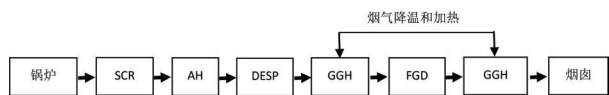


促进燃煤电厂烟尘超低排放

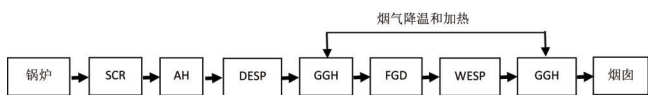
1 传统烟尘处理技术的发展

国内外采用的传统燃煤电厂污染物控制技术主要为:热烟气通过SCR选择性催化脱硝,干式电除尘器DESP除尘前利用空预器使烟气温度降到120~140℃。为提高脱硫效率和控制水雾排放,在湿式脱硫FGD塔前后加装热交换器GGH,使烟气温度降到70~90℃再进入脱硫塔,脱硫后的烟气从60℃左右再加热到70~90℃排放。

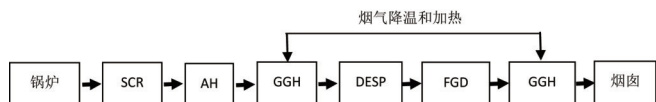
欧洲燃煤电厂至今仍采用这一技术路线,实现烟囱出口颗粒物排放5 mg/m³左右,其工艺路线^{1[1]}为



20世纪90年代初,日本为控制烟尘排放不高于10 mg/m³,在传统工艺路线的基础上,加装了湿式电除尘WESP。WESP安装在脱硫塔FGD后、烟气加热交换器GGH前,并在1000 MW大型燃煤机组上得到推广应用,技术路线^{2[2]}为



为了降低电厂环保设备的运行和投资费用,日本20世纪90年代末开始推广应用低低温电除尘技术,技术路线³为



在同样实现低于10 mg/m³颗粒物排放的前提下,技术路线3与技术路线2的主要区别为:1)GGH在技术路线2中装备在DESP之后,技术路线3中改装在DESP前;ESP的烟气温度从120~140℃左右降低到烟气酸露点以下(约90℃)实现低低温电除尘;2)脱硫后不再采用WESP控制颗粒物和SO₃的排放,加热后的烟气可直接排空。

降低电除尘器入口烟温,既可改善电除尘的除尘效率,也可利用烟尘高效吸附烟气中的SO₃气溶胶^[2]。部分早期安装的WESP已被关停。例如,日本新日铁住金鹿岛电厂507 MW燃煤机组在采用低温省煤器后,WESP不在运行。据不完全统计,在日本利用此技术路线的燃煤电厂总装机容量已超过15000 MW,其中包括多台1000 MW等级的燃煤机组,从实际运行看,电厂的颗粒物排放一般低于5 mg/m³。

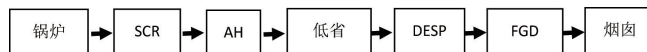
中国电力集团在最近2年开始推广低低温电除尘技术。例如,华能北京热电厂2013年对4台250 MW燃煤机组开展了低低温电除尘改造,4台低低温电除尘配套8台ZH三相高压电源,在国内首先实现了电除尘出口烟尘排放10 mg/m³,为进一步推广应用低低温电除尘积累了经验。

2 中国烟尘处理技术进展

按《GB13223—2011火电厂大气污染物排放标准》,中国重点地区现有燃烧锅炉的烟尘排放浓度限值为20 mg/m³。神华国能集团有限公司提倡污染物超低排放和绿色发电,成功开展对现役燃煤机组环保设备改造,并提出新建机组环保技术路线。

根据国内外燃煤电厂污染物控制的经验和教训,为落实中

国制定的《煤电节能减排升级与改造行动计划(2014—2020年)》,神华国能集团有限公司提出了烟尘排放5 mg/m³的技术路线4:



该技术路线满足环保设备建设或改造的3个基本原则:1)污染物长期稳定超低排放;2)环保设备可适应多种燃煤特性;3)系统建设(改造)的投入产出和环境绩效最优。

在国家高技术研究发展计划(863计划)项目“重点行业PM_{2.5}过程控制与减排技术与装备”支持下,神华国能集团有限公司积极开展对燃煤电厂PM_{2.5}的排放控制示范研究,先后在135、300、600、1000 MW机组开展了集成低省、电除尘和脱硫塔烟尘趋零排放技术路线的示范电厂研究^[3-6],积累了烟尘趋零排放的工程应用经验,为实现燃煤电厂PM_{2.5}排放低于2.5 mg/m³创造了成功案例。实际证明,通过对电除尘本体小分区优化设计和采用高效三相高压电源,技术路线4可完全满足烟尘低于5 mg/m³、NO_x低于35 mg/m³、SO₂低于50 mg/m³的排放要求^[4]。例如,天津大港发电厂综合采用烟气调质、低温省煤器、高效电除尘、高效除雾器等改造及煤质控制、运行优化调整等烟气全流程6项措施,以低成本实现了全厂4台机组大气污染物排放达到燃气机组排放标准。其中天津大港发电厂3号机组的应用表明,电除尘出口和烟囱出口的颗粒物排放均低于5 mg/m³,同时,PM_{2.5}的排放低于神华国能集团有限公司环保示范电厂标准2.5 mg/m³的要求。4台机组静电除尘器改造与电袋除尘相比节省投资约6000万元,且不增加维护费用;与湿式静电除尘器相比,节省投资约1.4亿元。初步测算,天津大港发电厂4台机组每年可节省各项运行成本300万元左右。

基金项目:国家高技术研究发展计划(863计划)项目(2013AA065000)。

参考文献(References)

- [1] Meij R, Winkel H. The emissions and environmental impact of PM₁₀ and trace elements from a modern coal-fired power plant equipped with ESP and wet FGD[J]. Fuel Processing Technology, 2014, 85: 641-656.
- [2] Fujishima H, Maekawa N, Ohnishi S et al. Novel electrostatic precipitation technologies in japan-colder side ESP and new wet-type ESP application for boiler facilities[C]//2001 MEGA symposium. USA, 2001: 1-17.
- [3] 王仕龙,陈英,韩平等. 燃煤电厂电除尘PM₁₀和PM_{2.5}的排放控制I: 电除尘选型及工业应用[J]. 科技导报, 2014, 32(33): 23-33.
- [4] 王仕龙. 燃煤电厂电除尘PM₁₀和PM_{2.5}的排放控制II: 电除尘电源改造与PM₁₀和PM_{2.5}的排放(以660 MW机组为例)[J]. 科技导报, 2014, 32(33): 34-38.
- [5] 王仕龙,陈英,韩平等. 燃煤电厂电除尘PM₁₀和PM_{2.5}的排放控制III: 电除尘电源及小分区改造与PM₁₀和PM_{2.5}的排放(以4×330 MW机组为例)[J]. 科技导报, 2014, 32(33): 39-42.
- [6] 沈欣军,郑钦臻,宁致远,等. 燃煤电厂电除尘PM₁₀和PM_{2.5}的排放控制IV: 采用二维PIV除尘[J]. 科技导报, 2014, 32(33): 43-50.

文/肖创英

作者简介 神华国能(神东电力)集团,教授级高级工程师。

(责任编辑 陈广仁)