

干熄焦技术在循环经济产业链中的应用实践

姚雄飞

山西焦化股份有限公司 山西 临汾 041600

摘要: 干熄焦技术作为一种先进的熄焦工艺,在循环经济产业链中发挥着重要作用。本文旨在探讨干熄焦技术的工作原理、技术特点及其在循环经济产业链中的应用实践,分析其节能、环保及经济效益,为干熄焦技术的推广和应用提供参考。

关键词: 干熄焦技术; 循环经济产业链; 节能; 环保; 经济效益

1 引言

随着全球能源危机的加剧和环保要求的提高,循环经济成为推动工业可持续发展的重要模式。干熄焦技术作为炼焦工业中的一项关键技术,通过回收利用红焦的显热,不仅提高了能源利用效率,还显著改善了焦炭质量和生产环境,符合循环经济的发展理念。

2 干熄焦技术概述

干熄焦技术是一种高效、环保的焦炭冷却工艺,其核心原理在于利用冷惰性气体作为热交换介质。具体来说,这项技术是在专门的干熄槽中,将温度高达950~1050℃的红热焦炭与冷惰性气体(通常为氮气)进行直接接触换热。在换热过程中,焦炭的热量被惰性气体吸收,焦炭本身则逐渐冷却至大约200℃,从而达到适宜的后续处理温度。被加热的惰性气体随后进入干熄焦锅炉系统,将其所携带的热量传递给锅炉中的水,产生高温高压蒸汽。这些蒸汽具有极高的利用价值,可以直接用于驱动汽轮机发电,或者供给其他工业生产过程使用,实现了能源的高效回收和利用^[1]。此外,冷却后的惰性气体并未被浪费,而是通过循环风机重新鼓入干熄槽中,形成闭环循环,既节约了资源,又减少了环境污染,体现了干熄焦技术的环保和经济性。

3 干熄焦技术的经济效益分析

干熄焦技术作为一种先进的焦炭冷却工艺,其经济效益显著,主要体现在以下几个方面:

3.1 节能降耗,提升能源利用效率

干熄焦技术的核心在于回收红焦显热,并将其转化为可用的能源。在干熄焦过程中,红热焦炭与冷惰性气体进行热交换,焦炭的热量被惰性气体吸收后,传递给干熄焦锅炉产生蒸汽。这些蒸汽可以用于驱动汽轮机发电,或者供给其他工业生产过程使用。相比传统的湿熄焦方式,干熄焦技术能够更有效地回收和利用焦炭的显热,从而大大降低了能源成本。同时,通过发电等方式

将回收的热量转化为电能或其他形式的能源,还可以为企业带来额外的经济收益。

3.2 提高焦炭质量,降低炼铁成本

干熄焦技术不仅能够节能降耗,还能够显著提高焦炭的质量。经过干熄焦处理的焦炭,其冷强度M40和热强度均有所提高。这意味着焦炭在运输、储存和使用过程中更不易破碎,能够更好地满足高炉炼铁的需求。高炉炼铁过程中,焦炭的质量直接影响到炼铁效率和成本。使用干熄焦焦炭,可以提高高炉的透气性,减少焦炭的消耗,从而降低炼铁成本^[2]。此外,干熄焦焦炭的均匀性和稳定性也更好,有助于提高高炉的生产效率和产品质量。

3.3 环保效益显著,降低环保成本

干熄焦技术还具有显著的环保效益。传统的湿熄焦方式会产生大量的废水、废气和固体废弃物,对环境造成严重的污染。而干熄焦技术则通过循环使用惰性气体,减少了废气和固体废弃物的排放。同时,干熄焦过程中产生的蒸汽可以用于发电或其他工业生产过程,进一步减少了能源的消耗和废气的排放。这些环保措施不仅改善了生产环境,还降低了企业的环保成本。在当前越来越严格的环保政策下,干熄焦技术的环保效益显得尤为重要。

4 干熄焦技术在循环经济产业链中的应用实践

4.1 循环经济产业链概述

循环经济产业链,作为一种创新的经济发展模式,正逐渐在全球范围内得到广泛推广和应用。它强调在同一产业或不同产业之间,通过资源循环的手段,实现价值的增值,并以满足用户的物质和环境需求为最终目标。这种链式企业组织模式,依据技术逻辑联系和时空布局形成,上下关联紧密,促进了资源的最大化利用和环境的可持续发展。在循环经济产业链中,每个企业都是链条上的一环,它们通过资源、技术、信息等要素的流动和共享,实现了产业间的协同发展。而干熄焦作为

一项重要技术，其在循环经济产业链中的应用，无疑为这一模式的发展注入了新的活力。干熄焦技术以其独特的能源利用和废弃物资源化优势，成为循环经济产业链中的重要环节。它不仅提高了能源的利用效率，还减少了废弃物的排放，为环境的可持续发展做出了积极贡献^[3]。干熄焦技术，作为一种创新的焦炭冷却工艺，不仅显著提升了焦炭的品质，更在循环经济产业链中发挥了核心作用，特别是在能源利用和废弃物资源化方面，其独特优势和潜力得到了充分展现。

4.2 干熄焦技术在能源利用方面的应用

干熄焦技术通过精密的工艺流程设计，实现了红焦显热的高效回收与深度转化利用。在干熄焦过程中，高温的红焦与惰性气体（如氮气）在干熄炉内进行充分的热交换。红焦的显热被惰性气体吸收，气体温度急剧升高。随后，这些高温惰性气体被导入余热锅炉，与锅炉内的水进行热交换，产生高温高压蒸汽。这部分蒸汽的能源价值极高，其应用途径广泛：（1）发电：蒸汽可以直接驱动蒸汽轮机发电，为钢铁企业提供稳定、可靠的自产电力。企业可以根据自身的电力需求，调整蒸汽轮机的运行负荷，实现电力的灵活供应。例如，在用电高峰时段，可以增加蒸汽轮机的发电量，以满足企业的用电需求；在用电低谷时段，则可以减少发电量，将蒸汽用于其他生产环节。（2）工业生产：蒸汽在钢铁生产过程中有多个应用环节。在炼铁前，可以利用蒸汽对矿粉进行预热处理，提高矿粉的活性和还原性，从而降低炼铁过程中的能耗。在轧钢过程中，蒸汽可以作为加热炉的助燃气体，提高加热效率，减少燃料的消耗。此外，蒸汽还可以用于企业的其他生产设施，如洗浴设施、食堂厨房等，为员工提供便利的生活条件^[1]。（3）热电联产：干熄焦产生的蒸汽还可以与企业的热电联产系统相结合，实现热能和电能的联合生产。在热电联产系统中，蒸汽驱动汽轮机发电，同时产生的废热可以用于供暖系统或工业用水加热，进一步提高能源的综合利用效率。例如，在冬季，可以利用废热为企业的办公区域和生产车间提供暖气；在夏季，则可以利用废热为工业用水加热，减少能源浪费^[4]。此外，干熄焦技术还可以通过优化工艺参数和设备配置，提高蒸汽的产生量和品质，进一步拓宽蒸汽的应用范围和提高能源利用效率。

4.3 干熄焦技术在废弃物资源化方面的应用

干熄焦技术在废弃物资源化方面也展现出了巨大的潜力和优势。在干熄焦过程中，循环气体与红焦进行热交换后，会携带一定的焦粉等固体颗粒物。这些颗粒物如果不经处理直接排放，不仅会造成环境污染，还

会浪费宝贵的资源。为了充分利用这些废弃物，干熄焦系统配备了高效的除尘设施，如布袋除尘器等。布袋除尘器通过过滤作用，能够有效地捕集循环气体中的焦粉等固体颗粒物，确保循环气体的清洁度，使其能够重新循环使用于冷却焦炭。捕集到的焦粉等固体颗粒物具有多种再利用途径：（1）烧结料配料：焦粉可以作为烧结料的配料之一，用于生产烧结矿。将焦粉掺入烧结料中，可以提高烧结矿的质量和产量。因为焦粉具有较高的碳含量和较好的还原性，可以促进烧结过程中的还原反应，提高烧结矿的金属化率和强度。同时，焦粉的加入还可以减少传统燃料的用量，降低生产成本。（2）燃料替代：焦粉还可以作为燃料用于企业的锅炉等燃烧设备。由于焦粉具有较高的热值，可以替代部分传统燃料（如煤、油等），减少燃料的消耗和废气的排放。在锅炉燃烧过程中，焦粉可以充分燃烧，释放出大量的热能，为企业的生产和生活提供能源支持。（3）其他用途：除了上述用途外，焦粉还可以用于制作炭黑、活性炭等化工产品，或者作为填料用于橡胶、塑料等工业领域。这些应用途径进一步拓宽了焦粉的市场前景和利用价值^[5]。此外，干熄焦技术还显著减少了熄焦废水的产生。在传统湿熄焦过程中，焦炭与水直接接触，会产生大量的熄焦废水。这些废水含有较高的悬浮物和有机物，处理难度较大，且处理过程中会消耗大量的能源和药剂，还可能对环境造成污染。而干熄焦技术则完全避免了这一问题的发生。由于干熄焦过程中不使用水进行冷却，因此不会产生熄焦废水，从根本上消除了废水处理过程中的能源消耗和环境污染问题。同时，这也减少了废水处理设施的建设和运行成本，为企业节省了资金。

5 案例分析：济南钢铁集团总公司干熄焦项目

5.1 项目背景与概况

济南钢铁集团总公司（以下简称“济钢”）始建于1958年，是国内重要的钢铁生产企业之一。随着国家环保标准的日益严格和大型化高炉对焦炭质量要求的提高，济钢决定对现有焦炉进行技术改造，将传统的湿熄焦系统改造为干熄焦系统。该项目于1996年正式开始建设，1999年3月建成投产，是国家经贸委批准立项的节能环保示范工程。济钢焦化厂现有42孔焦炉4座，年产焦炭能力可达110万吨。在干熄焦项目改造前，四座焦炉原配有两组湿熄焦装置。干熄焦装置由熄焦、循环、锅炉发电和除尘四个系统组成，旨在通过回收利用炼焦余热资源，提高焦炭质量，改善生产环境，降低能源消耗。

5.2 项目实施与技术创新

在项目实施过程中，济钢充分借鉴了国内外先进的

干熄焦技术经验,并结合自身实际情况进行了技术创新。项目的主要技术创新点包括:(1)国产化率高:项目工艺设备国产化率达90%以上,耐火材料、除尘系统、汽轮发电系统以及干熄焦建筑结构等国产化率达到100%,大大降低了项目成本,提高了设备的自主性和可控性。(2)发电方案优化:发电方案由抽凝式改为背压式发电,余热锅炉由高压锅炉改为次高压锅炉。这一改变既有利于热能综合利用,更符合焦化厂用蒸汽的需要,还省去了抽凝发电所需的庞大的循环水系统,降低了投资成本。(3)除盐水处理:新建除盐水处理站,采用先进的反渗透膜处理技术,确保了干熄焦余热锅炉用水的水质要求,保障了设备的稳定运行。(4)干熄炉耐火砖衬优化:在消化原有技术的基础上,对干熄炉耐火砖衬进行了全面优化,提高了干熄炉的使用寿命和换热效率。(5)氮气循环风机变频调速:氮气循环风机采用变频调速技术调节风机风量,实现了自动调节进锅炉的烟气温度,提高了系统的稳定性和节能效果。

5.3 项目运行效果与经济效益

自1999年投产以来,济钢干熄焦项目取得了显著的运行效果和经济效益:(1)节能效果显著:项目投产后,每年可回收炼焦余热资源产生蒸汽约44.56万吨,用于发电,全年发电量可达数千万千瓦时,显著降低了企业的能源成本。(2)焦炭质量提升:干熄焦过程对焦炭的损害较小,焦炭的冷强度和热强度均有所提高,改善了焦炭质量,降低了高炉炼铁的焦比,提高了高炉的生产能力。(3)环保效益突出:干熄焦过程中不产生废水,减少了污染物的排放,改善了生产环境。与湿熄焦相比,每年可减少二氧化碳排放数万吨,具有良好的环保效益。(4)经济效益显著:项目投产后,每年可为企业节约标煤数万吨,节约资金数千万元。同时,由于焦炭质量的提升和高炉生产能力的提高,还带来了额外的经济效益。

5.4 项目经验与启示

济钢干熄焦项目的成功实施,为其他钢铁企业提供了宝贵的经验和启示:(1)技术创新是关键:通过技术创新,提高设备的自主性和可控性,降低项目成本,提高系统的稳定性和节能效果。(2)政策支持是保障:政府应加大对节能环保项目的政策支持力度,鼓励企业采用先进的节能环保技术,推动工业可持续发展。(3)经济效益与环保效益并重:在项目实施过程中,应充分考虑经济效益和环保效益的平衡,实现企业的可持续发展。

结语

干熄焦技术在循环经济产业链中的应用实践表明,该技术不仅实现了能源的高效回收与利用,还显著提升了环保水平,带来了可观的经济效益。通过干熄焦技术,红焦显热得以充分回收,转化为高价值的蒸汽资源,为钢铁企业提供了稳定的能源支持。同时,该技术有效减少了熄焦废水的产生,降低了环境污染。随着全球能源危机的加剧和环保要求的不断提高,干熄焦技术将在炼焦工业中扮演更加重要的角色,得到更广泛的应用。未来,我们应进一步加强干熄焦技术的研发与推广,完善循环经济产业链,共同推动工业向更加绿色、可持续发展的方向发展。

参考文献

- [1]许磊光.基于干熄焦技术应用的焦化行业绿色发展促进思考[J].冶金与材料,2020,40(04):72-73.
- [2]杜再旺.干熄焦技术的节能减排及环保分析[J].冶金与材料,2021,41(02):77-78.
- [3]史小龙,骆春嘉.循环水系统对干熄焦经济效益的影响[J].包钢科技,2020,46(02):80-82.
- [4]郭毅.新时期焦化厂干熄焦技术节能减排探究[J].山西化工,2022,42(02):291-292+316.
- [5]李雪.干熄焦技术在焦化厂应用中的节能效果分析[J].清洗世界,2019,35(07):49-50.