科学通报
第41卷 第5期 CHINESE SCIENCE BULLETIN 1996年3月

华南中生代以来弯山构造的发育和地块相对旋转
——地质和古地磁证据*

李正祥[1] 方大钧[2] C. McA. Powell[1] 楼 刚[2]
([1] 西澳大学地质与地球物理系，Nedlands，WA6907；[2] 浙江大学地球科学系，杭州 310027)

关键词 华南地块 中生代古地磁 地块旋转 弯山构造

华南地块晚元古代至中生代沉积盖层显示了复杂构造图案，不同时期不同性质构造作用的交织，限制了对区域构造运动规律的了解和显生宙视极移轨迹(APWP)[1]的建立，也产生了对其区域大地构造性质的不同认识．本文提供了古地磁和构造分析的初步解释：(1)扬子克拉通中部和东部的构造图案可能主要是由于中生代造山运动时期沉积盖层的滑脱造成；(2)第三纪印度大陆与欧亚板块的碰撞导致了华南地块西部和西南部广泛的局部旋转；(3)中国东南部显生宙结构模式是中古生代中期加里东造山运动和中生代中期造山运动的结果．

1 地质发现

华南的扬子克拉通具有晚元古代以前的基底．除克拉通南部边缘出现中古生代(加里东)角度不整合外，克拉通的绝大部分地区为震旦纪至三叠纪的沉积盖层所覆盖，显生宙主要

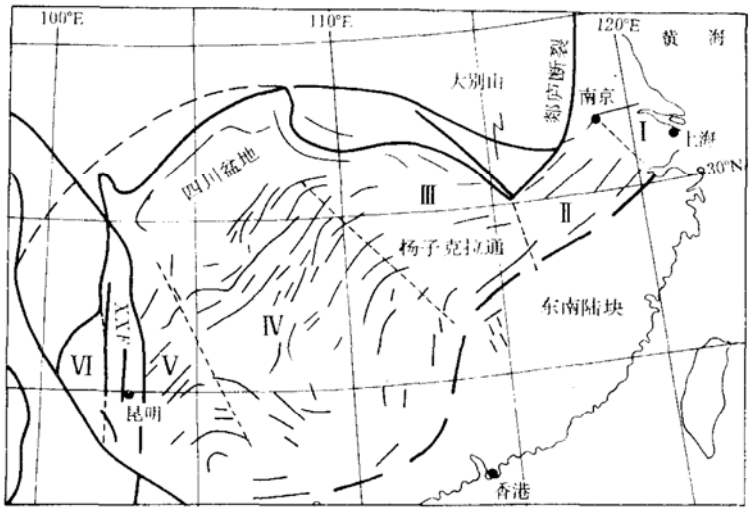

图1 华南地块沉积积盖层褶皱轴走向图
粗墨线为主要断层．*XXF*——鲜水河－小江断裂带，Ⅰ～Ⅵ——构造单元

1995-04-03收稿，1995-10-06收修改稿
*国家自然科学基金及澳大利亚国家研究基金资助项目

的造山运动发生在中生代中期，扬子克拉通可能同其南部的华南地块拼合，并与其北部的华北板块碰撞，而克拉通西部边缘主要受到了新生代印度板块与欧亚板块碰撞引起的喜玛拉雅运动，主要影响到华南地块西部边缘地区．

中国地质图[2]在扬子克拉通内有一有趣的显示(图1)：褶皱轴方向变化很大；从黄海东部到南京的宁镇山脉地区(I)[3]的近乎东～西向到大别山变质杂岩带及其以东地区(II)的南西～北东向，在江南的湖北省(III)又回到东～西向，四川盆地东部及临近地区(IV)又变成南西～北东向．四川南部和云南中部(V)(康滇)的褶皱轴变化模式更为复杂，该区内，南北向断层切断了近北北东至北东向褶皱轴．克拉通的最西角，即南北向断裂带以西(VI)，未显现清楚的构造趋势．中国东南部没有明确的结构模式，但一个显著的异常现象是赣南早古生代地层趋于北西至北北西向，与其北方扬子克拉通的构造走向近于正交．

2　古地磁结果

扬子克拉通内长期以来古地磁结果很不一致，Kent等[4]曾报道长江下游地区(II)中生代不一致的古地磁结果，并将这种不一致解释为沿郯庐断裂一带运动造成的局部旋转．Steiner[5]等在解释四川地区(IV)二叠至三叠纪结果时提出围绕垂直轴有15°的局部相对旋转．Enkin等[6]提出在龙门山叠覆带石炭纪以后发生过15°的反时针旋转．Li等[7]报道在鲜水河－小江褶皱系(V)临近地区二叠纪以后发生过反时针旋转，Li[7]，Funahara等[8]，Yang和Besse[9]以及Li等[10]认为单元VI在新生代印度板块与欧亚板块碰撞期[11]，相对于扬子克拉通东部绕当地垂直轴顺时针旋转30°．

除上述局部旋转外，扬子克拉通还有更大的构造旋转吗？这些旋转能否与图1所示的构造走向图相联系？旋转机制是什么？下面，我们利用已获早白垩世和早三叠世古地磁结果来讨论这些问题．这里需要强调一点，由于克拉通地区所获数据分布的不均，只有当更详细的研究成为可能时，才能进行更严格的检验．本文图2中引用的古地磁数据见参考文献[12～26].

2.1　早白垩世古地磁结果

华南早白垩世古地磁磁偏角结果总结如图2(a)，正如以前的研究者[5,6]所认为的，华南地块(包括扬子克拉通)和华北板块至白垩纪都已成为欧亚板块的一部分．这一点被四川盆地和中

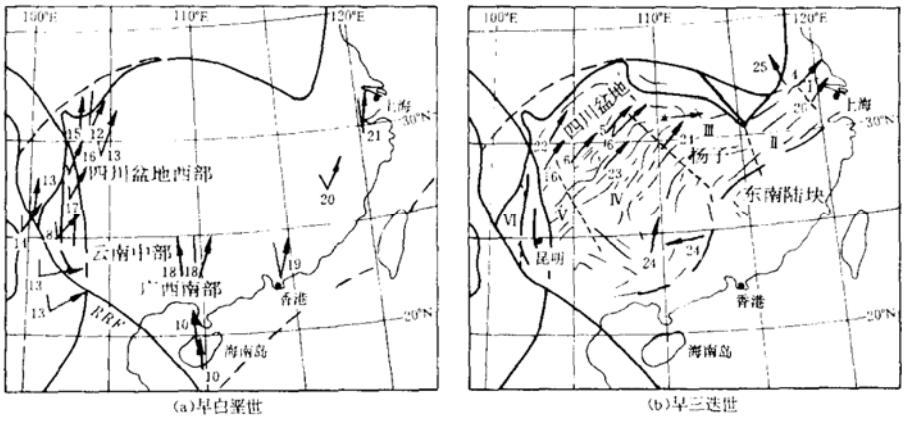

图2　华南地块早白垩世(a)及早三叠世(b)古地磁偏角投影
表明华南地块不同地区相对构造旋转，图中数字代表古地磁数据出处

国东南部大部分数据结果所证实[10]如图 2(a)). 但是从华南地块的西部边缘及西南部所获的绝大部分数据显示有相对地块其他地区的旋转. 在 VI 单元(云南中部),数据显示有 30° 的顺时针旋转. 广西南部至海南地区的数据显示有约15° 的反时针旋转. 四川盆地中部及中国东南部数据一致,说明白垩纪以后在该区不可能发生大规模构造旋转. 这一认识尚需更多的古地磁数据来完善.

2.2 早三叠世结果

在 I, II 和 V 单元获得了早三叠古地磁磁偏角数据,III 单元内的数据是作者在本文研究中获得的初步结果.

在宜昌以西 500 km 的秭归早三叠世大冶组采集定向标本 6 块,地层北西倾向,倾角 29° ~41°,标本被切制成 27 块标准样品进行逐步热退磁和交变退磁,6 块标本均获得稳定剩磁: 一块正向,5 块反向(如图 3),地理坐标下平均方向为 $D=81.8°$, $I=-6.7°$, $K=19.9°$, $\alpha_{95}=15.4°$,倾斜校正后方向为 $D=80.3°$, $I=13.8°$, $K=24.8$, $\alpha_{95}=13.8°$, 方向有所集中. 由校正后的方向获得相应的古磁北极位置在 11.9°N,199.6°E, $dp=7.2°$, $dm=14.1°$.

图 2(b) 显示了不同地区所获结果,一个显著特点是单元I, II 和 IV 结果一致(一组临近郯庐断裂的数据除外),而与单元III 及 V 的结果不一致,而且,单元间古地磁偏角一般随地区间构造趋势变化而变化,这就暗示了从早三叠以来在这些构造区内有大规模相对旋转. 考虑到华南中东部地区白垩纪数据的一致性,可将这些旋转的时间限定在中生代中期,也即是扬子克拉通与华北克拉通的缝合期,还可能是华夏地块向扬子克拉通大范围的推覆期.

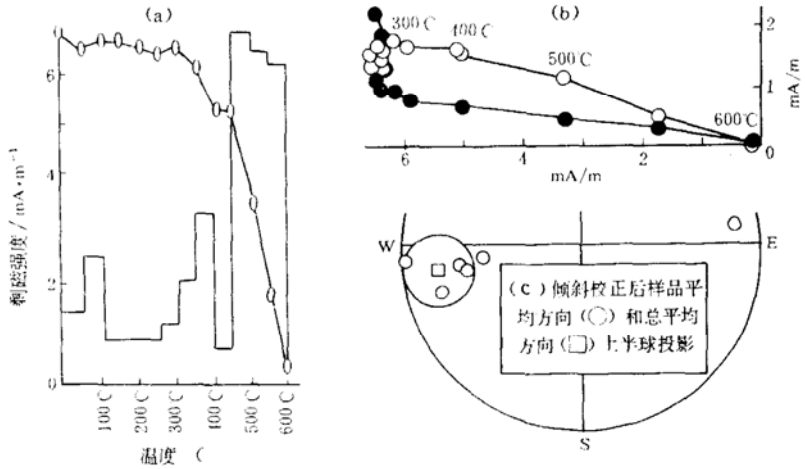

图 3 早三叠世大冶组(单元III)古地磁结果
代表性样品(KD6-6)退磁结果(a, b)及剩磁方向(c)

3 讨论

构造走向和古地磁结果显示自早三叠世以来华南地块不同地区均发生大范围的相对旋转运动,华南中、东部的旋转主要发生在中生代中期(主要是三叠纪中期),而克拉通西缘则进一步受新生代构造运动的影响. 中国东南部构造趋势显示相对于扬子克拉通中部有 >90° 的构造旋转,但这些旋转是发生在中古生代还是中生代仍不明确.

华南地块白垩纪以后的旋转很有可能是由基底板块旋转所致[9, 10] 我们推断扬子克拉通中

部、东部的相对旋转是中生代强烈的滑脱变形过程中沉积盖层的构造弯曲(oroclinal bending)的结果,但我们无法确定哪些基底地块参与了旋转.

在建立华南APWP和重建古地理时,需要校正这些构造旋转,为获得该区不同时代的构造旋转图,迫切需要进行更系统的古地磁研究,而且,有必要识别那些沉积盖层相对于基底未发生旋转的地区,因为这些地区的古地磁结果可用来作为校正 层旋转时的参考,目前我们初步推测单元I, II以及低变形的四川盆地中部可能就是这样的未发生旋转的地区.

参 考 文 献

1 Li Z X, Powell C McA, Trench A. Paleozoic global reconstructions. In: Long J ed. Palaeozoic Vertebrate Biostratigraphy and Biogeography, London: Belhaven Press, 1993, 25～53

2 程裕淇主编.中国地质图. 北京: 地质出版社, 1989

3 Jiangsu Bureau of Geology and Mineral Resources Memoir of Geology of Nanjing-Zhejiang Mountains, Nanjing: Jiangsu Science and Technology Press, 1989

4 Kent D V, Xu G, Huang K *et al*. Paleomagnetism of the Upper Cretaceous from South China. Earth Planet Sci Lett, 1986, 79: 179～184

5 Steiner M, Ogg J, Zhang Z *et al*. The Late Permian/Early Triassic magnetic polarity time scale and plate motions of South China. J Geophys Res, 1989, 94: 7343～7363

6 Enkin R J, Coutillot V, Leloup P *et al*. The paleomagnetic record of uppermost Permian, Lower Triassic rocks from the South China Block. Geophys Res Lett, 1992, 19: 2147～2150

7 Li Z X. Palaeozoic palaeomagnetism of Australia: tectonic significance and comparison with South China. Ph D thesis, Macquaric University, 1988, 178

8 Funahara S, Nishiwaki N, Miki M *et al*. Paleomagnetic study of the Cretaceous rocks from the Yangtze block, central Yunnan, China: implications for the India-Asia collision. Earth Planet Sci Lett, 1992, 113: 77～91

9 Yang Z. Paleomagnetic study of the Permian and Mesozoic sedimentary rocks from Northern Thailand supports the extrusion model for Indochina. Earth Planet Sci Lett, 1993, 117: 525～552

10 Li Z X, Metcalfe I, Wang X. Vertical-axis block rotations in southwestern China since the Cretaceous: new paleomgnetic results from Hainan Lsland. Geophys Res Lett (in press)

11 Tapponnier P, Peltzer G, Le Dain A Y *et al*. Propagation extrusion tectonics in Asia. new insights from simple experiments with plasticine. Geology, 1982, 10: 611～616

12 Hsü K J, Li J, Chen H *et al*. Tectonics of South China: Key to understanding West Pacific geology. Tectonophysics, 1990, 183: 9～39

13 Huang K, Opdyke N D. Paleomagnetic results from the Cretaceous and Jurassic rocks of southwestern Yunnan: evidence for large clockwise rotations in the Indochina and Shan-Thai-Malay terranes. Earth Planet Sci Lett, 1993, 117: 507～524

14 Funahara S, Nishiwaki N, Murata F *et al*. Clockwise rotation of the Red River fault inferred from paleomagnetic study of the Cretaceous rocks in the Shan-Thai-Malay block of western Yunnan, China. Earth Planet Sci Lett, 1993, 117: 29～42

15 Enkin R J, Chen Y, Courtillot V *et al*. A Cretaceous pole from South China and the Mesozoic hairpin turn of the Eurasian apparent polar wander path. J Geophys Res, 1991, 96: 4007～4027

16 朱志文,郝天珧,赵惠生. 攀西及邻区印支--燕山期地块构造运动的古地磁考证. 地球物理学报, 1988, (4): 420～431

17 Huang K, Opdyke N D. Paleomagnetism of the Cretaceous to Lower Tertiary rocks from southwestern Sichuan: a revisit. Earth Planet Sci Lett, 1992, 112: 29～40

18 Gilder S A, Coe R S, Wu H *et al*. The Cretaceous and Tertiary paleomagnetic results from Southeast China and their tectonic implications. Earth Planet Sci Lett, 1994, 117: 637～652

19 Chan L S. Paleomagnetism of late Mesozoic granitic intrusions in Hong Kong: implications for the Upper Cretaceous reference pole of South China. J Geophys Res, 1991, 96: 327～335

20 Zhai Y, Seguin M K, Zhou Y *et al*. New paleomagnetic data from the South China Block, China and the Cretaceous tectonics in East China. Phys Earth Planet Int, 1992, 73: 163～188

21 Lin J L, Fuller M, Zhong W. Preliminary Phanerozoic polar wander paths for the North and South China blocks. Nature, 1985, 313: 444～449

22 Ma X, McElhinny M W, Embleton E J *et al*. Permo-Triassic palaeomagnetism in the Emei Mountain region, Southwest China. Geophys J Int, 1993, 114: 293～303

23 Opdyke N D, Huang K, Xu G *et al*. Paleomagnetic results from the Triassic of the Yangtze Platform. J Geophys Res, 1986, 91: 9533～9568

24 Chen H, Sun S, Li J *et al*. The Early Triassic paleomagnetism and tectonics, South China. SE Asia Earth Sci, 1993, 8: 269～276

25 Kent D V, Zeng X, Zhang W *et al*. Widespread late Mesozoic to Recent remagnetization of the Paleozoic and Lower Triassic sedimentary rocks from South China. Tectonophysics, 1987, 139: 133～143

26 Dobson J P, Heller F, Li Z X *et al*. Paleomagnetic and rock magnetic investigations of the Changxing Permian-Triassic section, Zhejiang Province, China. Geophys Res Lett, 1993, 20: 1 667～1 670