

# 提高炼焦煤质量的管理方法

马春雷 (山钢股份莱芜分公司焦化厂, 山东 莱芜 271104)

**摘要:** 当前, 炼焦煤的质量已经成为社会上广泛关注的问题, 因此在实际工作中, 要求做好质量管理工作, 本文则从实际出发, 分析了炼焦煤的分类和意义, 进而论述了如何做好炼焦煤的质量管理措施。

**关键词:** 炼焦煤; 质量; 管理

## 0 引言

炼焦煤为主要用于生产焦炭的原料煤, 按中国煤炭分类主要分为气煤、肥煤、气肥煤、1/3焦煤、焦煤和瘦煤。全球炼焦煤总量约 1.34 万亿 t, 在全球煤炭资源总量中占比不足 10%。中国炼焦煤保有储量 2633 亿 t, 占全国煤炭资源的 26.25%。在中国的炼焦煤储量中, 西南区经济可采储量为 69.22 亿 t, 占全国炼焦煤储量的 10.46%, 位居全国第 3 位。

目前我国炼焦煤资源分布不均衡, 气煤资源量占到炼焦煤总量的 47%, 但炼焦时配入量较少。而肥煤、焦煤资源量较小, 优质的焦煤和肥煤占查明煤炭资源储量比例不足 6% 和 3%。肥煤、焦煤和瘦煤是焦化生产过程中的“骨架性”煤种, 高质量的焦炭配煤原料离不开该 3 种煤种, 对于焦化企业而言, 其需求量很大。GB/T26128-2010《稀缺、特殊煤炭资源的划分与利用》将肥煤、焦煤和瘦煤等煤种划分为稀缺煤种, 并指出稀缺煤种的不可替代性和对国民经济具有重要价值。相关学者也论述了我国肥煤、焦煤和瘦煤的资源稀缺性。

## 1 炼焦煤的分类及其意义

### 1.1 中国煤炭分类简介

目前在中国有 3 个关于煤炭分类的国家标准, 分别是《中国煤炭分类》《中国煤层煤分类》和《中国煤炭编码系统》。该 3 个分类标准的性质不同, 应用的广泛程度也不同。其中《中国煤炭分类》该分类标准属于技术分类的范畴。

在国外, 苏联、德国、英国等均有类似的分类标准, 比如在德国、波兰、苏联煤炭分类中均有中国煤炭分类中“气煤”、“肥煤”等类似术语名称。《中国煤层煤分类》为接近于科学成因分类的方案, 与国际标准 ISO11760 性质一致, 将煤作为原生地质岩体而按照其自然属性进行分类, 目的是使得不同国家和地区对煤炭资源进行初步评价的结果相互之间更具有可比性。其所采用的自然属性指标主要是煤岩学指标。《中国煤炭编码系统》出台的背景, 主要与当时国际上煤炭编码工作兴起有关, 欧洲和澳大利亚先后提出了煤炭编码系统。编码的优势在于以关键煤质指标直接确定编码, 避免了煤类名称带来的主观性问题。缺点在于需要解码, 对于不

太熟悉煤质的人员来说, 几乎很难应用。实际上, 编码标准均未在国内或国际切实推行。

### 1.2 GB/T5751 标准及其意义

#### 1.2.1 国际煤分类

ISO11760 是 1 个接近于科学——成因分类的方案, 其主要目的在于描述煤的基本类型和进行国际间资源对比。分类指标与中国煤炭分类完全不同, 其主要采用 2 个成因指标、1 个品位指标进行分类。其中品位指标为灰分, 而成因指标即为煤岩学指标, 也从另一个侧面反映了煤岩学指标对于认识煤炭的重要性。按照该分类方案, 镜质体反射率、镜质体含量、灰分产率接近的煤即可被认为是同一类煤。若样品的镜质体反射率为 1.51%、镜质体含量为 62.5%、灰分为 10.51%, 按照 ISO11760 分类, 其分类结果为“中阶煤 A, 较高镜质体含量、中等灰分”, 但黏结指数、胶质层、膨胀度、流动度等在此均未能清晰。若单纯以炼焦应用为目的, 该标准不如中国分类更为直接。

#### 1.2.2 中国煤分类与美国煤分类比较

美国煤分类中的烟煤, 基本上相当于中国的炼焦煤。中国的分类方案中引入了黏结指数、胶质层指数、奥亚膨胀度等黏结性指标, 但美国煤分类中对黏结性的分类采用“黏结”或“不黏结”此类定性的描述。中国的炼焦煤分类共为 8 类, 每个煤类还有很多次一级的编码, 但美国煤分类简单划分为中、高、低挥发分烟煤。按照美国煤分类, 同一类煤的工艺性质也会有显著差异。

#### 1.2.3 中国煤分类与澳大利亚煤分类比较

澳大利亚煤分类国家标准是 1 个编码标准, 采用镜质体反射率、发热量、膨胀度、灰分、硫分等对煤进行编码, 而编码类标准实际上从未被有效推广。无论澳大利亚还是澳洲煤的主要出口国日本、印度等, 市场上应用最广泛的是 AME 公司提出的相应“标准”, 即硬焦煤、半硬焦煤、半软焦煤 1 套术语。该“标准”中将流动度、焦炭反应性和镜质体反射率作为分类指标, 应用效果方面存在以下问题: 首先是反射率和流动度的范围明显很宽, 反射率 ( $R_{max}$ ) 在 0.95%~1.7%, 基本涵盖了中国煤炭分类中从 1/3 焦煤到瘦煤的范围。其次是焦炭反应后强度指标的应用, 虽该指标对于选择炼焦煤比较有利,

但此指标用于煤分类，首要问题是选用何种试验焦炉炼制的焦炭来对比。针对同样的煤，不同炉型得到的焦炭热强度差异很大。若需很大的试验焦炉，其实已失去作为分类指标的意义。所以，该指标实际上更多供生产上直接评价商品煤质量之用，难以形成社会普遍采纳的统一标准。关于硬焦煤、半硬焦煤、半软焦煤与中国煤类的大致对应关系，若不严格考虑焦炭反应后强度，硬焦煤主要对应于中国分类中的焦煤和部分肥煤，而半硬焦煤或半软焦煤的范围均较宽，与中国煤炭分类存在同样的问题。

## 2 炼焦煤质特征

焦煤加热时能产生稳定性很高的胶质体，单独炼焦时能获得块度大、裂纹少、耐磨强度很高的优质焦炭，但焦煤在单煤炼焦时的膨胀压力大，易损坏炉壁且使推焦困难，因此常被用于配煤炼焦，可起到提高焦炭机械强度的作用。

1/3 焦煤是介于焦煤、肥煤和气煤之间的过渡煤种，单煤种炼焦时一般能生成质量较好的焦炭，其焦炭的抗碎强度接近且稍低于肥煤焦炭，但明显高于气肥煤和气煤焦炭。挥发分小于 33% 的 1/3 焦煤可单煤种炼焦供中型高炉使用，是良好的配煤炼焦的骨架煤之一。煤中的灰分直接影响焦炭质量：灰分在炼焦生产中为杂质物质，不易被破碎，造成炼焦煤料的粒度分布不均匀，在炼焦时不熔融、不黏结也不收缩，其中较大的煤灰颗粒在焦炭内形成裂纹中心，降低焦炭的机械强度和耐磨强度。笔者所研究的云南炼焦煤灰分介于 9.69%~19.12%，平均值为 13.32%。按照 GB/T397-2009《炼焦用煤技术条件》，6 个煤样的灰分低于 12%，符合冶金焦用原料煤技术要求，占到样本数的 27.3%。

炼焦过程中入炉煤大部分硫残留在焦炭中，另一部分如有机硫则转化为气态硫化物，在流经高温焦炭层缝隙时，部分与焦炭反应生成复杂的硫碳复合物而转入焦炭。在炼焦过程中，煤中硫大约 80%~90% 保留到焦炭中，而焦炭中的硫会影响焦炭的热脆性；此外焦炭中的硫会使生铁具有热脆性，从而影响炼铁。笔者所研究的云南炼焦煤全硫（St, d）介于 0.14%~1.18%，平均值为 0.41%。按照 GB/T397-2009，22 个煤样的全硫含量（St, d）全部低于 1.75%，符合冶金焦用原料煤技术要求；仅位于红河州泸西县的煤全硫含量（St, d）为 1.18%，高于铸造焦用原料煤技术要求。

在炼焦生产中应重视原料煤的镜质体反射率。镜质体反射率是国际上公认的、能全面并准确反映炼焦煤变质程度的指标，煤的变质程度越高则镜质体反射率越大。镜质体反射率直方图和测定过程中的标准方差（S）均可帮助判别炼焦原料煤的混煤程度，反射率也是目前焦化企业指导炼焦配煤的常用指标之一。

## 3 炼焦煤的质量管理

### 3.1 加强对进厂煤的采样管理

为了使炼焦煤的质量管理水平能够得到有效提高，在实际工作过程中还需要加强对进场内采样管理工作的重视程度。

首先在实际工作中需要提高相关岗位工作人员的综合素质和工作水平，不断提高采制人员的道德素质，必要时可以开展职业道德培训活动，从而使得每个工作人员可以完成自身的本职工作，相关监督部门需要加强监督和管理力度，定期对采样人员进行岗位的轮换，从而使相关工作人员可以结合不同的工作需求和工作要求提出有效的工作方案和优化方案，提升实际工作效果以及水平。在采样过程中需要严格的按照我国所制定的商品煤样采样方法来严格按照规章制度执行，不要出现违规操作的行为，对于实际工作中的一些煤样点数和深度要符合相关的标准以及要求。

另外在实际工作过程中还需要融入先进的煤自动采样机设备，加强对我国先进设备的了解以及认识，煤自动采样机可以根据不同深度的煤井位置采样并且也有助于节约实际工作的时间，使得整个操作流程变得更加规范和标准，因此相关管理人员需要加强对这一问题的重视程度，建立与之匹配的管理模式提高实际工作效率以及质量，同时在采样工作中可以采取先检验后卸的措施，保证相关工作人员可以按部就班的完成自身的本职工作。在实际工作中对于较大的煤种来说，可以先进行检验，检验合格之后再行卸车，从而提升实际管理效果和质量，对于检验不合格的煤来说要马上退回给供应商，对于质量波动较大的煤种要进行不定期的调查和抽查，在不同的位置中开展日常的工作，当发现问题时，需要马上上报给管理部门进行解决，提高实际工作的精准性。

### 3.2 提升焦煤企业的环境保护意识

在新时代煤炭企业的运行发展中，煤炭是煤炭企业生产的主要资源材料，企业可以通过化学处理转化煤炭，来生产出不同类型的煤炭产品。煤炭生产的不同洗选工艺能够产生不同类别的煤炭化学气体排放，企业周边生态自然环境的污染问题是现阶段我国煤炭企业需要关注的重点问题。想要改善煤炭化学燃烧排放给自然环境和生产效益带来的恶劣影响，必须在煤炭洗选过程中提升企业的环境保护意识。

煤炭洗选的技术管理不足，也无法高效实现煤炭开发生产的资源高效利用和生态零污染，在本质上加剧了煤炭生产中资源成本浪费。想实现生态自然和煤炭生产的同步发展，必须增强环境保护的意识，践行好煤炭洗选的技术处理。在煤炭洗选运行中提升企业的环境保护意识，实施煤炭洗选技术的优化意义非常大。企业环境保护意识的提升，不仅可以高效地减轻煤炭开发利用造

成的自然生态污染,也将煤炭产品生产的综合经济能效发挥到最佳水平。

### 3.3 智慧管理的应用

#### 3.3.1 有助于炼焦煤行业的可持续发展

现代炼焦煤可持续发展综合评价指标:环境、经济、社会、技术。对环境要友好,二氧化碳的排放、二氧化硫的排放、氮氧化物的排放、煤炭的消耗、新鲜水消耗。经济要考虑,投资效率、资产利用率、利润、碳税敏感度、市场需求力。

#### 3.3.2 能够预测现代炼焦煤低碳发展的目标

煤直接液化、间接液化、煤基甲醇制汽油、煤焦油加氢、煤制天然气、煤制烯烃、煤制乙二醇、煤制芳烃的技术路线中 CO<sub>2</sub> 排放量指标都会逐渐较少,从效率上来讲,都会有所提高。

#### 3.3.3 智慧能源应用的智慧企业案例

宁煤集团煤制油化工基地以“信息化、数字化”理念建设智能工厂,实现数字赋能生产运营管理,全场设备实时运行监控,能源管理系统数据对接,通过宁煤实验室信息管理系统和 DCS/PLC/TCC 等自动化系统对数据采集及数据支撑来具有能源管理系统、生产执行系统、设备运行管理、安全管理系统、绩效管理系统的运行。

能源大数据理念下的智慧企业,具有三个特征:①通过边端大脑实现内部数据互联互通,提供智慧运行服务;②通过工业互联网实现与外部企业数据的互联互通,提供智慧融合服务;③通过能源大数据云端大脑实现与经济、社会、环境、碳排放等外部数据的互联互通,提供智慧决策服务。

#### 3.4 降低焦炭灰分,提高焦炭高温强度

焦炭中灰分,本身会弱化焦炭孔壁强度尤其在到达 1500℃ 以后,焦炭本身所含碳会与焦炭灰分中 SiO<sub>2</sub> 等发生还原反应,还原出 [SiO] 气体在高温下散逸,会进一步降低焦炭孔壁强度,使焦炭更易在物理摩擦和碰撞中碎化;随着焦炭灰分增加,1500℃ 高温条件下焦炭灰分和碳的反应量越大,焦炭的劣化加剧。焦炭灰分与高温强度有较强的相关性。

#### 3.5 修订炼焦煤合同标准,降低焦炭灰分

为降低炼焦煤灰分,对所用炼焦煤矿点进行梳理,对产地质量情况摸底,对灰分有降低空间的 3 个煤种 6 个矿点的资源重新修订灰分合同标准,达到降低焦炭灰分目的。

#### 3.6 开发应用低灰进口煤新资源,降低焦炭灰分

为进一步降低焦炭灰分,对低灰澳洲进口煤进行性能研究。该资源灰分小于 8.50%,硫份小于 0.50%,配用后可以起到降低焦炭灰分、硫分作用。单种煤结焦性 M40: 78.0% 较差,但 1500℃ 高达 56.08%。因此,进行配加进口煤,降低焦炭灰分,提高高温强度生产实践。

通过多次优化各矿点配入比例,确定进口煤极限配比,澳洲进口煤配入比例控制在 6% 之内,焦炭冷、热强度全部满足要求。

#### 3.7 注重样品代表性

##### 3.7.1 规范进行采样

煤炭的采样有手工采样、机械化采样、智能移动采样等不同方式,理论依据是中心极限定理,用到的统计方法有参数检验、离群值检验等,煤炭采样应按照 GB/T19494、GB475 或合同规定的其他方式(如 ISO、ASTM、BS、JIS 等标准)进行。由于煤炭成分及分布的不均匀性,需要考虑煤炭的初级子样方差、采样单元、每个采样单元的子样数目、采样质量间隔、标称最大粒度对应的样品质量等因素,合理制订采样方案,并按照采样方案进行实施。手工采样工具有采样斗、采样铲、探管、手工旋转钻、人工切割斗等,机械采样工具有头部采样器、中部采样器等方式,智能移动采样有半移动及独立行走移动等方式,所有采样工具使用前均需要进行偏倚实验,达到使用要求后方可使用。

##### 3.7.2 规范进行制样

制样的主要依据有 GB474、GB/T19494、ISO13909 等,缩分也分为人工缩分和机械缩分,人工缩分的主要方法有堆锥四分法、二分器法、棋盘法、条带截取法等,当样品水分较高,不能顺利通过缩分器时,应考虑缩分前进行预干燥,预干燥是将煤炭样品铺成均匀的薄层,放在通风良好的空间,利用环境温度或借助通风设备降低水分含量。

##### 3.7.3 规范进行化验

称量煤样前应将样品充分摇匀,注意样品不要撒漏,如有撒漏应遗弃,不能再放回煤样瓶,称量样品时,天平应置于水平状态,避免阳光直射,读取测量数据时,天平的门应处于关闭状态。炉子的起始温度为当起始温度为 920℃ 左右时,放入坩埚架和坩埚,关闭炉门后准确加热 7min,放入坩埚架和坩埚 3min 之内恢复到 900℃ ± 10℃ 并一直保持在该温度区间。从马弗炉中取出坩埚放在空气中冷却 5min 左右,移入干燥器中冷却到室温,约 20min 后开始称量。化验后,挥发分逸出的残留焦渣分为粉末、黏着、弱黏着、不熔融黏结、不膨胀黏结、微膨胀黏结等,焦渣代表煤炭骤热下黏结结焦性能,可以初步判断出不同煤种的黏结性。

#### 参考文献:

- [1] 纪同森,刘成雷,许明,马纯迎.炼焦煤质量量化评价方法的研究与应用[J].山东冶金,2020,42(06):39-40+43.
- [2] 张晓林.炼焦煤流变性的工业分析方法[J].燃料与化工,2020,51(06):62.
- [3] 李伟.炼焦工艺及用煤技术发展分析[J].生物化工,2020,6(03):151-153.