

FPSO 穿梭油轮外输方式分析

刘子琪 张文杰

中国海洋工程装备技术发展有限公司 上海 200010

【摘要】：通过分析穿梭油轮旁靠外输和串靠外输的方式，对海上 FPSO 的储油外输方式进行分析研究，提出适合的 FPSO 穿梭油轮的外输方式。

【关键词】：穿梭油轮；旁靠外输；串靠外输；系泊提油

DOI:10.12417/2811-0528.26.16.076

中国海上油田开发模式已由近岸导管架平台配合陆上海底管线外输，逐步迈向以深海 FPSO 为核心的浮式生产储油体系。FPSO 除受台风等极端环境影响外的作业时段均需保持连续运行，因此对原油及时外输的需求十分迫切。目前，使用穿梭油轮进行外输是 FPSO 原油外输的主流方式，本文重点围绕 FPSO 与穿梭油轮的外输作业模式展开分析。

1 穿梭油轮外输方式

与岸基码头装卸作业不同，FPSO 海上卸油作业面临风浪流等复杂恶劣的环境载荷，两船在作业过程中均会受环境作用并产生相对运动。根据 FPSO 系泊型式的差异，外输方式可分为两类：对于单点系泊型式的 FPSO，通常采用穿梭油轮串靠或旁靠外输方式，两种方式一般不共存于同一 FPSO 的外输组合中；对于多点系泊型式的 FPSO，受穿梭油轮靠泊条件限制，通常采用 CALM 单点外输模式。

2 旁靠外输方式分析

旁靠外输指穿梭油轮通过多根系泊缆与 FPSO 实现舷对舷系泊，随 FPSO 同步转动并保持相对位置稳定。在作业流程上，穿梭油轮首先需在拖轮协助下靠近 FPSO，一般采用艏向一致的方式，受系泊布置影响时也可采用艏艉同向的方式。完成两舷系泊缆的连接后，通过外输软管对接 FPSO 卸油装置与穿梭油轮的集管区接口并启动 FPSO 卸油外输。旁靠外输作业期间虽无需拖轮维持系泊，但需密切监控环境变化，当环境条件超出作业限制时，应立即停止外输并解脱系泊缆。



图1 穿梭油轮旁靠外输

穿梭油轮在旁靠 FPSO 时会发生相互碰撞，需依靠船体外侧护舷装置吸收两船相对运动产生的冲击能量。同时，传统系泊缆需逐根松开或切断，导致单船遇到险情时穿梭油轮的解脱耗时较长，存在扩大险情的风险。尽管快速脱钩装置可实现穿梭油轮的快速解脱，但该装置在 FPSO 上应用较少，国内尚无实际案例。受到海域环境制约，旁靠外输对天气条件要求严苛，通常仅能在海况平稳时段进行，因此在海上 FPSO 项目中应用较少

3 串靠外输方式分析

串靠外输通过 FPSO 艏部系泊装置放出的单根系泊缆，与穿梭油轮艏部系泊装置连接，形成前后串联的作业布局。该方式可适应更恶劣的作业海域环境，通过 FPSO 尾部约 250 米长的输油软管与穿梭油轮集管区接口对接进行原油输送。在系泊与外输全过程中，两船无碰撞风险，且系泊装置及输油软管装置均配备快速解脱装置，使得穿梭油轮与 FPSO 可以保持相对独立，有效提升了作业安全性，同时对 FPSO 单点系泊装置的影响更小。



图2 穿梭油轮串靠外输

4 串靠外输操作方案

系泊提油作业属于高度复杂的系统性作业，应由具备相应资质的系泊提油作业单位负责实施。作业过程中，需要油田终端、穿梭油轮、拖轮等设施与装备协同配合，涉及油田外输负责人、系泊提油船长、穿梭油轮船长、拖轮船长及商检人员等多方主体，对组织协调性和作业安全性要求极高。

针对 FPSO 和穿梭油轮串靠外输,两船均需配置完善且匹配的系泊与输油设备。

5 配备设备要求

5.1 穿梭油轮

(1) 艏部需要配备制链器,用于专门固定 FPSO 放出的串靠系泊缆。

(2) 配备系泊缆提升绞车,承担系泊缆收放作业。

(3) 船中集管区配置软油管吊机,额定吊重不小于 10t,用于辅助输油软管与集管区接口的对接与连接。

5.2 FPSO

(1) 艏部设置串靠系泊缆绞车并集成拉力传感器,具备快速解脱装置。

(2) 配备 250 米左右的输油软管及配套带快速解脱装置的软管绞车。

(3) 配备计量、监控等测量与保护设备,确保外输过程安全可控。

6 系泊提油外输过程

6.1 提油前准备

(1) 制定月度提油计划与航次提油计划。

(2) 穿梭油轮终端完成问卷,并由油田公司进行二级检查复核。

(3) 提前获取气象预告,明确提油作业窗口期。

(4) 依托公司系泊提油的电子数据库和档案,调取终端及穿梭油轮的历史记录。

(5) 系泊提油人员乘直升机抵达海上终端并登乘穿梭油轮。

(6) 提油船长组织各方召开开工前会议,进行全面提油

前检查。

6.2 串靠系泊作业

(1) 穿梭油轮首部及船中集管区设备就位并检查无误。

(2) 穿梭油轮在拖轮协助下靠近 FPSO。

(3) FPSO 艏部放出系泊缆,由穿梭油轮首部绞车提升至船上。

(4) 系泊链穿过穿梭油轮首部制链器并固定,完成穿梭油轮与 FPSO 的串靠系泊。

6.3 提油作业

(1) FPSO 艏部放出输油管至海面,拖轮捞起输油管一端。

(2) 拖轮运送输油管一端至穿梭油轮船中集管区附近。

(3) 穿梭油轮软管吊将输油管一端从拖轮吊起至穿梭油轮上并完成输油管接头同集管区接口连接。

(4) 装油前开展全面检查,确认设备、软管、接头与环境状态良好。

(5) 检查无误后,开始进行 FPSO 向穿梭油轮卸油作业,全程由拖轮在附近巡航守护。

(6) 输油完毕后,穿梭油轮离泊前再次进行全面检查。

(7) 检查确认无误后,穿梭油轮在拖轮协助下离泊,整个系泊提油外输作业完成。

7 结语

串靠外输相较旁靠外输具有更高的安全性与可靠性,可满足 FPSO 全年绝大部分时段的外输卸油需求。目前国内已有具备资质的专业系泊提油公司承担相关作业,能够在复杂海洋环境下保障外输全过程的安全与高效。该方式已成为我国深海 FPSO 外输体系的主流选择,对油田持续稳产高产具有重要意义。

参考文献:

[1] 白雪平,王忠畅,杨天宇,易丛,李达 FPSO 原油外输方案研究船海工程第 47 卷。

[2] 次立刚,刘连进,肖玉华,张笑龙浅析旁靠外输作业 FPSO 的安全外输资源节约与环保 2012 第五期。