

贵州西南部威-紫-罗断裂带构造特征及演化

张荣强, 周雁, 汪新伟, 李双建, 李松

(中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院, 北京 100083)

摘要: 威-紫-罗断裂带作为扬子板块南缘陆内较大的断裂, 控制着周围地区的盆地沉积及构造样式。本文通过野外地质勘查、平衡剖面技术及流体包裹体测温, 探讨了威-紫-罗断裂带的空间结构特征及构造演化历史。结果显示, NW-SE 向威-紫-罗断裂带空间分段特征清楚, 运动性质以逆冲和左旋走滑活动为主。流体包裹体测温结果指示该断裂变形环境位于上地壳, 以脆性变形为主, 温度小于 200℃。剖面复原结果显示, 断裂带在早泥盆世-中三叠世时期处于引张伸展构造背景下, 控制了断裂两侧沉积序列。断裂带挤压变形起始于中三叠世晚期的印支运动时期, 强烈变形发生在晚侏罗世早燕山运动时期, 与华南地块的向西挤压有关。

关键词: 威-紫-罗断裂带; 断裂结构; 地质流体; 包裹体测温; 印支运动; 早燕山运动

中图分类号: P54

文献标识码: A

威宁-紫云-罗甸断裂带, 简称威-紫-罗断裂带, 是扬子地块西南缘地区一条重要的 NW-SE 向控制性边界断裂带, 它控制着周围地区的盆地沉积及构造变形样式。其展布范围分布于滇、黔、桂三省, 本文所论主要在贵州境内, 其他所涉甚少。这是一条活动断裂带, 2009 年 3 月 22 日在该断裂带的北西段威宁地区发生了里氏 4.7 级地震, 震源距地面 10km。

前人对贵州东部构造样式做过分析^[1], 对贵州西南则少有研究。以往对威-紫-罗断裂带构造属性存在不同的认识, 如有人认为是“滇黔桂裂谷”的一部分^[2], 又有人视为陆内断陷盆地^[3]或古特提斯洋形成演化的一部分^[4]。尽管前人对北西段的威宁-莽洞断裂及中段的紫云断裂的构造特征有所研究^[5], 但对威紫罗断裂带的整体结构特征和变形环境, 则缺乏系统的调查和研究。本文通过野外构造地质调查、平衡剖面及流体包裹体测温, 论述了威-紫-罗断裂带的空间结构特征和变形环境, 探讨了其构造演化历史。

1 区域地质背景

威-紫-罗断裂带北起威宁, 经紫云, 南至罗甸, 主体部分位于贵州西部, 呈北西-南东向斜贯于扬子地台西南缘, 分隔了右江盆地和黔桂台拗, 西北终止在 NE-SW 向齐曜山断裂带 (图 1)。

收稿日期: 2009-05-20

基金项目: 国家重大专项项目(2008ZX05005)、石油化工联合基金项目(40739904)和国际合作项目(2007DFR20440)资助。

作者简介: 张荣强(1975-), 男, 工程师, 硕士, 从事石油地质、构造地质研究。E-mail: zhangrq@pepris.com。

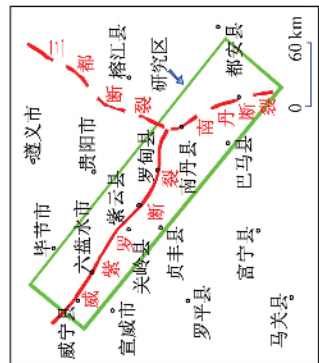
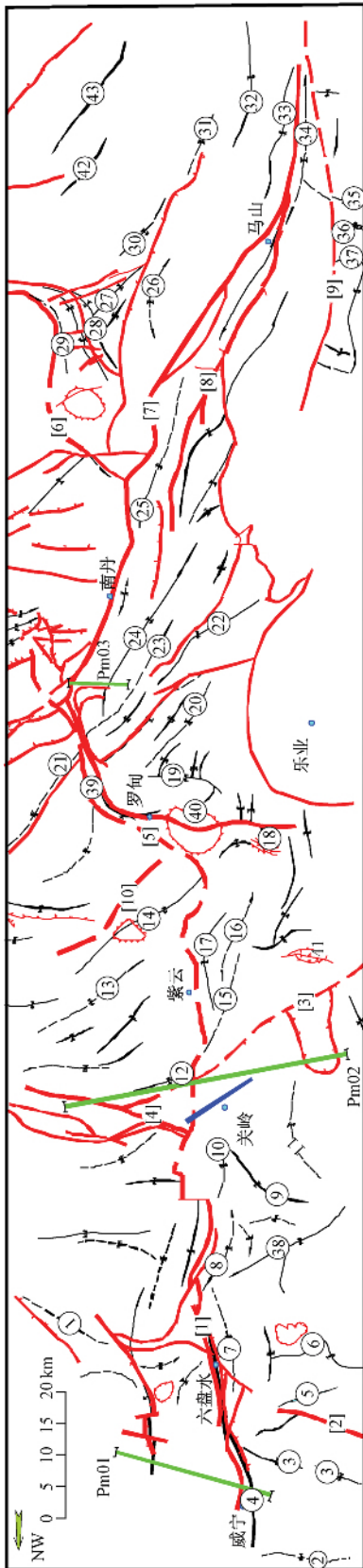


图1 威-紫-罗断裂带构造纲要图

Fig.1 Structure outline map of the Wei-Zi-Luo fault zone

- | | | | |
|-----------------|-----------|-----------|--------------|
| (1) 威宁-紫云断裂 | (12) 龙宫背斜 | (23) 内烧向斜 | (34) 龙头山向斜 |
| (2) 宣威断裂 | (13) 摆所向斜 | (24) 罗富背斜 | (35) 灵马向斜 |
| (3) 贞丰-泥因前缘逆掩断裂 | (14) 长顺背斜 | (25) 河池向斜 | (36) 灵马背斜 |
| (4) 安顺断裂 | (15) 丁红背斜 | (26) 白旺向斜 | (37) 榜塘复合型构造 |
| (5) 下雷-灵马断裂 | (16) 坪寨向斜 | (27) 北山背斜 | (38) 古牛河背斜 |
| (6) 河池-宣州断裂 | (17) 火烘背斜 | (28) 北牙背斜 | (39) 沫阳背斜 |
| (7) 南丹-都安断裂 | (18) 桑郎背斜 | (29) 拉浪向斜 | (40) 罗圈穹状构造 |
| (8) 弥勒-盘县断裂 | (19) 茂开背斜 | (30) 红渡背斜 | (41) 飞来峰构造 |
| (9) 田林-都安断裂 | (20) 向阳向斜 | (31) 三林向斜 | (42) 红渡背斜 |
| (10) 贵阳断裂 | (21) 贵定向斜 | (32) 上林向斜 | (43) 忻城背斜 |
| | (22) 天诚背斜 | (33) 巷贤背斜 | |
-
- | | |
|----------------|-----------|
| 褶皱 | |
| (1) 龙场向斜 | (12) 龙宫背斜 |
| (2) 官坊向斜 | (13) 摆所向斜 |
| (3) 歧稻向斜 | (14) 长顺背斜 |
| (4) 威宁-水城背斜 | (15) 丁红背斜 |
| (5) 崇溪背斜 | (16) 坪寨向斜 |
| (6) 布坑底-香河复合背斜 | (17) 火烘背斜 |
| (7) 沟木底向斜 | (18) 桑郎背斜 |
| (8) 雅场向斜 | (19) 茂开背斜 |
| (9) 丁头山背斜 | (20) 向阳向斜 |
| (10) 驮岱向斜 | (21) 贵定向斜 |
| (11) 法郎向斜 | (22) 天诚背斜 |
-
- | | |
|-----------------|-----------|
| 断裂 | |
| (1) 威宁-紫云断裂 | (12) 龙宫背斜 |
| (2) 宣威断裂 | (13) 摆所向斜 |
| (3) 贞丰-泥因前缘逆掩断裂 | (14) 长顺背斜 |
| (4) 安顺断裂 | (15) 丁红背斜 |
| (5) 下雷-灵马断裂 | (16) 坪寨向斜 |
| (6) 河池-宣州断裂 | (17) 火烘背斜 |
| (7) 南丹-都安断裂 | (18) 桑郎背斜 |
| (8) 弥勒-盘县断裂 | (19) 茂开背斜 |
| (9) 田林-都安断裂 | (20) 向阳向斜 |
| (10) 贵阳断裂 | (21) 贵定向斜 |
| | (22) 天诚背斜 |
-
- | | |
|--------|--|
| 深断裂 | |
| 一般断裂 | |
| 野外基干剖面 | |
| 背斜 | |
| 向斜 | |
| 性质不明断层 | |
| 走滑断层 | |
| 隐伏断层 | |
| 逆断层 | |
| 正断层 | |
| 穹状构造 | |
| 褶皱 | |
| 地震测线 | |

右江盆地位于滇黔桂三省交界处的南盘江流域,系由威-紫-罗断裂、师宗-弥勒断裂、丘北-广南和富宁-那坡断裂所围限的地区。盆地基底位于加里东期扬子板块被动大陆边缘两侧^[6],经历了晋宁-加里东期地块增生阶段、海西-印支早期弧后裂陷盆地演化阶段、印支中晚期弧后前陆盆地发展阶段和印支晚期-喜马拉雅期逆冲、褶皱、抬升、改造演化阶段等4个主要阶段^[7-9]。盆地中沉积了寒武系、泥盆系-三叠系,缺失奥陶系和志留系。黔桂台坳由黔南坳陷、黔西坳陷及桂中坳陷组成,其基底由中元古代地槽型变质细碧角斑岩-复理石建造所组成,属于统一的扬子型褶皱基底,经历了四堡-加里东构造旋回,形成了滇东、黔中和江南古隆起以及各类古坳陷,其上沉积了泥盆系-侏罗系。

2 断裂构造组成与特征

威-紫-罗断裂带在空间上具有分带性特征,根据空间组合特征及地质特征从西北至东南可分为四个带,即威宁-水城段(西北段)、小河边-关岭段(中段)、紫云-罗甸段(东南段)与延伸段(广西南丹断裂和宜州断裂)(图2)。

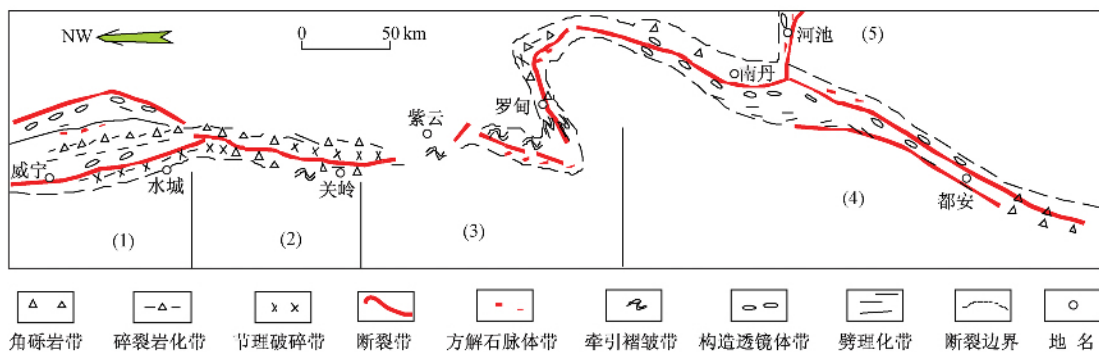


图2 威-紫-罗断裂带空间结构分段示意图

Fig.2 Schematic map showing segmentation of the Wei-Zi-Luo fault zone

1. 威宁-水城段; 2. 小河边-关岭段; 3. 紫云-罗甸段; 4. 南丹断裂; 5. 宜州断裂

威宁-水城段: 位于贵州威宁-水城一带,构造部位位于黔中隆起与黔西坳陷结合部,并构成黔中地层小区与黔西北地层小区分区断裂。断裂带岩浆活动不强,火成岩类型单一,主要为大陆溢流拉斑玄武岩及分异的岩床(墙)状辉绿岩组合。斜切泥盆-三叠系的断层发育,包括了一系列北西向高角度冲断层并有同方向褶皱(图3)。

该段发育比较完整的逆冲推覆构造,其主体部分主要由罗卜夹主干逆冲断裂、威宁前锋逆冲断裂及一系列相间平行排列的北西向褶皱、中小型逆冲断层和北东向横断层等组合而成,长约80km,平均宽18km左右。其中,褶皱构造以形态平缓开阔、两翼岩层倾角为15~30°、轴面向南西陡倾斜和枢纽平缓倾伏的斜歪倾伏褶皱占据多数。但在临近主干逆冲断裂及前锋带的局部地段,褶皱两翼地层倾角可陡至40~80°,并一致倾向南西的紧密倒转褶皱。卷入褶皱的地层以上古生界碳酸盐岩为主,三叠系次之,在前锋带的破背斜核部,还出露少许志留系砂页岩。断裂构造主要由断面倾向南西、倾角 $\geq 60^\circ$ 的类叠瓦式高角度逆冲断层组合而成。另还发育一组北东向横断层,将北西向褶皱构造切割成为大小不一的零散断块,并发生左行或右行位移,走滑断距一般为0.5~2km,但在该逆冲推覆构造的北西和南东两侧,走滑平距可高达10~15km。从而形成了该推覆构造的外来系统由南西往北东逆冲

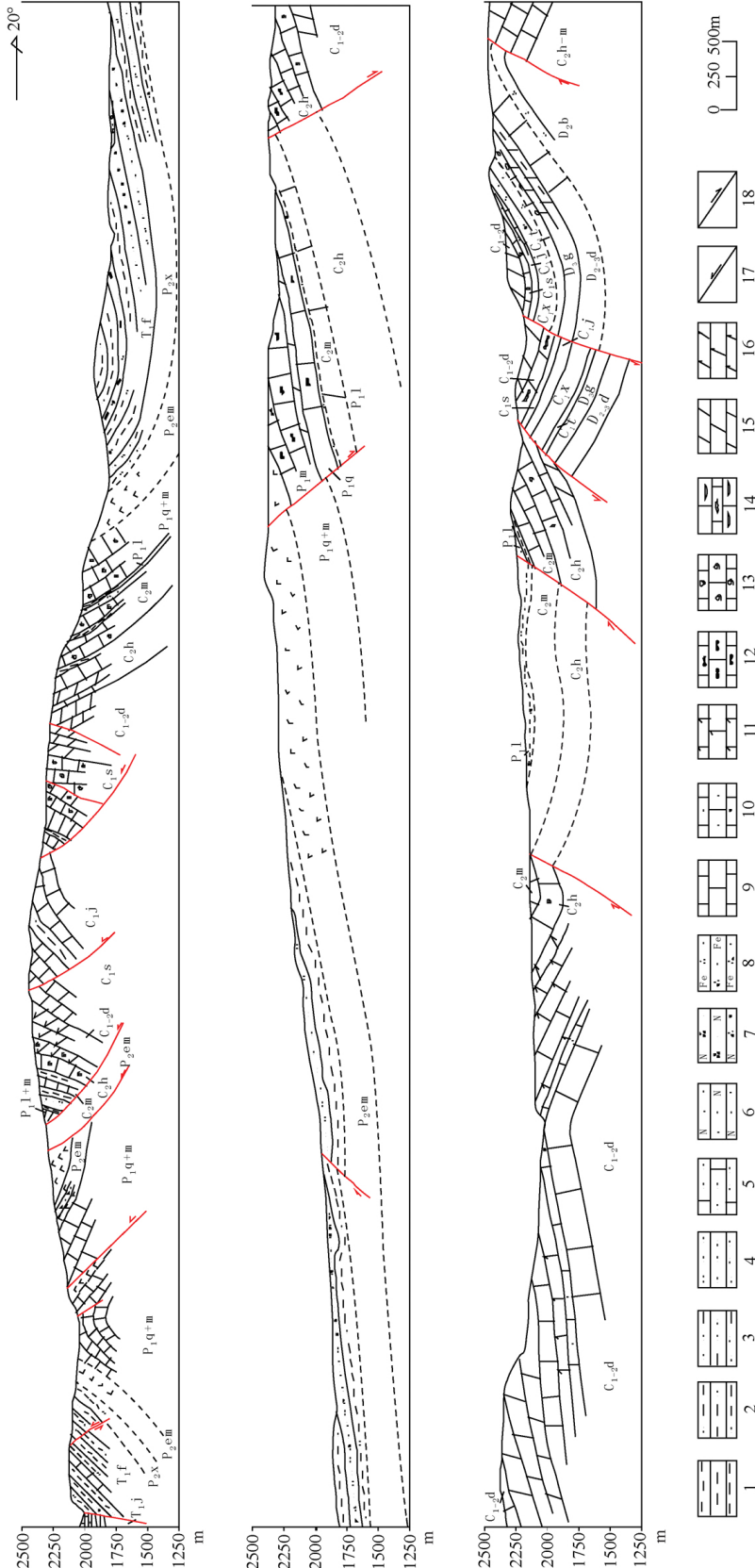


图 3 贵州威宁-垭都实测构造剖面图 (PM01) (剖面位置见图 1)
 Fig.3 Structural section of Weining - Yadu, Guizhou Province (PM01) (see Fig.1 for location)

- 1. 泥岩; 2. 粉砂质泥岩; 3. 泥质粉砂岩; 4. 粉砂岩; 5. 钙质粉砂岩; 6. 长石砂岩; 7. 长石石英砂岩; 8. 含铁石英砂岩; 9. 石灰岩;
- 10. 砂质灰岩; 11; 白云质灰岩; 12. 条带状燧石灰岩; 13. 瘤状灰岩; 14. 泥状灰岩; 15. 白云岩; 16. 灰质白云岩; 17. 逆断层; 18. 正断层

并掩覆于黔中隆起的西缘-由二叠系、三叠系及少量下中侏罗统变形构造所组成的原地系统之上。此外,区域上向北东延伸,北东向断裂还控制了几个小型山间盆地型白垩系红色磨拉石层的堆积。由此推断,该逆冲推覆构造主要形成于晚侏罗世-早白垩世之交的早燕山运动时期。

小河边-关岭段:全长约 95km,断裂在该段表现为黔西南坳陷与黔南坳陷的分界断裂。但断裂多数地段在地表仅见有一条发育于北西向线状背斜轴部、断面倾向南西或北东不定的高角度逆冲断裂。仅在郎岱以南东坝陵河谷一带在主断裂带上盘出现晚期正断层-逆冲次级断裂组合。断裂沿走向上地层断距多数较小,很可能只是一条发育于浅构造层次上古生界强能干岩系中,尚未发生明显爬升活动的断坡式断裂;而主干逆冲断裂则尚隐伏于地下深处,并很可能是形成于诸如志留系等非能干性岩层中的断坪式逆掩断裂(图 4)。

紫云-罗甸段:延伸长度超过 150km,为右江裂陷与黔南坳陷之间的分界断裂。断裂在该段表现为时而出现、时而隐伏的断裂带。其中镇宁-紫云西,断裂出露较为连续,而紫云以东,仅在紫云、红关、宗地、罗甸沫阳等断续出现。断裂穿越火烘和顶红北西向背斜核部的泥盆系和翼部的二叠系中,表现为稀疏显露的几条中-小规模北西向纵断层。其断面多呈波状弯曲,倾向南西或北东,走向由紫云-宗地一带近南北向,至罗甸一带往近东西偏转,两盘发育有形成于不同时代的紧密褶皱,倾竖褶皱和牵引褶皱,局部地段还发育有透入性劈理和张性断层角砾岩、压碎岩等,表明断层兼具挤压、引张和走滑等复合活动特点(图 5)。

威-紫-罗断裂带具有明显的横向结构分带性、走向上的分段性(图 6)。西段威宁-水城段结构分带总体表现为中心部位强劈理化带,两侧不对称出现角砾岩带-碎粒岩带、构造透镜体带、S-C 组构带、牵引褶皱带、节理破碎带,局部出现石英脉体,部分方解石脉带,断距 500~1500m 不等。

中段水城-小河边段中心部分强劈理化带,两侧不对称出现角砾岩、构造透镜体带、牵引褶皱带、节理破碎带,部分方解石脉带。以角砾岩-碎粒岩化带为主。断距小于 500m。

东段紫云-罗甸段中心部位为角砾岩带,不对称出现网状方解石脉带、节理破碎带、牵引褶皱带,部分劈理化带,断距小于 300~500m。

断层结构分带最为复杂的分别位于断裂带北西段及南丹断裂。南丹断裂中心部位为强劈理化带、两侧不对称出现脉石英透镜体带、S-C 组构带、角砾岩带-碎粒岩带、节理破碎带,部分见方解石脉带及角砾,断距 500~1500m。

综上,威-紫-罗断裂带西段、南丹断裂所受挤压作用最强烈,走滑活动次之,西段和南丹段见石英脉透镜体;断裂带中段以挤压走滑活动为主,东段则以走滑活动为主,逆冲次之,中东段以普遍见方解石脉为特征。因而,威-紫-罗断裂带西段及南丹断裂野外显示强烈挤压变形特征,而断裂带东段呈现时隐时现的左行走滑特征。

3 断裂带构造流体包裹体研究

为了研究断裂带变形环境和温压条件,开展了断裂中矿物流体包裹体的测试和分析工作。由于流体包裹体是构造-热事件的重要记录,构造热流体在构造岩中有大量保存,因此对构造变形期流体包裹体的研究,不但可以揭示变形作用下的流体性质及活动特点,而且可以帮助我们更好地研究和认识构造运动的性质、特征及其演化历史^[10-11]。在断裂构造带内的方解石脉、断层角砾岩、石英脉等含有较丰富的包裹体,是构造流体包裹体主要的研究对

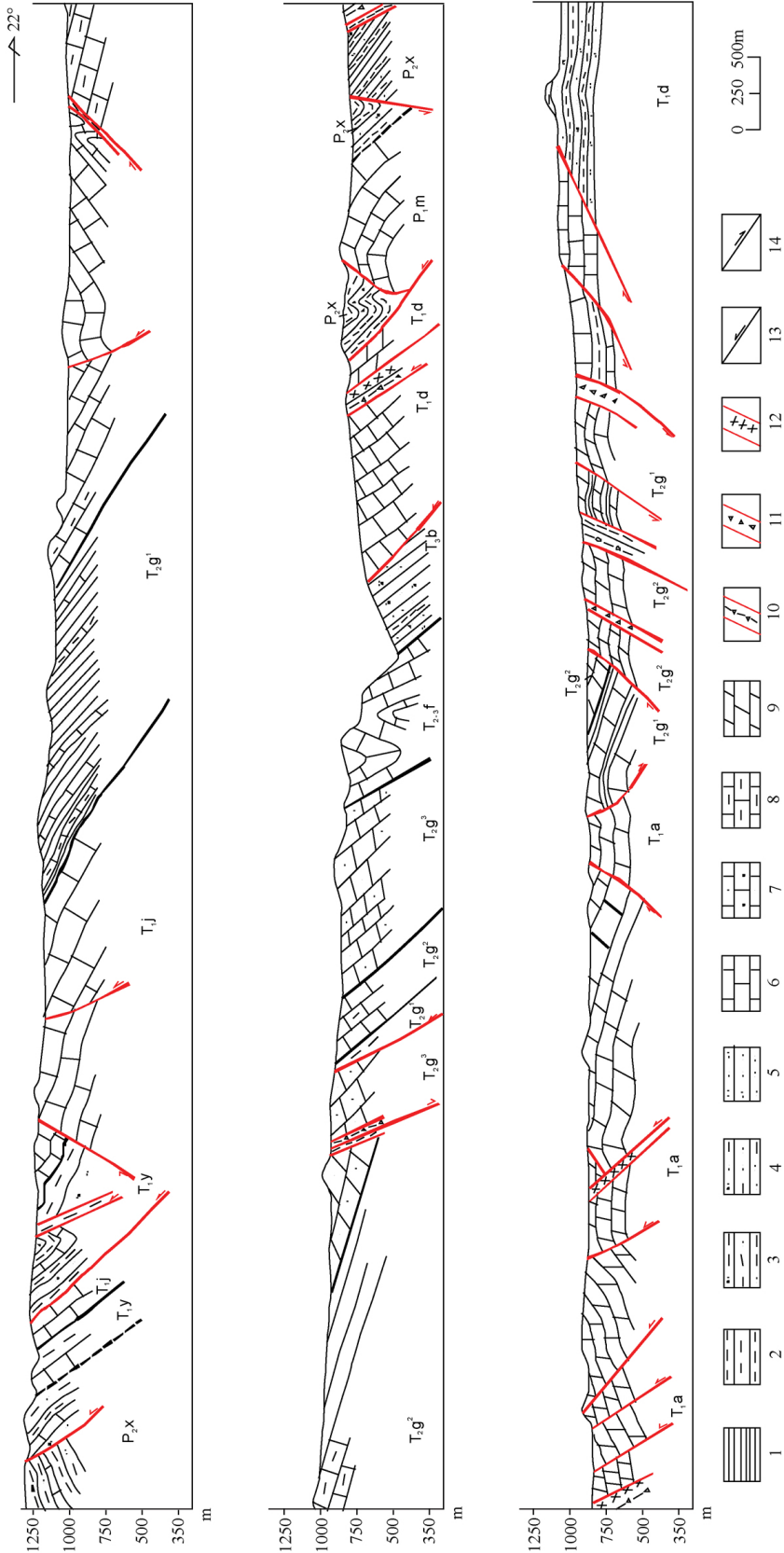


图4 贵州关岭实测构造剖面图 (PM02) (剖面位置见图1)

Fig.4 Structural section of Guanling, Guizhou Province (PM02)

- 1. 页岩; 2. 泥岩; 3. 粉砂质泥岩; 4. 泥质粉砂岩; 5. 粉砂岩; 6. 石灰岩; 7. 砂质灰岩;
- 8. 泥灰岩; 9. 白云岩; 10. 碎裂岩化带; 11. 角砾岩化带; 12. 节理活化带; 13. 逆断层; 14. 正断层

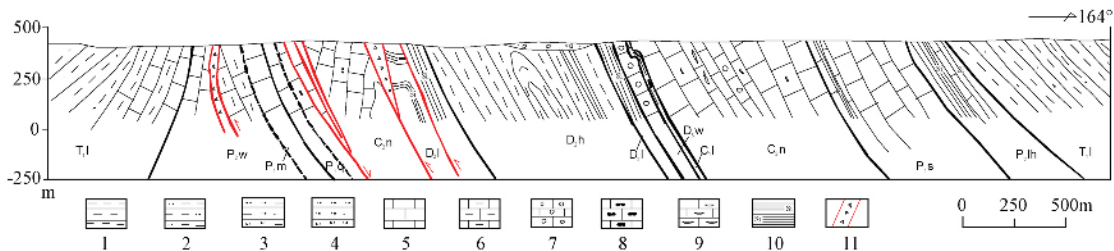


图 5 贵州罗甸沫阳实测构造基干剖面 (PM03) (剖面位置见图 1)

Fig.5 Structural section of Luodian-Moyang, Guizhou Province (PM03)

- 1. 泥岩; 2. 粉砂质泥岩; 3. 泥质粉砂岩; 4. 粉砂岩; 5. 石灰岩; 6. 泥灰岩;
- 7. 瘤状灰岩; 8. 条带状燧石灰岩; 9. 竹叶状灰岩; 10. 硅质岩; 11. 角砾岩化带; 12. 逆断层; 13. 正断层

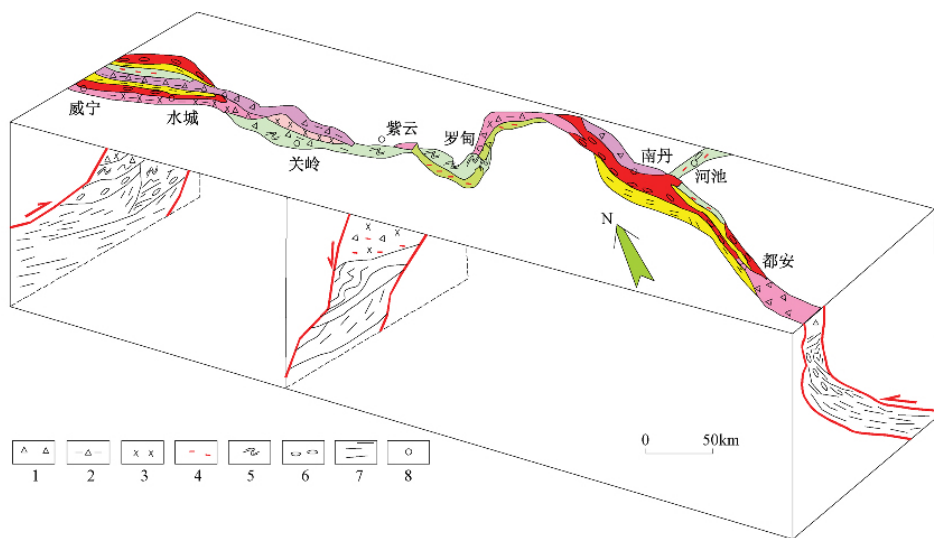


图 6 威-紫-罗断裂带断裂结构模式图

Fig.6 Block diagram of the Wei-Zi-Luo fault zone

- 1. 角砾岩带; 2. 碎裂岩化带; 3. 节理破碎带; 4. 方解石脉体带;
- 5. 牵引褶皱带; 6. 构造透镜体带; 7. 劈理化带; 8. 逆断层; 9. 正断层; 10. 地名

象。

威-紫-罗断裂带取得的构造岩样品, 大多取自主断裂带内或附近, 主要为方解石脉, 由于这些脉体多是断裂形成或者活动时期流体活动形成的, 所以脉中的包裹体记录了断裂活动的信息。大规模发育的个体较小的包裹体应该是断裂挤压过程中形成的, 而那些呈分散状, 散布于构造岩脉方解石或石英矿物中形体较大的包裹体, 应该是断裂活动晚期挤压应力释放过程中形成的^[12-13]。

从测试结果来看 (表 1), 几乎所有样品的均一温度都集中在 100 ~ 180℃ 之间, 表明断裂形成前后断裂中的热流体主要来自地层水或者矿物结晶水等, 含有深部热流体的可能性很小, 加之纯气体包裹体含量少, 可以断定断裂带挤压或者剪切活动远未达到高温高压, 致使岩石发生熔融或者变质的阶段。

表 1 威紫罗断裂带构造岩包裹体测试结果

Tab.1 Result of fluid inclusion analysis in Wei-Zi-Luo fault zone

编号	样品编号	剖面	样品岩性	主矿物	形态	大小/ μm	分布特征	气液比 %	均一温度 $^{\circ}\text{C}$
1	D201	PM01	含方解石灰岩	方解石脉	椭圆	6.4	散布	8	220.5
2	D070	PM01	方解石脉	方解石脉	椭圆	9.6	散布	8	156
3	D707	PM2	方解石脉	方解石脉	长方	9.6	散布	8	227
4	D732	PM2	方解石脉	方解石脉	三角、椭圆	9.6	散布	9	116.9
5	D100	PM02	含方解石脉	方解石脉	椭圆、长方	8	孤立	8	153.8
6	D121	PM02	方解石脉	方解石脉	椭圆、长方	8.7	散布	7	117.1
7	D075	PM02	含方解石脉	方解石脉	针状、椭圆	9.6	散布	6	144
8	D501	PM04	方解石脉	方解石	三角、椭圆	7.5	散布	8	107.5
9	D554	PM04	方解石脉	方解石脉	长方、三角	8	散布	6	180.7
10	D124	PM03	石英脉	石英	长方、三角	20	线状	6	111
11	D133	PM03	方解石脉	方解石	长方、椭圆	9	散布	7.6	133
12	D128	PM03	方解石脉	方解石	长方	6.4	散布	8	145.7
13	D754	PM05	灰岩	方解石	椭圆	2.5	散布	8	141.9
14	D579	PM08	方解石脉	方解石	三角、长方	7.2	散布	8	139.5
15	D595	PM08	方解石脉	方解石	长方、椭圆	23.4	散布	9	142.1
16	D772	PM06	白云质灰岩	方解石	长方、椭圆	8.6	散布	5	144.8
17	D151	PM07	方解石脉	方解石	椭圆、长方	6.9	线状	7.3	132
18	D140	PM07	方解石脉	方解石	椭圆、长方	4	散布	10	195.5
19	D149	PM07	方解石脉	方解石	椭圆、长方	9.4	散布	6	146.8
20	D152	PM07	方解石脉	方解石	长方	24	孤立	8	158.5
21	D148	PM07	方解石脉	方解石	椭圆、长方	8.8	散布	8.4	156

注：所有包裹体的镜下鉴定、描述与均一温度测定均在中科院地质与地球物理研究所实验室完成。

威-紫-罗断裂构造岩的包裹体均一温度存在分段性。断裂的北西段，威宁-紫云的野外基于剖面的构造岩包裹体均一温度分布主要集中在 $100 \sim 120^{\circ}\text{C}$ (图 7)；断裂中段紫云-罗甸的构造岩包裹体均一温度集中在 $140 \sim 160^{\circ}\text{C}$ (图 8)，断裂南东段的构造岩包裹体均一温度也集中在 $140 \sim 160^{\circ}\text{C}$ (图 9)。构造岩包裹体均一温度可能代表了断裂的应变强度或者断裂的切割深度。测试的构造岩样品中的包裹体均一温度主体分布于 $100 \sim 160^{\circ}\text{C}$ 之间，只有极少数的样品的包裹体均一温度超过了 200°C ，说明威-紫-罗断裂带的变形环境位于上地壳，属脆性变形。

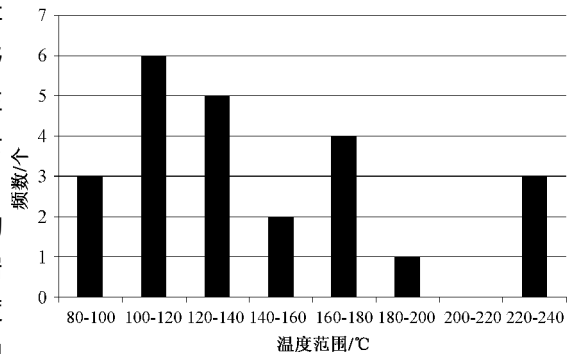


图 7 威紫罗断裂威宁-紫云段构造岩包裹体均一温度分布

Fig.7 Distribution of homogenized temperatures of fluid inclusions in the Weining-Ziyun section of Wei-Zi-Luo fault zone

4 构造复原与演化

平衡剖面技术是研究断裂带演化的有效手段。平衡剖面是联系岩层变形前后之间的纽带，所以可以用来研究有限应变分析，也能用于预测断裂的分布和产状。为研究威-紫-罗断裂带的构造演化，选取了贞丰-镇宁的地震解释剖面进行了平衡复原工作，制作了威-紫-罗断裂带的构造发育史剖面，计算了威-紫-罗断裂带的伸展系数（图 10 和表 2）。

威-紫-罗断裂带的构造演化历史可以追溯到早古生代晚期（图 10）。随着加里东运动的结束，该断裂带在早泥盆世进入了伸展、断陷阶段，控制了断裂带南侧的黔西南与右江盆地以及断裂带北侧的黔南台地的发展。从泥盆纪 - 中三叠世，威-紫-罗断裂以伸展运动为主，早 - 中三叠世是断陷高峰期，该时期在关岭老王山地区发生了强烈断陷，在断层北侧沉积了巨厚的三叠系类复理石堆积。中三叠世末，受到桑朗-罗甸近东西断裂及其向东延伸的宜州断裂的控制，

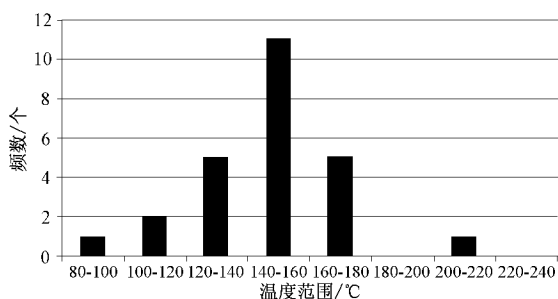


图 8 威紫罗断裂紫云-罗甸段构造岩包裹体均一温度分布

Fig.8 Distribution of homogenized temperatures of fluid inclusions in the Ziyun -Luodian segment of the Wei-Zi-Luo fault zone

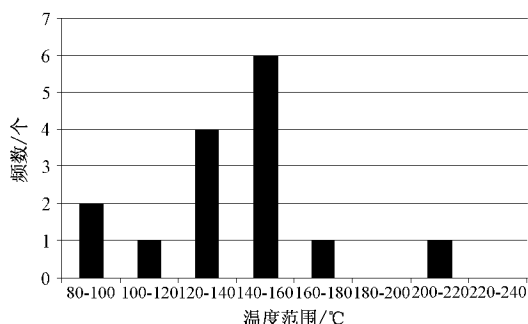


图 9 威紫罗断裂宜州-南丹段构造岩包裹体均一温度分布

Fig.9 Distribution of homogenized temperatures of fluid inclusions in the Yizhou-Nandan section of the Wei-Zi-Luo fault zone

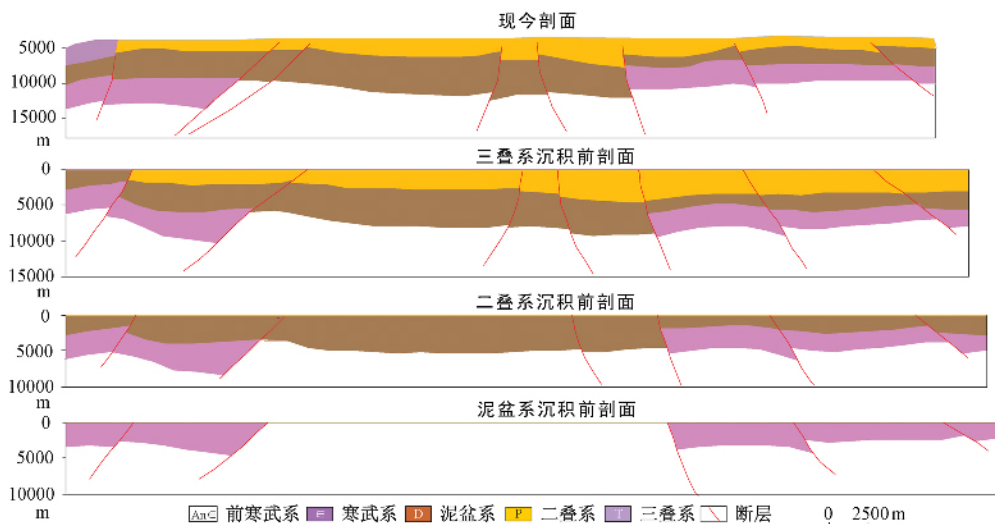


图 10 贞丰-镇宁构造剖面复原图

Fig.10 Restoration of the structural section of the line Zhenfeng-Zhenning

北部的黔南、黔西、黔北台地区主要表现为整体隆升，沉积盆地经历了从晚三叠世卡利期海相沉积→诺利期海陆交互相沉积→瑞替期陆相含煤沉积→早侏罗世里阿斯期内陆河湖相复陆屑沉积的海退式整合渐变；而南部的右江盆地（南盘江凹陷）则出现褶皱变形而发生整体抬升，卷入最新地层为中三叠世拉丁阶，其上直接被上白垩统-古近系山间盆地型红色磨拉石-含煤碎屑岩建造角度不整合覆盖，缺失上三叠统、侏罗系和下白垩统。

表 2 贞丰-镇宁剖面伸长量统计表

Tab.2 I, e, β statistics of line Zhenfeng-Zhenning

地质时期	实际长度/m	伸长量/m	伸长率/缩短率
现今	76180	- 3081	- 0.038871576
三叠纪沉积前	79261	- 1530	- 0.018937753
二叠纪沉积前	80791	- 1020	- 0.012467761
泥盆纪沉积前	81811		

威-紫-罗断裂带强烈构造活动发生在早燕山期，在区域挤压构造背景下表现为较大幅度的剖面缩短（表 2）。在华南地块挤压应力场作用下，断裂带发生逆冲和左旋走滑运动，使泥盆纪-中三叠世断陷盆地发生反转，构造形态基本定型（图 10）。地质上表现为由一系列轴面走向近南北的狭窄向斜和宽缓背斜，以及发育于狭窄向斜轴部的半隐伏状逆冲断裂相间并列而成的隔槽式褶皱组合。该时期，威-紫-罗断裂带的分段性表现也尤为明显，威-紫-罗断裂、南丹断裂中本来连接在一起北西向逆冲推覆构造带的前峰逆冲断裂带，被桑郎-罗甸近东西向断裂分割成为两段，开始了表现不尽相同的分段断裂活动时期。

5 结论

综合野外地质和室内综合研究资料，威-紫-罗断裂带是一条逆冲左旋走滑断裂带，断裂带空间结构复杂，分段明显，分为北西段、中段、南东段三段，各段运动性质和变形强度存在明显差异，包裹体测温结果指示其上地壳脆性变形环境，其形成演化具有时间上的分期性和空间上的分段性。

威-紫-罗断裂带在泥盆纪-早中三叠世时期对两侧盆地的沉积具有明显的控制作用，泥盆纪至二叠纪，断裂南侧发育槽、台间互的沉积格局，北侧靠扬子板块的地区沿断裂发育台地边缘相。中三叠世晚期，随着右江盆地的关闭，威-紫-罗断裂带受到的挤压变形，在中晚侏罗世时期，受到华南地块的推挤，断裂带遭受斜向左旋走滑变形。

致谢：研究工作得到张岳桥研究员的帮助和指导，在此表示诚挚的感谢。

参 考 文 献

- [1] 戴传固,张慧,黄清华.黔东地区典型构造样式特征及其地质意义[J].地质力学学报,2008,14(4):339~345.
DAI Chuan-gu,ZHANG Hui. Typical tectonic styles and their geological significance in eastern Guizhou Province [J]. Journal of Geomechanics,2008,14(4):339~345.
- [2] 毛健全,张启厚,顾尚义.水城断陷的地质特征及构造演化[J].贵州工业大学学报,1997,26(2):1~6.
MAO Jian-quan,ZHANG Qi-hou,GU Shang-yi. The geological characteristics and tectonic evolution of Shuicheng fault subsidence [J]. Journal of Guizhou University of Technology,1997,26(2):1~6.
- [3] 郑荣才,张锦泉.滇东-黔西南泥盆纪构造格局及岩相古地理演化[J].成都地质学院学报,1989,16(4):51~60.
ZHENG Rong-cai,ZHANG Jin-quan. The tectonic framework and the evolution of lithofacies and paleogeography of Devonian in eastern Yunnan and southwestern Guizhou [J]. Journal of Chengdu College of Geology,1989,16(4):51~60.
- [4] 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.
WANG Shang-yan,ZHANG Hui,WANG Tian-hua,et al. Filling and evolution of the Late Paleozoic Shuicheng-Ziyun aulacogen in western Guizhou, China [J]. Geological Bulletin of China,2006,25(3):402~407.
- [5] 程国繁,徐安全.试论“威宁-紫云”北西向构造带变形特征[J].贵州地质,1998,15(4):311~320.
CHENG Guo-fan,XU An-quan. An insight into the northwestern-trending tectonical deformation of the Weining-Ziyun belt, western Guizhou [J]. Guizhou Geology,1998,15(4):311~320.
- [6] 赵孟军,张水昌,赵陵,等.南盘江盆地油气成藏过程及天然气勘探前景分析[J].地质论评,2006,52(5):642~649.
ZHAO Meng-jun,ZHANG Shui-chang,ZHAO Ling,et al. Oil and gas accumulation and gas exploration potential in the Nanpanjiang Basin, China [J]. Geological Review,2006,52(5):642~649.
- [7] 秦建华,吴应林,颜仰基,等.南盘江盆地海西-印支期沉积构造演化[J].地质学报,1996,70(2):99~107.
QIN Jian-hua,WU Ying-lin,YAN Yang-ji,et al. Hercynian-Indosinian sedimentary-tectonic evolution of the Nanpanjiang Basin [J]. Acta Geologica Sinica,1996,70(2):99~107.
- [8] 周明辉.南盘江坳陷油气系统研究[J].云南地质,1999,18(3):248~265.
ZHOU Ming-hui. A study on the petroleum system of Nanpanjiang sag [J]. Yunnan Geology,1999,18(3):248~265.
- [9] 刘特民,刘炳温,陈国栋,等.南盘江盆地构造演化与油气保存区划分[J].天然气工业,2001,21(1):18~23.
LIU Te-min,LIU Bing-wen,CHEN Guo-dong,et al. Tectonic evolution and hydrocarbon preservation region division in Nanpanjiang Basin [J]. Natural Gas Industry,2001,21(1):18~23.
- [10] 周竞平.流体包裹体在断裂构造研究中的应用[J].地质力学学报,1996,2(4):90~91.
ZHOU Jing-ping. Application of fluid inclusions in study on fault systems [J]. Journal of Geomechanics,1996,2(4):90~91.
- [11] 殷秀兰,周东生,吕杰堂,等.渤中坳陷液体包裹体特征及其对成藏研究的意义[J].地质力学学报,2006,12(1):84~90.
YIN Xiu-lan,ZHOU Dong-sheng,LU Jie-tang et al. Characteristics of fluid inclusions and their significance for research on oil accumulation in the Central Bohai depression [J]. Journal of Geomechanics,2006,12(1):84~90.
- [12] 刘斌.脆韧性构造岩中矿流体包裹体研究——以上海及其邻区为例[J].矿物学报,1991,11(4):377~385.
LIU Bin. A fluid inclusion study of minerals in brittle-ductile tectonites as exemplified by Shanghai and its adjacent areas [J]. Acta Mineralogica Sinica,1991,11(4):377~385.
- [13] 杨巍然,张文淮.断裂性质与流体包裹体组合特征[J].地球科学-中国地质大学学报,1996,21(3):285~290.
YANG Wei-ran,ZHANG Wen-huai. Character of fault property and combination of fluid inclusions [J]. Earth Science-Journal of China University of Geosciences,1996,21(3):285~290.

STRUCTURAL FEATURES AND TECTONIC EVOLUTION OF THE WEI-ZI-LUO FAULT ZONE IN SOUTHWESTERN GUIZHOU PROVINCE

ZHANG Rong-qiang , ZHOU Yan , WANG Xin-wei , LI Shuang-jian , LI Song

(*Research Institute of Exploration & Production , SIONPEC , Beijing 100083 , China*)

Abstract : The Wei-Zi-Luo fault develops in southwestern margin of the Yangtze block . This is a deep crustal fault zone and controls the deposition and deformation styles of the region . Based on detailed field observations , fluid inclusion analysis and temperature measurements , and using cross section balance , this paper describes structural texture and segmentation feature of the fault zone and discusses its tectonic evolution . The results show that the Wei-Zi-Luo fault zone consists of several segments with kinematics dominated by reverse and sinistral strike-slip motion . Fluid inclusion analysis indicates brittle environment of deformation occurring in the upper crust , with temperature less than 200℃ . Restoration of cross section shows that this fault zone was under extension during the Early Devonian to Middle Triassic , which controlled the depositional sequence of the region . It was deformed during the Indosinian orogen at the end of Triassic . The major deformation phase , related to westward push of the South China Block , occurred in Late Jurassic to Early Cretaceous .

Key words : Wei-Zi-Luo fault zone ; fault texture ; geological fluids ; inclusions temperature measurements ; Indisnian tectonic movement ; Early Yanshanian tectonic movement