

炼焦配煤过程中煤岩特性对焦炭质量的影响机制

杨伯威

山西焦化股份有限公司 山西 临汾 041606

摘要: 炼焦配煤是焦炭生产中的关键环节,其合理性直接关系到焦炭的质量。煤岩特性作为煤质的重要组成部分,对焦炭质量具有显著影响。本文旨在深入探讨炼焦配煤过程中煤岩特性对焦炭质量的影响机制,通过分析煤岩特性与焦炭质量之间的关系,为优化炼焦配煤方案提供理论依据。

关键词: 炼焦配煤;煤岩特性;焦炭质量;影响机制

1 引言

焦炭作为钢铁冶炼的重要原料,其质量对高炉操作及钢铁产品质量具有决定性影响。炼焦配煤过程中,煤岩特性作为煤质的重要参数,不仅影响煤的结焦性能,还直接关系到焦炭的强度、热性质等关键指标。因此,研究炼焦配煤过程中煤岩特性对焦炭质量的影响机制具有重要意义。

2 煤岩特性概述

煤岩特性是煤炭科学领域中的一个重要概念,它涵盖了煤中不同显微组分的详尽特征。具体来说,煤的显微组分主要划分为镜质组、惰质组和壳质组三大类。镜质组作为煤中最为核心的活性组分,其含量高低直接关联到煤的结焦性能,是评价煤质优劣的关键指标之一。镜质组在煤中的形态多样,可能呈现为条带状、块状或弥散状分布,这些形态特征对煤的燃烧和气化过程具有显著影响。为了准确描述煤岩特性,科研人员通常会借助一系列参数进行表征。其中,煤的镜质组反射率是一个极为重要的参数,它能够反映镜质组的光学性质,进而揭示煤的变质程度和热演化历史。此外,反射率分布图也是表征煤岩特性的有效手段,通过绘制反射率分布图,可以直观地展示煤中镜质组的分布情况和变质程度的均匀性。这些参数为深入研究煤的性质和合理利用煤炭资源提供了有力支撑。

3 煤岩特性对焦炭质量的影响机制

煤岩特性,即煤中不同显微组分的种类、含量、形态及分布等特征,对焦炭质量具有深远且复杂的影响。焦炭作为高炉炼铁过程中的重要还原剂和支撑体,其质量直接关系到高炉的运行效率、生产成本以及钢铁产品的质量。因此,深入探究煤岩特性对焦炭质量的影响机制,对于优化配煤方案、提高焦炭质量具有至关重要的意义。

3.1 煤岩特性对焦炭冷态机械强度的影响

焦炭的冷态机械强度是衡量其质量的重要指标之一,通常以M40(抗碎强度)和M10(耐磨强度)来表示。研究表明,单煤种的 Ro_{max} (镜质组平均最大反射率)在1.3%~1.5%之间时,所炼制焦炭的冷态机械强度最佳。镜质组是煤中最主要的活性组分,其反射率的大小直接反映了煤的变质程度和结焦性能。当 Ro_{max} 处于1.3%~1.5%的适宜区间时,煤中的镜质组在热解过程中既具有足够的流动性,能够充分融合形成致密的焦炭结构,又避免了因变质程度过高而导致的焦炭脆性增加。这种适中的变质程度使得焦炭在受到外力作用时,能够保持较好的整体性和抗碎性,从而提高M40值^[1]。同时,适宜的 Ro_{max} 还能减少焦炭在运输和使用过程中的磨损,提高M10值。除了 Ro_{max} 外,配合煤的反射率分布图特征对焦炭冷态机械强度也有显著影响。当反射率分布图接近正态分布时,说明煤中显微组分的分布较为均匀,有利于在热解过程中形成均匀的焦炭结构。这种均匀的焦炭结构不仅提高了焦炭的整体强度,还减少了因组分分布不均导致的局部弱点。例如,如果煤中镜质组含量过高或过低,都可能导致焦炭结构的不均匀,进而影响其冷态机械强度。因此,通过优化配煤方案,使煤中显微组分的分布接近正态分布,可以显著提高焦炭的冷态机械强度。

3.2 煤岩特性对焦炭热性质的影响

焦炭的热性质,包括反应性(CRI)和反应后强度(CSR),是评价其质量的另一重要指标。研究表明,配合煤反射率分布图特征偏离正态分布越远,其焦炭热性质越差。非正态分布的反射率表明煤中显微组分的分布不均匀,这可能导致焦炭结构中存在缺陷或局部组分过浓或过稀的现象。这些缺陷或组分分布不均的地方在热解过程中容易成为焦炭结构的弱点,降低焦炭的热稳定性。同时,这些弱点在焦炭与高温气体接触时,更容易发生化学反应,导致焦炭的反应性增加。反应性高的焦

炭在高炉内与CO₂等气体反应剧烈，会加速焦炭的消耗，降低高炉的生产效率。此外，焦炭的反应性和反应后强度之间存在负相关线性关系。这是因为反应性高的焦炭在热解过程中更容易与气体发生反应，导致焦炭结构破坏，从而降低其反应后强度。煤岩特性通过影响煤的结焦性能，进而对焦炭的反应性和反应后强度产生影响。例如，煤中惰质组含量过高可能导致焦炭反应性降低，但反应后强度也会相应降低；而壳质组含量过高则可能导致焦炭反应性增加，同样不利于高炉炼铁。因此，在配煤过程中，需要综合考虑煤中各种显微组分的含量和分布，以优化焦炭的热性质。通过调整配煤方案，使煤中显微组分的分布更加均匀，可以降低焦炭的反应性，提高其反应后强度，从而满足高炉炼铁的需求。

3.3 煤岩特性对焦炭孔隙结构的影响

焦炭的孔隙结构对其透气性和反应性具有重要影响。孔隙结构良好的焦炭具有较高的透气性，有利于高炉内气体的顺利通过和焦炭与气体的充分接触。同时，合理的孔隙结构还能使焦炭在保持较高强度的同时，具有一定的反应性，从而满足高炉炼铁的需求。煤岩特性对焦炭孔隙结构的影响主要体现在煤中矿物的种类和分布上。不同种类的矿物在热解过程中的反应速度和程度不同，从而影响焦炭的孔隙结构。例如，粘土矿物在高温下易形成熔融物，这些熔融物可能堵塞焦炭的孔隙，导致焦炭的密度增加、透气性降低。同时，熔融物的存在还可能破坏焦炭的结构，降低其强度。因此，在配煤过程中需要控制粘土矿物的含量，以避免对焦炭孔隙结构的不利影响。相比之下，石英等矿物具有较高的热稳定性，在热解过程中不易发生反应，对焦炭的孔隙结构影响较小。石英等矿物的存在可以在一定程度上增加焦炭的硬度和耐磨性，有利于提高焦炭的质量^[2]。因此，在配煤过程中可以适当增加石英等热稳定性较高的矿物的含量，以改善焦炭的孔隙结构。除了矿物的种类和分布外，煤中显微组分的含量和分布也对焦炭孔隙结构产生影响。例如，镜质组在热解过程中形成的焦炭结构较为致密，孔隙较少；而惰质组和壳质组则可能形成较多的孔隙。因此，通过调整煤中显微组分的含量和分布，可以优化焦炭的孔隙结构，提高其透气性和反应性。

4 炼焦配煤过程中煤岩特性的优化策略

炼焦配煤是一个复杂而精细的过程，其中煤岩特性的优化对于提高焦炭质量至关重要。通过合理选择煤种、优化配煤比例、采用先进工艺和技术以及加强煤岩特性监测与反馈等策略，可以有效地优化煤岩特性，提高焦炭质量。

4.1 合理选择煤种

在炼焦配煤的初始阶段，煤种的选择是决定焦炭质量的基础和关键。不同的煤种具有独特的煤岩特性，这些特性直接影响到焦炭的强度、反应性、孔隙结构等关键指标。对于需要高强度焦炭的炼焦过程，应优先选择那些Ro_{max}（镜质组平均最大反射率）在1.3%~1.5%之间的煤种。这个范围内的煤种变质程度适中，既具有足够的流动性以形成致密的焦炭结构，又避免了因变质程度过高而导致的焦炭脆性增加。同时，这些煤种的结焦性能良好，能够确保焦炭在受到外力作用时保持较好的整体性和抗碎性。在选择煤种时，除了考虑Ro_{max}外，还需要关注配合煤的反射率分布图特征。理想的反射率分布图应接近正态分布，这意味着煤中显微组分的分布较为均匀，有利于在热解过程中形成均匀的焦炭结构。如果反射率分布图偏离正态分布，可能导致焦炭结构中存在缺陷或局部组分过浓或过稀的现象，进而影响焦炭的质量。此外，灰成分和硫分也是选择煤种时需要考虑的重要因素。灰分和硫分是焦炭中的有害杂质，它们的存在会降低焦炭的纯度和使用性能。因此，在选择煤种时，应尽量选择灰分和硫分较低的煤种，以减少对焦炭质量的负面影响。具体来说，可以通过对煤样进行化学分析，确定其灰分和硫分的含量，并选择符合要求的煤种进行配煤。

4.2 优化配煤比例

在确定了合适的煤种后，优化配煤比例是进一步改善煤岩特性、提高焦炭质量的关键步骤。通过合理搭配不同煤种，可以充分发挥各自的优势，形成互补效应。一种有效的优化策略是在配合煤中加入适量的焦粉或无烟煤。焦粉和无烟煤具有较高的碳含量和较低的挥发分，它们的加入可以提高焦炭的碳含量和强度。同时，焦粉和无烟煤的加入还可以降低焦炭的挥发分和反应性，从而提高焦炭的耐磨性和热稳定性。具体来说，可以根据焦炭的质量要求和生产成本考虑，确定焦粉或无烟煤的加入比例。此外，还可以根据煤岩特性调整不同煤种的配比。例如，对于反射率较高的煤种，可以适当增加其配比，以提高焦炭的整体反射率；对于含有较多粘土矿物的煤种，应控制其配比，以避免对焦炭孔隙结构的不利影响。通过调整不同煤种的配比，可以形成更加均匀的焦炭结构，提高焦炭的整体质量^[3]。在实际操作中，可以通过试验和模拟计算来确定最佳的配煤比例。首先，可以选取具有代表性的煤样进行小规模炼焦试验，评估不同配煤比例下焦炭的质量指标。然后，根据试验结果和生产成本考虑，确定最佳的配煤比例。同

时,还可以利用计算机模拟技术对配煤过程进行模拟计算,预测不同配煤比例下焦炭的质量指标,为优化配煤比例提供科学依据。

4.3 采用先进工艺和技术

随着科技的进步和炼焦技术的发展,越来越多的先进工艺和技术被应用于炼焦配煤过程中。捣固炼焦技术是一种常用的先进工艺。它通过机械捣固的方式提高煤料的堆密度,从而增加焦炭的密度和强度。捣固炼焦技术特别适用于炼制高强度焦炭的场合,可以显著提高焦炭的抗碎性和耐磨性。在实际应用中,可以根据焦炭的质量要求和生产成本考虑,选择合适的捣固方式和参数。煤调湿技术也是一种有效的炼焦工艺。通过调节煤料的水分含量,可以优化煤料的炼焦性能,减少炼焦过程中的能耗和污染物排放。同时,煤调湿技术还可以提高焦炭的质量和稳定性,降低焦炭的裂纹率和反应性。在具体操作中,可以通过控制煤料的水分含量和调节方式,实现煤调湿技术的最佳效果。此外,还可以利用煤岩分析技术对原料煤进行精确分析。煤岩分析技术能够揭示煤中显微组分的种类、含量、形态及分布等特征,为优化配煤方案提供科学依据。通过煤岩分析技术,可以更加准确地了解原料煤的煤岩特性,从而制定出更加合理的配煤方案^[4]。例如,可以利用显微镜对煤样进行观察和分析,确定煤中显微组分的种类和含量;还可以利用X射线衍射仪等设备对煤样进行物相分析,了解煤中矿物的种类和分布。

4.4 加强煤岩特性监测与反馈

在炼焦配煤过程中,加强对煤岩特性的监测与反馈是确保焦炭质量稳定的重要手段。通过建立煤岩特性数据库,可以实时记录和分析原料煤的煤岩特性数据,为配煤方案的调整提供数据支持。数据库应包含煤种的反射率、灰分、硫分、挥发分等关键指标,以及这些指标随时间和批次的变化情况。通过对这些数据的分析和比

较,可以及时发现原料煤煤岩特性的变化趋势,为配煤方案的调整提供科学依据。同时,还可以利用现代信息技术手段,如人工智能、大数据分析等,对煤岩特性数据进行深度挖掘和分析。通过人工智能算法,可以对大量的煤岩特性数据进行智能分类和预测,为配煤方案的优化提供更加精准的指导。例如,可以利用机器学习算法对煤岩特性数据进行训练和学习,建立煤岩特性与焦炭质量之间的预测模型;然后利用该模型对新的煤样进行预测和评估,为配煤方案的制定提供科学依据。而大数据分析技术则可以从海量的数据中提取出有价值的信息和规律,帮助炼焦企业更好地了解原料煤的煤岩特性变化趋势。通过对历史数据的分析和挖掘,可以发现原料煤煤岩特性与焦炭质量之间的关联关系和影响因素;然后利用这些关系和因素指导新的配煤方案的制定和调整。

结语

煤岩特性作为煤质的重要组成部分,对焦炭质量具有显著影响。通过深入研究煤岩特性与焦炭质量之间的关系,可以制定更加合理的炼焦配煤方案,提高焦炭的质量和性能。未来,随着煤岩分析技术的不断发展和完善,相信对煤岩特性对焦炭质量的影响机制将有更深入的认识和理解。

参考文献

- [1]于振.柳钢炼焦煤煤岩特性对焦炭质量影响规律[D].安徽工业大学,2018.
- [2]郝卫鸣.炼焦煤的煤岩特征对焦炭质量的影响[J].煤化工,2015,43(02):53-55.
- [3]雷磊.基于煤岩配煤的焦炭质量预测模型构建[D].华北理工大学,2021.
- [4]白云起,白青子,赵宪德.基于煤岩组分和镜质组反射率的焦炭质量预测模型[J].黑龙江科技大学学报,2018,28(03):249-252.