

# 论“沉煤环境—成煤类型 —煤质特征”概略成因模型

## I. 环境与煤相

赵师庆

(淮南矿业学院地质系)

王飞宇

(中国科学院广州地质新技术研究所, 广州)

董名山

(地质矿产部南方煤炭测试中心, 重庆)

**摘要** 本文通过典型含煤段沉积成因标志的分析认为, 南华北太原组属于比较典型的障壁岛—潮坪—泻湖成煤模式, 山西组(P<sub>1</sub>)则属于比较典型的三角洲成煤模式, 而华南龙潭组(P<sub>2</sub>)基本上代表了泻湖沉积相当发育的障壁岛—潮坪—泻湖成煤模式。在此基础上, 根据反映成煤环境的综合标志(还原性质)的系列指标划分出三种四类基本煤相, 即 I<sub>1</sub>—强还原型腐泥煤/腐殖腐泥煤煤相、I<sub>2</sub>—强还原型富类脂组或富高氢镜质组的腐殖煤/腐殖腐泥煤煤相、II—较强还原型腐殖煤煤相和 III—较弱还原型腐殖煤煤相。

煤的还原性(类型)具有既能表征成煤环境又可反映煤质特征的双重功能。正是通过煤的还原类型(即煤型)才把环境与煤质有机地联系起来, 从而建立了沉煤环境—成煤煤型—煤质特征的成因模型。

**关键词** 环境 煤相 煤型 煤质 成因模型

**第一作者简介** 赵师庆 男 57岁 教授 煤田地质与煤岩学

## 引言

自作者提出“还原性质”概念(赵师庆, 1981)后, 发现了煤的还原性质不仅在我国华北区晚古生代煤系煤层中有明显表现, 而且在我国各聚煤区、各成煤时代、不同含煤岩系煤层中也均有不同程度的显示(赵师庆, 1984); 还原性质是影响我国煤性质的第三个成因因素, 不同还原型的腐殖煤有不同的煤质特性, 并严格受控于成煤期的古环境。因此, 煤的还原类型既表征环境又反映煤质。在此基础上, 提出了沉煤环境—成煤类型—煤质特征的概略成因模型(赵师庆, 1984), 并初步讨论了腐殖煤还原性质的成因问题(赵师庆, 1985)。

本文以华北太原组、山西组和华南龙潭组煤层为主要研究对象, 分别对其沉煤环境、成煤类型和煤质特征及其之间存在的成因联系做进一步的阐述。

## 1 南华北山西组、太原组及华南龙潭组煤层形成的基本环境

由于南华北区内石炭二叠煤系沉积格架和环境背景有非常相似的共性, 选择陶枣煤田含

2号煤层和16号煤层段的沉积环境作为山西组和太原组沉积环境的代表进行讨论。

陶枣煤田位于山东省南部,环境分析是以区内钻孔资料和井下巷道剖面观测为基础。

### 1.1 山西组煤层的沉积环境分析

2号煤位于煤田西部厚约110m的山西组下部,该含煤段自下而上由三套沉积组合构成(图1):

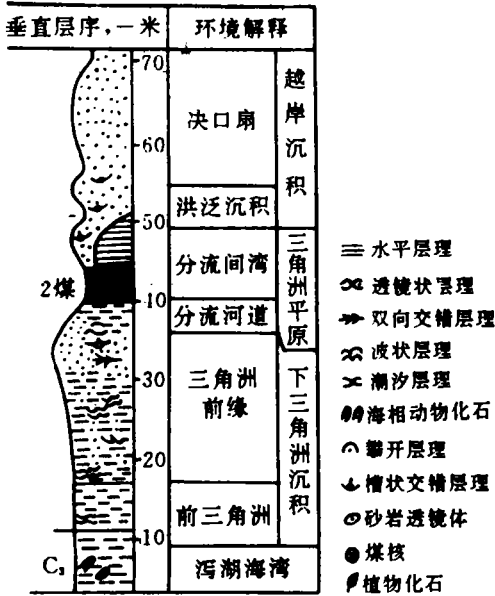


图1 陶枣煤田山西组下部含煤段三角洲

Fig. 1 Vertical section of delta-depositional regime of coal-bearing member

in Lower Shanxi Formation, Taozao coal field

1.1.1 下三角洲沉积 从太原组顶部海相泥岩到2号煤层下的砂岩体是一个向上逐渐变粗的沉积层序,发育块状层理、透镜状层理、砂泥交互水平层理、小型交错和大型交错层理。交错纹层指示古水流略显双向,粒度曲线为三段式,由跳跃和悬浮及由跳跃总体向悬浮总体过渡的混合总体所组成。这套层序代表了从前三角洲泥质到分流河口砂坝砂质的三角洲前缘的沉积组合。砂体平面展布显示横向上与海湾泻湖沉积的泥岩和分流间湾的泥岩、粉砂岩相接触。这种横向相变是下三角洲平原沉积相的典型特征。

1.1.2 三角洲平原沉积 从2号煤下砂岩体的上部到2号煤顶板是一个向上变细的层序,层理为小型交错层、砂泥交互水平层理,攀升层理和块状层理;古水流以单向为主。砂岩粒度曲线显示以跳跃组分为主,含有悬浮组分河道沉积的特点。这套层系代表了三角洲平原的分流河道和分流间湾沉积,由于三角洲分流河道的改道,三角洲废弃发育了分流间湾沉积,间

湾淤积充填形成沼泽堆积了泥炭。

1.1.3 天然堤越岸沉积 2号煤顶板以上是一套以砂岩为主的沉积层序。这一砂体呈扇形分布,向海方向增厚,属决口扇沉积,并可细分为分流河道与河道间两类沉积,其特征与上述三角洲平原沉积中的分流河道和分流河道间沉积相同。砂质沉积的发育、分流河道呈树枝状展布和强烈的同生冲刷是决口扇沉积的明显特征。根据2号煤层的发育可以推测,天然堤是决口初期以越岸片流冲刷为主形成洪泛沉积,后由于发育了树枝状分流河道,而以分流河道冲刷强烈下切2号煤层为特征,致使多处出现无煤带和变薄带,这些都受控于这套越岸沉积的空间展布。

由此可见,山西组下部这一含煤段的沉积层序代表了包括前三三角洲、三角洲前缘和三角洲平原一套比较完整的三角洲沉积体系,是比较典型的三角洲成煤模式。

2号煤层顶底板泥岩和泥质夹矸的微量元素分析(表1)表明,山西组应属偏大陆环境的海陆过渡型三角洲沉积(据同济大学参数标准,1980)。成煤过程中未受到海水但不时受到含氧河水的影响,因此,泥炭沼泽介质为偏酸性的弱还原环境。

### 1.2 太原组煤层的沉积环境分析

晚石炭世太原组沉积遍布全区,厚约 160m,灰岩层特别发育(12~24层),含煤层数多,顶板多为海相。16号煤位于太原组下部,从11层灰岩到10层灰岩包括16号煤层在内的含煤段是一套属于潮汐作用沉积的旋回,显示出自下而上总体逐渐由粗变细和能量逐渐变弱的垂直层序(图2)。

表1 煤层中泥岩夹矸和顶底板泥岩中微量元素含量

Table 1 Content of microelement in mudstones of coal seams and its floors and roofs

元 素	B	Ga	B/Ga	Sr	Ba	Sr/Ba
泥岩/夹矸(样品数)	(ppm)	(ppm)		(ppm)	(ppm)	
山西组 2号煤层(5)	66.2-83.2	22.8-39.8	2.07-3.58	149-240	255-457	0.326-0.733
	74.7	31.3	2.83	194.5	356	0.53
太原组 16号煤层(5)	94.6-112.0	22.8-33.8	2.88-4.39	222-284	201-377	0.623-1.104
	103.3	28.3	3.64	253	289	0.864

注:分子为变化范围,分母为平均值

1.2.1 低潮坪(砂坪) 潮下高能带砂质沉积,具板状交错层理和人字型交错层理,古水流呈明显双向性。粒度分布曲线由跳跃、悬浮两个总体组成,分选较好,悬浮总体含量自下而上增加。有部分障壁岛沉积。

1.2.2 中潮坪 沉积物以床砂载荷和悬浮载荷交替出现为特征。由砂、粉砂和泥质互层显现出沙纹层理,潮汐层理极为发育。

1.2.3 高潮坪 以悬浮载荷沉降为主,主要为泥质,偶夹粉砂质透镜体,发育水平纹层或水平波状纹层,为低能环境。

1.2.4 潮上坪 沼泽化形成泥炭层堆积。现在的煤层中部有透镜体炭质(煤屑)石英砂岩构成的夹矸,夹矸是由多个透镜体首尾叠合又间断形成的似层状,显低角度交错层理,表面常见波痕,偶见树干印痕。镜下观察透镜体仅由石英和煤屑组成,硅质胶结的石英颗粒呈棱角状,显现出曾受到过强烈的溶蚀。这种石英砂岩夹矸的形成与潮汐环境中透镜体状层理的形成极为相似,说明成煤时期潮汐作用较强。此外,16号煤层中还含有同生的石灰岩透镜体和钙质、黄铁矿质煤核。前者的生物碎屑种类及出现频度与煤层顶板潮下环境沉积的10层灰岩中的相似,说明泥炭成岩期间通过潮汐水道与广海沟通有海水不时侵注的影响。潮汐水道的证据是存在潮渠沉积(图3),其厚度约1.0m,煤屑石英砂岩呈透镜状,沉积物为向上变细系列,并且有明显的双向性交错层理的发育。

由于潮坪与泻湖沉积密切共生,横向交互,常难

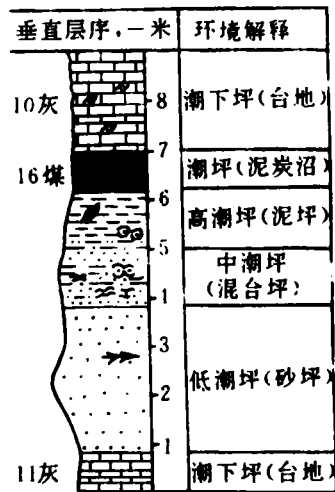


图2 陶枣煤田太原组下部含煤段潮坪沉积体系的垂向剖面

Fig. 2 Vertical section of tidal flat depositional system of coal-bearing member in Lower Taiyuan Formation, Taozao coalfield (the same legend as Fig. 1)

以区分,但是根据以泥和粉砂沉积为主,含较多的钙质和黄铁矿以及水平纹理发育等特点,推测在广阔而平坦的潮坪地带至少有部分区段存在着泻湖相沉积物,尤其在潮上坪中泻湖沉积相当发育。显然,成煤作用发生在障壁内侧泻湖周围一片宽而沿岸平坦的潮坪地带上。在潮上坪或泥坪,混合坪上沼泽化形成泥炭堆积过程中有两种微环境的差异:①在潮坪地带出现偏碱性介质的微一半咸水沼泽,并在较强还原环境下堆积泥炭,进而形成 16 号煤层主体;②在泻湖(或海湾)较深水地带发育半咸水沼泽,并在强还原的碱性介质条件下发生以腐泥化为主的生物化学作用堆积腐泥,进而形成藻煤或腐泥—腐殖过渡型烛煤,常以薄而不稳定的夹层出现在 16 号煤层的顶部与其顶板灰岩相邻接。例如,在山东兖州北宿矿和微山湖矿区 16 号煤层顶部就发育着这种类型煤的薄层。

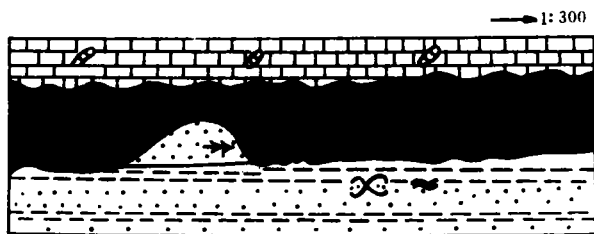


图 3 潮渠沉积(枣庄矿 305 大巷 16 煤素描剖面)

Fig. 3 Deposit—tidal channel (section—sketch of 16 coal—seam in 305—heading, zaozhuang coal district) (the same legend as Fig. 1)

1.2.5 潮下坪:第 10 和 11 层灰岩为潮下带碳酸盐沉积,以泥晶生物碎屑灰岩为主,生物碎屑主要是蜓、海百合、有孔虫、腕足和腹足类,也有少量介形虫和藻类。分选性和磨圆度较好,泥晶化显著,表明是在广坦的较浅水环境中形成的,具开阔台地性质。

综上所述,从 11 灰到 10 灰这一层序代表了包括潮下坪、潮间坪(发育较齐全)和潮上坪等一套潮间带较发育的潮坪沉积体系。是比较典型的障壁岛—潮坪—泻湖成煤模式。属碳酸盐岩—碎屑岩的复合潮坪层序。在华北地区太原组地层中这种碎屑岩与灰岩交替出现的潮坪层序分布相当普遍(陈钟惠,1987)。

根据 16 号煤层中夹矸和顶底板泥岩的微量元素分析值(表 2),如以 B 含量 100ppm, B/Ga 3.3 和 Sr/Ba 0.5(或 1.0)为界线值,太原组应属于半咸水—咸水偏海洋环境的沉积产物,为其潮坪的沉积环境提供了佐证。

### 1.3 华南龙潭组煤层形成环境概述

华南晚古生代含煤岩系大多与障壁岛—潮坪—泻湖成煤模式有关。广布我国华南地区的晚二叠世龙潭组,如浙皖长广的树皮残值煤或“乐平煤”和贵州水城的树皮煤或烛藻煤以及滇黔地区和四川南湘龙潭组,甚至桂中合山组煤大多是在这种大环境下形成的。值得注意的是这类煤大多属富类脂组分或富含高镜质组分的腐殖煤或腐殖腐泥煤。除母质差异外,在微环境上也有所不同。例如,长广煤田 C 煤层是夹有潮道生物碎屑沉积的树皮残殖煤,形成于潮坪半咸水泥炭沼泽中,是覆水较深、介质呈现弱碱性的还原环境下的产物。C 煤层中的动物化石和生物碎屑灰岩透镜体以及显示潮汐活动的潮渠沉积都表明 C 煤层的形成过程中曾频繁受到海水的影响(韩德馨等,1983)。C 煤层中丰富的微晶黄铁矿,高硫含量和有机硫含量以及丰富的

低等生源物输入(曾庆平等,1990)也说明它的形成与泻湖或海湾有密切关系。结合各种成因标志(表2和表3)足可表明,这种富类脂组分的腐殖煤是在有海水强烈影响下沼泽覆水相对更深和还原性质相对更强的泻湖海湾环境下形成的。

## 2 煤相及其类别

以南华北晚石炭世太原组和早二叠世山西组煤的研究为基础,结合华北西部太原组和山西组以及华南晚二叠世龙潭组的部分资料,根据成煤环境的综合标志——还原性质(包括无机和有机地球化学的系列参数)(表2和表3),将煤系煤层划分为三种四类基本煤相(表4)。现综合分析如下:

1. 不同煤相之间在单项主要的和多项综合的地球化学指标上均有显著差异,以致可以明确地辩识和区分它们。

2. 烷烃色谱和色谱—质谱数据表明不同煤相之间在植物的生源组成上的特征,除Ⅰ<sub>1</sub>煤相母质源于藻类低等生物,其他各煤相的生源都属高等植物母质。Ⅰ<sub>1</sub>煤相生源可能以裸子植物为主;Ⅰ、Ⅱ煤相可能是以孢子植物较为发育。不过从Ⅰ、Ⅱ煤相煤中普遍存在贝壳杉烷型四环二萜烷系列化合物说明,华北太原组和山西组时期罗汉松科的裸子植物科属仍然相当发育(王铁冠,1989),而华南龙潭组煤中则发育着不具松香烷或海松烷结构的二萜烷(李任伟,1990),因而其时的裸子植物科属可能是另一种面貌。Ⅰ、Ⅱ煤相之间的差别主要在于前者含有丰富的低等生源物输入;较高的 $C_{21}/C_{21}$ 和高Pr/Ph表明,Ⅰ煤相中低等生物类脂物的烷烃较多(赵师庆等,1988);生物标志化合物的四个比值参数及甾萜类的系列特征(表3)说明Ⅱ煤相中不仅含有丰富的菌藻类低等水生生物,而且存在着强烈的细菌改造作用。

3. 地球化学的若干参数——全硫、总Fe、 $Fe^{++}$ 、Sr/Ba和古盐度的相对高值表明,Ⅰ和Ⅱ煤相煤的形成与海水的影响有关, $CaO+MgO+Fe_2O_3/SiO_2+Al_2O_3$ 和pH的相对高值,Eh的相对低值以及较重的碳同位素与硫同位素等说明Ⅰ、Ⅱ煤相煤形成于覆水较深、介质偏碱性的强或较强还原环境的泥炭沼泽中,尤其是芳烃中硫芬系列化合物的相对高值和芳烃中苯并蒽的相对低值(黄光辉,1989),也证明了成煤期泥炭沼泽碱性介质和强还原条件的特定环境。

4. Ⅰ<sub>2</sub>和Ⅱ煤相中丰富的低等生源物存在、高等植物母质的强烈降解与细菌改造和偏碱性介质条件以及强的还原环境都是海水强烈输入泥炭沼泽地影响所致;强的还原环境决定了不同煤相成煤母质的差异,从而导致不同的煤相形成了性质不同的煤型或还原类型煤。

笔者通过对南华北太原组和山西组煤的长期研究认为,煤相应看作是成煤沉积环境的总概括(赵师庆,1981),它还应包括煤级以外的反映煤的最初类型和原生性质的内涵。煤的地球化学特征受控于成煤阶段、成煤介质特征的沉积环境。据此笔者提出了“还原性质”这个既表征成煤环境又反映煤质的概念和术语(赵师庆,1981);并逐步形成了“沉煤环境—成煤类型—煤质特征”这个概略成因模型,煤相与还原性质的实质基本相同或相近,但前者偏重于泛指环境和背景,而后者则偏向于具体表现煤型和煤质。

不同还原类型的煤有其特征的植物生源构成,有机与无机显微组分组成和化学—工艺及产烃性质。环境—煤型—煤质是决定和区分煤相的基本因素或参数。笔者认为,研究煤相应从实用性(预测和评价煤质)出发,进而建立“实用煤相学”的研究领域,以丰富现代煤田地质学和

表 2 不同煤相的无机地球化学特征

Table 2 Inorg—Geochemical characteristics of different coal facies

煤相		煤型	指标	反映成煤环境的地球化学参数										
				s+d %	$\frac{CaO+MgO+Fe_2O_3}{SiO_2+Al_2O_3}$	总 Fe %	Fe <sup>++</sup> %	B/Ga	Sr/Ba	F/Cl	古盐度‰ (沉积磷酸盐)	δ <sup>13</sup> C, ‰ (煤)	δ <sup>34</sup> S, ‰ (FeS <sub>2</sub> 硫)	Eh (mv)
II	较弱还原型	腐殖煤	<1~2.0	0.03~0.22	0.38~1.08 (多<1.2~2.0)	0.11~1.01 (多<1.0)	$\frac{2.07-3.38}{2.83}$ (平均)	$\frac{0.33-0.73}{0.53}$ (平均)		5.5~8.5 (一般<10.0)	-2.40 (较轻)	-4.9~20.4 (较轻)	>0	<7.0
	较强还原型	腐殖煤	1.0~5.0 (以黄铁矿硫为主)	0.23~1.23	0.8~2.30 (多>1.2~2.0)	0.62~1.83 (多>1.0)	$\frac{2.88-4.39}{3.61}$ (平均)	$\frac{0.62-1.11}{0.90}$ (平均)	—	11.0~27.0 (一般>10.0)	-23.0 (较重)	+5.8~ -8.4 (较重)	<0	>7.0
I	强还原型	富类脂组分或富高氢镜质组的腐殖煤、(多以有腐殖腐泥煤机硫为主)	3.7~6.0 (可高达11.0~15.0)	0.30~0.36	较高	较高	5.50	1.0~4.5	0.13~0.29 (较低)	—	—	+1.3~ -12.3 (较重)	-50~ -150	6.0~9.0
	强还原型	腐泥煤、腐殖腐泥煤	2.6~2.7											

表 3 不同煤相的有机地球化学特征

Table 3 Org—Geochemical characteristics of different coal facies

煤相		煤型	指标	反映成煤环境的有机地球化学参数										
				烷 烃 色 谱					生 物 标 志 化 合 物					
				饱和和芳香烃	碳数范围	主峰碳	$\frac{C_{21}}{C_{21}}$	Pr Ph	高等生源总量/总生源量	低等生源总量/总生源量	藿烷类/陆源藿类	甾类/甾烷类	描述	硫芴三芴
II	较弱还原型	腐殖煤	0.1~0.4	C <sub>11</sub> ~C <sub>35</sub>	C <sub>19</sub> ~C <sub>31</sub>	0.7~1.1	1.0~2.4	0.35	0.34	中	低	三环、四环藿较低,四环二藿类的贝壳杉烷较高,树脂二藿,倍半藿类较高,C <sub>27</sub> 甾烷低,Ts/Tm 较低	10.0	0.96
	较强还原型	腐殖煤	0.2~0.5	C <sub>11</sub> ~C <sub>35</sub>	C <sub>17</sub> ~C <sub>19</sub>	1.2~1.4	2.4~4.7 (可达5.7)	0.28	0.45	高	高	三环、四环藿、四环二藿类的贝壳杉烷较高,树脂二藿、倍半藿类较低,C <sub>27</sub> 甾烷较低,4-甲基甾烷、C <sub>20</sub> ~C <sub>30</sub> 长链异戊二烯烃丰富,Ts/Tm 较高	20.0	0.60
I	强还原型	富类脂组分或富高氢镜质组的腐殖煤、腐殖腐泥煤	0.1~1.0	C <sub>14</sub> ~C <sub>35</sub>	C <sub>18</sub> ~C <sub>20</sub> ~C <sub>15</sub> ~C <sub>21</sub>	0.8~1.9	1.5~2.0	—	—	—	—	三环藿(C <sub>19</sub> ~C <sub>29</sub> )、五环三藿(C <sub>30</sub> )和藿烷丰富,含二藿烷(不具松香烷或海松烷结构)、倍半藿、四环藿和异戊二烯烷烃(C <sub>35</sub> ~C <sub>40</sub> ),C <sub>29</sub> ~C <sub>30</sub> 甾烷为主,含4-甲基甾烷、伽马蜡烷和β-胡萝卜烷	52.0	0.21
	强还原型	腐泥煤、腐殖腐泥煤	0.8	C <sub>12</sub> ~C <sub>35</sub>	C <sub>20</sub> ~C <sub>13</sub>	1.0~1.3	2.4~2.6 (可达5.6)	0.18	0.58	低	高	三环藿、四环藿很丰富,C <sub>27</sub> 甾烷较高,4-甲基甾烷较丰富,C <sub>20</sub> ~C <sub>30</sub> 长链异戊二烯烃相当丰富	30.0 (可达40.0)	0.17

表4 煤相的类别及其形成环境

Table 4 Types of coal facies and their genetical environments

煤相	煤型	成煤植物	成煤环境	实例	
I	较弱还原型	腐殖煤	科达类、石松类植物组合, 不存在或罕见菌类和藻类	三角洲平原—分流间湾泥炭沼泽, 介质淡水偏酸性, 有富氧河水输入	以南华北山西组(P <sub>1</sub> )煤层为主, 太原西山煤田山西组煤层等
	较强还原型	腐殖煤	科达—鳞木—楔叶类植物组合, 含丰富的菌类和藻类低等生物	潮间带浅水潮坪泥炭沼泽, 频繁受海水影响, 介质微咸水~半咸水, 偏碱性, 有丰富的低等生源物输入	以南华北太原组(C <sub>2</sub> )煤层为主, 太原西山煤田太原组煤层等
I	强还原型	富类脂组分或高氢镜质组的腐殖煤或腐殖腐泥煤	鳞木—辉木—种子蕨类植物组合, 或红树一类红树(灌木、乔木等)植物组合, 含丰富的藻菌类低等生物	潮间带较浅水潮坪泥炭沼泽或潮坪向较深水泻湖过渡的泥炭沼泽, 介质半咸水~咸水, 偏碱性, 有丰富的低等生源物输入	
	弱还原型	腐泥煤或腐殖腐泥煤	低等生物, 以藻类为主, 或含数量不定的高等植物	泻湖较深水地带泻湖~海湾泥炭沼泽, 介质半咸水~咸水, 偏碱性, 范围取决于洼地面积大小和潮道沉积的发育程度	以南华北太原组(C <sub>2</sub> )煤层为主, 山西蒲县煤田太原组煤层等

实用煤岩学的内容。

上述煤相的分类是以大环境为基础的煤相基本类型。应进一步研究以亚环境为基础的煤相亚型及其相应的煤型和煤质。这一研究将会揭示出环境究竟在多大程度上影响和决定着煤型和煤质, 从而对各种类别和级别的“沉积环境—成煤类型—煤质特征”成因模型做出客观的评判。

### 参 考 文 献

- 赵师庆, 1981, 中国华东北部晚古生代煤层的煤质差别和显微特征, 中国矿业学院学报, 2期, 41—53页。
- 赵师庆, 1984, 我国腐殖煤的还原性质及其与沉积环境的关系, 沉积学报, 2卷2期, 53—64页。
- 赵师庆、王飞宇、刘德汉、盛国英, 1987, 不同煤相中煤和镜质组特征的初步研究, 中国科学院地球化学研究所有机地球化学开放实验室研究年报, 北京: 科学出版社, 23—44页。
- 韩德馨、任德昭、郭敏泰, 1983, 浙江长广煤田树皮残植煤的成因及其沉积环境, 沉积学报, 1卷4期, 1—14页。
- 陈佩元、李小彦、高文生, 1987, 太原西山石炭二叠纪煤层煤岩特征及其成因分析, 煤炭科学技术, 6期(增刊), 81—88页。
- 陈家怀、陈善发、赵时久, 1987, 煤层中硫同位素组成及成因探讨, 煤田地质与勘探, 5期, 8—14页。
- 李任伟、林大兴, 1990, 四川南桐地区二叠系龙潭煤层生物标记物及其地质意义, 地质科学, 2期, 113—126页。

# Discussion on the “Sedimentary Environment-Type of Coal-forming-Characteristic of Coal Quality” Rough Genetic Model

## I. Environment and Coal Facies

Zhao Shiqing

(Geology Department, Huainan Mining Institute)

Wang Feiyu

(Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou)

Dong Mingshan

(Southern Coal Testing Centre of MGMR)

### Abstract

Analyses of the deposit-genetic mark in typical coal-bearing members have shown that Taiyuan Formation ( $C_2$ ) in the southern part of North China represents a complete tidal flat-depositional system, consisting of subtidal flat (subtidal zone), strandflat (intertidal zone—well developed) and supratidal flat (supralittoral zone), which belong to the typical coal-forming model of barrier-tidal flat-lagoon. Shanxi Formation ( $P_1$ ) represents a comparatively complete delta-depositional regime, consisting of prodelta, delta front and delta plain, which belongs to the typical coal-forming model of delta. While longtan Formation ( $P_2$ ) in the South of China mainly represents the coal-forming model of barrier-tidal flat-lagoon with well developed lagoon deposit. Through the researches above, three kinds (four categories) of coal facies are divided based upon reductibility, which is the integrated mark of charactering coal-forming environment (by a series of indexes). These coal facies with their character revealed respectively are  $I_1$ -Sapropelic coals or humic-sapropelic coals of strong type-reductibility,  $I_2$ -Humic coals or humic-sapropelic coal in rich-liptinites/rich-perhydrous vitrinites of strong type-reductibility,  $II$ -Humic coals of stronger type-reductibility and  $III$ -Humic coals of weak type-reductibility. A series of indexes above contain total sulfur, index of ash composition, total iron,  $Fe^{++}$ , B/Ga, Sr/Ba, F/Cl, Palaeosalinity, isotopes of carbon, isotopes of sulfur, Eh, pH, alkane chromatography (the ratio of Aliphatic hydrocarbon to Aromatic hydrocarbon, carbon number of main peak,  $C_{21}/C_{22}^+$  21 and Pr/Ph), biomarker of alkane (Quantity of terrigenous higher plants/amount of organisms source, Quantity of lower plants source/amount of organisms source, hepanes/terrigenous terpenoids and steroids/hopanes ratio) and biomarker of Aromatic hydrocarbon (dibenzothiopene/tri-fluorene and benzonthracene/chrysene ratio).

Authers suggest that coals of different type-reductibility be characterized respectively by constituent of plants sources, organic and inorganic mather as well as properties of chamistry-technology-generating hydrocarbon. Reductibility of coal (i. e. type-coal) may be of both characterizing coal-forming environment and feature of Quality-coal. It is by reductibility that environment is connected with Quality-coal. Therefore, the genetic model of environment-type-coal-Quality-coal is build-up.

Authers think of coal-facies as total generality of sedimentary environment in peat-forming bog and must implicate environment, type-coal and Quality-coal except coal rank.

Authers advocate that from the point of view in practice (prediting environment and estimating Quality-coal), coal facies are researched and therefor, the regime of “practice coal facieology” should be set up, whose aim is to push the advance of coal-geology, coal-petrology and serve energy sources industry.

The study in this regime is of both theoretical and practical importance.