

# Engineering Management of Overseas PC Project

Yishan Guan\*, Shaoqing Shan, Xianqiang Meng

International Division, China Petroleum Pipeline Engineering Co., Ltd., Langfang Hebei  
Email: \*1126508364@qq.com

Received: Aug. 3<sup>rd</sup>, 2020; accepted: Sep. 1<sup>st</sup>, 2020; published: Sep. 15<sup>th</sup>, 2020

---

## Abstract

Normally overseas PC project doesn't have scope of engineering and is only responsible for the procurement and construction. As a basis, it is common understanding that the PC project doesn't require engineering management. However, the engineering management is also crucial to the PC project after analysis of PC project characteristic, especially evaluating challenges of Saudi Aramco PC project. Therefore, the paper focuses on the investigation of engineering management scope, task assignment, team building and team management. The comprehensive study on engineering management can reduce the cost and schedule risks of overseas PC project.

## Keywords

PC Project, EPC Project, Engineering Management

---

---

\*通信作者。

# 国际PC项目的设计管理

关沂山\*, 单少卿, 孟献强

中油工程管道局国际事业部, 河北 廊坊

Email: \*1126508364@qq.com

收稿日期: 2020年8月3日; 录用日期: 2020年9月1日; 发布日期: 2020年9月15日

## 摘要

国际PC项目的工作范围中不包含具体的设计工作, PC承包商主要是按照已经完成的设计图纸执行采购和施工, 因此常识认为PC承包商无需进行设计管理。但结合沙特阿美公司的PC承包项目的挑战, 分析设计管理对于PC项目提质增效依然举足轻重。本文从设计管理的工作范围、团队分工、团队建设和团队管理等方面, 详细探讨了PC项目中的设计管理, 以有效应对PC项目的进度和费用风险。

## 关键词

PC总承包, EPC总承包, 设计管理工作

Copyright © 2020 by author(s), Yangtze University and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

国际油气工程项目的设计管理直接关系到项目整体的风险、进度和费用的控制, 是项目能否实现盈利的关键环节, 因此受到了广泛研究和报道[1]-[17]。此类研究主要针对 EPC 工程(Engineering, Procurement and Construction: EPC), 对设计的流程、风险和范围管理进行了详细的报道[1] [2] [3] [7] [8] [9] [10] [11]。但在油气工程项目中, PC 工程(Procurement and Construction: PC)模式同样广泛使用: PC 项目的工作范围中不包含具体的设计工作, 承包商主要是按照已经完成的设计图纸执行采购和施工[15] [16] [17]。常识性认为, 此类 PC 项目因不包含设计工作, 因此也就无需执行设计管理, 故如何在 PC 项目中执行设计管理鲜有报道。

从业主选择 PC 与 EPC 等不同的项目执行模式分析, 其主要差别在于 PC 项目中业主已经先期开展并完成了设计工作: 其初衷是压缩设计与采办/施工的衔接时间, 明确工作范围, 降低变更风险, 尽快实现竣工投产。因此, PC 项目相比 EPC 项目, 主合同中采办和施工工期将更加紧凑, 且业主会尽力规避设计方案中的问题, 要求承包商义务对设计图纸进行验证工作。

以国际最大的油气生产公司沙特阿美石油公司为例, 在执行 PC 项目过程中, 主合同条款往往存在以下挑战: 1. 承包商有义务在合同签署的 120 天内完成所有设计图纸验证工作, 若要求在期限内未提出相应的图纸问题, 则承包商无法针对设计问题再提出合同延期索赔申请; 2 设计图纸只作为参考, 且只提供可阅读版(不提供设计可编辑版), 承包商有义务根据现场实际情况以红线图形式更新图纸, 并根据图

纸采购材料；3 主合同要求采办和施工里程碑异常紧张，要求承包商快速启动，超前相应，采购工期中不包含设计方案的澄清和消化时间；4 承包商负责与在建其他工程沟通确认工程界面，界面处的设计图纸在项目执行阶段逐步完善释放。且承包商应在 14 个工作日内向业主提出因界面所产生的变更申请，超期则视为放弃变更索赔权力。

综上所述，PC 项目中虽然没有具体的设计任务，但从项目挑战层面分析，由于设计信息的不对称，承包商如果不能短时间内高度理解设计方案，理清设计图纸，会对项目执行带来无法弥补的损失。因此本文着眼于国际 PC 项目，从设计团队管理角度报道设计管理，对项目化解重大风险，提质增效具有重要意义。

## 2. 设计管理的工作范围与团队建设

根据背景中所阐述的主合同挑战，PC 项目的设计工作可以具体分为五个部分：设计图纸验证和管理、采办技术支持、施工红线图绘制、工程界面沟通和工程量统计，根据这五部分工作，设计团队又分为 4 个团队：文控团队、设计审查/红线图编制团队、采办支持团队及界面控制团队。这四个团队的相对关系如图 1 所示。设计审查/红线图编制团队主要负责设计图纸验证，施工红线图绘制以及工程量统计等工作，是设计的核心团队：他们通过审查图纸，将设计图纸中的问题意见，以及业主提供材料中的错漏空缺反应给采办支持团队，由采办支持团队在采购合同中增改删减；而采办支持团队所审查的厂家技术文件，反馈回设计审查/红线图编制团队，以确认满足工程设计方案和要求。以钢管设计与采购为例具体说明设计审查/红线图编制团队与采办支持团队的协作关系：设计审查/红线图编制团队根据 IFC 图纸，统计核对各种钢管用量，并对比业主提供的钢管清单，以识别出需要 PC 承包商采购的钢管。采办支持团队根据此钢管清单更新请购文件，并审查厂家提交的技术标书。对于个别高强度薄管壁的钢管，考虑生产周期和成本，供货厂家可能提出技术偏离，提供低强度厚壁管以满足管线设计压力。采办支持团队通过管线压力计算复核，批准厂家技术偏离后，应将替代钢管的技术参数反馈回设计审查/红线图编制团队，将图纸进行相应更新。

设计审查/红线图编制团队将图纸的版次审核工作单独委托文控团队，由其进行核查管理，以设计文件清单时时更新的形式管理设计文件版次和内容，保持设计图纸的可追溯性。最后，界面控制团队根据与其他承包商的界面协议，更新部分设计方案，并将成果反馈设计采办支持团队，以确保材料的增补删减满足界面的具体要求。

另外，根据图 1 还可以分析出设计团队与业主团队、施工团队，质量团队和施工团队之间的协作关系。设计团队完成的界面协议，技术评标报告，红线图以及文件版次问题反馈给业主，业主进行对应审批或者根据意见更新图纸。采购团队将厂家的技术标书发送给设计团队进行审核，设计团队以技术评标报告的形式反馈给采购团队，采购团队基于技术合格的厂家进行合同谈判与签订。设计团队将 PC 承包商需采购的材料清单提供给质量团队，质量团队准备生产制造和现场施工的质量检验标准和流程。例如上文提到的钢管，质量部应据此准备焊接工艺评定，作为现场焊接的工艺选择的基础和焊接质量控制的手段。最后，施工团队将现场连头点的坐标、材质和压力等级等信息反馈给设计团队，设计团队据此更新红线图图纸。

## 3. 设计团队的职位，职责和授权

按照层级，设计团队主要包含设计经理，界面经理，主管工程师，工程师以及文控等五个岗位，其对应的职责和授权介绍如下。

设计经理：统筹协调所有设计团队内部事务，重点关注设计各专业间的界面问题以及不同设计团队

间的衔接配合问题。代表 PC 项目部针对设计问题面向业主进行沟通。拥有独自确认技术问题的权力，但针对涉及合同变更，合同范围和费用工期等问题，需向项目经理提出解决方案并在批复后方可执行。

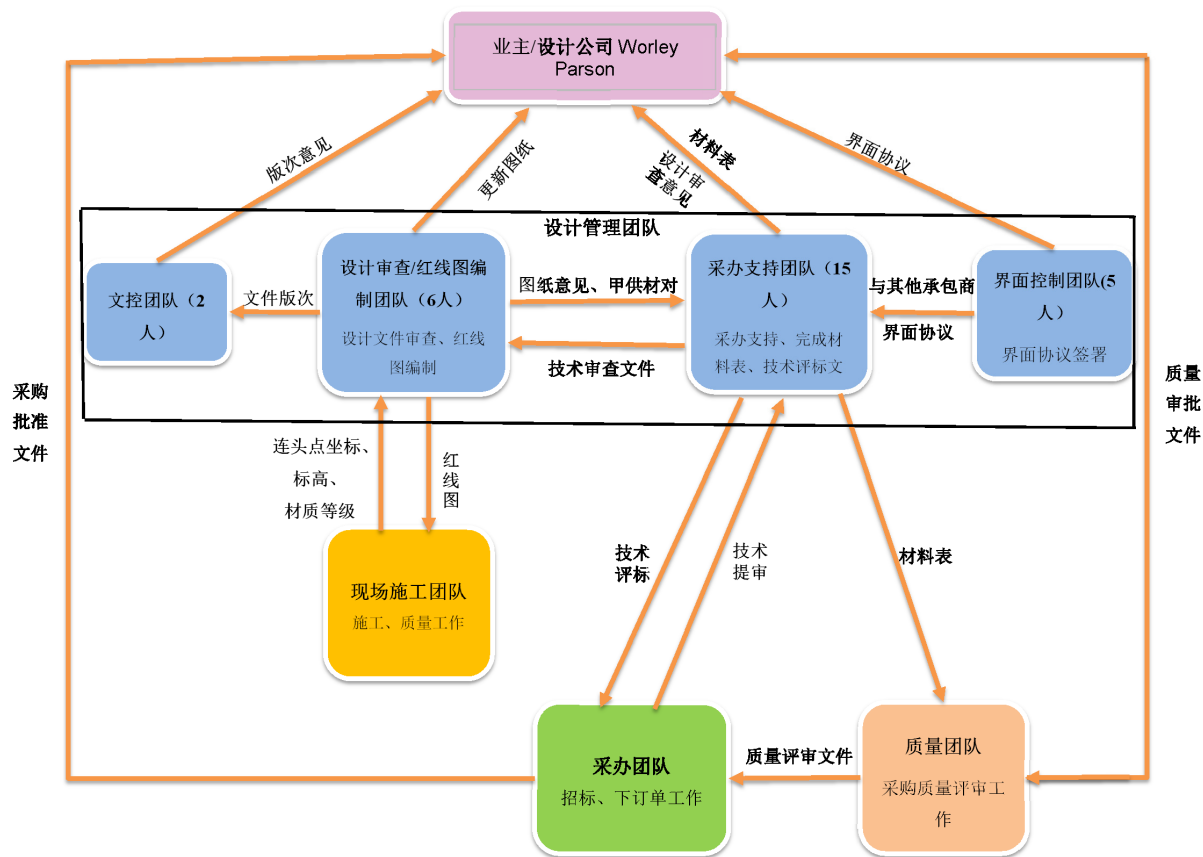


Figure 1. Engineering team breakdown structure and working connection with other associated department  
 图 1. 设计团队架构以及与其他部门的业务关系

界面经理：统筹协调界面团队内部事务，代表 PC 项目部与和本项目存在工程界面的其他承包商沟通界面问题。拥有独自确认界面技术方案的权力，但针对涉及合同变更，合同范围和费用工期等问题，需向项目经理提出解决方案并在批复后方可执行。

主管工程师：统筹协调专业内部设计问题，作为各专业代表与其他专业确认技术问题。根据合同范围审查本专业工程界面，确保和其他承包商工程界面技术匹配。拥有独自确认专业内设计方案，审查图纸，核对材料，准备材料采购清单，技术评议，审批厂家资料，解决施工现场澄清的权力。但针对涉及其他专业和其他承包商界面的技术方案，合同变更，合同范围和费用工期等问题需要向设计经理进行汇报。按照一般的油气项目，应在工艺，机械，材料，线路，配管，电气，仪表，土建，钢结构，通信等各专业配备一名工程师。

工程师：根据主管工程师的意见，具体完成设计方案并提交主管工程师批复审核设计图纸。在主任工程师的管控下，根据设计图纸核对材料，准备材料请购清单，并对施工现场的问题提出具体解决方案。

设计文控：面向业主接收发送设计文件。根据设计文件升版流程，审查设计版次，并对设计文件版次进行记录跟踪，形成设计文件版次动态更新表格。针对文件版次未按照升版流程，或者文件版次冲突的情况，向设计经理汇报后执行解决方案。

为加强设计审查团队与界面和采办支持团队的沟通,形成统一一致的设计方案,考虑到各主管工程师主要负责审批技术方案,因此可以在各个设计专业只配备一名主管工程师,统筹协调调查,采办技术支持和界面等事务。而在不同设计团队中雇佣不同的工程师,以完成设计团队中的具体不同工作。另外,考虑界面控制团队中设计方案审查与更新,只是整体设计方案中的一小部分,因此可以由一名主管工程师带领两名工程师,由工程师内部协调,同时完成设计审查和界面工作。上述将由相同的主管工程师同时负责不同的设计工作,可以有效的减少各个设计工作之间的界面,以应对 PC 项目工期紧,索赔追诉期短等主合同挑战。

#### 4. 设计团队管理模式

管理者应该充分相信设计团队的每一个员工,因为信任才能产生尊重,而尊重是团队高效协作的基础。信任不只包含技术层面的,更应该包含生活层面甚至信仰层面。在项目执行中,设计团队往往是由不同国家不同种族的人员组成的,因此信任和尊重宗教信仰显得尤为重要。中华民族是勤劳的,中方企业是高效的,因此面对诸如穆斯林等具有宗教信仰的人员每天礼拜,很多管理人员认为是低效的。诚然,单纯从工作时间角度比较,这些员工的工作时间肯定无法和中方员工相比,但是不同背景人员本来就是互有长短的,我们不能只关注外籍的短板而否定其他一切优点,只有特点互补的人员才能发挥团队更大的能量。

管理者的尊重和信任,将逐渐在团队中产生互信互助的团队理念。按照 Tuckman ladder 团队发展的理论模型[18],组建期阶段(Norming)是团队个体识别个体差异,并调整个体工作方式和习惯以适应团队的重要步骤。而上述过程只有在互信互助的团队理念的指引下,才有可能顺利完成。另外,信任尊重的团队理念,也可以在分歧管理中发挥重要的作用。对于设计团队来说,很多设计方案的确定不仅涉及工程技术方面,更涉及合同范围和工期费用等管理因素,因此设计方案的分歧是司空见惯的。不同层次的设计人员,对于项目的管理认知水平不同,往往在确定设计方案时无法从项目利益最大化的角度出发,而局限于仅仅满足功能要求的方案。因此,本着尊重信任的理念,将不同方案的优缺点开诚布公,互相讨论,共同成长,有助于统一团队的思想。团队核心人员在和谐融洽的氛围内实现自我管理和成长,将使团队内部形成无数个推动工作的源动力,常常比自上而下的管理模式更加高效。因此,管理者的尊重和信任,以催生自我管理和自我成长的团队,是在执行工期异常紧张的 PC 项目对抗千头万绪的设计工作最有力的武器。

实现团队自我管理的另外途径是承认与奖赏。管理者在日常的工作中应重视对于团队个人的肯定与鼓励,不以事小而不为,工作流程中任何一件小事都值得管理者的肯定。管理者的肯定不仅是对某一个人奖赏,而是面向整个团队明确什么东西是值得效仿的,积少成多地形成团队良好的氛围。更为重要的是,承认和奖赏应该因人而异,了解每个个体的述求,才能准确选择有效的奖赏方式,更好地调动员工积极性,最终形成自我管理团队文化。对于国际化的员工,往往渴望成长,对于中国的崛起有着独特的向往,因此采用教育培训,荣誉表彰,甚至到中国国内进行学习交流,都是有效的激励途径。

最后,项目团队的高效沟通也是设计管理的重点之一。按照常用的互动沟通模型[19],沟通应有发送方和接收方共同参与,共包括 5 个步骤:1 发送者将信息编码为各种符号(如文本和声音等) 2 发送者通过沟通渠道发送信息; 3 收到信息时,接收方通过沟通渠道需告知对方已收到信息。4 接收方将收到的信息解码还原为对自己有用的形式。5 接收方对收到的信息进行解码并理解之后,接收方把还原出来的思想或观点编码成信息,通过沟通渠道再传递给最初的发送方。如果发送方认为反馈与原来的信息相符,代表沟通已成功完成。从上述沟通模型可以看出,其中 2, 3 和 5 步均涉及沟通渠道是否通畅,是决定沟通效率的关键步骤。因此,原理上看高效沟通应减少沟通渠道内产生的“噪音”,加快信息在沟通渠道

的传递时间。具体反应到我们具体执行设计管理,应尽力安排所有设计人员集中办公,鼓励利用会议和电话直接沟通,尽量规避邮件和聊天软件等所产生的“延时”效应;对于复杂信息,利用共同的工作平台实现传递共享:建立局域网的文件共享编辑服务器,利用钉钉等在线同时更新数据,利用电子审批表单完成信息的确认等。设计的沟通因涉及工程技术方面,信息量多,数据形式丰富,数据本身又晦涩难懂,所以上述的高效沟通手段在设计团队管理中尤为重要。

## 5. 结束语

结合 PC 项目的具体执行经验,此类项目虽然没有包含明确的设计工作,但项目所面临的挑战和风险巨大,通过合理筹划和有效执行设计管理,为 PC 项目完成工期和费用控制目标提供保障。在新型能源逐步取代化石能源的发展过程中,传统油气企业势必将进一步压缩工程周期,降低工程费用,因此 PC 工程作为业主降低风险的承包形式将进一步推广使用。本研究有望从设计优化管理角度指引未来油气工程承包企业提质增效。

## 参考文献

- [1] 郭超,谭传强,刘凯. 海外 EPCC 项目的精细化设计管理[J]. 油气田地面工程, 2012(12): 8-10.
- [2] 张吉明,张红,贺巧. 国际石油工程 EPC 项目的设计管理初探[J]. 石油天然气学报, 2010, 32(6): 515-516.
- [3] 赵来会. 国际 EPC 项目设计过程管理[J]. 石油天然气学报, 2014, 36(8): 428-430.
- [4] 刘京晓,何玥,刘健. 国际工程项目施工管理制约因素及应对措施[J]. 石油天然气学报, 2012(34): 211-214.
- [5] 赵刚辰. 当前油田地面工程项目建设投资失控原因分析与对策研究[J]. 石油天然气学报, 2009, 31(4): 417-419.
- [6] 罗淑芳. 油田地面建设 EPC 项目管理模式探讨[J]. 油气田地面工程, 2018, 37(7): 107-109.
- [7] 李洪涛,田涛,孔德仁. 阿美工程采办阶段设计支持[J]. 中国物流与采购, 2018(15): 68-69.
- [8] 谢群霞,赵珊珊,刘俊颖. 国际工程 EPC 项目设计工作界面风险管理[J]. 国际经济合作, 2016(7): 44-48.
- [9] 马骅. 国际工程项目管理(三)——国际工程 EPC 项目的设计管理[J]. 石油工程建设, 2005, 31(2): 72-76.
- [10] 朱永浩. 项目管理中工程设计界面的管理[J]. 建设监理, 2012(12): 7-8+14.
- [11] 李晓伟. 浅谈国际工程设计管理的重要性[J]. 电站系统工程, 2019, 35(1): 82-83.
- [12] 张琼. 工程总承包项目初始阶段重要性初探[J]. 油气田地面工程, 1999, 18(2): 63-65.
- [13] 关沂山. 国际 EPC 工程中橇装与系统集成设备的常见问题及应对措施[J]. 油气田地面工程, 2016, 35(8): 105-107.
- [14] 关沂山,李明勇,王岳松,李明. 国际 EPC 工程中的界面研究[J]. 油气田地面工程, 2018, 37(5): 4-7.
- [15] 饶胜. 浅谈 PC 总承包管理模式应用在油气管道项目建设中的优缺点[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2012, 33(14): 217.
- [16] 田玉芬. 浅谈 PC 工程承包项目中材料的管理与控制[J]. 化工设计, 2014(6): 40-42.
- [17] 李欣艳,侯海青. PC 项目管理模式在油气田地面建设工程中的应用[J]. 现代商业, 2010(29): 124-125.
- [18] Tuckman, B.W. (2011) Developmental Sequence in Small Groups. *Group Facilitation*, 63, 384-399. <https://doi.org/10.1037/h0022100>
- [19] Project Management Institute (2017) A Guide to the Project Management Body of Knowledge. 6th Edition, Project Management Institute, Newtown Square, 1-537.