

关于水煤浆烧嘴泄漏检测的研究

赵海权 汪晓娥

国家能源集团宁夏煤业甲醇分公司

摘要: 本文对公司烧嘴冷却水在线分析在烧嘴初期出现泄漏无法正常检测的问题, 通过现场分析和总结, 采取针对性的措施解决此项制约安全的瓶颈问题, 为烧嘴的安全运行提供可靠的数据支撑, 保障气化炉的安全运行。

关键词: 气化炉; 烧嘴冷却水; 在线分析

宁夏煤业甲醇分公司气化装置采用华东理工大学研发的水煤浆四喷嘴对置式气化技术。该装置通过菲鲁瓦隔膜泵将水煤浆加压至 4.2 MPa 运行压力, 并维持在 50℃ 的运行温度。同时, 来自空分装置的氧气经总管分配至三台气化炉的烧嘴支管, 氧气运行压力为 6.2 MPa, 温度保持在 25℃。在气化炉内, 水煤浆与氧气在 900 ~ 950℃ 的高温条件下发生气化反应, 最终生成粗煤气。

1 概述

宁夏煤业甲醇分公司气化炉烧嘴在运行期间采用脱盐水冷却系统, 以确保烧嘴温度处于安全运行范围内。该系统的联锁保护逻辑采用“四选二”模式, 即通过监测烧嘴冷却水入口流量、出口流量、入口压力及出口温度 4 个参数中的任意两个异常来触发联锁保护。

然而, 实际运行中发现, 当烧嘴出现初始微量泄漏时, 现有联锁条件往往无法及时触发保护动作。根据原设计, 烧嘴微量泄漏的检测主要依赖烧嘴冷却水 CO 在线分析仪, 该仪表作为关键监测设备, 本应通过检测冷却水中 CO 含量变化实现泄漏预警。但实际运行表明, 在烧嘴发生泄漏时, 该分析仪经常无法准确检测 CO 含量, 导致无法提供有效的预警数据, 从而影响烧嘴的安全稳定

运行。这一现象表明, 现有联锁保护机制和在线监测系统在应对烧嘴初期泄漏时存在不足, 需进一步优化检测手段或改进联锁逻辑, 以提高系统的可靠性和安全性^[1]。

2 现状和原因分析

现场设置的 CO 在线分析检测装置为某品牌 X-Stream X2FD 分析仪, 预处理装置采用文丘里抽引式原理, 依靠取样点和抽引点的压差保证样品的正常流动实现对样品的采样, 每套预处理装置设置两个流路, 样气进入预处理系统通过缓冲装置稳定样品的流速, 然后进入气液分离系统对样品中的水进行分离, 分离后经 CaCl₂ 干燥进入气体分析仪进行测量, 测量完成后进入火炬系统。

运行期间几次烧嘴出现泄漏时, 烧嘴冷却水无法正常检测出 CO 含量, 正常运行期间需要现场操作人员手动在烧嘴冷却水罐使用便携式气体检测器进行手动测量, 判断烧嘴的泄漏情况。针对在线分析运行期间无法正常测量的问题, 组织技术人员进行分析, 通过结合现场仪表的安装现状和仪表的测量原理, 使用排除法逐个进行验证, 解决此项制约装置安全生产的瓶颈问题。

2.1 采样管线太长, 导致检测滞后

现场分析小屋安装位置为气化装

置一层, 在线分析仪取源装置烧嘴冷却水罐现场位置为气化装置框架九层, 直线距离达到 50 m, 现场取样管管路配置总长度达到了 80 m, 取样管线的多个 90° 弯头在样品流动过程中导致气阻增加, 分析认为取样管线过长为可能导致无法正常测量。针对此项分析的可能原因, 停炉检修期间对分析小屋进行了整体的移位, 从气化装置框架的一层移到框架的 8 层, 移位完成后样品采样管长度在 15 m 以内, 在装置运行期间烧嘴出现泄漏, 验证在线监测仍然无法及时测量出 CO 的含量。

2.2 引流系统控制不稳定

现场采用文丘里抽引式进行采样, 每套预处理对应两个流路, 检测两台烧嘴的泄漏情况, 通过仪表风压力的调节控制抽引力的大小, 达到对样品流速的控制; 对照原操作手册将仪表风压力由 0.4 MPa 调至 0.6 MPa, 增加样品的流速。在装置运行期间烧嘴出现泄漏, 验证在线分析依然无法及时测量出 CO 的含量。

2.3 分析仪检测响应时间滞后

通过现场预处理系统的零点气和量程气入口通入标气检测分析仪运行情况, 通入零点气分析仪显示为 0 ppm, 通入 200 ppm 量程气分析仪 T90 时间小于 15 s, 使用零点气和量程气标定完毕后, 分别通入量程气的 25%、

50%CO 标气, 样气流量在 0.8 L/min 分析仪 T90 时间小于 15 s, 误差满足精度的要求, 现场确认分析仪不存在零漂的现象, 通过标气的校验和检测确认分析仪性能满足测量要求。

2.4 样品无法正常循环

现场将量程气通入烧嘴冷却水罐内, 模拟现场运行期间预处理系统取样的流程, 通过现场计时, 需要 10 min 分析仪才能检测出 CO 含量, 样品的测量严重滞后, 检测时间无法满足安全运行的要求。结合现场烧水冷却水现场工艺管道的配管情况, 烧嘴冷却水在经烧嘴换热后回到冷却水罐内然后回流至烧嘴冷却水泵入口缓冲罐, 垂直距离达到 60 m, 回流期间因直线落差导致在线分析取样点烧嘴冷却水罐本身形成负压, 取样点工作压力与原设计存在较大偏差, 在线分析原设计通过文丘里抽引式依靠样气和抽引区的压差进行流动, 分析认为因现场实际工作压力与原设计压力存在较大偏差, 导致烧嘴冷却水在线分析取样点与原抽引式后预处理装置之间压差小于设计压差, 因压差偏离原设计参数, 导致样品在取样管路内流速慢导致测量时间严重滞后, 同时因测量严重滞后分析仪系统响应时间不满足安全运行的要求^[2]。

3 解决策略

针对取样系统因偏离原设计导致样品流通速度迟缓的问题, 技术人员对预处理系统实施了系统性优化, 具体措施如下: 首先, 对烧嘴冷却水罐运行时的压力展开检测, 将实际数据与原设计参数进行对比分析, 以此明确压力偏差对样品流通的影响程度; 其次, 对取样探针进行结构优化。将探针头部由原先的斜切口改造为喇叭口形状, 这一改动有效增大了取样点的接触面积, 有助于提升样品采集效率; 同时, 结合 CO 分子量与空分气体接近的特性, 对取样口位置进行了调整, 将其设置在冷却水罐

液面上方 20 cm 处, 以确保采集的样品更具代表性。

针对现场实际运行工况, 经综合分析后, 将预处理系统的取样方式优化为电机拖动抽引泵抽引式。通过测量取样点压力, 并结合现场取样管线的长度、内径等参数进行计算, 确保抽引泵的性能能够满足在线分析对样品流速的要求。

优化后的样气预处理流程为: 样气首先进入初级汽水分离器 50WW; 随后, 抽引泵 EP100 所设置的旁路阀 NV100 会对样气压力进行调节, 同时通过 PG100 对样气压力进行检测; 接着, 样气进入旋风分离器 XG100 进

行二次汽水分离; 最后, 样气经无水 CaCl₂ 干燥处理后, 通过转子流量计进入在线分析仪。原预处理流程如图 1 所示, 改造后的预处理流程如图 2 所示。

4 效果验证

通过对整套预处理装置的取样探头、取压方式和汽水分离整体的优化和改进, 达到了稳定运行和可靠检测的效果, 运行期间两次出现泄漏, 在线分析仪都及时测量出烧嘴冷却水中的 CO 含量, 为工艺操作和烧嘴的运行提供稳定可靠的数据支撑, 指导工艺的紧急处置和计划性的停车工作, 保障了装置的

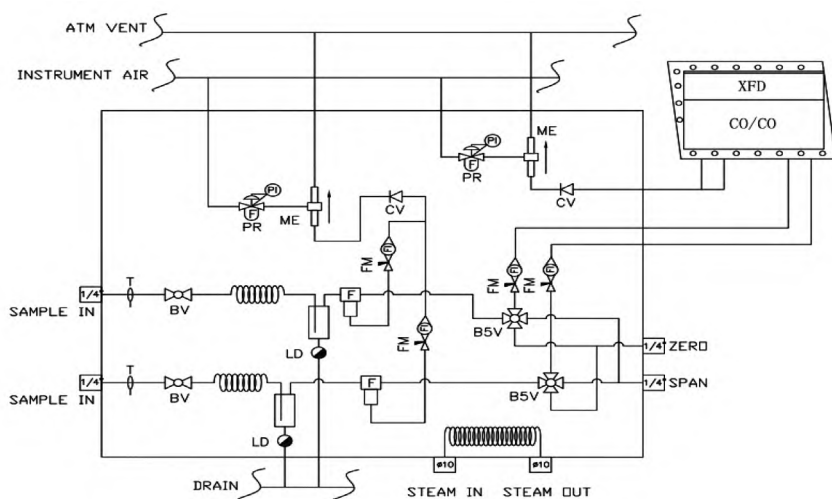


图1 原预处理流程图

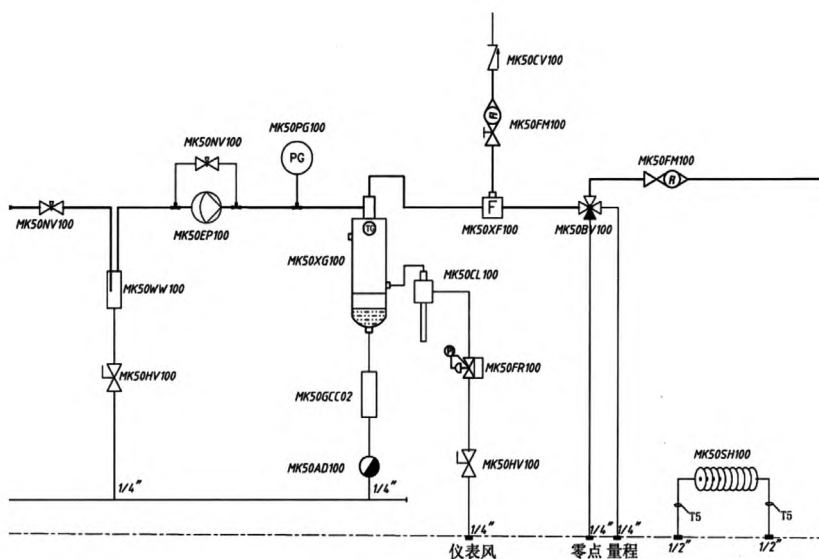


图2 改造后预处理流程图

安全稳定运行，避免了事故的发生。

5 结语

原设计采用的文丘里抽引式在节能方面表现优异，但由于现场实际工况波动较大，导致原预处理系统难以适应现场需求。在开展各类相关改造工作时，需先明确原设计的各项细节，进行重点分析与全面把握，再在此基础上实施针对性改进，方能达到事半功倍的效果。

需要特别注意的是，对于原设计内容不可轻易下结论，必须通过充分的

分析与论证，明确原设计的理念、思路以及其对规范标准的符合性。切忌在未完全理解原设计的情况下草率定论，否则极易在实际工作中产生错误观点。因此，应秉持“尊重原设计、理解原设计、优化原设计”的理念，确保现场各类问题得到有序解决。

结合现场实际情况，对于类似烧嘴冷却水的检测，为预防因烧嘴泄漏引发事故、保障安全运行，相关分析仪表在现场安装条件允许的前提下，取样点应尽量靠近检测点，以确保检测的及时

性与准确性，从而避免安全事故的发生。同时，分析仪表的“四定”工作必须严格依照管理制度执行，以此保障检测设备的可靠稳定运行，为装置实现安稳长满优运行提供有力支撑。

参考文献：

[1] 王芳. 化工自动化及仪表 [J]. 天华化工机械及自动化研究设计院主办, 2012, 7(39)18-19.
[2] 乐嘉谦. 仪表工手册 [M]. 2 版. 北京: 化学工业出版社, 1998.

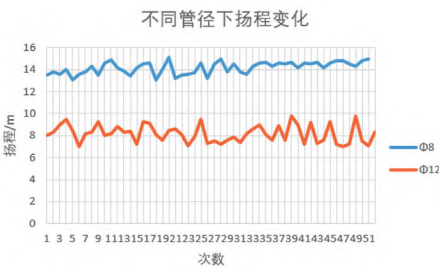
(上接 103 页)

验可能出现故障报警，所有试验操作及数据采集均在工作时间完成。

首先采用清水进行试验，起动装置后，水流冲进水箱产生大量气泡，持续运转了 2 h，设备循环启停约 80 次，期间没有故障发生，可以看到排气管内有气泡流通。第二阶段测试，陆续往水箱里投放测试准备的杂物，直至全部进入循环运转后，观测整个装置的运转情况。本身污水提升装置的水泵配置就含带了切割功能，所以从出口处用纱布承接打出的水，发现杂物已经在水泵的切割作用下打成碎片。目测到透明排气管道里积聚了一定量的絮状杂物但是可以看到依然有部分絮状物呈现流动趋向，期间还能看到气泡通过。随着试验时间加长，测试的水源逐渐变浑浊，透明管内的堵塞状况开始无法准确判断，在大约 3 个多小时基本看不到气泡流动，一小时后故障报警。拆卸冲洗管并清理管子里面杂物后再次运行。运转了 3 个工作日没有故障。随后停止测试，重



图 3 测试现场和压力数值



新换了一个泵体，其中排气孔加工为 12 mm。安装调试后在同样的环境中进行运转试验，持续 7 个工作日，没有故障报警。运行测试期间不定时数据采集，记录了水泵出口压力数值结果见表格，测试现场和压力数值如图 3 所示。

数据显示，排气孔会对出口压力有一定的影响，随着排气孔直径加大，泵出口压力降低。大排气孔有利于杂物的通过，能减少故障发生率。在 12 mm 的泵体上加载 10 mm 排气孔装置并重复之前测试，测试结果表明 10 mm 的排气孔能够满足抗堵塞及排气功能。综合试验数据以及大量订单参数，最终决

定修改产品结构设计，使用 10 mm 排气孔并进行小批量生产及测试，每一个型号批量生产 15 套，其中一套留在工厂测试台验证，其余 14 套由代理商寻找资源，在不同的客户现场进行验证。耗时 3 个月的验证结束后搜集各方反馈，改进后的污水提升装置解决了集气问题。

5 总结

产品在客户端的使用场景是不确定的，标准产品时刻面对着各种各样的挑战，发生故障不可怕，只需从故障中找出新的挑战点，及时更新优化产品。