

doi:10.3799/dqkx.2011.051

黔西滇东地区早三叠世早期植物化石研究的新进展

陈建华¹, 喻建新², 黄其胜¹, Jean Broutin³, 宋倩倩¹, 陈斌¹

1. 中国地质大学地球科学学院, 湖北武汉 430074

2. 中国地质大学生物地质与环境地质教育部重点实验室, 湖北武汉 430074

3. 巴黎第六大学古植物学和古生态学实验室, 法国巴黎 75005

摘要: 早三叠世华南地区海相沉积广为发育, 陆相沉积仅在海南岛和康滇古陆的东缘零星分布, 植物化石非常罕见。报道的植物化石采自黔西滇东陆相岔河剖面宣威组顶部、海陆过渡相密德剖面和土城剖面的卡以头组下部, 与晚二叠世晚期宣威组植物化石比较, 植物类型单调, 保存较破碎, 共计 14 属 31 种, 其中以 *Annalepis* 为主的石松纲 5 种; 楔叶纲 5 种; 真蕨纲包括 7 种形态类型, 种子蕨纲 6 种; 大羽羊齿类 6 种; 另未鉴定类型 2 种。从纲级分类看, 植物化石以石松纲和种子蕨纲为主要成分, 类型较多, 数量较大。这些植物化石不仅包括前人报道的该地区同一时期所有植物化石, 而且发现许多具有地层意义和演化意义的新类型, 如石松类 *Annalepis* (脊囊属) 植物化石 (*A. zeilleri*, *A. brevicystis*)、种子蕨类 *Peltaspermum* (盾籽属)、*Lepidodendron* (鳞木属) 等。它们与早三叠世早期的海相动物化石 (Bivalves, Ostracods, Brachiopods 和 Ammonites) 同层或之上出现, 其地质时代暂属早三叠世早期。鉴于 *Annalepis* 在全球三叠纪地层分布时限及广布性, 提出以 *Annalepis* 的首次出现作为海陆过渡相三叠纪沉积的开始。通过对该植物组合中其成分的生态分析, 结合岩性特征, 认为黔西滇东地区早三叠世早期处在湿润的气候条件下。

关键词: 早三叠世早期; 植物组合; 古气候; 脊囊属; 黔西滇东; 地层学。

中图分类号: Q914

文章编号: 1000-2383(2011)03-0500-11

收稿日期: 2010-10-20

New Research Progress on the Paleoflora in the Earliest Triassic of Western Guizhou and Eastern Yunnan, South China

CHEN Jian-hua¹, YU Jian-xin², HUANG Qi-sheng¹, Jean Broutin³, SONG Qian-qian¹, CHEN Bin¹

1. Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

2. Key Laboratory of Biogeology and Environmental Geology of Ministry of Education, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

3. Laboratory of Paleobotany and Paleocology, University Paris 6, Paris 75005, France

Abstract: Early Lower Triassic plants are little known in China, especially in South China. This paper presents the paleofloral assemblage from the top of Xuanwei and the lower of the Kayitou Formations in western Guizhou and eastern Yunnan, China. Fossil plants in this area (*Annularia shirakii*, *Lobatannularia* sp., *Paracalamites stenocostatus*, *Gigantopteris* sp., *Pecopteris* sp., which are all the Permian relicts) from the bottom of the Kayitou Formation described by other people in 1970s are covered. In addition, many important new fossil plants in the evolution during the Permian-Triassic interval, such as Isoetes *Annalepis* (including *A. zeilleri*, *A. brevicystis*), Peltaspermae *Peltaspermum* (including *P. martinsii*, *P. lobutalum*, *P.* sp.), *Lepidodendron* and *Stigmaria* and so on are also reported. Both the new type and the “*Gigantopteris*-flora” relicts are characterized with the Early Triassic Induan paleofloral features in South China. This paleofloral assemblage contains 31 species in 14 genera. These fossil plants are in association with an early Lower Triassic marine fauna (Bivalves, Ostracods, Brachiopods and Ammonites). So the geological age of this paleoflora is Early Triassic Induan stage, while the FAD of *Annalepis* is regarded as the marker, representing the beginning of Triassic. Based on analyzing paleoflora and limnology of the top of Xuanwei and the lower of Kayitou Formations, it is concluded that tropical and humid conditions persisted in western Guizhou and eastern Yunnan throughout the Permian and Earliest Triassic.

Key words: Earliest Triassic; paleoflora; paleoclimate; FAD of *Annalepis*; western Guizhou and eastern Yunnan, China; stratigraphy.

基金项目: 国家自然科学基金项目 (Nos. 40730209, 40839903, 40972002).

作者简介: 陈建华 (1983-), 男, 工程师, 从事古生物与地层学研究。E-mail: chenjh.2003@yahoo.com.cn

我国有关早三叠世植物化石的正式报道始于20世纪70年代末。王立新等(1978)首次报道山西沁水盆地早三叠世和尚沟组的 *Pleuromeia* 化石,引起国内外古植物学家的关注;与此同时,周志炎和厉宝贤(1979)报道了海南琼海县九曲江早三叠世晚期植物化石,并建立了华南该时期 *Neuropteridium-Voltzia* 植物组合,从而为华南早三叠世植物群的研究奠定了基础。此后,孟繁松(1992)又对该地区做了许多研究工作,使早三叠世晚期植物群内容更加丰富。20世纪80年代以来,有关华北早三叠世研究不断取得新进展,特别是对石千峰群中、上部(即刘家沟组和和尚沟组)早三叠世植物研究(Wang and Wang, 1982;王自强和王立新, 1989, 1990),建立了早三叠世早期刘家沟组的 *Pleuromeia jiaochengensis* 植物组合和早三叠世晚期和尚沟组的 *Pleuromeia sternbergii* 植物组合。这些重要成果的取得,不仅明确了华南、华北早三叠世植物群具有与西欧斑砂岩(Buntsandstein)植物群基本相同的性质,而且为研究二叠纪末生物大灭绝后陆地植物的复苏提供了新材料。

早三叠世海相沉积几乎遍布于整个华南地区,陆相沉积仅在海南岛和康滇古陆的东缘、贵州西部和云南东部零星分布,植物化石非常罕见。据报道,华南早三叠世早期植物仅见于黔西滇东交界处二叠系—三叠系界线之上的下三叠统底部(姚兆奇, 1978),其层位大致相当于中国西南地区飞仙关组下部的 *Claraia wangi* 带和 *C. stachi* 带,主要分子有 *Paracalamites stenocostatus* Gu et Zhi, *Annularia shirakii* Kawasaki, *Lobatannularia multifolia* Kon'no et Asama, *Pecopteris* sp., *Gigantopteris* sp. 等。这个组合属种单调,其成分均为晚二叠世华夏植物群的子遗分子。由于含这些植物化石层位之下产早三叠世早期的双壳类,如 *Unionites fassaensis* (Wissmann), *Pteria ussuria variabilis* Chen et Lan, *Leptochondria bittneri* (Kiparisova), *Myophoria* (*Neoschizodus*) *ovata* Goldfuss 等,从而佐证了此组合属早三叠世早期。

本文报道的植物化石采自黔西滇东地区陆相岔河剖面、海陆交互相密德剖面和土城剖面(图1)。有关这3条剖面的二叠纪—三叠纪界线的划分前人已做过长期研究(王尚彦和殷鸿福, 2001;杨逢清等, 2005;Yin et al., 2007;Yu et al., 2007a, 2007b, 2010)。3条剖面含早三叠世早期植物化石种类丰富,不仅包括姚兆奇(1978)发现于该地区同一地质

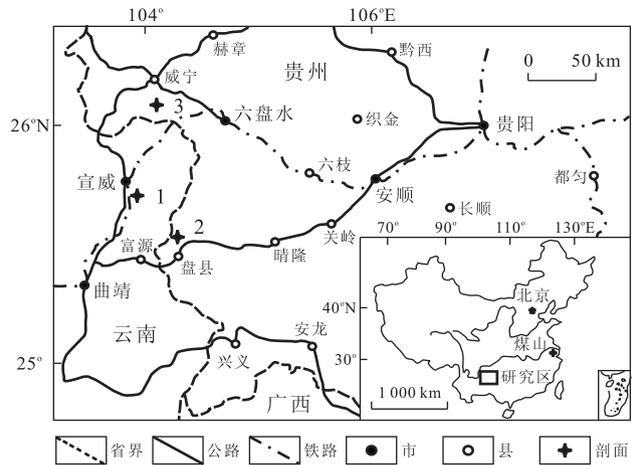


图1 研究区交通和剖面位置

Fig. 1 Traffic and section location of studying area, western Guizhou and eastern Yunnan

1. 密德部分; 2. 土城部分; 3. 岔河部分

时期的所有类型,而且出现许多具有重大地质意义的属种,如 *Annalepis*, *Peltaspermum* 等。这批植物化石的获得,不仅成为了解和研究华南早三叠世植物面貌的重要材料,而且对阐述古植物地理分区、植物群的迁移、古植物事件等均提供了重要依据。

1 剖面岩性特征和植物化石分布

本文研究的陆相岔河剖面、海陆过渡相密德剖面和土城剖面为一系列连续沉积的二叠系—三叠系界线剖面(图2),地层出露完整,其岩石地层单位自老至新分为宣威组、卡以头组和东川组。宣威组是一套以灰黄色砂岩和粉砂岩为主夹有煤层或煤线的陆源碎屑沉积,植物化石丰富。卡以头组整合于宣威组之上,由一套黄色、灰黄色泥岩、粉砂岩夹砂岩或硅质岩组成,无煤层或煤线,含植物化石较少。

早三叠世的植物化石主要出现在宣威组的顶部及卡以头组中、下部(表1)。目前,就已知3个剖面植物化石保存状况看,多为异位埋葬型(Allochthonous burial)和植物碎片埋葬。

现将3条剖面早三叠世早期植物产出情况简述如下:

1.1 陆相岔河剖面

早三叠世植物化石产于两层界线粘土层(66f~h和68层)之上的69层、70层和71层,它们均属宣威组顶部。其中69层为晚二叠世华夏植物群的子遗分子,如 *Gigantopteris*, *Lobatannularia*, *Compsopteris* 等,化石保存较好;70层和71层为可供鉴定植

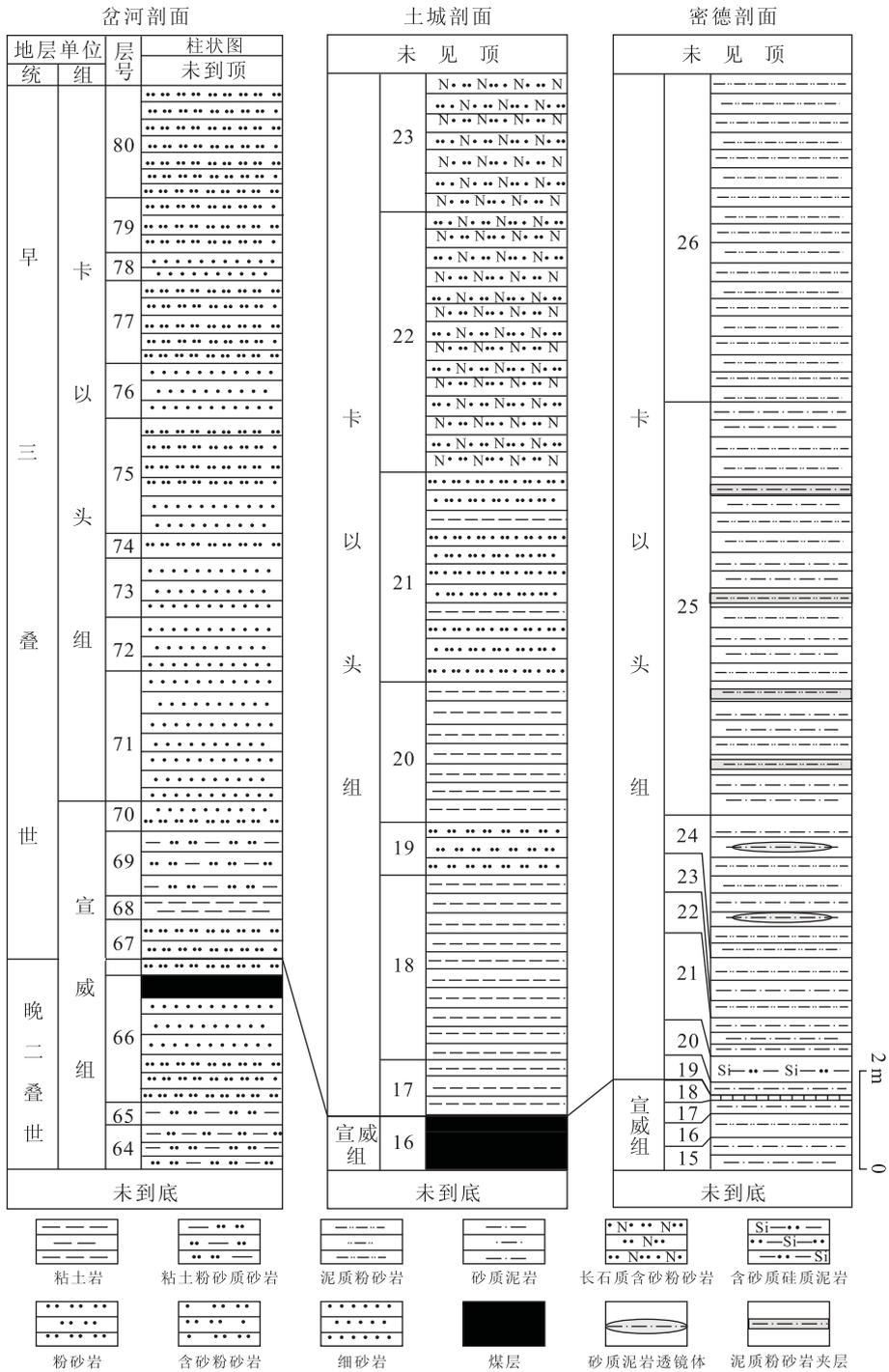


图 2 海陆交互相密德和土城剖面、陆相盆河剖面早三叠世卡以头组岩性柱状图

Fig. 2 Permian-Triassic boundary interval and the Lower Triassic Kayitou Formation of the mide, Tucheng and Chahe sections, western Guizhou and eastern Yunnan, South China

物碎片化石,如 *Peltaspermum*, *Pecopteris* (表 1).

1.2 海陆交互相密德剖面

该剖面位于云南宣威密德乡,早三叠世早期植物化石产自卡以头组的下部. 19 层、20 层和 21 层植物化石属异位埋葬型,属种单调但数量较多,见有 *Annalepis*, *Pecopteris*, *Peltaspermum*, *Stigmara*

和 *Paracalamites* 等,与植物化石伴生的还有早三叠世海相双壳类化石 *Unionites*, *Pteria* 等和腕足动物化石 *Lingula*. 在 22 层、23 层、24 层和 25 层有大量植物碎片、可能属于肋木属 (*Pleuromeia*) 的原位大孢子 (megaspores in situ) 和丰富的海相双壳类化石 (*Leviconcha*, *Pteria*, *Towapteria*, *Unionites* 等)、

表 1 研究区早三叠世植物化石层位分布

Table 1 Vertical distributions of Early Triassic fossil plants from the mide, Tucheng and Chahe sections, western Guizhou and eastern Yunnan, South China

属种名单	云南宣威								盘县土城							威宁岔河			
	16	19	20	21	22	23	24	25	17	18	19	20	21	22	23	24	69	70	71
石松纲植物																			
<i>Lepidodendron</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stigmaria ficoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Stigmaria</i> sp.	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Annalepis zeilleri</i>	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Annalepis brevicystis</i>	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
楔叶纲植物																			
<i>Paracalamites stenocostatus</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paracalamites</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Calamites</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Lobatamularia multifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Lobatamularia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
真蕨纲植物																			
<i>Sphenopteris</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Pecopteris</i> sp.	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-
<i>Pecopteris elegantula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Pecopteris gracilentia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Pecopteris arcuata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Pecopteris taiyuanensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Rajahia guizhouensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
种子蕨纲植物																			
<i>Peltaspermum martensii</i>	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Peltaspermum lobotalum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Peltaspermum</i> sp.	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+
<i>Neuropteridium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Compsopteris contracta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Compsopteris punctinervis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
大羽羊齿类植物																			
<i>Gigantonoclea guizhouensis</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Gigantonoclea lagrelii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Gigantonoclea</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
<i>Gigantopteris nicotianae folia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Gigantopteris dictyophylloides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-
<i>Gigantopteris</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-

腕足(*Lingula*)、菊石(*Ophiceras*)和介形虫(*Langdaia*, *Hollinella*)。

1.3 海陆交互土城剖面

贵州盘县土城剖面与密德剖面相差 40 km 左右,两剖面出现的动、植物化石非常相似,植物化石稳定地产自 3~4 个层位。同样,在土城剖面卡以头组底部 17 层和 18 层发现了 *Annalepis*, *Pecopteris*, *Peltaspermum*, *Stigmaria* 和 *Lepidodendron* 等,并同时发现早三叠世海相双壳类化石 *Unionites*, *Towapteria* 和 *Pteria* 等,腕足动物化石 *Lingula*。22 层和 23 层发现了大量可供鉴定的 *Gigantonoclea*, *Gigantopteris*, *Pecopteris*, *Peltaspermum martensii* 等属植物碎片和双壳类化石 *Unionites*。24 层仅有海相化石出现。

2 植物组合特征

宣威组顶部和卡以头组下部的植物组合类型相对于该地区晚二叠世晚期宣威组中、上部要少,允许鉴定到种级的类型就更少,但本文报道的这个小型植物组合却显示出一些重要的基本特征和地质意义。

2.1 植物学特征

本组合计 14 属 31 种,其中以 *Annalepis* 为主的石松纲 5 种;楔叶纲 5 种;真蕨纲包括形态类型 7 种;种子蕨纲 6 种;大羽羊齿类 6 种;另未鉴定类型 2 种(表 1)。从纲级分类看,这个组合以石松纲和种子蕨纲为主要成分,类型较多,数量较大。

密德和土城两剖面所采集到新类型之一: *Annalepis*(脊囊属)化石都是以散落的单个孢子叶形式保存的。该属归于石松纲水韭目水韭科,草本,多

丛生,是一类海岸边缘沼泽陆生植物(Fliche, 1910; 孟繁松等, 2000)。目前发现的 *Annalepis* 植物化石有 *A. zeilleri*, *A. brevicystis* 及原位大孢子,它们仅仅出现在海陆交互剖面,如密德剖面的 19 层、21 层和 22 层,土城剖面的 17 层和 18 层。该属化石始现于早三叠世早期,灭绝于晚三叠世早期。有关 *Annalepis* 属的地质分布、演化意义等已在另文发表(喻建新等, 2008; Yu et al., 2010),在此不再赘述。

岔河、密德和土城 3 条剖面所采集到新类型之二: *Peltaspermum*(盾籽属)化石,数量较多,但保存欠佳,孢子叶和营养叶均有出现,该属归于种子蕨科。本文报道的 *Peltaspermum* 植物化石有 *P. martinsii*, *P. lobulatum* 等。这些化石出现在密德剖面的 19 层、21 层和 22 层,土城剖面的 17 层、18 层、22 层和 23 层和岔河剖面的 70 层、71 层。本属分布广泛,见于欧亚大陆晚二叠世—三叠纪和南非中三叠世;我国南、北方晚二叠世—中三叠世均有出现。

晚二叠世残余分子大羽羊齿类植物化石保存较差,多为植物碎片,但叶脉清晰可见,可鉴定到属的有 *Gigantopteris* 和 *Gigantoclea*。文中研究的 3 条剖面均有保存。组合中其他植物化石名称及出现的层位详见表 1。

综上所述,黔西滇东宣威组顶部和卡以头组下部植物组合代表一个以石松纲、种子蕨纲为主;真蕨纲、楔叶纲和大羽羊齿类次之,而松柏纲十分贫乏的植物类群。笔者参考前人对华南晚二叠世晚期(李星学, 1995)、早三叠世(周志炎和厉宝贤, 1979; 孟繁松, 1992)和中三叠世(孟繁松等, 2000)植物组合中的石松植物的分布与演替情况后,提出以混生大羽羊齿植物的特有石松植物作为组合名称命名。黔西滇东宣威组顶部和卡以头组下部植物组合暂被称为混生晚二叠世晚期大羽羊齿子遗分子的脊囊植物组合。

2.2 生物地层学特征

有关我国南方早三叠世植物化石的研究,始于周志炎和厉宝贤(1979)对海南岛琼海县九曲江一带岭文组的研究,曾报导有 18 属 20 种;1995 年增为 28 属 38 种(李星学, 1995),它们是 *Equisetites*、*Phyllothea*、*Neocalamites*、*Neuropteridium*、*Albertia*、*Voltzia*、*Glyptolepis* 等。岭文组植物化石属种有许多与西欧斑砂岩植物群相同,且产植物化石的岭文组层位及岩性与西欧斑砂岩非常相近,它们同属早三叠世晚期,即奥伦尼克期,建立早三叠世晚

期 *Neuropteridium-Voltzia* 植物组合。本文新建立的混生晚二叠世晚期大羽羊齿子遗分子的脊囊植物组合与岭文组的植物组合相比,有明显不同。新植物组合中石松类 *Annalepis*, 种子蕨类 *Peltaspermum* 非常繁盛,晚二叠世大羽羊齿植物残留分子依然存在,未见岭文组中占统治地位的松柏类植物化石。所以,在地质时代上,黔西滇东宣威组顶部和卡以头组下部的混生晚二叠世晚期大羽羊齿子遗分子的脊囊植物组合比海南岭文组 *Neuropteridium-Voltzia* 植物组合要早。

与华北早三叠世早期刘家沟组 *Pleuromeia jiaochengensis* 植物组合(王自强和王立新, 1989)相比,两个植物群在组成上都是十分单调的,均以石松类植物为主,并有种子蕨植物大量存在。不同的是本文报道的植物组合是以 *Annalepis* 为主,而刘家沟组以石松类的 *Pleuromeia*(肋木属)繁盛。虽然两个植物群在组成上存在差别,但仍可反映出华南、华北在早三叠世早期草本石松类植物进入繁盛时期。这与全球范围内早三叠世各个植物区均以石松类植物为主是一致的。黔西滇东地区混生晚二叠世晚期大羽羊齿子遗分子的脊囊植物组合化石在扫描电镜下有肋木属大孢子发现(将有另文发表)。在黔西滇东宣威组顶部和卡以头组下部虽然未发现 *Pleuromeia*,但随着研究的不断深入,今后在此发现 *Pleuromeia* 化石是有可能的。

当前组合与著名的西欧斑砂岩(Buntsandstein)植物群相比,存在明显的区别:(1)松柏纲在斑砂岩植物群中占显著位置,而宣威组顶部和卡以头组下部植物组合中的松柏植物稀少;(2)本组合中种子蕨纲占显要地位,而西欧斑砂岩植物群中,该植物非常贫乏;(3)西欧斑砂岩植物群的绝大多数有属,如 *Pleuromeia*、*Anomopteris*、*Crematopteris*、*Neuropteridium*、*Schizoneura*、*Voltzia*、*Willisostrobus*、*Yuccites* 等在本文组合中均未出现。我们知道,斑砂岩植物群产于斑砂岩上部层位,具有浓厚的中生代植物特征,该植物群时代属早三叠世晚期至中三叠世早期(Schimper and Mougeot, 1844; Blanckenhorn, 1886; Grauvogel-Stamm, 1978)。由此可见,保存有晚二叠世大羽羊齿植物化石的宣威组顶部和卡以头组下部植物组合时代要早于西欧斑砂岩植物群。

安加拉早三叠世植物化石比较稀少,仅通古斯克盆地早三叠世植物群属种相对较多。该植物群以真蕨类占绝对优势,种子蕨类居于次要地位,松柏类则极为单调。该植物群基本上是晚二叠世安加拉植

化石种类	二叠纪		三叠纪	
	晚二叠世		早三叠世	
	吴家坪期	长兴期	印度期	奥仑尼克期
双壳 <i>Unionites fassaensis</i> <i>Unionites canalensis</i> <i>Towapteria scythica</i> <i>Leviconcha orbicularis</i> <i>L. praeorbicularis</i> <i>Pteria ussurica</i> <i>P. ussurica variabilis</i> <i>P. munchisoni leshanensis</i> <i>Bakevella exporrecta linearis</i> <i>Eumorphotis</i> sp. <i>Neoschizodus laevigata</i> <i>Promayalina vetusta minuta</i> <i>Gervillia pannonica</i>				
腕足 <i>Lingula fuyuanensis</i> <i>L. borealis</i>				
菊石 <i>Ophiceras</i> sp.				
介形 <i>Hollinella tingi</i> <i>Langdaia suboblonga</i>				

图 3 黔西滇东密德和土城剖面部分动物化石分布时限
Fig. 3 Global stratigraphical ranges of marine fossils from Kayitou Formation of the Mide and Tucheng sections, western Guizhou and eastern Yunnan, South China

物群的延续,与我国早三叠世植物群迥然相异.故与本文报道的植物群无法进行比较.

冈瓦纳早三叠世植物群 (Mcloughlin *et al.*, 1997),无论是在分类上还是在植物群特征上都很难与我国早三叠世植物群相联系及比较.澳大利亚植物群在早三叠世最早是以盾籽植物、石松类、盔籽植物和松柏类为主,蕨类在植物群中逐渐发展.该地区最早报道的早三叠世植物群是鲍恩盆地早三叠世植物群 (Wood and Beeston, 1986; Cantrill and Webb, 1998).此植物群种类较少,主要是草本石松类植物,如 *Skilliostrobus*, *Cylostrobus* 和早三叠世特征属种的肋木植物 (White, 1981).笔者新发现植物群与该植物群相比,共同特征是两个植物群均以草本石松植物占统治地位.

通过上述同一时期不同植物地理区系下植物组合对比分析,结合黔西滇东宣威组顶部和卡以头组下部所产的动物化石分布时限 (图 3),将这一植物组合的地质时代定为早三叠世早期 (印度期) 是合适的,并结合 *Annalepis* 的分布时限,提出以 *Annalepis* 首次出现作为华南海陆交互三叠纪沉积的开始.

3 早三叠世早期古气候初探

黔西滇东地区宣威组顶部到卡以头组下部地层

中保存的植物群表明二叠纪—三叠纪过渡时期,二叠纪残存分子与早三叠世早期新生分子共同存在并促进植物在早三叠世的复苏.一些繁盛于晚二叠世的类型如: *Gigantopteris*, *Gigantonoclea*, *Lobatanularia*, *Paracalamites*, *Pecopteris*, *Stigmaria* 和 *Lepidodendron* 在 P-T 之交的大灭绝事件中幸存下来,与早三叠世早期大量繁盛的新生分子石松类水韭科脊囊属植物 *Annalepis* 的出现共同组成早三叠世植物群面貌.

晚二叠世宣威组地层发现了大量成煤植物化石,如 *Lepidodendron*, *Paracalamites*, *Cordaites*, *Gigantopterids* 等,煤层或煤线经常出现,有的还接近 P-T 界线.据此推测,二叠纪末黔西滇东地区为温湿型气候,但不排除受到北方干旱气候的影响.该区在早三叠世早期卡以头组虽然煤层缺失,但从植物组成成分看,成煤植物仍然存在,如 *Lepidodendron*, *Paracalamites*, *Gigantopterids* 等,它们与 *Annalepis* 同层出现, *Gigantopterids* 植物碎片甚至比 *Annalepis* 出现层位更高.

Stigmaria 是一种在含煤地层中发现的 *Sigillaria* 和 *Lepidodendron* 等成煤植物的根座结构化石,通常原位保存于煤层之下,但是在黔西滇东地区晚二叠世地层中, *Stigmaria* 却常常在不含煤层或不在煤层之下的地层发现.在早三叠世印度期早期地层中, *Stigmaria* 经常与 *Gigantopterids*, *Annalepis*, *Paracalamites*, *Lepidodendron* 的单个叶座同层埋藏.这些植物均代表潮湿的气候类型,与华北早三叠世红层中发现的代表干旱气候的植物群截然不同 (图 4).这种潮湿的条件显然更适宜大羽羊齿类植物的残存,造就了该地区二叠纪末陆地植物滞后灭绝,促进早三叠世早期陆地植物超前复苏.

4 结论

综上所述,在全球范围内早三叠世各个植物地理区都是以石松类植物为主.中国华南黔西滇东地区早三叠世印度期早期为潮湿气候条件, *Annalepis* 大量繁盛,成为优势属种.同时存在的还有 *Peltaspermum* 和二叠纪大羽羊齿残留分子,它们共同构成早三叠世早期中国华南植被面貌.混生晚二叠世晚期大羽羊齿子遗分子的脊囊植物组合的发现不仅填补了华南晚二叠世长兴期 *Gigantonoclea guizhouensis*-*Szecladia multinervia* 植物组合 (李星学, 1995; Yao *et al.*, 2000) 到早三叠世奥仑尼克

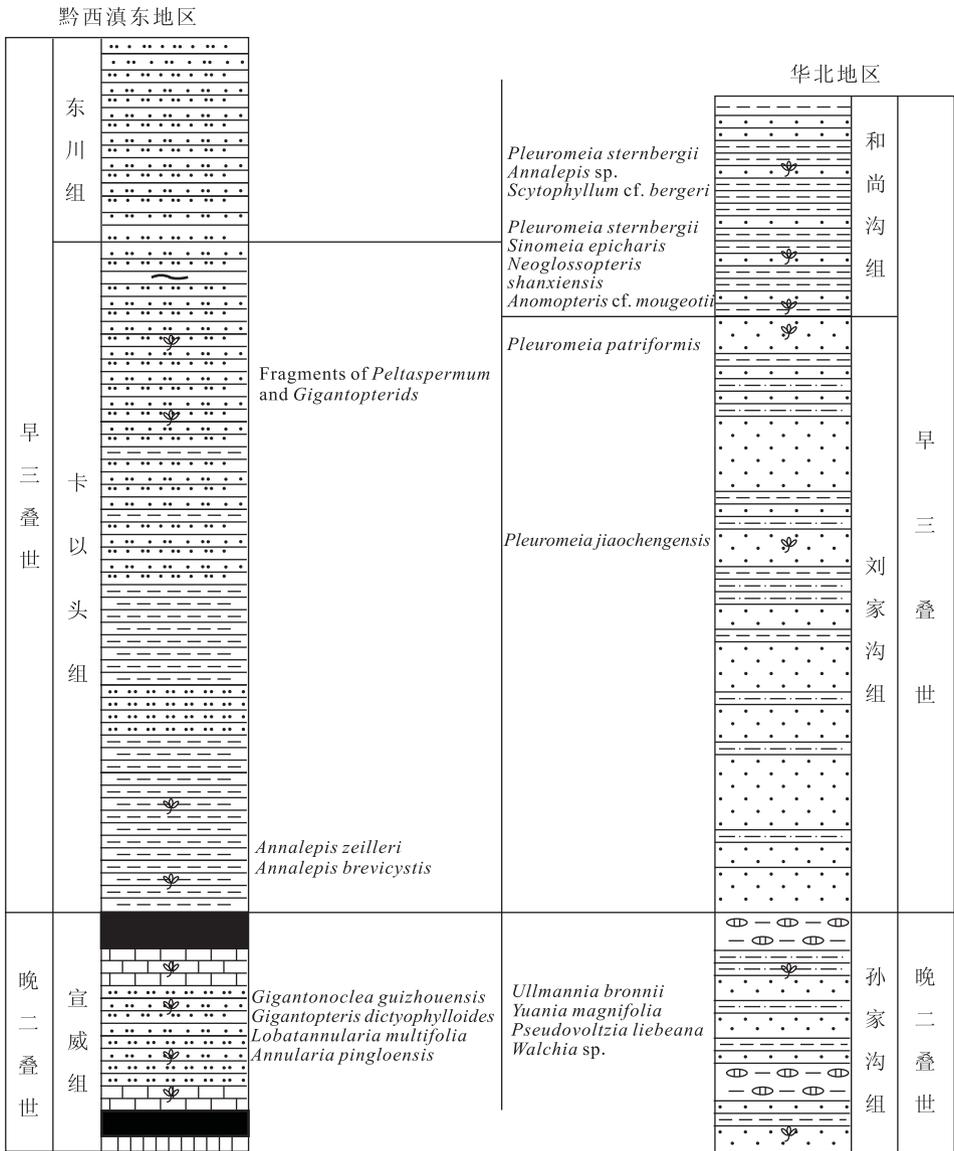


图 4 黔西滇东与华北地区晚二叠世至早三叠世植物化石和沉积特征对比

Fig. 4 Correlating to mainly paleoflora elements and sedimentary characteristic between western Guizhou and eastern Yunnan and North China

期 *Neuropteridium-Voltzia* 植物组合(周志炎和厉宝贤, 1979; 孟繁松, 1992) 的演化空白, 提出以 *Annalepis* 首次出现作为华南海陆交互相三叠纪沉积的开始. 该植物组合的建立对研究华南早三叠世植物群面貌和全球二叠纪、三叠纪之交区域植物演替具有重要意义.

致谢: 文中双壳类、腕足类和菊石类化石分别由中国地质大学(武汉)吴顺宝教授、王治平教授和杨逢清教授鉴定; 介形类由中国地质大学(武汉)周修高教授鉴定; 参加野外剖面实测和化石采集的冯庆来教授、顾松竹老师和田云涛、焦育峰、安晓红、张木辉、朱萌、施张燕和潘文静等同学在此一并表示感谢.

References

Blanckenhorn, M., 1886. Die fossile flora des buntsandsteins und des muschelkalks der umgegend von commern. *Palaeontographica*, 32; 117-153.

Cantrill, D. J., Webb, J. A., 1998. Permineralized pleuromiid lycosid remains from the Early Triassic Arcadia Formation, Australia. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 102; 189-211. doi: 10.1016/S0034-6667(98)80005-5

Fliche, P., 1910. Flore fossile du Trias en Lorraine et en France-Comte. *Bulletin Social Science Nancy*, III (11): 1-297.

Grauvogel-Stamm, L., 1978. La flore du Gres a *Voltzia*

- (Buntsandstein superieur) des Vosges du Nord (France), Morphologie, Anatomie, Interpretations phylogénique et paleogeographique. *Science Geology Memoiry*, 50: 1—225.
- Li, X. X., 1995. Fossil floras of China through the geological ages. Guangdong Science and Technology Press, Guangdong, 229—253 (in Chinese).
- McLoughlin, S., Lindstrom, S., Drinnan, A. N., 1997. Gondwana floristic and sedimentological trends during the Permian-Triassic transition; new evidence from the Amery group, northern Prince Charles Mountains, East Antarctica. *Antarctica Science*, 9(3): 281—298.
- Meng, F. S., 1992. Fossil plants. In: Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, ed., *Geology in Hainan Island (I): stratigraphy and paleontology*. Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- Meng, F. S., Zhang, Z. L., Niu, Z. J., 2000. Primitive Lycopsid flora in the Yangtze valley of China and systematics and evolution of Isoetes. Hunan Science and Technology Publishing House, Changsha (in Chinese).
- Schimper, W. P., Mougeot, A., 1844. Monographie des plantes fossiles du Gres bigarre de la chaîne des Vosges. In: Engelmann, ed., *Plants-Fossiles-France-Vosges*, Leipzig, 83.
- Wang, L. X., Xie, Z. M., Wang, Z. Q., 1978. On the occurrence of *Pleuromeia* from the Qinshui basin in Shanxi Province. *Acta Palaeontologica Sinica*, 17(2): 195—212 (in Chinese with English abstract).
- Wang, S. Y., Yin, H. F., 2001. Discovery of microspherules in claystone near the terrestrial Permian-Triassic boundary. *Geological Review*, 47(4): 411—414 (in Chinese with English abstract).
- Wang, Z. Q., Wang, L. X., 1982. A new species of the Lycopsid *Pleuromeia* from the Early Triassic of Shanxi, China and its ecology. *Palaeontology*, 25(1): 215—225.
- Wang, Z. Q., Wang, L. X., 1989. Headway made in the studies of fossil plants from the Shiqianfeng Group in North China. *Shanxi Geology*, 4(1): 23—40 (in Chinese with English abstract).
- Wang, Z. Q., Wang, L. X., 1990. Later Early Triassic fossil plants from upper part of the Shiqianfeng Group in North China. *Shanxi Geology*, 5(2): 97—154 (in Chinese with English abstract).
- White, M. E., 1981. *Cyclomeia undulata* (Burgess) gen. et comb. nov., a lycopod of the Early Triassic strata of New South Wales. *Records of Australian Museum*, 33(16): 723—734.
- Wood, G. R., Beeston, J. W., 1986. A Late Permian lycopod cone, *Skulliostrobus* sp. cf. *S. australis* Ash 1979 from Queensland. *Geological Survey*, 387: 41—49.
- Yang, F. Q., Yin, H. F., Yu, J. X., et al., 2005. Study of the terrestrial Permian—Triassic boundary of the Chahe section, Weining, Guizhou Province. *Science in China (Ser. D)*, 35(6): 519—529 (in Chinese).
- Yao, Z. Q., 1978. On the age of “*Gigantopteris* Coal Series” and *Gigantopteris*-Flora in South China. *Acta Palaeontologica Sinica*, 17(1): 81—89 (in Chinese with English abstract).
- Yao, Z. Q., Liu, L. J., Rothwell, G. W., et al., 2000. *Szecladia* new genus, a Late Permian conifer with multiveined leaves from South China. *Journal of Paleontology*, 74(3): 524—531. doi: 10.1666/0022—3360(2000)074<0524:SNGALP>2.0.CO
- Yin, H. F., Yang, F. Q., Yu, J. X., et al., 2007. An accurately delineated terrestrial Permian-Triassic boundary and its implication. *Science in China (Ser. D)*, 50(9): 1281—1292. doi: 10.1007/s11430—007—0048—2
- Yu, J. X., Peng, Y. Q., Yang, F. Q., et al., 2007a. Terrestrial events across the Permian-Triassic boundary along the Yunnan-Guizhou border, SW China. *Global and Planetary Change*, 55: 193—208. doi: 10.1016/j.gloplacha.2006.06.013
- Yu, J. X., Broutin, J., Berthelin, M., et al., 2007b. Early Early Triassic macroflora from the lower part of the Kayitou Formation in western Guizhou and eastern Yunnan, South China. *Journal of China University of Geosciences*, 18: 401—403.
- Yu, J. X., Broutin, J., Huang, Q. S., et al., 2010. *Amalepis*, a pioneering Lycopsid genus in the recovery of the Triassic land flora in South China. *Comptes Rendus Palevol*, 9(8): 479—486. doi: 10.1016/j.crpv.2010.09.004
- Yu, J. X., Huang, Q. S., Broutin, J., et al., 2008. The early Early Triassic *Amalepis* from western Guizhou and eastern Yunnan, South China. *Acta Palaeontologica Sinica*, 47(3): 292—300 (in Chinese with English abstract).
- Zhou, Z. Y., Li, B. X., 1979. A preliminary study of the Early Triassic plants from the Qionghai district, Hainan Island. *Acta Palaeontologica Sinica*, 18(5): 444—463 (in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

- 李星学, 1995. 中国地质时期植物群. 广东: 广东科技出版社, 229—253.
- 孟繁松, 1992. 古植物. 见: 地矿部宜昌地质矿产研究所编, 海南岛地质(一), 地层古生物. 北京: 地质出版社.
- 孟繁松, 张振来, 牛志军, 等, 2000. 长江流域原始石松植物群

及水韭目植物分类与演化. 长沙: 湖南科学技术出版社.

王立新, 谢志民, 王自强, 1978. 山西沁水盆地早三叠世肋木属的发现及其地层意义. 古生物学报, 17(2): 195—212.

王尚彦, 殷鸿福, 2001. 滇黔地区陆相二叠系—三叠系界线附近粘土岩中发现微球粒. 地质评论, 47(4): 411—414.

王自强, 王立新, 1989. 华北石千峰群早三叠世早期植物化石. 山西地质, 4(1): 23—40.

王自强, 王立新, 1990. 华北石千峰群早三叠世晚期植物化石. 山西地质, 5(2): 97—154.

杨逢清, 殷鸿福, 喻建新, 等, 2005. 贵州威宁岔河陆相二叠系—三叠系界线地层研究. 中国科学(D辑), 35(6): 519—529.

姚兆奇, 1978. 华南“大羽羊齿煤系”和大羽羊齿植物群的时代. 古生物学报, 17(1): 81—89.

喻建新, 黄其胜, Broutin, J., 等, 2008. 黔西滇东早三叠世早期 *Annalepis* (脊囊属) 的出现及其地层意义. 古生物学报, 47(3): 292—300.

周志炎, 厉宝贤, 1979. 海南岛琼海县九曲江早三叠世植物的初步研究. 古生物学报, 18(5): 444—463.

图版说明

所有标本分别保存在中国地质大学(武汉)地古教研室和法国巴黎第六大学古植物学和古生态学实验室.

图版 I

(图版 I 中除特别标注外, 比例尺线段均代表 3 mm)

1, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13 *Annalepis zeilleri* Fliche

1. 登记号: YXM(B)-19-23; 产地层位: 云南宣威密德剖面, 第 19 层.

6. 登记号: YXM(B)-21-9; 产地层位: 云南宣威密德剖面, 第 21 层.

7. 登记号: YXM(B)-19-43; 产地层位: 云南宣威密德剖面, 第 19 层.

8. 登记号: YXM(B)-21-31; 产地层位: 云南宣威密德剖面, 第 21 层.

9. 登记号: YXM(B)-21-15; 产地层位: 云南宣威密德剖面, 第 21 层.

11. 登记号: YXM(B)-21-18; 产地层位: 云南宣威密德剖面, 第 21 层.

12. 登记号: YXM(B)-21-60; 产地层位: 云南宣威密德剖面, 第 21 层.

13. 登记号: YXM(B)-21-6; 产地层位: 云南宣威密德剖面, 第 21 层.

2, 3, 4, 5, 10, 14, 15 *Annalepis brevicystis* Meng

2. 登记号: GPT-17-6; 产地层位: 贵州盘县土城剖面, 第

17 层.

3. 登记号: YXM(B)-21-57; 产地层位: 云南宣威密德剖面, 第 21 层.

4. 登记号: YXM(B)-19-18; 产地层位: 云南宣威密德剖面, 第 19 层.

5. 登记号: YXM(B)-19-16; 产地层位: 云南宣威密德剖面, 第 19 层.

10. 登记号: YXM(B)-19-21; 产地层位: 云南宣威密德剖面, 第 19 层.

14. 登记号: YXM(B)-21-63; 产地层位: 云南宣威密德剖面, 第 21 层.

15. 登记号: YXM(B)-21-27; 产地层位: 云南宣威密德剖面, 第 21 层.

16 同层埋藏的大量 *Annalepis* 植物化石

16. 登记号: YXM(B)-21-55; 产地层位: 云南宣威密德剖面, 第 21 层.

图版 II

(图版 II 中除特别标注外, 比例尺线段均代表 1 mm)

1, 2, 3 *Peltaspermum martinsii* (Harris) Poort & Kerp
1, 2, 3. 登记号: GPT-23-7, GPT-23-8, GPT-23-9; 产地层位: 贵州盘县土城剖面, 第 23 层.

4 Indet type 1

4. 登记号: YXM(B)-25-4; 产地层位: 云南宣威密德剖面, 第 25 层.

6 Indet type 2

6. 登记号: GPT-17-11; 产地层位: 贵州盘县土城, 第 17 层.

5 原位大孢子

5. 登记号: YXM(B)-25-2; 产地层位: 云南宣威密德剖面, 第 25 层.

7 *Gigantonoclea* sp.

7. 登记号: GPT-23-7; 产地层位: 贵州盘县土城剖面, 第 23 层.

8 *Gigantopteris* sp.

8. 登记号: GPT-22-9; 产地层位: 贵州盘县土城剖面, 第 22 层.

9 *Stigmaria* sp.

9. 登记号: GPT-17-2; 产地层位: 贵州盘县土城, 第 17 层.

10, 11 Isolated leaf cushions of *Lepidodendron*

10. 登记号: GPT-17-1; 产地层位: 贵州盘县土城, 第 17 层.

11. 登记号: GPT-18-1; 产地层位: 贵州盘县土城, 第 18 层.

12 ? *Peltaspermum* sp.

12. 登记号: GPT-22-6; 产地层位: 贵州盘县土城剖面, 第 22 层.

13 *Peltaspermum lobatum* Wang et Wang

13. 登记号: GPT-22-1; 产地层位: 贵州盘县土城剖面, 第 22 层.

图版 I



图版 II

