

球团烟气氨法脱硫控制系统及仪表检测

Pelletizing Flue Gas Desulfurization by Ammonia Process Control System and Instrument

供稿|申世武, 杨春, 周芸 / SHEN Shi-wu, YANG Chun, ZHOU Yun

内容导读

球团是冶金企业铁前生产中重要的工艺环节之一,产生的烟气温度高、 SO_2 浓度低、流量大、波动大,有效处理难度大,很容易对环境造成污染。近年来发展迅速的氨法脱硫,采用化学反应脱硫,不仅反应速度快、脱硫效率高,社会效益高。而且脱硫后的产物还可作为化肥,经济效益明显。相比传统的湿法脱硫技术,具有操作简单、控制可靠、投资省、见效快等优点,有着越来越广的发展前景。柳钢球团烟气脱硫工程采用氨法球团烟气脱硫技术,已达到国内领先水平。主要利用焦化厂炼焦生产过程中产生的大量废氨水作为脱硫剂,以“废”治“废”,对球团烟气中的 SO_2 进行吸收脱除,不产生二次污染,脱硫效率可达95%以上。通过一年多的生产实践,该工程运行良好,而且在进行球团烟气脱硫的同时,还产生了硫酸铵产品,具有良好的经济效益、环境效益和社会效益。

球团是冶金企业铁前生产中重要的工艺环节之一。球团生产过程中产生的烟气,由于温度较高、 SO_2 浓度低、流量大、波动大,很难有效地净化处理。而近年来快速发展的球团氨法脱硫,很好解决了这一难题^[1]。柳钢烧结厂现有120万t、240万t球团各一座,均设置有电除尘器,为降低工程项目投资,两座球团设计共用一套脱硫装置,分别设置两根烟气管与两座电除尘器的出口烟气管连接至同一个脱硫装置,采用氨法处理球团烟气脱硫。为降低成本,考虑到焦化厂的副产品废氨水需要进行处理

后排放或利用,而球团脱硫则需要氨水作为脱硫试剂。因此将焦化需要处理的废氨水引入球团脱硫,不仅解决了球团脱硫氨水来源问题,还可以把球团脱硫作为焦化厂氨水处理装置,而且脱硫产生的硫酸氨可作为化肥原料处理,降低了成本,同时也达到了废物利用,可谓一举多得。

氨法脱硫工艺

从烧结球团产生的烟气,经电除尘器除去粉尘后,烟气含硫量没有改变,必须对球团烟气进行脱

作者单位: 广西华锐钢铁工程设计咨询有限公司, 广西 柳州 545002

硫，符合环保要求才可以排入大气。球团烟气进入吸收塔底部，与从吸收塔顶部注入的氨水溶液发生化学反应，经硫酸铵储罐、浓缩罐等设备，生成化学肥料硫酸铵。最后，脱硫净化后的烟气经吸收塔顶部排出，再经过烟囱排入大气。

氨法脱硫过程为气液两项反应，中间产物亚硫酸铵与终产物硫酸铵均易溶于水，容易冲洗，不易堵塞，对设备的磨损程度明显降低，系统可靠性得到了提高。而且氨法脱硫工艺流程已趋于成熟，运行操作规程可靠，可实现长周期稳定运行。氨法脱硫工艺还具有20%左右的脱硝效率，结合脱硝工艺能提高系统的总脱硝效率，节约投资和运行成本可达到20%以上。

氨法脱硫控制系统

脱硫系统采用Modicon TSX Quantum系统进行热工检测和控制，编程软件采用Unity最新版本组态软件。控制系统主要完成的控制功能有测量数据采集、过程参数控制及操作、参数报警和联锁、手动/自动控制、设备故障报警和联锁与操作站之间的通讯。PLC系统与电气传动、检测仪表、执行机构经I/O模块，通过现场工业总线构成通信网络，过程控制级与基础自动化级之间采用工业以太网连接构成通信网络，控制系统的主干网通过工业以太网环形网结构连接各控制器、工程师站、操作站，整个高炉生产的控制系统联结成一体，实现数据共享^[2]。

整个PLC系统包括CPU主机站、PLC I/O站和Profibus-DP现场总线。CRT1为脱硫电气工程师电脑，CRT2为脱硫电气操作员电脑，CRT3为脱硫仪控工程师电脑，CRT4为脱硫仪控操作员电脑。脱硫主控室放置脱硫的两台工程师站、两台操作员站和一台打印机，脱硫主控室脱硫主控设置在二楼。脱硫控制系统设4面PLC机柜，电气、仪控专业PLC柜各2面，设有PLC控制系统UPS电源柜1面，仪控专用AC380V电源1面，PLC柜、电源柜等盘柜统一布置在一楼低压配电间。

吸收塔浆液pH值控制

设置氨水罐1个，将来自焦化厂的氨水接入氨水罐。每座吸收塔设氨水输送泵2台，1用1备。氨水泵

采用变频泵，通过控制氨水泵频率对送入吸收塔的氨水流量进行调节控制。氨水罐设有高、低位氨水液位检测，氨水泵与氨水罐高、低位形成联锁报警控制，使氨水泵安全工作。将球团烟气流量和SO₂成分检测信号送入PLC系统，通过计算机可测算吸收塔脱硫量。

进入吸收塔的氨水与烟气中的SO₂产生化学反应，吸收塔反应池中浆液的pH值随着进入吸收塔的氨水流量大小不断变化。为了使脱硫达到最佳效果，应将吸收塔浆液pH值保持在某一设定值，并对其进行检测。与规定的正常数值比较，当pH值偏小时，应加大供应给吸收塔的氨水流量；pH值偏大时，应减少供应给吸收塔的氨水流量。进入吸收塔的氨水流量大小可通过控制氨水泵的频率大小调节^[3]。

烟气SO₂浓度控制

通过测量进入吸收塔前烟气中的SO₂浓度、烟气温度和压力和烟气流量，可计算进入吸收塔中烟气含硫量和SO₂负荷。根据烟气含硫量和SO₂负荷大小，测算脱硫需要的氨水流量。并对吸收塔出口烟气中的SO₂浓度、烟气温度、压力和烟气流量进行测量，计算吸收塔出口烟气含硫量，使其必须满足国家、地方、行业的烟气排放要求和标准^[3]。

吸收塔出口烟气中SO₂浓度、烟气温度、压力和烟气流量的原始数据必须直接送环保部门进行监控。脱硫效率可通过吸收塔前后烟气含硫量差值进行判别，烟气含硫量差值越小，脱硫效率越高，脱硫效果好；烟气含硫量差值过大，脱硫效率就越差，脱硫效果就不是很理想。

吸收塔液位控制

为了使脱硫达到最佳效果，应将吸收塔浆液pH值保持在某一设定值，以保证吸收塔内有充足的液量。进入吸收塔内的氨水与烟气中的SO₂化学反应生成硫酸铵浆液，吸收塔吸收球团烟气和氨水，排放硫酸铵浆液。吸收塔液位不仅与进入吸收塔的烟气流量、烟气SO₂成分、氨水流量有关，还与吸收塔排放的硫酸铵浆液流量、硫酸铵浆液pH值有关。吸收塔液位主要控制参数是进口吸收塔氨水流量和吸收塔排放的吸收塔液位流量^[3]。

硫酸铵浆液的排放量是通过吸收塔排放泵的开启进行控制。吸收塔的液位则通过调节吸收塔排放泵变频来控制。硫酸排出泵采用连续运行方式，中间槽浆液及返塔浆液通过关断阀连锁采用间断方式运行(保持1开1关)。

主要检测仪表

要达到良好有效的脱硫效果，需要对以下数据进行大量检测：吸收塔进出口烟气温度、压力、流量、粉尘浓度、二氧化硫含量、氧气含量、旁路挡板门阀位调节控制、主抽风机出口烟气温度、吸收塔烟气入口温度(膨胀节)、氨水泵出口母管流量、吸收塔入口循环水流量、浓缩罐浆液流量、氨水罐液位、循环水箱液位、浓缩罐液位、吸收塔液位、硫酸储罐液位、事故池液位、吸收塔入口工艺水pH值、浓缩罐泵出口母管pH、吸收塔入口浆液pH值、吸收塔入口工艺水密度、浓缩罐浆液密度、吸收塔入口浆液密度等。

同时也要保持对烟气成分的分析检测。烟气成分分析测量采用多组分气体分析仪，将测量信号送入环保专用PLC，并在环保监控室进行监测和控制。分析设备能实现机械控制、数据采集、数据传输、样品处置、探头清洗自动控制 and 校准。

为了达到有效的检测，主要仪表选型：水量的计量拟选用智能电磁流量计；物位测量拟采用磁翻板液位计；压力测量采用智能型变送器；对于有腐蚀性的介质，将考虑防腐措施；pH探头、质量密度计等考虑防震、耐磨、防堵措施。脱硫系统设置三套CEMS的数据采集处理系统，对入口烟气、出口烟气中SO₂、颗粒物、氮氧化物、烟气流速、烟气温度、压力、烟气流量等参数进行检测。监测系统自动记录污染源的排放总量和排放时间，并通过数据采集处理系统对数据进行分析，统计出日报、月

报、年报、及实时数据报表和统计图形，真正达到连续准确可靠的监测目的，并将颗粒物、SO₂、NO_x等主要污染物的浓度和排放总量通过污染源监控网络系统传到环保部门。

结束语

烟气脱硫是控制SO₂和酸雨污染最有效、最主要的技术手段。氨法脱硫技术是一项可实现循环经济的绿色脱硫工艺。其脱硫效率高，最高可达到98%；还能变废为宝，脱硫副产物为硫酸铵化肥；而且系统闭路循环，实现废水零排放；吸收剂不含碳，不增加二氧化碳排放；系统流程短，操作方便，运行可靠；系统能耗低，仅为石灰石-石膏法的50%；运行成本低，硫酸铵化肥市场潜力巨大。

柳钢球团烟气脱硫工程采用氨法球团烟气脱硫技术，已达到国内领先水平。主要利用焦化厂炼焦生产过程中产生的大量废氨水作为脱硫剂，以“废”治“废”，对球团烟气中的SO₂进行吸收脱硫，不产生二次污染，脱硫效率可达95%以上。通过一年多的生产实践，该工程运行良好，而且在进行球团烟气脱硫的同时，还产生了硫酸铵产品，具有良好的经济效益、环境效益和社会效益。

参考文献

- [1] 白山, 郭妍. 脱硫控制系统方案选型研究. 科学与财富, 2011(7): 185
- [2] 申世武, 杨春, 周芸. Modicon Quantum控制系统在烧结原料系统中的应用. 金属世界, 2009(6): 56
- [3] 汪波, 肖达. 烧结烟气氨法脱硫控制系统应用实例. 中国环保产业, 2010(2): 40

作者简介: 申世武(1978—), 男, 贵州金沙县人, 高级工程师, 主要从事自动化仪表应用等。通信地址: 545002 广西柳州北雀路117号广西华锐钢铁工程设计咨询有限公司电气室, E-mail: 115830415@qq.com。