

中国各系界线地层及古生物

二叠系与三叠系界线

(一)

中国科学院南京地质古生物研究所

编 辑



南京大学出版社

一九八七

新华书店
PDG

目 录

苏浙皖地区二叠系和三叠系界线研究的新进展

.....盛金章 陈楚震

王义刚 芮琳 廖卓庭 何锦文 江纳言 王成源(1)

浙江长兴煤山长兴组介形类

.....施从广 陈德琼(23)

广西来宾合山晚二叠世硅化腕足类及其古生态特征

.....廖卓庭(81)

STRATIGRAPHY AND PALAEONTOLOGY OF SYSTEMIC BOUNDARIES IN CHINA

PERMIAN—TRIASSIC BOUNDARY (1)

CONTENTS

New advances on the Permian and Triassic boundary of Jiangsu, Zhejiang and Anhui.....	
.....Sheng Jin-zhang, Chen Chu-zhen, Wang Yi-gang, Rui Lin, Liao Zhou-ting, He Jing-wen, Jian Na-yan and Wang Cheng-yuan(20)	
The Changhsingian ostracodes from Meishan, Changxing, Zhejiang.....	
.....Shi Cong-guang and Chen De-qiong(68)	
Paleoecological characters and stratigraphic significance of silicified brachiopods of the Upper Permian from Heshan, Laibin, Guangxi	
..... <u>Liao Zhuo-ting(119)</u>	

苏浙皖地区二叠系和三叠系 界线研究的新进展

盛金章 陈楚震 王义刚 芮琳
廖卓庭 何锦文 江纳言 王成源

(中国科学院南京地质古生物研究所)

我国东南部苏浙皖地区有许多二叠系和三叠系连续沉积剖面, 沉积类型多样, 化石丰富, 是研究二叠系和三叠系界线的理想地区之一, 著名的浙江长兴县煤山二叠系和三叠系界线层型候选剖面就出露在这里(赵金科等, 1981; 盛金章等, 1983; Sheng et al., 1984; 杨遵仪等, 1984)。

近年来, 我们界线研究组在浙江长兴地区, 苏南的南京近郊(龙潭和湖山)、宜兴白羊塘、无锡嵩山和苏州西山, 以及安徽(广德、巢湖地区)详细进行了三种岩相的二叠系-三叠系界线生物地层、沉积环境和元素地球化学特征等研究, 并协同中国科学院地质研究所和贵阳地球化学研究所陈镜石、裴静娴、孙亦因、胡华光和李华梅对碳氧稳定同位素、热发光、铍异常测定、同位素年龄和古地磁等进行了研究, 先后都获得好的研究成果。

本文从生物地层学和事件地层学角度, 综合论证浙江长兴煤山剖面和其它有关剖面的二叠系和三叠系界线的可靠性, 以及近年来研究的新进展。

一、二叠系和三叠系界线附近的岩相变化

本区二叠系和三叠系界线附近的岩相变化业经研究(芮琳等, 1984)。长兴晚期, 本区属于华南台盆沉积区的一部分, 因受海底地形起伏的控制, 形成自东向西倾斜的海底, 长兴期沉积因古地理位置不同, 发育各具特色的沉积物和生物相。东部湖州-苏州地区为浅水碳酸盐地台(剖面的记述见本文附录), 长兴晚期沉积以浅灰、褐灰和灰色为主的浅色碳酸盐岩, 有机质含量少, 层理不明显; 长兴阶顶部有厚近1m的泥质沉积, 产灰岩相大个体腕足类群, 底栖生物为主, 浮游或飘浮的生物少见。广德-长兴-无锡一带, 为台前斜坡相(剖面的记述见本文附录), 长兴晚期以深灰、灰黑色等深色为主的

碳酸盐岩沉积夹粘土沉积,厚度小,顶部普遍发育一层伊利石-蒙脱石不规则混层矿物粘土沉积,厚不到10cm,构成与中生界接界的界线粘土层。底栖生物繁盛,常见个体大而结构复杂的古筳;有孔虫类丰富,以玻纤结构的类型为主;牙形刺的齿台型种类丰富;介形类、厚壳腕足类、单体珊瑚、苔藓虫等常见。浮游和假飘浮生物常见,有假提罗菊石科的菊石、鹦鹉螺以及放射虫(大多是结构非常简单的同心圆状骨骼的织虫类)等。在江阴-宜兴线以西是盆地相沉积,长兴晚期是黑色泥质和硅质夹砂质或碳酸盐岩透镜体,火山碎屑沉积,富含炭质和黄铁矿,厚通常十余米,顶为厚不到10cm的灰白色粘土,构成与中生界的界线粘土层,浮游和假飘浮生物为主,假提罗菊石科分子常见,放射虫主要是织虫,薄壳型腕足类戟贝类富集,底栖生物少。

三叠纪初(Griesbachian 早期)本区沉积环境发生较大变化,二叠纪末(长兴期末)的台地、台前缓坡和盆地相环境已演变为一个海底地形平坦的陆棚浅海环境,Griesbachian 早期沉积由泥质、泥灰质组成,厚0.28—1m。生物相以广泛发育的古生代和中生代的生物混生为特征,具古生代色彩的生物有腕足类(戟贝类)、非筳有孔虫(*Geinitzina*)及个别棱菊石类菊石,少数长兴期上延的牙形刺 *N. changxingensis*; 三叠纪的 *Hypophiceras* 菊石群,含耳菊石、中生代双壳类翼蛤、光海扇等。Griesbachian 晚期,开始以泥质为主间有泥灰质,末期碳酸盐岩增多。菊石 *Ophiceras* 和外栖足丝型双壳类 *Claraia* 最常见,另有 *Neosphathodus* 等牙形刺,显示潮下浅水环境。

根据上述概略分析,二叠纪末和三叠纪初的岩相和沉积环境演变是有规律的,从而我们可以把古生代和中生代沉积区别开来。

二、二叠系和三叠系界线的生物地层证据

苏浙皖地区的二叠系和三叠系界线地层,自赵金科等(1981),盛金章等(1982、1983),Sheng et al. (1984),王义刚(1984),廖卓庭(1984)等研究后,在长兴阶和三叠系 Griesbachian 阶之间确定出三个混生化石层(1, 2, 3),建立 *Hypophiceras* 菊石群,代表三叠系底界。近年,张克信(1984),以及我们又在三叠系底界以上分析出牙形刺化石群,为二叠系和三叠系界线进行洲际对比提供重要依据。

菊石群

Hypophiceras 菊石群出现在混生层1,包括下列内容(王义刚,1984):首次出现三叠纪型的鹦鹉螺 *Cryptoceras* sp., 菊石 *Pseudosageceras* sp., *Otoceras* sp., *Hypophiceras changxingensis*, *H. martini*, *Tompophiceras* sp., *Metophiceras* sp.; 二叠纪型菊石 *Pseudogastriceras* sp. (最后出现)。

上述 *Hypophiceras* 型的面貌最接近东格陵兰下 Griesbachian 阶的 *Hypophiceras* 层。这个菊石层直接位于含 *Rotodiscoceras* 带和 *Pseudotirolites*-*Pleuronodoceras* 带之上,两者的菊石成员是非常不同的,晚长兴期共发现属于 *Cyclolobidae*, *Vidrioceratidae*, *Paragastrioceratidae*, *Episageceratidae*, *Axaxoceratidae*, *Xenodiscidae* 和 *Pseudotirolitidae* 科的25属,除 *Pseudogastriceras* 一属上延于三叠纪,其余全部在长兴期末灭绝,它们极大多数壳面具较强的装饰,大多数种类的腹部具棱状,是一些地方特

化类型,是在多分隔的环境中发展。另一方面, Griesbachian 早期的新生属 *Hypophiceras* 和二叠纪残存属 *Pseudogastriceras* 都与壳体较扁,装饰弱或无的 *Xenodiscus* 属有近似的亲缘关系,显示了两群菊石的不同。

同层的 *Otoceras* 菊石,它的群体密度低,这和整个早三叠世早期生物群体密度较低是一致的,我们认为以比较特征的 *Otoceras* 为主导,配合密度较高的菊石 *Hypophiceras* 群体,从现阶段研究现状出发,它们代表三叠纪的开始是可行的。

Otoceras 层的对比,即特提斯区的 *O. woodwardi* 带与北方区 *O. boreale* 和 *O. concavum* 两带的对比,通常认为 *O. woodwardi* 带与 *O. boreale* 带相当。70年代末,由于晚二叠世的 *Julftoceras* 菊石的建立,一些学者指出 *O. concavum* 接近 *Julftoceras* 属,把 *O. concavum* 带归于晚二叠世 (Bando, 1980; Kozur in Bando et al., 1980)。1984年王义刚访问加拿大时,观察了 *O. concavum* 的标本,它的腹部是窄的,具腹中脊,腹侧缘较显著,脐部也与 *O. boreale* 基本一致,这类标本应是较简单类型的典型 *Otoceras*。我们相信喜马拉雅地区的 *O. woodwardi* 带可相当北方区的 *O. boreale* 和 *O. concavum* 两个带,代表三叠纪的开始。

腕足类

二叠纪型腕足类出现在界线以上,共有三个层位,自下而上是:

混生层 1 *Acosarina* sp., *Fusichonetes nayongensis*, *F.* sp., *Waagenites* sp., *W. barusiensis*, *W. pigmaea*, *Paryphella sulcatifera*, *P. orbicularis*, *P. nasuta*, *P. triquetra*, *Neowellerella pseudoutah*, *Paracrurithyris pigmaea*, *Araxathyris araxensis*, *A. minuta*;

混生层 2 *Waagenites pigmaea*, *W. barusiensis*, *W.* sp., *Paryphella orbicularis*, *P. triquetra*, *P. sparsiplicata*, *P. sparsiplicata undata*, *Neowellerella pseudoutah*, *Crurithyris flabelliformis*, *C. subspiciosa*, *C.* sp., *Paracrurithyris pigmaea*;

混生层 3 *Neowellerella* sp., *Crurithyris* sp.。

在混生层 3 之上约 20m, 三叠纪腕足类 *Paranorellina*? 出现。这些二叠纪型腕足类的特点是属种单调,个体小,数量少,有背和腹瓣相连的标本,保存壳刺,它们大都是从硅质岩相长兴阶上延的分子。

牙形刺

界线附近的牙形刺层位,自下而上是:

混生层 1 *Neogondoella carinata*, *N. changxingensis* (上延的种), *Achignathodus minutus*;

混生层 2 *Neogondoella carinata*, *Achignathodus minutus*, *Ellisonia* sp.;

混生层 3 *Neogondoella planata*, *N. carinata*, *Hindeodus turgidus*, *Achignathodus minutus*, *Ellisonia* sp.。

长兴期顶部粘土岩(原“界线粘土”层):产 *N. deflecta* (最后出现), *N. changxingensis*, *N. carinata*, *A. minutus*, *N. subcarinata* (最后出现)。

上述混生层中,我们获得 8 种牙形刺, *A. minutus*, *N. carinata*, *N. changxingensis* 是从长兴组上延的。原混生层 1 下部的“界线粘土”中主要产 *N. deflecta*, *N. subcarinata*。

nata, 它们不上延至混生层1上部泥岩、混生层2及以上地层, 应属长兴晚期 *N. deflacta*-*N. changxingensis* 组合带。

混生层2岩层中曾报道获得 *A. parvus* 一种(张克信, 1984; 殷鸿福等, 1985), 如果化石鉴定可靠, 这一层似相当 *A. parvus* 带, 则紧邻其下的含 *A. minutus*, *N. carinata*, *N. changxingensis* 的混生层1的泥岩, 有可能与近冈瓦纳生物区的 *A. minutus* 带对比(Matsuda, 1985)。

双壳类

界线附近有三层双壳类, 自上而下是:

混生层3 *Claraia wangi*, *Cl. griesbachi* (均是首次出现)。

混生层2 *Orithopecten* sp., *Leptochondria virgalensis* (均首次出现), *Towapteria scythica* (首次出现, 属最后出现), *Pteria ussurica variabilis* (最后出现), *Promyalinna* sp.。

混生层1 *Peribositra baoqingensis*, *Entolium* sp., *Pteria ussurica variabilis* (均首次出现), *Palaeolima* sp. nov.。

混生层1, 2的双壳类是一个面貌, 它有首次出现的中生代属种, 又有首次出现于石炭纪、二叠纪的上延属(*Palaeolima*, *Promylina*, *Towapteria*), 也有新生属 *Peribositra*。混生层3则是单调的各种 *Claraia*, 就属而言, 它是广播世界的早三叠世的特征属, 组成 *Cl. wangi* 组合。记录于世界和我国一些地方的二叠纪“*Claraia*”属, 都是可疑的。

显然, 许多繁盛于二叠纪的翼形类燕海扇超科的分子, 没有出现在上述混生层, 它们已在长兴期末大量绝灭。所以, 当前的这个双壳类群是三叠纪的面貌, 它与长兴期以燕海扇超科为特征的双壳类有明显区别。

有孔虫

混生层的有孔虫主要发现于混生层2中, 有 *Geinitzina*, *Nodosalia*, *Pseudogladulina* 三属(赵金科等, 1981), 它们是由长兴期上延的。

三、硼元素的变化

微量元素硼(B)含量在煤山界线剖面上的变化十分引人注目(何锦文, 1981)。从剖面中各层粘土岩的 $< 2\mu\text{m}$ 粘粒光谱定量测定, 得知长兴阶底部粘土岩的硼含量是130ppm, 中上部达310—410ppm, 顶部界线粘土岩的硼含量340ppm; 三叠系底部泥岩的硼含量减少至190ppm, 紧接着又增加到390—330ppm。从以上硼含量的变化看出, 自长兴阶至下三叠统底部的各粘土岩都是海相沉积。长兴阶的粘土矿物以结晶较好的蒙脱石-伊利石无序混层矿物和高岭石为主; 三叠系下统底部则以结晶较差的蒙脱石-伊利石无序混层矿物为主, 有少量高岭石, 所以从长兴阶到三叠系底部粘土矿物蒙脱石-伊利石无序混层矿物逐渐增加, 其结晶度逐渐变差, 而高岭石的含量逐渐减少。上述变化, 说明二叠系和三叠系的粘土矿物之间只有矿物含量和结晶度的差异, 在矿物成分, 组合类型和形成条件等方面都是相似的, 表现出过渡性质。从粘土岩角度出发, 划分的古生代和中生代的岩石地层界线, 与生物地层界线一致。

四、碳氧稳定同位素在界线附近的变化

碳氧稳定同位素值在煤山 D 和忠心大队(Z)剖面的二叠系和三叠系界线上下变化的十分有趣的(陈锦石等, 1984)。长兴组底部的 $\delta^{13}\text{C}$ 值是 0.9‰, 向上逐渐增大至 2.7—4.1‰, 到中部达最大值 5.1‰, 紧接着向上又逐渐减少, 至界线处减至 0.1‰, 表现出明显的周期性变化。进入下三叠统底部 $\delta^{13}\text{C}$ 值递减为负值 -1.9‰, 向上逐渐变小, 在距界线约 5 m 处, 达到最小值(-5‰), 然后又增大至 0.3‰ 正值, 也显示周期性变化, 但为负值, 自长兴期至早三叠世早期组成两个一正一负方向相反的 $\delta^{13}\text{C}$ 值变化周期。据陈锦石等(1987)¹⁾最近研究结果, 相似的结果也见于梁山吴家坪二叠系和三叠系界线剖面, 遵义红边桥剖面。因此碳同位素值在二叠系和三叠系界线上下在不厚的岩层内作大幅度的变化, 并呈周期性分布, 界线以下是正值, 越过界线为负值; 它们的转折点, 与生物地层分界线符合一致。

上述碳同位素值的变化, 可能与二叠纪和三叠纪交替时期, 生物群大量灭绝有关。 $\delta^{18}\text{O}$ 同位素值的变化趋势是长兴阶 -4 至 -11‰, 而下三叠统底部为 -6 至 -8‰。

表1 碳同位素值($\delta^{13}\text{C}$)在二叠系和三叠系界线剖面上下变化幅度(据陈锦石等, 1987)

$\delta^{13}\text{C}$ 值	界线以下	界线以上	层位厚度 (cm)	变化幅度
剖面				
浙江长兴煤山	1.4‰	-2.3‰	10	3.7‰
陕西梁山	1.9‰	-3.5‰	42	5.4‰
贵州遵义红边桥	0.3‰	-2.5‰	10	2.8‰

五、热发光特性研究

岩石、矿物在加热过程中激发出不同强度, 不同波长的光, 它们所以发生是由于矿物的晶格缺陷, 以捕获电子的形成赋存电离辐射能, 经加热激发又以光的形式释放出的能量, 即为热发光。我们对长兴煤山 D 剖面 and 忠心采石场(Z)剖面进行二叠系和三叠系界线的热发光测量, 还选测了江苏龙潭青龙山和江宁湖山剖面进行对照。本项工作由裴静娴同志研究完成。

1. 长兴煤山 D 剖面测样 74 块, 长兴阶顶 21 层(测样 H 69)天然热发光具 175℃、240℃ 的双峰曲线形态, h_1/h_2 为 3.2; 人工热发光为 -182℃ 的强度较大的低温峰和极不明显的中温峰, 发光相对强度为 38.5。22 层(测样 H 70)是灰白色粘土岩, 天然热发光为 188℃ 和 250℃ 的双峰曲线形态, 发光强度比测样 H 69 弱近 100 多倍; 人工热发光呈 170℃ 左右的单峰, 发光强度与 21 层天然热发光强度比较约小 4 倍。下三叠统底部 23 层

1) 陈锦石、储雪雷、邵茂茸、钟 华, 1987: 中国海相二叠系与三叠系界线的碳同位素地层学和地质事件(待刊)。

(测样 H71) 为黑色泥岩, 天然热发光分别是 180℃ 和 250℃ 的两个峰; 人工热发光无任何峰出现, 发光强度与测样 H69 相比小达百倍多。

忠心采石场 (Z) 剖面长兴阶顶热发光出现 185℃ 和 245℃ 发光较强的双峰曲线形态。下三叠统底具发光十分弱的达 300℃ 的高温峰, 发光强度比长兴阶的弱 800 多倍, 从形态和强度上看, 在二叠系和三叠系界线处十分明显。

2. 龙潭青龙山剖面共测样 62 块, 天然热发光测量结果, 长兴期顶部黑色硅质泥岩 (测样 H16) 没有明显的峰显示, 发光总面积为 $157 \text{NC} \times 10^{-10}$ (微库伦); 人工热发光显示 130℃ 单峰, 峰高 1.5cm。最顶部粘土岩 (H17) 也没有明显的峰出现, 但相对发光强度差值近 10 倍; 人工热发光出现 125℃ 的单峰, 峰高 1.2cm。下三叠统底部泥岩显示 181°—189℃ 的单峰, 向上石灰岩显示 190°—200℃ 和 250°—263℃ 的双峰。

3. 江宁湖山剖面上因界线附近有断层, 发光强度急剧衰减, 二叠系和三叠系界线处没有明显的变化。

上述各地二叠系和三叠系界线剖面的热发生测量结果的界线, 与生物地层界线基本一致。

六、铈及铂族元素异常及元素地球化学特征

经用放射化学和仪器中子活化分析, 对长兴煤山二叠系和三叠系界线上下元素地球化学特征进行研究。系统研究工作主要由孙亦因等 (1984, 1985) 和柴之芳等 (1986) 完成。此外 Asaro 等 (1982)、张景华等 (1985) 和 Clark 等 (1985) 也在煤山地区作了元素地球化学特征的工作。

研究结果表明, 长兴煤山 A 剖面二叠系和三叠系界线上下泥岩和粘土岩中 Ir、Os、Pt、Au 和 Re, 亲铁元素 Ni、Co、Fe, 亲硫元素 As、Sb、Cu 等都有相关的程度不同的富集 (柴之芳等, 1986)。

表 2 铈及铂族元素、亲铁元素和亲硫元素在煤山二叠系和三叠系界线剖面中的丰度 (据孙亦因等, 1985; 柴之芳等, 1986)

样品 层位 (cm)	元素丰度	Ir (ppb)	Os (ppb)	Pt (ppb)	Re (ppb)	Au (ppb)	Cu (ppm)	Sb (ppm)	As (ppm)
下里 三斯 叠巴 统赫 格阶	+200	0.025 ± 0.02				0.6 ± 0.1		2.0 ± 0.2	20.4 ± 3.0
	+125	0.025 ± 0.02				0.77 ± 0.04		0.92 ± 0.5	0.25 ± 1.5
	+35	0.02 ± 0.02				0.20 ± 0.05	< 4	1.7 ± 0.2	20.6 ± 3.0
	+15	0.064 ± 0.007		< 10	4.4 ± 1.2	0.61 ± 0.06	5.06 ± 0.03	0.61 ± 0.16	6.6 ± 2.0
	+7	0.6 ± 0.40	5.2 ± 2.8	48 ± 20	38 ± 2	2.71 ± 0.8	20.0 ± 1.0	3.88 ± 0.11	23.4 ± 2.2
上长 二 叠 统阶	-4	0.12	2.7 ± 2.5	41 ± 12	11.2 ± 2.8	0.54 ± 0.06	6.2 ± 1.7	2.2 ± 1.1	14.9 ± 2.0
	-7	0.015 ± 0.015		< 5	< 2	0.3 ± 0.02	3.4 ± 0.1	1.0 ± 0.5	11.7 ± 1.6
	-78	0.01 ± 0.015				0.2 ± 0.1		0.44 ± 0.1	6.6 ± 1.0

自孙亦因等(1984)首次在煤山 A 剖面的“界线粘土层”及紧邻其上的黑色泥岩中测得铀丰度分别为 8ppb 和 5ppb, 后来又经过反复测试 10 次, 得到“界线粘土”层(Ag91)的铀丰度范围在 0.05—0.19ppb, 其上的泥岩(Ag92)铀丰度范围在 0.2—1.0ppb, 表 2 中的元素丰度是取 10 次测定的平均值。这两层铀丰度层之下, 铀丰度的均值范围是 0.01—0.015ppb; 它的之上各层的铀丰度范围在 0.02—0.64ppb 之间, 显然可以看出, 它们的铀丰度比上下层中高出 10 倍多。更有意义的是, 高丰度铀的岩层中也出现高丰度的钼; 金和铂元素也相继出现, 它们的丰度比上下层高出 5—6 倍(表 2)。

虽然美国学者(Asaro et al., 1982; Clark et al., 1985)对煤山剖面二叠系和三叠系界线处测出低铀丰度(0.002—0.04ppb), 但三叠系底的铀丰度(0.034, 或 0.04ppb)显然比长兴阶顶的铀丰度高约 8 倍。据柴芝芳等(1986)的分析资料, 煤山剖面的二叠系和三叠系界线处除亲铁元素和亲硫元素显示与铀、钼等铂族元素类似的同步富集, Ca、Sr、Ba 元素的丰度为负异常, 放射性元素丰度也富集。

总之, 上述元素丰度在二叠系和三叠系界线附近的变化, 特别是铀、钼等铂族元素的富集引起异常的情况, 与生物地层所划的界线基本符合, 同时也说明二叠纪末期一度曾由地外物质撞击地球而产生“灾变”事件, 从而引起环境改变, 影响生物生存。当然, 这是一个十分复杂的问题, 尚待进一步深入研究。

七、古地磁研究

根据长兴煤山 D 剖面上自长兴阶至下青龙组底部采集的 111 块古地磁标本, 用三轴低温超导磁力仪测量标本的天然剩余磁化强度(NRM), 测试工作由李华梅等进行, 工作结果表明长兴阶石灰岩的 NRM 较弱, 为 10^{-6}Am^{-1} 值; 而下青龙组底部的 NRM 值较大, 可达 10^{-4} 至 10^{-3}Am^{-1} 。全部样品的磁化率是用 KLM-1 型磁化率仪测量的, D 剖面上磁化率值的变化是十分清楚的, 长兴阶石灰岩的磁化率值范围是 10^{-6} 至 10^{-5}SI , 下青龙组底部岩石的磁化率值在 10^{-4} 至 10^{-3}SI 范围变化。

D 剖面上可以明显地看出六个正、反极性带, 自上而下即下三叠统下青龙组的反极性带 I, 正极性带 II 和上二叠统长兴阶中反极性带 III, 正极性带 IV, 反极性带 V 和正极性带 VI。

总结 D 剖面的极性特征是下三叠统底部包括的正反极性带, 极性明确; 上二叠统长兴阶以反极性为主, 在上部和底部出现两个正极性带; 上述剖面磁性正反交替是地磁场频繁倒转的记录, 属于伊拉瓦拉混合极性间隔, 可能与伊拉瓦拉混合间隔的下部和中部对比。二叠系与三叠系界线没有处于由反极性至正极性转换界限上, 而处于正极性 II 底界以上 1.2m (或 2.7m)。

八、微球粒的发现

已经在长兴煤山 A 剖面二叠系和三叠系界线的混生层 1 的泥岩中发现五种类型的微球粒(何锦文, 1985), 它们大多数是铝硅酸盐和铁的氧化物的混合物, 其中绿泥

石球粒和黄铁矿球粒所占比重最大，这是典型的自生矿物，显然是地内成因的。有两类可能与陨击事件有关的抛射物，一类是细小晶片球粒，通常呈球形、圆盘形外形，由许多细小晶片组成，内有空腔，可能是宇宙尘中气体逸散后产生的构造，它们由富钾铝硅酸盐组成，氧化钾占12.6%，氧化铝占30.4%，氧化硅占53.9%，氧化铁占3.1%；另一类是光滑球粒，外形球形，连球体或带颈球粒，它们表面光滑，这类球体可能是抛射物熔融阶段中形成的。

上述微球粒的发现，联系到剖面中铀和钼等元素在界线附近富集，似乎进一步证明二叠纪末、三叠纪初有一次地外撞击事件发生的可能性。

九、高温石英的发现

一些外形六次对称的六方双锥石英（高温石英）晶形已经在忠心大队采石场（Z）剖面的2、3、5、11层；D剖面的22、23、25层；A剖面的11、12层；B剖面的5、6层的伊利石-蒙脱石粘土岩、泥岩中发现（何锦文等，待刊），晶体大小在90—270 μm 之间，呈{10 $\bar{1}$ 1}晶面。这类简单双锥晶形六方双锥石英是酸性火山喷发岩中石英斑晶的典型形态，通常见于流纹岩和英安岩。含六方双锥石英的粘土岩和泥岩的主要矿物成分是结晶较差的蒙脱石-伊利石不规则混层矿物，碎屑高岭石的含量较少，未见凝灰岩的残余结构，一般都含海生牙形刺、有孔虫或腕足类、菊石等化石，说明它们是正常海相环境中形成的。因此，发现的六方双锥高温石英，是经搬运而来，似乎说明在华南长兴期末至早三叠世初期一度有火山喷发。

十、结论

从上述生物地层和事件地层的证据结合分析，苏浙皖地区尤其是长兴煤山剖面的二叠系和三叠系界线的确定是可靠的。本文根据新的材料，赞同原“界线粘土”归在长兴组最顶部。

“界线粘土”层一名是张勤文等（1985）提出的。这里指二叠系和三叠系界线过渡层或混生层1的底部粘土岩，如煤山忠心采石场界线剖面层2，D剖面22层等，最初因未获化石，与产*Hypophiceras*菊石群的泥岩一起归于三叠系（盛金章等，1983），但这层界线粘土岩的粘土矿物特征更接近长兴期的粘土岩，何锦文（1981）主张把界线粘土层归长兴阶顶部。后来张克信（1984）在煤山剖面的界线过渡层中发现牙形刺化石，疑*N. deflata*的两个标本来自界线粘土岩，遂把它归入长兴组，殷鸿福（1985）支持此说；近来，地球化学元素特征研究也支持上述方案（柴芝芳等，1986）。

就我们在煤山A、B、D、Z剖面的“界线粘土岩”中获得的化石分析，牙形刺主要是*Neogondolella changxingensis*, *N. subcarinata*, *N. deflata*, *N. carinata*, *Anchignothodus minutus*等，*N. deflata*和*N. subcarinata*两种是代表最后出现，*N. changxingensis*可上延至*Hypophiceras*层（混生层1上部），这个牙形刺群是长兴期牙形刺*N. changxingensis*-*N. deflata*组合带的主要成员；在A剖面的同一层中还有长兴期介

形类 *Baesslerella obesa* 和二叠纪有孔虫 *Geinitzina*, *Bradyina*, *Globivalvulina* 等也证明与长兴期化石群关系密切; 没有任何三叠纪生物群在“界线粘土”层中发现。无论如何, “界线粘土”层的化石时代是长兴期, 化石群面貌与紧邻其上的 *Hypophiceras* 菊石群和牙形刺面貌有明显不同。因此, 我们赞同把这一层“界线粘土”归于长兴组最顶部。这样的划分也与粘土矿物的特征以及地球化学元素丰度变化符合。

主要参考文献

- 王义刚, 1984: 论苏浙一带三叠纪最早期的菊石群及二叠系-三叠系界线的定义。古生物学报, 23卷, 3期, 257—270页。
- 李子舜、詹立培、朱秀芳、张景华等, 1986: 古生代一中生代之交的生物绝灭和地质事件。地质学报, 60卷, 1期, 1—17页。
- 芮琳、江纳言, 1984: 苏、浙、皖地区二叠纪末、三叠纪初的岩相和生物相。古生物学报, 23卷, 3期, 286—209页。
- 何锦文, 1981: 长兴阶层型剖面及股坑组底部的粘土矿物——兼论二叠、三叠系的分界。地层学杂志, 5卷, 3期, 197—206页。
- , 1985: 浙江长兴煤山二叠系-三叠系混生层1中微球粒的发现及其意义。地层学杂志, 9卷, 4期, 293—297页。
- 赵金科、盛金章、姚兆奇、梁希洛、陈楚震、芮琳、廖卓庭, 1981: 中国南部的长兴阶和二叠系与三叠系之间的界线。中国科学院南京地质古生物研究所丛刊, 2号, 1—95页。
- 陈锦石、邵茂荦、霍卫国、姚御元, 1984: 浙江长兴二叠系和三叠系界线地层的碳同位素。地质科学, 1984年1期, 88—93页。
- 杨万容、江纳言, 1984: 浙江长兴组和二叠-三叠系界线的沉积特征及微相。中国科学院南京地质古生物研究所丛刊, 2号, 113—133页。
- 杨遵仪、吴顺宝、杨逢清, 1981: 关于我国南方海相二叠-三叠系界线问题和接触关系。地球科学, 1期(1981), 4—15页。
- 、殷鸿福、吴顺宝、杨逢清, 1984: 华南二叠系-三叠系界线及生物地层分带。国际交流地质学术论文集(Ⅰ)。地质出版社。
- 柴之芳、马淑兰、毛雪瑛、孙亦因等, 1986: 浙江长兴二叠系-三叠系界线剖面的元素地球化学特征。地质学报, 60卷, 2期, 139—150页。
- 张克信, 1984: 浙江长兴藻青剖面 *Otoceras* 层中牙形刺动物群的新资料。地球科学, 3期(总26期), 88页。
- 殷鸿福、吴顺宝, 1985: 过渡层——华南三叠系的底界。地球科学, 10期, 163—173页。
- 盛金章、陈楚震、王义刚、芮琳、廖卓庭、江纳言, 1982: 南京近郊的“*Otoceras*”层及二叠系和三叠系界线。地层学杂志, 6卷, 1期, 1—8页。
- 、——、——、——、——、——, 1982: 中国南部的二叠系和三叠系界线。中国各纪地层界线, 58—64页。科学出版社。
- 、——、——、——、——、——, 1983: 浙江长兴地区二叠系与三叠系界线层型研究。地层学杂志, 7卷, 4期, 245—257页。
- 廖卓庭, 1979: 中国南部长兴阶的腕足动物组合带及二叠、三叠纪混生动物群中的腕足动物。地层学杂志, 3卷, 3期, 200—207页。
- , 1984: 苏、浙、皖三省邻近地区晚二叠世至早三叠世早期腕足类的新属种。古生物学报, 23卷, 3期, 276—285页。

- Clark, D. L., Wang Cheng-yuan et al., 1985: Conodont survival and low Iridium abundances across the Permian-Triassic boundary in South China. *Science*, v.233.
- Matsuda, T., 1985: Late Permian to Early Triassic conodont paleobiogeography in the "Tethys Realm". The Tethys. Tokai Univ. Press.
- Sheng Jin-zhang, Chen Chu-zhen, Wang Yi-gang, Rui Lin, Liao Zhuo-ting, Y. Bando, K.-I. Ishii, K. Nakazawa and K. Nakamura, 1984: Permian-Triassic boundary in middle and eastern Tethys. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ., Ser. IV*, v. 21, no. 1.
- and Liao Zhuo-ting, 1984: On the lower boundary of Triassic in central and eastern Tethys. *Acad. Sinica, Develop. Geosci. Contr. 27th Inter. Geol. Cong.*, 1984, Moscow. Science Press, Beijing.
- Sun Yi-yin, Chai Zhi-fang, Ma Shu-lan, Xu Dao-yi et al., 1984: The discovery of Iridium anomaly in the Permian-Triassic boundary clay in Changxing, Zhejiang, China and its significance. *Acad. Sinica, Develop. Geosci. Contr. 27th Inter. Geol. Cong.*, 1984, Moscow. Science Press, Beijing.
- et al., 1985: The discovery of anomalies of Platinum group elements at the Permian-Triassic boundary in Changxing, Zhejiang, China and their significances. *Gwatt Conf. "Rare event in geology"*, Switzerland.
- Zhang Din-wen, Xu Dao-yi, Yang Zheng-zhong et al., 1985: Boundary clay layer. *Ibid.*

附录

苏浙皖地区二叠系和三叠系界线剖面记述

苏浙皖地区有许多长兴阶及二叠系和三叠系界线剖面，特别是浙江长兴煤山是长兴阶及二叠系-三叠系接触界线候选层型剖面分布地区。根据文献，有关的许多详细剖面文字资料，包括剖面层序和化石群分布、变化等，还没有正式报道，仅个别综合的和局部的剖面(赵金科等，1981)，一部分二叠系和三叠系界线剖面资料(盛金章，1982，1983；Sheng et al., 1984)已公开刊出。这里详细记述的苏浙皖地区的长兴阶及二叠系和三叠系界线的各个剖面，是遴选长兴阶和二叠系-三叠系界线层型候选剖面的基础，是必不可少的。已详细记述并发表的剖面，不再引入，至多把后来补充工作列出。

参加野外工作的除本文作者以外，尚有梁希洛、姚兆奇、王志浩、欧阳舒和杨万容同志。

1. 浅水碳酸盐台地相剖面

(1) 苏州西山岛金庭乡马石山采石场剖面

剖面位于马石山采石场。此处地层倒转，长兴阶石灰岩倒覆置于下三叠统下青龙组之上。岩层倾角 255° ，倾角 40° 左右。

现按正常顺序自上而下描述如下：

下三叠统 下青龙组

混生层3	
8. 黄色泥岩夹泥灰岩薄层, 在2.5m处产双壳类 <i>Claraia</i> sp.	0.5m
混生层2	
7. 灰色薄层状泥灰岩, 风化后呈黄色。	0.5m
混生层1	
6. 灰黑色泥岩, 产腕足类 (ACT2424) <i>Lingula</i> sp.; 双壳类 <i>Eumorphotis</i> ? sp., <i>Pteria ussuri-</i> <i>ca variabilis</i> .	0.02m

—— 整 合 ——

上二叠统 长兴组	
5. 灰黄色粘土岩。	0.01m
4. 灰黑色泥质石灰岩。产腕足类 (ACT2413) <i>Araxathyris</i> cf. <i>araxaensis</i> , <i>Waagenites</i> sp., <i>Crurithyris</i> sp., <i>Acosarina</i> cf. <i>flabilliformis</i> .	0.33m
3. 灰黑色泥岩, 产腕足类 (ACT2412) <i>Cathaysia chonetoides</i> , <i>Acosarina</i> sp., <i>Lingula</i> sp., <i>Waagenites</i> sp., <i>Crurithyris</i> sp., <i>Araxathyris</i> sp., <i>Spinomarginifera</i> sp., <i>Derbyia</i> sp.; 双 壳类 <i>Guizhoupecten</i> sp., <i>Palaeolima</i> sp.; 三叶虫 <i>Pseudophillipsia</i> ? 的尾部。	0.08m
2. 灰黄色粘土岩。	0.03m
1. 灰色中层状石灰岩, 产筴 (ACT2412A) <i>Palaeofusulina</i> sp.; 有孔虫 <i>Colaniella</i> sp.	

(2) 无锡安镇嵩山剖面

剖面起自安镇东6km嵩山北端的170°方向, 自上而下的层序是:

下三叠统 下青龙组	
7. 灰色灰质白云岩, 产牙形刺 (ACT补1) <i>Anchignathodus parvus</i> .	
上二叠统 长兴组	
6. 灰色疙瘩状中层石灰岩, 风化面常见海百合茎、腕足类和海绵化石碎片。产苔藓虫 (ACT 4002A) <i>Fenestella</i> sp.; 腕足类 <i>Stenosisma</i> sp., <i>Neowellerella</i> sp., <i>Crurithyris</i> cf. <i>speciosa</i> .	1.5m
5. 灰色中层状碎屑石灰岩, 局部呈透镜状。	0.6m
4. 灰色薄层状石灰岩, 微层理发育。	0.6m
3. 灰白色块状碎屑石灰岩, 海百合茎顺层分布呈条带状。	7.0m
2. 灰黑色块状白云质石灰岩, 局部为生物碎屑灰岩。产筴 (ACT4002) <i>Palaeofusulina pseudo-</i> <i>minima</i> , <i>Nankinella</i> cf. <i>orientalis</i> .	8.3m
1. 灰白色块状生物碎屑灰岩, 海百合茎化石时呈条带状顺层分布, 风化面见珊瑚和腕足类碎片。 产筴 (ACT4000) <i>Palaeofusulina</i> cf. <i>sinensis</i> , <i>P.</i> cf. <i>quasisphaeroidea</i> .	8.7m

2. 台前缓坡相剖面

(1) 长兴煤山 D 剖面

浙江长兴煤山是长兴阶及二叠系-三叠系接触界线的典型剖面分布地区。有关的许多详细剖面资料 (包括剖面层序、化石群分布和变化) 还没有正式报道, 仅综合的或界线附近的剖面已经刊出 (赵金科等, 1981; Sheng et al., 1984; 盛金章等, 1983)。这里详细记述长兴煤山的长兴阶及其与三叠系的接触界线的一组剖面, 这是遴选长兴阶、二叠系与三叠系界线层型剖面的基础, 是必不可少的。D剖面的层序齐全, 位于煤山葆青北约400m处山坡采石场。剖面自上而下的层序和化石是:

下三叠统 下青龙组

40. 深灰色中层状石灰岩夹薄层状, 向上大部分为浮土掩盖。产牙形刺(86ACT102) *Neospathodus* sp., *Neohindeodella* sp. 4.0m

39. 灰色厚层状石灰岩, 具水平层理。 5.5m

38. 灰色薄层状石灰岩, 具水平层理, 产牙形刺四层: 86ACT98层, 86ACT97层产 *Neohindeodella* sp.; 86ACT95层, 86ACT98层产 *Neohindeodella* sp., *Hindeodella* sp. 7.6m

37. 灰色薄层状石灰岩夹钙质薄层。产牙形刺五层: 86ACT91层产 *Neohindeodella* sp., *Lonchodina* sp.; 86ACT90层产 *Neohindeodella* sp.; 86ACT89层产 *Hindeodella* sp.; 86ACT88层, 86ACT87层产 *Neohindeodella* sp., *Anchignathodus* sp. 6.4m

36. 浅灰色中层状细晶石灰岩, 水平层理发育, 并有缝合线。产牙形刺二层: 86ACT84层产 *Cypripodella* sp., *Ozarkodina* sp.; 86ACT83层产 *Anchignathodus* sp., *A. parvus*, *A. minutus*. 3.1m

35. 灰色薄层状细晶石灰岩夹钙质薄层, 水平层理发育, 局部见砾屑灰岩, 缝合线构造普遍见到。有长管状虫迹。产牙形刺 86ACT82, 86ACT81层 *Neohindeodella* sp. 2.4m

34. 灰色薄层状泥质灰岩与灰绿色泥岩互层, 产牙形刺五层: 86ACT79层产 *Neohindeodella* sp., *Anchignathodus* sp.; 86ACT77层产 *Neohindeodella* sp.; 86ACT76层产 *Neohindeodella* sp., *Hibbardella* sp.; 86ACT75层产 *N. carinata*, *Neohindeodella* sp., *Anchignathodus* sp.; 86ACT74层产 *Neogondolella carinata*, *Neohindeodella* sp.; 双壳类(86ACT75) *Claraia* sp. 3.2m

33. 灰绿色泥岩夹灰色薄层泥质灰岩条带, 产牙形刺(86ACT70) *Anchignathodus* sp., *Ligondina* sp.; 双壳类(86ACT72) *Claraia lungyenensis*. 2.5m

混生层3

32. 深灰、黑色泥岩, 风化后页片状, 呈灰色, 产牙形刺(86ACT69) *Neohindeodella* sp., *Anchignathodus* sp.; 双壳类(86ACT67) *Claraia* sp., *Cl. lungyenensis*. 4.1m

31. 青灰色粘土岩。 0.03m

30. 灰黑色泥岩, 风化后页片状。产牙形刺(86ACT52) *Anchignathodus* sp.; 双壳类 *Claraia wangi*. 0.24m

29. 灰黄色粘土岩。 0.04m

28. 灰黑、深灰色泥岩, 风化后呈薄片状, 产牙形刺 *Anchignathodus minutus*. 0.7m

27. 灰黄色粘土岩。 0.03m

26. 深灰色泥岩, 风化后呈黄灰色, 薄片状, 产牙形刺(84-5, 6, 7) *Neogondolella planaia*, *N. carinata*, *Anchignathodus minutus*, *A. turgatus*, *Ellisonia* sp.; 菊石 *Ophiceras* sp.; 双壳类 *Claraia* sp. 0.08m

25. 灰黄色粘土岩, 有六方双锥石英, 产牙形刺(86ACT57) *A. turgatus*, *A. sp.* 0.04m

混生层2

24. 浅黄色白云质泥灰岩, 产腕足类(82-27) *Paryphella triquetra*, *P. obicularia*, *Crurithyris* sp., *Waagenites* sp.; 牙形刺(84-4) *Neogondolella carinata*, *Anchignathodus minutus*. 0.18m

混生层1

23. 灰色、黄灰色泥岩, 有六方双锥石英。产牙形刺(84-3) *Neogondolella carinata*, *N. changxingensis*, *Anchignathodus minutus*, 腕足类 *Paryphella triquetra*, *P. obicularis*, *Neowerella pseudoutah*. 0.06m

上二叠统 长兴组上段

22. 灰黄色伊利石-蒙脱石粘土岩, 有六方双锥石英。产牙形刺 (84-2) *Neogondolella changxingensis*, *N. deflecta*, *N. carinata*. 0.05m

21. 深灰色中层状石灰岩, 有黄铁矿晶体, 夹燧石条带, 产筴 (82-22) *Palaeofusulina* cf. *sinensis*, (82-21) *P. sp.*, *Reichelina changhsingensis*, (82-16) *P. sp.*, *R. changhsingensis*, *R. media*, (82-15) *P. sp.*; 牙形刺 (82-25) *Neogondolella subcarinata*, *N. deflecta*, *N. carinata*, *Xaniognathus elongatus*, (82-24) *N. changxingensis*, *N. subcarinata*, *N. deflecta*, *N. carinata*, *Anchignathodus minutus*, (82-15) *N. subcarinata*, *N. changxingensis*, *N. deflecta*, *N. carinata*. 4.3m

20. 深灰色粘土岩夹灰岩透镜体。0.04—0.06m

19. 灰色厚层状石灰岩, 含少量燧石团块, 有星点状黄铁矿, 产筴 (82-16) *Palaeofusulina* sp., *Reichelina changhsingensis*, *R. media*, (82-15) *P. sp.*; 牙形刺 (82-15) *Neogondolella subcarinata*, *N. changxingensis*, *N. deflecta*, *N. carinata*. 1.7m

18. 灰黑色粘土岩, 横向呈泥质灰岩条带。0.04m

17. 深灰色中层状含燧石团块的细晶石灰岩, 产筴 (82-14) *P. sinensis*, *Reichelina* sp. 5.8m

16. 灰黑色粘土岩。0.06—0.1m

15. 深灰色中层状石灰岩, 偶含燧石团块。5.9m

14. 灰色伊利石-蒙脱石夹层矿物粘土岩, 产放射虫和海绵骨针。0.16—0.2m

上二叠统 长兴组下段

13. 灰黑色薄层石灰岩, 含燧石条带, 水平层理发育, 普遍含沥青质。产有孔虫 (ACT144) *Glabivalvulina* sp., (ACT143) *Ammodiscus* sp., *Dagmarita* sp., *Geinitzina spandeli*, *Pseudoglandulina* aff. *pigmaeformis*, (ACT142) *Dagmarita* sp., *Geinitzina caucasica*, *Globivalvulina kantharensis*, *Pseudoglandulina conicula*, (ACT140) *Colaniella nana*, *Fronicularia guangxiensis*, *Geinitzina postcarbonica*, *Glomospira* sp., *Hemigordius* sp., (ACT138) *Astacolus* sp., *Colaniella nana*, *Dagmarita* sp., *Geinitzina postcarbonica*, *Eocristellaria* sp., *Pseudoglandulina conicula*, (ACT136) *Colaniella nana*, *P. conicula*; 牙形刺 (ACT144) *Anchignathodus minutus*, *Enantiognathodus zieglerei*, *Ellisonia teichertii*, *Neogondolella changxingensis*, *N. subcarinata*, *Xaniognathus elongatus*, (ACT143) *N. changxingensis*, *Enantiognathodus zieglerei*, *Xaniognathus elongatus*, (ACT142) *E. zieglerei*, *N. changxingensis*, *Prioniodella decrescens*, *P. "prioniodellides"*, *Xaniognathus elongatus*, (ACT141) *E. zieglerei*, *N. changxingensis*, *X. elongatus*, *Anchignathodus minutus*, (ACT139) *E. zieglerei*, *N. changxingensis*, *Prioniodella decrescens*, (ACT138) *E. zieglerei*, *N. changxingensis*, *X. elongatus*, (ACT136) *E. zieglerei*, *N. changxingensis*, *Anchignathodus minutus*, *Prioniodella "prioniodellides"*. 7.4m

12. 灰色中层状微晶石灰岩。产有孔虫 (ACT134) *Nodosaria* sp. 0.2m

11. 灰黑色薄层状含沥青质石灰岩, 水平层理发育。产腕足类 (ACT133) *Cathaysia chonetoides*, *Paryphella orbicularis*; 牙形刺 (ACT133) *E. zieglerei*, *N. subcarinata subcarinata*, *N. subcarinata elongata*, *N. carinata*, *Prioniodella decrescens*, *P. "prioniodellides"*. 0.8m

10. 深灰色中层状细晶石灰岩夹薄层状隐晶石灰岩, 含燧石团块, 水平层理发育。产有孔虫 (ACT132) *Geinitzina spandeli*, *Nodosaria* sp.; 牙形刺 (ACT132) *N. changxingensis*, *N. carinata*. 1.1m

9. 灰黄色伊利石-蒙脱石夹层矿物粘土岩。

0.02m

8. 深灰色中层状微晶石灰岩, 含燧石结核夹薄层隐晶石灰岩, 水平层理发育, 产有孔虫 (ACT130) *Astaculus aff. aphrostus*, *Dagmarita miniscula*, *Eocristellaris typica*, *Geinitzina postcarbonica*, *G. spandeli*, *Globivalvulina kantharensis*, *Pseudocolaniella?* sp., *Pseudoglandulina ornata*, *Pseudonodosaria nodosariaeformis*, 珊瑚 *Asserculinia orbiculata*, *Endothecium* sp., 菊石 *Changhsingoceras* sp., *Rongjiangoceras cf. lenticulare*, 有孔虫 (ACT129) *Nodosaria* sp., (ACT128) *Fronicularia palmata*, *Geinitzina caucasica*, *Hemigordius* sp., *Pseudoglandulina conicula*, (ACT127) *Fronicularia palmata*, *Nodosaria krotovi*, (ACT126) *Geinitzina caucasica*, *G. postcarbonica*, *G. spandeli*, *Pseudoglandulina conicula*, (ACT124) *Colaniella minima*, *Glomospira* sp., *Nodosaria longissima*, (ACT122) *Ammovertella* sp., *Dagmarita* sp., *Fronicularia ornata*, *Geinitzina spandeli*, *Pseudoglandulina conicula*; 筳 (ACT122) *Palaeofusulina simplex*, *Reichelina pulchar*, 牙形刺 (ACT127) *N. subcarinata*, *N. changxingensis*, *N. deflecta*, (ACT126) *N. subcarinata*, *N. changxingensis*, *N. deflecta*, *N. carinata*, (ACT125) *N. subcarinata*, *N. changxingensis*, *N. carinata*, (ACT124) *N. subcarinata*, *N. carinata*, (ACT122) *N. subcarinata subcarinata*, *N. subcarinata elongata*. 4.7m

7. 灰黑色伊利石-蒙脱石夹层矿物粘土岩。

0.04m

6. 灰黑色薄层状隐晶石灰岩, 含沥青质, 夹硅质条带, 水平层理发育, 产有孔虫 (ACT120) *Nodosaria* sp. 0.9m

5. 灰色、局部呈浅灰色中层状细晶石灰岩, 水平层理发育。产有孔虫 (ACT119) *Globivalvulina* sp., (ACT118) *Fronicularia* sp., *Nodosaria netchajevi ronda*, (ACT117) *Colaniella nana*, *Fronicularia guangxiensis*, *F. palmata*, *Geinitzina* sp., *Robuloides* sp., (ACT116) *Fronicularia* sp., *Pseudoglandulina conicula*, (ACT115) *Nodosaria* sp., (ACT114) *Dagmarita* sp., *Globivalvulina* sp., *Nodosaria* sp.; 筳 (ACT114) *Reichelina* sp.; 牙形刺 (ACT116) *Enantiognathodus ziegleri*, *N. subcarinata subcarinata*, *N. subcarinata elongata*, *N. deflecta*, *Xaniognathus elongatus*. 3.3m

4. 灰黄色伊利石-蒙脱石夹层矿物粘土岩。

0.02—0.03m

3. 灰白色碳酸盐化流纹质晶屑凝灰岩, 有黄铁矿晶体, 风化后灰黄色。

0.19m

2. 深灰、灰黑色中层状隐晶至细晶石灰岩夹薄层状石灰岩和黑色硅质层, 含沥青质, 距底65cm处夹厚6—16cm的黑色粘土岩透镜体。产有孔虫 (ACT112) *Hemigordius* sp., (ACT111) *Fronicularia guangxiensis*, *Geinitzina chapmani*, *G. uralica simplex*, *Globivalvulina* sp., *Nodosaria* sp., (ACT110) *Glomospira* sp., (ACT109) *Dagmarita* sp., *Fronicularia ovata*, *Nodosaria krotovi*, (ACT108) *Dagmarita* sp., *Geinitzina uralica*, *Globivalvulina distensa*, *Nodosaria longissima*, *Pseudonodosaria* sp., (ACT107) *Dagmarita* sp., *Fronicularia* sp., *Geinitzina spandeli*, (ACT106) *Geinitzina spandeli*, *Pseudoglandulina conicula*, (ACT105) *Fronicularia palmata*, *Geinitzina spandeli*, *Globivalvulina* sp., *Nodosaria longissima*, (ACT104) *Dagmarita* sp., *Nodosaria delicata*, (ACT103) *Colaniella* sp., *Eacristellaria* sp., *Geinitzina postcarbonica*, *G. spandeli*, *Pseudoglandulina conica*; 筳 (ACT104) *Palaeofusulina minima*, *Reichelina pulchra*, 牙形刺 (ACT112) *E. ziegleri*, *N. subcarinata subcarinata*, *N. subcarinata elongata*, (ACT110) *N. subcarinata subcarinata*, *N. subcarinata elongata*, *Xaniognathus elongatus*, (ACT108) *E. ziegleri*, *Hibbardella* sp., *Metalonchodina mediocris*, *N. subcarinata*, *Xaniognathus elongatus*, *Prioniodella decrescens*, *P. "prioniodellides"*, (ACT107) *E. ziegleri*, *N. subcarinata*, *P. decrescens*, (ACT105) *N. subcarinata*, (ACT104) *N.*