

高频电源在火电厂电除尘中的应用

梁东方

淮浙电力凤台发电分公司 安徽 淮南 232000

摘要:电除尘器的高频电源设置在电除尘器本体顶部,工作环境比较恶劣,存在故障率高、缺乏可靠性、具有较高的维护成本。在除尘器的第一个电场中安装高频电源,其调试的好坏直接影响到电除尘器的除尘效率,电源柜中的控制板、电容器等众多电气元件均在高频电源中。电器元件出现严重的老化,接近使用寿命。造成原高频电源频繁故障,严重影响到除尘系统的运行稳定性。

关键词:高频电源;火电厂;电除尘;应用

1 高频电源介绍

高频或高压整流环节供电(简称高频电源)是新型的发电除尘机供电设备,可应用于发电、冶金、化工、水泥等领域的空气粉尘处理,可达到有效除尘、环保的效果。电除尘器高频开关电源,是指采用了高频开关工艺后所产生的逆变型开关电源,其输出电流主要是由一系列的窄波形成,因此能够为电除尘器带来了从最接近的直流,到脉动范围很大的各种电流变化。高频率电源管理方法灵活多样中,可针对电除尘机的情况选用最合适的电流频率,以降低电除尘功率,并提升除尘的技术效能;此外,高频开关电源还具有体积小、重量轻、节约电池费用,以及三相平衡电源等多种特性^[1]。

1.1 大幅提升集尘板电流密度的重要意义

单一供电区域的设计总供电电压等于分区集尘板容量乘以 $0.35\sim 0.38\text{mA}/\text{m}^2$ (电流密度),即为 2000mA 的电源电流。因此,如果使用 2000mA 的电源电流,实际上比本体分区的集尘盘电容比较高,所以在一般用的工频供电时能够运行,但是在 1000mA 左右的电场下就很可能由于尖峰电流而很快引起放电,这样的话,实际集尘板的运行电流密度也仅为 $0.17\sim 0.19\text{mA}/\text{m}^2$ 之间,和实际设计电流密度、饱和电流密度之间还差距很大。在使用高频供电时,如果输入电流仍处于火花放电状态的话,电场输送电流比在工频运行时会有明显提高,甚至可以接近或超出了设计板电流密度的饱和电流密度,并由此挖掘出了除尘器设备所蕴藏的巨大除尘效益^[2]。

1.2 高频电源控制器

高频电源控制器可以实现各种信息采集、数学计算、产生调整触发输出等功能,以及对电场中火花的测量判断和管理,使火花频率保持在一种理想的水平。它还能够进行对振打电路中的加热输出电路的管理,以及调节振打电机和电恒温器在不同时段和控制模式下的振

打频率和减电流的方式等。对电磁振打锤式的除尘装置来说,可将它和电气模块中的电磁振打锤编组,以后再利用调整振打输出完成对各个部件的逐个振打。这样,就可以有效地提高除尘设备的效率和效果。

1.3 高频电源的主要功能

1.3.1 调频控制功能:高频率开关电源通过调整逆变频率,实现对窄值脉冲电流的输出频段的调制,从而使电动除尘车得到适当的电晕电压和电流。逆变频率调整范围为 $1\text{kHz}\sim 501\text{kHz}$,可以在控制箱、变配电间集中控制箱、调制室上位机等处实现手动或半自动调整。该功能的主要作用是提高电动除尘车的除尘效率和稳定性,同时延长设备的使用寿命。

1.3.2 火花频率控制功能:在电除尘电场内产生的闪络击穿电流时,通过高频网络电源精确测量和记录电厂的击穿电流,并采用手动调频监控方法跟随闪络电流运行,同时按照规定的火花频率,自动调节输出电流的恢复速度,进而完成火花的抑制工作。在不影响功率的前提下,电极与极板电压都必须要达到可以正常运行的临界火花放电压力左右,从而提高了集尘性能。但由于火花的充放电电压目前还没有一个稳定值,所以需要通过自动控制器的自动检测和控制,将输出电流调节到临界火花放电压力。高频网络电源可在全时域映射内准确测量火花与闪络,且关断电路的持续时间少于 $25\mu\text{s}$ (工频电源至少需 2ms)。实践中证明,从检测到火花闪络、关断IGBT到恢复二次稳压、电流,全过程平均只需要 20ms ,约为常规工频运行电源的20%,控制特性也比常规工频运行电源更佳。

1.3.3 高级间歇供电控制功能:常规的间歇电源可以进行间隔比为 $1:2, 1:4, 1:6$ 等偶数间隔,但无法按照实际工况要求给出正确的间隔比和脉冲宽度。高频开关电源的间歇供电功能主要是采用高频脉冲群输出,并

且不受工频电流正弦波影响,以 $25\mu\text{s}$ 为脉冲时基,输出脉冲电压峰值达到了 200kV ,并且能够自由调节高频脉冲群群的长度、间歇周期、脉冲群期电压和间歇时电流密度,给电场带来了各种适当的波浪形,也更有效地减少了时间电流密度,从而平衡了空气场强分布,有效控制了反电晕的形成,更明显地提高了空气除尘工艺效能^[3]。

1.3.4 断电\降压振打功能:断电\降压振打技术,是指在相应的太阳极振打动作后,由相应的高压电源系统按照事先制定好的降压方案,实现了联动断电或按比例降压的作用。这项技术将有助于提高传统静电技术阳极振打的清灰效率,同时可以有效解决由于高比电阻粉尘所产生的“反电晕”,进而明显改善清洁技术效率。另外,该功能还可以帮助实现环保。

2 火电厂电除尘的重要性

火电厂是我国能源工业的重要组成部分,其发电量占到全国发电总量的70%以上。然而,火电厂在发电过程中会产生大量的烟尘、灰尘等污染物,对环境和人类健康造成严重影响。电除尘技术是一种非常重要的污染治理技术。电除尘技术是利用电场力将烟尘、灰尘等颗粒物从烟气中分离出来的一种技术。它具有高效、节能、环保等优点,已经成为火电厂烟气治理的主要手段之一。电除尘技术的核心是电除尘器,它是一种利用电场力对烟气中的颗粒物进行分离的设备。电除尘器的工作原理是利用高压电场将烟气中的颗粒物带电,然后利用电场力将其分离出来。电除尘器的性能主要取决于电场强度、电场分布、烟气流速等因素。火电厂电除尘的重要性主要体现在以下几个方面:

2.1 保护环境

火电厂烟气中的烟尘、灰尘等颗粒物是一种重要的大气污染物,对环境和人类健康造成严重影响。如果不采取有效的污染治理措施,这些污染物将会对大气环境造成严重破坏。电除尘技术可以有效地将烟气中的颗粒物分离出来,减少其排放量,保护环境。

2.2 提高能源利用效率

火电厂烟气中的烟尘、灰尘等颗粒物不仅会对环境造成污染,还会对锅炉、汽轮机等设备造成腐蚀和磨损,降低设备的使用寿命,增加维护成本。电除尘技术可以有效地将烟气中的颗粒物分离出来,减少对设备的腐蚀和磨损,提高设备的使用寿命,降低维护成本,提高能源利用效率。

2.3 符合环保要求

随着环保意识的不断提高,各国对大气污染物的排放标准也越来越严格。火电厂必须采取有效的污染治理

措施,以符合环保要求。电除尘技术是一种高效、节能、环保的污染治理技术,可以有效地将烟气中的颗粒物分离出来,符合环保要求。

总之,火电厂电除尘技术的应用对于保护环境、提高能源利用效率、符合环保要求等方面都具有重要意义。随着技术的不断发展和完善,电除尘技术将会越来越成熟,成为火电厂烟气治理的主流技术。

3 高频电源在火电厂电除尘上的应用效果

3.1 高频电源有效提高除尘效率

1.关于除尘效果的主要因子问题,可以从以下角度进行研究:(1)提高电晕效果:电晕效果是电除尘器中最重要的因素之一,可以通过增加电场强度、提高电源频率等方法来提高电晕效果。(2)增加除尘工艺效率:除尘工艺效率是指除尘器在单位时间内所能去除的粉尘量。可以通过增加电场数量、增加振打周期、提高振打力度等方法来增加除尘工艺效率。(3)提高电场两端的电流速度平方:电除尘器的效率与电场两端的电流速度平方成正比。可以通过增加电场强度、提高电源频率等方法来提高电场两端的电流速度平方。(4)控制静电技术的平均压力:在高压电源的情况下,静电技术的平均压力不能过大,否则会在电场中形成火花放电,影响除尘效果。可以通过控制电源输出电压、增加电场数量等方法来控制静电技术的平均压力。(5)控制高频开关电源的谐振频率和脉波功率:高频开关电源的谐振频率比中工频开关电源要大,但脉波功率相对较小。可以通过控制电源频率、增加电场数量等方法来控制高频开关电源的谐振频率和脉波功率。

3.2 高频电源工况适应性强

3.2.1 高频电源安装于第一电场是解决电晕封闭最有效的手段

当电除尘器中的灰尘含量很高时,会发生电晕闭塞现象,这意味着通过第一电场的电流将接近于零,因此增加电流密度并不实用。这种现象通常有两种可能性:一是电除尘器本身的进出口灰尘含量相当高,统计量通常为 $35\text{g}/\text{Nm}^3$;二是电除尘器的电场强度相当高,统计量通常为 $1.1\text{米}/\text{秒}$ 。在第二种情况下,即使入口浓度非常低,小于 $35\text{g}/\text{Nm}^3$,由于电场强度很高,浓度也会非常大,在一段时间内,对除尘器人员而言,在断面上经过的灰尘数量会非常大。在高浓度区域,离子迁移率很低,因此需要很大的电场强度,因此供电电源的二次电流需要适当增加并且得到保证。

3.2.2 针对高中低比电阻粉尘选择供电方式

电源模式分为纯直流电源和间歇电源两种形式,可

以自动完成转换。纯直流电源的输出电流基本上是以直线的方式产生的,在烟气处理工作中它是以比电流方式出现的,这个方法的合理性有所表现,因为它不但能够使得电动除尘处理车工作中的电流增大,还能够使得其电流增大。对间歇的供电方式而言,因为Pon、Poff的长度单位也是可进行选择的,所以脉冲长度可以做到很窄,这样脉冲频率变化的幅度也就可以比较大,而电压的上升量也就会增大。这主要是为了使反电晕事件所发生的可能性降低,同时收尘的效果也能够达到最佳。针对高比电阻工况而言,当反电晕检测系统启动时,如果反电晕真正存在,则仪器将能够按照现场状态,转换为间歇脉冲输出的方式,并能够获得脉冲长度的最优预测值、脉冲频率的最优预测值,使除尘效率达到最佳状态。

3.3 高频电源有助于节能降耗

高频电源有助于降低用户的投资成本和电除尘器运行成本,具体内容如下:

高频电源的一体化设计并不会浪费控制室空间,为了节约控制线路成本,一般工频开关电源的控制柜和交流变压器之间都必须串联,在电压流量取样和油温测量时的同时监控电流变化,而高频电源一体化的设计也就不需要再连接。

高频电源功率因数和效率较高,可以节约干式变、电进线箱和动力电缆的成本,所以输入电压、输入功率小,也可以减少除尘器的总负载,这样可以显著减少除尘干式变和电力进线箱的开销,在客户需要自己供应线路时,动力线路开销的节约也是相当可观的。同型号频率系数为1.0A/72kv的开关电源,单台高频率开关电源较普通电源的驱动电缆费用方面可节约32元/米,但如果采用三相三线制的高频开关电源,在驱动电缆费用方面节省将超过65元/米,而高压电源系统中所需要的驱动电缆距离一般都在80米以上,这样的电费降低效果十分明显。

4 高频电源在火电厂电除尘中的发展趋势

随着环保意识的不断提高,火电厂电除尘技术的应用越来越广泛。高频电源作为电除尘技术中的重要组成部分,其应用也越来越受到重视。未来,高频电源在火电厂电除尘中的发展趋势主要有以下几个方面:

4.1 提高高频电源的效率

高频电源的效率是影响电除尘器效率的重要因素之一。未来,高频电源的效率将会进一步提高,以满足电除尘器对高效、节能的要求。

4.2 提高高频电源的稳定性

高频电源的稳定性是影响电除尘器稳定性的重要因素之一。未来,高频电源的稳定性将会进一步提高,以满足电除尘器对稳定性的要求。

4.3 提高高频电源的智能化水平

高频电源的智能化水平是影响电除尘器智能化水平的重要因素之一。未来,高频电源的智能化水平将会进一步提高,以满足电除尘器对智能化的要求。

4.4 发展高频电源的新技术

未来,高频电源将会发展出更多的新技术,以满足电除尘器对高效、节能、环保、稳定性、智能化等方面的要求。例如,高频电源可以与其他技术相结合,如智能控制技术、光电技术等,以提高电除尘器的效率和稳定性。

高频电源在火电厂电除尘中的应用已经非常广泛,未来其发展趋势将会更加明显。随着技术的不断发展和完善,高频电源将会越来越成熟,成为火电厂电除尘技术的主流。

结语:高频电源技术在电除尘行业的广泛应用,能够显著提高电除尘器的效率,减少了生产成本,提高资金利用效益。另外,高频率供电系统拥有的安全平稳、适应性能好等特性,从而能够有效减少烟尘产生的环境污染问题,帮助公司带来更大效益,促进中国电除尘领域的综合能力提高。

参考文献

- [1]杨栋先, 欧阳普.高频电源在火电厂电除尘上的改造与节能分析[J].通信电源技术, 2021, 38(01): 238-240.
- [2]钟斌.高频电源在火电厂电除尘上的应用研究[J].现代工业经济和信息化, 2020, 10(10): 58-59.
- [3]吴学松.基于虚拟电厂的高频电源节能改造应用研究[J].山东工业技术, 2020(04): 93-97.
- [4]杨坤, 邹晓兵, 罗海云, 王新新.静电除尘器用恒压源与恒流源中试试验研究[J].热力发电, 2020, 49(4):1-7.