

滇西保山地区石炭纪、二叠纪古动物地理演化^{*}

王向东¹⁾ T. Sugiyama²⁾ K. Ueno²⁾ Y. Mizuno³⁾

李一军¹⁾ 王伟¹⁾ 段卫先⁴⁾ 姚金昌⁵⁾

1) 中国科学院南京地质古生物研究所 南京 210008

2) 日本福岡大学地球圈科学系, 日本福岡 814-0180

3) 日本千葉大学地球科学系, 日本千葉 263-8522

4) 云南省保山地区经贸委矿管办, 保山 678000

5) 云南省地质矿产局第四地质大队, 保山 678000

提要 探讨滇西保山地块晚古生代笔石类、有孔虫、珊瑚、牙形刺、腕足类等动物群的古生物地理属性, 根据牙形刺和笔石类化石, 确定长期争论的丁家寨组的时代为 Artinskian 期, 小型单体珊瑚 *Cyathaxonia* 动物群可出现在从早石炭世到二叠纪的多种沉积环境中, 不一定指示冷水冈瓦纳型。根据沉积特征及对环境特别敏感的珊瑚和笔石类动物群的分布特点, 结合全球构造事件, 恢复保山地块的古地理演化模式。早石炭世以碳酸盐岩沉积为主, 含礁型复体珊瑚和高分异度的大型单体珊瑚及丰富的有孔虫化石, 保山地块应位于低纬度地区。受 Namurian 抬升运动的影响, 晚石炭世沉积缺失, 向南漂移, 至早二叠世(Cisuralian), 保山地块再次接受海侵, 沉积物以碎屑岩为主, 含杂砾岩及冷温动物群, 位于中低纬度地区。Artinskian 晚期至 Kungurian 期, 保山地块转而向北漂移, 至中二叠世 Wordian 期, 已处于低纬度地区, 以碳酸盐岩沉积为主, 含低分异度的有孔虫及复体珊瑚。这一演变模式与掸泰马、腾冲、拉萨、西羌塘、南帕米尔、阿富汗中南部及伊朗南部等地块可以对比, 说明它们同属于基默里区或边缘冈瓦纳区。

关键词 保山地块 石炭系 二叠系 动物群 古动物地理区 基默里区

1 前言

保山地区石炭系、二叠系以具有含砾纹泥岩的丁家寨组及含“冷水动物群”而著称。尽管大多数学者已认识到晚古生代保山地块隶属于广义的滇缅马生物区系, 极可能是从冈瓦纳大陆上分离出来的独立地体, 但对于滇缅马地块内部地层的确切对比、地块何时分离、含砾岩的成因、“冷水动物群”环境意义及确切时代、古生物地理区的变迁等诸多问题的认识, 仍有较大的分歧。

对保山地块的较系统和深入的生物地层研究始于 20 世纪 80 年代, 早期的研究集中在下石炭统的无脊椎动物化石的分类和化石带的划分(Jin and

Fang, 1983; Duan, 1985; Chen, 1984; Liang and Zhu, 1988; Fang, 1983; Sheng and He, 1983)。进入 90 年代, 除涉及更多门类化石外(Li and Duan, 1993; Wang *et al.*, 1993; Fang and Fan, 1994), 并有许多有关沉积学、大地构造学及古地理学的讨论(Zhou and Fang, 1990; Fang, 1991; Cong *et al.*, 1994; Nie *et al.*, 1993; Jin, 1994; Wopfner, 1996)。但关键地层的时代仍颇多争论, 如含砾纹泥岩的丁家寨组, 一直被认为是晚石炭世沉积(Fang, 1994; Jin, 1994; Fang and Fan, 1994), 导致与典型早二叠世冈瓦纳相含砾沉积的对比困难。另外, 对其古地理、古构造位置的解释仍有许多不明之处。

自从 80 年代以来, 作者一直从事滇缅马地块不同部分的石炭系、二叠系研究。本文试图以不同门类的生物地层学为基础, 对保山地块的石炭系、二叠

收稿日期: 2000-04-21

^{*} 国家自然科学基金委青年基金(No. 49602021)及特殊学科点人才基金资助

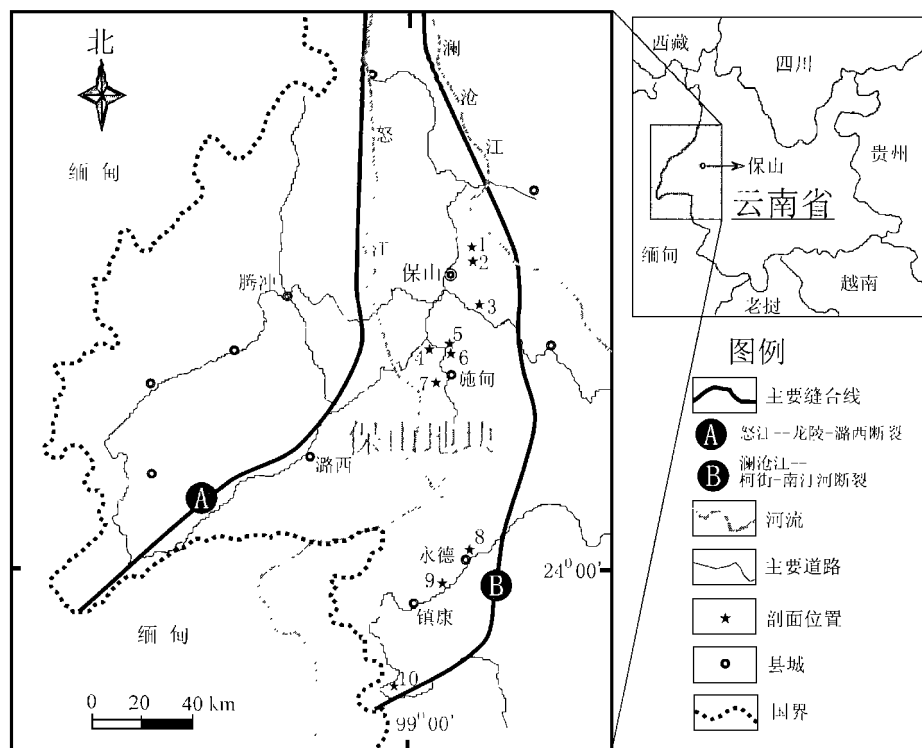


插图 1 保山地块地理及构造位置图

Location map of main sections

1. 保山清水沟剖面 (Qingshuigou section, Baoshan); 2. 保山卧牛寺剖面 (Woniusi section, Baoshan); 3. 保山西邑剖面 (Xiyi section, Baoshan); 4. 施甸鱼洞剖面 (Yudong section, Shidian); 5. 施甸东山坡剖面 (Dongshanpou section, Shidian); 6. 施甸丁家寨剖面 (Dingjiazhai section, Shidian); 7. 施甸大寨门剖面 (Dazhaimen section, Shidian); 8. 永德安排田剖面 (Anpaitian section, Yongde); 9. 永德空迭寨剖面 (Kongsongzhai section, Yongde); 10. 耿马小新寨剖面 (Xiaoxinzhai section, Gengma)

系作一综述,并且,对其邻近地区及相关地区作一比较,提出保山地区石炭纪、二叠纪构造演化模式。

2 保山地块石炭系、二叠系概况

保山地块位于北澜沧江断裂至柯街—南汀河断裂以西,怒江断裂至龙陵—潞西断裂(怒江断裂南段西支)以东(Guo, 1985)(插图 1)。在地块内部,据地层发育情况可进一步识别为 3 个小区:北部区、南部区及西南区(Jin, 1994)。

2.1 北部区

北部区的地层发育最好,含丰富的化石,是研究的主要地区(Wang *et al.*, 1998)。早石炭世,有浅水台地和深水斜坡相两套沉积序列出现在本地区(Wang *et al.*, 1993)。台地相以鱼洞组,石花洞组及云瑞街组为代表,反映了一个大型的海进海退沉积旋回。鱼洞组是泥盆纪—石炭纪沉积间断面以上的一套海进初期沉积,底部为砾屑灰岩,向上变为薄层泥质灰岩,含海绿石,不含燧石结核,富产无脊椎动物化石及少量植物茎干化石,时代为中晚 Tournaisian 期。石花洞组为正常浅海相沉积,为泥晶灰

岩、泥晶生物碎屑灰岩,普遍含燧石结核和燧石条带,含丰富的四射珊瑚及腕足类等化石,底部含牙形刺化石。其时代大部分是 Viséan 期,底部属 Tournaisian 期。云瑞街组为海退阶段碳酸盐台地边缘鲕滩、介壳滩沉积,岩性以生物碎屑灰岩、鲕粒灰岩、团块团粒灰岩为主,含珊瑚、有孔虫及少量腕足类化石,时代为中晚 Viséan 期。台地边缘斜坡相序列以清水沟组和蒋家湾组为代表,仅分布在本区东北部的保山板桥一带,李仁杰、段丽兰(Li and Duan, 1993)称其为深水相沉积。清水沟组为灰黑色泥晶灰岩为主,产牙形刺及菊石、鹦鹉螺、单体珊瑚化石,含分散的莓状黄铁矿,其时代为晚 Tournaisian 期至早 Viséan 期。蒋家湾组底部为灰色薄层泥灰岩,含成岩菱铁矿结核,产丰富的小型单体珊瑚化石及鹦鹉螺化石,下部为生物屑灰岩及泥质灰岩,中上部为泥晶生物屑灰岩及石英砂岩互层,反映了一个完整的海退序列,其时代为 Viséan 期。

丁家寨组不整合地覆盖在云瑞街组之上。据丁家寨组上部灰岩夹层中的珊瑚及牙形刺化石,确定其时代为晚 Sakmarian—早 Artinskian 期,因此,在本区缺失了上石炭统及下二叠统最下部地层。丁家寨

组岩性下部以砂岩、粉砂岩为主,普遍含砾,局部砾石富集并被钙质、粉砂质基质所胶结。上部以粉砂岩为主,夹几层灰黑色页岩,及两层灰岩,最顶部为紫红色页岩。总的趋势为下粗上细,反映一个海进沉积序列(Yang, 1983; Shi *et al.*, 1996)。苔藓虫、腕足类较为丰富,主要出现在上部,珊瑚类局部富集在顶部灰岩中,形成灰岩薄层,小型单体珊瑚化石主要发现在上部两层灰岩夹层中,但在下部的粉砂岩中也可见及。丁家寨组的命名剖面位于施甸县由旺东北的大坡脚村后(Zhang, 1996),但出露最好的却在其北侧约 1.5 km 的东山坡村后的东山坡剖面,由于两者相隔甚近,后者也被作为参考剖面。

卧牛寺组在施甸、保山一带整合地覆盖在丁家寨组之上,主要由海相喷发的玄武岩组成。在命名剖面可见侵入的多棱玄武岩,可能为一种漏管状岩墙。多位学者(Lan *et al.*, 1983; Chen, 1984; Bureau, 1990; Zhang, 1996)都提及本组在命名剖面含碎屑岩及灰岩夹层,其中的珊瑚类等化石与丁家寨组一致。然而,我们反复搜寻并没有发现这样的夹层。

在卧牛寺剖面,丙麻组可明显地分为上下两部分。下部由凝灰质角砾岩、凝灰质粉砂岩、薄层火山熔岩及黄色凝灰质粉砂岩组成,上部为紫红色、灰黑色页岩,顶部含植物化石。因被第四系覆盖,上、下两部分的界线不清。由于下部含丰富的火山物质,建议将其归于卧牛寺组。丙麻组仅限于上部的紫红色、灰黑色页岩。

大凹子组为一套浅海相碳酸盐岩沉积。下部由深灰、灰色泥灰岩,生物碎屑灰岩组成,向上白云质增加,变成白云质灰岩或白云岩夹灰岩。下部含腕足类及块状复体珊瑚化石,其时代为栖霞期晚期至茅口期,但上部白云质灰岩可上延至早吴家坪期。丙麻组与大凹子组的接触关系不清,在卧牛寺剖面,似为平行不整合接触。

2.2 南部区

本区缺失下石炭统,早二叠世丁家寨组假整合于下泥盆统之上。丁家寨组的岩性与北部区略有不同,以永德县勐弄空送寨剖面为例,除下部含砾外,基本不含砾石,以泥岩、泥质灰岩、粉砂质泥岩为主,含丰富的腕足类化石,其上部不含灰岩透镜体,也无灰岩夹层,因此,也无珊瑚类动物群(Lan *et al.*, 1983, 83 页描述的剖面)。尹集祥(Yin, 1997, p. 71)报道,在永德县勐板及镇康县斑鸠寨见有与命名剖面一致的以含砾灰岩为特征的杂砾岩段。

卧牛寺组玄武岩与下伏丁家寨组的关系不清,

在空送寨剖面似为断层接触。局部地区见有枕状构造,并有海相碎屑岩夹层(Lan *et al.*, 1983, p. 83)。

永德组的含义较为混乱。云南省区调队七分队 1/20 万南伞、耿马幅区域地质调查报告及云南省地质矿产局(Bureau, 1990)注明永德组的层型为永德县城东安排田剖面。在此剖面,可见永德组与下伏卧牛寺组的接触关系为假整合,底部含 0.6m 的含砾泥岩,砾石多为玄武岩及砂岩碎块。向上为泥质粉砂岩及页岩,顶部界线不清。产植物化石 *Pecopteris* sp., *Glossopteris*? sp., *Taeniopteris* sp., 及双壳类、苔藓虫、丰富的腕足类化石,其时代为 Roadian—Wordian 期。蓝朝华等(Lan *et al.*, 1983)据耿马县河外小新寨剖面命名永德组,方润森等(Fang and Fan, 1994)用小新寨组一名。其下部被第四系覆盖,中上部以灰黑色泥灰岩为主夹钙质页岩,产丰富的腕足类化石(Fang, 1983),苔藓虫(Fan, 1985; Lu, 1993)及少量单体珊瑚(Fang and Fan, 1994)。其时代略有争议,可能为 Wordian—Capitanian 期。因此,无论从岩石特征还是化石面貌看,永德县安排田剖面的永德组与耿马县小新寨剖面的永德组不能对比,两者可能是上下关系。

在小新寨剖面,沙子坡组与永德组的接触关系不清,似为整合接触。沙子坡组下部为泥质灰岩,含丰富的四射珊瑚 *Thomasiphyllum* 和横板珊瑚 *Sinopora*;局部灰岩较纯,含珊瑚类及块状复体珊瑚;中部为浅灰色块状含珊瑚灰岩,局部珊瑚类化石富集成灰岩,其中 *Eopolydixodina* 丰度甚高,仅含极少量的 *Rugososchwagerina*,其时代可能为 Capitanian 期(晚茅口期);上部为白云质灰岩及白云岩。

2.3 西南区

曼里组直接覆盖在花岗岩或早古生代地层之上,为一套紫红色铝土质泥砂岩沉积。可能与丙麻组相当。沙子坡组的岩性与北部区的大凹子组相似,下部以灰岩为主,产珊瑚、有孔虫及珊瑚,中上部为白云质灰岩及白云岩。

综上所述,即使在保山地块内部,沉积发育也很不一致,其相互间的对比见插图 2。

3 动物群特征及对比

3.1 早石炭世动物群

牙形刺生物地层的研究表明,保山地块缺失晚泥盆世晚期至早石炭世早期沉积(Li and Duan, 1993; Wang *et al.*, 1993)。丰富的无脊椎动物化石

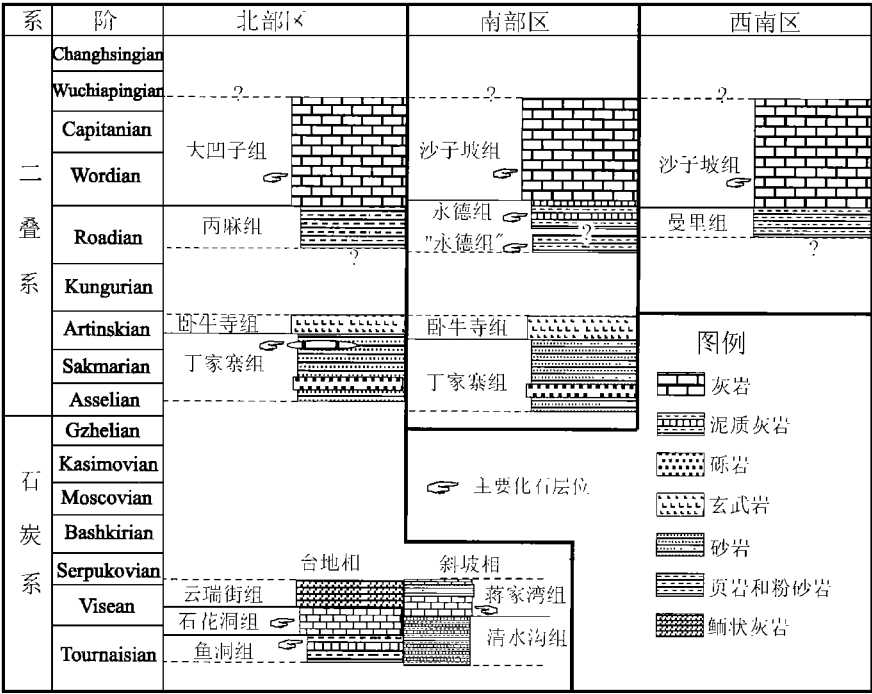


插图 2 保山地块石炭系、二叠系分布以及产化石的主要层位
Distribution of the Carboniferous and Permian in the Baoshan block and main fossil-bearing levels

出现在北部地区,许多门类化石已经作了较详细的研究,包括腕足类(Jin and Fang, 1983),海百合(Chen and Yao, 1993),菊石(Liang and Zhu, 1988),珊瑚(Duan, 1985; Wang *et al.*, 1993; Wang, 1997)。保山地区的动物群反映出混生型特征,欧洲域(European Realm)、中国域(Chinese Realm),少量澳大利亚域(Austral Realm)及美洲域(American Realm)(Bambach, 1990)分子均可在此出现。反映出高分异度,多种生态类型并存的特点。其中珊瑚动物群的分布和演化很有代表性。在浅海台地相区,Tournaisian 中晚期鱼洞组的珊瑚动物群由下列成员组成:四射珊瑚 *Rotiphyllum yohi* Lo., *Salaelasma* sp., *Hapsiphyllum meniscophylloides* Sung, *Pentaphyllum enorme* (Hudson), *Pentaphyllum* sp., *Neozaphrentis* sp., *Commutia szulczewski* Fedorowski, *Zaphrentites parallelus* (Carruthers), *Zaphrentoides* sp., *Meniscophylloides* sp., *Trochophyllum* sp., *Ufimia* sp., *Caninia densiseptata* Flugel; 横板珊瑚 *Palaeacis lata* Wang, *Sutherlandia* sp., *Cladochonus* sp.; 伴生有三叶虫、菊石、小型腕足类等。本动物群在保山地块北部均有分布,层位十分稳定,出现在 Tournaisian 中晚期牙形刺 *Gnathodus pseudosemiglaber* 带及 *Doliognathus latus* 带(Li and Duan, 1993)。代表保山地块泥盆纪末石炭纪初沉积间断后的首次动物群复苏。此动物群

以个体小,缺失鳞板、隔壁数少,横板少或不发育为特征,属于典型的 *Cyathaxonia* 动物群(Hill, 1938, 1981; Kullmann, 1997),完全不同于华南以 *Pseudouralinia*(实为 *Uralinia*) 为主的动物群。同期的类似珊瑚动物群在世界上甚为少见。在生态上,新疆巴里坤的 *Meniscophyllum xinjiangense* 组合(Wu and Zeng, 1982)可与其比较,但组成分子有较大的差异。喜马拉雅区亚里组的 *Cyathaxonia* 动物群(Fan, 1988)也许可与其比较。

Tournaisian 晚期至 Visean 早期珊瑚动物群来自石花洞组,为 *Keyserlingophyllum* - *Siphonophyllia* - *Kueichouphyllum* 动物群,以个体大,分异度高为特征,局部层位见丛状复体礁型珊瑚 *Heterostrotion*,它们在生态上可大体对比于 Hill(1938)的 Caninid-Clisiophyllid 动物群,其中, *Keyserlingophyllum*, *Siphonophyllia* 最为丰富,但前者仅出现在施甸由旺一带,在保山云瑞—西邑一线代之以大量的 *Kueichouphyllum*。在大寨门剖面从下到上可分为三个组合。第一组合以丰富的 *Coniophyllum* sp. 为代表,包括 *Lophophyllum* sp., *Amplexus coralloides abichi* Waagen et Wentzel, *Zaphrentites hunanensis* Kullmann et Liao 等。第二组合含有丰富的 *Keyserlingophyllum shidianensis* Sung 和 *Siphonophyllia cylindrica* Scouler,尚有 *Cyathoclisia arachnolasmoides* Duan, *Arachnolasmella*

cf. *irregularia* Duan, *Siphonophyllia mineroseptata* Duan, *Keyserlingophyllum delicatum* Sung, *K. yunnanensis* (Sung), *Uraliniidae*, *Carruthersella* sp., *Heterostrotion shidianense* (Sung)。第三组合以 *Palaeosmilia munchisoni* Milne-Edwards et Haime 的出现为标志,还包括 *Keyserlingophyllum awesnense* (Delepine), *Siedleckia*? sp., *Caninophyllum tomiense* (Tolmatchev), *Kueichouphyllum* sp.。其中 *Cyathoclisia* 是典型的欧洲域分子,很少在欧洲以外地区出现。*Siedleckia* 是欧洲域东波罗的海区(Bambach, 1990)成员,分布范围狭窄。

Visean 中晚期珊瑚动物群以云瑞街组的为代表,包括 *Heterocaninia* sp., *Palaeosmilia* sp., *Diphyphyllum carinatum* Gorsky, *Caninophyllum* sp.。

在台地边缘斜坡相,Visean 期珊瑚以 *Cyathaxonia* 动物群为特征。保山县东北侧的板桥清水沟剖面蒋家湾组,动物群由 *Rotiphyllum* sp., *Pentaphyllum hibernicum* (Carruthers), *Neozaphrentis*? sp., *Ufimia* sp., *Pentaphyllum* sp. A of Flugel, 1991, *Pentaphyllum* sp. B of Flugel, 1991, *Pentaphyllum* sp. C of Flugel, 1991, *Pentaphyllum* cf. *hithis* Weyer of Flugel, 1991, *Claviphyllum* sp., *Ufimia infracarbonica* Schindewolf, *Cyathaxonia cornu* Michelin, *Zaphrentites* sp., *Commutia* sp., *Palaeacis* sp., *Sutherlandia* sp., *Cladochonus* sp. 等组成。个体数量十分丰富,伴生有 *Bollandites-Dzhaprakoceras* 菊石动物群(Liang and Zhu, 1988)。同期的 *Cyathaxonia* 动物群在世界各地均有分布(Kullmann, 1997),在属的组成和时代上,西藏申扎早石炭世珊瑚动物群(Fan, 1985)可与其对比。

西藏拉萨地块的申扎地区,Visean 期的 *Cyathaxonia* 动物群被称为冷水动物群(Yang and Fan, 1982; Fan, 1988; Yin, 1997)。但此时在东冈瓦纳并没有冰川作用发生(Veevers and Powell, 1987),因而是泛大陆初始形成时的冷洋流作用(Yin, 1997, p. 163)。事实上,已有许多学者对早石炭世的 *Cyathaxonia* 动物群作了环境学的评述(Hill, 1938, 1981; Sando, 1980, 1989; Wu and Zeng, 1982; Rodriguez et al., 1986; Webb, 1990; Kullmann, 1997),它们代表盆地或斜坡相、深水、贫光、贫氧、水流不畅、泥质基底等环境,是一种广相型动物群。另外,在申扎,大型单体具鳞板的 *Siphonophyllia*, *Humboldtia* (实为 *Keyserlingophyllum*, 出现在 *Cyathaxonia* 动物群的下部层

位。在拉萨地块西北侧的改则、拉萨市北的林周,发现了 *Kueichouphyllum* (Fan, 1988)。前已述及,在保山地块, *Cyathaxonia* 动物群与大型单体具鳞板珊瑚及丛状复体礁型珊瑚并存,两者为同期的珊瑚群落。因此,应当特别强调,西藏聂拉木、定日、申扎、滇西甚至伊朗的早石炭世 *Cyathaxonia* 动物群都不是冷水成因的,而是由底质、水深控制的可能为斜坡相环境的产物。我们进一步认为,鉴于高分异度的动物群的出现,此时的保山地块位于赤道附近的低纬度地区。

3.2 早二叠世生物群

丁家寨组长期以来被作为晚石炭世 Moscovian 至 Gzhelian 的沉积(Chen, 1984; Fang and Fan, 1994; Jin, 1994),其原因在于丁家寨组顶部灰岩中的所谓 *Triticites* 动物群(Chen, 1984)一直被引用和补充,但从未见图版和描述。聂泽同等(Nie et al., 1993)尽管对其时代提出怀疑,但对~~其~~本身的鉴定并无异议,因而将其解释为再沉积的产物。笔者最近对产自东山坡剖面及卧牛寺剖面丁家寨组顶部灰岩中的~~其~~类及有孔虫化石进行了初步研究,见~~其~~类 *Pseudofusulina* sp., *Eoparafusulina* spp., *Nankinella* sp.; 有孔虫 *Tuberitina* spp., *Glomospira* sp., *Endothyra* spp., *Climacammina* sp., *Spiroplectammina* ex gr. *conspecta*, *Tetrataxis* sp., *Globivalvulina* sp., *Trepeilopsis* sp., *Pachyphloia* sp., *Geinitzina* sp., *Nodosaria*? sp. 等(Wang et al., 1999)。其中 *Pseudofusulina* sp. 的丰度最高,它的壳形小,长短轴之比值为3—3.5,内部壳圈排列紧密,轴部的隔壁褶曲较强烈。由于较小的壳形,初看颇像 *Triticites*, 但据其较强烈的隔壁褶曲及轴部充填物,应归入 *Pseudofusulina*, 并与南帕米尔的 *Ps. macilenta* Leven 极相似。另外,以往报道的 *Hemifusulina* 极可能是 *Eoparafusulina*, 它们有圆筒形的壳形,较规则的隔壁褶曲。在保山,至少有两种不同类型的种,分别相似于阿富汗南部的 *E. tschernyshevi* (Schellwien), *E. afghanensis* (Leven)。对它们更详细的分类学研究正在进行之中。

这样以低分异度为特征的特殊的~~其~~类动物群也出现在阿富汗中南部,帕米尔中南部等地(Leven, 1993, 1997; Gaetani and Leven, 1993),其时代被认为是 Sakmarian 或可上延至早 Artinskian。

从丁家寨组顶部的灰岩夹层中,我们获得了几枚保存完好的牙形刺标本,包括 *Mesogondolella* cf.

bisselli (Clark et Behnken), *Sweetognathus bucaramangus* (Rabe), *Sweetognathus whitei* (Rhodes)。Rabe(1977)曾报道哥伦比亚的一个相似的动物群,其时代被归为晚 Wolfcampian 期。Ritter (1986, 1987)描述了美国犹他州和堪萨斯州的相似动物群,并将其归入 *Sweetognathus whitei* 带。在帕米尔南部,Reimers(1991)也发现了一个相似的动物群,与 *Neostreptognathodus leonovae* 共生。因此,这些 *Sweetognathus bucaramangus* 动物群可对比于上 *Mesogondolella bisselli-Sweetognathus whitei* 带至 *Neostreptognathodus pequopensis* 带。在新的二叠纪年代地层划分方案中(Jin et al., 1997), *Sweetognathus whitei* 的首现被作为 Artinskian 阶的开始, *Neostreptognathodus pequopensis* 带被置于上 Artinskian 阶。丁家寨组的 *Sweetognathus bucaramangus* 与以往报道的相比有更不发育的瘤,指示了其原始性,因此,其时代极可能为晚 Sakmarian 期—早 Artinskian 期。

丁家寨组的珊瑚动物群以小型单体无鳞板类型为特征。段丽兰(Duan, 1991)曾报道有 13 属,但未附图版及描述。方润森等(Fang and Fan, 1994)描述了几个小型单体珊瑚,并附有图版,包括 *Rotiphyllum baoshanense* Fang et Fan, *Bradyphyllum* sp., *Lytvolasma minor* Fang et Fan, *Plerophyllum leptonicum* (Abich), *Plerophyllum botrioseptatum* Fang et Fan, *Plerophyllum simplex* Fang et Fan。我们仅发现 4 种类型。它们是: *Cyathaxonia* sp., *Claviphyllum*? sp., *Duplophyllum* sp., *Paracaninia*? sp.。*Cyathaxonia* sp. 个体极小,成年期横切面直径小于 3 mm。*Duplophyllum* sp. 极相似于 *R. omaliusi*, 后者为欧洲域下石炭统分子。*Claviphyllum*? sp. 仅有一块标本,保存长度 46mm,可观察到 3 次返青生长现象;对隔壁粗壮,对部隔壁较主部隔壁发育迅速,某些隔壁加厚;主内沟、侧内沟明显,幼年期隔壁排列 Zaphrentoid 型。总之,此 *Cyathaxonia* 珊瑚动物群的总的特征是外壁厚,个体间变异性强烈,常具多次返青生长。迄今为止,共有 3 个珊瑚动物群可与丁家寨组动物群比较。它们分别产于西藏西部日土县的展金组(He and Weng, 1982);西藏申扎的昂杰组(Fan, 1988);阿富汗南部一个未命名的地层(Leven, 1997)。展金组的珊瑚动物群与典型的冈瓦纳型冷水双壳类 *Eurydesma* 共生(He and Weng, 1982, p. 132; Yin, 1997, p. 64)。另外,Waterhouse(1982)报道的产自

泰马半岛 Phuket 群的 *Euryphyllum* sp. 可能与丁家寨组动物群同期。但是,根据新的二叠纪划分方案,西藏的常被归入早二叠世的所谓的冷水 *Lytvolasma* 动物群(Wu, 1975; Wu et al., 1982; Wang and Liu, 1982; Fan, 1988; Flugel, 1990),其时代很可能是栖霞期晚期(Roadian)。

丁家寨组珊瑚动物群在属一级组成上均为全球广布性分子,但是,考虑到广泛出现于华夏生物区系中的柯坪珊瑚科、卫根珊瑚科及所有其他具鳞板类型珊瑚在保山下二叠统的缺失,指示了保山地区此时极可能不属于华夏生物区系。

石光荣等(Shi et al, 1996)研究和重新修订了丁家寨组的腕足动物群。这个动物群以 *Stenosisma* sp. 及 *Elivina yunnanensis* Shi, Fang et Archbold 为特征,可与帝汶岛及澳大利亚西部的 Sakmarian 期动物群对比。

3.3 中晚二叠世动物群

耿马河外小新寨剖面产丰富的腕足类动物群,包括下部的 *Costiferina* 组合及上部的 *Waagenites* 组合。方润森(Fang, 1983)将它们与巴基斯坦盐岭的中、上长身贝灰岩的腕足动物群对比,意味着其层位与 Wargal 组和 Chhidru 组相当,即从 Wordian 期晚期至 Changhsingian 期早期 (Pakistani-Japanese Reaseonch Group, 1985)。最近,石光荣等(Shi and Archbold, 1995, 1998)重新评价了这个动物群,认为此动物群是华夏型和冈瓦纳型混生的结果,它们的某些分子可与巴基斯坦盐岭、我国西藏中部、澳大利亚 Canning 盆地的同期动物群对比,其时代为 Wordian—Capitanian 期。

范建才(1985)及陆麟黄(Lu, 1993)研究了上述层位的苔藓虫化石,认为其时代应属茅口期,即 Roadian 至 Capitanian 期。耿马永德组的苔藓虫兼有特提斯北、中、南三分区的分子(Lu, 1993)。

耿马永德组的珊瑚化石并不丰富,主要为单体类型,包括: *Wannerophyllum exquisitum* Fang et Fan, *Lophophyllidium proliferum* (McChesney), *Lophophyllidium* sp., *Thomasiphyllum* sp. (Fang and Fan, 1994)。其中 *Wannerophyllum* 已被作为 *Verbeekiella* 的同义名 (Hill, 1981)。

保山卧牛寺大凹子剖面大凹子组的有孔虫(包括藻类)由 *Nankinella* sp., *staffellids*, *Turberitina* spp., *Glomospira* spp., *Globivalvulina* spp., *Hemigordius* sp., *Pachyphloia* sp. 组成,它们完全可与泰国西部 Rathuri 灰岩的有孔虫组合 (Fontaine

and Suteethorn, 1988, p. 32—35)对比, 后者的时代是晚 Wordian 至 Wuchiapingian 期。

大凹子组的珊瑚动物群以块状复体的 *Wentzelophyllum* 为特征, 包括 *Wentzelophyllum persicum* (Douglas) 和 *W. shidianse* (Sung), 伴生有横板珊瑚 *Sinopora asiatica* (Mansuy)。以往, 这类复体四射珊瑚被鉴定为 *Ipciphyllum* (Bureau, 1974, 1990; Zhang, 1996), 但据明显的泡沫板带, 局部出现的三级隔壁等应归为 *Wentzelophyllum*。*W. persicum* 分布在伊朗 (Douglas, 1936)、伊拉克 (Hudson, 1958) 及我国西藏 (He, 1990, pl. 14, fig. 2)。产自泰国西南部 Ratburi 灰岩中的 *Paraipci-phyllum kulvanichi* Fontaine 的部分标本 (Fontaine, 1995, pl. 2, fig. 2) 应归入本种。

在保山地块南部的耿马、镇康、永德等地的沙子坡组下部, 发现丰富的横板珊瑚 *Sinopora* 及少量块状复体珊瑚, 以及大量类似于 *Thomasiphyllum spongifolium* (Smith) 的标本, 这个种原产于缅甸掸邦地区。沙子坡组中部产 *Eopolydioxodina* 动物群, 丰度极高, 常富集成层灰岩, 伴生少量的 *Rugososchwagerina*。*Eopolydioxodina* 以特别长的个体为特征, 也出现在伊朗、伊拉克、意大利西西里、土耳其、阿富汗、帕米尔、泰马半岛及缅甸 (Ueno, 1999), 主要繁盛在 Wordian 至 Capitanian 期。另外, 一个较特殊的有孔虫组合 *Shanita-Hemigordius* 出现在保山地块的沙子坡组中上部 (Sheng and He, 1983)。*Shanita* 迄今仅在缅甸东部掸邦、泰马半岛、土耳其、伊朗以及阿曼发现, 其时代为 Murgabian 至 Dzhulfian (Wuchiapingian) 期 (Sheng and He, 1983)。尽管有报道在保山地块出现 *Neoschwagerina* 及 *Verbeekina* (Zhang, 1996), 但从未见图影。

4 保山地块石炭纪一二叠纪构造、古地理演化及对比

4.1 石炭纪

保山地块受晚泥盆世全球海退事件的影响, 缺失了泥盆系顶部及石炭系底部地层。海侵发生在早 Tournaisian 期的中晚期, 沉积了以泥页岩及泥质灰岩为主的鱼洞组。Visean 期早中期达到最大海侵, 含大量硅质结核的灰岩及高分异度的低栖无脊椎动物, 包括礁型复体珊瑚。Visean 期中晚期进入海退阶段, 沉积物以鲕粒灰岩为特征。在 Visean 期末或 Serpukhovian 期初结束海相沉积。这是一次全球性

的海退事件, 在澳大利亚被称为 Namurian 抬升 (Powell and Veevers, 1987)。这次事件的影响颇为深远, 尤其在冈瓦纳及泛冈瓦纳地区, 导致了这些地区从 Serpukhovian 期至 Gzhelian 期甚至更晚的海相地层的缺失。

与华南、印支及劳伦大陆等石炭系连续沉积不同, 保山地块的早石炭世以碳酸盐岩沉积为主, 中上石炭统缺失这类特征的地层序列, 可与掸泰马地块 (Metcalf, 1983)、西藏拉萨地块 (Yin, 1997)、南帕米尔 (Bensh *et al.*, 1996)、南阿富汗 (Vachard and Montenat, 1996)、伊朗东南部 (Vachard, 1996)、伊拉克及东南土耳其 (Monod and Weissbrod, 1996) 对比。这些地区涵盖的范围相当于基默里区 (Cimmerian, Sengor, 1979, 1984) (相似的古地理区概念和名称还有: 边缘冈瓦纳区, 泛冈瓦纳区, 中间过渡陆块区, 冈瓦纳特提斯区及南特提斯区等)。

无论是沉积特征还是动物群面貌, 保山地块在早石炭世处于低纬度的赤道附近。在晚石炭世抬升的同时, 冈瓦纳大陆及其附属基默里区作顺时针旋转, 致使其东端包括保山地块向南运动, 从低纬度地区移向高纬度地区 (Metcalf, 1995; Yin, 1997)。

4.2 二叠纪

早二叠世, 保山地块再次遭受海侵, 沉积了以碎屑岩为主、含杂砾岩及顶部夹灰岩的丁家寨组。腕足动物化石指示其下部可能为 Asselian 期 (沈树忠, 个人通讯), 但顶部灰岩的时代为早 Artinskian 期。对丁家寨组杂砾岩的成因解释有两种不同观点, 冰海相 (Jin, 1994; Wopfner, 1996; Fang and Fan, 1994) 及海底碎屑流沉积 (Zhou and Fang, 1990; Zhou *et al.*, 1999)。但似乎多数学者将丁家寨组与广泛分布在冈瓦纳及邻区的碎屑岩-杂砾岩序列对比, 倾向于冰海相成因。这些碎屑岩-杂砾岩序列出现在掸泰马地块、保山地块、腾冲地块、拉萨地块、羌塘地块西部、南帕米尔、中南阿富汗、东南伊朗等地。越来越多的证据显示, 其上部地层是 Sakmarian-Artinskian 期, 其下部地层的时代可能略有不同, 但不早于 Gzhelian 期 (Fontaine and Suteethorn, 1988; Dickins, 1994; Metcalf, 1996; Leven, 1997; Yin, 1997)。尽管这些地层中的动物群不能完全与盐岭、克什米尔及印度半岛的典型的冈瓦纳相冷水动物群对比 (Dickins, 1985, 1994), 后者是腕足类-双壳类-锥石-苔藓虫的特殊组合, 但或多或少有一些共同分子, 如腕足类的 *Globiella* (*Stepanoviella*) 等。因而, 我们称丁家寨组的动物群为冷温型

丁家寨组上部灰岩层的增加及顶部特殊䄠类动物群 *Pseudofusulina-Eoparafusulina* 和牙形刺动物群 *Sweetognathus bucaramangus* 的出现,反映了气候变暖的过程。梅仕龙等(Mei et al., 1999)称此牙形刺动物群为近赤道暖温型动物群。此䄠类动物群类似于南阿富汗及东南帕米尔(Leven, 1997),完全不同于同期的暖水华夏区的 *Pseudoschwagerina-Zellia-Robustoschwagerina* 动物群。但尽管如此,䄠类一直被作为窄适性暖水动物群(Ross, 1979),它的出现说明了保山地区此时不可能处于高纬度地区,而应该是中低纬度地区,大约南纬 30°—40°。

与前期的顺时针旋转运动相反,此时,冈瓦纳大陆作逆时针旋转运动(Ziegler, 1989)。位于冈瓦纳大陆北东侧的基默里区在早二叠世晚期开始逐渐从冈瓦纳大陆分离(Veevers, 1988)。保山地块是最早分离出来的地块之一,表现为大陆裂谷型玄武岩的喷发。海相喷发的卧牛寺组玄武岩被认为是大陆裂谷型的拉斑玄武岩(Wopfner, 1996; Cong et al., 1994; Yin, 1997)。它的性质与克什米尔的本贾尔暗色岩系(Panjal Volcanic Trap)相一致。它的出现反映了从冈瓦纳大陆分离的开始(Wopfner, 1996)。

卧牛寺组与丙麻组(或永德组)之间的沉积不连续反映的是一次大的间断事件。是全球性的大规模的海退事件。影响范围涉及基默里区及以北的特提斯区,被称为 Sakmarian 后海退事件(Leven, 1994)。这次事件导致了乌拉尔海槽的闭合。在基默里区,早二叠世 Asselian—早 Artinskian 期碎屑岩—杂砾岩系列与中二叠世含暖水动物群的碳酸盐岩系列之间的不整合接触。在保山地区,由于缺少可信的化石证据,此次间断持续的时间不清。

保山地块北部地区的再次海侵发生在 Roadian 期(?),沉积了浅海三角洲相碎屑岩的丙麻组(或永德组),含混生型腕足类(Shi and Archbold, 1995)和少量植物化石。在上覆的大凹子组(或沙子坡组),含暖水礁相珊瑚动物群及䄠类化石,但仍然与典型华夏型动物群有较大差别。表现为低的分异度,缺少 *Neoschwagerina*, *Verbeekina* 等。值得注意的是,在基默里区,从东到西,中二叠世的动物群分异度逐渐增大,与华夏区之间差别也逐渐减小。在掸泰马地块,䄠类以 *Pseudofusulina*, *Nankinella*, *Yangchienia* 为主,局部见高丰度产出的 *Eopolydiexodina*, 缺失 *Neoschwagerina*;珊瑚以 *Wentzelophyllum* 及 *Thomasiphyllum* 为主(Fontaine and Suteethorn, 1988; Ueno et al., 1996),相似于保山

地块及腾冲地块,与华夏区差别明显。在西藏拉萨地块,出现丰富的 *Neoschwagerina* 动物群,及高分异度的单体、复体珊瑚动物群(Wang et al., 1981; Zhu, 1982; Wu et al., 1982; Lin, 1983),与华夏区可以对比。在中南阿富汗及南帕米尔,始于 Roadian 期,䄠类动物群已可与北部区对比(Leven, 1997)。因此,是否预示着一个楔形向东开口的特提斯洋的存在。尽管此时的保山地块已处于低纬度地区,但与华南地块仍有一定距离,两者的生物群缺少共同分子。

由于沙子坡组上部与上覆三叠系河湾街组的岩性十分相似,普遍认为两者之间有一大的沉积间断(Bureau, 1990; Sheng and Jin, 1994; Zhang, 1996),但地层缺失的详细情况尚不清楚。保山地块石炭纪、二叠纪构造演化可概括为如插图 3 所示。

5 结 论

1) 根据牙形刺及䄠类动物群,丁家寨组碎屑岩—杂砾岩系列的时代应是早二叠世。其上部灰岩夹层的时代为 Sakmarian—早 Artinskian 期,不排除其下部碎屑岩系列是 Asselian 期的可能性。

2) 保山地块南部的永德组应进一步划分。永德县城东安排田剖面的永德组与耿马县小新寨剖面的永德组无论岩性还是生物群面貌均不相同,两者可能为上下关系。它们的时代为 Roadian—早 Capitanian 期。

3) 保山地块在石炭纪、二叠纪时经历了低纬度—中低纬度—低纬度的古地理变迁,不同性质的古生物群,如暖水型—冷温型—暖水型在不同时期的出现,正是这种变迁的结果。

4) 保山地区遭受了三次较大的海退影响,一是 Serpukhovian—Gzhelian 期,二是晚 Artinskian—早 Roadian(?) 期,三是 Wuchiapingian(?)—Changhsingian 期。

5) 保山地块的石炭纪、二叠纪沉积序列、古生物群、构造演化特征等方面相似于掸泰马地块、腾冲地块、拉萨地块、羌塘地块西部、南帕米尔、中南阿富汗等地。尽管它们之间在某些细节上不能对比,但总的特征十分相似,而区别于其他地区。如早石炭世含暖水型动物群碳酸盐岩沉积,晚石炭世沉积缺失,早二叠世含冷温型动物群的碎屑岩—杂砾岩沉积,中晚二叠世含暖水型动物群碳酸盐岩沉积。因而,它们应属于同一古地理区——基默里区。在早

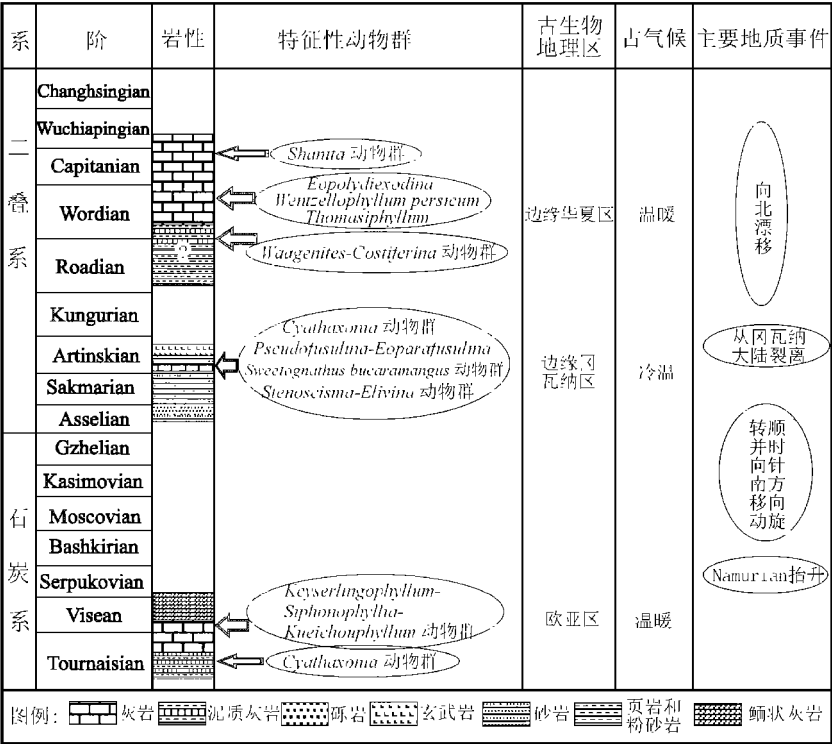


插图 3 保山地块石炭纪、二叠纪古地理及古气候演化
Biogeographic and climatic change during the Carboniferous and Permian in the Baoshan block, Southwest China

二叠世之前，作为冈瓦纳大陆的一部分，位于其东北缘，尔后，逐渐从冈瓦纳大陆分离，向北漂移。

本项目得到日本学术振兴会的资助，野外工作得到云南省保山地区矿管办、云南省第四地质大队的帮助；方润森研究员、朱夔玉教授、陈重泰教授等也给予帮助，笔者在此表示衷心感谢。

参 考 文 献

Bambach R K, 1990. Late Palaeozoic provinciality in the marine realm. In: McKerrow W S, Scotese C R (eds.). Palaeozoic palaeogeography and biogeography, Memoir No. 12, The Geological Society, London.

Bensh F R, Rumiantseva Z S, Sergunkova O I, 1996. The Carboniferous of Tianshan and Pamirs. In: Wagner R H, Winkler Prins C F, Granados L F (eds.). The Carboniferous of the world (III). ICGS Publication, 33: 122—153.

Bureau of Geology and Mineral Resources of Yunnan Province (云南省地质矿产局) (ed.), 1974. Palaeontological Atlas of Yunnan. Yunnan People's Press. 107—252. (in Chinese)

Bureau of Geology and Mineral Resources of Yunnan Province (云南省地质矿产局) (ed.), 1990. Regional geology of Yunnan Province. Beijing: Geological Publishing House. 728p. (in Chinese with brief English text).

Chen Genbao (陈根保), 1984. The Carboniferous of the Baoshan area.

west Yunnan. Acta Strat. Sin., 8(2): 129—135. (in Chinese)

Chen Zhongtai, Yao Jihui (陈重泰, 姚吉惠), 1993. Palaeozoic echinoderm fossils of western Yunnan, China. Beijing: Geol. Publ. House. 102pp. (in Chinese with English abstract)

Cong B L, Wu G Y, Zhang Q et al., 1994. Petrotectonic evolution of Paleo-Tethys in western Yunnan, China. Science in China (Ser. B), 37: 1016—1024.

Dickins J M, 1985. Palaeobiofacies and Palaeobiography of Gondwanaland from Permian Triassic. In: Nakazawa K, Dickins J M (eds.). The Tethys. Tokyo: Tokai Univ. Press. 83—92.

Dickins J M, 1994. What is Pangaea? In: Embry A F, Beauchamp B, Glass D J (eds.). Pangaea: Global Environments and Resources. Can. Soc. Petr. Geol. Mem., 17: 67—80.

Douglas J A, 1936. A Permo—Carboniferous fauna from Southwest Persia (Iran). Palaeont. Indica, N. S., 22(6): 1—59.

Duan Lilan (段丽兰), 1985. Early Carboniferous corals from Baoshan and Shidian, Yunnan. Contribution to the Geology of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau, 17: 255—276. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese with English abstract)

Duan Lilan (段丽兰), 1991. Late Carboniferous rugose corals from Shidian, Baoshan. West Yunnan and environmental discussion. Proceedings of the Symposium on the Tethys tectonic evolution and mineral resources in western Yunnan, 262—265. (in Chinese)

Fan Jiancai (范建才), 1985. The Early Permian bryozoans from Xiaoxinzhai of Gengma, Yunnan. Proceedings of the Micropalaeontology, p. 99—107. Beijing: Science Press. (in Chinese)

Fan Yingnian (范影年), 1985. A division of zoogeographical provinces by Permo—Carboniferous corals in Xizang (Tibet), China. Contri-

- bution to the Geology of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau, **16**: 87—106. Beijing: Geological Publishing House. (in Chinese with English abstract)
- Fan Yingnian (范影年), 1988. The Carboniferous System in Xizang (Tibet). Chongqing Publishing House, Chongqing, China. (in Chinese with English abstract)
- Fang Runsen (方润森), 1983. The Early Permian Brachiopoda from Xiaoxinzhai of Gengma, Yunnan and its geological significance. Contribution to the Geology of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau, **11**: 93—119. Beijing: Geological Publishing House. (in Chinese with English abstract)
- Fang Runsen, Fan Jiancai (方润森, 范建才), 1994. Middle to Upper Carboniferous-Early Permian Gondwana facies and paleontology in western Yunnan. Kunming: Yunnan Science and Technology press. 121p. (in Chinese with English abstract)
- Fang Zongjie (方宗杰), 1991. Sibumasu biotic province and its position in Paleotethys. Acta Palaeontologica Sinica, **30**(4): 511—532. (in Chinese with English abstract)
- Fang Zongjie, 1994. Biogeographic constraints on the rift-drift-accretion history of the Sibumasu block. Jour. Southeast Asian Earth Sciences, **9**(4): 375—385.
- Flügel H W, 1990. Rugosa aus dem Perm des N-Karakorum und der Aghil-Kette. Geol. Palaont. Mitt. Innsbruck, **17**: 101—117.
- Fontaine H, 1995. Permian corals from Chom Bung area west of Bangkok: their paleogeographic significance. Newsletter on Coordinating Committee for Coastal and Offshore Geoscience Programmes in East and Southeast Asia, **20**(3—4): 23—26.
- Fontaine H, Jungyusuk N, 1995. Permian corals from Chom Bung area west of Bangkok: their Paleogeographic significance. CCOP Newsletter, **20**(3—4): 23—26.
- Fontaine H, Suteethorn V, 1988. Late Palaeozoic and Mesozoic fossils of West Thailand and their Environments. CCOP Technical Bulletin, **20**: 1—135.
- Guo Fuxiang (郭福祥), 1985. The division of the Upper Paleozoic Erathem and the plate tectonics in western Yunnan Province. Yunnan Geology, **4**: 217—233 (in Chinese with English abstract).
- Gaetani M, Leven E Ja, 1993. Permian stratigraphy and fusulinids from Rosh Gol (Chitral, east Hindu Kush); Rivista Italiana di Paleontologia e stratigrafia, **99**(3): 307—326.
- He Xinyi (何心一), 1990. Permian corals from Ali (Ngari). In: Yang Z Y, Nie Z T *et al.* (eds.). Paleontology of Ngari, Tibet (Xizang). The China University of Geosciences Press. 76—79. (in Chinese with English abstract)
- He Xinyi, Weng Fa (何心一, 翁发), 1982. Early Permian rugose corals from Ali (Ngari), northern Xizang (Tibet). Earth Science-Journal of Wuhan College of Geology, **3**: 131—142. (in Chinese with English abstract)
- Hill D, 1938. A monograph on the Carboniferous rugose corals of Scotland. **1**: 1—78. Palaeontological Society of London.
- Hill D, 1981. Rugosa and Tabulata. In: Teichert C (ed.). Treatise on invertebrate paleontology, Part F. supplement **1**: 1—762. Geol. Soc. America Univ. Kansas Press, Boulder, Colorado and Lawrence, Kansas.
- Hudson R G S, 1958. Permian corals from northern Iraq. Palaeontology, **1**(3): 174—192.
- Jin Xiaochi, 1994. Sedimentary and paleogeographic significance of Permian-Carboniferous sequences in Western Yunnan, China. Geologischches Institut der Universitaet zu Koeln Sonderveroeffentlichungen, **99**: 1—136.
- Jin Yugan, Fang Runsen (金玉麟, 方润森), 1983. Early Carboniferous brachiopods from Shidian, Yunnan. Acta Palaeontologica Sinica, **22**(2): 139—151. (in Chinese with English abstract)
- Jin Yugan, Wardlaw B R, Glenister B F, Korlyar G V, 1997. Permian Chronostratigraphic subdivisions. Episodes, **20**(1): 10—15.
- Kullmann J, 1997. Rugose corals in non-reef environments - the case of the "Cyathaxonia fauna". Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (sec. Geol.), **92**(1—4): 187—195.
- Lan Chaohua, Sun Cheng, Fan Jiancai *et al.* (蓝朝华, 孙诚, 范建才等), 1983. Carboniferous and Permian stratigraphy of the Zhenkang and Luxi region in western Yunnan. Contribution to the Geology of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau, **11**: 79—92. Beijing: Geological Publishing House. (in Chinese with English abstract)
- Leven E Ja, 1993. Early Permian fusulinids from the Central Pamir: Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, **90**(2): 151—198.
- Leven E Ja, 1994. The Mid-Early Permian regression and transgression of the Tethys. In: Embry A F, Beauchamp B, Blass D J (eds.). Pangea: Global Environments and Resources. Can. Soc. Petrol. Geol., Memoir, **17**: 233—239.
- Leven E Ja, 1997. Permian Stratigraphy and Fusulinida of Afghanistan with their Paleogeographic and Paleotectonic Implications. In: Stevens C H, Baars D L (eds.). Geol. Soc. Amer., Special paper, **316**: 1—134.
- Li Renji, Duan Lilan (李仁杰, 段丽兰), 1993. Early Carboniferous conodont sequence in the Baoshan-Shidian area, Yunnan and its stratigraphic significance. Acta Micropalaeontologica Sinica, **10**(1): 37—52. (in Chinese with English abstract)
- Lin Baogu (林宝玉), 1983. Lower Permian stratigraphy and coral faunas from both flanks of Yarlung Zangbo river in central-southern Xizang (Tibet). Contribution to the Geology of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau, **8**: 69—181. Beijing: Geological Publishing House. (in Chinese with English abstract)
- Liang Xilao, Zhu Kuiyu (梁希洛, 朱夔玉), 1988. Early Carboniferous cephalopods of Baoshan, Yunnan. Acta Palaeontologica Sinica, **27**: 288—301. (in Chinese with English abstract)
- Lu Linhuang (陆麟黄), 1993. Study of Upper Carboniferous-Lower Permian bryozoans from West Yunnan. Acta Palaeontologica Sinica, **32**(1): 64—80. (in Chinese with English abstract)
- Mei Shilong, Henderson C H, Jin Yugan, 1999. Permian Conodont Provincialism, Zonation and Global correlation. Permophiles, **25**: 9—16.
- Metcalfe I, 1983. The Carboniferous of S. E. Asia. In: Wagner R H, Winkler Prins C F, Granados L F (eds.). The Carboniferous of the World (1). ICGS Publication, **16**: 213—244.

- Metcalf I, 1995. Gondwana dispersion and Asian Accretion. *Proceedings of the IGCP Symposium on Geology of SE Asia*, Hanoi, XI/1995. *Jour. Geology, Series B*, N, 5/6, 223—266.
- Metcalf I, 1996. Gondwanaland dispersion, Asian accretion and Evolution of eastern Tethys. *Austr. Jour. E. Scien.*, **43**, 605—623.
- Monod O, Weissbrod T, 1996. The Carboniferous of Middle Eastern Platform. *In*: Wagner R H, Winkler Prins C F, Granados L F (eds.). *The Carboniferous of the world (III)*. ICGS Publication, **33**, 443—460.
- Nie Zetong, Song Zhimin, Jiang Jianjun *et al.* (聂泽同, 宋志敏, 姜建军等), 1993. Biota features of the Gondwana affinity facies and review of their stratigraphic ages in the western Yunnan. *Geoscience, Journal of Graduate School, China University of Geosciences*, **7**(4), 384—393. (in Chinese with English abstract)
- Pakistani-Japanese Research Group, 1985. Permian and Triassic Systems in the Salt Range and Surghar Range, Pakistan. *In*: Nakazawa K, Dickins J M (eds.). *The Tethys Tokyo*. Tokai University Press, 219—317.
- Powell C McA, Veevers J J, 1987. Namurian Uplift in Australia and South America triggered the main Gondwanan glaciation. *Nature*, **326**, 177—179.
- Rabe E H, 1977. Zur Stratigraphie des ostindischen Raumes von Kolumbien. *Giessener Geol. Schriften*, **11**, 1—223.
- Reimers A N, 1991. Nizhnepermiskie konodonty Pamira I Darvaza. *Bjul. MOIP, otd. Geol.*, **66**(6), 59—72.
- Ritter S M, 1986. Taxonomic revision and phylogeny of post-Early Permian *bisselli-whitei* Zone conodonts with comments on Late Paleozoic diversity. *Geologica et Palaeontologica*, **20**, 139—165.
- Ritter S M, 1987. Biofacies-based refinement of Early Permian conodont biostratigraphy, in central and western USA. *In*: Austin R L (ed.). *Conodonts, investigative techniques and applications*. British Micropalaeontological Society Series, Chichester: Ellis Horwood Limited Publisher, 382—403.
- Rodriguez S, Sando W J, Kullmann J, 1986. Utility of corals for biostratigraphic and zoogeographic analyses of the Carboniferous in the Cantabrian Mountains, Northern Spain. *Trab. Geol.*, **16**, 37—60.
- Ross C A, 1979. Evolution of Fusulinacea (Protozoa) in Late Paleozoic space and time. *In*: Gray J, Boucot J (eds.). *Historical biogeography, plate tectonics and the changing environment*. Corvallis: Oregon State Univ. Press, 215—226.
- Sando W J, 1980. The Paleocology of Mississippian corals in the western Conterminous United States. *Acta Palaeontologica Polonica*, **25**, 619—631.
- Sando W J, 1989. Dynamics of Carboniferous coral distribution, Western Interior USA. *Mem. Ass. Austr. Palaeont.*, **8**, 251—265.
- Sengor A M C, 1979. Mid-Mesozoic closure of Permo-Triassic Tethys and its implications. *Nature*, **279**, 590—593.
- Sengor A M C, 1984. The Cimmeride orogenic system and the tectonics of Eurasia. *The Geological Society of America, Special Paper*, **195**, 1—82.
- Sheng Jinzhang, He Yan (盛金章, 何炎), 1983. Permian *Shanidia Hemigordius* (*Hemigordiopsis*) (Foraminifera) fauna in western Yunnan, China. *Acta Palaeontologica Sinica*, **22**, 55—61. (in Chinese with English abstract)
- Sheng Jinzhang, 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-Tahi terrane: biostratigraphy, palaeobiogeographical affinities and plate tectonic/palaeoclimatic implications. *Jour. South. Asian Earth Scien.*, **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*. Backbuys Publishers, Leiden, the Netherlands, 57—72.
- Shi G R, Fang Zongjie, Archbold N W, 1996. An Early Permian brachiopod fauna of Gondwanan affinity from the Baoshan block, western Yunnan, China. *Alcheringa*, **20**, 81—101.
- Ueno K, 1999. Gondwana/Tethys divide in East Asia: solution from Late Paleozoic foraminiferal paleobiogeography. *In*: Tathanasthien B, Rieb S L (eds.). *Proceedings of the International Symposium on Shallow Tethys*, **5**, 45—54. Thailand: Chiang Mai University, Chiang Mai.
- Ueno K, Sugiyama T, Nagai K, 1996. Discovery of Permian foraminifers and corals from the Ratburi Limestone of the Phatthalung area, Southern Peninsular Thailand. *In*: Noda H, Sashida K (eds.). *Professor Hisayoshi Igo Commemorative Volume on Geology and Paleontology of Japan and Southeast Asia*. Gakujutu Toshokai Insatsu, 201—216.
- Vachard D, 1980. Tethys et Gondwana au Paléozoïque supérieur, les données afghanes: biostratigraphie, micropaléontologie, paléogéographie. *Docum. Trav. Inst. Geol. A. de Lap.*, **2**, 1—463.
- Vachard D, 1996. The Carboniferous of Iran. *In*: Wagner R H, Winkler Prins C F, Granados L F (eds.). *The Carboniferous of the world (III)*. ICGS Publication, **33**, 491—513.
- Vachard D, Montenat C, 1996. The Carboniferous of Afghanistan. *In*: Wagner R H, Winkler Prins C F *et al.*, (eds.). *The Carboniferous of the world (III)*. ICGS Publication, **33**, 461—490.
- Veevers J J, 1988. Gondwana facies started when Gondwanaland merged in Pangea. *Geology*, **16**, 732—734.
- Veevers J J, Powell C McA, 1987. Late Paleozoic glacial episodes in Gondwanaland reflected in transgressive-regressive depositional sequences in Euramerica. *Geol. Soci. Amer. Bull.*, **98**, 475—487.
- Wang Xiangdong (王向东), 1992. Early Carboniferous rugose corals of the Baoshan district, western Yunnan, China. (unpublished Ph.D. dissertation), Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica, 171p. (in Chinese with English abstract)
- Wang Xiangdong, 1997. A new tabulate coral from the lower Carboniferous in west Yunnan: *Palaeacis lata* n. sp. *Palaeoworld*, **7**, 39—45.
- Wang Xiangdong, Sugiyama T, Ueno K, 1998. Carboniferous and Permian stratigraphy of the Baoshan Block, West Yunnan, Southwest China. *Permophiles*, **32**, 38—40.
- Wang Xiangdong, Sugiyama T, Ueno K *et al.*, 1999. Peri-Gond-

- wanan sequences of Carboniferous and Permian age in the Baoshan Block, West Yunnan, Southwest China. *In*: Tathanasthien B, Rieb S L (eds.). Proceedings of the International Symposium on Shallow Tethys, **5**; 88—100. Thailand: Chiang Mai University, Chiang Mai.
- Wang Xiangdong, Zhu Kuiyu, Chen Zhongtai (王向东, 朱夔玉, 陈重泰), 1993. The Lower Carboniferous of Baoshan, Yunnan. *Acta Stratigraphica Sinica*, **17**(4): 241—255. (in Chinese with English abstract)
- Wang Yujing, Sheng Jinzhang, Zhang Linxin (王玉净, 盛金章, 张遴信), 1981. Fusulinids of Xizang (Tibet). *Palaeontology of Xizang*, **3**: 1—80. Beijing: Science Press. (in Chinese with English abstract)
- Wang Zengji, Liu Shikun (王增吉, 刘世坤), 1982. Early Lower Permian rugose corals from the Saga, Zhongba and Namu Co areas of Xizang. Contribution to the Geology of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau, **7**: 80—102. Beijing: Geological Publishing House. (in Chinese with English abstract)
- Waterhouse J B, 1982. An Early Permian cool-water fauna from pebbly mudstones in South Thailand. *Geol. Mag.*, **119**(4): 337—354.
- Webb G E, 1990. Lower Carboniferous coral fauna of the Rockhampton Group, east-central Queensland. *Mem. Ass. Australas. Palaeontols*, **10**: 1—167.
- Wopfner H, 1996. Gondwana origin of the Baoshan and Tengchong terranes of West Yunnan. *In*: Hall R, Biundell D (eds.). Tectonic Evolution of Southeast Asia. *Geol. Soc. Spec. Public. N.*, **106**: 539—547.
- Wu Wangshi (吴望始), 1975. The coral fossils from Qomolangma Feng Region. A report of Scientific expedition in the Mount Jolmo Lungma region (1966—1968), *Palaeontology*, Fasc. **1**: 83—113. Beijing: Science Press. (in Chinese)
- Wu Wangshi, Liao Weihua, Zhao Jiaming (吴望始, 廖卫华, 赵嘉明), 1982. Paleozoic rugose corals from Xizang (Tibet). *Palaeontology of Xizang*, **4**: 107—151. Beijing: Science Press. (in Chinese with English abstract)
- Wu Wangshi, Zeng Cailin (吴望始, 曾采麟), 1982. Early Carboniferous corals in the ammonoid facies from Barkol, Xinjiang. *Acta Palaeontologica Sinica*, **21**(2): 141—152. (in Chinese with English abstract)
- Yang Shipu, Fan Yingnian (杨式溥, 范影年), 1982. Carboniferous strata and fauna in Shenzha district, Northern Xizang (Tibet). Contribution to the Geology of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau, **10**: 65—76. Beijing: Geological Publishing House. (in Chinese with English abstract)
- Yang Zongren (杨宗仁), 1983. Subdivision of the Carboniferous System in Baoshan area, Yunnan. Contribution to the Geology of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau, **11**: 61—70. Beijing: Geological Publishing House. (in Chinese with English abstract)
- Yin Jixiang (尹集祥), 1997. Stratigraphic geology of Gondwana facies of Qinghai—Xizang (Tibet) plateau and adjacent areas. Beijing: Geological Publishing House. 206p. (in Chinese)
- Zhang Yuanzhi (张远志), 1996. Lithostratigraphy of Yunnan Province. Wuhan: China University of Geoscience Press. 366p. (in Chinese)
- Zhou Zhicheng, Fang Zongjie (周志澄, 方宗杰), 1990. Depositional environment of Dingjiazhai Formation in Shidian, Yunnan and origin of the diamictites in its lower part. *Acta Stratigraphica Sinica*, **14**(1): 36—43. (in Chinese)
- Zhou Zhicheng, Fang Zongjie, Wang Yujing *et al.*, (周志澄, 方宗杰, 王玉净等), 1999. Restudies on the depositional environments of the Dingjiazhai Formation in Shidian of Yunnan and the genesis of its bottom pebble-bearing layer. *Acta Sedimentologica Sinica*, **17** (Supp.): 691—698. (in Chinese with English summary)
- Zhu Xiufang (朱秀芳), 1982. Lower Permian fusulinids from Lhunzhub County, Xizang (Tibet). Contribution to the Geology of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau, **7**: 136—148. Beijing: Geological Publishing House. (in Chinese with English abstract)
- Ziegler P A, 1989. Evolution of Laurasia—A study in Late Palaeozoic plate tectonics. Kluwer Academic Publishing. London. 1—102.

CARBONIFEROUS AND PERMIAN ZOOGEOGRAPHICAL CHANGE OF THE BAOSHAN BLOCK, SOUTHWEST CHINA

WANG Xiang-Dong¹⁾ T. Sugiyama²⁾ K. Ueno²⁾ Y. Mizuno³⁾

LI Yi-Jun¹⁾ WANG Wei¹⁾ DUAN Wei-Xian⁴⁾ YAO Jin-Chang⁵⁾

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

2) Department of Earth System Science, Fukuoka University, Fukuoka 814—0180, Japan

3) Shimano 1054—1, Ichihara, Chiba 290—0034, Japan

4) Department of Mineral Resources, Baoshan Area, Yunnan Province, Baoshan 678000

5) No. 4 Geological Team, Bureau of Geology and Mineral Resources of Yunnan Province, Baoshan 678000

Key words Baoshan block, Carboniferous and Permian, faunal characteristics, paleozoogeography, Cimmerian

Abstract The Carboniferous and Permian of the Baoshan block consist of three major depositional sequences; the Lower Carboniferous carbonate sequence, the Lower Permian siliciclastic sequence, and the Middle Permian carbonate sequence. These three sequences were interrupted by two major regressive events; the Namurian Uplift ranging in age from Serpukovian to Gzhelian and the Post-Sakmarian Regression occurring after Artinskian in Baoshan block but its precise time interval is still unclear. Baoshan block was characterized by warm water, highly diverse, and abundant faunas during the Early Carboniferous, by cold water and low diverse faunas during the Early Permian, and by warm water but low diverse faunas during the Middle Permian. The conodont *Sweetognathus bucaremangus* fauna provides age constrain to the top boundary of the siliciclastic deposits, which

contain glacio-marine origin diamictites, to be Sakmarian to Early Artinskian. Paleozoogeographically, affiliation of the faunas in Baoshan block experienced apparent changes from the Eurasian in the Early Carboniferous, the Peri-Gondwanan in the Early Permian to the Marginal Cathaysian/Cimmerian in the Middle Permian. Cimmerian blocks are more or less comparable one another in the Carboniferous and Permian. During the Middle Permian, the eastern Cimmerian blocks such as Sibumasu (s.s), Baoshan, and Tengchong are not far from the tropical palaeoequator, but further than the western Cimmerian blocks in light of the presence or absence of the index taxa such as fusulinids *Eopolydiexodina* and *Neoschwagerina*, corals *Thomasiphyllum* and *Wentzellophyllum persicum*.

图版说明

所有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. *Ufimia infracarbonica* Schindewolf
横切面, ×4, 登记号: NIGP131592。保山县金鸡村清水沟: Visean 期, 清水沟组下部。
- 2, 3. *Duplophyllum* sp.
横切面, 2. ×8, 3. ×6, 登记号: NIGP131622, NIGP131772。施甸县由旺镇东坡: Artinskian 期, 丁家寨组顶部。
4. *Communia* sp.
横切面, ×6, 登记号: NIGP131773。保山县金鸡村清水沟: Visean 期, 清水沟组下部。
5. *Cyathoxonia* sp.
横切面, ×8, 登记号: NIGP131623。施甸县由旺镇东坡: Artinskian 期, 丁家寨组顶部。
6. *Claviphyllum*? sp.
横切面, ×5, 登记号: NIGP131625。施甸县由旺镇东坡: Artinskian 期, 丁家寨组顶部。
- 7, 8. *Pseudofusulina* sp.
轴切面, ×12; 7. 登记号: NIGP131713, 施甸县由旺镇东坡, Artinskian 期, 丁家寨组顶部。8. 登记号: NIGP131712, 保山县金

- 鸡村卧牛寺, Artinskian 期, 丁家寨组顶部。
- 9, 10. *Eoparafusulina* sp.
轴切面, ×12; 登记号: NIGP131709, NIGP131708。施甸县由旺镇东坡, Artinskian 期, 丁家寨组顶部。
11. *Staffellid*
轴切面, ×12; 登记号: NIGP131671。保山县金鸡村卧牛寺, Wordian 期, 大凹子组下部。
- 12, 13. *Eopolydiexodina* sp.
轴切面, 12. ×4. 8; 13. ×5. 5; 登记号: NIGP131774, NIGP131775。耿马县河外小新寨, Wordian? 期, 沙子坡组中部。
- 14, 15. *Sweetognathus bucaremangus* (Rabe)
口视, ×60; 登记号: NIGP131716, NIGP131717。施甸县由旺镇东坡, 早 Artinskian 期, 丁家寨组顶部。
16. *Mesogondolella* cf. *bisselli* (Clark et Behnken)
口视, ×60; 登记号: NIGP131718。施甸县由旺镇东坡, Artinskian 期, 丁家寨组顶部。
17. *Wentzellophyllum persicum* (Douglas)
横切面, ×4; 登记号: NIGP131628。保山县金鸡村卧牛寺, Wordian 期, 大凹子组下部。
18. *Heterostroton* sp.
横切面, ×4; 登记号: NIGP131620。保山县西邑村, Visean 期, 石花洞组。

