

# 云南第三纪浅色褐煤成煤物质及成因\*

于冰 王士俊 张井 唐家祥

(中国矿业大学 徐州 221008)

于红丽 (徐州医学院 221000)

**摘要** 运用煤岩分析及植物残体分析方法,结合电子显微技术(TEM和SEM),对云南第三纪浅色褐煤的微结构特征、成煤植物组成、孢粉组合等进行了研究,并将浅色褐煤与深色褐煤分层及不同植物成因的泥炭进行了对比研究。在此基础上对浅色褐煤的成煤物质及煤的成因提出新的认识。

**关键词** 褐煤 成煤物质 成煤作用 孢粉组合

**中国图书资料分类法分类号** P618.1101

**作者简介** 于冰 女 35岁 学士 工程师 应用物理

## 1 引言

浅色褐煤是云南新第三纪上新世晚期( $N_2^2$ )褐煤盆地中普遍发育的碎屑状特殊褐煤,俗称“白泡煤”。该煤结构松散,层理不显,在干燥状态下呈浅灰色或浅黄褐色,潮湿时变暗。它近于层状产于深色褐煤中间,其内常夹有直径几cm至十几cm的木本植物茎或根,形成木质煤。这种木质煤在浅色褐煤中约占10%以下。在德国和澳大利亚第三纪褐煤中早就发现过与此类似的浅色褐煤分层。关于云南第三纪褐煤中的浅色分层的成因,一直存在着争议。陆杰等<sup>[1]</sup>认为云南第三纪金所盆地发育的浅色褐煤的成煤植物以高位沼泽中泥炭藓类植物为主体,提出了一种与腐植、腐泥并列的新成因类型煤——泥炭藓煤。齐鸣等<sup>[2]</sup>认为该煤是由裸子植物和被子植物在干燥的泥炭沼泽中形成的,是强烈地细菌分解的产物。根据我们对云南曲靖濠浒、寻甸金所两个盆地共19个浅色褐煤分层、16个深色褐煤分层及部分现代泥炭的成煤植物组成、孢粉组合以及煤层微结构的对比研究,对浅色褐煤的成煤物质及成因提出新的认识。

## 2 浅色褐煤分层结构特征

### 2.1 煤层剖面特征

我们对曲靖濠浒露天矿剖面进行了系统采样。浅色褐煤分层沿走向厚度有变化,有的逐渐尖灭。其垂向变化特点是,浅色分层厚度较薄,一般0.1~0.2m,平均0.18m,最厚0.3m;而深色分层较厚,多数为0.4~0.6m,平均0.54m,最厚达1m。统计21个分层,浅色褐煤分层厚度一般为相邻深色分层的1/2~1/3,最小比值达1/5,且随深度增加,深浅分层厚度均有所下降(图版I-1,2)。浅色褐煤分层顶部常有丝炭层出现,在其内部常见有表面炭化程度不等的高等植物茎枝,这些腐木化的茎、根等植物残体多顺层分布,也有数量较多的褐色纤维状残体近水平分布。

### 2.2 SEM微观结构特征

分别取颜色均一的深、浅色褐煤作微观对比。浅色褐煤由极细小的碎屑物质组成。绝大多数碎屑已强烈分解,在高倍显微镜下不具备可鉴定的植物组织特征。这些碎屑中混杂有大量花粉、孢子外壳等壳质组分和粘土、石英等矿物。这种植物碎屑的体积百分含量为40%~60%,远远高于深色褐煤分层的含量。它们大都是杂乱无章地堆集,各组分之间没有充填凝胶化基质。因此煤质松散,密度很小,孔隙结构

注: \* 煤炭高校青年科学基金资助项目

多为植物残体本身孔隙及杂乱堆积的间隙(图版 I-3,4)。相邻的深色分层(多为细屑煤)这种矿物-壳质组分混杂的堆积结构只占总体的 10%~20%,其中孢子、花粉等壳质组分明显低于浅色分层。但其中发现了一定数量的角质体(数量多于浅色褐煤)。深色褐煤的密度较大,均一的凝胶化基质占总量的 40%以上,孔隙结构以裂隙及近圆孔为主(图版 I-5,6)。

### 2.3 粘土矿物分析

石英和粘土矿物一般是被带入泥炭沼泽并与有机质同时沉积的矿物。浅色褐煤中粘土矿物是以矿物-沥青基质的形式存在于煤中。粘土矿物对地质环境变化反映较敏感,遼河的深、浅色褐煤分层粘土矿物对比研究表明,其种类和含量区别不明显,但其晶体结构有明显变化。浅色褐煤中粘土矿物受水的溶蚀或淋滤作用,晶体结构被破坏。片状伊利石(001)解理较好,晶片较大,边缘多具溶蚀边,内部常见溶蚀孔(图 I-7)。据此推断,其与浅色褐煤腐植酸中的黄腐酸有直接关系。

## 3 植物残体特征及植物组合

### 3.1 植物残体分离鉴定

通过对遼河和金所盆地 35 块深浅褐煤分层浸解分离处理的植物残体进行显微、超显微植物结构分析,未发现可鉴定的泥炭藓残体。在遼河盆地的一个样品中发现很少量的金发藓残体(孢子囊壁碎片及叶片)。浸解分离的浅色褐煤植物残体中有大量细纤维状残体,多为封闭状,宽度在 0.2~2 mm 之间。从可鉴定的细胞形态和组织结构推断,它们是草本植物的茎或根,其中夹有黑色的炭化木屑。深色褐煤分层中也含有一定数量的上述纤维状残体及松科植物茎的表皮、被子植物茎的表皮及少量角质层。从数量上看,自浅色褐煤到深色褐煤,植物残体的变化是草本植物残体的相对减少和木本植物残体和角质体的相对增多。

### 3.2 TEM 超微植物结构对比

对浅色褐煤中含量占可鉴定植物残体主体的纤维状残体的鉴定,采用 TEM 超薄切片。同时选择现代泥炭藓及泥炭藓泥炭样品(采自东北长白山现代泥炭沼泽)进行植物结构对比。分别就泥炭藓茎及叶、泥炭中草本残体的根和茎以及浅色褐煤中纤维状残体做横切、径切、弦切 3 个切面的超薄切片。泥

炭藓茎细胞形态、构造很清楚,茎皮部有 2~4 层无色细胞。尤其泥炭藓叶子细胞结构能得到很好保存,利用其绿色细胞在大型空细胞中的位置还可以对泥炭藓分类<sup>[3]</sup>。浅色褐煤中的纤维状植物残体属于典型的草本植物,超薄切片观察其植物结构比较完整,细胞组织清晰,是较典型的喜湿性草本植物。其中遼河浅色褐煤中纤维状植物残体的细胞壁薄而大,有节;金所深色褐煤中草本植物细胞形态较窄而有深的波纹。从解剖生态学上看气候似乎干燥一些。在浅色褐煤分层中发现的几种纤维状茎的表皮细胞多为长形,排列较整齐,细胞壁较薄,无短细胞,除少部分为斜面相交外,细胞相接近似直角。茎的横向多为扁平的管状,与泥炭藓的茎相差很大,与草本泥炭残体细胞结构很相似。

## 4 孢粉组合

总体来讲褐煤中的孢粉除来源于沼泽附近的植物群落外,主要应来源于沼泽植物群落本身,而且应以成煤植物的孢粉为主。浅色褐煤的孢粉较丰富,以被子植物花粉占优势,裸子植物花粉和蕨类孢子含量较少,未发现泥炭藓孢子。部分浅色分层中分离出为数众多的多边形藻类残体。对深色褐煤的孢粉统计结果,其孢粉数量大为减少。通过孢粉组合分析得知,这些盆地褐煤形成时的气候应为温暖湿润的亚热带气候。古地理景观以湖泊为主,四周山区以针叶林或混交林为主,金所盆地可能气候更湿热些。

## 5 结果讨论

5.1 通过浸解得到的植物残体是成煤植物遗体在泥炭化初期未完全分解的产物。不同植物及不同的植物组织分解速度不同,故以植物残体追溯成煤植物不能完整地反映原始植物种群。云南第三纪浅色褐煤中植物残体多处于分解较强的状态,那些不具备可鉴定结构的植物碎屑目前无法区分,对其成煤植物研究需要考虑这个因素。但对照泥炭沼泽分析的结论<sup>[3]</sup>,泥炭藓沼泽是酸性较强的沼泽,不利于微生物的繁殖,因而泥炭藓植物残体一般都保存很好,特别是泥炭藓叶子更不易分解。从褐煤植物残体的分析结果推断,其成煤植物为草本和木本植物混合型,其中浅色褐煤以草本为主体,深色以木本为主体,泥炭藓没有参与或不是浅色褐煤的主要成煤植

物。此外个别煤中有少量金发藓植物,有些浅色褐煤中藻类也是重要的成煤物质。由于细菌和微生物的降解,植物的结构和形态已被破坏,这些降解产物可能加入到无定形壳质组分矿物—沥青基质中去了(浅色褐煤的矿物—沥青基质含量占 43%~71%<sup>[2]</sup>)。

5.2 根据泥炭孢粉组合研究结果<sup>[3]</sup>,对于植物残体为草本、木本组合的富营养沼泽阶段形成的泥炭,一般以木本花粉占优势。由于不同孢粉抗分解能力的不同(如苔草和禾本科花粉易分解<sup>[4]</sup>),且孢粉也可能来源于沼泽之外,因而孢粉分析结果只能作参考。如某些苔草泥炭中异地花粉(松属和藜科)占优势<sup>[4]</sup>,是从生长在沼泽之外的植被上由风或流水带入开阔沼泽里去的。但孢粉相对含量百分比对原始成煤植物种群组合的揭示有重要意义。

齐鸣等人分析了 15 个浅色褐煤样品,只有一个样品分离出了 2%~3% 的泥炭藓孢子<sup>[2]</sup>。我们未见泥炭藓孢子。但进行孢粉组合对比时发现,其孢粉组合相对含量与成煤植物残体分析结果相吻合。以乔木、灌木植物花粉与水生、草本植物花粉计数,浅色褐煤中水生、草本植物花粉平均相对含量为 10% 左右,明显高于深色褐煤(4%)。这一结果与深、浅色褐煤的成煤植物残体分析结果很相近。由此推断乔木、灌木花粉主要是从沼泽之外的植被上带入的(与乔木、灌木植物对应的抗分解能力很强的角质体含量较少)。云南第三纪浅色褐煤的成因与澳大利亚第三纪浅色褐煤分层一样,是在开阔水域环境中形成的,由流水将浅水沼泽的植物碎屑等带入开阔水域沼泽中。而深色褐煤分层木质结构的腐木质体含量较高,分析其原因是由于积水减少,气候变干,使沼泽生态环境发生了变化。

5.3 褐煤的许多物理化学特性在很大程度上可用其所含腐植酸的性质和数量来解释,优势植物组合的差异造成泥炭和褐煤中的腐植酸含量及成分的差异。褐煤中的腐植酸有黄腐酸、棕腐酸和黑腐酸等。以草本、木本为主要组成的泥炭,腐植酸一般含量在 25%~45% 之间。以草本为主体的泥炭腐植酸含量在 30%~40% 之间,其中黄腐酸占腐植酸总量的 30%~50%<sup>[3]</sup>。而以藓类为主要组成的泥炭腐植酸含量较低(20% 以下)。对照浅色及深色褐煤分层,浅色褐煤腐植酸含量平均偏高,且其中的黄腐酸含量要高于深色褐煤。这一点由浅色褐煤中粘土矿物片状伊利石的典型溶蚀结构可得到证明。

对于浅色褐煤的成因、性质、赋存状态及演化规律的研究还有待深入,其形成的沼泽类型及演化、成煤古植物、古气候、古地理等都是需要深化的课题。

感谢东北师范大学郎惠卿教授协助鉴定了部分植物残体,北京大学王宪曾教授协助鉴定了部分孢粉。

#### 参考文献

- 1 陆杰,张秀仪. 云南金所第三纪褐煤盆地泥炭藓煤的发现和意义. 科学通报,1986;31(3):214~216
- 2 Qi Ming, Rong Xilin, Tang Dazhang *et al.* Petrographic and geochemical characterization of pale and dark brown coal from Yunnan Province, China. *Int J. Coal Geol.*, 1994; 25 (1):65~92
- 3 郎惠卿,金树仁等. 泥炭的鉴别与利用,北京:科学出版社,1988;88~95
- 4 李素琴,姜尧发译. 从煤岩学观点看煤的成因. 煤田地质科技动态,1990;(1):56~65

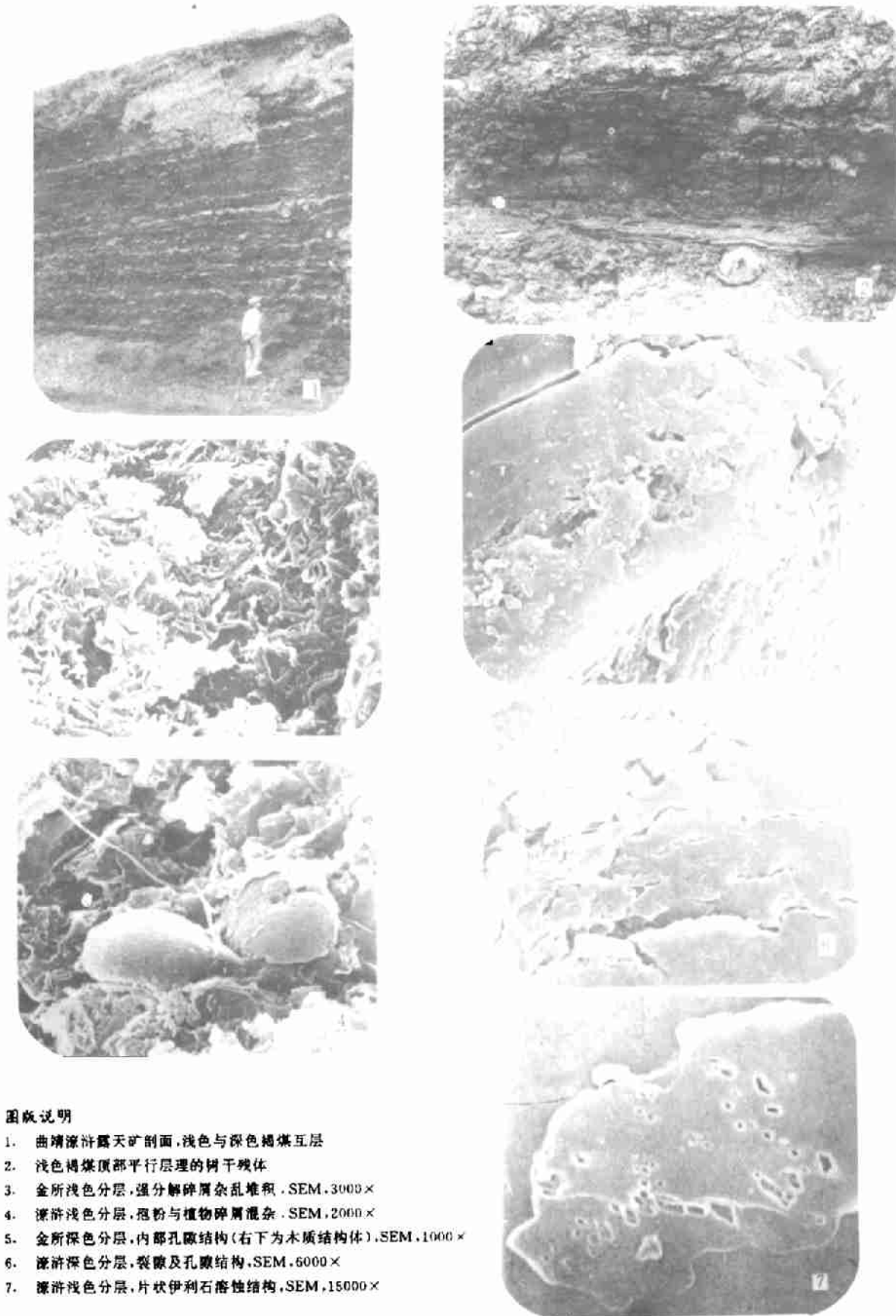
(收稿日期 1995—11—30)

## THE COAL-FORMING MATERIAL AND GENESIS OF LIGHT BROWN COAL-FROM TERTIARY IN YUNNAN PROVINCE

Yu Bing Wang Shijun Tang Jiexiang  
(China University of Mining and Technology)  
Yu Hongli (Xuzhou Medical Institute)

**Abstract** Detailed studies on the microstructure, coal-forming plants and sporopollen assemblage of light brown coal from Tertiary in Yunnan province are made in this paper by the methods of coal petrology, phytal analysis and TEM & SEM technology. We also make a study of light brown coal compared with the dark brown coals and peats derived from different plants. On the basis of the above studies, we put forward a new theory on the coal-forming plants and genesis of the light brown coal in Yunnan Province.

**Keywords** brown coal; coal-forming material; coal-forming process; sporopollen assemblage



图版说明

1. 曲靖濠浒露天矿剖面, 浅色与深色褐煤互层
2. 浅色褐煤顶部平行层理的树干残体
3. 金所浅色分层, 强分解碎屑杂乱堆积, SEM, 3000 $\times$
4. 濠浒浅色分层, 孢粉与植物碎屑混杂, SEM, 2000 $\times$
5. 金所深色分层, 内部孔隙结构(右下为木质结构体), SEM, 1000 $\times$
6. 濠浒深色分层, 裂隙及孔隙结构, SEM, 6000 $\times$
7. 濠浒浅色分层, 片状伊利石磨蚀结构, SEM, 15000 $\times$