

The practical exploration of coking technology innovation and the improvement of gas purification efficiency

Huaijun Wei

National energy Group coal coking Co., Ltd. Xifeng Branch Coking Plant, Wuhai, Inner Mongolia, 016000, China

Abstract

The innovation of coking technology and the improvement of gas purification efficiency are the key to the green development of the current steel and coal chemical industry. The traditional coking process has low gas purification efficiency and high pollutant emission, so it is urgent to use technological innovation and process optimization to improve the comprehensive benefits. This paper discusses the coking process and gas purification technology, analyzes the innovation path of coking technology and its influence on gas purification, and puts forward the new coking technology combined with the new process of gas purification. In view of the trend of future technology development, this paper puts forward the direction of further improving gas purification efficiency and energy saving and emission reduction. The linkage innovation of coking and gas purification provides a new technical path for the sustainable development of steel and coal chemical enterprises.

Keywords

coking technology; gas purification; technological innovation; energy saving and emission reduction

炼焦技术革新与煤气净化效率提升的实践探索

魏怀军

国家能源集团煤焦化有限责任公司西来峰分公司焦化厂，中国·内蒙古 乌海 016000

摘 要

炼焦技术革新与煤气净化效率提升是当前钢铁和煤化工行业实现绿色发展的关键。传统炼焦工艺中的煤气净化效率低、污染物排放高，亟需借助技术革新和工艺优化来提升综合效益。本文从炼焦工艺和煤气净化技术两个方面进行探讨，分析了炼焦技术的革新路径及其对煤气净化的影响，结合煤气净化的新型工艺进行联合优化提出了低碳、高效的炼焦新技术。针对未来技术发展的趋势，本文提出了进一步提升煤气净化效率与节能减排的方向，炼焦与煤气净化的联动创新为钢铁和煤化工企业可持续发展提供了新的技术路径。

关键词

炼焦技术；煤气净化；技术革新；节能减排

1 引言

全球对环境保护和可持续发展的关注日益增强，焦化行业作为高能耗、高排放的传统行业，面临着严峻的环保压力和经济转型挑战。炼焦技术与煤气净化成为了提升资源利用效率、减少污染排放、实现绿色生产的核心领域。传统炼焦工艺在提高焦炭产量的同时，常常伴随着高能耗、高排放等一系列问题。借助对炼焦技术和煤气净化技术的联合创新，可以降低生产过程中的环境污染，还能提高煤气的回收利用效率，进一步降低能源消耗，提升整体生产效益。本文的目的是探讨炼焦技术革新与煤气净化效率提升的最新进展与实践经验，分析技术创新如何推动行业绿色转型，为焦化

行业的技术创新与可持续发展提供一定的参考价值。

2 炼焦技术的革新与发展

2.1 传统炼焦技术概述

传统的炼焦工艺中的配合煤借助焦炉加热至高温 950 ~ 1050℃进行干馏，在无氧或低氧条件下发生热解反应，生成焦炭、煤气、煤焦油、焦粉等副产品。焦炉煤气中主要成分包括氢气、一氧化碳、甲烷、二氧化碳、氮气、硫化氢、氨气和苯等，而煤焦油则包含多种芳香烃类化合物，是重要的化学原料。传统炼焦技术在降温速度、能量消耗等方面表现不尽如人意。高温高压操作下，焦炉内煤的燃烧和热解过程难以实现高效的能量利用和气体回收，导致大量的煤气不能得到充分利用。煤气的污染物排放问题突出，特别是硫化氢、氨氮等有害气体排放。

【作者简介】魏怀军（1972-），男，中国山西朔州人，本科，助理工程师，从事焦化厂炼焦工艺管理研究。

2.2 炼焦技术革新路径

焦炉的设计方向逐渐向“高效能、低排放”发展，使用新型清洁快速干法熄焦系统和优化的焦炉结构设计，提升了煤的转化效率和焦炭的产量，同时有效减少煤气燃烧过程中无组织排放。引入双联火道和废气循环设计，能够更好地优化炉内气流分布，提升热能的利用效率，并减少对外部能源的依赖。传统焦炉产生的煤气中含有大量可回收的能量和组分，但由于回收技术不完善，许多热量未能有效利用。借助引入气体冷凝技术和高效的煤气净化工艺，煤气中的可燃成分可以充分利用并转化为热能和化工原料，用于供给炼焦加热生产过程使用。剩余煤气可以作为甲醇厂、硝酸等下游产业链条生产原料。

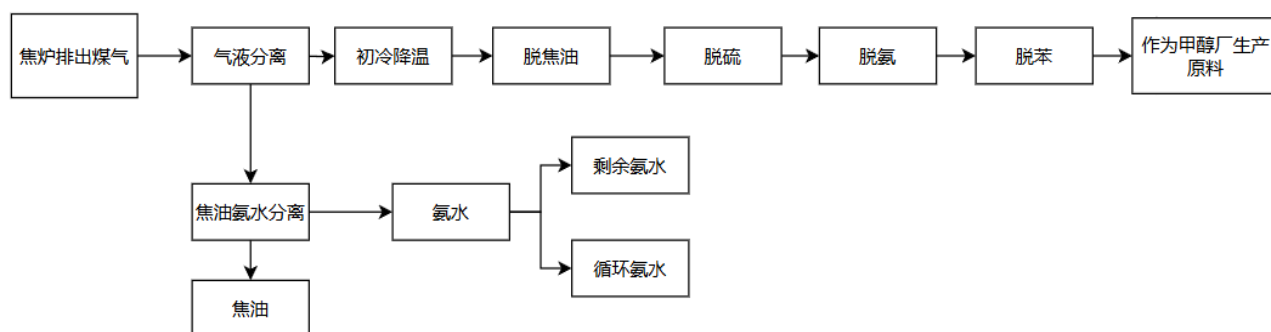


图 1：煤气净化的基本过程

3.2 煤气净化面临的主要技术问题

高浓度硫化物的脱除问题仍是煤气净化中的技术难点。传统的湿法脱硫技术在实际应用中得到广泛应用，但由于煤气中硫的浓度较高，湿法脱硫仍面临硫酸盐处理容量不足的问题，且存在设备腐蚀和运行成本高等问题。对于脱硫催化剂的稳定性和寿命，现有技术尚未能有效解决催化剂中毒和反应速率降低的问题。煤气中颗粒物的去除效率也是制约煤气净化效果的关键因素^[1]。煤气中含有的微细颗粒物（如煤尘和焦油）会堵塞过滤装置，影响焦炉荒煤气导出、导致焦炉操作环境恶劣和减少化工产品回收。电除尘器和布袋除尘器在高温高湿环境下的稳定性较差，处理效率难以长期保持导致对微米级细颗粒的去除效率有限。氨氮的脱除同样面临技术瓶颈。煤气中的氨氮常常呈现较高浓度，且其去除难度较大。

3.3 环保要求与政策压力

中国的《大气污染防治行动计划》明确提出到 2025 年焦化行业需大幅降低二氧化硫和氮氧化物的排放。为了达到这一目标，焦化企业必须使用先进的煤气净化技术，以符合日益严格的环保要求。欧盟则借助实施《工业排放指令》（IED），对大气污染物排放进行了更加严格的控制，要求包括钢铁厂、炼焦厂等所有大型工业设施，必须使用最佳可行技术（BAT）进行污染控制，并减少污染物的排放量^[2]。《清洁空气法案》以及《巴黎气候协定》也对工业排放提出了更

3 煤气净化技术的现状与挑战

3.1 煤气净化的基本过程与技术

煤气净化的主要技术包括洗涤降温、脱焦油、脱硫、脱氨、脱苯等，其中脱焦油则是通过冷凝、电离等方法去除煤气中的焦油成分。除尘技术一般使用电除尘器、布袋除尘器等设备去除煤气中的固体颗粒物。脱硫作为煤气净化中的重要步骤，常见的技术包括湿法脱硫、干法脱硫和催化脱硫，湿法脱硫使用碳酸钠或氢氧化钠溶液与催化剂去除煤气中硫化氢的后置脱硫以及利用煤气中的氨作为碱源去除煤气中硫化氢的前置的脱硫，而干法脱硫则借助吸附材料吸附硫化氢，脱氨技术主要通过酸吸收法去除煤气中的氨，减少对环境的污染。以提高煤气质量。

为苛刻的标准，以此推动低碳技术和污染控制技术的应用。

4 炼焦技术与煤气净化联动创新

4.1 炼焦煤气成分特性分析

炼焦过程中产生的煤气主要包括一氧化碳、氢气、甲烷、苯、二氧化碳、氮气、硫化氢、氨气、烯烃和焦油等化学物质。煤气的成分特性直接影响着后续的煤气净化和资源化利用过程。煤气中的甲烷，可作为能源供给后续甲醇厂生产甲醇等。煤气中含有的二氧化碳和氮气则对能源回收的利用效率造成一定影响，需要借助气体分离和回收技术进行有效控制。硫化氢和氨氮是煤气中最为常见的有害成分，其高浓度排放不仅会对环境造成污染，还会影响煤气的燃烧性能和净化效果，因此需通过脱硫和脱氨处理降低其含量。焦油是煤气中另一个重要的污染物，其包含芳香烃和多环芳烃等多种有机化合物，这些化合物在煤气净化过程中需要经过冷凝或吸附处理去除，否则会影响下游设备的运行，从而对环境造成污染^[3]。

4.2 联动工艺优化

炼焦工艺与煤气净化工艺的结合借助优化炼焦工艺和精细化的煤气回收系统设计，可以有效提高煤气的质量并降低生产过程中的污染排放，其中炼焦工艺的优化有助于提高煤气的回收率，借助调节煤种、炉温、加热方式等操作参数来减少煤气中有害成分的生成，而焦炉操作过程中合理控制

炉内温度和煤料配比。炉顶空间温度偏低：主要影响到焦炭的不成熟，不能炼出合格的焦炭。炉顶空间温度偏高：高温使煤气中的一些成分发生裂解反应，从而减少煤气中的有效组成成分，降低了煤气的有效产率。同时，由于甲烷等大分子化合物的分解，重烃含量降低，氢含量增加，煤气的热值也会下降。精细化的煤气回收系统设计借助调整气体的流速和流向，最大程度地提高煤气的回收效率，为后续净化提供更为清洁的煤气来源^[4]。煤气净化工艺的优化则更好地配合炼焦工艺，保证煤气中的污染物被高效去除，特别是在脱硫、脱氨和脱焦油等净化环节中，使用先进的催化剂技术和膜分离技术可以提高污染物去除效率，减少操作成本，其中膜分离技术是一种基于膜材料的分离方法，借助选择性渗透的膜分离特定成分，实现气体或液体中不同物质的分离和提纯。

5 技术应用与实践探索

5.1 某焦化企业炼焦技术革新案例

某焦化企业近年来在炼焦技术上进行了一系列革新，目的是提高资源利用率、降低环境污染并提升生产效益，借助先进的焦炉设计和煤气回收技术，实现了煤气质量的提升，并在焦炉操作中引入了更为精确的控制系统，以提高焦炭产量和质量。该企业在炼焦工艺方面使用了清洁快速湿法熄焦系统，优化炉内气流分布和提升加热温度均匀性，提高了煤气的回收率，还能提升焦炭的质量。借助精准控制炉内加热温度、气流速度及煤料配比，使得焦炉内煤的热解过程更加高效，能源利用率得到了大幅提升，技术投入运行后，焦炭产量提高了约 4.9%，煤气回收率也提高了 2%。从而得到高质量的煤气。

5.2 煤气净化效率提升实践

上述案例中的煤气净化效率的提升主要得益于煤气回收系统和先进净化技术的结合应用。焦化企业引进膜分离技术和催化脱硫技术可以有效提升煤气的净化效率，借助智能化控制系统实时调整操作参数，保证煤气净化过程的高效稳定运行。表 1 显示了该企业在使用新技术后的煤气净化前后污染物的浓度变化。经过脱硫、脱氨和脱焦油的净化处理后，

煤气中的硫化氢浓度从原来的 150 mg/m³ 降至 130 mg/m³ 以下，达到国家环保标准。煤气中有害物质的有效去除，使得煤气能够更好地满足生产中的能源需求，并且减少了对环境的污染。

表 1：煤气净化前后污染物浓度对比

污染物	净化前浓度 (mg/m ³)	净化后浓度 (mg/m ³)	净化效率 (%)
硫化氢 (H ₂ S)	≤ 150	≤ 130	13.3
氨 (NH ₃)	≤ 60	≤ 50	16.7
焦油	≤ 50	≤ 20	60

6 结语

炼焦技术与煤气净化技术的革新与联动优化，作为焦化行业实现绿色转型和高效生产的关键所在，也是推动低碳经济发展的重要驱动力。在面对全球日益严峻的环保要求和资源紧张背景下，提升煤气净化效率、减少能源消耗和污染物排放已成为焦化行业亟待解决的问题，钢铁企业借助优化炼焦工艺，使用膜分离、催化脱硫和生物处理等新型煤气净化技术，可以提升煤气质量，从而提高能源回收率和降低环境污染，实现经济效益与环保目标的双重提升。未来技术的进一步创新与完善将使得炼焦与煤气净化技术在更广泛的范围内得到应用，进而推动焦化行业在环保压力和市场竞争中获得更大的优势。

参考文献

[1] 苗露阳,葛龙龙.降低焦炉煤气净化工序能源消耗的具体措施[J].广州化工,2024,52(21):184-186.

[2] 何有林,张保忠,徐凌霄,等.智能配煤技术在炼焦配煤中的应用进展[J].煤化工,2024,52(05):80-84.

[3] 李文吉.基于智能配煤技术的配煤炼焦性能研究[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(18):170-171+174.

[4] 杨庆彬,安钢,闫焕敏,等.高产能及炼焦煤资源剧烈波动形势下铁焦平衡的技术攻关[J].燃料与化工,2024,55(05):9-13.

[5] 张静波,付强.焦炉煤气净化系统工艺优化研究[J].冶金与材料,2024,44(08):37-39.