

肖特尔 SRP1515FP 舵桨 气动离合器空气系统分析与改进

马明轩

(国能黄骅港务有限责任公司, 河北 沧州 061113)

摘要: 本文主要介绍一种全回转拖轮常用的肖特尔 SRP1515FP 型舵桨, 通过对其气动离合器的空气系统工作原理和常见故障进行总结, 分析其系统设计中不足, 进一步研究空气系统的改进方法和解决措施, 从而提高舵桨离合器运行的安全性和可靠性, 对港口拖轮同类型舵桨气动离合器空气系统改进有一定借鉴意义。

关键词: 拖轮; 舵桨; 离合器; 空气系统

中图分类号: U664 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2021) 08—0074—03

当前, 国内外全回转拖轮动力传输系统广泛采用 Z 型传动形式, 其主要结构特点是柴油机通过中间轴驱动舵桨运行, 并在中间轴和舵桨中间安装离合器, 以实现柴油机和舵桨间动力传输的分合, 通常离合器会集成到

舵桨设备中。按照动力源的不同, 拖轮舵桨用离合器主要分为液压离合器和气动离合器, 两种形式各有所长, 其中气动离合器具有转矩范围广、结构形式简单、启动性能柔和、动力源易获取等特点, 应用较为广泛和成熟,

能够充分发挥雾计算的性能优势, 将生成的航道附近水域流场的通用态势图, 实时地发布给航道内附近水域航行的船舶, 对于保障船舶航行安全具有重要意义。

参考文献:

- [1] 马甲林. 基于 NB-IoT 技术的航标遥测遥控系统研究[J]. 中国水运, 2018(18):51-52.
- [2] 李辉, 桑凌志. 标准化航标遥测遥控系统研究与实现[J]. 中国海事, 2019(6):36-40.
- [3] 孙涌新, 吴若琦. 航标遥测数据的研究和应用[J]. 中国海事, 2018(12):51-54.
- [4] 梁海凤, 郭章俭. 基于 AIS 技术航标遥测遥控应用的探讨[J]. 珠江水运, 2018(10):52-54.
- [5] 郭章俭, 陈健. 航标遥测遥控系统中北斗卫星通信技术的应用研究[J]. 珠江水运, 2019(6):52-53.
- [6] IMO. NAV 58/WP.6/Rev.1 E-NAVIGATION: Report of the Working Group[S].2012.
- [7] 巩海方, 姜书成. 窄带物联网技术在航标遥测遥控中的应用[J]. 航海技术, 2019(6):64-66.
- [8] A. Mukherjee, "Fog-Aided Data Reception in Next-Generation MIMO Radio Access Networks with Edge Sensing,"

2018 IEEE International Conference on Communications (ICC), Kansas City, MO, USA, 2018, pp. 1-6.

[9] J. Kang, O. Simeone, J. Kang and S. Shamai. "Control-Data Separation With Decentralized Edge Control in Fog-Assisted Uplink Communications," IEEE Trans. Wirel. Commun., vol. 17, 2018, pp. 3686-3696.

[10] Y. Zhang, H. Zhang, K. Long, Q. Zheng and X. Xie, "Software-Defined and Fog-Computing-Based Next Generation Vehicular Networks," IEEE Communications Magazine, vol. 56, 2018, pp. 34-41.

[11] CISCO. "Fog Computing and the Internet of Things: Extend the Cloud to Where the Things Are," White Paper, 2015.

[12] M. Patel et al., "Mobile-edge computing—Introductory technical white paper," White Paper, Mobile-Edge Computing (MEC) Industry Initiative, 2014.

[13] 滕龙. 雾无线接入网中缓存技术研究[D]. 重庆: 重庆邮电大学, 2019.

[14] 张贤, 曹雪妍, 刘炳宏, 等. 6G 智慧雾无线接入网: 架构与关键技术[J]. 电信科学, 2020(1):1-8.

但对空气控制系统可靠性和气源质量有较高的要求^[1]。本文介绍的 SRP1515FP 型舵桨,就是采用气动离合器,由于其控制空气系统设计中存在一些不足,经常发生无法正常合脱排等异常情况,给船舶航行造成了一定隐患。本文通过分析该气动离合器空气控制系统工作原理,结合其常见故障和实际管理经验,提出相应的解决措施,给同类型设备生产者和使用者提供参考。

1 离合器空气系统工作原理

肖特 SRP1515FP 舵桨气动离合器空气控制系统如图 1 所示。图示 A 入口是经气瓶提供的 11.5bar 压缩空气,图示 B 出口与气动离合器气囊相连通。图示①是气容,②是调压阀,③是两位五通气动阀,④是压力表,⑤是两位三通手动阀,⑥是单项节流阀,⑦是两位五通气动阀,⑧是滤器,⑨是调压阀,⑩是接线端子,⑪是消音器,⑫、⑬是压力开关,⑭、⑮是两位三通电磁阀。

气动离合器合排过程,驾驶台给出合排指令,入口 A 气压在正常范围,⑫在工作档允许合排,⑭电磁阀得电动作,⑮失电,⑦左位通,压缩空气后经⑧、⑦后在⑥的节流下缓慢向①充气,⑨阀芯开度逐渐开大,出口 B 气压缓慢上升,离合器气囊缓慢膨胀。当①压力升高至设定值约 3.5bar,②阀芯打开,③动作,压缩空气不经过节流直接经③左位通向①,压力迅速升高,⑨完全打开,出口 B 气压迅速上升至额定压力,离合器气囊完全胀开,⑬动作发出合排成功信号。离合器脱排时,⑮电磁阀得电动作,⑭失电,①及附属管路内空气经⑥单向阀迅速放气,⑨复位,离合器气囊空气经⑪泄放大气,离合器脱排。

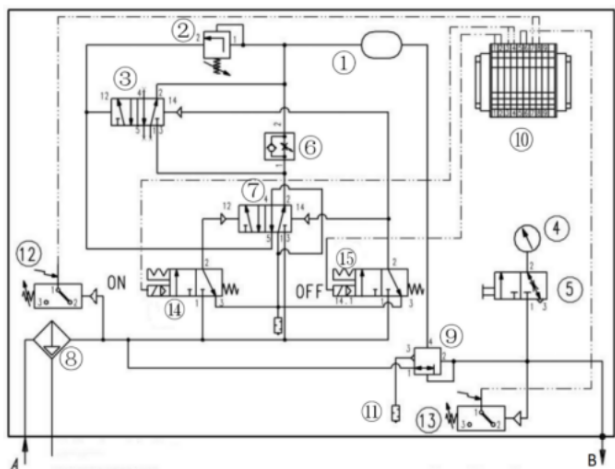


图1 离合器空气控制系统

离合器合排时,气囊压力-时间曲线如图2所示,气压随时间先缓升,达到压力拐点后,再速升至额定压力。采用这种压力升高的特性,能够使气动离合器合排过程更加平滑,减少合排机械冲击,增加离合器使用寿命。

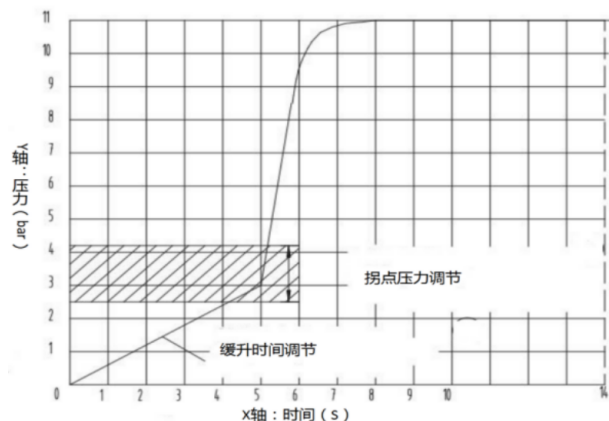


图2 离合器气囊压力-时间曲线

2 离合器空气系统常见故障

由于拖轮协助货船靠离泊的作业特点,每天需多次靠离码头,舵桨离合器使用频率较高,通常故障也出现在离合器合排或脱排的过程中,经实践经验总结,常见故障主要有以下六种。

故障一,驾驶台给出合排指令后,离合器不合排,压力表④指示为零,经检查入口 A 气源压力正常,压力开关⑫处于工作状态,电磁阀⑭有电。故障二,发出合排指令后,离合器不合排,压力表④指示气压从零缓慢升至 3.5bar 左右即停止上升,检查气源 A 压力正常,重新脱排等待片刻后再次合排,故障现象仍然存在。故障三,发出合排指令后,离合器迅速合排,压力表④显示气压迅速陡升,没有缓慢升压的过程,特性曲线失常。故障四,发出合排指令后,离合器缓慢合排,压力表④显示气压从零缓慢升高至工作压力,特性曲线失常。故障五,发出合排指令后,离合器气压正常上升,但合排后,螺旋桨驱动主机无法加速。故障六,发出脱排指令后,电磁阀⑮动作,但离合器气压不下降或略微下降,离合器无法脱开^[2]。

3 离合器空气系统故障原因分析

根据舵桨离合器工作原理,无法正常合、脱排故障原因,排除人员操作失误因素外,按照工作机理主要可

分为三类：一是离合器自身机械故障，例如气囊破损、摩擦瓦损坏、复位弹簧片损坏、进气接头漏气、接触面打滑等；二是控制电路故障，例如电源失电、线路虚接、电子元件损坏等；三是压缩空气相关故障，例如气压不足、阀块卡阻、空气泄露、空气脏污等。结合这三类故障原因和前述六种故障情况，经实际故障排查记录，故障原因统计如表 1 所示。

表 1 故障原因统计

故障序号	故障现象简述	故障频率	故障原因
故障一	不合排、无气压	高	阀块 7 在右位卡住，导致空气无法通过
故障二	不合排、气压低	低	阀块 3 密封圈老化、变形、漏气，气压无法建立
故障三	能合排、压升快	高	阀块 3 在左位卡住，导致空气未经节流直接通过
故障四	能合排、压升慢	高	阀块 3 在右位卡住，导致空气一直经节流后通过
故障五	能合排、不加速	中	气源压力偏低、压力开关 13 整定值偏高，导致压力开关未动作，允许加速信号未发出
故障六	不脱排、不泄气	高	阀块 9 复位弹簧卡住在开启位，导致气囊内空气不能泄放

可以看出上述故障一、三、四均是由于阀块卡住造成，其根本原因还是由于系统内滤器⑧对压缩空气过滤不到位，空气清洁度无法保证，而系统内部阀块的偶件配合精密，微量的灰尘或颗粒都可能导致阀块卡住。故障六是由于阀块弹簧性能不足造成，在频繁收缩工作中，易发生卡住情况，无法正常复位。故障五是由于气源压力低造成，其主要原因是系统前减压阀活塞运动不灵活，空气进系统压力降低，根源还是空气过滤不充分。故障二是由于阀块密封不严造成。以上六种常见故障均属压缩空气相关故障，离合器机械故障及电路故障少见。

4 离合器空气系统改进措施

根据上述系统故障及原因分析，研究制定技术改进方案。其中故障二涉及阀块密封漏气，发生频率较低，可通过加强日常检查，定期更换密封圈等管理手段避免，本文不再详细阐述。故障一、三、四、五可归为一类研究，一般发生在拖轮离泊，舵桨合排过程，主要应通过技术手段提高系统进气清洁度，确保空气经过充分过滤，避免阀件卡阻。故障六，一般发生在拖轮靠泊，舵桨脱排过程，该过程一旦单桨脱排失败，易引发断缆等事故，应从提高阀块弹簧可靠性和应急手动脱排两个角度研究。

技术措施一。为提高系统进气清洁度，可在储气瓶后端，进系统 A 口前端的空气管路上安装空气滤器，滤器选择应考虑适用介质、工作压力、耐压等级、工作温度、过滤精度、处理流量等技术参数，能够充分过滤

空气中水份及杂质。SRP1515FP 型舵桨配备离合器品牌为 Airflex，型号 24VC1000，额定工作压力 1.15MPa，估算理论最大流量应不低于 685L/min。[3] 据此设计选用一只中压空滤滤器和一只中压精密滤器串联使用，达到过滤效果，其技术参数如表 2 所示。

表 2 滤器技术参数

名称	型号	耐压等级 (MPa)	过滤精度 (μm)	处理流量 (L/min)	品牌	顺序
中压空滤滤器	FM4000-15-W	2.4	5	> 1000	CKD	一级过滤
中压精密滤器	MM4000-15	2.4	0.01	1130	CKD	二级过滤

技术措施二。为提高阀块弹簧可靠性，一方面可以考虑重新加工制作弹簧，改善弹簧材质，适当提高弹簧刚度，特别是弹簧端部应给予磨削平整和局部加强；另一方面在不更换原有弹簧基础上，可以配置一只弹簧座，安装于弹簧一侧，提高弹簧性能，弹簧座厚度约 1.5mm，材质优先选用铜或不锈钢材质。受弹簧加工能力限制，本文选用后者，增加弹簧座方式。

技术措施三。为实现手动应急脱排功能，可在出系统 B 口后端，至离合器中间管路上安装手动转换三通阀，正常工作时系统直接向离合器供气，当出现脱排故障时，根据驾驶台指令，手动转换三通阀，将离合器气囊内的空气直接排放大气，实现脱排工作，保证拖轮顺利靠泊。该阀门只在应急情况下使用，为避免误操作，应涂刷红色，并张贴警示标识及操作说明。

根据上述三项改进措施，组织对某拖轮舵桨离合器空气系统进行了改造，经过充分运行试验，改进效果明显，设备故障率显著降低，能够给船舶行业同类设备使用提供借鉴意义。

参考文献：

[1] 高晓敏, 王小明. 现代船用离合器技术的发展 [J]. 机械技术史, 2000.456-462.

[2] 张志喜. 肖特尔 SRP1515FP 全回转舵桨气胀式离合器控制系统故障 [J]. 航海技术, 2018, No.229(01):51-52.

[3] 张金国, 王隽, 王刚伟, 等. 船用离合器气胎充气时间计算及试验分析 [J]. 船海工程, 2017,46(4).134-136