

甲醇合成压缩机入口排液系统自动化升级改造

张军 张强

蒲城清洁能源化工有限责任公司, 陕西 渭南 714000

[摘要] 甲醇合成压缩机入口排液系统自动化升级改造, 不但能够保证压缩机处于稳定的运行状态, 而且对人员安全及整个装置安全稳定的重要意义。企业要认识到系统升级改造的重要性, 对系统进行全面升级优化, 提高其整体运行效率。鉴于此, 本文主要对甲醇合成压缩机入口排液系统自动化升级改造的原理和系统进行了综合方面的阐述, 重点对甲醇合成压缩机入口排液系统自动化升级改造实施效果展开深入分析。

[关键词] 排液系统; 自动化; 升级改造; 意义

DOI: 10.33142/sca.v5i2.6142

中图分类号: TQ440.5

文献标识码: A

Automatic Upgrading of Inlet Discharge System of Methanol Synthesis Compressor

ZHANG Jun, ZHANG Qiang

Pucheng Clean Energy Chemical Co., Ltd., Weinan, Shaanxi, 714000, China

Abstract: The automatic upgrading of the inlet discharge system of methanol synthesis compressor can not only ensure the stable operation of the compressor, but also is of great significance to the safety of personnel and the safety and stability of the whole unit. Enterprises should recognize the importance of system upgrading, comprehensively upgrade and optimize the system and improve its overall operation efficiency. In view of this, this paper mainly expounds the principle and system of the automatic upgrading and transformation of the inlet discharge system of methanol synthesis compressor, and focuses on the in-depth analysis of the implementation effect of the automatic upgrading and transformation of the inlet discharge system of methanol synthesis compressor.

Keywords: drainage system; automation; upgrading and transformation; significance

引言

蒲城清洁能源化工有限责任公司成立于 2008 年 11 月, 是由陕西煤业化工集团公司和中国长江三峡集团公司共同出资设立的传统煤化工和石油化工深度融合的现代煤化工企业。公司一期年产 180 万吨甲醇制 70 万吨聚烯烃项目, 以长焰煤为原料, 组合采用国际国内先进的工艺和装备, 经甲醇制取烯烃, 生产用途广泛的聚乙烯、聚丙烯产品。作为全球首套使用 DMT0-II 技术和首次在同类装置采用 8.7MPa 水煤浆加压气化技术的大型现代煤化工项目, 具有高效低耗、节能环保的显著特点, 是陕西省“十二五”重点建设项目。被评为 2018~2019 年度第一批国家优质工程金奖, 是西北地区近十年唯一获此殊荣的工程项目。甲醇合成生产工艺属于化工流程企业, 更具有高温高压、易燃易爆、有毒有害、连续生产的特点。压缩机作为甲醇合成工艺流程中的关键设备, 其稳定运行关系整个系统的稳定运行, 甲醇合成反应单程转化率低, 经过甲醇合成后的气体需经过气液分离装置进行分离, 未完全反应的合成气需经过循环气压缩机压缩后返回反应器循环利用, 未被完全分离的甲醇随着工艺及经过压缩机压缩后, 会随着工艺气一起进入甲醇合成塔, 跟随循环气以及入口的新鲜工艺气一同参加后续的反应, 造成一系列的问题。因此, 对甲醇合成压缩机入口排液系统自动化升级改造势

在必行。

1 甲醇合成压缩机入口排液系统自动化升级改造的原理和系统

1.1 甲醇合成压缩机入口排液系统自动化升级改造的原理

甲醇合成压缩机入口排液系统自动化升级改造的基本原理是通过在循环气压缩机入口管线的低点处, 通过管线导淋系统, 将低点的甲醇液体及与其混合的工艺气气体通过压缩机入口管线的导淋及管道引入到一个高压的缓冲罐中, 在该高压缓冲罐中, 液态的甲醇和气态的循环气气体得到充分分离, 甲醇液体因为质量较重而沉积聚集到高压缓冲罐的底部, 高压缓冲罐分离出来的气态循环气组分则因为质量轻上升并聚集至高压缓冲罐的顶部。高压缓冲罐顶部通过管道与压缩机入口管线相连, 其底部则与低压储液罐相连, 顶部聚集的气态组分通过高压缓冲罐的顶部的管道返回至压缩机入口, 返回甲醇合成系统, 继续进行反应, 而高压缓冲罐底部聚集的甲醇介质则通过缓冲罐底部的管线输送至低压储液罐中。高压缓冲罐设置有液位计及液位连锁装置, 当缓冲罐的液位达到了连锁液位后, 缓冲罐底部的液相管线上的设置的调节阀就会自动打开, 将缓冲罐中的甲醇液体通过罐内的高压输送至低压的储液罐中, 当高压缓冲罐液位到达低液位连锁值后, 高压缓

冲罐的底部排液调节阀就会自动关闭,从而停止排液,从而实现了自动化排液的要求,并且杜绝了高压气相介质进入到低压系统的风险,在低压储液罐中也设置有相同的液位连锁装置,从而实现了储液罐中的甲醇液的自动排放至工艺废液罐中,为防止高压缓冲罐至低压储液罐中间的调节阀出现故障,出现高压窜低压的情况,在储液罐的顶部设置有保证系统压力的安全阀,当发生高压的缓冲罐介质进入到低压的储液罐中时,储液罐顶部的安全阀就会自动开启泄压,保证系统的压力安全。

1.2 甲醇合成压缩机入口排液系统自动化升级改造工艺流程

为适应公司全系统生产“安稳长满环优”的总体要求,车间根据自身情况,将生产中心系统全流程存在的问题进行了细致的分析与梳理,整理出影响系统“安稳长满环优”运行的瓶颈问题进行了全员参与的大讨论,针对甲醇装置运行的瓶颈问题:1. 甲醇合成催化剂使用寿命短;2. 循环气压缩机因入口带液情况导致压缩机运行稳定性得不到保证;3. 甲醇合成副反应多,生成的石蜡对系统影响大;4. 压缩机入口人工排液存在高压窜低压的安全风险。为从根本上解决以上问题,车间成立了专项攻关小组,经过不断的研究分析及调研和摸索,确定该四项问题的根本原因就是压缩机入口排液系统的问题。经过不断完善,最终形成的详细的工艺流程图。

(1) 含甲醇工艺气进入缓冲罐

工艺气经甲醇合成塔,在甲醇合成催化剂的作用下发生甲醇合成反应,生成甲醇,工艺气及反应生成的气相甲醇介质从甲醇合成塔(721R103)出来后,经过空冷器(721AE101)及水冷器(721E104)两级冷却后,混合介质整体温度降低至45℃以下而进入粗甲醇分离器(721D102),而甲醇的凝结温度为120℃,故进入粗甲醇分离器内部甲醇介质已凝结为液态,在粗甲醇分离器内件的作用下,绝大多数甲醇液会与工艺气组分分离,通过粗甲醇分离器底部的液态甲醇输送管线输送至后面的精馏系统,而存在少量的甲醇液体随着工艺气从粗甲醇分离器(721D102)的顶部进入到循环气压缩机的入口管线中,而压缩机入口管线中设置有低点,因为液态甲醇比重大于气态的工艺气,液态的甲醇介质就会在压缩机入口的低点处凝结,然后混合着部分工艺气介质通过低点原有的导淋进入到导淋管线,而新设置的高压缓冲罐水平高度低于压缩机入口管线导淋的高度,故甲醇介质会自流进高压缓冲罐(721D104)中,因为进入高压缓冲罐中后,整体体积变大,气液混合两项的气量有限,气体流速会降低,甲醇液因为重而下沉,工艺气因为轻而上浮。从而实现气液两项的分离。

(2) 高压缓冲罐中工艺气返回压缩机入口管线

工艺气在高压缓冲罐(721D104)中因为比重轻于甲

醇液而上浮至高压缓冲罐的顶部,当高压缓冲罐中的甲醇液体液位上涨后,高压缓冲罐顶部管线与压缩机入口管线相连接,顶部的工艺气就会通过罐体顶部的气相管线返回到循环气压缩机入口管线中,当高压缓冲罐的内部压力低于压缩机入口管线压力时,则管线上的止逆阀关闭,保证压缩机入口管线的工艺气不会倒流至高压缓冲罐中。

(3) 高压缓冲罐中甲醇排放至低压储液罐

高压缓冲罐(721D104)上安装有液位计及液位连锁装置,当缓冲罐中的液位高于系统设定的液位上限后,高压缓冲罐底部液相管线上安装的排液调节阀就会自动打开,将高压缓冲罐中的甲醇液体排放至低压储液槽(721D105)中,为保证低压储液槽不出现超压风险,在高压缓冲罐排放调节阀后设置有限流孔板来防止排液速率过快导致罐体超压,并在低压储液槽顶部设置有超压安全阀,在压力升高时及时排放,保证储液罐的压力在合适范围内,当高压缓冲罐中甲醇液位低于设定液位下限后,排液管线的排液调节阀自动关闭。

(4) 低压储液槽甲醇排放

低压储液槽(721D105)安装有液位计及液位连锁装置,当储液槽液位高于设定的液位上限后,储液槽排液管线上的排液调节阀自动打开,将储液槽内甲醇介质自流排放至工艺废液罐(常压),当储液槽液位下降直至低于液位设定下限后,调节阀自动关闭,从而切断储液槽向工艺废液罐的排液。

2 甲醇合成压缩机入口排液系统自动化升级改造实施效果

2.1 压缩机及合成系统安全稳定运行

设备的安全稳定运行是整个系统安全稳定运行的基础,而设备能够在最优的工况下运行时保证设备安全稳定运行的重要条件。为保证甲醇合成压缩机在最优工况下运行,压缩机入口排液系统的自动化升级改造是至关重要的一个组成部分,自动化升级改造投用后,压缩机系统运行稳定,再没出现过因压缩机入口带液造成压缩机震动及其他情况出现。2020年进行系统性检修过程中,根据计划对压缩机进行了拆解检查,压缩机内部各零部件检查完好,无冲蚀、磨损、堵塞情况,且压缩机干气密封及密封气管线检查情况良好,无因带液而造成的相关问题出现。

2.2 甲醇合成系统安全稳定运行

流程化的生产企业,只有在系统在满负荷长周期的生产运行情况下才能实现生产效益的最大化,在进行了压缩机入口排液系统自动化升级改造之后,甲醇合成系统副反应明显减少,最为明显的表征就是粗甲醇分离器及分离器后过滤器的堵塞情况,在2020年系统性检查中,针对粗甲醇分离器的堵塞情况进行了检查,相较以往已有明显改观,且甲醇合成生产的后续系统的石蜡也明显减少,原设计情况下,粗甲醇过滤器需每2天清理一次石蜡,在极端

工况下,需每天进行清理,在进行了甲醇排液系统自动化升级改造后,现已实现粗甲醇过滤器每月清理一次,且石蜡含量明显降低。

“稳定是大前提”。对于化工流程性企业来说,只有稳定才有效益,自动化升级改造后的甲醇合成装置生产运行的稳定性大大提高,作为公司成产高产稳产的先进工段,突发故障基本杜绝,原来满现场紧急清理“救援”的情况现场基本杜绝,车间生产实现“安稳长满优”。

2.3 甲醇合成系统增产增效

(1)装置长周期运行创效。自2019年压缩机入口排液系统投用以来,甲醇合成系统再无因系统原因非计划停车,平均可增加有效生产日5-7天/年,估算仅此一项可实现利税增加值1200万元/年。

(2)减少设备非计划检修降耗。企业设备突发故障明显减少,生产运行平稳,未发生因设备原因造成的非计划停工,压缩机核心设备运行稳定。设备问题对生产的影响(故障强度测算)逐年减少,造成的价值漏损逐步降低。

(3)催化剂寿命加长创效。自甲醇合成压缩机入口排液系统自动化升级改造之后,催化剂的使用寿命的到明显加强,催化剂的使用寿命由原来的24个月延长至现在的28个月,平均每炉催化剂价格为2000万元,折合因催化剂寿命延长可节省200万元/年。

(4)系统回收甲醇增产。原粗甲醇分离器未能分离出测甲醇,大多数随着工艺气返回合成系统,对系统造成安全成产隐患,排液自动化升级改造后,每天回收甲醇约10吨,折合人民币350万/年。

以上合计测算,本项目产生经济效益估值每年在一千八百万元以上。

2.4 系统及人员安全得到有效提高

(1)合成系统安全得到保证,该技术改造针对甲醇合成系统原来存在的系统性问题进行了针对性的改造提升,实现了该排液系统的自动化无人操作,避免了因为人的原因造成的系统故障,且从本质上提升了系统运行的稳定性,提高了整个甲醇合成装置的安全性,甲醇合成系统的满负荷长周期运行得到了有效保证,减少甚至杜绝了系统的非计划停车次数,实现了甲醇合成系统的连续、满负荷、安全稳定运行。

(2)甲醇合成后系统安全得到保证,该技术的投用,从根本上杜绝了甲醇循环气压缩机入口排液系统排液过程中的高压窜低压的情况,将原系统可能导致后系统工艺废液罐超压的可能性降低为零;且该技术的投用,甲醇合成副反应减少,甲醇介质带到后系统的石蜡量也显著减少,后系统的安全运行得到有效保证且实更是将这一项目从

实现目标、提升管理、提高技术、实现自动化等目标实现了有机结合。

(3)操作人员安全得到有效保证,该技术投用后,将原来需要人工进行开关排液系统导淋阀的工作实现了自动化,不但减少了人工作业的工作量,且实现了操作人员的安全。

3 结束语

在化工生产流程行业越来越追求采用大规模生产的今天、在装备制造业快速发展的今天、在国家倡导“节能减排、高效生产”的今天,为保证生产装置成本更低,新建生产装置会随着各方面技术地成熟与进步,不断的向更大的规模迈进,在中小生产装置不甚明显的压缩机入口带液问题,会因为单套装置体量的增大而凸显出来,其对整套装置的“安稳长满环优”运行的影响将更加凸显出来。

蒲城清洁能源化工有限责任公司180万吨/年甲醇合成装置作为国内乃至国际上现运行规模最大的甲醇合成装置之一,该装置在使用了该套自动化排液系统后,如上所述,从多个方面得到了有效提升和改善;且该套装置相比于其他方式改善压缩机入口带液问题的方案(扩大入口分离器规格或者增加并联分离器)而言投资更小、效果更好并且实现了自动化的要求,减少了人工操作的成本和风险;并且其适应范围宽泛,不会因为生产装置的扩大而过大的改变原有自动化排液系统的规模;且该系统对介质属性要求不是特别苛刻,能适用于其他相似工况的压缩机。从而保证了该套自动化排液系统的适用型和通用性,进一步提升系统运行的效率与稳定性。

[参考文献]

- [1]田锋,朱中正,王浩,等.甲醇合成装置工艺废液罐超压风险分析及解决措施[J].煤化工,2020,48(5):84-86.
 - [2]弓定振.合成气压缩机干气密封失效分析和改造[D].大连:大连理工大学,2016.
 - [3]熊华敏.甲醇合成系统在线清蜡与停车清蜡[J].化工设计通讯,2013,39(5):74-76.
 - [4]惠樱花.甲醇合成系统存在问题及工业化改进措施[D].西安:西北大学,2019.
 - [5]余建良.甲醇合成在线除蜡问题分析与工艺优化[J].天然气化工(C1化学与化工),2020,45(6):52-57.
 - [6]张标.甲醇合成系统在线清蜡效果的研究[J].化工设计通讯,2015,41(4):29-32.
- 作者简介:张军(1987.12-)男,汉族,中级工程师,大学本科,研究方向:化工机械。