

从陕西旬邑上新界剖面看黄土高原新近系/第四系界线*

薛祥煦¹⁾²⁾ 岳乐平¹⁾ 王建其¹⁾

(1)西北大学地质系,新生代地质与环境研究所 陕西西安 710069; 2)中国科学院地球环境研究所 陕西西安 710054)

摘 要:新近系/第四系界线在黄土高原大都以磁性 M/Ga 界线为界进行划分,它与岩性分界往往并不一致,后者都低或高于前者一小段距离。根据旬邑剖面的岩性、孢粉、古动物、磁化率、粒度及地化资料,并参考了其他一些剖面的岩性,认为以二者之间的过渡层底为界进行划分比较合理。

关键词:N/Q 界线,黄土高原,陕西,旬邑

中图法分类号:P 534.62, P 534.63

文献标识码:A

文章编号:0253-4959(2001)03-0161-05

在陕西旬邑职田镇下墙村有发育和保存较完好的晚新生代地层剖面,剖面总厚度约 230m,其中第四系 141.2m,新近系已测厚度 83.4m。本文主要从该剖面新近系/第四系界线附近的岩性及其他特征出发,探讨黄土高原该二时期的分界问题。

一、旬邑地层剖面简述

陕西旬邑职田镇下墙村的晚新生代地层发育在中生界暗红色砂岩之上,包括第四系及新近系。第四系包括全新统(耕作土、 L_0 及 S_0)与更新统的全部黄土—古土壤沉积序列及黄土与新近系红土(即所谓的三趾马红土,实际是红褐色—棕色黏土质细粉砂岩,下同)之间的过渡层(即 L_{44})。新近系是一套红土夹钙结核层的地层,包括上新统及中新统上部。黄土与古土壤序列的 L_1 底界深度为 8.2m, S_5 底界深度是 45.4m, L_9 底界深度为 69.9m, L_{15} 底界深度为 89.2m, L_{29} 底界深度为 112.8m, L_{42} 底界深度为 135m。上述黄土剖面各层的岩性特征与洛川等地典型剖面的基本相同。本文只对 S_{42} 及其以下的第四系和与第四系紧相连的新近系顶部层作详细记述。

第四系

.....

S_{42}	古土壤层	1.0m
L_{43}	黄土	2.0m
S_{43}	古土壤	1.6m
L_{44}	(过渡层) 处在第四系与新近系之间,为棕色粉砂质黄土,其最突出的特征是普遍含有下伏新近系红土的细砾,砾径大者达 4mm,小者 1mm,一般为 1—2mm,半棱角—半浑圆形,	

呈星散状分布,由下向上红土砾逐渐减少。产

Youngia omegodon

1.6m

新近系

红褐色层组 以红土为主,夹钙质结核层。本层红土是该剖面上颜色最深的一层,红褐色,其中铁膜、粘膜发育,含有 1cm 大小零星分布的钙质结核,在结核周围往往发育溶孔。本层可分为上、中、下三部分:上部为两层厚 1.5—2.0m 红褐色红土夹一层厚约 0.3m 钙质结核层;中部厚约 3.0m,主要为浅褐色红土夹较密集的薄层钙质结核层,其中只有 0.3m 的红土颜色较红;下部由厚约 1.5m 的两层红褐色红土层与两层各厚 0.5m 的钙质结核层互层组成。如果将红土和紧位于其下的钙质结核层作为一个成土—成壤组合,则本层中大致有 5 个以上这样的成土—成壤组合

12.3m

往下继续是棕红色、红色红土夹钙质结核层。新近系约含 80 个成土—成壤组合,已测厚度为 83.4m,最底部与中生界不整合接触,在不整合面之上有 6—7m 红土层被第四系覆盖,无法取样和进行剖面丈量。

二、旬邑黄土—红土剖面第四系与新近系的分界

新近纪与第四纪的分界问题,历来都是新生代研究中的一个热点问题,但由于研究地区、研究对象及所掌握材料的不同,至今看法仍很分歧(刘东生等,2000;刘嘉麒等,2000;邱占祥,2000;汪品先,2000)。

我们对陕西旬邑下墙上新界剖面进行了古地磁系统取样,在西北大学大陆动力学国家重点实验室用美国 MDS-2 热退磁仪分档退磁,用英国 Minisping 旋转磁力仪进行剩磁测量后发现,所得 M/Ga 界线与野外观察的新近系红土和第四系

* 国家攀登计划 95-预-40 资助项目。

原稿收到日期:2001-01-17;修改稿收到日期:2001-04-10。

第一作者简介:1935 年 10 月生,女,贵州贵阳人,教授,古生物学与地层学专业,长期从事新生代哺乳动物化石及地层研究。

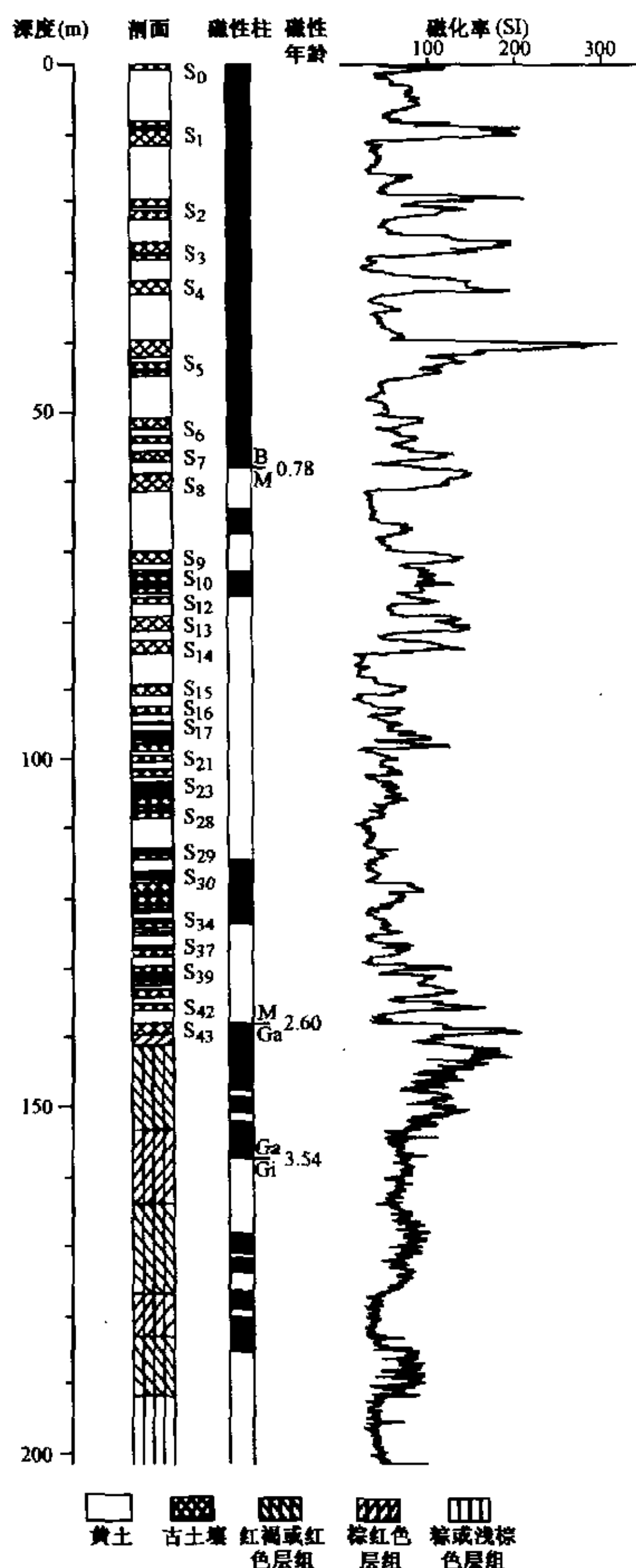


图1 旬邑下墙剖面晚新生代地层岩性、磁性柱及磁化率图(磁性年龄据 Shackleton *et al.*, 1995)

Fig. 1 Lithostratigraphic, magnetostratigraphic column and susceptibility curve of the Xiaqiang Late Cenozoic profile of Xunyi county, Shaanxi Province (the magnetic age according to Shackleton *et al.*, 1995)

黄土序列(包括过渡层)的岩性界线十分接近,但不吻合。磁性及岩性地层界线间有 3.6m 深度的差距(图 1)。前人在研究黄土高原的其他一些剖面时也有类似情况发现,如蓝田段家坡剖面二者相差 1m,蓝田肖官寨剖面差 1.4m,西安刘家坡剖面差 3.6m,

宝鸡陵原剖面及渭南阳郭严峪村剖面相差 0.2—1.0m(孙建中等, 1991),洛川剖面差 2.0m(安芷生等, 1989)。可以看出, M/Ga 界线在不同地区大致有等时性, 粗略地取 M/Ga 界线作为新近纪/第四纪分界是可以的, 也是必要的。但对旬邑下墙剖面岩性、古生物、磁化率、粒度及地化等资料的系统分析后, 我们认为在该剖面, 乃至上述相关剖面新近纪/第四纪界线较准确的划分时, 还是以岩性为主, 并考虑古生物等所有资料。具体意见是取黄土—古土壤序列的底界(即过渡层底)为界, 可能更合理一些。理由主要是:

1 从岩性看, 旬邑剖面新近系与第四系间确有一过渡层, 该层为棕色粉砂质黄土, 它与下伏红褐色粘土质细粉砂岩在岩性上有明显差异, 而与上覆黄土层的岩性完全一致。最值得注意的是, 这层黄土层中普遍含有零星分布的新近系红褐色粘土质细粉砂岩细砾, 砾径 1~4mm, 半棱角—半圆形, 此种细砾由底部向上逐渐减少, 至顶部才消失。不难推断, 在晚上新世时, 冬季风虽然已有所增强, 但夏季风相对更强, 因之, 当时的气候是以暖湿为主导, 雨量相对较多, 不太强的冬季风携带并堆积了较细的粉尘物质, 较强的夏季风, 带来相对较多的雨水, 使本来就细的沉积物, 经受较强的成壤改造, 变得粒度更细。晚上新世末转入第四纪阶段, 受当时青藏高原强烈升起(施雅风等, 1991)及北极冰盖扩大(deMonocal, 1993; Jansen, 1995)的影响, 气候突然变冷, 冬季风大大加强, 吹扬、剥蚀作用加大, 在它携带大量较粗远程风尘物质向东南运行时, 势必同时要对这一带尚处在裸露状态的新近系红土进行吹蚀作用, 并将吹蚀碎屑一起携带, 在适当条件下, 与大量较粗黄土物质一起堆积下来。随着时间的推移, 新近系红土被覆盖越来越厚越广, 冬季风对它的吹蚀作用逐渐减弱, 形成的吹蚀碎屑也就越少, 直至新近系红土全部被覆, 不再受到吹蚀时, 也即是上覆过渡层沉积至上部或顶部时, 其中就不再有下伏新近系红土砾的掺入。当然也可能有一部分红土碎屑不是吹蚀所成, 而是新近纪末期, 在暖湿环境下, 被当时的面流冲刷而成, 之后与冬季风的吹蚀碎屑一起被携带并沉积。无论是那种因素, 都说明在上新世末和第四纪初, 气候曾发生过明显的由暖湿向干冷的转化, 致使新近系遭受一定程度的剥蚀。当然, 除上述气候突变会引起这次剥蚀外, 也可能还有地壳运动等因素的影响。

2 从古生物资料看, 在过渡层底界上、下地层中采样作孢粉分析, 所得结果大不一样。晚上新世红土的孢粉中, 乔木与灌木花粉都比较多, 乔木中反映暖湿

气候的桉木花粉可占到 16.2—38.6%,还含有少量反映暖湿气候的桦、栎、山核桃花粉等,这些说明了晚上新世的气候是比较暖湿的。而在界线之上的过渡层中,孢粉主要是代表干冷环境的草本植物(草本与灌木占 72.1%),其中以蒿和藜为主。另外,在过渡层中,我们采到了主要生活于较干冷环境的奥米加鼯鼠(*Youngia omegodon*)。

3 从该剖面的磁化率曲线看,晚上新世红土的磁化率值很高,且一直保持着高振动频率,具振动周期很短及振幅很小的特点。接近上新统顶部的最高值可

达 192.5,而一进入过渡层磁化率曲线明显地呈低谷,振动频变小,且越来越小,振动周期逐渐变长,且越来越长,振幅变大,且越来越大。因之,在磁化率曲线上以过渡层底为界,划分新近系/第四系也似乎比较恰当(图 1)。

4 从该剖面粒度曲线看,以过渡层底(141.2m)为界,其上、下的粒度曲线亦存在着明显不同,界线之下 $>63\mu\text{m}$ 、 $>30\mu\text{m}$ 、及中值都比较小,一进入过渡层都明显增大,而 $<2\mu\text{m}$ 的粘土粒含量却有相反的变化(图 2)。

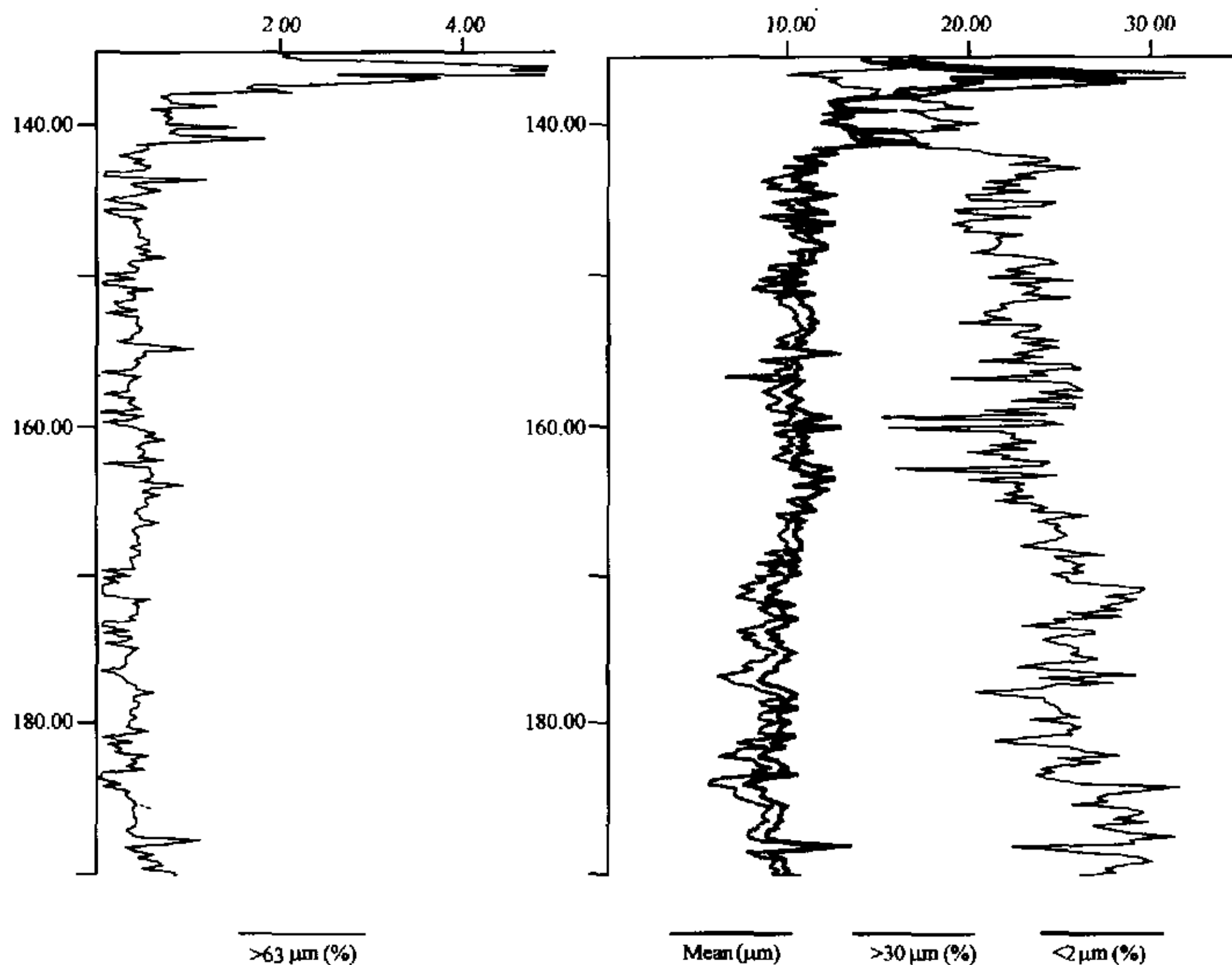


图 2 旬邑下墙剖面第四系底与新近系上部粒度曲线图

Fig. 2 The grain size curves of the lowest Quaternary and the upper part of the Neogene red clayey fine silts of Xiaqiang profile, Shaanxi Province

5 从该剖面地化资料看,在晚上新世红土中相对较稳定的 Al_2O_3 及 Fe_2O_3 值比较高,反映了在相对暖湿气候下受较多雨水的淋滤失去易溶组分、相对富集了较稳定组分的结果。 CaO 属易溶成分,因而含量也比较低。 Rb/Sr 比也因易溶 Sr 的被淋溶,使比值相对变大。而进入过渡层后,由于气候变干变冷,上述组分的变化成刚好相反(图 3)。由此也反证了新近系/第四系界线划在过渡层底是比较恰当的。

三、上述新近系/第四系界线在黄土高原上的普遍性

旬邑剖面在第四系底部存在着过渡层,这是客观存在的事实。在甘肃西峰及陕西蓝田晚新生代相

同层位,本文作者之一也曾观察到具有红土细砾的过渡层存在。丁仲礼等在研究陕西佳县红土剖面时提到(丁仲礼等,1997)佳县剖面“从 L_{33} 以下,即为红粘土堆积,红粘土可分为上、中、下三部分,上部地层从 RC_1 到 RC_7 底,厚约 23m,其顶部与黄土堆积过渡,其中 RC_2 以黄土为主,混杂有红色物质,从外观上看,将黄土与红粘土的界线划在 RC_2 的底部亦未尝不可”。1998 年丁仲礼对灵台蒲窝乡任家坡村黄土—红粘土沉积序列作了研究(丁仲礼等,1998),该剖面厚 305m,其中第四系黄土—古土壤沉积厚约 175m,红粘土厚约 130m。丁仲礼等指出,在该剖面深度约 181m 处(即红粘土顶部),还有一厚约 1m 的

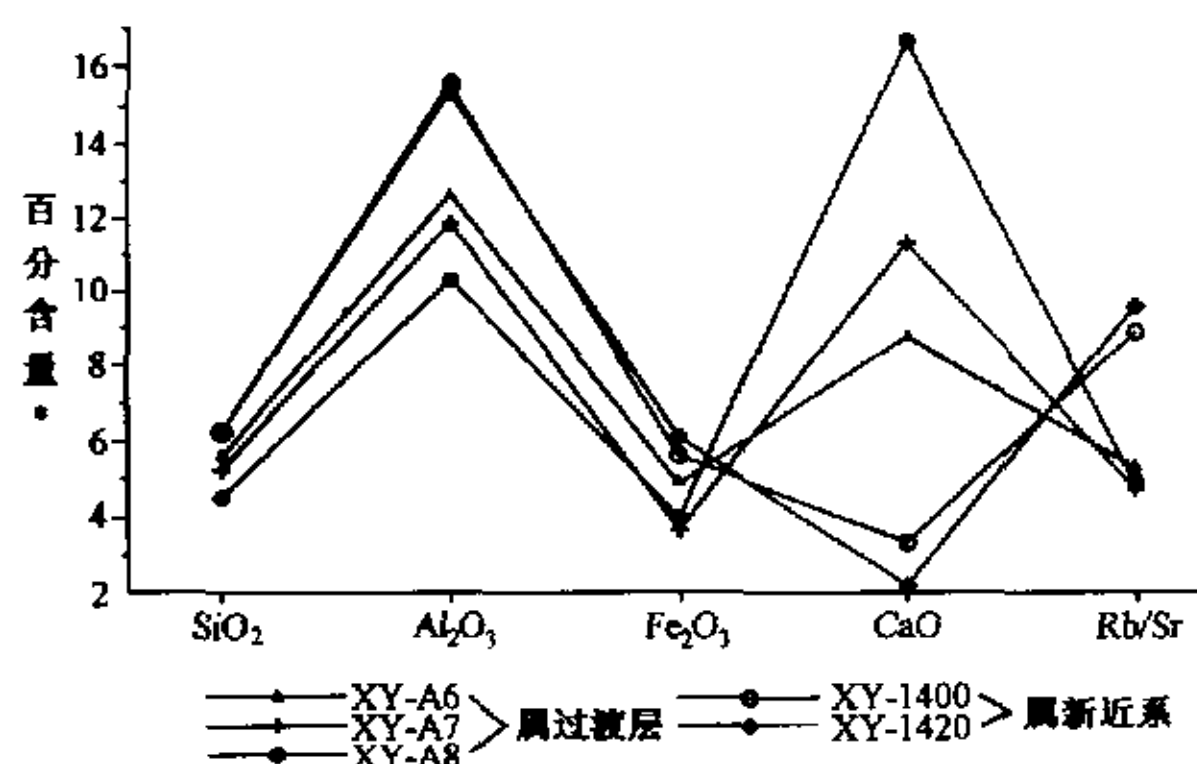


图3 旬邑下墙剖面黄土—红土间过渡层底界上、下地球化学元素曲线(*图中 SiO_2 为实际百分含量的1/10, Rb/Sr为实际比值的10倍)

Fig. 3 Geochemical elements curves above and below the base boundary of the transitional bed of Xiaolang profile (* The data of $\text{SiO}_2\%$ shown in this fig. is 1/10 of the real data; and the data of Rb/Sr is ten times of real data)

典型黄土层,在粒度曲线上也有反映(中值显著增大)。虽然丁未明确指明其就是过渡层,但与佳县剖面对比,该层无疑和佳县的 RC_2 属同一层位。另外,原作者之一面告,该黄土层中也见有红粘土细砾。其实,黄土高原新近系、第四系间有过渡层早已被刘东生先生指出过,他在《黄土与环境》一书中就明确提出“在红粘土与黄土接触面上偶有红土与黄土的混合成分”,并指出它“可能属于黄土范畴”(刘东生等,1985)。

不难看出,过渡层在黄土高原新近系、第四系间是普遍存在的,上新世末红土层遭到不同程度的破坏,形成了或较平或起伏的古地形,是后来黄土堆积的基础。引起剥蚀的原因,除气候突变外,也可能还有构造运动因素的加入,如袁宝印等在洛川剖面黄土底部发现微玻璃陨石(袁宝印等,1989),赵惠敏等在该部位找到被认为是典型火山灰或火山碎屑风化物的伊毛锆石(赵惠敏等,1989),吴锡浩、徐和聆、马配学*等先后在蓝田段家坡黄土剖面底部发现与地外物质撞击有关的微球粒(吴锡浩等,1991;徐和聆等,1993)及铍异常*等都是新近系、第四纪间发生有构造运动的证据。另外,李鼎容等在研究北京平原晚新生代剖面时,也曾论证过该地上新统顺义组与第四系夏垫组之间有过地壳运动发生(李鼎容等,1979)。

综上,无论从气候突变或(和)发生构造运动看,也不论从其严重程度或持续时间长短考虑,都应将通过层底界作为新近系/第四系的分界是恰当的。

四、结 论

新近纪/第四纪的分界,即第四纪下限问题,至今认识仍有很大分歧。从旬邑等黄土高原上新界剖面的磁性地层学的实际资料出发,提出将M/Ga作为新近纪/第四纪的分界是可以的。但若在此基础上,再根据岩性特征,并结合孢粉、古动物、磁化率、粒度及地球化学资料等,在午城黄土之下找出含红土(即红褐色粘土质细粉砂岩)细砾的黄土层,即过渡层,并以其底界为界作为第四系的开始,应更准确、更合理一些。

邱世祥教授参与本项工作,作了大量野外考察和室内研究;孢粉由国家地震局地质所严富华教授等分析;粒度是中国科学院西安地球环境研究所鹿化煜教授等分析;地化资料由西北大学大陆动力学国家教育部重点实验室分析;王艾芬教授审阅英文稿;李永项、于学峰等同志参加过部分野外取样工作;于学峰同志完成了室内计算机制图。作者对他们的辛勤劳动致以最衷心的感谢。

参 考 文 献

- 丁仲礼,刘东生,1989. 中国黄土研究新进展. 第四纪研究, (1): 24—35.
- 丁仲礼,孙继敏,朱日祥,郭 斌,1997. 黄土高原红粘土成因及上新世北方干旱化问题. 第四纪研究, (2): 147—157.
- 丁仲礼,孙继敏,杨石岭,熊尚发,顾兆炎,刘东生,朱日祥,郭 斌,岳乐平,1998. 灵台黄土—红粘土序列的磁性地层及粒度记录. 第四纪研究, (1): 86—94.
- 刘东生等,1985. 黄土与环境. 北京: 科学出版社. 31—32, 73—74.
- 刘东生,施雅风,王汝建,赵泉鸿,葛知缙,成鑫荣,汪品先,王苏民,袁宝印,吴新智,邱占祥,徐钦琦,黄万波,黄慰文,安芷生,鹿化煜,2000. 以气候变化为标志的中国第四纪地层对比表. 第四纪研究, (2): 108—128.
- 安芷生, Kukla G, 刘东生, 1989. 洛川黄土学. 第四纪研究, (2): 155—168.
- 孙建中,赵景波等,1991. 黄土高原第四纪. 北京: 科学出版社. 11—12.
- 刘嘉麒,刘 强,2000. 中国第四纪地层. 第四纪研究, (2): 129—141.
- 汪品先,2000. 更新统下界的半世纪之争. 第四纪研究, (2): 178—181.
- 吴锡浩,徐和聆,邓寄温,殷伟德,安芷生,郑洪波,欧阳自远,1991. 陕西蓝田黄土地层中的两次天文地质事件记录. 科学通报, 36 (23): 1799—1802.
- 李鼎容,彭一民,刘清泗,谢振钊,童有德,1979. 北京平原上新统—更新统的划分. 地质科学, (4): 342—349.
- 邱占祥,2000. 泥河湾哺乳动物群与中国第四系下限. 第四纪研究, (2): 142—154.

* 马配学等,新生代黄土界线样品铍异常的发现及其意义. 第5届全国陨石及空间学术讨论会论文摘要汇编.

施雅风,李吉均,李炳元,1991. 青藏高原晚新生代隆升与环境变化. 广州:广东科技出版社,374—414.

赵惠敏,袁宝印,1989. 洛川黄土剖面中伊毛磷石的发现. 科学通报, 34(18):1402—1404.

徐和聆,吴锡浩,邓寄温,殷伟德,蒋复初,肖华国,安芷生,祝一志,孙东怀,欧阳自远,管云彬,马淑兰,孔屏,1993. 黄土地层中奇异微粒的发现与初步研究. 海洋地质与第四纪地质, 13(3):57—66.

袁宝印,赵惠敏,张家云,1989. 黄土中微玻璃陨石的发现及其意义.

科学通报, (22):1725—1728.

薛祥煦,张云翔,岳乐平,2001. 黄土高原一个连续的晚新生代剖面及其划分与对比. 地层学杂志, 25(2):81—88.

deMonocal P, 1993. Wireline logging of the Pacific transect. *JOIDES Journal*, 19(1):29.

Jansen E, 1995. Miocene to recent paleoclimatic evolution at high northern latitudes: interhemisphere linkages (abstract). ICPV Program & Abstracts. 20.

DISCUSSION ON THE NEOGENE-QUATERNARY BOUNDARY —BASED ON THE XIAQIANG UPPER CENOZOIC PROFILE OF XUNYI COUNTY, SHAANXI PROVINCE

XUE Xiang-xu¹⁾²⁾, YUE Le-ping¹⁾, and WANG Jian-qi¹⁾

(1) *Department of Geology, Institute of Cenozoic Geology and Environment, Northwest University, Xi'an, 710069;*

2) *Institute of Earth Environment, the Chinese Academy of Sciences, Xi'an, 710054)*

Abstract An Upper Cenozoic profile developed at Xiaqiang of the Xunyi area in Shaanxi Province is a set of earthy deposits. Its upper part, yellow in color, belongs to the loess-paleosol sequence of the Pleistocene and Holocene of Quaternary, 141.2m thick and the lower part, red and about 90m thick, is the deposits of the Upper Miocene and Pliocene of Neogene. The paleomagnetic boundary of the Matuyama (Quaternary) and Gauss (Neogene) in this profile is situated at L_{43} . Below this M/G boundary line, there are two beds, the lower part of L_{43} , S_{43} , and the lowest layer of loess, L_{44} , 3.6m thick in total. This lowest loess layer has been called "transitional bed". In the lower part of the transitional bed, there are many small brecciated gravels, abundant in the bottom, decreasing in number upwards, and disappearing near the top of this bed. The gravels are red clayey silt rocks coming from the underlying beds of the Neogene, 1~4mm is size, half angle edged and half round in shape, having a scattered distribution. This bed looks like a sort of "basal conglomerate". Which suggests, in a certain degree, the beginning of a suite of new sediments in a new period. A lower jaw of *Youngia omegodon* has been discovered from this bed. To obtain more evidences, several kinds of analyses, such as those of spore-pollen, susceptibility (Fig. 1), grain size (Fig. 2), and geochemistry (Fig. 3) have also done. The results, represented by curves of these analyses indicate an obvious change when passing through the bottom line of the lowest layer of loess. Therefore, if consider comprehensively, this transitional bed should be included in the deposits of the Quaternary, and the bottom line of this bed would be the boundary between the Quaternary and Neogene, i. e. Q/N. It may be interpreted as that during the time from the latest Pliocene to the earliest Pleistocene, the climate suddenly became colder and colder which may be caused by the violent uplift of the Qing-Zang (Tibet) High Plateau and the rapid spread of the arctic ice-cap. Winter monsoon was getting stonger and the aeolian erosion was increased. The strong wind (along with the effect of some flowing water perhaps) eroded the bared surface of the Neogene deposits, carried the gravels of red silt rock away for some distance and then deposited them together with loess. Certainly, a possible influence of an earth crust movement (neotectonic movement) could not be ruled out. This lowest layer of loess can be seen in the sections of Jiaxian, Shaanxi Province and Renjiapou of Lintai, Gansu Province.

Key words Q/N boundary, loess plateau, Shaanxi, Xunyi