2005 年 10 月
26 卷 5 期: 387-404

地 球 学 报
ACTA GEOSCIENTICA SINICA

Oct. 2005
26(5): 387-404

西藏和云南三江地区特提斯洋盆演化历史的古地磁分析

李朋武　高　锐　崔军文　管　烨

中国地质科学院地质研究所岩石圈中心, 北京, 100037

摘　要　通过对华南、思茅、保山、缅泰、印支、羌塘、拉萨和喜马拉雅地块进行了古纬度和纬度运移量的对比分析, 以确定西藏和云南西部三江地区主要地块的碰撞拼合历史, 以及相应的特提斯洋盆演化时限。结果表明: ① 分隔保山和思茅地块的古特提斯洋可能于早志留世张开; ② 保山与思茅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; ③ 古特提斯洋年龄范围在早志留世至晚二叠世之间; ④ 中特提斯洋年龄范围在早二叠世至早白垩世之间, 在晚三叠世达到其最大纬度宽度, 约 42°; ⑤雅鲁藏布江缝合带所代表的新特提斯洋于晚三叠世张开。

关键词　古地磁　古特提斯　中特提斯　新特提斯　滇缅泰马(Sibumasu)

Paleomagnetic Results from the Three Rivers Region, SW China: Implications for the Collisional and Accretionary History

LI Pengwu　GAO Rui　CUI Junwen　GUAN Ye

Lithosphere Research Center, Institute of Geology, CAGS, Beijing, 100037

Abstract　A comparative analysis of paleolatitudes and latitudinal displacements was undertaken for the South China, Simao, Baoshan, Shan-Thai, Indochina, Qiangtang, Lhasa and Himalayan blocks by using available paleomagnetic data to determine the collisional and amalgamation history of the main blocks in Tibet and the Three Rivers region, western Yunnan, and corresponding age of the Tethys oceans. The results show that ① the Palaeo-Tethys separating the Baoshan and South China blocks was likely opened in the Early Silurian; ② the Baoshan block collided with the South China block (SCB) in the Late Permian (~ 263 Ma) and continued to drift northwards rapidly together with the South China and Shan-Thai blocks until the Late Triassic; ③ the Paleo-Tethys ranged in age from Early Silurian time to Late Permian time; ④ the Meso-Tethys ranged in age from Early Permian time to Early Cretaceous time, and reached its greatest width of about 42° in latitude in the Late Triassic; ⑤The Neo-Tethys, separating the Lhasa and Himalayan blocks, opened in the Late Triassic.

Key words　Paleomagnetism　Palaeo-Tethys　Meso-Tethys　Neo-Tethys　Sibumasu

中国西南三江地区位于西藏东部与云南西部之间, 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、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 1)。昌宁-孟连缝合带普遍被认为是冈瓦纳大陆亲缘地块和华夏大陆亲缘地块间的分界线(Wu 等, 1995; Metcalfe, 1996; Wopfner, 1996; 钟大赉, 1998; Jin, 2002)。临沧块体主要由前寒武纪变质岩和二叠-三叠纪花岗岩(林昌花岗岩)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)。

在分析过程中涉及了拉萨、喜马拉雅和羌塘地块。根据 Yin 等(2000), 西藏中部东西向延伸的班公-怒江缝合带是其南部拉萨地块和北部羌塘的分界线。拉萨地块的南界为雅鲁藏布江缝合带(Yin 等, 2000; 刘训等, 1992; Jin, 2002)。喜马拉雅地块位于拉萨地块和印度地块之间, 南界为主边界逆冲断裂, 北界为雅鲁藏布江缝合带(董学斌等, 1991;

本文由中国岩石圈三维结构数据库项目(编号: 200010101)和自然科学基金重点项目"松潘地块北缘岩石圈结构及其与东昆仑-西秦岭造山带关系"(编号: 40334035)资助。

责任编辑: 宫月萱。

第一作者: 李朋武, 男, 1965 年生, 博士, 地球物理专业, 长期从事磁性构造学研究。

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

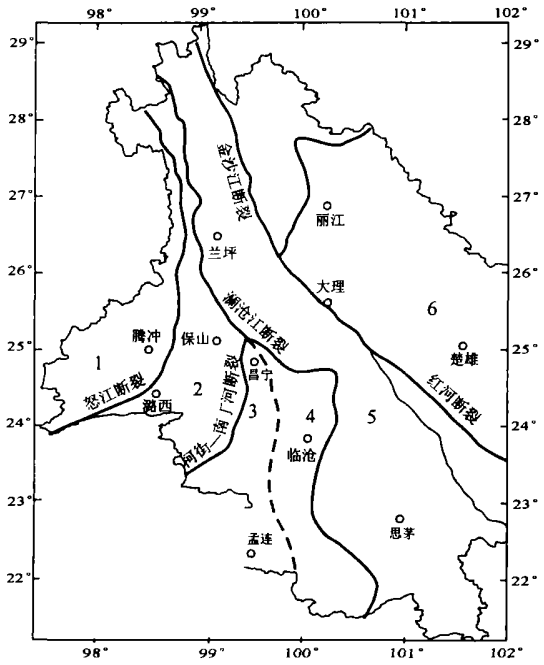

图 1 三江地区主要地块和主要断裂构造简图
(云南省地质矿产局, 1990, 略有修改)

Fig. 1 Simplified tectonic map of the Three-River region (modified from Bureau of Geology and Mineral Resources of Yunnan Province, 1990)

1-腾冲地块; 2-保山地块; 3-昌宁-孟连缝合带; 4-临沧地块; 5-思茅地块; 6-华南地块

1-Tengchong block; 2-Baoshan block; 3-Changning-Menglian suture; 4-Lincang block; 5-Simao block; 6-South China

刘训等, 1992)。

过去二十年来, 发表了大量有关这些地块的古地磁数据, 但是, 一些重要的构造问题, 诸如地块的漂移历史、地块的古纬度位置、古特提斯洋的纬度宽度和时限, 以及保山、思茅、腾冲地块与华南可能的碰撞时代等, 仍然是有争论的。

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 3 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 等, 2002; Feng, 2002)。本文为确定三江地区的碰撞拼合历史, 以及相应的古特提斯洋盆演化历史, 采用多学科的数据, 诸如古纬度、古生物地理和裂陷火山作用年龄数据等用来限定裂陷和分离的年龄、古位置和地块碰撞拼合的年龄。

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), 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(尤其是倒转和褶皱检验)、构造校正、统计精度和重磁化的识别等因素。此外, 未经退磁处理的数据被去掉, 早期的一些数据被重要的、新的和较好的数据所取代。最终, 来自华南、羌塘、拉萨、喜马拉雅、思茅、缅泰、腾冲、保山和印支地块的 290 多个古地磁数据被分别选取用于构造分析(表 1 至表 7)。分析中所用的印支地块和澳大利亚地块上的古地磁数据是从 McElhinny (1996) 编辑的数据库中选取的(表中未列出)。

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, 由于三江地区处于造山带内, 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, 视极移路径对比的方法在这一地区是不切合实际的。此次研究中, 为了避免局部旋转和变形的影响, 采用了纬度漂移量对比的方法。采样点纬度与古纬度的差值即为纬度漂移量。

图 2 上部为华南、保山、印支、思茅、拉萨和喜马拉雅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。澳大利亚、华南和保山地块的古纬度演化曲线被画在图 3 中。

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。建议思茅地块是源于华南的。

在晚奥陶世, 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, 约 29°。早泥盆世(约 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, 非常快速地向北运移, 缅泰地块也如此。

晚石炭世和早二叠世(约 263 Ma) 间, 华南地块纬度位置基本稳定, 之后和思茅、保山和缅泰地块一起向北快速运移, 直至晚三叠世。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。古地磁数据表明, 保山和思茅地块间的碰撞发生在中-晚二叠世。

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

晚三叠世时(约 216 Ma), 思茅地块、保山地块、缅泰地块和华南地块快速运移停止。也就在晚三叠世(约 216 Ma), 拉萨地块开始与喜马拉雅地块分离, 新特提斯张开。至早白垩世(约 120 Ma), 新特提斯张开至最大纬度宽度, 约 34.7°, 接近以前估计的 31.9°(Li, 2002), 之后, 进入闭合阶段, 并伴随喜马拉雅地块的快速向北漂移。

表 1　华南地块古地磁数据表

Table 1　Paleomagnetic data from South China block

地理坐标		采样时代	*Ds*	I_S	*K*	α95	Pal.	δ_P	检验	参考文献
°N	°E									
31.2	113	$Q_{2\sim4}$	354.6	47.4	11	15.3	28.5	2.7	–	刘宝　等, 1993
30.105	103	$E_{2\sim3}$	352.9	51.1	54.3	10.9	31.8	–1.3	–	庄忠海等, 1988
30.05	103	$E_{2\sim3}$	358.5	50.9	11.4	17.1	31.5	–1.1	–	庄忠海等, 1988
22.9	108.4	E_2	5	34	36.3	4.3	18.6	4.3	F	Zhao Xixi 等, 1994
23.5	107.3	E_1	325.5	33.2	31.5	6.5	18.1	5.4	F	Stuart 等, 1993a
30.05	103	E_1	5.4	50.8	46	11.9	31.5	–1	–	庄忠海等, 1988
30.05	103	65~83 Ma	8	48.3	54.6	8.4	29.3	1.2	–	庄忠海等, 1988
26.5	102.3	K_2—E_1	357.6	31.6	26.7	8.6	17.1	9.4	–	Kent 等, 1986
22.2	108.7	K_2	349.3	35.3	31.7	9.3	19.5	2.7	–	Gilder 等, 1993a
26	117.3	K_2	27.1	40.2	41.4	5.1	22.9	3.1	F	Gilder 等, 1993a
23.1	113.3	K_2	36.6	27.1	53.6	4.6	14.4	8.7	–	Stuart 等, 1993a
25	101.5	K_2	45.6	46.6	12.4	14.3	27.9	–2.9	F, R	Shoubu 等, 1992
29.6	103.8	K_2	42.9	51.1	8.7	14.2	31.8	–2.2	–	周　秀等, 1988
27.8	102.3	K_2	329.9	47.6	91.1	3.9	28.7	–0.9	–	周　秀等, 1988
25.9	101.7	K_2	26.9	35.6	77.9	3.6	19.7	6.2	F	Otofuji 等, 1998
31.2	112.9	K_2	188.2	–41	19.9	21.1	23.5	7.7	–	刘宝　等, 1993
26.5	102.4	K_2	8.1	38.8	28.8	6.6	21.9	4.6	F	Huang 等, 1992a
25.8	101.7	K_2	29.6	33.6	–	10	18.4	7.4	–	Otofuji 等, 1996
30.05	103	83~117 Ma	10.4	45.6	45.8	7.3	27.1	3.4	–	庄忠海等, 1988
27.9	102.3	K	3.4	41.2	–	5.3	23.6	4.3	F	Tamai等, 1996
26.6	119.5	K	14.5	45.6	102	5.1	27.4	–0.8	–	金文生等, 1997
29.5	120.9	K_1	13.7	43.1	120	5.5	25.1	4.4	–	林金录, 1987
22.7	108.7	K_1	355.9	39.1	67.9	6.8	22.1	0.6	F	Stuart 等, 1993a
25.2	101.8	K_1	255	–36	–	9.6	20.2	5	F, R	程国良等, 1988
25	101.5	K_1	43.7	36.2	8.1	17.1	20.1	4.9	–	Shoubu 等, 1992
19.1	109.5	K_1	10.9	44.1	71.8	4.2	25.9	–6.8	–	Liu 等, 1999
19.1	109.5	K_1	4.3	41.8	51.5	9.4	24.1	–5	–	Li 等, 1995
26.8	102.5	K_1	22.1	37.1	251.1	3.8	20.7	6.1	–	Huang 等, 1992a
27.9	110.6	K_1	14.9	49.9	8.7	7.6	30.7	–2.8	–	刘宝　等, 1993
30.05	103	117~135 Ma	13.1	47.9	16.6	15.3	30	0.5	–	庄忠海等, 1988
31.3	110.6	J_3	33.1	41.1	86.8	9.9	23.6	7.7	F	朱日祥等, 1998
29.4	120	J_3	19.1	45.5	29	12.6	29.4	0	–	林金录, 1987
31.15	110.45	J_3	33.1	41.1	86.8	9.9	23.6	7.6	F	吴汉宁等, 1999
31.1	117.4	J_3	4.4	50.5	53.1	17.1	31.2	–0.1	R	王小凤等, 2000
30.7	117.3	J_3	349.3	42	54.9	16.8	24.2	6.5	R	王小凤等, 2000
30.5	122.3	J_3	8.4	47.3	25.8	6.7	28.6	1.9	–	金文生等, 1997
31.3	110.6	J_2	356.5	44.3	23.4	12.7	26.1	5.2	F	朱日祥等, 1998
26.6	106.7	J_2	25	47.7	25	12	28.8	–2.2	–	林金录, 1987
28.3	103	J_2	333.1	39	4.9	9.9	22.1	6.3	–	周　秀等, 1988
27.17	109.96	J_1—J_3	20.5	47.9	2.7	15.4	29.0	–1.8		刘宝　等, 1993
28	105.5	$J_{1\sim2}$	10	38.7	125.3	4.3	21.8	6.2	F, R	Yang 等, 2001
31.3	110.6	J_1	351.7	39.6	107.8	5.1	22.5	8.8	F	朱日祥等, 1998
22	108.7	J_1	346.8	23.9	–	12.5	9.5	F	–	Gilder 等, 1993b
22.6	108.5	J_1	10.2	31.8	–	17.2	5.4	F	–	Gilder 等, 1993b
31.15	110.45	J_1	351.7	39.6	107.8	5.1	22.5	8.7	F	吴汉宁等, 1999

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

续表 1

地理坐标 °N	地理坐标 °E	采样时代	Ds	I_S	K	α95	Pal.	δ_P	检验	参考文献
31.2	117.4	J_1	350.7	41.4	7.2	16.6	23.8	7.4	–	王小凤等, 2000
26.8	101.7	T_3	19	34.8	23.3	9.7	19.1	7.7	–	周 秀等, 1988
32	119	T_3	224.8	– 24.4	11.5	9.3	12.8	19.2	–	Opdyke 等, 1986
30.5	116.8	T_3	25.8	24.3	85.3	6	12.7	17.8	R	王小凤等, 2000
28.3	103	T	27.1	30.4	11.2	10.8	16.4	11.9	–	周 秀等, 1988
25.1	107.2	T_2	215.7	– 26.1	–	5.7	13.8	11.3	F	Lung 等, 1984
30.5	116.8	T_2	12.3	30	25	25.2	16.1	14.4	R	王小凤等, 2000
31.3	110.6	T_1	227.6	– 16.8	23.1	26.3	8.4	22.9	F	朱日祥等, 1998
29.2	117.3	T_1	331.4	14.7	111.2	2.1	7.5	21.7	F	陈沪生等, 1999
28.6	106.9	T_1	40	13.1	23.1	11	6.6	22	F	Opdyke 等, 1986
30.1	102.7	T_1	2	21.6	188	4.6	11.2	18.9	–	庄忠海等, 1989
30.3	106.8	T_1	44	13.5	35.6	8.9	6.8	23.5	–	庄忠海等, 1989
28	105.5	T_1	222.1	– 10.2	33.1	6.8	5.1	22.9	F	Yang 等, 2001
27.39	100	T_1	31.3	28.9	24.3	7.9	15.4	12.0	–	刘宝 等, 1993
31.15	110.45	T_1	227.6	– 16.8	23.1	26.3	8.4	22.8	F	吴汉宁等, 1999
32.14	106.17	T_1	45.1	18	–	5.9	9.2	23	F, R	白立新等, 1997
32.4	105.5	P_3—T_1	35.1	18.4	–	3.3	9.4	23	–	李华梅等, 1988
31.1	119.7	P_3—T_1	37	23.6	–	–	12.3	18.8	–	李华梅等, 1989
26.5	101.8	P_2	60.7	– 9.4	37.9	9.1	– 4.8	31.3	–	周 秀等, 1988
26.5	101.8	P_2	52.3	– 14.9	51.1	6.4	– 7.6	33.1	–	周 秀等, 1988
28.3	103	P_2	3.2	– 9	15.5	12.7	– 4.5	32.8	–	周 秀等, 1988
28.3	103	P_2	32.5	– 2.5	7.5	19	– 1.2	29.5	–	周 秀等, 1988
26.7	102.9	P_2	23	– 4.5	37.1	10	– 2.3	29	–	黄开年等, 1986
26.1	103.1	P_2	30.1	5.9	5.9	24.9	2.9	23.2	–	黄开年等, 1986
25.9	100.6	P_2	242	1.3	25.9	24.8	0.7	24.1	–	黄开年等, 1986
29.6	103.4	P_2	22.9	2.2	–	19.5	1.1	28.5	–	Lung 等, 1984
29.6	103.4	P_2	29.1	4.7	14	2.9	– 2.4	32	–	张正坤等, 1984
29.6	103.4	P_2	18.4	– 6.5	26.4	6.2	– 3.3	32.9	–	McElhinny, 1981
29.6	103.4	P_2	20.7	– 12.6	38.6	4	– 6.4	36	–	Zhao 等, 1987
26.4	104.7	P_2	41.4	– 2.4	48.9	4.5	– 1.2	27.6	–	Huang 等, 1998
30.1	102.7	P_2	17.3	– 8.8	–	5.1	– 4.4	34.5	–	庄忠海等, 1989
26.8	101.8	P_1	227.1	19.2	11	14.4	– 9.9	36.7	–	周 秀等, 1988
27.43	109.95	P_1	9.6	11.7	9.9	19.8	– 5.9	33.3	–	刘宝 等, 1993
27.5	109.95	P_1	35.4	7.7	11.8	12.3	– 3.7	31.2	–	刘宝 等, 1993
31	119.8	C_3	244.1	1.7	28	17.8	– 0.9	31.9	F	林金录, 1987
28.3	105	C_2	112	5.3	–	–	– 2.6	30.9	–	张翼飞等, 1996
28.2	117.7	C_2	241	2.9	11.8	12	1.5	26.7	–	金文生等, 1997
30.3	120.2	C_1	244.5	8	54	16.9	4	26.3	–	林金录, 1987
25.9	107.4	C_1	35.1	0.3	10.6	9.6	0.2	25.7	–	张世红等, 2001
25.8	107.5	D_3	34.4	– 7.6	20.3	6.6	– 3.8	29.6	–	张世红等, 2001
24.5	102.8	D_3	318.7	.8	100.1	9.2	0.4	24.1	–	Wu 等, 1989
24.6	102.9	$D_{1\sim2}$	274.5	2.4	19	6.1	1.2	23.4	–	Wu 等, 1989
25.3	104.7	D_1	34	– 1.3	4.8	21.1	– 0.6	25.9	–	刘椿等, 1986
26.7	103.4	D_1	278.8	– 2	–	–	– 1	27.7	–	张翼飞等, 1996
25.3	103.8	S_3	31.2	– 2	10.3	19.6	– 0.1	25.4	–	刘椿等, 1986
25.4	103	S_3	65	2.4	–	–	– 1.2	26.6	–	张翼飞等, 1996
29.8	115.5	S	85.9	10.2	92.9	12.8	5.1	24.7	–	金文生等, 1997
25.3	103.7	S_2	44.8	– 1.8	13.2	17.3	– 0.1	25.4	–	刘椿等, 1986
25.2	103.5	S_2	59.1	– 4.5	–	–	– 2.2	27.4	–	张翼飞等, 1996
28.48	108.99	S_2	85.6	12.1	67.4	5.3	– 6.1	34.6	F	Opdyke 等, 1987
31.3	110.6	$S_{1\sim2}$	215.9	11.4	64.5	8.4	– 5.8	37.1	F	朱日祥等, 1998
31.15	110.45	$S_{1\sim2}$	167.2	12.6	23.5	10.2	– 6.7	37.9	F	吴汉宁等, 1999
31.15	110.45	$S_{1\sim2}$	333.4	14.2	65.7	7.5	– 7.2	38.4	F	吴汉宁等, 1999

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

续表 **1**

地理坐标 °N	地理坐标 °E	采样时代	*Ds*	I_S	*K*	α95	Pal.	δ_P	检验	参考文献
30.1	102.7	S_1	137	34.6	9.2	9.7	-19	49.1	-	庄忠海等, 1989
30.3	106.8	S_1	73.3	28.9	218.3	6.7	-20	50.3	-	庄忠海等, 1989
27.08	110.51	S_1	2.46	30.39	12.2	7.86	-16.34	43.3	-	刘宝　等, 1993
27.32	112.19	O_3	44.62	30.89	9.13	10.63	-16.65	43.97	-	刘宝　等, 1993
31.15	110.45	$O_{1\sim 2}$	146.2	17.6	45.7	13.7	-9.1	40.3	R	吴汉宁等, 1999
25.6	102.3	O_2	50.7	-20.5	-	-	-10.5	36.1	-	张翼飞等, 1996
30.1	102.7	O_1	127.3	36.8	7.4	9.6	-20.1	50.2	-	庄忠海等, 1989
29.4	103.5	O_1	155.5	39.9	4.7	8.8	-22.7	52.1	-	庄忠海等, 1989
27.13	110.48	O_1	304.3	41.3	19.5	7.3	-23.7	50.8	-	刘宝　等, 1993
27.4	112.23	O_1	309.7	38.0	11.6	9.7	-21.3	48.7	-	刘宝　等, 1993
26.1	117.24	O_1	55.2	40.1	14.4	7.0	-22.8	48.9	-	刘宝　等, 1993
28.1	108.7	$_3$	303.5	30.4	30.2	7.4	-16.3	44.4	-	刘宝　等, 1993
27.39	112.23	$_3$	313.9	29.6	24.4	6.7	-16.0	43.4	-	刘宝　等, 1993
27.14	110.45	$_3$	318.0	26.7	12.5	13.2	-14.1	41.2	-	刘宝　等, 1993
27.14	110.45	$_3$	307.7	28.6	35.2	9.6	-15.3	42.4	-	刘宝　等, 1993
25.73	113.61	$_3$	21.6	22.2	15.5	6.1	-11.5	37.2	-	刘宝　等, 1993
29.4	103.5	$_{2\sim 3}$	164.2	37.3	51	9.9	-20.9	50.3	-	庄忠海等, 1989
32.1	106.2	$_2$	129.1	-23.6	44.6	7.8	-12.3	44.5	F	白立新等, 1998
30.3	110.2	$_2$	307.8	26.3	54.9	4.4	-13.9	44.2	-	刘宝　等, 1993
25.73	113.61	$_2$	22.1	24.3	29.9	4.8	-12.7	38.4	-	刘宝　等, 1993
32.2	106.3		129.1	-23.6	44.6	7.8	-12.3	44.5	F	朱日祥等, 1998
31.4	112.3		60	-31.4	13.6	6.4	-17	48.4	-	刘宝　等, 1993
31.15	110.45		210.3	26.3	11.4	9.4	-13.9	45.1	F, R	吴汉宁等, 1999
30.8	111.2	$_1$	89.6	25.5	29	23.2	-13.4	44.2	-	林金录, 1987
30.2	119.7	$_1$	274.5	-27	29	17.2	-14.3	44.5	-	林金录, 1987
24.4	102.3	$_1$	271.1	37.5	17	10.2	-20.9	45.3	-	林金录, 1987
29.4	103.5	$_1$	186.1	37.3	5	11.1	-20.9	50.3	-	庄忠海等, 1989
25.73	113.61	$_1$	25.3	22	10.0	8.4	-11.4	37.1	-	刘宝　等, 1993
25.74	116.26	$_1$	19.4	25.0	9.7	9.0	-13.1	38.8	-	刘宝　等, 1993

注: *Ds* 和 *Is* 为偏角和倾角; *K* 为 Fisher 统计精度参数; α_{95}为95% 置信度; Pal. 为古纬度; δp 为纬度运移量; *F* 和 *R* 分别代表通过褶皱检验和倒转检验。

表 **2**　拉萨地块古地磁数据

Table 2　Paleomagnetic data from Lhasa block

地理坐标 °N	地理坐标 °E	时代	*Ds*	I_S	*K*	α_{95}	Pal.	δ_P	参考文献
32.5	80	T	195.4	-22.7	19.3	12	11.8	20.7	Otofuji等, 1989
32.3	91.7	E	286.8	15.2	11.6	8.1	7.7	24.6	董学斌等, 1991
30.2	91.2	E	17.817	20.3	6.7	9.2	21	-	董学斌等, 1991
29.9	91.7	E	17.9	34.2	14.2	7.1	18.7	11.2	董学斌等, 1991
30	91	E	-	-	-	-	14.2	15.8	周　秀等, 1990
29.8	90.8	$E_{1\sim 2}$	194.6	-23.7	34.2	10.5	12.4	17.4	Otofuji等, 1991
29.8	90.9	60~45 Ma	-9.1	25.5	26.4	11	13.4	16.4	Achache 等, 1984
31.3	81	E_1	-61.5	52	7.5	18.9	32.6	-1.3	Otofuji等, 1989
29.9	91.3	K_2—E_1	338	40	20	7	22.8	7.1	朱志文等, 1984
29.9	91.3	K_2—E_1	338	40.3	20	6.5	23.1	6.8	朱志文等, 1985
29.9	91.2	K_2	331.6	22.7	12.5	5.9	11.8	18.1	董学斌等, 1991
29.9	91.2	K_2	350.9	19.6	47.9	7.5	10.9	19	林金录等, 1990
29.2	95.9	K_2	30	52	48	7	32.6	-3.4	朱志文等, 1984
30	90.2	K_2	341	42	48	6	24.2	5.8	韦斯特法尔等, 1984
29.2	95.9	K_2	30	52	48	6.9	32.6	-3.4	朱志文等, 1985
32.1	80.5	K_2	320.4	25.1	38.1	8.4	13.2	18.9	叶祥华等, 1987

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

续表 2

地理坐标 °N	地理坐标 °E	时代	Ds	I_S	K	α95	Pal.	δ_P	参考文献
30	91	K_2	–	–	–	–	16.6	13.4	周 秀等, 1990
29.2	90	K_2	338	36	35	10	20	9.2	Pozzi 等, 1982
31.7	90.95	95~ 85 Ma	342.9	30.8	37.3	15.2	16.6	15.1	林金录等, 1990
31.5	92	K_2	357.8	34.8	74.3	6	19.2	12.1	林金录等, 1990
30.1	96.9	K_1	– 3.9	23.4	13.2	19.2	12.2	17.9	Otofuji 等, 1990
32.2	91.6	Albo—Aptian	– 21.3	25.4	57	8.9	13.3	18.9	Achache 等, 1984
29.8	90.9	Albo—Aptian	– 5.7	22.6	45.7	8.3	11.8	18	Achache 等, 1984
32	90.8	K_1	251.8	16.9	9	13.6	8.6	23.4	董学斌等, 1991
33.1	80.3	K_1	318.1	28.8	28.4	7.3	15.1	18	叶祥华等, 1987
31.2	91.8	J_3	348.3	– 13.8	20.2	7.7	– 7	38.2	董学斌等, 1991
29.7	91.1	J_3	175	2	5	17	1	28.7	朱志文等, 1984
29.7	91.1	J_3	175	2	5	16.6	1	28.7	朱志文等, 1985
29.7	91.45	$J_{2\sim3}$	346.5	– 13.8	17.5	10.1	– 7	36.7	董学斌等, 1991
29.7	91.4	T_3	66.4	– 37.8	32.5	6	– 21.3	51	董学斌等, 1991
30	90.8	T_3	346	– 47	5	25	– 28.2	58.2	朱志文等, 1984
30	90.8	T_3	346	– 47	5	25	– 28.2	58.2	朱志文等, 1985
29.6	90	T_2	333	– 49	6	15	– 29.9	59.5	朱志文等, 1984
29.6	90	T_2	333	– 48.7	6	15.4	– 29.6	59.2	朱志文等, 1985
30.95	88.7	P_1	177.8	39.5	39.4	9.7	– 22.4	53.4	董学斌等, 1991
31	88.7	C_2	344.5	– 29.1	16.9	6.8	– 15.6	46.6	董学斌等, 1991
31	88.7	C_2	172	– 37	28	7.6	– 20.6	51.6	周 秀等, 1990
31	88.7	$C_{1\sim2}$	337	– 39.6	7.5	14.9	– 22.5	53.5	董学斌等, 1991
31	88.75	$C_{1\sim2}$	1.3	– 41.6	19	9	– 23.9	54.9	董学斌等, 1991
31	88.7	C	352	37	28	7.6	– 21	52	陈显尧等, 1985
31	88.7	$C_{1\sim2}$	306	– 38.2	15	10	– 21	52	叶祥华等, 1987
31.1	88.7	D_2	341.5	– 36.9	68.4	4.2	– 20.6	51.6	董学斌等, 1991
31	88.7	$S_{1\sim2}$	297	– 45	333	4.8	– 26.6	57.6	周 秀等, 1990
31.1	87.7	S_1	5.3	– 53.9	23	9.7	– 34.4	65.5	董学斌等, 1991
31	88.7	S_1	292	– 45	333	4	– 27	58	陈显尧等, 1985

表 3 喜马拉雅地块古地磁数据

Table 3 Paleomagnetic datd from Himalayan block

地理坐标 °N	地理坐标 °E	时代	Ds	I_S	K	α95	Pal.	δ_P	方法	参考文献
28.3	89.35	Q	.6	39.1	165.2	9.6	22.1	6.2	–	李素玲等, 1980
28.5	86.3	N_2—Q_1	5	48.5	10	9.9	29.5	– 1	–	朱志文等, 1985
27.6	89.1	N_2	7	41	8	9	23.5	4.1	–	朱志文, 1984
27.6	89.1	N_2	7	41.3	8	8.8	23.7	3.9	–	朱志文等, 1985
28.8	87	E	317	9.1	17	17	4.6	24.2	–	周 秀等, 1990
34.57	76.1	45~ 49 Ma	3	14.6	53.4	3.8	7.4	27.2	–	Klootwijk 等, 1979
28.8	87	57±1 Ma	154	5.1	83	8.4	– 2.5	31.3	F	Besse 等, 1984
28.3	88.5	55~ 63 Ma	176.2	– 9.2	14.9	3.6	4.6	23.7	–	Patzelt 等, 1996
28.3	88.5	58~ 63 Ma	174.1	– 10.2	20.8	5	5.1	23.2	–	Patzelt 等, 1996
28.3	88.5	58~ 63 Ma	161.5	– 1.1	19.6	7	0.6	27.7	–	Patzelt 等, 1996
29.3	87.6	K_2—E_1	– 66.9	– 2.6	3.6	27.9	– 1.3	30.6	–	Otofuji 等, 1989
28.3	88.5	66~ 69 Ma	5.5	– 14.8	9.1	4.7	– 7.5	35.8	—	Patzelt 等, 1996
28.3	88.5	65~ 71 Ma	180.6	1.2	11.5	6.5	– 0.6	28.9	–	Patzelt 等, 1996
28.3	88.5	65~ 71 Ma	4	– 10.7	9.3	3.9	– 5.4	33.7	–	Patzelt 等, 1996
28	89.2	K_2	72.4	– 17.8	28.613.1	– 9.1	37.1	–	–	董学斌等, 1991
28.8	87	K_2	–	–	–	–	– 3	31.8	–	周 秀等, 1990
34.35	76.9	108~ 92 Ma	64	– 32	–	–	– 17.5	51.9	–	Klootwijk 等, 1984

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

续表 **3**

地理坐标 °N	地理坐标 °E	时代	*Ds*	I_S	*K*	α95	Pal.	δ_P	参考文献
28.6	87.2	K	331	-37	13	17	-20.6	49.2	-	朱志文, 1984
28.6	87.2	K	331	-37	13	16.5	-20.7	49.3	-	朱志文等, 1985
28.3	88.5	98~107 Ma	352	-40	15.7	7.9	-22.8	51.1	-	Patzelt 等, 1996
28.9	89.55	K_1	344.4	-48.2	31	7.6	-29.2	58.1	-	董学斌等, 1991
29	89	J_3—K_1	290	-39.9	54	12.6	-22.7	51.7	-	叶祥华等, 1987
28.9	89.8	J_3	292	-40	22	11	-22.8	51.7	-	朱志文, 1984
28.9	89.8	J_3	292	-40	22	11	-22.8	51.7	-	朱志文等, 1985
29	86	J_2	288.1	-41.6	15	11.3	-23.9	52.9	-	叶祥华等, 1987
28.6	86.1	$T_{1\sim2}$	318	-42	22	6	-24.2	52.8	-	朱志文, 1984
28.6	86.1	$T_{1\sim2}$	318	-41.8	22	6.3	-24.1	52.7	-	朱志文等, 1985
28.4	86.12	C_1	344	41	39	7	-24	52.4	-	陈显尧等, 1985
28.4	86.1	C_1	289	-48.7	13	16.3	-29.6	58	-	朱志文等, 1985
28.4	86.1	C_1	164	-41.8	39	7	-24.1	52.5	-	周　秀等, 1990
28.4	86.12	D_3	16	52	17	14	-33	61.4	-	陈显尧等, 1985
28.4	86.1	$D_{2\sim3}$	196	-52	17	12	-32.6	61	-	周　秀等, 1990
28.4	86.1	D_1	262	-45.1	95	12.4	-26.7	55.1	-	朱志文等, 1985
28.4	86.1	S	342	-50	93	5.8	-30.8	59.2	-	朱志文等, 1985
28.4	86.1	O_3	318	-51.4	8	16.8	-32.1	60.5	-	朱志文等, 1985
28.4	86.1	O_1	336	-50	6	24	-30.8	59.2	-	朱志文等, 1985
28.2	86	$_1$	249	-50.6	41	6	-31.3	59.5	-	朱志文等, 1985

表 **4**　思茅地块古地磁数据表

Table 4　Paleomagnetic data from Simao block

地理坐标 °N	地理坐标 °E	时代	*Ds*	I_S	*K*	α95	Pal.	δ_P	方法	参考文献
24.7	99.4	N_2	23	28.6	48.7	8	15.2	9.5	-	Huang 等, 1993
23.5	100.7	N_1	33.1	36.6	28.5	4.5	20.4	3.1	-	Huang 等, 1993
23.5	100.7	$E_{2\sim3}$	86.7	39	17.7	6.2	22	1.5	F, R	Huang 等, 1993
23.8	100.9	E	303.3	33.9	23.9	4.6	18.5	5.3	-	李兴振等, 1999
25.8	99.4	E_1	50.2	31.1	12.9	13.2	16.8	-9	R	尹济云等, 1999
24	100.6	K_2	104.8	45.4	35.3	3.8	26.9	-2.9	-	李兴振等, 1999
25.6	100.2	$K_{1\sim2}$	6.9	47.7	36.9	8.6	28.8	-3.2	F, R	Huang 等, 1993
23.4	100.9	$K_{1\sim2}$	79.4	43.3	38.3	9.1	25.2	-1.8	-	Huang 等, 1993
21.6	101.4	$K_{1\sim2}$	60.8	37.8	41.4	7.6	21.2	0.4	-	Huang 等, 1993
24	101.1	K	69.5	37.2	20.4	4.3	20.8	3.2	-	李兴振等, 1999
23.2	101.3	K	23.6	37.6	14.2	6.6	21.1	2.1	-	李兴振等, 1999
25.8	99.4	K_1	59.7	41	7.4	11.9	23.5	2.3	R	尹济云等, 1999
25.5	99.7	K_1	31.3	43.9	-	13.8	25.7	-0.2	-	程国良等, 1988
23.5	100.7	K_1	290.4	-36.8	18	5.3	20.5	3	F, R	Huang 等, 1993
23.6	100.5	J_2	83.3	36.8	81.5	5.4	20.5	3.1	-	Huang 等, 1993
25.2	100.4	J_2	94.2	36.7	7	10.4	20.5	4.7	-	李兴振等, 1999
24.5	100.4	J_2	17.6	47	28.3	5.1	28.2	-3.7	-	李兴振等, 1999
29.1	98.6	T_3	36.2	49.5	149.2	8.1	30.3	-1.2	-	李兴振等, 1999
26.6	99.6	T_3	299.6	-33	9.6	8.1	18	8.6	-	李兴振等, 1999
24.5	100.3	T_3	48.7	36.3	13.9	4.9	20.2	4.3	-	李兴振等, 1999
23.7	101.7	T_3	42.2	43	10.5	10.8	25	-1.3	-	李兴振等, 1999
23.5	101.6	T_3	321.3	42.1	15.2	7.7	24.3	-0.8	-	李兴振等, 1999
23.5	101.6	P_2	18.1	-16.9	7.1	13.2	-8.6	32.1	-	李兴振等, 1999
28.6	98.8	P_1	353.2	-18.2	6.6	9.6	-9.3	37.9	-	李兴振等, 1999
23.5	101.6	C_1	346.5	14.1	44	2.7	-7.2	30.7	-	李兴振等, 1999
23.5	101.7	S_1	137.7	25	13.2	7	-13.1	36.6	-	李兴振等, 1999

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

表 5 缅泰、保山和腾冲地块古地磁数据表

Table 5 Paleomagnetic data from Baoshan, Tengchong and Shan– thai block

地块	地理坐标		时代	*Ds*	I_S	*K*	α95	Pal.	方法	参考文献
	°N	°E								
保山地块	24.3	98.4	J_2	99.7	35.2	35.9	11.3	19.4	4.9	Huang 等, 1993
	99.1	25.2	T_3	36.3	35.2	16	13	21.4	3.8	李兴振等, 1999
	23.1	99.7	P_2	122.5	25	–	–	– 13.1	36.2	张翼飞等, 1996
	24.6	99	C_3	70.5	49.6	–	–	– 30.4	55	张翼飞等, 1996
	25.1	99.2	C_3	218.5	53.6	18.3	5.9	– 34.1	59.2	张正坤等, 1986
	25	99.2	C_3	158.1	42.9	45.8	11.9	– 25	50.2	李兴振等, 1999
	23.1	99.7	C_1	136.2	50.3	–	–	– 31	54.1	张翼飞等, 1996
	24.9	99.2	C_1	163.5	48.9	8.1	12.7	– 29.8	54.7	李兴振等, 1999
	24.9	99.2	D_3	36.3	45.7	10.5	11.1	– 27.1	52	李兴振等, 1999
	25.1	98.9	$D_{2\sim3}$	215.4	– 57.5	–	–	– 38	63.1	张翼飞等, 1996
	24.7	99.2	D_1	34.5	48.8	13.7	8.5	– 29.7	54.4	李兴振等, 1999
	24.7	99.1	S_3	24	44.2	8.6	9	– 25.9	50.6	李兴振等, 1999
	24.8	99.2	O_3	37.4	39	154	6.5	– 22.1	46.9	李兴振等, 1999
	24.9	98.6	O_2	67.5	18.6	–	–	– 9.5	34.4	张翼飞等, 1996
	25.2	99.1	O_2	28.3	32.1	15.6	13.4	– 17.4	42.6	李兴振等, 1999
	25.2	99.1	O_1	16.6	34.6	15.2	6	– 19	44.2	李兴振等, 1999
	24.9	98.6	$_2$	88.8	32.5	–	–	– 17.6	42.5	张翼飞等, 1996
腾冲地块	25.1	98.6	$C_{2\sim3}$	237.9	– 36.7	–	–	– 20.4	45.5	张翼飞等, 1996
缅泰地块	17.9	100	5.64 Ma	200	– 30	148	5	16.1	1.8	张正坤等, 1986
	17.3	100.5	K	47	29	19	14	15.5	1.8	Maranate 等, 1986
	15.8	101.8	Aptian —Albian	32	38.2	140.8	4.1	21.5	– 5.7	Yang 等, 1993
	16.7	103.5	J_3	26.6	37.3	339.2	2.6	20.9	– 4.2	Yang 等, 1993
	17	100.5	J_2	33	35	23	8	19.3	– 2.3	Maranate 等, 1986
	16.5	100.5	J_2	31	41	10	13	23.5	– 7	Maranate 等, 1986
	16.9	100.7	J	21.8	37.1	20.1	11.7	20.7	– 3.8	Haile 等, 1975
	16.7	101.8	J_1	37.2	40.1	71.6	6.6	22.8	– 6.2	Yang 等, 1993
	16.5	100.5	J_1	33	29	31	7	15.5	1	Maranate 等, 1986
	17	100.5	T_3—J_1	34	41	20	12	23.5	– 6.5	Maranate 等, 1986
	16.7	101.8	T_3	39.5	44.4	85	8.3	26.1	– 9.4	Yang 等, 1993
	17.4	100.5	Norian	43.2	42.9	106	7.5	24.9	– 7.5	Achache 等, 1985
	17	100.5	T_2?	18	21	13	14	10.9	6.1	Maranate 等, 1986
	23.9	99.2	C_3	294.5	63.9	74.2	7.8	– 45.6	69.3	Huang 等, 1991
	25.2	99.3	C_3—P_1	209.2	61	39.8	6.7	– 42.1	67.3	Huang 等, 1991
	25	98.6	D_3	162.3	– 61.9	14.7	24.8	– 43.1	68.1	Wu 等, 1989
	25	99.3	D_2	205.2	– 61	30.6	8	– 42.1	67.1	Wu 等, 1989
	25	99.2	D	19.5	62.1	27.5	11.7	– 43.4	68.4	Wu 等, 1989
	25	99.3	$D_{1\sim2}$	22.8	61.3	24.7	5.7	– 42.4	67.4	Wu 等, 1989
	25	99.2	D_1	20.7	61.5	20.6	8.6	– 42.6	67.6	Wu 等, 1989

表 6 羌塘地块古地磁数据

Table 6 Paleomagnetic data from Qiangtang block

地理坐标		时代	*Ds*	I_S	*K*	α95	Pal.	方法	参考文献
°N	°E								
36.3	79	N_1	177.5	– 56	115.6	5.8	36.5	–	李永安等, 1996
36.3	79	N_1	170.7	– 54.6	182.6	5.2	35.1	–	李永安等, 1996
34.9	81.3	N	351	46.2	44	2.9	27.5	–	叶祥华等, 1987
34.6	92.8	E	214.5	– 32.9	65.2	5.4	17.9	–	林金录等, 1990
34.5	92.8	E_1	9.5	34.3	47	8.9	19.0	–	Halim 等, 1998
35.2	78.8	K_2	199.5	– 47.7	371.7	4.2	28.7	–	李永安等, 1996
34.7	92.9	K	6.7	40.6	8.8	17.8	23.2	–	董学斌等, 1991

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

续表 6

地理坐标		时代	*Ds*	I_S	*K*	α95	Pal.	方法	参考文献
°N	°E								
34.7	92.9	K	12.4	38.2	5.3	11.7	21.5	–	董学斌等, 1992
33.5	80	K_1	197.5	– 28.2	11.9	23.1	15.0	–	Otofuji 等, 1989
35.3	79.5	J_3	186.8	36.1	18	19.1	20.0	–	李永安等, 1996
33.6	92.1	J_3	351.3	41.8	67.8	8.2	24.1	F	林金录等, 1990
33.6	92.1	J_2	334.1	29.5	20.9	7.7	15.8	–	董学斌等, 1991
33.6	92.1	J_2	345.7	42.1	50.7	8.6	24.3	–	张文治, 1997❶
35	80	T_3	34.8	37.1	–	–	20.7	–	束沛镒等, 2000
33.6	79.6	T_3	51.7	41.2	–	–	23.6	–	束沛镒等, 2000
33.6	79.6	T_1	343.6	13	–	–	6.5	–	束沛镒等, 2000
29.7	98.7	P_3	25.2	6.7	32.7	8.6	3.4	–	Huang 等, 1992b
34.1	92.3	P_2	314.7	– 8.3	39.4	14.8	– 4.2	–	张文治, 1997
34.1	92.4	P_1	135.2	30	9	12.1	– 16.1	–	董学斌等, 1991
35.3	79.5	P_1	116.8	40.6	4.2	18.9	– 23.2	–	李永安等, 1996
35.2	78.8	P_1	149.5	38.5	8.2	24.5	– 21.7	F	李永安等, 1996
33.6	79	P_1	117	39.3	8.5	18.1	– 22.3	–	李永安等, 1996
33.6	79.1	P_1	137.7	39.2	3.3	25.9	– 22.1	–	李永安等, 1996
34.3	79	P_1	140.6	35.4	29	8.3	– 19.6	–	叶祥华等, 1987
35	80.5	C_2	323.1	– 36.7	39.4	14.8	– 20.4	–	叶祥华等, 1987
34.5	80.5	C_2	197.6	29.4	108	5.3	– 15.7	–	叶祥华等, 1987
34.2	83	C_2	303.6	– 28.5	24	12.7	– 15.2	–	叶祥华等, 1987
34	84	C_2	323.2	– 26.7	25.8	13.4	– 14.1	–	叶祥华等, 1987
31.6	98.4	D_3	301	– 48.4	5	28.8	– 29.5	–	朱志文, 1985

表 7　印支地块的古地磁数据

Table 7　Paleomagnetic data from Indochina block

地理坐标		年代/ Ma	*Ds*	I_S	*K*	α95	Pal.	方法
°N	°E							
17.9	100.1	7	200	– 30	148	5	16.1	–
15.3	100.9	11	24.4	26.2	19.2	6.9	13.8	R
14.6	103.4	11	4.3	27.8	15.1	5.2	14.5	R
23.5	100.7	29	21.1	35.5	15.3	7.5	19.6	–
16.5	102	50	31.9	39.9	100	4.6	22.7	F
23.5	100.7	56	84.7	38.9	12	7.6	22	F+
16.2	102.6	110.5	28.1	40.5	398.5	2.4	23.1	–
23.4	100.9	110.5	79.4	43.3	38.3	9.1	25.2	F
21.6	101.4	110.5	60.8	37.8	41.4	7.6	21.2	R
17.5	103	132	47	29	19	14	15.5	R
25.6	100.2	132	186.9	– 47.7	36.9	8.6	28.8	F, R
23.4	100.4	146	84.4	39.6	49.1	17.8	22.5	–
23.4	100.6	146	295.8	– 36	92.2	6.3	20	F+
16.6	103	151.5	26.6	37.3	339.2	2.6	20.9	F, R
24.3	98.4	167.5	99.7	35.2	35.9	11.3	19.4	–
13	102	178	33	35	23	8	19.3	–
13	102	178	31	41	10	13	23.5	R
23.6	100.5	178	83.3	36.8	81.5	5.4	20.5	–
16.9	100.7	208	21.9	36.9	20	11.7	20.6	–
16.7	101.8	210	37.2	40.1	71.6	6.6	22.8	F+ , R
16.6	101.8	220	43.2	42.9	106	7.5	24.9	F+ , R
16.7	101.8	223	39.5	44.4	85	8.3	26.1	F, R
17	101	241	18	21	13	14	10.9	R
23.5	101.9	245	133.6	16.3	–	7.1	8.3	–

❶ 张文治, 地矿部中法地质与地球物理科考队. 1997. 东昆仑-唐古拉地区地壳演化、深部构造及大陆动力学(研究报告). 133~355.

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

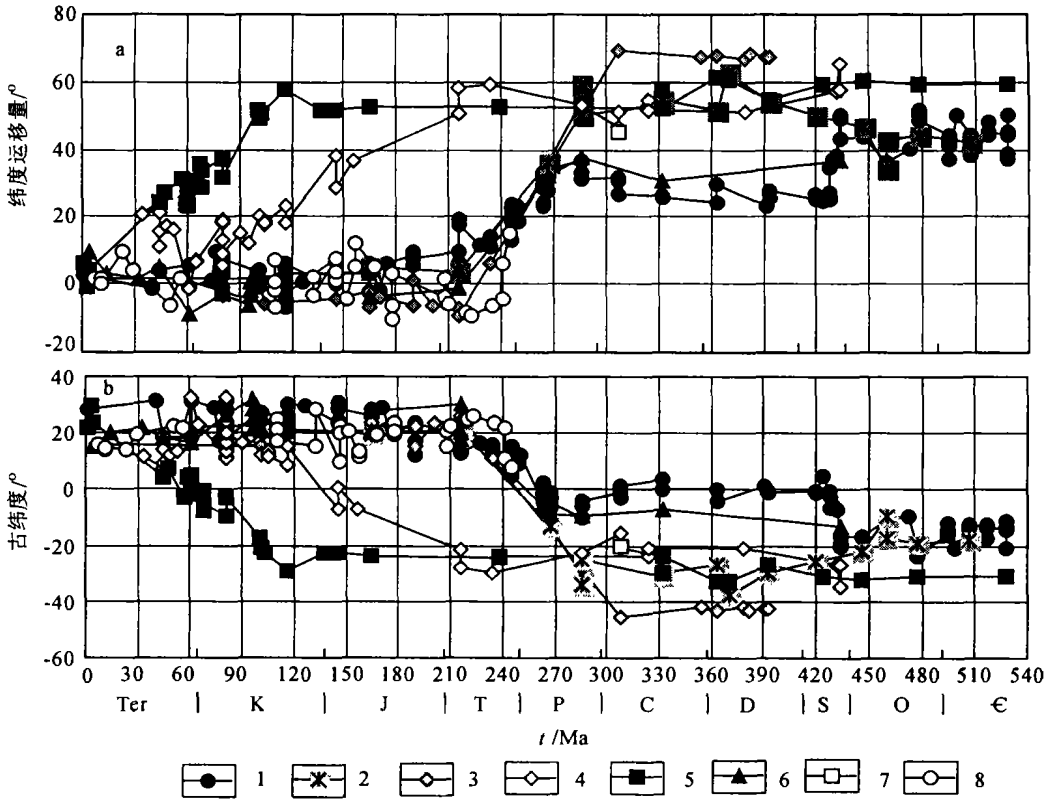

图 2 纬度运移量(a 图)和古纬度(b 图)演化曲线

Fig. 2 Curves for the latitudinal displacements (a) and for the paleolatitude evolution (b)

T-第三纪; K-白垩纪; J-侏罗纪; T-三叠纪; P-二叠纪; C-石炭纪; D-泥盆纪; S-志留纪; O-奥陶纪; €-寒武纪; 1-华南; 2-保山; 3-缅泰; 4-拉萨; 5-喜马拉雅; 6-思茅; 7-腾冲; 8-印支期

T- Tertiary; K- Cretaceous; J-Jurassic; T-Triassic; P- Permian; C- Carboniferous; D-Devonian; S-Silurian; O-Ordovician; €- Cambrian; 1- South China; 2-Baoshan; 3-Shan-Thai; 4-Lhasa; 5-Himalaya; 6-Simao; 7-Tengchong; 8- Indochina

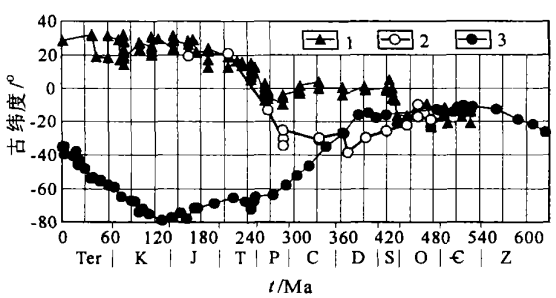

图 3 澳大利亚、保山和华南地块古纬度演化曲线

Fig. 3 Curves for the evolution of paleolatitudes of the Australia, Baoshan and South China blocks

Z-震旦纪; 其他符号同图 3; 1-华南; 2-保山; 3-澳大利亚

Z-Sinian; other symbols as in Figure 3; 1-South China; 2-Baoshan; 3-Australia

2 讨论与结论

2.1 古特提斯洋的张开

在金沙江缝合带蛇绿混杂岩中, 来自斜长花岗岩的两个锆石 U-Pb 年龄分别为, 340±3 Ma 和 294±3 Ma (Wang 等, 2000), 表明华南和思茅地块间的金沙江洋壳岩石圈形成于泥盆纪晚期至石炭纪早期。在哀牢山缝合带中, 双沟斜长花岗岩 锆石 U-Pb 年龄为 328±16 Ma, 龙塘辉长岩锆石 U-Pb 年龄为 362±41 Ma 和角闪石 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 坪年龄 349±13 Ma (简平等, 1998), 指示哀牢山洋壳岩石圈也形成于泥盆纪晚期至石炭纪早期, 与金沙江洋壳岩石圈相邻并等同 (Wang 等, 2000)。红色含放射虫硅质岩的生物年代表明金沙江洋壳岩石圈形成在萨克马尔(Sakmarian)阶之前 (孙晓猛等, 1994, 1997)。在昌都-思茅地块内的昌都地区发现了大量的早石炭世珊瑚, 如 *Kueichowphyllum* sp., *Diphyphyllum* sp., *Yuanophyllum* sp., 晚石炭世早期的纺锤 , 如 *Pseudostaffella* sp., *Profusulinella* sp. (孙晓猛等, 1994, 1997), 这些化石在云南东部、贵州和湖南等地也被发现(孙晓猛等, 1997; 江茂生等, 1994)。此外, 在思茅地块的德钦、云龙、勐腊地区,

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

亲冈瓦纳冷水动物群的缺乏和典型的热带植物群的出现(云南省地质矿产局, 1990; 孙晓猛等, 1994), 指示金沙江洋盆规模较小。认为思茅地块形成于石炭纪华南地块边缘的弧后扩张(Wu 等, 1995; Wang 等, 2000)。早石炭世至晚二叠世, 思茅地块位于约 7°S 的低纬度地区, 同时期的华南地块位于古赤道, 所有华南地块石炭纪平均古纬度约为 0.4°N, 一个通过褶皱检验的晚石炭世古地磁数据指示 0.9°S 的古纬度位置(林金录, 1987)。减去两地块间采样点现今纬度差后, 石炭纪时的思茅和华南地块的纬度跨度不超过 5°。

思茅地块晚石炭—早二叠世活动大陆边缘沉积由长石岩屑杂砂岩、细粒石英砂岩和泥质板岩组成(钟大赉, 1998; 刘本培等, 1991), 夹少量灰岩透镜体。物源分析表明长石岩屑杂砂岩来自大陆岛弧, 细粒石英砂岩来自古老大陆陆壳区。这些特征表明思茅地块是源于华南的, 是活动大陆边缘的一部分。

根据蛇绿混杂岩中含放射虫硅质岩的二叠纪年龄、孟连地区发现的早泥盆世放射虫化石、在灰岩世中发现的中石炭世——上二叠世化石, 以及蛇绿混杂岩与晚三叠世砾岩的不整合, 钟大赉(1998)断定保山和思茅地块间的洋盆形成于泥盆纪, 二叠纪末闭合; 蛇绿岩在晚三叠世以前就位。含晚三叠世化石 *Yunnanophorus tonkinensis* 的三岔河组砾岩的出现(云南省地质矿产局, 1990), 代表了磨拉石沉积的开始, 也标志三叠纪挤压造山的开始和地块快速运移的结束。

古地磁数据表明, 保山地块向南漂移和华南地块同时期的向北漂移开始于晚奥陶世(约 450 Ma), 代表了两地块最初的裂陷分离时代, 且与澳大利亚地块在志留纪早期(约 430 Ma)的南移大致在同时代(图 3)。华南地块从冈瓦纳大陆北缘的裂陷和分离出现在晚奥陶世末—早志留世初。以前的分析研究结果建议华南、华北地块于寒武纪-志留纪贴到冈瓦纳大陆, 石炭纪以前, 又与冈瓦纳大陆克拉通分离(Metcalf, 1996, 1998), 建议泥盆纪为裂陷分离。中泥盆世(约 390 Ma), 保山地块到达南纬 30°附近。中—晚志留世, 以前完全或部分沉没的华南、华北地区出露成大片陆地(Metcalfe, 1998)、志留纪时期, 中澳腕足动物省分成两个亚省, 亚洲地块和澳大利亚地块的联系在早泥盆世明显中断(Metcalfe, 1998)。这些关系指示澳大利亚和华南之间最初的裂陷作用是在早泥盆世以前。然而多学科数据资料, 尤其是古生物地理资料表明, 华南、保山和缅泰地块寒武纪和奥陶纪浅海相动物群与澳大利亚冈瓦纳大陆具有密切的亲缘关系(Fortey 等, 1998; Metcalfe, 1998; 陈旭等, 2001)。

在一些古地理重建图上(Metcalfe, 1998), 古特提斯洋盆基本上是东西向展布的, 因此周围地块的古纬度能够用于估计洋盆的纬度宽度。根据古纬度和纬度运移量数据(表 1、表 5), 保山和华南地块间的纬度距离在晚奥陶世为 3°, 晚志留世为 24.6°, 早泥盆世为 28°(约 390 Ma), 早石炭世为 28.4°, 晚石炭世为 22°(约 290 Ma), 晚二叠世为 5.9°(约 267 Ma)。建议古特提斯洋可能于早志留世张开。而以往利用古纬度计算的古特提斯洋在早二叠世最大宽度约为 3 000 km(Metcalfe, 1999)。

古生物地理数据、构造事件和沉积建造能用来限定裂陷和分离的时代。建议的古特提斯洋可能于早志留世张开, 不单依赖于古纬度数据(古纬度的发散指示分离), 也取决于下列信息:

(1) 保山地块和华南地块间志留纪前的密切亲缘性。Forty 等(1998)评述了已发表的滇缅泰(Sibumasu)地块(保山、缅泰和腾冲地块的统称)奥陶纪古地理位置的证据, 不仅参考了化石证据, 同时也参考了这一地区发育的沉积序列的证据。奥陶纪生物地理的主要证据来源于三叶虫和腕足动物化石, 重要结论之一是滇缅泰地块上的动物群类似于华南地块。华北、华南和滇缅泰地块寒武纪和奥陶纪浅水动物群和冈瓦纳大陆早古生代的动物群有密切的亲源性(Metcalfe, 1998; 陈旭等, 2001)。

(2) 晚古生代分立的生物地理省的发展。早泥盆世深水放射虫化石在孟连地区被发现(冯庆来等, 1992; 钟大赉, 1998)。保山地区和华南包括四射珊瑚、腕足和脊椎动物的动物群的对比揭示出中、晚泥盆世保山地块动物群明显不同于华南地块(王训练等, 1997)。来自施甸县何元寨组的腕足动物指示了中泥盆世年龄, 且与贵州、广西和湖南等地的动物群没有亲缘关系, 表明中泥盆世有一个分隔保山和华南地块的洋盆存在(姜建军, 1996)。在拉萨地块、腾冲地块和保山地块上, 亲冈瓦纳石炭-二叠纪序列已被识别出来(聂泽同等, 1993; Wopfner, 1996; Jin, 2002; Metcalfe, 2002; Wang 等, 2003)。这些地层在西藏具有冈瓦纳相的海相冰川沉积特点和具有亲冈瓦纳生物群(梁定益等, 1983; 王义昭, 1983; Li 等, 1995; 尹集祥, 1997; Wang 等, 1998, 1999; Jin, 2002)。腾冲地块和保山地块上泥盆纪和石炭-二叠纪地层和动物群明显不同于思茅和华南

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

地块, 建议保山地块处于分立的古生物地理省, 与思茅和华南地块以一宽阔的大洋(古特提斯洋) 相隔(曹仁关, 1994; 王训练等, 1997; Feng, 2002)。

(3) 云南西部保山和潞西地区的中、晚志留系和华南没有任何的亲缘性(云南省地质矿产局, 1990), 但类似于泰国西部 Kanchanaburi 地区、掸帮和缅甸的志留系(Zhang 等, 2001), 表明保山地块在志留纪是滇缅泰地块(Sibumasu) 的一部分。

(4) 华南地块上的区域不整合。早志留世末, 华南地块大部分上升成陆(陈孝红等, 1999; 梅冥相, 1994; 李志明等, 1997), 震旦纪—早志留世地层被强烈褶皱(Wu, 2000)。当陆地被准平原化后, 新的、向北的海侵出现在早泥盆世初(吴浩若, 2000), 广西、云南东部和四川的泥盆系地层直接盖在寒武系和奥陶系岩石之上。

(5) 华南地块加里东期大规模的褶皱作用和"S"型花岗岩的侵入。自从西北向东南, 华南地块由扬子地台、华南褶皱带和海岸火成岩省组成(Roge 等, 2000)。华南褶皱带的特点在 420~ 450 Ma 的褶皱作用和 400~ 440 Ma"S"型花岗岩的侵入, 再加上早泥盆世沉积以前的剥露(Roger 等, 2000)。越南北部 Song Chay 花岗岩, 作为华南褶皱带的一部分, 具有 428 ±5 Ma 的 U-Pb 锆石年龄, 这一年龄被解释为花岗岩的结晶时代(Roger 等, 2000)。这个志留纪年龄和加里东期华南褶皱带中的许多花岗岩推知的年龄是相符的。例如, 珠光山岩基的汤湖花岗岩的 U-Pb 锆石年龄为 434 ±1. 6 Ma(Li 等, 1989)。贵东花岗岩的 U-Pb 锆石年龄为 427 ±3 Ma, Sm-Nd 全岩等时年龄为 428 ±12 Ma, Rb-Sr 等时年龄为 422 ±14 Ma(Li , 1994)。底砾岩含有花岗岩砾石的越南河江东部未变质的早泥盆世沉积被发现直接覆盖在前泥盆纪低级变质沉积岩之上(Roger 等, 2000)。

古特提斯洋在奥陶纪后与泥盆纪以前张开, 即保山地块的分离作用发生在志留纪。从古地磁角度看, 华南和保山地块的纬度跨度在晚奥陶世为 3°, 晚志留世为 24. 6°, 而且保山地块和澳大利亚地块的向南漂移, 以及华南地块向北漂移均发生在晚奥陶世至早志留世(图 4)。将来自古生物地理、区域不整合、构造事件和沉积序列的信息与古地磁结果进行综合, 古特提斯洋的最初裂陷作用被推断发生在早志留世, 尽管在保山地块上缺少与裂陷作用有关的岩浆作用和沉积序列方面的证据。

2. 2 快速的向北纬度运移

思茅地块和保山地块间的昌宁-孟连缝合带中有 4 个火山岩带(李兴振等, 1999): 晚泥盆统—早石炭统洋脊玄武岩(MORB)、早石炭统洋岛火山岩、早石炭统裂谷型基性火山岩和晚二叠统与洋壳岩石圈俯冲或消减有关的碱性玄武岩。这些火山岩记录了早石炭世至晚二叠世由于保山地块快速运移而造成的构造环境的变化。

二叠纪期间, 缅泰、腾冲和保山地块从萨克马尔期早期冈瓦纳亲缘到 Sibumasu 期晚期过渡省, 再到华夏省的、明显的海相生物分区的变化已被资料所证实(杨嘉文等, 1990; Shi 等, 1995, 1998; Shen 等, 2002)。关于这种明显变化的两个模型已被提出, 分别是构造更替(裂陷-漂移) 模型(Shi 等, 1990) 和气候带的侧向位移和全球变暖模型(Shi 等, 1995)。Shi 等(1998) 又提出了第 3 个综合模型, 构造更替(裂陷-漂移) 模型与缅泰、腾冲和保山地块的古纬度漂移有关, 气候模型不注重缅泰、腾冲和保山地块的纬度漂移而是假定气候分带和南迁起主要作用。综合模型不仅仅考虑古纬度漂移又考虑气候分带及其南迁。构造更替(裂陷-漂移) 模型能被古地磁数据检验, 能被构造环境的快速变化和古生物地理检验, 因此构造更替(裂陷-漂移) 模型应是更合理的。

2. 3 古特提斯的闭合

金沙江-哀牢山缝合带由思茅地块和华南地块碰撞而成, 二叠纪末-中三叠世同造山花岗岩以及上覆晚三叠统磨拉石序列表明蛇绿岩就位年龄为中三叠世(Wang 等, 2000b; 孙晓猛等, 1994, 1997)。

标志三叠纪挤压造山作用和地块快速运移结束的昌宁-孟连缝合带内的蛇绿混杂岩和晚三叠统砾岩的不整合限定古特提斯的闭合时代是在晚三叠统砾岩沉积以前。古地磁分析表明, 古特提斯的闭合时代是在晚二叠纪(约 267 Ma)。根据动物群数据(Shi 等, 1995; Shi 等, 1998; Shen 等, 2000), Shen 等(2002) 认为在阿塞尔期/早萨克马期缅泰、保山和腾冲地块均是冈瓦纳域内印支生物省的一部分, 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。最终于晚二叠世并入华夏生物省。在思茅地区的云县, 强烈变形的石炭纪到早二叠世的深海盆地沉积, 与上覆中二叠世晚期和晚二叠世浅海相沉积角度不整合接触(Feng 等, 2001), 可能代表了与碰撞有关的晚二叠世变形事件。来自

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

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 Ma 到 243 ±5 Ma 间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)地块与华南—印支拼合作用所引起(Carter 等, 2000)。保山地块、缅泰地块、华南、印支和思茅地块晚二叠世早期至晚三叠世同时期的同步向北纬度运移表明了古特提斯洋的闭合, 并指示保山(或 Sibumasu)地块和思茅地块的碰撞时代。

2.4　新特提斯的张开

保山、缅泰和华南地块快速运移停止的同时, 拉萨地块开始向北快速运移(图 3), 标志新特提斯(Neo-Tethys)张开作用的开始。拉萨地块晚三叠统地层主要分布在拉萨地块的东南部, 由含丰富玄武岩的火山碎屑沉积组成, 这一火山序列被解释成裂谷作用的结果(Pierce 等, 1988), 可能与拉萨地块从印度板块的最初分离或者新特提斯张开有关(Gaetani 等, 1991, Yin 等, 2000)。西藏喜马拉雅特提斯沉积盆地的沉积历史也证明了拉萨地块于晚三叠世与喜马拉雅地块分离, 表明了新特提斯张开的最初时代(Liu 等, 1994)。

新特提斯洋盆在白垩纪中期达到其最大纬度宽度(Li 等, 2002)。喜马拉雅地块在早白垩世(约 120 Ma)开始快速向北运移标志洋盆进入了闭合阶段。洋壳岩石圈在中白垩世期间的俯冲, 导致日喀则弧前盆地 (Durr, 1996) 和冈底斯岩基 (All gre 等, 1984; Harrison 等, 1992; Yin 等, 2000) 的形成。冈底斯岩基就位年龄在约 120~ 30 Ma 之间变化(Xu 等, 1985; Harrison 等, 2000; Yin 等, 2000; 尹安等, 2002), 表明冈底斯岩基的就位与洋壳岩石圈的俯冲有关。班公-怒江缝合带的缝合年龄是晚侏罗—早白垩世(Dewey 等, 1988; Metcalfe, 1998)。班公-怒江缝合带内的一个中、酸性火山序列已从蛇绿岩套中被识别出来, 命名为去申拉组, Rb-Sr 年龄为 126 Ma (穆元皋等, 2001)。去申拉组不整合在晚侏罗—早白垩世沙木罗组陆内浅海相碎屑岩之上, 又被造山期后中-晚白垩世竟柱山组的陆相磨拉石建造覆盖。地球化学分析表明, 去申拉组属于同造山钙碱性火山岩系(穆元皋等, 2001)。该组火山岩系代表了陆内造山事件(穆元皋等, 2001), 可能与班公-怒江缝合带缝合之后新特提斯洋壳岩石圈的俯冲有关。拉萨地块的北移伴随有新特提斯洋的张开, 喜马拉雅地块的北移伴随有新特提斯洋的闭合作用。早白垩世(约 120 Ma)开始的喜马拉雅地块的北移恰好伴随有早白垩世印度和澳大利亚地块间最初洋盆扩张 (Metcalfe, 1998, Van der Voo, 1993)。

Garzanti 等(1999) 报道了藏南有早二叠世与裂谷作用有关的玄武岩分布。他们认为这些玄武岩与大陆裂解和新特提斯洋的最初张开有关。事实上, 喜马拉雅的这些早二叠世(Sakmarian 期之后, Roadian 期之前) 玄武岩, 包括赞斯卡(Zanskar) 的潘加(Panjal) 暗色岩, 藏南的(Bhote Kosi) 玄武岩等, 形成于裂陷盆地, 表明强烈的地壳减薄作用和陆内引张环境的裂谷作用(尹集祥, 1997)。这一裂陷盆地形成于石炭纪初, 被尹集祥(1997) 称做喜马拉雅裂谷。然而, 导致新特提斯洋张开的洋盆化阶段和这些玄武岩的侵入并不是同时的。标志裂谷盆地的加深、加宽作用的、沉积在盆地中央的砂泥质深水复理石夹硅质岩出现在三叠纪(西藏自治区地质矿产局, 1993, 尹集祥, 1997)。洋壳的发展和微陆块的快速分离发生在三叠纪末期或侏罗纪初期(尹集祥, 1997)。新特提斯洋最初的张开应和裂谷盆地的加深、加宽作用相伴随。一些作者(Yin 等, 2000; 尹安等, 2002; Gaetani 等, 1991) 已经建议和玄武岩(Panjal 暗色岩) 侵入相伴随的二叠纪裂谷作用开始在北喜马拉雅发育, 这一阶段一直持续到侏罗纪末, 并认为与微大陆从印度北缘的裂解有关。尽管新特提斯洋是裂谷盆地形成演化的产物, 但新特提斯洋的张开并不和裂谷作用有关的玄武岩的侵入同时, 至少延迟了 30 Ma。

2.5　中特提斯洋的年龄

在讨论了古特提斯洋和新特提斯洋的演化之后, 中特提斯洋的演化将会被很好限定, 所以中特提斯洋的演化放在了新特提斯洋演化的讨论之后来进行。中特提斯洋是基默里大陆(包括滇缅泰和羌塘地块) 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) 建议滇缅泰地块、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, 而滇缅泰地块和羌塘地块的分离是在早二叠世, 在该地块和西缅甸地块之间的缝合带处, 中特提斯洋的闭合年龄是早白垩世, 而在班公-怒江缝合带是晚侏罗世—早白垩世(Metcalfe, 1999)。因此中特提斯洋的年龄在早二叠世和早白垩世之间。

为了限定中特提斯洋的年龄, 笔者选取羌塘地块的古地磁数据。西缅甸地块是滇缅泰地块和印度地块之间的地块(Metcalfe, 1998), 没有古地磁数据。

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

保山地块、拉萨地块、缅泰地块和羌塘地块的古纬度随时代演化曲线被绘制在图 4 中。从早二叠世至晚三叠世, 羌塘地块和滇缅泰地块(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(图 4)。从晚三叠世至早白垩世, 拉萨地块快速向北漂移, 中特提斯洋进入闭合阶段(图 5)。因此, 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, 闭合时代是在早白垩世; 中特提斯洋年龄和地质数据所建议的相一致(如: Metcalfe, 1998, 1999)。按照古地磁数据(表 2 和表 6, 图 4), 中特提斯洋在晚三叠世达到其最大约 42°(纬度宽度)。

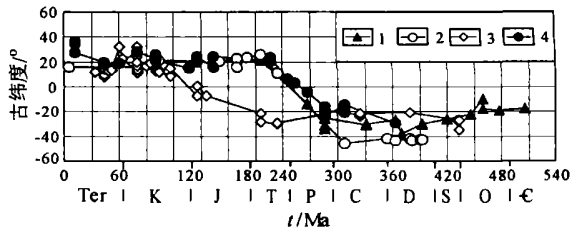

图 4 羌塘、保山、拉萨和缅泰地块古纬度演化曲线

Fig. 4 Curves for the evolution of paleolatitudes of the Qiangtang, Baoshan, Lhasa and Shan-Thai blocks

符号同图 3; 1-保山; 2-缅泰; 3-拉萨; 4-羌塘

Symbols as in Fig. 3; 1-Baoshan; 2-Shan-Thai; 3-Lhasa; 4-Qiangtang

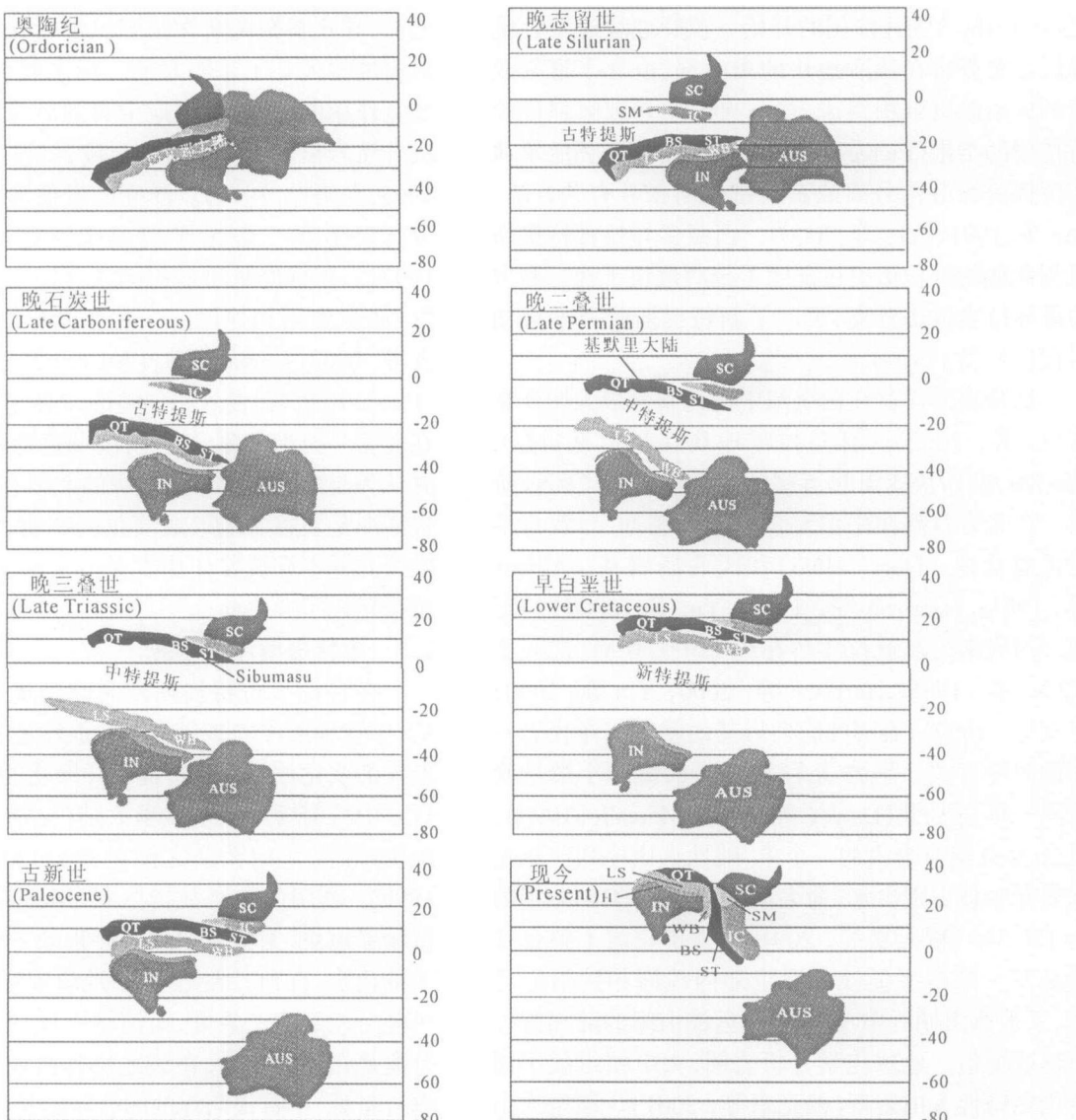

图 5 地块主要时代古纬度位置及洋盆发育示意图

Fig. 5 Maps coving key times in the paleolatitude positions of the blocks and the development of the ocean basins

SG-华南地块; SM-思茅地块; IG-印支地块; QT-羌塘地块; ST-缅泰地块; LS-拉萨地块; WB-西缅甸地块; IN-印度地块; AUS-澳大利亚地块; Sibumasu 地块包括保山地块和缅泰地块; Cimmerian Continent 包括羌塘地块和 Sibumasu 地块

SG-South China; SM-Simao block; IG-Indochina block; QT-Qiangtang block; ST-Shan Thai block; LS-Lhasa block; WB-West Burma block; IN-Indian block; AUS-Australia block; Sibumasu block includes Baoshan block and Shan Thai block; Cimmerian Continent includes Qiangtang block and Sibumasu block

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

2.6 结论

通过纬度运移量的对比分析, 结合与构造活动有关的沉积记录以及古生物地理信息, 初步得出一些结论: ①分隔保山和思茅地块的古特提斯洋可能于早志留世张开; ②保山与思茅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; ③古特提斯洋年龄范围在早志留世至晚二叠世之间; ④中特提斯洋年龄范围在早二叠世至早白垩世之间, 在晚三叠世达到其最大纬度宽度, 约 42°; ⑤雅鲁藏布江缝合带所代表的新特提斯洋于晚三叠世张开。

虽然从现有的古地磁数据和其他信息得到了一些初步结果, 但很明显, 进一步的、具有足够样品数和统计精度以及正的野外检验(如倒转、褶皱检验) 的古地磁工作需要去做, 尤其是保山、腾冲和思茅地块古生代岩石的古地磁研究。

致谢　在古地磁数据库建设期间, 马醒华研究员、董学斌教授、杨振宇研究员、朱日祥研究员、周秀研究员、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

白立新, 吴汉宁, 朱日祥. 1997. 四川旺苍三叠世古地磁学结果及其大地构造学意义. 中国科学(D 辑) , 27(6) : 514~ 518.

白立新, 吴汉宁, 朱日祥. 1998. 扬子地块中寒武世古地磁新结果. 中国科学(D 辑) , 28(增刊) : 57 ~ 62.

程国良, 白云虹, 李素玲等. 1988. 红河断裂带白垩纪古地磁及青藏高原地质构造演化. 地震地质, 10(4) : 184~ 190.

曹仁关. 1994. 云南省板块构造与古生物地理区的划分. 中国区域地质, (1) : 52~ 64.

陈旭, 阮亦萍, Boucot A J. 2001. 中国古生代气候演变. 北京: 科学出版社, 1~ 325.

陈显尧, 鲁连仲. 1985. 西藏聂拉木和申扎地区古生代地层的古地磁研究初步结果. 地球物理学报, 28(增刊 1) : 211~ 218.

陈沪生, 张永鸿, 徐师文等. 1999. 下扬子及邻区岩石圈结构构造特征与油气资源评价. 北京: 地质出版社, 89~ 100.

陈海泓, 郝杰, Dobson Jon 等. 1993. 云南思茅地区新生代的持续旋转. 科学通报, 38(24) : 2269~ 2272.

陈孝红, 汪啸风. 1999. 中国志留纪古地理与古生物地理. 中国地质科学院地层古生物论文集编委会. 地层古生物论文集 第二十七集. 北京: 地质出版社, 56~ 73.

董学斌, 杨惠心, 程立人等. 1998. 亚东- 格尔木岩石圈地学断面综合研究: 青藏高原地体构造的古地磁研究. 中华人民共和国地质矿产部地质专报, 第 22 号, 五 构造地质 地质力学. 北京: 地质出版社, 1~ 87.

董学斌, 王忠民, 谭承泽等. 1991. 青藏高原古地磁研究新结果. 地质论评, 37(2) : 160~ 164.

董学斌, 杨惠心, 程立人等. 1992. 青藏高原风火山砂岩的磁性特征及其意义. 长春地质学院学报, 22(3) : 330~ 335.

冯庆来, 刘本培. 1992. 云南西部早泥盆世放射虫的发现. 中国科学(B 辑) , 22(5) : 549~ 553.

黄开年, Opdyke N D, Kent D V 等. 1986. 二叠纪峨眉山玄武岩的一些古地磁新结果. 科学通报, (2) : 133~ 137.

江茂生, 何心一. 1994. 中国早石炭世四射珊瑚动物地理分区. 地质科学, 29(3) : 228~ 235.

简平, 汪啸风, 何龙清等. 1998. 中国西南哀牢山蛇绿岩同位素地质年代学及大地构造意义. 华南地质与矿产, (1) : 1~ 11.

姜建军. 1996. 滇西施甸中泥盆世地层及腕足动物群. 古生物学报, 35(3) : 366~ 377

金文山, 赵风清, 张惠民等. 1997. 华南大陆深部地壳结构及其演化. 北京: 地质出版社, 111~ 136.

李永安, 李向东, 孙东江等. 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. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 71~ 103.

李志明, 龚淑云, 陈建强等. 1997. 中国南方奥陶—志留纪沉积层序与构造运动的关系. 地球科学, 22(5) : 526~ 530.

李兴振, 刘文均, 王义昭等. 1999. 西南三江地区特提斯构造演化与成矿(总论) . 地质矿产部"八五"科技攻关"三江"项目丛书. 北京: 地质出版社, 96~ 102.

李华梅, 王俊达. 1989. 浙江长兴煤山二叠-三叠系界线剖面磁性地层特征. 中国科学(B 辑) , (6) : 652~ 658.

李华梅, 王俊达, Heller F. 1988. 四川广元上寺二叠-三叠系界限剖面的古地磁研究. 科学通报, (8) : 612~ 615.

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.

李素玲, 程国良. 1980. 西藏康马县嘎拉湖泥岩古地磁测量简报. 地震地质, 2(1) : 79~ 80.

梁其中, 方武, Rob Van der Voo. 1990. 云南梅树村前寒武系-寒武系界线层型候选剖面的古地磁研究. 地质学报, (3) : 264~ 273.

林金录. 1987. 中国古地磁数据表(1) . 地质科学, (2) : 183~ 187.

林金录, Watts D R, 中英青藏高原综合地质考察队. 1990. 青藏高原的古地磁研究. 1985 年青藏高原综合地质考察报告. 北京: 科学出版社, 242~ 283.

刘训, 付德荣, 姚培毅等. 1992. 青藏高原不同地体的地层、生物区系及沉积演化史. 中华人民共和国地质矿产部地质专报 二 地层、古生物, 第 15 号. 北京: 地质出版社, 2~ 109.

刘宝　, 许效松, 潘杏南等. 1993. 中国南方古大陆沉积地壳演化与成矿. 中国南方岩相古地理系列丛书. 北京: 科学出版社, 120~ 126.

刘本培, 冯庆来, 方念乔. 1991. 中国西部昌宁-孟连带古特提斯构造演化. 中国地质大学学报, (2) : 18~ 28.

刘椿, 赵西西, Coe R S. 1986. 云南曲靖地区古生代可能经历过反时针旋转. 地质科学, (3) : 232~ 235.

刘育燕, 杨巍然, 森永速男等. 1993. 华北、秦岭及扬子陆块的若干古地磁研究结果. 地球科学, 18(5) : 635~ 641.

穆元皋, 陈玉禄. 2001. 班公错-怒江结合带中段早白垩世火山岩的时代确定及意义. 西藏地质, (1) : 1~ 7.

梅冥相. 1994. 论"黔中古陆". 贵州地质, 11(3) : 199~ 206.

聂泽同, 宋志敏, 姜建军等. 1993. 滇西亲冈瓦纳相生物群特征及地层时代的重新厘定. 现代地质, 7(4) : 384~ 393.

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

孙晓猛, 张保民, 聂泽同等. 1997. 滇西北金沙江带蛇绿岩、蛇绿混杂岩形成环境及时代. 地质论评, 43(2): 113~ 120.

孙晓猛, 聂泽同, 梁定益. 1994. 滇西北金沙江带蛇绿混杂岩的形成时代及大地构造意义. 现代地质, 8(3): 241~ 245.

束沛镒, 李幼铭, 李立敏等. 2000. 喀喇昆仑山-昆仑山地区地质演化. 北京: 科学出版社, 502~ 508.

吴浩若. 2000. 重新解释广西运动. 科学通报, 45(5): 555~ 558.

王训练, 徐力. 1997. 滇西保山地区何元寨组上部四射珊瑚动物群的古生态和古地理意义. 现代地质, 11(2): 137~ 144.

王义昭. 1983. 滇西腾冲、保山地区石炭系含砾地层特征及其意义. 青藏高原地质文集, (11): 71~ 78.

王小凤, 李中坚, 陈柏林等. 2000. 郯庐断裂带. 北京: 地质出版社, 108~ 119.

韦斯特法尔 M, 包济待 J, 周 秀等. 1984. 西藏古磁的新证据及对印度与亚洲碰撞的推论. 李光岑, J. L. 麦尔西叶 编. 中法喜马拉雅考察成果 1980. 北京: 地质出版社, 25~ 37.

吴汉宁, 朱日祥, 白立新. 1999. 扬子地块湖北兴山-秭归剖面古生界至中生界构造古地磁研究. 中国科学(D 辑), 29(2): 144~ 154.

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

云南省地质矿产局. 1990. 云南省区域地质志. 北京: 地质出版社.

袁学诚, 周 秀, 李立. 1990. 喜马拉雅岩石圈构造演化: 西藏古地磁与大地电磁研究. 中国地质科学院. 中华人民共和国地质矿产部地质专报, 第 6 号. 七 普查勘探技术与方法. 北京: 地质出版社, 1~ 119.

杨嘉文, 严平兴. 1990. 南特提斯滇西带石炭—二叠纪构造、古地理格局. 地球科学——中国地质大学学报, 15(4): 397~ 406.

杨嘉文. 1982. 对云县铜厂街蛇绿岩的探讨. 云南地质, 1(1): 59~ 71.

叶祥华, 李家福. 1987. 古地磁与西藏板块及特提斯的演化. 成都地质学院学报, 14(1): 65~ 79.

尹安, 彭冲, 高锐等. 2002. 喜马拉雅-青藏高原造山带地质演化——显生宙亚洲大陆生长. 张友学, 尹安 主编. 地球的结构、演化和动力学. 北京: 高教出版社, 208~ 282.

尹济云, 孙知明, 杨振宇等. 1999. 滇西兰坪盆地白垩纪-早第三纪古地磁结果及其地质意义. 地球物理学报, 42(5): 648~ 659.

尹集祥. 1997. 青藏高原及邻区冈瓦纳相地层地质学. 北京: 地质出版社, 162~ 167.

周 秀, 鲁连仲, 张秉铭. 1988. 攀枝花-西昌地区古地磁的初步研究. 中国攀西裂谷文集(3). 北京: 地质出版社, 212~ 230.

庄忠海, 田端孝, 马醒华等. 1988. 四川盆地雅安至天全白垩系-下第三系古地磁研究. 物探与化探, 12(3): 224~ 228.

庄忠海, 蒋兴治, 潘忠习. 1989. 川中古隆起的形成、发展的古地磁研究. 1~ 87(科研报告).

张世红, 朱鸿, 孟小红. 2001. 扬子地块泥盆纪-石炭纪古地磁新结果及其古地理意义. 地质学报, 75(3): 303~ 313.

张正坤. 1984. 中朝地块与扬子地块在古生代晚期是太平洋古陆的一部分. 中国地质科学院院报, 9: 45~ 54.

张正坤, 张景鑫. 1986. 云南保山地块晚石炭世玄武岩的古地磁研究及其构造归属的讨论. 中国地质科学院地质研究所所刊, 15: 183~ 189.

张翼飞, 段锦荪, 张罡等. 1996. 滇西澜沧江缝合线研究. 地矿部科技司编. 地质科学研究论文集, 北京: 中国经济出版社, 150~ 157.

朱志文. 1985. 西藏高原及其邻区显生宙以来的古地磁极移曲线的对比意义. 地球物理学报, 28(增刊 1): 219~ 226.

朱志文, 滕吉文, 李光芩等. 1984. 冈瓦纳大陆解体后印度板块分块北移并与欧亚板块碰撞的古地磁证据. 中法喜马拉雅考察成果. 北京: 地质出版社, 17~ 23.

朱日祥, 杨振宇, 吴汉宁等. 1998. 中国主要地块显生宙古地磁视极移曲线与地块运动. 中国科学(D 辑), 28(增刊): 1~ 16.

钟大赉. 1998. 滇川西部古特提斯造山带. 北京: 科学出版社, 1~ 231.

Achache J, Courtillot V. 1985. A preliminary Upper Triassic paleomagnetic pole for the Khorat plateau (Thailand): Consequences for the accretion of Indochina against Eurasia. Earth and Planetary Science Letters, 73: 147~ 157.

Achache J, Courtillot V, Zhou Yaoxiu. 1984. Paleogeograpuic and tectonic evolution of southern Tibet since middle Cretaceous time: new paleomagnetic data and synthesis. Journal of Geophysical Research, 89(B12): 10311~ 10339.

Allgre C J et al. 1984. Structure and evolution of the Himalayan-Tibet Orogenic belt. Nature, 307: 17~ 22.

Besse J, Courtillot V, Pozzi J et al. 1984. Palaeomagnetic estimates of crustal shortening in the Himalayan thrusts and Zangbo suture. Nature, 311: 621~ 626.

Durr S B. 1996. Provenance of Xigaze fore-arc basin clastic rocks (Cretaceous, south Tibet). Geological Society of American Bulletin, 108: 669~ 684.

Fortey R A, Cocks L R M. 1998. Biogeography and palaeogeography of the Sibumasu terrane in the Ordovician: a review. In: Hall, R. and Holloway J. D. (Eds). Biogeography and Geological Evolution of SE Asia, 43~ 56.

Funahara Shoubu, Nobukazu Nishiwaki, Masako Miki et al. 1992. Paleomanetic study of Cretaceous rocks from the Yangze block, central Yunnan, China: implications for the India-Asia collision. Earth and Planetary Science Letters, 113: 77~ 91.

Gaetani M, Garzanti E. 1991. Multicyclic history of the northern India continental margin (northwestern Himalaya). American Association of Petroleum Geology Bulletin, 75: 1427~ 1446.

Gilder Stuart A, Coe R S, Haoruo Wu et al. 1993a. Cretaceous and Tertiary paleomagnetic results from Southeast China and their tectonic implications. Earth and Planetary Science Letters, 117: 637~ 652.

Gilder Stuart A, Xixi Zhao et al. 1993b. Discordance of Jurassic paleomagnetic data from south China and their tectonic implications. Earth and Planetary Science Letters, 119: 259~ 269.

Haile N S, Tarling D H. 1975. Note on reconnaissance palaeomagnetic measurements on Jurassic redbeds from Thailand. Pacific Geology, 10: 101~ 103.

Halim N, Cogne J P, Chen Y et al. 1998. New Cretaceous and Early Tertiary paleomagnetic results from Xining-Lanzhou basin, Kunlun and Qiangtang blocks, China: Implications on the geodynamic evolution of Asia. Journal of Geophysical Research, 103(B9): 21025~

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

21045.

Harrison T M, Copel Kidd W S F, Yin A. 1992. Raising Tibet. Science, 255: 1663~ 1670.

Harrison T M, Yin A, Grove M et al. 2000. Displacement history of the Gangdese thrust, southeastern Tibet. Journal of Geophysical Research, 105: 19211~ 19230.

Huang Kainian, Opdyke N D. 1991. Paleomagnetic results from the Upper Carboniferous of the Shan-Thai-Malay block of western Yunnan, China. Tectonophysics, 192: 333~ 344.

Huang Kainian, Opdyke Neil D, Peng Xingjie et al. 1992b. Paleomagnetic results from the Upper Permian of the eastern Qiangtang terrane of Tibet and their tectonic implications. Earth and Planetary Science Letters, 111: 1~ 10.

Huang Kainian, Opdyke N D. 1998. Magnetostratigraphic investigations on aan Emeishan basalt section in western Guizhou province, China. Earth and Planetary Science Letters, 163: 1~ 14.

Huang Kainian, Opdyke N D. 1992a. Paleomagnetism of Cretaceous to lower Tertiary rocks from Southwestern Sichuan: a revisit. Earth and Planetary Science Letters, 112: 29~ 40.

Huang Kainian, Opdyke N D. 1993. Paleomagnetic results from Cretaceous and Jurassic rocks of South and Southwest Yunnan: evidence for large clockwise rotations in the Indochina and Shan-Thai-Malay terranes. Earth and Planetary Science Letters, 117: 507~ 524.

Jin X. 1994. Sedimentary and paleogeographic significance of Permo-Carboniferous sequences in western Yunnan, China. Geologisches Institut der Universit t zu K ln Sonderver Ffentlichungen, 99: 136.

Jin Xiaochi. 2002. Permo-Carboniferous sequences of Gondwana affinity in southwest China and their paleogeographic implications. Journal of Asian Earth Sciences, 20: 633~ 646.

Kent D V, Xu G, Huang K et al. 1986. Paleomagnetism of Upper Cretaceous rocks from South China. Earth and Planetary Science Letters, 79: 179~ 184.

Klootwijk C, Madan Lal Sharma, Jozef Gergan et al. 1979. The extent of Greater India II. Paleomagnetic data from the Ladakh intrusives at Kargil, northwestern Himalayas. Earth and Planetary Science Letters, 44: 47~ 64.

Klootwijk C, Madan Lal Sharma, Jozef Gergan et al. 1984. The Indus-Tsangpo suture zone in Ladakh, northwest Himalaya: Further paleomagnetic data and implications. Tectonophysics, 106: 215~ 238.

Li Pengwu, Cui Junwen, Li Li et al. 2002. Estimation of shortening between the Siberian and Indian plates since the Early Cretaceous. Journal of Asian Earth Sciences, 20: 241~ 245.

Li Zhengxiang, Ian Metcalfe, Xiaofeng Wang. 1995. Vertical-axis block rotations in southwestern China since the Cretaceous: new paleomagnetic results from Haiman Island. Geophysical Research Letters, 22(22): 3071~ 3074.

Liang D, Nie Z, Guo T et al. 1983. Permo-Carboniferous Gondwana-Tethys facies in southern Karakorum, Ngari, Tibet. Earth Sciences——Journal of Wuhan College of Geology, 8(1): 1~ 14.

Lin B. 1983. Palaeozoic stratigraphy of Xainza county, Xizang(Tibet). Contributions to the Geology of the Qinghai-Tibet Plateau, 8: 1~ 14.

Liu Guanghua, Einsele G. 1994. Sedimentary history of the Tethyan basin in the Tibetan Himalayas. Geologische Rundschau, 83: 32~ 61.

Liu Yuyan, Hayao Morinaga. 1999. Cretaceous paleomagnetic results from Hainan Island in south China supporting the extrusion model of Southeast Asia. Tectonophysics, 301: 133~ 144.

Lo Chinghua, Chung Sunlin, Lee Tungyi et al. 2002. Age of the Emeishan flood magmatism and relations to Permian-Triassic boundary events. Earth and Planetary Science Letters, 198(3~ 4): 449~ 458.

Lung S Chan, Wang Chi Y, Xue Yi Wu. 1984. Paleomagnetic results from some Permian-Triassis rocks from southwestern China. Geophysical Research Letters, 11(11): 1157~ 1160.

Maranate S, Paul Vella. 1986. Paleomagnetism of the Khorat group, Mesozoic, Northeast Thailand. Journal of Southeast Asian Earth Sciences, 1(1): 23~ 31.

McElhinny M W. 1981. Fragmentation of Asia in the Permian. Nature, 293: 212~ 216.

McElhinny M W, Lock J. 1996. IAGA paleomagnetic databases with Access. Surv. Geophys., 17: 575~ 591.

Metcalfe I. 1996. Gondwanaland dispersion, Asian accretion and evolution of eastern Tethys. Australian Journal of Earth Science, 43: 101~ 118.

Metcalfe I. 1998. Palaeozoic and Mesozoic geological evolution of the SE Asian region multidisciplinary constraints and implications for biogeography. In: Robert Hall and Jeremy D. Holloway (Eds.), Biogeography and Geological Evolution of SE Asia: 25~ 41.

Metcalfe I. 1999. The ancient Tethys oceans of Asia: How many? How old? How deep? How wide? UNEAC Asia Papers, (1): 1~ 9.

Metcalfe I. 2002. Permian tectonic framework and palaeogeography of SE Asia. Journal of Asian Earth Sciences, 20(6): 551~ 566.

Opdyke N D, Huang K, Xu G et al. 1987. Paleomagnetic results from the Silurian of the Yangtze paraplatform. Tectonophysics, 139: 123~ 132.

Opdyke N D, Huang K, Xu G et al. 1986. Paleomagnetic results from the Triassic of the Yangtze Platform. Journal of Geophysical Research, 91(B9): 9533~ 9568.

Otofuji Y, Jun Kadoi, Shoubu Funahara et al. 1991. Paleomagnetic study of the Eocene Quxu pluton of the Gangdese belt: Crustal deformation along the Indus-Zangbo suture zone in southern Tibet. Earth and Planetary Science Letters, 107: 369~ 379.

Otofuji Y, Liu Y, Masahiko Yokoyama et al. 1998. Tectonic deformation of the southwestern part of the Yangtze craton inferred from paleomagnetism. Earth and Planetary Science Letters, 156: 47~ 60.

Otofuji Y, Masahiko Yokoyama, Masato Tamai et al. 1996. Paleomagnetic study for tectonic deformation of southern part of the Yangtze block. 30th International Geological Congress, Abstract, (1): 236~ 236.

Otofuji Y, Shoubu Funahara, Jun Matsuo et al. 1989. Paleomagnetic study of western Tibet: deformation of a narrow zone along the In-

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

dus Zangbo suture between India and Asia. Earth and Planetary Science Letters, 92: 307~ 316.

Otofuji Y, Inoue Y, Funahara S et al. 1990. Paleomagnetic study of eastern Tibet– deformation of the Three Rivers region. Geophysics Journal International, 103: 85~ 94.

Patzelt A, Li H, Wang J et al. 1996. Palaeomagnetism of Cretaceous to Tertiary sediments from southern Tibet: evidence for the extent of the northern margin of India prior to the collision with Eurasia. Tectonophysics, 259: 259~ 284.

Pierce J A, Mei H. 1988. Volcanic rocks of the 1985 Tibetan geotraverce Lhasa-Golmud. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, A327: 203~ 213.

Pozzi J, Michel Westphal, Zhou Yaoxiu et al. 1982. Position of the Lhasa block, South Tibet, during the late Cretaceous. Nature, 297: 319~ 312.

Sashida K, Salyapongse S. 2002. Permian radiolarian faunas from Thailand and their paleogeographic significance. Journal of Asian Earth Sciences, 20(6): 691~ 701.

Schmidt W, Powell C McA, Li Z X et al. 1990. Reliability of palaeozoic palaeomagnetic poles and APWP of Gondwanaland. Tectonophysics, 184: 87~ 100.

Shen S, Shi G R, Fang Z. 2002. Permian brachiopods from the Baoshan and Simao blocks in western Yunnan, China. Journal of Asian Earth Sciences, 20(6): 665~ 682.

Shi G R, Archbold N W. 1998. ' Permian marine biogeography of SE Asia', in Hall, R. and Holloway, J. D. (eds.), Biogeography and Geological Evolution of SE Asia, Backhuys Publishers, Amsterdam: 57~ 72.

Shi G R, Waterhouse J B. 1990. Sakmarian(Early Permian) brachiopod biogeography and constraints on the timing of terrane rifting, drift, and amalgamation in SE Asia, with reference to the nature of the Permian ' Tethys'. In the Australasian Institute of Mining and Metallurgy Pacific Rim 90 Congress (Brisbane, Australia) 2: 271~ 276.

Shi G R, Archbold N W, Zhan L. 1995. Distribution of and characteristics of mixed (transitional) mid-Permian (Artinskian-Ufimian) marine faunas in Asia and their palaeo-ecological implications. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 114: 241~ 271.

Song Xieyan, Hou Zengqian et al. 2001. Geochemical characteristics and period of the Emei igneous province. Acta Geologica Sinica, 75 (4): 498~ 506.

Tamai Masato, Otofuji Y, Lian Zhong Lu et al. 1996. Paleomagnetic study of Cretaceous rocks from Xichang, southwestern Sichuan, China: Areal extent of tectonic stiffness for Yangtze block. 30th International Geological Congress, Abstract, (1): 236.

Ueno K, Hisada K. 1999. Closure of the Paleo-Tethys caused by the collision of Indochina and Sibumasu. Chikyu Monthly, 21: 832~ 839 (in Japanese).

Van der Voo R. 1990. The reliability of paleomagnetic data. Tectonophysics, 184: 1~ 9.

Van der Voo R. 1993. Paleomagnetism of the Atlantic. Tethys and Iapetus Oceans, 195~ 215.

Wang X D, Shi G R, Sugiyama T. 2002. Permian of west Yunnan, Southwest China: a biostratigraphic synthesis. Journal of Asian Earth Sciences, 20(6): 647~ 656.

Wang X, Sugiyama T, Ueno K. 1998. Carboniferous and Permian stratigraphy of the Baoshan block, west Yunnan, southwest China. Permophiles, 32: 38~ 40.

Wang X, Sugiyama T, Ueno K et al. 1999. Peri-Gondwana sequences of Carboniferous and Permian age in the Baoshan block, west Yunnan, southwest China. Proceedings of the International Symposium on Shallow Tethys, 1~ 5 Februray. Chiang Mai, Thailand: 88~ 100.

Wang Xiaofeng, Metcalfe I, Ping Jian et al. 2000. The Jinshajiang-Ailaoshan suture zone: tectonostratigraphy, age and evolution. Journal of Asian Earth Sciences, 18: 675~ 690.

Wang Y. 1983. Characteristics and significance of Carboniferous gravel beds in Tengchong and Baoshan areas, western Yunnan. Contributions to the Geology of the Qinghai-Tibet Plateau, 11: 1~ 14.

Wopfner H. 1996. Gondwana origin of the Baoshan and Tengchong terranes of west Yunnan, In: Hall, R., Blundell, D. (Eds). Tectonic evolution of southeast Asia. Geological Society Special Publication, London, 106: 539~ 547.

Wu Fang, Van der Voo R, Liang Q. 1989. Devonian paleomagnetism of Yunnan province across Shan Thai-South China suture. Tectonics, 8(5): 939~ 952.

Wu H, Boulter C A, Ke B et al. 1995. The Changning-Menglian suture: a segment of the major Cathaysian-Gondwana divide in Southeast Asia. Tectonophysics, 242: 267~ 280.

Xu R H, Cchrer U, Allegre C J. 1985. Magmatism and metamorphism in the Lhasa block (Tibet): a geochronological study. Journal of Geology, 93: 41~ 57.

Yang W, Liu B. 1996. The finding of lower Permian Gondwana-type spores and pollen in western Yunnan, Devonian to Triassic Tethys in western Yunnan. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1~ 135.

Yang Zhenyu, Besse J. 1993. Paleomagnetic study of Permian and Mesozoic sedimentary rocks from Northern Thailand supports the extrusion model for Indochina. Earth and Planetary Science Letters, 117: 525~ 552.

Yang Zhenyu, Besse J. 2001. New Mesozoic apparent polar wander path for south China: Tectonic consequences. Journal of Geophysical Research, 106(B5): 8493~ 8520.

Yin An, Mark H T. 2000. Geologic evolution of the Himalayan-Tibetan orogen. Annual Review Earth Planet Science, 28: 211~ 280.

Zhao Xixi, Coe R S. 1987. Palaeomagnetic constraints on the collision and rotation of North and South China. Nature, 327: 141~ 144.

Zhao Xixi, Coe R S, Yaoxiu Zhou et al. 1994. Tertiary paleomagnetism of North and South China and a reappraisal of late Mesozoic paleomagnetic data from Eurasia: implications for the Cenozoic tectonic history of Asia. Tectonophysics, 235: 181~ 203.

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