

燃煤锅炉 SCR 法烟气脱硝增效改造实践及探讨

杨定龙, 胡 斌

(江苏射阳港发电有限责任公司, 江苏 射阳 224346)

摘 要: 本文针对已投用脱硝系统机组但效率达不到环保要求而进行增效改造的实例, 介绍了脱硝效率由设计 50% 提高到 80% 方案的选择、安装和实际运行效果, 为燃煤机组脱硝增效改造提供借鉴和参考。

关键词: 增效改造; 预留层; 安装; 效果

江苏射阳港电厂 #5 锅炉为 DG2060/26.15-II 2 型, 采用前后墙对冲低氮燃烧器布置, 炉内燃烧器上方布置燃尽风的两级燃烧方式, 锅炉出口氮氧化物排放低于 $400\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。脱硝工艺采用选择性催化还原法 (SCR), 脱硝效率不小于 50%。每台炉布置一套脱硝装置, 每套脱硝装置配置两个反应器, 每个反应器布置一层催化剂, 并预留两层, 吸收剂采用无水液氨。催化剂层数采用“1+2”模式布置, 初装 1 层预留 2 层。工程在设计煤种及校核煤种、锅炉 50% BMCR 工况和 100% BMCR 工况之间的任何负荷, 在布置一层催化剂条件下脱硝效率不小于 50%, 氨逃逸率 $\leq 3\text{ppm}$ 、 SO_2/SO_3 转化率 $\leq 1\%$ 和催化剂寿命 $\geq 24000\text{h}$ 。初装层催化剂为韩国 SK 公司生产的产品, 模块尺寸为 $1890 \times 960 \times 1350\text{mm}$ (长 \times 宽 \times 高), 模块重量 1.34 t/块, 共 168 块。催化剂单元高度 1100mm, 每台机组中的催化剂体积 299.4m^3 。

氨贮存及供应系统按 #5、6 机组在设计工况下 80% 脱硝效率一次设计建成, 氨区配置两台卸氨压缩机, 一运一备; 液氨储罐容量按照两台炉脱硝装置每天运行 20 h, 连续运行 7 天的消耗量进行设计, 单台液氨储罐容量为 89.5m^3 ; 液氨蒸发器和气氨缓冲罐按照在 BMCR 工况下两台机组 100% 容量设计, 共设计 2 台液氨蒸发器和 2 台气氨缓冲罐。

增效改造前 #5 炉脱硝效率控制在 60% 运行, 已超出设计的范围, 可能带来氨逃逸率高的问题, 这对空预器的堵灰和腐蚀影响比较大。

1 可行性论证和方案确定

1.1 可行性论证

根据《火电厂大气污染物排放标准》(GB13223-2011) 规定, 自 2014 年 7 月 1 日起, 电厂烟气 NO_x 浓度排放执行 $100\text{mg}/\text{m}^3$ 标准。而目

前 #5 炉氮氧化物设计排放量为 $200\text{mg}/\text{m}^3$, 达不到新标准要求, 脱硝系统需要增效升级改造。若要达到新颁的排放标准, 脱硝效率需提高到 80% (锅炉出口 NO_x 浓度 $\leq 400\text{mg}/\text{m}^3$), 排放浓度达到 $80\text{mg}/\text{m}^3$ 。目前 #5 炉脱硝系统在设计上预留了两层催化剂的安装空间, 液氨贮存和供应系统按照 #5、6 机组设计工况下 80% 脱硝效率进行设计的, 所以 #5 脱硝增效改造在现有的基础上只增加催化剂的数量就能实现, 通过增大脱硝进口烟道喷嘴的喷氨量来提高脱硝效率的目的。

1.2 方案确定

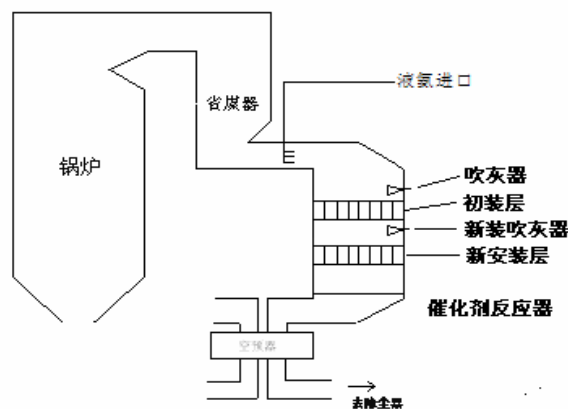


图 1 脱硝增效改造图

在 #5 炉脱硝 A、B 反应器第二层预留框架上增加一层催化剂, 并布置 8 只 GE 声波吹灰器 (见图 1)。新增催化剂的高度初步测算方法如下: 根据模块长和宽不变的情况下原催化剂 1100mm 高度对应 50% 效率, 那么增加 30% 的脱硝效率新增催化剂高度应为 660mm, 同时考虑我厂锅炉出口氮氧化物有时超标的现状, 以及新增层与初装层高度日后要统一, 以便于购买和调剂, 并综合该厂锅炉出口烟气成分、氧量和灰分分析, 计算下来新增催化剂的

高度应不少于 900mm。对脱硝钢梁承载的进行核对, 催化剂每只模块的重量不能超过 1360 kg, 增加后的烟气系统压力总损失约在 600 Pa 左右, 脱硝系统总的压力损失在设计范围内, 能满足烟风系统阻力要求。

最终采用蜂窝式催化剂, 型号为 20×20, 催化剂高度为 925mm, 总体积为 251.8m³, 比表面积 455m²/m³, 每块模块重量为 1187 kg。

2 脱硝增效改造施工

2.1 施工安装

催化剂吊装施工主要过程是: 利用脱硝 A、B 侧电动葫芦将催化剂吊至安装层铺设转运平台, 平台上放置一台导运小车, 催化剂模块吊至该小车上拖运至反应器内部相应位置, 再利用烟道内临时设置的钢丝绳导运到位置就位。直至全部就位后, 焊接模块之间的密封条等, 并移除临时设施, 内部全部完工并检查验收后封闭烟道。

为了防止催化剂积灰降低脱硝效率, 在每层催化剂上部安装 8 台声波吹灰器, 吹灰器距催化剂模块上部 610 mm。吹灰介质为检修用压缩空气, 压力为 0.6~0.7 MPa, 吹扫频率为 10min/次, 吹灰 10s。压缩空气通过一个 3 m³ 的储气罐为催化剂吹灰系统供气。

2.2 增效改造质量控制及存在问题

(1) 声波吹灰器的安装和调试, 吹灰器水平度和与催化剂表面的距离严格控制在规范范围内, 安装结束后进行就地按钮操作调试, 并能在 DCS 上进行远程程控操作;

(2) 催化剂模块安装, 首先是模块安装在反应器钢梁上的位置要正确, 并在模块之间留有一定的膨胀间隙。催化剂模块之间的密封片安装一定要周到细致, 杜绝存在大的间隙或投用后发生变形等导致烟气旁路形成, 影响脱硝效率;

(3) 脱硝催化剂钢梁设计时无安装、更换专门的轨道, 延长了催化剂安装工期, 同时施工危险性也比增大。

(4) 催化剂模块设计上要便于密封片的安装, 不然将增大密封处理的工作量。这次到货密封片尺寸与现场安装需要尺寸有所偏差, 造成后期密封整改量较大, 在较大程度上影响了施工进度。

(5) 在密封片安装时, 发现密封片普遍存在焊

点过少 (见图 2、图 3), 催化剂箱体横向和纵向密封片搭边处间隙过大等问题, 运行中箱体膨胀变形, 会造成漏烟量增大, 起不到密封作用, 造成脱硝效率下降。



图 2 密封片焊点较少



图 3 密封片增加焊点后

(6) 在施工过程中, 对上层已运行的韩国 SK 催化剂进行了检查, 发现在多只催化剂上下口端面存在不同程度的裂纹和破损 (见图 4)。分析认为 SK 催化剂在运行中存在耐温和机械强度不足, 经了解其他厂家使用 SK 催化剂产品也普遍存在此现象, 发生最严重的是脱硝运行一年后整个催化剂都破碎塌陷, 不能再使用。



图 4 SK 催化剂进、出断面发生开裂

3 改造后效果检验

3.1 改造后运行情况

表 1 脱硝改造后不同锅炉负荷下运行情况

指标	负荷/ MW					
	367		460		597	
反应器	A 侧	B 侧	A 侧	B 侧	A 侧	B 侧
效率/%	90.7	91.0	86.9	86.6	84.09	85.6
入口NOx/(mg/Nm³)	427.1	469.5	358.7	354.71	302.24	300.41
入口O₂/%	4.41	3.76	4.02	3.36	3.69	2.39
烟气流量/(Nm³/s)	117.84	194.52	174.8	183.69	177.5	234.51
出口NOx/(mg/Nm³)	32.7	39.04	41.98	46.63	37.18	42.53
出口 O2/%	5.47	4.04	5.61	3.74	5.63	2.92
喷氨调门开度/%	36.81	38.24	32.81	30.1	34.81	33.17
氨流量/(Nm³/h)	36.58	37.14	32.83	31.61	32.2	30.15

通过对锅炉不同负荷情况下脱硝运行情况分析(见表 1),脱硝出口在 30~50 mg/Nm³左右,满足环保<100 mg/Nm³的排放标准,脱硝效率均能达到设计值 80%以上,氨逃逸率在 3 ppm以内,安装层压降 120 Pa,脱硝总压降 300 Pa,声波吹灰器使用正常。这次脱硝增效改造取得圆满成功,并通过环保部门的比对试验,为公司赢得脱硝电价。

3.2 改造后需完善的问题

(1)脱硝入口NOx浓度经常超过 400 mg/Nm³,燃烧器和炉膛两级燃烧运行方式上需加强调整,但最主要要控制入炉煤燃料氮的含量;

(2)脱硝反应器出口 NOx 浓度与烟囱排口上传数据有偏差,烟囱出口大于反应器出口 NOx 浓

度,需从 NOx 浓度测量上查找原因。

(3)脱硝液氨使用量小于设计值,说明催化剂反应效果良好。但对于目前很多燃煤机组脱硝氨逃逸率表不准的问题,还要了解技术发展动态,尽快恢复氨逃逸率表的监视指导调整的功能。

4 结束语

通过烟气脱硝增效改造工程的实例,介绍了脱硝增效改造前期可行性分析和施工方案的论证和确定过程,现场施工过程中抓好催化剂和吹灰器安装施工,严格控制催化剂密封片安装质量关,建议以后完善催化剂安装、更换使用的轨道,改造后在不同负荷下脱硝效果进行检验,达到改造要求,脱硝增效改造取得圆满成功。

参考文献:

[1] 中国大唐集团科技工程公司. 燃煤电站 SCR 烟气脱硝工程技术[M].北京:中国电力出版社,2009.
[2] 国电龙源.SCR 烟气脱硝蜂窝式催化剂产品操作手册[Z].国电龙源,2012.

作者简介:

杨定龙(1977-),男,江苏盐城人,助理工程师,从事锅炉检修专职工作;
胡 斌(1976-),男,江苏盐城人,助理工程师,从事锅炉检修点检工作。