

福建中奥陶世——晚侏罗世 地层的古地磁学研究^①

张化田 谭宗岐

(南京地质矿产研究所)

内容提要 福建古生界至中生界部分地层古地磁研究认为, 华南地块的主体部分首先于中奥陶世时期即已拼合, 作为一个整体由南纬 23.8° 向北移动, 二叠纪之后越过赤道, 继续北移, 直至侏罗纪末到达北纬 19.6° 的位置。而华南地块同扬子地块的拼合是在加里东末期开始的, 至少可以认为是在早石炭纪之前两地块就靠近了。

这一时期, 华南地块和扬子地块的地质构造运动十分活跃。

关键词 华南地块; 古地磁; 中奥陶——晚侏罗系。

有关华南褶皱系的古地磁资料较少, 尤其是福建境内下古生界古地磁资料见报导者更少。为进一步探索华南地块的古地磁特征, 我们开展了此次工作。

地质概况和野外采样

福建中部的永安, 大地构造单元属华南褶皱系闽西南拗陷带。出露地层从古生界至中生界均有, 新生界零星可见。本次在永安附近共采取古地磁钻孔岩样 236 个, 定向标本 8 块。主要在中奥陶统、上奥陶统、上二叠统与上侏罗统等地层中。中、上奥陶统罗峰溪群为浅变质的砂岩、粉砂岩、千枚状页岩, 板岩、硅质岩及不纯灰岩组成。罗峰溪群下段灰黑色中薄层砂岩、细砂岩、石英砂岩等共设置采点 6 个, 采岩芯样 52 块。罗峰溪群顶部, 灰黄色中薄层状砂、泥质岩中采点 2 个, 采定向标本 8 块制成岩芯样 12 块。上二叠统大隆组, 以海相灰黑色薄层粉砂岩、页岩为主, 夹少量石英细砂岩。样品取自黑色、灰黄色的细砂、粉砂岩中, 设置采点 6 个, 取岩芯样 57 块。侏罗系上统板头组是一套河湖相及陆相碎屑岩, 采细砂岩岩芯样 75 块, 设置采点 8 个。

所有岩样经加工切割成粒状标准小样, 直径 2.49cm, 高为 2.28cm。

^①地质行业科学技术发展基金资助项目。

^②1991.12.30收稿, 1992.6.14改回。

实验室工作

柱状小样首先经过天然剩磁测量, 淘汰剩磁强度太弱的岩样, 对剩磁比较强的岩样进行系统热退磁, 根据剩磁比大小决定退磁的最后温度。

经过系统热退磁的样品, 其天然剩磁 (NRM) 的磁矩都在 $1.0 \times 10^{-2} \cdot \frac{1}{4\pi} \sim 9.0 \times 10^{-3} \cdot \frac{1}{4\pi}$ 安培·米² 范围内, 然后经过 100℃; 200℃, 300℃; 400℃、450℃; 500℃; 550℃; 600℃; 680℃ 等温度挡次的逐步磁清洗, 直至获得稳定剩磁。

使用美国 SCHONSTEDT 仪器公司产 TSD-1 型热退磁仪, 其加热腔磁场低于 100r, 冷却室内的磁场低于 5r, 样品可加热到 800℃; 每一挡温度退磁后立即经 DSM-2 型数字旋转磁力仪测量, 该仪器测量范围在 $\frac{1}{4\pi} \times 5 \sim \frac{1}{4\pi} \times 2.5$ (安培·米²), 测量结果的记录是自动打印的。

剩磁分析及结果

每块样品的测试数据在计算机内储存并绘制成归一化的“磁性衰减图”, “正交矢量投影图”(Z 氏图) 和“矢量赤平投影图”。首先对这些图形进行了直观分析, 然后经过线性分析方法 (Dirokir) 及费歇尔统计法对退磁矢量进行研究。通过三个点以上的平均, 最后确定每块样品磁性组份的平均磁化方向。对每个采点磁性组份的方向是采用费歇尔 (Fisher) 统计方法进行统计的。

从剩磁衰减曲线上, 划分出低温区和高温区二部分, 所有样品的粘滞性剩磁在低温区均已被清除, 这个温度大约在 200℃~300℃ 之间, 另外一部分为高温剩磁, 大约在 500℃ 左右才获得稳定的剩磁。此时其剩磁比 (m_i/m_0) 大都是低于 20%。

从退磁曲线的形态分析, 可以帮助我们了解磁性载体的主要成分。全部样品的剩磁衰减曲线的形态大致可以分成两类, 第一种类型是主要矿物以磁铁矿为主的磁成分, 它的退磁曲线在直角坐标中几乎构成矩形形态, 它们的解阻温度大约在 550℃ 左右, 同时也有一些是以赤铁矿为主的磁性载体, 它们的退磁温度很高, 其解阻温度在 680℃ 左右。第二种类型是以钛磁铁矿为主的磁性矿物组份, 它们的退磁曲线的形状, 主要表现为在退磁过程中随温度升高而均匀的下降, 到达某一温度时才获得稳定剩磁, 这一类的解阻温度大约在 400℃~500℃。

中奥陶统的样品, 大都属于第一种类型的退磁曲线 (见图 1 (A)); 上二叠统和上侏罗统的样品的退磁曲线是以第二种类型为主的 (见图 1 (C) (D)); 上奥陶统的样品退磁曲线稍微有些复杂, 但大部分都近于第一种类型 (见图 1 (B))。

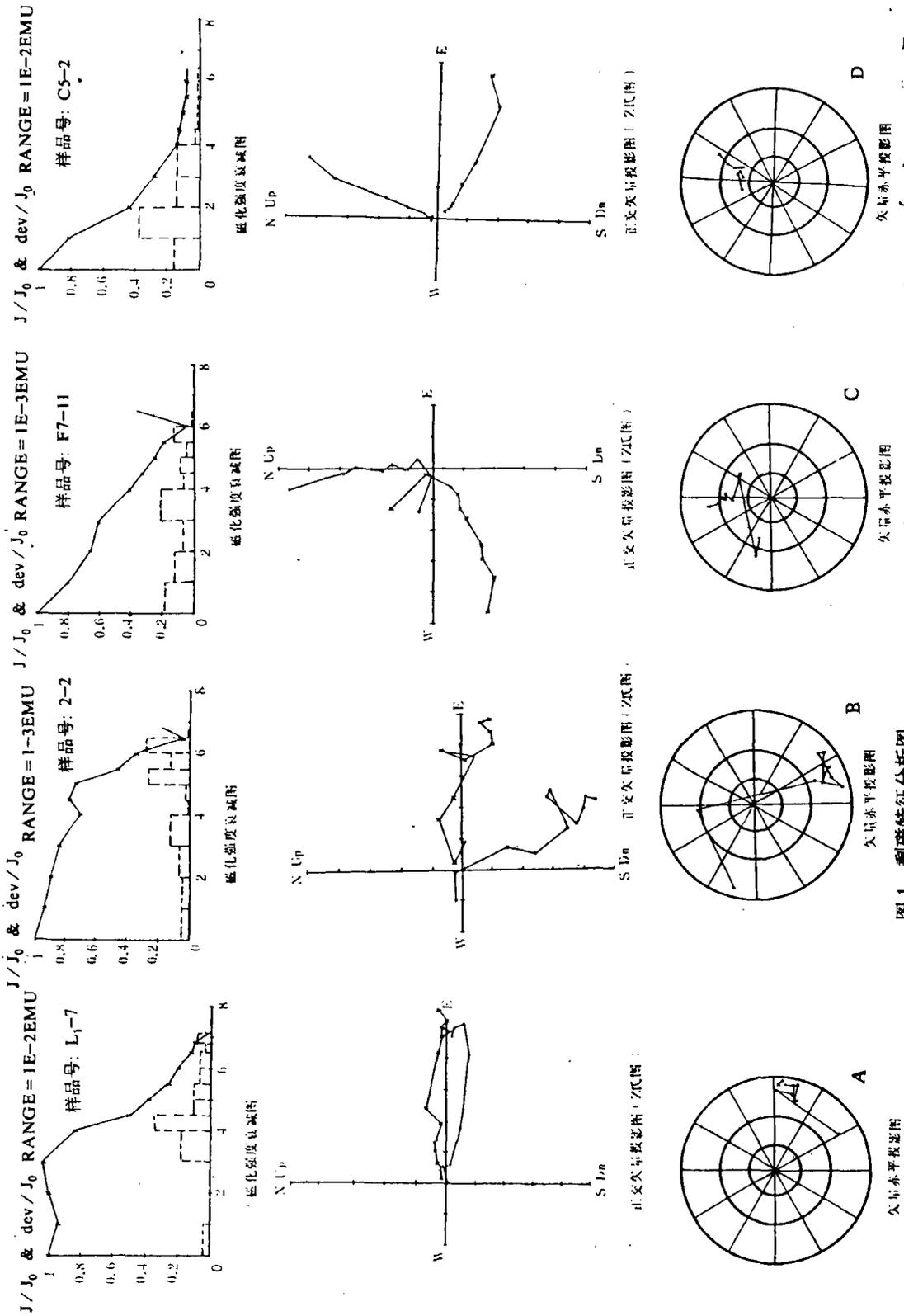


图1 剩磁特征分析图

Fig.1 Analytical Diagram of the characteristic magnetization

1、中奥陶统罗峰溪群下段样品各采点所获取的剩磁均为单一的组份，且方向都十分集中，其统计置信圆 α_{95} 大都在 20° 以下，其中只有 L_6 点的置信圆半顶角稍大，所有采点的样品均能通过褶皱检验 ($K_B/K_A=7.1$, $N=33$)。

中奥陶统样品的平均方向是 $D=302.1^\circ$, $I=-41.4^\circ$, 视古地磁极位置为 15° (N) 243.8° (E)。

2、上奥陶统罗峰溪群顶部样品的剩磁方向：采点 1 为 $D=324.9^\circ$, $I=-36.1^\circ$ ；采点 2 为 $D=337.3^\circ$, $I=-24.1^\circ$ 两采点结果十分相近。并且整个上奥陶统的样品经过倾斜改正，其改正后的置信角明显低于改正前的置信角。（校正前 $\alpha_{95}=10.8^\circ$ ，校正后的 $\alpha_{95}=9.8^\circ$ ）其平均剩磁方向为 $D=336.2^\circ$, $I=-30.5^\circ$, 视古地磁极位置为 41.6° (N), 328.4° (E)。

3、上二叠统大隆组的样品剩磁方向，通过褶皱检验（其 $K_B/K_A=1.53$, α_{95} 在倾斜改正前为 8.7° ，在倾斜改正后为 6.4° ），得到的平均磁化方向为： $D=352.2^\circ$, $I=15.2^\circ$, 视古地磁极位置为 70.3° (N), 320.6° (E)。

4、上侏罗统坂头组的样品，经过褶皱检验，完全通过（其 $K_0/K_A=1.3$, 置信角由倾斜改正前的 $\alpha_{95}=4.7^\circ$ 变为改正后的 $\alpha_{95}=3.3^\circ$ ）。

平均古地磁方向为 $D=18.7$, $I=33.5$, 古地磁极位置为 71.7° (N), 223.8° (E)。

现将各层样品的数据列表于下：

表 1 永安中、上奥陶统特征磁化方向

Table 1 Characteristic directions of the mid-upper Ordovician magnetization, Yong'an

采样时代	采样点号	测试样品数	统计样品数	古地磁平均特征方向		精度参数 (K)	置信圆 (α_{95})
				D	I		
上奥陶统	1	6	6	334.9°	-36.1°	15.4	17.6°
	2	6	6	337.3°	-24.9°	19.0	15.8°
中奥陶统	L_1	7	7	79.4°	-44.6°	7.1	19.8°
	L_2	7	7	55.1°	-32.3°	6.7	20.5°
	L_3	7	7	42.8°	-43.9°	11.9	15.4°
	L_4	4	4	66.6°	-49.2°	13.9	19.2°
	L_5	7	6	51.6°	-46.3°	8.6	17.5°
	L_6	6	6	54.4°	-28.8°	12.4	28.1°

表 2 福建下石炭统特征磁化方向

Table 2 Characteristic directions of the lower carboniferous magnetization, Fujian

采样地	采点号	样品数	古地磁特征磁化方向		精度参数 (K)	置信圆 (A_{95})
			D	I		
福鼎	FD	10	213.6°	-28.0°	46.8	7.1
永安	FYK-1	3	92.9°	29.5°		
龙岩	FY6	3	36.6°	15.6°		
龙岩	FLJ2	3	23.9°	26.6°		
龙岩	FLJ5	3	345.0°	36.6°		

注: 样品由李耀西、张瑛采集

表 3 永安上二叠统特征磁化方向

Table 3 Characteristic directions of the upper permian magnetization, Yongan

采样地	采点号	样品数	古地磁特征磁化方向		精度参数 (K)	置信圆 (α_{95})
			D	I		
F ₂	6	4	-30.9°	20.2°	32.4	12.3°
F ₃	4	3	-8.3°	13.9°	205.4	5.6°
F ₄	7	6	-17.7°	8.4°	12.6	16.1°
F ₅	9	4	-1.0°	7.6°	11.1	21.0°
F ₆	6	5	2.6°	19.0°	36.8	10.3°
F ₇	10	6	8.3°	20.0°	48.8	8.1°

表 5 褶皱检验情况

Table 5 Fold test

采样地点	地质时代	样品数	特征磁化平均方向								备注
			校正到现代水平面				校正到岩层层面				
			I ₃	D ₃	K	A ₉₅	I ₄	D ₄	K	A ₉₅	
永安	J ₃	47	53.7°	1.0°	167.1	4.7°	35.5°	18.7°	220.7	3.3°	通过检验
永安	P ₂	28	36.0°	349.4°	10.2	8.7°	15.2°	352.2°	15.7	6.4°	通过检验
永安	O ₃	12	-31.3°	336.4°	17.1	10.8°	-30.5°	336.2°	17.1	9.8°	通过检验
永安	O ₂	33	-53.7°	10.0°	5.9	11.3°	-41.4°	302.1°	42.2	8.8°	通过检验

表 4 永安上侏罗统特征磁化方向

Table 4 Characteristic directions of the upper Jurassic magnetization Yongan

采样地	采点号	样品数	古地磁特征磁化方向		精度参数 (K)	置信圆 (α_{95})
			D	I		
C ₁	6	6	18.2°	37.0°	72.1	6.7°
C ₂	6	6	15.7°	30.5°	39.0	9.1°
C ₃	6	6	19.5°	29.5°	22.7	12.0°
C ₄	6	6	18.2°	38.1°	46.7	8.4°
C ₅	6	6	22.6°	33.0°	30.6	10.3°
C ₆	6	6	24.5°	37.2°	57.0	7.6°
C ₇	5	5	21.5°	38.5°	27.2	12.0°
C ₈	6	6	8.7°	39.6°	60.0	7.4°

表 6 福建古地磁数据表

Table 6 Palaeomagnetic data of Fujian

采样地	时代	采点 数	样品 数	采样点		退磁 方式	磁化方向		古地磁极		古纬度	精度参 数(K)	置信圆 A ₉₅	备注
				纬度 (度)	经度 (度)		偏角 D	倾角 I	纬度 (度)	经度 (度)				
永安	J ₃	8	47	26.02	117.25		18.7	35.5	71.7	223.8	19.6(N)	219.6	3.7	
永安	P ₂	6	28	26.02	117.13		352.2	15.2	70.3	320.6	7.8(S)	29.5	12.5	
福鼎	C ₁	2	10	27.33	120.1		216.4	-26.2	53.5	224.4	13.8(S)	162.3	19.7	
龙岩	C ₁	1	3	25.05	117.15		23.9	26.6	65.0	228.7	14.1(S)			
杨梅坪	C ₁	1	3	25.05	117.15		36.6	15.6	51.1	226.8	8.0(S)			
永安	C ₁	3	9	26.0	117.3		92.9	29.5	4.4	191.8	15.8(S)			
永安	O ₃	2	12	26.08	117.17		336.2	-30.5	41.6	328.4	16.4(S)	101.3	25.0	
永安	O ₂	6	33	26.08	117.15		57.9	-41.4	15.0	243.8	23.8(S)	42.2	10.4	

★号者由李耀西、张瑛采样

©

古地磁数据地质意义讨论

福建永安位于华南地块东段,自早古生代以来,所处地理位置一直在变化着。中奥陶世的古纬度为南纬 23.8° ,晚奥陶世已移至南纬 16.4° ,早石炭世又移到南纬 15.8° ,晚二叠世其古纬度在南纬 7.8° ,中生代晚侏罗世该地已由南纬越过赤道移动到北纬 19.6° 。侏罗纪以后的移动速度较快,目前地理位置是 26° (N)。

据上述古纬度资料分析,从中奥陶世起算,到晚二叠世期间,永安地区大约由南往北移动了16个纬度的距离,约合1600km;从晚二叠世至晚侏罗世的移动也有11个纬度的距离,相当于1100km,自晚侏罗世以来,该地区仍然是由南往北方向的移动,推算其距离至少也有700km。从移动的速度看,中生代以后时期比以前加快。

永安地区,早古生代时期由南往北的移动过程中伴有逆时针方向的旋转。从中奥陶世到晚奥陶世时期,大约有 30° 左右的转动角,而晚奥陶世至早石炭世时期其旋转角度在 85° 左右,石炭纪至二叠纪时期,该地又以顺时针的方向旋转。而晚二叠世至晚侏罗世又发生了总趋势为逆时针方向的旋转,引起永安地区所在地块的这种先后不同方式的旋转原因目前尚不清楚,有待今后进一步研究。

从华南已有的古地磁资料分析,在早石炭世时期,华南地块的位置在赤道附近,并多认为是在南纬的低纬度地区(周姚秀,林金录等),此时的扬子地块的位置,也是在低纬度地区。扬子地块东段,如浙江杭州,现在地理座标是北纬 30.3° ,东径 120.2° ,但其在早石炭世的地理纬度在 4.1° (南纬)。若以福建龙岩的杨梅坪比较,它现在的地理座标为 25.5° (N), 117.15° (E),根据石炭系下统的样品,测得磁偏角, $D=36.6^{\circ}$,磁倾角: $I=15.6^{\circ}$,算出古地磁极位置为 51.1° (N), 226.8° (E);其古纬度为南纬 8.0° (由于处于基阿曼反极性期的考虑),根据现在两地算出的纬度差是 5° 左右,而两地块在早石炭世时的古纬度差也只是 4° 左右,这种格局,说明了早石炭世以前扬子地块和华南地块的主体基本已非常靠近并可能开始碰撞了,这必然会导致在地质时期产生相应的构造运动,因而加里东期的构造变动两地块都表现得非常活跃:1.强烈褶皱造山运动,并可能伴有早期推覆构造;2.早古生代区域变质作用明显。

由于石炭—二叠纪时期华南地块和扬子地块已连成一体,并同处于赤道附近的低纬度地区,所以两地块晚古生代沉积同属于华夏型。这也表明自加里东期以来,两地块古气候,古生物及沉积环境相似或相近。

几点认识

1、永安地区自古生代以来,一直是南往北移动,若从中奥陶世起算,它从南纬移到现在的位置已经有5000km的距离,而移动过程中并伴有旋转运动;

2、永安地区的移动情况与整个华南地块的移动形式相同,因此推断它早就是华南地块的一个组成部分(至少在早古生代时期);

3、华南地块及扬子地块的主体,在石炭纪以前就已经非常靠近。很可能是在赤道附近的南纬地区就开始连接了。

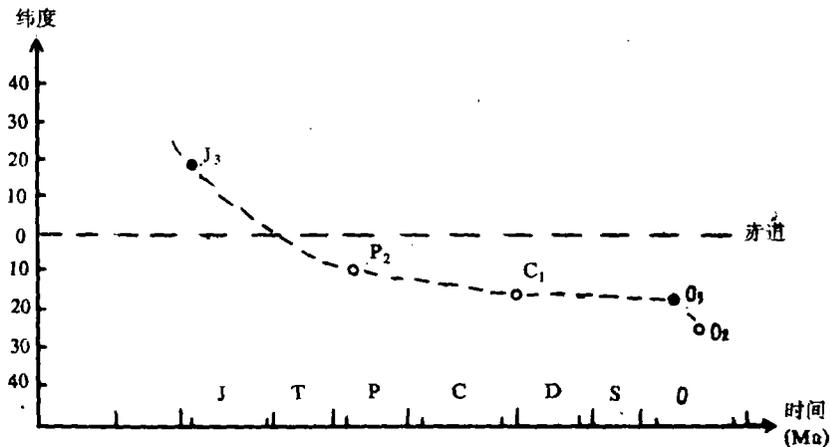


图2 永安地区古纬度变化示意图

Fig.2 Palaeolatitude transition of Yong'an

本文仓促写成，挂一漏万，不当之处在所难免，敬请批评指正。

野外工作，蒙梁继涛、薄志宏、张德宝等同志协助。梁继涛同志审阅了全文并提出宝贵意见。样品处理得到庄忠海、蒋兴滋同志的帮助。郑知一同志对文字部分作了修改。英文摘要请张南海同志帮助译出。在此一并致谢。

主要参考文献

- [1] 林金象 1987年 “华南地块的地核移曲线及其地质意义” 地质科学 第4期;
- [2] 林金象 1989年 “华南二叠系的古地磁结果分析”，地质论评 35卷第4期;
- [3] 周姚秀 1985年 “利用古地磁资料初探中国大陆的形成” 地矿部地球物理地球化学勘探所刊 85.1
- [4] 周姚秀、普连仲、张秉铭 1986年 “四川二叠纪峨嵋山玄武岩的古地磁极性研究” 地质论评 第5期
- [5] 翟永建、周姚秀，1989年 “显生宙以来华南和华北大块的古地磁及构造演化” 地球物理学报 Vol.No.3
- [6] 黄开年等 1986年 “二叠纪峨嵋山玄武岩的一些古地磁新结果” 科学通报 第2期
- [7] 黄汲清、任纪舜等 1983年 “中国大地构造及其演化” 科学出版社

PALAEOMAGNETIC RESEARCH ON MID- ORDOVICIAN-LATE JURASSIC STRATA OF FUJIAN REGION

Zhang Huatian Tan Zhongqi

(IGMR, Nanjing)

Abstract

From palaeomagnetic research of Palaeozoic and Mesozoic strata of Fujian region, we concluded that the major parts of the South China block was collided together during the mid-Ordovician Time and then began to move as a whole northwards from 23.8 S latitude. They strode across the equator after the Permian and reached its position at 19.6 N latitude in Late Jurassic Time. The South China block came into collision with the Yangtze block during the Caledonian. It may be at least assumed that the two blocks drew together before Early Carboniferous.

During that period, the two blocks were active in geological and tectonic movement.

Key words South China block, Palaeomagnetism, mid-Ordovician-Late Jurassic.