

气相色谱仪系统在高炉煤气分析中的应用

Application of the Process Gas Chromatograph System in Analysis of BFG

张 达 陈美美

广东韶关钢铁集团有限公司计控部(广东韶关 512122)

摘 要: 介绍气相色谱仪系统的构成和 workflows, 阐述其测量原理, 重点分析气相色谱仪系统在高炉煤气分析中的应用及其在生产中出现的问題, 并提出解决方法。

关键词: 气相色谱仪 高炉煤气分析 应用

Abstract: The constitution and work flow of the process gas chromatograph system are introduced. The measuring principle of the gas chromatograph are described. Application of the system in the analysis of BFG and the troubles appearing during the process are emphasized. It is put forward how to solve them.

Key words: The process gas chromatograph Analysis of BFG Application

1 概述

2005年年底, 在韶钢7#高炉煤气管道上, 安装一套气相色谱仪系统。它用于在线检测高炉煤气中 N_2 、 CO 、 CO_2 、 H_2 的含量, 每隔2min自动向高炉控制中心提供一组准确、可靠的高炉煤气中各组份的百分含量。通过计算 $CO_2/(CO+CO_2)$ 的比值来判断煤气利用率, 控制焦煤比; 通过观察 H_2 的含量判断风口中小套高压水及炉身冷却壁常压水是否漏水。为高炉工艺人员的操作提供可靠的依据, 同时为提高产品质量、产量及安全生产起着十分重要的作用。

2 系统构成、原理及工作流程

2.1 气相色谱仪的系统构成及原理

气相色谱仪系统主要由取样与反吹装置和预处理系统、色谱柱和检测器、电气部件、数据处理部件、恒温箱等5部分组成, 如图1所示。

(1) 取样与反吹装置和预处理系统: 取样点是选

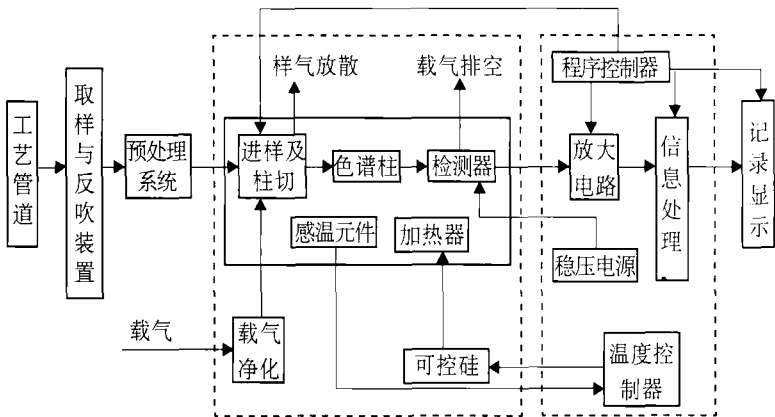


图1 气相色谱仪系统框图

择在重力除尘后布袋除尘前的煤气水平管道上, 分析仪小屋就设在离取样点15m的平台上, 系统采用双探头循环取样。探头过滤器为不锈钢过滤网, 过滤精度为 $20\mu m$, 在取样探头维护平台上配有由电磁阀和 $\phi 10$ 不锈钢管道组成的自动反吹系统, 按照程序对双探头进行循环吹扫(吹扫压力为 $0.7MPa$), 从取样探头到预处理所有样气管道及部件均使用蒸汽(压力为 $0.4MPa$)伴热。样气从取样探头被取出后(因系统是正压, 样气管道压力一般为 $160kPa$, 故不需增压装置, 如抽气泵), 先经不锈钢过滤网粗除尘, 再经手动三

通球阀,通过扳动球阀实现手动反吹取样管道及采样经气水分离器除去一部分水,水由分离器下面的电磁阀定时排出屋外,到压力表显示样气压力后至过滤精度为10 μ m陶瓷过滤器除尘;经隔膜式压力调节器调压后至电子制冷器降温除水,制冷器下有储水罐,须人工定时进行排水;再经干燥器除水后至纸质过滤器(过滤精度0.3 μ m),过滤后到主表检测。陶瓷过滤器及储水罐上均设有旁路经针阀及转子流量计放散。

(2) 色谱柱和检测器:色谱柱为气固柱,是靠吸附能力的差异对组分进行分离的,用碳分子筛作为吸附剂。检测器为热导式检测器(TCD),利用气体带走热敏元件的热量而使其电阻产生变化的原理进行检测。

(3) 电气部件:包括恒温控制器和信号衰减电路。TCD需要稳压电源和测量电桥。

(4) 数据处理部件:采用微处理器对组分信号进行处理并转换成标准信号输出。

(5) 恒温箱:为保证仪器有效工作,色谱柱、检测器等需要温度恒定,因此把这些对温度敏感的部件装入有保温结构的恒温箱中,由温度控制器进行恒温控制。控制精度达到 $\pm 0.03^{\circ}\text{C}$ 。

2.2 气相色谱仪的工作流程

高炉煤气经过取样和预处理装置除去污物和水变成洁净、干燥的样品,在载气(Ar)的携带下通过定量管把样品送入色谱柱,色谱柱利用气体中各种组分在色谱柱中的吸附系数不同而进行分离,组分分离后依次进入热导式检测器(TCD)。根据不同的物质热导率不同,其传热的能力也不同,因此气体中不同组分的热导率也不同。将热导率的变化转化为热敏元件电阻的变化,然后将电阻的变化转变为电量信号,微弱的电量信号经放大电路处理后进行数据处理,最后送显示记录器,并以4~20mA标准模拟信号输出给高炉控制中心。程序控制器按预先安排的动作程序控制系统中各部件自动、协调、周期地工作。温度控制器对恒温箱温度进行控制。

3 运行中出现问题的分析及解决

(1) 由于高炉休风检修时需用大量的氮气,且气相色谱仪系统所用的氮气管为管网支管与工艺合用,

工艺一休风压力就会降低。而氮气作为气动阀和平面六通转阀的气源,电气室与恒温室的辅助气,其压力要达到0.4 MPa才符合仪表要求。压力低导致色谱仪停止运行,需要人工恢复,经常停机不仅增加了维护强度而且还对色谱柱造成损害。利用高炉检修的机会,把色谱仪用的氮气管改接到氮气主管上去,并且不再用于其他方面,改造后一年来氮气压力没有出现降低问题。

(2) 色谱仪投运之初,仪表小屋内预处理蒸汽伴热管道经常出现冷凝堵塞现象,导致预处理系统的伴热效果不好,电子制冷器下的排水罐要频繁的进行人工排水,每3天就要排一次,且末级过滤纸易湿,一周就要更换,其他的过滤装置也要频繁地人工清理,造成运行成本和维护强度增加。而样气中含有过多水分进入主表会使色谱柱(吸附柱)的碳分子筛很快失效,造成仪表停运。经检查发现伴热蒸汽管道阀门出现大量泄露蒸汽,使得用于预处理伴热的蒸汽量减少,并且从仪表小屋外到屋内的蒸汽管道没有包扎保温层,天气变冷易造成蒸汽冷凝。通过更换漏的蒸汽阀及重新包扎无保温层的伴热管,使蒸汽伴热达到仪表要求。排水罐2个月才需排水一次,末级过滤纸可用到半年。

(3) 色谱仪运行初期,只用一瓶载气供气,造成每次载气用完需更换时,仪表因暂时无载气而停机,并且如果色谱仪通电后长时间没有载气,检测器中的热敏元件表面会因受热过度而氧化,吊丝发热拉长,使用时出现噪声,灵敏度下降,严重时烧坏热敏元件。利用2个气瓶通过三通阀、球阀控制共用一个输气管道,而且在载气管道的出口处装有填充活性炭的脱水器,达到干燥载气的目的,保护色谱柱(含水量高使吸附柱的碳分子筛很快失效)。当一个气瓶压力低于0.3MPa时,就打开另外一个气瓶供气,这样就会防止某一个载气瓶因换气时使仪表暂时无载气而造成仪表停机。

(4) 运行中出现色谱仪各个测量值逐渐降低的故障现象。首先检查有没有载气(Ar),发现载气主表压力为10MPa,负表为0.03MPa符合仪表检测要求;再对仪表通零点、量程气进行标定,发现标定

正常, 误差在允许范围内, 说明主表(色谱柱、TCD检测器、气动阀等)没问题; 再检查样气压力是否正常, 查看预处理部分的样气压力表为80kPa, 压力较低, 在工艺正常的情况下, 判断是探头或取样管道堵, 随即进行手动吹扫管道和探头, 10min后样气压力为150kPa, 超过100kPa符合仪表检测要求, 但故障现象依旧; 经过以上检查, 断定是预处理部分的问题, 而每次维护都带有便携式CO报警器, 如有煤气泄漏会报警, 所以认定预处理部分没有漏样气; 再检查进入主表检测前的样气流量计流量是否正常及经隔膜式调压器调节后的样气压力(即检查流量计前的压力表指示值)是否正常(正常值 ≥ 0.01 MPa), 发现流量很小(小于20ml/min), 压力值低于10kPa, 说明预处理部分的样气管道及气水分离器、过滤器、脱水器、冷凝器堵或者隔膜调压器调节不当, 逐一检查了预处理部分的样气管道及气水分离器、过滤器、脱水器、冷凝器, 未发现问题, 故断定是隔膜调压器的问题。打开隔膜调压器, 发现调压弹簧已经很紧, 无法再调。判断因弹簧调节最大压力为0.01MPa, 调节后的样气又经过长期使用的脱水器、冷凝器及管道, 样气有些损失, 所以造成主表前的样气压力低于0.01MPa, 无法测量。经过与厂家协商, 更换了弹性大的弹簧, 调节压力在10~50kPa, 仪表恢复正常。

(5) 色谱图(色谱仪进样后色谱柱流出物通过检测器时产生的响应信号与时间的关系曲线图为色谱图)的基线(仅有载气通过检测器时系统产生的响应

信号曲线为基线)不正常。首先查看恒温炉的温度是否稳定, 我们设置的温度为65℃, 一定要等到炉温达到65℃才能开启TCD检测; 接着要查看载气的压力是否正常, 载气负表压力为0.03MPa才符合仪表检测要求, 再看载气的过滤器是否脏或潮湿, 及时进行更换; 如果载气压力和载气没问题则把分析仪外面的排放管线断开, 再查看基线正常否, 正常则表示分析仪外部的排放管线有堵塞, 要及时清理; 不正常再通标准气查看基线是否正常, 若正常则说明样气预处理和取样探头部分堵塞, 若不正常则可能是检测器的问题了。有条件可更换另外的检测器来测试。

4 结束语

气相色谱仪系统自投运以来, 没有发生大的故障, 系统运行可靠、稳定, 高炉煤气回收率达到98%以上, 为公司其它生产环节提供了足量的高炉煤气, 创造了巨大的经济效益和社会效益, 气相色谱仪系统在高炉煤气回收中的成功应用也为其它钢厂提供了理论和实践经验。

参考文献

- 1 朱良漪. 分析仪表手册. 化学工业出版社, 2002.
- 2 章顺增. 在线分析仪表维修工. 化学工业出版社, 2004.

作者简介: 张达, 助理工程师, 主要从事自动化仪表检测及技术改造。

在线分析

小常识

在线分析(On-line Analysis)是生产过程中直接对被控制产品的特性量值进行检测的分析方法, 又称过程分析化学。

在线分析分为4种: (1) 间歇式在线分析。在工艺主流程中引出一个支线, 通过自动取样系统, 定时将部分样品送入测量系统, 直接进行检测。所用仪器有过程气相色谱仪、过程液相色谱仪、流动注射分析仪等。(2) 连续式在线分析。让样品经过取样专用支线连续通过测量系统连续进行检测。所用仪器大部分是光学式分析仪器, 如傅里叶变换红外光谱仪、光电二极管阵列紫外可见分光光度计等。(3) 直接在线分析。将化学传感器直接安装在主流程中实时进行检测。所用仪器有光纤纤维化学传感器、传感器阵列、超微型光度计等。(4) 非

接触在线分析。探测器不与样品接触, 而是靠敏感元件把被测介质的物理性质与化学性质转换为电信号进行检测。非接触在线分析是一种理想的分析形式, 特别适用于远距离连续监测。用于非接触在线分析的仪器有红外发射光谱、X射线光谱分析、超声波分析等。

离线分析在时间上有滞后性, 得到的是历史性分析数据, 而在线分析得到的是实时的分析数据, 能真实地反映生产过程的变化, 通过反馈线路, 可立即用于生产过程的控制和最优化。离线分析通常只是用于产品(包括中间产品)质量的检验, 而在线分析可以进行全程质量控制, 保证整个生产过程最优化。在线分析是今后生产过程控制分析的发展方向。