

# Improvement and Effect Analysis of High Frequency Power Supply on Electric Dust Removal in Power Plants

Leiping Mao<sup>1</sup> Lianmin Jin<sup>2\*</sup> Sai Yu<sup>2</sup> Jian Bao<sup>2</sup> Liangjing Tang<sup>2</sup>

1. Zhejiang Zheneng Zhongmei Zhoushan Coal & Electricity Co., Ltd., Zhoushan, Zhejiang, 316000, China

2. Zhejiang Doway Advanced Technology Co., Ltd., Jinhua, Zhejiang, 321000, China

## Abstract

In modern power plants, the electrostatic precipitator system is a key equipment to ensure emissions meet standards and reduce environmental pollution. However, traditional electrostatic precipitator systems face challenges such as low energy efficiency and unstable operation. The introduction of high-frequency power supply has brought a new opportunity for electrostatic precipitator technology, achieving higher dust removal efficiency by improving the strength and uniformity of the electric field. This study focuses on analyzing the current application status of high-frequency power sources in power plant electrostatic precipitator systems, and comprehensively analyzing the transformation effects. It can be foreseen that high-frequency power sources will become the dominant direction for upgrading power plant electrostatic precipitator technology, and their widespread application will provide strong guarantees for achieving stricter environmental protection goals. This paper explores the path and effectiveness evaluation of its technological transformation, aiming to provide practical optimization suggestions and forward-looking technical guidance for the industry.

## Keywords

modern power plant; electrostatic precipitator; high frequency power supply; effect analysis

# 电厂电除尘上高频电源改造及效果分析

毛雷平<sup>1</sup> 金联民<sup>2\*</sup> 俞赛<sup>2</sup> 包建<sup>2</sup> 汤良靖<sup>2</sup>

1. 浙江浙能中煤舟山煤电有限责任公司, 中国·浙江·舟山 316000

2. 浙江大维高新技术股份有限公司, 中国·浙江·金华 321000

## 摘要

在现代电厂中, 电除尘系统是确保排放达标、降低环境污染的关键设备。然而, 传统电除尘系统面临能效低、运行不稳定等方面挑战。高频电源的引入为电除尘技术带来了全新的契机, 通过提升电场强度和其均匀性, 实现更高的除尘效率。本研究重点分析了高频电源在电厂电除尘系统中的应用现状, 综合分析改造效果, 可以预见, 高频电源将成为电厂电除尘技术升级的主导方向, 其广泛应用将为实现更严格的环保目标提供有力保障。论文探讨了其技术改造的路径与效果评估, 旨在为行业提供实用的优化建议和前瞻性的技术指导。

## 关键词

现代电厂; 电除尘; 高频电源; 效果分析

## 1 引言

电厂电除尘技术作为工业废气处理的核心手段, 承担着重要的环保责任。然而, 随着电力行业的不断发展和环保标准的日益严格, 传统电除尘系统的局限性逐渐显现, 无法满足日益提高的排放标准和能效要求。高频电源作为一种新兴技术, 凭借其快速响应、稳定输出和节能高效的特点, 为电除尘系统带来了革命性的提升。探讨高频电源在电厂电除尘中的应用, 不仅有助于提升电除尘效率, 还能为电厂整体运营的经济性和环保性提供重要支撑。

【作者简介】毛雷平(1975-), 男, 中国浙江宁波人, 工程师, 从事设备管理部电气专工研究。

## 2 电除尘技术现状

### 2.1 电除尘系统的工作原理

电除尘系统的工作原理是基于电场作用下颗粒物荷电并被捕集的物理过程。其核心在于利用高压电场使气体电离, 产生大量电子和离子。这些荷电粒子在电场力的驱动下, 向集尘极板运动, 并在到达极板后释放电荷, 从而附着在极板上, 被收集下来。这一过程通过持续的电离和集尘, 能够有效降低烟气中的颗粒物浓度。然而, 传统电除尘系统的电源通常为工频或中频电源, 其电场强度和均匀性受限, 导致除尘效率难以进一步提升。高频电源的引入则显著改善了这一局限, 其通过更高频率的电场切换, 实现了更均匀的电场分布和更快速的响应, 有效提升了颗粒物的荷电效率和集尘效果。在实际应用中, 高频电源的这一优势显著减少了电除

尘系统的能耗，同时也提高了系统的稳定性和长效性，体现出其在现代电厂环保技术中的关键作用。

## 2.2 传统电除尘系统的局限性

传统电除尘系统在工业应用中发挥了重要作用，但其局限性逐渐暴露。工频或中频电源的使用导致电场分布不均匀，特别是在低负载或高浓度粉尘条件下，电场强度难以维持稳定。这种情况下，部分颗粒物无法有效荷电，降低了整体除尘效率。此外，传统系统的响应速度较慢，难以适应复杂工况的快速变化，尤其是在处理高温高湿或微细颗粒时，性能尤为不足。同时，传统电源的能耗较高，对电厂的整体能效产生不利影响，增加了运营成本。更为关键的是，这些系统在长时间运行中，极板积灰和电晕失效等问题频发，维护成本和停机时间较长，进一步削弱了其应用价值。面对日益严格的环保法规和经济性要求，传统电除尘系统的这些局限性已无法满足现代电厂的高效和可持续发展需求。

## 3 高频电源在电除尘中的应用现状

### 3.1 高频电源的技术特点

高频电源在电除尘中的应用技术特点体现了其在提升除尘效率和系统稳定性方面的显著优势。与传统工频或中频电源不同，高频电源以数十至数百千赫兹的频率运行，使电场变化更加迅速和均匀，从而有效增强了粉尘颗粒的荷电能力。高频电源的输出电压波形较为平滑，减少了电晕放电的频率抑制现象，这意味着除尘器在处理微细颗粒和高比电阻粉尘时表现更加优异。此外，高频电源具备较高的能效，其电力转换效率显著优于传统电源，降低了电除尘系统的能耗。这种技术特性不仅减少了电厂的运行成本，还响应了现代工业对环保和节能的双重要求。值得注意的是，高频电源的体积相对较小，易于集成和改造，这为现有电除尘系统的升级提供了更为灵活的选择。然而，高频电源技术的应用也面临着对设备耐压能力和电磁兼容性的更高要求，这在一定程度上增加了系统设计的复杂性，但这一挑战同时也推动了电气工程领域在材料和控制技术方面的持续创新。总体而言，高频电源的独特技术特点为电除尘技术的进步注入了新的活力，是未来电厂环保技术升级的关键驱动力之一。

### 3.2 高频电源在电除尘系统中的应用情况

高频电源在电除尘系统中的应用展现了其卓越的技术特点，对提升除尘效率和系统运行稳定性具有深远影响。与传统电源相比，高频电源的高频率运行使得电场更为稳定且均匀，这种均匀性确保了更广泛的粉尘颗粒能够充分荷电，从而被有效捕集。这一特点在处理微细颗粒和高比电阻粉尘时尤为显著，显著提高了除尘效率。高频电源的另一技术优势在于其输出电压的波形更为平滑，避免了传统电源因电压波动导致的电晕放电不稳定问题。这种平滑的波形不仅提升了除尘器的可靠性，也延长了设备的使用寿命，减少了维护和更换成本。与此同时，高频电源具备更高的电力转换效率，

这使得电厂的能源消耗显著降低，符合当前节能环保的技术趋势。尽管高频电源的技术特点带来了显著的优势，但其应用也伴随着更高的技术要求，如设备的耐压能力和电磁兼容性，这些因素对系统设计提出了更高的挑战。然而，这些挑战推动了相关领域的技术创新，为电除尘系统的发展注入了新的动力。高频电源的应用不仅是对传统技术的升级，更是对未来电厂环保技术的积极探索，其技术特点无疑将在未来的电除尘系统中发挥更加重要的作用。

## 4 高频电源改造的技术路径

### 4.1 高频电源的选择与配置

高频电源在电除尘系统中的改造过程中，电源的选择与配置是关键环节，直接决定了系统的性能和稳定性。高频电源的选择应充分考虑电厂的具体需求，如处理粉尘的特性、负荷波动范围以及设备运行环境的复杂性。在选型时，必须注重电源的输出频率和功率范围，确保其能够覆盖电场的工作要求，并且在不同工况下保持稳定的输出性能。较高的频率通常有助于提高除尘效率，但也需要平衡系统的耐压能力，以防止电晕放电不稳定或设备过载。配置方面，高频电源应与电除尘器的电极结构、极板间距和整体尺寸相匹配。合理的配置能够最大限度地发挥高频电源的技术优势，如提升除尘效率、降低能耗并延长设备寿命。此外，还需考虑电磁兼容性和系统的整体电气安全性，避免高频电源在运行中产生干扰，影响其他设备的正常工作。选择和配置高频电源时，还应重视其与现有系统的兼容性，确保改造过程平稳过渡，并且在最小化停机时间和经济成本的前提下实现系统性能的最大化提升<sup>[1]</sup>。

### 4.2 改造设计中的关键技术问题

高频电源改造中的关键技术问题在于如何有效应对系统设计的复杂性和电气性能的优化，这直接关系到改造后的系统能否达到预期效果。电磁兼容性是改造设计中不可忽视的核心问题。高频电源的工作频率较高，容易产生电磁干扰，这不仅可能影响电除尘器本身的工作稳定性，还可能对周边其他电气设备造成不良影响。因此，在设计过程中，需要通过合理的屏蔽、接地设计以及滤波措施，最大限度地降低电磁辐射，确保系统的电磁兼容性。而且高频电源的输出波形设计也至关重要。为了提高电除尘效率，输出电压的波形必须平滑且稳定，避免因波形失真引发电晕放电不稳定或过度放电现象。这就要求在设计中选用高性能的开关器件，并对控制电路进行精细调校，以确保输出电压的质量。此外，耐压和绝缘设计也是改造中的重点。由于高频电源工作在高压条件下，设备的耐压能力和绝缘性能直接影响系统的可靠性和安全性。在设计过程中，必须精确计算和选择合适的绝缘材料和结构，确保在长期运行中能够承受高频电场的应力。在进行高频电源改造时，技术团队还需综合考虑系统的热管理问题，高频电源在高效运行的同时会产生较多热量，因

此在设计中需确保良好的散热方案，避免因过热导致设备老化或故障。通过这些关键技术问题上的深度优化，才能保证高频电源改造后系统的长效稳定运行，并达到最佳的除尘效果。

### 4.3 改造实施的步骤与方法

高频电源改造的实施步骤与方法是一个复杂而系统的过程，涉及多个环节的精密协调和技术融合，最终目标是确保电除尘系统的高效、稳定运行。在实施改造之前，首先需要对现有系统进行全面评估和诊断。这包括对电除尘器的工作状态、老化程度、故障点及其电气特性的详细分析。基于这一评估，才能制定出针对性的改造方案，确保每一步骤都符合系统的实际需求，避免盲目更换设备或进行不必要的调整。紧接着，在改造方案确定之后，设计阶段成为关键。这一阶段不仅仅是设备的选择与配置，还涉及对整个系统架构的重新审视。电源改造需要与现有电气系统、控制系统和机械结构实现高度兼容，这要求在设计中必须考虑到电磁兼容性、散热设计、电气安全等多方面因素。同时，在设计过程中，需特别关注设备的耐压能力和绝缘性能，确保在高频条件下系统的可靠性。进入实施阶段，施工计划的细致安排至关重要<sup>[2]</sup>。由于电厂通常处于连续运行状态，改造工程的实施必须尽量减少对生产的干扰，因此施工时间的安排需要与生产计划紧密结合。在具体的施工过程中，电源的安装与调试必须严格按照设计要求进行，包括电缆敷设、设备接地、屏蔽处理等环节的精确执行。施工过程中还需确保所有操作都在安全规范之内，避免任何可能导致设备损坏或系统故障的疏忽。改造完成后，系统的调试和试运行是确保改造效果的关键环节。在这一阶段，首先需要对高频电源的输出特性进行全面测试，验证其在不同工况下的运行稳定性。特别是要关注电压波形的质量、电磁干扰水平以及设备的散热效果。通过逐步加载实际工况，观察系统在实际运行中的表现，调整必要的参数以达到最佳的运行状态。在系统通过所有测试并稳定运行后，还需对改造效果进行持续监测和评估，尤其是在初期运行阶段，任何小的异常都可能反映出潜在问题。通过数据分析和对比，可以进一步优化系统运行，确保改造的长效性。高频电源改造并非仅仅是设备的更换或升级，而是一项复杂的系统工程。其成功与否不仅依赖于先进的技术，更取决于每个实施步骤的严谨执行和对系统整体性的深刻理解。通过合理的步骤和方法，电厂电除尘系统的改造将实现高效、安全、稳定的运行，为电厂的环保达标和

经济效益提升提供坚实保障。

## 5 高频电源改造的效果分析

高频电源改造对电厂电除尘系统的效果分析，不仅要考察除尘效率的提升，更要深入探讨其对系统整体性能、经济性及环保达标的影响。改造后的高频电源通过其特有的高频、高压输出特性，使得电除尘器能够更高效地捕捉细微颗粒物，从而显著提升了除尘效率。在实际运行中，改造后系统的捕尘率普遍提高，尤其是在处理高比电阻粉尘时，表现尤为突出。高频电源提供了更稳定的电场强度，使得粉尘在电场中的迁移速度加快，从而有效减少了颗粒物的排放浓度。改造后的系统还显现出更强的稳定性和可靠性。传统工频电源由于其低频特性，容易受到电网波动的影响，导致电场强度波动，从而影响除尘效果。而高频电源由于其输出频率高，能够更好地抑制电网波动对电场的影响，维持稳定的电场强度。这不仅提升了系统的运行稳定性，还减少了因电场波动导致的除尘效率下降和设备故障风险。在经济性方面，高频电源的应用也表现出显著优势。尽管高频电源在初期投资和技术改造成本上相对较高，但其高效的能量转换效率和降低的维护成本，能够在长期运行中带来明显的经济效益。改造后系统的能耗下降，运行维护成本降低，使得电厂能够在环保达标的同时，获得更高的经济回报<sup>[1]</sup>。随着环保标准的日益严格，传统除尘设备在应对超低排放要求时往往力不从心。而经过高频电源改造后的电除尘系统，能够在保证高除尘效率的前提下，进一步降低粉尘排放浓度，符合甚至超越国家环保标准。

## 6 结语

高频电源技术的引入，无疑为电厂电除尘系统的优化带来了新的活力。研究表明，改造后的系统在除尘效率、能耗以及运行稳定性等方面均显著提升。尽管如此，技术应用中的挑战依然存在，如何进一步优化高频电源的配置与控制策略，是未来研究的重点。

### 参考文献

- [1] 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.
- [2] 张德继.330MW机组锅炉电除尘高频电源改造效果分析[J].电力安全技术,2014,16(10):35-37.
- [3] 王海舟.关于转炉电除尘高频电源改造的分析[J].科学与信息化,2023(19):124-126.