

海外油田终端项目机械设计文件编制与管控分析

李金

(中海油石化工程有限公司 山东 青岛 266101)

摘要：基于我国良好的国际关系和优秀的工程建设口碑，近年来更多的国内设计总承包单位积极开拓和布局海外市场，参与世界各地的工程项目建设，发展成为国际一流的工程公司。此类国际化工程项目的设计文件、设计质量控制和设计文件管理完全区别于国内大多的工程类项目，想要接轨海外项目需提前了解海外业主对于设计文件的要求和管理方式。本文基于某公司承接的科威特联合能源伊拉克 9 区项目，从机械专业的角度出发，针对油田终端项目机械专业设计文件类型、设备类型和设计文件质量控制几个方面，分析设计主要文件框架及重点注意事项，为今后同类项目提供经验和借鉴。

关键词：国际工程项目；油田终端；机械设计；询价文件；质量控制

1 工程项目概况

科威特联合能源伊拉克 9 区项目是一个地面油田中央处理设施类项目，位于伊拉克南部巴士拉附近，面积约 865km²，包括原油处理系统和辅助系统两大部分。伊拉克石油部将勘探、开发、生产服务合同授予了联合能源集团有限公司（KEBL）负责 9 区块油田的开发，中工国际工程有限公司（CAMC）和中海油石化工程有限公司（CNOOCPEC）作为联合体中标该项目 EPC 总承包，中国寰球工程有限公司（HQC）作为项目监理^[1]。

本项目包括两列相同的原油处理设施，包含进站管汇、收球单元、电脱单元、原油稳定单元等，处理规模为 100KBOPD；一列天然气压缩系统，包含稳定气压缩、低压压缩、高压压缩等系统，处理量 130MMSCFD；一列 3720m³/天的废水处理设施；以及一座 60MW 燃气电厂。公用工程和配套设施包括储运罐区、火炬系统、导热油系统、燃料气系统、新鲜水系统、冷却水系统、雨水及排水系统、空压制氮系统和化学加药系统等；辅助设施包括综合大楼和中央控制室、辅操室、变配电室、全厂实验室、全厂消防系统和废料堆场等。

本项目为典型的国际工程类项目，涉及多个国家的人员，机械专业对口 PMT 为伊拉克人，PMC 为巴基斯坦人，其他专业也不尽相同，因此项目中所有设计文件及过程资料均为英文，沟通语言也为英文。同时，项目所有设计文件也均需由 PMT/PMC 批复，包括所有设计文件、澄清偏离、技术评标文件，以及厂家资料等全过程覆盖。

2 设备类型及执行标准

本项目为地面油田终端项目，机械设备主要分为压缩机类、泵类和起重设备三大类。其中，压缩机类包括离心

压缩机、往复式压缩机、离心空压机和螺杆空压机；泵类包括 API 离心泵、ISO 离心泵、计量泵、齿轮泵、螺杆泵、潜水泵和消防泵；起重设备包括桥式起重机和电动葫芦。除此之外，还有一些比较特殊的设备如浮动收油器等。

设备执行国际标准，主要设备类型和对应的执行标准见表 1。

表 1 设备执行标准对照表

序号	设备类型	设备名称	执行标准
1	压缩机	离心压缩机	API STD 617
2		往复式压缩机（高速）	ISO 13631(原 API 11P)
3		离心空压机	API STD 672
4		螺杆空压机	参照 API STD 619
5	泵	工艺流程泵	API STD 610
6		普通离心泵	ISO 5199
7		螺杆泵	API STD 676
8		齿轮泵	API STD 676
9		计量泵	API STD 675
10		消防泵	NFPA 20
11		潜水泵	Manufacturer's Standard
12	起重设备	桥式起重机	ISO/FEM/DIN
13		电动葫芦	BS EN 14492

2.1 高速往复压缩机执行标准

本项目高速往复式压缩机执行的主体规范为 ISO 13631，即原 API STD 11P，而 API STD 618 为参考执行。在 ISO 13631 适用撬装式的往复式压缩机的设计、材料、制造以及试验等方面参照该规范执行，而 API STD 618 是石油化工工艺空气或气体适用于中 / 低速压缩机及其相关的辅助系统^[2]。

两者相比，一个用于高速往复机，一个用于中 / 低

速的往复机。在实际应用中，ISO 13631 适用于上游油田设施中，多位成撬供应且成撬程度较高，无需现场组装；而 API STD 618 则主要适用于下游的中 / 低速往复机。标准内容 ISO 13631 主要侧重成撬，API STD 618 主要侧重压缩机本身，两者有相同的部分，但侧重点并不相同。

2.2 螺杆空压机执行标准

本项目的带油螺杆空压机执行主体标准应为 Manufacturer's Standard，即工厂标准，API STD 619 仅为参照执行。API STD 619 的适用范围说明了该规范仅适用于工艺气体的压缩机，并不适用于常规的空气压缩机，空气压缩机应参照 ISO 10440-2，但 ISO 10440-2 仅适用于无油螺杆空压机，所以没有一个标准或规范完全针对或是覆盖有油螺杆空压机。对于此类设备无论是 API STD 619 还是 ISO 10440-2 均应为参照执行，无对应的主体执行标准，故工厂标准最为合适。

2.3 供应商名单和原产地

对于总承包项目，不同设备的供应商名单和原产地要遵循主体合同相关要求，在国际项目中对于主要设备名单和原产地要求一般都有规定，多为遵循设备类型或是主体执行标准。在项目前期清晰的识别主要设备的主体执行标准可提高概算或是预算的准确性和合理性，例如上述两类设备，如在欧美日等原产地的加持下对设备成本有质的影响，但如相关规范仅为参照执行并非主体执行标准，则可与业主进行提前确认，以避免无故增加进口设备采购成本，亦或是因原产地问题影响项目后期交付^[3]。

3 机械专业设计文件类型

机械专业的主要设计文件可以分为 7 大类，分别为文件目录清单、FEED 确认报告、设计统一规定、规格书、请购文件、数据表以及技术评标文件，具体文件见表 2。除此之外，机械专业应配合项目或是上游专业共同完成主要设备清单、设计基础、选材报告、设备重要性等级划分，以及上游专业为主的成撬设备设计文件。

机械专业设计文件根据相互关系出具顺序应为：FEED

表 2 文件类型清单

序号	文件类型	文件名称
1	文件目录清单	Technical Documentation Register - Rotating Equipment
2	报告	Verification Report for FEED Documents-Mechanical Rotating Equipment
3	设计统一规定	Mechanical (Rotating) Design Criteria
4	规格书	Specification for... 对应每个类型的机械设备
5	请购文件	Material Requisition for... 对应设备类型，同时尽量与采办包保持一致
6	数据表	Data Sheet for... 对应每个单体设备
7	技术评标文件	TBE for... 对应每个采办包

确认报告、文件目录清单、设计统一规定、规格书、数据表、请购文件及技术评标文件。

其中，文件目录清单 TDR 为优先出具，用于项目进度控制，但该文件也为 open 状态的文档，即随着项目进程上游条件的变化随时更新和修正直到项目结束；设计统一规定和规格书一前一后，用以确定项目核心技术选型原则、重点技术条款要求和主要执行规范，作为控制技术选型的主要手段；数据表和请购文件同步进行，具体根据上游参数确定设备类型，明确每台设备的供货范围和机电仪要求，包括不限于检验试验、包装运输、设备防腐、交付文件目录，以及三维模型等特殊要求；技术评标文件则作为最终招标后对各投标人的技术文件的逐一响应列表，并给出技术评价结论^[4]。

4 请购文件推荐框架

国际工程项目的设计文件种类多，各类文件之间内容有时互相重复或存在矛盾，使投标人在查阅文件时比较困惑，文件本身应有明确的功能定位，在编制时应尤为注意。

请购文件 MR 用于采购招标 ITB 的技术部分文件，是设计出具的综合性最强且最重要的文件之一，也是后期签署技术协议的主要依据。国际工程项目中请购文件的功能与国内项目有所区别，更多偏向于一个集成的框架性综合文件，规格书 Specs 作为其技术条款的支撑，数据表 DAS 作为具体单设备的技术支撑。

请购文件 MR 的推荐框架见表 3。

5 机械专业设计文件质量控制

设计文件的质量控制对于海外工程项目尤为重要，可体现设计团队的整体水平和工作态度，应在公司原有质量控制手段的基础上增加更多设计文件质量控制方式，贯彻执行公司质量体系要求和项目质量计划，把设计文件质量问题发现在内部，整改在内部，提高对外提交文件的整体水平^[5]。以下为推荐的针对设计文件的质量控制方式。

(1) 设计方案评审：针对重点设备的技术选型、选材和辅助系统配置进行评审，评审方式可根据评审内容从低到高分别为科室评审、公司评审和外部专家评审，把握重点设备的选型结构合理且经济实用，满足使用环境要求。

(2) 设计输入评审：在项目组内部，针对上游专业提出的条件第一时间进行设计输入评审，确保输入条件内容齐全，符合有关标注要求，满足设计要求。对于不满足要求的设备条件第一时间与上游沟通，修改完成满足要求后及时下发设计任务。

(3) 设计文件校审及质量评定表：该文件用于记录校对、审核的审查过程，将审查意见在评定表中进行详述，

表 3 请购文件框架

序号	章节	内容
1	通用规定	项目背景、名词定义、现场环境、公用工程条件、防爆区域、设计寿命、备品备件、专用工具等
2	标准规范	标准规范、文件优先级原则、偏离处理、语言、标准单位等
3	供货范围	设备清单、单台机组供货范围清单、短名单要求、技术服务内容清单、供货边界等
4	技术要求	技术要求包括：主体机械部件、电气部分、仪器仪表部分、材料部分等
5	质量控制	质量体系 QA/QC、质量认证 ISO 9001
6	质量保证	适用寿命、设备性能保证、设备的质保期
7	厂家文件要求	文件提交方式、文件提交时限、文件统一编码规定、文件目录清单、技术投标文件目录一览表
8	检验要求	检验试验要求、ITP 文件要求、材料检验要求、第三方检验要求、FAT 检验要求等
9	包装和运输	项目通用的包装、运输、设备防护要求，约束设备包装后的尺寸和重量等
10	安装、调试、培训	安装、调试的手册要求，安装调试的技术支持要求，对操作人员的培训要求等。该部分重点遵循主体合同的有关要求，使其相互匹配
11	附件 A- 技术文件	涉及所有此请购文件 MR 相关的数据表、规格书、图纸、其他项目统一要求文件
	附件 B- 厂家文件目录清单	公用工程消耗、外形图纸、设备重量、边界管口尺寸等厂家交付清单和时限，明确纸板图纸文件的交付份数和方式
	附件 C- 原产地要求	根据主体合同和项目统一要求
	附件 D-3D 模型交付要求 3D	根据主体合同和项目统一要求
	附件 E- 备品备件	根据主体合同和项目统一要求
	附件 F- 业绩表	确定业绩模板，便于评标
	附件 G- 检验计划和检验级别	根据主体合同和项目统一要求
	附件 H- 投标文件相应表	确定投标文件响应表模板，便于评标
	……	其他附件根据项目进行增补

由设计人完成问题的整改和关闭，具体参照公司质量管理体系执行。

(4) 设计条件登记表：所有的条件提出和接收均需根据装置单元列明内容、时间和人员信息，用于相关条件和时间节点的追溯，保证设计条件无遗漏。

(5) CRS 记录单：该文件是除 A 版文件以外均需同设计文件一并提交的意见整改记录单，全称为 Comments Resolution Sheet，是根据之前一版 PMT/PMC 反馈的 comments 进行逐条罗列答复并跟踪关闭。该文件可用于追溯相关问题整改依据，以及防止漏掉之前版本的整改意见，是国际项目中通用并严格执行的质量控制方式。

(6) 增设科室质量专员：由科室针对重点项目安排专人针对提交的文件再次审查，将审查结果反馈给专业负责人，在提交项目组前完成质量问题整改，同时可配套相关奖惩措施。

(7) 项目组统一把控：项目组的质量控制除需汇总和抽查各专业提交的文件外，还应记录并督促针对质量问题反馈的时效性，并确保各专业文档格式等设计文件质量要求与业主要求保持统一。

6 结语

完善的设计文件体系能够更好地辅助整个项目的执行。国际工程项目的设计文件虽然看上去种类繁多，但

所有设计文件功能明确且相互关联。熟悉该类文件体系后，设计工作可分解的更加合理，项目总体进度可执行性更高，各专业也可根据详细的工作计划来确定各自专业的关键路径，以确保专业人员安排满足设计任务要求，从而减轻后续采办和施工的压力，便于工程团队其他人员熟悉整套文件，最终起到优化整个 EPC 总承包项目的作用。

参考文献：

[1] 艾江慧，李懿宏. 国外油气田暖通设备技术评标文件编制及评标注意事项 [J]. 石油石化物资采购, 2015(07): 72-75.

[2] 胡吉泉，王喆，陈松. 论油田机械设计与现代化机械设计的辩证统一 [J]. 化工管理, 2015(05): 14.

[3] 党晨. 探讨石油机械设计加工过程中的要点 [J]. 市场周刊·理论版, 2018(06): 184.

[4] 余沁宸. 工程设计阶段概算的编制与造价管控路径思考 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2016, 6(08): 1080-1081.

[5] 欧荣鑫. 石油机械设计加工中常见问题分析 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2018, 038(021): 23-24.

作者简介：李金（1988.05-），男，汉族，北京人，本科，工程师，研究方向：机械工程。