

DOI:10.3969/j.issn.1674-1951.2019.07.004

高效电源除尘技术应用效果分析

Analysis on application effect of dust removal technology
with high efficiency power supply

王晓华, 张海, 胡汉宇, 詹静

WANG Xiaohua, ZHANG Hai, HU Hanyu, ZHAN Jing

(湖北华电襄阳发电有限公司, 湖北 襄阳 441021)

(Hubei Huadian Xiangyang Power Generation Company Limited, Xiangyang 441021, China)

摘要:为系统研究高效电源除尘技术,分析了各类高效电源的实际应用情况,从而明确了高效电源除尘技术通过改善粉尘荷电特性来提高除尘效果;同时指出高频电源更适宜于高比电阻高粉尘的收集、脉冲电源和三相电源更适宜于高比电阻细小粉尘颗粒的收集,高效电源除尘技术组合应用并结合其他除尘技术才能实现烟尘的超低排放。因此,高效电源除尘技术是烟尘超低排放改造的一条优选技术路线。

关键词:高效电源;高比电阻;超低排放;除尘

中图分类号:X 701

文献标志码:A

文章编号:1674-1951(2019)07-0015-03

Abstract: In order to study the dust removal technology for the system with high-efficiency power supply, the practical application of various high-efficiency power supplies are analyzed. It is clarified that the dust removal technology with high-efficiency power supply can improve the dust removal effect by improving the dust charge characteristics. At the same time, it is pointed out that high frequency power supply is more suitable for high resistance and high dust collection, pulse power supply and three phase power supply are more suitable for high resistance fine dust particles collection. Combining application of high efficiency power supply dust removal technology with other dust removal technologies can effectively realize the ultra-low emission of dust. Therefore, the high efficiency power supply dust removal technology is a preferred technology route for ultra-low emission.

Keywords: high efficiency power supply; high resistance; ultra-low emission; dust removal

0 引言

我国燃煤机组的除尘设施以静电除尘器为主,静电除尘器的供电是采用高压硅整流设备将交流电转换成高压直流电。常规工频供电电源输出波形为单一工频波,平均电压比脉动峰值电压低 25% 左右,在高浓度粉尘、高比电阻等工况下,容易在电场中触发电火花,工频电源实际运行参数远小于设计二次电流和二次电压,电源供电效率低,且容易产生电晕封闭等不良后果,因此工频电源的控制主要以实现火花发电为目标,粉尘在电源火花发电时的荷电效果最佳^[1-3]。

随着国家环保排放标准的严格化,常规静电除尘器已无法满足新的排放要求,进一步提高除尘效

率迫在眉睫。高效电源提效是常规静电除尘器提效的一种重要手段,作为静电除尘器的核心装置供电电源本身也得到了广泛发展,工频电源已逐渐被高效电源所代替。目前高效电源主要技术流派是高频电源、脉冲电源和三相电源等。

为深入研究高效电源除尘技术的应用效果,本次系统分析了各类高效电源的技术特点和应用效果,从而为下一步高效电源除尘技术的应用提供依据。

1 技术分析

1.1 高频电源

高频电源是通过相关电源将三相交流电整流为直流电,利用逆变电路逆变为 20 ~ 50 kHz 高频交流电,由整流变压器升压、整流后输出直流高压,为静电除尘器提供直流的高压电。在相同的额定电压条件下,高频电源输出的二次电压较传统工频电源输

出的二次电压高出 25% 左右,且有效地避免了工频电源峰值时火花放电现象。

1.2 脉冲电源

脉冲电源采取混合供电模式,即在直流(工频或高频高压)供电的基础上叠加脉冲电压,从而使除尘器电场上施加电压由基础电压和脉冲高电压叠加而成。

脉冲电源的基础电压、脉冲电压和工作电流均可以单独控制,其工作电压可达 140 kV 以上,远高于常规电源的击穿电压,从而加大了粉尘的荷电能力,同时由于以窄脉冲(120 μS 左右)电压波形输出,在不降低或提高除尘器运行峰值电压的情况下,通过改变脉冲重复频率调节电晕电流,可以有效地抑制大量无用的电子流吸附于阳极板的高比电阻粉尘之上,有效防止电场中反电晕的产生,提高除尘器对高比电阻粉尘的收尘效果,同时降低电除尘器总能耗。

1.3 三相电源

三相电源是输入三相工频交流信号后由 6 只可控硅同步移相调压,再经三相整流变压器升压后,整流成一路直流高压信号输出,高压硅整流变压器也是三相输入,三相输出,输入输出供电模式与三相制电网供电完全一致。

三相电源的额定输出平均电压是单相升压变压器的 1.5 倍,整流后输出二次电压的波形比常规工频电源正弦波波形的频率大,波动幅度小,从而有效提高二次电压和二次电流,形成高电压和高电流供电。

2 案例概况

典型案例机组除尘器基本情况见表 1, #A 机组采用 5 个固定电极除尘器,电场全部采用工频电源,改造时将第 1,2 电场更换为高频电源; #B 机组采用 4 + 1 旋转电极除尘器,电场全部采用高频电源,改造时第四电场更换为脉冲电源; #C 机组采用 5 个固定电极除尘器,电场全部采用工频电源,改造时将后 3 个电场更换为三相电源。本次相关测试过程中,高频电源、三相电源和脉冲电源均采用连续供电模式运行。

3 运行效果分析

3.1 高频电源效果

高频电源改造前、后烟尘排放质量浓度分析如图 1 所示,高频电源改造后除尘器出口烟尘排放质量浓度能够从 82.50 mg/m³ 降低到 33.00 mg/m³,除尘效率可以由 99.78% 提高到 99.90%,由图 1 可知,有利于第 1,2 电场改善粉尘特性,提高除尘效果。

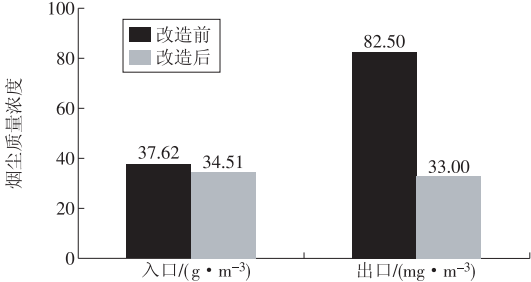


图 1 高频电源改造前、后烟尘排放质量浓度分析

Fig.1 Dust concentration analysis before and after high frequency power transformation

高频电源提高除尘效率的机制在于,其输出电压近乎为纯直流,输出电压可稳定在接近峰值电压,达到火花电压的临界值,电晕放电强烈,电场强度大,烟尘粒子的荷电量,从而有利于粉尘的收集^[4-7]。

由于采用大容量高频电源,可以建立足够大的电场强度,首先使难以荷电的高比电阻粉尘荷电,并被吸附到阳极板;其次采用高频供电方式,在提高电场强度的同时给收集到阳极板的粉尘足够的时间将自身的电荷转移到阳极板。这样既利于高比电阻粉尘的荷电,又有利于控制反电晕的发生。

3.2 脉冲电源效果

根据脉冲电源除尘特点及电场粉尘分布特性,通常将脉冲电源布置于电除尘末级电场来解决高比电阻粉尘及反电晕现象。脉冲电源改造前、后烟尘排放质量浓度分析如图 2 所示,由图 2 可知,脉冲电源改造后除尘器出口烟尘排放质量浓度能够从 40.60 mg/m³ 降低到 16.40 mg/m³,除尘效率由 99.89% 提高到 99.95%。

脉冲电源以窄脉冲电压波形输出为基本工作方式,其主要目的是在不降低或提高除尘器运行峰值电压的情况下,通过改变脉冲重复频率调节电晕电

表 1 机组基本情况

Tab.1 Main parameters of the unit

机组编号	容量/MW	比集尘面积/[m ² · (m ³ · s ⁻¹) ⁻¹]	电场数	改造内容
A	300	105	5 个固定电场	第 1,2 电场更换为高频电源
B	600	112	4 个固定电场 + 1 个旋转电场	第 4 电场更换为脉冲电源
C	330	102	5 个固定电场	后 3 个电场更换为三相电源

流,以抑制反电晕的发生,使电除尘器在收集高比电阻粉尘时有更高的收尘效率。脉冲电源充电周期短,且粉尘层上的电荷有足够的放电时间,从而使粉尘层上不易积累电荷,有效克服反电晕现象^[8]。

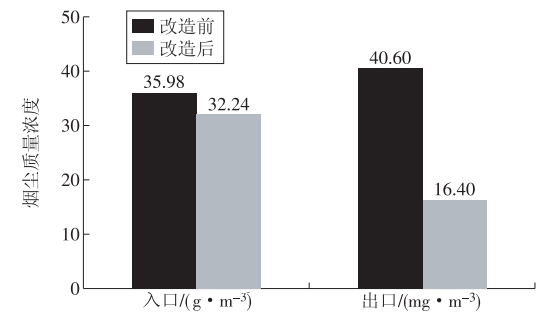


图 2 脉冲电源改造前、后烟尘排放质量浓度分析
Fig.2 Dust concentration analysis before and after pulse power transformation

研究发现,基础直流电压对超细粉尘的去除效率较低,加上脉冲电压后超细粉尘的去除效率明显提高,且除尘效率随着脉冲电压的电压等级增大而升高^[9-10]。

3.3 三相电源效果

三相电源改造前、后烟尘质量浓度分析如图 3 所示,由图 3 可知,三相电源改造后除尘器出口烟尘排放质量浓度能够从 75.20 mg/m³ 降低到 34.30 mg/m³,除尘效率由 99.69% 提高到 99.85%。可以看出,三相电源也能够有效地提高后部电场粉尘的荷电能力,有利于除尘器除尘效果的提高。

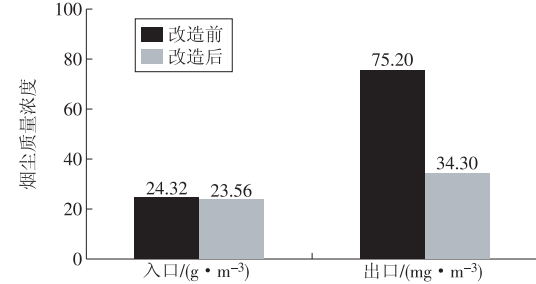


图 3 三相电源改造前、后烟尘质量浓度分析
Fig.3 Dust concentration analysis before and after three-phase power transformation

三相电源的三相供电平衡,具有峰值电压高,瞬态峰值电流大,平均电压电流低的特点,能瞬间突破直流供电的临界击穿电压,从而克服了单相不平衡供电的弊端,提高电能转换效率,进而实现更好的火花控制特性,有效抑制反电晕;输出高电压供电,三相电源的峰值电压与平均电压比较接近,尽可能接近直流信号(但效果较高频电源略差),从而有效提高细小粉尘、高比电阻颗粒的荷电能力,提高效率,降低粉尘排放。

4 结束语

高效电源可有效地改善除尘器的收尘特性,有利于提高除尘器对高比电阻粉尘的收尘效果,高效电源可以将静电除尘器的除尘器效率提高到 99.90% 以上,因此,在控制燃煤灰分的条件下,保证入口烟尘质量浓度的条件下可实现除尘器出口烟尘排放质量浓度低于 20 mg/m³。

高频电源对高比电阻、高灰分的处理效果较好,适合于前部电场的应用,脉冲电源和三相电源对高比电阻、细小粒径灰灰的处理效果更佳,适合于后部电场的应用,因此实际应用过程中可采用组合高效电源的应用模式。

改造项目仅采用高效电源效果相对有限,为有效地降低烟尘的排放质量浓度,可将高效电源技术与其他除尘提效技术协同使用。

参考文献:

[1] 钱永贵,栾立海. 燃煤电厂电除尘器优化运行调整及效果分析[J]. 中国电力,2012,45(9):72-75.
[2] 祁君田,吴玉强,吴望民,等. 燃煤电厂电除尘器现状及关键参数设计研究[J]. 热力发电,2009,38(6):47-50.
[3] 郭强,杜振,何胜. 燃煤机组静电除尘器运行状况分析与优化[J]. 电力科技与保护,2013,29(2):52-55.
[4] 姜雨泽,韩乃民,王新美. 燃煤电厂电除尘采用高频电源供电的实验研究[J]. 环境工程学报,2010,4(9):2069-2072.
[5] 刘军,石健将. 静电除尘电源的发展[J]. 环境工程,2008,26(5):44-47.
[6] 李济吾,李世远. 收尘区脉冲供电对电除尘器收集性能的影响[J]. 环境工程学报,2011,5(2):399-403.
[7] 卢刚. 高频电源在电除尘器前电场的应用[J]. 中国环保产业,2010,16(1):27-29.
[8] 张谷勋,熊茂. 电除尘器使用的新一代脉冲高压电源[J]. 电源世界,2014(1):21-24.
[9] 潘云,刘星辰. 电除尘高压脉冲电源技术探讨[J]. 电力科技与保护,2016,32(4):35-37.
[10] 雷盼灵,曾庆军,陈峰. 静电除尘用新型脉冲高压电源研究[J]. 科学技术与工程,2014,14(31):225-230.

(本文责编:齐琳)

作者简介:

王晓华(1966—),男,湖北宜城人,工程师,从事燃煤电厂高效、经济运行维护等技术方面的工作(E-mail:wangxiaohua2@chd.com.cn)。