

# 网纹红土的成因及其研究意义

朱 景 郊

(中国科学院 自然资源综合考察委员会)

**提 要:** 本文阐述我国网纹红土的分布和特征,着重讨论网纹红土的形成原因,指出网纹红土可表征我国南方中更新世以来新构造运动的幅度和性质,并可作为我国东部是否存在古冰川作用的佐证。

**主题词:** 网纹红土 构造运动 冰川作用

厚层红色风化壳或第四纪红粘土堆积物常出现网纹层(Plinthitic Horizon),又称网纹红土。网纹红土土质粘重,平时板结,雨季降水不易下渗,地表径流常引起坡面冲刷,致使水土流失严重,往往形成植被稀疏、沟壑纵横的“红色荒漠”景观,引人注目。近半个世纪以来,我国的地质、地理和土壤学者对网纹红土的时代、成因、特征以及古地理环境等方面有过不同程度的研究,提供了不少有价值的成果<sup>[1-4]</sup>。但仍有某些问题至今尚未取得比较一致的认识。近年笔者在亚热带地区的综合考察<sup>[5]</sup>中,观察了一些网纹红土并在江西省泰和县作了重点调查和取样分析,现就网纹红土的成因及其与新构造运动、古冰川作用的关系提出粗浅的看法,就正于方家。

## 一、网纹红土的分布和特征

网纹红土是我国长江中下游地区一种常见的地层,分布于湖北、湖南、安徽、江西、江苏、浙江、四川、云南、贵州、福建和广西等省(区)的一些地区。其分布范围在气候上大体与今中、北亚热带相一致;海拔最高上限可达1500m左右,一般都在500m以下;地貌上多属阶地、盆地、浅丘,仅少数见于低丘和中山。

网纹红土的主要特征是:

1. 具有多种沉积相。一些学者长期以来认为网纹红土是冰碛物经湿热气候条件下的淋溶产物。除此之外,在野外还可观察到其它沉积相的网纹红土,可明显分出:冲积,分布最广,构成河流阶地,沉积物由上而下为红土、网纹红土、粉细砂和砂砾石,层次分明,砾石浑圆;残积,多出现于浅丘,网纹红土直接覆盖于基岩之上,接触处呈渐变关系;坡积,网纹红土中夹有少量石砾,分选性差,棱角清晰,大小混杂,有的呈倾斜条带状断续分布,坡积特征显著;以及洪积和复合相的堆积物等。

2. 色调以红色为主, 夹有大量灰白色、绿灰色或少数褐灰色条纹, 自上向下网纹颜色由深变浅。网纹向上下渐逐消失。

3. 网纹个体大小不一, 小者如蠕虫, 大者如香肠或棍棒。最大者长达 1 m 左右, 最小者仅几 cm。最大直径有 3—5 cm。其形态组合无明显规律, 常呈网状、树枝状和条带状, 偶见有斑块状。

4. 网纹红土一般厚约 2—4 m, 厚者可达 10 m 以上, 往往发育于整个剖面的中、下部。网纹红土底部, 有的出现铁质结核或铁盘。

许多学者根据第四系地层对比及其所处的地貌部位, 认定网纹红土是中更新世的产物。然而, 对网纹红土的成因说法就不一。主要的可归纳为如下四种:

1. 红土风化到最后阶段, 土中所含砾石亦遭彻底风化而成浅褐、黄、白色交替网纹和斑块。但据实地观察, 网纹红土下部含有的砾石, 绝大部分处于半风化状态, 极少数已风化砾石仅呈斑块状, 并不出现蠕虫状等其它网纹; 有的网纹红土且发育于不具砾石的红土中; 有的网纹红土中至今仍然含有砾石。

2. 由于植物根系对三价铁的吸收, 使土层中发生贫三价铁现象, 而呈灰白、灰褐色网纹。有的学者还指出网纹红土内目前仍保留有植物根系遗迹以作证。然而, 这种现象也可认为是植物根系在适应已有的网纹而有选择地伸延。且现代植物根系的作用很难解释深埋于厚达几米的其它土体之下的网纹形成。

3. 在还原作用下, 使红土中的三价铁还原成二价铁并沿裂隙发生移动后形成白色, 部分铁变成褐铁矿产生黄色土, 它们夹杂于红色粘土中形成网纹。但应说明这种还原环境如何形成。

4. 网纹红土是地下水的产物。由于明显的干季与湿季, 引起地下水位的季节性升降, 底部土层受长期氧化、还原交替影响, 逐渐形成网纹。网纹红土的上部代表地下水位的顶部, 其厚度大致相当于地下水位每年变动的幅度。

## 二、典型地区的调查研究结果

位于中亚热带的江西省泰和县是我国网纹红土分布的典型地区之一。就该县范围对网纹红土作了较详细的调查和采样分析, 结合有关资料获得的主要结果是:

1. 网纹红土的红色和网纹不是原有的, 而是不同时代、多种沉积物在中更新世湿热气候下经受长期淋溶和风化的产物。泰和县的网纹红土见于冲积、残积和坡积物中, 尤以冲积相的网纹红土分布最为广泛。毗邻泰和县的吉水县黄桥乡冲积相网纹红土样品孢粉分析表明<sup>1)</sup>, 木本占绝对优势, 含量高达 76.8%, 草本占 16.8%。在裸子植物中松属、罗汉松属较多, 还有少量的泪杉属、铁杉属等。被子植物中的木本花粉以栎属和栗属含量较高, 其次为枫香, 还有无患子科、冬青属、漆树属、栓属、杨梅属、化香树属、蔷薇科、楝属、山楝属、杜鹃科、枫杨属、柳属、胡桃属、槭树属等, 其中常绿阔叶和落叶阔叶成分几乎各占一半。草本植物中以蒿属、莎草科、禾本科、藜科含量较高。这种孢粉组合说明了当时的区域

1) 王曼华: 江西赣江中游地区网纹红土的孢粉组合与古气候探讨。

性植被以森林景观为主，阔叶树占主导地位，所出现的种属均为亚热带和温带植物，反映了温暖湿润的古气候特征，推算其时的年平均气温约为 $14-16^{\circ}\text{C}$ ，比现今低 $2^{\circ}\text{C}$ 左右，与目前我国北亚热带常绿、落叶阔叶混交林组成极为相似。可见，这些年代不同的堆积物在上述气候条件下堆积时不具红色不发育网纹，但在中更新世期间都曾经受湿热气候的淋溶风化，才形成红色和产生网纹。

2. 网纹红土的淋溶风化程度与红壤相仿。网纹红土细粘部分的分析表明<sup>[6]</sup>网纹红土的细粒部分( $<5\mu$ )占总量的64.81%，含有大量的高岭石(60%)，长石和石英含量低，且集中于细、粉砂中，粗粘粒以下不含长石，表明网纹红土是高岭化作用和红壤化作用较强的风化物。由于网纹红土经受过长期淋溶，几乎失去了各种营养元素。据分析<sup>[7]</sup>，仅含有机质0.2%，全氮0.007%，速效钾30ppm，速效磷痕迹。

按照江西省一些样品的化学全量分析和粘土矿物分析结果(表1)得知，网纹红土的硅铝率和硅铝铁率为2.00—2.30和1.45—1.90，而我国的砖红壤分别为1.50—1.80和小于1.5，红壤为1.90—2.20和1.30—1.90，黄壤为2.00—2.50和2.00左右<sup>[8]</sup>；网纹红土的粘土矿物以高岭石为主，蛭石、水云母次之，而我国的砖红壤以高岭石—三水铝矿为主，红壤以高岭石—水云母为主，并有少量三水铝矿，黄壤以蛭石为主，高岭石、水云母次之。由此可以认为网纹红土的淋溶程度与红壤相仿而弱于砖红壤，表明网纹红土的湿热化是在与红壤大致相当的气候条件下进行的。

表 1. 江西省一些网纹红土的粘粒分子率  
Some silica-alumina ratios and silica-sesqui-oxide ratios of  
the plinthitic horizon in Jiangxi Province

成 分 取 样 地 点	$\text{SiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$
泰和县上田乡	40.92	12.60	30.35	2.27	1.79
泰和县城北	42.15	10.59	31.40	2.26	1.84
泰和县苏溪乡	42.21	10.82	30.94	2.30	1.89
星子县叶家陇①	39.10	10.65	28.68	2.30	1.85
星子县叶家陇②	39.10	15.22	29.11	2.24	1.66
星子县叶家陇③	37.85	15.07	31.61	2.03	1.46
庐山花径	38.03	13.84	31.49	2.03	1.58

注：星子县及庐山资料引自张林源、牟昀智：庐山地区泥砾的特征和成因。

3. 目前气候不利于红壤化作用的进行。覆盖于网纹红土之上的红土，是发育红壤的母质，而网纹红土的淋溶风化程度又与红壤相当。我国红壤大致分布于北纬 $25-31^{\circ}$ 的亚热带，目前的气候条件是年平均温度 $16-22^{\circ}\text{C}$ ， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温 $5000-7000^{\circ}\text{C}$ ，年降水在 $1200-2500$



表 2 泰和县城北红土、网纹红土内红色土和白色土化学分析结果 比较 (%)  
The contrasts of chemical analysis result for the red soil as well as red clay and white clay within the plinthitic horizon in Taihe County

样品	成分	烧失量	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO
红土	土体	5.86	70.77	5.13	14.47	1.28	0.09	0.49	0.94	0.09	0.03
	粘粒	11.77	41.72	10.36	30.70	1.06	0.05	1.04	1.61	0.16	0.03
红色土	土体	6.42	66.79	6.41	16.92	1.20	0.17	0.33	0.94	0.10	0.02
	粘粒	11.47	41.35	10.69	31.93	1.28	0.05	0.78	1.55	0.13	0.02
白色土	土体	5.38	72.78	2.89	15.53	1.40	0.17	0.36	1.01	0.08	0.01
	粘粒	10.77	45.94	5.22	32.35	1.55	0.05	0.78	1.81	0.13	0.01

5. 网纹红土形成时地形平坦。泰和县的地貌显示层状特征。从赣江河谷到中山类型，大体可分出边滩、河漫滩、低阶地、高阶地和浅丘、低丘、中丘、高丘、低山以及中山共 9 层。该县的网纹红土分布虽较广，但不是整个红土的中、下部都有网纹层。高阶地上网纹红土发育最好，但当进入山区河谷地带后，同级阶地沉积物中也未出现网纹红土。网纹红土严格地受到古地貌的限制，出露的网纹红土几乎都分布在浅丘和高阶地上(图 2)。浅丘海拔低于 100m，相对高度不到 20m，组成物质多为白垩系紫色砂页岩和砂砾岩，坡度 5—15°，丘

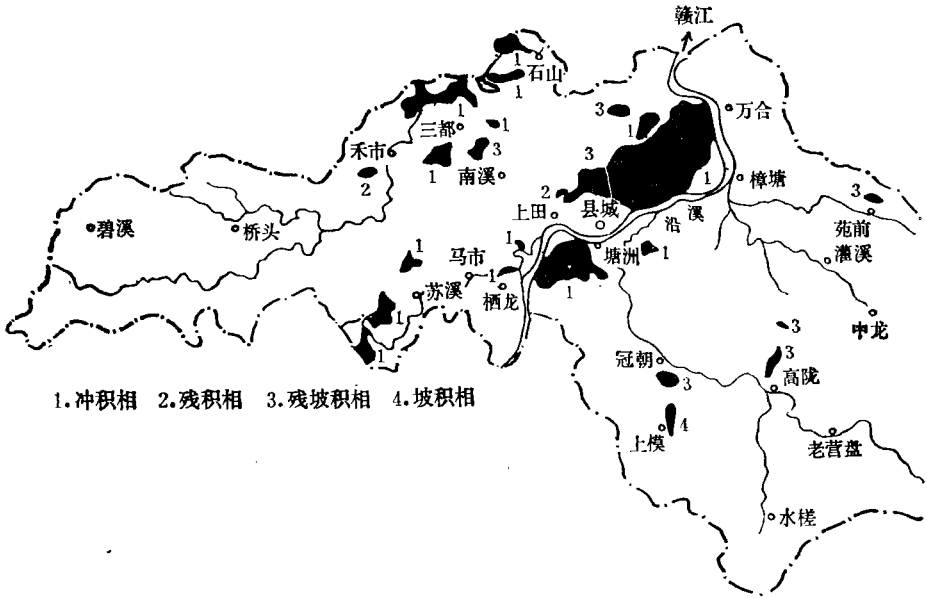


图 2 泰和县网纹红土分布图  
Distribution of the plinthitic horizon in Taihe County

顶平缓起伏呈波浪状,属境内最低一级剥夷面,上覆残、坡积物厚度较大,一般达1.5—4m,多数剖面下为网纹红土,上为红色亚粘土层,而在其下伏的半风化基岩上亦有不典型的网纹存在。高阶地同浅丘一样,海拔低于100m,相对高度20m以下,为古代赣江及其较大支流的冲积物经相对抬升而成,多属基座阶地,地表较完整,坡度3—5°,仅边缘地带因受近代冲沟的切割较为破碎。其组成物质以塘洲乡缸瓦窑附近的剖面为例,由上而下为:0—3.50m网纹红土;3.50—4.35m棕黄色细砂层;4.35—6.15m砂砾石层,半胶结,砾石成分多为石英岩、变质砂岩、砂岩,个别为花岗岩,其中砂岩和花岗岩砾石已呈半风化状态,砾石圆度一般达6—7,砾径3—5cm,大者可达8—10cm,砾石含量约占80%以上。从整个剖面来看,二元结构明显,同时在网纹红土之上还有厚约2m的红土堆积。只有少数网纹红土零星分布到海拔110—120m的低丘上。如果重建网纹红土形成时的古地形,显然由目前浅丘和高阶地为主所组成的面,是一个极为平坦的地表。

6. 网纹红土形成时地下水活动频繁。据徐馨对长江中、下游部分地区观测分析认为,网纹红土的形成最常见而最主要的是与活动的地下水关系最为密切<sup>1)</sup>。泰和县网纹红土的分布范围和海拔高度,在很大程度上也证实了这一推断。雨季丰沛的降水,汇集于地形低洼处,河水泛滥横溢,排水不畅,地下水位普遍抬升,使红土形成一个还原环境;旱季时河水减少,地下水位下降,使红土脱离水浸状态,出现氧化环境。地下水位的季节性升降,使红土中、下部长时期处在还原和氧化、膨胀与收缩(从而产生一些微小裂隙)的交替环境下,为低价铁的产生和迁移提供了可能,最终形成网纹红土。

由上可见,较今更为湿热的气候、平坦的地形和频繁的地下水活动是形成网纹红土必不可缺的条件。

### 三、网纹红土的研究意义

我国网纹红土的研究还有着两个特殊的意义:

1. 网纹红土与新构造运动 从泰和县现代地貌观察可以看出:境内大小谷地的纵剖面上,均未出现裂点、瀑布。谷地横剖面上都可找到相当于高、低阶地的冲积物,其高差由上而下逐渐加大。河流溯源侵蚀常直抵山脊鞍部及分水岭地带,谷地与山地、丘陵的基部分界明显。低阶地地表平坦完整,雨季时,局部或相当大部分有短暂的淹没,而其沉积物的最大厚度亦仅10—13m。说明全新世以来地面较为稳定。

然而,构成高阶地的中更新世网纹红土已受过较大的构造变动,明显的有两处:一是在上田乡东岳府附近公路边,冲积物不整合于白垩系紫色钙质砂页岩(走向S30°W,倾向SE,倾角13°)之上,上覆的砂砾石层、网纹红土层及红土层均背向赣江谷地而倾斜,倾向N30°E,倾角5°(图3);二是在万合乡界外的七姑岭,亦见到不整合于白垩系紫色砂岩夹灰色砾岩之上的这套冲积物,背向赣江谷地而倾斜,倾角高达51°。由此推断,网纹红土形成之后,曾发生过较强烈的新构造运动,性质属于以断裂为主的不等量升降运动,断层沿赣江一侧,

1) 徐馨:长江中下游网纹层问题的讨论,南京大学地理系,未刊稿。

因而这种新构造运动在一定程度上控制了赣江的流路。

我国南方其它地区的网纹红土也经受过构造运动。例如在云贵高原,网纹红土的分布上限达到了 1000—1500m 的海拔,这无疑与强烈的新构造运动有关,从而形成了高位的网纹红土。根据第四系沉积物中孢粉组合的研究<sup>[10]</sup>,青藏高原的喜马拉雅山区自中更新世以来的上升量就达到 1560—2160m,更证实了形成高位网纹红土的可能性。长江中游段,网纹红土被松滋河—玛瑙河附近发育的一条近南北向断裂错开,西侧翘起,网纹层呈显著倾斜;而东侧沉降,网纹红土成为埋藏阶地的下部组成物,依断裂两侧网纹红土分布高差推测,其升降运动的差异竟达 100m 以上。安徽省嘉山县境内出露的网纹红土,向淮河北岸倾伏,在几公里距离内高差达到 15—20m。长江中、下游一些凹陷区的网纹红土则被深埋于地下。

网纹红土不仅景观特殊,易于识别,而且在一定区域内,其分布高度具有一致性和可比性。因此,变位网纹红土的研究,必将对我国南部中更新世以来构造运动的幅度和性质提供宝贵的资料。

2. 网纹红土与庐山古冰川 第四纪期间我国东部山区是否发生过冰川作用,至今仍有截然相反的意见。在庐山,约在40年前就把混有砾石的网纹红土认为是冰碛物经间冰期湿热化后的产物,并作为划分庐山冰期的主要依据之一。尤其是中更新世的大姑期冰川发育规模最大,冰川伸延十多公里,从山上到山麓,都有以网纹红土夹大小砾石为标志的该期冰碛物分布。

据现有资料,网纹红土在我国东部基本上都分布于海拔300—500m以下和缓的丘陵和河流阶地上。唯独在庐山海拔1000—1300m处还出现网纹红土,而其山麓地带网纹红土的分布上限也止于海拔400m,这一奇特现象值得引起人们的注意。

如果以形成网纹红土的上述三个必要条件来衡量,可说海拔 1000m 以上的庐山均不具备。在气候上,该段山地目前多年平均温度不到 $11.4^{\circ}\text{C}$ ,属温和气候,海拔1000—1200m间植被为落叶阔叶和针叶混交林带,1200m以上为灌木林,发育的土壤是棕壤。即使按照有些学者推测形成网纹红土时的年平均温度达到 $20-25^{\circ}\text{C}$ ,若以每上升100m温度下降 $0.5^{\circ}\text{C}$ 计,该段山地的年平均温度亦仅与今日我国红壤分布区的年平均温度相近似,已不利于红壤的形成,更谈不上发育深厚的网纹红土了。庐山切割强烈,山坡陡峻,谷深峰高,而常见的网纹红土分布区具有和缓、平坦地形。显然庐山不大可能存在由于频繁的地下水活动而引起的氧化和还原的长期交替环境。因此,罗霄山脉的井冈山、南岭山系的越城岭(最高峰猫儿山,海拔 2141.5m)、骑田岭等许多山地,至今未发现网纹红土的遗迹,是完全可以理解的。

庐山是个复向斜褶皱断块山,外围地区为一断裂下陷的江河平原和湖泊,地质构造对山

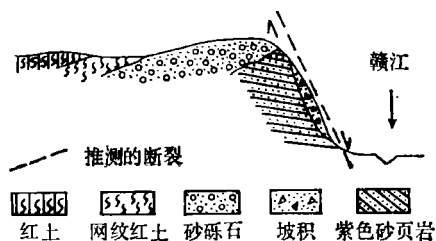


图3 泰和县上田乡东岳府附近赣江高阶地示意剖面图

A profile of high-terrace near Dongyuefu in Taihe County

地地貌的格局起着明显的控制作用。有的学者<sup>〔11〕</sup>通过庐山山区许多河流上游属壮年期（宽谷）、下游属幼年期（峡谷）以及鄱阳湖湖滨的幼年期下沉湖岸等地貌特征的研究，推测庐山大断层主要上升运动的发生时代较为新近，估计约在第三纪末期或更晚，并指出峡谷应主要产生于大姑冰期（中更新世）以后。庐山网纹红土出现于山麓和山体上部，而在海拔 400—1000m 间常为山地黄壤所中断，缺失网纹红土。也在这一高程地段，悬崖陡立，反映出第四纪中晚期庐山山体较强烈的上升运动。有的学者推断中更新世以来庐山有着较大幅度（数百米）的上升。从网纹红土的成因，并考虑其后发生的构造运动，可以认为庐山山上的网纹红土原本与山麓网纹红土位于同一高程，形成之后才被抬升的。所以在庐山，应当加强构造地貌的研究，也许更有助于庐山有否古冰川作用争论的解决。

江西省吉水县黄桥乡孢粉取样的网纹红土，系赣江的古代冲积物，可与泰和县以及庐山一九江间赣江阶地的网纹红土相对比。其砂砾石层与上覆网纹红土的孢粉组合类同，指示气候没有多大波动，沉积时都具有今日北亚热带温暖、湿润的气候特点，年平均温度较今仅低 2℃ 左右。如果这套沉积物相当于冰期，按此推断其时庐山也并不具备发育冰川的温度条件。同时，网纹红土中含有大量粘粒，网纹化又非常均一，难于与我国其它山地冰川堆积物相比拟<sup>〔12〕</sup>。还应指出的是，网纹红土中发生的断裂、倾斜等常见现象，乃是构造运动所引起，并非由于后期冰川流动和挤压的结果。因此，庐山的网纹红土能否当作古代冰川作用的重要证据，是十分可疑的。

### 参 考 文 献

- 〔1〕任美鏐、杨戊：湘江流域的某些地貌和第四纪地质问题，地理学报，23（4），1957年。
- 〔2〕李驭亚：华南第四纪网纹红土虫状白斑的成因探讨，地质论评，23（2），1965年。
- 〔3〕席承藩：关于中国红色风化壳的几个问题，中国第四纪研究，4（2），1965年。
- 〔4〕南京大学地理系地貌学教研室：中国第四纪冰川与冰期问题，科学出版社，1974年。
- 〔5〕朱景郊：江西省泰和县地貌特征、类型及其农业评价，江西省泰和县自然资源和农业区划，能源出版社，1982年。
- 〔6〕熊毅：由更新统沉积物的胶体矿物分析试论第四纪气候，地质学报，32（1）、（2），1952年。
- 〔7〕中国科学院南方山区综合科学考察队编著：江西省泰和县土壤，能源出版社，1982年。
- 〔8〕中国科学院中国自然地理编辑委员会：中国自然地理（土壤地理），科学出版社，1981年。
- 〔9〕朱显谟：江西红壤之气候问题，中国土壤学会会志，1（1），1948年。
- 〔10〕徐仁：大陆漂移与喜马拉雅山上升的古植物学证据，青藏高原隆起的时代、幅度和形式问题，科学出版社，1981年。
- 〔11〕任美鏐：庐山地形的初步研究，地理学报，19（1），1953年。
- 〔12〕黄培华：关于长江以南地区冰川遗迹问题，科学通报，第10期，1963年。



## GENESIS AND RESEARCH SIGNIFICANCE OF THE PLINTHITIC HORIZON

Zhu Jingjiao

(Commission for Integrated Survey of Natural Resources, Chinese Academy of Sciences)

**Subject terms:** Plinthitic horizon, tectogenesis, glaciation

### Abstract

Plinthitic horizon in mid-lower reaches of the Yangtze River in China is an index bed of Middle Pleistocene, which developed commonly in the lower parts of the alluvium, eluvium, cliff debris or diluvium. It has irregular plinthitic textures with red alternating in grey, white, yellow and brown. The red color and the nets of the plinthitic horizon are not original, but a result of a long-term leaching and weathering under the conditions of humid and warm climate during middle Pleistocene. The results of chemical complete analysis and clay mineral analysis suggest that the leaching degree of plinthitic horizon is very similar to red soil but a little weaker than that of laterite, the clay mineral components of red clay and white clay are the same, while the iron content of them is different. Therefore, the plinthitic horizon is resulted from the reduction and migration of three-valance iron. The distribution of the plinthitic horizon is strictly controlled by the fossil landform and altitude. The much more humid and warmer climate at that time, the flat topography as well as the frequent movement of the groundwater are absolutely necessary conditions to form the plinthitic horizon. The research on it has two specific meanings:

First, the fact that the plinthitic horizon has experienced stronger shift since it formed, will provide valuable informations for the amplitude and character of the tectogenesis in South China since Middle Pleistocene.

Second, the plinthitic horizon can not be developed in the precipitous hilly areas like Lushan Mountains, this is also a very good evidence for solving the problem whether or not some glaciations have taken place in East China during the Quaternary period.