

丙烯压缩机制冷试车及管道改造

高宇宏

(华陆工程科技有限责任公司, 陕西 西安 710065)

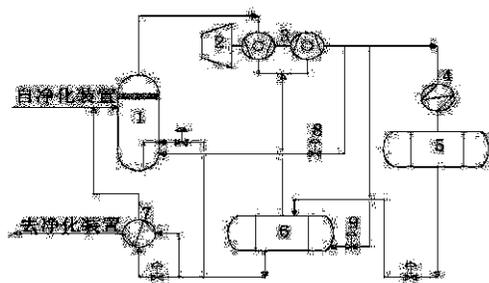
摘要:通过对丙烯压缩机试车现象分析,改造防喘振阀及相关管道布置,排查汽轮机转速仪表设置,调整仪表测速系统,消除喘振,实现制冷系统正常运行。

关键词:丙烯压缩机试车; 冷冻; 喘振; 管道; 转速仪表

2008年冬,北方某公司60万吨/年甲醇装置试车,其中为低温甲醇洗(净化)单元提供冷量的丙烯压缩机制冷单元(简称冷冻站),前后多达九次试车均不成功,最终原因出乎预料。下面通过其中重要的几次试车出现的现象,加以分析并对其中的关键整改做一总结。

1 流程简述

从净化单元来的气相丙烯与丙烯过冷器壳侧排出的气相丙烯混合后进入入口分离器,顶部气体进入丙烯压缩机一段。由丙烯中间闪蒸槽出来的气相丙烯气体与压缩机一段出口气体混合后进入二段,压缩后,出口气相丙烯压力为1.8MPa、温度88℃。经过冷凝器冷凝后进入丙烯缓冲槽,其后部引出的液相丙烯减压后进入丙烯中间闪蒸槽闪蒸降温,丙烯液体则分别送往入口分离器和丙烯过冷器。往过冷器的液相丙烯一路进入过冷器管程;另一路减压后进入过冷器壳程用来冷却管程丙烯。出丙烯过冷器壳程丙烯为气相进入入口分离器。出管程丙烯为液相,温度-20℃,压力0.35MPa离开界区作为净化工段中丙烯冷却器的冷源。



1-丙烯分离器; 2-汽轮机; 3-丙烯压缩机;
4-丙烯冷凝器; 5-丙烯缓冲槽; 6-丙烯闪蒸罐;
7 丙烯过冷器; 8-一段防喘振阀; 9-二段防喘振阀

图1 冷冻站流程示意图

为防止压缩机喘振,采用了两段防喘振回路,压缩机出口经一段防喘振阀进丙烯入口分离器为一段防喘振,经二段防喘振阀进丙烯闪蒸罐为二段喘振回路。

2 压缩机技术参数(正常工况)

进口流量/ Nm³/h: 66715

进口压力/ MPa (A): 0.12

进口温度/℃: 25.62

出口压力/ MPa (A): 1.8

压缩比: 15

主轴转速/ r/min: 4425

一阶临界转速/r/min: 2986

二阶临界转速/ r/min: 8310

最大连续转速/ r/min: 4752

3 试车过程及对策

(1)第一次试车:11月28日夜,环境温度约-15℃,装置丙烯系统氮气置换合格,丙烯液从罐区导入冷冻站丙烯缓冲槽,压缩机辅助系统准备完毕后,将冷冻站与净化单元隔离。微开一段防喘振阀和二段防喘振阀给冷冻站系统充入丙烯气。当系统压力为0.35MPa时启动机组,此时丙烯分离器和闪蒸槽内无液位。当转速升至1500r/m时,压缩机二段出口止回阀阀板出现严重撞击声,运行15分钟后无明显减弱,停车处理。

原因分析及对策:安装在一段和二段防喘振管线之后的二段出口止回阀,其阀前压力随着防喘振阀开度变化较大,当此压力升高后又迅速降低时,阀瓣被反压,撞击阀体。将止回阀移至防喘振阀引出口上游后,防喘振阀调节时,止回阀后泄压,有利于阀瓣打开,撞击声消除。

(2)第二次试车:为提高二段出口压力,将闪蒸槽和分离器液位分别保持在15%和27%时,启动1500r/m暖机,现场发现压缩机一段和二段入口过滤器有明显的管道震动

声，压缩机管道摆动，而且每提速 100r/m，上述现象就更明显。暖机 50 分钟后，开始缓慢提升转速。机组的临界区域为 2600~3300r/m，当升至 2100r/m 时，提速过临界，当 3000r/m 时，不能快速通过临界转速，在 3000r/m 上下停留。此时，关闭防喘振阀至一定程度时，压缩机入口流量变为零瞬间又变为满量程。轴承振动明显加大，现场发现机组气流发出明显周期性脉动声，机组处于喘振工况，要求中控室立即打闸停车。

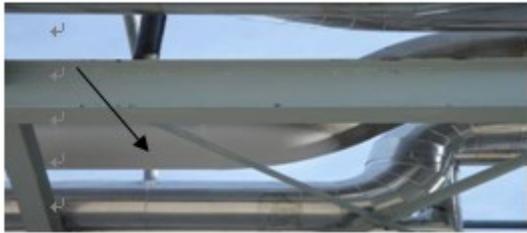


图 2 二段防振震管道丙烯凝液痕迹



图 3 改造后的二段防喘振管道 U 型液封



图 4 改造后的二段进口补气管线与二段入口管线

原因分析及对策：(1) 压缩机入口管道低点积液，且未设计导淋阀无法及时排出，造成液击；(2) 因闪蒸槽布置高于压缩机，二段防喘振气去闪蒸槽管线有丙烯液倒入二段出口，见图 2，增加 U 型液封，见图 3；(3) 二段进口补气管线与二段入口管线错位进入压缩机二段入口，减小气流对撞

可能引起的振动，见图 4。(4) 一段防喘振阀偏小，由 10” 更换为 12”，增加流量 (5) 为加大蒸发量，更换深入丙烯分离器底部的防喘振管线，将此管线下部的开孔孔径大量缩小，同时增加开孔数量，确保流通面积。

(3) 第三次试车：机组升速至 4400r/m 后，一段入口流量维持 45000~55000 Nm³/h，温度为 5~-5℃ 波动，压力为 0.5 MPa。一段出口温度和压力分别为 2.5℃，0.8MPa。二段入口流量 68000~70000 Nm³/h 波动，温度 38℃，压力 1.05 MPa。前期根据二段出口丙烯含量分析结果，推测可能是系统内部惰性气体含量过高，机组对惰性气体做功，使得系统温度和压力不能降至正常值，所以采取系统高点放空后，检测系统丙烯含量接近 99%。但一段入口温度和压力还是不能降至设计值 -35℃，0.12 MPa；整个机组运行过程中，在 PLC 系统一段防喘振阀的调节画面上，一段的工作点一直落在喘振区域内。二段防喘振阀也可正常关闭，即使旁路关闭，其画面上指示工作点亦在防喘振区域。

难道压缩机设计制造存在问题？经过制造商反复核对后确认没有问题；难道丙烯分离器蒸发量不够，经冷冻站设计方复核丙烯分离器能力依然满足原始启机所需的最小蒸发量。会不会问题出在通常一些简单而又被忽视的方面？

果真在排查机组仪控系统时，发现汽轮机的转速测速齿轮有 60 个，而转速仪表却按 30 个齿轮设置，因此机组实际转速只是所显示转速的一半，从而导致机组吸入流量很低，动力不足。这就是为何当仪表显示压缩机转速为 4500 rpm 左右时，实际转速却停留在喘振区。在解决了这些问题后，2009 年 1 月 18 日中午阳光灿烂时分，试车顺利成功。

4 结论

造成丙烯压缩机试车不正常原因主要为：由于丙烯相变复杂，在冬季严寒地区试车，气体管道可能产生凝液，并积聚在管道布置形成液袋的底部，引起液击；压缩机管系柔性不合理产生振动；防喘振阀及设备设计选型问题；汽轮机测速齿轮和 DCS 设置不当造成压缩机喘振等。

参考文献

- [1] GB 50160-2008 石油化工企业设计防火规范[S].
- [2] GB/T 20801.1~6-2006 压力管道规范 工业管道[S].
- [3] HG/T20549-1998 化工装置管道布置设计规定[S].