

The Role and Status of Dry Quenching Technology in Energy Conservation and Emission Reduction

Zhiming Sun Guangjian Gai

Hubei Zhongping Ezhou Steel United Coking Co., Ltd., Ezhou, Hubei, 436000, China

Abstract

The so-called dry quenching, is relatively wet quenching, refers to the use of inert gas to cool a coke quenching method. Usually CDQ is short for coke dry coke quenching. With the launch of China's 14th Five-Year Plan, clear goals and tasks have been set to tackle climate change and achieve energy conservation and emission reduction. China will increase the proportion of non-fossil energy, mainly renewable energy and nuclear power, to limit carbon dioxide emissions. At present, China's carbon dioxide emissions are too high, which is determined by China's energy structure and unit energy consumption. In the future, China has a work in energy conservation and emission reduction, carbon reduction and other aspects of great space and potential. Therefore, dry quenching technology has an increasingly prominent role in energy conservation and emission reduction, good economic and social benefits, broad prospects for market development, and strive to constantly change the process conditions with high value-added products instead of the current industrial structure of products. This paper analyzes the role and status of coke quenching technology in energy conservation and emission reduction.

Keywords

dry quenching technology; energy saving and emission reduction; role; status

干熄焦技术在节能减排中的作用与地位

孙志明 改广建

湖北中平鄂钢联合焦化有限责任公司, 中国·湖北 鄂州 436000

摘 要

所谓干熄焦, 是相对湿熄焦而言的, 是指采用惰性气体将红焦降温冷却的一种熄焦方法。通常CDQ是焦炭干法熄焦的简称。随着中国“十四五”规划展开, 为应对气候变化和实现节能减排制定了明确的目标和任务。中国将会加大以可再生能源、核电为主的非化石能源的比重, 约束二氧化碳的排放量。当前中国的二氧化碳排放量过高, 这是由中国的能源结构和单位能耗所决定的, 在未来中国在节能减排、减碳等工作方面拥有很大的空间以及潜力。因此, 干熄焦技术在节能减排中的作用日益突出, 经济效益和社会效益良好, 面向市场发展前景广阔, 力求不断改变工艺条件以高附加值的产品代替目前产品的产业结构。论文结合实际, 浅析干熄焦技术在节能减排中的作用与地位。

关键词

干熄焦技术; 节能减排; 作用; 地位

1 引言

干熄焦是相对于湿熄焦而言的采用惰性气体熄灭赤热焦炭的一种熄焦方法。干熄焦工艺作为一种新型的熄焦技术出现在工业行业当中。它体现出了良好的节能效益, 因此受到了焦化厂的广泛应用。在焦炭行业中, 炼焦工序以往多采用传统湿法熄焦技术, 每熄灭 1t 红焦要消耗 0.45t 水, 既污染环境又浪费热能。目前已在全国很多焦化企业实施的干法熄焦技术, 可回收 80% 红焦显热, 产生 0.5t 左右的蒸汽, 不耗水, 且大大减轻了对环境的污染。

干熄焦是相对于用水熄灭红焦的湿熄焦而言的, 流程是将焦炉生产的 1000℃ 高温红焦装入密闭的干熄炉中, 与炉底部通入的低温惰性气体直接接触换热, 焦炭被冷却; 换热后的高温惰性气体通过余热锅炉生产蒸汽, 并网或用于发电。冷却后的惰性气体循环使用。

对于 100 万吨/年焦炭规模的焦化厂, 采用干熄焦技术, 每年可净节能 4 万 t 标准煤, 减排 144~180t 烟尘、1280~1600t 二氧化硫、10 万~17.5 万 t 二氧化碳, 环境效益十分显著。随着中国提出碳达峰、碳中和目标, 从碳达峰到碳中和, 欧盟用了 60 年, 美国用了 45 年, 中国力争用 30 年, 可以预见中国未来需要付出巨大努力。基于这一发展契机, 干熄焦技术在原国家经贸委、国家发改委和国家工信部的大力支持下, 目前已在宝武集团、通钢集团、鞍钢集团的焦化

【作者简介】孙志明(1969-), 男, 中国湖北鄂州人, 本科, 高级工程师, 从事焦化设备管理相关研究。

项目及淮北临涣焦化公司中实施。

2 干熄焦技术发展地位

2.1 核心技术待掌握

20 世纪 70 年代的全球能源危机促使干熄焦技术得到了长足发展。资源相对贫乏的日本率先从苏联引进了这项技术,从 1976 年起,在日本户畑、千叶和扇岛等焦化厂的干熄焦陆续投产。日本在干熄焦的自动控制、环境保护、系列化和大型化等方面进行了改进、完善和提高。早在 20 世纪末,中国就敏锐地意识到干熄焦技术具有巨大的市场前景和推广价值。

但在 2000 年以前,受工艺技术及设备国产化的限制,中国无法依靠自己的力量独立、经济合理地配置并建设干熄焦装置,造成建设投资及运行费用高,经济效益不明显,故干熄焦技术推广缓慢,仅仅通过引进方式建设了 10 多套干熄焦装置。在引进时,国外厂家对核心技术不进行转让,同时国内相应的研究工作严重缺乏,致使干熄焦装置工艺设计的核心技术一直没有被完全掌握,在工程设计时也没有可靠的设计标准和设计依据。这样,在中国推广干熄焦技术只能通过引进方式或者是对引进装置进行翻版设计。而依靠引进方式建设干熄焦装置,建设投资大,难以大范围推广;对引进装置进行翻版设计,除受知识产权限制外,因中国 2000 年前引进的干熄焦装置其处理能力仅为 65~75t/h,规模小且十分单一,而国内焦化厂数量众多,焦炉炉组的生产能力范围较宽,若完全采用同一规模(65~75t/h)的干熄焦装置,必然造成产焦、熄焦能力不匹配,致使建设投资及运行成本过大而难以推广^[1]。

2.2 技术障碍被突破

要降低干熄焦建设投资和运行成本有两个关键点亟待解决:

“一是使干熄焦工艺技术和设备全面实现国产化,同时使干熄焦技术实现最优化;二是使干熄焦规模配置实现最优化,即依据焦炉的实际生产能力经济合理地配置干熄焦装置。”为此,中国首次在国内按 1:7 建立了干熄炉实验装置,开展了焦炭床层的压力损失实验、焦炭冷却过程中气固对流换热实验、焦炭床层的冷却实验以及干熄炉内焦炭下降运动实验;为进行理论研究,在收集国内外相关技术资料,总结、消化和吸收引进技术的基础上,根据多孔介质的基本理论和竖炉内物料运动的研究成果,首次建立了描述干熄炉内焦炭冷却、焦炭与循环气体的逆向运动、焦炭与循环气体的能量守恒关系的数学模型。

基于所建立的数学模型,首次在国内开发出干熄炉流体动力学辅助设计专用软件。在成功开发出 70~150t/h 系列干熄焦技术的基础上,通过对生产装置的标定和验证,按照循序渐进的开发原则,近年来,中冶焦耐先后成功开发出 160~200t/h 系列干熄焦技术,现正在研发 210~270t/h 系列干

熄焦技术^[2]。该技术研发成功后,已广泛应用于国内宝钢集团、鞍钢集团、首钢集团等多家钢企的 130 套干熄焦(含在建工程),总产能超过 1.37 亿吨/年。鉴于此,中华人民共和国工信部在《钢铁行业规范条件(2012 年修订)》中规定“钢铁项目建设时要求配套建设干熄焦”;2015 年再次修订时要求“焦炉须配套干熄焦”。干熄焦配套设施见图 1。



图 1 干熄焦配套设施

2.3 前景广阔待开拓

在国家的大力支持下,国产化干熄焦技术得到迅速推广和应用。截至目前,按干熄焦处理能力计,中国已位居世界第一。在钢铁联合企业中,干熄焦普及率超过 90%;在独立焦化企业,随着环保压力越来越大以及干熄焦炭质量改善导致的经济效益的逐步提升,干熄焦正被各地方政府和越来越多的企业所接受。近一年来,随着钢铁企业经济效益逐步下滑,如何实现干熄焦的长寿化生产以进一步发挥其经济效益是行业需要继续研究的课题。

在国际上,发达国家在 21 世纪初已将干熄焦作为清洁发展机制 CDM 项目。各钢铁生产大国对干熄焦的重视程度越来越高。近年来,随着中国钢铁工业和焦化技术的国际竞争力日益强大,本技术开始向海外输出。中国干熄焦技术的成功输出不仅带动了相关技术与装备的出口,而且打破了日本新日铁住金在国际大型干熄焦建设市场的垄断地位,提升了国际竞争力。对于干熄焦技术,在全球范围节能减排、低碳发展的浪潮中,在国内外钢铁企业经济效益大幅下滑的背景下,具有显著的社会、经济和环境效益的干熄焦技术必将具有更加广阔的应用前景。

3 干熄焦技术在节能减排中的作用

3.1 干熄焦为钢铁联合企业高炉生产稳定出力

干熄焦是以竖炉的方式,让炽热的高温红焦与作为冷却介质的惰性气体进行热交换、回收高温炽热焦炭所带出的热量的一种熄焦方式。通常采用以氮气为主的循环混合气体将红焦降温冷却,可以回收高温红焦炭所带热能的 80% 以上,即每吨焦炭可以有效回收 50~60kg 标煤的热能,节能

效果十分显著。

通过长期对干熄焦机理的研究发现,高温红焦炭在干熄炉中大约经历 2~2.5h 的缓慢冷却,起到了焦炉焖炉调质的作用,同时也避免了湿熄焦时炽热的高温红焦炭被大量温度较低的熄焦水冷却产生大量的裂纹和熄焦水在焦炭孔隙中汽化膨胀的扩孔冲击作用。干法熄焦能很好地改善和提高焦炭的机械强度和热强度,与湿法熄焦相比,干法熄焦可以提高焦炭 M40 3%~6%,M10 降低 0.3%~0.8%,反应后强度 CSR 提高 3%~5%,焦炭反应性 CRI 降低 1%~5%。

另外,干熄焦炭水分很低,粒度组成也趋于均化,更有利于满足高炉生产的需要,尤其对采用喷煤粉技术的大型高炉效果更加明显。能够带来提高冶炼强度、降低焦比、提高铁产量、增加喷煤比等诸多效益。根据最近的研究发现,在保持原焦炭质量不变的情况下,采用干熄焦可以降低强黏结性的焦、肥煤配入量 10%~20%,有利于炼焦煤资源的综合利用,降低炼焦成本。同时由于焦炭质量的改善和良好的冶金性能已成为一些企业炼铁生产稳定运行的重要措施,一些大型联合企业正在考虑在新建焦炉配套时,力争采用全干熄焦备用^[3]。

3.2 干熄焦成为企业动力蒸汽或电力供应的重要组成

每吨干熄焦可产生 0.45~0.55t 压力为 3.82MPa (或 9MPa 以上) 的动力蒸汽。如果钢铁联合企业在进行焦炉配套规划建设时,就把这部分动力蒸汽作为动力源之一纳入整体平衡中,那么干熄焦就可以作为动力锅炉,为企业提供高品质的动力蒸汽。例如,宝武集团鄂城钢铁焦化公司的 2 套处理能力为 140t/h 的干熄焦,每小时可生产蒸汽 150t,发电后抽汽向企业动力管网供应蒸汽,实现了高品质蒸汽的梯级利用,成为鄂城钢铁公司“绿色智慧工厂”洁净生产流程的重要组成部分之一。

目前,焦化企业的干熄焦平均发电量为 110~125kW·h,每吨焦炭生产一般耗电约 50kW·h (含干熄焦生产自身耗电 10kW·h)。单就焦化企业而言,干熄焦发电自给有余,可以外送干熄焦发出的 60% 以上的电能。此外,干熄焦实实在在的余热回收使一些企业由于取得了清洁发展机制(CDM)项目核准而获得额外的补偿收益和奖励。还有一些独立焦化企业已经把干熄焦生产的蒸汽作为企业生产透

平机驱动的动力源,以提高干熄焦运行的经济效益。

3.3 改善了环境和炼焦企业的形象,节能减排作用很大

采用湿熄焦,大约每吨焦炭会把 300 千克的熄焦水汽化成蒸汽排入大气。这些蒸汽中夹带着细微的焦炭粉尘颗粒和热焦水煤气化产生的一氧化碳、二氧化硫等物质,如用没有净化达标的焦化废水,可能还会携带一些氨类和其他化学污染物,对环境产生二次污染。以规模为 100 万 t/年焦化厂为例,采用干熄焦技术,每年可以减少 8~10 万吨动力煤燃烧对大气的污染。相当于少向大气排放 144~180t 烟尘、1280~1600t SO₂,尤其是湿熄焦蒸汽含有大量酚、氰化物、硫化物自由排放,严重腐蚀周围设备并污染大气,这些污染物占炼焦过程对外排放水污染物的三分之一。干熄焦是在较为密闭的系统中用惰性气体将焦炭缓慢熄灭,看不见滚滚冲天的排空蒸汽柱,也节约了熄焦用水。

干熄焦可以从每吨炽热焦炭中获得 60kg 标煤(计算到蒸汽并含烧损放热)的热能,全部有效利用相当于每吨焦炭可减排二氧化碳 0.15t。按照每年运行 330 天(扣除年修与故障)干熄率为 98% 计算,一座年产焦炭 100 万吨的焦化厂可以减排二氧化碳 14.7 万吨。同时,CDM 也把干熄焦技术纳入可执行 CDM 的重要技术。

4 结语

在当前,污染严重是冶金企业节能和环保的重点。在炼铁系统中,最大的节能和环保技术当属干熄焦。自 20 世纪 80 年代干熄焦技术引进中国至今,干熄焦技术已日趋成熟,近几年由于技术进步、节能降耗和市场竞争形势的需求,国家大力推广干熄焦技术,因此干熄焦技术应用正迎来了一个建设发展的高峰期。

参考文献

- [1] 罗时政,乔继军,张丙林.干熄焦生产操作与设备维护[M].北京:冶金工业出版社,2009.
- [2] 罗时政,乔继军.干熄焦技术问答[M].北京:冶金工业出版社,2010.
- [3] 周亚平.干熄焦技术的发展及应用[J].安徽冶金科技职业学院学报,2004,14(3):42-45.