

论文

豫西栾川-潭头盆地含脊椎动物化石地层序列和 K/T 界线初步研究

江小均^{①*}, 柳永清^①, 姬书安^①, 张兴辽^②, 徐莉^②, 贾松海^②, 吕君昌^①, 袁崇喜^①, 李明^①

① 中国地质科学院地质研究所, 北京 100037;

② 河南省地质博物馆, 郑州 450000

* E-mail: cagsjiang@126.com

收稿日期: 2010-08-16; 接受日期: 2010-12-01

国家自然科学基金重点项目(批准号: 90914003, 40872017)和国家重点基础研究发展计划项目(编号: 2006CB70145)资助

摘要 豫西栾川-潭头盆地秋扒组陆相地层发现大型恐龙等动物化石, 含化石的秋扒组与上覆、下伏地层序列和时代存有争议. 通过对栾川-潭头盆地陆相地层野外系统调查, 厘定了含恐龙地层-沉积序列及时代归属. 研究区发育完整晚白垩世至古新世地层记录, 详细研究了它们的地层序列和沉积特征, 描述了 K/T 岩性过渡界线以及完整性、连续性和研究意义.

关键词

豫西
栾川-潭头盆地
恐龙
地层
K/T 界线

以恐龙为代表的陆生动物在白垩纪末期迅速消亡, 这是一个全球性的生物-地质事件, 具有重要的科学研究意义. 晚白垩世恐龙动物群(化石), 特别是其赋存岩石地层以及与该绝灭事件相关的化学地层和 K/T 界线的研究是国、内外地质学界研究的热点^[1-10]. 然而我国在这方面差距较大, 至今还没有找到一个公认的界线层型剖面, 也没有发现 K/T 界线粘土中的铍异常或冲击成因石英等. 即使是我国 K/T 界线研究历史最长、涉及学科较多、程度较深的广东南雄盆地, 也在 K/T 界线生物地层学研究上尚有分歧, 如广东南雄盆地上湖组所产著名阶齿兽动物群的研究者认为其时代为“中古新世”^[11], 而另一些古脊椎动物学者却将其划为“早、中古新世”^[12]. 同时, 在南雄盆地坪岭剖面上因为上下两个组都是红层, K/T 界线附近岩性较细, 看似连续沉积, 但在罗佛寨村以南的剖面上

这种假整合甚至表现为轻微角度不整合接触关系. 这样就使南雄盆地的 K/T 界线研究陷入了困境, 需要在其他地方寻找新的突破.

豫西栾川-汝阳地区晚中生代盆地及相关陆相地层较为发育(图 1), 尤其是西峡地区产有丰富的晚白垩世恐龙蛋化石^[13-18]. 近年, 豫西地区以恐龙为代表的陆生动物群和地层学工作取得了许多进展, 发掘出许多大型蜥脚类恐龙等动物化石^[19-29], 同时也发现了以往在地层划分和年代归属方面的一系列问题或矛盾. 前期研究成果和化石等资料显示, 该区可能存在白垩系-古近系连续沉积的地层记录, 是寻找和研究陆相 K/T 界线的潜在有利地区之一.

豫西栾川-潭头盆地秋扒乡一带的陆相地层最早被划归“古近系”^[19]. 1979 年栾川县秋扒乡蒿坪村“古近系”紫褐色砂质泥岩中发现两颗动物牙齿, 董枝



图1 豫西栾川-潭头盆地和汝阳盆地白垩系-古近系地层综合柱状图

地层和测年资料来自 2007~2008 年野外实测和本研究。? 示接触关系不清, ←示化石层, ★示锆石 SHRIMP U-Pb 测年样品位置

明^[20]鉴定为“栾川霸王龙”(Tyrannosaurus luanchuanensis), 时代为晚白垩世。随后, 童永生和王景文^[21]据此建立晚白垩世秋扒组。1980年, 在潭头乡高峪沟村和汪庄村“假整合”于晚白垩世秋扒组之上的“古中新统”高峪沟组中部又分别发现哺乳类化石: 阶齿兽(Bemalambda)等和中兽类(Mesonychidae)等^[21]。

关于毗邻汝阳盆地的陈宅沟组、蟒川组和石台街组地层年代和接触关系等问题, 江小均等^[22]认为九店组-陈宅沟组之间的接触关系为整合接触, 而陈宅沟组-蟒川组之间的接触关系为构造不整合, 并据下伏早白垩世九店组凝灰岩锆石年龄(锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 133~130 Ma)与上覆地层的接触关系、化石

组合以及地层序列分析得出整合于九店组之上的陈宅沟组地层时代为早白垩世中晚期, 而赋存恐龙动物群的蟒川组和石台街组陆相地层时代为晚白垩世早期。但由于秋扒组与上述地层分属于不同盆地, 因此秋扒组与它们之间的接触关系目前尚不清楚(图1)。

近年, 随着豫西地区古生物和地层学研究工作的开展, 2006年在栾川-潭头盆地秋扒组相继发现栾川盗龙(Luanchuanraptor)^[23]和其他古脊椎动物化石: 伤齿龙类、窃蛋龙、蜥脚类、甲龙类、蜥蜴类、龟鳖类和可能的鸟类碎骨以及大型肉食恐龙牙齿和大量恐龙蛋(壳)^[24,25]。同年, 在与栾川潭头盆地相邻的汝阳盆地原“古近系”中也发现大量以大型蜥脚类为主

的恐龙动物群化石^[26], 包括植食性的汝阳黄河巨龙(*Huanghetitan ruyangensis*)^[27]、巨型汝阳龙(*Ruyangosaurus giganteus*)^[28]、结节龙类洛阳中原龙(*Zhongyuansaurus luoyangensis*)^[29]、史家沟岷山龙(*Xianshanosaurus shijiagouensis*)、肉食性的中型似鸟龙类、窃蛋龙类的刘店洛阳龙(*Luoyangia liudianensis*)及大型肉食龙类牙齿等^[30]。

上述化石材料和地层发育的研究成果说明, 栾川-潭头盆地秋扒乡一带可能发育有完整的中生代晚期至新生代早期的地层记录, 这使得我们发现连续沉积的陆相 K/T 界线又出现了机遇和希望。遗憾的是, 前期在上述化石材料基础上更详细的地层学、古生物学以及是否存在连续的 K/T 界线等重要地质问题没有开展继续研究和系统的野外调查工作。因此, 栾川秋扒乡一带白垩纪至新生代早期的地层序列及其相互接触关系尚待系统工作和深入研究, 这对查明该区含化石地层时代以及是否存在连续的 K/T 界线至关重要。本文针对上述问题, 在野外系统调查基础上, 研究了栾川-潭头盆地赋存蜥脚类恐龙化石的地层序列、相互接触关系以及沉积特征和岩石组合, 特别是翔实观测和描述了 K/T 界线之间是否连续沉积和进一步化石材料的约束等。

1 晚白垩世秋扒组-古新世高峪沟组地层序列和岩石组合

本研究配合河南省地质博物馆的化石挖掘工作, 实测了栾川秋扒乡蒿坪栾川盗龙化石挖掘点晚白垩世秋扒组-古新世高峪沟组剖面(图 2(a))。

晚白垩世秋扒组与中元古代熊尔群流纹岩(1 层)呈角度不整合接触。底部(2~7 层)以紫色厚层粗-巨粗砾岩、细砾岩、粉砂岩和粉砂质泥岩为主, 本层底部砾岩砾径为 2~10 cm, 大小不一分选差, 磨圆好-中等, 砾石呈叠瓦状, 顶部砾岩表现为向上逐渐变细且无明显定向性排列, 砂岩中平行层理发育; 下部(8~20 层)以紫色粉砂质泥岩为主, 水平层理发育, 向上夹薄层灰绿色细-中砂岩, 平行层理-块状层理, 向上渐变为中-细砾岩, 最顶部砾岩砾径达 1~2 cm, 显示明显反韵律沉积特点; 中部(21~41 层)以紫色钙质粉砂岩、砂质钙质泥岩和钙质泥岩为主, 发育大小不等、形状不一的钙质结核, 34 层产栾川盗龙^[23], 34~35 层同时发现大量恐龙蛋(壳); 上部(42~59 层)以紫色粉砂质泥岩夹中砂岩为主, 局部含有不稳定砾岩透镜

体或夹层。上述地层-沉积序列、岩石组合和沉积构造特征解释为滨浅湖-辫状河三角洲沉积相及其相应的亚、微相(图 2(a))。

60 层为高峪沟组底部灰紫色巨厚层复成分粗砾岩, 含大型粗砂岩透镜体。砾岩底部与下伏紫色粉砂质泥岩(秋扒组顶部 59 层)为逐渐过渡关系(图 3(a)), 由粗砂岩过渡到含砾粗砂岩, 局部夹细砾岩透镜体, 层厚 0.8~1.0 cm, 显示反韵律结构, 局部发育有侵蚀面构造, 侵蚀面起伏幅度在 30~50 cm 左右。由于该套沉积序列属于滨浅湖-辫状河三角洲沉积相序, 其中的砂岩或砾岩被解释为水下分流河道微相, 而分流河道对下伏地层具有轻微的侵蚀作用是普遍的沉积现象, 不能解释为沉积间断的存在, 故此认为, 高峪沟组和秋扒组为整合接触关系, 地层界线是连续的, 沉积记录是完整的(图 3(a))。

2 K/T 岩性界线

虽然(a)剖面揭示了比较完整的秋扒组地层和沉积序列以及化石产出情况, 并且野外调查和沉积相序分析证实二者为整合接触关系, 也无明显沉积间断存在, 但由于该剖面 K/T 界线恰位于秋扒组顶部粉砂质泥岩和高峪沟组底部巨厚粗砾岩之间, 这对 K/T 界线研究也是稍有不利的。因此, 工作中进一步追索了高峪沟组底部粗砾岩的细粒相变位置, 以进一步揭示 K/T 岩性界线特征, (b)和(c)即为实测的(a)剖面附近的两个 K/T 界线剖面(图 2(b)和(c))。

(b)剖面位于栾川秋扒乡蒿坪垭口(图 2(b)), 出露相当于栾川盗龙化石挖掘点剖面(a)秋扒组中、上部层位。底部(1 层)为钙质粉砂质泥岩, 富产恐龙蛋(壳)化石和零星哺乳动物骨骼化石(研究中); 下部(2~12 层)为紫色薄层粉砂岩、紫色薄层状细砾岩和薄层状粉砂质泥岩互层; 中部(13~18 层)紫色薄层状细砾岩和薄层状粉砂岩互层; 上部(19~31 层)以紫色厚层状粉砂质泥岩为主, 局部夹紫色薄层砾岩。32/33 层为 K/T 岩性界线; 界线之下(32 层)为紫色薄层状粉砂岩, 界线之上(33 层)为紫色中层状砾岩; 34~39 层为紫色中层状砾岩和薄层状粉砂质泥岩互层; 40~48 层为灰紫色厚层状中-粗砾岩, 向上渐变为细砾岩和粉砂岩互层。由此可见, 跨越 K/T 岩性界线完全是正常的岩性与沉积微相渐变过渡的关系, 界线之上的砾岩厚度也仅为 1.99 m, 对下伏粉砂岩几乎没有明显的侵蚀, 不存在任何间断, 是一个更为理想且沉积连续的 K/T 岩性界线。

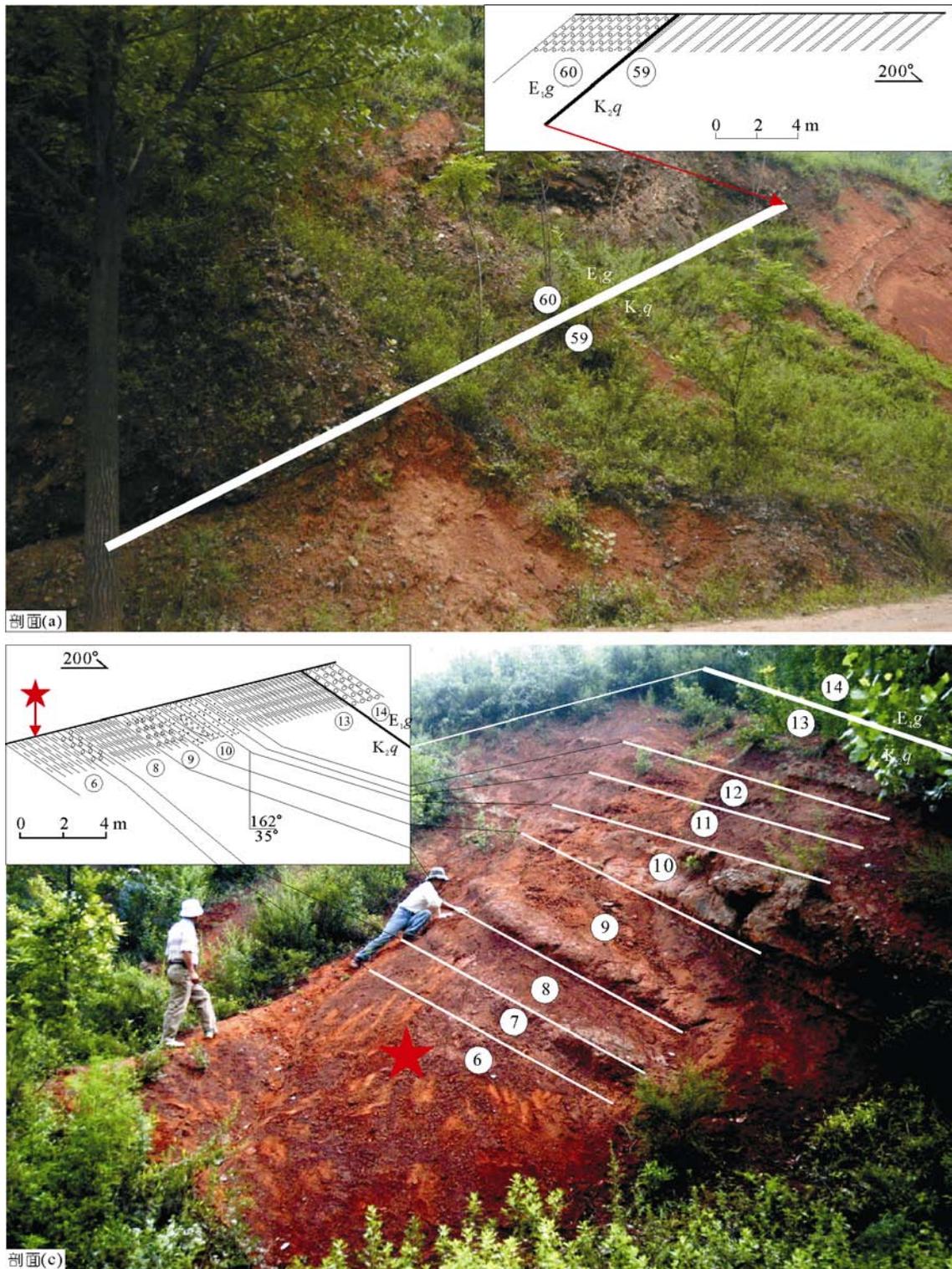


图3 栾川-潭头盆地 K/T 界线附近地层剖面和沉积特征
剖面(a)和(c)分别对应图2中的剖面(a)和(c); ★为恐龙蛋(壳)和哺乳类化石产出层位

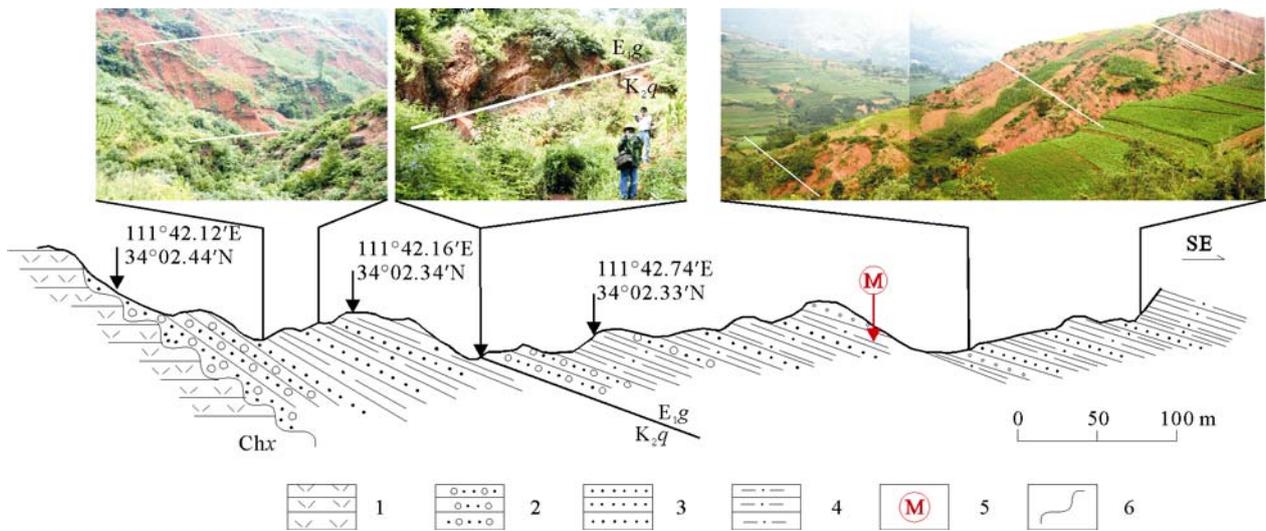


图4 栾川-潭头镇高峪沟村-秋林村晚白垩世秋扒组-古新世高峪沟组路线剖面

1, 中元古代熊尔群流纹岩; 2, 含砂砾岩; 3, 砂岩; 4, 粉砂质泥岩或粉砂岩; 5, 阶齿兽和中兽类^[21]; 6, 不整合; 剖面位置见图2左上角的剖面(d)

(c)剖面位于栾川秋扒乡关坪村(图 2(c)和 3(c)). 该剖面 K/T 岩性界线清晰, 恐龙蛋(壳)化石出露的最高层位(6层)位于 K/T 岩性界线之下 11.75 m 处. 剖面下部(1~2 层)为紫红色钙质泥岩, 发育大量恐龙蛋片和零星哺乳动物骨骼化石(研究中); 中部(3~6 层)紫红色中细砾岩, 夹薄层钙质泥岩, 细砾岩呈透镜体状, 横向展布 5~6 m, 对下伏地层有明显的侵蚀; 上部(7~11 层)为紫红色粘土质粉砂岩和泥岩, 中间夹薄层细-中砾岩. 顶部(12~13 层)主要为紫红色粉砂质细砂岩、粉砂岩和泥岩韵律. K/T 界线在 13 和 14 层之间, 向上 14~17 层的高峪沟组底部是块状粗砾岩夹薄层粗砂岩透镜体, 与下伏地层接触界线平直, 未见明显冲刷-侵蚀现象.

野外工作研究中我们观测了阶齿兽和中兽类^[21]产地, 即潭头镇高峪沟村-秋林村秋扒组-高峪沟组及 K/T 过渡层位的路线剖面(图 4). 可以看到, 该地秋扒组-高峪沟组的地层序列基本相似于秋扒乡剖面(a), 但是地层中细粒沉积物比例较高, 也即滨浅湖亚相比较发育, K/T 岩性界线更加清晰, 沉积连续, 详细的研究工作正在进行中.

3 研究意义

世界上陆相 K/T 界线目前仅在北美有较精确的

确定^[4]. 我国先后在广东南雄盆地^[4~10,31]和黑龙江嘉荫盆地^[32,33]等地开展了陆相 K/T 界线研究, 并取得了较为丰硕的成果. 但限于 K/T 间有沉积间断和代表性门类界线分子稀少等原因, 目前还未取得突破性进展. 因此, 本研究发现的豫西栾川-潭头盆地地层序列完整、沉积连续的晚白垩世-古近纪早期地层序列和 K/T 岩性界线具有重要的科学研究意义. 进一步开展多学科联合攻关工作, 有望找到中国陆相 K/T 理想界线或实现相关研究的突破.

4 结论

(1) 栾川-潭头盆地发育完整的晚白垩世-古近纪早期地层序列, K/T 岩性界线沉积连续、无明显沉积间断, 表现为滨浅湖沉积亚、微相的泥岩、粉砂岩过渡到辫状河三角洲的粉砂岩和细砾岩的韵律沉积. 其中界线上下都有时代属性清楚的化石限定.

(2) 豫西地区大型恐龙动物群的发现以及完整、连续的晚白垩世-古近纪早期地层序列与 K/T 岩性界线的存在具有重要地质意义, 对探讨华北南部晚中生代环境演变、古地理和生物群发育, 特别是为陆相 K/T 岩性界线研究提供了一个很好的机遇.

致谢 感谢评审专家和编辑部为本文提出的修改意见, 感谢季强研究员对本研究进行室内指导.

参考文献

- 1 Alvarez L W, Alvarez W, Asaro F, et al. Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction. *Science*, 1980, 208: 1095-1108
- 2 Alvarez W, Alvarez L W, Asaro F, et al. The end of the Cretaceous sharp boundary or gradual transition? *Science*, 1984, 223: 1183-1186
- 3 Alvarez W, Kauffman E G, Surelyk F, et al. Impact theory of mass extinctions and the invertebrate fossil record. *Science*, 1984, 223: 1135-1141
- 4 赵资奎, 叶捷, 李华梅, 等. 广东南雄盆地白垩系-第三系交界恐龙灭绝问题. *古脊椎动物学报*, 1991, 29: 1-20
- 5 赵资奎, 毛雪瑛, 柴之芳, 等. 广东南雄盆地白垩系-第三系(K/T)交界恐龙蛋壳的铷丰度异常. *中国科学 D 辑: 地球科学*, 1998, 28: 425-430
- 6 赵资奎, 严正. 广东南雄盆地白垩系-第三系界线剖面恐龙蛋壳稳定同位素记录: 地层及古环境意义. *中国科学 D 辑: 地球科学*, 2000, 30: 135-141
- 7 赵资奎, 毛雪瑛, 柴之芳, 等. 广东省南雄盆地白垩纪-古近纪(K/T)过渡时期地球化学环境变化和恐龙灭绝: 恐龙蛋化石提供的证据. *科学通报*, 2009, 54: 201-209
- 8 Zhao Z K, Wang J K, Chen S X, et al. Amino acid composition of dinosaur eggshells nearby the K/T boundary in Nanxiong Basin, Guangdong Province, China. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol*, 1993, 104: 213-218
- 9 Zhao Z K, Mao X Y, Chai Z F, et al. A possible causal relationship between extinction of dinosaurs and K/T iridium enrichment in the Nanxiong Basin, South China: Evidence from dinosaur eggshells. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol*, 2002, 78: 1-17
- 10 周世全, 冯祖杰, 李占扬. 河南省白垩系-古近系界线划分初探. *地层学杂志*, 2001, 25: 235-240
- 11 周明镇, 张玉萍, 王伴月, 等. 广东南雄古新世哺乳动物群. *中国古生物志新丙种*, 1977, 20: 1-100
- 12 郑家坚, 邱占祥. 华南白垩纪-早第三纪陆相地层的特征及有关问题的讨论. 见: 华南中、新生代红层——广东南雄“华南白垩纪-早第三纪层现场会议”论文选集. 北京: 科学出版社, 1979. 1-57
- 13 Zhu G Y, Zhong J H. The carbon isotopic characteristics of dinosaur eggshell fossils in Late Cretaceous from Xixia Basin and their significance. *Chin J Geochem*, 2000, 19: 29-34
- 14 朱光有, 钟建华, 周瑶琪, 等. 河南西峡晚白垩世恐龙蛋化石壳超高异常 Sr 的发现及其意义. *沉积学报*, 1999, 17: 659-662
- 15 程政武, 方晓思, 王毅民, 等. 河南西峡盆地产恐龙蛋地层研究新进展. *科学通报*, 1995, 40: 1487-1490
- 16 邹喻苹, 尹蓁, 方晓思, 等. 西峡晚白垩世恐龙蛋化石内的 DNA. *科学通报*, 1995, 40: 737-740
- 17 方晓思, 张志军, 庞其清, 等. 河南西峡白垩纪地层和蛋化石. *地球学报*, 2007, 28: 123-139
- 18 王德有, 陈丕基, 陈金华, 等. 河南西峡盆地含恐龙蛋地层中无脊椎动物化石的首次发现. *古生物学报*, 2006, 45: 493-495
- 19 左景勋, 王令全, 杨志强. 河南省 1:5 万洛宁县南部区域地质调查报告. 1982
- 20 董枝明. 华南白垩系的恐龙头化石. 见: 华南中、新生代红层——广东南雄“华南白垩纪-早第三纪红层现场会议”论文选集. 北京: 科学出版社, 1979. 342-350
- 21 董永生, 王景文. 河南潭头、卢氏和灵宝盆地上白至统-下第三系的划分. *古脊椎动物与古人类*, 1980, 18: 21-27
- 22 江小均, 柳永清, 姬书安, 等. 豫西汝阳盆地九店组凝灰岩锆石 SHRIMP U-Pb 测年及对含恐龙头化石地层年代约束. *地质论评*, 2010, 56: 161-173
- 23 Lü J C, Xu L, Zhang X L, et al. New dromaeosaurid dinosaur from the Late Cretaceous Qiupa Formation of Luanchuan area, western Henan, China. *Geol Bull China*, 2007, 26: 777-786
- 24 Lü J, Kobayashi Y, Lee Y, et al. A new vertebrate assemblage from the Late Cretaceous of Luanchuan, Henan Province, China. *J Vertbr Paleontol*, 2008, 28: 108A
- 25 徐莉. 河南省恐龙头化石特征及保护研究. 博士学位论文. 北京: 中国地质大学(北京), 2007. 1-120
- 26 吕君昌, 徐莉, 贾松海, 等. 河南汝阳地区——巨型蜥脚类恐龙股骨化石的发现及其地层学意义. *地质通报*, 2006, 25: 1299-1302
- 27 Lü J C, Xu L, Zhang X L, et al. A new gigantic sauropod dinosaur with the deepest known body cavity from the Cretaceous of Asia. *Acta Geol Sin*, 2007, 81: 167-176
- 28 Lü J C, Xu L, Jia S H, et al. A new gigantic sauropod dinosaur from the Cretaceous of Ruyang, Henan Province, China. *Geol Bull China*, 2009, 28: 1-10
- 29 徐莉, 吕君昌, 张兴辽, 等. 河南汝阳白垩纪一新的结节龙类恐龙头化石. *地质学报*, 2007, 81: 433-438
- 30 Lü J C, Xu L, Jiang X J, et al. A preliminary report on the new dinosaurian fauna from the Cretaceous of the Ruyang Basin, Henan Province of central China. *J Paleont Soc Kr*, 2009, 25: 43-56
- 31 董永生, 李曼英, 李茜. 广东南雄盆地白垩系-古近系界线. *地质通报*, 2002, 21: 668-674
- 32 李献华, 李武显, 陈丕基, 等. 黑龙江富饶组上段凝灰岩的 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄: 一个最接近白垩系/第三系界线的年龄. *科学通报*, 2004, 29: 816-818
- 33 陈丕基, 万晓樵, 姜剑虹, 等. 富饶阶地表地层剖面. *地层学杂志*, 2004, 28: 97-103