

焦煤配煤挥发分与黏结指数的相互关系

王永伟, 赵雪卿

(吕梁学院 化学化工系, 山西 吕梁 033001)

摘要:为研究焦煤配煤的挥发分和黏结指数之间的相互关系,以强黏结性的焦煤与 2 种弱黏结性煤(贫瘦煤和弱黏煤)为试验煤样进行配煤试验,通过测定配煤的挥发分和黏结指数研究配煤的黏结指数和挥发分之间的关系。结果表明:当焦煤中配入贫瘦煤或弱黏煤时,配煤的黏结指数随焦煤配煤比的增大而呈弓形增大;焦煤配入贫瘦煤和弱黏煤制备的配煤挥发分的变化规律不同,呈相反变化趋势,焦煤和贫瘦煤配煤的挥发分随焦煤配煤比的增大呈线性增大,焦煤和弱黏煤配煤的挥发分则随着焦煤配煤比的增大总体呈下降趋势;焦煤中配入贫瘦煤时,配煤的黏结指数随配煤挥发分的增大呈非线性增加,当向焦煤中配入弱黏煤时,随配煤挥发分增加,配煤的黏结指数总体呈下降趋势。因此,采用焦煤与弱黏结性煤进行配煤时,配煤的黏结指数与配煤的挥发分之间存在相互关联性,但二者之间的关系与弱黏结性煤的煤质结构有关。

关键词:焦煤;贫瘦煤;弱黏煤;配煤;挥发分;黏结指数

中图分类号:TQ53

文献标志码:A

文章编号:1006-6772(2023)S2-0118-04

Relation between volatiles yield and caking index of blending coal from coking coal

WANG Yongwei, ZHAO Xueqing

(Department of Chemistry and Chemical Engineering, Lyuliang University, Lyuliang 033001, China)

Abstract: To research the relation between volatiles yield and caking index of blending coal from coking coal, a coking coal with strong caking properties and two coals (a meager lean coal and a weakly caking coal) with poor caking properties were selected as the experimental samples to conduct the blending coal experiment. The relation between volatiles yield and caking index of blending coal has been studied through the determination of volatiles yield and caking index of different blending coals. The results show that the caking index of the blending coal increases with the increment of the blending ratio of coking coal and the curves of the caking index against the blending ratio of coking coal take on an arcuate shape. The trends of volatiles yield of the two types of blending coal from the coking coal blended with the meager lean coal or the weakly caking coal are different, and both of the changing trends of volatiles yield from the two types of blending coal are opposite. The volatiles yield of the blending coal obtained from the coking coal and the meager lean coal increases linearly with the increment of the blending ratio of coking coal. On the contrary, the changing tendency of the volatiles yield of the blending coal obtained from the coking coal and the weakly caking coal overall decreases with the increment of the blending ratio of coking coal. When the meager lean coal is mixed with the coking coal, the caking index of the blending coal nonlinearly increases with the increment of the volatiles yield of the blending coal. Whereas the caking index of the blending coal overall falls with the increment of the volatiles yield of the blending coal obtained from the weakly caking coal and the coking coal. Consequently, when the coking coal is blended with the poorly caking coal, the caking index of the blending coal is related to the volatiles yield of the blending coal, and the relation between the caking index and the volatiles yield depends on the structure and the coal quality of the coal with poor caking properties.

Key words: coking coal; meager lean coal; weakly caking coal; blending coal; volatiles; caking index

0 引言

我国拥有丰富的煤炭资源,但优质炼焦煤资源

较少,仅占煤炭资源总储量的 20%左右。随着优质炼焦煤资源储量的日益减少,炼焦配煤技术受到焦化行业的高度重视^[1-2]。炼焦配煤技术是以煤化

收稿日期:2022-10-25;责任编辑:白娅娜 DOI:10.13226/j.issn.1006-6772.22102503

基金项目:吕梁市引进高层次科技人才计划专项资助项目(2021RC-2-29)

作者简介:王永伟(1977—),男,河南洛阳人,副教授,博士。E-mail:wgreat@126.com

引用格式:王永伟,赵雪卿.焦煤配煤挥发分与黏结指数的相互关系[J].洁净煤技术,2023,29(S2):118-121.

WANG Yongwei, ZHAO Xueqing. Relation between volatiles yield and caking index of blending coal from coking coal[J]. Clean Coal Technology, 2023, 29(S2): 118-121.

学指标为理论基础,在众多煤化学指标中,黏结指数和挥发分是影响煤炭黏结性和结焦性的重要指标^[3]。黏结性是煤在隔绝空气条件下加热时,形成具有可塑性的胶质体,黏结本身或外加惰性物质的能力。煤黏结性对焦炭块度和强度具有重要影响,炼焦烟煤黏结性通常采用黏结指数和罗加指数进行表征,我国普遍采用黏结指数作为测定烟煤黏结性的指标^[4]。王成勇等^[5]采用非线性回归分析方法建立了基于煤岩配煤的黏结指数预测模型,并对肥煤配煤的黏结指数进行良好预测。黏结指数反映了煤中可溶性组分含量,2种单煤种配煤时,所得配煤黏结指数与单煤种黏结指数之间存在3种关系,即直线型、弓型和S型。许明等^[6]通过单煤种配煤试验验证了配煤和单煤种的黏结指数之间的关系。刘虎才等^[7]通过单种强黏结性肥煤的配煤试验研究了配煤黏结指数变化,发现肥煤中配入5%半焦时,所得配煤的黏结指数高于肥煤,表明配煤黏结指数并未遵循低于单种煤的最高黏结指数的一般规律。曹志等^[8]以焦煤和肥煤为基础煤样,研究了配入少量弱黏性煤对焦煤和肥煤工艺性质的影响,发现弱黏煤添加量小于5%时,配煤黏结指数变化不大。煤的挥发分是衡量煤炭变质程度的重要指标,挥发分不仅对煤的结构有重要影响,而且对煤焦化过程的中间过渡产物胶质体也有重要影响,从而影响焦炭质量^[9]。蒋松^[10]采用低挥发分的高阶山西无烟煤和高挥发分的低阶张集气煤为原料,研究了配煤挥发分的释放特性,发现配煤的挥发分与掺配单煤种的挥发分之间具有较好的线性关系。戴才胜等^[11]研究了动力配煤过程中挥发分的变化规律,发现配煤过程中挥发分为非线性可加。煤的黏结性和挥发分都与焦炭生成过程中产生的中间过渡产物——胶质体有关,煤黏结性与挥发分之间存在相互关联,虽然部分学者研究了煤变质程度与黏结性之间的相互关系^[12]及炼焦煤黏结性指标之间的关系^[13],但关于配煤的挥发分和黏结指数之间的相互关系却鲜有报道,因此,研究炼焦配煤的挥发分与黏结指数之间相互关系具有重要意义。

笔者通过强黏结性的炼焦烟煤和弱黏结煤配煤试验,研究配煤的挥发分和黏结指数之间的相互关系,以为配煤炼焦提供理论指导。

1 试验

1.1 煤样制备

1.1.1 试验原料

选取3种山西煤作为试验煤样,3种煤样分别

为焦煤、贫瘦煤和弱黏煤。

1.1.2 煤样制备

参考文献[14]处理煤样,煤样破碎、混合,研磨成粒度 ≤ 0.2 mm,对磨好煤样进行筛分,其中粒度0.1~0.2 mm煤粒占全部煤样的20%~35%,将煤样置于密封容器中,存放时间不超过7 d。

1.2 试验方法

按照GB/T 212—2008《煤的工业分析方法》测定焦煤、贫瘦煤和弱黏煤3种煤样的挥发分。根据GB/T 5447—2014《烟煤黏结指数测定方法》,采用转鼓试验测定煤样黏结指数。具体试验方法如下:①称取5 g专用无烟煤,再称取1 g试验煤样,放入坩埚中,采用搅拌丝将坩埚内混合煤样搅拌2 min,将坩埚壁上黏附的煤刮下,用搅拌丝将混合煤样铺平,使坩埚中的煤样略低于坩埚上边缘1~2 mm。将坩埚置于压力器中加压30 s,加压结束后,盖上坩埚盖子,置于坩埚架上。②将坩埚放入预先升温至850 ℃马沸炉中,开始计时,15 min后取出坩埚,冷却至室温。③从坩埚中取出压块,称量焦渣总质量。将其放入转鼓内,进行第1次转鼓试验,将第1次转鼓试验结束后的焦块采用1 mm圆孔筛筛分,称量筛上部分质量;进行第2次转鼓试验,重复筛分、称量操作。每次转鼓试验转速均为50 r/min。每个试样进行2次测定,使误差小于GB/T 5447—2014《烟煤黏结指数测定方法》规定的允许误差。

2 结果与讨论

为研究配煤过程中配煤的黏结指数和挥发分的相互关系,采用强黏结性的焦煤与2种弱黏结性煤进行配煤试验,强黏结性煤为焦煤,2种弱黏结性煤分别为贫瘦煤和弱黏煤。

2.1 配煤比对配煤黏结指数的影响

将焦煤和2种弱黏结性煤分别按照不同比例配煤,配煤的黏结指数随焦煤配比的变化如图1所示。由图1可知,焦煤的黏结指数G值大于贫瘦煤和弱黏煤。随焦煤配煤比增大,2种配煤的黏结指数G值逐步增大,但2种配煤黏结指数的变化规律不同,焦煤和贫瘦煤的配煤黏结指数G值的增加速度大于焦煤和弱黏煤配煤黏结指数的增加速度,这表明贫瘦煤和弱黏煤中有机质活性组分对焦煤中有机质活性组分的影响程度不一致,从而导致焦煤与这2种弱黏结煤制备的配煤的黏结指数随配煤比的变化规律不同。当焦煤中配入贫瘦煤时,配煤的黏结指数G值随焦煤配比的增大快速增加,但不是线性增加,而呈弓形增加,这与文献报道的单种煤配煤时黏

结指数随配煤比的变化规律一致^[6]。当焦煤配煤比小于 50% 时,配煤的黏结指数 G 值增加速度较快,当焦煤配煤比大于 50% 时,配煤的黏结指数 G 值增速变缓。当焦煤占比小于 50% 时,配煤中贫瘦煤占比较大,配煤中有机质惰性组分含量较多,随强黏结性焦煤配比增加,焦煤受热后产生的胶质体对配煤的黏结指数有显著影响,从而导致配煤的黏结指数增速较快。当焦煤配比大于 50% 时,配煤中以焦煤为主,焦煤受热产生胶质体的强黏结作用占主导作用,随贫瘦煤占比减少,配煤中有机质惰性组分变少,有机质惰性组分对配煤黏结指数的影响较小,从而造成配煤的黏结指数增速变缓。

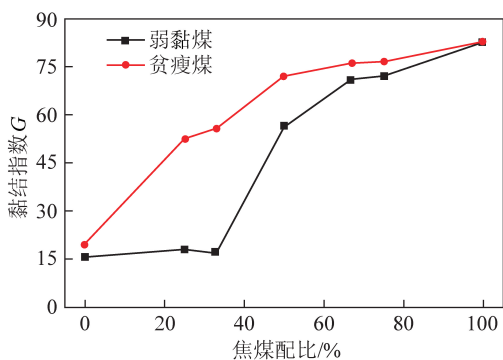


图 1 焦煤配煤比对配煤黏结指数的影响

采用焦煤与弱黏煤进行配煤时,配煤的黏结指数随焦煤配煤比的变化如图 1 所示。焦煤的黏结指数 G 值为 83,弱黏煤的黏结指数仅为 15.88。当焦煤中配入弱黏煤时,配煤的黏结指数随配煤比的变化规律与焦煤中配入贫瘦煤制成的配煤黏结指数的变化规律不同。焦煤中配入弱黏煤后,配煤的黏结指数 G 值随着焦煤配煤比的增大逐步增大,当焦煤的配煤比小于 33% 时,配煤的黏结指数 G 值变化不大,但当焦煤的配煤占比大于 33% 时,配煤的黏结指数 G 值快速增加,黏结指数 G 值不是线性变化,而呈弓形变化,与配入贫瘦煤制成的配煤黏结指数随焦煤配煤比的变化趋势相似。

当焦煤和贫瘦煤或弱黏煤进行配煤时,2 种配煤的黏结指数都随着焦煤配煤比的增大而增大,均呈弓形变化。

2.2 配煤比对配煤挥发分的影响

焦煤和 2 种弱黏结性煤配煤的挥发分随配煤比的变化如图 2 所示。可知焦煤、贫瘦煤和弱黏煤的 V_{ad} (空气干燥基挥发分) 分别为 19.57%、16.87%、23.17%,弱黏煤的挥发分最高,焦煤和贫瘦煤的挥发分相差不大。当焦煤中配入贫瘦煤时,配煤的挥发分随焦煤配煤比的增大而增大,配煤的挥发分基

本呈线性增加。与焦煤中配入贫瘦煤制备的配煤挥发分随焦煤配煤比的变化规律相反,焦煤中配入弱黏煤后,配煤的挥发分随焦煤配煤比的增大呈非线性变化,当焦煤配煤比小于 50% 时,配煤挥发分基本呈线性减小,焦煤配煤比从 50% 增至 67% 时,配煤的挥发分反而略增大,这可能是由于 2 种煤中的有机质在热解时发生二次反应造成。当焦煤配煤比大于 67% 时,配煤挥发分也随着焦煤配煤比的增大呈线性减小。当 2 种弱黏结性煤与焦煤进行配煤时,随焦煤配煤比的增大,配煤的挥发分变化规律不同,呈相反变化趋势,配入贫瘦煤时,配煤挥发分呈线性增大,配入弱黏煤时,配煤的挥发分总体呈下降趋势,这可能是由于 2 种弱黏性煤中有机质的结构不同,因而造成二者对焦煤有机质中活性成分在受热过程中的影响不同。

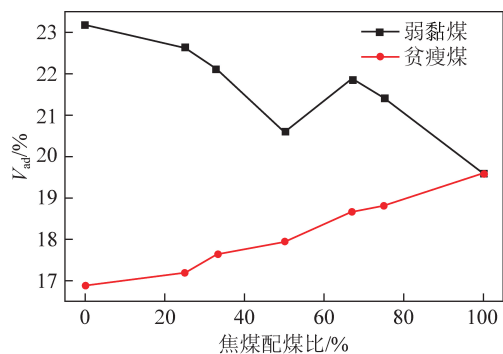


图 2 焦煤配煤比对配煤挥发分的影响

2.3 配煤黏结指数和挥发分的关系

为研究配煤过程中配煤的挥发分和黏结指数之间的相互关系,分别以焦煤与 2 种弱黏结性煤制备的配煤为研究对象,以配煤的 V_{ad} 为横坐标,以配煤黏结指数 G 值作为纵坐标,考察配煤的黏结指数随配煤挥发分的变化规律,如图 3 所示。当采用焦煤和贫瘦煤进行配煤时,配煤的黏结指数随配煤挥发分的增大而增大,配煤黏结指数随配煤挥发分的增大呈非线性增加,当焦煤配煤比小于 25% 时,配煤的黏结指数随配煤挥发分的增加快速增大,但焦煤配煤比大于 25% 时,随配煤挥发分增加,配煤黏结指数增速变缓。向焦煤中配入弱黏煤时,随配煤挥发分的增加,配煤的黏结指数总体下降,焦煤配煤比小于 33% 时,随配煤挥发分增大,配煤的黏结指数基本呈线性减小,焦煤配煤比从 33% 增至 50% 时,配煤的黏结指数随配煤挥发分的增大而增大,但焦煤配煤比大于 50% 时,随配煤挥发分增大,配煤的黏结指数 G 值逐渐减小,当焦煤配煤比 > 67% 时,配煤的黏结指数 G 值减小速度变缓。因此,采用 2 种不同的弱黏结性煤和焦煤进行配煤时,配煤的黏

结指数与配煤的挥发分之间存在关联性,这与文献[15-16]报道的配煤黏结性指标之间的相关性一致。但由于2种弱黏性煤的煤质结构不同,导致2种配煤的黏结指数随配煤挥发分的增加呈现不同的变化规律。

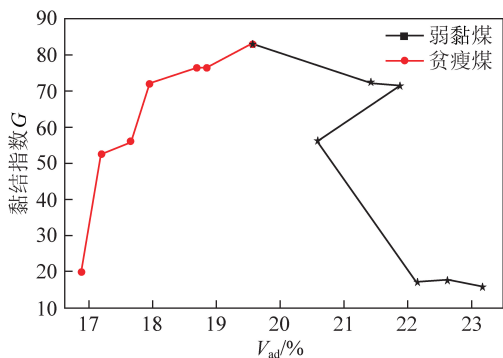


图3 焦煤配煤的黏结指数与挥发分的关系

3 结 论

1) 焦煤中配入贫瘦煤或弱黏煤时,配煤的黏结指数均随焦煤配煤比的增大而增大,均呈弓形变化。

2) 向焦煤中配入弱黏结性的贫瘦煤或弱黏煤时,随焦煤配煤比增大,配煤挥发分变化规律呈相反趋势。焦煤和贫瘦煤配煤的挥发分随焦煤配煤比的增大呈线性增大,焦煤和弱黏煤配煤的挥发分随焦煤配煤比的增大总体呈下降趋势。

3) 采用弱黏结性的贫瘦煤或弱黏煤与焦煤进行配煤时,配煤的黏结指数与配煤的挥发分之间存在相互关联性。焦煤中配入贫瘦煤时,配煤的黏结指数随配煤挥发分的增大呈非线性增加。向焦煤中配入弱黏煤时,随配煤挥发分增加,配煤的黏结指数总体呈下降趋势。

参考文献:

- [1] 孔卉茹,张媛媛,李永茂,等.低热值煤电厂配煤技术研究进展[J]. 洁净煤技术, 2016, 22(6):1-9.
- [2] 孟晓辉,颜丙才,薛垂峰,等.焦化配煤技术研究进展[J]. 山东化工, 2020, 49(22):53-54.
- [3] 赵悦,王杰平,季斌,等.煤岩配煤技术研究进展[J]. 洁净煤技术, 2015, 21(6):22-25.
- [4] 朱银惠,王中慧.煤化学[M]. 北京:化学工业出版社, 2013: 117.
- [5] 王成勇,门东坡,陈鹏,等.基于煤岩学的黏结指数非线性预测模型[J]. 钢铁, 2019, 54(9):22-26.
- [6] 许明,张伟.单煤种配合时黏结指数可加性探析[J]. 煤质技术, 2012(2):12-13.
- [7] 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(4):67-69.
- [8] 曹志,徐靖,马文娜,等.不同配比弱黏结性煤参与配煤炼焦的研究[J]. 安徽工业大学学报(自然科学版), 2022, 39(2): 172-179.
- [9] 彭军山,闫立强,谢全安,等.煤质及灰成分对焦炭质量相关预测的研究[J]. 燃料与化工, 2019, 50(1):14-16.
- [10] 蒋松.配煤的挥发分释放特性研究[J]. 煤, 2014, 23(12):7-10.
- [11] 戴才胜,单忠健,朱彤云,等.动力配煤中煤的挥发分的线性可加性研究[J]. 选煤技术, 2000(3):17-19.
- [12] 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(3):16-20.
- [13] 王晓磊.炼焦煤黏结性指标间关系综述[J]. 煤质技术, 2017(S1):26-28.
- [14] 刘敏,刘志鹏.影响烟煤黏结指数准确性的因素研究[J]. 洁净煤技术, 2014, 20(2):17-20.
- [15] 李东涛,刘洋,赵鹏,等.配用弱黏结煤对配煤指标的影响研究[J]. 煤化工, 2019, 47(1):52-55.
- [16] CHEN P. Significance and application of the caking index of coal—ten years' review[J]. Fuel Processing Technology, 1989, 21(2): 99-115.