

# 舵桨气动离合器控制系统国产化设计与应用

刘亚洲

(无锡东方长风船用推进器有限公司, 江苏 无锡 214082)

**摘要:** 本文主要介绍了全回转拖轮中经常使用到的气动离合器控制系统, 通过分析进口气动离合器控制系统经常出现的故障及缺陷, 重新设计一套国产化方案, 来替代进口系统, 提高故障修复的时效性, 减低维护成本, 增加系统的安全性及稳定性, 对于同类别的气动离合器系统更新应用具有较大的借鉴意义。

**关键词:** 全回转舵桨; 气动离合器; 国产化

**中图分类号:** U664   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1006—7973 (2022) 02—0075—02

目前, 随着航运船舶大型化的发展, 大型船舶安全可靠离码头需要港作拖轮的协助。港作拖轮本来船型较小就具有操纵性好、机动性强的特点。随着全回转舵桨装置的应用, 港作拖轮能够实现原地掉头, 十分灵活, 能够有效地保障大型船舶安全且快速靠离泊<sup>[1]</sup>。

大部分全回转舵桨装置均为集成式离合器, 即离合器安装在舵桨本体, 离合器按照动力源的不同, 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, 但对空气控制系统可靠性和气源质量有较高的要求<sup>[2]</sup>。

由于进口离合器控制系统, 多为进口部件, 目前疫情时期, 维修更换成本高及周期长, 经常影响到船舶的正常使用。通过分析进口气动离合器的常见故障, 分析其故障原因, 提出了国产化气动离合器控制方案, 并成功在船舶上应用, 有效降低船舶的气动离合器维修成本及服务周期。

## 1 进口气动离合器常见故障

本文以肖特尔气动离合器为例, 经过用户调研及阅读文献, 气动离合器故障主要为以下几种, 故障一, 合排指令发出后, 离合器不合排; 故障二, 合排指令发出后, 离合器合排时间长; 故障三, 脱排指令发出后, 离合器不脱排; 故障四, 脱排指令发出后, 离合器脱排缓慢。

由于肖特尔离合器的接脱排控制, 依靠两个 DC24V 的两位三通电磁阀通电断电, 和气控式两位五通阀共同控制离合器合、脱排功能。由于两位三通阀

及两位五通阀, 都是依靠阀芯左右移动来实现, 对气源要求很高。

**故障原因分析:** 该阀阀芯的硅氟润滑油因气温低有凝固现象, 并在阀芯上粘有铁锈粉末; 高压空气通过阀的节流作用, 因气温较低有冷凝水析出, 导致阀芯有卡阻现象, 气动推力无法推动阀芯动作<sup>[3]</sup>。

用户反馈阀体拆开, 阀芯里面有白色粉末或者是黑色金属颗粒, 导致阀芯磨损卡死, 造成此原因可能为, 管路焊接时, 内部没有清洗干净, 气源中含有水分, 与金属管路长期接触腐蚀脱落。

**改进措施:** 控制箱内增加电辅热, 提高箱体温度, 尽量避免润滑油因低温凝结; 更换不锈钢材质气管路, 减少腐蚀; 增加弹簧强度, 增加阀体复位力度; 外部增加阀控, 强制排气脱排等, 以上是在不改变主阀动作的前提下的改进措施, 都不是彻底解决故障的方法, 随着时间延长, 故障还会出现。

## 2 国产化气动离合器控制原理与应用

### 2.1 国产化气动离合器控制原理

分析肖特尔气动离合器故障原因后, 得到大部分故障原因为气源不干净导致卡阀引起, 由于气源中含水, 水与金属长期接触腐蚀, 很难做到气源非常干净, 另外国内船舶大多对设备保养不及时, 造成故障的可能性增高, 气源中含有固体颗粒, 导致阀芯卡阻, 使得接脱排不正常, 于是设想用一种对气源要求程度低的直动式电磁阀, 每个电磁阀只有一个动作, 打开或者关闭, 避免了阀芯在阀体中左右切换, 来实现对气动离合器的接脱排控, 增加了使用的可靠性。

离合器控制流程图如图 1 所示：

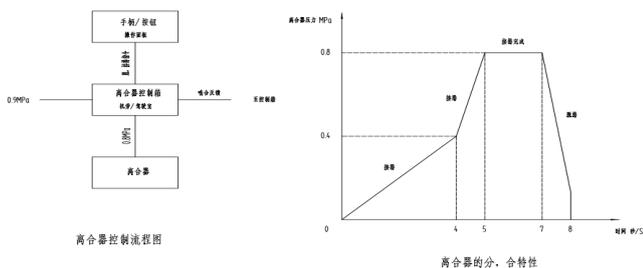


图 1 离合器控制流程图

外部接脱排信号给到离合器控制箱，离合器控制箱输出气压至气胎离合器，为减小离合器接排时对传动系统的冲击，采用如图所示的啮合特性。先通小阀，延时 4-5 秒后再通大阀，脱排时断电放气。

离合器合排时，气胎压力 - 时间曲线如图 1 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。

离合器脱排时，气胎压力 - 时间曲线如图 1 所示，直动式电磁阀断电气压随时间很快下降，达到迅速脱排目的。

离合器控制流程图如图 2 所示：

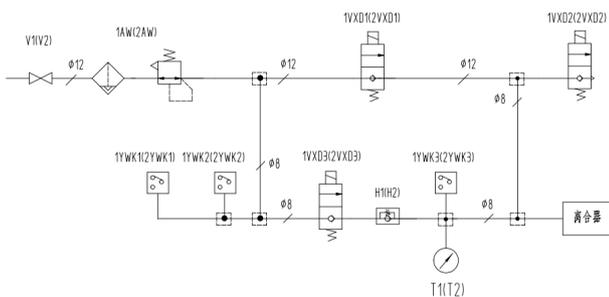


图 2 离合器控制流程图

离合器本地控制开关或驾驶室复合手柄（本地优先）发出接排信号，至离合器控制箱。

离合器控制箱内接脱排电磁阀采用直动式电磁阀，常闭型，通电时电磁线圈产生足够的电磁力把运动部件（由磁芯、阀杆、上下部的膜片/密封件构成）从阀座上提起，阀门开启；断电时弹簧力把运动部件压在阀座上，阀门关闭。常开型，动作方向与常闭型相反。

合排时，离合器控制箱内 VXD3 常闭直动式电磁阀得电，同时 VXD2 常开直动式电磁阀得电，使得离合器压力缓慢上升，延时 4S 后 VXD1 常闭直动式电磁阀得电，使得离合器压力迅速上升，实现离合器合排。

脱排时，VXD1, VXD2, VXD3 断电即相当于脱排，

排气依靠 VXD2 电磁阀，使离合器内气压迅速下降至 0 MPA, 实现离合器脱排特性。

当离合器完全啮合后，向控制器反馈啮合完成的信号，控制器才能对主机进行加速。

在正常运行情况下，如果由于气路故障引起离合器低于设定的啮合压力时，切断主机加速信号，用于保护离合器和主机。

## 2.2 国产化气动离合器在实船上的应用

直动式电磁阀适应介质广泛，在水、气、油等流体工况条件下均可可靠工作。不大于 DN50 的电磁阀可以任意安装使用，可以在无压差（从 0MPa 开始工作）状态下进行可靠的开关动作，工作介质可以正反两个方向流动，可实现双通双向截止。电磁阀动作可靠，结构简单，使用及维修方便，深受用户欢迎。

此气动离合器控制方式在国内很多港口拖轮中得到很广泛的应用，比如新船应用于上海港，太仓港，江阴港，平潭港等等拖轮上；肖特尔气动离合器改造船应用常熟港拖轮改造等。

## 3 结论

此国产化气动离合器控制方式相对肖特尔气动离合器控制系统原理进行了简化，取消了两位三通电磁阀，两位五通气控阀，采用直动式电磁阀，对气源要求大大降低，另外直动式电磁阀在工业应用很成熟，在水气油工业环境中得到很广泛的应用，客户的备件在市场上很容易买到，并且成本很低，为客户使用降低了使用成本和维护成本。

此国产化气动离合器控制系统可以完美匹配进口及国产气动式离合器，与肖特尔气动离合器控制系统可以完全互换，为新造船及已交付船舶中应用到气动式离合器的船东，提供另一种气动离合器控制解决方案。

## 参考文献：

- [1] 张晓亮. NIIGATA (新泻) ZP-31 全回转舵桨液压系统管理 [J]. 中国水运, 2019(02):35-36
- [2] 马明轩. 肖特尔 SRP1515FP 舵桨气动离合器空气系统分析与改进 [J]. 中国水运, 2021(08):75-76.
- [3] 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.