

辽西燕辽生物群分布特征及新发现

高福亮,江洋,张国仁,潘玉啟,吴子杰,王烜
辽宁省地质勘查院,辽宁大连,116100

内容提要:我国辽宁省西部地区一直是中生代古生物化石的重要产地,近几年发现了大量的珍稀动植物化石,产生了重要的影响,但有一些化石的层位尚不明确。近三年来,笔者在辽宁西部葫芦岛建昌以及朝阳辖区下的朝阳县、凌源市以及建平县针对一套中侏罗世火山岩所夹的沉积岩地层进行了详细的化石调查工作。首先,根据髻髻山组地层出露条件,在金岭寺—羊山盆地的建昌县玲珑塔大西山村测制了髻髻山组主干剖面,除此之外还在太平房—梅勒营子盆地和凌源—三十家子盆地测制了辅助剖面,同时在剖面上逐层进行化石采集;之后研究本次工作采集的化石以及收集该地区燕辽生物群化石资料;最后将化石落到准确的层位之上,并将各盆地化石层进行对比。通过剖面的测制以及化石的挖掘和调查,确定其为中侏罗世髻髻山组,属燕辽生物群中期,确定了一批珍稀化石的产出层位,为了方便不同盆地化石层对比,本文命名了两个新的珍稀化石层位——大西山化石层和棺材山化石层,将化石与层位一一对应,并且完成了对辽西主要盆地化石层的对比;与之同时挖掘出了一批珍贵的动植物化石,丰富了燕辽生物群古生物的内容,为今后的研究提供了翔实的资料。

关键词:辽西;燕辽生物群;髻髻山组;化石层;分布

我国辽宁省西部地区一直是中生代古生物化石的重要产地,一些学者对该地区的沉积地层、古生物、沉积环境演化等做了大量的研究(吕君昌等,2005a,2005b;巩恩普等,2007,2011;李洪涛等,2008;陈登辉等,2009,2010,2011;张立军等,2010;王思恩等,2015;张路锁等,2016;陈井胜等,2016;蒋子堃等,2016),并吸引一些国际古生物学者来此研究(Pott et al.,2012;Labandeira et al.,2015)。最近相继发现了大量的珍稀动植物化石,对鸟类的起源(季强等,2003;Hu Dongyu et al.,2009;Li Quanguo et al.,2010;Xu Xing et al.,2011)、哺乳动物起源(Luo Zhexi et al.,2011;Zhou Changfu et al.,2013)等热门问题进行了深入的研究,成果卓著(段冶等,2009)。本文所指的燕辽生物群是指孙革(2001a,b)提出的辽西及其邻区冀北,内蒙古宁城等地的侏罗纪生物群,该生物群最早是由洪友崇等(1983)命名了“燕辽昆虫群”,之后任东将其含义扩大为“燕辽动物群”(辽宁省地质矿产局,1989),层位包括中侏罗世的海房沟组(九龙山组)(姬书安,2007)、髻髻山组和土城子组(张永忠等,2004)。该生物群产有数百种昆虫类化石(任东等,2012;王文

利,1993;Labandeira et al.,2015;Gu Junjie et al.,2012;Na Yuling et al.,2014;Wang Mei et al.,2014;Zhang Xiao et al.,2015),除此之外还有鱼类、两栖类、龟鳖类、恐龙类(董枝明等,2005;吕君昌等,2005a,b;尤海鲁等,2005)、翼龙类(吕君昌等,2006)、离龙类、哺乳动物类(Zhou Zhonghe et al.,2010)、以及双壳类、叶肢介类(王思恩,1999)、介形类、植物类(Wang Yongjie et al.,2012;Pott et al.,2012;Han Gang et al.,2013,2016;Sun Chunlin et al.,2015)等21个门类的化石。本文主要针对中侏罗统的髻髻山组进行研究,该地层主要分布于葫芦岛建昌县玲珑塔大西山(Wang Liangliang et al.,2013)、朝阳联合乡杨树底下聚财沟以及凌源热水汤无白丁东部以及建平沙海棺材山等地区(图1),是燕辽生物群中古生物演化的重要环节,对鸟类(季强,2003;李莉等,2006)和哺乳动物起源等重大问题具有关键性意义。

本文针对葫芦岛建昌县玲珑塔大西山、朝阳联合乡杨树底下聚财沟以及凌源热水汤无白丁东部以及建平沙海棺材山等地区的髻髻山组地层进行了深入研究。

注:本文为辽宁省化石资源保护管理局古生物化石资源调查采购项目(编号:LNZC20130900206)资助的成果。

投稿日期:2016-05-04;改回日期:2017-02-13;责任编辑:刘志强。Doi:10.16509/j.georeview.2017.03.016

作者简介:高福亮,男,1987年生。硕士,地质工程师,从事古生物专业研究。Email:kevinangus@sina.com。

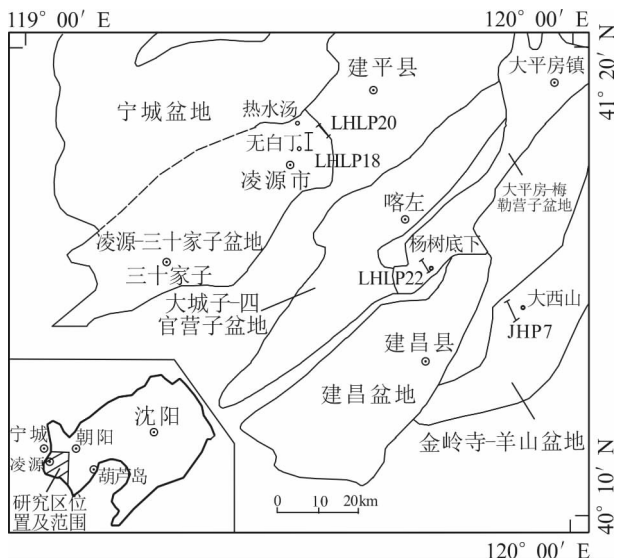


图1 辽西地区髻髻山组主要剖面位置图

Fig. 1 The sectional location map of Tiaojiashan Formation of Western Liaoning

1 含珍稀化石层代表剖面

在2013年—2015年,笔者在辽宁省古生物化石调查与评价及辽宁省建昌古生物化石调查项目时,在建昌玲珑塔、胜利聚财沟、凌源无白丁、建平棺材山等地分别进行了1:2000剖面的测制,其中以建昌玲珑塔髻髻山组地层出露最全(高福亮等,2015),本次工作将其划分为三个段,其中二段为珍稀化石层(图2),图中箭头所指之处均进行了浅井化石挖掘,其他地区均测制了髻髻山组二段的辅助剖面。

辽宁省建昌县西窝铺村—红砬山髻髻山组实测剖面(JHP7)岩性描述如下:

- 雾迷山组(J_{xw}^4)
- 62 灰白色中厚层含燧石条带粉晶白云岩
厚度 > 64.1 m
- 断层接触 —————
- 髻髻山组(J_2t) 厚度 > 1239.4 m
- 髻髻山组三段(J_2t^3) 厚度 > 651.3 m
- 61 灰绿色、灰紫色安山质火山集块角砾岩
厚度 11.3 m
- 灰绿色安山玢岩(脉)侵入
- 60 灰绿色、灰紫色安山质火山集块角砾岩
厚度 49.5 m
 - 59 灰紫色薄—中层凝灰质含砾粗砂岩与灰紫色薄层凝灰质粉砂岩互层
厚度 10.1 m
 - 58 灰色安山岩
厚度 3.7 m

- 57 灰紫色安山质火山角砾岩
厚度 14.3 m
 - 56 灰黑—灰绿色斑状安山岩
厚度 19.4 m
 - 55 灰紫色安山岩
厚度 10.7 m
 - 54 灰绿色安山岩
厚度 8.2 m
 - 53 灰紫色安山质火山角砾岩
厚度 26.7 m
 - 52 灰色斑状安山岩
厚度 90.6 m
 - 51 黄褐色中厚层—厚层泥砂质胶结含巨砾中粗砾复成分砾岩
厚度 26.2 m
 - 50 灰绿色安山岩
厚度 34.8 m
 - 49 灰紫色安山岩
厚度 8.0 m
 - 48 黄褐色中厚层—厚层泥砂质胶结含巨砾中粗粒复成分砾岩
厚度 62.0 m
 - 47 灰绿色斑状安山岩
厚度 22.1 m
 - 46 灰紫色安山岩
厚度 8.4 m
 - 45 灰黑色斑状安山岩
厚度 27.5 m
 - 44 灰紫色流纹质含角砾玻屑弱熔结凝灰岩
厚度 20.6 m
 - 43 灰绿色安山质火山角砾岩
厚度 8.2 m
 - 42 灰绿色斑状安山岩
厚度 8.6 m
 - 41 紫红色安山质火山角砾岩
厚度 11.0 m
 - 40 灰绿色安山岩
厚度 11.0 m
 - 39 灰绿色—灰紫色安山质火山角砾岩
厚度 40.8 m
 - 38 灰紫色斑状安山岩
厚度 26.9 m
 - 37 灰绿色斑状安山岩
厚度 69.4 m
 - 36 黄褐色中厚层凝灰质胶结细中粒岩屑砂岩与黄绿色薄层泥质粉砂岩互层偶夹灰绿色粉砂质泥岩
厚度 12.2 m
 - 35 灰绿色气孔杏仁状安山岩
厚度 9.1 m
- 髻髻山组二段(J_2t^2) 厚度 > 546.5 m
- 34 灰绿色薄层泥质粉砂岩与黄绿色粉砂质泥岩互层,两者比例 2:1
厚度 17.1 m
 - 33 灰白色薄—中层粉砂质泥岩夹灰白色纸片状页岩,两者比例约 2:1,产赫氏近鸟龙 *Anchiornis huxleyi* 古鲕鱼 *Palaeoniscoidei*, 田螺 *Viviparous sp.*, 真叶肢介 *Euestheria sp.* 等重要化石
厚度 12.2 m
 - 32 灰绿色薄—中厚层凝灰质粉砂岩夹灰白色中厚层凝灰质细砂岩夹灰绿色纸片状页岩,三者按 5:3:1 比例重复
厚度 7.3 m
 - 31 黄绿色厚—巨厚层含砾粗砂岩,见硅化木
厚度 34.9 m
 - 30 灰绿厚—巨厚层泥砂质胶结含巨砾中粗砾复成分砾岩
厚度 7.8 m
 - 29 灰绿色薄—中层泥质粉砂岩夹黄褐色薄层细砂岩及紫色微薄层粉砂岩,三者比例 7:3:2,见煤线。该层产大量双壳、螺等化石 *Ferganoconcha cf. sibirica*, *Shanxiconcha clinovata* *Viviparous sp.*
厚度 6.2 m
 - 28 灰绿色薄层凝灰质粉砂岩与黄褐色薄层细砂岩互

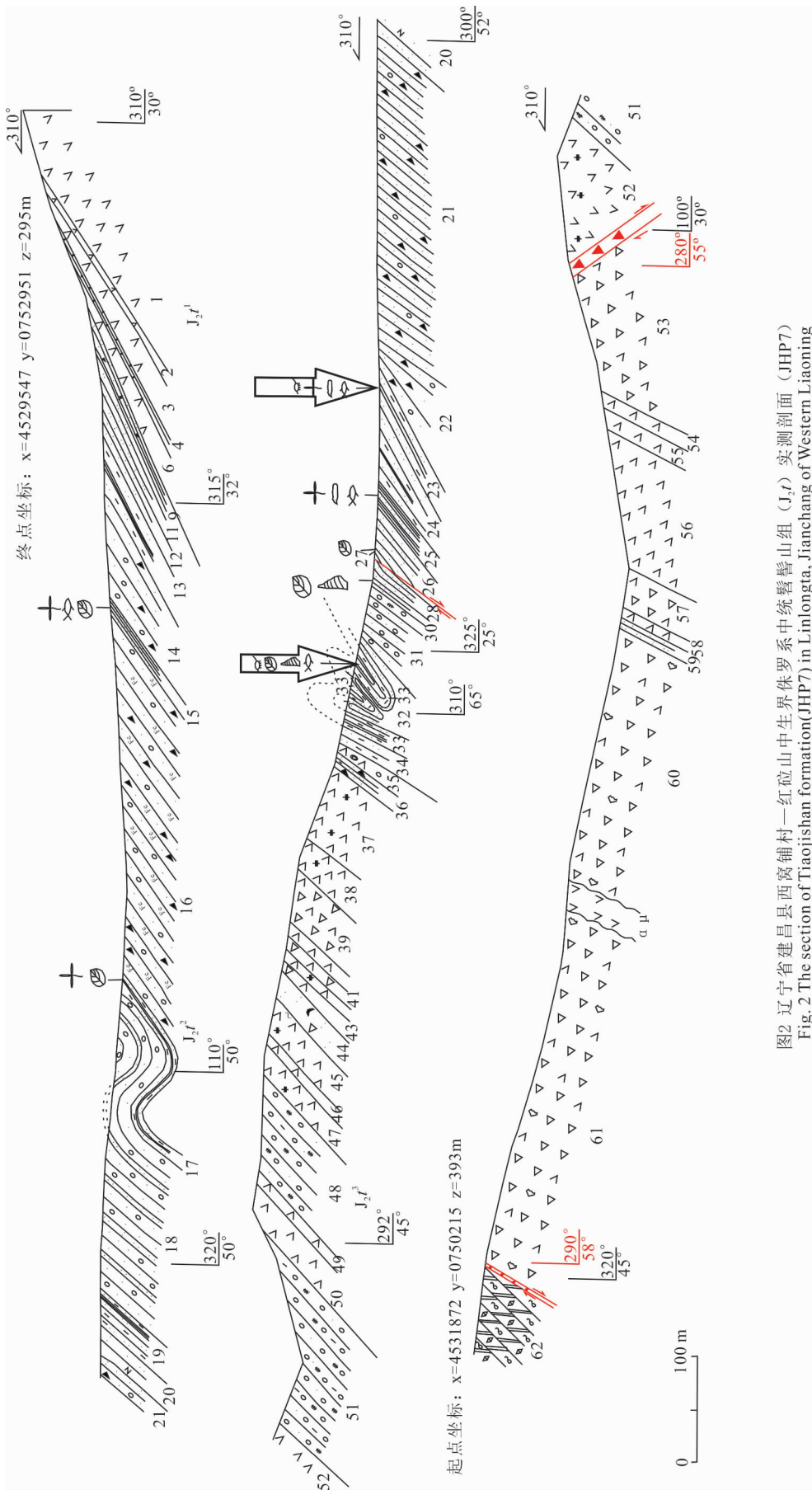


图2 辽宁省建昌县西窝铺村—红砬山中生界侏罗系中统髫髻山组 (J_1f') 实测剖面 (JHP7)
Fig. 2 The section of Tiaojishan formation(JHP7) in Linlongta, Jianchang of Western Liaoning

- 层,两者比例 2:1 厚度 8.9 m
- 27 灰白色粉砂质泥岩夹黄褐色薄层粉砂岩,两者按比例 7:6 重复出现,产叶肢介化石 *Euestheria* sp. 厚度 6.1 m
- 26 黄褐色中厚层凝灰质细砂岩与灰绿色薄层凝灰质粉砂岩互层,两者比例 3:2 厚度 23.9 m
- 25 灰绿色纸片状页岩夹灰黄色薄层凝灰质粉砂岩,两者比例 5:1 产植物化石、昆虫、鱼等化石昆虫 *Compterophleidiidae* 鱼:*Palaeoniscoidei* 厚度 14.7 m
- 24 灰绿色薄—中厚层凝灰质粉砂岩夹灰绿色粉砂质泥岩及煤线(5 cm 厚),粉砂岩与泥岩比例 5:1 厚度 30.9 m
- 23 灰绿色粉砂质泥岩夹灰绿色纸片状页岩,两者比例 3:1,产动植物化石 新疆龟未定种 *Xinjiangchelys* sp., 赫氏近鸟龙 *Anchiornis huxleyi*, 昆虫:*Amnifleckia* sp., *Angustiphlebia* sp., *Mesoraphidia* sp., 鱼:*Palaeoniscoidei* 植物:中华燕辽杉 *Yanliaoa sinensis*, 奥勃鲁契夫银杏 *Ginkgo obrutschewi*, 膜脉型锥叶蕨 *Coniopteris hymenophylloides* 等 厚度 14.8 m
- 22 黄褐色—灰绿色中厚层含砾中粗粒长石岩屑砂岩 厚度 20.2 m
- 21 黄褐色中厚层含砾中粗粒岩屑砂岩与灰绿色薄层凝灰质细砂岩互层,两者比例 2:1 厚度 69.2 m
- 20 灰绿色薄层凝灰质粉砂岩夹黄褐色薄层中粗粒长石砂岩,两者按 5:1 比例韵律性重复 厚度 19.7 m
- 19 灰绿色薄层泥质粉砂岩与灰绿色粉砂质泥岩互层夹灰绿色纸片状页岩,三者比例 5:3:1,呈韵律性重复出现,产植物化石 厚度 14.6 m
- 18 黄褐色厚—中厚层含砾粗砂岩夹黄绿色薄层凝灰质粉砂岩,见硅化木 厚度 27.6 m
- 17 黄绿色薄层泥质粉砂岩偶夹灰白色纸片状页岩,产叶肢介、植物等化石 厚度 12.2 m
- 16 黄绿色薄—中厚层铁质胶结含砾粗中粒岩屑长石砂岩 厚度 74.9 m
- 15 灰白色—灰绿色粉砂质页岩夹灰白色纸片状页岩,产鱼、昆虫、植物等化石 厚度 8.4 m
- 14 黄绿色中厚层含砾中粗粒岩屑砂岩,见硅化木 厚度 49.5 m
- 13 灰白色—灰绿色粉砂质泥岩夹灰白色纸片状页岩,两者按 5:1 比例韵律性重复 厚度 24.3 m
- 12 黄绿色—灰绿色薄层粉砂质含砾细砂岩 厚度 11.4 m
- 11 灰白色薄层凝灰质细砂岩与灰白色薄—微薄层凝灰质粉砂岩互层,按 1:1 比例韵律性重复,产植物化石 厚度 10.2 m
- 10 黄绿色薄层泥质粉砂岩与灰紫色薄层泥质粉砂岩互层,按 1:1 比例重复 厚度 7.6 m

- 9 灰绿色—黄绿色薄—中层含砾粗砂岩 厚度 1.5 m
- 8 灰紫色薄—中厚层泥砂质胶结中粗粒长石岩屑砂岩 厚度 6.1 m
- 7 灰绿色薄层凝灰质粉砂岩与黄褐薄层泥质胶结细砂岩互层,两者按 3:1 比例韵律性重复 厚度 4.5 m
- 鬃髻山组一段(J_2t^1) 厚度 >41.6 m
- 6 灰绿色安山岩 厚度 8.1 m
- 5 灰紫色安山岩 厚度 2.7 m
- 4 灰绿色安山岩 厚度 2.5 m
- 3 灰紫色安山岩 厚度 7.3 m
- 2 灰绿色安山岩 厚度 4.5 m
- 1 灰黑色安山岩 厚度 16.5 m
- 未见底

2 鬃髻山组划分及珍稀化石层对比

辽西鬃髻山组主要分布于金岭寺—羊山、大平房—梅勒营子盆地南缘,凌源三十家子盆地的东北缘等地区,经过研究表明鬃髻山组中沉积岩较为发育,最多可达 500 m。鬃髻山组总体可以分为三个岩性段,一段为中基性的火山岩,不含化石;二段为一套砾岩—含砾砂岩—砂岩—粉砂岩与页岩互层的沉积岩,沉积相为河流相—沼泽相—湖相发育有多层含化石层位;三段为一套中基性火山岩(洪友崇等,1983;王五力等,1989,图3)。

鬃髻山组的古生物化石主要产于二段的沉积岩之中,主要岩性为灰绿色粉砂岩、泥岩及页岩,本次全省古生物化石调查为了方便不同盆地化石层的对比,将金岭寺—羊山盆地的鬃髻山组二段含化石层位命名为大西山层,凌源三十家子盆地化石层命名为棺材山层,在大平房梅勒营子盆地则沿用金羊盆地的大西山层(表1)。

表1 辽西各盆地鬃髻山组含珍稀化石层对比

Table1 Correlation of precious fossil-bearing beds of the Tiaojiashan Formation in several basins western Liaoning

岩石地层单位		盆地名称		
		金岭寺—羊山	大平房—梅勒营子	凌源—三十家子
鬃髻山组	三段			
	二段	大西山层	大西山层	棺材山层
	一段			

本文所说的大西山珍稀化石层主要分布于金岭寺—羊山盆地西南部,大平房梅勒营子盆地南部少部分地区,位于二段的中上部,底部主要为砾岩或含砾砂岩(部分地区可能缺失),顶部为中基性的火山

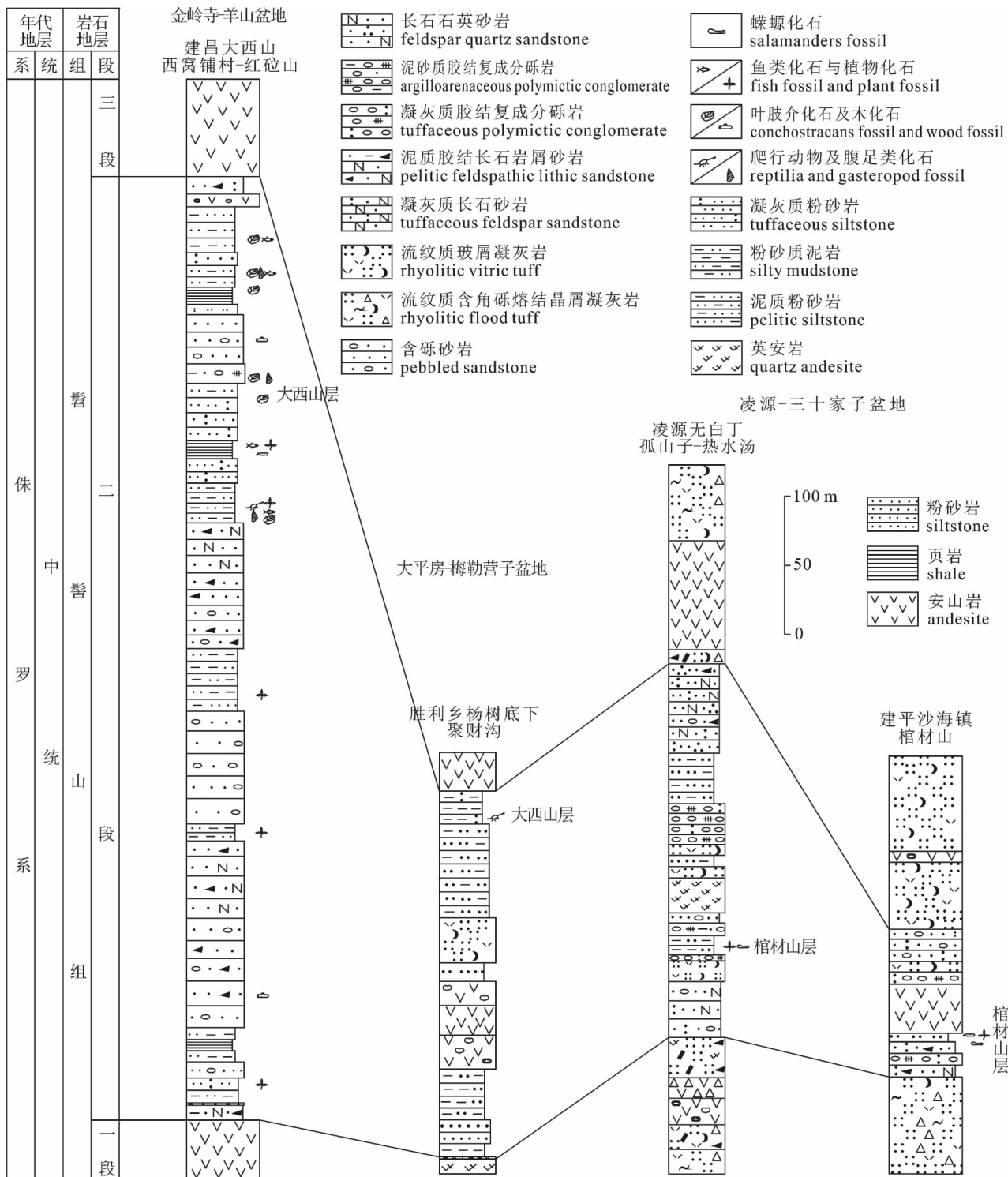


图3 辽西主要盆地中侏罗统髫髻山组对比图

Fig. 3 Correlation map of the Middle Jurassic Tiaojishan Formation in mainly basins from western Liaoning

岩,化石层岩性一般灰绿色粉砂岩—泥岩—页岩组合,该化石层主要以翼龙类、带羽毛的恐龙、龟鳖类、昆虫类等化石为代表,伴生有少量鱼类、其他无脊椎动物和大量的植物类化石,主要成员有翼龙类的朝

阳东方颌翼龙(吕君昌,2015),模块达尔文翼龙 *Darwinopterus modularis* (Lü Junchang et al., 2010), 恐龙类的 *Anchiornis huxleyi* (Hu Dongyu et al., 2009; Li Quanguo et al., 2010), 龟鳖类的

Xinjiangchelys sp. (高福亮等,2015),哺乳类的中华侏罗兽 *Juramaia sinensis*(Luo Zhexi et al., 2011) 等大量的珍稀动物化石,除此之外还常见有有褶鳞鱼、古鲑鱼、双壳、腹足、叶肢介、介形、昆虫、植物等化石。特别指出的是据吕君昌团队发现的朝阳东方颌翼龙,笔者连同沈阳地质矿产研究所的张立君研究员和辽宁省化石保护管理局的张立军博士共同确认了其产地及层位,确定其为髫髻山组二段的大西山层,产地为朝阳市杨树底下聚财沟北山。

棺材山层主要分布于凌源三十家子盆地的东北部,主要在无白丁营子东部—建平棺材山一带有少部分出露,该层位于髫髻山组二段的中下部,该层顶底均为一套爆发相的中酸性火山岩,化石层主要岩性为灰绿—灰色凝灰质粉砂岩及页岩,该化石层主要产有翼龙、蝶螈(张立军等,2004)、昆虫以及植物类化石,本次研究发现了其中的昆虫类的中蜉蝣 *Mesoneta* sp.、两栖类的初螈 *Chunerpeton* sp.、植物类的苏铁杉 *Podozamites* sp.、刚毛茨康叶 *Czekanowskia setacea*、红豆杉型似果穗 *Strobilites taxusoides* 等化石(张立军等,2004)。据棺材山古生物化石保护区的管理人员透露,在棺材山古生物化石挖掘时在该层位中发现了翼龙类化石,种属尚未明确,有待确认。

由图3可见棺材山层与大西山层化石层层位略有不同,棺材山层层位略低于大西山层,两个化石层产出的化石面貌明显不同,二者为两个不同的含化石层位。金—羊盆地的髫髻山组化石层与大平房—梅勒营子盆地的化石层岩性和化石均可对比,故本文将将其统称为大西山层。

3 重要化石描述

在剖面测制时还系统的采集了一些门类的古生物化石,包括浅井工程采集到一些化石,现将其中部分化石做如下介绍(沈阳地质矿产研究所,1980;孙革等,2001a,2001b),由于工作需要,部分化石暂存于辽宁省地质勘查院:

3.1 昆虫类

中蜉蝣(未定种) *Mesoneta* sp. (图4a)

分类位置:节肢动物门昆虫纲蜉蝣目小蜉科中蜉蝣属

化石描述:该化石为幼虫个体相对较小,化石长13 mm,头部小且较为模糊,胸部较腹部宽,腹节8节,三条尾丝,腹节后缘尖凸,腹鳃未见,尾丝未见纤毛。

产地及层位:建平县棺材山 髫髻山组二段棺材

山层。

化石编号:LHLP20H3

收藏地:暂存于辽宁省地质勘查院

3.2 两栖类

初螈(未定种) *Chunerpeton* sp. (图4b)

分类位置:脊椎动物两栖纲有尾目隐鳃鲋科初螈属

化石描述:鼻骨远窄于眼窝间宽度;鼻骨与前额骨无接触面,额骨前伸至鼻骨侧缘;无泪骨。顶骨前侧突沿额骨侧缘分布。前上颌骨背突未在中线接触,无额骨与上颌骨接触面,顶骨与前额骨前侧突间未接触,犁骨不后伸,犁骨之间有腭窝,翼骨具明显的中突

产地及层位:建平县棺材山 髫髻山组二段棺材山层

化石编号:LHLP20H3-2

收藏地:暂存于辽宁省地质勘查院

3.3 爬行类

新疆龟(未定种) *Xinjiangchelys* sp. (图4c)

分类位置:爬行纲龟鳖亚纲

化石描述:化石为背甲的后部,并保存有2个后肢;背甲扁平,后部收缩弧度较小,背腹甲之间以韧带连接;第7肋板左右连接,并将第7椎板和第8椎板完全分离;上臀板2块,大小相当。由于目前仅存1块标本,故暂定到属,尚未定种

产地及层位:建昌玲珑塔大西山髫髻山组二段大西山层

化石编号:DH2-33

收藏地:暂存于辽宁省地质勘查院

赫氏近鸟龙 *Anchiornis huxleyi* Xu, Zhao et al. (图4g)

分类位置:爬行纲初龙形次亚纲

化石描述:该化石为一关联的骨架,缺失头骨、右侧前肢的远端、后肢的远端和尾部的远端;腰带部分破损;耻骨和股骨强烈变形;背椎横突发育;近端尾椎保存,关节突短,脉弧短且带状,椎体侧面发育纵向凹槽;叉骨呈弧形,左侧肩胛鸟喙骨暴露;肱骨长于尺骨,第三掌骨细长,且短于第二掌骨;耻骨长,末端膨大。

产地及层位:同上

化石编号:DXQJ2H1

收藏地:保存于辽宁省葫芦岛市建昌县国土资源局

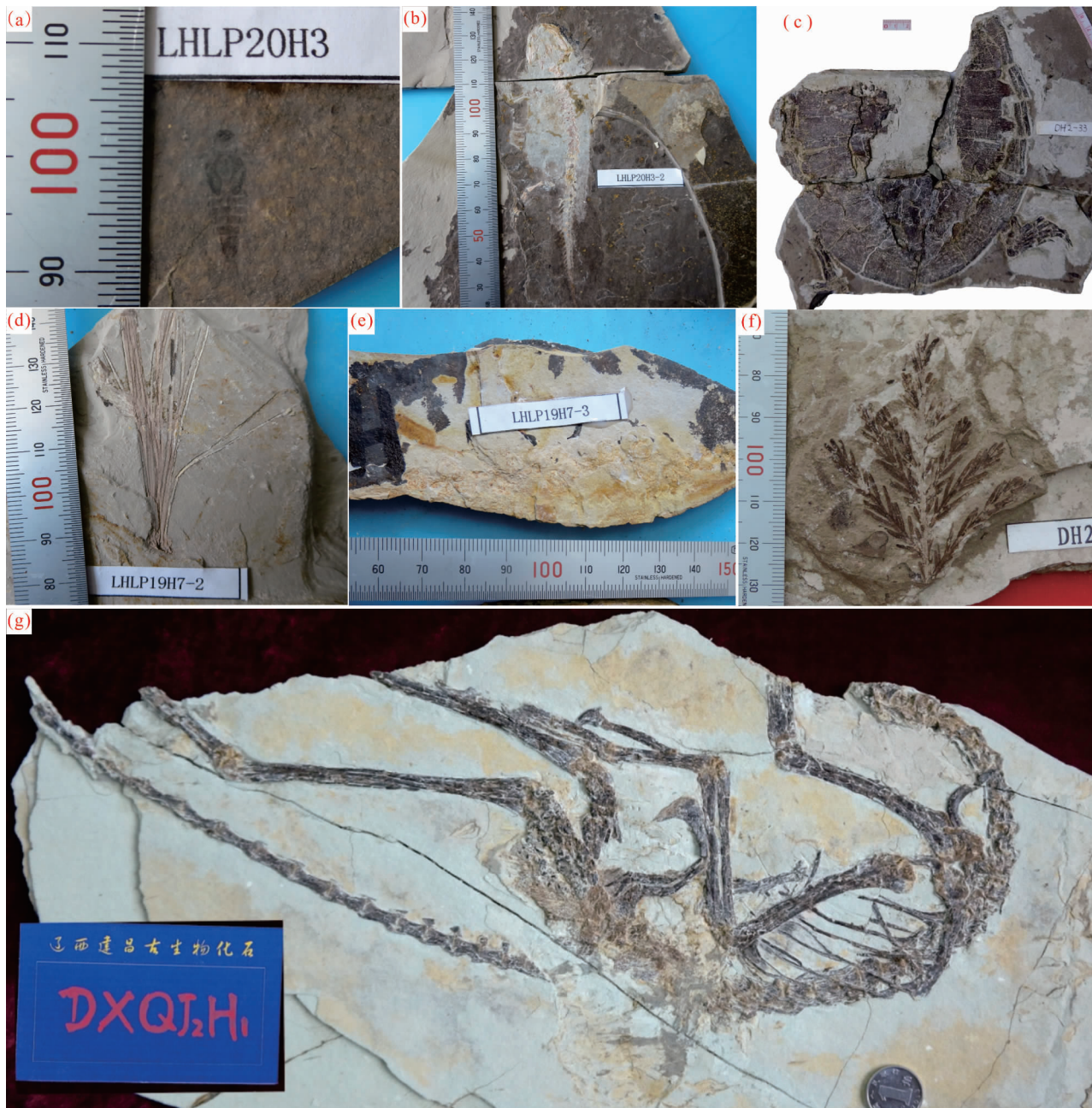


图4 动植物化石照片

Fig. 4 Photos of animal and plant fossils

(a) 中蜉蝣; (b) 初螈; (c) 新疆龟; (d) 刚毛茨康叶; (e) 红豆杉型似果穗; (f) 中华燕辽杉; (g) 赫氏近鸟龙
 (a) *Mesoneta* sp.; (b) *Chunerpeton* sp.; (c) *Xinjiangchelys* sp.; (d) *Czekanowskia setacea*;
 (e) *Strobilites taxusoides*; (f) *Yanliaoa sinensis*; (g) *Anchiornis huxleyi*

3. 4 植物类

刚毛茨康叶 *Czekanowskia setacea* Heer (图4d)

分类位置: 裸子植物门银杏纲银杏目银杏科茨康叶属

化石描述: 叶很长, 无柄, 基部簇生与球形的短

枝, 短枝部分遭到破坏未见, 叶片长大于 50 cm, 宽不足 1 mm, 以锐角叉裂多次, 叶片侧边近似平行, 叶脉未见。

产地及层位: 凌源无白丁营子髻髻山组二段棺材山层

化石编号: LHL P19H7-2

收藏地:暂存于辽宁省地质勘查院

红豆杉型似果穗 *Strobilites taxusoides* Sun et Zheng (图 4e)

分类位置:裸子植物门松柏纲松柏目杉科似果穗属

化石描述:果穗化石,果穗成长椭圆形,长约 5 cm,宽 1 cm,在一小枝的顶端生许多种子,聚合成穗状,小枝长度未见,两侧有残留的叶片着生,找那个字着生于果穗之上并位于叶腋中,叶条形顶端尖,长约 3 mm,宽 1 mm,种子成倒卵形,大小约 4 mm × 4 mm 基部无柄,以一微弱收缩并加厚的硬结点着生于轴上。

产地及层位:同上

化石编号:LHLP19H7-2

收藏地:暂存于辽宁省地质勘查院

中华燕辽杉 *Yanliaoa sinensis* Pan (图 4f)

分类位置:种子植物门松柏纲松柏目松科

化石描述:小枝排列于一个平面上,叶二型,鳞叶披螺旋排列于小枝上,小披针形,针形叶扁平,具清楚中脉,顶端钝圆,最宽处位于叶顶端,小羽片与小枝交界、小枝与轴的交角为 30° ~ 40°。小羽片基部渐狭,但不显著收缩。

产地及层位:建昌玲珑塔大西山髻髻山组二段大西山层

化石编号:DH2-24

收藏地:暂存于辽宁省地质勘查院

4 主要研究成果

辽西的燕辽生物群一直是学者们研究的热门话题,特别是鸟的起源和哺乳动物的起源一直备受关注,本次工作主要取得以下成果:

(1)测制了大量的剖面,对辽西主要盆地髻髻山组化石层进行了段的划分,建立了大西山层和棺材山两个化石层,通过对比棺材山层层位略低于大西山层。

(2)确定了这几年来辽西燕辽生物群主要化石产地,并查明化石产地主要种属特征,为鸟和哺乳动物起源问题提供了一些资料。

(3)发现了昆虫类的 *Mesoneta* sp., 两栖类的 *Chunerpeton* sp. 龟鳖类的 *Xinjiangchelys* sp., 带羽毛的恐龙 *Anchiornis huxleyi*, 植物类的 *Czekanowskia setacea*、*Strobilites taxusoides*、*Yanliaoa sinensis* 等一批保存精美的化石为辽西燕辽生物群的研究提供了新资料。

致谢:该项资料来源于辽宁省古生物化石调查与评价及建昌县古生物化石调查项目,为集体成果。参加该项目的还有:李显东、刘富、包洪伟等同志。另外,在工作期间,得到了中国地质调查局沈阳地质调查中心张立君研究员,辽宁省化石保护管理局张立军博士,沈阳师范大学孙革教授等专家指导;审稿专家也提供了不少宝贵意见,在此一并感谢。

参 考 文 献 / References

(The literature whose publishing year followed by a “&” is in Chinese with English abstract; the literature whose publishing year followed by a “#” is in Chinese without English abstract)

- 陈登辉, 巩恩普, 梁俊红, 陈晓红. 2011. 辽西下白垩统义县组湖相碳酸盐岩碳氧稳定同位素组成及其沉积环境. 地质学报, 85(6): 987 ~ 992.
- 陈登辉, 巩恩普, 梁俊红, 李永杰, 董旭明. 2010. 辽西下白垩统义县组湖相碳酸盐岩中的燧石成因. 地质学报, 84(8): 1208 ~ 1214.
- 陈登辉, 巩恩普, 梁俊红, 李永杰. 2009. 辽西下白垩统义县组湖相碳酸盐岩及其沉积环境研究. 地质论评, 55(6): 896 ~ 904.
- 陈井胜, 李斌, 姚玉来, 刘森, 杨帆, 邢德, 李伟, 汪岩. 2016. 辽东北—吉南中生代火山岩地层与辽西义县组的对比. 地质学报, 90(10): 2733 ~ 2746.
- 董枝明, 吕君昌. 2005. 辽西早白垩世一新梳颌翼龙类化石. 地质学报, 79(2): 164 ~ 164.
- 段冶, 郑少林, 胡东宇, 张立君, 王五力. 2009. 辽宁建昌玲珑塔地区中侏罗世地层与化石初步报道. 世界地质, 28(02): 143 ~ 147.
- 高福亮, 王敏成, 张国仁, 潘玉敏. 2015. 辽宁省建昌县玲珑塔大西山侏罗纪燕辽生物群新发现. 地质与资源, 24(01): 7 ~ 11.
- 巩恩普, 陈登辉, 梁俊红, 张永利. 2011. 辽西义县组碳酸盐岩夹层及其环境意义. 地质学报, 85(4): 459 ~ 466.
- 巩恩普, 梁俊红, 李小冬, 王春红, 崔显德. 2007. 辽西早白垩世早期热河生物群沉积环境及古地理综合研究. 地质学报, 81(1): 1 ~ 10.
- 洪友崇等. 1983. 中国北方侏罗纪昆虫群. 北京: 地质出版社, 1 ~ 223.
- 姬书安. 2007. 对《自然》、《科学》杂志报道的热河生物群、道虎沟生物群重大发现与研究进展的述评. 地质论评, 53(04): 529 ~ 538.
- 季强, 袁崇喜, 季鑫鑫, 邱军. 2003. 论鸟类飞行的起源. 地质论评, 49(1): 1 ~ 3.
- 季强. 2003. 辽西早白垩世初鸟类——中华神州鸟 (*Shenzhouaptor sinensis*). 地质学报, 77(1): 15.
- 蒋子莹, 王永栋, 田宁, 张武, 郑少林. 2016. 辽西北票中晚侏罗世髻髻山组木化石的古气候、古环境和古生态意义. 地质学报, 90(8): 1669 ~ 1678.
- 李洪涛, 宋之光, 邹艳荣, 王成善, 季强. 2008. 冀北—辽西早白垩世沉积有机质特征与古气候环境演变. 地质学报, 82(1): 72 ~ 76.
- 李莉, 段冶, 胡东宇, 王丽, 程绍利, 侯连海. 2006. 中国辽西九佛堂组一新的始反鸟. 地质学报, 80(2): 226 ~ 226.
- 辽宁省地质矿产勘查局. 1989. 辽宁省区域地质志. 北京: 地质出版社, 1 ~ 856.
- 吕君昌, 张宝莹. 2005a. 辽西义县组发现一新的翼手龙类化石. 地

- 质论评, 51(4): 458~462.
- 吕君昌, 季强. 2005b. 辽西早白垩世一新的鸟掌龙类化石. 地质学报, 79(2): 164~164.
- 吕君昌, 刘金远, 王旭日, 高春玲, 孟庆金, 季强. 2006. 中国辽西早白垩世九佛堂组中国翼龙(爬行动物纲: 翼龙目)新材料. 地质学报, 80(12): 1963.
- 吕君昌. 2015. 辽宁朝阳晚侏罗世土城子组中发现喙嘴龙类一新成员—朝阳东方颌翼龙[OL]. [2015-03-28]. <http://www.uux.cn/viewnews-71482.html>.
- 任东, 史宗冈, 高太平, 姚云志, 赵云云. 2012. 中国东北中生代昆虫化石珍品. 北京: 科学出版社, 412, 401.
- 沈阳地质矿产研究所. 1980. 东北地区古生物图册(2)中生代分册. 北京: 地质出版社, 1~403.
- 孙革, Dilcher D. L, 郑少林等. 2001a. 辽西早期被子植物及伴生植物群. 上海: 上海科技教育出版社, 1~227.
- 孙革, 张立君, 周长付等. 2001b. 30亿年来的辽宁古生物. 上海: 上海科技教育出版社, 1~148.
- 王思恩, 高林志, 庞其清, 宋彪, 李亚. 2015. 中国陆相侏罗系—白垩系界线及其国际地层对比——以冀北—辽西地区侏罗系—白垩系年代地层为例. 地质学报, 89(8): 1331~1351.
- 王思恩. 1999. 热河生物群的古生态与古环境: 冀北, 辽西叶肢介群落古生态与古环境重建. 地质学报, 73(4): 289~301.
- 王文利. 1993. 辽西侏罗系鞘翅目辽西花蚤科的研究. 地质学报, 67(1): 86~94.
- 王五力, 郑少林, 张立君等. 1989. 辽宁西部中生代地层古生物(1). 北京: 地质出版社, 1~157.
- 尤海鲁, 徐星. 2005. 中国辽西早白垩世侯氏红山龙(恐龙: 鸢嘴龙科)一成年个体标本. 地质学报, 79(2): 164~164.
- 张立军, 姬书安, 张立君. 2010. 辽西喀左大型霸王龙类恐龙的产出层位和埋藏环境. 地质论评, 56(2): 153~160.
- 张立军, 王丽霞. 2004. 辽西凌源热水汤地区中生代含蝶螺化石地层新知. 地质与资源, 13(04): 202~206.
- 张路锁, 谢明忠, 张树胜, 张新生, 尚洪田, 李绪慧, 吴瑞芳. 2016. 关于辽西北票组地质时代及区域对比的再讨论. 地质论评, 62(6): 1392~1402.
- 张永忠, 张建平, 吴平, 张学斌, 白松. 2004. 辽西北票地区中—晚侏罗世土城子组恐龙足迹化石的发现. 地质论评, 50(06): 561~566.
- Bureau Geology and Mineral Resources Exploration Liaoning Province, China. 1989#. Regional Geology Liaoning Province. Beijing: Geological Publishing House, 1~856.
- Chen Denghui, Gong Enpu, Liang Junhong, Li Yongjie, Dong Xuming. 2010. Mechanism of the Chert Formation within the Lacustrine Carbonates from the Lower Cretaceous Yixian Formation, Western Liaoning. Acta Geologica Sinica, 84(8): 1208~1214.
- Chen Denghui, Gong Enpu, Liang Junhong, Li Yongjie. 2009#. The lacustrine carbonates and their sedimentary environment of lower Cretaceous Yixian formation in western Liaoning. Geological Review, 55(6): 896~904.
- Chen Denghui, Gong Enpu, Liang Junhong, Chen Xiaohong. 2010#. The carbon and oxygen stable isotopic composition and palaeoenvironment of the lacustrine carbonate from the Lower Cretaceous Yixian Formation, Western Liaoning, NE China. Acta Geologica Sinica, 85(6): 987~992.
- Chen Jingsheng, Li Bin, Yao Yulai, Liu Miao, Yang Fan, Xing De, Li Wei, Wang Yan. 2016#. Comparison between mesozoic volcanic rock strata in northeast of Liaoning: South of Jilin and Yixian Formation in West of Liaoning. Acta Geologica Sinica, 90(10): 2733~2746.
- Dong Zhiming, Lü Junchang. 2005#. A new chimpanic pterosaur fossil from the Early Cretaceous in western Liaoning. Acta Geologica Sinica, 79(2): 164~164.
- Duan Ye, Zheng Shaolin, Hu Dongyu, Zhang Lijun, Wang Wuli. 2009#. Preliminary report on Middle Jurassic strata and fossils from Linglongta area of Jianchang, Liaoning. Global Geology, 28(02): 143~147.
- Gao Fuliang, Wang Mincheng, Zhang Guoren, Pan Yuqi, 2015#. A new discovery in Yanliao Biota On Middle Jurassic Strata From Daxishan Area Of Linglongta, Jianchang. Geology and Resources, 24(01): 7~11.
- Gong Enpu, Chen Denghui, Liang Junhong, Zhang Yongli. 2011#. The carbonate interlayers and their environmental significance of Yixian Formation in Western Liaoning. Acta Geologica Sinica, 85(4): 459~466.
- Gong Enpu, Liang Junhong, Li Xiaodong, Wang Chunhong, Cui Xiande. 2007#. Comprehensive Research on the sedimentary environment and palaeogeography of Early Cretaceous Jehol Biota in Western Liaoning, China. Acta Geologica Sinica, 81(1): 1~10.
- Gu Junjie, Montealegre-Z Fernando, Robert Daniel, Engel Michael S., Qiao Gexia, Ren Dong. 2012. Wing stridulation in a Jurassic katydid (Insecta, Orthoptera) produced low-pitched musical calls to attract female. Proceedings of the National Academy of Sciences USA (PNAS), 109(10): 3868~3873.
- Han Gang, Fu Xiaoping, Liu Zhongjian, Wang Xin. 2013. A New Angiosperm Genus from the Lower Cretaceous Yixian Formation, Western Liaoning, China. Acta Geologica Sinica(English Edition), 87(4): 916~925.
- Han Gang, Liu Zhongjian, Liu Xueling, Mao Lim, Frédéric M B JACQUES, Wang Xin. 2016. A Whole Plant Herbaceous Angiosperm from the Middle Jurassic of China. Acta Geologica Sinica(English Edition), 90(01): 19~29.
- Hong Youchong et al. 1983#. Jurassic Insects in Northern China. Beijing: Geological Publishing House, 1~223.
- Hu Dongyu, Hou Lianhai, Zhang Lijun, Xu Xing. 2009. A pre-Archaeopteryx troodontid theropod from China with long feathers on the metatarsus. Nature, 461(7264): 640~643.
- Ji Qiang. 2003#. In the beginning of the Early Cretaceous bird—Shenzhouaptor sinensis. Acta Geologica Sinica, 77(1): 15.
- Ji Qiang, Yuan Chongxi, Ji Xinxin, Qiu Jun. 2003#. On the Origin of Birds Flight. Geological Review, 49(1): 1~3.
- Ji Shuan. 2007#. Comments on the major advances in the Jeholbiota and Daohugou biota published by the journals Nature and Science. Geological Review, 53(04): 529~538.
- Jiang Zikun, Wang Yongdong, Tian Ning, Zhang Wu, Zheng Shaolin. 2016#. Paleoclimate and paleoenvironment implications of the Middle Late Jurassic Tiaojishan Formation, Western Liaoning Province: Evidence from Fossil Wood Data. Acta Geologica Sinica, 90(8): 1669~1678.
- Labandeira C. Conrad, Yang Qiang, Santiago-Blay Jorge A, Hotton Carol L, Monteiro Antônia, Wang Yongjie, Shih ChungKun, Rose Tim R, Dilcher David L, Ren Dong. 2015. The evolutionary convergence of mid-Mesozoic lacewings and Cenozoic butterflies. Proceedings of the Royal Society B, 283(1824): 2893.
- LI Hongtao, SONG Zhiguang, ZOU Yanrong, WANG Chengshan, JI Qiang. 2008#. Characteristics of sedimentary organic matter and paleoclimate and environmental evolution during Early Cretaceous

- time in northern part of Hebei and Western of Liaoning Provinces. *Acta Geologica Sinica*, 82(1): 72 ~ 76.
- Li Li, Duan Ye, Hu Dongyu, Wang Li, Cheng Shaoli, Hou Lianhai. 2006#. A new coenantiornis of Jiufotang Formation in Western Liaoning. *Acta Geologica Sinica*, 80(2): 226 ~ 226.
- Li Quanguo, Gao Keqin, Vinther J, Shawkey M D, Clarke J A, D'Alba L, Meng Qingjin, Briggs D E G, Prum R O. 2010. Plumage color patterns of an extinct dinosaur. *Science*, 327(5971): 1369 ~ 1372.
- Lü Junchang, Zhang Baokun. 2005a#. New pterodactyloid pterosaur from the Yixian formation of western Liaoning. *Geological Review*, 51(4): 458 ~ 462.
- Lü Junchang, Ji Qiang. 2005b#. A New early dinosaur fossil in the Western Liaoning. *Acta Geologica Sinica*, 79(2): 164 ~ 164.
- Lü Junchang, Liu Jinyuan, Wang Xuri, Gao Chunling, Meng Qingjin, Ji Qiang. 2006#. A new pterosaur new material of Chinese pterosaurs in the Early Cretaceous. *Acta Geologica Sinica*, 80(12): 1963.
- Lü Junchang, Unwin D M, Jin Xingsheng, Liu Yongqing, Ji Qiang. 2010. Evidence for modular evolution in a long-tailed pterosaur with a pterodactyloid skull. *Proceedings of the Royal Society B*, 277(1680): 383 ~ 389.
- Lü Junchang. 2015#. A new members of Rhamphorhynchidae—*Chaoyang East pterosaur* jaw was found in Late Jurassic Tuchengzi formation Chaoyang of Liaoning[OL]. [2015-03-28]. <http://www.uux.cn/viewnews-71482.html>.
- Luo Zhexi, Yuan Chongxi, Meng Qingjin, Ji Qiang. 2011. A Jurassic eutherian mammal and divergence of marsupials and placentals. *Nature*, 476(7361): 442 ~ 445.
- Na Yuling, Su Chunlin, Li Tao, Li Yunfeng. 2014. The insect oviposition firstly discovered on the Middle Jurassic Ginkgoales leaf from Inner Mongolia, China. *Acta Geologica Sinica (English Edition)*, 88(01): 18 ~ 28.
- Pott C, McLoughlin S, Wu S Q and Friss E M. 2012. Trichomes on the leaves of anomozamites villosus sp. nov. (Bennettitales) from the Daohugou beds (Middle Jurassic), Inner Mongolia, China; Mechanical defence against herbivorous arthropods. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 169(02): 48 ~ 60.
- Ren Dong, Shi Zonggang, Gao Taiping, Yao Yunzhi, Zhao Yunyun. 2012#. Mesozoic Fossil Insects of Northeast China. Beijing: Sciencepress, 412, 401.
- Shenyang Institute of Geology and mineral resources. 1980#. Paleontological Atlas of Northeast China(2) The Mesozoic. Beijing: Geological Publishing House, 1 ~ 403.
- Sun Chunlin, Na Yuling, David L. DILCHER, Wang Hongshan, Li Tao, Li Yunfeng. 2015. A new species of phoenicopsis subgenus windwardia (florin) samylina (czekanowskiales) from the Middle Jurassic of Inner Mongolia, China. *Acta Geologica Sinica (English Edition)*, (01): 55 ~ 69.
- Sun Ge, Dilcher D L, Zheng Shaolin. 2001a#. Early Angiosperms and their Associated Plants from Western Liaoning, China. Shanghai: Shanghai Scientific and Technological Education Publishing House, 1 ~ 227.
- Sun Ge, Zhang Lijun, Zhou Changfu. 2001b#. Liaoning Ancient Life in 3 Billion Years. Shanghai: Shanghai Scientific and Technological Education Publishing House, 1 ~ 148.
- Wang Liangliang, Hu Dongyu, Zhang Lijun, Zheng Shaolin, He Huanyu, Deng Chenglong, Wang Xiaolin, Zhou Zhonghe and Zhu Rixiang. 2013. SIMS U-Pb zircon age of Jurassic sediments in Linglongta, Jianchang, western Liaoning: Constraint on the age of oldest feathered dinosaurs. *Chinese Science Bulletin (Chinese version)*, 58(1): 1 ~ 8.
- Wang Mei, Alexandr P. Rasnitsyn, Ren Dong. 2014. Two new fossil sawflies (Hymenoptera, Xyelidae, Xyelinae) from the Middle Jurassic of China. *Acta Geologica Sinica (English Edition)*, 88(04): 1027 ~ 1033.
- Wang Sien, Gao Linzhi, Pang Qiqing, Song Biao, Li Ya. 2015#. Boundary between Jurassic and Cretaceous in Chinese on marine Basin and with international stratigraphic correlation; a case study of biostratigraphic and isotopic dating in Luanping, Hebei Province. *Acta Geologica Sinica*, 89(8): 1331 ~ 1351.
- Wang Si'en. 1999#. Paleocology and paleoenvironment of the Jehol biota—A palaeoecological and palaeoenvironmental reconstruction of conchostracan palaeocommunities in the northern Hebei—Western Liaoning area. *Acta Geologica Sinica*, 73(4): 289 ~ 301.
- Wang Wenli. 1993#. On liaoximordellidae fam. nov. (coleoptera, insecta) from the Jurassic of western liaoning province, China. *Acta Geologica Sinica*, 67(1): 86 ~ 94.
- Wang Wuli, Zheng Shaolin, Zhang Lijun 1989#. Mesozoic Strata in Western Liaoning(1). Beijing: Geological Publishing House, 1 ~ 157.
- Wang Yongjie, Labandeira Conrad C, Shih Chungkun, Ding Qiaoling, Wang Chen, Zhao Yunyun and Ren Dong. 2012. Jurassic mimicry between a hangingfly and a ginkgo from China. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA (PNAS)*, 109(50): 20514 ~ 20519.
- Xu Xing, You Hailu, Du Kai, Han Fenglu. 2011. An archaeopteryx-like theropod from China and the origin of avialae. *Nature*, 475(7357): 465 ~ 470.
- You Luhai, Xu Xing. 2005#. Adult specimens of Hongshan dinosaur In China's western Liaoning early Cretaceous. *Acta Geologica Sinica*, 79(2): 164 ~ 164.
- Zhang Lijun, Ji Shuan, Zhang Lijun. 2010#. Stratigraphic horizon and taphonomic environment of the large tyrannosauroid dinosaur in Kazuo county, western Liaoning, China. *Geological Review*, 56(2): 153 ~ 160.
- Zhang Lijun, Wang Lixia. 2004#. Mesozoic salamander fossil-bearing strata in reshuitang area near lingyuan, western liaoning. *Geology and Resources*, 13(04): 202 ~ 206.
- Zhang Lusuo, Xie Mingzhong, Zhang Shusheng, Zhang Xinsheng, Shang Hongtian, Li Xuhui, Wu Ruifang. 2016#. Rediscussion on Geologic Age and Regional Correlation about Beipiao Formation in Western Liaoning. *Geological Review*, 62(6): 1392 ~ 1402.
- Zhang Xiao, Shi Chungkun, Chungkun, Zhao Yunyun, Ren Dong. 2015. New species of cimbrophlebiidae (insecta: mecoptera) from the Middle Jurassic of Northeastern China. *Acta Geologica Sinica (English Edition)*, 89(05): 1482 ~ 1496.
- Zhang Yongzhong, Zhang Jianping, Wu Ping, Zhang Xuebin, Bai Song. 2004#. Discovery of dinosaur track fossils from the Middle—Late Jurassic Tuchengzi formation in the Chaoyang area, Liaoning Province. *Geological Review*, 50(06): 561 ~ 566.
- Zhou Changfu, Wu Shaoyuan, Martin T and Luo Zhexi. 2013. A Jurassic mammaliaform and the earliest mammalian evolutionary adaptations. *Nature*, 500(7461): 163 ~ 167.
- Zhou Zhonghe, Jin Fan, Wang Yuan. 2010. Vertebrate assemblages from the Middel—Late Jurassic Yanliao Biota in northeast China. *Earth Science Frontiers*, (17): 252 ~ 254.

Location and New Found of Yanliao Biota in Western Liaoning

GAO Fuliang, JIANG Yang, ZHANG Guoren, PAN Yuqi, WU Zijie, WANG Xuan

Geological prospecting institute of liaoning province, Dalian, Liaoning, 116100

Objectives: Western Liaoning Province in our country has been an important producer of Mesozoic fossils, a large number of rare animal and plant fossils was found and had a significant impact in recent years, but the layers of fossils remains unclear, this time we are going to solve this problem.

Methods: In the past three years, the author carry out an investigation in detail for a sedimentary rock between two other volcanic rocks in Jianchang、Lingyuan、Chaoyang、Jianping of western Liaoning. First of all, according to the exposed of Tiaojishan formation, we set the main section in Daxishan Linglongta Jianchang, which located in Jinlingsi—Yangshan Basin, Moreover we measured assisted sections in Dapingfang—Meileyingzi basin and Lingyuan—Sanshijiazhi basin; at the same time we excavate fossils layer by layer, in order to determine the stratigraphic horizons which has fossils; after that we researched the fossils we collecting and collected the informations of fossils in western Liaoning; at last we put fossils on the correct fossil bed and comparing fossil beds in different basin. The main methods of this investigation is sectional measurement and fossil collection systematic.

Result: Through out the sectional measurement and fossil collection, we determining a part of fossil beds of the Tiaojishan Formation Middle Jurassic, belonging middle of the Yanliao Biota. In order to compare with fossil beds in other basins, we named two fossil beds——Daxishan fossil bed and Guancaishan fossil bed, corresponded fossil with stratigraphic horizons, and completed comparison of fossil beds in different basin; at the same time we excavated a number of precious fossils.

Conclusions: By the investigation this time, we determining a series of middle Jurassic fossil beds in western Liaoning and collecting many fossils enrich the Yanliao Biota and provide informations for studying and researching for future.

Keywords: Western Liaoning; Yanliao Biota; Tiaojishan Formation; fossil beds; distribution

Acknowledgements: We would like to express our thanks to Zhang Guoren et al. from Geological prospecting institute of liaoning province for the assistance on work. We are also indebted to Doctor Zhang Lijun from the Shenyang Institute of Geology and mineral resources.

First author: GAO Fuliang, male, born in 1987, master's degree, geological engineer. Mainly engaged in sedimentology and paleontology. Address: NO. 10, Wuyi Street, Jinzhou District, Dalian Liaoning, 116100. Email: kevinangus@sina.com

Manuscript received on: 2016-05-04; Accepted on: 2017-02-13; Edited by: LIU Zhiqiang.

Doi: 10.16509/j.georeview.2017.03.016