

# 巢湖地区龙潭组沉积环境与聚煤特征研究

靳学斌<sup>1</sup> 李壮福<sup>1,2</sup> 冯 乐<sup>1</sup> 马晓凡<sup>1</sup> 周晏召<sup>1</sup>

(1. 中国矿业大学 资源与地球科学学院 江苏 徐州 221008; 2. 煤层气资源与成藏过程教育部重点实验室 江苏 徐州 221008)

**摘 要:** 基于巢湖地区龙潭组沉积环境与聚煤特征存在密切关系,为得出该地区聚煤规律,通过实测野外岩层剖面及室内粒度分析,运用沉积学、煤田地质学的基本理论和方法,分析了巢湖地区龙潭组的岩石学特征、沉积环境及其演化,识别出三角洲相、泻湖-潮坪相、碳酸盐台地相3种沉积相,其中三角洲相包括2种亚相、5种微相。研究表明:巢湖地区龙潭组含煤地层主要是由三角洲平原沼泽淤积形成,三角洲平原是聚煤的最佳场所。巢湖地区龙潭组煤层与皖南其他地区相比,其特点是厚度薄、层位高、硫分高,这主要是与其沉积基底、沉积环境、形成时间的差异等有关。

**关键词:** 岩石学; 沉积环境; 聚煤特征; 龙潭组; 巢湖地区

中图分类号: P618.110.2

文献标志码: A

文章编号: 0253-2336(2014)04-0092-05

## Study on Sedimentary Environment and Coal Accumulation Characteristics of Longtan Formation in Chaohu Area

JIN Xue-bin<sup>1</sup>, LI Zhuang-fu<sup>1,2</sup>, FENG Le<sup>1</sup>, MA Xiao-fan<sup>1</sup>, ZHOU Yan-zhao<sup>1</sup>

(1. School of Resources and Earth Science, China University of Mining Technology, Xuzhou 221008, China;

2. Key Lab of Coalbed Methane Resources and Reservoir Formation Process, Ministry of Education, Xuzhou 221008, China)

**Abstract:** In order to explore the relationship between the coal accumulation characteristics and the sedimentary environment of Longtan Formation, this paper analyzed the petrological characteristics, sedimentary environments and the evolution of Longtan Formation in Chaohu Area. Combined with the basic theory and method of sedimentology and coal geology, three kinds of sedimentary facies: delta facies, lagoon-tidal flat facies and carbonate platform facies were distinguished by means of the measurement of field profile and indoor grain size analysis. Among them, the delta facies included two types of subfacies and five types of microfacies. The results showed that the coal-bearing strata of Longtan Formation area were mainly formed by delta plain swamp filling in Chaohu Area, and the delta plain was the best place for coal accumulation. Compared with other regions in southern Anhui Province, it was featured as thin seam, high layer position and high sulfur content. This could attribute to the difference of sedimentary basement, sedimentary environment and forming time in Chaohu Area.

**Key words:** petrology; sedimentary environment; coal accumulation characteristics; Longtan Formation; Chaohu Area

## 0 引 言

巢湖地区位于安徽省东南部,在大地构造位置上位于下扬子板块北缘,区内二叠系发育齐全,出露良好,是重要的研究区域。二叠系地层自下而上发育有栖霞组、孤峰组、龙潭组、大隆组。对该区二叠系研究主要集中为地层的划分、古生物与遗迹化石、地球化学、沉积与岩相古地理等的研究。龙潭组作

为扬子地区重要的含煤地层之一,其煤层分布广泛,煤种齐全,储量巨大,尤其是在贵州、湖南等地<sup>[1-2]</sup>。虽然在下扬子地区整体上将其确定为一套海陆过渡的滨岸沼泽-三角洲沉积环境,但巢湖地区沉积的一套含煤地层与皖南其他地区存在很大差异。为此,笔者在实测野外剖面及室内粒度分析的基础上,运用沉积学、煤田地质学的理论和方法,对巢湖地区龙潭组的岩石学特征、沉积环境及其演化进行综合

收稿日期: 2013-11-10; 责任编辑: 曾康生 DOI: 10.13199/j.cnki.cst.2014.04.024

基金项目: 中国煤炭地质总局广西煤炭地质局资源调查开发资助项目(2012060013)

作者简介: 靳学斌(1990—),男,山东聊城人,硕士研究生 Tel: 15896428378 E-mail: jinbin0515@163.com

引用格式: 靳学斌,李壮福,冯 乐,等. 巢湖地区龙潭组沉积环境与聚煤特征研究[J]. 煤炭科学技术, 2014, 42(4): 92-96.

JIN Xue-bin, LI Zhuang-fu, FENG Le et al. Study on Sedimentary Environment and Coal Accumulation Characteristics of Longtan Formation in Chaohu Area[J]. Coal Science and Technology, 2014, 42(4): 92-96.

性分析,并针对巢湖地区龙潭组煤层特征与皖南其他地区存在的差异进行了对比。

1 区域地质背景及相关地层

1.1 区域地质背景

皖南下扬子地层分区巢湖—安庆地层小区,其范围北以庐庐断裂为界,南至“江南隆起”;西以太湖、安庆、贵池、泾县至港口一线,东到苏皖省界(图 1),包括了巢湖、芜铜以及安庆、贵池、宣泾等地区的绝大部分<sup>[3]</sup>。

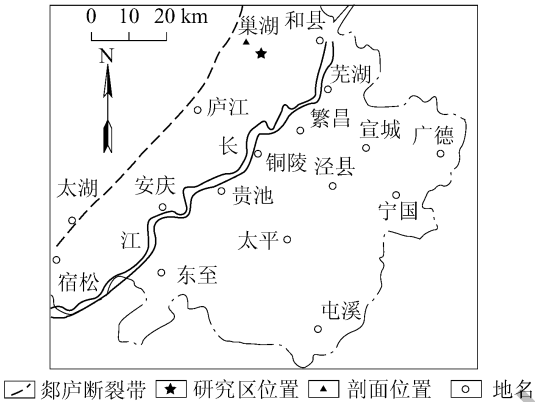


图 1 研究区地理位置

前人对下扬子地区二叠纪的大地构造背景进行过很多研究<sup>[4-5]</sup>,研究的成果主要概括为该区二叠纪沉积盆地是板块内部盆地。在二叠纪时,盆地的活动性较泥盆纪和石炭纪明显增强,但总体来说,仍具相对稳定性,具有克拉通盆地性质。盆地范围较大,活动性不强,沉积厚度不大,无盆缘断裂控制,盆地基底较完整,断裂活动较弱。

1.2 区内相关地层及地层对比

以往煤田地质系统将巢湖—安庆地层小区晚二叠世早期含煤地层(银屏组)统称为龙潭组<sup>[6]</sup>,笔者延续前人的使用方法。巢湖地区二叠系主要包括栖霞组、孤峰组、龙潭组、大隆组(表 1)。

表 1 皖南地区二叠系地层划分对比

地层系统	下扬子地层分区		江南地层分区
	巢湖—安庆小区	宿松—繁昌小区	广德—休宁小区
上覆地层	殷坑组	殷坑组	殷坑组
上二 长兴阶	大隆组	大隆组	长兴组
叠统 吴家坪阶	龙潭组	吴家坪组	龙潭组
下二 茅口阶	孤峰组	孤峰组	孤峰组
叠统 栖霞阶	栖霞组	孤峰组	孤峰组
下伏地层	船山组	船山组	船山组

1) 孤峰组。岩性以硅质岩和泥页岩为主,磷含量局部高达 20% ~ 30%,磷酸盐形成深度一般为 50 ~ 200 m,孤峰组中  $w(V)/w(V + Ni)$  比率为 0.71 ~ 0.98,属于层状滞流的缺氧环境<sup>[7]</sup>。以上结果表明该组形成于较深水的盆地环境,与上覆龙潭组呈平行不整合接触,厚度约 55 m。

2) 龙潭组。以陆源碎屑岩沉积为主,根据其岩性组合特征,划分为 4 段:第 1 段( $P_2l^1$ )为灰黑—灰绿色薄层泥岩夹灰黄色薄—中厚层状粉—细砂岩,以腕足、腹足类等动物化石为主。第 2 段( $P_2l^2$ )为灰—暗灰色中厚—厚层状中粒石英砂岩、长石石英砂岩,纹层及层系面上富含白云母片,局部含有大羽羊齿类植物群化石碎片。第 3 段( $P_2l^3$ )为暗灰色泥岩、粉砂质泥岩夹薄煤层、煤线,水平层理发育。第 4 段为灰黑色中厚层状泥晶生屑灰岩,俗称为“压煤灰岩”段,厚度约 43 m。

3) 大隆组。岩性特征同孤峰组,划分为 3 段。沉积环境与孤峰组相似,都是一种较深水的缺氧盆地环境。与下伏龙潭组呈整合接触,厚度约 20 m。

2 龙潭组岩石学特征

2.1 主要岩石特征

野外统计显示区内主要由碎屑岩组成,约占总厚度的 90%,而碳酸盐岩约占 4%,煤约占 6%。砂岩在整个剖面上多集中于龙潭组第 2 段,泥岩多集中在第 1、3 段。

1) 砂岩。主要为细砂岩,集中分布在龙潭组第 2 段,砂岩碎屑含量 70% ~ 90%,主要成分为石英,其次为长石、岩屑。填隙物主要为黏土杂基和硅质、铁质胶结。根据砂岩特征及与上下岩层之间的组合关系可以分为 3 类:第 1 类砂岩,位于龙潭组第 3 段中,碎屑中石英粒度较细,一般在 0.10 ~ 0.15 mm,杂基的含量高,位于灰黑薄层泥岩夹煤线夹层中。第 2 类砂岩,位于龙潭组第 2 段中,砂岩整体粒度较粗,一般为 0.15 ~ 0.50 mm,为细—中粒石英质砂岩、长石石英砂岩,颜色为灰黄色,为铁质浸染次生色(图 2a、图 2b)。砂岩致密坚硬,硅质、铁质胶结,杂基含量少,整体为中厚—厚层状,具大型楔形交错层理及羽状交错层理(图 2c)。第 3 类位于龙潭组第 1 段下部,多为细砂岩,厚度较薄,在暗色泥岩夹层中呈透镜体状(图 2d)。

2) 泥岩。矿物成分以伊利石为主,其次是高岭石、绿泥石、绢云母等,泥质岩中常混入粉砂、硅质、

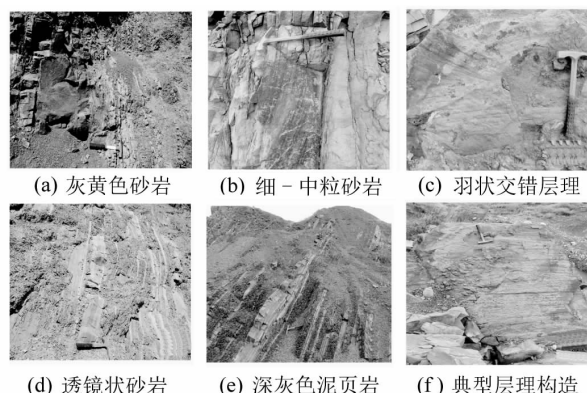


图2 野外岩石学特征

钙质或生物介壳形成过渡类型。根据前人对此段的稀土元素化学分析得到泥质岩的  $\delta_{Eu} = 0.12 \sim 0.20$ , 显示 Eu 负异常。  $w(La/Lu)_N$  为  $7.22 \sim 15.37$ , 其稀土元素分布型式介于河水与海水分布模式之间<sup>[8]</sup>。主要有2类: 第1类位于龙潭组第3段, 颜色为灰黑、黑色, 风化破碎严重, 为锰铁质泥岩、炭质泥岩, 含植物碎片、炭屑, 具有隐约水平层理、块状层理, 第2类在龙潭组第1段, 岩性以深灰色、灰色页岩、泥岩为主, 见页理构造(图2e), 主要由黏土矿物组成, 粉砂质含量较高为粉砂质泥岩, 具有铁质结核或条带, 硼含量亦较高, 为半咸水条件下的沉积。

3) 灰岩。位于龙潭组顶部, 主要含生物碎屑泥晶灰岩, 灰、灰黑色, 岩石中含燧石结核或条带, 具微波状层理、块状层理, 生物碎屑较为丰富。

## 2.2 粒度曲线特征

利用概率累积曲线分析龙潭组中砂岩的沉积特征, 主要表现为2种类型: 一种为高斜的两跳一悬式(图3a), 一种为标准的滚动、跳跃、悬浮式(图3b)。

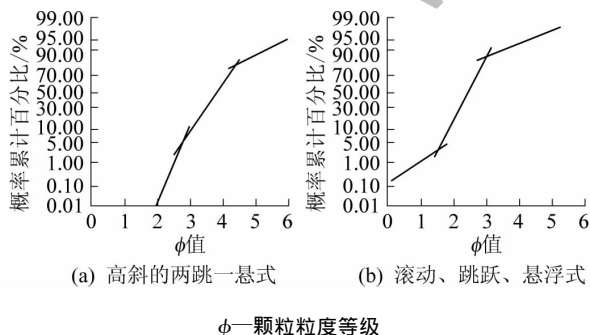


图3 龙潭组砂岩粒度分析曲线

1) 高斜的两跳一悬式。特点是: 跳跃总体由2个次总体组成, 粒度集中在  $0.25 \sim 0.10 \text{ mm}$ , 含量约75%, 跳跃总体斜率仍大于  $60^\circ$ , 说明分选较好, 反映波浪的作用与河流作用相比较强, 此类砂岩分布在河口沙坝中下部粉砂岩和细砂岩中。冲刷-回流

形成大型的楔状交错层理、羽状交错层理。而悬浮总体在15%左右, 斜率小, 分选差。悬浮组合与跳跃组合的接触为突变接触。

2) 滚动、跳跃、悬浮式。主要特点: 滚动搬运总体含量小于10%, 粒度粗, 集中在  $0.5 \sim 1.0 \text{ mm}$ , 斜率小于  $40^\circ$ , 分选差, 跳跃总体含量大于80%, 斜率大, 分选好, 悬浮总体含量小于10%, 斜率小于  $30^\circ$ , 分选差。此类砂体分布在河口沙坝顶部的细砂岩和中砂岩中, 与波浪带浅海砂粒度概率曲线特征相似。

## 3 龙潭组沉积环境

依据巢湖地区龙潭组岩性特征、沉积构造、生物化石特征, 认为其沉积环境主要包括了潮坪相、泻湖相、三角洲相、开阔台地相, 其中潮坪相包括潮上泥坪亚相、潮间砂泥混合坪亚相。三角洲相包括三角洲平原沉积亚相和三角洲前缘沉积亚相<sup>[9]</sup>(图4)。

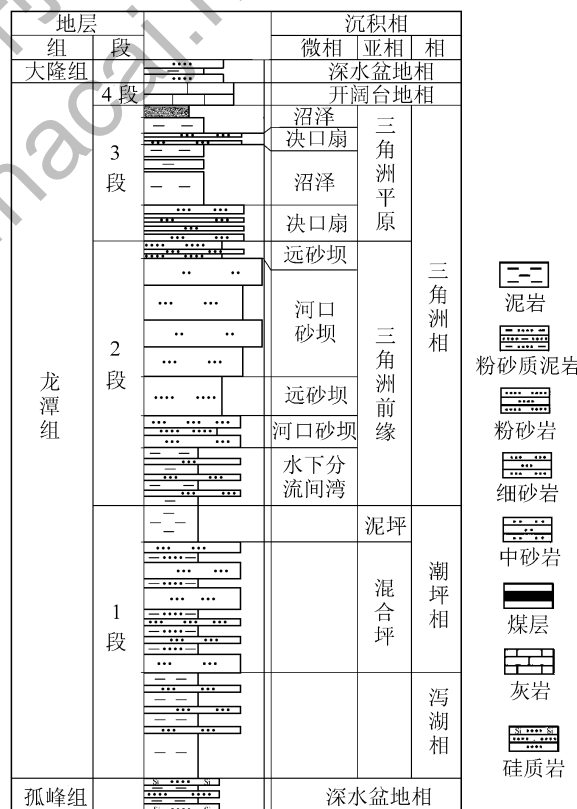


图4 巢湖龙潭组沉积相分析柱状图

### 3.1 泻湖相

龙潭组下伏地层孤峰组顶部以灰黑色薄层硅质岩夹暗色薄层泥岩为主, 沉积环境为深水滞留的盆地环境。向上水体变浅, 沉积了黑色薄层泥页岩, 具水平层理, 为泻湖相环境, 泻湖是被障壁岛遮拦的浅

水盆地,为相对安静的低能环境。局部可见中厚层砂岩透镜体,具有底平顶凸的特征,砂岩颗粒分选磨圆较好,致密坚硬,含泥量少,说明当时沉积是水体能量较高,为泻湖向海的障壁岛相沉积。

### 3.2 潮坪相

潮坪相带位于泻湖相之上,岩性组合上为下部以灰黄色薄-中厚层状粉-细砂岩夹浅灰紫色薄层泥岩为主,向上厚度具有3~5个由厚变薄的趋势,沉积环境为潮间混合坪亚相,砂岩厚度的变化反应了海平面的上下波动,水体较为动荡。上部为浅灰黄色泥岩组成,显现水平层理,未见植物碎屑,为潮上泥坪亚相。整体岩性组合反映此相带沉积时海平面波动频繁,虽然有机质含量高,但是不利于成煤。

### 3.3 三角洲相

三角洲相包括了三角洲前缘亚相和三角洲平原亚相,其中三角洲前缘亚相包括水下分流间湾微相、分流河口砂坝微相和远砂坝微相,水下分流间湾微相以灰黑色泥岩夹薄层细砂岩为主,沉积厚度较薄,细砂岩为河流洪泛时期携带沉积。分流河口砂坝微相以浅灰黄色中厚-厚层状细-中砂岩为主,分选好,质地坚硬,倒序,下部为小型交错层理,上部发育大型楔状、板状或平行层理,局部见羽状交错层理(图2f),反映了河流作用与潮汐作用共存<sup>[10]</sup>。远砂坝微相位于河口砂坝较远的部位,沉积物为粉砂岩、粉砂质泥岩,层薄,纹层面分布植物碎屑和炭屑。三角洲平原亚相包括了三角洲平原决口扇微相和三角洲平原沼泽微相,其中三角洲平原决口扇微相发育于河道两侧,岩性为薄-中厚层状泥质或钙质胶结细砂岩、粉砂岩,具有小型交错层理、波状层理,见铁质结核,三角洲平原沼泽微相位于三角洲平原分支河道间的低洼地区,植物繁茂,排水不良,是有利于有机植物碎屑不断堆积的滞水环境。岩性上主要为暗色薄层炭质泥岩夹煤层、煤线,可见植物碎屑<sup>[11]</sup>。

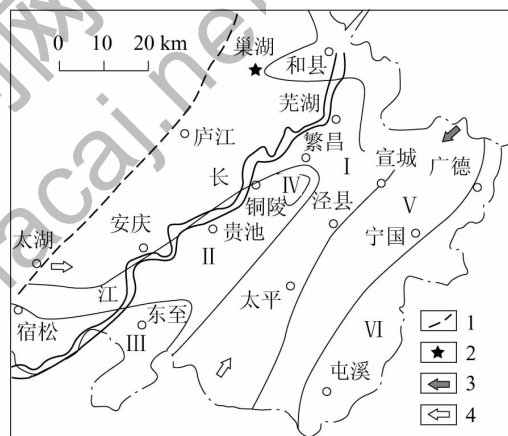
### 3.4 开阔台地相

龙潭组顶部以生物碎屑泥晶灰岩为主,生物碎屑以藻类、珊瑚、有孔虫、腕足类为主,化石保存完整。沉积环境为盐度正常温暖清澈的浅海环境,水循环良好,生物繁盛,处于浪底附近或浪底之下,灰泥基质不能够被完全颠簸带走。

## 4 龙潭组沉积演化

结合皖南地区大地构造发展史,认为早二叠世

晚期茅山期,由于东吴运动的影响,造成了盆地基底的差异升降以及物源供应和堆积速率的差异,形成了皖南地区以东南高、西北低为特点的格局。末期海水从东向西发生海退,海水的退出使皖南地区大部分隆起区为古剥蚀区,仅在原低洼地带残留水体。至吴家坪期,在海水自西、西南向东、东北方向缓慢的海侵作用下,巢湖地区演化为滨海中的泻湖-潮坪环境,沉积了龙潭组早期的1段。随后由于气候趋向潮湿,构造相对稳定,沉积了1套以中厚-厚层状砂岩为主的三角洲前缘相岩层,为龙潭组的2段。随着不断接受物源区提供的碎屑沉积,发生了淤浅,形成了以暗色薄层泥岩夹煤层、煤线为主的三角洲平原相岩层,为龙潭组的3段。在吴家坪末期,大规模的海侵开始,形成了所谓的“压煤灰岩”,即龙潭组4段<sup>[12-13]</sup>(图5)。



I—皖南浅海陆棚; II—铜陵障壁海岸带; III—宿松-东至古半岛;  
IV—施加冲古岛; V—滨海冲积平原; VI—残积平原; 1—郯庐  
断裂带; 2—研究区位置; 3—陆屑供应方向; 4—海侵方向

图5 皖南晚二叠世龙潭沉积期岩相古地理

## 5 龙潭组聚煤特征

结合皖南其他地区,与巢湖地区龙潭组含煤地层进行对比,分析如下。

1) 巢湖地区与皖南其他地区相比,龙潭组煤层厚度薄,以薄煤层、煤线(厚度0.8 m左右)为主。主要是由于该区煤层是在三角洲平原相中低洼地带沼泽淤浅形成,受潮汐水流带来的海水和携带大量泥砂的洪泛水流影响严重,泥炭沼泽被分流河道、分流间湾分割,聚煤条件差。吴家坪末期,又发生大规模海侵,结束了其成煤作用。而成煤厚度大(大于2 m)的铜陵、贵池、宁国、广德一带<sup>[14]</sup>,其成煤环境为障壁岛-泻湖环境,在构造稳定时期,泻湖发生淤浅形成了厚煤层。对于巢湖龙潭组第1段,由于受区

内当时东吴运动末期的影响,古环境动荡,海水在滨岸带的反复进退使其相代转变频繁,仅形成富含有机质的薄层泥岩,未能形成煤层<sup>[15]</sup>。

2) 该地区龙潭组中煤层及煤线位于第3段上部位置,与广德、宣城地区的煤层层位相似,而宿松、安庆龙潭组煤层主要赋存在龙潭组下部<sup>[16]</sup>。由此可以推测在吴家坪早期,海侵作用引起的超覆沉积是来自于皖南地区西方向的海水不断向东侵漫造成的。同时对比皖南地区所谓的“压煤灰岩”段,同样也发现皖南地区西南部较厚,东北地区较薄的特点。

3) 对巢湖龙潭组煤层中硫分、灰分进行分析,发现其属于高硫、中低灰煤。其中硫分为2.9%~5.8%,以黄铁矿硫为主,有机硫次之,硫酸盐硫最低(表2)<sup>[17]</sup>。与皖南其他地区的硫分含量对比发现,巢湖地区煤层中硫含量均值大于其他地区。煤中硫分主要是来源于成煤原始植物及海水和火山喷发作用,有机硫常为来自植物体的原生有机硫,硫化物硫一般来自海水<sup>[18]</sup>。因此可以认为受海水影响越大,如三角洲平原和潮坪环境,硫化物硫含量越高,反之则低,如冲积平原。从而可以确定巢湖地区成煤环境主要是受海水影响较大的三角洲平原。

表2 皖南主要煤田龙潭组煤中硫分对比 %

主要煤田	全硫		黄铁矿硫	有机硫	硫酸盐硫
	最高值	最低值			
巢湖煤田	5.84	2.93	3.43	0.72	0.21
芜湖煤田	3.26	1.12	2.03	0.83	0.16
安庆煤田	1.87	0.69	1.31	0.57	0.14
宣城煤田	4.97	1.72	2.56	0.92	0.43

4) 综上所述,皖南各区龙潭组煤层厚度、层数、层位、稳定性、硫灰分等方面差别较大。巢湖地区煤层发育较差,厚度薄,煤层侧向稳定性差,层位上集中在龙潭组的上部,并且其硫分很高,属于高硫、中-低灰分煤。究其原因主要是由于皖南各区沉积基底的不同,沉积首先发生在皖南西部地势低洼处,并逐渐向地势高的东偏北方向超覆沉积。其次还与沉积环境和形成时间的不同有关,加之后期构造作用强烈,使得皖南不同地区、不同煤田之间,煤层对比十分困难。

## 6 结 论

1) 皖南巢湖地区龙潭组根据其岩性组合特征,划分为4段,自下而上分别为:薄层泥岩夹薄-中厚

层状粉-细砂岩段;中厚-厚层状砂岩段;暗灰色泥岩夹薄煤层、煤线段;压煤灰岩段。

2) 在龙潭组中识别出三角洲相、泻湖-潮坪相、碳酸盐台地相3种沉积相,其中三角洲相包括2种亚相、5种微相。薄煤层、煤线主要是由三角洲平原沼泽淤浅形成,三角洲平原是聚煤的最佳场所。

3) 巢湖地区龙潭组煤层发育与皖南其他地区龙潭组相比较,其特点是煤层厚度较薄、层位高、硫分高,这主要是与其沉积基底、沉积环境、形成时间的差异等有关。

## 参考文献:

- [1] 窦新钊,姜波,秦勇,等.黔西地区构造演化及其对晚二叠世煤层的控制[J].煤炭科学技术,2012,40(3):109-114.
- [2] 程玛莉,崔玉朝.贵州安家寨煤矿龙潭组煤层特征及对比[J].煤炭科学技术,2011,39(10):104-107.
- [3] 安徽省区域地质调查队.安徽区域地质志[M].北京:地质出版社,1987.
- [4] 王鸿桢.华南地区古大陆边缘构造史[M].武汉:武汉地质学院出版社,1986.
- [5] 夏邦栋,吕洪波,苏、浙、皖地区沉积-大地构造演化[J].地质学报,1988,1(4):301-310.
- [6] 姜松.利用多重地层划分理论对皖南龙潭煤系地层的初步厘定[J].安徽地质,2010,20(2):90-94.
- [7] 李双应,金福全.下扬子地区二叠纪缺氧环境沉积物V/(V+Ni)特征[J].矿物岩石地球化学通报,1995,17(1):55-62.
- [8] 杜小弟,黄志诚,陈智娜,等.下扬子区二叠纪主要岩石类型成因的地球化学信息[J].岩相古地理,1998,18(1):62-70.
- [9] 陈钟惠.含煤岩系沉积环境分析[M].武汉:武汉地质学院出版社,1984.
- [10] 莫时旭,许桂生,黄昔容,等.保和堂矿区龙潭组下三角洲平原聚煤特征[J].湖南地质,1997,16(4):227-231.
- [11] 迟元苓.安徽巢县平顶山二叠系岩石特征及沉积环境分析[C]//冯增昭.中下扬子地区二叠纪岩相古地理.北京:地质出版社,1991:178-186.
- [12] 陈华成,王云慧.江苏、安徽南部晚二叠世早期的海侵[J].地质评论,1981,25(5):444-447.
- [13] 黄明康,庆承松,邢乐澄.安徽省宿松县坐山二叠系岩石特征及沉积环境分析[J].中国矿业大学学报,1994,23(2):89-94.
- [14] 钱让清,杨晓勇.安徽二叠纪龙潭组煤中潜在毒害元素分布的因子分析研究[J].煤田地质与勘查,2003,31(1):11-14.
- [15] 徐自强.浙江北部龙潭组的沉积特征[J].地层学杂志,1993,17(3):215-218.
- [16] 吴基文,陈资平,张文华.皖南地区晚二叠世龙潭早期岩相古地理及其聚煤特征[J].中国煤炭,1995,22(11):11-19.
- [17] 葛涛.淮南煤田煤中全硫含量特征分析[J].煤炭科学技术,2010,38(7):126-128.
- [18] 陆彦邦.中国南方二叠纪聚煤规律的探讨[J].淮南矿业学院学报,1992,12(2):23-41.