

东北地区中生代化石木异木属及其古生态^{*}

丁秋红 郑少林 张武
(沈阳地质矿产研究所 沈阳 110032)

提要 迄今为止,我国共发现异木属(*Xenoxylon*)化石木 10 种(包括 2 新种),它们是 *X. latiporosum*, *X. conchylianum*, *X. liaoningense*, *X. japonicum*, *X. ellipticum*, *X. hopeiense*, *X. peidense*, *X. yixianense*, *X. fuxinense* sp. nov., *X. huolinhenese* sp. nov.。文中对该属的古生态作了初步探讨,并对新种进行了描述。

关键词 异木属 古生态 中生代 中国东北

1 前言

我国北方中生代地层含有丰富的化石木,但长期以来缺乏系统采集与研究,仅异木属(*Xenoxylon*)有些零星报道。为加强此项研究工作,我们系统地采集标本,对 18 个产地(插图 1)的化石木进行详细鉴定,共发现 8 种(含 2 新种),即:*Xenoxylon latiporosum*, *X. japonicum*, *X. ellipticum*, *X. hopeiense*, *X. peidense*, *X. yixianense*, *X. fuxinense* sp. nov., *X. huolinhenese* sp. nov.; 另外还有前人报道过的 *X. conchylianum* 及 *X. liaoningense*; 总计 10 种。文中简要地对这些化石木的确切产地、层位及时代分布作了介绍,对该属的生态环境、形态特征及系统发育等问题作了初步分析与探讨,对 2 新种进行了描述。

在研究过程中,曾得到中国科学院南京地质古生物研究所周志炎院士及孙革教授的多方帮助,他们除了提供手头珍藏的文献资料以外,还对文稿提出许多宝贵意见。另外,该所图书馆及照像室代为收集文献资料及洗印大量照片。仅此一并致谢。

2 产地层位及时代分布

据不完全统计,异木属目前在世界各地已知有 17 种(表 I),广泛分布于北半球的中生代,特别是在欧亚大陆晚三叠世至早白垩世地层中分布较广。

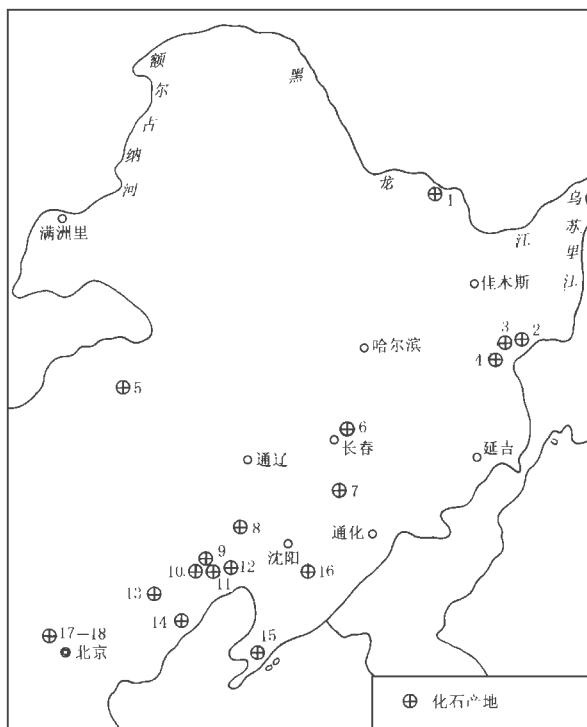


插图 1 东北地区和北京附近中生代化石木异木属的产地
Map showing main localities of Mesozoic fossil wood genus *Xenoxylon* in Northeast China and near areas of Beijing

1. 嘉荫; 2-4. 鸡西地区; 5. 霍林河; 6. 九台-营城; 7. 昌图沙河子; 8. 清河门; 9-12. 北票-义县地区; 13, 14. 凌源-建昌; 15. 瓦房店; 16. 田师傅; 17, 18. 延庆-涿鹿

我国是盛产该属化石木的中心地区,目前已发现的有 10 种(各种的特征见表 I),它们的产地、层位及时代分布概括如下:

收稿日期: 1999-10-03

^{*} 国家自然科学基金(49702019)资助项目

表 I 异木属各种解

Compariston of anatomical and morphological

种名 作者	<i>X. latiporosum</i> (Cramer) Gothan, 1905	<i>X. conchylianum</i> Fliche, 1910	<i>X. hopeiense</i> Chang, 1929	<i>X. barberi</i> (Se-ward) Kräusel, 1949	<i>X. ellipticum</i> Schultz-Motel, 1960	<i>X. parvipunc- tatum</i> Vo- gellehner, 1965	<i>X. japonicum</i> Vogellehner, 1968	<i>X. suljuctense</i> Shilkina et Khud, 1971
产地 时代	欧、亚各国, 侏罗纪—晚白垩世	法国、中国, 晚三叠世—中侏罗世	中国、俄罗斯, 中侏罗世—早白垩世	德国、法国、英国、东亚日本、朝鲜, 侏罗纪	德国、中国, 晚三叠世—晚侏罗世	德国, 晚三叠世	日本、中国, 侏罗纪—早白垩世	吉尔吉斯、日本侏罗纪
管胞 径壁纹 孔	1列, 紧挤, 上、下压扁, 横向强烈伸长, 罕见圆形(在窄材中), 高 13—22 μm , 宽 20—36 (—40) μm , 孔口多横向伸展。几乎占满管胞	1列, 很大, 紧挤, 占满管胞, 罕见圆形	1列, 罕见 2列, 1列时紧挤, 压扁, 横向伸长, 2列时互生或对生, 高 20—26—38 μm , 宽 20—24—29 μm	1列, 罕见 2列, 互相接触, 横向伸长, 很少压扁, 未占满管胞; 2列时多互生, 偶尔对生, 高 15—25 μm , 多数宽约 24—30 μm	宽材中 1—2列接近或接触, 形大, 宽椭圆形, 2列时对生或互生, 高 17—20 μm , 宽 27—33 μm ; 窄材中为椭圆形, 大小约 15 \times 23 μm	1列, 局部偶见 2列, 通常 2—6成群, 罕见完全自由, 在宽材中横向伸长, 压扁, 个别圆形, 高 10—13—16 μm , 宽 13—17—21 μm ; 窄材中几乎圆形, 较小	1列, 罕见 2列, 紧挤, 压扁, 强烈横向伸长, 2列时多为互生, 几乎占满管胞	与 <i>X. jaku- tiense</i> 相似
交叉 场纹 孔	1个, 罕见 2个, 形大, 简单, 卵形—横椭圆形或少数近圆形	1个, 形大, 简单, 卵形至横椭圆形	1个, 罕见 2个, 简单, 形大, 一般横向伸长, 卵形至椭圆形或近圆形	1个, 罕见 2个, 形大, 简单, 卵形至椭圆形, 偶尔略呈圆形	1个, 少见 2个, 多呈具圆角的平行四边形或矩形; 2个时作斜卵形或椭圆形	1个, 大, 简单, 圆形至椭圆形, 宽材中高 14—20 μm 宽 11—20 μm ; 窄材中高 30 μm , 宽 15 μm ; 有暗色填充物	1个, 罕见 2个, 形大, 简单, 宽椭圆形	与 <i>X. jaku- tiense</i> 相似, 但晚材中有斜椭圆形交叉场纹孔
木射 线	1列, 罕见 2列, 多数 1—15—20个细胞高	1列, 1—12个细胞高, 多数 5—10个细胞高	1列, 偶见 2列, 1—65个细胞高, 多数为 10—20个细胞高	多数 1列, 罕见 2列, 1—20个细胞高, 多数少于 10个细胞高	1列, 偶尔局部 2列, 2—34个细胞高	1列, (1—)2—3—8(—9—11)个细胞高	1列, 稀 2列, 1—40个细胞高, 最高可达 50个细胞高	
弦壁 纹孔	个别出现	缺乏	仅晚材具小而圆分散的纹孔	缺乏	缺乏	缺乏	经常出现, 1—2列, 互相接触, 有时分离	常很丰富, 1—3列
木薄 壁组 织	缺乏	缺乏	分散于木材中	缺乏	缺乏	缺乏	缺乏	*

* 据 Nishida and Nishida, 1986

剖形态特征对比简表

features of species in *Xenoxylon*

<i>X. nariwænse</i> Yamazaki et al., 1980	<i>X. pseudellipticum</i> Yamazaki et Tsunada, 1981	<i>X. watarianum</i> Nishida et Nishida, 1986	<i>X. jakutiense</i> Shilkina, 1986	<i>X. peidense</i> Zheng et Zhang, 1982	<i>X. liaoningense</i> Duan et Wang, 1995	<i>X. yixianense</i> Zhang et Shuang, 1996	<i>X. fuxinense</i> Ding (sp. nov.)	<i>X. huolin-hense</i> Ding (sp. nov.)
日本晚三叠世	日本侏罗纪	俄罗斯晚白垩世	俄罗斯早白垩世	中国, 中侏罗世—早白垩世	中国, 早白垩世	中国, 早白垩世	中国, 早白垩世	中国, 早白垩世
与 <i>X. barberi</i> 相似	与 <i>X. barberi</i> 相似	1 列, 接触或分离, 不占满管胞, 多数排列成 1 列, 略呈具圆角的方形或微扁的椭圆形, 有时 3—5 成群, 高 10—12 μm , 宽 20—30 μm	1 列, 在早材中互相接近, 有眉条相隔, 横向椭圆形或微扁, 在晚材中微微变小近圆形或椭圆形	1 列, 紧挤, 压扁或椭圆形, 仅占管胞的 1/2 左右, 大小约为高 13—17 μm , 宽 18—30 μm , 孔口圆或椭圆形	1—2 列, 1 列时分离, 圆形或椭圆形, 少数接触; 2 列时对生, 个别互生, 约占管胞 1/2, 大小约为 20 \times 30 μm	1 列, 紧挤, 压扁横向伸长, 几乎占满管胞,	1 列, 稀见 2 列, 1 列时紧挤, 压扁, 有时也出现分离的圆形, 2 列时互生或对生, 不占满管胞, 3—5 成群。圆形直径 25—35 μm	1 列, 紧挤, 压扁, 但有时 2—7 个成群排列, 每群两端纹孔微微变小; 不占满管胞或占 1/2—2/3
		1 个, 大形, 简单, 窗格状, 但在晚材中呈小的纵向椭圆形	1 个, 形大, 窗格型, 具圆角的横向长方形, 占满交叉场, 晚材中为圆形或椭圆, 在管胞分叉处偶为 2 个	多为 1 个, 偶有 2 个, 极罕见 3 个, 简单, 窗格型, 偶为具圆角的长方形	1 个, 形大, 简单, 窗格型, 偶尔为 2 个, 为较小的方格形或椭圆形	1 个, 形大, 简单, 似窗格状或柠檬形状, 偶为 2 个, 卵形或斜卵形	1 个, 大, 简单, 窗格型, 偶尔每场 2 个, 略呈圆形	1 个, 形大、简单, 窗格型, 占满交叉场, 偶尔 2 个, 晚材中 6 个, 小, 卵形或斜卵形
		多数 1 列, 仅个别局部 2 列, (1—) 2—8 (—10) 个细胞高	1 列, (1—) 20—30 (—70) 细胞高	1 列, 3—25 个细胞高, 多数 8—16 个细胞高, 偶有暗色物质充填	1 列, 5—50 个细胞高, 多数为 30—40 个细胞高	1 列, 1—10 个细胞高, 多数为 2—5 个细胞高, 具有木射线创伤树脂道, 大小为 100 \times 150 μm	1 列, (3—) 10—20 (—36) 个细胞高, 细胞具明显的三角形胞间隙	1 列, 偶尔局部 2 列, (1—) 3—8 (—18) 个细胞高, 个别含暗色充填物
存在	存在	少, 小而分散	分散, 小而圆	缺乏	在早材上小而圆, 有时为不规则 2 列	缺乏	少, 小, 圆形	较丰富, 接近或分离, 往往 3—5 成群
*	*	缺乏	缺乏	缺乏	缺乏	在皮层中有薄皮薄壁细胞	缺乏	缺乏

2.1 *Xenoxylon latiporosum* (Cramer) Gothan, 1905

- 1993 *Xenoxylon latiporosum* (Cramer) Gothan, Gothan and Sze, 91 页, 图版 14, 图 1-13。
- 1952 *Xenoxylon latiporosum* (Cramer) Gothan, 斯行健, 444 页, 图版 I, 图 1-3; 图版 23, 图 23; 插图 1A-C。
- 1963 *Xenoxylon latiporosum* (Cramer) Gothan, 斯行健, 等, 图版 144, 图 5-7; 图版 115, 图 5-6; 插图 68a。
- 1982 *Xenoxylon latiporosum* (Cramer) Gothan, 杜乃正, 383 页; 图版 1, 图 1-6。
- 1986 *Xenoxylon latiporosum* (Cramer) Gothan, 段淑英, 333 页, 图版 1, 图 1-4; 图版 2, 图 1-5。
- 1995 *Xenoxylon latiporosum* (Cramer) Gothan, 段淑英等, 112 页, 图 1; 113 页; 图 1-3 (in Li Chengsen and Cui Jinzhong, 1995)

产地层位 辽宁北票下侏罗统北票组, 中侏罗统海房沟组; 北票长皋中侏罗统蓝旗组; 北票上园上侏罗统义县组; 北票马家沟下白垩统沙海组。凌源、建昌下白垩统九佛堂组。义县皮家沟、红墙子、白塔子下白垩统沙海组; 阜新海州下白垩统阜新组。内蒙古霍林河下白垩统霍林河组。吉林平岗下白垩统久大组; 九台下白垩统沙河子组。黑龙江嘉荫上侏罗统宁远村组; 密山兴凯上侏罗统“云山组”。北京延庆千家店上侏罗统后城组。

时代 早侏罗世至早白垩世。

2.2 *Xenoxylon japonicum* Vogellehner, 1968

- 1934 *Xenoxylon latiporosum* (Cramer) Gothan, Shimakura, p. 10-12.
- 1936 *Xenoxylon latiporosum* (Cramer) Gothan, Shimakura, p. 278, pl. 14, figs. 7, 8; pl. 15, figs. 7, 8; pl. 16, figs. 1-3; Text-fig. 4.
- 1963 *Xenoxylon latiporosum* (Cramer) Gothan, 斯行健、李星学等, 341 页, 仅包括图版 115, 图 2-4; 插图 68b。
- 1968 *Xenoxylon japonicum* Vogellehner, 145 页。

该种系 Vogellehner (1968) 从 *Xenoxylon latiporosum* 中分出, 重新建种, 主要根据它的木射线高于后者, 而且有弦壁具缘纹孔的大量出现。

产地层位 辽宁朝阳西兴隆沟下侏罗统北票组; 辽宁铁岭大宝山、昌图沙河子下白垩统沙河子组。

时代 早侏罗世至早白垩世。

2.3 *Xenoxylon ellipticum* Schultze-Motel, 1960

- 1991 *Xenoxylon ellipticum* Schultze-Motel, 王士俊, 810 页; 图版 1, 图 1-9。

产地层位 广东北部上三叠统垠口群; 辽宁北票三宝营刘家沟上侏罗统土城子组。

时代 晚三叠世至晚侏罗世。

2.4 *Xenoxylon hopeiense* Chang, 1929

- 1929 *Xenoxylon hopeiense* Chang, p. 250, pl. 1, figs. 1-4; Text-figs. 1-7.
- 1963 *Xenoxylon hopeiense* Chang, 斯行健、李星学等, 343 页, 图版 116, 图 1-4; 插图 69。
- 1965 *Xenoxylon hopeiense* Chang, Vogellehner, p. 44.
- 1968 *Xenoxylon hopeiense* Chang, Vogellehner, p. 146.

产地层位 辽宁北票下侏罗统北票组; 北票长皋、朝阳任家沟中侏罗统蓝旗组; 北票上园、义县城郊上侏罗统义县组; 建昌冰沟下白垩统九佛堂组; 义县红墙子、北票马家沟下白垩统沙海组; 阜新海州下白垩统阜新组。

时代 早侏罗世至早白垩世。

2.5 *Xenoxylon peidense* Zheng et Zhang, 1988

- 1988 *Xenoxylon peidense* Zhang et Zhang, 郑少林、张武, 332 页; 图版 31, 图 1-10。
- 1995 *Xenoxylon peidense* Zheng et Zhang, 何德长, 15 页, 图版 15, 图 1-1a, 图 2-2a; 图版 16, 图 2-2a。

产地层位 辽宁喀左杨树沟下侏罗统北票组; 黑龙江密山裴德中侏罗统东胜村组; 辽宁铁岭大甸子中侏罗统南康庄组; 内蒙古霍林河下白垩统霍林河组。

时代 早侏罗世至早白垩世。

2.6 *Xenoxylon conchylianum* Fliche, 1910

- 1995 *Xenoxylon conchylianum* Fliche, Wang, p. 110, (figs. 1, 2), p. 111 (figs. 1, 2). (in Li Chengsen and Cui Jinzhong, 1995)

产地 河北(层位无记载)。

时代 中侏罗世。

2.7 *Xenoxylon yixianense* Zhang et Shang, 1996

- 1996 *Xenoxylon yixianense* Zhang et Shang (张武, 商平), p. 389; pl. 1-2.

产地层位 辽宁义县白塔子下白垩统沙海组。

时代 早白垩世。

2.8 *Xenoxylon liaoningense* Duan et Wang, 1995

- 1995 *Xenoxylon liaoningense* Duan et Wang, p. 114 (figs. 1-3), p. 115 (figs. 1-4). (in Li Chengsen and Cui Jinzhong, 1995)
- 1995 *Xenoxylon liaoningense* Duan et Wang, p. 168, 170 (figs. 1-4).

产地层位 辽宁义县下白垩统沙海组。

时代 早白垩世。

2.9 *Xenoxylon fuxinense* Ding (sp. nov.)

产地层位 辽宁阜新下白垩统阜新组。

时代 早白垩世。

2.10 *Xenoxylon huolinhense* Ding (sp. nov.)

产地层位 内蒙古霍林河下白垩统霍林河组。
时代 早白垩世。

3 形态特征及系统发育

3.1 形态特征

该属最重要的形态特征之一就是交叉场纹孔形大,简单,数目少,形成形态各异的窗格型,有些作者习惯上常称之为“蛋孔”。

早在 1948 年,Phillips 根据光学显微镜下对裸子植物木材解剖特征进行研究,提出交叉场纹孔的五种基本类型,经国际木材解剖学家协会名词委员会修订(IAWA, 1957, 1964)一直沿用至今。窗格型纹孔(fenestriform or window-like pits)正是其中之一。其定义是指早材交叉场内一种纹孔类型,常具 1 枚或 1—3 枚(多数 1—2 枚)形大和纹孔口很宽的纹孔,形似窗格状或柠檬形状,管胞一侧纹孔缘很窄或不明显。在现代松柏类中,类似异木属的窗格型交叉场纹孔也很常见,如红松(*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.)就是其中较典型的 1 个(周麟、姜笑梅, 1994, 357 页,图版 6.118-7)。应当说明的是,这一形态特征对确定化石木材属级分类原则比较有效,但对鉴定种级分类单位来说,除了少数特殊形态以外,往往不管用。

异木属第二个显著的形态特征是管胞径向具缘纹孔的大小和排列方式。Vogellehner (1965, 1968)根据异木属各种径壁纹孔的大小,分成两个类别, I. 大型:变化范围为高 15—38 μ m,宽 20—40 μ m; II. 小型:变化范围为高 10—16 μ m,宽 13—21 μ m。但实际上,绝大多数的种均属 I 型,仅有晚三叠世的 *X. parvipunctatum* 1 种属于 II 型。

本文根据 I 型中各种径壁纹孔的排列方式及形态,进一步划分为 3 个形态群,即把那些径壁纹孔总是紧挤,强烈压扁,横向伸长而且很少分离或呈圆形的种划为以 *X. latiporosum* 为代表的 1 群;以径壁纹孔一般为疏松,部分分离,呈近圆或椭圆的种用 *X. barberi* 为代表作为 2 群;以径壁纹孔排列较为复杂,往往与典型的原始松式(protopinoid)更为相近的种划分为第 3 群,可以 *X. liaoningense* 为代表。在各群中,再根据木射线的高低、木薄壁组织以及弦壁纹孔是否存在等特征对各种加以比较和区分(表 II)

表 II *Xenoxylon* 各种形态特征划分简表

Division of morphological features of species in *Xenoxylon*

I. 径壁纹孔特大,一般变化范围:高 15—38 μ m,宽 20—40 μ m

1. 径壁纹孔总是紧挤,压扁,横向伸长(*X. latiporosum* 群)
 - 1) 径壁纹孔占满管胞
 - (1) 木射线最低(1—5—12) *X. conchylianum*
 - (2) 木射线较低(1—15—20) *X. latiporosum*
 - (3) 木射线较高[1—40(—50)] *X. japonicum*
 - (4) 木射线具创伤树脂道 *X. yixianse*
 - 2) 径壁纹孔不占满管胞 *X. peidense*
2. 径壁纹孔一般较为疏松,部分分离、近圆或椭圆形(*X. barberi* 群)
 - 1) 木薄壁组织缺乏
 - (1) 交叉场纹孔多为横向伸长具圆角的矩形或长方形
 - a. 弦壁无孔 *X. barberi*
 - b. 弦壁具孔 *X. nariwaense*
 - (2) 交叉场纹孔强烈横向延长
 - a. 弦壁无孔 *X. ellipticum*
 - b. 弦壁具孔 *X. pseudoellipticum*
 - 2) 木薄壁组织存在 *X. hopeiense*
3. 径壁纹孔排列复杂,多作原始松式(*X. liaoningense* 群)
 - 1) 径壁纹孔始终 1 列,压扁,横向伸长,有时 3—5 成群
 - (1) 木射线较高[(1—)3—8(—18)] *X. huolinhense*
 - (2) 木射线较低[(1—)2—7(—10)] *X. watarianum*
 - 2) 径壁纹孔始终 1 列,接近或接触,横椭圆形
 - (1) 弦壁纹孔少,分离,小而圆 *X. jakutiense*
 - (2) 弦壁纹孔 1—3 列 *X. suljuctense*
 - 3) 径壁纹孔 1—2 列
 - (1) 1 列时多数分离,圆或椭圆形,2 列时多数对生
..... *X. liaoningense*
 - (2) 1 列时多数紧挤,微压扁,分离的圆形偶尔出现,2 列时多互生 *X. fuxinense*

II. 径壁纹孔特小,一般变化范围:高 10—16 μ m,宽 13—21 μ m ...
..... *X. parvipunctatum*

还应顺便指出,在 *Xenoxylon* 属的一些种中,往往有眉条(Grassulae)或径列条(Trabeculae)出现,根据近年来不少解剖学家的研究,均无分类或鉴定意义(周麟、姜笑梅, 1994, 42、62 页)。因此我们在表 II 中没有使用这两种形态特征。

3.2 系统发育

Eckhold(1922)在前人(Gothan, 1907; Kräusel, 1919)研究的基础上,把化石木材及现代木材的管胞径壁具缘纹孔划分为南洋杉式(araucarioid)、过渡式(又称为原始松式——Protopinoid)及冷杉式(abi- etoid)³ 种类型,并认为异木属在过渡类型中是最独特的,因为它们部分处于单行并已被压扁,而在水平方向上又显著伸长。这样一种特殊的形态构造,使得它作为现代松柏类先驱的地位受到怀疑。

当然,在 Eckhold 那个时代,所知异木属的种很

少,可能仅有 *X. latiporosum*, *X. conchylianum* 及 *X. phyllocladoides* 3 种,而且后者又被修订为 *X. barberi*(Seward) Kräusel 1949。因此,Eckhold 所谓过渡类型中作特殊类的异木属仅仅以 *X. latiporosum* 群为代表,最多再包括一个 *X. barberi* 群,而作为比较典型或较普遍的过渡类型纹孔式的种群,如 *X. liaoningense* 群,那时尚未被发现。所以,现在我们通观异木属所有 3 个种群之后,把它作为现代松柏类的先驱之一也许不会有怀疑了。

在整个地质历史时期中,南洋杉式具缘纹孔是最为古老的类型,它最早可能现于古生代的晚志留世,直至早二叠世达到极盛,以后逐渐走向衰退;而冷杉式纹孔则是从晚三叠世晚期兴起,向现代日趋发展,并最后取得了优势。那么过渡式,亦即原始松式似乎是与冷杉式同步出现,但在侏罗纪至早白垩世已达到繁盛的顶峰,晚白垩世以后逐渐衰亡。恰巧,异木属的兴衰历史,几乎完全一致。这充分表明,异木属在松柏类的演化中曾起过重要的作用。换句话说,异木属的系统发育可能是从晚三叠世具有较小的径壁纹孔的 *X. parvipunctatum* 开始,再由 *X. latiporosum* 群,经过 *X. barberi* 群,一直向 *X. liaoningense* 群发展。

关于异木属的亲缘关系也一直是古植物学家,尤其是化石木材解剖学家讨论的热点之一。Gothan (1910)认为,异木属可与罗汉松科(Podocarpaceae)中具有窗格型纹孔的属,如 *Phyllocladus*、*Podocarpus* 及 *Darcrydium* 等相比较,而与金松属(*Sciadopitys*)、松属(*Pinus*)等皆为平行进化关系。杜乃正(1982)提出,金松属与异木属相比,两者除管胞径壁纹孔形态有别外,其他形态特征,如交叉场具有窗格型纹孔、缺乏轴向木薄壁组织和树脂、射线细胞水平及垂向壁均无孔等都十分相似。因此,尽管目前尚无足够的证据说明异木属即是金松属的祖先,但它们之间至少可能存在着相近的亲缘关系。

我们在本次研究中,发现一些对进一步探讨异木属与金松属可能有密切亲缘关系的重要标本,初步确定它为原始金松型木属(*Protosciadopityoxylon* gen. nov., 另文发表)该属除了管胞径壁纹孔与 *Xenoxylon latiporosum* 群类型相似以外,其他形态特征与现代金松属及化石金松型木属(*Sciadopityoxylon* Jurasky 1928)基本一致。而金松属的径壁纹孔式虽然宏观上表现为具有现代冷杉式的纹孔特征,但根据周蓓、姜笑梅(1994)通过超微构造的研究发现,它的纹孔膜仍属于南洋杉式 B 型,表明它们

还具有某些原始性状。异木属所具有的典型窗格型的交叉场纹孔形态特征在金松属中也较普遍存在。不过,金松属的交叉场纹孔中,除了典型的窗格型纹孔外,还同时有大量的孔口外展式的亚杉木型纹孔。我们根据上述事实可以推测,金松属的冷杉式的径壁纹孔及交叉场中窗格型与亚杉木型纹孔相混生,可能是由异木属演化来的。而这个演化的中间环节,很可能就是我们的新属原始金松型木属。所以,我们也认为,异木属与现代金松属之间至少存在着较为密切的亲缘关系。不过,我们不应当把金松属视为异木属单一的后裔。因为异木属本身只不过是一个人为的类群形态属,所以它仅代表一种构造方面的形态类型,实际上它可能包括了不止一个的自然属。换言之,异木属也可能与其他现代松柏类的科属同样存在着某些亲缘关系,作为一种平行演化路线是完全可能的。

4 生态环境

在我们调查过的许多产地中,除了发现一些经过一定距离搬运的化石木碎块以外,也在不少产地中见到与岩石层面垂直站立的原生树桩。它们有的生长在气候温暖潮湿的成煤环境中(如北票组及阜新组),有的生长在火山活动较为频繁的火山-沉积岩系中(如蓝旗组及义县组),也有的生长在反映气候比较干旱的红杂色砂砾岩中(如土城子组、后城组或沙海组底部的红杂色砾岩)。一些树干的基部最大直径可达 1.5—2m。有的地区可能形成规模不等的异木森林,如北京延庆千家店下德隆湾一带在不到 1km² 的范围内,就可以见到十几株树桩。由此可以推断,这里在晚侏罗世似有过较茂密的异木森林存在。这些事实表明,异木属虽然是一种比较喜欢温湿环境的植物(Philippe, Thevenard, 1996),但是它们在气候条件比较恶劣的干旱或半干旱环境中仍然可以生存,是适应性比较强的树种。

从它的空间分布来看,在我国分布相当广泛,南起广东省北部,北至黑龙江南岸嘉荫,东起吉林辽源一平岗,西达内蒙古霍林河流域,直至河北涿鹿。在整个欧亚大陆上,地处东亚的日本、朝鲜,西欧的德、法、英国,接近极地的斯皮茨伯根,北亚的西伯利亚及远东地区,阿拉斯加等均可发现它们的踪迹,是广泛分布的树种。此外,除了北半球欧亚大陆以外的其他地区,如北美及整个南半球都没有它们的确切记载。虽然早年 Kräusel(1949)曾一度把产于南美

巴西的“*Cedroxylon canoasense* Rau 1934”修订为“*Xenoxylon canoasense* (Rau) Kräusel”,但后来又被修订为 *Protopolyporoxydon canoasense* (Rau) Vogellehner 1967。此外, Medlyn 和 Tidwell (1975) 也曾报道过产于美国晚侏罗世的异木属新种 *Xenoxylon morrisonense*,但其木射线细胞壁具孔,虽然它不宜归入本属。这又表明,异木属是北半球欧亚大陆的特有产物(插图2)。

从地质时代分布来看,异木属主要是从晚三叠世中晚期开始出现,侏罗纪至早白垩世较为繁盛,晚白垩世仅有少量残存,新生代已经绝灭。

综上所述,我们可以得出以下认识:异木属最早发现于西欧晚三叠世中考依波期,中国粤北及日本成羽的诺利期。这说明它的起源可能与欧洲-中国古植物地理区的暖温带至亚热带的气候有关。侏罗纪至白垩纪其分布地区向北扩张,除了继续在欧洲-中国区外,也在西伯利亚古植物区中得到空前发展。但是,随着时间的推移,有一种时代越新,向北出现的层位越高的趋势。如晚白垩世的异木仅见于库页岛和阿拉斯加地区 (Spicer and Parrish, 1990; Nishida and Nishida, 1986) 就是证明。

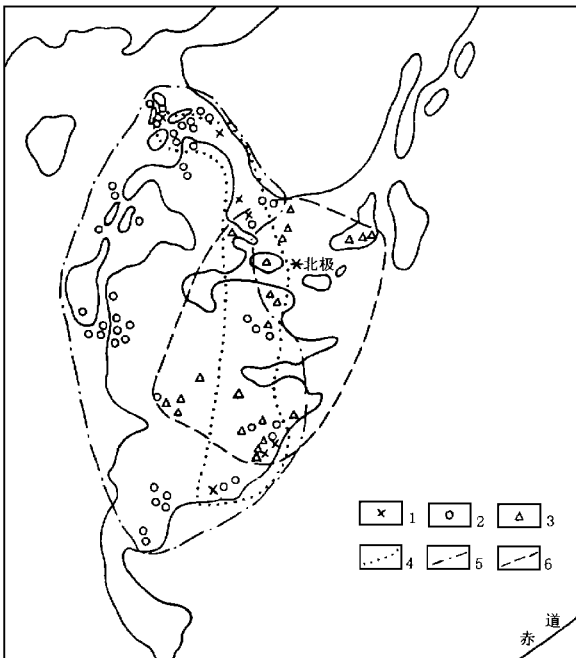


插图2 中生代异木属的古地理分布
(据 Philippe *et al.*, 1996 综合而成)

Palaeogeographical distribution of *Xenoxylon* in Mesozoic

1. 晚三叠世产地; 2. 侏罗纪产地; 3. 白垩纪产地; 4. 晚三叠世分布区; 5. 侏罗纪分布区; 6. 白垩纪分布区

5 新种描述

异木属 Genus *Xenoxylon* Gothan, 1905

阜新异木 (新种) *Xenoxylon fuxinense* Ding
(sp. nov.)

(图版 I, 图 1—6)

全型 Fx-3。

词源 来源于标本产地——阜新。

特征 生长轮清楚。径向管胞具缘纹孔多数 1 列, 偶为 2 列; 当 1 列时, 多数排列紧挤, 压扁, 有时分离而呈圆形或椭圆形, 不占满管胞; 当 2 列时, 彼此接触, 互生或 3—5 成群。交叉场纹孔通常为 1 个, 形大, 简单, 窗格型, 占满交叉场; 偶尔 2 个, 近圆形。木射线始终 1 列, (3—)10—20(—36) 个细胞高, 具胞间隙。弦壁纹孔存在。木薄壁组织缺乏。

描述 次生木材, 由管胞及木射线组成, 木薄壁组织及树脂道不存在。

横切面 生长轮清楚, 每轮宽 0.55—2.7mm, 早材带宽, 晚材带窄, 早材向晚材逐渐过渡。早材管胞部分产生变形, 多数管胞呈矩形(40×50μm)或方形(50×50μm)。晚材带 4—5 个细胞层, 管胞弦向伸长, 径向很扁, 略呈矩形, 壁微厚, 大小约 25×40μm。木射线为线形, 可穿过 4—5 个生长轮, 间隔 (1—)2—6(—8) 个管胞列。

弦切面 管胞宽 30—50μm, 弦壁有少量小而圆的具缘纹孔, 分散, 圆形, 直径约为 15—20μm。木射线 1 列, (3—)10—20(—36) 个细胞高, 具三角形胞间隙, 细胞多呈纵向椭圆形(20×30μm—25×35μm), 少数为圆形(直径 20—35μm), 木射线两端细胞略显圆三角形。射线密度大约 20—22 条/mm²。管胞弦壁上偶见径列条。

径切面 具缘纹孔多数 1 列, 偶见 2 列; 当 1 列时, 多数排列紧挤, 微微压扁, 但分离而呈圆形纹孔也较常见, 不占满管胞; 当 2 列时, 为互生, 往往 3—5 成群排列, 在有的群内微互相接触, 略呈圆形或椭圆形, 有的群内微彼此紧挤, 接触一侧挤成角形, 自由一侧则为圆形。圆形纹孔直径约 25—35μm。孔口多作圆形。晚材纹孔相应较小。木射线细胞水平及端壁平滑。交叉场纹孔为横向伸长的窗格型, 一般每场 1 个, 占满交叉场, 偶为 2 个, 近圆形。

讨论 新种以径壁纹孔 1 列为主, 侧见 2 列互生, 木射线单列, 不很高, 具三角形胞间隙, 弦壁纹孔存在, 但很稀少等形态特征与本属各已知种均不相

同。其中与新种最为相似的是 *X. liaoningense*, 但后者径壁纹孔当 1 列时, 多数为分离的圆形或椭圆形, 当 2 列时则主要为对生, 弦壁纹孔很发育, 1—2 列, 木射线也比新种高。与各种的比较详见表 I 和表 II。

产地层位 辽宁阜新海州露天煤矿; 下白垩统阜新组。

霍林河异木 (新种) *Xenoxylon huolinhense* Ding

(sp. nov.)

(图版 II, 图 1—6)

全型 H14。

词源 种名取自标本产地——霍林河。

特征 生长轮清楚。管胞径壁具缘纹孔均为 1 列, 排列紧挤, 压扁, 仅占管胞宽度的 $1/2-2/3$, 有时 2—7 个纹孔成群分布。交叉场纹孔形大, 简单, 1—2 个, 窗格型。木射线绝大多数 1 列, 仅偶见局部 2 列, (1—)3—8(—18) 个细胞高。管胞弦壁具缘纹孔较多, 不规则的排成 1 列。

描述 仅保存有次生木材, 由管胞及木射线组成, 缺乏木薄壁组织及树脂道。

横切面 生长轮清楚, 每轮宽约 (0.5—)0.8—1.0(—1.65)mm。早材带宽, 管胞多呈矩形 ($30 \times 50 \mu\text{m}-40 \times 70 \mu\text{m}$), 也可见到方形, 椭圆形, 多角形或圆形。晚材带很窄, 仅 1—2 管胞层, 弦向压扁, 壁仅轻微加厚, 大小约 $10 \times 30 \mu\text{m}$ 。木射线线形, 可穿越 3—5 个生长轮, 间隔 2—6 个管胞列。

弦切面 管胞宽 $40-80 \mu\text{m}$, 弦壁具缘纹孔排列成 3—5 成群, 不规则的 1 列, 但不接触, 圆形, 直径约 $10-15 \mu\text{m}$ 。木射线几乎总是 1 列, 仅偶尔局部出现 1—2 细胞为 2 列, (1—)3—8(—18) 个细胞高, 少数细胞内含暗色填充物。木射线密度为 $35-40$ 条/ mm^2 。管胞弦壁上径列条发育。

径切面 管胞径壁具缘纹孔全部 1 列, 紧挤, 压扁, 仅占管胞密度的 $1/2-2/3$, 有时 2—7 个成群分布, 而每群两端的纹孔微微缩小而略圆。纹孔高 $12.5-15 \mu\text{m}$, 宽 $20-30 \mu\text{m}$, 孔口圆形, 直径约 $5 \mu\text{m}$ 。晚材中纹孔相应变小。交叉场纹孔窗格型, 每场 1—2 个, 以略带圆角的横向长方形及方形为主, 占满交叉场, 晚材交叉场纹孔仅为 1 个, 较小, 圆形或微斜的椭圆形。

讨论 新种管胞径壁纹孔仅 1 列, 紧挤, 压扁, 交叉场纹孔窗格型, 无疑应归入 *Xenoxylon* 属, 而且与属内已知产于库页岛晚白垩世的 *X. watarianum*

很相似, 但后者径向管胞似多呈具圆角的方形, 3—5 成群分布的特征亦不如新种明显, 新种的纹孔多呈扁圆形, 而且 3—5 成群排列, 两端纹孔似略变小, 并略作圆形。后者弦壁纹孔小, 间距很大; 木射线也较低, 这些都与新种有明显区别。与属内其他已知种的比较, 详见表 I 和表 II。

产地层位 内蒙古霍林河煤矿; 下白垩统霍林河组。

参考文献

- 王士俊, 1991. 椭圆异木在粤北晚三叠世地层中的发现. 植物学报, 33(10): 810—812
- 杜乃正, 1982. 两种黑龙江木化石. 植物学报, 24(4): 383—387
- 何德长, 1995. 大兴安岭地区晚中生代成煤植物. 北京: 煤炭工业出版社. 15—16
- 郑少林, 张 武, 1982. 黑龙江省东部地区龙爪沟群及鸡西群植物化石. 中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊, 5: 1—332
- 段淑英, 1986. 北京硅化木材. 植物学报, 28(3): 331—335
- 周 翀, 姜笑梅, 1994. 中国裸子植物材的木材解剖学及超微构造. 北京: 中国林业出版社. 1—632
- 斯行健, 1951. 东北北部木化石. 科学记录, 4(4): 447—450
- 斯行健, 李星学等, 1963. 中国中生代植物. 见: 中国科学院南京地质古生物所等编. 中国各门类化石, 中国植物化石第二册. 北京: 科学出版社. 341—345
- Chang C Y, 1920. A new *Xenoxylon* from North China. Bull. Geol. Soc. China, 7: 243—255
- Duan Shu Ying et al. 1995. Fossil woods from the early Cretaceous of western Liaoning, China. I. Prof. Inter. Symp. Tree Anatomy and Wood Formation 1955, Wood Anatomy Research. 166—171
- Duan Shu Ying, 1995. *Xenoxylon latiporosum* (Cramer) Gothan. In: Li Cheng Xen and Cui Jin Zhong (eds.). Atlas of fossil plant anatomy in China. Beijing: Science Press. 112—113
- Duan Shu Ying, Wang Xin, 1995. *Xenoxylon liaoningense* Duan et Wang. In: Li Cheng Sen and Cui Jin Zhong (eds.). Atlas of fossil plant anatomy in China. Beijing: Science Press. 114—115
- Eckhold W, 1922. Die Hoftüpfel bei rezenten und fossilen Coniferen. Jb. Preub. geol. Landesanst., 42(1921): 472—505
- Fliche P, 1910. Flore fossile du Trias etc. Bull. Seanc. Soc. Sci. Nancy., 11: 222—273
- Gothan W, 1905. Zur Anatomie lebender und fossiler Gymnospermenhölzer. Abh. Kön. Preub. geol. Landesanst. II, 44: 1—108
- Gothan W, 1907. Die fossilen Hölzer von König-Karls-Land. Kongl. Svenska Vetensk. Akad. Handl. II, 42(10): 1—44
- Gothan W, 1910. Die fossile Holzreste von Spitzbergen. Kongl. Svenska Vetensk. Akad. Handl., 45(8): 1—56
- Gothan W, Sze H C, 1933. Über Fossile Hölzer aus China. Mem. Nat. Res. Inst. Geol. Acad. Sin., 13: 87—103
- IAWA, 1964. Multilingual glossary of terms uses in wood anatomy. Committee on Nomenclature International Association of Wood

- Anatomists.
- Jurasky K A, 1928. Palaobotanische Braunkohlen-Studien. 3. Ein neuer Fund von *Sciadopitys* (Konif.) in der Braunkohle. (*Sciadopityoxylon wettsteini* n. sp.) Vergl. Senckenbergiana, 10. S. 10. u, 111; 255—264
- Kräusel R, 1919. Die fossilen Koniferenhölzer (unter Ausschluss von *Araucarioxylon* Kraus) [I]. Palaeontogr., 62; 185—275
- Kräusel R, 1949. Die fossilen Koniferenhölzer II. Kritische Untersuchungen zur Diagnostik lebender und fossiler Koniferen-Hölzer. Palaeontogr., 89(B); 83—203
- Medlyn D A, Tidwell W D, 1975. Conifer wood from the Upper Jurassic of Utah. I: *Xenoxylon morrisonense* sp. nov. Am. J Bot., 62; 203—208
- Nishida M, Nishida H, 1986. Structure and affinities of the petrified plants from the Cretaceous of Northern Japan and Saghalien. III; petrified plants from the Upper Cretaceous of Saghalien. Bot. Mag., 99; 191—204
- Philippe M, Thevenard F, 1996. Distribution and palaeoecology of the Mesozoic wood genus *Xenoxylon*: Palaeoclimatological implications for the Jurassic of Western Europe. Rev. Palaeobot. Palynol., 91; 353—370
- Schultze-Motel J, 1960. Anatomische Untersuchungen an mesozoischen Gymnospermen-Hölzern. Diss. P. H. Potsdam [maschinenschr.]
- Shilkina I A, 1986. Bois fossiles de Coniferes eurasiens. In: coll. publ., Problemes paleobotaniques. Akad. Nauk SSSR Bot. Soc., St-Petersburg. 150—155
- Shimakura M, 1934. Notes on fossil woods III. J. Geol. Soc. Tokyo, 41; 9—19
- Shimakura M, 1936. Studies on fossil woods from Japan and adjacent lands. contribution I. Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ., 18; 267—298
- Spicer R A, Parrish J T, 1990. Latest Cretaceous woods of the central North Slope, Alaska. Palaeontology, 33; 225—242
- Wang Xin, 1995. *Xenoxylon conchylianum* Fliche. In: Li Cheng Sen and Cui Jin Zhong (eds.). Atlas of fossil plant anatomy in China. Beijing: Science Press.
- Vogellehner D, 1965. Untersuchungen zur Anatomie und Systematik der verkieselten Hölzer aus dem fränkischen und südhüringischen Keuper. Erlanger Geol. Abh., 59; 1—76
- Vogellehner D, 1967. Zur Anatomie und Phylogenie mesozoischer Gymnospermenhölzer, Beitrag 5; Prodrum zu einer Monographie der Protopinacene. I. Die protopinoiden Hölzer der Trias. Palaeontographica B, 121; 30—51
- Vogellehner D, 1968. Zur Anatomie und Phylogenie mesozoischer Gymnospermen hölzer, Beitrag 7; Prodrum zu einer Monographie der Protopinaceae. II. Die protopinoiden Hölzer des Jura. Palaeontographica B, 124; 125—162
- Zhang Wu, Shang Ping, 1996. *Xenoxylon yixianense* sp. nov. from Lower Cretaceous of Yixian, Western Liaoning, China. Palaeobotanist, 45; 389—392

MESOZOIC FOSSIL WOODS OF GENUS *XENOXYLON* FROM NORTHEAST CHINA AND ITS PALAEOECOLOGY

DING Qiu-Hong, ZHENG Shao-Lin and ZHANG Wu
(Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Shenyang 110032)

Key words Mesozoic fossil woods, *Xenoxylon*, Northeast China

Abstract

The specimens of the Mesozoic fossil wood *Xenoxylon* have been systematically collected and investigated in this study from eighteen localities in northeastern China. Six species known and two new species have been found, including *Xenoxylon latiporosum*, *X. japonicum*, *X. ellipticum*, *X. hopeiense*, *X. peidense*, *X. yixianense*, *X. fuxinense* sp. nov. and *X. huolinense* sp. nov. In addition, two other species reported by previous authors were also identified as *X. conchylianum* and *X. liaoningense*. The palaeoecological environment mod-

el and phylogenesis of the genus *Xenoxylon* are analyzed and discussed here also.

Description of new species

Genus *Xenoxylon* Gothan, 1905

Xenoxylon fuxinense Ding (sp. nov.)

(Pl. I, figs. 1—6)

Diagnosis Growth rings distinct. Bordered pits on radial walls of tracheid mostly uniseriate, occasionally biseriate. When uniseriate, they are somewhat flattened and contiguous or sometimes rounded and separated. When biseriate, they are in alternate or irregularly opposite arrangement, or 3 to 5 grouped. The pits on cross-field always one, large, simple and

window-like, full of cross-field, occasionally two, somewhat rounded. Wood rays uniseriate, always (3-) 10-20(-36) cells high, with triangular intercellular spaces. Bordered pits present on tangential walls of tracheid and parenchyma absent.

Description The fossil wood only represented by the secondary xylem consisting of tracheids and wood rays. There is no axial parenchyma, resin canal and parenchyma.

Transverse section: Growth rings are distinct and 550-2 700 μm in width, the false rings are present. Early wood is broad, and late wood is narrow. Tracheid gradually changed from early wood to late wood. Partial tracheids of early wood are deformed. Tracheids are mostly rectangular (40 \times 50 μm) and a few square in shape. Late wood bands are represented by a few (4-5) rows of flattened tracheids tangentially elongated, and the tracheids of late woods are rectangular (25 \times 40 μm), thick-walled. Wood rays are thread-like, passing through 4 to 5 growth ring zones with rays intervals as (1-) 2-6(-8) tracheid.

Tangential section: Tracheids are 30-50 μm wide. Bordered pits of the tracheids of tangential walls are small, scattered and circular, about 15-20 μm in outline diameter. Wood rays uniseriate, and consist of (3-) 10-20(-36) cells in height. The ray cells are round with 20-35 μm in diameter or longitudinally elliptical round with 20 \times 30-25 \times 35 μm in size, triangular intercellular spaces are distinct and do not contain substance in cells. There are 20-22 rays per mm^2 . Cross-walls are occasionally present in the tracheids of tangential walls.

Radial section: Bordered pits in tracheid of radial walls are normally uniseriate, and occasionally biserial. When uniseriate, they are somewhat flattened and contiguous or rarely rounded and separated. When biserial, they are alternate or irregularly opposite, with 3 to 5 grouped each other. Crassula is not observed. Bordered pits are about 25-30 μm in outline diameter with rounded apertures. Bordered pits in the tracheids of early wood are larger than those in late wood. Horizontal and tangential walls of rays are smooth. Cross-field is horizontal elongated, always with one window-like pit in each cross-field, the pit nearly occupies whole cross-field, occasionally

there are two rounded pits on the places where ray cell happens to end in the middle of the cross-field.

Comparison Judging from their anatomical characters, the present species should belong to the genus *Xenoxylon* and distinctly differs from the species known (Table 1 and 2). Among them, the new species is similar to *X. liaoningense*. But in the latter, the bordered pits on radial and tangential walls of tracheid are biserial and irregularly opposite, and the rays are relatively high. The comparison with other species is shown in Table 1 and 2.

Holotype Fx-3.

Etymology Fuxin, name of county from where the new species was found.

Locality and horizon Haizhou Coal Mine, Fuxin city, Liaoning Province, Lower Cretaceous Fuxin Formation.

Xenoxylon huolinhense Ding (sp. nov.)

(Pl. II, figs 1-6)

Diagnosis Growth rings distinct. Bordered pits in radial walls of tracheid uniseriate. They are flattened and compressed, occupying 1/2 to 2/3 of the tracheid-width, and sometimes 2 to 7 bordered pits grouped. Pits in cross-field large, simple, 1 to 2 in each cross-field, window-like. Wood rays mostly uniseriate, occasionally biserial, consisting of (1-) 3-8(-18) cells. Bordered pits in tracheid of tangential walls numerous in irregularly one row.

Description The fossil wood is only represented by secondary xylem, consisting of tracheids and wood rays. There is resin canal and parenchyma.

Transverse section: Growth rings distinct, (500-) 800-1 000(-1 650) μm in width. The early woods are fairly broad, late woods are narrow. The change of tracheids from early to late woods is more or less abrupt. Tracheids of early wood are mostly rectangular (30 \times 50-40 \times 70 μm in size), sometimes square, circular, elliptical or polygonal. Late wood zones consist of 1-2 rows flattened tracheids tangentially elongated, tracheids of late wood are rectangular (10 \times 30 μm) in outline. Wood rays are thread-like; pass through 3-5 growth ring zones with wood rays intervals 2-6 mostly tracheids.

Tangential section: Tracheids are 40-80 μm wide with bordered pits in their tangential walls.

They are small and circular, scattered irregularly in one row. The bordered pits are circular, about $10-15 \mu\text{m}$ in outline diameter. Rays are usually uniseriate, rarely and partly biseriate, $(1-3-8(-18))$ cells high. Ray cells are oval, somewhat rounded, about $20 \times 30 \mu\text{m}$ in size, longitudinally elongated, containing substance in cells. There are $35-40$ rays per mm^2 . Cross-walls in the tracheid of tangential wall are also well developed.

Radial section: Bordered pits in the tracheid of radial walls are uniseriate, flattened and compressed, $1/2-2/3$ of the tracheid-width, sometimes 3 to 7 grouped. The pits are $12.5-15 \mu\text{m}$ high, and $20-30 \mu\text{m}$ wide, with circular apertures as $5 \mu\text{m}$. the bordered pits in early wood of tracheid are larger than those in late wood of tracheids. There are 1-2 window-like pits in each cross-field of early wood and fill the cross-field; there is one round or somewhat obliquely elliptical pit in each cross-field of late wood. Cross-walls in tracheid of radial walls are developed.

Comparison The new species is similar to *X. watarianum* from the Cretaceous of Sakhalin. But in the latter, the bordered pits in tracheid radial walls are square with angles and the character of bordered pits in the radial walls of tracheid consisting of 3 to 5 in a group is not obvious. The new species with bordered pits in the tracheid of radial walls are obliterated. The two end pits are smaller in the groups. The *X.*

watarianum bordered pits on the tangential walls are small and the space between pits is large; the wood rays are lower. Comparison with other species is shown in Talbe 1 and 2.

Holotype H14.

Etymology Huolinhe, name of county from where the new species was found.

Locality and horizon Huolinhe Coal Mine, Inner Mongolia Autonomous Region, Lower Cretaceous Huolinhe Formation.

图版说明

薄片保存于沈阳地质矿产研究所。

图版 I

1-6. *Xenoxylon fuxinense* Ding (sp. nov.)

1. 横切面, $\times 68$; 示管胞形态、晚材带及假轮。2. 弦切面, $\times 350$; 示木射线细胞、胞间隙及管胞弦向壁分散的小具缘纹孔。3. 径切面, $\times 350$; 示早材交叉场纹孔。4. 径切面, $\times 175$; 示晚材交叉场纹孔。5. 径切面, $\times 700$; 示径向管胞具缘纹孔。6. 径切面, $\times 175$; 示径向管胞具缘纹孔。薄片号: Fx-3。

图版 II

1-6. *Xenoxylon huolinense* Ding (sp. nov.)

1. 横切面, $\times 68$; 示管胞形态、生长轮。2. 弦切面, $\times 175$; 示木射线及管胞弦向壁横隔。3. 弦切面, $\times 350$; 示射线细胞及管胞弦向壁单列、分散的小具缘纹孔。4. 径切面, $\times 350$; 示径向管胞具缘纹孔。5. 径切面, $\times 350$; 示径向管胞具缘纹孔及交叉场纹孔。6. 径切面, $\times 350$; 示早、晚材交叉场纹孔。薄片号: H14。

