

官地水电站业主机电安装进度管理

赵云亮,刘万均

(雅砻江流域水电开发有限公司官地建设管理局,四川 凉山 615000)

摘要:官地水电站业主机电安装进度较合同目标提前较多,从业主角度对官地水电站机电安装在招标阶段超前规划进度、施工阶段预控进度的措施和过程作了较系统回顾,对官地水电站业主倡导的均衡施工理念进行了较深入的分析,并总结了官地水电站业主机电安装进度管理的实践经验。

关键词:机电安装;进度管理;官地水电站

中图分类号:TV547.3

文献标志码:B

文章编号:1006-7647(2013)S2-0066-03

官地水电站地下厂房装机4台600 MW混流式机组,总装机容量2400 MW,采用混流式水轮机、半伞式发电机。

官地水电站业主现场管理机构为雅砻江流域水电开发有限公司官地建设管理局(以下简称管理局),机电安装承包商为中国水利水电第七工程局有限公司(以下简称机电承包商),机电安装监理由四川二滩建设咨询有限公司承担(以下简称机电监理)。

1 安装条件

官地水电站机电大件设备主要是通过铁路运到西昌南站,急用部件通过汽车运到工地现场仓库和厂房交货,不急用部件通过汽车运到漫水湾转运站暂存。在地下主厂房内共安装了2台450 t+450 t双小车桥机和1台80 t单小车桥机,3台桥机同层布置。在安装间设有2个转子工位(其中一个转子工位与定子工位共用),顶盖、转轮、定子工位各1个。

2 超前规划

2.1 招标阶段机电安装进度规划

官地水电站土建标合同规定的1号机组发电时间为2012年7月1日,后续机组发电间隔时间为4个月。官地水电站单台机组安装工序主要由水轮机埋件(锥管安装至蜗壳水压试验需10个月)、机墩浇筑(需7个月)、主机安装(13个月)3个主要阶段组成,共需30个月。

2008年,在机电安装标招标前,管理局按上述目标编制完成了《官地水电站机电安装进度规划》:

对机电安装招标关键进度节点按前期略紧的原则作了调整,其中,桥机在安装间安装交面节点超前于土建合同交面节点4个月,为后续机电提前发电计划目标的制定与调整预留余地^[1]。

2.2 施工阶段机电提前发电规划

2009年,机电承包商进场后,为提前发电,管理局主导对机电安装计划作了进一步调整,编制了《官地机电提前发电总控制计划》。其中,设定发电目标如下:力争1号机组发电目标为2011年12月31日,后续机组发电间隔时间为4个月,即每台机均提前6个月发电。然后,组织机电监理和机电承包商分别编制提前发电的执行计划和安装施工计划。其中,压缩了相关机电土建施工工期:水轮机埋件改为8个月(压缩2个月),机墩浇筑改为5个月(压缩2个月),主机安装12个月(压缩1个月),共需25个月,参见表1。

机电提前发电规划阶段采取的关键措施有3条:①优化机电安装工艺,压缩机电埋件安装工期;②加大资源投入,缩短机墩浇筑时间;③创造条件提前4个月安装桥机,再安排机组的关键部件定子、转子提前6个月以上组装,提前在机坑安装定子、转子,从而缩短了关键路线。

2011年8月,根据现场实际施工进度,官地水电站各台机组的发电时序调整为:2011年12月底1号机组安装完成,1号、2号、3号、4号机组投产发电时间分别为2012年3月底、2012年5月底、2012年11月中旬、2013年3月,较合同工期分别提前3、5、3、3个月。

2.3 调整供货、供图计划

雅砻江流域水电开发有限公司总部、管理局根据上述提前发电计划,分别对机电设备供货、供图计划做了相应调整,其中,总部早已按提前6个月发电目标完成了主机设备、主要电气一次设备采购招标,该部分机电设备供货计划基本不需调整。

3 预控为主

机电安装施工阶段,管理局划分了业主、监理进度管理界面。管理局对机电进度采取的是预控为主,过程控制主要交机电监理完成。管理局在项目执行过程中负责实时监控、超前分析与预测,过程控制主要交由机电监理执行。如机电进度滞后已经发生,再采取措施纠偏,代价大、纠偏效果差,还会对机电安装质量造成影响。

3.1 控制机制

3.1.1 业主预控

管理局主要控制机电安装进度年、月关键节点,机电监理控制机电承包商执行机电安装月、周计划^[1]。

机电安装过程中,管理局除督促机电监理、机电承包商按期提交进度统计报告,管理局对照控制性节点、结合同类电站机电进度平均水平,独立运用项目管理软件对官地机电安装进度作了实时记录、监控、分析与预测,一旦发现将来可能出现进度偏差,立即提前通知机电监理采取措施纠偏,如机电监理管理力度不足,管理局再出面处理。

例如,2009年管理局分析发现:2011年的官地500kV电缆、GIS设备、主变等主要电气设备安装工期紧张,将制约提前发电目标,为此,2009年管理局协调土建标提前了6个月移交工作面给机电标,为后续电气设备提前开始安装创造了条件,预防了机电提前发电计划的偏差。

2011年10月管理局分析发现:2号机组转子组装进度滞后提前发电计划1个月,危及2012年2月吊装转子目标和提前发电目标,为此管理局立即发函示警,并在业主总部的帮助下,督促机电承包商采取了后方领导现场督战、补充资源、强化机电承包商内部承包、调整计划等措施纠偏,最后成功地确保了2号机组提前发电目标。

3.1.2 授权机电监理、快速反应

授权机电监理直接处理20万以下变更,以及时决策、快速反应。在机电计划执行过程中,辅以适当的奖金激励,授权机电监理考核。机电设备出现零星制造缺陷和业主负责采购的机电零件漏项时,均由机电承包商提出方案和申报工程量和报价,授权机电监理审批后处理,以减少扯皮、快速反应,加快进度。

3.1.3 激励机制

完成了机电安装提前发电协议谈判工作,为提前发电提供商务保障。

3.2 协调机制

在机电安装过程中,管理局主导确定了官地协调机制。

官地水电站建设坚持实行业主、监理、承包商三级协调机制。对土建与机电协调的总体原则是:大坝施工以土建为主,厂房内前期以土建为主,中后期以机电为主。

3.2.1 工作面交接协调

关键机电、土建交面时间直接影响进度,为此,管理局要求机电监理牵头组织相关单位成立了工作面验收移交小组,授权监理负责与机电相关的工作面交接协调、考核、奖罚。

3.2.2 公共资源协调

机电安装期间在公共资源如桥机、场地的使用上,协调难度大,对进度影响大,且责任不易划分,为此,管理局在机电安装合同中对机电承包商使用桥机、场地范围及其他承包商使用桥机机制、收费等作了详细的界定。要求机电监理牵头组织相关单位成立了协调小组,由机电监理负责协调日常工作,每日下午在厂房主持召开协调会协调。

公共资源协调根据施工阶段不同,对机电土建单位各有侧重。埋件施工期间,桥机使用以土建为主,主机正式开始安装后以机电为主。

例如:由管理局主导机电标提前4个月进入了土建未交面的安装间安装桥机,造成了机电、土建标段合同节点冲突,对土建施工产生了较大施工干扰和合同争议。为此管理局利用桥机提前4个月投运的有利条件,协调土建承包商将压力钢管从进水口经引水隧道自上而下吊运的安装方案改为利用桥机从厂房安装间吊入引水隧道,降低了压力钢管运输成本,提高了安全可靠。由于土建承包商同样从桥机提前投运中受益,也就未对桥机提前安装、提前占用安装间提出索赔,由此实现了业主、机电标、土建标在进度、安全、商务方面的共赢局面。

3.3 控制关键工序

机电安装关键工序的开始时间、相对时间长度、逻辑关系直接影响关键路线的长度。

为确保提前发电,官地水电站主要对机电安装关键工序进度采取了均衡施工、提前开工、创造条件平行施工、采取技术措施缩短工期等措施。

3.3.1 控制质量,均衡施工

管理局倡导“质量第一、均衡施工”,主张按计划控制施工节奏,稳扎稳打、步步为营,不通过延长

工作时间、增加劳动强度、突击施工的方法来盲目压缩关键工期。官地水电站机电安装各单个关键工序工期都处于国内平均水平,防止了因突击施工出现返工耽误工期,同时避免了重大质量隐患。

管理局通过预控和过程控制相结合的方式控制质量、防止返工,雅砻江流域水电开发有限公司制定了高于国标的机电安装标准。管理局督促机电监理、机电承包商切实履行工序质检,辅以适当抽查,确保了机电安装工序。

官地水电站已安装完成的机电安装工序质量经质量监督站检查均达到优良标准,没有出现大的工序返工,从而做到了进度可控。4 台机组启动试运行均一次开机成功,运行稳定并高分通过并网安评,从 2012 年 3 月首台机组投产 4 台机组稳定运行至今。

3.3.2 技术优化,缩短水机埋件工期

雅砻江流域水电开发有限公司主导编制了 TOFD 焊接探伤企业标准,用 TOFD 探伤代替蜗壳的 X 射线探伤,确保了焊接质量,减少施工干扰,缩短了蜗壳安装工期。每台锥管安装合同工期为 48 d,机电承包商通过革新工艺把工期减为 10 d。机电承包商优化了蜗壳水压试验工具封水环结构,提高了密封效果,使得水压试验一次成功,缩短了水压试验时间。

3.3.3 缩短机墩浇筑时间

机墩混凝土浇筑工期直接决定主机正式开始时间,业主督促土建施工单位切实按提前发电计划节点完成并及时交面,防止土建拖延工期挤占机电安装工期。

3.3.4 创造条件,提前开工

提前 4 个月移交安装间同时提前安装桥机,为后续关键工序提前开工创造了装卸条件。提前 7 个月安装 1 号机组定子、提前 5 个月组装 1 号机组转子,使得 1 号机组定子、转子安装等关键工序工期大幅提前,相应的后续各台机组定子、转子全部提前安装。

提前 6 个月安装主变、GIS 等主要电气设备,减小了机电安装后期压力,保障了主要电气设备安装进度和质量。

3.3.5 创造条件,平行作业

尽量创造条件,开辟多工作面,尽量让多工序平

行作业。官地水电站高峰期同时有 3 台机组安装,安装工位十分紧张,为此业主出资在 4 号机坑搭设钢平台作为转轮连轴、闷头、下机架拼装工位,使得相关工序不占关键工序的工位,确保了关键工序顺利推进,预防了工期拖延^[1]。

3.4 供货保障

在机电设备供货量大、制约因素多的情况下,每出现偏差,业主均快速反应,保障了供货。

3.5 补充专用工具,提高安装效率

厂家供货机电安装专用工具难免出现数量不足、损耗情况,业主除督促厂家补供外,还委托机电承包商采购、外借了部分专用工具,以提高安装效率。

4 合同工期与实际工期对比

主要施工阶段合同工期与提前发电计划、实际工期情况对比见表 1。

1、2、3 号机组水轮机埋件工期实现了提前发电计划要求。

厂房、大坝的主体结构实现了提前发电计划。1 号机组机墩压缩工期,实现了提前发电计划要求,2、3、4 号机组机墩浇筑工期按合同规定时间执行,没有压缩。

1 号机组主机安装压缩工期,实现了提前发电计划要求,2、3 号机组主机安装工期压缩了 3 个月,超过了提前发电计划要求。1 号机组主机安装压缩工期主要得益于提前 4 个月安装桥机,提前安装定子、转子,土建刚移交发电机机坑,立即吊装定子,搭设平台增加多工作面施工。

4 号机组主机安装工期压缩了 5 个月才实现发电目标。

官地水电站从 2012 年 3 月至 2013 年 3 月发电 12 个月内投产了 4 台单机 600 MW 水轮发电机组。

5 管理体会

a. 提前发电进度布局要尽早规划、实施,在主机供货计划、机电安装招标计划中要预留伏笔。提前发电规划启动越早,时间弹性越大,调整余地越大,主动权越大,工期压力分散得越均匀,难度越小。

表 1 主要施工阶段合同工期、提前发电计划与实际工期

机组	水轮机埋件				机组机墩浇筑				主机安装				总工期			总工期 缩短	发电目标 较合同 提前
	合同 工期	提前 计划	实际 工期	较合同 缩短	合同 工期	提前 计划	实际 工期	较合同 缩短	合同 工期	提前 计划	实际 工期	较合同 缩短	合同 工期	提前 计划	实际 工期		
1	10	8	8	2	7	5	5	2	13	12	12	1	30	25	25	5	3
2	10	8	8	2	7	5	7	0	13	12	10	3	30	25	25	5	5
3	10	8	8	2	7	5	7	0	13	12	10	3	30	25	25	5	5
4	10	8	12	-2	7	5	7	0	13	12	8	5	30	25	27	3	3

(下转第 70 页)

系统常规工业指导手册》，机电仓库硬件整改达 120 余项,其中办公区 16 项,办公区与库存区 6 项,库存区 82 项,室外区域 16 项。整改后,机电仓库外观整洁、标示清晰,内部设备摆放整齐、规范,安全设施齐备^[4]。

步骤 5 闭环管理,持续改进。2011 年 8 月 17 日,官地机电仓库 NOSA 安健环综合管理体系建设通过项目评审会,达到三星认证。机电仓库严格按《官地永久机电仓库安健环元素管理实施细则》实行闭环管理,至今内部整改 30 余项,运行管理工作有条不紊,井然有序。

4 结 语

雅砻江流域水电开发有限公司通过开展专项培训和硬件整改来提高运行单位人员的 NOSA 素质,规范了作业行为,采用 NOSA 的理念、方法来指导机电仓库的收、发、存管理,实现了仓库管理工作的精细化和标准化。

参考文献：

[1] 杨锐. 建设 NOSA 安健环体系[J]. 中国电力企业管理, 2011(4) :66-67.
[2] 曾帅. 浅谈 NOSA 安健环五星管理体系在茂名热电厂的应用[J]. 黑龙江科技信息,2009(24) : 104.
[3] 王红梅. 引进 NOSA 五星管理体系建立安健环质综合管理长效机制[J]. 矿业安全与环保, 2005, 32(6) :118-120.
[4] 崔晓荣,李战军,傅建秋,等. NOSA 体系在城市爆炸灾害管理中的应用[J]. 防灾减灾工程学报, 2009,29(4) : 457-461.

(收稿日期:2013 -07 -22 编辑:骆超)

(上接第 53 页)

结果表明新铰座在启闭过程平稳,无卡阻现象。

6 质量控制

对到场铰座按合同和技术要求进行检查,经工程师确认合格后进行安装施工。现场选派富有经验的技术人员和施工人员进行铰座更换工作,安装前对参与安装施工的人员进行技术交底,使所有施工人员明白施工所要达到的技术要求、质量目标以及使用的技术手段和工艺流程,施工现场安排专门的技术质量人员现场跟踪和检查每个环节的施工质量。

7 结 语

罗赛雷斯大坝加高工程泄水底孔弧形闸门铰座更换后各检测项目达到了设计和规范要求,铰座安

装质量优良,解决了施工难题,实现了高效施工,对其他类似工程施工具有借鉴意义。

参考文献：

[1] 邓小岭,谭军. 水电站建筑物及其施工[M]. 北京:中国电力出版社,1999.
[2] 赵占彪,刘丽霞. 水工钢结构[M]. 北京:中国水利电力出版社,1999.

(收稿日期:2013 -11 -23 编辑:骆超)

(上接第 68 页)

b. 机电工期规划前期工期要略紧,留下适当调整应变余地。

c. 厂房桥机、机电仓储场地、临建场地为机电安装的制约条件,要提前规划,及时建成。

d. 机电设备是安装在土建结构上的,土建施工提前是机电安装提前的基础。机墩浇筑要尽量提前,至少不能滞后。

e. 机电土建安装进度原则上要尽量互相匹配,但如土建进度节点中有较大余地,就要敢于突破土建进度节点超前设立机电节点,只要对总进度有利,经过经济技术比较,预先准备适当的合同、技术应对措施,付出适当经济代价也是值得的。

f. 施工期业主要及时跟踪监控进度,控制施工节奏,超前预测、发现偏差、分析原因,及时预警和纠偏。

g. 倡导均衡施工,稳扎稳打,以免在机电安装后期突击施工,增加质量风险而得不偿失。

h. 供货保障十分重要,在安装过程中要及时沟通,快速反应。

i. 商务激励措施要及时跟上,否则支付的奖励用于工程份额将大打折扣,减小促进进度作用。

j. 装修、厂房顶拱施工要尽早进场,减小其对机电的施工干扰。

k. 1 号机组提前 5 个月安装完成后,虽然没有立即发电,但为后续机组腾出了机电安装资源、工位等,为后续机组提前发电提供了条件。

参考文献：

[1] 赵云亮,刘万均. 机电项目管理中的业主主导作用初探[J]. 四川水力发电,2012(5) :1-4.
[2] 王安,杨成仁,郑建民. 深溪沟水电站机电安装工程进度管理[J]. 四川水力发电,2011,30(增刊 2) :82-83.
[3] 胡晓林,龚永生. 景洪水电站工程的进度管理[J]. 水力发电,2008(4) :1-3.
[4] 刘武. 小型引水式电站工程建设进度管理的思考[J]. 水利水电施工,2008(增刊 1) :32-33.

(收稿日期:2013 -07 -22 编辑:熊水斌)