黔西地区构造演化及其对晚二叠世煤层的控制

窦新钊[1,2]，姜 波[1,2]，秦 勇[1,2]，王 伟[3]，陈玮胤[1,2]
(1. 煤层气资源与成藏过程教育部重点实验室，江苏 徐州 221008；2. 中国矿业大学 资源与地球科学学院，江苏 徐州 221008；
3. 中煤平朔煤业有限责任公司，山西 朔州 036000)

摘 要：黔西地区构造复杂，严重制约了煤田的勘探与开发，为此，以区域构造演化为主线，结合野外地质和煤田勘探资料分析，对黔西地区构造演化及煤层聚集和赋存的构造控制进行深入的探讨。结果表明：黔西地区构造演化经历了6个阶段：基底形成阶段、被动大陆边缘阶段、陆内裂陷阶段、稳定台地阶段、陆内造山阶段和挤压隆升阶段；受NE、NNE向同沉积断裂及东吴运动形成的北西高南东低的古地形控制，晚二叠世时沉积了一套海陆过渡相为主的含煤建造，沉积相带由NW至SE呈NE向规律性展布，成煤期后受燕山运动和喜马拉雅运动影响，原型煤盆地遭受强烈破坏，大型向斜和复向斜成为最重要的控煤构造。

关键词：黔西地区；构造演化；晚二叠世；构造控煤
中图分类号：P618.11 **文献标志码**：A **文章编号**：0253-2336(2012)03-0109-06

Structure Evolution in West of Guizhou Area and Control to Seam in Late Permian

DOU Xin-zhao[1,2], JIANG Bo[1,2], QIN Yong[1,2], WANG Wei[3], CHEN Wei-yin[1,2]
(1. *MOE Key Lab of Coal Bed Methane Resources and Deposit Process, Xuzhou* 221008, *China*; 2. *School of Resources and Geosciences, China University of Mining and Technology, Xuzhou* 221008, *China*; 3. *China Coal Pingshuo Coal Industrial Company Ltd.*, *Shuozhou* 036000, *China*)

Abstract: The structures in West Guizhou were complicated and seriously restrained the exploration and development of the coalfield. Thus, taking the regional structure evolution as the main line, in combination with the analysis on the field geological and coalfield exploration information, a detail discussion was conducted on the structure evolution and the structure control of the seam accumulation and deposit. The results showed that the structure evolution of West Guizhou had experienced with six stages, including the base formation stage, passive continental margin stage, inland rift-depression stage, steady platform stage, intracontinental orogenic stage and compressing and uplifting stage. Controlled by the NE and NNE synsedimentary faults and the paleotopography with high in northwest and low in southeast formatted by the Dongwu movement, a coal bearing structure mainly with set of the marine-continental transitional facies was deposited in Late Permian. The sedimentation facies was expanded in NE direction from NW to SE. After the coal formation period, the original type coal basin was seriously decomposed by the influences of the Yanshan movement and the Himalayan movement. The large syncline and synclinorium would be the main coal controlled structure.

Key words: West west of Guizhou; structure evolution; Late Permian; structure controlled seam

黔西地区包括水城、盘县、六枝、威宁、织金及纳雍等地，晚二叠世煤层分布广泛，煤种较全，储量巨大，不仅是我国长江以南重要的煤炭工业基地，而且是煤层气商业化勘探开发的理想场所，具有很好的开发前景[1]。研究区构造特征及煤田地质特征前人做了一定的研究[2-7]，但是缺少构造演化阶段的系统划分，从而对晚二叠世煤层建造和改造的构造背景认识不清，为此，笔者在野外地质和

收稿日期：2011-10-22；**责任编辑**：曾康生
基金项目：国家自然科学重点基金资助项目(40730422，40672101)；国家科技重大专项资助项目(2011ZX05034)
作者简介：窦新钊(1985—)，男，江苏徐州人，博士研究生。Tel：13813470731，E-mail：douxinzhao@163.com
网络出版时间：2012-03-12 04：35：00；**网络出版地址**：http://www.cnki.net/kcms/detail/11.2402.TD.20120312.1635.201203.109_028.html
引用格式：窦新钊，姜 波，秦 勇，等. 黔西地区构造演化及其对晚二叠世煤层的控制[J]. 煤炭科学技术，2012，40(3)：109-114.

中国煤炭期刊网 www.chinacaj.net

区域地质资料分析的基础上，对黔西地区构造演化阶段及构造层进行系统的划分，并且对晚二叠世煤层聚集和赋存的构造控制进行深入探讨。

1　地质概况

黔西地区在大地构造上位于上扬子地块滇东－黔中隆起东部，出露的地层主要有泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系、古近系及第四系，以二叠系和三叠系分布最为广泛。主要含煤地层形成于晚二叠世龙潭期和长兴期，属于晚二叠世上扬子聚煤沉积盆地的一部分，上扬子聚煤盆地是在晚二叠世为西高东低的陆相、海陆交替相和浅海相的沉积环境，形成巨大的聚煤盆地，燕山运动、喜马拉雅运动使该盆地分解为北面四川盆地和南面众多山间坳陷盆地、断陷盆地，煤层主要保存在盘关向斜、格目底向斜、青山向斜、比德向斜、三塘向斜等大型向斜或复向斜中（图 1）。

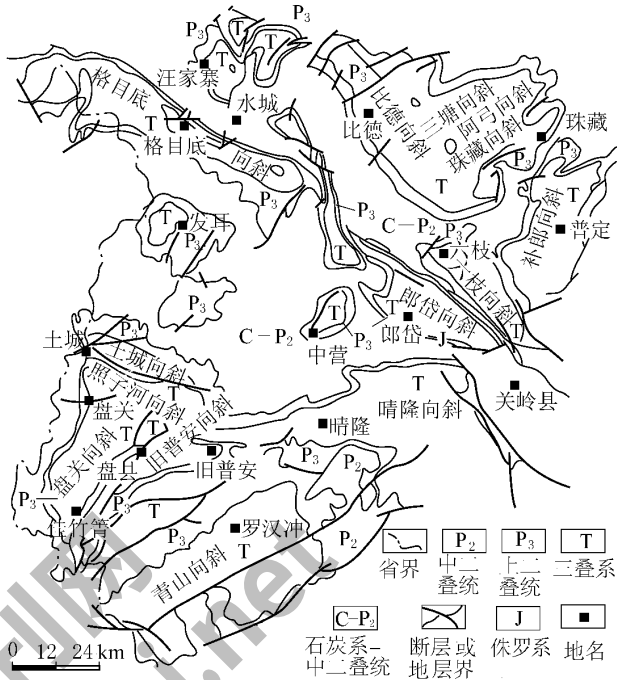


图 1　黔西主要聚煤区分布

2　构造演化

根据沉积建造类型、构造变形特征和地层接触关系，将黔西地区地层划分为 6 个构造层和 15 个亚构造层（图 2），包括基底构造层、震旦系－下

地层系统				构造旋回	构造运动	构造阶段		构造层	
界	系	统(群)	代号						
新生界	第四系		Q	喜马拉雅旋回	喜马拉雅晚期运动	挤压隆升	太平洋和印度洋	上白垩统-新生界构造层	第Ⅳ亚构造层
	新近系		N						第Ⅲ亚构造层
	古近系	渐新统	E_3		喜马拉雅中期运动				第Ⅱ亚构造层
		古-始新统	E_{1-2}		喜马拉雅早期运动				第Ⅰ亚构造层
中生界	白垩系	上统	K_2	燕山旋回	燕山晚期运动	陆内造山	新特提斯	上三叠统-下白垩统构造层	第Ⅱ亚构造层
		下统	K_1						第Ⅰ亚构造层
	侏罗系		J		燕山中期运动				
	三叠系	上统	T_3	印支旋回	安源运动				
		中统	T_2			稳定台地	古特提斯	中下三叠统构造层	第Ⅰ亚构造层
		下统	T_1		海西晚期运动				
上古生界	二叠系	上统	P_3	海西旋回	东吴运动	陆内裂陷		上古生界构造层	第Ⅳ亚构造层
		中-下统	$P_{1\,2}$		黔桂运动				第Ⅲ亚构造层
	石炭系	上统	C_2						第Ⅱ亚构造层
		下统	C_1		紫云运动				
	泥盆系		D		广西运动				第Ⅰ亚构造层
下古生界	志留系		S	加里东旋回	都匀运动	被动大陆边缘	前古特提斯	震旦系-下古生界构造层	第Ⅱ亚构造层
	奥陶系		O						第Ⅰ亚构造层
	寒武系		ϵ						
元古界	震旦系		Z		雪峰运动				
		板溪群		扬子旋回	武陵运动	活动大陆边缘	罗迪尼亚	基底构造层	第Ⅱ亚构造层
		梵净山群							第Ⅰ亚构造层

图 2　黔西地区构造演化及构造层划分

中国煤炭期刊网 www.chinacaj.net

古生界构造层、上古生界构造层、中下三叠统构造层、上三叠统－下白垩统构造层和上白垩统－新生界构造层。在野外地质和区域地质基础上，结合构造层和不整合面资料，将黔西地区构造演化划分为 6 个阶段（图 2）：基底形成阶段（Pt_2-Pt_3）、被动大陆边缘阶段（Z－S）、陆内裂陷阶段（D－P）、稳定台地阶段（T_1-T_2）、陆内造山阶段（T_3-K_1）和挤压隆升阶段（K_2-Q）。

2.1　基底形成阶段（Pt_2-Pt_3）

中元古代晚期，黔西地区处于大洋环境，随着大洋板块消失，贵州大洋地壳向北扩张移动抵达到向南增生的川中古陆边缘[8]，梵净山群沉积末期发生武陵褶皱运动，贵州冒地槽褶皱上升与川中古陆连为一体，形成川黔古陆。板溪群沉积末期的雪峰运动使贵州上升成陆，结束了地台基底地槽型活动历史，转入地台盖层稳定性沉积。

2.2　被动大陆边缘阶段（Z－S）

扬子地块东南缘加里东时期属于典型的被动大陆边缘[9]，震旦纪黔西地区上升，仅在织金、纳雍等地有零星沉积，寒武纪黔西地区主要为浅海地台构造环境。奥陶纪末到志留纪初，贵州中部和南部发生一次明显的地壳运动，即都匀运动，造成扬子地台上隆，黔西地区上升成陆，奥陶系绝大部分被剥蚀，大部分地区志留系中统直接覆盖在寒武系或前寒武系之上。志留纪末泥盆纪初的广西运动后，前古特提斯期的洋盆几乎全部封闭，南方各地块聚合，华南褶皱带与扬子地台合并为统一的华南板块[10]，包括黔西地区的滇黔桂地区隆升为陆，称为“滇黔桂古陆”。黔西地区形成 NE、NW 向两组断裂，将黔西地区的地壳切割成各具特色的一些磁性块体[11]，成为后期构造演化及构造变形的重要控制因素。

2.3　陆内裂陷阶段（D－P）

滇黔桂地区从早古生代到晚古生代复杂的海陆变迁，主要表现在晚奥陶世至志留纪的“滇黔桂古陆”到晚古生代“滇黔桂盆地”的巨大变化[12]。泥盆纪至中二叠世晚期，由于热地幔的上涌，岩石圈伸展变薄和不均匀沉陷，在加里东期断裂控制下发生裂陷作用。其间，由于岩石圈的不均匀张裂沉陷致使研究区发生多次相对上升，包括紫云运动和黔桂运动，造成泥盆系和石炭系之间和马平组与梁山组之间的平行不整合。中二叠世末至晚二叠世初，有可能是受峨眉山地幔柱快速上升的影响[13]，产生东吴运动，地壳普遍上隆接受剥蚀，形成穹状隆起并遭受差异剥蚀。晚二叠世海水自东南方向侵入，在黔西地区形成海陆交互相沉积环境，是黔西地区最重要的成煤时期。

2.4　稳定台地阶段（T_1-T_2）

东吴运动后水城－紫云裂陷槽盆 NW 段关闭[14]，由于岩石圈热收缩效应[8]，黔西地区整体沉陷，形成海进序列沉积，早中三叠世为稳定的浅海台地相碳酸盐岩沉积，厚度达 5 000 m 以上。印支运动结束了古特提斯洋盆的发育历史[15]，就黔西地区来说，中晚三叠世期间发生安源运动，结束了贵州海相沉积的历史，进入全面挤压阶段。

2.5　陆内造山阶段（T_3-K_1）

晚三叠世，黔西地区挤压抬升，开始陆相沉积。随后，贵州地区进入新特提斯构造域发展阶段，燕山中期，西南缘丁青－怒江新特提斯洋聚敛，金沙江－墨江、昌宁－孟连古特提斯造山带陆内继承性活动，研究区处于 NE—SW 向挤压应力场中，在块体边界的控制下首先在边界处产生 NW 向的褶皱和逆冲断层，断裂两侧多处的对冲和背冲构造显示了两侧块体的相向运动。燕山晚期是新特提斯构造域向滨太平洋构造域转换时期，东部古太平洋板块俯冲于欧亚板块之下，造成研究区南部粤海造山带继续上隆冲断，黔西地区处于近 NS 向挤压应力场中，形成近 EW 向构造，如黔中断裂及贵阳普定断裂控制下形成 EW 向断层和褶皱，如马场断层和纳雍断层及大窑背斜等。尔后太平洋板块持续俯冲，整个中国中东部处于强烈的 NW—SE 向挤压应力场中，形成 NE、NNE 向构造，与 NW 向及 EW 向构造反接复合，使构造变形复杂化。至此，黔西地区构造变形基本定型，形成了大型和小型的内陆盆地沉积组合，后期剥蚀保存不全，多零星出露。

2.6　挤压隆升阶段（K_2-Q）

经过燕山运动，贵州自南而北逐渐结束了大型盆地的沉积历史，岩石圈处于不断隆升状态，黔西地区新生代地层记录不全，根据区域资料分析认为存在三期构造运动，在渐新世和始新世之间、古新近纪之间以及新近纪和第四纪之间各存在一次构造运动。但是，就黔西地区来说构造作用不甚强烈，主要以间歇性和差异性隆升为主，大部分地层被后

中国煤炭期刊网 www.chinacaj.net

期挤压隆升所剥蚀，现在贵州地貌存在的几级剥夷面和阶地[16]是上述构造运动的反应，于小型山间盆地中形成了红层组合与红层及含煤组合。

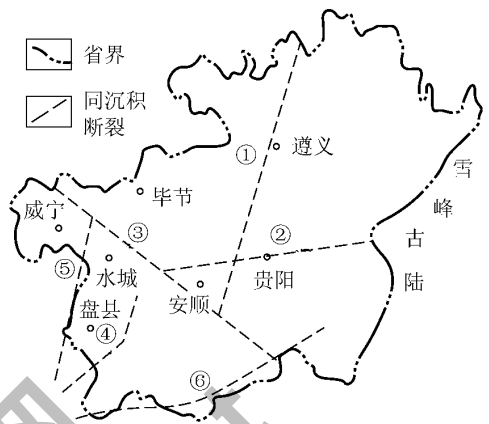
3　构造控煤

3.1　晚二叠世构造－沉积特征

黔西晚二叠世丰富的煤炭资源受益于加里东期以来的区域拉张的构造环境和裂陷的构造背景，在此构造背景之下，晚二叠世区域性 NE 向同沉积断裂对含煤地层沉积格局起着重要的控制作用，形成 NE 向展布的沉积与聚煤格局。

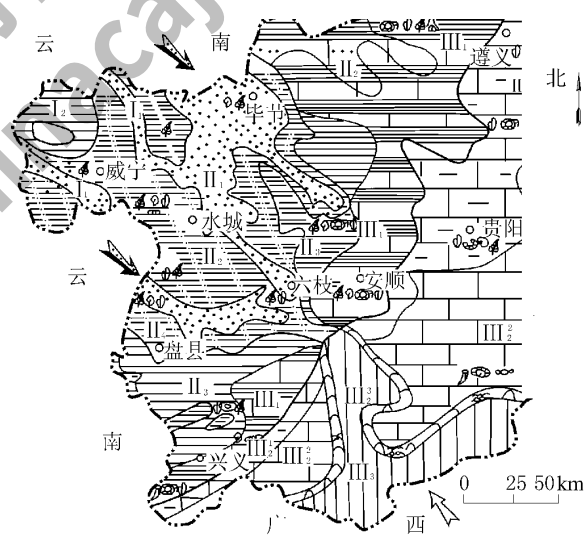
中二叠世后期产生东吴运动，地壳结束了栖霞茅口期陆表海环境，整个上扬子盆地反升成陆，遭受了不同程度的风化剥蚀和淋滤残积作用，造就了广阔的残积平原，为含煤建造的沉积准备了地形条件。同时，大量的玄武岩浆溢流喷发，堆积成连绵起伏的玄武岩山地，构成了正向的构造因素和地形条件，对聚煤盆地基底起到填平补齐的作用，造成北西高、南东低的古地形特征，对含煤构造的形成有十分重要的影响。

晚二叠世，水城－紫云裂陷槽 NW 段关闭，活动性减弱，黔西地区沉积相带主要受控于 NNE 向或 NE 向的泸西－富源断裂、遵义－平坝断裂以及师宗－普安断裂（图 3）的同沉积作用，呈 NE 向展布。由南东向北西呈现海相－过渡相－陆相的沉积古地理格局（图 4）。泸西－富源断裂 NW 侧主要为陆相的河流、湖泊及沼泽相沉积，贵州主要分布于威宁地区。泸西－富源断裂与师宗－普安断裂及遵义－平坝断裂之间 NE 向条带区域主要为过渡相的三角洲、三角洲－潮坪、泻湖－潮坪以及扇三角洲沉积，是黔西主要聚煤区。遵义－平坝断裂以东主要为海相的碎屑泥质潮下、局限台地及开阔台地沉积，师宗－普安断裂与水城－紫云断裂 SE 段之间为海相深水盆地沉积，体现了晚二叠世期间水城－紫云断裂 SE 段活动性明显强于 NW 段。至此，明显可以看出，在 NNE 向、NE 向同沉积断裂控制下，在由南东向北西海侵作用下，由北西向南东各种沉积相带呈有规律的展布，形成河流相－三角洲相－潮坪、泻湖相－碎屑泥质潮下相－局限碳酸盐台地相－开阔碳酸盐台地相－边缘生物礁相－深水盆地相（图 5）。晚二叠世期间，扬子地台处于赤道附近[2]，气候适宜，碎屑物质和聚煤物质丰富，黔西地区河流相、三角洲相、泻湖－潮坪相及碳酸盐台地等均具备煤层聚集的环境条件，形成丰富的煤炭资源。



①遵义－平坝断裂；②贵阳－普定断裂；③水城－紫云断裂；④师宗－普安断裂；⑤泸西－富源断裂；⑥南盘江断裂

图 3　黔西同沉积断裂分布



Ⅰ—陆相；$Ⅰ_1$—河流；$Ⅰ_2$—湖泊、沼泽；Ⅱ—过渡相；$Ⅱ_1$—三角洲；$Ⅱ_2$—三角洲－潮坪；$Ⅱ_3$—泻湖－潮坪；$Ⅱ_4$—扇三角洲；Ⅲ—海相；$Ⅲ_1$—碎屑泥质潮下；$Ⅲ_2^1$—局限台地；$Ⅲ_2^2$—开阔台地；$Ⅲ_2^3$—台地边缘生物礁滩；$Ⅲ_3$—盆地

图 4　黔西地区晚二叠世岩相古地理图

3.2　中、新生代构造改造作用

上扬子地块中、新生代受到印支、燕山及喜马拉雅三期构造运动的影响，使得晚二叠世聚煤盆地遭受强烈改造，分解成大型的四川盆地和众多山间

中国煤炭期刊网 www.chinacaj.net

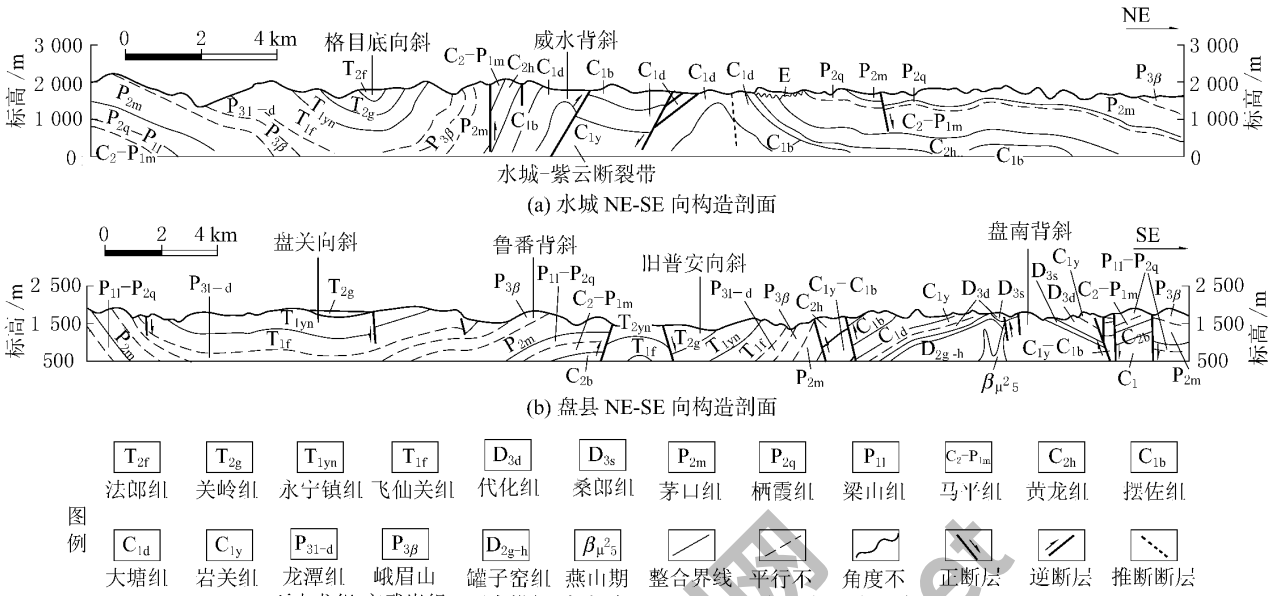


图 5　黔西区域构造剖面

断陷盆地及坳陷盆地。就黔西地区来说，晚二叠世聚煤区在中三叠世末的安源运动后整体抬升成陆，燕山中晚期先后受到 NE—SW、近 NS 及 NW—SE 向构造应力作用，形成复杂的以逆冲断层和褶皱（图 5）为主体的构造格局。古近纪至今，印度板块、太平洋板块及欧亚板块相互作用下，研究区不断隆起，在部分背斜轴部的上二叠统煤系虽遭受剥蚀，但两边多数向斜和复向斜中的上二叠统煤系大多得以保存，区内的一级控煤构造主要为大型向斜和复向斜。黔西地区现今的聚煤区带及聚煤构造主要有盘县聚煤区、格目底向斜、六枝向斜、郎岱向斜、青山向斜和比德－三塘聚煤区等，各聚煤区带的构造特征不同，控制了煤层的赋存状态，并对煤变质具有一定的影响（图 1）。

3.3　聚煤区特征

1）盘县聚煤区。主体构造为复向斜，面积 1 27 km^2，包括 NE 向的盘关向斜、旧普安向斜和 NW 向的土城向斜及照子河向斜（图 1）。盘关向斜面积 557 km^2，总体走向 NE，向斜轴之南段为 NS 向，中段向 E 弯曲，北段又向 W 转弯呈双 S 型。总体看来西翼断裂发育，东翼相对较弱，北部断裂发育，南部次之。照子河向斜面积 380 km^2，呈 NE 转 EW 向的长条形，中部埋深达 2 500 m 以上，是盘县聚煤区凹陷最深的向斜，西翼岩层产状陡倾，中、东部形成两凹两隆，西部为一凹陷。土城向斜处于六盘水断陷区的南缘，面积 130 km^2，走向 NW，南边界与照子河向斜以逆断层相接，北边界出露老地层，东部除边界上有部分小断裂外，中部、西部断裂较少。旧普安向斜面积 160 km^2，为 NE 向的三角形箕状断陷，西边界以断层为界，南边与老地层为界，北边与照子河向斜的中部隆起带为界，但向斜东端部由于受 NS 向应力场的强烈作用，产生了一系列的 NS 向至 NE 向的小断裂。

2）格目底向斜。位于六盘水断陷的西北部（图 1），面积 612 km^2，构造复杂，向斜主体部分受到逆冲断层的“保护”，有利于煤层气的保存[1]。向斜北部以水城－紫云断裂为界，南以公鸡山背斜为界，呈 NW 走向的长条带状。向斜北翼为断裂带，发育着若干 NW 向的大断裂，同时发育 2 组走向为 NE 和 NS 的次级平移断裂。向斜东端发育了 1 组 NW 转 NS 再转 SW 的弧形断裂带。

3）六枝向斜。位于六盘水断陷的东南部（图 1），面积 267 km^2。燕山期受水城－紫云断裂带的控制，走向 NW，呈三边形形态，三边均以断裂为界，并有玄武岩分布于边界。南西边界岩层产状陡并相对下降，东部与 NE 向构造带相接，相对为应力松弛区，岩层产状平缓，并相对抬升，形成箕状断陷格架。北西端发育了一系列 NE 向断裂，南东端则以自 EW 向到 NE 向断裂为主要特点，北东边以大梅山背斜为界将六枝向斜和郎岱向斜分开。

中国煤炭期刊网 www.chinacaj.net

4) 郎岱向斜。位于六盘水断陷的东南部(图 1),与六枝向斜平行排列,面积 364 km^2,由双夕向斜和郎岱向斜组成一个复向斜。地表出露和航磁资料显示向斜四周均有玄武岩分布,晚二叠世以后一直处于下降状态,接受了三叠纪、早侏罗世的沉积,中侏罗世燕山运动使其停止沉积。向斜形成深凹陷,中心达 3 000 m 以上,两翼地层产状陡,除四周边界断裂外,中部深凹陷中未发现大断裂。

5) 青山向斜。位于黔西南复杂构造区内(图 1),走向 NE,面积 1 268 km^2,发育了一系列的 NE 向近平行展布的断裂。在省界边部还有 1 条 NW—SE 向的向斜,南西边界断裂与主构造线近于垂直。青山向斜南东面右江褶皱带隆起致使向斜东部抬升并遭风化剥蚀,新生代应力松弛,断裂均具张扭性,以正断层为主,构造裂隙十分发育,利于煤层气的运移。

6) 比德 - 三塘聚煤区。位于水城 - 紫云断裂带东部的 NE 向构造带内(图 1),面积 1 692 km^2。盆地西边由新寨背斜相隔与水城 - 紫云断裂带相接,北部与纳雍近 EW 向构造相接,南部为黔南断陷。主要构造线有 NW 向和 NE 向 2 组,NW 向以比德向斜为主,NE 向以三塘向斜为主,中间由加戛背斜和同向断裂组分开,显示了燕山期构造变形的多期性以及边界断层的控制作用。

4 结　论

1) 黔西地区具有多次构造演化特征,经历了罗迪尼亚、前古特提斯、古特提斯、新特提斯及太平洋和印度洋五大构造体制,进一步划分为 6 个阶段:基底形成阶段($Pt_2 - Pt_3$)、被动大陆边缘阶段(Z - S)、陆内裂谷阶段(D - P)、稳定台地阶段($T_1 - T_2$)、陆内造山阶段($T_3 - K_1$)和挤压隆升阶段(K_2 - Q),从而将地层划分为 6 个构造层和 15 个亚构造层。

2) 黔西地区加里东期以来的区域拉张和裂陷的构造环境是聚煤盆地形成的古构造背景,东吴运动产生的连绵起伏的玄武岩山地,构造了正向的构造因素和地形条件,对聚煤盆地基底起到填平补齐的作用,造成西北高、东南低的古地形特征,晚二叠世期间区域性 NE、NNE 向同沉积断裂对含煤地层沉积格局起着重要的控制作用,形成 NE 向展布的沉积与聚煤格局。

3) 晚二叠世成煤期后,黔西地区经历了印支和燕山运动的影响,聚煤盆地遭受强烈改造,逆冲断层和褶皱构造发育,喜马拉雅期整体挤压隆升,使得大部分背斜轴部的上二叠统煤系虽遭受剥蚀,大型向斜和复向斜成为最为重要的控煤构造,包括格目底向斜、六枝向斜、郎岱向斜、青山向斜、比德向斜及三塘向斜等。

参考文献:

[1] 桂宝林,王学仁,王朝栋,等. 黔西滇东煤层气地质与勘探[M]. 昆明:云南科技出版社,2001.

[2] 王钟堂. 黔西煤田构造及其演化[J]. 中国煤田地质,1990,2(3):13 - 17.

[3] 桂宝林,王朝栋. 滇东 - 黔西地区煤层气构造特征[J]. 云南地质,2000,19(4):321 - 351.

[4] 陈学敏. 黔西煤田构造特征[J]. 煤田地质与勘探,1994,22(2):13 - 17.

[5] 陈学敏. 论贵州西部扭动构造[J]. 贵州地质,2009,26(1):13 - 19.

[6] 程玛莉,崔玉朝. 贵州安家寨煤矿龙潭组煤层特征及对比[J]. 煤炭科学技术,2011,39(10):104 - 107.

[7] 刘　进,冯常茂,牛新生. 贵州上二叠统含煤岩系煤级分布的成因分析[J]. 煤炭科学技术,2007,35(11):101 - 103.

[8] 贵州省地质矿产局. 贵州省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1987:608 - 609.

[9] 刘宝珺,许效松,潘杏南. 中国南方古大陆沉积地壳演化与成矿[M]. 北京:科学出版社,1993:9 - 134.

[10] 马　力,陈焕疆,甘克文,等. 中国南方大地构造和海相油气地质[M]. 北京:地质出版社,2004:108.

[11] 王砚耕,索书田,张明发,等. 黔西南构造与卡林型金矿[M]. 北京:地质出版社,1994:22 - 23.

[12] 梅冥相,马永生,邓　军,等. 加里东运动构造古地理及滇黔桂盆地的形成:兼论滇黔桂盆地深层油气勘探潜力[J]. 地学前缘,2005,12(3):227 - 236.

[13] 王尚彦,张　慧,王天华,等. 黔西水城—紫云地区晚古生代裂陷槽盆充填和演化[J]. 地质通报,2006,25(3):402 - 407.

[14] 徐义刚,钟孙霖. 二叠纪峨眉山大火成岩省:地幔柱活动的证据及其熔融条件[J]. 地球化学,2001,30(1):1 - 9.

[15] 吴根耀. 古深断裂活化与燕山期陆内造山运动:以川南 - 滇东和扬子褶皱 - 冲断系为例[J]. 大地构造与成矿学,2001,25(3):246 - 253.

[16] 林树基. 贵州晚新生代构造运动的主要特征[J]. 贵州地质,1993,10(10):10 - 15.

[17] 徐彬彬,何明德. 贵州煤田地质[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,2003:182.

中国煤炭期刊网 www.chinacaj.net