

关于 SNCR 脱硝工程改造的案例分析

吴振山¹、鲍倩²，任鹏程³

(1. 合肥丰德科技股份公司, 合肥, 230051; 2. 合肥熔安机械动力有限公司, 合肥, 230601;
3. 内蒙古慧博投资咨询有限公司, 呼和浩特, 010010)

摘要: 为了消除部分 SNCR 脱硝系统存在的缺陷, 通过对还原剂喷枪安装位置的调整, 实现 NO_x 的稳定达标排放; 通过对工艺设备选型的调整, 解决氨“泄漏”问题; 通过对工艺系统的优化, 解决喷枪堵塞问题, 最终实现 SNCR 脱硝系统平稳高效运行。

关键词: SNCR 脱硝; 脱硝改造; 氨逃逸; 喷枪堵塞; 氨泄漏

中图分类号: TQ172.9;X701 文献标识码: B 文章编号: 1671-8321 (2015) 09-0094-03

自 SNCR 脱硝技术引入以来, 目前全国已采用了近千套 SNCR 脱硝装置。受制于环保公司设计能力和部分从业人员对化工技能相对薄弱的影响, SNCR 脱硝系统工艺装备性能频频失利。随着国家环保力度加大, 最近几年将是众多已经采用 SNCR 脱硝装置改造的高峰期, 这里, 通过三个典型 SNCR 脱硝装置改造实例加以阐述。

1 NO_x 不达标排放项目

1.1 项目情况

江苏某 5000t/d 水泥熟料生产线新采用 1 套 SNCR 脱硝装置, 项目投运后, NO_x 就一直不能稳定达标排放, 无法满足环保验收。今年 11 月 9 日~11 月 23 日进行了为期 2 周的技术改造, 该生产线实现了 NO_x 的稳定达标排放。

1.2 问题分析

(1) 存在的问题。通过现场的调研, 该 SNCR 脱硝装置主要存在以下 7 类问题:

- ① NO_x 不能够稳定达标排放, 不能满足环保验收。
- ② 还原剂有效利用率偏低, 低于正常值脱硝设置运行时, 系统的煤耗明显增加。
- ③ 设备运行不稳定, 喷射系统时常会堵塞。
- ④ 现场的工作环境恶劣, 氨味很重。
- ⑤ 在脱硝设备运行时, 偶尔会出现 NO_x 浓度不降反增现象。
- ⑥ 现场管理混乱, 操作人员对脱硝系统不熟悉。

(2) 出现问题的原因, 通过实地的观察分析, 存在以上问题的原因主要有以下 5 点:

- ① 原脱硝工艺系统设计有缺陷, 例如, 喷射系统自动调节程度低, 不能够及时调节各喷枪中还原剂流量, 从而导致 NO_x 不能够稳定地达标排放。
- ② 喷枪的布置不合理, 无温度反馈, 不能够及时判断喷氨点的温度情况, 致使还原剂有效利用率偏低。
- ③ 还原剂的浓度选取太低以及喷枪的安装法兰处漏风严重, 从而使窑系统的煤耗明显增加。
- ④ 氨储罐以及氨储罐呼吸阀都安装在室内, 这样不利于缓释气体的扩散。

⑤ 企业脱硝项目组中, 没有一名化工专业人员, 操作人员对于 SNCR 化工工艺的理解能力不足, 所以, 也就不能很好地驾驭脱硝工艺系统。

1.3 改造措施

针对以上的分析结果, 采取了如下 5 项措施, 从而实现该 SNCR 脱硝系统的优化。改造前、后的主要设备情况, 参见表 1。

表 1 SNCR 脱硝装置改造前后主要设备配置

| No. | 项目 | 数量 (只/台) | | 备注 |
|-----|-------|----------|-----|--------------|
| | | 改造前 | 改造后 | |
| 1 | 喷枪 | 6 | 8 | 两流体, 310S 材质 |
| 2 | 氨水储罐 | 2 | 2 | 碳钢, 内外防腐处理 |
| 3 | 喷射泵 | 1 | 2 | 卧式泵 |
| 4 | 流量计 | 1 | 2 | |
| 5 | 自动调节阀 | 2 | 3 | 气动阀 |
| 6 | 卸氨泵 | 2 | 2 | |

① 增加 2 只喷枪, 重新布置喷枪的位置, 将 7 只喷枪分成两组, 将原来单一平面布置改造成双层锯齿状分布, 同时增加一对还原剂流量调节阀, 进行分组分层控制, 参见图 1。

② 适当提高还原剂浓度, 同时在喷枪接头上使用密封垫片, 减小漏风量。

③ 将原氨储罐换成呼吸阀布置到室外, 降低室内氨浓度。

④ 增设两组测温装置, 从而能够实现喷氨与温度的连锁控制。

⑤ 对企业脱硝操作人员进行现场培训、现场操作考核(笔试考核), 同时为操作人员提供处理类似事故的模拟光盘一份。

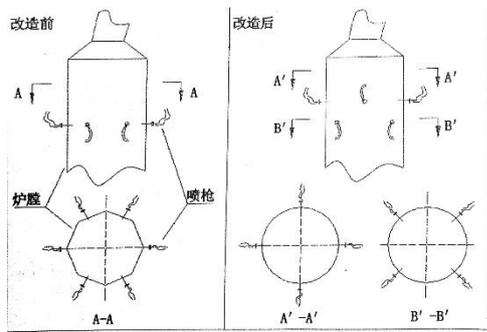


图1 改造前后喷枪布置图

1.4 改造后性能分析

脱硝工艺装备改造后，在当地环保部门的见证下，经过连续 24h+72h 检测，NO_x 的排放浓度符合当地环保要求。

由表 2 可知，在工艺设备改造后，虽然实现 NO_x 的定达标排放，但是，依旧存在其他问题，例如，还原剂的有效利用率依然不高，还有 10%~15% 的提升空间；系统煤耗理论上可以不增加，还有降低的余地；人为的“氨损”依旧没有能彻底解决等。

表 2 改造前后连续 72h 运行测试情况

| No. | 项目 | 改造前 | 改造后 | 备注 | |
|-----|----------------------------|-------------------------|----------------------|------------------------------|-------------------|
| 1 | 烟气流量(m ³ /h) | 52.6x10 ⁴ | 52.4x10 ⁴ | C ₁ 出口 72h 均值, 标志 | |
| 2 | NO _x 浓度 | 说硝前(mg/m ³) | 800~860 | 800~850 | 按 GB2013-4915 法折算 |
| | | 脱硝后(mg/m ³) | 400~550 | 300~350 | 按 GB2013-4915 法折算 |
| 3 | 氨水浓度(% , wt) | 18 | 23 | | |
| 4 | NH ₃ 用量(kg/h) | 1050~1250 | 820~880 | | |
| 5 | 现场 NH ₃ 浓度(ppm) | 20~105 | 5~15 | 还原剂储存界区内数值 | |
| 6 | NH ₃ 有效利用率(%) | 53~64 | 75~81 | | |
| 7 | 煤耗增加量(kce/h) | 85.7-114,3 | 14.3~28.6 | 按 5000kcal/kg-煤折算 | |

2 “氨泄漏”项目

2.1 项目介绍

去年 7~8 月，某集团公司下属的两套 SNCR 脱硝装置的储氨系统发生长期“氨泄漏”，氨损严重，设备使用方与设计方进行多次交涉，依旧没能解决问题。

分析其原因，去年 7~8 月，华东地区是持续高温，该集团公司的 2 套 SNCR 脱硝装置均处在华东地区。数据分析，这 2 套脱硝装置的氨储罐之罐体温度长期维持在 28.3℃ 以上，罐内氨水的蒸发量显著增大，大量含氨缓释气体便直接通过呼吸阀排入大气；其次，氨储罐、喷射泵等都置于室内，仅在墙体同一侧开设一扇 1.9m² 的门和一扇 2.5m² 的窗，这不利于气体的扩散，

2.2 改造措施

征求业主同意后，我们分别拆除了 2 套 SNCR 脱硝系统储氨室的墙壁，仅保留顶部用于遮阳，同时将原有的 4 只传统呼吸阀更换为新型呼吸阀，2 种呼吸阀对比。

(1) 传统呼吸阀：由排气阀 1、吸气阀 2、吸气口 3、排气口 4、壳体 5 组成，参见图 2。工作原理：当罐内

介质的压力在呼吸阀控制操作压力范围之内时，呼吸阀不工作，保持罐体的密闭性，参见图 2-a；当罐内压力偏高时，排气阀开启，罐内缓释气体排到大气中，而当内外气压达到平衡后，排气阀关闭，参见图 2-b。反之，吸气阀开启，大气进入罐内见图 2-c。

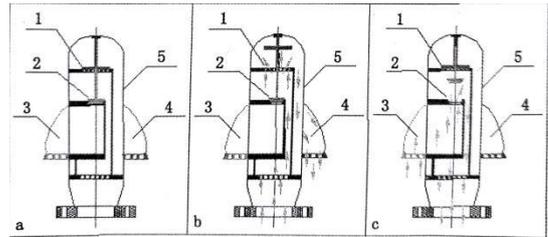


图 2 传统呼吸阀

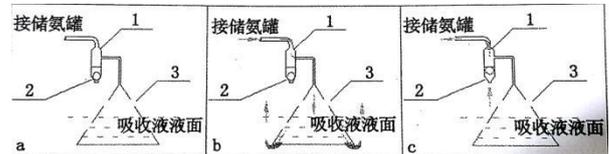


图 3 新型呼吸阀

(2) 新型呼吸阀：由缓冲仓 1、吸收器 2、均压阀 3 等三大部分组成，参见图 3。使用时，缓冲仓顶端通过管道连接到氨储罐顶部，吸收器浸入到吸收液中，内外压差在允许范围时，设备保压参见图 3-a。储罐内压力高于外界压力时，缓释气体则通过吸收器过滤，不凝气体再排入大气，参见图 3-b；反之，均压阀便开启，外界大气通过缓冲仓进入储罐，参见图 3-c。

2.3 改造后情况

在围墙拆除后，现场氨浓度虽然有较大幅度的降低，但是，位于周围下风向，氨味依旧刺鼻；工艺改造后，解决了现场人为的“氨泄漏”问题，得到了企业的好评。改造前后性能情况见表 3。

表 3 某 2 套脱硝装置设备均压装置改造前后性能情况

| 项目 | 氨储罐 | 呼吸阀 | | 现场氨浓度 (ppm) | | 周均氨损失 (% 液位) | |
|------|-----|-----|----|-------------|--------|--------------|-------|
| | | 只 | 类型 | 数量 | 脱硝运行 | | 脱硝停止 |
| 改造前 | 1 号 | 2 | 传统 | 2 只 | 80~120 | 150~280 | 0.387 |
| | 2 号 | 2 | 传统 | 2 只 | 50~120 | 180~250 | 0.29 |
| 拆除房子 | 1 号 | 2 | 传统 | 2 只 | - | 20~50 | 0.28 |
| | 2 号 | 2 | 传统 | 2 只 | - | 20~40 | 0.27 |
| 更换新阀 | 1 号 | 2 | 新型 | 1 套 | 0 | 0 | 0.045 |
| | 2 号 | 2 | 新型 | 1 套 | 0 | ≤1 | 0.064 |

2.4 优缺点分析

新型呼吸阀设置有氨吸收装置，可以使缓释气体中的大部分氨被吸收液吸收，这就杜绝了氨的二次污染；吸收液通过氨回收系统返回脱硝系统，实现资源的回收与再利用，实现了节能减排。但是，其设备结构复杂，要求安装人员的素质高，不如传统呼吸阀那样安装便利。如果安装不合适，也会出现氨气泄漏现象。

3 停车喷枪易堵塞项目

3.1 项目概述

在去年 8 月，西北某企业的 1 套 SNCR 脱硝系统，采取“一拖二”模式。脱硝设备投运的前三个月，性能一切良好。2 号线燃料中掺有生物质燃料，同时配备了

低氨燃烧器，NO_x的排放浓度接近当地相关标准要求。2013年12月起，2号线脱硝系统开始实施间歇式运行，之后，2号线喷枪经常出现堵塞现象，SNCR脱硝设计多次更换喷枪、喷枪软管等也无济于事。在今年5月，我们通过现场分析，对其进行工艺技术改造。

3.2 技术分析及改造方案

(1) 技术分析。SNCR脱硝系统停运时，管道内的氨不能及时被清洗掉，在喷枪、喷射软管与对接法兰处易出现结晶物质，结晶物质富含铵盐，低温时铵盐不易分解并且容易吸附高熔点物质，会造成脱硝喷枪或喷枪软管乃至输氨管道堵塞。

(2) 改造方案。根据企业自身情况，我们对原脱硝工艺系统进行改造，将2号脱硝工艺系统单独隔离开，分别在氨储罐B进喷射泵以及软化水罐进喷射泵间新增1套气动截止阀，两阀之间采取串联调节，信号来自于2号线窑尾NO_x检测仪，具体改造见图4，其中，蓝色部分为新增区域。

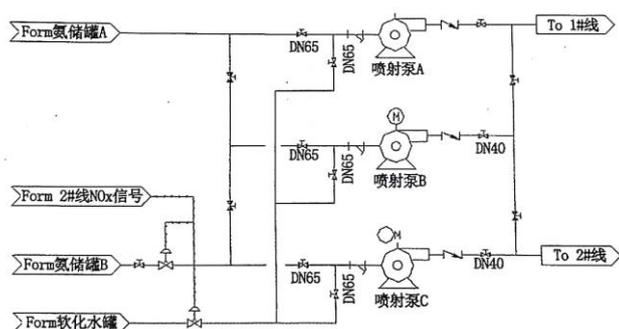


图4 SNCR脱硝改造区域工艺流程图

3.3 改造后性能分析

(1) 实施效果。项目在今年5月22日改造完毕，截止到发稿之日，尚未出现喷枪堵塞现象。按照改造前平均堵塞1.5次/月计，年节约维修费用9360元。

(2) 存在的不足。新增控制系统受NO_x信号影响较大，需要定期对NO_x仪表进行校正，如果NO_x仪表输出信号出现负偏差而不能及时被校正，会出现脱硝系统在自动模式下无法启动，进而导致该线脱硝系统“崩溃”。

4 小结

SNCR脱硝是一个系统性工程，良好的工艺设备配备高素质的管理团队，才能够使该系统取得最大的收益。通过该项目分析，我们可以得出以下结论：

- (1) 还原剂流量分组调节可以显著地提升SNCR脱硝效率，实现节能减排。
- (2) 喷枪分层布置和调节合适的还原剂浓度可以有效降低脱硝系统能耗的增加量。
- (3) 合适的工艺设备选型以及恰当的设计可以有效地改善SNCR脱硝现场环境。
- (4) 合理的控制系统可以有效提升还原剂利用效率。
- (5) 可以提高设计人员与设备操作人员的化工工艺水平，也可以显著地提升SNCR脱硝设备的运行性能。