

# The relationship between coal genesis, metamorphic degree and adhesion and the maximum thickness of gel layer

Huijuan Sun

Shanxi Geological Group Testing Technology Co., Ltd., Linfen, Shanxi, 030000, China

## Abstract

The origin and degree of coalification are key factors influencing its caking properties and the maximum thickness of the plastic layer. From an origin perspective, different plants, sedimentary environments, and coalification processes result in variations in the chemical composition and microstructure of the original coal. These variations affect the coal's ability to form a plastic body during pyrolysis, ultimately impacting its caking properties and the maximum thickness of the plastic layer. Regarding the degree of coalification, as the coalification process deepens, the molecular structure of coal becomes increasingly dense and aromatic, leading to regular changes in its caking properties and the maximum thickness of the plastic layer. Coal with low coalification, due to its rich content of oxygen-containing functional groups and side chains, tends to decompose easily during pyrolysis, producing more volatile matter. However, this results in less stable plastic bodies, weaker caking properties, and a smaller maximum thickness of the plastic layer. In contrast, coal with moderate coalification can form a large number of stable plastic bodies during pyrolysis, resulting in stronger caking properties and a larger maximum thickness of the plastic layer.

## Keywords

strength index; component balance index; bonding index; maximum thickness of adhesive layer; coke performance

## 煤成因及变质程度与黏结性、胶质层最大厚度相互关系

孙慧娟

山西地质集团检测技术有限公司, 中国·山西临汾 030000

## 摘要

煤的成因与变质程度是影响其黏结性和胶质层最大厚度的关键因素。从成因角度来看,不同的成煤植物、沉积环境及成煤过程,使得原始煤质在化学组成和显微结构上存在差异,进而影响其在热解过程中形成胶质体的能力,最终反映在黏结性和胶质层最大厚度上。在变质程度方面,随着煤化作用的加深,煤的分子结构逐渐致密化、芳香化,其黏结性和胶质层最大厚度呈现出规律性变化。低变质程度的煤,由于化学结构中富含较多的含氧官能团和侧链,热解时易分解产生较多的挥发分,但胶质体的稳定性较差,黏结性较弱,胶质层最大厚度较小;而中等变质程度的煤,在热解过程中能够形成大量稳定的胶质体,黏结性较强,胶质层最大厚度较大。

## 关键词

强度指数;组分平衡指数;黏结指数;胶质层最大厚度;焦炭性能

## 1 引言

煤的黏结性是指煤在马弗炉隔绝空气( $850 \pm 10^\circ\text{C}$ )加热过程中,通过与专业无烟煤熔融形成胶质体,相互黏结,成胶质体的状态后,耐磨指数的高低衡量黏结性的高低,是衡量焦煤的重要指标之一。以下是煤的黏结性的几个关键影响因素。

## 2 煤质

中等煤化度的煤(如肥煤、焦煤)在干馏时能产生数量多、流动性较好且稳定的黏稠状胶质体,因此黏结性好。

【作者简介】孙慧娟(1987-),女,本科,工程师,从事工业分析与检验研究。

煤化度较低或较高的煤,胶质体不稳定易分解,数量较少,流动性较差,因此黏结性较差。

## 3 矿物质含量

煤中矿物质属于惰性物质,它不仅不能产生胶质体,而且需要胶质体来黏结它。因此,煤中矿物质含量越高(即灰分越大),对黏结越不利。

## 4 添加剂

在煤中加入一些人造黏结剂如沥青类物质,可提高黏结性。相反,加入一些惰性物质如焦粉、无烟煤粉等,将使黏结性降低。

## 5 加热速度

提高加热速度,可使软化、固化温度均提高,且固化

温度提高幅度较大,使得塑性温度间隔加大,可提高黏结性。

## 6 煤的粒度大小

煤的颗粒度过大,煤炭粒度缝隙过大,胶质体空间增大,矿物质气孔多挥发物缓慢,黏结不稳定。煤的颗粒度过小,煤炭粒度缝隙过小,胶质体空间密实,相对同一状态黏结性偏高。做粘结实验时,煤样粒度有严格要求,实验样品应按照 GB474 规定破碎缩分制备成粒度小于 0.2mm 的分析实验样,其中粒度为 0.1~0.2mm 的煤样比例应在 20%~35% 之间。煤样 0.1~0.2mm 的粒级占比小于 20%,煤样粒度偏细,数据表明黏结指数偏高,偏的高低取决于煤种,肥煤、主焦煤影响不大,瘦煤、褐煤、长焰煤影响大;煤样 0.1~0.2mm 的粒级占比大于 35%,煤样粒度偏粗,数据表明黏结指数偏低的高低取决于煤种,肥煤、主焦煤影响不大,瘦煤、褐煤、长焰煤影响大。

## 7 堆密度

装煤堆密度加大,颗粒间隙减小,胶质体易充满颗粒间隙,同时膨胀压力加大,使颗粒更加靠近,有利于黏结。

煤炭在隔绝空气的条件下加热,成为半焦的过程,属于煤的热解过程。热解形成胶质体的厚度大小高低展开。煤的黏结性的指标相关联的指标有黏结指数、胶质层厚度、b 值奥阿膨胀度、基氏流动度、自由膨胀序数,这些指标都可以指导配煤炼焦。

## 8 镜质组反射率

煤岩显微组分和宏观成分对粘性的影响不同。煤岩的宏观成分包括镜煤、丝炭、亮煤、暗煤,显微组分有壳质组、镜质组、惰质组。镜质组含量的高低和性质对黏结性影响大,作为中等煤化程度的镜质组,其黏结性最强。惰质组一般没有黏结性,惰质组含量高会降低黏结性。壳质组影响因煤炭成因年久程度不同而异,低煤化程度可能有一定黏结性,高煤化程度影响较小。镜质组反射率的主要显微组分(占 50%~90%),其结构中含有大量含氧官能团和脂肪侧链,热解时易生成胶质体,黏结性较好。例如,气煤、肥煤等烟煤中镜质组含量高,黏结指数(G 值)可达 50~100。惰质组抑制作用:若惰质组(丝质组等)含量过高(> 30%),会吸附胶质体,降低黏结性。

## 9 焦炭性能、黏结性与煤岩的间接相关关系

焦炭性能通常包括机械强度(抗碎强度 M40、耐磨强度 M10)、热反应性、反应后强度、热稳定性以及化学性质。

根据煤化过程镜质组反射率图形来看,镜质体焦煤含量在 50%,黏结指数(G 值)在 60 左右,胶质体最大厚度(Y 值 mm)在 10mm 左右,焦炭性能预期 M40=80%,CSR=55%;镜质体焦煤含量在 55%~65%,黏结指数(G

值)在 75 左右,胶质体最大厚度(Y 值 mm)在 13mm 左右,焦炭性能预期 M40=88%,CSR=62%;镜质体焦煤含量在 65%~75%,黏结指数(G 值)在 75-85 左右,胶质体最大厚度(Y 值 mm)在 14~20mm 左右,焦炭性能预期 M40=92%,CSR=65%;镜质体焦煤含量在 75%~85%,黏结指数(G 值)在 85-93 左右,胶质体最大厚度(Y 值 mm)在 20-25mm 左右,焦炭性能预期 M40=90%,CSR=65% 左右。

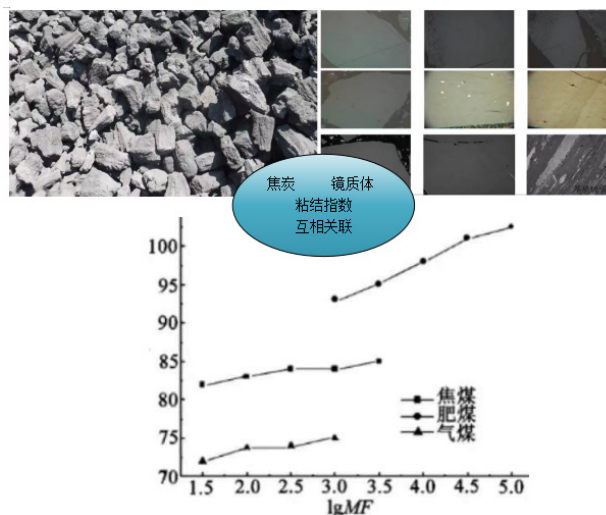


图 1 焦炭性能、黏结性与煤岩的间接相关关系图

干燥无灰基挥发分与镜质体最大反射率呈密切相关,镜质体含量对焦炭性能的影响;干燥无灰基挥发分较低的煤,如无烟煤,其挥发分含量少,加热过程中没有胶质体,黏结性能差或者粘为 0;干燥无灰基挥发分一般在 20%~28% 为焦煤,这个阶段挥发分性好和较好的黏结性,在加热时能形成较好的胶质体;干燥无灰基挥发分在 10%~37% 为肥煤,其挥发分较高,加热时胶质体较厚,炼焦焦炭熔融较;干燥无灰基挥发分大于 37% 为气煤,挥发分特别高,胶质体热稳定性差,气孔气泡大,独立炼焦时能形成焦炭,焦炭裂纹多,焦炭脆、焦块大细长而易碎、焦块气孔大。

## 10 结语

煤的成因与黏结性:煤是由古代动物遗体、植物残骸堆积阶段经过漫长的地质作用和复杂的物理化学变化形成的固体可燃矿产,其形成过程可分为以下阶段:(褐煤→烟煤→无烟煤)煤按成因可分为腐植煤、腐泥煤和腐植腐泥煤等。原始植物类型决定基础黏性潜力不同成因的煤,其原始物质和形成环境不同,会影响煤的化学组成和结构,进而影响黏结性。低变质褐煤:挥发分虽高,但含氧量高,热解时易生成大量气体,胶质体少且易分解,黏结性差。在地壳运动影响下,褐煤随岩层埋深加大,受更高温度(可达 200℃ 以上)和压力作用,发生煤化作用:烟煤:碳含量进一步增加(75%~90%),挥发分减少,光泽增强,根据变质程度

可分为长焰煤、气煤、肥煤、焦煤、瘦煤等，(如肥煤、焦煤)黏结性最强：此时煤中有机质分解产生的胶质体数量适中、黏度适宜。无烟煤：最高变质阶段，碳含量超过 90%，挥发分极低，结构致密，光泽强，硬度大，热值高，热解时几乎不产生胶质体，无黏结性。一般来说，腐植煤中镜质组含量较高，若其他条件相同，其黏结性相对较好，因为镜质组是煤中对黏结性贡献较大的组分。而腐泥煤的组成与腐植煤有较大差异，其黏结性通常较差，与煤的成因及化学组成密切相关。煤的成因决定了煤中化学组成和煤的结构，而黏结性则是煤化过程中有机质热解特性的宏观表现。两者有相互关联，有助科学地评价煤炭资源的工业价值(如炼焦、动力用煤等)，并为煤炭的高效开发利用提供理论依据。

煤的变质程度与黏结性：煤的变质程度通常用镜质组反射率来判断。随着变质程度的增加，煤的黏结性会发生变化。一般低变质程度的煤，如褐煤，黏结性较弱或基本无黏结性。当煤变质到烟煤阶段，尤其是气煤、肥煤等，黏结性逐渐增强，其中肥煤的黏结性通常较好。这是因为在这个阶段，煤在加热过程中会产生较多的胶质体，胶质体的数量和流动性体现了煤的黏结性。而当变质程度进一步加深，到瘦煤、焦煤阶段，黏结性又会逐渐降低，无烟煤则基本无黏结性，因为过度变质使煤中有机质结构更加致密，受热不易产生大量胶质体。

镜质组反射率影响黏结性的主要因素：镜质组(植物

木质纤维组织变质产物)是主要黏结成分，含量越高，黏结性越好。惰质组(如丝炭，氧化或炭化的植物组织)难软化，含量过高会降低黏结性。

此外，煤的黏结性通常是指煤在干馏过程中，由于煤中有机质分解熔融而使煤粒能够相互黏结成块的性能，黏结性是配煤炼焦的核心依据，需将高黏结性煤(如焦煤)与低黏结性煤(如气煤)按比例混合，确保焦炭强度。常用胶质层最大厚度 Y 值与黏结指数 G 值来衡量，这两个值越大，说明煤的黏结性越好，它是评价烟煤能否用于炼焦的主要依据。

### 参考文献

- [1] 刘虎才,蒋建伟,郭运山,等.单种强黏结性肥煤的配煤实验及黏结指数变化分析[J].煤化工,2014,42(4):67-69.
- [2] 赵俊国,张波,王金响.不同变质程度煤中活性物黏结能力的表征指标及效果验证[J].煤质技术,2011(5):1-5.
- [3] 谢海深,宋香品,徐贺明.炼焦煤黏结性指标相关性研究[J].煤化工,2004,32(6):35-36.
- [4] 张颀.不同变质程度炼焦煤配入神府煤黏结性变化规律研究[J].煤质技术,2013(3):8-11.
- [5] 陈红军.焦炭质量预测与优化配比算法的研究[D].辽宁科技大学硕士论文,2008-03-03.
- [6] 李东,张学梅,郝静远,等.煤成因及变质程度与黏结性相互关系初探[J].煤质技术,2018-05-15.