

火电厂燃煤清洁利用技术与发展趋势

彭荟桦

贵州黔西中水发电有限公司，贵州 毕节 551500

摘 要： 随着我国能源结构的调整，煤炭作为主要能源的地位逐步提升，火电厂在其中占据重要位置。然而，煤炭作为主要能源的同时也带来了大量的污染问题。因此，火电厂煤炭清洁利用技术的研究与推广显得极为重要。本文首先回顾了火电厂煤炭清洁利用技术的发展历程，从清洁煤炭技术，煤炭热解、煤炭气化等角度进行了全面的梳理；然后，探讨了现有燃煤清洁技术在环保指标、经济性等方面的效益评价；结合我国环保政策、能源结构以及市场需求，对火电厂燃煤清洁利用技术的发展趋势进行了前瞻性的展望。论文倡导以科学的视角和方法，推动火电厂燃煤清洁利用技术的发展，实现煤电的环保、高效和可持续发展，为我国能源企业和管理者提供决策参考。

关 键 词： 火电厂；燃煤清洁利用技术；发展趋势；低碳；高效利用

Coal Burning Clean Utilization Technology And Development Trend In Thermal Power Plants

Peng Huihua

Guizhou Qianxi China Water and Power Generation Co., LTD.Bijie, Guizhou 551500

Abstract： With the adjustment of China's energy structure, the status of coal as the main energy is gradually improved, and thermal power plants occupy an important position in it. However, coal, as the main energy source, also brings a lot of pollution problems. Therefore, the research and promotion of coal clean utilization technology in thermal power plants is very important. This paper firstly reviews the development process of the coal clean utilization technology in thermal power plant, from the perspective of clean coal technology, coal pyrolysis and coal gasification, then discusses the benefit evaluation of environmental protection index and economy, combines the environmental protection policy of our country, the market structure of coal-fired clean utilization technology in coal power plants. The paper advocates a scientific perspective and method to promote the development of coal clean coal utilization technology in thermal power plants, realize the environmental protection, efficient and sustainable development of coal power, and provide reference for decision-making for China's energy enterprises and managers.

Keywords： thermal power plant; clean coal utilization technology; development trend; low carbon; efficient use

引言：

煤炭作为世界上最重要的颗粒燃料之一，长期以来在全球能源供应中扮演着至关重要的角色。据估测，因人类目前频繁的经济、生产活动，每年排入大气的二氧化碳高达亿吨，海洋只能吸收其中的，多余二氧化碳的逐年累积造成温室效应日益严重，加速生物圈生态环境恶化。^[1]随着社会的发展和科技的进步，人们已经明白了必须以一种更环保、更经济的方式来利用煤炭，这就提出了对火电厂燃煤清洁利用技术的研究需求。当前，尽管我国在清洁煤炭技术的研究方面已取得一定成果，但受到技术成熟度、经济效益等多方面因素影响，其应用与推广进程仍然缓慢。因此，火电厂燃煤清洁利用技术的研究与发展对我国实现能源结构转型至关重要。本文旨在探索火电厂燃煤清洁利用技术的现状及发展趋势，综合考察现有解决方案在环保指标、经济性等关键方面的表现，预期可为我国火电厂燃煤清洁利用技术的发展提供科学依据，为决策层和科研人员提供参考。本文将阐述火电厂燃煤清洁利用技术的发展历程，描述目前主流的清洁煤炭技术，分析其优势和局限性，并结合中国的环保政策、能源结构和市场需求，对火电厂燃煤清洁利用技术的发展前景进行预测，以期推动煤电行业的环保、高效、可持续发展。^[2]

* 作者简介姓名：彭荟桦，出生：1995年01月，性别：女，民族：汉，籍贯：重庆市璧山区，学历：本科，职称：助理工程师，从事的研究方向或工作领域：火电厂化学实验

一、火电厂燃煤清洁利用技术的意义

随着环保规定的日益严格和人们对环境保护意识的提升，火电厂燃煤清洁利用技术的重要性日益凸显。下面我们从三个方面探讨其意义。

（一）环境保护方面

是火电厂燃煤清洁利用技术最直接、最明显的好处之一。传统的燃煤电厂在运行过程中，产出大量环境污染物，如二氧化硫、氮氧化物、颗粒物等，这些污染物对环境造成很大破坏。火电厂燃煤清洁利用技术有效降低了煤炭燃烧过程中这些污染物的生成。^[3]

以国网湖北省电力公司技术培训中心开发的一种火电厂燃煤清洁发电技术为例，该技术从降低煤的硫分含量、优化燃烧系统、引入低氮燃烧器等多方面进行出发，有效降低了排放中所含有的许多有害杂质，减轻了工业生产对环境的影响。

（二）经济效益方面

火电厂燃煤清洁利用技术能增强煤炭的热效率，降低单位发电成本。让我们继续以国网湖北省电力公司技术培训中心的技术为例，该技术通过优化煤炭的热解过程，提升了燃煤火电厂的热效率，进而带来了更高的电力输出，降低了单位电力的生产成本，让燃煤发电与清洁能源在经济性方面能够相提并论。^[4]

（三）能源安全方面

煤炭作为我国最丰富的化石能源，其保障我国能源安全起到了重要作用。火电厂燃煤清洁利用技术的应用，使得燃煤发电在环保压力下仍能保持其在能源结构中的重要地位。通过运用清洁利用技术，我们既可以充分利用众多的煤炭资源，又能降低对环境的影响，实现煤炭清洁高效利用，也保障能源供应的稳定，对我国能源安全很有积极意义。

总的来说，火电厂燃煤清洁利用技术在环境保护、经济效益和能源安全等方面具有重要意义。他不仅能够降低燃煤发电对环境的负面影响，而且还能提高煤炭的能源利用效率，为我国的能源安全提供保障。

二、火电厂燃煤清洁利用技术的现状及其所存在的问题

我国是世界上最大的煤炭生产和消费国，煤炭一直以来都是我国主要的能源消费来源。但煤炭的开采和使用给环境造成了极大的压力，燃煤清洁高效利用成为了当前我国能源领域面临的主要问题和挑战。本篇从下述三个方面探讨我国火电厂燃煤清洁利用技术的现状以及存在的问题。

（一）煤炭开采洗选

在我国，煤炭的开采和洗选技术取得了很大的改进。如高标准的大型矿井和灾害严重的矿井已基本实现了智能化开采，同时原煤洗选率也在持续提升，大大小小的选煤厂数量也在逐年增加。例如，原煤入选超过1000万吨/年的特大型选煤厂已有84座，总入选能力超过13亿吨/年，占2021年总入选能力的44.37%。然而，仍然有许多问题需要解决，如煤炭质量缺乏统一管理标准，部分产煤省存在选择煤炭方法落后，环节不配套，产品质量差等问题。^[5]

（二）燃煤电厂超低排放

近年，在清洁高效燃煤系统建设上，我国取得了世界领先的地位。例如，国家能源集团国华台山电厂、华能玉环电厂、浙江能源嘉兴电厂等一批高标准的燃煤电厂超低排放示范工程已建成。他们通过脱硫烟气热能再回收利用，在2013年就实现了276克标准煤/千瓦时的年平均燃煤发电标准煤耗，是全球发电效率最高、最清洁环保、单位发电煤耗最低的发电厂之一。^[6]然而，对于燃煤电厂来说，超低排放并不等同于零排放，仍有部分污染物未被有效处理。同时，在碳捕获、输送、利用、封存方面还存在尚待突破的技术难题。此外，尽管大多数发电厂已经能实现50%额定负荷以上连续自动控制，但在深度负荷调峰运行时，煤电企业对燃煤机组灵活性改造的积极性不高，稳燃控制、变负荷控制、脱硝控制等方面仍存在困难。

（三）煤炭高效转化

我国已经在煤炭高效转化技术上取得了一定的革新和突破。例如，安徽淮北平山电厂二期1350MW超超临界二次再热机组，采用了一系列具有自主知识产权及专利的减排技术，供电标准煤耗能达到251克标准煤/千瓦时，效率能达到46%，平均每年可节省燃煤近10万吨，是世界上净效率最高值的洁净燃煤发电机组。然而，现有的煤炭高效转化技术在实际应用中仍然存在许多问题，如煤电发电储能上，部分燃煤机组仍煤耗较高，严重影响整个系统的清洁高效、安全稳定运行。^[7]

总的来说，我国火电厂燃煤清洁利用技术在煤炭开采洗选、煤炭高效转化和燃煤电厂超低排放等多个方面都取得了显著的进步和成果，但仍面临诸多挑战和问题。一方面，我们必须对照“双碳”目标，进一步提高煤炭开采洗选的效率，规范煤炭质量管理，降低工业固体废弃物的排放，提高煤电机组的调峰灵活性，努力实现煤炭的清洁高效利用。另一方面，我们必须立足于现实，认识到煤炭仍然是我国能源结构的重要组成部分，应积极研究和开发更多高效、清洁的煤炭利用技术。

三、推动火电厂燃煤清洁利用技术高效利用的有效策略

要推动火电厂燃煤清洁利用技术的高效利用，我们需要从科研投入、政策引导和设备优化三个方面入手。

（一）加大科研投入

我国应大力投入科研资源，持续开展煤炭清洁高效利用的基础研究和技术研发。例如，目前我国已经在700℃高效超超临界技术研究方面取得了一定进展，但关于高温材料、清洁燃烧器、蒸汽轮机及发电机等关键设备及系统的研发仍有待加强。此外，针对煤炭资源的特性，可以研发针对性技术。例如，中国华能集团在京津冀及周边地区建设了多个不同的示范项目，运用自主研发的高效脱硫脱硝喷雾烧煤技术，煤粉燃烧效率达到98%，烟尘排放浓度低于5mg/m3。

（二）政策引导

政府在环保政策和财税政策上可以进一步引导和鼓励燃煤清洁利用技术的发展。同时，严格执行《中华人民共和国大气污染防治法》，对超标排放的燃煤电厂进行罚款，并强化监督管理，确保燃煤清洁利用技术得以实施和推广。^[8]

另外，政策还应对新能源发展进行引导，比如，优化电力市场环境，鼓励燃煤电厂向清洁能源转型，加大对太阳能、风能等清洁能源的研发和利用，使其成为燃煤电厂的有力补充。例如，浙江能源集团嘉兴电厂已经开始研发风力发电，该公司目标是到2025年实现50%的清洁能源发电。

（三）设备优化

推动燃煤电厂设备的更新和优化是实现燃煤清洁高效利用的重要途径。改变现有大型燃煤电厂常规的燃煤方式，采用新的高效低排放的技术，并进行设备的更新换代，是减排的有效方式。例如：上海华电中华电厂，进行了旧机组改造，通过运用高效低氮燃烧器和优化过热蒸汽温度控制系统，实现了供电标准煤耗能达到276克标准煤/千瓦时，在热效率方面达到了国际先进水平。^[9]

同时，对现有设备进行运行维护和管理也是提高燃煤清洁利用效率的重要手段。像上海外高桥第三发电厂，严格设备的日常检查、维修保养，使其处于最佳运行状态，并对运行数据进行监控分析，可及时发现并解决设备运行中的问题。总的来说，火电厂燃煤清洁利用技术的发展需要结合科研投入、政策引导和设备优化等多个方面来推动。尤其是在当前全球变暖和能源危机的背景下，我们更应深入理解和掌握火电厂燃煤清洁利用技术，以实现煤炭资源的高效利用和环境保护。这是长远的目标，并且对于能源策划和决策者来说，问题的关键在于理解和掌握火电厂燃煤清洁利用技术，通过科研投入、政策引导和设备优化等多个方面进行战略布局和推进，形成全方位、多层次、宽领域的布局，以实现煤炭资源的高效利用，减少环境污染，提高能源利用效率，降低能源消耗，为实现国家能源安全和气候目标做出努力。

四、火电厂燃煤清洁利用技术的发展趋势

在全球范围内，随着能源转型和环保要求的日益提高，火电厂燃煤清洁利用技术的发展方向正在朝着更高效、更环保、更经济的方向发展。下面从三个方面来阐述火电厂燃煤清洁利用技术的发展趋势。

（一）先进清洁燃煤技术的应用

火电厂燃煤清洁利用技术的发展，将更加依赖于先进的燃煤技术。例如，世界上最大的燃煤发电厂之一印度南塔尔燃煤电厂，采用了超超临界蒸汽循环技术，大幅度降低了煤炭消耗和二氧化碳排放。再如，中国华电宁夏煤炭液化项目，提供了低成本、高效率、安全可靠的能源解决方案，实现了煤炭的高效清洁利用。

（二）煤炭深度开发利用

煤炭不仅可以作为电力的来源，还可以进一步开发生产化工产品和新型燃料。煤化工和煤制油已经成为我国煤炭深度开发利用的重要方向。例如，山东能源集团利用我国丰富的煤炭资源，开发了液体燃料和化工产品，实现了煤炭资源的深度开发利用。

（三）碳捕集与封存（CCS）技术的发展

虽然煤炭清洁利用技术已取得了一定的进展，但随着我国碳达峰、碳中和目标的提出，碳捕集与封存（CCS）技术在火电厂燃煤清洁利用的重要性日益显现。CCS技术通过从燃煤发电厂的烟气中捕集和分离出二氧化碳，并把它压缩、输送到地下进行封存，从而

大大减少了火电厂的碳排放。例如，中国华能集团在天津丰台热电厂进行了CCS试验，取得了初步成果，显示出CCS在减少火电厂碳排放方面的巨大潜力。同时，开发和推广具有优良经济效益的捕碳技术，例如氨基酸盐、离子液体等新型溶剂，以低成本、高效率捕集CO₂，也将成为火电厂燃煤清洁利用技术的一个重要方向。^[10]

总的来说，在未来，火电厂燃煤清洁利用技术的发展，将更多地依赖于先进的煤炭高效利用技术以及新型煤炭深度开发方式，同时也需要结合碳捕集与封存技术，共同构建出一个低碳、高效、环保的能源系统。这不仅仅需要全球范围的科学家、工程师的努力，同时也需要政府的政策支持和整个社会的广泛参与。只有这样，我们才能真正实现煤炭资源的清洁高效利用，为人类社会的可持续发展做出贡献。

结论：

综上所述，火电厂燃煤清洁利用技术在我国能源结构调整和环保要求日益严格的背景下，显得尤为重要。通过对现有技术的回顾与分析，本文总结了火电厂燃煤清洁利用技术在环保、经济效益和能源安全等方面的显著意义，并指出了其在煤炭开采洗选、燃煤电厂超低排放以及煤炭高效转化等方面的现状和存在的问题。为了推动火电厂燃煤清洁利用技术的发展，我们必须在科研投入、政策引导和设备优化等多个方面共同努力。要解决这些问题，需要进一步加大科研投入，加强技术研发，特别是高温材料、清洁燃烧器等关键设备的创新。未来，火电厂燃煤清洁利用技术的发展趋势将更多依赖于先进清洁煤炭技术的应用、煤炭的深度开发利用以及碳捕集与封存技术的突破。全球范围的科技创新、政府政策支持和社会各界的共同参与，将是实现这一目标的必要条件。通过这些努力，我们将能够有效提升煤炭资源的清洁高效利用水平，推动煤电行业的环保、高效和可持续发展，为我国乃至全球的能源安全和环境保护作出重要贡献。

参考文献：

- [1] 郑关林. 煤炭清洁利用技术开发概况 [J]. 国际科技交流, 1989, (03): 10-12.
- [2] BP 中国. BP 世界能源统计年鉴2013[EB/OL].[2015-11-08].http://www.bp.com/zh_cn/China/reports-and-publications/bp_2013.html.
- [3] 能源发展网. 我国煤炭清洁高效利用现状及发展建议2023[EB/OL].[2023-03-31]. <https://www.nationalee.com/newsinfo/5700862.html>
- [4] 董洁, 乔建强. “双碳”目标下先进煤炭清洁利用发电技术研究综述 [J]. 中国电力, 2022, 55(08): 202-212.
- [5] 孙旭东, 张博, 彭苏群. 我国洁净煤技术2035发展趋势与战略对策研究 [J]. 中国工程科学, 2020, 22(03): 132-140.
- [6] 李小炯. 我国煤炭资源清洁高效利用现状及对策建议 [J]. 煤炭经济研究, 2019, 39(01): 71-75.
- [7] 王云珠, 刘晖, 韩芸. 能源转型背景下山西煤炭清洁高效利用路径与政策 [J]. 煤炭经济研究, 2017, 37(12): 11-17.
- [8] 王丽丽. 煤炭清洁利用如何从蓝图变为现实? [N]. 中国煤炭报, 2015-05-25(001).
- [9] 郝大庆. 内蒙古煤炭资源清洁高效利用技术战略研究 [D]. 内蒙古大学, 2014.
- [10] 申宝宏, 吴立新, 陆小泉. 中国煤炭行业中战略性新兴产业发展潜力探讨 [J]. 中国煤炭, 2011, 37(08): 8-12.