

# 国际通用厂房设计和成套设备供货与安装 采购合同投标分析

王 燕

(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司, 四川 成都 610072)

**摘 要:**随着中国水电机设备制造能力和水平的提高,国内各大机电设备成套商、供货商和制造商等先后都参与了大量国外的生产厂房设备成套设计、供货和安装项目的竞标,本文结合近年来笔者所参与的多个国外水电站设备项目的投标工作,以较典型的东非马里马尔格拉水电站为代表,阐述此类合同项目的投标编制过程中所涉及的原则、依据、费用组成、价格分解、汇率分析等内容的流程和要素,从中体会到,任何合同项目都是挑战和机遇并存,需要通过精心组织、策划和运作,科学管理并有效控制和降低成本,努力并全方位挖掘潜力,以此对项目实施保持信心和良好预期。

**关键词:**马尔格拉水电站;机电设备成套;设备合同投标

**中图分类号:** TU723.2; F253.2; [U260.8+1]

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1001-2184(2020)02-0134-05

## Bidding analysis of International General Powerhouse Design, Supply of Complete Equipment and Installation Procurement Contract

WANG Yan

(Chengdu Engineering Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610072)

**Abstract:** With the improvement of the manufacturing capacity and level of China's hydropower mechanical equipment, domestic major mechanical equipment suppliers and manufacturers have successively participated in a large number of foreign bidding for the complete set design, supply and installation of powerhouse equipment. Based on the bidding work of several foreign hydropower station equipment programs in which the author has participated in recent years, this paper takes the typical Markala Hydropower Station in Mali of East Africa as an example, expounds the process and elements of the principles, basis, cost composition, price decomposition, exchange rate analysis and other contents involved in the bidding process of such kind of contract projects, from which we can see that any contract project is a challenge coexisting with opportunities, we need to carefully organize, plan and operate, scientifically manage and effectively control and reduce costs, and strive to fully tap potential, so as to maintain confidence and good expectations for the project implementation.

**Key words:** Markala Hydropower Station; complete set of mechanical equipment; equipment contract bidding

### 1 电站及合同概况

马尔格拉(Markala)大坝枢纽位于尼日尔河上,距马里首都巴马科 300 km,离马里第二大城市塞古 40 km。枢纽在二战期间修建,用于灌溉附近的棉花地。自上世纪 80 年初,业主规划在紧邻大坝下游建一座水能发电站(13.5 MW),并开展了相关设计工作,2009 年完成可行性研究报告。在 2010 年初利用外国贷款启动项目招标,笔者参与了某中国公司联营体的投标编制工作,并最终中标。

马尔格拉大坝由一个上面架有铁桥的溢流

堰,一个鱼道和两侧重力坝段组成。溢流堰设 14 孔,每孔宽 56 m,堰上设 488 个调节闸门,调节闸门通过铁桥上的起臂机进行调节。大坝上游最大水深 10 m。

水电站拟建于大坝下游右岸,采用坝后式厂房布置,总装机容量 13.5 MW,装机三台卡普兰式(Kaplan-S)水轮机,单机额定功率 3.44 MW,额定水头 3.8 m,流量 15~100 m<sup>3</sup>/s。电站配套土建工程由进水口、引水道、机组间段及尾水渠组成。

合同招标范围主要包括三项工程的设计、采购、安装及调试服务:(1)大坝右翼下游河床(第一排闸门口)的发电厂房,含土建工程、机电设

备及金属结构;(2)引水渠和尾水渠,含土建工程和金属结构;(3)A点EDM公司变电站和输电线,含电气设备、线路材料。合同工期要求不大于24个月。

## 2 招标资料分析

### 2.1 招标文件及合同格式

电站项目利用世界银行贷款(IBRD&IDA),相应招标采购遵循2004年3月版“货物和工程采购指南”(红皮书)<sup>[1]</sup>的要求。招标文件范本采用世行2005年法文版《厂房设计、供货与安装采购标准招标文件》<sup>[2]</sup>。

该招标文件范本最早缘于日本协力银行的合同范本,后国际多边银行共同委托FIDIC基于其设备供货安装的合同格式(橘皮书)编制实施,用于设备成套为主导的EPC合同模式,与以施工为主导的EPC交钥匙合同模式(银皮书)有所不同。范本常适用于:水轮机、发电机、锅炉、开关站、泵站、通讯、水和污水处理厂及类似的项目。一般合同设备占主要部分,设备需要成套、调试、试运行和运行后才能保证满足最终厂房的功能要求。

马尔格拉水电站是在已建大坝枢纽区新建水电站,利用多余水能进行发电。电站装机规模较小,但机电设备仍种类齐全,具有小多杂的特点,若单个设备招标不能保证电站最终出力,则设备成套招标文件较适用。

值得注意的是,合同招标采用世界银行采购指南,遵循经评审的“技术功能实质响应”且“报价价格最低”的评标原则,因而在设备选择上既要单个设备满足最低技术参数要求,同时也要电站设备成套出力得到保证,最终平衡选择价格合理的设备配置方案。

### 2.2 前期勘察设计资料

电站在1970~2000年先后开展了几次较为完整设计研究,并提出相应设计报告,其间大坝坝址水文数据一直持续监测。

业主在招标前提供了由项目咨询设计单位2010年1月完成的《尼日尔河马尔格拉水电站初步报告》<sup>[3]</sup>。报告主要分析了水文气象资料,复核了区域内的水位高程,开展了开发方案的研究,拟定和比较了三种水轮机机型的厂房布置和设备配置方案,最终推荐了代表性方案,即:装机3台卡普兰式(Kaplan-S)水轮机,总装机容量13.5 MW。

报告仅概念性地给出了三种水轮机型方案的特征参数和厂房概念布置,未有定量的工程量和投资比较,仅定性比较几种水轮机型方案,并推选方案。研判报告设计深度仅相当于国内的规划报告深度,或未达到国内规范要求的规划深度。这种情况在大多国外项目普遍存在,即采用未达深度的设计成果招标,常会伴随较大合同风险。相对而言,马尔格拉电站是在已有大坝枢纽区新建电站,电站规模较小,水文、地形、地质等建设条件较为简单、明朗,不涉及移民和环保等制约性因素,主要技术难度集中于电站水轮机、发电机型选择及附属设备配套,技术风险基本可控。

### 2.3 马里及当地信息

马里位于非洲西部,幅员约120万平方公里,属内陆国家,与若干邻国的边境线估计约7 243公里,靠近但不临大西洋。邻国几内亚的科纳克里港是马里的出海通道,科纳克里到马里首都巴马科约1 000公里。

马里系最不发达国家。经济以农牧业为主,粮食不能自给,2009年,马里竞争力指数在全球138个经济体中排名第125名,营商便利指数在全球186个经济体排名第141名<sup>[4]</sup>。经济很大程度上依赖于农业,人均国民生产总值为793美元。货币采用非洲金融共同体法郎,简称非洲法郎(FCFA),汇率1欧元≈655非洲法郎,通货膨胀率1%。

马尔格拉项目所在塞古是马里第二大城市,也是马里的热门旅游城市、新经济开发区,有多家中资企业投资建厂,交通便捷,物资供应相对充裕。

## 3 投标报价编制

### 3.1 编制原则和依据

编制原则以中国水电行业现行的“水电工程费用编制定额和标准”<sup>[5]</sup>所要求的方法和程序为基础,同时结合国际通行的费用估算经验和惯例进行编制。工程量采用本次投标修订的技术方案设计成果;基础价格(人工、材料和机械)采用马里或相应进口国的当前物价指数和市场价格。估算时假定,建筑材料部分当地采购,永久设备考虑从国外进口(中国或其他国家);工程施工考虑由中国企业承担,且主要施工设备自带,主要高级技术和管理人员拟从中国派遣。

编制依据包括:马尔卡拉电站招标文件;投标设计方案及工程量;集到的现场有关工程资料;各

厂家提供的设备报价资料;类似国际工程有关资料和信息。

### 3.2 基础价格资料

基础价格资料主要包括两部分,即土建施工所需要投入的人工、材料和施工机械设备和工程所需的永久机电设备及安装工程。

(1) 土建工程。管理人员:包括由马里以外聘请的外籍工程管理人员和当地聘用管理人员。国外聘请管理人员按中国企业派遣工资水平,当地秘书、翻等管理人员按当地外资水平,约 15~20 万西郎/月。施工人员:包括由马里以外聘请的外籍高级技工和当地聘用得着各类劳工。国外聘请技工按中国派遣工资水平,当地操作手(挖掘机手、平地机手、推土机等)约 10~12 万西郎/月、卡车司机 7~8 万西郎/月、一般力工:5~6 万西郎/月。

主要施工材料价格:施工期外来物资、器材主要有水泥、钢筋和钢材、木材、炸药、油料、机电设备及金属结构、施工设备及生活物资等,来向主要以中国为主。施工设备费率:考虑由中方施工承建单位进口所需要的自有设备或新购置设备,自有设备费率按上述中国水电工程费用编制定额和标准的台时费取值,新购设备按国际通行的设备经济使用寿命的加速折旧计算费率取值。

(2) 永久设备采购及安装工程。设备 FOB 价:依据设备生产商、供应商的当前报价或询价资料确定设备的采购价格。除部分电器控制设备外,主要设备生产和供货按中国企业考虑,同时考虑设备出口、设备包装和中国内陆运输保险等因素确定。设备杂费率:设备在中国境外运输所发生的运费、保险费、清关费及各种杂费。费用标准按收集到的有关信息资料分析测算,并考虑不同的设备特性和不同的运输方式可能存在的差异。安装工程:采用与土建工程相同的人、材、机等基础单价。

(3) 其他因素。采用汇率 1 欧元=8.5 人民币元 1 欧元=655.957 西郎。工程所需进口设备和材料在马国和中国的进出口环节均按免关税考虑。

### 3.3 土建工程报价

建筑工程费,根据设计提出有土建工程量的项目按工程量乘单价或费用指标计算,项目单价和费用指标根据有关基础价格信息,并结合现行

定额和类似工程经验分析测算。

根据招标文件要求,土建工程含 11 个分项,每个分项均为总价报价。各工程项目报价是依据本次设计提供实物工程量和估算单价确定。

其他项目如向业主提供营地、办公设施等服务等,按面积及工程类比分析确定。

### 3.4 业主人员培训和保质期内营运和维护协助

为了保证建成后的生产运行管理,有必要对业主的有关人员进行培训。结合招标文件的要求,培训按照马里国内、国外两类,分别估算人次,国内 20 人 6 次,国外 10 人 6 次,按国内每人每次 1 000 欧元、国外每人每次 5 000 欧元估计。

保质期内协助营运和维护服务:按保质期 24 个月,每个月 15 000 欧元估计。

### 3.5 设备费

设备费由设备 FOB 价、海运费、清关费、内陆运输费、运输保险费、设计费用和综合管理费组成。

(1) 设备的 FOB 价:设备生产和供货按中国采购考虑,进入投标价的价格为考虑出口退税后的 FOB 价,其中出口退税率参照目前有关政策综合按 10% 考虑。FOB 港口考虑上海港。所需设备均向相关设备制造商进行了询价,其中水轮机、发电机设备主要向厂家询价。小型设备和装置性材料费用参照类似项目对应设备价格报出。

(2) 设备海运费:设备由上海港到几内亚科纳克里港所发生的海运费及相应的附加费。主机设备根据有关参数通过询价并考虑一定的价格上涨风险,其基本运价经分析后确定为 175 \$/t,折算成设备采购价的百分比为:主机 7.23%、辅机 8.07%;其他设备结合类似国际工程的经验以设备价格为基础按费率计算运费。

(3) 内陆运输费:从几内亚科纳克里到马里巴马科约 1 000 km 和巴马科至工地 300 km 所发生的运输费和各种杂费。主机设备根据设计有关参数,通过询价并考虑一定的价格上涨风险,其基本运价经分析后确定为主机为设备费的 6.41%,辅机为设备费的 7.15%;其他设备根据项目的特点和有关资料信息,并结合类似国际工程的经验以设备价格为基础按费率计算运杂费。

(4) 港口清关费:参照有关收集资料和信息按设备费的 3% 计算设备的港口清关费,计入运输

费。包括:手续费:货值的2%,过境税 DTT 货值的0.5%,其他取0.5%。

(5)运输保险费:指设备由几内亚科纳克里到工地所发生的运输保险费,按设备价的0.5%计算,计入运输费。

(6)设备安装费:按马里当地材料价格,中国安装施工单位进行机电和金属结构设备的安装施工方式计算。

(7)设计费:报价单中单列报价项,按设备采购价、运输、清关、保险费的6%进行报价。

### 3.6 综合管理费

综合项目费包括承包商进退场费、联营体现场管理费、总部管理费、集团公司管理费、保函手续费、代理及咨询费、利润及风险、投标费、税费、承包商流动资金贷款利息等。有关费用根据项目的具体情况和项目实施需要,并结合类似项目资料和经验分析确定。报价最后确定综合费率范围约27~30%。

### 3.7 投标价格分解

由于涉及保密问题,投标价以百分比方式说明。

(1)第一部份土建直接费用占39%,其中:土建设计勘探费用2%、业主服务费0%、土建直接费用37%。

(2)第二部份设备直接费用占33%,其中:机电设计费2%、机电 CIF 直接价24%(FOB 设备价22%+海运及保险费2%)、内陆运输费2%、清关费1%、机电安装费4%。

(3)第三部分合计管理费用占26%;第四部分人员培训占2%。

## 4 投标报价风险分析

### 4.1 风险因素确定

(1)汇率风险:由于主要资源拟以人民币投入,而报价和合同费用结算采用欧元。当期受到欧洲债务危机和人民币对美元升值压力,欧元贬值和人民币升值趋势明显时,汇率风险客观存在。针对汇率由8.5元升至9元或跌至8元后,按0.1间隔进行了敏感性计算相应的升值/贬值时汇率收益值期间。

(2)物价波动:物价波动主要考虑当地材料和劳务、中国的劳务及设备供货价格等方面在合同实施期间价格的变化,存在当地和国内物

价上涨的风险。综合分析,考虑勘探设计取1~3%、为业主提供服务取5~10%、土建工程费取8~15%,设备钢材和铜材价格上涨预期取3~8%计。

(3)税费风险:主要考虑不可预见的当地有关税费变化、出口退税税率降低等。其中:出口退税率有可能上涨,对报价较有利,退税税率范围取8%~15%;设备海关税确认减免,未计入报价;港口清关费费率预期变化较小,变化范围界定在增加1%和减少1%间;综合当地税费预期可能部分或全部减免一半。

(4)质量保证:主要考虑工程缺陷及供货设备性能和技术参数偏离罚款等风险,质保金不能按期和全额收回的风险。考虑将风险转移一半和自己全部承担的范围,即设备采购价的5~10%。

(5)设计风险:项目实施过程中,由于地质等原因引起设计方案调整或重大设计变更,且导致较大的投资增加和工期不利影响。从技术资料分析,主要有混凝土骨料和地基处理两项,考虑风险范围在10%以内。

(6)工期风险:根据合同条款,每天拖期罚款按合同额的0.003%每天累进递增,最高处罚额度4251万元,经计算,工期拖延上限仅10天,风险巨大。在达到罚款上限时,将面临没收保函(为合同额的10%),合并合同责任上限20%。

(7)财务风险:投标前有关付款条件不落实而合同签订时的结果比预期的情况差,不能按期获得合同付款而增加财务费用。假定两年,每年5次付款,每次约4500万元人民币,平均每次拖延1~3个月,估算垫付资金财务费用。

(8)降价风险:因业主的概算价低于投标价,可能在合同谈判时提出降价要求,因所采用世行采购规则一般不允许,降价可能性小,未考虑。

(9)当地政治法律环境:非洲一直是局势较复杂的一个洲,工程持续时间约5年左右,存在较大的政治风险和其他不可预知风险,因无法定量化,风险未作量化分析。

### 4.2 风险因素概率估值

通过上述分析确定的可预见风险因素波动幅度,相关对应的费用额可计算出相应风险范围值期间,再叠加考虑对每个风险事件的置信概率期间,则得各项对应风险额估值(表1)。

由表 1 可知,合同风险额可能会达到 10 617 万元,而标价中考虑的利润与风险为 3 400 万元,相差 7 217 万元,工程实施具有巨大风险,风险主要源于工期罚款条款过于苛刻。鉴于计算中设备价仍是基于投标询价时的报价,未考虑实际订货时各供货商可能降价所带来的折价收益;也未考虑由项目管理所带来的降低总部管理费、集团管理费等效益,因而投标报价风险仍有进一步降低的空间。属基本可控。

表 1 马尔格拉电站投标风险分析表

风险名称	发生概率		风险范围 /万元		风险额 /万元
	最不利	最有利	最不利	最有利	
汇率风险	90%	10%	-2 545	2 545	-2 036
物价上涨风险	50%	50%	-2 352	-961	-1 657
税费风险	10%	90%	-318	1 070	931
质量保证	30%	70%	-1 065	-532	-692
设计风险	20%	80%	-150	1 020	786
工期风险	90%	10%	-8 502	0	-7 652
财务风险	20%	80%	-650	-210	-298
降价风险	0%	0%	0	0	0
合计					-10 617

## 5 结 语

投标价编制完成后,考虑“世行的实质性响应最低价原则”的竞标方式较为激烈,联营体依据对风险全面分析,先后进行了三轮的降价调整,最终投标价格比初次投标降低约 20%,从而以微弱价

(上接第 133 页)

拱两侧外侧,最大拉应力  $SMX=0.06$  MPa,最大压应力出现在衬砌边墙顶部与顶拱交汇处,最大压应力为  $SMN=-1$  MPa。

## 5 结 语

笔者结合某大型工程 5 号导流洞衬砌施工,采用有限元软件进行了衬砌拆模时间分析,主要研究了 24 h、36 h 拆模对混凝土强度的影响。导流洞衬砌混凝土拆模时间由 24 h 增加到 36 h,随着混凝土龄期的增长,弹性模量值增大,混凝土水平方向(X向)和竖直方向(Y向)最大位移有所减小。导流洞衬砌混凝土拆模时间由 24 h 增加到 36 h,混凝土结构应力变化不大,应力量值及分布规律基本一致。衬砌混凝土 24~36 h 龄期内拆模,混凝土变形和应力变化范围很小,且最大应力值小于该龄期下混凝土的抗拉强度。通过以上计算复核,24 h 拆模是可行的。该研究在保证混凝土结构安全、施工质量、确保合理的台车循环时

格优势中标。中标后,由于马里国家政变,项目一直未能开始。约一年后,业主又重新进行合同谈判,最终合同价格又调增约 10%。因而,本案例与大多国外项目具有类似认识,即:任何合同项目都是挑战和机遇并存,需要通过精心组织、策划和运作,科学管理并有效控制和降低成本,努力并全方位挖掘潜力,以此对项目实施保持信心和良好预期。

## 参考文献:

- [1] 世界银行,“货物、工程及非咨询服务采购指南”(PROCUREMENT GUIDELINES OF GOODS, WORKS, AND NON-CONSULTING SERVICES),2004 年 3 月版。
- [2] 世界银行,《厂房设计、供货与安装标准招标文件》(Standard Bidding Document for Procurement of Plant Design, Supply, and Installation & User's Guide),2005 年 5 月法文版。
- [3] Burgess & Niple, 马尔卡拉水电站项目设计报告,2008; GEOENERGY,《尼日尔河的马尔格拉水电站初步报告》2010 年 1 月版。
- [4] 中华人民共和国外交部,2009 年第四季度经济季评,https://www.fmprc.gov.cn/web/.
- [5] 水电水利规划设计总院/可再生能源定额站,《水电工程设计概算编制规定》、《水电工程设计概算费用标准》和《水电建筑工程概算定额》,2008。

## 作者简介:

王 燕(1969-),女,江苏常州人,高级工程师 /专业总工,从事水利水电工程造价和咨询工作。

(责任编辑:吴永红、卓政昌)

间、加快施工进度等方面取得了较好的经济效益。因此,为钢模台车拆除时间提供了科学依据,且对工程实际施工拆模时间控制具有指导意义。

## 参考文献:

- [1] 蔡启龙,袁宝义,张振华. 地下工程衬砌拆模时间研究[J]. 人民长江,2006,11(37):33-35.
- [2] 胡群勋. 柳坪水电站引水洞边顶拱钢膜台车拆模时间研究[J]. 湖北水力发电,2009,84(4):23-55.
- [3] 王延立,朱方君,谢兰清. 有限元法分析隧洞工程混凝土衬砌拆模时间.
- [4] 王玉孝,王秀明,张刚平. 拉西瓦水电站尾水洞混凝土拆模时间研究[J]. 水力发电,2007,11(33):80-81.
- [5] 李春杰. 大跨度洞室拱部衬砌大体积钢筋混凝土施工技术. 现代隧道技术,2004,1(2).

## 作者简介:

相昆山(1988-),男,山东临沂人,硕士,工程师,从事水工结构、岩土工程等工作;

孔 科(1984-),男,四川邻水人,博士,高级工程师,从事水工结构、岩土工程等工作;

张永清(1988-),男,甘肃武威人,硕士,工程师,从事水利水电工程、施工导流等工作。(责任编辑:卓政昌、吴永红)