

浅谈海外 EPC 水电项目降本增效管理

杜进军, 左祥, 杨玉银, 史俊安, 王先浩

(中国水利水电第五工程局有限公司, 四川 成都 610066)

摘要:阐述了海外 EPC 项目降本增效应从两个方面入手:一方面利用合同约定增加项目的营业收入;另一方面通过精细化管理,在各阶段做“减法”,降低成本,从而提高项目的盈利水平。结合乌干达卡鲁玛水电站 EPC 项目尾水隧洞施工降本增效工作实施经验,阐述了如何做好海外 EPC 水电项目降本增效的管理工作。

关键词:前期策划;降本增效;做减法;精细化管理;海外 EPC 水电项目

中图分类号:TV7;TV51

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2016)03-0078-05

1 概述

在国家“走出去”战略下,我国建筑企业在国际市场的份额逐渐扩大,目前中国电建集团境外在建 EPC 项目达到几十个且大部分在非洲,涉及水电、风电、公路等各领域,但部分项目出现了亏损,因此,研究海外 EPC 项目降本增效管理具有重要意义。笔者结合乌干达卡鲁玛水电站 EPC 项目尾水隧洞工程降本增效工作实施经验,推荐了若干管理做法,具体阐述了如何做好海外 EPC 项目降本增效工作,以期能为其他类似工程参考。

2 项目前期策划

项目前期策划是对合同条款、项目施工组织方式方法、资源配置、收入成本及利润指标、影响成本因素进行认真分析策划的过程,研究如何有效控制并降低成本、规避风险,给出具体的意见并制定相应的措施,用以指导项目全过程的实施。前期策划经营指标作为项目管理的控制目标,用来与各季度经营指标进行对比,进而查找出偏差,以便有针对性地制定措施,及时加强成本管理。因此,项目前期策划极为重要,对降本增效管理意义重大。

以卡鲁玛尾水隧洞项目为例,由于其为 EPC 项目,总价相对固定,为降本增效,研究如何优化设计、降低消耗、缩短工期(即做“减法”)是其重点。因此,项目部重点通过设计优化、施工方案优化和加强分包管理等措施,在加快施工进度、控制隧洞超挖、管理提效等方面有的放矢,取得了一定的成效;同时,外帐管理亦不容忽视,是保证利润

的重点;其次,做好合同中的人工费上涨、主材调差、抓好质量和安全管理也能为降本增效锦上添花。

3 降本增效的思路及采取的主要方式方法

3.1 优化设计

优化设计是在满足设计及施工规范,保障质量、安全的前提下对设计工程量进行优化,或者通过合理的途径减少工程量,是降低成本的关键。

前期策划期间,项目部分析认为尾水隧洞的支护和衬砌成本将成为项目盈利与否的关键,须重点关注。在投标阶段的设计报告中,预测尾水隧洞中的 II 类围岩占 28%、III 类围岩占 63%、IV、V 类围岩占 9%。但是,根据施工支洞实际揭露的围岩推测,尾水隧洞围岩类别较投标预测好,II 类围岩占 90% 以上。为此,项目部提出重点对尾水隧洞 II 类、III 类围岩系统采用锚喷支护、二衬参数优化的设计意向,通过对尾水隧洞轴线范围地质情况进行复勘取芯、设计复核、进行模型试验验证等反复论证,最终完成了对 II 类、III 类围岩系统锚杆、挂钢筋网、喷混凝土支护、二衬结构钢筋等参数的优化,与同类围岩断面原设计参数相比减少了工程量,降低了支护和衬砌成本,同时亦显著加快了施工进度。表 1 为 II 类围岩设计优化参数及成本比较表、表 2 为 III 类围岩设计优化参数及成本比较表。

3.2 优化爆破设计

在隧洞爆破开挖过程中,项目技术负责人结合现场地质情况、爆破材料、施工设备条件,因地制宜不断优化钻孔深度、周边光爆孔间距、钻孔角

收稿日期:2015-12-12

度以及光爆孔的装药结构、装药方法等,在技术上取得了突破。同时,在项目部对作业队高标准、严要求下,狠抓落实,按照项目部的意志行事,最终卡鲁玛尾水隧洞项目的光面爆破质量成为中水五局的一块招牌。Ⅲ类以上围岩光面爆破半孔率达到 90% 以上,爆破裂隙极少,平均超挖量在 10 cm

以内,整个隧洞的开挖轮廓平整,围岩稳定,符合Ⅱ类围岩的外观与围岩判定标准,因此,项目部建议将Ⅲ类围岩开挖洞段按照Ⅱ类围岩支护参数进行支护施工,获得设计单位与工程师的同意,从而进一步减少了工程量,降低了支护成本,同时也显著加快了施工进度。

表 1 Ⅱ类围岩设计优化参数及成本比较表

序号	项目	单位	优化前参数	优化后参数	优化后每延米减少工程量	每延米节约 EPC 合同金额 / 美元	每延米节约成本 / 美元
1	系统锚杆	根	顶拱 150° 范围 $\varphi 25$, $L=6\text{ m}@3\text{ m}\times 3\text{ m}$	顶拱 150° 范围 $\varphi 25$, $L=4.5\text{ m}@3\text{ m}\times 3\text{ m}$	减少钻孔 2 m、钢筋 7.7 kg	129.64	85.56
2	喷混凝土	m^3	边顶拱喷 C25 混凝土, 5 cm 厚	顶拱 150° 范围喷 C25 混凝土, 5 cm 厚	1.02	563.39	371.83
3	二衬边顶拱混凝土	m^3	厚 35 cm, 不含喷层, 每延米 11.14 m^3	厚 35 cm, 含喷层, 每延米 11.14 m^3	1.85	846.06	558.4
4	钢筋制作安装	t	单层, 环筋 $\varphi 25$, 分布筋 $\varphi 20$, 每延米为 1.575 6 t	单层, 环筋 $\varphi 20$, 分布筋 $\varphi 16$, 每延米 0.976 6 t	0.599	1 740.07	1 148.45
合计						3 279.16	2 164.24

表 2 Ⅲ类围岩设计优化参数及成本比较表

序号	项目	单位	优化前参数	优化后参数	优化后每延米减少工程量	每延米节约 EPC 合同金额 / 美元	每延米节约成本 / 美元
1	系统锚杆	根	$\varphi 28$, $L=6\text{ m}@2\text{ m}\times 2\text{ m}$	$\varphi 25$, $L=4.5\text{ m}@2\text{ m}\times 2\text{ m}$	减少钻孔 12.75 m、钢筋 12.5 kg	380.63	251.22
2	挂钢筋网	t	边顶拱 $\varphi 6.5@15\text{ cm}\times 15\text{ cm}$	随机 $\varphi 6.5@20\text{ cm}\times 20\text{ cm}$	0.032	83.17	52.4
3	钢筋制作安装	t	单层, 环筋 $\varphi 25$, 分布筋 $\varphi 20$, 每延米 1.583 3 t	单层, 环筋 $\varphi 20$, 分布筋 $\varphi 16$, 每延米 0.976 6 t	0.607	1 763.31	1 163.78
合计						2 227.11	1 467.4

3.3 优化临时工程量

通过从工期、施工难度、经济方面进行综合权衡,优化了部分临时工程项目,也在一定程度上节约了成本。例如,投标阶段在两条尾水隧洞之间设置了 6 条联通洞,但由于围岩质量好于预期,施工进度加快,争取了工期,通过论证分析,取消了 6 条联通洞(洞长 422 m, (宽) $8\text{ m}\times$ (高) 7 m 城门型断面),使原本需要投入大量开挖、支护、二衬、灌浆成本的联通洞 EPC 收入(此项 EPC 合同金额 1 491 万美元)直接施工成本变为零。

3.4 降低消耗

此消耗主要为材料、配件、能源的消耗,其他消耗虽然也有一定的影响,但非主要矛盾。笔者结合卡鲁玛工程的实际情况,就如何减少材料消耗、设备配件消耗以及能源消耗的推荐性做法予

以介绍。

3.4.1 降低材料消耗

该尾水隧洞长度为 14 580 m,开挖断面高 13.45 ~ 15.05 m,开挖断面宽 13.6 ~ 15.2 m,边顶拱开挖周长为 37 m,底板开挖宽度为 11.13 m,经测算,每超挖 1 cm 增加直接施工成本 804.84 万元(表 3)。为此,项目部与钻爆作业班组之间以合同约定:边顶拱超挖须控制在 0 ~ 15 cm,底板超挖须控制在 0 ~ 20 cm。为确保超挖控制范围的实施,上层开挖循环进尺不得超过 3.5 m,下层开挖循环进尺不得超过 4.5 m。同时,合同约定:在超挖范围以内节约的给予奖励,因施工原因超出合同约定超挖范围的施以罚款。通过合同约定并采取对钻爆作业人员的强化培训、教育,使作业班组充分认识到超挖控制的重要性,提升了钻

爆班组人员的责任心,最后,通过对测量放样、钻孔、装药参数等三检制的实施,超挖控制取得了良好效果。经过对两条尾水隧洞上层开挖 5 320 m 长度段的测量资料统计,上层边顶拱最大超挖 12

cm,其中 8#施工支洞口对应的 4 个面最大超挖为 8 cm(图 1)。可以预见,超挖控制好,超填混凝土量就大大减少,将极大地降低材料成本;若继续优化混凝土配合比,减少水泥用量,成本节约将非常显著。

表 3 尾水隧洞每延米超挖超填成本比较表

序号	隧洞长 /m	超挖厚度 /cm	每延米超挖超填量 /m ³	总超挖超填量 /m ³	超挖超填单方直接施工成本 /美元·m ⁻³	超挖超填总成本 /万美元
1	14 580	1	0.46	6 707	301.84	202.44

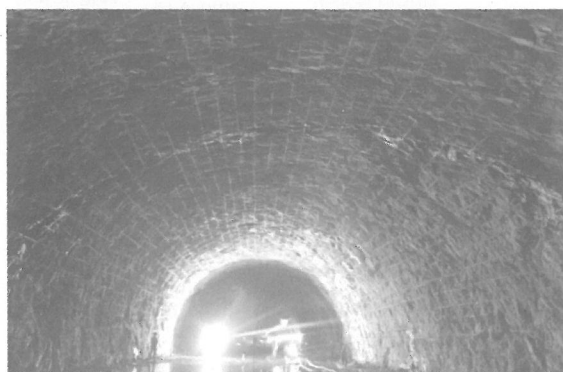


图 1 8#施工支洞口 1#上游面光爆效果及超挖控制情况图

材料的用量要有依据、有计划或根据图纸匡算各阶段的材料用量,不能一味的“凭感觉”、“谈经验”随意采购,领多少,用多少,加大二级库的库存量。材料管理部门也要严格把握材料领用的手续,杜绝“刷脸”操作,必须认真执行“季度盘库”机制。对材料领用人应加强责任心,对未使用完的材料及时收集存放或退库,避免浪费。

3.4.2 降低机械设备及配件的消耗

工欲善其事,必先利其器。在前期策划之时,一定要根据项目的实际情况,充分论证主要施工机械设备型号规格及合理的台数,过多的设备购入成本压力大,过少则施工进度得不到保障,况且当地资源匮乏,形成卖方市场,反而得不偿失。

项目部充分认识到施工机械设备健康运转的重要性。尽管施工机械设备在施工期间的维护、保养、维修的责任由分包单位承担,但项目部并非放开手脚听之任之,而是秉承“服务、监督、指导”的理念,对分包单位设备管理人员加强培训、考核,对施工机械设备进行周检、月检,实施介入式管理,检查、监督分包单位对设备及时进行保养维护,坚持以养代修的管理理念,重视保养环节,杜绝带病作业,进而降低了设备的故障率,节约了设备的维修配件消耗成本。

再者,转变思想,修旧利废,挖掘旧配件再利用的可能性;提高机械设备管理人员的业务素质和技能水平、减少采购环节损失;实行单机能耗核算及奖惩,鼓励机修人员开展小技改、小发明等降本活动,既解决了生产问题,又取得了很好的经济效益。例如,在尾水隧洞锚杆钻孔施工中,自制多臂钻扶杆器胶套比采购成本节约 6.4 万美元;另外,还有 360°快速法兰连接盘接盘、型钢冷弯机改造、自制简易注浆器^[1]、40 t 移动筛分系统机架改造等。

3.4.3 降低能源消耗

乌干达卡鲁玛项目使用大量的电动机械设备,而且当地没有足够的电力资源,必须靠柴油发电机发电。前期策划表明:发电成本是能源消耗控制的重点。项目部为此做了大量工作,采取了以下切实可行的措施:(1)集中发电厂实行自动化调控,根据负荷自动调节发电机不同时段的合理运行台数;(2)经对各洞口用电量、洞挖工程量、空压机压力设置等信息进行统计分析,提出对电动空压机出厂设置的加载压力、卸载压力参数进行调整以降低用电消耗;(3)尾水隧洞施工期间,利用永久排水竖井进行通风排烟,通过缩短通风排烟路径、减小通风机运行时间等手段降低能源消耗。

对于油动机械设备,主要通过各种手段和措施提高设备的利用率来控制消耗,增强全员厉行节约的意识,让节约成为大家的习惯,从小事做起,从身边事做起。例如:对尾水隧洞装运渣施工机械设备,通过对单机柴油消耗和完成工程量进行统计分析,制定单机能耗平均水平,在洞挖期间推行“节能降耗”活动;车辆的使用遵守“先重后轻、先急后缓,统一调派、组合使用”的原则,减少了派车次数。

3.5 缩短工期

不论是什么类型的工程,如果工期提前,就意味着节约了工期内的所有人工费、设备使用费、管理费等,可大大降低成本。而 EPC 合同总价本来就相对固定,就更加要求项目采取各种合理的方式加快进度。

3.5.1 优化施工方案

卡鲁玛水电站尾水隧洞项目施工范围为 8#、9#、10#三条施工支洞;1#、2#两条尾水隧洞,主要工作内容包土石方明挖、石方洞挖、锚喷支护、衬砌混凝土、灌浆等。项目部结合前期策划中拟定的施工方案,在施工支洞贯通前,根据不同的工期、资源投入,对尾水隧洞施工方案进行了对比分析:

方案 1。尾水隧洞开挖支护完工后再进行二衬与灌浆施工;该方案又可细化为以下几个方案:

方案 1-1。施工顺序为:上层开挖支护结束→下层开挖支护结束→垫层浇筑混凝土→边顶拱浇筑混凝土→底板浇筑混凝土→灌浆;

方案 1-2。施工顺序为:上层开挖支护 600 m→下层开挖支护 500 m→上层开挖支护(同时进行 500 m 段垫层混凝土浇筑、钢筋台车钢模台车安装等二衬准备工作)→全部开挖结束后进行边顶拱混凝土浇筑→底板混凝土浇筑→灌浆。

方案 2。尾水隧洞开挖支护一定长度后,在两条尾水隧洞之间形成多个连通洞,通过连通洞解决洞内交通,形成前面开挖支护、后面二衬的施工条件。

方案 3。尾水隧洞开挖支护一定长度后,形成前面开挖支护、后面二衬的施工条件,施工顺序为:上层开挖支护 600 m→下层开挖支护 500 m→上层剩余段开挖支护,同时进行垫层混凝土浇筑→边顶拱混凝土浇筑→上层开挖结束后进行下层剩余段开挖支护,同时进行垫层混凝土浇筑→边顶拱浇筑、底板浇筑→边顶拱混凝土浇筑一段长度后开始灌浆。

最终决定采用方案 3:洞挖、支护、二衬、灌浆平行流水线施工方案。在最终确定的方案基础上制定内控总进度计划,考虑到合同履约风险,内控总进度计划须较合同计划至少提前 3 个月的工期。

3.5.2 管理降本增效

项目部坚持精细化管理、标准化管理理念,对

作业队伍秉承“服务、监督、指导”的理念,达到了降本增效的目的。

在人工、材料、设备、分包、管理等成本方面,项目部认真贯彻落实公司的规定并结合实际情况,处处以“经济性”进行考量。例如:在人工成本方面,因 1 名中方人员的成本约等于 10 名乌方人员的成本,因此,项目部努力提高属地化程度,对当地人员进行培训、考核,控制中方人数,努力降低人工成本,并形成规章制度、辅以奖励考核,予以贯彻落实,进而大大提升了工作效率,一切循序渐进,在一定程度上促进了施工进度推进。对于分包管理,始终坚持以卡鲁玛项目的整体利益为重,而不是放任自流,施工中坚持“服务、监督、指导”的宗旨,做好协调、服务、安全技术交底工作,帮助分包单位节约成本,为作业队服务,让他们将更多的精力倾注到施工,加快进度,实现“双赢”。只有分包单位有利可图,才能激发潜力,刺激分包单位加快进度,又快又好地完成施工任务。

洞挖支护施工期间,因地质情况变化,每周施工进度计划的安排都坚持在内控总体进度计划的基础上,结合上期实际完成的情况酌情提速,及时处理影响施工进度的事项,发挥作业人员、施工机械设备的极限能量。尾水隧洞创造了上层洞挖支护单面最高月进尺 257 m、下层洞挖支护单面最高月进尺 324 m 的记录。

3.5.3 资源保障

卡鲁玛尾水隧洞项目地处非洲乌干达西北部野生动植物保护区内,每年两个雨季是马来热的高发区,据统计,项目中 80% 的中方人员已患过马来热,目前最多的发病过 6 次。2015 年 11~12 月期间,针对尾水隧洞 10 个作业面钻爆班组有 40% 的中方作业人员在轮换着治疗马来热、休息,每循环钻孔时间延长近 3 h、严重影响正常施工的实际情况下,项目部在作业队劳工营地紧急成立诊所,随时候诊方扭转了局势。因此,有效预防和治疗传染性地方疾病,确保作业人员身体健康和心理健康尤为关键。

笔者认为:在项目前期策划之时,要认真做好调研工作,对物资的采购和供应地、运输线路作出决策,权衡利弊;又因乌干达属于内陆国家,经济欠发达,采购运输周期很长,所有的材料必须根据

采购周期提前计划,“巧妇难为无米之炊”,不能因为物资供应不及时而影响施工进度。

3.6 其他

降本增效的管理是全员参与、有的放矢的管理。各个部门需结合自身工作实际,对照项目部整体思路,制定详细的降本增效措施并进行详细的交底,相互监督、考核,确保降本增效工作的长效开展。同时,知己知彼,方能百战不殆,做任何工作之前都应该提前进行调查分析,未雨绸缪,做好规划,比如分包,要提前半年进行分包招投标,合同协商签订等工作;进场施工前,完善合同手续,明确双方的责权利;外帐管理要熟知当地税法,账务应经得起外账税务审计,实现涉税零风险^[2],同时借鉴在乌中资或外资企业合理避税经验,守住利润。

4 实施效果

降本增效是企业的根本目的。项目成本管理的好坏直接影响到企业的效益,关系着企业的生存和发展。卡鲁玛项目围绕前期策划分析结果,实施精细化、规范化管理,目前已取得初步成效,通过 2015 年 12 月份调整项目经营策划,预计比前期总体策划毛利率提高 3.64% 以上,实现了项目成本管控阶段性目标。

5 结语

海外 EPC 项目往往在合同中设置了很多约

束条件,限制了承包商索赔。因此,若想在索赔上获取客观的利润一般都比较艰难。但是,如果能主动在“花钱”上下功夫,通过降本增效,为项目做“减法”,省出利润还是比较容易的。笔者仅对卡鲁玛尾水隧洞项目成功实施并取得一定效益的主要降本增效做法及管理理念进行阐述,可为类似工程提供指导,值得参考借鉴。不过,降本增效的管理是贯彻项目始终的,亦是全方面的管理,因此不能片面,顾此失彼,亦不能懈怠。

参考文献:

- [1] 陈长贵,杨玉银,等. 自制简易注浆器在境外隧洞工程施工中的应用[J]. 山西水利科技,2015,45(2):1-3.
- [2] 郭凤风. 筹划企业税收,为企业降本增效[J]. 中国经贸,2013,20(16):218-218.

作者简介:

杜进军(1970-),男,甘肃靖远人,工程师,中级爆破工程师,从事水电工程施工技术及经营管理工作;

左祥(1988-),男,湖南湘潭人,助理工程师,从事水电工程施工技术及经营管理工作;

杨玉银(1968-),男,河北遵化人,教授级高级工程师,高级爆破工程师,四川省工程爆破协会专家委员会委员,公司第三届地下工程专业技术带头人,从事地下工程及土石方明挖施工爆破技术、安全管理工作;

史俊安(1989-),男,河南新郑人,助理工程师,从事水电工程施工技术及经营管理工作;

王先浩(1988-),男,四川达州人,助理工程师,从事水电工程施工技术与管理工作。(责任编辑:李燕辉)

乌东德水电站完成工程截流技术预验收

6月2日至5日,金沙江乌东德水电站工程截流验收专家组在乌东德工地开展了工程截流现场检查和技术预验收,专家组经讨论并形成了技术预验收意见。专家组一致认为,乌东德水电站已实施的导流工程满足2016年安全度汛要求,同意通过工程截流技术预验收。此次工程截流技术预验收范围主要针对的是乌东德1#—5#导流隧洞的进出口边坡、明渠(含左岸尾水出口厂泄导墙)、进水塔、洞身段、尾水塔;3#和4#尾水洞的出口边坡、明渠(含左岸尾水出口厂泄导墙)、进水塔、洞身段、尾水塔;3#和4#尾水洞的出口边坡、明渠、尾水塔,与导流隧洞相连接的施工支洞和勘探洞封堵工程,及其相关的安全监测和金属结构工程,以及导流洞过流验收后尾工项目和运行情况。根据《水电工程验收规程》规定,此次预验收由三峡集团牵头,并与水电水利规划设计总院、水电工程质量监督总站、中国水利水电建设工程咨询有限公司共同成立金沙江乌东德水电站工程截流验收专家组,负责工程截流验收现场检查和技术预验收工作。技术预验收期间,工程截流验收专家组对相关工程项目施工情况进行了检查,通过现场查勘,听取了工程建设、设计、施工、监理等单位关于工程截流验收工作情况的报告,导流洞专项安全鉴定及截流阶段质量监督结论意见,检查并审阅了工程截流验收文件和资料,并就导流洞工程的建设与运行、截流与围堰工程的设计和施工、2016年防洪度汛、水土保持和环境保护等问题与参建各方进行了交流和讨论,提出了金沙江乌东德水电站工程截流验收专家组意见。专家组认为,本次验收范围内的导流洞工程形象面貌满足工程截流及度汛要求;其土建工程、金属结构工程和安全监测工程的设计符合国家和行业有关规程、规范的要求;已实施的土建工程、金属结构制造与安装工程和安全监测工程的质量满足国家和行业有关技术标准及设计要求,且完成了安全鉴定与过流验收,并于2014年12月分流过水;安全监测资料分析表明导流洞运行正常。截流与围堰工程的设计和施工方案已经三峡集团组织审定,围堰工程已实施的部分施工质量满足设计及规范要求,未完部分计划在6月20日前完成;2016年防洪度汛方案及应急预案已通过审查,度汛方案与工程措施切实可行;水情自动测报系统已经投入运行,满足2016年度汛要求;截流验收有关文件资料齐全。三峡集团总工程师陈文斌主持技术预验收活动并就落实专家组意见提出了明确要求。水电水利规划设计总院、水电工程质量监督总站、水利水电建设工程咨询公司、三峡建设管理公司及三峡云川公司、乌东德工程建设部和各参建单位主要负责人参加了现场检查和技术预验收。