

关于优化配煤及焦炭质量的研究及探讨

齐二辉

首钢京唐钢铁联合有限责任公司 河北 唐山 063000

摘要: 焦炭质量评估有核心指标体系,冷态强度指标含抗碎强度(M40)与耐磨强度(M10),热态性能指标有焦炭反应性(CRI)和反应后强度(CSR)。影响焦炭质量的关键煤质特性包括变质程度、粘结性、灰成分与岩相组成等。配煤优化策略上,要遵循“取长补短、功能互补”原则,运用现代配煤技术,做好配煤结构的验证与调整。提升焦炭质量还可采取炼焦工艺参数优化、配型煤技术、添加抗裂剂或反应性抑制剂等辅助工艺措施。

关键词: 配煤优化;焦炭质量;焦炭反应性;炼焦工艺

引言:在钢铁工业生产中,焦炭质量对高炉炼铁的顺行与高效生产起着关键作用。构建科学的核心评价指标体系,涵盖冷态强度指标如抗碎强度(M40)与耐磨强度(M10)、热态性能指标如焦炭反应性(CRI)和反应后强度(CSR),是精准评估焦炭质量的基础。而煤的变质程度、粘结性与结焦性、岩相组成等煤质特性,深刻影响着焦炭质量。基于此,需运用配煤优化策略与技术方法,结合炼焦工艺参数优化、配型煤技术、添加剂使用等辅助工艺措施,全方位提升焦炭质量,以满足高炉炼铁等工业生产需求。

1 焦炭质量的核心评价指标体系

1.1 冷态强度指标

在炼焦以及高炉炼铁这一复杂且关键的工业生产流程中,精准评估焦炭质量是优化生产流程、提升生产效率的核心要素,而构建一套科学、严谨且全面的核心评价指标体系则显得尤为关键。其中,冷态强度指标作为衡量焦炭质量的关键维度,在评估体系中占据着举足轻重的地位。抗碎强度(M40)与耐磨强度(M10)构成了冷态强度指标的核心内容。抗碎强度(M40)具体指的是,在特定的实验条件下,焦炭样品承受压力直至破碎时,其中粒度大于某一预先设定值的焦炭所占的百分比。这一指标能够直观且准确地反映出焦炭抵抗外力冲击而破碎的能力。耐磨强度(M10)则是指焦炭在转鼓装置中,经过一定时间的摩擦与撞击后,粒度小于某一特定值的焦炭所占的比例,它体现了焦炭抵抗摩擦磨损的性能^[1]。这两项指标相辅相成,共同反映了焦炭在常温环境下承受冲击和摩擦的综合能力,对高炉炉料的透气性有着直接且至关重要的影响,进而深刻关系到高炉内部气流的分布以及化学反应的顺利进行。

1.2 热态性能指标

在评估焦炭质量保障高炉稳定运行的过程中,热态

性能指标占据着举足轻重的地位,其中焦炭反应性(CRI)和焦炭反应后强度(CSR)是最为核心的两项。焦炭反应性(CRI)主要衡量焦炭在高温环境下与二氧化碳(CO₂)发生气化反应的能力。CRI值越低,表明焦炭在该反应中的活性越弱,即焦炭在高温下抵抗被CO₂侵蚀、消耗的能力越强,能更持久地维持自身结构。而焦炭反应后强度(CSR)则聚焦于焦炭经与CO₂反应后所保留的强度。CSR值越高,意味着反应后的焦炭仍具备较好的机械强度,不易破碎。这两项指标紧密关联,从不同角度反映了焦炭在高炉内经历复杂化学与物理变化时的劣化行为,对高炉的顺行状况以及能源消耗水平有着至关重要的影响。

2 影响焦炭质量的关键煤质特性

2.1 煤的变质程度

在深度剖析影响焦炭质量的关键因素时,煤的变质程度占据着核心地位。它犹如一把精准的标尺,衡量着煤在地质演化进程中的变化程度。通常,我们采用镜质组平均最大反射率(R_{max})这一专业且精准的指标来表征煤的变质程度,该指标能客观反映煤受温度、压力等地质作用影响后的变质情况。不同变质程度的煤,其内部化学结构与物理性质差异显著,在炼焦过程中扮演着不同角色。低变质程度的煤,活性成分含量丰富,在炼焦时反应活性高,能迅速参与化学反应,但生成的焦炭强度欠佳、结构疏松,难以承受高炉内的复杂应力。而高变质程度的煤,结构紧密稳定,反应活性相对较低,在炼焦过程中能像坚固的骨架一样,为焦炭提供有力支撑,增强其强度。所以,在实际炼焦配煤时,需依据煤种变质程度科学搭配,让各类煤优势互补,进而确保生产出的焦炭具备理想强度与稳定致密的结构,满足高炉生产需求^[2]。

2.2 煤的粘结性与结焦性

在剖析影响焦炭质量的关键煤质特性时,煤的粘结

性与结焦性是极为重要的考量因素。其衡量指标丰富且专业,涵盖粘结指数(G值)、胶质层最大厚度(Y值)以及奥亚膨胀度(b值)。粘结指数(G值)能精准反映煤在受热分解时,生成胶质体并粘结惰性组分,使其聚合成焦的能力强弱,数值越高,粘结性越佳。胶质层最大厚度(Y值)直观呈现了煤在热解过程中,所形成胶质体的最大厚度,体现了胶质体的数量特征,对煤的粘结效果有着重要影响。奥亚膨胀度(b值)则从膨胀角度,反映胶质体在热解时的流动性与透气性,进而关联到煤的粘结与结焦性能。这些指标共同揭示了煤在热解过程中形成胶质体并将惰性组分紧密粘结在一起的综合能力,是科学配煤、保障焦炭质量的核心依据。

2.3 煤的岩相组成

在全面剖析影响焦炭质量的关键煤质特性时,煤的岩相组成无疑占据着举足轻重的地位。煤的岩相构成复杂却有序,主要由活性组分与惰性组分这两大阵营组成。活性组分涵盖镜质组和壳质组,它们化学活性较高,在炼焦受热时易于发生软化、熔融等物理化学变化;惰性组分包含丝质组和半丝质组,化学性质相对稳定,具有较高的机械强度。这些性质迥异的组分在炼焦过程中各司其职,其比例关系更是直接左右着焦炭的微孔结构。当活性组分与惰性组分达到适宜的配比时,在炼焦的高温“淬炼”下,活性组分充分软化、熔融并彼此紧密粘结,构建起焦炭的基本结构框架;而惰性组分则如同坚固的骨架,为焦炭提供稳定的支撑。二者默契配合,共同塑造出结构致密、强度出众的焦炭气孔壁。这种优良的气孔壁结构,既能增强焦炭的整体强度,又能优化其透气性和反应性,使焦炭在高炉中能更好地适应复杂环境,为高炉的稳定顺行与高效生产筑牢坚实根基。

3 配煤优化策略与技术方法

3.1 配煤基本原则

在配煤优化策略与技术方法中,配煤基本原则是整个配煤工作的核心指引,需严格遵循“取长补短、功能互补”的原则。(1)不同煤种具有各自独特的性质,强粘结性煤在炼焦过程中能够生成丰富的胶质体,具有良好的粘结能力,但可能存在成本较高或某些指标不理想的情况;弱粘结性煤虽粘结性欠佳,但可能具备其他优势,如价格低廉或资源丰富。将二者合理搭配,可充分发挥强粘结性煤的粘结优势,弥补弱粘结性煤的不足。(2)高挥发分煤与低挥发分煤搭配也至关重要。高挥发分煤在炼焦时能提供较多的气体产物,有利于焦炭气孔的形成;低挥发分煤则可使焦炭结构更加致密。通过精准控制配煤的总挥发分、平均最大反射率以及粘结性指

标在合理范围内,能够确保所配煤炭在炼焦时,各种成分相互协同,最终生产出质量稳定、性能优良的焦炭,满足高炉炼铁等工业生产的需求^[1]。

3.2 现代配煤技术

在配煤优化策略与技术方法里,现代配煤技术凭借其科学性与高效性发挥着关键作用。(1)基于煤岩学原理的配煤技术是一项精准的技术手段。该技术通过专业仪器精确测定单种煤的岩相组成和反射率分布情况,在此基础上,运用科学算法精确计算配煤后的预期镜质组反射率分布图。由于镜质组反射率分布与焦炭强度密切相关,通过这种方式能够提前、科学地预测所配煤炭炼制出的焦炭强度,为配煤方案的制定提供有力的理论依据,有效提升焦炭质量的稳定性。(2)线性规划与人工智能优化则是将先进的数学理念和智能算法引入配煤领域。通过建立以成本最低或质量最优为目标的数学模型,该技术全面综合考虑各种煤的指标、价格以及库存约束等实际因素。然后利用计算机强大的算法能力,快速求解出最优的配煤比例,在保障焦炭质量的同时,实现成本控制和资源的高效利用,推动配煤工作向智能化、精准化方向发展。

3.3 配煤结构的验证与调整

在配煤优化策略与技术方法体系中,配煤结构的验证与调整是确保最终焦炭质量达标的关键环节。(1)完成配煤方案的优化设计后,需借助小焦炉试验或铁箱试验进行严谨验证。小焦炉试验能够模拟工业炼焦的实际环境与工艺条件,较为精准地反映配煤在高温干馏过程中的反应情况;铁箱试验则侧重于考察配煤在特定空间内的成焦特性及焦炭性能。通过这两种试验方式,可全面检测优化后配煤方案所炼制焦炭的冷、热态强度。冷态强度关乎焦炭在常温下的抗碎、耐磨能力,热态强度则影响焦炭在高炉内的劣化行为。(2)依据试验所得的详细数据与结果,深入分析焦炭质量与预期目标的差距,进而对配煤配比进行科学、精准的微调。这种动态的验证与调整机制,有助于及时修正配煤方案中的偏差,确保所采用的配煤结构能够稳定生产出符合高炉炼铁要求的高质量焦炭,实现炼焦生产效益的最大化。

4 提升焦炭质量的辅助工艺措施

4.1 炼焦工艺参数优化

在提升焦炭质量的诸多辅助工艺措施中,炼焦工艺参数优化是极为关键且行之有效的手段。(1)捣固炼焦技术通过特定的机械装置,将装炉煤进行强力捣固,显著提高装炉煤的堆密度。堆密度增大后,煤粒间的接触更加紧密,在炼焦过程中能更好地传递热量和发生化学

反应,从而有效提升焦炭的致密性,减少内部孔隙,增强焦炭的整体强度^[4]。(2)调湿粉碎工艺则聚焦于优化煤料的水分和粒度分布。合理控制煤料水分,能避免因水分过高导致炼焦时热量消耗过大、焦炭质量下降,或水分过低引发煤料扬尘等问题;精准调整煤料粒度分布,可使煤粒大小搭配合理,在炼焦时形成均匀的胶质体,促进焦炭结晶结构的形成。(3)严格控制合适的炼焦温度与结焦时间也至关重要。适宜的温度能保证煤料充分热解和聚合,而准确的结焦时间可确保焦炭成熟度恰到好处,进而有效改善焦炭的结晶度,全面提升焦炭质量。

4.2 配型煤技术

在提升焦炭质量的辅助工艺措施里,配型煤技术是一项独具特色且效果显著的技术手段。(1)该技术的核心操作是将一部分装炉煤通过专门的成型设备,压制成为具有一定形状和强度的型煤,而后再将这些型煤与散状煤按照一定比例进行混合,再一同装入焦炉进行炼焦。(2)在压制型煤的过程中,煤料受到外力挤压,其颗粒间的空隙大幅减小,从而显著提高了装炉煤的密度。更高的密度使得煤料在炼焦时能够更紧密地接触和反应,热量传递更加均匀高效。同时,这种紧密的堆积状态有利于煤料中粘结性成分更好地发挥作用,改善煤料的整体粘结性。(3)得益于装炉煤密度和粘结性的提升,炼制出的焦炭内部结构更加致密,气孔分布更为合理,进而有效提升了焦炭的强度,特别是焦炭反应后强度(CSR)得到明显改善,使得焦炭在高炉内能够更好地抵抗各种侵蚀和破坏,保障高炉的稳定顺行和高效生产。

4.3 添加剂的使用

在提升焦炭质量的辅助工艺措施中,添加剂的使用是一种行之有效且灵活多样的方法。(1)为优化焦炭的气孔结构,可添加少量的抗裂剂,常见的如焦粉、无烟煤等。焦粉本身具有一定的粘结性和填充性,加入炼焦煤料中后,在高温炼焦过程中,它能填充在煤粒间的空隙中,减少气孔的产生,同时增强煤料颗粒间的连接,

使焦炭结构更加致密。无烟煤则因其硬度较高、挥发分低,添加后可改善煤料的堆积特性,有助于形成均匀细小的气孔分布,提升焦炭的整体强度。(2)使用反应性抑制剂也是提升焦炭质量的重要手段。像硼酸、氧化铁等反应性抑制剂,在炼焦过程中能够在焦炭表面形成一层致密的保护膜。这层保护膜可以有效阻挡外界的CO₂与焦炭直接接触,从而降低焦炭与CO₂的反应性(CRI)。焦炭反应性降低后,在高温环境下被消耗的程度减小,反应后强度(CSR)得以显著提高,使焦炭在高炉内能更好地发挥支撑和还原作用,保障高炉的稳定高效运行^[5]。

结束语

综上所述,焦炭质量受核心评价指标体系、关键煤质特性、配煤优化策略以及辅助工艺措施等多方面因素共同影响。冷态与热态强度指标、煤的变质程度、粘结性等特性为质量评估与把控奠定基础;配煤遵循科学原则,运用现代技术并动态验证调整,以实现优质稳定生产;炼焦工艺参数优化、配型煤及添加剂使用等辅助措施,进一步提升了焦炭质量。深入理解并综合运用这些要点,能有效提升焦炭质量,满足高炉炼铁等工业生产需求,推动钢铁行业向高效、优质、可持续方向发展,在激烈的市场竞争中占据优势地位。

参考文献

- [1]乔双鹏,鞠国强,翟淑东,等.干熄焦提升机差动减速器速比计算[J].起重运输机械,2021(11):56-60.
- [2]徐荣广,关少奎,黄海龙.干熄焦系统中硫化物产生及其变化规律[J].中国冶金,2020,30(11):6-10.
- [3]王国安.焦炭质量对高炉冶炼的影响分析[J].冶金与材料,2024,44(1):139-141.
- [4]王超,王甘霖,梁金宝,等.炼焦煤特性对焦炭粒度影响研究[J].鞍钢技术,2021,9(6):12-16.
- [5]刘廷然,李云婕,庞健.炼焦工艺过程对焦炭质量的影响分析[J].神州,2020,11(8):292.