

# 贵州水城矿区上二叠统层序地层及控煤作用

温书鹏

(贵州省煤田地质局113队,贵州 贵阳 550081)

**[摘要]**贵州西部水城矿区主要的含煤地层晚二叠世龙潭组为典型的海陆过渡相含煤岩系,其沉积环境有下三角洲平原、潮坪和泻湖等。作者对水城矿区上二叠统含煤岩系龙潭组和汪家寨组层序地层进行了分析,共识别出4个层序界面,并根据层序界面将水城矿区上二叠统划分为3个层序地层,层序I从峨眉山玄武岩顶界到标七底界;层序II从标七底界开始到四号煤层底板;层序III从四号煤层底板开始到二叠系与三叠系的不整合面。三个层序地层中层序II煤层发育最好,层序III次之,层序I最差。在层序中又进一步划分出低位体系域、海侵体系域和高位体系域,其中尤以海侵体系域最有利成煤作用,高位体系域次之,低位体系域最差。

**[关键词]**水城矿区;上二叠统;含煤岩系;层序地层;控煤作用

**[中图分类号]**P534.46 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1000-5943(2017)01-0033-05

## 1 引言

贵州有“江南煤海”之称,贵州西部的水城矿区又是贵州重要的能源基地之一,对贵州的能源及经济发展起着重要的作用,自上世纪末期以来国内许多学者都对水城矿区含煤岩系的沉积环境及聚煤作用进行了系统研究,近年来许多学者对贵州的织纳煤田及盘县矿区进行了层序地层学的研究,这些资料都为本次水城矿区层序地层及控煤作用的分析提供了参考。

层序地层学在上世纪80年代后期在陆源碎屑含煤岩系的分析中得到了广泛应用,但是高分辨率的层序地层分析相对较少,水城矿区就缺少高分辨率的层序地层分析。本文在分析前人在本区沉积环境和层序地层研究成果的基础上(邵龙义等,1993;龚绍礼等,2003;陈家良等,2003;初汉民等,2004;陈洪德等,1999),综合运用Vail学派(Vail P R, 1987)和Galloway学派(Galloway W E, 1989)相关层序地层学理论建立水城矿区上二叠统高分辨率层序地层格架并对其控煤作用进行分析。

## 2 区域地质背景及岩石地层格架

早二叠世末至晚二叠世初的东吴运动,改变了贵州地壳早二叠世的古地理格局,海水全线退缩至紫云、望谟、罗甸一带的深水盆地中,广大地区上升为陆,遭受风化剥蚀。与此同时,西北部发生大面积的玄武喷溢,造成了西北高、东南低的古地形特征(何明德等,2003)。晚二叠世早期,海水由南东侵入,呈脉动式超覆于康滇古陆之上,西部发育数条古河流,流向南东倾注如海,从而形成了由西北向南东,由陆相—海陆过渡相—海相的岩相古地理格局。水城矿区位于贵州西部(图1),在晚二叠世位于陆相向海陆过渡相的转换地带。水城矿区的上二叠统包括峨眉山玄武岩组、龙潭组和汪家寨组,龙潭组又分为上、下两段,云贵地区岩石地层划分对比见表1(郭立君,2011),龙潭组和汪家寨组岩性以粉砂岩、细砂岩、砂质泥岩为主,夹少量石灰岩和硅质岩,含多层可采煤层。

研究区晚二叠世受到来自西侧的陆源河流及来自东南侧广海方向的海岸潮汐双重因素影响,自北西向南东受海水影响逐渐增大,其沉积环境自北西向南东依次为三角洲—潮坪沉积体系、泻湖潮坪沉积体系(罗忠等,2008)。

表1 中国西南地区晚二叠世地层简表  
Table 1 Strata of late Permian in southwest China

地层分区	黔西海陆过渡相区			黔东黔南海相区	
	滇东陆相区	水城	织金—纳雍	长兴组	长兴组
地层系统				长兴组	吴家坪组上段
宣威组上段	汪家寨组				吴家坪组下段
宣威组中段	龙潭组上段				
宣威组下段	龙潭组下段				
峨眉山玄武岩组					

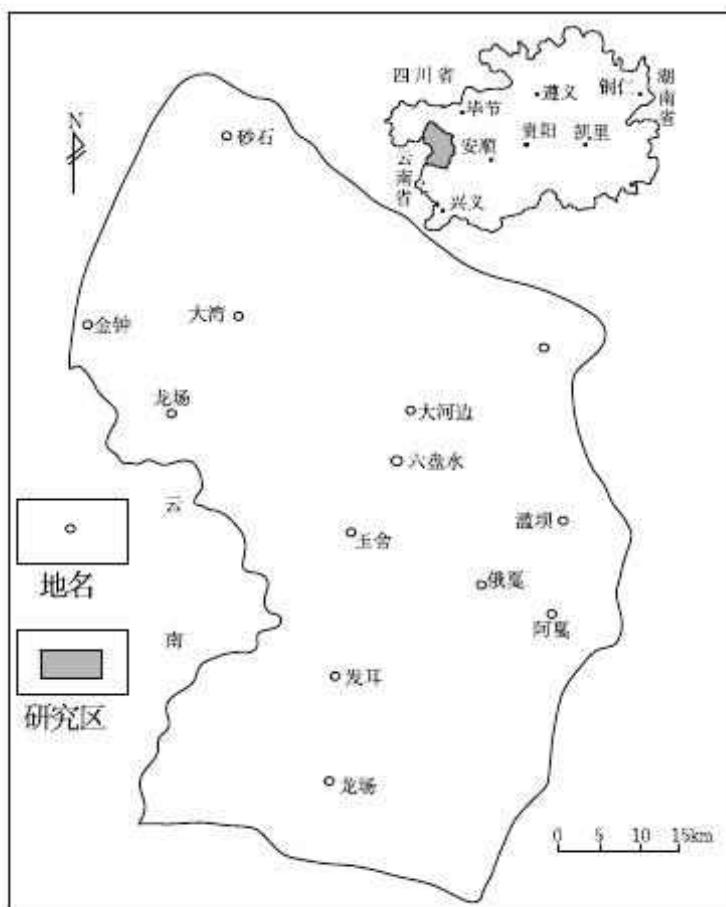


图1 贵州水城矿区地理位置

Fig. 1 Geographic location of Shuicheng mining area, Guizhou

### 3 层序地层分析

#### 3.1 关键界面识别

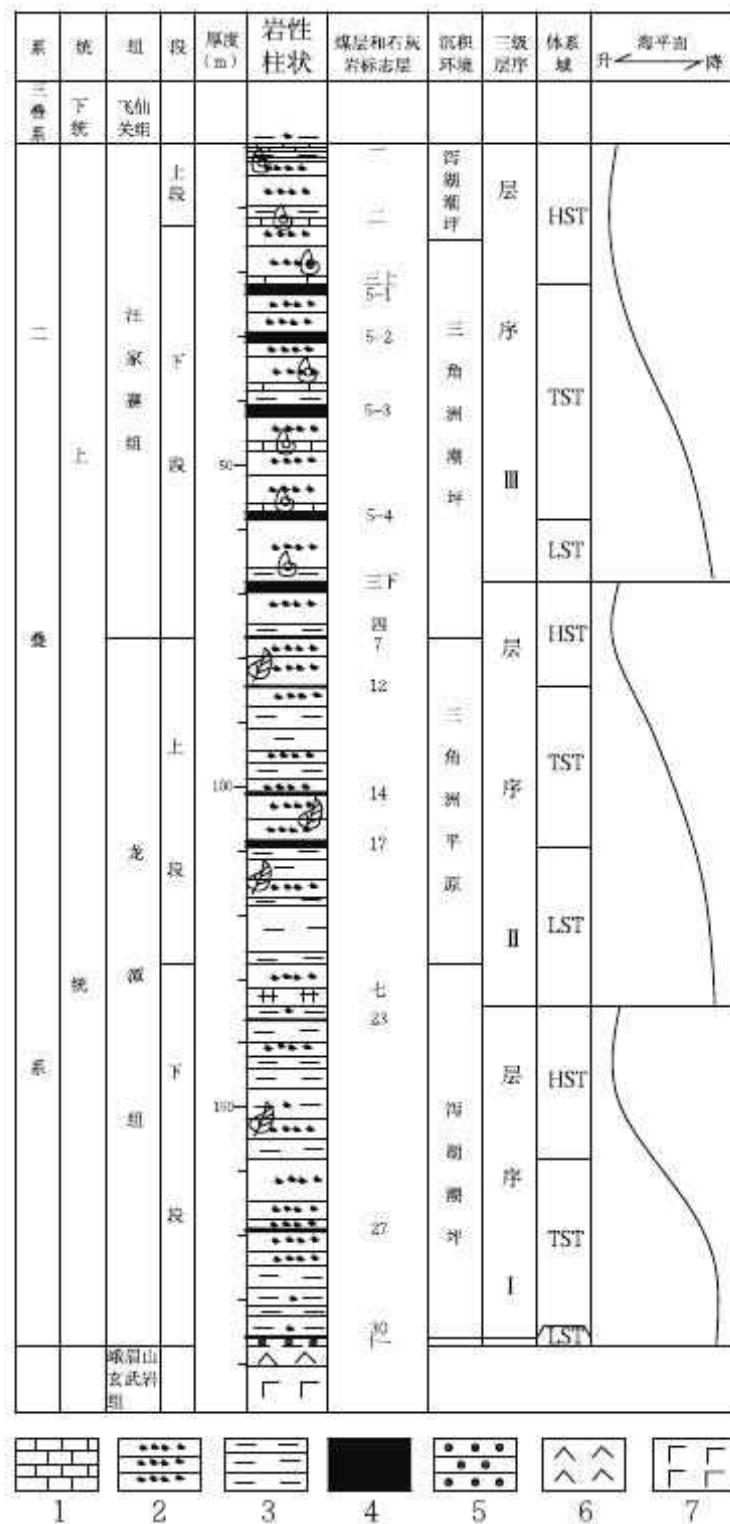
本次在水城矿区上二叠统中识别出一系列沉积间断面和事件沉积界面,其中比较显著的有4个,分别可作为4个层序界面(图2)。

SB1-以龙潭组底部与峨眉山玄武岩交界处代表东吴运动的区域性古风化带为代表。

SB2-以龙潭组下部七底界为代表,绿泥石水云母粘土岩,为火山灰沉积。

SB3-以汪家寨组底部三下煤层顶板为代表,向上动物化石逐渐增多。

SB4-区域性二叠—三叠系界线为代表。其



中,不整合面形成于二叠纪长兴晚期至三叠纪印支初期。晚二叠世长兴晚期。研究区发生快速海侵,导致了第一幕淹没事件,连陆台地内部甚至连陆台地与古陆边缘之间的过渡带、原钦—防海槽区、台盆区等古地貌相对较低的地方均发生迅速淹没,且淹没的幅度大,形成半深水—深水环境,从而在这些地区发育了大隆组或可与大隆组对比的地层,它们是第一幕淹没事件形成的凝缩段。凝缩段的底界面为第一幕淹没不整合面。淹没不整合面之下,连陆台地内部及连陆台地与古陆边缘之间的过渡带主要为上二叠统长兴组灰岩地层。原钦—防海槽区为上二叠统彭久组磨拉石建造地层。台盆区为上二叠统领薅组地层。长兴组灰岩、彭久组上段、领薅组上段基本为同时异相沉积的产物(邓军等,2004)。此外,详细的生物地层学调查研究,揭示了二叠系—三叠系界线上,古生代海生无脊椎动物大规模的绝灭,还检测到铱和微量元素的地球化学异常、碳和氧同位素的剧烈变动、沉积相的显著变化(盆地相—潮间带)……这些证据表明二叠纪末期有地外事件发生,而地外事件又诱发了地内事件,包括构造上升、海水退却、火山喷发、古气候变化以及伴随的动物群大规模绝灭(李子舜等,1986)。

### 3.2 层序划分

以上述四个层序界面为界,可将水城矿区上二叠统划分为3个层序(图2)。

1)层序I:该层序包括从峨眉山玄武岩顶界到标七底界。层序底界为一区域不整合面。该层序是研究区经长期风化剥蚀之后海水侵入而形成的,代表一个层序,该层序包含低位体系域、海侵体系域、高位体系域。

低位体系域:以覆盖于峨眉山玄武岩组之上的凝灰岩和铝土质泥岩为代表。紫红色的凝灰岩为古风化壳残积层,灰白色的铝质泥岩为早期泻湖沉积。贵州西部地区早二叠世末期由于发生东吴运动而上升为陆,经过长期风化剥蚀,晚二叠世开始下沉,随后海水超覆于康滇古陆之上,研究区也随之接受沉积,形成“追补退积”序列。海侵初期在古风化面上相对低洼的地段形成了水流闭塞的泻湖环境,发育泻湖沉积,沉积了龙潭组底部的铝土质泥岩,此层位即为当时的低位体系域沉积。该体系域不发育煤层。

海侵体系域:底部以标七底界为界,顶部以

27号煤层顶板泥岩为界。岩性以砂岩、泥岩为主,含30、27煤层。主要沉积相为潮坪、泻湖及泥潭沼泽。在龙潭组底部铝质泥岩沉积之后,海水开始大规模侵入研究区,受潮汐作用控制的泥潭沼泽环境发育,形成区内30号煤层,随着海水进一步侵入,海平面上升,海水变深,成煤沼泽被海水淹没,取而代之是受潮汐作用为主的潮坪环境。在27号煤层附近,海侵放缓,物源补给充足,形成27号煤层。该体系域由于海水上升较快,超过了物源补给的速率,因此所形成的30、27号煤层厚度均较小,且连续性不好。

高位体系域:底部以27号煤层顶板泥岩底界为界,顶部以标七底界为界。岩性包括泥岩、砂岩、砂质泥岩,发育23号煤层。主要沉积相为潮坪及泥潭沼泽。在23煤层顶板局部发育薄层灰岩,代表该层序的最大一次海侵,是该层序的最大海泛面沉积。由于海平面上升较快,因此,该层序发育的23号煤层厚度较小,稳定性较差。连续性不好。

2)层序II:该层序从标七底界开始到四号煤层底板。该层序反映当时研究区依然处于“追补”状态,河道砂体沉积较发育,代表一个层序,该层序包含低位体系域、海侵体系域、高位体系域。

低位体系域:底部以标七底界为界,顶部以17煤层底板为界。岩性主要为泥岩、砂岩、绿泥石水云母粘土岩。厚层砂岩中发育交错层理沉积相,主要为分流河道,该体系域基本不发育煤层。

海侵体系域:底部以17号煤层底界为界,顶部以12号煤层底界为界。岩性主要为砂岩泥岩和煤层,产植物化石,在研究区西部发耳、玉舍、结里主要发育下三角洲平原相,沉积类型为分流间湾、分流河道、泥炭沼泽,分流间湾沉积主要为泥岩,其中局部夹菱铁矿薄层。分流河道沉积主要为细砂岩夹薄层粉砂岩。泥炭沼泽沉积主要为根土岩和煤层。东部小河边一带发育潮坪沉积,沉积类型主要有潮汐水道、潮汐砂坝和泥炭沼泽,潮汐水道主要沉积细粒岩屑砂岩,发育交错层理,水动力条件较强。潮汐砂坝沉积细粒及粉粒岩屑砂岩,呈砂纹层理及脉状层理,水动力条件相对较弱。东南部俄嘎以南发育泻湖沉积,主要沉积泥岩及砂质泥岩,发育水平层理,反映了更弱的水动力条件。该体系域发育17号煤层,厚度较小,连续性较差。

高位体系域:底部以12号煤层底界为界,顶

部以三下标志层底板为界。岩性包括砂岩、泥岩及煤层。高位体系域沉积相与海侵体系域相似。只是沉积相带相对向西北位移。反映出当时海水不断上涨的“追补”沉积态势。

3) 层序Ⅲ:由汪家寨组下段大部分及上段组成。底部以三下标志层底界为界,顶部以二叠系

与三叠系的不整合面为界,代表一个层序,普遍发育低位体系域、海侵体系域和高位体系域。

低位体系域:底部以三下标志层底板为界,顶部以5-4煤层底板为界,岩性为砂岩为主,夹少部分泥岩。发育厚层砂体,为分流河道沉积,该体系域不发育煤层。

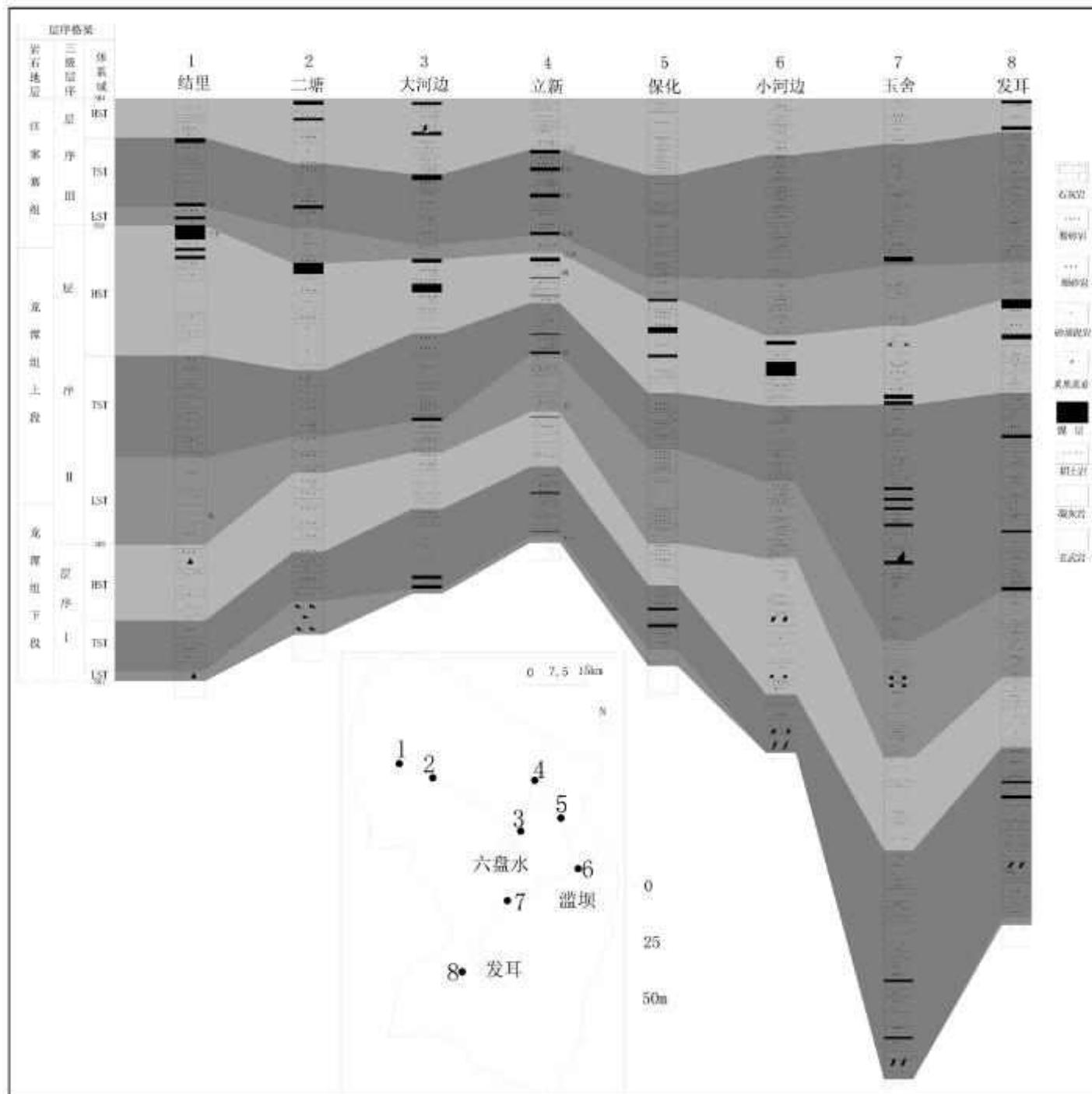


图3 水城矿区上二叠统南北向地层对比剖面

Fig. 3 Comparison of north and south strata in upper Permian of Shuicheng mining area

海侵体系域:底部以5-4煤层底板为界,顶部以5-1煤层顶板为界,岩性主要为砂岩、灰岩、煤层及少部分泥岩。西部结里、二塘为下三角洲平原相,沉积类型为分流河道、分流间湾及泥潭沼泽。沉积岩性主要为砂岩、砂质泥岩、泥及煤层,呈交错层理。东部小河边一带发育潮坪—泻湖相,主要沉积类型有潮汐水道、分流间湾、局限台地及泥潭沼泽。沉积岩性主要为砂岩、砂泥岩、灰

岩、泥岩及煤层,呈砂纹或脉状层理。该体系域发育5-1、5-2、5-3、5-4煤层。该体系域物源补给速率与海平面上升速率处于相对平衡状态。适于泥炭的堆积,因此形成了较稳定的5-1、5-2、5-3、5-4煤层。且煤层向陆方向连续性较好。

高位体系域:底部以5-1煤层顶板为界,顶部以二叠系与三叠系的不整合面为界。岩性包括砂岩、泥岩及灰岩。这一时期的沉积相有潮坪

相、泻湖相、开阔台地相,反映了在汪家寨组末期地壳逐渐下降,海水持续加速侵入并不断超覆于汪家寨组前期沉积的碎屑岩之上的环境演化过程。晚二叠世的成煤作用也随之终止。

## 4 层序格架下控煤作用分析

从连井剖面可以看出层序Ⅱ煤层发育最好,层序Ⅲ次之,层序Ⅰ最差。在各个层序中又以海侵体系域煤层发育最好,高位体系域次之,低位体系域最差。纵观水城矿区连井剖面可以看出聚煤作用呈现北优南差、西优东差的变化趋势,具体表现为:西北部立新、大河边煤层发育(层数多、煤层厚度稳定),东南部保化、立新煤层发育较差(煤层发育层数较少且厚度不稳定)。一定程度上也反映了晚二叠世海水由东南向西北侵入,促使该区自西向东受海水的影响逐渐增强,从而导致呈现聚煤作用由西北往东南逐渐减弱现象的出现。

煤层的形成是植物碎屑供应充足、稳定,泥炭持续堆积的结果(Stach E et al, 1982)。在这个过程中,海平面持续不断上升能够提供足够可容纳空间是重要的因素之一。只有当泥炭堆积速率与海平面上升速率相当或稍快时,泥炭才能持续堆积,形成较厚的煤层(Shao Longyi et al, 1999)。水城矿区晚二叠世沉积环境以下三角洲平原、潮坪—泻湖沉积为主。水城矿区靠近康滇古陆,属于近物源沉积,这种背景因有丰富的陆源碎屑补给而常常处于补偿或过补偿状态,只有当海平面上升速率较大时,才会与泥炭堆积速率保持平衡,适于泥炭层堆积的可容纳空间可以持续很长时间,从而形成较厚的煤层(邵龙义等,1998)。因此,水城矿区海侵体系域煤层发育最好,高位体系域次之,低位体系域没有供泥炭堆积的可容纳空间,最不利于煤层发育。

## 5 结论

(1) 水城矿区晚二叠世地层发育4个层序界面,分别为龙潭组底界、龙潭组下部标七底界、汪家寨组底部三下煤层顶板、汪家寨组顶界(二叠—三叠系界线)。根据这些界面可以将水城矿

区晚二叠世划分为3个层序。在层序中进一步划分出体系域低位、海侵体系域、高位体系域。

(2) 在水城矿区上二叠统含煤岩系中,煤层的发育明显受沉积环境及层序地层格架的控制:研究区自西向东依次发育下三角洲平原相、潮坪相、泻湖相。随着水深的增加,煤层厚度依次减小;3个层序中,层序Ⅱ煤层发育最好,层序Ⅲ次之,层序Ⅰ最差;层序中海侵体系域煤层发育最好,高位体系域次之,低位体系域最差。

### [参考文献]

- 邵龙义,田宝霖,张鹏飞,等.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[M].武汉,中国地质大学出版社,第八辑.
- 龚绍礼,张春晓.1996.华南二叠纪盆地层序地层特征及聚煤规律[J].地学前缘,6(增刊):167-173.
- 陈家良,李瑞军,邵龙义,等.2003.广西合山晚二叠世碳酸盐岩型煤系层序地层分析[J].沉积学报,21(1):168-173.
- 初汉民,梅冥相,郑宽兵,等.2004.滇黔桂盆地及邻区二叠纪层序地层格架及古地理演化[J].古地理学报,6(4):401-418.
- 陈洪德,寿建峰,王成善,等.1999.中国南方二叠纪层序地层划分与对比[J].沉积学报,17(4):499-509.
- Vail P R. 1987. Seismic stratigraphy interpretation using sequence stratigraphy. Part 1: Seismic stratigraphy interpretation procedure [J]. American Association of Petroleum Geologists, Studies in Geology, 27 (1):1-10.
- Galloway W E. 1989. Genetic stratigraphy sequence in basin analysis I: Architecture and genesis of flooding surface bounded depositional units [J]. AAPG Bulletin, 73:125-142.
- 何明德,徐彬彬.2003.贵州煤田地质[M].徐州,中国矿业大学出版社,179.
- 郭立君,洪源进,邵龙义,等.2011.黔西织纳煤田上二叠统层序地层及聚煤作用[J].古地理学报,13(5):493-500.
- 罗忠,邵龙义,姚光华,等.2008.滇东黔西上二叠统含煤岩系粘土矿物组成及环境意义[J].古地理学报,10(3):297-304.
- 邓军,冯彩琴,李浩,唐晓川,郑宽兵,等.2004.滇黔桂盆地及其邻区二叠系与三叠系之交的淹没不整合面[J].现代地质,18(4):564-571.
- 李子舜,詹立培.1986.古生代—中生代之交的生物绝灭和地质事件[J].地质学报,1(1):1-20.
- Stach E, Mackowsky M T, Teichmuller M, et al. 1982. Stach's Textbook of Coal Petrology [M]. Bröntraeger, Stuttgart, 3<sup>rd</sup> ed, 535.
- Shao Longyi, Hao Liming, Yang Lijun et al. 1999. High resolution sequence stratigraphy of the Late Permian coal measures in southern China [M]. In: Xie H, Golosinski T S (eds). Mining Science and Technology, 99. A. A. Balkema, Rotterdam. 239-242.
- 邵龙义,张鹏飞.1998.含煤岩系层序地层模式[J].长春科技大学学报(专辑),67-72.

床地质,457~466.  
周琦,杜远生,王家生,等.2007.黔东北地区南华系大塘坡组冷泉碳酸盐岩及其意义[J].地球科学:中国地质大学学报,32(3):39~346.  
周琦,杜远生,颜佳新,等.2007.贵州松桃大塘坡地区南华纪早期冷泉碳酸盐岩地质地球化学特征[J].地球科学:中国地质大学学报,32(增刊):33~40.

周琦,杜远生,袁良军,等.2016.黔湘渝毗邻区南华纪裂谷盆地结构及其对锰矿的控制作用[J].地球科学,41(2):77~188.  
周琦,杜远生,袁良军,等.2016.贵州铜仁松桃锰矿国家整装勘查区地质找矿主要进展及潜力预测[J].贵州地质,33(4):37~244.  
周琦,覃英,张遂,等.2002.黔东北地区优质锰矿找矿进展与前景展望[J].贵州地质,19(4):228~230.

## Orebody Spatial Distribution Regulation and Prospecting Prediction of Gaodi Super-large Manganese Deposit in Songtao, Guizhou

YAO Xi-cai, TIAN Jing-jiang, ZHANG Ping-yi, CHEN Jia-cai,  
SHEN Hong-qian, YUAN Liang-jun

(103 Geological Party, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development,  
Tongren 554300, Guizhou, China)

**[Abstract]** Gaodi super-large manganese deposit is a typical Ancient natural gas seepage sedimentary-type manganese deposit which in the central phase area nearby and overflow vent of fault basin, the central phase, marginal facies and transition phase of ancient natural gas seepage overflow sedimentary manganese formation system are obvious, the orebody has big scale and high grade. The geologic information of Gaodi manganese deposit and nearby area are studied, the geologic and spatial characteristics are discussed, it's thought that Gaodi super-large manganese deposit, Daotuo super-large manganese deposit and Lijiawan large manganese deposit belong to the same IV level fault basin, the general basin long axis is NE65°, the known resource is more than 300 million ton, but the exploration of the basin isn't finished, the potential is very large.

**[Key words]** Super-large manganese deposit; Orebody characteristic; Prospecting prediction; Gaodi Songtao, Guizhou

(上接第37页)

## Sequence Strata and Coal Control of Upper Permian in Shuicheng Mining Area, Guizhou

WEN Shu-peng

(No. 113 Exploration Team, Guizhou Bureau of Coal Geological Exploration, Guiyang 550081, Guizhou, China)

**[Abstract]** The coal-bearing Longtan formation in Shuicheng mining area is a typical transitional facies coal-bearing rock series, there were delta plain, wad and lagoon under this sedimentary environment. In this paper, the coal-bearing Longtan formation and Wangjiazhai formation of upper Permian are studied, 4 sequence boundaries are identified, Permian of Shuicheng mining area are divided into 4 sequence strata, sequence I is from basalt top boundary of Emei mountain to mark 7 bottom boundary, sequence II is from mark 7 bottom boundary to, sequence III is from No. 4 coal floor to unconformity interface of Permian and Triassic, coal in sequence II developed the best, then sequence III, sequence I is the worst. The sequence are divided into lowstand system tract, transgressive systems tract and highstand system tract, notably the transgressive system tract, the most favourable coal highstand system tract times, lowstand system tract is the worst.

**[Key words]** Shuicheng mining area; Upper Permian; Coal-bearing rock series; Sequence strata; coal control