

论文编号：E070924002

西门子在线分析系统在岳阳中石化壳牌煤气化工艺中的应用

The Appliance of the Online Analyzer System on the Shell Coal Gas Process of Yueyang

(西门子(中国)有限公司, 北京) 刘永斌

摘要：简单介绍了岳阳中石化壳牌煤气化有限公司煤气化工艺，并论述了西门子在线分析仪和预处理系统在Shell煤气化工艺的应用。

关键词：壳牌煤气化工艺；在线分析系统

Abstract: Briefly introduced the Shell coal gas process of Yueyang Sinopec & Shell coal gas limited company, and introduced the appliance of the online analyzer system on the shell coal gas process.

Key Words: Shell coal gas process;online analyzer system

1 项目简介

岳阳中石化壳牌煤气化有限公司于 2001 年 11 月由中国石油化工股份公司与壳牌公司合资建立，中外双方各占 50% 的股份。该公司董事会于 2003 年 6 月 20 日通过了最终的投资决定，项目投资总额为 11.33 亿元人民币，计划 2005 年底建成投产。该项目利用壳牌公司煤气化技术将煤转换为合成气，替代中国石化股份公司巴陵分公司化肥装置目前的生产原料-石脑油，日处理煤炭能力为 2000t，该项目的煤气化装置如图 1 所示。

该项目使用西门子 OXYMAT 6F 测量样气中氧的含量；使用西门子 ULTRAMAT 6F 红外分析仪测量合成气中 CO 的含量；使用 MAXUM II 测量炉气组成。



图 1 岳阳中石化壳牌煤气化装置图

2 控制系统构成

在线分析系统包括采样系统、预处理系统、标定系统、在线分析仪、分析小屋或分机柜及其公用工程。如图 2 所示：

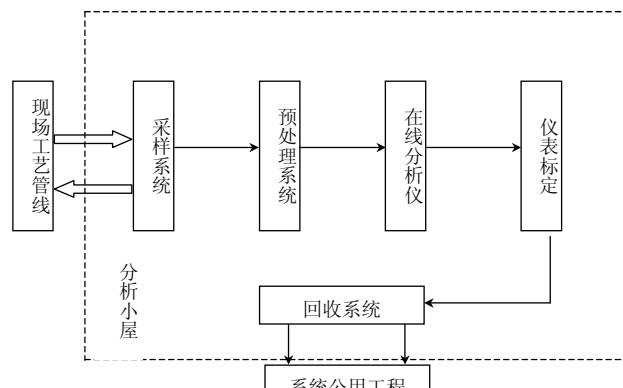


图 2 在线分析系统组成图

为了保证现场工艺要求，同时满足分析仪表对样品气体的要求，采样系统要求所取样品是有代表性的样品；样品预处理系统要除去样品中对分析仪有害的成分，并提供稳定流量和压力的样品，确保分析仪长期稳定运行、分析准确；分析小屋有别于土建分析室，小屋提供有仪器工作所需的载气、样品气、标准气、仪表空气、供电、信号电缆和预处理系统

等公用工程，并采用防震、防静电、防尘、屏蔽、抗干扰等措施，还可根据需要安装联锁报警系统，为仪表提供了良好的操作运行环境，增强了系统的可靠性，确保仪表的安全正常运行。

3 系统完成的功能

3.1 Shell 煤气化工艺简介

目前，Shell 煤气化装置从示范装置到大型工业化装置均采用废锅流程，简略流程如图 3 所示。原煤先行破碎研磨成煤粉及干燥处理，再用氮气送入贮罐，贮罐内的煤粉与氧气和蒸汽一起送进气化炉的燃烧器。上述过程所用的氧气和氮气，均由一套低漏空气分离装置产生。喷入的煤粉、氧气和蒸汽地混合体，使气化炉维持在 1400—1600℃的温度范围内运作。这个运行温度使煤炭所含的灰份熔化并漏到气化炉底部，变成一种玻璃状不可漏滤的炉渣而排出，这个温度亦防止形成不合需要的有毒热解副产物，例如苯酚和多环芳香烃。

煤炭与氧气发生反应，按下列一般化学方程式合成气：
 $2\text{CH} + \text{O}_2 \Rightarrow 2\text{CO} + \text{H}_2$ ，产生的合成气，用循环气体骤冷作局部冷却，然后进入一个合成气冷却器作进一步冷却，同时产生高压蒸汽。从气化炉出来的合成气流中所携带的少量灰份颗粒，在一个旋风分离器或陶瓷过滤器中分离除去，并再循环返回气化炉，以确保碳转化率达到 99% 以上。离开气化工艺的合成气含有 80-83% 的原煤能量它被成为冷煤气效率，由气化炉和合成气冷却器产生的蒸汽，含有另外的 14-16% 的能量。相比之下，以水煤浆为原料的气化工艺的煤气效率大约为 74-77%。煤炭中所含的硫、卤素及氯化合物，再气化过程中生成气态的硫化物、卤素、分子态氮，以及氨及氰化氨、氰化氢及硫化羰(COS)被催化转化为氮及硫化氢、卤素和氨经水洗去除。水洗过的合成气中所含的剩余硫化物，在一个克劳斯(Claus)装置中，由酸盐溶剂吸收并转化为元素硫。该克劳斯装置能够回收 95% 的硫，然后再经过壳牌克劳斯尾气处理装置作进一步处理的克劳斯尾气，实际上能达到完全回收硫的效果(超过 99%)。

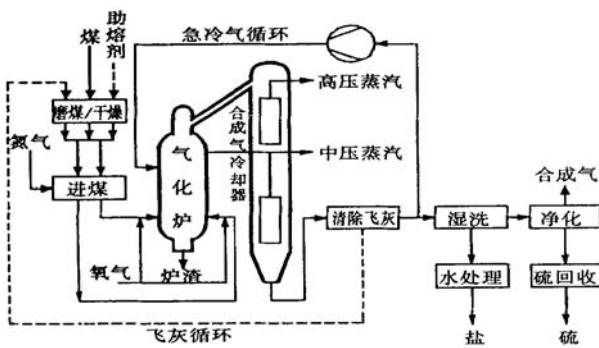


图 3 Shell 煤气化工艺流程

3.2 Shell 煤气化工艺在线分析系统

结合 Shell 煤气化工艺的特点和测量要求，在线分析仪测量点主要集中在三个工段：磨煤和干燥，除灰，湿洗。

3.2.1 磨煤和干燥

在 Shell 磨煤和干燥阶段，由于煤粉有爆炸的危险，所以整个过程用氮气密封和输送。同时要求用氧分析仪监测氮气中的氧气含量，用红外分析仪监测氮气中的 CO 含量。该测量点的样品气压力较低，温度较高，并含有大量的粉尘和水分，对在线分析系统的要求较高。西门子公司针对样气的特点，采用水洗方案处理样品气，此方案既可以提供动力源，可以降温并除去样品气中的气态水和粉尘，大大节省预处理系统投资。西门子 OXYMAT 6 氧分析仪在此处具有非常好的应用，OXYMAT 6 采用磁压式原理，这种分析仪最大优点是样气和检测器没有接触，即使样品预处理系统发生故障，分析仪检测器也不会被损坏。而传统的氧分析仪采用磁力机械式原理，样气直接与检测器接触，检测器长期受到样气的腐蚀和污染，从而造成检测器损坏，仪表无法正常使用。此外，西门子公司 ULTRAMAT 6 红外分析仪采用非分光红外原理，样气室和检测器分开，检测器没有麦克风效应，大大提高了分析仪的精度，更好的满足现场测量的要求。

3.2.2 除灰

除灰装置采样点的样气具有温度高，压力低的特点。结合该特点，西门子公司在样品预处理系统采用水冷器降温，利用采样泵提供动力。由于采样点需要分析样品气中的微量 CO，对红外分析仪的精度要求很高。在该采样点选用西门子 ULTRAMAT 6 红外分析仪可以得到理想的测量结果，这是因为 ULTRAMAT 6 型红外分析仪检测器是双层结构，并配有光学耦合器，可以最大程度的提高分析仪的精度。

3.2.3 湿洗

湿洗装置采样点样品气温度高，压力高，含水量大。本项目中，若采用传统工业在线色谱，其只有一个检测器，所有的组分都通过一个检测器，这样应用分析周期会很长，并且当被测样品的较为复杂，传统的色谱可能无法完成检测任务。西门子预处理方案在该处设置了前处理减压装置，大大减少了样品气的滞后时间，从前处理装置出来的样品气经过蒸汽伴热送入预处理系统，降温除水后进入分析仪表。湿洗装置采样点，需要用色谱分析炉气的组分，西门子 MAXUM II 型色谱采用多通道 TCD 检测器，利用柱切和反吹技术，大大缩短了样品的分析周期，可以完成较为复杂的检测任务。

4 项目运行

目前，岳阳中石化壳牌的煤气化装置已开车运行约一年，样品预处理系统能够提供稳定流量和压力的样品气体，西门子氧分析仪、红外分析仪和色谱运行正常，氧和红外分

析仪测量值稳定性非常好，色谱分析的重复性非常高，达到 $\pm 0.5\%$ ，受到极大的好评。同时，岳阳中石化壳牌公司的仪表维护人员也反映西门子分析仪表操作简单，仪表的稳定性好，系统的维护工作量小。

5 应用体会

西门子公司针对 Shell 煤气化工艺，充分考虑了煤气化装

置样品气的特点（温度高、含有大量水分和粉尘），采用水洗方案，保证稳定流量、压力干净的气体进入分析仪表。成功的解决了煤气化装置在线分析系统设计的难题。

西门子提供的过程气体分析仪器，可以针对不同的应用，提供最适宜的解决方案。以上所介绍的其在煤气化工艺中的成功应用是客户对西门子分析仪表的进一步肯定，也是西门子分析仪表在化工领域的又一次成功。