

文章编号:0559-9342(2008)02-0091-03

白山抽水蓄能电站机电设备采购及 设计服务综述

王亚明¹, 潘虹¹, 朱维志¹, 李志远², 程振江², 于忠祥¹, 郑光伟¹, 牛巨山¹

(1. 中水东北勘测设计研究有限责任公司, 吉林 长春 130021;

2. 白山抽水蓄能电站筹建处, 吉林 桦甸 132400)

关键词: 机电设备; 采购方式; 安装调试; 设计; 总协调; 抽水蓄能电站

摘要: 由于工程立项、资金来源和历史条件的限制, 白山抽水蓄能电站在机电设备采购方式上, 没有采用国内已建和在建抽水蓄能电站将主、辅机设备捆绑在一起, 由主机设备供货商总承包的招标采购模式, 而是参照了我国混流式水轮发电机组及其机电设备的成功招标采购模式, 首次在国内采用了抽水蓄能电站机电设备逐一分别招标采购方式; 设计单位在机电设备整个安装、调试过程中起总协调的作用。总结该工程机电设计、服务的特点、经验和教训, 对我国大型蓄能电站主机和附属及配套设备的招标采购模式进行了探讨。

Procurement and Design Service Characteristics of E&M Equipment of Baishan Pumped Storage Power Station

Wang Yaming¹, Pan Hong¹, Zhu Weizhi¹, Li Zhiyuan², Cheng Zhenjiang², Yu Zhongxiang¹, Zheng Guangwei¹, Niu Jushan¹

(1. China Water Northeastern Investigation Design & Research Co., Ltd., Changchun Jilin 130021;

2. Baishan Pumped Storage Power Station-Construction & Management Dept., Huadian Jilin 132400)

Key Words: E&M equipment; procurement mode; installation and commissioning; design; overall coordination; pumped storage power station

Abstract: Owing to the restrictions of project requirement, source of capital and historical conditions, in the procurement of E&M equipment, the project management and design institute of Baishan Pumped Storage Power Station do not adopt the typical way of bundling the main unit and auxiliary equipment together in the bid to be supplied by the main unit supplier which is also the main contractor. Rather, they go for a new method of purchasing the E&M equipment separately. This paper also describes how the design unit performs overall coordination in the installation and commissioning process service. The E&M design, service characteristics, experience and lessons learnt in this project provide insights and discussions for the bidding and procurement mode of the main unit and auxiliary equipment of large-scale pumped storage power stations in China.

中图分类号:TV734;

文献标识码:B

0 概述

白山抽水蓄能电站位于吉林省桦甸市白山镇, 第二松花江上游, 利用已建成的白山电站(一期装机 3×300 MW, 二期装机 2×300 MW)水库(不完全多年调节)做上库, 红石电站(装机 4×50 MW)水库(日调节)做下库。安装 2 台单级混流式可逆机组, 单机容量 150 MW, 总装机容量 300 MW。机-变采用单元接线, 220 kV 两回出线系利用白山二期现有的 220 kV 开关站和白东北线(白山二期电站至东丰变电所北线)、白高线(白山二期电站至高集岗变电所)接入电力系统。电站建成投产后, 在系统中担负调峰、填谷、调频和事故备用任务。其在电网低谷负荷时抽水, 既避免了部分火电机组在低

谷时停机, 改善了电网结构; 同时又可以增加水头效益, 提高白山水电站的综合利用率。在汛期, 蓄能机组还可发电增加

收稿日期:2006-09-18

作者简介: 王亚明(1960—), 男, 吉林长春人, 教授级高工, 从事水电站电气设计工作; 潘虹(1962—), 女, 上海人, 教授级高工, 从事水电站电气设计工作; 朱维志(1956—), 男, 吉林敦化人, 教授级高工, 从事水电站电气设计工作; 李志远(1965—), 男, 吉林吉林人, 高级经济师, 从事水电站管理工作; 程振江(1952—), 男, 吉林吉林人, 高级工程师, 从事水电站电气专业工作; 于忠祥(1953—), 男, 吉林永吉人, 教授级高工, 从事水电站水力机械设计工作; 郑光伟(1952—), 男, 吉林长春人, 教授级高工, 从事水电站电气设计工作; 牛巨山(1944—), 男, 吉林长春人, 教授级高工, 从事水电站电气设计工作。

发电量。

白山抽水蓄能电站工程布置于已建的白山电站左岸(二期)厂房和白山电站拱坝之间,电站主要由上库进/出水口、上输水洞、地下厂房及附属洞室、下输水洞和下库进/出水口等建筑物组成。电站于2002年开工,于2005年9月开始进行1号机组设备的静态调试,于2006年7月两台机组全部投产。

1 机电设备采购方式及特点

白山抽水蓄能电站是在已建白山电站的基础上进行常蓄结合式开发利用的水电工程,是以技术改造项目立项建设的蓄能电站。同国内其他蓄能电站相比,建设投资较少,仅为7.9亿元,相当于2633元/kW。由于工程立项、资金来源和历史条件的限制,白山抽水蓄能电站的工程建设管理单位和工程设计单位为科学合理地使用好有限的资金,在机电设备采购方式上,没有采用国内已建和在建抽水蓄能电站将主、辅机设备捆绑在一起,由主机设备供货商总承包的招标采购模式,而是参照了我国混流式水轮发电机组及其机电设备的成功招标采购模式,首次在国内采用了抽水蓄能电站机电设备逐一分别招标采购方式。

1.1 主机设备

由于白山抽水蓄能电站水头较低、水泵水轮机转轮直径较大(5.5 m),故设计制造难度也较大。为此,工程建设管理单位和设计单位对如何采购主机设备,进行了大量的国内外制造厂商的征询、调研和多种采购方案的研究论证工作。在既能节省投资又要在技术上有可靠保证的前提下,最终确定了从国外进口关键部件和引进关键技术、由国内制造厂成套供货的采购原则。即:水泵水轮机的第一台转轮由国外引进,第二台由国内制造厂供货,转轮的设计、技术性能、参数、材质等各项指标要求达到第一台国外引进转轮的同等水平。主轴密封和发电电动机的推力轴承要求引进国外技术设计制造。经过招投标,哈尔滨电机厂作为承包方,负责从日本日立公司引进1号机转轮,还负责其他如水泵水轮机、发电电动机、蝴蝶阀及自动化元件等的设计、制造、供货和现场安装调试的指导服务。

1.2 附属设备

机组的励磁、调速系统设备采取单独招标采购。

(1)发电电动机励磁系统设备由广州电器科学研究院负责总承包供货、现场调试和售后服务,并要求1号机励磁系统引进ABB公司UNITROL 5000型原装进口设备;2号机励磁系统则采用其自行开发的EXC-9000型设备。

(2)水泵水轮机调速器由武汉事达电器公司负责总承包供货、现场调试和售后服务,并要求1号机调速器的电气柜引进维奥机电设备公司的TC1703XL微机调速器;而1号机调速器的机械柜和2号机的整个调速系统设备则全部采用其自制产品。

1.3 其他设备

(1)发电机断路器、换相开关、起动开关由国内代理商引进瑞士ABB公司产品。

(2)静止变频起动装置(SFC)设备由国内代理商引进法国ALSTOM公司产品。

(3)发电机电气制动开关设备由国内代理商引进德国西门子公司产品。

(4)发电电动机-变压器组的继电保护装置由阿城继电器股份有限公司负责供货,要求采用美国GE公司GAPS-G-T型微机保护装置;厂用电保护装置由许继电气股份有限公司负责供货。

(5)计算机监控系统的电站控制级设备系结合白山发电厂计算机监控系统统一考虑,由中国水利水电科学研究院自动化所承担硬件配置和应用软件开发。现地控制级计算机设备均由维奥(北京)机电设备公司负责供货及应用软件的开发。

(6)其余设备,如:13.8 kV发电机电压离相封闭母线及其相关接口设备(电流互感器、电压互感器柜、限流电抗器柜)、主变压器、220 kV断路器、隔离开关、互感器、220 kV电力电缆、空压机、桥机以及厂用电等设备,均分别招标采购。

2 采购方式存在的利弊

上述机电设备的采购模式,尤其是主机设备的采购,为我国抽水蓄能电站机电设备走国产化的道路开辟了新的途径,使国内制造厂在大容量蓄能机组设备的设计、研发和制造能力方面上了一个新台阶,促进了民族工业的发展,为工程节省了大量投资。辅机和其他设备的采购,不但节省了资金,而且在设备选择上更灵活、更具有主动性,容易选购到质量上乘、技术先进、性能可靠的理想产品。但这种招标采购方式也随之带来了新的问题。

(1)大大增加了工程设计单位的工作量,设计人员为此编制了几十份设备采购招标文件,参加了所有设备的评标、合同谈判、设计联络及国内设备的出厂验收工作。

(2)与业主单独签订供货合同的设备厂商达几十家,但缺少一个统领者,所有设备间的接口设计均得由设计单位承担。

(3)抽水蓄能电站机电设备国产化,目前还是一个全新的领域,涉及到一系列新技术、新工艺、新材料。国内各生产厂商对国外新技术的消化、吸收、应用尚需有一个过程,更需要在工程中试验、验证和提高;因此一些厂商在设备交货时,往往不能按供货合同要求提供完整、准确的技术资料,从而给工程设计、设备安装、调试都带来一定困难,增加了设计图纸修改量。

(4)按照供货合同要求,业主要参加所有设备的设计联络、工厂验收、中间试验以及资料确认等各项工作,业主单位虽然投入了大量人力,但仍然难于应付,特别是对设备分散、供货厂商众多且水平参差不齐、技术要求复杂的统一协调工作,经过一段实践后更感力不从心。

为弥补上述不足,使白山抽水蓄能电站能保质、按期投产,国电东北公司和白山发电厂特委托东北勘测设计研究有限责任公司(工程设计单位)承担白山抽水蓄能电站机电技术总协调任务。

3 设计总协调的服务工作

协调工作包括工程协调和技术协调两部分。业主和监理主要负责工程协调部分,技术总协调部分由设计单位承担,主要包括设计协调、设备技术性能保证和现场安装调试协调服务等。

3.1 设计协调

机电设计人员对各供货厂商、土建设计、施工单位、设备安装单位就图纸、样板、尺寸及必需的资料适时召集会议组织协调,以保证所有与机组、主变压器、断路器等主要机电设备有关的设计方案、厂房布置、土建结构以及设备制造、大件吊运、安装进度、调试与验收试验工作的正确实施和顺利完成。

3.2 现场安装调试总协调

3.2.1 设备交货前的协调

在设备交货前,要求监控、继电保护、励磁、调速、SFC等供货厂商同时到达白山工地,向业主、监理、设计、安装单位进行技术交底。为使供货厂商有备而来,事前分别向各厂商发出技术交底邀请函,函中重申了供货合同中的主要技术要求和性能保证,阐述了设备安装、运行的环境条件和工程进展情况以及要求厂商重点解释的问题等。2005年9月,由设计单位牵头分别与上述厂商进行了技术交流、共同参观施工现场,对设备安装、调试及运行可能遇到的问题作了充分的分析论证。

通过这一阶段的协调工作,一些在设计联络会被忽略的问题和现场新暴露出来的问题得以及时解决。例如:①发电电动机变压器组继电保护装置的频率特性以及与电压互感器、电流互感器的配合问题;②保护定值的切换条件问题;③保护在各种运行工况下的闭锁问题;④监控系统输入/输出信息量的确认问题;⑤监控装置某些硬件、软件闭锁条件的补充和完善问题;⑥变频起动装置输出配电屏多功能表安装接线问题;⑦变频起动装置与监控装置、励磁装置电缆连接问题。针对发现的问题,均一一制定了整改措施,明确责任,并以会议纪要的形式通报至业主、监理、设计、安装单位和各相关厂商,保证了设备安装的顺利进行。

3.2.2 静态调试前的协调

2005年10月,白山抽水蓄能电站1号机组进入静态调试阶段。为保证调试工作的顺利进行,设计单位组织召开了白山抽水蓄能电站1号机组自动化总协调会。为使会议达到预期效果,提前编制了《自动化设备调试前的基本要求》,并分发给各设备供货厂商,内容包括:①自动化元件的性能要求;②设备二次接线要求;③技术文件图纸资料相互提供要求;④计算机监控系统接口要求;⑤现场安装试验及试运行准备要求;⑥机组自动控制流程的修改或补充要求等。

2005年10月18日,在白山施工现场召开了由主机、监控、调速器、励磁、继电保护、SFC、封闭母线、振摆监测等10多个厂商参加的机组自动化总协调会议。会上,各供货厂商就各自的自动化设备供货情况、现场调试的主要任务、试验大纲和对外接口等议题及对施工现场、通讯接口、外部接线、

网线等需相互协调及配合的问题进行了协商,提出了具体目标和措施。会后设计单位又将各参加调试单位需要协调完成的工作任务,通过会议纪要的形式通报至各相关部门,保证了机组静态调试工作的顺利进行。

3.2.3 起动试运行期间的协调

起动试运行期间设计单位做以下工作:①对施工单位编制的试运行大纲进行全面审核,在技术上提供支持和保证;②对运行工况和技术参数进行复核,并提供应急预案和改进措施;③对参与试验的设备,进行全过程跟踪、问题的处理和结果分析。

总之,在白山抽水蓄能电站现场调试过程中,设计、现场调试和设备厂商人员一起解决了一个又一个难题。例如:①为励磁装置提供变频起动、背靠背起动以及电气制动工况的励磁电流整定值;②为继电保护装置提供低频、低功率等特殊保护的定值;③补充了机组技术供水控制流程、主变供水控制流程、电气制动控制流程、主变中性点接地刀投切控制流程、机组接法器分段关闭控制流程等;④完善了机械保护流程;⑤绘制了监控系统控制流程框图;⑥提供了监控系统输入输出最终信息表。

2006年7月,白山抽水蓄能电站2台机组全部调试完成以后,应业主要求,设计单位承担了全部试验报告的审定工作,还将机组控制流程框图作为设计文件正式出版,并交电厂运行使用。

4 结语

回顾白山抽水蓄能电站整个建设过程,既有值得借鉴的成功经验,也有应引以为戒的深刻教训。几点体会如下:

(1)白山抽水蓄能电站为节约投资,主要机电设备采用了特殊的招标采购方式,在设备供货厂商中没有委托技术总协调方。

(2)通过白山抽水蓄能电站设计和安装调试的工程实践,设计单位得到了进一步的锻炼和提高,同时也表明,他们对蓄能机组,完全具备电站机电技术总协调的能力。

(3)抽水蓄能电站建设是一项复杂的系统工程,机电设备的技术协调应当有组织、资金和技术的保证。技术协调的任务不应只限于召开设计联络会、技术讨论会,而应深入到设备的供货中。包括第三方设备的选型及技术要求。如此,业主才能在降低设备技术要求的前提下,节约投资,获得高质量的设备。

(4)由于供货设备厂商较多,对技术理解有偏差,提供资料不及时、不准确,再加之设计经验不足,设计图纸出现了一些遗漏和错误,因此给现场配合带来很大麻烦,增加了一些不必要的设计修改工作量。另外,在机电设计服务方面,也是因缺乏经验,出现了一些不该出现的问题。例如:主机、主变、高压电缆、封闭母线等大件设备,供货方通常需要寻找第三方来承担其自动化元件、自动控制设备的供货和现场安装。这些设备的质量往往得不到有效控制,且不能提供完整的设计资料,而正是这部分设备的问题为现场安装、调试带来许多困难。这些应在其他工程中予以重视并注意解决。