

具叶舌痕的圆印木状茎干在安徽巢湖 上泥盆统的首次发现

蔡重阳 吴秀元

(中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008)

内 容 提 要

在描述的几块产自安徽巢湖五通组中上部(法门期)的圆印木状茎干中, 首次发现其中一块标本具有明显的叶舌痕, 它与另一块叶痕特征相同但不具叶舌痕的标本共生, 说明它们很可能应归为同一种植物。因此叶舌痕的有无很可能与化石的保存状态有关。圆印木属与窝木属仅根据茎干叶痕特征是难于区分的。但由于这两个属的生殖部分(球果)存在差别, 目前仍被视为不同的属。当前的标本未发现生殖部分, 难于确定其归属。笔者建议, 为了实用方便将这类发现于上泥盆统的标本, 暂归为 *Bothrodendron* (*Cyclostigma*) 属名之下, 作为形态属或卫星属来处理。

关键词 晚泥盆世(法门期) 圆印木属 窝木属 叶舌痕 安徽

前 言

圆印木属(*Cyclostigma* Haughton)是晚泥盆世至早石炭世的石松类植物, 其模式种平圆印木(*Cyclostigma kiltorkense* Haughton)是法门期的标志化石, 分布较广, 具有重要的地层意义。它与产自石炭纪地层的窝木属(*Bothrodendron* Lindley and Hutton)在叶痕形态和特征上非常相似, 但从未发现叶舌痕, 并以此与具叶舌痕的窝木属相区分。当前描述的一块原归为圆印木的标本首次发现了叶舌痕, 它与一块未保存叶舌痕的标本在叶痕形态上很相似, 它们同层产出说明很可能为同一种植物的不同保存状态。这一重要发现对弄清这两属的亲缘关系提供了新的资料, 这对于进一步研究早期石松类植物的分类、演化以及生物地层学上均有重要意义。

化石的产地和时代

本文描述的原鉴定为圆印木的茎干印痕标本, 是安徽区域地质调查大队与本文第一作者先后于1982年和1986年在野外地质调查中采集的。化石产地为安徽巢湖市北的狮子口(插图1)。层位为晚泥盆世五通组中上部的下粘土层(张国栋等, 1987)。该层还含有其他丰富的植物化石 *Archaeopteris* sp., *Hamatophyton verticillatum* Gu et Zhi, *Sphenophyllum lungtanense* Gothan and Sze, *Sublepidodendron mirabile* (Nathorst) Hirmer, *Sublep.*

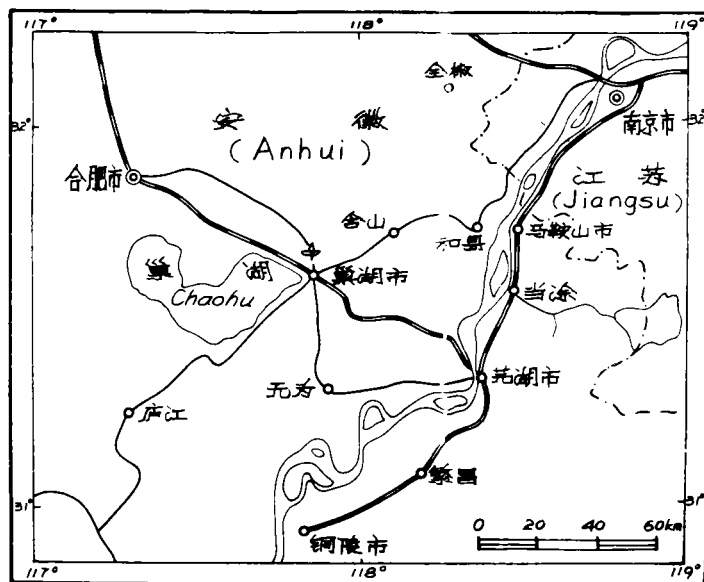


插图 1 植物化石产地示意图

Map showing the locality of the fossil plants

wusihense (Sze) Sze, *Lepidodendropsis* cf. *scobiniiformis* (Meek) Read, *Lepidostrobus grabaui* Sze 和 *Stigmaria radiata-punctata* Gothan and Sze 等, 在植物层中尚发现 *Retispora lepidophyta* 为代表的晚泥盆世 Strunian 期的孢子组合(蔡重阳等, 1988)。上述植物化石相当于晚泥盆世晚期组合的面貌(李星学、蔡重阳, 1979)。因此, 上述植物与孢子组合的面貌表明含植物的地层时代属于晚泥盆世法门期。

关于圆印木属和窝木属

圆印木属是 Haughton(1859)根据采自爱尔兰、Kilkenny 县 Kiltorkan 上泥盆统茎干压痕化石建立的, 其中有的茎干保存了着生于其上的叶, 部分还保存了球果, 有的孢子囊还有完好的原位孢子。Johnson(1913)对上述材料进行了详细的描述, 并将其定为 *Bothrodendron* (*Cyclostigma*) *kiltorkense* Haughton sp.。Chaloner (1968)对这一种植物的叶痕特征, 特别是球果的构造作了详细的研究。Chaloner 和 Boureau(1967)对其种征亦进行了总结。它是一乔木状的石松类, 高达 8m, 直径至少达 30cm, 以二歧式分枝为主, 与 *Lepidodendron* 相似。叶线形, 长可达 15cm, 基部宽 1mm, 具单个维管束, 叶顶端尖。叶脱落后不具叶座, 只具叶痕。叶痕圆或卵圆形, 具一维管束痕和两个通气道痕, 不具叶舌痕。叶痕呈螺旋或假轮状排列, 其间具纵纹或多少呈网状细纹。生殖部分由着生于枝顶的球果组成, 长约 6cm, 直径 2—3.5cm。孢子叶由着生孢子囊的基部(长约 12mm)和线状披针形叶片(长达 8cm)组成, 未见叶舌痕。孢子囊宽 4mm, 其长度相当于孢子叶基部的长度。估计每个孢子囊有 64 个大孢子, 大小为 760—1 520 μ m, 平均为 1 180 μ m。含小孢子的孢子囊未确认, 因此它究竟是单性球果还是双性球果尚未能确定。Chaloner(1984)认为其根托分枝少, 与 *Stigmaria* 不同。

窝木属是 Lindley 和 Hutton 于 1833 年根据产自英国上石炭统的茎干印痕建立的。它

是石炭纪的重要植物化石,在国内外均有广泛分布,主要繁盛于晚石炭世。这一植物的习性亦与鳞木属相似,属乔木状石松类。茎表面通常平或两侧各具一行疱状凹痕。其主要特征为茎干表面不具叶座,叶座仅见于幼枝上。叶痕小,圆、近圆形或横椭圆形。叶痕内亦具维管束痕和通气道痕,叶痕之上具叶舌痕。叶痕间常具纹饰,呈不等角度的螺旋状或假轮状排列。叶小,长约5mm,披针形,三角形,顶端尖,单脉,保存有叶的枝条与 *Lycopodites* 很难区分。其根状茎属 *Stigmara* 型,而生殖部分的构造至今还不明确。Chaloner 和 Boureau(1967)对有人将两种不同构造的球果归为本属表示怀疑。Taylor(1981)却认为本属的叶狭,长达25cm,为双性球果,具三射线的孢子位于近球果的顶部,而具有20个大孢子的孢子囊位于近基部,大孢子表面具很多刺。

从上述两个属营养部分茎干的叶痕特征来看,除叶舌痕之有无为不同之外,其它特征几乎是一致的。有的学者将圆印木属作为窝木属的同义名或亚属,如 Nathorst(1894, 1902)将 Heer(1871)定为 *C. kiltorkense* (Haughton) 的熊岛标本改为 *B. kiltorkense* (Haughton) 或 *B. (Cyclostigma) kiltorkense* Haughton sp.。Kidston(1889)亦认为圆印木属是窝木属的同义名。Johnson(1913)将产自该种的地模标本定为 *Bothrodendron (Cyclostigma) kiltorkense* Haughton sp.。次年,Johnson(1914)又将它直接归为 *Bothrodendron kiltorkense* (Haughton)。原苏联学者 Чиркова-Залеская(1957)亦采用 Nathorst 的建议,将 *Cyclostigma kiltorkense* 归为 *Bothrodendron kiltorkense* (Haughton) Nathorst。

通常根据有无叶舌将石松类植物分为两大类,即有叶舌类(Ligulatae)和无叶舌类(Eligulatae)。斯行健(1952)等根据圆印木属不具叶舌痕,便将其与具叶舌的窝木属分开,目前多数学者仍将这两属分开。一般认为有叶舌类是异孢植物,而无叶舌类是同孢植物。因此,Chaloner(1968)认为,尽管目前归为 *Cyclostigma kiltorkense* 的标本尚未发现叶舌,但亦不能将其肯定归为无叶舌类,因为很多属于有叶舌类的石炭纪鳞木属和封印木属并未发现明显的叶舌,这可能与保存状况有关。Meyen(1987)亦提出圆印木属并不排除有叶舌的可能。当前我们在上泥盆统的圆印木状茎干的叶痕上缘发现了叶舌痕,证明上述作者的推断是正确的。但必须指出的是,原始鳞木类的 *Leclercqia complexa* Banks et al. (Banks et al., 1972; Grierson and Bonamo, 1979)虽然是同孢草木石松植物,但它的营养叶和生殖叶上均发现叶舌痕,这说明有叶舌类的植物不一定是异孢植物。

Chaloner(1968)对 *Cyclostigma kiltorkense* Haughton 的球果作了深入研究后认为,它与窝木属的差别已达到科(Cyclostigmaceae)的水平,并将之与其它的(主要是石炭纪的)石松类归于 Lepidodendrales 目。他还提到对窝木属的生殖构造仍知之甚少,虽然 Watson(1908)将与圆印木属不同的 *Selarinella* 状的标本归为窝木属。Gensel 和 Andrews(1984)提到,由于这两个属的模式种均建立在茎干印痕上,所提供的信息是有限的。归纳起来,这两属的区别如下:圆印木的特征为具长的线状叶,无明显的叶舌,球果大,每一孢子囊至少有大孢子的四分体;窝木属具短叶,具一叶舌,孢子囊含单个孢子四分体。由于上述两个属的种多发现为茎干印痕,很难发现与生殖部分共生,因此,这两个属的界线仅根据茎干叶痕特征是难于区分的。

由于不同的学者对于石松类的分类系统采取不同的方案,因此,这两属分类位置的归属也不相同。Chaloner 和 Boureau(1967)将圆印木属归于 Cyclostigmaceae 科,而将窝木属归

为 *Bothrodendraceae* 科, 这两科均隶属于 *Lepidodendrales* 目之下。而 Thomas 和 Brack-Hanes (1984) 主要根据生殖构造进行分类, 他们把圆印木属亦归于 *Cyclostigmaceae* 科, 但将窝木属作为 *Spenceritaceae* 科的卫星属, 并将这两科归于 *Lepidocarpaceae* 目 (大致相当于 Chaloner 和 Boureau 的 *Lepidodendrales* 目, 采用生殖器官 *Lepidocarpon* 的属名作为科及目的名称来代替以茎干 *Lepidodendron* 的属名作为科及目的名称)。但是 Meyen (1987) 却把圆印木属作为 *Isoetales* 目的卫星属。

从上述两个属的特征及不同学者对其分类位置持不同观点看来, 只有根据保存较好的化石 (包括其生殖部分和营养部分等), 才有可能将这两个属加以区分。而从我们当前研究的标本只保存茎干印痕的情况下, 仅仅根据叶舌痕的有无, 将产自同一层位的不同标本作为两个属是不妥的, 必须考虑其保存状态及茎干在植物体所处的位置和不同的生长阶段。假如仅从茎干印痕和叶舌痕的特征来看, 这两个属是难于区分的, 根据命名优先律, 圆印木属应作为窝木属的同义名而予以废弃。但是考虑到这两个属的生殖部分存在着差别, 故还不可能合并。因此从实用方便, 以及考虑到以往文献中圆印木产于晚泥盆世地层的情况, 本文建议将产自晚泥盆纪地层具圆印木属特征的茎干标本, 不管其是否有叶舌痕保留, 均暂归于 *Bothrodendron* (*Cyclostigma*) 之下。它们的自然分类位置的归属, 有待于今后发现保存更好的、具有生殖部分和内部构造的标本加以解决。

属种描述

安徽窝木 (圆印木) (新种) *Bothrodendron* (*Cyclostigma*) *anhuiense* sp. nov.

(图版 I, 图 1. 1a; 2. 2a; 图版 II, 图 1)

描述 图版 I 图 1 为一块灰色泥岩, 其上有两块稍为叠加的茎干印痕标本 (a 与 b), 由于岩性细, 化石保存好。上面的一块茎干 (a) 保存长 4cm, 宽 1.5cm; 下面的一块 (b) 保存长 5cm, 宽 2cm。可能代表较年老的茎干或者位于植物体靠下部的茎干印痕。两块标本的叶痕除了前者以 45°角呈逆时针方向螺旋排列、后者却以同样角度呈顺时针方向螺旋排列而不同外, 其它特征均相同, 应属同一种。叶痕呈纵椭圆形 (图版 I, 图 1a; 图版 II, 图 1), 高 1.3—1.6mm, 宽 0.9—1.2mm; 维管束痕位于叶痕中部稍偏下处, 呈圆形小突起, 直径约 0.1mm, 与其两侧的通气道痕大致位于同一水平线上。叶痕的顶缘具一明显近圆形的叶舌痕, 稍突起, 直径 0.2—0.26mm。叶痕左右相距为 1.3—1.6mm, 上下为 4.5—6.6mm, 其间具纵向或稍弯曲的细纹; 叶痕外围具一呈纵菱形的光滑区, 稍下凹, 高约 4—5mm, 宽 1.6—2.0mm, 状似叶座为其特征。图版 I, 图 2. 2a 为一块保存长约 2cm, 宽仅 0.8cm 的茎干碎片, 可能代表较年轻的茎 (枝) 或位于植物体上部的印痕。叶痕亦呈纵椭圆形, 较小, 高 1.0—1.3mm, 宽 0.8—0.9mm, 其中的维管束痕亦位于叶痕中部, 与侧痕几乎位于同一水平线。叶痕顶缘未见叶舌痕。叶痕呈低角度逆时针方向螺旋排列, 左右相距为 2mm, 上下为 5mm, 其间未见明显的纹饰。叶痕外围亦具一近纵菱形的光滑区。当前的标本在叶痕的形态、三小点位置、以及叶痕外围具一纵菱形的光滑区等特征与上述两块茎干标本相同。叶痕间的纹饰和叶舌痕未能保存, 可能与其标本岩性较粗、或可能与其在植物体所处的位置及发育阶段不同有关, 它们应归于同一种内。

讨论与比较 当前标本的叶痕形态、大小及排列上与 *Cyclostigma kiltorkense* Haugh. 的某些标本很相似。Chaloner (1968)对产自爱尔兰模式产地标本的叶痕形态特征作了详细的描述,其叶痕形态从近圆形、纵椭圆形至圆的亚三角形,维管束痕位于叶痕中部稍上处,与两侧痕位于同一水平线或稍位于其上。它们之间的叶痕特征难于区分,可能是同一种植物。但当前标本叶痕的外围具一纵菱形稍下凹的光滑区,叶痕之间的茎干表面具纵向或微弯曲的细纹,特别是其中在叶痕上缘具一明显叶舌痕,可与其相区分。同时当前标本未发现生殖部分标本,因此难与具球果的 *Cyclostigma kiltorkense* 标本进行比较。为此,经反复考虑后,将上述产自安徽的标本建立一个新种,并以其产地所在的省名定名,定为 *Bothrodendron* (*Cyclostigma*) *anhuiense* sp. nov.。

种征 茎干印痕上具螺旋排列的叶痕,纵椭圆形,叶痕高 1.0—1.6mm、宽 0.8—1.2mm,其中维管束痕位于叶痕中部,与两侧通气道痕位于同一水平线。叶痕之间具纵向或稍弯曲的细纹,彼此左右相距 1.3—2.0mm,上下间距为 4.5—6.6mm。叶痕外围具一纵菱形的平滑区。

平窝木(圆印木)(比较种) *Bothrodendron* (*Cyclostigma*) cf. *kiltorkense* Haughton

(图版 I, 图 3. 3a)

这一标本为一茎干印痕,保存长约 3cm,宽 2.1cm。叶痕近圆形,直径约 2mm,由于保存差,维管束痕及通气道痕均未保存,亦未见叶舌痕。叶痕呈低角度螺旋状排列,其左右间距为 1.5—1.8mm、上下距离为 4.5—5.0mm,其间未见纹饰。这一标本虽然保存较差,但从叶痕的形态、大小和排列上,可与 *Cyclostigma kiltorkense* Haughton 比较,可能为同一种,由于保存差,对其鉴定加以保留。

窝木(圆印木)(未定种 1) *Bothrodendron* (*Cyclostigma*) sp. 1

(图版 I, 图 2. 2a, 2b)

标本为一块保存长 2.5cm、宽 1.5cm 的反面茎干印痕。叶痕明显下凹、卵圆形,高 1.8—2.1mm、宽 1.6—1.7mm,未见叶舌痕。少数叶痕隐约可见维管束痕或通气道痕,但保存较差,不明显。叶痕周围具一近菱形的边缘,上端呈一近三角形的光滑斜面,高 1—1.5mm,左右两侧及下端的边缘较狭,有的下端亦呈三角形。叶痕间未见纹饰,呈螺旋状排列,彼此间距不等,标本可能受挤压所致。从叶痕外围具菱形光滑区特征上,可与归为上述新种的标本进行对比,很可能是该种的一种保存形式,但由于叶痕形态不同,而且保存较差,难于肯定其归属,故暂作未定种,待以后发现保存较好的标本时,再作进一步鉴定。

窝木(圆印木)(未定种 2) *Bothrodendron* (*Cyclostigma*) sp. 2

(图版 I, 图 3. 3a)

当前茎干长仅 1.6cm、宽 0.6cm,其上只保存一个较大的圆形叶痕,直径达 3mm 左右。叶痕中上部具一小的突起,可能代表维管束痕。小突起向两侧各伸出一向上凸的弧线,与侧缘相交,将叶痕分为两部分,上半部近月牙形,下半部呈心形,颇为特征,这可能是叶痕的一

种保存形式。叶痕周围似保存一近似叶座的菱形区域, 由于标本保存太小, 其轮廓不能肯定。叶痕与 *Stigmaria* 支根的根痕相似, 但以不具脐状构造而相区别。这一标本以具较大的圆形叶痕, 及其叶痕内颇为特征的形态而与已知的 *Bothrodendron* (*Cyclostigma*) 的种相区分。由于标本太小, 保存欠佳, 不可能确定叶痕的排列方式, 叶痕中的通气道痕亦未保存, 因此作为一未定种置于本属之下, 这一标本叶痕周围似保存有菱形叶座状的特征, 或许表明它与上述同层产出具有类似构造的植物, 可能具有某种联系。

参 考 文 献

- 李星学、蔡重阳. 1979: 中国泥盆纪植物群。地层学杂志, 3(2): 90—95。
- 张国栋、朱静昌、王益友、张盛隆. 1987: 苏、皖地区晚泥盆世五通组海侵及其沉积环境讨论。地质论评, 33(1): 69—77。
- 斯行健. 1952: 中国上泥盆纪植物化石。中国古生物志, 总号 136 册, 新甲种第 4 号, 第 1—30 页。
- 蔡重阳、卢礼昌、吴秀元、张国芳. 1988: 下扬子准地台江苏地区泥盆纪生物地层。江苏地区下扬子准地台震旦纪—三叠纪生物地层, 第 169—218 页。南京大学出版社。
- Banks, H. P., Bonamo, P. M. and Grierson, J. D., 1972: *Leclercqia complexa* gen. et sp. nov., a new lycopod from the late Middle Devonian of eastern New York. Rev. Palaeobot. Palynol., 14: 19—40.
- Chaloner, W. G., 1968: The cone of *Cyclostigma kiltorkense* Haughton, from the Upper Devonian of Ireland. Journ. Linn. Soc. (Bot.), 61: 25—36.
- Chaloner, W. G. and Boureau, Ed., 1967: Lycophyta. Traité de Paléobotanique I (ed. by Ed. Boureau), pp. 435—781. Masson et C^{ie}, Editeurs.
- Chaloner, W. G., 1984: Evidence of ontogeny of two Late Devonian plants from Kiltorkan, Ireland. Abstr. of contributed papers and poster session. 2nd. Int. Org. Palaeobot. Conf. Edmonton.
- Gensel, P. G. and Andrews, H. N., 1984: Plant Life in the Devonian, pp. 1—380. Praeger Publishers, USA.
- Grierson, J. D. and Bonamo, P. M., 1979: *Leclercqia complexa*: earliest ligulated lycopod (Middle Devonian). Amer. Journ. Bot., 66: 474—476.
- Haughton, S., 1859: On *Cyclostigma*, a new genus of fossil plants from the Old Red Sandstone of Kiltorkan Co. Kilkenny. Journ. Roy. Soc. Dublin, 2: 407—420.
- Heer, O., 1871: Fossile Flora der Bären-Insel. Kgl. Svenska Vetensk. Akad. Handl., 9(5): 1—51. 1870. Stockholm.
- Johnson, T., 1913: On *Bothrodendron* (*Cyclostigma*) *kiltorkense*, Haughton sp. Sci. Proc. Roy. Dublin Soc., 13(n. s.): 500—528.
- Johnson, T., 1914: *Bothrodendron kiltorkense* Haught. sp.: its *Stigmaria* and cone. Sci. Proc. Roy. Dublin Soc., 14(n. s.): 211—214.
- Kidston, R., 1889: Additional notes on some British Carboniferous Lycopods. Ann. Mag. Nat. Hist., 4: 60—66.
- Meyen, S. V., 1987: Fundamentals of Palaeobotany. 432pp. Chapman and Hall, London, New York.
- Nathorst, A. G., 1894: Zur Fossilien der Polarländer I. Zur palaeozoischen Flora der arktischen Zone. Kgl. Svenska Vetensk. Akad. Handl., 26: 1—80. Stockholm.
- Nathorst, A. G., 1902: Zur oberdevonischen Flora der Bäreninsel. Kgl. Svenska Vetensk. Akad. Handl., 36(3): 1—60. Stockholm.
- Taylor, T. N., 1981: Paleobotany. An Introduction to Fossil Plant Biology. McGraw-Hill Book Company.
- Thomas, B. A. and Brack-Hanes, S. D., 1984: A new approach to family grouping in the lycophytes. Taxon, 33(2): 247—255.
- Watson, D. M. S., 1908: The cone of *Bothrodendron mundum* (Will.). Mem. Proc. Manch. Lit. Phil. Soc., 52(3): 1—16.
- Чиркова-Залеская Е. Ф., 1957: Деление терригенного Девона Урало-поволжья на Основании Ископаемых Растений. Стр. 1—136. Издательство Академии Наук СССР.

[1992年2月25日收到]

FIRST DISCOVERY OF *CYCLOSTIGMA*-LIKE STEM WITH LIGULAR PIT FROM UPPER DEVONIAN OF CHAOHU CITY, ANHUI

Cai Chong-yang and Wu Xiu-yuan

(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica, Nanjing 210008)

Key words: Upper Devonian (Famennian), *Cyclostigma*, *Bothrodendron*, ligular pit, Anhui

Summary

A few *Cyclostigma*-like stem impressions, originally identified as *Cyclostigma kiltorkense* Haughton under study, were collected from the middle upper part of the Wutung Formation at the Shizikou Section, Chaohu City, Anhui (Text-fig. 1). They occur in association with the Upper Devonian megafossil plants, such as *Archaeopteris* sp., *Hamatophyton verticillatum* Gu et Zhi, *Sphenophyllum lungtanense* Gothan and Sze, *Sublepidodendron mirabile* (Nathorst) Hirmer, *Sublep. wusihense* (Sze) Sze, *Lepidodendropsis* cf. *scobiniiformis* (Meek) Read, *Lepidostrobus grabau* Sze and *Stigmara radiata-punctata* Gothan and Sze, and the Strunian spore assemblage, such as *Retispora lepidophyta* (Kedo) Playford, indicating that the plant-bearing bed should be definitely assigned to the late Late Devonian (Famennian) in age.

Of particular interest is that one of the specimens with two stem fragments is well-preserved, showing evidently a ligular pit situated at the upper edge of the leaf scar (P1. I, figs. 1—1a; P1. I, fig. 1). This new discovery will make it difficult to distinguish *Cyclostigma* (Haughton, 1859) from *Bothrodendron* (Lindley and Hutton, 1833) by the features of the vegetative stem impression because of the great similarity in the character of the leaf scar in both genera. According to Gensel and Andrews' viewpoint, these two genera are distinguished as follows: the former is characterized by its long linear leaves, absence of evident ligule, and a large cone with at least six tetrads of megaspores in each sporangium, while the latter has short leaves, a ligule, and a sporangium including a single tetrad of spores. However, it is impossible to separate the specimens with or without a ligular pit into two genera, based on the present specimens preserved with only stem impressions without leaves and fertile portion, most probably due to the preservation state.

Therefore, for practical purpose the present authors would describe the *Cyclostigma* -like stems from the Upper Devonian as *Bothrodendron* (*Cyclostigma*) , including *Bothrodendron* (*Cyclostigma*) *anhuiense* sp. nov. , *B.* (*C.*) cf. *kiltorkense*, *B.* (*C.*) sp. 1 and *B.* (*C.*) sp. 2. , with discussion and comparison of both genera.

DIAGNOSIS AND DESCRIPTION OF NEW SPECIES

Bothrodendron (*Cyclostigma*) *anhuiense* sp. nov.

(P1. I , figs. 1. 1a. 2 and 2a; P1. II , fig. 1)

Diagnosis: Stem with helically arranged leaf scars, which are vertically elongate-elliptical in form, 1. 0—1. 6 mm in height and 0. 8—1. 2 mm in width. Vascular bundle and parichnos cicatricules distinct, lying nearly on the same level with the mid-line of leaf scar. Ligular pit distinct, when preserved, placed immediately at the upper edge of each scar. There are fine, longitudinal or slightly flexuous striations between the leaf scars. Around the scar is an indistinct elongate-rhomboidal smooth area, which is somewhat similar to the leaf cushion of *Lepidodendron* .

Derivation: Anhui, a province in China where the specimen has been found.

Holotype: Specimen PB 9432 in P1. I , figs. 1—1a; P1. II , fig. 1.

Type locality: Shizikou, Chaohu City, Anhui.

Horizon: Middle upper part of Wutung Formation, Upper Devonian, equivalent to Famennian.

Description: Holotype with two well-preserved stem fragments somewhat overlapping each other on surface (P1. I , fig. 1. a. b). Two specimens having been assigned to the new species, with the lower one (a) 5 cm long and 2 cm wide, while the upper one (b) 4 cm long and 1. 5 cm wide. Leaf scars vertically elongate-elliptical in form, ranging from 1. 3 mm to 1. 7 mm in height and from 0. 9 mm to 1. 2 mm in width. Leaf scar showing a single vascular cicatricule in the form of a small roundish protrusion about 0. 1 mm in diameter, situated slightly below its center. Two small roundish or oval protrusions representing parichnos cicatricules situated slightly above or on the same level with the vascular cicatricule. An obvious small roundish protrusion representing the ligular pit situated at or immediately above the upper edge of the scar (P1. I , fig. 1a; P1. II , fig. 1). Scars helically arranged at an angle of about 45°, 1. 3—1. 6 mm apart transversely and 4. 5—6. 6 mm apart vertically, with fine, longitudinal or slightly flexuous striae in between. Around the scar is an indistinct elongate-rhomboidal, and smooth area, about 4—5 mm in height and 1. 6—2. 0 mm in width, somewhat similar to the leaf cushion of *Lepidodendron* . Second specimen (P1. I , figs. 2, 2a), a stem impression 0. 8 cm wide and 2 cm long, probably representing a younger stem or branch, or at the upper level of the plant. Leaf scars also vertically elongate-elliptical in form, somewhat smaller than those of the first specimen described above.

ranging from 1.0 to 1.3 mm in height and from 0.8 to 0.9 mm in width. Vascular cicatricule situated at the center of the scar. Two parichnos cicatricules situated slightly below or on the same level with the vascular cicatricule. Ligular pit unpreserved. Scars helically arranged at a lower angle, about 2 mm apart transversely and about 5 mm apart vertically, with no distinct ornamentation observed in bewteen. An elongate-rhomboidal smooth area also present around the scar. Leaf scar bearing great resemblance in all main features to that of the first specimen. Ligular pit unpreserved, most probably due to relatively poor preservation or difference in growth stages and levels of the plant.

Comparison: The new species bears a resemblance to *Bothrodendron* (*Cyclostigma*) *kiltorkense* Haughton in the form, size and arrangement of leaf scars, but differs from the latter in having evidently a ligular pit and an elongate-rhomboidal smooth area around the leaf scar. Since the new species is based on the stem impression, it can not be compared with *B. (C.) kiltorkense* Haughton in the fertile portion. It would be better to separate them and erect a new species for the present specimens.

图 版 说 明

标本均产自安徽巢湖市狮子口、五通组中上部(晚泥盆世晚期)。图影除注明放大倍数外,其余均属原大。标本均保存于中国科学院南京地质古生物研究所。

图 版 I

1. 1a. 2. 2a. *Bothrodendron* (*Cyclostigma*) *anhuiense* sp. nov.
1. 示两块互相叠加的茎干印痕,模式标本,×1。登记号:PB9432:1a. 为图 1 中茎干 a 的局部放大,示长椭圆形叶痕、维管束痕、一对通气道痕、叶舌痕及叶痕间的纹饰,×10; 2. 为一茎干印痕,示叶痕的形态和排列,×3。登记号, PB9433: 2a. 为图 2 的进一步放大,示一叶痕内的维管束痕及一对通气道痕,×10。
Fig. 1 Showing a specimen with two stem impressions (a and b) somewhat overlapping each other. Holotype. ×1. No: PB 9432: Fig. 1a. Partial enlargement of the stem impression a illustrated in P1. I, fig. 1. showing the longitudinally elliptical leaf scar with a vascular bundle and a pair of parichnos cicatricules, a distinct ligular pit immediately situated at the upper edge of the leaf scar and the finely longitudinal striations between the leaf scars. ×10: Fig. 2. A fragment of stem impression showing the form and the arrangement of the leaf scars. ×3. No: PB 9433: Fig. 2a. Partial enlargement of fig. 2 showing the leaf scar with a vascular bundle and a pair of parichnos cicatricules. ×10.
3. 3a. *Bothrodendron* (*Cyclostigma*) cf. *kiltorkense*, Haughton sp.
3. 为一茎干印痕,示叶痕形态和排列,×1。登记号:PB9434: 3a. 为其茎干的局部放大,示圆形叶痕、不明显的维管束痕及通气道痕,×8。
Fig. 1 A fragment of stem impression showing the form and the arrangement of the leaf scars. ×1. No: PB 9434: Fig. 3a. Partial enlargement of fig. 3 showing the round leaf scar with indistinct vascular bundle and a pair of parichnos cicatricules. ×8.

图 版 I

1. *Bothrodendron* (*Cyclostigma*) *anhuiense* sp. nov.

为图版 I 图 1 中茎干 b 的局部放大, 示长椭圆形叶痕、维管束痕、一对通气道痕、叶舌痕及叶痕间的纹饰, $\times 10$ 。

Fig. 1. Partial enlargement of the stem impression b illustrated in P1. I, fig. 1 showing the longitudinally elliptical leaf scar with a vascular bundle and a pair of parichnos cicatricules, a distinct ligular pit immediately situated at the upper edge of the leaf scar, and finely longitudinal striations between the leaf scars, $\times 10$.

2. 2a, 2b. *Bothrodendron (Cyclostigma)* sp. 1

2. 为一茎干印痕, 示叶痕的形态和排列, $\times 1$ 。登记号: PB9435; 2a. 为图 2 标本的放大, $\times 3$; 2b. 为图 2 标本的局部放大, 示少数叶痕具维管束痕及通气道痕, $\times 5$ 。

Fig. 2. A fragment of stem impression showing the form and the arrangement of the leaf scars, $\times 1$. No: PB9435;

Fig. 2a. Enlargement of the specimen illustrated in P1. I, fig. 2. $\times 3$; Fig. 2c. Partial enlargement of fig. 2 showing some leaf scars with the vascular bundle and a pair of the parichnos cicatricules, $\times 5$.

3. 3a. *Bothrodendron (Cyclostigma)* sp. 2

3. 一块只保存单个叶痕茎干碎片的放大, $\times 3$ 。登记号: PB9436; 3a. 为图 3 的局部放大, 示叶痕内的维管束痕, $\times 5$ 。

Fig. 3. Enlargement of a fragment of stem impression with only a leaf scar preserved, $\times 3$. No: PB 9436; Fig. 3a. Partial enlargement of the specimen illustrated in P1. I, fig. 3 showing the leaf scar with a vascular bundle, $\times 5$.

