

# 提高火电厂烟气脱硝系统运行可靠性研究

温耀宇

(河北大唐国际王滩发电有限责任公司, 河北唐山 063611)

**摘要:**为了提高火力发电厂烟气脱硝系统的运行可靠性,对某厂600MW机组烟气脱硝系统的运行实际情况进行了研究。通过采取提高脱硝系统入口一次风量、适当调整催化剂入口烟气温度保护动作定值、根据机组负荷波动情况提前进行调节、提高热解炉电加热器的稳定性、按要求对管路进行冲洗及加装伴热装置等措施,有效的减少了脱硝系统运行中保护动作的次数以及因加热器故障、系统结晶等情况而被迫将系统退出运行进行长时间检修的情况。通过采取上述措施有效的提高了烟气脱硝系统的运行可靠性,可供从事烟气脱硝系统的设计、运行及维护人员进行参考。

**关键词:**火电厂;SCR;烟气脱硝;联锁保护;可靠性

中图分类号:X701.3 文献标识码:A 文章编号:1006-8759(2013)04-0019-03

## STUDY ON IMPROVE THE OPERATION RELIABILITY FOR POWER PLANT FLUE GAS DENITRATION SYSTEM

WEN Yao-yu

(Hebei Datang International Wangtan Power Generation Co., Ltd, Tangshan 063611, China)

**Abstract:** In need to ensure the denitration system reliability when it on service, take an investigation in actual situation of the denitration system from a 600MW unit. Through the adoption measures of improve the primary air flow, adjustment the protection setting value of inlet gas temperature of catalyst, advance control when the fluctuation of the unit load, improve the stability of the electric gas heater and avoid the line crystal etc. Through this measures the denitration system reliability have been improved, the designers, operators and defenders can take a reference.

**Keywords:** thermal power plant; SCR; flue gas denitration; interlock protection; reliability

为了达到环境保护部新版《火电厂大气污染物排放标准》(GB13223-2011)中关于火力发电厂氮氧化物的排放要求,在未来几年内,新建火电机组都将同步建设烟气脱硝装置,同时现有火电机组也将利用机组检修周期完成烟气脱硝装置的改造<sup>[1]</sup>。烟气脱硝技术为近几年新兴产业,无论从系统设计、改造还是运行操作方面都需要相关人员不断探

索以提高烟气脱硝系统的可靠性,保证烟气排放标准达到环保相关要求<sup>[2]</sup>。结合某电厂脱硝系统的设计及运行实际情况,分析了机组正常运行中影响烟气脱硝系统运行稳定性的几种因素,并从提高脱硝系统入口一次风量、适当调整催化剂入口烟气温度保护动作定值、根据机组负荷波动情况及时进行调整、提高热解炉电加热器的稳定性、按要求对管路进行冲洗及加装伴热装置等方面提出了提高系统运行稳定性的方案,为火力发电机组脱硝系统的设计、改造及运行调整提供参考。

## 1 烟气脱硝系统设备简述

某厂锅炉为 HG-2030/17.5-YM 型 600MW 级锅炉,烟气脱硝装置为原有机组的改造工程,即在原锅炉省煤器烟气出口和空气预热器烟气入口之间的烟气通道加装一套脱硝装置<sup>[3]</sup>(见图 1)。该系

统采用尿素热解法选择性催化还原(SCR)烟气脱硝工艺,为中国大唐集团科技工程有限公司设计制造,该系统采用洛卡技术,按该厂 2 台锅炉公用一个还原剂储存、卸载及供应区域进行尿素热解区建造,满足 2 台锅炉满负荷时同时能达到 80% 以上的脱硝效率。

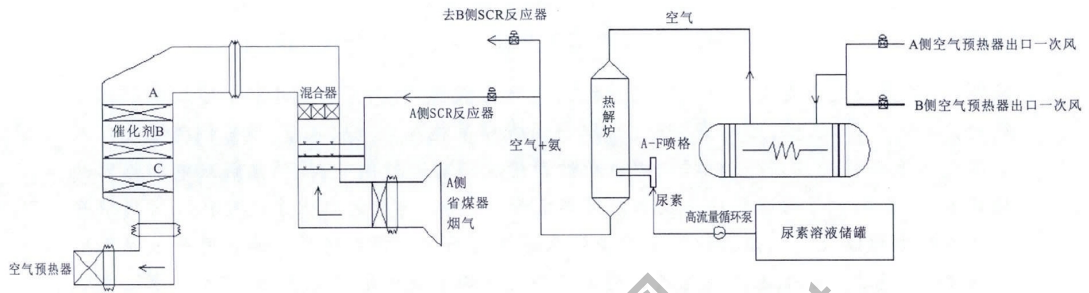


图 1 某电厂增设尿素热解法选择性催化还原(SCR)烟气脱硝工艺流程

## 2 影响脱硝系统可靠性的常见因素及解决措施

根据脱硝系统改造后的运行实践证明:在系统正常运行中,脱硝效率、氮氧化物排放量及氨气逃逸率等重要环保参数都能很好的达预期的设计要求,但在实际运行中也时常出现系统保护动作、出力降低的情况,不仅影响脱硝系统运行可靠性,同时也给企业带来额外的环保考核费用。通过运行人员、厂家调试人员及检修维护人员的不断摸索总结出几种常见的运行中影响脱硝系统运行稳定性的因素,并结合实际经验给出相应解决措施。

### 2.1 运行中脱硝系统联锁保护动作对脱硝装置运行可靠性的影响

由于采用选择性催化还原(SCR)烟气脱硝工艺,催化剂活性对温度范围有着严格的要求,而催化剂的置换费用约占整套系统造价的 60%~70%,所以要尽量延长催化剂的使用寿命,减少发电企业运行成本<sup>[4]</sup>。因此,要有完善的联锁与保护系统,在参数不满足运行条件时保证脱硝装置及时退出运行。以下结合运行中几种常见的联锁保护进行论述。

#### 2.1.1 低负荷运行期间一次风调节阀后风量 $\leq 5500 \text{ Nm}^3/\text{h}$ ,系统联锁保护动作

根据集控运行规程参考及运行调整经验,某机组在 50% 负荷(300MW)时,锅炉一次风母管压力控制在 9KPa 左右时不仅能保证锅炉燃烧的稳

定性而且能较好的控制一次风机单耗,使锅炉一次风机运行在保证锅炉燃烧稳定性与节能降耗的最佳工作区。但加装烟气脱硝装置后,运行人员仍按照传统的操作习惯进行节能调节,因此在机组在 300MW 负荷点运行时常出现因调节阀后一次风量 $\leq 5500 \text{ Nm}^3/\text{h}$ 而造成脱硝系统保护动作的情况。

经过专业技术人员研究及运行中的实验调试,在机组低负荷期间将一次风母管压力控制在 10KPa 左右,这样可以满足机组低负荷运行时脱硝系统对一次风通风量的要求;同时采取机组低负荷期间减少锅炉制粉系统的运行数量,通过提高单台制粉系统运行出力的方法也可达到降低锅炉一次风单耗的目的。另外,对于新建机组或将要进行增加烟气脱硝系统改造的机组,建议结合锅炉运行时一次风母管压力变化情况,从锅炉高负荷时系统一次风压高和低负荷时系统一次风压低两种情况对新增烟气脱硝系统的一次风通风量进行论证,以便在日后运行中既减少锅炉低负荷时脱硝系统因一次风通风量不足而造成脱硝系统联锁保护动作的情况出现,同时也能更好的满足运行中降低锅炉一次风单耗的要求

#### 2.1.2 脱硝系统催化剂入口烟气温度 $\leq 295^\circ\text{C}$ 系统保护动作

众所周知,降低锅炉排烟温度,可有效降低锅炉排烟热损失,提高锅炉效率,因此,即使在机组低负荷运行期间,运行人员会在满足蒸汽参数的

前提下通过改变锅炉二次风配风方式及调整制粉系统运行方式的方法降低锅炉排烟温度。但脱硝系统催化剂对入口烟气温度有严格的要求,因为烟气温度过低会造成催化剂活性降低而影响催化剂使用寿命,因此在脱硝系统投运初期,当机组负荷降至 350MW 以下时多次出现因脱硝系统催化剂入口烟温低而造成脱硝系统保护动作的情况。通过多次运行中对锅炉二次风配风方式进行试验及改变制粉系统的运行方式,在机组 300MW 的低负荷点可将脱硝系统催化剂入口烟温控制在 295℃~300℃,通过向厂家咨询确认得知:催化剂入口烟温在 295℃时对催化剂活性并无太大影响,因此,将脱硝系统催化剂入口烟温低联锁保护动作条件由原来的 300℃调整至 295℃,虽然只是下调了 5℃,但机组在低负荷运行时脱硝系统因催化剂入口烟温低而联锁保护动作的情况大大减少,提高了脱硝系统的运行可靠性。

## 2.2 机组负荷大幅波动对脱硝系统可靠性的影响

由于火电机组负荷受电网负荷分配的影响,机组负荷经常大幅波动(短时间内负荷变化 50MW 以上),同时为了争取电网对火力发电厂的两个细则补偿,机组负荷变化率通常设置较高,因此在机组负荷大幅变化时,锅炉侧一次风压、烟气流量等影响脱硝系统运行的参数也会随之大幅波动,对脱硝系统的运行可靠性有影响较大。

### 2.2.1 机组大幅涨负荷期间

锅炉烟气流量随机组负荷增长而增加,为了满足脱硝效率,需要增加氨气的喷入量,因此需要热解炉加热的尿素溶液及一次风量大幅增加,经常出现因热解炉电加热器功率不足或调节不及时而造成热解炉出口温度低联锁动作整个脱硝系统的情况。运行中可根据负荷曲线变化规律,采取提前提高加热器出口温度使加热器有足够的裕度满足机组涨负荷的需要;同时也可在加热器裕度不足的情况下放慢机组负荷变化率来减缓负荷变动速度,以便时加热器功率变化速度及时跟上机组负荷变动速度。

### 2.2.2 机组大幅落负荷期间

机组大幅落负荷时,锅炉一次风压也随之急剧下降;低负荷时催化剂入口烟温会急剧低;同样负荷大幅下降可能会造成多支尿素喷枪因入口流量低而在短时间内相继退出,上述几种情况都可能带来脱硝系统联锁保护动作的情况,在现有装

置及联锁的情况下放缓或短时限制负荷变化率是较为有效的控制办法。

## 2.3 热解炉电加热器对脱硝装置的可靠性的影响

(1)在热解炉电加热器现有功率的条件下其调节速度很难跟得上机组负荷的上涨速度,因此需要提前进行调节或及时限制负荷变化率甚至短时限制机组负荷来避免因加热器出口温度低而造成脱硝装置保护动作的情况。

(2)投运后热解炉电加热器在运行一段时间后出现了部分加热器损坏的情况,运行中难以满足保证脱硝效率的需要,因此,需要长时间停运脱硝系统进行检修处理,大大影响了脱硝系统的运行连续性。因此建议对电加热器的容量进行重新论证或选用更稳定的加热器。

(3)运行人员操作习惯对电加热器的运行寿命也会有很大影响。为了在短时间内将脱硝系统投入运行或退出运行,很多操作人员习惯性在此时将电加热器投入自动运行,这种情况下加热器功率在短时间内会大幅度的变动,这种操作方法无疑会降低加热器的使用寿命,建议在脱硝系统启、停时手动操作电加热器,使其功率在能承受的范围变化,避免因操作不当而降低加热器的使用寿命。

## 2.4 其他影响脱硝系统可靠性的因素

### 2.4.1 管道结晶对脱硝系统的影响

尿素溶液为易结晶物质,结晶后轻则会因为系统出力降低而影响脱硝系统的效率,重则可能需要停运整套脱硝系统进行检修处理,给系统可靠运行带来不利影响。因此,在系统停运后,应及时对管道进行冲洗并保证冲洗效果;同时尿素溶液管道应有良好的保温措施避免溶液温度过低而出现结晶,北方地区的火力发电厂在建设脱硝系统时应应对系统管道配置完善的伴热系统,并根据当地环境温度及时投入伴热;如果系统出现结晶现象应及时进行处理,避免因处理不及时而带来需要停运整套脱硝系统进行处理的情况。

### 2.4.2 系统设计不合理对脱硝系统的影响

此情况多发生在改造的烟气脱硝系统中,于是在锅炉原有的风烟系统进行的改造,设备的布局合理性在设计中受到很大制约,例如本文所列举的改造工程中脱硝系统热解炉布置在锅炉连续排污扩容器对空排汽口附近,高温蒸汽长期冲

(下转第 15 页)



油污污染物降解,具有高效、经济、无二次污染等特点,因而极具未来发展潜力<sup>[11]</sup>。

### 2.6 提高生态意识

生态海洋的建设和发展需要社会力量的全面支持,只有全民的生态意识提高,才能更好的促进海洋产业的发展。要通过各种媒介加大舆论宣传力度,增强全民环境保护意识,激发全民对海洋环境保护工作的参与热情,进而调整人们的消费结构和生活习惯,提倡绿色消费、适度消费、低碳生活,这样也可以更好的发挥群众的监督作用。这在促进海洋资源可持续利用和秦皇岛经济可持续发展方面具有积极的作用<sup>[12]</sup>。

## 3 结语

海洋是巨大的资源与能源宝库,海洋的开发与管理在未来国民经济发展中具有重要的战略意义。然而,我们应该清楚海洋生产力的基础是海洋生态力,海洋资源的开发应坚持“开发与保护”并重的原则。海洋生态系统自身具有一定的环境容量和自净能力,在它的承载力范围之内,海洋才能够健康发展。秦皇岛市近年来经济和旅游业均有较大发展,这在一定程度上加剧了近岸海域环境的破坏。从长远利益出发,我们应通过各方的不断努力,制订切实可行的对策方案,争取秦皇岛海洋

事业的可持续发展。

## 参考文献

- [1] 苗佳静. 秦皇岛海域船舶溢油风险研究[D]. 大连: 大连海事大学, 2008: 9-17.
- [2] 薛亚娟. 建设生态城市发展秦皇岛绿色工业的研究[J]. 中小企业管理与科技(上旬刊), 2012, (22): 128-129.
- [3] 王凤昀. 秦皇岛海域赤潮初步调查 [J]. 河北渔业, 2009, (10): 50-51.
- [4] 闫波. 秦皇岛市生态环境承载力分析[J]. 西北师范大学学报(自然科学版), 2012, 48(3): 116-120.
- [5] 陈景锋, 王君儒, 刘建华. 厦门海域环境现状分析与可持续发展策略[J]. 交通环保, 1999, 20(5): 17-19.
- [6] 王中起, 韩志远, 严冰. 秦皇岛海域水文泥沙特征分析[J]. 水道港口, 2010, 31(4): 247-252.
- [7] 王晓玮, 赵骞, 赵仕兰. 海洋环境容量及入海污染物总量控制研究进展[J]. 海洋环境科学, 2012, 31(5): 765-768.
- [8] 陈平, 李静, 吴迎新, 等. 中国近岸海域环境保护的陆源污染防治政策研究—以排污治理工程投资政策为例[J]. 海洋经济, 2012, 2(2): 18-25.
- [9] 杨波. 青岛市海洋开发和海域管理综合研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2010: 43-46.
- [10] 田立新. 葫芦岛市近岸海域环境质量持续优良原因探究[J]. 环境保护与循环经济, 2010, (3): 64-65.
- [11] 陈克亮, 王金坑, 戴娟娟, 等. 我国海洋区域功能恢复的基本对策和措施[J]. 海洋开发与管理, 2010, 27(1): 47-51.
- [12] 罗亮. 海南省海洋经济发展与近海生态环境问题研究 [J]. 海洋开发与管理, 2012, (7): 116-119.

(上接第 21 页)

刷热解炉本体无疑会影响其寿命;也多次出现因尿素喷枪布置空间过于狭小而增加了检修人员作业的难度,增加检修工期;因管路伴热设计不合理而造成配制尿素溶液的工业水管在冬季出现冻裂的现象,影响尿素溶液的及时配制。因此建议准备新增烟气脱硝装置的发电企业,尤其是在改造工程中要提高设备布局对脱硝系统影响这一因素的关注度,避免在日后运行及检修中出现因设计不合理而影响脱硝系统的可靠性的情况发生。

## 3 结语

火力发电厂增加烟气脱硝装置对于控制氮氧化物排放、走科学和可持续发展道路有着深远的意义。通过运行人员对锅炉风烟系统和脱硝系统

的有效调节以及检修人员在维护中提高设备的稳定性等方面的不断摸索,机组正常运行中脱硝系统退出运行的情况大大减少,提高了脱硝系统的运行可靠性,有效的保证了火电厂烟气排放标准达到环保相关要求。

## 参考文献

- [1] 赵宗让. 电厂锅炉 SCR 烟气脱硝系统设计优化[J]. 中国电力, 2005, 38(11): 69-74.
- [2] 郭聪明, 李庆. 燃煤电厂 SCR 烟气脱硝系统调试探索[J]. 华北电力技术 2010(10): 9-12, 16.
- [3] 王杭州, 陈进生. 300MW 燃煤机组增设烟气 SCR 脱硝装置的技术改造[J]. 锅炉技术, 2007, 38(2): 62-66.
- [4] 廖永进, 徐程宏等. 火电厂 SCR 烟气脱硝装置的运行优化研究 [J]. 锅炉技术, 2008, 39(5): 60-63.