

三千米深海立管环境下柔软密封失效与界面调控研究

谭桂斌^{*1, 2}, 黄 兴²

(1-广东工业大学, 精密电子制造技术与装备国家重点实验室; 2-国家橡塑密封工程技术研究中心/广州机械科学研究院有限公司, 广东省广州市 510535)

通讯作者: 谭桂斌, 1988 年生, 湖南郴州人, 2015 年获工学博士,

(邮箱: 418030305@qq.com, 电话: 13922469569)

摘 要: 我国在“深海、深地、深空、极地”战略方向的重大需求, 高端能源装备逐步向超大型化、长寿命、集成化、智能化方向发展, 对设备耐蚀抗磨表面的稳定性、安全性、可靠性提出更高的要求。本课题组在 30 万 t 级系泊系统立管、深海平台悬链式立管内的柔软橡塑密封材料、结构、制造装备、寿命预测等研究, 揭示了橡塑密封部件与腐蚀性介质的相互作用, 搭建了 30 万 t 级系泊装置的全尺寸工业环境试验平台, 建成了模拟 3000m 深海油气田开发用深海平台及复杂立管系统的柔软橡塑密封寿命评价工艺及装备。将主要介绍在柔软橡塑密封磨损失效与控制的基础理论、关键共性技术等, 相关研究成果将有助于我国深海装备与高性能船舶的高参数密封件技术水平提升。

关键词: 橡塑密封系统; 柔软摩擦副; 深海; 磨损; 表面技术

中图分类号: TH117

文献标识码: A

我国原油对外依存度连续在 2018 年、2019 年、2020 年超过了 70%。加快在极深水、极远海、极地等油气田资源开发, 将保障国家能源安全。目前, 管道的作用相当于深海油气田生产的命脉, 且有利于保护海洋生态及维护国家海洋权益。近年来, 国际上深水管道的破损泄漏的事故屡见报道, 不仅造成严重人员伤亡、财产损失, 甚至引发环境灾难; 如 2010 年美国墨西哥湾“深水地平线”平台爆炸后在 1500m 深水管道的漏油事故, 造成生态环境损失约 172 亿美元, 该年美国白宫称之“美国史上最严重环境灾难”。

对深海管道的安全“零泄漏”一直是世界性难题。其中, 对深海环境下密封件、液压件等基础部件摩擦学与表面工程机理的欠缺, 造成了我国深海装备的配套能力不足。

在极端恶劣海况与复杂管道条件下, 橡塑动密封磨损、变形、传热、摩擦分布、多相介质等都会极大缩短管道装备的寿命周期与精确度, 诱发深水管道的失效或泄漏灾难的几率加大。为了避免故障发生, 不仅需要考虑恶劣及特种环境的管道结构强度及可靠性, 而且还需对橡塑动密封机理、性能调控、表界面规律、以及影响密封失效的参数的深入研究。特别是在高含砂、高含蜡、高粘度、复杂介质耦合条件时橡胶动密封设计、功能化表面设计、性能演变规律研究, 提高我国 3000m 深海管道及柔性智能装备的适应性、稳定性、可靠性、安全性。

本课题组研发和建成了模拟 3000m 深海油气田开发用立管系统的柔软橡塑密封寿命评价工艺及装备, 形成了柔软橡塑密封磨损失效与表面界面控制的基础理论、关键共性技术等。

致谢

感谢广东省引进创新创业团队项目资助(编号: 2019BT02Z393), 广东省自然科学基金项目(编号: 2017A030310622), 广东工业大学青百人才项目(编号: 1102-22041377801)资助。

参考文献

- [1]. 赖一楠, 王国彪. 机械工程学科可靠性领域自然科学基金资助情况分析[J]. 中国科学基金, 2016, 30(1): 44-49.

-
- [2]. 谭桂斌, 兰志成, 欧静. 橡塑密封安全可靠性和完整性的设计控制[J]. 润滑与密封, 2017, 42(6): 119-125.
- [3]. 谭桂斌, 黄兴, 范清. 一种橡塑密封摩擦能耗与在线智能检测模拟系统. 发明专利申请号, 201611080239.X.
- [4]. 谭桂斌, 黄兴, 范清. 一种密封摩擦过程在线智能检测诊断试验系统. 发明专利申请号, 201611080248.9.
- [5]. 黄兴, 谭桂斌, 贺石中, 张红烨, 冯伟. 高耐磨自润滑仿生密封部件的模拟试验评价系统和方法. 发明专利申请号, 201910219992.X.
- [6]. 谭桂斌, 范清, 谭锋, 等. 重大装备橡塑密封系统摩擦学进展与发展趋势[J]. 摩擦学学报, 2016, 36(5): 659-666.
- [7]. 黄兴, 谭桂斌. 广东省高端装备制造及精密制造的摩擦学研究进展[J]. 机电工程技术, 2020, 49(09): 1-6.
- [8]. 谭桂斌, 王德国, 陈迎春. 深海立管作业机器人摩擦学与可靠性研究概述[J]. 石油矿场机械, 2016, 45(5): 88-96.