

干熄焦与湿熄焦的环境影响及经济效益对比

姚雄飞

山西焦化股份有限公司 山西 临汾 041600

摘要: 本文旨在对干熄焦与湿熄焦两种熄焦工艺的环境影响及经济效益进行全面对比研究。通过对两种工艺在环保性、能源消耗、焦炭质量提升以及综合经济效益等方面的深入分析,揭示了干熄焦在减少污染物排放、提高资源利用率及增强企业市场竞争力等方面的优势。研究结果为焦化行业选择更环保、更经济的熄焦技术提供了科学依据。

关键词: 干熄焦; 湿熄焦; 环境影响; 经济效益; 焦炭质量; 资源利用

引言

焦化行业作为能源和原材料工业的重要组成部分,其生产过程中的熄焦环节对环境的影响显著。传统的湿熄焦工艺虽然操作简便,但存在水资源消耗大、污染物排放多等问题。相比之下,干熄焦工艺以其高效节能、环保减排的特点逐渐成为焦化行业熄焦技术的发展方向。本文将从环境影响和经济效益两个维度,对干熄焦与湿熄焦进行全面对比研究。

1 干熄焦与湿熄焦的工艺概述

1.1 湿熄焦工艺

湿熄焦工艺是一种传统的熄焦方法,其基本原理是通过喷水将红焦(从焦炉生产出来的焦炭,其温度约为1000℃)迅速冷却到便于运输和贮存温度(通常低于300℃)。湿熄焦工艺主要包括以下几个步骤:(1)红焦的运输:从焦炉炭化室推出的红焦经拦焦机的导焦槽落入熄焦车,由电机车牵引熄焦车至熄焦塔。(2)喷水熄焦:在熄焦塔内,通过喷淋水装置对红焦进行喷洒,使红焦温度迅速降低。这一过程大约持续2分钟,期间红焦的热量被水吸收,产生大量蒸汽。(3)晾焦:熄焦后,焦炭被卸至焦台上晾焦,以散发水汽。晾焦时间根据实际需要确定,以确保焦炭中的水分达到适宜水平^[1]。

(4)筛分贮存:晾焦完成后,焦炭由带式输送机送往筛贮焦工段进行筛分和贮存,以供后续使用。湿熄焦工艺的优点是工艺简单、装置占地面积小、基建投资较少、生产操作方便。然而,其缺点也十分明显,包括浪费红焦的大量显热、产生大量含尘和有害物质的蒸汽污染环境、对周围金属构筑物造成腐蚀等。

1.2 干熄焦工艺

干熄焦工艺是一种相对湿熄焦而言的新型熄焦方法,其基本原理是利用冷的惰性气体(如氮气)在干熄炉中与炽热的红焦进行热交换,将红焦冷却至适宜温度(通常低于250℃),同时回收红焦的显热用于发电或

其他用途。干熄焦工艺主要包括以下几个步骤:(1)红焦的装入:从焦炉炭化室推出的红焦经拦焦机的导焦槽落入焦罐车内,由电机车牵引至干熄焦装置的提升井架底部。提升机将焦罐提升至井架顶部,再平移到干熄炉炉顶,通过装入装置将焦炭装入干熄炉内。(2)惰性气体冷却:在干熄炉中,低温惰性气体由循环风机鼓入干熄炉冷却段红焦层内,吸收红焦的热量后温度升高。冷却后的焦炭从干熄炉底部排出,送往筛贮焦工段。(3)热量回收:从干熄炉环形烟道出来的高温惰性气体流经干熄焦锅炉进行热交换,锅炉产生蒸汽。蒸汽可用于发电、供暖或其他工业用途,实现了红焦显热的回收利用。(4)惰性气体循环:被冷却的惰性气体由循环风机重新鼓入干熄炉,继续在干熄炉中与红焦进行热交换,如此循环往复。整个过程中,惰性气体在封闭的系统内循环使用,减少了环境污染和能源浪费。干熄焦工艺的优点包括节约能源、保护环境、节约水资源、提高焦炭质量等。与湿熄焦相比,干熄焦能够回收红焦约80%的显热,减少环境污染,提高焦炭的机械强度和反应性,从而有利于高炉炼铁的生产。

2 干熄焦与湿熄焦的环境影响对比

2.1 污染物排放对比

表1 干熄焦与湿熄焦的污染物排放对比表

指标	湿熄焦	干熄焦
主要污染物	酚、氰化物、硫化物、氨、粉尘	惰性气体、少量粉尘
排放方式	随蒸汽自由排放	密闭系统循环,少量排放经除尘处理
对设备影响	腐蚀性强,缩短设备寿命	无腐蚀性,设备寿命长
大气污染	严重污染	轻微或无污染
粉尘控制	难以有效控制	焦罐定位接焦+布袋除尘器,有效控制

根据表1对比说明:

2.1.1 主要污染物及排放方式

湿熄焦其原理是通过喷水将高温红焦迅速冷却。在这个过程中，红焦中的有机物和无机物因高温作用而与水发生反应，产生酚、氰化物、硫化物、氨等有害物质，这些物质随蒸汽自由排放到大气中，造成严重的环境污染。干熄焦采用惰性气体（如氮气）作为冷却介质，在密闭的干熄炉内与红焦进行热交换。由于惰性气体不与红焦发生化学反应，因此不产生酚、氰化物、硫化物等有害物质^[2]。干熄焦过程中的排放主要为惰性气体和少量粉尘，且通过密闭系统循环使用，少量排放也经过除尘器处理，确保对环境无污染。

2.1.2 对设备影响

湿熄焦由于产生大量具有腐蚀性的蒸汽和化学物质，对周围设备造成严重腐蚀，缩短设备的使用寿命，增加企业的维护成本。干熄焦采用惰性气体作为冷却介质，无腐蚀性，对设备友好。此外，干熄焦工艺中的设备设计更为先进，如焦罐定位接焦系统，能够减少焦炭在装焦过程中的散落和粉尘产生，进一步保护设备免受损害。

2.1.3 大气污染

湿熄焦大量有害物质随蒸汽排放到大气中，造成严重的空气污染，影响周边居民的生活质量和身体健康。干熄焦由于采用密闭系统和除尘器处理，排放到大气中的气体几乎无污染，对大气环境友好。

2.1.4 粉尘控制

湿熄焦由于红焦与水的直接接触和高温作用，产生大量粉尘。而湿熄焦过程中的粉尘控制措施相对简单，难以有效控制粉尘的排放。干熄焦采用焦罐定位接焦系统，能够确保红焦在装入焦罐时产生的粉尘被有效收集。同时，结合布袋除尘器等先进除尘技术，对干熄焦过程中的粉尘进行高效捕集和处理，确保排放的粉尘量远低于环保标准。

2.2 水资源消耗对比

在焦化行业中，水资源的合理利用与保护是至关重要的。湿熄焦与干熄焦两种工艺在水资源消耗上展现出截然不同的特点。

2.2.1 湿熄焦的水资源消耗

湿熄焦，作为一种传统的熄焦方式，其过程依赖于大量的水资源。具体来说，每熄1吨红焦，通常需要消耗约0.5吨的水。这一消耗量不仅庞大，而且对水资源的持续供应构成了挑战。特别是在水资源匮乏或水质受限的地区，湿熄焦的高水耗可能加剧当地的水资源紧张状况。此外，湿熄焦过程中产生的大量废水也是不容忽视的问题。这些废水中往往含有酚、氰化物、硫化物等有

害物质，如果未经妥善处理直接排放，将对周边水体环境造成严重污染，影响水生生物的生存，甚至可能通过食物链对人类健康构成威胁。

2.2.2 干熄焦的水资源节约

相比之下，干熄焦工艺在水资源节约方面表现出色。干熄焦采用惰性气体（如氮气）作为冷却介质，在密闭的干熄炉内与红焦进行热交换。这一过程中，不需要额外增加水来进行冷却，从而从根本上避免了水资源的浪费。更重要的是，干熄焦工艺还通过回收红焦的显热来产生蒸汽，这些蒸汽可以用于发电或其他工业用途，实现了能源的循环利用。这一过程中，不仅提高了能源利用效率，还进一步减少了对焦化生产水资源的依赖。这种能源循环利用的方式，不仅符合当前绿色、可持续发展理念，还有助于降低企业的生产成本。此外，干熄焦工艺还采用了先进的除尘技术，如焦罐定位接焦和布袋除尘器等，有效控制了熄焦和出焦过程中的粉尘污染。这些措施不仅保护了生产环境，还降低了对周边居民生活的影响。

3 干熄焦与湿熄焦的经济效益对比

3.1 能源回收与利用

在焦化生产过程中，能源的回收与利用是评价工艺经济效益的重要指标之一。湿熄焦与干熄焦两种工艺在能源回收与利用方面存在显著差异。

3.1.1 湿熄焦的能源浪费

湿熄焦工艺中，红焦的显热是随着蒸汽的排放而浪费掉的。具体来说，当高温红焦与水接触时，红焦中的热量被水吸收并转化为蒸汽。然而，这些蒸汽往往直接排放到大气中，没有得到有效利用。这意味着湿熄焦过程中蕴含的大量热能白白浪费，没有转化为有用的能源形式。

3.1.2 干熄焦的能源回收

相比之下，干熄焦工艺则能够高效回收利用红焦的显热。在干熄焦过程中，惰性气体（如氮气）作为冷却介质，在密闭的干熄炉内与红焦进行热交换。这一过程中，红焦的显热被惰性气体吸收，并通过热交换器转化为蒸汽。据估算，每吨焦炭在干熄焦过程中可产生压力为4.5MPa的蒸汽约0.5吨。这些蒸汽可以用于发电、供热或其他工业用途，实现了能源的循环利用。进一步地，回收的能源还可以折合标准煤进行量化评估^[3]。根据相关数据，每吨焦炭在干熄焦过程中回收的能源折标准煤约为40~45千克。这意味着干熄焦工艺不仅节约了水资源，还通过能源回收与利用降低了对焦炭生产原料的依赖，从而降低了生产成本。

3.2 焦炭质量提升

焦炭作为钢铁生产中的重要原料，其质量的优劣直接关系到高炉炼铁的效率与成本，进而影响企业的整体经济效益。干熄焦工艺作为一种先进的焦炭处理技术，相较于传统的湿熄焦方法，在提升焦炭质量方面展现出了显著的优势。

3.2.1 干熄焦工艺的优势

一是缓慢冷却减少内部缺陷：干熄焦工艺通过控制冷却速度和温度，使焦炭在较为温和的条件下逐渐降温。这一过程有效减少了焦炭内部因急剧冷却而产生的裂纹和缺陷，保持了焦炭结构的完整性，从而提高了其机械强度和耐磨性。二是提升反应后强度：焦炭在高炉中需承受高温高压和化学反应的考验。干熄焦工艺通过优化焦炭的微观结构，增强了其抵抗高温下结构破坏的能力，即反应后强度。这有助于焦炭在高炉中更长时间地保持有效作用，减少焦炭的消耗。三是降低焦比，提高高炉产能：高质量的焦炭意味着在高炉炼铁过程中，每吨铁所需的焦炭量（即焦比）可以降低^[4]。这不仅减少了原料成本，还因为焦炭燃烧更充分、热量利用更高效，从而提高了高炉的生产能力和效率。

3.2.2 湿熄焦的局限性

相比之下，湿熄焦工艺由于采用水直接熄灭高温焦炭，导致焦炭表面迅速冷却而内部仍保持高温，产生较大的热应力，容易造成焦炭开裂和粉化，降低了焦炭的整体质量。此外，湿熄焦过程中焦炭吸收了大量水分，不仅增加了运输和储存的难度，还在高炉中需要额外的能量来蒸发这些水分，降低了热量的有效利用率，增加了炼铁成本。

3.3 经济效益分析

在深入探讨干熄焦与湿熄焦的经济效益时，我们需要从多个维度进行细致的分析，包括初期投资成本、长期运营成本、能源消耗、能源回收利用以及环境效益等方面。

3.3.1 初期投资成本对比

干熄焦成套设备的初期投资成本显著高于传统动力锅炉。这主要是由于干熄焦工艺采用了更为先进和复杂的设备和技术，如密闭的干熄炉、惰性气体冷却系统、高效热交换器等。这些设备和技术不仅需要更高的制造成本，还需要更专业的安装和调试。因此，干熄焦的初

期投资成本可能是传统动力锅炉的5倍甚至更高。然而，值得注意的是，干熄焦设备的寿命通常较长，且维护成本相对较低。这意味着在长期的使用过程中，干熄焦设备的平均年成本可能会逐渐降低，从而在一定程度上抵消了初期投资的高昂成本。

3.3.2 长期运营成本对比

在长期运营成本方面，干熄焦工艺具有显著的优势。首先，干熄焦不需要开采动力煤，从而避免了动力煤的开采、运输和储存成本。这些成本在湿熄焦工艺中是必不可少的，因为湿熄焦需要大量的水来冷却红焦，并产生大量的蒸汽和废水。其次，干熄焦工艺的能源消耗相对较低。由于干熄焦过程中采用了惰性气体作为冷却介质，并通过高效热交换器回收利用红焦的显热，因此整个过程的能源消耗较少。相比之下，湿熄焦工艺需要大量的水来冷却红焦，并需要额外的能源来处理产生的蒸汽和废水。此外，干熄焦工艺还减少了焦炭的损耗。由于干熄焦过程中焦炭的冷却速度较慢，减少了焦炭的破裂和粉碎，从而提高了焦炭的回收率和利用率。这进一步降低了干熄焦工艺的长期运营成本。

结语

通过对干熄焦与湿熄焦的环境影响及经济效益的对比研究，可以清晰地看到干熄焦在多个方面的优势。干熄焦不仅能够有效减少污染物排放、节约水资源、提高能源利用率，还能提升焦炭质量、创造更多经济效益。因此，焦化行业应积极推动干熄焦技术的应用和推广，以实现更加绿色、可持续发展目标。未来，随着技术的不断进步和环保要求的日益严格，干熄焦工艺有望在焦化行业中发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1] 薛方,熊军,石江山,等.湿熄焦的分加对烧结生产的影响研究[J].烧结球团,2019,44(02):9-12+17.
- [2] 牛聪.浅谈干熄焦技术的发展及应用[J].化工管理,2017,(21):115.
- [3] 晁伟,马超,孙健,等.干熄焦与湿熄焦性能差别研究[J].煤化工,2015,43(02):20-23.
- [4] 刘洋,吴东海,陈晓明,等.2500msup3/sup高炉干熄焦转湿熄焦操作实践[C]//河北省金属学会,浙江省冶金学会,山东金属学会,江苏省金属学会,山西省金属学会.2017年低成本炼铁技术研讨会论文集.河钢承钢炼铁事业部,;2017:4.