

# 广东茂名盆地古近纪 类黄杞属(胡桃科)果化石多样性\*

韩蒙<sup>1,2</sup>, 宋含章<sup>2</sup>, 金建华<sup>2</sup>

1. 深圳博物馆, 广东 深圳 518027
2. 中山大学生命科学学院, 广东 广州 510275

**摘要:** 类黄杞属(*Palaeocarya* Saporta, 1873, emend. Manchester, 1987)隶属于胡桃科, 是一个化石属, 典型特征为翅果具有三裂片。该属的化石记录非常丰富, 在北半球的新生代地层中被广泛报道。在中国, 类黄杞属的化石记录主要见于海南、广西、吉林和云南。本文描述了发现于广东茂名盆地晚始新世和早渐新世地层中的类黄杞属果化石 4 种, 分别为: *Palaeocarya yunnanensis* San-Ping Xie et Bai-Nian Sun, *P. guangxiensis* Li et Chen Y. F., *P. gaolingensis* Yun-Fa Chen, *P. hispida* H. H. Meng et Z. K. Zhou。这是迄今广东首次发现类黄杞属大化石, 表明在晚始新世时类黄杞属植物即已分布到我国低纬度亚热带地区, 并开始了多样性的演化。

**关键词:** 茂名盆地; 类黄杞属; 胡桃科; 果实化石; 植物地理史

**中图分类号:** Q914.8 **文献标志码:** A **文章编号:** 2097-0137(2023)04-0001-09

## Diversity of *Palaeocarya* (Juglandaceae) fossil fruits from the Paleogene of Maoming Basin, Guangdong

HAN Meng<sup>1,2</sup>, SONG Hanzhang<sup>2</sup>, JIN Jianhua<sup>2</sup>

1. Shenzhen Museum, Shenzhen 518027, China
2. School of Life Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China

**Abstract:** As a member of Juglandaceae, the fossil genus *Palaeocarya* Saporta, 1873, emend. Manchester, 1987 is well represented in the Cenozoic of the Northern Hemisphere, and it is characterized by a tri-lobed winged fruit. In China, *Palaeocarya* fossil record is mainly known from Hainan, Guangxi, Jilin and Yunnan. Here, we describe four species of *Palaeocarya* winged fruits from the upper Eocene and lower Oligocene of the Maoming Basin of Guangdong: *Palaeocarya yunnanensis* San-Ping Xie et Bai-Nian Sun, *P. guangxiensis* Li et Chen Y. F., *P. gaolingensis* Yun-Fa Chen, and *P. hispida* H. H. Meng et Z. K. Zhou. This is the first fossil discovery of *Palaeocarya* in Guangdong, indicating that this genus had been distributed to low latitude subtropical region of China no later than the late Eocene, and had begun to diversify from that time.

**Key words:** Maoming Basin; *Palaeocarya*; Juglandaceae; fossil fruit; phytogeography

\* 收稿日期: 2022-12-31 录用日期: 2023-03-12 网络首发日期: 2023-04-24  
基金项目: 国家自然科学基金(41820104002, 41872015)  
作者简介: 韩蒙(1990年生), 女; 研究方向: 新生代植物多样性; E-mail: hmeng1207@163.com  
通信作者: 金建华(1966年生), 男; 研究方向: 新生代植物多样性; E-mail: lssjhh@mail.sysu.edu.cn

胡桃科(Juglandaceae)植物包含约9属71种,间断分布于亚洲、欧洲和美洲,极少数可以分布至南美洲(Dilcher et al., 1976;路安民,1982;Manos et al., 2007)。我国约有7属21种,1变种,大多分布于长江以南,少数种分布在北方地区。胡桃科植物多为落叶、半常绿乔木或小乔木,具树脂,有芳香;叶多为互生,边缘具锯齿或稀全缘;花单性,雌雄同株;果实由小苞片及花被片或仅由花被片、或由总苞片及子房共同发育成核果状的假核果或坚果,外果皮肉质、革质或膜质,内果皮骨质,一室(匡可任等,1979)。胡桃科植物化石记录非常丰富,包括叶、木材、花序、果实及花粉化石。该科迄今最早的化石发现于欧洲和北美的晚白垩世地层(Wolfe, 1973;Friis, 1983),因此有学者认为胡桃科的起源时间至少应追溯到晚白垩世,可能在早白垩世就已经出现了胡桃科的原始类型。但是需要指出的是,这些白垩纪的化石记录多以花粉为主,且这些花粉没有在电子显微镜下被仔细研究,因此可信度不高。古新世地层中,较为可信的胡桃科大化石主要发现于北美及欧洲(Manchester, 1987, 1989)。到了始新世至中新世时期,胡桃科植物已广泛分布于北半球,在北美、欧洲及亚洲始新统至中新统均有报道(Reid et al., 1933;Manchester et al., 1982, 1994),部分种还可以分布至格陵兰及阿拉斯加等高纬度地区。相较于地史时期的广泛分布,胡桃科现生种的分布范围已大大缩小,基本属于一个北温带科,分布区的北界仅到达欧亚大陆和北美的北纬 $46^{\circ} \sim 49^{\circ}$ 之间,这可能是由于新生代全球气候总体趋冷(Zachos et al., 2001),使得胡桃科植物在欧亚和北美高纬度地区灭绝,形成了现代的间断分布格局(邵洋等,2016)。

在APG IV分类系统中,胡桃科隶属于壳斗目(Fagales),包含3个亚科:马尾树亚科(Rhoipteleoideae)、黄杞亚科(Engelhardioideae)和胡桃亚科(Juglandoideae)(The Angiosperm Phylogeny Group, 2016)。其中,黄杞亚科包括4个现生属和3个化石属。4个现生属为黄杞属*Engelhardia* Lesch. ex Bl., *Alfaropsis* Iljinsk., 美黄杞属*Oreomunnea* Oerst.及果黄杞属*Alfaroa* Standl.。其中,黄杞属和*Alfaropsis*属主要分布于亚洲热带和亚热带地区(路安民,1982;Stone, 2010),美黄杞属和果黄杞属则主要分布在中美洲热带地区(Manning, 1959; Stone, 2010)。3个化石属*Paraengelhardtia* Berry,

*Paleooreomunnea* Dilcher, Potter et Crepet 和类黄杞属*Palaeocarya* Saporta被广泛报道于北半球新生代地层中。其中*Palaeocarya*最早由Saporta(1873)建立,作为一个器官属,它实际上包含了几乎所有与黄杞亚科翅果相似的化石,与另外两个化石属*Paraengelhardtia*和*Paleooreomunnea*在坚果的大小和裂片形状等方面有所区别。后两者翅果的裂片一般较浅,侧裂片分裂深度占翅果总长的12%~15%,而*Palaeocarya*翅果的裂片较深,侧裂片分裂深度占果实总长的65%~85%(Manchester, 1987;Meng et al., 2015)。Manchester(1987)在*Palaeocarya*下还建立了两个组:*Palaeocarya* sect. *Palaeocarya* emend. Manchester和*Palaeocarya* sect. *Monocosta* Manchester,前者裂片脉序为三出脉,后者为羽状脉。*Palaeocarya*的化石记录非常丰富,被广泛报道于北半球的新生代地层中。其中,始新世与渐新世地层中的化石记录主要报道于北美洲、欧洲和亚洲,中新世地层中的化石主要发现于北美洲、中美洲、欧洲和亚洲,上新世地层中的化石记录主要报道于亚洲和欧洲(Macginitie, 1941; Dilcher et al., 1976; Manchester, 1987;Manchester et al., 1994)。

## 1 材料与方法

茂名盆地位于广东省茂名市,为我国著名的油页岩产地之一。茂名盆地为一新生代半地堑式断陷盆地,地层自下而上可划分为上垌组、油柑窝组、黄牛岭组、尚村组、老虎岭组和高棚岭组(广东省地质矿产局,1988;Wang et al., 1994;李殿超等,2006;郭敏等,2009)。本文研究的类黄杞属果化石产自黄牛岭组(编号为MMJ3-2208, MMJ3-2209, MMJ3-2210, MMJ3-2211)和尚村组(编号为MM3A-041a, b, MM3A-042, MM3A-241a, b, MMLS-114a, b, MMLS-127, MMLS-302)。其中黄牛岭组的化石全部保存为印痕化石,尚村组的化石主要保存为压型化石,果实碳化。

黄牛岭组主要由灰黄、灰白以及浅红色的砂质砾岩、砂岩和灰绿色的砂质黏土岩夹煤层组成,局部夹黄铁矿晶体。黄牛岭组中含有数量众多、种类丰富的植物化石(Herman et al., 2017)。该组的地质时代一直存有争议。余金凤等(1983)在研究了黄牛岭组的孢粉组合后认为其成分和下伏的油柑窝组类似,但亦有差别,推断其时代为晚渐新世;Wang et al.(1994)根据磁性地层学分析,认

为黄牛岭组的时代应为晚始新世;李殿超等(2006)和严焕榕等(2006)根据沉积特征认为黄牛岭组的时代应为中新世;Aleksandrova et al.(2015)在研究了孢粉组合后,也认为黄牛岭组的时代应为晚始新世。综合上述观点以及该组新发现的植物大化石材料,本文认为黄牛岭组的时代应为晚始新世。

尚村组是一套有机质黏土层,岩性比较单一,主要包含灰绿-灰白色泥岩、页岩、泥质粉砂岩及黑褐色油页岩夹钙质粉砂岩和褐煤层。其底部与下伏的黄牛岭组呈整合接触,顶部被老虎岭组平行不整合覆盖(广东省地质矿产局,1988)。该组含有腹足类、鱼类以及种类丰富的叶片、枝条和果实等植物化石。余金凤等(1983)在对茂五井孢粉组合分析后认为,尚村组的时代应为晚渐新世;李殿超等(2006)和郭敏等(2009)通过对茂名盆地沉积环境的分析,推断尚村组时代应为中新世;而Wang et al.(1994)和Herman et al.(2017)分别通过磁性地层学和孢粉学的研究,认为尚村组的时代应为早渐新世。本文认同将尚村组的时代归入早渐新世。

本文研究的所有化石标本均保存于中山大学生物博物馆。化石宏观特征使用佳能EOS 500D数码相机拍摄。测量了翅果化石的长、宽、裂片长度等形态数据,并将其与相近化石种进行了比较。

## 2 系统描述

### 2.1 *Palaeocarya yunnanensis* San-Ping Xie et Bai-Nian Sun

**科:** 胡桃科 Juglandaceae DC. ex Perleb

**属:** 类黄杞属 *Palaeocarya* Saporta, 1873, emend. Manchester, 1987

**种:** 云南类黄杞 *Palaeocarya yunnanensis* San-Ping Xie et Bai-Nian Sun(图1)

**标本:** MMJ3-2208, MMJ3-2209, MMJ3-2210, MMJ3-2211

**产地层位:** 广东茂名盆地黄牛岭组

**地质时代:** 晚始新世

**保存地:** 中山大学生物博物馆

**描述:** 果翅三裂(图1A~C),中裂片倒披针形(图1D),长18.0~24.0 mm,宽5.0~7.6 mm,中裂片上侧脉9~12对;侧裂片倒披针形至倒卵形(图1B),长11.0~15.0 mm,宽4.2~5.0 mm,侧裂片与中裂片之间的夹角约40°~55°;裂片的脉序

为羽状脉,基出中脉1条,可达裂片顶端,二级脉花环状半达缘,三级脉呈不规则网状(图1C);小坚果直径约4.0 mm,保存有少量的毛状体(图1A,B)。

**比较与讨论:** 根据当前化石标本的形态特征,可将其归入胡桃科黄杞亚科中,但由于一些特征如坚果小室的数目、果柄等没有在化石中保存,因此无法确定当前化石与黄杞亚科的哪一个现生属更为接近。在这种情况下,我们将当前化石归入器官属类黄杞属。类黄杞这一器官属的建立,就是为了可以将形态介于黄杞亚科各属之间的化石归入某一特定属中,它包含了几乎所有与黄杞亚科翅果相似的化石。根据当前翅果化石裂片典型的羽状环曲脉序,可将其归入类黄杞属下的单主脉类黄杞组(*Palaeocarya* sect. *Monocosta* Manchester)。当前标本与描述于我国云南上新统的云南类黄杞 *Palaeocarya yunnanensis* (Xie et al., 2010)相比,裂片均呈倒披针形或倒卵形,中裂片与侧裂片的夹角为40°~55°,中裂片上侧脉有9~12对,小坚果上具有毛状结构等,两者主要特征一致,因此当前化石可归入 *P. yunnanensis*。该种化石此前在云南临沧邦卖盆地也有报道,时代为晚中新世(邵洋等,2016)。当前化石标本采自于广东茂名晚始新世黄牛岭组,是迄今发现的该种最早、也是纬度最低的化石记录。

### 2.2 *Palaeocarya guangxiensis* Li et Chen Y. F.

**科:** 胡桃科 Juglandaceae DC. ex Perleb

**属:** 类黄杞属 *Palaeocarya* Saporta, 1873, emend. Manchester, 1987

**种:** 广西类黄杞 *Palaeocarya guangxiensis* Li et Chen Y. F.(图2)

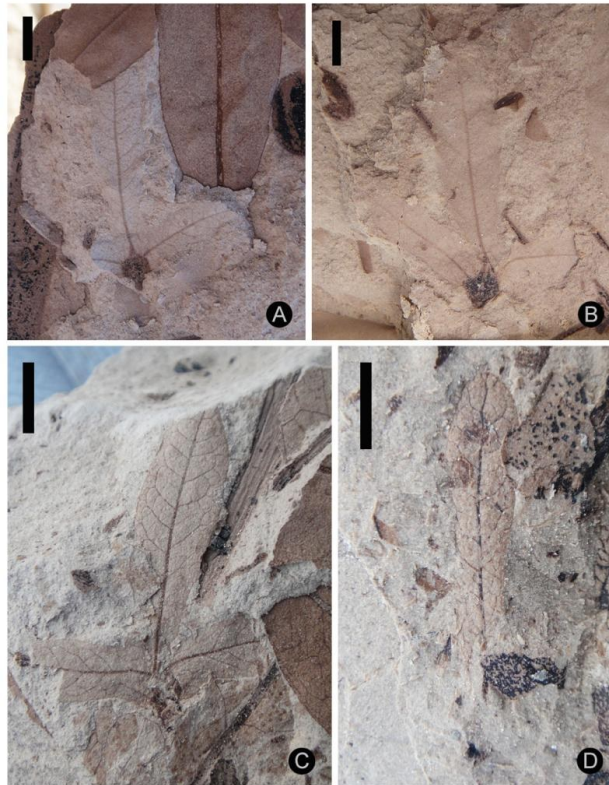
**标本:** MM3A-041a, b, MMLS-114a, b

**产地层位:** 广东茂名盆地尚村组

**地质时代:** 早渐新世

**保存地:** 中山大学生物博物馆

**描述:** 果翅三裂(图2A,B),中裂片倒披针形,长25.0~32.0 mm,宽4.0~7.5 mm;侧裂片卵形,长10.0~23.0 mm,宽3.8~6.0 mm,侧裂片与中裂片之间的夹角约35°~55°;裂片顶端圆钝,脉序为羽状脉,中脉可达裂片顶端(图2A);二级脉排列较规则,中裂片上约9~13对,与相邻二级脉形成脉环;三级脉呈不规则网状;小坚果直径约3.0~3.5 mm,无毛(图2C,E);果柄较短(图2D,F)。



A: 标本 MMJ3-2208, 翅果三裂, 保存有小坚果; B: 标本 MMJ3-2209, 翅果三裂, 中脉直达裂片顶端; C: 标本 MMJ3-2210, 翅果三裂, 中裂片及侧裂片均为羽状脉; D: 标本 MMJ3-2211, 示裂片脉序特征。比例尺=5 mm。  
A: Specimen MMJ3-2208, showing the tri-lobed winged fruit, and the position of nutlet; B: Specimen MMJ3-2209, showing fruit wing tri-lobed, midvein from lobe base till to the top; C: Specimen MMJ3-2210, showing fruit wing tri-lobed, median and lateral lobe venation pinnate; D: Specimen MMJ3-2211, showing the lobe venation feature. Scale bars=5 mm.

图 1 广东茂名上始新统黄牛岭组云南类黄杞 *Palaeocarya yunnanensis* San-Ping Xie et Bai-Nian Sun 翅果化石形态特征

Fig. 1 Winged fruit morphology of *Palaeocarya yunnanensis* San-Ping Xie et Bai-Nian Sun from the upper Eocene Huangniuling Formation of Maoming, Guangdong

**比较与讨论:** 根据当前翅果化石的形态特征, 可将其归入类黄杞属。当前化石与产自广西南明渐新统的广西类黄杞 *Palaeocarya guangxiensis* 的模式标本(李浩敏等, 2003)主要特征一致, 中裂片均呈倒披针形, 小坚果不大, 无毛; 中裂片与侧裂片的夹角为  $35^{\circ} \sim 55^{\circ}$ , 侧脉有 9~13 对, 裂片顶端圆钝。与云南类黄杞相比, 当前化石中裂片及侧裂片稍大, 但小坚果稍小, 且当前化石具有果柄, 小坚果上没有毛状体, 这都与云南类黄杞具有较大的差异。因此, 我们将当前标本定为 *P. guangxiensis*。

### 2.3 *Palaeocarya gaolingensis* Yun-Fa Chen

**科:** 胡桃科 Juglandaceae DC. ex Perleb

**属:** 类黄杞属 *Palaeocarya* Saporta, 1873, emend. Manchester, 1987

**种:** 高岭类黄杞 *Palaeocarya gaolingensis*

Yun-Fa Chen(图 3A~E)

**标本:** MM3A-241a, b, MMLS-127, MMLS-302

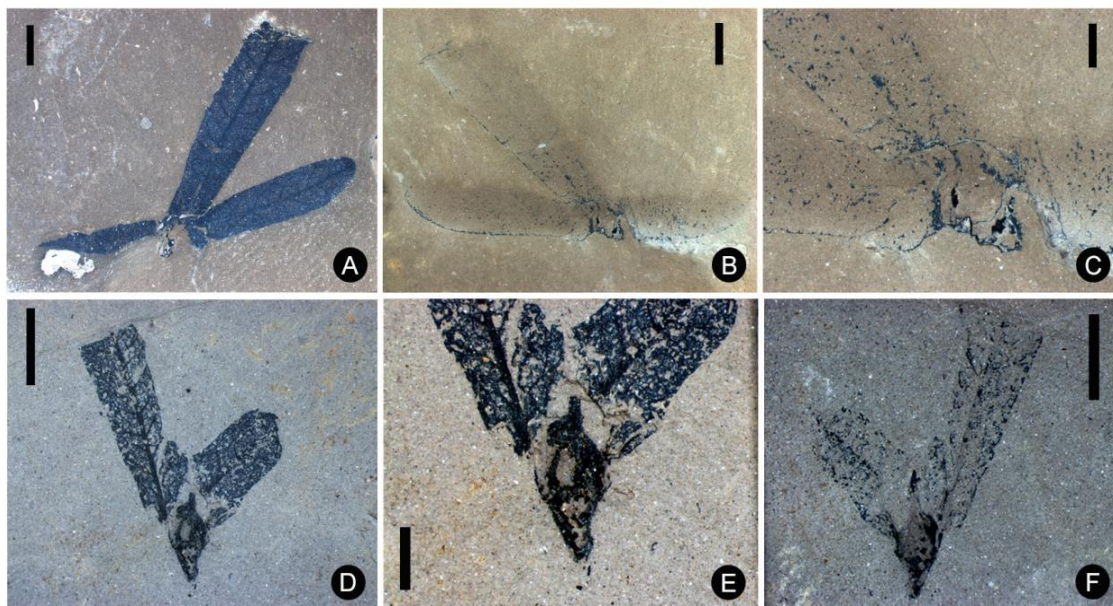
**产地层位:** 广东茂名盆地尚村组

**地质时代:** 早渐新世

**保存地:** 中山大学生物博物馆

**描述:** 果翅三裂(图 3C~D), 中裂片倒披针形(图 3A~B), 长 28.0~34.0 mm, 宽 7.0~8.0 mm; 侧裂片倒卵形(图 3D), 长 16.0~20.0 mm, 宽 4.5~6.0 mm, 侧裂片与中裂片之间的夹角约  $30^{\circ} \sim 50^{\circ}$ ; 裂片边缘全缘, 顶端圆钝; 裂片的脉序为羽状脉, 中脉发达, 可达裂片顶端(图 3A), 二级脉显著, 约 4~7 对, 第一对自中脉基部延伸, 可达裂片长度的 1/2 至 2/3 处(图 3A, E), 其余的二级脉从中脉伸出呈环曲脉序; 三级脉呈不规则网状; 小坚果球形(图 3D), 果柄较长, 约 7.0~10.0 mm(图 3A, C~D)。

**比较与讨论:** 根据当前化石翅果的形态特征,



A: 标本MMLS114a, 三裂片的翅果; B: 标本MMLS114b, 为MMLS114a的负面; C: 图B的放大, 示小坚果的位置及形状; D: 标本MM3A-041a, 示小坚果及裂片特征; E: 图D的放大; F: 标本MM3A-041b, 为MM3A-041a的负面。  
比例尺: A, B, D, F=5 mm, C, E=2 mm。

A: Specimen MMLS114a, showing tri-lobed wing fruit; B: Specimen MMLS114b, counterpart of MMLS114a; C: Enlargement of B, showing the position and shape of nutlet; D: Specimen MM3A-041a, showing the features of nutlet and lobes; E: Enlargement of D; F: Specimen MM3A-041b, counterpart of MM3A-041a. Scale bars: A, B, D, F=5 mm, C, E=2 mm.

图2 广东茂名下渐新统尚村组广西类黄杞 *Palaeocarya guangxiensis* Li et Chen Y. F. 翅果化石形态特征

Fig. 2 Winged fruit morphology of *Palaeocarya guangxiensis* Li et Chen Y. F. from the lower Oligocene Shangcun Formation of Maoming, Guangdong.

可将其归入类黄杞属。当前化石与发现于广西南明渐新世地层的长柄类黄杞 *Palaeocarya longipedicellata* J. L. Dong et B. N. Sun (Dong et al., 2016) 有一些相似之处, 如二者的脉序均为基部近似三出脉, 顶部羽状脉, 果柄均较长。但是二者也有显著的不同, 长柄类黄杞中裂片长 22.0~26.0 mm, 侧裂片长 13.0~14.0 mm, 小于当前标本(中裂片长 28.0~34.0 mm, 侧裂片长 16.0~20.0 mm); 长柄类黄杞第一对基出二级脉的长度仅达裂片长度的 1/3, 而当前化石第一对二级脉可延伸至裂片长度的 1/2~2/3 处。当前化石与发现于广西南明渐新世地层的另一种高岭类黄杞 *P. gaolingensis* (Chen et al., 2014) 相比, 两者中裂片、侧裂片的长度都较为相似, 且在裂片的脉序、二级脉的数目及中裂片与侧裂片之间的夹角大小等这些主要特征上也基本一致, 因此当前化石可归为 *P. gaolingensis*。

#### 2.4 *Palaeocarya hispida* H. H. Meng et Z. K. Zhou

科: 胡桃科 Juglandaceae DC. ex Perleb

属: 类黄杞属 *Palaeocarya* Saporta, 1873, emend. Manchester, 1987

种: 刚毛类黄杞 *Palaeocarya hispida* H.

H. Meng et Z. K. Zhou (图 3F~H)

标本: MM3A-042

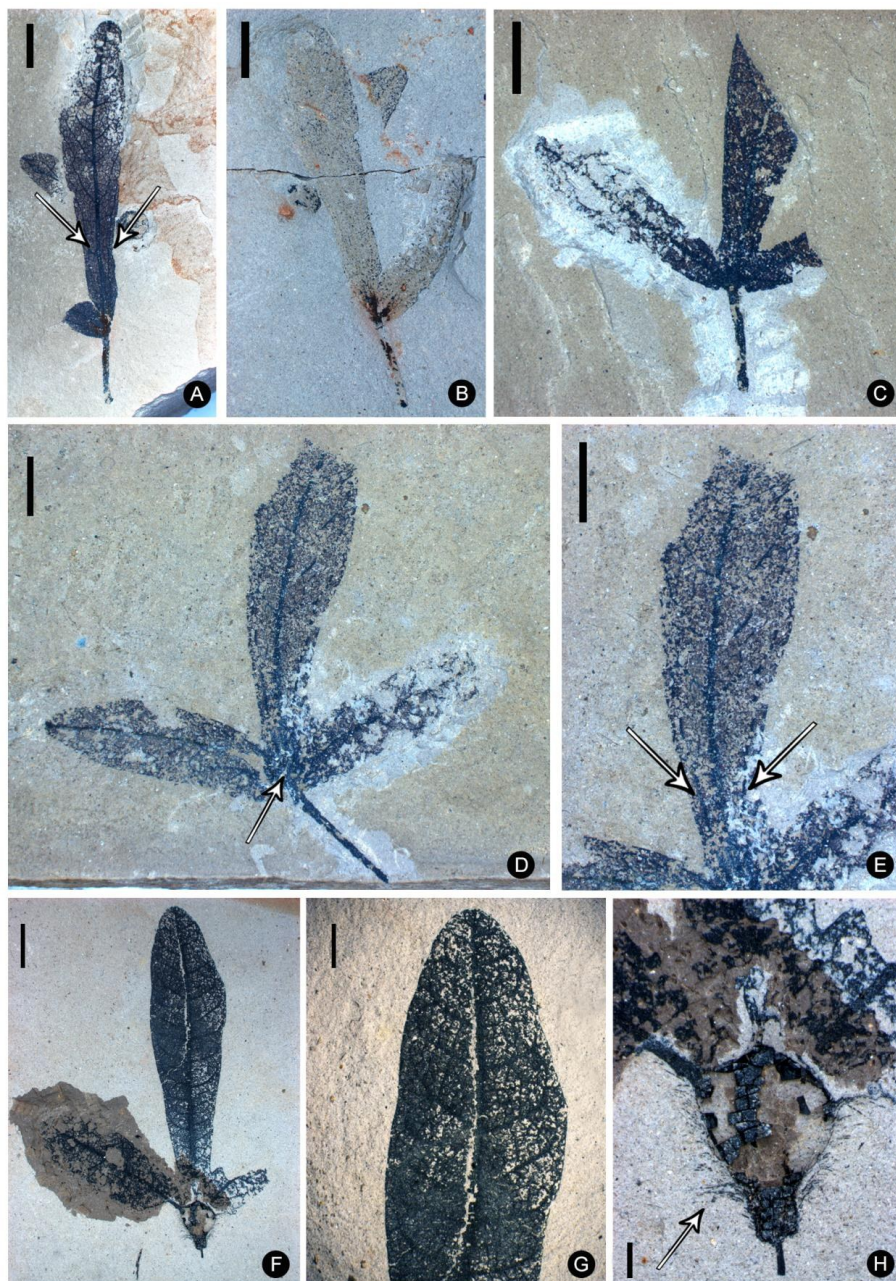
产地层位: 广东茂名盆地尚村组

地质时代: 早渐新世

保存地: 中山大学生物博物馆

描述: 果翅三裂(图 3F), 中裂片倒披针形, 长约 32.0 mm, 宽约 9.0 mm(图 3G); 侧裂片矩圆形, 长约 21.0 mm, 宽 7.0 mm, 侧裂片与中裂片之间的夹角约 40°~45°; 裂片顶端圆钝, 脉序为羽状环曲脉, 中脉发达, 可达裂片顶端(图 3G); 二级脉排列较规则, 中裂片上约 13 对, 与相邻二级脉形成脉环; 三级脉呈不规则网状; 小坚果处于翅果基部, 圆形, 直径约 4.0 mm, 被毛; 果柄较短(图 3H)。

比较与讨论: 根据当前翅果化石的形态特征, 可将其归入类黄杞属。当前化石与产自广西南明渐新统的广西类黄杞 *Palaeocarya guangxiensis* (李浩敏等, 2003) 及产自云南腾冲上新统的长翅类黄杞 *P. longialata* San-Ping Xie et Bai-Nian Sun (Xie et al., 2010) 均有相似之处。与广西类黄杞相比, 两



A: 标本 MM3A-241a, 箭头示第一对二级脉从中脉的基部伸出; B: 标本 MM3A-241b, 为 MM3A-241a 的负面; C: 标本 MMLS-127, 示较长的果柄及三裂的翅果; D: 标本 MMLS-302, 箭头示小坚果的位置; E: 图 D 的放大, 箭头示第一对二级脉从中脉基部伸出。F: 标本 MM3A-042, 三裂的翅果; G: 图 F 的放大, 示中裂片; H: 图 F 的放大, 箭头示小坚果边缘的毛状体。比例尺: A~F=5 mm, G=2 mm, H=1 mm。

A: Specimen MM3A-241a, arrows showing the first pair of the secondary veins diverging from the midvein base; B: Specimen MM3A-241b, counterpart of MM3A-241a; C: Specimen MMLS-127, showing the long pedicel and tri-lobed wing; D: Specimen MMLS-302, arrow showing the nutlet position; E: Enlargement of D, showing the first pair of the secondary veins diverging from the midvein base (arrows). F: Specimen MM3A-042, showing tri-lobed wing fruit; G: Enlargement of F, showing the median lobe; H: Enlargement of F, arrow showing the hispid nutlet. Scale bars: A~F=5 mm, G=2 mm, H=1 mm.

图 3 广东茂名下渐新统尚村组高岭类黄杞 *Palaeocarya gaolingensis* Yun-Fa Chen (A~E) 及刚毛类黄杞 *Palaeocarya hispida* H. H. Meng et Z. K. Zhou (F~H) 翅果化石形态特征

Fig. 3 Winged fruit morphology of *Palaeocarya gaolingensis* Yun-Fa Chen (A-E) and *Palaeocarya hispida* H. H. Meng et Z. K. Zhou (F-H) from the lower Oligocene Shangcun Formation of Maoming, Guangdong

者均为三裂翅果, 裂片具羽状脉, 小坚果较小, 但是它们之间也有明显的区别。譬如, 广西类黄杞的果柄较长, 可达6.0 mm, 而当前化石的果柄很短; 前者的小坚果不被毛, 而后者小坚果边缘具有显著的硬毛。与长翅类黄杞相比, 两者果柄均较短, 且小坚果均被毛。但长翅类黄杞的中裂片长49.0 mm, 侧裂片长25.0 mm, 显著长于当前化石, 而且长翅类黄杞的小坚果非常大, 直径约8.0 mm, 而当前化石的小坚果直径仅约4.0 mm。当前化石与产自云南文山中新统的另一化石种刚毛类黄杞 *P. hispida* (Meng et al., 2015) 相比, 除了裂片上的二级脉对数稍多, 总体形态上(如裂片的长度, 小坚果的大小及小坚果被毛等特征)与刚毛类黄杞基本一致, 因此, 我们将当前标本归于 *P. hispida*。

### 3 类黄杞属植物地理史

类黄杞属化石记录非常丰富, 被广泛报道于北半球的新生代地层中。其中, 迄今发现的时代最早的类黄杞属化石为美国加利福尼亚州早-中始新世地层的 *Palaeocarya nevadensis* (MacGinitie) Manchester (Manchester, 1987, 1989)。另外, 在美国其他地区始新世地层中也广泛发现有该属化石, 如密西西比州的 *P. mississippiensis* (Berry) Manchester (Manchester, 1987); 田纳西州和肯塔基州的 *P. puryearensis* (Berry) Manchester (Berry, 1916; Dilcher et al., 1976; Manning, 1978; Manchester, 1987); 爱德荷州的 *P. uintaensis* (MacGinitie) Manchester (MacGinitie, 1969; Manchester, 1987); 俄勒冈州的 *P. clarnensis* Manchester (Manchester, 1987); 华盛顿州西部的 *P. wolfei* Manchester (Manchester, 1987)。在欧洲和亚洲的始新世地层中也有少量类黄杞属化石报道, 如德国梅塞尔的 *P. sp.* (Manchester et al., 1994); 奥地利蒂罗尔州、捷克 Kučlín、德国梅塞尔的 *P. macroptera* (Brongniart) Jählich, Friederick and Takac (Jählich et al., 1977, 1984; Manchester, 1987); 中国海南岛的 *P. sp.* (Jin, 2009)。渐新世时期, 类黄杞属的分布更为广泛, 亚洲地区发现的化石有: 中国广西的 *P. koreanica* (Oishi) Manchester, *P. gaolingensis* Chen, *P. guangxiensis* Li et Chen, *P. huashanensis* Chen et Wang, *P. longipedicelata* Dong et Sun, *P. ningmingensis* Li et Chen (李浩敏等, 2003; Chen et al., 2014, 2018; Dong et al., 2016); 中国吉林和

俄罗斯锡霍特山脉的 *P. koreanica* (Manchester, 1987; Guo et al., 2002); 北美地区有美国俄勒冈州和阿拉斯加州的 *P. olsoni* (Brown) Manchester (Wahrhaftig et al., 1969; Manchester, 1987); 得克萨斯州的 *P. puryearensis* (Berry, 1916; Manchester, 1987); 俄勒冈州西部的 *P. willamettensis* Manchester (Manchester, 1987); 欧洲地区有法国阿尔米桑的 *P. oxyptera* (Saporta) Manchester (Manchester, 1987); 德国哈瑟尔巴赫、罗特和博尔纳、捷克 Sulečice、法国阿尔米桑和马诺斯克的 *P. macroptera* (Jählich et al., 1977, 1984; Manchester, 1987)。中新世时期, 类黄杞属仍有较广泛的分布, 化石记录主要分布于亚洲和欧洲, 如中国江西、韩国、日本北海道和本州岛发现的 *P. koreanica* (Huzioka et al., 1981; Manchester, 1987; He et al., 2021); 中国云南的 *P. hispida* Meng et Zhou (Meng et al., 2015), *P. lincangensis* Shao et Xie (邵洋等, 2016), *P. longialata* Xie et Sun (Xie et al., 2010), *P. yunnanensis* Xie et Sun (Xie et al., 2010); 德国穆尔德斯陶塞和施普伦贝格、捷克 Mokřina、奥地利施蒂利亚州的 *P. macroptera* (Jählich et al., 1977, 1984; Manchester, 1987); 另外在北美也有少量类黄杞属化石报道, 如美国爱德荷州的 *P. olsoni* (Manchester, 1987)。上新世地层类黄杞属的化石记录较少, 主要报道于亚洲和欧洲, 如印度东部恰尔肯德邦的 *P. indica* Hazra, Hazra M. et Khan (Hazra et al., 2021); 中国云南的 *P. guangxiensis*, *P. koreanica*, *P. longialata* 和 *P. yunnanensis* (Xie et al., 2010); 德国桑格豪森的 *P. macroptera* (Jählich et al., 1977, 1984; Manchester, 1987)。

从上述类黄杞属的化石记录看, 始新世与渐新世时期, 该属的分布南北跨度较大, 分布纬度最低的是发现于中国海南岛中始新世地层中的 *Palaeocarya sp.*, 分布纬度最高的是发现于美国阿拉斯加州渐新世地层中的 *P. olsoni*; 在中新世时期, 类黄杞属的分布范围逐渐缩小, 不再出现于高纬度地区; 到了上新世时期, 主要分布于中国云南、印度恰尔肯德邦等纬度较低的地区。总体看类黄杞属的地史分布要远广于现生黄杞亚科物种的分布范围。该属自始新世逐渐南迁, 这一分布趋势与新生代全球气候逐渐变冷的趋势相适应 (Zachos et al., 2001; Meng et al., 2015; 邵洋等, 2016)。目前关于类黄杞属的起源时间及地点还不甚明确, 但通过以往的化石记录以及当前茂名化

石的研究, 该属植物翅果的脉序类型至少在始新世就已经开始演化, 其与现代的黄杞属及美黄杞属可能有共同的祖先。在北半球新生代地层中发现的类黄杞属的一些种, 如广布于欧洲的 *P. macroptera*, 分布于北美的 *P. clarnensis*, 分布于东亚

的 *P. koreanica* 和 *P. ningmingensis* 等, 以及分布于云南、广西和广东等中国南部的 *P. yunnanensis*, *P. guangxiensis*, *P. gaolingensis* 和 *P. hispida*, 可能都是这个祖先类型向黄杞属-美黄杞属演化过程中的不同中间类型。

### 参考文献:

- 广东省地质矿产局, 1988. 中华人民共和国地质矿产部地质专报(一)区域地质第9号, 广东省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社.
- 郭敏, 周明文, 李瑞, 等, 2009. 广东茂名盆地油页岩成矿因素分析[J]. 华南地质与矿产, 25(2): 47-51.
- 匡可任, 李沛琼, 1979. 中国植物志(第21卷)[M]. 北京: 科学出版社.
- 李殿超, 朱建伟, 严焕榕, 等, 2006. 广东省茂名盆地油页岩的沉积特征及分布规律[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 36(6): 938-943.
- 李浩敏, 陈运发, 陈耿娇, 等, 2003. 广西南明第三纪类黄杞翅果化石[J]. 古生物学报, 42(4): 537-547.
- 路安民, 1982. 论胡桃科的地理分布[J]. 植物分类学报, 20(3): 257-274.
- 邵洋, 李斌科, 张思航, 等, 2016. 云南临沧晚中新世类黄杞及其古生物地理意义[J]. 古生物学报, 55(4): 482-494.
- 严焕榕, 朱建伟, 李殿超, 等, 2006. 茂名盆地金塘矿区油页岩特征及形成条件[J]. 世界地质, 25(4): 407-410.
- 余金凤, 吴作基, 1983. 广东茂名盆地茂五井的孢粉组合及其地质时代的探讨[J]. 地层学杂志, 7(2): 112-118+163-164.
- ALEKSANDROVA G N, KODRUL T M, JIN J H, 2015. Palynological and paleobotanical investigations of Paleogene sections in the Maoming Basin, South China [J]. Stratigr Geol Correl, 23(3): 300-325.
- BERRY E W, 1916. The lower Eocene floras of southeastern North America [M]. Washington: Government Printing Office.
- CHEN Y, MANCHESTER S R, SONG Z, et al, 2014. Oligocene fossil winged fruits of tribe Engelhardieae (Juglandaceae) from the Ningming Basin of Guangxi Province, South China [J]. Int J Latest Res Sci Techno, 3(5): 13-17.
- CHEN Y, WANG H, LIUFU Y, et al, 2018. A new species of *Palaecarya* (Juglandaceae) from the Ningming Basin in Guangxi, South China [J]. Phytotaxa, 367(1): 55-62.
- DILCHER D L, POTTER Jr F W, CREPET W L, 1976. Investigations of angiosperms from the Eocene of North America: Juglandaceous winged fruits [J]. Am J Bot, 63(5): 532-544.
- DONG J L, WANG W J, DENG P, et al, 2016. New material of *Palaecarya* from the Oligocene of Ningming, Guangxi, South China [J]. PalZ, 90(2): 399-412.
- FRIIS E M, 1983. Upper Cretaceous (Senonian) floral structures of juglandalean affinity containing normapollenes pollen [J]. Rev Palaeobot Palynol, 39(1/2): 161-188.
- GUO S X, ZHANG G F, 2002. Oligocene Sanhe flora in Longjing County of Jilin, northeast China [J]. Acta Palaeontol Sin, 41(2): 193-210.
- HAZRA T, HAZRA M, KUMAR S, et al, 2021. First fossil evidence of *Palaecarya* (Engelhardioideae: Juglandaceae) from India and its biogeographical implications [J]. J Syst Evol, 59(6): 1307-1320.
- HE W L, WANG X J, 2021. A Miocene flora from the Toupai Formation in Jiangxi Province, southeastern China [J]. Palaeoworld, 30(4): 757-769.
- HERMAN A B, SPICER R A, ALEKSANDROVA G N, et al, 2017. Eocene-early Oligocene climate and vegetation change in southern China: Evidence from the Maoming Basin [J]. Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol, 479: 126-137.
- HUZIOKA K, KOGA T, 1981. The middle Miocene daijima-type floras in southwestern border of northeast Honshu, Japan [J]. J Geogr Chigaku Zasshi, 90(4): 235-246.
- JÄHNICHEN H, FRIEDRICH W L, TAKÁČ M, 1984. Engelhardioid leaves and fruits from the European Tertiary, Part II [J]. Tert Res, 6(3): 109-134.
- JÄHNICHEN H, MAI D H, WALTHER H, 1977. Blätter und Früchte von *Engelhardia* lesch. ex bl. (Juglandaceae) aus dem europäischen tertiär [J]. Feddes Repert, 88(5/6): 323-363.
- JIN J, 2009. Two Eocene fossil fruits from the Changchang Basin of Hainan Island, China [J]. Rev Palaeobot Palynol, 153(1/2): 150-152.
- MacGINITIE H D, 1941. A middle Eocene flora from the

- central Sierra Nevada[M]. Washington: Carnegie Institution of Washington Publication.
- MacGINITIE H D, 1969. The Eocene Green River flora of northwestern Colorado and northeastern Utah [M]. Berkeley: University of California Press.
- MANCHESTER S R, 1987. The fossil history of the Juglandaceae[J]. *Monogr Syst Bot Mo Bot Gard*, 21: 1–137.
- MANCHESTER S R, 1989. Early history of the Juglandaceae [J]. *Plant Syst Evol*, 162: 231–250.
- MANCHESTER S R, COLLINSON M E, GOTH K, 1994. Fruits of the Juglandaceae from the Eocene of Messel, Germany, and implications for early Tertiary phytogeographic exchange between Europe and western North America[J]. *Int J Plant Sci*, 155(3): 388–394.
- MANCHESTER S R, DILCHER D L, 1982. Pterocaryoid fruits (Juglandaceae) in the Paleogene of North America and their evolutionary and biogeographic significance[J]. *Am J Bot*, 69(2): 275–286.
- MANNING W E, 1959. *Alfaroa* and *Engelhardtia* in the new world[J]. *Bull Torrey Bot Club*, 86(3): 190–198.
- MANNING W E, 1978. The classification within the Juglandaceae[J]. *Ann Mo Bot Gard*, 65(4): 1058–1087.
- MANOS P S, SOLTIS P S, SOLTIS D E, et al, 2007. Phylogeny of extant and fossil Juglandaceae inferred from the integration of molecular and morphological data sets [J]. *Syst Biol*, 56(3): 412–430.
- MENG H H, SU T, HUANG Y J, et al, 2015. Late Miocene *Palaeocarya* (Engelhardiaceae: Juglandaceae) from southwest China and its biogeographic implications[J]. *J Syst Evol*, 53(6): 499–511.
- REID E M, CHANDLER M E J, 1933. The London Clay flora [M]. London: British Museum (Natural History).
- SAPORTA G, 1873. Etudes sur la vegetation du sud-est de la France a l'epoque tertiaire. Suppl. I: Revision de flore des gypses d'Aix[J]. *Ann Sci Nat*, 18: 81–244.
- STONE D E, 2010. Review of new world *Alfaroa* and old world *Alfaropsis* (Juglandaceae) [J]. *Novon A J Bot Nomencl*, 20(2): 215–224.
- The Angiosperm Phylogeny Group, 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV[J]. *Bot J Linn Soc*, 181(1): 1–20.
- WAHRHAFTIG C, WOLFE J A, LEOPOLD E B, et al, 1969. The coal-bearing group in the Nenana coal field, Alaska [M]. Washington: United States Government Printing Office.
- WANG J, LI H, ZHU Z, et al, 1994. Magnetostratigraphy of Tertiary rocks from Maoming Basin, Guangdong Province, China [J]. *Chin J of Geochem*, 13(2): 165–175.
- WOLFE J A, 1973. Fossil forms of Amentiferae[J]. *Brittonia*, 25(4): 334–355.
- XIE S, SUN B, DILCHER D L, et al, 2010. Numerical taxonomy of *Palaeocarya* (Juglandaceae) from the Mangbang Formation of West Yunnan, China [J]. *Rev Palaeobot Palynol*, 162(2): 193–202.
- ZACHOS J, PAGANI M, SLOAN L, et al, 2001. Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to present[J]. *Science*, 292(5517): 686–693.

(责任编辑 张冰)