

青藏高原班公湖—怒江缝合带丁青—碧土段 大地构造演化

蒋光武^{1,2}, 谢尧武², 白珍平³, 西诺朗杰², 强巴扎西², 彭兴阶⁴

JIANG Guang-wu^{1,2}, XIE Yao-wu², BAI Zhen-ping³, XINUO Lang-jie²,

QIANGBA Zha-xi², PENG Xing-jie⁴

1. 中国科学院广州地球化学研究所, 广东 广州 510640; 2. 西藏地质调查院, 西藏 拉萨 850000;

3. 西藏自治区国土资源厅信息中心, 西藏 拉萨 850000; 4. 云南省第三地质大队, 云南 大理 671000

1. *Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, Guangdong, China;*

2. *Tibet Institute of Geological Survey, Lhasa 850000, Tibet, China;*

3. *The Information Center of Land and Resources Department in Tibet Autonomous Region, Lhasa 850000, Tibet, China;*

4. *The 3rd Geological Party of Yunnan Province, Dali 671000, Yunnan, China*

摘要:藏东班公湖—怒江缝合带丁青—碧土段位于该缝合带由东西向转向南北向的转折部位, 夹持于冈瓦纳大陆冈底斯—察隅陆块与泛华夏扬子大陆昌都—思茅陆块之间, 经历过强烈伸展、挤压、碰撞、急剧沉降和隆升, 是地质构造极其复杂的造山带。其沉积构造环境复杂多样, 与该缝合带发展演化有关的岩浆活动极其强烈、频繁, 并发育有高压变质带。丁青—碧土—怒江洋盆经历了较为完整的威尔逊旋回, 包括裂谷—初始洋盆阶段、洋盆扩张阶段、俯冲消减阶段、封闭碰撞阶段的发展和演化。

关键词: 青藏高原; 班公湖—怒江缝合带; 丁青—碧土段; 构造演化

中图分类号: P542^{+.4}

文献标志码: A

文章编号: 1671-2552(2009)09-1259-08

Jiang G W, Xie Y W, Bai Z P, Xinuo L J, Qiangba Z X, Peng X J. Tectonic evolution of Dingqing-Bitu segment of Bangonghu-Nujiang suture zone in Qinghai-Tibet Plateau, China. *Geological Bulletin of China*, 2009, 28(9):1259-1266

Abstract: Dingqing-Bitu segment is located at the turning point where the extension of Bangonghu-Nujiang suture zone turns from EW direction to NS direction, and it is located between Gangdisi-Chaou landmass of Gondwana and Changdu-Simao landmass of Huaxia Yangtze continent thus has experienced strong extension, extrusion, collision, rapid settlement and uplifting, therefore it belongs to orogenic belt with very complicated geological structures and variable depositional tectonic setting. There is a high-pressure metamorphic belt developed and the relative magmatic activities is quite intensive and frequent in this suture zone. Dingqing-Bitu-Nujiang ocean basin has experienced a ratively complete Wilson Cycle that includes the initial development and evolution of rift-initial ocean basin stage, oceanic spreading stage, oceanic subduction stage and closure-collision stage.

Key words: Qinghai-Tibet Plateau; Dingqing-Bitu segment of Bangonghu-Nujiang suture zone; tectonic evolution

丁青—碧土缝合带为班公湖—怒江巨型缝合带向南急拐弯部位的南延部分, 向南可与滇西古特提斯主洋盆昌宁—孟连结合带相接^[1]。它既是泛华夏大

陆与冈瓦纳大陆的分界线, 又是羌塘—三江地层大区与冈底斯—喜马拉雅地层大区的分界线^[2]。

丁青—碧土缝合带夹持于冈瓦纳大陆冈底斯—

收稿日期: 2009-06-05; 修订日期: 2009-06-24

基金项目: 国家自然科学基金项目(编号: 40872146)与中国地质调查局项目(编号: 1212010510214、1212010813028)资助

作者简介: 蒋光武(1965-), 男, 高级工程师, 从事青藏高原大地构造与区域地质研究。E-mail: jguangwu@163.com

察隅陆块与泛华夏扬子大陆昌都—思茅陆块之间,经历了强烈的拉伸、挤压、碰撞、急剧沉降和隆升,是地质构造极其复杂的造山带。构造单元划分为察隅陆块、丁青—碧土缝合带、昌都—思茅陆块 3 个一级单元。各构造单元沉积构造环境复杂多样,火山活动极其强烈、频繁,多条构造岩浆岩带、变质带、紧密褶皱逆冲断裂带和伸展拆离构造带重叠拼合在这一强烈变形的狭长地带内,构成了本区独特的“两块夹一缝”的地质构造格局和十分有利的成矿地质环境。因此,它不仅是研究特提斯东段地质构造发展、演化的关键地带,也是中国西南三江地区重要的有色金属和贵金属找矿的远景区^[3-4]。

1 沉积—构造演化特征

按沉积建造组合,察隅陆块、丁青—碧土缝合带和昌都—思茅陆块的沉积—构造演化特征如图 1 所示。

1.1 察隅陆块

察隅陆块的结晶基底岩系为古中元古代德玛拉岩群。结晶基底经历了 1200~1400Ma(?) 的变质事件,其 Sr、Nd、Pb 同位素具南半球 PREMA 特征^[5]。

褶皱变质基底岩系为新元古代—寒武纪波密群,与滇西的勐统群、公弄河群和缅甸的 Chaung Magyi 群相对比,为一套活动大陆边缘浊积岩、火山岩组合。该基底经历了泛非末期壳源重熔花岗岩侵位(500~600Ma)和褶皱变质作用(644~664Ma)之后,成为冈瓦纳大陆北缘增生褶皱基底的一部分。

奥陶系—泥盆系为一套含化石丰富的稳定型陆表海碳酸盐台地相沉积。

石炭纪—二叠纪发育了一套冈瓦纳相沉积,在改则夏岗江发现舌羊齿植物群^[6],在云南省保山市永德县安排田村采获舌羊齿 *Glossopteris communis*?^[7],在腾冲中和区大坝组中也找到 *Glossopteris communis* 和亲冈瓦纳相的海相化石^[1]。二叠纪早期曾发生过一次陆内裂堑作用,夹有一套厚 565m 的大陆板内拉斑玄武岩。

区内缺失早中三叠世沉积,晚三叠世麦隆岗组超覆不整合于晚古生代地层之上。陆块东部为晚三叠世谢巴组岛弧安山岩和三坝村早侏罗世 I 型花岗岩带构成的岩浆弧,其东为确哈拉群构成的弧前盆地沉积。

侏罗纪—白垩纪在前陆地区形成了马里组、拉贡塘组、多尼组磨拉石(含煤)和朱村组英安岩、英安

质火山碎屑岩。

古近纪为碰撞期后山间断陷盆地磨拉石沉积。

1.2 丁青—碧土缝合带

现已初步查明,丁青—碧土缝合带存在结构复杂的构造古地理面貌,可概括为有微陆块(如保山)、孤立结晶基底岩片(如同卡岩块、聂荣岩块)、洋脊、洋岛、海山、大洋岛弧和深海盆地错综复杂间列的多岛洋格局,与现在的西南太平洋颇为类似^[8-9]。根据现知的洋盆残迹(蛇绿混杂岩、洋脊、洋岛火山岩和洋盆放射虫硅质岩)、构造古地理格局、古生物区系、古气候和已有的古地磁研究成果,碧土洋和昌宁—孟连洋对两侧的沉积地质记录具有最显著的分割性,可代表古特提斯洋的主洋盆,反映了当时全球构造格局中各自具有复杂大陆边缘的冈瓦纳和劳亚两大板块之间的界线^[10-11]。

(1)同卡结晶基底岩片

由古中元古代卡穷岩群和侏罗纪 S 型花岗岩组成。卡穷岩群为一套由蓝晶白云母石英片岩、含矽线石榴蓝晶黑云片岩、蓝晶黑云斜长片麻岩、石榴黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩、黑云二长片麻岩、黑云斜长变粒岩、含矽线斜长变粒岩、黑云二长变粒岩、斜长角闪岩、石榴斜长角闪岩和少量大理岩、榴辉岩包体组成的中深变质结晶基底岩系。

榴辉岩呈包体产于卡穷岩群含蓝晶石榴矽线黑云二长片麻岩中^[12],包体呈圆球形、椭球体,大者 50cm 左右,小者如拳,呈 NW—SE 向串珠状与围岩片麻理一致,宽约 50m,两侧为花岗片麻岩。据初步研究,卡穷岩群中石榴辉石岩包体形成的环境可能介于中压麻粒岩相与榴辉岩相的过渡环境。

(2)丁青—卡玛多蛇绿混杂岩片

早期在古特提斯主洋盆的基础上,经历了洋内俯冲消减,在丁青—卡玛多洋盆北东侧洋内弧和弧前发育玻安岩和低钛玄武岩,其特征与特罗多斯、沃瑞诺斯、汗泰锡尔和泽当地区的蛇绿岩基本可以对比^[13-15]。

(3)俄学、八宿—下林卡、碧土—丙中洛

蛇绿混杂岩片

蛇绿岩主要由变质橄榄岩(主要是方辉橄榄岩)、辉长岩、大洋拉斑玄武岩、洋岛玄武岩和辉绿岩组成。蛇绿岩中未找到岩墙群,与南延的滇西昌宁—孟连古特提斯主洋盆相似。洋岛碱性玄武岩出露于掘水和学巴地区,其稀土、微量元素特征与滇西昌宁—

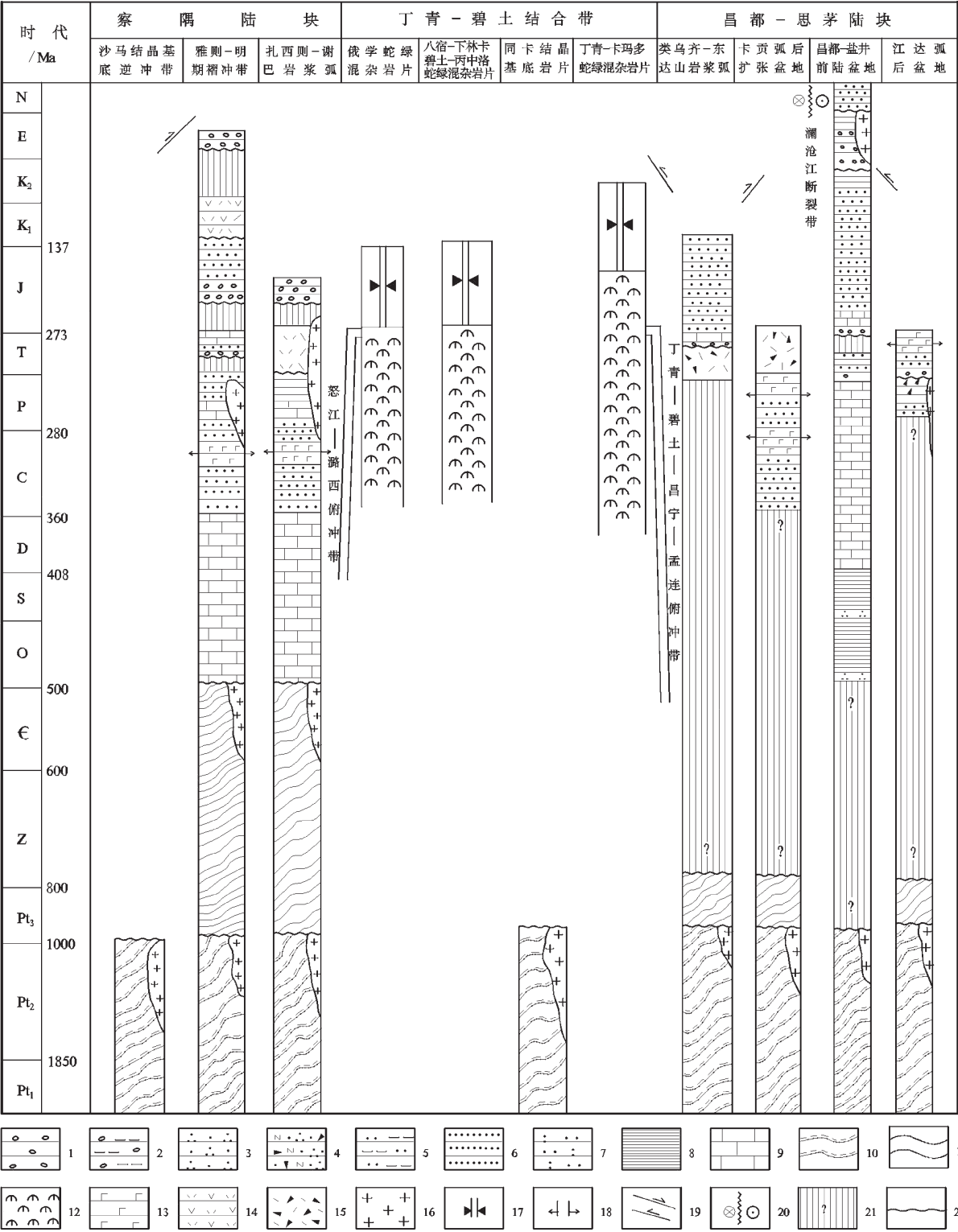


图 1 丁青-碧土缝合带及邻区沉积-构造演化示意图

Fig. 1 Schematic diagram of the sedimentary-structure evolution of Dingqing-Bitu suture zone and its adjacent area
1—砾岩;2—含砾板岩;3—石英砂岩;4—含长石岩屑石英砂岩;5—粉砂质泥岩;6—砂岩;7—凝灰质砂岩;8—浅海砂页岩;
9—碳酸盐岩;10—片麻岩;11—片岩;12—蛇绿岩;13—玄武岩;14—英安岩;15—岛弧火山岩;16—花岗岩;17—闭合;
18—张陷;19—推覆;20—右行走滑;21—地层缺失;22—不整合

孟连带的澜沧老厂火山岩几乎完全一致^[16-17]。综上所述,俄学、八宿-下林卡、碧土-丙中洛古特提斯主洋盆是一个内部结构十分复杂的开阔多岛洋。

(4) 罗冬硅泥质复理石混杂岩片、扎玉硅泥质复理石岩片

由洋盆深海沉积组成,包含硅质岩、硅质泥岩夹砂泥岩和多层火山岩。硅质岩具粒序层的特点,含 Cr、Ni、Co、Zn、Ba 较高,普遍含 Mn、Fe、P 结核和同生黄铁矿,浊积岩中含深水遗迹化石等。上述特征显示硅泥质复理石混杂岩片形成于主洋盆扩张阶段,当时古特提斯主洋盆已是一个相当宽广的大洋,具有纷繁的构造-古地理景观,与现今西太平洋的面貌十分相似。

(5) 孟阿雄、察瓦龙海山碳酸盐岩岩片

为洋岛火山锥的产物堆垛增高至碳酸盐 CCD (碳酸盐补偿深度)面以上发育成为洋盆内的海山碳酸盐台地,说明在晚三叠世时洋盆扩张下降速率和沉积速率趋于相等,主洋盆开始进入洋盆消减阶段。

1.3 昌都-思茅陆块

昌都-思茅陆块的结晶基底岩系为古中元古代吉塘岩群和宁多岩群。吉塘岩群由黑云斜长片麻岩、黑云角闪斜长片麻岩、斜长角闪岩、黑云斜长二辉片麻岩、二辉暗色麻粒岩组成。宁多岩群由堇青二云片岩、石榴红柱二云片岩、含十字石榴二云片岩、含矽线堇青黑云斜长片麻岩、含矽线二云斜长片麻岩、二云堇青片麻岩、含石榴角闪斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩、黑云透辉斜长变粒岩、斜长角闪岩、大理岩等组成。吉塘岩群南延为崇山岩群、大勐龙岩群;宁多岩群南延为石鼓岩群、苍山岩群和哀牢山岩群。前者原岩建造及地球化学特征判定为中元古代(1700~1900Ma)岛弧型火山岩-火山碎屑岩,其 $\varepsilon_{\text{Nd}}/\varepsilon_{\text{Sr}}$ 比值与安第斯岛弧玄武岩十分相近,都经历了 1300~1400Ma 年同位素系统均一化的重要热事件,说明围绕扬子大陆西缘,在中元古代可能存在活动边缘,而后在 1300~1400Ma 时发生构造-热事件,拼贴到扬子大陆上成为扬子变质基底。后者原岩建造、地球化学、同位素特征和变质年龄都可与扬子大陆上的中元古代大红山岩群对比,都经历了 900Ma 左右的区域热流动力变质作用,应属扬子变质基底的一部分。扬子陆块在新元古代(800~900Ma)再次经历了一次重要的构造-热事件(晋宁运动),整个扬子大陆固结成为稳定的台地。西西组片岩的全岩 Rb-Sr 等时

线年龄为 757Ma^[18];草曲群变质玄武岩锆石 U-Pb 同位素年龄为 876~999Ma^①。从西西群、草曲群的原岩建造、地球化学、同位素变质年龄看,基本可与扬子大陆的昆阳群和晋宁运动相对比,属扬子陆块褶皱变质基底的一部分。区内奥陶纪-志留纪沉积以一套滨浅海碎屑岩为主,局部夹有多层网纹状灰岩,属稳定型沉积。泥盆系一中二叠统为含化石丰富的稳定型台地相碳酸盐岩沉积;从石炭纪开始沿澜沧江断裂带大陆壳被伸展减薄发生裂陷,生成卡贡组、东坝组、沙龙组厚度巨大的碎屑岩和玄武岩浆喷发,形成了裂陷海槽乃至初始洋盆。尚可能包括南延的吉盆、白济汛、石登、小格拉、半坡等拉斑玄武岩和超镁铁岩体。晚二叠世时,昌都-思茅陆块东缘转化为活动大陆边缘,发育大规模的岛弧火山岩及二叠纪-三叠纪岛弧和弧后拉张裂谷型火山岩。晚三叠世在前陆地区形成了甲不拉组磨拉石沉积,阿堵拉组、夺盖拉组含煤沉积和巨厚的侏罗纪-白垩纪陆内含膏盐红色沉积。

2 丁青-碧土地区的岩浆活动

该地区岩浆侵入活动强烈、频繁,多受构造控制而呈带状分布。在西部结晶基底逆冲带分布有新元古代-寒武纪泛非末期岛弧、碰撞型花岗岩,东部有石炭纪消减型花岗岩、侏罗纪消减型花岗岩带,中部有白垩纪碰撞型花岗岩和前陆盆地中晚白垩世碰撞期后花岗岩,西部有古近纪花岗岩。火山活动时期主要有古中元古代、新元古代-寒武纪、石炭纪-早二叠世、晚三叠世、早白垩世等。

2.1 火山活动

2.1.1 察隅陆块

火山活动在陆块东部边缘有新元古代-寒武纪边缘裂陷火山活动,形成了波密群中酸性火山岩;石炭纪-二叠纪来姑组板内大陆拉斑玄武岩;晚三叠世岛弧型谢巴组安山岩;早白垩世腊久-八宿前陆盆地中碰撞期后陆内朱村组中酸性火山岩(谢尧武, 2009,待刊)。

2.1.2 丁青-碧土-怒江缝合带

丁青-卡玛多蛇绿混杂岩带内仅见相当于玻镁安山岩类侵入岩的“高镁石英辉绿岩”和“高镁石英辉长岩”。岩石常具快速冷却的淬火结构, SiO_2 和 MgO 含量较高,以贫 TiO_2 、 K_2O 、 P_2O_5 为特征,为洋内的弧后或弧前环境形成的火山岩。

俄学蛇绿混杂岩和八宿-下林卡蛇绿混杂岩,有枕状玄武岩、块状玄武岩、杏仁状玄武岩、变质玄武岩等,其岩石学、岩石地球化学均显示中 Ti、低 K 大洋拉斑玄武岩的特征。碧土-丙中洛蛇绿混杂岩中以大洋拉斑玄武岩为主,在据水、学巴尚地区发育洋岛碱性玄武岩^[19]。

2.1.3 昌都-思茅陆块

古中元古代吉塘岩群南延为崇山岩群和大勐龙岩群,据其原岩建造和地球化学特征判定为 1700~1900Ma 之岛弧型火山岩及火山碎屑岩,其 $\varepsilon_{\text{Nd}}/\varepsilon_{\text{Sr}}$ 与安第斯岛弧玄武岩相近^②,为扬子大陆西部的活动大陆边缘火山岩,在经历了 1300~1400Ma 同位素系统均一化热事件后拼贴成为扬子大陆结晶基底的一部分。西西群、草曲群火山岩和火山碎屑岩则为与昆阳群相当的扬子大陆被动陆缘裂陷火山-陆源碎屑沉积。石炭纪—三叠纪时,西部丁青-碧土-怒江洋盆和东部金沙江洋俯冲消减在昌都-思茅陆块东西边缘转化为活动大陆边缘,发育了一系列岛弧型火山岩,构成了西部类乌齐-东达山岩浆弧和东部江达-维西岩浆弧火山岩带。

2.2 侵入岩

2.2.1 察隅-腾冲花岗岩带

带内西部有泛非期前奥陶纪花岗岩,为泛非末期增生基底岩浆活动的产物^[20]。侏罗纪—古近纪岩浆活动明显受雅鲁藏布江和班公湖-怒江洋盆板块活动的控制。喜马拉雅早期冈底斯陆块受印度板块向北俯冲推移而基底活化,泛非期花岗岩被古近纪花岗岩吞蚀而存于雅鲁藏布江缝合带封闭碰撞型松冷花岗岩带中。分布于伯舒拉岭扎西则、三缅甸的侏罗纪 I 型花岗岩带,显然与怒江洋盆向西俯冲消减有关。阿扎公拉竹瓦根白垩纪 S 型花岗岩带的形成可能与怒江洋盆封闭、昌都-思茅陆块同冈底斯陆块白垩纪时期的碰撞有关。贡日嘎布曲及其以西的古近纪沙马花岗岩带的形成可能与雅鲁藏布江洋盆封闭、喜马拉雅陆块同冈底斯陆块在古近纪时的碰撞有关。

2.2.2 丁青-碧土-怒江缝合带

带内发育阿尔卑斯型变质橄榄岩、堆晶杂岩、辉长岩、辉绿岩和少量奥长花岗岩小岩枝,构成丁青-卡玛多、俄学、八宿-下林卡、碧土-丙中洛蛇绿混杂岩片的重要组成部分。带内尚发育白垩纪郭清碰撞型花岗岩,其形成可能与怒江洋盆封闭、白垩纪时类

乌齐弧同伯舒拉岭弧的碰撞有关。

2.2.3 类乌齐-东达山花岗岩带

由三叠纪岛弧消减型花岗岩和白垩纪碰撞型花岗岩组成。三叠纪岛弧消减型花岗岩由闪长岩、石英闪长岩、二长岩、斜长花岗岩、花岗闪长岩、二长花岗岩等组成,其成因与怒江-碧土洋盆向东俯冲消减有关。白垩纪碰撞型花岗岩分布于东达山花岗岩带东部,以二长花岗岩为主,接触带发育云英岩化、电气石化、矽卡岩化和辉石角岩化,其成因可能与怒江洋盆封闭、伯舒拉岭岩浆弧同类乌齐-东达山岩浆弧发生碰撞相关。

2.2.4 玉龙-遵喜古近纪 A 型花岗岩带

为金沙江-红河富碱侵入岩带的北段部分,由正长斑岩、正长岩、花岗斑岩等组成。正长岩的 Nd 同位素组成 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 比值为 0.512451~0.512495^[21],具有富集到近似原始地幔源 Nd 同位素组成的特征,说明其母岩浆起源于上地幔。其岩石组合、矿物组合、副矿物组合、岩石化学成分和稀土、微量元素特征均显示形成于碰撞期后地幔上隆之陆内裂谷构造环境。

2.2.5 江达-白茫雪山花岗岩带

由石英闪长岩、花岗闪长岩和二长花岗岩组成,为金沙江洋盆向西俯冲消减所形成的岛弧消减型花岗岩。

3 高压变质带与双变质带

蛇绿岩、消减带杂岩和高压变质带(双变质带)至今仍是识别板块构造的三大岩石学标志,研究结果已证实了丁青-碧土缝合带的高压变质带的存在。察隅-腾冲变质事件经历了古中元古代中压热流变质作用,形成了递增变质带,其后又为侏罗纪、白垩纪—古近纪低压高温热流变质作用叠加。东部类乌齐-东达山变质带在经历了古中元古代低压麻粒岩相变质的基础上,叠加了三叠纪低压高温区域动力热流变质作用。丁青—卡玛多一线发育了一套埋深变质的葡萄石-绿帘石相组合和蓝闪石-黑硬绿泥石组合的高压变质岩带^③。在西部苏如卡-俄学变质亚带发现高压标志矿物硬玉^④,在蚀变辉长岩中发现青铝闪石、钠闪石组合和黑硬绿泥石、多硅白云母、硬玉、石英组合^③。在邦达-碧土变质亚带变基性岩中出现蓝闪石-黑硬绿泥石-硬柱石-硬玉(?)高压蓝闪石绿片岩之矿物组合^⑤,在扎玉戛岭和碧土竹盐

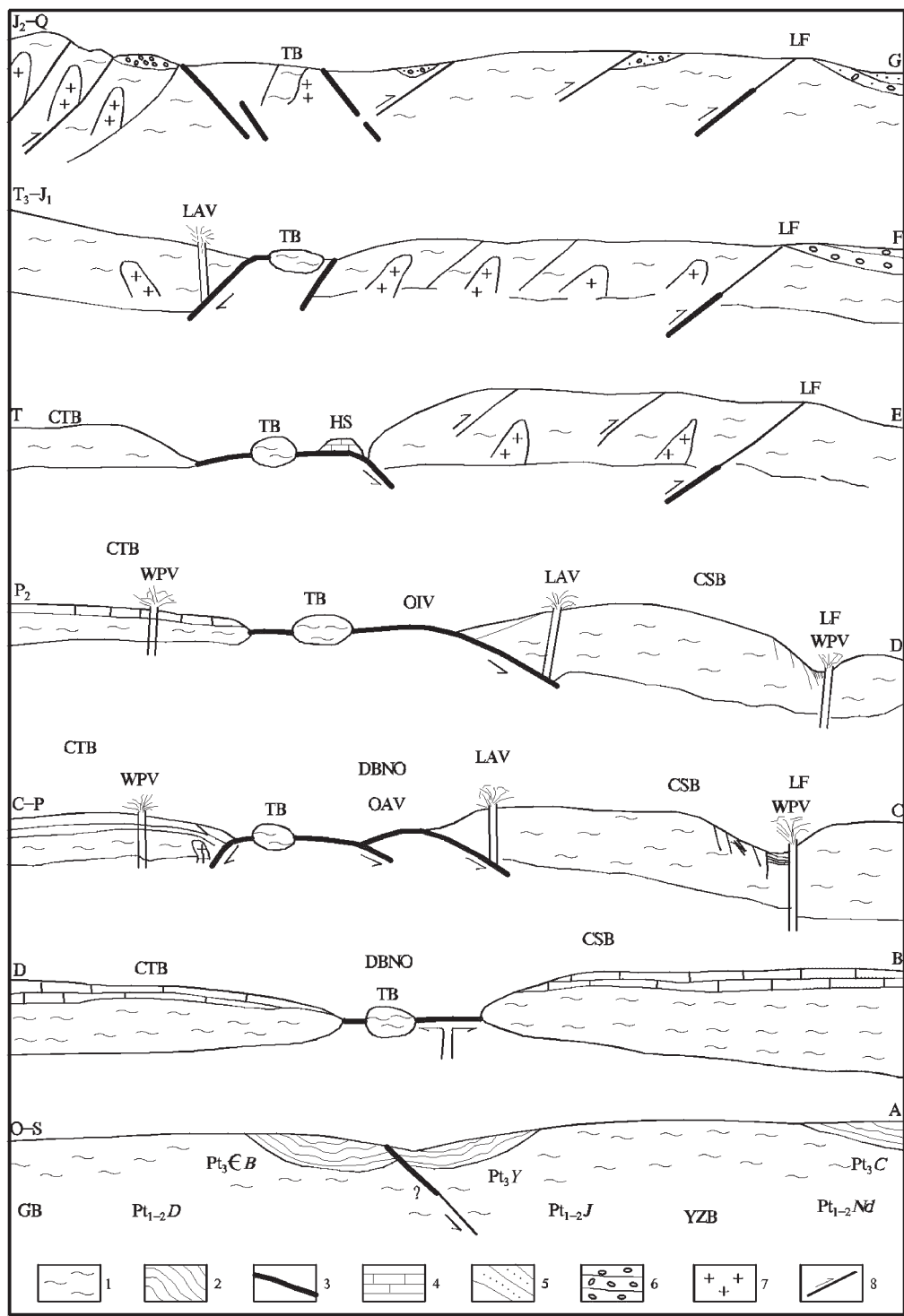


图 2 丁青-碧土缝合带及邻区板块构造演化示意图

Fig. 2 Schematic diagram of the plate tectonic evolution of Dingqing-Bitu suture zone and its adjacent area

1—结晶基底;2—褶皱变质基底;3—洋壳+深海沉积;4—台地沉积;5—大陆边缘沉积;6—磨拉石沉积;7—花岗岩;
8—断裂;GB—冈瓦纳大陆;YZB—扬子大陆;CTB—察隅-腾冲陆块;CSB—昌都-思茅陆块;TB—同卡基底残片;
DBNO—丁青-碧土洋盆;LF—澜沧江断裂;OAV—洋内弧;OIV—洋岛火山岩;WPV—板内火山岩;LAV—陆缘弧火山岩;HS—海山;
Pt₁₋₂D—德玛拉岩群;Pt₁₋₂J—吉塘岩群;Pt₁₋₂Nd—宁多岩群;Pt₃∈B—波密群;Pt₃Y—西西群;Pt₃C—草曲群;O-S—奥陶纪-志留纪;
D—泥盆纪;C-P—石炭纪-二叠纪;P₂—中二叠世;T—三叠纪;T₃-J₁—晚三叠世-早侏罗世;J₂-Q—中侏罗世-第四纪

段变基性火山岩中,亦出现绿纤石、阳起石组合等^⑥。

综上所述,丁青-卡玛多、邦达-碧土低温高压变质岩带位于丁青-碧土缝合带之北东部,与其东侧的类乌齐-东达山高温低压变质带构成丁青-碧土缝合带北部的双变质带;苏如卡-俄学低温高压变质带与其西部的察隅-腾冲高温低压变质带则构成丁青-碧土缝合带西部的双变质带^[2]。

4 丁青-碧土缝合带及邻区大地构造演化

综前沉积-构造演化、火山活动、侵入岩浆岩带、高压变质带和双变质带等基本特征,丁青-碧土-怒江缝合带及两侧的陆块,自泛非末期造山褶皱变质增生基底形成以来,西侧保山、察隅-腾冲被动大陆边缘和东侧澜沧江活动大陆边缘,保存了全球古特提斯洋盆最完整的记录^[1]。根据古特提斯洋的遗迹及其与相邻陆块的关系,以及前述可能的原特提斯洋的消减极性,丁青-碧土-怒江洋盆出现在原特提斯时期的察隅-腾中-保山陆块的被动大陆边缘上(图 2-A、B)。丁青-碧土-怒江洋盆经历了较为完整的威尔逊旋回,即裂谷-初始洋盆阶段、洋盆扩张阶段、俯冲消减阶段和封闭碰撞阶段。

4.1 裂谷-初始洋盆阶段

早泥盆世发育一套变质砂岩板岩夹硅质岩,含浮游笔石、竹节石化石,硅质岩 δCe 为 0.96,其 REE 为轻稀土元素富集型,说明海水深度较浅,物源来自陆源,显示初始裂陷阶段。中泥盆世—早石炭世以远洋深海硅泥质复理石沉积为主,铜厂街发育蛇绿岩,由变质橄榄岩、辉长岩和洋脊型枕状玄武岩组成。变质橄榄岩主要是二辉橄榄岩和方辉橄榄岩。辉长岩中的角闪石 K-Ar 等时线年龄为 385Ma,玄武岩 Nd 模式年龄为 251~293Ma,表明中泥盆世已出现初始洋壳^[1]。

4.2 主洋盆扩张阶段(图 2-C)

石炭纪—二叠纪深海沉积有硅质岩、硅质板岩夹少量粘土岩。硅质岩夹多层早石炭世—中二叠世玄武岩。与火山岩共生的含放射虫硅质岩具粒序层的特点。硅质岩中重金属元素 Cr、Ni、Co、Zn、Ba 富集,普遍含 MnO (>0.3%),最高达 1.85%,同日本的 Chichibu 硅质岩相似^[3]。玄武岩为中钛、低钾拉斑玄武岩,属典型的 MORB。在扎玉学巴、碧土据水等地发育深部幔源洋岛火山岩,标志古特提斯洋除扩张脊外,还存在地幔柱热点。因此碧土洋盆在石炭纪—

二叠纪时已是有相当规模的大洋。在丁青—卡玛多一带的蛇绿岩中出现低钛高镁、高硅之玻镁安山岩类,说明在洋盆内曾发生过洋内俯冲消减并有洋内弧的存在。石炭纪时类乌齐—东达山弧后脆弱地带,地壳拉伸变薄,形成了澜沧江断陷槽,发育了卡贡组深水沉积、拉斑玄武岩喷发和二叠纪沙龙组双峰式火山活动,证明丁青-碧土洋盆已开始向东俯冲消减。

4.3 二叠纪—三叠纪主洋盆消减阶段(图 2-D、E)

丁青-碧土-怒江洋盆开始向东消减,在洋盆东侧发育了类乌齐-东达山-澜沧江活动陆缘火山沉积,玄武岩具高铝、低钛、高钾岛弧火山岩的特征。在岛弧带还发育阿拉斯加型超镁铁质岩体(左贡金多、维西吉岔、景谷半坡)。洋盆消减作用在缝合带东部丁青—卡玛多和邦达—碧土一线形成了高压变质带。前者为由埋深变质的葡萄石-绿纤石相组合和蓝闪石-黑硬绿泥石组合组成的高压变质带,后者为由变基性岩中的蓝闪石-黑硬绿泥石-硬柱石-硬玉(?)组合和绿纤石、阳起石组合构成的高压变质带。在缝合带西部的苏如卡—俄学一线也存在 1 条以硬玉、青铝闪石、钠闪石组合和黑硬绿泥石、多硅白云母、硬玉、石英组合为标志矿物的高压变质带,它与其西边的察隅-腾冲高温低压变质带构成缝合带西侧的双变质带。

4.4 晚三叠世—早侏罗世残余洋盆及碰撞阶段(图 2-F)

在扎玉、碧土一带发育了二叠纪—三叠纪洋岛型火山岩、火山碎屑岩和洋盆内海山碳酸盐岩沉积,它们是主洋盆转入残余洋盆阶段的重要标志。晚三叠世时,缝合带之东的陆地区形成了以甲丕拉组为代表的前陆盆地磨拉石沉积,不整合覆盖在高压变质带、岛弧火山岩和晚三叠世碰撞花岗岩之上。中侏罗世时,缝合带之西的前陆地区形成了以马里组为代表的前陆盆地磨拉石沉积,不整合覆盖在蛇绿混杂岩、高压变质带和侏罗纪花岗岩之上。其后则发育了拉贡塘组、多尼组前陆盆地含煤沉积和陆内早白垩世朱村组火山岩。白垩纪雅鲁藏布江洋盆封闭,印度板块向东推挤,相继在察隅-腾冲陆块东缘发生大规模的逆冲,在贡日嘎布曲断裂之西形成了沙马活化基底逆冲带,其东形成了察隅-腾冲白垩纪碰撞型花岗岩带。从而进入青藏高原的隆升阶段(图 2-G)。

致谢:在成文的过程中,李才教授悉心指导和修正,提出了许多宝贵意见。插图绘制由贺丽、郗秋萍帮助完成。在此一并表示衷心的感谢!

参考文献

[1]钟大赉,张旗,吴根耀,等.滇川西部古特提斯造山带[M].北京:科学出版社,1998.

[2]潘桂棠,丁俊,王立全,等.青藏高原及邻区地质图(1:1500000)说明书[M].成都:成都地图出版社,2004.

[3]莫宣学,路凤香,沈上越,等.三江特提斯火山作用与成矿[M].北京:地质出版社,1993.

[4]李永森,周伟勤,陈文明,等.怒江—澜沧江—金沙地区主要金属矿产成矿特征及分布规律[M].北京:地质出版社,1986.

[5]朱炳泉,张玉泉,谢应雯.滇西洱海东第三纪超钾质火成岩系的Nd—Sr—Pb 同位素特征与西南大陆地幔演化[J].地球化学,1992,9(3):201—212.

[6]西藏自治区地质矿产局.西藏自治区区域地质志[M].北京:地质出版社,1993.

[7]云南省地质矿产局.云南省岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社,1997.

[8]潘桂棠,陈智梁,李兴振,等.东特提斯地质构造形成演化[M].北京:地质出版社,1997.

[9]潘桂棠,郑海翔,徐耀荣,等.初论班公湖—怒江缝合带[C]//青藏高原地质文集(12).北京:地质出版社,1983.

[10]刘本培,冯庆来,万念乔,等.滇西南昌宁—孟连带和澜沧江带古特提斯多岛洋构造演化[J].地球科学,1993,5:529—539.

[11]王鸿祯,莫宣学.中国地质构造述要[J].地质科技,1996,8:1—6.

[12]董永胜,谢尧武,李才.西藏东部八宿地区发现退变质榴辉岩[J].地质通报,2007,26(8):1018—1020.

[13]夏斌,郭令智,施央申.西藏泽当蛇绿岩及其板块构造环境[J].南京

大学学报(地球科学版),1989,(3):19—29.

[14]张旗,杨瑞英.西藏丁青蛇绿岩中玻镁安山岩类侵入岩的地球化学特征[J].岩石学报,1987,2:64—74.

[15]张旗,张魁武,李达周.横断山区镁铁—超镁铁岩[M].北京:科学出版社,1992.

[16]吴根耀.藏东左贡地区碧土蛇绿岩:古特提斯主洋盆的地质记录[J].地质通报,2006,25(6):685—693.

[17]吴根耀.藏东碧土地区古特提斯主洋盆中的亚速尔型洋岛玄武岩[J].地质通报,2006,25(7):772—781.

[18]西藏自治区地质矿产局.西藏自治区岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社,1994.

[19]彭兴阶,胡长寿.藏东三江带大地构造演化[J].中国区域地质,1993,(2):140—148.

[20]李才,谢尧武,沙绍礼,等.藏东八宿地区泛非期花岗岩锆石 SHRIMP U—Pb 定年[J].地质通报,2008,27(1):64—68.

[21]张玉泉,谢应雯,邱华,等.钾玄岩系列:藏东玉龙铜矿带含矿斑岩Sr、Nd、Pb 同位素组成[J].地质科学,1998,33(3):359—366.

[22]彭兴阶,罗万林.滇西澜沧江南段蓝闪片岩带的发现及其大地构造意义[J].中国区域地质,1982,(2):69—75.

① 西藏自治区地质矿产局区域地质调查大队.1:20 万邓柯幅区域地质调查报告. 1993.

② 西藏自治区地质调查院.1:25 万囊谦县幅、昌都县幅、江达县幅区域地质调查报告. 2007.

③ 西藏自治区地质调查院.1:25 万巴昔卡幅、察隅县幅、德钦县幅、巴沙幅(1/5)、曼加得幅(1/7)区域地质调查报告. 2007.

④ 西藏自治区地质调查院.1:25 万八宿县幅、贡觉县幅、然乌区幅、芒康县幅区域地质调查报告. 2007.

⑤ 贵州省地质矿产局区域地质调查大队.1:20 万察雅县幅、左贡县幅区域地质调查报告. 1992.

⑥ 云南省地质矿产局第三地质大队.1:20 万芒康幅、盐井幅区域地质调查报告. 1991.