doi: 10.19388/j.zgdzdc.2021.01.09

引用格式:马昌威,叶征宇,曹云,等.云南宁蒗新生代盆地的形成与演化[J].中国地质调查,2021,8(1):80-88.(Ma C W, Ye Z Y, Cao Y, et al. Formation and evolution of Cenozoic basin in Ninglang of Yunnan Province[J]. Geological Survey of China, 2021,8(1):80-88.)

云南宁蒗新生代盆地的形成与演化

马昌威¹, 叶征宇², 曹云², 王超²

(1.四川川核矿业有限公司,成都 610061;2.四川省核工业地质调查院,成都 610061)

摘要:宁蒗盆地地处扬子古陆块的活动边缘,在构造上亦属吸纳和调节印度 - 欧亚大陆碰撞应力应变的构造转 化带。为了研究云南宁蒗地区新生代盆地形成、演化与区域构造的关系及盆地类型,通过对宁蒗地区开展的数幅 1:5万区域地质调查,分析了宁蒗盆地内部及相邻地区的构造格架特征,认为盆地的形成及演化均受控于断裂; 通过对宁蒗新生代盆地的沉积建造、控盆构造的时空演化及区域地质背景的研究,认为宁蒗盆地是比较典型的走 滑拉分盆地,其演化经历了3个阶段:古新世末至始新世初盆地拉分打开阶段、始新世初至始新世末拉分盆地沉 积阶段、始新世末至中新世盆地改造阶段。

关键词:宁蒗新生代盆地;古近系;走滑拉分盆地;演化 中图分类号:P546;P542.3 文献标志码:A 文章编号:2095-8706(2021)01-0080-09

0 引言

在区域构造位置上,云南宁蒗盆地地处上扬 子古陆块^[1]的活动边缘,在构造上亦属吸纳和调 节印度 - 欧亚大陆碰撞应力应变的构造转化 带^[2],受陆内变形影响该区构造带经历了前期左 行走滑和后期右行正断^[3]。前期左行走滑主要由 滇中地块沿西南边界红河断裂、程海断裂等作逆 时针旋转,导致先存断裂逐步发展形成哀牢山一 金沙江一红河左行走滑断裂带^[4]。同时,伴随走 滑断裂作用,形成了剑川、大理、弥渡等一系列主 走滑断裂控制的 NW 向走滑拉分盆地及永胜、宁 蒗、期纳等次级走滑断裂控制的近 SN 向、NE 向 走滑拉分盆地^[5]。关于盆地的类型主要存在山间 拗拉盆地^[6]、山间断陷盆地^[7]等不同认识,本文结 合近年来在该区开展的数幅1:5万区域地质调 查^[8-9],对宁蒗新生代盆地的沉积建造、控盆构造 的时空演化及区域地质背景进行分析,探讨其演 化模式及盆地类型。

1 研究区地质概况

宁蒗盆地位于 100°39'~101°10'E、26°24'~ 27°30′N,长约60 km,宽19~32 km,呈SN 向近似 长菱形,行政区隶属云南省宁蒗县和永胜县。在区 域构造位置上,盆地位于扬子陆块区之上扬子古陆 块,三级构造单元横跨盐源一丽江被动陆缘和楚雄 陆内盆地^[1](图1)。研究区属扬子地层区,区域上 地层出露较为齐全,缺失侏罗系和白垩系沉积,新生 界较发育,其中古近系始新统宝相寺组沉积厚度大, 为盆地盖层。受喜马拉雅运动影响,深大断裂活化, 研究区有大量中酸性岩浆沿着构造裂隙上侵,形成 了宁蒗盆地周侧分布广泛的古近纪中酸性斑岩。研 究区地处多期构造交织、叠覆部位,构造形迹以断裂 为主,不同时期、不同性质、不同规模的断裂比较发 育,且多具脆-韧性或脆性断层的特点,主断裂呈 NE 向、NW 向波状弯曲延伸,其中,NE 向延伸的箐 河—金河断裂为盐源—丽江被动陆缘和楚雄陆内盆 地三级构造单元的分区断裂,亦为盆地的南东边界。

收稿日期: 2020-05-11;修订日期: 2021-01-06。

基金项目:中国地质调查局"云南1:5万灵源(G47E008020)、大厂(G47E009020)、腊姑河(G47E008021)幅区域地质调查(编号: DD20160017-03)"项目资助。

第一作者简介方数据(1987一),男,工程师,主要从事区域地质调查与固体矿产资源勘查工作。Email: mcw2019@163.com。



 第四系; 2. 古近系始新统宝相寺组; 3. 中生界; 4. 古生界; 5. 上 二叠统峨眉山组; 6. 震旦系; 7. 古近纪渐新世二长花岗斑岩; 8. 古 近纪始新世花岗闪长斑岩; 9. 古近纪始新世二长花岗斑岩; 10. 古 近纪始新世石英二长斑岩; 11. 古近纪始新世石英闪长岩; 12. 古近 纪始新世正长闪长斑岩; 13. 中二叠世橄榄辉长岩; 14. 煌斑岩脉; 15. 地质界线; 16. 逆冲断层; 17. 正断层; 18. 逆冲推覆断裂

图 1 滇东北大地构造(a)和宁蒗新生代盆地地质简图(b) Fig. 1 Geotectonic map of Northeastern Yunnan (a) and simplified geological map of Ninglang Cenozoic basin (b)

2 宁蒗新生代盆地特征

2.1 盆地新生代沉积地层

宁蒗盆现教师 泛发育新生代地层,主要为始新

统宝相寺组,其角度不整合覆盖于二叠系、三叠系 之上,厚度大于1924 m,具明显的磨拉石堆积特 征,自下而上可分为4段(图2):第一段($E_{3}b^{1}$)属 山麓相、河流相,厚11~633 m,底部为具叠瓦状构 造的块状砾岩,中一上部灰紫色中细粒砂岩中见包 卷层理、犬牙交错现象,紫红色粉砂岩与泥岩夹层 中见虫管、砂岩透镜原生沉积现象,上部为紫红色 粉砂岩、粉砂质泥岩,呈似层状、透镜状:第二段 (E_2b^2) 为湖泊相,厚 668 m,为紫红色含钙质细砂 岩、灰紫色含钙质中细粒砂岩夹紫红色含钙质泥岩 及粉砂岩,底部细砂岩、中细粒砂岩发育平行层理、 波状层理,粉砂岩与泥岩夹层中见龟裂、砂岩透镜 现象; 第三段(E₂b³)以河流相为主,夹杂山麓相, 厚317 m,为灰紫色砾岩、灰紫色含砾粗砂岩夹砖红 色细砾岩、紫红色含钙质细砂岩、灰质角砾岩、砖红 色含砾泥岩、紫红色钙质粉砂岩,发育有板状交错 层理、楔状交错层理、槽状交错层理、包卷层理及顶 面冲刷等沉积构造;第四段($E_{2}b^{4}$)属河流 – 湖泊 相,厚928 m,以紫红色泥岩、粉砂质泥岩、粉砂岩为 主,夹灰紫色细砂岩、含砾细砂岩、含砾粗砂岩,泥岩 中发育水平层理、小型交错层理、包卷层理及虫管构 造,砂岩中具平行层理、砂纹层理。以上沉积特征表 明,宁蒗盆地具明显的山麓相/河流相—湖泊相—河 流相一河流/湖泊相的4层立体沉积结构。

2.2 盆地内小型构造

宁蒗盆地内部新生代地层内断裂较发育,主要 为近 SN 向与 NW 向 2 组^[8-9]。断裂既有张性正断 层又有压扭性逆断层,这2种类型的断裂为不同时 期的产物。在盆地的北东部,受老鹰崖咀断裂影 响,多发育走向 NW、倾向南西的逆断层,该逆断层 为盆地形成后,始新世末期,印度板块和欧亚板块 强烈碰撞, 青藏高原整体强烈隆升, 使云南板块进 入陆内造山阶段,盆地受到近 EW 向或 NW-SE 向 的挤压,沿盆地边界先存断裂发育压性逆冲走滑断 层,此时盆地内局部发育压扭性的逆断层。近 SN 向的清水河断裂正断层性质明显,断裂东倾,断裂 破碎带宽约1m,发育泥岩角砾,断裂两盘地层有错 断,上盘向下错距约0.5 m,张性正断层发育在盆地 形成后,渐新世至中新世以来区内断裂转变为右行 走滑,这一期走滑作用导致了宁蒗盆地始新统宝相 寺组砂砾岩及两侧三叠系地层陡倾产出,形成多个 岩层直立带,发育张性正断层。在盆地内部的断裂 面多数平直、光滑,氧化程度低,拖拽现象不发育。



 上三叠统松桂组; 2. 上三叠统白土田组; 3. 始新统宝相寺组一段; 4. 始新统宝相寺组二段; 5. 始新统宝相寺 组三段; 6. 始新统宝相寺组四段; 7. 砾岩; 8. 含砾细砂岩; 9. 含砾粉砂岩; 10. 孔雀石化泥岩; 11. 粗砂岩; 12. 含 钙质细砂岩; 13. 孔雀石化粉砂岩; 14. 灰质角砾岩; 15. 石英细砂岩; 16. 泥岩; 17. 长石石英细砂岩; 18. 含岩屑 粗砂岩; 19. 粉砂质泥岩; 20. 细粒砂岩; 21. 含钙质粉砂岩; 22. 含砾泥岩; 23. 地质界线; 24. 角度不整合界线; 25. 逆断层; 26. 断层破碎带; 27. 大厂一平川断裂带; 28. 分层编号; 29. 产状

图 2 宁蒗县清水河村始新统宝相寺组实测剖面

Fig. 2 Measured profile of Eocene Baoxiangsi Formation at Qingshuihe Village of Ninglang County

3 盆地边界构造

宁蒗新生代盆地位于丽江—小金河断裂(F₁) 和箐河—金河断裂(F₂)夹持的近 SN—NE 向的狭 长地段,其东部和西部边界分别为老鹰崖咀断裂 (F₃)和大厂—平川断裂带(F₄)。断裂对盆地的发 展、演化起着明显的控制作用。

3.1 丽江—小金河断裂金棉段(F₁)

丽江一小金河断裂金棉段(F₁)总体走向35°~40°,倾向北西,从金棉乡至红桥乡全长约54 km,构成盆地北西缘的边界。在金棉一带由多条断裂构成叠瓦式断裂带,断距最大达10 km,灯影组俯冲于峨眉山组、三叠系之上,松桂组仰冲于宝相寺组之上(图3),为逆冲断裂;沿南西方向至龙山附近,断距减小,**顷**宿酌握盖于三叠系地层之上。在丽江龙



E₂b. 宝相寺组; T₃sg. 上三叠统松桂组
 图 3 丽江—小金河断裂(F₁)在金棉一带仰冲特征
 Fig. 3 Uplift characteristics of Lijiang – Xiaojinhe fault (F₁) in Jinmian area

山断裂结构面清楚,黑泥哨组仰冲在松桂组之上, 断裂带附近的灰岩破碎成角砾状,页岩中产生小褶 皱和错动,轻微变质具薄片状和片理化。

3.2 箐河—金河断裂(F₂)

箐河一金河断裂(F₂)为程海—宾川断裂的北 段分支断裂^[10],断裂规模较大,从六德乡—禅战河乡 延伸长约70 km,为构成盆地的南东缘边界断裂。新 生代以来,断裂活动较强烈。在古新世末—始新世 初,箐河一金河断裂和丽江—小金河断裂发生左行 走滑拉分作用^[11],导致宁蒗一战河—永胜一带形成 了拉张区,尔后沉积新生代地层。始新世末期,箐 河一金河断裂(F₂)主要表现为逆冲推覆特征,在永 宁坪以西一带,断裂走向 NE,倾向南东,倾角 24°~ 88°,断裂带宽达数公里,且由多个分支断裂组成,局 部形成叠瓦状构造。在六德乡作林湾,见中泥盆统 烂泥箐组推覆叠置于上三叠统松桂组之上(图4、图5),



T₃sg.上三叠统松桂组; D₂ln.中泥盆统烂泥箐组
图 4 箐河→金河断裂(F₂)在六德乡作林
湾一带逆冲推覆宏观特征
Fig. 4 Macroscopic characteristics of Qinghe – Jinhe fault(F₂) in Zuolinwan, Liude Township



1. 松桂组二段; 2. 烂泥箐组二段; 3. 砂岩; 4. 灰岩; 5. 角砾灰岩;
 6. 逆断层; 7. 强劈理化带; 8. 产状

图 5 第河一金河断裂(F₂)在六德乡作林湾 一带逆冲推覆特征素描

Fig. 5 Sketch of the thrust nappe characteristics of Qinghe – Jinhe 福祉教授) in Zuolinwan, Liude Township 断层面倾向 SE, 倾角 24°~48°, 见宽约 30 m 的破碎带, 破碎带中发育构造透镜体、强劈理化、碎裂岩等。

3.3 老鹰崖咀断裂(F₃)

老鹰崖咀断裂(F₃)断裂南段走向 NW,北段走 向 NE, 断裂面向东倾斜, 倾角 40°~55°, 延伸长约 83 km,为盆地的东缘边界。在金姑村一带,破碎带 宽 200 余 m, 下盘地层倒转, 岩层弯曲, 见厚 10~20 cm 的断层泥,上震旦统地层逆推于上三叠统地层之 上,并造成两盘地层沿走向呈 60°的交角接触,断距 100~1000 m 以上,由南东向北西逐渐加大,该断 裂为一向南仰冲的枢纽断层。在宁蒗县喇嘛庙东 侧新修公路壁可见断层上盘上三叠统松桂组含煤 碎屑岩系向西逆冲于断层下盘宝相寺组三段紫灰 色含砾砂岩之上(图6)。老鹰崖咀断裂(F₃)逆冲 推覆应发生于始新世末期印度板块和欧亚板块强 烈碰撞时。在阿家大河—桃子乡—带,见多条张扭 性正断裂,断裂走向 NE,倾向 W,倾角 65°左右,多 交于丽江—小金河断裂(F₁)之上,并受其改造,其 应代表盆地形成时边界。



E2b. 始新统宝相寺组; T3sg. 上三叠统松桂组 图 6 老鹰崖咀断裂(F3)在喇嘛庙东侧 一带逆冲推覆宏观特征

Fig. 6 Macroscopic features of Laoyingyazui fault (F_3) on the east side of Lama Temple

3.4 大厂一平川断裂带(F₄)

大厂—平川断裂带(F₄)为程海—宾川断裂的 北段分支断裂,该断裂带宽大,由多条断裂组成。 断裂主体走向近 N,局部 NW,倾向西/南西,从六德 乡至金棉乡延伸长约 86 km,构成盆地的西边界。

大厂—平川断裂带(F₄)明显经过2期构造活动:第一期发生在古新世末一始新世初,在永胜县 分水岭村西二叠纪峨眉山组玄武岩中见多条高角 度的正断层(图7),断面倾向东,倾角75°~83°,近 似直立,断面平整,见擦痕、擦阶,局部见透镜体,断 裂东侧为新生代古近系宝相寺组,该期形成的断裂 应代表盆地形成时边界;第二期构造活动发生在 古近纪始新世末期,表现为逆冲特征,断层面倾向 西,倾角27°~68°,在羊坪水库以东断层面产状 291°∠68°,见二叠纪峨眉山组逆掩于古近系宝相 寺组之上,断裂带宽约34 m(图8)。



 1. 宝相寺组; 2. 峨眉山组; 3. 砾岩; 4. 泥质粉砂岩; 5. 玄武岩; 6. 花岗闪长斑岩; 7. 正断层; 8. 断层破碎带; 9. 隆升/下陷; 10. 产状

图 7 大厂一平川断裂带(F₄)在分水岭村西短剖面

Fig. 7 Dachang – Pingchuan fault (F₄) in the short section at Western Fenshuiling Village



E₂b. 始新统宝相寺组; P₃e. 上三叠统峨眉山组
 图 8 大厂—平川断裂带(F₄)在羊坪水
 库以东一带逆冲宏观特征

Fig. 8 Thrust macro characteristics of Dachang – Pingchuan fault (${\bf F}_4$) in the east of Yangping reservoir

4 宁蒗新生代盆地的形成与演化

宁蒗至免疫于上扬子古陆块西缘与"三江"结

合带[12],是云南西北部复杂地质演化、多期构造叠 加的重要部位。扬子陆块西缘古元古代一中元古 代早期东川群、通安组、河口群以及滇中大红山群 等古老基底岩层仅在康滇地轴构造区内部出露,研 究区内未见前寒武系古老基底。新元古代晚期— 晚古生代,该地区处于扬子陆块西缘被动陆缘盆地 沉积环境,发育有震旦系一古生界。中二叠世晚 期一晚二叠世由于受到峨眉山地幔柱活动的影响, 扬子陆块西部发生分裂,即攀西裂谷出现大规模玄 武岩喷溢^[13]。早一中三叠世,该地区延续被动陆 缘盆地沉积环境[14]:早三叠世发育一套紫红色夹 灰绿色滨浅海相碎屑沉积,底部含中基性火山岩碎 屑;中三叠世,发生短暂的海进作用,发育一套碳 酸盐台地相夹碎屑岩沉积。晚三叠世,随着古特提 斯金沙江洋、甘孜一理塘洋的闭合,扬子西缘转变 为汇聚环境,研究区由被动陆缘盆地转换为前陆盆 地。晚三叠世末期受区域上印支期陆内造山运动 影响,扬子西缘盐源--丽江台缘坳陷^[15]发生构造 转换,地层经历复杂构造变形,强烈褶皱-抬升,形 成盐源一丽江中生代逆冲带,直至古近纪,本地区 不再接受沉积作用。

自 65 Ma 以来,藏东三江地区受印度-欧亚大 陆碰撞效应的影响,发生了强烈的陆内变形^[16-17], 历经了古新世—始新世(65~46 Ma)压扭阶段、始 新世—渐新世(45~26 Ma)压扭/张扭转换阶段和 渐新世以来(25 Ma 至今)的 EW 向伸展 3 个阶 段^[3]。宁蒗盆地地处上扬子古陆块西缘与"三江" 构造带结合部位,其形成、发展、改造明显受区域构 造应力控制。根据各个时期演化特征可将宁蒗新 生代盆地的演化过程分为以下几个阶段。

4.1 古新世末至始新世初——盆地拉分打开阶段

从中三叠世开始,随着滇西古特提斯洋盆的逐 渐封闭、碰撞造山^[18],扬子准地台从晚三叠世开始 在结合带逆冲前缘形成挤压构造环境,以发育压陷 盆地为特征,在其后缘形成伸展构造环境(研究区 属此),在晚三叠世形成松桂断陷盆地,在早侏罗世 形成坳陷盆地^[19]。在古新世末至始新世初,研究 区处于区域构造应力压扭阶段。盐源—丽江地区 受箐河—金河断裂(F₂)和丽江—小金河断裂(F₁) 左行走滑拉分作用控制(图9、图10(a)),形成盐 源、宁蒗、永胜、期纳等—系列拉分盆地。永胜—宁 蒗地区拉张区范围较小,平面上呈菱形。从沉积的 新生代地层看,沉降中心主要位于南部永胜县麦地 坪一带至北部的宁蒗县新营盘一带。



 1. 拉张区; 2. 左行走滑断层; 3. 不规则盆地边界正断层; 4. 丽江一 小金河断裂; 5. 箐河一金河断裂

图 9 盆地拉分打开阶段平面示意图

Fig. 9 Schematic diagram of the basin at the opening stage

4.2 始新世初至始新世末——盆地沉积阶段

始新世是宁蒗盆地形成发展的主要时期。始 新世初, 箐河一金河断裂(F₂)、丽江一小金河断裂 (F₁)发生左行走滑活动,盆地在原盐源一丽江中生 代逆冲带基础上最初在麦地坪、仁和、跑马坪一带 拉分打开,早期沉积了厚达近600 m 的厚块状粗砾 岩一巨砾岩,即宝相寺组一段(E_2b^1)(图 10(b))。 始新世中期,盆地基本成形,走滑拉分活动减弱,盆 地水域扩大、稳定发展,沉积以湖泊相紫红色泥岩、 粉砂岩、细砂岩为主,即宝相寺组二段(E_2b^2)。始 新世中一晚期,受区域构造应力影响,走滑断裂再 次强烈活动,盆地进入新一阶段快速沉积期,形成 宝相寺组三段(E,b³),下部岩性以多旋回山麓洪积 相厚层状砾岩为主夹粉砂岩,上部岩性为河流相含 砾粗砂岩与粉砂岩、泥岩互层。始新世晚期,盆地 构造整体稳定,沉积了河流-湖泊相的紫红色泥 岩、粉砂质泥岩、粉砂岩,即宝相寺组四段($\mathbf{E}_{2}b^{4}$)。 随着印度-欧亚板块碰撞,本区不断抬升,造成宁 蒗盆地南高北低,水域不断向北萎缩,逐渐演化为 以宁蒗挖开为中心的残留盐湖相蒸发岩沉积。



古近系始新统; 2. 上三叠统; 3. 下一中三叠统; 4. 中二叠统一上三叠统; 5. 中二叠统; 6. 震旦系一泥盆
 系; 7. 泥岩; 8. 砂岩夹页岩; 9. 砾岩; 10. 灰岩; 11. 白云岩; 12. 正断层; 13. 左行走滑断层

图 10 盆地拉分打开阶段(a)和盆地沉积阶段(b)横剖面示意图

Fig. 10 Schematic diagram of the cross section of the basin at the opening stage (a) and the basin deposition stage (b) 万方数据

作为走滑拉分断层控制形成的构造盆地,宁蒗 盆地具有发育快、沉降快、沉积速率大、沉积厚度 大、沉积相变化迅速等特征。

4.3 始新世末——盆地改造第一阶段

始新世末期,印度板块和欧亚板块强烈碰撞,青藏高原整体强烈隆升,使云南板块进入陆内造山阶段^[19]。盆地受到近 EW 向或 NW – SE 向的挤压,沿盆地边界先存断裂发育压性逆冲走 滑断层(图 11(a)),造成盆地西侧的古生代一 中生代的地质体开始向东仰冲,在盆地东侧的六 德一松山坡一带,管河一金河断裂(F₂)的上盘 (东盘)由东往西冲。该期构造活动形成了规模 巨大的逆冲推覆构造带,整体表现为老地层冲到 古近系之上的特征,局部形成了叠瓦状的逆冲断 裂带(永胜以东的羊坪—哨坪一带),造成了断 层两盘及宁蒗盆地中的地层广泛褶皱。伴随该 期构造运动,有大量中酸性岩浆沿着构造裂隙开 始侵入^[20-21]。



震旦系一上三叠统; 7. 震旦系一泥盆系; 8. 泥岩; 9. 砂岩夹页岩; 10. 砾岩; 11. 灰岩; 12. 白云岩; 13. 斑岩 脉体; 12. 逆断层; 15. 右行走滑断层

图 11 盆地改造第一阶段(a)和第二阶段(b)横剖面示意图

Fig. 11 Schematic diagram of the cross section for basin reconstruction at the first stage (a) and the second stage (b)

4.4 渐新世至中新世——盆地改造第二阶段

渐新世至中新世以来,研究区区内断裂再次 转变为右行走滑断裂(图11(b)、图12)。这一 时期走滑作用对区内尤其是盆地边界岩层改造 影响较大,导致了宁蒗盆地始新统宝相寺组砂砾 岩及两侧三叠系地层陡倾产出,在大厂桥、哨坪、 仁和、大龙洞、跑马坪等地形成多个岩层直立 带^[8-9]。



 1. 宝相寺组; 2. 花岗闪长斑岩; 3. 右行走滑断层;
 F₁. 丽江一小金河断裂; F₂. 箐河一金河断裂; F₃. 老 鹰崖咀断裂; F₄. 大厂一平川断裂带

图 12 盆地改造第二阶段平面示意图

Fig. 12 Schematic diagram of the second stage of basin reconstruction

5 结论

(1)作为由走滑拉分断层控制其形成的构造盆 地,宁蒗盆地具有发育快、沉降快、沉积速率大、沉 积厚度大、沉积相变化迅速等特征,且具明显的山 麓相/河流相—湖泊相—河流相—河流/湖泊相的4 层立体沉积结构。

(2)宁蒗盆地是比较典型的走滑拉分盆地,其 演化与区域应力场的改变有着密切关系,断裂对盆 地的发展、演化起着明显的控制作用。

(3)宁蒗盆地演化阶段性明显,经历了发生 (古新世末至始新世初,盆地拉分打开)、发展(始 新世初至始新世末,沉积了宝相寺组红色磨拉石建 造)、改造(始新世末期,逆冲推覆;渐新世一中新 世以来区内右行走滑)过程。

参考文献:

 [1] 潘桂堂,肖庆辉,陆松年,等.中国大地构造单元划分[J].中 国地质,2009,36(1):1-28.

Pan G T, Xiao Q H, Lu S N, et al. Subdivision of tectonic units in China[J]. Geology in China, 2009, 36(1):1-28.

[2] 张远泽.川滇地块东部主要活动断裂新生代精确构造年代格 来及其对青颜高原东缘新生代动力学过程的启示[D].武汉: 中国地质大学(武汉),2015.

Zhang Y Z. Tectonic chronology constraint on the faults bounding the east Sichuan – Yunnan block and implications for Tibetan Plateau kinetics [D]. Wuhan; China University of Geosciences (Wuhan), 2015.

- [3] 侯增谦,潘桂堂,王安建,等. 青藏高原碰撞造山带:Ⅱ. 晚碰 撞转换成矿作用[J]. 矿床地质,2006,25(5):521-543.
 Hou Z Q,Pan G T, Wang A J, et al. Metallogenesis in Tibetan collisional orogenic belt: Ⅱ. Mineralization in late collisional transformation setting[J]. Mineral Deposits,2006,25(5):521-543.
- [4] 钟大赉. 滇川西部古特提斯造山带[M]. 北京:北京科学出版 社,1998:1-231.

Zhong D L. The Ancient Tethys Orogenic Belt in Western Yunnan and Sichuan [M]. Beijing: Beijing Science and Technology Press, 1998:1-231.

- [5] 谭筱虹. 滇西三江地区新生代构造盆地的特征及形成机制[J]. 云南地质,1999,18(2):112-121.
 Tan X H. Features and formation mechanism of Cenozoic tectonic basins in the Sanjiang area of western Yunnan[J]. Yunnan Geology, 1999,18(2):112-121.
- [6] 王振华. 宁蒗盆地油气勘探远景分析[J]. 云南地质,2000,19
 (4):443-448.
 Wang Z H. An analysis of oil gas exploration prospective of Ninglang Basin[J]. Yunnan Geology,2000,19(4):443-448.
- [7] 董林. 宁蒗盆地油气勘探有利区分析[J]. 能源与环保,2017, 39(2):155-159.

Dong L. Analysis on advantageous area of oil and gas exploration in Ninglang Basin [J]. China Energy and Environmental Protection, 2017, 39(2):155 – 159.

- [8] 叶征宇,马昌威.1:50 000 灵源幅、大厂幅、腊姑河幅区域地 质调查报告[R].北京:中国地质调查局,2019.
 Ye Z Y,Ma C W. Regional Geological Survey Report of the Lingyuan Sheet, Dachang Sheet and Laguhe Sheet of 1:50 000[R]. Beijing: China Geological Survey,2019.
- [9] 张锦让,王宏.1:50 000 宁蒗幅、西布河乡幅、波罗幅区域地质调查报告[R].北京:中国地质调查局,2019.
 Zhang J R, Wang H. Regional Geological Survey Reports of the Ninglang Sheet, Xibuhe Township Sheet and Boluo Sheet of 1:50 000[R]. Beijing:China Geological Survey,2019.
- [10] 王宝碌,吕世琨,胡居贵. 试论川滇黔菱形地块[J]. 云南地质,2004,23(2):140-153.
 Wang B L,Lu S K,Hu J G. A tentative description of the Chuan Dian Qian rhombic massif[J]. Yunnan Geology,2004,23(2): 140 153.
- [11] 郭永生. 试论金河—菁河断裂走滑特征[J]. 四川地质学报, 1986(2):39-42.
 Guo Y S. On the strike - slip characteristics of the Jinhe - Qinghe fault[J]. Acta Geological Sichuan, 1986(2):39-42.

 [12] 潘桂棠,徐强,侯增谦,等.西南"三江"多岛弧造山过程成矿 系统与资源评价[M].北京:地质出版社,2003.
 Pan G T, Xu Q, Hou Z Q, et al. Mineralization System and Resource Evaluation of the Nujiang – Lancangjiang – Jinshajiang Multi – Island Arc Orogenic Process in Southwestern China[M]. Beijing: Geological Publishing Honse, 2003.

[13] 肖龙,徐义刚,梅厚钧,等.云南金平晚二叠纪玄武岩特征及 其与峨眉地幔柱关系——地球化学证据[J].岩石学报, 2003,19(1):38-48.

Xiao L, Xu Y G Mei H J, et al. Late Permian flood basalts at Jinping area and its relation to Emei mantle plume:geochemical evidences[J]. Acta Petrologica Sinica,2003,19(1):38-48.

[14] 朱民. 上扬子西南地区三叠系沉积记录及其对盆山格局的制约[D]. 杭州:浙江大学,2016.
 Zhu M. The depositional record of Southwestern Upper Yangtze ar-

ea during Triassic and its restriction on the tectonic framework of basin and range[D]. Hangzhou:Zhejiang University,2016.

- [15] 尹福光,潘桂棠,万方,等.西南"三江"造山带大地构造相[J]. 沉积与特提斯地质,2006,26(4):33-39.
 Yin F G,Pan G T,Wan F,et al. Tectonic facies along the Nujiang Lancangjiang Jinshajiang orogenic belt in southwestern China[J].
 Sedimentary Geology and Tethyan Geology,2006,26(4):33 39.
- [16] 邓军,侯增谦,莫宣学,等. 三江特提斯复合造山与成矿作用[J].矿床地质,2010,29(1):37-42.
 Deng J, Hou Z Q, Mo X X, et al. Superimposed orogenesis and metallogenesis in Sanjiang Tethys[J]. Mineral Deposits,2010,29(1):37-42.
- [17] 李文昌,潘桂棠,侯增谦,等.西南"三江"多岛弧盆-碰撞造 山成矿理论与勘查技术[M].北京:地质出版社,2010.

Li W C, Pan G T, Hou Z Q, et al. Southwest "Sanjiang" Multi – Island Arc Basin – Collision Orogeny and Mineralization Theory and Exploration Technology [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2010.

- [18] 许志琴,王勤,李忠海,等.印度 亚洲碰撞:从挤压到走滑的构造转换[J].地质学报,2016,90(1):1-23.
 Xu Z Q, Wang Q, Li Z H, et al. Indo Asian collision: Tectonic transition from compression to strike slip[J]. Acta Geology Sinica,2016,90(1):1-23.
- [19] 李静,张志斌,熊家镛,等. 云南省成矿地质背景研究报告[M].昆明:云南科技出版社,2003.
 Li J,Zhang Z B,Xiong J Y, et al. Yunnan Province Metallogenic Geological Background Research Report[M]. Kunming: Yunnan Science and Technology Press,2003.
- [20] 胡受权,曹运江,郭文平.云南宁蒗地区喜山期斑岩成矿带地 质特征[J].昆明理工大学学报,1998,23(6):116-123.
 Hu S Q,Cao Y J,Guo W P. Geological characteristics of the metallogenic series of Hymalayan porphyry belt in Ninglang district, Yunnan[J]. Journal of Kunming University of Science and Technology,1998,23(6):116-123.
- [21] 徐恒,崔银亮,周家喜,等. 云南永胜分水岭矿区富碱斑岩地 球化学、锆石 U - Pb 年龄及其地质意义[J]. 大地构造与成矿 学,2016,40(3):614-624.
 Xu H,Cui Y L,Zhou J X, et al. The geochemistry of alkali - rich porphyry,zircon U - Pb age and its geological significance in Fenshuiling mining area, Yongsheng, Yunnan [J]. Geotectonica et Metallogenia,2016,40(3):614-624.

Formation and evolution of Cenozoic basin in Ninglang of Yunnan Province

MA Changwei¹, YE Zhengyu², CAO Yun², WANG Chao²

(1. Sichuan Nuclear Mining Co. Ltd., Chengdu 610061, China; 2. Sichuan Nuclear Geology Institute, Chengdu 610061, China)

Abstract: Ninglang Basin is located on the active edge of Yangtze Paleo – Continent Block, and it is a structural transformation zone, which absorbed and regulated the stress and strain of India – Eurasia collision. In order to study the relationship between the formation and evolution of Cenozoic basins in Ninglang area of Yunnan Province and its regional structures and basin types, the authors analyzed the structural framework of Ninglang Basin and its adjacent areas, through several 1:50 000 regional geological surveys. The results show that the formation and evolution of the basin are controlled by faults. Ninglang Basin is believed to be a typical strike – slip pull – apart basin through the study of the sedimentary construction, spatial evolution of the basin – controlling structure and the regional geological background. The evolution has gone through three stages: pulling apart and opening stage from the Paleocene to Eocene, pull – apart basin deposition stage from the beginning of the Eocene to the end of the Eocene, and the basin reform stage from the Eocene to the Miocene.

Keywords: Ninglang Cenozoic basin; Paleogene; strike - slip pull - apart basin; evolution