

# 九江地区网纹红土的时代

蒋复初 吴锡浩 肖华国 赵志中

(中国地质科学院地质力学研究所)

王苏民 薛 滨

(中国科学院南京地理与湖泊研究所)

**摘 要** 长江中下游地区广泛发育网纹红土。本文对九江长虹大道剖面进行了初步研究。该剖面地层自下而上可分为河流相冲积砂砾石、以发育水平状网纹为特征的铁质网纹红土、以垂向网纹为特征的网纹红土、红色粘土和风成下蜀黄土,分别厚 3.3 4.5 5.9 3.6 和 4.1m。磁性地层研究结果,布容正向极性带/松山反向极性带的界限出现于网纹红土层中部,距顶深部 12.9m 处;贾拉米洛正向极性亚带出现在铁质网纹红土层中,距顶深度 15.1—16.1m 处。根据 Cande and Kent 古地磁极性年表的模式年龄和热释光年龄,计算出沉积速率,进而计算出各层的界限年龄。结果表明,铁质网纹红土沉积于 1232—869kaBP;网纹红土大约沉积于 869—392kaBP;红色粘土沉积于 392—101kaBP。九江长虹大道剖面代表了该地区从河流沉积、铁质网纹红土、网纹红土、红色粘土到风成黄土沉积的演变过程,并显示出准 0.4Ma 的周期变化。这与黄土高原、青藏高原构造层和地球公转轨道偏心率变化所反映的准 0.4Ma 构造气候轮回基本一致。

**关键词** 网纹红土 地质时代 准 0.4Ma 周期 九江

网纹红土是湿热气候下风化作用的产物,广泛分布于长江中下游地区<sup>[1-3]</sup>。网纹红土以红色或深色调块状粘土为基底,并夹杂有灰白或浅色调条带呈网纹状而得名。网纹红土的灰白色或浅色部分是断续相连的圆形孔管,网纹迂回曲卷,多呈网纹状、蠕虫状、树枝状或条带状。网纹红土层之下,常常为网纹化的砂砾石层,砾石具明显的风化圈。

江西九江地区,在九江砾石层之上普遍发育多层具紫红、灰白色相间的网纹化红色粘土层和网纹状红土层,通常呈帽覆式接触,同时常有下蜀黄土覆于其上。九江市长虹大道江西日报驻九江记者站工地开挖出较好的地层剖面,我们对其进行了详细研究。本文主要讨论长虹大道剖面网纹红土及其上网纹化红土的时代问题。

## 1 地层特征

长虹大道剖面位于九江市西南部的江西日报驻九江记者站。剖面地层自上而下可分 12

注:地质矿产部重点基础科技项目(9501113)和中国科学院湖泊沉积与环境开放研究实验室共同资助

层(图 1):

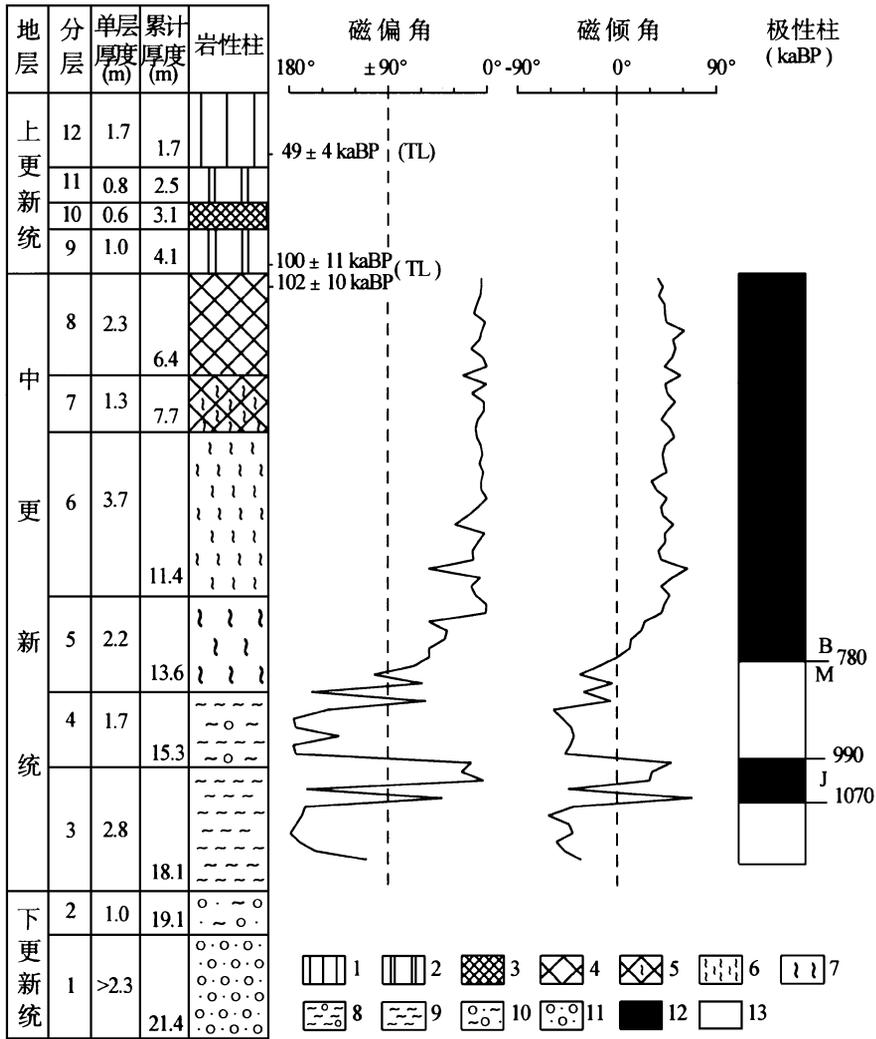


图 1 九江长虹大道剖面磁性地层柱状图

Fig. 1 Magnetostratigraphic column in the Changhongdadao profile, Jiujiang

1. 疏松黄土; 2. 固结较好黄土; 3. 古土壤; 4. 红色粘土; 5. 网纹化红色粘土; 6. 网纹红土; 7. 粗大网纹红土;  
8. 含砾网纹红土; 9. 铁质网纹红土; 10. 网纹化砂砾石; 11. 砂砾石; 12. 正向极性; 13. 反向极性

12. 浅黄色泥质粉砂, 黄土, 质地疏松。距顶 1.4m 处的热释光年龄为  $49 \pm 4$  kaBP 1.7m  
11. 褐黄色泥质粉砂, 黄土, 固结程度较好, 棱块状构造, 含少量 Fe-Mn 胶膜 0.8m  
10. 浅红色粉砂质粘土, 古土壤, 含 Fe-Mn 胶膜 0.6m  
9. 褐黄色泥质粉砂, 黄土, 含大量 Fe-Mn 胶膜, 向上逐渐减少, 偶含灰白色网纹。下部距顶 3.8m 处热释光年龄为  $100 \pm 11$  kaBP 1.0m  
8. 红色砂质粘土, 红色土, 含少量灰白色网纹条带, Fe-Mn 胶膜发育。上部距顶 4.4m 处热释光年龄为  $102 \pm 10$  kaBP 2.3m  
7. 鲜红色粉砂质粘土, 发育不典型的白色网纹, 含 Fe-Mn 胶膜 1.3m  
6. 紫红色粉砂质粘土, 为典型网纹红土。紫红色亚粘土为基质, 蠕虫状、树枝状白色网纹垂向发育,

- 网纹直径 1—2cm 含 Fe—Mn 胶膜和少量砾径小于 1cm 的小砾石。 3.7m
5. 黄红色粉砂质粘土,网纹红土,红色亚粘土基质,粗大白色网纹呈垂向分布,网纹直径一般 3—5cm 含少量 Fe—Mn 胶膜,偶含小砾石。 2.2m
4. 紫红色粉砂质粘土,网纹红土。含少量 Fe—Mn 胶膜,偶含小砾石。铁质网纹较第 3 层减少,岩性较坚实。 1.7m
3. 绛紫色粉砂质粘土,铁质网纹红土,网纹直径一般 1—2cm,呈水平状分布,表面呈蜂窝状,坚硬。横向上厚度有变化。 2.8m
2. 绛紫色网纹化砂砾石,砾径一般 3—5cm 发育铁质网纹,呈水平状分布,表面呈蜂窝状,较坚硬。与上覆地层有一明显的沉积间断面。 1.0m
1. 灰白色砂砾石,砾径一般 5—10cm,大者可超过 1m,砂质充填。砾石深度风化,常有铁盘发育。 > 2.3m

该剖面地层出露总厚度 21.4m,代表了该地区从流水沉积、网纹红土到黄土沉积的演变序列。剖面可分为 6 个岩性段。第 6 段 12 层为疏松黄土;第 5 段 11—9 层为固结较好的黄土夹古土壤;第 4 段 8—7 层为红色粘土,下部轻微网纹化;第 3 段 6—5 层为以垂向网纹为特征的网纹红土;第 2 段 4—3 层为以发育水平状网纹为特征的铁质网纹红土;第 1 段 2—1 层分别为铁质网纹化砂砾石层和灰白色砂砾石层,可能同属前人所称九江砾石层。

## 2 网纹红土的时代

九江长虹大道剖面上部黄土和红色粘土中共采集热释光样品 3 个,经中国科学院黄土与第四纪地质国家重点实验室热释光实验室测定,第 12 层浅黄色粘土质粉砂层下部距顶 1.4m 处热释光年龄为  $49 \pm 4$ kaBP;第 9 层褐黄色泥质粉砂层下部距顶 3.8m 处热释光年龄为  $100 \pm 11$ kaBP;第 8 层红色粉砂质粘土层上部距顶 4.4m 处热释光年龄为  $102 \pm 10$ kaBP

我们对九江网纹红土进行了磁性地层研究。对长虹大道剖面第 3—8 层以 20cm 间距共采集古地磁样 69 个。全部样品加工成  $2 \times 2 \times 2$ cm<sup>3</sup> 两套试样,由中国科学院黄土与第四纪地质国家重点实验室古地磁实验室协助和作者本人在北京大学地球物理系古地磁实验室进行剩磁测量。测试过程均在无磁空间中进行。样品先经美制 TSD-1 热退磁仪 (SCHONSTEDT) 以 50°C 间隔进行逐步系统热退磁处理。剩磁测量使用英国 Minispin 旋转磁力仪。样品虽遭受后期次生磁化干扰,但原生剩磁不仅较稳定,且占主要成分。根据样品的剩余磁化强度和退磁过程中的变化特征,选用各古地磁样在 150—300°C 退磁后的剩余磁化强度作为特征剩余磁化强度,进行数据计算分析后绘出极性柱状图 (图 1)。两批样品的测试结果基本一致。它们都表明九江网纹红土的磁性地层极性带明显地跨越了布容正向极性带和松山反向极性带的界限。以距顶深度 12.9m 处为界,上部全为正向磁化,下部则以反向磁化为主。此界限为布容正向极性带 (B) 松山反向极性带 (M) 界限,位于第 5 层粗大网纹红土的中部。松山极性带中的贾拉米洛正向极性亚带位于第 4 层底部和第 3 层上部,深度 15.1—16.1m 处。

对该剖面的地外撞击事件研究表明,在 B/M 界线以上约 1m 的层位内找到了大量粒径 50—150 $\mu$ m 的微球粒<sup>[4]</sup>。它们显示出有两个富集层位。这些微球粒的成分及分布特征完全可与北方黄土地层中 B/M 界限之上 580—700kaBP 和 727—730kaBP 两层位的澳亚区地外物质撞击事件记录进行对比<sup>[4]</sup>,亦可证实这一极性转换界线为 B/M 界线的结论是可靠的。

长虹大道剖面磁性地层特征可与九江金氏山庄和星子县叶家垄等剖面作较好的对比<sup>[3]</sup> (图 2)。它们均明显显示出跨越了 B/M 界限,下部都出现贾拉米洛正极性亚带,但它们在剖面

中出现的具体层位仍存在较大的差异。长虹大道剖面中 B/M 界限和贾拉米洛正极性亚带出现的层位略偏上,也就是说长虹大道网纹红土的发育明显较后两剖面为早。

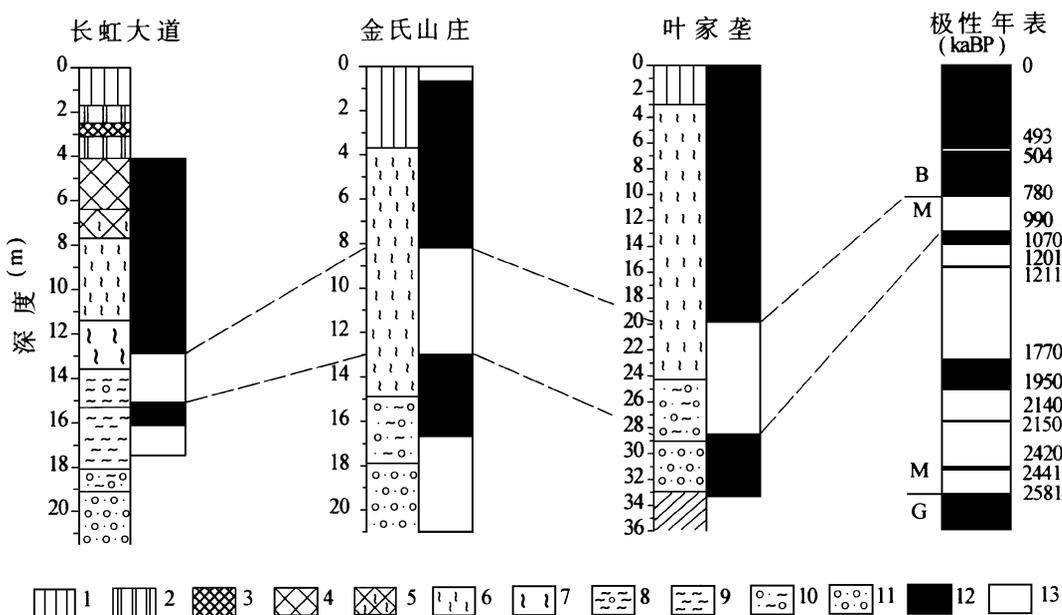


图 2 九江地区磁性地层对比

Fig. 2 Sketch map of magnetostratigraphic correlation in Jiujiang area

1. 疏松黄土; 2. 固结较好黄土; 3. 古土壤; 4. 红色粘土; 5. 网纹化红色粘土; 6. 网纹红土; 7. 粗大网纹红土;
8. 含砾网纹红土; 9. 铁质网纹红土; 10. 网纹化砂砾石; 11. 砂砾石; 12. 正向极性; 13. 反向极性

参考第 8 层顶部和第 9 层底部的热释光年龄,取其平均值为 101kaBP,并根据 Cande and Kent 的古地磁极性年表<sup>[5]</sup>的模式年龄,计算了长虹大道剖面标志层段地层的沉积速率(表 1)。各段的沉积速率大致相近,也从一个侧面说明极性带的划分是可信的。同时,采用从第 8 层顶—贾拉米洛亚带底地层的沉积速率,计算出第 3—8 层的界限年龄值,结果列于表 2

表 1 九江长虹大道剖面网纹红土平均沉积速率

Table 1 Average depositional rates of the vermiculated red soil in the Changhongdadao profile, Jiujiang

层 段	地层厚度 (m)	经历时间 (ka)	沉积速率 (cm/ka)
第 8 层顶部—B/M 界限	8.8	679	1.298
B/M 界限—贾拉米洛亚带顶	2.2	210	1.048
贾拉米洛亚带	1.0	80	1.250
第 8 层顶部—贾拉米洛亚带底	12.0	969	1.238

长虹大道剖面网纹红土堆积以发育水平状网纹为特征的铁质网纹红土最早,大约沉积于 1232—869kaBP,地质时代为中更新世早期;以垂向网纹为特征的网纹红土大约沉积于 869—392kaBP,地质时代为中更新世中期;红色粘土沉积于 392—101kaBP,地质时代为中更新世晚期;之上发育了晚更新世风成黄土—古土壤序列。剖面下部河流相砂砾石层,即九江砾石层的堆积时代略早于 1232kaBP,地质时代为早更新世晚期。

表 2 九江长虹大道剖面网纹红土界限年龄

Table 2 Age of boundary between the vermiculated red soil beds in the Changhongdadao profile, Jujiang

地 层	地层厚度 (m)	所需时间 (ka)	地层时代 (kaBP)
8	2.3	186	287- 101
7	1.3	105	392- 287
6	3.7	299	691- 392
5	2.2	178	869- 691
4	1.7	137	1006- 869
3	2.8	226	1232- 1006

注: 沉积速率以 1.238cm/ka计

### 3 讨论

网纹红土以往普遍作为庐山一大姑间冰期或中更新世堆积,从九江长虹大道剖面来看,布容与松山极性带的界线出现于网纹红土中部,贾拉米洛正极性亚带出现在铁质网纹红土层中,因而,网纹红土大致形成于 120- 400kaBP,地质时代为中更新世早期至中期。

一般认为,红土是由于在湿热气候条件下,化学风化作用强盛,母质中的活泼元素发生迁移或淋失,  $Al_2O_3$  和  $Fe_2O_3$  相对富集而形成<sup>[6]</sup>,红色是  $Fe^{+3}$  的表现。网纹红土是红土在还原环境中高价铁部分迁移,残留部分显示为灰白色蠕虫状条带而呈网纹状,迁移出来的高价铁在下部层位聚积形成铁质层。网纹红土的发育表明地层堆积之后有一个相当长的湿热气候环境和较稳定的地质环境。

剖面下部第 2 层的网纹化砂砾石已遭强烈风化,顶部出现铁质网纹,同时网纹有随深度增大呈现减少的趋势,且仍保持砾石的外形。在九江昌九公路十里铺 SW 方向约 2km 的公路路堑剖面上,亦可见类似情况。网纹红土之下为巨大砾石层,砾石层由下向上风化程度加深,上部砾石已全风化,其上布满黄色和白色条带,充填物已发生轻度网纹化,向上逐渐过渡为网纹红土。这种现象可以说明网纹红土是在较老沉积物的基础之上经化学风化作用而形成的,或是边沉积边风化的产物,随着风化作用的加强而经历了红土化、网纹化和铁质网纹化阶段。

九江长虹大道剖面代表了该地区从流水沉积、铁质网纹红土、网纹红土、红色粘土到黄土沉积的演变过程,并显示出准 0.4Ma 的周期变化。这与黄土高原、青藏高原构造层<sup>[7, 8]</sup>和地球公转轨道偏心率变化<sup>[9]</sup>所反映的准 0.4Ma 构造气候旋回存在较好的一致性。有关这方面的问题将另文详细讨论。

### 参 考 文 献

- 1 刘东生, 杨理华, 陈承惠, 中国第四纪沉积物区域分布特征的探讨。第四纪地质问题, 北京: 科学出版社, 1964, 1- 4
- 2 徐馨, 长江中下游网纹层问题的讨论。第四纪冰川与第四纪地质论文集(一), 北京: 地质出版社, 1984, 104- 112
- 3 何培元, 段万佩, 邢历生, 刘兰锁, 庐山第四纪冰期与环境。北京: 地震出版社, 1992, 122- 145
- 4 吴锡浩, 徐和聆, 蒋复初, 邓寄温, 肖华国, 赵志忠, 殷伟德, 长江中下游地区网纹红土中撞击事件记录的首次发现与初步研究。地质地球化学, 1995, (4): 83- 86
- 5 S C Cande and D V Kent, Revised calibration of the geomagnetic polarity timescale for the Late Cretaceous and Cenozoic. Journal of Geophysical Research, 1995, 100(B4), 6093- 6095.

- 6 杜恒俭、陈华慧、曹伯勋主编,地貌学及第四纪地质学. 北京:地质出版社,1981,77-85
- 7 吴锡浩、安芷生、蒋复初、肖华国,上新世以来黄土高原的构造气候旋回. 纪念袁复礼教授诞辰100周年学术讨论会文集,北京:地震出版社,1993,73-78
- 8 吴锡浩、王富葆、安芷生、钱方、卢滨涛、张选阳,晚新生代青藏高原隆升的阶段和高度. 刘东生、安芷生主编,黄土·第四纪地质·全球变化(三),北京:科学出版社,1992,1-13
- 9 吴锡浩、蒋复初、肖华国,地球公转轨道偏心率变化的构造运动响应. 地质力学学报,1995,1(1),8-14

## AGE OF THE VERMICULATED RED SOIL IN JIUJIANG AREA, CENTRAL CHINA

Jiang Fuchu Wu Xihao Xiao Huaguo

(*Institute of Geomechanics, CAGS*)

Wang Sumin Xue Bin

(*Nanjing Institute of Geography and Limnology, Academia Sinica*)

**Abstract** There is a wide distribution of the vermiculated red soil in the middle and lower reaches of the Changjiang River. A preliminary study of the Changhongdadao profile in Jiujiang City was carried out in this paper. In the profile, the strata can be divided from the bottom upwards into fluvial sandy gravel, horizontally vermiculated ferruginous red soil, vertically vermiculated red soil, red clay and eolian Xiashu loess, 3.3m, 4.5m, 5.9m, 3.6m and 4.1m thick respectively. The boundary between the Brunhes normal zone and the Matsuyama reversed zone is known from magnetostratigraphic study to occur in the middle part of the vermiculated red soil bed at a depth of 12.9m and the Jaramillo normal subzone in the ferruginous vermiculated red soil bed at a depth of 15.1m to 16.1m. The average sedimentation rate is calculated by Cande and Kent's palaeomagnetic age model and by thermoluminescent dating and hence the age of bed boundaries. The results show that the ferruginous vermiculated red soil was deposited during 1.232-0.869MaBP, the vermiculated red soil during 0.869-0.392MaBP and the red soil during 0.392-0.101MaBP.

The sedimentary sequence in the Changhongdadao profile indicates a periodic climate change of about 0.4Ma. It is consistent with the tectonoclimatic cycles as revealed by the tectonic layers in the Loess Plateau and the Qinghai-Tibetan Plateau and the change of the earth's orbital eccentricity.

**Key words** vermiculated red soil, geologic age, periodic climate change, Jiujiang

### 作者简介

蒋复初,男,1949年生,副研究员,主要从事第四纪地质与环境研究. 通讯地址:北京市海淀区民族学院南路11号地质力学研究所. 邮政编码:100081