

滇西保山地区丁家寨组生物群的时代

——兼评化石再沉积假说*

方宗杰¹⁾ 王玉净¹⁾ 石光荣²⁾ 周志澄¹⁾ 肖荫文³⁾

1) 中国科学院南京地质古生物研究所 南京 210008

2) 澳大利亚迪肯大学水产科学和自然资源管理学院

3) 云南省地矿局区调所 玉溪 653100

提要 首次系统描述保山地区丁家寨组的笔石类化石,详细讨论丁家寨组所产笔石类和腕足类动物群及孢粉植物群的时代和性质,提出丁家寨组的时代应与华南早二叠世的紫松阶相当,即相当于国际上的 Asselian 阶至 Sakmarian 阶。确认丁家寨组不存在不同时代化石的再沉积混杂或大量化石时代倒置的异常现象。丁家寨组出现特提斯型 *Eoparafusulina* 动物群;腕足类组合属介于西澳区和泰马区之间的过渡动物群,西澳区的色彩较浓;孢粉组合则属具有一定北方色彩的亲澳大利亚孢粉植物群。这些不同来源的生物群共同出现在丁家寨组,显然与保山地块当时在古特提斯中介于南北之间的中间位置相关。

关键词 笔石类 腕足类 孢粉植物群 古特提斯 再沉积 丁家寨组 早二叠世 保山地区

丁家寨组系 1:20 万保山幅区调报告创立,在保山地区分布广泛,岩相、厚度比较稳定,由滨海—浅海相砾岩、含砾砂岩—砂岩、粉砂岩、泥岩、灰岩组成较完整的海进旋回,整合于卧牛寺组玄武岩之下,平行不整合于铺门前组之上,当时定时代为晚石炭世。杨宗仁(1983)较为系统地讨论了保山地区石炭系的划分,认为丁家寨组的笔石群完全可与太原群或马平群的 *Triticites* 带对比。以后的学者(包括笔者在内)大多沿用了这一时代意见,包括最近出版的《云南省岩石地层》(张远志主编,1996)。聂泽同等(1993)首先对此表示了不同意见,并提出了再沉积假说,认为丁家寨组的化石大部分属早二叠世,但也混杂有少数再沉积的石炭纪笔石、珊瑚、腕足类等;他们主要依据腕足类化石,将丁家寨组的时代厘定为 Sakmarian 晚期至 Artinskian 期。方润森(1994)描述发表了丁家寨组上部的腕足类化石,却将时代定为石炭纪 Bashkirian 期至 Gzhelian 期。石光荣等(Shi *et al.*, 1996)对丁家寨组的腕足类化石进行系统的研究,同时系统厘订了聂泽同等(1993)和方润森(1994)图示的腕足类化石名单;根据与帝汶岛和

西澳大利亚同期腕足类动物群的比较,认为时代属 Sakmarian 期晚期至 Artinskian 期早期,更倾向于属 Sakmarian 晚期(Sterlitamakian)。这一意见与聂泽同等(1993)基本相同,但对再沉积的假说提出了异议。王向东等(Wang *et al.*, 1998)最近指出丁家寨组的笔石可能属萨克马尔期,但未作进一步讨论。

迄今为止,在解决丁家寨组时代问题上起关键作用的笔石类化石尚未得到充分研究,为此,本文作者之一(王玉净)在本文将对它们进行描述报道。此外,以往对丁家寨组时代问题的讨论主要依据产自上部的化石,而下部则一直缺乏具有时代鉴定意义的化石资料。本次工作我们在金鸡剖面近下部的深灰色泥岩中获得宝贵的孢粉材料(由杨伟平鉴定),高联达(1998)也发表了丁家寨组孢粉植物群的研究成果,这就为全面讨论丁家寨组的时代及生物群的区系性质等问题创造了条件。

1 丁家寨组生物群的时代问题

1.1 笔石

收稿日期:1998-11-13

*国家自然科学基金项目(No. 49672147)成果之一

丁家寨组的笔石类灰岩以透镜体状夹于上部的灰岩层中,笔石类在其中异常密集,呈生物滩状产出,经笔者之一(王玉净)鉴定,名单如下:*Eoparafusulina pseudosimplex* (Chen), *E. pusilla* (Schellwien), *E. contracta* (Schellwien), *Schwagerina schencki* Skinner et Wilde, *S. quasivulgaris* Lin, *S. cf. paranana* Zhou, Sheng et Wang, *Triticites stuckenbergi* Rauser. 此动物群以 *Eoparafusulina* 和 *Schwagerina* 两属占据优势, *Triticites* 仅出现少量分子。其中 *Eoparafusulina* 属的 3 个种地理分布很广,常见于我国华南各省的马平组或船山组中上部和新疆塔里木盆地西南缘克孜里奇曼组和康克林组, *E. contracta* 和 *E. pusilla* 还在日本、意大利和俄罗斯等地找到过。 *Schwagerina schencki* 目前仅见于北美加利福尼亚北部 Wolfcampian 期 McCloud 灰岩 D 带,在我国尚属首次发现。 *S. quasivulgaris* 见于我国云南广南、广西南丹、湖南邵东马平组中上部。 *S. paranana* 也曾在我国云南广南马平组中上部见有报道。 *Triticites stuckenbergi* 的时限较长,在俄罗斯地台和乌拉尔地区出现在晚石炭世晚期,在我国广西宜山见于 *Triticites simplex* 亚带至 *Spheroschwagerina spherica gigas* 亚带和 *Eoparafusulina bocki* 亚带,在云南广南马平阶上部和八宝阶下部也有发现。 *Eoparafusulina* 属从 *Spheroschwagerina* 带开始出现,在 *Spheroschwagerina*, *Pseudoschwagerina*, *Rugosofusulina*, *Quasifusulina*, *Triticites* 种群大量消亡之后进入繁盛期,此时往往形成以它为特征的动物群,种群繁杂,个体数目多,从而成为早二叠世中期一个重要的带化石。丁家寨组笔石类动物群虽然分异度偏低,属种仍显单调,但归入 *Eoparafusulina* 带范畴似无疑问。

盛金章、金玉 (Sheng and Jin, 1994)把中国的二叠系分为下统船山统,中统阳新统,上统乐平统。船山统又分为 2 个阶,即下部紫松阶和上部隆林阶。紫松阶包含 3 个笔石带,分别为 *Spheroschwagerina fusiformis* - *Pseudoschwagerina* 带, *Spheroschwagerina moelleri* 带和 *Robustoschwagerina schellwieni* - *R. ziyunensis* 带。在未发现 *Robustoschwagerina* 属的地区,以 *Eoparafusulina* 带与 *R. schellwieni* - *R. ziyunensis* 带对比。同年,金玉等 (Jin et al., 1994)初步确定的国际二叠系年代地层工作表,下统为乌拉尔统,内分 3 个阶,即 Asselian 阶, Sakmarian 阶和 Artinskian 阶。由于乌拉尔地区 Sakmarian 阶笔石类动物群的土著性和局限性,很难与其

它地区,包括中国华南的笔石类动物群进行比较,因此,Leven (1992)和盛金章 (Sheng, 1992)都提议,在特提斯区以 *Paraschwagerina mira* - *Robustoschwagerina schellwieni* 带和 *Pamirina* 带与乌拉尔的 Sakmarian 阶比较。金玉等 (Jin et al., 1994)将 *Eoparafusulina* 带之底对应于 Sterlitamakian 亚阶的底界。因此,丁家寨组的 *Eoparafusulina* 动物群可以与紫松阶上部 *Robustoschwagerina schellwieni* - *R. ziyunensis* 带对比,大致和国际上的 Sakmarian 阶上部 (Sterlitamakian) 相当。紫松阶则大致相当于 Asselian 阶和 Sakmarian 阶之和。

1.2 孢粉植物群

我们在金鸡剖面的丁家寨组采集了孢粉样品交杨伟平研究,其中仅在暗色泥岩层底部(位近剖面下部)采集的样品分析出孢粉化石 (97-JJ-4),名单如下: *Microbaculispora tentula*, *Pseudoreticulatispora confluens*, *Jayantisporites variabilis*, *Horriditriletes tereteangulatus*, *Indotriradites niger*, *Vittatina fasciolata*, *Weylandites lucifer*, *W. magmus*, *Protohaploxylinus limpidus*, *P. amplus*, *P. rugatus*, *Striatopodocarpites cancellatus*, *Striatoabieites multistriatus*, *Retusotriletes diversiformis*, *R. sp.*, *Verrucosisporites cf. andersonii*, *Calamospora microrugosa*, *Limitisporites cf. rectus*, *Plicatipollenites* spp., *Auroraspora sp.*, *Diclyotriletes sp.*, *Interradispora sp.*, *Sahnites* spp. (Yang, 1997)。杨认为这一组合可直接归入澳大利亚的 *Pseudoreticulatispora confluens* 孢粉带的范畴,但未提供定量统计方面的资料。最近,高联达 (1998)在丁家寨组获得更为丰富的孢粉化石,共 40 属 55 种和变种,样品分别采自保山云瑞街剖面 and 卧牛寺剖面,其中 16 个样品来自丁家寨组中部的黑色砂质泥岩,另有 2 个样品来自顶部的黑色泥岩,它们的层位似乎高于 97-JJ-4。值得注意的是,高的名单与杨的名单不甚相同,相同的种名只有 5 个。造成这种差异的原因也许与采集层位上的差异相关,但不排除有主观鉴定方面的因素。根据高的统计,单囊粉占孢粉总量的 50% - 60%,以 *Plicatipollenites*, *Parasaccites*, *Barakarites*, *Potonieisporites*, *Wilsonites*, *Florinites*, *Cannanoropollis* 等属为主;双囊粉约占 25% - 30%,以具肋类型 *Striatopodocarpites* 和 *Protohaploxylinus* 占优;孢子虽仅占 10% - 15%,但冈瓦纳的色彩甚为浓厚,如

Microbaculispora tentula, *Interradispora daedala*, *I. robusta*, *Horriditriteles ramosus*, *Acanthotriteles superbus*, *Microfoveolatispora directa* 等。高认为这一孢子植物群可与西澳大利亚的 Unit I 至 Unit III 及东澳大利亚的 Stage 1 和 Stage 2 孢粉组合对比,时代为 Asselian 期至 Sakmarian 期。

关于澳大利亚石炭—二叠系界线的位置,大致存在两种意见。以 Balme 为代表的孢粉学者主张以裸子植物花粉,尤其是具肋类型的丰度和分异度的明显增加作为标志,认为这是植物进化的一次重大事件,强调这一事件在世界上基本上是同时发生的。为此,他们主张以西澳 Unit III 之底或东澳 Stage 3a 之底作为二叠系之底 (Balme, 1980; Playford, 1985; Balme and Backhouse, 1993)。也就是说,他们倾向于将 Unit II 和 Stage 2 孢粉组合置于石炭系顶部。然而,近年来的研究表明,在亚安加拉区,以裸子植物,尤其是具肋双囊粉占优势的孢粉组合 (GSPD 组合), Bashikirian 晚期至 Moscovian 早期即已出现,这一事件显然是穿时的 (欧阳舒等, 1993, 1994; Ouyang, 1996)。另一方面,以 Dickins 和 Archbold 为代表的学者则主张将 Unit II 和 Stage 2 置于二叠系底部 (Dickins, 1963; Archbold, 1982, 1984; Archbold and Dickins, 1991; Archbold *et al.*, 1993)。根据澳大利亚西部 Canning 盆地的资料,产 Unit II 孢粉组合的 Winifred 组之上为 Carolyn 组,其中发现典型的冷水动物群分子 *Deltopecten*, ? *Eurydesma* 等 (Skwarko, 1993), 即 Dickins (1963) 的 Stage A 组合,时代属 Tastubian 期 (Archbold, 1982; Archbold and Dickins, 1991)。Carolyn 组之上即 Nura Nura 段,产 Sterlitamakian 期菊石,即 Dickins (1963) 的 Stage B 组合。值得注意的是,在 Carolyn 组和其上的 Nura Nura 段,均产 Unit III 孢粉组合。最近,Roberts 等 (1995) 采用高灵敏度高分辨率离子探针法 (SHRIMP) 对单颗粒锆石进行 U—Pb 法同位素年龄测定,对乌拉尔地区和澳大利亚东部的二叠系进行年代地层对比研究,证实了 Dickins 和 Archbold 为代表的对比意见,即将东澳的 *Trigonotreta campbelli* 带 (= *T. n. sp. zone* of Archbold and Dickins, 1991) 与乌拉尔的 Asselian 阶对比。由上看来,将 Unit III 孢粉组合的时代确定为 Tastubian 期至 Sterlitamakian 期 (Kemp *et al.*, 1977) 是合理的。Unit II 孢粉组合的主体部分则大致相当于 Asselian 期,并可上延至 Tastubian 期。

Potoniejsporites 组合的时代则不那么确定,Roberts

等 (1995) 认为,这一组合在悉尼盆地的时代很可能早于 310Ma,也就是说,在东澳产 Stage 1 和 Stage 2 孢粉组合的地层之间存在着明显的间断。

根据 Kemp 等 (1977) 的研究,东澳的 Stage 2 或西澳的 Unit II 孢粉组合均以单囊粉占优,具肋双囊粉虽数量较少,但以其出现作为本期孢粉组合的标志。*Pseudoreticulatispora confluens* 带相当于 Stage 2 上部,或位于 Stage 2 和 *P. pseudoreticulata* 带之间 (Backhouse, 1991)。最近,Backhouse (1998) 将此化石带的时代确定为 Asselian 期末至 Tastubian 期。综合杨伟平 (Yang, 1997) 和高联达 (1998) 的材料,丁家寨组孢粉植物群的属种组成具有浓厚的澳大利亚色彩,尤以蕨类孢子最为明显,如 *Microbaculispora tentula*, *Pseudoreticulatispora confluens*, *Horriditriteles tereteangulatus*, *Jayantisporites variabilis*, *Indotriradites niger*, *Retusotriteles diversiformis* 等,其它如单囊粉等也明显具有冈瓦纳的色彩。本文认为,将丁家寨组孢粉组合与澳大利亚的 Stage 2 和 *P. confluens* 带对比是适宜的。然而,从大类的数量关系看,则仍存在一定差异,例如,丁家寨组孢粉组合中双囊粉含量达 25%—30%,且以具肋双囊粉占优,其属种数目及丰度均明显高于冈瓦纳的同期孢粉植物群。印度 Talchir 孢粉组合中的双囊粉甚为稀少,而单囊粉的含量却特别高。澳大利亚的 Unit II 和 Stage 2 孢粉组合中双囊粉含量颇低,它们虽以具肋双囊粉的出现作为标志,但其出现频率颇低,属稀有分子。西澳 Collie 盆地 *P. confluens* 带 (Backhouse, 1991) 中双囊粉的比例颇高,但以小型无肋的 *Alisporites* 为主,具肋类型含量颇低,仅有 3 个种;而丁家寨组的双囊粉达 16 属 22 种 (其中高联达鉴定有 13 属 17 种,杨伟平鉴定有 6 属 9 种),其中又以具肋类型的 *Striatopodocarpites* 和 *Protohaploxylinus* 占据优势,并还出现来自北半球的分子,如 *Vittatina costabilis*, *V. fasciolata*, *V. vittifera* 和 *Cordaitina* 等,再加上单囊粉 *Wilsonites delicatus*, *Guthoerlisporites magnificus* 和石松类孢子 *Angulisporites triverrucosus* 等北方类型,表明北半球的植物群也对本区存在着某种影响。因此,丁家寨组的孢粉植物群并非典型的冈瓦纳孢粉植物群,而是一个具有较浓澳大利亚色彩的混生型微古植物群,或者说是具有一定北方色彩的亲澳大利亚孢粉植物群。Asselian 期正值冰盛期,此时气候带明显向赤道方向移动,故位处暖温带的保山地区比较容易受到来自冈瓦纳大陆的影响。

二叠纪孢粉植物群与石炭纪的最大区别即在于裸子植物花粉的爆发性发展,其中尤以具肋双囊粉最为重要。具肋双囊粉在北半球显然出现较早(Balme, 1980)。欧阳舒最近提供了大量第一手资料,证明裸子植物的具气囊花粉,包括单囊粉和双囊粉,在亚安加拉区出现最早;而且,传统上被看作是典型二叠系的 GSPD 组合在亚安加拉区 Bashkirian 晚期至 Moscovian 早期即已出现,并不断向南辐射,存在着向南始现层位不断升高的趋势(欧阳舒等, 1993, 1994)。出现于南美 Parana 盆地与东澳 Stage 3 相当层中的 *Vittatina costabilis* Wilson 似乎也可作为一个具体的实例(Kemp, 1975)。此种最早出现于加拿大育空地区的 Ettrian 组, 欧阳舒(Ouyang, 1996)认为此组的时代为 Bashkirian 晚期至 Moscovian 期。他主张当时从北疆经中央哈萨克斯坦、乌拉尔至加拿大北极群岛、育空地区曾构成一个相对独立的生态带(ecozone), 其中高地生境的中生一早生群落为后来世界各地的二叠纪植物群的发展作出了重要贡献。因此, 位于安加拉区和欧美区之间狭长的亚安加拉区应当是裸子植物的一个重要起源中心, 冈瓦纳区二叠纪的具气囊花粉的源头应在北半球。以通常被认为是最具冈瓦纳色彩的单囊粉为例, 在东澳最早出现于 *Spelaeotriletes yberti* 组合, 即 Namurian 早期开始出现。最近的研究证明这是发生于 Dinantian/Silesian 界线附近的全球性事件的组成部分(Clayton *et al.*, 1990; Jones and Truswell, 1992; Ouyang, 1996; Ouyang and Zhu, 1998); 而且, 很可能以北疆南明水组(Visean - Namurian A) 出现最早(欧阳舒等, 1993)。值得注意的是, 北疆克拉玛依车排子组(Bashkirian 晚期至 Moscovian 期)中单囊粉达 9 属 23 种, 其中包括不少后来出现在冈瓦纳早二叠世的分子, 如 *Plicatipollenites indicus*, *P. cf. densus*, *Parasaccites obscurus*, *P. cf. radiplicatus*, *Virkipollenites cf. triangularis*, *Crucisaccites indicus*, *C. cf. latisulcatus* 等(欧阳舒等, 1993)。看来这些所谓的冈瓦纳分子的地质地理分布有重新研究的必要。

在研究中经常发现, 一些形态上极其相似或相同的类型出现在不同的植物地理区系, 古植物学家对此类现象大多持谨慎保留态度。例如, 安加拉区二叠系出现有 *Glossopteris* 和 *Gangamopteris* 型叶部化石, Meyen 虽曾相信安加拉区和冈瓦纳区之间存在着交流关系, 但他后来(1982)却倾向于将它们归入平行演化的范畴。尽管平行演化或趋同现象是

存在的, 但全部用它解释显然是不可能的(方宗杰, 1991; Utting and Piasecki, 1995)。Utting 和 Piasecki(1995)相信在冈瓦纳和亚安加拉之间可能存在着尚未认识的亲缘关系。Foster(1992)建议采用透射电镜等一切可能的手段对不同区系的相似孢粉进行研究, 以解决它们究竟是共同种还是平行演化的问题。石炭一二叠纪是植物区系分化最明显的时期之一, 四大植物区系的分化如此明显, 尤其是南北两个温带区之间为热带亚热带的欧美区和华夏区以及古特提斯海域所分隔, 这就使人们更倾向于减少冈瓦纳区和安加拉区之间共有某些植物类群或具有某些共同分子的可能性, 以降低它们之间相互交流的程度。然而, 欧阳舒等(1993, 1994)根据大量事实推测, 与 GSPD 花粉组合相关的母体植物必定发生过由北向南的迁移散布, 从而与欧美—华夏区及冈瓦纳北缘或特提斯两岸的植物混生。本文赞同这一观点, 并且设想晚古生代的四大植物区系之间必定发生过相互渗透和穿插的现象, 理由如下: (1) 在四大植物区系之间确实存在一些共同分子或形态上极其相似的分子, 如果不是因为它们出现在不同的植物区系, 归入相同分类单元本来是顺理成章的事情。(2) 尽管四大植物区系分化很明显, 它们在大的演化阶段上仍然保持着一致, 一些重大事件同时或近于同时发生。如单囊粉的首次出现被看作是一次全球性的同时事件(Jones and Truswell, 1992); 再如石炭一二叠系界线附近裸子植物花粉迅速兴起的事件, 虽然现已证明这一事件是穿时的, 但它仍然表明四大区系之间在演化上基本保持着同步。如果四大区系之间无交流关系, 这种同步性发展是难以想象的。(3) 由于石炭一二叠纪冰期的存在, 我们有理由相信当时也存在冷暖交替的周期性变化。当气候变冷, 植物群将发生向赤道方向的迁移; 随着气候变暖, 植物群则向两极方向迁移。这就为不同植物区系之间的交流创造了条件。(4) 在热带、亚热带范围内, 由于海拔高度的变化, 存在有很多分散的山地温带区域, 也就是说, 存在有温带植被的“飞地”(enclave), 山地植物的垂直分布随着气候的冷暖变化将会出现升降变迁。虽然此类植被难以在地质记录中完整保存, 但正是这些“飞地”, 在南北两个温带植物群的迁移交流过程中起着桥梁或踏脚石(stepping stone)的作用, 在全球气候变凉时期尤其如此。早在 100 多年前, 达尔文就通过细致的实验和详尽的野外观察, 充分地论证了植物借助气流、海流等因素进行远距离散布的可能性(Darwin, 1859, Chapter 12

and 13)。鉴于地质时间的漫长性,达尔文(Darwin, 1859, p. 149 of Vol. 2)认为,这些看似偶然的散布,实际上并不偶然,“考虑到这几种散布手段以及其它无疑有待发现的手段,若干万年以来年复一年不断地发生作用,我想,如果许多植物不会因此而远远散布,那才是不可思议的奇事呢!”总之,植物的孢子或种子被传播到远方的机会应当是比较多的。当然,以气候为主导的生态因素在决定远距离散布能否成功方面起着关键的作用。

混生植物群的存在为不同区系之间的迁移交流现象提供了证据。例如,西非尼日利亚北部出现冈瓦纳—欧美混生孢粉植物群,而以南的加蓬和扎伊尔则为冈瓦纳型,向北至西班牙 Iberian 半岛出现以欧美区为主混生有冈瓦纳成分的植物群(欧阳舒等, 1993)。李星学(Li, 1986)采用中间地块说来解释华夏—冈瓦纳混生植物群的分布和形成,指出混生植物群绝非隔离的产物。Vijaya 和 Tiwari(1991)也相信二叠纪时不同植物区系之间存在着迁移交流关系。就裸子植物具气囊花粉的起源和散布而言,据欧阳舒研究,其主导方向是由北向南(安加拉区本部除外)。据 Broutin 等(1998)对西班牙至中非加蓬一线二叠纪植物群的研究,发现早二叠世欧美的裸子植物不断向南扩张,进入北冈瓦纳;而晚期则发生冈瓦纳分子北侵欧美区的现象。Rigby (1996, 1998) 在新几内亚伊里安查亚的二叠系发现一个以舌羊齿为主的植物群,其中出现了 *Gigantonoclea*, *Fascipteris* 等华夏植物群分子,而且单网羊齿和舌羊齿保存于同一块手标本上,证明在东特提斯同样存在着南北植物群之间的迁移交流关系。

方宗杰(1991)曾经指出,陆地连接并非植物迁移散布的先决条件。海洋可以使其两侧的植物群出现明显差异,却不会使它们完全断绝联系。从晚古生代植物区系的演变历史看,早石炭世全球气候较均一,植物分布以世界性强为特征,植物区系的分化不甚明显。Namurian 期以 *Potonieisporites* 为代表的单囊粉的出现是一次全球近于同时的事件(Clayton et al., 1990; Jones and Truswell, 1992; Ouyang, 1996; Ouyang and Zhu, 1998),证明此类植物具有极强的散布能力,即使宽阔的大洋也未起到有效的阻隔作用。以后四大植物区系的分化,显然与冰期气候出现促使气候明显分异相关,此时植物的迁移散布受到气候因素的有力遏制。然而,随着气候冷暖交替的变化,当外部条件合适时,植物潜在的散布能力就有可能得到充分发挥,以具助双囊粉

为标志的裸子植物在全球石炭—二叠系界线附近近于同时兴起即为一例。Ziegler(1990)认为,宽阔的海洋在植物区系的形成过程中不起主要作用,他相信当时的植物具有越洋散布的能力。当代太平洋和大西洋中众多岛屿上形形色色大陆起源植物群的存在也为某些植物的越洋散布能力提供了最好的例证。

总而言之,丁家寨组的孢粉植物群具有双重性质,一方面其属种组成,尤其是蕨类孢子的组成具有浓厚的澳大利亚色彩,显示出与澳大利亚 Unit II 或 Stage 2 (*P. confluens* 带包括在内)孢粉组合颇为相似的面貌;另一方面,其裸子植物花粉方面的特征,尤其是具助双囊粉比较丰富,以及某些北方属种的存在,则反映了来自北半球的影响。至于被广泛视为最具冈瓦纳色彩的单囊粉,其地质地理分布似有进一步研究的必要。如果我们接受欧阳舒的模式,考虑到保山地区在古特提斯中介于冈瓦纳和欧亚之间的中间位置,就不难解释丁家寨组孢粉植物群与澳大利亚相关孢粉组合对比时所出现的矛盾现象。据此,本文将丁家寨组孢粉植物群归为 As-selian 期至 Tastubian 期。当石炭—二叠纪南北半球的植物群通过逐岛跳跃(island hopping)方式在古特提斯中进行有限的散布迁移时,诸如保山之类的地块很可能在其中起着踏脚石的作用。

1.3 腕足类

丁家寨组的腕足类动物群已由石光荣等(Shi et al., 1995, 1996)作了系统研究,化石采自丁家寨组上部,共 11 属 11 种,以 *Stenosisma* sp. 特别丰富为特征, *Elivina yunnanensis* 次之;其中后者相当于聂泽同等(1993)和方润森(1994)鉴定的 *Spiriferella*。经过详细的讨论和比较,石光荣等认为丁家寨组的腕足类动物群与帝汶岛 Bisnain 附近 Maubisse 组(Archbold and Barkham, 1989)及澳大利亚西部 Carnarvon 盆地 Callytharra 组 Sterlitamakian 期腕足类动物群(Archbold et al., 1993)最为相近。Bisnain 腕足类动物群由 *Elivina bisnaini* 和 *Callytharrella khali* 两种占据明显优势,共包括 11 个分类单元,其中有 5 个属也在丁家寨组发现,但两地无共同种。丁家寨组除 *Transennatia*, *Pyramidthyris* 和 *Cyrtella*(probably *Punctocyrtella*) 3 属外,其它各属在西澳 Carnarvon 盆地的 Callytharra 组均有发现。后者共记载腕足类 34 属 42 种(Skwarko, 1993),分异度显然比丁家寨组高得多,两地之间缺乏共同种。与西澳区(Westralian

Province) 比较, 丁家寨组的腕足类组合有如下特点: (1) 完全缺乏西澳区的土著类型, 如 *Permothotetes*, *Latispirifer* 等; (2) 凡可鉴定到种的, 分布均仅限于保山, 与西澳区之间缺乏共同种; (3) 分异度较低。帝汶岛 Bisnain 动物群也具有这 3 条特征。这两个动物群的大多数属虽然在西澳区也有发现, 但两者均缺乏最富西澳区特色的分子, 似难以将它们毫无保留地归入西澳区的范畴。据 Archbold 和 Shi (1995) 研究, 西澳的二叠纪腕足类主要由冷温型、西澳区的土著型及代表暖温的特提斯型(亚洲型) 3 部分组成。根据他们的分类, 丁家寨组的 *Arctitreta*, *Cyrtella* (probably *Punctocyrtella*), *Trigonotreta* 属冷温型, 组合中的优势类型 *Stenoscisma* 和 *Elivina*, 以及 *Globiella*, *Callytharella*, *Cleiothyridina*, *Hustedia* 等属则被归为暖温的特提斯型。其中, *Elivina* 和 *Callytharella* 虽非西澳区的土著类型, 却是帝汶岛 Bisnain 动物群中的优势类型, 似可指示与西澳区之间的较紧密联系。考虑到丁家寨组的 *Transennatia*, *Hustedia*, *Stenoscisma*, *Cleiothyridina*, *Globiella* 等属以及 Bisnain 动物群的 *Stictozoster*, *Spirigerella*, *Stenoscisma*, *Cleiothyridina* 等在泰国南部和马来半岛同期地层中也有分布; 而且, 印尼的 Letti 动物群兼有泰马 *Spinomartinia prolifica* 组合和 Bisnain 组合的特色 (Shi and Archbold, 1995), 本文倾向于将丁家寨组、Bisnain 和 Letti 这 3 个腕足类动物群视为介于西澳区和泰马区之间的过渡动物群。

综上所述, 丁家寨组孢粉植物群的时代大致相当于 Asselian 阶至 Tastubian 亚阶, 上部的笔石类动物群和腕足类动物群的时代则相当于 Sterlitamakian 亚阶, 因此, 丁家寨组的时代大致相当于华南的紫松阶, 即 Asselian 期至 Sakmarian 期。丁家寨组下部, 尤其是杂砾岩以下的层位, 化石较少且未得到系统研究, 故目前尚不能完全排除包含有部分晚石炭世地层的可能性。由于二叠纪不同生物区系之间经常缺乏共同分子, 二叠系的洲际对比一直存在着困难。保山当时在古特提斯中介于南北之间的中间位置, 致使不同来源的广相型分子在这一地区发生交互或混生 (方宗杰, 1991; Fang, 1994, Shi and Archbold, 1998), 特提斯区的 *Eoparafusulina* 笔石类动物群与亲西澳区的腕足类动物群共同出现于丁家寨组, 就是一个很好的例证。在研究中, 我们不得不对它们分别采用特提斯标准和西澳区标准进行对比, 却得出了一致的时代意见, 这就证明当前洲际二叠系的

对比正在逐步走向成熟。加强对保山之类中间过渡带的地层古生物研究, 就有可能为解决南北大陆之间早二叠世的地层对比作出特殊的贡献。

2 关于化石的再沉积问题

聂泽同等 (1993) 首次明确地将丁家寨组的时代厘定为早二叠世, 这无疑是一个重要进展。然而, 他们又同时提出了化石再沉积的假说, 从而使问题趋于复杂化。石光荣等 (Shi *et al.*, 1996) 对再沉积假说提出异议, 本文将就此作进一步阐述。

2.1 笔石类

丁家寨组最初被定为晚石炭世, 主要依据笔石类化石的鉴定。遗憾的是笔石类化石并未得到充分研究, 从而成为解决时代问题的主要障碍。以往鉴定名单中的 *Triticites pusilla* 或 *Hemifusulina pusilla*, *T. maoshanensis* 或 *H. maoshanensis*, *T. contracta* 或 *H. contracta*, *T. parvulus*, *T. pseudosimplex* 等, 现均已被归入 *Eoparafusulina* 属的范畴。此外, 本组还出现 *Schwagerina* 属的代表, 如 *S. schencki*, *S. quasivulgaris*, *S. cf. paranana* 等, 从而更进一步证明这是一个早二叠世的动物群。丁家寨组也出现有 *Triticites*, 如本文描述的 *T. stuckenbergi*; 此外, 还见到少数个体较小, 旋圈较少的麦笔石, 它们的旋脊较大, 隔壁褶皱微弱, 特征比较原始, 聂泽同等 (1993) 很可能将它们解释为 *Triticites* 带的成员, 并因为它们与 *Eoparafusulina* 共同出现而作为再沉积混杂的证据。然而, 此类标本实际上只是 *Eoparafusulina* 和 *Triticites* 的未成年个体 (个体小, 旋圈少), 故而再现了原始 *Triticites* 的一些特征。应当强调, 这些未成年个体与 *Eoparafusulina*, *Schwagerina* 等存在于完全相同的基质中, 看不出任何再沉积的迹象。况且, 丁家寨组的下伏地层铺门前组属下石炭统, 保山地区迄今尚未发现有含 *Triticites* 带的地层。

2.2 腕足类

和笔石类化石一样, 聂泽同等 (1993) 将丁家寨组的腕足类化石区分为 *Stereochia* (石光荣等 1996 年已改为 *Callytharella*, 参见插图 1, J-L) 为代表的原地埋藏型和以 *Syringothyris* 为代表的再沉积型。但根据聂泽同等 (1993) 发表的图影, 石光荣等 (Shi *et al.*, 1996) 已经确认, 所谓的 *Syringothyris* 应改归 *Cyrtella* (probably *Punctocyrtella*) (插图 1, M), 后者是早二叠世冈瓦纳冷温型动物群中比较常见的

成员。因此,这些所谓的石炭纪化石,本来就是二叠纪的,根本就不存在再沉积问题。

2.3 四射珊瑚

丁家寨组的四射珊瑚据段丽兰(1991)研究,称之为 *Amplexocarinia*—*Plerophyllum*—*Parastereophrentis* 共存延限带,共13个属,除 *Cystina* 具泡沫板外,均为无鳞板的小型单体珊瑚。段丽兰认为这是一个受古地理环境制约的珊瑚群落,并非冈瓦纳生物地理区的冷水动物群;其生活环境为气候温暖,盐度正常,混浊度较高,水动力中等,水深约10—30m的前滨至近滨带上部。据我们观察(周志澄等,1990),丁家寨组由下而上是一个海侵不断扩大的过程,总体看来,上部环境的水深似要大于下部。

王向东等(Wang *et al.*, 1998)将丁家寨组的四射珊瑚归入 *Cyathaxonia* 动物群。严格地说,将二叠纪的 *Lytvolasma* 动物群视为凉水动物群(吴望始,1975)并不十分准确;实际上它应归入 *Cyathaxonia* 动物群的范畴,或可视为后者在二叠纪的延续和发展。正如吴望始等(1982)所指出的,这是一类广相型分子,分布颇广,可适应较宽的生境范围,在生态上明显不同于正常的四射珊瑚相;虽在较深水环境比较常见,却并不仅限于此。它们大多产于富含泥质或砂质的地层中,主要受底质、水体混浊度、水深等因素的控制。Kullmann(1989)尤其强调 *Cyathaxonia* 动物群代表分子的世界性分布,故不必过分强调此类广相型分子的区系意义。在生物区系研究中,仍应着重考虑狭相型分子的分布状况。

丁家寨组的珊瑚具有延限较长的特点,演化较慢,缺乏所谓的标准化石。段丽兰指出,这些属种在石炭纪和二叠纪均有分布,实为广相型分子,因此,不存在再沉积的问题。华北晚石炭世四射珊瑚大多是小型无鳞板单体珊瑚,属 *Cyathaxonia* 动物群,王鸿祯等(1989)认为这与当时海水中泥砂量较大和水体较混浊有关,与气候无关。王训练等(1996)认为 *Cyathoxnia* 动物群至少可出现于5种不同的环境,丁家寨组的四射珊瑚动物群似可归入其中“有大量碎屑沉积物涌入的温暖正常浅海环境”。

综上所述,对腕足类、四射珊瑚等化石的分析均不支持再沉积假说。聂泽同等(1993)未提供任何实际证据支持他们的假说,仅仅是化石遭受磨损,并不能作为判定再沉积的证据。尤其令人奇怪的是,所谓不同时代化石的混杂现象仅见于单个化石门类内部,例如,所谓晚石炭世的腕足类只混杂在早二叠世的腕足类层中;再如,所谓的早石炭世腕足类只和早二

叠世的腕足类相混杂。只有生物才会选择一定的生活环境,而再沉积的“砾石”是无法“主动”选择其最后的沉积场所的。这种奇特的“再沉积”方式,恰好证明这些所谓的再沉积化石,本来就是二叠系的。本文并不排除再沉积现象的存在,例如,周志澄等(1990)图示了丁家寨组含砾层中再沉积的原铺门前组的藻鲕、核形石和蓝绿藻藻屑等。但我们相信,丁家寨组并不存在不同时代化石广泛的再沉积混杂现象或大量化石时代倒置的异常现象。

3 腕足类属种描述

假简单始拟纺锤 *Eoparafusulina pseudosimplex* (Chen)

(插图 1, A)

- 1934a *Triticites pseudosimplex* Chen, p. 25, pl. 1, Fig. 19, 20.
 1961 “*Triticites*” *pseudosimplex*, Nogami, p. 172, pl. 2, figs. 1—4.
 1962 *Hemifusulina pseudosimplex*, 盛金章, 71 页, 图版 10, 图 5。
 1963 *Triticites pseudosimplex*, 张逸信, 54 页, 图版 2, 图 15—17。
 1978 *Eoparafusulina pseudosimplex*, 刘朝安等, 68 页, 图版 16, 图 3。
 1982 *Eoparafusulina pseudosimplex*, 王云慧等, 84 页, 图版 19, 图 16, 19。
 1991 *Eoparafusulina pseudosimplex*, 陈庚保等, 131 页, 图版 19, 图 26, 28。

壳中等,圆柱形,中部平直或微拱,两极钝圆。6圈,长4.87mm,宽1.87mm,轴率2.6:1,各圈宽度依次为:0.3mm, 0.43mm, 0.67mm, 1.0mm, 1.4mm, 1.87mm。旋壁2层,蜂巢层细,在外圈一般厚0.07mm。隔壁仅下半部褶皱,褶曲宽圆。旋脊小,见于内圈。通道低而宽。初房外径0.16mm。

细小始拟纺锤 *Eoparafusulina pusilla* (Schellwien)

(插图 1, D, E)

- 1898 *Fusulina pusilla* Schellwien, p. 253, pl. 20, figs. 8—14.
 1927 *Schellwienia pusilla*, Lee, p. 104, pl. 16, figs. 4—11.
 1934a *Triticites pusilla*, Chen, p. 46, pl. 3, fig. 23.
 1958 *Triticites* aff. *pusilla*, Kanmera, p. 173, pl. 26, figs. 20—28.
 1962 *Hemifusulina pusilla*, 盛金章, 72 页, 图版 10, 图 6。
 1963 *Triticites pusilla*, 张逸信, 52 页, 图版 2, 图 6, 10—14。
 1977 *Eoparafusulina pusilla*, 林甲兴等, 46 页, 图版 9, 图 18。
 1982 *Eoparafusulina pusilla*, 王云慧等, 82 页, 图版 19, 图 4, 15。
 1989 *Eoparafusulina* cf. *pusilla*, 李家骧, 136 页, 图版 21, 图 12。
 1991 *Eoparafusulina pusilla*, 陈庚保等, 131 页, 图版 19, 图 17—19。

壳中等,圆柱形,中部平,两极钝尖。5—6.5圈,长4.13—4.67mm,宽1.34—1.6mm,轴率

2.8—3.4; 1。1 个 6 圈的标本各圈宽度依次为: 0.26mm, 0.4mm, 0.56mm, 0.8mm, 1.0mm, 1.6mm。旋壁 2 层, 蜂巢层较细。隔壁仅下半部起宽圆褶皱。旋脊小, 见于内圈。轴积淡, 见于内部几圈。初房外径 0.16mm。

较短始拟纺锤 *Eoparafusulina contracta* (Schellwien)

(插图 1.G)

- 1908 *Fusulina contracta* Schellwien, p. 159, pl. 13, figs. 9—12.
 1934a *Triticites contracta*, Chen, p. 34, pl. 5, fig. 13; pl. 7, figs. 1—4.
 1934b *Triticites contracta*, Chen, p. 41, pl. 7, figs. 2, 3.
 1962 *Hemifusulina contracta*, 盛金章, 73 页, 图版 10, 图 4。
 1963 *Triticites contracta*, 张遵信, 49 页, 图版 3, 图 1—3, 10。
 1975 *Eoparafusulina contracta*, 盛金章等, 38 页, 图版 5, 图 11;。
 1978 *Eoparafusulina contracta*, 刘朝安等, 67 页, 图版 15, 图 12。
 1978 *Eoparafusulina contracta*, 林甲兴等, 45 页, 图版 9, 图 15。
 1983 *Eoparafusulina contracta*, 陈旭等, 83 页, 图版 14, 图 13, 17。
 1984 *Eoparafusulina contracta*, 赵治信等, 89 页, 图版 11, 图 30—37。
 1987 *Eoparafusulina contracta*, 周铁明等, 138 页, 图版 3, 图 8。
 1991 *Eoparafusulina contracta*, 陈庚保等, 130 页, 图版 18, 图 6, 7。

壳中等, 近椭圆形。6 圈, 第 5 圈长 2.53mm, 宽 1.73mm, 轴率 2: 1。各圈宽度依次为: 0.23mm, 0.33mm, 0.53mm, 0.8mm, 1.26mm, 1.73mm。旋壁 2 层, 内圈较薄, 向外圈逐渐增厚, 第 5 圈厚 0.07mm。隔壁褶皱较规则, 褶曲宽圆。旋脊小, 见于各圈, 初房外径 0.13mm。

比较 当前种除壳圈较少外, 与模式种近一致。

欣克希瓦格 *Schwagerina schencki* Skinner et Wilde

(插图 1.C)

- 1965 *Schwagerina schencki* Skinner et Wilde, p. 47, pl. 24, figs. 9—13.

壳中等, 亚圆柱形, 中部微拱, 两极钝圆。5 圈, 长 3.86mm, 宽 1.26mm, 轴率 3: 1。各圈宽度依次为: 0.2mm, 0.36mm, 0.53mm, 0.86mm, 1.26mm。旋壁 2 层, 隔壁中等褶皱, 褶曲除两极外, 一般不达壳室高度之半。旋脊小, 见于内圈。初房外径 0.13mm。

似平常希瓦格 *Schwagerina quasivulgaris* Lin

(插图 1.F)

- 1977 *Schwagerina quasivulgaris* Lin, 林甲兴等, 54 页, 图版 12, 图 3, 4。
 1991 *Schwagerina ruasivulgaris*, 陈庚保等, 128 页, 图版 10, 图 18, 21。

壳中等, 纺锤形, 中部强凸, 两极钝尖。5 圈半, 第 5 圈长 3.2mm, 宽 1.67mm, 轴率 1.91: 1。各圈宽度依次为: 0.26mm, 0.42mm, 0.68mm, 1.14mm, 1.67mm, 1.865mm。旋壁 2 层, 内圈较薄, 外圈较厚。隔壁强烈褶皱, 在外圈褶曲线有时可达壳室之顶。旋脊小, 仅见于内圈。初房外径 0.13mm。

拟矮小希瓦格 (比较种) *Schwagerina cf. paranana* Zhou, Sheng et Wang

(插图 1.B)

- Cf. 1987 *Schwagerina paranana* Zhou, Sheng et Wang, 周铁明等, 144 页, 图版 6, 图 7, 8。

壳中等, 纺锤形, 中部微拱, 两极钝尖。6 圈, 包卷较均匀, 长 4.6mm, 宽 1.75mm, 轴率 2.67: 1。各圈宽度依次为: 0.3mm, 0.45mm, 0.62mm, 0.9mm, 1.38mm, 1.73mm。旋壁 2 层, 隔壁褶皱比较规则。旋脊小, 见于内圈, 轴脊窄, 沿中轴方向发育, 初房外径 0.20mm。

比较 当前种的壳体比模式种小, 轴率较大。

斯徒金伯格氏麦 *Triticites stuckenbergi* Rauser

(插图 1.H.I)

- 1938 *Triticites stuckenbergi* Rauser, p. 110, pl. 3, figs. 4, 7.
 1950 *Triticites (Rauserites) stuckenbergi*, Rosovskaya, p. 33, pl. 6, figs. 10—13.
 1983 *Triticites stuckenbergi*, 陈旭等, 66 页, 图版 10, 图 16; 图版 20, 图 13。
 1991 *Triticites stuckenbergi*, 陈庚保等, 127 页, 图版 8, 图 30, 33。

壳中等, 粗纺锤形, 中部微拱, 两极钝尖。5 圈, 长 3.06—3.34mm, 宽 1.53—1.6mm, 轴率 2—2.08: 1。图 H 标本的各圈宽度依次为: 0.24mm, 0.42mm, 0.64mm, 1.0mm, 1.53mm。旋壁 2 层, 蜂巢层自内向外均匀增厚, 第 5 圈厚 0.07mm。隔壁薄, 褶曲宽松。旋脊小, 见于内圈。初房小, 球形, 外径 0.14mm。

本文草成后承蒙欧阳舒研究员审阅, 并提出宝贵意见; 杨伟平博士代为鉴定孢粉化石, 特此致谢。

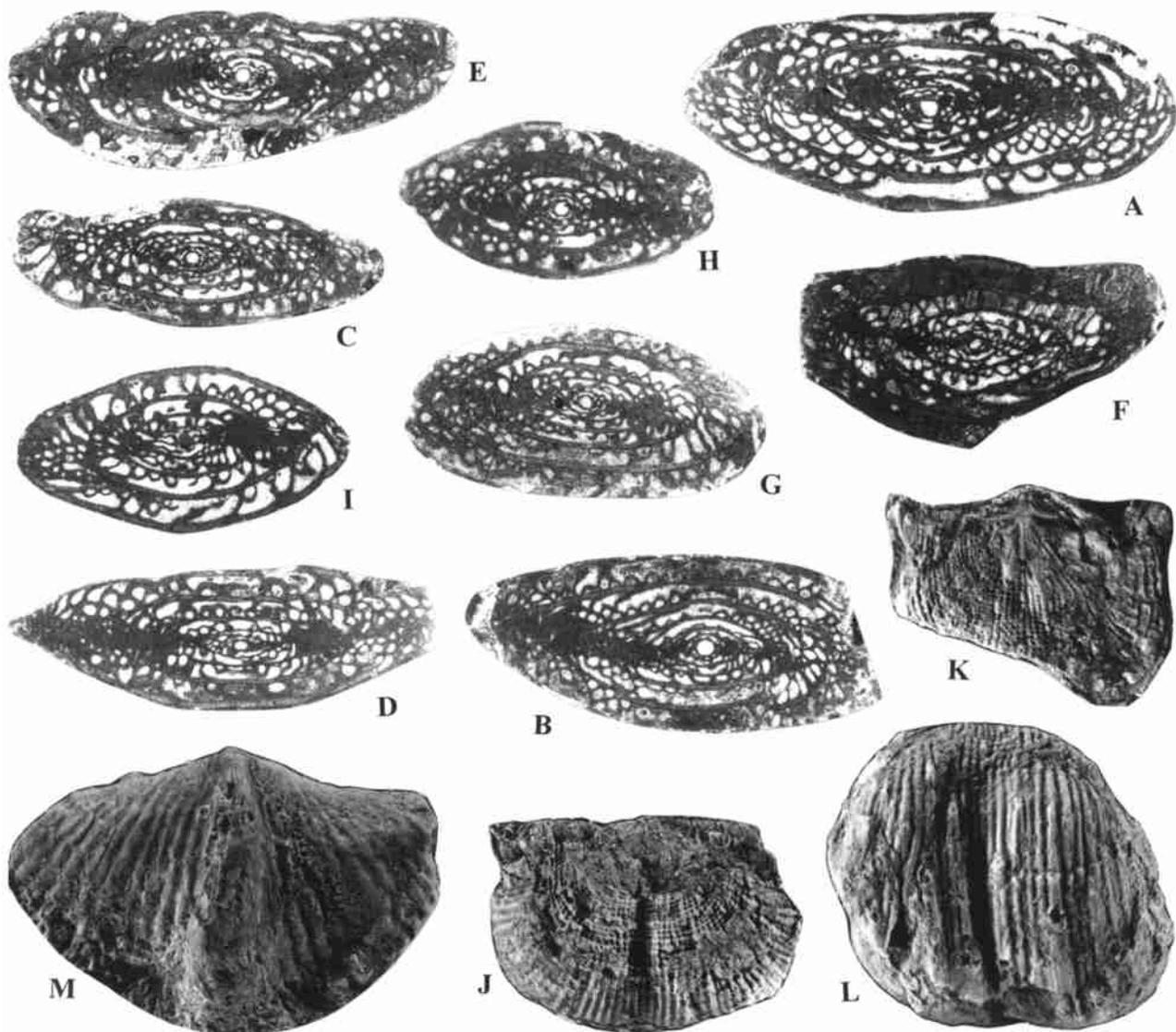


插图1 施甸由旺东山坡剖面丁家寨组上部笔石类、腕足类化石

Fossil fusulinids and brachiopods from the upper part of Dingjiazhai Formation, in the Dongshanpo section of Youwang, Shidian, Western Yunnan
标本保存在中国科学院南京地质古生物研究所,所有笔石类图影(A-I)均为轴切面,均放大15倍,野外采集号:97-YW-1;腕足类(J-M)均为原大

- A. *Eoparafusulina pseudosimplex* (Chen), 登记号: 130357. B. *Schwagerina cf. paranana* Zhou, Sheng et Wang, 登记号: 130358.
C. *Schwagerina schencki* Skinner et Wilde, 登记号: 130359. D. E. *Eoparafusulina pusilla* (Schellwien), 登记号: 130360, 130361.
F. *Schwagerina quasivulgaris* Lin, 登记号: 130362. G. *Eoparafusulina contracta* (Schellwien), 登记号: 130363.
H, I. *Triticites stuckenbergi* Rauser, 登记号: 130364, 130365. J-L. *Callytharella* sp. (= *Stereochia litostyla* of Nie et al., 1993)
采集号: YW-23; J. 背壳, 登记号: 124732. K. 背壳, 主缘后方可见腹壳耳部的痕迹, 登记号: 124731; L. 腹壳, 登记号: 124733.
M. *Cyrtella* sp. (= *Syringothyris* sp. of Nie et al., 1993), 背壳, 采集号: YW-12, 登记号: 124746.

参考文献

- 方宗杰, 1991. 滇缅马生物区系及其在古特提斯中的位置. 古生物学报, 30(4): 511-532
方润森, 1994. 保山地区的冷水腕足类 *Stepanoviella* 动物群的发现及其地质意义. 云南地质, 13(3): 264-277
王云慧, 王莉莉, 王建华等, 1982. 笔石目. 见: 地质矿产部南京地质矿产研究所主编. 华东地区古生物图册, (二), 晚古生代分册. 北京: 地质出版社, 5-108

- 王训练, 加藤诚, 王鸿祯, 1996. 中国维宪早期四射珊瑚群落. 现代地质, 10(1): 1-11
王鸿祯, 何心一, 陈建强等, 1989. 中国古生代珊瑚分类演化及生物古地理. 北京: 科学出版社. 1-391
刘朝安, 肖兴明, 董文兰, 1978. 笔石目. 见: 贵州地层古生物工作队编著. 西南地区古生物图册, 贵州分册(二). 北京: 地质出版社. 12-98.
杨宗仁, 1982. 云南保山地区石炭系的划分. 青藏高原地质文集, 第11卷. 北京: 地质出版社. 61-70

- 李四光, 1927. 中国北方之笔筒科. 中国古生物志, 乙种第四号, 第一册, 1—172
- 李家骧, 1989. 广西笔筒类. 桂林: 广西师范大学出版社, 1—213
- 吴望始, 1975. 珠穆朗玛峰地区的珊瑚化石. 见: 中国科学院西藏科学考察队编. 珠穆朗玛峰地区科学考察报告, 古生物(第一分册). 北京: 科学出版社, 83—128
- 吴望始, 廖卫华, 赵嘉明, 1982. 西藏古生代四射珊瑚. 见: 中国科学院南京地质古生物研究所编. 西藏古生物(第四分册). 北京: 科学出版社, 107—151
- 张远志(主编), 1996. 云南省岩石地层. 武汉: 中国地质大学出版社, 1—366
- 张逸信, 1963. 新疆柯坪及其邻近地区晚石炭世笔筒类. 古生物学报, 11(1): 36—70; 11(2): 200—239
- 陈旭, 1934a. 中国南部之笔筒科. 中国古生物志, 乙种第四号, 第二册, 1—185
- 陈旭, 1934b. Fusulinidae of the Huanglung and Maping Limestones. 国立中央研究院地质研究所西文集刊, 14: 33—54
- 陈旭, 王建华, 1983. 广西宜山地区晚石炭世马平组的笔筒类. 中国古生物志, 新乙种第 19 号, 1—139
- 陈庚保, 张逸信, 杨成芳, 王向东, 1991. 云南石炭系顶界的研究及其笔筒类化石. 昆明: 云南科技出版社, 1—136
- 林甲兴, 李家骧, 陈公兴等, 1977. 笔筒目. 见: 湖北省地质科学研究所等编著. 中南地区古生物图册(二). 北京: 地质出版社, 4—96
- 欧阳舒, 王智, 詹家桢, 周宇星, 1993. 新疆北部石炭纪一二叠纪孢粉组合的植物区系性质初步探讨. 微体古生物学报, 10(3): 237—255
- 欧阳舒, 周宇星, 王智, 詹家桢, 1994. 论新疆北部晚石炭世早期(Bashkirian—Moscovian)具肋花粉优势(GSPD)组合的发现. 古生物学报, 33(1): 24—47
- 周志澄, 方宗杰, 1990. 滇西施甸由旺上石炭统丁家寨组的沉积环境及下部含砾层的成因探讨. 地层学杂志, 14(1): 36—43
- 周铁明, 盛金章, 王玉净, 1987. 云南广南小独山石炭一二叠系界线地层及笔筒类分带. 微体古生物学报, 4(2): 123—157
- 赵治信, 韩建修, 王增吉, 1984. 塔里木盆地西南缘石炭系地层及生物群. 北京: 地质出版社, 1—187
- 段丽兰, 1991. 滇西保山施甸地区晚石炭世皱纹珊瑚特征及其生活环境的初探. 中国西部特提斯构造演化及成矿作用. 成都: 电子科技大学出版社, 264—265
- 高联达, 1998. 滇西亲冈瓦纳微古植物的发现及其意义. 地球学报, 19(1): 105—112
- 聂泽同, 宋志敏, 姜建军, 梁定益, 1993. 滇西亲冈瓦纳相生物群特征及地层时代的重新厘定. 现代地质, 7(4): 384—393
- 盛金章, 1962. 中国的笔筒类. 北京: 科学出版社, 1—177
- 盛金章, 孙大德, 1975. 青海笔筒类. 北京: 地质出版社, 1—97
- Archbold N W, 1982. Correlation of the Early Permian faunas of Gondwana—Implications for the Gondwanan Carboniferous—Permian boundary. Geol. Soc. Australia Jour., 29: 267—276
- Archbold N W, 1984. Early Permian marine faunas from Australia, India, and Tibet—An update on the Gondwanan Carboniferous—Permian boundary. Indian Geol. Assoc. Bull., 17: 133—138
- Archbold N W, Barkham, S. T., 1989. Permian Brachiopoda from near Bisnain Village, West Timor. Alcheringa, 13: 125—140
- Archbold N W, Dickins J M, 1991. Australian Phanerozoic timescale 6. Permian. Australia BMR Rec., 36: 1—17
- Archbold N W, Dickins J M, Thomas G A, 1993. Correlation and age of Permian marine faunas in western Australia. Geol. Surv. West. Australia Bull., 136: 11—18
- Archbold N W, Shi G R, 1995. Permian brachiopod faunas of western Australia: Gondwanan-Asian relationships and Permian climate. Jour. Southeast Asian Earth Sci., 11(3): 207—215
- Backhouse J, 1991. Permian palynostratigraphy of the Collie Basin, western Australia. Rev. Palaeobot. Palyn., 67: 237—314
- Backhouse J, 1998. Palynological correlation of the western Australia Permian. Proc. Roy. Soc. Victoria, 110: 107—114
- Balme B E, 1980. Palynology and the Carboniferous—Permian boundary in Australia and other Gondwana continents. Palynology, 4: 43—55
- Balme B E, Backhouse J, 1993. Palynomorphs. Geol. Surv. West. Australia Bull., 136: 72—77
- Broutin J, Aassoumi H, El Wartiti M, et al., 1998. The Permian basins of Tiddas, Bou Achouch and Khenifra (Central Morocco): Biostratigraphic and palaeophytogeographic implications. Mem. Mus. Natn. Hist. Nat., 179: 257—278
- Clayton G, Loboziak S, Streele M, et al. J, 1990. Palynological events in the Mississippian (Lower Carboniferous) of European, North Africa and North America. Cour. Forschu. Senckenb., 130: 79—84
- Darwin C. 1859. The Origin of Species by Means of Natural Selection (Sixth Edition). New York: D. Appleton and Company. 1: 1—365; 2: 1—338
- Dickins J M, 1963. Permian pelecypods and gastropods from western Australia. Australia BMR Bull., 63: 1—203
- Fang Zong-jie, 1994. Biogeographic constraints on the rift—drift—accretion history of the Sibumasu block. Jour. Southeast Asian Earth Sci., 9(4): 375—385
- Foster C B, 1992. Report concerning Permian research in Australia. Permophiles, 21: 7—8
- Jin Yu-gan, Glenister B F, Kotlyar G V, et al., 1994. An operational scheme of Permian chronostratigraphy. Palaeoworld, 4: 1—13
- Jones M J, Truswell E M, 1992. Late Carboniferous and Early Permian palynostratigraphy of the Joe Joe Group, southern Galilee Basin, Queensland, and implications for Gondwanan stratigraphy. BMR Jour. Austral. Geol. Geophys., 13: 143—185
- Kanmera K, 1958. Fusulinids from the Yayamadake Limestone of the Hikawa Valley, Kumamoto Prefecture, Kyushu, Japan. Part III, Fusulinds of the Lower Permian. Kyushu Univ., Fac. Sci. Mem., Ser. D, 6(3): 173
- Kemp E M, 1975. The palynology of Late Palaeozoic glacial deposits of Gondwanaland. In: Campbell K S W (ed.). Gondwana Geology: Papers from the Third Gondwana Symposium. Canberra, Australia, 1973, 397—413
- Kemp E M, Balme B E, Helby R J, et al., 1977. Carboniferous and Permian palynostratigraphy in Australia and Antarctica; a review. BMR Jour. Australia Geol. Geophys., 2: 177—208
- Kullmann J, 1989. Lower Carboniferous solitary horn corals (Rugosa) of China and western Europe—A comparison. 11th Cong. Intern. Strat. Geol. Carb. Beijing, 1987, Com. Ren. 2: 328—333
- Leven E Y, 1992. Problems of Tethyan Permian stratigraphy. Intern. Geol. Rev., 18(7): 807—819

- Li Xing-xue, 1986. The mixed Permian Cathaysia-Gondwana flora. *Palaeobotanist*, 35(2):211-222
- Meyen S V, 1982. The Carboniferous and Permian floras of Angaraland (a synthesis). *Biol. Mem.*, 7:1-109
- Nogami Y, 1961. Permische Fusuliniden aus dem Atetsu-Plateau Südwestjapans. Teil 1, Fusulininae und Schwagerininae. *Mem. Coll. Sci., Univ. Kyoto, Ser. B*, 27(3):172
- Ouyang Shu, 1996. On the first appearance of some gymnospermous pollen and GSPD assemblages in the Sub-Angara, Euramerican and Cathaysia provinces. *Palaeobotanist*, 45:20-32
- Ouyang Shu, Zhu Huaicheng, 1998. Palynological events and the mid-Carboniferous boundary. *Carboniferous Newsletter*, 16:14-16
- Playford G, 1985. Australia: Spores and pollen. In: Diaz C M (ed.). *The Carboniferous of the World. II. Australia, Indian Subcontinent, South Africa, South America and North Africa*. IUGS Publ., 20:123-126
- Rigby J F, 1996. The significance of a Permian flora from Irian Jaya (West New Guinea) containing elements related to coeval floras of Gondwanaland and Cathaysialand. *Palaeobotanist*, 45:295-302
- Rigby J F, 1998. *Glossopteris* occurrences in the Permian of Irian Jaya (West New Guinea). *Proc. Roy. Soc. Vict.*, 110:309-315
- Roberts J, Claoue-Long J C, Jones P J, et al., 1995. SHRIMP zircon age control of Gondwana sequences in Late Carboniferous and Early Permian Australia. *Geol. Soc. Spec. Publ.*, 89:145-174
- Schellwien E, 1898. Die fauna des Karnischen Fusulinenkalks Teil II, Foraminifera. *Palaeontographica*, 44:237-282
- Schellwien E, 1908. Monographie der Fusulinen. Teil I, Die Fusulinen des russischarktischen Meeres gebietes (nach dem Tode des Verfassers herausgegeben und Fortgesetzt von G. Dyhrenfurth und H. von Stiff). *Palaeontographica*, 55:145-194
- Sheng Jin-zhang, 1992. Development of fusuline foraminifers in China. In: Takayanagi T, Saito T (eds.). *Studies in Benthic Foraminifera*. Tokyo: Tokai Univ. Press. 11-22
- Sheng Jin-zhang, Jin Yugan, 1994. Correlation of Permian deposits in China. *Palaeoworld*, 4:14-113
- Shi G R, Archbold N W, 1995. Permian brachiopod faunal sequence of the Shan-Thai terrain: biostratigraphy, palaeobiogeographical affinities and plate tectonic/palaeoclimatic implications. *Jour. Southeast Asian Earth Sci.*, 11(3):177-187
- Shi G R, Archbold N W, 1998. Permian marine biogeography of SE Asia. In Hall R, Holloway J D (eds.). *Biogeography and Geological Evolution of SE Asia*. Leiden (The Netherlands): Backbuys Publishers. 57-72
- Shi G R, Archbold N W, Fang Zong-jie, 1995. The biostratigraphical and Palaeogeographical significance of an Early Permian brachiopod fauna from the Dingjiazhai Formation, Baoshan block, western Yunnan, China. *Jour. Geol. (Hanoi, Vietnam), Ser. B, No. 5-6 (Spec. Issue)*: 63-74
- Shi G R, Fang Zong-jie, Archbold N W, 1996. An Early Permian brachiopod fauna of Gondwanan affinity from the Baoshan block, western Yunnan, China. *Alcheringa*, 20:81-101
- Skinner J W, Wilde G L, 1965. Permian biostratigraphy and fusulinid faunas of the Shasta Lake area, northern California. *Kansas Univ., Paleont. Contr., Protozoa, Art.*, 6:95-104
- Skwarko S K, 1993. A list of Permian fossils from the Collie, Perth, Carnarvon, and Canning Basins. *Geol. Surv. West. Australia Bull.*, 136:89-109
- Utting J, Piasecki S, 1995. Palynology of the Permian of northern continents. In: Scholle P A et al. (eds.). *The Permian of Northern Pangea. Vol. 1: Paleogeography, Paleoclimates, Stratigraphy*. Berlin: Springer-Verlag. 236-261
- Vijaya, Tiwari R S, 1991. Impact of Gondwanic palynofloras on the East Tethyan Realm during Permian and Triassic times. *Saito Hon Kai Spec. Publ.*, 3:101-122
- Wang Xiang-dong, Sugiyama T, Ueno K, 1998. Carboniferous and Permian stratigraphy of the Baoshan block, West Yunnan, Southwest China. *Permophiles*, 32:38-40
- Yang Wei-ping, 1997. The Early Permian Australasian microflora in West Yunnan and its palaeobiogeographic and tectonic significance. In: Abstracts and Programme of International Symposium on Palaeobiogeography of Australasian Faunas and Floras, 1997, Melbourne. 115
- Ziegler A M, 1990. Phytogeographic patterns and continental configurations during the Permian Period. *Geol. Soc. Lond. Mem.*, 12:363-379
- Раузер-Черноусова Д М, 1938. Верхнепалеозойские фораминиферы Самарской гудки и заволжья. *Тр. ГИНАН СССР*, 7:69-167
- Розовская С Е, 1950. *Triticites*—его развитие и стратиграфическое значение. *Тр. ГИН АН СССР*, 26:3-78

ON THE AGE OF THE DINGJIAZHAI FORMATION OF BAOSHAN BLOCK, WESTERN YUNNAN, CHINA — WITH A DISCUSSION ON THE REDEPOSITION HYPOTHESIS

FANG Zong-Jie¹⁾, WANG Yu-Jing¹⁾, SHI Guang-Rong²⁾, ZHOU Zhi-Cheng¹⁾ and XIAO Yin-Wen³⁾

1) *Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Science, Nanjing 210008*

2) *School of Aquatic Science and Natural Resources Management, Deakin University, Rusden Campus, Victoria 3168, Australia*

3) *Regional Geological Survey, Yunnan Bureau of Geology and Mineral Resources, Yuxi, Yunnan 653100*

Summary

The age of the Dingjiazhai Formation has been problematic. Until recently, it has been assigned to the Upper Carboniferous (Yang, 1983; Fang Runsen, 1994; Zhang, 1996) owing to the presence of the *Triticites*-dominated fusulinid assemblage in the upper part of the Dingjiazhai Formation. However, Nie *et al.* (1993) argued for a late Sakmarian to Artinskian age instead mainly based on the *Stereochia litostyla* (= *Callytharrella* sp. of Shi *et al.*, 1996) fauna, and suggested that the Carboniferous elements such as *Triticites* and *Syringothyris* (= *Cyrtella* sp. of Shi *et al.*, 1996, probably *Punctocyrtella*) may have been reworked from the underlying Pumenqian Formation and mixed with the Early Permian *Eoparafusulina* fauna and *Stereochia litostyla* (= *Callytharrella* sp., text-fig. 1, J-L) fauna respectively. This view, however, contradicts the fact that the Pumenqian Formation belongs to the Early Carboniferous and no *Triticites* can be found in the pre-Dingjiazhai formations.

According to our examination of the fusulinid fauna from the upper part of the Dingjiazhai Formation, most of the so-called *Triticites* should be included in the genus *Eoparafusulina* instead and the fauna includes the following species: *Eoparafusulina pseudosimplex*, *E. pusilla*, *E. contracta*, *Schwagerina schencki*, *S. quasivulgaris*, *S. cf. paranana*, *Triticites stuckenbergi*. This is a typical Early Permian *Eoparafusulina* fauna. Just as Jin *et al.* (1994) pointed out, the boundary between the Tastubian and the Sterlitamakian coincides with the base of *Eoparafusulina* genozone. Therefore, a Sterlitamakian age is preferred for the upper part of the Dingjiazhai Formation. This conclusion is consistent with the assessment of the age of the Dingjiazhai brachiopod fauna presented by Shi *et al.* (1996). The

redeposition hypothesis of Nie and co-workers (1993) does not hold water since the so-called Carboniferous elements *Triticites* and *Syringothyris* (= *Cyrtella* sp., text-fig. 1, M) have been proved to be of Early Permian age.

In addition, palynomorphs have been recorded from the middle part of the Dingjiazhai Formation (Yang, 1997; Gao, 1998). The assemblage is characterized by a content of monosaccate pollen ranging from 50 to 60 per cent, disaccate pollen 25 to 30 per cent, pteridophytic spores 10 to 15 per cent. On the one hand, the assemblage is dominated by radially symmetrical monosaccates and trilete spores of Australian affinities, suggesting its equivalence with Stage 2 or Unit II palynofloras of the Australian sequence. On the other hand, disaccate pollen grains of the Dingjiazhai palynoflora are evidently higher than the Stage 2 and Unit II palynofloras and dominated by Striatiti forms, such as *Striatopodocarpites* and *Protohaploxylinus*. The Dingjiazhai assemblage is dated as Early Permian (Asselian-Tastubian) and is regarded as an Australian-affinity palynoflora mixed with some elements shared by Euramerican, Cathaysian and Angaran palynofloras, such as *Wilsonites delicatus*, *Guthoerlisporites magnificus*, *Vittatina vittifera*, *V. costabilis*, *V. fasciolata*, *Angulisporites triverrucosus*, *Cordaitina* and others.

In sum, the age of the Dingjiazhai Formation is assigned to the Asselian to Sterlitamakian. It is interesting to note that the common occurrence of the Tethyan *Eoparafusulina* fauna with the Australian-affinity brachiopod fauna and palynoflora in the Dingjiazhai Formation, indicating that the Baoshan block might lie in an intermediate position in Paleotethys during the Early Permian instead of being attached to the Gondwanaland (Fang, 1991, 1994, Shi and Archbold, 1998).