

中国陆相中新统谢家阶^①

邓涛¹⁾ 王伟铭²⁾ 岳乐平³⁾

(1) 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所 北京 100044; 2) 中国科学院南京地质古生物研究所 江苏南京 210008; 3) 西北大学地质系 陕西西安 710069)

摘要: 谢家阶一名最初在1984年提出,1999年第二届全国地层委员会正式提出依据谢家阶建立对应的年代地层单位——谢家阶,阶名源自同名岩石地层单位谢家组。谢家阶的层型剖面在青海省湟中县田家寨乡谢家村北1km处的车头沟,谢家阶对应于国际地层表中的海相Aquitainian阶,其共同的底界定义为古地磁Chron C6Cn.2n的底界,年龄为23.0 Ma。古地磁研究结果显示在谢家剖面谢家阶的底界位于马哈拉沟组上部的棕红色块状泥岩连续沉积中,距上覆的谢家组底48m。生物地层学的综合分析表明谢家阶包含3个哺乳动物群单位,即NMU 1—3。谢家剖面上发现的谢家动物群相当于NMU 2,新疆准噶尔盆地北缘的索索泉动物群和甘肃兰州盆地的张家坪动物群分别相当于NMU 1和NMU 3。

关键词: 谢家阶,中新统,层型剖面,生物标志,古地磁年龄,中国

中图法分类号: P 534.62 文献标识码: A 文章编号: 0253-4959(2006)04-0315-08

地质部青海省地质局石油普查队于1978年在青海省湟中县田家寨乡谢家村北1km处的车头沟命名了谢家组。谢家组原与马哈拉沟组一起,作为分布于青海东部和甘肃南部古近系西宁群的一部分。二十世纪70年代,青海省地质局石油普查队细分西宁群为47层,把第34—40层指定为谢家组,并划分出含哺乳动物化石和石膏岩较少的上段及含石膏岩较多的下段。谢家组的层位介于上覆的中中新世车头沟组棕黄色块状泥岩与下伏的渐新世马哈拉沟组浅棕色、浅黄棕色砂泥岩夹石膏岩之间。李传夔、邱铸鼎(1980)首次正式使用“谢家组”一名,并根据岩性及所含的哺乳动物化石,将谢家组限定于西宁群的上段(第38—41层),时代确定为早中新世。

李传夔、邱铸鼎(1980)在谢家组中发现的一批以小哺乳动物为主的化石,命名为谢家动物群,这是在中国发现的第一个早中新世哺乳动物群。随后,李传夔等(1984)以谢家动物群为代表命名了中国新近纪分期中的谢家期,时代为早中新世,大致相当于欧洲陆生哺乳动物分期的Agenian期(MN 1—2)。邱占祥、邱铸鼎(1990)把甘肃兰州、张家坪、椒子沟、西水、新疆索索泉、沙洼,以及内蒙古乌尔图等动物群都归入谢家期,并将谢家期的上限延长至与MN 3相当。童永生等(1995)重新明确了谢家期与Agenian期的对比,其时限仍然与MN 1—2相当,年龄推

测为24—21Ma。

1999年第二届全国地层委员会正式提出建立“谢家阶”的年代地层单位,其时限与中国陆生哺乳动物分期的谢家期对应(全国地层委员会,2001)。然而,这种“阶”是很初步的,是在哺乳动物分期的基础上建立的,并没有提出“阶”的底界定义,也就没有底界的准确年龄和严格生物标志,“阶”的层型剖面也未指定。基于这种情况,本项研究的目的是按照国际标准和程序开展谢家阶的建阶工作,解决上述问题,以便确立和完善全国统一的、并与国际接轨的新近纪年代地层系统。

一、谢家阶的层型剖面

谢家村属青海省湟中县田家寨乡,位于湟中县城东26km处,距西宁市直线距离仅13km(图1)。西宁盆地是青藏高原东北缘一个东西向延伸的拉分盆地,位于青海省东端,往东从民和伸入甘肃,西达日月山麓,南以拉脊山为界,北至乐都—互助一线。新近纪的喜马拉雅运动使该地区弱隆起,中新世以后构造活动强烈,陆内汇聚作用加剧,形成了断裂控制下的盆地,堆积了偏红色的厚层新生代冲积湖—盐湖相沉积,厚度超过2500m(李传夔等,1981)。谢家组在西宁盆地分布比较广泛,岩性稳定,厚度变化不大,一般厚100—150m(李云通等,1984)。谢家组

^① 全国地层委员会中国新近系地层建阶研究项目、国家自然科学基金重点项目(No. 40232023)和国家重点基础研究发展规划项目(2006CB806400)资助。

文稿接受日期: 2006-05-15; 修改稿收到日期: 2006-05-30。

第一作者简介: 1963年8月生,男,四川宜宾人,博士,研究员,从事晚新生代哺乳动物、生物地层和环境演变研究。http://www.cnki.net

的命名剖面位于谢家村北的车头沟内,谢家动物群发现于谢家组下部的灰绿色泥岩透镜体中(图2)。谢家阶的层型剖面位于车头沟北端尽头陡立的山坡处,剖面中点位置的地理坐标为 101°50' 58.9" E、36°31' 44.0" N,海拔 2388m,从坡脚到山顶依次发育马哈拉沟组、谢家组、车头沟组和咸水河组。谢家组与马哈拉沟组和车头沟组均为整合接触。

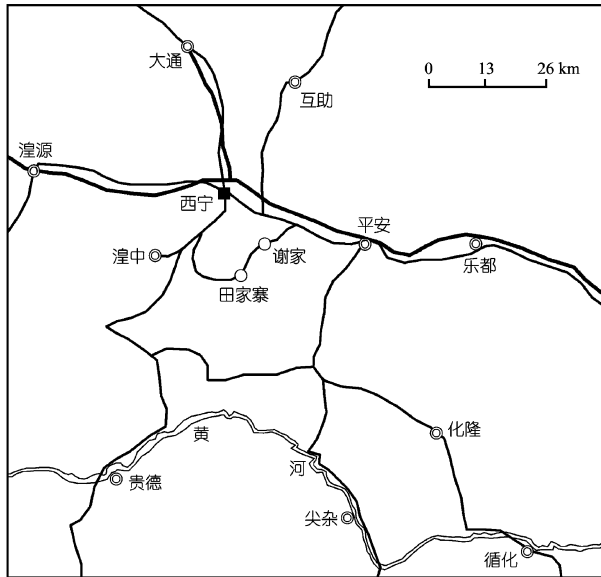


图1 青海湟中谢家地点的地理位置

Fig. 1 Geographic location of the locality Xiejia in Huangzhong, Qinghai

谢家剖面岩层出露良好,层序清楚,构造简单。岩层北倾,倾角一般为 10°—20°;马哈拉沟组下部可达 60°。笔者实测的谢家剖面厚 251.5m,岩层自上而下为:

车头沟组(下部)

10. 浅灰绿色、棕灰色粉砂岩 1.8 m

9. 棕红色、浅棕色块状泥岩,少量泥岩中见青灰色泥岩团块,夹有青灰色泥岩条带。中部见似结核状椭圆形泥岩块。产介形类化石: *Limnocythere* sp., 轮藻化石: 咸水河组

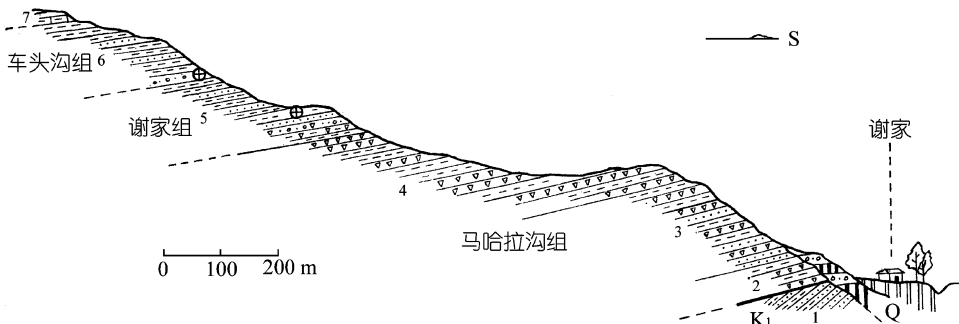


图2 青海省湟中县谢家村车头沟第三系剖面(据李传夔、邱铸鼎,1980)

Raskyaechara sp., 孢粉化石: *Potamogeten-Piceapollenites* 为代表的组合 27.8m

8. 青灰色、棕灰色粉砂岩与棕色、棕红色块状泥岩互层。在棕色泥岩中可见石膏晶粒

1.0m

7. 浅棕色、浅黄棕色块状泥岩,夹有青灰色泥岩条带(厚约 5—10cm)

24.4m

6. 棕灰色细砂岩,具平行层理。产哺乳动物化石: *Cricetodon* sp., ? *Eumyarion* sp.

2.4m

—— 整合 ——

谢家组

5. 棕色、红棕色块状泥岩,局部见青灰色泥岩团块,含石膏晶粒,具次生石膏岩脉,夹灰绿色泥岩条带。顶部为灰绿色泥岩与红棕色泥岩互层。产介形类化石: *Ilyocypris* sp., 轮藻化石: *Charites minutissima*, 孢粉化石: *Piceapollenites-Ulmipollenites* 为代表的组合

47.5m

4. 灰绿色、黄绿色泥岩,夹大量小石膏晶粒。产介形类化石: *Cyprinotus* sp., *Ilyocypris sublevs*, 轮藻化石: *Maedlerisphaera chinensis*

5.1m

3. 棕红色、浅棕色、棕黄色块状泥岩,表面多现黑色铁锰质薄膜,内部偶尔可见青灰色泥岩团块、石膏小晶粒,发育有柱状次生石膏岩脉。底部为青灰色泥岩条带(厚约 5—10cm),板状、浅红色、透明—半透明、参差不齐石膏层。产哺乳动物化石: *Sinolagomys pachygnathus*, *Atlantoxerus* sp., *Eucricetodon youngi*, *Parasminthus xiningerensis*, *P. huangshuiensis*, *P. lajeensis*, *Yindirtemys suni*, *Tachyoryctoides kokonorensis*, *Sinopalaeoceros xiejiaensis*, ? *Diacrateratherium* sp.

59.9m

—— 整合 ——

马哈拉沟组(上部)

2. 棕红色块状泥岩, 内部发育柱状次生石膏岩脉 60m
1. 浅灰色、灰绿色石膏岩夹浅棕红色、灰绿色泥岩、石膏晶质泥岩。局部见板状石膏岩脉。地层倾斜逐渐加剧, 倾角可达 60 左右 21.6m

二、生物群特征及其对比

谢家阶层型剖面中的生物群以哺乳动物, 尤其是小哺乳动物为特色。谢家动物群产于一个长约 3m, 高仅 0.5m 的灰绿色泥岩透镜体中。该透镜体位于层型剖面南侧 500m 处, 详细追索的结果显示其位置相当于层型剖面第 3 层的中部。

谢家动物群是我国发现的第一个早中新世哺乳动物群, 李传夔、邱铸鼎(1980)描述了以小哺乳动物为主的化石, 当时包括 10 属 14 种。邱铸鼎等(1981)又记述了发现于湟中县总寨南川河谢家组中的一种啮齿类化石。邱占祥等(Qiu *et al.*, 1999)将谢家动物群归入他们建立的新近纪哺乳动物群单位(NMU)中的第二带, 即 NMU 2, 并对化石进行了修订, 其组成包括肿颌中华鼠兔(*Sinolagomys pachygnathus*)、阿特拉旱松鼠(*Atlantoxerus* sp.)、杨氏真古仓鼠(*Eucricetodon youngi*)、西宁副蹶鼠(*Parasminthus xiningensis*)、湟水副蹶鼠(*P. huangshuensis*)、拉脊山副蹶鼠(*P. lajeensis*)、孙氏阴河鼠(*Yindirtemys suni*)、青海拟速掘鼠(*Tachyoryctoides kokonorensis*)、谢家中华古羊(*Sinopalaeoceros xiejiaensis*)、并角犀(? *Diaceratherium* sp.) 等。

李传夔等(1981)认为: 谢家动物群在分类上属一级的绝大部分与晚渐新世塔本布鲁克动物群共有, 而种一级两者则完全不同; 谢家动物群的 *Sinolagomys* 和 *Tachyoryctoides* 等在形态上都比塔本布鲁克动物群的相应种类进步, 这种形态上的祖裔关系反映出谢家动物群比塔本布鲁克动物群的时代要晚; 谢家动物群中缺少 *Desmatolagus* 和 *Tsaganomys* 等一些古老种类, 也说明它的时代不可能早于塔本布鲁克动物群。谢家动物群的 *Eucricetodon* 与其他大陆所共有, *E. youngi* 在层位上可能相当于欧洲的 *E. aquitanicus* 带(MN 2) 或 *E. infralactorensis* 带(MN 3), 即 Aquitanian 期—Burdigalian 早期。因此, 谢家动物群早于山旺动物群而晚于塔本布鲁克动物群, 时代为早中新世, 可能相当于欧洲的 Aquitania—Burdigalian 早期, 或 MN 2—4。此后不久, 李传夔等(1984)将与 *E. youngi* 相近的 *E. aquitanicus* 引用为 MN 1—2 的陆相 Agenian 阶。

邱占祥、邱铸鼎(1990)认为: 谢家动物群修订后的种类中, *Parasminthus lajeensis* 等比塔本布鲁克动物群的同属各种的个体大, 齿冠高, 在牙齿的构造上也更进步一些; 谢家动物群的 *Diaceratherium* 与欧洲 Lagnac 层(MN 2b)的 *Diaceratherium aginense* 最为接近。他们的结论是谢家动物群在时代上大约晚于兰州动物群, 即明确了谢家动物群不是中新世最早期的动物群。

兰州动物群是邱占祥、谷祖刚(1988)发表的, 修订后称皋兰山动物群, 化石包括 *Metexallerix gaolanshanensis*、*Tataromys sigmodon*、*Yindirtemys grangeri*、*Y. suni*、*Tsaganomys* cf. *altaicus* 和 *Aprotodon* sp. (Qiu *et al.*, 1999)。邱占祥、邱铸鼎(1990)认为: 皋兰山动物群的性质与欧洲相当于海相 Aquitanian 期的哺乳动物群相似, 其主要成员为一部分更为进化或特化的渐新世分子, 而无典型的中新世新迁入的成分, 如象类和安琪马等, 而 *Tataromys* 和 *Tsaganomys* 等都是中、晚渐新世常见分子。皋兰山动物群的短面獾 *Metexallerix* 比蒙古中渐新世 Hsanda Gol 动物群中的 *Exallerix* 要进步得多, *Metexallerix* 在特化的程度上与北美最早的短面獾 *Brachyerix* 差不多, 而 *Brachyerix* 最早的记录不超过 21 Ma。这样, 皋兰山动物群被认为相当于欧洲的 MN 1, 同时归入这一时代的动物群还包括新疆准噶尔盆地北缘乌伦古河流域索索泉组和准噶尔盆地南缘沙洼组中的动物群。

然而, 邱占祥等(Qiu *et al.*, 1999)根据索索泉动物群中的 *Metexallerix* 比皋兰山动物群中的短面獾更原始的特点, 将皋兰山动物群修正为与欧洲的 MN 2 相当, 也被归入 NMU 2。这样, 在中国的中新世哺乳动物群中仅有索索泉动物群被认为与 MN 1 相当, 属于 NMU 1。

王伴月、齐陶(1989)和童永生(1989)描述了索索泉组中的一些属种, 童永生等(1990)综合报道了包括索索泉组在内的新疆准噶尔盆地北缘的第三纪地层和哺乳动物化石。准噶尔盆地北缘乌伦古河北岸铁尔斯哈巴合剖面的第三系沉积底部未出露, 由下至上包括上渐新统铁尔斯哈巴合组、下中新统索索泉组和中中新统哈拉玛盖组。铁尔斯哈巴合组为棕色泥岩与土黄色含砾砂岩互层, 厚 30m。索索泉组为棕红色泥质粉砂岩和砂岩, 上部有灰白色砂岩, 底部为褐紫色砂砾岩。叶捷等(2001)的研究显示索索泉组中包含了上、中、下 3 个动物群, 其中的上部动物群属中中新世最早期。

索索泉底部动物群中包括 *Amphechinus* sp.、

Sinologomys cf. *kansuensis*, *Plesiosminthus* sp., *Litodonomys* sp., *Heterosminthus* sp., *Pseudoheridomys* sp., *Democricetodon* sp., Tachyoryctoididae gen. et sp. indet., Sciuridae gen. et sp. indet. 和 *Palaeogale* sp., 其中 *Sinologomys* cf. *kansuensis*, *Plesiosminthus* sp. 和 *Pseudoheridomys* sp. 是晚渐新世出现的属种, 也见于索索泉组下伏铁尔斯哈巴合组的晚渐新世动物群中。 *Heterosminthus*, *Litodonomys* 和 Tachyoryctoididae gen. et sp. indet. 也在亚洲晚渐新世动物群中出现, 但索索泉底部动物群中的类型其形态特征已明显分化。 *Democricetodon* 在欧洲最早出现于 MN 4 (Mein, 1999), 但在亚洲最早出现于蒙古 Loh 组的渐新世-中新世过渡层 (Biozone D) 中 (Höck et al., 1999)。 Biozone D 中的特征种 *Tachyoryctoides kokonorensis*, *Litodonomys* sp. 和 *Democricetodon* sp. 等在进化水平上与索索泉组底部动物群中的共有属种相当。

索索泉组中部动物群即狭义的索索泉动物群, 其组成包括 *Metexallerix junggarensis*, *Amphichinus bohlini*, *A. cf. minimus*, *Atlantoxerus* sp., *Palaeosciurus* sp., *Prodistylomys xinjiangensis*, *Cricetodon* sp., *Tachyoryctoides obrutschewi*, *T. pachygnathus*, *Parasminthus* sp., *P. cf. asiaecentralis*, *Litodonomys* sp., *Sinologomys ulungurensis*, *Palaeogale* cf. *sectoria*, *Aprotodon* sp. 和 Cervidae gen. et sp. indet. (叶捷等, 2001)。 其中的猬类 *Amphichinus bohlini* 和 *A. cf. minimus*, 林跳鼠 *Parasminthus* sp. 及拟速掘鼠 *Tachyoryctoides obrutschewi* 和 *T. pachygnathus* 与甘肃晚渐新世塔本布鲁克动物群相比, 较为进步。 索索泉的 *Sinologomys ulungurensis* 的牙齿较塔本布鲁克的几个中华鼠兔更接近后期鼠兔类, 由此可以推论索索泉动物群比塔本布鲁克动物群的时代更晚 (童永生, 1989)。 索索泉动物群中的巨獠犀 *Aprotodon* sp. 也存在于兰州盆地的早中新世地层之中, 准噶尔短面猬 *Metexallerix junggarensis* 的牙齿形态则明显地较兰州早中新世的 *M. gaolanshanensis* 原始, 而较蒙古晚渐新世的 *M. hsandagolensis* 明显进步, 在进化水平上更接近 *M. gaolanshanensis*。 此外, 该动物群中有 *Cricetodon* sp., 目前这个属最早出现在土耳其早中新世的 MN 1 (de Bruijn & Ünay, 1996)。 索索泉动物群被归入 NMU 1, 与 MN 1 相当 (Qiu et al., 1999; 邓涛, 2006)。 显然, 索索泉动物群可以作为谢家阶底界最好的生物标志。

邱占祥等 (1990) 报道了在甘肃临夏盆地椒子沟

组发现的哺乳动物化石, 包括 *Gomphotherium* sp., *Dzungariotherium orgosense*, Rhinocerotidae gen. et sp. indet. 和 *Paraentelodon macrogathus*。 象是最可靠的新近纪的代表, 它在欧亚大陆的出现不早于 Burdigalian 早期 (相当于 MN 3)。 所以, 尽管其他的化石都是典型的晚渐新世种类, 椒子沟组的时代还是因为象的出现而被定为早中新世。 然而, 象的标本仅有一段门齿, 是从药材收购站得到的, 据说出于椒子沟。 近年来笔者在临夏盆地的他拉、牙沟和椒子沟一带进行了反复的调查和挖掘, 发现的化石全部是晚渐新世的种类, 没有任何象化石存在的迹象。 另一方面, 邱占祥等 (1990) 报道的其他种类在新材料中相当常见, 笔者还发现了不少新的晚渐新世巨犀动物群成员。 因此, 有理由相信原来的那段象门齿可能是混入椒子沟组化石中的 (邓涛等, 2004; Deng et al., 2004)。 如果排除了象牙的存在, 椒子沟组中发现的化石都应该是渐新世的, 因此临夏盆地的新生代沉积的最底部的一个主要化石层位应该是晚渐新世, 而不是早中新世 (邱占祥等, 2004a, b)。

实际上, 相当于谢家阶最上部的一个哺乳动物生物带 NMU 3 以甘肃兰州盆地咸水河组中段的棕色块状泥岩和灰白色砂岩所含张家坪动物群为代表 (Qiu et al., 1999)。 张家坪动物群包括 *Sinologomys* sp., *S. kansuensis*, *S. pachygnathus*, *Tachyoryctoides* sp., *Tataromys* sp., *T. plicidens*, *Yindirtermys* sp., *Y. gobiensis*, ? *Sayimys* sp., *Hyaenodon weilini*, *Ictiocyon* cf. *socialis*, Musteloidea gen. et sp. indet., Amphicyonidae gen. et sp. indet., Proboscidea gen. et sp. indet., Indricotheriinae gen. et sp. indet., *Aprotodon lanzhouensis*, *Phyllotillon huangheensis*, Cervidae gen. et sp. indet. 和 Bovidae gen. et sp. indet. (Qiu et al., 1999; Wang et al., 2005)。 尽管在属级水平上尚无法进行鉴定, 但长鼻类化石在张家坪的首次出现是该动物群年龄的一个重要标志。 张家坪动物群主要由渐新世的延续种类构成, 其中最具有代表性的类型是巨犀和塔塔鼠类。 在动物群组成上, 张家坪动物群可以很好地与哈萨克斯坦的 Aralian 组和巴基斯坦的 Bugti 层对比。 张家坪动物群中的巨獠犀 (*Aprotodon lanzhouensis*) 比 Aralian 动物群中的 *A. borissiakii* 更加特化, 但比 Bugti 层中的种类原始 (邱占祥等, 1997)。 张家坪动物群中的爪兽 *Phyllotillon huangheensis* 也比 Bugti 层中的 *P. naricus* 小而原始。 因此, 张家坪动物群在时代上应晚于 Aralian 动物群而早于 Bugti 动物群。 张家坪动物群中长鼻类

的存在和 *Democriceton-Megacricetodon* 组合的缺失显示这两组动物在兰州盆地并不同时出现, 这个特点可能在整个亚洲北部都是如此。

综合来看, 谢家阶(期)的哺乳动物演化特征表现为: 渐新世常见的圆柱鼠科(*Cylindrodontidae*)、塔塔鼠科(*Tataromyidae*)、拟速掘鼠科(*Tachyoryctoididae*)、双柱鼠科(*Distylomyidae*)和雷兽科(*Brontotheriidae*)等在谢家期极少或不再出现, 塔塔鼠科、犀科中的巨犀亚科(*Indricotheriinae*)和牛科中的中华古羊(*Sinoplaeoceros*)在谢家期最后一次出现, 此后即消失。除晚期可能出现了象类外, 在谢家期还没有发现较典型的中新世成员。谢家期的所有已知属都为渐新世残存下来的成员, 但它们的种都比渐新世相应属的种进步。因此, 可以认为谢家期动物群属于贫化和特化了的渐新世动物群, 具有从渐新世向中新世动物群过渡的特色(童永生等, 1995)。

青海西宁盆地的谢家组中还含有介形类的土星介(*Ilyocypris sublevs*)、美星介(*Cyprinotus* sp.)等, 轮藻类的小似轮藻(*Charites minutissima*)、中华梅球轮藻(*Maedlerisp haera chinensis*)等。谢家组所含的孢粉组合是以被子植物为主(占 37—94%)、裸子植物较少(占 5—6%)、孢子极少(占 3.5%以下)的云杉粉-榆粉(*Piceapollenites-Ulmipollenites*)组合为代表, 其中 *Ulmipollenites* 占优势, *Piceapollenites* 为主要成分(李云通等, 1984)。

笔者最近又在谢家组的下部和中部分析出较为丰富的孢粉, 表明下部孢粉植物群以被子植物榆科(*Ulmaceae*)、桦木科(*Betulaceae*), 以及旱生的藜科(*Chenopodiaceae*)和蒺藜科(*Zygophyllaceae*)成分为主, 其他草本植物成分还有菊科(*Asteraceae*)和禾本科(*Poaceae*)等; 裸子植物松科(*Pinaceae*)和杉科(*Taxodiaceae*)也有相当的数量, 其中, 松科花粉主要含云杉属(*Picea*)、铁杉属(*Tsuga*)和松属(*Pinus*)等, 裸子植物花粉的含量在中部明显增加, 尤其是云杉属、松属和杉科分子, 铁杉属含量则减少; 被子植物花粉的含量降低、类型变得较为单调, 除榆科和桦木科外, 蒺藜科花粉的含量明显下降, 藜科花粉已不再出现, 草本植物主要以禾本科花粉为代表。孢粉植物群特征与我国中新世早期的变化规律(王伟铭, 1990; Wang, 1994)基本一致。但本次研究结果同时表明, 谢家组中部孢粉组合所指示的湿度较下部有较明显的增加。

三、谢家阶的底界和顶界

根据定义, 中国新近系下中新统谢家阶应与国

际地层年表中的 Aquitanian 阶对比(邓涛, 2002)。Aquitanian 阶是中新统的第一个阶, 其底界即新近系底界, 或古近系-新近系界线。

Aquitanian 阶的全球界线层型剖面 and 点位(GSSP)已经确立, 其底界被确定在意大利 Al-lessandria 省 Carrosio 村的 Lemme-Carrosio 剖面距剖面顶部 35 m 处。底界的生物标志中, 深海有孔虫 *Uvigerina spinicostata* 的首现在 35 m 线上 1 m 处, 钙质微型浮游生物 *Sphecolithus capricornutus* 的首现和末现在 35 m 线以上 1 m 范围内, 腰鞭毛虫囊胞 *Chiropteridium* spp. 大致的末现在 35 m 线以上 1 m 位置。底界的古地磁标志为 C6Cn. 2n 的底界, 其年龄原确定为 23.8 Ma(Steininger *et al.*, 1997), 但最新修订为 23.03 Ma(Lourens *et al.*, 2004; 王伟铭, 邓涛, 2005)。

在欧洲, 陆相 Agenian 阶(MN 1—2)与标准年表中海相 Aquitanian 阶完全对应, 其底界的古地磁标志为 C6Cn. 2n 的底界。MN 1 带的最好生物标志是始鼠科的 *Rhodanomys schlosseri*。在偶蹄类方面, 残存的 *Dremotherium* 和 *Bedomeryx* 与新生的 *Oriomeryx* 和 *Pomelomeryx* 共生(Mein, 1999)。欧洲 MN 1 的地点相当多, 如西班牙 Ebro 盆地的 Torrente del Cinca, 法国 Agenais 省 Bordeaux 盆地的 Paulhiac, La Paillade 和 Les Cevennes, Haute-Savoie 省的 Findreuse 和 Fornant, 以及德国美因茨附近的 Weisenau(Steininger *et al.*, 1996)。显然, 谢家阶可与 Agenian 阶对比, 其底界的古地磁标志为 C6Cn. 2n 的底界, 生物标志为与 MN 1 相当的哺乳动物化石组合, 如 NMU 1 的索索泉动物群(Qiu *et al.*, 1999; 邓涛, 2006)。

对青海省湟中县田家寨乡谢家剖面的古地磁研究表明, 该剖面共记录了 18 个正极性段与 17 个负极性段(武力超等, 2006)。剖面的 6—10 层即车头沟组(0—57.4 m), 共计录了 4 个正极性段与 4 个负极性段, 其中正极性段分别对应于 C5Bn. 2n、C5Cn. 1n、C5Cn. 2n 和 C5Cn. 3n, 负极性段对应于 C5Br、C5Cn. 1r、C5Cn. 2r 和 C5Cr, 运用内插法求得年龄约为 15.01—17.32 Ma(年龄数据依据 Lourens *et al.*, 2004; 下同)。剖面的 3—5 层即谢家组共记录了 7 个正极性段和 6 个负极性段, 分别与 C5Dn、C5En、C6n、C6An. 1n、C6An. 2n、C6A An、C6A Ar. 1n 上部和其中的负极性期相对应, 运用内插法求得年龄为 17.32—21.58 Ma。剖面的第 1、2 层马哈拉沟组记录了 7 个正极性段和 7 个负极性段, 分别与 C6A Ar. 1n 下部、C6A Ar. 2n、C6Bn. 1n、C6Bn. 2n、

C6Cn. 1n、C6Cn. 2n、C6Cn. 3n 和其相间的负极性期对应,运用内插法求得年龄约为 21.58—24.22 Ma。综上所述,谢家剖面时间跨度约为 9.21 myr (15.01—24.22 Ma)。

定义的谢家阶底界的古地磁标志为 C6Cn. 2n

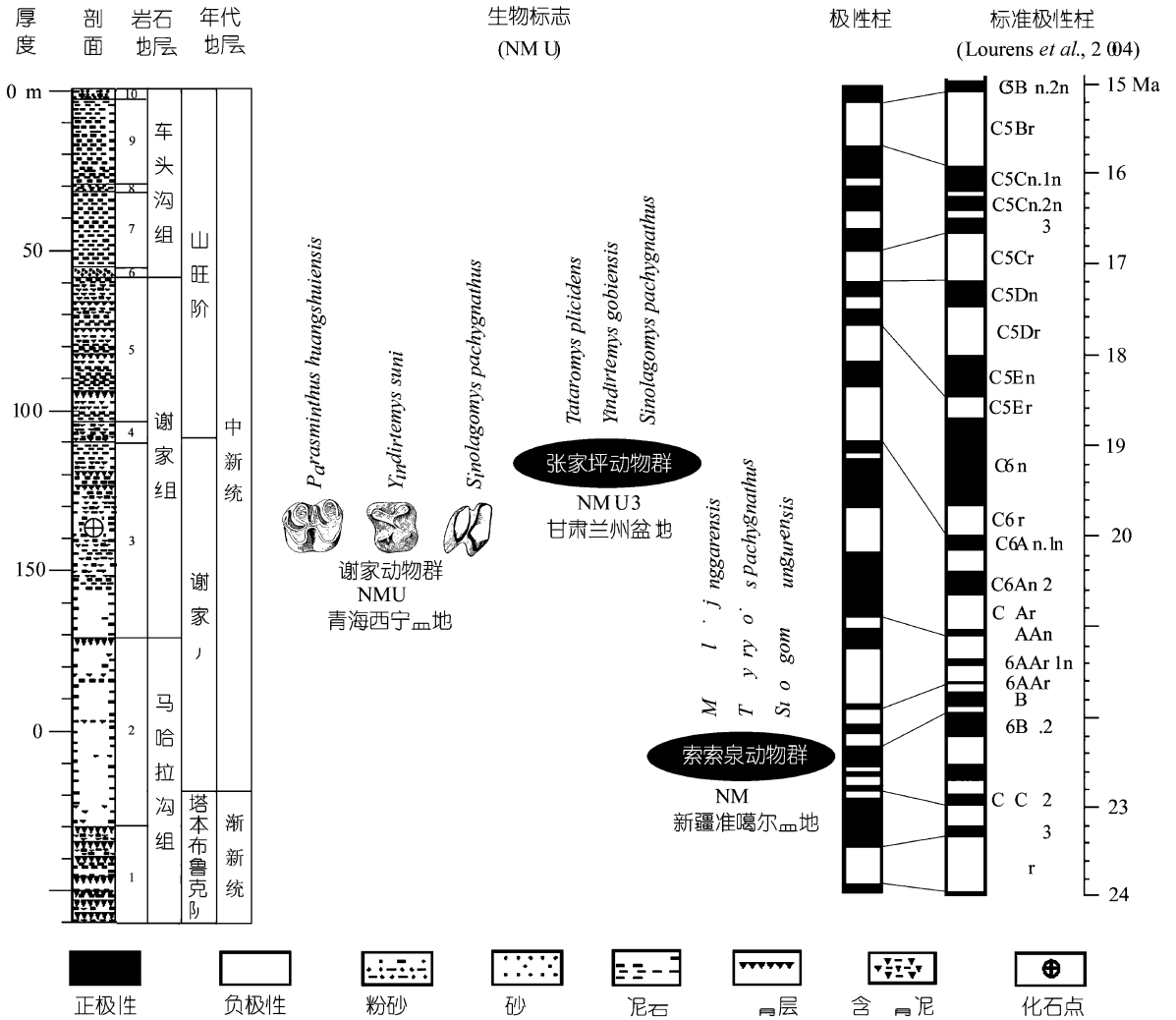


图3 青海湟中谢家地点谢家阶综合柱状剖面

Fig. 3 Composite columnar section of the Xiejian Stage at Xiejia in Huangzhong, Qinghai

谢家阶的顶界即其上的山旺阶的底界,而定义的山旺期的下限或山旺阶的底界以 C6r 底部作为古地磁标志(邓涛等, 2003)。在谢家剖面,这条界线位于第 4 层,即谢家组中部的灰绿色、黄绿色泥岩连续沉积中,距车头沟组底 52m。这样,青海湟中的谢家剖面包含了完整的谢家阶地层,是建立谢家阶单位层型和底界层型的理想地点。

兰州盆地对亭沟剖面包括咸水河组中段和下段以及野狐城组。咸水河组下段的岩性为暗棕红色块状泥岩和锈黄色砂岩,所含峡沟动物群为晚渐新世性质;中段的岩性为棕色块状泥岩和灰白色砂岩,所含张家坪动物群为早中新世性质(邱占祥等, 1997)。

的底界,这条界线在谢家剖面位于第 2 层,即马哈拉沟组上部的棕红色块状泥岩连续沉积中,距谢家组底 48 m、距车头沟组底 160m(图 3)。谢家动物群的层位相当于古地磁的 C6Ar,与欧洲的 MN 2 中部相当(Steininger, 1999),年龄约为 21 Ma。

从剖面发育情况看,在兰州盆地也可能存在谢家阶底界,即中新统和新近系底界,古地磁测年工作证实了这一点。兰州盆地的古地磁工作显示 C6Cn. 2n 的底界位于咸水河组下段中部位置,同时 C6r 位于咸水河组下段近顶部(岳乐平等, 2000; Qiu et al., 2001)。这样,兰州盆地的咸水河组下段从年龄看实际上也包含了完整的谢家阶地层。

中国科学院古脊椎动物与古人类研究所的邱占祥院士对此项研究给予了全面的指导,野外考察得到甘肃省博物馆颧光普研究员及西北大学地质系武力超和弓虎军同学的鼎力协助,在此表示诚挚的谢意。

参 考 文 献

- 邓 涛. 2002. 新近系. 见: 全国地层委员会编. 中国区域年代地层 (地质年代) 表说明书. 北京: 地质出版社. 12—15.
- 邓 涛. 2006. 中国新近纪哺乳动物生物年代学. 古脊椎动物学报, **44**(2): 143—163.
- 邓 涛, 王伟铭, 岳乐平. 2003. 中国新近系山旺阶建阶研究新进展. 古脊椎动物学报, **41**(4): 314—323.
- 邓 涛, 王晓鸣, 倪喜军, 刘丽萍, 梁 忠. 2004. 临夏盆地的新生代地层及其哺乳动物化石证据. 古脊椎动物学报, **42**(1): 45—66.
- 李传夔, 邱铸鼎. 1980. 青海西宁盆地早中新世哺乳动物化石. 古脊椎动物学报, **18**(3): 198—214.
- 李传夔, 邱铸鼎, 王士阶. 1981. 青海西宁盆地中新世地层及哺乳动物群性质. 古脊椎动物学报, **19**(4): 313—320.
- 李传夔, 吴文裕, 邱铸鼎. 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.
- 李云通等. 1984. 中国的第三系. 北京: 地质出版社. 1—362.
- 邱占祥, 谷祖刚. 1988. 甘肃兰州—第三纪中期哺乳动物化石地点. 古脊椎动物学报, **26**(3): 198—213.
- 邱占祥, 邱铸鼎. 1990. 中国晚第三纪地方哺乳动物的排序及其分期. 地层学杂志, **14**(4): 241—260.
- 邱占祥, 王伴月, 邓 涛. 2004a. 甘肃临夏盆地的渐新世巨犀化石. 古脊椎动物学报, **42**(3): 177—192.
- 邱占祥, 王伴月, 邓 涛. 2004b. 甘肃临夏盆地牙沟的哺乳动物化石及有关地层问题. 古脊椎动物学报, **42**(4): 276—296.
- 邱占祥, 王伴月, 邱铸鼎, 颜光普, 谢骏义, 王晓鸣. 1997. 甘肃兰州盆地咸水河组研究的新进展. 见: 童永生, 张银运, 吴文裕, 李锦玲, 史立群编. 演化的实证: 纪念杨钟健教授百年诞辰论文集. 北京: 海洋出版社. 177—192.
- 邱占祥, 谢骏义, 阎德发. 1990. 甘肃东乡几种早中新世哺乳动物化石. 古脊椎动物学报, **28**(1): 9—24.
- 邱铸鼎, 李传夔, 王士阶. 1981. 青海西宁盆地中新世哺乳动物. 古脊椎动物学报, **19**(2): 156—173.
- 全国地层委员会. 2001. 中国地层指南及中国地层指南说明书 (修订版). 北京: 地质出版社. 1—59.
- 童永生. 1989. 中华鼠兔一新种 (兔形目, 鼠兔科). 古脊椎动物学报, **27**(2): 103—116.
- 童永生, 齐 陶, 叶 捷, 孟 津, 阎德发. 1990. 新疆准噶尔盆地北缘第三纪地层. 古脊椎动物学报, **28**(1): 59—70.
- 童永生, 郑绍华, 邱铸鼎. 1995. 中国新生代哺乳动物分期. 古脊椎动物学报, **33**(4): 290—314.
- 王伴月, 齐 陶. 1989. 双柱鼠科一新属在新疆的发现. 古脊椎动物学报, **27**(1): 28—36.
- 王伟铭. 1990. 中国北方晚第三纪孢粉植物群的综合分析与气候对比. 环境地球化学与健康, **4**: 100—103.
- 王伟铭, 邓 涛. 2005. 新近系研究进展简介. 地层学杂志, **29**(2): 104—108.
- 武力超, 岳乐平, 王建其, Heller F, 邓 涛. 2006. 新近系谢家阶层型剖面古地磁年代学研究. 地层学杂志, **30**(1): 50—53.
- 叶 捷, 吴文裕, 孟 津. 2001. 新疆乌伦古河地区第三纪哺乳动物群初析及地层年代确定. 地层学杂志, **25**(4): 283—287.
- 岳乐平, Heller F, 邱占祥, 张 莉, 颜光普, 邱铸鼎, 张云翔. 2000. 兰州盆地第三系磁性地层年代与古环境记录. 科学通报, **45**(18): 1998—2002.
- de Bruijn H & Ünay E. 1996. On the evolutionary history of the Cricetodontini from Europe and Asia Minor and its bearing on the reconstruction of migrations and the continental biotope during the Neogene. In: Bernor R L, Fahlbusch V, & Mittmann H W eds. The Evolution of Western Eurasian Neogene Mammal Faunas. New York: Columbia University Press. 227—234.
- Deng T, Wang X M, Ni X J, & Liu L P. 2004. Sequence of the Cenozoic mammalian faunas of the Linxia Basin in Gansu, China. *Acta Geol. Sin.*, **78**: 8—14.
- Höck V, Daxner-Höck G, Schmid H P, Badamgarav D, Frank W, Furtmüller G, Montag O, Barsbold R, Khand Y, & Sodov J. 1999. Oligocene-Miocene sediments, fossils and basalts from the Valley of Lakes (Central Mongolia): an integrated study. *Mit. Österr. Geol. Ges.*, **90**: 83—125.
- Lourens L, Hilgen F, Shackleton N J, Laskar J, & Wilson D. 2004. The Neogene Period. In: Gradstein F M, Ogg J G, Smith A G, Agterberg F P, Bleeker W, Cooper R A, Davydov V, Gibbard P, Hinnov L, House M R, Lourens L, Luterbacher H-P, McArthur J, Melchin M J, Robb L J, Shergold J, Vilelneuve M, Wardlaw B R, Ali J, Brinkhuis H, Hilgen F J, Hooker J, Howarth R J, Knoll A H, Laskar J, Monechi S, Powell J, Plumb K A, Raffi I, Röhl U, Sanfilippo A, Schmitz B, Shackleton N J, Shields G A, Strauss H, Van Dam J, Veizer J, Van Kolfshoten Th, & Wilson D. 2004. A Geologic Time Scale 2004. London: Cambridge University Press. 409—440.
- Mein P. 1999. European Miocene mammal biochronology. In: Rössner G E & Heissig K eds. The Miocene Land Mammals of Europe. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil. 25—38.
- Qiu Z X, Wang B Y, Qiu Z D, Heller F, Yue L P, Xie G P, Wang X M, & Engesser B. 2001. Land mammal geochronology and magnetostratigraphy of mid-Tertiary deposits in the Lanzhou Basin, Gansu Province, China. *Eclogae Geol. Helv.*, **94**: 373—385.
- Qiu Z X, Wu W Y, & Qiu Z D. 1999. Miocene mammal faunal sequence of China: palaeozoogeography and Eurasian relationships. In: Rössner G E & Heissig K eds. The Miocene Land Mammals of Europe. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil. 443—455.
- Steininger F F. 1999. Chronostratigraphy, geochronology and biochronology of the Miocene "European Land Mammal Mega-Zones" (ELMMZ) and the Miocene "Mammal-Zones (MN-Zones)". In: Rössner G E & Heissig K eds. The Miocene Land Mammals of Europe. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil. 9—24.
- Steininger F F, Aubry M P, Berggren W A, Biolzi M, Borsetti A M, Cartlidge J E, Cati F, Corfield R, Gelati R, Iaccarino S, Napoleone C, Ottner F, Rögl F, Roetzel R, Spezzaferrì S, Tateo F, Villa G, & Zeevboom D. 1997. The Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the base of the Neogene

Episodes, **20**: 23—28.

Steininger F F, Berggren W A, Kent D V, Bernor R L, Sen S, & Agustí J. 1996. Circum-Mediterranean Neogene (Miocene and Pliocene) marine-continental chronologic correlation of European mammal units. In: Bernor R L, Fahlbusch V, & Mittmann H W eds. *The Evolution of Western Eurasian Neogene Mammal Faunas*. New York: Columbia University Press. 7—46.

Wang W M. 1994. Paleofloristic and paleoclimatic implications of Neogene palynofloras in China. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **82**: 239—250.

Wang X M, Qiu Z X, & Wang B Y. 2005. Hyaenodonts and carnivorans from the Early Oligocene to Early Miocene of Xianshuihe Formation, Lanzhou Basin, Gansu Province, China. *Palaeont. Electron.*, **8**(1): 1—14.

THE XIEJIAN STAGE OF THE CONTINENTAL MIOCENE SERIES IN CHINA

DENG Tao¹⁾, WANG Wei-ming²⁾, and YUE Le-ping³⁾

(1) *Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100044;*

2) *Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing, 210008;*

3) *Department of Geology, Northwest University, Xi'an, 710069*)

Abstract The Xiejian Age was named in 1984, and the Second National Commission on Stratigraphy of China formally recommended in 1999 to establish the corresponding chronostratigraphic unit Xiejian Stage based on the Xiejian Age, which was named after the lithostratigraphic unit Xiejia Formation. In this paper, we propose the Chetougou section, 1 km to the north of the Xiejia village, Tianjiazhai Township, Huangzhong County, Qinghai Province, as the stratotype section of the Xiejian Stage. The Xiejian Stage can be correlated with the marine Aquitanian Stage in the International Stratigraphic Chart, and the lower boundary of both stages is defined at the base of the paleomagnetic Chron C6Cn. 2n with an age of 23.0Ma. At the Xiejia section, paleomagnetic data indicate that the lower boundary of the Xiejian Stage is located within the successive deposits of reddish brown massive mudstone in the upper part of the Mahalagou Formation, about 48 m from the base of the overlying Xiejia Formation. Biostratigraphic analyses suggest that the Xiejian Stage includes three Neogene mammal faunal units, NMU 1 to NMU 3. The Xiejia fauna discovered from the Xiejia section is regarded as NMU 2, and the Suosuoquan fauna from the northern Junggar Basin, Xinjiang, and the Zhangjiaping fauna from the Lanzhou Basin, Gansu correspond to NMU 1 and NMU 3, respectively.

Key words Xiejian Stage, Miocene, stratotype, biostratigraphic unit, paleomagnetic age, China