

# 山东省阳谷—茌平煤田 聊城煤矿区显微煤岩组成及其特征

刘广哲<sup>1</sup> 武金秀<sup>2</sup>

(1. 山东省第二地质矿产勘查院, 山东 兖州 272100 2. 山东省第七地质矿产勘查院, 山东 临沂 276006)

**摘要** 聊城煤矿区属太原组的可采煤6层, 属山西组的可采煤2层。各煤层煤岩有机显微组成以镜质组为主, 次为惰性组、半镜质组、壳质组; 无机显微组成以粘土组为主, 次为碳酸盐组和硫化物组。各类显微组分含量乃至硫化物产状等沿垂向不同煤层呈规律性变化, 这是聚煤环境变化的反映。

**关键词**: 显微煤岩组成, 特征, 成因, 山东聊城

中图分类号: P618.1104 文献标识码: A

聊城煤矿区是在山东省煤炭资源远景调查工作中发现的新区, 通过地质勘查, 取得了大量煤岩鉴定和测试成果。现仅就已有资料对该区各主要煤层的显微煤岩组成及特征作简要叙述。

## 1 地质概况

矿区位于聊考大断裂以东, 齐广断裂以南, 聊城东背斜的东翼。煤系地层倾向SE, 倾角 $5^{\circ} \sim 8^{\circ}$ 。煤层埋藏多在750 m以下。

矿区赋存地层自下而上依次为奥陶纪马家沟组, 石炭—二叠纪本溪组、太原组、山西组和石盒子组以及新近系和第四系。太原组和山西组为本区主

要含煤地层。

太原组含煤13层, 自下而上为10-2煤、10-1煤、9-2煤、9-1煤、8下煤、8煤、8上煤、7煤、7上煤、6煤、5煤、5上煤、4煤; 其中10-2煤、10-1煤、9-2煤、9-1煤、8煤、5煤可采, 且全区稳定。山西组含煤两层, 自下而上称3煤和2煤, 厚度较大, 全区稳定、可采。

## 2 宏观煤岩特征

区内主要煤层煤岩结构构造特征详见表1。各煤层煤岩裂隙发育程度不一, 裂隙内多被矿物质充填, 少量充填碎煤屑。

表1 聊城煤矿区主要煤层煤岩结构构造特征

分类	结构	构造	节理	裂隙(条 $\delta$ cm)	断口
2煤	中条带状	层状	柱状	5~20	参差状、贝壳状
3煤	中条带状、叶片状	层状	柱状	10~25	参差状
5煤	中条带状	层状	柱状	15~25	参差状、棱角状
8煤	细条带状	层状	柱状	15~25	参差状、贝壳状
9-1煤	中条带状、均一状	层状、块状	柱状	10~25	阶梯状、贝壳状
9-2煤	中—细条带状	层状	柱状	10~25	参差状、阶梯状
10-1煤	细条带状	层状	柱状	15~30	参差状、贝壳状
10-2煤	线理状、粒状	层状	柱状	10~25	参差状、阶梯状

收稿日期: 2002-01-29, 修订日期: 2003-02-08, 编辑: 王先起

作者简介: 刘广哲(1962-), 男, 山东济宁人, 工程师, 主要从事地质矿产勘查工作。

各煤层煤以黑色为主,少量为灰色和褐黑色。玻璃光泽为主,少量为沥青和油脂光泽。容重在1.35~1.51 g/cm<sup>3</sup>之间。宏观煤岩组分以亮煤为主,约占55%~65%,暗煤占25%~35%。镜煤多呈条带状或透镜状与亮煤、暗煤交互产出,含量在5%~15%,不同煤层镜煤含量沿垂向有自上而下增加的趋势。丝炭多呈薄片状或扁平状,含量为8%~15%,与镜煤含量呈互为消长关系。

宏观煤岩类型:山西组煤以半亮型为主,半暗型次之,少量光亮型和暗淡型;太原组煤以半亮型为主,其次为光亮型和半暗型,少量为暗淡型。

山西组和太原组煤的镜质组反射率较为接近,多在0.7%左右,为中低变质气煤—气肥煤。

### 3 显微煤岩组成及其特征

#### 3.1 有机显微组分

主要煤层煤中各类有机显微组分百分含量及其变化情况见表2。

表2 聊城煤矿区主要煤层煤中有机显微组分含量(%)及变化情况

分类	镜质组	半镜质组	惰性组	壳质组	有机总和
2煤	58.36 (22)	5.84 (61)	17.71 (45)	6.91 (59)	88.82 (9)
3煤	53.40 (19)	10.46 (68)	20.37 (64)	9.09 (62)	93.40 (6)
5煤	50.40 (22)	7.65 (64)	14.27 (62)	3.30 (63)	76.51 (60)
8煤	66.36 (8)	5.11 (45)	12.91 (25)	6.52 (17)	90.90 (8)
9-1煤	80.70 (6)	2.36 (63)	6.98 (46)	2.59 (63)	93.63 (6)
9-2煤	73.30 (6)	7.15 (66)	7.25 (60)	3.13 (21)	91.03 (6)
10-1煤	54.10 (17)	11.25 (14)	8.55 (67)	9.70 (10)	83.60 (2)
10-2煤	70.77 (15)	6.70 (65)	11.29 (68)	3.80 (61)	91.99 (4)

注:表中前数字为算术平均值,括号内为变异系数。

由表2可以看出,各煤层煤中有机显微组分含量以镜质组为主,其次为惰性组,半镜质组和壳质组。同一煤层中有机显微组分除5煤变化略大外(变异系数30%),总体变化较小。同一煤层煤中各类有机显微组分,以镜质组含量较为稳定,其他3组含量变化不一。

各煤层煤中有机显微组分含量百分比(无矿物基)见表3。

表3 聊城煤矿区主要煤层煤中有机显微组分含量(%) (无矿物基)

分类	2煤	3煤	5煤	8煤	9-1煤	9-2煤	10-1煤	10-2煤	全区
镜质组	65.65	57.38	67.61	73.07	87.33	80.53	64.55	76.28	71.55
半镜质组	6.62	11.14	9.8	5.62	2.48	7.78	13.45	7.18	7.93
惰性组	20.02	21.77	17.12	14.12	7.39	7.95	10.35	12.36	13.88
壳质组	7.71	9.71	5.33	7.23	3.42	3.45	11.65	4.18	6.58

#### 3.1.1 镜质组

镜质组含量从57% (3煤)至87% (9-1煤),一般在70%左右,沿垂向有自上而下增加的趋势。

镜下反射色为灰色,一般质地均一,常见明显的

垂直裂纹。依据镜下形态和结构的差异,镜质组可划分为结构镜质体和无结构镜质体2类,后者又可划分出3类亚显微镜质体,各组分及其含量变化范围见表4。

表4 聊城煤矿区主要煤层煤中镜质组组分含量变化范围(%)

分类	2煤	3煤	5煤	8煤	9-1煤	9-2煤	10-1煤	10-2煤	
结构镜质体	16.6~22.5	9.6~29.1	14.6~24.6	29.3~32.5	20.3~47.2	18.7~26.8	15.8~28.8	25.1~62.2	
无结构镜质体	基质镜质体	31.3~51.8	31.3~54.0	40.8~55.8	33.0~41.9	30.9~59.9	42.1~59.4	29.1~41.4	20.0~37.2
	均质镜质体	2.5~12.3	0.5~10.2	<1.7	<1.5	3.7~17.2	3.8~4.2	1.2~2.6	1.2~5.1
	团块镜质体	0~2.9	少量	<1.7	少量	少量	少量	少量	<1.0

结构镜质体含量沿垂向不同煤层有自上而下增

加的趋势,多呈条带状或凸镜状产出,一般细胞结构

保存较好,细胞腔多被均匀的有机质充填。

无结构镜质体在各煤层中含量均较高,其各亚类显微组分形态易于识别,主要有:①基质镜质体(形态多样,常作为镜煤化基质产出);②均质镜质体(多赋存在较厚的镜煤或镜质层之中,一般轮廓清晰,质地均一);③团块镜质体(多呈圆形或卵圆形,大小与细胞腔接近,或单独出现,或作为细胞充填物存在);④胶质镜质体(数量很少,常充填到与层理近于垂直的裂隙内或菌核的空腔中,偶见流动的痕迹);⑤碎屑镜质体(由镜质组分碎屑颗粒组成,形态

多样,颗粒较小,常被基质镜状体胶结,沿垂向有自下而上增加的趋势)。

除上述几类主要组分外,还有少量镜煤化浑圆体等。

### 3.1.2 半镜质组

半镜质组含量从 2.48% (9-1煤)至 13.45% (10-2煤),一般在 8%左右;可分为结构半镜质体和无结构半镜质体 2类,其组分和含量变化范围见表 5。

表 5 聊城煤矿区主要煤层煤中半镜质组组分含量变化范围 (%)

分 类	2煤	3煤	5煤	8煤	9-1煤	9-2煤	10-1煤	10-2煤
无结构半镜质体	1.7~9.9	2.3~14.9	3.1~13.0	0.4~5.0	0.7~5.3	3.3~6.9	8.7~9.1	4.0~8.8
结构半镜质体	1.0~3.7	1.0~8.8	1.9~11.1	0.2~4.5	0.5~4.5	1.8~3.4	3.1~4.8	1.3~4.0

半镜质组镜下反射色为浅灰色,其形态和结构介于镜质体和半丝质体之间,常呈基质状态与粘土矿物等伴生,其中结构半镜质体细胞结构一般保存较好。

### 3.1.3 惰性组

惰性组含量从 7.39% (9-1煤)至 21.77% (3

煤),一般在 14%左右。可分为丝质体、半丝质体、碎屑惰性体、粗粒体、微粒体等几类显微组分。山西组煤层中惰性组高于太原组。惰性组镜下反射色为灰白色,其各类显微组分含量及其变化范围见表 6。

(1)丝质体细胞结构保存较好,细胞腔较大,一般中空,偶见细胞腔被黄铁矿等矿物质充填,胞腔

表 6 聊城煤矿区主要煤层煤中惰性组组分含量变化范围 (%)

分 类	2煤	3煤	5煤	8煤	9-1煤	9-2煤	10-1煤	10-2煤
丝质体	0~2.3	0~1.9	<2.6	<2.9	0.4~1.0	1.3~2.3	微量	<2.8
半丝质体	2.1~5.9	5.0~14.9	7.4~12.1	4.4~7.1	1.7~4.2	2.2~7.3	5.1~15.8	2.9~7.3
碎屑惰性体	1.5~10.8	3.5~4.9	0~6.2	0.8~4.0	0.8~3.0	2.2~7.4	1.7~2.4	1.0~3.5
粗粒体	1.1~4.1	2.7~7.2	0.2~5.6	<2.9	<2.1	2.2~7.4	2.9~4.8	0.2~7.9
微粒体	0.9~2.2	1.9~5.4	<2.6	<2.9	<2.1	2.2~7.4	少量	<2.8

形态以扁圆和圆形为主,可见部分被压扁呈褶曲状、星状等。

(2)半丝质体是介于丝质体与结构镜质体之间的过渡型丝炭化组分,细胞结构一般不清楚,排列亦不规则,多呈透镜状出现,或者与镜质组组分交互呈层状产出。

(3)碎屑惰性体沿垂向不同煤层有自上而下减少的趋势,主要由丝质体、半丝质体、粗粒体和菌类体的碎片组成,碎片形态各异,粒度一般较小。

(4)粗粒体没有固定的形态特征,常呈无结构的丝炭化基质产出,胶结着孢子体、角质体、树脂体等显微组分。

(5)微粒体颗粒多呈圆形,粒径很小,多呈细分散状赋存在无结构镜质体中,有时呈结构镜质体的细胞充填物出现,或者聚集成显微微粒体层。

除上述几类主要组分外,还含有少量大小不一的椭圆形、不规则圆形菌类体等。

3.1.4 壳质组

含量从 11.65% (10-1 煤)至 3.42% (9-1 煤)不等,一般 6.5% 左右。可分为小孢子体、角质体、

木栓体、树脂体 4 类显微组分 (表 7)。壳质组镜下反射色为深灰色,轮廓清晰,形态易于识别。

表 7 聊城煤矿区主要煤层煤中壳质组组分含量变化范围 (%)

分 类	2 煤	3 煤	5 煤	8 煤	9-1 煤	9-2 煤	10-1 煤	10-2 煤
小孢子体	0.9~3.9	1.7~4.0	2.3~7.7	1.0~6.8	0.2~2.6	1.0~2.8	4.6~5.0	1.0~1.6
角质体	0.5~4.4	1.7~3.6	0.9~4.9	1.7~3.7	0.6~1.7	0.4~2.3	3.3~5.3	0.2~7.3
木栓体	0~2.5	0.8~3.2	<0.9	<1.7	少量	少量	<3.3	<0.8
树脂体	少量	少量	<0.9	<1.7	少量	少量	<0.9	<0.8

(1) 小孢子体纵切面呈长圆形,或似三角形,常顺层面呈层状富集,有时成堆产出。

(2) 角质体外缘平滑,内缘呈明显的锯齿状,末端弯曲处多带尖状折曲,在煤中多呈叠层状或盘肠状富集。

(3) 木栓体在 2 煤、3 煤和 10-1 煤含量略高,其余各层煤中含量均较少。多数木栓体保持原有木栓细胞的形态与结构特征,轮廓清晰,纵切面常呈叠瓦状,弦切面呈不规则鳞片状。

(4) 树脂体在各煤层煤中含量均较少,该类组分平滑均一,没有结构,轮廓清晰,多呈椭圆状、圆形等,常充填于具有细胞结构的显微组分之间。

3.2 无机显微组分

各主要煤层煤中无机显微组分含量及变化范围见表 8。

表 8 聊城煤矿区主要煤层煤中无机显微组分含量 (%) 及变化情况

分 类	粘土组	硫化物组	碳酸盐组
2 煤	9.96 (74)	0.55 (82)	1.03 (91)
3 煤	5.79 (60)	0.49 (43)	1.05 (87)
5 煤	21.51 (108)	0.37 (40)	1.54 (111)
8 煤	4.24 (64)	3.27 (90)	2.28 (116)
9-1 煤	4.59 (104)	0.57 (59)	1.27 (79)
9-2 煤	5.18 (46)	2.18 (46)	1.63 (70)
10-1 煤	13.45 (18)	0.90 (47)	2.05 (59)
10-2 煤	4.65 (52)	1.19 (64)	2.23 (93)

注:表中数字前为算术平均值,括号内数字为变异系数。

从表 8 可见,各主要煤层煤中无机显微组分以粘土为主,次为碳酸盐和硫化物,其含量变化较大,变异系数多在 30% 以上。

3.2.1 粘土组

含量从 4.24% (8 煤)至 21.51% (5 煤),一般在 5% 左右。3 煤、8 煤和 10-1 煤含量变化较小,变异系数 30% 左右;5 煤和 9-1 煤含量变化较大,变异系数大于 100%。

常见的粘土矿物有高岭土、水云母等,多呈浸染状、条带状或微粒状赋存在煤中,或集中呈小凸镜体和薄层产出,少量充填于有机质胞腔中。

3.2.2 硫化物组

含量从 0.37% (5 煤)至 3.27% (8 煤),一般在 1.5% 左右。沿垂向不同煤层煤中自上而下含量增加,同一煤层煤中该类矿物质含量变化较大,变异系数从 40% (5 煤)至 90% (8 煤),一般在 50% 左右。

黄铁矿为煤中大量存在的硫化物,其次为少量闪锌矿、黄铜矿和方铅矿等。山西组煤中黄铁矿多呈晶粒状,太原组煤中黄铁矿多呈结核状、草莓状,偶见极细小黄铁矿颗粒充填于植物细胞腔中,或者交代其他显微组分。

3.2.3 碳酸盐组

矿物含量从 1.03% (2 煤)至 2.28% (8 煤),多在 1.60% 左右。不同煤层沿垂向有自上而下增高的趋势,同一煤层煤中该类矿物的含量变化较大,变异系数 59% (10-1 煤)至 116% (8 煤)不等,多在 90% 左右。

该组矿物以方解石为主,其次为白云石和菱铁矿等。方解石常呈薄膜状充填于煤的裂隙内,少量呈粒状分散在基质中;其他碳酸盐类矿物多呈粒状分布于基质中。

各煤层煤中除上述 3 类主要无机显微组分外,还有少量氧化物类、硫酸盐类和硅酸盐类矿物。氧

化物类矿物主要是二氧化硅的同质异象体和铁的异价氧化物,以机械搬运的陆源矿物为主,如石英等;硫酸盐类矿物以石膏为主,常沿裂隙或层面以微小晶粒出现,硅酸盐类矿物主要为长石,并见少量绿帘石、蓝晶石等。

#### 4 显微煤岩组成成因的初步探讨

由以上叙述可以看出,各类显微组分含量及硫化物产状等沿垂向不同煤层均呈现规律性变化。对这类现象许多煤岩学家都进行过研究,有关专家发现,中低变质煤不同煤岩成分和煤岩类型的形成主要是沼泽沉降速度和覆水深度影响的结果<sup>[1]</sup>。据此,利用测井曲线、结合煤系地层岩石特征,可确认太原组聚煤环境以潟湖及泥炭沼泽为主,而山西组为潮坪基础上发育的三角洲平原沉积。

太原组各煤层在沉积初期(即生物化学阶段)受海的影响较大。由于覆水较深,水体相对稳定,煤的聚集在强还原条件下进行,植物组织的氧化作用不活跃,凝胶化作用进行得比较彻底,结果是煤中富镜质组、特别是均质有机显微组分,而贫惰性组和碎屑有机显微组分,海水中的硫酸盐通过一系列生物化学作用也形成了较多硫化物类矿物。

山西组属陆相成煤环境,成煤早期煤层是在覆水较浅且有周期性水流存在的情况下形成的,沼泽环境不稳定,氧来源充分,凝胶化作用不彻底,故形成的煤贫镜质组分,但有结构的有机显微组分较丰富,碎屑有机显微组分含量较高,贫硫化物类矿物。

本文所采用的煤岩鉴定和测试成果由中国地质大学煤田教研室和江苏省煤田地质勘探研究所提供,初稿完成后蒙地质前辈辛正运、黄鹤筠二位高级工程师审阅并提出宝贵意见,于此谨致谢意。

#### 参考文献:

[1] P.J. McCabe. 煤和含煤地层沉积环境 [M]. 北京:地质出版社,1998:89-96.

### Micro-coal Components and Its Characteristics of Liaocheng Coal Area in Yanggu-Chiping Coal Field in Shandong Province

LIU Guang-zhe<sup>1</sup>, WU Jin-xiu<sup>2</sup>

(1. No. 2 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Yanzhou 272100, China; 2. No. 7 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Linyi 276006, China)

**Abstract:** Liaocheng coal area has 6 sheets which belong to Taiyuan formation, and 2 sheets which belong to Shanxi formation. Organic micro-compositions are majorly composed of vitrinite, also including niertinite, semi-vitrinite, exinoid group; inorganic micro-compositions are majorly composed of clay group, others are carbonate and sulphide group. All kinds of micro-components and sulphide occurrence varied through vertical sense in different coal strata which is the reflection of coal concentration.

**Key words:** Micro-coal rock composition; characteristics; origin; Liaocheng in Shandong province