

黑龙江省东部鸡西群与龙爪沟群 综合地层对比研究

李仰春^{1,2} 杨晓平² 周兴福³ 王洪杰²

(1.中国地质大学地球科学学院,湖北 武汉 430074;2.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;3.黑龙江省地质调查研究总院,黑龙江 哈尔滨 150036)

摘要:利用最新古生物、磁性地层年代学资料对鸡西群、龙爪沟群进行了年代地层划分,确定了两群形成时间为早白垩世凡兰吟期—阿尔布中期。同时采用层序地层、盆地形成动力学、事件地层学、盆地湖(海)平面升降曲线与全球海平面升降曲线对比等方法,对两群进行了综合对比,证实两群为同一构造—沉降旋回背景下的等时异相关系。笔者认为龙爪沟群自下而上划分为 4 个组,即裴德组、七虎林河组、下云山组、朝阳组,其在横向上分别对应鸡西群滴道组、城子河组、穆棱组、东山组。这一研究结果将对进一步讨论黑龙江东部中生代海陆变迁机制、地层、构造格架建立及煤矿预测等具有重要的指示意义。

关键词:综合地层;鸡西群;龙爪沟群;黑龙江省东部

中图分类号:P534.53,Q913.85 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3657(2006)06-1312-09

鸡西群与龙爪沟群是中国东部中生代重要的煤系地层,主要分布于黑龙江东部鸡西、勃利盆地内(图 1)。关于两者的时代划分和对比一直存在很大争议,尤其是两群年代对比问题更是古生物地层领域争论的焦点,其原因主要是缺少全面、系统的研究,以往地质研究工作主要侧重于岩石地层对比和生物年代地层划分,不同学者因研究领域所限,对两群年代地层划分和对比持有不同观点。20 世纪 90 年代以前多数学者^[1-2]认为鸡西群时代为早白垩世,龙爪沟群时代为中侏罗—早白垩世,即鸡西群相当于龙爪沟群中上部层位。90 年代以后,随着古生物学的深入,越来越多的专家学者倾向于将龙爪沟群时代归为早白垩世^[3-9],并认为两群基本为等时异相关系。目前鸡西群划归早白垩世已无争议,但对其内部各组的年代阶归属尚有分歧,而对龙爪沟群的时代归属及年代阶的划分争议较大。至今为止,各家对两群内岩石地层对应关系及年代对比的厘定仍未得到完全统一,基于这种现状,笔者以年代地层划分为主线,以最新古生物学、磁性年代学资料为基础,结合层序地层学、盆地动力学、事件地层学及盆地湖(海)平面升降曲线与全球海平面升降曲线对比等综合地层学手段,对两群年代地层进行了较为全面、系统的分析,为客观

建立黑龙江省东部中生代地层格架提供进一步佐证。

1 区域地质概况

鸡西群是黑龙江省东部中生代重要的陆相含煤地层,主要分布于鸡西、勃利盆地内。自下而上划分 4 个组级单位^[7]:滴道组、城子河组、穆棱组、东山组。其中滴道组为一套陆相沉积—中酸性火山碎屑岩,中部夹薄煤层,火山碎屑岩发育在顶部,加积型地层结构,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湖—沼泽相中细粒正常沉积岩,夹 4~20 层工业煤层,总体为退积型地层结构,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,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,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。

龙爪沟群是黑龙江省东部中生代典型的海陆交互相含煤地层,主要分布于勃利盆地东部,自下而上划分为 5 个组级单位^[10]:裴德组、七虎林河组、红星城组(下云山组)、朝阳

收稿日期:2006-01-11;改回日期:2006-08-16

基金项目:中国地质调查局地质大调查项目(200113000042、200113000043)资助。

作者简介:李仰春,男,1968 年生,博士生,高级工程师,从事区域地质调查及沉积学方面研究;E-mail:liyanchun999@sohu.com。

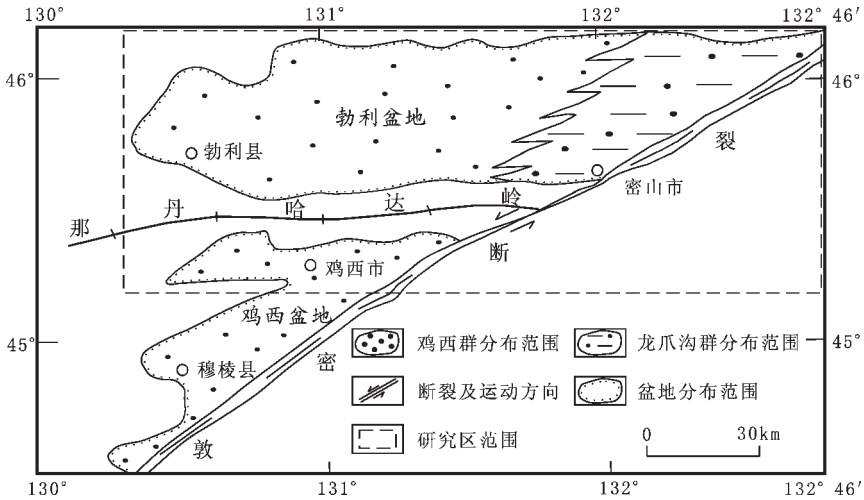


图 1 黑龙江省东部中生代含煤盆地分布示意图

Fig.1 Distribution of Mesozoic coal-bearing basins of in eastern Heilongjiang

组、曙光组(上云山组)。裴德组为一套冲积扇—河流—湖泊相正常沉积岩,顶部发育中酸性火山碎屑岩,中部夹煤线,堆积型地层结构,底部不整合于二叠纪火山岩之上,顶部与七虎林河组为平行不整合接触。七虎林河组为一套滨浅海相细碎屑沉积岩,退积型地层结构,偏下部夹煤线,顶部与下云山组为整合接触。下云山组为一套滨浅海(湖)—三角洲相中细粒沉积岩,夹 2~3 层工业煤层及凝灰岩,顶部与朝阳组为整合接触。朝阳组为一套钙碱性中—中酸性火山碎屑岩夹陆相沉积岩,为盆地晚期火山—沉积建造,未见顶。以往地质工作认为朝阳组之上为上云山组,笔者通过对建组剖面重新研究,发现朝阳组与上云山组未直接接触,朝阳组在云山剖面中表现为一围斜内倾的破火山机构,底部(两侧)均整合于下云山组之上,顶部破火山口内发育含淡水动物化石的粉砂质泥岩层,曾被以往地质工作分别划为上云山组、七虎林河组、下云山组,但该粉砂质泥岩实为朝阳组火山岩内一沉积夹层,所以朝阳组与上云山组的覆盖关系是不成立的。另外上云山组中含有欧特里夫—巴雷姆期 *Odontochitina*—*Vesperopsis* 沟鞭藻组合^[7],与七虎林河组及城子河组所含沟鞭藻的组合时代相同^[4,8,9],同时上云山组与城子河组含有相同种类的 *Aucellina*, 上云山组、七虎林河组含有相同种类的 *Filosin. subovalis* Yao, *Thracia rotundata* 等,三组的生物化石可以互相对比^[9],暗示了三组时代具有等时性特征。上云山组为一套海陆交互相含煤沉积,其海相层较城子河组多,较七虎林河组少,含煤性较城子河组差,较七虎林河组好,空间上与城子河组和七虎林河组紧密伴生,且界线处岩性渐变,三组具相似的地层结构特征,反映三者受同一构造—沉降背景控制,由此表明,上云山组属七虎林河组与城子河组相变过渡带产物。因此认为龙爪沟群自下而上应划分为裴德组、七虎林河组、下云山组、朝阳组。

2 生物地层特征

鸡西群、龙爪沟群内含有丰富的植物、孢粉、沟鞭藻及动物化石等,对于年代地层划分对比具有良好的指示意义,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,是解决中新世代地层划分对比的重要门类之一^[8]。

2.1 鸡西群生物地层特征

滴道组植物化石以 *Carpolithus*—*Podozamites*—*Onychiopsis* 组合为特征(图 2),相当于 *Ruffordia*—*Onychiopsis* 植物群早期组合^[7],时代为早白垩世早期^[10-11]。中下部产有贝里阿斯—凡兰吟期沟鞭藻 *Lagenorhynchus granorugosus* 和 *Vesperopsis didaensis*^[12]。沙金庚^[3]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,根据沟鞭藻类化石产出层位偏下,判断滴道组的沉积主体时间应为凡兰吟期^[13]。

城子河组植物化石以 *Ruffordia*—*Gleichenites*—*Pityophyllum* 组合为特征(图 2),相当于 R—O 植物群中期组合^[7]。吴向午^[4,15]鉴定:该套化石组合为早白垩世早中期。底部发育 *Cicatricosisporites*、*Cyathides*、*Deltoidospora* 等孢粉化石,时代为凡兰吟期?—巴列姆期。下部海相化石层中产有欧特里夫晚期 *Odontochitina operculata*—*Muderongia tetracantha* 和 *Vesperopsis zhaodongensis* 沟鞭藻组合^[9]。总体上看,植物、孢粉、沟鞭藻化石反映的时代基本一致,从底部孢粉年代偏老、下部沟鞭藻年代居中、与贯穿始终的植物大化石年代吻合非常好上分析,城子河组形成时代应为凡兰吟晚期—巴列姆早期^[13]。

穆稜组植物大化石以 *Ruffordia*—*Gleichenites*—*Pityophyllum* 组合为特征(图 2),相当于 R—O 植物群中晚期组合^[7],时代为巴列姆—阿普特期^[16]。穆稜组底部产有欧特里夫晚期—早

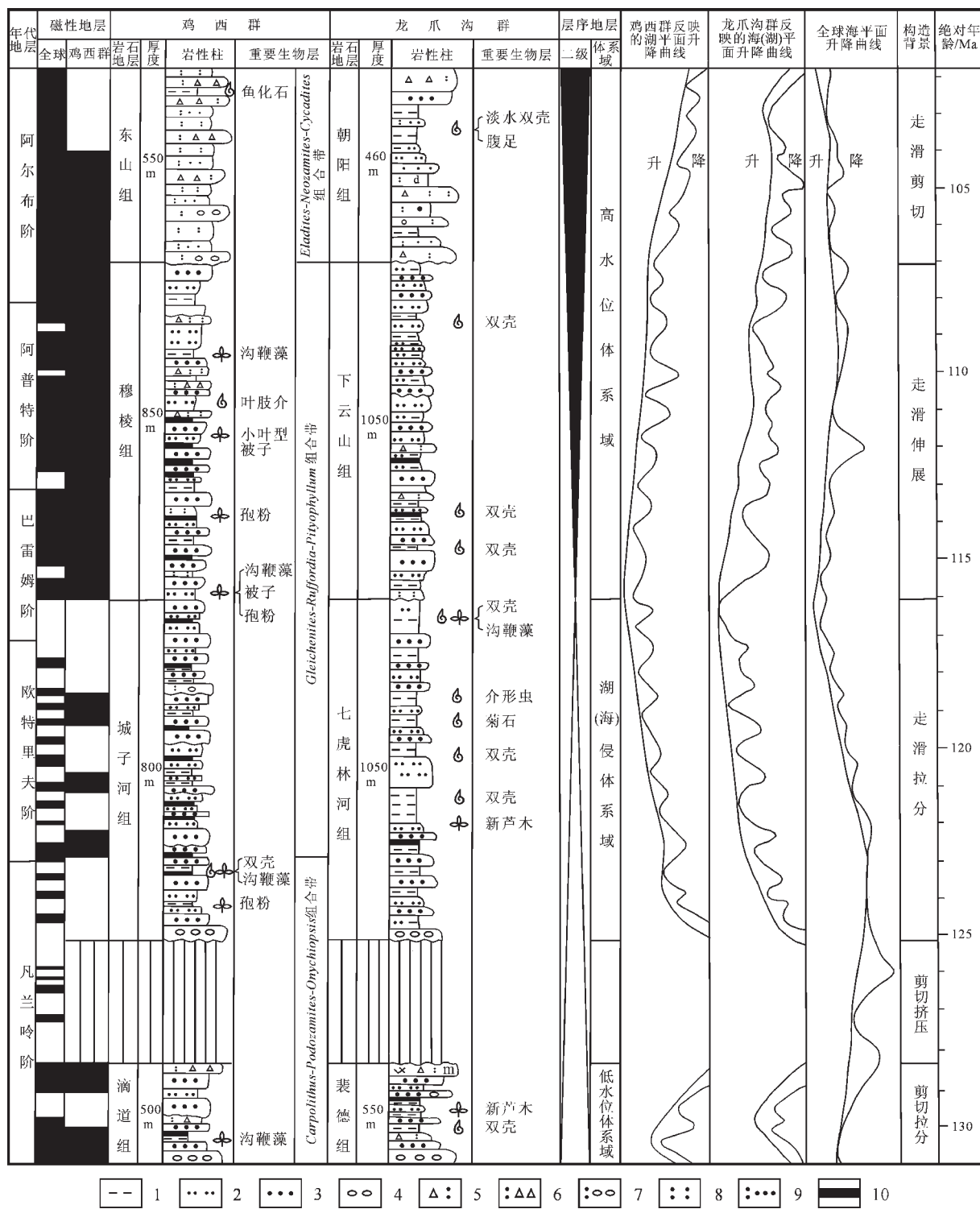


图2 鸡西群与龙爪沟群综合地层划分对比图

1—泥岩;2—粉砂岩;3—砂岩;4—砾岩;5—角砾凝灰岩;6—凝灰岩砾岩;7—凝灰岩;8—凝灰砂岩;9—凝灰砂岩;10—煤层

Fig.2 Integrated stratigraphic division and correlation of the Jixi and Longzhaogou groups

1—Mudstone;2—Siltstone;3—Sandstone;4—Conglomerate;5—Breccia tuff;6—Tuffaceous breccia;7—Tuffaceous conglomerate;8—Tuff;

9—Tuffaceous sandstone;10—Coal bed

巴列姆期大被子化石 *Asiatifolium elegans*, *Chengzihella oborata*, *Jixia pinnatipartita*, *Shenkuoia caloneura* 等^[16](原层位为城子河组, 经 1:25 万区调修订为穆棱组^①), 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)。被子化石层附近产有巴列姆中期半咸水沟鞭藻 *Cunningia reticulata*, *Odontochitina operculata* 等^[9], 同一层位附近产有中巴列姆期孢粉 *Clavatipollenites* sp., *Tricolpopollenites* sp., *Tricolpites* sp. 等^[18]。中部发育巴列姆中晚期—阿普特早期小叶型早期被子化石 *Asiatifolium elegans* 等和叶肢介 *Orthestheriopsis* cf. *tongfosiensis*^[10]。下部发育巴列姆期孢粉化石 *Gleichenioidites*, *Impardecispora*, *Appendicisporites*, *Laevigatosporites* 等^[15]。本组上部还产有十分丰富的阿普特—阿尔布期半咸水沟鞭藻 *Cribroperkinium*? *Parorthoceras*^[19]。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, 中上部小叶型被子和叶肢介组合时代为中、晚巴列姆期, 上部沟鞭藻化石时代为阿普特—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, 符合地层叠覆律和化石层序律。综合穆棱组大被子化石下限 (116~117 Ma), 穆棱组的时代应为巴列姆早期—阿尔布早期^[13]。

东山组植物化石以 R—O 植物群晚期 *Eladites*—*Cycadites*—*Neozamites* 组合为特征, 相当于 *Neozamites*—*Manica* 植物群早期组合^[7], 时代为早白垩世晚期。该组中上部产有的鱼化石 *Manchurichthys* cf. *vbwatakoi*, 经刘宪亭研究认为早白垩世标准化石^[11]。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中晚期^[13]。

2.2 龙爪沟群生物地层特征

裴德组植物化石以 *Coniopteris*, *Cladophlebis*, *Neocalamites*, *Elatocladus* 等为主, 相当于 *Coniopteris*—*Phoenicopsis* 植物群晚期组合。以往工作依据 *Neocalamites* 的出现, 将 C—P 植物群置于侏罗纪, 但 *Neocalamites* 的相似种在日本及俄罗斯远东地区早白垩世地层已有发现^[20], 同时鸡西群穆棱组(K_{1m})下部也见有 *Neocalamites* 出现, 而且在裴德组底部最新发现有早白垩世代表分子 *Gleichenites yunshanensis* Cao^①。因此, 含 *Neocalamites* 的 C—P 植物群晚期组合在黑龙江省东部可能延入早白垩世。另外该组原下伏地层—凯北群大架山组经 1:25 万虎林市幅区调修订(云山剖面)为裴德组下部, 此段地层中产有海相双壳 *Aucellina*, *Entolium* 等, 该双壳类化石组合, 时代为早白垩世中晚期^[5,6]。综合该组动植物化石年代来看, 裴德组时代应为早白垩世, 考虑到与上覆含欧特里夫斯沟鞭藻化石的七虎林河组的平行不整合关系, 该组的时代应为凡兰吟期。

七虎林河组中部产出有巴雷姆期菊石 *Pseudohoplaceras* cf. *liptoviense* 和 *Phyllopachyceras* sp.^[21]。伴生有巴雷姆—阿尔布期双壳类化石 *Astarte*, *Nuculana*, *Palaeoneilo*, *Filosina* 等^[6,23]。上部泥岩中产有欧特里夫—巴雷姆早期沟鞭藻类 *Oligosphaeridium*—

Odontochitina 等化石^[9]。中上部产出有早白垩世早期介形虫 *Mantelliana mishanensis* 等^[22](该层位原划曙光组, 后经 1:25 万区调修订为七虎林河组^①)。考虑该组上部沟鞭藻化石的精确年特征及与菊石、双壳类共存延伸带为巴雷姆期^[9], 该组上部时代应为巴雷姆早期, 中部介形虫 *Mantelliana mishanensis* 上限不超越巴雷姆期^[22], 笔者在鸡西地区从事区调过程中利用高分辨率层序推算七虎林河组形成跨时为 9.1 Ma。9.1 Ma 在早白垩世跨越 2~3 个阶, 那么该组中部形成时间应为欧特里夫期, 下部形成时代应为凡兰吟晚期。

沙金庚^[3]通过生物地层研究确定下云山组时代为早白垩世阿普特期。综合考虑该组双壳类时代、本组岩石地层延续时间 9.1 Ma 及与下伏七虎林河组(七虎林河组顶部为早巴雷姆期)整合接触关系等, 该组的形成年代应为早白垩世巴雷姆中期—阿尔布早期。朝阳组中产有淡水腹足类 *Viviparus* cf. *matsumotoi* Suzuki, V. cf. *onogoensis* Kobayashi et Suzuki, *Rhynchocerithium* cf. *fusiforme* 等。*Viviparus* 等与双壳类 *Arguniella*, *Unio* 等多出现在早白垩世鸡西群中, 依据与下伏下云山组(下云山组顶部为阿尔布早期)的整合关系这一事实, 此组的时代应为阿尔布中晚期。

从上述分析可知, 鸡西群与龙爪沟群的生物年代基本一致, 其中滴道组与裴德组、城子河组与七虎林河组、穆棱组与下云山组、东山组与朝阳组分别具有等时性对比的生物年代依据。

3 古地磁年代

由于地磁场的倒向具有全球等时性, 决定了磁性地层年代学具有全球等时对比性^[24]。勃利盆地鸡西群中的古地磁测试结果显示(图 2): 滴道组—城子河组上部以正反极性交替为特点, 属侏罗—白垩纪混合极性超时(JK—M); 城子河组上部至东山组基本为正极性, 属白垩纪正向极性超时(K—N)^[7]。从勃利盆地磁性地层与全球标准磁性地层对比看(图 2), 城子河组磁性地层与全球标准磁性地层 125~116 Ma 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 的正向极性特征相似; 以此确定城子河组与穆棱组磁性地层分界线在 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 131~128 Ma 之间磁性地层特征一致。这一对比结果与鸡西群各组内植物(大被子)化石、微体(沟鞭藻、孢粉)化石及介形虫、鱼等动物化石组合反映的生物年代非常吻合。

4 层序地层与盆地动力学

层序地层学是研究一套由不整合面及其相当的整合面为界的、具有成因联系的年代地层格架内岩层间相互关系的一门学科^[24], 其中心思想是建立盆地等时性地层格架^[25]。岩石

①黑龙江省地质调查研究总院. 1:25 万鸡西市幅区域地质调查报告, 2003.

地层虽具有较强的填图性,但根据“岩性、岩相的统一”来划分和对比岩石地层单位常常具有人为性及不确定性^[26],更易造成地层等时对比矛盾^[24]。而层序地层学以它的科学性、定量性、预测性、综合性等优势能有效地划分、对比沉积层,并能提供一种更为精确的时代对比和岩相古地理再造等组合方法^[27]。笔者在鸡西地区从事区域地质调查过程中,对鸡西群、龙爪沟群进行了详细的层序地层划分,发现两群在层序地层中有很好的对应关系,为两群对比提供了新的佐证。

鸡西、勃利盆地早白垩世发育 2 个重要的角度不整合面。一是鸡西群、龙爪沟群底部与盆地基底之间的角度不整合面,由控制盆地形成和消亡的一级构造运动所形成,区域上属等时性构造界面;二是鸡西群、龙爪沟群顶部与桦山群(K₂)之间的角度不整合面,其由控制盆地从断陷向拗陷转变的二级构造运动所形成,在盆地范围内具有等时性。鸡西群、龙爪沟群在鸡西、勃利盆地由该两个不整合面所限定,构成两个盆地同一断陷期的一个完整二级层序。该二级层序在鸡西盆地内及勃利盆地中西部由鸡西群组成,在勃利盆地东部由龙爪沟群组成(图 2)。

该二级层序内部发育一个平行不整合面和一个相当于整合的最大湖(海)泛面,此两个界面在盆地内分别具有等时性,将该二级层序分割成上、中、下三部分,分别代表高水位体系域、湖侵体系域和低水位体系域(图 2)。滴道组、裴德组以其加积—退积型地层结构和底部不整合于盆地基底之上等特征同时构成了鸡西盆地、勃利盆地不同位置 II 级层序的低水位体系域,城子河组与七虎林河组以其退积型地层结构同时构成了鸡西、勃利盆地断陷期 II 级层序的湖(海)侵体系域,穆棱组、东山组与下云山组、朝阳组以其进积—加积型地层结构同时构成了鸡西、勃利盆地断陷期二级层序高水位体系域。总体上显示了两群中 8 个组分别具有很好的层序地层对应关系。另外从体系域动力学上分析:低水位体系域代表断陷盆地早期可容纳空间较小的初始裂陷沉积,滴道组与裴德组中上部均发育剪切成因的钙碱性中酸性火山岩,反映了盆地早期构造机制以剪切拉分作用为特点^[28,29];湖(海)侵体系域代表盆地可容纳空间不断增大的扩张期沉积,城子河组与七虎林河组反映的低水位体系域形成时间为凡兰吟晚期—巴雷姆早期,此阶段恰好为敦密断裂左旋走滑最大平移期^[30]和全球海平面上升期^[27],说明该阶段盆地构造以控制盆地断裂的走滑拉分作用为主^[31];高水位体系域代表盆地可容纳空间逐渐减少的萎缩期沉积,穆棱组与云山组以其加积—进积结构反映了盆地拉张与收缩作用程度相近,与典型走滑伸展层序特征^[28,29]相似,表明该阶段盆地构造背景以敦密断裂走滑伸展作用为主^[31];东山组与朝阳组以钙碱性中酸性—中性火山岩为主,具断裂剪切造山成因特点^[32],说明该阶段盆地构造背景以控盆断裂的走滑剪切作用为主^[31]。综上所述,鸡西群与龙爪沟群内部对应各组具有相同的动力学演化背景和层序地层对应关系,表明两群内部各组为同一时期不同位置的横向相变关系。

5 鸡西群与龙爪沟群湖(海)平面与全球海平面升降曲线对比

鸡西盆地与勃利盆地发育海陆交互相沉积层,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^[3,10,20],可以判定鸡西与勃利盆地的沉积旋回与全球海平面升降周期应存在着某种对应关系。

滴道组和裴德组为鸡西盆地、勃利盆地二级层序低水位体系域,其二级湖平面升降曲线表现为逐渐上升又下降旋回特征(图 2),最高湖泛面绝对年代在 130~130.5 Ma 附近,与 Haq 及 Vail 等^[27]全球海平面早白垩世长周期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与全球海平面升降曲线在 128.3~131 Ma 区段对应很好,根据对比结果与两组生物年代和磁性年代相当吻合。滴道组下部湖泛面位置产有半咸水沟鞭藻化石,裴德组下部产有海相双壳化石,显示了全球海平面升降过程中同期海水侵入特点。

城子河组、七虎林河组为鸡西、勃利盆地二级层序湖(海)侵体系域,穆棱组、下云山组为盆地二级层序高水位湖(海)退体系域。城子河组、七虎林河组、穆棱组、下云山组分别在勃利盆地、鸡西盆地内二级层序湖(海)平面变化曲线上表现为一个完整的湖(海)平面上升—湖平面下降对称旋回特征,与全球海平面长周期升降曲线在 124~109.5 Ma 的升降旋回吻合(图 2)。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 115.8 Ma 附近,七虎林河组与下云山组构成的湖(海)平面升降旋回中最大海泛面绝对年龄值在 116.2 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 116.2 Ma 附近,三者十分接近。另外城子河组、穆棱组与七虎林河组、下云山组中均发育反映 124~109.5 Ma 的海相沟鞭藻类等化石,表明鸡西群与龙爪沟群在这一时期沉积作用与全球海平面升降变化具有明显的同步性,同时海相层由东向西逐渐减少,表现了由东向西逐渐由海相沉积向陆相沉积相变特点。

6 事件地层对比

事件地层具有一定的时空范围、延伸性和等时性效应,可精确对比和确定盆内等时地层单元,在区域上具有广泛的对比作用^[33]。鸡西群与龙爪沟群内均发育有同期火山岩层、海相层、煤层等事件层,为两群等时对比提供了良好标志。

6.1 火山事件

滴道组与裴德组的中部及顶部均发育有英安质、流纹质火山碎屑岩,火山岩层在两组岩石地层位置中对应很好,且岩石类型及厚度在两组中表现相似,从两组火山岩的稀土、微量元素特征上看(表 1、图 3),两组相同岩石类型的稀土曲线、微量元素曲线模式拟合也非常好,表明了两组中火山作用具有同源同构造背景成因特点。

表 1 鸡西群与龙爪沟群火山岩地球化学分析

Table 1 Geochemical analysis of volcanic rocks of the Jixi and Longzhaogou groups

单位	序号	岩性	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm
东山组	1	英安岩	31.7	39.4	6.23	24.9	5.75	1.4	5.49	0.97	6.24	1.29	3.43	0.52
朝阳组	2	英安岩	37.4	58.7	6.91	26.2	6.18	1.2	4.29	0.68	4.19	0.75	2.16	0.31
滴道组	3	流纹质凝灰岩	31.4	63.3	6.99	29.6	6.61	0.59	5.82	0.91	5.57	1.01	3.02	0.46
裴德组	4	流纹质凝灰岩	44.7	79.8	8.31	32.8	7.3	0.72	4.98	0.86	4.83	0.94	2.95	0.48

序号	Yb	Lu	Y	Sr	K*	Rb	Ba	Th	Ta	Nb	P*	Zr	Hf	Ti*	Sc	Cr
1	3.22	0.44	27.8	513	1.16	15.7	799	3.33	0.54	9.87	0.06	124	4.26	0.34	9.64	42.2
2	1.92	0.29	21	380	1.08	53.4	770	8.28	0.91	13	0.04	190	5.1	0.24	11	51.7
3	2.76	0.38	24.8	161	4.39	184	493	19.1	2.48	45.1	0.02	224	8.14	0.17	3.96	12.2
4	3.02	0.42	21.3	70.9	1.07	175	671	17.4	1.33	23.2	0.01	120	4.12	0.12	3.57	13.2

注:样品由宜昌地质矿产研究所分析,单位 10⁻⁶,*者为 10⁻²。

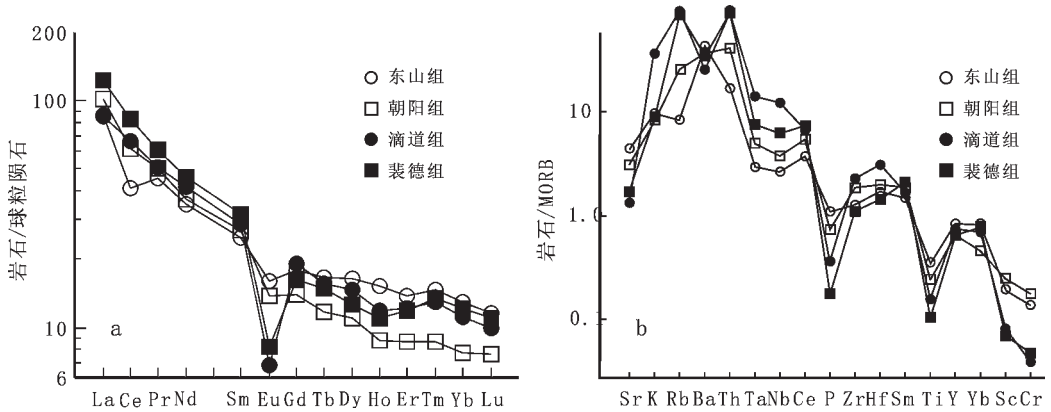


图 3 鸡西群与龙爪沟群火山岩稀土元素(a)、微量元素(b)分布图

Fig.3 REE(a) and trace element(b) distribution patterns of the volcanic rocks of the Jixi and Longzhaogou groups

穆棱组与云山组中均发育流纹质火山碎屑岩,在岩石地层柱中有一定可对比性(图 2),总体反映了该一时期火山作用以酸性岩浆活动为特征,与滴道期相比,岩浆成分有了较明显变化。

东山组与朝阳组同为一套中性-中酸性火山岩夹陆源碎屑岩,岩石类型及组合相似,岩石地层具可对比性(图 2)。东山组中部含有早白垩世晚期淡水鱼化石,朝阳组中上部含有同时期淡水双壳及腹足类化石,说明两组产出环境及时代基本相同。从两组中英安岩的稀土、微量元素特征(表 1、图 3)上看,两者稀土及微量曲线特征拟合非常好,表明两组的岩浆来源、演化及构造背景具有相同特点,两组发育在同一盆地内,其岩石组合、生物年代及构造背景的一致性,进而说明两组为同期火山活动产物。

6.2 海侵事件

海侵突发事件是海侵事件的基本属性,其沉积具等时性^[4]。鸡西群与龙爪沟群中均发育不同数量及种类的海相化石,为两群对比提供了较为精确的年代学依据。

滴道组与裴德组下部产生的海相沟鞭藻和双壳类化石层,在两组的岩石地层中有很好的对应关系,其同时对应着全球海平面上升相对最高期,表明两组沉积作用早期遭受了同一期海水侵入的影响。城子河组、穆棱组与七虎林河组、下云山组所构成的湖(海)侵—湖(海)退沉积旋回中发育多个海相化石层,虽然化石种类不完全对应,但海相层在年代地层位置上有较好的对应关系。另外该 4 个组反映的湖(海)平面升降曲线与全球海平面升降曲线在早白垩世具有明显的同步性,表明两群中 4 个组的沉积作用是在同一期海侵—海退背景下形成的。

6.3 成煤事件

煤层是在高的地下水位、潮湿的气候、长时间堆积和低的陆源补给以及迅速被埋藏等条件下形成的^[25]。大面积展布的煤层作为潮湿气候的产物具有一定等时性,常可作为成因地层层序的边界进行层序划分和对比^[25]。鸡西群中煤层非常发育,龙爪沟群由于受海侵作用影响成煤较差,但在主要成煤阶段两群仍有较明显的煤层相对应。

滴道组中下部和裴德组中上部均发育有质地较差的煤层,两组中煤层在岩石、年代地层位置上略有偏差,但基本上反映了同一期成煤事件的成因特点;城子河组下部是主要工业煤层发育层位,而与之对应的七虎林河组仅有一层煤也出现在地层下部,与城子河组下部含煤段遥相呼应;穆棱组中下部为主要含煤段,而与之对比的下云山组所含煤层也主要集中在中下部,与穆棱组成煤段形成明显对应关系。

7 结 论

通过古生物年代和磁性地层年代对比分析可见,鸡西群与龙爪沟群具有相同的年代地层特征,且两群内部四分各组之间也有很好的年代对比依据。从层序地层上分析,两群是同一构造背景、相同构造机制作用下形成的不同盆地或同一盆地不同位置的等时异相或同时异盆关系,总体上代表了由盆地初始裂陷→扩张→萎缩过程的一个完整的构造—沉降旋回沉积,两群内部各组在层序地层上有着非常明显的对比关系,其在不同阶段均反映了相同的构造演化特征;两群火山事件主要有3期,早期以中酸性火山活动为特点,中期为酸性火山活动,晚期为中性—中酸性火山活动,3期火山活动在两群对应各组中形成的岩石特征、岩石组合、地球化学特征具有明显相似性,且在岩石地层和年代地层上也具有很好对应关系,显示了3期火山作用在两群(盆地不同位置)各组沉积阶段分别具有同期、同源及同构造背景成因特点;两群对应各组在主要成煤阶段具有良好对应关系,表明两群是在同一时间、同一气候条件下发生的沉积作用;两群内各组海相化石层在岩石地层、年代地层上也具有明显对比响应,且湖(海)平面升降曲线与全球海平面升降曲线在早白垩世阶段具有同步性,显示两群海相层是在早白垩世全球海平面上升期受同一海侵作用的影响所致,同时也说明了鸡西、勃利盆地与全球海平面变化之间具有相似的构造背景。

综上所述,鸡西群与龙爪沟群在古生物年代、磁性地层年代、盆地构造成因及层序地层、火山岩夹层、煤及海相化石层及盆地湖(海)平面升降曲线与全球海平面曲线对比上均具有统一性和一致性,由此表明,两群应为同一构造背景下的同时异相关系,其内部对应各组具严格的等时性。据磁性地层及湖(海)平面曲线与全球海平面升降曲线对比,推算两群形成时间为凡兰吟早期—阿尔布中期,其中滴道组与裴德组形成时间为131~128.3 Ma,城子河组与七虎林河组形成时间为125.2~116.1 Ma,穆棱组与下云山组形成时间为116.1~107.1 Ma,东山组与朝阳组形成时间为107.1~101.7 Ma。

致谢:中国地质大学(武汉)张克信教授、朱云海教授、樊光明教授和林启祥副教授对本文进行了认真的审阅,并提出了非常宝贵的意见和建议,在此表示衷心的感谢!

参考文献(References):

[1] 具然弘,郑少林,于希汉,等. 黑龙江东部地区龙爪沟群及鸡西群

- [J]. 中国地质科学院沈阳地质矿产研究所刊,1982,5:1~44.
- Ju Ranhong, Zheng Shaolin, Yu Xihan, et al. Stratigraphy of Longzhaogou and Jixi groups in eastern Heilongjiang Province [J]. Bull. Shenyang Inst. Geol. Min. Res. Chinese Acad. Geol. Sci., 1982, 5: 1~44 (in Chinese with English abstract).
- [2] 李子舜,王思恩,于菁珊,等. 中国北部上侏罗统的划分及其与白垩系的界线—着重讨论龙爪沟群、鸡西群、热河群的划分和对比 [J]. 地质学报, 1982, 56(4): 347~363.
- Li Zishun, Wang Sien, Yu Jingshan, et al. On the classification of the Upper Jurassic in North China and its bearing on the Juro - Cretaceous boundary [J]. Acta Geologica Sinica, 1982, 56(4): 347~363 (in Chinese With English abstract).
- [3] 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]. 地质前缘, 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).
- [4] Sha Jingeng, Cai Huawei, He Chengquan. Studies on the Early Cretaceous Long Zhaogou and Jixi Groups of eastern Heilongjiang, northeast China, and their bearing on the age of supposedly Jurassic strata in eastern Asia [J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2002, 20(2): 141~150.
- [5] 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 (in Chinese with English abstract).
- [6] Gu Zhiwei, Li Zishun, Yu Xihan. Lower Cretaceous bivalves from Eastern Heilongjiang Province of China [M]. Beijing: Science Press, 1997. 301.
- [7] 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, 250~251.
- Bureau of Geology and Mineral Resources of Heilongjiang. Rock Stratigraphy of Heilongjiang Province [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1997. 233, 250~251 (in Chinese with English abstract).
- [8] 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).
- [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] 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 of Jixi coal-bearing basin, Heilongjiang, China [J]. Coal. Geol. Explor, 1999,27 (6):1~3 (in Chinese with English abstract).
- [11] 郑少林, 张武. 黑龙江省东部地区龙爪沟群及鸡西群植物化石[J]. 中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊, 1982,5:277~382. Zheng Shaolin, Zhang Wu. Fossil plants from Longzhaogou and Jixi groups in eastern Heilongjiang province[J]. Bull.Shenyang Inst. Geol.Min.Res., Chinese Acad.Geol.Sci. 1982,5: 277~382(in Chinese with English abstract).
- [12] 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 Cretaceous dinoflagellates from the Didao Formation in the Jixi Basin, eastern Heilongjiang, NE China [J]. Acta Palaeontologica Sinica, 2001,40 (1):127~133(in Chinese with English abstract).
- [13] 任凤和, 杨晓平, 李仰春, 等. 黑龙江省东部鸡西群地层时代划分及地质意义[J]. 中国地质, 2005,32(1):48~54. Ren Fenghe, Yang Xiaoping, Li Yangchun, et al. Chronostratigraphic division of the Jixi Group in eastern Heilongjiang Province and its geological significance [J]. Geology in China, 2005,32(1):48~54(in Chinese with English abstract).
- [14] 张清波. 黑龙江鸡西盆地城子河组孢粉组合[A]. 见:地层古生物论文集[C]. 北京:地质出版社, 1988.19:81~106. Zhang Qingbo. Sporo-pollen assemblage from the Chengzihe Formation in Jixi Basin of eastern Heilongjiang Province [A]. Professional Papers of Stratigr.and Palaeont[C]. Beijing: Geological Publishing House, 1988.19:81~106(in Chinese with English abstract).
- [15] 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).
- [16] 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 Xiaojie. A new species of Gleichenites (Filicopsida) from Early Cretaceous Muling Formation in Jixi, Heilongjiang [J]. Acta Palaeontologica Sinica, 2000,41 (2):259~265 (in Chinese with English abstract).
- [17] 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), 1992,22(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), 1992,22(5):543~548(in Chinese).
- [18] 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).
- [19] 万传彪, 乔秀武, 杨建国. 黑龙江省鸡西盆地早白垩世孢粉组合[A]. 见:朱宗浩,等主编.中国含煤盆地孢粉学论文集[C]. 北京:石油工业出版社, 2000.81~89. Wan Chuanbiao, Qiao Xiuyun, Yang Jianguo, et al. The sporopollen assemblage of the Early Cretaceous in Jixi Basin, Heilongjiang Province [A]. In:Zhu Zonghao,et al (eds.). Selected papers of Palynology of Petroliferous Basin, China [C]. Beijing: Petroleum Industry Press. 2000.81~89(in Chinese).
- [20] 李尉荣. 黑龙江省海陆相侏罗纪—早白垩世地层界线及成煤期[M]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社, 1996.10~60. Li Weirong. On Strata, Boundary and Coal Age of Marine(Land) Jurassic-Early Cretaceous in Heilongjiang Province (the Subject Subsidized by Heilongjiang Natural Science Found)[M]. Harbin: Harbin Engineering University Publishing House, 1996.10~60 (in Chinese).
- [21] Futakami M, Matsukawa M, Chen Peiji. Barremian ammonites from the Long Zhaogou Group in eastern Heilongjiang, northeast China[J]. J.Geol.Soc.Japan, 1995,101(1):79~85.
- [22] 张立君. 黑龙江省东部晚侏罗世至早白垩世海相—半咸水介形虫化石[J]. 中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊, 1982, 5: 201~226. Zhang Lijun. Late Jurassic to early cretaceous marine-brackish ostracods of eastern Heilongjiang province [J]. Bull.Shenyang Inst. Geol.Min.Res., Chinese Acad.Geol.Sci.China, 1982,5:201~226 (in Chinese with English abstract).
- [23] 姜宝玉, 蔡华伟. 黑龙江省东部七虎林河组中阿普第期的两属异齿类双壳类化石[J]. 古生物学报, 2004,43(2):112~117. Jiang Baoyu, Cai Huawei. Two Aptian bivalve genera of heterodonta from the Qihulin formation in eastern Heilongjiang Province [J]. Acta Palaeontologica Sinica, 2004,43 (2):112~117 (in Chinese with English abstract).
- [24] 刘招君, 董清水, 王嗣敏. 陆相层序地层学导论及应用[M]. 北京:石油工业出版社, 2002.20~65. Liu Zhaojun, Dong Qingshui, Wang Simin, et al. Introduction to Continental Sequence Stratigraphy & Application [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2002.20~65 (in Chinese).
- [25] 刘豪, 王英民. 浅析准噶尔盆地侏罗系煤层在层序地层中的意义[J]. 沉积学报, 2002,20(2):197~202. Liu Hao, Wang Yingmin. Analyses of the significances of Jurassic coal layers in sequence stratigraphy in Junggar Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2002,20 (2):197~202 (in Chinese with English abstract).
- [26] 梅冥相. 从地层记录的特性论岩石地层学的困惑[J]. 地层学杂志, 1996,20(3):207~212. Mei Mingxiang. Discussion on the perplexity in lithostratigraphy in terms of the particularity of stratigraphical records [J]. Journal of Stratigraphy, 1996,20(3):207~212(in Chinese with English abstract).
- [27] 池秋鄂, 龚福华. 层序地层学基础与应用[M]. 北京:石油工业出版社, 2001.9~40.

- Chi Qiue, Gong Fuhua. Foundation and Application of Sequence Stratigraphy [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2001.9~40(in Chinese with English abstract).
- [28] 李继亮, 肖文交, 闫臻. 盆山耦合与沉积作用 [J]. 沉积学报, 2003,21(1):52~60.
- Li Jiliang, Xiao Wenjiao, Yan Zhen. Basin-Range coupling and its sedimentation [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2003,21(1):52~60(in Chinese with English abstract).
- [29] 解习农, 任建业, 焦养泉, 等. 断陷盆地构造作用与层序样式 [J]. 地质论评, 1996,42(3):239~244.
- Xie Xinong, Ren Jianye, Jiao Yangquan, et al. Tectonism of faulted basin and sequence pattern [J]. Geological Review, 1996,42(3):239~244(in Chinese with English abstract).
- [30] 陈丕基. 郯庐断裂巨大平移的时代与格局 [J]. 科学通报, 1988,19(4):289~293.
- Chen Peiji. Giant strike-slip times and pattern of Tanlu rift [J]. Chinese Science Bulletin, 1988,19(4):289~293(in Chinese).
- [31] 杨晓平, 李仰春, 柳震, 等. 黑龙江省东部鸡西盆地构造层序划分与盆地动力学演化 [J]. 吉林大学学报 (地球科学版), 2005,35(5):616~621.
- Yang Xiaoping, Li Yangchun, Liu Zhen, et al. Classification of tectonic sequence and dynamic evolution of Jixi Basin, eastern Heilongjiang Province [J]. Journal of Jilin University (earth science edition), 2005,35(5):616~621(in Chinese with English abstract).
- [32] 邓晋福, 赵海玲, 莫宣学, 等. 中国大陆根—柱构造 [M]. 北京: 地质出版社, 1996.35~37.
- Deng Jinfu, Zhao Hailing, Mo Xuanxue, et al. Continental Roots-Plume Tectonics of China-Key to the Continental Dynamics [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1996.35~37(in Chinese with English abstract).
- [33] 蔡雄飞. 事件地层学与层序地层学在盆地研究中具同等作用 [J]. 地层学杂志, 1997,21(2):156~160.
- Cai Xiongfei. The identical function of event and sequence stratigraphy in the study of sedimentary basin [J]. Journal of Stratigraphy, 1997,21(2):156~160(in Chinese with English abstract).
- [34] 李增学, 余继峰, 郭建斌, 等. 陆表海盆地海侵事件成煤作用机制分析 [J]. 沉积学报, 2003,21(2):288~296.
- Li Zengxue, Yu Jifeng, Guo Jianbin, et al. Analysis on coal formation under transgression events and its mechanism in epicontinental sea basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2003,21(2):288~296(in Chinese with English abstract).
- [35] 吴因业. 煤层——一种陆相盆地中的成因层序边界 [J]. 石油学报, 1996,17(4):28~34.
- Wu Yinye. Coal seam—a genetic sequence boundary in continental basins [J]. Acta Petrolei Sinica, 1996,17(4):28~34(in Chinese with English abstract).

Integrated stratigraphic correlation of the Jixi Group and Longzhaogou Group in eastern Heilongjiang

LI Yang-chun^{1,2}, YANG Xiao-ping², ZHOU Xing-fu³, WANG Hong-jie²

(1. School of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China;

2. Qiqihar Branch, Heilongjiang Research Institute of Geological Survey, Qiqihar 161005, Heilongjiang, China;

3. Heilongjiang Research Institute of Geological Survey, Harbin 150036, Heilongjiang, China)

Abstract: Chronostratigraphic division of the Jixi and Longzhaogou Groups has been made using the latest paleontological and magnetostratigraphic data and the ages of these two groups have been determined to be the Early Cretaceous Valaginian-middle Albian. Many methods such as the sequence stratigraphic approach, basin dynamic approach, event stratigraphic approach and correlation of the lake- (sea-) level fluctuation curve of basins and global sea-level fluctuation curves were used to make an integrated correlation of the two groups. It is confirmed that the two groups have an isochronous and heteropic relationship in the background of the same tectonic-subsidence cycle. The Longzhaogou Group may be divided in ascending order into four formations: the Peide Formation, Qihulin River Formation, Xiayunshan Formation and Chaoyang Formation, which laterally correspond with the Didao Formation, Chengzi River Formation, Muling Formation and Dongshan Formation of the Jixi Group respectively. The results of this study have great guiding significance for the further discussion of the Mesozoic land and sea change mechanism, establishment of the stratigraphic and tectonic frameworks and coal deposit prediction in eastern Heilongjiang.

Key words: Integrated stratigraphic correlation; Jixi Group; Longzhaogou Group; eastern Heilongjiang

About the first author: LI Yang-chun, male, born in 1968, doctor and senior engineer; specializes in regional geological survey, Mesozoic strata and sedimentary basins; E-mail: liyangchun999@sohu.com.