

黔西罐子窑地区叠加变形及其对 铅锌矿床的控制作用

张德明^{1a,2}, 何良伦³, 曾广乾^{1a}, 杨坤光^{1a,1b}, 戴传固², 张慧²

(1. 中国地质大学(武汉)a. 地球科学学院;b. 构造与油气资源教育部重点实验室, 湖北 武汉 430074;
2. 贵州省地质调查院, 贵州 贵阳 550005; 3. 贵州省地矿局 113 地质大队, 贵州 六盘水 553000)

[摘要]黔西罐子窑地区位于扬子板块西南缘,自中生代进入板内发展阶段之后,发生了多期次复杂构造叠加变形。第一期变形(早燕山期: J_3-K_1)以自东向西挤压收缩为主,形成了近南北向的褶皱与断层构造体系,发育褶皱轴面以东倾、断层以向西逆冲滑脱占主导地位的变形特征。中上泥盆统火烘组、榴江组泥灰岩和硅质、钙质粘土岩为重要滑脱面,滑脱层本身变形复杂,其上部褶皱相对平滑开阔而下部褶皱相对紧闭。第二期变形(晚燕山期: K_2-E)以自北向南挤压收缩为特点,横跨叠加在早期变形之上,表现为早期近南北向褶皱发生枢纽倾伏、断层发生张剪性活动,伴随多层次向南滑脱,在南部形成了轴面北倾的近东西向褶皱(局部倒转)和向南逆冲的断层,并切割南北向构造,喜山早期使得断裂再次活动与调整。区内铅锌矿体分为两类产出状态,一是顺层平缓产出,明显受顺层滑脱与低角度断层控制;另一类是陡倾产出,受陡倾张剪性断层控制。平缓者多形成于早、晚燕山期,而陡倾者多形成于构造转换期或喜山早期。

[关键词]滑脱作用;叠加变形;铅锌矿床;构造控矿;罐子窑地区

[中图分类号]P618.42-43;P548 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1000-5943(2014)04-0241-11

黔西铅锌矿成矿区处于川-滇-黔成矿域东侧,罐子窑地区是黔西铅锌矿床最主要的成矿地段,分布有罐子窑、格所及丁头山三大矿区(图1、图2)。

上世纪50年代以来,地质前辈们就在本区开展了基础地质与矿产勘查,取得了一些成果,由于研究区构造变形复杂,发育不同方向的褶皱和断裂,同一构造不同部位变形方式和强度也极不协调。前人对黔西构造变形与成因主要有两种观点:(1)旋扭变形机制:该观点认为不同方向的褶皱是旋转扭动形成的,对于扭动方式,也有不同意见,周启永(1991)认为是从印支-燕山期持续顺时针扭动^[1],陈学敏(2009)认为是正、反扭动复合构造,顺时针扭动形成NW向构造,反时针扭动形成NE向构造^[2]。扭动机制强调的是一次或同时扭动旋转,其问题是一没有很好地解释动力学来源,二是与野外存在多期先后叠加的变形事实

不符。(2)叠加变形机制:据吴德超等(2003),黔西南地区燕山-喜山期发生过4期褶皱,褶皱早晚顺序为NW→SN→EW→NE^[3],该观点没有具体的野外证据,同时缺少对应力场转换及变形机制的分析。结合野外调查与综合研究,我们认为:早燕山期(J_3-K_1)以自东向西挤压收缩,形成了近南北向构造,晚燕山期(K_2-E)以自北向南挤压收缩,横跨叠加在早期变形之上,同时由于软弱层的滑脱与垭都-紫云断裂的调节作用,从而形成了复杂变形特征,该认识与贵州境内中生代以来的区域变形相一致^[4,5]。

前人对滇东北、黔西北等地区铅锌矿床的研究,一致认为构造活动是铅锌矿床成矿作用的主导因素之一,并提出了构造分级控矿的规律,且大多铅锌矿主要在断裂带或断裂交汇部位富集,有些则在不同方向褶皱构造的交汇部位^[6,7]。此外,叠加变形有利于铅锌矿的富集,一些学者认为,

[收稿日期]2014-06-02

[基金项目]贵州省国土资源厅“贵州区域构造特征、构造演化与矿产空间分布关系研究”和贵州省地矿局“贵州普安罐子窑-水城花嘎地区构造变形及其对铅锌矿控制”联合资助。

[作者简介]张德明(1989-),男,硕士研究生,专业方向为构造地质学。

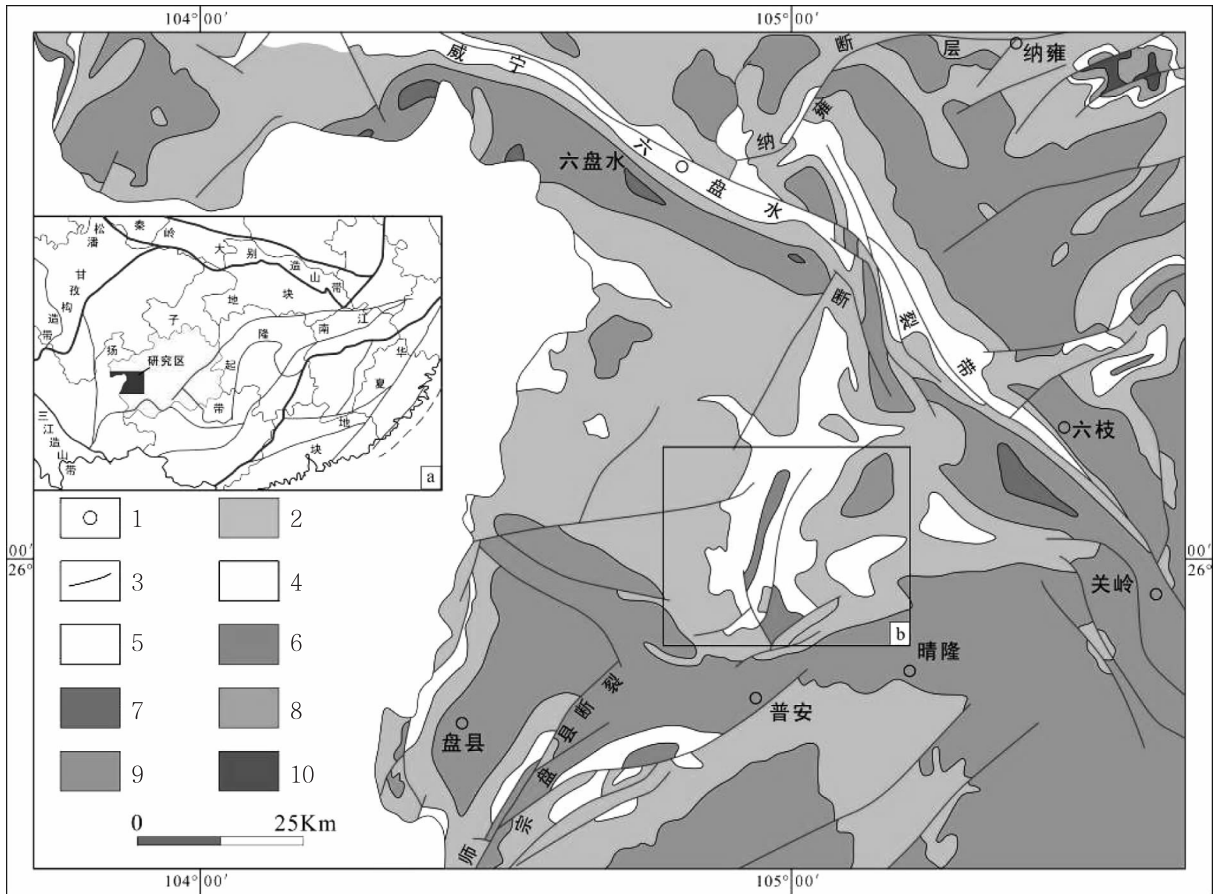


图1 黔西地质简图(a-区域大地构造位置;b-图2位置)

Fig. 1 Simplified geological map of western Guizhou Province

1—地名;2—二叠系;3—断层;4—石炭系;5—白垩系;6—泥盆系;7—侏罗系;8—寒武系;9—三叠系;10—震旦系

早期褶皱断裂作用只是改变了 Pb、Zn 等元素的赋存状态而趋向构造裂隙中迁移,不易形成大矿体,在晚期叠加改造,构造反转使得一些纵断层张开,变形释放能量更容易使深部物质和围岩成矿物质向断裂带运移,形成大矿床^[8-10]。黔西罐子窑地区自中生代以来发生了叠加变形与构造反转,并在垂向上发育有两套软弱层(页岩、泥灰岩、硅质粘土岩为主的 D_2h 、 D_3l 和泥页岩为主的 C_1dw),滑脱作用与叠加变形不仅奠定了本区基本构造格局,且对该区铅锌矿成矿具有明显的控制作用。我们通过详细的野外调查,总结了该地区构造变形特点及其形成机理,同时讨论了构造活动对该区铅锌矿床的控制作用。

1 区域地质概况

黔西地区位于扬子板块西南缘,处于特提斯-喜马拉雅构造域与滨太平洋构造域两大构造单元结合部位,其北为四川盆地,西部为康滇-三江

复杂变形区,东南部为右江褶皱带(图1-a)。最新研究成果表明,华南晋宁 II 期(850 ~ 820 Ma)是扬子和华夏两个地块最终拼合形成华南大陆的时限,黔西地区前南华纪主要为基底演化阶段,南华纪后开始为盖层演化阶段^[11-14];南华-志留纪(Nh-S)为陆内裂谷作用阶段,发育海相沉积地层;泥盆纪-中三叠世(D-T₂)受近 NW 向水城-紫云裂陷槽盆控制,为海相火山沉积演化阶段,沉积断陷伴随的断块作用产生了不均一沉积,高位断块上出现浅海相碳酸盐沉积,低位断块处则为深水炭泥硅质沉积^[15,16];晚三叠世以来(T₃-Q)为陆相沉积作用阶段。

自泥盆纪以来,黔西地区经历了紫云运动(D/C)、黔桂运动(P₁/P₂)、东吴运动(P₂/P₃)、印支运动(T₂/T₃)等构造活动,这些运动主要表现为升降活动,构造变形较弱;早燕山运动(J₃-K₁)、晚燕山运动(K₂-E)成为本区主要褶皱、断裂形成和定型的两期运动^[4];喜山运动(E-Q)主要为研究区断裂活化、性质变化时期。罐子窑地区

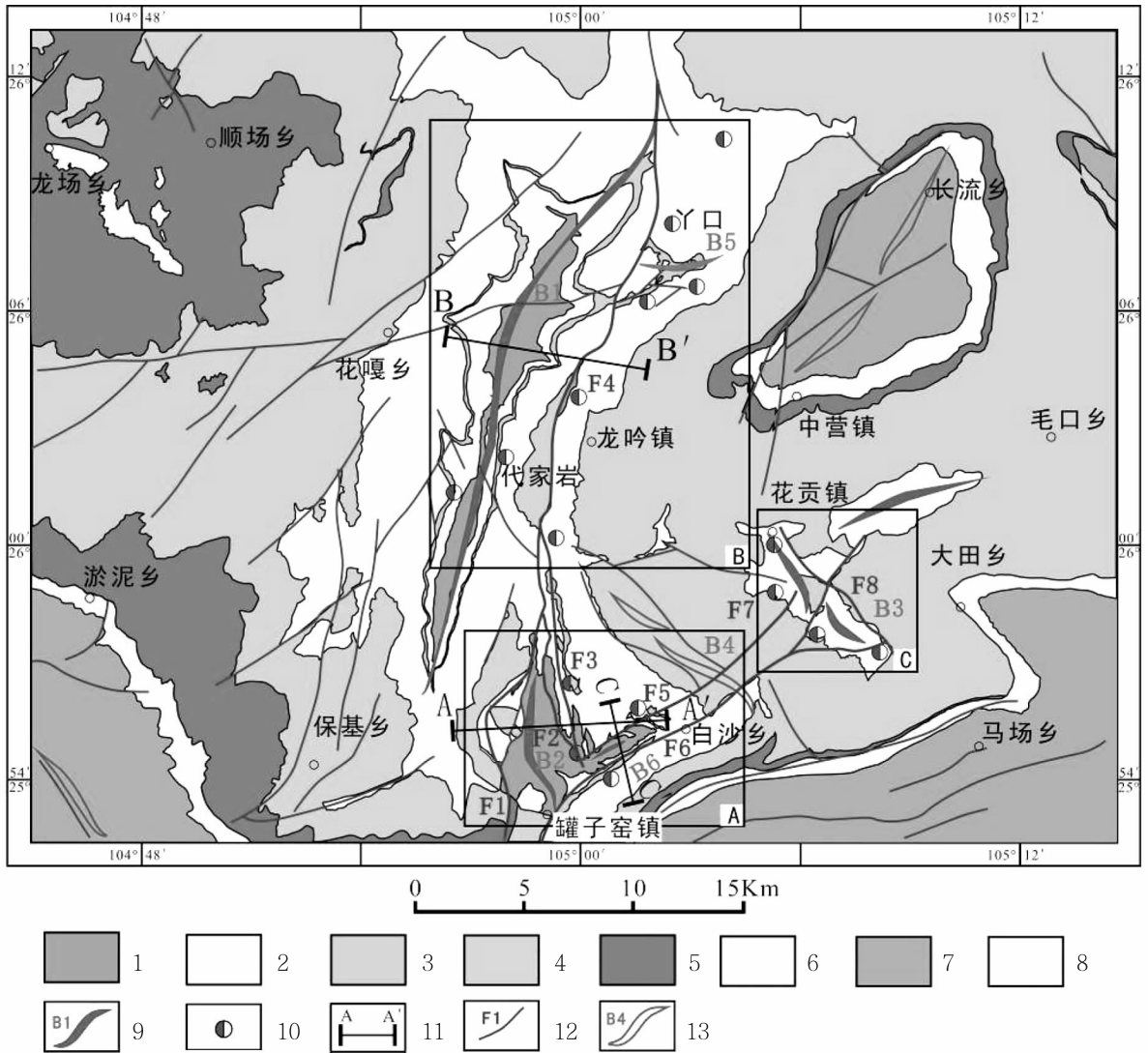


图2 罐子窑地区矿区地质简图

Fig. 2 Geological sketch map of Guanziyao mining area

B1—格所背斜;B2—绿卯坪背斜;B3—丁头山背斜;B4—老鹰岩向斜;B5—丫口背斜;B6—黄泥管背斜;F1—阿浪断裂;F2—两路口断裂;F3—往浪断裂;F4—代家岩断裂;F5—苏子坪断裂;F6—高芦—青山梁子断裂;F7—雨泥断裂;F8—马家岩—花贡断裂
 1— D_2h, D_3l ; 2— $DCuz, C_1m, C_{1-2}w$ (CPn); 3—打屋坝组 (C_1dw); 4— $P_1ly, P_1b, P_2l, P_2q, P_2m$; 5—玄武岩 (βp); 6—龙潭组 (P_3l); 7— $T_f, T_{1-3}f, T_2g, T_2y$; 8—茅台组 (K_2m); 9—断层及编号; 10—向斜及编号; 11—背斜及编号; 12—铅锌矿矿点; 13—剖面位置及编号 A—罐子窑矿区; B—格所矿区; C—丁头山矿区

处于NW向威宁-六盘水断裂(垭都-紫云断裂分支)和NE向师宗-盘县断裂的夹持部位(图1-b),垭都-紫云断裂为黔西南坳陷与黔中隆起的边界断裂,是一条切割基底、长期活动的断裂,古生代表现为断陷活动,早燕山期表现为左行剪切兼逆冲性质,晚燕山期表现为右行剪切兼逆冲性质^[17,18]。师宗-盘县断裂早燕山期表现为倾向NW右行剪切兼逆冲性质^[19]。

区域上黔西南地区构造以NW向、NE向为主(图1),罐子窑地区处于以二叠纪为主体的地层三角带的东南侧(图1-b),黔西南较老地层

(D、C)主要集中此区且呈南北向分布,上覆较新地层(P-T)呈不同形态环绕形成复杂褶皱,构成不协调图案,该区正是叠加变形与滑脱作用的典型部位,也是前人所述的“普安旋卷构造体系”的核心部位,该地区的构造研究对于分析本区乃至黔西南全区的构造成因显得尤为重要。

2 矿区地质特征

图2所示,罐子窑地区矿区内出露地层由老至新主要为泥盆系中统火烘组(D_2h),上统榴江

组(D₃l)和五指山组(DC wz);石炭系下统睦化组(C₁m)和打屋坝组(C₁dw),上统威宁组(C₁₋₂w)及同期异相的南丹组(CPn);二叠系下统龙吟组(P₁ly)、包磨山组(P₁b),中统梁山组(P₂l)、栖霞组(P₂q)、茅口组(P₂m),峨眉山玄武岩(βp),上统龙潭组(P₃l);三叠系主要出露于矿区外缘,白垩系在罐子窑镇附近局部出露;区内辉绿岩岩体(βu)呈零星状分布(见剖面AA'、CC'),主要侵位于石炭系碳酸盐岩地层中。由于岩石能干性差异和构造改造作用,同一套地层在不同部位厚度变化很大,大套碳酸盐岩地层为纵弯滑式等厚褶皱为主,泥质岩、薄层硅质岩、粉砂岩等则以顶厚与不协调褶皱为特点,在垂向上发育两套区域滑脱层(表1),下滑脱层I为火烘组(D₂h)和榴江组(D₃l)泥灰岩、硅质岩、硅质粘土岩的组合,厚度大于400 m,其本身变形复杂且对上覆褶皱起着滑脱调节作用(如B1、B2等,图4、图5);上滑脱

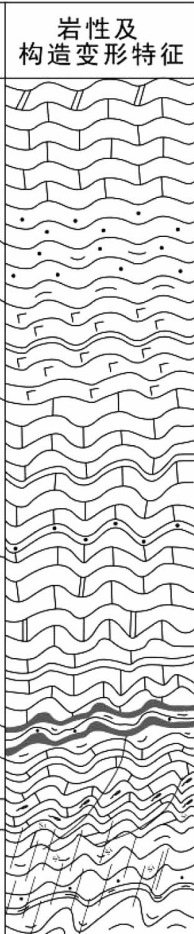
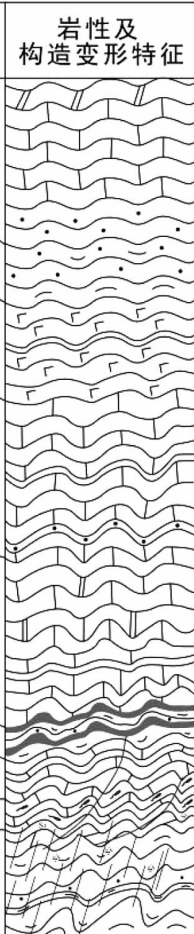
层II为打屋坝组(C₁dw)泥岩、页岩,厚度为80~120 m,作为研究区铅锌矿主要含矿层(C₁₋₂w/CPn)的下伏地层,其滑脱作用对成矿具有明显控制作用。石炭系灰岩、白云岩是研究区铅锌矿的主要赋矿层位,泥盆系和二叠系泥灰岩、硅质岩、条带状灰岩为次要赋矿层位。

区内构造变形复杂,矿区主体发育近SN、近EW向两类构造及外缘构造呈近NW、NE向展布(图2)。

南北向构造:褶皱以B1、B2为代表,平面上枢纽呈弧形弯曲、波状起伏且向南倾伏,核部地层以泥盆系为主,倒转强烈(轴面B1东倾、B2西倾,见剖面AA'、BB');断裂为F1、F2、F3在罐子窑矿区北端交汇后与F4共同组成近SN向且向西逆冲的断裂体系,断面东倾为主,倾角40°~60°,断距200~500 m(南段阿浪附近达2300 m);南北向褶皱和伴生断裂贯穿格所、罐子窑两大矿区组成了矿区主体控矿构造。

表1 罐子窑地区主要地层特征简表

Table 1 The main strata features of Guanziyao area

地层系统		厚度 (m)	岩性及构造变形特征	主要岩石组合及构造特征	主滑面	铅锌矿含矿层
系	代号					
三叠系	T ₁₋₂	680-830		上二叠统以泥岩及粘土岩、泥质粉砂岩为特征,局部发生复杂揉皱,总体与上覆下三叠统砂岩、灰岩、白云岩一起形成侏罗山式褶皱。T ₁₋₂ 往往构成向斜核部	II	次要
二叠系	P ₃ l	260-350		峨眉山玄武岩以一套玄武质熔岩及少量玄武质火山碎屑岩为特征		
	βp	550-600		灰岩、钙质粘土岩、砂岩、白云岩,发育层间滑脱层,主体构造呈平缓褶皱变形的特征		
石炭系	P ₁₋₂	530-1330	灰岩、白云岩为主的碳酸盐岩,能干性强,构成平缓褶皱或单斜层	灰岩、白云岩为主的碳酸盐岩,能干性强,构成平缓褶皱或单斜层	II	主要
	C ₁₋₂ w/CPn	700-900	炭泥质、粉砂质页岩为主,非能干层,上下构造常不协调构成区域次一级滑脱层,变形强烈构成背斜核部加厚地层	炭泥质、粉砂质页岩为主,非能干层,上下构造常不协调构成区域次一级滑脱层,变形强烈构成背斜核部加厚地层		
	C ₁ dw	80-120	泥质条带灰岩、泥晶灰岩夹泥页岩为主的泥质碳酸盐岩,底部非能干层发生强烈滑脱,断裂构造十分发育,常导致该套地层呈“断块”状分布	泥质条带灰岩、泥晶灰岩夹泥页岩为主的泥质碳酸盐岩,底部非能干层发生强烈滑脱,断裂构造十分发育,常导致该套地层呈“断块”状分布		
泥盆系	C ₁ m	280-320		泥灰岩、硅质粘土岩、硅质灰岩、砂泥质软弱岩层,为区域滑脱层,变形强烈。总体变形为不协调褶皱,其上叠加了多种形式的复杂小构造,构成背斜加厚核部	I	次要
	DCwz	80-100				
	D ₃ l + D ₂ h	>420				

东西向构造:褶皱以 B5、B6 为代表,轴迹呈 E-W 向、NEE-SWW 向,B5 核部地层以下石炭统为主而 B6 则以泥盆系为主,卷入地层构造变形强烈并发生倒转现象(轴面总体北倾,B6 南南东翼大套地层发生强烈倒转,见剖面 CC');断裂 F5、F6 呈 NEE 走向,断面总体倾向 N,倾角 $20^{\circ}\sim 50^{\circ}$,分别为 B6 背斜北北西翼、南南东翼具向南南东方向逆冲的组合断裂,断距数米到 300 m 不等。

NW 向、NE 向构造:NW 向褶皱主要发育 B3、B4,NE 向褶皱主要分布于丁头山矿区北及格所矿区东的中营镇-长流乡附近,二者平面轮廓呈短轴状,枢纽呈弧形弯曲、波状起伏且向南东、南西倾伏,背斜核部地层为下石炭统而向斜为二叠系、三叠系,整体构造变形强烈;断裂 F7 呈 NE 向为罐子窑矿区 F5、F6 组合断裂体系的东延,倾向北西,表现出正滑性质,断距 50~300 m;断裂 F8 呈 NW 向为丁头山矿区东缘正滑断裂,倾向北东。

3 叠加与滑脱构造变形特征

3.1 平面叠加变形特点

宏观上,研究区及周缘地区共同构成两个较醒目的弧形构造,向西凸出的弧形沿丫口-格所-罐子窑一线呈近南北向展布,向南凸出的弧形沿保基乡-罐子窑镇-白沙乡一线呈近东西向展布,二者在罐子窑镇附近叠加明显(图 3)。贵州境内(除黔西北)侏罗纪晚期-早白垩世早期(约 160~130 Ma)、晚白垩世-始新世(约 85~55 Ma)存在两次区域沉积间断^[20],显示境内发生了两次区域性构造运动,即本文的早燕山运动和晚燕山运动。早燕山期(图 3-d2),罐子窑地区受 SEE-NWW(约 290° 方向)区域挤压应力场作用下^[4],受紫云断裂和师宗-盘县两条区域断裂的影响,形成以南北向褶皱与向西逆冲断层为主,如 B1、B2 南北向褶皱及 F1、F3 与 F4 组合的 SN 向主干逆冲断层体系;晚燕山期(图 3-d3),受 NNE-SSW(约 190° 方向)区域挤压作用,全区构造发生反转,形成近 EW 向褶皱与向南逆冲断层,近 EW 向褶皱横跨叠加在早期近 SN 向褶皱之上,如 B5、B6 等近 EW 向褶皱直接保留此构造运动形迹。

另外,图 3-a 中花贡镇南北侧发育 NW 向、NE 向褶皱,位于上述南北向弧形构造边缘位置,其构造形迹连线也呈弧形,与 B1、B2 和 B4 南北

向褶皱组合呈背斜-向斜-背斜 EW 向相间并列关系。其成因是早、晚燕山期共同作用的结果,即早期在近 E-W 向挤压应力场作用下受罐子窑矿区南侧、西侧滑脱层调节,形成整体向西突出的弱弧形构造;晚期在近 N-S 向的挤压作用下,该弧形构造进一步弯曲得到加强。

叠加变形还表现出早期褶皱轴波状起伏、平面形态显示不同方向等特征,总体来说,在早、晚燕山运动近直交应力场作用下,晚期近东西向构造叠加于早期近南北向构造,共同形成了本区复杂的平面构造变形格局。

3.2 剖面叠加变形特点

3.2.1 近 EW 向剖面变形特点

图 4 中两条近东西向构造剖面共同显示了早燕山期区域上自东向西的挤压逆冲与滑脱作用,其特点是:①断层主体向西逆冲,次级断裂表现出类似的性质(图 6-a),主干断层向下可能消失于滑脱层(如 F1-F4),早期一些逆冲与反冲断层在晚期构造反转呈正滑断层(如格那河东侧、格所河西侧)。②火烘组和榴江组泥灰岩、粉砂岩、硅质岩、粘土岩组合的软弱层起到了滑脱与调整作用,其本身变形极为强烈(图 6-b),广泛发育次级褶皱和断层,石炭系灰岩呈断块状覆于软弱层之上;③逆冲与滑脱控制褶皱的发育,如断裂 F1 及其反冲断层与滑脱控制 B2、滑脱与断裂 F4 控制倒转背斜 B1,又如断裂 F2 与 F3 间因次一级断层反冲作用,露头上可见睦化组内发育大型平卧褶皱(图 6-c)。④南北向褶皱受南北向逆冲断层及伴随反冲断层的控制,在赤平投影图中次级褶皱轴面倾向东或西。

3.2.2 近南北向剖面变形特点

图 5 近南北向 CC' 剖面显示了矿区南侧晚燕山期自北向南的挤压逆冲和滑脱作用,其特点是:①断层主体向南逆冲,断层 F5、F6 向下可能消失于滑脱层。②一系列断层共同控制了 B6 展布,核部地层火烘组、榴江组变形强烈(图 6-d),背斜 SSE 翼凸桥边-梯子岩一线 D-P 地层整体发生强烈倒转,显示老地层上覆于较新地层的特点。③近东西向褶皱受向南逆冲断裂体系的控制,在赤平投影图中次级褶皱轴面倾向北或南。

理论上,断裂构造从强硬层转向软弱层一般会发生折射变缓,另外研究区局部钻探与地球物理资料也证实大多地面陡倾断层向下变缓。区内

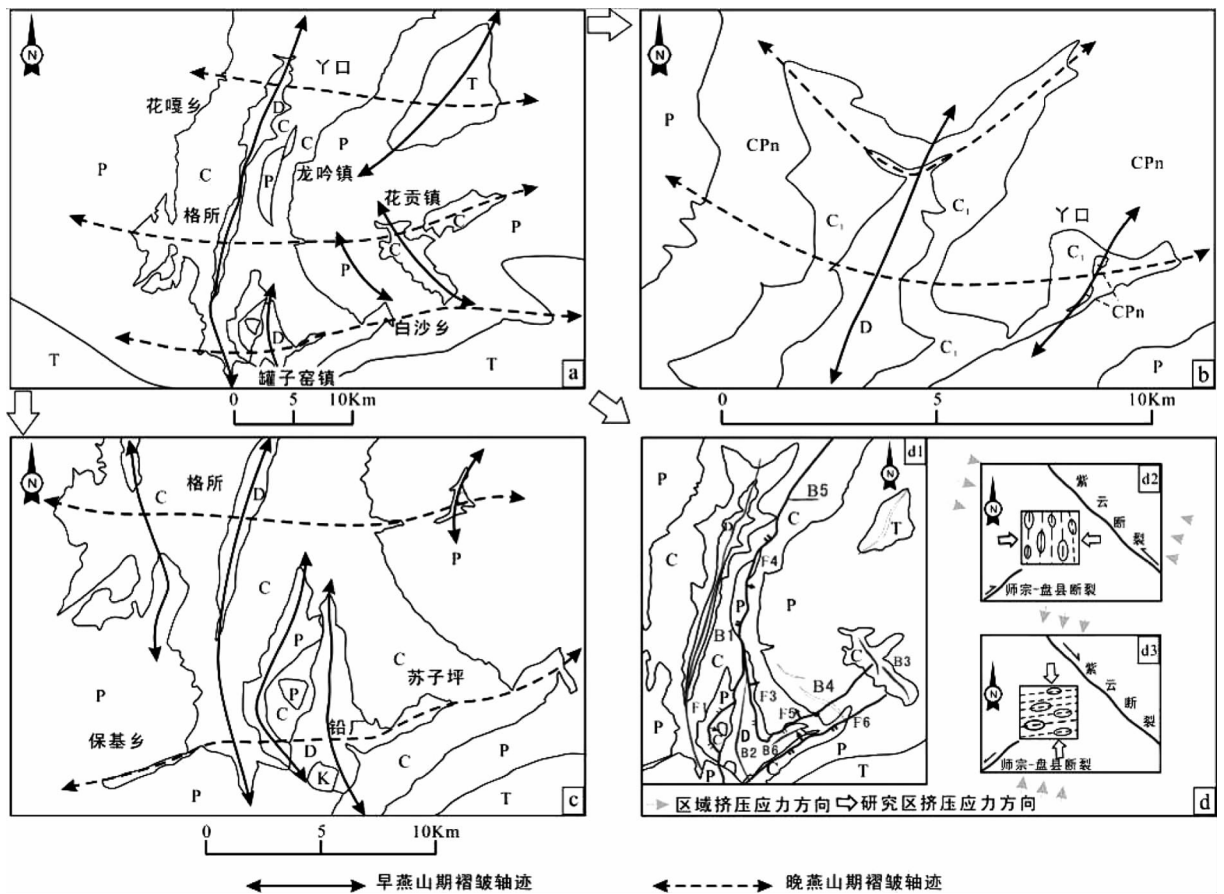


图3 罐子窑地区早、晚燕山期褶皱轴迹叠加示意图

Fig. 3 The diagram of superimposed fold axial traces in early and late Yanshanian of Guanziyao area

a—罐子窑地区早、晚燕山期褶皱轴迹叠加特征;b—格所背斜北段褶皱叠加特征;c—罐子窑镇附近褶皱叠加特征;d—罐子窑地区主要断裂叠加特征(d1)和早燕山期(d2)、晚燕山期(d3)构造应力图示意图

地层在强硬层与软弱层界面附近变形强烈、产状极不协调,往往在褶皱核部变陡、变厚。东西向剖面 AA'、BB'和近南北向剖面 CC'中,上部有强硬的白云岩或灰岩构成的褶皱相对平滑开阔或成断块,下部软弱层构成的褶皱相对复杂,褶皱核部明显加厚,具“类侏罗山式褶皱”特点,显示刚性基底上软弱层滑脱作用的变形组合,对于区内滑脱界面的深度有待进一步佐证。

3.3 叠加变形次序的证据

研究区近南北向和近东西向主体构造展布及叠加变形特点,揭示了早晚燕山期近横跨叠加的两期应力场,其证据主要有:①宏观上发育近南北与近东西两个方向的褶皱构造,南北向褶皱枢纽呈波状起伏、弧形弯曲(图3),显示早先的南北向褶皱受到垂直枢纽的挤压,同时变形过程中受多层滑脱影响与区域断层调节,使得褶皱形态复杂化。②早期近南北向逆断裂显示因晚期发生构造

反转而呈张性的特点(图4),部分断层产状与组合保留早期逆冲,在断层带中发育有后期张性角砾岩、张性脉体;③早期南北向褶皱枢纽因晚期发生构造叠加作用呈 NEE-NE 向(图6-e、f);④露头上也发育晚期近东西构造以横跨方式叠加于早期近南北向构造的现象(图6-g、h、i)。

相对而言,滑脱层内铅锌矿床规模较小,区域上中小型铅锌矿床主要分布于滑脱层接触的上覆地层中,如上覆于下滑脱层的 DCwz、C₁m 和上滑脱层的 C₁₋₂w、CPn。宏观上褶皱 B1、B2、B3 限制了区内铅锌矿床的展布。A、B 矿区铅锌矿床自北向南沿向西凸出的弱弧形构造带东侧呈线性分布,C 矿区铅锌矿床则分布于 B3 西翼,可见研究区主要铅锌矿床受限于东、西主体构造。另外,背斜构造利于铅锌矿成矿,向斜构造则不利于成矿(如 B4),这可能与纵弯褶皱作用过程中成矿物质顺岩层或断裂流动于应力释放位置就位有关。

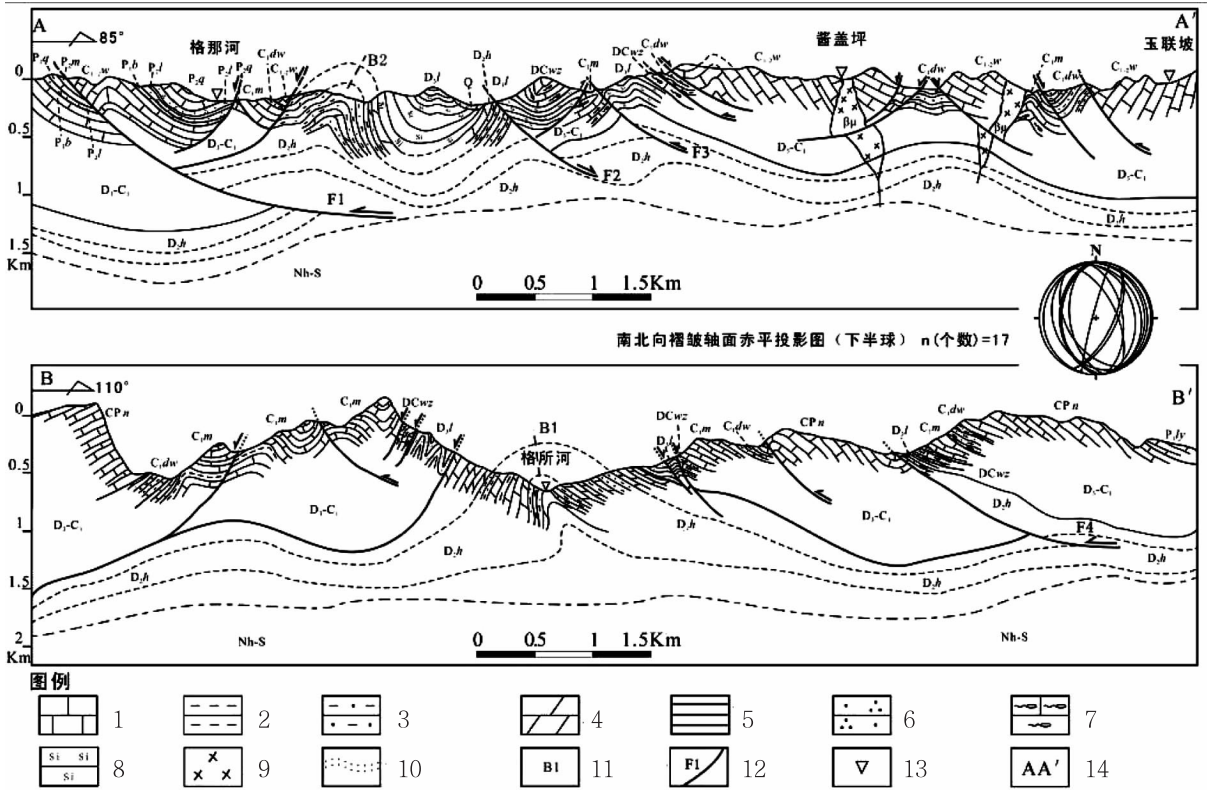


图4 AA'和BB'构造剖面示意图

Fig. 4 The structural diagram of AA' profile and BB' profile

1—灰岩;2—泥岩;3—泥质粉砂岩;4—泥灰岩;5—页岩;6—石英砂岩;7—泥质条带灰岩;8—硅质岩;9—辉绿岩;10—滑脱作用示意; 11—褶皱编号;12—断层编号;13—地名;14—剖面编号

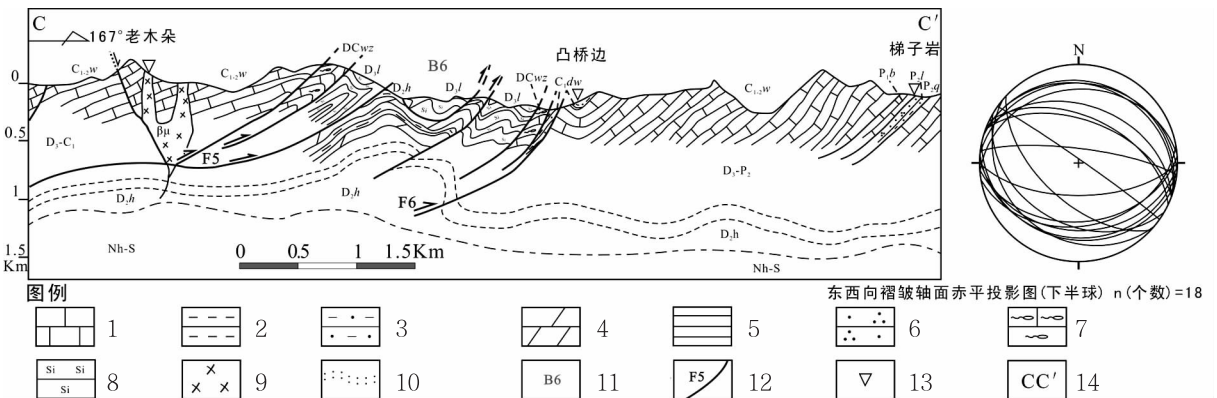


图5 CC'构造剖面示意图

Fig. 5 The structural diagram of CC' profile

1—灰岩;2—泥岩;3—泥质粉砂岩;4—泥灰岩;5—页岩;6—石英砂岩;7—泥质条带灰岩;8—硅质岩;9—辉绿岩;10—滑脱作用示意; 11—褶皱编号;12—断层编号;13—地名;14—剖面编号

4.2 断裂构造与矿体空间分布的关系

区内主体断裂与褶皱伴生,不同次级断裂控制了矿体的分布(表2)。区域断裂带属导矿构造,控制了矿带分布,断裂带内断裂复杂地段为矿化区,矿区中铅锌矿富集于主体断裂旁侧的次级断裂、裂隙等容矿构造内(图7)。

碳酸盐岩地区的收缩挤压变形,多先发生顺层滑动,后再切层滑动、再褶皱,从而形成断层相关褶皱(从断滑、断展到断弯)。顺层矿体是由于平缓顺层滑动引起热液活动局部成矿,往往是早期(早、晚燕山期);而陡倾矿体是指现在产状陡,往往与岩层斜交切割,相对前者成矿时间稍后(构造转换期或喜山期),往往是多期次断裂活动的结果。

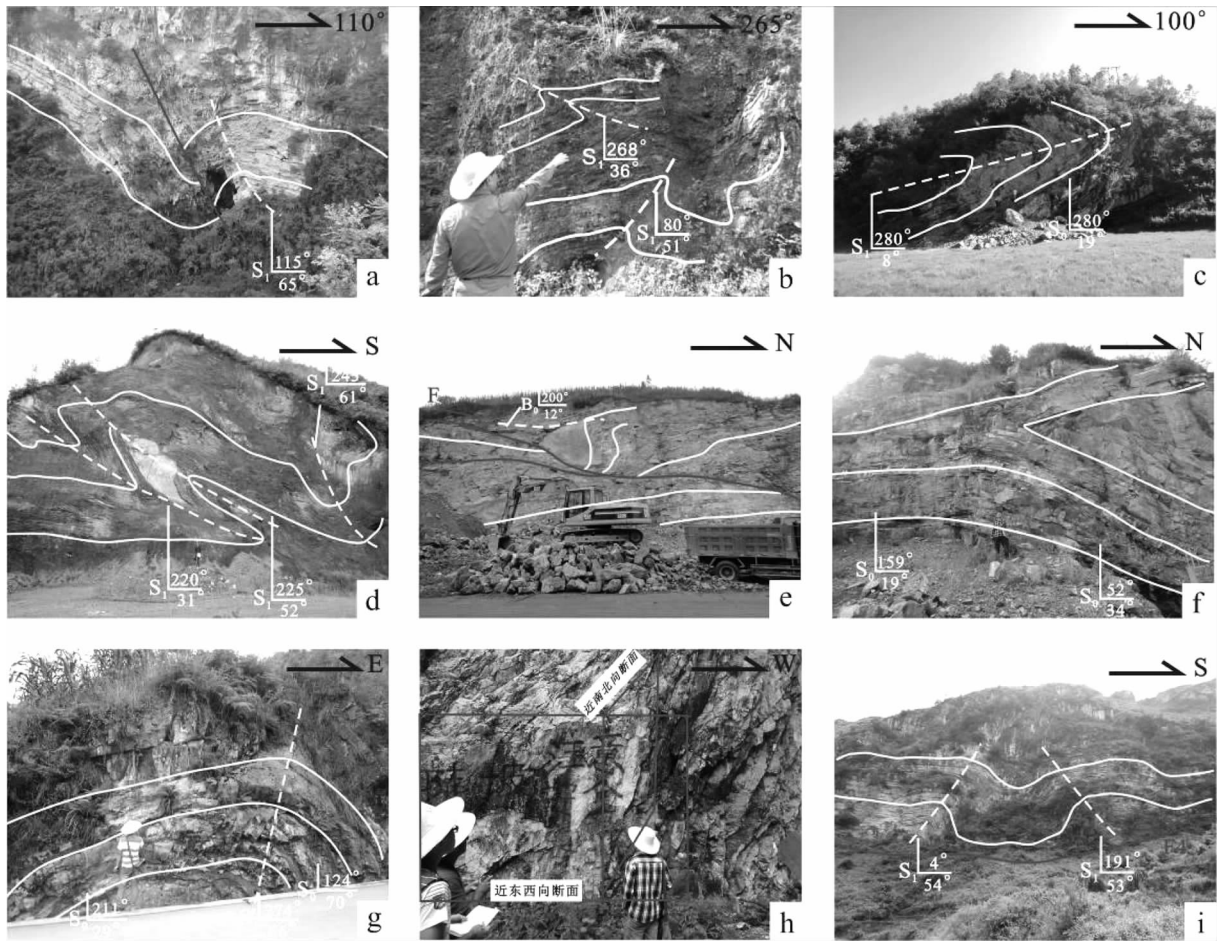


图6 露头尺度构造变形特征

Fig. 6 The structural deformation characteristics of the Outcrops

a—B1 东翼 CP_n 内发育次级向 NWW 逆冲断裂; b—D₃l 内发育两组轴面倾向相反的次级褶皱; c—C₁m 内发育近平卧褶皱特征; d—B6 核部 D₃l 变形特征; e、f—龙吟镇附近发育逆冲断层及“楔形”构造, 可见早期南北向褶皱枢纽受后期叠加作用呈 NNE 向; g—B6 中发育一早期近南北向褶皱且枢纽向南倾伏; h—B1 南部倾伏端见一近东西向断面切割早期近南北向断面; i—B1 东翼晚期东西向褶皱与早期断裂 F4 叠加特征; S₀—地层产状; S₁—褶皱面产状; B₀—枢纽产状

表2 区内矿体与次级构造关系统计表

(据贵州省地矿局 113 队 1:1 万区域矿调资料补充修订)

Table 2 The relations between ore bodies and secondary structures of Guanziyao area

矿带名称	矿体编号	地名	次级控矿构造, 产状	赋矿地层	围岩产状	空间产出状态
罐子窑成矿带	I	林家山	近 SN 向断层, 90° ∠ 80°	C ₁₋₂ w	30° ∠ 45°	陡倾
	II	甑子坡	近 NE 向断层, 310° ∠ 80°	C ₁₋₂ w	45° ∠ 30°	陡倾
	III	苏子坪	近 EW 向断层, 358° ∠ 35°	C ₁₋₂ w	30° ∠ 40°	顺层
	IV	大岭子、上大箐	近 SN 向断层, 96° ∠ 40°	C ₁ m	100° ∠ 45°	顺层
	V	青山梁子	近 NEE 向断层, 315° ∠ 30°	C ₁ m	320° ∠ 32°	顺层
	VI	白岩箐	近 SN 向断层, 270° ∠ 70°	C ₁₋₂ w	310° ∠ 41°	陡倾
丁头山成矿带	I	马家坪	近 NE 向断层, 320° ∠ 70°	CP _n	235° ∠ 32°	陡倾
	II、III、IV	马家岩、黄厂	近 SN 向断裂, 262° ∠ 78°	CP _n	30° ∠ 45°	陡倾
	V	电水河北	近 NW 向断层, 230° ∠ 48°	CP _n	210° ∠ 75°	顺层
	VI	双凤山北	近 NNE 向断层, 105° ∠ 50°	CP _n	60° ∠ 37°	顺层
	VIII	麻布河南	近 SN 向断层, 75° ∠ 70°	CP _n	50° ∠ 40°	陡倾

续表 2

矿带名称	矿体编号	地名	次级控矿构造,产状	赋矿地层	围岩产状	空间产出状态
格所 成矿带	I	小竹麻山	近 NNE 向断层,110°∠47°	D ₃ l、DCwz	125°∠51°	顺层
	II	欧场	近 NW 向断层,43°∠45°	D ₃ l、DCwz	60°∠43°	顺层
	III	欧场、花水沟	近 SN 向断层,88°∠50°	D ₂ h	110°∠30°	顺层
	IV	十龙田	近 NE 向断层,330°∠50°	CP _n	140°∠44°	顺层
	V	李家寨	近 NW 向断层,70°∠50°	CP _n	50°∠35°	顺层
	VI	丫口石牛圈	SN 向次级褶曲,层间滑动	CP _n	60°∠38°	顺层
	VII	龙吟镇莲花山	近 NNW 向断层,85°∠40°	CP _n	130°∠30°	顺层
	VIII	龙吟镇麻地头	近 NNW 断层,68°∠40°	CP _n	65°∠45°	顺层
	IX	邓家寨、小河边	NNE 向断层,108°∠33°	C ₁₋₂ w	110°∠30°	顺层
	X	格所黄兴寨	近 SN 向断层,87°∠75°	C ₁₋₂ w	19°∠10°	陡倾
	XI	格所黄兴寨南	近 NW 向断层,56°∠49°	C ₁₋₂ w	302°∠50°	顺层
	XII	格所乡北	SN 向次级褶曲,层间滑动	C ₁₋₂ w	260°∠20°	顺层
	X III	格所箐外头	近 NW 向断层,67°∠50°	CP _n	78°∠45°	顺层

注:表 4 中矿体编号是根据各矿带不同地点以及矿体内 Pb、Zn 元素含量变化进行划分;矿体空间产出状态是结合围岩和控矿断裂的空间几何关系进而区分出顺层和陡倾两种产出状态。

从表 4 中可以看到,区内矿体多以顺层为主,多受于近南北向和近东西向低角度(断层面倾角<50°)次级断裂控制,产出规模较大;而陡倾矿体主要受不同方向高角度正断层(断层面倾角>70°)控制,大多与断裂从压性转换成张性利于成矿有关。从图 7 中可以看到部分矿化带的分布严格受断裂控制,近 SN、EW、NW、NE 等不同方向断裂控制矿化带,格所、罐子窑两个矿区断裂主要以逆断层兼走滑为主,而丁头山矿区则以正断层兼走滑性质为特征。图 7 中矿化带同时也是贵州省地矿局 113 队铅锌矿整装勘查项目所圈定的重点找矿靶区。这些控矿断层主要为区域断裂控制下的次级断裂,可以认为早、晚燕山期断裂构造活化、导矿,在次一级部位易就位成矿的构造控矿规律。

4.3 复合控矿

罐子窑地区滑脱层和断裂(逆冲性质)为铅锌矿导矿构造,即早、晚燕山运动先后形成近南北向和近东西向主体构造,活化了区内沉积基底、盖层中的 Pb、Zn 元素和同生沉积或前期铅锌矿体,与导矿构造伴生的背斜、断裂(构造反转)以及不同方向的次一级从属构造为组合配矿、容矿构造,共同组成区内导矿-配矿-容矿构造体系,如图 2 所示,格所矿区展布主要为 B1、F4 和从属次级断

裂,罐子窑矿区为 B2、F1、F3 以及 B6、F5、F6 和从属次级断裂,丁头山矿区为 B3、F8 和从属次级断裂。

据前人地质资料,区内已发现格所丫口、欧场、龙吟、罐子窑铅厂、苏子坪、白沙五里坪、丁头山马家岩、双凤山等 29 个中-小型铅锌矿矿点,诸多铅锌矿床均位于主体构造交汇部位,如图 2 所示,丫口位于 B1、B5 以及 F4 与近 NEE 向次级断裂的叠加部位;铅厂位于 B2、B6 以及 F3 与 F5、F6 交汇部位,丁头山双凤山处于 B3 与 NEE 向褶皱叠加部位以及 F7、F8 的交汇部位等。总体上区内叠加构造控矿作用明显,即晚燕山期近东西向构造以横跨方式叠加于早燕山期近南北向构造,在褶皱、断裂交接部位使得铅锌矿层加厚或矿质再富集而成富矿。值得注意的是,区内构造叠加部位铅锌矿床极为发育,但就单个铅锌矿体常呈透镜状、带状断续分布,显示了构造叠加成矿的同时对前期矿体有一定改造作用。

总体上,矿区早、晚燕山运动先后形成近南北向和近东西向主体构造,滑脱层、断层活化和导矿的同时,铅锌矿质在两期主体构造、次级构造叠加等构造薄弱部位进一步就位成矿。

5 结论

(1)黔西罐子窑地区主体构造定型于燕山期,

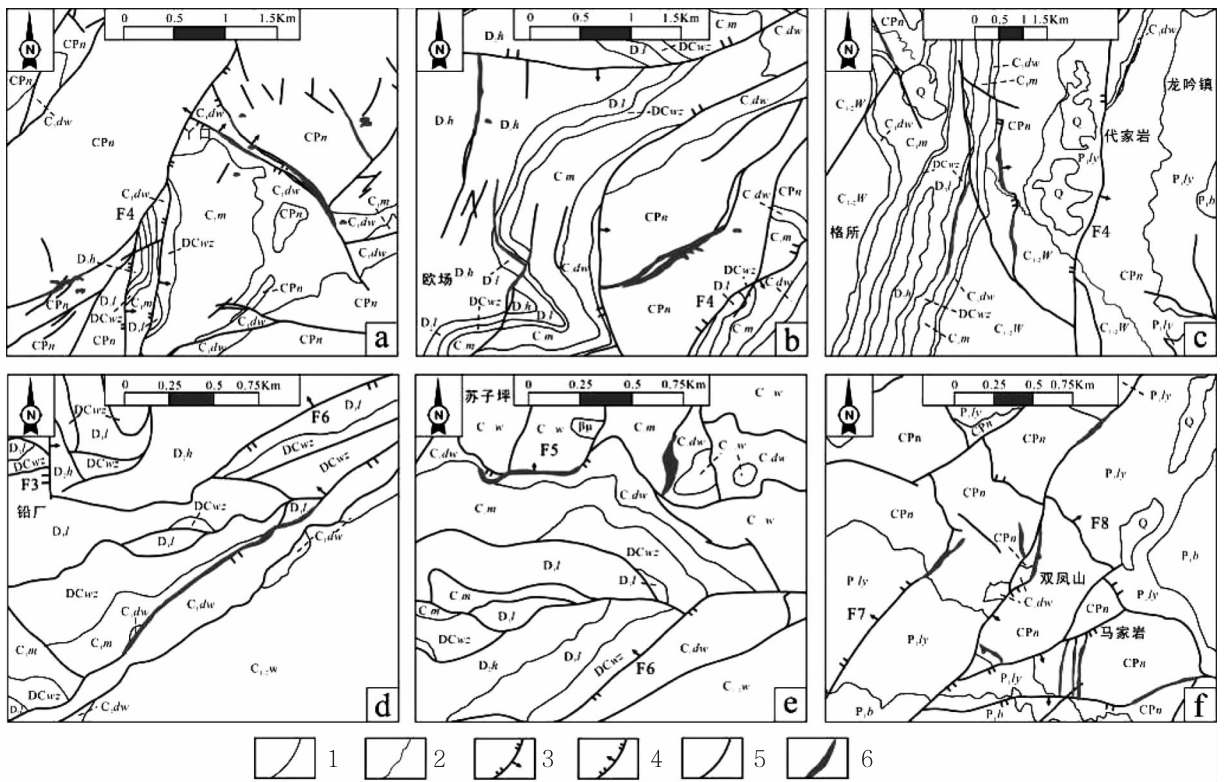


图7 区内矿化带与断裂关系示意图(据贵州省地矿局 113 队 1:1万区域矿调资料修订)

Fig. 7 The relations between mineralized zones and fractures of Guanziyao area

a—格所矿区北段丫口矿化带;b—格所矿区中段欧场矿化带;c—格所矿区南段代家岩矿化带;
 d—罐子窑矿区铅厂、青山梁子矿化带;
 e—罐子窑矿区苏子坪矿化带;f—丁头山矿区双凤山、马家岩矿化带
 1—地层界线;2—相变界线;3—逆断层(逆冲断裂);4—正断层;5—断层;6—铅锌矿矿化带

由区域滑脱作用、叠加构造作用共同控制。区域上早燕山期处于 SEE-NWW 向挤压应力场,晚燕山期则处于 NNE-SSW 向挤压应力场,受区域断裂的影响,矿区显示晚燕山期近东西向构造以横跨方式叠加于早燕山期近南北向构造的格局。

(2) 矿区构造控矿作用明显,区内主体褶皱、断裂及复合构造控制铅锌矿床的展布。矿体平缓者多形成于早、晚燕山期,而陡倾者多形成于构造转换期或喜山早期。滑脱层与上覆碳酸盐岩地层接触处、两期主体构造叠加部位以及主体断裂旁侧次级断裂等是铅锌矿床发育的重要部位。滑脱层界面、变形特征以及主体构造叠加过程的认识与确定对于下阶段找矿有着重要意义。

【参考文献】

[1] 周启永. 普安旋卷构造体系及其控矿规律研究[J]. 贵州地质, 1991, 2(27): 130-140.
 [2] 陈学敏. 论贵州西部扭动构造[J]. 贵州地质, 2009, 26(1): 13-18.
 [3] 吴德超, 刘家铎, 刘显凡, 等. 黔西南地区叠加褶皱及其对金矿成矿的意义[J]. 地质与勘探, 2003, 39(2): 16-20.

[4] 杨坤光, 李学刚, 戴传固, 等. 断层调整与控制作用下的叠加构造变形: 以贵州地区燕山期构造为例[J]. 地质科技情报, 2012 a, 31(5): 50-56.
 [5] 杨坤光, 李学刚, 戴传固, 等. 黔东南隔槽式褶皱成因分析[J]. 地学前缘, 2012 b, 19(5): 53-60.
 [6] 韩润生, 陈进, 黄智龙, 等. 构造成矿动力学及隐伏矿定位预测—以云南会泽超大型铅锌(银、锗)矿床为例[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
 [7] 金中国. 黔西北地区铅锌矿控矿因素、成矿规律与找矿预测[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2008.
 [8] 陈士杰. 黔西滇东北铅锌矿成因探讨[J]. 贵州地质, 1986, (3): 211-222.
 [9] 钱建平. 黔西北威宁—水城铅锌矿带动力成矿作用研究[J]. 地质地球化学, 2001, 29(3): 134-140.
 [10] 张长青, 毛景文, 吴锁平, 等. 川滇黔地区 MVT 铅锌矿床分布、特征及成因[J]. 矿床地质, 2005, 24(3): 336-348.
 [11] 舒良树. 华南构造演化的基本特征[J]. 地质通报, 2012, 31(7): 1 035-1 053.
 [12] 张国伟, 郭安林, 王岳军, 等. 中国华南大陆构造与问题[J]. 中国科学: 地球科学, 2013, 43(10): 1 553-1 582.
 [13] Charvet, J. The Neoproterozoic—Early Paleozoic tectonic evolution of the South China Block: An overview. Journal of Asian Earth Sciences, 2013.
 [14] Wang Y, Fan W, Zhang G, et al. Phanerozoic tectonics of the

- South China Block: Key observations and controversies. *Gondwana Research*, 2013, 23(4): 1 273-1 305.
- [15] 王尚彦,张慧,彭成龙,等. 贵州西部古-中生代地层及裂陷槽盆的演化[M]. 地质出版社, 2005.
- [16] 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.
- [17] 邓新,杨坤光,刘彦良,等. 黔中隆起性质及其构造演化[J]. 地学前缘, 2010, 17(3): 79-89.
- [18] 汤世凯,马筱,李学刚,等. 黔西北福来厂铅锌矿床 Pb 同位素研究及地质意义[J]. 大地构造与成矿学, 2012, 36(4): 549-558.
- [19] 毛健全,顾尚义,张启厚. 右江-南盘江裂谷构造格局[J]. 贵州地质, 1999, 16(3): 188-194.
- [20] 贵州省地矿局. 贵州省区域地质志[M]. 北京:地质出版社, 1987.

Superimposed Deformation and its Controlling Effect on Pb-Zn Deposits of Guanziyao Region in West Guizhou

ZHANG De-ming^{1a,2}, HE Liang-lun³, ZENG Guang-qian^{1a}, YANG Kun-guang^{1a,1b},
DAI Chuan-gu², ZHANG Hui²

(1a. Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China; 1b. Key Laboratory of Tectonic and Petroleum Resources, Ministry of Education, Wuhan 430074, Hubei, China; 2. Guizhou Academy of Geologic Survey, Guiyang 550005, Guizhou, China; 3. 113 Geological Party, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Exploration & Development, Liupanshui 553000, China)

[Abstract] Guanziyao Region is located in the southwest edge of Yangtze Plate, west Guizhou Province. This region experienced several periods of complex superimposed deformation after the stage of intraplate deformation. The first period is characterized by compressive effect trending W-E, from the Late Jurassic to the Early Cretaceous during the Early Yanshanian, resulting in nearly S-N trending systemic structure of folds and faults, among which east-dipped axial planes and westwards thrusting faults are predominated. Main detachment surface characterized by marlstone and calcian argillite in middle-upper Devonian Huohong Formation and Liujiang Formation is complexly distorted by relatively smooth open fold above and tight fold beneath. The second period is characterized by compressive effect trending N-S in the Middle Cretaceous during the Late Yanshanian. This deformation, superimposing on the earlier one, is presented by hinge plunging in the earlier nearly S-N trending folds and extensional shearing activities in faults. Due to several episodes of Southwards detachments, N-dipped axial planes of nearly E-W trending folds with partial inversion and Southwards thrusting faults were developed in the South. These faults were reactive in Early Himalayn period. Structures in the outcrops indicate the E-W structure cuts the S-N structure. Ore bodies of Pb-Zn mine in the study area have two kinds of output. One is flat bedding output forming in early and late Yanshanian, obviously controlled by bedding detachments and low-angle faults, whereas the other is steep outcrop forming in structural transition periods or in Early Himalayn period, controlled by steep extensional and shearing faults.

[Key words] Detachment; Superimposed deformation; Pb - Zn deposits; Tectonic ore control; Guanziyao area