

# 西部水力资源开发的项目管理： 以金沙江下游河段为例

樊启祥<sup>1,2</sup>, 陆佑楣<sup>1,2</sup>

(1. 清华大学水沙科学与水利水电工程国家重点实验室, 北京 100084; 2. 中国长江三峡集团公司, 湖北宜昌 443002)

[摘要] 水力资源是中国的优势资源, 经过建国 60 年尤其是改革开放 30 多年的发展, 中国水力资源进入西部开发的关键阶段, 需要妥善处理好项目开发建设管理体制、移民搬迁安置、枢纽工程建设、生态环境保护、项目建设程序等问题。结合金沙江下游河段水力资源开发的实践, 对西部水力资源开发的项目管理进行了探索。

[关键词] 项目管理; 水力资源; 西部开发; 金沙江

[中图分类号] C935 TV213.2 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2010)08-0030-07

## 1 西部水力资源开发进程

### 1.1 中国水力资源开发进程

新中国成立 60 年, 尤其是改革开放 30 年, 中国水电由建国前的 16.3 万 kW, 改革开放前的 1 728 万 kW, 到 2008 年发展到了 1.72 亿 kW。水电在支撑国民经济建设中发挥了重要作用。

根据 2003 年全国水力资源复查成果, 中国水力资源地域分布状况极其不均, “东少西多”, 需要“西电东送”。中国水力资源开发程度与国家经济社会的发展阶段和区域条件相关, “东多西少”, 需要加快西部水力资源开发。中国水力资源集中分布在大江大河干流, 利于建设大型水电基地, 便于规模开发和规模外送, 但年、季时间分布不均, 需要建设调节性龙头水库。中国 30 万 kW 及 100 万 kW 以上的大型和特大型水电站装机容量所占比重重大, 且分布相对集中在西南地区。

随着西部大开发战略及“西电东送”规划的全

面实施, 西部地区水力资源开发必然成为中国水电建设的主要基地。按照国家可再生能源中长期发展规划, 水电装机规模到 2020 年达到 3 亿 kW, 技术开发程度达到 56%。规划 2010 年和 2020 年西部地区开发规模分别为 1.09 亿 kW 和 2.27 亿 kW, 开发程度分别达到 24.9% 和 51.5%。开发重点在金沙江、雅砻江、大渡河、澜沧江、黄河上游等。

### 1.2 金沙江下游河段水力资源

金沙江属于长江上游河段, 坡陡流急, 水量丰沛且稳定, 落差大且集中, 是我国水能资源开发的“富矿”及实现“西电东送”战略目标的重要能源基地之一。

金沙江的下游河段从攀枝花到宜宾, 全长 782 km, 落差 729 m。开发任务是发电、航运、防洪、灌溉和水土保持, 自上而下分乌东德、白鹤滩、溪洛渡、向家坝 4 级开发。金沙江下游河段水力资源梯级开发各电站主要特性见表 1。

[收稿日期] 2009-11-25; 修回日期 2009-12-18

[基金项目] 国家自然科学基金委员会、二滩水电开发有限责任公司雅砻江水电开发联合研究基金重点项目(50539130); 国家自然科学基金面上项目(70671058)

[作者简介] 陆佑楣(1934-), 男, 上海市人, 中国工程院院士, 清华大学教授, 博士生导师, 长期从事水电工程建设的技术和管理工作;

E-mail: fan\_qixiang@ctgpc.com.cn

表1 金沙江下游河段水力资源梯级开发各电站主要特性表

Table 1 Major characteristics of the cascade hydropower projects at the lower reaches of Jinsha River

项目	乌东德	白鹤滩	溪洛渡	向家坝	合计
控制流域面积/万 km <sup>2</sup>	40.61	43.03	45.44	45.88	47.32
年平均流量/亿 m <sup>3</sup>	3 870	4 110	4 570	4 570	4 920
坝高/m	265	284	278	162	
正常蓄水位/m	975	825	610	380	
正常蓄水位库容/亿 m <sup>3</sup>	58.63	190.06	115.7	49.77	414.16
防洪库容/亿 m <sup>3</sup>	18.60	75.00	46.5	9.03	149.13
装机容量/MW	8 700	14 004	12 600	6 400	41 300
多年平均发电量/亿 kW·h	386.7	602.41	571.2	307.47	1 868
淹没土地面积/亩	155 671	324 413	231 313	88 275	799 672
淹没影响人口/人	37 377	81 866	46 786	95 597	261 626

注:1亩=666.67 m<sup>2</sup>

溪洛渡和向家坝水电站作为第一期工程,是西电东送中通道的一组骨干电源,已相继于2005年、2006年正式开工,并于2007年、2008年工程截流。乌东德和白鹤滩水电站作为第二期工程,分别处于预可研和可研前期工作阶段。

### 1.3 西部水力资源开发的特点

西部地区是中国的江河之源,水能、矿藏、森林、生物植物多样性等优势资源富集,同时也是生态环境十分脆弱的地区,因地理位置、历史、民族、交通等诸多原因,经济一直较弱。金沙江下游河段属四川、云南两省界河,涉及两省7个市(州)24个县(区),是少数民族聚集区。该区域绝大部分人口散布在零星平坝和支流河谷内,人多耕地少。

西部水力资源开发所处地域工程地形、地质条件复杂,地震活动频率高、强度大,一般为7~8度。金沙江下游河段土壤侵蚀严重,河流含沙量大,珍稀特有鱼类种群资源和繁殖逐渐减少。

西部水力资源处于干支流、梯级、多项目同时开发阶段,大多遵循“流域、梯级、滚动、综合”的开发模式。流域资源综合利用面临从单项目的多目标管理与调度转向流域多个业主、多项目、多目标水库群的建设与调度。流域性水电开发企业面对跨地域、多项目管理与未来水库群联合运行的挑战。

### 1.4 开发理念

西部水力资源开发面对工程技术、水库移民、生态环境、区域发展、民族团结、建设程序和社会稳定等问题。一定程度上说,非工程技术问题成为了水电开发需要特别重视的问题。中国水力资源开发经历了技术与装备制约、项目投资制约、电力市场制约等阶段,在西部尤其是西南水力资源全面开发的现在,进入了水库移民制约、生态环境制约和建设

程序制约的阶段。要实现又好又快开发目标,需要在保护生态与环境、做好移民工作的基础上,积极有序开发水电。

中国长江三峡集团公司肩负“建设三峡、开发长江”的历史使命,在建设运行好三峡工程的同时,经国家授权开发金沙江下游河段水力资源。三峡集团从项目全生命周期理论出发,注重从整体、综合的角度,兼顾两省界河的特点,统筹考虑项目规划、建设、运行全周期的开发体制、运行机制与利益关系;力求处理好流域资源开发和移民安稳致富、生态环境保护以及地方经济社会发展的全局性、累积性和差异性。在金沙江溪洛渡、向家坝工程建设之初,提出了“建好一座电站,带动一方经济,改善一片环境,造福一批移民”的水电开发新理念;遵循“规范、有序、协调、健康”的管理原则,努力把金沙江下游河段水电开发项目做成工程建设好、环境保护好、移民安置好、综合治理好的西部水电典范工程。

从2003年溪洛渡工程筹建以来,国家主管部门和云南、四川两省各级党委政府,高度重视工程建设和移民工作,采取多种措施,如期完成了施工区和截流围堰区的移民搬迁,创造了稳定的工程建设环境,确保了溪洛渡和向家坝水电站开工、截流等国家核准的工程控制性节点目标的顺利实现。目前,两个工程已经由开挖阶段,转入大坝主体混凝土施工,地下厂房机电埋件和混凝土浇筑的阶段。

## 2 跨省界河电站资源开发管理体制

### 2.1 界河电站资源开发体制

大江大河干支流的水电开发基本形成了中央电力企业为主、地方政府投资机构和相关投资者共同

组建流域开发项目业主,发挥了企业和政府的积极性。

金沙江下游河段溪洛渡和向家坝项目核准时,国家确定“该电站由三峡总公司负责建设和管理。今后,根据金沙江开发进程等实际情况,可吸收其他投资者,特别是四川、云南两省的投资机构,共同组建由三峡总公司控股的金沙江下游水电开发公司进行建设和管理”。

三峡集团以三峡工程发电资产的市场化、资本化运作形成了滚动开发长江上游水力资源的资本能力,通过三峡工程形成了大型水电工程建设管理和运行维护的核心能力。目前,三峡集团公司作为项目业主负责溪洛渡、向家坝工程的建设。

## 2.2 项目建设组织结构

三峡集团工程建设实行矩阵式管理。设立了金沙江开发公司筹建处,负责流域开发综合性的公共关系、基地建设、后勤保障、技术支持;在工程所在地设立工程建设部,负责工程建设的质量、安全、进度、投资、环境保护和施工区封闭管理;设立移民管理局,归口负责金沙江移民实施和规划设计工作。金沙江各部门设立有综合职能部门和动态调整的项目管理部门,并建立了水文气象、试验、测量、金结检测、安全监测、环境管理和工程档案中心等专业技术中心。集团公司对项目投资、财务、人力资源、新闻宣传以及工程管理信息系统实行跨地域、多项目的集中统一管理。

## 2.3 梯级调度和建设管理基地布局

考虑4个电站按两组电源分送国网、南网,结合地理位置又处川滇两省的特点,在成都、昆明分别设立两个梯级调度中心,并与宜昌负责三峡、葛洲坝两电站的梯调中心互为备用。

考虑4个电站地处川滇两省,昆明、昭通、凉山、移民4个地州市的情况,根据地理位置、坝址地形、对外交通等条件;从有利于减少征地和移民、有利于保护环境和水土保持、有利于电站建设生产与生活设施合理布置、有利于资源优化配置出发,确定4个电站工程建设与运行管理中心所在地。

梯调中心以及项目建设与运行管理基地布局遵循了尊重当地自然环境、资源有效配置、减少征地移民并有利于环保水保的原则,妥善平衡了两省四州市和坝址所在县的利益关系。

## 2.4 界河电站建设期税收征管体系

在川滇两省领导和税务部门的支持下,建立了

界河电站建设期税收“两地联合组建一个征管机构、业主集中代扣代缴、按比例和属地分配税收”的联合征管体系。建立了年度和专题性的税费联席会议制度。跨省界河电站建设期税收征管体制的有效探索,有利于充分利用坝址区自然地形环境合理布置枢纽建筑物与施工总平面,做到资源优化配置。

## 2.5 施工区封闭管理体制

结合大型水电工程施工区封闭管理经验,给工程创造一个良好的建设环境,云南、四川两省联合下文,确定了“业主为主、地方配合、依法管理、分区负责”的施工区封闭管理体制并设立由工程所在地市州政府领导和项目业主共同参加的施工区管理委员会。地方政府在施工区内成立电站公安分局。

## 2.6 国家审计过程跟踪审计制度

三峡集团公司在已建立的内部审计和第三方社会审计制度的基础上,主动提请国家审计署对金沙江下游河段已经开工建设的溪洛渡和向家坝水电工程进行过程跟踪审计。国家审计署建立年度跟踪审计制度,溪洛渡已完成2007年、2008年两个年度审计;向家坝已完成2009年度审计。通过国家审计,进一步规范了国家重点工程的建设管理,推动了枢纽工程和水库移民工作的有序进行。

# 3 水库移民工程

## 3.1 金沙江下游水库移民任务

西部大型水电项目建设正处于我国体制转轨、社会转型、政策与法规完善、利益分配格局调整、人们思想观念深刻变化的改革发展时期,移民搬迁安置面临的问题更加复杂。

金沙江下游4个电站共需搬迁安置移民约30万人。库区移民可以分为两类:向家坝库区主要淹没2个县城近10个集镇,规划移民约12万人,城集镇移民与农村移民基本相当。向家坝库区需要整体搬迁的两个县城,根据库区地形地质条件以及安置容量,四川的屏山县由目前金沙江边整体搬迁到岷江边,云南的绥江县整体后靠。其他三个电站库区移民主要是农村移民,其中溪洛渡规划移民约6万人,以农村为主。

## 3.2 水力资源开发的移民工作体制

国家水电开发移民工作体制是“政府负责、县为基础、项目法人参与、综合咨询”。地方政府是移民工作的责任主体,全面负责实施。国家实施开发性移民方针,使移民“搬得出,稳得住,逐步能致

富”。项目业主在移民实施过程中处在参与地位,负责移民资金的筹措和拨付。在项目规划和建设阶段,要注重电站蓄水位和施工总布置的选择,通过综合比较,采取管理措施和技术措施,利用时间和空间差,少征地、少移民。

### 3.3 西部水力资源开发的移民资源环境

西部水电工程一般位于淹没耕地面积和迁移人口相对不多的区域,相比东中部地区,水库移民经济指标相对优越。西部水力资源开发水库淹没耕地相对较少但对移民生活、地区经济和社会发展影响很大。我国西部地区国土面积大但耕地并不多,人均耕地面积不及全国平均水平,高产稳产良田占总耕地的20%~30%,农民对江边良田好地的依赖程度更大。

流域梯级开发在空间和时间上的集中程度大、项目规模大,在一个区域内淹没土地和搬迁移民相对集中,农村移民安置所需的耕地及其后备土地资源更加紧张。农村移民在以大农业安置的原则下,需要采取外迁以土安置或者多渠道安置方式。

### 3.4 金沙江下游界河电站水库移民特点

两省界河工程水电移民工作中妥善处理的主要问题有:两岸社会经济发展水平及相关税费政策差异、两岸农村移民安置环境容量和综合条件不同、安置方式对应的补偿补助费差异引导安置意愿选择、库区基础设施重建在标准、规模上超出“保持原规模、原标准、恢复原功能”原则以及两岸平衡处理问题。

### 3.5 两省界河电站移民工作的基本做法

移民工作中要处理好两省界河电站建设的差异性。经过国家发改委协调决策,对于界河两岸差异要做到“同库同策”和“一库一策”。

“同库同策”内容:严格执行国家移民政策和补偿补助标准,严格执行移民规程规范;两岸移民个人财产补偿项目和价格一致;两省征收的相关税费在可研概算范围内按照两省确定的标准就高不就低;工程概算外由项目法人从电站出资的部分两岸基本一致;支持两岸经济社会发展和履行企业社会责任大体一致。“一库一策”内容是各个电站的补偿补助标准依据当地社会经济发展水平,按照规程规范确定。

项目业主作为电站投资主体,既要维护移民政策的严肃性和连续性,又要实事求是解决发展中的移民问题,保证投资效益。在实施中要充分依靠各

级政府推动落实移民工作,一是移民实施规划要严格落实国家移民政策和规程规范;二是确实需要解决的政策之外的移民问题采取非移民政策的特殊措施来解决;三是由电站出资的超出工程概算的部分,技术论证,统筹协调,两省相当;四是执行重大设计变更程序。实施中还要注重两省移民工作在控制性节点、政策宣传、移民培训等方面的协调。

建立有效的分层次移民协调机制。为了及时有效沟通和协调解决水库移民中出现的问题,在国家发展改革委和能源局的主导下,基本形成了4个层次的协调机制。一是国家发改委能源局牵头的云南、四川两省、项目业主、水电规划总院等参加的国家部委层面协调机制;二是云南、四川两省和三峡总公司的协调机制;三是项目所在地州政府和三峡总公司及其移民管理局的协调机制;四是移民项目所在地县级政府与业主、设计、移民监理等各方参加的县级政府层面协调机制。在这个协调体系中,首先强调实施过程中的执行问题立足基层和现场在县级政府层面解决;对于移民两省相关政策差异的问题立足国家层面解决;对于建设规模和标准的问题,以省级层面和州市层面协调为基础,兼顾两省平衡。

### 3.6 落实“先移民,后工程”的要求

移民是一次社会资源和财富的重置过程,是发展的机遇,做不好也是发展的制约。溪洛渡和向家坝水库移民工作处于国家移民政策的调整时期。在移民实施规划方面的主要变化,就是在可研阶段由项目法人为主编制移民搬迁安置规划,实施阶段由地方政府负责编制移民实施规划的两阶段工作体制,转变为可研阶段由项目法人完成实施规划的一阶段工作体制。

溪洛渡和向家坝施工区和截流围堰的部分移民进行了临时过渡搬迁和应急保障搬迁。国家发改委明确提出“先移民、后工程”的要求,是从根本上保证移民搬迁安置工作按规划先行有序进展,不搞过渡安置。实施中,需要从建设程序上处理好电站筹建和移民实施规划及项目核准的关系。对大型水电工程,宜从施工区移民和截流围堰区移民来试点。实施中需处理好搬迁和安置的关系,搬迁完成不等于安置到位,要做到移民宅基地和住所落实、生产安置手段落实、就业培训落实、养老保险和社会保障落实。

### 3.7 移民管理信息系统

移民管理信息系统以求在移民实物指标管理、

移民投资结算管理等方面,依靠地理信息系统和网络信息技术,实现地方政府移民部门、项目业主、项目设计单位、移民监理单位,在一个系统平台上的跨地域管理,做到实物指标的合法、准确、唯一,做到移民投资和移民搬迁安置工作在完成量上、形象上的匹配,为移民搬迁安置后的生产生活发展提供后评价基础。在地方移民机构的支持下,三峡集团公司组织开发金沙江项目移民信息管理系统。目前实物指标模块处于数据测试阶段。

### 3.8 移民和地方经济发展的长效机制

金沙江下游河段水力资源的开发主要输送到东中部和沿海地区,要保持移民搬迁安置后生产生活的稳定与发展,需要建立西部水力资源开发利益分配的长效机制。一是在外送电落地电价具有竞争力的基础上,在电价中适当考虑地方经济社会发展和移民生产生活长远保障的利益机制;二是中央和地方从电站建设和运行中取得的财税更多地用于资源所在地付出土地代价的地方政府和移民;三是地方政府投资机构入股获得电站运行受益的分成,在地方投资机构方面要考虑省、市州和县级层面的受益;四是落实电站直供电政策,使直供电成为当地经济发展的基础动力;五是探索移民个体和水库淹没地地方政府使用电力的优惠措施。

## 4 枢纽工程建设管理

### 4.1 枢纽工程建设管理体制

溪洛渡和向家坝水电站枢纽工程建设严格执行“项目法人负责制、招标投标制、建设监理制、合同管理制”。科学规划,合理分标。首先编制工程总体实施规划,对主体工程制定了“招标项目实施规划、设计与施工重大技术专题研究、招标设计、招标文件、施工图设计”的工作程序和审查审批制度。对前期筹建工程确定施工图招标。实施中要确保合理的勘测设计周期和招标设计深度,以减少合同实施中的变更。对建安工程、物资设备采购以及项目监理,采用“公开招标、公平竞争、公正评标”的方式,择优选择承建单位。根据招标项目的性质和特点,确定采用综合评标法和合理最低价等评标方法,依靠专家评标,集体决标。注重发挥云南、四川两省相关企业的作用。

### 4.2 投资管理和合同管理

对枢纽工程建立了“静态控制、动态管理”的投资控制体制。对静态投资,建立了国家核准概算、业

主执行概算、合同变更价管理和合同价管理的四级投资控制责任体系,明确了合同价管理和变更管理的制度和程序。对动态投资,委托专业单位开展价格动态监测,提出价差调整方案,根据合同条款,适时进行价差结算。合同商务部分风险分担条款和报价单的设计适应了水电建筑市场和承包商组织结构与管理格局的变化形势。聘请专业机构开展了工程建设主要合同单价的定额测定和单价分析工作。

### 4.3 技术管理和科技创新

西南水电工程尤其是金沙江下游梯级电站因所处的地质地震背景和水文泥沙环境,一般具有“三高三大”的特点。“三高”是高坝、高边坡、高地震烈度;三大是流速大、地下厂房大、水轮发电机组大。实行总工程师技术负责和重大技术专家咨询;聘请国内外资深专家和科研院所对工程重大设计和施工技术问题进行研究和咨询;充分发挥施工科研的作用,做好关键技术的科技攻关。通过深化设计和进一步的模型试验,大坝、泄洪建筑物以及水库泥沙等关键技术问题得到了有效解决。

在实践中,向家坝工程深厚覆盖层沉井群、31 km长皮带骨料运输系统、大跨度A字架平移式国产缆机系统,溪洛渡工程拱坝拱肩槽开挖、导流洞进出口围堰群爆破、工程截流,溪洛渡和向家坝大坝河床坝段复杂基础处理、大型地下厂房岩壁吊车梁开挖、大型地下洞室群开挖、地下薄壁结构常态混凝土施工及薄壁结构混凝土温控防裂等关键技术问题得到了有效解决。

### 4.4 坚持质量、安全“双零”管理目标。

坚持“双零”管理目标。在工程质量和安全管理上,牢固树立“零质量事故、零安全事故”的“双零”管理目标,要求用“零违章、零隐患确保零安全事故,用零缺陷确保零质量事故”。

建立了“1+5+2”的质量管理体系。“1”是指由工程建设业主、设计、施工、监理等组成的工程质量管理委员会。“5”体现在内部质量管理和监督上,由施工单位“三检”制;监理工程师平行抽检;业主项目部和试验、测量、金属结构检测、安全监测、环境保护等中心的专业抽检与复核;专业质量总监技术把关;三峡总公司金沙江质量检查专家组年度和专题检查等构成。“2”是体现在外部管理上,由常驻现场承担政府质量监督职责的水利部水利工程建设质量与安全监督总站和阶段性开展工作的履行国家工程安全鉴定职能的水电水利规划总院两方面构

成。这个体系,在溪洛渡和向家坝工程截流验收中发挥了重要作用。

为加强对金沙江水电工程质量的监督检查,三峡总公司于2005年10月成立以潘家铮、谭靖夷为顾问,陆佑楣为组长、张超然等为副组长的由国内同行业院士和资深专家组成的金沙江水电开发质量检查专家组,到工地开展年度例行检查,并根据工程建设的阶段性、专业性特点开展专项检查。金沙江各工程建设部设立了混凝土、灌浆、地质、地下工程等专业质量总监。

实行对标管理,树立质量和安全样板作业面。传承三峡工程的管理理念和管理措施,向三峡三期工程管理看齐,并在管理上要有创新和进步。对混凝土施工、地下厂房岩壁吊车梁和溪洛渡大坝拱肩槽开挖确定了对标目标。通过同台竞技、技术比武、劳动竞赛、创优争先、考核奖励等活动,树立质量、安全文明的样板工程和样板作业面。

安全生产实现“三个转变”。安全生产实现从事后查处向事前防范,从集中整治向规范化、制度化、日常化管理,从人治向法治的三个转变。制订了《水电工程建设项目招标文件安全生产标准条款》,专列安全项目和投入,从技术和商务上规范全过程安全管理。重点做好建筑市场准入和农民工“统一用工、统一培训、统一食宿、统一劳保、统一体检”的五统一管理。聘请日本安全总监,建立了安全总监和专职安全员队伍,增加安全投入。主动接受国家安全生产监督管理总局和两省各级安全生产监督管理局的检查。

通过工点管理落实精细化管理。工程建设是一个持续的生产实践活动。工程管理要求在“PDCA”的循环中实行精细化管理。一是全员全过程全面的管理;二是过程管理;三是数据管理;四是持续改进。溪洛渡主体工程实行工点管理;对各项目建立工点责任制,明确施工、监理、设计和业主项目管理对口责任人,把项目质量、安全、进度和文明施工的考核落实到工点上,使项目管理的重心落实到现场上。

#### 4.5 风险管理和应急管理

水电工程是一个高风险的工程,项目管理的水平一定程度地体现在对工程风险的把握上。对每个合同项目,建立了各阶段动态风险分析制度,每年的工程安排重点是对风险的分析和防范。注重应急管理,分阶段进行工程建设危险源分析,编制了应急预案,并开展了演练。形成了建筑工程一切险、业主大

型施工设备综合险及雇主责任险“业主统筹安排、择优选择承保、合理分配风险、跨区联合服务、兼顾各方利益”的保险模式。承担工程保险的各大保险公司也把工作重点放在风险辨识和风险防范上。

#### 4.6 工程管理信息系统

金沙江水电开发的项目管理是跨地域的、分职能、分项目、分层次的管理。工程进度、质量、安全、投资管理及财务结算,在业务链上实现业主、设计、监理、施工各方同平台无缝交接和有效认证。金沙江工程管理信息系统的主要原则是统一规划建设多项目、跨地域的网络通信系统;构建集团化办公平台,实现公共管理共享;规划专业系统和公共系统的数据结构,统一软件与接口;依项目概算和投资的完整性及时分摊与汇总。根据业务需求和管理要求,金沙江项目形成了“以 TGPMS 工程管理系统为基础平台和核心系统,工程协调工作平台为基础,各专业化子系统并举,合理扩展和外延”适应精细化管理的信息化体系。

### 5 环境管理

金沙江下游河段水电开发的库首是国家西部重工业基地攀枝花市,出库是四川宜宾市和云南化工生产基地水富县。入库有雅砻江汇流,出库有岷江汇流后入长江。梯级水库的出库是长江上游珍稀特有鱼类保护区。梯级水电开发环境保护主要面临两个挑战:一是枢纽工程建设区的环境问题,二是流域梯级水电开发的综合性和累积性环境问题。

#### 5.1 枢纽工程建设环境保护

可行性研究阶段,开展了工程环境影响评价报告和水土保持方案研究设计工作。重点对长江上游国家级珍稀特有鱼类自然保护区、水库水温与水质、气体过饱和、陆生生态、施工区及移民安置区环境保护和水土保持等专题进行了充分论证和规划设计,系统制订了可行的对策和减缓措施。对白鲟、达氏鲟、胭脂鱼等国家珍稀保护鱼类和特有鱼类的影响,采取枢纽工程结构与水库调度优化、珍稀特有鱼类保护区范围合理调整、开展鱼类生态史研究、采取人工繁殖、增殖和放流等综合措施进行适当的补救、补偿后,可将不利影响降到最低程度。长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区已经开始建设,溪洛渡、向家坝增殖放流站已在向家坝工地建成,在2008年和2009年进行了两次人工放流,共放流珍稀和特有鱼种5万余尾。

实施阶段,分阶段开展了电站“三通一平”筹建工程环境影响评价、环境保护总体设计、流域梯级开发环境问题专题研究和环境保护措施变更设计等工作。主要做法有:建立并不断完善环境保护和水土保持管理体系,设立环保管理中心;制定《金沙江下游水电工程项目招标文件环境保护条款》,要求各项环保措施和对应的技术要求真正落实到招标文件的合同条款、设计图纸和工程量报价清单中,保证环境保护与水土保持工作投资到位,使用到位;制定环境保护工作的管理办法和考核体系;开展建设期环境保护重大技术专题研究和技术引进;开展环保、水保监测和污染物排放申报;按照“界河以流域机构为主、陆上按属地分区实施”的形式开展环境监测,综合发挥流域管理机构和地方行业专业部门的作用。全方位、全过程主动接受各级部门的监督检查和行业指导。

## 5.2 梯级开发环境保护对策研究

重点研究梯级开发对水文情势、水温、气体过饱和、水质等对水生生物的累积影响。根据梯级开发低温水累积影响专题研究成果,溪洛渡水电站进水口已明确采取分层取水方案。和美国大自然保护协会开展了金沙江下游向家坝以下至重庆段长江上游珍稀特有鱼类保护区生态流需求研究。

开展了金沙江下游河段环境监测系统的规划设计,建立了涵盖金沙江下游河段以及影响区域的水情自动测报系统、水库水文泥沙监测与研究系统、水库地震监测系统、局地气候监测与研究系统和气象灾害预警系统等。如梯级电站出入库控制性水沙综合监测站,在上游雅砻江与金沙江交汇口以下建立了三堆子观测站;在4个梯级的出库位置,岷江、横江与金沙江汇合口以上建立了向家坝观测站。这两个控制站,既是工程专用水文站,也是国家基本水文站,除了开展水位、流量、悬沙、颗分等常规观测外,

还增加了水温、水质、底泥等水环境监测项目,对三堆子站还专门开发研制实施了卵推、沙推监测项目。如水库地震监测系统,在溪洛渡、向家坝工程截流前后,分期建设了工程库首区与库区地震监测系统,通过阶段验收并开始投入试运行。系统可实时捕捉和准确监测梯级电站库区地震活动动态,分析和掌握库区天然地震以及水库诱发地震的活动规律与发展趋势,提供监测成果和震情趋势判断意见。系统实时记录了2008年四川汶川特大地震过程曲线。

金沙江下游在建的溪洛渡和向家坝水电站环境保护持续完善并初见成效,全工区已逐步呈现出一派现代化的、和谐繁荣的绿色环保景象。

## 6 结语

向家坝和溪洛渡处在主体工程建设阶段,分别在2012年和2013年实现水库蓄水、首批机组投产目标。水库移民是制约电站蓄水发电目标的关键;枢纽工程要做好复杂地质基础处理,建设优质混凝土大坝,建设安全的高速水流泄洪消能设施;继续强化工程风险管理和应急管理,建设突发重大自然灾害和公共卫生事件的应急能力。

要使水库移民、地方发展和电站建设互利共赢,需要研究水力资源和谐开发的利益共享机制,构建水电开发与水库移民、当地社会经济发展,环境和生态保护的长效机制,构建东西部资源利益转移机制。以水电开发和水资源综合利用为载体,做好金沙江下游河段产业规划、环境保护规划和水土保持规划,确保水库水环境安全。开展长江干支流水库群联合调度研究,综合考虑防洪、生态、泥沙、发电的关系,在多目标复杂系统生态调度的基础上,实现水资源的综合有效利用。

(下转 48 页)