

文章编号: 1671-1505(2016)06-0905-15 DOI:10.7605/gdxb.2016.06.069

## 华南晚二叠世层序—古地理及聚煤规律\*

邵龙义<sup>1</sup> 张超<sup>1</sup> 闫志明<sup>1</sup> 董大啸<sup>1</sup> 高彩霞<sup>1</sup> 李英娇<sup>1</sup> 徐晓燕<sup>1</sup>  
梁万林<sup>2</sup> 易同生<sup>3</sup> 徐锡惠<sup>2</sup> 黎光明<sup>4</sup> 陈忠恕<sup>2</sup> 程爱国<sup>5</sup>

1 中国矿业大学(北京)地球科学与测绘工程学院, 北京 100083

2 四川省煤田地质局, 四川成都 610045

3 贵州省煤田地质局, 贵州贵阳 550081

4 湖南省煤田地质局, 湖南长沙 410014

5 中国煤炭地质总局, 北京 100039

**摘要** 晚二叠世是地质历史中重要的成煤时期, 在中国南方多个省区都形成了可采煤层。受海平面变化的影响, 华南地区晚二叠世发育一套完整的陆相—海陆过渡相—海相含煤岩系。通过对野外露头及钻孔剖面资料分析, 识别出了区域不整合面、下切谷底部冲刷面、河道间古土壤层和沉积相转换面等关键层序地层界面, 以及依据海相石灰岩标志层横向分布规律反映的区域最大海泛面, 同时结合前人关于华南地区地层对比及煤层对比方面的成果, 将华南上二叠统划分为3个三级层序及9个体系域。利用单因素分析多因素综合作图法恢复了各层序中岩相古地理及煤层分布规律, 结果表明: 层序I中煤层主要形成于潮控下三角洲平原以及潟湖潮坪环境, 厚煤层的展布受这些沉积相带控制; 层序II中三角洲平原环境中煤层最厚, 开阔台地煤层最薄, 平面上煤层厚度表现为西部厚、中部次之、东部无煤的阶梯式递变; 层序III中煤层主要形成于三角洲平原环境, 此时聚煤作用主要发生于华南西部的康滇古陆东侧, 在华南中部及东部大部地区发育的浅海台地和深水盆地均不利于聚煤作用发生。

**关键词** 华南 晚二叠世 层序地层 岩相古地理 聚煤规律

**第一作者简介** 邵龙义, 男, 1964年生, 博士生导师, 1989年毕业于中国矿业大学(北京), 获工学博士学位, 现为中国矿业大学(北京)地球科学与测绘工程学院教授, 长期从事沉积学和煤田地质学的教学及研究工作。E-mail: ShaoL@cumb.edu.cn。

中图分类号: P534 文献标志码: A

## Sequence-palaeogeography and coal accumulation of the Late Permian in South China

Shao Longyi<sup>1</sup> Zhang Chao<sup>1</sup> Yan Zhiming<sup>1</sup> Dong Daxiao<sup>1</sup> Gao Caixia<sup>1</sup> Li Yingjiao<sup>1</sup> Xu Xiaoyan<sup>1</sup>  
Liang Wanlin<sup>2</sup> Yi Tongsheng<sup>3</sup> Xu Xihui<sup>2</sup> Li Guangming<sup>4</sup> Chen Zhongshu<sup>2</sup> Cheng Aiguo<sup>5</sup>

1 College of Geoscience and Surveying Engineering, China University of Mining and Technology (Beijing), Beijing 100083

2 Sichuan Administration of Coal Geology, Chengdu 610045, Sichuan

3 Guizhou Administration of Coal Geology, Guiyang 550081, Guizhou

谨以此文祝贺冯增昭教授九十华诞。

\* 国家自然科学基金项目(编号: 41572090)资助。[Financially supported by the National Science Foundation of China (No. 41572090)]

收稿日期: 2016-05-16 改回日期: 2016-06-23

4 Hunan Administration of Coal Geology, Changsha 410014, Hunan

5 China National Administration of Coal Geology, Beijing 100039

**Abstract** The Late Permian is a significant period for coal accumulation, and during this period minable coal seams were formed in the most parts in South China. Impacted by sea level changes, a full range of facies were developed in the coal-bearing successions, including terrestrial, terrestrial-marine transitional, and marine facies. By means of data from outcrop section and borehole cores, some key sequence stratigraphic surfaces were recognized which including regional unconformities, basal surface of incised valley fills, inter-fluvial paleosol horizons, and facies-reversal surfaces. The maximum flooding surfaces were also recognized by the regional distribution of marine limestone beds towards palaeo-continent. Combined with the achievements made by previous research on stratigraphic sub-correlation and regional coal correlation in South China, the Upper Permian are subdivided into three third-order sequences and nine systems tracts. The single factor analysis and multifactor comprehensive mapping method was used to reconstruct the lithofacies palaeogeography of each third sequence. The results showed that the coals in sequence I were formed in tide-influenced lower delta plain and lagoon-tidal flat facies belts, with distribution of the thick coal seams being controlled by these facies belts. In sequence II, thick coals were developed in delta plain facies belts and the thin coals were formed in the open platform facies belts. The total thickness of coal seams in sequence II decreased stepwise from west to east in South China, displaying that the coal in the western part were thickest, the coals in the central part were thin, while no coal were formed in the eastern part. The coals in sequence III were formed mainly in delta plain facies belt which was mainly developed in the western part of South China, mainly in the eastern part of the Kangdian Oldland. During this period, the central and eastern parts of South China were occupied by the shallow marine carbonate platform and deep marine facies belts which were not favorable for coal accumulation.

**Key words** South China, Late Permian, sequence stratigraphy, lithofacies palaeogeography, coal accumulation pattern

**About the first author** Shao Longyi, born in 1964, professor, graduated and obtained his Ph.D. degree from China University of Mining and Technology (Beijing) in 1989. Now he is a professor at the College of Geoscience and Surveying Engineering of China University of Mining and Technology (Beijing), with main interests in sedimentology and coal geology. E-mail: ShaoL@cumb.edu.cn.

20 世纪 90 年代以来, 含煤岩系沉积学研究与层序地层学原理结合, 产生了等时层序地层格架下厚煤层的分布模式, 为聚煤规律分析提供了一个全新的视角和方法 (Diessel, 1992; Flint *et al.*, 1995; Bohacs and Suter, 1997; 陈世悦和刘焕杰, 1999; 龚绍礼和张春晓, 2001; Holz *et al.*, 2002; 邵龙义等, 2013a, 2013b, 2014)。华南晚二叠世含煤盆地总体为内陆表海环境, 发育从陆到海比较完整的沉积相带, 含煤沉积尤以碎屑滨岸带沉积为主, 碳酸盐岩台地沉积次之。含煤岩系的旋回性显示其受海进海退的影响显著, 相对海平面的变化是沉积环境变迁及煤层迁移的重要因素, 而层序地层

学正是依据海平面升降变化所形成的界面来划分等时地层单元的, 为含煤盆地沉积古地理恢复及聚煤规律分析提供等时性层序地层格架。此外, 层序地层格架下可容空间增加速率与泥炭堆积速率的比率, 已被用来解释在一个可容空间周期内泥炭/煤的厚度变化特征 (Hamilton and Tadros, 1994; Bohacs and Suter, 1997; Diessel *et al.*, 2000; Shao *et al.*, 2003; 邵龙义等, 2008, 2009), 人们逐渐认识到厚层泥炭形成于可容空间增加平衡或者稍微超过泥炭聚集速率期间 (Bohacs and Suter, 1997)。

晚二叠世是地质历史上的一个重要的聚煤期 (韩德馨和杨起, 1980), 在中国南方多个省区都

形成了可采煤层，尤其是四川、重庆、贵州及云南等省市的广大地区，煤炭资源尤为丰富，并构成中国西南地区最重要的煤炭生产基地。华南地区晚二叠世沉积相带发育从陆到海完整的近海型含煤岩系，为研究海平面变化及可容空间变化对聚煤作用的控制机制提供了理想场所，前人围绕含煤岩系沉积环境、层序地层、岩相古地理及聚煤规律方面进行了大量的研究，提出了潮坪体系成煤、三角洲体系成煤、障壁潟湖成煤等多种观点（邵龙义等，1993；钱大都等，1996；王小川，1996；李文恒和龚绍礼，1999；龚绍礼和张春晓，2001；王佟等，2011；Wang *et al.*, 2011；邵龙义等，2013b），但是针对华南全区晚二叠世含煤岩系的层序地层及聚煤古地理研究则比较少见（李文恒和龚绍礼，1999）。贵州西部及川南地区海陆交互相含煤地层

中广泛发育的石灰岩标志层，成为层序地层划分及煤系旋回性分析的明显标志（邵龙义等，2013b），从而促进了华南地区含煤岩系的层序地层研究。进一步研究表明，这些石灰岩标志层所代表的海水进退规律在中下扬子地区及东南地区亦有明显的表现（龚绍礼和张春晓，2001；王佟等，2011），这些区域性海平面变化规律控制着厚煤层的分布，而等时层序地层格架的岩相古地理恢复，则有助于预测厚煤层的分布规律（邵龙义等，2009）。

作者在进行全国煤炭资源预测研究期间，利用钻孔和露头等资料（图 1），建立了华南地区晚二叠世层序地层格架，绘制了相应的岩相古地理，分析了有利聚煤的古地理单元及其分布，提出西南地区聚煤作用控制因素，为煤田勘探预测提供依据。

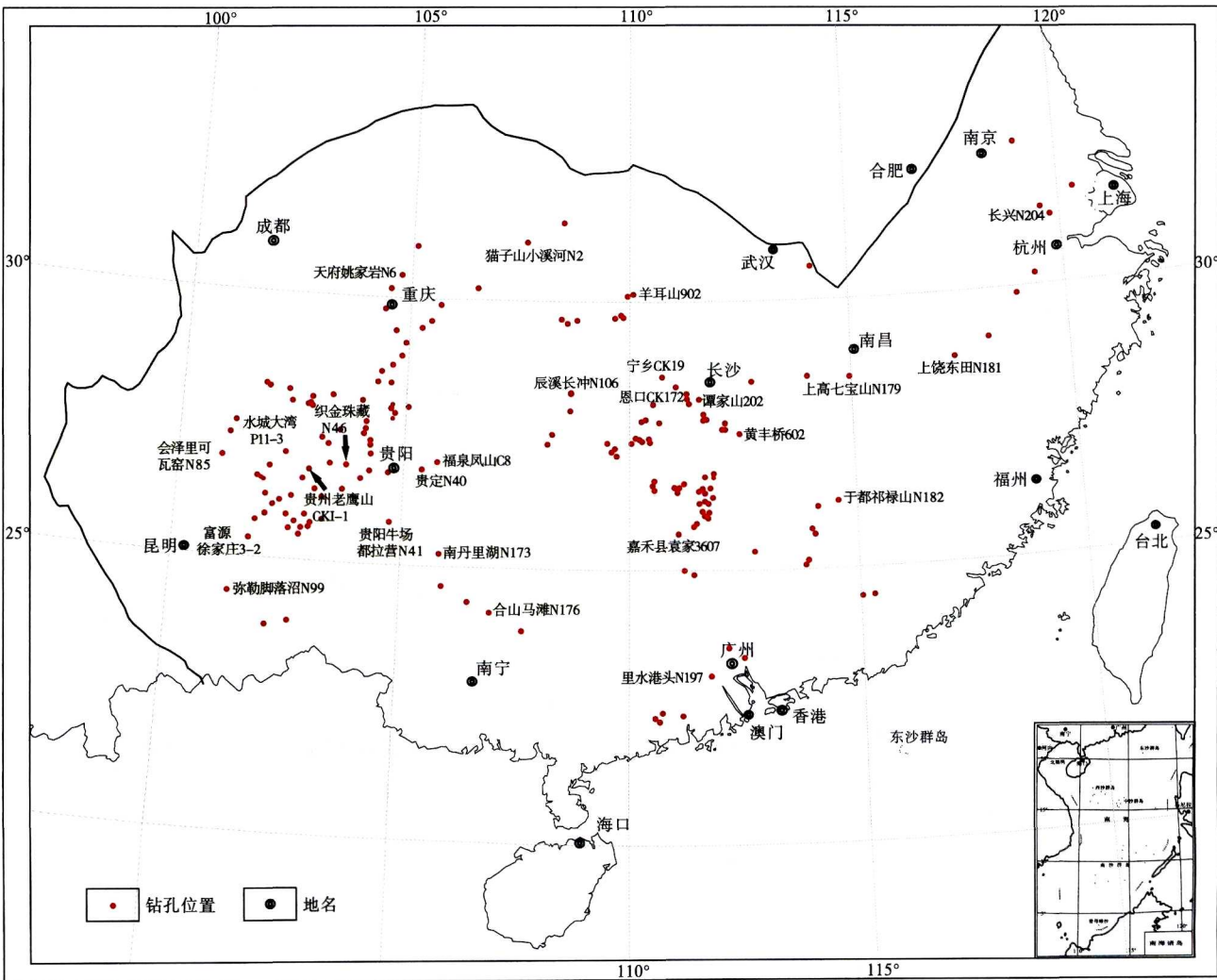


图 1 华南地区晚二叠世资料点分布

Fig. 1 Distribution of data site of the Late Permian in South China

# 1 地质背景

华南板块由扬子陆块、华南加里东山系及华夏陆块组成，是中国南方一个相对稳定的大地构造单元（刘宝珺等，1993）。中二叠世末的东吴运动使华南板块大部分地区抬升成陆，经历了较长时期的剥蚀，至晚二叠世，发生再次基底沉降，海水侵入，形成了华南地区晚二叠世从陆相海陆过渡相到海相的各种类型也的含煤岩系（王小川，1996；李文恒和龚绍礼，1999）。上扬子地区的海侵来自北东、东部和西南方向（王小川，1996），整体上，华南地区的海侵主要来自西南方向（马永生等，2009；郑和荣和胡宗全，2010）。在江南古陆及云开古陆以西的华南地区西部地区，由于康滇裂谷带在中二叠世末的复活，康滇古陆抬升，形成上扬子盆地西高东低的格局，且为西南地区晚二叠世聚煤期唯一的陆源供给区，决定了由西向东、由陆到海的古地理格局（王小川，1996；李文恒和龚绍礼，1999；杨玉卿和冯增昭，2000），沉积体系亦表现为自西向东依次为冲积平原河流体系、三角洲—潮坪沉积体系、潟湖—潮坪沉积体系及碳酸盐岩台地体系（邵龙义等，2013b）。晚二叠世华南西部地区（四川、重庆、贵州及云南四省区）的聚煤盆地坐落于扬子陆块的西段，其东侧以江南古陆为界，西部以筲河—程海断裂为界，西南沿红河断裂带与三江碰撞山系毗邻，北面以秦岭为界。在华南东部地区聚煤作用相对较弱，比较明显的聚煤作用主要发生在江南古陆南侧以及武夷古陆与华夏古陆之间的地区。

上二叠统的含煤地层包括吴家坪阶的龙潭组（吴家坪组/合山组、宣威组中下段/乐平组/雾灵山组/翠屏山组等）及长兴组（宣威组上段/大隆组等），各组段的分布及对比关系见图 2 所示。

# 2 层序地层格架

## 2.1 关键层序界面识别原则

本次在华南地区进行大区域的层序地层划分及对比时，主要依据的是区域性不整合面（吴家坪阶和茅口阶之间的不整合面）以及以叠置砂岩为代表的下切谷充填底面可作为区内层序界面，同时配合海陆过渡相区的海相石灰岩标志层向古陆方向延伸范围所反映的海水进退规律，对层序界面、海侵面、最大海泛面进行限定，区域关键层位的对比参考了前人在南方地区的煤岩层对比成果（王小川，1996；李文恒和龚绍礼，1999）。

在滇东、黔西和川南地区，根据海相标志层向西侧康滇古陆方向的延伸范围，明显可划分为 3 个海侵—海退旋回（图 3），距古陆最近的石灰岩标志层代表海平面最低时的沉积，其附近的河道或分流河道砂岩底面代表层序界面，砂岩之上的细粒岩石（泥岩及粉砂岩）底面代表海侵面，而向古陆方向延伸最远的一层石灰岩标志层的底面可作为最大海泛面（邵龙义等，1993；Shao *et al.*, 1999）。

在华南东部地区，根据各剖面的沉积相垂向分布所反映的旋回性进行层序地层划分，以代表水体最浅的相的岩石底面作为层序界面，代表水体最深的相的岩石底面作为最大海泛面，在层序对比时参

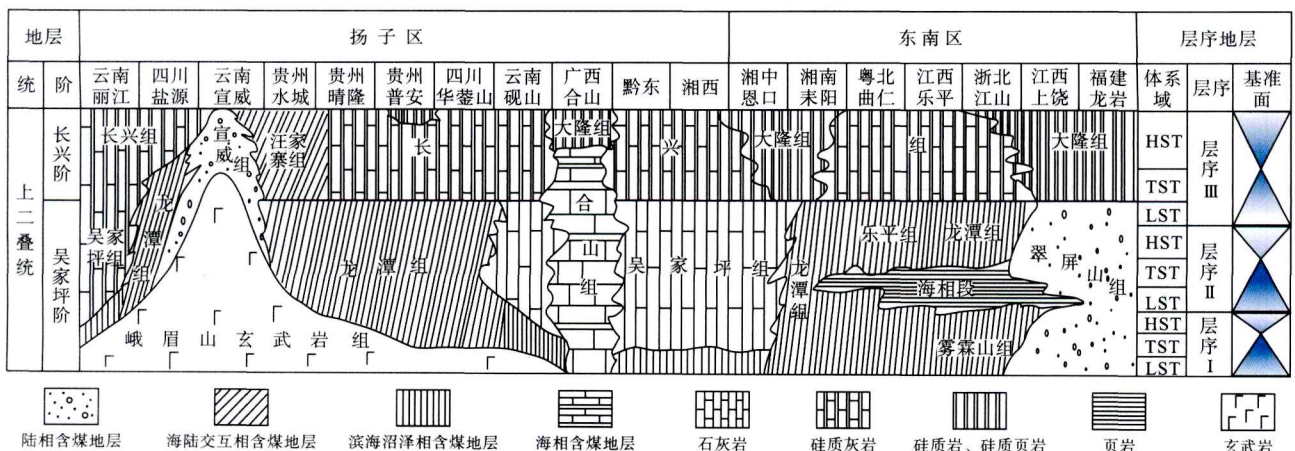


图 2 华南晚二叠世沉积地层对比示意图（据张韬，1995，修改）

Fig. 2 Sketch showing correlation of sedimentary strata of the Late Permian in South China (modified from Zhang, 1995)

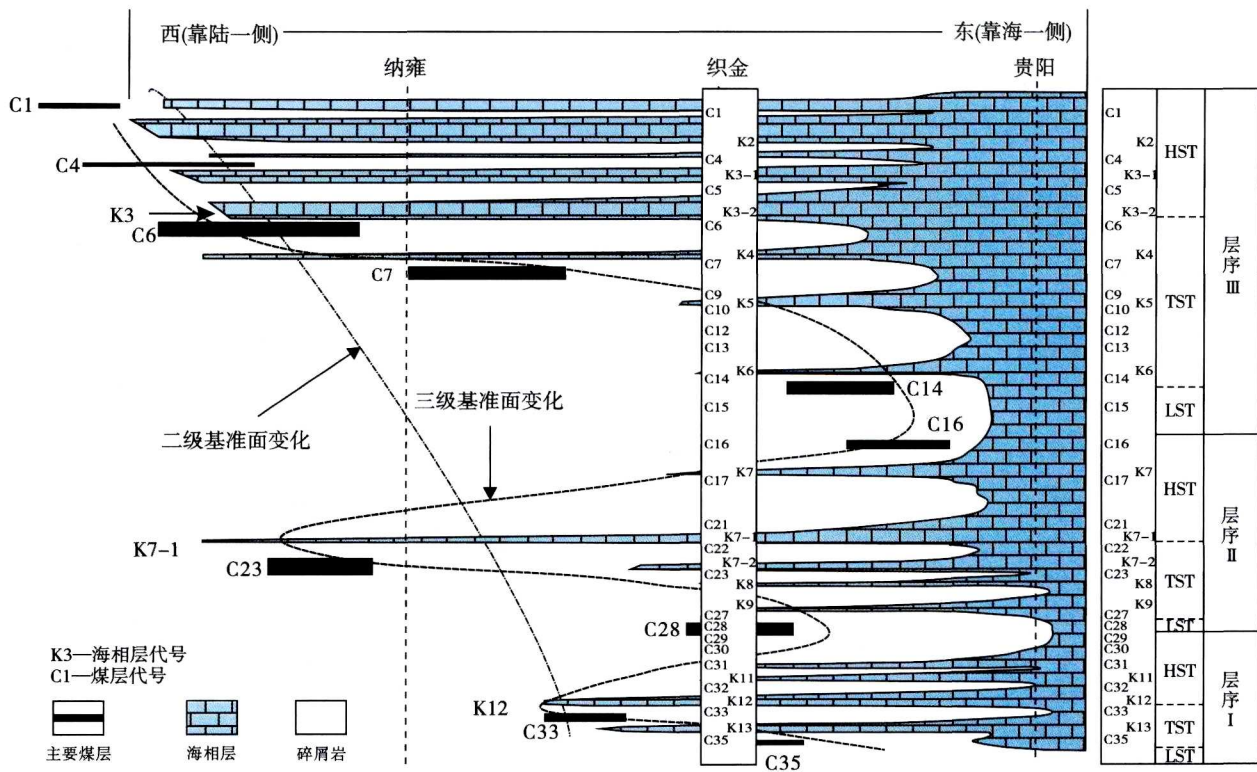


图 3 华南西部晚二叠世海相石灰岩标志层分布简化图 (据邵龙义等, 1993; Shao *et al.*, 1999; Wang *et al.*, 2011; 有修改)  
 Fig. 3 Sketch showing distribution of marine limestone marker beds of the Late Permian in western part of South China  
 (modified from Shao *et al.*, 1993; Shao *et al.*, 1999; Wang *et al.*, 2011)

考中国煤田地质总局的华南地区煤岩层对比成果 (王小川, 1996; 李文恒和龚绍礼, 1999), 对华南东部和西部地区进行综合对比。

## 2.2 层序地层格架

根据 200 余个各地区钻井及实测剖面资料和层序地层分析及海侵海退的旋回特征, 可将华南上二叠统含煤岩系划分为 3 个三级层序, 每个层序划分为低位、海侵和高位体系域。下面对研究区内选取东西向剖面进行层序地层及沉积相对比分析, 该剖面贯穿整个研究区, 即从云南会泽—江西上饶 (图 4), 由西向东依次发育陆相—过渡相—海相—过渡相—陆相沉积。

### 2.2.1 层序 I

层序 I 在位于江南古陆范围的辰溪长冲、恩口、宁乡和潭家山剖面缺失; 该层序在华南西部和华南东部大部分地区普遍发育海侵体系域和高位体系域, 低位体系域仅在华南西部地区的会泽、水城以及华南东部地区的黄丰桥、上高和上饶发育。

低位体系域在华南西部地区的会泽理可

(N85)、水城大湾 (N59), 主要包括峨眉山玄武岩组凝灰岩和龙潭组下段底部铁铝岩。顶部为薄层状浅灰色铝土质泥岩, 含根化石。在华南东部地区的黄丰桥 (N132)、上高七宝山 (N191) 和上饶东田 (N181) 一带, 低位体系域主要由上二叠统底部的中细粒砂岩组成, 为三角洲平原相的分流河道相沉积。

海侵体系域在华南西部地区的会泽理可—福泉凤山一带, 其底部以黔 35 号煤 (或其相当层位) 底面为界, 顶部以黔 K12 石灰岩 (或其相当层位) 底面为界; 在华南东部黄丰桥—上饶东田地区, 体系域底界为下伏砂岩之顶, 顶界以湖南 17 号煤/江西 16 号煤底面为界。西部水城一带主要发育细砂岩、粉砂岩和泥岩等; 中部织金一带主要发育泥岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩和碳质泥岩等, 见双向交错层理; 东部贵阳、贵定一带主要发育石灰岩、泥岩等。在华南东部地区的黄丰桥一带主要发育细砂岩、粉砂岩、泥岩及煤层。

高位体系域在华南西部地区的会泽理可—福泉

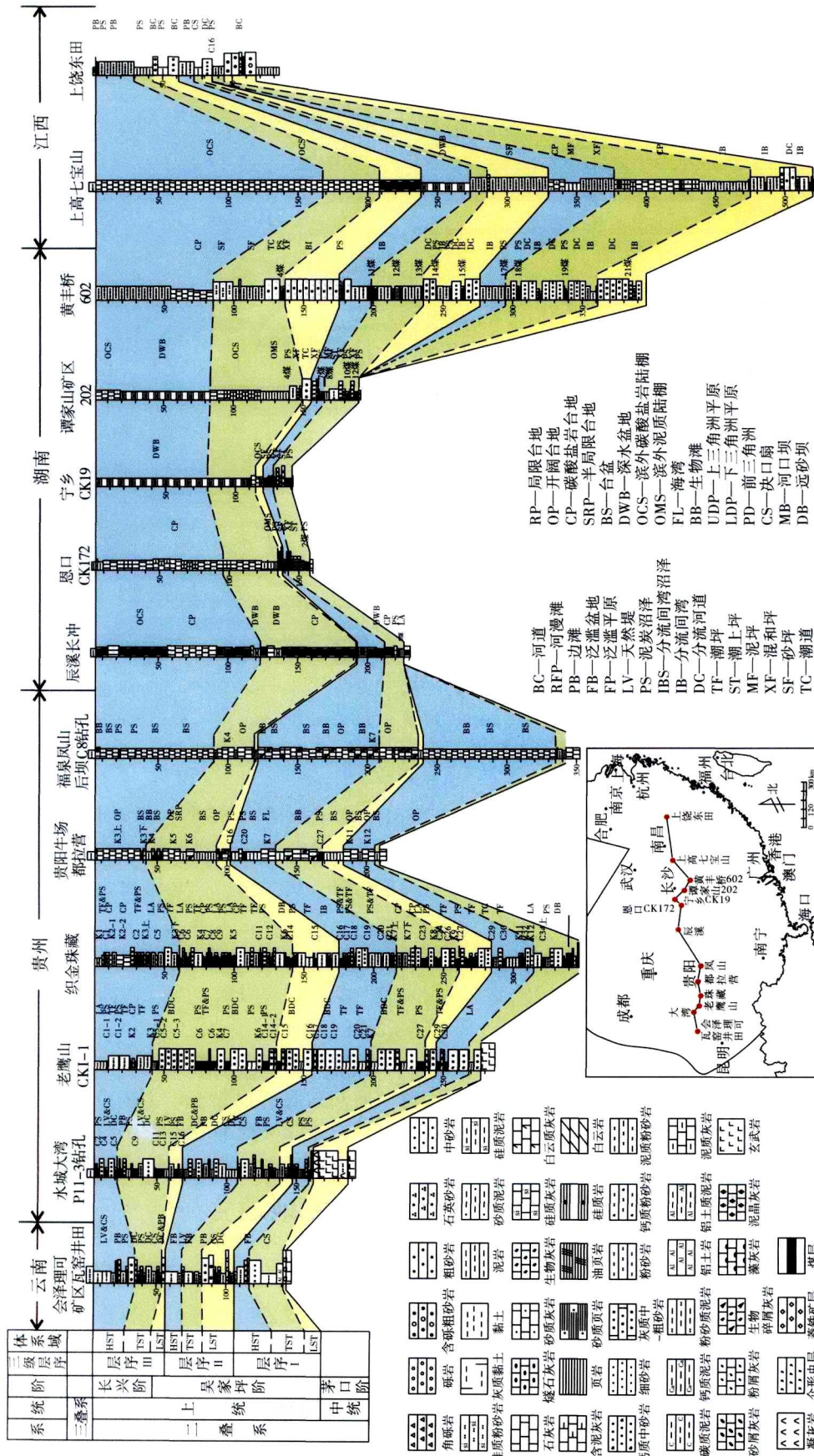


图 4 华南晚二叠世东西向层序地层及沉积相相对比图

Fig. 4 Correlation of sequence stratigraphy and sedimentary facies of the Late Permian from east to west in South China

凤山地区以黔 29 号煤（或其相当层位）顶面为界。其中水城一带主要发育细砂岩和粉砂岩等；织金一带主要发育泥岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩和碳质泥岩等；平坝、贵阳、贵定一带主要发育大段石灰岩以及少量细砂岩和泥岩。在华南东部地区的黄丰桥—上饶东田一带以湖南 16 号煤/江西 16 号煤顶面为界，主要发育以粉砂岩、粉砂质泥岩和煤。

### 2.2.2 层序 II

层序 II 在全区均有发育，除在位于江南古陆区的辰溪、恩口、宁乡和谭家山等剖面缺失低位体系域外，其余地区均发育低位体系域、海侵体系域和高位体系域。

低位体系域在华南西部地区的会泽理可—福泉凤山地区以黔 29 号煤顶面及相当层位为底界，以黔 16 号煤顶面及其相当层位为顶界，该地区低位体系域岩性以细砂岩为主，发育大型槽状及板状交错层理，砂岩底部见冲刷面。在华南东部地区的黄丰桥—上饶东田一带，其底界为以湖南 16 号煤/江西 16 号煤顶面，顶界黄丰桥 13 号煤顶面及相当层位，岩性以中砂岩、细砂岩和粉砂岩为主，在黄丰桥一带发育数层薄煤层。

海侵体系域在华南西部地区的会泽理可—福泉凤山地区其底部以黔 16 号煤顶面为界，顶部以黔 K7 上石灰岩底面（或其相当层位）为界。水城老鹰山地区发育中、细砂岩，水城大湾及汪家寨地区发育粉砂岩、泥岩；织金一带发育薄层砂泥岩互层，平坝发育石灰岩，贵阳、贵定一带发育大段生物碎屑灰岩。江南古陆区，该体系域底部以上二叠统底为界，顶以谭家山剖面吴家坪组 8 号煤顶面及相当层位为界，辰溪长冲一带岩性主要以泥晶灰岩和石灰岩为主，并发育有吴家坪组的 8 号煤，煤层稳定。恩口、宁乡和谭家山地区以粉砂岩、细砂岩、砂质泥岩和煤层为主，发育可采的湖南 2 号煤层；谭家山地区发育数层薄煤层。华南东部黄丰桥、上高七宝山和上饶东田地区，该层序底界为黄丰桥 13 号煤顶面及相当层位，顶界以黄丰桥 11 号煤顶面及相当层位，主要岩性为粉砂岩、砂质泥岩和煤层。

高位体系域在华南西部地区的会泽理可—福泉凤山地区顶部以黔 16 号煤/川 C16 煤（或其相当层位）顶面为界。在水城老鹰山地区发育中、细砂岩，水城大湾、汪家寨地区发育粉砂岩、泥岩，

在织金一带发育薄层砂泥岩互层，平坝发育一段细砂岩，贵阳发育泥岩和泥灰岩，福泉一带发育大段生物碎屑灰岩。在华南东部地区的江南古陆范围的辰溪长冲发育泥晶灰岩、硅质页岩和泥岩。恩口、宁乡、谭家山和黄丰桥地区，发育泥岩、粉砂岩、粉砂质泥岩和薄煤层。上高七宝山一带发育硅质页岩，上饶东田主要发育粉砂岩。

### 2.2.3 层序 III

层序 III 在全区均有发育，且低位体系域、海侵体系域和高位体系域均发育。

低位体系域在华南西部的会泽理可—福泉凤山地区其底界为黔 16 号煤底面，顶部以黔 14-2 号煤底面（或其相当层位）为界。水城发育中层状细砂岩，织金一带发育粉砂岩、泥岩和碳质泥岩等。华南西部福泉凤山—华南东部的宁乡地区主要发育泥岩、石灰岩、泥灰岩，华南东部的黄丰桥地区发育石英砂岩，上高七宝山地区发育泥晶灰岩，上饶东田主要发育泥岩和中砂岩。

海侵体系域在华南西部的会泽理可—福泉凤山地区，其底部以黔 16 号煤底面为界，顶部以黔 K3 下石灰岩底面（或其相当层位）为界。从会泽理可—织金珠藏地区，除水城老鹰山地区发育中厚层状中、细砂岩，底部显示明显的冲刷面，其余地区普遍发育粉砂岩、粉砂质泥岩泥质粉砂岩、泥岩等。从华南西部的贵阳牛场以东至华南东部的上饶东田，除黄丰桥和上饶东田发育石英砂岩、粉砂岩和泥岩外，其余主要发育石灰岩、硅质灰岩、生物碎屑灰岩。

高位体系域底部以黔 K3 石灰岩底面为界，顶部以上二叠统顶为界。高位体系域岩性和沉积相发育基本同海侵体系域类似，只是石灰岩、燧石灰岩和生物碎屑灰岩等岩性在横向上向西、向东迁移。大隆组代表深水盆地的硅质岩在华南地区广泛发育。

## 3 岩相古地理分析

### 3.1 方法介绍

本次岩相古地理编图遵循冯增昭（2004）的单因素分析综合作图法，对研究区露头剖面和钻孔剖面资料进行分析、筛选，确定出 200 余个揭露地层全、有代表性、分布均匀的剖面点（图 1）；其次，分别统计出各层序每一剖面的地层厚度、泥岩

+粉砂岩厚度、砂岩+砾岩厚度、灰岩+硅质岩厚度以及煤层总厚度,并分别计算出每一剖面点的砂(砂岩+砾岩)泥(泥岩+粉砂岩)比、泥岩百分含量和砂岩百分含量(表1)。在统计分析的基础上,绘制18幅各类等值线图。地层厚度等值线图反映了某一沉积期盆地的沉降中心、隆起和凹陷的分布及盆地大致轮廓;砂泥比等值线图反映了主要砂质沉积古地理单元如河道、分流河道、河口坝、潮道、障壁岛的分布,是划分相带和相区的主要依据;泥岩百分含量等值线图指示了盆地低能环境如泛滥盆地、潟湖等的发育区;石灰岩厚度百分比反映海侵方向。最后以砂泥比等值线为基础,结合区域沉积相及层序地层对比图,参考其他各个单因素等值线图,通过综合地质分析,绘制出某一沉积期岩相古地理图。其中的深大断裂及古陆分布范围参考王鸿祯(1985)与李文恒和龚绍礼(1999)。

### 3.2 古地理分析

以三级层序为作图单元做出的岩相古地理图,根据大地构造背景、盆地基底性质、含煤岩系沉积特征、含煤性条件等的差异,将华南分为2个不同的含煤沉积区:华南西部区和华南东部区,二者大致以江南(雪峰)古陆—云开古陆为界,西部大致相当于上扬子地区,东部地区相当于华南褶皱带、华夏陆块分布区,同时亦包括北侧的中下扬子地区。

#### 3.2.1 层序 I 岩相古地理分析

层序 I 的厚度范围在 0~268 m 之间,地层厚度最大值在江苏长兴地区,最小值出现在贵州毕节、遵义黔北隆起一带,平面上表现为黔北隆起附近地层较薄。在湘中、滇东、黔西地区地层均较厚,重庆及川南地区地层较薄。而古陆的范围主要是按照地层厚度 0 线确定下来的,零线之内是剥蚀区,零线之外是沉积区。根据区域地层分布特征,可以确定当时的古陆有康滇古陆、江南古陆、云开古陆、武夷古陆、华夏古陆。

层序 I 的石灰岩含量范围在 0%~95% 之间,大于 50% 的地区主要发育在华南西部地区,在川北、川东、黔东、滇东南及广西大部地区的西南侧和西北侧,碳酸盐岩广泛分布,说明当时的海侵来自是西北和西南 2 个方向。

层序 I 的砂泥比范围在 0~4.76 之间,砂泥比值较高的地区主要分布于 2 个区域:华南西部的滇

东地区,且有由西向东部砂泥比值减小的趋势;华南东部的湘东及湘东南地区、苏北及广东等地,且在湘中地区有向西南减小的趋势。

根据上述分析,并重点参考砂泥比等值线图、灰岩百分含量等值线及层序地层与沉积相对比图的结果,绘制了华南晚二叠世层序 I 岩相古地理图(图 5)。层序 I 沉积时期华南地区发育的古陆主要有西侧的康滇古陆、中部的云开古陆和江南古陆、东部的武夷古陆及华夏古陆。古陆之间沉积区的古地理单元有河流冲积平原、三角洲平原、潮坪—潟湖、局限台地、开阔台地、生物礁以及深水盆地等。物源主要来自区内各古陆,海侵主要来自西南方向和西北方向。

华南西部地区。层序 I 沉积时期,海岸线大致位于四川自贡—兴文—云南威信—贵州水城—黔西土城—盘县一线。该线以西地区主要为河流冲积平原,发育曲流河—湖泊沉积组合和冲积扇—辫状河沉积,物源区为西部的康滇古陆。川中—川东大片地区为以泥质岩沉积为主的潮坪—海滩沉积组合,表现为大面积潮上和潮间泥坪。川东南和黔西北、黔西广大地区发育潮下泥坪—潟湖沉积。滇东师宗—圭山—富源老厂一带也主要发育潮下泥坪。在重庆—遵义—贵阳—兴仁一线以东,为广阔的碳酸盐岩台地环境。在黔南及桂西北发育以生物碎屑灰岩为主的生物滩以及以硅质岩为主的深水盆地沉积。

华南东部地区。在层序 I 沉积时期,位于华夏古陆西缘和武夷古陆东南缘的闽西、浙西、赣东南和粤东地区形成了曲流河—湖泊沉积。在武夷古陆、云开古陆和江南古陆之间因海水流通不畅而形成了半封闭的海湾,其内发育三角洲、潮坪沉积。武夷古陆西南端和云开古陆西北端的由于陆源碎屑供应充分而形成了三角洲沉积组合。在武夷古陆西北缘,受海水波浪和潮汐作用影响而形成了狭长的碎屑岸线,形成了三角洲沉积和潮坪沉积。

#### 3.2.2 层序 II 岩相古地理分析

层序 II 的厚度范围在 0.33~402 m 之间,地层厚度最大值在江西丰城附近,地层厚度在 200 m 以上的地区大都分布在江西地区,为一沉降中心。另一高值区出现在广西来宾蓬莱滩,厚度大于 300 m;在湖南东南部和黔西地区广东广花和曲仁煤田也在 100 m 以上。当时缺失沉积的古陆有康滇古陆、云开古陆和华夏古陆,江南古陆和武夷古陆



表 1 华南上二叠统各层序主要资料点地层数据  
Table 1 Main strata data of every sequence of the Upper Permian in South China

钻孔名或 资料点名 (标注点号)	层序 I										层序 II										层序 III									
	地层 厚度/m	灰岩 厚度/m	砂岩 厚度/m	泥岩 厚度/m	煤层 厚度/m	砂泥比	地层 厚度/m	灰岩 厚度/m	砂岩 厚度/m	泥岩 厚度/m	煤层 厚度/m	砂泥比	地层 厚度/m	灰岩 厚度/m	砂岩 厚度/m	泥岩 厚度/m	煤层 厚度/m	砂泥比	地层 厚度/m	灰岩 厚度/m	砂岩 厚度/m	泥岩 厚度/m	煤层 厚度/m	砂泥比						
会泽理可(N85)	52.22	0	10.97	36.84	0.52	0.3	35.24	0	8.21	26.04	0.99	0.31	50.53	0	8.83	40.05	1.65	0.22												
水城大湾(N59)	39.54	0	8.5	12.04	0.10	0.71	78.76	0	20.60	21.52	0.52	0.96	63.35	0	17.70	38.58	7.07	0.46												
老鹰山(N55)	18.68	8.02	0	7.53	3.13	0	12.29	8.79	0.49	3.01	0	0.16	33.38	25.03	0.76	7.59	0	0.10												
轿子山(N44)	75.30	31.05	0	13.60	0.60	0	84.70	10.15	42.80	136.07	4.10	0.31	257.00	75.50	46.00	129.60	5.90	0.35												
都拉营(N41)	26.00	19.50	0	6.50	0	0	81.05	36.70	0	0.50	4.15	0	96.95	64.45	0	28.00	0	0												
贵州贵定(N40)	33.60	24.10	0	2.60	0.10	0	112.69	110.44	0	0	4.23	—	174.67	141.50	0	0	0.37	—												
贵州福泉(N39)	102.50	95.50	0	6.70	0.30	0	133.00	127.00	0	0	0	—	102.00	95.30	0	0	0.70	—												
辰溪长冲(N106)	0	0	0	0	0	—	9.10	0	8.86	0.24	0	36.91	95.87	95.87	0	0	0	—												
恩口(N169)	0	0	0	0	0	—	19.57	0	2.09	14.34	3.14	0.14	128.76	113.65	2.34	3.68	0	0.63												
宁乡(N120)	0	0	0	0	0	—	17.82	0	0	12.81	5.01	0	173.95	164.85	0	9.10	0	0												
谭家山(N126)	0	0	0	0	0	—	53.35	0	4.47	44.83	4.05	0.09	63.31	30.40	6.05	26.86	0	0.22												
黄丰桥(N132)	171.56	0	109.15	160.56	1.85	0.68	100.98	0	32.47	65.01	3.50	0.50	174.57	30.59	50.88	91.68	1.42	0.55												
上高七宝山(N179)	45.12	0	11.27	33.64	0.21	0.34	287.95	125.49	2.00	125.20	0	0.01	182.13	182.13	0	0	0	—												
丰城曲江(N180)	105.19	0	57.97	47.22	0	1.23	402.83	5.41	82.90	235.38	6.43	0.35	166.33	166.33	0	0	0	—												
上饶东田(N181)	31.50	0	21.8	9.10	0.60	2.4	24.04	0	7.00	17.04	0	0.41	59.46	0	11.00	48.46	0	0												
龙门峡(N5)	41.97	14.43	2.99	22.84	1.71	1.05	67.20	66.94	0	0	0	—	249.52	205.18	2.32	42.02	0	0.22												
龙车寺(N7)	25.12	0.99	10.72	10.20	3.21	1.05	55.92	13.76	7.80	26.37	7.99	0.30	146.44	104.93	17.75	23.40	0.36	0.06												
巴县石油沟(N10)	15.00	7	0	7.00	1.00	0	41.50	7.50	1.00	27.00	5.00	0.04	139.50	98.00	1.00	39.50	1.00	0.03												
南川东胜(N12)	4.31	0	1	1.9	1.41	0.53	63.69	32.15	3.39	20.35	0.15	0.16	103.18	84.26	1.24	10.37	2.55	0.12												
花秋(N17)	0	0	0	0	0	—	32.32	2.96	0	24.37	4.99	0	72.45	48.97	0	19.94	3.54	0												
枫香二矿(N23)	0	0	0	0	0	—	42.77	1.32	9.84	21.22	4.55	0.46	112.77	62.64	11.57	85.97	3.98	0.13												
高山5-2(N29)	29.83	12.10	0	16.70	1.03	0	62.35	5.73	16.17	49.71	6.23	0.33	83.06	36.19	11.42	31.01	4.44	0.37												
五凤(N32)	35.52	0	8.55	22.50	4.47	0.38	37.23	0.30	7.01	18.78	4.26	0.37	108.61	22.22	14.18	63.03	9.18	0.22												
地宗(N48)	123.65	44.50	12.7	30.49	3.03	0.42	81.57	1.50	29.29	41.07	9.71	0.71	155.78	39.00	30.13	80.23	6.42	0.38												
雨谷老(N72)	27.67	0	6.38	7.78	0.87	0.82	55.49	0	9.61	10.85	12.02	0.89	214.03	1.27	67.49	120.57	23.46	0.56												
合山马滩(N176)	78.30	75.55	0	1.00	0.35	0	57.09	50.56	0.13	3.05	3.35	0.04	25.56	7.00	13.46	0	0	—												
广西来宾(N177)	129.85	78.75	0	20.80	0	0	321.50	25.40	1.30	289.80	0	0.004	152.10	50.40	13.60	87.90	0.20	0.15												
羊耳山(N105)	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0	—	50.27	43.91	1.39	0	0	—												
广福桥(N117)	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0	—	44.34	34.79	0	9.55	0	0												
银田寺(N123)	0	0	0	0	0	—	3.90	0	0	3.40	0.50	—	181.21	154.45	13.90	12.32	0.54	1.12												
常宁CK30(N136)	41.74	0	27.95	12.15	1.64	2.3	53.22	0	31.22	21.39	0.61	1.45	72.73	25.30	6.67	40.76	0	0.16												
白沙3704(N140)	42.11	0	16.89	24.30	0.92	0.69	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0	—												
华塘1410(N153)	147.69	0	78.12	68.08	1.49	1.15	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0	—												
嘉禾3809(N155)	0	0	0	0	0	0	61.63	0	32.92	27.70	1.01	1.19	132.73	94.63	2.17	35.93	0	0.06												
曲仁格顶(N190)	199.73	0.45	24.9	172.78	1.58	0.14	110.07	18.75	43.20	48.12	0	0.89	24.00	0	24.00	0	0	—												
广东广花(N198)	155.50	0	124.33	31.17	0	3.99	122.00	0	122.00	0	0	—	129.00	0	116.00	13.00	0	8.92												

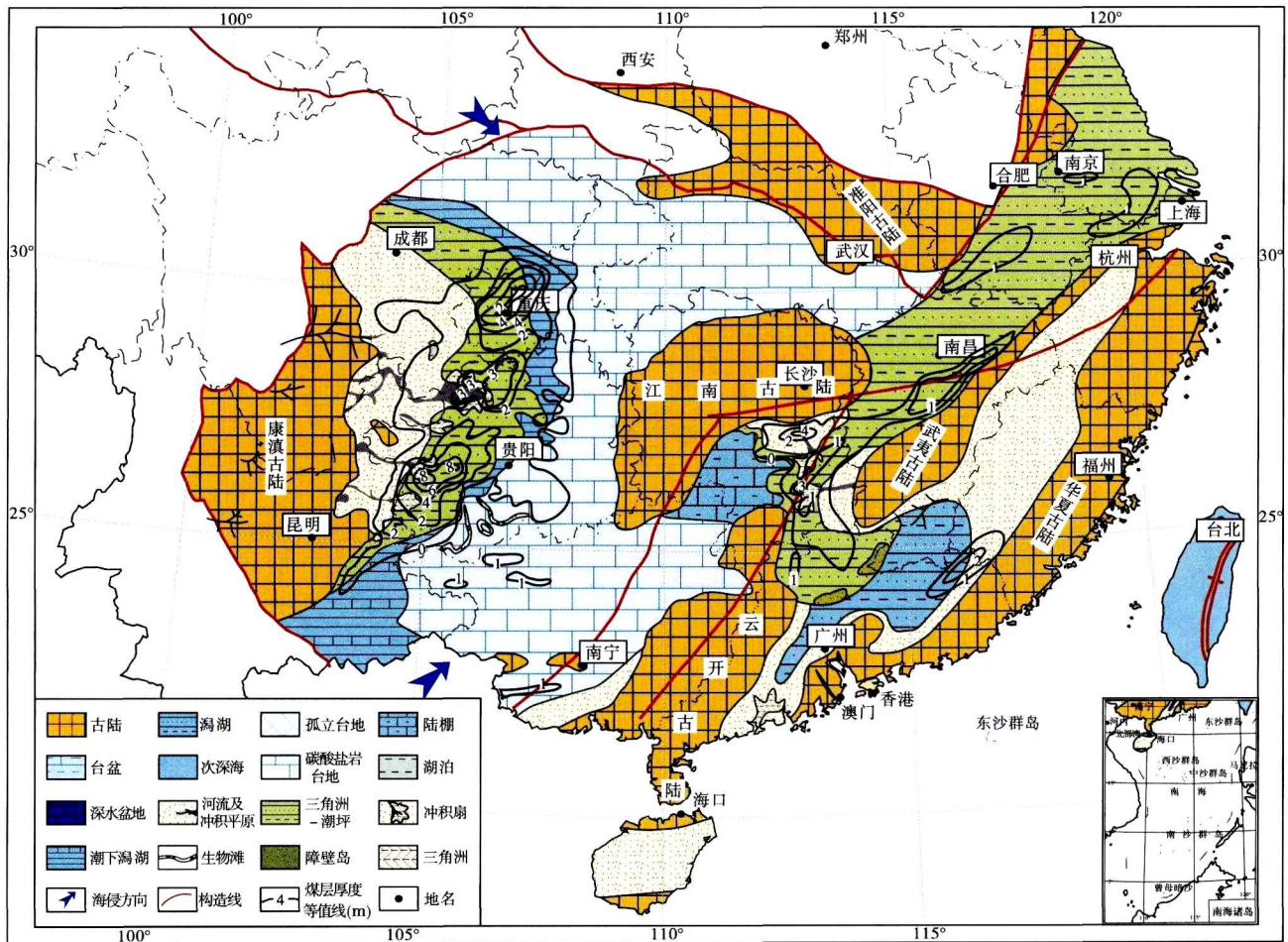


图5 华南地区晚二叠世层序 I 古地理及聚煤规律图

Fig. 5 Palaeogeography map and coal accumulation pattern of the Late Permian sequence I in South China

范围有所缩小。

层序 II 的石灰岩含量较大的地区出现在华南的东北、西南及西北地区。在华南西部向康滇古陆方向的灰岩含量变小, 在华南东部的东南区, 只有桂东北及江苏等地灰岩含量较高 (>90% 以上), 其他地区灰岩含量很小 (<5%)。在滇东、黔西、川南一带, 与层序 I 相比, 层序 II 中的石灰岩进一步向西延伸, 最大范围可延伸到自贡—泸州—习水—金沙—大方—纳雍—盘县—罗平—线 (邵龙义等, 2013)。

层序 II 的砂泥比值范围在 0~4.59 之间, 与层序 I 相当。在华南西部地区, 砂泥比较高的地区集中于康滇古陆东侧的川南/滇东/黔西地区; 在华南东部地区, 砂泥比较高的地区出现在位于江南古陆和武夷古陆之间的湘中和湘中南一带以及位于华夏

古陆西侧的东北端和西南端地带, 远离古陆方向, 砂泥比有减小的趋势。

根据上述资料分析, 并重点参考砂泥比等值线图、灰岩百分含量等值线及层序地层与沉积相对比图的结果, 绘制了华南晚二叠世层序 II 岩相古地理图 (图 6)。

华南地区在层序 II 沉积时期继承了层序 I 的持续海侵, 在华南西部地区海岸线进一步向西迁移至四川自贡—贵州毕节—贵州普安—线 (邵龙义等, 2013)。此地区的沉积古地理仍延续层序 I 时的格局。由于该期构造分异明显, 河流作用增强, 导致黔西威宁—赫章一带的浅水湖泊消亡并被曲流河沉积所取代。在川南地区发育较大型湖泊。随着大量碎屑物质被搬运至海, 在黔西—滇东地区发育浅水三角洲沉积组合。而滇东和川东南、黔西北地区因

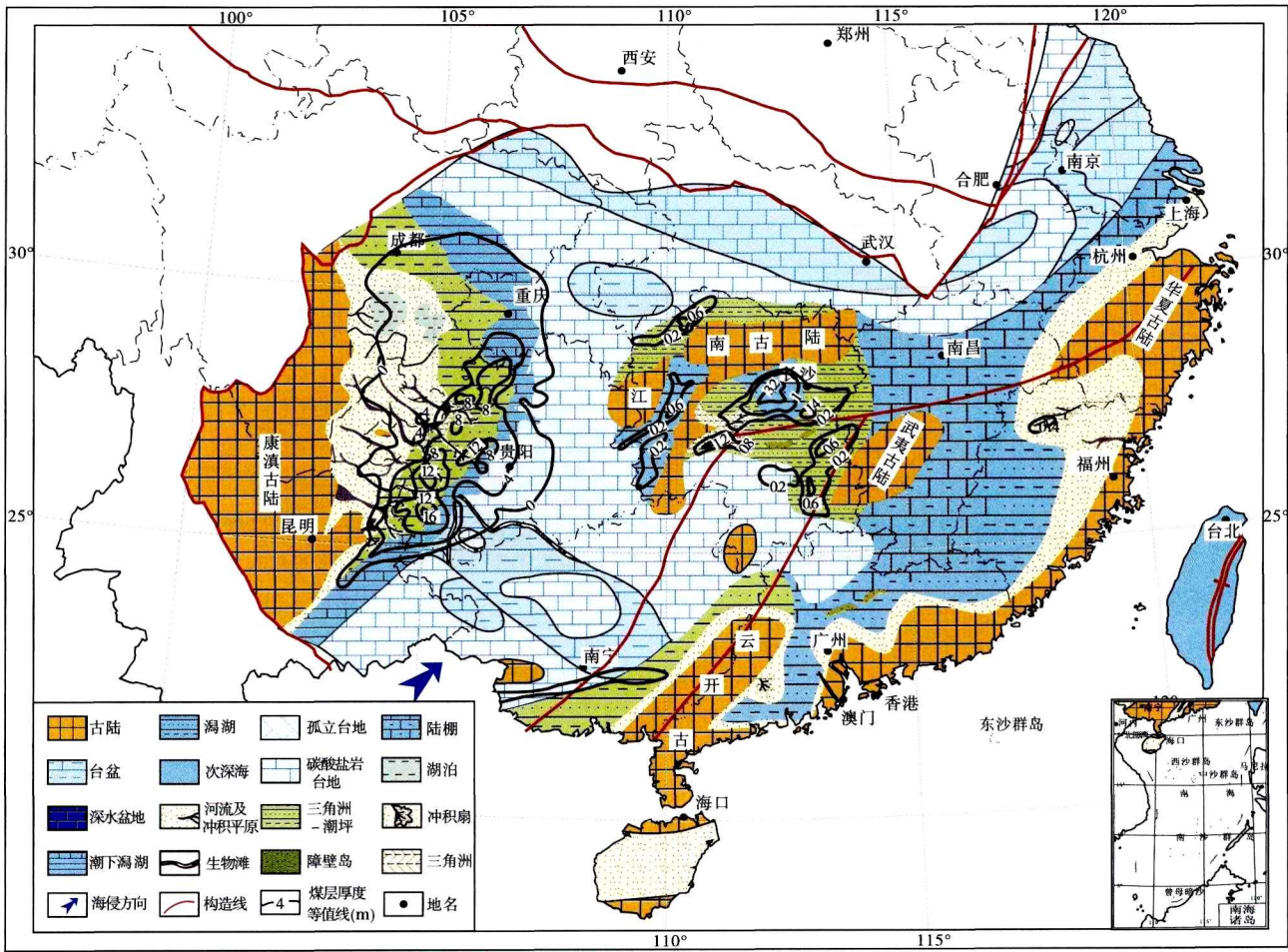


图 6 华南地区晚二叠世层序 II 古地理及聚煤规律图

Fig. 6 Palaeogeography map and coal accumulation pattern of the Late Permian sequence II in South China

基底沉降幅度小和河流能量较弱，造成了三角洲沉积厚度小、以分流间湾沉积为主的特征，并因受潮汐作用影响，三角洲前缘靠海一侧多受改造而形成潮坪。川中成都—泸州地区分布着潮坪潟湖沉积组合。重庆—涪陵—贵州遵义—安顺—兴义一线以东的大片地区，分布着浅海碳酸盐岩台地沉积组合，在位于桂西北及黔南地区仍然发育深水盆地沉积。层序 II 沉积时期是扬子区三角洲沉积最为发育的时期(图 6)。

华南东部地区层序 II 沉积面貌发生较大改观，原因在于发生持续海侵，绝大部分地区均受海水波及，古陆面积减小。粤中和粤北地区的半封闭海湾内发育潮坪及潟湖沉积，层序 II 时期的部分三角洲沉积和碎屑岸线沉积也被浅海沉积所取代。

### 3.2.3 层序 III 岩相古地理分析

层序 III 的厚度范围在 10~308 m 之间，地层厚

度最大值在湖南桂阳县桐木岭地区，湖南的坪塘矿区和洪山殿矿区、华南西部的黔西地区和重庆西南地区厚度也在 200 m 以上。本层序厚度差异比前 2 个层序略小，且沉积厚度普遍增大。康滇古陆、华夏古陆及云开古陆依然存在，但是华夏古陆范围明显缩小，同时江南古陆消失。

层序 III 的灰岩含量大于 50% 的地区比前期显著扩大，从华南西部的广大地区灰岩含量都在 90% 以上。说明此时的海侵强度增强，范围增大。灰岩含量由华南西部及东部向中心地带逐渐增加，说明此时的物源方向仍在华南的西北部及西南部。

层序 III 的砂泥比值范围在 0~14.5 之间，最大值出现在云南富源徐家庄矿区，而此地的灰岩含量为 0，说明此地区是离海水较远、而离物源较近的冲积扇或河道沉积。在华南东部地区，仅局部地区如湖南的斗岭矿区和官渡井田的砂泥比值也在 1 以

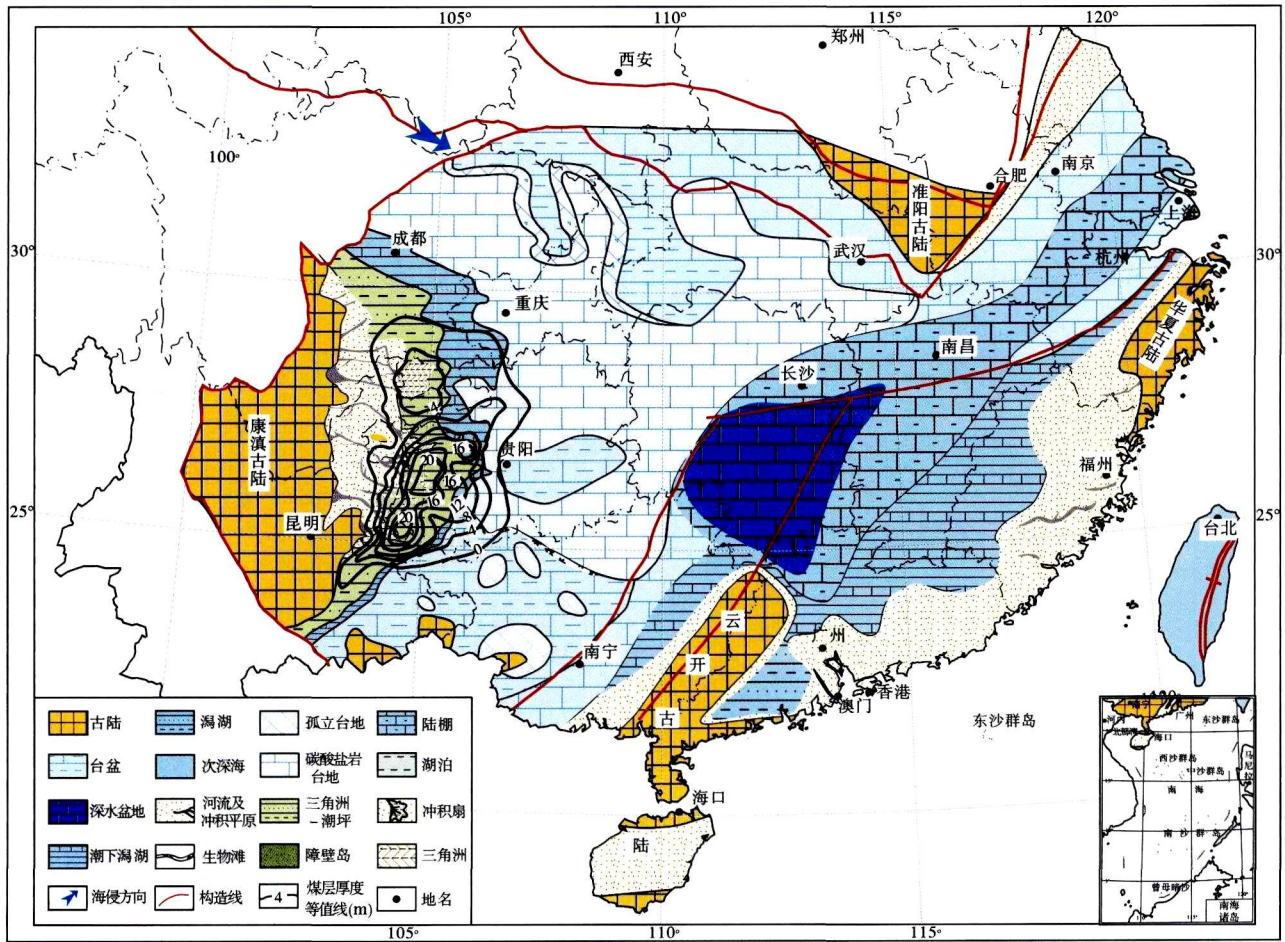


图7 华南地区晚二叠世层序Ⅲ古地理及聚煤规律图

Fig. 7 Palaeogeography map and coal accumulation pattern of the Late Permian sequence III in South China

上, 石灰岩和硅质岩含量都在 50% 以上, 说明此时华南大部地区为以浅海陆棚或深水盆地为主的环境。

根据上述资料综合分析, 并重点参考砂泥比等值线图、灰岩百分含量等值线图及层序地层与沉积相对比图的结果, 绘制了华南晚二叠世层序Ⅲ岩相古地理图(图 7)。

层序Ⅲ沉积早期, 华南地区出现大规模海侵, 在华南西部康滇古陆东侧的海岸线向西推进。其西仍分布着冲积扇—辫状河沉积组合(紧邻康滇古陆)和曲流河—湖泊沉积组合, 但曲流河—湖泊沉积组合带变窄, 三角洲沉积组合的规模变小。黔西北—川东南地区形成了以潮坪、潟湖为主的碎屑岸线沉积组合, 煤层形成于潮坪和淤塞的潟湖之上, 厚度变化较大。浅海碳酸盐岩台地沉积占据了扬子区大部分面积(图 7)。

华南东部地区, 江南古陆和武夷古陆消失, 华夏古陆和云开古陆呈狭长展布, 除华夏古陆西侧及云开古陆附近发育碎屑岩潮坪外, 其余大部分地区被浅海碳酸盐岩台地占据。

在层序Ⅲ沉积晚期, 华南大部分地区的仍呈持续海侵趋势, 原深水沉积区反映不明显, 而在古陆隆起边缘则明显地表现为超覆及水体加深的过程。在华南西部, 台地碳酸盐与滨海砂体交互沉积向大隆组的深水盆地相的硅质岩及硅质灰岩过渡, 到长兴末期, 海侵岸线已向西推进到四川乐山—云南昭通—云南宣威—云南曲靖一线(邵龙义等, 2013), 在宣威组顶部的陆相河流沉积之上出现含介形类化石的潮坪沉积。在更靠近康滇古陆的陆相河流冲积平原沉积区, 由于陆源碎屑物质供给充分, 抵消了区域海平面上升造成的海侵, 甚至到三叠纪之初也未见海相沉积。在华南东部地区, 大面

积的碳酸盐岩台地已经被以大隆组硅质岩为代表的深水盆地取代。

## 4 古地理背景下的聚煤特征

### 4.1 层序 I 聚煤规律分析

研究区层序 I 的煤层总厚度范围在 0~19.41 m 之间,煤层总厚度大于 5 m 的地区主要分布 2 个区域:华南西部的云南东部恩洪矿区、庆云矿区和富源徐家庄矿区、贵州西部纳雍和六盘水地区;华南东部的湖南华塘矿区、江苏苏州地区以及广东的沙湖矿区。从该层序聚煤规律图(图 5)中可以看出,煤层主要形成于潮控下三角洲平原以及潟湖与潮坪环境,其展布受沉积相带控制,厚煤层多沿着古陆周围的河流三角洲及潟湖相带分布,如华南西部的康滇古陆东侧,江南古陆南侧,武夷古陆的西北侧与西侧。

### 4.2 层序 II 聚煤规律分析

层序 II 沉积时期的煤层厚度较层序 I 时普遍增大(图 6),煤层总厚度范围在 0~20 m 之间,分布区域与层序 I 相似。在华南西部,聚煤中心扩展到重庆及四川南部地区,煤厚也在 7 m 以上。煤层厚度在 10 m 以上的地区主要分布在滇东的恩洪矿区和黔西的织纳及老鹰山地区;滇东的徐家庄矿区,弥勒矿区和后所矿区煤层厚度也在 7 m 以上。在华南东部,湘东南地区煤层最大厚度可达 5 m。江西丰城曲江和龙南地区亦发育厚度近 7 m 煤层。从层序 II 聚煤规律图中可以看出,该煤层主要形成于三角洲平原环境。平面上自西向东呈阶梯式递变:华南西部的康滇古陆东侧煤层厚度较大,华南东部湘东南次之,再向东则成为无煤区。从聚煤环境来看,古陆周边的三角洲平原煤层最厚,浅海开阔台地煤层最薄。

### 4.3 层序 III 聚煤规律分析

层序 III 的煤层总厚度范围在 0~28.27 m 之间,该时期煤层厚度大、并且区域上相对比较集中。煤层厚度在 10 m 以上的地区集中在滇东和黔西地区,最大厚度在六盘水地区。在层序 II 时为聚煤中心的重庆及川南地区,在层序 III 不发育煤层。在层序 II 时发育厚煤层的江西及湖南等地,在层序 III 时仅在湖南发育厚度不足 1 m 的薄煤层,而在华南东部的

广大地区均无煤层发育。从层序 III 的聚煤规律图(图 7)可以看出,煤层主要形成于三角洲平原环境,平面上煤层厚度明显表现为华南西部最厚、华南东部煤层薄或无煤的格局。

## 5 结论

1) 基于野外钻孔和剖面地质资料,根据标志层等关键界面的对比,将华南上二叠统划分为 3 个三级层序,9 个体系域。其中,部分中部地区缺失层序 I,低位、海侵和高位体系域只在华南东部和西部部分地区出现,其余地区普遍发育海侵体系域和高位体系域;除部分中部地区缺失低位体系域外,层序 II 在全区均有发育;层序 III 中各体系域在全区均有发育。

2) 晚二叠世华南地区存在西部的康滇古陆,中部的云开古陆和江南古陆,东部的武夷古陆及华夏古陆,古陆之间的沉积区古地理单元有河流冲积平原、三角洲平原、潮坪—潟湖、局限台地、开阔台地、生物礁以及深水盆地等。物源主要来自区内各个古陆,海侵主要来自西南方向和西北方向。从层序 I 到层序 III,华南地区经历了持续的海侵过程,在华南西部,古海岸线从黔西向滇东迁移,在该古海岸线两侧形成了河流冲积平原到三角洲平原以及潮坪与潟湖为主的环境;该线以东,特别是在遵义—贵阳以东地区发育广泛分布的碳酸盐岩台地环境。华南东部地区从层序 I 到层序 III,首先在华夏古陆西缘和武夷古陆东南缘发育曲流河—湖泊沉积,在武夷古陆、云开古陆和江南古陆之间形成了半封闭的海湾,其内发育三角洲、潮坪沉积,武夷古陆西南端和云开古陆西北端形成了三角洲沉积,在武夷古陆西北缘发育三角洲及潮坪沉积。随后随着海侵的持续发展,东部地区的江南古陆和武夷古陆消失,华夏古陆和云开古陆呈狭长展布,除华夏古陆西侧及云开古陆附近发育碎屑岩潮坪外,其余大部分地区被浅海碳酸盐岩台地以及大隆组为代表的深水盆地占据。

3) 综合对比分析各层序岩相古地理图与煤层分布厚度图得出:层序 I 中煤层主要形成三角洲平原以及潟湖与潮坪环境,厚煤层多沿着古陆周围分布,如华南西部的康滇古陆东侧,江南古陆南侧,武夷古陆的西北侧与西侧;层序 II 中三角洲平原环境中煤层最厚,开阔台地煤层最薄,平面上煤层厚

度表现为西厚、中部次之、东部无煤阶梯式递变；层序Ⅲ中煤层主要形成于三角洲平原环境，平面上煤层厚度明显表现为华南西部最厚、华南东部煤层薄或无煤的格局。

### 参考文献 (References)

- 陈世悦, 刘焕杰. 1999. 华北石炭—二叠纪层序地层格架及其特征. 沉积学报, 17(1): 63-70. [Chen S Y, Liu H J. 1999. Sequence stratigraphic framework and its characteristics of the Carboniferous-Permian in North China. *Acta Sedimentologica Sinica*, 17(1): 63-70]
- 冯增昭. 1992. 单因素分析综合作图法: 岩相古地理学方法论. 沉积学报, 10(3): 70-77. [Feng Z Z. 1992. Single factor analysis and comprehensive mapping method: Methodology of lithofacies palaeogeography. *Acta Sedimentologica Sinica*, 10(3): 70-77]
- 冯增昭. 2004. 单因素分析多因素综合作图法: 定量岩相古地理重建. 古地理学报, 6(1): 3-19. [Feng Z Z. 2004. Single factor analysis and multifactor comprehensive mapping method: Reconstruction of quantitative lithofacies palaeogeography. *Journal of Palaeogeography (Chinese Edition)*, 6(1): 3-19]
- 韩德馨, 杨起. 1980. 中国煤田地质学(下册). 北京: 煤炭工业出版社. [Han D X, Yang Q. 1980. *Coal Geology of China (Volume 2)*. Beijing: Publishing House of China Coal Industry].
- 龚绍礼, 张春晓. 2001. 华南二叠纪盆地层序地层特征及聚煤规律. 中国煤田地质, 13(2): 9-11. [Gong S L, Zhang C X. 2001. Sequence stratigraphic features and coal-accumulating laws of Permian basin in Southern China. *Coal geology of China*, 13(2): 9-11]
- 李文恒, 龚绍礼. 1999. 华南二叠纪含煤盆地特征及聚煤规律. 江西南昌: 江西科学技术出版社, 379. [Li W H, Gong S L. 1999. Characteristics and Coal Accumulation of the Late Permian Coal Basin in South China. Nanchang: Jiangxi Science and Technology Publishing House, 379]
- 刘宝珺, 许效松, 潘杏南, 黄慧琼, 徐强. 1993. 中国南方古大陆沉积地壳演化与成矿. 北京: 科学出版社. [Liu B J, Xu X S, Pan X N, Huang H Q, Xu Q. 1993. *The Sedimentary Crust Evolution and Metallogensis of Old Land in South China*. Beijing: Science Press]
- 马永生, 陈洪德, 王国力. 2009. 中国南方层序地层与古地理. 北京: 科学出版社. [Ma Y S, Chen H D, Wang G L. 2009. *Sequence Stratigraphy and Paleogeography of South China*. Beijing: Science Press]
- 钱大都, 魏斌贤, 李钰. 1996. 中国煤炭资源总论. 北京: 地质出版社, 97. [Qian D D, Wei B X, Li Y. 1996. *Introduction to coal resources of China*. Beijing: Geological Publishing House, 97]
- 邵龙义, 董大啸, 李明培, 王海生, 王东东, 鲁静, 郑明泉, 程爱国. 2013a. 华北石炭—二叠纪层序—古地理及聚煤规律. 煤炭学报, 39(8): 1725-1734. [Shao L Y, Dong D X, Li M P, Wang H S, Wang D D, Lu J, Zheng M Q, Cheng A G. 2013a. Sequence-palaeogeography and coal accumulation of the Carboniferous-Permian in the North China Basin. *Journal of China Coal Society*, 39(8): 1725-1734]
- 邵龙义, 高彩霞, 张超, 汪浩, 郭立君, 高彩红. 2013b. 西南地区晚二叠世层序—古地理及聚煤特征. 沉积学报, 31(5): 856-866. [Shao L Y, Gao C X, Zhang C, Wang H, Guo L J, Gao C H. 2013b. Sequence-palaeogeography and coal accumulation of Late Permian in southwestern China. *Acta Sedimentologica Sinica*, 31(5): 856-866]
- 邵龙义, 李英娇, 靳凤仙, 高彩霞, 张超, 梁万林, 黎光明, 陈忠恕, 彭正奇, 程爱国. 2014. 华南地区晚二叠世含煤岩系层序—古地理. 古地理学报, 16(5): 613-630. [Shao L Y, Li Y J, Jin F X, Gao C X, Zhang C, Liang W L, Li G M, Chen Z S, Peng Z Q, Cheng A G. 2014. Sequence stratigraphy and lithofacies palaeogeography of the Late Triassic coal measures in South China. *Journal of Palaeogeography (Chinese Edition)*, 16(5): 613-630]
- 邵龙义, 鲁静, 汪浩, 张鹏飞, 韩德馨. 2008. 近海型含煤岩系沉积学及层序地层学研究进展. 古地理学报, 10(6): 561-570. [Shao L Y, Lu J, Wang H, Zhang P F, Han D X. 2008. Advances in sedimentology and sequence stratigraphy of paralic coal measures. *Journal of Palaeogeography (Chinese Edition)*, 10(6): 561-570]
- 邵龙义, 鲁静, 汪浩, 张鹏飞. 2009. 中国含煤岩系层序地层学研究进展. 沉积学报, 27(5): 904-914. [Shao L Y, Lu J, Wang H, Zhang P F. 2009a. Developments of coal measures sequence stratigraphy in China. *Acta Sedimentologica Sinica*, 27(5): 904-914]
- 邵龙义, 张鹏飞, 田宝霖. 1993. 黔西织纳地区晚二叠世含煤岩系层序地层及海平面变化. 地质探索, 8: 1-11. [Shao L Y, Zhang P F, Tian B L. 1993. Coal-bearing measures sequence stratigraphy and sea level change of late Permian in Zhi-Na area, western Guizhou. *Geological exploration*, 8: 1-11]
- 王鸿祯. 1985. 中国地理图集. 北京: 中国地图出版社, 79-82. [Wang H Z. 1985. *Atlas of the Palaeogeography of China*. Beijing: Cartographic Publishing House, 79-82]
- 王立亭. 1994. 中国南方二叠纪岩相古地理与成矿作用. 北京: 地质出版社. [Wang L T. 1994. *Lithofacies Paleogeography and Metallogensis of Permian in South China*. Beijing: Geological Publishing House]
- 王佟, 樊怀仁, 邵龙义, 赵克荣, 夏玉成. 2011. 中国南方贫煤省区—煤炭资源赋存规律及开发利用对策. 北京: 科学出版社. [Wang T, Fan H R, Shao L Y, Zhao K R, Xiao Y C. 2011. *Preservation Pattern and Strategy of Development and Utilization of Coal Resources in the Coal-poor Provinces and Regions of Southern China*. Beijing: Science Press]
- 王小川. 1996. 黔西南滇东晚二叠世含煤地层沉积环境与聚煤规律. 重庆: 重庆大学出版社, 362. [Wang X C. 1996. *Sedimentary Environments and Coal Accumulation of Late Permian Coal Formations in Western Guizhou, Southern Sichuan and Eastern Yunnan*. Chongqing: Chongqing University Press, 362].
- 杨玉卿, 冯增昭. 2000. 中国南方二叠纪沉积体系. 古地理学报, 2(1): 11-18. [Yang Y Q, Feng Z Z. 2000. Permian depositional systems in south China. *Journal of Palaeogeography (Chinese Edition)*, 2(1): 11-18]

- 张韬. 1995. 中国主要聚煤期沉积环境与聚煤规律. 北京: 地质出版社. [Zhang T. 1995. The Sedimentary Environment and Coal Accumulation Pattern of Main Coal Accumulation Period in China. Beijing: Geological Publishing House]
- 郑和荣, 胡宗全. 2010. 中国前中生代构造—岩相古地理图集. 北京: 地质出版社. [Zheng H R, Hu Z Q. 2010. Atlas of Early Mesozoic Tectonic Lithofacies Palaeogeography in China. Beijing: Geological Publishing House]
- Bohacs K, Suter J. 1997. Sequence stratigraphic distribution of coaly rocks: Fundamental controls and paralic examples. *AAPG Bulletin*, 81: 1612-1639.
- Diessel C. 1992. Coal-bearing Depositional Systems. Berlin: Springer, 599.
- Diessel C, Boyd R, Wadsworth J, Leckie D, Chalmers G. 2000. On balanced and unbalanced accommodation/peat accumulation ratios in the Cretaceous coals from Dates Formation, Western Canada, and their sequence-stratigraphic significance. *International Journal of Coal Geology*, 43: 143-186.
- Feng Z Z, Zheng X J, Bao Z D, Jin Z K, Wu S H, He Y B, Peng Y M, Yang Y Q, Zhang J Q, Zhang Y S. 2014. Quantitative lithofacies palaeogeography. *Journal of Palaeogeography*, 3(1): 1-34.
- Fern J C, Staub J R. 1984. Depositional controls of mineable coal bodies. In: Rahmani R A, Flores R M (eds). *IAS Special Publication*, 7. *Sedimentology of Coal and Coal-bearing Sequences*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 273e289.
- Flint S, Aitken J, Hampson G. 1995. Application of sequence stratigraphy to coal-bearing coastal plain successions; Implications for the UK coal measures. In: Whateley M K G, Spears D A (eds). *European coal geology*. Geological Society, London, Special Publication, 82: 1-16.
- Hamilton D S, Tadros N Z. 1994. Utility of coal seams as genetic stratigraphic sequence boundaries in non-marine basins; An example from the Gunnedah basin, Australia. *AAPG Bulletin*, 78: 267-286.
- Holz M, Kalkreuth W, Banerjee I. 2002. Sequence stratigraphy of paralic coal-bearing strata: An overview. *International Journal of Coal Geology*, 48: 147-179.
- Shao L Y, Zhang P F, Gayer R A, Chen J L, Dai S F. 2003. Coal in a carbonate sequence stratigraphic framework: The Late Permian Heshan Formation in central Guangxi, southern China. *Journal of Geological Society London*, 160: 285-298.
- Shao L, Hao L, Yang L, Zhang P, Tian B. 1999. High resolution sequence stratigraphy of the Late Permian coal measures in southwestern China. In: Xie H, Golosinski T S (eds). *Mining Science and Technology 99*. Balkema, Rotterdam, 239-242.
- Wang H, Shao L Y, Hao L M, Zhang P F, Ian J G, James R W, Paul B W, Yi T S, Zhang M Q, Jason H. 2011. Sedimentology and sequence stratigraphy of the Lopingian (Late Permian) coal measures in southwestern China. *International Journal of Coal Geology*, 85: 168-183.

(责任编辑 郑秀娟)

## 第十四届全国古地理学及沉积学学术会议在焦作成功召开

2016年9月23—25日,第十三届全国古地理学及沉积学学术会议,在河南理工大学这所百年特色名校成功召开。参加会议的代表有403位,分别来自于69个单位,主要包括:北京大学,成都理工大学,重庆科技学院,长安大学,长江大学,东北石油大学,贵州大学,河北工程大学,合肥工业大学,河南工程学院,河南理工大学,湖南科技大学,吉林大学,兰州大学,南京大学,山东建筑大学,山东科技大学,首都师范大学,太原理工大学,同济大学,西北大学,西南石油大学,云南大学,中国地质大学,中国海洋大学,中国矿业大学,中国石油大学,北京矿产地质研究院,成都地质调查中心,河北省煤田地质局,河南省地质调查院,晋煤无烟煤矿业集团有限责任公司,青岛海洋地质研究所,青海省煤炭地质局,中国地质科学研究院,中国科学院,科学出版社,中国石油大学出版社,中国石油化工股份有限公司勘探开发研究院、无锡石油地质研究所、胜利油田分公司、中原油田分公司,中国石油股份有限公司长庆油田公司、大港油田分公司、新疆油田分公司、勘探开发研究院总院、西北分院、廊坊分院、杭州地质研究院、石油工业出版社,中海油研究总院,等。

会议共收到论文摘要338篇,7个大会学术报告,60个分会场主题报告及150余个学术报告,展示成果97份,展现了我国近2年来古地理学及沉积学研究与应用的新成果。本届会议的特点表现在:(1)内容丰富,交流充分。会议报告涵盖了古地理学及沉积学的各个方面。从时间上来看,研究的时代跨越中元古代到现代 $16\times 10^6$ 年的地质历史;从空间上来看,从北部的准噶尔、吐哈盆地到中部的鄂尔多斯盆地,再到南部的南海盆地;从西部的塔里木、柴达木盆地,到中部的四川盆地,再到东部的东海陆架盆地;从沉积体系类型来看,有分别关于河流—湖泊—沿岸带—浅海—边缘海—深海等多种沉积体系;从涉及的矿产资源来看,包括了煤、油、气、磷、盐岩和铀等多种矿产的沉积成因机制研究。同行专家在不同的学科领域进行了深入交流,学术交流氛围浓厚。(2)内涵与创新性并重。会议报告针