黔西北纳雍-水城一带构造变形特征及其演化

吴开彬1,蒋开源1,黄文俊1,跃连红1,张德明1

(1. 贵州省地质调查院、贵州省地质物探开发应用工程技术研究中心、贵州省地质调查院院士工作站,贵州 贵阳 550081)

[摘 要] 黔西北纳雍-水城一带位于扬子板块西南缘,区内断裂和褶皱极为发育。通过详细野外地质调查,并结合沉积地层接触关系,对区内构造行迹及其组合特征、构造变形期次和构造演化进行探讨。研究表明,震旦纪末至中侏罗世纳雍-水城一带经历了多次构造事件,特别是广西构造事件和印支期构造事件,导致明显的差异剥蚀,但均未造成地层褶皱变形,地层间表现为平行不整合接触。晚侏罗世以后的燕山构造期和喜山构造期才是区内发生构造变形的重要时期。纳雍-水城一带发育的 NE-SW、NW-SE 及近 E-W 向三组构造以及在 NE-SW、NW-SE 向两组构造交接转换部位发育的穹窿构造、构造盆地,均为侏罗纪晚期至早白垩世时期强烈构造事件的产物。其中 NE-SW 向褶皱及近 E-W 向断层先期形成,NW-SE 向褶皱后期形成,并对先期形成的 NE-SW 向褶皱进行叠加改造。

[关键词] 黔西北;褶皱;断层;燕山期;构造演化

[中图分类号]P542 [文献标识码]A [文章编号]1000-5943(2019)-02-0165-08

1 引言

黔西北纳雍-水城一带位于扬子板块西南缘, 断裂和褶皱构造极为发育。前人针对该地区构造 变形特征、变形期次及演化过程的研究不多(何熙 琦等,2005;邓新等,2010;张国伟等,2013)。本文 以沉积地层及其之间的接触关系为基础,结合构 造几何特征、褶皱的叠加改造和区域地质背景,探 讨构造变形期次和构造演化规律。

2 区域地质概况

贵州省大地构造位置位于扬子板块西南部, 其南东侧部分属于江南隆起带西南缘。贵州省沉 积地层发育齐全,自新元古界至第四系均有出露, 特别是震旦纪至三叠纪海相地层层序连续,其间 多为整合接触(戴传固等,2018)。且东部出露地 层较老,西部出露地层较新,沉积岩及浅变质沉积 岩几乎覆盖全省范围(吴开彬等,2016)。岩浆岩出露较少,仅在黔东北梵净山地区、黔西北地区(玄武岩)及黔桂交界的四堡地区有出露,在镇远-马坪与雷公山周缘一带有少量钾镁煌斑岩及煌斑岩的分布(刘彦良等,2009)。贵州地区基底岩系由新元古代四堡群、梵净山群和板溪群、下江群、丹洲群组成。区内构造变形强烈,经历了多期次的构造事件。自新元古代以来,贵州省经历了武陵期、雪峰-加里东期、海西期、印支期、燕山期及喜山期等构造演化时期及构造事件(秦守荣,刘爱民,1998;戴传固等,2013;张德明等,2014;戴传固等,2015;)。多期次的构造事件造成了贵州地区现今褶皱与断层的广泛发育,并且在深大断裂的调整与控制作用下构造变形表现出分区分块特征(杨坤光等,2012)(图1)。

研究区位于黔西北纳雍-水城一带,出露地层有新元古界震旦系,古生界寒武系、泥盆系、石炭系、二叠系,中生界三叠系、侏罗系、白垩系及新生界第四系,缺失奥陶系、志留系及古近系、新近系等。

[[] 收稿日期] 2019-02-08 [修回日期] 2019-04-14

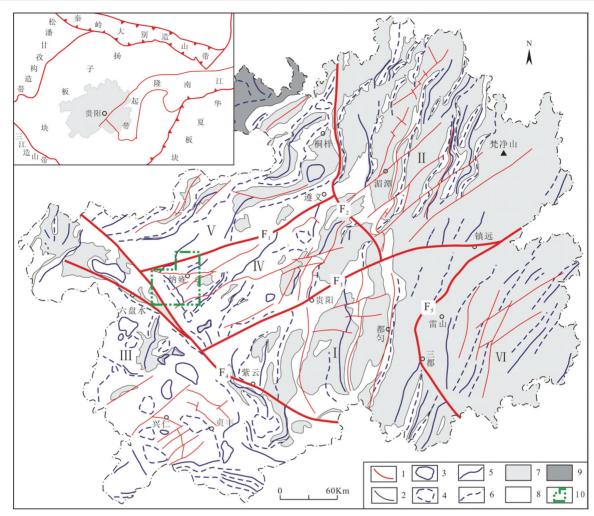


图 1 贵州省构造单元划分简图(改自杨坤光等,2012)

Fig. 1 A sketch of tectonic units division in Guizhou Province (revised from Yang Kun-guang et al., 2012)

I—断层;2—地质界线;3—构造隆起;4—构造盆地;5—背斜轴;6—向斜轴;7—前二叠系;8—二叠系-侏罗系;9—白垩系;I0—研究区范围 F_1 —黔北断裂; F_2 —遵义断裂; F_3 —贵阳-镇远断裂; F_4 —紫云断裂; F_5 —三都断裂. I—黔南隔槽与复杂褶皱带;II—武陵复杂断褶带;II—黔西南复杂褶皱带;IV—黔中复杂变形带;V—黔北褶皱带;II—雪峰逆冲推覆带

3 构造变形特征

研究区内构造发育,以褶皱为主,断层次之(图 2)。褶皱轴向主要为 NE-SW 和 NW-SE 向两组,在二者交接转换部位发育穹窿构造和构造盆地。断层以 NE 走向为主, EW 走向次之,发育少量 NW 走向。

3.1 褶皱

褶皱是研究区特别发育的构造,大致以纳雍断裂带为界,断裂带南北两侧褶皱在形态特征、组合样式及变形作用等方面存在差异。

(1)纳雍断裂带北侧

褶皱轴向基本都为 NE-SW 向,仅在马场断

裂带及纳雍断裂带附近有个别轴向为近 E-W 向的小褶皱展布。褶皱规模大小不一,中型褶皱与小型褶皱均较发育,中型褶皱其变形特征总体上为稍显紧闭的背向斜组合,且在部分中型褶皱两翼及核部发育次一级褶皱和小断层形成复式向斜与背斜,次一级褶皱的形态大多比较紧闭,常表现为强烈挤压形成的紧闭褶皱、倒转褶皱、甚至平卧褶皱(图3)。

褶皱卷入的地层为二叠系-三叠系。中型褶皱轴面走向总体为 NE-SW 向,轴面沿走向略呈 S型弯曲,倾向 NW 或 SE,倾角均较陡,倾角在 70°~90°之间;基本为斜歪褶皱和直立褶皱。枢纽总体走向为 NE-SW 向,主要向 NE 倾伏。褶皱两翼发育走向与褶皱轴向一致的断层,但规模不大,并未对褶皱形态造成强烈的破坏。

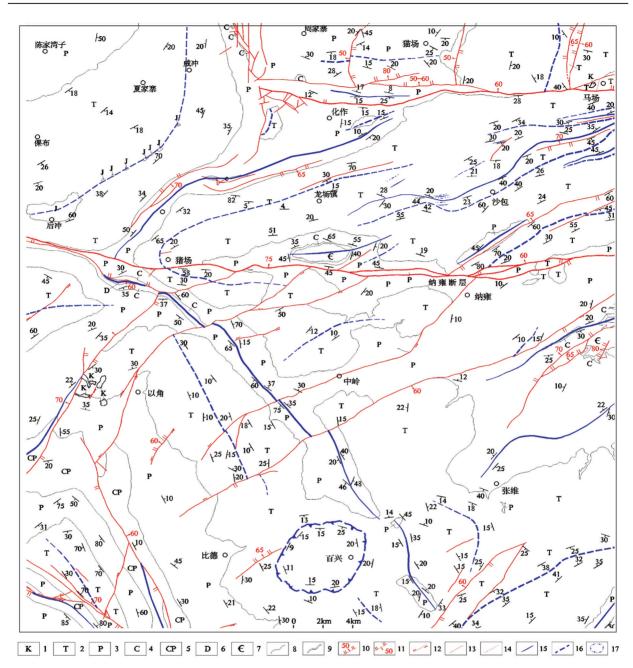


图 2 研究区构造纲要图

Fig. 2 Structural outline map of the studying area

1—白垩系;2—三叠系;3—二叠系;4—石炭系;5—石炭-二叠系;6—泥盆系;7—寒武系;8—整合接触地质界线;9—角度不整合界线; 10—正断层;11—逆断层;12—走滑断层;13—性质不明断层;14—推测断层;15—背斜;16—向斜;17—盆地

(2)纳雍断裂带南侧

褶皱轴向有 NE-SW 向及 NW-SE 向两组,在 二者交接转换部位发育穹窿构造和构造盆地。该 区域主要发育中型褶皱,小型褶皱仅在断层附近 有少量发育,而在中型褶皱的两翼及核部未见次 一级褶皱,形态基本为宽缓的背向斜,仅少数紧闭 的褶皱。 该区域褶皱均卷入了二叠系-三叠系地层,部分位置卷入石炭系地层,都为中型褶皱在中型褶皱两翼不发育次一级褶皱。NE-SW 向褶皱轴面总体走向为NE-SW 向,沿轴面走向轴迹呈缓S型弯曲,倾角较陡,在70°~90°之间,两翼地层倾角在20°~30°左右,基本都为开阔宽缓的直立褶皱和斜歪褶皱。

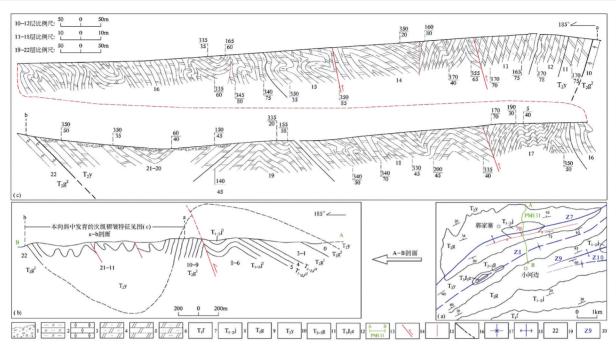


图 3 纳雍断裂带北侧郭家寨-小河边一带复式褶皱特征

Fig. 3 Characteristics of Compound Folds in Guojiazhai—Xiaohebian Area on the North Side of Nayong Fault Zone 1—残坡积物;2—白云质粘土岩;3—泥晶灰岩;4—粉-砂屑白云岩;5—白云岩;6—泥质白云岩;7—飞仙关组;8—嘉陵江组;9—关岭组;10—杨柳井组;11—改茶组;12—二桥组;13—剖面线;14—逆断层;15—性质不明断层;16—分组界线;17—向斜;18—背斜;19—分层号;20—褶皱编号

(a)中型褶皱平面分布图;(b)中型褶皱与小型褶皱组合关系示意图;(c)PM131 实测构造剖面图(T,y向斜部分)



图 4 NW-SE 向包谷山背斜形态 (镜头向 SE)

Fig. 4 NW-SE-trending Baogushan anticline

NW-SE 向褶皱轴面走向为 NW330°左右,轴面近直立,倾角在 80°~90°,两翼地层倾角在 30°~50°之间,两翼基本等厚对称,多为近直立稍显紧闭的褶皱(图 4)。该组褶皱的轴迹呈近直线展布。

穹窿构造和构造盆地发育在 NE-SW 向和 NW-SE 向两组褶皱的交接转换部位,卷入二叠系-三叠系地层,地层均向构造盆地中心倾斜或以穹隆构造为中心向外发散倾斜,倾角较缓,在 10°~

20°之间,局部可达到 30°左右,该类构造在平面上 呈近圆形,是 NE-SW 向和 NW-SE 向褶皱呈大角 度相交或直交的横跨叠加形成。

3.2 断层

断层主要为 NE-SW 走向, E-W 走向断层次之, 发育少量 NW 走向和近 S-N 走向(图 2)。

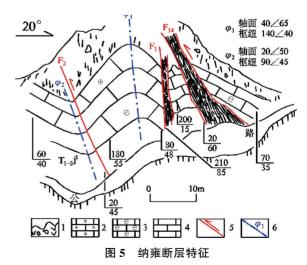


Fig. 5 Characteristics of Nayong fault

1—残坡积物及植被;2—鲕粒灰岩;3—生物屑灰岩;4—灰岩;5—逆断层;6—褶皱枢纽及编号

其中近 E-W 走向的断层有两条,位于马场镇 附近的马场断层和位于纳雍县城北侧的纳雍断 层,该组断层规模较大,平面延伸较长,断层均错 断二叠系-三叠系地层。马场断层的断层面向北 倾斜,倾角在50°~60°左右,断层通过灰岩等刚性 岩石时形成宽约 20 m 的破碎带,破碎带中断层角 砾呈棱角状,角砾杂乱分布,断层具有正断层特 征。纳雍断层为一走向近 E-W 向,断层面倾向 北,倾角在60°~80°左右,具挤压兼左行性质的逆 冲断层。在野外可见一条主断裂及多条次级断裂 和牵引褶皱,断层两侧地层中方解石脉发育,见断 层擦痕及阶步,擦痕及阶步均反映其上盘向上运 动,牵引褶皱及次级断层显示断层形成过程中受 近南北向挤压应力作用。在勺佐大山以东,纳雍 断层北侧发育系列走向近于与之平行的次级断 层,并呈带状展布,次级断层长度在 10 km 以内, 沿走向延伸与纳雍断层面复合,主次断层两侧牵 引构造亦十分发育,其特征均指示上盘上升,下盘 下降的逆断层特征。

NE-SW 走向断层规模不大,沿走向延伸均交 于 E-W 向断层和 NW-SE 向断层之上,断层错断 石炭系、二叠系及三叠系地层,断层性质以高角度 正断层和逆断层为主,发育少量走滑断层。

NW-SE 走向断层位于研究区 SW 侧,是区域上水城-紫云断裂带的一部分,断层面略向北东倾,倾角较陡,约为 70°左右,为一左行平移断层,但兼具逆冲性质。

4 地质构造演化过程

研究区自震旦-寒武系灯影组沉积时期开始, 经历了多期次构造事件,造成多次沉积间断。中 侏罗世以前的沉积间断均表现为地层间的平行不 整合接触。

雪峰-加里东构造期研究区存在两次沉积间断:①灯影组($Z \in_I dy$)与上覆地层牛蹄塘组 ($\varepsilon_{1-2} n$)呈平行不整合接触,该平行不整合揭示出在灯影组沉积之后,发生过构造隆升作用,致使灯影组暴露于地表经受了剥蚀,但未发生地层褶皱弯曲作用;②寒武系金顶山组($\varepsilon_2 j$)与上下石炭统摆佐组(C b)呈平行不整合接触(图 6),在该沉积间断的时期内研究区虽然经历了郁南构造事件、都匀构造事件及广西构造事件,但并未造成早

古生界及以下地层的褶皱变形,而是以升降活动 为主,这些构造事件造成的地层角度不整合接触 和构造变形均在黔东地区。

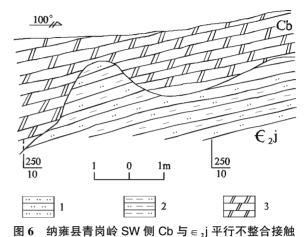


图 6 - 約维茲貢國職 SW - 例 CD - 到 € 2] 平打不登급接應 Fig. 6 Parallel unconformity contact between Cb and € 2j on SW side of Qinggangling, Nayong County

1-细砂岩;2-粉砂质粘土岩;3-白云岩

海西构造期研究区也存在几次沉积间断,但都是构造隆升造成部分位置短时间暴露地表缺失沉积,形成地层间的平行不整合接触,该时期并未发生地层褶皱变形。

印支构造期内区域上发生了一系列碰撞造山事件,在碰撞带附近形成了较强烈的构造变形,造成上三叠统与中三叠统及其以下地层之间的角度不整合接触。而在研究区下三叠统至上三叠统下部均为整合接触关系,其间不存在构造事件造成的地层角度不整合及平行不整合接触;仅在上三叠统内部二桥组(T₃J₁e)与改茶组(T₂₋₃g)之间存在一平行不整合接触面。

中侏罗世以前的地层接触关系表明,震旦纪末至中侏罗世纳雍-水城一带虽然经历了几次构造事件,致使先期地层的原始状况遭受了改造,特别是广西构造事件和印支期构造事件,导致明显的差异剥蚀,但露头尺度和地质填图难以显现其相关构造形迹。

燕山构造期和喜山构造期是该地区内发生构造变形的重要时期。燕山构造期时,在侏罗纪晚期至早白垩世时期发生了强烈的构造事件,此次构造事件造成纳雍-水城一带及相邻地区的侏罗系及其以下地层均发生强烈褶皱变形,并使其后沉积的上白垩统茅台组(K₂m)呈角度不整合覆盖于前白垩系地层之上。喜山构造期,发生于古近纪末至新近纪初的构造事件使上白垩统茅台组

(K₂m)和古近系石脑组发生褶皱变形,并造成其后沉积的新近系与古近系及其之下地层间角度不整合接触。因此,依据这两个区域地层角度不整合面,主要讨论燕山期和喜山期构造变形。

4.1 燕山期构造变形

纳雍-水城一带发育有 NE-SW、NW-SE 及近 E-W 向三组构造,在 NE-SW 及 NW-SE 向两组构造的交接转换部位发育穹窿构造和构造盆地,三组构造都卷入了三叠系及其以下地层,另据邻区资

料,NE-SW 和 NW-SE 向两组构造还卷入了侏罗系地层。而在贵州仁怀上白垩统茅台组(K₂m)砾岩角度不整合于以侏罗系中下统地层为核部的北东向向斜之上(图7),在纳雍县以角乡西侧上白垩统茅台组(K₂m)砾岩角度不整合于呈北西走向和北东走向的中下三叠统嘉陵江组(T₁₋₂j)地层之上,并且上白垩统茅台组(K₂m)的变形无论从构造线方向或者构造变形强度方面均与下伏地层的变形明显不同。因此,三组构造应为侏罗纪晚期至早白垩世时期强烈构造事件的产物。

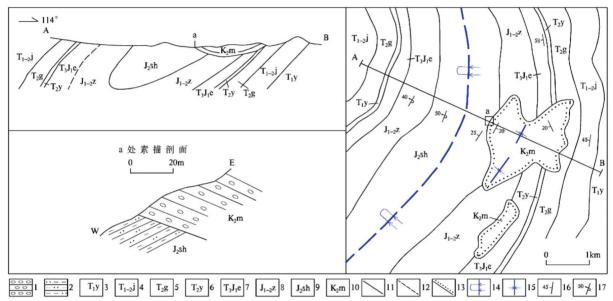


图 7 贵州仁怀茅台组(K,m)与下伏地层角度不整合接触及两期褶皱特征(引自 1:25 万毕节幅,2004)

Fig. 7 Angular unconformity contact between Maotai Formation and underlying strata and characteristics of two-stage folds In Renhuai City, Guizhou Province

1—砾岩;2—粉砂质粘土岩;3—夜郎组;4—嘉陵江组;5—关岭组;6—杨柳井组;7—二桥组;8—自流井组;9—沙溪庙组;10—茅台组; 11—整合地质界线;12—平行不整合界线;13—角度不整合界线;14—倒转向斜;15—向斜;16—岩层产状;17—倒转产状

晚侏罗世,华南板块受其南东侧伊佐奈岐板块向西北方向运移时的挤压作用,形成一系列 NE-SW 走向的挤压构造和 NW 向走滑构造,此时区域最大主应力方向为南南东往北北西的挤压应力。在纳雍-水城一带则使三叠系及其以下地层发生轴向为 NE-SW 向的褶皱变形,受岩石能干性的影响,造成纳雍断裂带南北两侧褶皱在形态特征、组合样式及变形作用等方面存在差异。同时,区内近 E-W 走向的纳雍断层和马场断层、NE-SW 走向断层均于此时开始活动。

其后,最大主应力方向发生逆时针旋转,由早期的向北北西挤压逐渐旋转到侏罗纪末期的向北西西方向挤压(万天丰,2013)。最大主应力轴发生逆时针旋转导致纳雍-水城一带早期

形成的构造发生变化,早期形成的轴向为 NE-SW 的褶皱发生逆时针旋转,轴迹呈略向南东凸起的弧形。近 E-W 走向的纳雍断层此时表现为左行特征; NE-SW 走向的断层则继续表现为逆断层; NW-SE 走向的滥坝断层持续左行平移运动。

早白垩世,伴随着印度板块快速北移和特提斯洋萎缩,纳雍-水城一带构造应力来源于西南方向,最大主应力轴方向为 NE-SW 向,构造变形以 NE-SW 向缩短作用为主。形成轴向为 NW-SE 向的褶皱。在百兴一带,早期形成的 NE-SW 向宽缓向斜受此时 NE-SW 向挤压应力作用,被叠加改造成构造盆地。在马场、纳雍等早期 NE-SW 向线性褶皱发育的区域,受 NE-SW 向挤压应力

作用,褶皱轴多发生缓"S"型弯曲,褶皱枢纽起伏不平。在 NE-SW 向与 NW-SE 向构造的交接转换部位,早期形成的 NE-SW 轴向褶皱受后期 NE-SW 向挤压应力作用而被横跨叠加改造,在以角

地区于露头上观察到两组构造的叠加特征(图 8 (a)、(b)),显示 NE-SW 向褶皱先期形成,被晚期 NE-SW 向挤压应力作用下形成的 NW-SE 向褶皱横跨叠加。





图 8 (a)以角乡 NE-SW 与 NW-SE 向褶皱叠加特征;(b)晚期 NW-SE 向褶皱横跨叠加特征

Fig. 8 $\,$ (a) Superposition characteristics of NE-SW and NW-SE folds in Yijiao country;

(b) Transverse Overlapping Characteristics of Late NW-SE Directional Folds

同时,在以角地区还观察到早期形成的 NE-SW 向褶皱由于受后期 NE-SW 向挤压应力而使

褶皱轴发生弯曲(图9),亦显示 NE-SW 向褶皱先期形成,而 NW-SE 向褶皱晚期形成。



图 9 以角乡发生弯曲的 NE-SW 向褶皱及形成过程示意图

Fig. 9 NE-SW trending folds with bending and diagram of formation process in the yijiao country

在 NE-SW 向挤压应力作用下,区内断层表现为再次活动,以走滑作用为主。近 E-W 走向的纳雍断层仍然为左行走滑;先期 NE-SW 走向的断层此时多表现为左行平移性质,并错断同期形成的 NW-SE 轴向的背斜和向斜,同时在断层两盘地层中形成轴向垂直断层走向的小褶皱;走向NW-SE 向、倾向 NE 的断层此时为北东盘上升、南西盘下降的逆断层。

4.2 喜山期构造变形

该时期测区同时受到印度板块和太平洋板块 俯冲的影响,于古近纪末发生的太平洋板块第一 次向欧亚大陆东部俯冲、挤压及印度板块与欧亚 板块在雅鲁藏布江碰撞使测区及邻区上白垩统茅 台组(K₂m)和古近系石脑组发生褶皱变形,并造成其后沉积的新近系与古近系及其之下地层间角度不整合接触,此时最大主应力方向为 SEE - NWW 向,发生 SEE - NWW 向近水平缩短作用和 NNE-SSW 向水平伸展作用。该次构造事件在测区造成的变形主要表现为区域性抬升和断层活动,并进一步加强了先期构造变形。

5 结论

(1)震旦纪末至中侏罗世纳雍-水城一带虽然 经历了几次构造事件,致使先期地层的原始状况遭 受了改造,特别是广西构造事件和印支期构造事 件,导致明显的差异剥蚀,但露头尺度和地质填图 难以显现其相关构造形迹,地层间亦表现为平行不整合接触。晚侏罗世以后的燕山构造期和喜山构造期才是区内发生构造变形的重要时期,燕山构造期,发生于侏罗纪晚期至早白垩世时期的构造事件使测区及相邻地区的侏罗系及其以下地层均发生强烈褶皱变形,并使其后沉积的上白垩统茅台组(K₂m)呈角度不整合覆盖于前白垩系地层之上;喜山构造期,发生于古近纪末至新近纪初的构造事件造成测区及邻区上白垩统茅台组(K₂m)和古近系石脑组发生褶皱变形,并造成其后沉积的新近系与古近系及其之下地层间角度不整合接触。

(2)纳雍-水城一带发育有 NE-SW、NW-SE 及近 E-W 向三组构造,在 NE-SW 及 NW-SE 向两组构造的交接转换部位发育穹窿构造和构造盆地,该三组构造均为侏罗纪晚期至早白垩世时期强烈构造事件的产物。其中 NE-SW 褶皱及近 E-W 向断层先期形成,NW-SE 向褶皱后期形成,并对先期形成的 NE-SW 向褶皱进行叠加改造。

[参考文献]

邓新,杨坤光,刘彦良.2010. 遵义断裂带变形特点及其演化历史

- 探讨[J]. 贵州地质,27(3):161-167.
- 戴传固,王敏,陈建书,等.2013. 贵州构造运动特征及其地质意义 [J]. 贵州地质,30(2):119-124.
- 戴传固,胡明扬,陈建书,等. 2015. 贵州重要地质事件及其地质意义[J]. 贵州地质,32(1):1-14.
- 贵州省地质调查院. 2004. 1:25 万毕节县幅区域地质调查成果报告[M].
- 贵州省地质调查院.2017. 中国区域地质志(贵州志)[M]. 北京: 地质出版社.
- 何熙琦,肖加飞,王尚彦,等.2005. 黔中隆起研究[J]. 贵州地质, 22(2):83-89.
- 刘彦良,杨坤光,邓新.2009. 镇远-贵阳断裂带活动历史及其对 黔中隆起演化的制约[J]. 地质科技情报,28(3):41-47.
- 秦守荣,刘爱民.1998. 论贵州喜山期的构造运动[J]. 贵州地质, 15(2):105-114.
- 万天丰.2013. 中国大地构造学[M]. 北京:地质出版社.
- 吴开彬,曾广乾,陈国雄,等.2016. 布格重力异常揭示的贵州深部构造特征[J]. 地质科技情报,35(1):190-199.
- 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.
- 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.
- 张德明,何良伦,曾广乾,等. 2014. 黔西罐子窑地区叠加变形及其对铅锌矿床的控制作用[J]. 贵州地质,31(4);241-251.

Tectonic Formation Features and Its Evolution in Navong-Shuicheng Area of Northwest Guizhou

WU Kai-bin, JIANG Kai-yuan, HUANG Wen-jun, YUE Lian-hong, ZHANG De-ming

(1. Guizhou Academy of Geological Survey, Guiyang 550018, Guizhou, China; 2. Guizhou Research of Geologyand Geophysical prospecting devecoped and Applied Engineering Technology, Guiyang 550081, Guizhou, China; 3. Cademician Workstation, Guizhou Geological Survey, Guiyang 550081, Guizhou, China)

[Abstract] The Nayong-Shuicheng area in northwestern Guizhou is located in the southwestern margin of the Yangtze plate, where faults and folds are well developed. Based on the detailed field geological survey and the contact relationship between sedimentary strata, the structural trajectory and its assemblage characteristics, tectonic deformation stages and tectonic evolution in the area are discussed. The study shows that the Nayong-Shuicheng area experienced many tectonic events from the end of Sinian to the middle Jurassic, especially the tectonic events of Guangxi and Indosinian, which resulted in obvious differential denudation, but did not cause formation fold deformation, and the strata showed parallel unconformity contact. The Yanshanian and Himalayan tectonic periods after the Late Jurassic are the important periods of tectonic deformation in the area. The NE-SW, NW-SE and nearly E-W trending structures developed in the Nayong-Shuicheng area, as well as dome structures and structural basins developed at the transition sites between NE-SW and NW-SE trending structures, are the products of intense tectonic events from late Jurassic to early Cretaceous. Among them, NE-SW trending folds and near E-W trending faults were formed earlier, NW-SE trending folds were formed later, and NE-SW trending folds formed earlier were superimposed and reformed.

[Key Words] Northwest Guizhou; Fold; Fault; Yanshan period; Tectonic evolution