

配煤炼焦优化设计方案探讨

邓韶博

山西焦化集团有限公司 山西 临汾 041606

摘要：随着煤炭资源的日益紧张和焦化行业竞争的加剧，优化配煤炼焦方案成为提高焦炭质量和降低生产成本的关键。本文深入探讨了配煤炼焦的基本原理，分析了原料煤的选择、煤质特征以及配煤比的关键因素。在此基础上，提出了一系列优化设计方案，包括配合煤的精准制备、炼焦工艺的优化调整及焦炭质量的实时监测。这些方案旨在提高焦炭质量，降低能耗和成本，为焦化企业的可持续发展提供新的思路和方法。

关键词：配煤炼焦；优化；设计方案

引言：配煤炼焦作为钢铁冶炼过程中的重要环节，直接关系到焦炭的质量和钢铁生产的效率。随着煤炭资源的日益紧张和环保政策的不断加强，如何优化配煤炼焦方案，提高焦炭质量，降低生产成本，成为焦化行业亟待解决的问题。本文旨在通过深入研究配煤炼焦的基本原理和关键环节，结合现代科技手段，提出一套切实可行的优化设计方案。该方案将为焦化企业提升市场竞争力，实现可持续发展提供有力支持，同时也为相关行业的科技进步提供参考和借鉴。

1 配煤炼焦的基本原理

1.1 配煤方案的制定原则

(1) 煤质数据的收集与分析。制定配煤方案的第一步是收集并分析各类烟煤的煤质数据。这些数据包括但不限于煤的灰分、硫分、挥发分、固定碳含量、粘结性指数、胶质层厚度、热值等关键指标。通过实验室检测和市场调研，获取各种煤的详细质量报告，为后续配煤比的计算提供科学依据。在数据收集过程中，需确保数据的准确性和完整性。对于异常或缺失的数据，应重新检测或采用合理的方法估算。同时，还需考虑煤炭的市场价格、运输成本等经济因素，以及环保法规对煤炭质量的要求，综合这些因素来确定最优的配煤方案。(2) 配煤比的确定及其影响因素。配煤比是指不同种类煤在配煤方案中的比例。其确定需综合考虑焦炭的质量要求、煤炭资源分布、生产工艺条件、经济效益及环保要求等因素。在确定配煤比时，需遵循以下原则：首先，保证炼出的焦炭符合高炉炼铁等生产环节的质量要求；其次，充分利用当地的煤炭资源，降低运输成本；再次，在可能的条件下，多配一些高挥发分煤，以增加化学产品的产率；最后，在保证焦炭质量的前提下，应尽量多用弱粘煤等较低品质的煤，以减少优质炼焦煤的使用量，降低生产成本。

1.2 炼焦配煤的关键技术原理

(1) 胶质层重叠原理。胶质层重叠原理要求配合煤中各单种煤的胶质体在炼焦过程中能有良好的温度搭接，使配合煤在较大的温度范围内保持塑性状态，从而改善粘结过程，保证焦炭结构的均匀性。这一原理在配煤炼焦中具有重要意义，能显著提高焦炭的质量。(2) 共炭化原理。共炭化原理是指在煤中加入非煤粘结剂进行炭化的过程。通过共炭化，可以选用低变质程度弱粘结煤炼焦，同时选择合适的粘结剂来提高焦炭的结焦性。这一原理为采用劣质煤炼焦提供了理论依据，有助于降低生产成本^[1]。(3) 两种组分的配比互换性配煤原理。互换性配煤原理强调焦炭质量与炼焦煤中的活性组分、惰性组分含量及炼焦操作条件的关系。通过合理搭配配煤中的活性组分和惰性组分，可以调整焦炭的性能。例如，当配煤具有较强粘结性时，加入一定量的焦粉或无烟煤有助于提高焦炭质量。

2 配煤炼焦优化设计方案

2.1 原料煤的选择与性质分析

2.1.1 不同种类煤的煤质特征

原料煤的选择是配煤炼焦的第一步，其关键在于了解不同种类煤的煤质特征，以实现科学合理的搭配。常见的炼焦煤种类主要包括气煤、肥煤、焦煤、瘦煤等，每种煤的煤质特征各异。(1) 气煤：通常具有较低的煤化程度，挥发分含量高，粘结性适中。气煤单独炼焦时，焦炭多裂纹、易碎，但煤气和焦油产率高。因此，在配煤中气煤常用于调节挥发分，提高炼焦过程中的煤气和化学品产量。(2) 肥煤：煤化程度适中，粘结性极强，形成的焦炭耐磨性好，但多横裂纹，抗碎强度较低。肥煤是配煤中不可或缺的高粘结性煤种，对于提高焦炭的整体质量至关重要。(3) 焦煤：煤化程度较高，挥发分适中，粘结性和结焦性均优，单独炼焦能生成熔

融性好、裂纹少、强度高、耐磨性好的焦炭。焦煤是配煤中的核心煤种，对于确保焦炭质量具有重要意义。

(4) 瘦煤：煤化程度较高，挥发分低，粘结性较弱。瘦煤单独炼焦时，焦炭熔融性差，耐磨性不好，但裂纹少，块度大。在配煤中，瘦煤常用于调节焦炭的硬度和块度。

2.1.2 煤样的工业分析与煤岩组分分析

为了精准制定配煤方案，需要对煤样进行详细的工业分析和煤岩组分分析。(1) 工业分析：主要测定煤的水分、灰分、挥发分、固定碳及硫分等。水分的含量会影响焦炭的强度；灰分和硫分是焦炭中的有害组分，对高炉炼铁有害；挥发分是表征煤变质程度的重要指标，对配煤的粘结性和焦炭质量有直接影响。(2) 煤岩组分分析：通过显微光度计测量煤的镜质组反射率，可以了解煤的变质程度。镜质组平均反射率、反射率直方图及镜惰比是煤岩配煤的重要参数。根据互换性配煤原理，煤的变质程度决定了其活性组分的质量，而焦炭质量则取决于炼焦煤中的活性组分、惰性组分含量及炼焦操作条件^[2]。

2.2 配煤炼焦方案的设计原则

(1) 焦炭质量要求与国家标准的匹配。根据焦炭的使用要求，参照最新的中国冶金焦质量标准（GB/T 1996-2017），如二级焦炭的灰分 $\leq 13.50\%$ ，硫分 $\leq 0.90\%$ ， $M_{25} \geq 89.0\%$ 。在制定配煤方案时，要精确计算配合煤的灰分和硫分，确保最终焦炭质量达标。例如，若焦炭灰分为13.5%，假定煤的结焦率为75%，则配合煤的灰分应小于10.13%；若焦炭硫分为0.9%，假定煤的硫分65%转入焦炭，则配合煤的硫分应小于1.04%^[3]。(2) 煤源、煤质特点与炼焦工艺的综合考虑。根据当地的煤源情况和煤质特点，综合考虑运输成本、经济效益及工艺适应性，合理选择多种煤进行配合炼焦。应尽可能多配高挥发分的气煤以降低配合煤成本，同时节约焦煤、肥煤等优质资源。此外，需要考虑煤的粉碎细度，因为粒度细会导致煤的比表面积增大，粘结性变差，但粒度太粗又会导致焦炭中形成裂纹中心，影响焦炭强度。(3) 技术性与经济性相结合的原则。配煤方案不仅要满足焦炭质量要求，还应考虑生产的经济性。通过技术改进和创新，提高生产效率，降低生产成本。例如，使用捣固炼焦技术可以节约焦炭资源，降低生产成本，提高焦炭质量，同时减少环境污染。此外，还应考虑配煤的灰分和硫分的控制，减少对焦炉生产的不利影响。

2.3 优化配煤炼焦方案的具体实施

(1) 配合煤的制备与质量控制。配合煤的制备包括

煤的破碎、筛分、混合等过程。在制备过程中，要严格控制煤的粒度、水分等参数，确保配合煤的质量稳定。可以采用煤岩配煤技术，通过煤的镜质组反射率分析，确定配煤方案，使配合煤在结焦过程中保持良好的塑性状态，从而提高焦炭质量。同时，应根据煤质分析结果，及时调整配煤比，保证焦炭质量符合国家标准。

(2) 炼焦工艺的优化调整。炼焦工艺的优化调整包括炼焦温度、装炉煤水分控制、炭化时间等参数的调节。在炼焦过程中，要严格控制炉温，确保焦炭在适宜的温度范围内进行热解、熔融、粘结、固化等反应，从而形成优质的焦炭。同时，要合理控制装炉煤的水分，以减少由于煤矿工艺和气候等因素造成的装炉煤水分波动，确保焦炭的生产效率和质量^[4]。(3) 焦炭质量的实时监测与反馈。对焦炭质量进行实时监测是确保焦炭质量的重要手段。可以通过焦炭的机械强度试验、灰分、硫分分析等指标，监测焦炭质量的变化。一旦发现焦炭质量出现问题，如强度下降、灰分和硫分升高等，应立即进行分析，查找原因，并调整配煤方案和炼焦工艺参数。例如，若焦炭强度下降，可考虑增加焦煤或肥煤的比例，提高配合煤的粘结性和结焦性；若焦炭灰分和硫分升高，应检查煤源质量，调整配煤比，并加强对煤质的分析和控制。通过实时监测与反馈，可以不断优化配煤炼焦方案，提高焦炭质量，降低生产成本，实现企业的可持续发展。

3 配煤炼焦优化方案的实践效果分析

3.1 不同配煤方案对焦炭质量的影响

3.1.1 焦炭灰分、硫分、挥发分的控制

焦炭的灰分、硫分和挥发分是衡量其质量的关键指标。通过优化配煤方案，企业可以精确控制这些参数，以满足高炉炼铁的需求。(1) 在焦炭灰分的控制上，通过精确测定各煤种的灰分含量，结合高炉对焦炭灰分的要求，合理调整配煤比例，使配合煤的灰分控制在目标范围内。实践表明，当配合煤的灰分控制在较低水平时，焦炭的灰分也能得到有效控制，从而提高高炉炼铁的焦炭利用率。(2) 硫分是焦炭中的有害元素，对焦炭质量及高炉炼铁过程均有不利影响。在配煤过程中，优先选用低硫煤种，并通过精确计算配煤比例，确保配合煤的硫分控制在较低水平。同时，通过优化炼焦工艺，如采用脱硫技术等，进一步降低焦炭的硫分。(3) 挥发分反映了煤的变质程度和热解性能，对焦炭的强度和反应性有重要影响。通过优化配煤方案，选用变质程度适中、挥发分适宜的煤种进行搭配，可以确保焦炭具有适当的挥发分含量，从而满足高炉炼铁对焦炭性能的需求^[5]。

3.1.2 焦炭的转鼓强度与耐磨性测试

焦炭的转鼓强度（M40）和耐磨性（M10）是衡量其机械强度的关键指标。通过优化配煤方案和炼焦工艺，可以显著提高焦炭的转鼓强度和降低耐磨性。实践表明，当配合煤中焦煤和肥煤的比例适当增加时，由于这两种煤的粘结性强，可以形成更好的焦炭骨架，从而提高焦炭的转鼓强度。同时，通过优化炼焦温度、加热速度等工艺参数，使焦炭在适宜的温度范围内进行热解、熔融和固化，可以进一步提高焦炭的机械强度。耐磨性测试则反映了焦炭在受到磨损时的耐久性。通过优化配煤方案和炼焦工艺，可以降低焦炭的耐磨性，从而提高其使用寿命。

3.2 优化方案对炼焦生产效率和成本的影响

（1）生产效率的提升与能耗的降低。优化配煤方案和炼焦工艺不仅可以提高焦炭质量，还可以显著提升生产效率并降低能耗。通过精确计算配煤比例和合理调整炼焦工艺参数，可以优化焦炭的生产过程，减少生产环节中的浪费和能耗。实践表明，采用先进的配煤技术和炼焦工艺，如捣固炼焦技术、干熄焦技术等，可以显著提高焦炭的生产效率，降低单位产量的能耗。同时，通过优化炼焦炉的操作参数，如加热速度、炉温控制等，可以进一步提高生产效率并降低能耗^[6]。（2）原料成本与运输成本的优化。优化配煤方案可以降低原料成本。通过精确计算各煤种的用量和价格，结合高炉对焦炭质量的要求，可以制定出最优的配煤方案，从而降低原料成本。此外，优化配煤方案还可以降低运输成本。通过合理利用当地的煤源，减少长途运输的煤种数量，可以降低运输成本。同时，通过优化炼焦工艺，减少焦炭生产过程中的副产品排放，可以降低废弃物的处理成本。

3.3 实践中遇到的问题与解决方案

（1）配合煤水分与灰分的控制问题。在配煤过程中，配合煤的水分和灰分控制是重要问题。水分过高会导致焦炭气孔率增加，降低焦炭的强度；而灰分过高则会影响焦炭的纯净度和高炉炼铁时的焦炭利用率。为了解决这一问题，企业可以采取以下措施：一是优化原料煤的选择和配比，优先选用低水分、低灰分的煤种；二

是加强原料煤的预处理工作，如采用烘干、脱灰等技术手段降低原料煤的水分和灰分；三是加强配合煤的质量检测和控制工作，确保配合煤的水分和灰分控制在目标范围内。（2）焦炭气孔率与抗碎强度的优化策略。焦炭的气孔率和抗碎强度是衡量其质量的重要指标。气孔率过高会导致焦炭的密度降低、强度下降；而抗碎强度不足则会影响焦炭在高炉中的使用寿命。为了优化焦炭的气孔率和抗碎强度，企业可以采取以下策略：一是优化配煤方案，选用粘结性强、结焦性能好的煤种进行搭配；二是优化炼焦工艺参数，如加热速度、炭化时间等，使焦炭在适宜的温度范围内进行热解、熔融和固化；三是加强焦炭的质量检测和控制工作，及时发现并解决问题。

结束语

综上所述，配煤炼焦优化设计方案是一个系统工程，需要综合考虑原料煤的选择、配煤比的确定、炼焦工艺的精细调整等多个环节。通过本文的探讨，我们提出了一系列科学合理的优化措施，旨在提高焦炭质量，降低生产成本，实现环保和经济效益的双赢。然而，随着科技的不断进步和市场需求的变化，配煤炼焦技术仍需不断创新和完善。我们期待更多专业人士加入到这一领域的研究中来，共同推动焦化行业的转型升级和可持续发展。

参考文献

- [1]许晓彬.炼焦配煤技术及其生产实践核心要点构架[J].石化技术,2022,(06):180-182.
- [2]曹宇.炼焦配煤技术及其生产实践[J].化工设计通讯,2019,(05):41-42.
- [3]黄小芳.炼焦配煤技术及其生产实践[J].山西化工,2019,(15):150-152.
- [4]马宗宝.基于煤岩学探讨兰炭在炼焦配煤的适合度[J].建筑理论,2022,(12):114-115.
- [5]张鹏.炼焦配煤技术及其生产实践探究[J].工程地质学,2021,(09):93-94.
- [6]严雅明,李涛.炼焦配煤技术及其生产实践探究[J].钢铁冶金,2023,(04):31-32.