

# 浮式生产储油船 (FPSO) 设计建造研究

朱 辉

(青岛安建科技有限公司 山东 青岛 266000)

10.12238/jpm.v3i1.4589

**[摘要]**随着我国石油的供应量逐渐增大,对于浮式生产储油船(简称 FPSO)的使用也逐渐频繁,因而在其设计要求上也不断提升。主要是能够实现生产,储油,生活等多方位于一体的采油设施,由于其功能较多,因此该项装置也成为目前海洋石油开发的重要装备。基于此,本文以文昌油田的浮式生产储油船设计为例,重点分析了储油船的总体规划原则及方案论证,进而探究储油船工艺流程系统设计技术和接口技术,最后,对 FPSO 船基本设计深度和设备采办造成的影响进行分析,以供参考。

**[关键词]**浮式生产储油船;设计建造;FPSO 管线

Research on design and construction of Floating Production and Storage Vessel (FPSO)

Zhu hui

Qingdao Anjian Technology Co., LTD shandong Qingdao 266000

With the gradual increase of oil supply in China, the use of floating production and storage vessels (FPSO) is becoming more and more frequent, so the design requirements are also increasing. It is mainly an oil production facility that can realize production, oil storage and life. Because of its many functions, this device has become an important equipment for offshore oil development. Based on this, this paper takes the floating production and storage vessel design of Wenchang Oilfield as an example, focuses on the analysis of the overall layout principle and scheme demonstration of the oil storage vessel, and further explores the design technology and interface technology of the oil storage vessel process system. Finally, the impact of the basic design depth and equipment acquisition of FPSO vessel is analyzed for reference.

Key words: fpso; Design and construction; FPSO line train

## 1. 工程介绍

本文以文昌油田为例,该油田主要是由 WEN13.1 和 WEN13.2 两个油田组合而成,进行联合式开发石油,平均产油 250 万吨。该油田处于南中国海,距离海南省文昌市距离约 140km,该区域的海水深度为 117m。该油田在生产设施方面,包括两个井口的生产平台。该油田由于处于季风区,容易受到台风的影响,因此,在油层的深度以及油层的压力等方面有具体的参数要求。油田的主要参数详见表 1:

表 1 油田主要参数

最高年产量	250 万吨	井口压力	1.5Mpa
按年产量	250 万吨	井口温度	41-79℃
油层深度	970-1500 米	年工作日	300 天
油层压力	9.8-14.8Mpa	采油方法	ESP (电动采油泵)
生产井	20 口	原油比重	0.8139-08900

## 2. 总体布置原则及方案论证

随着目前对海洋中石油的开采力度不断地加大,当前 FPSO 的发展趋势越来越朝着深水区域发展,在采油的深度方面即将突破 2500m。同时储油工程的储油能力也不断升级,能够在最大程度上实现重量 30 万吨级别的石油开采。一些先进的 FPSO 能够有效地抵御一些情况非常复杂且风暴级数较高的风暴。因此,对于重量高达 15 万吨级的 FPSO 在布置总体防范以及总体的原则时,就要基于当前 FPSO 的发展趋势以及前沿技术,在目前所开发的石油工程中,就已经使用了这些的技术特点。目前该项目工程在工作中水深高达 120m,且最大的承载重量为 15 万吨,能够有效地应对一些非常恶劣的台风天气。因此,通过以上对 FPSO 相关特点的分析,能够在制定良好的布置方案的基础上,并使用层式分析法以及模糊评判法,进而

探究 FPSO 船型的设计, 进一步解决甲板模块布置方面的技术性的问题。因此, 依托工程主要技术参数可见表 2。

表 2 依托工程主要技术参数

项目	单位	数值
总长	m	262.0
船宽	m	46.0
型深	m	24.6
吃水	m	16.5
结构吃水	m	17.5
载重量	t	150000
方型系数	-	0.934
货油舱舱容	m <sup>3</sup>	153320
污油舱及油水处理舱	m <sup>3</sup>	7914
舱容		
压载水舱舱容	m <sup>3</sup>	56470

### 3. 工艺流程系统设计技术和接口技术

#### (1) 油田与工艺流程系统的接口技术

在开发油田时, 需要在相关技术上满足油田的需要以后才能进行下一步骤, 因此, 在设计以及开采设备的配置方面要求较高, 同时这两项也是在处理原油时, 需要使用的最大的接口。在处理原油时, 在分离器中会产生一定量的水和能够燃烧的气体, 因此, 在选择分离器时也需要重点关注是否会存在燃气和水, 需要将气/油/水三者进行进一步的分离。因而, 在这一过程中, 衍生出三个接口技术, 主要为水处理, 可燃烧气体的处理以及少许燃气的燃烧的处理。

#### (二) 船舶系统与工艺流程系统的接口技术

原油经过相关流程的处理, 能够将原油达到一定的标准后, 将其储存在 FPSO 的货舱内, 在这一过程中就需要使用到与船舶系统与工艺流程系统的接口技术, 同时, 原油在处理过程中, 需要对海水进行冷却处理, 这里的海水主要来自机舱内部的水。所有的流程在控制过程中, 都不能缺少对空气的控制, 这些都是来源于船舶系统的各方面配置。此外, 在流程系统中, 也会存在生产水泵、污油泵、以及回收油泵等配置, 这些都需要将其安装于机泵舱内。

#### (3) 设计方案

其一, 在这个设计方案中, 工艺流程系统能够具备以下几个优势: 储存量非常大、弹性能量以及边底水能量非常的充足, 石油的产能效率较高等, 可以不需要注水完全依靠天然水的能量就能够驱动油田的相关动力设备。当油田中的气体含量较为充足且较好时, 相应的主电站和热介质锅炉方面的设备就需要

进行进一步的优化, 同时, 需要选择一些燃气透平发电机组或者是以气体燃烧为主的热介质锅炉。

其二, 在这个设计方案中, 工艺流程系统能够具备以下几个优势: 含水量较为充足, 并没有设置气顶以及天然水的排出口, 同时, 储层物性较差, 因此, 需要采用注水法保持地层产生的压力, 进而最大程度地开发才有用的油田。为进一步节约成本和开支, 在使用该油田时, 也需要使用能够与油田匹配的主电站和热介质锅炉, 并在选用这两者时, 需要挑选出适合燃烧原油的设备, 进而选出合适的原油发电机组以及以原油燃烧为主的热介质锅炉。

### 4. FPSO 船基本设计深度和设备采办造成的影响

#### 4.1 基本设计深度及设计滞后、修改的影响

##### (1) 机舱布景图及其他布置图

总包商所提供的机舱布置图需要经过不同版本的修改进一步得到优化和提升, 由于每个版本的机舱布置图在某些部分都存在一些不固定的项目, 因此, 当版本进行更新时, 设备就会产生一定程度的增加或减少甚至产生位移等情况。在每一级的版本中, 前一级的版本都会新增相应的设备。

当对总包商的软管的安置图进行相关的设计时, 通过多次的修改, 会造成船体在结构成型后采取工艺孔的方式, 将已经制作完成的软管进行固定处理, 并将其拿进舱内进行相关的安装工作, 这样一来, 在工期的控制以及成本方面都会加大难度。

##### (2) 管系三维图及应力分析图

总包商需要提供管系三维图以及应力分析图作为参考, 但是由于关于 FPSO 设计方面的版本较多, 反馈的信息较少, 同时也会很大程度上受到工程进度以及相关节点的影响产生滞后的情况。不仅如此, 当三维图容易出现与实际的船体结构、风道以及设备等出现碰撞的情况, 因此, 业主在进行现场检验时, 并不会参考总包商提供的三维图, 当出现与工程情况不相符的情况时, 还需要让船厂对不正确的位置进行修改。因此, 这也是造成当前船厂修改量较多以及附件订货较多的原因之一。

#### 2 标签设备采办滞后及设备资料影响

##### (1) 标签设备采办滞后

FPSO 船中使用的设备基本上来源于总包商, 他们主要负责一些油田开发设备的采办工作, 而船厂主要是负责一些散装材料, 但是往往会存在标签设备采办过程滞后、设备及相关的土质不能够准时上交等, 都在很大程度上对船厂的设计以及制造造成影响。目前, 截止到合同签订后的 20 个月内, 相关人员只收到一些关于净油机、机舱吊车、油水分离器等具有参考性的图纸。同时提供的设备图纸和数据表格基本上是一些常规的资料, 并没有过多的涉及设备外形图, 接口信息, 安装的具

体尺寸等,造成船厂在一些设备的安装以及管系生产等方面受到严重的影响。

## (2) GRE, DSS, SDSS 管图纸问题

目前, FPSO 储油船在 GRE, DSS, SDSS 管等图纸方面仍存在较大的问题,进而影响到储油船的设计制造。FPSO 船中的 ORE 管主要用于压载舱测深、惰气吹除、以及海水冷却处理等系统中,这些系统所使用的管材、零部件、支架等都需要在这些基本的设计中体现出来,而设备用到的管线和管支架这类的图纸则需要由对应的厂家进行负责。因此,最终的管线图及支架图可能会达到 9 中版本。但是由于当前部分版本的图纸内容设计的方面并不深,有的图纸可能缺少详细的管支架内容,有的图纸可能会在管线上缺乏较深的内容,进而导致船厂的设计工作并不能如期的落实到实际的工程建设中。同时,一些 GRE, DSS, SDSS 厂家的土质也存在一定的质量方面的问题,例如:经常会出现管线与结构位置不合理,或是舾装件的支架位置不准确等,这就需要将图纸返回到船厂进行进一步修改,最终确定详细且正确的设计方案,在修改的环节中,极容易浪费大量的时间和精力。

## 结论

总而言之,本文通过对文昌油田的浮式生产储油船进行设计,在设计过程中对 FPSO 总体布置的原则及方案论证,发现

目前浮式生产储油设施 FPSO 的在设计和建造技术方面的提升,能够有效地推动船舶制造业的可持续发展,同时,也能积极的推动我国的石油开采技术达到国际水平。

## 参考文献

- [1]蔡翼枫.超大型浮式生产储油卸油船进出天津港的安全监管对策研究[J].水运管理,2021,43(5):18-19,30.
- [2]王德开,李亮亮.浮式生产储油船(FPSO)化学品模块中的注入水化学药剂处理系统[J].船海工程,2014,43(z1):87-90.
- [3]王智宇,冷涛田,李明涛,等.论 30 万吨级大型浮式生产储油船 FPSO 完工数据库的建立及管理[J].百科论坛电子杂志,2019(15):634.
- [4]改装后的巨型海上浮式生产储油卸油船正式交付[J].军民两用技术与产品,2018(19):67.
- [5]代伟.浮式生产储油船(FPSO)消防系统设计研究[J].中国石油和化工标准与质量,2019,39(13):29-30.

## (上接第 116 页)

出一定的经济控制效果,但是无法真正的实现收益的最大化,其他环节出现的问题,也会导致工程实际建设费用的上浮,比如设计因素引发的设计变更,是造价超预算的主要原因之一,所以,为了提高建筑经济控制效果,真正的发挥出工程造价管理的作用,管理人员要创新管理理念,遵循全面性原则,开展全过程工程造价管理,把管理渗透在工程建设的各个环节,真正的体现出经济性建设的决心,最大程度的降低建筑工程实际建设费用。

## 3.2 加强工程造价管理的信息化建设

现阶段,社会发展速度迅猛,科技持续革新,信息技术的影响力越来越大,在建筑工程造价过程中,造价手段也要遵循社会发展规律,结合信息手段,实现工程造价模式的有效创新。实践证明,工程造价的信息化建设具有非常重要的意义,在高新技术的作用下,工程造价不仅效率更高,而且数据也更加精准,许多的工程造价环节都能自动化的开展,不需要人力计算,工程造价人员的工作压力也会因此降低。管理人员要积极的引入信息化造价软件,改变传统的工程造价模式,实现工程造价的有效创新。另外,在工程造价管理方面,也要注重对 BIM 技术的有效应用,利用此项技术,精准的计算工程量,查询工程

材料的实时价格,为工程造价管理提供更加全面的信息。

## 4 结束语

综上所述,在当前的时代背景下,建筑企业的发展压力极大,在建筑经济控制中,全过程工程造价的应用优势显著,起到了非常关键的作用。企业管理人员要立足于经济控制,树立全面管理思想,积极的落实全过程工程造价管理,同时,加强信息技术的应用,促进工程造价管理的信息化建设,最大程度的消除建筑经济风险,为企业创造更多的经济效益,奠定市场优势地位,减少企业的前进阻力,推动建筑企业的稳定发展。

## 参考文献

- [1]毕东旭,武文洋.全过程工程造价在现代建筑经济控制中的重要性研究[J].四川水泥,2020(09):220+224.
- [2]陈静.建设项目工程造价全过程管理的控制点分析[C].重庆市鼎耘文化传播有限公司.2020 年智慧建造与设计学术云论坛(昆明)论文集.重庆市鼎耘文化传播有限公司:重庆市鼎耘文化传播有限公司,2020:6-9.
- [3]王益明.解析全过程工程造价在现代建筑经济管理中的重要性[J].商讯,2020(10):171.
- [4]王敏.试析建筑经济管理中全过程工程造价的运用与重要性[J].建材与装饰,2020(02):148-149.