

硫回收装置远程压力测量技改设计方案

刘大贵 刘文兴 李作亮 王豪 郭永军

内蒙古卓正煤化工有限公司

摘要: 在硫回收装置的二级克劳斯工艺运行中,制硫炉尾气所含的气态硫磺极其易结晶、具有腐蚀性和毒性,致使改造前一次闸阀及取压管线频繁发生结晶堵塞现象。这一问题直接导致装置无法实现长周期稳定运行,增加了日常维护工作量。本研究聚焦于该压力监测系统结晶堵塞问题,通过深入分析尾气特性、操作参数及设备结构等因素,探索有效的解决方案,旨在为提升硫回收装置运行的稳定性、降低维护成本及保障安全生产提供理论与实践参考。

关键词: 气液分罐;结晶;腐蚀性;一次闸阀;取压管线;压力变送器

在硫回收装置采用二级克劳斯工艺技术的过程中,制硫炉产生的尾气先进入加氢尾气冷却器(E-3407),之后在进入尾气分液罐(V-3406)之前,设置了一台压力变送器PT-3461,用于实时监测压力值。尾气分液罐(V-3406)的分液管线直径为DN200,其操作温度约为148℃,操作压力约为0.02MPa(G)。由于尾气中含有气态硫磺,且具有易结晶、一定的腐蚀性和毒性等性质,在改造前的运行过程中,PT-3461的一次闸阀及取压管线经常出现结晶堵塞的情况,这导致装置无法长周期稳定运行,不仅增加了日常维护的工作量,还带来了安全隐患。

1 技改项目背景

某煤化工公司的硫回收装置使用二级克劳斯工艺技术,大致的工艺流程为制硫炉(F-3401)燃烧工艺气经一级冷凝冷却器(E-3402)、克劳斯反应器(R-3401)、二级冷凝冷却器(E-3403)、克劳斯反应器(R-3402)、加氢尾气冷却器(E-3407)后,进入尾气分液罐

(V-3406),再经蒸汽加热器(E-3417)进入加氢反应器(R-3403)到尾气洗涤塔(T-3402)。

尾气分液罐(V-3406)作为气液分离的关键设备,其入口管线直径为DN200,操作温度为148℃,操作压力为0.02MPa(G)。尾气中含有气态硫磺,具有易结晶、腐蚀性和中毒窒息等危险特性。罐体底部出口用于排出液硫,液硫随后被输送至液硫封或液硫池。在出口侧,安装了一台在线硫比值分析仪(AT-3401A/B),用于实时监测硫比

值。此外,尾气分液罐的进口侧设置了一台压力变送器(PT-3461),其量程为0.00~0.05MPa,用于实时监测压力值。该压力测点对工艺操作人员的实时监控和硫比值分析仪的判断起到关键作用。

然而,在改造前,运行过程中经常出现PT-3461一次闸阀及取压管线因硫磺结晶而堵塞的问题,导致装置无法长周期稳定运行。这不仅增加了日常维护的工作量,还带来了安全隐患。如图1所示的DCS操作画面和图2历史趋势(红线)中,可以观察到压力变送器

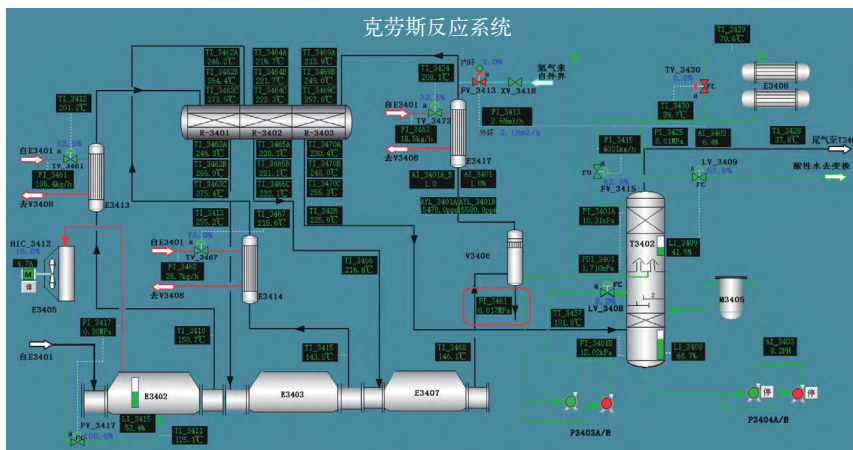


图1 硫回收装置DCS操作画面



图2 尾气分液罐的压力监测系统压力变送器显示历史趋势

27	H ₂ S	H ₂ O	0.9	29.57
28	SO ₂	CO	0.511	0.151
29	COS	Sx	0.0119	0.037
30	CS ₂	H ₂	0.078	1.56
31	CO ₂	Ar	8.17	0.687
32	N ₂	Others	57.56	
33	CH ₄			

图3 尾气分液罐 (V-3406) 进出物料组分

的显示异常(拉直线且下降趋势),存在堵塞现象。针对这一问题,本文将对尾气分液罐的压力监测系统进行优化改造,以提高其运行的稳定性和安全性,减少维护工作量,并确保硫回收装置的长周期稳定运行。

2 技改思路

原始设计采用“一次闸阀(PN16- ϕ 12)+ ϕ 12不锈钢取压管+二次阀+压力变送器”的结构形式,其被测工艺介质为制硫炉燃烧后的尾气。尾气分液罐(V-3406)进出物料组分如图3所示,该尾气中含有硫磺、有毒可燃介质及大量氮气。在前期运行过程中发现,由于液态硫磺在低于120℃时会发生结晶,且取压管线长度较长,导致原有采用蒸汽或加热方式防止结晶堵塞的思路难以从根本上解决问题。经多次技术论证与方案研讨,突破传统思维框架的约束后明确:液态硫磺的结晶特性与较长的取压管线,是导致一次闸阀及取压管线堵塞、装置无法长周期稳定运行的根本原因。

经分析论证得出在该工艺介质条件下,可增设一路小流量N₂(因仪表空气可能引入杂质或氧气,存在安全风险及对工艺的潜在影响,故明确不选用

仪表空气)。该小流量低压氮气的引入,经理论计算与实际验证,不会对工艺物料平衡产生显著影响,其核心作用在于持续维持压力变送器PT-3461的一次闸阀及取压管线处于微正压状态。通过构建此微正压环境,能够有效消除和减少尾气中硫磺的聚集结晶现象,从根本上解决一次闸阀与取压管线的堵塞问题。目前该技改方案已完成实施,计划先行开展一段时间的试运行,通过实时监测与数据采集,全面观察实际使用效果,技改前的相关工艺如图4所示。

3 技改内容

在技术改造中,保留压力变送器PT-3461取压管线原有的针型阀1,同时新增一路 ϕ 6mm不锈钢管。该新增管路依次经过过滤减压阀、小流量转子流量计和针型阀2,最终引至一次闸阀前 ϕ 12mm的三通管件处,且按要

(下转41页)

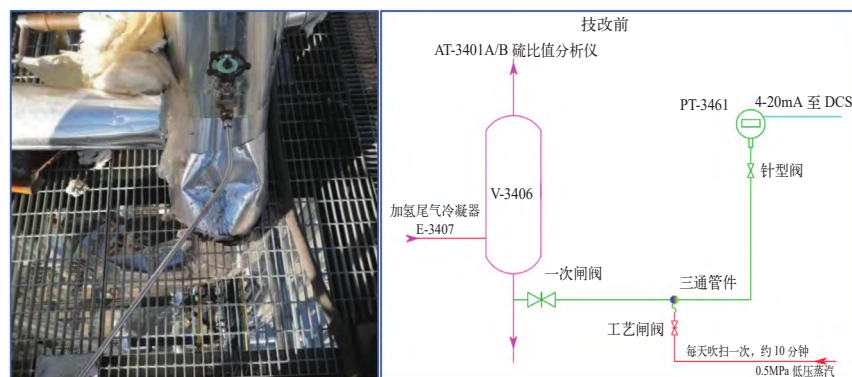


图4 技改前的相关工艺

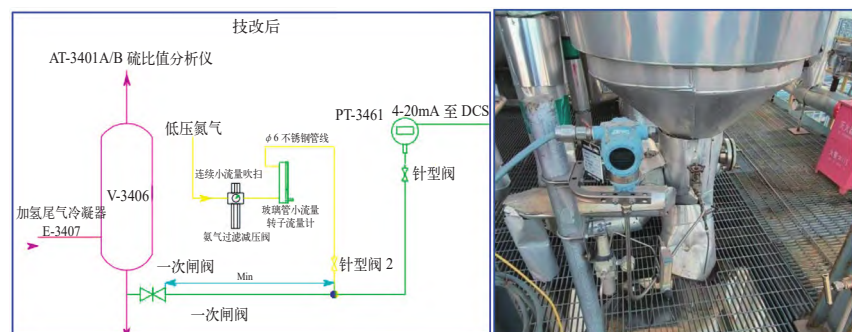


图5 技改后的相关工艺

措施的实际成效^[7]。

5 结语

本文针对输油气站场设备管理现状，构建了以动态监测、精准维护和优化决策为核心的全生命周期管理体系。通过对输油泵、阀门和储罐等设备的运行状态监测与故障预测研究，证明该体系可有效提升设备运行效率，降低故障率和维护成本，并延长设备使用寿命。未来研究可进一步结合实际工程案例，优化管理模型与技术方法，推动全生命周期管理体系在输油气行业的广泛应

用，为设备管理数字化、智能化发展提供更多支持。

参考文献：

[1] 边钢月,张福琴.碳中和背景下石油石化行业发展动向及建议[J].流程工业,2021(01):12-15.
[2] 周立国,杨文,朱渝,等.输油气站场完整性管理体系建设[J].安全、健康和环境,2020,20(09):44-47.
[3] 董红军,马云宾.输油气站场智能巡检系统设计与实现[J].油气储运,2020,39(05):570-575.

[4] 李毅,王磊,周代军,等.输油气站场区域化创新管理模式探讨[J].油气田地面工程,2019,38(11):85-89.
[5] 李丹丹.输油气站场区域性阴极保护的应用[J].化工管理,2018(21):160.
[6] 陈强.对于输油气站场安全生产的探讨[J].石化技术,2018,25(05):277.
[7] 艾月乔,贾立东,王禹钦,等.输油气站场区域化管理创新与实践[J].石油科技论坛,2018,37(02):23-27.

(上接37页)

一路氮气经过滤减压阀减压和小流量转子流量计稳流后，通过 $\phi 6\text{ mm}$ 不锈钢氮气管线接入 $\phi 12\text{ mm}$ 取压管线，在一次闸阀后与尾气分液罐（V-3406）内介质混合，共同进入下游系统。改造后的历史趋势图6（红色趋势线）显示，相关参数稳定，完全满足工艺监控需求。

4 改造成果

本次技术改造通过在工艺一次闸阀

前增设小流量氮气连续吹扫单元，借助过滤减压阀与小流量转子流量计精准控制氮气压力和流量，实现了小流量氮气的稳定压力输出与连续吹扫。该改造使一次闸阀腔内形成微正压环境，从根本上解决了一次闸阀及取压管线的结晶堵塞问题，彻底摒弃了传统蒸汽吹扫方式。改造后无需进行定期维护，显著降低了现场维护工作量，有效消除了因结晶堵塞及蒸汽吹扫带来的安全隐患，为疏回收装置实现“安、稳、长、满、优”运行

提供了更为精准可靠的压力监测保障。

参考文献：

[1] 陶礼然.LDPE装置反应器压力变送器易堵原因及解决措施[J].工程技术,2021(05):24-29.
[2] 康志伟.LDPE装置反应器压力变送器易堵原因分析及对策[J].化学与黏合,2018,05(16):40-46.
[3] 吕晓娇.LDPE装置反应器压力变送器易堵原因及解决措施[J].大科技,2019(11):17-19.
[4] 王志强.压力变送器的设计与制造[J].机械工程,2019(12):56-62.
[5] 王军.智能压力变送器校准与检定系统设计[J].自动化学报,2022,09(5):38-43.
[6] 张新.压力变送器选型与故障排除分析[J].现代商贸工业,2012(05):16-19.
[7] 崔秀梅.浅谈压力变送器的常见故障及解决措施[J].中国仪器仪表,2020,49(12):60-62.

