

黑龙江省东部鸡西群地层时代划分及地质意义

任凤和^{1,2} 杨晓平³ 李仰春³ 汪 岩³ 周兴福²

(1. 中国地质大学, 北京 100083; 2. 黑龙江省地质调查总院, 黑龙江 哈尔滨 150036;
3. 黑龙江省地质调查研究总院齐齐哈尔分院, 黑龙江 齐齐哈尔 161005)

提要:利用最新的古生物、磁性地层年代资料及高分辨率层序延续时间推算,对鸡西群进行了精细的年代地层划分,确定了鸡西群形成时间为早白垩世凡兰吟早期—阿尔布中期,其中滴道组形成时间为 130.9~128.3 Ma,城子河组形成时间为 125.1~116 Ma,穆棱组形成时间为 116~106.9 Ma,东山组形成时间为 106.9~101.7 Ma。通过鸡西群二级层序湖平面升降曲线与全球海平面升降曲线对比,证实了鸡西盆地、勃利盆地的构造运动、古气候演变与全球海平面升降变化有着相同的大地构造背景。这一成果对吉林和黑龙江省东部早白垩世高精度地层划分对比及盆地构造作用与海陆变迁机制分析提供了精确的年代依据。

关 键 词:鸡西群;年代地层;磁性地层;生物地层;全球海平面升降曲线;早白垩世;黑龙江省东部

中图分类号:P534.53 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3657(2005)01-0048-07

鸡西群是黑龙江省东部中生代重要的煤系地层,主要分布在鸡西盆地、勃利盆地及双鸭山市、鹤岗市一带(图 1),关于其时代划分多年来一直存在争议,国内一些古生物学者对鸡西群做了大量的古生物年代学研究,先后发表论文及专著 30 多篇(部),不同学者对其年代地层划分尚存在不同观点,近年来将鸡西群时代置于早白垩世的观点趋于一致。笔者通过 1:25 万鸡西市幅区域地质调查工作,发现鸡西群湖平面升降曲线与全球海平面升降曲线在早白垩世 131~107 Ma 之间有着非常相似的特征,同时利用对高频层序的研究,合理推算了鸡西群各组形成的延续时间,这两种研究方法为进一步确定鸡西群形成的绝对年代提供了新的依据。本文以地层年代分析为主线,以最新古生物、古地磁年代学资料为基础,结合层序地层学、盆地湖平面升降曲线与全球海平面升降曲线对比等年代学手段,对鸡西群时代进行了较全面系统的分析,从而对鸡西群进行了较为精细的年代地层划分(表 1)。

1 地质概况

鸡西群自下而上可分为:滴道组(K_1d)、城子河组(K_1c)、穆棱组(K_1m)、东山组(K_1ds),最大沉积厚度 2 700 m。其中滴道组为一套陆相沉积—火山碎屑岩,属盆地Ⅱ级层序低水位体系域沉积,最大厚度 500 m,底部不整合于二叠纪花岗岩之上,顶部被城子河组平行不整合覆盖。城子河组为一套滨浅



图 1 黑龙江省东部中生代含煤盆地分布示意图
Fig.1 Distribution of Mesozoic coal-bearing basins
in eastern Heilongjiang

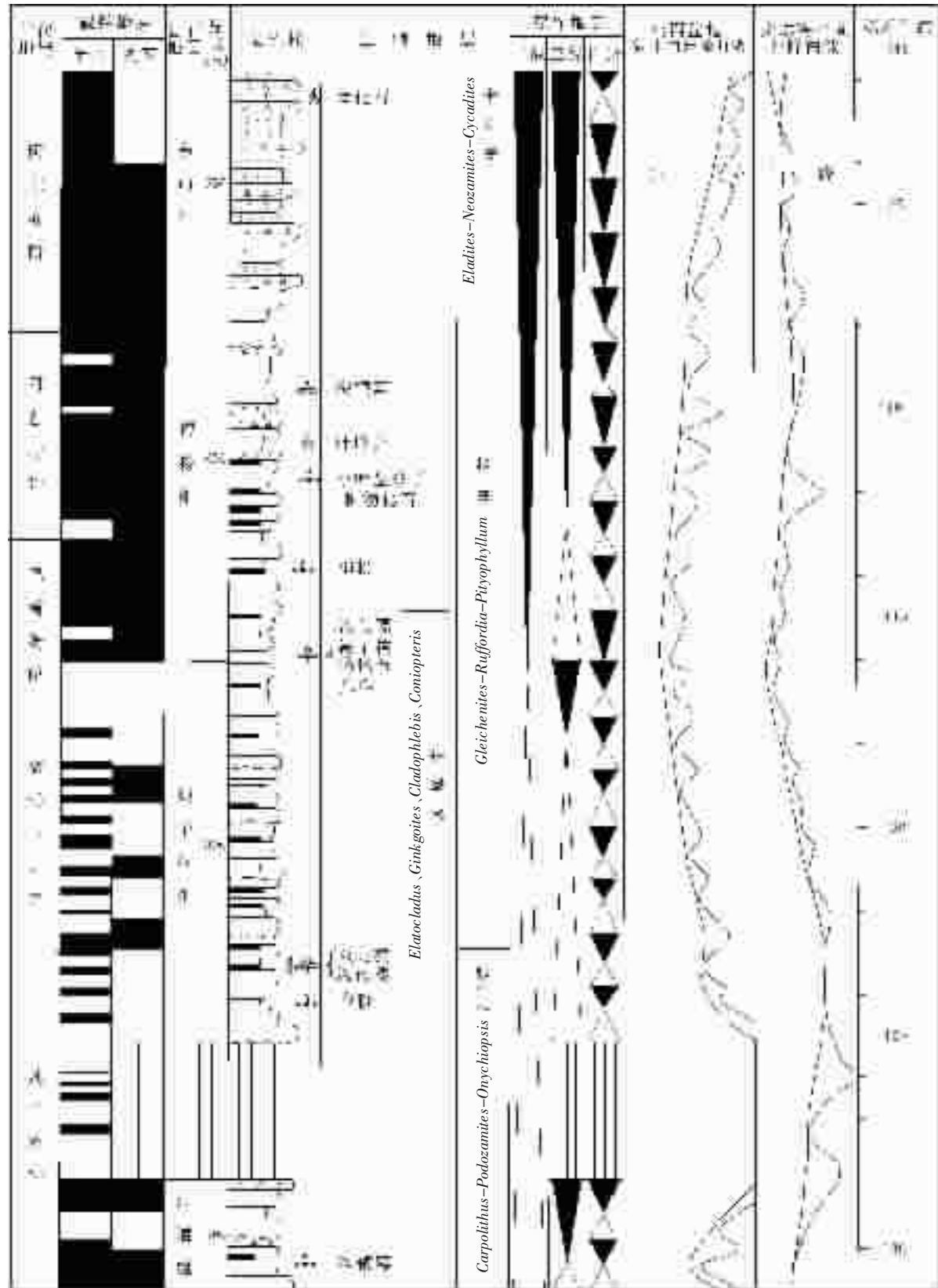
湖—沼泽相中细粒正常沉积岩,厚度 800 m,夹 4~20 层工业煤层,总体为退积型地层结构,属Ⅱ级层序湖侵体系域沉积,

收稿日期:2004-05-14;改回日期:2004-10-25

基金项目:中国地质调查局地质大调查项目(200113000042)资助。

作者简介:任凤和,男,1960 年生,博士生,教授级高级工程师,从事区域地质调查研究及管理工作;E-mail:rfhe@163.com。

表 1 鸡西群年代地层划分
Table 1 Chronostratigraphic division of the Jixi Group



顶部被穆棱组整合覆盖。穆棱组为一套滨浅湖—半深湖—三角洲及沼泽相中细粒正常沉积岩,夹 2~5 层工业煤层及多层酸性凝灰岩,地层结构为加积至进积型,相当于二级层序高水位体系域沉积,厚度 850 m,顶部与东山组为整合接触。东山组为一套陆相火山—沉积碎屑岩,最大厚度 550 m,相当于盆地晚期火山—沉积充填建造,顶部被桦山群角度不整合覆盖。

2 生物地层

鸡西群产丰富的 *Ruffordia*—*Onychiopsis* 植物群化石,种类繁多,演化阶段性强,对于年代地层的精细划分具有重要意义。该植物群内伴生有孢粉、沟鞭藻、海、陆相双壳类等化石,为地层划分提供了丰富的生物年代学信息,尤其是孢粉、沟鞭藻等微体化石在地史上演化迅速,全球分布广泛,在中新生代地层划分、对比中占有显著位置,是解决中生代地层划分对比的重要门类之一^[1]。

2.1 滴道组(K_{1d})生物地层特征

滴道组植物化石以 *R—O* 植物群的 *Carpolithus*—*Podozamites*—*Onychiopsis* 组合为特征,主要见有 *Coniopteris*, *Coniopteris*, *Equisetum*, *Adiantopteris*, *Acanthopteris* 等为主,出现少许 *Onychiopsis*, 未见 *Ruffordia* 属分子, *Todites denticulata*, *Hymenophyllites*, *Lycopodites*, *Thallites* 等明显减少(仅在下部出现),相当于周志炎^[2]划分的 *Ruffordia*—*Onychiopsis* 植物群早期组合,孙革等^[3]认为该套化石组合时代为早白垩世早期,2002 年吴向午鉴定该套化石时认为时代为早白垩世早中期。在鸡西市滴道区暖泉一带,滴道组中下部产有沟鞭藻 *Lagenorhynchites granorugosus* 和 *Vesperopsis didaoensis*,程金辉等^[4]将时代定为早白垩世贝里阿斯—凡兰吟期。沙金庚^[5]通过地层对比,认为含沟鞭藻的滴道组时代为凡兰吟—欧特里夫期。总体来看两类化石反映的年代基本一致,根据沟鞭藻 *Lagenorhynchites* 模式标本产于凡兰吟期,判断滴道组的沉积主体时间应为早白垩世凡兰吟期。

2.2 城子河组(K_{1c})生物地层特征

城子河组以出现 *R—O* 植物群 *Ruffordia*—*Gleichenites*—*Pityophyllum* 组合为特征,开始出现 *R—O* 植物典型分子 *Ruffordia*, *Gleichenites* 等,且 *Onychiopsis* 数量有所增大,除银杏类外,繁盛于侏罗纪的一些种属基本消失,以真蕨类、银杏、苏铁类等繁盛为特色。其中 *Coniopteris*, *Elatocladus*, *Ginkgoites*, *Cladophlebis* 出现顶峰特征,相当于周志炎^[2]划分的 *R—O* 植物群中期组合。据吴向午 2002 年鉴定:该套化石组合为早白垩世早中期。城子河组底部发育 *Cicatricosisporites*, *Cyathides*, *Deltoidospora*, *Laevigatosporites*, *Cycadopites* 等孢粉化石,蒲荣干等^[6]研究认为,时代为凡兰吟期—欧特里夫期—巴列姆期,张清波^[7]认为主要为欧特里夫期—巴列姆期,黎文本^[8]认为是欧特里夫期,观点基本一致。城子河组下部海相化石层中(鸡西市城子河区一带)产有 *Odontochitina operculata*—*Muderongia tetracantha* 和 *Vesperopsis zhaodongensis*

沟鞭藻组合,据何承全等^[9]依据 *Odontochitina operculata* 等同欧美、澳大利亚等典型地区对比研究,确定该套沟鞭藻组合时代为欧特里夫晚期,并以此推测城子河组下部形成时代为凡兰吟—欧特里夫期。在同一层位发育有海相双壳类 *Aucellian*, *Ostrea*, *Camptonectes* 等(鸡西市平阳镇),经顾知微等^[10,11]、沙金庚等^[12]、姜宝玉等^[13]研究认为其形成时代相当于阿普特—阿尔布期。城子河组中上部发育有陆相淡水双壳类 *Ferganoconcha*, *Unio* 等,经姜宝玉等、沙金庚等研究认为其时代为阿普特期。总体上看,植物、孢粉、沟鞭藻化石反映的时代基本一致,双壳类化石年代偏新,以底部孢粉年代偏老、下部沟鞭藻年代居中、与贯穿始终的植物化石年代吻合非常好,因此,城子河组形成时代可能为凡兰吟晚期—巴列姆早期。

2.3 穆棱组(K_{1m})生物地层特征

穆棱组仍以 *R—O* 植物群 *Ruffordia*—*Gleichenites*—*Pityophyllum* 组合为特征,但 *Coniopteris*, *Elatocladus*, *Ginkgoites*, *Cladophlebis* 顶峰期特征基本消失,同时 *Baiera*, *Elatides*, *Czekanowskia* 等含量逐渐减少,未出现早于白垩纪的标准分子,显示 *R—O* 植物群中晚期组合特征,据吴向午鉴定,此组植物化石为早白垩世早中期。杨晓菊^[14,15]研究穆棱组真蕨类化石 *Gleichenites jixiensis* sp. nov. 时,确定时代为巴列姆—阿普特期。穆棱组底部(城子河区一带)产有被子植物化石(该层位原为城子河组,1:25 万鸡西幅区调工作通过层序地层划分对比将其厘定为穆棱组) *Asiatifolium elegans*, *Chengzihella oborata*, *Jixia pinnatifidita*, *Shenkuoia caloneura* 等,孙革等^[16]认为该化石层时代为欧特里夫晚期—早巴列姆期,这一结论与全球被子植物初现期(古地磁 JK—M—K—N 交界处)116~117 Ma 非常吻合,即相当于欧特里夫和巴列姆阶的分界线(117 Ma)。孙革等在被子植物化石层附近(城子河区)采集了半咸水沟鞭藻 *Canningia reticulata*, *Gardodinium trabeculosum*, *Odontochitina operculata*, *Oligosphaeridium albertense* 等,何承全^[9]确定其时代为巴列姆中期。同一层位附近,尚玉珂^[17]采集了孢粉 *Clavatipollenites* sp., *Tricolpopollenites* sp., *Tricolpites* sp. 等,并将时代确定为中巴列姆期。孙革等 1991 年在鸡西市青龙山一带穆棱组中部采集了小叶型早期被子植物化石 *Asiatifolium elegans* 等和 1999 年在本组中部凝灰质粉砂岩中采集了叶肢介 *Orthestheriopsis cf. tongfosiensis*,孙革等^[18]将此二类化石时代定为巴列姆中晚期—阿普特早期。另外本组也产出有陆相双壳类 *Sphaerium subplarium*, *Sphaerium selenginense* 等,沙金庚^[5]、姜宝玉等^[13]将其时代定为阿普特—阿尔布期^[13]。蒲荣干^[6]等在勃利盆地本组下部采集了孢粉化石 *Gleichenioidites*, *Impardecispora*, *Appendicisporites*, *Laevigatosporites* 等,将时代定为巴列姆期,同时推测整个穆棱组时代为巴列姆期—阿普特期。上述化石年代可见:穆棱组底部沟鞭藻、孢粉化石显示时代为早—中巴列姆期,中上部小叶型被子植物和叶肢介化石组合时代为中—晚巴列姆期,双壳类化石时代为阿普特—阿尔布期。真蕨类植物大化石显示巴列姆—阿普特期,化石年代自下

而上逐渐变新,而且时差不大,互相穿连,符合地层学的地层叠覆律和化石层序律。综合穆棱组被子植物化石下限 (116~117 Ma),穆棱组的时代应为巴列姆早期—阿普特晚期。

2.4 东山组(K₄ds)生物地层特征

东山组植物化石较发育, 主要以 *R—O* 植物群晚期 *Eladites—Cycadites—Neozamites* 组合为特征,相当于 1986 年张志诚划分的 *Neozamites—Manica* 植物群早期组合, 时代为早白垩世晚期。张武等(1974)在密山县西北大巴山一带采集了鱼化石 *Manchurichthys cf. vbwatokoi*,刘宪亨^①认为是早白垩世标准化石。从上述两类化石的年代及与下伏穆棱组连续沉积上分析,东山组的年代应为阿尔布期。

3 古地磁年代

由于地磁场的倒转具有全球等时性,决定了磁性地层年代学具有全球等时对比性^[8]。黑龙江省地质矿产局^[9]编写组根据沈阳地质研究所刘海山等人在勃利盆地的古地磁测试结果,结合哈兰德中生代事件——磁性地层表,划分了 2 个极性超时:自滴道组—城子河组上部以正反极性交替为特点,属侏罗纪—白垩纪混合极性超时(JK—M);城子河上部至东山组基本为正极性,属白垩纪正向极性超时(K—N)。

在鸡西市 1:25 万区域地质调查工作中,笔者通过高分辨率层序划分对比,发现城子河组顶部含被子植物化石的层位属二级层序高水位体系域,与城子河组代表的湖侵体系域之间存在着凝缩段,表明两者之间具有较明显的沉积间段,因此将原城子河组顶部含被子植物化石层的层位划归为穆棱组,使得城子河组与穆棱组的分界线基本下移到磁性地层正向极性超时与混合极性超时分界处。从勃利盆地磁性地层与全球标准磁性地层对比上看(表 1),城子河组磁性地层与全球标准磁性地层 125~116 Ma 之间混合极性特征基本相同,穆棱组磁性地层与全球磁性地层 116~107 Ma 之间的正向极性特征相似,因此城子河组与穆棱组磁性地层分界线应在 116 Ma 处;东山组下部磁性地层与全球标准磁性地层 107~104 Ma 之间的正向极性特征相似,滴道组磁性地层以混合型正向极性夹反向极性为特征,与全球标准磁性地层 131.2~128.4 Ma 之间磁性地层特征基本一致。这一对比结果与鸡西群各组内植物化石、微体化石(沟鞭藻、孢粉)及介形虫、双壳类、鱼等动物化石组合反映的生物年代非常吻合。

4 高分辨率层序年代推算

在 1:25 万鸡西市幅区调工作过程中,笔者对鸡西盆地、勃利盆地进行了低频(构造)层序和高分辨率四、五级层序的划分和研究,证实低频层序(一、二、三级)主要与区域性构造有关,高分辨率层序主要与米兰科维奇运动周期影响的气候

变化有关,并通过高分辨率短期基准旋回(五级层序)与米兰科维奇短偏心率周期旋回($E_1=0.098\text{Ma}\approx 0.1\text{Ma}$)对应累加推算四级层序形成跨时多在 1.1~1.4 Ma 之间,与米兰科维奇长偏心率周期旋回 $E_4=1.3\text{ Ma}$ 非常接近,如果采用长偏心率周期旋回 $E_4=1.3\text{ Ma}$ 作为鸡西群四级层序平均的延续时间,并忽略四级层序之间可能存在的短暂间断,那么滴道组的 2 个四级层序反映了其沉积延续时间应为 2.6 Ma,结合滴道组界面的磁性地层年代 (128.3 Ma),推算该组沉积年代应在 128.3~130.9 Ma;城子河组由 7 个四级层序组成,形成的延续时间应为 9.1 Ma,其顶界面磁性位置时间为 116 Ma,那么该组沉积绝对时间应在 116~125.1 Ma,城子河组与滴道组之间在区域上为平行不整合接触,根据两组的顶、底界面绝对年代值,可以推算其间缺失 3.2 Ma 的沉积,即 128.3~125.1 Ma 之间为两组沉积间断期;穆棱组由 7 个四级层序组成,其形成延续时间为: $1.3\text{Ma}\times 7=9.1\text{ Ma}$, 底界面磁性地层年代为 116 Ma,该组沉积绝对年代为 116~106.9 Ma;东山组由 4 个四级层序组成,其延续时间为: $1.3\text{Ma}\times 4=5.2\text{ Ma}$,底界与穆棱组整合接触,底界绝对年代值应为穆棱组顶界年代值,即 106.9 Ma,那么东山组沉积年代应为 106.9~101.7 Ma。累计鸡西群形成的绝对年代为 130.9~101.7 Ma, 延续时间为 29.2 Ma,4个组的延续时间在 2.6~9.1 Ma,与目前普遍采用的二级层序(群)的年限(20~30 Ma)及三级层序(组)的年限(2~10 Ma)相当,同时鸡西群及其内各组的延续时间及绝对年代与该群的生物年代和磁性地层年代基本一致(表 1)。

5 鸡西群湖平面升降曲线与全球海平面升降曲线对比

高瑞祺等^[20]研究松辽盆地层序地层特征时发现,松辽盆地湖平面升降二级旋回与全球海平面升降周期有很好的对应关系,证实松辽盆地的构造活动、气候演变与全球海平面升降变化有着相同的大地构造背景。鸡西盆地、勃利盆地与松辽盆地同属中国东北白垩纪断陷盆地,具有相似的构造背景。鸡西盆地与勃利盆地更靠近古太平洋,并发育典型的海陆交互相沉积层,勃利盆地东部属半开放式内陆盆地,已有资料显示盆内的海水来自于东部古太平洋^[3-5],可以判定本区的沉积旋回与全球海平面升降周期也应存在着较好的对应关系。

滴道组为鸡西盆地、勃利盆地二级层序低水位体系域沉积,属河湖相沉积体系,其三级湖平面升降曲线表现为逐渐上升又下降旋回特征(表 1),最高湖泛面绝对年代 130.5 Ma 附近,与全球海平面三级升降曲线最高海泛面绝对年代 130.8 Ma 非常接近,并且两者曲线形态及绝对年龄范围对应很好,滴道组下部四级层序中部湖泛面位置产有半咸水沟鞭

① 黑龙江省地质矿产局,1:20 万密山县幅区域地质调查报告,1984.

藻化石,应与全球海平面升降过程中海水侵入有关。

城子河组为鸡西盆地、勃利盆地二级层序湖侵体系域沉积,属湖泊相沉积体系,穆棱组为盆地二级层序高水位湖退体系域沉积,也属湖相沉积体系,两组在鸡西盆地内二级层序湖平面变化曲线上表现为一个完整的湖平面上升(湖侵)—湖平面下降(湖退)对称旋回,与全球海平面二级升降曲线在 124~109.5 Ma 之间的升降旋回基本吻合。城子河组与穆棱组湖平面升降旋回中最大湖泛面绝对年龄在 116 Ma 附近,而此阶段的全球海平面升降旋回的最大海泛面绝对年龄值在 116.4 Ma 附近,两者十分接近,另外城子河组底部初始湖侵位置发育海相双壳与沟鞭藻化石,穆棱组底部相当最大湖泛面位置和穆棱组中上部发育半咸水沟鞭藻化石,说明在城子河组—穆棱组沉降期受全球海平面上升或下降过程中的局部海侵作用影响有部分海水侵入到鸡西盆地及勃利盆地内。

东山组为盆地二级层序高水位体系域沉积,因火山作用较发育,其湖平面升降曲线总体表现下降形态,与全球海平面无相关性。

综上所述,鸡西群湖平面升降曲线从形态、时限及海相化石上与全球海平面在 131~107 Ma 之间的升降旋回具很好的对应关系,说明鸡西盆地、勃利盆地的构造运动、气候变化、古生物等与全球海平面变化有着相似的构造背景。

6 结 论

(1)通过上述生物地层年代与古地磁分析可见,鸡西群各组内的生物年代与磁性地层年代十分吻合,说明两者存在一定的密切联系,结合高分辨率层延续时代推算,鸡西群整体沉积绝对年代在 130.9~101.7 Ma 之间,相当于早白垩世凡兰岭早期—阿尔布中期;其中滴道组形成时间为 130.9~128.3 Ma 之间,相当于凡兰岭早中期;城子河组形成时间为 125.1~116 Ma,相当于凡兰岭早期—巴列姆早期;穆棱组形成时间为 116~106.9 Ma,相当于巴列姆中期—阿尔布早期,东山组形成时间为 106.9~101.7 Ma,相当于阿尔布早中期。滴道组与城子河组之间在 128.3~125.1 Ma 间为沉积间断,两者之间缺失 3.2 Ma 的沉积。

(2)据鸡西群湖平面升降曲线与全球海平面升降曲线对比,两者在升降旋回年代、海相化石来源、曲线形态、盆地构造运动等方面均具有很好的对应关系,表明鸡西盆地、勃利盆地在古生物、古气候、构造活动等方面变化与全球海平面变化有着极为相似的大地构造背景。这将对探讨黑龙江省东部中生代陆相盆地的大地构造环境、盆地海陆变迁机制及古气候变化等具有重要指示意义。

参考文献 (References):

[1] 何承全,万传彪,杨明杰.黑龙江省东部虎林盆地欧特里夫—巴列姆沟鞭藻类[J].古生物学报,1999,38(2):183~202.
He Chengquan, Wan Chuanbiao, Yang Mingjie. Hauterivian—Barremian dinoflagellates from the Longzhaogou Group of the

H87-3 well in Hulin basin, eastern Heilongjiang, NE China[J]. Acta Palaeontologica Sinica, 1999, 38 (2): 183~202 (in Chinese with English abstract).

[2] 周志炎,陈广雅,伞文,等.黑龙江省鸡西、穆棱地区晚中生代地层及其植物组合的基本面貌[A].见:中国科学院南京地质古生物研究所编.中国科学院南京地质古生物研究所丛刊[C].南京:南京大学出版社,1980,第1号:56~75.
Zhou Zhiyan, Chen Guangya, San Wen, et al.Younger Mesozoic deposits and plant assemblages of Jixi and Mulin,Heilongjiang Provinve [A].In:Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica. Bull.Nanjing Inst. Geol.Palaeont.Acad Sinica[C], Nanjing: Nanjing University Press, 1980, 1:56~75(in Chinese with English abstract).

[3] 孙革,郑少林,姜剑红,等.黑龙江鸡西含煤盆地早白垩世生物地层研究新进展[J].煤田地质与勘探,1999,27(6):1~3.
Sun Ge, Zheng Shaolin, Jiang Jianhong,et al. Recent advance in study of Early Cretaceous bistratigraphy form Jixi coal-bearing basin, Heilongjiang, China[J]. Coal Geol.Explor., 1999, 27(6): 1~3(in Chinese with English abstract).

[4] 程金辉,何承全.黑龙江省东部鸡西盆地早白垩世滴道组的沟鞭藻类[J].古生物学报,2001,40(1):127~133.
Cheng Jinhui, He Chengquan.Early Gretaceous dinoflagellates from the Didao Formation in the Jixi Basin, eastern Heilongjiang, NE China[J]. Acta Palaeonlogica Sinica, 2001, 40(1): 127~133(in Chinese with English abstract).

[5] 沙金庚.黑龙江东部早白垩世生物地层学研究的主要进展[J].地学前缘,2002,9(3):95~101.
Sha Jingeng. Major achievements in studying the Early Cretaceous biostratigraphy of eastern Heilongjiang [J]. Earth Science Frontiers, 2002, 9(3): 95~101(in Chinese with English abstract).

[6] 蒲荣干,吴洪章.黑龙江省东部晚中生代地层的孢子花粉[J].中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊,1982,(5):384~456.
Pu Ronggan, Wu Hongzhang. Sporo-pollen from the Late Mesozoic beds in eastern Heilongjiang Province [J].Bull.Shenyang Inst. Geol.Min. Res., Chinese Acad.Geol. Sci. 1982, (5):384~456(in Chinese with English abstract).

[7] 张清波.黑龙江鸡西盆地城子河组孢粉组合[A].见:全国地层委员会编.地层古生物论文集[C].北京:地质出版社,1988.81~106.
Zhang Qingbo. Sporo-pollen assemblage from the Chengzihe Formation in Jixi Basin of eastern Heilongjiang Province[A]. In:Committee of the Proceedings of Stratigraphical Conference of China (ed.). Professional Papers of Stratigraphy and Palaeont.[C]. Beijing: Geological Publishing House. 1988,81~106(in Chinese with English abstract).

[8] 黎文本.黑龙江东三江地区早白垩世孢粉组合[J].古生物学报,1992,31(2):178~189.
Li Wenben.Early Gretaceous spore-pollen assemblages from eastern Heilongjiang[J]. Acta Palaeontologica Sinica, 1992, 31(2):178~189 (in Chinese with English abstract).

[9] 何承全,孙学坤.黑龙江省东部鸡西盆地城子河组下部早白垩世

- 欧特里夫晚期海相沟鞭藻[J].古生物学报,2000,39(1):46~62.
- He Chengquan, Sun Xuekun.Late Hauterivian dinoflagellates from the lower part of the Chengzihe Formation in Jixi Basin,eastern Heilongjiang, NE China[J]. Acta Palaeontologica Sinica, 2000, 39(1):46~62(in Chinese with English abstract).
- [10] 顾知微.热河动物化石群地质时代的研究[A].见:王鸿桢主编.中国地质科学发展的回顾 [C]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1995.93~99.
- Gu Zhiwei. Study of Geological Age of Fossil Fauna of Johel [A]. In:Wang Hongzhen (ed.).Retrospect of the Development of Geoscience Disciplines in China [C]. Wuhan:China University of Geosciences Press, 1995.93~99(in Chinese with English abstract).
- [11] Gu Zhiwei, Li Zishun, Yu Xihan.Lower Cretaceous Bivalves from eastern Heilongjiang Province of China [M].Beijing:Science Press, 1997.301 .
- [12] 沙金庚,蔡华伟,顾知微,等.龙爪沟群和鸡西群双壳类化石群的时代[A].见:第三届全国地层委员会.第三届地层会议论文集[C]. 北京:地质出版社,2000. 265~269.
- Sha Jingeng, Cai Huawei, Gu Zhiwei, et al.Age of the bivalve fossil faunas from the Longzhaogou and Jixi Groups[A].In:Committee of the Proceeding of the Third National Stratigraphical Conference of China (ed.).Proceedings of the Third National Stratigraphical Conference of China [C]. Beijing:Geological Publishing House, 2000. 265~269(in Chinese with English abstract).
- [13] 姜宝玉,冯金宝.鸡西群城子河组时代的进一步探讨[J].地层学杂志,2001,25(3):217~221.
- Jiang Baoyu, Feng Jinbao. Further discussion on the age of the Chengzihe Formation[J]. Journal of Stratigraphy, 2001, 25(3):217~221.
- [14] 杨小菊.黑龙江鸡西早白垩世穆棱组真蕨类植物一新种[J].古生物学报,2002,41(2):259~265.
- Yang Xiaoju. A new species of *Gleichenites* (*Filicopsioda*) from Early Cretaceous Muling Formation in Jixi,Heilongjiang [J]. Acta Palaeontologica Sinica, 2000, 41 (2):259~265 (in Chinese with English abstract).
- [15] 杨小菊.黑龙江省鸡西盆地早白垩世穆棱组植物化石新材料[J].古生物学报,2003,42(4):561~584.
- Yang Xiaoju.New material of fossil plants from the Early Cretaceous Muling Formation of the Jixi Basin, Easten Heilongjiang Province, China[J]. Acta Palaeontologica Sinica, 2003, 42(4):561~584(in Chinese with English abstract).
- [16] 孙革,郭双兴,郑少林,等.世界最早的被子植物化石群的首次发现[J].中国科学(B辑),1992,(5):543~548.
- Sun Ge, Guo Shuangxing,Zheng Shaolin, et al.First discovery of the Earliest angiospermous megafossils in the world[J]. Science in China (Series B).1992,(5):543~548 (in Chinese with English abstract).
- [17] 尚玉珂.黑龙江省鸡西城子河组被子植物化石层的孢粉研究[J].微体古生物学报,1997,14(2):161~174.
- Shang Yuke.The study on the spore-pollen of Jixi Chengzihe Formation angiospermous megafossils [J]. Acta Micropalaeontologica Sinica, 1997, 14(2):161~174(in Chinese with English abstract).
- [18] 刘招君,董清水,王嗣敏,等.陆相层序地层学导论及应用[M].北京:石油工业出版社,2002.
- Liu Zhaojun, Dong Qingshui,Wang Simin,et al.Introduction and Application of Sequence Stratigraphy of Continented Facies [M]. Beijing:Petroleum Industry Publishing House, 2002 (in Chinese with English abstract).
- [19] 黑龙江省地质矿产局.黑龙江省岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社,1997.233~251.
- Bureau of Geology and Mineral Resources of Heilongjiang.Lithos Stratigraphy of Heilongjiang Province[M].Wuhan:China University of Geosciences Press, 1997. 233~251.(in Chinese with English abstract).
- [20] 高瑞祺,蔡希源,徐宏,等.松辽盆地层序地层特征与油气分布[A].见:刘宝珺,李思田主编.盆地分析—全球沉积地质学—沉积学[C].北京:地质出版社,1999. 23~42.
- Gao Ruiqi, Cai Xiyuan, Xu Hong. et al.Characteristics of Songliao basin sequence stratigraphy and distribution of oil and gas [A]. In: Liu Baojun,Li Sitian (ed.). Basin Analysis, Sedimentary Geology of All the Earth, Sedimentology [C].Beijing:Geological Publishing House,1999. 23~42(in Chinese with English abstract).

Chronostratigraphic division of the Jixi Group in eastern Heilongjiang Province and its geological significance

REN Feng-he^{1,2}, YANG Xiao-ping³, LI Yang-chun³, WANG Yan³, ZHOU Xing-fu²

(1. China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

2. Heilongjiang Research Institute of Geological Survey, Harbin 150036, Heilongjiang, China;

3. Qiqihar Branch, Heilongjiang Research Institute of Geological Survey, Qiqihar 161005, Heilongjiang, China)

Abstract: Using the latest paleontological, magnetostratigraphic and chronological data and the lasting time of the high-resolution sequences, the authors have made a detailed chronostratigraphic division of the Jixi Group and determined the Jixi Group formed in the Early Cretaceous early Valaginian to middle Albian. In the group, the Didao Formation formed at 130.9 ± 128.3 Ma, the Chengzihe Formation at 125.1 ± 116 Ma, the Muling Formation at 116 ± 106.9 Ma, and the Dongshan Formation at 106.9 ± 101.7 Ma. Through a correlation between the lake-level fluctuation curve of the second-order sequence in the Jixi Group with the curve of global eustasy, it is confirmed that the tectonic movement and paleoclimatic change of the Jixi and Boli basins had the same tectonic setting as the global eustasy. This result provides a precise chronological basis for the high-precision stratigraphic division and an analysis of basin tectonism and the mechanism for land and sea changes in Jilin and eastern Heilongjiang in the Early Cretaceous.

Key words: Jixi group; chronostratigraphy; magnetostratigraphy; biostratigraphy; curve of global sea-level changes; Early Cretaceous; eastern Heilongjiang

Author the first author: REN Feng-he, male, born in 1960, Ph.D candidate, senior engineer, works on regional geology and minerals survey and management; E-mail: rfhe@163.com.