

鄂西黄龙期有孔虫组合（带）及其与马鞍山系富煤带分布规律的关系

林甲兴 黎汉明 陈家怀

（宜昌地质矿产研究所）

鄂西地区上石炭统^[1]黄龙组主要分布于香炉山背斜、长阳向斜及仁和坪向斜（图1）。近年来的研究证明，黄龙组中有孔虫组合的垂直分带性，以及黄龙组沉积之后遭受不同程度剥蚀的古岩溶面上残存的有孔虫组合（带），同下二叠统底部马鞍山系的富煤带关系十分密切，同时对于阐明该区自晚石炭世至早二叠世之间沉积—剥蚀—再沉积三个地质历程的变化关系有着重要意义。

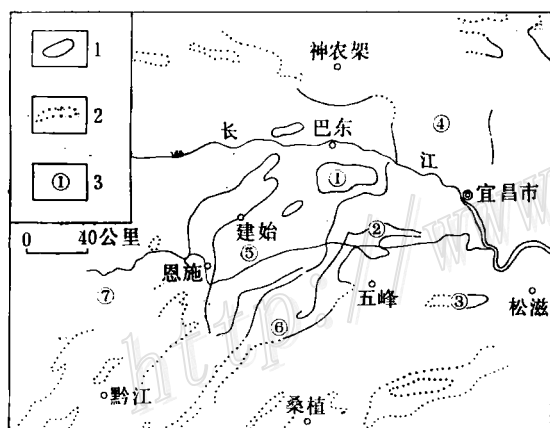


图1 鄂西北地区上石炭统黄龙组分布略图

1—黄龙组与马鞍山系出露区，2—马鞍山系出露区，3—背斜和向斜：① 香炉山背斜，② 长阳向斜，③ 仁和坪向斜，④ 黄陵背斜，⑤ 恩施向斜，⑥ 鹤峰—来凤向斜，⑦ 利川向斜

Fig. 1. Schematic map showing the distribution of Upper Carboniferous Huanglong Formation in western Hubei.

1—areas where Huanglong Formation and Ma'an coal-bearing strata crop out together; 2—areas where Ma'an coal-bearing strata are exposed without the company of Huanglong Formation; 3—anticlines and synclines; (1). Xianglushan anticline; (2). Changyang syncline; (3). Ranheping syncline; (4). Huangling anticline; (5). Enshi syncline; (6). Hefeng-Laifeng syncline; (7). Lichuan syncline.

一、代表性剖面描述

湖北长阳马连剖面

上覆地层：下二叠统栖霞组灰岩段

—— 整 合 ——

下二叠统栖霞组马鞍山段

17. 浅灰色薄层状钙质泥岩，含较多的腕足类化石	0.65米
16. 灰黑色薄层状含碳质粉砂岩，上部含较多的黄铁矿团块	0.45米
15. 浅黄色中厚层状微粒石英砂岩，具虫孔构造	0.36米
14. 浅黄色薄层状含碳质粉砂岩	0.18米

- | | |
|-----------------------------|-------|
| 13. 浅黄色薄层状微粒石英砂岩, 层间夹薄层状泥岩 | 0.80米 |
| 12. 含碳质粉砂岩 | 0.30米 |
| 11. 煤层 | 2.0米 |
| 10. 浅黄色叶片状泥岩夹薄层状粉砂岩 | 0.80米 |
| 9. 浅灰色中厚层状泥质粉砂岩, 上部含植物茎化石碎片 | 1.80米 |
| 8. 微肉红色厚层状石英砂岩 | 3.60米 |

-----假整合-----

上石炭统

黄龙组:

- | | |
|--|--------|
| 7. 浅灰白色中厚层状生物屑灰岩夹含生物屑灰岩, 产丰富的有孔虫: <i>Bradyina nautiliformis</i> Moeller <i>B. sphaeroidea</i> Putrja, <i>Palaeotextularia longiseptata</i> Lipina, <i>Globivalvulina graeca</i> Reitlinger, <i>Glomospira ishimbaica</i> Lipina, <i>Cribrrogenerina</i> sp., <i>Tolypammina</i> sp. 及 <i>Eostaffella</i> sp. 等 | 10.62米 |
| 6. 浅灰色厚层状含生物屑灰岩, 产有孔虫及瓣类化石: <i>Fusulinella</i> sp., <i>Fusiella</i> sp. 及 <i>Climacammina</i> sp. 等 | 7.08米 |
| 5. 肉红色厚层状含生物屑灰岩, 产化石: <i>Fusulinella schwagerinoides</i> (Deprat), <i>Schubertella obscura mosguensis</i> Rauser, <i>Globivalvulina graeca</i> Reitlinger, <i>Cribrrogenerina</i> sp., <i>Climacammina</i> sp. 及 <i>Glomospira</i> sp. 等 | 8.85米 |
| 4. 浅灰色中厚层状生物屑灰岩、含生物屑灰岩, 产瓣类及有孔虫化石: <i>Schubertella obscura</i> Lee et Chen, <i>Eostaffella</i> sp., <i>Bradyina</i> sp., <i>Tetrataxis</i> sp. 及 <i>Tolypammina fortis</i> Reitlinger等 | 9.74米 |
| 3. 浅灰色厚层状白云岩 | 7.87米 |
| 2. 灰色厚层状灰岩, 产瓣类及有孔虫: <i>Staffella</i> sp., <i>Globivalvulina</i> sp., <i>Eotuberitina reitlingerae</i> K. M. Maclay及 <i>Tolypammina fortis</i> Reitlinger等 | 3.65米 |

-----整合-----

大埔组:

- | | |
|--------------|--------|
| 1. 灰色中厚层状白云岩 | 11.20米 |
|--------------|--------|

-----假整合-----

下伏地层: 上泥盆统写经寺组灰绿色石英砂岩、泥灰岩

湖北长阳马鞍山栏杆崖剖面

上覆地层: 下二叠统栖霞组灰岩段

-----整合-----

下二叠统栖霞组马鞍段

- | | |
|------------------------------|-------|
| 18. 黑灰色薄层状钙质泥岩, 含腕足类、苔藓虫等化石 | 1.35米 |
| 17. 灰色薄层状粉砂岩, 具虫孔构造 | 0.12米 |
| 16. 浅灰色厚层状细粒石英砂岩, 具虫孔构造 | 1.78米 |
| 15. 浅灰色中厚层—厚层状石英砂岩, 具微波状水平层理 | 1.61米 |
| 14. 米黄色薄层状泥质粉砂岩 | 0.06米 |
| 13. 棕黑色风化煤层 | 0.09米 |
| 12. 米黄色厚层状粉砂岩, 含植物根茎 | 0.80米 |
| 11. 白色厚层状石英砂岩, 底部为粉砂岩 | 1.16米 |

-----假整合-----

上石炭统

船山组:

10. 浅灰色中厚层状含葛万藻集合体生物碎屑灰岩, 产如下有孔虫 (包括瓣类及非瓣有孔虫): *Eoparafusulina minuta* Skinner et Wilde, *E. contracta* (Schellwien), *Schubertella pseudoobscura* Chen, *Globivalvulina* sp., *Tetrataxis* cf. *parviconica* Lee et Chen, *T. minima latispiralis* Reitlinger等 1.36米

黄龙组:

9. 深灰色厚层块状隐晶质灰岩, 富含化石: *Fusulina quasicylindrica* (Lee), *Schubertella* sp., *Fusulinella laxa* Sheng, *F. praebocki* Rauser, *F. bocki* Moeller, *Beebeina longa* (Sheng), *B. pseudokonnoi* (Sheng), *Globivalvulina* sp., *Tetrataxis* sp. 及 *Eotuberitina reitlingerae* M.-Maclay等 23.1米
8. 浅灰带肉红色厚层状隐晶质灰岩, 产化石: *Fusulinella obesa* Sheng, *F. fittsi* Thompson, *F. fusiformis* Yao, *Pseudostaffella ozawai compacta* Manukalova, *Tetrataxis* sp., *Bradyina* sp. 等 19.19米
7. 浅灰色中厚层至厚层状含生物碎屑隐晶质灰岩, 产化石: *Fusulinella provecta* Sheng, *F. cf. bocki* Moeller, *Beebeina mayiensis* (Sheng), *B. ichinotaniensis* (Igô), *Schubertella* sp. 等 12.99米
6. 灰白色厚层状隐晶质灰岩, 富含有孔虫化石: *Fusulinella* sp., *Ozawainella* cf. *turgida* Sheng, *Schubertella* sp., *Pseudostaffella sphaeroidea cuboides* Rauser及 *Bradyina* sp. 等 16.68米
5. 浅灰带肉红色厚层状含生物碎屑灰岩, 产化石: *Beebeina* sp., *Pseudostaffella umbilicata* (Putrja et Leont), *Ozawainella* sp., *Eostaffella* sp., *Staffella* sp., *Tolypammina fortis* Reitlinger, *Tetrataxis* sp., *Glomospira ishimbaica* Lipina, *Globivalvulina graeca* Reichel, *Palaeotextularia* sp. 等 5.52米
4. 浅灰色厚层状含白云质灰岩, 含化石: *Fusulinella pseudoboeki* (Lee et Chen), *Staffella pseudosphaeroidea* Dutkevitch, *Tolypammina fortis* Reitlinger, *Eotuberitina reitlingerae* M.-Maclay等 7.52米
3. 浅灰色厚层状微晶白云岩, 夹有中厚层状白云质灰岩, 含有孔虫: *Tolypammina?* sp. 及 *Glomospira?* sp. 等 14.16米

———整合 合———

大埔组:

2. 浅灰色中厚层状含白云质微晶灰岩与微晶白云岩互层 6.17米
1. 淡棕黄色砾岩, 底部夹白云质石英砂岩、粉砂质结晶石灰岩透镜体 6.31米

-----假整合-----

下伏地层: 上泥盆统上部灰绿色、灰紫色薄层状粉砂质泥岩夹石英砂岩及鲕状赤铁矿层

湖北建始龙潭坪布弄坪剖面

上覆地层: 下二叠统栖霞组马鞍段灰白色厚层状石英砂岩

-----假整合-----

上石炭统

黄龙组:

3. 灰色厚层状隐晶质灰岩, 含大量有孔虫化石: *Tolypammina fortis* Reitlinger,

<i>Glomospira</i> sp. 及 <i>Globivalvulina</i> sp. 等	7.13米
—————整合—————	
大埔组	
2. 浅灰色中厚层状钙质白云岩	13.51米
1. 浅灰色中厚层—厚层状结晶灰岩	6.35米
-----假整合-----	
下伏地层: 上泥盆统写经寺组灰黄绿色泥灰岩	

二、黄龙组有孔虫组合(带)及剖面类型

鄂西地区上石炭统自下而上可分为大埔组、黄龙组及船山组(图2)。

大埔组主要由微晶白云岩夹白云质灰岩所组成,底部为白云质砂岩或复矿物砂砾岩。仅见有少量保存很差的有孔虫,厚0—41米。黄龙组以生物灰岩为主,底部有时为白云质灰岩夹白云岩。富含有孔虫化石,主要有: *Tolypammina*, *Fusulinella*, *Beedeina* 和 *Fusulina* 等,厚0—48.8米。船山组^[2]以含葛万藻集合体生物碎屑灰岩为主,产以 *Eoparafusulina* 为代表的筴类和少量非筴有孔虫,厚约1.36米。本组仅分布于长阳马鞍山及松滋好汉坡一带。

由于本区大埔组中仅见有孔虫碎片,船山组虽含有丰富的有孔虫,但地层厚度极薄,分布范围极小,因此它们对于马鞍煤系富煤带的分布影响不大,故本文不予赘述。黄龙组的有孔虫,根据鄂西26个剖面的研究,自下而上可分为如下3个有孔虫组合(带):

1. *Tolypammina* 组合 本组合代表鄂西地区黄龙组最下部的有孔虫动物群。其中除 *Tolypammina fortis* Reitiinger, *T. sp.* 等十分繁盛外,还有相当丰富的 *Glomospira vulgaris* Lipina, *G. ishimbaica* Lipina 及 *Globivalvulina graeca* Reichel 等。本层在鄂西地区分布很广,其层位十分稳定,唯于栏杆崖剖面上相变为白云质灰岩,仅见 *Tolypammina?* sp. 及 *Glomospira?* sp.

2. *Fusulinella schwagerinoides*-*Staffella pseudosphaeroidea* 带: 本带以 *Fusulinella* 或 *Staffella pseudosphaeroidea* 等筴类的出现为起始。除含有极其丰富的非筴有孔虫外,筴类化石主要有: *Fusulinella schwagerinoides* (Deprat), *F. pseudobocki* (Lee et Chen), *staffella pseudosphaeroidea* Dutkevitch, *S. dagmarae* Dutkevitch, *Fusiella paradoxa* Lee et Chen, *F. pulchella* Safonova 等。

3. *Beedeina*-*Fusulina* 带: 根据本带在区域上的分布特征,还可分为两个亚带:

下亚带称 *Beedeina konnoi* 亚带,以 *Beedeina* 在剖面上最初出现为之开始。主要分子有: *Beedeina konnoi* (Ozawa), *B. mayiensis* (Sheng), *B. schellwieni* Staff, *B. yangi* Sheng 等,此外还有 *Fusulinella provecta* Sheng, *F. pseudobocki* (Lee et Chen), *F. helenae* Rauser, *Fusiella paradoxa* Lee et Chen, *F. typica* Lee et Chen, *Schubertella lata* Lee et Chen, *S. obscura* Lee et Chen, *Ozawainella vozghalica* Safonova 及 *Millerella minuta* Sheng 等。

上亚带称 *Fusulina quasicylindrica* 亚带,以含有 *Fusulina* 为特征。其中主要有 *Fusulina quasicylindrica* (Lee), *F. megaspherica* Sheng, *Beedeina pseudokonnoi* (Sheng), *Fusulinella laxa* Sheng, *F. praebocki* Rauser, *F. bocki* Moeller *Fusiella typica* Lee et

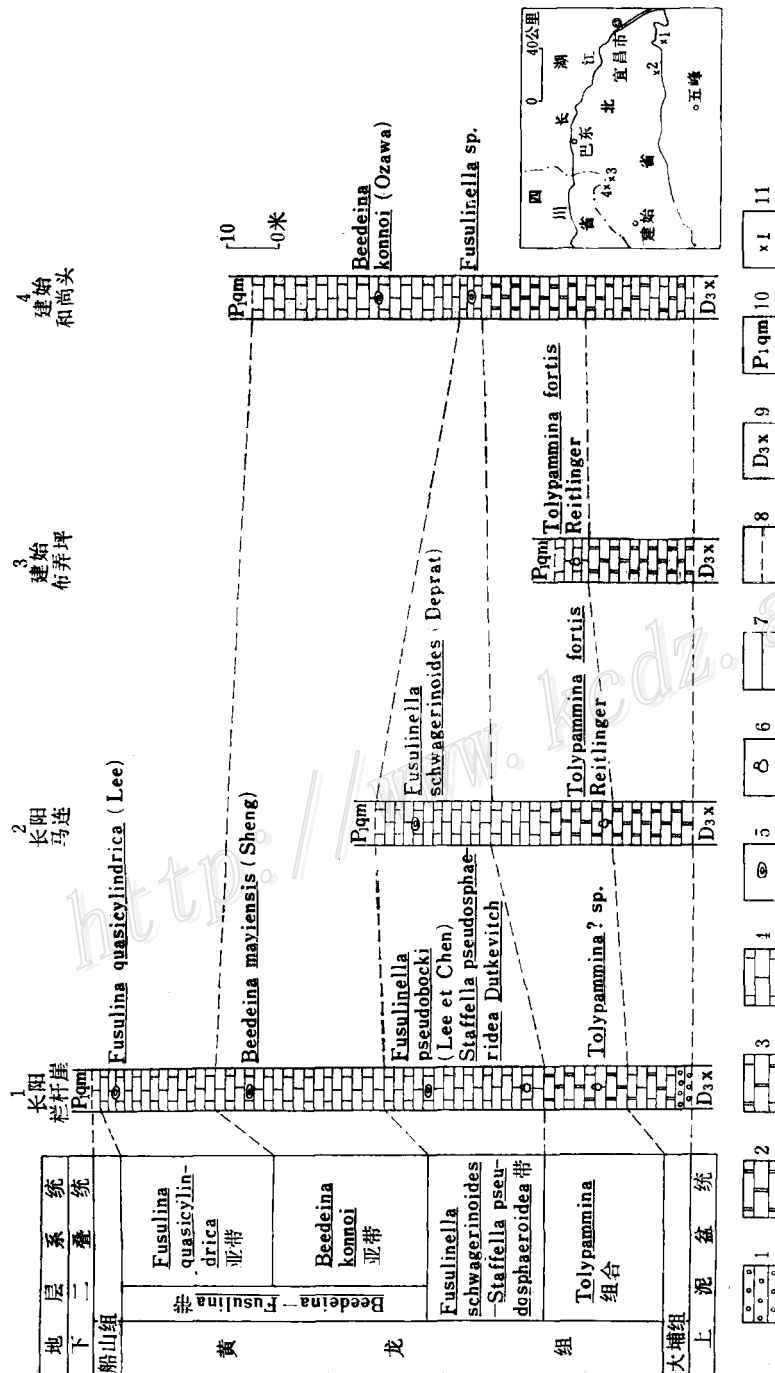


图2 鄂西黄龙组柱状对比图

1—砾岩, 2—白云岩, 3—白云质灰岩, 4—灰岩, 5—鲕类, 6—非瓣有孔虫, 7—整合, 8—假整合, 9—写经寺组, 10—马鞍山系, 11—剖面位置及编号

Fig. 2. Correlation of Upper Carboniferous Huanglong Formation in western Hubei.
1—conglomerate, 2—dolomite, 3—dolomitic limestone, 4—limestone, 5—fusulinid, 6—non-fusuline foraminifera, 7—concordance, 8—discordance, 9—Xiejingsi Formation, 10—Ma'an coal series, 11—location and serial number of a section.

Chen 及 *Schubertella lata elliptica* Sheng 等。

本区各地剖面的研究结果证明, 黄龙组中所有有孔虫组合(带)在该区的每个剖面都应当是发育齐全的, 但是由于黄龙组沉积之后遭受不同程度的剥蚀, 各地黄龙组剖面现存的最高层位的有孔虫组合(带), 是在不同层位上的有孔虫组合。我们把这种遭受剥蚀后而还保存在剖面上的有孔虫组合(带), 称为残存有孔虫组合(带), 遭受剥蚀后残留的黄龙组称为残存黄龙组。根据这一认识, 可将本区残存有孔虫组合(带)(或残存黄龙组)划分为四种剖面类型(图2)。

T 类型剖面: 剖面中仅存黄龙组最下部的 *Tolypammina* 组合。这类剖面中 *Tolypammina* 组合之上的其余有孔虫组合(带)均被剥蚀而不存在。这类型剖面是黄龙组沉积后剥蚀程度最强烈的剖面。主要分布于五峰隆起、仁和坪向斜西部、渔洋关、白溢、长阳渔峡口、泗渡河等地及黄陵隆起的南漳、巴东苏家坪、秭归杨林桥、周坪及打鱼池等地。

T-F-S 类型剖面: 剖面中仅残留 *Tolypammina* 组合和 *Fusulinella schwagerinoides-Staffella pseudosphaeroidea* 带; 其上的 *Beedeina-Fusulina* 带层位被剥蚀, 反映黄龙组剥蚀程度中等。此类型主要分布于宜都松木坪、松滋刘家场, 长阳落雁山、青岗坪、马连、丰子岭、上下庄, 巴东铁厂荒、麻沙和建始柳林等地。

T-B 类型剖面: 剖面中残留有孔虫 *Tolypammina* 组合和 *Beedeina-Fusulina* 带的 *Beedeina konnoi* 亚带, 而 *Fusulina quasicylindrica* 亚带的层位被剥蚀。此类型剖面分布于宣恩长潭河、建始楂树坪、长阳桃山、宜昌分乡等地。

T-F 类型剖面: 此类剖面黄龙组中的有孔虫组合(带)保存齐全。主要分布于长阳马鞍山、茶园坪, 姊归云台荒及新滩等地。

三、用黄龙组有孔虫组合(带)分析马鞍煤系的富煤规律

(一) 有孔虫组合(带)与煤系的区域沉积特征

鄂西地区的马鞍煤系分布广泛。煤系沉积厚度不大, 一般20—30米。沿建始—松滋一带煤系厚度变化大于10米^[3], 其两侧的五峰、黄陵地区则小于10米。这一区域沉积特征很大程度上受沉积基底黄龙灰岩的隆起和凹陷所控制。这些隆起与凹陷除在厚度上有所反映外, 还可以根据本区区域性有孔虫组合(带)的对比反映出来(图3)。鄂西黄龙灰岩的厚度趋势值的变化表明(建始、松滋地区大于40米, 两侧的五峰及黄陵地区小于20米)建始、松滋是一凹陷地区, 而两侧为相对的隆起区。

位于建始—松滋凹陷中的长阳红岩子上石炭统剖面, 是该区一般沉积厚度的代表, 总厚45.2米, 其中大埔组18.4米, 黄龙组26.8米。剖面中黄龙组各有孔虫组合(带)保存完善, 为T-F类型剖面。位于五峰隆起的长阳茶园坪剖面, 虽然是隆起区中很少见到的剖面, 然有孔虫组合(带)保存也较完善, 最高层位也为 *Fusulina quasicylindrica* 亚带, 也属T-F类型。该剖面上石炭统总厚仅25.5米, 其中大埔组10.5米, 黄龙组15.5米。以上两剖面的对比表明, 在同一时期, 茶园坪处于相对隆起区, 其沉降幅度小, 沉积厚度也小; 而红岩子处于相对凹陷区, 其沉降幅度大, 沉积厚度也大。这就是同沉积构造作用的结果。

有孔虫组合(带)及沉积厚度的研究表明, 建始—松滋凹陷中的上石炭统沉积厚度比两

侧的五峰、黄陵隆起区大2—3倍,大埔组在凹陷区一般厚度为15—30米,而在隆起区则小于10米;黄龙组在凹陷区一般厚度为20—40米,而在隆起区一般小于20米。马鞍煤系的沉积受这一区域构造的控制,煤系沉积在凹陷区厚度大,隆起区厚度小,充分反映了两个时期在沉积作用上的继承性。

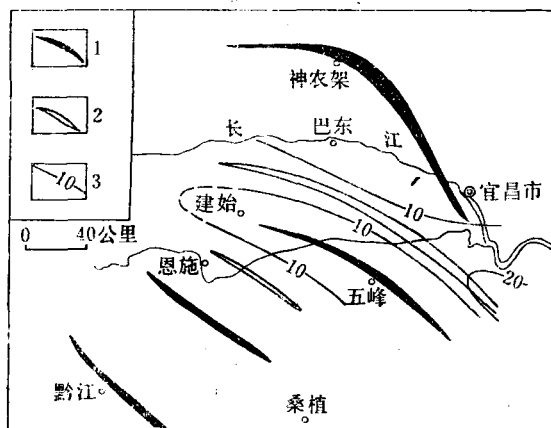


图3 鄂西地区晚古生代古构造略图

1—隆起;2—凹陷;3—马鞍煤系

Fig. 3. Schematic paleotectonic map of Upper Paleozoic era in western Hubei.

1—uplift; 2—depression; 3—thickness trend of the Ma'an coal series.

至早二叠世初期,凹陷构造性质仍然存在,马鞍煤系沉积时,在较大的古岩溶谷及岩溶洼地中形成有利于成煤的泥炭沼泽,形成的煤层较厚并相对稳定。相反,在隆起区,由于沉降幅度小,发育的多是一些小的岩溶谷,地形起伏大,聚煤条件差,煤系厚度薄,煤层薄且不稳定(图4)。

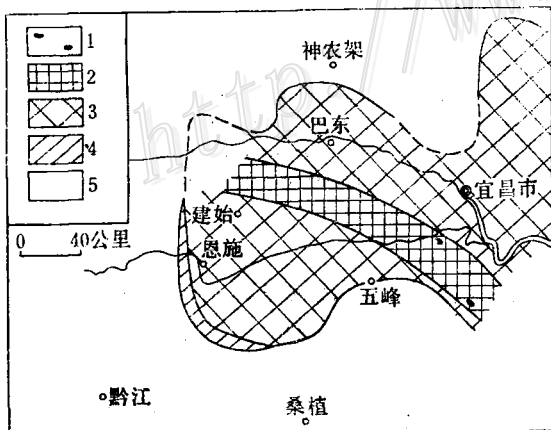


图4 鄂西地区残存上石炭统的分布与马鞍煤系富煤带关系图

1—船山组残存区;2—马鞍煤系富煤带;3—黄龙组残存区;4—大埔组;5—上石炭统缺失区

Fig. 4. Schematic geological map showing the distribution of the remnant Upper Carboniferous strata and its relationship with coal-rich zone of the Ma'an coal series.

1—Chuanshan Formation; 2—coal-rich zone of the Ma'an coal series; 3—Huanglong Formation; 4—Dapu Formation; 5—Areas where Upper Carboniferous strata are absent.

根据本区35条剖面统计,残存有孔虫组合(带)的四种剖面类型,还可以用黄龙组的厚度和大埔组的厚度比值反映出来(表1)。

统计表明,黄龙组与大埔组沉积厚度比值越大,有孔虫组合(带)保留越全;比值越小,有孔虫组合(带)保留越不完全。因此这个比值反映出黄龙组遭受剥蚀的程度。残存T-F类型剖面的黄龙组遭受剥蚀最弱,而残存T类型剖面的黄龙组遭受剥蚀的程度最强。

米,深为5—10余米,谷峰中残存的有孔虫组合(带)常为*Fusulina quasicylindrica*亚带,谷底为*Toly pammina*组合。煤系煤层完全受古岩溶谷的大小和形态所控制。这一情况多出现于隆起区(如长阳鱼峡口巴王沱)及凹陷边缘地区(如巴东仙人崖剖面)。

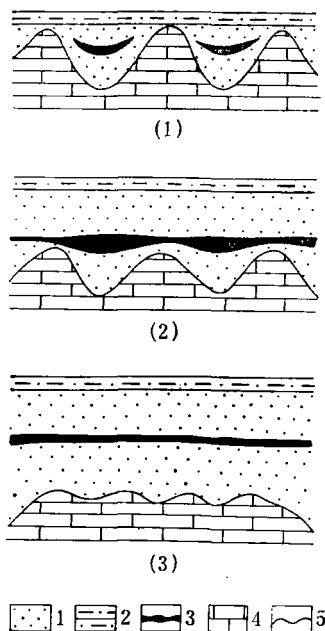


图6 鄂西地区黄龙组古剥蚀面与马鞍煤系的沉积类型
1—石英砂岩; 2—虫孔粉砂岩;
3—煤层; 4—黄龙组石灰岩;
5—古剥蚀面

Fig. 6. Diagrammatic geological section showing relationship of paleoerosion surface of Huanglong Formation to depositional type of Ma'an coal series.

1—quartzose sandstone; 2—siltstone with worm burrow;
3—coal bed; 4—limestone of Huanglong Formation; 5—Paleoerosion surface.

带。另一方面,通过对黄龙组残存有孔虫组合(带)的研究,又可进一步确定煤盆地中富煤体的分布,从而掌握煤层的变化规律。

参 考 文 献

- [1] 中南地区区域地层表编写小组 1974 中南地区区域地层表 地质出版社
- [2] 杨敏之、穆恩之 1951 鄂西地层的几点新认识 科学通报 第2卷 第10期
- [3] 陈家怀 1981 湖北建始—松滋地区马鞍煤系古构造与含煤性的趋势面分布 中国地质科学院宜昌地质矿产研究所所刊 第3号

2. 古岩溶地形起伏较大,煤系厚度中等。此类情况多出现于凹陷区中,谷峰多见T-B及T-F-S类型;谷底常常是T类型剖面。这种基底地形之上的马鞍煤系沉积厚度则为中等,且随基底地形的起伏而变化,煤层在古岩溶谷中部明显加厚。如巴东麻沙^[3]及长阳马鞍山栏杆崖均属这一类型。以后者为例,于岩溶峰的最高处见船山组的*Eoparafusulina*等瓣类,煤系厚仅6.47米,煤层厚0.09米。而岩溶谷处则为T或T-F-S类型,煤系厚达33.84米,煤层厚为3.83米。

3. 古岩溶地形起伏不大,而煤系厚度较大。此类型常出现于范围较大的岩溶洼地,洼地底部地形在短距离内起伏不大,因而残存有孔虫组合相近,一般常见为S-F-S类型剖面,仅在洼地边缘才出现更高层位的残存有孔虫组合(带)。这种情况煤层相对稳定。如宜都松木坪、长阳落雁山、青岗坪、红岩子、杨木溪等地。以长阳上下庄至红岩子地段为例,马鞍煤系直覆于*Fusulinella schwagerinoides*-*Staffella pseudosphaeroidea*带之上,煤层平均厚度在1.0米以上;而在其南侧或北侧地段,马鞍煤系直接覆于*Beedeina-Fusulina*带之上,煤系、煤层均显著变薄,在南侧煤层甚至尖灭。

结 语

鄂西地区晚石炭世有孔虫动物群的研究,对于该区煤田的普查勘探和开采有一定的实用意义。

通过有孔虫组合(带)的区域对比,可以帮助分析马鞍煤系聚煤前沉积基底的区域构造特征——隆起与凹陷的位置,指出凹陷区是聚煤的有利地带,建始—松滋凹陷则是该区的富煤

THE FORAMINIFERA ASSEMBLAGES (ZONES) IN THE HUANGLONG FORMATION, WEST HUBEI AND THEIR INDICATION SIGNIFICANCE FOR THE DISTRIBUTION OF COAL-RICH ZONE IN THE MA'AN COAL SERIES

Lin Jiaxing, Li Hanming and Chen Jiahuai

(Yichang Institute of Geology and Mineral Resources)

Abstract

A great abundance of foraminiferas—fusulinids and nonfusuline foraminiferas—occur in Upper Carboniferous Huanglong Formation, west Hubei. Their rapid ecologic evolution resulted in an apparent zonation. Consequently, three major foraminifera assemblages (zones) and two subzones can be established; they are numbered in downward succession,

3. *Beedeina-Fusulina* zone

b. *Fusulina quasicylindrica* subzone

a. *Beedeina konnoi* subzone

2. *Fusulinella schwagerinoides*-*Staffella pseudosphaeroidea* subzone

1. *Tolypammina* assemblage

The Huanglong Formation has undergone erosion and thus left four types of sections containing different foraminifera assemblages (zones). They are;

1. T type: only the lowest portion of the Huanglong Formation remains, which contains *Tolypammina* assemblage.

2. T-F-S type: characterized by *Tolypammina* assemblage and *Fusulinella schwagerinoides*-*Staffella pseudosphaeroidea* zone.

3. T-B type: extending from the strata containing *Tolypammina* to those containing *Beedeina konnoi* subzone.

4. T-F type: where the Huanglong Formation has been preserved intact and the whole foraminifera sequence—from *Tolypammina* assemblage to *Fusulina quasicylindrica* subzone—has been recorded.

The regional correlation of foraminifera assemblages (zones) reveals the uplift and depression previous to the formation of Lower Permian Ma'an coal series. This topography affected the sedimentation of the coal series; the coal-rich zone occurs invariably in the depression.

An examination of the four types of relic foraminifera assemblages (zones) furnishes further information concerning the relative position, shape, size as well as the variation regularity of the thick coal seam.