

华东某些山区第四纪古纬度变化*

朱 诚 于世永 赵宁曦 严苏宁

谢国秋

(南京大学城市与资源学系 南京 210093)

(徽州高等师范专科学校物理系 安徽黄山 245000)

提 要 据 188 个古地磁样品和样品产地的地理坐标、余纬度、平均磁偏角和磁倾角,求得样品产地的古纬度。本区古纬度比现今纬度低: Q_1^1 : 7.6° — 8.2° , Q_2^1 : 6.6° — 6.8° , Q_3^1 : 6.0° — 6.5° , Q_1^2 — Q_3^2 : 2.3° — 3.4° , Q_1^3 — Q_3^3 : 0.2° — 0.6° 。变化由印度板块和太平洋洋壳北推合力所致。

关键词 华东山区 第四纪 古纬度变化 板块运动 古地磁

近些年我国学者^[1-3]已注重第四纪古纬度变化的研究。现通过对华东庐山、黄山和天目山更新统古地磁样品的测试,结合南京汤山猿人遗址等剖面孢粉组合及古动植物群化石分布,探讨本区第四纪古纬度变化及其引起的环境演变。

1 地层时代的确定

在本区共采集古地磁样品 188 个(庐山 133 个,黄山 26 个,天目山 29 个)。采样时在野外用罗盘标定地层倾向和倾角,并当场用乳胶固定样品。采得的样品由地质矿产部成都地质矿产研究所古地磁实验室测试,仪器为美国斯康斯得(SCHONSTEDT)仪器公司产的 GSD-5 型交变退磁仪,退磁场范围 0.5 — 100mT (毫特)。磁化强度、磁倾角、磁偏角的测量仪器为该公司产的 DSM-2 数字旋转磁力仪,测量精度范围为 2.5×10^{-8} — 5A/m (安[培]/米)。在退磁中部分样品随交变磁场数值的增加而出现极性倒转,但一般在 30 — 60mT 间极性稳定,故选择此段的剩余磁化强度作为本征剩余磁化强度,并绘出磁性地层极性柱^[4-6]。据地层剖面和极性柱特征,对本区主要地层剖面作如下年代划分。

1.1 庐山地区

其东麓浆粕厂剖面厚 27m ,采集古地磁样品 79 个。测试后发现,深度 0 — 22.0m 以正极性为主, 22.0m 以下以负极性为主,且在 0 — 22.0m 深处可看出布容正极性世中的拉尚、布莱克、吉曼卡、琵琶湖 D 和 E 事件,在松山倒转极性世中可见有奥尔都维事件出现。为此可将深度 22.0m 定为布容世/松山世的界面所在^[4,6]。

该剖面据磁性地层和沉积特征可分为:1. 下更新统 Q_1 , 深度 22.0 — 25.0m , 红黄白杂色底泥砾层,胶结紧密,属冲积相,在磁性地层上属负极性^[4,6];2. 中更新统 Q_2 , 深度 6.0 — 22.0m , 按成因不同又分:1)河湖相(Q_2^1), 深度 18.0 — 22.0m , 棕黄色斜层理,由细沙和细砾组成,细砾磨圆好、胶结紧;2)冲积相(Q_2^2), 深度 6.0 — 18.0m , 棕红色、红黄色粗细砾石和泥质交替出现;3. 上更新统 Q_3 , 深度 0.5 — 6.0m , 灰黄粗泥砾层,砾石呈次圆状、线状排

* 国家博士后科学基金与南京大学测试基金资助项目的部分研究成果。

本文收稿日期:1996-04-23, 改回日期:1996-08-30。

列,属冲积相;4.全新统 Q_1 ,深度 0—0.5m,棕褐色残坡积层,长有灌木丛和马尾松。

上述四层分别对应于长江中下游的雨花台砾石(九江砾石, Q_1)、网纹红土砾石(Q_2)、下蜀土类(Q_3)、全新世残坡积(Q_4)。剖面中除 Q_1 外,其他各期二元结构明显。

1.2 黄山地区

各剖面磁性地层具正极性,故均划为布容正极性世地层。从磁性地层和沉积特征看,逍遥溪南侧、苦竹溪、黄山管理局、黄山茶林场四个剖面均有 Q_2 — Q_3 — Q_4 的地层^[6]。需指出的是,区内 Q_2 地层未显网纹化。 Q_2 地层是中更新世后期 Q_3^2 黄山山体大幅度抬升后由高处搬运至山麓带(海拔 200—600m)堆积的物质。由于 Q_3^2 的湿热程度已明显不如中更新世初期 Q_3^1 ,故区内 Q_2 地层多呈深红色而未网纹化。至于缺失 Q_3^1 地层,是因为当时的山麓带略有抬升,而被剥蚀的结果。当地的白亭剖面处于垄岗上,在干冷的 Q_3 时,以剥蚀为主,故缺失 Q_3 地层, Q_1 沉积物亦很薄^[6]。

1.3 天目山地区

在磁性地层上除登龙桥剖面下段为负极性外,其余剖面呈正极性,故仅登龙桥剖面跨越布容世/松山世的界面,其他剖面位于布容正极性世内^[5-6]。国内不少学者^[4,7-9]将网纹红土作为 Q_2 沉积物,现亦将登龙桥深 0.3—6.3m 具正极性和深度网纹化的层次作为 Q_2 地层;深 6.3—7.5m 段磨圆好、具二元结构的砾石层作为 Q_1 沉积物。

区内姚砂岭剖面以网纹、风化度高的多泥质沙砾为主,砾石磨圆好,磁性地层仍属正极性,故将剖面深 0.4—12.5m 定为 Q_2 地层,0.4m 之上为 Q_1 表土层,缺失作为 Q_3 的灰黄色沉积物,这是因 Q_3 时已处于较高垄岗上而受剥蚀所致。

其他还有庐山大校场、鄱阳湖畔、天目山千亩田、龙王庙、冰坑等剖面的磁性地层时代测试结果,已有专文^[1-6]讨论,不作重述。

2 古纬度位置计算

按古地磁学原理^[10],所测古纬度位置与古地磁倾角是三角函数关系,数学表达式应为 $2 \tan I_{at} = \tan I_{nc}$,即古地磁纬度正切的二倍等于古地磁倾角的正切。由此可据古地磁样品产地的地理坐标 λ , φ , 余纬度 P 、平均磁偏角 $\overline{D_m}$ 和平均磁倾角 $\overline{I_m}$,求得古地极在现在地理坐标中的位置:

$$\text{纬度 } \varphi_p = \sin^{-1}(\sin \varphi_s \cdot \cos P + \cos \varphi_s \cdot \sin P \cdot \cos \overline{D_m}) \quad (-90^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ);$$

$$\text{经度 } \begin{cases} \lambda_p = \lambda_s + \beta & (\lambda_s + \beta \leq 180^\circ), \\ \lambda_p = \lambda_s + \beta - 180^\circ & (\lambda_s + \beta > 180^\circ), \end{cases}$$

$$\text{其中 } \beta = \sin^{-1}(\sin P \cdot \sin \overline{D_m} / \cos \varphi_p) \quad (-90^\circ \leq \beta \leq 90^\circ).$$

$$\text{平均磁偏角 } \overline{D_m} = \tan^{-1} \left(\frac{\sum_{i=1}^n \cos I_{mi} \cdot \cos D_{mi}}{\sum_{i=1}^n \cos I_{mi} \cdot \sin D_{mi}} \right);$$

$$\text{平均磁倾角 } \overline{I_m} = \sin^{-1} \left(\sum_{i=1}^n \sin I_{mi} / n \right).$$

据样品的 $\overline{I_m}$, 样品产地的古纬度 $\varphi = \tan^{-1}[(1/2)\tan \overline{I_m}]$.

由此用在三个山区测试的古地磁原始资料及相对的地层年代^[1-6],可分别计算出相

应时期的古纬度(表1).

从表1可知,三个山区的古纬度比现今纬度低: Q_2^1 : 7.6° — 8.2° ; Q_2^2 : 6.6° — 6.8° ; Q_2^3 : 6.0° — 6.5° ; Q_1^1 — Q_1^3 : 2.3° — 3.4° ; Q_3^1 — Q_3^1 : 0.2° — 0.6° .

表1 华东某些山区第四纪古纬度变化

Table 1 Quaternary paleolatitude change of some mountain region in East China

采样地点		时代	现纬度	古纬度	古地磁极位置		纬度变幅	采样地点		时代	现纬度	古纬度	古地磁极位置		纬度变幅	
庐山	大校场	Q ₃ ³	29.5°N	29.3°N	22.6°W	79.8°N	0.2°	天目山	白 亭	Q ₂ ²	30.2°N	23.5°N	32.1°W	84.5°N	6.7°	
		Q ₃ ¹	29.5°N	26.4°N	24.6°W	82.9°N	3.1°			Q ₂ ¹	30.2°N	22.0°N	26.5°W	76.2°N	8.2°	
	浆粕厂	Q ₂ ³	29.5°N	23.3°N	23.3°W	83.8°N	6.2°		龙王庙	Q ₄	30.5°N	29.9°N	35.5°W	77.9°N	0.6°	
		Q ₂ ²	29.5°N	22.9°N	21.1°W	78.4°N	6.6°			Q ₃ ¹	30.5°N	27.1°N	29.5°W	81.9°N	3.4°	
		Q ₂ ²	29.5°N	21.7°N	20.1°W	78.7°N	7.8°			姚砂岭	Q ₂ ³	30.5°N	24.5°N	25.5°W	83.0°N	6.0°
		Q ₁ ¹	29.5°N	21.7°N	20.1°W	78.7°N	7.8°				Q ₂ ²	30.5°N	23.7°N	22.1°W	82.2°N	6.8°
黄山	管理局	Q ₃	30.2°N	27.9°N	32.1°W	79.6°N	2.3°			Q ₂ ¹	30.5°N	22.9°N	29.4°W	80.8°N	7.6°	
	苦竹溪	Q ₂ ²	30.2°N	23.7°N	26.8°W	85.9°N	6.5°									

3 古纬度变化对环境的影响

古纬度的变化不仅局限于本区. 如北京周口店、陕西蓝田、云南元谋及辽宁赤峰四处考古遗址尽管现今纬度分别是 $39^{\circ}48'\text{N}$, $34^{\circ}12'\text{N}$, $25^{\circ}41'\text{N}$ 和 $42^{\circ}18'\text{N}$, 据古地磁平均剩余磁化方向的磁偏角和磁倾角计算, 0.30Ma BP 的 Q_2^1 古纬度分别只有 $35^{\circ}21'\text{N}$, $30^{\circ}36'\text{N}$, $20^{\circ}00'\text{N}$ 和 $36^{\circ}06'\text{N}$, 这比现今纬度分别低 $4^{\circ}27'$, $3^{\circ}36'$, $5^{\circ}41'$ 和 $6^{\circ}12'$ ^[1]. 0.35Ma BP 的南京汤山($32^{\circ}00'\text{N}$, $119^{\circ}00'\text{E}$)猿人头盖骨的中更新世地层研究, 也发现含现今分布在西双版纳和印度的南方种类剑齿象 *Stegodon* 化石^[11], 当时当地纬度比现今纬度低 7° 左右.

值得指出的是, 近来我国乃至全球第四纪环境变化的研究, 较多考虑青藏高原隆升、季风、冰期和天文事件的影响, 较少考虑古纬度变化的影响. 实际上纬度变化对环境演变起着最直接的影响, 它与高原隆升、季风、冰期和天文事件一样, 都是不可忽视的重要影响因素. 如已有不少学者对本区的研究结果表明, 目前区内广布的网纹红土是在 Q_2^1 高温多雨且多暴雨的亚热带森林气候条件下形成的, 当时的年均温 $18\text{—}28^{\circ}\text{C}$, 年降水量 $1\,000\text{—}3\,000\text{mm}$ ^[12]. 江西境内网纹红土的孢粉分析结果证明, 网纹红土的成土环境为地带性的阔叶林景观^[9]. 庐山东麓叶家垄网纹红土的 X 衍射分析结果亦证实, 网纹红土是热带和亚热带气候的产物^[7]. 而目前气候环境下区内是无法形成网纹红土的, 这正是古纬度变化影响土壤发育及其地带分布的有力证据之一.

古纬度变化对植物生境演化亦有重要影响. 如第四纪初生长在东北三江平原西部的一种山核桃 *Carya*, 现已南撤至浙江天目山南坡, 至今南撤 17 个纬度; 有些树种从第四纪早期到现代, 水平带移动十几个纬度, 垂直带移动 $1\,000\text{—}2\,000\text{m}$; 寒温带针叶林最大水平移距 >10 个纬度; 垂直带移距: 南方约 $1\,000\text{m}$, 北方中纬区 $>2\,000\text{m}$ ^[3]. 古纬度变化对动物群分布影响亦显著, 南京汤山古剑齿象发掘地与现今云南西双版纳象产地的水平移距 7 个纬度; 蓝田 Q_2 公主岭动物群的中国斑鬣狗 *Hyaena brevirostris sinensis*, 现今分布于 25°N

的印度,与蓝田现今纬度($34^{\circ}10'N$)相差 $9^{\circ}10'$ 。古纬度变化具有区域性乃至全球性。

引起古纬度区域性变化的主要原因是板块运动。早第三纪印度板块向北运动与欧亚板块发生俯冲挤压以来,欧亚陆块渐向北移动,由此古纬度从低纬转为高纬,致使气候演变和生物群落的大规模南迁。再则青藏高原受挤压后以 10mm/a 的速度隆升^[7],欧亚大陆自 Q_2 以来 0.35Ma 北移纬度 $5.0^{\circ}\text{--}7.0^{\circ}$ 。这种运动的推力来源:印度板块的挤压,以及由太平洋中脊涌出的地幔物质所构成的大洋地壳以 $0.5\text{--}5.0\text{cm/a}$ 的速度、向两侧扩张综合推力。据古纬度变化数据(见表 1),更新世稳定磁场时的磁偏角主要沿 $0^{\circ}\text{--}30^{\circ}$ 、 $330^{\circ}\text{--}360^{\circ}$ 两组方向分布,这表明当时已存在来自 SE 和 SW 两个主应力方向。

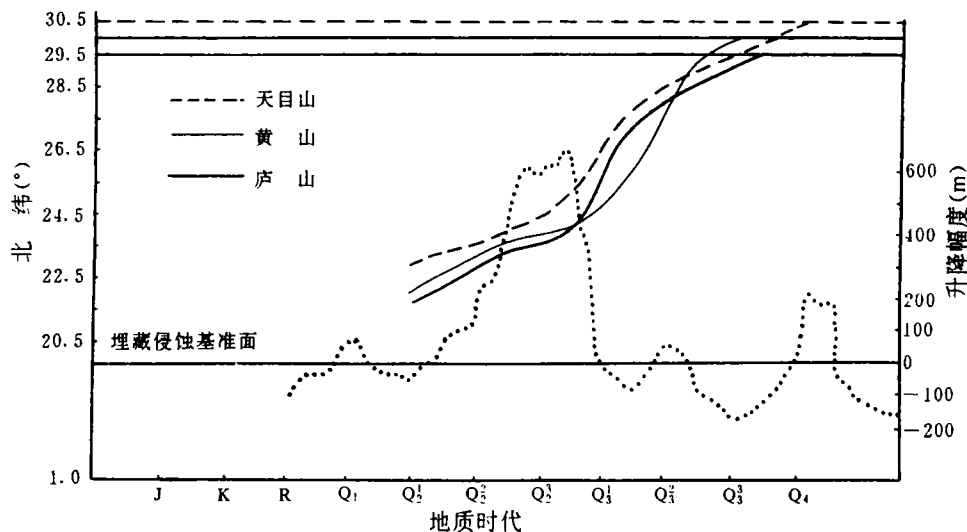


图 1 华东某些山区第四纪古纬度变幅与新构造运动抬升幅度

Fig. 1 Quaternary paleolatitude change and neotectonic lift amplitude of some mountain region in East China

古纬度的不等量变化(图 1)表现在: Q_2 以前三个山区古纬度变幅基本相等; $Q_2\text{--}Q_3$ 庐山山区北移 1.6° ,黄山山区北移 1.7° ,天目山区北移 1.6° ,这反映来自印度板块与太平洋洋壳(及菲律宾板块)的挤压力在本区近乎相等; $Q_3\text{--}Q_4$,庐山山区北移 2.9° ,黄山山区北移 2.1° ,天目山区($Q_3\text{--}Q_4$)北移 2.8° ,这表明 Q_2 以来古纬度北移幅度明显增大,可能印度板块、太平洋洋壳及菲律宾板块北推加剧之故。需要指出的是,地极迁移从理论上讲也是一个古纬度变化的重要原因。如地极北迁时,某地的纬度也会随之增大。但据计算,更新世磁北极与现今磁北极均位于现在 $80^{\circ}N$ 左右,另有学者也得到类似结果^[13]。这就是说,更新世以来磁北极在不断地由格陵兰岛一带向西运动渐达现在位置,并没有引起古纬度的北移。由此可知,古纬度变化主要是由板块运动造成的。

参 考 文 献

- [1] 刘椿. 第四纪古地磁地层学与第四纪某些基本问题的初步认识. 中国第四纪研究, 1980, 5(1): 29—33.
- [2] 黄培华. 中国第四纪气候演变与庐山“冰川遗迹”问题. 冰川冻土, 1982, 4(3): 1—14.
- [3] 杨怀仁主编. 第四纪地质. 北京: 高等教育出版社, 1987. 302—305.

- [4] 朱诚. 对庐山东麓第四纪沉积物物源及新构造运动的新认识. 地理学报, 1995, 50(1): 41—50.
- [5] 朱诚. 天目山姚砂岭地区第四纪沉积环境研究. 沉积学报, 1995, 13(3): 1—12.
- [6] 朱诚. 庐山、黄山与天目山地区第四纪沉积环境比较研究. 地理科学, 1996, 16(1): 37—45.
- [7] 施雅风, 崔之久, 李吉均等. 中国东部第四纪冰川与环境问题. 北京: 科学出版社, 1989. 133—198.
- [8] 徐肇. 长江中下游网纹层问题的讨论. 见: 第四纪冰川与第四纪地质论文集(第一集). 北京: 地质出版社, 1984. 104—112.
- [9] 朱景郊. 网纹红土的成因及其研究意义. 地理研究, 1988, 7(4): 12—19.
- [10] 袁学诚. 古地磁学原理及其应用. 北京: 地质出版社, 1991. 80—121.
- [11] 穆西南, 许汉奎, 穆道成等. 南京汤山古人类化石的发现及其意义. 古生物学报, 1993, 32(4): 393—397.
- [12] 中国科学院南海研究所海洋地质研究室. 华南沿海第四纪地质. 北京: 科学出版社, 1978. 13—28.
- [13] 刘肇昌. 板块构造学. 成都: 四川科学技术出版社, 1985. 47—52.

QUATERNARY PALEOLATITUDE CHANGE IN EAST CHINA MOUNTAIN REGION

Zhu Cheng Yu Shiyong Zhao Ningxi Yan Suning

(Department of City and Resources Sciences, Nanjing University Nanjing 210093)

Xie Gouqiu

(Department of Physics, Huizhou Normal Institute Huangshan 245000)

Abstract

According to the test of 188 paleomagnetic samples, and the local coordinate λ_s, φ_s , residual-latitude P , average magnetic declination D_m and inclination I_m , the paleolatitude φ data of the samples locality were obtained. The calculated result shows that the paleolatitude of the studying area (Lushan, Huangshan and Tianmushan Mountain Areas in East China) is always transferred since Middle Pleistocene. That is, at the local area, in Q_2^1 its paleolatitude was 7.6° — 8.2° lower than that of nowadays. In order of geological time, Q_2^2 : 6.6° — 6.8° , Q_2^3 : 6.0° — 6.5° , Q_1^3 — Q_1^2 : 2.3° — 3.4° , Q_1^3 — Q_1^1 : 0.2° — 0.6° were lower than that of nowadays respectively. The paleolatitude change was the main reason for existing residual reticulate red ground and Pleistocene southern paleo-animal community, as well as paleophytocoenosis (which should be products of paleo-humid-hot environment) at nowadays. Yet, the northward-synthetic push power from Indian and Pacific Ocean Plate is the main reason for the above paleolatitude change. On the one hand, it made the Qinghai-Xizang Plateau uplift at the velocity of about 10 mm/a; on the other hand, it made this area was northward moved at the velocity of 5.0° — 7.0° (latitude)/0.35Ma.

Key words East China Mountain Region, Quaternary, paleolatitude change, paleomagnetism, plate movement