

西霞院工程水轮发电机组招投标综述

王文先¹, 李 涛², 高 英³, 付 兵¹, 乔中均¹, 朱兴旺¹

(1. 黄河勘测规划设计有限公司, 河南 郑州 450003; 2. 水利部小浪底水利枢纽建设管理局, 河南 郑州 450000;
3. 河南省水利勘测总队, 河南 郑州 450003)

摘 要:介绍了西霞院水电站水轮发电机组采购、招标的特点:在商务方面是公开招标、资格后审,对水轮机、发电机、励磁设备和调速系统采用合标方式招标,在技术方面对机组同步转速、转轮桨叶、部件互换性及抗裂性等均有较高要求。由业主组织的评标委员会专家采用综合评估法评审,确定通用电气亚洲水电设备有限公司为第一中标人。

关 键 词:水轮发电机组; 招投标; 西霞院工程

中图分类号: TM312

文献标识码: B

文章编号: 1000-1379(2006)09-0075-02

1 水电站概况

西霞院水电站安装了4台单机容量为35 MW的竖轴轴流转桨式水轮发电机组,额定水头11.5 m,总容量140 MW。电站保证出力45.6 MW,多年平均发电量5.83亿kW·h,年利用小时数4 164 h。电站最大水头14.35 m,最小水头5.83 m,加权平均水头11.99 m,汛期水头9.33 m,非汛期水头12.98 m。

西霞院工程在满足小浪底电站反调节发电运行的基础上参与系统调峰运行。汛期上游蓄水位控制在汛限制水位131.0 m,以径流方式运行。非汛期以小浪底水电站进行反调节(日调节)运行为主。

2 设备采购招标特点

2.1 商务方面

(1) 公开招标。西霞院工程为列入国家基本建设计划的项目之一,资金来源为中央水利基建投资及银行贷款。根据水利部第14号令《水利工程项目招标投标管理规定》(2002年1月1日起施行),西霞院工程水轮发电机组采用国内公开招标方式进行采购。

(2) 资格后审。鉴于西霞院工程项目计划紧迫及潜在投标人的情况,招标采用资格后审方式。投标人的资格审查资料附在其投标文件中,招标人在评标时对投标人的资格进行审查,投标人提交的投标文件如因单位资质、经验不满足招标文件的要求或递交的材料内容失实,则该投标文件无效。

(3) 招标范围。西霞院工程主机采购标采用合标方式招标,即将水轮机、发电机、励磁设备和调速系统合在一起招标。采用这种招标方式的主要原因是:可以减少业主的招标工作量,执行合同过程中协调工作量相对较少,增加项目的吸引力。

另外,考虑到分标方式(即水轮机和发电机分别招标)一般适用于国际招标中的大型和巨型机组或有特殊技术要求的机组。如我国的二滩、小浪底等水电站的机组都是采用水轮机和

发电机分别单独招标的方式。针对西霞院机组的规模,采用合标方式招标是比较合适的。

鉴于国内有些主机制造商不生产调速系统、励磁设备及机组自动化元件等附属设备,或者所生产的附属设备在性能或质量上不能满足要求,因此为保证整机设备的可靠性,招标文件进行了特别规定:①全部自动化元件按进口元件报价;②调速器、励磁装置按国内配套(包括合资厂产品)报价并计入总价;③投标人对调速器、励磁设备按进口设备另作报价,但不计入总价,供业主参考;④对水轮机调速系统和发电机励磁系统,要求卖方选取2~3个专业设备制造厂进行询价,价格按招标文件规定的格式填写,并推荐性能价格比最优的设备计入投标价格汇总表。

经过回龙抽水蓄能电站工程的招标实践,机组附属设备的这种采购方式既可以减少协调工作量,又可以采购到质量较好的设备。究竟采用何种招标方式,应根据工程的具体情况而定,不宜一概而论。附属设备单独招标可使业主具有更直接的主动权,但为了使主机制造厂明确其责任和便于协调工作,附属设备单独招标时业主需邀请主机制造厂商在适当时候参加技术谈判,附属设备招标列在主机招标后进行。

2.2 技术方面

(1) 机组同步转速。在主机招标之前,经过详细的多方案论证比较确定的机组同步转速为75 r/min。一般情况下,在主机招标文件中应确定同步转速或允许投标人在按招标文件报价的同时提出推荐的替代方案。

针对西霞院工程的具体情况,考虑目前的市场情况及对各制造厂的技术咨询,明确招标文件中的机组转速为68~75 r/min。不确定的转速方案的优点是可以吸引更多的制造厂参与投标,有利于形成竞争的局面。主要缺点是因转速不同而导致各投标方案的偏差增加,严重情况下将导致对招标文件的非实质性响应,同时增加评标工作量。

收稿日期:2006-07-31

作者简介:王文先(1964-),男,河南南阳人,高级工程师。

(2) 水轮机转轮桨叶。在黄河上兴建水电工程, 最具挑战性的课题之一是水轮机的磨蚀问题。影响水轮机磨蚀的主要因素为流场条件、材料性能(包括母材和防护材料)、水力设计和结构设计及电站的运行方式^[1]。

多泥沙电站的运行实践表明, 水轮机叶片材质对抗磨蚀性能有很大的影响。我国 19 世纪 70 年代前建设的中小型水电站的水轮机叶片多数采用普通铸钢, 抗磨蚀能力很差。通过技术改造, 现在多数叶片已更换了具有良好水力设计的铸造不锈钢或在普通铸钢表面堆焊不锈钢, 新转轮的抗磨蚀性能得到普遍提高。在不锈钢系列中, 0Cr13Ni4~6Mo 马氏体不锈钢具有较好的抗磨蚀性能, 在我国大型水电站水轮机上得到了广泛应用^[2]。

叶片的制造加工质量由铸造质量和叶片加工工艺决定。VOD 真空氧脱碳精炼工艺, 可精炼纯净度更高的钢液, 并保持其中镍和铬的含量, 气体和夹杂物含量更低, 可以大幅提高不锈钢铸件的质量。五坐标数控机床可以使翼型良好的水力设计得以实现, 改善流场条件。因此, 招标文件中规定: 桨叶采用真空精炼铸造, 数控加工, 采用抗空蚀、抗磨蚀并具有良好焊接性能的不锈钢材料制造, 材质应不低于国标对 ZG0Gr13Ni6Mo 材料所规定的要求。

为了安装需要, 一般在轴流式水轮机叶片上开设吊孔。该孔在工地机组安装后用封板封盖, 封板通常采用与叶片同材质的不锈钢材料, 并用不锈钢焊条施焊。尽管要求封板施焊后严格打磨光滑, 但在吊孔区域的叶型、粗糙度和叶片质量往往不如叶片其他区域。应用过程中叶片此区域的空蚀和磨损特别严重, 有时甚至磨穿封板。因此西霞院机组不推荐在桨叶上开孔的吊运方式。

(3) 部件互换性要求。对于运行在多泥沙河流电站的水轮机, 提高其零部件的互换性尤其重要, 而备品备件的互换性要求更为突出。招标文件除要求每个转轮叶片可以互换, 每台机的转轮也要有互换性外, 还要求机组的自动化元件、定子线棒等具有互换性。

(4) 水轮机部件抗裂纹的技术要求。首先, 轴流式水轮机转轮叶片为悬臂受力, 叶片变截面根部是易产生应力集中的部位。如果翼型的水力设计不良或制造工艺不当, 将产生由涡流引起的压力脉动对叶片的频繁作用, 这样极易引起叶片应力集中部位的疲劳破坏。其次, 随着现代大型轴流式机组单个叶片尺寸的增大, 为满足其刚度要求必须增加叶片的厚度, 从而导致材料疲劳限度降低, 在交变的压力脉动作用下, 加速了材料的疲劳破坏。特别是当转轮的材质有缺陷或压力脉动频率与叶片的固有频率接近而发生共振时, 将大大地加速破坏的进程。

在招标文件中明确规定了限制转轮叶片裂纹的技术要求: ①在合同规定的保证期内, 卖方应保证转轮及其他部件不发生贯穿性裂纹, 对保证期内产生的裂纹损伤, 卖方在现场免费进行修理, 并重新计算保证期。②当裂纹修复时间超过 30 d, 每超过一周买方将按该台设备价格的 0.25% 向卖方索赔。卖方对同一台转轮裂纹的修复超过 3 次仍然无效, 买方有权要求卖

方免费提供一台新的转轮。③卖方应调查水轮机转轮产生裂纹的原因, 并提出修改的意见, 报告买方认可, 其费用完全由卖方负责。

(5) 发电机推力轴承采用弹性金属塑料瓦。根据水轮发电机组塑料瓦推力轴承的运行和试验经验, 其与巴氏合金瓦相比有以下优点^[3]: ①安装、检修简单, 不需刮研瓦; ②许用单位压力高, 最大允许到 7.0 MPa; ③不需要高压油顶起系统, 并允许机组热启动; ④允许冷却水意外断水时间长, 一般为 15 min; ⑤允许机组在推力轴承平均线速度 1.5~2.0 m/s 下加闸停机, 减少了制动闸的磨损及其污染, 并允许机组惰性停机; ⑥当油冷却器漏油不超过油槽总油量 5% 情况下, 允许机组在 4 h 内正常运行, 当有杂质进入时能产生包容, 延缓事故发生; ⑦使轴承和轴之间保持绝缘, 降低轴电流的危害。显然, 西霞院机组推力轴承采用金属塑料瓦可以提高机组运行的可靠性。

3 投标情况分析

西霞院工程所选用的轴流转桨式机型的制造和运行在我国已有 40 多年的历史, 多数国内的发电设备制造厂具备制造水平和加工能力。自 1958 年我国第 1 台单机容量 16 MW、转轮直径 3.3 m 的大伙房轴流转桨式机组投入运行后, 具代表性的青铜峡水电站(单机容量 36 MW、转轮直径 5.5 m)、富春江水电站(单机容量 60 MW、转轮直径 8.0 m)等的大型转桨式机组相继投入运行。

西霞院主机采购招标文件于 2004 年 1 月 4 日发售, 2004 年 4 月 15 日开标。参与投标的制造厂有通用电气亚洲水电设备有限公司、四川东风电机厂有限公司和东方电机厂有限责任公司, 投标人的数量达到《中华人民共和国招标投标法》(2000 年 1 月 1 日实施)中规定的最低标准。

由业主组织的评标委员会专家采用综合评估法评审, 最终确定通用电气亚洲水电设备有限公司为第一中标人。通过合同谈判, 业主于 2004 年 6 月 8 日将西霞院主机合同授予通用电气亚洲水电设备有限公司。目前合同正在执行过程中。

招投标实践表明, 主机采购招标文件较好地反映了新形势下的市场采购特点, 提出的技术规范能够保证所采购的设备适应工程的特殊要求。

参考文献:

- [1] 陈德新, 杨建设. 多泥沙河流水利水轮机的抗磨蚀对策[J]. 人民黄河, 2003, (5).
- [2] 康进兴, 赵文珍, 徐英鸽, 等. 水力机械抗磨蚀材料及其防护技术的进展[J]. 空军工程大学学报(自然科学版), 2002, (6).
- [3] 武中德, 张宏, 王黎钦, 等. 大型水轮发电机弹性金属塑料瓦推力轴承技术[J]. 润滑与密封, 2002, (2).

【责任编辑 张华岩】