

## *Protanancus tobieni* from the Anwan Section, Qin'an County, Gansu Province\*

Shiqi Wang<sup>1#</sup>, Duoqing Wang<sup>2</sup>, Qinqin Shi<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Key Laboratory of Evolutionary Systematics of Vertebrates, Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing

<sup>2</sup>Qin'an Museum, Qin'an

<sup>3</sup>Graduate University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing

Email: #wangshiqi@ivpp.ac.cn

Received: Jun. 11<sup>th</sup>, 2012; revised: Jul. 2<sup>nd</sup>, 2012; accepted: Jul. 11<sup>th</sup>, 2012

**Abstract:** We report a specimen of *Protanancus tobieni* discovered in 1976 from the Anwan Section, Qin'an County, Gansu Province, including a complete mandible with lower incisors and a complete left upper incisor. The material can be referred to the same species as *P. tobieni* from the middle Miocene Dingjiaergou locality, Ningxia Hui Autonomous Region, because they show almost identical characters. The mandibular symphysis is extremely elongated; the upper incisor is robust with a broad enamel band; the lower incisor is flattened with a biconcave, concentrated-laminated cross-section; and the m3 shows posttrite ornamentation and pseudo-anacody. The above features indicate that the specimen is referable to *Protanancus* rather than *Amebelodon*, as it has been previously assigned. Furthermore, *P. tobieni* shows relatively poor posttrite ornamentation and pseudo-anacody; the lower incisor has a biconcave cross-section—an autapomorphy. These features distinguish it from other known species of *Protanancus*, and thus support the validity of *P. tobieni* as a distinct species. Based on the field survey, we infer that the Anwan Section records continuously from the lower to the upper Miocene. The lithology is primarily composed of brownish-red sandy-mudstones and mudstones. The middle and lower members of the section are intercalated with glutenite, sandstone, and grayish-green marl lenses, which represent channel deposits developed on the flood plain; this reflects a fairly humid environment with a large aquatic environmental component, which existed during the early period of the Neogene. The upper member of the section contains numerous layers of calcareous muddy granules, demonstrating a multi-acidification process of environmental evolution that occurred after the middle Neogene.

**Keywords:** *Protanancus tobieni*; Amebelodontinae; Anwan, Qin'an; Depositional Environment

## 甘肃秦安安湾的托氏原互棱齿象(*Protanancus tobieni*)化石及其剖面\*

王世骥<sup>1#</sup>, 王多庆<sup>2</sup>, 史勤勤<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 脊椎动物进化系统学重点实验室, 北京

<sup>2</sup>秦安县博物馆, 秦安

<sup>3</sup>中国科学院研究生院, 北京

Email: #wangshiqi@ivpp.ac.cn

收稿日期: 2012年6月11日; 修回日期: 2012年7月2日; 录用日期: 2012年7月11日

**摘要:** 详细记述了1976年甘肃秦安安湾剖面第三系地层中发现的一件托氏原互棱齿象(*Protanancus tobieni*)标本。该材料保存有完整的下颌并带有 m3 和下门齿, 以及完整的左上门齿, 与宁夏同心丁家二沟中新世的托氏原互棱齿象具有相同的特征, 可以归为同一种。托氏原互棱齿象的下颌联合部特别伸长; 上门齿粗壮, 向外分, 具宽的釉质带; 下门齿扁平, 截面为双凹的同心层结构; m3 副齿柱具三叶锥形, 主副齿柱有初步的伪互棱

\*资助信息: 国家自然科学基金项目(41002010), 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所重点部署项目资助。

#通讯作者。

齿(pseudo-anancody)特征。以上特征可以将其归为原互棱齿象属,而不是此前所认为的变齿象属。并且,其副齿柱三叶和主副齿柱伪互棱齿特征的发育程度比该属的已知各种都弱,又具有下门齿横截面双凹形这一自近裔特征,因而与已知的原互棱齿象各种均不相同,可以确定为一种有效种。通过对秦安安湾剖面的考察,推测其可能发育有中新统的连续沉积。剖面以棕红色泥质粉砂岩和泥岩为主,中下段夹有砂砾岩、细砂岩、以及灰绿色泥灰岩透镜体,表明在新近纪的早期,该地区的沉积环境以洪泛平原的河漫滩与河道沉积为主,推测该地区在这一时期的环境较为湿润,含有大量水体。剖面的上段出现较多的钙质结核层,说明在新近纪的中期之后,该地区经历了多次干旱化的过程。

**关键词:** 托氏原互棱齿象; 变齿象亚科; 秦安安湾; 沉积环境

## 1. 引言

1976年,在甘肃省秦安县安湾村,发现了一具长鼻类动物的骨架。由于种种原因,该骨架的大部分未能保存,仅残留完整的下颌骨和左上门齿。该下颌具有非常伸长的下颌联合部及扁平状的下门齿,因而可归为嵌齿象科(*Gomphotheriidae*)变齿象亚科(*Amebelodontinae*)<sup>[1]</sup>。根据其下门齿的内部结构,m3的冠面特征,以及上门齿的粗壮程度及釉质带发育的状况,可以鉴定该标本属于原互棱齿象属(*Protanancus*)<sup>[2,3]</sup>,而该属此前在中国从未报道。鉴于该标本及其出产地的重要意义,作者在此撰文详细讨论。

## 2. 地质剖面

安湾剖面位于甘肃省秦安县叶堡乡安湾村,西南距秦安县兴国镇15 km,东北距秦安县莲花镇10 km。剖面位于葫芦河所属水系的沟谷之中,剖面起点的地理坐标为 N: 35°00'07.1", E: 105°41'52.2", 海拔高度1405 m左右(图1、2)。安湾剖面位于陇西系旋卷构造体系内,据1:20万《区域地质测量报告(秦安幅)》<sup>[4]</sup>认为:葫芦河所属水系的沟谷发育有下震旦统碳酸盐岩、火山岩和变质砂岩、板岩、片岩、千枚岩、变粒岩,其上覆盖有新近系,为内陆沉积的红色碎屑岩地层。按岩性自下而上可分为三部分:下部以砖红色、灰白色石英砾岩为主,次为钙质胶结的砂砾岩、细砾岩夹少量长石石英细砂岩,局部可见淋滤石膏;中部为砖红色、浅灰绿色砂质粘土岩夹少量长石石英细砂岩;上部为桔红色含多层钙质结核的松散状粘土岩。第四系的岩性为浅黄色砂质土、砂质粘土,具垂直的柱状节理,覆盖在新近系之上,经地质作用长期的风化切割,第三系现今呈树枝状分布在沟谷之中。

据我们实地观察,安湾剖面的基底为下震旦统灰

绿色块状变质细砂岩夹少量千枚岩,分布于沟谷的最深处。新近系覆于其上,可分为三段。下段为一套浅棕色块状角砾岩,中间夹条带状砖红色砂岩、细砂岩、粉砂质泥岩,覆盖在凹凸不平的震旦系灰绿色块状变质砂岩基底之上;中段以棕红色块状泥岩或粉砂质泥岩为主,夹有细砂岩、砂砾岩、和灰绿色泥灰岩的透镜体,及斑点状的泥灰岩团块;上段以棕红色块状粉砂质泥岩为主,含有大量的钙质结核,夹有灰绿色泥灰岩的大型透镜体。以上三段的划分与地质报告所划分的三部分大体相当。下段相当于新近系的底砾岩,中段由于发现了 *Aprotodon* sp.和长鼻类的化石,因而可能代表了早中新世的沉积。上段则相当于中中新世到晚中新世的沉积,其中 *Protanancus tobieni* 产于上段的中部,时代为中中新世,其上的灰绿色泥灰岩透镜体(图2C)大致可以和南边的尧店剖面灞河期的相应层位对比<sup>[5]</sup>,因而将其时代推测为晚中新世。

甘肃省秦安县叶堡乡安湾新近系综合剖面(图3):

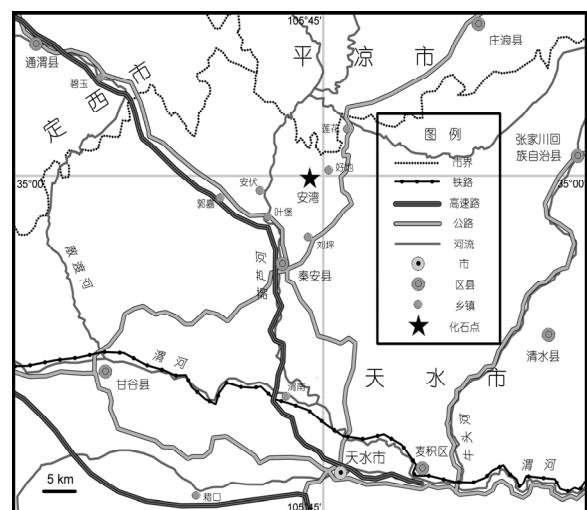


Figure 1. Map showing the location of the Anwan Quarry  
图1. 安湾化石点地理位置图

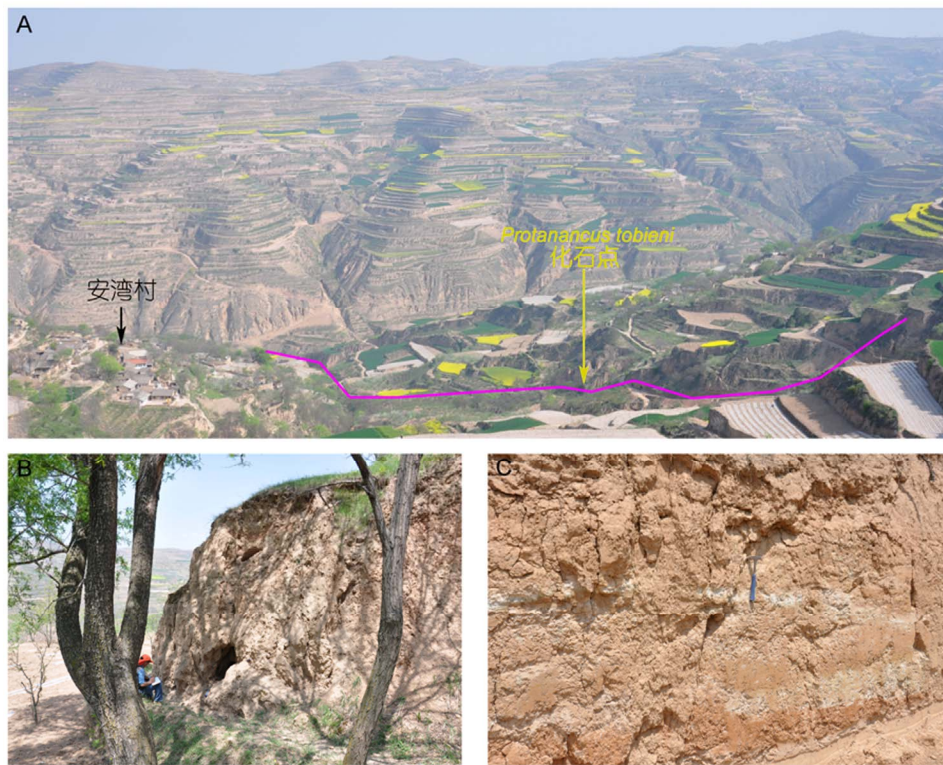


Figure 2. Photos of the Anwan Section. A: A panoramic view of the Anwan Section, the pink polyline shows the section trajectory, the black arrow indicates the Anwan Village, and the yellow arrow indicates the *Protanancus tobieni* locality; B: Entrance of the cave where *Protanancus tobieni* was excavated; C: Lenses of grayish-green marl interclad in the brownish-red sandy-mudstone  
 图 2. 安湾剖面。A: 安湾剖面全景照片, 粉色线条指示出剖面线, 黑色箭头指示出安湾村, 黄色箭头指示出托氏原互棱齿象化石地点; B: 化石洞口照片; C: 灰绿色泥灰岩透镜体夹于红棕色泥岩之中

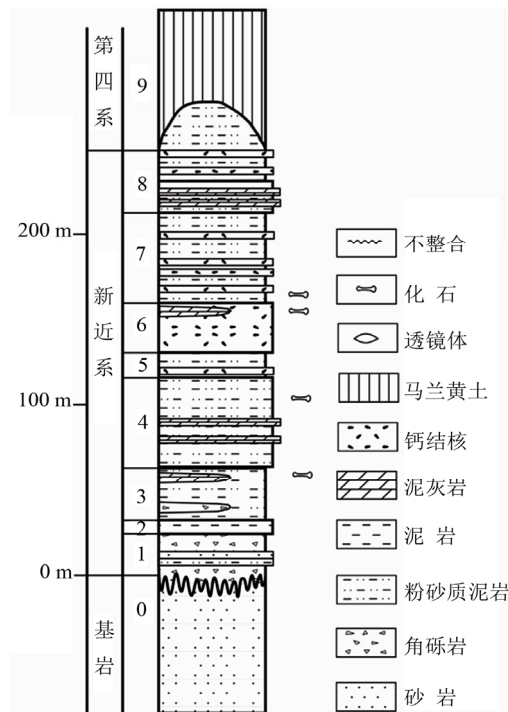


Figure 3. Composite stratigraphic column of the Anwan Section  
 图 3. 安湾剖面综合柱状图

第四系

10. 马兰黄土

~~~~~不整合~~~~~

新近系

上段

- |    |                                                                                                                           |        |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 9. | 棕红色块状粉砂质泥岩, 中间含 2 层粒径 2~3 cm 大小的钙质结核层, 往上钙质结核变少, 粒径也小于 1 cm                                                               | 未见顶    |
| 8. | 棕红色块状粉砂质泥岩, 夹多层灰绿色泥灰岩的大型透镜体, 透镜体厚度范围为 20~40 cm                                                                            | 18.4 m |
| 7. | 棕红色块状粉砂质泥岩。底部含许多粒径 2~3 cm 大小的钙质结核, 中部夹多层钙质结核层, 上部结核含量变少, 在层顶部结核的粒径约 0.5~1 cm, 数量极少。 <i>Protanancus tobieni</i> 化石洞口位于此层底部 | 53.1 m |
| 6. | 棕红色块状粉砂质泥岩, 含极多的钙质结核, 结核呈不规则状, 粒径以 2~3 cm 为主, 最大可达 8 cm。顶部有一层长约 40 m 厚 1 m 的灰绿色泥灰岩透镜体, 富含虫管、虫迹及脊椎动物管状骨碎片                  | 29.0 m |
| 5. | 棕红色块状粉砂质泥岩, 底部含一层 20 cm 厚的含钙质结核极多的粉砂质泥岩。往上钙质结核含量变少, 粒径也变小, 并夹有灰绿色泥灰岩小透镜体, 大小约为 20 × 100 cm                                | 14.5 m |

中段

- |    |                                                                                                                                                                                                   |        |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 4. | 棕红色块状粉砂质泥岩, 下部夹数条 30~40 cm 厚的淡绿、灰绿色泥灰岩透镜体。此层上部含长鼻类的股骨头                                                                                                                                            | 52.2 m |
| 3. | 棕红色块状泥岩与块状粉砂质泥岩互层, 泥岩中含少量的灰绿色变质细砂岩角砾的透镜体和灰绿色泥灰岩透镜体及团块。透镜体长 30~40 cm, 厚 2~3 cm, 团块直径为 1~3 cm。9 m 及 10.9 m 处各有一层 40 cm 和 60 cm 厚的灰白色钙质层, 产状 170° ∠ 10°, 此层顶部产 <i>Aprotodon</i> sp. 的牙齿、腕骨、及小动物的肢骨残段 | 37.7 m |
| 2. | 棕红色块状泥岩, 夹直径以 2 cm 为主的灰绿色泥灰岩团块, 表面有明显的球形风化面                                                                                                                                                       | 1.9 m  |

下段

- |    |                                                                                                                                                       |        |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1. | 浅棕色块状角砾岩, 中间夹条带状砖红色砂岩、细砂岩、粉砂质泥岩, 覆盖在凹凸不平的灰绿色块状变质砂岩基底之上。角砾由灰绿色变质细砂岩组成, 无分选, 尖棱角状, 大小混杂, 粒径范围为 20~60 cm, 以 20~40 cm 大小的为主, 角砾的粒径向上逐渐变细。条带的产状 140° ∠ 15° | 24.1 m |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|

~~~~~不整合~~~~~

震旦系

- |    |                                     |     |
|----|-------------------------------------|-----|
| 0. | 灰绿色块状变质细砂岩夹少量千枚岩, 解理很发育。其中发育有很多小的断裂 | 未见底 |
|----|-------------------------------------|-----|

3. 系统记述

长鼻目 Proboscidea Illiger, 1811  
 嵌齿象科 Gomphotheriidae Hay, 1922  
 原互棱齿象属 *Protanancus* Arambourg, 1945  
 托氏原互棱齿象 *Protanancus tobieni* (Guan, 1988)  
*Platybelodon* sp. Zhai, 1959(文献[6]: p. 134, pl. 1,

fig. 1, 1A)

*Amebelodon* sp. Tobien, 1973(文献[7]: p. 254)

*Amebelodon* sp. Tobien et al., 1986(文献[8]: p. 147, fig. 24)

*Amebelodon tobieni* Guan, 1988(文献[9]: p. 9, pl. 1.)  
 图 4、5, 表 1。

正型标本: 同一个体的一件上颚和一对下颚

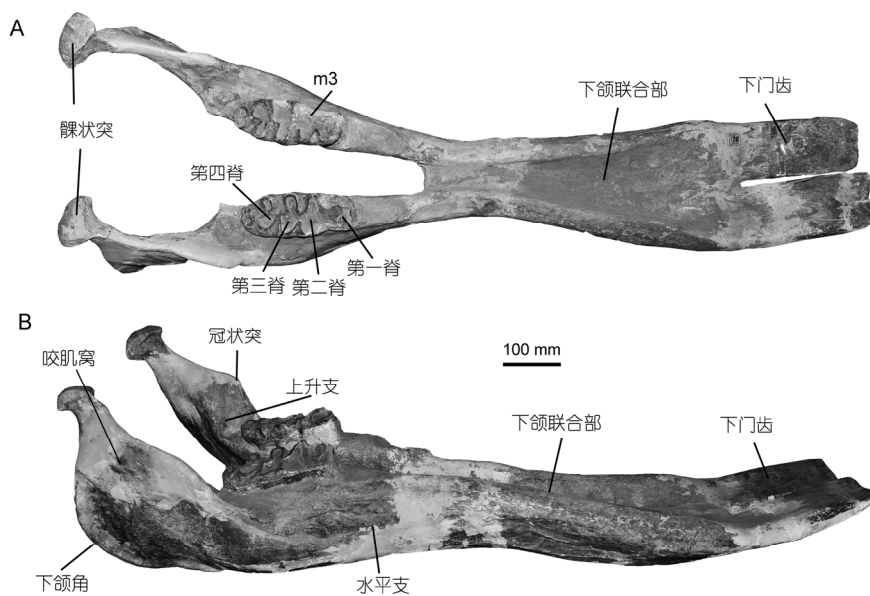


Figure 4. Mandible of *Protanancus tobieni* (QA1248-45). A: Dorsal view; B: Lateral view  
图 4. 托氏原互棱齿象(QA1248-45)下颌。A: 背面视; B: 侧面视

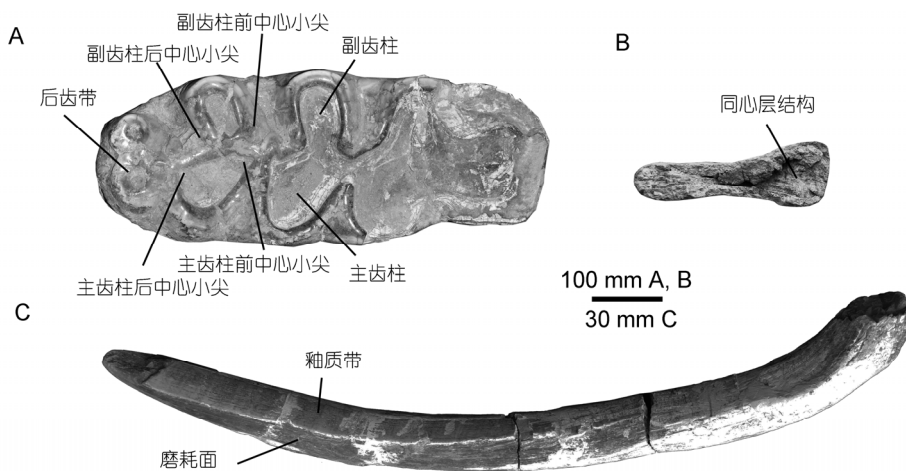


Figure 5. Teeth of *Protanancus tobieni* (QA1248-45). A: Right m3 (QA1248-45), occlusal view; B: Left lower incisor (QA0979-0030), posterior view; C: Left upper incisor (QA1256-46), lateral-ventral view

图 5. 托氏原互棱齿象牙齿。A: 右 m3(QA1248-45), 冠面视; B: 左侧下门齿(QA0979-0030), 后面视; C: 左侧上门齿(QA1256-46), 侧面下面视

Table 1. Mandibular measurements from *Protanancus tobieni* (in mm, follows Tassy<sup>[10]</sup>)  
表 1. 托氏原互棱齿象下颌测量(mm, 测量项根据 Tassy<sup>[10]</sup>)

| 下颌                    | QA 1248-45 |
|-----------------------|------------|
| 最大长度                  | 1406       |
| 联合部长                  | 530        |
| 齿列长(从臼齿后三角到水平支的联合部边缘) | ~426       |
| 腹面长(从下颌角到联合部最前端)      | 1012       |
| 最大宽度                  | 229 × 2    |
| 上升支根部处的宽度             | 337        |
| 上升支根部处的水平支宽度          | 112        |
| 齿槽前端的水平支宽度            | 55         |

## Continued

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 联合部后宽度                 | 166 |
| 联合部前宽度                 | 238 |
| 联合部最大宽度                | 242 |
| 联合部最小宽度                | 131 |
| 联合部槽状外缘最大宽度            | 194 |
| 联合部槽状外缘最小宽度            | 66  |
| 齿槽前端两水平支的距离            | 64  |
| 水平支最大高度(垂直于水平支底缘)      | 160 |
| 上升支根部处的水平支高度(垂直于水平支底缘) | 122 |
| 联合部边缘处的高度(垂直于联合部底缘)    | 135 |
| 联合部前端高度(垂直于联合部底缘)      | 61  |
| 从髁状突到垂直于水平支底缘的高度       | 291 |
| 水平支最大深度                | 205 |
| 冠状突到下颌角的深度             | 206 |
| 髁状突到下颌角的高度             | 273 |
| 从上升支根部到齿槽前缘长度          | 303 |

(BPV-261)<sup>1</sup>, 采自宁夏回族自治区同心县黄家水地点, 当时定名为托氏变齿象(*Amebelodon tobieni*)<sup>2</sup>, 此外, 同心地点的材料还有一完整的右下门齿(BPV-590)以及一对左右上门齿(BPV-1555)<sup>19</sup>。

本文记述的材料: QA1248-45, 一完整的下颌带有深度磨耗的左右 m3, QA1256-46, 很可能为同一个体的一根完整的左侧上门齿。产地为秦安安湾。关键把秦安博物馆中的一件标本归入他建立的托氏变齿象, 但并未指明标本号<sup>19</sup>。但可以推测, 他归入的标本即为 QA1248-45。

安湾地点出产的其它托氏原互棱齿象的材料还有: QA0960-011, 左下颚带深度磨耗的 m3; QA0951-002, 左侧下门齿的前端; 另有 QA0979-0030, 为左侧下门齿的前端, 产地位于距安湾不远的老爷山。

QA1248-45 为完整的下颌(图 4A、B)。其下颌联合部相当伸长, 呈长勺形, 与南亚的钦吉原互棱齿象(*Protanancus chinjiensis*)以及美洲的弗氏变齿象(*Amebelodon fricki*)的正型标本相比, QA1248-45 下颌联合部伸长程度小且相对宽<sup>[2,12]</sup>; 但与中国通古尔所产的葛氏铲齿象(*Platybelodon grangeri*)相比<sup>[13]</sup>,

QA1248-45 下颌联合部较窄, 联合部槽状结构的凹陷更加深。联合部的最大宽度在其最前缘之后 50 mm 处, 但联合部前端用石膏重新拼接过, 不能断判两齿槽开口处是如变齿象属一样向前中侧倾斜, 还是如铲齿象属一样基本在一条直线上。下颌联合部最窄处在其近端, 没有如葛氏铲齿象的那样在最窄处发育有一条横棱。下颌水平支粗壮, 上升支向后倾斜, 与水平支呈 128°, 角度与葛氏铲齿象相仿。

QA1248-45 的下门齿(图 4A, B)(高宽比: 0.340)比非洲的麦氏原互棱齿象(*Protanancus macinnesi*)(高宽比: 0.401~0.500)、南亚的钦吉原互棱齿象(正型高宽比: 0.449)显得宽扁<sup>[2,3,12]</sup>, 更远比费氏古铲齿象(*Archaerobelodon filholi*)(高宽比: 0.440~0.606)和巴氏锯铲齿象(*Serbelodon barbourensis*)(正型高宽比: 0.545)宽扁<sup>[7,14,15]</sup>, 而和美洲的福氏变齿象高宽比例(正型高宽比: 0.357)接近<sup>[16,17]</sup>。比葛氏铲齿象(正型高宽比: 0.179)则要厚得多<sup>[13]</sup>。从残断的门齿 QA0951-002, 0979-0030 可以看出, 下门齿横截面为典型的同心层状结构(图 5B), 与齿柱形结构的铲齿象属完全不同, 而符合原互棱齿象属(以及古铲齿象、变齿象、锯铲齿象属)的结构特征<sup>[3,18,19]</sup>。但是其下门齿横截面呈双凹形, 这一特征与其它的原互棱齿象和变齿象均不相同, 是托氏原互棱齿象的自近裔特征。测量: 左下门齿: 231/107.5/40 mm(出露长度/宽/高); 右下门齿: 245/116/39.5 mm(同前)。

<sup>1</sup> 这件标本的标本号由关键 1988 年发表<sup>19</sup>, 但在现今北京自然博物馆的库房内, 该上颚的标本号为 BPV-511, 下颚的标本号为 BPV-1645。

<sup>2</sup> *Amebelodon* 一词关键译为铲齿象<sup>19</sup>, 但为更多的情况下, 铲齿象这一译名对应于 *Platybelodon* 属, 为了不致混淆, 这里按周明镇等<sup>[11]</sup>的译法译为变齿象。

QA1248-45 的 m3(图 5A)有四脊加一发达的后齿带,脊数比非洲的麦氏原互棱齿象、南亚的钦吉原互棱齿象和美洲的福氏变齿象(均为 5 脊)少。磨损程度深。前两脊已完全磨损完,其后两脊上,主齿柱呈发达的三叶型,后中心小尖显得略大,但是比钦吉原互棱齿象同一结构的发育程度弱。副齿柱也有弱的前后中心小尖发育,副齿柱的中心小尖发育是变齿象亚科的一个近裔特征,但是这一特征在变齿象属中已经发育成完善的副齿柱三叶。QA1248-45 的副齿柱位置比主齿柱略前移,已初步呈现出伪互棱齿的趋势,但这一特征的发育程度比麦氏原互棱齿象和钦吉原互棱齿象,土耳其的原互棱齿象未定种(*Protanancus* sp.),及欧洲的原互棱齿象相似属(cf. *Protanancus*)要弱,而伪互棱齿这一特征,在福氏变齿象属已经充分发育,主副齿柱完全呈交互排列<sup>[16,12,20-22]</sup>。QA1248-45 齿谷中白垩质的发育比除费氏古铲齿象外以上其它各属种都要弱。从齿脊数、副齿柱前后中小尖及伪互棱齿的发育程度上比较,秦安湾的材料更应该归入原互棱齿象属而非变齿象属。测量:左 m3: 193/73 mm(长/宽);右 m3: 190/73.5 mm(同前)。

QA1256-46 为可能与 QA1248-45 为同一个体的左侧上门齿(图 5C)。相当粗壮,向下侧弯曲,向外侧分开,前视略向外扭转,其腹外侧发育了一条宽釉质条带,釉质条带最宽处在近前端,往后逐渐变窄,在接近根部消失。与釉质条带相邻的腹内侧形成了一个平的磨损面,磨损面与釉质带之间形成了一条锐缘。断面呈椭圆形,并由约 10 层同心齿质层组成。测量:1150/108/88 mm(直线长度/最前端向后 579 mm 处的最长径/最短径)。

#### 4. 比较讨论

若将同心出产的托氏原互齿象的材料与秦安材料的相同部分比较,两者之间的相似性很大。同心材料的上门齿(BPV-1555)的下外侧也具有宽的釉质带,虽然同心的上门齿不如秦安的粗壮,但这可能是个体发育的阶段不同的原因。同心材料的下门齿(BPV-590)宽度与秦安的材料接近,截面也呈双凹的同心层状结构。同心的下颊齿也呈现微弱的伪互棱齿特征,副齿柱也有弱的前后中心小尖发育<sup>[9]</sup>。因此,将同心的材料与秦安的材料归为同一种是可靠的。但秦安湾的 QA1248-45 这件标本,由于具有下颌联合部。比同心

的材料反映出更多的该类群的特征。

根据 Tassy 的定义,原互棱齿象的上门齿粗壮,强烈向外分,下门齿为同心层状结构,比古铲齿象属更加向上凹,主副齿柱呈伪互棱齿状,特别是 m3,白垩质比古铲齿象属更发育<sup>[3]</sup>。同心和秦安材料的上门齿粗壮向外分,下门齿为同心层结构,并且比古铲齿象更加上凹, m3 为四脊加一后齿带,主副齿柱的伪互棱齿特征虽然不明显但也有初步的雏形。白垩质发育虽微弱,但可能是磨损过深的结果。这些特征也在同心的材料中得以体现,因此同心丁家二沟和秦安湾的材料应归为原互棱齿象属,与 m3 具有 5~6 脊,发育有完善副齿柱三叶和伪互棱齿特征的变齿象属区别明显<sup>[20,23]</sup>。与原互棱齿象属中已经确立的麦氏原互棱齿象和钦吉原互棱齿象相比,托氏原互棱齿象又有其独特的特征。它的联合部和下门齿比钦吉种要宽<sup>[2,12]</sup>(麦氏种联合部未知,但下门齿也是相对窄),下门齿截面呈独特的双凹形,这是其近裔特征。副齿柱的前后中心小尖和伪互棱齿特征比已知各种都要弱,这是其近祖特性。因此,托氏种与目前已知种的形态均不相同,其作为独立种的地位是有效的。

包括托氏原互棱齿象的变齿象亚科各类群,均生有增长的下颌联合部和铲形的下门齿,推测它们有大致相似的进食方式:即利用宽阔扁平的下门齿铲食近地表的植物,并用其较发达的长鼻帮助将食物送进口中。变齿象亚科在中国目前主要发现了 2 属:铲齿象属和原互棱齿象属<sup>[8,9,18,19]</sup><sup>3</sup>。但两者之间形态上的区别又反映出两者之间生活方式有一定差别。铲齿象属的下门齿特别宽扁,齿冠较高,白垩质很发育,推测其生存环境可能接近于湿地周围,取食泥水中含纤维质较高的草类<sup>[24]</sup>;而托氏原互棱齿象下门齿的磨损面比铲齿象属圆,分布于上下两面,推测其与美洲的变齿象属类似,可能在更加干硬的地带活动<sup>[25]</sup>,但其齿冠相对低,白垩质发育较差,其食物可能以更加柔软的植物为主。两者都具上门齿,铲齿象属的上门齿相对弱,无釉质带,可能是主要作为雄性相互争斗的武器,在生活中的功用不大,而托氏原互棱齿象的上门齿则相当粗壮,外侧下缘有釉质带,并在下缘形成了一个锐缘,这进一步说明托氏原互棱齿象如变齿象属类

<sup>3</sup> 关键报导过同心和广河地区的变齿象亚科中宁锯铲齿象(*Serbelodon zhongningensis*)的材料<sup>[9]</sup>,但笔者认为,这些锯铲齿象的材料也应归为原互棱齿象属。

似,可能在干硬的陆地生活,利用上门齿釉质带的锐缘切割植物<sup>[25]</sup>,这也与该层位出现较多的钙质结核,代表一种较为干旱的气候相对应。

安湾剖面新近系沉积物的粒度经历了由粗到细的过程。在下震旦统基岩之上的新近系下段为角砾堆积,分选性差,构造为块状,反映洪积扇环境的沉积特点。新近系的中段沉积以粉砂质泥岩为主,夹磨圆度和分选程度较好砂砾岩、细砂岩、以及泥灰岩透镜体,表明沉积环境转变为洪泛平原的河漫滩与河道沉积。新近系的上段沉积仍以粉砂质泥岩为主,粒度进一步变细,并夹有粒径大小不一的钙结核层,以及灰绿色的泥灰岩透镜体。说明沉积环境与中段变化不大,但经历了多次湿润期与干早期交替的过程,而总的趋势是越来越干旱化。

据 1:20 万《区域地质测量报告(秦安幅)》<sup>[4]</sup>,新近系的粘土中广泛产古脊椎动物牙齿化石,包括 *Aceratherium* sp.、cf. *Hispanotherium* sp.、*Listriodon* sp.、*Gomphotheriidae* 等。因而将新近系归为中中新世,但这是一个非常粗略的划分。在安湾剖面的中段第 3 层,有 *Aprotodon* sp. 的出现。其上的第 4 层含有长鼻类的股骨头。由于 *Aprotodon* 出现在中亚和中国的晚渐新世和早中新世<sup>[26,27]</sup>,而长鼻类在欧亚大陆的出现不早于早中新世<sup>[28]</sup>。因此剖面的中段可能属于下中新统。托氏原互棱齿象出现在安湾剖面上段中下部的第 7 层,而在同心出现于丁家二沟动物群,伴生动物有 *Alloptox gobiensis*、*Pliopithecus* sp.、*Percrocuta primordialis*、*Kubanochoerus lantienensis*、*Sansanosmilus*、*Gobicyon*、*Hemicyon*、*Platybelodon danovi*、*Stephanocemas*、*Eotragus*、*Turcoceros*、*Aceratheriinae*、*Elastmotheriinae*、*Chalicotheriidae* 等,其时代为中中新世的早期<sup>[29-31]</sup>。因此,安湾剖面的第 7 层很可能代表了中中新统。剖面的上段第 8 层在棕红色状粉砂质泥岩中夹有灰绿色泥灰岩的大型透镜体,这一标志性的地层在陇中盆地的许多地区都出现过。有趣的是,这一岩性的地层,自西向东代表的时代逐渐变晚。例如,灰绿色泥灰岩与褐红色泥岩互层(所谓斑马层)出现于西边临夏盆地的东乡组,由于其中发现了 *Hemicyon* sp.、*Gomphotherium angustidens*、*Anchitherium* sp.、*Hispanotherium matritense*、*Alicornops* sp.、*Chalicotherium* sp., 其时代为中中新世的早期<sup>[32]</sup>。在武山

县四门镇的新近纪地层中,灰绿色泥灰岩与褐红色泥岩互层中发现了 *Gomphotherium wimani*, 其时代为中中新世晚期<sup>[33]</sup>。而东边的尧店剖面,在灰绿色泥灰岩与褐红色泥岩互层中发现了灞河期的三趾马动物群,其时代为晚中新世早期<sup>[5]</sup>。由于经度相近,安湾剖面的灰绿色泥灰岩与褐红色泥岩互层大致能与尧店剖面的尧店组相对比,其时代可能为晚中新世早期。

## 5. 结论

秦安安湾剖面出土的变齿象亚科的材料,与同心丁家二沟中中新世的托氏原互棱齿象具有相同的特征,可以归为同一种。由于托氏原互棱齿象上门齿粗壮,向外分,具釉质带,下门齿为同心层结构,并且比古铲齿象更加上凹, m3 具 4 脊,副齿柱具三叶锥形,主副齿柱有初步的伪互棱齿特征。因而可以归为原互棱齿象属,而不是此前所认为的变齿象属,因为变齿象属 m3 具有 5~6 脊,副齿柱三叶和伪互棱齿发育完善。由于同心和安湾的材料在形态上较原始,下门齿横截面双凹形,与已知的原互棱齿象各种均不相同,因而确定为一有效种托氏原互棱齿象。

秦安安湾剖面发育有可能从晚渐新世到晚中新世的连续沉积,剖面以剖面以棕红色泥质粉砂岩和泥岩为主,中下段夹有砂砾岩、细砂岩、以及泥灰岩透镜体,表明在新近纪的早期,该地区的沉积环境以洪泛平原的河漫滩与河道沉积为主,说明该地区在这一时期的环境较为湿润,含有大量水体。剖面的上部出现较多的钙质结核层,说明在新近纪的中期之后,该地区经历了逐渐干旱化的过程。该剖面在多个层位发现脊椎动物化石,对于研究古近纪到新近纪秦安地区气候和古生物的演化有重要意义,值得进一步发掘整理研究。

## 6. 致谢

感谢颀光普、邓涛、邱占祥、叶捷研究员对本工作的建议和帮助。感谢曾朝辉、张玉光提供北京自然博物馆的标本对比。感谢 Jingmai O'Connor 修改英文摘要,感谢高小宏、时福桥、苏丹参加野外考察。

## 参考文献 (References)

- [1] J. Shoshani. Para- or monophyly of the gomphotheres and their



- position within Proboscidea. In: J. Shoshani, P. Tassy, Eds., The Proboscidea: Evolution and Palaeoecology of Elephants and Their Relatives. Oxford: Oxford University Press, 1996: 149-177.
- [2] P. Tassy. Les elephantoidea miocènes du plateau du potwar, groups de Siwalik, Pakistan. Ire Partie: Cadre chronologique et géographique, Mammutidés, Amébelodontidés. Annales de Paléontologie, 1983, 69(2): 99-136.
- [3] P. Tassy. Nouveaux elephantoidea (proboscidea, mammalia) dans le miocène du Kenya: Essai de réévaluation systématique. Paris: Cahiers de paleontology, E'ditions du Centre National de la Recherche Scientifique, (CNRS), 1986: 1-135.
- [4] 地质部甘肃省地质局第二区域地质测量队. 区域地质测量报告(秦安幅), 1:200000[M]. 酒泉: 地质部甘肃省地质局, 1971: 1-65.
- [5] 李吉均, 张军, 宋春晖, 赵志军, 张勇, 王修喜, 张建明, 崔巧玉. 陇中盆地濩河期地层的发现及意义[J]. 中国科学, 地球科学, 2007, 37(1): 52-60.
- [6] 翟人杰. 甘肃秦安中新世哺乳类的发现[J]. 古脊椎动物与古人类, 1959, 1(3): 139-140.
- [7] H. Tobien. On the evolution of Mastodonts (Proboscidea, Mammalia), part 1: The bunodont trilophodont groups. Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch, 1973, 101: 202-276.
- [8] H. Tobien, G.-F. Chen and Y.-Q. Li. Mastodonts (Proboscidea, Mammalia) from the Late Neogene and Early Pleistocene of the People's Republic of China, part I: Historical account: The genera *Gomphotherium*, *Choerolophodon*, *Synconolophus*, *Amebelodon*, *Platybelodon*, *Sinomastodon*. Mainzer Geowissenschaftliche Mitteilungen, 1986, 15: 119-181.
- [9] 关键. 宁夏同心和甘肃广河地区中新世地层及其哺乳动物化石[J]. 北京自然博物馆研究报告, 1988, 42: 1-20.
- [10] P. Tassy. Growth and sexual dimorphism among Miocene elephants: The example of *Gomphotherium angustidens*. In: J. Shoshani, P. Tassy, Eds., The Proboscidea: Evolution and Palaeoecology of Elephants and Their Relatives. Oxford: Oxford University Press, 1996: 92-100.
- [11] 科尔伯特著, 周明镇, 刘后一, 周本雄等译. 脊椎动物的进化[M]. 北京: 地质出版社, 1976: 1-518.
- [12] H. F. Osborn. New Eurasiatic and American proboscideans. American Museum Novitates, 1929, 393: 1-28.
- [13] H. F. Osborn, W. Granger. *Platybelodon grangeri*, three growth stages, and a new Serridentine from Mongolia. American Museum Novitates, 1932, 537: 1-13.
- [14] C. Frick. New remains of trilophodont-tetrabelodon mastodonts. Bulletin of the American Museum of Natural History, 1933, 56: 505-652.
- [15] P. Tassy. Le mastodonte à dents étroites, le grade trilophodonte et la radiation initiale des Amebelodontinae. In: E. Buffetaut, J. M. Mazin and E. Salmon, Eds., Actes du Symposium Paléontologique Georges Cuvier. Montbéliard, Impressions le Serpenteire, 1984: 459-473.
- [16] E. H. Barbour. Preliminary notice of a new proboscidean *Amebelodon fricki*, gen. et sp. nov. Bulletin of the Nebraska State Museum, 1927, 13(1): 131-134.
- [17] E. H. Barbour. The mandibular tusks of *Amebelodon fricki*. Bulletin of the Nebraska State Museum, 1929, 14(1): 135-138.
- [18] 叶捷, 贾航. 宁夏同心中新世铲齿象化石[J]. 古脊椎动物学报, 1986, 24(2): 139-151.
- [19] 王伴月, 邱占祥. 铲齿象一新种在甘肃省党河地区下中新统的发现[J]. 古脊椎动物学报, 2002, 40(4): 291-299.
- [20] E. H. Barbour. The mandible of *Amebelodon fricki*. Bulletin of the Nebraska State Museum, 1929, 15(1): 139-146.
- [21] A. W. Gaziry. Jungtertiäre mastodonten aus Anatolien (Türkei). Geologisches Jahrbuch, 1976, B22: 3-143.
- [22] G. N. Markov, S. Vergiev. First report of cf. *Protanancus* (mammalia, proboscidea, amebelodontidae) from Europe. Geodiversitas, 2010, 32(3): 493-500.
- [23] W. D. Lambert. Rediagnosis of the genus *Amebelodon* (Mammalia, Proboscidea, Gomphotheriidae), with a new subgenus and species, *Amebelodon (Konobelodon) britti*. Journal of Paleontology, 1990, 64(6): 1032-1040.
- [24] A. Borissiak. On a new direction in the adaptive radiation of mastodonts. Palaeobiologica, 1929, Band II: 19-33.
- [25] W. D. Lambert. The feeding habits of the shovel-tusked gomphotheres: Evidence from tusk wear patterns. Paleobiology, 1992, 18(2): 132-147.
- [26] 邱占祥, 谢骏义. 记兰州盆地巨獠犀(奇蹄目, 犀科)一新种[J]. 古脊椎动物学报, 1997, 35(4): 250-267.
- [27] T. Deng. Neogene rhinoceroses of the Linxia Basin (Gansu, China). Courier Forschungsinstitut Senckenberg, 2006, 256: 43-56.
- [28] P. Tassy. The earliest gomphotheres. In: J. Shoshani, P. Tassy, Eds., The Proboscidea: Evolution and Palaeoecology of Elephants and Their Relatives. Oxford: Oxford University Press, 1996, 39-48.
- [29] 吴文裕, 叶捷, 朱宝成. 记宁夏同心中新世 *Alloptox*(兔形目, 鼠兔科)[J]. 古脊椎动物学报, 1991, 29(3): 204-229.
- [30] Z.-X. Qiu, Z.-D. Qiu. Chronological sequence and subdivision of Chinese Neogene mammalian faunas. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 1995, 116: 41-70.
- [31] Z.-X. Qiu, W.-Y. Wu and Z.-D. Qiu. Miocene mammal faunal sequence of China: Palaeozoogeography and Eurasian relationships. In: G. E. Rössner, K. Heissig, Eds., The Miocene Land Mammals of Europe. München: Verlag, 1999: 443-455.
- [32] 邓涛, 王晓鸣, 倪喜军, 刘丽萍, 梁忠. 临夏盆地的新生代地层及其哺乳动物化石证据[J]. 古脊椎动物学报, 2004, 42(1): 45-66.
- [33] S.-Q. Wang, S.-P. Liu, G.-P. Xie, J. Liu, T.-J. Peng and S.-K. Hou. *Gomphotherium wimani* from Wushan County, China and its implications for the Miocene stratigraphy of the Tianshui Area. Vertebrata Palasiatica, in press.