

论在大型国际 EPC 合同中设计优化对成本节约的重要性

杜尚春, 王冈

(中国水利水电第十工程局有限公司, 四川 成都 610072)

摘要: 国际工程承包市场通常以 EPC 合同为主流。在中国建筑企业大规模走出去、特别是在实施“一带一路”倡议后的沿线基建市场并喷发展趋势下, 如何做到在合同规模增长的同时有效保证企业利益的获得, EPC 合同中的设计优化是其中极为重要的手段, 甚至可以说其对整个项目成败具有决定性的影响。以某大型国际 EPC 合同中所采用的几项设计优化对项目成本产生的重大节约为例进行了阐述与说明。

关键词: 设计优化; EPC 合同; 成本节约; 体现; CCS 项目

中图分类号: TV22; TV51

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2020)04-0082-04

Discussion on the Importance of Design Optimization on Cost Saving in Large International EPC Contract

DU Shangchun, WANG Gang

(Sinohydro Bureau 10 Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610072)

Abstract: EPC contract is the mainstream in international engineering contract market. Follow the trend of large amount of Chinese enterprises develop business oversea, especially the blowout development of infrastructure construction after the implementation of the "belt and road" initiative, the design optimization in EPC contract is one of the most important means to ensure the enterprise benefits while the contract scale grows. It can even be said that it has a decisive impact on the success or failure of the whole project. Taking several design optimizations adopted in a large international EPC contract as an example, this paper expounds and explains the significant cost savings of the project.

Key words: design optimization; EPC contract; cost saving; embodiment; CCS project

1 概述

目前的国际工程承包市场已从 FIDIC 单价合同等模式的没落到如今 EPC 合同成为主流并逐步往“F+EPC”方向调转。中国基建承包企业在 2000 年开始的国家“走出去”战略引导下, 目前已成为国际基建市场中最具规模和影响的力量之一, 承担了许多世界级重大基建工程项目。

自“一带一路”倡议被提出并逐渐落地展开后, 中国承包企业更是在国际 EPC 基建产业中实现了突飞猛进的高速发展。但如何在国际基建市场保持规模增加的同时有效获得利益却是中国基建企业不得不面对的重大挑战。

目前国际大型 EPC (Engineering Procurement Construction, 即设计—采购—施工) 合同多

选择总承包施工模式, 即受业主委托, 由总承包商按照合同约定对工程建设项目的的设计、采购、施工、试运行等实行全过程承包, 总承包商在总价合同条件下对其所承包工程的质量、安全、进度和费用负责, 业主通过聘请咨询工程师的方式监督承包商在合同执行中的各个环节并签发相应的支付证书, 以介入对项目实施全过程的管理与控制^[1]。

从 EPC 合同组成工作内容的先后顺序可以看出: “E”即“设计”在整个合同中的重要地位。毫不夸张地说: “设计先行”是一个 EPC 合同成败与否的先决条件; 同时, 如何在项目实施过程中做到“以设计为龙头, 优化为手段, 节约为目标”更是国际承包企业的一项重大议题。笔者以一重大国际水电工程“CCS 项目”为例, 介绍了几项重大设计优化在该项目中的运用和实践, 用以充分说明

收稿日期: 2020-05-19

设计优化对成本节约的重要体现^[2]。

科卡科多-辛克雷(Coca Codo Sinclair)水电站(以下简称“CCS 项目”)位于厄瓜多尔 Napo 省和 Sucumbios 省 Coca 河流域,厂房距首都基多约 210 km。主要建筑物包括:首部枢纽拦河闸坝(含沉沙池)、长 24.8 km 的输水隧洞、长 30 km 至调节水库的永久道路、调节水库、两条垂直深度为 500 m 的压力管道(含竖井)和地下厂房发电系统,共设 8 台单机容量为 187.5 MW 的冲击式水轮发电机组,总装机容量为 1 500 MW。

该项目是非标准合同条件下(即业主与承包商协商谈判成果)的重大国际 EPC 合同,不含税合同金额达 19.8 亿美元,为美洲地区实时在建的最大水电工程,合同工期为 72 个月,目前已发电运行。合同工作内容包括:项目的勘察设计、土建、金属结构制作安装、永久机电设备的采购安装及调试等。

2 合同中的索道重大方案优化案例

2.1 合同要求

由于该项目的调节水库位于现有通行道路外 30 km 的原始丛林内,项目完工后调节水库与厂房运行营地间的公路间距达 50 余 km。为节约两地间的通行时间,根据合同要求,拟从调节水库至厂房间设置一条载人索道用于电站运行上下交通所需。该索道的机电设备按照欧洲或美国标准执行,站点土建及金属结构则按厄瓜多尔国家标准执行。要求索道的运输能力不小于 110 人/h,具体包括上下站土建、站内设备、舱体、中间支撑结构塔架、钢绳、滑轮、配件、工具及其他特殊设备的设计(含准则、计算书及图纸等)、设备制造、测试检验、防腐处理、包装、出厂验收、运输、现场仓储、安装、试运行、培训、售后服务及质保等所有工作。

2.2 基本设计情况

根据合同要求,索道设计平距长约 960 m,上下站间的垂距约 600 m。业主的基本设计方案为:三线五塔双轨可逆索道,具体形式见图 1、2。

2.3 对基本设计方案的询价及现场情况调查

承包商根据索道的的基本设计方案,经初步咨询后得知厂家设备及安装费用约为 1 500 万美元,加上估算的土建费用 600 万美元,整个索道工程的直接成本达 2 100 万美元之巨,极为昂贵且已超出承包商原 EPC 合同报价。

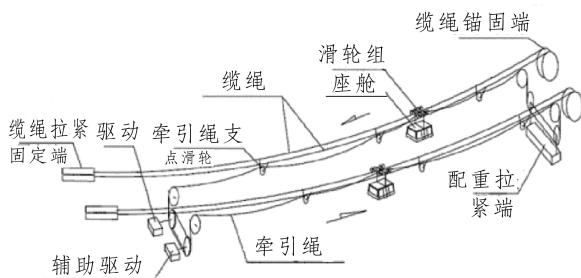


图 1 三线五塔双轨道示意图



图 2 三线双轨索道实物

因此,承包商对索道的的基本设计情况进行了仔细研究,并在清理开辟从调节水库至上站施工道路后对已可到达的上下站位置地形重新进行了测量,对出露的地质情况进行了观察与分析,通过所处位置及测量发现该区域属于高山深谷地区,路线基本沿山体陡坡布置,上下站可通视,但在山坡中段有一较大洼地,其位置低点所建钢结构塔基距顶部缆绳的最大高度近 100 m,施工极为困难。上站位于山体顶部,上有 33° 倾角的斜坡,出露风化砂岩和板岩,易出现不同程度的塌方、滑坡现象,需采取喷锚封闭并采用排水孔和马道、水沟等联合支护措施,土建工程量极大。下站位于河道右岸 I 级冲积平台,地形平坦,易于布置,区域地质主要为第四纪冲积沉积物。

2.4 合作方的选择^[3]

基于索道设计与制造施工均具有高度的专业性,索道作为保证厂房至调节水库上下交通的快速通道对电站运行具有重要意义,同时,承包商根据 EPC 主合同关于当地分包份额的要求,最终选择当地索道建设运营公司与国际知名索道厂家作为索道工程勘测、设计、制造及施工的合作方;同时,对一般土建工程则由承包商自行考虑施工。

2.5 初步优化方案

根据所了解到的该区域地形地质特点,承包商与合作方初步讨论并形成了意见,拟优化选用

“单线循环双向可逆索道^[4]”,其对比原基本设计“三线五塔双轨可逆”方案优势明显,具体型式及特点见图 3。

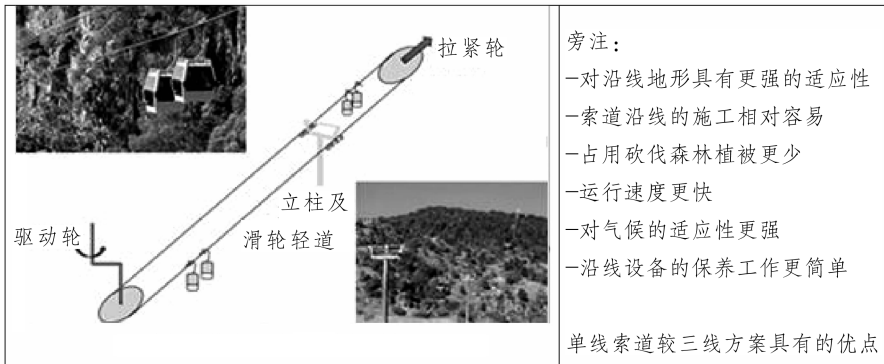


图 3 单线循环双向可逆索道示意图

2.6 与业主沟通过程及详细方案

2.6.1 提出优化建议

基于初步优化方案,承包商向业主提出了具体的优化建议,陈述理由为:

(1)在保证原设计运输能力要求和安全条件下,采用现国际主流客运索道设计理念,原三线双轨可逆索道方案现已较少采用;

(2)原设计方案中的上下站位置分别具有距陡崖太近、场地狭窄、布置困难以及距河道太近有冲刷等风险,施工及运行安全问题突出,而优化调整方案中的上下站及沿线支座占地面积更小,能够减少树木砍伐并有效避免安全风险;

(3)优化后的索道线形美观,与地形及周边环境更为协调;

(4)优化后的索道施工方便,包括中间支座的选择及施工;

(5)优化后的索道运行维护及备件成本等更为方便、节约。

2.6.2 优化方案的详细说明

(1)上下站设置。基于上站附近有厂用 13.8 kV 线路经过,可方便接入索道驱动所需电力,以最好的技术选择将上站设为驱动—拉紧站,配置索道驱动电机及拉紧装置;下站配备导向滑轮,为交换站。系统为全自动式,仅需站点操作人员。另外,采用放置额外控制岗位、安装显示屏方案从下站运行系统解决驱动设备的定位问题。

(2)牵引装置。原三线索道的安装不仅需要庞大的设备采购及安装支出,更需考虑后续永久

保养检查工作,比如 3 根缆绳长度更长(包括不同的牵引—拉紧类型)、更多的分支滑轮及定位装置、更多的舱室要求、更多的线路支撑,相应地将使全线增加更多的配件和保养工作。

单线索道使用封闭钢绳作为上下站间的牵引及运输缆绳进行操作,牵引缆绳通过启动站拉紧装置进行拉紧,缆绳支撑安装在支柱上的滑轮或平衡杆上,采用数字直流调速并设信号保护等安全装置,操作极为简单。

(3)吊舱。吊舱为摆动式固定非可脱离舱室,可保证无吊落安全,运行时两个舱室上下相向而行。优化后的增大舱室容量至 10 人全座,最大负载能力由原方案的 900 kg 增至 1 t,能够有效满足合同规定 110 人/h 的运输要求且为全员有座,对比原三线方案吊舱在 1 h 内运载 110 人时需 40% 人员站立无座更为舒适安逸。

(4)中间支柱。优化设计最重要的原因是中间支撑方案的比较选择;三线五塔的确是更加稳固的设计,但其沿线共设 5 个大型铁塔基座,每个基座根据塔高的不同其基础底板尺寸亦不同,均需单独核算设计,且每个基础均需在陡坡上进行深层开挖并在四角采用灌注桩锚固后才能满足平衡杆及牵引拉缆分支的要求,施工极为不易且对边坡植被破坏严重,同时每个基座需专门生产,费用昂贵,后续运行维护及配件供应亦较复杂。

而单线方案仅在上站区域设 2 个管状塔且其均为标准设计,生产安装及配件供应均较方便,同时,管状塔仅需一较小的混凝土基础,土建及安装

施工简单,对环境影响较小,比较优势极为突出。

(5)优化方案总述。总体来说,优化方案不仅是成本原因,更是技术及实用要求。对于优化方案的建议是承包商经过对具体线路的评估提出来的,考虑其适应气候情况、外观(生态环境)、速度、负载能力、特殊情况、额外负载舱室、最大座位空间、运行费用以及配件的获得渠道等,尤其是未来设备保养费用的大大降低(非常明确的是:五条缆绳的设备保养需求比一条缆绳的设备保养需求大的多)。

2.7 最终优化方案的确定

通过分析比较两种方案,合理且具体地解释了优化方案在施工阶段的经济性及技术难度、运行及保养阶段的适应性和经济性,以及优化方案相对于原方案具有的明显优势,包括地理位置、测量、线路长度、站台区域地质情况、配件来源、环境破坏量、美观以及其他方面等综合情况,经过约 3 个月时间的沟通,业主最终采纳了优化方案。

2.8 优化成本

根据优化方案,承包商经过约 2.5 a 时间完成了索道的详细勘测设计、设备制造、现场安装及相应的土建施工,最终的实际成本为:设备采购安装及配套站房土建合作方费用约 1 300 万美元+承包商自行施工站台及边坡土建费用约 200 万美元=约 1 500 万美元。

最终优化成本为: $2\ 100 - 1\ 500 = 600$ (万美元),工程成本节约效果极为显著。

3 其他设计优化案例

同理,在 CCS 项目中,承包商还尽一切可能实施了其他设计优化措施,以减小支出控制成本。

3.1 TBM 管片衬砌后的回填及灌浆优化处理^[5]

(1)回填豆砾石粒径配合比的优化。通过试验,对 TBM 预制管片衬砌外周与开挖断面间的空隙回填豆砾石粒径配合比进行了优化,最重要的是提高了回填进度,保证了及时跟进 TBM 掘进速度,使回填料更顺利地充填和密实,有效增加了砂石系统生产成品料的利用率,减小了弃料率,节约了生产成本,简单估算成本节约为 100 万美元以上。

(2)将豆砾石回填后的水泥灌浆优化为直接灌注水泥砂浆。通过试验,将 TBM 洞内预制管片安装后的顶部豆砾石回填后再进行水泥灌浆方

式优化为直接灌注水泥砂浆方案,保证了顶部充填密实、取芯合格,同时将底管片下部砂浆回填弃料利用,大大降低了砂浆损耗,估算节约直接成本 250 万美元以上。

3.2 以其他方式进行的永久道路设计优化

结合现场条件,在满足功能性要求的前提下,以节约工程成本为出发点,但在向业主提出优化理由时不可直接表达为节约成本,而需强调其他方面的主要原因并将其作为优化之理由,比如:

(1)至调节水库库尾道路的优化。主要理由:实用。取消库尾跨左右岸原设计方案中长约 80 m 的交通桥,而直接将环库路延伸至库尾末端拦渣坝,以便于运行期间的清渣设备直接入库清淤。根据当地已建类似桥梁综合估价,该桥成本至少在 300 万美元以上,而直接延伸环库路仅约 600 m,估价约 60 万美元,直接节约成本即达 $300 - 60 = 240$ (万美元)。

(2)至导流洞出口道路的优化。主要理由:环保,减小林木砍伐。将道路调整至大坝背坡面“之”字形绕行至导流洞出口,实际减小了 500 m 长度在出口上部陡崖的大开挖支护永久道路,估算节约成本超 50 万美元。

(3) km16—km27 部分路段开挖调坡的优化。主要理由:安全,减小开挖扰动并防止边坡更大方量的垮塌,减小上部植被的砍伐。优化方案将原设计的 8% 道路纵坡调整至 11%,仍满足道路设计规范要求,同时取消了原混凝土挡墙,采用铅丝石笼压脚护坡。优化成本估算:减小开挖量约 20 万 m³,变更混凝土挡墙为石笼,节约直接费用超 100 万美元,更为重要的是保障了施工安全,减少了对施工期通行的干扰,加快了施工进度,优化效果明显。

4 结语

仅上述几项设计优化,CCS 项目成本节约远超千万美元之巨,充分体现了设计优化对 EPC 合同成本节约的重要性。同时,优化是一个技术与现场、合同等各方面结合,依靠统筹设计、施工、商务等人员全方位与业主进行沟通处理的综合过程,优化途径中的谈判也是双方妥协的过程,优化过程中承包商也不可能做到全面有利,一定要有双赢的思想才能将优化落实,有必要的照顾业主

(下转第 93 页)

分;对于对工程成本与施工进度产生影响的,则将其作为结算与索赔的依据。偏差许可的注意事项包括以下四个方面:

(1)偏差许可的编号、版本号;

(2)应注明改变后对工程施工进度、施工成本的影响,如有影响,应附详细的分析、计算及说明;

(3)简要阐述请求偏差许可的原因及所涉及的规范条款、图纸内容及相关的证明文件,如检测报告、鉴定文件并附在后面;

(4)签字认可;须有施工单位、监理单位、建设单位代表签字后方可生效。

4 最终验收(Final Inspection)

在欧洲规范中,最终验收相当于竣工验收,分为土方、混凝土、结构、金属结构安装、电气安装工程等专业子项。

在每个专业子项工程完成时,需要做最终的验收资料,应将子项施工过程中所申报的该部位的所有相关 RIT 复印件附在最终验收 RIT 中的 QCF(质量控制表)后面。如土方工程子项包含的资料从测量放样开始,直到最终层验收合格报告过程中的每个工序的相关资料。土方回填的最终验收应在结构开挖之前完成;混凝土的最终验收:从结构开挖开始,直到混凝土检测报告的形。其他子项工程亦如此。

由此可以看出:实施了严格的过程控制,则后期只需要进行简单的外观验收,不牵扯到抽检项,尤其是在资料方面,一步到位,从而有效杜绝了项目完工后还要对资料进行整理和验收移交,大大缩短了后期收尾时间。

5 结 语

(上接第 85 页)

的利益将会极大地推动优化方案的实施。比如,在前述的索道优化中,业主要求增加调节水库内清淤系统等作为同意优化的交换条件承包商予以充分理解,双方以友好协商的方式解决了尽可能不让分歧提上合同约定争议调解程序,充分显示了合作精神,在取得优化和交换后,在各取所需、互利互惠条件下达到了承发包方双赢的良好局面。

参考文献:

[1] 王秀强.论设计优化在 EPC 总承包项目中的成本控制重要性[J].水利水电工程造价,2012,19(2):47-49.

中国与欧洲建筑规范的比较:欧洲规范由于其通用性和系统性在全世界范围内影响力较大,全球很多国家均通用。我国的建筑规范在很多方面已经和欧洲规范接近,但欧洲规范相比中国规范更加系统、全面。随着我国建筑市场的发展和更多的企业走出国门,通过学习和总结,我们的质量控制标准也将逐步趋于完善。

在施工过程中,欧洲标准也有很多方面和现场实际情况存在冲突,尤其是细小或是用肉眼就能观察到的质量情况却必须填写相关的表格,走相应的流程,从而给工程进度造成了一定的影响,也许这就是欧洲人对流程的控制。但随着建筑业的发展,相信这些都会得到改善,各国规范都会取长补短,向着更有利于质量控制和工程进度的完美协调方向发展。

参考文献:

[1] 郭明晶.移动电子商务服务质量控制研究[D].武汉:武汉大学,2012.
[2] 李建峰.建筑施工(第1版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2004.
[3] 郭小东.ISO9000质量管理体系在WD公司的应用研究[D].天津:天津大学,2011.
[4] 沈朝霞,刘剑,贺伟炜,等.SPC技术在航天产品质量控制上的应用[J].制导与引信,2006,27(4):47-53.
[5] 宁哲瑶.渤海石油水电服务公司基于QHSE一体化管理体系研究[D].天津:南开大学,2010.

作者简介:

刘金平(1985-),男,陕西西安人,工程师,从事建设工程施工技术与管理工作;

张军(1986-),男,四川达州人,工程师,从事建设工程施工技术与质量管理工作;

胡洪鑫(1976-),男,湖南双峰人,高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

[2] 向志梁,王宗敏.设计优化对 EPC 工程项目的重要性[J].水电与新能源,2014,26(10):54-56.

[3] 龚伟.海外项目分包商及分包合同的管理[J].四川水力发电,2014,33(4):60-62.

[4] 架空索道工程技术规范,GB 50127-2007[S].

[5] 王勇,高强.厄瓜多尔 CCS 项目 TBM 灌浆施工探讨[J].四川水力发电,2014,33(4):36-39.

作者简介:

杜尚春(1977-),男,四川宣汉人,高级经济师,一级建造师,从事国际工程项目管理工作;

王冈(1985-),男,陕西铜川人,工程师,从事国际工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)