

高压静电除尘器的节电改造

周成业

(华能淮阴发电有限责任公司, 江苏 淮安 223001)

摘 要: 高压静电除尘器耗电量占电厂厂用电比例较大, 如何在提高除尘效率、降低烟尘排放浓度的同时, 大幅度地降低电除尘器的能耗, 实现节能减排, 是发电企业在节能改造中应重点考虑的问题。本文针对电除尘器耗能和环保方面存在的问题, 着重介绍了华能淮阴电厂静电除尘器在电控系统的节电改造方案, 和改造实施经过以及改造前后的能耗对比, 积极推广节能新技术在电厂的应用。

关键词: 电除尘器; 节电; 改造

0 引言

华能淮阴发电有限责任公司采用福建龙净环保股份有限公司最新的高压电除尘器控制技术和智能节能运行模式, 对原有的 $4 \times 300\text{MW}$ 燃煤机组电除尘器实施了节电改造, 电除尘器用电量降低了 80%, 单台对比改造之前同等机组, 每日可节省电量大于 1 万 kWh, 整个改造投资少、时间短、回报快, 取得了较好的经济效益和社会效益。

1 设备概况

1.1 设备名称、型号、形式

高压静电除尘器

BE278/2-4

板式、卧式、干式

1.2 布置方式和布置位置

炉后并列布置

1.3 设计参数 (以下均为 BMCR 工况)

每台炉所配台数: 2 台双室四电场(双列双室四电场一台)

每台除尘器入口烟气流速: $805365\text{m}^3/\text{h}$ (设计煤种), $892624\text{m}^3/\text{h}$ (校核煤种)

除尘器入口过剩空气系数: 1.39

除尘器入口烟气温度: 127.5°C

除尘器入口含尘量: $25\text{g}/\text{Nm}^3$ (设计煤种), $31\text{g}/\text{Nm}^3$ (校核煤种)

保证效率: $>99.7\%$

本体阻力: $\leq 245\text{Pa}$

本体漏风率: 3%

年运行时数: $>7500\text{h}$

电场数: 2×4 个/台

每台除尘器进、出口数: 进口 2 个, 出口 2 个

1.4 电控部分设备参数

高压控制柜: 8 套, GGAJ-1.0A/66kV;

10 套, GGAJ-1.0A/72kV;

低压控制柜: 4 套, DZK-2;

IPC 智能控制系统: 1 套

2 存在的问题和原因

电除尘器自投运以来, 电控设备运行的能耗比较高, 除尘效率越来越低, 原因如下:

(1) 电场高压控制已投运几年, 型号: K-B 型为龙净环保早期产品, 器件存在不同程度上的老化, 功能较不完善, 没有反电晕自动检及自找控制方式功能, 高压控制柜的控制器一直运行在最大功率方式 (即 0 方式), 极板积灰十分严重, 造成反电晕现象, 灰斗容易堵灰, 除尘效率降低。

在电除尘运行过程中, 除尘效率与电晕功率有着直接的关系。在一般情况下, 电晕功率越高, 除尘效率越高。但在燃煤品质低下、灰分含量高的条件下, 由于灰分比电阻值大, 在电场内部经常性存在反电晕现象, 这时如果过分增加电除尘器高压供电功率, 反而会加重反电晕、引起除尘效率降低。理论分析和实践证明, 采用间隙脉冲供电技术能够克服高比电阻 粉尘引起的反电晕, 不但减少电除尘功率消耗, 而且可以提高除尘效率。

(2) 电除尘长期运行在固定的模式下, 无法实现随负荷和工况变化而自动调节, 在满足达标排放、保证除尘效率的基础上, 没有挖掘节电潜力, 在负

荷较低的情况下，没有采用节能运行模式，白白浪费大量电能。

（3）原有的周期振打，不能有效克服极板积灰问题，导致能耗浪费，积灰严重，造成反电晕。实践证明，在一些粉尘黏附力比较强、极板严重积灰、剥落困难的工况下，利用断电振打方式可以有效减少极板灰层厚度，提高运行电压，改善除尘效果，我们可以通过 IPC 系统，在夜间低负荷期间实施加强断电振打，而在白天满负荷时减小断电振打频率，既保证了极板清灰干净，提高了除尘效率，又把二次扬尘减为最低。

3 改造方案

根据目前电除尘器的运行情况,福建龙净环保股份有限公司提出以下保效节能升级改造方案，以提高电除尘器设备整体运行的可靠性及节能降耗,同时提高除尘效率：

（1）电场高压柜控制器升级改造:在原有间隙脉冲供电（单半波、双半波）基础上，升级改造后间隙脉冲供电功能更加完善，使脉冲脉宽更宽、幅度更高；具有断电及减功率振打功能，使用后更加节能。

（2）低压部分采用以单片机为控制核心,进行升级改造以 PLC 为核心的 DDJX 控制系统,可实现高低压断电振打功能；

（3）上位机 IPC（智能控制系统）升级成节能型的，可实现高低压、上位机三者间断电及 减功率振打功能，引入锅炉负荷信号（4-20MA）条件，应用最新 IPC 节能型控制软件，实现自动跟踪最佳闭环控制的运行,实现目前国内最先进的电除尘运行智能控制水平；

4 改造要求及实施

4.1 改造要求

在不对机械本体进行改造变动的情况下，只对电除尘电控系统进行改造；改造后要求达到原设计排放参数要求，不影响烟气脱硫的正常工作；改造施工周期要求在 20 天内完成。

4.2 改造实施

改造措施见表 1。在电控系统的技术升级改造完成，电除尘重新投运后，龙净环保技术人员对高压电控系统及上位机智能系统进行了综合调试和整个

电除尘器的节能测试。

表 1 改造措施图

序号	内容	工期/天	备注
1	高压系统改造，拆除龙净环保公司旧的 B 型高压控制板，更换最新的 MVC196-D 高压调整器	1	1 阶段
2	低压复合功率振打系统安装，拆除旧的 DZK 振打器，更换新的 DDJX 振打控制系统，增加 PLC、主控板、综合板、相控板等低压控制配件	4	1 阶段
3	锅炉 4-20MA 负荷信号电缆敷设安装，调试	1	1 阶段
4	IPC 智能控制系统安装，安装最新的节能控制软件并调试	2	1 阶段
5	冷态调试，对所有高低压设备进行带电调试	2	1 阶段
6	热态调试，在电除尘运行中对设备进行全面调试	6	2 阶段

说明：1 阶段为安装工期，15 天，除尘系统停电状态下进行；
2 阶段为系统节能调试时间，除尘系统正常工作，不影响锅炉运行；（1、2 阶段时间可根据实际情况稍作调整）
改造工作可在不停机时进行（锅炉负荷信号由甲方确认），工期加 5 天。

5 改造后节能测试和电量统计分析

5.1 节能测试

测试#5 电除尘器高压控制柜分别在 IPC 智能节能管理模式、全波供电方式下各高压控制柜的运行数据和电耗统计如下。

（1）2010 年 5 月 10 日 14 点 27 分，#5 炉智能节能模式运行，所得数据见表 2、3。

表 2 #5 炉智能模式下的负荷、进出口烟温，出口粉尘浓度

进出口烟温	进口/℃	出口/℃	负荷 /MW	出口粉尘浓度 /(mg/Nm³)
A 列左室	128.1	117.8	290	112
A 列右室	116.1	112.1		
B 列左室	117.6	112.6		
B 列右室	131.6	119.5		

表 3 智能模式下#5 炉电除尘高压运行参数

高压柜号	运行方式	U1/V	I1/A	U2/kV	I2/MA	火花率	输出功率/W
A1	1:2	170	162	45.6	210	44	27540
A2	1:2	181	110	39.8	283	41	19910
A3	1:8	86	58	36.3	100	0	4988
A4	1:8	70	45	28.3	98	0	3150
A5	1:10	56	60	33	81	0	3360
A6	1:10	85	56	30.2	81	0	4760
A7	1:8	92	58	29	94	0	5336
A8	1:8	160	74	29.8	92	0	11840
A9	1:8	91	70	30	103	0	6370
B1	1:2	139	66	36.9	151	49	9174
B2	1:2	142	81	45.5	148	46	11502
B3	1:8	82	53	36.5	90	0	4346
B4	1:8	91	77	37.9	95	0	7007
B5	1:10	68	68	32.7	83	0	4624
B6	1:10	61	46	23.7	78	0	2806
B7	1:8	91	64	30.9	96	0	5824
B8	1:8	122	34	28.1	51	0	4148
B9	1:8	92	68	30.8	103	0	6256

计算得出，改造后节能管理模式下总功率为：142941W。

(2) 2010 年 5 月 25 日 14 点 20 分，#5 炉普通模式下运行数据，见表 4、5。

表 4 #5 炉普通模式下的负荷、进出口烟温、出口粉尘浓度

进出口烟温	进口 /℃	出口/℃	负荷/MW	出口粉尘浓度 / (mg/Nm ³)
A 列左室	132.4	132.4	290	115
A 列右室	146.2	134.9		
B 列左室	136.3	126.4		
B 列右室	126.1	124.8		

表 5 #5 炉全波模式下高压运行参数

高压柜号	运行方式	U1/V	I1/A	U2/kV	I2/MA	火花率	输出功率/W
A1	MODE 0	267	129	52.7	439	46	34443
A2	MODE 0	255	159	42	599	21	40545
A3	MODE 0	252	153	46.9	599	0	38556
A4	MODE 0	230	126	40	599	1	28980
A5	MODE 0	225	188	54.8	599	0	42300
A6	MODE 0	267	176	55.3	599	0	46992
A7	MODE 0	309	168	58.4	599	0	51912
A8	MODE 0	271	197	60.8	568	4	53387
A9	MODE 0	310	180-	61.4	600	1	310
B1	MODE 0	258	128	54.3	450	51	33024
B2	MODE 0	282	195	46.2	601	48	54990
B3	MODE 0	255	158	44.2	602	15	40290
B4	MODE 0	289	196	50.3	601	16	56644
B5	MODE 0	283	204	54.6	599	0	57732
B6	MODE 0	246	144	43.3	525	0	35424
B7	MODE 0	313	182	59.7	600	0	56966
B8	MODE 0	149	180	61	600	0	26820
B9	MODE 0	311	166	61.6	556	0	51626

计算得出，常规供电方式下总功率：750941 W。

#5 炉节电率×100%=(常规供电方式下总功率－改造后节能管理模式下总功率)÷常规供电方式下总功率

计算得出：节电率×100%= (750941-142941) ÷750941×100%≈81%

5.2 电量统计和分析

表 6 数据来源于各段除尘变的电表读数，然后根据各自的系数计算得出。

表 6 2010-5-26 电量统计表

机组号	#3(改前)	#5(改后)	#6(改前)
A 段电量总和	0.893	0.259	0.840
B 段电量总和	0.832	0.137	0.806
总电量	1.725	0.396	1.646
耗电量对比	+1.329	0	+1.25
相对#5 节能量/%	77.04	0	75.94

分析：从电量统计表中可以得出结论：#5 炉电除尘改造后，对比其改造之前同等机组，每日可节省电量 ≥ 1 万 kWh。理论上一年可节省电量 365 万 kWh 以上。

6 结论

华能淮阴发电有限责任公司一年内完成四台电除尘器的节电改造，总投资不超过 200 万元，充分挖掘了电除尘系统节能潜力，在保证除尘效率不降低的前提下，大幅降低电除尘电气设备的电耗，降低了厂用电率，减少了企业发电成本，对企业节能减排工作起到了极大地促进作用，同时处理了电除尘系统存在的缺陷和隐患，减少了设备的维护量和维护费用，很值得其他火电厂借鉴、参考。

作者简介：

周成业（1970 年-），男，电气工程师，主要从事电厂电气设备的维护和技术管理，E-mail: tllyzcy@126.com。