“深海一号”能源站

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/42991.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

“深海一号”能源站。深海1号能源站概况

深海一号能源站是为开发深海一号大气田建造的超大型海洋油气生产设施集群。深海一号能源站包括一期工程和二期工程，其中一期开发东区气藏（东西跨度70km，南北跨度30km），二期开发西区气藏（东西跨度25km，南北跨度20km）。深海一号能源站一期工程包括全球首座十万吨级半潜式储卸油生产综合平台、锚泊系统、钢悬链立管系统、水下生产系统、脐带缆系统、海底管网系统等，采用水下生产系统回接半潜式生产储卸油综合平台的油气田高效开发模式；二期工程距离深海一号能源站储卸油生产综合平台约70 km，并受其远程操控，二期工程采用水下生产系统+浅水导管架平台+深水半潜式生产储卸油综合平台远程操控系统的经济安全开发模式。这两种模式均属业内首创。

气田设计23口生产井，深海油气通过水下生产、脐带缆、海底管道和钢悬链立管等系统接至储卸油生产综合平台，经生产综合平台处理达标后的干气通过海底管道接入外输管线，凝析油则储存在深海一号能源站平台立柱中，通过外输油轮外销，供应下游用户（图1）。受外输管线约束，目前气田年生产约50×108m ^{3}，凝析油50×104m ^{3}。



图1.工程全貌示意图

深海一号能源站主体工程设施包括：一座排水量10.5万吨的半潜式储卸油生产综合平台（图2），主要功能是天然气处理、凝析油储存外输，集生产、储存、生活和远程控制为一体。平台主要由上部组块和下部船体构成，上部组块采用桁架式结构，设有主甲板和生产甲板，建有天然气压缩及外输系统、凝析油处理系统、救生逃生系统等装置。下部船体总长91.5m，总宽91.5m，采用

四立柱、环形浮箱设计，立柱截面尺寸 21m×21m，高度59m，立柱间距49.5m，浮箱截面尺寸21m×9m，重量3.3万吨。平台总重5.2万吨，满载排水量10.5万吨，吃水范围为35-40米，设计寿命30年。



图2.半潜式储卸油生产综合平台

关键技术创新

深海一号能源站工程成果创新主要体现在创建了水下生产系统回接半潜式生产储卸油综合平台和水下生产系统+浅水导管架平台+深水半潜式平台远程操控系统的经济安全高效油气田开发模式，及十万吨级半潜式多立柱生产储卸油平台设计、建造与安装技术为代表的超深水油气田开发技术体系，为我国超深水油气田勘探开发工程建设开辟了一条技术和管理创新之路。满足30年不进坞要求。

（1）深水气田开发模式

深海一号创新运用了深水气田开发模式。建立了世界首个深水气田水下井口+半潜式立柱式储卸油综合平台开发模式，替代了铺架输油管线+浮式生产储油轮传统开发模式，解决了深水分布分散、高含凝析油天然气田无法实现经济有效开发的难题。气田的油气水经水下生产系统输送至半潜式生产综合平台，处理合格的凝析油储存在半潜式平台立柱内，通过油轮不定期外输，天然气通过管道外输，实现了气田的经济开发，为业界提供了一种全新深海油气开发模式。

（2）半潜式储卸油平台母型船舶设计和建造技术体系

深海一号创新运用了半潜式储卸油平台母型船舶设计和建造技术体系，形成适用于南海水深1500m级半潜式立柱储油外输综合生产平台船舶母型设计方法、设计流程等技术，制定了半潜式生产储油外输综合平台标准。自主研发了凝析油舱室内部多通孔减跨舱壁设计技术，实现了立柱结构构造优化，既保障了液体畅通性也显著提高了结构连续性，形成业界最复杂的半潜式平台多立柱结构，结构应力降低17%，疲劳寿命从30年提高到84年，节省钢材量11%。成功解决了平台立柱储存两万方凝析油的大容量储油舱的难题，实现了世界首例多立柱凝析油储存技术突破，同时使

平台负载与排水量比例从1/3提高到1/2.5，总计增加约7000t可变载荷。

（3）变吃水半潜式生产平台运动控制技术

深海一号创新了变吃水半潜式生产平台运动控制技术，攻克钢悬链立管系统设计等难题。基于南海多个油气平台长期实测数据资料，特别是近10年来研究成果，构建了南海海域特点的深远海浪谱参数、风谱、时距数学模型及精细化水文气象参数，填补了国内外技术规范在这片海域的参数空白，为优化平台船型、系泊方位，SCR立管疲劳预测与改善提供了精确、量化数据基础。研制了深水立管、聚酯缆、锚桩和立管限位锚等关键装备及重力锚、自平衡托管架、印刷电路板式换热器等关键配套设备，深水油气开发关键设备自主化率大幅提升。

（4）高效建造、精准合拢和长距离湿拖技术

深海一号的建设同时面临建设场地受限等关键挑战。国内没有完全适合深海一号能源站平台建设船厂，需要在不同工程建设阶段多专业协同，做好不同场地间的匹配、调整等。为攻克以上困难，深海一号通过创新高效建造、精准合拢和长距离湿拖技术，安全高效完成了半潜式立柱储油外输综合生产平台陆地建造、合拢、长距离运输、安装、调试，实现深水半潜式储油外输综合生产平台全链条工程建设国内零的突破。

（5）超深水聚酯缆系泊系统、钢悬链立管和水下生产设施安装技术

深海一号的建设面临海水深、海底崎岖等环境挑战。海水深度超1500米，海底水道发育、地形复杂，锚泊基础类型、悬链立管触底跨接技术方案难度大。超深水（＞1500m）钢悬链立管和聚酯缆设计和制造技术，超深水（＞1500m）锚泊系统、钢悬链立管、水下结构物的安装技术等成为该环境下的关键挑战。

为此，深海一号开发了超深水聚酯缆系泊系统、钢悬链立管和水下生产设施安装技术。复杂的南海海况、超深水的海洋环境、边际的气田开发，攻克聚酯缆系泊系统和钢悬链立管等应用安装技术难题在国内尚属首次。

（6）复杂海洋环境下的生产作业保障体系

针对复杂海况，深海一号构建了南海复杂海洋环境下生产作业保障体系，建成我国首座半潜式立柱储油外输综合生产平台智能维保系统。研发了深水立管和平台结构疲劳智能化检测与监测分析软件及数字孪生系统，建立了工程设施监测、运维和生产数据统一调度管理、运营平台，形成了数据采集、传输、底层分析运算及数字孪生等能力。（来源：EngineeringJournals微信公众号）

相关论文信息：https://journal.hep.com.cn/fem/EN/10.1007/s42524-026-6901-9

作者：Yuhong XIE 来源：《工程·管理》

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发