

内蒙古大青山地区中侏罗世古气候分析

葛玉辉¹ 郝爱华¹ 汪志刚² 王玉芬³ 孙春林⁴

(1.西南石油大学 资源与环境学院,四川 成都 610500;2.吉林第一地质调查所,吉林 长春 130033
3.吉林省地质科学研究所,吉林 长春 130012;4.吉林大学 地球科学学院,吉林 长春 130061)

提要:对内蒙古中部大青山地区石拐子侏罗纪陆相含煤沉积断陷盆地的侏罗系召沟组植物化石进行系统分类、鉴定与研究。结果表明召沟组植物群共有 18 属 31 种,分别属于真蕨纲、苏铁纲、银杏纲、茨康纲、松柏纲(Filicopsida, Cycadopsida, Ginkgopsida, Czekanoskiopsida, Coniferopsida)。同时利用扫描电镜(SEM),对银杏纲和茨康纲化石表皮细胞的种类、形态及构造特点进行形态解剖学研究。研究认为,召沟组植物群是一个属于中国北方区以 *Coniopteris-Phoenicopsis* 为代表的晚期组合(即中侏罗世组合)。该植物群的发现揭示石拐子盆地中侏罗世为温暖潮湿气候环境下的湖泊沼泽沉积环境,这种沉积环境有利于该区煤炭、石油和天然气的形成。这项工作对于区域盆地演化和其中能源矿产的成因研究及预测具有重要的指导意义。

关键词:植物化石表皮细胞;召沟组植物群;中侏罗世;石拐子盆地;内蒙古

中图分类号:Q911.59 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3657(2010)-01-0204-08

研究区位于内蒙古中部包头市东北约 40 km 左右的石拐地区,石拐盆地地理座标为:40°35′~40°45′N, 109°45′~109°50′E(图 1),地层区划属东北地层区、阴山地层分区^[1],近东西展布,长约 90 km,宽约 20 km,是一个侏罗纪陆相含煤沉积断陷盆地。盆地构造比较复杂,岩性、岩相变化较大。盆地内侏罗纪陆相含煤地层十分发育,主要由下侏罗统五当沟组、中侏罗统召沟组和长汉沟组、上侏罗统大青山组组成。盆地内含煤地层富含动物、植物化石,是中国北方地区具有代表性的侏罗纪盆地之一^[2,3],多年以来备受地学界,特别是古植物学界的关注,并在近年来取得一些研究成果。20 世纪 20—40 年代,曹树生、王竹泉和孙健初等先后在本区进行了地质调查。50—60 年代,李星学进行了地质调查和古植物学研究工作,同时有华北地质局 204 队、地质矿产部大青山队、内蒙古地矿局、华北煤田地质队等十余个单位在本区进行煤田地质普查与勘探、水文地质普查和金矿地质调查工作,取得了丰富的地质资料;70—80

年代初内蒙古区域地质测量队在本区进行了 1:20 万区调工作^[4,5];自 80 年代后期,内蒙古地矿局第一区调所、天津地质矿产研究所、中国地质大学和吉林大学等单位,陆续在该区开展了 1:5 万区域地质调查,取得了丰富的地质资料和数据,对区内一些基础地质问题进行了总结^[4,5];20 世纪末吉林大学地质调查研究院开展了 1:25 万包头市幅区域地质调查修测工作;中国地层典编委会也对该区地层进行了论述^[6]。上述大量工作的开展,为该区的古生物学、地层学研究奠定了良好的基础,但对植物化石的研究只有少量的形态学研究报道,对该区古地理、古气候特征及变化更没有进行过详细的研究。

笔者 2004 与 2005 年两次赴该区采集化石,对采集的上千块化石进行了鉴定,建立了石拐子盆地中侏罗世植物群,运用扫描电镜和高精度光学显微镜等先进手段,对植物群中的银杏纲和茨康纲化石进行了表皮构造观察和研究,并根据植物群的组合特征及其表皮细胞构造特点,对当时的古气候进行

收稿日期:2009-05-22;改回日期:2009-09-26

基金项目:国家自然科学基金项目(40572058)和四川省重点学科建设项目(SZD0414)资助。

作者简介:葛玉辉,男,1965 年生,博士,讲师,主要从事古生物学与地层学研究;E-mail:geyuhui2shi@163.com。

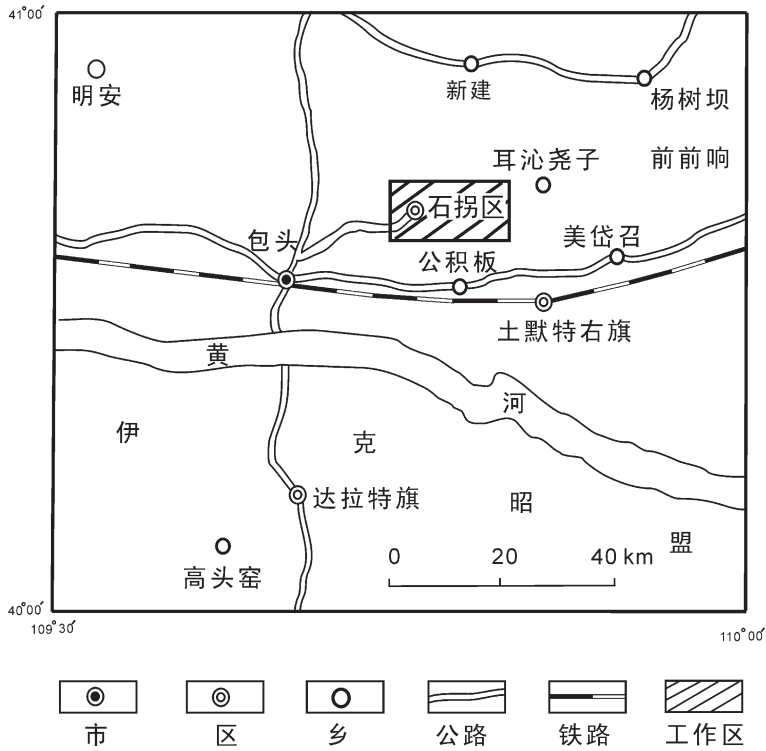


图 1 研究区地质位置图
Fig.1 Geological location of the study area

了探讨。

1 地质背景

石拐盆地侏罗系主要出露在内蒙古中部石拐矿区上至石片沟一带,呈东西向展布(图 2),自下而上为:侏罗系下统五当沟组,中统召沟组、长汉沟组,上统大青山组。与下伏太古宇乌拉山岩群片麻岩呈不整合接触。

召沟组出露面积较大,常与下侏罗统五当沟组、中侏罗统长汉沟组相伴出露,与二者呈整合接触关系。地层在盆地中部石拐矿区东南 2 km 头道沟—二道沟出露完整(图 2),现将剖面介绍如下:

中侏罗统长汉沟组(J_{2c})
 灰白—浅褐色厚层中细—中粗粒长石砂岩、含砾粗粒长石砂岩
 ———— 整合 ————
 中侏罗统召沟组(J_{2zh})
 上段:
 28. 浅灰—灰褐色中薄层中细粒长石石英砂岩、灰色薄层粉细砂岩夹灰黑色薄层钙质细砂岩及薄煤层。含植物化

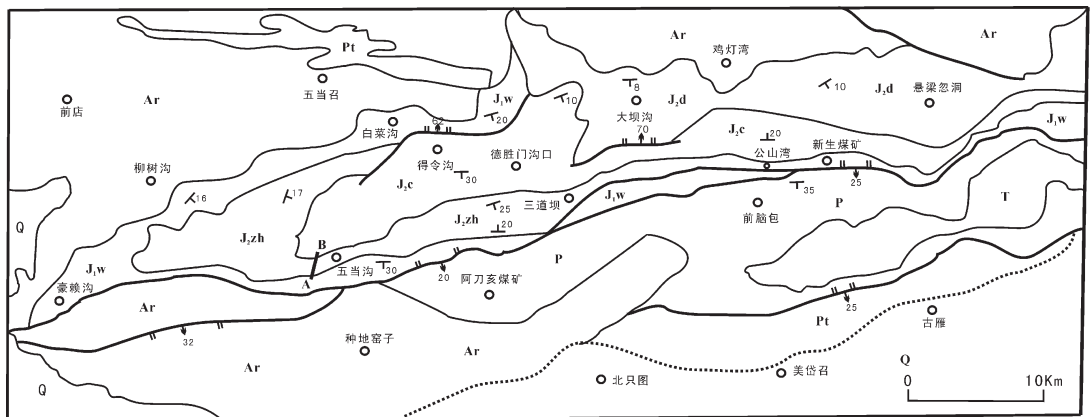
石 :*Coniopteris burejensis*, *Cladophlebis shansiensis*, *Cl. haiburensis*, *Phoenicopsis speciosa*, *Anomozamites major*, *Taeniopteris tenuinervis*
 25.37 m
 27. 浅灰色中厚层中粒长石砂岩夹长石石英砂岩,具大型斜层理及不对称波痕
 41.47 m
 26. 灰色粉砂质泥岩、薄层粉砂岩夹黑色页岩
 4.21m
 25. 灰褐色中薄层中粒长石石英砂岩夹薄层粉细砂岩,含植物化石 :*Phoenicopsis speciosa*, *Pterophyllum baotoum*, *Czekanowskia (Vachrameevia) shiguaiensis*, *Cladophlebis argutula*, *Coniopteris burejensis*, *Elatocladus Manchurica*, *Ginkgo sp.*, *Baiera furcata* 等
 7.08 m
 24. 浅灰色中薄层中粗—中细粒长石砂岩、粉细砂岩及粉砂质页岩夹薄煤层,含植物化石 :*Cladophlebis shansiensis*, *Cladophlebis hsiehiana*, *Todites williamsoni*, *Taeniopteris sp*
 22.88 m
 23. 浅灰色中厚—中薄层中粗—中细粒长石石英砂岩夹黄绿色薄层粉细砂岩及泥质粉砂岩
 34.68 m
 22. 绿灰色厚层块状中粗粒长石砂岩
 86.84 m
 21. 灰绿色薄层粉砂质泥岩夹煤层
 27.91 m
 20. 灰白色含砾粗粒长石石英砂岩、钙质粉砂岩及炭质页岩不等厚层,含植物化石 :*Cladophlebis shansiensis*, *Cl.sp.*, *Elatocladus manchurica*, *Lindleycladus lanceolatus*; 双壳化石 :

- Ferganoconcha subcentralis* 8.56 m
- 19. 灰白色块状含砾粗粒长石石英砂岩、中粗粒长石石英砂岩夹细砾岩透镜体，含植物化石：*Coniopteris hymenophylloides*, *Coniopteris burejensis*, *C. sp.*, *Cladophlebis shansiensis*, *Cladophlebis hsiehiana*, *Cladophlebis argutula*, *Cladophlebis angusta*, *Todites williamsoni*, *Pityophyllum lindstroemi*, *P. nordenskioldi*, *Phoenicopsis speciosa*, *Podozamites sp.*, *Taeniopteris sp.*, *Anomozamites major*, *Nilssonina compta*, *Elatocladus manchurica* 27.90 m
- 18. 浅灰色薄层中粗—中细粒岩屑长石砂岩与粉细砂岩不等厚互层 24.18 m
- 17. 浅灰色块状含砾粗砂岩、砂砾岩夹中薄层中细粒长石砂岩 29.84 m
- 16. 深灰色薄层粉细砂岩、炭质页岩夹中厚层粗粒长石砂岩及薄煤层 15.48 m
- 15. 灰白色厚层中粗粒长石砂岩夹砂砾岩层 48.94 m
- 14. 浅灰色中薄层中粗—中细粒长石砂岩夹黑色炭质粉砂质页岩 32.30 m
- 13. 灰色中厚层中粗—中细粒长石砂岩夹钙质粉砂岩、黑色炭质页岩及煤线，含植物化石：*Ginkgo longifolius*, *Coniopteris sp.*, *Cladophlebis angusta*, *Cl. sp.*, *Elatocladus manchurica* 57.86 m
- 12. 浅灰色中薄—中厚层含砾中粗粒长石石英砂岩夹钙质、炭质粉砂岩及煤线。含植物化石：*Lindleycladus lanceolatus*, *Podozamites sp.*, *Cladophlebis sp.*, *Elatocladus manchurica* 5.21 m
- 11. 浅灰色中薄—中厚层中粗粒长石石英砂岩夹粉细砂岩，含植物化石碎片 59.57 m
- 10. 灰白色厚层中粗粒长石石英砂岩夹钙质粉砂岩及细

- 砂岩，含植物化石碎片 72.16 m
- 9. 灰绿色厚层砾岩、中细粒长石石英砂岩及粉细砂岩构成多个韵律 84.15 m
- 下段：
- 8. 灰黄色厚层块状含砾粗砂岩、灰绿色中薄层中粗粒长石石英砂岩及岩屑长石砂岩，含植物化石：*Coniopteris hymenophylloides*, *Cladophlebis sp.*, *Ginkgo shiguaiensis*, *Ginkgo longifolius*, *Ginkgo sp.*, *Phoenicopsis(Phoenicopsis) cf. angustifolia*, *Ph. speciosa*, *Sphenarion paucipartita*, *Czekanowskia (Harrisalla) chinensis sp.nov.*, *Czekanowskia (Vachrameevia) shiguaiensis*, *Nilssonina compta*, *Ixostrobus lepidus*, *Lindleycladus lanceolatus* 34.02 m
- 7. 绿灰色厚层中粗—中细粒长石砂岩与薄层粉细砂岩构成韵律层 21.47 m
- 6. 灰绿色中厚层中粗—中细粒长石石英砂岩、粉细砂岩及炭质页岩构成韵律层，含植物化石：*Cladophlebis angusta*, *Todites williamsoni*, *Storgardia sp.* 16.80 m
- 5. 黄绿色中厚层粗粒长石砂岩与粉细砂岩、煤层构成韵律层 15.56 m
- 4. 黄褐色厚层中粗粒长石砂岩与灰绿色中薄层中细粒长石石英砂岩互层 41.00 m
- 3. 灰白色—绿黄色块状细砾岩、砂砾岩、含砾粗砂岩及粗粒长石砂岩，含植物化石：*Lindleycladus lanceolatus*, *Cladophlebis argutula*, *Ginkgo shiguaiensis*, *Storgardia sp.*, *Anomozamites minor* 30.26 m
- 2. 灰白色—黄褐色块状细砾岩、含砾粗砂岩及粉细砂岩构成韵律层 12.42 m

—— 整 合 ——

下侏罗统五当沟组(J_{1w})



Ar 元古宇 Pt 太古宇 P 二叠系 T 三叠系 J_{1w} 下侏罗统五当沟组 J_{1zh} 中侏罗统召沟组 J_{1c} 常汉沟组
 J_{1d} 中侏罗统大青山组 Q 第四系 ○ 古雁 地名 断层 T₂₆ 产状 A—B 剖面位置 1:30000 比例尺

图 2 大青山地区石拐盆地地质略图

Fig.2 Geological sketch map of the Shiguai Basin, Daqingshan area

1. 浅灰色中薄层中细粒长石石英砂岩与黑色粉砂质页岩、炭质页岩及煤层构成多个韵律,含植物化石:*Cladophlebis dameigouensis*, *Ginkgoites sibiricus*

中侏罗统召沟组分为上、下两段。下段为砂砾岩段:由灰白、青灰色厚层块状复成分砾岩、砂砾岩、含砾粗粒岩屑长石砂岩、钙质中细粒岩屑长石砂岩、薄层粉砂岩、炭质页岩和薄煤层构成多韵律层,煤层多为鸡窝状,含有丰富的植物化石及少量的双壳类化石,以河流相沉积为主。上段为含煤段:由灰绿色中厚层粗-细粒岩屑长石砂岩、粉细砂岩与煤层构成韵律层。此段是召沟组主要含煤层,有 3 层主要的可采煤层,砂岩中对称波痕极为发育,岩相为湖泊-泥炭沼泽相。此组岩性、岩相及厚度在横向上变化较大,盆地北翼为浅湖-半深湖相沉积,厚 453.33 m;盆地南翼为河流-湖泊泥炭沼泽相沉积,厚度 940.70 m。砂岩与粉砂岩中含丰富的植物化石,属于中国北方中侏罗世早期植物组合。

2 植物群特征

召沟组含有丰富的植物化石,经鉴定 18 属 31 种,其中有 6 个未定种。

真蕨纲:*Coniopteris burejensis* (Zalessky) Seward, *Coniopteris hymenophylloides* (Brongniart) Seward, *Coniopteris* sp., *Todites williamsoni* (Brongniart) Seward, *Cladophlebis shansiensis* Sze, *Cladophlebis hsiehiana* Sze, *Cladophlebis argutula* (Heer) Fontaine, *Cladophlebis angusta* (Li) Wu, *Cladophlebis haiburnensis* (L. et H.) Brongn., *Cladophlebis* sp.

苏铁纲:*Pterophyllum baotoum* Chang, *Anomozamites major* (Brongniart), *Nilssonina compta* (Phillips)

银杏纲:*Ginkgo shiguaiensis*, *Ginkgo longifolius* (Phillips) Harris, *Ginkgo* sp., *Baiera furcata* (L. et H.) Braun, *Sphenarion paucipartita* (Nathorst) Harris,

茨康纲:*Czekanowskia (Harrisalla) chinensis*, *Czekanowskia (Vachrameevia) shiguaiensis*, *Phoenicopsis (Phoenicopsis) cf. angustifolia* Heer, *Phoenicopsis speciosa* Heer, *Ixostrobus lepidus* (Heer) Harris

松柏纲:*Pityophyllum lindstroemi* Nath, *Pityophyllum nordenskioldi* Heer, *Storgaardia* sp., *Podozamites* sp., *Lindleycladus lanceolatus* (L. et H.) Harris, *Elatocladus manchurica* Yabe et Oishi

分类位置不明的形态属:*Taeniopteris tenuinervis*

Braun, *Taeniopteris* sp.

动物化石双壳类:亚中央费尔干蚌 *Ferganoconcha subcentralis*。

分析上述植物化石的组成,中侏罗世召沟组植物群具有如下特征:

(1)中生代早期具有代表意义的楔叶纲植物,如晚三叠世、早侏罗世植物群中常见的 *Equisetites*, *Neocalamites* 等均未在当前植物群中发现,预示着楔叶纲逐渐衰退的趋势。

(2)真蕨纲植物属的数量较多,未见合囊蕨科、马通蕨科、双扇蕨科分子。蚌壳蕨科(Dicksoniaceae)中的 *Coniopteris* 比较常见,分异度相对早侏罗世晚期要高,该属化石大部分保存了较完整的营养叶;紫萁科(Osmundaceae)占较小的比例;在北方中生代植物群中常见的分类位置不明的形态属 *Cladophlebis* 的丰度及分异度较高,它们都是中国或欧亚大陆早、中侏罗世植物群中的常见分子。

(3)与中国南方早、中侏罗世植物群相比,苏铁纲在当前植物群中的分异度相对较小,仅发现在北方同期植物群中常见的苏铁纲植物,其中本内苏铁目 2 属 2 种,尼尔桑目 1 属 1 种。

(4)中侏罗世是银杏纲最为繁盛的时期。在当前植物群中,银杏纲的分异度较高。有 2 属 4 种。

(5)茨康纲叶部化石较为丰富,本植物群中以 *Czekanowskia* 和 *Phoenicopsis* 的叶片及可能属于茨康纲的雄性生殖器官 *Ixostrobus* 等为代表。在当前植物群中首次依据表皮构造特征发现了 *Czekanowskia* 的两个亚属的存在,为深入研究茨康纲化石在中国的分布和研究程度增加了新的内容。

(6)松柏纲在当前植物群中也较为繁盛,以松柏目为主,标本数量较多,化石保存较好,分异度较高。

(7)分类位置不明植物化石 1 属 2 种。

根据植物群的组成特征和组成分子分析,当前植物群以真蕨纲、银杏纲、松柏纲最为丰富,苏铁纲仅占少数。其中真蕨纲以 *Cladophlebis* 比较繁盛,化石的丰度较高,分异度也较大, *Coniopteris* 与早侏罗世植物群相比有较大的分异度;银杏纲、茨康纲和松柏纲在当前植物群占统治地位,未见中生代早期楔叶纲分子,反映当前植物群大致相当于中国北方中侏罗世早期组合,是一个较为典型的温带-暖温带植物群,基本反映了温暖潮湿、具季节性变化、有利于成煤的暖温带环境。

3 古气候分析

3.1 植物群组成的指示

如前所述,大青山地区石拐子盆地中侏罗世早期植物群化石十分丰富,属种较多。植物群特征和总体面貌属于中国北方区以 *Coniopteris-Phoenicopsis* 为代表的植物群晚期组合(即中侏罗世组合)。主要由具有较大羽片的真蕨纲、苏铁纲、茂盛的银杏纲和以针状叶为主的松柏纲植物组成。真蕨纲最为繁盛,主要成员有形态属 *Cladophlebis* 种类繁多,蚌壳蕨科、紫萁科等,显示一定的温暖潮湿气候。银杏纲成员主要有似银杏属、拜拉属。茨康纲主要为茨康诺司基叶属、拟刺葵属等,中生代早期的已知属几乎均有发现,并表现出相当高的分异度,与热带、亚热带植物群具有明显差别,显示暖温带植物群的特征。松柏纲成员主要为松科、和罗汉松科等,以针叶类种类为主,标本数量比较多,也是温凉气候的反映。此外,苏铁纲则以本内苏铁目、尼尔桑目较为常见,缺乏代表热带、亚热带植物群的典型分子^[6-7]。石松纲石松科和卷柏科在该植物群化石较少,缺乏有代表意义的特征属种。

上述植物群的组成表明,中侏罗世召沟组植物群具有暖温带植物群的特征,局部地段可能稍潮湿。

3.2 植物群组成分子的指示

现代真蕨纲植物广泛分布于世界各地,以生活在温暖潮湿的亚热带者最为繁盛,在温带、暖温带的林下或潮湿地带也有分布,在寒冷干旱的气候条件下几乎没有生存。其中蚌壳蕨科大多为高大树蕨,主要分布在热带、亚热带及南半球的温带地区,生长在温暖潮湿的疏松土壤环境中。紫萁科为陆生中型植物,分布于热带、亚热带和温带,生长于沼泽湿地或林下溪边酸性土壤,其中的 *Todites* 与现代的 *Todea* 最接近,后者分布在南非、新西兰,以及澳大利亚等地^[6-7]。上述这些地区大多位于温暖潮湿的气候带范围。*Coniopteris* 在中生代为草本植物,生长在气候潮湿和温暖的三角洲平原^[8]。说明 *Coniopteris* 当时在三角洲平原非常繁盛。表明召沟组植物群生长在温暖而又潮湿的环境中。

现代银杏(*Ginkgo biloba* L.)是一种孑遗植物。自然分布在中国浙江天目山,生长在海拔 500~1000 m 较高的凉爽山区,其他地区则十分少见,常与针阔叶树种混生。研究表明银杏以生长于海拔 1000 m 以

下,气候温暖湿润,土层深厚且排水良好的地区最适宜^[9]。主要生长在山坡或较高处,一般生长于盆地边缘的山坡上,生长环境比较干燥热。召沟组植物群中,银杏纲植物化石十分繁盛,分异度较高,中生代常见的属、种均有发现,化石数量较多,而且基本都是其叶部化石,说明它们多为落叶植物,是北方早、中侏罗世沉积中重要的成煤植物。它们在当前植物群中的大量存在可说明当时此地的气候相对温和,且四季分明。

现代松柏纲植物,多数生长在寒温带、温带,且多生长在地势较高地区,而且喜欢排水良好的干燥环境^[10]。为南北温带森林的主要组成分子。召沟组植物群中,松柏纲是以针形叶的 *Elatocladus* 和披针形的 *Podozamites*, *Storgaardia* 为主,说明当时该区的气候相对凉爽^[11]。

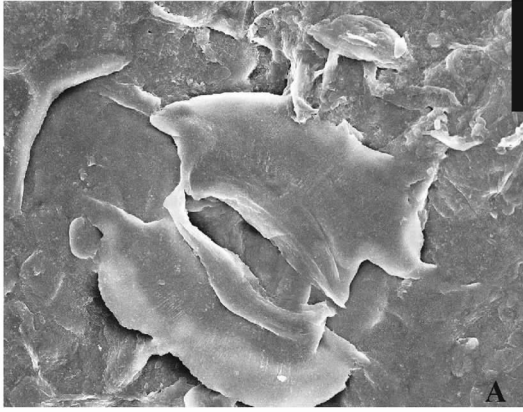
现生的苏铁纲植物主要分布在热带及亚热带地区,是典型的热带、亚热带植物。中生代苏铁纲与现生的植物相似,也是热带及亚热带型气候的标志物。

综上所述,当前植物群属于中国北方区以 *Coniopteris-Phoenicopsis* 为代表的植物群晚期组合(即中侏罗世组合),从组成分子来看,缺乏反映热带、亚热带气候条件下的真蕨纲双扇蕨科分子和苏铁纲的典型分子,如 *Otozamites*, *Ptilophyllum* 等,而以暖温带植物群中大量繁盛的 *Coniopteris*, *Elatocladus*, *Ginkgoites*, *Czekanowskia*, *Phoenicopsis*, *Podozamites* 等真蕨纲、松柏纲、银杏纲、茨康纲为主,它们的极大丰富和高分异度是该植物群的重要特征,反映当时石拐子盆地的古气候条件应为暖温带偏潮湿的气候。

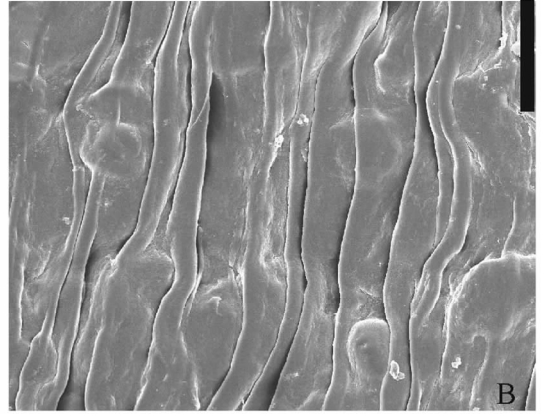
3.3 化石表皮构造特征指示的古气候

角质层的不同类型和发育状况与植物体生存的外界环境密切相关,为探讨古生态环境等提供了重要的判断依据。通常情况下,角质层较厚并发育较强的角质化突起、气孔器下陷较深、表皮毛状体较发育等特征的出现,往往指示了日照充足、温度较高,水分蒸发量较大的干旱环境;而角质层较薄且平坦,气孔器下陷较浅,表皮毛状体不发育或不存在等特征,则是气候温和湿润的标志。

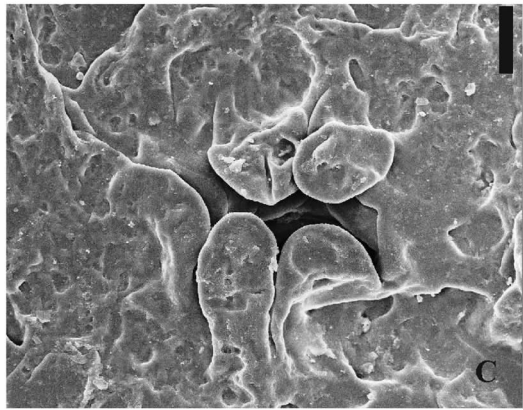
召沟组植物群中银杏目化石的表皮构造具有以下特征:(1)除 *Ginkgo* sp. 是气孔下生式外, *Ginkgo longifolius* 和 *Ginkgo shiguaiensis* 为稀少的双面气孔式(图版 1-D);(2)表皮细胞的平周壁和垂周壁不均衡加厚,但它们缺少乳突,毛基和毛刺(图版 1-B);



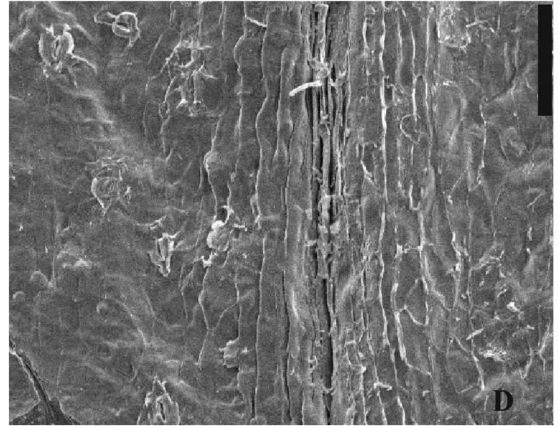
石拐银杏叶下表皮（内面观），气孔器上保卫细胞略下陷，明显放射状的角质加厚条纹（bar = 20 μ m）



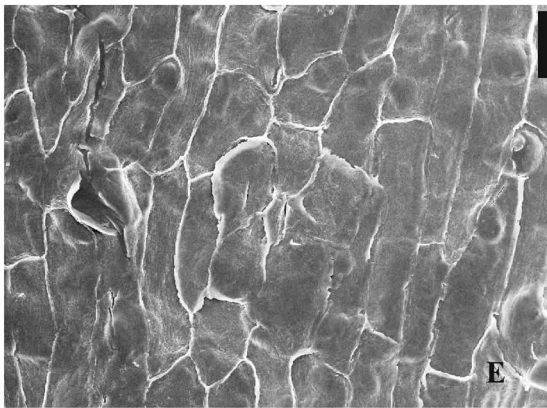
石拐银杏叶上表皮（内面观），示突出纹理的垂周壁上的不均角质加厚（bar = 15 μ m）



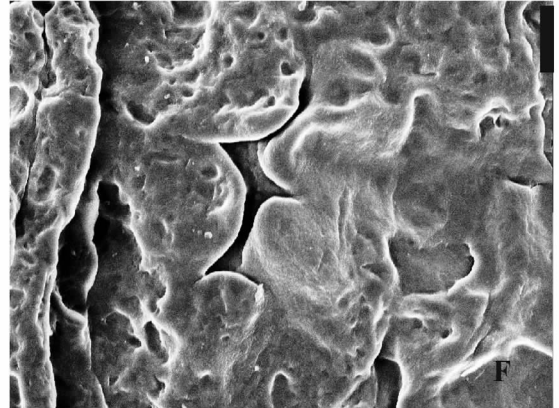
石拐银杏叶下表皮（外面观），5个乳状突起，副卫细胞部分覆盖气孔（bar = 10 μ m）



长叶银杏下表皮气孔器的分布（左），上表皮气孔器罕见（右）（bar = 10 μ m）



中华茨康叶下表皮内表面，增厚的垂周壁和平周壁和平周壁上放射状条纹（bar = 20 μ m）



中华茨康叶上表皮外表面，具乳状突起的副卫细胞部分覆盖气孔（bar = 20 μ m）

图版 I 内蒙古大青山地区中侏罗世银杏纲和茨康纲化石表皮
Plate 1 Cuticulae of Ginkgoales and Czekanowskiales
of the Middle Jurassic Epoch in the Daqinshan Area, Inner Mongolia

(3)气孔仅有轻微的凹陷低于副卫细胞的表面,乳突只是部分覆盖了气孔窝(图版 1-A,C)。现代银杏的气孔凹陷到气孔窝,在副卫细胞上有少量的乳突,与上述的化石种类的表皮特征相似。这些特征表明石拐盆地中侏罗世早期区域性气候与现今中国北方中纬度典型的相对干旱的季节性潮湿气候类似。

茨康纲的表皮具有以下特征:表皮细胞的平周壁和垂周壁不均衡的加厚,缺少乳状突起、毛基和刺,气孔轻微的凹陷低于副卫细胞,但气孔窝被不均衡发展的乳状突起所覆盖(图版 1-E,F)。这也证明该地区属相对温暖潮湿的气候环境。

结合上述不同种化石的角质层结构特点可以看出,当前植物群反映了以温暖潮湿为主,其间还夹有短期干旱的温带或暖温带气候类型。这一气候类型不仅有利于当前植物群繁盛的发展,而且也为石拐盆地中侏罗世煤的形成准备了丰富的物质基础。

3.4 古气候分析

根据上述植物群特征分析,可以推断当时沉积时的古气候和古地理环境。大青山地区石拐子盆地中侏罗世召沟组产大量喜暖喜湿植物化石,反映沉积时气候温暖潮湿,植物茂盛,于现今本区的生态环境有较大差异。

基于召沟组植物群的组成及其表皮构造特征,可以推测在该地区中侏罗世早期,在湖河岸边和潮湿地带生长着相当茂盛蚌壳蕨科高大树蕨;沼泽地带和低洼湿地有低矮的紫萁蕨科植物群成丛生长,并有石松目和真蕨目草本植物伴生;湖沼外围丘陵山地分布着茂盛的松柏纲、银杏纲类植物,在高大的乔木层之下有苏铁纲植物伴生,在林下和湿地还生长着石松、紫萁、里白等灌木和草本湿地植物。当时的植被景观指示一种温暖潮湿气候环境下的湖泊沼泽沉积环境,这种沉积环境有利于煤炭、石油和天然气的形成,繁盛的松柏纲和银杏纲是当时重要的造煤植物,是煤炭和煤成气的重要来源;真蕨目植物和其他草本植物同时也为煤和油气的形成提供了丰富的有机物质。湖泊沼泽湿地是喜暖喜湿生物生长繁衍的有利场所,也是陆源有机质富集的地带,一般来说,暖湿气候下的沼泽沉积有利于煤和煤成气的形成;湿热气候下的湖泊沉积有利于石油和石油气的形成^[12-15]。石拐子地区中侏罗世早期沼泽沉积甚为发育,具有形成煤和煤成气的有利条件。

参考文献(References):

- [1] 中国地层典编委会.中国地层典:侏罗系[M].北京:地质出版社,2000:9-128.
Compilation Committee of Stratigraphy of China. Stratigraphy of China:Jurassic System [M]. Beijing:Geological Publishing House,2000:9-128(in Chinese with English abstract).
- [2] 中国科学院地质研究所.陕甘宁盆地中生代地层古生物[M].北京:地质出版社,1980:1-88.
Institute of Geology of Chinese Academy of Sciences. Mesozoic Stratigraphy and Fossils in the Shan-Gan-Ning Basin[M]. Beijing: Geological Publishing House,1980:1-88 (in Chinese with English abstract).
- [3] 王思恩.中国的侏罗系(11)[M].北京:地质出版社,1984:1-333.
Wang Sien. Juarassic System of China (11)[M]. Beijing:Geological Publishing House,1984:1-333(in Chinese with English abstract).
- [4] 内蒙古自治区地质矿产局.内蒙古自治区岩石地层(全国地层多重划分对比研究)[M].北京:地质出版社,1996:1-280.
Inner Mongolia Bureau of Geology and Mineral Resources. Lithostratigraphy in Inner Mongolia (Study on Multi-Division and Correlation of Sequence Stratigraphy in the Whole Country) [M]. Beijing:Geological Publishing House,1996:1-280(in Chinese with English abstract).
- [5] 内蒙古自治区地质矿产局.内蒙古自治区区域地质志[M].北京:地质出版社,1996:245-260.
Bureau of Geology and Mineral Resources of Inner Mongolia. Regional Geology of Inner Mongolia [M]. Beijing: Geological Publishing House,1996:245-260(in Chinese with English abstract).
- [6] 葛玉辉,孙春林,刘茂修.鄂尔多斯盆地东北缘高头窑地区中侏罗世植物群的发现[J].世界地质,2004,23(2):107-111.
Ge Yuhui, Sun Chunlin, Liu Maoxiu. Discovery of Middle Jurassic flora from Gaotouyao area in northeastern margin of Erdos Basin[J]. Global Geology, 2004, 23 (2):107-111 (in Chinese with English abstract).
- [7] 葛玉辉,孙春林,刘茂修.鄂尔多斯盆地东北缘中侏罗统延安组植物群与古气候分析[J].吉林大学学报(地球科学版),2006,36(2):164-168.
Ge Yuhui, Sun Chunlin, Liu Maoxiu. The flora from the Middle Jurassic Yan'an Formation in the Northeast of Erdos Basin and discovery on the palaeoclimate [J]. Journal of Jilin University:(Earth Science Edition), 2006, 36 (2):164-168 (in Chinese with English abstract).
- [8] 邓胜徽.内蒙古霍林河盆地早白垩世植物群[M].北京:地质出版社,1995:1-89.
Deng Shenghui. The Early Cretaceous Flora of the Huolin River Basin in Inner Mongolia [M]. Beijing:Geological Publishing House,1995:1-89(in Chinese with English abstract)
- [9] 中国科学院中国植物志编委会.中国植物志,第七卷[M].北京:

- 科学出版社, 1978:48-224.
- Compilation Committee of China Plants of Chinese Academy of Sciences, China Plants, No.7 [M]. Beijing: Science Press, 1978:48-224(in Chinese with English abstract).
- [10] 中国科学院《中国自然地理》编辑委员会. 中国自然地理—植物地理(下册)[M]. 北京:科学出版社, 1988:1-168.
- Compilation Committee of Physical Geography of China of Chinese Academy of Sciences. Physical Geography—Plant Geography of China[M]. Beijing: Science Press, 1988:1-168(in Chinese with English abstract).
- [11] 胡书生, 梅美棠. 吉林辽宁早白垩世含煤地层植物化石研究[J]. 植物学通报, 2000, (17):210-217.
- Hu Shusheng, Mei Meitang. The studies of fossil plants from early Cretaceous coal-bearing strata in Liaoyuan, Jilin [J]. Chinese Bulletin of Botany, 2000 (17): 210-217 (in Chinese with English abstract).
- [12] 钱力君, 白清昭, 熊存为, 等. 陕西北部侏罗纪含煤地层及聚煤特征[M]. 西安:西北大学出版社, 1987:1-202.
- Qian Lijun, Bai Qingzhao, Xiong Cunwei, et al. Jurassic Coal-bearing Strata and its Coal-accumulating Features in Northern Shaanxi, China [M]. Xi'an:Northwest University press, 1987:1-202(in Chinese with English abstract).
- [13] 庄军, 吴景钧, 张群, 等. 鄂尔多斯盆地南部早中侏罗世聚煤特征与煤的综合利用[M]. 北京:地质出版社, 1996:1-256.
- Zhuang Jun, Wu Jingjun, Zhang Qun, et al. Early-Middle Jurassic Coal-accumulating Features and its Comprehensive Utilization in Northern Ordos Basin [M]. Beijing:Geological Publishing House, 1996:1-256(in Chinese with English abstract).
- [14] 张泓, 熊存为, 李衡堂, 等. 中国西北侏罗纪含煤地层及聚煤规律[M]. 北京:地质出版社, 1998:1-317.
- Zhang Hong, Xiong Cunwei, Li Hengtang, et al. Jurassic Coal-bearing Strata and its Coal-accumulating Rule in Northwest China [M]. Beijing:Geological Publishing House, 1998:1-317 (in Chinese with English abstract).
- [15] 江德昕, 王永栋. 内蒙古东胜中侏罗世孢粉植物群与古环境[J]. 沉积学报, 2002, 20(1):47-54.
- Jiang Dexin, Wang Yongdong. Middle Jurassic palynoflora and its environmental significance of Dongsheng, Inner Mongolia [J]. Acta Sedimentological Sinica, 2002, 20 (1):47-54 (in Chinese with English abstract).
- [16] 王永栋, 江德昕, 谢小平. 陕西秃尾河晚三叠世孢粉植物群及其环境意义[J]. 沉积学报, 2003, 21(3):434-440.
- Wang Yongdong, Jiang Dexin, Xie Xiaoping. Late Triassic palynoflora and its environmental significance of Tuweihe, Shaanxi [J]. Acta Sedimentological Sinica, 2003, 21(3):434-440 (in China with English abstract).

A palaeoclimatic analysis of the Middle Jurassic period in Daqinshan area, Inner Mongolia

GE Yu-hui¹, XI Ai-hua¹, WANG Zhi-gang², WANG Yu-fen³, SUN Chun-lin⁴

- (1. School of Resources and Environment, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, Sichuan, China; 2. No.1 Geological Survey Institute of Jilin Province, Changchun 130033, Jilin, China; 3. Jilin Institute of Geological Science, Changchun 130012, Jilin, China; 4. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, Jilin, China)

Abstract: Using traditional means, the authors recognized 18 genera and 31 species from plant fossils of Jurassic Zhaogou Formation in Shiguaizi Basin of Daqingshan area, a typical Jurassic continental facies coal-bearing faulted subsidence basin developed in central Inner Mongolia. These genera and species belong to Filicopsida, Cycadopsida, Ginkgopsida, Czekanoskiopsida, Coniferopsida respectively. Meanwhile, based on features of the plant fossil assemblage, the authors carried out a series of anatomic studies by using advanced SEM to probe into the type, morphology and textures of the surface cells of the Ginkgopsida and Czekanoskiopsida. It is held that the plant fossils in Zhaogou Formation belong to a late assemblage (i.e., the Middle Jurassic assemblage) represented by the Coniopteris-Phoenicopsis in North China. The discovery of the assemblage suggests that the Shiguaizi Basin was under a warm and wet swamp and lake environment during Middle Jurassic, and such an environment was favorable for the formation of coal, oil and natural gas. The result obtained by the authors is helpful to the study of the evolution of the basins and to the genetic research and prediction of fossil mineral resources in this area.

Key words: surface cell of plant fossils; Zhaogou Formation; Middle Jurassic; Shiguaizi Basin; Inner Mongolia

About the first author: GE Yu-hui, male, born in 1965, doctor and lecturer, mainly engages in the study of paleontology and stratigraphy; E-mail: geyuhui2shi@163.com.