

# Engineering Management for Saudi Aramco Project under PC General Contract Mode

Jun Li<sup>1</sup>, Yong Shao<sup>2\*</sup>, Hengtao Zhang<sup>1</sup>, Mengpei Liu<sup>3</sup>

<sup>1</sup>China Petroleum Pipeline Engineering Co., Ltd., Langfang Hebei

<sup>2</sup>China Petroleum Pipeline Engineering Co., Ltd. International, Langfang Hebei

<sup>3</sup>Langfang Management Center of Jing-Tai Expressway, Langfang Transportation Bureau, Langfang Hebei  
Email: \*shaoyong@cppmde.com

Received: Apr. 3<sup>rd</sup>, 2020; accepted: May 8<sup>th</sup>, 2020; published: Jun. 15<sup>th</sup>, 2020

---

## Abstract

Different from the traditional EPC mode, PC general contracting is another form of general contracting, and the contractor is responsible for procurement and construction. But in many international projects, especially Saudi Aramco projects, a lot of engineering work is often involved. This paper analyzes the contents and difficulties of the engineering work under the PC contract mode, and gives the key points of the engineering management in the bidding stage, the implementation stage and the closing stage respectively. The problems and lessons often encountered in each process are also described, which can be used for reference for engineering management of other similar Saudi Aramco projects.

## Keywords

Engineering Management, PC Contract Mode, Saudi Aramco

---

---

\*通信作者。

# 沙特阿美PC总承包模式下的设计管理

李 军<sup>1</sup>, 邵 勇<sup>2\*</sup>, 张恒涛<sup>1</sup>, 刘孟培<sup>3</sup>

<sup>1</sup>中国石油天然气管道工程有限公司, 河北 廊坊

<sup>2</sup>中国石油管道局工程有限公司国际事业部, 河北 廊坊

<sup>3</sup>廊坊市交通运输局京台高速公路廊坊管理中心, 河北 廊坊

Email: \*shaoyong@cppmde.com

收稿日期: 2020年4月3日; 录用日期: 2020年5月8日; 发布日期: 2020年6月15日

## 摘 要

与传统EPC总承包模式不同, PC总承包作为总承包的一种形式, 承包商负责采购和施工工作。但在许多国际项目中、尤其沙特阿美项目中承包商的工作里面往往还涉及大量的设计工作。本文对PC承包模式下的设计工作内容和难点进行了解析, 并分别给出在投标阶段、实施阶段和收尾阶段的设计管理要点。对每一过程中经常遇到的问题和经验教训也进行了阐述, 为其他类似沙特阿美项目的设计管理提出借鉴。

## 关键词

设计管理, PC总承包, 沙特阿美

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

随着“一带一路”建设的深入推进, 近些年在高端油气工程建设市场的舞台上, 中国企业的身影越来越多。作为世界最大石油生产商, 沙特阿美石油公司(以下简称阿美)以标准高、管理严、合同强势著称。承建阿美项目一直以来都是世界国际化工程公司同场竞技的绝对高端舞台。

作为总承包形式的一种, PC 总承包模式在阿美项目中有着广泛而普遍的应用。与传统 EPC 总承包模式不同, 设计工作由阿美来承担, 承包商按照合同的约定承担项目的采购、施工。虽然业主对设计责任负责, 但是 PC 项目的实施受设计进度、设计质量等因素的制约。阿美业主还会通过合同中的相关条款, 将部分设计责任转移给承包商, 因此要想实现对工程项目有效控制、保障 PC 总承包项目顺利实施, 设计管理必不可少, 且作用关键。

对此, 作者结合自身沙特阿美项目的设计管理经验和教训, 对沙特阿美项目 PC 总承包模式下的设计管理进行了阐述和分析, 并给出不同阶段的管理要点。

## 2. PC 模式下设计管理的任务和难点

阿美项目合同范本为阿美自有, 与其他国际项目中常用的 FIDIC (Fédération Internationale Des Ingénieurs Conseils, 法文缩写 FIDIC)合同有着比较大的差别。通常阿美项目合同分为两类: OOK (Out of

Kingdom)合同和 IK (In Kingdom)合同[1]。其中 OOK 合同对应沙特境外的设计和采购部分, 由沙特阿美海外分公司(Aramco Overseas Company, AOC)管理执行。IK 合同对应沙特境内的设计、采办和施工部分, 由沙特阿美公司(Saudi Arabian Oil Company)管理执行。PC 承包模式通常签署的都是 IK 合同。阿美合同体系结构严谨、条件苛刻。合同及合同附件的涵盖面广、规定详尽, 大到规范选用、材料供应商选择, 小到文件编制、提交, 都有明确的要求, 可以说是面面俱到。

## 2.1. PC 模式下设计管理的任务

### 2.1.1. 设计验证

通常在合同 Schedule B: Job Specification (表 B: 工作技术规范)部分具体定义项目的工作范围。在合同 Schedule A: General Terms and Conditions (表 A: 通用条款和条件)和 Schedule B 附录部分明确规定合同签署后的设计验证期限。

### 2.1.2. 采办支持

项目的材料一般分为甲供材料和乙供材料两类。承包商根据业主提供的设计文件对甲供材料和乙供材料分别进行核对。对于乙供材料, 承包商还要负责请购文件编制、技术标评议以及厂家资料审核。上述的相关工作都需要熟悉阿美标准的设计工程师来完成。

### 2.1.3. 施工支持

根据阿美要求, 设计工作需要由阿美批准的设计分包商完成。设计分包商一般不提供现场施工技术支持, 因此项目部需要组建自己的设计支持团队, 及时解决施工过程中出现的技术问题, 为项目的试运行、投产提供及时支持等。

### 2.1.4. 界面管理

项目的实施可能涉及其他承包商或者第三方, 为了明确相关方各自承担的工作范围、分工与职责、界面及信息传递和交流的渠道, 保证界面问题能够有效的控制, 一般由设计工程师负责协调解决本专业的界面问题, 另外还要设置界面经理, 负责内、外部界面问题的协调。

## 2.2. PC 模式下设计管理的难点

PC 模式下承包商不负责设计工作, 因此对于出现的设计问题, 承包商很难把控, 只能被动应对。承包商需要利用好验证期, 及时开展设计验证工作, 尽早发现问题, 识别风险, 控制风险。

PC 模式下的承包商的设计管理主要任务是设计验证和技术支持, 不能充分发挥设计的龙头作用, 通过设计优化达到降低项目成本、降低施工难度目的。

采用 PC 模式的项目一般对工期要求比较紧, 大多为快速推进的项目, 需要较短时间内完成大量设备、材料采购文件编制、厂家文件审核、施工图纸审核等, 要短时间内投入较多的设计人力资源, 对人力资源数量需求较高。

由于阿美项目执行自己的标准体系, 该标准体系和通用的国际标准以及中国标准有一定的差异, 因此需要有熟悉阿美标准的工程师来开展设计管理, 有利于快速推进设计相关工作, 及时发现执行过程中的技术问题, 对人力资源质量需求较高。

## 3. PC 模式下设计管理要点

为有效服务好项目、降低项目执行风险、合理有效的组织利用好设计资源、管理好设计分包团队, 提高整体设计管理水平是非常有必要的。

### 3.1. 投标阶段

#### 3.1.1. 投标团队

由于投标周期一般相对比较短，需要在短时间内梳理出各专业的工程量、编制标书。因此需要组建一支熟悉阿美规范、设计经验丰富的投标团队，这样可以充分发挥工程师的经验，识别设计文件中的潜在问题，及时提出技术澄清，准备出高质量的工程量清单。

#### 3.1.2. 投标工程量

作为投标价格的直接依据，投标工程量的准确关系到报价合理性。在准备工程量时应注意核实以下几点。

甲供物资：要梳理出甲供物资的范围，核对甲供物资是否有遗漏，如果有遗漏要及时提出澄清。业主在甲供物资清单里一般会有风险转移的相关条款，如业主只提供清单内的甲供物资，不在清单内的物资由承包商提供，如果我们不能识别甲供物质的遗漏，项目执行阶段就业主就会要求承包商采购业主遗漏的物资，存在较大风险。

乙供物资：在认真核对设计文件的基础上，做好工程量估算，做到不错项、不漏项。重点关注关键物资的数量及规格，这些关键物资的采购价格占比很大，一旦出现失误，对采办预算的准确性有直接的影响。对于不同的物资还要确定合理的施工裕量，以免出现数量考虑不足的情况。

工程量审核：设计团队开列的工程量，应组织进行审查，发现工程量中可能存在问题，要充分利用以往投标的经验和教训，及时进行修改，保证工程量的准确性。

#### 3.1.3. 技术澄清

关键物资的技术参数如果不清楚要及时提出澄清，同种类型的设备，由于参数不一样，采购价格有可能差异非常大，需要进行重点澄清。

对于工作范围及界面不清楚地方也应该进行重点澄清，确定工作范围及界面划分。

#### 3.1.4. 现场调研

现场调研前应在仔细阅读标书的基础上，准备好调研提纲，有针对性的开展调研工作，调研时应关注界面问题、地形地貌等现场施工条件，识别施工的重点、难点，为合理编制施工方案提供依据。调研完成后应及时编制调研提纲，并进行宣贯，让投标组的相关成员对项目情况有更深刻的理解，有利于投标执行方案的编制。

#### 3.1.5. 设计预算

设计预算一般包括设计分包费用、勘察测量费用、设计办公室费用、第三方研究费用、竣工图费用及设计管理团队费用等。在编制预算是要根据合同的具体要求开展分包询价，设计管理团队费用应基于对设计管理团队数量以及工作时间的预计测算费用。另外还要重点关注是否有指定分包的情况。比如常见的业主指定分包是竣工图的编制，阿美在合同中会要求承包商将竣工图编制指定分包给一家由政府扶持的设计公司。

### 3.2. 执行阶段

#### 3.2.1. 设计管理团队

组建一支熟悉阿美规范、设计经验丰富的设计管理团队，这样可以充分发挥工程师的经验。最好能利用投标阶段的设计人员，这样可以缩短对项目的熟悉时间，快速投入设计管理工作，或者安排投标团队对相关工作进行交底。

### 3.2.2. 经验总结分享

项目启动后,要及时收集以往类型的经验总结,对常见的错误进行梳理。组织开展头脑风暴会议,对经验总结进行宣贯和讨论,形成重点工作清单,在设计管理过程中加强管理和审核,避免类似错误的发生。

### 3.2.3. 设计验证

PC 项目的设计验证与 EPC 项目设计验证的主要内容有较大差异,EPC 项目设计验证的重点是识别业主提供的初设(Front End Engineering Design,简称:FEED)文件中的设计问题、标准符合项问题,为后续确认变更提供技术支撑。PC 项目设计验证的重点主要集中在各专业设备、材料的核对,承包商不对设计文件的正确性和标准符合性承担责任。如果验证期内承包商未及时将相关设计问题提交业主,业主将不对设计错误导致的费用或工期增加进行补偿。PC 项目由于工期一般比较紧张,设计文件会经常升版,因此及时开展设计验证非常关键。

应在设计验证期限内,以正式书面验证报告的形式报业主审核并批准。验证报告应按照专业和区域进行整理,这样有利于内部的讨论和业主的审查。

关于设计验证、设计变更的工作流程,应提前和业主确定,对工作流程、文件模板达成一致。设计验证报告提交后,需要及时跟踪,和业主召开专题会议进行确定,为下一阶段的变更提供支持。

### 3.2.4. 采办支持

采办设计支持涉及到设计、采办、质量、厂家、设计分包商、业主等多个相关方的协调配合,因此建立科学、合理的工作流程是非常有必要。要提前明确各相关方的工作职责建立适合阿美体系的工作流程,对于保证采办支持工作的高效执行是非常重要的。采办支持常用到的工作流程有请购文件编制工作流程、技术标评议工作流程、厂家文件审查工作流程等。

要根据不同物资的短名单,合理进行采办包的划分,具备 3 个及 3 个以上相同供货商的物资考虑划分为一个采办包,这样可以降低采办包的数量和采购难度,也有利于降低采购成本。

各专业的非检验散材包括的物资种类很多,一般都有上百项,有的大型项目甚至好几百项,在这类物资的采购时,应仔细研究采办的划分,可以考虑将不同专业的同种类型散材进行统一采购,而不是按照专业进行划分,如电力、仪表、通讯专业都包括格兰、紧固件、电缆、型钢等材料,可将这些专业的材料合并到一个采办包里。

在设计管理团队经验比较丰富、熟悉阿美标准的情况下,可考虑将一部分或者全部采办支持工作由设计管理团队自主完成,这样就不用受制于设计分包商,不仅可以提供工效,也可以节约分包成本。

### 3.2.5. 施工支持

施工支持工作包含内容比较琐碎,包括设计图纸会审、设计交底、技术澄清、红线图的审核等。在这一阶段的设计工作需要和施工紧密配合,围绕着支持施工、服务施工、方便施工的原则开展工作。在收到业主施工图纸后,应第一时间组织施工部各个施工承包商对于业主设计图纸或文件开展会审。对于一些大型设备或重要施工活动,需要向业主的设计单位申请进行设计交底,对于设计理念和设计图纸进行说明。其他一些非重要设备的,可以由承包商的设计部门在充分理解业主设计方案、图纸的前提下,进行施工前设计交底。

图纸会审应注意各专业之间的相互校审。尤其是上游专业需要下游来支持的一些设计。比如配管、电、信、仪等专业需要土建支持的操作平台、钢构支持、混凝土基础是否和各主要平面布置匹配、设计标高是否满足各专业需求。比如仪表接地电缆布置等是否在电气图纸中体现等等。

设计部在组织施工部各施工单位对设计图纸文件会审的同时，还需要对设计图纸中的设计条件结合实际的施工现场进行会审。比如站场场平前的原始地面高程是否和设计图纸相符、改扩建站场内的已有管线、设备基础等是否和设计图纸一致、线路段的三穿数量和位置是否和图纸相符等。对于这些实际施工环境和设计不相符的问题，应及时书面告知业主索赔变更。通常这些验证会和设计验证一样，有验证期的限制。

各专业工程师应该熟悉阿美规范，对于图纸会审过程中发现的问题，及时梳理汇总，尽可能的直接在图纸中标识出来。发现的问题应及时书面提交业主来澄清。对于明显不符合阿美规范的地方应单独告知业主，对于由于该设计错误问题造成的窝工返工应及时告知业主。

设计方案的变更和调整一般都需要业主确认，未得到业主书面确认的设计变更方案可能会在后期阿美质量检测部门对材料接收、施工验收时，由于和设计方案不一致而遭到拒收或拒验。重要的变更阿美还有专门的咨询服务部门进行审批，审批权限不属于业主的项目管理团队。通常可以通过发送 TQ (Technical Query) 的形式来获得确认，在 TQ 中最好将替换方案的对项目施工的影响也体现在内。

施工过程中对于一些有利项目执行的设计优化方案可以达到材料优化、提高工效、降低成本、缩短工期等目的。但是需要注意和阿美合同中对于设计优化的条款。对于常规总价合同，由设计优化产生的节省费用，承包商和业主共同分享，也就是说 50% 的优化费用将被业主从合同款中扣除，因此是否采取设计优化需要综合考虑各种因素后才进行实施。

在项目执行过程中，有时为了方便快捷施工，业主会让承包商对于一些设计错误的改正通过红线图的形式来体现。承包商应该明确书面告知业主，红线图只是解决业主设计错误的一种手段，但并不能转移业主的设计责任。由于设计错误造成的材料更改、窝工返工应结合项目执行计划向业主及时书面要求索赔。红线图应在相应施工活动完成前，尽快完成业主批复。设计部工程师应对施工提交的红详图进行审核和整理，以便下一阶段竣工图的绘制。

### 3.2.6. 界面管理

设计界面应由界面经理统一管理，文控工程师配合界面经理开展资料接收工作。界面经理要跟踪和督促外部相关界面技术资料是否按需求计划提交。

对于外部界面管理应制定专门的界面跟踪表，界面跟踪表是一份动态文件，在实际应用中按需要可以增加新的设计界面，调整界面的内容及日期，取消不必要的界面等。

对于确定的界面，一般需要签署界面协议，通过协议明确相关方的责任。阿美定制了专业的界面管理平台软件 Corworx，所有承包商都可以在这个平台进行界面管理和界面资料的传递。另外阿美还会不定期组织界面专题会议，邀请所有承包商讨论界面问题。

## 3.3. 收尾阶段

### 3.3.1. 竣工图编制

沙特阿美在分包合同里有时会指定竣工图分包商，如果合同里对竣工图分包商没有要求，承包商可以分包或组织制图资源自行完成竣工图。根据阿美标准要求，关键图纸必须要有竣工图，因此在开展竣工图工作前，应该根据阿美相关标准及合同的要求，梳理出关键图纸，关键图纸清单还需要通过业主运行部门的确认。

另外还需要确认合同是否规定一些专业的特定文件需要采用专业软件进行绘制。如 P&ID 图纸是否要求采用 SPPID 软件、ISO 图纸是否采用 SP3D 软件等，如需采用专业软件，竣工图编制的费用会大大增加。

### 3.3.2. 经验总结收集

为了沉淀项目经验，为后续项目提供借鉴，形成组织过程资产，应进行相关经验教训总结的收集。经验教训总结应该分专业进行收集和整理，最终形成案例库。案例库应包括案例描述、原因分析、后果分析、下一步建议等方面。

## 4. 结论

沙特阿美 PC 总承包模式下，虽然承包商只负责采购和施工工作，但是并不意味着没有设计相关的工作和设计相关的风险。沙特阿美会利用合同、设计图纸等手段将业主设计问题等造成的采购、施工风险规避并转嫁给承包商。

和 EPC 模式一样，利用好承包商自己的设计管理团队，做好不同阶段设计支持工作，尽早识别风险、采取有效控制风险，保障项目的顺利实施、降低项目成本、最终实现项目目标。

## 参考文献

- [1] 孙壮, 刘毅. 沙特阿美石油公司 EPC 项目合同简析[J]. 项目管理技术, 2018, 16(2): 110.