

四川旺苍早三叠世古地磁学结果 及其大地构造学意义*

白立新** 吴汉宁^① 朱日祥

(中国科学院地球物理研究所, 北京 100101; ^①西北大学地质系, 西安 710069)

摘要 对四川北部旺苍地区(32.14°/106.17°)早三叠世地层进行了古地磁学和岩石磁学研究,其结果表明剩磁载磁矿物主要为磁铁矿,另有少量赤铁矿. 采样地层岩石高温剩磁分量($D=45.1^\circ$, $I=18.0^\circ$, $\alpha_{95}5.9^\circ$),通过褶皱及倒转检验,表明从岩石中获得的高温分量为原生分量. 由原生分量求得扬子地块早三叠世虚地磁极为: 42.5°N , 214.6°E ($d_p=3.2$, $d_m=6.1$),古纬度为 9.2° . 认为,华北与扬子地块在自早三叠世期间已基本拼合,现有古地磁结果支持秦岭造山带为陆内造山作用的结果.

关键词 扬子地块 华北地块 早三叠纪 古地磁

作为中国古大陆重要组成部分的扬子地块记录与周边地块的碰撞和拼合的证据,其形成涉及劳亚和冈瓦纳大陆的汇聚以及古特提斯洋的消亡历史,扬子地块历来是地学界关注的热点. 近年来,研究人员对扬子地块进行了大量的古地磁学研究工作,取得了令人瞩目的结果,加深了人们对扬子地块大地构造演化的认识. 由于前人对扬子地块早三叠世所进行的古地磁研究多以磁性地层为研究目的,并未进行过详细的构造磁学研究,仍需对扬子地块进行进一步的古地磁学研究.

1 采样区地质概况

采样区位于扬子地块北缘,米仓山台穹以南. 区内构造主要表现为近东西向缓倾斜的短轴背斜. 本区地层于白垩纪末发生褶皱作用,断层不发育,地层内原生构造保存完好. 区内早三叠世地层呈近东西走向,划分为飞仙关组和铜子街组,飞仙关组下部岩性主要为一套纹层状青灰色灰岩,中、上部为青灰色与猪肝色互层灰岩,属浅海相沉积¹⁾,地层内含有 *Claraia wangi* (Patte), *Cl. zhenanica* Chen, et al Liu, *Eumorphotis inaequicostata* (Benecke)等化石. 使用便携式岩石采样钻机采样,磁罗盘定向. 在由早三叠世地层构成的背斜两翼飞仙关

1997-03-23 收稿, 1997-05-20 收修改稿

* 国家自然科学基金“八五”重点资助项目

** 现在单位:北京地震局

1)据四川省南江幅 1:20 万地质图

组岩层中共布置8个采点,采集标本100块。

2 古地磁结果

为了确定标本中载磁矿物类型,在巴黎地球物理研究所古地磁实验室对部分标本进行了三轴磁化饱和等温剩磁实验(图1)。根据实验结果可将样品分为3种类型,第1类(图1(a))为青灰色泥质灰岩,样品中等强度磁成分占主导地位,3组组分在整个退磁过程中基本表现出单调衰减的特征,直至580℃左右衰减至零,本次所采多数样品为此类样品;第2类(图1(b))为青灰色和猪肝色互层泥质灰岩,样品中等强度磁成分同样占主导地位,但存在相当数量的硬磁成分。在退磁过程中,中等强度磁成分和软磁成分在580℃左右衰减至零,硬磁成分在680℃左右衰减至零;第3类(图1(c))为猪肝色泥质灰岩,其最显著特征表现为样品硬磁成分占主导地位,其解阻温度为680℃,而中等强度磁成分和软磁成分则居次要地位,在退磁过程中其解阻温度为580℃。上述岩石中的磁性矿物解阻温度特征表明,飞仙关组青灰色泥质灰岩载磁矿物主要为磁铁矿,另有少量赤铁矿,而猪肝色泥质灰岩载磁矿物则以赤铁矿为主。

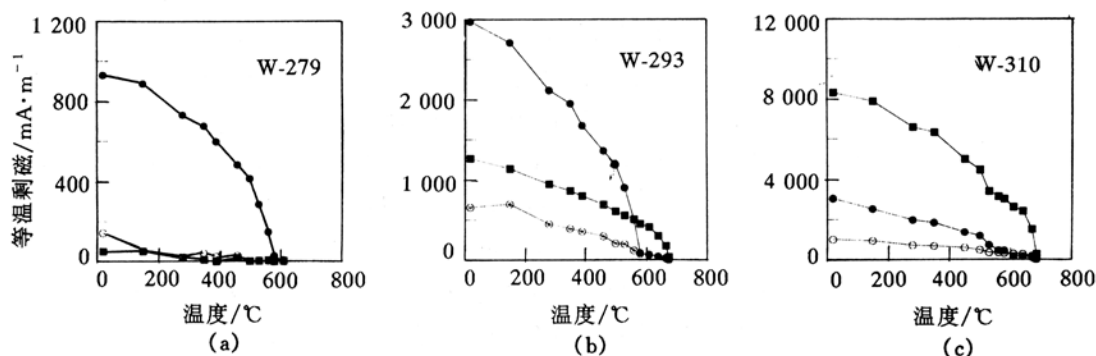


图1 Lowrie 三轴磁化的饱和等温剩磁的系统热退磁曲线

■, ●和○分别表示硬磁(1.2T), 中等(0.4T)和软磁成分(0.12T); W-279, W-293 和 W-310 岩性分别为青灰色泥质灰岩, 青灰色和猪肝色互层泥质灰岩和猪肝色泥质灰岩

标本的剩磁测试使用中国科学院地球物理研究所古地磁实验室2G超导岩石磁力仪完成的。由于所采早三叠世标本的载磁矿物存在赤铁矿,故使用热退磁方法进行了退磁处理。图2给出了代表性标本的退磁曲线。图2(a)为正极性标本退磁矢量图,在整个退磁过程中剩磁成分基本表现为单一分量,从100℃直至580℃剩磁方向基本没有变化,在退磁温度高于580℃后磁化方向变得无规律。图2(b)、(c)为反极性标本退磁曲线,图2(b)在低温退磁阶段标本磁化强度呈逐渐增加趋势,温度高于400℃后,标本磁化强度开始逐渐降低,这可能与岩石中存在一反向叠加分量有关。400~580℃之间标本的磁化方向非常稳定,在退磁温度高于580℃后磁化方向变得无规律。图2(c)在低温退磁阶段磁化强度呈逐渐增加趋势,温度高于400℃后,标本磁化强度开始逐渐降低,在温度高于580℃后,此类标本显示出与上述标本不同的退磁特征,磁化方向在退磁温度高于580℃并未发生变化,即磁化方向在400~680℃之间保持稳定不变,因此标本退磁特征亦表明岩石中具有两种类型的载磁矿物,即磁铁矿与赤铁矿,同时这两种磁性矿物均携带了特征剩磁,这表明岩石中的磁铁矿与赤铁矿是原生的^[1]。岩石

含有磁铁矿与赤铁矿可能与当时环境因素有关,即还原环境磁性矿物以磁铁矿为主,而氧化环境磁性矿物则以赤铁矿为主。

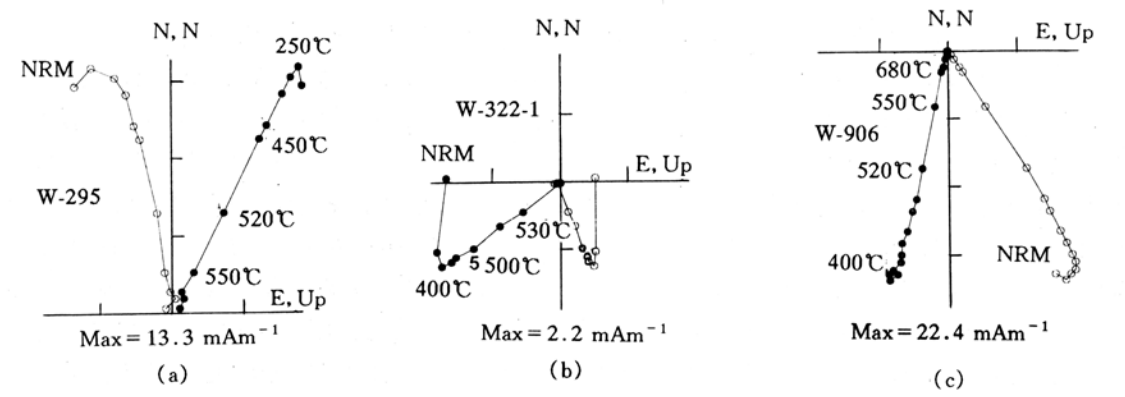


图 2 早三叠世部分标本退磁矢量图(正交投影图)

根据主向量分析求得每个标本的高温特征剩磁分量后,以采点为单位对标本剩磁分量进行 Fisher 统计求得扬子地块早三叠世古地磁结果(表 1)。然后对各采点磁化方向平均,求得早三叠世的平均磁化方向。大部分标本的特征剩磁分量的反极性($D = 223.1^{\circ}$, $I = -21.6^{\circ}$, $k = 24.2$, $\alpha_{95} = 5.0$, 约占标本数 70%), 部分标本为正极性($D = 55.2^{\circ}$, $I = 16.0^{\circ}$, $k = 79.4$, $\alpha_{95} = 4.2$, 约占标本数 30%)。本文采用 Direction-correction(DC)褶皱检验方法¹⁾对标本特征剩磁分量进行了褶皱检验,结果表明:DC slope = 0.649 ± 0.421 (表 1),说明特征剩磁分量是在褶皱前获得的。正反极性特征剩磁分量是对的,并且在 95% 置信水平上通过了倒转检验。同时本区褶皱是在白垩纪末期形成的,表明特征剩磁分量代表了原生分量,因此本次研究结果是可靠的。

表 1 四川省旺苍早三叠世古地磁高温分量结果^{a)}

采点	$n(N)$	n_{+}/n_{-}	D_g/I_g	D_s/I_s	k	α_{95}	极位置 Lat/long
采点 16	7(10)	0/7	227.2/11.8	230.2/-19.3	665.7	2.3	-
采点 17	8(10)	8/0	50.6/1.7	50.4/21.3	459.9	2.6	-
采点 18	9(10)	9/0	45.3/0.2	48/14.1	121.8	4.7	-
采点 19	7(10)	0/7	218.3/3.4	220.6/-16.3	38.1	9.9	-
采点 20	8(10)	0/8	214.5/6.4	219.1/-19.4	20.1	12.7	-
采点 21	9(10)	0/9	211.5/7.5	218.7/-32.7	29	9.7	-
采点 22	7(10)	0/7	226.1/10.2	226.5/-12.1	31.4	10.9	-
采点 23	9(10)	0/9	232.2/0.4	226.3/-8.7	35.1	8.8	-
正极性	17	-	19.5/25.6	55.2/16.0	79.4	4.2	-
反极性	47	-	190.1/-7.2	223.1/-21.6	24.2	5.0	-
平均	-	-	195.8/-15.0	198.4/-29.3	63.6	8.5	42.5°N/216.4°E

褶皱检验: DC 斜率: 0.649 ± 0.421

a) $n(N)$: n 代表参加统计的标本数; N 代表测试标本数。 n_{+}/n_{-} 分别代表正极性和反极性标本数。

1) 采用 Enkin, R, J 古地磁应用程序(1991)

3 讨论

本次研究所获得的扬子地块早三叠世古地磁极与前人的结果比较一致,但与华北地块早三叠古地磁极存在较大的差别(图3),表明扬子与华北地块在早三叠世还尚未“焊接”成统一的中国大陆,这与前人得出的结果基本一致.现有的古地磁结果并未反映出扬子地块不同部位经历的构造差异,将扬子地块上现有的早三叠世古地磁结果与华北地块早三叠世结果分别以山西太原($112.5^{\circ}\text{E}/37.8^{\circ}\text{N}$)和湖北宜昌($111.2^{\circ}\text{E}/30.7^{\circ}$)为参考点重新计算古纬度(选择太原与宜昌作为参考点是因为它们的经度差别不大,便于进行纬度对比),以宜昌为参考点得出扬子地块早三叠世古纬度为 12.2° ,以太原为参考点得出的古纬度为 18.2° ,可以看出,扬子地块与华北地块在早三叠世的古纬度之差与现今宜昌和太原纬度差基本没有差别,这表明扬子地块与华北地块在早三叠世时,其间并没有宽阔的大洋相隔.地质证据也表明扬子与华北地块之间在早三叠并不存在所谓作为大洋环境标志之一的蛇绿岩套^[15],同时,沿商丹带及其两侧发育有晚海西-印支(C-T)的同碰撞和晚碰撞型花岗岩^[16],因此,我们认为早三叠世扬子与

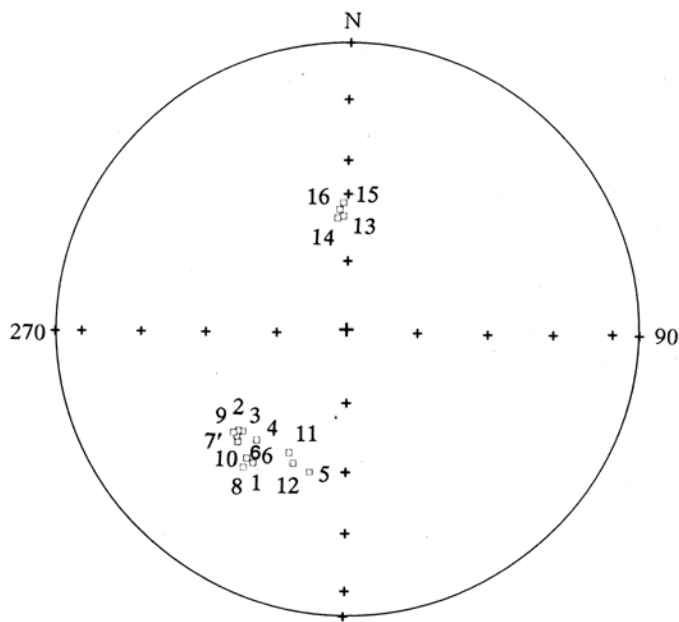


图3 扬子与华北地块早三叠世古地磁极位置

1 为本文结果,2~12 为扬子地块虚地磁极,依次引自文献[2~6,2,7~11]; 13~16 为华北地块早三叠世虚地磁极,依次引自文献[12],[12],[13],[14]

华北地块在主体上已经拼合了,而作为扬子与华北地块分界线的秦岭造山带的形成是陆内造山作用的结果,至于扬子与华北地块早三叠世地磁极位置的差异,反映了扬子与华北地块早三叠世以来依然存在着相对运动.

致谢 本文得到黄宝春、吕建军、肖文交等同志的大力帮助,数据处理采用了 R. J. Enkin 博士提供的软件系统,在此深表谢意.

参 考 文 献

- 1 Enkin R J, Chen Y, Courtillot V, et al. A lower Cretaceous pole from south China and the Mesozoic hairpin turn of the Eurasian Apparent polar wander path. *J Geophys Res*, 1991, 96(6B): 4 007~4 028
- 2 Steiner M, Ogg J, Zhang Z, et al. The later Periman/early Triassic magnetic polarity time scal and plate motions of south China. *J Geophys Res*, 1989, 94(B6): 7 343~7 363
- 3 Heller F, Lowrie W, Li H, et al. Magnetostratigraphy of the Permo-Triassic boundary section at Shangsi (Guangyuan, Sichuan, China). *Earth Planet Sci Lett*, 1988, (88): 348~356
- 4 张正坤. 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, 中国地质科学院报, 第九号, 1984, 45~54
- 5 Jiang M, Ma K Y, Li P, et al. A study on paleomagnetism and physical properties of Triassic potassium-bearing strata in eastern Sichuan Basin (in Chinese). *Geophysics Surv*, 1982, (5): 141~188
- 6 庄忠海, 蒋兴治, 潘忠习. 川中古隆起的形成、发展的古地磁研究(报告), 地矿部成都地质矿产研究所, 1989, 224~228
- 7 Enkin R J, Yang Z Y, Chen Y, et al. Paleomagnetic constraints on the geodynamic history of the major blocks of China from the Priman to the present. *J Geophys Res*, 1992, 97(B10): 13 953~13 989
- 8 Li Z X. Paleozoic paleomagnetism of Australia and South China, Ph.D. Thesis Macquarie University. Australia, 1988
- 9 Opdyke N D, Huang K, Xu G, et al. Paleomagnetic results from the Triassic of the Yangtze platform. *J Geophys Res*, 1986, 91(B9): 9 553~9 568
- 10 Lin J L. The apparent polar wander paths for the North and South China blocks, Ph.D. Thesis, University of California at Santa Barbara, 1984
- 11 梁其中. 云南岩相古地理及沉积作用的古地磁研究(报告). 云南省地质局科研所, 199, 112~123
- 12 马醒华, 邢历生, 杨振宇, 等. 鄂尔多斯盆地晚古生代以来古地磁研究. 北京: 地震出版社, 1992. 74
- 13 方大均, 郭亚滨, 谈晓冬, 等. 华北板块中生代古地磁研究. 见: 国际大陆岩石圈构造演化与动力学讨论会, 第三届全国构造地质会议论文选集. 北京: 科学出版社, 1990. 182~192
- 14 Yang Z. Paleomagnetic-tectonic analysis from Periman to Mesozoic in Ordos Basin and Yanshan areas (in Chinese), *M. Sc thesis, Chinese Acad, of Geol. Sci*, 1987
- 15 李兴振, 许效松, 潘桂棠. 泛华夏大陆群与东特提斯构造域演化. 岩相古地理, 1995, (4): 1
- 16 张国伟. 试论秦岭造山带岩石圈构造演化基本特征. 西北大学学报, 1991, (2): 1~12