

膜回收滑阀控制油系统改造

李蓓¹ 苗泽宝²

1 银川能源学院机械与汽车工程学院

2 国家能源集团宁夏煤业烯烃一分公司

DOI:10.12238/etd.v6i6.16794

[摘要] 本文详细阐述了PP装置膜回收系统中滑阀控制油系统存在的技术缺陷及其改造方案。针对润滑油与三乙基铝反应生成三氧化二铝粉末,导致滑阀控制失效的问题,提出了增加独立控制油站的改造方案。通过引入死区比例控制器、双位电磁阀及自力式调压阀等先进元件,实现了滑阀系统的稳定运行和精确控制。改造后,系统解决了原有润滑油污染问题,提高了膜回收系统的运行稳定性和自动化水平,为长周期稳定运行提供了有力保障。

[关键词] 膜回收系统; 滑阀控制; 油系统改造; 三乙基铝; 三氧化二铝; 自动化控制

中图分类号: TH137 **文献标识码:** A

Retrofit of the Control Oil System for the Membrane Recovery Spool Valve

Bei Li¹ Zebao Miao²

1 School of Mechanical and Automotive Engineering, Yinchuan University of Energy

2 China Energy Group Ningxia Coal Industry Olefin No.1 Branch Company

[Abstract] This paper elaborates on the technical deficiencies in the sliding valve control oil system of the PP unit membrane recovery system and the corresponding modification plan. To address the issue of lubricating oil reacting with triethylaluminum to form aluminum oxide powder, which causes sliding valve control failure, a modification plan involving the addition of an independent control oil station is proposed. By introducing advanced components such as a dead-band proportional controller, a two-position solenoid valve, and a self-operated pressure regulating valve, stable operation and precise control of the sliding valve system have been achieved. After the modification, the system resolves the original issue of lubricating oil contamination, enhances the operational stability and automation level of the membrane recovery system, and provides strong assurance for long-term stable operation.

[Key words] membrane recovery system; slide valve control; oil system modification; triethylaluminum; aluminum oxide; automation control

引言

随着化工行业的持续发展,PP装置膜回收系统的稳定运行对于提升生产效率、降低成本及保护环境具有重要意义。然而,在实际运行中,润滑油与系统内三乙基铝反应生成的三氧化二铝粉末,常导致滑阀控制油管路堵塞,使滑阀无法正常加、卸载,影响系统自动化控制。为解决这一问题,本研究提出膜回收滑阀控制油系统改造方案,通过引入独立控制油站及先进控制元件,确保加载和卸载过程的平稳性,为系统长周期稳定运行提供保障。

1 膜回收系统概述

膜回收系统PU-73401是由BOSIG公司生产的BMT-PRU型净化分离系统,其作用是将净化仓顶部出来的工艺气进行分离后分

别回收。主要由压缩机、冷却器、冷凝器、气液分离罐和膜分离部分、润滑油系统、回收丙烯泵等设备组成。

从上游粉料净化仓D-73311和D-74311A/B来的净化气,经压缩机压缩,继而冷却后,与来自冷冻压缩机C-76201的冷冻丙烯进行换热进入气液分离罐,分离出的液态丙烯送至D-76101,然后进入载气分离塔进行单体回收。

分离罐顶部的气相经过加热器加热后进入膜系统将其中的丙烯从氮气中分离出来。在膜系统中,膜对烃类气体的选择渗透性要大于氮气对其渗透性。因此,通过膜系统可以将混合气分离成氮气和丙烯的两部分。

一级膜的渗透气中富含丙烯,循环回压缩机入口,再次压缩冷凝,二级膜的渗透气中的少量丙烯系统无法回收,进入火炬系

统,尾气中氮气被纯化,作为净化仓D-73311/D-74311A/B的吹扫气再次使用。

设备主要技术参数

设备位号	PU-73401
压缩机型式	螺杆式压缩机
厂家	BORSIG
压缩机型号	WRVHT S321-132
介质	丙烯、氮气
电机转速	2950RPM

2 运行过程中存在的问题及原因分析

2.1 存在问题

膜回收系统在实际运行过程中,暴露出了一系列影响系统稳定性和自动化水平的问题。首当其冲的是润滑油过滤器频繁堵塞,这直接导致了润滑油循环不畅,影响了压缩机的正常润滑。进一步地,压缩机滑阀控制系统因此失效,滑阀无法根据系统需求正常加、卸载,使得压缩机的输出能力难以精确控制^[1]。具体表现为,在上游净化仓系统压力波动时,压缩机无法及时响应,入口压力低时滑阀不能正常卸载,导致压缩机因触发压力低低联锁而停车;而入口压力高时,滑阀又不能及时加载,影响了系统的整体调节能力。这些问题严重制约了膜回收系统的长周期稳定运行^[2]。

2.2 原因分析

深入分析问题根源,发现润滑油与工艺气系统中的三乙基铝发生反应是关键所在。润滑油在与含有三乙基铝的工艺气接触后,会发生化学反应生成三氧化二铝粉末。这些微小的粉末颗粒随着润滑油循环进入滑阀流道,逐渐沉积并堵塞控制油管路,导致滑阀动作受阻,失去控制作用。同时,上游净化仓系统压力波动时,压缩机入口压力的快速变化要求滑阀能够迅速响应以调节压缩机的输出能力^[3]。然而,由于控制油管路的堵塞,滑阀无法根据压力变化及时卸载或加载,进一步加剧了系统的不稳定性,形成了恶性循环。

3 具体改造方案

3.1 改造目标与原则

本次膜回收滑阀控制油系统改造的核心目标聚焦于彻底消除润滑油污染问题,通过技术创新阻断润滑油与工艺气中三乙基铝的接触,从而杜绝三氧化二铝粉末的生成,确保滑阀控制系统的清洁与高效运行。同时,改造致力于提升系统的整体稳定性和自动化水平,使压缩机在面对上游净化仓系统压力波动时,能够迅速且精准地响应,实现加载与卸载的平稳、无缝切换^[4]。

改造过程中,严格遵循三大原则:首要原则是确保系统安全可靠,所有改造措施均经过严格的安全评估与验证,确保不引入任何新的安全隐患;其次,注重经济合理性,改造方案在保证效果的前提下,力求成本控制最优,提高资源利用效率;最后,强调易于维护性,改造后的系统设计便于日常检查、维修与保养,降低长期运营成本。

3.2 增加独立控制油站

针对润滑油污染问题,设计并实施增加独立控制油站的改造方案。该控制油站作为一套完全独立的控制系统,通过专门的油路接口与螺杆机滑阀装置紧密相连,为滑阀提供干净、无杂质、无污染的控制油路。这一创新设计从根本上切断了润滑油与工艺气系统的直接接触路径,有效阻断了三乙基铝与润滑油反应生成三氧化二铝的化学反应链^[5]。

实施过程中,首先进行现场勘查与布局优化,确保新控制油站的安装位置既便于操作又符合安全规范。随后,精心选型并采购油泵、油箱、过滤器、冷却器等关键设备,确保各部件性能卓越、兼容性强。接着,进行油路的铺设与连接,采用高质量管材与密封件,确保新油路与原有滑阀装置的无缝对接与高效运行。最后,进行系统的全面调试与测试,确保新控制油站能够稳定运行,各项性能指标均达到设计要求。

3.3 液压油路设计与元件选型

液压油路设计方面,注重加载与卸载过程中液压油的流动路径优化与驱动活塞工作方式的改进。加载时,液压油通过高压油管精准进入驱动油缸,推动活塞平稳移动,进而带动滑阀实现加载动作;卸载时,则通过电磁阀或换向阀精确控制液压油回流至油箱,实现滑阀的快速、平稳卸载。这一设计确保了液压油在油路中的顺畅流动与高效利用,减少了压力损失与能量消耗^[6]。

元件选型上,根据系统需求与性能要求,精心挑选死区比例控制器、双位电磁阀、自力式调压阀等关键元件。死区比例控制器具备高精度控制能力,能够精确调节液压油的流量与压力,实现滑阀位置的精准控制;双位电磁阀则具备快速切换能力,能够迅速改变液压油的流动方向,实现滑阀的加载与卸载;自力式调压阀则具备自动调节功能,能够根据系统压力变化自动调整开度,维持系统油压的恒定稳定。这些元件的选择不仅考虑了其性能参数与可靠性,还充分考虑了其耐用性与易维护性,以确保改造后系统的长期稳定运行。

3.4 油站本体系统设计

油站本体系统设计方面,重点考虑泵组配置、压力维持以及过滤与报警等方面。泵组配置上,采用“一用一备”的设计理念,即同时安装一个运行泵与一个备用泵,确保在其中一个泵出现故障时,另一个泵能够立即投入运行,保障系统的连续稳定运行。

压力维持方面,选用自力式调压阀来维持系统油压的恒定稳定。该阀门具备自动调节功能,能够根据系统压力变化自动调整开度与流量,确保油压始终保持在设定范围内,为滑阀控制提供稳定可靠的动力支持。

过滤与报警方面,设计双联过滤器来过滤液压油中的杂质与颗粒物,确保进入滑阀的液压油清洁无污染。同时,在过滤器上安装差压报警装置,当过滤器前后压差超过设定值时,能够及时发出报警信号,提醒操作人员及时更换滤芯,保障系统的正常运行与延长设备使用寿命。

3.5 油温控制与液位监测

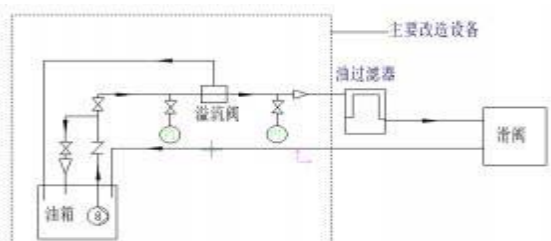
油温控制方面,采用油箱加热器与自力式机械温控阀的组合方案。油箱加热器用于在低温环境下加热液压油,确保油温不低于设定下限,防止油温过低导致系统性能下降;自力式机械温控阀则根据油温变化自动调节加热器的功率或冷却器的流量,确保油温始终保持在适宜范围内,避免油温过高或过低对系统性能造成不良影响。

液位监测方面,选用磁翻板液位计来实时监测润滑油油箱的液位高度。该液位计具备直观、准确、可靠的特点,能够清晰显示油箱内的油位高度与变化趋势。同时,设置液位报警装置,当油箱油位低于或高于设定值时,能够及时发出报警信号,提醒操作人员及时补充或排放润滑油,确保系统的安全运行与避免潜在风险。

4 改造流程图与实施步骤

4.1 改造流程图

改造流程图清晰展示了改造前后系统的变化及关键元件的连接方式。改造前,系统润滑油直接与工艺气接触,易导致污染和滑阀控制失效。改造后,新增独立控制油站,通过油泵将清洁油液输送至滑阀,避免润滑油与工艺气接触。流程图中,油箱、溢流阀、油过滤器及滑阀等关键设备通过油路连接,形成独立、封闭的控制系统。绿色(图中以箭头形式体现方向,可理解为类似绿色代表正常油路等示意)箭头表示油液流动方向,确保油液清洁与控制精准。



4.2 实施步骤

改造方案的实施需紧密围绕设备采购、安装调试、系统联动测试以及正式运行与监控等关键环节展开。首先,依据改造方案的具体需求,精心采购油泵、油箱、过滤器、控制阀等关键设备,严格把控设备的性能参数与兼容性,确保满足系统改造的高标准要求。设备到货后,进行现场安装工作,仔细连接油路与控制线路,构建起完整的硬件架构。随后开展初步调试,密切观察油液流动是否顺畅、压力能否稳定维持以及过滤效果是否达标,对各部件的运行状态进行全面检查。在初步调试无误后,开展系统联动测试,模拟实际工况,重点验证滑阀加载与卸载的平稳性、油压的稳定性以及自动化控制水平。只有当联动测试通过后,系统方可投入正式运行,并在运行过程中持续监控油液质量、油压及滑阀状态,保障改造效果持久稳定。

5 改造后的效果评估

5.1 问题解决情况

改造实施后,系统对原有问题的解决成效显著。润滑油过滤器堵塞频率大幅降低,由改造前的频繁堵塞转变为长期稳定运

行,减少了停机清理次数,提高了生产效率。压缩机滑阀控制系统恢复正常,能够准确响应控制指令,实现压缩机的平稳加载和卸载,解决了因滑阀失控导致的压缩机联锁停车问题。

5.2 系统稳定性与自动化水平提升

改造后,系统在稳定性和自动化水平方面均有显著提升。面对上游净化仓系统压力波动,改造后的系统能够迅速响应,滑阀调节及时准确,确保了压缩机入口压力的稳定,避免了因压力波动导致的生产中断。同时,自动化控制更加精确可靠,通过死区比例控制器和电磁阀的精准控制,实现了滑阀位置的精确调节,提高了系统的自动化程度和运行效率。

5.3 经济效益与环境效益分析

从经济效益角度看,改造方案的实施降低了生产成本。润滑油过滤器堵塞频率的降低减少了过滤器的更换成本和停机时间,提高了设备利用率。同时,压缩机稳定运行减少了能耗和维修费用。从环境效益角度分析,改造减少了因润滑油污染导致的资源浪费和环境污染,提高了资源利用率。此外,系统稳定运行还减少了废气排放,对改善环境质量具有积极作用。综上所述,改造方案在经济效益和环境效益方面均取得了显著成效。

6 结论与展望

6.1 结论

本次膜回收滑阀控制油系统改造有效解决了润滑油与三乙基铝反应导致的滑阀控制失效问题,显著降低了润滑油过滤器堵塞频率,恢复了压缩机滑阀控制系统的正常功能,实现了压缩机的平稳加载与卸载。系统稳定性和自动化水平大幅提升,对上游压力波动的响应更快更准,自动化控制更为精确可靠,同时带来了显著的经济效益与环境效益。

6.2 展望

未来,可进一步优化独立控制油站设计,采用更高效的过滤与温控技术,提升系统整体性能。同时,探索智能化监控与诊断系统应用,实现远程监控与故障预警,降低运维成本。此外,研究新型润滑材料,减少与工艺介质的反应,从源头上解决污染问题,推动膜回收系统向更高效、更环保的方向发展。

[课题]

银川能源学院科学技术研究项目资助【2024-KY-Y-16】。

[参考文献]

- [1]刘佩丰,卢勇涛,王敏,等.残膜回收机集膜装置研究现状[J].中国农机化学报,2025,46(10):292-297.
- [2]吴智勋,马少辉,任伟,等.国内残膜回收机拾捡装置研究现状及展望[J].新疆农机化,2025,(04):40-44+49.
- [3]李忠友.农田残膜机械化回收的现状与推广应用[J].河北农机,2025,(14):66-68.
- [4]刘金菊,杨震发.滚筒式残膜回收机优化设计与产业化推广研究[J].农业开发与装备,2025,(07):116-118.
- [5]李云.一种挖掘绕捆式残膜回收机的研发与试验[J].农机市场,2025,(05):95-97.