的是雅砻江电能质量和梯级补偿效益更为显著。雅砻江流域正在开发的两河口、锦屏一级水电站和已建成的二滩水电站的三座大水库,总调节库容达157亿立方米。三个电站联合

运行,将使雅砻江干流完全可以做到多年调节,这是全国唯一一条能够在真正意义上实现年调节的河流。上游大水库将对下游电站产生巨大的补偿调节效益。锦屏一级建成后,官地水电站的保证出力将增加到129%。两河口电站的建成将增加锦屏至桐子林五个电站枯期出力350万千瓦,增加枯期电量168亿千瓦时。也就是说,通过上、下游电站水库的科学调度、补偿调节,在不增加物质投入的条件下,在电力最紧缺的枯水期,可以增加一个二滩水电站全年电量。同时,雅砻江的调节作用,还会给下游的金沙江溪洛渡、向家坝电站、长江三峡电站和葛洲坝电站带来巨大的补偿调节效益。据初步测算,总计可以增加四个电站枯期平均出力289万千瓦,增加多年平均发电量68亿千瓦时,增加枯期电量112亿千瓦时。

雅砻江流域水电开发有限公司(简称雅砻江公司)作为雅砻江流域水电开发的主体,在上世纪九十年代建成装机330万千瓦的二滩水电站后,在二十一世纪初陆续开工建设锦屏一级、二级、官地、桐子林水电站。雅砻江公司立志二次创业,坚持“流域化、集团化、科学化”发展战略与管理,经营班子带领全体员工,凝心聚力,迎难而上,精细管理,科学发展。设计、施工、监理等参战各方艰苦奋斗、攻坚克难,确保工程质量、进度和安全。经过10年坚持不懈努力,2013年3月总装机240万千瓦的官地水电站最后一台机组正式并网发电;2013年8月,承载几代中国水电人的梦想,肩负着“西电东送”重要使命的锦屏一级水电站,实现了首批两台60万千瓦机组的投产发电;2013年10月,锦屏二级水电站3号、4号机组在间隔不到20天时间里分别并网发电;2013年11月、12月,锦屏一级水电站4号、3号机组分别投产发电。至此,雅砻江公司已投产机组总数达到18台,发电总装机容量突破千万千瓦大关,达到1050万千瓦。现在雅砻江水电开发又传喜讯:世界最高拱坝雅砻江锦屏一级水电站机组全部投产。

2014年7月12日,坝高305米,为当今世界最高拱坝的雅砻江锦屏一级水电站最后一台机组结束72小时试运行,正式投产运行。至此,我国“西电东送”标志性工程锦屏一级水电站6台60万千瓦机组全部投产。

锦屏一级水电站是雅砻江干流下游河段的控制性水库电站。电站总装机容量360万千瓦,平均年发电量166.2亿千瓦时,为国家“西电东送”战略的骨干电源点。随着机组全部投产,锦屏一级水电站每年可替代标煤768.2万吨,减少二氧化硫排放10.5万吨,减少二氧化碳排放1371.2万吨。同时,使四川电网枯水期平均出力增加22.5%,极大地优化川渝电网电源结构。锦屏一级水电站水库有49.1亿立方米的调节库容,除电站自身巨大的发电效益外,对下游梯级水电站有巨大的发电补偿效益:每年使雅砻江下游梯级电站增加发电量60亿千瓦时,相当于新建一座装机120万千瓦的水电站;每年还使长江三峡和葛洲坝水电站增加发电量37.7亿千瓦时。

据雅砻江流域水电开发有限公司总经理陈云华介绍,作为世界第一高坝水电站的锦屏一级水电站,被国内外专家公认为是“地质条件最复杂、施工环境最恶劣、技术难度最大、建设管理难度最大”的巨型水电工程;电站在建设过程中成功攻克了深切峡谷复杂地质条件下世界最高的超300米高拱坝建设、世界最大规模的高边坡处治、世界最大规模的拱坝地基处理、世界最大消能水头的泄洪消能与雾化防治、世界最难的高陡峡谷区巨型水电工程施工布置、最难的高山峡谷施工交通布置,最难的极高地应力环境大型地下厂房洞室群围岩稳定与变形控制等一系列世界性技术难题,创造了许多世界第一和中国第一。

科学开发 助推和谐

在雅砻江流域水电开发中,雅砻江公司充分发挥“一个主体开发一条江”的优势,科学开发雅砻江。

首先是统筹规划,科学布局,实现一条江全面规划。通过对雅砻江水能资源开发条件、未来市场的综合分析和科学论证,形成了实施雅砻江流域水能资源开发“四阶段战略”,科学布局了雅砻江总装机3000万千瓦的22个电站的开发时序,绘就了雅砻江“一条江”的科学、有序、和谐开发的“路线图”,并初步制订了在25年内全面完成雅砻江流域水电开发的时间表。

其二是着力推进,重点突破,实现一条江的有序开发。在做好雅砻江水电开发科学规划的同时,雅砻江公司本着“统筹规划、科学布局、着力

推进、重点突破”的发展思路,加快推进雅砻江下游龙头工程锦屏一级、二级两座大型电站的建设。锦屏一级电站具有世界最高拱坝,锦屏二级电站具有世界最大规模引水隧洞,其装机容量为480万千瓦,2014年将全部投产发电。2013年,官地水电站已全部投产发电。桐子林水电站有望于2015年投产发电。同时,全力进行雅砻江中游龙头两河口水电站、杨房沟水电站前期项目的准备工作,有序推进雅砻江中游牙根一级、牙根二级、楞古、孟底沟、卡拉5个电站的前期勘测设计工作,流域上游10个电站的规划等前期工作也已启动。此外,统一组织实施流域梯级输电规划、统一组织实施流域对外交通规划、统一组织实施流域生态保护规划、超前组建流域集控中心,充分发挥两河口、锦屏一级、二滩水电站“三大水库”的优势,实现全流域调水、排沙、防洪和发电联合调度,使雅砻江流域水电开发的综合效益最大化。

其三是科技支撑,创新管理,实现一条江的科学开发。雅砻江以得天独厚的水能资源而著称,也以自然条件恶劣、电站建设技术难度大而闻名。要实现一条江的科学开发,必须依靠先进的科学技术,积极探索管理新模式。为此,雅砻江公司在2005年与国家自然科学基金会共同成立雅砻江水电开发联合研究基金,借助国家级科研平台,组织调动全国科研力量,开展相关工程技术、经营管理、环境保护等重大课题研究。近年来,雅砻江公司通过成立博士后工作站、由国内顶尖水电专家组成的锦屏工程智囊团、与国内外权威专业机构签订战略合作协议、成立虚拟研究中心等举措,攻克了诸多世界级水电技术难题,为雅砻江水能资源的科学开发提供了强大的技术支撑,提升了中国水电建设科技的整体实力。随着雅砻江的加速开发,雅砻江公司已由最初单一项目管理发展成为多项目管理,形成了公司“流域化、集团化、科学化”发展与管理的崭新模式。按照新模式的文化整合,使公司的组织机构与业务流程更加合理高效,管理效率不断得到提升。目前,流域化的资源共享,流域化的统筹方法,流域化的管理手段,为雅砻江科学开发提供了强有力的管理保证。

其四是统筹兼顾,发挥优势,实现一条江的和谐开发。2003年以来,雅砻江公司坚持以科学发展观为指导,努力造就一个“山川秀美、经济繁

荣、社会和谐”的雅砻江河谷”,积极探索人与自然和谐相处的流域开发模式。在水电开发的过程中,该公司充分发挥一个主体开发一条江的优势,前瞻性地做好流域水电开发规划和流域生态保护规划,在流域开发的时序、工程规模确定、枢纽方案选择、施工及建设工期安排等方面,不断完善项目环境保护的各项制度,建立健全环境友好的评价指标体系,尽量避免单项目环境保护的分割性和片面性,避免移民搬迁政策的多变性和间断性。在二滩水电站荣获国家环保总局“环境友好工程”奖的基础上,雅砻江公司在建设锦屏等水电站中,环保措施比二滩电站更进一步,通过大坝分层取水、生态流量泄放、建设联合鱼类增殖站、设置人工鱼巢等辅助方式,帮助雅砻江锦屏河段原有鱼类生存和繁殖。在移民搬迁工作中,雅砻江公司坚持以人为本,立足移民长远发展,创新工作思路,超前做好移民搬迁安置规划,确保移民资金足额如期投入,努力改善移民的后续发展条件,保证移民搬得出、稳得住、能发展,真正实现了开发性移民。

锦民间屏一级水电站建成运营后,将当地的资源优势转化为经济优势,对促进四川省和凉山州经济的发展将起到积极作用。电站建成后每年可上缴地方税收超过10亿元。

世界级工程引领中国水电科技进步

在雅砻江中下游规划的12级梯级电站中,既有拱坝和土石坝,也有闸坝和重力坝,几乎水电工程中各种坝型都有应用,其中有许多世界级的水电工程;锦屏一级水电站将建设世界第一高拱坝,并且有复杂的高边坡安全问题;锦屏二级水电站有世界第一长大水工引水隧洞,有高地应力、岩爆、高压突涌地下水等技术难题;两河口水电站是世界最高的土石坝之一,有高应力条件下土石料工程特性和土石坝变形和安全等技术难题;另外,雅砻江干流所有梯级电站都由雅砻江公司一家业主来开发,如何进行大型水电工程多项目开发管理,流域生态环境的统筹保护,以及梯级电站建成后的优化调度,都是非常值得研究的新问题。雅砻江流域水电开发具有典型的代表意义,并且面临诸多的世界级的科学和关键技术问题,既是一部水电开发百科全书,也是世界水电科技尖端水平的集中体现,雅砻江流域水电开发的推进必将

引领中国乃至世界水电科技进步。

以锦屏水电站为例,拥有305米世界最高拱坝的锦屏一级水电站和拥有世界最大规模引水隧洞的锦屏二级水电站,具有“五高一深”的特点,即“世界最高混凝土拱坝,高山峡谷、高边坡、高地应力、高压大流量地下水、深部卸荷裂隙”,被国内外水电界公认为建设管理难度最大,施工布置难度最大,工程技术难度最大,施工环境危险最大的巨型水电站,是世界电站大坝建设和引水发电隧洞建设的里程碑。305米高的世界第一高拱坝工程、大型地下厂房工程、大型地下洞室群工程、大规模地下基础处理工程以及7条长度各约17公里的引水隧洞和交通隧洞的设计、施工和建成后的管理都是世界级难题。

雅砻江公司充分发挥业主在工程建设中的主导作用,以前所未有的力度组织国内著名的院士、国内顶级的科研院校和国内一流的施工单位参加科研攻关,坚持自主创新,充分利用现代科技手段,目前已取得了丰硕的阶段性科研成果。其中锦屏水电站控制碱性骨料的研究、锦屏一级左岸深部卸荷裂隙处理对大坝推力对称的研究、锦屏二级引水洞高地应力超前释放的研究、锦屏二级引水洞高压涌水堵水研究、锦屏一级世界

高坝混凝土浇筑仿真系统的研究等成果已在工程建设中成功应用,解决了制约工程施工、质量、安全等关键环节的技术难题,确保了工程建设顺利、稳妥地推进。

锦屏水电站引进世界最先进的直径12.4米的TBM大截面硬岩掘进机,引进世界最先进的长7.5公里、最小转弯半径1000米、最大坡度14度的双向曲线皮带机技术,在中国水电建设史上都是史无前例的尝试,由此为工程带来成倍的效率提高和巨大的经济效益。

锦屏水电站工程诸多科研试验和研究成果的运用,大大提升我国大型水电工程建筑材料的研发和生产水平;电站高深埋长隧洞的地质勘探和快速施工关键技术的攻克,使我国隧道及地下工程技术再跃一个新台阶;而用于锦屏工程的水轮发电机组、高压电器设备和直流、交流输变电设备实现了全部国产化,极大地提升我国民族机电工业的制造水平。锦屏工程实现水电开发的历史性超越,不仅为工程自身开发建设中诸多难题的解决提供了途径,而且极大地带动中国诸多学科与技术领域的进步与发展。

(责任编辑:卓政昌)

国家能源局召开电力建设项目审批简政放权与加强监管座谈会

2014年8月29日上午,国家能源局在上海组织召开关于电力建设项目审批简政放权与加强监管工作的专题座谈会。会上,各单位汇报交流了对电力建设项目审批简政放权与加强监管工作的建议,对《关于电力建设项目简政放权后加强同步监管工作的通知》、《国家能源局关于做好可再生能源行业简政放权实现无缝对接有关要求的通知》两个文件进行了讨论。下一步,将充分吸收本次会议上各单位提出的合理的意见建议,对两个文件进行修改完善,争取文件早日出台。

国产水电机组“三级跳”向百万千瓦进发

从单机容量70万千瓦的三峡水电站,到单机容量77万千瓦的溪洛渡水电站,再到单机容量80万千瓦的向家坝水电站,国产大型水电机组单机容量屡屡刷新世界纪录。我国水电装备的“三级跳”,吹响了向乌东德、白鹤滩两座水电站单机容量100万千瓦级迈进的“冲锋号”继三峡水电站之后,中国第二大水电站溪洛渡水电站和第三大水电站向家坝水电站日前全部投产发电,两座水电站总装机容量2026万千瓦,相当于再造了一个三峡水电站。紧接这两座水电站的投产,乌东德、白鹤滩两座水电站也已核准,设计装机容量之和超过2000万千瓦。如果这两座水电站建成,将实现国家再建一个三峡水电站的目标。

东升水电站成功下闸蓄水

8月31日,伴随着液压启闭机的徐徐落下,集团公司东北地区第一个水电站项目——大唐牡丹江能源开发公司东升水电站成功下闸蓄水,标志着该水电站大坝主体工程已经全部建设完成,正式进入蓄水阶段,为9月底首台机组投产发电奠定了坚实的基础。该水电站位于黑龙江省东宁县绥芬河流域,总装机容量33兆瓦,设计蓄水位高程为156米,总库容5824×104立方米,大坝全长340米,最大坝高33米。是一座以发电为主,兼顾城镇供水、改善生态环境、防火隔离、灭火水源等综合利用功能的水利水电工程。该工程项目主要由大坝工程、引水系统工程、发电厂房工程等组成。