

贵州南部石炭纪古地磁初步研究

吴祥合 蔡继锋 邓一永 陈文一

(贵州省地矿局地质科学研究所)

王俊达

(中国科学院贵阳地球化学研究所)

一、前言

近年来对中国岩相古地理研究已取得不少研究成果,对中国板块也有不少新进展,1986 年国际大陆边缘地质科学讨论会中已经广泛涉及到我国南方、北方各地质时代的构造变迁和海陆迁移以及板块、推覆体的演化过程。愈来愈多的资料表明,任何一个地质时期的地质事件出现,均以全球地质背景为前提。相带的变动,生物礁滩的出现,特殊环境里各种矿产的产出,无不与当时的古气候、古纬度有关。因此,研究古地磁学,将是研究岩相古地理中应当借鉴的一个重要方面。通过古地磁学研究,能得到某些有益的启示,以补充岩相古地理研究的某些不足。

笔者对贵州中部和贵州南部泥盆—侏罗纪作了系统古地磁研究,其中石炭纪作了贵阳、惠水、平塘、罗甸等八个点 16 小层,共取样 68 件(图 1)。样品由中国科学院贵阳地球化学研究所测试处理。现仅总结贵州石炭纪古地磁资料,以供研究地处中、上扬子地块的贵州的构造变动、板块移动以及上扬子地块的古地理环境参考,从而为探索成矿条件和成矿规律提供佐证。

贵州地区过去在古地磁方面研究较详细的地层是二叠系和三叠系,其次是泥盆系、石炭系和侏罗系等。八十年代初林金录和 M. Fuller 曾对贵州西部二叠系砂岩、玄武岩,三叠系的灰岩、白云岩;侏罗系的红层等作了古地磁研究。1984—1985 年,李华梅、王俊达对贵阳地区二叠系、三叠系采样并进行了古地磁研究,1986 年李杏林、李德壁等对黔中石炭系铝土矿作了古地磁研究。贵州省地矿局区调队对遵义地区二叠系锰矿床上、下地层也作过古地磁研究,1987 年林树基、郑洪汉在研究“草海的演化”中也曾研究了贵州第三纪古地磁的变化情况。上述成果为进一步深入研究贵州古地磁工作奠定了基础。但是过去的工作中仍存在一定缺点,例如有些属于方法试验性质;有的采样点密度不够;研究的地层时代不系统,不全面;有的采样方法和研究方法有很大差异,资料整理也不系统,更无标准化可言。因此,目前不能依靠已有的数据对贵州境内各次级地块之间相互关系进行有说服力的评价,古地磁极移动曲线的建立尚需做更多的工作。对贵州石炭纪古地磁研究也是初步的,有必要在今后工作中不断深化和修正。

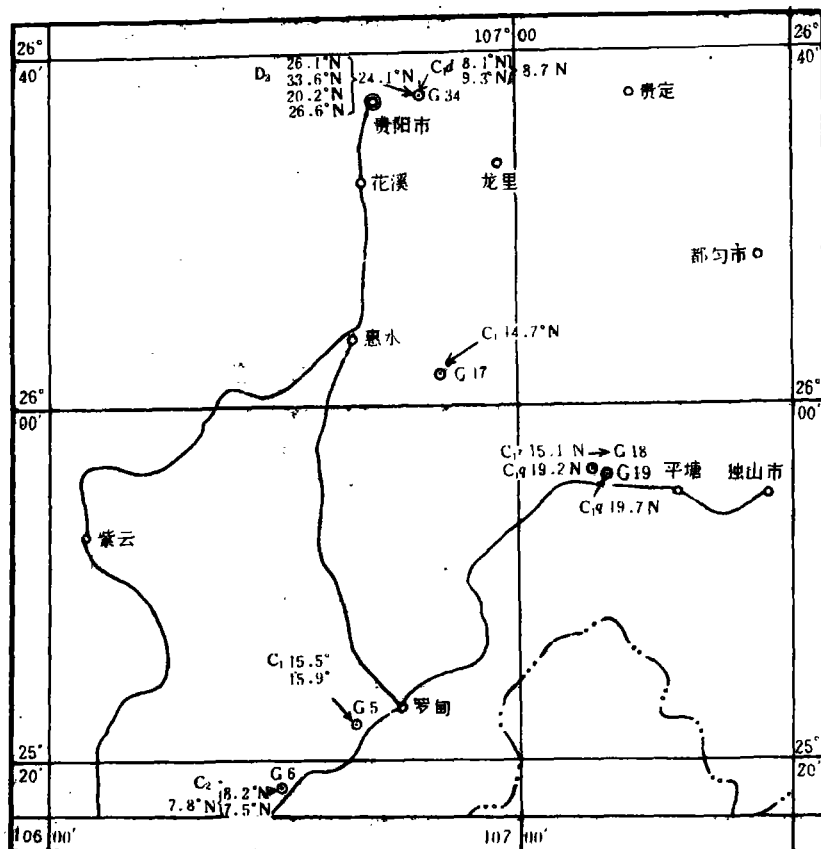


图1 贵州省贵阳市及其以南地区石炭纪古地磁取样分布图

C₁-时代代号, 14.7°N-古纬度(北纬), G₁₇-取样点及编号

Fig. 1 Sampling location of Carboniferous palaeomagnetism in Guiyang and to the south of it

C₁=geologic ages; 14.7°N=palaeolatitude; G₁₇=sampling location and its number

二、地质背景

贵州省位于扬子准地台西缘,其东南角属华南褶皱带。在漫长的地质历史时期中,同属一个板块——华南板块。根据地台盖层的性质划分二级构造单元和三级构造单元,根据构造形态总貌划分四级构造单元(图2)。

贵州属中国南方石炭系最发育的省份,根据地层发育程度、生物群落、岩性和岩相差别可分为独山-威宁、普安-麻尾和郎岱-罗甸三个分区。独山-威宁区俗称“白区”,属浅水碳酸盐台地相;普安-麻尾属过渡相;郎岱-罗甸俗称“黑区”,属暗色碳酸盐岩和硅质岩沉积区,该区相对为深水区。北部黔中隆起广泛分布铝土矿。贵州省各地石炭系地层厚度不一,一般在

数百至2000m以上。

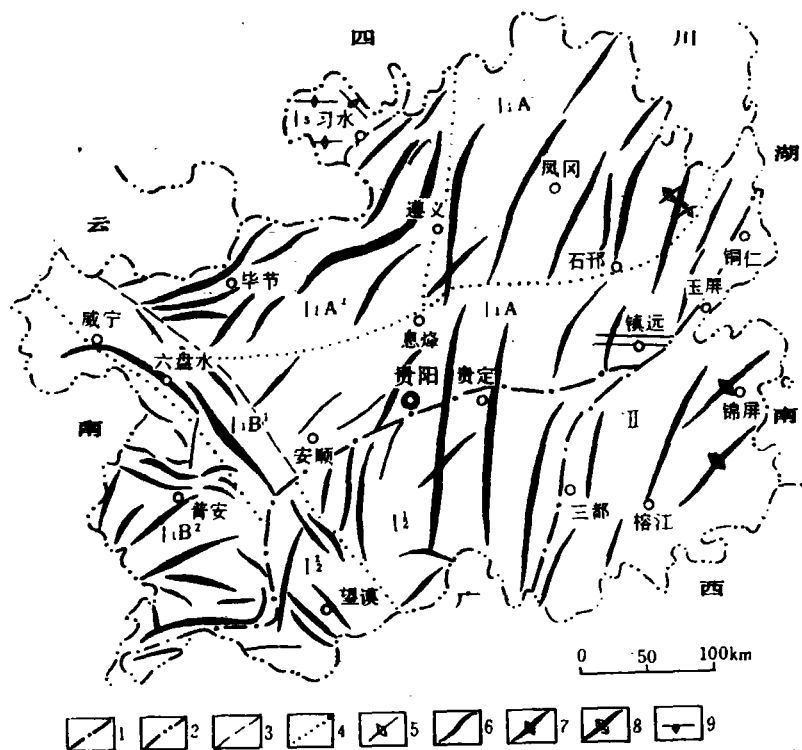


图2 贵州构造单元划分

1—一级单元界线；2—二级单元界线；3—三级单元界线；4—四级单元界线；5—喜马拉雅期褶皱；
6—燕山期褶皱(背斜)；7—加里东期褶皱；8—武陵期褶皱；9—东西向断层

一级单元	二级单元	三级单元	四级单元
I 扬子(Pt) 准地台	$\left\{ \begin{array}{l} I_1 \text{ 黔北}(Z-T_3) \text{ 台隆} \\ I_2 \text{ 黔南}(D-T_3) \text{ 台陷} \\ I_3 \text{ 四川}(T_3-E_2) \text{ 台拗} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} I_{1A} \text{ 遵义}(D-C) \text{ 断拱} \\ I_{1B} \text{ 六盘水}(D-C) \text{ 断陷} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} I_{1A}^1 \text{ 毕节北东向构造变形区} \\ I_{1A}^2 \text{ 凤冈北北东向构造变形区} \\ I_{1A} \text{ 贵阳复杂构造变形区} \\ I_{1B} \text{ 威宁北西向构造变形区} \\ I_{1B} \text{ 普安旋扭构造变形区} \\ I_2 \text{ 贵定南北向构造变形区} \\ I_3 \text{ 望漠北西向构造变形区} \end{array} \right.$
II 华南(Pz ₁) 褶皱带			

注：根据贵州地质志编

Fig. 2 Division of palaeotectonic units in Guizhou

1=first-order unit boundary; 2=second-order unit boundary; 3=third-order unit boundary; 4=fourth-order unit boundary; 5=Himalayan fold; 6=Yenshanian fold (anticline); 7=Caledonian fold; 8=Wulingian fold; 9=EW-trending fault

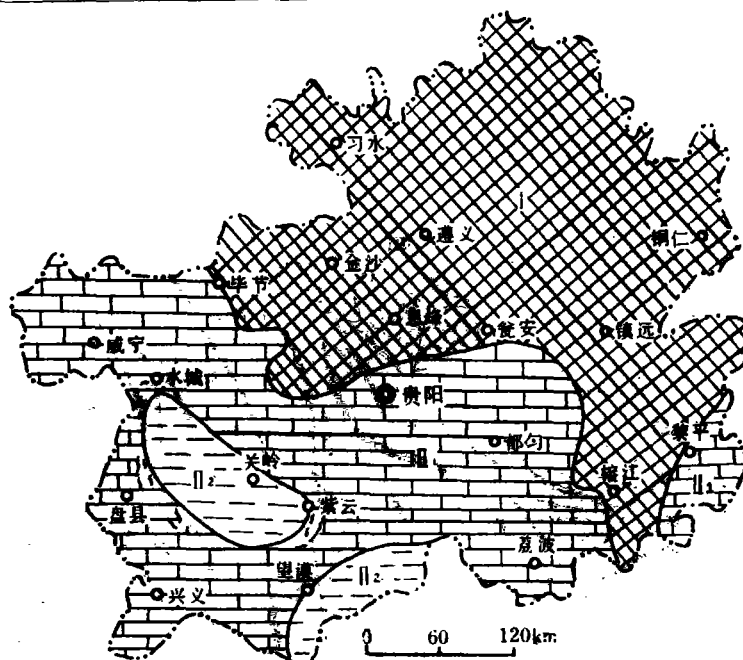


图3 贵州早石炭世德坞期至晚石炭世古地理格局

I-陆地; II-开阔台地相; III-台盆相

(据贵州地质志)

Fig. 3 Early Carboniferous Dewuian to Late Carboniferous palaeogeographic framework in Guizhou

I = land, II = open platform facies, III = intraplatform basin facies (after Geological Annals of Guizhou)

表1 贵州石炭系地层划分简表

Table 1 Division of the Carboniferous strata in Guizhou

系	统	阶	组	岩性
石炭系	上统 (壶天统)	马平阶	马平组	浅灰、灰白色厚层块状灰岩夹灰质白云岩,底部夹泥质灰岩及页岩。产蜂巢、珊瑚、腕足及菊石化石 0—837m
		达拉阶	达拉组	浅灰、灰白色厚层块状灰岩,下部为灰岩及白云岩、白云质灰岩。产蜂巢、珊瑚、腕足类 0—383m
		滑石板阶	滑石板组	浅灰、灰白色中厚—厚层块状灰岩及白云岩。含蜂巢、菊石、腕足、珊瑚 0—545m
	下统 (丰宁统)	德坞阶	摆佐组	上部灰色,下部深灰色厚层块状灰岩、白云岩夹少量页岩。含菊石、珊瑚、腕足 4—582m
		大塘阶	上司组	灰、灰黑色中—厚层灰岩含燧石结核、含泥质夹少量页岩、砂岩 0—456m
			旧司组	灰—灰黑色薄—中厚层灰岩、泥质灰岩、页岩。产珊瑚、腕足 111—456m
			洋摆组	灰—灰白色薄—中厚层石英砂岩、页岩、炭质页岩,含煤1—4层。产植物化石 83—396m
		岩关阶	汤耙沟组	灰、深灰、灰黑色中厚层—厚层灰岩、泥质灰岩夹页岩,含砂岩、硅质岩。产珊瑚、腕足 0—381m
			草毛河组	深灰—灰黑色中厚—厚层灰岩、泥质灰岩夹页岩。产珊瑚、腕足化石 0—150m

贵州早石炭世至晚石炭世古地理格局北部为陆,南部为浅海水台地和相对深水的台盆,局部有生物礁滩分布(图 3)。贵州石炭系地层系统划分为下统、上统。下统包括岩关阶、大塘阶、德坞阶,以灰岩、页岩为主,夹石英砂岩。上统包括滑石板阶、达拉阶、马平阶,以灰岩、白云岩为主(表 1),盛产蛭、珊瑚、腕足等化石。

三、采样、实验、测量

本次采集的样品分布在既有浅水相,又有相对深水相的上、下石炭统的 11 个小层上。先利用层面法定向采集手标本,然后在室内切割成立方体块样品。其中部分为 $4 \times 4 \times 4 \text{ cm}$ 的样品,因受测量仪器的限制而没有测量,其余 68 块为 $2 \times 2 \times 2 \text{ cm}$ 的样品,均作了古地磁试验和测量。样品岩性以砂质白云岩、泥晶灰岩、碳质泥晶灰岩、硅质岩、石英砂岩等。

全部样品都进行了天然剩磁(NRM)的测量,获得了天然剩余磁化强度。测量使用美国产 DSM-2 型旋转磁力仪,对每块样进行了 6 个方位测量,取得了样品在三度空间的天然剩余平均分矢量 X 、 Y 、 Z ,并同时计算出了样品剩磁的偏角和倾角,采用美国产 TSD-1 型热退磁仪对全部样品作了退磁试验。热退磁所用的温度级为 100、200、250、300、350、400、450、500、550、600、650、700°C。其中仅少数样品,如硅质岩等,因天然剩磁比较弱,在 350—400°C 后,强度已经低于仪器灵敏度而中途被淘汰。因此每块样品都获得了各温度级的剩磁强度和剩磁方向。样品天然剩余磁化强度由于岩性不同而差别很大,最大值为 $3.848 \times 10^{-3} \text{ Am}^{-1}$,最小值为 $2.0 \times 10^{-5} \text{ Am}^{-1}$,一般在 1×10^{-4} 至 $8 \times 10^{-4} \text{ Am}^{-1}$ 之间。对上述获得的大量资料数据用电子计算机处理,进行了正交投影和强度衰减曲线分析。每个温度点获得的偏角和倾角都做了地理校正和构造校正。实验表明,大部分样品都有次生磁化叠加现象。从退磁曲线上看,主要有三个磁解固(unblocking temperature)温度区间,100—200°C, 350—450°C, 600—700°C。大部分样品兼有两种磁解固温度,少数样品三种磁解固温度兼而有之。这表明样品有 2—3 种磁性矿物组合。具有低矫顽力解固温度(100—200°C)的是针铁矿的磁性行为,这通常是样品在成岩期以后,磁性矿物发生化学变化时所获得的次生剩磁。高矫顽力(600—700°C)的解固温度通常是赤铁矿的磁特征,这一类磁性可能是成岩期获得的化学剩磁,也可能是成岩后获得的次生磁性。上述低矫顽力的磁性成分带,不能代表样品特征剩磁方向。从正交投影图上分析,大部分特征剩磁方向都在 200—550°C 之间表现出来,少数样品在 550—650°C 之间才表现出来。因此通过热退磁分析,把次生磁性成分和特征剩磁成分分离出来,获得了大部分样品的原生剩磁方向。但在所获得的原生剩磁成分中,样品仍然含有部分次生剩磁的叠加,无法对它们作彻底的清理。因此平均偏角、平均倾角尚有一定的误差,并随之带入了古地磁极位和古纬度计算结果。还有少量样品被后期磁场完全重新磁化了,无法获得它们的特征剩磁,因而也不能参与古地磁极位和古纬度计算。

对采自贵阳及黔南诸县泥盆系、石炭系的样品分别进行了各项计算,获得了同一地区,同一时代各组样品的平均磁偏角、磁倾角、古地磁极位置和采样点古纬度等。就每一组样品本身而言,数据质量均好,所有置信圆半顶角 α_{95} 都不超过 7°。但从它们各自的古地磁极位置和古纬度来看,同时代表地区的结果具有一定差别。经正交投影分析和地理校正后,发现所获得结果主要有三种类型:(1)样品的结果主要表现了它们的特征剩磁,同时也有一些后期次生磁性叠加,它们反映了古地磁场的基本特征,这是我们所希望获得的;(2)受现代地磁场

磁化严重,经地理校正,它们的磁偏角近于现代地磁场,磁倾角稍大于采样位置的磁倾角,这主要由各种次生剩磁叠加而造成的。这类样品无法获得它们的特征剩磁;(3)样品的剩磁是特征剩磁与后期某些时代地磁场的叠加,情况很复杂,也无法完全获得它们的特征剩磁。还有些样品的特征剩磁尚待查明。这些数据与已有数据比较也存在矛盾,它们并且不能很好地反映古代地磁场的特征,但鉴于贵州地区古地磁数据还不十分丰富,一时很难对现有数据和复杂的构造之间的关系作清楚的解释,数据的真伪性尚待进一步验证。

四、测试结果、地质解释

表2 贵州省泥盆纪—石炭纪古地磁测试结果表

Table 2 Analytical data for Devonian—Carboniferous palaeomagnetic samples from Guizhou

采样点编号	样品编号	测试编号	岩 性	地层名称	代号	采样地点	样点经纬度		样 点 古纬度
							东经	北纬	
G5	9	Lc9	硅质岩	下石炭统	C ₁	贵州罗甸铁厂	106°39'25"	25°22'35"	15.5°N
G5	10	Lc10	炭质泥晶灰岩	下石炭统	C ₁	贵州罗甸铁厂	106°39'25"	25°22'35"	15.9°N
G6	13	Uc13	泥晶灰岩	上石炭统	C ₂	贵州罗甸纳水	106°29'53"	25°15'24"	8.2°N
G6	14	Uc14	泥晶灰岩	上石炭统	C ₂	贵州罗甸纳水	106°29'53"	25°15'24"	7.2°N
G17	34	Lc34	石英砂岩	下石炭统	C ₁	贵州惠水洞口	106°50'05"	26°04'41"	14.7°N
G18	35	Lc35	石英砂岩	下石炭统汤耙沟组	C ₁	贵州平塘老甘寨	107°11'49"	25°50'33"	15.1°N
G18	36	Lc36	石英砂岩	下石炭统详摆组	C _{1g}	贵州平塘老甘寨	107°11'49"	25°50'33"	19.2°N
G19	37	Lc37	石英砂岩	下石炭统详摆组	C _{1g}	贵州平塘老甘寨	107°12'13"	25°50'20"	19.7°N
G34	63	UD63	砂质白云岩	上泥盆统	D ₃	贵阳乌当田头	106°48'12"	26°36'33"	26.1°N
G34	64		砂质白云岩	上泥盆统	D ₃	贵阳乌当田头	106°48'14"	26°36'33"	23.6°N
G34	65		砂质白云岩	上泥盆统	D ₃	贵阳乌当田头	106°48'14"	26°36'33"	20.2°N
G34	66		砂质白云岩	上泥盆统	D ₃	贵阳乌当田头	106°48'14"	26°36'33"	26.6°N
G34	67	Lc67	白云岩	下石炭统大塘阶	C _{1d}	贵阳乌当田头	106°48'14"	26°36'33"	8.1°N
G34	68	Lc68	泥晶灰岩	下石炭统大塘阶	C _{1d}	贵阳乌当田头	106°48'14"	26°36'33"	9.3°N

本次取样北起贵阳乌当田坝头,南至罗甸细水,正值北纬26°36'33"—25°15'24"之间,东经106°29'53"—107°12'13"之间。纬度横跨1°16'余。古地磁测试结果如表2。根据不同层位的采取点古纬度平均值(图4)晚泥盆世(D₃)为24.1°N;早石炭世详摆期19.4°N;早石炭世汤耙沟期为15.1°N;早石炭世大塘阶晚期为8.7°N;晚石炭世为7.8°N。由此可见,自晚泥盆世至晚石炭世,贵州中部及贵州南部广大地块,由24.1°N逐渐向7.8°N移动。也就是说,当时的扬子地块由北渐渐向南(靠近赤道)移动。尽管岩关阶至大塘阶之间有过向北移动的极微往返,但总的地块向南移动的趋向仍明显存在。结合我们对本区二叠系、三叠系、侏罗系古地磁研究表明,上扬子地块在二叠纪一直靠近赤道附近。M. W. McElhinny 和马醒华(1981)对峨眉山地区上二叠统峨眉山玄武岩和宣威组测得的古纬度为3.3°N;1984年 Lung. Schan 等对四川下三叠统飞仙关组测得的古纬度为9°S;李华梅、王俊达于1984—1985年对四川广元上寺二

叠系—三叠系界线剖面古地磁的研究认为该地古纬度为 9.1°N ，以及李华梅、王俊达在浙江长兴煤山二叠至三叠系界限剖面的采样地点古纬度为 12.3°N ，这些资料进一步证明，在早三叠世以后，华南地块才渐渐往北移(图5)。我们这次对其它地层所作的古地磁资料进一步证明了这点。

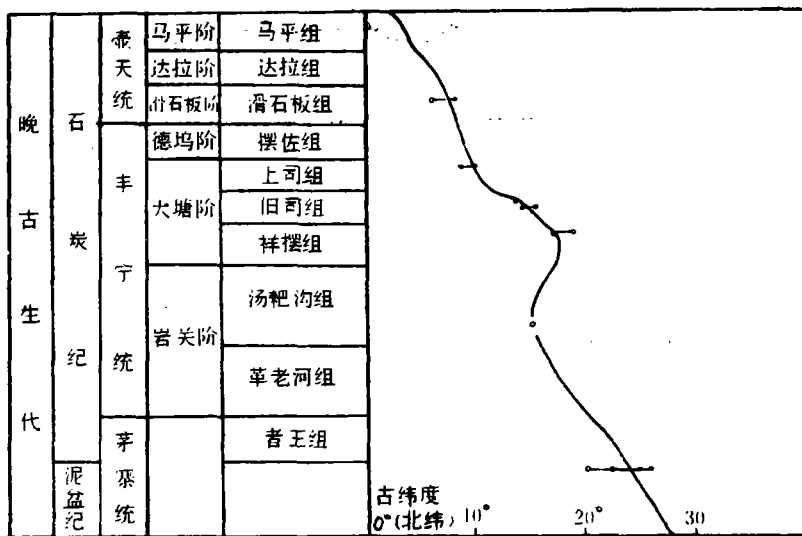


图4 贵州石炭纪古纬度曲线图

Fig. 4 Curves of Carboniferous palaeolatitudes in Guizhou

植物的分布是指相的重要依据之一，它往往可以间接判别古纬度的一般情况。徐仁认为，晚泥盆世到早石炭世时，华南处于北半球热带地区。沼泽地中乔木型石松植物大量发育，形成低纬度的沼泽森林。晚石炭世时，植物进入真蕨和种子蕨时期，地球上可划分出四个植物区。我国大部分地区属华夏植物区，与欧美植物区同位于赤道附近，与北方安格拉植物区以及南部冈瓦纳植物区迥然不同。当时华南地区虽被广海淹没，但仍属华夏植物区，应位于低纬度地区。

贵州中部北部广布的铝土矿的时代，过去一直没有很好地解决。近年来，通过研究基本上确定为早石炭世。地层中大量的孢粉及其它化石是近赤道多雨、潮湿的热带气候区的生物群，经李杏林等研究矿层的古纬度为 8.2°N 。

林金录(1985)在研究华南和华北断块的地极移动曲线(图6)后指出：华南断块显生宙的地极移动曲线，由第三纪、白垩纪、侏罗纪、三叠纪、二叠纪、石炭纪和寒武纪组成，与欧洲—西伯利亚的极移曲线相比，华北和华南的极移曲线明显地向东偏移。值得注意的是，通过球面上的欧拉转动(Euler rotation)可使华南的极移曲线与欧洲—西伯利亚的极移曲线相吻合，欧拉极点大致位于 86.5°N 、 31.5°E ，欧拉角约为 -50° 。这表明，自晚古生代以来，华南断块相对于西伯利亚向东移了 $4300 \pm 1200\text{km}$ 。大部分运动可能发生于中生代以来，即伴随印度洋的扩张和印度板块与欧亚板块的陆—陆碰撞而发生。林金录还重建了晚二叠世世界古地理图(图7)。我们测试的资料表明，华南地块石炭纪可能亦有类似晚二叠世的古地理格局。

关于地块转动问题，贵州寒武系磷矿和贵州铝土矿的分布均为北东向，这可能属中生代

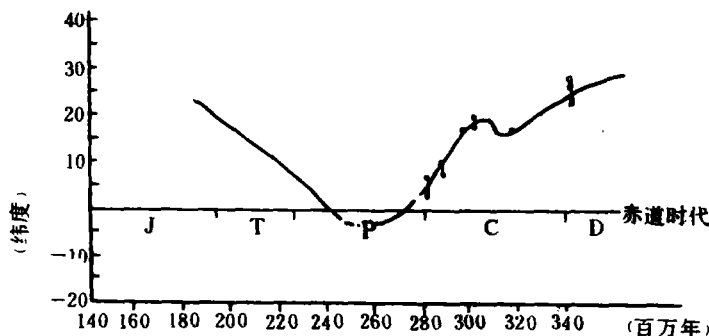


图5 贵州石炭纪古纬度变化

Fig. 5 Variations in Carboniferous palaeolatitudes in Guizhou

之后,华南板块向东转动的结果。

综上所述,贵州作为华南地块的一部分(中、上扬子区),泥盆纪晚期位于北纬 24° 左右。进入早石炭世后,华南地块不断向南移动,汤耙沟期南移至 15.1°N ,详摆期又复至 19.4°N ,但大塘阶晚期为 8.7°N ,晚石炭世为 7.8°N ,直至二叠世,华南地块靠近赤道,之后可能向南纬移动,然后逐渐北移,中三叠统至侏罗纪基本上在北纬 20° — 30° 之间变化,这就是当前我们的初步看法。

由于古地磁研究涉及采样技术问题,它的研究必须结合生物群落、古气候、古构造以及岩相等问题。某一时代的古地磁的研究又必须考虑古板块的总的移动规迹。因此我们的研究肯定存在不少问题,例如汤耙沟期至详摆期地块是否有北移等问题有待今后深入研究解决。

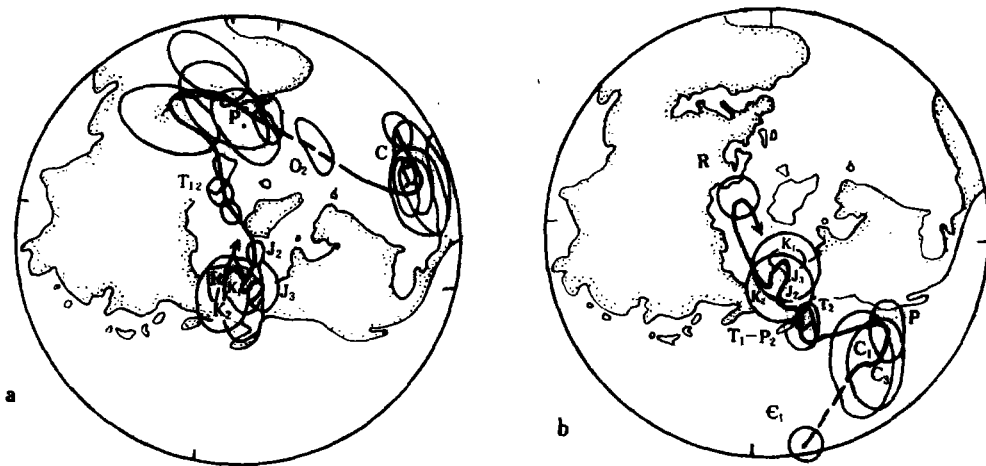


图6 地极移动曲线图(据林金录)

a-华北断块; b-华南断块

图中椭圆为各极点的95%置信线

Fig. 6 Polar migration curves (after Lin Jinlu)

a=North China fault block; b=South China fault block

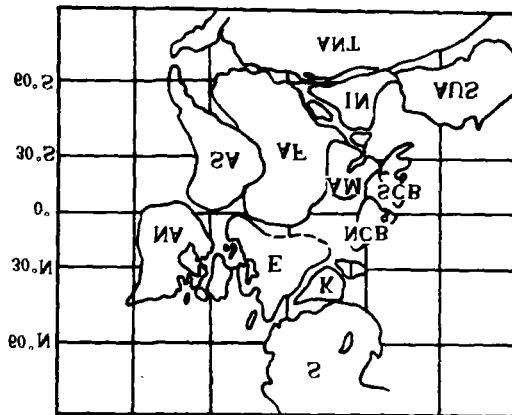


图 7 晚二叠世的古地理重建图

Fig. 7 Late Permian palaeogeographic reconstruction of the world

Teh Preliminary Study of the Carboniferous Palaeomagnetism in Southern Guizhou

Wu Xianghe

Cai Jifeng

Deng Yiyong

Chen Wenyi

(Institute of Geological Sciences, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources)

Wang Junda

(Guiyang Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences)

Abstract

This paper deals with palaeomagnetic reconstruction of Guizhou in Southwest China. It is evident that the South China block drifted episodically northwards or southwards during its geological evolution. Being a part of the South China block, Guizhou is thought to be placed around 24° north latitude during the Late Devonian. Until well into the Early Carboniferous, the South China block continued to drift southwards to 15.1° north latitude during the Tangbagou stage, then returned northwards to 19.4° north latitude during the Xiangbai stage, migrated southwards again to 8.7° north latitude during the late Datang stage, and lastly to 7.8° north latitude during the Late Carboniferous. The block may be close to the equator during the Permian, and subsequently moved towards the southern hemisphere. It once migrated dramatically between 20° and 30° north latitude from Middle Triassic to Jurassic times. It follows that the drifting of the block may be regarded as a leading factor controlling the distribution of reefs and ore deposits, especially the bauxite deposits.

Detailed magnetic study may also serve as a useful tool for palaeogeographic reconstruction.