



辽西侏罗纪金松型木化石的新发现及演化意义

蒋子堃^{①③}, 王永栋^{①*}, 郑少林^{②④}, 张武^②, 田宁^④

① 中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008;

② 中国地质调查局沈阳地质调查中心, 沈阳 110034;

③ 中国科学院研究生院, 北京 100049;

④ 沈阳师范大学古生物研究所, 沈阳 110034

* 联系人, E-mail: ydwang@nigpas.ac.cn

2011-07-05 收稿, 2011-10-08 接受

中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX2-YW-154)、国家重点基础研究发展计划(2012CB822000, 2006CB701401)、国家自然科学基金(40972008, 40472004, J0930006)和国际地球科学计划(IGCP506)资助

摘要 金松属是松柏类金松科的单种属(*Sciadopitys verticillata*)和活化石。虽然保存有不少叶部化石记录, 但与金松科系统关系密切的木质部化石报道却十分罕见, 尤其缺乏对木材鉴定具有重要意义髓部和初生木质部特征的解剖学证据, 因而无法确知金松型植物木材解剖特征的演化关系。辽西地区新发现的中侏罗世金松型松柏类化石木材, 标本具有保存完好的原始金松型次生木质部、内始式初生木质部以及异质的髓部。这种木材解剖特征在金松科化石记录中是首次发现, 为全面了解该类植物的系统演化历史和地理分布提供了重要解剖学证据, 进一步丰富了中国北部侏罗纪燕辽植物群的多样性内容。

关键词

松柏类
金松科
解剖构造
髯髻山组
中侏罗世
辽西

金松属(*Sciadopitys*)是松柏类中的一个单种属(*S. verticillata* (Thunb.) Sieb. et Zucc.)和子遗类群, 为重要的活化石之一, 原产于日本。金松属的系统分类位置曾被置于杉科(Taxodiaceae)之中^[1~4]。然而更多学者根据形态学、个体发育、染色体组型和免疫学等证据, 主张将金松属自杉科中分离出来, 另建立一个新科, 即金松科(*Sciadopityaceae*)^[5~10], 这一分类建议也得到许多木材解剖学家和植物学家的赞同, 并在诸多裸子植物分类系统及著作中予以采纳^[11~14]。从形态学角度看, 金松科(*Sciadopityaceae*)与柏科(*Cupressaceae*)(包括以前的杉科)有着密切的关系; 分子生物学证据表明, 金松科是柏科(*Cupressaceae*)和红豆杉科(*Taxaceae*)组成支系的基部类群^[15,16]。

尽管现代金松植物的原始分布较为局限, 但除日本之外, 欧洲和北美等地在地质历史时期也有不少类似的化石记录。目前认为归入现生金松属的叶化石及类似记录出现在侏罗纪至晚白垩世的欧洲地区^[10,17]。归入金松科的其他叶化石还包括晚侏罗世的*Sciadopityoides*以及晚白垩世至古新世的*Sciadopitophyllum*^[18~21]。Florin^[22,23]指出在德国第三纪煤层中发现的“双针叶”印痕化石与先前 Menzel^[24]报道的*Sciadopitys*几乎相同。在欧洲(包括俄罗斯欧洲部分)晚侏罗世至早白垩世地层曾发现过“似金松型”的化石记录, 比如 *Tritaenia* Maegdefrau et Rudolf^[25,26]。另外, 金松科的球果化石曾报道于日本晚白垩世地层^[7,27]。

现生的金松属次生木质部解剖特征已有详细报道^[9,14,28,29]。该属不同于

任何其他松柏类植物的最主要特征是交叉场纹孔式为纹孔口外展的亚杉木型和窗格型。相比而言, 具解剖构造的金松科木质部化石则十分罕见。Jurasky^[30]首次报道了德国第三纪地层中发现的次生木材化石金松型木属(*Sciadopityoxylon*), 该属的主要特征是: 次生木质部径向管胞纹孔单列, 圆形, 分离或偶尔双列, 对生; 交叉场纹孔式为窗格型和纹孔口外展的亚杉木型, 管胞晚材的弦向壁具孔, 螺旋加厚和轴向薄壁组织缺乏; 木射线单列, 1~6个细胞高, 射线细胞的水平壁薄, 光滑无孔; 树脂道缺乏^[31,32]。不久前, 在中国东北地区早侏罗世至早白垩世地层中也发现了金松型木属(*Sciadopityoxylon*)和原始金松型木属(*Protosciadopityoxylon*)两种次生木质部相似的木化石^[31~33]。这两个属的交叉场纹孔式是完全一致的, 即

英文版见: Jiang Z K, Wang Y D, Zheng S L, et al. Occurrence of *Sciadopitys*-like fossil wood (Coniferales) in the Jurassic of western Liaoning and its evolutionary implications. Chin Sci Bull, 2012, 57, doi: 10.1007/s11434-011-4850-z

均属于窗格型和亚杉木型,区别仅在于后者的管胞径向壁纹孔式为单列,紧挤或双列,互生;前者为单列,圆形,分离或双列,对生。研究表明,现生金松属(*Sciadopitys*)的径壁纹孔为单列,圆形,分离^[9],其髓部呈星型,初生木质部为内始式^[9,29];但对于金松类木材化石的初生木质部和髓部特征一直知之甚少。本文简要报道发现自辽西侏罗纪的一个新木材化石类型,它完好地保存了髓部、初生木质部和次生木质部特征。标本产自辽西西部北票市长皋地区中侏罗统髫髻山组。该组在冀北和辽西地区出露广泛,为一套中

性火山熔岩及碎屑岩系,其中有3套含植物和木化石的沉积岩夹层。髫髻山组有丰富的植物化石,包括压型和印痕叶部化石、球果,矿化的蕨类茎干和木化石等^[34]。根据植物大化石组合特征并结合同位素年龄数据,该组时代被确定为中侏罗世^[35]。

在采集的植物化石中,有3块标本属于同一类型(标本登记号为PB21412~PB21414)。它们均以保存有完好的髓、初生木质部和次生木质部结构为特征。其中,髓(Pi)呈星型(图1(a)),异质,以薄壁细胞为主,偶见分散的厚壁细胞(图1(b))。髓部的最大特

点是在髓薄壁细胞基本组织中具有一些呈暗色的硬节(图1(c),箭头所指),由厚壁细胞组成,这在其他木材中极为少见。初生木质部(Px)为内始式,后生木质部离心生长。次生木质部(Sx)管胞的径向壁纹孔式为单列,紧挤(图1(d),左边箭头所指)或两列,互生(图1(d),右边箭头所指);交叉场纹孔为纹孔口外展的亚杉木型(图1(e))和窗格型(图1(f))的混合类型。髓射线多为单列,偶见双列,射线高矮不一,由2~26个细胞组成,射线细胞为椭圆形。

根据上述次生木质部管胞径向壁纹孔式为过渡型、交叉场纹孔为窗格

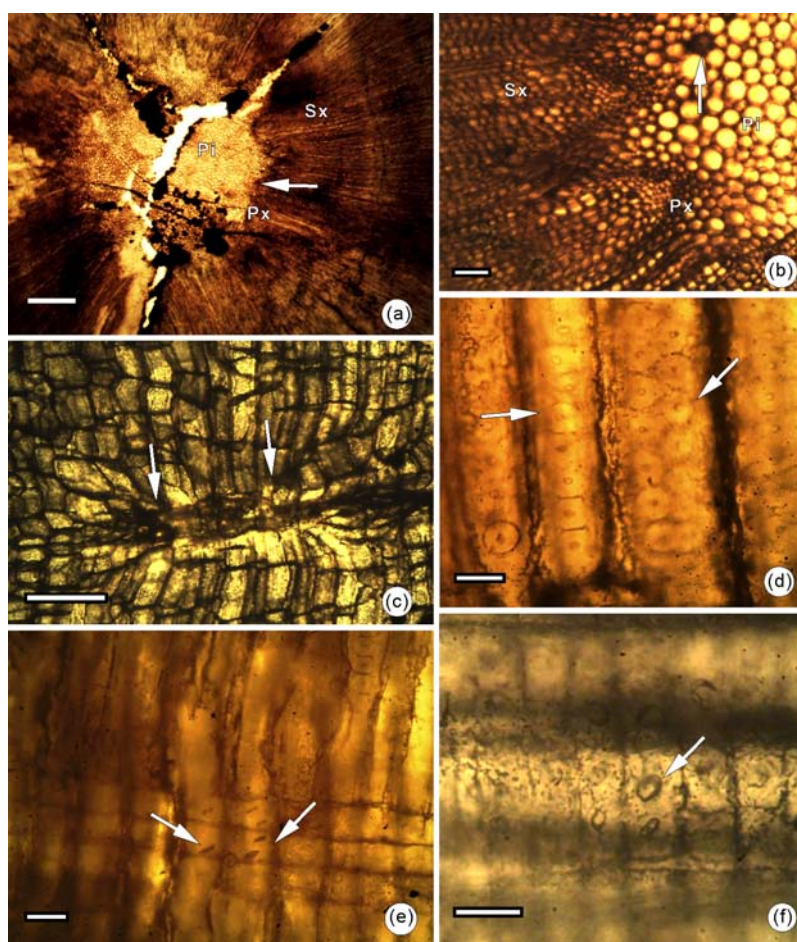


图1 辽西北票中侏罗世金松型木化石新类型的解剖构造示意图

(a) 横切面, 示髓(Pi)的整体轮廓、初生木质部(Px)和次生木质部(Sx), 箭头所指为初生木质部, 比例尺=1 mm; (b) 横切面, 髓由成群的薄壁细胞和分散的厚壁细胞组成, 箭头所指为一个厚壁细胞, 比例尺=100 μm ; (c) 径切面, 显示由硬壁细胞构成的节结(硬壁细胞巢)(箭头所指)和放射状排列的薄壁细胞, 比例尺=500 μm ; (d) 径切面, 显示径向壁纹孔的两种排列方式, 分别单列、圆形、紧挤(左箭头)和双列、互生的(过渡类型)径向壁纹孔(右箭头), 比例尺=50 μm ; (e), (f) 径切面, 交叉场纹孔亚杉木型(e)和窗格型(f)(箭头所指), (e)中比例尺=62.5 μm , (f)中比例尺=25 μm 。标本及薄片保存在中国科学院南京地质古生物研究所

型和纹孔口外展的亚杉木型^[14]的木材解剖特征,可以断定此化石木材的次生木质部应当属于原始金松型木属类型(*Protosciadopityoxylon*-type).该次生木质部特征加上其初生木质部和髓部特征表明,这些化石木材可能代表了松柏类金松科一个新的形态属(详细研究结果将另文发表).当前发现自辽西侏罗纪的木化石标本,除具有次生木质部特征外,更为重要的是保存有完好的髓部及初生木质部构造,这在国内外金松科化石记录中是首次发现.当前标本与现生金松属(*Sciadopitys*)、金松型木属(*Sciadopityoxylon*)及原始金松型木属(*Protosciadopityoxylon*)有着密切的系统学关系.它与这 3 个属的次生木质部特征基本相同,又与现生金松属有很多方面相似.在已报道的松柏类化石木材中,中生代的苏格兰木属 *Scotoxylon* (Seward et Bancroft) Vogelhehner 和约克木属 *Yokoxylon* (Holden) Vogelhehner^[36]在某些方面可与当前辽西的化石相比较:它们均保存有髓、初生木质部和次生木质部构造.与辽西的新化石类型相比,尽管三者初生木质部特征相似,但髓

部与次生木质部特征明显不同,特别是次生木质部交叉场纹孔的特征迥异.*Scotoxylon* 的次生木质部为原始刺柏型木型(*Protojuniperoxylon*-type),*Yokoxylon* 的次生木质部则属于原始雪松型木型(*Protocedroxylon*-type),而与金松科(*Sciadopityaceae*)植物的次生木质部类型—金松型(*Sciadopityoxylon*-type)或原始金松型(*Protosciadopityoxylon*-type)均不同.另外,辽西标本的髓异质,以薄壁细胞为主,偶见厚壁细胞,而 *Scotoxylon* 和 *Yokoxylon* 的髓均由同质薄壁细胞组成.将当前辽西化石木材新类型与金松型木(*Sciadopityoxylon*)和原始金松型木(*Protosciadopityoxylon*)相比,三者的次生木质部结构几乎相同,特别是交叉场纹孔特征十分相似,只是径向壁纹孔特征略有不同.现生金松(*Sciadopitys*)的髓部及初生木质部特征与辽西新类型大体一致,显示出辽西标本与金松属的亲缘关系;但是金松型木(*Sciadopityoxylon*)和原始金松型木(*Protosciadopityoxylon*)都没有髓部及初生木质部特征保存的报道和信息,所以暂无法做更进一步的比较.若化

石标本次生木质部为原始金松型(*Protosciadopityoxylon*-type),并具备髓异质,初生木质部内始式这些特征则可归入辽西新类型.

辽西中侏罗世发现的金松型木化石新类型与原始金松型木(*Protosciadopityoxylon*)的径向壁纹孔均为过渡型,属于较为原始的类型;金松型木(*Sciadopityoxylon*)与现生金松属(*Sciadopitys*)的径向壁纹孔则属于现代类型.从古生物地理学角度分析,现生金松仅产自日本,并在各国引种,其祖先类型可能早在中国大陆的早侏罗世-中侏罗世即已出现,在侏罗纪-白垩纪繁盛,其中的一个分支向欧洲西部和加拿大西北部迁移分布,只是后来可能由于古气候和古环境的巨变,它在中国大陆及欧洲和北美地区趋向于绝灭,而只在日本列岛找到避难所,并自白垩纪生存至今^[10].从系统演化角度看,本文报道的辽西中侏罗世金松型木化石新类型为全面了解该类植物自早中侏罗世至早白垩世至第三纪乃至现今的演化链条提供了重要解剖学证据,进一步丰富了中国北方侏罗纪燕辽植物群的多样性内容.

致谢 中国科学院南京地质古生物研究所周志炎院士对论文初稿提出宝贵修改建议,中国科学院南京地质古生物研究所毛礼米博士、日本福井县恐龙博物馆 Kazuo Terada 博士和法国里昂第一大学 Marc Philippe 博士提供部分文献资料,沈阳师范大学张宜博士在标本照相过程中给予协助,在此深表谢意.

参考文献

- Pilger R. In: Engler A, Prantl K, eds. Die Natürlichen Pflanzenfamilien. 2nd ed. Leipzig: Engelmann W, 1926. 121–403
- Dallimore W, Jackson A B. A handbook of the Coniferae and Ginkgoaceae. 4th ed. Revised by S. G. Harrison. New York: St. Martin's Press, 1966
- Sporne K P. The Morphology of Gymnosperms. 2nd ed. London: Hutchinson, 1974. 1–29
- Miller C N. In: Beck C B, ed. Origin and Evolution of Gymnosperms. New York: Columbia University Press, 1988. 448–486
- Schlarbaum S E, Tsuchiya T. Bot Gaz, 1985, 146: 264–267
- Price R A, Lowenstein J M. Syst Bot, 1989, 14: 141–149
- Saiki K I. Am J Bot, 1992, 79: 989–995
- Luerssen C. Grundzüge der Botanik. Leipzig: Haessel H, 1877
- Peirce A S. Am J Bot, 1935, 22: 895–902
- Stockey R A, Kvacek J, Hill R S, et al. In: Farjon A, ed. A monograph of Cupressaceae and *Sciadopitys*. England: Royal Botanic Gardens, Kew, 2005
- Johansen D A. Chron Bot, 1951, 12: 200–201

- 12 Takhtajan A L. Higher Plants. Moscow: Akaya Publishing, 1956
- 13 胡先骕. 经济植物手册(第一分册). 北京: 科学出版社, 1955
- 14 周崑, 姜笑梅. 中国裸子植物的木材解剖学及超微构造. 北京: 中国林业出版社, 1994
- 15 Quinn C J, Price R A, Gadek P A. Kew Bull, 2002, 57: 513–531
- 16 Anderson J M, Anderson H M, Cleal C J. Strelitzia 20. Pretoria: South African National Biodiversity Institute, 2007. 1–280
- 17 Manum S B. Rev Palaeobot Palyno, 1987, 51: 145–168
- 18 Christophel D C. Am J Bot, 1973, 60: 61–66
- 19 Sveshnikova I N. Bot Zh, 1981, 66: 1721–1729
- 20 Bose M N, Manum S B. Nor Polarinst Skr, 1990, 192: 1–81
- 21 Bose M N, Manum S B. Polar Res, 1991, 9: 9–20
- 22 Florin R. Sven Bot Tidskr, 1922, 16: 260–270
- 23 Florin R. Senckenb, 1922, 4: 1–5
- 24 Menzel P. Beitrag zur Flora der Niederrheinischen Baunkohlen-formation. Berlin: Jahrbuch der Königlich Preußischen Geologischen Landesanstalt, 1913. 1–98
- 25 Manum S B, Van Konijnenburg-Van Cittert J H A, Wilde V. Rev Palaeobot Palynol, 2000, 109: 255–269
- 26 Gordenko N V. Paleontol J, 2004, 38: 687–697
- 27 Ohsawa T, Nishida M, Nishida H. J Phytog Taxon, 1991, 39: 97–105
- 28 姜笑梅, 程业明, 殷亚方, 等. 中国裸子植物木材志. 北京: 科学出版社, 2010
- 29 Dörken V M, Stützel T. Trees, 2010, 25: 199–213
- 30 Jurasky K A. Senckenb, 1928, 10: 255–264
- 31 Zhang W, Zheng S L, Ding Q H. Acta Bot Sin, 1999, 41: 1312–1316
- 32 张武, 李勇, 郑少林, 等. 中国木化石. 北京: 中国林业出版社, 2006
- 33 张武, 郑少林, 丁秋红. 辽宁早侏罗世化石木材. 辽宁地质, 2000, 17: 88–97
- 34 Wang Y D, Saiki K, Zhang W, et al. Prog Nat Sci, 2006, 26 (Spec Iss): 222–230
- 35 季强, 陈文, 王五力, 等. 中国辽西中生代热河生物群. 北京: 地质出版社, 2004
- 36 Vogellehner D. Palaeontogr Abt B, 1968, 124: 125–228