

有机煤岩显微组分分布赋存及解离规律研究

李 媛

(开滦集团有限责任公司 质量检测中心,河北 唐山 063000)

摘要:为研究煤岩显微组分的分布赋存及解离规律,以开滦矿区钱家营矿有代表性浮物为研究对象,对不同破碎程度下的煤样进行筛分、浮沉试验,研究不同粒级、密度级产品中煤岩组分含量。结果表明,随着产品粒级的增加,镜质组含量降低,惰质组含量升高,壳质组无明显变化。 >25 mm 产品镜质组含量最低为 59.81%, $3\sim 0.5$ mm 产品中镜质组含量最高为 72.99%; >25 mm 产品惰质组含量最高为 35.05%, $3\sim 0.5$ mm 产品惰质组含量最低为 23.30%。随着解离程度的增加,产品镜质组含量逐渐升高。与破碎至 <50 mm 产品镜质组相比,破碎至 <3 mm 时,镜质组含量由 72.99% 增至 78.01%,镜质组回收率变化不大;破碎至 <0.5 mm 时,镜质组含量增至 74.95%,产品产率由 28.36% 增至 55.19%,镜质组回收率由 31.42% 增至 62.35%。 <1.30 g/cm³ 密度级产品镜质组含量变化不大,为 86.02%~95.75%,镜质组回收率由 <50 mm 的 8.05% 增至 34.68%~38.39%。

关键词:煤岩显微组分;解离;分布规律;浮沉试验

中图分类号:P618.11

文献标志码:A

文章编号:1006-6772(2015)03-0021-04

Distribution occurrence and dissociation law of organic anthracology maceral

LI Yuan

(Quality Detection Center, Kailuan Group Co., Ltd., Tangshan 063000, China)

Abstract:To investigate the distribution occurrence and dissociation law of organic anthracology maceral, taking a kind of representative floats from Qianjiaying coal mine as research object, the screen analysis and float-and-sink analysis were conducted on the coal samples which had different degree of crushing. The anthracology contents in coal samples were investigated. The results showed that, with the increase of products size, vitrinite content decreased, inertinite content rose, exinite content had no obvious change. The lowest vitrinite content and the highest inertinite content in $+25$ mm products were 59.81% and 35.05%, while the highest vitrinite content and the lowest inertinite content in 3 mm to 0.5 mm product were 72.99% and 23.30%. With the increase of dissociation degree, vitrinite content increased gradually. Compared with the vitrinite content in -50 mm products, the vitrinite content in -3 mm products increased from 72.99% to 78.01%. The recovery of vitrinite had little change. The vitrinite content in -0.5 mm products was 74.95%, the products yield increased from 28.36% to 55.19%, the recovery of vitrinite increased from 31.42% to 62.35%. The vitrinite content in -1.30 g/cm³ products ranged from 86.02% to 95.75%, the recovery of vitrinite in -50 mm increased from 8.05% to the range of 34.68% to 38.39%.

Key words: anthracology maceral; dissociation; distribution law; float-and-sink analysis

0 引 言

煤是由组成和性质各异的有机显微组分和少量无机矿物组成的复杂化合物组成,其中有机组分包括镜质组、惰质组和壳质组。通常来说,煤中

镜质组含量最高,达 40%~80%;惰质组其次,为 30%~50%,壳质组含量最低,一般在 10% 以下^[1-4]。不同煤岩组分具有不同性质,因此分选和富集各煤岩组分进行分别利用,对提高资源的利用效率意义重大^[5-6]。不同煤岩显微组分在色泽、

收稿日期:2014-06-27;责任编辑:白娅娜 DOI:10.13226/j.issn.1006-6772.2015.03.006

作者简介:李媛(1978—),女,河北唐山人,煤质化验技师,从事煤质化验工作。E-mail:chenwei@kailuan.com.cn

引用格式:李媛.有机煤岩显微组分分布赋存及解离规律研究[J].洁净煤技术,2015,21(3):21-24.

LI Yuan. Distribution occurrence and dissociation law of organic anthracology maceral[J]. Clean Coal Technology, 2015, 21(3): 21-24.

密度、表面性质、磁性、介电性等方面具有一定差异,国内外学者对煤岩组分分选进行研究。1957年 Domrans 提出了重液法分离煤岩显微组分,在此基础上, Dyrkacz 等^[7-10]提出等密度梯度分离技术,并对煤岩显微组分进行分离,各单组分含量达95%以上;陈鹏^[1]、杜铭华等^[11]通过等密度梯度分离技术,实现了我国煤岩显微组分高纯度分离;基于煤岩显微组分表面性质的差异,舒新前等^[12]通过浮选法对神东煤岩显微组分进行分选,获得产品中镜质组含量大于80%,但产品产率较低。了解煤岩组分在不同粒度、密度级中的分布规律是煤岩显微组分分离的重要前提,笔者以开滦矿区钱家营矿浮物($<1.40 \text{ g/cm}^3$ 密度级)为研究对象,通过筛分、浮沉试验研究煤岩组分在不同粒度和密度级中的分布赋存规律,为煤岩显微组分的分离提供理论支持。

1 试验条件

1.1 试验煤样及仪器

试验煤样为开滦矿区钱家营矿的浮物(50~0.5 mm, $<1.40 \text{ g/cm}^3$),煤岩显微组分含量采用德国 Leica DM4500P 型号偏光显微镜测定。

1.2 试验方法

1)按照 GB/T 477—2008《煤炭筛分试验方法》对试验煤样进行筛分试验,筛网孔径依次为25、13、6、3和0.5 mm。按照 GB/T 478—2008《煤炭浮沉试验方法》进行浮沉试验,在分选密度1.30和1.35 g/cm^3 下,对煤岩显微组分进行不同密度条件下的分选。

2)为探索煤岩显微组分的分离富集效果,进行浮物破碎解离试验。将浮物破碎至 $<3 \text{ mm}$,并对破碎后产品进行筛分、浮沉试验,对各粒度、密度级产品进行灰分、硫分以及煤岩组分测定。煤岩组分测定按照 GB/T 8899—2013《煤的显微组分组和矿物测定方法》,将筛分、浮沉试验获得的产品采用热胶制备成相应的粉煤光片,利用反射偏光显微镜 Leica DM4500P,采用数点法统计出各种显微组分组和矿物的体积分数,进而确定各产品煤岩显微组分含量。

2 结果与讨论

2.1 各粒度煤岩组成分析

钱家营矿浮物筛分试验产品岩相分析见表1。

表1 钱家营矿浮物筛分试验产品岩相分析

| 粒度/ mm | 产率/ % | 灰分/ % | 煤岩显微组分组体积分数/% | | | |
|-----------|----------|----------|---------------|-------|------|------|
| | | | 镜质组 | 惰质组 | 壳质组 | 矿物质 |
| >25 | 13.25 | 10.56 | 59.81 | 35.05 | 1.17 | 3.97 |
| 25~13 | 16.31 | 11.53 | 65.14 | 30.28 | 1.20 | 3.38 |
| 13~6 | 23.10 | 11.03 | 66.75 | 29.12 | 0.77 | 3.36 |
| 6~3 | 15.87 | 10.87 | 70.65 | 24.68 | 1.04 | 3.63 |
| 3~0.5 | 28.36 | 9.54 | 72.99 | 23.30 | 0.82 | 2.89 |
| <0.5 | 3.11 | 9.83 | | | | |
| 合计 | 100.00 | 10.56 | 67.07 | 28.49 | 1.00 | 3.44 |

由表1可知,镜质组含量随着粒度的降低逐渐增大。其中3~0.5 mm 产品中镜质组含量最高,为72.99%;>25 mm 产品镜质组含量最低,为59.81%。说明煤样中镜质组质软性脆,容易解离破碎。惰质组含量随着粒度的降低逐渐减小。其中3~0.5 mm 产品惰质组含量最低,为23.30%;>25 mm 产品惰质组含量最高,为35.05%。说明惰质组硬度较大,不易破碎。壳质组在各粒度中无明显分布规律,主要是由于壳质组微小,且在煤样中几乎不以单体形式存在,而是与其他煤岩组分嵌布共生。

2.2 各密度级煤岩组成分析

钱家营矿浮物浮沉试验产品岩相分析见表2。

表2 钱家营矿浮物浮沉试验产品岩相分析

| 密度级/ ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$) | 产率/ % | 灰分/ % | 煤岩显微组分组体积分数/% | | | |
|---|----------|----------|---------------|-------|------|------|
| | | | 镜质组 | 惰质组 | 壳质组 | 矿物质 |
| <1.30 | 5.70 | 3.29 | 95.75 | 2.63 | 0.81 | 0.81 |
| 1.30~1.35 | 38.88 | 8.01 | 80.74 | 16.09 | 1.06 | 2.11 |
| >1.35 | 55.42 | 13.07 | 55.78 | 38.05 | 1.03 | 5.14 |
| 合计 | 100.00 | 10.55 | 67.76 | 27.49 | 1.03 | 3.72 |

由表2可知,镜质组含量随着密度的降低逐渐增大。其中 $<1.30 \text{ g/cm}^3$ 密度级中镜质组含量最高,为95.75%; $>1.35 \text{ g/cm}^3$ 密度级产品中镜质组含量最低,为55.78%。惰质组含量随着密度的降低逐渐减少。 $<1.30 \text{ g/cm}^3$ 密度级中惰质组含量最低,为2.63%; $>1.35 \text{ g/cm}^3$ 密度级中惰质组含量最高,为38.05%。壳质组在各密度级中无明显分布规律,这与壳质组密度较低的认识不符,主要原因是钱家营矿煤中壳质组含量很低且主要与其他组分共生,在未得到充分解离前提下,不能更好地进行富集。

2.3 浮物破碎解离试验研究

钱家营矿浮物分别破碎至 $<3 \text{ mm}$ 和 $<0.5 \text{ mm}$,煤样筛分、浮沉试验产品岩相分析见表3~表6。

表3 钱家营矿浮物破碎至<3 mm 筛分试验产品岩相分析

| 粒级/ mm | 产率/ % | 灰分/ % | 煤岩显微组分体积分数/% | | | |
|-----------|----------|----------|--------------|-------|------|------|
| | | | 镜质组 | 惰质组 | 壳质组 | 矿物质 |
| 3~1.6 | 18.73 | 11.76 | 52.87 | 42.42 | 1.23 | 3.48 |
| 1.6~0.9 | 20.60 | 10.82 | 56.35 | 38.73 | 1.23 | 3.69 |
| 0.9~0.3 | 33.16 | 10.37 | 65.41 | 29.41 | 1.18 | 4.00 |
| <0.3 | 27.51 | 8.87 | 78.01 | 19.89 | 0.19 | 1.91 |
| 合计 | 100.00 | 10.31 | 64.66 | 31.14 | 0.93 | 3.27 |

表4 钱家营矿浮物破碎至<3 mm 浮沉试验产品岩相分析

| 密度级/ (g·cm ⁻³) | 产率/ % | 灰分/ % | 煤岩显微组分体积分数/% | | | |
|-------------------------------|----------|----------|--------------|-------|------|------|
| | | | 镜质组 | 惰质组 | 壳质组 | 矿物质 |
| <1.30 | 23.59 | 5.15 | 89.79 | 8.54 | 0.83 | 0.84 |
| 1.30~1.35 | 37.40 | 7.81 | 67.39 | 29.78 | 0.87 | 1.96 |
| >1.35 | 39.01 | 16.31 | 37.67 | 54.65 | 1.16 | 6.52 |
| 合计 | 100.00 | 10.50 | 61.08 | 34.47 | 0.98 | 3.47 |

表5 钱家营矿浮物破碎至<0.5 mm 筛分试验产品岩相分析

| 粒度/ mm | 产率/ % | 灰分/ % | 煤岩显微组分体积分数/% | | | |
|-------------|----------|----------|--------------|-------|------|------|
| | | | 镜质组 | 惰质组 | 壳质组 | 矿物质 |
| 0.5~0.25 | 18.09 | 13.00 | 47.81 | 46.02 | 0.77 | 5.40 |
| 0.25~0.125 | 11.38 | 11.42 | 58.64 | 36.21 | 0.70 | 4.45 |
| 0.125~0.074 | 15.34 | 10.96 | 62.96 | 32.90 | 1.09 | 3.05 |
| <0.074 | 55.19 | 9.04 | 74.95 | 21.87 | 0.99 | 2.19 |
| 合计 | 100.00 | 10.32 | 66.35 | 29.56 | 0.93 | 3.16 |

由表3、表5可知,煤样分别破碎至<3 mm 和<0.5 mm 时,各粒级产品中镜质组含量均随粒级减小而增大,惰质组反之。煤样破碎至<3 mm 时,随着粒级减小,镜质组含量从52.87%增至78.01%,破碎至<0.5 mm 时,镜质组含量从47.81%增至

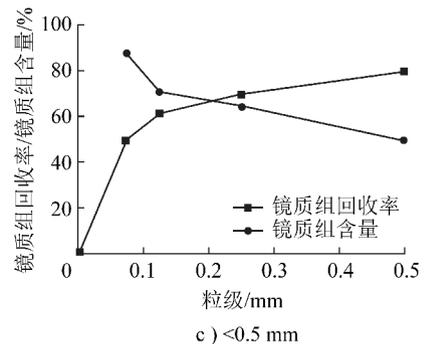
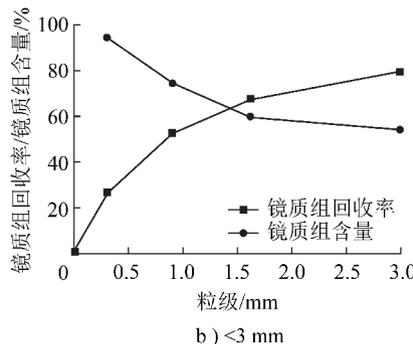
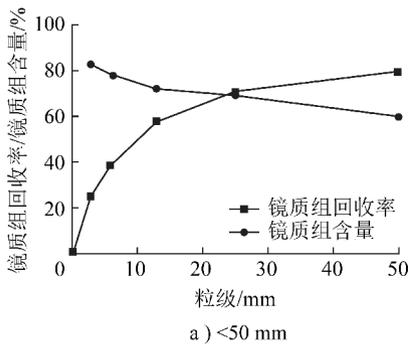


图1 煤样筛分试验产品镜质组回收率、镜质组含量与粒级的关系

由图1、图2可知,随着解离程度的增加,产品镜质组含量逐渐升高。与破碎至<50 mm 产品镜质组相比,破碎至<3 mm 时,镜质组含量由72.99%增

表6 钱家营矿浮物破碎至<0.5 mm 浮沉试验产品岩相分析

| 密度级/ (g·cm ⁻³) | 产率/ % | 灰分/ % | 煤岩显微组分体积分数/% | | | |
|-------------------------------|----------|----------|--------------|-------|------|------|
| | | | 镜质组 | 惰质组 | 壳质组 | 矿物质 |
| <1.30 | 27.84 | 4.78 | 86.01 | 11.88 | 0.96 | 1.15 |
| 1.30~1.35 | 37.70 | 6.18 | 72.56 | 24.59 | 0.41 | 2.44 |
| 1.35~1.40 | 34.46 | 21.11 | 32.19 | 58.95 | 0.81 | 8.05 |
| 合计 | 100.00 | 10.69 | 63.59 | 31.80 | 0.73 | 3.88 |

74.95%,这与舒新前^[12]、段旭琴等^[13-14]研究发现惰质组易碎,从而在细粒级中富集的规律相反,可能是由于所选煤种变质程度不同导致。

由表4、表6可知,煤样分别破碎至<3 mm 和<0.5 mm,各密度级产品中镜质组含量均随分选密度减小而增大,惰质组反之。其中<0.5 mm 煤样中<1.30 g/cm³ 产品镜质组含量低于<3 mm 煤样中同密度级产品中镜质组含量,可能是由于<0.5 mm 煤样中细粒煤含量过多,对分选过程造成污染所致。

2.4 解离分选效果评价

煤岩显微组分随粒级、密度级呈规律性变化,但在分选过程中仅以煤岩组分含量来评价分选过程的优劣很片面,因此本文结合产品镜质组含量和镜质组回收率作为评价分选效果的指标,镜质组回收率=分选产品中镜质组含量×产品产率/入料中镜质组含量×100%。

<50 mm、<3 mm 以及<0.5 mm 煤样筛分试验产品镜质组回收率、镜质组含量与粒级的关系如图1所示;<50 mm、<3 mm 以及<0.5 mm 煤样浮沉试验产品镜质组含量、镜质组回收率与密度的关系如图2所示。

至78.01%,镜质组回收率变化不大;破碎至<0.5 mm 时,镜质组含量增至74.95%,产品产率由28.36%增至55.19%,镜质组回收率由31.42%增

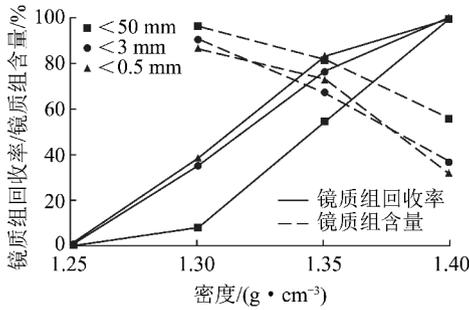


图2 煤样浮沉试验产品镜质组含量、镜质组回收率与密度的关系

至62.35%。随着密度的增加,产品镜质组含量逐渐降低,镜质组回收率增大。 $<1.30\text{ g/cm}^3$ 密度级产品镜质组含量变化不大,为86.02%~95.75%,镜质组回收率由 $<50\text{ mm}$ 的8.05%增至34.68%~38.39%。

3 结 论

1)随着产品粒级的增加,镜质组含量降低,惰质组含量升高,壳质组因其主要与其他煤岩组分嵌布共生而无明显变化。 $>25\text{ mm}$ 产品镜质组含量最低,为59.81%; $3\sim 0.5\text{ mm}$ 产品中镜质组含量最高,为72.99%;说明煤样中镜质组质软性脆,容易解离破碎。 $>25\text{ mm}$ 产品惰质组含量最高,为35.05%; $3\sim 0.5\text{ mm}$ 产品惰质组含量最低,为23.30%,说明惰质组硬度较大,不易破碎。

2)随着产品密度的增加,镜质组含量降低,惰质组含量升高,通过浮沉试验可获得镜质组含量86.02%~95.75%的产品。

3)随着解离程度的增加,产品镜质组含量逐渐升高。与破碎至 $<50\text{ mm}$ 产品镜质组相比,破碎至 $<3\text{ mm}$ 时,镜质组含量由72.99%增至78.01%,镜质组回收率变化不大;破碎至 $<0.5\text{ mm}$ 时,镜质组含量增至74.95%,产品产率由28.36%增至55.19%,镜质组回收率由31.42%增至62.35%。

参考文献:

[1] 陈鹏. 中国煤炭性质、分类和利用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
 [2] 舒新前, 王祖谏, 葛岭梅. 煤岩组分分离与选别的研究现状及前景展望[J]. 煤炭转化, 1996, 19(1): 40-44.
 [3] 中国煤田地质总局. 中国煤岩学图鉴[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1996.
 [4] 王共远, 吴国光, 李启辉. 煤显微组分分离技术及其应用的研究进展[J]. 中国煤炭, 2005, 31(8): 52-54.

[5] 赵伟, 周安宇, 李远刚. 微波辅助磨矿对煤岩组分分离的影响[J]. 煤炭学报, 2011, 36(1): 140-144.
 [6] Zhang Lei, Liu Wenli, Men Dongpo. Preparation and coking properties of coal maceral concentrates [J]. International Journal of Mining Science and Technology, 2014, 24(1): 93-98.
 [7] Dyrkacz G R, Bloomquist C A A, Ruscic L. Chemical variations in coal macerals separated by density gradient centrifugation [J]. Fuel, 1984, 63(8): 1166-1173.
 [8] Dyrkacz G R, Horwitz E P. Separation of coal macerals [J]. Fuel, 1982, 61(1): 3-12.
 [9] Dyrkacz G R, Bloomquist C A A, Ruscic L. High-resolution density variation of coal macerals [J]. Fuel, 1984, 63(10): 1367-1373.
 [10] Dyrkacz G R, Bloomquist C A A, Solomon P R. Fourier transform infrared study of high-purity maceral types [J]. Fuel, 1984, 63(4): 536-542.
 [11] 杜铭华, 戴和武, 安丰刚. 大同云岗煤显微组分的挥发分及元素组成[J]. 煤炭学报, 1986, 12(3): 95-103.
 [12] 舒新前. 神府煤煤岩组分选别与利用[D]. 北京: 中国矿业大学(北京), 1995.
 [13] 段旭琴. 神府煤岩显微组分结构性质及分选的实验研究[D]. 北京: 中国矿业大学(北京), 2004.
 [14] 段旭琴, 王祖谏, 曲剑午. 神府煤惰质组与镜质组的结构性质研究[J]. 煤炭科学技术, 2004, 32(2): 19-23.

(上接第20页)

[2] 建瑞革. 动力煤选煤厂的选煤工艺设计[J]. 煤炭工程, 2012(1): 33-35.
 [3] 李韦岐. 弛张筛在宁东选煤厂的实际应用[J]. 中国煤炭, 2013(2): 27-30.
 [4] 柳建华. 郭家湾选煤厂洗选工艺的再优化[J]. 洁净煤技术, 2013, 19(4): 12-17.
 [5] 巩固, 汤会锋. 弛张筛在寺河矿选煤厂的应用[J]. 煤炭加工与综合利用, 2013(1): 30-32.
 [6] 葛威浩. 弛张筛在红柳选煤厂的应用[J]. 洁净煤技术, 2013, 19(6): 9-12.
 [7] 王志坚. 弛张筛深度筛分使煤泥减量化的研究[J]. 煤炭加工与综合利用, 2014(7): 56-57.
 [8] 刘向东, 梁占荣, 高凯峰. 粘湿原煤的干法筛分[J]. 选煤技术, 2011(3): 3-4.
 [9] 方爽, 杜杰, 赵宏霞. 宾得弛张筛在张集选煤二厂的应用[J]. 煤炭加工与综合利用, 2012(2): 15-16.
 [10] 包小燕, 李宏静, 鲁和德. 香蕉型弛张筛3 mm干法脱粉在寺河矿选煤厂的应用[J]. 洁净煤技术, 2014, 20(3): 5-7.
 [11] 刘初升, 赵跃民. 弛张筛筛面动态特性及其筛分理论研究[J]. 煤炭学报, 1998, 23(4): 426-427.
 [12] 杨丽. 弛张筛面结构对筛分影响的探讨[J]. 煤矿机械, 2010, 31(6): 87-88.
 [13] 荆萍. 红庆梁选煤厂降低块煤入选下限的研究[J]. 洁净煤技术, 2013, 19(6): 21-24.