

中国地质科学院研究报告 0068

# 鄂湘粤桂龙潭阶碳酸盐 岩相及藻坪成煤模式

618.1102  
h3

宜昌地质矿产研究所

一九八六年

**中国地质科学院研究报告 0068**

---

编辑出版：中国地质科学院资料室

责任编辑：王 津 尹 继 才

印 刷：中国地质科学院印刷厂

出版日期：一九八六年十月

地 址：北京西四地质博物馆

---

# 鄂湘粵桂龍潭階碳酸鹽岩 相及藻坪成煤模式

1980年5月—1981年8月

編 寫 單 位：宜昌地質礦產研究所四室煤組

編 寫 人：湛建國

審 查 人：沈德麒、方道年等

室 負 責 人：張毓爽

副 所 長：譚忠福

提交報告單位：宜昌地質礦產研究所四室煤組

提交報告時間：1981年8月

## 对《鄂湘粤桂乐平阶碳酸盐岩相及藻坪成煤模式》报告的评议意见

《鄂湘粤桂乐平阶碳酸盐岩相及藻坪成煤模式》报告以碳酸盐岩微相理论和方法指导，对四省（区）晚二叠世乐平期的沉积环境进行了研究，划分了10个沉积相带，编制了乐平期岩相古地理图，并在此基础上建立了鄂湘粤桂乐平期含煤沉积模式。用碳酸盐岩微相理论进行含煤沉积的岩相古地理研究，国内尚不多见，该报告作者在利用和收集以往大量资料的基础上，补充了一些野外、室内工作。在这方面作了一定的综合分析研究。

“报告”在对四省（区）含煤岩系研究的基础上，着重讨论了藻坪沼泽含煤沉积环境模式，认为构造上的下凹区上隆部位是形成这种环境的背景，与外海通畅是造成相变急剧的原因，提出藻类的补偿作用和向上变浅序列是藻坪沼泽的必要条件，并探讨了具红树习性的的高等植物提供了部分成煤物质的问题。这些看法，具有进一步研究的价值。

该“报告”的不足和需要商榷之处主要有：

1. 相分析主要基于微观资料，而一部分相区的宏观相标志和控制性的剖面积较少。
2. 关于藻坪沼泽含煤沉积模式与具红树习性的的高等植物提供部分成煤物质来源的设想依据有待进一步补充。
3. 报告实际上论述的重点在桂中地区，建议适当缩小范围，集中深化研究桂中地区藻坪成煤模式。

总之，该报告文字简练，观点明确，具有一定的研究水平。报告中提出了一些较好的看法，对生产、教学、科研具有一定的参考使用价值，可供各有关单位交流使用。

评议小组：

唐修义 董名山 方道年 赵汝旋 徐长洲 曹鸿水 沈德麒

1981年12月1日

本报告在验收后，根据评审意见作了如下修改：

1. 删去二叠纪时期的古构造；
2. 原划分的台地边缘斜坡相，依据不足，删去；
3. 藻坪成煤模式的古构造和古地理条件内容略有增补；
4. 将乐平阶改为龙潭阶。

湛建国 1982.3.30

# 目 录

|                                                                                                                         |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 一、上二叠统地层 .....                                                                                                          | ( 1 )  |
| 二、碳酸盐岩相分析 .....                                                                                                         | ( 1 )  |
| I. 盆地相; II. 台地边缘生物礁相; III. 台地边缘浅滩相; IV. 开阔海台地相;<br>V. 潮坪相; VI. 滨海平原相; VII. 滨海三角洲相; VIII. 山麓冲积--洪积相; IX. 泥炭<br>沼泽相. .... | ( 1 )  |
| 三、龙潭期古地理景观 .....                                                                                                        | ( 7 )  |
| (一) 龙潭早期的沉积区 .....                                                                                                      | ( 8 )  |
| (二) 龙潭中及晚期的沉积区 .....                                                                                                    | ( 9 )  |
| 四、藻坪沼泽含煤沉积环境模式 .....                                                                                                    | ( 10 ) |
| 1. 古构造背景; 2. 古地理条件; 3. 藻类的作用; 4. 成煤原始物质 .....                                                                           | ( 11 ) |
| 主要参考文献 .....                                                                                                            | ( 13 ) |
| 图版说明及图版 .....                                                                                                           | ( 15 ) |

# 前 言

本文是“鄂湘粤桂二叠纪煤系成煤规律综合研究”项目的一部分，侧重论述碳酸盐岩相与成煤作用的关系。资料来源主要是我室煤组七十年代采集的有关标本，并在广西平果、南丹、宜山等地补充了少量野外工作，用碳酸盐岩微相理论进一步鉴定，按一九七三年石化部《碳酸盐岩薄片鉴定规范》（征求意见稿）作结构-成因分类，进而分析岩相；还大量利用了我室煤组历年成果，湖南煤炭资料汇编和西南地区地层表等资料。成图范围以鄂湘桂为主体，为便于阐明某些规律性问题，邻近各省资料也辑录入图，北至豫鄂省界，南至南海（南海诸岛未包括），西至贵州西部，东以婺源—大余、韶关—吴川大断裂为界，对于广东只讨论了粤北韶关（曲江）至连县一带的煤系。

## 一、上二叠统地层

华南二叠纪煤系，尤其是旧称之“龙潭组”的时代 and 时迁的规律，诸多争论，已大量见于目前出版的文献中<sup>[1]、[2]、[3]、[4]、[5]</sup>。

本文着重讨论与碳酸盐岩相有关的龙潭阶的成煤规律问题，为进一步分析岩相与成煤的关系，试将龙潭阶以海侵规律和生物群分为下、中、上三部分（图1）。下部是江南区重要含煤层位，煤系以碎屑岩为主，普遍含 *Gigantopteris*。在湖南和粤北可称斗岭组，江西称老山下段。广西称合山组下段，黔东称吴家坪组下段，为碳酸盐岩，下夹煤层，鄂西也仅在底部含煤。中部是一个普遍的海侵层，即广西合山组中部，贵州吴家坪组中部，江西老山上段，喇叭筴筴类动物群和阿拉克斯菊石科动物群极盛，腕足类扬子瘤褶贝 (*Tyloplecta yangtzeensis*) -- 巨大鱼鳞贝 (*Squamularia grandis*)，颇具特色。上部包括一个海退层和煤系，广西合山组上段和贵州吴家坪组上部，是碳酸盐岩含煤岩系，江西和粤北的王潘里组是又一碎屑岩含煤层位。黔西龙潭组上部是华南最重要含煤层位。

## 二、碳酸盐岩相分析

六十年代碳酸盐岩相的研究深入以后，国内外许多学者，结合各国的特点，创造了许多相模式，世界比较流行的是威尔逊 (J. L. Wilson 1969, 1975) 碳酸盐沉积模式；范嘉松等<sup>[6]</sup>结合我国古海域有碎屑岩发育，也提出了一套相模式及各相带的标志。本文参照他们的理论，结合华南晚二叠世海域的特点，试划分以下九个相带。本区晚二叠世陆表海缺少台地边缘斜坡相，相带的变迁，往往由开阔海台地直接向盆地相过渡（参见图5）。

I、盆地相：本区晚二叠世，缺少大范围的广海盆地沉积，现在把波基面及氧化界面以下的较深水沉积物，归于这种岩相。根据其古地理位置又分为两种亚相。

(I<sub>1</sub>) 台内盆地亚相：指碳酸盐台地上局部较深水体中的沉积相。岩石类型为深灰色安山质砂屑凝灰岩、硅化凝灰岩，或夹黑色泥页岩、薄层石灰岩，岩石成层薄，具有硅质纹层或串珠状硅质小结核。底栖生物极少，主要见硅质海绵骨针、放射虫（图版1--1, 2）和头足类少量。以广西田林县八渡和南丹县雍里“合山组”为代表。

(I<sub>2</sub>) 近岸盆地亚相：指邻近大陆的局部较深水体中沉积物。岩石类型以深灰色泥质硅质岩、硅质灰岩为主，夹有砂岩。成层薄，纹层清楚，也有微斜层理，层面上有较多炭

质。陆源碎屑长石、石英少量。生物群以菊石为主，也有海绵骨针，如广西来宾及贵县樟木的“合山组”。

**I、台地边缘生物礁相：**贵州108队①曾论述过黔桂边境的海绵礁，向北东延伸至贵州省紫云、望谟，西南延至云南省广南。我们在广西平果县海城也发现类似的海绵礁②。

平果县海城海绵礁野外产状呈巨大块状，不显示层理，岩石色浅、灰白、质纯、极少含燧石。但生物支架构造尚不明显。其主要岩石类型有：亮晶海绵藻叠层灰岩、亮晶海绵砾屑灰岩（图版2—1）、藻粘结海绵岩（图版2—4, 6）、藻粘结生物岩（图版2—3）、亮晶核形石海绵岩。生物成份主要是海绵和兰绿藻。海绵有串管海绵（如*Stylothalamia*）和钝管海绵（*Amblysiphonella*）等，在岩石中含量达30—60%，有时单独构成岩石。兰绿藻缠绕很普遍，呈很细的明暗层，包裹于生物体外，其含量约20—35%。这是两种主要造礁生物。岩石中内碎屑还有泥晶砾屑、核形石、珊瑚、苔藓虫、海百合茎、腕足类和伞藻少量，也经常受兰绿藻缠绕，或由兰绿藻粘结成岩。按威尔逊（1975）划分的微相，上述岩性应属生物凸起环境（SMF 5），原地生物生长的粘结灰岩和礁砾状灰岩（SMF 6）。平果县海城出露的露头可能属礁核亚相，剖面中出现角砾构造的灰岩，则属礁前亚相。

**II、台地边缘浅滩相：**分布局限，典型的浅滩沉积见于田林县高龙剖面。岩石类型以砂屑灰岩为主（图版1—5, 6, 7），如田林县高龙剖面合山组厚83.2米，砂屑灰岩占59%。砂屑成份为含有孔虫或棘屑泥晶灰岩，暗色，含炭质，具棱角或滚圆，粒径自4.5—0.15毫米，以0.5—1毫米粗砂级居多，少数砾屑级。砂屑中还有一定量（5—10%）的有孔虫，如*Pachyphloia*, *Palaeotextularia*, *Tetrataxis*等，体壁较厚，具玻纤结构。也有少量微粒结构的*Giomospira*。还有棘皮类和伞藻屑。大多分洗完全，为亮晶方解石胶结，具栉壳结构，也见环边结构；部份分洗不完全，填隙物还保留部份泥晶基质。能量指数 $EI=IV$ ，为中等动荡水搅动水浅滩环境（SMF 11, 12）。从生物生态看，适应低能量浅水生活的裸松藻极少，而适应高能量水体生活、具玻纤结构的有孔虫却较多，底栖生物不发育。

此外从广西第二地质队提供的田林县高龙矿区二叠系柱状图看，缺失茅口组地层，上二叠统平行不整合于栖霞组泥晶灰岩之上，在合山组下段有一至二层沉积砾岩（图版2—2, 5），其砾石成份主要是含*Neoschwagerina*, *Schwagerina*和*Ungdanella*藻的茅口灰岩，砾石大小不一，长径1—3厘米，半圆，具氧化边，还有一种砾石是含钙球（？）的泥晶灰岩，可与矿区内含*Misellina*的栖霞灰岩对比。显然，这是砾石而非盆屑，是为石灰岩岸岩石滚落入盆地再沉积。这就有力地说明，该区在早二叠世末，较长时间升出海面，剥蚀了百米以上的茅口灰岩。晚二叠世时大部地区没于海底，但仍残留了一些孤岛，不断地向沉积盆地内供给灰岩碎屑。

**III、开阔海台地相：**主要发育于广西合山组中段和广大地区的吴家坪组。岩石类型有泥晶生物灰岩、粉晶生物灰岩（图版1—3, 4），泥亮晶生物灰岩，亮晶生物屑灰岩。岩石中正常海生物较多，腕足类、瓣鳃类和头足类丰富，与潮坪相比较，有孔虫中的厚壁虫、四排虫增多，球旋虫减少，显示海水深度增大，水流通畅。裸松藻科也比潮坪相少得多。岩石中有时燧石含量较多，呈结核或串珠状，但多为成岩后次生而成。有时夹较细的泥岩或粉砂陆

①贵州108地质队，1980，黔桂边境二叠纪生物礁。

②湛建国，1980，桂西桂中上二叠统碳酸盐相及成岩条件（节要）全国碳酸盐岩学术会议。







鄂湘粵桂上二叠统对比表

| 地区及作者  | 鄂西及湘西本所 | 赣李文桓 | 湘中、南煤族部西安所 | 广东曲仁徐光洪等           | 湖南宜章广东连阳同左        | 广西广西所、湖北所  | 黔中贵州108队   | 黔西田宝林                 | 西藏双湖李星学 |
|--------|---------|------|------------|--------------------|-------------------|------------|------------|-----------------------|---------|
| 地层系统   | 1974    | 1977 | 1977       | 1979               | 同左1977            | 1974       | 1979       | 1980                  | 1980    |
| 上覆下三叠统 | 大隆组     | 长兴组  | 大隆组        | 长兴组                | 宣章组               | 罗楼组        | 飞仙关组       | 康鲁组                   |         |
| 上      | 长兴阶     | 长兴组  | 大隆组        | 长兴组                | 麻田段<br>九渡段<br>梅田段 | 大隆组<br>长兴组 | 大隆组<br>长兴组 | 汪家寨组                  | 热得采木组   |
| 统      | 龙潭阶     | 龙潭组  | 龙潭组        | 王潘里组<br>格顶组<br>斗岭组 | 吴家坪组<br>斗岭组       | 合山组        | 吴家坪组       | 龙潭组<br>峨玄<br>峨武<br>山岩 |         |
| 下      | 茅口阶     | 官山段  | 下段         | 下亚段<br>中下段<br>下亚段  | 斗岭组               | 茅口组        | 茅口组        |                       |         |
| 统      | 茅口组     | 茅口组  | 茅口组        | 茅口组                | 茅口组               | 茅口组        | 茅口组        |                       |         |

源碎屑。这种岩相和潮坪相毗连，垂向或平面上常过渡为潮坪相。

V、潮坪相：龙潭期潮坪沉积很发育，可以分为两种亚相，一种是碎屑岩与碳酸盐岩共生的混合潮坪亚相，另一种是碳酸盐潮坪亚相。

(V<sub>1</sub>)混合潮坪亚相：主要见于湖南吴家坪组底部和广东省曲仁的格顶组，斗岭组内也可见及。这种岩相的岩石类型有：含生物屑石英粉砂泥晶灰岩(图版3—2)含炭质泥晶石英粉砂岩和高岭石—水云母粘土岩，陆源砂屑的粒度较细，以石英为主，分选较好，滚圆度较差，偶有较粗颗粒混入，具水平或微波层理。含无铰纲海豆芽以及其他腕足类、海百合茎及苔藓虫的碎片，海百合茎受穿石藻作用而泥晶化，有时含植物碎片。垂直虫孔比较发育。这种类型的沉积主要发生在近陆的潮坪，大量的生物碎屑大小不一，长条状壳体被折断，而较少搬运痕迹，可能都是风暴带来的。当海侵进一步发展，底栖生物如腕足类、瓣鳃类、介形虫等大量繁盛，沉积物仍以灰泥为主，盆地则已处于开阔海潮下低能环境。

(V<sub>2</sub>)碳酸盐潮坪亚相：龙潭后期较为发育，如桂中、桂北的合山组上段，黔东、湘西吴家坪组之一部分。主要岩石类型有裸松藻灰岩、泥晶藻灰岩、含虫藻灰岩、含生物泥晶灰岩(图版3)，内碎屑全部是生物，藻类占30—80%，如裸松藻(*Gymnocodium*)、假鲕孔藻(*Pseudovermipollera*)；介形虫含量可达10%，主要有土菱子科的土菱子介(*Bairdia*)、金星土菱子介(*Bairdiacypris*)、脊菱子介(*Rhociobairdia*)；有孔虫和瓣类也很丰富，含量可达10%，主要是瓷质或微粒结构砂盘虫科的球旋虫(*Glomospira*)，盖泥炭虫(*Geinitzina*)，偶有少量厚壁虫(*Pachyphloia*)；此外，还有海绵、海百合茎、腕足类、瓣鳃类和多种形态的钙球，基质都是泥晶方解石及炭质，或是重结晶的粉晶、细晶方解石。藻类个体完整，或自行解体后平行层面排列，宏观上显平行微细层理，我们采用“藻薄层”这个术语来描述(图版3-1)。煤层附近这种构造尤为明显，还可看到少数介形虫直立保存的状态(图版3-6)，说明水体较安静，沉积速度较快。

白云石化现象主要见于合山组下部，而且往往共生有燧石。产于泥晶灰岩中的白云石呈自形晶的细粒，从结构看，多交代方解石，系成岩期或成岩期后产物(图版3-7)。

潮渠的冲刷现象在宜山可见及，在藻泥晶灰岩的背景上，含砂屑云化泥晶灰岩，呈“V”形楔入岩层。砂屑分选较好，伴有少量介形虫和腕足类碎屑。

叠层石和藻席、均匀分布的垂直虫穴，在广西合山剖面也有分布，鸟眼则不常见及。岩石普遍富含有机质，有时见成堆的掘穴生物的排出物(图版3-4)。

黄乃和与温显端曾详细研究了广西合山马滩剖面<sup>[7]</sup>，详细研究岩石类型，系统分析了浅水碳酸盐岩的七项浅水成因标志。

以广西合山为代表的潮坪沉积，在一个含煤旋回中，从藻类、有孔虫和海绵含量和生态的变化，显示自下而上由潮下低能带—潮间低能带—潮间及潮上沼泽(图2)，即向上变浅序列<sup>[8]</sup>。当台地处于浅水潮下低能带时，裸松藻开始繁盛，其他底栖或游泳生物也很发育，大量生物碎屑堆积在台地上，其沉积速度远远超过台地沉降速度时，海水进一步变浅，成为潮间环境，水深只有几公尺，光照充足，裸松藻进一步繁盛，而占统治地位，最终使海底接近高潮面，以至升出水面，成为沼泽。应当指出，这里描述的向上变浅序列，主要表现在生物和沉积物的变化，而暴露标志是不特征的。这和大多数煤系剖面一样，干裂等标志并不常见，因为煤系都形成在多雨和潮湿的地区，尽管沉积物暴露于水上，但由于植被覆盖，雨水

多,不易形成暴露标志。



图2广西合山合山组灰岩—Ⅱ煤层的向上变浅序列

1、灰岩,薄层状的是泥晶碳酸灰岩,厚层状的是生物泥晶灰岩;2、灰质泥岩,粘土成份是高岭石混有水云母;3、高灰份亮煤;4、高灰份丝炭亮煤;5—7、生物屑含量;5、大量;6、中等;7、少量;8、煤岩组份百分含量

氧同位素分析进一步提供了古二叠纪海水温度、盐度和潮坪变浅的资料。以平果县海城海绵礁的海绵体测定的  $\delta^{18}\text{O} = 1.91$ , 假定海水盐度为34‰, 则水温  $T = 26.09^\circ\text{C}$ ; 而潮坪相多种类型的  $\delta^{18}\text{O}$  值都在-2.52至-6.42, 如假定盐度仍为34‰, 则平均水温达44.6°C, 显然太高; 如果假定盐度为33.2—32.0‰, 则海水温度是  $31^\circ\text{C} \pm$ , 这个平均温度仍比世界古二叠海的水温为高, 这就说明潮坪上海水极浅, 受阳光照射, 水温高于正常海。只有假定古盐度低于32‰, 才可能计算出较低的温度, 说明海水有淡化趋势, 预示潮坪向沼泽转化的可能。

根据合山等地剖面统计, 潮坪相占合山组剖面的1/4左右, 而分别占合山组上段和下段的1/2至1/3, 上段的潮坪相更为发育。

**Ⅱ、滨海平原相:** 岩石以碎屑岩为主, 夹泥岩和石灰岩, 主要由滨海相和泻湖相构成, 煤层分布广, 但厚度较薄。如湘中的斗岭组。

**Ⅲ、滨海三角洲相:** 靠近古陆, 陆源碎屑供给丰富, 沉积速率较高, 厚度大, 砂岩比较发育, 交错层理、斜层理多见, 旋回底部夹有泻湖相较细的沉积物; 煤层多, 厚度大。如贵州六盘水地区的龙潭组和长兴组中的部分沉积。

**Ⅳ、山麓冲积—洪积相:** 紧邻高起的古陆, 黑或红色的粗粒碎屑岩为主, 分选差, 厚度巨大, 煤层极少发育。如广西钦州、灵山的上二叠统, 除了巨厚的粗碎屑岩, 还夹少量海相腕足类如 *Spinomarginifera* 等, 因此这套沉积物也可能是浊流沉积。

**Ⅴ、泥炭沼泽相:** 还可分为藻坪沼泽和滨海沼泽。

### 三、龙潭期古地理景观

前已述及, 龙潭期沉积可分为早、中、晚三期, 它们的海陆分布格局基本一致, 但中期海侵扩大, 岩相分布起了变化。这里概略叙述剥蚀区的分布, 沉积区的形势则分述之。

龙潭期的剥蚀区, 大体继承晚古生代以来的格局, 北有秦准古陆, 总体是北西向的, 经过较长时间侵蚀, 准平原化了。宜昌以北的武陵, 最初可能是一个北北西向的小岛, 不久,

就为海侵淹没。位于湘北的江南古陆，面积有所缩小，也产生了若干海水通道，如湘赣边境即是。但无可否认，它东西横亘，还或多或少与雪峰古陆连接，对造成扬子、江南两大沉积区沉积物的差异仍起着重大作用。它的地势北缓南较陡，北坡沉积物中几乎没有什么陆源碎屑；南坡却有较多石英、长石碎屑沉积。雪峰古陆的地势西缓东陡，东侧的碎屑沉积比较多。本区西侧的川滇古陆在早二叠世一度瓦解，东吴运动的作用，大规模玄武岩喷发，又隆起为陆，成为滇东、黔西地区的重要陆源供给区。大明山隆起呈东西方向，向西过越南至滇南，南坡较陡，产生陆源碎屑较多。云开古陆北部是东西向的，东及南部主体是北东向，东吴运动，进一步上升为高山区，地形切割，向沉积盆地输入了大量的粗碎屑。湘赣边境的武夷古陆，也趋于强大活跃，亦为重要陆源供给区。

晚二叠世海侵来自古特提斯海，一支经秦岭过四川进入鄂西，另一支由滇东进入贵州和广西。从早二叠世末一些地区在海退时仍有海水残留的趋势来看，经苏浙皖地区至江西还有海水通道，因为那里早晚二叠世的沉积往往是连续的。

### (一) 龙潭早期的沉积区 (图3)

早二叠世末，东吴运动使扬子区绝大部分地区升起，也波及江南区的一部分，地壳上升

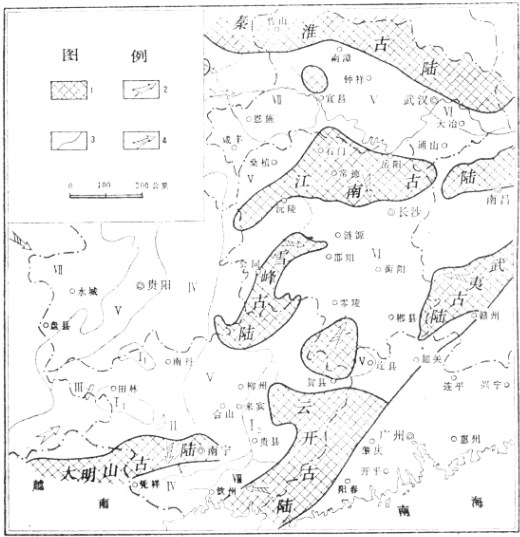


图3 鄂湘粤桂及邻区龙潭早期岩相古地理图

I<sub>1</sub> 台内盆地亚相, I<sub>2</sub> 近岸盆地亚相, I 台地边缘生物礁相, II 台地边缘浅滩相, III 开阔海台地相, V、潮坪相, VI、滨海平原相, VII、滨海三角洲相, VIII、山麓冲积—洪积相, 1、古陆, 2、海侵方向, 3、岩相区界线, 4、陆源碎屑供给方向

为陆，茅口灰岩遭受强烈风化剥蚀，岩溶和古红土化现象很普遍，有些地区茅口灰岩剥蚀殆尽。扬子区西部从川滇古陆和邻近古陆地区，火山喷发，强大的玄武岩流可达贵阳以北和滇

桂边境。田林、南丹、遵义和恩施都有过火山活动。

早二叠世末海水虽然从大部分地区退出，但江南区的湘南、粤北和江西的一些海盆中仍继续有晚二叠世的沉积。在和深大断裂有关的盆地中，海底火山喷发，产生火山灰流型沉积<sup>①</sup>，厚百余米，并有较丰富的深水汲取二氧化硅营生的海绵和放射虫等生物，一直持续到三叠纪。和深断裂无明显联系的盆地，如建始，遵义，海底变浅向泻湖环境演化，环境闭塞，沉积黄铁矿层，随即有较多火山物质和陆源碎屑倾入泻湖，形成三角洲，有过小规模沼泽发生。广大的江南区，在曾经有早二叠世末的海水残留区，有海退趋势，演变为滨海泻湖。由于雪峰、武夷、云开等古陆大量陆源物输入海盆，泻湖继续演变为滨海湖泊沼泽，这里最早沉积了大规模的煤层。

在海水入侵的通道上，桂西北和黔东是开阔海台地，以灰泥沉积为主，底栖生物比较繁盛，还发育了一些小规模浅滩和生物礁。平果海城的生物礁，从茅口晚期就已发生，这是一个离岸堤礁，主要生物是钙质海绵；兰绿藻的作用是很可观的，它既自身形成核形石，还大量地缠绕于海绵等生物体上或粘结内碎屑。上述地区，或海水较深（开阔海台地），或水浅但海水能量高（礁和滩），通常不利于沼泽的形成，只有在海退或障壁阻隔作用下，出现一些低能浅水区，有可能形成沼泽。田林县高龙在浅滩的基底上，由于滩障壁的阻隔造成低能环境，裸松藻发育，尔后出现过小规模沼泽。

包括湖北的大部、湘西、黔中和桂中等广大地区，东吴运动后，风化剥蚀的风化壳上普遍形成过沼泽，在许多地方发育了颇有规模的煤层。后来海水渐渐侵入，发展为碳酸盐潮坪。

川滇古陆东侧的滇东和黔西，在玄武岩流的台地上，形成了砂质三角洲，碎屑岩的分布大体与玄武岩台地相吻合。

## （二）龙潭中期及晚期的沉积区（图4）

龙潭中期的一次较大规模的海侵，华南的大部分地区沦为盆地或开阔海台地。浅海较正常盐度的底栖和自浮生物都十分繁盛，这就是以繁盛的喇叭蛭、南京蛭为主体的蛭类动物群，以孔岭菊石和安德逊菊石为主体的菊石动物群，以扬子瘤褶贝和巨大鱼鳞贝为首的腕足动物群，伴以瓣鳃类、腹足类、海绵和绿藻等。沉积物除了生物遗体外，方解石灰泥仍是主要的，还有少量灰泥粒屑和亮晶方解石胶结物。

平果县的生物礁继续成长，滇黔桂边境至贵阳的海绵礁开始发育（主要发育在长兴期）。它位于北东—南西向基底大断裂带上，似堤礁性质。

广西境内的盆地，继承性地发展。湖北建始的硅质沉积增多，漂浮生活的菊石和瓣鳃类繁盛起来，有向台地边缘斜坡或盆地发展的趋向。

碳酸盐台地在龙潭中期海侵后，晚期有海退趋势，湘西、黔东—桂西以及黔中的礁后，都曾出现过潮坪。桂中的潮坪（藻坪）向东扩大到贵县，向南与扶绥县等地连接，裸松藻科藻类十分繁盛，形成了一种特殊的成煤环境，下文将着重论述。

龙潭晚期主要成煤区转移到西部的川滇古陆东侧，并延续到二叠纪末，六盘水地区的滨海三角洲上发育了大型沼泽，聚煤作用强盛，形成大规模的富煤带，可采煤层总厚10--30米，

<sup>①</sup>西南石油学院，广西石油勘探开发指挥部，1979，广西田林县八渡公社标屯上二叠统一中三叠统剖面研究报告

是华南藏煤最富地区。

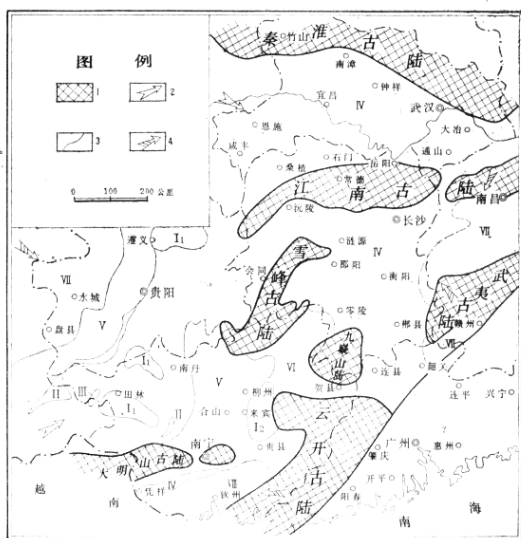


图4 鄂湘粤桂及邻区龙潭晚期相古地理图  
(图例及说明参见图3)

此外赣北和广东曲仁(王潘里组), 湘东攸县等地(龙潭组上部), 在龙潭晚期, 邻近古陆小区域内, 陆源碎屑增多, 三角洲向开阔海方向延伸, 三角洲平原上也有沼泽发生, 生成若干煤层。

#### 四、藻坪沼泽含煤沉积模式

前已述及在桂中—黔东一带合山组是一套海相碳酸盐岩含煤岩系, 煤层多夹在海相碳酸盐岩或硅质岩中, 煤系中海相生物及藻类极其丰富, 高等植物的遗迹少见。煤层顶板和底板以及夹矸多是泥晶生物灰岩、泥晶藻灰岩或炭质硅质岩。煤层赋存情况好坏差异很大, 无论在平面上或剖面上发育很不均匀。从岩相上看, 以台地相—潮坪相碳酸盐岩剖面含煤性较好, 盆地硅质岩相剖面含煤性差, 火山岩发育的地区不含煤。所以这种煤系仅在主要聚煤时期或一定地区沉积有相对稳定的煤层, 其层位大致可以对比。煤质似陆植煤, 在化学性质上呈现高灰份、高硫份的特征; 在显微特征上, 凝胶化基质含量高, 仅个别地区底部煤层含稳定组分树皮体, 也已凝胶化, 其他稳定组分如孢子体罕见, 此外煤层结构复杂, 矿化程度高, 粘土杂质常充填在丝炭胞腔中及细分散浸染在凝胶化基质中, 黄铁矿也常呈细分散状或粒状集合体。长期以来, 对这种海相碳酸盐岩煤系和煤层的成因, 论点诸多, 都各从一个侧面论述了它们的成因。我们联系其他碎屑岩煤系, 设想了本区龙潭期含煤沉积模式(图5), 并以桂中的合山组上段为例, 讨论藻坪成煤模式。

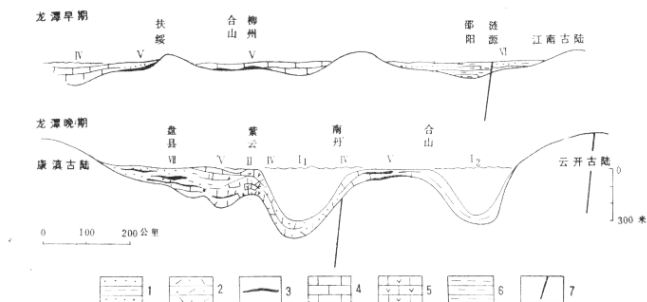


图5 鄂湘粤桂龙潭期含煤沉积模式

I<sub>1</sub> 台内盆地亚相; I<sub>2</sub> 近岸盆地亚相; II、台地边缘生物礁; IV、开阔海台地; V、藻坪; VI、滨海平原沼泽; VII、滨海三角洲沼泽; 1、碎屑岩 2、火山岩 3、煤层 4、藻灰岩 5、礁灰岩 6、硅质岩 7、大断裂

## 1. 古构造背景

桂中地区即所称的广西山字型构造盾地，加里东运动以后，晚古生代沉积了近万米沉积物，中泥盆世以后主要是碳酸盐岩，显示较稳定下沉沉降性质。东西向构造是加里东运动在广西（主要是桂中和桂西）的主要构造格架，海西期继承性地发展这一构造格架。发育在北纬24°南侧的广东佛岗—姑婆山东西向花岗岩带（南岭的一部分），西延入广西，构成云开隆起的一部分，通过桂中，西延至巴马、田林。它在沉积凹陷中，起着上隆的补偿作用。在桂中它减缓了桂中凹陷的沉降速度，使沉降更为平稳，沉积更为稳定，始终保持台地沉积环境。从桂中晚古生代的沉积厚度和沉积速率看，每个统的沉积厚度都在一千米以上，但上二叠统厚不及200米；而沉积速率，从中泥盆统118米/百万年，渐降至下二叠统的37米/百万年，而上二叠统仅13米/百万年。这就说明桂中凹陷上古生界保持着较大的沉积厚度和沉降速度。但是在上二叠统，二者明显减少，显示相对上隆作用较强。因此，凹陷盆地中的上隆是碳酸盐岩煤系生成的构造背景。

## 2. 古地理条件

桂中一带构造上稳定，茅口期后东吴运动一度使地壳上升使夷平，具备了陆表海形成的地形条件。本区地势三面环陆，北西方向向广海敞开。北部的雪峰和南部的大明山古陆，长期升于海面以上，已经夷平，很少向沉积盆地供给陆源物质；仅东侧的云开古陆，仍有上升趋势，但在它的西缘发育较深水近岸盆地，承受了来自古陆的陆源碎屑，因此桂中台地上很少有陆源碎屑物输入，所以海水清澈。在气候温暖的条件下，生物繁生，碳酸盐台地迅速发育成长。振荡运动和潮汐作用使海底波动于高潮面上下，有时位于潮下低能环境。这种稳定宽广的碳酸盐台地就是合山组煤系形成的特定环境。此外由于台地和外海无所阻隔，仅仅由于地势的缓倾斜，造成不同水深环境，海水进退自如，因此在宽广平缓的台地上，地势稍



有差异即出现相变，再加之潮渠的作用，因而微相变化较著，煤层可以在不远距离内过渡为海相层，或二者共生。煤层和海相层，虽然反映不同的两种环境，但在时间上是相当的，横向上是连续的，这识时间和空间上复杂的变换，是煤系和煤层不稳定的因素<sup>[9]</sup>。

### 3. 藻类的作用

藻类，特别是裸松藻，在合山组岩石中占很大比例，有时构成藻灰岩，合山组绝大部分煤层的顶板和底板都是裸松藻岩，它在成岩中的地位是可想而知的。裸松藻属红藻类，是人们根据形态比较而推测的<sup>[12]</sup>。从它和若干粗枝藻科藻类、瓷质有孔虫、介形虫共生来看，和一般红藻喜较深水的习性有所不同。它喜温暖，可生活于潮下环境，更多的生长于潮间；从氧同位素资料分析，它在水体很浅的淡化海水中生长旺盛。潮坪上淡水的补给，大气降水可能是主要的。从合山组岩石结构看，凡出现裸松藻，基质几乎都是泥晶方解石和炭质，而当出现亮晶方解石胶结物和其他高能粒屑时，裸松藻含量骤减，以至匿迹，如田林高龙剖面的砂屑灰岩中，平果海城的礁灰岩中几乎找不到它的踪迹；而在由裸松藻组成的藻灰岩中，生物个体完整或仅解体，有的介形虫还保存直立状态，说明水体十分安静。裸松藻个体中常见莓状黄铁矿（图版3—8），因此又是一个还原环境。藻体死亡后，大多在原地堆积，成层地平铺于海底、我们把这种地形平缓，由藻类沉积补偿造成的浅水潮坪，叫做藻坪。藻坪没于水下时，成为许多底栖和游泳生物栖息和摄食场所。由于藻类的沉积补偿作用和小规模的海退配合，藻坪的水体变浅至低潮面以上，植物开始扎根生长，藻坪就是植物扎根的土壤。藻类及其他生物机体的腐解，又供给植物以养料。植物的大量繁盛，藻坪转化为沼泽。所以，向上变浅序列的上部就是煤层。

### 4. 成煤原始物质及沼泽的转化

藻坪沼泽上的植物是什么，目前尚无直接证据。从煤岩组分和煤化学性质看，与腐植煤相似。但是在相当多的这种类型的煤样和顶底板中，包括变质低的气煤和肥煤，都没有分析出孢子花粉，煤岩组分中形态分子极少，煤层顶板和底板中植物化石罕见，这就使人们对这种沼泽植物的形象有神秘感。六十年代以来人们不断提出猜想和推测<sup>[10]</sup>。最近，又提出与海南岛红树林和红树林泥炭类比<sup>[11]</sup>，认为它们是合山组煤层形成条件的自然模拟。本文作者也倾向于这种看法。

毛树珍等调查研究了海南岛红树林以后报导<sup>①</sup>，潮间一潮上环境，可以有大量植物生长，植物生长的环境比较多样。如底质可以是粉砂质软泥、砂粒以至砾石，最有利的底质是粉砂质软泥；表层PH值为7—8；潮坪上海水含氯度平均为30%，低于正常海水，而红树植物对盐度适应范围很广（2.17—34.52%）。红树在潮坪上生长，涨潮时，树干和支持根没于水中，仅有一些树冠缀于水面，红树幼苗可在海水中漂泊两个月以至一年，插入土中几小时即可生根；我们采自海南岛演丰一种红树——红茄冬树上的幼苗，辗转运输一个多月后，育于淡盐水中，很快长出树叶，成活很好。红树叶的成树有支持根、板状根和呼吸根，以适应沼泽多水环境。所以红树的适应能力很强。我们知道，植物的演化是从晚古生代初才大量地由水体

<sup>①</sup>毛树珍、宋景朝、许朝康，1965，海南岛北部红树林海岸调查报告