

广西田东布兵石炭纪水下沉积灰岩脉及其地质意义

周开华, 陈春芳, 陆刚, 田青, 李新华, 汤新田

广西区域地质调查研究院, 广西桂林, 541003

内容提要: 笔者等首次在德保台地边缘上泥盆统灰岩中发现大量多期次下石炭统杜内阶之灰岩岩脉; 通过调查, 查明岩脉的形态、沉积物特征、时代及其分布规律, 首次在沉积岩脉中采获早石炭世早期牙形刺及 *Gnathodus* 与 *Siphnodella* 大量混生的现象。经过调查研究, 对岩脉的成因有新的认识: 其形成是构造与地震相结合的产物, 地震造成台地的隆升、沉降, 使上泥盆统已成岩的刚性灰岩发生断裂, 形成较深层的张性(拉张)裂隙, 早石炭世未成岩的软沉积物及碎屑灌入裂隙中, 形成灰岩脉。多期次的构造运动、拉张, 造成张性裂隙的多次的张裂, 多期次灌入则形成似直立产状的岩墙。这一成因模式既能合理解释岩脉中具有地震造成的液化脉之现象, 又能解释形成如此深度岩脉的动力因素, 也能解释台地边缘相中有深水相的沉积物及生物之物质来源。通过对岩脉的调查及研究, 对理解右江盆地的构造演化具有重要的意义。

关键词: 沉积岩脉; 软沉积物; 台地边缘; 石炭纪; 广西

桂西的沉积灰岩脉于20世纪70年代被发现, 不同地质学者对其特征和成因进行过研究(广西壮族自治区地质局第八地质队和淮南煤炭学院, 1978; 张继淹, 1995; 邝国敦, 2001, 2002; 乔秀夫等, 2002), 彭阳等(2004)对其进行过详细评述。近几年来, 又有一些新进展。陆刚等(2006)、黄宏伟等(2007)认为岩脉形成的主要原因是地震灾变的产物。彭阳等(2007)认为是断层控制了当时的沉积。灰岩脉是与台地边缘同沉积正断层伴生的张性裂隙被围岩角砾或稍晚时段的沉积物充填; 角砾灰岩体是同沉积正断层形成的断层崖崩落角砾岩。彭阳等(2009)在广西凌云台地发现大量岩脉, 提出其成因是由于频繁的同沉积正断层活动, 形成凌云地区碳酸盐岩台地的陡崖。一次新的断裂活动, 在陡崖上形成张性裂隙, 或者使已有裂隙张开, 并诱发地震, 引发碎屑流灌入裂隙形成。

近年来笔者开展广西1:5万古美测区调工作, 在德保台地边缘布兵一带新发现了大量沉积岩脉, 进行了详细的地质调查, 取得了一些重要的进展。对岩脉的研究, 其成因解释对理解右江盆地、右江断裂带的构造环境及演化具有重要的地质意义。

1 地质特征

1.1 区域地质背景

晚古生代—中生代右江盆地沉积演化, 系加里东运动之后, 在海侵滨岸陆源沉积体系之上, 该区进入稳定的台地发展阶段。早泥盆世晚期至中泥盆世早期, 由于基底断裂活动, 形成了沟台交错、台包盆(沟)的古地理格局。

多时期多期次形成的沉积灰岩脉、地震灾变事件、淹没不整合、同沉积断层、同构造沉积不整合(假不整合)等等, 均揭示右江盆地为拉张环境。从石炭系至三叠系的沉积岩脉等证据, 表明拉张环境延续至三叠纪。早三叠世该区沉积环境发生了重大改变, 但继承了晚古生代的古地理面貌, 直至中三叠世拉丁期深浅分异的古地理格局才最终消亡。因此右江盆地为连续发育的沉积海盆, 泥盆纪—三叠纪是海盆发育—生长—成熟—充填萎缩的过程。中三叠世填平补齐, 海盆缩小填满, 并非再生海槽, 是大洋向前陆盆地过渡的残余盆地(吕洪坡等, 2003)。

德保台地是右江盆地中的孤立台地之一(图1), 台地边缘泥盆系以浅色砂屑灰岩、含生物屑鲕

注: 本文为国家计划的基础地质调查及数据更新项目(“广西1:5万古美测区调”项目)成果。

收稿日期: 2011-03-11; 改回日期: 2011-07-02; 责任编辑: 章雨旭。

作者简介: 周开华, 男, 1974年生。工程师, 在读硕士研究生。主要从事区域地质矿产调查工作。通讯地址: 541003, 广西桂林市环城南路6号, 广西壮族自治区区域地质调查研究院; Email: zyu2009@163.com。

粒灰岩、藻屑灰岩为主,石炭系以深灰—灰色生物屑藻屑灰岩、生物灰岩为主,二叠系以海绵藻礁灰岩、藻灰岩为主,为台地边缘相所沉积。

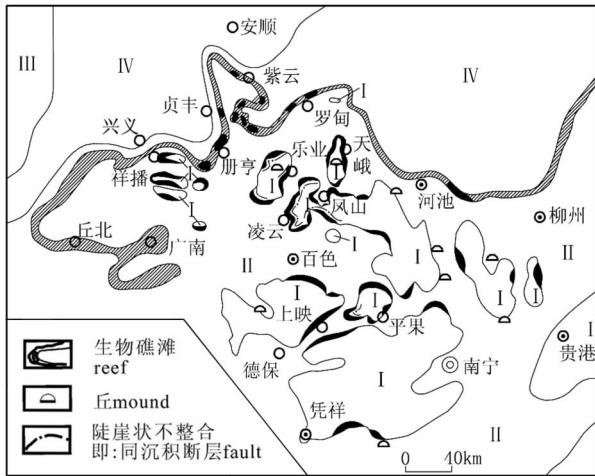


图 1 德保台地在右江盆地中的位置

Fig. 1 The location of Debao platform in the Youjiang basin

I—孤立碳酸盐岩台地; II—盆地; III—古陆; IV—滨岸台地
I—isolated carbonate platform; II—basin; III—continental;
IV—offshore carbonate platform

1.2 沉积岩脉特征

1.2.1 岩脉岩性特征

岩脉的岩性主要有灰黑—深灰色生物碎屑(棘屑)灰岩、生物屑藻砂屑灰岩、含亮晶砂屑生物屑灰岩,少量藻砂屑灰岩。岩石为砂屑—生物碎屑结构、细粉晶结构,其内生物碎屑含量较多,以海百合为主(5%~45%),腕足及介壳类其次(10%~20%),藻屑(1%~3%),钙球(1%~2%),它们呈圆或次圆状与藻砂屑(4%~50%)混合,相对均匀分布。

直立岩脉中部分具纹层理(图版 I-1)及正粒序层理。常见其纹层理呈凹形弯曲,两端近脉壁处上扬,说明沉积环境稳定,沉积缓慢。个别含腕足灰岩脉中小腕足保存完整,具清晰的示底构造(图版 I-2)。部分岩脉因受构造影响,脉中纹层变形。

岩脉围岩为浅灰—灰色厚块状细—粉晶含生物屑鲕粒灰岩、含生物屑含砂屑细粉晶灰岩、蓝藻粉晶灰岩、含砂屑粉晶灰岩夹少量腕足灰岩。岩石为栉壳状结构、生物屑—鲕粒结构、变余生物屑结构、细粉晶结构,其生物为双壳类 4%~10%,棘屑类 3%~5%,少量腕足类、有孔虫等化石碎片,局部富集;粉屑 5%~10%;鲕粒 0~40%;藻砂屑 5%~8%,圆或次圆状;蓝藻类 5%,单晶结构;表附藻、肾形藻 8%~13%。鲕粒大小 1~3mm,单个鲕粒发育约 1~3 个圈层。部分岩石因重结晶作用,原岩组分及

结构特点已不很清晰,见少量窗孔构造及晶洞。

1.2.2 岩脉产出形态

在德保台地边缘陇额—布兵—陇合一带上泥盆统融县组浅灰—浅肉红色微晶灰岩、含生物砂屑灰岩中发现较多的水下沉积岩脉,岩脉宽几厘米至几米不等,以小于 30cm 的为主。以透镜状、脉状为主,具有多期次特征。形态多种多样:

(1)直壁等宽形(图版 I-3):岩脉宽度变化小,两壁平直;

(2)分叉形(图版 I-4):岩脉沿围岩旁侧裂隙灌入形成分枝或分叉形态;

(3)尖灭再现形:透镜状、团状或不规则状,其间为细小裂缝或细脉相连。

岩脉与围岩接触面多样,有紧密接触界面平直平整者,有弯曲者,有接触面上夹栉壳方解石细脉或深色泥皮者,有接触面为细小裂隙者。

岩脉可见延伸长度几米至大于几十米。通过剖面测量计算,其深度最深大于 560m。

1.2.3 岩脉分布规律

通过 1:5 万地质填图,基本查明沉积岩脉的分布规律,主要分布在台地边缘区,走向环绕台地(图 2)近直立产出,少量岩脉产状杂乱。通过调查测量,围岩产状较缓,其走向围绕台地延伸,倾向盆地方向,倾角 20°~40°。岩脉产状多数较陡,近直立者为主。将地层恢复水平,则岩脉并非直立,而是大角度倾斜,倾向斜坡、盆地方向,倾角 50°~65°。

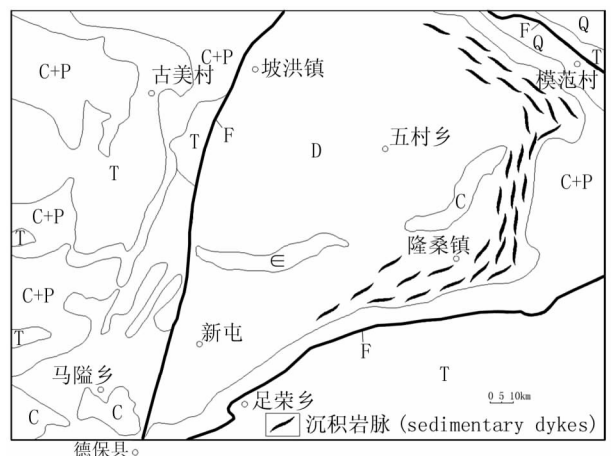


图 2 德保台地地质及岩脉分布示意图

Fig. 2 Sketch geological map of the Debao platform and distributions of dykes

T—三叠系; C+P—石炭系+二叠系; C—石炭系;
D—泥盆系; E—寒武系; F—断层
T—Triassic; C+P—Carboniferous and Permian; C—Carboniferous;
D—Devonian; E—Cambrian; F—fault

2 沉积岩脉形成时代

通过对陇额—布兵—陇合一带的深色灰岩沉积岩脉的调查,对岩脉及围岩采集大量的化石及牙形石样品。

2.1 岩脉时代

在深灰色藻屑生物屑灰岩岩脉中采集的大量化石,有牙形石(图版 I-5) *Pseudopolygnathus triangularis*, *Polygnathus communiscommunis*, *P. carinus*, *P. inornatus*, *Siphonodella obsoleta*, *Gnathodus typicus*, *Bispathodus*, *Gnathodus* sp., *Siphonodella cooperi*, *Spathognathodus stabilis*,为早石炭世杜内阶(与中国岩关阶大致相当)。

采获有有孔虫 *Andrejella*? sp., *Endothyra* sp.,为石炭纪, *Earlandia* sp., *Chernyshinella*? sp., *Palaeotextularia* sp., *Forschia* sp., *Endothyra* sp., *Eostaffera* sp.,该有孔虫组合时代为早石炭世早期。

2.2 围岩时代

在岩脉围岩及上覆地层中均采获有化石,确定其围岩地层时代为上泥盆统法门阶,上覆地层为石炭世维宪阶。

岩脉围岩地层中采获有牙形石 *Palmatolepis glabra pectinata*, *P.* sp., *Polygnathus* sp.;岩脉之上覆地层中采获有 *Polygnathus communis communis*, *P. c. carinus*, *P. inornatus*, *Siphonodella obsoleta*, *Gnathodus typicus*, *Bispathodus*, *Pseudopolygnathus triangularis*。

岩脉围岩中还采获有腕足类:古分喙石燕 *Paleochoristites* 和 *Crurithyris*;长身贝类: *Geniculifera*? sp.;小嘴贝类: *Ptychomaleotoechia* 和 *Axiodeaneia*(图版 I-6);无窗贝类:锁窗贝 *Cleiothyridina* 和结合贝 *Composita*;无窗贝类属种未定类型(*athyrid* gen. et sp. indt.)。

此外,还有5种未定类型的小嘴贝类 *Pugnoides*? sp., *Colophragma*? sp.(或 *Chapinella*? sp.), *Rugaltarostrium*? sp.(或 *Megalopterorhynchus*? sp.), *Perrarisinurostrum*? sp.。

腕足类的总体面貌呈晚泥盆世晚期—早石炭世早期的过渡色彩。*Paleochoristites* 为典型法门晚期—杜内阶早期的分子, *Geniculifera* 为典型杜内期的分子。在桂林南边村剖面于 D—C 过渡层中曾发现过该属的标本^①。《广西泥盆系》一书(广西壮族自治区地质矿产局,1992)中将其列为法门晚期的一个腕足化石组合带。其他一些腕足类,特别是小嘴

贝类,与桂林南边村剖面的 D—C 过渡层中的十分类似。腕足化石组合中小嘴贝类分异度很高,而长身贝类和石燕贝类只有少数代表,更接近法门晚期腕足动物群的特点。因此其时代应属于法门最晚期—杜内阶早期。该腕足类组合是桂林南边村剖面之后,在广西第二次发现,在桂西地区是首次发现,对地层的划分与对比有重要的意义。

岩脉之上采获长身贝类 *Plicatifera* sp.,为早石炭世杜内—维宪期。

综上所述,岩脉形成于早石炭世杜内阶。

3 成因及地质意义

目前对岩脉的成因解释较多,测区的沉积岩脉也较复杂。本次调查,查明了岩脉的岩性、形态、产状、分布规律、形成时代,根据现有资料作初步探讨。

岩脉环绕德保台地东部边缘分布,岩脉所含牙形石产物为相对深水环境(斜坡相)所有,其时代为早石炭世杜内—维宪期,围岩为上泥盆统法门期藻屑灰岩、砂屑灰岩,上覆都安组也是浅色厚块状藻屑灰岩、生物灰岩,均为台地—台缘相沉积。且岩脉壁多平整,岩性以含生物屑藻屑灰岩为主,含深水相之牙形石,未见大量角砾岩,仅局部见少量(几颗围岩之角砾岩)混于岩脉中。

另外,台地边缘岩脉发育地区,石炭系底部普遍缺失隆安组深色灰岩(仅局部地段残留几十厘米厚),而以浅灰—灰色厚层块状生物屑灰岩直接覆盖于融县组浅色砂屑生物屑灰岩之上,横向上未发育岩脉地区,石炭系底部隆安组深色灰岩厚达十几至几十米。说明岩脉发育区域,沉积物灌入裂隙形成沉积岩脉,因而缺失杜内阶早期沉积岩层。

因此,笔者认为德保台地边缘融县组中的深色灰岩岩脉为地震使德保台地隆起,台地边缘已成岩的刚性厚层灰岩层在地震及重力作用下拉张形成裂缝,之后,台地沉降,海水快速变深,相对深水环境的沉积物及上覆未成岩的软沉积物灌入裂缝沉积所形成。这一解释合理地解决产于台地边缘的岩脉含有深水相的牙形石及沉积物这一物质来源的矛盾,以及岩脉均环绕台地边缘分布的原因,使沉积灰岩脉的成因解释与已有的地质事实相吻合。

根据岩脉特征,有快速灌入及缓慢沉积两种类型的岩脉。

快速灌入形成的岩脉,脉内沉积物颗粒无粒序的杂乱分布,无分层、纹层,颗粒呈团状或带状分布。此类岩脉在多期次拉张快速灌入后,形成与岩脉一

致的分层产状。

缓慢沉积形成之岩脉,脉内具水平层理、纹层,沉积物颗粒粒序明显,岩性、颜色分层清楚,层内小腕足具清楚的示底构造,该类岩脉为形成裂缝后处于相对的稳定期,软沉积物缓慢落入裂缝沉积形成。

4 结论

(1) 查明了岩脉分布的特定环境和规律。岩脉环绕德保台地东部边缘分布,岩脉所含牙形石表明为相对深水环境(斜坡相),其时代为早石炭世杜内期—维宪期,围岩为上泥盆统法门期台地—台缘相沉积。岩脉与上泥盆统融县组与下石炭统都安组之间的平行不整合密切相关。

(2) 较高精度地查明了岩脉的形成时代。首次在融县组中的沉积岩脉中采获早石炭世杜内阶(与中国岩关阶大致相当)早期牙形刺 *Gnathodus cf. bilineatus*, *Siphnodella cooperi*, *Siphonodella quadruplicate*, *Polygnathus longiposticus*, *Pseudopolygnathus multistriatus*, *Branmell inornatus*, *Bispathodus aculeatus aculeatus*, *Vogelgnathus camphelli*。

(3) 查明德保—坡洪断裂是一条多期活动的控相大断裂。同沉积活动期该断层控岩控相,控制了测区南部近南北向新屯—陇怀台沟的展布,其后在脆性活动的早期表现为正断层,对红泥坡—五村穹窿构造造成了严重破坏,致使红泥坡—五村穹窿构造东半部与巴别北西向褶皱群拼接。在脆性活动的晚期表现为与北北东、北东向的挤压、逆冲、平移构造复合。其东、西两盘沉积相有着较大的差异。西盘以台地相为主,未见沉积岩脉出露,东盘为台凹、台沟—台缘—台地相交错分布,沿台地边缘发育沉积岩脉。结合模范断裂、足荣断裂为台缘边界复活断裂,它们是德保环形断裂组的重要组成。晚古生代至中三叠世同沉积活动期,是在孤立碳酸盐台地边缘发育起来的边界基底断裂,为拉张断陷正断层,控岩控相作用明显,对沉积岩脉的成因起到重要作用。

(4) 对德保台地边缘之岩脉的成因有了新的认识。综合沉积岩脉的形态、分布规律、岩性、结构构造、岩脉形成时代等因素,认为该区的岩脉系构造与地震相结合的产物,构造活动使台地隆升引发地震,上泥盆统已成岩的刚性灰岩因重力拉张及地震作用发生断裂,形成较深层的张性(拉张)裂隙,之后,德保—坡洪断裂及台地边缘同沉积断裂包围的德保台

地沉降,早石炭纪未成岩的软沉积物及碎屑灌入裂隙中,形成灰岩脉。由于右江断裂带的不稳定,德保断裂及环台断裂的多期次的构造运动、抬升、沉降、拉张,造成张性裂隙的多次的张裂,多期次灌入则形成似直立产状的岩墙。

(5) 此外,还首次发现 *Gnathodus* 与 *Siphnodella* 大量混生的现象。

致谢:本文主要以 1:5 万古美测区区域地质调查项目成果为主要基础撰写,广西区调院的陆刚为项目负责人,李文强、李平阳、吴立河、黄高斌、周建飞、李乾、徐志贤等同志参加了野外调查工作;岩矿鉴定由刘永梅高工鉴定,牙形石、腕足类等化石由北京大学地球与空间科学学院孙元林研究员及广西区域地质调查研究院殷保安高工帮助鉴定。本文的编写得到张淑玲教授的精心指导,对于他们付出的辛勤劳动和支持,在此一并致以衷心的感谢!

注 释 / Note

① 广西壮族自治区地质矿产局. 1988. 桂林市区域地质调查报告. 广西桂林市瓦窑印刷厂.

参 考 文 献 / References

- 广西壮族自治区地质局第八地质队,淮南煤炭学院. 1978. 广西凌云早二叠世沉积灰岩脉和沉积灰岩体的发现及其对研究古构造的意义. 见:国际交流地质学术论文集(一). 北京:地质出版社:272~278.
- 广西壮族自治区地质矿产局. 1992. 广西的泥盆系. 武汉:中国地质大学出版社.
- 黄宏伟,杜远生,黄志强,陈海. 2007. 广西丹池盆地晚古生代震积岩及其构造意义. 地质论评,53(5):577~585.
- 邝国敦,吴浩若. 2002. 桂西晚古生代深水地层. 地质科学,37(2):152~164.
- 邝国敦. 2001. 桂西晚古生代深水沉积研究的新进展. 广西地质,14(3):1~6.
- 陆刚,胡贵昂,张能,张耿,潘艺文,彭阳. 2006. 右江盆地二叠纪生物礁时空分布和沉积构造演化新知. 地质论评,52(2):190~197.
- 吕洪坡,章雨旭,夏邦栋,方中,周伟明,彭阳,吴智平,李伟. 2003. 南盘江盆地中三叠统复理石中的同沉积挤压构造. 地质论评,49(5):449~456.
- 彭阳,李岩,胡贵昂,陆刚,乔秀夫. 2007. 广西桂林庙头上泥盆统融县组中的灰岩脉和角砾灰岩体及其成因. 地质论评 53(5):736~743.
- 彭阳,陆刚,胡贵昂,周敏,乔秀夫,章雨旭. 2009. 广西凌云下甲二叠纪沉积灰岩墙和角砾灰岩体的成因及地质意义. 地质论评,55(1):731~737.
- 彭阳,胡贵昂,陆刚,章雨旭,乔秀夫. 2004. 桂西北晚古生代地层中的沉积灰岩墙研究进展. 地质论评,50(6):613~619.
- 乔秀夫,彭阳,高林志. 2002. 桂北二叠纪灰岩墙(脉)的地震成因解释. 地质通报,21(2):102~104.
- 张继淹. 1995. 广西水下沉积岩脉群特征及形成机理,中国区域地质,(4):309~311.



1



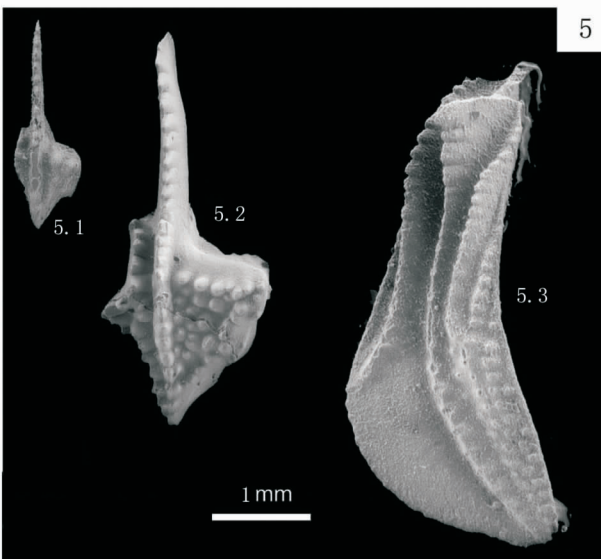
2



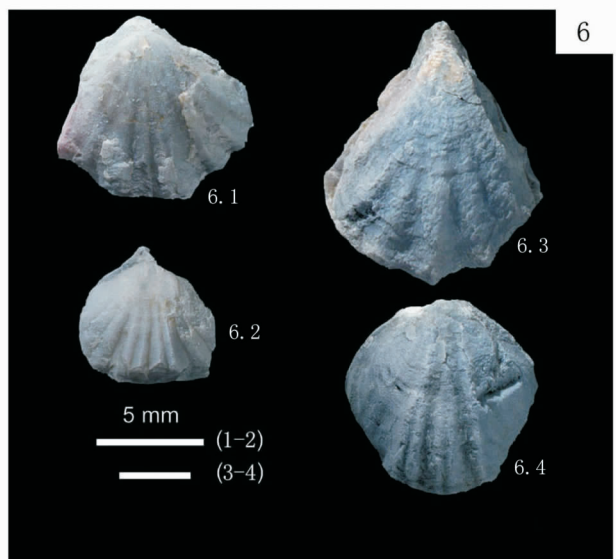
3



4



5



6

1. 岩脉内发育水平层理。horizontal beddings in the dike. 位置, location; $106^{\circ}55'25''$, $23^{\circ}.37'19''$ 。
2. 岩脉内具示底构造的小腕足。A Brachiopoda fossil in a dike, which is a kind of geopetal structure. 位置 location; $106^{\circ}57'51''$, $23^{\circ}34'06''$ 。
3. 直壁等宽形岩脉。The dike with straight walls and aequilate. 位置 location; $106^{\circ}56'12''$, $23^{\circ}31'35''$ 。
4. 分叉形岩脉。Dikes with branches. 位置 location; $106^{\circ}56'05''$, 23°

$31'38''$ 。

5. 岩脉中采集的牙形石; conodonts from a dike; 5.1 *Bispathodus* sp. (双铲齿刺), 5.2 *Gnathodus* sp. (颞刺), 5.3 *Siphonodella obsoleta* (管刺)。位置 location; $106^{\circ}56'13''$, $23^{\circ}31'35''$ 。
6. 围岩中采集的腕足类化石; Brachiopoda fossils from wallrocks: 6.1、6.2 *Paleochoristites* (古分喙石燕), 6.3 *Axiodeaneia* (小嘴贝), 6.4 *Geniculifera* sp. (长身贝类)。位置 location; $106^{\circ}56'13''$, $23^{\circ}31'35''$ 。

