

浅谈海外光伏 EPC 项目设计管理的要点

中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司 ■ 李杰

摘要：以摩洛哥 NT120 MW 光伏 EPC 项目为背景，探讨了海外光伏 EPC 项目在设计管理方面的要点，可为我国公司后续在摩洛哥执行 EPC 项目提供借鉴。

关键词：海外；光伏 EPC 项目；投标设计；限额设计；图纸台账；按图施工

0 引言

EPC(Engineering Procurement Construction)项目俗称交钥匙工程，是指总承包负责工程建设项目的设计、采购、施工、试运行等全过程。目前，EPC 模式是我国企业在海外承接项目最常用的模式^[1]。因所在国别不同，海外光伏 EPC 项目实施要点及难点均有所不同，但设计管理作为 EPC 项目的灵魂，对于项目实施至关重要。一般而言，在 EPC 项目中，设计可以充分发挥龙头作用，不断优化项目整体方案，承包商可根据优化方案整体协调设计、采购、施工，以确保控制项目的进度、成本和质量。对于业主而言，承包商是项目的窗口人及主体责任人，EPC 项目管理模式也可以减少业主方的管理难度。本文以摩洛哥 NT120 MW 光伏 EPC 项目为背景，探讨了海外光伏 EPC 项目设计管理的要点。

1 本光伏 EPC 项目所在国的特点

摩洛哥位于非洲西北端，东接阿尔及利亚，南部为撒哈拉沙漠，西临浩瀚的大西洋，北隔

直布罗陀海峡与西班牙相望，扼地中海入大西洋的门户。摩洛哥人口总量约为 3000 万人，其中，阿拉伯人约占 80%，柏柏尔人约占 20%；阿拉伯语为国语，通用语为法语，信奉伊斯兰教。摩洛哥经济总量在非洲排名第 5，在北非排名第 3；磷酸盐出口、旅游、侨汇是摩洛哥经济的主要支柱。

2017 年，摩洛哥加入到我国“一带一路”的项目中，成为连接欧洲、非洲和美洲 3 大市场的交通要道，同时也占据了地中海通往大西洋的门户，是我国走进非洲的必经之地，也是我国“一带一路”项目中的重要枢纽。

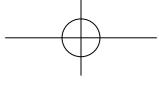
作为本文案例的摩洛哥 NT120 MW 光伏 EPC 项目的总装机容量为 120 MW，共 3 个场址，装机容量均为 40 MW，分别位于摩洛哥 Zagora、Erfoud 和 Missouri 市周边。

2 本光伏 EPC 项目的特点

本项目业主为第一次管理此类项目，且未聘用专业咨询团队。一般来讲，在这种项目业主欠

收稿日期：2019-11-22

通信作者：李杰(1978—)，男，硕士、高级工程师，主要从事项目管理方面的工作。makeally@163.com



缺管理经验的情况下,可能会出现2种极端情况:一种是注重进度管控及结果管控,也就是交钥匙模式;另一种是注重全过程管控。本项目业主属于后者,主要表现为:

1) 项目业主要求所有图纸必须经审批后方可施工,但由于业主欠缺技术经验,设计人员需要和业主解释及反复沟通,审图效率较低,审图意见反馈滞后是常态。

2) 由于技术经验欠缺,业主对于设计优化较为谨慎,倾向于僵化地遵守合同条款。

3) 由于地理位置特殊,摩洛哥受欧洲国家影响较大,因此本项目执行的是欧美及国际标准。

3 本光伏 EPC 项目设计管理的要点

3.1 投标阶段的设计管理

笔者认为,投标阶段的设计管理非常重要,尤其是在本项目业主经验欠缺的情况下,投标阶段的设计管理显得尤为重要。该阶段的设计管理必须注意2点:1) 承包商必须将投标书列入合同;2) 投标技术文件应明确承包商提供的设备及服务。

3.1.1 承包商必须将投标书列入合同

根据国际咨询工程师联合会(FIDIC)编写的《设计采购施工(EPC)/交钥匙工程合同条件》(1999年版)通用条件第1.5条的规定,投标书(包含技术文件和商务文件)是合同的组成部分。但在部分国家的合同条款中,投标书并非合同的组成部分,此种情况下承包商应在投标阶段对此进行澄清,争取将投标书列入合同。事实上,业主既然接受承包商的投标方案,那么接受投标书成为合同组成部分是合乎情理的,对于双方也是公平的,但是如果承包商不明确提出,业主也不会主动提出。如果合同仅有业主的招标文件,那么就会存在一些隐患,比如业主会在招标文件中放入诸如应符合当地法律法规等模糊性条款,给项目执行带来不可控的风险。如果把投标书列入合同,那么承包商给业主提供的设备及服务都很明确,这样就会减少争议,规避项目执行风险。

3.1.2 投标技术文件应明确承包商提供的设备及服务

一般来讲,投标技术文件应对应招标技术文件的目录,分章节对各系统进行具体描述,这样便于业主审查;招标技术文件中未列出的内容及承包商需补充的内容,可补充章节进行描述。

投标技术文件一定要明确承包商的工作范围及项目总体布置,土建专业应描述主要建筑物和构筑物的结构形式。光伏场区面积较大,由于围栏、道路及排水沟方面的工作量很大,因此,必须明确其布置及结构形式,否则业主在项目执行阶段会根据模糊条款提出更高的要求,这必然会增加相当多的费用,并会影响项目进度。

由于各国消防规范不同,消防系统出现变更的概率较大,因此消防系统的专业设计需按照场区、升压站室外消防(含主变压器消防)及建筑物室内消防进行描述;对于火灾报警系统、水系统、二氧化碳等气体灭火系统、消防水池及水泵等设备如何布置,以及主要设备的型号、规格及参数,均需描述清楚。若发生因消防规范不同,业主提出变更消防系统的情况,承包商可以据此向业主提出索赔。

沙漠戈壁地区的电站水源一般来自于地下水,但业主招标文件中对于供水系统要求的描述往往很简单,比如“符合饮用水质标准”,因此承包商往往在投标设计中不会考虑水处理系统。实际上,沙漠地区的地下水若不经处理,有时达不到饮用水质的标准,需要增设水处理系统,由此会增加承包商的工程量。但承包商若直接在投标设计中增设水处理系统,又会增加成本,从而抬高投标价格,导致竞争力降低。此时承包商应向业主说明,要求业主提供地下水水质数据,然后再根据水质数据进行设计,并列入投标文件中。若业主未反馈相关数据,承包商则应按无水处理系统考虑,并在供水系统技术说明中明确供水系统的构成,包括主要设备及其参数;这样在施工阶段如果业主要求增设水处理系统,承包商可以

据此向业主提出索赔。

总之，承包商应针对各系统的布置、形式、特点及主要参数进行描述，投标技术文件应让业主对承包商提供的设备及服务有相对明晰的认识，这样在后续实施阶段，承包商才能更好地进行费用风险控制，在出现变更时才能有依据进行索赔。

3.2 施工阶段的设计管理

就本项目的特点而言，在施工阶段的设计管理最重要的有3点：1) 积极沟通，图纸报批要严格按照合同上的程序进行；2) 做好设计图纸台账记录；3) 进行限额设计。

3.2.1 积极沟通，图纸报批严格按照合同程序进行

FIDIC 编写的《设计采购施工 (EPC)/ 交钥匙工程合同条件》(1999 年版) 通用条件的第 5.2 条“承包商文件”中规定，业主审批承包商文件有“审核期”，图纸提交给业主后，业主应于一定时间内反馈审批意见。本光伏 EPC 项目的合同中也包含此类条款，且规定若超过审核期，视为业主审批通过。然而在实际执行中，业主要求所有图纸必须经业主工程师签字盖章书面审批通过后，才能用于施工。这也就意味着业主宁愿违背关于“审核期”的合同条款，拖延进度，也不允许未经审批的图纸用于施工，这样就给承包商的进度管理造成了极大的风险。因此，为了规避此风险，一方面，承包商必须从项目开始就做好索赔准备；另一方面，承包商必须加强和业主的沟通。

由于业主技术经验欠缺，承包商在提交图纸后需及时跟进并沟通，这样业主才能更快地理解设计意图；得到业主反馈后，承包商应尽快修改并再次提交图纸，这样才能提高业主的审图效率。

由于业主项目团队的人员不足，且海外业主也没有加班习惯，因此审批图纸超期是常态。所以，图纸报批要严格按照合同上的程序进行，提交图纸较多时，要及时提醒业主审批现场急需的图纸，尽量不影响现场施工。

图纸提交时，承包商应提醒业主签收，且保存签收单；要求业主将反馈意见以邮件形式发送至承包商指定邮箱；不管图纸往返多少次，签收手续及审批意见均应及时保存；对于业主超期审批情况，要及时发函敦促并保留记录。

3.2.2 做好设计图纸台账记录

本项目设计图纸台账按照站点专业建立表格，记录图号、图名、设计人员、计划提交时间、图纸审查状态等信息。其中，在“图纸审查状态”列内应记录每一次的提交时间及业主审批时间，直至最终审批通过为止。

№	Drawing No.	Drawing Name	Designer	Planned Date of Submission	Drawing status					Link
					1st Snc	1st Rpl	2nd Snc	2nd Rpl	Approved	
1	MRCPV-EF-SG-GD-01									
2	MRCPV-EF-SG-GD-02									
3	MRCPV-EF-SG-GD-03									
4	MRCPV-EF-SG-GD-04									
5	MRCPV-EF-SG-GD-05									
6	MRCPV-EF-SG-GD-06									
7	MRCPV-EF-SG-GD-07									

Note:

1, Rpl means Reply by the employer.

2, Snc means Submission to the employer.

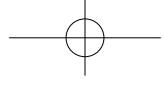
图 1 本项目的设计图纸台账

做好设计图纸台账主要有 2 个作用：1) 可以记录所有专业出图的进展情况，加强设计进度管理；2) 为设计索赔做好准备。

3.2.3 进行限额设计

一般来讲，由于设计深度的影响，根据施工图纸计算的工程量很容易超出投标设计阶段计算的工程量；另外，由于项目执行阶段的设计人员往往与投标阶段不同，设计思路不一致也会造成最终工程量超出投标阶段工程量的情况。为了规避此问题，承包商应进行限额设计。当然正如上文所述，投标阶段的设计管理需到位，设计深度要足够指导施工设计，系统设计不能出现重大偏差，工程量计算不能出现重大偏差，否则限额设计就无从谈起。

在项目执行初期，承包商应对投标技术文件及投标工作量单按专业分解，并将工程量控制表下达到各专业；各专业的的设计人员应根据控制表并结合合同技术文件进行设计；当出现超额情况时，设计人员应及时汇报给承包商，由承包商决



定采取何种解决方案来规避风险。

3.2.4 模块化设计

经过多年的发展，海外光伏 EPC 项目已经实现了模块化设计。模块化设计的优点很多，其可以加快设计速度，减少重复计算及设计工作量；但是模块化设计也有应用场景的要求，一般适用于地形平坦的场址。若场址存在如地形起伏较大的情况时，设计人员不可受限于模块化设计，而应在投标阶段就对起伏较大的区域做异化设计，否则在施工阶段再与业主沟通，一旦沟通失败，重新设计所耽误的时间，以及增加的工程量和费用都会极大地增加承包商项目执行的风险。

3.3 收尾阶段的设计管理

此阶段设计方面的主要工作是形成竣工图。整体设计管理的要点不在这个阶段，而是在施工阶段督促施工方按图施工。

就本光伏 EPC 项目而言，施工方按图施工，如出现变更，设计人员将会根据书面变更函对图纸进行变更，在提交业主审查后，再用于现场施工。也就是说，最终版的施工图在施工过程中就已经形成，在收尾阶段，设计人员只需更新施工图状态为竣工图即可。因此，承包商如果加强施工管理，督促施工方按图施工，此阶段的设计管理相对简单。

(接第 37 页) 光伏组件”与“斜单轴跟踪 + 双面光伏组件”的方案进行了理论分析，并在哈密地区进行了 3 个月的光伏电站实证，实证结果与理论分析较为吻合。采用斜单轴跟踪方式可以获得较大发电量的提升，而斜单轴跟踪作为单轴跟踪的主要形式之一，可以较好地反映单轴跟踪的特性；再加上单轴跟踪支架的成本相对较低，可靠性较好，对整体光伏发电系统来讲，其可以有效地提高光伏电站的性价比；同时，单轴跟踪支架还有较大的优化提升空间，是值得探索的促进平价上网的光伏集成技术。

但有的项目施工方不严格按照图纸施工，业主在收到承包商提交的竣工图后，会组织工程师到项目现场进行核对，若发现现场情况与图纸不符的情况，则通知承包商进行整改。但一般来讲，若不符的情况较多时，业主工程师不会在图纸上明确竣工图的修改要求，而是会把竣工图发回给承包商重新复核。这样承包商需组织施工方的现场工程师提交可反映现场实际施工情况的图纸，设计人员再次修改，承包商再次提交，业主再次审查。由于收尾阶段人员更替较大，施工阶段的主要技术人员大多已经离场，往往多次重复工作，业主才能接收竣工图，这时几个月时间已经过去了，承包商因此增加了大量工作及大量成本，也影响了业主验收，造成尾款收款滞后，后果极其严重。

4 结语

设计管理对于海外 EPC 项目至关重要，可以说是项目成败的先决条件。本文结合摩洛哥 NT120 MW 光伏 EPC 项目实践，对项目设计管理进行了探讨并提出了改进措施，可为后续的海外光伏 EPC 项目管理提供参考和借鉴。

参考文献

- [1] 陈件民. 海外 EPC 电站项目管理探讨 [J]. 科技与企业, 2013, (19): 50 - 52. 太阳能

参考文献

- [1] 储呈阳. 我国太阳能利用的现状与发展前景 [J]. 企业改革与管理, 2012, (8): 38 - 45.
- [2] 李超, 吴玉敬, 等. 一种目标遮挡情况下的自动跟踪控制方法 [J]. 应用光学, 2017, 38(5): 713 - 718.
- [3] 张臻, 沈辉, 李达. 局部阴影遮挡的太阳能电池组件输出特性实验研究 [J]. 太阳能学报, 2012, 33(1): 5 - 12.
- [4] 徐青山, 臧海祥, 卞海红. 太阳辐射实用模型的建立与可行性研究 [J]. 太阳能学报, 2011, 32(8): 1180 - 1185.
- [5] 石广玉. 大气辐射学 [M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [6] 王斯成. 各类光伏方阵面辐照度的计算 [J]. 太阳能, 2018, (4): 19 - 29. 太阳能