废液焚烧装置烟气连续监测的探讨

废液焚烧装置烟气在线监测系统的组成、常见故障以及处理方法等——CEMS 系统的应用十分广泛，在环保治理中的作用非常明显，本文详细介绍了中石化巴陵分公司己内酰胺部废液焚烧装置烟气在线监测系统的组成、测量参数及检测方法、常见故障以及处理方法等，为 CEMS 系统的应用和维护提供了一定的经验。

文 / 伍友武

PROCESS-Tip
* 更多信息请扫描二维码：
chem.vogel.com.cn
* 反馈编码：A210322

烟气是指企业在生产过程中所产生的废气，烟气的无序排放是造成大气污染的重要因素之一。目前对工业烟气一般采取脱硫脱硝技术措施进行处理，实现达标排放，以保护环境，进而实现人与自然的和谐发展。因此，对烟气实行在线监测是一种十分重要的手段。CEMS（Continuous Emission Monitoring System）系统是指对大气污染源排放的气态污染物和颗粒物进行浓度和排放总量连续监测并将信息实时传输到主管部门的装置，被称为“烟气在线监测系统”。己内酰胺部废液焚烧装置于 2018 年 10 月建成投产，其 CEMS 系统同期投用。本文详细介绍了该 CEMS 系统的测量参数、系统组成、测量方法、常见故障及处理等。

测量参数

废液焚烧装置 CEMS 系统测量的参数有：烟气流量、烟气温度、烟气压力、烟气湿度、烟气含氧量、烟尘浓度、气态污染物 SO_2、NO_x 的浓度以及 NH_3 逃逸浓度等。

系统组成

CEMS 系统分别由气态污染物监测子系统、颗粒物监测子系统、烟气参数监测子系统和数据采集处理与通讯子系统组成。前 3 个子系统用于测量烟气的各项参数，数据采集处理与通讯子系统由数据采集器和计算机系统构成，实时采集各项参数，生成各浓度值对应的干基、湿基及折算浓度，生成日、月、年的累积排放量报表，并将报表实时传输到主管部门。系统构成见图 1。

测量方法

预处理系统

本项目是采用直接抽取法进行测量。由于直接抽取的样气温度高、湿度高，烟尘浓度大，不能进入直接进入分析仪分析，需要先经过预处理系统进行过滤除尘、冷却降温脱水后才能进入分析仪检测系统。

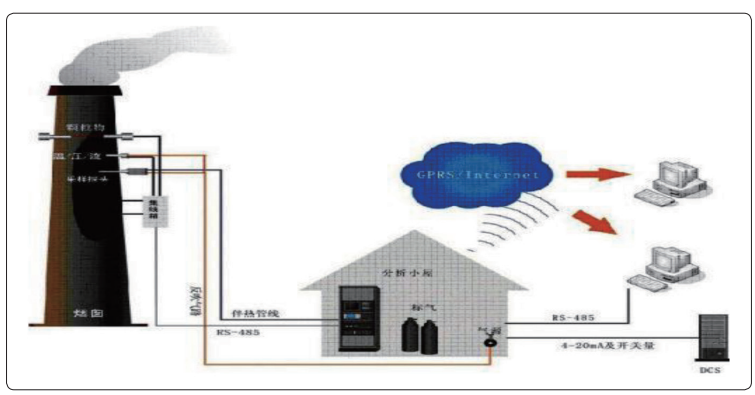


图 1　CEMS 系统构成图

本文作者供职于中石化巴陵分公司己内酰胺部。

预处理系统的原理见图 2。如图中所示，反吹扫系统是为了保证采样畅通，反吹扫控制由 CEMS 系统自带的 PLC 完成；样气管线伴热是要确保样气的温度保持在 120~160 ℃，以防水分冷凝析出与 SO_2、NO_x 发生反应，生成稀硫酸和稀硝酸，对管线造成腐蚀；真空泵是用于冷却器抽真空，以保证冷凝效果；两级冷却是要确保样气中的水分尽可能脱除干净。

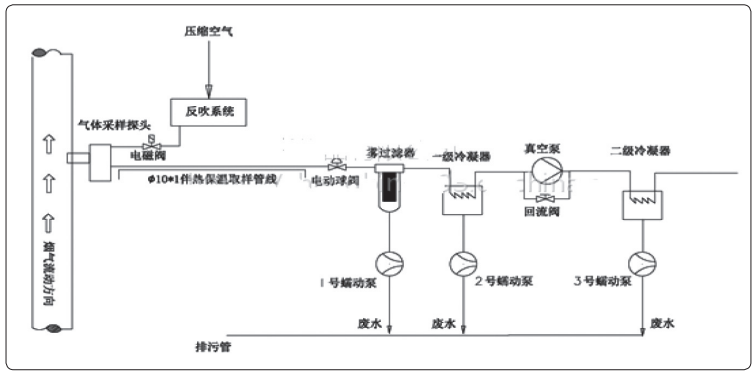


图 2 预处理系统原理图

烟气参数的测量

烟气温度采用双支绝缘铠装 K 型热电偶测量，测量范围：0~500 ℃。

压力采用压力变送器检测，测量范围：-10^{-4}~5×10^{-4} MPa；湿度采用干 / 湿氧法，测量范围：0~75 %。

流量是采用差压原理，利用皮托管配差压变送器进行测量，测量范围：0~2 mL/s。

烟尘浓度由抽取干燥式散射法测尘仪测量，其优点是能够克服烟气湿度的影响，适合测量低浓度颗粒物的烟气，测量范围：0~35 mg/Nm^3。

气体污染物的测量

本项目，烟气中 O_2 含量是采用顺磁式测量原理，测量范围：0~15%；SO_2、NO_x 都是采用非分散红外法进行测量，其原理是基于气体分子对特定谱段的红外光的吸收，吸收关系服从朗伯 - 比尔吸收定律 (Lambert–Beer law)，该定律是分光光度法的基本定律，是描述物质对某一波长光吸收的强弱与吸光物质的浓度及其液层厚度间的关系。

在这里，针对被测气体特定波长的红外滤光片的辐射探测器，通过测量该谱段红外光的衰减度，结合探测器所得到的电信号与被测气体吸收掉的光能量成对应关系，再通过计算得到对应烟气的浓度。SO_2 浓度测量范围：0~250 mg/Nm^3，NO_x 浓度测量范围：0~500 mg/Nm^3。另外，还专门配置了一台对射式、原位安装激光分析仪，用于检测 NH_3 逃逸浓度，测量范围：0~30 ppm。

常见故障及处理方法

预处理系统

1. 取样探杆使用寿命短，原因是材质不对，应选用 316 L 材质。

2. 样气管线易被腐蚀，原因是伴热效果不好，检查伴热系统；或管线材质不对，更换为 316 L 材质。

3. 长时间不排水或排水量少，原因是蠕动泵故障，检查维修或更换。

4. 样气流量低，可能是过滤器、电磁阀或管路有堵塞，检查疏通；或者是取样泵有故障，检查维修或更换。

5. 雾过滤器滤纸变色，应及时更换滤芯；若变色较快，应更换前端的采样过滤器。

6. 冷却器后的管路有水汽，应检查冷却器是否正常，蠕动泵是否正常，排水是否畅通。

分析系统

1.SO_2/NO_X 的指示偏低，对照此时的 O_2 含量指示是否在 2%~8% 的正常范围。若超出，则表示管路有漏气，检查气密，排除漏点；若 O_2 含量指示正常，则用标气对分析仪进行校准；

2.SO_2/NO_X 分析仪校准时漂移过大，检查标气是否过期，仪表电源电压是否正常；

3. 每次反吹扫后，SO_2/NO_X 分析仪指示偏低，说明吹扫空气带水，应保证压缩空气的干燥；

4. 粉尘仪误指示，应检查仪表的保险丝是否烧断，镜片是否脏污，发射端的灯泡和变压器是否完好；

5.NH_3 逃逸分析仪指示偏大，一般先用标气进行校准，如果仪表正确，则要排查脱硝工艺情况，是否投氨量过大或脱硫塔反应状况差，造成氨过剩等；若分析仪无指示，则要检查仪表的发射端与接收端是否对中。

数据采集及通讯系统

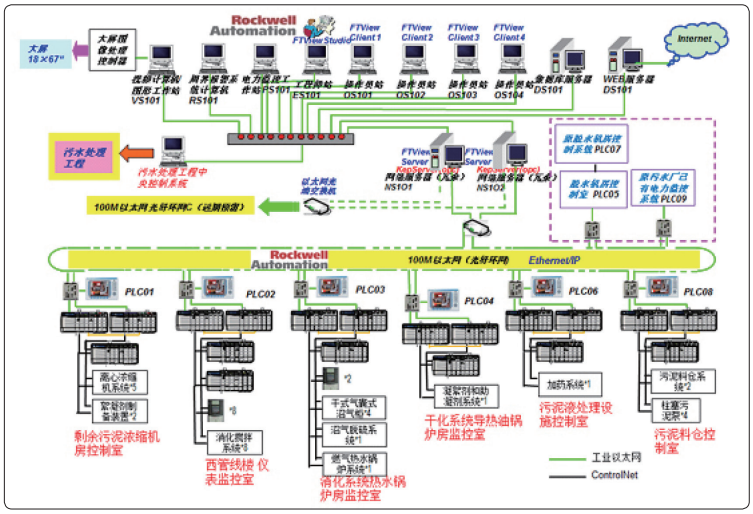
数据采集及通讯系统的常见故障是数据不准，通讯不畅，数据丢失等，一般应检查电缆线的绝缘是否满足要求，接线端子有无松动或被腐蚀，接线端子处是否进水，工作环境是否存在较强的电磁干扰，安装位置有无振动，通讯模块或接口是否完好等。

（转 P25）

动化为该项目提供了智慧水务解决方案，根据项目复杂的工艺过程，进行了自动控制系统方案的设计，利用罗克韦尔自动化 PLC 强大的实时数据采集以及控制功能，借助于工业以太网和现场总线技术实现数据的通讯，并利用 FactoryTalk 组态软件进行图形化方式的监控，实现分散式控制、集中化管理，不断提高自动化水平，优化工艺控制过程，实现工作强度的降低、污泥处理效率的提高。

罗克韦尔自动化提供了以可编程序控制器为基础的 SCADA 集散控制系统，作为污泥处理工程机械“浓缩 + 消化 + 干化处理工程”的自动控制系统的现场控制站，系统集控制、数据采集功能为一体，采用“集中监测、分散控制”的原则，由中央监控工作站和现场分散设备组成全工艺的工业控制网络，完成系统自控系统工程的过程控制、工艺流程显示、设备运行状态的检测及故障报警。作为“集中处理、分散控制”的原则下的分散控制部分，按照工艺的要求设置 9 个现场控制站，各现场控制子站的信号通过冗余性的光。OLE DB、ODBC 等通用 SQL 数据访问接，可以实现对海量历史数据的高速 SQL 检索，实现各种高级的实时历史数据挖掘与分析。

PowerFlex 中压变频器、低压变频器在项目中的应用，也让变



污泥处理工程系统架构图

频技术的诸多优点体现得淋漓尽致，不仅能实现流量调节，而且还具有“软”启停功能，避免电流冲击，延长电机使用寿命，节能降耗；项目中使用了大量的罗克韦尔自动化公司 PoweFlex70 系列变频器，PowerFlex 系列内嵌了 DriveLogix 功能，与 ContolLlogix 同属一个平台，可使用相同的开发软件编程调试，大大提高了调试和将来运摊的效率。

项目完工后，污泥厌氧消化系统由匀质池。消化池、沼气处理。沼气利用及加热系统组成。工艺对浓缩后的污泥进行一级中温厌氧消化，降解污泥中的 VSS（可挥发性固体），产生沼气供消化热水钢炉，干化导热油钢炉利用。

这一污泥项目的数座污泥消化池采用蛋形结构矗立在园区中，蛋形消化他的单池容积为 12 400 m^2，总容积为 99 200 m^2，池体最大直径为 25m，高度为 44 m。进入消化池的污泥含水率为 95%，消化温度为 35℃，污泥停留时间为 24.3d，有机负荷为 121 kgVSS/(med)，每日可产生沼气 44 512 m^3。

消化处理后的污泥产量为 1 天 151 t 干污泥，消化池降解率达到 40% 的运行指标。污泥干化系统采用流化床干化工艺，通过沼气钢炉导热油干化污泥，设计处理能力 64.6 t DS/d, 利用污泥消化系统所产沼气作为能源，天然气作为备用能源，经干化处理后的污泥含水率降至 10% 以下，后混处理后含固率大于 70% 的污泥外运送往该市老港垃圾填埋厂填埋，不仅完美地满足了该项目的设计要求，也为“绿色、循环、低碳”的发展方向作出了贡献。

（接 P23）

结语

党的十八大作出了“大力推进生态文明建设”的战略部署，加强环境治理的要求越来越高，对工业烟气进行处理，实现有序达标排放是环境保护的一项重要举措。烟气排放连续在线监测的数据都要实时上传到国家环保部，以便全程监控污染物的排放浓度和排放总量，要求十分严格，因此，使用和维护好 CEMS 系统是一项重要的日常工作任务。虽然各企业烟气的组分基本类同，但在种类和含量上还是有一些差异，所以在选配 CEMS 系统时，企业要根据自身的情况作出合理选型。