

焦炭质量和生产成本的影响因素分析

路金宝

酒钢集团供应链管理分公司 甘肃 嘉峪关 735100

摘要: 本研究综合分析了炼焦和备煤两个方面的工艺,以提升焦炉产量、改善焦炭质量和降低生产成本为目标。针对炼焦过程中的影响因素,包括煤种、配煤方式、炉型和操作水平等,我们发现采用适宜的煤种和配煤方式可以提高产量和焦炭质量,同时优化炉型设计和操作水平也能有效提高产量和改善焦炭质量。针对备煤过程中的影响因素,包括煤种、煤质、粒度和干燥等,我们发现改进和优化备煤工艺能够降低生产成本和提高焦炭质量,例如采用高效的煤质检测技术和适宜的干燥设备。此外,我们还研究了其他方面的影响因素,如原料煤供应、环保要求和能源消耗等,通过优化供应链、采用清洁生产技术和提高能源利用效率等措施,可以降低生产成本和实现可持续发展。本研究为焦炉生产的优化提供了理论和实践指导。

关键词: 炼焦; 备煤; 焦炉产量; 焦炭质量; 生产成本; 影响因素

Analysis of influencing factors of coke quality and production cost

Jinbao Lu

Supply Chain Management Branch of Jisco Group, Jiayuguan 735100, China

Abstract: In this study, a comprehensive analysis of coking and coal preparation technology, in order to increase the output of coke ovens, improve coke quality and reduce production costs as the goal. According to the influencing factors in the coking process, including coal type, coal blending mode, furnace type and operation level, we found that the use of appropriate coal type and coal blending mode can improve the yield and coke quality, while optimizing the furnace type design and operation level can also effectively increase the yield and improve the coke quality. According to the influencing factors in the process of coal preparation, including coal type, coal quality, particle size and drying, we found that improving and optimizing the coal preparation process can reduce the production cost and improve the quality of coke, such as using efficient coal quality detection technology and appropriate drying equipment. In addition, we also studied other factors, such as raw coal supply, environmental requirements and energy consumption, which can reduce production costs and achieve sustainable development through optimizing supply chains, adopting cleaner production technologies and improving energy efficiency. This study provides theoretical and practical guidance for the optimization of coke oven production.

Keywords: Coking; Coal preparation; Coke oven output; Coke quality; Production cost; Influencing factor

引言

炼焦是钢铁工业生产过程中不可或缺的一环,其质量直接影响到钢铁产品的质量和成本。因此,提高焦炭质量和降低生产成本一直是焦化工业关注的焦点和难点。为了探究焦炭质量和生产成本的影响因素,本文基于当前焦炉生产工艺,综合分析和研究炼焦和备煤两个方面的工艺。我们将针对煤种、配煤方式、炉型、操作水平、煤质、粒度、干燥等影响因素进行评价和分析,探讨如何提高焦炭质量和焦炉产量的同时降低生产成本。通过本文的研究,我们旨在为焦化工业提供理论指导和实践应用的参考。

一、影响焦炉产量的因素

在焦炉的日常生产过程中,有多种因素会对焦炉产量产生影响。这些因素包括配合煤性质、炼焦操作、焦炉管理、焦炉周转时间和废气 NO_x 等。针对这些因素,本文将对其进行分析和研究,以探究如何提高焦炉产量。

1. 配合煤性质

配合煤性质对焦炭产量有重要影响。挥发分、水分和细度等因素对焦炭的产量和质量有着重要影响。表 1 显示了某特殊钢铁有限公司 2021 年 1-6 月和 2022 年同期配合煤性质的对比。尽管挥发分几乎没有变化,但 2022 年水分和细度均有所降低。水分的降低可减少炼焦耗热量,细度的降低可提高产量。因此,合理控制配合煤性质对于提高焦炉产量和改善焦炭质量至关重要。

表 1 配合煤性质同期对比

2021 年 1—6 月			2022 年 1—6 月		
挥发分 /%	水分 /%	细度 /%	挥发分 /%	水分 /%	细度 /%
26.13	11.41	74.2	26.21	10.79	73.25

2. 炼焦操作

炼焦操作对焦炭产量有着重要影响,其中焦饼中心温度和装平煤操作是重要影响因素。焦饼中心温度是影响焦炭产量和质量的关键参数。高温能促进焦炭的生成和成熟,但温

度过高会导致焦炭成熟度不均,增加成焦率。因此,在焦饼热处理过程中,需要保证焦炭均匀成熟的前提下及时控制焦饼中心温度,以合理范围内增加焦炭产量。装平煤操作也是影响焦炭产量的因素之一。装煤时需保证快、满、匀、实和平等五个方面,实现单孔炭化室装煤量的提升。为保证气体通畅,需多次平煤。但若平煤次数不合理,会带出较多余煤,降低单孔炭化室利用率。应合理设定平煤次数,以最大限度地利用装煤量。同时,平煤杆与焦侧炉门之间的安全距离影响装煤量和利用率。应在保证平煤操作安全的前提下缩短平煤距离,提高装煤量和利用率。

3.焦炉管理

焦炉的正常运行需要各个环节的密切配合,而焦炉铁件管理不到位,对拉条和弹簧缺乏定期测量和调整,将导致焦炉炉体无规律膨胀。膨胀后需要对炭化室进行修补,这将短时间内打乱推焦串序,降低焦炉利用率,进而导致产量降低。此外,焦炉设备管理中也存在着一些问题。例如,缺乏超前点检与维护的管理思路,四大车等设备的故障率不断上升,影响了焦炉的正常生产。焦炉出炉时间被打乱,同时推焦系数(K_1 、 K_2 、 K_3)也难以保持合格。因此,我们需要采取精益化管理的措施来提高焦炉的运行效率。对焦炉设备进行定期检修和维护,可以有效降低设备故障率,提高焦炉正常生产时间。同时,对焦炉拉条和弹簧定期测量和调整,可以有效预防焦炉炉体无规律膨胀的情况发生,确保焦炉的正常运行。从表 2 可以看出,通过精益化管理,焦炉推焦系数得到了显著提升。然而,设备故障率仍然较高,需要继续改进管理思路,进一步提高焦炉设备的稳定性和可靠性。

表 2 推焦系数同期对比

2021 年 1—6 月			2022 年 1—6 月		
K_1	K_2	K_3	K_1	K_2	K_3
0.86	0.86	0.74	0.93	0.92	0.85

4.焦炉周转时间

在缩短焦炉周转时间的同时,我们还需要提高标准温度,这有助于提高焦炭产量。影响焦炉周转时间的因素有很多,包括单炉操作时间、串序方式、结焦时间以及检修时间等。

通过公式(1)可以发现,单炉操作时间越短,焦炉的日计划炉数就越多,从而可以提高焦炉的产量。因此,缩短单炉操作时间是优化焦炉周转时间的重要措施之一。

$$\text{日计划炉数} = \frac{1440 \text{ min}}{\text{结焦时间} + \text{单孔操作时间} \times 2} \times \text{焦炉孔数} \quad (1)$$

通过对比 2021 年 1-6 月和 2022 年同期的焦炭产量,我

们可以发现 2022 年的焦炭产量明显提高。这主要是因为 2022 年,焦炭生产过程中采用了一系列优化措施。具体而言,焦炭结焦时间缩短、周转时间减小,同时出炉串序方式也从段序出炉调整为 2-1 串序出炉。这些措施的实施使得生产更加高效,同时通过表 2 可以看出,推焦系数的改善也进一步促进了生产的平稳性,提升了焦炉的生产效率。

表 3 焦炭产量同期对比

项目	2021 年 1—6 月	2022 年 1—6 月
总产量 t	720 907	806 902

5.废气 NO_x

目前,烟气脱硫脱硝技术是主要用于治理 NO_x 排放的末端措施。但是,如果末端治理能力不足,烟气中的 NO_x 排放将会超过限制。因此,提高源头治理能力、改善炉内燃烧工况和提高燃烧效率是降低 NO_x 排放量的有效措施,从而减轻脱硫脱硝末端治理的压力。

根据图 1 显示,公司 $K_{\text{均}}$ 、 $K_{\text{安}}$ 在 2022 年上半年相对于去年同期表现平稳。这表明温度控制精度得到了提高,温度系数的波动也因此得到了有效的控制,从而减少了 NO_x 的生成量。这一点可以从表 4 得到证实,表明这种改进措施确实减轻了脱硫脱硝末端治理的压力。

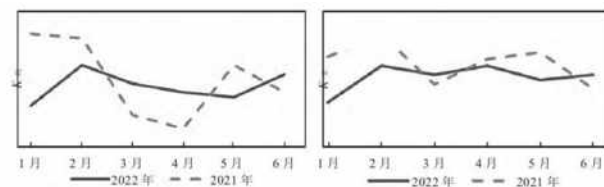


图 1 $K_{\text{均}}$ 、 $K_{\text{安}}$ 趋势图

表 4 NO_x 生成量同期对比

NO_x	2021 年 1—6 月	2022 年 1—6 月
每小时生成量/($\text{mg} \cdot \text{m}^3$)	377	336

二、影响焦炭质量的因素

焦炭质量受到三类因素的影响:配合煤性质、备煤工艺及管理、炼焦工艺。

1.配合煤性质

配合煤的黏结性、结焦性、灰分和变质程度都会对焦炭质量产生影响。在炼焦过程中,固体物质需要一定量的胶质进行浸润和黏结,但过量的胶质会影响挥发分逸出,从而影响焦炭机械特性和反应性。因此,胶质层厚度需要控制在合理范围内。合适的黏结指数可以保证焦炭的强度,但过高会增加焦炭的脆性。

灰分是衡量煤质品级的重要指标。灰分在炼焦时不会消

失,全部被焦炭继承。灰分中的金属氧化物会影响焦炭质量,如 Na_2O 、 K_2O 、 CaO 等具有正催化作用,对 CO_2 反应性有活化作用,导致焦炭反应性上升,反应后强度下降。同时,金属氧化物与碳的热膨胀系数不同,会在高温下产生热应力,形成较多裂纹。

挥发分是评价煤变质程度的重要参数,其高低会对焦炭质量产生影响。配合煤挥发分过高,逸出的气体过多,生成的胶质体膨胀度大,焦炭裂纹多,气孔率大,焦炭的冷热强度降低,成焦率也低。配合煤挥发分过低,炼出的焦炭收缩度小,进入高炉后容易增大炉壁压力,对高炉造成一定程度的损害,且挥发分较低使炼焦副产品附加值不高。

配合煤的水分需保持稳定。水分较大时,炼焦过程中增加热量损失,降低煤吸热效率,影响焦炭的冷热强度;水分较小时,炼焦过程中升温速度加快,内应力增大,焦炭裂纹多,平均粒度呈下降趋势。

2.备煤工艺及管理

备煤是炼焦过程中的上游工序,其工艺及管理的调整会对下游的焦炭质量产生影响。为确保炼焦质量,需要注意以下几点:

首先,需要控制煤的存放时间,避免过长时间的存放导致煤质氧化、燃点降低,煤质变坏,对炼焦不利。其次,需要增加配煤比检测频率,定期标定电子秤,强化配煤质量管理。实时监测配煤准确度,将单种煤指标按配煤比计算,将理论指标与实际指标进行比较。最后,为确保煤质均匀,提高焦炭强度,需要控制粉碎后的配合煤细度在一定范围内。

3.炼焦工艺

确保合适和稳定的加热制度是保证焦炭质量稳定的基本条件,使焦饼均匀成熟。标准温度是影响焦炭质量的重要因素,它会通过影响成焦过程来影响焦炭反应性和反应后强度。标准温度及升温速率的稳定性会影响焦炭成块率及强度性能。因此,在炼焦时需要确定合适的标准温度,以满足成焦需要。升温速率需要均匀平稳,使成焦过程均匀、稳定。在炉温管理方面,需要提高直行温度的均匀系数($K_{\text{均}}$)、安定系数($K_{\text{安}}$)以及横排温度的均匀系数($K_{\text{横}}$),稳定和提这三个系数可以提升焦炭均匀程度,从而保持焦炭质量稳定。结焦时间也是影响焦炭冷热强度的重要因素。在保证产量的前提下,延长结焦时间有利于结焦后期的热分解与热缩聚反应。

三、影响生产成本的因素

焦炭生产成本的主要构成包括原料煤、炼焦能耗和副产

物回收率(冲减项)。

1.原料煤

原料煤成本占据了最大的比重,是焦炭成本构成中的关键因素。焦炭质量标准是决定原料煤成本的根本因素,因此需要根据高炉生产需求,以适用、适宜为原则,确定合理的焦炭质量标准。

为了降低原料煤成本,需要加强入厂常规指标检测,包括水分、灰分、挥发分、硫分和黏结指数,以避免混煤,提高原料煤的质量。同时,为优化原料煤配比、降低成本,还需将煤岩指标纳入原料煤质量标准。主焦煤是配煤结构中骨干煤种,资源缺乏,价格最高。在确保焦炭质量的前提下,应尽可能降低主焦煤配比,以降低生产成本。

2.炼焦能耗

炼焦能耗是影响生产成本的重要因素,主要包括焦饼中心温度、炉顶空间温度、空气过剩系数、配合煤水分以及炉体维护等因素。焦饼中心温度直接影响标准温度和炼焦能耗,因此需确保每月测量一次焦饼中心温度,并根据测量结果及时调整标准温度。合理控制焦饼中心温度,可减少煤气不合理消耗。炉顶空间温度高会导致荒煤气带走热量多,增加炼焦耗热量,因此需合理控制炉顶空间温度,稳定装煤量,保证荒煤气顺利排出。空气过剩系数过大会增加废气体量,带走的热量多,系数过小会导致煤气消耗增加,需合理控制空气过剩系数。配合煤水分含量过高和波动过大,会导致炼焦耗热量升高,炉温不稳定,煤气浪费,需控制配合煤水分含量和波动。炉体维护需定期进行,保证蓄热室、废气盘和炉墙的密封性,修补炉门衬砖等,避免空气烧掉部分煤气,减少耗热量。

根据表 5 显示,公司在 2022 年 1 至 6 月通过降低煤的水分含量、进行炉体喷浆和抹补维护、合理控制空气过剩系数等措施,成功降低了千克煤相当耗热量,相较于 2021 年。

表 5 kg 煤相当耗热量同期对比

项目	2021 年 1—6 月	2022 年 1—6 月
7%湿煤耗热量/(kJ·kg ⁻¹)	2 475	2 225

3.副产物回收率

副产品的回收主要包括荒煤气和化学产品的回收。作为生产成本的重要冲减项,副产品回收率在生产成本构成中排名第二。

炉顶空间温度的高低直接影响化学产品的产率。如果温度过低,则轻质组分析出较慢,导致化学产品无法生成。如果温度过高,则部分重质组分会直接转化为石墨,降低化学

产品回收率。因此,需要合理控制炉顶空间温度。

配合煤挥发分含量的大小是影响荒煤气和化学产品生成量的直接因素。虽然挥发分含量越高,煤在 300~950℃ 时热解出的气相物质越多,但也会使焦炭反应性提高,从而降低焦炭质量。因此,需要合理控制煤的挥发分含量。

四、结束语

综上所述,本人从炼焦和备煤的角度,对焦炉产量、生产质量和生产成本的影响因素进行了全面深入的分析。通过文献研究和分析,我们发现了多个影响因素,包括配合煤挥发分、细度和水分、焦饼中心温度、焦炉温度系数、空气过剩系数、标准温度和结焦时间等。只有对这些因素进行深入的管理和优化,才能够实现提升焦炉产量、改善焦炭质量和降低生产成本的目标。因此,我们强调需要重点加强对这些因素的管理和优化,并不断寻求创新和改进,提高炼焦生产的效率和经济效益。虽然本研究还存在一些局限性和不足,但通过不断的努力和探索,我们相信可以进一步完善研究,实现对炼焦生产过程的更加全面深入的了解和掌握,为实际生产提供更为有效的指导和支持。

参考文献:

[1]焦炉加热精准控制在焦炉生产中的应用研究[J]. 巩伦昊;陈刚;石姜国.燃料与化工,2021(05)
[2]基于 ANSYS Workbench 的干熄焦炉环形风道静态侧压力分析[J]. 魏春满;马银华;纪博文;尹德刚.鞍钢技

术,2020(02)

[3]干熄焦炉内流动及传热行为研究[J]. 常庆明;张浩;程钊;袁丹丹;潘成刚.工业安全与环保,2017(03)
[4]565kg、549cm 宽中试规模可移动墙焦炉试运行[J]. 徐妍.燃料与化工,2014(06)
[5]20kg 试验焦炉 C_r、S_{ar} 指标的测定[J]. 王文改;杨洪庆;高志军.燃料与化工,2002(02)
[6]焦炉物料衡算与提高产品产率的研究[J]. 李全球.燃料与化工,1999(03)
[7]小焦炉节能增产煤气的途径探讨[J]. 卞松友.江苏冶金,1993(05)
[8]焦炉烟气氨及非甲烷总烃的控制方法[J]. 郭延仿;程黄根.燃料与化工,2023(01)
[9]7 m 焦炉停炉重启维修技术及应用[J]. 张雷;王国辉;张阁;张有猛;姜鹏.燃料与化工,2023(01)
[10]7.63 m 焦炉高向加热的调节[J]. 邓成豪;李平;李强;杨勇.燃料与化工,2023(01)
[11]检修模式对焦炉生产操作的影响[J]. 赵恒波;周鹏;党平;马富刚;彭磊.燃料与化工,2018(01)
[12]焦炭高温加热下灰分及微孔结构研究[J]. 杨光智;徐洋洋;魏士政;姚龙;杨俊和.煤炭转化,2015(04)
[13]优化焦炉配煤结构降低焦炭成本的探讨[J]. 张伟林.新疆钢铁,2014(01)
[14]单种煤细度对焦炭热强度的影响[J]. 安振东;李国忠;许为.燃料与化工,2014(01)