

大型电源总承包项目进度风险分析与控制

涂国富, 梅生强

(中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663)

摘要: 当前国内电力设计企业处于重要的业务转型期, 电源类总承包项目也越来越多。大型电源总承包项目由于合同额大、专业多、周期长, 牵涉内部和外部干系人众多, 各种风险因素导致进度目标往往无法按期完成。主要以江西大唐国际抚州发电有限责任公司 2×1 000 MW 新建工程设计施工总承包项目为依托, 同时参考其他大型电源类总承包项目, 对影响进度的风险进行分析, 并对其中的关键风险源管控效果进行总结, 对风险管控模式提出了一些建议。

关键词: 电源项目; 总承包; 进度; 风险; 分析; 控制

中图分类号: TM611

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2017)02-0147-06

Analysis and Control of Schedule Risks of Large Power EPC Projects

TU Guofu, MEI Shengqiang

(China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

Abstract: The current domestic electric power design institutes enterprise in an important business transformation, and there are more and more EPC projects. Due to the large amount of contracts, professional, long cycle, involving many internal and external stakeholders of the Large power EPC projects, a variety of risk factors lead to schedule goals often unable to be completed on schedule. Based on the project of 2×1 000 MW new construction design and construction contract of Jiangxi Datang International Fuzhou Power Generation Co., Ltd., this paper also analyzes the risk of impacting on the progress of other major EPC projects and analyzes the key risk sources Putting forward some suggestions on the risk control mode.

Key words: power plant; EPC; schedule; risk; analyze; control

基于投标、中标至第一方砼阶段、第一方混凝土、建筑工程、安装工程、分部试运至机组投产等六个阶段, 以机组投产为最终目标, 从设计、采购、施工、调试等四个方面, 梳理进度管理过程中遇到的关键风险点, 对这些风险点进行分析, 运用恰当的应对策略, 充分发掘沟通协调在进度风险控制中的作用, 对这些风险点给出针对性的控制措施^[1-2]。

本文主要依托江西大唐国际抚州电厂总承包项目, 及其他大型电源类总承包项目进行分析。

1 投标阶段

大型电源总承包项目投标, 从发布招标书到截标往往不超过 2 个月, 此阶段最大的进度风险在于能否及时提供有竞争力的标书。

在发布招标文件前, 建设方一般已经完成初步设计, 或者可研收口, 对工程造价有了比较可靠的目标值。总承包方做设计方案, 一般至少达到初步设计深度, 如有条件宜进行设计优化工作, 得到更有竞争力的报价。故在投标前, 总承包单位对该项目有跟踪或者已经承担了部分设计工作, 对投标工作是非常有利的。

在拿到投标文件后, 针对性调研, 如机组类型、三大主机排产情况、业主管理风格、成本偏好等, 并将控制措施反映到投保技术文件和投标报价中。

收稿日期: 2017-01-24

作者简介: 涂国富(1966), 男, 湖北大悟人, 高级工程师, 主要从事发电总承包项目管理工 作 (e-mail) tuguofu@gedi.com.cn。

项目团队宜采用专家判断、德尔菲、头脑风暴等风险识别技术,充分利用组织过程资产(如企业定额、已完成项目的经验数据等)分组对技术、商务条款进行分析,针对有歧义的条款进行澄清。根据设计阶段性成果编制。

进度风险:根据有限的输入条件,编制有竞争力的投标文件。

应对措施:针对投标文件做充分的调研,采用专家判断、德尔菲、头脑风暴等工具,充分利用组织过程资产,将风险控制可在接受范围内。

2 中标至第一方砵阶段

在招标方发布中标通知书后,项目正式进入启动/策划阶段。本阶段对进度影响较大的风险包括总承包合同谈判、施工分包招标及合同谈判、设备采购招标、详勘、设计外部接口等,目标在于实现第一方砵节点。

中标后应立即开展详细的进度风险分析,宜采用白色思考帽和空杯心态,将所能遇见的进度风险点全部罗列,并逐条分析,给出应对措施。

进度管理策划非常重要,包括WBS、责任矩阵、工作流程、分包单位的进度管理等。进度计划层次宜包含目标级、基准级、执行级、监控级。进度计划与其他要素配合方面,如赢得值、费用计划等。

总承包合同谈判是建设方和总包方博弈的过程,通常对某些设计方案进一步明确,也可能包含对部分合同条款修正、工期调整等。总承包合同谈判是一场拉锯战,一般持续时间较长,对后期进度压力越大。一般情况下,在合同谈判同时启动场平招标准备工作(如果包含在合同范围内),以便在总承包合同签订后,场平单位可立即进场开展前期工作。

总承包合同签订后,应尽快进场详勘。招标方一般在招标文件中仅提供简单的勘测资料,且在条款中约定不对其准确性承担责任。故总包方宜在合同签订后尽快得到详勘资料,为场平、地下结构设计提供准确输入条件。基础类型(天然基础、混凝土灌注桩、预应力管桩等)及深度(如果是桩基础)对第一方混凝土节点影响甚大。如果地下存在溶洞,地基处理将持续更长时间,且对费用影响也很大。

施工分包招投标,难点在于标段划分。一般情况下,桩基工程单独招标;如果场平工程在总承包范围内,也宜单独招标。场地通路、通水、通电一般在业主范围内,通常在EPC合同签订前由业主负责完成。在第一方砵节点前应将三通一平工程进度作为约束条件。为减少后期施工接口的协调工作,主标段宜采用“竖切”方式,即同一台机组的建筑和安装工程划分在同一标段。

三大主机招标工作。目前国内总承包项目,业主通常将三大主机单独招标,或者总承包招完标后平移至总承包合同中。由于种种原因,国内三大主机厂在履行供货合同时契约精神相对薄弱,而主机供货进度处于关键路径上。国内五大发电集团在设备供货进度上的协调作用仍然比较有效,故主机设备催交责任与业主共同承担也是很有必要的。

桩基施工图设计阶段,需要主机厂和重要辅机厂家的提资配合。故在总承包合同签订后应立即着手重要辅机的招标工作。设计资料配合一般需要1个月时间,桩基施工图设计和审核一般为2个月。外部接口资料在配合过程中,厂家往往配合不及时,造成设计方压缩工期或者加大人力资源投入,宜向厂家发送书面的催促通知,作为技术配合凭证,也作为后期工期索赔和反索赔凭证。

如果三通中的路、水、电在业主范围,在工程开工前宜办理正式的书面移交手续,作为总承包方后续工作开展的依据,也可作为后期工期索赔的凭证。

本阶段主要的进度风险及应对措施如下:

1) 总承包合同谈判

应对措施:谈判过程不宜过快,尽量保留或增加对总承包方有利的合同条款,同时将谈判过程的会议纪要、传真、电子邮件等归档保存,作为后期索赔凭证。

2) 施工分包招标及合同谈判

应对措施:标段划分宜“竖切”,根据设计优化深度、风险偏好等确定合同模式(单价合同、总价包干合同、成本加激励合同等);应将总承包合同中对总承包方不利的条款转移至施工分包合同中。

3) 重要辅机招标

应对措施:根据“先地下后地上”施工原则,编制科学的重要辅机招标计划,将资料配合及供货进

度写入采购合同中;在外部接口配合过程中,及时向厂家发送催促传真、邮件等,确保采购进度满足前期的施工图设计进度。

3 第一方混凝土

第一方混凝土节点的主要进度风险为前期施工图供应、施工总图布置、道路及地下设施施工等。

目前国内电源项目一般将第一方混凝土作为工程开工的起点,从第一方混凝土到机组通过168试运作为工程建设工期。工期一般也作为机组考核的指标,合同中对里程碑节点和最终投产节点考核比较重。第一方混凝土后,能否保证建筑工程连续施工非常重要。故第一方混凝土节点的设置应该慎重。

影响第一方混凝土节点的前期施工图主要是施工临建图纸、厂区道路施工图、厂区雨排水施工图、主厂房/锅炉基础图和上部结构图等。设计输入资料主要是初步设计输出、主机和重要辅机提资等,应当控制好这些资料的进度。

施工总图布置,宜在施工单位进场前完成。对第一方混凝土节点的影响,主要是办公室临建、工人食宿临建、施工水电的接入、混凝土供应等。这些临时工程主要是保证第一方混凝土后的连续施工。

一般情况下厂区主要道路,雨排水、主接地网等地下设施应在第一方混凝土前完成。雨排水干线管网埋地比较深,一般在道路两侧;厂区主要道路宜采用永临结合方式,先打通环形干线道路网;如有条件,可将穿路的地下管线预埋,如A列外循环水管道,电缆沟或埋管,地下消防管道,工业水管道等;如果厂区位于雷区,主接地网也应提前完成,防止雷电灾害。

本阶段主要进度风险及应对措施如下:

1) 前期施工图供应

应对措施:提前策划并协调好设计与采购的配合工作,确保前期施工图进度。

2) 施工总图布置

应对措施:提前策划施工总图布置,做好前期施工临建工作,为后续连续施工做好准备。

3) 道路及地下设施施工

应对措施:采用永临结合方式提前做好厂区环形主干道道路;协调前期施工图进度,尽量将穿路

和地下管线先行施工,减少重复施工、二次开挖工作。

4 建筑工程阶段

本阶段影响进度的主要风险是施工图进度、施工单位资源投入、天气、进度款支付、管理等。

当第一方混凝土节点最终敲定后,此时各级进度计划应进行升版。此时输入条件包括主机、辅机招标进度,建筑工程施工图进度,气象水文条件,最重要的是分包施工单位拟采用的重要施工方案、资源投入计划等。

本阶段施工图进度始终是影响工程进展的焦点。设计基本遵循自上而下的顺序,而施工基本遵循自下而上的顺序,这就是矛盾所在。在设计与厂家资料配合过程中,一般是汽机、锅炉、电气、热控、水工等工艺专业先拿到厂家资料进行初步核算,再给结构、建筑等下游专业内部提资,然后才能进行基础图、结构图、建筑图等设计工作。专业多、接口多、设备多,其中一环出现问题可能导致某册图纸的延误。本阶段进度计划管理的重点在于,设备技术规范书提交满足采购进度要求,厂家与设计、设计各专业之间的外部、内部接口计划满足施工图进度要求,最终施工图进度满足现场建筑工程施工进度要求。

施工单位资源投入不足也是一项重大的进度风险。建筑工程由于其自身特点,需要投入较多的人力、机械、材料等资源,一旦资源投入不足,将造成进度延误。针对人力资源投入管理,总包方可在进场大门设置考勤系统,实时掌控施工单位人力投入情况;机械投入可参考施工单位投入计划,相对容易;大型项目对地材需求量大,可能导致当地供应商哄抬物价,总包方可牵头与当地供应商统一签订供货协议,稳定价格。

在建筑工程阶段,雨水对基坑开挖、混凝土浇筑及养护、基坑回填等工作是非常不利的。故本阶段应尽量避免雨季施工,或者采取可行的雨季施工措施,保证进度按计划完成。

进度款支付也可能成为一项重要的进度风险。在总承包合同中,业主方为争取资金的主动权,一般约定进度款按节点支付。结果可能造成施工单位4个月甚至半年没有进度款收入,况且总承包单位和施工单位垫资能力有限,将直接影响施工资源投

入,也可能造成农民工罢工讨薪的群体性事件。此时总承包单位应联合施工单位与业主进行沟通,修改付款方式,确保施工资源投入的连续性。

管理本身也是重要的风险因素。在周、月进度协调会上,各单位一般会提出很多需要协调解决的问题。由于各管理阶层都存在学生综合症,问题往往在最后时刻得到解决,质量和效果会打折扣。此种情况应建立问责制度,责任到人,在规定时间内解决问题。

此时正式进入进度管理的监控阶段。总承包方应安排施工单位在三级进度计划基础上编制月计划、周计划及专项进度计划,宜采用 PDCA 动态循环的原理,不断进行进度监控及纠偏,确保进度运行在正常轨道。

本阶段主要进度风险及应对措施如下:

1) 施工图进度

应对措施:定期召开各方参与的施工图进度协调会,集中解决招标进度、内外部接口等问题,确保施工图进度满足现场施工进度。

2) 采购进度

应对措施:严格执行前期已批准的采购计划;业主短名单及招标结果确认;协调设计与厂家外部接口进度。

3) 施工单位资源投入不足

应对措施:建立考勤机制,实时掌握人力投入情况,及时敦促施工单位人力、机械等资源投入;统一签订地材供应协议,稳定地材价格。

4) 自然因素影响(如雨季、冬季、台风等)

应对措施:尽量避开雨、台风季节施工,或者采取可行的雨季施工措施,保证进度按计划完成。

5) 进度款支付

应对措施:联合分包单位同业主沟通,修改付款方式,确保施工资源投入的连续性。

6) 管理问题

应对措施:管理流程优化,减少扯皮、推诿、坐等靠现象;施工图会审,专业施工人员参与,核查施工图方案与投标方案差异;进度计划监控,月、周盘点及问题协调解决;主要原因与根本原因分析;安全、质量、成本和进度的有机协调。

本阶段造成进度延迟的风险因素非常多,宜对各种原因采用帕累托图进行分析,对主要原因采用鱼骨图进行推理,找出根本原因并采取应对措施。

下文以抚州项目 2014 年 3 月进度计划盘点数据为例。

2014 年 3 月抚州项目月进度计划完成情况并不理想,数据统计表和帕累托分析图,如表 1 和图 1 所示。

表 1 抚州项目 2014 年 3 月进度延迟原因统计表

Tab. 1 Schedule of the reasons for the delay table of Fuzhou project in March 2014

原因	数量/个	累计百分比/%	累计件数/件
图纸不及时	35	32.7	35
人力投入不足	24	55.1	59
下雨	18	72.0	77
机械投入不足	10	81.3	87
协调不力	6	86.9	93
混凝土供应不足	5	91.6	98
返工	4	95.3	102
工序调整	3	98.1	105
其他	2	100.0	107

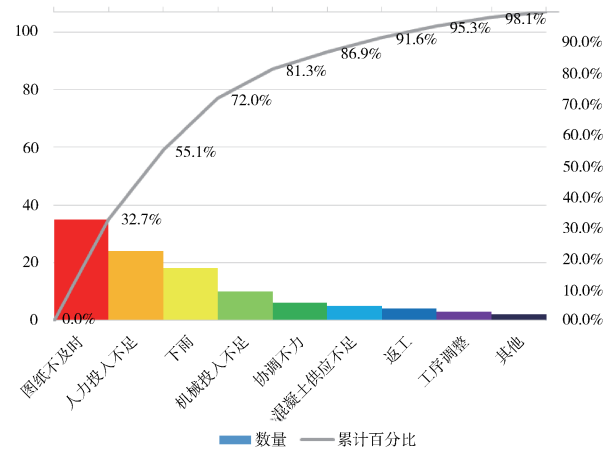


图 1 抚州项目 2014 年 3 月进度延迟原因帕累托分析图

Fig. 1 Pareto analysis of schedule delay causes of Fuzhou project in March 2014

采用帕累托图对原因进行归类统计(如图 1 所示):初步发现大部分的延迟项是由于业主招标的厂家提资延迟,从而导致施工图计划变更,施工单位对施工项有所调整(雨季影响是客观原因),混凝土站也调整了地材囤货量。根本原因是业主对厂家付款不及时,厂家在提资方面消极应对。总承包方将提资情况以传真方式发给业主,并在现场召开了各方参与的施工图进度协调专题会,将急需的施工图供图计划确定下来。

针对前六项主要原因,采用鱼骨图,尝试找出

根本原因。如图2所示。

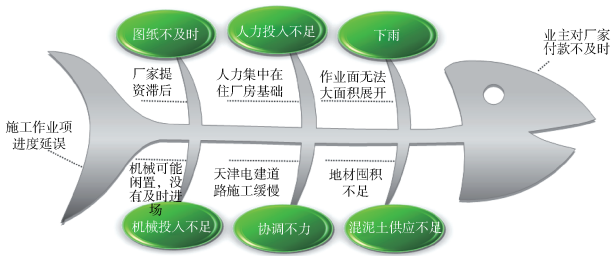


图2 抚州项目2014年3月进度延迟主演原因鱼骨图分析

Fig. 2 Fishbone diagram analysis of the main reasons for schedule delay of Fuzhou project in March 2014

5 安装工程阶段

本阶段主要的进度风险为建筑工程交安不及时、设备交货不及时、设备缺陷和设计缺陷、安全问题等等。

一般情况下安装工程阶段与建筑工程阶段有较大的重叠度,主厂房封闭断水后安装将进入高峰期。此时,由于各建筑工程交安节点与计划相比或前或后,为了更好的指导和控制后续安装工作,在进度管理方面应对详细进度计划进行升版。本阶段输入条件包括主要建构筑物交安节点、主要辅机交货计划(已经得到落实)、大件运输及吊装方案等。

在安装阶段初期,建筑工程交安进度是重大的进度风险。往往主体建筑工程基本完工,但是受照明、门窗、地板、墙面、防水等较小的工作项影响,设备已经到货而不具备安装条件。此时应召开交安专题会,将待完善项责任到人,定期完工;或者采取可行的临时措施,保证设备安装进度。

在安装阶段高峰期,设备供货进度与安装进度之间的矛盾将成为焦点。此时总承包方宜分专业每周进行一次专业盘点,将设备需求问题及时提交设备催交人员和仓储管理人员。专业一般分为锅炉、汽机、电气、热控等。针对设备供货延迟问题,总承包方宜以传真方式发送业主或者厂家,在现场召开设备供货专题会。会后联合施工单位,邀请业主方领导共赴厂家谈判,将急需的锅炉、汽机、输煤等设备供货计划确定下来,并根据该计划调整现场安装计划。

一般情况下,大件运输风险发生概率小,但对关键路径影响非常大。例如某总承包项目,由

于当地政府利益纠纷等种种原因,大件运输方案被否定,需要对码头、桥梁、道路进行检测,费用投入较大,而且造成大件运输延误8个月以上,直接造成工期延误和费用增加,也产生了施工分包单位反索赔问题。针对大件运输问题,在总承包合同中约定业主的协调责任,在设备招标中宜将运输工作及责任全部转移至厂家;过程中充分发挥业主与当地政府的协调作用,尽快解决大件运输问题。

在设备开箱和安装过程中,经常暴露设备缺陷或厂家设计问题,采购人员应及时协调设备厂家处理这些问题,或派驻场代表指导安装工作;在设备、管道、桥架等安装过程中,也可能出现相碰或基础不符的情况,设计总工程师也应协调相关专业设计人员及时进行处理。

本阶段施工资源投入较多,导致交叉作业项较多,现场安全文明施工问题比较突出。此时现场应定期召开安全文明施工专题会,敦促施工单位增加安全文明措施费用投入,保证现场施工进度。

本阶段主要的进度风险及应对措施如下:

1) 建筑工程交安不及时。应对措施:定期召开交安专题会,将待完善项责任到人,或采取临时措施,定期完工。

2) 设备交货不及时。应对措施:采取传真、邮件等沟通方式,定期召开设备需求专题会并落实问题;不定期联合业主、施工单位赴厂家谈判;大件运输问题,宜提前在合同条款中约定业主和厂家责任,充分发挥业主的协调作用。

3) 设备缺陷和设计缺陷。应对措施:责任方(厂家或设计单位)驻场限时解决。

4) 安全问题。应对措施:定期召开安全文明施工专题会,敦促施工单位增加安全文明措施费用投入。

本阶段造成进度延迟的风险因素非常多,也可采用帕累托图进行分析,对主要原因采用鱼骨图进行推理,找出根本原因并采取应对措施。

6 分部试运至机组投产阶段

本阶段主要的进度风险为厂外制约因素、试运环境、设备缺陷和设计缺陷、物料供应等。

厂用电受电完成后,项目现场将全面进入分部试运阶段。分部试运计划宜每周盘点一次,重点在

于敦促安装进度、消除系统缺陷、完善系统功能；整套启动后，试运计划宜按天编制，在每天的试运会上进行盘点，及时解决问题。

厂外取排水管线、送出线路等往往成为本阶段的主要进度风险。主要受制于征地问题，这些外部工程可能拖延很久，导致调试工作受阻。厂外工程应敦促业主提前策划，及时预警，必要时采取临时措施。

试运环境不佳导致调试工作滞后。分系统调试及整套试运，一般情况下要求系统内所有建筑及安装工程结束，达到代保管条件方可进行。而施工单位收尾工作比较慢，不能满足试运条件。此时应定期召开消缺专题会，责任到人，限期完成。

调试过程中会暴露各种设备和设计缺陷。施工导致的问题处理相对较快，而设计方案、设备缺陷处理相对较慢。设计问题，需要工代或者主设人到现场解决，重大问题宜邀请行业专家参与会诊。设备缺陷，提前列出易耗品清单通知业主采购备品备件；业主方由于采购周期长，一般业主方负责的采购工作也会委托总包方采购，而且在总承包合同中约定委托不能拒绝。总包方为规避采购审计风险，可与相关厂家签订零星采购框架协议，保证现场零星设备和材料的供应。

调试过程中，煤、油、水、气、电等物料消耗也可能成为制约调试进度的因素。国内项目一般约定由业主方负责供应，但可能由于某些条件限制，例如厂外工程未完工、消防设施不完善等，调试物料无法按时供应，造成供应不及时。针对这种情况，总包方宜提前进行沟通 and 预警，敦促业主及时解决。

本阶段的主要进度风险和应对措施如下：

- 1) 厂外制约因素。应对措施：敦促业主提前策划，及时预警，必要时采取临时措施。
- 2) 试运环境。应对措施：定期召开消缺专题会，责任到人，限期完成。
- 3) 设备缺陷和设计缺陷。应对措施：厂家或设计人员召开专题会及时解决；针对零星设备和材料采购问题，总包方可与相关厂家签订零星采购框架协议。
- 4) 物料供应。应对措施：提前与业主方进行沟通和预警，敦促业主及时解决。

7 结论

上文分阶段对大型电源总承包项目进度管理中存在的主要风险进行了分析，并提出了详细的应对措施和建议。笔者认为，进度风险管控的原则是：合同为根本，设计为龙头，计划为纲领，落实为重点，盈利为目的。

1) 合同为根本，一切风险来源于合同。在招投标及合同谈判期间，让更多有项目经验的人参与，尽量编制对总承包方有利的条款，尽量规避有害风险。例如厂外工程、大件运输、工期限制、节点考核等等。项目执行过程中，应该让团队中每一名成员对合同条款熟记于心。

2) 设计为龙头，设计进度从根本上制约着其他要素。设计图纸是设备采购和施工工作的来源，对项目管理的各个要素产生重大影响，包括进度的风险管控。

3) 计划为纲领，好的进度计划和管理措施是风险管控的有效保障。大型电源总承包项目，设计、采购、施工调试工作纷繁复杂，科学的有条理的进度计划才能使各项工作有条不紊开展，本身就能规避很多不利风险因素。

4) 落实为重点，解决问题才能使项目继续往前推进。项目管理过程中各种问题层出不穷，项目管理的根本任务在于协调解决各种问题，扫清各种障碍，使项目顺利推进。

5) 盈利为目的，项目管理的最终目标在于盈利。进度风险管控必须与索赔管理相结合，将过程中索赔点建立台账，定期盘点和更新，为结算做好充分准备。

参考文献：

- [1] 中华人民共和国建设部. 建设工程总承包管理规范: GB/T 50358—2005 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005.
Ministry of Construction of the People's Republic of China. Code for management of engineering contracting projects: GB/T 50358—2005 [S]. Beijing: China Building Industry Press, 2005.
- [2] 中华人民共和国建设部. 建设工程项目管理规范: GB/T 50326—2006 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006.
Ministry of Construction of the People's Republic of China. The code of construction project management: GB/T 50326—2006 [S]. Beijing: China Building Industry Press, 2006.