

黔东及毗邻地区南华纪锰矿成矿期与成矿后构造专项填图方法研究

谢小峰^{1,2}, 周琦³, 袁良军², 张遂³, 杨炳南², 谢兴友², 刘健²

(1. 中国地质大学(武汉)地球科学学院, 武汉 430074; 2. 贵州省地质矿产勘查开发局 103 地质大队, 铜仁 554300; 3. 贵州省地质矿产勘查开发局, 贵阳 550004)

[摘 要]黔东及毗邻地区南华纪锰矿成矿期构造主要为同沉积断层, 该类型断层在成矿期十分发育, 控制和形成了南华纪早期不同序次的次级裂谷盆地, 同沉积断层的垂向发育形成了锰矿成矿通道, 同沉积断层可作为古天然气渗漏沉积型锰矿床关键地质找矿标志, 本文阐述了其主要判别特征。南华纪锰矿形成后, 历经加里东运动、印支运动及燕山运动等构造运动, 总体来说, 该区构造格局主要是受到燕山运动影响形成。本文也讨论了研究区成矿后广泛发育且比较典型, 对锰矿层保存与破坏有着较大影响的犁式正断层及其判别特征。

[关键词]同沉积断层; 犁式断层; 南华纪锰矿; 黔东及毗邻地区

[中图分类号]P618.32; P53 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1000-5943(2018)-04-0376-07

黔东及毗邻地区地处云贵高原东部, 地理位置位于贵州省东北部, 处于贵州, 湖南, 重庆两省一市的交界部位。大地构造位置处于扬子地块东南缘, 江南造山带西南段, 属于华南雪峰陆内构造带的一部分, 位于雪峰山西缘扩展带。近年来, 位于该区的贵州铜仁松桃锰矿整装勘查区内利用新理论新技术指导发现了松桃普觉(西溪堡)、道坨、高地、桃子坪、李家湾、杨家湾等一批超大型-大型锰矿床。本文就该地区南华纪锰矿成矿期构造(以同沉积断层为例)与成矿后构造(以犁式正断层为例)主要判别特征展开讨论(张遂等, 2015; 安正泽, 2014; 谢小峰等, 2016, 2018; 姚希财等, 2015)。

1 区域构造背景

研究区位于上扬子地块南东部, 江南隆起带北西边缘(图1), 雪峰山西缘, 为扬子地层区沉积(程裕淇, 1994; 王剑, 2000; 王剑等, 2001)。

该区是一个以新元古界浅变质岩系为基底的

复杂褶皱带。出露的基底为新元古界梵净山群, 为一套巨厚的变质火山岩系和陆源碎屑岩系, 其上为新元古界浅变质岩系板溪群, 武陵运动(约 830 Ma)使得两者呈角度不整合接触, 并使得两者产生变形变质(戴传固等, 2010; 孙海清等, 2012; 孟庆秀等, 2013)。之后, 华南及研究区发生大规模伸展裂陷。加里东运动, 曾使该区一度隆起, 缺失古生界泥盆和石炭系地层。中生代早期的印支运动使研究区隆升为陆, 晚期的燕山运动使其发生强烈变形, 形成复杂的断褶带, 喜山运动再次发生断块状差异性隆升。经过不同期次构造运动的复合、叠加和改造作用, 形成了区内褶皱、断裂以北北东-北东向为总体构造线的区域构造格架, 但褶皱多被后期断裂破坏和改造, 属中等-复杂构造变形区(秦松贤和孟德保, 2004; 杜远生和徐亚军, 2012; 杨坤光等, 2012; 张国伟等, 2013)。

总体而言, 黔东地区目前所展现构造格局主要是受到燕山运动影响形成。在燕山两期构造应力的叠加作用下, 形成了一系列的褶皱和断层。

[收稿日期]2018-09-10 [修回日期]2018-11-12

[基金项目]中国地质调查局《贵州省矿产资源调查成果综合集成与服务产品开发》(编号: DD20160346-28)、《贵州锰矿成因与成矿规律》专题(DD20160346-54)、贵州省锰矿资源预测评价科技创新人才团队(黔科合平台人才[2018]5618)以及中国地调局“贵州铜仁松桃锰矿整装勘查区矿产调查与找矿预测”(编号: 121201004000160901-33)联合资助。

[作者简介]谢小峰(1986—), 男, 工学硕士, 构造地质学专业在读博士研究生, 高级工程师, 主要从事锰铅锌矿产地质勘查及找矿预测研究。Email: jiansheng2865@126.com

范围内,厚度增加了 3 倍,从 44.05 m(石门溪)增加到 130.00 m(下院子-平土矿段 ZK4406);在岩性组合方面,南东侧的剖面相对较简单,且未出现白云岩透镜体(如石门溪剖面),往北西则逐渐开始出现白云岩透镜体,且含量逐渐增多。岩石组合也渐趋复杂,岩石中的碳质、黄铁矿等含量渐增。说明西溪堡地区在青白口系板溪群沉积之后,南华纪两界河期又开始发生裂陷,即西溪堡Ⅳ级地堑沉积盆地开始发育,沉积了线状展布的水道沉积相两界河组沉积物(张遂等,2015),类似这些线状展布的快速堆积沉积物的边界线即为同沉积断层的走向线。

2.3 Ⅳ级地堑盆地中心相特殊沉积构造连线及Ⅳ级地堑盆地连线

2.3.1 Ⅳ级地堑盆地中心相发育特殊的渗漏沉积构造标志

- (1)普遍发育各种渗漏沉积构造,如底劈构造、渗漏管构造、被沥青充填的气泡状构造、系列软沉积变形纹理等;
- (2)主要为透镜状菱锰矿体,且透镜状菱锰矿体为多层分布,但主要可分为上下两层菱锰矿

- 体,有时出现 3~5 层菱锰矿体不等;
 - (3)上下两层主要菱锰矿体之间,一般分布或断续分布厚 2~10 cm 的凝灰岩或凝灰质粉砂岩透镜体;
 - (4)菱锰矿体以块状、被沥青充填的气泡状菱锰矿石为主,条带状菱锰矿石很少,一般仅出现在上层矿的上部或顶部;
 - (5)菱锰矿体之间炭质页岩夹层少而薄。菱锰矿体厚度大,一般>2.5 m,锰品位高,一般>20%;含锰岩系厚度大,一般 25~40 m 左右,最厚可>90 m。
- 这些特殊的中心相区渗漏沉积构造特征连线即为同沉积断层方向。

2.3.2 Ⅳ级地堑盆地中心线连线即为同沉积断层走向线

如下图 2,例如同沉积断层(SF5)走向为李家湾-道坨Ⅳ级地堑盆地中心连线,沿断层线上含锰岩系迅速增厚,出现两界河组沉积,可见被沥青充填的气泡状菱锰矿石、底劈构造及软沉积变形纹理。往两侧含锰岩系厚度迅速减薄为零,大塘坡二段也大幅减薄。

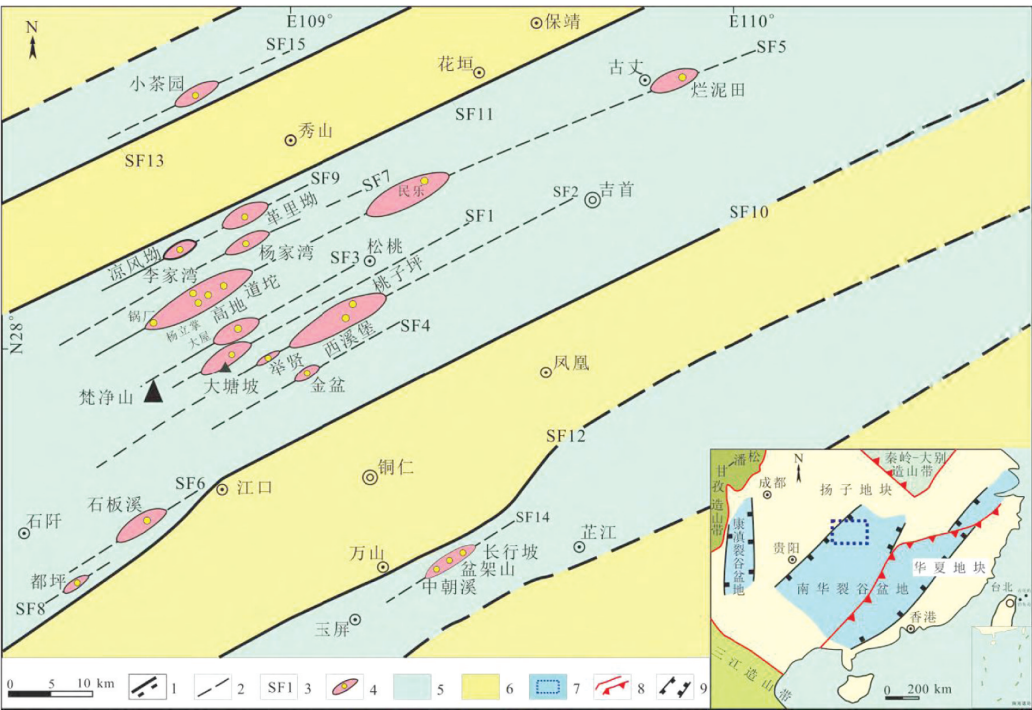


图 2 黔东及毗邻区南华纪早期武陵次级裂谷盆地结构与构造古地理图(据周琦等,2016;2017)

Fig. 2 Structure and tectonic paleogeographic sketch of the Early Cryongenian Wulin Secondary Rift Basin in east Guizhou and its adjacent area 1—控制Ⅲ级断陷(地堑)盆地和隆起(地垒)的同沉积断层;2—控制Ⅳ级断陷(地堑)盆地和隆起(地垒)的同沉积断层;3—同沉积断层编号;4—Ⅳ级断陷(地堑)盆地及所控制的锰矿床名称;5—Ⅲ级断陷(地堑)盆地;6—Ⅲ级隆起(地垒);7—研究区大地构造位置;8—区域性断裂及地块边界;9—一级裂谷盆地边界

周琦等(2016,2017)研究表明,在 Rodinia 超大陆裂解背景下,南华裂谷盆地(Ⅰ级)西段分别由武陵、雪峰次级裂谷盆地和其间的天柱-怀化隆起3个Ⅱ级构造单元构成,其中武陵次级裂谷盆地控制形成了黔渝湘毗邻区锰矿成矿带,内部由3个Ⅲ级地堑盆地、2个Ⅲ级地垒和至少16个Ⅳ级地堑盆地组成。研究区锰矿床形成分布严格受南华纪早期裂谷盆地形成演化过程控制,即南华裂谷盆地(Ⅰ级)控制锰矿成矿区、次级裂谷盆地(Ⅱ级)控制锰矿成矿带、Ⅲ级地堑盆地控制形成锰矿成矿亚带。锰矿床则分布在Ⅳ级地堑盆地中,而在地垒区域则无锰矿体分布。

在松桃-古丈Ⅲ级断陷(地堑)盆地中分别控制道坨-李家湾、民乐、烂泥田、西溪堡、大塘坡、杨家湾和大屋等Ⅳ级断陷(地堑)盆地及其间的地垒等7条同沉积断层,且具有大致等间距分布的特点,其间距大约3~5 km。通过古流向恢复分析,其展布方向为北东65°~70°左右(分析同沉积断层的原始方向可能为东西向,北东65°~70°方向可能为后期燕山期北北东-北东方向构造改造的结果)。

3 南华纪锰矿成矿后构造主要判别特征

前文已述及,研究区南华纪锰矿形成后,历经加里东运动、印支运动及燕山运动等构造运动,总体来说,该区构造格局主要是受到燕山运动影响形成。在燕山两期构造应力的叠加作用下,形成了一系列的褶皱和断层,主要发育有 NNE-SSW 向断裂、线状褶皱,NE-SW 向断裂、褶皱以及 NW-SE 向小型断裂、短轴褶皱(图1)。

南华纪锰矿成矿后构造本文重点剖析黔东锰矿区广泛发育且比较典型,对锰矿层保存与破坏有着较大影响的犁式正断层为例来阐述其主要判别特征。

犁式断层(Listric fault)也称“犁形断层”、“铲状断层”、“箕状断层”,是断层面弯曲上凹,往深处逐渐变平缓,形似犁形的断层(Bally A. W. et al, 1981; Shelton J. W., 1984; William G and Vam I, 1987; 徐旭辉等, 1996)。可分为正断层和逆断层。早在1904年, Suess 就提出了犁式断层的概念, Closs 和 Mohr 还对犁式断层进行了实验研究。近些年来,世界各地广泛开展了人工地震勘探,大

量的反射地震资料、地面地质资料和矿山地下资料,证明了盆地和裂谷中绝大部分正断层是犁式断层或者在其发展的某个阶段具有犁式断层的性质,比如我国东部的华北盆地、松辽盆地和江汉盆地等大型盆地以及华北平原新生代裂谷、白垩纪沂沭裂谷和攀西裂谷。同时,越来越多的研究表明犁式断层与地震、油气及固体矿产有着极其重要的关系(徐旭辉, 1993; 谢阳和常祖峰, 2001; 桂宝玲等, 2012)。

研究区犁式正断层主要判别特征如下:

(1)具有正断层所拥有的基本性质,即断层面上盘相对下盘沿断层面面向下滑动。

(2)该断层是在局部或区域张应力体制下形成的,即最大主应力近于直立,其通常产生在伸展体制下有韧性岩石垫底的浅层岩石中。

(3)该断层通常产生在裂谷作用、被动大陆边缘演化阶段的盆地形成过程中以及造山期后伸展作用形成的盆地中。

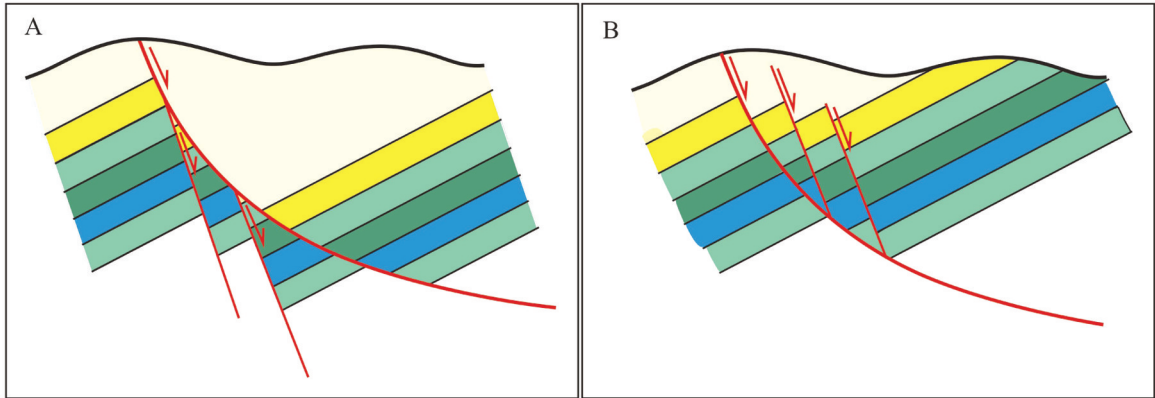
(4)该断层的伸展运动常在其上盘产生逆牵引背斜,逆牵引背斜中岩层发生平行层面的拉伸和减薄作用,这种作用常通过逆牵引背斜中的反向断层系来实现。

(5)许多断层首先在局部范围生成,然后扩展或横向生长,断层的落差向两端减小,向上向下也减小。在剖面上,成雁行排列的次级小断层可组成断层带,该断层带通常显示为一条连续的犁式断层,而且较陡的分枝(马尾状)断层是在主断层压实和变缓后形成的(图3A),这类分枝断层大多反映地表或近地表产生的断层重新活动,在地下深处发生断层的地方,多在下降盘上形成分枝断层(图3B)。

(6)断层倾角在地表浅部较陡,一般在60°以上甚至近直立,随深度逐渐变缓,它既可以消失在流动变形的韧性岩石中,也可以成为滑脱带,而且犁式断层与页岩和岩盐底辟的这种关系表明断裂-流动体系是非常普遍的,这种断裂-流动体系与土力学中的滑坡流动相似,某些断层在地下深处页岩段变缓,而在强硬层变陡,类似于劈理的折射作用(谢小峰等, 2015)。

例如贵州松桃高地锰矿区 F3 断层(冷水溪断层)即为一条较为典型的犁式正断层。

该断层为矿区内的主要断层,也是十分重要的断层,位于矿区南东侧,区域上延伸达数百千米,北东延伸至道坨矿区,走向 NE25°左右,倾向



A—犁式生长正断层上升盘晚期发育的向下马尾状断层;B—犁式正断层下降盘中发育的向上分枝断层

图 3 剖面上分枝犁式正断层示意图

Fig. 3 Simple map of branch listric normal fault in profile

NW,倾角上陡下缓,为 $35^{\circ}\sim 60^{\circ}$,断距中上部大,达1 000 m以上,往下部逐渐变小,变为约300~400 m,为一条典型的犁式正断层。该断层破碎带宽约10 m,见断层角砾、断层泥,次级断面较发育。断层上盘为寒武系中-上统娄山关组、毛田组地层,下盘为下寒武统清虚洞组及杷榔组地层。

该断层在剖面上整体呈反“S”形(见图4),断层在地表倾角较陡,为 60° 左右,往深部接触到杷榔组、变马冲组地层后逐渐变缓直到海拔高程0 m处,产状变为 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$,形成一个较典型的上陡下缓的犁式正断层,该处断距达1 000 m以上;在海拔高程0 m处往下断层产状又再次急剧变陡,为 $70^{\circ}\sim 80^{\circ}$,往深部接触到大塘坡组地层后又再次逐渐变缓直到海拔高程-1 400 m处,产状变为 10° 左右,这一段也形成一个较典型的上陡下缓的犁式断层,而断距却减小为300~400 m,越往深部,断层滑脱面越趋于平缓(谢小峰等,2018)。

4 结论

(1)黔东南地区南华纪同沉积断层与锰矿成矿的关系主要表现在两方面:一是同沉积断层控制和形成了大致相互平行的、不同序次的次级裂谷盆地,其展布方向为 $NE65^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 。二是同沉积断层是大型-超大型锰矿床形成的前提,因同沉积断层的形成发育为深部幔源的含硫富锰富烃的流体上涌、渗漏喷溢提供了通道。

(2)在燕山期形成的犁式正断层对锰矿影响表现为:有利之处在于该类断层往深部往往遭遇滑脱层,使得断层越往深部滑脱面越趋于平缓,无

形中延长了断层下盘的一系列地层,包括锰矿产出的大塘坡组一段(含锰岩系)地层;不利之处在于该断层毕竟是正断层,因此越往深部,其必然要切断锰矿体,造成锰矿的不连续,形成拉空带。

致谢: 本文是贵州锰矿科技创新人才团队及贵州铜仁松桃锰矿整装勘查的综合研究成果,在此表示感谢!同时今年恰逢中国南华纪“大塘坡式”锰矿发现60周年,特此向为我国南华纪“大塘坡式”锰矿找矿事业做出卓越贡献的老一辈地质人表示深深敬意!

[参考文献]

安正泽,张仁彪,陈甲才,等. 2014. 贵州省松桃县道坨超大型锰矿床的发现及其成因探讨[J]. 矿床地质,33(4):870-884.
Bally A W, Bernouilli D, Davis G A, et al. 1981. Listric normal faults [J]. Oceanol. Acta, 87:87-101.
程裕淇. 1994. 中国区域地质概论[M]. 北京:地质出版社, 1-20.
戴传固,陈建书,卢定彪,等. 2010. 黔东南及邻区武陵运动及其地质意义[J]. 地质力学学报,16(1):78-84.
杜远生,徐亚军. 2012. 华南加里东运动初探[J]. 地质科技情报,31(5):43-49.
桂宝玲,何登发,闫福旺,等. 2012. 大兴断层的三维几何学与运动学及其对廊固凹陷成因机制的约束[J]. 地学前缘,19(5):86-99.
孟庆秀,张健,耿建珍,等. 2013. 湘中地区冷家溪群和板溪群锆石 U-Pb 年龄、Hf 同位素特征及对华南新元古代构造演化的意义[J]. 中国地质,40(1):191-216.
秦松贤,孟德保. 2004. 湘黔边境加里东板内造山期后正向滑脱构造与成矿[J]. 地质科技情报,23(3):11-15.
孙海清,黄健中,郭乐群,等. 2012. 湖南冷家溪群划分及同位素年龄约束[J]. 华南地质与矿产,28(1):20-26.

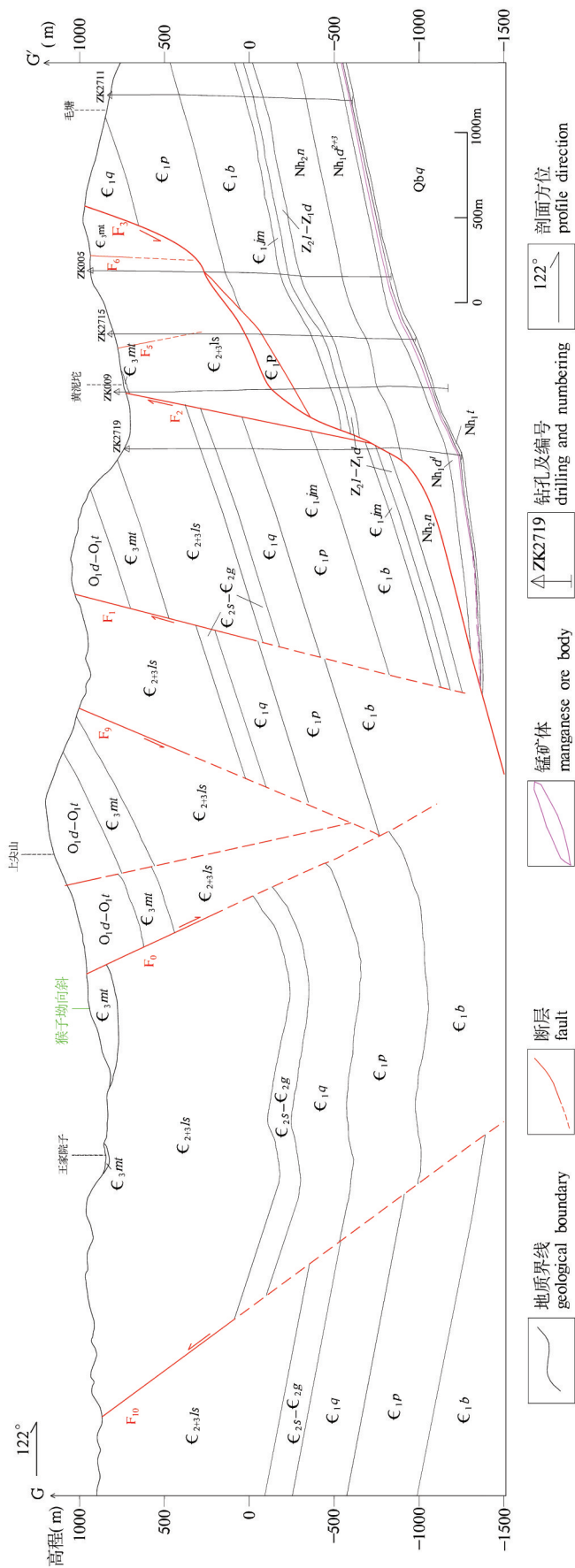


图4 高地锰矿区G-G' 构造剖面简图
Fig.4 Simple structure profile map of G-G' in Gaodi manganese deposit

Shelton J W. 1984. Listric normal fault, an illustrated summary [J]. Am. Assoc. Pet. Geol. Bull, 68: 801-815.

William G, Vann I. 1987. The geometry of listric normal faults and deformation in their hangingwalls [J]. J. Struct. Geol, 9: 789-795.

王剑. 2000. 华南新元古代裂谷盆地演化: 兼论与 Rodinia 解体的关系 [M]. 北京: 地质出版社, 26-30.

王剑, 刘宝珺, 潘桂棠. 2001. 华南新元古代裂谷盆地演化 - Rodinia 超大陆解体的前奏 [J]. 矿物岩石, 21(3): 135-145.

谢小峰, 杨坤光, 周琦, 等. 2015. 犁式正断层特征及其在找矿预测中的作用: 以黔东南松桃西溪堡大型锰矿床为例 [J]. 地质科技情报, 34(6): 33-39.

谢小峰, 杨坤光, 潘文, 等. 2016. 黔东南松桃地区桃子坪锰矿逆冲叠瓦状构造浅析 [J]. 贵州地质, 33(3): 155-160.

谢小峰, 杨坤光, 钱山, 等. 2018. 黔东南松桃地区燕山期构造特征研究 - 以高地超大型锰矿床为例 [J]. 地质论评, 64(3): 623-632.

徐旭辉. 1993. 川西龙门山前缘地质地球物理解释 [J]. 石油实验地质, 15(1): 60-73.

徐旭辉, 江兴歌, 魏武, 等. 1996. 犁式正断层几何形态的确定及计算机实现 [J]. 石油实验地质, 18(2): 200-205.

谢阳, 常祖峰. 2001. 铲形正断层特征数值模拟及其与地震机制的研究 [J]. 地震研究, 24(4): 351-357.

杨坤光, 李学刚, 戴传固, 等. 2012. 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, 31(5): 50-56.

姚希财, 温官国, 谢小峰, 等. 2015. 黔东南地区杨立掌锰矿床李家湾锰矿段地质特征浅析 [J]. 地质调查与研究, 38(1): 35-40.

张国伟, 郭安林, 王岳军, 等. 2013. 中国华南大陆构造与问题 [J]. 中国科学: 地球科学, 43(10): 1553-1582.

周琦, 杜远生, 袁良军, 等. 2016. 黔湘渝毗邻区南华纪武陵裂谷盆地结构及其对锰矿的控制作用 [J]. 地球科学, 41(2): 177-188.

周琦, 杜远生, 袁良军, 等. 2016. 古天然气渗漏沉积型锰矿床找矿模型 - 以黔湘渝毗邻区南华纪大塘坡式锰矿为例 [J]. 地质学报, 91(10): 2285-2298.

张遂, 周琦, 张平壹, 等. 2015. 黔东南松桃西溪堡南华系大塘坡组超大型锰矿床地质特征与找矿预测 [J]. 地质科技情报, 34(6): 8-16.

翟裕生, 张湖, 宋鸿林, 等. 1997. 大型构造与超大型矿床 [M]. 北京: 地质出版社, 1-175.

Special Tectonic Mapping Method Study in and after Metallogenic of Nanhua Period Manganese Deposit in East Guizhou and Its Adjacent Area

XIE Xiao-feng^{1,2}, ZHOU Qi³, YUAN Liang-jun², ZHANG Sui³, YANG Bing-nan²,
XIE Xing-you², LIU Jian²

(1. Faculty of Earth Sciences, China University of Geoscience, Wuhan 430074, Hubei, China; 2. 103 Geological Party, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Exploration & Development, Tongren 554300, Guizhou, China; 3. Guizhou Bureau of Geology & Mineral Exploration and Development, Guiyang 550003, Guizhou, China)

[Abstract] The manganese metallogenic structure of Nanhua period in east Guizhou and its adjacent area mainly are synsedimentary fault, this type of fault is very developed in the metallogenic period, it controlled and formed the secondary rift basin of different sequences in early Nanhua period. The vertical development of synsedimentary fault formed the manganese metallogenic channel, so the synsedimentary fault can be geological prospecting marks of ancient natural gas seepage sedimentary-type manganese deposit. In this paper, the main distinguishing features are expounded. After the formation of Nanhua Period manganese ore, it underwent Caledonian, Indosinian and Yanshanian movements, the formation of structural framework in this area was effected by Yanshanian movement generally. It also discusses the characteristics of listric normal faults which are widely developed and typical after mineralization and have great influence on the preservation and destruction of manganese ore layers.

[Key words] Synsedimentary fault; Listric fault; Manganese deposit of Nanhua Period; East Guizhou and its adjacent area