

模块化建设前期策划要点分析

陈英杰 张宝生

中国石油大学(北京)工商管理学院, 北京 102249

摘要:模块化建设前期策划,对于油气田地面工程模块化建设至关重要。在进行模块化建设前期策划时,从经济性和风险方面权衡需不需要做模块化,根据工程项目运输限制和装卸条件分析能不能做模块化,从模块化设计方法分析怎样做模块化,对分布式和多层叠加式两种典型的模块化建设形式进行了阐述,并讲述了确定模块化方案应遵循的客户优先原则、经济性原则和风险控制原则。根据分析结果,给出了模块化建设前期策划内容,对今后油气田地面工程的模块化建设具有重要的借鉴意义。

关键词:模块;策划;设计原则;运输

DOI:10.3969/j.issn.1006-5539.2018.05.019

Analysis of Pre-Planning for Modular Construction

Chen Yingjie, Zhang Baosheng

School of Business Administration, China University of Petroleum, Beijing, 102249, China

Abstract: Pre-planning is very important for modular construction in oil and gas field surface engineering. During pre-planning, it is necessary to consider if the modularization is needed for project from the aspects of economy and risk, and whether the modularization can be conducted from traffic limitation and handling capacity, and also how the modularization be carried out from the analysis on modular design method. Distributed and multilayer stacking modular construction are discussed and principles are given to determine modular solution for client priority, economy and risk control. According to the analysis result, the content of pre-planning for modular construction is proposed, which provides reference for modularization construction of oil and gasfield surface engineering in the future.

Keywords: Module; Pre-planning; Design principle; Transportation

0 前言

模块化建设模式以其突出的建设优势逐步得到建设各方的认可,在油气田地面工程建设中的应用也越来越多^[1-3]。对于一个工程而言,模块化前期策划对模块化建设的执行有着至关重要的影响。需不需要做模块化、能不能做模块化、怎样做模块化都需要在前期策划

中说清楚,为模块化建设的具体实施打好基础并指明方向。下面就陆上天然气气田地面工程模块化建设对以上三个问题进行剖析。

1 需不需要做模块化

需不需要做模块化要从模块化建设的实质说起。模块化建设是把常规建设中建设现场的施工工作搬到

收稿日期:2018-07-11

基金项目:中国石油天然气集团公司“PKOP 奇姆肯特炼油厂现代化改造工程 15 000 t/a 硫黄回收装置”(Z 2014-014)

作者简介:陈英杰(1962-),男,北京人,博士研究生,研究方向为能源投资决策与项目管理。

另一个地点的工厂进行,再通过现代化的运输工具和装卸技术,将在工厂完成的装置搬迁到建设现场。模块化建设的主要目的就是减少建设现场的施工工作量,降低常规现场建设的风险,包括安全、经济以及社会风险^[4-7]。而模块建造工厂从自然环境、社会稳定、技术能力以及物资依托等各方面都有较大优势,建造风险很低。因此,一个天然气气田厂站建设需不需要采用模块化建设方式应根据项目建设地具体情况决定。

海外项目有些地处北极,自然条件恶劣;有些地处中东地区,社会不稳定,安全风险高;有些地处非洲地区,物资匮乏,技术水平低;有些地处欧美与澳洲地区,虽然技术水平高,但安全环保要求高,人力成本高,这些海外项目,均适合采用模块化建设来降低风险^[8-9]。而国内项目,则需要结合项目建设目标来确定是否采用模块化建设。比如,万州硫黄回收装置扩建工程,由于已建装置正在运行,而新建装置离已建装置太近,从施工安全的角度,应采用模块化建设;磨溪龙王庙项目采用模块化建设后,占地面积减少,建设工期缩短,投资也有降低^[10]。

2 能不能做模块化

能不能做模块化主要考虑运输和装卸条件,运输和装卸是模块化建设的关键环节。模块化装置在工厂完成建造后,由于设备、管道、结构及仪电的集成,其尺寸和重量显著增加。模块化建设首先要解决装置模块化后运输的问题,模块化前期策划应结合项目建设地和可能的模块建造地,开展运输全路径和运输方式调研,了解运输路径对装置尺寸重量的限制要求、以及运输时长、季节性、运输费用以及相关风险等。特别是陆上气田,受建设地制约,往往需要进行部分公路运输,要着重考虑上岸码头和公路的限制条件^[11-12]。

模块化建设其次要解决的是装卸问题,主要关注项目建设地的装卸条件。模块化装置的装卸主要有两种方式:一种是液压支撑安装方式,主要针对大型模块,采用 SPMT 进行短距离陆地运输;另一种是吊装方式,如汽

车吊、履带吊等。250 t 以下的汽车吊相对资源多一些,而大吨位的吊机在项目建设地可能没有,或数量很少。因此,项目建设地的吊装资源是否满足模块化装置大型吊装需求的增加,也是考虑的因素之一。能不能做模块化,最后需要根据运输和吊装限制条件,结合项目模块化方案进行确定。

3 怎样做模块化

怎样做模块化需要从项目控制目标来分析,择优选择最佳模块化方案。下面结合陆上天然气气田的模块化建设,从模块结构形式及特点、模块化方案确定、模块化实施策划三方面进行说明。

3.1 模块结构形式及特点

工艺装置的模块化方案主要有两种形式:一种是橇装化分布式模块化装置,多为以设备为核心的单层结构,见图 1;另一种是多层叠加式模块化装置,根据装置功能或设备安全类别采取联合布置结构,见图 2。两种模块化方案的比较见表 1。

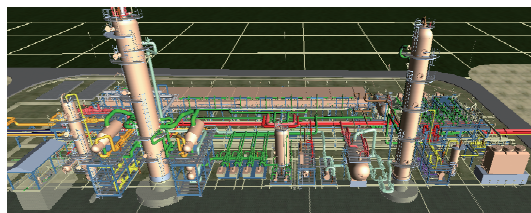


图1 橇装化分布式模块化装置

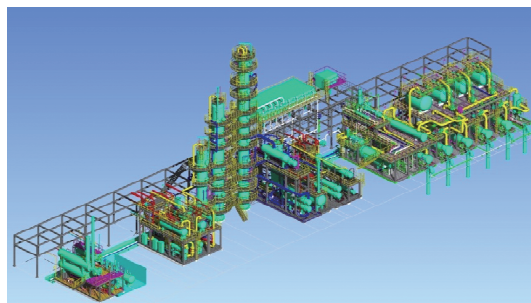


图2 多层叠加式模块化装置

表1 两种模块化装置的比较

模块化装置	结构形式	钢结构设计	仪电布置	检维修	工厂预制率	占地面积
橇装化分布式	简单	简单	简单	容易	低	大
多层叠加式	复杂	复杂	复杂	相对困难	高	小

3.2 模块化方案确定

模块化方案需要结合项目控制目标综合分析后确定。主要遵从以下三个原则:

1) 客户优先原则。模块化方案对项目的建设用地、

费用、工期等都有较大影响,作为项目投资方或建设方,对项目建设方案有绝对的决定权,因此,方案的选择首先要尊重客户的选择。若项目合同中明确了模块化方案,则按合同执行;若项目合同中未明确模块化方案,而

客户或第三方代表在设计过程中提出要求,则需考虑合同执行成本和工期等因素,必要时可按变更方案提出索赔。

2)经济性原则。建设成本是项目控制的主要目标之一。结合项目建设地的依托条件,从占地面积、机械成本、人力成本、运输成本等方面综合选择模块化方案。从建设现场的施工工程量分析,优先选择多层叠加式模块化装置,其工厂化预制率最高,除装卸要求高之外,对现场依托最小。还可根据最大运输重量与尺寸、最优运输重量及尺寸对工艺设计进行优化,合理确定工厂装置列数及每列装置的处理能力,实现模块化建设最优。

3)风险控制原则。安全、质量、进度和费用是工程建设项目控制的四大要素,同样伴随着油气田地面工程模块化建设过程。模块化方案的选择需要对全过程的风险进行分析比较。橇装化分布式模块化装置由于现场工作量相对多一些,因此项目建设的安全风险、质量风险、进度风险相对大一些,需要加强项目现场建设工作的控制工作;而多层叠加式模块化装置,特别是具备运输条件不进行拆分的模块,由于工厂化预制的集成度高,在运输和装卸环节面临的风险会大一些。风险控制是开展模块化建设的初衷,也是模块化方案选择需重点考虑的原则之一。

3.3 模块化实施策划

模块化实施策划可以从模块化设计原则、物资供应选择、模块建造商选择、运输风险控制等方面开展,具体内容如下^[13-15]:

1)制定模块化设计原则。结合项目设计标准和建设要求,为相关的工艺、配管、结构、仪表、电气以及防腐绝热专业,编制针对项目的“模块化设计统一规定”,对项目的模块化内容、模块化方案、包装方式、运输限制条件进行描述,还应重点描述各专业开展选型设计、路径设计以及详细设计所需遵守的统一原则及规定。“模块化设计统一规定”能避免交叉设计或协同设计过程的反复,达到统一设计思想和优化设计成果的目的,保障模块化装置的整体质量和方案的可实施性。

2)制定物资供应方案。物资供应商对模块有影响,首先,模块化装置集成后,其总体的检维修肯定会受到一定的影响,因此需要提供高质量的产品,减少设备的检维修概率,需关注产品品牌选择和质量控制;其次,模块建造所需的物资种类多、数量大,所有物资都需要先交付到建造工厂进行集成,部分设备需要在模块建造工厂出厂验收时进行功能或性能测试,再运输至建设现场,需关注模块化装置设备的合同及界面管理;再次,要发挥地区优势,建造工厂一般会选择在运输条件良好、人力资源成本合理、物资资源充分的地区,因此物资供

应可充分考虑地区优势,选择建造厂就近的合格供应商,增加管理效率,降低成本;最后,物资供应还需要注意供应商的交货期,特别是关键路径的物资,可调研评估工厂的工作饱和度,并加强过程的控制。

3)模块建造商的选择。根据项目模块化装置的划分和工程量情况,结合项目建设工期要求,评估该项目可能选用的模块建造商数量。对于多列装置的项目,原则上应按装置类别进行建造分包,相同装置由同一家建造商进行制造,有利于提高建造效率,保证模块供货质量。当项目模块建造技术要求较高时,还需要对建造厂的标准熟悉程度和业绩情况进行调研,确保建造厂施工人员和质量控制团队能够按项目要求完成建造工作。当模块建造工程量大、工期紧时,要对建造厂的建造能力和任务档期进行调研,要能提供充分的人力资源和机具资源作为保障。尽早锁定模块建造商,使其熟悉项目内容,制定建造方案,同时可以为模块化优化设计提供建议。

4)制定模块运输方案。运输方案策划的深度与模块装置的运输方式和运输工具选择相关。公路运输选择的是常见运输车辆(1.1 m高三轴平板挂车),车辆易租,运输费用低,公路运输策划则只需简单说明;反之,若由于模块超限太多,需要考虑超低板车,甚至特殊车辆,应提前做好策划,确定物流公司介入时间,规划运输路径和运输时间。对于海运也是同样道理,特别是业务繁忙期,往往需要提前很长时间锁定船期,对建造进度的要求也很高。也就是说,模块化装置策划时,结合装置处理能力,要尽可能选择常规运输工具,节约运输费用,降低运输风险。

4 结论

综上,模块化建设前期策划对于项目建设风险控制、建设成本控制以及质量进度都有重要影响。项目实施前,通过资料和数据充分说明需不需要做模块化、能不能做模块化和怎样做模块化,制定出一个优秀的策划方案,指导项目模块化建设的执行,才能保障模块化建设的顺利实施。

参考文献:

- [1] 陈朝明,陈伟才,李安山,等.大型气田地面工程模块化建设模式的优点剖析[J].天然气与石油,2016,34(1):8-13.
Chen Chaoming, Chen Weicai, Li Anshan, et al. Analysis on Advantages of Large Gas Field Surface Engineering Modular Construction Mode [J]. Natural Gas and Oil, 2016, 34 (1): 8-13.

- [2] 李兴举, 孙 谦. 浅谈国际 EPC 工程模块化建造趋势[J]. 国际工程与劳务, 2015, 32(2): 73-74.
Li Xingju, Sun Qian. Discussion of Modularized Construction Tendency of International EPC Engineering [J]. International Project Contracting & Labour Service, 2015, 32 (2): 73-74.
- [3] 韩建成, 杨拥军, 张青士, 等. 长庆油田标准化设计、模块化建设技术综述[J]. 石油工程建设, 2010, 36(2): 75-79.
Han Jiancheng, Yang Yongjun, Zhang Qingshi, et al. Review on Technology of Standardizing Design and Modularizing Construction in Changqing Oilfield [J]. Petroleum Engineering Construction, 2010, 36 (2): 75-79.
- [4] 胡性涛. 陆地 LNG 装置模块化设计及生产探究[J]. 化工管理, 2017, (12): 224.
Hu Xingtao. Research on Modular Design and Construction of Land LNG Equipment [J]. Chemical Enterprise Management, 2017, (12): 224.
- [5] 黄卫明. 石油化工装置模块化施工[J]. 化工设备与管道, 2013, 50(1): 37-41.
Huang Weiming. Modular Construction for Petrochemical Plant [J]. Process Equipment & Piping, 2013, 50 (1): 37-41.
- [6] 李 庆, 李秋忙, 班兴安. 中国石油地面工程推广模块化建设的策略[J]. 天然气与石油, 2017, 35(1): 5-9.
Li Qing, Li Qiumang, Ban Xing'an. Strategy for Modularization Construction Promoted by PetroChina Surface Facilities [J]. Natural Gas and Oil, 2017, 35 (1): 5-9.
- [7] 张春燕, 朱明高, 刘承昭. 浅谈气田集输橇装模块化、标准化设计的优越性[J]. 天然气与石油, 2009, 27(6): 10-11.
Zhang Chunyan, Zhu Minggao, Liu Chengzhao. Discussion on Superiority of Modularization and Standardization Design of Skid-mounted Oil & Gas Gathering and Transportation Equipment [J]. Natural Gas and Oil, 2009, 27 (6): 10-11.
- [8] 柏锁柱. 大型 LNG 项目模块化建设经验解析[J]. 石油石化节能, 2018, 8(5): 1-3.
Bai Suozhu. Analysis of Modularized Construction Experience on Giant LNG Project [J]. Energy Conservation in Petroleum & Petrochemical Industry, 2018, 8 (5): 1-3.
- [9] 李海润, 刘百春, 徐嘉爽, 等. 橇装化装置在海外气田集输工程中的应用[J]. 天然气与石油, 2013, 31(2): 14-17.
Li Haiyun, Liu Baichun, Xu Jiashuang, et al. Application of Skid-mounted Units in Certain Overseas Gas Field Surface Gathering and Transportation System [J]. Natural Gas and Oil, 2013, 31 (2): 14-17.
- [10] 陈朝明, 马艳琳, 李 巧, 等. 安岳气田 $60 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 地面工程建设模块化技术[J]. 天然气工业, 2016, 36(9): 115-122.
Chen Chaoming, Ma Yanlin, Li Qiao, et al. Modularization for Surface Engineering Construction of $60 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ in the Anyue Gasfield, Sichuan Basin [J]. Natural Gas Industry, 2016, 36 (9): 115-122.
- [11] 李 勇. “工厂化模式”建设天然气净化厂的管控要点[J]. 天然气与石油, 2016, 34(5): 109-114.
Li Yong. Key Factors on Construction of Natural Gas Purification Plant on “Industrialized Mode” [J]. Natural Gas and Oil, 2016, 34 (5): 109-114.
- [12] 樊继贤, 万启森. 模块化施工——石油化工工程建设的新模式[J]. 石油化工建设, 2013, 35(5): 33-35.
Fan Jixian, Wan Qisen. Modular Construction, A Trend in Petrochemical Construction Project [J]. Petroleum and Chemical Construction, 2013, 35 (5): 33-35.
- [13] 常立仁. 国际 EPC 工程模块化策划思路研究[J]. 机电信息, 2014, (6): 160-161.
Chang Liren. Study on Modular Strategy for International EPC Engineering [J]. Mechanical and Electrical Information, 2014, (6): 160-161.
- [14] O'Connor J T, O'Brien W J, Choi J O. Industrial Project Execution Planning: Modularization [J]. Practice Periodical on Structural Design & Construction, 2016, 21 (1): 04015014.
- [15] 李 庆, 李秋忙. 油气田地面工程厂站模块化建设关键技术与发展[J]. 石油规划设计, 2018, 29(1): 5-8.
Li Qing, Li Qiumang. Key Technologies and Development of Modularization of Oil and Gas Field Surface Facilities [J]. Petroleum Planning & Engineering, 2018, 29 (1): 5-8.