第三十卷 第一期 地 球 学 报 Vol.30 No.1
二〇〇九年二月: 39-50 Acta Geoscientica Sinica Feb. 2009: 39-50
www.cagsbulletin.com www.地球学报.com

古特提斯洋的闭合时代的古地磁分析：松潘复理石杂岩形成的构造背景

李朋武，高 锐，管 烨，李秋生
中国地质科学院地质研究所岩石圈中心，北京 100037

摘 要：对华南地块、塔里木地块和基墨里大陆(包括保山、缅泰和羌塘地块)进行了古纬度和纬度运移量的对比分析，以确定古特提斯洋盆的闭合时代。结果表明：①保山与华南地块于晚二叠世碰撞，然后继续和华南地块、缅泰地块一起向北漂移，直到晚三叠世，并导致华南地块与华北地块碰撞和秦岭—大别造山带的形成；②羌塘地块与塔里木地块碰撞发生在晚三叠世；古特提斯洋沿着保山地块东缘和羌塘地块北缘的闭合是不同时的，东早西晚；③华南地块向北漂移，可能引起了华南地块西部和东昆仑—柴达木地块南部的古特提斯洋北岸的凹入，这为松潘—甘孜海底扇的发育提供了空间；古特提斯洋闭合引起的俯冲造成了华南地块西部大陆边缘的裂离，也共同为海底扇的发育提供了空间。包括塔里木地块、华南地块、东昆仑—柴达木地块和羌塘地块在内的几个地块的合围，导致了松潘—甘孜地块三角形的构造形状。支持以前的假设：松潘—甘孜三叠纪复理石杂岩的物源来自华北地块南缘或秦岭—大别造山带。

关键词：古地磁；古特提斯；松潘—甘孜地块
中图分类号：P542；P318.4 文献标志码：A 文章编号：1006-3021(2009)01-39-13

Paleomagnetic Constraints on the Closure Time of Paleo-Tethys: Implications for the Tectonic Setting of Formation of Triassic Songpan-Ganzi Flysch Complex

LI Peng-wu, GAO Rui, GUAN Ye, LI Qiu-sheng
Lithosphere Research Center, Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037

Abstract: A comparative analysis of paleolatitudes and latitudinal displacements was undertaken for the South China Block, Tarim Block and Cimmerian Continent (including Baoshan, Shan-Thai and Qiangtang blocks) by using available paleomagnetic data to determine the closure age of Paleo-Tethys. The results show that ①the Baoshan Block collided with the South China Block in Late Permian, and then continued to drift rapidly northwards together with the South China Block until Late Triassic, resulting in the collision of the South China Block with the North China Block and the formation of the Qinling-Dabie orogenic belt; ②the Qiangtang Block collided with the Tarim Block in Late Triassic. The closure of Paleo-Tethys along the eastern edge of the Baoshan Block and the northern edge of the Qiangtang Block might have been diachronous, becoming younger and younger westward; ③the indentation of northern Paleo-Tethys oceanic bank between western South China Block and southern East Kunlun-Qaidam Block mignt have resulted from the northward drift of the South China Block and the rifting of the continental margin of western South China Block, which was caused by the subduction of the oceanic crust and probably Provided the space for the development of Songpan-Ganzi submarine fan. The enclo-

本文由自然科学基金项目“内蒙古中部古亚洲洋最终闭合时代的古地磁研究”(编号：40774026)、中国地质大学(北京)地下信息探测技术与仪器教育部重点实验室开放课题项目(编号：GDL0503)联合资助。
收稿日期: 2008-03-10; 改回日期：2008-05-21。
第一作者简介：李朋武，男，1965 年生，研究员。主要从事古地磁学与地质构造学研究。通讯地址：100037，北京市西城区百万庄大街 26 号。电话：010-68999672。E-mail：lipengwu@cags.net.cn。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

sure of several blocks, including Tarim, East Kunlun-Qaidam, South China and Qiangtang blocks, results in the triangular tectonic shape of Songpan-Ganzi Block, and supports the hypothesis that the source of Songpan-Ganzi flysch complex is attributed to a large flux of sediments from the Qinling-Dabie orogenic belt.

Key words: Paleomagnetism; Paleo-Tethys; Songpan-Ganzi Block

从云南三江地区，经西藏北部，到西昆仑山地区，断断续续保存了古特提斯洋的残余。

构造上，西昆仑山地区从北到南划分为 4 个地块，包括北昆仑、南昆仑、甜水海和喀拉昆仑地块(图 1)。甜水海地块北界是麻扎缝合带，南界为乔尔天山—红山湖缝合带(Mattern et al., 1996；Yin et al., 2000)。喀拉昆仑地块的南界为喀拉昆仑断裂。库地缝合带分隔北昆仑地块和南昆仑地块。北昆仑地块部分逆冲于塔里木地块之上，成为塔里木地块南缘的一部分(Mattern et al., 1996)。喀拉昆仑地块向东可以和羌塘地块对应。喀拉昆仑地块和羌塘地块一起被称为喀喇昆仑—羌塘地块(Yin et al., 2000)。麻扎缝合带也被称作康西瓦缝合带，或麻扎—康西瓦—木孜塔格缝合带。

在西藏北部，松潘地块具有三角形构造形状，面积超过 200 000 km^2，被几个缝合带所包围。金沙江缝合带分隔松潘地块和羌塘地块。阿尼玛卿—昆仑—木孜塔格缝合带分隔东昆仑—柴达木地块和松潘地块(Yin et al., 2000)。松潘地块的东界为龙门山逆冲断裂带。义敦岛弧形成了地块的东南边界。

三江地区位于西藏东部与云南西部之间，构造上由几个外来地块镶嵌而成。从西到东，三江地区包括保山地块、腾冲地块、昌宁—孟连缝合带、昌宁—临沧块体，思茅地块、金沙江—哀牢山缝合带和华南地块，这些单元以断裂或缝合带为界(图 2)。昌宁—孟连缝合带普遍被认为是冈瓦纳大陆亲缘的

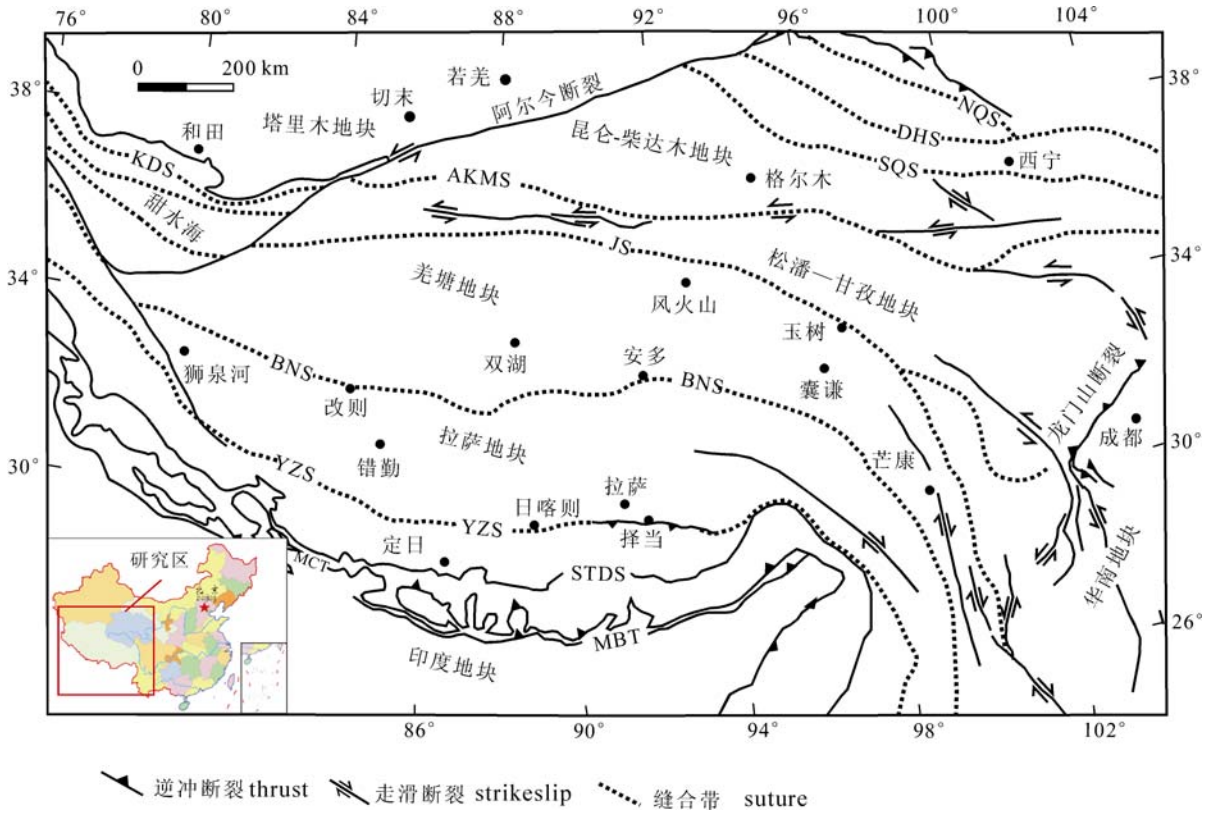

图1 喜马拉雅-西藏构造简图(据Yin等, 2000)

Fig. 1 Simplified tectonic map of the Himalayan-Tibetan Orogen (from Yin et al, 2000).

NQS, 北祁连缝合带; DHS-党河南山缝合带; KDS-库地缝合带 ;SQS-南祁连缝合带; AKMS-阿尼玛卿—昆仑—木孜塔格缝合带; JS-金沙江缝合带; BNS-班公—怒江缝合带; YZS-雅鲁藏布江缝合带. STDS-藏南拆离系; MCT-主中央冲断裂; MBT-主边界冲断裂; LTB-龙门山冲断裂带.

NQS-North Qilian suture; DHS-Danghe Nan Shan suture; KDS-Kudi suture; SQS-South Qilian suture; AKMS-Ayimaqin-Kunlun-Mutztagh suture; JS-Jinshajiang Suture; BNS-Bangong-Nujiang suture; YZS-Yanglung Zangbo suture. STDS-South Tibet Detachment System; MCT-Main Central Thrust; MBT-Main Boundary Thrust; LTB-Longmen Shan Thrust Belt

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

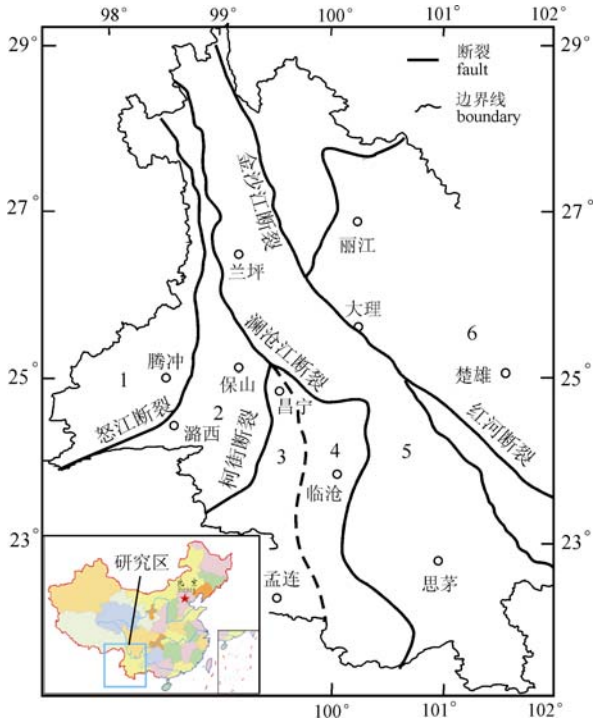

图2　三江地区构造简图(据云南地矿局，1990修改)

Fig. 2　Simplified tectonic map of the Three-River region, (modified from Bureau of Geology and Mineral Resources of Yunnan Province, 1990)

地块和华夏大陆亲缘的地块间的分界线(Wu et al., 1995；Metcalfe, 1996；Wopfner,1996；钟大赉，1998；Jin, 2002)。昌宁—临沧块体主要由前寒武纪变质岩和二叠—三叠纪花岗岩(临沧花岗岩)组成(云南省地质矿产局，1990；钟大赉，1998)。缅泰地块位于泰国西部，包括南部半岛。在许多构造解释中，保山、腾冲和缅泰地块统称为滇缅泰马地体(Sibumasu)(Metcalfe, 2002)。滇缅泰马地体和喀拉昆仑—羌塘地块是基墨里大陆的组成部分，古特提斯洋就位于基墨里大陆以北。

笔者目的是确定古特提斯洋盆闭合时代，以及松潘甘孜复理石杂岩形成的构造背景，即与特提斯洋演化的关系。多学科的数据，诸如古纬度、古生物地理和裂陷火山作用年龄数据，被用来限定地块碰撞拼合的年龄。分析过程中充分考虑了古地磁数据和地质数据之间的兼容性。

1　地块间纬度漂移量的对比

1.1　古地磁数据和分析方法

根据古地磁数据可靠性准则(Van Der Voo, 1990)，笔者选择的古地磁数据考虑了诸如退磁和剩余磁化方向分析、限定磁化年龄的野外检验、构造校正、统计精度和重磁化的识别等因素。早期的一些数据由重要的、新的和较好的数据所取代。最终，来自塔里木、华南、羌塘、思茅、保山和印支地块的 310 多个古地磁数据被分别选取用于构造分析。塔里木地块的数据列在表 1 中，华南地块、羌塘地块、思茅地块、保山地块和印支地块的数据列在已经发表的文献中(Li et al.,2004；李朋武等，2005)。

在地块古地理重建中，比较不同岩石圈地块的视极移路径 (APWPs) 是确定相对位置的基本方法。视极移路径的收敛或发散指示地块分离或缝合的年龄。然而，由于诸如三江地区、西昆仑地区处于造山带内，局部旋转和变形的影响非常强烈。在同一地块内，不同采样地点同时代的古地磁磁极位置会不同。因此，难于构建视极移路径，视极移路径对比的方法也是不切合实际的。笔者主要采用了纬度漂移量对比的方法。图 3 上部为华南、保山、思茅和羌塘地块的纬度漂移量随时代演化曲线，下部为这些地块的古纬度随时代演化曲线。塔里木和羌塘地块的纬度漂移量和古纬度演化曲线表示在图 4 中。地质年代界限依据中国区域年代地层(地质年代)表(2000 年 5 月第三届全国地层会议通过)。

1.2　分析结果

从早志留世至晚二叠世，思茅地块和华南地块有近似的古纬度值，具有一致的纬度运移趋势。思茅地块可能源于华南。晚奥陶世，保山地块开始向南漂移，华南地块开始向北漂移，表明保山和华南地块之间的古特提斯洋盆于晚奥陶世之后逐渐张开。至早泥盆世末(约 390 Ma)，保山地块和华南地块间的纬度距离达到最大宽度(~29°)。早泥盆世(～390 Ma)，保山地块位于南纬 29.7°。从早泥盆世(～390 Ma)到晚石炭世(～290 Ma)，保山地块纬度位置基本稳定，但晚石炭世之后，非常快速向北运移，羌塘地块也如此。晚石炭世和早二叠世间，华南地块纬度位置基本稳定，晚二叠世之后和羌塘、思茅、保山和缅泰地块一起向北快速运移，直至晚三叠世，表明保山地块和华南地块的碰撞发生在晚二叠世(～267 Ma)。

印支地块邻近华南地块，被金沙江缝合带南段的红河断裂分隔。印支地块上的古地磁数据是从 McElhinny 等 (1996)编辑的数据库中选取的(李朋武等，2005)。印支地块的古纬度从 243 Ma(中三叠世早期)的 8.3°N、238 Ma(中三叠世)的 10.6°N、216 Ma(晚三叠世)的 26°N 到 209 Ma(早侏罗世)的 24.9°N 间变化，表明早三叠世至晚三叠世间的快速运移，和羌塘、保山和华南地块同时期的快速向北

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 1 塔里木地块古地磁数据表

Table 1 Paleomagnetic data from Tarim Block

地点 (经纬度坐标)		年代	Ds 偏角	I_S 倾角	K 精度参数	α_{95} 置信角	Pal. 古纬度	δ_P 纬度漂移量	Test 检验	资料来源
36.3	78.8	Q_p	175.8	–57.8	124.0	6.9	38.4	–2.1		孟自芳等, 1998
36.0	79.2	Q_p	171.3	–54.4	174.0	7.0	34.9	1.1		孟自芳等, 1998
36.2	81.5	Q_p	172.0	–55.6	1679.4	3.0	36.1	0.2		Otofuji et al., 1995
37.3	79.4	N_2	215.9	–56.3	13.2	21.8	36.8	0.5		郑剑东等, 1991
37.0	80.0	N	4.6	48.0	7.2	14.8	29.0	8.0		中国地震局, 1992
42.0	82.0	E	353.4	46.0	41.0	8.7	27.4	14.6		中国地震局, 1992
37.0	80.0	E	19.4	44.9	5.7	15.2	26.5	10.5		中国地震局,1992
38.1	76.4	80	7.6	37.1		9.9	20.7	17.4	R	Rumelhart et al., 1999
42.0	83.0	K_2	15.6	46.3	17.0	9.2	27.6	14.6	F	郑剑东等, 1991
38.5	76.4	K_2	7.6	37.1	46.6	9.9	20.7	17.8	R	Chen et al., 1992
39.5	75.0	K_2	11.0	40.0	39.5	7.4	22.8	16.7	F	Chen et al., 1992
42.0	82.0	K	21.9	44.0	45.0	7.2	25.8	16.2		中国地震局, 1992
38.5	75.5	K	9.6	38.4			21.6	16.9		Chen et al., 1992
39.5	75.0	K	10.3	38.4			21.6	17.9	F	Chen et al., 1992
41.6	83.5	K_1	24.0	40.0	32.0	14.0	22.8	19.7	F	张正坤等, 1989
38.5	76.4	K_1	14.8	41.0	192.7	8.9	23.5	15.0		Chen et al., 1992
41.7	80.7	K_1	38.5	44.8	31.3	13.9	26.4	15.3		刘本培等, 1996
40.2	75.3	K_1	195.3	–42.3	16.8	12.9	24.5	15.7	F,R	孟自芳等, 1998
41.8	81.6	J_3-K_1	22.0	42.0	62.0	9.0	24.2	17.9		张正坤等, 1989
41.7	80.5	J_2	228.8	–49.3	62.0	8.3	30.5	11.2	F	方大钧等, 1997
41.7	80.7	J_2	228.2	–49.3		8.3	30.2	11.5	F	方大钧等, 1991
37.3	79.4	J	202.1	–44.8	39.1	10.8	26.4	10.9		郑剑东等, 1991
36.5	77.0	J_{1-2}	204.9	44.8	9.3	15.3	26.4	10.1	F	李永安等, 1996
36.4	77.2	J_{1-2}	333.7	–46.9	8.5	19.6	28.1	8.3	F	李永安等, 1996
37.0	80.0	J_{1-2}	26.1	44.1	8.2	14.2	25.8	11.2		中国地震局, 1992
41.7	80.7	J_1	219.3	–49.6		7.5	30.4	11.3	F	方大钧等, 1991
36.5	77	T_3	234.8	–41.7	6.5	24.5	24.0	12.5		李永安等, 1996
41.7	80.5	T_3	227.5	–53.2	87.4	5.8	33.7	8.0	R	方大钧等, 1997
41.7	80.7	T_3	227.5	–53.2		5.8	32.9	8.8		方大钧等, 1991
42.0	82.0	T	38.0	49.3	28.6	7.0	30.2	11.8		中国地震局, 1992
41.7	80.5	T_2	226.5	–52.5	42.2	4.4	33.1	8.6	R	方大钧等, 1997
41.7	80.7	T_2	226.5	–52.5		4.4	33.1	8.6		方大钧等, 1991
42.1	83.2	T_1	205.4	–55.2	40.0	10.7	35.7	6.4	R	McFadden et al., 1988
42.3	83.2	T_1	224.9	–50.5		8.0	31.2	11.1		方大钧等, 1991
42.1	83.2	P-T	201.8	–54.9	45.4	5.5	35.4	6.7	R	McFadden et al., 1988
42.0	82.0	P-T	201.8	–54.9	45.4	5.5	35.4	6.6		中国地震局, 1992
37.0	80.0	P-T	32.4	47.4	33.2	8.0	28.5	8.5		中国地震局, 1992
42.1	83.2	P_3	199.7	–54.7	45.2	7.3	35.2	6.9	R	McFadden et al., 1988
42.3	83.2	P_2	219.6	–50.4		8.0	31.1	11.2		方大钧等, 1991
42.3	83.2	P_2	222.5	–44.2		18.4	25.9	16.4		方大钧等, 1991
36.5	77.0	P_1	29.7	39.1	6.1	19.6	22.1	14.4		李永安等, 1996
40.6	79.5	P_1	214.8	–45.7	196.8	5.8	27.1	13.5		方大钧等, 1996a
41.2	78.0	P_1	218.1	–46.3	154.0	2.5	27.6	13.6	F	方大钧等, 1996b
40.7	79.6	P_1	225.2	–45.8	67.0	6.8	27.2	13.5	F	李燕平等, 1989

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

续表

地点 (经纬度坐标)		年代	Ds 偏角	I_S 倾角	K 精度参数	α_{95} 置信角	Pal. 古纬度	δ_P 纬度漂移量	Test 检验	资料来源
40.7	79.7	P_1	221.0	–51.4	104.0	4.1	32.1	8.6	F	李燕平等, 1989
40.5	78.8	P_1	219.0	–48.9	66.0	9.5	29.8	10.7	F	李燕平等, 1989
40.4	79.4	P_1	218.7	–46.3		5.5	27.3	13.1	F	方大钧等, 1991
40.6	79.5	P_1	211.3	–47.4		6.6	28.5	12.1	F	方大钧等, 1991
40.6	79.5	P_1	220.8	–45.9		3.2	27.3	13.3	F	方大钧等, 1991
40.5	78.8	C_2	244.0	–50.0	51.0	9.0	30.8	9.7		李燕平等, 1988
40.5	78.9	C_2	239.0	–50.0	30.0	17.0	30.8	9.7		李燕平等, 1988
40.6	79.6	C_2	238.0	–52.0			32.6	12.0		李燕平等, 1988
41.0	79.6	C_2	241.0	–51.0	1412	3.0	31.7	9.3	F	李燕平等, 1988
39.9	80.2	C_2	231.0	–46.4	188.6	4.4	27.9	12.0	F	方大钧等, 1996b
40.6	79.5	C_2	231.0	–46.4		4.4	27.7	12.9	F	方大钧等, 1991
40.7	79.7	C_2	27.5	40.7	20.6	27.9	23.3	17.4		刘本培等, 1996
40.5	79.0	C_2	222.0	–44	79.0	8.6	25.8	14.7		Bai et al., 1987
42.0	82.0	C	241.0	–50.6		4.0	31.3	10.7		中国地震局, 1992
40.6	79.4	D_3	88.4	25.5		7.8	13.4	27.2		方大钧等, 1991
40.5	78.7	D_3	192.5	26.5			14.0	26.5		刘本培等, 1996
40.7	79.6	D_{2-3}	93.0	33.9	127.2	5.6	18.6	22.1		方大钧等, 1996
40.5	78.6	D	79.0	25.0	23.0	5.0	13.1	27.4		李燕平等, 1988
40.2	78.8	D	85.0	19.0	13.0	22.0	9.8	30.4		李燕平等, 1988
40.3	78.7	D	81.0	24.0	78.0	14.0	12.6	27.7		李燕平等, 1988
42.0	82.0	D	79.0	25.0	29.0	4.0	13.1	28.9		中国地震局, 1992
40.5	79.6	D_1	88.2	29.7	67.2	6.5	15.9	24.6	R	方大钧等, 1996
40.5	78.8	D_1	92.9	33.9	127.2	5.6	18.6	21.9		方大钧等, 1996b
42.8	83.1	S	86.7	27.4	108.9	6.7	14.5	28.3		方大钧等, 1996
40.5	79.7	S	87.9	30.4	74.6	8.1	16.3	24.2		方大钧等, 1996b
40.5	79.0	O_3	348.1	25.7			13.5	27.0		刘本培等, 1996
41.3	83.4	O_1	101.2	–33.9	38.2	13.1	–18.6	59.9		方大钧等, 1996

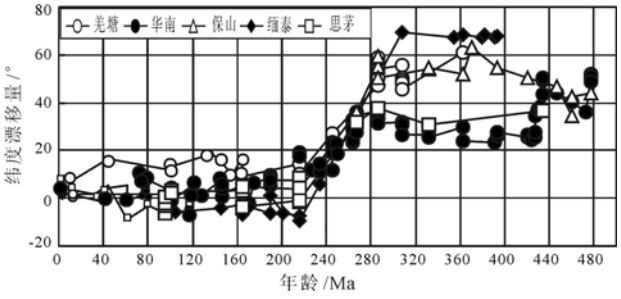

图3　羌塘、保山、思茅和华南地块纬度漂移量曲线

Fig. 3　Curves for the latitudinal displacements of the Qiangtang, Baoshan, Simao and South China blocks

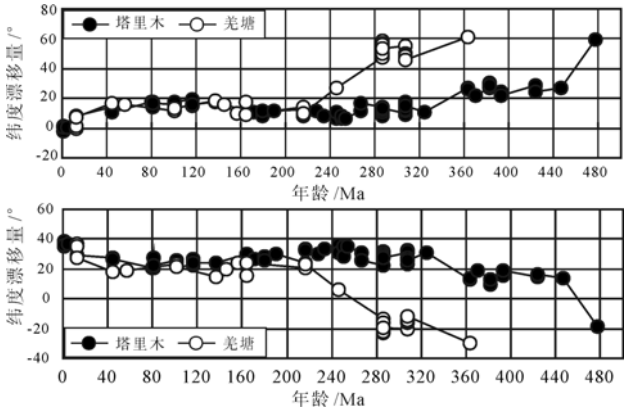

图4　羌塘、塔里木地块古纬度(a)和纬度漂移量曲线(b)

Fig. 4　Curves for the evolution of paleolatitudes (a) and the latitudinal displacements (b) of Qiangtang and Tarim blocks

漂移相对应。古地磁数据表明保山和华南地块间的碰撞发生在晚二叠世，碰撞后和华南、羌塘地块一起快速向北漂移。晚三叠世时(约 216 Ma)，羌塘、思茅、保山、缅泰和华南地块快速运移停止。也就在晚三叠世(约 216 Ma)，羌塘地块开始与塔里木地块发生碰撞，这被两地块的古纬度曲线的收敛所指示(图 4)。羌塘地块与塔里木地块碰撞出现在晚三叠世，晚于保山和华南地块的碰撞。可见基墨里大陆

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

向其北部构造单元的拼贴作用不同时的，东早西晚。

2 讨论

2.1 古特提斯洋的闭合时代

源于冈瓦纳大陆地块的裂离和向北漂移伴随着古特提斯、中特提斯和新特提斯三个洋盆的张开和相继的闭合(Metcalfe, 1998, 1999)。在三江地区，昌宁—孟连缝合带内洋壳的残余被认为代表了一个晚古生代的洋盆—古特提斯洋(Wang et al., 2002；Feng, 2002)。

在三江地区，利用古地磁数据和地质数据，古特提斯洋的年龄已被论述(Li et al., 2004，李朋武等，2005)，洋盆闭合时代在晚二叠世。基墨里大陆和华南地块碰撞后的快速向北漂移发生在晚二叠世至晚三叠世期间。晚二叠世碰撞和碰撞后的快速漂移的证据主要是：①昌宁—孟连缝合带内的蛇绿混杂岩和晚三叠统砾岩的不整合，标志了三叠纪挤压造山作用和地块快速运移结束，限定了古特提斯的闭合时代是在晚三叠统砾岩沉积以前；②根据动物群数据，Shen 等(2002)认为缅泰、保山和腾冲地块在阿塞尔期/早萨克马期均是冈瓦纳域内印支生物省的一部分，然后从晚萨克马期后，由于缅泰、保山和腾冲地块向北漂移接近华南和印支地块，形成独立的过渡省—基墨里区的 Sibumasu 省。它们最终于晚二叠世并入华夏生物省；③来自越南变质基底的 U-Pb 锆石年龄结果揭示出大部分陆壳被(258±6) ~ (243±5) Ma 短期的韧性变形和高温变质作用所影响。热构造作用由滇缅泰(Sibumasu)地块向华南—印支拼合作用所引起(Carter et al., 2001)；④晚二叠世—三叠纪同碰撞或碰撞后的花岗岩出露在昌宁—孟连缝合带东侧的临沧块体内，U-Pb 锆石年龄为 254~213 Ma。这些花岗岩的侵入是由于保山地块和华南地块的碰撞引起的(钟大赉，1998)；⑤晚二叠世—晚三叠世，华南地块的沉积模式快速发生明显变化，浅海相沉积变为陆相沉积。这一变化解释为由华北和华南地块的碰撞引起的(Yin et al., 1993, 1996)。现今解释是，这一快速变化是由华南地块快速向北漂移引起的，进而归因于基墨里大陆和华南地块的碰撞作用。后一种解释应更合理。

然而，在西昆仑山地区，正如古纬度或纬度运移量曲线的收敛所指示(图 4)，古特提斯洋的闭合，即羌塘地块与塔里木地块的碰撞发生在晚三叠世，晚于三江地区洋盆闭合时代。中特提斯洋是基默里大陆(包括滇缅泰(Sibumasu)和羌塘地块)和冈瓦纳大陆之间的洋盆(Metcalfe, 1998, 1999)。利用多学科数据资料，Metcalfe(1998)建议 Sibumasu 地块、羌塘地块和拉萨地块一直位于冈瓦纳大陆边缘，直到二叠纪，拉萨地块依附于冈瓦纳大陆可能持续到晚三叠世，而 Sibumasu 地块和羌塘地块的分离是在早二叠世。从早二叠世到晚三叠世，羌塘地块和 Sibumasu 地块(包括保山地块和缅泰地块)一起快速向北漂移，导致中特提斯洋的张开。古地磁数据的分析建议中特提斯洋的张开时代是在早二叠世，基墨里大陆快速向北漂移导致了其前部古特提斯的消亡，而扩大了其后面的中特提斯洋。

充分的证据能够证明在西昆仑地区羌塘地块和其北部构造单元的碰撞发生在晚三叠世。这一碰撞造成了昆仑山地区和巴颜喀拉地区的隆升。在东昆仑地区，发育的三叠系沉积分为两个沉积区，昆仑沉积区和巴颜喀拉沉积区。在昆仑沉积区，三叠系包括早三叠统洪水川组，早中三叠统闹仓坚沟组，中三叠统希里可特组和晚三叠统八宝山组。许多灰岩砾石在中三叠统希里可特组中被发现，而且，中三叠世海相沉积变化为晚三叠世陆相沉积，晚三叠世后的继续隆升，导致了侏罗纪沉积的缺失，表明了强烈构造隆升运动(蔡雄飞等，2004)。巴颜喀拉地区也存在类似情况，隆升也出现在晚三叠世，侏罗纪地层缺失(蔡雄飞等，2004)。

在西昆仑山地区，中生代沿康西瓦断裂出现了右旋剪切作用，这被喀拉昆仑地区的糜棱岩的出现所证实(Mattern et al., 1996)。和剪切作用同期的片麻状花岗岩，Rb-Sr 等时年龄为 215 Ma，代表了最早的韧性剪切时代 (王元龙等, 1996)。

在库地缝合带和麻扎缝合带之间，有两条花岗岩带，北花岗岩带和南花岗岩带(汪玉珍等, 1987；Mattern et al., 1996)。北带沿着南昆仑地块北部，或库地缝合带南侧分布，其在古生代 517～384 Ma 期间就位，主要侵位时期为 480 Ma 和 400 Ma 间 (王元龙等, 1995)。方锡廉等(1990)确定的 U-Pb 锆石等时年龄(480.4±5.0) Ma 和黑云母 K-Ar 年龄 445Ma，也正好在主要侵位期内。南带在晚古生代至三叠纪期间(278～200 Ma)就位(汪玉珍等，1987)。 阿卡孜地区与俯冲相关的花岗岩，锆石结晶年龄(214±1) Ma，形成于早中生代活动边缘的最后阶段(Xiao et al., 2005)。地球化学数据表明北带和南带的花岗岩均具有钙碱性的地球化学特征(方锡廉等, 1990; 潘裕生等, 1992, 2000)。此外，两条花岗岩带线性延伸

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

约 1000 km，平行造山带展布，从而得出结论：这些花岗岩的形成与洋壳岩石圈的俯冲密切相关(Mattern et al., 1996)。古特提斯洋向北的俯冲形成南昆仑南部的二叠纪—三叠纪俯冲相关的花岗岩带(潘裕生等, 1992，2000)。

Mattern 等(1996) 依靠下列证据推断古特提斯洋的闭合或喀拉昆仑—羌塘地块的拼贴在中侏罗世已经完成。①乔尔天山—红山湖缝合带，向东称作金沙江缝合带(Yin et al.,2000)，被中侏罗统地层所覆盖。这和甜水海地块北部最年轻的早侏罗世花岗岩相一致(由于碰撞俯冲可能停止)。②侏罗统最下部地层发生倾斜，早二叠统岩石逆冲在其上，这可能由喀拉昆仑—羌塘地块的碰撞所引起。③作为超覆组合建造，早、中侏罗世的粗粒陆相沉积盖在了麻扎缝合带和相邻地块之上。可见，侏罗纪变形由碰撞后的挤压所引起，早侏罗世的粗粒的非海相沉积和最年轻的花岗岩恰好表明碰撞发生在早侏罗世以前。

羌塘盆地可分成北羌塘拗陷、中部隆起和南羌塘拗陷(和钟铧等, 2002)。在早、中三叠世，北羌塘拗陷为陆表盆地，南羌塘拗陷和中部隆起处于剥蚀状态。然而，晚三叠世，羌塘盆地接受广泛的沉积，但盆地性质发生了变化，南羌塘盆地为面向班公—怒江洋(中特提斯)引张的边缘盆地，而北羌塘盆地为与造山作用有关的前陆盆地(和钟铧等, 2002)。西金沙江缝合带南的北羌塘盆地充填了晚三叠统肖查卡组，不整合在石炭—二叠纪地层之上，并被早侏罗统那底岗日群或中侏罗统雀莫错组不整合覆盖。肖茶卡组下部具有诺利克阶复理石沉积，上部为瑞替阶磨拉石沉积(李勇等, 2003)。在北羌塘盆地北缘，瑞替阶胞粉化石，诸如：*Cyathidites* sp., *Delioidosporamagna*, *Dictyophllidites* sp., *Concarisporites* sp., *Stereiporites* sp., *Chasmatosporitesminor*, *Limatulasporites* sp., *Klulisporites* sp., *Cycadop itesminimus* 等，在晚三叠世磨拉石沉积中被发现(李勇等, 2003)。晚三叠世磨拉石沉积不整合位于下伏地层之上，表明金沙江缝合带的隆升和逆冲作用出现在瑞替阶时期。李勇等(2003) 建议最终的碰撞发生在晚三叠世诺利克阶和瑞替阶之间。

三叠纪末以前，甜水海地块为羌塘地块北部的被动大陆边缘，发育非常厚的被动边缘沉积，按照沉积物源分析，其为羌塘地块的一部分(赵冬冬等, 2000；Chen et al., 2000)。三叠纪末，羌塘地块和塔里木南缘的岛弧碰撞(Chen et al., 2000)。三叠纪末—侏罗纪是碰撞后逆冲、褶皱、隆升和前陆盆地形成时期(Chen et al., 2000)。广泛的三叠纪沉积出现在麻扎缝合带以南，包括下三叠统下河尾滩群、中三叠统上河尾滩群和上三叠统克勒青河群。下、中三叠统沉积由高成熟度长英质碎屑岩组成，表明物源来自北部稳定大陆。在康西瓦—麻扎地区，晚三叠世沉积具有复理石特点，物源来自南和北两面。北部沉积的火山碎屑物明显多于南部，表明甜水海地块晚三叠世时接近其北面的岛弧或塔里木南的活动大陆边缘(赵冬冬等, 2000)。三叠纪末—早侏罗世的强烈的变形，包括逆冲、褶皱等，出现在羌塘地块北部，最新的海相地层，上三叠统克勒青河群卷入变形 (王东安等，1995)，表明了碰撞时代的上限是在三叠纪末(赵冬冬等, 2000)。

其他证据也支持羌塘地块和塔里木地块晚三叠世最终碰撞。①麻扎缝合带两侧古生代沉积序列明显不同。缝合带两侧晚古生代的生物化石分布表明了不同的生物分区，并确定了缝合的最终位置(刘训, 2001，刘训等 2006)。②康西瓦断裂(对应麻扎缝合带)以北有大量晚华力西期至早印支期花岗岩侵入。他们的侵位与洋壳的俯冲有关(刘训, 2001)。③南昆仑地块的各个单元，包括两个面向北的俯冲杂岩和一个弧前盆地序列，被 215～190 Ma 碰撞后的侵入岩连接在一起(Xiao et al., 2002)。④在东昆仑南部，地质组成主要为早古生代弧，叠加了晚二叠世—三叠纪弧，他们一起被称作昆仑岩基(姜春发等, 1992；Yin et al., 2000)。 复合的昆仑岩基的年轻部分年龄约为 260～240 Ma (Harris et al., 1988a)或 267～240 Ma (古凤宝等, 1996), 270～250 Ma (王立全等, 1999)。这些侵入岩的地球化学特征表明他们形成在活动大陆边缘，与俯冲作用有关(Harris et al., 1988b；王立全等, 1999)。⑤在松潘—甘孜地块东部有许多花岗岩露头，黑云母 ^{39}Ar - ^{40}Ar 和锆石 $^{207}Pb/^{206}Pb$ 年龄显示花岗岩体形成于 220～212 Ma，这些同造山的花岗岩表明碰撞接近尾声(陈文等, 1997)。⑥中三叠世(晚拉迪尼亚阶)放射虫组合，*S pongoserrula rarauana*, 在青海省可可西里地区西金乌兰湖北被发现 (35°19′~35°23′N, 90°10′~90°50′E) (王玉净等, 2005)。这是在这一地区发现的最年轻的放射虫化石。这一发现表明中三叠世晚期仍然存在洋盆，可能于中三叠世拉迪尼亚阶晚期以后才闭合(王玉净等, 2005)。

Dirks 等(1994)和 Burchfiel 等(1995)对龙门山地区构造演化进行了论述，把晚三叠世的构造归因于变形的松潘—甘孜外来体向东就位。在印支期间，约 200 Ma 以前，松潘—甘孜地块经受了 NE-SW 的挤压，导致了逆冲断裂的发育(Dirks et al. 1994)。龙

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

门山地区的构造主要是走向 NE 的逆冲断裂和向 E 和 ES 收敛的倒转褶皱(Burchfiel et al., 1995, Chen et al., 1996)。地壳缩短作用发生在晚三叠世至早侏罗世和晚白垩世(Dirks et al.,1994)。

2.2 松潘—甘孜复理石杂岩的形成

松潘—甘孜地块(或松潘—甘孜—可可西里地块，Yin et al., 2000)沉积了厚的强烈褶皱变形的三叠纪深海复理石序列。三叠纪地层被称作松潘—甘孜复理石杂岩(SGC)。多数为晚三叠世年龄，有几公里厚。松潘—甘孜复理石杂岩物源或者归因于由于深海沉积的刮削形成的增生杂岩，或者源自秦岭—大别造山带(Nie et al., 1994；Yin et al.,2000)。

松潘—甘孜复理石杂岩沉积物的起源来自秦岭—大别造山带的剥蚀或去顶作用不仅被向南和向西的沉积物传输方向所证实，而且也被源区分析和放射性年龄所支持(Nie et al., 1994；Bruguier et al., 1997)。复理石杂岩中的单颗粒锆石 U-Pb 定年建议碎屑物的来源主要来自华北地块南缘(Bruguier et al., 1997)。在松潘附近的诺尔盖(Norgai) 地区，中上三叠统地层为浊积岩，从东向西，碎屑岩的颗粒度减小，反映源区在东部，水深向西加深(Chang, 2000)。

复理石沉积被认为是发生在位于活动大陆边缘(昆仑—秦岭褶皱带)和大陆岛弧(义敦弧)之间的弧后盆地(Gu,1994)。鉴于主要为大陆亲缘的沉积和变质碎屑，以及岛弧成分的缺乏，Zhou 等(1996) 相信复理石沉积环境更可能是残余洋盆，而非弧后盆地。金沙江缝合带南，三叠纪火成岩广泛存在，而在缝合带北三叠纪复理石沉积中火山物质的缺失，已经作为反对弧后盆地假设的证据(Zhou et al.,1996；Yin et al.,2000)。古水流方向一般为 ENE 到 WSW，这意味着复理石杂岩是残余洋盆的充填物，物源来自东部的华北和华南地块之间的秦岭—大别造山带(Chang, 2000；Zhou et al., 1996)。

由于厚的沉积覆盖，松潘—甘孜地块基底的性质未知。按照残余洋盆假设，松潘—甘孜地块应以洋壳为底(Zhou et al.,1996)。然而，地块中一些古生代地层和早中生代花岗岩的出露，表示残余洋盆假设行不通(Meng et al., 2005)。出露的古生代和早三叠世地层和华南地块对应的地层在地层和沉积学方面类似，建议前者可能是华南地块的西部延伸(Burchfiel et al.,1995；Meng et al., 2005)，松潘—甘孜地块基底可能不全是残余洋壳，至少在松潘—甘孜地块东部是如此。

松潘—甘孜地块内，早中三叠世为深海沉积，中三叠世具有浊积物快速注入的特点(Burchfiel et al., 1995)。晚三叠世，盆地变浅，局部有含煤碎屑沉积(Chang, 2000)。强烈变形出现在三叠纪末期盆地闭合期间(Zhou et al.,1996)。Harrowfield 等(2005)也建议松潘—甘孜地块的变形出现在印支造山运动期间(约 230～200 Ma)。最上部三叠纪—侏罗纪未变质的沉积盖层不整合于褶皱的地层之上(Chang, 2000)。同构造运动的侵入岩的就位(U-Pb 年龄为(197±6) Ma)，指示印支事件的年龄上限(Roger et al., 2004)。

根据上述古地磁分析和地质数据，推断下列构造背景来解释松潘—甘孜复理石杂岩的形成。基墨里大陆东部的保山地块于晚二叠世在赤道附近和华南地块最先碰撞，推动华南地块快速向北漂移，最终导致华南地块和华北地块碰撞，形成秦岭—大别造山带。秦岭—大别造山带剥蚀为松潘—甘孜复理石杂岩的聚积提供了物源。至晚三叠世，基墨里大陆西部的羌塘地块和塔里木地块发生碰撞，由于基墨里大陆向北运移被阻碍，导致洋壳俯冲迟缓或停止而产生残余洋盆，同时，驱动华南地块的驱动力减弱，华南地块停止了快速向北漂移。洋壳是否完全被俯冲还不清楚。晚三叠世—早侏罗世期间，碰撞带来的连续收缩作用在松潘—甘孜地块内一直持续，导致了强烈的变形，中、上三叠统地层被强烈褶皱和隆升，并伴随龙门山同时期指向东的逆冲断裂带的形成(Chen et al., 1995； Burchfiel et al., 1995)。

晚二叠世至晚三叠世期间，塔里木地块和东昆仑—柴达木地块纬度位置几乎是稳定的，基墨里大陆驱动华南地块的快速向北漂移，引起了东昆仑—柴达木地块南部和华南地块西部之间地区的弯入，为海底扇的发育形成了空间。当基墨里大陆和塔里木地块碰撞时，凹入的地区被围限，导致了松潘—甘孜沉积区三角形的构造形状。总之，古特提斯洋的闭合不是同时的，首先晚二叠世在云南三江地区，然后逐步向西，晚三叠世至西昆仑山地区。

上述构造过程是和 Chang(2000)的二叠纪—三叠纪三联点模型相矛盾的。Chang 建议在华南西部发育三联点，其开始于晚二叠世，海底扩张形成新的洋壳，从而产生海底扇发育的空间。事实上，松潘—甘孜海底扇的发育早三叠世始于东部(西秦岭)，中三叠世在西部(松潘—甘孜)。中三叠世时，东部终止，晚三叠世是西部终止(Chang, 2000)。扇从东向西发展，因此，建议海底扇的发展与晚二叠世—晚三叠世期间华南地块的向北漂移密切相关。华南和华北的碰撞导致了造山带的形成，为海底扇提供物源，弯入的地区提供了空间，造山带逐步隆升，海

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

底扇逐步向西扩展。华南和基墨里大陆同时向北漂移，和三联点扩张模型相矛盾。然而，华南地块西缘弧后扩张确实存在。横跨义敦地区，有 4 个构造区：西松潘—甘孜褶皱带、东义敦弧、西义敦弧(也称为中咱块体)和东羌塘地块(Reid et al., 2005)。西义敦弧由古生代碳酸盐岩夹镁铁质火山岩，为被动边缘型沉积序列(Reid et al., 2005)。西义敦弧古生代化石和岩性和华南明显类似，据此认为西义敦弧是从华南分裂出去的，这和甘孜—理塘洋的形成相对应(Reid et al., 2005； Chang, 2000)。西义敦弧的裂离发生在早二叠世晚期(王立全等, 1999)，和基墨里大陆最初向北漂移的时代吻合。根据古地磁和地质数据可以推断在古特提斯洋闭合过程中，俯冲导致了西义敦弧从大陆边缘的裂离，形成了甘孜—理塘洋。华南地块向北漂移引起华南与华北地块的碰撞，造成东部地势高于西部，同时华南地块与东昆仑—柴达木地块之间的差异运动，引起华南地块西部与东昆仑—柴达木地块之间特提斯洋北岸地区的弯曲，这些因素共同为晚三叠世海底扇的发育提供了条件。由俯冲引起的华南地块西部大陆边缘的裂离(弧后扩张)也为海底扇的沉积提供了空间。

3　结论

根据纬度运移量的对比分析，结合与构造活动有关的沉积记录、生物古地理以及同位素年龄等数据，得出以下结论：

(1)在三江地区，保山与华南地块于晚二叠世碰撞，然后继续和华南地块、缅泰地块一起向北漂移，直到晚三叠世，并导致华南地块与华北地块碰撞和秦岭—大别造山带的形成；

(2)在西昆仑地区南，羌塘地块与塔里木地块碰撞发生在晚三叠世；古特提斯洋沿着保山地块东缘和羌塘地块北缘的闭合时间不同，东早西晚；

(3)华南地块向北漂移，可能引起了华南地块西部和东昆仑—柴达木地块南部之间的古特提斯洋北岸的凹入，这为松潘—甘孜海底扇的发育提供了空间；包括塔里木地块、华南地块、东昆仑—柴达木地块和羌塘地块在内的几个地块的合围，导致了松潘—甘孜地块三角形的构造形状。支持以前的假设：松潘—甘孜三叠纪复理石杂岩的物源来自华北地块南缘或秦岭—大别造山带。

致谢：在古地磁数据库建设期间，马醒华研究员、董学斌教授、朱日祥院士、杨振宇研究员、周姚秀研究员、庄忠海研究员和张世红教授给予了大力支持，并提供了资料和信息，在此表示衷心感谢。

参考文献:

蔡雄飞, 王国灿, 李德威. 2004. 印支运动在昆仑地区的表现特征[J]. 地学前缘 11(3): 51.

陈文, ARNAUD N.1997. 巴颜喀拉地体 POG 型花岗岩同位素年代学研究. 地球学报,18(3): 261-266.

方大钧, 金国海, 陈汉林, 郭亚滨, 王兆梁, 殷苏杭, 谈晓冬. 1991. 塔里木板块北缘晚古生代、中生代古地磁结果与构造演化的初步探讨. 中国塔里木盆地北部油气地质研究, (第 2 辑), 构造油气[M]. 武汉: 中国地质大学出版社: 96-104.

方大钧, 谈晓冬, 姜莉萍, 王朋岩, 1996a.塔里木盆地北部显生宙古地磁与构造演化[J].见: 童晓光, 梁狄刚, 贾承造, 1996. 塔里木盆地石油地质研究新近展[M]。北京: 科学出版社: 196-205.

方大钧, 金国海, 姜莉萍. 1996b. 塔里木盆地古生代古地磁结果及其构造地质意义[J]. 地球物理学报, 39 (4): 522-532.

方大钧, 陈汉林, 王朋岩, 谈晓冬, 1997. 塔里木盆地中生代古地磁研究及构造意义[J]. 地球物理学报, 40(1): 47-55.

方锡廉, 汪玉珍. 1990. 西昆仑山加里东期花岗岩类浅识[J]. 新疆地质 8: 153-157.

古凤宝, 吴向农, 姜常义.1996. 东昆仑华力利西—印支期花岗岩组合及构造环境[J]. 青海地质 (1): 18-36.

和钟铧, 李才, 杨德明, 刘茂修, 武世忠. 2002. 羌塘盆地三叠纪岩相古地理及构造控制[J]. 古地理学报, 4(4): 9-18.

姜春发, 杨经绥, 冯秉贵.1992. 昆仑开合构造[M]. 北京: 地质出版社, 1-224.

李朋武, 高锐, 崔军文, 管烨. 2005. 西藏和云南三江地区特提斯洋盆演化历史的古地磁分析[J]. 地球学报, 26(5): 387-404.

李燕平, R.沙普斯, 李永安, 李强, 张正坤, 翟永健, 高振家, M.麦克威廉斯, A.考克斯.1989. 塔里木地块二叠纪古地磁结果及二叠纪中国大陆的重建[J]. 新疆地质, (2): 22-32.

李燕平, 李永安, M.Mcwilliams, R.sharps, 翟永健, 张正坤, 李强, A.Cox, 高振家. 1988. 塔里木地块泥盆纪古地磁结果及构造含义[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 18(4): 447-460.

李永安, 李向东, 孙东江, 韩玉玲. 1996.中国新疆西南部喀喇昆仑羌塘地块及康西瓦构造带构造演化[M]. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 71-103.

李勇, 王成善, 伊海生. 2003. 西藏金沙江缝合带西段晚三叠世碰撞作用与沉积响应[J]. 沉积学报, 21(2): 191-197.

刘本培, 王自强, 张传恒. 1996.西南天山构造格局与演化[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 89-104

刘训. 2001. 天山—西昆仑地区沉积—构造演化史—新疆地学断面走廊域及邻区不同地体的沉积—构造演化[J]. 古地理学报, 3(3): 21-31.

刘训, 肖序常. 2006. 中国新疆南部(青藏高原北缘)盆山构造格局的演化[M]. 北京: 地质出版社, 1-338.

孟自芳, 邓云山, 丁兆海, 郑彦鹏, 李永安, 孙东江. 1998. 塔里木盆地南缘中-新生代火山岩古地磁新结果[J]. 中国科学 D 辑, 28 (增刊): 79-89.

潘裕生, 文世宣, 孙东立, 中科院青藏高原综合科学考察队. 2000. 喀喇昆仑山—昆仑山地区地质演化[M]. 北京: 科学出版社.

潘裕生, 郑度, 张青松.1992. 喀喇昆仑山—昆仑山综合科学考

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

察导论[M]. 北京: 中国气象出版社, 1-92.
汪玉珍, 方锡廉, 1987. 西昆仑山、喀喇昆仑山花岗岩类时空分布规律的初步探讨[J]. 新疆地质, 5(1): 9-24.
王东安, 陈瑞君. 1995. 喀喇昆仑地区沉积岩特征及岩相变化[J]. 地质科学, 30(3): 291-301.
王立全, 潘桂棠, 李定谋, 徐强, 林仕良.1999. 金沙江弧盆系时空结构及地史演化[J]. 地质学报, 73(3): 206-218.
王玉净, 杨群, 郭通珍. 2005. 青海可可西里地区中三叠世晚期放射虫 *Spongoserrula rarauana* 动物群[J]. 微体古生物学报, 22 (1): 1-9.
王元龙, 王中刚, 李向东, 黄智龙. 1995. 西昆仑加里东期花岗岩带的地质特征[J]. 矿物学报, 15(4): 457-461.
王元龙, 李向东, 黄智龙. 1996. 新疆西昆仑康西瓦构造带地质特征及演化[J]. 地质地球化学, (2): 48-54.
王岳军, 沈远超, 林舸, 谢宏远. 1999. 中昆仑花岗岩类岩石地球化学特征的初步研究[J]. 大地构造与成矿学, 23(3): 210-221.
云南省地质矿产局. 1990. 云南省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社.
张正坤, 李永安, 李强, 翟永建, 李燕平, McWilliams M., Cox A, Sharps R. 1989. 塔里木地块侏罗、白垩纪的古地磁[J]. 地震地质, 11(3): 9-16.
赵冬冬, 陈汉林, 杨树锋, 沈晓华, 竺国强, 李继亮, 张国成, 肖文交. 2000. 西昆仑甜水海地区前陆褶皱冲断带的构造样式及其演化[J]. 地质学报, 74(2): 134-141.
郑剑东, 程国良, 白云虹, 周春平, 孙宇航, 孙青格, 李素玲. 1991. 塔里木和柴达木盆地的古地磁测试及其地质意义[J]. 中国地震, 7(1): 32~37.
中国地震局. 1992. 阿尔金活动断裂带[M]. 北京: 地震出版社, 305-310.
钟大赉. 1998. 滇川西部古特提斯造山带[M]. 北京: 科学出版社, 1-231.

References:

BAI Yun-hong, CHEN Guo-liang, SUN Qing-ge, SUN Yu-hang, LI Yon-gan, DONG Yu-jie, SUN Dong-jiang.1987. Late Paleozoic polar wander path for the Tarim platform and its tectonic significance[J]. Tectonophysics 139(1-2): 145-153.
Bruguier O, LANCELOT J R, Malavieille J. 1997. U-Pb dating on single detrital zircon grains from the Triassic Songpan- Ganze flysch (Central China): provenance and tectonic correlations[J]. Earth and Planetary Science Letters 152(1-4): 217-231.
Burchfiel B C, Chen Z, Liu Y, Royden L H. 1995. Tectonics of the Longmen Shan and adjacent regions, central China[J]. International Geology Review 37: 661-735.
CAI Xiong-fei, WANG Guo-can, LI De-cheng. 2004. The features of Indosinian Movement in Kunlun area[J]. Earth Science Frontiers, 11(3): 51(in Chinese).
Carter A, Roques D, Bristow C, Kinny K. 2001. Understanding Mesozoic accretion in Southeast Asia: significance of Triassic thermotectonism (Indosinian Orogeny) in Vietnam[J]. Geology 29(3): 211–214.
Chang E Z. 2000. Geology and tectonics of the Songpan–Ganzi fold belt, Southwestern China[J]. International Geology Review 42: 813-831.
CHEN Han-lin, ZENG Hua-sheng, SHEN Xiao-hua, YANG Shu-feng, Xiao Wen-jiao, ZHAO Dong-dong, ZHANG Guo-cheng, LI Ji-liang. 2000. Characteristics and evolution of Mesozoic foreland fold and thrust belt in western Kunlun Shan, china[J]. Journal of Zhejiang University Science 1(4): 431-436.
CHEN She-fa, Wilson C J L. 1996. Emplacement of the Longmen Shan thrust-Nappe belt along the eastern margin of the Tibetan Plateau[J]. Journal of Structural Geology 18(4): 413-430.
CHEN She-fa, Wilson C G L, Worley B A.1995. Tectonic transition from the Songpan-Ganzi Fold belt to the Sichuan Basin, southwestern China[J]. Basin Research 7(3): 235-253.
CHEN Yan, Cogne Jean-Pascal, Courtillot V.1992. New Cretaceous paleomagnetic poles from the Tarim Basin, Northwestern China[J]. Earth and Planetary Science Letters 114: 17-38.
CHEN Wen, ARNAUD N. 1997. Isotope geochronology study for POG type granite in Bayan Har terrain [J]. Acta Geoscientia Sinica, 18(3): 261-266 (in Chinese with English abstract).
China State Seismological Bureau. 1992. The Altyn Tagh fault system [M]. Beijing: Seismological Press, 305-310 (in Chinese).
ZHONG D L. 1998. Paleotethysides in Western Yunnan and Sichuan, China[M]. Beijing: Science Press, 1-231 (in Chinese).
DIRKS P H G M, Wilson C J L, CHEN S, LUO Z L, LIU S.1994. Tectonic evolution of the NE margin of the Tibetan Plateau: evidence from the central Longmen Mountains, Sichuan Province, China[J]. Journal of Southeast Asian Earth Sciences 9: 181-192.
FANG Da-jun, JIN Guo-hai, JIANG Li-ping. 1996b. Paleozoic paleomagnetic results and the tectonic significance of Tarim plate [J]. Acta Geophisica Sinica, 39 (4): 522-532 (in Chinese with English abstract).
FANG Da-jun, TAN Xiao-dong, JIANG Li-ping, WANG Peng-yan. 1996a. The Phanerzoic paleomagnetic and tectonic evolution of the northern Tarim basin. In: Tong Xiao-guang, Liang Di-gang, Jia Chen-zao (eds.). 1996. The New Press, 196-205 (in Chinese).
FANG Da-jun, CHEN Han-lin, WANG Peng-yan, TAN Xiao-dong. 1997.Paleomagnetic study and its tectonic significance for Tarim basin in Mesozoic [J]. Acta Geophisica Sinica,40(1): 47-55 (in Chinese with English abstract).
FANG Xi-lian, WANG Yu-zhen. 1990. Preliminary discussion on Caledonian granites in western Kunlun mountains [J]. Xinjiang Geology, 8: 153-157 (in Chinese with English abstract).
FENG Qing-lai. 2002. Stratigraphy of volcanic rocks in the Changning-Menglian Belt in southwestern Yunnan, China[J]. Journal of Asian Earth Sciences 20: 657-664.
GU Xue-xiang. 1994. Geochemical characteristics of the Triassic Tethys-turbidites in northwestern Sichuan, China: Implications for provenance and interpretation of the tectonic setting[J]. Geochimica et Cosmochimica Acta, 58(21): 4615-4631.
GU Feng-bao, WU Xiang-nong, JIANG Chang-yi. 1996 Assemblages and tectonic environment of the Variscan-Indosinian granitoid in the eastern Kunlun [J]. Qinhai Geology, (1): 18-36 (in Chinese with English abstract).
HARRIS N B W, XU Rong-hua, Lewis C L, JIN Cheng-wei. 1988a.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Plutonic rocks of the 1985 tibet Geotraverse, Lhasa to Golmud[J]. Philosophical Transactions Of The Royal Society Of London, Ser. A 327: 145-168.

HARRIS N B W, XU Rong-hua, Lewis C L, Hawkesworth C J, ZHANG Yu-quan. 1988b. Isotope geochemistry of the 1985 Tibet geotraverse, Lhasa to Golmud[J]. Philosophical Transactions Of The Royal Society Of London 327: 263-285.

HARROWFIELD M J, Wilson C J L. 2005. Indosinian deformation of the Songpan Garzê Fold Belt, northeast Tibetan Plateau[J]. Journal of Structural Geology, 27(1): 101-117.

HE Zhong-hua, LI Cai, YANG De-ming, LIU Mao-xiu, WU Shi-zhong. 2002. Lithofacies palaeogeography and tectonic control of the triassic in Qiangtang Basin [J]. Journal Of Palaeogeography, 4(4): 9-18 (in Chinese with English abstract).

JIANG Chun-fa, YANG Jing-sui, FENG Bing-gui. 1992. Opening-closing tectonics of Kunlun Mountains [M]. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese).

JIN Xiao-chi.2002. Permo-Carboniferous sequences of Gondwana affinity in southwest China and their paleogeographic implications[J]. Journal of Asian Earth Sciences 20(6): 633-646 (in Chinese with English abstract).

LI Peng-wu, GAO Rui, CUI Jun-wen, GUAN Ye. 2004. Paleomagnetic analysis of eastern Tibet: implications for the collisional and amalgamation history of the Three Rivers Region, SW China[J]. Journal of Asian Earth Sciences 24(3): 291-310.

LI Peng-wu, GAO Rui, CUI Jun-wen, GUAN Ye. 2005. Paleomagnetic results from the Three Rivers Region, SW China: implications for the collisional and accretionary history [J]. Acta Geoscientica Sinica,26(5): 387-404 (in Chinese with English abstract).

LI Yian-ping, SHARPS R, LI Yong-an, LI Qiang, ZHANG Zeng-kun, ZHAI Yong-jian, GAO Zhen-jia, MCWILLAMS M, COX A. 1989. Lower Permian paleomagnetism of the Tarim carton and reconstruction of Chinese blocks during Permian [J]. Xinjiang Geology, (2): 22-32 (in Chinese with English abstract).

LI Yian-ping, LI Yong-an, MEWILLIAMS M, SHARPS R, ZHAI Yong-jian, ZHANG Zheng-kun, LI Qiang, COX A, GAO Zhen-jia. 1988. Paleomagnetic results of Devonian for the Taiimu craton and its tectonic implications [J]. Journal of Jiling University (Earth Science Edition), 18(4): 447-460 (in Chinese with English abstract).

LI Yong-an, LI Xiang-dong, SUN D J, HAN Y L. 1996. Tectonic evolution of Qiangtang Block and Kangxiwar structure zone in Kara-Kun-lun Mountains, Southwest of Xinjiang, China [M]. Urumqi: Xin-jiang Science and Technology and Hygiene Publishing House, 71-103 (in Chinese).

LI Yong, WANG Cheng-shan, YI Hai-sheng. 2003. The Late Triassic collision and sedimentary responses at western segment of Jinshajiang suture,Tibet [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 21(2): 191-197 (in Chinese with English abstract).

LIU Ben-pei, WANG Cheng-shan, YI Hai-sheng. 1996. The tectonic setting and evolution of southwestern Tianshan [M]. Beijing: Geological Publishing House, 89-104 (in Chinese).

LIU Xun. 2001. Sedimentary-tectonic evolutionary history of the Tianshan to west Kunlun area in west China —the sedimentary-tectonic evolution of the terranes in the corridor of the Xinjiang geotransect and its adjacent areas [J]. Journal of Palaeogeography, 3(3): 21-31 (in Chinese with English abstract).

MATTERN F, Schneider W, LI Y, LI X. 1996. A traverse through the western Kunlun (Xinjiang, China): tentative geodynamic implications for the Paleozoic and Mesozoic[J]. Geologische Rundschau 85(4): 705-722.

MCELHINNY M W, Lock J.1996. IAGA paleomagnetic databases with Access[J]. Surveys in Geophysics 17(5): 575-591.

MCFADDEN P L, MA Xing-hua, McElhinny M W, ZHANG Zheng-kun. 1988. Permo-Triassic magnetostratigraphy in China: northern Tarim[J]. Earth and Planetary Science Letters 87(1-2): 152-160.

MENG Zi-fang, DENG Yun-shan, DING Zhao-hai, ZHENG Yan-peng. 1998. New paleomagnetic results from Ceno-Mesozoic volcanic rocks along southern rim of the Tarim Basin, China [J]. Science in China (Ser. D), 28 (S2): 79-89 (in Chinese with English abstract).

MENG Qing-ren, WANG Er-chie, HU, Jian-min. 2005. Mesozoic sedimentary evolution of the northwest Sichuan basin: Implication for continued clockwise rotation of the South China Block[J]. Geological Society of America Bulletin 117(3-4): 396-410.

METCALFE I. 1996. Gondwanaland dispersion, Asian accretion and evolution of eastern Tethys[J]. Australian Journal of Earth Science 43(6): 101-118.

METCALFE I.1998. Palaeozoic and Mesozoic geological evolution of the SE Asian region multidisciplinary constraints and implications for biogeography. In: Hall R, Blundell D. (Eds.). Biogeography and Geological Evolution of SE Asia[M]. Backhuys Publishers, Amsterdam, The Netherlands: 25-41.

METCALFE I. 1999. The Tethys: How many? How old? How deep? How wide? In: Ratanasthein B, Rieb S L (Eds.). Proceedings of the International Symposium on Shallow Tethys (ST) 5[M]. Chiang Mai, Thailand, February, 1999. Faculty of Science, Chiang Mai University: 1-15.

METCALFE I. 2002. Permian tectonic framework and palaeogeography of SE Asia[J]. Journal of Asian Earth Sciences 20(6): 551-566.

NIE Shang-you, YIN An, David B. Rowley, JIN Yu-gan. 1994. Exhumation of the Dabie Shan ultra-high-pressure rocks and accumulation of the Songpan-Ganzi flysch sequence, central China[J]. Geology 22(11): 999-1002.

OTOFUJI Y, Tetsumaru Itaya, Hsiao Ching Wang, Susumu Nohda. 1995. Palaeomagnetism and K-Ar dating of Pleistocene volcanic rocks along the Altyn Tagh fault, northern border of Tibet[J]. Geophysical Journal International 120(2): 367-374.

PAN Yu-sheng, WEN Shi-xuan, SUN Dong-li. 2000. The Geological evolution of the Karakorum- Kunlun mountains areas [M]. Beijing: Science Press (in Chinese).

PAN Yu-sheng, ZHENG Du, ZHANG Qingsong. 1992. Introduction to integrated scientific investigation on Karakorum and Kunlun Mountains[M]. Beijing: China Meteorological Press, 1-92 (in Chinese).

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

REID A J, Wilson C J L, LIU Shun. 2005. Structural evidence for the Permo-Triassic tectonic evolution of the Yidun Arc, eastern Tibetan Plateau[J]. Journal of Structural Geology 27(1): 119-137.

ROGER F, Malavieille M, Leloup P H, Calassou S, XU Z. 2004. Timing of granite emplacement and cooling in the Songpan Garzê Fold Belt (eastern Tibetan Plateau) with tectonic implications [J]. Journal of Asian Earth Sciences 22(5): 465-481.

RUMELHART P E, YIN An, Cowgill E, Butler R, ZHANG Qing, WANG Xiao-feng. 1999. Cenozoic vertical-axis rotation of the Altyn Tagh fault system[J]. Geology 27(9): 819-822.

SHEN Shu-zhong, SHI Guang-rong, FANG Zong-jie. 2002. Permian brachiopods from the Baoshan and Simao blocks in western Yunnan, China[J]. Journal of Asian Earth Sciences 20(6): 665-682.

Van der Voo R.1990. The reliability of paleomagnetic data[J]. Tectonophysics 184(1): 1-9.

WANG Xiang-dong, SHI Guang-rong, Sugiyama T. 2002. Permian of West Yunnan, Southwest China: a biostratigraphic synthesis[J]. Journal of Asian Earth Sciences 20(6): 647-656.

WANG Yu-zhen, FAN Xi-lian. 1987. Priliminary study on granite distribution of time and space in west Kunlun – Karakorun mountains of Xinjiang [J]. Xinjiang Geology, 5(1): 9-24 (in Chinese with English abstract).

WANG Dong-an, CHEN Rui-jun. 1995. The characteristics of sedimentary rock and its lithofacies change in the Karakorum region [J]. Scientia Geologica Sinica, 30(3): 291-301 (in Chinese with English abstract).

WANG Li-quan, PAN Gui-tang, LI Ding-mou, XU Qiang, LIN Shi-liang. 1999. The Spation-temporal framework and geological evolution of the Jinshajing arc-basin systems[J]. Acta Geologica Sinica, 73(3): 206-218(in Chinese with English abstract).

WANG Yu-jiang, Yang Qun, GUO Tong-zhen. 2005. The late middle Triassic radiolarians—*spongoserrula raruana* fauna from the HohXil region, Qinghai [J]. Acta Micropalaeontologica Sinica, 22(1): 1-9 (in Chinese with English abstract).

WANG Yuan-long, WANG Zhong-gang, LI Xiang-dong, HUANG Zhi-long. 1995. Geological features of the Caledonian granite zone in the west Kunlun area [J]. Acta Mineralogica Sinica, 15(4): 457-461 (in Chinese with English abstract).

WANG Yuan-long, LI Xiang-dong, HUANG Zhi-long. 1996. The geological features and evolution of the Kangxiwar tetonic belt, Xinjiang [J]. Geology Geochemistry, (2): 48-54 (in Chinese with English abstract).

WOPFNER H. 1996. Gondwana origin of the Baoshan and Tengchong terranes of west Yunnan. In: Hall R, Blundell, D. (Eds.).1996. Tectonic Evolution of Southeast Asia[M]. London : Geological Society Special Publication, 106: 539-547.

WU Hao-ruo, Boulter C A, KE Baojia, Stow D A V, WANG Zhong-cheng.1995. The Changning-Menglian suture: a segment of the major Cathaysian-Gondwana divide in Southeast Asia[J]. Tectonophysics 242(3-4): 267-280.

XIAO Wen-jiao, Windley B F, CHEN Han-lin, ZHANG Guo-cheng, LI Ji-liang. 2002. Carboniferous-Triassic subduction and accretion in the western Kunlun, China: Implications for the collisional and accretionary tectonics of the northern Tibet plateau[J]. Geology 30(4): 295-298.(in Chinese with English abstract)

XIAO Wen-jiao, Windley B F, LIU Dun-yi, JIAN Ping, LIU C Z, YUAN C, SUN M. 2005. Accretionary Tectonics of the Western Kunlun Orogen, China: A Paleozoic Early Mesozoic, Long-Lived Active Continental Margin with Implications for the Growth of Southern Eurasia[J]. The Journal of Geology 113(6): 687-705.

YIN An, Harrison T M. 2000. Geologic evolution of the Himalaya-Tibetan orogen[J]. Annual Review of Earth and Planetary Science 28: 211-280.

YIN An, NIE Shang-you. 1993. An indentation model for North and South China and the development of the Tan-Lu and Honam fault systems, eastern Asia[J]. Tectonics 12(4): 801-813.

YIN An, NIE Shang-you. 1996. A phanerozoic palinspastic reconstruction of China and its neighboring regions[J]. In: YIN An and Harrison M. (eds.).1996. The tectonic evolution of Asia[M]. Cambridge, Cambridge University Press: 442-485.

Yunnan Bureau of Geology and Mineral Resources (YBGMR). 1990. Regional Geology of Yunnan Province [M]. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese).

ZHANG Zheng-kun, LI Yong-an, LI Qiang, ZHAI Yong-jian, LI Yan-ping, MCWILLIAMS M, COX A, SHARPS R. 1989. Jurassic and Cretaceous paleomagnetism of the Tarim Block. Seismology and Geology, 11(3):9-16(in Chinese with English abstract).

ZHAO Dong-dong, CHEN Han-liang, YANG Shu-feng, SHEN Xiao-hua, ZHU Guo-qiang, LI Ji-liang, ZHANG Guo-cheng, XIAO Wen-jiao. 2000. Structural styles of the foreland fold and thrust belt in the Tianshuihai area, Western Kunlun, and its tectonic evolution [J]. Acta Geologica Sinica, 74(2): 134-141 (in Chinese with English abstract).

ZHENG Jian-dong, CHENG Guo-liang, BAI Yun-hong, ZHOU Chun-ping, SUN Yu-hang, SUN Qing-ge, LI Su-ling. 1991. Geological significance of paleomagnetic tests in the Tarim and Qaidam Basins [J]. Earthquake Research in China, 7(1): 32-37 (in Chinese with English abstract).

ZHOU D, Graham S A. 1996. The Songpan-Ganzi complex of the West Qinling Shan as a Triassic remnant ocean basin[J]. In: YIN An and Harrison M(eds.). 1996. The tectonic evolution of Asia[M]. Cambridge University Press: 281-299.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net