

成品库区装卸台输送压缩机气阀压盖泄漏分析

王 威 (中国石化海南炼油化工有限公司, 海南 洋浦 578101)

摘 要: 本文以成品库区装卸台输送压缩机气阀压盖泄漏分析为切入点, 通过对运行操作、设备结构、故障处理等过程的剖析, 找准造成事故发生的管理根原因, 通过对根原因的分析、总结完成对一个事故全方位的整改, 彻底杜绝事故发生的根原因, 不仅避免了设备事故的频繁发生, 达到了预期的管理有序、安全平稳运行的效果。

关键词: 往复式压缩机; 压缩机返回线; 规范库区装卸管理

0 引言

某成品库区丙烯卸车装置, 2017年1月14日投用, 共有两个卸车鹤位, 一台压缩机, 卸车流程为气相丙烯自39罐区进入压缩机, 为槽车加压, 将槽车中的液相丙烯送至39罐区, 该丙烯气压缩机4600-C-01型式为ZW-1.5/15-21往复式压缩机, 压缩机是卸车台装卸的唯一流程, 出现故障后不仅造成库区堵库, 更造成了一定的经济损失, 同时会造成严重的安全生产事故, 造成严重的社会影响。

1 压缩机故障现象

1.1 故障现象

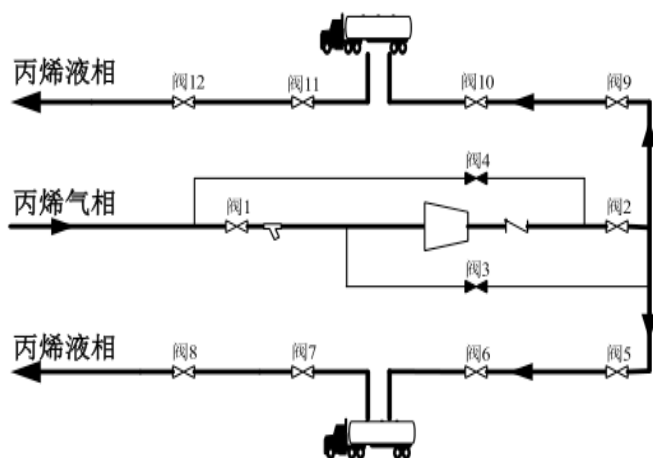


图1 丙烯卸车流程图

丙烯卸车站1月31日10:38时接到丙烯卸车生产任务, 操作人员于11:50时左右打开丙烯线的电伴热。1月31日12:18时丙烯车到厂, 操作人员对设备及罐车进行检查后, 连接鹤管。槽车司机打开紧急切断阀, 液化气体罐车用紧急切断阀, 显示当流量出现突然增大, 且超额定流量时, 丙烯罐车紧急切断阀会自动关闭。操作工打开压缩机入口阀1, 打开出口阀2、阀9、阀10、鹤管球阀、槽车球阀、阀11、阀12(流程见

图1), 并对流程进行确认。开压缩机前, 压缩机入口压力1.4MPa。12:23左右启动压缩机, 操作工听到压缩机声音异常, 并且压缩机顶部气阀室压盖有轻微泄漏, 随即压缩机联锁停机。由于开机到停机时间短, 操作人员没有来得及看现场压缩机出来压力表, 压缩机就出现联锁停机。内操通知维保人员到现场检查。维保人员到现场检查压缩机未发现异常, 要求操作人员再次开启压缩机进一步检查。操作工确认流程后, 12:38左右再次开启压缩机, 丙烯立即从气阀室压盖处泄漏^[1]。

1.2 压缩机基本情况

该机组为2016年新增设备, 设有三个联锁开关(润滑油压力低0.15MPa; 进气压力低0.2MPa; 排气压力高1.85MPa), 上次大修时间为2017年12月13日, 2018年12月15日对机组进行保养(气阀、填料的检查), 2019年12月13日保养更换润滑油及机油滤芯, 2020年12月22日对机组进行保养(气阀、填料的检查)。

1.3 拆检情况



图2 气阀盖垫子撕裂

停机后对设备泄漏位置进行拆检, 发现排气端气

阀室盖密封垫片撕裂（图 2），曲轴、轴承、轴瓦、活塞杆、活塞进行检查测量，未发现异常；进气阀、排气阀进行试漏，压缩机进行氮气气密均正常。查历史趋势，12:23 分丙烯压缩机排气温度超量程 150℃（图 3），压缩机出口压力均在 0.396MPa，出口压力引压点手阀（图 4）未开，出口压力变送器未投用。



图 3 温度历史趋势



图 4 引压点手阀未开

2 原因分析

压缩机气阀压盖泄漏的主要原因是气阀盖垫撕裂导致的，造成气阀盖垫子撕裂的主要原因有以下几点：气阀盖垫片选型不符合要求；压缩机运行时系统超压。

2.1 气阀盖选型分析

表 1 垫片类型选配表

垫片型式	公称压力 PN	公称尺寸 DN (A,B)	最高使用温度 (℃)	密封面型式	密封面的表面粗糙度 Ra (μm)	法兰型式
------	------------	------------------	---------------	-------	----------------------	------

非金属	橡胶垫片	≤ 16	10-2000	200	突面、凹面 / 凸面 榫面 / 槽面、全平面	3.2-12.5	各种型式
	石棉橡胶板	≤ 25		300			
	非石棉纤维橡胶板	≤ 40		290			
	聚四氟乙烯板	≤ 16		100			
	增强柔性石墨板	10-63		650	突面、凹面 / 凸面 榫面 / 槽面	3.2-6.3	

本次故障机组气阀盖垫片选用纤维橡胶板，尺寸为 20cm*30cm。查 2009 版标准 HG/T20614，垫片类型选配表（表 1），非石棉纤维橡胶板符合选用标准。

2.2 压缩机运行压力分析

由于现场仪表手阀未打开，压缩机压力无实时记录，仅能通过操作过程进行分析，操作过程如下：

丙烯卸车从 2021 年 1 月 13 日停卸到 2021 年 1 月 31 日，中间停了 18 天时间。1 月 31 日丙烯卸车到厂后，操作人员提约半小时开电伴热，打开压缩机入口阀 1，打开出口阀 2、阀 9、阀 10、鹤管球阀、槽车球阀、阀 11、阀 12，开启压缩机。

分析以上过程有两个错误，第一由于伴热时间短，造成压缩机入口线中的丙烯没有完全气化，压缩机入口线内存在气液相丙烯，压缩机启动后会将液相丙烯带入丙烯罐车，冲击丙烯罐车罐内的紧急切断阀，造成丙烯罐车紧急切断阀自动关闭，致使压缩机憋压联锁停机，造成压缩机气阀室压盖垫片损坏，第二压缩机时没有要求打开阀 3（往复式压缩机返回线）致使压缩机带载荷启动，当遇到异常情况时，如丙烯车紧急切断阀关闭，就会造成憋压。

根据丙烯气体特性，压强与温度成正比，压缩机出口温度显示超过 150℃，根据曲线判断出口压力已超出设计值。故综合以上原因可判断本次压缩机泄漏

故障原因为误操作导致压缩机气阀出口压力瞬间升高造成气阀盖垫片撕裂造成。

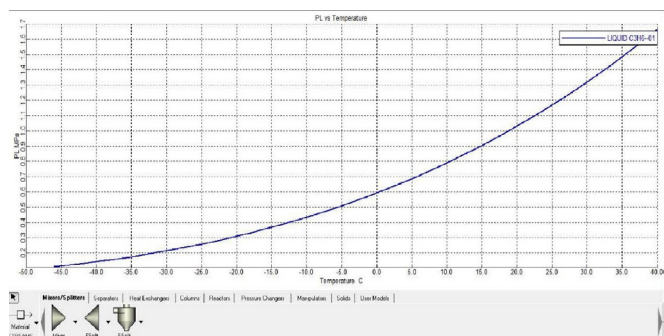


图5 丙烯的饱和蒸气压与温度的曲线图

2.3 原因分析

2.3.1 异常情况处置不当

第一次压缩机联锁停机后，未查明原因，并在发现轻微泄漏的情况下，盲目的再次开机，导致丙烯泄漏。

2.3.2 压缩机岗位操作法不完善

由于压缩机卸丙烯当初设计时，压缩机出口上四通阀的作用是卸完丙烯抽残，四通阀能起到压缩机进出口流程对调，即压缩机入口变出口，出口变入口，流程改动后，可以将丙烯车内剩余气体抽出，降低丙烯车的压力。后来由于考虑到四通阀存在故障率高，可能造成丙烯泄漏，通过设计变更，去除了四通阀切换流程作用，增加了两个跨线阀，分别是阀3和阀4，用于抽残流程改动使用。所以之前开压缩机时没有要求打开阀3。致使压缩机带载荷启动，当遇到异常情况时，如丙烯车紧急切断阀关闭，就会造成憋压^[2]。

2.3.3 对长时间停用压缩机的开机风险识别不足

没有要求操作人员要保证电伴热有足够的加热时间，使压缩机入口线的液相丙烯充分气化后才能开压缩机。出现异常情况汇报不及时，在压缩机联锁停机后，没有及时汇报班长及管理人员，只是联系维保单位进行检查。

2.4 整改措施及效果

梳理岗位操作法，细化开机前检查表，规定开启加热时间，细化流程内容，补充压缩机出口与槽车压力检查内容，对梳理出的其他问题进行修订。

对排查出的压力变送器未投用问题，由于DCS画面不在公共服务部液化气装车站，操作人员就将阀门关了。对于这样的问题：举一反三，全面进行检查，将压缩机的DCS信号引到液化气装车站内操室、增加

压缩机出口温度报警联锁、增加压缩机入口分液罐液位显示和报警。

以上过程仅针对故障进行原因分析，纵观整个事故情况，问题的根本出现在成品库区装卸台的管理上，由于装卸台的特殊环境，往往是四方人员共同管理地带，检维修队伍、装卸承包商、业主以及运输公司，管理界面模糊不清晰，造成的问题就是谁也不管，看到问题也不进行处理，这就是造成事故发生的根本原因。针对这个情况我们进行了以下整改：

以建立管理组织架构为契机，彻底理清检维修队伍、装卸承包商、业主以及运输公司界面分工，完成职责分工表，同时完成岗位安全责任制，什么岗位承担什么样的安全职责，确保各方明确自身的职责。再通过以下两个手段完成管理融合提升。一是加强承包商管理，压实承包商安全管理职责。要求承包商领导每月到装置现场，全面参与现场安全生产的管理；每月召开承包商考核讲评会，及时沟通管理情况；每周要求承包商项目经理，汇报协调问题，安排工作，确实压实承包商的管理；二是强化员工培训，提升各级员工的技能水平、操作水平，包含检维修队伍、装卸承包商、业主以及运输公司四个单位人员。开展工艺流程、设备操作、异常情况判断、异常情况汇报流程等方面的强化培训，进一步优化培训方案，采用理论加实操的方式培训，并对培训效果进行测试，业主人员现场提供帮助及监督考核。

经过管理层面整改，成品库区的整个管理面貌得到根本性扭转，成品库区装卸压缩机及其他设备未出现故障，直至发稿平稳运行29个月。

3 总结

成品库区装卸区域因其特殊性，容易成为管理盲区，导致管理界面不清、业主甩手等现象，本文通过对丙烯卸车输送压缩机事故的剖析，以强化承包商管理为抓手，通过人员培训、隐患排查整改，落实岗位操作法、风险识别等做法，理清成品库区的管理流程，大幅提高设备的可靠性，减少成品库区管理混乱造成的风险，为库区安稳运行奠定坚实基础。

参考文献：

- [1] 李洪深, 刘鹏, 李十中. 氢气压缩机气阀断裂分析及试车方案改进 [J]. 压缩机技术, 2022(03).
- [2] 曹杰杨, 艳君郭, 双宇, 董少永, 刘江. 往复压缩机气阀维修及中体排放气再利用 [J]. 化学工程与装备, 2022(12).