

中国的真马化石 及其生活环境

邓 涛 薛祥煦 著



海洋出版社

国家基础科学人才培养基金资助

中国的真马化石及其生活环境

Chinese Fossil Horses of *Equus* and Their Environment

邓 涛

（中国科学院古脊椎动物与古人类研究所）

薛祥煦

（西北大学地质系）

海洋出版社

1999 年 • 北京

内 容 简 介

本书系统研究了以甘肃庆阳巴家嘴和环县楼房子为主的一些地点的400余号马属化石标本,并对中国迄今为止所发现的真马化石进行全面的修订,研究结果表明目前中国的真马化石共有13个种。确立了中国真马化石的性状极性,在此基础上制定了包括全部13个种的头骨、上、下颊齿和第三掌跖骨4个检索表,并建立详细的系统演化谱系,绘制地史和地理分布图。根据广布欧亚大陆各个地点的剖面分析,证明真马的首次出现恰好位于2.5 Ma B.P.的第四纪下限之上,与一系列重大地质事件同时,而其中的全球气候转寒事件正是真马扩散的背景。现代和化石证据均表明普氏野马的分布完全受控于东亚季风时空变迁,与中国中、东部130 ka B.P.以来的东亚季风变迁模式相结合,校正和判断一些晚更新世动物群的准确层位和年龄。通过对巴家嘴动物群马类和其他有蹄类牙齿釉质的稳定碳同位素分析,反映庆阳地区当时的植被以C₃植物为主,代表高纬度大陆冰川和季风气候夏季风对这一气候敏感带的共同作用正处于一个重要转折期,是2.5 Ma B.P.全球气候转寒事件的一个标志。

图书在版编目(CIP)数据

中国的真马化石及其生活环境 / 邓涛, 薛祥煦著. —北京: 海洋出版社, 1999.7
ISBN 7-5027-4772-9

I.中… II.①邓…②薛… III.马—动物化石—研究—中国 IV.Q915.86

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第21950号

责任编辑: 马凤珍

责任印制: 常玉峰

海洋出版社 出版发行

(100081 北京市海淀区大惠寺路8号)

北京民族印刷厂印刷 新华书店发行所经销

1999年7月第1版 1999年7月北京第1次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 12

字数: 300千字 印数: 1~800册

定价: 68.00元

海洋版图书印、装错误可随时退换

谨 将 此 书 献 给
第一个北京人头盖骨发现七十周年

**This Book is Dedicated to
the 70th Anniversary of the Discovery of
the First Skull of Peking Man at Zhoukoudian**

序

读了邓涛同志在薛祥煦教授指导下合写的《中国的真马化石及其生活环境》一书十分高兴，同时也产生了一些感想。现在把这些还不是很成熟的想法写出来作为对本书的一点贡献和求教吧。

杨钟健先生在建国前有一次和我闲谈，半开玩笑似的说，搞古生物研究的人 40 岁以前不拿出一本专著来以后就没有多少戏可唱了。这句话一直藏在我心中并且随着时间和环境的不同而感受不同。对这句话可能不同的人也可能从不同的角度来领会它。若从积极的方面想，有两点是值得考虑的。第一，它提倡青年成材。第二，它严肃对待写作，认为这是科学工作生命中的大事。对杨钟健先生所说的那句话的感想，也就是今天我对邓涛、薛祥煦所著《中国的真马化石及其生活环境》读后的印象和所以十分高兴的缘故。因为它是一本鼓励青年成材的专著，也是一部严谨具有时代意义的作品。

1999 年是北京周口店猿人头盖骨发现 70 周年，也是中国科学院古脊椎动物与古人类研究所的前身，新生代研究室建立 70 周年。1929 年前后这个时段标志着中国古脊椎动物与古人类研究的初始阶段。如果说得更确切些，就是中国的学者们开始有能力担负起自己的古生物发现工作、有资格进行自己的古生物研究工作的历史应该从 1929 年划分。这是一个从以客卿研究为主转型为以本土研究为主的转型时期，所以 1929 年特别值得纪念。邓、薛的著作发表于 1999 年纪念 1929 年的 70 周年是很有意义的。

回顾一下，70 年来我国的古脊椎动物与古人类学研究由客卿研究转型为本土研究之后，有哪些经验值得我们加以检讨的呢？读了邓、薛的著作之后使我想到了两点。

一是早期研究工作在杨钟健先生的思想的影响下，杨钟健、裴文中等位先生十分注意总结性工作。他们和当时的外国学者们一起，在那筚路蓝缕的时期，如果和 70 年后的今天相比发现的化石地点不多，得到的化石还很少，许多地层也不甚清楚，但那段时期对于不同门类的、不同时代的脊椎动物化石基本上都通过《中国古生物志》（丙种、丁种）等作过总结性工作。尽管那时中国和国外先进国家研究程度来比我们还处于一个初级阶段，但当时并没有像一般人所想的等一等再说，而是迎头赶上及时的发表了不少总结性的工作。这些总结性的工作，其结果，不仅是把已有的发现、新的思想及时的写出来，而且培养锻炼了人才。总结工作像构筑一座金字塔一样，一阶一阶的往上垒。每总结一次就抬高了一级。这样后来的人只有再上一个台阶才有路可走。实际上这就为青年人创造了一个必须提高的严格的研究环境，当然应该说这也是最优良的研究环境。所以在 30 年代工作进展很快，人才辈出。

另一方面则是科学的普及，这也可以说是杨钟健先生等位的学术思想之一。古脊椎动物学一直在地质学中是一个冷门，并不容易得到同行们的认识。在生物学方面系统分类和进化论的知识需要让更多的人注意，在地质方面，地层学和古地理学的重要意义更需要宣传和普及。否则，则会在不是那么具有“容忍度”的科学社会中被挤出界外。过去杨钟健、裴文忠先生都是科学普及的大家。如果读一读建国前的《地质评论》、《科学》以及当时报纸上的副刊等可以看到不少普及古脊椎动物和古人类学的文章。特别是杨钟健先生时常在刊物上把一个时期或一年来的化石的新发现、地层的新发现以及研究的进展等都能及时的、朴实的写成普及文字以求得共鸣，让在校的地质系的学生、老师和年轻、年长的地质工作者都对这一年或近期中古脊椎动物与地层、以及古人类学研究的近况和问题有一点印象，因而便产生了好奇心。好奇也是新发现的动力和创新的出发点。

认真及时的科学总结和引人入胜的科学普及是我国古脊椎动物与古人类学研究在杨钟健先生的治学思想影响下的好传统。

总结不是结束，只是通过对某个门类或动物群化石、地层、古环境等方面严肃认真的总结才显示出这门科学的系统性，由此进一步寻找创新的途径。而科学普及则应该是每一个科学工作者的天职。只有使这门科学让众多的人知道它是干什么的，为什么要干才能引起他们好奇的兴趣和赞助。科普对于同行的科学家来说，更为必要，因为这是合作与共鸣的起点。

由衷的感到古脊椎动物与古人类研究所的这两个优良传统，自从在杨钟健先生提倡下，70年来一直继续得很好。但有时觉得似乎也经过些起伏，不免有些担忧。但是读了邓涛、薛祥煦的《中国的真马化石及其生活环境》一书之后，精神为之一振。虽然我已很久没有从事古脊椎动物化石的研究了，由于从事第四纪地质和古环境研究工作，所以对于化石还是深有爱好。

我不打算，也不可能从专业业务方面和技术方法方面提出什么有益的看法。但从本书对于真马化石这一到目前为止最为详尽的研究来看，它的系统性使之在今后一个时期内成为一本有指导性的著作。它澄清了一些值得讨论的问题。一旦有此书在手对于鉴定真马化石和判别地层会很方便、很有帮助。但它的价值还不仅仅在于此。因为经过这次对中国真马化石的总结，这一专著就成为今后对真马研究的一个挑战书。以后的研究者，只有超越它的基础才能有新的发现、新的认识。这样今后对真马的研究就成了一个非常有吸引力的课题。科学问题永远没有到此为止的一天，那我们的研究也应该不是到此为止。就看我们有没有勇气去作。

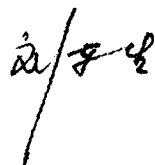
还使我感到兴趣的是邓、薛著作中还研究了化石真马所生存的环境问题，它开辟了古脊椎动物学研究的一个新纪元。虽然著者们对此所用的篇幅不算太多，但给人的一个感觉是现在对我国古脊椎动物所揭示的古环境的讨论，已经在时间上、空间上从区域的特征研究开始和全球环境的时、空变化规律相联系。这可能是我们过去研究中比较缺乏的一方面，

它和当时国内、国外对全球环境变化的研究也是处于一个初始的、区域性研究的阶段有关。在本世纪 70~80 年代以前，由于资料不足，当时还很少全球变化的规律性的知识。自从深海沉积中氧同位素规律的发现和从深海看全球变化的时空阶段事件的建立，在测年技术的支持下，取得了大家公认的全球环境变化模式。70~80 年代陆相黄土沉积中古地磁学的应用在我国取得了很好的结果，从时间上（黄土/古土壤序列）、从空间上（西风带/季风）建立了与全球变化可以很好对比的模式。从区域特征的研究进入了全球变化之中。

古脊椎动物学、古人类学研究在我国有很好的优势，我们正期待着它们同样从区域性的环境研究也步入全球环境变化的格局之内，在全球变化的规律中加以讨论。读到邓涛和薛祥煦的书中对化石真马生活环境的论述，使人振奋的是他们不仅很好的对真马化石进行了总结而且还把它的生存环境的研究从区域性推向了全球变化领域。

这些研究成果除了著者们本人的学识和努力，这是主要的之外，给我印象最深的是他们这一成果继承了 70 年来我国古脊椎动物和古人类学研究的优良传统，也反映了 70 年来不断地进行总结和普及的历史过程。基础研究本身就带有国际性的属性。在我国古脊椎动物和古人类学研究方面已经取得了很多具有国际意义的成果。在全球变化研究日趋成熟的今天，我想今后我国古脊椎动物和古人类学的研究会有更多的、有特色的区域性研究步入精彩的更能说明全球变化的视野之中。

中国科学院院士



1999 年 6 月 27 日

前 言

对中国真马化石的正式研究已有100余年的历史，在范围广泛的地区从老到新的第四纪地层中发现了大量真马化石。但是，详细的研究则集中于少数的种类，被广泛研究和报道的以三门马、云南马、普氏野马和蒙古野驴最多。在中国北方发现的许多早、中更新世的真马都被归入三门马，而在中国南方发现的真马则全部被归入云南马，这与世界其他地区马属在不同环境中经适应辐射形成的多样性相比是非常单调的。实际上，早有人注意到这个问题，Zdansky(1935)就曾指出，三门马根据德日进的定义显示是一个多种类的集合，但他并未建立新的分类方案。同时，对于中国第四纪真马的系统演化并没有一个比较精确的研究，只有刘后一等(1974)作了一个粗略的推断，这也是一个亟待解决的问题。在对真马化石的研究中，大多数都是凭颊齿，且多是孤立而量少的颊齿进行，而头骨、肢骨和颊齿俱全的地点不多，因此对于各个真马种的种内和种间变异的讨论很少。我们有材料较为齐全和丰富的真马化石，庆阳巴家嘴的标本是本书的核心，环县楼房子的材料是另一个重点，同时，必须对中国比较混乱的真马各个种进行修订。因此，除了上述两个地点，我们把一些零散地点的化石也包括在描述和讨论中，并对中国真马的全部种进行了详细的对比和讨论。书中进行了化石各个部分的大量测量和数理统计，以期一方面使鉴定和分类比较准确，另一方面给出不同性状的变异范围，便于其他研究者进行参考和对比。真马的系统演化是一个争论较大、讨论热烈的问题，我们根据实际化石材料以及其他文献，详细讨论了包括中国所有真马种在内的进化谱系，以及真马在进化过程中的迁徙问题，并建立了中国真马化石的系统检索表。

第四纪的气候环境变迁对于了解和预测今后全球变化的趋势具有重要的意义，本书将讨论真马在欧亚大陆的第一次出现正与2.5 Ma B.P.的第四纪下界吻合，而这一事件的机制是由2.5 Ma B.P.的全球气候变化引起的，即马类的迁徙和分布与气候环境变迁密切相关。换言之，真马从第四纪一开始就出现了，而这一属成了马科在现今的唯一代表，真马的地史分布完整地贯穿整个第四纪。因此，首先从时间序列上来说，真马化石为解释第四纪以来的气候环境变迁提供了可能。根据传统的方法，按照“将今论古”的原则，我们可以从真马化石的地理分布、身体结构、与其他动物的共生类型、含真马化石的地层特点等方面作出关于气候环境变迁的判断，但仅此显然是不够的，而且传统的方法也仅仅是定性化的。在对全球变化日益深入研究的今天，定量化的研究显得尤为重要。为此，本书根据真马化石牙齿釉质层的碳同位素组成建立起与气候因素的对应关系，通过稳定碳同位素组成可以恢复这些真马生活时所食草类的光合作用类型，进而判断出气候带以及温度和湿度状态。真马是一种活动范围很大的草原有蹄动物，在北美、南美、欧亚大陆和非洲均有分布，加之真马在第四纪贯穿始终的记录，因此这一方法有全球对比的意义。

深海氧同位素0.7Ma B.P.以来的变化已经成为一个比较标准的反映全球气候变化的对比

柱,近年来对东亚季风的研究所建立起来的中国中、东部季风变迁模式(安芷生等,1991)也可以作为一种对比的标尺。本书根据真马属中普氏野马的生态类型,将其确定作为一种“气候标准化石”,或可以称为“气候敏感化石”,首次通过对比方法建立了一种判断和校正晚更新世动物群准确年龄的方法,这是将真马化石与气候环境变迁相结合的成果,在实际应用中有很重要的价值。同时,这也是对东亚季风变迁模式在东西方向上影响动物群迁徙的首次探讨,因为以前的探讨往往仅考虑气候变化对动物群南北移动的作用,而对真马这种对气候变化非常敏感的动物在东西方向上的进退则忽略了。

总而言之,本书通过对中国真马化石的研究,在真马的分类和演化、生物地层、气候环境变迁、动物群年龄校正等方面取得了新的成果,加深了对中国真马化石的认识,拓宽了哺乳动物化石在气候环境变迁研究方面的应用,本书对中国真马化石所作的修订和总结,对这一重要的化石门类有积极的理论意义。同时,根据真马化石所作的一系列气候环境变迁的探讨,能够对全球变化的研究贡献一份力量,因此本书也具有实际的应用价值。

在本书的研究及撰写过程中,得到了国内外许多专家学者的热情支持与鼓励。刘东生院士为鼓励后学者,热情地为本书作序。中国科学院古脊椎动物与古人类研究所的徐钦琦研究员、法国国家自然历史博物馆的Vera Eisenmann博士、芬兰赫尔辛基大学的Ann Forsten博士、意大利佛罗伦萨大学的Augusto Azzaroli博士、美国佛罗里达大学的Bruce J. MacFadden博士、西班牙国家自然历史博物馆的Maria T. Alberdi博士等先后给作者提供了大量有关真马和马类研究以及第四纪地层、气候、环境方面的文献资料和专著,并与作者就有关马类化石和第四纪地质问题进行了有益的探讨。中国科学院古脊椎动物与古人类研究所的卫奇研究员提供了辛窑子动物群的真马颊齿化石标本。西安矿业学院的阎嘉祺教授向作者赠送了山西朔州峙峪和陕西铜川川口的马属化石标本,陕西水文地质队的胡巍高级工程师赠送了陕西渭南的化石材料。中国科学院西安黄土与第四纪地质国家重点实验室的安芷生院士、周卫健研究员,中国科学院古脊椎动物与古人类研究所的邱占祥研究员、徐钦琦研究员,陕西师范大学的王廷正教授、黄春长教授,陕西动物研究所的吴家炎研究员,西北大学的陈服官教授、沈光隆教授、舒德干教授、张云翔教授审阅了本书的手稿,提出一些建设性的意见。法国国家自然历史博物馆的Vera Eisenmann博士在本书第一作者访问法国期间给予了热情的接待。中国科学院西安黄土与第四纪地质国家重点实验室的李正华博士和刘荣谟研究员在作者进行马牙釉质稳定同位素研究的可行性论证阶段提供了重要的实验数据。中国科学院古脊椎动物与古人类研究所和西北大学地质系的诸多同仁为本书的顺利完成提供了有利的条件和无私的支持。

西北大学地质系的李丽宏女士摄制并冲印了本书的全部化石照片,骆正乾先生清绘了部分插图,中国科学院兰州地质研究所气体地球化学国家重点实验室的张成君博士分析了巴家嘴动物群的碳、氧同位素组成,这些工作为本书的研究和完成提供了坚实的基础。

在此,作者谨向上述单位和个人一并致以衷心的感谢!

作者

1999年5月

目 录

序.....	刘东生 (i)
前言.....	(v)
第一章 绪论.....	(1)
一、中国真马化石的研究简史.....	(1)
二、材料和方法.....	(3)
第二章 庆阳巴家嘴动物群的马属化石.....	(5)
一、庆阳马 <i>Equus qingyangensis</i> Deng et Xue, 1999.....	(5)
二、王氏马 <i>Equus wangi</i> Deng et Xue, 1999.....	(15)
三、德氏马 <i>Equus teilhardi</i> Eisenmann, 1975.....	(20)
四、头后骨骼.....	(24)
第三章 环县楼房子动物群的马属化石.....	(33)
一、蒙古野驴 <i>Equus hemionus</i> Pallas, 1774.....	(33)
二、普氏野马 <i>Equus przewalskii</i> Poliakov, 1881.....	(40)
三、头后骨骼.....	(45)
第四章 其他地点的马属化石新材料.....	(52)
一、三门马 <i>Equus sanmeniensis</i> Teilhard et Piveteau, 1930.....	(52)
二、黄河马 <i>Equus huanghoensis</i> Chow et Liu, 1959.....	(57)
三、藏野驴 <i>Equus kiang</i> Moorcroft, 1841.....	(60)
第五章 对若干已知真马化石的修订.....	(64)
一、古马 <i>Equus stenonis</i> Cocchi, 1867.....	(64)
二、云南马 <i>Equus yunnanensis</i> Colbert, 1940.....	(66)
三、北京马 <i>Equus beijingensis</i> Liu, 1963.....	(67)
四、大连马 <i>Equus dalianensis</i> Chow et al., 1985.....	(69)
五、普通马 <i>Equus caballus</i> Linnaeus, 1758.....	(70)
六、其他种名.....	(72)
第六章 中国真马化石的系统演化及地史分布.....	(74)
一、中国真马化石的种及其检索.....	(74)
二、中国真马化石的系统演化关系.....	(79)
三、中国真马化石的地史分布.....	(85)
第七章 真马的首次出现与全球气候环境变化.....	(89)
一、维拉方动物群.....	(89)
二、泥河湾地层.....	(91)
三、元谋盆地.....	(92)

四、其他地点.....(95)

五、气候环境背景.....(96)

第八章 普氏野马的历史分布与东亚季风时空变迁.....(99)

一、普氏野马的生态特征.....(99)

二、地史时期普氏野马的迁徙规律.....(100)

三、对若干动物群年龄的讨论.....(104)

第九章 真马化石的同位素组成与气候环境关系.....(110)

一、碳同位素组成与植物的光合作用类型.....(110)

二、真马化石釉质碳同位素组成的分析方法.....(113)

三、巴家嘴碳同位素组成的气候环境意义.....(115)

参考文献.....(120)

Summary.....(129)

附录 马属 (*Equus*) 骨骼的测量项.....(154)

图版说明.....(156)

图版 I ~ X X

第一章 绪 论

马类(Equids)化石是第四纪沉积中的一类重要化石,除了早期存在三趾马(*Hipparion* 属)以外,真马(*Equus* 属)在第四纪马类化石中占据了主要地位。位于欧亚大陆东部的中国与整个大陆一样,在从早更新世初期一直延续至今的许多动物群、古人类遗址和现代环境中均有大量真马化石和现生代表存在。真马化石的分布从中国大陆南部的云南到北端的黑龙江,从西端的新疆到东端的台湾都有,因此对中国真马化石的研究具有重要意义。

对马类化石的研究一直是古脊椎动物学中一个迷人的内容,尤其是对北美地区从最早期的始祖马到最进步的真马的系统研究,为生物进化论提供了重要的化石证据。真马作为马类中唯一的现生代表,更受到广泛的重视。中国的真马化石研究也具有很长的研究历史,这些研究主要侧重于真马化石的形态描述和分类记录,对真马的系统演化和适应辐射略有论述。但是马类与其他动物一样,它们的活动是与其生存环境密切相关的,因此真马化石也是一种研究第四纪以来气候环境变迁的极其有用的材料。在欧洲,对真马与气候环境关系的研究已经比较深入,并且取得了很好的成果,但在中国这一方面的研究尚缺乏必要的深度和广度。

一、中国真马化石的研究简史

真马化石是中国,尤其是华北常见的哺乳动物化石之一。从古代开始,包括真马化石在内的哺乳动物化石被看作“龙骨”,是一种重要的中药材。因此,古代中国人对真马化石应该有所接触,但当时并未有关于龙骨中不同种类的详细记述,因此还谈不上科学的研究。

Equus 作为属名 1758 年由林奈(Linnaeus)在他举世闻名的《自然系统》(Syst. Nat.)第 10 版中命名,其模式种为普通马(*Equus caballus*),这一属中包括了现生的所有马科动物,即斑马、驴和狭义的马,它们最重要的共同特点是每只足上具有功能意义的指(趾)只有唯一的一个。Pallas 在 1774 年命名了生活在中国等地的蒙古野驴(*Equus hemionus*),野驴现在主要生活在中国、蒙古和中亚等地,因此这实际上是在中国命名的最早一个现生马科动物。1880 年俄国探险家 Przewalsky 在中国新疆的准噶尔盆地东部得到野生马类的标本,Poljakov 1881 年将其定名为普氏野马(*Equus przewalskii*),这实际上是在中国发现并命名的第二种马科动物。*E. hemionus* 和 *E. przewalskii* 在中国的第四纪地层中均为非常丰富的化石种类。

真正关于中国真马化石的论述,最早在 Lydekker 1882 年所著的《Siwalik and Narbada Equidae》一文中提及,这些标本采自与印度毗邻的西藏以及云南地区,但未作详细的论述。对中国真马化石的具体研究开始于日本人松本彦七郎(H. Matsumoto)1915 年的工作,他根据出土于河南安阳殷墟的一个孤立的上前臼齿订立了一个马属的新种细柱马(*Equus*

leptostylus)。当然,这个种后来被认为不成立(Teilhard *et al.*, 1936),但确实是真马。Teilhard 等 1930 年发表了关于泥河湾动物群的研究报告,建立了三门马(*Equus sanmeniensis*)。在此之前,Teilhard *et al.*(1928)还将萨拉乌苏动物群的马属化石归入普氏野马和蒙古野驴。Teilhard 等关于中国马属化石的文献对后人有很大的影响。实际上,迄今被报道最多的中国真马化石即是三门马、普氏野马和蒙古野驴这 3 种。Zdansky 于 1935 年发表了《马及其他奇蹄类》的专著,这是关于中国真马化石最早的一本专著,这本书所依据的标本即采自华北各地,现保存在瑞典乌普萨拉的拉氏藏品(Lagrelus Collection),书中主要描述了产自河北、河南、山西、山东等地丰富的三门马化石。Hopwood 于 1936 年在论述欧洲和亚洲的普通马型(caballine)和斑马型(zebrine)时也讨论了中国三门马。Colbert 1940 年研究了 Granger 于 1932 年在云南元谋发现的马和其他哺乳动物化石,将其中的马类定名为云南马(*Equus yunnanensis*)新种,并认为它与缅甸上伊洛瓦底的马化石很相似。

解放后,对中国真马化石的研究又有新的发现,除了在许多第四纪地层中发现大量真马化石外,也建立了一些新种。周明镇等于 1959 年根据山西平陆的标本建立了黄河马(*E. huanghoensis*); 1963 年刘后一在重新整理周口店地区发现的马类化石时,在其中识别出一个新种,即北京马(*Equus beijingensis*); 刘东生等于 1962 年在一篇讨论中国黄土的文章中,提出了一个新种名午城马(*Equus wuchengensis*),但一直未正式发表详细的描述和图版;周信学等 1985 年根据辽宁复县古龙山的材料建立了新种大连马(*Equus dalianensis*)。

在国外,一些研究者继续根据解放前发现并运往国外博物馆收藏的标本对中国真马化石进行研究,法国的 Eisenmann 于 1975 年根据收藏于巴黎的泥河湾藏品建立了泥河湾地区的第二个真马种德氏马(*Equus teilhardi*)。Azzaroli 于 1982 年根据保存在纽约的 Frick 藏品认为中国有古马(*Equus stenorhinus*)分布。Forsten 于 1986 年根据保存在乌普萨拉的拉氏藏品和中国一些研究机构的标本撰写了《中国的真马化石》专著,对中国真马化石的分类作了比较系统的总结。

裴文中等于 1961 年对在元谋新发现的马类化石作了详细研究,尤玉柱等于 1973 年又在元谋发现了一批保存较好的云南马标本,对云南马的分类、分布和演化作了进一步的讨论。其后,刘后一等(1974)和尤玉柱等(1978)对云南马化石作了更多的研究和报道。刘后一(1961)发表了讨论马属颊齿长宽系数的文章,他在 1973 年还对周口店第 1 地点的马化石进行了全面的整理。

如前所述,在中国第四纪的许多动物群和古人类遗址中均有马属化石发现,因此,在论述这些地点的文章中大多涉及到马属化石,此类文章非常丰富,代表了中国真马化石广泛的地理和时代分布,在这里显然无法一一列举,只能举例说明,如 Teilhard (1936, 1941)和裴文中(1939, 1940)对周口店,胡长康等(1959)对东北榆树动物群,计宏祥(1974, 1975, 1976)对蓝田地区,丁梦麟等(1965)对甘肃庆阳地区,周明镇等(1965)对山西临猗,裴文中等(1958)对河北迁安爪村,祁国琴(1975)对内蒙古萨拉乌苏,周本雄等(1959)对青海共和,汤英俊等(1983)对河北蔚县大南沟,薛祥煦(1982)和邓涛等(1998b)对甘肃环县楼房子,徐钦琦(1987)对黑龙江哈尔滨阎家岗,徐钦琦(1990)对辽宁复县古龙山,汤英俊等(1995)对河北阳原小长梁,高健为(1982)对台湾澎湖,邓涛等(1999a, b)对甘肃庆阳巴家嘴等地动物群中的马类化石,邓涛(1999a, b)对中国的普氏野马化石均作了比较详细的研究和报道。

二、材料和方法

本书的研究材料主要是收藏于西北大学地质系的真马化石标本，标本全部由薛祥煦采集，全部化石共计 400 余个编号，其中除少数比较破碎的标本外，全部作了尽可能详细的测量。测量方法依据 1981 年在纽约会议上讨论通过、并于 1988 年正式出版的一套统一对真马(*Equus* 属)和三趾马(*Hipparion* 属)进行描述和测量的方法(Eisenmann *et al.*, 1988)。术语的使用，本文中尽可能采用 Sisson 1962 年的《家畜解剖学》(中译本)中的名称。对于其中没有术语，如对于马牙的描述，现代马显然比化石马简单得多，大量马属颊齿构造的中文名称尽量参考邱占祥等《中国的三趾马化石》(1987)中的用法。

本书研究的主要材料来自中国北方，尤其是西北地区，也有少量中国其他地区的材料，其中一大批保存完好，头骨、肢骨、牙齿较为丰富的标本采自甘肃庆阳巴家嘴；另一批数量众多，以孤立颊齿和肢骨为主的材料采自甘肃环县楼房子，薛祥煦(1982)曾对整个动物群作过正式研究，鉴于其中的马属化石非常丰富，本书因此专门进行了深入的研究。各主要化石地点位置见图 1。

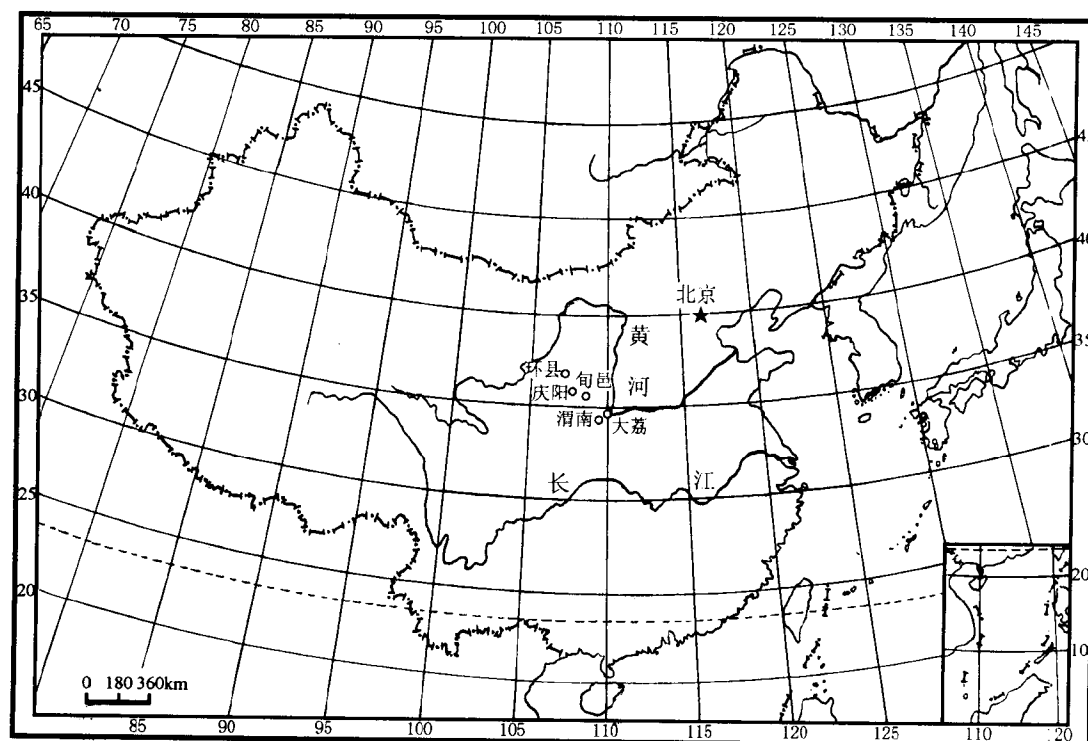


图 1 本文研究的主要化石材料产地位置

Fig.1 Main fossil localities of the genus *Equus*

进一步详细研究中国真马化石的系统分类和演化仍然具有非常重要的意义，同时根据

这些化石来研究第四纪以来的气候环境变迁是一个需要充实，甚至可以说是填补的工作。全球变化对人类的生存和可持续发展至关重要，第四纪地质学家们已经从许多其他的地质记录中寻找大量气候环境变迁的记录，而数量丰富、分布广泛、时代连续的真马化石无疑是一个重要的研究对象(邓涛，1995，1999a, b; 邓涛等，1996a, 1997a, b, 1998; 董军社等，1998)。因此，对中国真马化石及其所反映的气候环境变迁的研究则具有更重要的理论和现实意义。

第二章 庆阳巴家嘴动物群的马属化石

巴家嘴位于甘肃庆阳, 1961 年薛祥煦和王永焱在此采得大量哺乳动物化石, 化石产于剖面底部的砂层中, 时代为早更新世早期(王永焱等, 1966, 1982), 化石种类非常丰富, 包括直隶狼(*Canis chihliensis*)、贾氏獾(*Meles cf. chiai*)、桑氏鬣狗(*Hyaena cf. licenti*)、剑齿虎(*Megateron sp.*, *Epimachairodus sp.*, *E. cf. crenatidens*)、野猫(*Felis sp.*)、长鼻三趾马(*Hipparion cf. sinensis*)、拟李氏猪(*Sus cf. lydekkeri*)、大角鹿(*Megaloceros sp.*)、鹿(*Cervus sp.*)、羚羊(*Gazella sp.*)、拟中国羚羊(*G. cf. sinensis*)、古野牛(*Bison palaeosinensis*)、牛科(Bovidae)、麝鼠(*Myospalax cf. arvicolinus*)、丁氏麝鼠(*Myospalax tingi*)以及大量马属(*Equus*)化石, 包括大量头骨、颊齿和肢骨, 我们在本书中专门研究了这些马属化石。

一、庆阳马 *Equus qingyangensis* Deng et Xue, 1999

(图版 I ~ V, VI, 2~4, VII, 1~4, VIII, 1~4; 表 1~6)

正型: NWUV 1128, 头骨中后段, 吻部自 P^2 以前断失, 无法判断其性别和确切年龄, 根据 M^3 已磨蚀很深、 P^2 的齿冠大约仅有 30 mm 高, 估计年龄为 12 岁左右, 枕骨基部以后断失, 背面额骨以前剥落。标本由薛祥煦于 1961 年在庆阳巴家嘴采集, 现藏于西北大学地质系。

其他标本: (1) NWUV 1134, 下颌骨中前部, 雄性, 年龄约 8 岁左右, 左侧自 M_3 以后断失, 右侧自 M_1 以后断失。(2) NWUV 1129, 头骨, 雄性, 自犬齿以前断失, 标本受侧向挤压而严重变形;(3) NWUV 1130, 头骨, 雄性, 枕部断失, 标本受侧向挤压而变形;(4) NWUV 1131, 头骨, 幼年, 仅保留上颌骨接近前臼齿槽的部分, 带有左右侧完整的乳齿列, 中度磨蚀;(5) NWUV 1132, 头骨, 幼年, 前部自 dP^1 之前断失, 后部保留基结节以前部分, 其余部分也多处破损;(6) NWUV 1133.1, 头骨, 幼年, 仅保存上颌骨残部, 右齿列 dP^4 以前断失;(7) NWUV 1135, 下颌骨, 幼年, 吻部断失;(8) NWUV 1133.2, 下颌骨, 幼年, 上升枝断失;(9) NWUV 1136, 下颌骨, 幼年。此外, 还有带齿列的上颌残部 8 件, 带齿列的下颌残部 14 件, 吻端残部 7 件, 孤立上乳齿 35 枚, 孤立下乳齿 15 枚, 孤立门齿 8 枚。

特征: 一种中等尺寸的马, 面嵴前端位于 P^4 的中附尖位置, 腭管前孔位于 M^3 中部或 M^2 与 M^3 的交界处, 鼻颌切迹底部位于 P^2 后部的上方位置, 眶前窝浅且边界不清, 沿鼻骨中缝有深沟。颧髁前缘与眶后突不在一条垂线上, 两者之间有 12 mm 宽的距离。上颊齿尺寸中等, 原尖较长, 马刺不发达, 在大多数成年个体上均无马刺。下颊齿内谷呈典型的 V 形, 外谷深, 在白齿上深入双叶颈内且常与内谷底接触, 以致内、外谷底变为平底形。肢骨纤细, 是欧亚大陆上肢骨最纤细的早期马类。

地理分布: 华北及西北地区。

地质时代：泥河湾期。

描述：

1. 头骨

头骨正型的 NWUV 1128 保存不是很完整，但重要的是它未受挤压变形，NWUV 1130 和 NWUV 1129 保存部分比正型标本多，但受到强烈的侧向挤压，因此正型标本缺失部分的特征可以从这两件标本上弥补。NWUV 1132 和 NWUV 1133.1 为两个幼年个体的头骨中段，可以识别早期一些未愈合或愈合程度较轻的骨缝，并对头骨形态的确认作一个补充。

枕骨：侧部的枕髁稍倾斜，左右髁的背侧分开较宽，距离约为 42 mm，而腹侧的髁间切迹很窄，仅隔一小间隙。关节面中央具有一横嵴，这是由于关节面上、下轴向倾斜急峻形成的，嵴将髁分为上小下大的两个部分。脑腔面凹而光滑。髁的侧下方副乳突粗强，向下后方突起，后宽前窄，后缘有一个垂向的凹槽和相伴的两条嵴，整个副乳突外面粗糙而隆凸。在副乳突与枕髁之间的髁状窝为一光滑的凹陷，窝壁靠近枕髁之下还有一个小一些的凹陷。基部腹面圆隆，正中央有一突起不高的纵嵴，延伸到基结节处；外缘薄锐，形成破裂孔的边缘，前端与蝶骨体已完全愈合，二骨结合部下方的基结节表面粗糙；基部的侧面朝向侧下方，基结节隆起很弱。枕大孔宽度比高度要大些，即枕大孔呈横的椭圆形。

蝶骨：蝶骨体圆柱状，上下压扁，腹面横轴方向隆凸，后缘在基结节处与枕骨相接，前缘犁骨掩盖处呈舌状相接。眶翼的外侧面为凸面，颞翼外表呈不规则的四方形，翼管位于颞翼靠近蝶骨体处，翼状嵴高耸，但仍能从腹面看到翼管后孔的下部外边缘，颞翼在翼管上方略微凹陷，但整个部分比较平缓。

顶骨：顶骨与其相邻骨的接缝都难于辨认，顶面隆凸，标本由于受挤压，无法观察到顶外嵴。

额骨：鼻额部的额面近扁平而光滑，额外嵴前部有一切迹。额骨背面中央平坦的部分相当宽阔，额面自眶后收缩处向两侧轻微倾斜，眶上孔和眼眶上缘只略低于额面。额部的蝶切迹其轮廓在我们的标本中无法准确识别。幼年个体中，额骨内缘与对侧同骨相接合的额缝清晰，前缘左右的鼻额缝呈尖角在前端会合，额泪缝、蝶额缝、额腭缝和额上颌缝在幼年标本中都可以识别，但成年标本中则很模糊。

颞骨：颞突末端变尖，叠覆在颞骨的颞突之上，其最前端位于眼眶的一半之处，颞突在头骨的相对位置较低。颞髁呈横椭圆形，颞髁前缘到眶后突后缘之间大约有 12 mm 的距离，从这点看，庆阳马表现得比较原始，因为马属中其他种的颞髁前缘与眶后突后缘几乎在同一垂线上(邱占祥等，1987)。颞髁略向外突，为头骨腹面的最宽处，关节窝中部深，向内侧变浅。后突由颞鳞后部突出，颞嵴粗强，岩部由于标本受挤压，形状无法判断，外耳突破碎，但可以看出它的相对位置。

上颌骨：骨体前方略凹而后方突，面嵴高耸，其前端位于 P^4 中附尖位置的上方，距齿槽的垂直距离约 24 mm，面嵴的后方与颞骨的颞突在一条线上。眶下孔位于面嵴前端上方稍靠前处，孔的中心距面嵴前端的距离约 55 mm，距上颌骨上缘约 22 mm，眶前窝浅且边界不清。背缘为不整鳞状，前部有沟，后部倾斜，背缘距鼻颌切迹约 17 mm。腹缘的齿槽前方有容纳狼齿的小齿槽，齿槽结节粗大，上颌结节圆隆，距 M^3 后缘的长度约 55 mm，内方的上颌隐窝又大又深，窝内下缘上方约 10 mm 有一横嵴。腭突上腭沟自 P^3 前缘开始，越往后越深，在 M^3 原尖末端对应位置与腭管前孔相接，腭沟外缘距齿槽约 11 mm，腭中缝在