



# Palaeoworld

This is a not-for-profit service that helps scholars, researchers, and students discover, use, and build upon a wide range of content in a trusted digital archive. We use information technology and tools to increase productivity and facilitate new forms of scholarship.

PALAEOWORLD Editorial Office

State Key Laboratory of Palaeobiology and Stratigraphy

Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences

Beijingdonglu 39, 210008 Nanjing, PR China

e-mail: [palaeoworld@nigpas.ac.cn](mailto:palaeoworld@nigpas.ac.cn)

PALAEOWORLD online submission:

<http://ees.elsevier.com/palwor/>

PALAEOWORLD full-text (Volume 15 – ) available at:

<http://www.sciencedirect.com/science/journal/1871174X>

# 山东中新世山旺生物群 遗址研究概况\*

潘 江

(中国地质博物馆, 北京)

## 一. 引 言

山旺位于山东省中部临朐县之东约 22km, 为世界著名的新第三纪化石产地, 其地质时代为中中新世, 化石门类多, 保存完整, 而且非常丰富, 通常称山旺生物群, 是中外罕见的中新世生物群落。1979 年 2 月 17 日中华人民共和国国务院公布山旺为国家自然重点保护区。同年 10 月, 山东省人民政府立碑, 中国古生物学会在山旺召开了学术年会, 并举行了揭幕仪式, 继而成立了山旺古生物博物馆。

1989 年 8 月, 在美国华盛顿成立了“世界遗产名录地质(含化石)遗址工作组”, 于同年 11 月 30 日, 我们向该工作组推荐山旺中新世生物群, 建议将之列入“世界自然遗产名录”。1990 年 2 月山旺被世界工作组列入提供给在巴黎召开的常务会议的第 90 处名单之内。本文将梗概介绍其近况。

## 二. 研究简史

早在 1875 年(即清光绪元年), “临朐县志”(乙亥孟秋, 海青署, 卷二十一至二十二, 三十四页)记载: “尧山在城东(临朐)产煤, 以质劣火力弱, 不易销售, 故历次采掘皆无效。山之东麓有巨涧, 涧边露出矿物, 其质非土非石, 平正洁白, 层层成片, 揭示之, 内有黑色花纹, 虫者, 鱼者, 鸟者, 兽者, 山水人物花卉者不一, 俗名万卷书, 惟干则碎裂, 不能久存。……”

从上述古籍中的这段记载, 完全可以肯定在山旺尧山一带产有丰富的昆虫、鱼类、鸟类、哺乳、爬行动物及植物等化石。而“万卷书”一词也是来自“临朐县志”。而且古人对纸状硅藻土页岩的岩性特征也有相当科学的描述: “非土非石, 平正洁白, 层层成片, ……惟干则碎裂不能久存……”。

1934 年秋, 杨钟健教授和现旅居美国的古脊椎动物学家卜美年访问山东齐鲁大学地质系时, 从该系主任 Scott 教授处获知, 在山东临朐县山旺有很多种保存很好的鱼类和植物化石。翌年五月, 杨氏亲赴山旺进行野外考察, 又发现了一批昆虫、两栖、爬行和哺乳动物化石。1936 年杨氏首次发表“山东益都昌东及临朐新生代地层”(杨钟健, 1936), 继而又描述了山东中新世的哺乳动物群(杨钟健, 1937)和鱼类(杨钟健, 张春霖,

---

\* 开放实验室资助项目, 893108 项。

1936), 从此山旺生物群受到中、外地质古生物学者的广泛重视, 享有盛誉。30年后, 杨老还相继研究了本区的蝶螈化石(杨钟健, 1965), 蛙类和翼手类化石(杨钟健, 1977)。迄今为止, 关于山旺古脊椎动物方面的论文已发表近30篇, 包括鱼类、两栖类、爬行类、鸟类和哺乳动物。这些研究工作以70和80年代最为突出, 其中周家健(1990)对鲤科, 叶祥奎(1977, 1988, 1981)对鸟类, 邱占祥(1985, 1986), 李传夔(1979), 阎德发等(1983), 谢万明(1982)对哺乳类的研究, 阐明山旺生物群中的脊椎动物有相当多的门类。

古山旺湖沼及其周围生长着十分茂密的亚热带植物群落。早在1940年, 已故胡先骕教授等(1940)首次描述了山旺植物群。解放后, 宋之琛等(1959, 1964), 李浩敏等(1978, 1986), 及王宪曾(1981), 刘耕武(1986)对孢粉组合和植物群的时代和古环境进行了描述和讨论。《中国新生代植物》和《华东古生物图册》等综合性著作, 对某些属种的名称进行了修订并讨论了其地质时代。

硅藻化石在山旺化石层中十分丰富, 早在山旺生物群发现之初, 即1937年, 阮维周曾进行了研究(阮维周, 1937)。最近, 中国地质科学院地质研究所正对其进行深入的研究。

无脊椎动物化石, 以昆虫最为丰富, 但直到70年代才开始受到广泛的重视。洪友崇(1979, 1983, 1985), 张俊峰(1986, 1989, 1990)等先后进行描述, 最近张俊峰出版了专著(1989), 对前人所定属种进行了修订。

1986年郑淑英描述了介形类。关于其它门类的无脊椎动物化石, 还没有详细的报告。王宪曾(1981)对山旺湖的古环境进行了论述。王惠芬(1981)对山旺一带的新生代玄武岩进行了K-Ar同位素年龄研究。

总之对山旺化石群的研究历史悠久, 论文和专著达40多种。

### 三. 地层简介

“山旺系”为杨钟健1936年研究临朐新生代地质时命名。

目前关于山旺组的沉积时代, 意见基本趋于一致, 属中新世。李传夔等(1984)根据山旺哺乳动物群可与欧洲陆相的Orleanian及Asteracian下部哺乳动物对比的事实, 认为山旺期相当MN<sub>3</sub>-MN<sub>6</sub>, 属中中新世早期。邱占祥等(1986)支持这一意见。李浩敏(1978)根据山旺植物群的特征, 认为山旺植物群与日本台岛型植物群相似, 两者的时代大体上都属于中中新世。根据孢粉组合, 刘耕武认为不排除山旺组有属早中新世晚期沉积的可能性。至于牛山组, 一般均被归入中新世, 但刘耕武(1986)将其与山旺组归为一个组。

王惠芬等(1981)用K-Ar全岩法测定山旺地区的玄武岩同位素地质年龄为24-20至13.5-7.86百万年, 时代为中新世, 其中包括了尧山组也包括了牛山组中的样品。山东省区域地层表编写组(1978)和洪友崇(1985)等把尧山组归入上新世。张俊峰(1986, 1989)认为尧山组的时代属于中新世似无疑问。

关于地层层序, 由于在山旺组沉积前后均有大量玄武岩喷发, 并有明显的烘烤层, 而且呈明显不整合, 故又通称“上玄武岩”及“下玄武岩”。关于山旺组的分层和定义, 张俊峰作了如下记述。

中新统尧山组 (N<sub>IV</sub>), 即“上玄武岩”

10. 黑色层状橄辉玄武岩 ..... > 80m

~~~~ 不整合 ~~~~

中新统山旺组 (N<sub>IS</sub>)

9. 黄褐色玄武质砂砾岩, 砾石成分主要为玄武岩, 分选不佳, 砾径5—30cm, 胶结物为风化松散的玄武质砂粒, 含化石 (上部化石层) ..... 27—50m

8. 上部为灰绿、灰黄色泥岩; 下部为煤层夹油页岩 ..... 16m

7. 灰黑色致密块状玄武岩 ..... 1—3m

6. 灰绿、黑色炭质页岩及煤 ..... 0.5—1.5m

5. 灰黑色致密块状辉石玄武岩 ..... 5.5—7m

4. 黄褐、灰绿色页岩和泥岩 ..... 5—20m

3. 灰绿、灰白色薄层硅藻土页岩, 常见直径3—5cm的磷结核和黄铁矿结核, 偶夹油页岩和细砂岩; 硅藻土页岩中富含动、植物化石 (中部主要化石层) ..... 3—27m

2. 灰黄、黄褐色凝灰质砂砾岩, 砾石分选不佳, 砾径几厘米至几十厘米不等, 胶结物松散; 含动物化石 (下部化石层)。 ..... 9—20m

~~~~ 不整合 ~~~~

中新统牛山组 (N<sub>IN</sub>), 即“下玄武岩”

1. 灰黑色辉石橄辉玄武岩 ..... > 80m

总之, 山旺组的化石, 大致可分为3个组合带: 即上部化石层, 位于山旺组上段的上部, 即第9层, 化石比较稀少, 目前很难采集到完整的个体 (脊椎动物); 中部主要化石层, 即第3层, 也就是所谓纸状页岩——硅藻土层, 化石门类多, 而且十分丰富, 大部分脊椎动物、昆虫和植物化石均来自这一主要化石层; 下部化石层, 即上述剖面的第2层, 位于山旺组下段的底部, 这一层的化石比其上的化石层要丰富, 最近我们还见到不少哺乳类的化石。

#### 四. 生物群概况及其新进展

据阎德发 (1983), 邱铸鼎 (1981) 等的综合调查研究, 均认为化石层分布于山旺组下、中、上3段的下部 (该文的SW<sub>1</sub>, SW<sub>2</sub>, SW<sub>3</sub>)。本文称下、中、上化石层;

上化石层 (SW<sub>3</sub>): 产山旺矮脚犀 *Brachypotherium shanwangensis* (Wang), 1965; 半岛猪兽 *Hyotherium penisulus* Chang, 1974。

中化石层, 即主要化石层 (即SW<sub>2</sub>): 产鱼、两栖、爬行、鸟和哺乳类 (阎德发等, 1983)。玄武蛙、硅藻中新蛇、山旺山东鸟、秀丽杨氏鸟、意外山东蝙蝠、简单近无角犀, 解家河古猿、德氏柄杯鹿、三角原古鹿等均产自本层。SW<sub>2</sub>厚15—25m, 目前关于各门类化石的确切垂直分布, 尚待进一步研究, 因为以往所发现的化石, 均来自自主采坑 (目前我们称第3化石坑)。

下化石层 (即SW<sub>1</sub>) 所发现的化石, 以哺乳类为主, 如孔氏半熊、半岛猪兽等。

山东山旺是我国重要的中中新世鱼化石产地。1936年杨钟健、张春霖 (1936) 首先对该地化石进行了研究并建立4新种: *Barbus linchiensis*, *Barbus scotti*, *Pseudorasbora*



*macrocephala* 和 *Leuciscus miocenicus*。此后在山旺盆地陆续发现并积累了大量新材料，因此有可能对此鱼群作进一步研究，这对了解我国第三纪鱼群，特别是鲤类的系统分类、演化、地理分布和沉积环境等方面都有重要意义。

1990年，周家健记述了山旺中新世鲤科鱼类6属9种，其中5属6种为新发现(1990)；订正了 *Barbus linchiensis*, *Barbus scotti*, *Pseudorasbora macrocephala* 和 *Leuciscus miocenicus* 的系统位置，认为鲤科鱼类在中国最早出现于始新世，后来鱼类区系曾发生过较大的演替。前人订为现生属的始新世、中新世鲤类化石绝大部分应为绝灭的化石属。

山旺盆地有丰富的鱼化石，这和当时的环境如水温、气温、水体内的食物来源、鱼类的食性、生态等因素有密切关系。根据前人的调查研究，山旺鱼群包括有鲤科、鳅科和鲈形目科等，并以鲤科为主。根据现生鲤类的情况，鲤亚科虽广泛分布于全国各地，但与山旺鲁鲤相近的小鲤属仅分布于广西、云南等地。鲤亚科仅分布在黑龙江以南、南岭以北。雅罗鱼科中的冷水型雅罗鱼在山旺盆地恰恰尚未发现。担尼亚科更局限生活在云南、广东、海南岛等地。而山旺鱼群以上述亚科为主，都是喜温鱼类，因此中新世时山旺盆地的气候可能与现今长江流域一带相似，属亚热带到温带的过渡带。山旺盆地内与鱼群并存的还有丰富的水生昆虫、硅藻和水生高等植物，这为鱼类提供了丰富的食物来源，如小型鱼类颌须鲶生活在水体中、下层，以食水生昆虫为主。雅罗鱼亚科是杂食或草食性鱼类，以食水生昆虫、植物和藻类为主，鲤亚科为底栖杂食鱼类，一般在水体下面活动。花鳅也为底栖小鱼，生活在浅水区，以食小型底栖无脊椎动物，藻类或高等植物碎屑为主。不同类型的鱼在同一水体内各自占有不同的生活区，其食物也有主次差异，有利于缓和鱼群间相互竞争食物的矛盾。山旺鱼群中鲮科是唯一的食肉鱼类，但它们的个体都较小，鱼体全长不超过11cm，可能以食虾、小鱼为主，且冬天不大活动，春天在浅水中生活，故对其他鱼类威胁较小。这对当时鲤科鱼类的繁殖和生长提供了有利条件，使中新世时山旺盆地内形成了丰富的鱼群化石。

自1979年以来，对山旺组化石昆虫群基本特征的研究受到广泛的重视，但山旺昆虫化石自1979年才有正式报道，截止1986年12月共描述了7目19科37属45种(洪友崇, 1979, 1983, 1985; 洪友崇, 王文利, 1985; 林启彬, 1982)。其中，鞘翅目12属17种，膜翅目13属14种，双翅目3属4种，同翅目3属4种，异翅目2属2种，蜻蜓目2属2种，蜉蝣目1属1种，棘翅总目(目和科未定)1属1种。

最近张俊峰出版昆虫专著《山旺昆虫化石》，根据他的研究和统计，从已经公开发表的的山旺昆虫化石名单来看，在37属45种里共有25个绝灭属，占已经发表的属的2/3，45个种全部为化石绝灭种。绝灭种属的比例如此之高，在世界上已知的第三系昆虫化石产地中绝无仅有。因此，这个化石昆虫群曾被视为与现代和第三纪其他地区化石昆虫群不同的独特化石昆虫群。张俊峰对上述已订名的昆虫化石标本进行了复查，发现有23个绝灭属的建立与模式种正模标本的特征不符，其科级或目级分类位置值得重新商榷，绝大部分似应归入现代生存的属，若干标本可归入现代生存的种类。从不断获得的山旺昆虫化石标本中，新的类群也有所发现，迄今山旺硅藻土中的昆虫化石共达12目74科162属272种，其中绝灭属为49个(不包括1个亚属，约占全部属的30%，新发现的和经过修订归入现生种类的共19个，占全部种数的7%左右。各大类群种数百分比如下：鞘翅目

36%，膜翅目占 33.8%，双翅目占 11.8%，异翅目占 7.4%，蜻蜓目占 2.9%，同翅目占 2.6%，革翅目占 1.8%，直翅目、蜉蝣目、等翅目和鳞翅目各约占 1%，或不足 1%。

鉴于欧、亚大陆其他地区的中新世昆虫种类贫乏，唯德国西部奥埃宁根 (Ocningen) 中新世昆虫群种类丰富，其标本鉴定的年代又较早，许多科级分类位置和属、种名称需要修订，而且不少模式标本据说已经丢失，因此德国的这个昆虫群很难与山旺昆虫群对比。从山旺组的昆虫化石特征难以推断具体的时代意见。

## 五. 世界自然遗产保护和遗产名录

为了加强世界文化和自然遗产的保护工作，1972 年 11 月 6 日在巴黎通过了《世界自然遗产保护公约》，到 1987 年底，已有 101 个国家加入《世界自然遗产保护公约》，288 个遗址被列入《世界文化和自然遗产目录》。其中，中国有 6 个：泰山、长城、故宫、莫高窟、秦始皇陵和周口店北京人遗址。1989 年 8 月，在第 28 届国际地质大会期间又成立了世界遗产目录地质（含化石）遗址工作组。共有 58 个国家的学术或政府职能专业机构参加。

初步列入讨论名单的近 90 个世界地质遗址，其中北极及亚北极 6 处，北欧 14 处，西欧 10 处，南欧 7 处，北美 12 处，中美 1 处，南美 3 处，南极（无主权）1 处，非洲 5 处，亚洲 7 处（均为中国推荐），澳洲 22 处，太平洋群岛 1 处。

1990 年孙卫国和潘江，向中国科学院南京地质古生物研究所现代古生物学和地层学开放研究实验室申请课题“中国世界遗产名录地质古生物遗址研究”资助研究经费获准，向上述国际工作组推荐了：四川自贡恐龙群、云南早寒武世澄江动物群，山东山旺中新世生物群和周口店北京人等重点遗址。中国地质学会又推荐了：天津蓟县元古界剖面，河南嵩山前寒武纪构造及不整合，湖南武陵源国家公园内的泥盆纪砂岩峰林及早志留世脊椎动物。上述七处遗址已被工作组列入讨论名单，并将在 1991 年 2 月在巴黎联合国教科文组织总部召集一个会议，由来自全球的 5 或 6 人特别执行委员会协商确定，而且必须在 1991 年完成向世界遗产委员会的申报工作。因此巴黎会议是向前的重要一步。我们应力争山旺等遗址被列入世界自然遗产名录。

## 六. 结 语

古山旺盆地及其生物群落的研究历史，已有半个多世纪。植物化石包括藻类、苔藓、蕨类、裸子和被子植物等，除近 100 种藻类外，其他植物近 150 种，分属于 46 科，98 属。其中被子植物 139 种，裸子植物 4 种。昆虫化石已发现达 12 目 74 科 165 属近 280 种。脊椎动物包括鱼类 6 属 9 种，两栖类 3 属 3 种，爬行类 2 属 2 种，鸟类 4 属 4 种，哺乳类 17 属 18 种。这座“化石宝库”中保存了有 400 多种化石。自然环境的强烈变化事件是生物大量死亡和绝灭的外界因素。古山旺盆地是中新世火山喷发间息期的亚热带雨林区，是一种优越的自然条件。一旦外界自然环境发生了强烈的变化，即环境变得险恶，最先受到威胁的是某些个体较大而行动又较慢的种群。在现今山旺的附近，仍保存有相当数目的中新世火山口，每当火山活动相对平静期间植物重新茂盛，周围的动物也迅速向这个地区迁移，回到故里，重新回到这个亚热带雨林；然而火山再次活动，特别是“上玄武岩”的喷

发,使整个生物群遭到很大的厄运和逆境,并迅速被埋葬而保存为化石。

迄今为止,虽然在山旺组已发现大量动植物化石,但在地层上的精确层位,即垂直变化与统计,尚不十分清楚,特别是产有大量动、植物化石硅藻土层,需要进行科研性的开采与发掘,进一步揭开“万卷书”的丰富内容。

山旺作为国家自然重点保护区,并不意味着停止开采硅藻土,成为“一塘死水”或“养鱼池”,就是其目的和任务,贵者是要进一步有计划地进行研究式的开发性发掘,并深入研究其生物群的特征、古生态学、埋葬学、古地理、古环境等,才是当务之急。

## 主要参考文献

- 山东省区域地层表编写组, 1979: 华东地区区域地层表, 山东省分册. 地质出版社。
- 王伴月, 1969: 山东临朐山旺中新世犀类一新种. 古脊椎动物与古人类, 9 (1): 109—112.
- 王宪曾, 1981: 山东临朐中新世山旺湖古环境初探. 北京大学学报(自然科学版), (4): 100—111.
- 王惠芬, 1981: 山东临朐地区新生代玄武岩同位素钾—氩年龄研究. 地球化学, (4): 321—328.
- 中国科学院北京植物研究所、中国科学院南京地质古生物研究所《中国新生代植物》编写组, 1978: 中国植物化石, 第三册, 中国新生代植物. 科学出版社。
- 叶祥奎, 1977: 中新世鸟类在我国的首次发现. 古脊椎动物与古人类, 15 (4): 244—248.
- , 1980: 山东临朐的鸟化石. 古脊椎动物与古人类, 18 (2): 116—125.
- , 1981: 三记山东临朐中新世鸟化石. 古脊椎动物与古人类, 19 (2): 149—155
- 叶祥奎等, 1984: 山东临朐雉类化石的新材料. 古脊椎动物学报, 22 (3): 208—212.
- 刘耕武, 1986: 山东临朐山旺尧山组孢粉组合. 古植物学与孢粉学文集, (1): 65—84.
- 阮维周, 1937: 山东临朐山旺硅藻土. 中国地质学会志, 17 (2): 183—192.
- 地质矿产部南京地质矿产研究所, 1982: 华东地区古生物图册(三), 中、新生代分册. 地质出版社。
- 阎德发、邱铸鼎、孟振亚, 1983: 山东山旺中新世地层及哺乳动物化石. 古脊椎动物与古人类, 21 (3): 210—222.
- 、贾航、王宝忠, 1985: 山东山旺首次发现祖熊牙齿化石. 古脊椎动物学报, 23 (3): 264—275.
- 、——、孙博, 1986: 山东山旺新发现的大型熊类化石. 古脊椎动物学报, 24 (3): 182—194.
- 杨钟健, 1936: 山东益都、昌乐、临朐新生代地质. 中国地质学会志, 15 (2): 171—187.
- , 1965: 中国中新统蝶螺化石的首次发现. 古生物学报, 13 (3): 455—459.
- , 1977: 关于山东临朐山旺的蛙类和翼手类. 古脊椎动物与古人类, 15 (1): 76—80.
- 张春霖, 1936: 山东山旺系鱼化石. 中国地质学会志, 15 (2): 193—206.
- 孙艾玲, 1961: 山东山旺中新世蛇化石. 古脊椎动物与古人类, 5 (4): 306—312.
- 宋之琛, 1959: 山东山旺中新世地层的孢粉组合. 古生物学报, 7 (2): 99—109.
- 宋之琛等, 1964: 山东第三纪孢粉组合. 中国科学院地质古生物研究所集刊, (3): 179—290.
- 李传璋, 1974: 山东临朐中新世啮齿类化石. 古脊椎动物与古人类, 12 (1): 43—53.
- , 1984: 中国陆相新第三系的初步划分与对比. 古脊椎动物学报, 22 (3): 163—178.
- 李浩敏, 1978: 山东山旺植物群的时代及我国东部地区晚第三纪植物研究概况(摘要). 中国古生物学



会讯, (14): 43—47.

- 李浩敏、郑亚惠, 1986: 山东山旺植物群中的一些花序化石及其原位花粉. 山东古生物地层论文集, 42—46页. 海洋出版社.
- 吴文裕、陈冠芳, 1979: 山东山旺的脊椎动物化石和中国中新世哺乳动物的研究. 中国古生物学会讯, (14): 25—41.
- 邱占祥、阎德发、贾航等, 1985: 山东山旺 *Palaeomeryx* 化石的初步研究. 古脊椎动物学报, 23(3): 173—195.
- 邱铸鼎, 1981: 山东临朐中新世松鼠类一新属. 古脊椎动物与古人类, 19(3): 228—238.
- 张玉萍, 1974: 云南开远和山东临朐中新世猪类化石. 古脊椎动物与古人类, 12(2): 117—123.
- 张俊峰, 1986: 山旺昆虫化石群及其古生态. 中国古生物学会第十三、十四届学术年会论文选集, 237—248页. 安徽科学技术出版社.
- , 1989: 山旺昆虫化石. 山东科学技术出版社.
- , 1990a: 蜜蜂总科化石新种. 动物分类学报, 15(1): 83—91.
- , 1990b: 山旺中新世叶蜂科新属新种. 昆虫分类学报, 12(1): 29—35.
- 、张希雨, 1990: 山东山旺蝉和蜻类昆虫化石. 古生物学报, 29(3): 337—348.
- 周家健, 1990: 山东山旺中新世鲤科化石. 古脊椎动物学报, 28(2): 95—127.
- 周本雄、时墨庄, 1978: 山东临朐中新世柄杯鹿头骨的发现. 古脊椎动物学报, 16(2): 111—122.
- 胡长康, 1957: 山东临朐 *Stephanocemas* 和 *Aceratherium* 的零星材料. 古脊椎动物与古人类, 1(2): 163—166.
- 郑淑英, 1986: 山东山旺中新世介形类. 山东古生物地层论文集, 47—53页. 海洋出版社.
- 洪友崇, 1979: 山东临朐同翅目新属. 古生物学报, 18(3): 301—307.
- , 1983: 山东山旺硅藻土矿中的昆虫化石. 中国地质科学院天津地质矿产研究所刊, (8): 1—15.
- , 1985: 山旺硅藻土矿中的昆虫、蝎蜘蛛化石. 地质出版社.
- , 1985: 山东山旺中新世双翅、膜翅目化石(昆虫纲). 北京自然博物馆研究报告, (31): 1—22.
- 袁复礼等, 1984: 中国新生代生物地层学. 地质出版社.
- 高克勤, 1986: 山东临朐中新世锄足蟾类化石及临朐蟾蜍的再研究. 古脊椎动物学报, 24(1): 63—74.
- 谢万明, 1982: 山东山旺中新世犀类的新发现. 古脊椎动物与古人类, 20(2): 133—137.