

氨逃逸测量技术在脱硝系统中的应用研究与优化

杨松*

(中海石油华鹤煤化有限公司, 黑龙江 鹤岗 154100)

摘要:对比了几种氨逃逸监测技术测量方式与应用效果,提出了基于可调谐半导体激光吸收谱(TDLAS)测量技术和原位测量取样方式在 SCR 系统中的优化设计,并结合工程应用进行了分析。

关键词:脱硝系统;氨逃逸;原位取样;工程应用

中图分类号:TM621.8

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2018)06-0216-04

DOI:10.16606/j.cnki.issn 0253-4320.2018.06.050

Research and optimization of application of ammonia escape measurement technology in denitration system

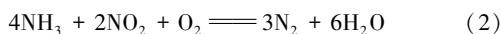
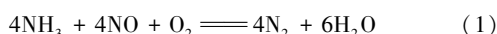
YANG Song*

(CNOOC Huahe Coal Chemical Ltd., Hegang 154100, China)

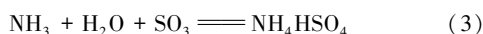
Abstract: The comparison among several measurement methods for ammonia escape monitoring technique and their application effects are performed. The optimization design scheme based on the tunable diode laser absorption spectroscopy (TDLAS) measurement technique and the in-situ measurement sampling method in SCR system is proposed and analyzed with combination with the engineering application.

Key words: denitrification system; ammonia escapes; in situ sampling; engineering application

根据《火电厂大气污染物排放标准》(GB 13223—2011)要求,NO_x 排放值要低于 100 mg/m³,氨逃逸值依据《火电厂烟气脱硝工程技术规范选择性催化还原法》(HJ 562—2010)要求,控制氨逃逸浓度宜小于 2.5 mg/m³[1-2]。而降低 NO_x 值主要通过 SCR 脱硝系统喷入一定氨量来控制,主要原理是 NH₃ 和 NO_x 在催化剂作用下使 NO_x 还原生成 N₂ 和 H₂O^[3-4]。反应方程:



由上式得出,NH₃ 量与 NO_x 转化率呈正比关系。NH₃ 量不足会导致脱硝率降低,NO_x 排放值偏高;而 NH₃ 量过剩不仅降低经济效益,且多余的 NH₃ 会与烟气中的 SO₃ 反应生成 NH₄HSO₄,反应方程:



NH₄HSO₄ 附着于催化剂的表面会阻塞催化剂并影响其活性,与此同时,NH₄HSO₄ 黏附在空预器蓄热元件的表面,会使蓄热元件积灰,造成蓄热元件换热效率下降,同时过量的 NH₃ 会吸附在飞灰上,改变飞灰的化学性质,影响除尘器所捕获的粉煤

灰的再利用价值^[5-6]。因此,准确地测量氨逃逸值对 NO_x 排放值控制及系统的经济安全运行十分关键^[7]。

1 氨逃逸测量方式

NH₃ 的测量是紧跟着 SCR 脱硝过程后采样进行的,采样测试点的现场环境十分恶劣,温度高、湿度大、烟尘大、数值范围小,并且烟气分布不均匀,这对现场测量方式及仪器的精度提出了更高的要求。目前氨逃逸监测仪表的测量方式主要有抽取式、原位对穿、原位渗透测量,3 种测量方法在实际应用中都存在相应的不足。

1.1 传统抽取式测量

抽取式氨逃逸在线监测设备由探头、伴热管线、NH₃ 分析模块、数据显示模块等部分组成^[8]。在长期的使用中发现,首先,氨气在金属表面具有极强的吸附能力,而且吸附能力与烟气温度、压力、氨气自身浓度等众多因素有关;其次,当取样温度低于 300℃ 时,烟气中 NH₃ 和 SO₃ 发生反应生成 NH₄HSO₄。

通过实验发现,当保温达到 180℃ 时,反射镜模块的膜有脱落现象,同时由于取样过程中 1 μm 以

下的灰尘仍能通过滤芯,对镜片不仅产生污染,而且有冲刷作用,使得反射镜的反射率下降,多次反射后光强很小甚至探测不到,经过50次反射之后光强仅为原始光强的0.5%,此时光强已经不满足测量要求,造成抽取式测得的氨气与烟气中原始氨气浓度存在很大的差异,影响了测量的准确性,因此抽取式方式比较适用于温度较低、粉尘浓度低、吸附小的气体浓度测量。

1.2 原位对穿测量

将激光发射单元和接收单元分别安装在烟道两侧,应用结果表明,由于电厂高温环境及烟道壁振动、变形等因素,尤其是起停炉往会导致发射端和接收端无法对准,接收单元无法探测到激光信号。此外,由于原位对穿测量是开放式环境,无法对测量仪表进行原位标定,一般采用外接标准配比氨气进行标定,事实上,标定与运行工况之间的差异使得标定结果无法准确应用于实际测量,温度的巨大差异使得谱线吸收截面发生很大变化,理论上标定环境应与运行工况完全一致,包括温度、压力、光程、水蒸汽含量等。

1.3 原位渗透测量

该方法将陶瓷渗透管安装在烟道内部,当烟气流经测量探头时会以渗透的方式进入测量腔中。原位渗透方式的优点在于取样流程极短且烟气温度不变。但渗透管对氨气有吸附作用,吸附、解析量与温度(负荷)相关,实际测量值为氨气解析后的示数,而且渗透方式取样速率较慢,易引起样气测量循环缓慢,造成测量延迟

2 提出原位取样式测量优化方案

根据氨逃逸仪表现阶段存在的问题,同时结合燃煤电厂实际运行工况,提出了基于可调谐半导体激光吸收谱(TDLAS)测量技术并采取原位测量取样方式的优化方案。

2.1 原位取样测量

将测量腔安装在烟道内部,通过在烟道截面方向均匀取样,在采样过程中采样路径仅为2.0 cm,且同时采用特殊材料内衬以消除氨气吸附作用,这样既可以保证取样时温度和烟气成分不变,同时还可以保证光路具有非常高的稳定性。由于采用腔体进行测量,可以将配比的标准氨气通入到测量腔中对仪表进行标定,而且标定工况与实际工况一致,包括温度、压力、光程、水蒸汽含量等,标定结果可直接应用于实际测量中。

同时由于采用腔体进行测量,测量腔的压力可以控制,而TDLAS理论和实验结果表明,在低压环境下,吸收谱线变窄,不仅可以避免水分子谱线的干扰,同时对激光的调制深度要求较小,极大地减小了谐波背景信号,可有效地提高谐波信号的信噪比,进一步提高氨气的测量下限和灵敏度。

2.2 仪表系统组成

仪表主要包括机械系统、激光系统和数据采集处理系统。在取样过程时,烟气进入测量腔体前通过过滤装置对粉尘进行过滤,同时利用烟道中的烟气对腔体进行加热,可确保腔体温度与烟气温度相同,并通过取样杆在烟道截面方向均匀取样,这样即可保证激光具有很高的透过率,而且光路也非常稳定。在测量过程时,激光器产生特定频率的激光,经过光纤分束器后一束激光进入参比气室进行谱线中心频率锁定,另一束经光纤准直器准直后入射到测量腔体并通过三棱镜沿入射方向返回,光电探测器接收返回激光强度并转化为电信号,然后通过电缆传输至数据采集处理单元并最终得到烟气中氨气浓度^[9]。仪表系统流程见图1。

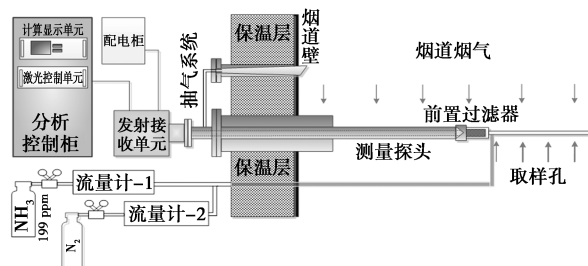


图1 仪表系统流程

2.3 角锥反射镜的优化设计

通过现场应用发现,传统TDLAS激光光谱测量方式中,角锥反射镜在测量过程中存在局限性与苛刻性,主要表现为:入射光束和反射光束需一直平行,角锥反射镜光路干涉严重,光路会因为腔体变形、机械振动、反射镜位移而改变等问题影响测量精确性。如图2。



图2 垂直入射光束反射镜角度

根据传统角锥反射镜角度的不足,经过实验研究,提出了设计加工角锥反射镜,通过改变反射镜的

角度,达到了消除光路干涉影响、可耐烟气冲刷和腐蚀、反射率高等优点,使系统具有极高的稳定性,提高了测量准确性。如图 3。

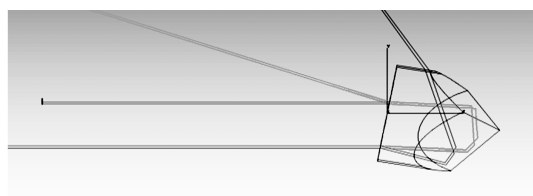


图 3 倾斜入射光束反射镜角度

3 基于氨逃逸和氮氧化物的脱硝优化

3.1 软件操作模型控制方案

氨逃逸测量仪表软件系统实现功能主要包含信号采集、电磁阀控制、DCS 传输 3 部分^[10]。电磁阀控制通过带继电器的数字量输出模块实现,信号采集通过模拟量采集卡实现,并将测量浓度通过 4~20 mA 模拟量信号传输至 DCS 系统显示,如图 4。

首先将激光器驱动和数据采集卡进行初始化,然后开始采集激光调制信号,标定池光电探测器信号和测量腔光电探测器信号。软件以系统时间作为查找中心频率判别条件,如果结果为真,用标定池来查找中心谱线,同时在这个时间段内对测量腔进行反吹;如果结果为假,则进入测量程序。

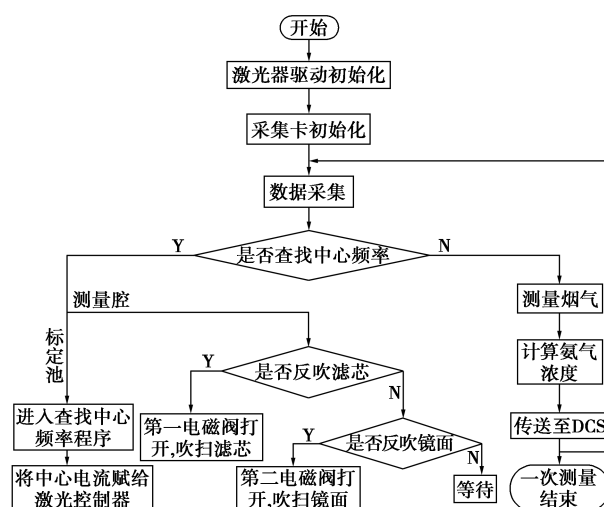


图 4 软件流程

3.2 优化模型控制方案

研究表明,SCR 烟气脱硝反应的脱硝效率直接取决于烟气中 NO_x 与 NH₃ 的混合匹配度,因此科学合理的喷氨控制方法对于降低氨氮混合量比值的不均匀性尤为关键,基于燃煤锅炉的现场工艺条件,包括风量、燃料、负荷,以及根据入口 NO_x 值及出口 NO_x 排放目标值,结合 DCS 系统前馈闭环整定,设计了一套基于氨逃逸和氮氧化物的脱硝喷氨逻辑模型控制方案如图 5。

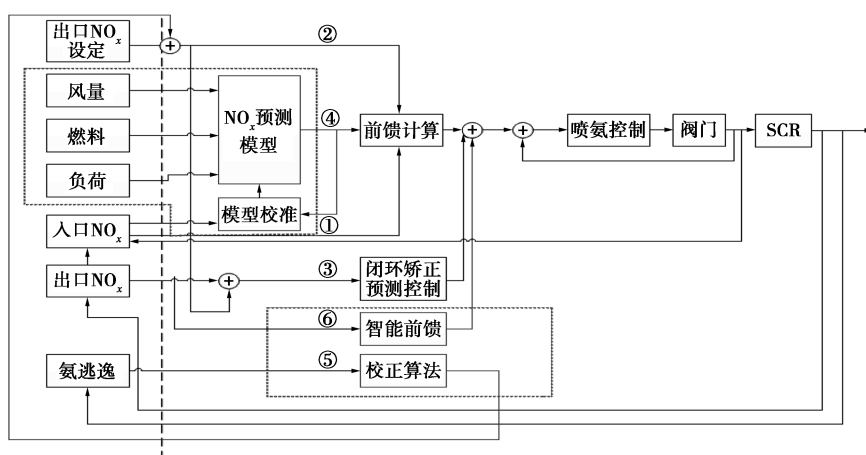
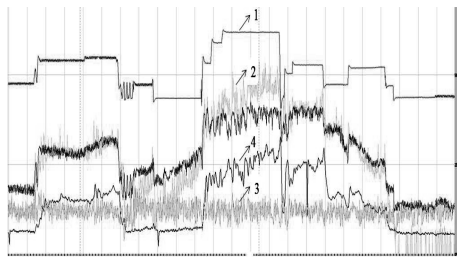


图 5 优化模型控制方案

3.3 基于控制逻辑模型现场应用情况

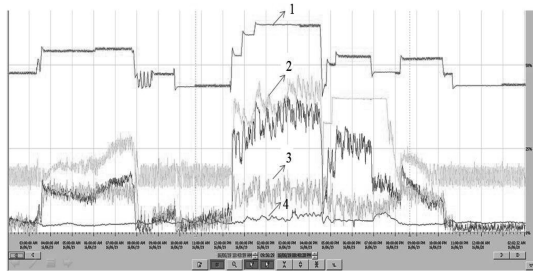
为了减小氨气吸附的绝对量,氨气进入测量腔前流经管道路径小于 10 cm,且采用特殊材料内衬,同时为缩短氨气吸附饱和时间,测量腔体内气体压力可通过抽气系统控制。根据优化模型控制方案的现场实际应用,通过比对氨逃逸自动喷氨逻辑数据,现场采样数据趋势如图 6、图 7。

通过采样趋势图发现,未投基于氨逃逸的喷氨逻辑监测系统,氨逃逸浓度较大且波动剧烈,经常出现测量值在 20×10^{-6} 的超标数据,而已投基于氨逃逸的喷氨逻辑监测系统,氨逃逸浓度较小且波动平稳,测量值不超过 5×10^{-6} 。因此,优化模型的控制方案在现场实际应用效果显著,测量值稳定而准确,使喷氨量的控制更为精确合理,提高了脱硝系统脱



1—机组负荷;2—氨水流量;3—出口 NO_x;4—氨逃逸

图6 未投基于氨逃逸的喷氨逻辑的采样图



1—机组负荷;2—氨水流量;3—出口 NO_x;4—氨逃逸

图7 已投基于氨逃逸的喷氨逻辑的采样图

硝效率及降低了 NO_x 排放值,同时避免了喷氨量的过剩产生不必要的浪费及对设备的危害。

4 结语

脱硝工艺的效率 and 氨逃逸密切相关,通过基于可调谐半导体激光吸收谱(TDLAS)测量技术和采

取原位测量取样方式在现场 SCR 脱硝系统应用,并根据氨逃逸和氮氧化物的脱硝喷氨逻辑模型的优化设计,满足了现场工艺监测要求,测量可靠性高、准确性高、维护方便,测量不受烟尘、温度、湿度等恶劣工况因素影响,保证了整套系统的稳定运行。

参考文献

- [1] 高喜奎.在线分析系统工程[M].北京:化学工业出版社,2014.
- [2] 国家环保总局.GB 13223—2011.火电厂大气污染物排放标准[S].
- [3] 周国民,唐建成.燃煤锅炉 SNCR 脱硝技术应用研究[J].电站系统工程,2010,26(1):18-19.
- [4] 李潘,汪冰冰.脱硝工艺中氨逃逸在线监测技术研究[J].工业安全与环保,2015,44(10):92-94.
- [5] 武宝会,崔利.火电厂 SCR 烟气脱硝控制方式及其优化[J].热力发电,2013,42(10):118-119.
- [6] 潘栋,牛国平,丁嘉毅.火电厂 SCR 脱硝装置氨逃逸测试方法对比研究[J].中国电力,2014,47(9):149-151.
- [7] 朱卫东.火电厂烟气脱硝脱硝监测分析及氨逃逸量检测[J].分析仪器,2010,(1):89-90.
- [8] 马振,万皓.烟气氨法脱硫中氨逃逸及副产物氧化问题的探究[J].现代化工,2016,36(2):127-128.
- [9] 庄烨,张东辉,松鹏,等.SCR 脱硝在燃煤电厂超低排放中的适用性分析[J].环境工程学报,2017,11(7):4185-4186.
- [10] 景雪晖,高磊,李骥,等.火电厂 SCR 烟气脱硝装置喷氨量优化试验方法的研究[J].锅炉技术,2017,48(2):72-74. ■

陶氏在上海举办“多元文化日”活动

陶氏化学公司近日在上海陶氏中心举办大中华区“多元文化日”活动,探讨如何通过打造更加包容性和多元化的职场环境,促进业务增长、推动创新、增强竞争实力。陶氏管理人员和员工与来自其他企业及机构的领导和代表进行互动和交流,分享各自的最佳实践和经验,倡导把包容和多元的企业文化与业务战略和绩效紧密结合。

陶氏大中华区总裁林育麟先生表示:“包容是接受并尊重我们每个人彼此之间的不同之处;多元是我们每个人独特背景和差异的集合。通过推动包容性和多元化,陶氏得以打造卓越的工作环境,充分激发每位员工的潜力,为公司经营业绩带来积极影响。包容性和多元化的企业文化有利于吸引人才、提高员工满意度、增强对客户理解力、推动创新、提升决策水平。陶氏不仅关注自身的业务成功,还鼓励客户和合作伙伴大力倡导包容性和多元化,从而为整个价值链带来积极影响。”

陶氏大中华区“多元文化日”活动是一场开放式论坛,面向所有陶氏员工及拥有同样理念的位于上海的客户、合作伙伴及其他公司代表。来自 3M、SCHS Asia & Partners、同志商务网(Work For LGBT)和上海骄傲节(Shanghai PRIDE)等企业和机构的代表分享了各自的实践经验;同时,来自社区组织的负责人倡议,商界应该继续努力将打造支持性企业文化作为一项重要的战略组成部分。

长期以来,陶氏始终坚持在全球各办公场所建立包容性和多元化的企业文化。2018年,陶氏荣登 Diversity Inc 美国“多元化企业 50 强”榜单。在中国,陶氏已连续 11 年荣获“中国杰出雇主”认证。通过将包容性和多元化纳入业务战略,并建立稳固的管理架构,陶氏已经把建立良好职业环境的承诺付诸于正规化的实际行动,让每一位员工都受尊重、受重视,都有平等的发展、晋升、发表建议的机会。(吴娟娟)