

·学术讨论·

辽西含鸟化石层同位素年龄讨论 ——来自磁性地层的证据

孙知明¹ 杨振宇¹ 赵 越¹ 杨天水¹ 裴军令¹ 许 坤²

(1.中国地质科学院地质力学研究所,北京 100081; 2.辽河油田石油勘探研究院,辽宁 盘锦 124010)

摘要:通过对辽西及邻区白垩纪不同剖面的磁性地层资料的综合分析,对比国际中生代地磁极性年表,指出义县组含鸟化石层的地质时代至少应老于M13正极性时(129.6Ma)所对应的地质年代,介于131.71~142.27Ma之间。综合研究表明,Swisher等通过沉凝灰岩中透长石Ar-Ar法测定的义县组合鸟化石层的同位素年龄(124.6±0.2)Ma值得商榷。

关键词:辽西;含鸟化石层;磁性地层

中图分类号:P534.53;P539.3 文献标识码:A 文章编号:1671-2552(2002)-01-0041-04

20世纪90年代以来,在辽西地区义县组地层中发现了大量具有重要地质意义的鸟类化石和早期被子植物化石,曾引起国际地学界的普遍关注,至今辽西热河生物群和原始鸟类的时代归属仍是国际地学界争论的焦点。本区陆相生物种类与国际通用的海相化石带难以直接对比,根据单门类生物演化序列的对比来确定义县组的年代,难以形成统一的意见^[1-6];而义县组的同位素年代测定,因测年对象和测试方法的不同,同样存在较大分歧,其年龄值散布在115~155.4 Ma之间^[7-14]。

近年来,辽西及邻区中生代古地磁研究相继取得了一些有意义的结果^[15-18]。由于磁性地层学研究立足于地磁场独特的全球性变化特点,因而能够为地层的划分与对比提供可靠的依据。本文综合分析辽西及邻区白垩纪磁性地层资料,试图从磁性地层角度,探讨辽西义县组合鸟类化石层的地质年代。

1 辽西及邻区白垩纪磁性地层研究概况

辽西及邻区中生代地层十分发育,含丰富的动植物化石。近年来,随着地质、石油和煤田勘探工作的深入,其岩石地层和生物地层研究取得了较大的

进展^[19-22]。在一系列新发现的基础上,以生物化石带为主要依据,建立了辽西及邻区下白垩统的地层序列,尽管其地质时代仍存在争议,但其对比关系大致如表1所示。

建立在上述地层对比基础之上的磁性地层学研究,也取得了一系列新的资料。方大钧等^[15]根据24个钻井岩心和泉头组露头剖面,对松辽盆地上中生界地层进行了磁性地层研究,获得了该地区下白垩统地磁极性变化的序列。研究结果表明,泉头组的正极

表1 辽西及邻区下白垩统地层划分对比^[21-22]

Table 1 Stratigraphic division and correlation of the Lower Cretaceous in western Liaoning and its neighboring areas

地质年代	冀北	辽西	松辽盆地
早白垩世	青石砬组	孙家湾组	泉头组
		阜新组	登娄库组
	南店组	九佛堂组	营城组
早白垩世	花吉营组 大店子组 大北沟组	义县组	火石岭组

收稿日期:2001-08-30;修订日期:2001-12-06

地调项目:国土资源大调查项目“辽西中生代-下白垩统磁性地层调查”(DKD2001012)的阶段成果。

作者简介:孙知明,1966年生,男,研究员,从事磁性地层、古地磁学和大地构造学研究。

性带对应白垩纪的正极性超时带,登娄库组的主要部分与正极性时M1n相对应,M0位于登娄库组顶部(图1a)。由于陆相盆地的地域性和独立性,通过松辽盆地获得的下白垩统地磁极性序列很难直接探讨辽西义县组的时代归属。

王仁厚等^[16]和许坤等^[17]在内蒙古开鲁盆地和辽西阜新盆地进行的早白垩世磁性地层学调查研究,初步建立了义县组中上部以上层位的磁极性序列。辽西阜新海洲露天煤矿阜新组和孙家湾组磁性地层结果表明,阜新组和孙家湾组正极性带与白垩纪的正极性超时带相对应(图1b);而开鲁盆地义县组之上的沙海组和九佛堂组的磁性地层结果共揭示了多个正反极性带^[16-17],分别对应M0~M13极性带(图1c)。由此可见,辽西义县组含鸟化石层应位于M13极性带之下。尽管如此,由于其采样层位高于辽西含鸟类化石层,且没有涉及侏罗纪地层,所获得的磁极性序列仍是不完整的,在此基础上探讨该地区的中生代地层的划分与对比和义县组的时代归属尚存在较大的局限性。

笔者等^[18]直接对辽西朝阳地区含鸟化石层附近侏罗—白垩系蓝旗组、土城子组、义县组地层进行了磁性地层研究,通过1252块高密度的古地磁样品取样和测试分析,发现整个地层剖面共记录了98个(正、反)极性带,在此基础上,建立了以上沉积地层的磁极性序列。根据土城子组顶部较宽的第一个正极性时带后紧接着2个相对较窄的正极性时带(图1d),两者厚度相差10多倍,而相应的岩性主要为凝灰质砂岩、砂岩,反映其沉积环境相对变化不大,结合土城子组记录的磁极性时带数量和结构以及古生物化石资料,对比国际中生代磁极性年表,指出该较宽的正极性时带可对应国际地磁极性年表中的M22正极性时,土城子地层剖面所记录的极性时带自上而下可依次与国际中生代地磁极性年表中的M22~M39对比。虽然不同地磁极性年表对极性时的年龄标定差别较大,但都认为M22~M39横跨了堤塘期、基末利期、牛津期、卡洛夫期。据此分析,整个土城子组地层时代应是穿时的,其主体时代为晚侏罗世(J_3),其底部时代为中侏罗世(J_2)晚期。这一分析结果与地层中的生物化石资料是吻合的。位于土城子组角度不整合面之上的义县组含鸟化石层的地磁极性全部为正极性时带,由于该段地层与下部土城子组顶部的岩性均为凝灰质砂岩,其沉积环境大体相当,可推

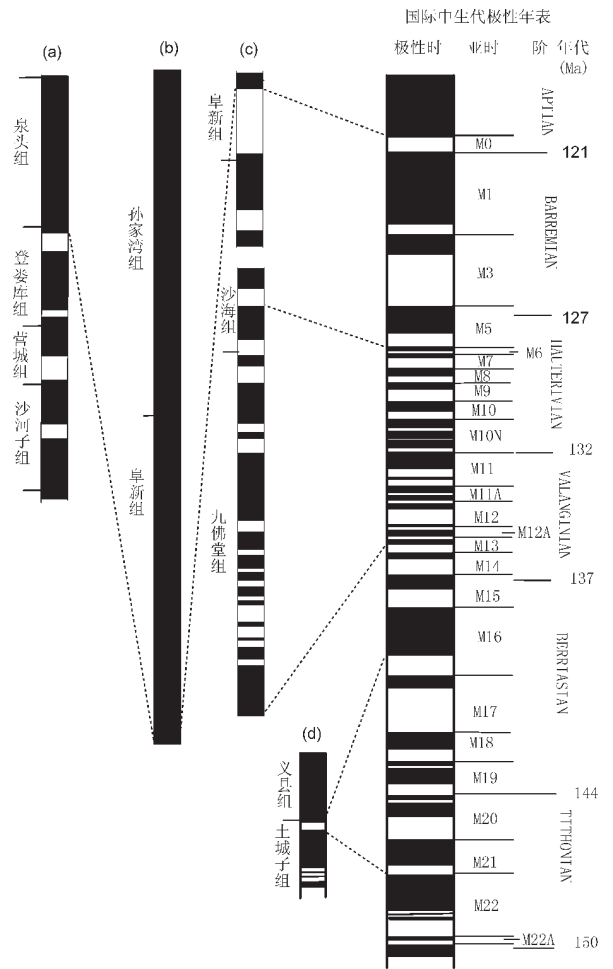


图1 辽西及邻区下白垩统地层的磁极性序列及其对比

Fig. 1 Magnetic polarity sequences of the Lower Cretaceous strata in western Liaoning and its neighboring areas and their correlation
(国际中生代极性年表参考文献[23])

(a)—松辽盆地 (b)—阜新盆地 (c)—开鲁盆地 (d)—北票横道子

测这一正极性时带所代表的时间跨度比土城子组顶部的第一个正极性时带M22的时间跨度更长,结合义县组之上的九佛堂组地层中已经确定了M13极性时的存在^[16],笔者认为义县组底部含鸟化石层的正极性时带大致对应国际中生代地磁极性年表的M16正极性时,位于贝利阿斯期的顶部,可能属早白垩世早期。

综合分析以上磁性地层资料,我们有理由认为,义县组含鸟化石层的正极性带应位于M13正极性时之下,大致对应M16正极性时,其地质年代应属早白垩世早期。

2 结果与讨论

近几年,许多学者对辽西义县组含鸟化石层间的(沉)凝灰岩进行了同位素年代测定,如 Swisher 等^[11]对义县组化石层间的(沉)凝灰岩中的透长石进行 Ar-Ar 定年,认为其年龄为(124.6±0.2)Ma;罗清华等^[10]则对义县组夹在化石层中的(沉)凝灰岩中的黑云母进行 Ar-Ar 定年,测定年龄为(147±1.8)Ma,而玻璃基质的 Ar-Ar 年龄为(119.5±1.9)Ma;王松山等^[13]对采自四合屯义县组化石层间的(沉)凝灰岩中的锆石进行 U-Pb 定年,测定年龄为(125.2±0.9)Ma。这些年龄数据表明义县组化石层所夹的(沉)凝灰岩中不同矿物的封闭年龄存在明显差异。罗清华等指出辽西义县组化石层间的(沉)凝灰岩中的玻璃质和部分长石有蚀变现象。王松山等也提出辽西义县组化石层间的(沉)凝灰岩中的黑云母基本蚀变为蛭石,其 Ar-Ar 年龄已无地质意义,且(沉)凝灰岩中的锆石存在自生锆石和捕获锆石(陆源)两种。哪种矿物的年龄能真正代表辽西义县组含鸟化石层的形成时代,仍缺少足够的证据。李佩贤等^[12]指出,义县组化石层间的凝灰岩应属沉凝灰岩,很可能含有陆源碎屑成分,陆源碎屑成分的年龄值很难真正代表沉凝灰岩的形成年代。以上事实说明了辽西义县组含鸟化石层中,沉凝灰岩中不同矿物的后期蚀变可能是影响其同位素年龄准确性的主要制约因素。

综上所述,目前辽西义县组含鸟化石层的同位素年代学研究,由于受诸如多期次火山活动的叠加、测年矿物的后期蚀变以及测年矿物的陆源成分掺杂等因素的影响,而使其同位素定年难以形成统一的认识。而义县组的生物地层学研究,则因不同生物门类对环境的适应程度不同,其演化速度存在差异,且同一门类生物因地理分区和生态环境不同,其演化速度可能存在明显的穿时现象,因此,根据生物演化序列来确定义县组含鸟化石层的地质年代,同样受到局限。由于磁性地层学是基于某一地质时期地磁场极性具有全球的一致性,地磁场极性序列的确定能够为地层的划分与对比提供一种非常可靠的全球性对比格架。为此,开展辽西及邻区白垩纪地层高分辨率的磁性地层学研究,对探讨义县组含鸟化石层的年代,无疑具有重要的实用价值和理论意义。

20多年来,古地磁学家通过对太平洋、大西洋古老洋壳磁异常条带的系统研究,结合洋底玄武岩的

同位素年龄,逐步建立和完善了近165 Ma以来地磁极性年表^[23-25],为在陆相中生代地层中开展磁性地层学研究奠定了坚实的基础。表2中列出了具有代表性的地磁极性年表中的M13和M16正极性时及年代的对应关系,尽管对一些细致问题如M13对应的年龄,不同学者还存在不同看法,但其中最保守的年龄估计为129.6 Ma^[25]。

表 2 不同地磁极性年表中的 M13 和 M16 正极性时与年代的对应关系

Table 2 Correspondence relationships between the M13 and M16 chrons and ages in different magnetic polarity time scales

极性时	Ken(1985) ^[24]	Lowrie(1985) ^[25]	Gradstein(1994) ^[23]
M13	137.1 ~ 137.39Ma	129.6 ~ 129.85Ma	135.5Ma
M16	141.85 ~ 142.27Ma	131.71 ~ 133.08Ma	138 ~ 140Ma

辽西及邻区白垩系磁性地层研究结果已经表明,义县组含鸟化石层的正极性带应位于M13之下,很可能对应M16正极性时。据此,义县组含鸟化石层的地质年代至少应大于129.6 Ma。Lowrie等^[25]地磁极性年表将侏罗系/白垩系的界线置于(136±1)Ma,与国际地质科学联合会2000年推荐的国际地质年表侏罗系/白垩系界线的年龄之一(135±5)Ma相一致^[26],将辽西及邻区下白垩统的磁极性序列与Lowrie等^[25]地磁极性年表对比,义县组含鸟化石层的地质年代应介于131.71~133.08 Ma之间。若采用国际地质科学联合会2000年推荐的国际地质年表侏罗系/白垩系界线的另一年龄(144.2±2.6)Ma^[23],该含鸟化石层的地质年代应介于138~140 Ma之间。总之,无论采用何种年表,从磁性地层研究推测义县组含鸟化石层的地质年代都大于130 Ma,应归属早白垩世早期。由此可见,目前有关义县组含鸟化石层小于130 Ma的同位素年龄值得商榷。

参考文献:

- [1] 李佩贤,苏德英,李友桂,等. 狼鳍鱼岩层的时代归属[J]. 地质学报, 1994, 68(1): 87~100.
- [2] 任东,郭子光,卢立伍,等. 辽宁西部上侏罗统义县组研究新认识[J]. 地质论评, 1997, 43(5): 449~459.
- [3] 王思恩. 热河动物群的起源、演化与机制[J]. 地质学报, 1990, 64(4): 350~359.
- [4] 王思恩. 中国北部陆相侏罗系与英国海陆交互相侏罗系的对比

- 研究]] 地质学报, 1998, 72(1):11~21.
- [5] 汪筱林, 王元青, 张江永, 等. 热河群脊椎动物新发现及中国北方非海相侏罗—白垩系界线[A] 见: 第三届全国地层会议论文集编委会编. 第三届全国地层会议论文集[C] 北京: 地质出版社, 2000. 252~259.
- [6] 王宪曾, 任东, 王宇飞. 辽宁西部义县组被子植物花粉的首次发现[J] 地质学报, 2000, 74(3) 265~272.
- [7] 王东方, 刁乃昌. 辽西侏罗—白垩系火山岩系统的同位素年龄测定——兼测侏罗系与白垩系的底界年龄[A] 见: 地质矿产部编. 国际交流地质学术论文集[C] 北京: 地质出版社, 1984.1~12.
- [8] Smith P E, Evensen N M, York D, et al. Dates and rates in ancient lakes: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ evidence for an Early Cretaceous age for the Jehol Group, northeast China[J] Can. J. Earth Sci., 1995, 32:1426~1431.
- [9] 陈义贤, 陈文寄, 周新华, 等. 辽西及邻区中生代火山岩——年代学、地球化学和构造前景[M] 北京: 地质出版社, 1997. 1~279.
- [10] 罗清华, 陈丕基, 邹东羽, 等. 中华鸟龙与孔子鸟类的时代——辽西义县组火山凝灰岩激光 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄测定[J] 地球化学, 1999, 28(4) 405~409.
- [11] Swisher C C, Wang Y Q, Wang X L, et al. Cretaceous age for the feathered dinosaurs of Liaoning, China[J] Nature, 1999, 400:58~61.
- [12] 李佩贤, 程政武, 庞其清. 辽西北票孔子鸟Confuciusornis的层位及年代[J] 地质学报, 2001, 75(1):1~13.
- [13] 王松山, 王元青, 胡华光, 等. 辽西四合屯脊椎动物生存时代: 锆石U—Pb年龄[J] 科学通报, 2001a, 46(4) 330~333.
- [14] 王松山, 王元青, 李佩贤, 等. 再论辽西四合屯脊椎动物生存时代: Ar—Ar年龄证据[J] 岩石学报, 2001b, 17(4) 663~668.
- [15] 方大钧, 王兆梁, 金国海, 等. 中国松辽盆地白垩系磁性地层[J] 中国科学(B), 1989, 10:1084~1091.
- [16] 王仁厚, 许坤, 秦德荣, 等. 辽河油田外围探区中生代生物地层[M] 北京: 石油工业出版社, 1999. 183~200.
- [17] 许坤, 孙知明. 东北地区中生代磁性地层研究[A] 见: 第三届全国地层会议论文集编委会编. 第三届全国地层会议论文集[C] 北京: 地质出版社, 2000. 331~338.
- [18] 孙知明, 许坤, 马醒华, 等. 辽西朝阳地区含鸟化石层附近侏罗—白垩系磁性地层研究[J] 地质学报, 2002, 76(1).
- [19] 叶德泉, 钟筱春. 中国北方含油气区白垩系[M] 北京: 石油工业出版社, 1990. 1~354.
- [20] 陈丕基, 施泽龙, 叶宁, 等. 松花江生物群与东北白垩系地层序列[J] 古生物学报, 1998, 37(3) 380~385.
- [21] 王思恩. 热河生物群的古生态与古环境[J] 地质学报, 1999, 73(4) 289~301.
- [22] 孙革, 郑少林. 中国东北中生代地层划分对比之新见[J] 地层学杂志, 2000, 24(1) 60~64.
- [23] Gradstein F M, G. Agterberg F P, Ogg J G et al. A Mesozoic time scale[J] Journal of Geophysical Research, 1994, 99(B12):24051~24074.
- [24] Kent D V, Gradstein F M. A Cretaceous and Jurassic chronology[J] Geol. Soc. Am. Bull., 1985, 96:1419~1427.
- [25] Lowrie W, Ogg J G. A magnetic polarity time scale for the Early Cretaceous and late Jurassic[J] Earth Planet Sci. Lett., 1986, 76:615~626.
- [26] Odin G S. Geological time scale[J] C. R. Acad. Sci. Paris., 1994, 2(318) 59~71.

A discussion of the isotopic age of the bird fossil-bearing bed in western Liaoning

—Evidence from a magnetostratigraphic analysis of Cretaceous

SUN Zhi-ming¹ YANG Zhen-yu¹ ZHAO Yue¹ YANG Tian-shui¹

PEI Jun-ling¹ and XU Kun²

(1. Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100081, China

2. Petroleum Exploration and Development Institute of Liaohe Oil Field, Panjin 124010, Liaoning, China)

Abstract : On the basis of an integrated analysis of the magnetostratigraphic data from different Cretaceous sections in western Liaoning and its neighboring areas and a correlation of these data with the international magnetic polarity time scale for the Mesozoic, the authors suggest that the age of the bird fossil-bearing bed of the Yixian Formation should be older than the age corresponding to the M13 normal polarity chron (129Ma), in the range between 131.71 and 142.27 Ma. Integrated study indicates that the isotopic age (124.6±0.2)Ma of the bird fossil-bearing bed of the Yixian Formation obtained by Swisher et al. through the Ar—Ar dating of sanidine in sedimentary tuff is doubtful.

Key words : western Liaoning; bird fossil-bearing bed; magnetostratigraphy