

# 焦化配煤中挥发分含量对焦炭性能的影响

柯 阳

宁夏宝丰能源集团焦化二厂有限公司 宁夏 银川 750000

**摘 要：**焦化配煤中挥发分含量是影响焦炭质量的重要因素，其含量的变化直接关系到焦炭的机械强度、热反应性、气孔结构以及工艺参数的稳定性。适宜的挥发分含量有助于提升焦炭的强度和热反应性，优化高炉操作的效率。本文提出企业可以采用合理搭配煤种、精确煤质分析、优化配煤工艺、加强入炉煤质监控、采用信息化管理等措施加强对焦化配煤中挥发分含量的控制，旨在为提高焦炭性能、优化焦化工艺和提升经济效益提供参考。

**关键词：**焦化配煤；挥发分含量；焦炭性能；影响

## 前言

焦炭作为高炉炼铁的重要原料，其质量直接关系到高炉生产的稳定性和经济性。焦炭的强度、反应性及热态性能等指标，都会受到原料煤中挥发分含量的显著影响。挥发分含量的变化不仅影响煤的热解行为，还直接决定了焦炭的气孔结构、致密性以及最终的力学性能<sup>[1]</sup>。当前随着高炉技术的不断进步和环保要求的日益严格，焦炭的质量要求也不断提高。在这种背景下，研究挥发分含量对焦炭性能的具体影响机制，具有重要的理论意义和实际应用价值。不同煤种的挥发分含量存在显著差异，因此合理控制配煤中各组分煤的挥发分含量，能够在保障焦炭强度的前提下，提升焦炭的反应性指数和反应后强度。

## 1 焦化配煤中挥发分含量对焦炭性能的影响

### 1.1 影响焦炭强度和机械性能

在焦化过程中，煤中的挥发分会通过热解过程排出，这一过程不仅影响焦炭的成型，还会对其物理结构产生直接作用。如果配煤中的挥发分含量过高，在热解过程中会产生大量气体，这些气体通过煤料时容易造成焦炭的气孔结构过于疏松，从而削弱其机械强度。高挥发分会导致焦炭的致密度降低，易碎性增加，影响焦炭的抗碎强度和耐磨性，这种焦炭在高炉中使用易破损，导致炉料透气性变差，从而影响高炉的正常操作。此外低强度焦炭在高炉内经受重力和机械冲击时易粉化，增加粉尘含量，进而影响高炉的稳定性和寿命。相比之下，适当控制挥发分含量，可以减少焦化过程中的气体生成，使得焦炭的孔隙结构更加均匀，增强其致密性，从而提高抗碎强度和耐磨性。

### 1.2 影响焦炭的热反应性

挥发分含量对焦炭的热反应性有显著影响。高挥发分煤种在焦化过程中产生较多气体，使得焦炭在高温下

与气体更易发生反应，从而导致其反应性指数较高。根据大量研究数据，随着挥发分含量的增加，焦炭与CO<sub>2</sub>的反应速率显著提高。在高炉中，这种提升有助于提高焦炭的热反应性，使焦炭更快参与化学反应，加速碳与CO<sub>2</sub>生成CO的过程，进而提高高炉的操作效率。然而过高的热反应性可能带来副作用。数据表明，当反应性指数超过40%时，焦炭的反应后强度开始显著下降，容易导致焦炭在高温下的快速消耗。反应后强度的降低会使焦炭在高炉操作中易碎，尤其是在CO<sub>2</sub>还原环境下，焦炭强度下降幅度加大，进而引发粉化现象。

### 1.3 影响焦炭气孔结构和透气性

高挥发分煤种在焦化过程中会释放大量气体，这些气体在焦化过程中产生的热解反应使煤料形成大量气孔。据研究，挥发分含量超过25%时，焦炭的气孔率可上升到45%以上，显著提高了焦炭的透气性，使其更有利于高炉内的气体流动。透气性提升的同时，炉料的反应效率也会提高，数据显示气孔率提升10%时，炉料的反应效率可提高约5%-7%。然而气孔过多也会导致焦炭的机械强度下降，实验表明，当气孔率超过50%时，焦炭的抗碎强度可从60%降至40%以下，增加了焦炭在高炉中易碎裂的风险<sup>[2]</sup>。这些多孔焦炭在高炉中经受重压时容易崩解成细粉，影响高炉正常运转并显著降低透气性，进而影响高炉效率。另一方面，低挥发分煤种在焦化过程中产生的气体较少，导致焦炭的气孔结构更加致密，气孔率在35%-40%之间。这种结构虽然提升了焦炭的机械强度，抗碎强度可达到70%以上，但透气性相对较差。数据表明，透气性下降会导致高炉内气体流动受阻，反应效率降低约10%。虽然这种焦炭在高炉中表现出更高的耐用性和稳定性，但其较低的反应活性不利于高炉操作效率的提升。

### 1.4 对焦化工艺参数的影响

在焦化过程中，煤料的挥发分含量直接影响焦炉的加热方式、加热速度和温度分布等工艺参数。以下是不

同挥发分含量煤种在焦化过程中对工艺参数影响的总结表格：

挥发分含量	可燃气体释放量	加热方式	加热速度	温度控制要求	适用工艺
高于25%	大量 (30%+)	需要严格控制	每小时升温30-50°C	严格控制，避免局部过热	适合高炉长期稳定操作
20%-25%	中等 (20%-30%)	适中	每小时升温20-40°C	灵活调整，适度控制	适合常规焦化工艺
低于20%	较少 (<20%)	灵活	每小时升温50°C以上	控制相对宽松	适合快速焦化工艺

高挥发分煤种在焦化过程中会释放出大量的可燃气体和挥发物，这些物质在焦炉内需要通过加热系统排出。因此焦炉在处理高挥发分煤料时，需要采取更严格的温度控制措施，避免挥发物过多堆积导致局部过热或不完全燃烧。同时焦炉的加热速度也需进行合理调整，以确保挥发分充分释放，避免因快速加热而导致焦炭结构不均匀或致密性不足。另一方面，低挥发分煤种在焦化过程中挥发物生成量较少，焦炉的加热需求相对较低，温度控制也可以更加灵活。因此低挥发分煤种通常适用于更高温度、更快速的焦化工艺。

## 2 控制焦化配煤中挥发分含量的有效措施

### 2.1 合理搭配煤种，保持焦炭性能

将不同挥发分含量的煤种进行混合，可以在提高焦炭的机械强度与热反应性的同时，控制挥发分的整体水平。研究显示，配煤时可选用挥发分含量在10%-20%之间的煤种，搭配高挥发分（20%-30%）和低挥发分（<10%）煤种，以达到理想的挥发分比例<sup>[3]</sup>。企业应积极探索低挥发分煤种与高挥发分煤种的组合，以实现焦炭性能的优化。企业可以选择低挥发分煤种与高挥发分煤种进行合理搭配，力求将配合煤的挥发量控制在25%左右。通过这种科学的搭配方式，企业不仅能有效提高焦炭的热反应性，还能增强其机械强度。企业应在配煤过程中进行充分的实验与数据分析，评估不同煤种的挥发

分特性以及对焦炭性能的影响。通过对无烟煤的引入，企业可以利用其较高的固定碳含量来提升焦炭的机械强度，而通过加入肥煤，则可以确保足够的挥发分释放，从而提高焦炭的热反应性。这一配比策略能够有效使焦炭的CSR（反应后强度）维持在60%左右，同时使CRI（反应性指数）保持在35%的理想水平。

### 2.2 精确煤质分析，确保配煤方案

现代煤质分析技术，如近红外光谱分析和X射线荧光分析，可以对煤种的挥发分含量、灰分和固定碳等成分进行准确测定。以近红外光谱分析技术为例，企业首先需准备待测煤样，通常为细碎的均匀煤粉。然后将煤样放置于近红外光谱仪的样品室内，设备会发出一定波长范围的近红外光。当光线照射到煤样上时，煤中的有机物质会与近红外光发生相互作用，导致光的吸收和散射。仪器内部的光谱探测器会记录经过煤样后的光信号，并将其转化为光谱数据。这些光谱数据包含了关于煤样中挥发分、灰分、固定碳及水分等成分的关键信息。这一技术的应用使得企业能够以高达±0.5%的精度进行挥发分的检测，极大提升了煤质分析的准确性和及时性。通过这一创新，企业能够在生产过程中快速获取实时数据，及时调整配煤方案，以应对煤种之间的质量波动。企业应建立完善的煤质监测系统，定期对供应的煤种进行抽样检测，确保各个煤种的质量稳定性。如下图：

煤种	挥发分含量 (%)	灰分 (%)	固定碳含量 (%)	检测日期
无烟煤	7.5	10.0	73.4	2024-10-01
肥煤	22.0	8.5	62.5	2024-10-01
瘦煤	16.5	8.0	65.6	2024-10-01
气煤	37.5	9.5	42.8	2024-10-01

通过现代化数据库管理，不同种类煤质的挥发分含量、灰分、固定碳含量会完全呈现在工作人员面前，如此工作人员便可以此为数据基础形成针对性的特定煤种的配煤参考方案，为后续生产提供依据。这种数据驱动的配煤方案不仅提高了焦炭的质量稳定性，还能大幅减少因煤质波动造成的生产损失，进而使企业在激烈的市场竞争中保持较强的竞争力。

### 2.3 优化配煤工艺，调控预处理环节

焦化前的煤料预处理包括破碎、筛分和混合，合理的工艺可以有效影响煤料的挥发分释放特性。煤料的破碎粒度直接影响其比表面积，粒度较小的煤料在焦化过程中挥发分释放更为均匀。相关实验表明，粒度在10-20毫米之间的煤料在焦化过程中能更均匀地释放挥发分，减少因挥发分释放不均匀而导致的焦炭质量问题<sup>[4]</sup>。企业应高度重视入炉煤料的预处理环节，以降低不合格煤种对焦炭质量的影响。首先，企业需要对入炉煤料进行全

面分析,了解不同煤种的物理特性和化学成分。这为后续的预处理方案制定提供了重要依据。通过破碎、筛分等物理方法,企业能够将煤料的粒度调整到适宜范围,确保其均匀性。在破碎过程中,企业应选择合适的破碎设备,控制破碎的粒度,使煤料保持在一定的范围内,通常在5-20毫米之间。过大的颗粒不仅影响煤料的透气性,还会导致焦化过程中挥发分释放不完全。而过小的颗粒则可能在高温下出现粘结现象,影响焦炭的形成。因此企业应定期检查破碎设备的运行状态,确保其处于最佳工作状态,以实现高效的煤料处理。企业应设置合理的筛网规格,以去除不合格的颗粒和杂质。筛分不仅能提高煤料的纯度,还能改善其透气性,从而有利于挥发分的释放。

#### 2.4 加强入炉煤质监控,减少不利影响

在焦化生产中,加强入炉煤质监控是控制挥发分含量、保证焦炭质量的有效措施。通过科学的监控手段,企业能够实时掌握煤料的质量变化,及时调整配煤方案,降低不合格煤种对焦炭性能的影响<sup>[5]</sup>。企业应定期进行煤种的质量抽检,以确保煤料的质量稳定性,企业可以设定抽检频率,例如每周对新供应的煤种进行一次全面抽检,确保每批煤料的质量数据都能及时获取。在抽检过程中,企业应关注挥发分、灰分和固定碳等主要成分,通过标准化的检测流程,确保检测结果的准确性和一致性。企业还应从根源上解决煤质隐患,在选择供货商时,企业应提前做好市场调查,选择具有营业资质、

市场口碑良好的企业建立合作关系,并在合同中做好明确规定,从道德和法律上对供货商进行约束,以此降低购入不良煤质原料的隐患。

#### 结束语

综上所述,适宜的挥发分含量不仅能够提升焦炭的机械强度和反应性,还能有效优化高炉的操作效率。企业应进一步探讨不同煤种特性与焦化工艺参数之间的相互作用,以便为焦化行业的可持续发展提供更为全面的理论依据和实践指导。通过不断优化配煤方案,焦化企业不仅能够提升焦炭的质量和稳定性,还能在激烈的市场竞争中增强自身的竞争力和可持续发展能力。

#### 参考文献

- [1]朱立江,吴玫晓,闫雪清.基于THz-TDS技术定量分析煤炭中的灰分和挥发分[J].太赫兹科学与电子信息学报,2024,22(09):975-982.
- [2]贺林.PLC在焦化厂备煤及配煤综合系统的应用研究[J].石化技术,2024,31(08):361-362.
- [3]赵峥,苏胜,宋亚伟,等.基于PLIF检测的生物质挥发分燃烧多环芳烃生成特性[J].燃烧科学与技术,2024,30(04):359-369.
- [4]柴高贵,李亮亮,申岩峰,等.高挥发分气煤在配煤炼焦中的应用探究[J].煤化工,2024,52(03):6-10.
- [5]贾海丰,侯健,张磊,等.焦化除尘灰配煤炼焦的研究与应用[J].燃料与化工,2024,55(02):15-18.