

海外EPC项目经验汇总与相关技术分析

访中国电建集团国际工程有限公司技术经理陈伟

■ 崔 岩/本刊记者



陈伟 高级工程师
中国电建集团国际工程有限公司技术经理

从项目规划和最初的合同谈判就注重技术和经济的联动，前瞻性地提出问题、分析问题，做好策划，保证后期国际能源合作项目的顺利实施。

当前，国内工程市场资源有限并且竞争激烈，国际工程市场巨大，潜在利润丰厚，我国工程企业特别是大型电力工程企业“走出去”是大势所趋。我国电力工程企业由于受历史条件的影响和进入国际市场的时间较短，与其国际工程业务迅速发展的需要不相适应，特别是在承接EPC项目投资、建设及全产业链方面，问题尤为突出。为此，本期专家访谈栏目特别邀请了中国电建集团国际工程有限公司技术经理陈伟先生，请他就海外EPC项目投资建设过程中的注意事项与相关技术内容予以介绍、分析。

海外EPC项目投资建设中技术和经济结合

电气应用：海外EPC项目在投资建设中技术和经济如何平衡及相互影响，国际能源合作全产业链中国产能合作面临的主要问题有哪些，如何解决、规避这些问题？

陈伟：以印度尼西亚巴厘岛水电站为例，回顾该电站的市场开拓、投资谈判及建设中技术与经济结合方面面临的问题，具体包括以下几个方面。

(1) 坚持规划先行、技术领先及融资推动的策略

国外项目从长远看不仅需要迎合业主要求，同时要做到引领业主需求，大部分业主所在国属于不发达地区，从规划入手才能从顶层设计来培育和锁定项目；技术上领先才能吸引业主和投资人，打败竞争对手；只有解决了融资，才能从根本上保证项目的可控、在控。

(2) 构建国际能源产能合作全产业链

关注国际能源产能合作全产业链的构建，用投资拉动EPC及设备出口，以电价收益为最终目标构建全产业链模型，加入设备、设计、施工、调试、运营和购煤等因素，提前策划提高机组性能、投资收益率，从设备关联发电厂性能，再关联电网售电收益实现全局胜利。

(3) 建立全产业链的量化体系

建立全产业链的量化体系,特别是发挥投资子系统引领作用,通过全产业链各部分的量化及对最终收益和成本影响来实施全产业链各个阶段的重点工作。以成本电价、上网电价、电量、热耗和煤耗等投资中重要技术指标及投资中的商务指标,如IRR投资回报率、可利用率等作为贯彻始终的主线,使其他技术指标尽可能的量化分析和改进来为之服务(例如汽轮机间隙调整影响热耗,进一步影响成本电价)。

(4) 实现技术和经济结合

在电力国际产能合作中,购电方、投资方和承包方在技术和经济上处于博弈和合作关系,技术与经济也是矛盾和统一的,构建技术与经济的平衡点非常重要。在PPA电价谈判中,技术和经济是统一的,性能优的机组会得到高电价;反之,性能优的机组又增加了设备投资,必须找到一个设备投资和回报的平衡点,需要创新整合思路,在全产业链,特别是在设备采购时衡量投入产出,考虑和量化此类因素。

(5) 把握投资热耗、煤耗平衡点

PPA热耗谈判锁定了发电厂未来收益的70%以上的利润,建立发电厂收益与性能、热耗、煤耗和煤价的联动性,量化技术参数影响燃料收支的动态平衡点,通过把握投资热耗、煤耗平衡点来判断收益及投资可行性,同时实现上述全产业链与收益双向关联。

解决办法:了解业主需求,规划上引领行业需求,培育项目,创新融资模式与大型金融机构无缝对接,技术上用发明专利形式量化全产业链及热耗平衡点模型,并利用国外市场化电力调度机制,在此模型上构建节能减排的市场化发售电模型,实现投资收益最大化。

海外EPC项目中关键点调试和质量管理

电气应用: 海外EPC项目在开展调试和质量管理工作过程中的主要问题有哪些,如何解决?

陈伟: 以印度尼西亚阿萨汉一级水电站为例,回顾该电站的调试过程,总结海外EPC项目调试和质量管理的差异性,具体包括以下几个方面。

(1) 技术标准、规范及合同要求的差异性

印度尼西亚本国的标准和规范建设均处于起步阶段,没有系统性制定的电力行业标准,在工程实际中多参考欧美的标准和规范,并结合印度尼西亚本国国情而定,与我国有一定的差异。例如,330 kV开关站的母线间距,BS标准中规定母线之间的间隔为6 m,而GB标准

中规定母线之间的间隔为5 m,因此在设计与施工中我方不得不做出详细的算稿和大量解释工作来说服印方的工程师。由于合同方面分文字和图样部分,当两者矛盾时,以文字为主,具体举例为在索赔过程中,图样画的是32个CT,但文字部分描述为24个,索赔时依据文字优先。业主聘请监理工程师有权批准索赔,只需知会业主。

(2) 调试习惯的差异性

由于水电行业的发展比较缓慢,阿萨汉一级水电站是印度尼西亚近十年来投产的第二个水电站,这导致水电站的调试专业人员断档严重,在调试过程中常出现一些沿用火电机组调试方式以及一些不规范的调试习惯,并强制要求EPC方执行,导致一些问题的出现,这方面需要特别引起注意。

(3) 管理模式的差异性

国内的水电管理通常一般采用强业主-弱承包方模式,在调试期间,通常由业主统一牵头,各方全力配合,目标一致性强;海外EPC项目多为交钥匙工程,一般采用弱业主-强监理-EPC-承包商的管理模式。

印度尼西亚国家电网公司要求业主聘请由PLN授权的专业调试公司PLNJASER(类似质检站)参与和控制电网有关的系统调试及工程质量工作。项目公司探索出的新管理模式为:①国际规范和PLN程序文件研究;②执行现场见证试验;③各方签字提交报告;④PLNJASER授予SLO(可操作证书)及COD(商业运行证书)。

(4) 利用电网要求和EPC合同差异性实现索赔

利用PLN要求和业主EPC合同差异,得到工程变更确认,从而获得索赔。例如,印度尼西亚国家电网GRID CODE要求275 kV必须配置一条线路四套主保护,而EPC合同无此规定,重签会议纪要形成购买设备并索赔的依据。在设备的技术参数上PLN要求和EPC合同的差异也构成了大量索赔。正是利用信息不对称,才成功获得独特的EPC索赔。

解决办法:从电网的GRID CODE及EPC合同入手,分析合同并针对与国内电力规程、合同差异提前策划和实施创新措施,攻坚克难关键技术,保证调试工期和质量,保证合同履约。

海外EPC项目中工程试验与验收

电气应用: 海外工程试验所采用的标准与国内标准有较大差异,且受现场设备条件等各种因素制约,试验难

度较国内工程试验较大，请以几个试验项目为例，总结一些海外工程试验中常出现的问题和解决方案？

陈伟：在印度尼西亚巴淡火力发电厂中，发现PT铁磁共振；在印度尼西亚巴淡火力发电厂中，COD之前必做的锅炉稳燃试验；在阿萨汉一级水电站中，EPC合同要求做水轮发电机电容及介损试验；在阿萨汉一级水电站中，EPC合同要求地网接地电阻小于 $0.3\ \Omega$ 。PT铁磁共振是由于国外电网容量小的特点决定的，无设备来处理，厂家20年都没有碰到此问题了，研究得出二次回路并联电阻方法解决；对于锅炉稳燃试验验收是COD之前必做的试验项目，国外的业主要求为30%投煤情况下退出点火枪，国内一般为40%稳燃，因此需要调整调试方式，因地制宜地处理好此类关键试验以满足业主要求；水轮发电机因电容比火电大几十倍，在国内不做介损试验，但国外又无此大容量试验设备，创新发明运用变频串联谐振和介损仪装置组合测试的方法，解决了在水轮发电机电容量大、无外接标准电容情况下，水轮发电机等大电容设备测量介损和电容难的问题；对于接地电阻测量中小于 $0.3\ \Omega$ ，采取实事求是的态度，一方面给出国内规程小于 $0.5\ \Omega$ 的证明，另一方面在接地极实施中采取灌注特种导电材料及地网土壤换填方式，虽然最终接地

电阻测量值为 $0.4\ \Omega$ ，业主也表示可以接受，并做了专题会议纪要及见证试验签字。

电气应用：海外EPC项目工程验收工作中需要特别关注哪些问题？

陈伟：IEC标准、国外电网标准和国家GB标准的对接处理问题；当地特殊气温及工况对国内试验及工程验收的影响问题；火电及水电项目取得COD的试验和国内不同的问题（性能考核点也不同）等；对完工验收中不合格项限期整改问题，一定要认真对待，避免不必要的拖期罚款或履约保函没收等状况；验收工程中一定要实事求是，当试验结果和EPC业主要求不符合时，需要采取补救措施，遇到不符合项一定要补签会议纪要和验收试验，技术上完善并从合同上规避风险。

对于海外项目，需要在工作中不断探索总结，深入研究技术以满足国外电力系统要求，同时深入研究商务实现超额利润。从项目规划和最初的合同谈判就注重技术和经济的联动，前瞻性地提出问题、分析问题，做好策划，保证后期国际能源合作项目的顺利实施。EA

广告 | AD

全新改版

色彩丰富 凸显主题

2016《电气应用》以鲜明色彩和新颖版式呈现精彩内容，力求赏心悦目。

栏目设置 独具风格

坚持继承与开拓并举，以丰富内涵充实经典栏目，持续深化面对面、专家访谈、EA经理人等栏目，密切关注电气技术的发展和应

专家点评 精辟深刻

每期都将围绕一个热点话题，隆重推出一场专题讨论的盛宴，共邀知名专家、产品用户和生产厂家汇聚一堂，针对焦点问题作出评析。

行业案例 生动丰富

关注电力、建筑、石化和冶金等电气行业应用，以典型深刻的案例分析、方案设计构建技术互动的空间，促进应用经验交流。

国内邮发代号：82-341 国外发行代号：M1409

每期定价：15.00元 全年定价：360.00元

电气应用

· 电气应用 盛情呈现 ·

2016