

海南岛东方早二叠世双壳类动物群 及其古生物地理学研究

——兼评南龙杂砾岩的冰川成因说

方宗杰

(中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008)

殷德伟

(广西地质矿产局区域地质调查队, 桂林 541003)

内 容 提 要

在海南岛东方县江边地区下二叠统南龙组中发现双壳类9属10种, 其中2新种。除新种外, 这些双壳类常见于华南和日本的茅口期晚期地层, 其它动、植物化石的研究也得出了相同结论, 本区无疑是华夏生物区系的组成部分。海南岛的琼中地体不大可能在石炭—二叠纪仍位于冈瓦纳大陆北缘或其附近, 南龙杂砾岩应属裂谷成因, 与冰川无关。

关键词 海南岛 早二叠世 双壳类 华夏生物区 南龙杂砾岩 冈瓦纳大陆

最近, 虞子冶(1989, 1991)根据对海南岛东方一带晚石炭—早二叠世杂砾岩的研究, 认为属冰海相沉积, 称之南龙冰碛岩。杨树锋等(1989)对峨查组作古地磁研究, 得出当时古纬度是 4.9°S , 即位于赤道区; 奇怪的是, 他们却据此提出海南岛(琼中地体、崖县地体)晚古生代时与冈瓦纳大陆的不同部位相连, 大致在晚古生代末到中生代时裂离冈瓦纳大陆向北漂移。这一观点已引起国内外地质学者的关注(Metcalf, 1990; 黄汲清, 1991)。

笔者(方宗杰, 1991)曾对上述观点提出疑问, 黄汲清(1991)也怀疑冰碛岩的可靠性, 提出海南岛应与印支地块相连。诚然, 崖县地体的中寒武统及动物群与澳大利亚昆士兰Georgina盆地所产的极其相似, 故很少有人怀疑其冈瓦纳起源。琼中地体虽缺乏类似的证据, 考虑到亚洲的大部分地块, 如华南、华北、塔里木等, 均起源于冈瓦纳大陆, 由此推测它也起源于冈瓦纳大陆, 这似乎是合理的。但是, 这并不能当作海南岛晚古生代仍归属冈瓦纳大陆的证据。

最近, 广西区调队1分队在海南岛东方县江边地区的早二叠世南龙组中发现保存较好的双壳类化石, 经笔者研究, 共9属10种, 其中包括2新种。这一双壳类动物群的组合面貌与华南、日本的同期动物群一致, 应属华夏生物地理区(方宗杰, 1985), 这就为我们进一步讨论海南岛的古地理位置提供了重要依据。

区域地质概况

本文研究的双壳类化石采自海南省东方县江边乡江边村南东方向约 4km 昌化江北岸(插图 1,2),地理座标为东经 109°01'26",北纬 18°51'46"。本区地处琼中地体的北西缘,化石点即位于江边向斜构造东端的南翼(插图 3),构造较为简单,地层发育良好,由早二叠世峨查组、鹅顶组,南龙组组成。南龙组在江边地区分布稳定,可分为两个岩性段:

上段 下部为中薄层状灰色细粒岩屑砂岩,中厚层状灰白色中-细粒长石岩屑砂岩夹灰黄色含生物碎屑含钙质不等粒岩屑砂岩,含粉砂质泥岩,富含腕足类化石(杨德骊鉴定) *Leptodus richthofeni* Kayser, *Spiriferidae* sp., *Oldhamina* sp., *Martinia* sp., *Transennatia graciosus* (Waagen), *Meristorygma* cf. *arctica* Carter;

筴类(张志存鉴定) *Parafusulina* spp. 以及海百合茎、植物碎片等。上部以薄层状砂质泥岩为主夹少量细砂岩,产腕足类、苔藓虫、海百合茎化石。厚度大于 72.2m。

下段 灰、深灰色粉砂质泥岩,顶部夹少量薄层状含长石岩屑砂岩,上部产丰富的头足类化石 *Shouchangoceras* sp., *Shangraoceras* sp., *Hefengnautilus* sp., 及海百合茎碎片。厚 423.2m。

我们在江边剖面东侧与南龙组上段相当的层位采集到颇为丰富的由双壳类占据优势的化石,并测制了剖面,岩性自上而下为(插图 2):

3. 灰白、灰黄色粉砂质泥岩,含藻类细砂质泥岩,富产双壳类 *Nuculopsis wymmensis* (Keyserling), *Phestia hunanensis* (Ku et Chen), *P. zhejiangensis* Liu, *Bakevella bicarinata* King, *Heteropecten* sp., *Palaeolima tenuilineata* (Fang), *Schizodus jiangbianensis* sp. nov., *Neoschizodus kitakamiensis* Nakazawa et Newell, *Sanguinolites kamiyassensis* Nakazawa et Newell, *Wilkingia hainanensis* sp. nov.; 腹足类(潘华璋鉴定) *Trypanocochlea* sp.; 头足类(阮亦萍鉴定) *Gzheloceras* sp. (图版 I, 图 11); 腕足类(廖卓庭鉴定) *Neospinomarginifera* cf. *huangi* (Ustrisky) (图版 I, 图 10); 苔藓虫(陆麟黄鉴定) *Fenestella subconstans* Yang et Lu (图版 I, 图 14a, b) (具体采样位置见插图 2 放大部分)。 3m

2. 石英细砂岩与粉砂质泥岩互层。 3.5m

1. 中薄层状石英细砂岩夹粉砂质泥岩,产植物碎片。 6m

此化石群以双壳类在数量上最占优势,其次为腹足类,但属种单调(仅 1 属 1 种)。在双壳类中,以 *Schizodus jiangbianensis* sp. nov. 和 *Neoschizodus kitakamiensis* 最占优势,前者占双壳类标本总数的 27%,后者为 22%。其后依次为 *Phestia hunanensis* (16%), *Bakevella*

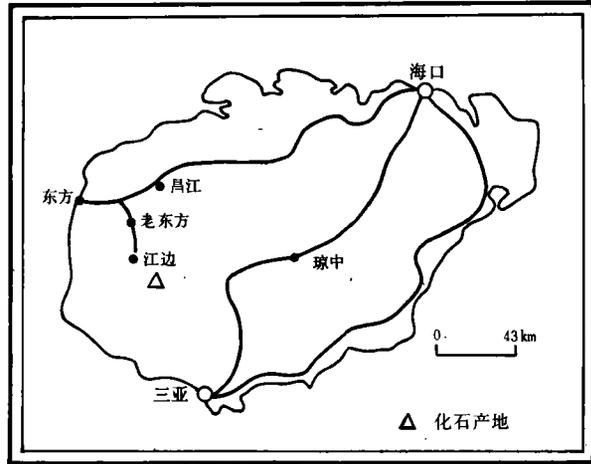


插图 1 化石产地及交通位置图

Map showing the location of the fossils

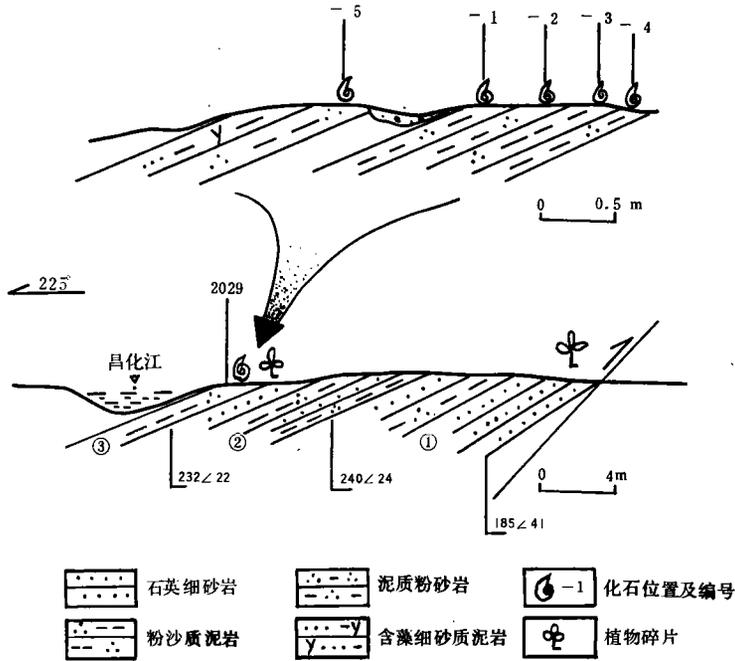


插图 2 海南岛东方县江边下二叠统南龙组上段剖面图

Sketch map showing the section of Nanlong Formation in Jiangbian, Dongfang County of Hainan Island

bicarinata (14%), *Sanguinolites kamiyassensis* (9%), 而余下的诸种仅占总数的 12%。

双壳类动物群的时代和对比

在插图 2 剖面所产化石中, *Gzheloceras* 的地质历程是中石炭世至早二叠世, *Trypanocochlea* 则在二叠系至三叠系均有分布, *Neospinomarginifera huangi* 是华南下二叠统甚为常见的化石, *Fenestella subconstans* 虽然栖霞组即已出现, 并可延续到龙潭组, 但主要分布于茅口组。

从双壳类动物群看, *Phestia hunanensis* 和 *P. zhejiangensis* 均为华南茅口期至龙潭期地层中的常见分子, *Palaeolima tenuilineata* 目前仅见于湖南下二叠统斗岭组上段。其中 *Phestia hunanensis* 还曾见于马来半岛东部彭亨地区的下二叠统顶部或上二叠统下部 (Nakazawa, 1973; 方宗杰, 1985)。 *Nuculopsis wymmensis* 分布颇广, 地质历程较长 (晚石炭世至二叠纪), 但在华南常见于茅口期至大隆期地层中。根据上述属种, 本动物群的时代似和湖南二叠系的 *Palaeolima-Paradoxipecten* 组合 (方宗杰, 1987) 较为接近。此外, *Neoschizodus kitakamiensis*, *Bakevellia bicarinata* 和 *Sanguinolites kamiyassensis* 分别见于日本东北部北上山地的 Tenjinnoki 组及 Shigojizawa 段 (Kanokura 组), 时代相当于 Murgabian 期 (Nakazawa and Newell, 1968; Nakazawa, 1991)。其中, *Bakevellia bicarinata* 分布较广, 还曾见于英国、德国、格陵兰等地的 Kazanian 期地层中。根据上述分析, 本动物群的时代为茅口期晚期。

在上述双壳类化石中, *Nuculopsis wymmensis* 和 *Bakevellia bicarinata* 虽分布较广, 但

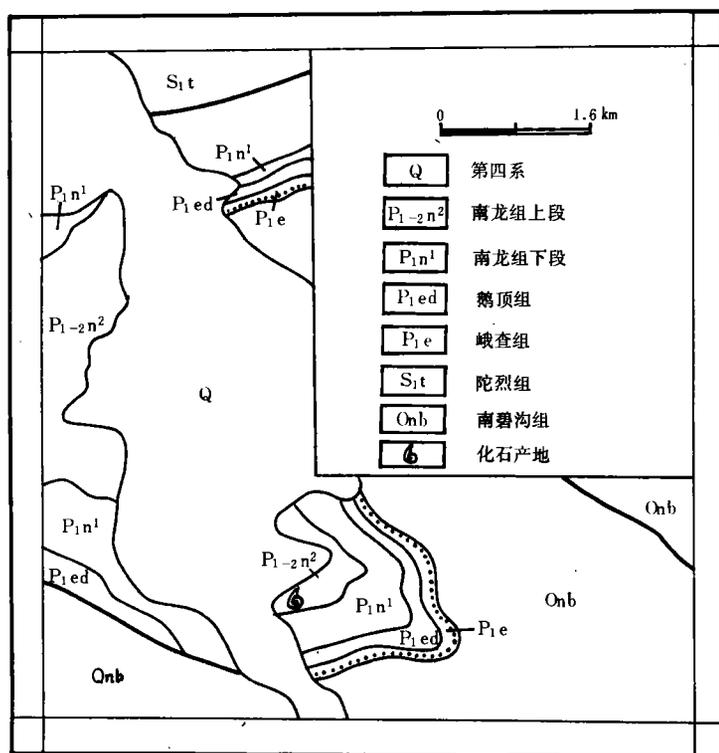


插图 3 东方县江边地区地质图

Geological map of the Jiangbian area of Hainan Island

迄今未有见于南大陆的报道。其余 5 个旧种均仅分布于华夏生物地理区内。因此,本动物群与冈瓦纳生物大区实无任何联系,它无疑是华夏生物区系的组成部分。笔者(方宗杰,1985)曾经指出,日本的二叠纪双壳类动物群虽与华南关系密切,具有一些共同的特征属,但共同种却不多,可考虑作为华夏动物区系的 1 个亚区(日本-印支亚区)。南龙双壳类动物群的一个显著特点是具有华南分子和日本分子相混合的特点,此特点对于海南岛古地理位置的重建将具有特殊的意义。

关于南龙杂砾岩的评述

虞子冶(1989)对南龙杂砾岩的砾石特征进行研究,认为属冰海相沉积,提出琼中地体当时可能位于澳大利亚西北边缘,是冈瓦纳大陆的一部分。本文将就该文提出的有关证据提出不同看法,欢迎批评指正。

落石是虞子冶(1989)冰海相成因说的最重要依据。该文 110 页图 2 所示“坠石构造”,与康育义(1986,图 5)描述的南京地区栖霞组中的负载切层构造极其相似。此类构造形成于成岩固结之前的沉积物塑性阶段,由于重物(化石、砾石)本身的重量而负载嵌入沉积层内,从而导致其周围的沉积物发生切层弯曲,其底面的沉积物则发生塑性弯曲。一般的,由于水体的浮力作用,落石下坠时的撞击力不会太强,它只能在沉积物表面形成微弱的撞击变形痕

迹,即所谓落石撞击痕(dropstone impacts),单纯的下坠作用不会形成切层构造。在实际工作中,还应注意将撞击痕与成岩过程中形成的压实痕加以区分,真正的撞击痕不易保存。

Genesseeaux (1962,1966;据 Altermann,1986)曾报道,在法国的地中海沿岸浅水区域(深度20—30m),因砾石季节性输入到泥砂质基底而形成杂砾岩。此外,当碎屑流基质的密度较大时,一些砾石也可“漂浮”于其上,并突出到上覆的沉积物中,看上去也和落石十分相像(Playford,1981)。正如许多沉积学家所强调的,多数沉积结构或构造都具有多解性,可发生于若干不同的环境中(例如 Reineck and Singh,1980;Miall,1990)。就落石本身而言,除冰筏搬运外,生物筏运、火山喷发、陡峭海岸的岩崩,甚至海啸、风暴潮等都可形成落石沉积。

Eyles等(1985)指出,将不规则任意排列的碎屑组构当作由冰筏搬运形成的冰海相杂砾岩的典型特征,是一种过于简单化的认识。Anderson(1983)也认为,仅仅是零散的砾石分布状况,即使砾石特别大(直径达数米),也不能作为冰筏搬运的证据。Ovenshine(1970)根据对现代冰筏搬运现象的研究,认为就冰筏搬运的沉积物的鉴定而言,冰碛团粒(till pellet)比落石更为可靠。南龙杂砾岩中迄今尚未发现此类团粒的存在。

我国一些学者曾一度将马鞍石、灯盏石、凹坑石等变形砾石当作鉴定冰碛物的标志。最近的研究表明,它们与冰川作用无关(崔之久等,1984;施雅风等,1989)。当前多数学者都同意,冰碛石比较典型的形态是熨斗形或子弹形,而且此类形态只有同时具备相应的擦面和条痕,才有鉴定意义。即使如此,他们仍然强调,单独运用此类鉴别特征是危险的(Von Engeln,1930;Boulton,1978;李吉均、周尚哲,1984;Deynoux,1985;Dreimanis and Schlüchter,1985;Eyles *et al.*,1985;施雅风等,1989)。综观虞子冶(1989,112—114页)列述的各项砾石特征,尚未发现有符合典型冰碛石特点的砾石存在。

关于冰碛岩(tillite)的用法,第11届国际第四纪研究会议已经作了明确限定(Dreimanis and schlüchter,1985):冰碛物是指那些很少或未经水的分选的沉积物,它们由冰川冰的搬运、沉积而形成;与之相对应的沉积岩即冰碛岩。因此,凡属冰海相成因者,都不能叫冰碛岩,而只能称之为杂砾岩或似冰碛岩。

由于晚古生代冰期的确认,将这一时期的杂砾岩归因于冈瓦纳冰川活动的存在,似乎是一种方便的选择。但是,杂砾岩本身既无成因意义,更无古气候和古环境的指示意义,故此类选择应特别慎重。应当强调,杂砾岩的成因探讨始终是沉积学研究的一个困难课题。一般说来,冰碛物的形成是一种有着严格时空限制的现象。国内外一些著名学者在探讨冰碛物的判别标准时,除了对沉积物本身进行多指标综合判别外,尤其重视对沉积物形成的背景条件进行研究(Schermerhorn,1974;Dreimanis and Schlüchter,1985;施雅风等,1989)。冰海相沉积物虽然情况不同于真正的冰碛物,在判别时同样要充分考虑种种与之相关的限制条件,特别是古气候、古构造和古地理方面的背景状况。此类沉积物的出现绝非孤立现象,还应伴随有一系列与较寒冷气候条件相关的化石组合及其它沉积标志等。

根据虞子冶(1989,1991)的意见,冰海相沉积在峨查组和南龙组均有分布,即在海南岛,直至茅口期仍有冰筏抵达,这显然与边缘冈瓦纳区域的研究成果不符(方宗杰,1991)。此外,下文述及的古生物学、古地磁学等方面的证据均表明琼中地体当时位于赤道附近,很难想像在这样的背景条件下居然会形成冰海相的沉积建造。最近,夏邦东等(1991)对海南岛的区域地质作了详细研究,在海南岛西部发现双峰式火山岩,确认了晚古生代存在裂谷活动,晚古

生代的砾岩(包括南龙杂砾岩在内)具有山间砾岩特征。看来南龙杂砾岩与冰川活动无关,应属裂谷成因的范畴。

总之,由于沉积学特征客观存在的多解性,为判别杂砾岩是否与冰川成因相关,一方面应努力寻找能反映冰川作用存在的独特标志,并对这些标志作出比较客观的评价,进而采用多项沉积学指标进行综合判别;另一方面还应重视搜集古生物、古地理和古气候等方面的证据对其进行验证。在证据不足的情况下,不宜将杂砾岩当作典型的冈瓦纳相标志而与冰川活动直接联系。

琼中地体在古特提斯中的位置

如前所述,南龙组双壳类动物群是华夏生物区系的组成部分,其它化石群的研究也支持这一结论。

1. 植物化石

莫壮观等(1981)报道了石碌早石炭世晚期三棱山组的植物化石,包括 *Mariopteris*, *Neuropteris*, *Sphenopteris*, *Pecopteris*, *?Rhodeopteridium* 等,应属欧亚植物群。根据虞子冶在博士论文中提供的植物名单,南龙组产 *Tingia*, *Lobatannularia* 等,显然应属华夏植物群。茅口期晚期至吴家坪期是华南成煤的高峰期,本区南龙组含煤线,虽不可采,但成煤期与之相当,因此,琼中地体应和华南位于同一气候带内。

周志炎等(1979)对琼海县九曲江早三叠世植物化石的研究表明,这一植物群和西欧斑砂岩植物群关系密切,属欧亚植物群。李星学等(Li and Wu, 1989)则明确将这一植物群归入华南植物区。早三叠世植被分布基本承袭了晚古生代的分区格局,界线也与之相同。故本区早三叠世植物群的性质更进一步证实了南龙组植物化石研究的结论。看来,琼中地体至少自早石炭世晚期开始即已与扬子地块属同一生物地理区,它们相距不会太远。对早石炭世珊瑚化石的研究(冯少南、唐作友, 1994),也得出了相同的结论。

2. 筳

海南岛西部鹅顶组的筳经盛金章(1965)、张志存(1992)研究,以 *Parafusulina-Misellina* 动物群为特征,不同于边缘冈瓦纳区,是华夏生物区的组成部分。最近,在昌江以南的坝王坝一带发现 *Robustoschwagerina* 等(董宝林、李家骧, 1994),进一步证实了与华南之间的密切关系。

鹅顶组灰岩中缺乏钙质绿藻、造礁珊瑚等组分,富含筳类,其次为海百合茎、腕足类、单体珊瑚等,可大致与现代陆架碳酸盐骨粒组合中的 foramol 组合(Lees, 1975)对比。鹅顶组灰岩缺乏鲕粒、球粒、碳酸盐泥等非骨粒组分,内碎屑却比较发育,故虞子冶(1989, 1991)坚持认为属较寒冷气候带的“冷水灰岩”。鹅顶组灰岩的研究尚不充分,就其一般组合特征而言,与热带-亚热带区特有的 chlorozoan 组合(或性质相似的组合,如 chloralgal 组合)确实不同。但问题的关键在于: chlorozoan 组合虽然十分特征,却并非所有热带-亚热带的灰岩都发育这个组合; foramol 组合不是温带区特有的组合,它在热带-亚热带区域也甚为常见(Lees, 1975; Nelson, 1988; Simone and Carannante, 1988; Witzeke, 1990)。一般说来,温带区域缺乏分布仅限于本气候带的特有骨粒和非骨粒组合(Leonard, 1981)。要正确判断此类灰

岩的气候带性质,还应参照其它方面的独立证据来加以综合判别。鹅顶组灰岩的筴群属热带-亚热带的华夏生物区,且筴类的分异度不低,它不可能形成于“较寒冷带的冈瓦纳北缘构造区”,而可能像石炭纪灰岩一样(陈耀钦等,1990。丘元禧,1992),形成于较深水的陆棚。

3. 其它化石

江边地区的南龙组下段所产菊石 *Shouchangoceras*, *Shangraoceras* 等,系华南特有分子,属华夏动物群。昌江县鸡实剖面产 *Cystophrentis* 带与 *Pseudouralinia* 带(冯少南、唐作友,1994),研究者认为属华南型生物区。据符国祥(1990)报道,腕足类以 *Asioproductus gratus* 等为代表,显然与华南的面貌一致。本文前面列举的腕足类名单也与此结论一致。虞子冶(1989)称,据他本人研究,腕足类与冈瓦纳大陆北缘区(印度、西澳大利亚)相似,却未提供任何具体的证据。也有人提出,本区青天峡群腕足类具南大陆和南特提斯色彩(王鸿祯,1986)。早石炭世的 *Fusella*, *Neospirifer* 主要分布于北半球,不宜视为冈瓦纳分子。最近在青天峡群发现相当于晚石炭世和早二叠世的牙形刺(李志宏,1991),故原青天峡组腕足类化石的鉴定和时代意见均有待于进一步研究(金玉环,口头交流)。

张仁杰(1980)曾对青天峡群的双壳类进行研究,认为与北美中部的中、晚石炭世双壳类关系最为密切,与华北同期动物群关系也较密切。肌束蛤类分子在此动物群中占据着明显优势。由于相环境上的明显差异,此动物群难以与华南同期碳酸盐岩相的动物群进行比较。

《广东省区域地质志》(1988)和符国祥(1990)都提供了大量化石名单,虽然这些名单尚有待于厘订,但它们至少可以证实,海南岛的晚古生代迄今并未发现任何冈瓦纳生物群或其分子。此外,南龙杂砾岩属裂谷成因,与冰川成因无关;鹅顶组灰岩盛产热带-亚热带类型的筴群,不可能是形成于较寒冷气候的冷水灰岩。因此,琼中地体不可能是古生代末才从冈瓦纳北缘分裂并向北漂移的地体。

应当指出,杨树锋等(1989)得出的古纬度值(4.9°S)是与他们的结论相矛盾的。既然琼中地体当时位于赤道区,其古纬度位置与扬子地块相仿,那就不可能属于当时位于中高纬度的冈瓦纳北缘构造区(方宗杰,1991),也不可能形成冰碛岩和冷水灰岩之类的沉积。如果他们的古地磁数据经验证无误,将进一步证实琼中地体当时与华南位于同一气候带内,而与冈瓦纳大陆北缘大不相同。

Nur 和 Ben-Avraham (1977)提出太平洋古陆(Pacifica)的假说,引起地学界的广泛注意。由于缺乏必要的岩石学、地层学和古生物学等方面的证据,目前还难以证实这些环太平洋分布的大小地块或地体,曾经组成了统一的太平洋古陆。本文赞同以 Tozer (1982)和 Hallam (1986)为代表的意见,即它们更可能是一些散布于泛大洋中的大小不等的岛屿。这一古地理格局既可说明华夏植物群、特提斯筴类在太平洋周缘地区的分布状况,又可合理解释客观存在于它们之间的明显差异。

目前对海南岛的构造归属仍存在分歧。任纪舜(1990)将琼中地体归入滇越-华南加里东褶皱带;郭令智等(1984)将崖县以外的海南岛归入云开地体;而王鸿祯(1986)和刘本培(1986)则认为海南岛可能属南海-印支地台的北部陆缘带。本文提供的古生物和古气候方面的资料表明,琼中地体晚古生代与华南的关系最为密切,其次与日本的南北上地体(Southern Kitakami terrane)关系也比较密切。双壳类(方宗杰,1985;Nakazawa,1991)和植物化石(Asama,1976)的研究均证明,南北上地体和西南日本的舞鹤(Maizuru)等地体一样,都是华

夏生物区系的组成部分。南北上地体的筭和腕足类的组成明显受到北方区的影响,但缺乏典型的北方区分子(Ishii, 1991; Tazawa, 1991)。看来南北上地体当时可能位于华夏生物地理区的东北部边缘,属古特提斯与泛大洋两大海域相交汇的地带。青天峡双壳类动物群与北美、华北同期动物群的密切关系,以及南龙组双壳类动物群的混合特点使我们相信,琼中地体很可能是环太平洋地体群中的一员,它在二叠纪时应位于华南地块和南北上地体之间的某一位置;或者说,至少它与这两个地块都曾有海流相通。

属种描述*

贝荚蛤科 Family *Bakevelliidae* King, 1850

贝荚蛤属 Genus *Bakevellia* King, 1848

模式种 *Avicula antiqua* Münster, 1836

双脊贝荚蛤 *Bakevellia bicarinata* King

(图版 I, 图 1—7)

1850 *Bakevellia bicarinata* King, p. 170, pl. 14, figs. 41, 42.

1854 *Bakevellia bicarinata*, Schauthroth, p. 550, pl. 21, figs. 3a, b.

1955 *Bakevellia bicarinata*, Newell, p. 25, pl. 4, figs. 16—19.

1967 *Bakevellia (Bakevellia) bicarinata*, Logan, p. 36, pl. 4, figs. 20—23.

1968 *Leptodesma (Leiopteria)* sp., Nakazawa and Newell, p. 56, pl. 3, figs. 3, 4.

共 18 枚标本,左、右壳均有,大多为内模标本,部分可见内部构造。

壳小,横长,翼蛤形,甚前斜,壳体向后腹方伸展,壳长明显大于壳高。壳顶位近前端,明显超出铰缘,壳嘴前转。前耳较小,圆三角形,右壳以一明显的耳凹与壳体分界;左壳耳凹以两条射脊为界,形成低凹的三角形耳凹区;表面光滑。后耳大而分明,低平,末端尖,以强的后壳顶脊与壳体分界。壳顶下可见主齿痕迹,数目不详;沿铰边可见片状齿痕迹,右壳上 2 枚,左壳上 1 枚。韧带区十分细窄,上具多枚弹体窝。前闭肌痕较大,圆形,位于前耳;后闭肌痕较大,卵形,位于后壳顶脊前的后腹坡上。壳面可见弱同心饰。

讨论 本种最突出的特征在于左壳发育由双脊限定的三角形前耳耳凹区。这是一个早二叠世广泛分布的种,在英、德、俄、格陵兰、北美等地均见报道,但在亚洲系首次正式描述。Nakazawa 和 Newell (1968)报道的日本标本,由于韧带构造不清,根据一般外部形态,被归入 *Leiopteria* 亚属。海南岛标本在外部形态及铰齿构造特征上均与日本标本相同,并保存有多韧带,证明当前标本应归入 *Bakevellia* 属。

当前标本外部形态变异较大,这与 Newell (1955)的描述是一致的。*Bakevellia sulcata* (Geinitz)左壳前耳耳凹区也发育一对射脊,很可能应归入本种,但 Geinitz (1866)给出的图

* 为节省篇幅,本文仅描述 5 属 5 种。*Nuculopsis wymmensis* (Keyserling) (图版 I, 图 8), *Phestia hunanensis* (Ku et Chen) (图版 I, 图 12—14), *P. zhejiangensis* Liu (图版 I, 图 9) 仅附图版及图版说明,特征描述可参考方宗杰 (1987)一文。*Heteropecten* sp. 和 *Palaelima tenuilineata* (Fang) 因化石照相效果甚差,故未收上。以上描述和未描述标本均保存在中国科学院南京地质古生物研究所标本室,以备查核。

比较粗糙,据此难以作出准确的判断。

裂齿蛤科 Family Schizodidae Newell et Boyd, 1975

裂齿蛤属 Genus *Schizodus* De Verneuil et Murchison, 1844

模式种 *Axinus obscurus* J. Sowerby, 1821

江边裂齿蛤(新种) *Schizodus jiangbianensis* sp. nov.

(图版 I, 图 1—6)

共 30 余枚标本,保存尚好,部分标本遭受不同程度的挤压。大多为内模或复合模,可见铰合构造。正模标本(登记号:121239)长 13 mm,高 12 mm。

壳较小,近圆形,等壳,略不等侧,中等膨凸,长高近等或长略大于高。壳顶位近中央,壳嘴前转,壳体各边缘均较浑圆,后壳顶脊弱,未伸达壳高之半即迅速消失,水管区分化不明显。铰齿属 *Schizodus* 型,齿式为 3a, 3b/4a, 2;左壳中央主齿(2)强,三角形,4a 较弱,与铰缘融合;右壳 3a 强,三角形,3b 较弱;壳顶后可见韧带痕迹。闭肌痕甚弱,难于辨认,无撑铰器。壳表近于光滑,同心线纹十分细弱。

比较 本新种的特点在于壳体十分浑圆,后腹端无延伸迹象,后壳顶脊不甚发育,且未伸达壳高之半即迅速消失,水管区分化不明显。北美上石炭统的 *Schizodus alpinus* (Hall) 与当前标本较为相似,但该种后壳顶脊较强,伸达后腹角,后缘呈斜切状。*S. subquadratus* Grabau 中某些壳体较浑圆的标本也与本种相似,但该种一般壳体较大,壳形较方正,壳顶位中央之前,后壳顶脊较强,水管区分化明显。北美早二叠世的 *S. subovatus* Ciriacks 与当前标本也有某些相似之处,但其壳形较为横长,后端明显伸长,故容易区别。

褶翅蛤科 Family Myophoriidae Bronn, 1849

新裂齿蛤 Genus *Neoschizodus* Giebel, 1855

模式种 *Lyrodon laevigatum* Goldfuss, 1837

北上新裂齿蛤 *Neoschizodus kitakamiensis* Nakazawa et Newell

(图版 I, 图 9—16)

1968 *Neoschizodus kitakamiensis* Nakazawa et Newell, p. 87, pl. 8, figs. 4—6.

共 28 块标本,左、右壳均有,大多为内模或复合模标本,保存有清晰的铰合构造。

壳较小,近椭圆形,等壳,不等侧,中等膨凸;壳长大于壳高,壳高与壳长之比值 0.8 左右。壳顶位距前端约为壳长的 1/4 至 1/5,壳嘴前转,略内曲;壳前端较圆,后端略收敛呈窄圆形,腹缘缓弧形,后壳顶脊较弱。铰齿属 *Myophoria* 型,齿式为 3a, 3b/4a, 2, 4b, 齿表面未见沟纹;左壳中央主齿(2)分为两叉,前支较强,后支片状,在铰板腹缘呈侧齿状;4b 和 3b 均呈片状,与铰边平行,形似侧齿。前闭肌痕可见撑铰器痕迹。壳表具规则而细密的同心线纹。

血石蛤科 Family Sanguinolitidae Miller, 1877

血石蛤属 Genus *Sanguinolites* McCoy, 1844

模式种 *Sanguinolites discors* McCoy, 1844

上野血石蛤 *Sanguinolites kamiyassensis* Nakazawa et Newell

(图版 I, 图 15—17)

1968 *Sanguinolites kamiyassensis* Nakazawa et Newell, p. 42, pl. 2, figs. 3, 4.

共 12 枚标本, 保存尚好, 多为内模或复合模。壳中等, 长方形, 壳高与壳长之比值为 0.3—0.4; 不等侧, 壳顶位距前端约为壳长的 1/5, 壳嘴前转, 略内曲。背腹缘近平行, 前端窄圆, 后缘斜切状; 后壳顶脊强, 直达后腹角, 后背区具 2 条较弱的射脊; 主壳面可见弱而不规则的同心脊, 未见瘤疹状小突起。无齿, 壳顶后可见纤细的韧片痕迹。前闭肌痕颇圆, 后闭肌痕难以辨认。

变带蛤属 Genus *Wilkingia* Wilson, 1959

模式种 *Venus elliptica* Phillips, 1836

(non *V. elliptica* Lamarck, 1818) (= *Allorisma regularis* King)

海南变带蛤(新种) *Wilkingia hainanensis* sp. nov.

(图版 I, 图 7, 8)

共 5 枚标本, 保存尚好。正模标本(登记号: 121243)长 27 mm, 高 11 mm。

壳较小, 横长, 长椭圆形, 壳高与壳长之比值在 0.4 左右; 等壳, 不等侧, 壳顶位距前端约为壳长的 1/4, 壳嘴前转, 内曲; 具盾纹面和小月面。前边圆, 与壳顶前缘为连续过渡; 腹边缘弧形, 与近直的铰边近于平行, 两者均向后端收缩, 构成窄圆状的后端, 后端具张口。前、后闭肌痕近等, 近卵形, 外套线难以辨认。壳表具不规则的同心脊, 隐约可见瘤疹状突起的痕迹。

比较 当前标本与模式种 *W. regularia* (King) 最为相似, 区别在于后者壳顶更近前端, 自壳顶向腹边发育一浅的壳面凹陷, 后端较宽圆, 同心脊甚规则。

参 考 文 献

- 广东省地质矿产局, 1988: 广东省区域地质志。地质矿产部地质专报, 一、区域地质, 第 9 号。地质出版社。
- 方宗杰, 1985: 华夏动物区系之初探。古生物学报, 24(3): 344—349。
- 方宗杰, 1987: 湖南南部二叠系中上部双壳类动物群。中国科学院南京地质古生物研究所研究生论文集, 第 1 号, 349—411 页。南京大学出版社。
- 方宗杰, 1991: 海南岛是晚古生代冈瓦纳大陆的组成部分吗? 答复。Palaeoworld 1, 中国科学院南京地质古生物研究所现 代古生物学和地层学开放研究实验室年报, 1: 157—160。南京大学出版社。
- 王鸿祯, 1986: 中国华南地区地壳构造发展的轮廓。华南地区古大陆边缘构造史, 1—15 页。武汉地质学院出版社。
- 冯少南、唐作友, 1994: *Cystophrentis* 带与 *Pseudouralinia* 带在海南岛的发现和意义。广东地质, 9(1): 66—71。
- 丘元禧, 1992: 广东省区域构造演化及其基本特征。广东地质, 7(1): 1—26。
- 刘本培, 1986: 华南地区海西—印支阶段构造古地理格局。华南地区古大陆边缘构造史, 65—77 页。武汉地质学院出版社。
- 任纪舜, 1990: 论中国南部的大地构造。地质学报, 64(4): 275—288。
- 李吉均、周尚哲, 1984: 冰碛石的形态和表面特征。冰川冻土, 6(3): 27—28。
- 李志宏, 1991: 海南省青天峡组牙形石研究新进展。广东地质, 6(1): 75—82。

- 张仁杰,1980;海南岛东方县中石炭世双壳类化石。地质论评,26(4):281—286。
- 张志存,1992;海南岛西部瓣类再研究。微体古生物学报,9(2):151—164。
- 杨树锋、虞子治、郭令智、施央申,1989;海南岛的地体划分、古地磁研究及其板块构造意义。南京大学学报(地球科学),1989(1/2):38—46。
- 陈耀钦、陈哲权、黄宇辉、廖露妮、叶 玖、吴安生,1990;广东海南岛石炭纪古地理及沉积环境分析。广东地质,5(3):33—45。
- 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—464。
- 施雅风、崔之久、李吉均等,1989;中国东部第四纪冰川与环境问题。科学出版社。
- 郭令智、施央申、马瑞士、叶尚夫、卢华复,1984;中国东南部地体构造的研究。南京大学学报(自然科学),20(4):732—739。
- 莫壮观、赵修祜,1981;植物化石在海南岛石碌三棱山组的发现并讨论石碌群的时代。中国古生物学会12届学术年会论文选集,132—136页。科学出版社。
- 夏邦东、施光宇、方 中、于津海、王锡银、陶仙聪、李惠民,1991;海南岛晚古生代裂谷作用。地质学报,65(2):103—114。
- 康育义,1986;南京地区栖霞阶早期环境。地层学杂志,10(4):277—282。
- 崔之久、谢又予,1984;论分歧的现状和展望——关于中国东部第四纪冰川问题。冰川冻土,6(3):77—85。
- 符国祥,1990;海南岛东方一琼中地区上古生界的划分与对比。广东地质,5(2):35—44。
- 董宝林、李家骥,1994;海南首次发现 *Robustoschwagerina*。地层学杂志,18(1):44。
- 虞子治,1989;海南岛早二叠世冰海相沉积的确定及其板块构造意义。南京大学学报(自然科学),25(1):108—119。
- 虞子治,1991;海南岛地质新见。问题与回答。Palaeoworld 1,中国科学院南京地质古生物研究所现代古生物学和地层学开放研究实验室年报,1:156,158—159。南京大学出版社。
- Altermann, W., 1986; The Upper Paleozoic pebbly mudstone facies of Peninsular Thailand and western Malaysia——continental margin deposits of Palaeoeurasia. Geol. Rundsch., 75(2):371—381。
- Anderson, J. B., 1983; Ancient glacial-marine deposits; their spatial and temporal distribution. In Molnia, B. F. (ed.); Glacial-marine sedimentation, pp. 3—92. Plenum Press, New York.
- Asama, K., 1976; *Gigantopteris* flora in Southeast Asia and its phytogeographic significance. Geol. Paleont. Southeast Asia, 17:191—207。
- Boulton, G. S., 1978; Boulder shapes and grain-size distributions of debris as indicators of transport paths through a glacier and till genesis. Sedimentology, 25:773—799。
- Ciriacks, K. W., 1963; Permian and Eotriassic bivalves of the middle Rockies. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., 125(1):1—100。
- Deynoux, M., 1985; Terrestrial or waterlain glacial diamictites? Three case studies from the Late Precambrian and Late Ordovician glacial drifts in West Africa. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., 51:97—141。
- Dickins, J. M., 1963; Permian pelecypods and gastropods from Western Australia. Bur. Min. Res. Aust. Bull., 63:1—150。
- Dreimanis, A. and Schluchter, C., 1985; Field criteria for the recognition of till or tillite. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., 51:7—14。
- Eyles, C. H., Eyles, N. and Miall, A. D., 1985; Models of glaciomarine sedimentation and their application to the interpretation of ancient glacial sequences. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., 51:15—84。
- Grabau, A. W., 1931; The Permian of Mongolia. Nat. Hist. Centr. Asia, 4:1—665。
- Hallam, A., 1986; Evidence of displaced terranes from Permian to Jurassic faunas around the Pacific margins. J. Geol. Soc. London, 143(1):209—216。
- Hind, W., 1896—1905; A monograph of the British Carboniferous Lamellibranchiata. Palaeont. Soc. London.
- Ishii, K., 1991; Comparison of fusulinacean faunas between Inner Mongolia-Jilin Province and Japan. In Ishii, K., Liu Xue-ya, Ichikawa, K. and Huang Ben-hong, (eds.); Pre-Jurassic geology of Inner Mongolia, China, pp. 189—199. Matsuya Insatsu Co. Ltd., Osaka, Japan.
- King, W., 1850; A monograph of the Permian fossils of England. Palaeont. Soc. Monogr., London.

- Lees, A., 1975; Possible influence of salinity and temperature on modern shelf carbonate sedimentation. *Marine Geology*, **19**:159—198.
- Leonard, J. E., Cameron, B., Pilkey, O. H. and Friedman, G. M., 1981; Evaluation of cold-water carbonates as a possible paleoclimatic indicator. *Sedimentary Geology*, **28**(1):1—28.
- Li Xing-xue and Wu Xiu-yuan, 1989; The succession of Late Palaeozoic and Triassic plant assemblages of eastern China. *J. SE Asian Earth Sci.*, **3**:187—200.
- Logan, A., 1967; The Permian Bivalvia of Northern England. *Palaeont. Soc. Monogr.*, **121**:1—72.
- McCoy, F., 1844; A synopsis of the Carboniferous limestone fossils of Ireland. Dublin.
- Metcalfe, I., 1990; Allochthonous terrane processes in Southeast Asia. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, **A331**:625—640.
- Miall, A. D., 1990; Principles of sedimentary basin analysis (2nd edit.). Springer-Verlag, New York.
- Nakazawa, K., 1973; On the Permian fossils from Jengka Pass, Pahang, Malay Peninsula. *Tohoku Univ. Sci. Rep.*, 2nd Ser. (Geol.), Spec., **6**:277—296.
- Nakazawa, K., 1991; Mutual relation of Tethys and Japan during Permian and Triassic time viewed from bivalve fossils. *Saito Ho-on Kai Spec. Pub.*, **3**:3—20.
- Nakazawa, K. and Newell, N. D., 1968; Permian bivalves of Japan. *Mem. Fac. Sci. Kyoto Univ.*, Ser. Geol. Min. **35**(1): 1—108.
- Nelson, C. S., 1988; An introductory perspective on non-tropical shelf carbonates. *Sedimentary Geology*, **60**:3—12.
- Newell, N. D., 1955; Permian pelecypods of East Greenland. *Medd. Greenland*, **110**(4):1—36.
- Newell, N. D. and Boyd, D. W., 1975; Parallel evolution in early trigoniacean bivalve. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, **154**(2):57—162.
- Nur, A. and Ben-Avraham, Z., 1977; Lost Pacifica continent. *Nature*, **270**:41—43.
- Ovenshine, A. T., 1970; Observation of iceberg rafting in Glacier Bay, Alaska and the identification of ancient ice-rafted deposits. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **81**:891—894.
- Phillips, J., 1836; Illustrations of the geology of Yorkshire. Pt. 2, The Mountain Limestone District. London.
- Playford, P. E., 1981; Devonian reef complexes of the Canning Basin, western Australia. *Guidebook 5th Aust. Geol. Conv.*, Geol. Soc. Aust., 1—64.
- Reineck, H. -E. and Singh, I. B., 1980; Depositional sedimentary environments with reference to terrigenous clastics (2nd edit.). Springer-Verlag, Berlin.
- Schuroth, K. von, 1854; Ein Beitrag zur Palaontologie des Deutschen Zechsteingebirges. *Deutsch. Geol. Gesells. Z.*, **6**: 539—577.
- Schermerhorn, L. J., 1974; Late Precambrian mixtites: glacial and/or nonglacial. *Amer. J. Sci.*, **274**:673—824.
- Simone, L. and Carannante, G., 1988; The fate of foramol ("temperate-type") carbonate platforms. *Sedimentary Geology*, **60**:347—354.
- Tazawa, J., 1991; Middle Permian brachiopod biogeography of Japan and adjacent regions in East Asia. In Ishii, K., Liu Xue-ya, Ichikawa, K. and Huang Ben-hong (eds.): *Pre-Jurassic geology of Inner Mongolia, China*, pp. 213—230. Matsuya Insatsu Co. Ltd., Osaka, Japan.
- Tozer, E. T., 1982; Marine Triassic faunas of North America: their significance in assessing plate and terrane movements. *Geol. Rundsch.*, **71**(3):1077—1104.
- Von Engel, O. D., 1930; Type form of faceted and striated glacial pebbles. *Amer. J. Sci.*, **19**:9—16.
- Witzke, B. J., 1990; Palaeoclimatic constraints for Palaeozoic palaeolatitudes of Laurentia and Euramerica. In McKerrow, W. S. and Scotese, C. R. (eds.): *Palaeozoic palaeogeography and biogeography*. *Geol. Soc. Mem.*, **12**:57—73.

[1993年6月26日收到, 1995年3月修改]

DISCOVERY OF FOSSIL BIVALVES FROM EARLY PERMIAN OF DONGFANG, HAINAN ISLAND WITH A REVIEW ON GLACIOMARINE ORIGIN OF NANLONG DIAMICTITES

Fang Zong-jie

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

Yin De-wei

(Regional Geological Survey Team of Guangxi Bureau of Geology and Mineral Resources, Guilin 541003, Guangxi)

Key words Hainan Island, Early Permian, Bivalvia, Cathaysian province, Nanlong diamictites, Gondwanaland

Summary

Here described is a Permian bivalve fauna from the Nanlong Formation in the Jiangbian area of Dongfang, Hainan Island, with 10 species belonging to 9 genera, including 2 new species, namely, *Schizodus jiangbianensis* sp. nov. and *Wilkingia hainanensis* sp. nov. The bivalves and associated bryozoans, brachiopods and ammonoids indicate a late Maokouan or Murgabian age of the Early Permian (in Chinese usage). The Nanlong bivalve fauna is dominated by *Schizodus jiangbianensis* sp. nov. (27%), *Neoschizodus kitakamiensis* (22%), *Phestia hunanensis* (16%), *Bakevellia bicarinata* (14%), and *Sanguinolites kamiyassensis* (9%), totally accounting for 88% of the total specimens examined in this study. This fauna has strong affinities to the Toeling fauna (*Palaeolima-Paradoxipecten* assemblage) of Hunan, China (Fang, 1987) and those of the Tenjinnok Formation and Kanokura Formation (Shigejizawa Member) from Kitakami Massif, Northeast Japan (Nakazawa and Newell, 1968). Of the seven old species, *Phestia hunanensis*, *P. zhejiangensis*, *Palaeolima tenuilineata* and *Nuculopsis wymmensis* are identical with those of the Toeling Formation from Hunan, China (Fang, 1987) while *Neoschizodus kitakamiensis*, *Sanguinolites kamiyassensis* and *Bakevellia bicarinata* with those from Kitakami Massif. Except *Nuculopsis wymmensis* and *Bakevellia bicarinata*, none of them are found beyond the Cathaysian bioprovince (Fang, 1985). There is no doubt that the Nanlong fauna, which should be included in the Cathaysian province, has nothing to do with the Gondwanan Realm. The discoveries of *Parafusulina-Misellina* fauna (Sheng, 1965; Zhang, 1992) and

Cathaysian flora (*Tingia*, *Lobatannularia*) also support this conclusion. It seems impossible that the Qiongzhong terrane of Hainan Island was still attached or near to the margins of Gondwanaland until the Early Permian.

A detailed study of the Late Paleozoic rifting in Hainan Island (Xia *et al.*, 1991) suggests that the Nanlong diamictites were formed in a rifting environment and have no relation with glacier.

As an allochthonous unit, the Qiongzhong terrane of Hainan Island is supposed to have been situated in an intermediate position between South China and Southern Kitakami terrane of Japan during the Permian times, since the Nanlong bivalve fauna shows mixed features from the Toeling fauna of South China and the Kitakami fauna of Japan.

***Schizodus jiangbianensis* sp. nov.**

(Pl. I, figs. 1—6)

Shell small, moderately inflated; equivalve, slightly inequilateral, subcircular, as long as or a little longer than high. Umbo subcentral, with prosogyrate beak; umbonal carina faint, only ill-defined dorsally, getting dying out ventrally; corselet poorly defined.

Hinge consisting of typical schizodian dentition of formula 3a, 3b/4a, 2; 2 and 3a trigonal, stout; 4b weak, united with cardinal margin; 3b short and weak, subparallel to dorsal margin. Adductor scars not observed. Surface nearly smooth except for faint growth lines.

Comparison This species recalls the Carboniferous *S. alpinus* (Hall) (Newell and Boyd, 1975, p. 101, Figs. 38, 39), but the latter has truncated posterior margin and rounded umbonal ridge running from umbo to posteroventral end. Among Permian species this species somewhat resembles *S. subquadratus* Grabau (1931, p. 313, pl. 10, figs. 1—6), but can be readily distinguished by its subcircular shape, absence of posteroventral elongation, obscure umbonal carina and poorly defined corselet.

Occurrence Upper Member of Nanlong Formation, Lower Permian (late Maokouan); Jiangbian of Dongfang, Hainan Island, China.

***Wilkingia hainanensis* sp. nov.**

(Pl. I, figs. 7, 8)

Shell small, equivalve, markedly inequilateral; elongately elliptical in outline, with H/L ratio of 0.40 or so. Beaks anteriorly placed, prosogyrous, about one-quarter of shell length from anterior extremity; anterior margin of shell continuous with anterior edge of umbones. Anterior extremity rounded, continuing gradually into gently convex ventral margin; posterodorsal margin almost straight, slightly declined towards apparently gaping posterior extremity. Surface covered with somewhat irregular concentric wrinkles; periostracal pustules almost imperceptible. Adductor scars circular to ovate, shallow, subequal in size; pallial line not observed.

Comparison This species is quite similar to the type species *W. regularis* (King) (Morris *et al.*, 1991, p. 73, Figs. 20—24), but the latter differs in more anterior position of the umbo, more regular comarginal ribs, and more broadly rounded posterior extremity, with a broad, shallow sulcus extending ventrally from umbo.

Occurrence Same as the preceding species.

图版说明

标本均采自海南省东方县江边,下二叠统南龙组上段,保存在中国科学院南京地质古生物研究所。邓东兴摄影。

图版 I

1—7. *Bakevella bicarinata* King

1. 左侧视, plesiotype, ×5。采集号: 2029-3, 登记号: 121235。2. 左侧视, plesiotype, ×5。采集号: 2029-2, 登记号: 121221。3. 同上, ×5。采集号: 2029-3, 登记号: 121228。4. 右侧视, plesiotype, ×5。采集号: 2029-2, 登记号: 121218。5—7. 左侧视, plesiotype, ×5。采集号: 2029-2, 登记号: 121225, 121223, 121222。

8. *Nuculopsis wymmensis* (Keyserling)

右内模, plesiotype, ×10。采集号: 2029-2, 登记号: 121220。

9. *Phestia zhejiangensis* Liu

左侧视, plesiotype, ×3。采集号: 2029-2, 登记号: 121219。

10. *Neospinomarginifera cf. huangi* (Ustrisky)

背视, ×3。采集号: 2029-5, 登记号: 121247。

11. *Gzheloceras* sp.

侧视, ×1.5。采集号: 2029-3, 登记号: 121232。

12—14. *Phestia hunanensis* (Ku et Chen)

12. 左侧视, plesiotype, ×3。采集号: 2029-5, 登记号: 121246。13. 右侧视, plesiotype, ×3。采集号: 2029-2, 登记号: 121224。14a. 左外模, b. 左内模, plesiotype, ×3。标本周围可见苔藓虫 *Fenestella subconstans* Yang et Lu。采集号: 2029-5, 登记号: 121245。

15—17. *Sanguinolites kamiyassensis* Nakazawa et Newell

15. 右侧视, 未成年个体, plesiotype, ×2。16. 左侧视, plesiotype, ×1.5。17. 右侧视, plesiotype, ×1.5。采集号: 2029-3; 登记号: 121234, 121233, 121227。

图版 II

1—6. *Schizodus jiangbianensis* sp. nov.

1. 右侧视, paratype, ×3。采集号: 2029-2, 登记号: 121213。2. 右侧视, holotype, ×2。采集号: 2029-4, 登记号: 121239。3. 右侧视, paratype, ×2, 登记号: 121217。4. 双壳相连, paratype, ×2。采集号: 2029-2, 登记号: 121214。5. 右侧视, paratype, ×2。采集号: 2029-4, 登记号: 121241。6. 左侧视, paratype, ×2。采集号: 2029-4, 登记号: 121240。

7, 8. *Wilkingia hainanensis* sp. nov.

7. 右侧视, paratype, ×2。8. 右侧视, holotype, ×2。采集号: 2029-4; 登记号: 121237, 121243。

9—16. *Neoschizodus kitakamiensis* Nakazawa et Newell

9. 右侧视, plesiotype, ×2。采集号: 2029-3, 登记号: 121230。10. 左侧视, plesiotype, ×2。采集号: 2029-2, 登记号: 121216。11. 右侧视, plesiotype, ×2。采集号: 2029-3, 登记号: 121229。12, 13. 左侧视, plesiotype, ×2。采集号: 2029-3; 登记号: 121226, 121231。14. 同上。采集号: 2029-4, 登记号: 121242。15. 右侧视, plesiotype, ×2。采集号: 2029-2, 登记号: 121215。16. 右侧视, plesiotype, ×2。采集号: 2029-4, 登记号: 121238。

