

doi:10.3799/dqkx.2014.102

班公湖—双湖—怒江—昌宁—孟连新 元古代—中生代沉积盆地演化

罗 亮^{1,2}, 安显银^{1,2}, 吴年文^{2,3}, 王成刚^{2,3}, 战虹宇⁴

1. 成都地质矿产研究所, 四川成都 610081

2. 中国地质大学地球科学学院, 湖北武汉 430074

3. 武汉地质矿产研究所, 湖北武汉 430223

4. 中国地质大学地球物理与空间信息学院, 湖北武汉 430074

摘要: 在详细理清区内地层格架的基础上, 整理和归纳了研究区内各沉积盆地岩石建造组合和时代依据, 最后在板块构造学说和大陆动力学观点的理论指导下, 划分盆地类型, 寻找盆地演化的时空规律, 了解原—古特提斯大洋从发生、发展到消亡的过程。通过归纳总结, 将前新生代原—古特提斯大洋在该区的演化划分为与盆地演化对应的4个阶段, 对研究区内的3个主要结合带的盆地演化进行了系统总结, 其中龙木错—双湖洋盆与昌宁—孟连洋盆都存在奥陶纪的具MORB性质的蛇绿混杂岩, 并且二者均在二叠纪末、早三叠世初发生弧—陆碰撞作用, 说明二者可能共同代表了一个统一的古特提斯洋在研究区的残余。以班公湖—怒江洋盆为代表的残余古特提斯洋在早石炭世开始扩张并持续演化到早白垩世, 它们代表了古特提斯洋盆的最终消亡。

关键词: 蛇绿混杂岩; 古特提斯洋; 地层格架; 沉积; 构造; 盆地演化。

中图分类号: P534; P542

文章编号: 1000-2383(2014)08-1169-16

收稿日期: 2013-04-25

Evolution of Neoproterozoic-Mesozoic Sedimentary Basins in Bangonghu-Shuanghu-Nujiang-Changning-Menglian Suture Zone

Luo Liang^{1,2}, An Xianyin^{1,2}, Wu Nianwen^{2,3}, Wang Chenggang^{2,3}, Zhan Hongyu⁴

1. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610081, China

2. Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

3. Wuhan Institute of Geology and Mineral Resources, Wuhan 430223, China

4. Institute of Geophysics & Geomatics, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

Abstract: In the light of the stratigraphic framework, the authors collected and summarized evidences of the rock formations and their ages in the sedimentary basins of the Bangonghu-Shuanghu-Nujiang-Changning-Menglian suture zone. With the guidance of the plate tectonic theory and continental dynamics, the basin types are also classified in the study area to explore the temporal and spatial evolution of the basins and to better the understanding of the opening, extension and closing of the Paleo-Tethys oceans. Four evolutionary stages of the Pre-Cenozoic Paleo-Tethys oceans corresponding to the basinal evolution in the study area are distinguished. It is found that Ordovician ophiolitic mélangé of MORB characteristics occurred in both the Longmu-Shuanghu and the Changning-Menglian oceanic basin, two of which prove to have experienced arc-continent collision during the end Permian-Early Triassic transition, suggesting a united remnant oceanic basin of the Paleo-Tethys. The remnant Paleo-Tethys represented by the Bangonghu-Nujiang oceanic basin, on the other hand, opened in the Early Carboniferous and evolved to a closure in the Early Cretaceous, marking the final disappearance of the Paleo-Tethys.

Key words: ophiolitic mélangé; Paleo-Tethys; stratigraphic framework; sedimentology; tectonics; basin evolution.

班公湖—双湖—怒江—昌宁—孟连大区相当于班公湖—怒江—昌宁—孟连对接带区域,区内广泛出露古生代—中生代的蛇绿岩、蛇绿混杂岩、俯冲增生混杂岩,以及元古界基底岩系和大量古生代—中生代“构造岩块”,表现为局部有序地层与总体无序混杂岩组成的复杂构造—地层系统,构成了古特提斯大洋盆地最终闭合消亡的主缝合线,成为泛华夏大陆南缘晚古生代羌塘—三江造山系与冈瓦纳大陆北缘晚古生代—中生代冈底斯—喜马拉雅造山系的重要分界,因而记录了青藏高原古特提斯大洋形成演化的重要地质信息(潘桂棠等,2002,2004,2009,2012,2013;Pan *et al.*,2012).在该带内特提斯洋岩石圈构造体制演化中形成的一些构造单元的消失,是由一系列洋壳俯冲或仰冲、弧—陆或弧—弧碰撞等多岛弧盆系造山过程来实现的,因而追踪、识别不同时期形成的蛇绿混杂岩带或俯冲增生杂岩带是理解该区大洋—大陆地壳演化的关键.然而与特提斯洋两侧沿古大陆边缘不同时期的裂谷作用或弧后扩张、弧后盆地的萎缩消减以及弧陆、弧弧碰撞等过程中,形成一系列配套的沉积盆地演化复杂程度可见一斑,长期以来一直是地质学者们争论和研究的热点(李勇等,2001;高春文等,2006;陈文西和王剑,2009;王剑等,2010).

近年来随着大量 1:25 万地质填图的开展、各项专题研究的不断深入、大量生物化石的发现和地层同位素年龄数据的更新,给正确认识研究区沉积盆地演化这一重大问题带来新的机遇.本文的主要目的是在板块构造理论的指导下,以大地构造控制盆地类型,盆地类型控制岩石建造类型为原则,在潘桂棠等(2009,2012)提出的研究区大地构造单元区划框架内厘定盆地充填序列、构造环境和盆地性质,最后按大地构造演化的阶段性来系统分析和总结各沉积盆地在时空上的形成演化规律,从而了解该区(古特提斯洋盆最终残留、消亡的地区)洋盆的演化阶段性.

1 地层单元划分

潘桂棠等(2002,2008,2009,2012)在进行地层划分和对比、归纳沉积建造、火山岩建造、侵入岩浆活动、变质变形等地质记录的基础上,将中国的大地构造环境分为陆块区和造山系.由于班公湖—双湖—怒江—昌宁—孟连蛇绿混杂岩带演化历史悠久,蛇绿岩时代从早古生代持续到晚侏罗世,出现二

叠纪—三叠纪的高压变质岩,沉积相和生物组合特征混杂,出现类似于南部大陆边缘的冰水相沉积和生物组合,也有类似于华南的暖水型沉积和生物组合.同时地球物理特征显示研究区缺乏统一的基底,因而该区正是南北两个迥然不同的大陆边缘演化系统的分界.

潘桂棠等(2009,2012)将其作为一级构造单元,通过将不同规模相对稳定的古老陆块区和不同时期的造山系大地构造相分析与优势大地构造相(特定区域主构造事件形成的大地构造相)的时空结构组成和存在状态相结合,把班公湖—双湖—怒江—昌宁—孟连大区划分为 3 个二级单元和 11 个三级构造单元(潘桂棠等,2012)(图 1).

2 沉积盆地划分原则

在拟定盆地类型时,基于盆地类型控制岩石建造组合,岩石建造组合反映盆地类型的原则,充分考虑大地构造演化的阶段性,旨在划分出的盆地在时空演化上相互联系和配套.如一个造山带在时间上由老到新通常经历了离散(裂谷—洋盆扩张)—汇聚(俯冲)—碰撞—陆内挤压造山—均衡调整—克拉通化;在横向上,如在俯冲阶段的活动大陆边缘,从洋向陆的依次为洋盆—俯冲增生杂岩楔—弧前盆地—火山弧—弧后盆地.

3 区内主要沉积盆地

笔者在充分整理了我国已有的 5 万、20 万、25 万区调以及科研文献资料的基础上,详细地理清了区内的地层格架,拟定了该地层大区内的 11 个地层分区的沉积盆地类型(图 2,3),并绘制了从早古生代—中生代的沉积盆地演化图(图 4).

3.1 寒武纪—泥盆纪沉积盆地

研究区寒武纪—泥盆纪沉积盆地主要包括:吉塘—左贡边缘海(PZ₁MS)、班公湖—怒江碳酸盐岩台地(S_{1pl},Dpl)、南羌塘边缘海混积浅海(S_{2-3cm})、昌宁—孟连洋盆(OPOB)、龙木错—双湖洋盆(OPOB)(图 2,3,4).

吉塘—左贡边缘海盆(PZ₁MS):出露了一套绿片岩相变质岩系,原岩为沉积于边缘海环境的碎屑岩及泥质岩、中酸性火山岩夹基性岩组合,获得片岩的全岩 Rb-Sr 法变质年龄为 371.1 Ma,时代暂划为

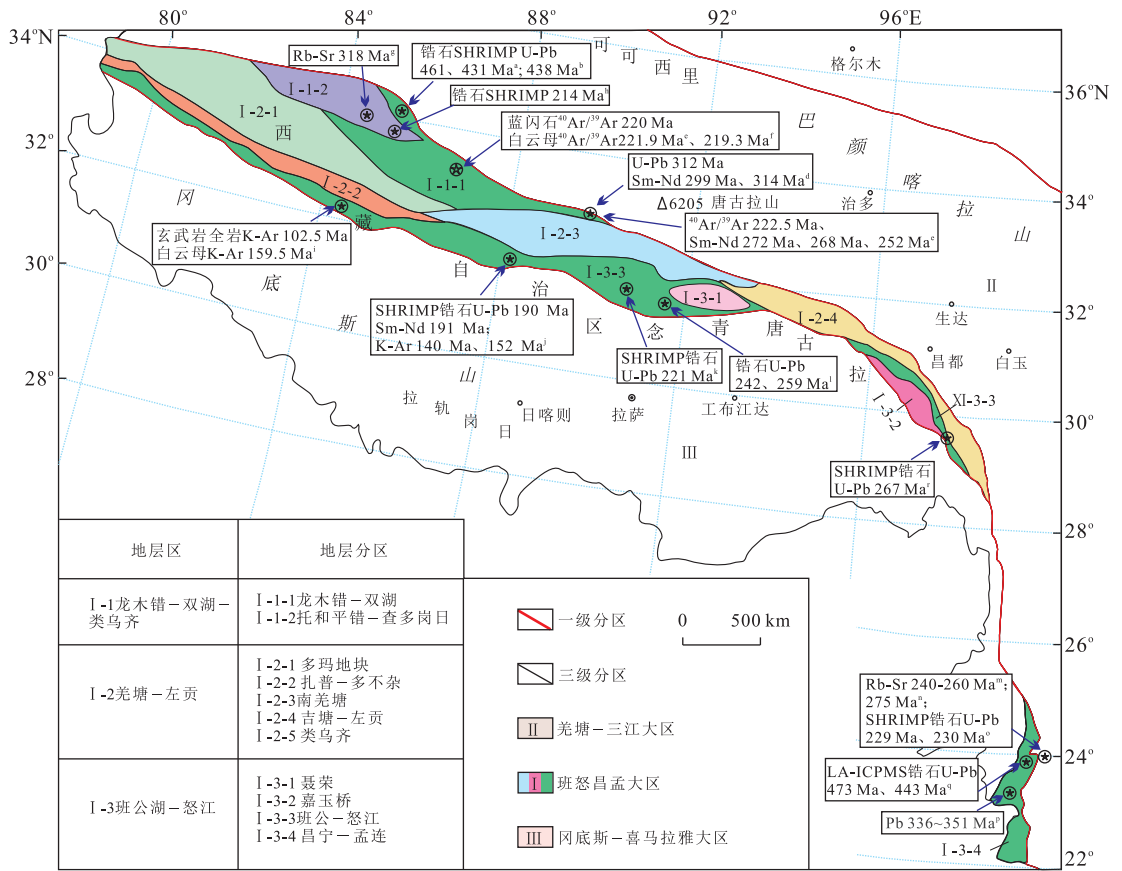


图 1 班公湖—双湖—怒江—昌宁—孟连大区地层分区

Fig.1 Stratigraphic zoning map of Bangong co-Shuanghu-Nujiang-Changning-Menglian zone

年龄数据参考文献来源: a.王立全等, 2008; b.李才等, 2008; c.李才等, 2004; d.李才等, 2002; e.李才等, 2006b; f.李才等, 2006c; g.山西省地质调查院, 中华人民共和国 1: 25 万土则岗日幅、扎和平错幅区域地质调查报告, 2005; h.李才等, 2007a; i.江西省地质调查院, 中华人民共和国 1: 25 万喀纳幅、日土幅区域地质调查报告, 2004; j.西藏自治区地质调查院, 中华人民共和国 1: 25 万改则县幅、日干配错幅区域地质调查报告, 2005; k.西藏自治区地质调查院, 中华人民共和国 1: 25 万那曲县幅区域地质调查报告, 2006; l, m.周维全和林文信, 1982; n.刘昌实等, 1990; o.彭头平等, 2006; p.范承钧, 1985; q. Wang *et al.*, 2013; r.王立全等, 2013; 据潘桂棠等(2009, 2012)修改

早古生代, 班公湖—怒江碳酸盐岩台地 (S_1pl , Dpl): 下志留统地层呈断块形式产出在东巧—安多—丁青—觉翁蛇绿混杂岩中的, 局部地层层序清楚, 称东卡组 (S_1d), 岩性为灰黑色—灰色灰岩、白云岩、含白云质灰岩等, 间夹生物碎屑灰岩与变泥质粉砂岩夹大理岩, 产海相化石。泥盆纪地层夹杂在时代不一的蛇绿岩之间, 称达尔东组 (D_1d)、查果罗玛组 ($D_{2-3}c$), 岩性为灰岩、生物碎屑灰岩、砂屑灰岩等, 产珊瑚、海百合茎及海绵等化石, 局部夹硅质岩、玄武岩, 为一套稳定的碳酸盐岩台地沉积岩系。南羌塘边缘海混积浅海 ($S_{2-3}cm$): 出露一套浅海相碎屑岩夹碳酸盐岩组合 (江西省地质调查院, 中华人民共和国 1: 25 万喀纳幅、日土幅区域地质调查报告, 2004)。

龙木错—双湖洋盆 (OPOB): 以发育蛇绿岩 (OOM, DOM) 和海山 (Osm , $DCsm$) 建造为主 (图

2.4)。随着 1: 25 万区调工作的开展和专题研究的不断深入, 陆续报道了分布于果干加年山的早古生代蛇绿混杂岩在地球化学方面具有 MORB 蛇绿岩特征, 为古洋壳残片 (李才, 1987, 2008; 李才等, 2006a, 2006b, 2006c, 2007a, 2007c, 2008; 翟庆国等, 2007; 王立全等, 2008)。在羌塘中部果干加年山古生代蛇绿岩中, 堆晶辉长岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 谐和年龄为 461 Ma、431 Ma、438 Ma (李才等, 2008; 王立全等, 2008)。Zhai *et al.* (2010) 在羌塘桃形湖地区获变质堆晶辉长岩的锆石 SHRIMP 年龄为 467 Ma。李才等 (2004) 对南羌塘基性岩墙进行定年研究, 获得了单颗粒锆石 U-Pb 谐和年龄 312 Ma 和 Sm-Nd 全岩等时年龄 299 Ma、314 Ma。李才等 (2002) 在双湖地区获得蓝片岩青铝闪石 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 年龄 222.5 Ma, 蓝片岩原岩 Sm-Nd 法等时年龄 272 Ma、268 Ma、252 Ma。朱同兴等 (2006) 报道了双湖才多茶

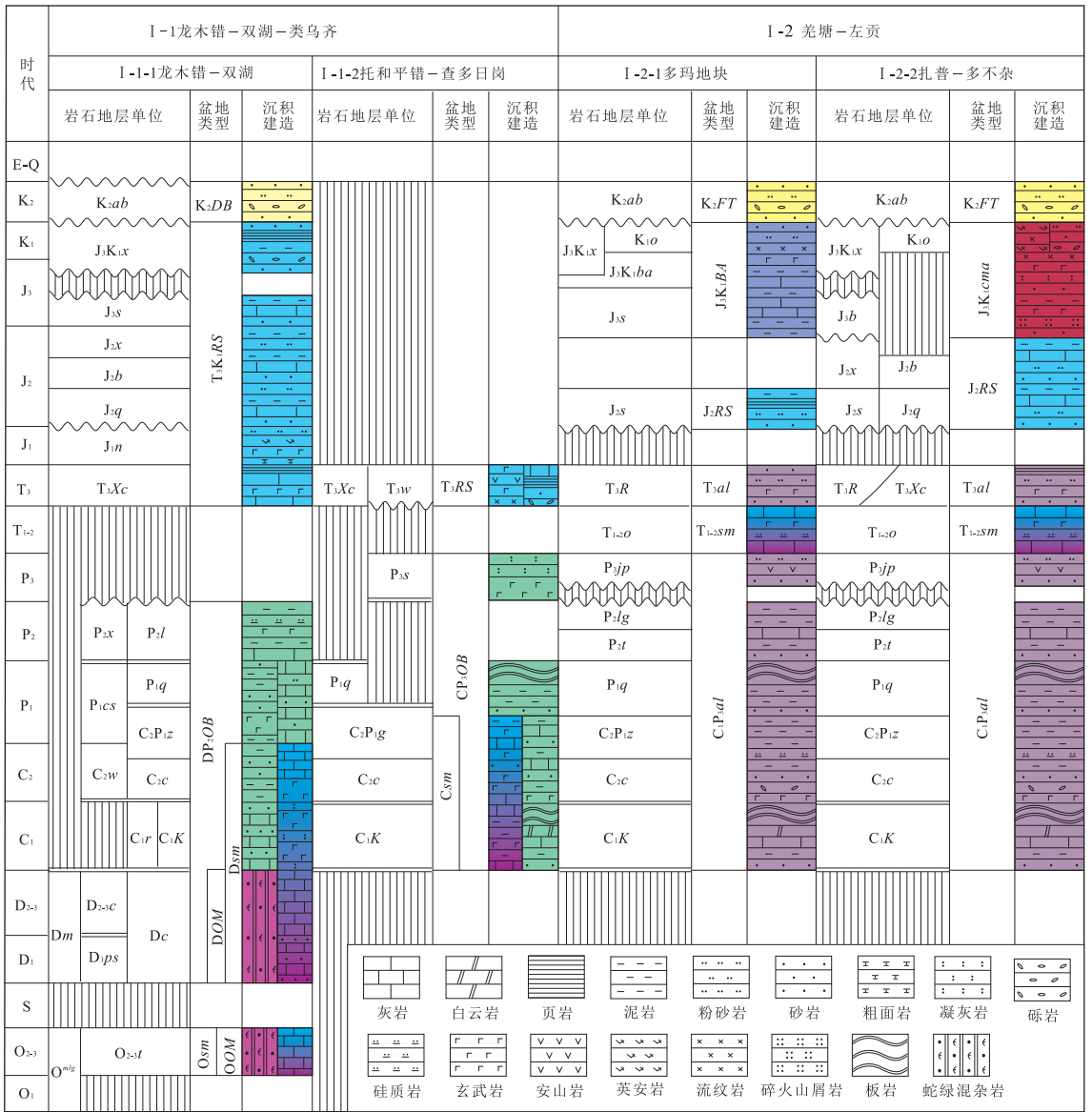


图 2 班公湖—双湖—怒江—昌宁—孟连大区地层格架与沉积盆地划分(王立全等(2013)修改)

Fig.2 Stratigraphic framework and division of the sedimentary basins in the Bangong co-Shuanghu-Nujiang-Changning-Menglian zone

卡地区晚泥盆世和晚二叠世深水型放射虫硅质岩,属典型的深海盆沉积.综上所述,笔者认为龙木错—双湖特提斯洋盆的形成时间应该可以追溯至奥陶纪,并持续演化到二叠纪.在塔石山附近的中—晚奥陶世为碳酸盐岩建造,下石炭统—二叠统下部为一套碎屑岩夹大量火山岩及岩脉或岩群组合,上部碳酸盐岩建造,属扩张洋盆内的海山沉积建造,多形成受热点制约的高地.

昌宁—孟连洋盆(OPOB),发育奥陶纪和石炭纪至二叠纪蛇绿岩(OOM,CPOM),石炭—二叠纪发育海山沉积建造(CPsm).昌宁—孟连地区是我国研究古特提斯演化的重点地区之一,属于滇西古特

提斯造山带的一部分,代表了古特提斯多岛洋的主洋盆沉积地层(方宗杰等,1992;刘本培等,1993;刘本培和冯庆来,2002;段向东等,2012;Wang et al.,2013),古特提斯构造域的构造演化与中国大陆古生代洋—陆格局及中国大陆在晚古生代的拼合机制等重大科学问题具有密切关系,一直是地质研究中的焦点问题(Fang et al.,1990;方宗杰等,1992;张凡等,2006;杨文强等,2007;赖绍聪等,2010).早泥盆世出露有温泉组,岩性为含碳质—硅质碎屑岩,为硅质复理石建造及笔石页岩建造.泥盆系—石炭系出露南段组,岩性为浅变质砂板岩.在洋岛玄武岩上面的硅质岩中含有早石炭世放射虫 Archocyrtium

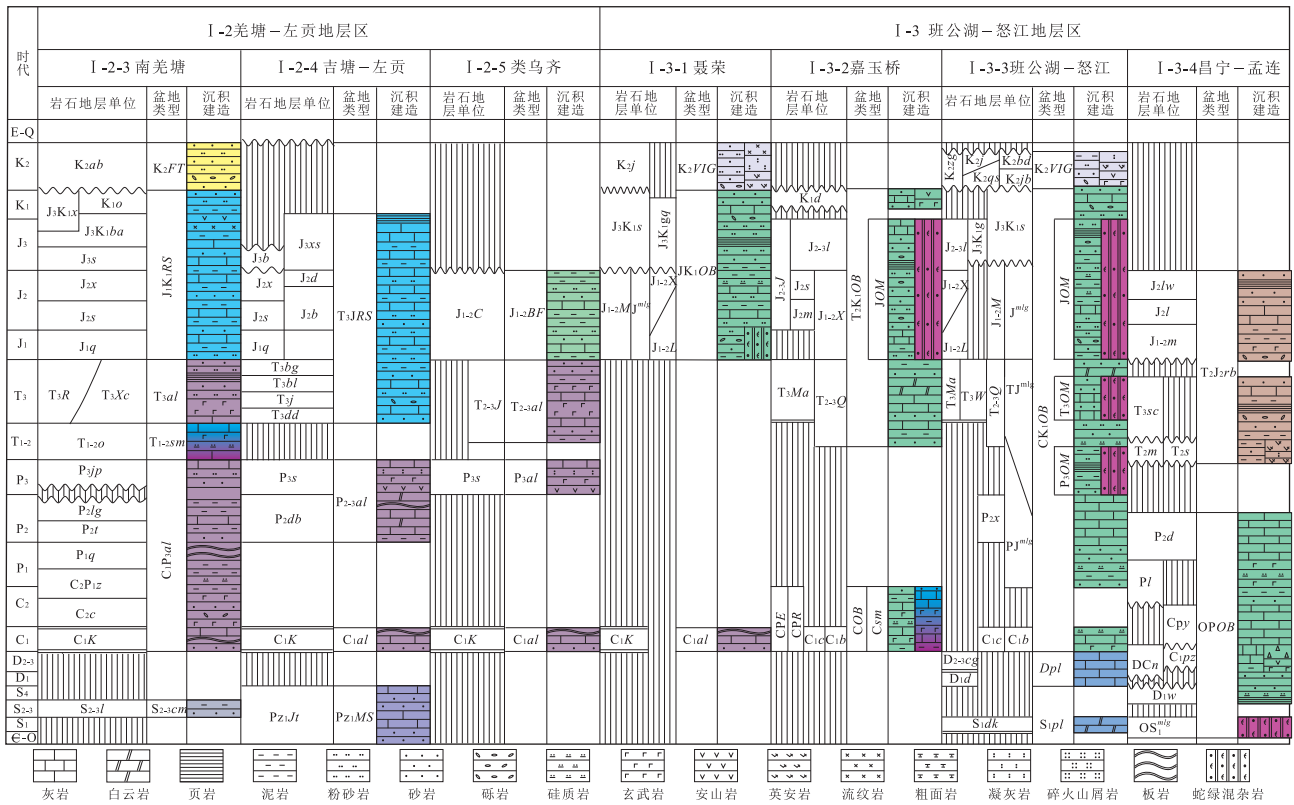


图 3 班公湖—双湖—怒江—昌宁—孟连大区地层格架与沉积盆地划分(王立全等(2013)修改)

Fig.3 Stratigraphic framework and division of the sedimentary basins in the Bangong co-Shuanghu-Nujiang-Changning-Menglian zone continue

P₂₁Jt. 吉塘群; *O₂₋₃l*. 塔石山组; *O^{mg}g*. 果干加年山混杂岩群; *S₁dk*. 东卡组; *S₂₋₃l*. 栗柴坝组; *D₁d*. 达尔东组; *D₁w*. 温泉组; *D₁ps*. 平沙沟组; *Dc*. 长蛇山组; *DCn*. 南段组; *Dm*. 猫耳山岩群; *D₂₋₃c*. 查桑组; *C₁pz*. 平掌组; *C₁k*. 卡贡群; *C₁r*. 日湾茶卡组; *Cpy*. 鱼塘组; *C₁b*. 帮达岩组; *C₁c*. 错绒沟口组; *CPR*. 荣中岩群; *CPE*. 俄学岩群; *C₂P₁z*. 展金组; *C₂w*. 瓦垄山组; *C₂P₁g*. 冈玛错组; *C₂c*. 擦蒙组; *P₁cs*. 长蛇湖组; *P₁q*. 曲地组; *PJ^{mg}*. 丁青混杂岩群; *Pl*. 拉巴组; *P₂db*. 东坝组; *P₂x*. 下拉组; *P₂l*. 鲁鲁组; *P₂x*. 雪源河组; *P₂t*. 吞龙共巴组; *P₂lg*. 龙格组; *P₃jp*. 吉普日阿组; *P₃s*. 沙龙组; *T₁₋₂o*. 欧拉组; *TJ^{mg}*. 洞错混杂岩群; *T₂m*. 忙怀组; *T₂s*. 上兰组; *T₂₋₃J*. 结扎群; *T₂₋₃Q*. 确哈拉群; *T₃xc*. 肖茶卡组; *T₃w*. 望湖岭组; *T₃R*. 日干配错群; *T₃dd*. 东达村组; *T₃j*. 甲丕拉组; *T₃bl*. 波里拉组; *T₃bg*. 巴贡组; *T₃W*. 瓦达岩群; *T₃Ma*. 孟阿雄群; *T₃sc*. 三岔河组; *J₁n*. 那底岗日组; *J₁q*. 曲色组; *J₁₋₂C*. 察雅群; *J₁₋₂M*. 木噶岗日岩群; *J^{mg}*. 东巧混杂岩群; *J₁₋₂L*. 罗东群; *J₁₋₂X*. 希湖群; *J₂d*. 东大桥组; *J₂m*. 马里组; *J₂s*. 桑卡拉侖组; *J₂q*. 雀莫错组; *J₂b*. 布曲组; *J₂x*. 夏里组; *J₂s*. 色哇组; *J₂₋₃J*. 接奴群; *J₂₋₃l*. 拉贡塘组; *J₃xs*. 小索卡组; *J₃s*. 索瓦组; *J₃b*. 白龙冰河组; *J₃K₁x*. 雪山组; *J₃K₁ba*. 帮爱组; *J₃K₁gq*. 郭曲组; *J₃K₁s*. 沙木罗组; *K₁o*. 欧利组; *K₁d*. 多尼组; *K₂ab*. 阿布山组; *K₂j*. 竟柱山组; *K₂jb*. 江巴组; *K₂bd*. 八达组; *K₂qs*. 去申拉组; *K₂zg*. 宗给组; *Osm*. 奥陶纪海山; *OOM*. 奥陶纪蛇绿混杂岩; *Dsm*. 泥盆纪海山; *DOM*. 泥盆纪蛇绿混杂岩; *DP₂OB*. 泥盆纪—中二叠世洋盆; *T₃K₁RS*. 晚三叠世—早白垩世残余海盆; *K₂DB*. 压陷盆地; *Csm*. 石炭纪海山; *CP₃SA*. 石炭纪—二叠纪俯冲增生杂岩楔; *T₃RS*. 晚三叠世残余海盆; *C₁P₃al*. 早石炭世—晚二叠世活动陆缘陆坡; *T₁₋₂sm*. 早中三叠世海山; *T₃al*. 晚三叠世活动陆缘陆坡; *J₂K₁RS*. 中侏罗世—早白垩世残余海盆; *K₂FT*. 晚白垩世断陷盆地; *S₂₋₃cm*. 边缘海沉积浅海; *P₂₁MS*. 早古生代边缘海; *C₁al*. 早石炭世活动陆缘陆坡; *P₂₋₃al*. 中晚二叠世活动陆缘陆坡; *T₃JRS*. 晚三叠世—侏罗纪残余海盆; *P₃al*. 晚二叠世活动陆缘陆坡; *T₂₋₃al*. 中晚三叠世活动陆缘陆坡; *J₁₋₂BF*. 弧后前陆盆地; *JK₁OB*. 侏罗纪—早白垩世洋盆; *K₂VIG*. 晚白垩世裂陷盆地(火山); *COB*. 石炭纪洋盆; *JOM*. 侏罗纪蛇绿混杂岩; *T₂K₁OB*. 中三叠世—早白垩世洋盆; *S₁pl*. 早志留世碳酸盐岩台地; *Dpl*. 泥盆纪碳酸盐岩台地; *P₃OM*. 晚二叠世蛇绿岩; *T₃OM*. 晚三叠世蛇绿岩; *JOM*. 侏罗纪蛇绿岩; *CK₁OB*. 石炭纪—早白垩世洋盆; *DPOB*. 泥盆纪—二叠世洋盆; *T₂J₂rb*. 中三叠世—中侏罗世弧背盆地

menglianensis Wu, Ar. delicatum Cheng, *Albaillella* sp., *Entactinosphaera foremanae*, *Scharfenbergia turgiga* (刘本培和冯庆来, 1993). 赖绍聪等 (2010) 通过研究该区火山岩的岩石地球化学特征, 得出该区蛇绿岩主要包括 N-MORB 型、E-MORB 型及碱性洋岛型 (OIB) 型火山岩, 说明昌宁—孟连

带曾经存在一个洋盆。范承钧 (1985) 在澜沧老厂火山岩中获铅同位素年龄值 336~351 Ma, 在铜厂街蛇绿混杂岩的辉长岩中获角闪石 K-Ar 年龄值 385 Ma (从柏林等, 1993)。关于临沧同碰撞花岗岩年龄测试结果多为 292~240 Ma (周维全和林文信, 1982; 刘昌实等, 1990; 张玉泉等, 1990)。昌宁—孟连

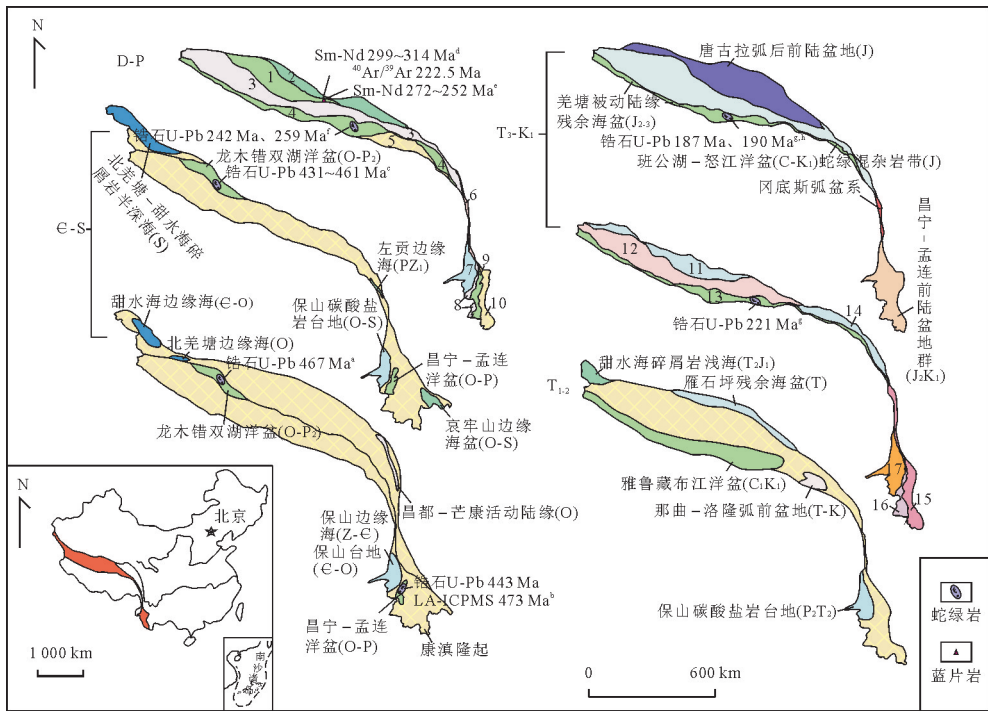


图 4 班公湖—双湖—怒江—昌宁—孟连大区沉积盆地演化

Fig.4 Evolution of the sedimentary basin of the Bangong co-Shuanghu-Nujiang-Changning-Menglian zone

1. 龙木错—双湖洋盆(D-P₂); 2. 那底岗日—格丹东边缘海混积浅海(C₁-P₃); 3. 羌塘—左贡活动陆缘陆坡(C-P); 4. 班公湖—怒江洋盆(C-P); 5. 那曲—洛隆隆起(T-K); 6. 澜沧江弧后盆地(D-P); 7. 保山西藏碳酸盐岩台地(D₃C₁、P_{2,3})、火山裂陷盆地(P₁); 8. 耿马碳酸盐岩台地(D₁、P₃)、活动陆缘陆坡(C-P₂); 9. 昌宁—孟连洋盆(D-P); 10. 临沧隆起; 11. 龙木错—双湖残余海盆(T₃J₁); 12. 喀喇昆仑—南羌塘活动陆缘陆坡(T₃); 13. 班公湖—怒江洋盆(T-J); 14. 吉塘左贡残余海盆(T₃J₁); 15. 碧罗雪山—崇山—临沧岩架弧; 16. 昌宁—孟连弧背盆地(T₂J₂); 17. 保山陆内裂陷盆地(T₃). 年龄数据文献来源: a. Zhai *et al.*, 2010; b. Wang *et al.*, 2013; c. 李才等, 2008; 王立全等, 2008; d. 李才等, 2004; e. 李才等, 2002; f. 西藏自治区地质调查院, 中华人民共和国 1:25 万那曲县幅区域地质调查报告, 2006; g. 西藏自治区地质调查院, 中华人民共和国 1:25 万改则县幅、日干配错幅区域地质调查报告, 2005; h. 夏斌等, 2008

古特提斯盆地在泥盆纪时已具洋壳性质(杨文强等, 2007; 王立全等, 2013), 为邻近大陆边缘的洋盆环境(张振芳等, 2001; 杨文强等, 2007). 最新在南汀河蛇绿岩中获得堆晶辉长岩以及辉长岩的 LA-ICPMS 锆石 U-Pb 年龄 473 Ma 和 443 Ma(Wang *et al.*, 2013). 段向东等(2012)在昌宁—孟连带中部耿马地区报道了拉丁期早期放射虫化石. Feng(1992)也曾报道了滇西地区存在早—中三叠世放射虫硅质岩地层记录. Sashida *et al.*(2000)、Feng *et al.*(2005)、Ishida *et al.*(2006)在昌宁—孟连构造带南延的泰国清迈地区发现了晚三叠世放射虫化石. 该洋盆的闭合时代历来都是人们激烈争论的焦点, 笔者通过综合分析前人报道的测年数据和硅质岩中放射虫时代, 认为该洋盆的两端为不规则边缘, 二者的碰撞不是等时的, 即昌宁—孟连带以南的洋盆闭合时代较晚, 当时可能存在一个向南开口的楔形海域. 同时考虑到西侧保山陆块上已经出现前陆型隆起, 缺失上二叠统沉积(王立全等, 2013), 因此主体碰撞时间应

为晚二叠世末—早三叠世初, 大量早中三叠世放射虫的发现说明昌宁—孟连带中部还可能存在个别或零星的早中三叠世小型残余盆地(刘昌实等, 1990; 方宗杰等, 1992). 该区石炭纪—二叠纪鱼塘寨组和大名山组, 为一套鲕粒—生物碎屑灰岩, 实际是洋盆扩张过程的海山—洋岛沉积序列(颜佳新等, 1999; 赖少聪等, 2010; 段向东等, 2012; 王立全等, 2013).

3.2 石炭纪—二叠纪沉积盆地

石炭纪—二叠纪, 研究区为海相沉积, 主要包括: 多玛、扎普—多不咋、南羌塘活动陆缘陆坡(CPal)、吉塘—左贡活动陆缘陆坡(C_{1al}, P_{2-3al})、类乌齐活动陆缘陆坡(C_{1al}, P_{3al})、聂荣活动陆缘陆坡(C_{1al})、班公湖—怒江、嘉玉桥洋盆(CK₁OB)(图 2, 3, 4).

多玛、扎普—多不咋、南羌塘活动陆缘陆坡(CPal): 由于受到古特提斯大洋从早石炭世开始由早期的单向俯冲转变为双向俯冲的影响和制约, 晚古生代早石炭世—早二叠世出露的地层有卡贡群

(C_1K)、擦蒙组(C_{2c})、展金组(C_2-P_{1z})、曲地组(P_{1q}),多为以含砾板岩为主夹碎屑岩及基性火山岩组合,普遍具有浊流沉积特点,发育复理石韵律和鲍马序列,显示为陆缘斜坡半深海沉积。中一晚二叠世出露有吞龙共巴组(P_{2t})、龙格组(P_{2l})、普日阿组(P_{3p}),主体为一套碳酸盐岩与碎屑岩夹火山碎屑岩组合,为浊流和滨浅海相交织的复杂地层体。

吉塘—左贡活动陆缘陆坡(C_{1al}, P_{2-3al})、类乌齐活动陆缘陆坡(C_{1al}, P_{3al})、聂荣活动陆缘陆坡(C_{1al})。早石炭世均出露卡贡群,为一套片理化基性火山岩、凝灰岩和凝灰质硅质岩、浅变质碎屑岩,其中浅变质砂岩与板岩不等厚互层,发育复理石韵律,生物化石罕见,具明显的浊流沉积特点。吉塘—左贡活动陆缘陆坡中一晚二叠世出露东坝组以及上覆的沙龙组,属半活动陆缘深海—深海相火山岩—碎屑岩夹灰岩沉积。类乌齐活动陆缘陆坡缺失中二叠世沉积记录,仅在晚二叠纪出露沙龙组,其岩性建造与西侧的吉塘—左贡活动陆缘陆坡相同。

嘉玉桥洋盆(CK_1OB):发育海山沉积序列(C_{1sm}),出露的地层有邦达岩组(C_{1b})、古米岩组(C_{1g})、错绒沟口岩组(C_{1c})、俄学岩群($C-PE$)、荣中岩群($C-PR$)等,主要为一套浅变质碎屑岩夹玄武岩、流纹岩和硅质岩,其中俄学岩群($C-P$)为一套中低绿片岩相碎屑岩夹碳酸盐岩及基性火山岩系,在次闪石蛇纹岩中获 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄 267 ± 8 Ma;荣中岩群中含有丰富的筴类、珊瑚、苔藓虫、腕足类化石,时代归属为石炭纪—二叠纪(王立全等,2103)。上述的这些岩群、岩组之间常呈断层和韧性剪切构造接触,而且在邦达舍姑水库一带见强变形白云母石英片岩、角闪石英片岩及蓝闪石片岩夹持于绿片岩中;构造变形以较大尺度的顺层韧性剪切带和顺层掩卧褶皱为特征,属于增生杂岩构造地层系统。中一晚三叠世出露的地层主要有确哈拉群和孟阿雄群,岩性为变岩屑砂岩、粉砂岩、粉砂质板岩,局部夹有安山玄武岩、含砾凝灰岩等,呈断片产出。侏罗纪—早白垩世出露的地层较齐全,包括东巧混杂岩群(J^{mk})、罗冬群($J_{1-2}L$)、希湖群($J_{1-2}X$)、马里组(J_2m)、桑卡拉侖组(J_{3s})、木噶岗日岩群($J_{1-2}m$)、拉贡塘组($J_{2-3}l$),上述地层大多具复理石韵律,含深水浊积岩建造,属海盆相沉积,其中东巧混杂岩主要由变质橄榄岩、块状辉长岩、枕状基性熔岩、放射虫硅质岩等块体与复理石基质木嘎岗日岩群($J_{1-2}m$)组成,宏观上呈构造岩块产出,其硅质岩中见 *Sethocyrtis* sp.、*Dictyomitra* sp.、*Cenospha-*

era sp.等放射虫化石,在东巧堆晶辉长岩中获得 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄 187.8 ± 3.7 Ma(夏斌等,2008)、水邦屋里枕状熔岩中测得一个 K-Ar 年龄值为 145 Ma(西藏自治区地质调查院,中华人民共和国 1:25 万兹格塘错幅区域地质调查报告,2003),时代归属侏罗纪。

班公湖—怒江洋盆(CK_1OB),以发育晚二叠世、晚三叠世、侏罗纪蛇绿岩建造为主(P_3OM, T_3OM, JOM)(图 3)。近年来随着 1:25 万区域地质调查的开展与专题研究成果的报道(刘文斌等,2002;王玉净等,2002;史仁灯等,2006;吴根耀,2006a,2006b;夏斌等,2008;谢国刚等,2009;曲晓明等,2010),在班公湖—怒江分区内识别出了大量的典型洋中脊型(N-MORB)蛇绿岩,其中位于该区西段的班公湖混杂岩群(J^{mk})层序较完整,测得枕状细碧质玄武岩全岩 K-Ar 法年龄 102.5 ± 2.9 Ma、含石榴石云母石英片岩中白云母 K-Ar 法年龄 159.5 ± 1.6 Ma(江西省地质调查院,中华人民共和国 1:25 万喀纳幅、日土幅区域地质调查报告,2004)。热邦错附近蛇绿岩上覆硅质岩中的放射虫有 *Emikivatella* sp.、*Tripocyelia jonesi* Pessagno、*Pseudodrctyomitra primitiva matsuoaka et Yao* 等,其时代主要为侏罗纪—早白垩世(王立全等,2013)。改则洞错蛇绿岩大多被肢解,舍拉玛沟中层状辉长岩获得 Sm-Nb 法等时线年龄为 191 ± 22 Ma、SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄 190.8 ± 2.7 Ma、 221.6 Ma、K-Ar 法年龄分别为 140 ± 4.07 Ma 和 152.30 ± 3.60 Ma(西藏自治区地质调查院,中华人民共和国 1:25 万改则县幅、日干配错幅区域地质调查报告,2005)。时代较老的八宿和碧土混杂岩群中见石炭纪大洋拉斑玄武岩等混杂在晚三叠世砂泥质浊积岩中,还可见三叠纪—侏罗纪放射虫化石(吴根耀,2006b;西藏自治区地质调查院,中华人民共和国 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,2009)。在觉翁混杂岩南部的达仁乡夺列—青木朵一带,蛇绿岩构造侵位在中上侏罗统拉贡塘组和中侏罗统桑卡拉侖组之间,在辉长岩中测得单颗粒锆石 U-Pb 年龄为 242 Ma、259 Ma,其形成时代为晚二叠世—早三叠世(西藏自治区地质调查院,中华人民共和国 1:25 万那曲县幅区域地质调查报告,2006)。吴根耀(2006b)报道了碧土蛇绿岩属低钾的大洋拉斑玄武岩,形成的构造背景是大洋中脊,稀土配分型式和部分微量元素指示碧土洋盆以 F-型 MORB 和 N-型 MORB 同时

发育为特征.朱弟成等(2006)指出班公湖—怒江缝合带多玛枕状玄武岩、塔仁本玄武岩浆活动时代大约在早白垩世中晚期(110 Ma 左右),塔仁本和多玛 OIB 型玄武岩形成于以洋壳为基底的洋岛环境,这表明班公湖—怒江洋壳在大约 110 Ma 尚未彻底消亡.曲晓明等(2012)在班公湖—怒江缝合带中段获得碰撞后 A 型花岗岩锆石 U-Pb LA-ICP-MS 加权平均年龄为 109.6 Ma、112.2 Ma、113.7 Ma,指出班公湖—怒江洋盆的闭合时代在早白垩世.董永胜等(2007)在八宿同卡地区的榴辉岩和罗东群中的蓝闪石、多硅白云母等中—高压变质岩及矿物中获得丁青堆晶辉长岩的 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄 267 Ma.潘桂棠等(2012)在碧土—丙中洛硅质岩中发现了晚石炭世和三叠纪—侏罗纪放射虫化石.因此该洋盆的演化时间应该为石炭纪至早白垩世晚期,期间发育多个时段的蛇绿岩建造.

3.3 三叠纪—早白垩世沉积盆地

研究区三叠纪—早白垩世沉积盆地主要包括龙木错—双湖残余海盆(T_3K_1RS)、托和平错—查多岗日残余海盆(T_3RS)、多玛、南羌塘海山(J_2RS)、扎普—多不杂陆缘弧(J_3K_1cma)、多玛弧后盆地(J_3K_1BA)、吉塘—左贡残余海盆(T_3JRS)、类乌齐弧后前陆盆地($J_{1-2}BF$)、聂荣洋盆(JK_1OB)、昌宁—孟连弧背盆地(T_2J_2rb)(图 2,3,4).

龙木错—双湖残余海盆(T_3K_1RS)(图 2,4):龙木错—双湖地区继奥陶纪到中二叠世洋盆演化阶段之后,早—中三叠世该区未见地层分布,在红脊山—达坂湖一带出露晚三叠世红脊山混杂岩群,为深海—半深海浊流沉积,并且在研究区榴辉岩、蓝片岩中海获得了一系列 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 同位素年龄数据(235.9 Ma、232.5 Ma、219.7 Ma、219.3 Ma、217.2 Ma、213.2 Ma)(鲍佩声等,1999;孙宪森等,2003;李才等,2006b;陆济璞等,2006;王立全等,2006).朱同兴等(2010)报道了红脊山混杂岩群中含晚三叠世放射虫化石,耿全如等(2012)在羌塘中部地区发现了晚侏罗世的 *Kobyastraea tenuis* Roniewicz 和早白垩世晚期的 *Latusastraea xigazeensis* Liao et Xia.纪占胜等(2010)在果干加年山地区发现了较丰富的晚三叠世珊瑚化石,指出该区晚三叠世包含了浅海灰岩沉积.综上所述,该区为残余海盆环境,并一直持续到早白垩世.

多玛、南羌塘残余海盆(J_2RS):多玛、南羌塘地区普遍缺失早侏罗世沉积,进入晚侏罗世由于受到南侧班公湖—怒江洋盆向北俯冲消减作用的制约,

产生了与之配套的扎普—多不杂陆缘弧(J_3K_1cma)以及更靠北的多玛弧后盆地(J_3K_1BA).中侏罗世地层出露较多,包括色哇组、雀莫错组、布曲组、夏里组等,主体为一套以碎屑岩为主夹生物碎屑灰岩和鲕粒灰岩组合,属次深海到浅海再到滨海沉积.王永胜等(2008)和刘凤侠等(2011)详细报道了布曲组中采获的腕足类、双壳类、菊石等化石,时代鉴定属中侏罗世巴通期.杜德道等(2011)在狮泉河—改则—洞错蛇绿岩带中获得锆石 $^{206}Pb/^{238}U$ 加权平均年龄 155.6 Ma.余宏全等(2009)在羌塘地块南缘具有岛弧带性质的含矿斑岩中获 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄 120.9 Ma.综上所述笔者认为位于扎普—多不杂陆缘弧南侧的班公湖—怒江洋盆从晚侏罗世至早白垩世持续向北俯冲消减.同时扎普—多不杂陆缘弧内出露的白龙冰河组(J_3b)和雪山组(J_3K_1x)包含大量的火山弧玄武岩,据火山岩地球化学特征同样可以限定该环境为大陆边缘岛弧.随着南部扎普—多不杂火山—岩浆弧的发育,多玛弧后盆地开始形成,晚侏罗到早白垩世出露有索瓦组(J_3s)、雪山组(J_3K_1x)和欧利组(K_1o),为一套滨浅海相碳酸盐岩及碎屑岩沉积序列.

吉塘—左贡残余海盆(T_3JRS)(图 4)进入中生代,吉塘—左贡地区普遍受到北澜沧江弧—弧碰撞造山作用的制约,下中三叠统在该区未见沉积.晚三叠世出露的地层较多,包括东达村组、甲丕拉组、波里拉组、巴贡组等,主要为一套滨浅海相碎屑岩、灰岩沉积序列.侏罗纪地层较为发育,为滨岸相紫红色砂岩、泥岩夹杂色粉砂质泥岩和不稳定灰岩,上侏罗统则逐渐由滨岸相向陆相过渡,如小索卡组,主体为碎屑岩沉积,含双壳类化石.类乌齐弧后前陆盆地($J_{1-2}BF$).早—中侏罗世由于两侧发生弧—陆碰撞造山作用,由三叠纪的活动陆缘转变为弧后前陆盆地,早—中侏罗世地层在该盆地内零星出露,称为察雅群($J_{1-2}C$),主体以陆相沉积为主,但含有一些海相夹层,因而有人认定其为海陆交互相沉积.区域上该群可以分解为早侏罗世大野组或汪布组和早侏罗世达布卡组,它们都为陆相碎屑岩系,产爬行动物和脊椎动物化石及原始软骨硬鳞鱼的鳞片.

昌宁—孟连弧背盆地(T_2J_2rb)(图 4),中三叠世发生弧—陆碰撞作用,早三叠世盆地东部已褶皱隆升遭受剥蚀,中三叠统零星分布,局部见有芒怀组(T_2m)和上兰组(T_3s),为碎屑岩—火山岩建造.晚三叠世出露三岔河组(T_3s),为碎屑岩组合,含半咸水底栖双壳类 *Yunnanophorus tonkinensis* 及叶肢

介、介形虫、植物及螺等化石,属磨拉石沉积,区域上大面积不整合覆盖在晚古生代蛇绿岩之上。早中侏罗纪发育勐嘎组(J_{1-2})、柳湾组(J_2)及龙湾组(J_2),为一套碎屑岩夹火山岩组合。

3.4 晚白垩世沉积盆地

研究区晚白垩世为陆相沉积盆地,主要包括龙木错—双湖压陷盆地(K_2DB)、多玛、扎普—多不杂、南羌塘断陷盆地(K_2FT)、聂荣火山—裂陷盆地(K_2VIG)、班公湖—怒江火山—沉积裂陷盆地(K_2VIG) (图2,3,4)。

龙木错—双湖压陷盆地(K_2DB):早白垩晚期的雪山组为一套巨厚的三角洲—河流相碎屑岩系,代表该盆地早白垩世晚期由海相过渡为陆相沉积。晚白垩世则完全进入陆内演化阶段,盆地东南部出露阿布山组(K_2a),为河湖相沉积。多玛、扎普—多不杂、南羌塘断陷盆地(K_2FT)在晚白垩世至新近纪研究区普遍进入陆相沉积阶段。

聂荣火山—裂陷盆地(K_2VIG):主要出露竟柱山组,为一套以陆相碎屑岩为主的夹海相碎屑岩以及中基性火山岩组合。该组与下伏不同时代的地层呈角度不整合接触,为区内较重要的造山不整合面,标志着残留古特提斯大洋及其南侧弧间洋盆的消亡、弧—弧或弧—陆碰撞造山(潘桂棠等,2012)。在区域上与竟柱山组为相变关系的安山岩中,获 Rb-Sr 等值线年龄为 126 ± 3 Ma、K-Ar 法年龄 103 Ma,因此,其时代暂定为晚白垩世。班公湖—怒江火山—沉积裂陷盆地(K_2VIG)。在陆—陆碰撞以后的陆内俯冲挤压构造环境下,海水退出本区,表现为大面积出露上白垩统竟柱山组,为一套火山—沉积建造,与下伏地层角度不整合接触。其下部凝灰岩中获 K-Ar 法年龄 84.81 ± 1.47 Ma(夏代祥等,1997)。宗给组(K_2)主要为蚀变辉石安山岩、安山岩和岩屑火山角砾岩等钙碱性系列火山岩,区域上层位相当于竟柱山组的下部。八达组(K_2)岩性主要为紫红色粉砂岩、细粒岩屑石英砂岩、泥晶灰岩、泥晶白云岩等不等厚互层,产有大量腹足类化石(王立全等,2013)。

4 沉积盆地时空演化

特提斯的演化长期以来就是地质学领域经久不衰的热点问题之一。前人围绕其展开了大量的研究工作,其时空范围也较最初定义有明显扩大,现泛指位于冈瓦纳古陆以北、欧亚(劳亚)古陆以南东西向展布的海域(李荣社等,2011)。班公湖—双湖—怒

江—昌宁—孟连对接带是青藏高原中部的一条重要的古特提斯大洋最终闭合消亡的巨型结合带,因此记录着青藏高原原—古特提斯洋形成和演化的重要信息。本文从班公湖—双湖—怒江—昌宁—孟连大区内的沉积盆地的时空演化的阶段性来揭示东特提斯洋在研究区的俯冲极性,以及其最终俯冲消亡的过程(图5)。依据前文对研究区内各地层分区沉积盆地的划分以及前人在区域上的研究成果可将特提斯洋盆的演化划分为与研究区内的沉积盆地时空演化相对应的4个阶段:(1)寒武纪—泥盆纪特提斯洋盆向北俯冲阶段;(2)石炭纪—二叠纪特提斯洋盆双向俯冲阶段;(3)三叠纪—早白垩纪古特提斯洋盆俯冲消亡阶段;(4)晚白垩世陆内演化阶段。

4.1 寒武纪—泥盆纪特提斯洋盆向北俯冲阶段

由前人在秦—祁—昆地区获得的大量同位素年代学数据所恢复的洋盆发育时限多在寒武纪—奥陶纪,而到泥盆纪时研究区北部的昆仑山地区已大都转化为陆相沉积。正是特提斯洋向北的持续俯冲促使秦—祁—昆弧盆系的产生、发展以及消亡,盆山转换的标志为泥盆系与下伏地层呈造山角度不整合接触(潘桂棠等,2012)。

研究区内该时期沉积地层不甚发育,前人报道的龙木错—双湖结合带内果干加年山蛇绿混杂岩中堆晶辉长岩的 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄为 461 Ma、431 Ma、438 Ma(李才等,2008;王立全等,2008)。Wang *et al.* (2013)在昌宁—孟连结合带的南汀河地区蛇绿混杂岩中获堆晶辉长岩以及辉长岩的 LA-ICPMS 锆石 U-Pb 年龄 473 Ma、443 Ma。这两套蛇绿混杂岩地球化学性质类似且同位素年代学数据相近,因此笔者认为龙木错—双湖洋盆和昌宁—孟连洋盆在奥陶纪已经打开并初具规模,二者可能代表了一个统一的古特提斯洋壳的残余。

研究区的偏南部出现边缘海混积浅海环境(S_{2-3cm})和班公湖—怒江碳酸盐岩台地(S_{1pl} , D_{pl}),在吉塘—左贡地区为边缘海沉积环境。因此概括起来寒武—泥盆纪研究区以陆棚碎屑岩相碳酸盐岩台地相沉积为主,大地构造环境属冈瓦纳大陆北缘与特提斯洋南部边缘的被动大陆边缘。

4.2 石炭纪—二叠纪古特提斯洋盆双向俯冲阶段

寒武纪—泥盆纪秦—祁—昆多岛弧盆系在该阶段已转化为陆内造山系,使得北部的各陆块(扬子与华夏、柴达木、塔里木等)拼合成统一的泛华夏大陆。泛华夏大陆南侧与冈瓦纳大陆北侧之间则为广阔的古特提斯大洋。在研究区内龙木错—双湖和昌宁—

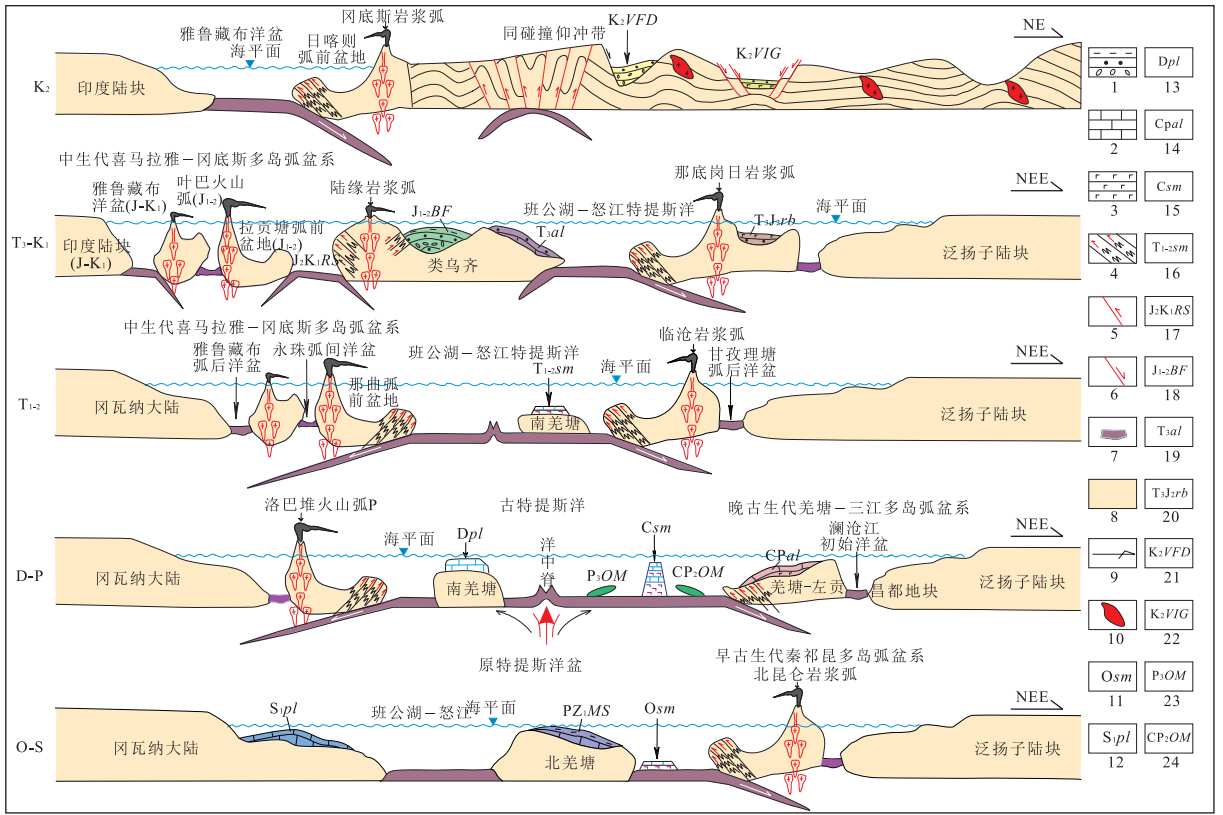


图 5 班公湖—双湖—怒江—昌宁—孟连大区构造演化

Fig.5 Evolution of the Tectonic of the Bangong co-Shuanghu-Nuijiang-Changning-Menglian zone

1.碎屑岩组合;2.碳酸盐岩;3.玄武岩;4.俯冲增生楔;5.逆断层;6.正断层;7.洋壳;8.陆壳;9.方位;10.花岗岩类侵入体;11.奥陶纪海山;12.早志留世碳酸盐岩台地;13.泥盆纪碳酸盐岩台地;14.石炭纪—二叠纪活动陆缘陆块;15.石炭纪海山;16.早中三叠纪海山;17.中侏罗—早白垩世残余海盆;18.早中侏罗世弧后前陆盆地;19.晚三叠世活动陆缘陆块;20.晚三叠世—中侏罗世弧背盆地;21.晚白垩世断陷盆地(火山);22.晚白垩世裂陷盆地(火山);23.晚三叠世蛇绿岩;24.石炭纪—中二叠世蛇绿岩;据耿全如等(2011);Pan *et al.*(2012);潘桂棠等(2012)修改

孟连地区承接了早古生代延续过来的洋盆沉积环境.近年来陆续在托合平措—查多岗日、嘉玉桥以及班公湖—怒江地区发现了石炭纪具有 MORB 型地球化学性质的蛇绿岩和大量的古生物证据,表明这 3 个地区从石炭纪开始已有了洋壳的存在并持续演化到二叠纪末.

多玛、扎普—多不杂、南羌塘、吉塘—左贡、类乌齐、聂荣共 6 个地层分区从早石炭世开始先后出现活动陆缘陆坡沉积,由此说明晚古生代石炭纪开始,由于古特提斯大洋向南的俯冲消减作用,致使冈瓦纳大陆北部边缘由早古生代至泥盆纪较为稳定的被动边缘转化为安第斯型活动大陆边缘盆地沉积.其间由蛇绿混杂岩组合恢复出的小洋盆可能为特提斯大洋向南俯冲消减诱导出的弧后或弧间小洋盆.

4.3 三叠纪—早白垩世特提斯洋盆俯冲消亡阶段

早、中三叠世区域上的构造汇聚事件已导致北侧晚古生代的羌塘—三江多岛弧盆系转化为陆内造山系,并与北部的秦—祁—昆造山系大部分完成拼

接成为泛华夏大陆的南部边缘.研究区当时位于泛华夏大陆南部边缘与冈瓦纳北部边缘之间,亦即古特提斯洋最终残存处.三叠纪—白垩纪是中特提斯发展的重要时期,亦是冈瓦纳大陆北缘喜马拉雅—冈底斯多岛弧盆系的演化时期.这段时间仅在研究区的聂荣、嘉玉桥、班公湖—怒江 3 个区域有 MORB 型蛇绿混杂岩产出,为洋盆演化阶段.在特提斯大洋的南部边缘根据蛇绿混杂岩的时代和古生物化石所恢复的各洋盆的主体时限为三叠纪—早白垩世,大多为规模不大的弧后洋盆.研究区内上白垩统竞柱山组区域性造山不整合于下伏蛇绿混杂岩之上,不仅代表了盆山转换的界面,同时也说明了残留的古特提斯大洋的最终消亡,弧—弧、弧—陆、陆—陆碰撞造山的开始.除了研究区南部的雅鲁藏布江弧后洋盆以外,区域上已经开始了陆内演化阶段.

4.4 晚白垩世陆内演化阶段

南冈底斯岛弧带林子宗群底部的区域性造山不整合面代表了雅鲁藏布江弧后洋盆的消亡、弧—陆

碰撞造山,至此中国大陆的已具雏形(潘桂棠等,2012)。研究区内随着早白垩世晚期残留古特提斯洋的消失,进入陆内演化阶段。江军华等(2011)在班公湖岛弧带的东西向和南北向两组岩脉中测得锆石 U-Pb LAICPMS 加权平均年龄为 79.59 Ma、76.9 Ma,指出班公湖岛弧带晚白垩世发生了明显的地壳拉伸作用。新特提斯洋持续向北俯冲消减使研究区主要表现为后陆褶皱—逆冲带,在西北部发育一系列断陷盆地,聂荣和班公湖—怒江地层分区则发育火山—沉积裂陷盆地。

5 结论与讨论

班公湖—双湖—怒江—昌宁—孟连对接带是青藏高原中部的一条重要的古特提斯大洋最终闭合消亡的巨型结合带,是冈瓦纳大陆与劳亚—泛华夏大陆的分界,记录了青藏高原元—古特提斯洋形成和演化的重要信息。通过详细理清研究区内地层格架,整理和归纳研究区内各沉积盆地岩石建造组合和时代依据,划分盆地类型,寻找盆地演化在时间和空间上的规律,有利于了解元—古特提斯大洋发生、发展以及消亡的过程。笔者将古生代—中生代古特提斯大洋的演化划分为与盆地演化对应的4个阶段。区内龙木错—双湖(O-P)、班公湖—怒江(C-K₁)、昌宁—孟连(O-P)3条主要特提斯分支洋盆的开合时间的拟定,对于进一步分析整个班公湖—双湖—怒江—昌宁—孟连大区内的沉积盆地类型具有重要意义。其中双湖龙木错—双湖地层分区与昌宁—孟连地层分区都存在奥陶纪的具 N-MORB 或 E-MORB 性质的蛇绿混杂岩,并且二者均在二叠纪末、早三叠世初发生弧—陆碰撞作用,说明二者共同代表了一个统一的古特提斯洋在研究区的残余。以班公湖—怒江地层分区为代表的残余古特提斯洋在早石炭世开启并持续演化到早白垩世,它们代表了古特提斯洋盆的最终消亡,因此,显得意义重大。多岛弧盆系区域构造是研究区的典型特征,表现为稳定型地块与活动型缝合带相间、火山岛弧与弧后盆地相间的造山构造格局。研究区的沉积盆地划分与时空演化对认识神秘的青藏高原地质构造演化意义非凡,同时也为进一步恢复东特提斯构造演化提供资料。研究区内位于冈瓦纳北缘的多玛、扎普—多不杂、南羌塘、吉塘—左贡等地层分区从早石炭世开始转化为安第斯型活动大陆边缘,其沉积环境的细化还值得进一步研究。

致谢:审稿专家提出了十分宝贵的建议,中国地质调查局发展研究中心、西安地质调查中心、西南各省(市、自治区)地质调查院、全国重要矿产成矿背景项目组的专家学者们在本文的撰写过程中提供了大量宝贵的基础资料;在论文的撰写和后期修改过程中,徐亚东老师、宋博文老师、马志鑫工程师、徐国真博士、姜高磊博士、孔令耀硕士等提出了宝贵的建议;在此一并表示衷心感谢!

References

- Bao, P. S., Xiao, X. C., Wang, J., et al., 1999. The Blueschist Belt in the Shuanghu Region, Central-Northern Tibet and Its Tectonic Implications. *Acta Geologica Sinica*, 73 (4): 302—314 (in Chinese with English abstract).
- Chen, W. X., Wang, J., 2009. The Formation and Evolution of the Qiangtang Basin during the Late Triassic-Middle Jurassic Period in Northern Tibet. *Geology in China*, 36 (3): 682—693 (in Chinese with English abstract).
- Cong, B. L., Wu, G. Y., Zhang, Q., et al., 1993. Rock Tectonic Evolution of Paleo-Tethyan Tectonic Belt in Western Yunnan, China. *Science in China (Ser. B)*, 23 (11): 1201—1207 (in Chinese).
- Dong, Y. S., Xie, Y. W., Li, C., et al., 2007. Discovery of the Retrometamorphic Eclogite in the Baxoi Area, Eastern Tibet, China. *Geological Bulletin of China*, 26 (8): 1018—1020 (in Chinese).
- Du, D. D., Qu, X. M., Wang, G. H., et al., 2011. Bidirectional Subduction of the Middle Tethys Oceanic Basin in the West Segment of Bangonghu-Nujiang Suture, Tibet: Evidence from Zircon U-Pb LAICPMS Dating and Petrogeochemistry of Arc Granites. *Acta Petrologica Sinica*, 27(7): 1993—2002 (in Chinese with English abstract).
- Duan, X. D., Liu, G. C., Feng, Q. L., 2012. Ladinian Radiolarian Fauna from the Changning-Menglian Belt and Its Tectonic Significance. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 37(2): 67—83 (in Chinese with English abstract).
- Fan, C. J., 1985. Discussion on the Origin and the Regional Geological Background of Laochang Pb-Zn Deposits in Lancang County. *Yunnan Geology*, 4(1): 1—16 (in Chinese with English abstract).
- Fang, Z. J., Zhou, Z. C., Lin, M. J., 1990. Some New Observations on the Geology of Western Yunnan. *Chinese Science Bulletin*, 35(15): 1286—1290.
- Fang, Z. J., Zhou, Z. C., Lin, M. J., 1992. Discussing on Some Issues about Changning-Menglian Suture Zone from the Perspective of Stratigraphy. *Journal of Stratigraphy*,

- 16(4):292—303(in Chinese).
- Feng, Q. L., 1992. Permian and Triassic Radiolarian Biostratigraphy in South and Southwest China. *Journal of China University of Geosciences*, 3(1): 51—62.
- Feng, Q. L., Liu, B. P., 1993. Stratigraphic Investigation of the Volcanic Rocks in Changning-Menglian Tectonic Belt, Southwestern Yunnan, China. *Geoscience*, 16(2): 402—408(in Chinese with English abstract).
- Feng, Q. L., Malila, K., Wongangan, N., et al., 2005. Permian and Triassic Radiolaria from Northwest Thailand; Paleogeographical Implications. *Revue de Micropaléontologie*, 48(4): 237—255. doi: 10.1016/j.revmic.2005.09.004
- Gao, C. W., Jia, Q. J., Wei, C. G., 2006. Study on the Nature of Late Triassic Prototype Basin of Qiangtang Basin. *Geological Review*, 52(2): 198—206(in Chinese with English abstract).
- Gen, Q. R., Pan, G. T., Wang, L. Q., et al., 2011. Tethyan Evolution and Metallogenic Geological Background of the Bangong Co-Nujiang Belt and the Qiangtang Massif in Tibet. *Geological Bulletin of China*, 30(8): 1261—1274 (in Chinese with English abstract).
- Geng, Q. R., Peng, Z. M., Zhang, Z., 2012. New Advances in the Study of Carboniferous-Permian Paleontology in Guoganjianshan-Rongma Area of Qiangtang Region, Tibetan Plateau. *Geological Bulletin of China*, 31(4): 510—520(in Chinese with English abstract).
- Ishida, K., Nanba, A., Hirsch, F., et al., 2006. New Micro-palaeontological Evidence for a Late Triassic Shan-Thai Orogeny. *Geosciences Journal*, 10(3): 181—194. doi: 10.1007/BF02910363
- Ji, Z. S., Yao, J. X., Wu, G. C., 2010. Discovery of Late Triassic Coral Fossils at the Guoganjian Mountain in the Qiangtang Central Uplift, North Tibet and Its Geological Significances. *Acta Geologica Sinica*, 84(8): 1095—1104(in Chinese with English abstract).
- Jiang, J. H., Wang, R. J., Qu, X. M., et al., 2011. Crustal Extension of the Bangong Lake Arc Zone, Western Tibetan Plateau, after the Closure of the Tethys Oceanic Basin. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 36(6): 1021—1032(in Chinese with English abstract).
- Lai, S. C., Qin, J. F., Li, X. J., et al., 2010. Geochemistry and Sr-Nd-Pb Isotopic Features of the Ganlongtang-Nongba Ophiolite from the Changning-Menglian Suture Zone. *Acta Petrologica Sinica*, 26(11): 3195—3205(in Chinese with English abstract).
- Li, C., 1987. The Longmuco-Shuanghu-Lancangjiang Plate Suture and the North Boundary of Distribution of Gondwana Facies Permo-Carboniferous System in Northern Xizang, China. *Journal of Changchun College of Geology*, 17(2): 155—166(in Chinese with English abstract).
- Li, C., 2008. A Review on 20 Years' Study of the Longmu Co-Shuanghu-Lancang River Suture Zone in Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau. *Geological Review*, 54(1): 105—119(in Chinese with English abstract).
- Li, C., Dong, Y. S., Zhai, Q. G., et al., 2008. Discovery of Eopaleozoic Ophiolite in the Qiangtang of Tibet Plateau: Evidence from SHRIMP U-Pb Dating and Its Tectonic Implications. *Acta Petrologica Sinica*, 24(1): 31—36 (in Chinese with English abstract).
- Li, C., He, Z. Y., Li, H. M., 2004. U-Pb and Sm-Nd Dating of Mafic Dike Swarms in Southern Qiangtang, Qinghai-Tibet Plateau and Its Tectonic Significance. *Geology in China*, 31(4): 384—389 (in Chinese with English abstract).
- Li, C., Huang, X. P., Zhai, Q. G., et al., 2006a. The Longmu Co-Shuanghu-Jitang Plate Suture and the Northern Boundary of Gondwanaland in the Qinghai-Tibet Plateau. *Earth Science Frontiers*, 13(4): 136—147 (in Chinese with English abstract).
- Li, C., Zhai, Q. G., Chen, W., et al., 2006b. Ar-Ar Chronometry of the Eclogite from Central Qiangtang Area, Qinghai-Tibet Plateau. *Acta Petrologica Sinica*, 22(12): 2843—2849 (in Chinese with English abstract).
- Li, C., Zhai, Q. G., Dong, Y. S., et al., 2006c. The Discovery of Eclogite and Its Significance in Central Qiangtang, Tibet. *Chinese Science Bulletin*, 51(1): 70—74 (in Chinese).
- Li, C., Li, Y. T., Lin, Y. X., et al., 2002. Sm-Nd Dating of the Protolith of Blueschist in the Shuanghu Area, Tibet. *Geology in China*, 27(4): 355—359 (in Chinese with English abstract).
- Li, C., Zhai, Q. G., Chen, W., et al., 2007a. Geochronology Evidence of the Closure of Longmu Co-Shuanghu Suture, Qinghai-Tibet Plateau: Ar-Ar and Zircon SHRIMP Geochronology from Ophiolite and Rhyolite in Guoganjianshan. *Acta Petrologica Sinica*, 23(5): 911—918 (in Chinese with English abstract).
- Li, C., Zhai, Q. G., Dong, Y. S., et al., 2007b. Longmu Co-Shuanghu Plate Suture in the Qinghai-Tibet Plateau and Records of the Evolution of the Paleo-Tethys Ocean in the Qiangtang Area, Tibet, China. *Geological Bulletin of China*, 26(1): 13—21 (in Chinese with English abstract).
- Li, C., Zhai, Q. G., Dong, Y. S., et al., 2007c. Establishment of the Upper Triassic Wanghuling Formation at Guoganjian Mountain, Central Qiangtang, Qinghai-Tibet Plateau, and Its Significance. *Geological Bulletin of China*, 26(8):

- 1003—1008(in Chinese with English abstract).
- Li, R. S., Ji, W. H., He, S. P., et al., 2011. The Two Tectonic Domain Division Discussion between the Ancient Asian and Tethys in Western China. *Xinjiang Geology*, 29 (3): 247—250 (in Chinese with English abstract).
- Li, Y., Wang, C. S., Yi, H. S., et al., 2001. Fill Models of the Qiangtang Composite Foreland Basin in Qinghai-Xizang Plateau, China. *Acta Sedimentologica Sinica*, 19 (2): 20—27 (in Chinese with English abstract).
- Liu, B. P., Feng, Q. L., Chonglakmani, C., et al., 2002. Framework of Paleotethyan Archipelago Ocean of Western Yunnan and Its Elongation towards North and South. *Earth Science Frontiers*, 9 (3): 161—171 (in Chinese with English abstract).
- Liu, B. P., Feng, Q. L., Fang, N. Q., 1993. Tectonic Evolution of Palaeo-Tethys Poly-Island-Ocean in Changning-Menglian and Langcangjiang Belts, Southwestern Yunnan, China. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 18(5): 529—539 (in Chinese with English abstract).
- Liu, C. S., Zhu, J. C., Shen, W. Z., et al., 1990. Classification and Source Materials of Continental Crust Transformation Series Grantoids in South China. *Acta Geologica Sinica*, (1): 43—52 (in Chinese with English abstract).
- Liu, F. X., Li, J., Liu, D. W., et al., 2011. Stratigraphic Characteristics of Buqu Formation of the Middle Jurassic, Nanqiangtang Basin of Tibet. *Jilin Geology*, 30 (2): 18—21 (in Chinese with English abstract).
- Liu, W. B., Qian, Q., Yue, G. L., et al., 2002. The Geochemical Characteristics of Fore-Arc Ophiolite from Dingqing Area, Tibet. *Acta Petrologica Sinica*, 18(3): 392—400 (in Chinese with English abstract).
- Lu, J. P., Zhang, N., Huang, W. H., et al., 2006. Characteristics and Significance of the Metamorphic Minerals Glaucophane-Lawsonite Assemblage in the Hongjishan Area, North-Central Qiangtang, Northern Tibet, China. *Geological Bulletin of China*, 25 (1—2): 70—75 (in Chinese with English abstract).
- Pan, G. T., Li, X. Z., Wang, L. Q., et al., 2002. Preliminary Division of Tectonic Units of the Qinghai-Tibet Plateau and Its Adjacent Regions. *Geological Bulletin of China*, 21 (11): 701—707 (in Chinese with English abstract).
- Pan, G. T., Wang, L. Q., Li, R. S., et al., 2012. Tectonic Model of Archipelagic Arc-Basin Systems: The Key to the Continental Geology. *Sedimentary Geology and Tethyan Geology*, 32(3): 1—20 (in Chinese with English abstract).
- Pan, G. T., Wang, L. Q., Li, R. S., et al., 2012. Tectonic Evolution of the Qinghai-Tibet Plateau. *Journal of Asian Earth Sciences*, 53: 3—14.
- Pan, G. T., Wang, L. Q., Zhang, W. P., et al., 2013. The Instructions of Tectonic Map in Qinghai-Tibet Plateau and Its Adjacent Areas (1 : 1 500 000). Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- Pan, G. T., Xiao, Q. H., Lu, S. N., et al., 2008. Definition, Classification, Characteristics and Diagnostic Indications of Tectonic Facies. *Geological Bulletin of China*, 27(10): 1613—1637 (in Chinese with English abstract).
- Pan, G. T., Xiao, Q. H., Lu, S. N., et al., 2009. Subdivision of Tectonic Units in China. *Geology in China*, 36(1): 1—28 (in Chinese with English abstract).
- Pan, G. T., Zhu, D. C., Wang, L. Q., et al., 2004. Bangong Lake-Nu River Suture Zone—The Northern Boundary of Gondwanaland; Evidence from Geology and Geophysics. *Earth Science Frontiers*, 11(4): 371—382 (in Chinese with English abstract).
- Peng, T. P., Wang, Y. J., Fan, W. M., et al., 2006. SHRIMP U-Pb Zircon Dating and Its Tectonic Significance of Early Mesozoic Acidic Igneous Rocks from the Southern of Lancang. *Science in China (Ser. D)*, 36(2): 123—132 (in Chinese).
- Qu, X. M., Xin, H. B., Du, D. D., et al., 2012. Ages of Post-Collisional A-Type Granite and Constraints on the Closure of the Oceanic Basin in the Middle Segment of the Bangonghu-Nujiang Suture, the Tibetan Plateau. *Geochimica*, 41(1): 1—14 (in Chinese with English abstract).
- Qu, X. M., Xin, H. B., Zhao, Y. Y., et al., 2010. Opening Time of Bangong Lake Middle Tethys Oceanic Basin of the Tibet Plateau: Constraints from Petro-Geochemistry and Zircon U-Pb LAICPMS Dating of Mafic Ophiolites. *Earth Science Frontiers*, 17(3): 53—63 (in Chinese with English abstract).
- Sashida, K., Igo, H., Adachi, S., et al., 2000. Late Permian to Middle Triassic Radiolarian Faunas from Northern Thailand. *Journal of Paleontology*, 74(5): 789—811. doi: 10.1666/0022.3360(2000)074<078:LPTMTR>2.0.CO;2
- She, H. Q., Li, J. W., Ma, D. F., et al., 2009. Molybdenite Re-Os and SHRIMP Zircon U-Pb Dating of Duobuza Porphyry Copper Deposit in Tibet and Its Geological Implications. *Mineral Deposits*, 28(6): 737—746 (in Chinese with English abstract).
- Shi, R. D., Yang, J. S., Xu, Z. Q., et al., 2006. Recognition of MOR- and SSZ-Type Ophiolites in the Bangong Lake Ophiolite Méange, Western Tibet; Evidence from Two

- Kinds of Mantle Peridotites. *Acta Petrologica et Mineralogica*, 24(5): 397—408 (in Chinese with English abstract).
- Sun, X. S., He, Z. H., Yang, J. L., et al., 2003. Metamorphism of Gangmacuo-Shuanghu Metamorphic Belt in Central Qiangtang Area of Tibet and Its Relation to Deformation. *Mineral Resources and Geology*, 17(97): 302—307 (in Chinese).
- Wang, B. D., Wang, L. Q., Pan, G. T., et al., 2013. U-Pb Zircon Dating of Early Paleozoic Gabbro from the Nantinghe Ophiolite in the Changning-Menglian Suture Zone and Its Geological Implication. *Chinese Science Bulletin*, 58(8): 920—930. doi:10.1007/s11434.012.5481.8
- Wang, J., Fu, X. G., Tan, F. W., et al., 2010. A New Sedimentary Model for the Qiangtang Basin. *Acta Sedimentologica Sinica*, 28(5): 884—893 (in Chinese with English abstract).
- Wang, L. Q., Pan, G. T., Ding, J., et al., 2013. The Geological Map in Qinghai-Tibet Plateau and Its Adjacent Areas (1 : 1 500 000). Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- Wang, L. Q., Pan, G. T., Zhu, D. C., et al., 2006.⁴⁰ Ar/³⁹ Ar Ages of the Metamorphic Rocks and Basalts in E'rou Area of Shuanghu, Northern Xizang and Their Significance. *Earth Science Frontiers*, 13(4): 221—232 (in Chinese with English abstract).
- Wang, L. Q., Pan, G. T., Zhu, D. C., et al., 2008. Carboniferous-Permian Island Arc Orogenesis in the Gangdise Belt, Tibet, China: Evidence from Volcanic Rocks and Geochemistry. *Geological Bulletin of China*, 27(9): 1509—1534 (in Chinese with English abstract).
- Wang, Y. J., Wang, J. P., Liu, Y. M., et al., 2002. Characteristics and Age of the Dingqing Ophiolite in Xizang (Tibet) and Their Geological Significance. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 19(4): 417—420 (in Chinese with English abstract).
- Wang, Y. S., Zhang, S. Q., Zheng, C. Z., et al., 2008. Biostratigraphic of the Middle Jurassic Sêwa, Shaqiaomu and Bu-Qu Formations in the Quruiqianai Area, South Qiangtang Basin, Northern Tibet, China. *Geological Bulletin of China*, 27(1): 92—100 (in Chinese with English abstract).
- Wu, G. Y., 2006a. Azores-Type Oceanic Island Basalts in the Paleo-Tethyan Major Oceanic Basin in the Bitu Area, Eastern Tibet, China. *Geological Bulletin of China*, 25(7): 772—781 (in Chinese with English abstract).
- Wu, G. Y., 2006b. Bitu Ophiolite in the Zogang Area, Eastern Tibet: Geological Records of Paleo-Tethyan Major Oceanic Basin. *Geological Bulletin of China*, 25(6): 685—693 (in Chinese with English abstract).
- Xia, B., Xu, L. F., Wei, Z. Q., et al., 2008. SHRIMP Zircon Dating of Gabbro from the Dongqiao Ophiolite in Tibet and Its Geological Implications. *Acta Geologica Sinica*, 82(4): 528—531 (in Chinese with English abstract).
- Xia, D. X., Liu, S. K., Teng, Y., et al., 1997. Lithostratigraphic of Xizang Autonomous Region. China University of Geosciences Press, Wuhan.
- Xie, G. G., Mo, X. X., Zhao, Z. D., et al., 2009. Jurassic-Cretaceous Sedimentation and Evolution of Ancient Oceanic Basin in Bangong Lake Area, Tibet. *Earth Science Frontiers*, 16(4): 31—39 (in Chinese with English abstract).
- Yan, J. X., Liu, B. P., Zhang, H. Q., 1999. Palaeogeographic Implications of Carboniferous to Permian Oolitic Limestones in the Changning-Menglian Belt of West Yunnan. *Journal of Palaeogeography*, 1(3): 13—18 (in Chinese with English abstract).
- Yang, W. Q., Feng, Q. L., Duan, X. D., 2007. Late Devonian Pillow Basalt and Bedded Chert in Changning-Menglian Tectonic Belt of Southwestern Yunnan, China. *Geological Bulletin of China*, 26(6): 739—747 (in Chinese with English abstract).
- Zhai, Q. G., Li, C., Huang, X. P., 2007. The Fragment of Paleo-Tethys Ophiolite from Central Qiangtang, Tibet: Geochemical Evidence of Metabasites in Guogangjianian. *Science in China (Ser. D)*, 37(7): 866—872 (in Chinese).
- Zhang, F., Feng, Q. L., Duan, X. D., et al., 2006. Research on the Western Belt of Changning-Menglian Tectonic Belt: Exemplified by the Nongba Section in Gengma, Southwest of Yunnan, China. *Geological Science and Technology Information*, 25(3): 13—20 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, Y. Q., Xie, Y. W., Wang, J. W., 1990. Rb and Sr Isotopic Studies of Granitoids in Tri-River Region. *Geochimica*, (4): 318—326 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, Z. F., Feng, Q. L., Fang, N. Q., et al., 2001. Geochemical Characteristics and Sedimentary Environment of Triassic Siliceous Rocks from Muyinhe Formation in Changning-Menglian Belt, Southwest Yunnan. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 26(5): 449—455 (in Chinese with English abstract).
- Zhou, W. Q., Lin, W. X., 1982. The Features of the Glauco-phane Schist in the Southern Part of the Lancang Jiang Metamorphic Belt. *Regional Geology of China*, (2): 76—85 (in Chinese with English abstract).
- Zhu, D. C., Mo, X. X., Wang, L. Q., et al., 2006. Identification

for the Mesozoic OIB-Type Basalts in Central Qinghai-Tibetan Plateau: Geochronology, Geochemistry and Their Tectonic Setting. *Acta Geologica Sinica*, 80(9): 1312—1328(in Chinese with English abstract).

Zhu, T. X., Feng, X. T., Wang, X. F., et al., 2010. Late Triassic Tectono-Palaeogeography of the Qiangtang Area on the Qinghai-Xizang Plateau. *Sedimentary Geology and Tethyan Geology*, 30(4): 1—10(in Chinese with English abstract).

Zhu, T. X., Zhang, Q. Y., Dong, H., et al., 2006. Discovery of the Late Devonian and Late Permian Radiolarian Cherts in Tectonic Mélanges in the Cêdo Caka Area, Shuanghu, Northern Tibet, China. *Geological Bulletin of China*, 25(12): 1413—1418(in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

鲍佩声, 肖序常, 王军, 等, 1999. 西藏中北部双湖地区蓝片岩带及其构造涵义. *地质学报*, 73(4): 302—314.

陈文西, 王剑, 2009. 晚三叠世—中侏罗世羌塘盆地的形成与演化. *中国地质*, 36(3): 682—693.

从柏林, 吴根耀, 张旗, 等, 1993. 中国滇西古特提斯构造带岩石大地构造演化. *中国科学(B辑)*, 23(11): 1201—1207.

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

杜德道, 曲晓明, 王根厚, 等, 2011. 西藏班公湖—怒江缝合带西段中特提斯洋盆的双向俯冲: 来自岛弧型花岗岩锆石 U-Pb 年龄和元素地球化学的证据. *岩石学报*, 27(7): 1993—2002.

段向东, 刘桂春, 冯庆来, 2012. 昌宁孟连构造带拉丁期放射虫动物群及构造演化意义. *地球科学—中国地质大学学报*, 37(2): 67—83.

范承钧, 1985. 澜沧老厂铅锌矿成因及区域地质背景的探讨. *云南地质*, 4(1): 1—16.

方宗杰, 周志澄, 林敏基, 1992. 从地层学的角度探讨昌宁—孟连缝合带的若干问题. *地层学杂志*, 16(4): 292—303.

冯庆来, 刘本培, 1993. 滇西南昌宁—孟连构造带火山岩地层学研究. *现代地质*, 16(2): 402—408.

高春文, 贾庆军, 魏春光, 2006. 羌塘盆地晚三叠世原型盆地性质探讨. *地质论评*, 52(2): 198—206.

耿全如, 潘桂棠, 王立全, 等, 2011. 班公湖—怒江带、羌塘地块特提斯演化与成矿地质背景. *地质通报*, 30(8): 1261—1274.

耿全如, 彭智敏, 张璋, 2012. 青藏高原羌塘地区果干加年山—荣玛乡一带石炭纪—二叠纪古生物研究新进展. *地质通报*, 31(4): 510—520.

纪占胜, 姚建新, 武桂春, 2010. 藏北羌塘中央隆起带果干加

年山晚三叠世珊瑚化石发现及其地质意义. *地质学报*, 84(8): 1095—1104.

江军华, 王瑞江, 曲晓明, 等, 2011. 青藏高原西部班公湖岛弧带特提斯洋盆闭合后的地壳伸展作用. *地球科学—中国地质大学学报*, 36(6): 1021—1032.

赖绍聪, 秦江锋, 李学军, 等, 2010. 昌宁—孟连缝合带干龙塘—弄巴蛇绿岩地球化学及 Sr-Nd-Pb 同位素组成研究. *岩石学报*, 26(11): 3195—3205.

李才, 1987. 龙木错—双湖—澜沧江板块缝合带与石炭二叠纪冈瓦纳北界. *长春地质学院学报*, 17(2): 155—166.

李才, 2008. 青藏高原龙木错—双湖—澜沧江板块缝合带研究二十年. *地质论评*, 54(1): 105—119.

李才, 董永胜, 翟庆国, 等, 2008. 青藏高原羌塘早古生代蛇绿岩—堆晶辉长岩的锆石 SHRIMP 定年及其意义. *岩石学报*, 24(1): 31—36.

李才, 和钟铎, 李惠民, 2004. 青藏高原南羌塘基性岩墙群 U-Pb 和 Sm-Nd 同位素定年及构造意义. *中国地质*, 31(4): 384—389.

李才, 李永铁, 林源贤, 等, 2002. 西藏双湖地区蓝闪片岩原岩 Sm-Nd 同位素定年. *中国地质*, 27(4): 355—359.

李才, 黄小鹏, 翟庆国, 等, 2006a. 龙木错—双湖—吉塘板块缝合带与青藏高原冈瓦纳北界. *地学前缘*, 13(4): 136—147.

李才, 翟庆国, 陈文, 等, 2006b. 青藏高原羌塘中部榴辉岩 Ar-Ar 定年. *岩石学报*, 22(12): 2843—2849.

李才, 翟庆国, 董永胜, 等, 2006c. 青藏高原羌塘中部榴辉岩的发现及其意义. *科学通报*, 51(1): 70—74.

李才, 翟庆国, 陈文, 等, 2007a. 青藏高原龙木错—双湖板块缝合带闭合的沉积学证据——来自果干加年山蛇绿岩与流纹岩 Ar-Ar 和 SHRIMP 年龄制约. *岩石学报*, 23(5): 911—918.

李才, 翟庆国, 董永胜, 等, 2007b. 青藏高原龙木错—双湖板块缝合带与羌塘古特提斯洋演化记录. *地质通报*, 26(1): 13—21.

李才, 翟庆国, 董永胜, 等, 2007c. 青藏高原羌塘中部果干加年山上三叠统望湖岭组建立及意义. *地质通报*, 26(8): 1003—1008.

李荣社, 计文化, 何世平, 等, 2011. 中国西部古亚洲与特提斯两大构造域划分问题讨论. *新疆地质*, 29(3): 247—250.

李勇, 王成善, 伊海生, 等, 2001. 青藏高原中侏罗世—早白垩世羌塘复合型前陆盆地充填模式. *沉积学报*, 19(2): 20—27.

刘本培, 冯庆来, Chonglakmani, C., 等, 2002. 滇西古特提斯多岛洋的结构及其南北延伸. *地学前缘*, 9(3): 161—171.

刘本培, 冯庆来, 方念乔, 1993. 滇西南昌宁—孟连和澜沧江带古特提斯多岛洋构造演化. *地球科学—中国地质大学学报*, 18(5): 529—539.

- 刘昌实,朱金初,沈渭洲,等,1990.华南陆壳改造系列花岗岩类型划分和成岩物质来源.地质学报,(1):43-52.
- 刘凤侠,李君,刘大玮,等,2011.西藏南羌塘盆地中侏罗世布曲组地层特征.吉林地质,30(2):18-21.
- 刘文斌,钱青,岳国利,等,2002.西藏丁青弧前蛇绿岩的地球化学特征.岩石学报,18(3):392-400.
- 陆济璞,张能,黄位鸿,等,2006.藏北羌塘中北部红脊山地区蓝闪石+硬柱石变质矿物组合的特征及意义.地质通报,25(1-2):70-75.
- 潘桂棠,李兴振,王立全,等,2002.青藏高原及邻区大地构造单元初步划分.地质通报,21(11):701-707.
- 潘桂棠,王立全,李荣社,等,2012.多岛弧盆系构造模式:认识大陆地质的关键.沉积与特提斯地质,32(3):1-20.
- 潘桂棠,王立全,张万平,等,2013.青藏高原及邻区大地构造图及说明书(1:1 500 000).北京:地质出版社.
- 潘桂棠,肖庆辉,陆松年,等,2008.大地构造相的定义划分,特征及其鉴别标志.地质通报,27(10):1613-1637.
- 潘桂棠,肖庆辉,陆松年,等,2009.中国大地构造单元划分.中国地质,36(1):1-28.
- 潘桂棠,朱弟成,王立全,等,2004.班公湖-怒江缝合带作为冈瓦纳大陆北界的地质地球物理证据.地学前缘,11(4):371-382.
- 彭头平,王岳军,范蔚茗,等,2006.澜沧江南段早中生代酸性火成岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 定年及构造意义.中国科学(D辑),36(2):123-132.
- 曲晓明,辛洪波,杜德道,等,2012.西藏班公湖-怒江缝合带中段碰撞后 A 型花岗岩的时代及其对洋盆闭合时间的约束.地球化学,41(1):1-14.
- 曲晓明,辛洪波,赵元艺,等,2010.西藏班公湖中特提斯洋盆的打开时间:镁铁质蛇绿岩地球化学与锆石 U-Pb LA-ICPMS 定年结果.地学前缘,17(3):53-63.
- 余宏全,李进文,马东方,等,2009.西藏多不杂斑岩铜矿床辉钼矿 Re-Os 和锆石 U-Pb SHRIMP 测年及地质意义.矿床地质,28(6):737-746.
- 史仁灯,杨经绥,许志琴,等,2006.西藏班公湖存在 MOR 型和 SSZ 型蛇绿岩——来自两种不同地幔橄榄岩的证据.岩石矿物学杂志,24(5):397-408.
- 孙宪森,和钟铎,杨继龙,等,2003.西藏羌塘中部冈玛错-双湖变质带变质变形作用关系研究.矿产与地质,17(97):302-307.
- 王剑,付修根,谭富文,等,2010.羌塘中生代(T_3-K_1)盆地演化新模式.沉积学报,28(5):884-893.
- 王立全,潘桂棠,丁俊,等,2013.青藏高原及邻区地质图及说明书(1:1 500 000).北京:地质出版社.
- 王立全,潘桂棠,朱弟成,等,2006.藏北双湖鄂柔地区变质岩和玄武岩的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄及其意义.地学前缘,13(4):221-232.
- 王立全,潘桂棠,朱弟成,等,2008.西藏冈底斯带石炭纪-二叠纪岛弧造山作用:火山岩和地球化学证据.地质通报,27(9):1509-1534.
- 王玉净,王建平,刘彦明,等,2002.西藏丁青蛇绿岩特征、时代及其地质意义.微体古生物学报,19(4):417-420.
- 王永胜,张树岐,郑春子,等,2008.藏北南羌塘盆地曲瑞恰乃地区中侏罗世色哇组、莎巧木组、布曲组的生物地层特征.地质通报,27(1):92-100.
- 吴根耀,2006a.藏东碧土地区古特提斯主洋盆中的亚速尔型洋岛玄武岩.地质通报,25(7):772-781.
- 吴根耀,2006b.藏东左贡地区碧土蛇绿岩:古特提斯主洋盆的地质记录.地质通报,25(6):685-693.
- 夏斌,徐力峰,韦振权,等,2008.西藏东巧蛇绿岩中辉长岩锆石 SHRIMP 定年及其地质意义.地质学报,82(4):528-531.
- 夏代祥,刘世坤,腾云,等,1997.西藏自治区岩石地层.武汉:中国地质大学出版社.
- 谢国刚,莫宣学,赵志丹,等,2009.西藏班公湖地区侏罗纪-白垩纪沉积及古海洋盆地的演化.地学前缘,16(4):31-39.
- 颜佳新,刘本培,张海清,1999.滇西昌宁-孟连带内石炭纪-二叠纪鲕粒灰岩的古地理意义.古地理学报,1(3):13-18.
- 杨文强,冯庆来,段向东,2007.滇西南昌宁-孟连构造带晚泥盆世枕状玄武岩和层状硅质岩的特征.地质通报,26(6):739-747.
- 翟庆国,李才,黄小鹏,2007.西藏羌塘中部古特提斯洋残片——来自果干加年山变质基性岩地球化学证据.中国科学(D辑),37(7):866-872.
- 张凡,冯庆来,段向东,等,2006.滇西南昌宁-孟连带构造带西带研究初探——以耿马弄巴剖面为例.地质科技情报,25(3):13-20.
- 张玉泉,谢应雯,王俊文,1990.三江地区花岗岩类 Rb-Sr 同位素研究.地球化学,(4):318-326.
- 张振芳,冯庆来,方念乔,等,2001.滇西南昌宁-孟连带三叠纪牡音河组硅质岩地球化学特征及沉积环境.地球科学——中国地质大学学报,26(5):449-455.
- 周维全,林文信,1982.澜沧江变质带南段蓝闪石片岩特征.中国区域地质,(2):76-85.
- 朱弟成,莫宣学,王立全,等,2006.青藏高原中部中生代 OIB 型玄武岩的识别:年代学、地球化学及其构造环境.地质学报,80(9):1312-1328.
- 朱同兴,冯心涛,王晓飞,等,2010.青藏高原羌塘地区晚三叠世构造-古地理研究.沉积与特提斯地质,30(4):1-10.
- 朱同兴,张启跃,董瀚,等,2006.藏北双湖地区才多茶卡一带构造混杂岩中发现晚泥盆世和晚二叠世放射虫硅质岩.地质通报,25(12):1413-1418.