

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

# 安比拉事件在中国存在的证据

葛同明 樊利民 刘 坚

(地质矿产部广州海洋地质调查局)



黄土地层、珠江口盆地第四纪地层以及雷州半岛英利火山岩的古地磁学研究表明,布容极性时出现有反极性地磁场。英利火山岩的 K-Ar 同位素年代测定值为  $0.58 \pm 0.13\text{Ma}$ 。据气候地层学和生物地层学资料确定,黄土地层和珠江口盆地第四纪地层的反极性层段的年代分别为  $0.45\text{Ma}$  和  $0.47-0.48\text{Ma}$ 。这些反极性层段的年代相当于安比拉事件的年代。从中国不同地区、不同地层揭示的这一事件证实了安比拉事件为全球极性倒转,并非极性漂移。安比拉事件的确定将为中、晚更新世地层的划分提供磁极性的依据。

**关键词** 布容极性时 极性倒转 安比拉事件

## 1 前言

60 年代以来,已有数以十计的论文报道,布容正极性时( $0-0.73\text{Ma}$ )发生有多个地磁极性倒转事件。然而,也有大量的研究资料否定这些事件的存在。有关布容极性时的极性倒转事件的争论至今仍未平息。争论的根源在于,这些事件未能在全球范围内得以印证,多数事件还没有可靠的同位素年代测定值。因此,现已发表的各个地磁极性年代表<sup>[1-3]</sup>都未把这些事件列入其中。

笔者认为,在这场极性事件争论中,只有安比拉事件(Emperor event)已获得较多的资料能证实其存在。这个事件是在 1972 年由 W. B. F. Ryan 命名。他在加勒比海和太平洋沉积物岩芯样品的古地磁学研究中,发现了布容极性时内有一反极性地磁记录并确定其年代约为  $0.4-0.5\text{Ma}$ <sup>[4]</sup>。随后, V. A. Zubakov 和 V. V. Kochegura 在苏联境内 Ponto-Caspian 等地的上新—更新世地层的古地磁学研究中也从布容极性带内揭示有反极性地层段。V. A. Zubakov 和 V. V. Kochegura 肯定了布容极性时内发生有地磁极性倒转,并命名为乌雷基事件(Ureki event)<sup>[5,6]</sup>。事实表明,它与安比拉事件为同年代的反极性地磁场的记录。D. E. Champion 等人对美国爱达荷州 Snake River Plain 更新世玄武岩的研究也获得了相同的结论。这一玄武岩的  $^{39}\text{Ar}-^{40}\text{Ar}$  同位素年代测定值,确定了极性倒转发生的年代为  $0.46 \pm 0.05\text{Ma}$ ,持续时间为  $5-10\text{Ka}$ <sup>[7]</sup>。D. E. Champion 认为, Snake River Plain 玄武岩记录的地磁极性倒转事件与 W. B. F. Ryan 命名的安比拉事件以及 V. A. Zubakov 等人命名的乌雷基事件为同一事件。D. S. Wilson 由另一途径证实了安比拉事件的存在。他研究 Galapagos 海底扩张中心的磁异常条带时,

本文 1991 年 2 月收到,1992 年 5 月改回,萧品芳编辑。

发现了一些彼此一致的短磁异常。根据这些磁异常条带的计算结果,确定事件发生的年代约为  $0.49 \pm 0.05\text{Ma}$ ,持续时间约为  $10\text{Ka}$ <sup>[8]</sup>。

由于这一地磁场极性倒转持续时间极为短暂,在第四纪磁性地层学中往往因采样间距较大或者因岩石同位素年代测量误差大而被漏检,未能得到应有的重视。近年来,笔者从中国北方黄土地层、南海珠江口盆地第四纪地层和雷州半岛英利火山岩的古地磁学研究中均发现有这一极性事件存在的证据,并测定了极性倒转的年代、持续时间。现渐次讨论于后。

## 2 布容极性时的反极性地磁场记录

### 2.1 黄土地层中的磁异常

中国北方第四纪黄土地层为黄土和古土壤相间成层,第四纪地质学家已将黄土层和古土壤层分别作为独立的地层单位,进行第四纪地层划分<sup>[9]</sup>。气候地层学、磁性地层学研究确定,自顶部的黄土层(L<sub>0</sub>)至第8层黄土层(L<sub>8</sub>),连同其中所含的古土壤层为全新一中更新世地层。布容—松山极性时界线位于L<sub>8</sub>内<sup>[10-12]</sup>,这一地层样品的剩余磁性以正极性为主。某些采样密度较大的黄土地层剖面的磁极性序列中,可以在布容极性时内出现有反极性记录。陕西省洛川县群22孔31.40—31.85m层段3个样品的剩余磁性为反极性<sup>[13]</sup>。

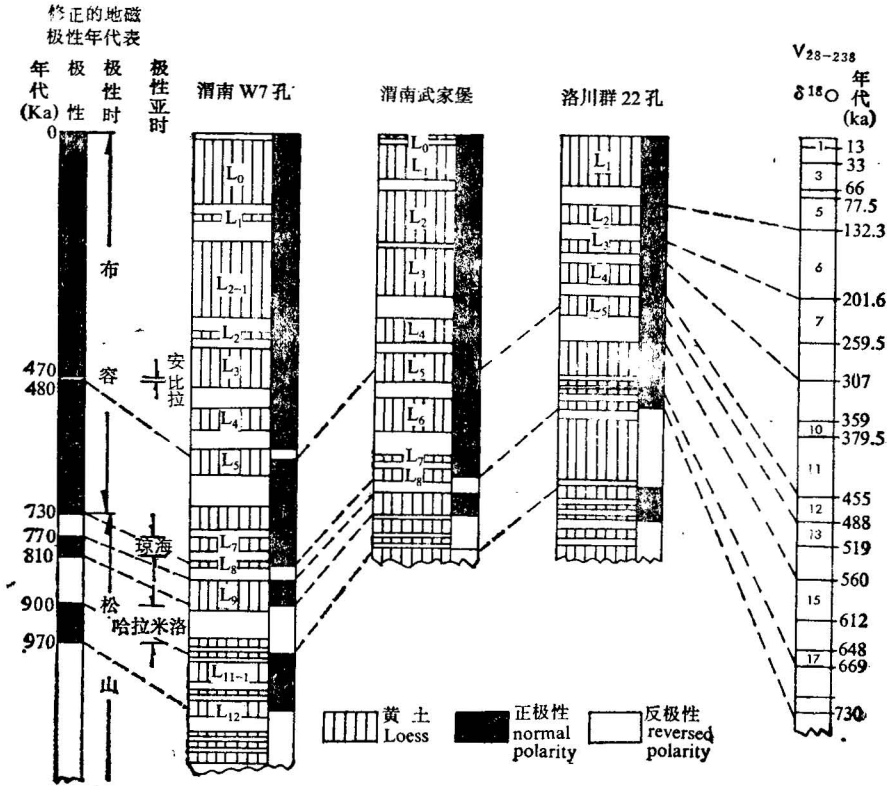


图 1 黄土地层极性对比图

Fig. 1 The polarity comparison of the Loess section

陕西省渭南市阎村 W7 孔和武家堡剖面的布容极性时黄土地层内，也发现反极性地层段<sup>[14-15]</sup>。前者位于 59.85m 的地层，后者位于 43.1—44.1m 地层段(图 1)。尽管这些剖面中呈反极性的地层段厚度不大，然而这些反极性地层段均位于第 5 黄土层(L<sub>5</sub>)，可以肯定这是同一时期地球磁场极性的记录。气候地层学研究认为，L<sub>5</sub> 层的时代相当于 V28—238、V28—239 深海沉积物岩芯中按 δ<sup>18</sup>O 值划分的第 12 气候期<sup>[16,17]</sup>。按 V28—239 沉积物岩芯的平均沉积速率计算，第 12 气候期的年代为 0.455—0.488Ma。黄土地层中的反极性层段的年代与 D. E. Champion, D. S. Wilson 等人确定的反极性事件的年代相吻合。

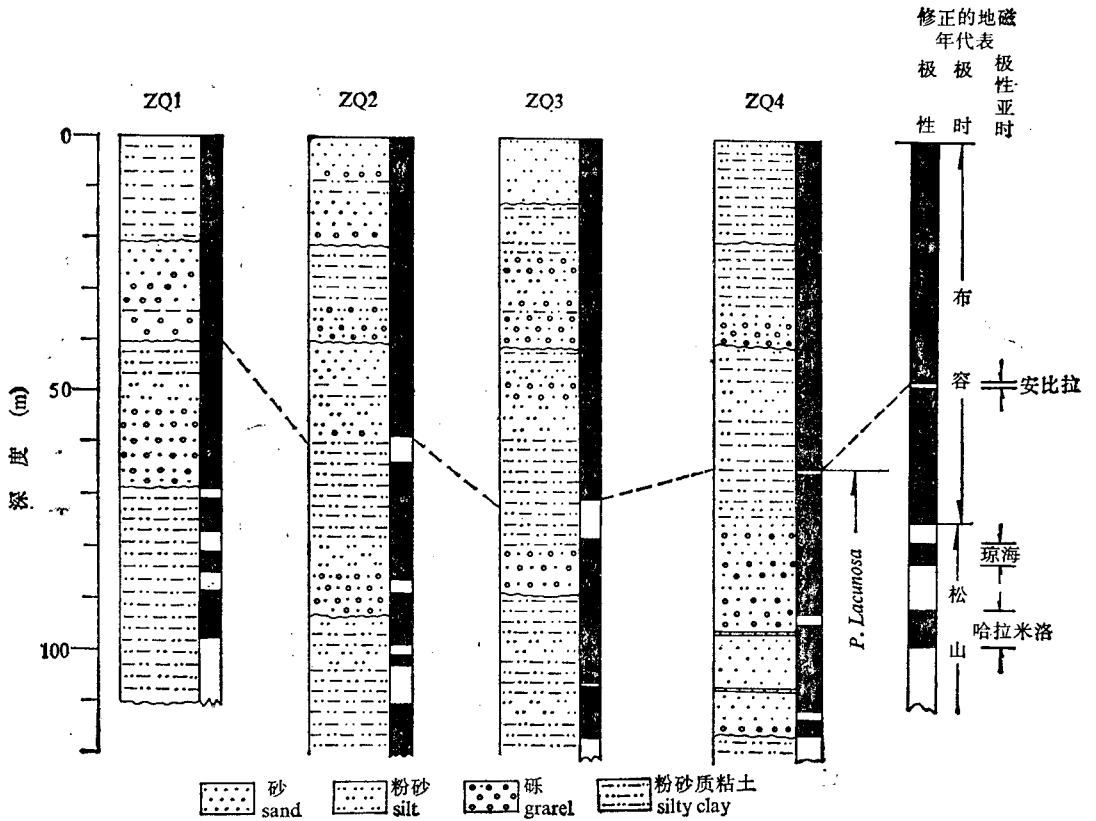


图 2 ZQ1—ZQ4 钻孔岩芯地层岩性、磁极性对比

Fig. 2 The lithology and polarity comparison of cores from ZQ1—ZQ4 borehole from Rerl River Mouth Basin

## 2.2 珠江口盆地中更新统的反极性层段

南海珠江口盆地更新世地层的古地磁学研究，布容极性时的地层内具有反极性的地层段<sup>[18]</sup>。图 2 展示了珠江口盆地 ZQ1—ZQ4 孔地层的岩性和磁极性序列。这些钻孔岩芯样品的生物地层学、同位素年代学研究已经肯定，由岩芯揭示的地层时代为第四纪，样品的磁性地层学研究指示，ZQ1 孔 0—75m、ZQ2 孔 0—86m、ZQ3 孔 0—118m 和 ZQ4

孔 0—111m 层段的时代为布容正极性时(0—0.73Ma)。除了 ZQ1 孔所在地区因沉积间断导致局部地层缺失外,在其他 3 个钻孔的布容极性时地层段的中部均存在反极性带,这些反极性层段的时代相当于超微化石 NN19 带的时代,而且反极性层段邻接于超微化石 *P. Lacunosa* 末现面下部。据测定,*P. Lacunosa* 末现面的年代为 0.46Ma<sup>[19]</sup>。根据这些钻孔岩芯的 *P. Lacunosa* 末现面以下的布容极性时地层厚度,按这一地层的平均沉积速率计算反极性层段的生成年代约为 0.47—0.48Ma。

### 2.3 英利火山岩的反极性剩余磁性

笔者于 1989 年在雷州半岛—海南岛晚新生代火山岩的古地磁学研究中,对 36 个火山岩体进行 K-Ar 同位素年代测定,其中有 13 个火山岩体的生成年代属布容正极性时。这些火山岩的剩余磁性以正极性为主,唯有海康县境内的英利火山岩为反极性<sup>[20]</sup>。英利火山岩的 K-Ar 同位素年代测定值为  $0.58 \pm 0.13\text{Ma}$ ,属于布容正极性时早、中期的产物。其年代测定值的有效范围可与安比拉事件的年代相当。

## 3 安比拉事件是地磁极性倒转

自从 W. B. F. Ryan 命名了安比拉事件以来,围绕着这一时期地球磁场的极性特征展开了热烈的讨论。尽管 V. A. Zubakov, D. E. Champion 和 D. S. Wilson 等人的研究证实了这一时期地球磁场呈反极性,并且较为精确地确定了地球磁场极性倒转的年代和持续时间。然而,以 J. S. Jacobs 为代表的一批古地磁学家则表示了怀疑。他们认为,这一时期地球磁场究竟发生了地磁极性倒转还是地磁漂移(geomagnetic excursion)尚不清楚<sup>[21]</sup>。

为判别地球磁场的极性倒转和漂移,M. F. Barbetti 和 M. W. McElhinny 作如下定义:地磁极性漂移是指,虚地磁极从地理极出发的大于  $40^\circ$  的运动,这一运动以地磁场恢复到先前的极性而告终,在此期间未建立起相反的极性;极性倒转是指地球磁场的—一个相反极性能维持到足够长的时间,至少能维持到基本偶极子场强度作完一次振荡(约 10Ka)<sup>[22]</sup>。J. S. Jacobs, A. V. Cox 等人也作了类似的定义。他们认为,判别地球磁场极性倒转还是极性漂移,均以磁化方向的变化幅度、持续时间以及全球性的显示作为依据。按照上述论述判别布容正极性时(约 0.4—0.5Ma)出现的反极性地磁场的性质,不难看出这是一次短暂的地磁极性倒转。

### 3.1 极性倒转的年代及持续时间

前已指出,英利火山岩的生成时代属布容正极性时中期。其年代测定值的有效范围与安比拉事件的年代相当。珠江口盆地钻孔岩芯的磁性地层学资料,亦表明该地区布容正极性时地层内,反极性层段的生成年代约为 0.47—0.48Ma。黄土地层的反极性层段的年代测定也得到了相同结论。按照黄土地层的平均沉积速率推算了洛川群 22 孔、渭南阎村 W7 孔以及渭南武家堡剖面 L<sub>5</sub> 层的生成年代。计算确定各剖面反极性层段起始和终止年代分别为 0.445—0.455Ma, 0.445—0.458Ma 和 0.432—0.455Ma(图 3—5)。尽管,上述 3 个剖面的黄土地层沉积速率不同,地层厚度各异,然而反极性层段生成年代相同,这

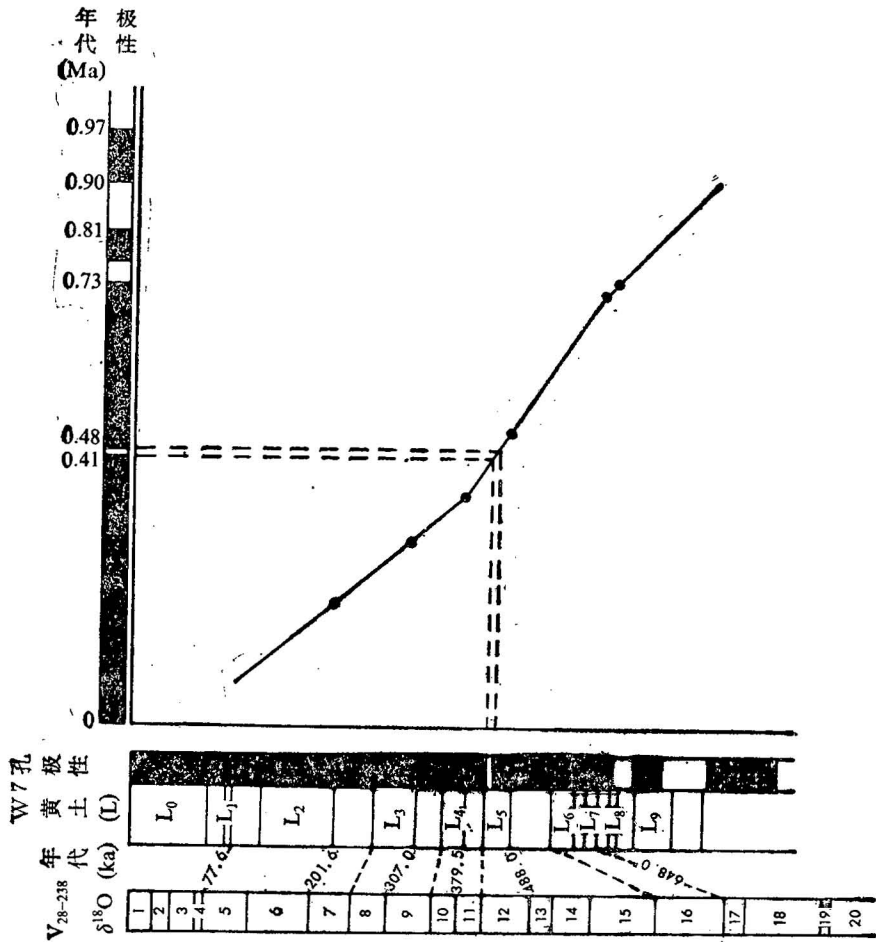


图3 渭南 W7 孔黄土/古土壤的沉积速率

Fig. 3 The sedimentary rate of loess and palaeosol in W7 borehole

意味着这些反极性层段记录着相同年代的地磁场特征。英利火山岩、珠江口盆地海相地层和黄土地层的研究,从不同地区,不同岩性的地层、岩层中揭示了布容正极性时中期出

表1 布容正极性时的反极性倒转的年龄值表

Table 1 Ages of the polarity reversals in Brunhes Chron

分析物	年代值 (Ma)	持续时间 (Ka)	资料来源
沉积物岩芯	0.4-0.5		W. B. F. Ryan (1972)
海洋磁条带	0.49±0.05	10	D. S. Wilson (1981)
玄武岩	0.46±0.05	5-10	D. E. Champion (1981)
地层样品 (W7孔)	0.445-0.458	13	葛同明(1991)及本文
地层样品 (群22孔)	0.445-0.455	10	葛同明(1984)及本文
地层样品 (武家堡)	0.432-0.455	23	孙建中(1991)及本文
地层样品 (珠江口盆地)	0.47-0.48		葛同明(1991)
玄武岩 (英利)	0.58±0.13		葛同明等(1989)及本文

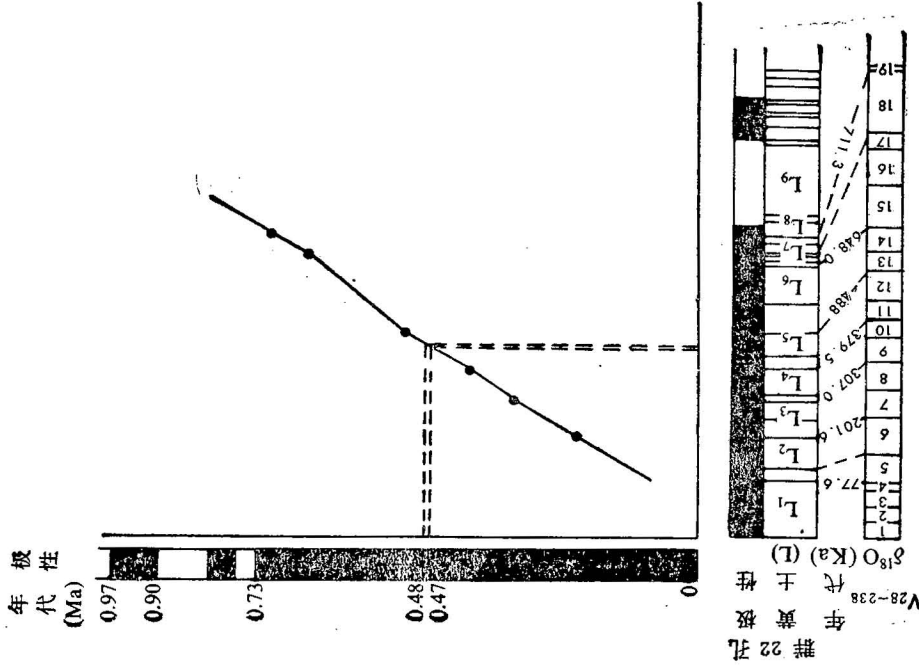


图 5 洛川群 22 孔黄土/古土壤的沉积速率  
Fig. 5 The sedimentary rate of loess and palaeosol  
in Qun 22 borehole

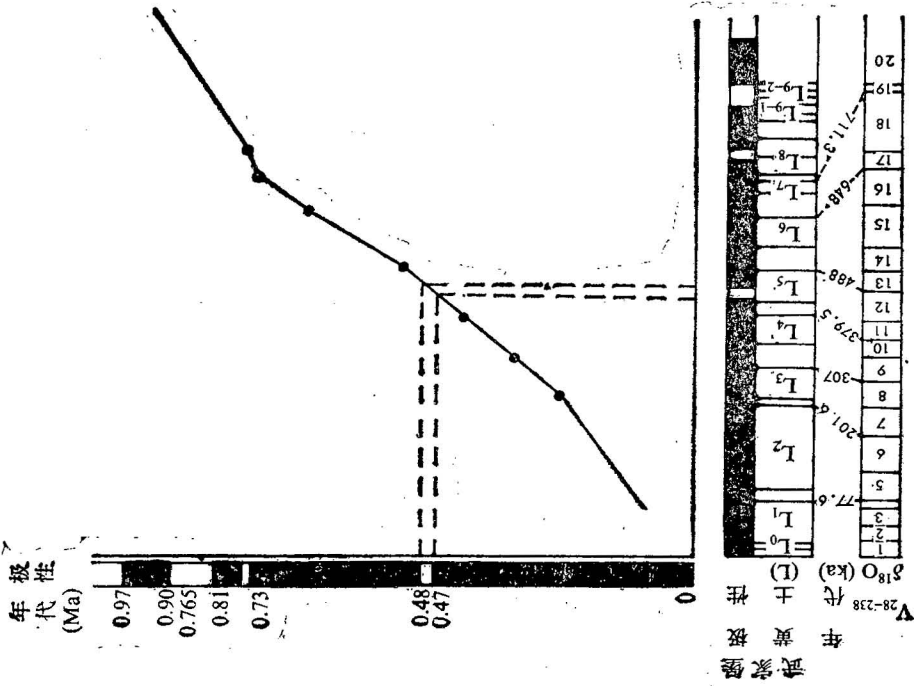


图 4 渭南武家堡剖面黄土/古土壤的沉积速率  
Fig. 4 The sedimentary rate of loess and palaeosol on  
Wujiabao section

现的反极性地磁场特征,与已有资料的对比表明,其生成年代与 W. B. F. Ryan 等人报道的安比拉事件的年代一致(表 1)。由黄土地层反极性层段的起始、终止年代值表明,其持续时间约为 10—20Ka。持续时间值也显示,尽管在这一时期地球磁场发生倒转呈反极性特征的时间不长,然而这段时间足以保证地球极性倒转的完成。

### 3.2 地磁场磁化方向的变化

黄土地层的反极性层段、珠江口盆地布容极性时地层的反极性层段以及英利火山岩层的古地磁学研究均显示其磁化方向与这些地区布容极性时的正极性的磁化方向相差近  $180^\circ$ 。图 6 展示了渭南武家堡布容极性时黄土地层各地层样品的剩余磁化方向的投影。由图 6 可见,反极性地层样品的磁化方向与其他正极性地层的磁化方向呈对蹠分布。这个

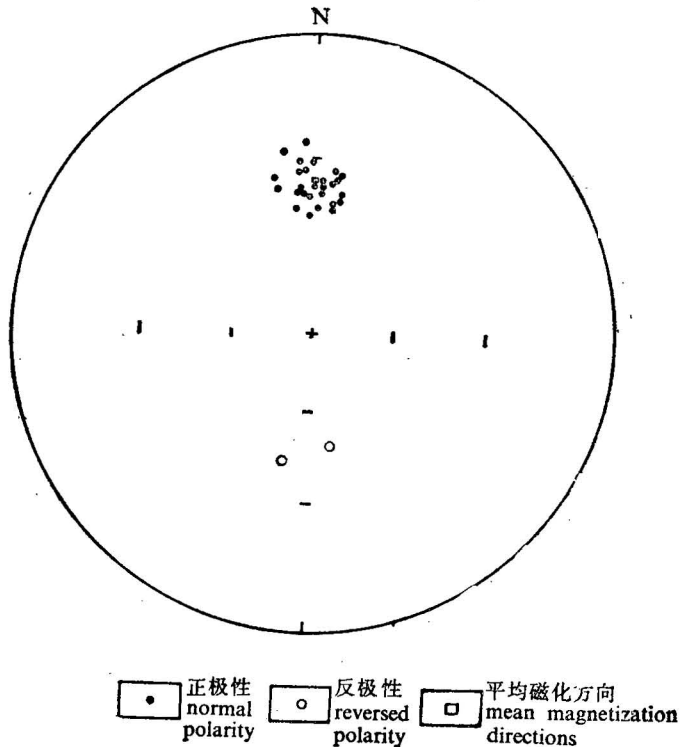


图 6 渭南武家堡剖面正极性时地层样品的磁化方向投影

Fig. 6 The projection of the magnetic azimuth of the loess samples on Wujiabao section, Weinan

表 2 渭南武家堡剖面布容正极性时的磁化方向统计

Table 2 Statistics of magnetization directions for the samples of Wujiabao section, Weinan in Brunhes Chron

样品数	极性	$\bar{D}$	$\bar{I}$	K	$\alpha_{95}$
72	正	1.0	53.8	88.20	1.8
2	反	180.3	-44.1	48.15	14.3

剖面的布容正极性时黄土地层样品的剩余磁化方向统计(表 2)也表现有近  $180^\circ$  的变化。地层样品剩余磁化方向的变化特征,证实了地球磁场出现了极性倒转。

### 3.3 极性倒转的全球性显示

W. B. F. Ryan 由加勒比海和太平洋沉积物岩芯的古地磁学研究中,揭示了安比拉事件的存在。V. A. Zubakov 等人则由原苏联境内的研究,发现与安比拉事件同时代的极性倒转。随后 D. E. Champion 又在美国爱达荷州的玄武岩研究中证实了它的存在。这些资料来自地球的不同部位,表明了这一极性事件并非为区域性的磁异常,具有全球性的意义。现今在中国境内的不同地区,由 3 种不同岩性的地层、岩层的古地磁资料印证了这一极性事件的存在,为证实安比拉事件的全球性显示提供了新的证据。

尽管论述安比拉事件存在的资料尚少,然而已有的古地磁学研究成果来自于海相地层、陆相地层、火山岩,不同地区,不同岩性地层的相互印证避免了因异常沉积作用而产生的虚假地磁异常。除了由地层、岩层样品的剩余磁性测量证实反极性地磁场的存在,从海洋磁异常条带的解译中也得到安比拉事件存在的结论。多种方法、多个区域的研究肯定了安比拉事件,是一次全球性的地磁极性倒转。

综上所述,本项研究证实了在布容正极性时中期,地球磁场曾发生了一次短暂的极性倒转。安比拉极性倒转事件出现的年代约为  $0.47-0.48\text{Ma}$ ,持续时间约  $10\text{Ka}$ 。鉴于这一事件的存在,在布容正极性时内可以划分出一反极性亚时。按照惯常的命名原则,称其为安比拉亚时。

布容正极性时内反极性事件的揭示是第四纪磁性地层学研究中的新突破,安比拉亚时的确定将为中、晚更新世地层的进一步划分和对比提供了依据。

### 参 考 文 献

- 1 Cox A V. Geomagnetic reversals. *Science*, 1969, 163:237.
- 2 Mankinen E A, Dalrymple G B. Revised geomagnetic polarity time scale for the interval 0—5 m. y. B.P. *J. Geophys. Res.*, 1979, 84(B2):615—626.
- 3 Harland W B, Cox A V, Llewellyn P G, Pickton C A G, Smith A G, Walters R. 地质年表. 袁相国,姬再良,刘椿译. 北京:地质出版社,1987.
- 4 Ryan W B F. Stratigraphy of late Quaternary sediments in the eastern Mediterranean. *The Mediterranean Sea: A Natural Sedimentation Laboratory* ed D. J. Stanley (Stroudsburg: Dowden, Hutchison and Ross) 1972.
- 5 Zubakov V A, Kochegna V V. Ob obratnoi namagnichnosti drevneuxsinskih sloev Urekskogo sazreza (Prichernomorje). XXVII Gerzenovskie chtenya Leningrad 1976. 31—35.
- 6 Kochegna V V, Zubakov V A. Paleomagnetic timescale of the Ponto-Caspian Plio-Pleistocene deposits. *Palaeogeog., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* 1978, 23:151—160.
- 7 Champion D E, Dalrymple G B, Kuntz M A. Radiometric and palaeomagnetic evidence for the Emperor reversed polarity event at  $0.46 \pm 0.05$  M. Y. in basalt lava flows from the Eastern Snake River plain, Idaho. *Geophys. Res. Lett.* 1981, 8:1055—1058.
- 8 Wilson D S, Hey R N. The Galapagos axial magnetic anomaly: evidence for the Emperor reversal within the Brunhes and for a two-layer magnetic source. *Geophys. Res. Lett.* 1981, 8: 1051—1054.
- 9 刘东生等. 黄土与环境. 北京:科学出版社,1985.
- 10 王永焱. 中国黄土研究新进展. 西安:陕西人民出版社,1985.
- 11 Heller F, Liu T S. Magnetism of Chinese loess deposits. *Geophys. J. R. astr. Soc.* 1984, 77:125—141.
- 12 岳乐平. 蓝田段家坡黄土剖面磁性地层学研究. 地质论评,1989,35(5): 479—488.
- 13 葛同明. 洛川黄土沉积层的磁性地层学研究. 海洋地质与第四纪地质,1984,4(1): 37—44.

- 14 葛同明,樊利民,徐行,李素珍,郑洪瑞. 渭南市阎村 W7 孔岩芯样品的古地磁学研究. 海洋地质与第四纪地质, 1991, 11(4): 59—72.
- 15 孙建中,魏明健,赵景波,常丕兴,李秉成,葛同明,文思郁,樊利民. 关于三门组——武家堡剖面古地磁地层学补充研究. 见: 孙建中,赵景波等著. 黄土高原第四纪. 北京: 科学出版社, 1991. 12—19页.
- 16 Shackleton N J, Opdyke N D. Oxygen isotope and palaeomagnetic stratigraphy of equatorial Pacific core V28—238: Oxygen isotope temperatures and ice volumes on  $10^5$  and  $10^6$  year scale Quaternary Research. 1973, 3: 39—55.
- 17 Shackleton N J, Opdyke N D. Oxygen-isotope and paleomagnetic stratigraphy of Pacific core V28—239, Late Pliocene to latest Pleistocene. Mem. Geol. Soc. Am., 1976, 145: 449—464.
- 18 葛同明,黄永祥,樊利民,刘 坚. 珠江口盆地第四纪磁性地层学研究. 南海地质研究, 1992(4): 110—121.
- 19 Thierstein H R, Geizenauer K R, Molino B, Shackleton N J. Global synchronicity of Late Quaternary coccolith datum levels: validation by oxygen isotopes. Geology. 1977, 5(8): 400—404.
- 20 葛同明,陈文寄,徐 行,李大明,樊利民,李 齐,文思郁,王 昕. 雷琼地区第四纪地磁极性年表: 火山岩钾-氩年龄及古地磁学证据. 地球物理学报, 1989, 32(5): 550—558.
- 21 Jacobs J A. Reversals of the Earth magnetic field. Adam. Hilger Ltd. 1984.
- 22 Barbetti M. F, and McElhinny M. W. The Lake Mungo geomagnetic excursion Phil. Trans. Roy Soc. London 1976, Ser. A 281: 515—542.

## GEOLOGICAL EVIDENCE FOR THE PRESENCE OF THE EMPEROR EVENT IN CHINA

Ge Tongming, Fan Limin and Liu Jian

(Guangzhou Marine Geological Survey, Ministry of Geology and Mineral Resources, Guangzhou)

### Abstract

Palaeomagnetic study on Quaternary loess deposits in China, Quaternary strata in the Pearl River Mouth Basin and Cenozoic volcanic rocks on the Leizhou Peninsula indicates the presence of the reversal of the geomagnetic field in the Brunhes Chron. The magnetostratigraphic data of the loess deposits at three localities reveal that the samples of the strata showing the features of remanence of reversed polarity are located within the fifth loess layer ( $L_5$ ). Polarity-reversed intervals of three boreholes in the Pearl River Mouth Basin lie within the layer below the 0.46 Ma LAD of the nannofossil *P. locunosa*. The K-Ar isotopic dating of polarity-reversed volcanic rocks in Yingli of the Leizhou Peninsula reveals an age of  $0.56 \pm 0.13$  Ma. With the help of climatostratigraphic and biostratigraphic data, the strata of reversed polarity of the loess deposits and Quaternary strata in the Pearl River Mouth Basin are determined to be 0.47—0.48 Ma in age according to the accumulation rate of the sediments. The above-mentioned similarity in age suggests the same reversal event equivalent to the age of the Emperor Event named by Ryan.

This reversal event revealed in different regions, rocks and strata in China proves that the Emperor Event is a global event rather than polar wandering. The confirmation of the Emperor Event will permit a precise definition of Middle and Late Pleistocene strata.

**Key words:** Brunhes Chron, polarity reversal, Emperor Event

### 作 者 简 介

葛同明 1942年生。1964年南京大学地质学系毕业。1967年中国地质科学研究院研究生毕业。1980年赴瑞士苏黎世高等工业大学地质研究所学习古地磁学。现任地质矿产部广州海洋地质调查局高级工程师。通信处: 广州市环市东路477号, 地质矿产部广州海洋地质调查局。邮政编码: 510075。