

辽西义县组与冀北大店子组、西瓜园组的对比

郑月娟, 陈树旺, 丁秋红, 李永飞, 王 杰, 张 健, 李晓海, 邵晓勇, 苏 飞

(沈阳地质矿产研究所, 辽宁 沈阳 110034)

摘 要: 辽西义县组与冀北大店子组、西瓜园组的对比关系一直存有分歧。综合分析前人生物地层学资料, 并结合同位素年代学, 提出老公沟层、业南沟层、尖山沟层和冀北滦平盆地大店子组 1~2 段及 3~4 段下部相当, 大康堡层可与大店子组 3~4 段上部对比, 金刚山层与西瓜园组大致相当。

关键词: 义县组; 大店子组; 西瓜园组; 对比; 辽西; 冀北

CORRELATION BETWEEN YIXIAN FORMATION IN WESTERN LIAONING AND DADIANZI AND XIGUAYUAN FORMATIONS IN NORTHERN HEBEI

Zheng Yue-juan, Chen Shu-wang, Ding Qiu-hong, Li Yong-fei, Wang Jie, Zhang Jian,

Li Xiao-hai, Gao Xiao-yong, Su Fei

(Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Shenyang 110034, China)

Abstract: The comprehensive correlation between the Yixian Formation in western Liaoning and the Dadianzi, Xiguayuan Formation in northern Hebei has long been a controversial problem. Based on the biostratigraphy and isotopic ages, the Laogonggou (Lujiatun), Yenangou (Xiatulaigou), Jianshanggou (Zhuangchengzi) beds of Yixian Formation may be correlated with the lower part (1st and 2nd Members and the lower part of 3rd and 4th Members) of the Dadianzi Formation, suggesting that the Dakangpu beds of the Yixian Formation correlate with the upper part (the upper part of 3rd and 4th Members) of the Dadianzi Formation; the Xiguayuan Formation is largely equivalent to the Jingangshan bed of the Yixian Formation

Key words: northern Hebei, western Liaoning, Yixian Formation, Dadianzi Formation, Xiguayuan Formation

辽西义县组与冀北滦平盆地相当层位的对比是争论已久的问题, 滦平盆地大北沟组以含有特有的 *Nestoria* 叶肢介群位于义县组之下已达成共识没有争议, 争论的焦点是义县组与冀北大店子组、西瓜园组的对比问题。目前主要有 3 种意见: (1) 义县-北票地区的义县组下部(老公沟层—砖城子层)可与滦平盆地的大店子组完全对比, 老公沟层—业南沟层相当于大店子组的 1~2 段, 砖城子层相当于大店子组 3~4 段^[1]。(2) 滦平盆地的大店子组 3~4 段可与辽西建昌、凌源一带的义县组下部(大新房子层)大致对

比^[2-3]。(3) 辽西的义县组与冀北的西瓜园组对比^[4-5]。

笔者通过对前人资料的综合分析, 认为造成对比分歧的主要原因有 2 个: 一是两地自身的地层序列及辽西地区不同盆地之间的横向对比; 二是两地共有化石的对比。此外, 年代地层对比也是两地对比的一个重要依据。

1 地层序列

1.1 辽西地区

1987 年在朝阳梅勒营子发现鸟类化石以来, 对义

收稿日期: 2009-11-26; 修回日期: 2010-01-04。编辑: 李兰英。

作者简介: 郑月娟(1964—), 女, 硕士, 教授级高级工程师, 从事地层古生物研究及区域地质调查工作, 通信地址: 辽宁省沈阳市皇姑区黄河北大街 1 号

E-mail://syzyuejun@cgs.gov.cn

县-北票地区义县组地层层序开始了新一轮研究,尤其是 2001~2003 年,王五力等开展了“义县阶、土城子阶标准地层剖面建立和研究”的专题研究,从火山旋回、沉积层和火山岩地球化学等方面论述了义县组火山喷发期次、阶段及各盆地火山沉积岩系对比关系,建立了全区较为科学的、统一的义县组岩石地层划分对比方案,确定了辽西地区义县组地层格架,对代表性盆地之间的火山沉积地层提出了对比方案,在北票-义县地区划分出 7 个沉积层,提出大新房子层相当于义县-北票地区的砖城子层(尖山沟层),从来不是义县组的底部^[1](表 1)。

表 1 冀北-辽西地区早白垩世早期地层划分对比表

Table 1 Stratigraphic division and correlation of the early Early Cretaceous in Northern Hebei and Western Liaoning

年代	辽西地区					冀北滦平盆地
	义县—北票地区		建昌—凌源地区			
	义县	北票	建昌盆地	凌源—平泉盆地		
下白垩统	九佛堂组		第四系	九佛堂组	九佛堂组	九佛堂组
	义县组 (沉积夹层)	黄花山层				西瓜园组
		金刚山层				
		朱家沟层				
		大康堡层				大店子组 3~4 段
		砖城子层	尖山层 (上园层)	罗家沟层	大新房子层	
		业南沟层	下土来沟层			
		老公沟层 (刀把子层)	陆家屯层			
上侏罗统					大北沟组	
	王家屯组 (张家口组?)	土城子组	土城子组	张家口组	张家口组	

目前上述辽西地区的划分对比方案已得到大多数专家的认可.但对凌源地区义县组大新房子层(大新房子组)与义县、北票地区的对比关系还有不同意见^[4,6].下文将从生物地层学及同位素年代地层学两方面论述大新房子层与义县、北票地区尖山沟层的对比关系。

凌源地区义县组为一套沉积-火山岩系,其下部层位为沉积岩(底部有 10~20 m 厚的底砾岩),以凝灰质砂岩、粉砂岩、凝灰岩、砾岩为主,厚度约 100~200 m,赋含大量热河生物群的化石,称为大新房子层(大王杖子层).沉积岩之上为一套英安质、流纹质的中酸性火山岩、火山角砾岩,厚度大于 200 m.凌源地区的义县

组大新房子层与辽西北票-义县地区的义县组尖山沟层(砖城子层)在化石组合方面有很强的可比性。

(1) 脊椎动物(不包括鱼类)

Confuciusornis-Sinosauropteryx-Jeholodens 组合,产于凌源地区大新房子层中部,与北票地区尖山沟层脊椎动物化石组合带可相对比^[1]。

(2) 鱼类

以 *Lycoptera-Protopsephurus-Yanosteus* 组合为代表^[1].主要成员为 *Lycoptera dawidi*, *Protopsephurus liui*, *Yanosteus longidorsalis*, *P. pani*.其中, *Lycoptera dawidi*, *P. pani* 均见于北票地区尖山沟层中^[1]。

(3) 叶肢介

以 *Eosestheria (Difformograptus) ovata*、*Eosestheria (Clithrograptus) lingyuanensis*、*E. gongyingziensis* 亚组合为代表^[1].主要属种除上述代表分子外,还有 *Eosestheria (Clithrograptus) xiaodonggouensis*, *Eosestheria (Difformograptus) cf. pudica*, *E. (D.) opipera*, *Paraliograptus* sp., *Chaoyangestheria* sp. 等.其中 *Eosestheria (Difformograptus) ovata*、*Eosestheria (Clithrograptus) lingyuanensis*、*E. gongyingziensis* 及 *Chaoyangestheria* 均见于尖山沟(砖城子)层中。

(4) 双壳类

Arguniella lingyuanensis 和 *Sphaerium jeholense* 均广泛见于北票地区尖山沟层中^[1]。

(5) 昆虫类

Karatawoblatta formosa, *Alloxyelula lingyuanensis*, *Liaotoma linearis*, *Xyelites lingyuanensis*, *Sinocuoec validus*, *Lixoximordella hongii* 等;其中 *Karatawoblatta formosa* 见于义县地区砖城子层^[1]。

(6) 介形类

Cypridea sulcata, *Limnocypridea subplana*, *Djungarica camarata*, *Mantelliana cirideltata*, *Mongolianella palmosa* 等,其中 *Limnocypridea subplana*、*Mongolianella palmosa*, *Mantelliana cirideltata* 见于北票地区尖山沟层中^[1]。

同位素年代地层学的研究结果也证明大新房子层与辽西北票-义县地区的义县组尖山沟(砖城子)层是可比的.例如:王松山^[7]在四合屯义县组湖相沉积层(尖山沟层)中采集火山灰样品,挑选其中的锆石用 U-Pb 法测定,获得年龄为 125.2±0.9 Ma; C.C. Swisher 等^[8]在四合屯、横道子义县组湖相沉积层(尖山沟层)中采集火山灰样品,对样品中的透长石单晶进行 ⁴⁰Ar/³⁹Ar 全熔融分析,平均年龄值分别为 125.0±

0.18 Ma、125.0±0.19 Ma; 彭艳东等^[9]在四合屯北部含珍稀化石的湖相沉积层(尖山沟层)中(夹湖相枕状熔岩)采集枕状熔岩(玄武安山岩)全岩样品进行激光微区 ⁴⁰Ar/³⁹Ar 法测年,该样品 5 个激光微区的等时线年龄结果为 126.1±1.7 Ma.

张宏等通过锆石的 LA-ICP-MS 的 U-Pb 测年,获得大新房子层(大王杖子层)的形成年代为 125~122 Ma,并经过综合分析,得出以下结论:“辽西凌源地区与北票-义县地区的义县组底界是不等时的;凌源地区义县组下部层位在时代上相当于北票-义县地区的义县组尖山沟层(砖城子层)”^[10]. 孟凡雪等^[11]对辽西凌源地区义县组大新房子层的一件流纹岩样品进行锆石 U-Pb 年代学研究,获得的年龄为 124.4±1.4 Ma,与张宏的结论吻合.

综合生物地层对比及同位素测年资料,笔者认为将凌源地区义县组大新房子层与北票、义县地区尖山沟层(砖城子层)对比较合理.

1.2 冀北滦平盆地

滦平盆地中生代地层的研究已有数十年,不断取得新的进展,尤其是进入 21 世纪以来,中国地质科学院地质研究所、石家庄经济学院、天津地质矿产研究所等多家单位在滦平盆地对晚中生代地层,尤其对晚侏罗世一早白垩世地层进行了岩石地层、层序地层、旋回地层、生物地层、年代地层等多方面的深入系统的研究,取得了突破性进展,现已将冀北晚侏罗世一早白垩

世地层自下而上分为上侏罗统大北沟组(分三段)、下白垩统大店子组(分四段)、西瓜园组(分四段)^[4]. 目前,对大北沟组、大店子组的划分得到大多数专家的认可,但对西瓜园组的划分还有不同意见. 沈阳地质矿产研究所从 2008 年至今一直在进行“辽西义县组-冀北大店子组火山-沉积地层对比”专题研究,现已取得阶段性成果. 据项目研究人员张立君先生面告:根据岩石组合、生物地层、层序地层及区域上地层的分布与对比,田树刚^[4]等在冀北滦平县马圈子村东山建立的义县阶界线(西瓜园组与大店子组的界线)层型剖面的界线位于大店子组之内,而作为义县阶单位层型剖面的李营-王家沟剖面中当属大店子组的地层划归了西瓜园组一段. 笔者按沈阳地质矿产研究所的划分方案调整了部分化石的赋存层位.

2 共有化石对比

辽西、冀北两地早白垩世早期共有的化石为叶肢介、介形虫、植物、昆虫、双壳类、腹足类、螯虾类等,其中比较繁盛且已经过专家专门研究过的有叶肢介和介形虫,下文对其进行对比研究.

2.1 叶肢介

叶肢介化石在冀北、辽西均很繁盛,但多为地方性属种,两地共有的有 3 属 13 种(见表 2). 其中 *Jiliaoestheria* 除广泛分布于辽西地区尖山沟层^[10]外,在大店子组 1~2 段也有产出,但繁盛于 3~4 段,这也是

表 2 冀北-辽西地区早白垩世早期叶肢介化石对比表

Table 2 Correlation of Conchostracan from the early Early Cretaceous in Northern Hebei and Western Liaoning

产出层位	义县组							大店子组		西瓜园组
	老公沟层	业南沟层	大新房子层	尖山沟层	砖城子层	大康堡层	金刚山层	一段至二段	三段至四段	三段至四段
<i>Eosesthesia</i> (<i>Difformograpt</i>) <i>ovata</i>	V	V	V	V				V	V	
<i>E.</i> (<i>Clithograpt</i>) <i>lingyuanensis</i>		V	V	V	V	V		V	V	
<i>E.</i> (<i>Difformograpt</i>) <i>gongyingziensis</i>		V	V	V	V	V	V		V	
<i>E. aff. middendorfi</i>				V	V		V			V
<i>E. elliptica</i>							V			V
<i>E. persculpta</i>							V			V
<i>E. triformis</i>							V			V
<i>E. jingangshanensis</i>							V			V
<i>Jiliaoestheria ovata</i>				V					V	
<i>J. clithroformis</i>				V					V	
<i>Diestheria jeholensis</i>				V				V		
<i>D. longinqua</i>				V		V		V		
<i>D. yixianensis</i>						V		V		

资料来源:义县组引自文献[1, 13],大店子组引自文献[1, 4, 12, 14],西瓜园组引自文献[4-5]. “V”代表化石产出层位.

将滦平盆地的大店子组 3~4 段与辽西凌源一带的义县组大新房子层对比的重要依据^[2-5,12]; *Jiliaoestheria clithroformis*, *Jiliaoestheria ovata* 同时见于尖山沟层及大店子组 3~4 段; *Eosestheria* (*Diformograptus*) *ovata*, *E. (Clithograptus) lingyuanensis*, *E. (Diformograptus) gongyingziensis* 等 3 个属种同时见于业南沟层、尖山沟层、大新房子层及大店子组 3~4 段, 但其中前二属还见于大店子组 1~2 段; *Diestheria jeholensis*, *D. longinqua* 同时见于大店子组 1~2 段和尖山沟层中; 大康堡层表中共列 2 属 4 种, 其中两种见于大店子组 1~2 段, 另两种见于大店子组 3~4 段. 基于上述, 笔者认为, 将整个大店子组与业南沟层、尖山沟层及大康堡层大致对比比较合理. 从表中还可以看出, 金刚山层与西瓜园组有较多相同属种. 综上所述, 从叶肢介化石的对比情况来看, 辽西地区义县组业南沟层、砖城子层、大康堡层可与冀北滦平盆地大店子组大致对比, 金刚山层可与西瓜园组对比.

2.2 介形类

辽西地区介形虫化石主要见于义县老公沟层、北票尖山沟层、凌源大新房子层及义县金刚山层, 义县地

区砖城子层、大康堡层介形类化石较少, 且多为地方性属种. 冀北地区介形类化石主要繁盛于大北沟组上部及大店子组, 且研究程度较高. 冀北、辽西地区共有的化石有 11 属 19 种(表 3). 从共有化石来看, 义县组老公沟层和大北沟组 3 段及大店子组下部(1~2 段)有着比较密切的联系, *Limnocypridea subplana*, *Djungarica camarata*, *Mongolianella subtrapezoidea*, *D. leguminella*, *Rhinocypris subechinata* 同时出现在老公沟层等义县组下部层位和大北沟组 3 段及大店子组 1~2 段; *Ziziphocypris linchengensis* 在大城子-四官营子盆地、建昌盆地义县组下部及滦平盆地大店子组 2 段中均有产出; *Cypridea tubercularis* 主要繁盛在大店子组 1~2 段和义县组下部; *Timiriasevia polymorpha* 出现于大店子组 1~2 段中, 其相似种 *Timiriasevia cf. polymorpha* 出现于老公沟层中; *Cypridea spatiosa* 出现于大城子-四官营子盆地义县组下部, 其相似种 *Cypridea cf. spatiosa* 出现于大店子组 3~4 段中. 但必须注意的是, 大店子组 1~2 段中有逾 10 个属种见于辽西尖山沟层及其相当层位, 而大店子组 3~4 段中只有 4 个属种与尖山沟层相同, 综上所述, 从介形虫化石来看, 老公沟层应与

表 3 冀北-辽西地区早白垩世早期介形虫化石对比表
Table 3 Correlation of Ostracod from the early Early Cretaceous in Northern Hebei and Western Liaoning

产出地区	辽西地区			冀北地区		
	老公沟层	尖山沟层	喀左、凌源义县组下部	大北沟组三段	大店子组 1~2 段	大店子组 3~4 段
<i>Limnocypridea subplana</i>	V	V	V	V	V	
<i>Luapingella postacuminata</i>	V					
<i>Ziziphocypris linchengensis</i>			V		V	
<i>Yanshanina dabeigouensis</i>		V		V	V	V
<i>Darwinula dadianziensis</i>	V	V		V		V
<i>D. contracta</i>	V	V			V	
<i>D. leguminella</i>	V	V		V	V	V
<i>Timiriasevia polymorpha</i>					V	
<i>T. cf. polymorpha</i>	V					
<i>Rhinocypris subechinata</i>	V		V		V	
<i>Cypridea spatiosa</i>						
<i>C. cf. spatiosa</i>						V
<i>C. sulcata</i>			V		V	V
<i>C. tubercularis</i>	V		V		V	V
<i>Mongolianella palmosa</i>	V	V	V		V	
<i>M. cf. palmosa</i>					V	
<i>M. subtrapezoidea</i>	V	V		V	V	
<i>Lycoperocypris infantilis</i>	V	V			V	
<i>Djungarica camarata</i>	V		V	V	V	

资料来源: 辽西地区引自文献[1, 2, 15-16], 冀北地区引自文献[2, 12, 17-19]. “V”表示化石产出层位.

大店子组 1~2 段下部对比,尖山沟层(大新房子层)可
与大店子组 1~2 段上部及 3~4 段对比。

综合上述两门类的对比结果,笔者认为辽西地区
义县组老公沟层、业南沟层、尖山沟层和冀北滦平盆地
大店子组 1~2 段及 3~4 段下部大致相当,大康堡层可
和大店子组 3~4 段上部对比,金刚山层与西瓜园组大
致相当(见表 1)。

3 年代地层对比

3.1 生物年代对比

庞其清等^[2]根据介形类化石分析,大店子组 1 段
的时代应归属早白垩世贝里阿斯期(Berriasian)的
早—中期,大店子组 2~4 段的时代无疑应属早白垩
世,相当于中晚贝里阿斯期(Berriasian)。并认为大店
子组 3~4 段的一些属种与辽西义县组下部(原称大新
房子组)相同或类似,大店子组 3~4 段与辽西凌源、建
昌、喀左一带义县组的下部相当。

田树刚等^[20]综合生物等多学科研究成果,认为侏
罗系—白垩系的界限位于大北沟组和大店子组之间,
大店子组为早白垩世最早期沉积。

牛绍武等^[5]虽然认为冀北西瓜园组与辽西义县组
完全相当,大店子组位于西瓜园组之下,但其年代地
层没有进一步论述。

辽西地区义县组化石非常丰富,不同门类的观点
不尽相同。王五力等^[1]对各门类的生物年代地层学做
了综合总结,时代为晚侏罗世提塘期至早白垩世贝里
阿斯期。

从现有的生物地层学的资料看,义县组与大店子
组应大致相当,时代为早白垩世。

3.2 同位素年代学对比

柳永清等^[21]采集大北沟组上部凝灰岩中的锆石,
其中单颗粒锆石 SHRIMP U-Pb 年龄为 133.9 ± 2.5 Ma
和 130.1 ± 2.5 Ma,均值 132 Ma,并经综合研究及对比,
认为大北沟组与大店子组界线年代为 130 Ma。

而作为近年来研究热点的热河生物群,无论是生
物地层学还是同位素年代学等其他学科的研究程度都
达到相当高的水平。辽西义县组已有年龄数据 100 多
个,介于 147~112 Ma 之间。近几年来,尤其是 2000 年
以来,随着新技术、新方法的应用,越来越多的数据集
集中在 133~120 Ma 之间^[22-25]。彭艳东等^[9]在北票新开岭
地区义县组下部玄武岩中测得激光微区 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄
为 132.9 ± 1.5 Ma;表明义县组近底部与大北沟组上部
同位素年龄近等,义县组下部与大店子组下部可对比。

4 结论

综上所述,笔者认为老公沟层、业南沟层、尖山沟
层和冀北滦平盆地大店子组 1~2 段及 3~4 段下部相
当,大康堡层可和大店子组 3~4 段上部对比,金刚山
层与西瓜园组大致相当。义县组、大店子组、西瓜园组
时代均为义县组早中期。

参考文献:

- [1] 王五力,张宏,张立君,等. 土城子阶、义县阶标准地层剖面及其地层
古生物、构造-火山作用[M]. 北京:地质出版社,2004: 1—514.
- [2] 庞其清,田树刚,李佩贤,等. 冀北滦平盆地大北沟组—大店子组介形
类生物地层和侏罗系—白垩系界线[J]. 地质通报,2006, 25(3):
348—356.
- [3] 牛绍武,李佩贤,田树刚,等. 冀北滦平盆地大店子组中网雕饰叶肢
介 *Clithograptus* 属的发现及其意义[J]. 地质通报,2003, 22(2): 95—
104.
- [4] 田树刚,牛绍武,庞其清. 冀北滦平盆地早白垩世陆相义县阶的重新
厘定及其层型剖面[J]. 地质通报,2008, 27(6): 739—752.
- [5] 牛绍武,田树刚. 辽西义县组叶肢介化石在冀北滦平盆地西瓜园组
中的系统发现及其意义[J]. 地质通报,2008, 27(6): 753—768.
- [6] 张弥曼,陈丕基,王元青,等. 热河生物群[M]. 上海:上海科学技术出
版社,2001: 1—150.
- [7] 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 年龄证据[J]. 科学通报,2001, 46(4): 330—333.
- [8] Swisher C C,汪筱林,周忠和,等. 义县组同位素年代新证据及土城子
组 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄测定[J]. 科学通报,2001, 40(23): 2009—2012.
- [9] 彭艳东,张立东,张长捷,等. 辽西义县旋回火山岩的同位素年龄测
定[J]. 地球化学,2003, 32(5): 427—435.
- [10] 张宏,柳小明,袁洪林,等. 辽西凌源地区义县组下部层位的 U-Pb
测年及其意义[J]. 地质论评,2006, 52(1): 63—70.
- [11] 孟凡雪,高山,柳小明. 辽西凌源地区义县组火山岩锆石 U-Pb 年代
学和地球化学特征[J]. 地质通报,2008, 27(3): 364—372.
- [12] 田树刚,庞其清,牛绍武,等. 冀北滦平盆地陆相侏罗系—白垩系界
线候选层型剖面初步研究[J]. 地质通报,2004, 23(12): 1170—
1179.
- [13] 陈丕基. 辽西义县组的叶肢介化石[J]. *Palaeoworld*, 1999(11):
114—130.
- [14] 王思恩. 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[J]. 地质学报,1999, 73(4): 289—301.
- [15] 曹美珍. 辽宁西部四合屯地区义县组下部介形类[J]. *Palaeoworld*,
1999(11): 131—144.
- [16] 张立君. 辽宁西部晚中生代非海相介形类动物群[A]// 张立君,蒲
荣干,吴洪章. 辽宁西部中生代地层古生物. 北京:地质出版社,
1985: 1—120.
- [17] 李佩贤,柳永清,田树刚. 冀北滦平盆地侏罗系—白垩系岩石地层研
究新进展[J]. 地质通报,2004, 23(8): 757—765.
- [18] 杨仁泉. 河北侏罗—白垩纪介形类化石及其地层意义[J]. 河北地
质学院学报,1984(4): 30—46.
- [19] 杨仁泉. 冀北滦平群大北沟组介形类化石组合及其地质意义[A]//

- 中国微体古生物学会第一次学术会议论文集. 北京: 科学出版社, 1981: 76—84.
- [20] 田树刚, 李佩贤, 柳永清, 等. 冀北滦平盆地陆相侏罗系—白垩系界线地层标准层序[A]// 中国地质科学院地层古生物论文集编委会, 编. 地层古生物论文集第 28 辑. 北京: 地质出版社, 2004: 247—265.
- [21] 柳永清, 李佩贤, 田树刚. 冀北滦平晚中生代火山碎屑(熔)岩中锆石 SHRIMP U-Pb 年龄及其地质意义[J]. 岩石矿物学杂志, 2003, 22(3): 237—244.
- [22] 张宏, 王五力, 李之彤, 等. 辽西北票和义县地区义县组综合对比研究[J]. 地质通报, 2004, 23(8): 766—777.
- [23] 陈文, 张彦, 季强, 等. 四合屯珍稀化石层的时代——Ar/Ar 和 SHRIMP U/Pb 年龄新证据[J]. 地层学杂志, 2005, 29(增刊): 582—588.
- [24] 张宏, 柳小明, 陈文, 等. 辽西北票—义县地区义县组顶部层位的年龄及其意义[J]. 中国地质, 2005, 32(4): 596—603.
- [25] 李大明, 陈丛林, 李齐, 等. 以火山岩层序剖面 K-Ar 测年确定辽西四合屯古生物化石地层的年代[J]. 岩石学报, 2006, 22(6): 1621—1632.

·市场信息·

辽宁铁岭市昌图县古榆树地区发现 10 亿吨大煤田

铁岭市昌图县古榆树地区发现了逾 10×10^8 t 储量的大型煤田, 并有超过 50×10^8 m³ 的煤气资源. 其为辽宁省 1960 年以来发现的最大的煤田, 也是东北地区近 20 年来发现的最大的煤田之一. 2008 年, 地质工作者探明煤田位于地下 1200~1500 m, 煤层厚度为 0.8~9.13 m, 其中 70% 为长焰煤, 30% 为气煤, 均为优质煤.