

## 汾渭盆地第四系古地磁年令

陈 万 川

(地质部第三普查勘探大队)

汾渭盆地第四系底界的划分,有两种意见:一种主张划在三门组底部;另一种认为应下降至张家坡组之底。究竟那一种意见比较合理,最近得到一些古地磁测量数据,颇能说明问题,尽管古地磁成果在没有同位素年令数据配合下,单独确定地层年代尚有困难,然而依据地磁极性变化的全球性,借助 A. 考克思的标准极性年代表,通过对比,还是可以提供一些很有意义的资料。本文根据陕西武功、咸阳周陵两个钻孔的古地磁测量数据,结合其它有关材料,探讨汾渭盆地第四系的划分。

### — CH<sub>3</sub>和CH<sub>34</sub>孔古地磁成果<sup>1)</sup>

CH<sub>3</sub>孔位于陕西武功黄土塬上的戴家村,孔口高程为526.30米,孔深503.23米;CH<sub>34</sub>孔地处咸阳周陵黄土塬,孔口高程为483.30米,孔深520.38米。两孔联线呈东西向,钻孔剖面岩性略同,由两套地层组成:上部为黄土状堆积;下部由河流相或河湖相砂砾岩和粘土组成。

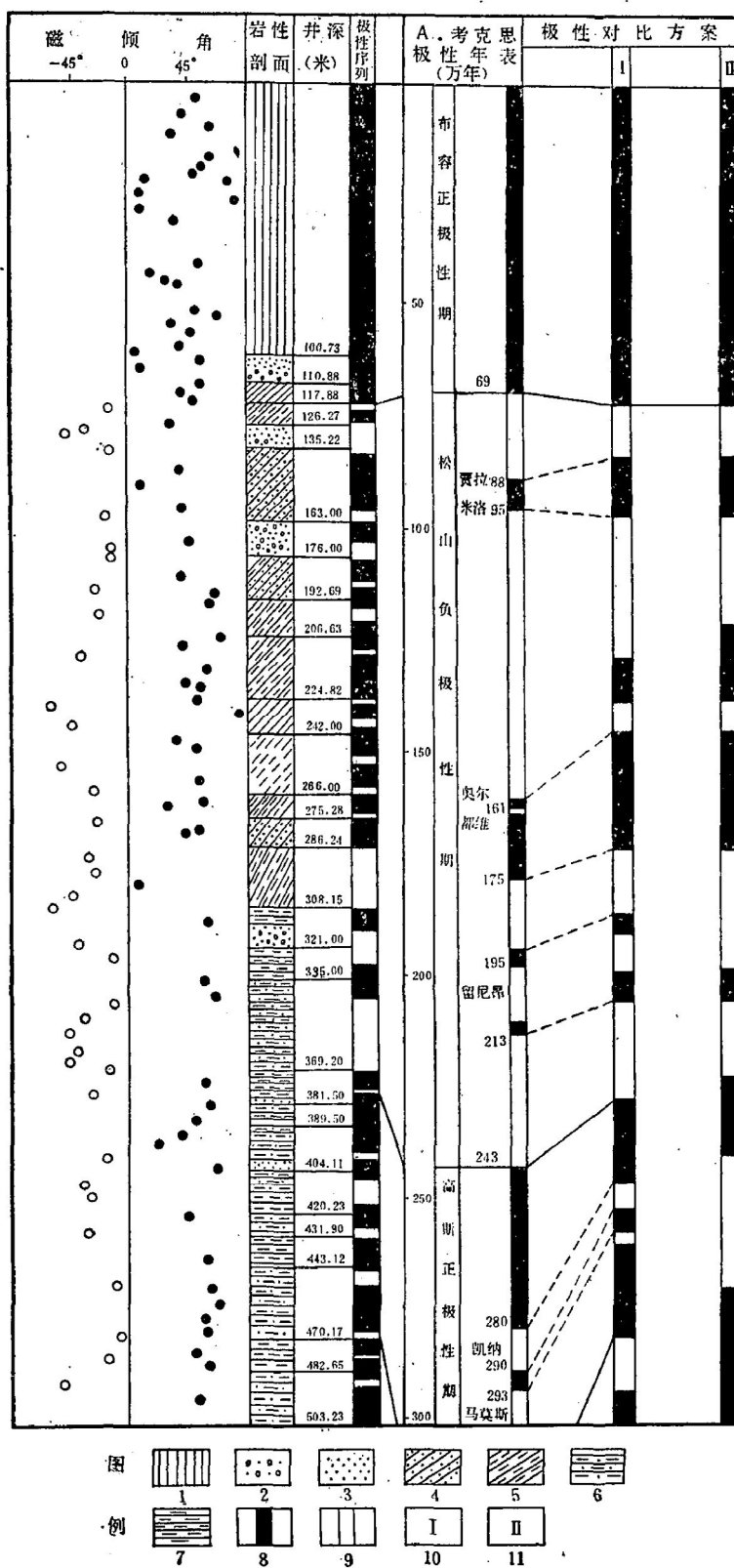
黄土状堆积物由黄土和黄土状亚砂土构成,夹钙质结核多层。上部呈灰黄色,较疏松,前人称新黄土;下部渐变为红黄色的老黄土,以夹有多层古土壤为特征,古土壤呈红—红褐色,表面常具黑色铁锰质薄膜,多达九层,厚约115—120米。

河湖相沉积为黄绿色粘土、亚粘土、亚砂土等,以细粒为主,夹有粉细砂层或砂砾岩层。粘土和亚砂土中,多含棕褐色、灰绿色斑点或条纹,普遍含有螺化石。

根据于清河、邢历生和曹照垣同志所进行的古地磁测定结果<sup>2)</sup>,这些钻孔剖面中不同层段的极性序列有明显的区别:黄土堆积井段,样品以正极性为主,与 A. 考克思极性年表对比,相当于布容正极性期。黄土井段之下的河流相、河湖相沉积,其极性序列的特征与上述年表相差甚大,特别是相当于松山负极性期井段,样品正、负极性交替出现,甚至正极性样品大于负极性样品,经抽样复查,测定结果可信。引起上述变化的原因尚未查明。为了便于对比,对测量成果按下述取舍原则作了整理:有连续二样极性相同的一律选取;对极性改变频繁的交替段,选取主要的极性。由于古地磁学引进我国较晚,资料积累尚少,在缺乏同位素年令数据和其他资料的情况下,无法排除古地磁测量成果的多解性,因而在与 A. 考克思极性年表对比时,人们提出了各种对比方案(图1、2),这是十分自然的。

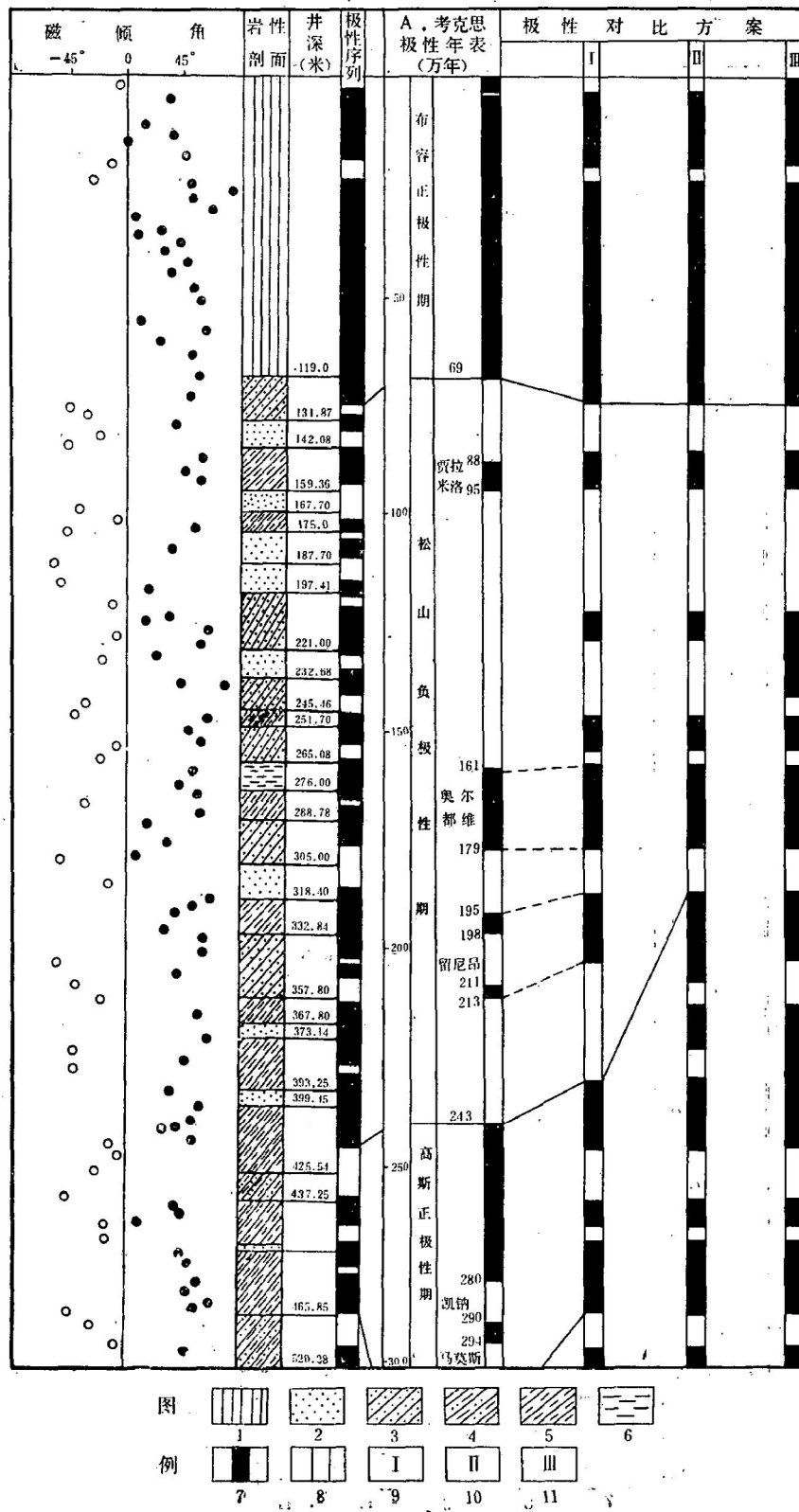
1) CH<sub>3</sub>和CH<sub>34</sub>孔为陕西省地质局第一水文地质队普查钻孔。古地磁样品由中国地质科学院地质力学研究所测定。

2) 于清河、邢历生、曹照垣, 1978, 试谈陕西武功、咸阳两个钻孔古地磁测定中存在的问题。



1、黄土 2、砂砾层 3、砂层 4、砂质粘土 5、粘土 6、砂质泥岩  
7、泥岩 8、正极性 9、负极性 I、第1对比方案 II、第2对比方案

图1 CH<sub>3</sub> 孔古地磁极性柱状图

图2 CH<sub>4</sub>孔古地磁极性柱状图

我们考虑到,既然地磁极性变化具有全球性,那么 A.考克思极性年表上的松山负极性期和高斯正极性期,在 CH<sub>3</sub> 和 CH<sub>34</sub> 孔的对应井段就应有所显示。据统计, CH<sub>3</sub> 孔的 119—381 米井段,负极性层段占地层厚度的 58%,相当于松山负极性期; 381—470 米井段,正极性层段占地层厚度的 71%,相当于高斯正极性期。在 CH<sub>34</sub> 孔也存在着类似情况。可见,它们与 A.考克思极性年表仍然存在着一致性,测量结果是可信的;其次,两孔剖面极性序列的分界面与岩性组合分界面大体相当,这种对应关系绝非偶然巧合,而是含有铁磁性矿物在岩石形成时,受当时当地地球磁场方向微弱磁化的自然记录。两孔的黄土井段,均以正极性序列为特征,根据极性序列、岩性和古生物资料,可与研究较详的山西隰县午城黄土剖面的马兰黄土与离石黄土对比<sup>[1]</sup>;与陕西兰田公王岭剖面、陈家窝剖面的相应层段的极性序列也一致<sup>[2]</sup>。这都说明它们是在同一地磁场作用下形成的。午城黄土与 CH<sub>3</sub>、CH<sub>34</sub> 孔黄土井段之下的砂砾岩,同处于松山负极性期,证明两者层位相当,它们不同的岩性特征,应理解为不同地貌单元上的同期沉积。应指出,过去认为午城黄土代表整个早更新世沉积,现在看来很可能仅相当于早更新世的后期沉积。

CH<sub>3</sub> 和 CH<sub>34</sub> 孔相当于高斯正极性期与吉尔伯特负极性期分界面的深度为 470 米左右,这个深度上、下的岩性有所区别,以上为水退背景下的河流相粗粒沉积,以下为河湖相或浅湖亚相细粒沉积。这段地层在露头区见有间断面或不整合面存在。与此类似的沉积在西藏唐古拉孔也存在,那里虽未见间断面,但古地磁极性序列表明有明显的界面存在,该界面正好处于高斯正极性期和吉尔伯特负极性期之间<sup>[3]</sup>。这些研究成果表明:古地磁测定是划分这类地层的有效手段,特别是间断面不清楚时,就更有意义。上新世晚期和早更新世早期的湖相地层,分别反映吉尔伯特负极性期和高斯正极性期的区域特征,表明 CH<sub>3</sub> 孔、CH<sub>34</sub> 孔第一对比方案,正确地反映了客观事实。综合上面的分析讨论,看来第一对比方案较为合理。

## 二 CH<sub>3</sub> 孔与 WH<sub>5</sub> 井的对比

CH<sub>3</sub> 和 CH<sub>34</sub> 孔分别位于汾渭盆地西安凹陷和固市凹陷的北部斜坡带上,它们的地层与盆地其它钻井剖面具有共同的组合特点,特别是 CH<sub>3</sub> 孔与 WH<sub>5</sub> 井更为近似。因此,依据 CH<sub>3</sub> 和 CH<sub>34</sub> 孔的极性序列建立起来的极性期,应当是汾渭盆地这套岩层形成时地球磁场方向的自然记录。利用这些成果,可以在全盆地进行对比。

WH<sub>5</sub> 井位于 CH<sub>3</sub> 孔之西约 20 公里处,井深 1072 米,井口高程为 495.21 米,与 CH<sub>3</sub> 孔处于同一个地貌单元。WH<sub>5</sub> 井的岩性组合分两部分:

0—384.5 米为疏松沉积物,下粗上细自成旋回,称为秦川群。其中 0—64 米为土黄色、灰黄色粉砂质黄土、含粉砂质黄土夹细砂粗砾石层,普遍含有平旋螺和锥形螺化石,底部夹有灰绿色粉砂质粘土和钙板层; 64—384.5 米为浅灰黄色泥质粉砂岩与泥岩、含粉砂质泥岩互层,夹含砾石细砂层或砾石层。秦川群的中上部含有介形虫化石:泥钜星虫 (*Prionocypris lutaris*)、小长真星虫 (*Eucypris rischtanica*)、布氏土星虫 (*Ilyocypris bradyi*)、小土库曼虫 (*Turkmenella* sp.)、窄小土库曼虫 (*T. resisa*)、

湖泊丽星虫(*Cypria lacustris*)、弯小丽星虫(*C. curvifurcata*)、角状玻璃虫(*Candona angulata*)和纯净小玻璃虫(*Candoniella albicans*),这些化石的地质时代与陕西骊山地区何王村、涝池河一致,属中、晚更新世。

384.5—469.5米为灰黄色、浅棕黄色含粉砂质泥岩、粉砂质泥岩夹含砾石细砂岩、砾状粉砂岩等,属河湖相沉积,称为三门组。含下列介形虫化石:粗糙土星虫(*Ilyocypris aspera*)、开封土星虫(*I. kaifengensis*)、双褶土星虫(*I. biplicata*)、疏忽玻璃虫(*Candona neglecta*)、新奇玻璃虫(*C. visenda*)、涅瓦球星虫(*Cyclocypris novensis*),这些化石在张家村出露的三门组都可见到,因而二者相当,三门组已有大量的脊椎动物化石,证实其时代属早更新世。

WH<sub>5</sub>井为石油普查井,其剖面岩性组合特征与CH<sub>3</sub>孔完全一致(图3),故CH<sub>3</sub>孔的黄土和松散堆积物应是秦川群,其下的河湖相沉积应相当于三门组,再向下的浅湖相棕黄色夹灰绿色泥质岩层应当划归张家坡组。根据CH<sub>3</sub>孔的古地磁极性期的划分,秦川群相当于布容正极性期和松山负极性期,三门组相当于高斯正极性期,而张家坡组恰处于吉尔伯特负极性期中。

经过上述讨论对比,对汾渭盆地第四系年令可作如下判断:

全新世与更新世的分界,没有古地磁年令数据,多数学者根据放射性C<sup>14</sup>年令测定,认为约在1万年左右,我们不作讨论。秦川群上部黄土剖面底界与布容正极性期底线相当,年令为69万年,依根岩性对比和化

石资料属中晚更新世;秦川群下部处于负极性期,其底界恰与松山负极性期吻合,年令为243万年,依据化石应属中更新世或早更新世晚期。三门组与高斯正极性期相当,其底界年令为332万年,已有较丰富的哺乳动物化石资料,可划归早更新世。至于张家坡组已有化石确定为上新世,年令要大于332万年,如果使用已知的沉积速率外推,其底界年令约为600—700万年。

| 本文<br>原分<br>层    | 井口<br>分<br>层     | 分<br>层<br>名<br>称 | 分层深度 (米)        |                  |                 | 年代<br>(百万<br>年) | 地<br>磁<br>极<br>性 | 极<br>性<br>期 | 极<br>性<br>年<br>令 |
|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------|------------------|
|                  |                  |                  | CH <sub>3</sub> | CH <sub>34</sub> | WH <sub>5</sub> |                 |                  |             |                  |
| 第<br>四<br>系      | 上<br>更<br>新<br>统 | 秦                | 100.0           | 125.0            | 64.0            | 0.5             | 布容正极性期           | 69          | 万年               |
|                  |                  | 川                |                 |                  |                 | 1.0             | 松山负极性期           |             |                  |
|                  | 三<br>门<br>组      | 群                | 381.0           | 389.0            | 384.5           | 2.0             | 高斯正极性期           | 243         | 万年               |
|                  |                  |                  |                 |                  |                 | 2.5             | 极早期正             |             |                  |
| 上<br>第<br>三<br>系 | 下<br>更<br>新<br>统 |                  | 470.17          | 478.0            | 469.9           | 3.0             | 斯极期正             | 332         | 万年               |
|                  |                  | 张家坡组             |                 |                  |                 | 3.5             | 负吉极期             |             |                  |
|                  |                  |                  | 503.23          | 520.38           | 684.4           | 4.0             | 伯尔期特             |             |                  |
|                  |                  |                  |                 |                  |                 | 4.5             |                  |             |                  |

图3 汾渭盆地更新统古地磁年令

### 三 几点认识

关于第四纪地层的下限,在国内外都没有统一的认识。各学科对于划分上新世与更新世的原则也各不相同。就多数学者来说有两种倾向性认识:其一,主张以意大利卡拉布里海相层为界,该界限相当于奥尔都维极性事件的底部,年令为179万年。其二,主要根据东非猿人化石和大冰期的出现来确定,该化石所属地层的年令为300多万年,相当于高斯正极性期的马莫斯极性事件;各国大冰期的出现大都在300—350万年之间。中

国地质科学院地质力学研究所钱方、马醒华等，主张用高斯正极性期与吉尔伯特负极期的分界线，作为上新统与更新统的分界。前面讨论汾渭盆地第四系底界年令为332万年，恰与后者意见一致，这是目前已知的最低划法。如果不适当地把第四系底界再向下移，势必将上新统划入第四系中，这从古地磁年令数据看是不适宜的，与哺乳动物化石资料亦将产生矛盾。

依据上述后一种划分方案，由我国华北、苏北地区第四系古地磁年令数据，可知布容正极性期与松山负极性期的界限，埋深在60—150米之间。松山负极性期与高斯正极性期的界限，埋深多在100—500米间。而高斯正极性期与吉尔伯特负极性期的界限，在苏北较浅，约为120—250米；华北地区较深，推测大于500米；汾渭盆地 CH<sub>3</sub> 和 CH<sub>34</sub> 孔的数据与华北地区比较接近，但这两孔都处于盆地较浅部位，在凹陷中心其埋深当会更大，就现有资料看，这是我国第四系底界埋深最大的地区（见下表）。

汾渭盆地古地磁极性期埋藏深度表

| A·考克思极性期<br>及极性事件 |           | 年令<br>(万年) | 凹 陷 中 心 区   |              |              | 斜 坡 或 隆 起 区              |                           |             |             |
|-------------------|-----------|------------|-------------|--------------|--------------|--------------------------|---------------------------|-------------|-------------|
|                   |           |            | 渭参4井<br>(米) | 渭深12井<br>(米) | 渭深10井<br>(米) | CH <sub>3</sub> 孔<br>(米) | CH <sub>34</sub> 孔<br>(米) | 渭参6井<br>(米) | 渭参9井<br>(米) |
| 布容<br>正极<br>性期    | 瑟 登 事 件   | 69         | 311.0       |              |              | 119.0                    | 125.0                     | 370.0       |             |
|                   | 贾拉米洛事件    | 95         |             |              |              | 138.0<br>160.0           | 145.0<br>157.0            |             |             |
|                   | 吉 尔 萨 事 件 | 163        |             |              |              |                          |                           |             |             |
|                   | 奥尔都维事件    | 179        |             |              |              | 240.0<br>286.0           | 267.0<br>298.0            |             |             |
|                   | 留 尼 昂 事 件 | 213        |             |              |              | 310.0<br>340.0           | 314.0<br>342.0            |             |             |
|                   |           | 243        | 605.0       | 506.5        | 651.5        | 381                      | 389.0                     | 586.5       | 414.5       |
| 高斯<br>正极<br>性期    | 凯 纳 事 件   | 290        |             |              |              | 410.0<br>420.0           | 436.0<br>444.0            |             |             |
|                   | 马 莫 斯 事 件 | 306        |             |              |              | 428.0<br>435.0           | 452.0<br>478.0            |             |             |
|                   |           | 332        | 1295.0      | 1161.8       | 977.5        | 503.23                   | 520.38                    | 916.5       | 601.5       |

根据汾渭盆地及其邻区几个第四系剖面的古地磁研究，午城黄土与秦川群下部同处于松山负极性期中，表明二者属同期沉积，秦川群上部化石成果表现出中、晚更新世色彩，这样整个秦川群可能属中更新世。若秦川群下部与午城黄土相当，则其时代就与传统的概念产生了矛盾，要么秦川群下部亦属早更新世，要么午城黄土时代较新，值得进一步研究。汾渭盆地骊山地区的杨郭组，含早更新世哺乳动物化石，以往与午城黄土相比，根据古地磁成果，看来层位可能有些差别，亦值得进一步探讨。

古地磁作为第四纪研究的一种手段，可以对岩性相同而又缺乏其它分层标志的地层进一步划分。通过对唐古拉和汾渭盆地的古地磁研究，第四纪早期的湖相沉积，主要

在松山负极性期和高斯正极性期;而相当于吉尔伯特负极性期的湖相地层,应属上新世产物。因此,在划分第四纪地层时,要正确地区分早更新世和上新世的湖相沉积,不能混为一谈。

(收稿日期 1980年1月4日)

### 参 考 文 献

- [1] 李华梅、安芷生、王俊达, 1974, 午城黄土剖面古地磁研究的初步结果。地球化学, 第2期。
- [2] 马醒华、钱方、李普、鞠石强, 1978, 兰田人年代的古地磁学研究。古脊椎动物与古人类, 第16卷第4期。
- [3] 钱方、马醒华, 1979, 中国第四纪磁性地层学中几个问题的初步探讨。科学通报, 第23期。

## PALEOMAGNETIC DATING OF THE QUATERNARY IN THE FENWEI BASIN

Chen Wanchuan

(The 3rd Petroleum Prospecting and Exploration Brigade, Ministry of Geology)

### Abstract

With regard to the position of the lower boundary of the Quaternary in the Fenwei Basin, there have been two different opinions: one advocates that this lower boundary should be located at the bottom of the Sanmen formation, while the other proposes that it should be placed lower, i.e. at the bottom of the Zhangjiapo formation.

Recent determinations of the paleomagnetic polarity epochs for drill holes CH<sub>3</sub> and CH<sub>34</sub> indicate that the upper part of the Qinchuan group corresponds to the Brunhes normal epoch, and the lower part to the Matuyama reversal epoch, whereas the Sanmen formation corresponds to the Gauss normal epoch. A comparison with A.Cox's Standard Polarity Time Scale shows that the ages of the lower boundaries of the Qinchuan group and the Sanmen formation are 2.34 m.y. and 3.32 m.y. respectively. If the Quaternary lower boundary is delimited at the bottom of the Sanmen formation, its age is exactly between 3.00-3.50 m.y., which is consistent with the latest view concerning the age of the lower limit of the Quaternary. Integrating rock assemblages, paleontological and paleo-climatological characteristics and tectonic movements, the author holds that it is currently more reasonable to delimit the lower boundary of the Quaternary at the bottom of the Sanmen formation.