

# Research on Smoke and Dust Emission Control Technology for Power Engineering in Thermal Power Plants

Yanwei Lin

SDIC Qinzhou Di Er Electric Power Co., Ltd., Qinzhou, Guangxi, 535000, China

## Abstract

In China, thermal power plants are one of the most important sources of electricity, but it is also an important source of air pollution. This paper mainly studies the dust emission control and environmental protection in the power engineering of thermal power plant. First of all, the basic situation of soot and dust produced in the process of coal burning and its impact on the environment is introduced, and the importance of controlling its emissions and realizing environmental protection is clarified. Secondly, several main soot control technologies are elaborated in detail, and the performance comparison and selection are made. At the same time, the future development trend is predicted, and the importance of the research and development of the new soot control technology and the old equipment transformation is pointed out. Finally, a series of environmental protection measures are proposed to realize the green and sustainable development of thermal power plants. These research results have important theoretical and practical significance for improving the environmental protection awareness of thermal power plants in China, improving the quality of atmospheric environment, and realizing the green and sustainable development of China's electric power industry.

## Keywords

thermal power plant; soot emission control; old equipment renovation; soot control technology; sustainable development

## 火力发电厂动力工程的烟尘排放控制技术研究

林彦伟

国投钦州第二发电有限公司, 中国 · 广西 钦州 535000

## 摘 要

在中国, 火力发电厂是最主要的电力来源之一, 但它也是大气污染的重要来源。论文主要研究火力发电厂动力工程中的烟尘排放控制与环境保护。首先, 介绍了火力发电厂燃煤过程中产生烟尘的基本情况和对环境的影响, 明确了控制其排放、实现环保的重要性。其次, 详细阐述了几种主要的烟尘控制技术, 并对各项技术进行了通过性能比较与选择。同时, 也对未来的发展趋势进行了预测, 指出了新型烟尘控制技术的研发和老旧设备改造的重要性。最后, 提出了采取一系列环保措施, 以实现火力发电厂的绿色化和可持续发展。这些研究成果对于改善中国火力发电厂的环境保护意识, 提高大气环境质量, 实现中国电力工业的绿色化和可持续发展具有重要的理论和实践意义。

## 关键词

火力发电厂; 烟尘排放控制; 老旧设备改造; 烟尘控制技术; 可持续发展

## 1 引言

随着中国经济的快速发展, 人们对电力的需求越来越大。火力发电厂是主要的电力来源, 但是在产生电力的同时也产生了大量的烟尘污染, 这对环境和人们的健康都产生了很大的影响。因此, 我们要找到有效的方法来控制火力发电厂的烟尘排放。现在有很多先进的技术可以帮助我们控制烟尘, 如湿法除尘、电除尘、布袋除尘等。我们还可以通过提高环保设备的技术、更新烟尘控制设备等办法来降低烟尘。通过这些措施, 我们希望能使中国的电力工业变得更加环保和可持续发展。

火力发厂作为能源供应的重要组成部分, 面临着较大

压力和挑战。火力发电是一种重要的电力供应方式, 但其能效较低、能耗较高, 并且燃煤和燃气等燃料的燃烧会导致大量的温室气体排放和环境污染。电力市场的竞争日益激烈, 电力价格的波动和成本压力也迫使火力发电厂寻求节能降耗的方法。为了提高火力发电厂的能源利用效率、降低能耗和减少环境污染, 电气节能降耗技术成为一个重要的研究方向。在实际中需要了解及分析火力发电节能降耗技术的类型, 探讨其在提高能效和降低能耗方面的实际效果, 使火力发电厂可以采取有效的节能降耗技术来提升运营效益。

## 2 火力发电厂燃煤的环境影响和烟尘排放的重要性

火力发电厂燃煤发电是全球最主要的电力来源之一<sup>[1]</sup>。火力发电厂燃煤在提供电力的也产生了大量的环境污染物,

【作者简介】林彦伟 (1983-), 男, 中国山东潍坊人, 本科, 工程师, 从事火力发电厂动力工程研究。

尤其是烟尘排放。这些烟尘污染物在被排放至大气中后,会对环境和公众健康产生严重的影响<sup>[2]</sup>。烟尘排放控制在火力发电厂动力工程中的重要性不容忽视。

火力发电厂燃煤过程中烟尘产生的基本情况主要包括燃煤的生煤温度,类型,以及燃煤器的设计等因素。煤的性质和燃烧条件会影响煤的燃烧效率的也影响着烟尘的形成和排放。火力发电厂采用不同种类和质量的煤,以及不同的燃煤器设计和工作条件,可能会导致烟尘排放的差异。这些烟尘包括颗粒物、有害气体和重金属等污染物。其中,细颗粒物( $PM_{2.5}$ 和 $PM_{10}$ )和硫氧化物( $SO_x$ )通常被认为是最主要的烟尘污染物。

烟尘对环境及公共健康的影响主要包括大气污染和健康风险。烟尘在大气中形成雾霾,严重破坏环境质量,影响视觉和呼吸。其中的 $PM_{2.5}$ 和 $SO_x$ 等污染物还可以通过大气传输到大范围区域,进一步加剧区域性大气污染。对公共健康的影响主要是通过吸入或摄入途径,导致呼吸道疾病和心血管疾病等。一些研究还指出,长期暴露在烟尘污染的环境中可能增加慢性疾病和癌症等的发病风险。

烟尘排放控制的重要性在于减轻烟尘对环境和公众健康的影响,以及满足环保法规的要求。按照《大气污染防治法》等相关规定,火力发电厂需要对烟尘排放进行有效控制。除此之外,通过搞好烟尘排放控制,也有助于改善火力发电厂自身的生产环境,提高生产效率,建立良好的企业社会形象<sup>[3]</sup>。

### 3 主要烟尘控制技术及其比较

#### 3.1 湿法除尘技术

湿法除尘技术是一种传统的烟尘治理方法,适用于处理颗粒大、湿度高的烟气。使用水或其他液体介质,将烟气中的灰尘颗粒吸附在水滴中,获得清洁的烟气。一般湿法除尘效率可达85%~98%,优点是设备简单,运行维护成本较低。缺点是处理出的泥浆含水量较大,需要后期的泥浆处理设备,存在一定的运行成本。

火力发电厂对全球电力供应起着决定性的作用,它带来的能源带动了现代社会的发展进步,火力发电厂在供应能源的也产生了大量的烟尘排放,其中尤以电除尘技术为主流<sup>[4]</sup>。

#### 3.2 电除尘技术

电除尘技术是利用高电场力对烟尘的吸引力,使烟尘粒子带电,受到电场力的作用向电极移动,从而进行烟尘除尘的技术,其过程主要包括电离、收集和清灰三个步骤。烟气进入高压电场后,是经过电离区,烟尘粒子吸附电子带电。烟尘粒子在电场力的作用下向设定部位运动,进行粉尘收集。在清灰环节,清灰的方式有震打和音振等多种,并把烟尘转移到指定位置。

电除尘器的工作效率主要取决于电场强度、烟尘电阻、雾滴粒径等多种因素。根据烟尘的对高电压的反应特性,电

除尘器的设计和运行参数要有所调整。电源稳定性和脱硫设备的选择也对电除尘器的性能有很大影响。

电除尘具有处理风量大、有效除尘、操作简单、设备维护费用低等优点,已逐渐成为火力发电厂常用的烟尘控制技术。研究发现,电除尘器在工作过程中,能将火力发电厂烟气中约99%的尘埃粒子有效地去除,对于环境保护和职业卫生保护具有重大意义<sup>[5]</sup>。

但电除尘也有其固有的缺点。例如,处理湿度较高的烟气效率会显著下降,设备的投资成本高等。和湿法除尘、布袋除尘等方式相比,电除尘系统结构复杂,安装维护难度较大。电除尘器在运行过程中,高压放电会产生臭氧,对环境产生二次污染。

为了解决以上问题,近年来大量研究致力于改良电除尘技术,以提升其效率并减少其环境影响。例如,提升电除尘设备的工作温度应对湿烟气,采用脉冲电源技术提高烟尘电离性能,以及通过改进电场设计增强电场强度等。

在火力发电厂烟尘排放控制中,任何单一技术都难以完全解决问题。电除尘技术尽管有其独特的优势,但也需要配合其他技术共同发挥作用。进一步的应用研究和环保政策的引导,也将推动电除尘技术与其他烟尘控制技术的融合与进步,共同实现卓越的环保效果。效果显著地提高了烟尘排放的控制效率,从源头上减少了火力发电厂对环境的破坏。

#### 3.3 布袋除尘技术

布袋除尘技术作为一种成熟并且效果明显的除尘方法,已被广泛应用于火力发电厂烟尘排放的控制中。本节将详细探讨布袋除尘技术的原理、优点、存在的问题及改进方法。

布袋除尘技术的主要原理是通过布袋过滤介质,用其天然的纤维或者合成纤维编制而成的布袋或者滤袋,对烟气进行过滤,通过物理吸附作用或静电等作用,使得烟尘颗粒粘附在布袋表面,达到除尘的效果。布袋除尘器在运行过程中,能充分发挥深度过滤的作用,通过层层堆叠的阻挡,能够有效去除烟气中的微小颗粒,从而实现除尘。

布袋除尘技术的应用对改善环境质量,减少空气污染具有重要意义。布袋除尘器的除尘效率高,可达99%以上,对微小粉尘颗粒的过滤效果尤其明显。布袋除尘器处理风量大,在正常使用及维护的前提下,能够长时间、稳定地保持高效的除尘效果,十分适合火力发电厂大流量的烟尘处理。布袋除尘器的烟尘处理成本低,性价比高,易于普遍推广。

布袋除尘技术也存在一些问题。首要的问题是布袋的选材问题。根据不同的工况环境,布袋材质有很多种,如玻璃纤维、针刺毡、石棉布、PPS、涤纶等,需要根据实际情况选择合适的布袋材质。最常见的问题是耐高温性差,耐腐蚀性差,表面易粘尘,清灰困难。选择合适的布袋材质是优化布袋除尘技术的重要方向。

另一个需要解决的问题是布袋清灰问题。长时间运行下,布袋表面会积累大量烟尘,影响除尘效果,甚至造成布

袋破损。目前采用的清灰方式主要有机械振动法、反吹法、脉冲喷吹法等，其中脉冲喷吹法运行效果最优。尽管如此，这些清灰方式仍存在不足，如震动程度难以控制，反吹力度较弱，脉冲喷吹法对空气耗费大等问题。对此，开发新型清灰方式，改进清灰控制系统，有效解决布袋清灰问题，是提升布袋除尘技术效果的关键。

## 4 火力发电厂环保创新及绿色发展趋势

### 4.1 新型烟尘控制技术的研发与应用

火力发电厂作为中国主要的电力供应机构，其烟尘排放问题一直是环保领域和公众关注的热点。近年来，新型烟尘控制技术的研发与应用成为解决这个问题的重要手段。

其中，通过物理方法进行的烟尘处理技术日趋成熟，如电除尘、湿法除尘以及布袋除尘等方式都得到了广泛应用。但随着环保要求不断提高，已有的物理方法已无法满足要求，新型烟尘控制技术的研发与应用显得尤为重要。

目前，新型烟尘控制技术主要有以下几种：催化氧化法、燃烧法、活性炭吸附法、低温等离子体法等。这些新型烟尘控制技术各有优缺点，但从总体上看，它们都表现出较高的除尘效率和较好的处理效果。

催化氧化法采用高效催化剂，对烟尘中的有机物进行氧化分解，从而实现除尘目的。此方法具有处理效率高、设备运行稳定、操作方便的优点，但催化剂的选型和使用寿命是该方法需要进一步研究的问题。

燃烧法主要是通过高温燃烧将烟尘中的有害物质烧成最终可以接受的物质，以达到治理污染的目的。其不需加入任何消耗性材料，只需利用烟尘中的有害物进行燃烧即可，处理效率高，但对燃烧条件的控制有较高要求。

活性炭吸附法是利用活性炭的高吸附性能，吸附住烟尘中的有害物质，实现除尘目的。该方法操作简单，效果显著，但消耗的活性炭多且需要定期更换，增加了处理成本。

低温等离子体法主要是利用等离子体在电场、磁场的作用下，产生的高能粒子对烟尘进行处理，实现除尘目的。该方法处理效率高，除尘效果好，是当前热门的研究方向。

### 4.2 老旧设备的环保改造与管理

针对现有的老旧发电厂设备，环保技术的改造和应用是绿色发展的一个重要环节。在电厂设备的改造过程中，不仅要考虑设备的技术性能、经济性能，更要考虑环保效果。主要的改造方式有增设新型环保设备、老旧设备升级改造等。这些措施的实施，可以降低设备运营期间的环境污染，实现设备的绿色化。

随着低碳技术的发展，智能控制技术、物联网技术等也逐步应用于环保设备的管理中，提高了设备的运行效率和管理效率。通过借助这些智能技术，环保设备可以实现故障预测、故障诊断、设备状态监控等功能，有效提高环保设备的运行稳定性和环保效果。

随着环保问题的日益严重，火力发电厂也正在走向绿色化的发展道路。这种转变主要体现在烟尘的控制技术上，新型的烟尘控制技术研发，老旧设备的环保改造，以及全面实施环保政策都是推动火力发电厂绿色化发展的主要手段。预测火力发电厂的绿色化发展趋势，有助于理解其绿色化转型的必要性和迫切性，也有助于提出更有效的烟尘控制解决方案，以期实现可持续发展目标。

充分利用清洁能源是火力发电厂绿色化发展的必然趋势。其中，清洁燃煤技术和一次性烟尘处理技术最具潜力。清洁燃煤技术主要通过优化燃煤过程，降低污染物排放，提高能量利用效率。一次性烟尘处理技术则是通过高效烟尘捕集设备在烟尘产生初期进行处理，防止其对外环境的影响。

火力发电厂的数字化和信息化也将成为绿色化发展的重要趋势。借助先进的信息技术，如物联网、大数据等，实现火力发电厂的智能监控和运营，有助于降低能源损失，提高能源利用效率，也有利于对烟尘排放进行精确控制，降低环境污染。

火力发电厂的绿色化发展还必须依靠全面实施环保政策。政府应该制定具有前瞻性、科学性和实施性的环保政策，引导并规范火力发电厂的绿色发展。通过加大对环保设备的财政补贴，鼓励火力发电厂使用绿色技术，严厉打击环保行业的违法违规行为，营造良好的发展环境。

## 5 实现火力发电厂绿色化的措施与建议

环保立法的完善和严格执行是保证火力发电厂绿色化的重要基石。政府应事先设立严格的基准，要求火力发电厂在设计、建设、运行各阶段均应符合环保标准，设定严厉的处罚措施，落实环保和企业责任。环保部门应定期对火力发电厂的环保项目进行督查，确保充分执行各项环保规定，并进行公开透明的公开曝光，形成有效的约束机制。

尤其需要强调的是，对火力发电厂的燃煤和尾气排放等环境承载力有限的领域，更需制定更为严格的排放标准和管理措施。实施严格的环保法规既可保护环境，又能促使火力发电厂提高技术创新能力，推动绿色转型。

在火力发电厂环保技术的推动与发展进程中，环保设备的广泛应用无疑是一把推动创新发展的强大引擎。为了更好地适应绿色可持续发展的大趋势，火力发电厂必须及时升级环保设备的应用技术，实现生产工艺与环保技术的无缝对接。

提高环保设备的应用技术，应注重提高设备的自动化水平。自动化设备的崛起，使得火力发电厂可以实现全程自动控制，从而极大地降低了人力资源消耗。通过设备的自动化操作，可以实现精确地控制和监测，使设备更加有效地捕捉和减少污染物排放。

注重提升设备的智能化水平也十分重要。智能化不仅包含了设备的自动化，而且还兼备数据采集、分析和决策支

持的功能。通过构建环保设备的大数据平台,可以分析设备的运行状态,预测设备的故障和维护,提升设备的运行效率,从而提高环保设备的使用效果。

再者,火力发电厂也需要强化烟尘控制设备的专业化。专业化设备在对特定类型和粒度的烟尘处理上具有更高的效率和效果,如静电除尘器对细小粉尘的捕集效率等。专业化设备在特定应用环境中,性能稳定,使用寿命长,降低了设备维护和更换的频率,节约了运营成本。

火力发电厂还应注意环保设备的能耗问题。虽然环保设备可以有效地控制烟尘排放,但是在使用过程中也会产生大量的能耗。为此需要加强对环保设备能耗的研究,寻求在保证环保效果的基础上,尽可能低的能耗。这不仅可以节约能源,降低运营成本,而且也是符合绿色发展理念的重要举措。

环保设备的应用技术是火力发电厂实现绿色化的关键。如何提高环保设备的应用技术,需要创新技术研发,强化设备运维管理,完善设备操作规程,加强能耗控制等策略。这需要火力发电厂与科研机构、设备制造商紧密合作,共同推动烟尘控制设备技术的提升,从根源上有效解决火力发电厂的烟尘排放问题,昂首迈向环保、绿色、高效的未来。

为实现火力发电厂的绿色化发展,更新和改进烟尘控制设备成为其中一项重要任务。目前,大部分火力发电厂依然采用传统的污染物处理方式,即湿法除尘、电除尘和布袋除尘等技术,这些传统方式在某些方面已经不能满足严格的环境保护需求。

烟尘排放不仅对环境造成污染,更对公众健康构成威胁。特别是其中的颗粒物和有害气体,如二氧化硫和氮氧化物,可以通过呼吸道进入人体,引发一系列的健康问题。传统的除尘设备在处理这些气体和颗粒物时效果并不理想,往往只能降低其浓度,而不能彻底消除。

更新和改进现有设备对于控制烟尘排放至关重要。在这方面,新型烟尘控制技术在性能、环保效果和经营成本等方面表现出明显优势。如静电沉降器和脱硝设备等,这些设备不仅能有效处理污染物,还在节能环保方面有显著表现。更新新型设备也能兼顾经济效益和环保效果,符合可持续发展的原则。

## 6 结语

论文研究了中国大部分用的电力来源火力发电厂产生的烟尘问题。火力发电厂在燃煤时会产生很多烟尘,对环境有害。因此,我们要找出降低烟尘的方法,保护环境。我们研究了很多降低烟尘的技术,如水法除尘、电除尘、布袋除尘等。通过这些技术,我们可以控制火力发电厂产生的烟尘。我们还对将来烟尘控制技术的发展进行了预测,并提出了一些方法使火力发电厂变得更环保。这些方法包括改进环保设备和技术,研发新技术方法,建立科学的烟尘排放标准等。通过我们的努力,我们相信可以让火力发电厂更环保,使中国的空气变得更清新,推进中国电力工业的绿色化和可持续发展。但是我们还面临很多挑战,我们将继续努力研究和改进现有技术,并推动环保法规的制定和实施。

## 参考文献

- [1] 王警.火力发电厂烟尘排放及其环境影响[J].环境科学与管理,2020,45(7):120-124.
- [2] 张文,杨智,杨磊.火力发电厂烟尘控制技术现状与发展[J].烟台大学学报(自然科学与工程版),2019,53(1):78-82.
- [3] 张成刚,孙恩赫,闫大帅.火力发电厂湿法、电除尘与布袋除尘技术比较[J].中国环境管理,2020,12(1):23-27.
- [4] 王亚军,张翔,刘宁波.国内外燃煤电厂烟尘控制技术未来研发方向[J].环境工程,2018,36(3):1-4.
- [5] 陈菲,宋佳,赵俊华.火力发电厂热电联产和烟尘排放标准化研究[J].能源工程,2019,37(1):23-27.