

# 元谋盆地晚新生代地质研究的新进展\*

张宗祜 刘平贵

(地质矿产部水文地质工程地质研究所,河北正定,050803)

钱方

(地质矿产部地质力学研究所,北京,100081)

闵隆瑞

(地质矿产部地质研究所,北京,100037)

王强

(地质矿产部天津地质矿产研究所,天津,300170)

宗冠福

(中国科学院古脊椎动物与古人类研究所,北京,100044)

**提 要** “川滇南北构造带中段晚新生代地质研究”项目,从选择最佳地质剖面入手,对元谋盆地茂易—马头山剖面进行了详细的地质测量、编录和多学科综合研究。作者对剖面的岩石地层学、生物地层学、磁性地层学、重矿物和岩相古地理的主要特征进行了简要的总结;并对第四纪下限(N/Q界限)的各种标志进行了讨论。在此基础上确定了元谋盆地第四纪下限为2.48MaB. P.左右,并对该盆地第四纪地层进行了划分。作者认为过去对元谋盆地第四纪地层划分的所谓“元谋组”,实际上是一套跨第三纪晚期和第四纪早期的地层。作者根据不同级别岩石地层单元划分方案和命名原则,将这套河湖相地层按地层规范定为元谋群,其中的下部地层沿用周明镇最早提议的名称“沙沟组”,上部地层称为“元马组”。

**关键词** 元谋盆地 第四纪下限 晚新生代 地层划分

由张宗祜负责,由地质矿产部水文地质工程地质研究所、地质研究所、天津地质矿产研究所、地质力学研究所、成都水文地质工程地质中心和中国科学院古脊椎动物与古人类研究所的部分地质专家合作的“川滇南北构造带中段晚新生代地质研究”的科研项目,自1986年立项以来,经过野外踏勘、调查研究、室内资料整理和综合分析,对该地区第四纪

本刊收稿日期:1993年10月21日。

\* 本文属“川滇南北构造带中段晚新生代地质研究”项目成果中的一部分。文章由张宗祜教授组织指导,刘平贵执笔。

地质的研究取得了新进展。现将该项目关于元谋盆地第四纪地质的主要研究成果予以总结报道。

元谋盆地晚新生代地层研究历史较长。卞美年(1940)<sup>[1]</sup>曾将元谋盆地含马等化石的河湖相地层命名“元谋层”，时代定为上新世。而“元谋组”一名最早见于中国科学院地质研究所编写的《中国区域地层表(草案)》一书<sup>[2]</sup>。1965年中国地质科学院地质力学研究所钱方等于上那蚌附近的这套河湖相地层中发现两颗人牙化石<sup>[3]</sup>，此后，有很多地质学家对该套地层进行过大量调查研究。钱方等于1965—1977年间，先后对老鸦塘—牛肩包一带的地层剖面进行了较深入系统的调查研究，并逐步建立了该套地层的岩性序列。他们依据老鸦塘—牛肩包剖面地层资料，将该套地层划分为5个岩性段。最下段定名“龙川组”，其上分4段共28层，统称“元谋组”，为第四纪早期的沉积，将其年代先确认为3.10—1.50MaB.P.<sup>[4]</sup>，后又确认为3.40—1.33MaB.P.<sup>[5]</sup>。

作者在实施“川滇南北构造带中段晚新生代地质研究”的课题中，比较系统地对元谋盆地晚新生代地层进行了全面的考察，选择了盆地内地层最连续又完整的茂易—马头山剖面进行了详细的地层测量编录，并从岩石地层学、生物地层学、磁性地层学及岩相古地理和重矿物等方面进行了综合研究，以该剖面为主，结合盆地内其它地段地层的研究，总结出元谋盆地第四纪地层的划分方案。

### 1 茂易—马头山剖面的地质特征

茂易—马头山剖面位于元谋县城南约6km处，西起元谋盆地西缘的茂易村附近，向东经甘塘至盆地东缘的马头山，东西几乎横贯整个元谋盆地，全长约9km。地层西老东新，向东及北东倾斜，倾角5—12°(图1)。剖面包括了第三纪晚期和第四纪早期沉积的一整套河湖相地层，相当钱方等的“元谋组”第一至第四段。实测剖面总厚度为597.45m。

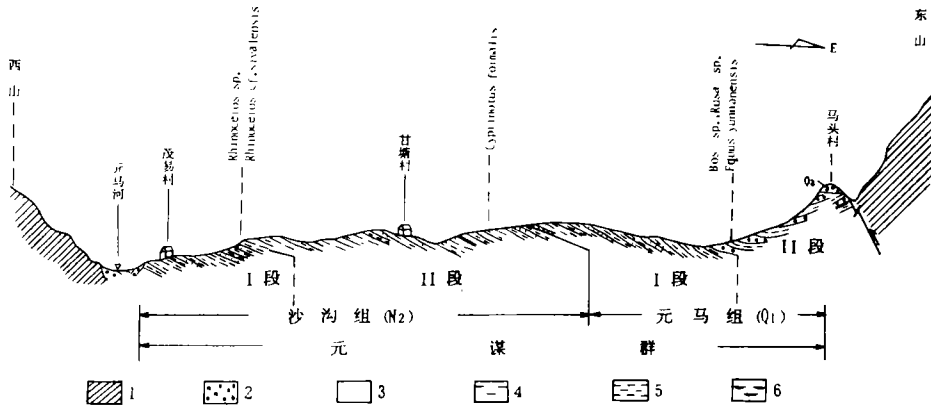


图1 茂易—马头山第四纪地质剖面示意图

Fig. 1 Quaternary geological profile of Maoyi-Matoushan.

1. 基岩; 2. 砾石层; 3. 中砂层; 4. 粘土质粉砂层; 5. 粘土; 6. 炭质粘土层。

## 1.1 岩石地层的主要特征

茂易—马头山剖面在野外实测时自下而上分为122层,现将其主要岩性特征自上而下简述如下:

(1)第122层,厚度大于10m。岩性主要为红褐、浅褐和灰棕色砾石、卵砾石层。卵、砾石为次棱角一次圆状,岩性成分复杂,分选极差,为洪积相。地质时代属中更新统,不整合于下伏岩层上。

(2)第121—118层,厚51.10m,主要为红棕、棕褐、灰棕、灰绿及灰黑色粘土、粉砂质粘土、含砾粘土、粘土质粉砂、含砾粉细砂,夹红褐、灰黄色粗砂砾石层,局部钙质胶结或半胶结。本段上部沉积物粒度较粗,除个别层外基本都为粗砂砾石层,颜色以红褐及灰黄色为主;至中、下部粒度逐渐变细,以粘性土为主夹砾石薄层或透镜体,颜色逐渐变为灰褐、灰绿及灰黑色,含有云南马(*Equus yunnanensis*)等多种哺乳动物化石。本段砾石层横向不稳定,多以透镜状产出,砾石以棱角状居多,大小混杂,分选较差,呈迭瓦状排列。呈现出由上部的洪积相,逐渐过渡到中、下部的河湖相的岩性特征。与下伏地层连续沉积。

(3)第117—87层,厚176.10m。主要为红褐、棕褐、灰黄及灰绿色粘土、粘土质粉砂夹砂层或互层。上部以红褐、灰黄及灰绿色粘土与粉砂互层为主,水平层理发育,含植物残体、介形虫和极丰富的软体动物以及云南马等哺乳动物化石,具明显的湖沼积水洼地特征;至中部变为红褐色含砾中、粗砂与棕褐、灰绿色粘土互层,组成7个韵律层,砂层厚1—2m,具板状、槽状交错层理,粘土呈水平层理,含软体动物及植物化石,呈现河床及漫滩交替相沉积特征;至中、下部又渐变为红褐、灰绿和灰黑色粘土与粉细砂互层,具水平层理,含软体动物、植物化石和石膏晶体,具明显的静水洼地或冲积扇前洼地沉积特征。本段底部为一层厚约5m左右的黄色中粗砂,含砾石,具大型板状、槽状交错层理。黄砂层下部有一层厚约15—17cm砾石层,砾石层下有一铁质薄层。该黄砂层及下伏铁质层在区域上分布极稳定(可作为标志层进行区域对比)。与下伏地层假整合接触。

(4)第86—12层,厚277.60m。主要为红棕、棕褐色厚层中粗砂、中细砂、细粉砂与红褐、灰黄、灰绿色粘土、粉砂质粘土互层。本段岩性的最大特点是沉积物粒度由粗到细大至组成22个韵律层。中粗砂具大型板状、槽状交错层理,粉砂粘土层具水平层理。顶部常发育2—5cm棕红色铁盘或铁质层,中部粘土层含煤线和石膏,下部粘土层含大量炭屑,中下部粘土层及相应层位含法氏大水獭(*Enhydriodon cf. falconeri*)、进步脊棱齿象(*Stegolophodon stegodontoides progressus*)、云南大唇犀(*Chilotherium yunnanensis*)和类象剑齿象(*Stegodon elephantoides*)等大型哺乳动物化石。底部为一层厚2m的灰褐、灰黄色含小砾和岩屑的中粗砂,砂层具斜层理,并含大量炭屑。与下伏地层假整合接触。

(5)第11—(1)层,厚83.05m。主要为紫红、紫褐、灰褐和灰绿等杂色粘土、粉砂质粘土偶夹少量砂层。上部以杂色粘土为主,显水平层理,局部含黄铁矿晶体;中部粒度变粗为中粗砂、粉细砂与粘土不等厚互层,粗砂层具波状交错层理,含小砾石,部分钙质胶结;到下部又渐变为以粘土为主,偶夹粉细砂层及砂层透镜体,粘土具钙质网纹,粉砂层中偶含钙质结核及小砾石。与下伏地层不整合接触。

## 1.2 生物地层学的主要特征

(1)古脊椎动物:古脊椎动物与古人类研究所宗冠福等将元谋盆地及其附近晚新生代地层中已有的和本次工作中发现的哺乳动物化石进行综合分析,由老到新依次划分四个动物群:小河古猿动物群,时代大致相当中新世—上新世初(约3.40Ma之前),具有非常丰富的古猿、三趾马以及晚中新世类型的动物化石;沙沟法氏水獭动物群,时代大致相当晚上新世(高斯极性时),以法氏大水獭、进步脊棱齿象和锡瓦犀等较进步类型的动物化石为代表;元谋人动物群,时代相当早更新世(松山极性时),以肉食类和偶蹄类为主,且云南马是该动物群的主要成员;小米地动物群,时代为晚更新世,所有种类均为大熊猫—剑齿象动物群成员,但动物群中尚未发现大熊猫剑齿象这两个成员,以偶蹄类为主(表1)。

此次野外工作在茂易—马头山剖面及剖面附近相应的层位中发现哺乳动物化石计有9科12属19种:

表1 元谋盆地哺乳动物化石层位对比表

Table 1. Comparison of bedding levels of mammal fossils in Yuanmou Basin.

MaB. P.	世/统	欧洲哺乳动物		中国北部哺乳动物期/阶	南亚哺乳动物期/阶		禄丰古猿动物期/阶	元谋古猿动物期/阶
		生物带 MN	期/阶					
1—								
2—	更新(早/下)	17	维拉弗朗	泥河湾	上锡瓦利克	宾久?—塔特罗特		元
3—			游河					法氏水獭
4—	上新	16	鲁西利安	静乐				
5—			拉罗利安	保	中锡瓦利克	多克帕赞—纳格	小	
6—	中新(晚/上)	13	瓦雷西安	德				石灰坝
7—			12					
8—	11	12						
9—								
10—	10	9	瓦雷西安	澜河	锡瓦利克	纳格		
11—								
12—								

### 兔形目 Lagomorpha

兔 *Leporidae* gen, et sp, indet

### 啮齿目 Rodentia

布氏低冠竹鼠 *Brachyrhizomys blacki*

竹鼠 *Rhizomys* sp.

鼠科未定种(1) *Muridae* gen et sp, indet, 1

鼠科未定种(2) *Muridae* gen et sp, indet, 2

## 食肉目 Carnivora

法氏大水獭比较种 *Enhydriodon cf. falconeri*

## 长鼻目 Proboscidea

进步脊棱齿象 *Stegolophodon stegodontoides progressus*

师氏剑齿象 *Stegodon zdanskyi*

类象剑齿象 *Stegodon elephantoides*

## 奇蹄目 Perissodactyla

云南马 *Equus yunnanensis*

似锡瓦犀 *Rhinoceros cf. sivalensis*

犀未定种 *Rhinoceros sp.*

云南大唇犀 *Chilotherium yunnanensis*

## 偶蹄目 Artiodactyla

似低枝粗鹿 *Cervaitus cf. demissus*

鹿未定种(1) *Cervus sp. 1*

鹿未定种(2) *Cervus sp. 2*

牛未定种 *Bos sp.*

似楔羚未定种(1) *Selenoportax sp. 1*

似楔羚未定种(2) *Selenoportax sp. 2*

上述哺乳动物化石包括法氏水獭动物群和元谋人动物群。其中,上部地层中比较重要的化石有云南马、水鹿及牛等偶蹄类,它们均产自马头山村附近该剖面上部大约 118 层(61.10m)附近;下部地层中比较重要的化石有法氏大水獭、进步脊棱齿象、师氏剑齿象、类象剑齿象、似锡瓦犀、云南大唇犀、似低枝粗鹿、似楔羚等,它们分别产自小西村丙间、甘塘村西及茂易村东南沟一带,位于剖面 12 层(514.80m)、61 层(286.50m)和 62 层(285.85m)及相应的层位。上述化石的发现为茂易—马头山剖面地质时代的确定提供了极为重要的依据。

(2)微体古生物(介形类、轮藻):天津地质矿产研究所王强等在茂易—马头山剖面采集 625 块样品分析,共见介形虫 12 属 25 种,其中有 7 个未定种,皆属金星介超科;共见轮藻 5 属 13 种,其中有 3 个未定种。可视作上新世标志种的正式美星介(*Cyprinotus formaris*)、粒形球状轮藻[*Spnaerochara gamulifera*(Heer)Madler]产自该剖面下部 61 层底之上 0.10m(深度 285.75m)处;上部地层中比较重要的介形类有简单新斗星介(*Neocypridopsis simplices*)、土星界未定种(*Ilyocypris spp.*)畸型泡丽星介(*Pnysohypria deformis*)和小玻璃介未定种(*Candoniella spp.*)等。这些微体古生物化石均具有重要的地质时代和古环境意义。

(3)孢粉植物群:天津地质矿产研究所罗宝信、水文地质工程地质研究所童国榜等在茂易—马头山剖面系统采集了孢粉样品分析研究。经测试鉴定,全部样品其获孢粉 17155 粒,分属 174 个科属,其中现生科属占 42%。该剖面中孢粉分布具有如下特点:

①剖面下部(以 237.50m 为界,下同)样品中孢粉数量多,上部孢粉数量较少;

②孢粉中下部木本成分较上部多,而草本成分较上部少;相反,上部木本成分较下部少,草本成分较下部多;

③孢粉种类下部含湿热成分多于上部,而上部以干热成分占优势;

④裸子、被子和蕨类孢粉三者含量在下部曲线交错较多,在上部曲线基本平稳发展,无急剧的升降波动。其中蕨类孢粉粒数下部多于上部,裸子、被子孢粉下部少于上部(图 2)。

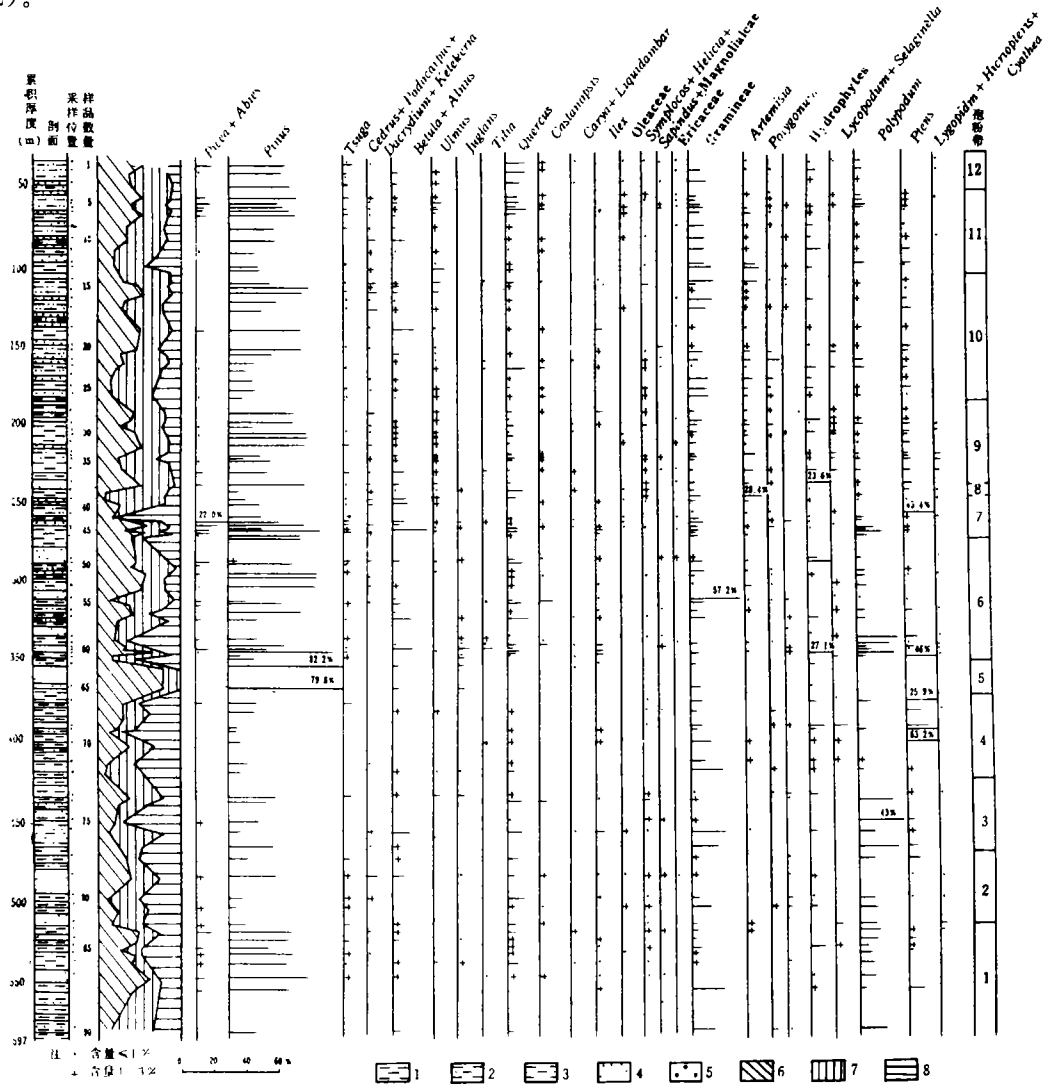


图 2 茂易—马头山剖面孢粉图式

Fig. 2 Sporopollen diagram of Maoyi-Matoushan profile.

1. 粘土; 2. 粉砂质粘土; 3. 粘土质粉砂; 4. 砂; 5. 砂砾石; 6. 裸子植物花粉; 7. 被子植物花粉; 8. 蕨类植物孢子。

依据孢粉数量和种类的分布特点,将该剖面进一步细分 12 个孢粉组合带:

I 带(597.45—518.00m),含松属(*Pinus*)、栎(*Quercus*)、禾本科(*Gramineae*)、水龙骨(*Polypodiaceae*)及少量的子栋树(*Decaspermum*)等;

II 带(518.00—471.00m),含栎属(*Quercus*)、桦(*Betula*)、雪松(*Cedrus*)及少量的罗汉松(*Podocarpus*)和泪杉属(*Dacrydium*);

III 带(471.00—428.00m),含水龙骨(*Polypodiaceae*)、桦属(*Betula*)、朴(*Celtis*)、禾本科(*Gramineae*)及少量的槭(*Acer*)和榆(*Ulmus*);

IV 带(428.00—378.00m),化石单调,主要有凤尾蕨(*Pteris*)、瓦韦属(*Lepisorus*)及少量栎属(*Quercus*);

V 带(378.00—355.00m),松属(*Pinus*)占绝对优势,并含胡桃属(*Juglans*)及少量桦属(*Betula*);

VI 带(355.00—277.00m),以云杉(*Picea*)、冷杉(*Abies*)及松(*Pinus*)为主,含少量栎属(*Quercus*)、胡桃属(*Juglans*)和椴属(*Tilia*);

VII 带(277.00—252.00mm),含松属(*Pinus*)、桦属(*Betula*)、水龙骨(*Polypodiaceae*)、禾本科(*Gramineae*)及少量栎属(*Quercus*);

VIII 带(252.00—237.50m),以草本蒿属(*Artemisia*)、禾本科(*Gramineae*)和桦属(*Betula*)占绝对优势;

IX 带(237.50—188.00m),含松属(*Pinus*)、栎属(*Quercus*)、蒿属(*Artemisia*)、凤尾蕨属(*Pteris*)及少量的棕榈科(*Palmea*)和桑寄生科(*Loranthaceae*);

X 带(188.00—108.00m),含松属(*Pinus*)、油杉属(*Keteleeria*)、枫香属(*Liquidambar*)、榆属(*Ulmus*)及少量的冷杉(*Abies*)、云杉(*Picea*)和桤属(*Alnus*);

XI 带(108.00—56.00m),含栎属(*Quercus*)、禾本科(*Gramineae*)、凤尾蕨(*Pteris*)及少量的木犀览属(*Olea*)、铁杉属(*Tsuga*)、栋科(*Meliaceae*)和卫矛属(*Euonymus*);

XII 带(56.00—39.00m),含松属(*Pinus*)、铁杉属(*Tsuga*)、云杉属(*Picea*)、栎属(*Quercus*)及少量的忍冬属(*Lonicera*)、柳属(*Salix*)和桤属(*Alnus*)。

在第 8 带剖面深度 237.50m 界线上下,胡桃属(*Juglans*)、山核桃属(*Carya*)和杉科(*Toxodiaceae*)三类植物孢粉含量变化很大;其中胡桃属在此界线以下共出现 17 次,而在此界线附近(深度 245m)全部消失;山核桃属和杉科在此界线以下分别出现 5 次和 13 次,此界线以上只各出现一次。前人在元谋的研究成果以及在华北和国外均记述有同样的现象,即山核桃、杉科等在第三纪比第四纪多<sup>[7]</sup>。上述分布规律及绝灭种属和出现频率降低等现象为研究地层时代和古沉积环境提供了重要的信息。

### 1.3 磁性地层学的主要特征

水文地质工程地质研究所李素珍和天津地质矿产研究所张金起等对茂易—马头山剖面进行了系统的磁性地层学研究。本次采用以热退磁清洗法为主进行逐步退磁。为确定最佳退磁温度范围,首先选择代表性样品(21 块)进行退磁实验,确定最佳温度段(250—300℃),全部样品均以 100℃、200℃、300℃、350℃、400℃ 的温度进行逐步退磁,用美国产 PSM-2 型数字旋转磁力仪测量原生剩磁。为较准确地测定原生剩磁的磁化方向,采用

NRA、200℃、300℃、350℃、400℃温度段中的磁偏角、磁倾角及古纬角值绘制曲线图,确定极性带。

综合分析茂易—马头山剖面上 230 个古地磁样品的测试数据,对照最新国际古地磁极性年表,该套地层可判认出三个极性带和七个极性亚带:即松山反向极性带(122—84层,0—247m)、高斯正向极性带(83—13层,247—512m)和吉尔伯特反向极性带(12—1层,512—597.45m);极性亚带为后贾拉米洛(16—20m)、贾拉米洛(40—48m)、奥尔杜威(99—112m)、留泥旺(210—223)、凯纳(397—455m)、马莫斯(421—431m)和科奇蒂(578—595m)。剖面时限为 3.90—0.80Ma B. P., 沉积历时约 300 万年左右。平均沉积速率约为 11.06—28.80cm/ka,属河湖相中较稳定的沉积。相比而言,高斯正向极性带的沉积速率(28.80cm/ka)要大于松山反向极性带(14.11cm/ka)和吉尔伯特反向极性带(11.06cm/ka)的沉积速率。

本次测试结果与本区已有磁性地层学研究成果可以对比(图 3)。由于本剖面实测厚度大,跨越地层时限长,捕获信息量相对丰富,上部测出后贾拉米洛极性亚带,下部测出科奇蒂极性亚带。

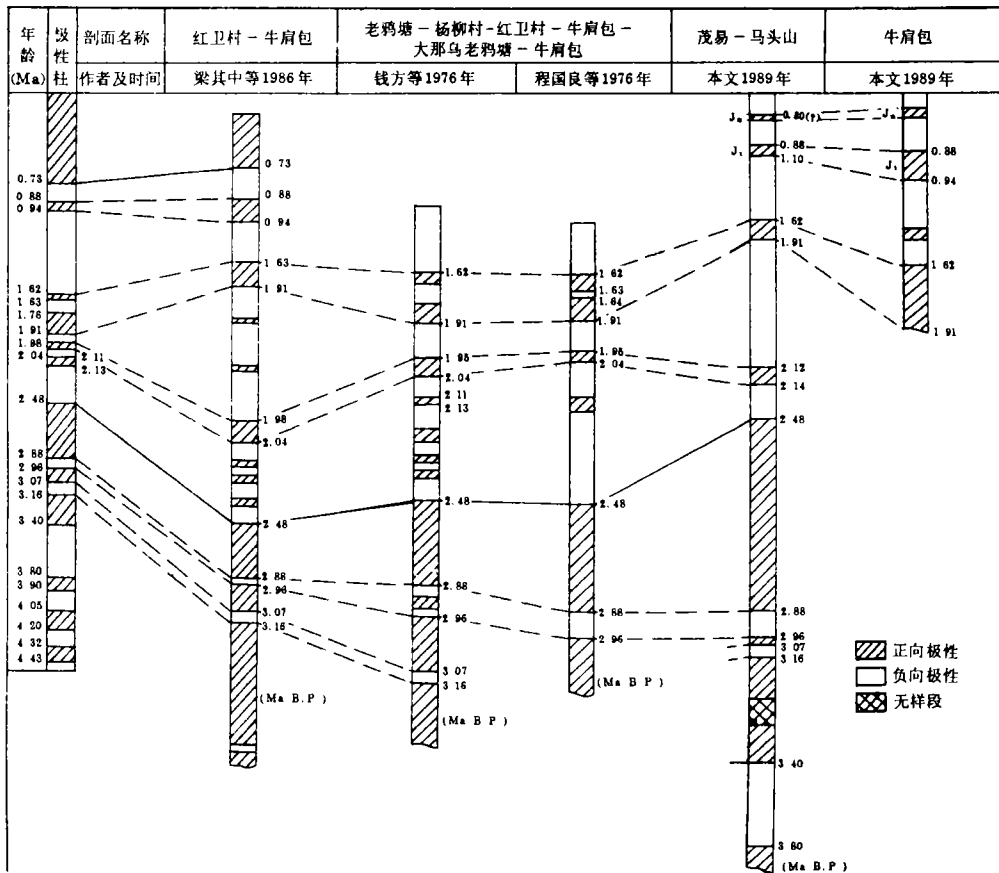


图 3 元谋盆地磁性地层对比图

Fig. 3 Magnetostratigraphic comparison of Yuanmou Basin.



#### 1.4 岩相古地理的主要特征

地质研究所闵隆瑞等通过野外观察测量和室内分析,依据沉积物的颜色、岩性、结构、生物化石、粒度分析、扫描电镜和差热分析的综合研究,将茂易—马头山剖面自下而上划分三个岩相段:

I 岩相段(第 1—第 14 层,508.70—597.45m),基本属湖相沉积,分布在盆地西部边缘,包括水下冲积扇、三角洲和浅湖三个亚相:

II 岩相段(第 15—第 118 层下部,74.80—508.70m),除顶部(II 6,48.60—106.20m)为湖相沉积外,都为河流相沉积。分布在元谋盆地广大范围内,构成该盆地自下而上基本稳定的主体沉积。包括河道残留、边滩、天然堤、河漫湖、决口扇五个亚相。河流发育前期可能属网状河—曲流河过渡类型,后期天然堤发育,成为典型的曲流河;

III 岩相段(第 118 层上部—第 121 层,10.00—48.60m),为坡洪积相,分布在盆地东部边缘,包括扇端、扇中和扇根三个亚相。本段沉积物分选较差,粒度曲线显示类似重力流曲线,重矿物品种单一,可能为近源沉积。

顶部(第 122 层,0—10m),根据地层沉积结构,构造特点大致可分为洪积相、冲积相和残坡积相。

茂易—马头山剖面地层岩相古地理的主要特征完全反映了元谋盆地上新世—早更新世时期盆地断陷沉积阶段的历史:

第一阶段,初期坡洪积相阶段;

第二阶段,前期湖相阶段;

第三阶段,河流相阶段;

第四阶段,末期洪积相阶段。

从地理位置上看,自盆地边缘至盆地中心,相模式依次为坡洪积相→湖相→河泛平原相→洪积相。盆地间歇性上升时期,发育冲积相、洪积相和红土。

#### 1.5 重砂矿物的主要特征

水文地质工程地质研究所张玉芳在茂易—马头山剖面的部分层位采集 74 块重砂矿物样品进行测试研究,结果表明该剖面沉积物中矿物成分以轻矿物为主,其含量达 99% 以上,重矿物含量较低,仅为 0.07—0.56%,各类样品中优势矿物有三类:

①赤铁矿,平均含量为 44.90%;

②锆石,平均含量为 24.72%;

③白钛石,平均含量为 10.06%。

此三类矿物总量接近 80%。各类样品中含量较低的重矿物有磁铁矿、褐铁矿、金红石、电气石、锐钛石、石榴石、磷灰石、绿帘石等,其含量不足 1%,仅在某一段样品中出现的有普通角闪石、黑云母、榫石、透闪石,十字石等。

按重矿物组合的形态特征,将该剖面地层自下而上划分三个重砂矿物组合段:

第 I 组合段(第 1—第 11 层,515—595m),赤铁矿占绝对优势,其平均含量为

69.20%，矿物风化系数为148.80，矿物形态主要为次棱角一次圆状，偶见棱角状颗粒；

第Ⅱ组合段(第12—第105层,149—515m)，锆石—赤铁矿—白钛石—钛铁矿组合。矿物风化系数为158.30，矿物形态颗粒为次棱角一次圆状，少量棱角状；

第Ⅲ组合段(第106—第122层,0—149m)，赤铁矿—锆石组合。矿物风化系数为73.31，部分颗粒为棱角状，部分为次棱角一次圆状(图4)。

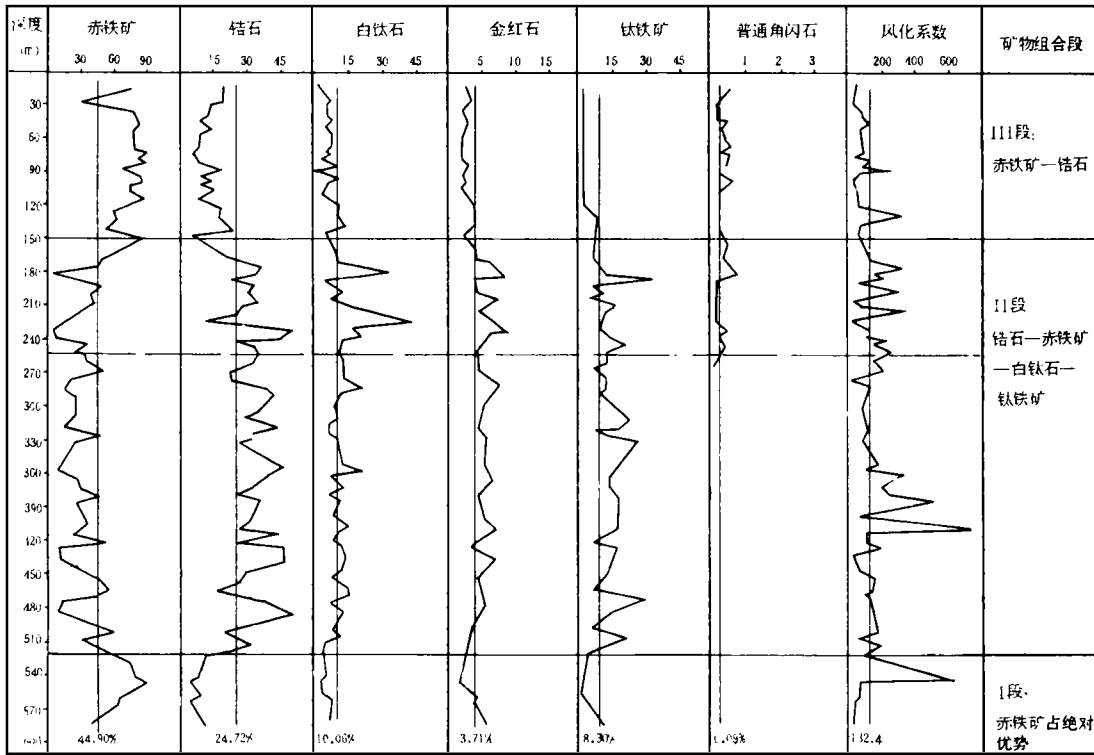


图4 茂易—马头山剖面重矿物百分含量、风化系数及长英比变化曲线

Fig. 4 Curve of heavy mineral percentage, weathering coefficient and feldspar-quartz ratio of Maoyi-Matoushan profile.

第Ⅱ组合段剖面深度247m以下至第Ⅰ组合段，不稳定矿物普通角闪石基本消失，247m界线之上至第Ⅲ组合段不稳定矿物普通角闪石含量大于背景值，且连续出现。这一现象说明此界线上、下的古沉积环境存在明显差异。

综上所述，茂易—马头山剖面地层完整连续，出露条件极好，其中赋存有极为丰富的地质、古生物、古气候、古环境及古地磁方面的信息。除顶部砾石层外，四个岩性段(见后叙)反映的岩石地层特征清晰典型，沉积相序完整连续地反映了由浅湖、河湖交替到冲洪积相变化的全过程，整套地层连续记录了古地磁三个极性时和七个亚极性时事件；并含有两个面貌、性质、时代不同的古脊椎动物群(法氏水獭动物群和元谋人动物群)，十二个孢粉组合和三个重砂矿物组合(表2)。可见这是一个十分难得的研究上新世至早更新世地层及N/Q界限的剖面。以此剖面提供的各种信息确定元谋盆地第四纪下限和划分晚新生代地层，应该说依据比较充分，结论相对可靠。

## 2 元谋盆地第四纪下限的讨论和晚新生代地层的划分

自钱方等建立了“元谋组”的地层层序,确定了“元谋组”的地质时代以来,又有很多地质学家和古人类学家相继对该套地层进行过深入系统的调查研究,并提出种种地层时代划分方案,如尤玉柱等、刘东生等,其实质问题仍然是第四纪下限的位置和“元谋组”的地层时代,而这一问题正是第四纪地质学研究的重要内容和关键所在。

### 2.1 元谋盆地第四纪下限的讨论

自 80 年代以来,中国黄土系列研究成果表明,在约 2.48MaB. P. 前后黄土开始出现<sup>[6]</sup>;除黄土出现外,还有一系列重要地质事件发生;在全球范围内,众多的第四纪地质研究成果表明,在这一时限前后古环境也发生过重大变化,这些重大地质事件的发生,为第四纪下限的确定提供了极为重要的依据。因此,近年来国内第四纪地质学界已趋向于选取 2.48MaB. P. 作为第四纪下限。根据本次对茂易—马头山剖面进行多学科综合研究的结果及多重标准划分地层的原则,本文认为元谋盆地第四纪下限年代学界限应于 2.48MaB. P.(剖面古地磁 M/G 界线)附近,岩石地层界线应在剖面深度为 237.20m 的巨厚黄砂层底部。现将主要依据简述如下。

(1)岩石地层学标志:在茂易—马头山剖面深度 231.95—237.20m 出露一层区域上极为稳定的巨厚黄砂层,黄砂层下部有一薄层砾石层,砾石层之下还有一层铁质薄层,黄砂层下伏为粘土及粉砂质粘土薄层,反映沉积环境由深水突变为浅水。以此黄砂层为界,上、下部岩石地层特征存在明显差异:

①下部地层以粘土为主夹砂层,砂层少见;上部为粘土与砂层互层,砂层增多;

②下部砂层粒度较细,以中、细砂为主,偶夹含砾砂层或砂砾石透镜体;上部砂层粒度较粗,多以粗砂砾石层或含砾粗砂层产出;

③下部粘土层中炭质粘土夹层增多,偶含薄煤层及煤线,粘土中炭屑含量增加;上部炭质粘土少见,未发现煤层及煤线,粘土中偶含炭屑;

④下部地层多为紫红至灰色,以紫红色系为主,粘土层顶部常发育 2—5mm 棕红色铁盘;上部地层多为棕褐至灰色,以灰色系为主,未发现铁质层。

黄砂层上、下岩性的差异反映出上下部地层沉积环境的差异,沉积环境的变化是以黄砂层为界开始的。

从地层接触关系上看,虽然此界线不存在典型剥蚀面,但铁质层的存在说明此处是一曾因水位下降或河流横向摆动形成一小的沉积间断似乎无可非议。作者将全剖面铁质层作了统计分析,黄砂层以上未发现铁质层,以下较厚者有 4 层(深度分别为 237.20m、242.65m、246.80m 和 372.20m),以此层厚度最大且和下伏两层铁质层距离较近。说明黄砂层沉积前元谋盆地地壳有过构造抬升,起码是沉降速率变缓,因而出现一短暂的沉积间断至使黄砂层下部形成一薄层铁质层,而且这一地质事件和国内其它许多地区同一时限(2.48MaB. P.)前后发生的地质事件如河北阳原、蔚县盆地古湖盆边缘地壳抬升,河流作

用加强<sup>[9]</sup>;河南三门峡地区因构造抬升出现沉积间断<sup>[10]</sup>;绿三门的终结和黄三门的出现等等可以对比<sup>[9]</sup>。

(2)生物地层学标志:在茂易—马头山剖面下部及其相应层位发现的哺乳动物化石,其中的法氏大水獭与周明镇(1961)记述的标本完全相同,可与印度上锡瓦利克的标志种对比,时限大于3.00MaB.P.;云南大唇犀是从小河动物群(新第三纪早期)延续下来的;师氏剑齿象与北方新第三纪的大型剑齿象为同一类型;进步脊棱齿象较中锡瓦利克多克帕赞层中的达拉特脊棱齿象要进步等等。可见该剖面下部发现的这些主要哺乳动物化石均为法氏水獭动物群的主要成员,是新第三纪的标志种。剖面上部发现的哺乳动物化石云南马、鹿、牛等,则是元谋人动物群的主要成员,特别是云南马化石。在研究这两个动物群时,古脊椎动物与古人类学家及地质学家们特别注意到法氏水獭动物群和元谋人动物群性质、生态环境及其所在层位的地层岩性特征和沉积环境的明显区别:法氏水獭动物群以奇蹄目中的犀类和长鼻目为主,尤以长鼻目种类居多,反映了一种森林、森林—草原过渡类型的生态环境。岩石地层为以粘土为主的湖相、河湖相地层;元谋人动物群早期以食肉目和偶蹄目(第三纪残余种)为主,晚期食肉目减少,偶蹄目和奇蹄目成为动物群主体,代表了一种温暖的以草原为主的疏林—草原生态环境。岩石地层多为粘土与砂互层的以河流相为主的曲流河、网状河—曲流河类型。上述差异的界线正好是古地磁M/G界线,时限为2.48MaB.P.。这一界线自然地将生物地层单元和岩石地层单元的划分原则有机地统一了起来。

剖面微体古生物的研究,亦为N/Q界线的确定提供了有力的证据。本剖面下部62层(285.85m)出现的正式美星介和61层(286.40m)出现的粒状球形轮藻,在华北平原众多地区<sup>[11,12]</sup>和汾渭盆地<sup>[13]</sup>都可视作上新世的标志种用以划分N/Q界线,它们基本限于在2.48Ma以前的地层中出现,这些结论目前已在国内众多地区得以确认。本剖面正式美星介和粒状球形轮藻出现的层位恰在古地磁M/G界线之下38m附近,此界线之上未见出现。

剖面孢粉植物群中一些属种亦在古地磁M/G界线附近(剖面深度237.50m)绝灭及出现频率变化。在此界线以下,胡桃属共出现17次,山核桃属出现5次,而云杉和冷杉属达全剖面含量最高值;此界线以上,胡桃属最终在剖面245m附近消失,山核桃属和杉科仅各出现一次。孢粉地层学中的这一事件是古气候湿热和干凉变化的明显标志,它表明在这一时限(2.48Ma)前古气候相对湿热,而在这一时限后古气候逐渐转为干凉。这一事件正是孢粉学要探讨的关键性问题和N/Q界线确定的重要依据。

(3)矿物学标志:在茂易—马头山剖面深度247m附近,岩层重砂矿物成份发生明显变化,此界线以下的沉积物中,普通角闪石基本消失,此界线以上普通角闪石含量大于剖面背景值,且连续出现。这一现象前人在黄土高原和华北平原的研究成果中亦有报道,如据河北平原6个典型钻孔统计表明,各种曲线都反映出普通角闪石等非稳定矿物在M/G界线以上含量很高,以非稳定矿物组合为主,M/G界线以下非稳定矿物角闪石等含量明显减少或趋于消失,以稳定矿物组合为主<sup>[14]</sup>。上述现象绝非偶然巧合,普通角闪石属不稳定矿物,受热液蚀变后极易变为黑云母、方解石等。界线上下角闪石含量的差别说明这一

时限前后古气候曾普遍发生过由相对湿热到干凉的重大变化。

上述各学科研究成果在古地磁 M/G 界线、年代地层学界限(2.48MaB. P.)和岩石地层学界线(剖面深度 237.20m)上下的标志,说明此界线上下曾有过地层沉积环境、构造变动、古气候、古环境及古生物群的重大变化,第四纪下限位置确定在这一界线符合以年龄地层学为基础、结合生物地层学和气候地层学等综合因素的划分方案。

## 2.2 元谋盆地晚新生代地层的划分

代表元谋盆地晚新生代一整套河湖相地层的茂易—马头山剖面,除顶部砾石层外,实际上是一套跨第三纪晚期和第四纪早期的地层,它形成于 3.90—0.73MaB. P.,将 N/Q 界线确定在位于剖面深度 237.20m、古地磁 M/G 界线的位置,时限为 2.48MaB. P.。依据不同级别岩石地层单元国际地层划分方案的惯例和命名原则,将这套跨上新世和早更新世连续沉积的岩石地层定为“元谋群”。元谋群可划分为上、下两部分,下部为上新世地层,采用周明镇(1961)提出的沙沟组的命名,其地质年代为 3.90—2.48Ma. B. P.。沙沟组地层进一步划分为上(I 段)、下(I 段)两段, I 段(第 11—第 1 层)位于剖面深度 514.80—597.45m; II 段(第 86—第 12 层)位于剖面深度 237.20—514.80m。元谋群上部属下更新统,定名为元马组,地质年代为 2.48—0.83MaB. P.。元马组亦进一步划分为上(I 段)、下(I 段)两段, I 段(第 117—第 87 层)位于剖面深度 61.10—237.20m; II 段(第 121—第 118 层)位于剖面深度 10.00—61.10m。顶部砾石层(第 122 层)定名马头山砾石层,时代为中更新世早期。元谋群下部的沙沟组大约相当钱方等划分的“元谋组第一、第二段”;上部的元马组大约相当“元谋组三、四段”(表 3)。

除重点研究茂易—马头山剖面外,这次工作中项目组还对元谋盆地及其附近其它典型地段的晚新生代地层亦进行了比较全面的调查研究。在此基础上,以剖面的研究成果为主,其它点面上的研究成果为辅,将元谋盆地第三纪上新世至第四纪全新世地层进行了系统的划分,其层序如下:

### 全新统(Q<sub>4</sub>)

冲积层;洪积、冲积层;坡洪积层。

~~~~~ 不整合 ~~~~~

### 上更新统(Q<sub>3</sub>)

(鱼洗以南地区)

红土风化层、洞穴堆积(Q<sub>3</sub><sup>1</sup>)

~~~~~ 不整合 ~~~~~

瓦扎箐组(Q<sub>3</sub><sup>2</sup>)

(鱼洗以南地区)

龙街组(局部上复有红土风化层,Q<sub>3</sub><sup>3</sup>)

~~~~~ 不整合 ~~~~~

### 中更新统(Q<sub>2</sub>)

红土风化层(Q<sub>2</sub><sup>1</sup>)

~~~~~ 不整合 ~~~~~

中山、月龙砾石层(Q<sub>2</sub><sup>2</sup>)



化石,钱方等曾根据小河蝴蝶梁子剖面建立“小河村组”,根据豹子洞箐剖面建立“竹棚组”,它们分别相当吉尔伯特极性时和高斯极性时。其后又将两个地层组合并改称小河组,将“竹棚组”作为小河组上段,“小河村组”作为小河组下段,归入吉尔伯特极性时。大体相当 5.50—3.80Ma B. P. 时段的沉积<sup>[15]</sup>。

小河组为一套冲洪积相地层,岩性主要为紫红、棕红色粉砂质粘土和粘土质粉砂与红棕、灰黄、灰白色砂、砂砾石互层,可见厚度约 80m 余。其中含有丰富的人猿超科和古脊椎动物化石,据统计约有 44 属 68 种,称为小河古猿动物群。其成员除有非常丰富的古猿外,还有三趾马及晚中新世类型的哺乳动物化石,它的成员十分接近禄丰古猿动物群。目前国内大多数地质学家和古人类学家认为小河古猿动物群的地质时代大致相当中新世末—上新世初,小河组的地层年代约为 5.44—3.80MaB. P.,应属中新世末—上新世早期的沉积<sup>[5]</sup>。

2. 元谋群沙沟组下伏钙质砾岩,从岩性层位和典型剖面露头位置对比,可能与钱方等建立的龙川组相当。龙川组的地层年代大致为 3.50—4.20MaB. P. 或更早一些<sup>[5]</sup>。按古地磁提供的这一年代数据,龙川组下段大致相当于小河组上部,龙川组上段时代较小河组新。除古地磁资料外,小河组的孢粉资料所反映的古气候与龙川组孢粉资料反映的古气候相去甚远,目前龙川组地层中尚未发现古脊椎动物化石及其它更具说服力的分层依据,因而和龙川组上段相当的钙质砾岩与小河组的关系很难进一步明确,只暂将其置于小河组之上。

3. 沙沟组最初由周明镇(1961)根据法氏大水獭所在层位命名,相当中锡瓦利克的多克帕赞层,时代为上新世晚期<sup>[6]</sup>。按目前哺乳动物群对比应相当上锡瓦利克的塔特罗特层晚期至宾久层早期。1974 年尤玉柱等将班果盆地发现的 10 种哺乳动物化石加入“沙沟动物群”名单,时代亦定为上新世,大体相当钱方等划分的“元谋组”一段<sup>[16]</sup>,刘东生等又据尤玉柱等的化石及古地磁材料,将钱方等划分的“元谋组”一段和第二段的大部分通称沙沟组<sup>[17]</sup>。由沙沟组的命名及其沿革可见沙沟组的定义和内涵十分明确。尽管小河组建组后在“沙沟动物群”中后增加的那部分哺乳动物化石分出划归小河动物群了,但沙沟组和小河组间存在的明显差别却不容忽视:

①小河组为一套砂质粘土与砂砾石互层的冲、洪积相地层;沙沟组为一套以粘土为主夹砂层的湖相地层;

②小河古猿动物群有非常丰富的古猿、三趾马及晚中新世类型的动物化石,它的面貌十分接近禄丰古猿动物群(44 属中有 30 属见于禄丰);沙沟组的法氏水獭动物群只含上新世晚期的法氏大水獭和进步脊棱齿象等动物化石,缺乏古猿和三趾马等化石,且法氏水獭动物群的成员均与上锡瓦利克的相似。

③磁性地层学研究结果表明,小河组的地层年代为 5.44—3.80MaB. P.,属中新世末—上新世早期的沉积;沙沟组的地层年代为 3.90—2.48MaB. P.,属上新世晚期的沉积。

本次沙沟组的划分沿用前人的名称且承袭了沙沟组的定义及内涵,因此沙沟组地层应局限在产法氏大水獭和进步脊棱齿象化石的一套含炭质粘土的湖相地层中,相当钱方等所称“元谋组”第一、第二段。

4. 尤玉柱等曾提出“元谋组”三分的地层划分方案,将“元谋组”上部(相当第四段)划为中更新统,定名“上那蚌组”。其根据之一是“上那蚌动物群”绝灭种比例为50%,总体面貌较进步;其次在庄房梁子相应的层位发现华南常见的中一晚更新世的代表化石东方剑齿象<sup>[18]</sup>。刘东生等亦认为“元谋组第四段”应为布容极性时的沉积<sup>[17]</sup>。

据林一璞等统计,元谋人动物群种比例为93%,且认为庄房梁子发现的所谓东方剑齿象,其实很象缅甸伊洛瓦底层的类象剑齿象,加之后来又在“元谋组”四段发现了云南水鹿和爪蹄兽等一些早更新世代表种的化石,使元谋人动物群逐渐恢复其古老的面貌,并可与山西榆社和河北泥河湾的动物群对比<sup>[19]</sup>。本次工作在茂易—马头山剖面发现的云南马、水鹿等化石,其层位相当钱方等的“元谋组”第四段,在茂易—马头山剖面、牛肩包剖面测制的古地磁极性柱和李普等<sup>[20]</sup>、陈国良等<sup>[21]</sup>所测结果能较好地对应(图3),由极性柱的对比可确认相当“元谋组”四段的“上那蚌组”为松山极性时的沉积。故“上那蚌动物群”和“上那蚌组”不宜再用。“元谋人动物群属早更新世”<sup>[22]</sup>的结论是正确的。

5. 龙街组旧称“龙街粉砂层”,由卞美年(1940)命名,属更新统<sup>[1]</sup>。对龙街组的地质时代各家众说纷纭、莫衷一是。本项目组认为将其确定为晚更新世中期至后期的沉积更为恰当:

①“龙街粉砂层”沿金沙江河谷呈线状分布,其堆积与金沙江发育密切相关;

②“龙街粉砂层”与下伏“元谋组”间有沉积间断,呈明显的角度不整合<sup>[21]</sup>,不能视为连续沉积;

③重砂分析结果表明,“龙街粉砂层”的风化系数(0.36)与现代河床的风化系数接近,推断其形成时代较新;

④中更新世古气候曾有过两期湿热过程,均未在“龙街粉砂层”中得以反映,故认为它是在湿热期后形成的;

⑤“龙街粉砂层”上部深灰色粉砂质粘土经全有机质<sup>14</sup>C测年,其年龄为 $28580 \pm 2000$ a B. P.,按测年结果推断其地质时代应为晚更新世中、晚期。

元谋盆地及其附近地质情况十分复杂,由于种种原因,尚有不少问题未能充分研究,如龙街粉砂层的地质年代与成因,仍有不同看法;又如在元谋盆地内是否沉积有中新世地层,各家亦众说纷纭,等等。对遗留的问题,有待今后进一步深入研究。



## 参 考 文 献

- 1 卞美年. 云南元谋盆地地质. 中国地质学会志, 1940, 20(1).
- 2 中国科学院地质研究所. 《中国区域地层表(草案)》, 北京: 科学出版社, 1956, 413—428.
- 3 胡承志. 云南元谋发现的猿人牙齿化石. 地质学报, 1973, 47(1).
- 4 浦庆余, 钱方. 对元谋人化石地层—元谋组的研究. 地质学报, 1977, 51(1).
- 5 钱方, 周国兴等. 元谋第四纪地质与古人类. 北京: 科学出版社, 1992.
- 6 周明镇. 元谋水獭化石的发现和滇东含晚第三纪哺乳动物化石层的对比. 古脊椎动物与古人类, 1961, (2).
- 7 孙孟蓉等. 云南元谋盆地元谋组孢粉组合的初步研究. 元谋人, 云南人民出版社, 1984.
- 8 张宗祜等. 中国黄土, 北京: 地质出版社. 1989, 157—178.
- 9 王强, 金权. 中国东部第四纪间断地层学初步研究. 中国近海及沿海地区第四纪进程与事件, 北京: 海洋出版社, 1989, 132—142.
- 10 何培元等. 从三门峡东坡沟剖面探讨“三门系”的时代及其环境演变. 地质论评, 1984, 30(2).
- 11 陈孝燕. 山东平原第四纪早期不整合面的研究. 中国近海及沿海地区第四纪进程与事件, 1989, 126—131.
- 12 陈希洋. 淮河流域第四纪下界的初步研究. 地层学杂志, 1987, 11, (3).
- 13 舒志清. 汾渭盆地晚新生代轮藻化石. 石油地质文集, 地层古生物. 北京: 地质出版社. 1982, (5): 70—80.
- 14 陈望和等. 河北第四纪地质, 北京: 地质出版社, 1987, 35—39.
- 15 钱方等. 云南元谋竹棚、小河地区人猿超科化石和地层时代的初步研究. 黄土. 第四纪地质. 全球变化, 第 1 集, 北京: 科学出版社. 1990, 71—89.
- 16 尤玉柱、祁国琴. 云南元谋更新世哺乳动物化石新材料. 古脊椎动物与古人类, 1973, 11(1).
- 17 刘东生、丁梦林. 关于元谋人化石地质时代的讨论. 人类学报, 1983, 2(1).
- 18 尤玉柱等. 云南元谋斑果盆地晚新生代地层与脊椎动物化石. 地层古生物论文集, 第七集, 北京: 地质出版社, 1978, 40—67.
- 19 林一璞等. 云南元谋早更新世哺乳动物群. 古人类论文集, 北京: 科学出版社, 1978, 101—120.
- 20 李普等. 用古地磁方法对元谋人化石年代的初步研究. 中国科学, 1976, (1).
- 21 陈国良等. 元谋人的年代和松山早期事件的商榷. 地质科学, 1977, (1).
- 22 潘悦容等. 云南元谋发现的晚更新世哺乳动物群. 人类学报, 1991, 10(2).
- 23 吕金福、曹家欣. 云南龙街盆地第四纪沉积及环境演化. 第四纪研究, 1992, (3).

# NEW DEVELOPMENT IN RESEARCH OF LATE CENOZOIC STRATIGRAPHY IN YUANMOU BASIN

Zhang Zonghu    Liu Pinggui

*(Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, MGMR, Zhengding, Hebei, 050803, China)*

Qian    Fang

*(Institute of Geomechanics, MGMR, Beijing, 100081, China)*

Min Longrui

*(Institute of Geology, MGMR, Beijing, 100037, China)*

Wang Qiang

*(Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, Tianjin, 300170, China)*

Zong Guanfu

*(Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Academia Sinica, Beijing, 100044, China)*

## Abstract

Detailed geological records and multidisciplinary researches of Maoyi-Matoushan profile of Yuanmou Basin have been taken to select best geological profile in the project of “research on Late Cenozoic geology of middle range of south—north tectonic zone in Sichuan—Yunnan”. We have briefly summed up main characteristics of the lithostratigraphy, biostratigraphy, magnetic stratigraphy, heavy minerals, lithofacies and paleogeography. And we studied many indicators of the lower boundary of Quaternary. Based on these, the lower boundary of Quaternary has been established and Quaternary stratigraphy in Yuanmou Basin divided. The pervious “Yuanmou Formation”, in fact, is a series of strata located in upper Tertiary through lower Quaternary in Yuanmou Basin. We named the series of fluvio-lacustrine sediments “Yuanmou Group” according to division and nomenclature of stratigraphic units in different orders. The lower part of it is called “Shagou Formation” by Zhou Mingzhen, and the upper part is “Yuanmou Formation”.

**Key Words:** Yuanmou Basin    lower Quaternary boundary    Late Cenozoic stratigraphic division