

Analysis of influence of environmental protection transformation technology of power plant on air pollutant emission

Kun Zhao

Guoyuan Electric Power (Shendong Electric Power) Technology Research Institute, Xi'an, Shaanxi, 710000, China

Abstract

With the continuous improvement of global environmental protection requirements, power plants, as one of the main energy production units, shoulder the important responsibility of reducing air pollutant emissions. The environmental protection transformation technology of power plants plays a vital role in reducing emissions, improving environmental quality and increasing energy efficiency. In this paper, the application of environmental protection transformation technology in power plant is analyzed, and the influence of these technologies on the emission of air pollutants is discussed. The research shows that the environmental protection transformation technologies of power plants, such as desulfurization, nitrogen removal, dust removal and mercury removal, can significantly reduce the emissions of sulfur dioxide, nitrogen oxides, particulate matter and mercury, and have positive significance for reducing air pollution. In addition, this paper also analyzed the application effects and challenges of different technologies, and combined with practical cases, put forward the future development direction of power plant environmental protection technology. Finally, the research results provide a theoretical basis for further promoting the environmental protection transformation of power plants and reducing air pollution.

Keywords

power plant; Environmental protection transformation technology; Atmospheric pollutants; Desulfurization; Denitrification; dedusting

电厂环保改造技术对大气污染物排放的影响分析

赵坤

国源电力（神东电力）技术研究院，中国·陕西 西安 710000

摘 要

随着全球环保要求的不断提升，电厂作为主要的能源生产单位之一，肩负着减少大气污染物排放的重要责任。电厂的环保改造技术，在减少排放、改善环境质量、提高能源效率等方面发挥着至关重要的作用。本文通过对电厂环保改造技术的多种应用进行分析，重点探讨了这些技术对大气污染物排放的影响。研究表明，电厂环保改造技术如脱硫、脱氮、除尘、脱汞等，能够显著降低二氧化硫、氮氧化物、颗粒物和汞的排放，对减缓大气污染具有积极意义。此外，本文还分析了不同技术的应用效果与挑战，并结合实际案例，提出了电厂环保技术未来的发展方向。最终，研究结果为进一步推进电厂环保改造、减少大气污染提供了理论依据。

关键词

电厂；环保改造技术；大气污染物；脱硫；脱氮；除尘

1 引言

随着全球能源需求的日益增长，电力行业在满足能源需求的同时，面临着日益严峻的环境保护压力。尤其是在中国等能源消费大国，电厂作为主要的能源生产和消费单位，其大气污染物排放问题对环境造成了严重影响。根据研究数据，电厂排放的二氧化硫（SO₂）、氮氧化物（NO_x）、颗粒物（PM）以及汞（Hg）等污染物是大气污染的主要来源之一。

近年来，国家针对电力行业的环保政策不断加强，出

台了一系列环保标准和措施，推动电厂进行环保改造。通过技术革新和设备更新，电厂的排放水平得到了有效控制。然而，随着环保要求的提高，电厂的环保改造技术仍面临许多挑战。如何高效降低大气污染物的排放，并提高能源利用效率，成为电厂环保改造过程中需要重点解决的问题。

本文旨在分析电厂环保改造技术对大气污染物排放的影响，探讨现有环保技术的应用效果和未来发展方向，为电力行业的绿色发展提供理论支持。

2 电厂大气污染物排放的现状与影响

2.1 电厂污染物排放的主要成分

电厂排放的主要大气污染物包括二氧化硫（SO₂）、氮氧化物（NO_x）、颗粒物（PM）和汞（Hg）等。这些污染

【作者简介】赵坤（1987-），男，中国陕西榆林人，本科，工程师，从事电厂环保与电厂安全管理研究。

物的排放源和形成机制与电厂的燃烧过程密切相关，具有不同的环境和健康影响。

二氧化硫：二氧化硫是燃煤电厂的主要排放物之一，主要来源于燃料中的硫分。煤的燃烧过程中，硫被氧化成二氧化硫并释放到大气中。二氧化硫的排放不仅是酸雨形成的主要原因，还会对空气质量造成严重影响，进一步腐蚀建筑物和基础设施，损害生态环境。

氮氧化物：氮氧化物是另一种在电厂燃烧过程中产生的重要污染物。燃料中的氮分 and 高温燃烧条件下的空气中的氮气结合形成氮氧化物（主要是 NO 和 NO₂）。氮氧化物不仅是酸雨形成的另一个关键因素，还会导致雾霾和臭氧污染，进一步恶化空气质量。

颗粒物：颗粒物主要来源于煤燃烧过程中的燃烧不完全、灰尘飞扬等因素。煤中的矿物质、灰分以及燃烧不完全产生的烟尘会形成颗粒物，颗粒物的排放对空气质量的长期负面影响非常大，尤其是细颗粒物（PM2.5）对健康的危害更为显著。

汞：汞是一种对环境和人类健康具有严重危害的有毒元素。汞主要来自煤中的微量汞元素，在燃烧过程中随着烟气排放到大气中。汞在大气中能够通过水体和土壤进入生态系统，最终进入食物链，造成广泛的生态危害。汞污染对水生生物的影响尤其显著，并可能通过食物链传递至人类，引发中毒。

2.2 电厂大气污染的环境与健康影响

电厂排放的污染物对环境造成了巨大压力，尤其是二氧化硫、氮氧化物、颗粒物和汞等污染物。二氧化硫和氮氧化物的排放是酸雨形成的主要原因，酸雨不仅对土壤和水体造成酸化影响，还会影响植物的生长和农业生产。酸雨对水源和生态系统的长期影响极为严重，甚至可以改变水体的 pH 值，破坏水生生物的生存环境，造成物种的减少和生态失衡。

颗粒物的排放会直接影响空气质量，增加雾霾的形成。雾霾的存在不仅影响视觉范围，还对人体健康构成极大威胁，尤其是对儿童、老年人和患有呼吸系统疾病的群体。长时间暴露在高浓度的细颗粒物环境中，可能导致呼吸道和心血管系统的慢性疾病。

汞的排放不仅对生态环境构成威胁，还严重影响人类健康。汞通过水体、土壤等途径进入生物体，最终进入食物链，特别是鱼类等水生生物中汞的积累，通过食物链传递给人类，可能导致中毒。汞中毒会导致神经系统、免疫系统、肾脏等多个器官的损害，对人类健康产生严重影响。

此外，长期暴露于高浓度的污染物环境中，增加了呼吸系统疾病、心血管疾病等慢性病的发病率。特别是对于空气污染物较为敏感的群体，如儿童、老年人、孕妇以及患有基础疾病的人群，电厂排放的污染物将对他们的身体健康产生更加显著的负面影响。因此，电厂减少大气污染物排放不

仅是响应环保号召的需要，也是保障公众健康的重要举措。

2.3 电厂大气污染的政策背景

为了应对电厂排放的污染问题，政府出台了严格的环保标准和政策。自 2000 年起，中国政府逐步加强了对电力行业的环保要求，设定了电厂污染物排放的限值，并加强了对电厂的监管力度。政策的实施旨在推动电力行业向绿色、环保、低碳方向发展。

在《电力行业节能减排“十二五”规划》和《煤电节能减排“十三五”规划》中，明确提出要求电厂全面推进环保技术改造，减少大气污染物排放，促进绿色能源转型。特别是在“十三五”期间，电厂环保改造成为行业内的重点任务，政策鼓励电厂采用先进的环保技术和设备，以降低二氧化硫、氮氧化物及颗粒物等污染物的排放。

随着《大气污染防治行动计划》的实施，电厂的大气污染治理逐步加强，政策支持力度不断加大。特别是在提高排放标准、推动清洁能源使用和鼓励污染物排放控制技术创新方面，政策为电力行业的绿色发展提供了明确的指导和激励。这些政策的实施，不仅促进了电力行业的环保改造，也为其他行业树立了榜样，有助于改善大气质量，保护生态环境，提升公众健康水平。

总体来看，随着政策的逐步落地和技术的不断进步，电厂大气污染的治理工作将会更加深入，帮助实现可持续发展的目标。

3 电厂环保改造技术的现状与应用

3.1 脱硫技术

脱硫技术是电厂减少二氧化硫排放的主要手段之一，二氧化硫（SO₂）是电厂排放的主要污染物之一，尤其是在使用煤炭作为燃料的情况下。传统的湿法脱硫技术采用石灰石—石膏法，通过吸收烟气中的二氧化硫并转化为石膏，从而有效去除烟气中的二氧化硫。这种方法广泛应用于燃煤电厂，并且具有较高的脱硫效率。然而，石膏的处置问题和反应效率较低是湿法脱硫技术的主要缺点。石膏作为副产品，需要专门的存储和处理设施，否则会对环境造成二次污染。

近年来，随着脱硫技术的不断发展，干法脱硫和半干法脱硫等新型技术应运而生。干法脱硫采用喷雾干燥技术，通过将干燥剂喷雾并与烟气中的二氧化硫反应，能够显著提高脱硫效率，并且没有产生固体废弃物，减轻了废物处理的压力。相比湿法脱硫，干法脱硫可以在高温条件下运行，适应不同的电厂运行需求。半干法脱硫则通过喷雾反应塔技术，喷入脱硫剂与烟气中的二氧化硫反应，生成石膏并随烟气被清除。半干法脱硫技术相较于湿法脱硫技术，能够减少水的使用，并且生成的废物更易于处置，环境负担较小。

这些新型脱硫技术在提高脱硫效率的同时，也有效减少了废弃物的产生，降低了处理和存储废弃物的难度，从而成为电厂减少污染排放的重要手段。

3.2 脱氮技术

电厂的脱氮技术主要包括选择性催化还原（SCR）和选择性非催化还原（SNCR）两种技术，目的是减少烟气中氮氧化物（NO_x）的排放。氮氧化物是空气污染的主要源头之一，参与了酸雨和雾霾的形成。

选择性催化还原（SCR）：SCR技术是目前广泛应用于大型电厂的脱氮技术。其原理是在催化剂的作用下，通过添加还原剂（如氨气或尿素）与烟气中的氮氧化物反应，生成氮气和水。SCR技术具有较高的脱氮效率，能够显著降低NO_x排放，适用于烟气中氮氧化物浓度较高的情况。然而，SCR的成本较高，主要体现在还原剂的消耗、催化剂的更换及系统的维护等方面。此外，催化剂的使用寿命有限，需要定期更换，这增加了企业的运营成本。

选择性非催化还原（SNCR）：SNCR技术则是在没有催化剂的情况下，直接将还原剂喷入高温烟气中，与氮氧化物发生反应，去除烟气中的NO_x。与SCR相比，SNCR的设备成本较低，安装和维护更为简便，但其脱氮效率相对较低，且对操作条件的要求较为严格。例如，温度、还原剂的投加量和喷射方式都会影响脱氮效果。因此，SNCR技术通常适用于对脱氮效率要求不高的小型电厂，或是作为SCR的补充技术。

3.3 除尘技术

除尘技术是电厂减少颗粒物排放的核心技术之一。颗粒物（PM），特别是细颗粒物（PM_{2.5}），不仅影响空气质量，还对人类健康构成严重威胁。电厂常用的除尘技术包括电除尘、布袋除尘和静电除尘等。

电除尘技术：电除尘技术通过电场使烟气中的颗粒物带电，然后利用电场的作用将颗粒物收集到电极上。电除尘器具有高效、稳定、适应性强等特点，尤其适用于烟气中颗粒物浓度较高的情况。该技术广泛应用于大型电厂，能够有效去除烟气中的颗粒物，减少空气污染。

布袋除尘技术：布袋除尘技术则通过滤袋将烟气中的颗粒物滤除。布袋除尘适用于高浓度粉尘的处理，广泛应用于电厂的除尘设备中。布袋除尘器具有较高的除尘效率和较好的适应性，尤其适用于较大体积的电厂烟气处理。它能够有效去除多种类型的颗粒物，适合不同工况的需要。

静电除尘技术：静电除尘技术与电除尘类似，主要通过静电力的作用将颗粒物吸附到电极上。静电除尘具有高效

的除尘能力，并且设备相对简单、维护成本较低。

4 电厂环保改造技术的效果与挑战

4.1 环保改造技术对排放的效果分析

通过对多个电厂的改造案例分析，研究表明，实施环保改造技术后，电厂大气污染物的排放水平显著降低。例如，脱硫技术应用后，二氧化硫的排放浓度明显下降，达到国家标准的排放限值要求。脱氮技术的应用有效降低了氮氧化物的排放，尤其是在使用SCR技术的电厂中，氮氧化物的排放浓度大幅下降。除尘技术的有效应用，使得颗粒物排放得到了有效控制。

4.2 面临的主要挑战

电厂环保改造虽然取得了显著成效，但在实际实施过程中仍然面临一些挑战。首先，技术的选择与实施成本较高，尤其是在设备投资、运营成本和维护成本方面，这对部分电厂而言是一项不小的压力。其次，技术的稳定性和适应性仍需进一步提高，尤其是在应对不同燃料和运行工况时，部分环保设备的效果可能会受到影响。再者，环保改造需要大量的技术人员进行支持，而目前部分电厂的人员素质和技术能力仍然不足，导致技术推广和应用效果有限。

5 结语

电厂环保改造技术在减少大气污染物排放方面取得了显著成效。脱硫、脱氮、除尘等技术的应用，极大地减少了电厂对大气的污染，改善了环境质量。然而，当前的环保改造仍面临技术、资金和人员等方面的挑战，亟需进一步的技术创新和优化。未来，电厂的环保改造技术将趋向更加高效、低成本和环保的方向，同时，也需要进一步加强政策支持和资金投入，为实现绿色电力生产提供更加坚实的基础。

参考文献

- [1] 郑发礼.第四讲大气污染及其防治[J].重庆环境保护,1980(01):20-24+38.
- [2] 何兴舟.我国城市大气污染对居民健康影响的研究[J].卫生研究,1980,(02):1-14.
- [3] 陈乐修,张三力.关于化工企业的环境影响评价问题——介绍美国新建化工企业的环境影响评价[J].化工环保,1981,(01):48-52.
- [4] 国家大气质量标准在沈阳地区的可行性研究[J].环境保护科学,1982,(01):1-12.