

# 浅谈国际水电金结工程的施工管理

魏虎明

(中国水利水电第四工程局有限公司 青海西宁 810000)

摘要: 以中国水电承建的埃塞复兴大坝金结项目为实例, 对国际水电金结工程的项目管理从设计、技术、质量、安全、生产、索赔及资源管理等方面提出了一些管理经验及应对措施, 尤其对非洲地区的项目开展具有一定的借鉴意义。

关键词: 国际; 水电; 金结; 施工; 管理

埃塞俄比亚复兴大坝紧邻苏丹边境, 坐落于青尼罗河之上, 由埃塞政府出资建设, 共装 13 台机, 单机容量 375MW, 从大坝建设规模和装机容量均号称“非洲三峡”, 2 台机为早期发电机组, 11 台机为常规发电机组。青尼罗河为国际河流, 发自埃塞, 流经苏丹和埃及最终汇入地中海, 该工程因为水权存在争议, 致使该工程的建设一波三折, 2001 年埃塞复兴大坝奠基启动, 至今已有十年但尚未建成。2019 年, 中国水电国际工程公司通过公开竞标取得该工程 11 台常规发电机组及溢洪道所有金结设备的设计、供货及安装任务 (EPC), 包括钢衬、压力钢管、拦污栅、闸门及启闭设备等金属结构设备, 总工程量超过 30000 吨。本篇就以该工程为例, 作为国际工程的一个特例来探讨国际水电金结工程施工管理的方方面面。

## 1 设计工作

设计工作要以主合同和雇主要求为前提, 遵从所要求的设计标准, 目前设计、材料及施工等中国标准均没有取得国际社会的普遍认可, 因此, 按照国标去开展设计工作难度较大, 障碍重重。作为水电金结 EPC 项目, 设计须从全局成本考虑, 从大的成本因素来讲, 主材采购将占去大部分成本, 故业主指定的国外标准主材 (钢板) 很大程度提高了主材采购成本, 对承包方的成本控制和利润指标的实现极其不易。不过可从设计着手, 通过核查国外标准主材所需要的规格和级别, 包括其特定的化学成分、力学性能等参数, 找出中国标准所对应的相应级别主材, 与业主协商申请材料替换, 国标材料替换国际标准材料, 可通过材料试制、化学成分分析和力学性能试验分析等方式论证材料的可替代性, 消除业主及工程师的疑虑, 业主或工程师可能会指定特定的试验机构进行试验、数据分析。

中国水电工程建设除采用中国国家标准外, 还有水利水电行业标准对设计标准进行了明确, 准确到具体的形体允许偏差数值, 但国际项目所执行的国际标准往往没有如此详细的质量控制偏差要求, 一般以设计要求偏差 (DCH) 为准, 工程师也是按照设计偏差进行形体质量控制。如水电站压力钢管椭圆度场内制造和现场安装在国内的水利水电行业标准上进行了明确, 但国际标准则不然, 以设计要求为准, 设计要求有可能高于我国的标准要求, 也有可能低于我国的标

准要求, 其他形体尺寸偏差要求亦是如此, 故在设计过程中在不违背产品使用品质和寿命的同时, 尽量为加工和施工提供最大设计便利。

## 2 工程设备供货

对于地处非洲的水电金结项目, 受工程设备及物资采购限制, 如选择在项目现场或非洲地区生产加工, 那将在原材料采购、设备购置、人员组织、运输、生产进度及质量保证等方面受到非常大的影响, 势必影响项目整体进度, 必然引起项目自身的成本增加和加剧业主的索赔风险。故尽可能在中国国内选择水电金结设备加工能力有保障、技术经验很成熟的工厂进行生产制造, 且能有效保证产品质量和生产进度。在排产前根据项目前方的设备安装工期计划倒退国内生产计划, 须充分考虑非洲地区陆运、海运、路况、雨季及政策影响, 同时要考虑到国内原材料采购招标及供货周期。

## 3 技术管理

国际项目的技术管理完全不同于国内模式, 首先从项目施工所执行的标准开始, 技术标准在与业主签订的《雇主要求》里面有明确的规定, 国际工程一般采用 ASME、ISO 或 EN 等标准, 这些标准的质量控制规定未必高于国标, 故不需特别胆怯, 但需掌握标准的执行模式。

在项目开工前, 首先须向工程师 (ER, 业主聘用的咨询方工程师, 具有很大的权力) 提交金结设备的质量控制计划 (QCP) 和检验试验计划 (ITP), 制造和安装按照设备种类分开编写并报工程师审批, 经工程师审批通过的 QCP 或 ITP 对各方均有约束力。

在工程设备制造开工前, 须向工程师报送相关工程设备的加工方案并经工程师审批通过; 在工程设备安装开工前, 须向工程师报送待装设备的安装方案并经工程师审批通过; 另外, 无损检测、防腐等须单独上报专项方案。一般来说, 方案或计划的批复意见分为 RE、RN、RR 及 FI 四种状态 (RE: 文件评审通过; RN: 除标注处以外内容评审通过或临时性通过; RR: 待按评审意见修改完后重新上报; FI: 文件已接收但未作评论, 后期待设计进一步完善后将进行评审)。工程师认为方案可行一般会批复为 RN 状态, 待制造或安装即将完工或完工时才会批复为 RE 状态。

## 4 施工管理

#### 4.1 进度管理

项目进度管理开展的一切工作均基于基线计划,基线工期的确定是及其关键的。一般来说,基线工期就是合同约定的工期,即合同工期。合同工期在项目招投标阶段通过招标文件对工期的要求、投标方工程现场施工条件的踏勘以及投标施工方案的结合综合确定的工期,该工期普遍较为紧张,对承包商不利,投标方为了中标无形中压缩自身的合理施工工期,给项目的实施带来极大困难,面临招标方的反索赔。基线工期的确定还有另外一种情况,不过这种情况极为少见,就是合同工期计划不作为基线计划,待承包商进场后根据现场的实际施工条件和限制因素与业主及工程师重新进行工期谈判,确定双方均可接受的基线工期,这个谈判过程一般比较长。如埃塞复兴大坝金结项目,因业主原因在合同签订后否决了承包商的投标施工方案,继而导致施工方案的重新制定,工期计划和施工费用也必然改变,这是很大程度的合同变更,施工方案和基线计划的谈判达到一年之久。

针对以合同工期作为基线计划的,投标方必须充分掌握现场的施工条件,制定最优的施工方案,有效分析招标方的工期要求,从技术方案、制约因素、施工组织、资源投入和成本投入等多方面统筹考虑分析,制定切实可行的投标工期。针对进场后与业主及工程师重新谈判确定基线工期这一状况,承包商务必抓住这个罕见的机会,进场后充分掌握现场的实际施工条件、业主及工程师的协调能力、其他承包商履约能力及环境影响等多种潜在的限制条件,做好谈判筹划和准备,为承包商争取最大的自身工期可调空间,为项目履约增值。

#### 4.2 安全管理

非洲工程项目的现场安全管理水平普遍比较低,无法与欧美的先进管理理念和中国安全管理标准化、精细化相比,业主雇佣的安全工程师数量有限,不能面面俱到,故安全管理重心只能在承包商自身。

对于非洲的金结制安项目,不论场内拼装还是场外安装,管理人员和一线班组长均以中国人为主,其它的技术工人、辅助工和小工以当地人为主,但当地人的安全意识淡薄、习惯性违章屡见不鲜,且存在屡教不改的现象,现场安全管理难度较大。对于这些问题可以从以下三个方面着手去抓:

(1)主抓中方管理人员和一线班组长安全管理水平。制定要求中国人全员参与的安全管理制度,形成“中国人安全管理当地人”的模式,推行班组安全管理责任制,充分调动一线班组长及中国工人参与安全管理的积极性,明确责任,奖惩到位。

(2)定期不定期开展当地工人的安全培训;除正常的理论培训外,必须增加安全演练培训,如安全防护用品的佩戴、小型工器具的使用和生产设备的操作等等,演示培训直观形象,印象深刻,当地工人更容易接受。

(3)招聘一定数量具有现场安全管理经验的当地安全工程师。现场安全管理有效发挥当地人管理当地人的模式,充分解决中国人与当地人之间的管理矛盾。

#### 4.3 质量控制

相对中国施工质量管理模式,国际项目更注重过程质量管理。业主聘请的工程师普遍专职化和专业化,如金结项目会配置非常专业且经验极其丰富的结构工程师、焊接工程师、探伤工程师和油漆工程师等,不同的生产工序会有不同的工程师进行质量把控。

工程师依据质量控制计划(QCP)和检验试验计划(ITP)全方位控制金结承包商的生产条件、生产过程和生产结果:

(1)人员资质的控制,尤其是电焊工和探伤工的资质,电焊工所持焊工证(国内资格证或国际资格证)和探伤工所持无损检测证书不再作为进场作业的依据,进场后作业前必须经过工程师组织的统一实操考试,考试达到合格标准,工程师会签发上岗证,上岗证将作为最终具备作业条件的资格证书,上岗证明确了当事人具备的各种焊接方法或探伤方式的操作级别。

(2)生产计量设备的验证,生产设备如各类电焊机、焊材烘烤机,计量设备如测量设备、检测仪器,小型工器具如焊条保温桶等,这些主要用于永久设备的生产设备、计量设备和工器具均需经过工程师的验证,并出具厂家合格证书、计量检定证书等,审核合格后方可投入生产。

(3)原材料的控制,主要包括永久设备用的钢板和焊材等,材料的材质证书和各类出厂试验数据为必查项,如采用中国标准替代的原材料,更是工程师审查的重点,对原材料控制方面,工程师具有一项否决权,如一项数据不符合标准,则认为该材料不合格,不得投产。

(4)过程质量监控,工程师对金结设备制造及安装施工过程的质量要求极高,控制依据为雇主要求所约定的相关施工标准,重点监控过程控制,过程质量控制优良,自然会有优良的产品产出,这是工程师质量控制的原则。在投产初期,中方的管理人员及生产人员需要和工程师有一段时间的磨合,磨合顺利、得当将为后续大批量的生产创造良好的质量控制环境,对生产效率事半功倍。

(5)质量控制资料必须同产品的生产过程相同步,金结产品的切割下料、坡口加工、装配、焊接、防腐及探伤等生产工序的质量验收必须如实记录,工程师进行现场工序的查验首先查其承包商的质量验收资料,对照验收资料进行实体的质量验证,并同步验证资料的真实性,这从一定程度上在向工程师展现承包商的诚信程度。

#### 4.4 索赔管理

在国际工程项目合同实施过程中,索赔工作作为合同管理的重要组成部分,对维护业主和承包商的合理利益起着非常重要的作用,而国际工程索赔与国内工程索赔差异较大,

在索赔工作中需要注意一些事项,并遵循一定原则。

国际工程项目管理及实施是一个繁杂的系统工程,涉及政治、外交、管理、气候、材料设备、财务、现场环境、人际关系和法律法规等多种因素,大部分国际承包项目采纳 FIDIC 合同作为合同管理方法,为提高索赔成功率,在国际工程索赔工作中必须注意索赔事件(Claim issue)的时效性、索赔权的论证、索赔资料的真实性及准确性,这是索赔能否成败的关键所在,同时也要注重索赔工作过程中企业人才的使用和培养,因为索赔工作的成功除了正确把握好时机、恰当的使用合同条款外,具有国际施工经验的人才也是索赔成功的一个关键因素。

#### 4.5 沟通管理

国人走出国门实施国际工程,因为语言不通导致的沟通问题频现,致使工作效率低下,也不能得到业主和工程师的认可。中国企业在水电金结施工方面具有非常丰富的经验和实力,但往往因为语言沟通问题不能充分投运实践。故具备外语精通、技术水平良好和施工经验丰富的综合性人才甚少,为国际工程发展长远而计,企业自身必须加强这方面的人力培养,可通过自主培养和社会招聘来充实企业的国际人才库。

#### 4.6 资源管理

##### 4.6.1 人力资源管理

国际项目的人力资源管理重点关注以下两个方面,一是属地化招聘管理,二是当地用工管理。

一般来说,在承包商与业主签订承包合同的时候,就有承包商当地用工比例的要求,对于非洲地区的水电金结项目,要从当地招聘高技能工人的难度非常大,非洲国家几乎没有技能工人,当地人只能被用来作为辅助工、小工,并且需要经过一段时间的培训才能上岗,否则安全隐患无处不在。对于按照比例招聘当地用工不能满足金结项目实施的这一突出问题,承包商必须同业主进行沟通谈判,从人员技能、进度保障和安全保证等方面对业主分析这类问题对项目的影响程度,在获得业主许可后可从中国、印度或其他国家招聘具备高技能水平的电焊工、铆工等,以满足工程施工需要。

当地用工普遍具有无技能水平、安全意识欠缺、工作主动性不足和培训接受能力低的显著特点,这也是与中国带班工人的主要矛盾点,尤其在项目启动阶段这个矛盾显得尤为突出,一段时间后会有所缓解。然而也有个别的当地员工在

经过中国工人的培训后,会懂得最基础的装配和焊接,也能够独立完成部分简单工作任务,因此,“优胜劣汰”制度务必在当地用工管理中推行。当地用工的管理必须遵从工程所在国的劳动法规定,与中国的用工管理模式和特点有着显著的不同。

##### 4.6.2 施工设备管理

水电金结项目所需投入的施工设备主要包括起重设备、焊接设备、切割设备、加工设备和运输设备等。除运输设备外,其他设备从国内订购中国工人所熟悉的常用设备,包括品牌、型号等,这对后续设备的维护、配件的采购容易很多,常规设备的备品备件须在设备采购时一并订购一定数量,数量根据项目施工周期的长短分批采购。

##### 4.6.3 物资管理

对于水电金结场内拼装和现场安装,所投入的物资主要以生产工器具、测量器具、起重吊索具、设备配件和劳保用品等,所有物资及设备采购计划必须至少提前 6 个月向国内报送,采购计划提取部门必须提前考虑到国内招投标及合同签订周期、备货周期、海运周期、港口理货清关周期和工程所在国的陆运周期,并从一定程度考虑不可抗力事件的影响,如雨季对陆运的影响,2020 年新冠疫情对整个采购及运输的影响。

对于物资管理,现场库房需要经常性盘算库存量,并将库存量及时告知生产部门和工程技术部门,生产部门和技术部门根据库存量估算可使用周期,根据存量及时报送新一批的采购计划。

国际水电金结工程的施工管理也是一个系统的项目管理,与常说的施工管理(土建为主)还是有着质的区别,除产品本质不同外,在安全管理、质量控制、技术管理及设备物资管理也有着显著且与众不同的特点,结合其特点有针对性的进行国际水电金结工程的管理是项目管理成功的途径之一。

#### 参考文献

1. 王峰 《浅谈水利水电工程施工及管理》《城市建设理论研究》
2. 李辉,王云鹏 《浅谈水电工程土建与金属结构安装的施工协调管理》《城市建设理论研究》
3. 蔡汝明 《浅谈国外 EPC 水电站项目金属结构施工质量控制》《大科技》