



BULLETIN OF
NANJING INSTITUTE OF
GEOLOGY AND PALAEOLOGY
ACADEMIA SINICA
NO.15

中国科学院 南京地质古生物研究所

丛 刊
第 15 号

中国科学技术大学出版社

UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA PRESS

中国科学院 南京地质古生物研究所丛刊

第 15 号

国家科学技术部基础性工作专项资助
资助项目

中国科学技术大学出版社
2002 · 合肥

内 容 简 介

本号丛刊刊载 6 篇论文:1. 广西来宾栖霞阶苔藓虫——兼论古生态;2. 广西合山、宜山等地晚二叠世介形类;3. 广西来宾、合山地区二叠纪有孔虫;4. 广西来宾、合山二叠纪牙形刺;5. 广西来宾二叠系茅口组—大隆组岩石学特征及微环境演变序列;6. 广西来宾二叠系岩石微相和沉积环境。前 4 篇对广西来宾、合山等地二叠纪苔藓虫、介形类、有孔虫、牙形刺进行了系统描述,对各生物群的序列作了较详细论述,建立生物组合,并讨论各组合特征、古生态及与国内外同期地层对比。后 2 篇论述广西来宾二叠纪地层的沉积特征,并分析各岩段的沉积环境,树立了岩石微相和岩段沉积相剖面。

图书在版编目(CIP)数据

中国科学院南京地质古生物研究所丛刊. 第 15 号/中国科学院南京地质古生物研究所编辑. —合肥:中国科学技术大学出版社,2002

ISBN7-312-01535-2

I. 中… II. 中… III. 古生物—中国—丛刊 IV. Q91-55

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 103157 号

中国科学院南京地质古生物研究所丛刊 第 15 号

中国科学院南京地质古生物研究所编辑

责任编辑:常美丽 高哲峰 封面设计:刘俊霞

中国科学技术大学出版社出版发行

(安徽省合肥市金寨路 96 号,230026)

中国科学技术大学印刷厂印刷

全国新华书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:15.125 字数:477 插页:30

2002 年 9 月第 1 版 2002 年 9 月第 1 次印刷

印数:1—500 册

定价:45.00 元

中国科学院
南京地质古生物研究所丛刊

第 15 号

BULLETIN OF
NANJING INSTITUTE OF GEOLOGY AND
PALAEONTOLOGY
ACADEMIA SINICA

No. 15

目 次
CONTENTS

广西来宾栖霞阶苔藓虫——兼论古生态	陆麟黄(1)
Bryozoa of the Chihsia Formation from Laibin, Guangxi and a Remark on Their Paleoecology	Lu Linhuang(31)
广西合山、宜山等地晚二叠世介形类	施从广 陈德琼(47)
Late Permian Ostracodes from Heshan and Yishan of Guangxi	 Shi Congguang and Chen Deqiong(102)
广西来宾、合山地区二叠纪有孔虫	王克良(130)
The Permian Foraminifera from Laibin and Heshan Regions of Guangxi	 Wang Keliang (171)
广西来宾、合山二叠纪牙形刺	王成源(180)
Permian Conodonts from Laibin and Heshan, Guangxi	 Wang Chengyuan(189)
广西来宾二叠系茅口组—大隆组岩石学特征及微环境演变序列 ...	杨万容(191)
Petrological Character and Microenvironmental Sequence of the Permian Strata in Laibin, Guangxi	Yang Wanrong(204)
广西来宾二叠系岩石微相和沉积环境	江纳言(207)
Sedimentary Characteristics, Microfacies and Palaeo-environments of Permian in Laibin of Guangxi	Jiang Nayan(237)

广西来宾栖霞阶苔藓虫——兼论古生态

陆麟黄

(中国科学院南京地质古生物研究所)

内 容 提 要

广西来宾栖霞阶苔藓虫含量丰富, 计 12 属 37 种, 其中新类型 11 个, 系中、南特提斯区的混合型分子。根据苔藓虫的群体形状、生长及埋藏方式、数量、共生化石及围岩特性, 将本区栖霞阶的古生态及沉积环境分成早、中、晚三期, 分析了各阶段的生态特征及彼此间的异同点, 海区趋势由动荡至稳定, 海水由浅至深, 苔藓虫共有二个繁盛期。

1956 年冬, 笔者曾随赵金科教授赴广西来宾栖霞阶采集苔藓虫化石。1982 年秋至 1983 年春, 笔者随中国科学院西南地区晚古生代碳酸盐岩地层队, 三次去来宾县城南面的红水河两岸, 系统测制二叠系剖面, 前后历时近半年。剖面自下而上分别为马平阶、栖霞阶、茅口阶及吴家坪阶。马平阶未见苔藓虫; 栖霞阶内含量丰富; 茅口阶含 *Fistulipora timerensis minoer* subsp. nov. (产 H115, H116 层), *Dybowskiella grandis* Waagen et Wentzel (产 H119 层), *Goniocladia* sp. (产 H116 层), *Stenopora laibinensis* sp. nov. (产 H115 层), *Fenestella subconstans* Yang et Lu (除 H117 层, 其它各层都有), *Polypora sinokoninckiana* Yang et Lu (产 H117, H118 层), *Rhabdomeson* sp. (产 H118, H119 层) 及 *Stenopora* sp. (产 H119 层); 吴家坪阶含 *Fistulipora* sp. (产 H120, H125, H128, H131 层), *Stenopora* sp. (产 H123, H128 层), *Dyscritella* sp. (产 H127, H129, H133 层), *Fenestella* sp. (产 H123, H125, H127, H129, H131—H133 层), *Polypora* sp. (产 H122 层), *Sep-topora* sp. (产 H125 层) 及 *Goniocladia* sp. (产 H132, H133 层)。长兴阶未见出露。上述苔藓虫系碎片或方解石化或硅化, 各已知种在栖霞阶内都有, 本文未予研究。本文仅研究来宾栖霞阶的苔藓虫。

来宾红水河剖面的栖霞阶厚 392.18—395.05m, 共分 99 层(H1—H99 层), 苔藓虫分布在 H1—H92 层, 多数富集在底部的 H1—H10 层内, 计 12 属 37 种, 其中新种、新亚种 11 个, 已知种 21 个, 未定种名的 *Fistulipora* sp. (图版 14, 图 8), *Stenopora* sp. (图版 5, 图 15), *Dyscritella* sp. (图版 5, 图 13, 14), *Goniocladia* sp. (图版 8, 图 6) 及 *Protoretetpora* sp. (图版 15, 图 7) 都未描述。已知种多数是我国南方早二叠世常见种, 但局限于栖霞期的不多, 多数可延伸至茅口期, 个别至吴家坪期。从生物地理区系分析, 可能处于中特提斯及南特提斯苔藓动物地理区的交汇处, 属混合型。

本文研究的苔藓虫, 薄片多数由蒋汉培磨制, 少数由粟仲平及笔者磨制, 张福田、陈毅

勇摄影, 杨敬之及夏凤生审阅原稿, 提出一些修改意见。对上述同志的辛勤劳动, 笔者致以衷心的感谢。

地层意义和动物群区系

来宾栖霞阶剖面, 专题队将有专文论述, 其中所产苔藓虫, 约有 2/3 的标本归属网状的窗格目, 类型单一, 计 2 科 4 属 20 种, 现按标本数量顺序分别介绍于下:

Polypora 含 *P. pseudornamentata* Yang et Lu, *P. punctata* Sch.-Nest., *P. cf. sinokoninckiana* Yang et Lu, *P. cf. tuberculifera* Sch.-Nest., *P. subovaticellata* Sch.-Nest., *P. consanguina* Bassler, *P. macrops* Bassler 及 *P. guangxiensis* sp. nov. 等 8 种, 上述 *P. pseudornamentata*, *P. punctata* 是来宾栖霞阶含量很丰富的苔藓虫 (仅次于 *Fene-stella subconstans* Yang et Lu), 各占总量的 1/10; *P. pseudornamentata* 只产于栖霞阶底部的 H1—H9 层, 此种正模位青海南祁连区茅口阶, 在我国扬子区的栖霞阶及茅口阶常见, 和此种近似的 *P. ornamentata* Sch.-Nest., *P. supraornamentata* Novik., *P. subornamentata* Sch.-Nest. 及其变种或亚种, 广布于俄罗斯地台、乌拉尔山脉、天山山脉一带的下二叠统, 都是同一演化支的成员 (杨敬之、陆麟黄, 1962, 97, 98 页), 称 *P. cestriensis-P. supraornamentata* 演化支, 这一演化支的所有成员是中特提斯区早石炭世—早二叠世占主导地位的 *Polypora* 分子。*P. punctata* 曾见于乌拉尔山脉的 стеритамак 组和江西的茅口阶, 在来宾栖霞阶位 H1—H61 层, 富集于 H1—H6 层。除上述两种外, *P. cf. sinokoninckiana* 在 H1—H8 层中分布也很普通, 这一比较种是 *P. sinokoninckiana* 的小型化标本, 后者是中特提斯区的地方型分子, 广布于我国南方, 时代是栖霞晚期至茅口期 (陆麟黄, 1986), 来宾茅口阶也有这个种。*P. tuberculifera* 产于乌拉尔山脉的 Артин 组, 我国贵州、四川、青海的栖霞阶上段至茅口阶下段, 当前比较种在来宾栖霞阶局限于 H19, H59, H80 3 层中。*P. subovaticellata* 是乌拉尔山脉 Вурцев 组、我国西藏、安徽等地茅口阶的产物, 在来宾栖霞阶见于 H3—H8 层。*P. macrops* 和 *P. consanguina* 都是帝汶岛早二叠世晚期的产物, 在来宾栖霞阶分别产在 H1—H52 层和 H7—H55 层中, 前一种在青海西藏下二叠统中也有记录。

Fenestella 包含 *F. subconstans* Yang et Lu, *F. hangchouensis* Lu, *F. subpermiana minor* subsp. nov., *F. petschorica* Sch.-Nest. 及 *F. elusa* Reed 等 5 种。*F. subconstans* 在来宾常见于 H1—H80, H100—H115, H118, H119 等层中, 是本区最发育的一个种, 约占标本总量的 1/5, 此种是我国青海、四川、贵州、江西、浙江的常见种, 我国东北及内蒙古也有见及, 时代延伸于栖霞期至吴家坪早期。*F. hangchouensis*, *F. subpermiana minor* 含量也多, 分别出现于 H1—H8 层及 H3—H63 层, 前一种是我国南方栖霞阶最为标准的苔藓虫分子, 杨敬之、陆麟黄 (1984) 将其作为扬子区栖霞阶苔藓虫的组合分子。后一亚种是 *F. subpermiana* Sch.-Nest. 的较为进化的小型化标本, *F. subpermiana* 在乌拉尔山脉 *pseudoschwagerina* 带中常见, 从形态特征分析, 此亚种出现的应比 *P. subpermiana* 稍晚。*F. petschorica* 及 *F. elusa* 分别位于 H8 层及 H10, H20 层, 含量少, 前一种产于北美得克萨斯的 Leonard 组及乌拉尔山脉的 Артин 组, 后一种在盐岭、喜马拉雅山脉及滇西下二叠统上部曾有报道。

Septopora 计 *S. regularis* Yang et Lu, *S. luterkensis* var. *sinensis* Lu, *S. diamorpha* Lu, *S. regularis abnormis* subsp. nov., *S. complexa* sp. nov. 等 5 种。*S. regularis* 约占来宾 *Septopora* 总量的 3/4, 富集在 H3—H19 层中, 此种是青海、云南、四川、江西等地栖霞阶常见种, 少数地区的可延至茅口阶。*S. luterkensis* var. *sinensis*, *S. diamorpha* 星散见于 H1—H63 层, 二者正模都产于浙江杭州栖霞阶, 江西、湖南等地栖霞阶内偶见报道。

Protoretetepora 仅一种及一未定种, *P. mutabilis* Yang, Lu et Zhou 只在 H1 层中有所发现, 这一种在青海, 无论栖霞阶或茅口阶都有。另一 *P. sp.* (图版 15, 图 7) 产在 H3 层, 和盐岭、西藏、青海等地下二叠统上部至上二叠统的 *P. jabiensis* Waagen et Pichl 近似。

来宾栖霞阶的泡孔目及变口目苔藓虫, 分别包括 *Fistulipora*, *Fistuliramus*, *Fistulotrypa*, *Cystiramus*, *Goniocladia*, *Stenopora*, *Dyscritella* 和 *Leioporida*, 合计 8 属 17 种, 标本各占总量的 15% 上下, 硬体多数呈枝状, 但变口目的较细。

Fistulipora 硬体中空枝状者有 *F. sinensis* Yoh 及 *F. waageniana* Girty, 薄层状者含 *F. timorensis minor* subsp. nov. 及 *F. sp.*, 前二种分别位于 H1, H8 及 H9, H22, H25, H27, H29, H47, H48 层, 是我国南方栖霞阶的主要苔藓虫分子, 两者经常共生, 枝体略细的 *F. sinensis* 往往比枝体稍粗的 *F. waageniana* 层位偏低, *F. sinensis* 除浙江有个别标本可见于茅口阶, 其它的都限于栖霞阶。杨敬之、陆麟黄 (1984, 38—39 页) 将其作为扬子地区栖霞阶苔藓虫的组合分子。*F. waageniana* 在扬子地区的茅口阶下段常见。*F. timorensis minor* 采自 H1—H3, H5 及 H7 层, 是 *F. timorensis* Bassler 较为原始的小型化标本, 出现的应比 *F. timorensis* 稍早, *F. timorensis* 在新疆、西藏、日本、帝汶岛都产于下二叠统上部。*F. sp.* 只在 H6 层中见有小碎片, 被 *Polypora punctata* 所包裹。

Fistuliramus 枝体粗, 含 *F. mutabilis* Yang, Lu et Zhou 和 *F. wulanensis* Yang, Lu et Zhou, 其正模都分布在青海南祁连区的下二叠统的上部, 在来宾都产于 H15—H33 层, H25—H27 层中含量稍多。

Fistulotrypa 只 *F. irregularis* Yang, Lu et Zhou 一种, 硬体形状, 在来宾的层位分布及其正模产地都和上述 *Fistuliramus* 的一致, 但其正模仅见于下二叠统下部。

Cystiramus 只一新种 *C. permiana* sp. nov., 硬体枝状, 常见于 H21—H27 层中。*Cystiramus* 原定时代为晚泥盆世至早石炭世, 栖霞阶的标本近来在云南耿马小新寨已有报道 (范建才, 1985, 100 页)。

Goniocladia sp. 仅见于 H20 层, 是来宾栖霞阶硬体唯一呈双叶状的苔藓虫, 无弦切面及纵切面。此属在北特提斯及南特提斯区下二叠统下部常见, 但在中特提斯区含量较少。

Stenopora 是来宾枝体最细的苔藓虫, 除未描述的 *S. sp.* (位 H'8 层, 图版 5, 图 15) 和我国南方栖霞阶的 *S. angulata* Yang 较近似外, 另 4 新种和我国南方同期的各种 *Stenopora* 差异明显, 但和帝汶岛的某些 *Stenopora* 或 *Stenocladia* 较近, 其中 *S. laibinensis* sp. nov. 约占来宾此属总量的 4/5, 在 H3—H42 层中常见, 来宾茅口阶内偶而也有, 其它 3 种 *S. gigantea* sp. nov., *S. pulchra* sp. nov. 和 *S. guangxiensis* sp. nov. 局限于 H1—H10 层, 这类特异的变口目其形态特征介于 *Stenopora* 和 *Stenocladia* 之间, 但 *Stenocladia* 硬体轴心具线轴 (linear axis), 体壁的细微构造近隐口目, 和当前的不同。需指出的是杨敬之、秦文龙 (1987, 331 页) 《论苔藓虫生态》一文中摘录本文底稿时, 将其名为 *Stenocladia*, 应予修正。

Leioporidra 只一新种 *L. ? mirabilis* sp. nov., 枝状硬体具线轴, 系特型种, 产于 H3 及 H5 层。此属仅见于北美 Mississippian 群。

Dyscritella 含 *D. cf. tianjunensis* Yang, Lu et Zhou 及 *D. sp.* (产 H3 层), 前一种在来宾和上述 *Leioporidra ? mirabilis* 共生, 和青海天峻栖霞阶的 *D. tianjunensis* 接近。

综上所述, 本文描述的苔藓虫已知种, 富集或局限于栖霞阶的有 *Fistulipora sinensis*, *F. waageniana*, *Fistulotrypa irregularis*, *Dyscritella cf. tianjunensis*, *Fenestella hangzhouensis*, *Septopora regularis*, *S. luterkensis* var. *sinensis*, *S. diamorpha* 及 *Polypora cf. sinokoninckiana* 等 9 种, 栖霞阶及茅口阶都发育的有 *Fistuliramus orientalis*, *F. wulanensis*, *Fenestella petschorica*, *F. elusa*, *Polypora pseudornamentata*, *P. punctata*, *P. cf. tuberculifera*, *P. subovaticellata*, *P. macrops*, *P. consanguina* 和 *Protoretetpora mutabilis* 等 11 种, 自栖霞阶至吴家坪阶的有 *Fenestella subconstans* 一种, 新亚种 *Fistulipora timorensis minor*, *Fenestella subpermiana minor* 从形态特征及演化关系分析可能仅限栖霞阶。

来宾栖霞阶苔藓虫的区系归属问题尚未开展工作。从杨敬之、陆麟黄(1979, 305 页)《中国二叠纪苔藓虫的区系和序列》一文所附图件看, 是把广西、包括来宾列入中特提斯苔藓动物地理区扬子分区的, 来宾栖霞阶的苔藓虫确有不少是扬子分区的分子, 如 *Fistulipora sinensis*, *F. waageniana*, *Fenestella subconstans*, *F. hangzhouensis*, *Polypora pseudornamentata*, *P. punctata*, *P. sinokoninckiana*, *P. tuberculifera*, *P. subovaticellata*, *Septopora regularis* 和 *S. diamorpha*, 但扬子分区特有的 *Araxopora* 及 *Hinganotrypa* 在来宾是缺失的, *Araxopora* 及 *Hinganotrypa* 在粤北、湘南、黔南都很发育, 已知种 *Fenestella elusa*, *Polypora macrops*, *P. consanguina* 和 *Fistulipora*, *Fenestella*, *Polypora* 以及 *Protoretetpora* 的各新种、新亚种或未定种, 和扬子分区的不同而和南特提斯苔藓动物地理区喜马拉雅、滇西或帝汶岛等分区的一致或接近。说明来宾栖霞阶苔藓虫以扬子分区的分子为主, 但无扬子分区特化型种属, 混有喜马拉雅至帝汶岛各分区的种群, 应介于中、南特提斯二大区系的交界附近, 有属混合型的可能。杨敬之、陆麟黄(1979)业已指出, 中、南两大苔藓动物地理区系之间在早二叠世并未完全隔绝, 海水彼此沟通, 苔藓虫种群的差异完全是由于沉积及生态环境的不同造成的。

生态及沉积环境

来宾晚石炭世晚期至早二叠世初期是一套浅灰色块状石灰岩地层, 富含孔虫 *Palaeotextularidae*, 筴 *Pseudofusulina* 及粗枝藻类, 系温暖正常盐度软质基底浅海盆沉积区。栖霞阶就是在这一浅水碳酸盐岩台地的基底上开始发育形成的。

分析古生态, 需先进行埋藏学的研究, 是原生群落还是残留群落, 是迁移群落还是混生群落, 这是确定生物群落埋藏性质的关键。在一般情况下, 底栖生物, 尤其是底栖附生生物对研究群落埋藏学是较为有利的。来宾栖霞期苔藓虫, 含量丰富, 保存理想, 产状多样, 埋藏速度不一, 有些时段具明显的旋回, 加上类型单一, 生态特征多样, 是研究沉积环境和生态学的理想地区之一。

来宾栖霞阶苔藓虫, 以发育窗格类为特色。这类生物群体形状及其生长方式和现生

的 Reteporidae, Adeonidae, Mucronellidae 一致,可能有相近似的生态习性。Elias 和 Condra(1957)认为所有群体呈网状的苔藓虫都靠水流输送饵料,也就是按被动的摄食机理摄取食物。Stratton 和 Horowitz(1974)对窗格类苔藓虫进行了一系列的模拟试验,证实水流通过这类苔藓虫的窗孔时,各部位的水流速及水压力是不尽相同的。在背向水流的一面,局部产生一低速水压区,并形成一个回流层,这一回流层的形成将有利于苔藓虫的摄食。因此,窗格类苔藓虫的个虫开口常位背朝水流向的一面。窗格类苔藓虫完整的群体形状很多,笔者将其归纳为下列三类:

单层状 生活习性和薄壳状、板状苔藓虫相仿,由于后2类不具窗孔,抗浪强度不及单层网状,全都匍匐于海底或其它附着基之上,而单层网状多数始端匍匐,上部或大部斜向或直立生长,来宾栖霞阶的 *Protoretepora*, 部分 *Polypora*, *Septopora* 以及个别 *Fenestella* 群体呈单层网状,从化石产状分析,完全匍匐生长者很少。

多层状 发育成螺旋状、假螺旋状或木耳状,始端固着,坚硬直立生长,在海底多层次摄食。来宾有部分 *Polypora* 发育成木耳状,未见螺旋状及假螺旋状标本。

漏斗状 以始端根部固着,个虫向外开口,部分群体还生长支根作支撑。原认为苔藓虫只 *Fenestella* 群体漏斗状,来宾有部分 *Polypora* 群体漏斗状,而部分 *Fenestella* 群体单层状。

窗格类苔藓虫薄,多数厚不超过 1mm,个别的 3mm,来宾的多数不超过 0.8mm,个别的 2mm,加上窗孔密布,很易破碎,难以找到完整的标本,笔者在涠州岛及太平洋西海岸就见过群体已破碎,但多数个虫仍活着的网状苔藓虫(*Retepora*),McKinney(1983)将其命名为断裂增殖。因此,凡群体周边浑圆,表面未风化,磨损不大的网状苔藓虫可能多系原地埋藏者。

笔者根据苔藓虫的群体形状、生长及埋藏方式、共生化石、主要是底栖生物的生态特征及其围岩成分和结构,将来宾栖霞期的古生态及沉积环境分成早、中、晚3期,每期又分前、后2阶段。各阶段情况不一,彼此区别明显(见附表)。今分述如下:

栖霞早期前阶段(第一期)

地层包括 H1—H10 层(位来宾红水河北岸、湘桂铁路两侧的辅助剖面的 H'1—H'9 层与其相当),厚 23.93m,是一套灰黑色及黑灰色钙质薄层泥岩、泥质薄层石灰岩和钙质页岩的互层,局部横向相互渐变,在 H3, H6, H9 层中夹有较纯净的薄层石灰岩,常呈扁豆状或条带状延伸,其中 H1 层中见波纹, H7 层中见壳状风化面, H8 层的薄层泥岩、泥灰岩层面上有褐铁矿粉砂。化石丰富,常组成生物层,以苔藓虫最发育,系典型的苔藓虫生物层,其次是腕足类及海百合茎,筴及非筴有孔虫也很多,双壳类时有所见,在 H1—H3, H5, H7, H9 层中还产钙藻,此外偶见水螅(H9 层)、植物(H2 层)碎屑。苔藓虫、腕足类及海百合都营底栖附生生活,同属滤食性生物群落,系腐屑食物链中的一个环节,它们需相同的饵料,常相互排斥,在海底占有不同的空间,往往是海百合在上,腕足类居中,苔藓虫在下。

来宾栖霞第一期的苔藓虫是愈近每一层的层面含量愈多,多数紧贴在腕足类层之上,

标本约占栖霞期苔藓虫总量的 1/2, 其中细枝状、薄壳状各占 10%, 中空枝状只 H1 及 H8 层内偶有所见, 其它都是网状标本。此期窗格类苔藓虫都系原地埋藏, 理由如下:

1. 所有出露在层面或露头上的网体较大, 长、宽都不小于 10mm, 多数介于 20—50mm, 个别的达 80mm。

2. 表面构造保存理想, 细微构造及装饰构造清楚, 未遭风化或磨损, 如图版 7, 图 1, 6; 图版 10, 图 1; 图版 11, 图 6; 图版 14, 图 9。

3. 部分 *Polypora* 有根瘤, 根瘤细长, 是漏斗状、木耳状窗格类近群体始端的支撑构造, 过去有人曾误认其为珊瑚化石, 因根瘤和群体直交, 埋藏时易断离母体, 来宾的根瘤离母体近如图版 8, 图 9, 也有未断裂者如图版 11, 图 6。

4. 某些呈弧形展布的单层网状标本, 埋藏时未被压碎, 如图版 12, 图 3。

原地埋藏的窗格类苔藓虫, 根据产状, 可分析其群体形状、生长方式、能源大小及水流方向, 如在静水区生活的漏斗状网状群体, 碎屑物直向下沉, 在沉积物中群体周边浑圆, 始端位中央, 各枝显辐射状, 正面朝下。来宾栖霞第一期的 *Fenestella*, 80% 其产状都是这样。如有弱横向水流, 带动沉积物斜向或横向推移, 漏斗状 *Fenestella* 即被压成 2 层, 反面彼此紧贴如图版 7, 图 6, 这类产状仅占 10%, 个别的被压成 4 层如图版 8 图 9。漏斗状被压成多层时都是正面或反面的彼此紧贴, 最下面的一层其正面朝下。原地埋藏的单层网状苔藓虫其产状和漏斗状不同者是正面朝上, 如群体始端平卧, 上部斜向或直向生长者也可被沉积物压成 2 层, 彼此正面紧贴, 本期的 *Septopora* 及 *Polypora*, 多数系这一产状, 但有一 *Polypora subovaticellata* (图版 6, 图 14) 被压成 2 层, 反面彼此紧贴, 下面的一层正面朝下, 群体不可能呈单层状, 应属漏斗状。

来宾栖霞早期前阶段苔藓虫生长繁殖速度很快, 层层叠覆自 H1 至 H10 层各层都有, H3, H5—H8 等层内尤为发育, 在厚 3—5mm 的沉积物中常见 5—7 层苔藓虫, 有的是同一种如图版 10, 图 3; 图版 14, 图 11, 有的是 2 或 3 种混生如图版 6, 图 12; 图版 8, 图 10 和图版 13, 图 9。此期的苔藓虫被掩埋的速度也快, 如个别窗格类直立于沉积物中即是证明, 在 H6 层离底 1m 处有一 *Fenestella*, 长、宽各为 5mm, 顶端大, 始端小, 近东西向延伸, 与地层走向近直交, 顶端略向南倾。在 H'8 层离底各 4m 及 8m 处, 分别有 *Fenestella* 及 *Polypora*, 前者长、宽各为 12mm 及 6mm, 后者各为 8mm 及 5mm, 都近南北向展布, 顶端略向东倾, 这类产状近于直立的窗格类只有迅速掩埋才能成此产状。根据产状可知 H6 层有自北而南的微弱水流向, H'8 层的自西向东, 上述 3 块苔藓虫都是单层状群体。此外, 前已述及的 *Polypora macrops* (图版 12, 图 3) 也是快速埋藏的。此期的 *Stenopora* 标本细枝状, 完整者群体丛树状, 各枝由角质枝间节连接, 营柔软直立生活, 生活在水体较为平静的海域, 薄壳状只 *Fistulipora timorensis minor* 一种, 附着在窗格类的正面或反面如图版 15, 图 4, 5, 出现的应比窗格类稍晚。

腕足类含量丰富, 常组成生物层, 往往紧伏于苔藓虫生物层之下, 壳体完整, 纹饰清楚, 排列无方向性, 系原地埋藏, 以 *Pygmochonetes* 及 *Spirigerella* (只 *S. kweichouensis* Grabau 一种) 最为发育。 *Pygmochonetes* 壳体凹凸型, 厚 3—5mm, 长宽 6—8mm, 营躺卧生活, 按理应腹壳朝下, 但常见背壳朝下, 在 H'6 层的上半层有半数的 *Pygmochonetes* 背壳朝下, 说明有弱动力, 埋藏时壳体翻转, *S. kweichouensis* 壳体平缓双凸型, 具肉茎, 幼壳厚 2mm, 长宽 4—5mm, 成年壳厚大于 10mm, 长宽 30—35mm, 约 90% 的壳厚 7mm, 长宽

20mm上下,这个比例和原地掩埋的现生腕足类死亡分布曲线基本吻合。这一期产状特殊的腕足类有两处:一是在H'8层离底8m处的*S. kweichouensis*直立于地层中,肉茎孔朝上,系迅速埋藏前壳体翻转,另一是H9层部分腕足类被呈同心细纹状的钙质泥壳包裹,可能处于水体较深并伴有旋涡的地区。现生腕足类自潮下带开始出现,随水体的加深壳体逐步趋向小型化、轻型化及薄型化,数量及种属随水体加深而锐减。

海百合只见茎节,直径0.2—5.0mm,长1—15mm,以*Pentagonocyclicus*, *Pentagonopentagonalis*为主。据中国科学院青岛海洋研究所廖玉麟面告,海百合适宜在静水环境里生活,死亡后即使风平浪静,其茎节在24小时内也会彼此脱落、分离。来宾此阶段的海百合茎未见少于6节者,3/4的为10—20节,个别的近50节,表面未受风化或磨损。

有孔虫壳壁为玻纤结构,单列,以营底栖生活的*Cangella*, *Nodosaria*最为发育,专题队将此期的有孔虫命名为*Cangella*组合。

综上所述,来宾栖霞早期前阶段的古生态及沉积环境具如下特征:

海底基质 Schopf(1969)指出,现生苔藓虫绝大部分固着在硬质基底上,在灰泥质软质基底上生活者很少。但此期的苔藓虫确实生活在灰泥质软质基底上,类型虽单一但丰度较高,这是由于它们都出现在腕足类繁盛期之后,苔藓虫以腕足类而不是以海底作附着基,表现在二类生物群都分布在页岩、灰泥灰岩及灰泥生物屑灰岩所组成的沉积韵律的最上部。

沉积旋回 从H1层至H10层,每层都包含一至多个旋回。每一旋回包括扰动期、稳定期及建造期。在扰动期,陆源物质增多,水体混浊,苔藓虫外迁或消亡。嗣后,陆源物质逐步减少,灰泥质增多,水体变清,水体循环稍为畅通,可食性有机体的生产和供给增多从而进入稳定期。在稳定期首选移入的底栖生物是腕足类及海百合,由于腕足类壳体小、薄、轻、宽矮,接合线高于沉积界面,适宜在灰泥质软质基底上生活,而海百合只有在这种基底上才能大量繁殖。随着基底稳定性的进一步加强,苔藓虫开始侵入,从而进入建造期。每一建造期形成的苔藓虫可分成两批,首批是大量网状标本,后批是少量细枝状及薄壳状标本,每一旋回都伴随着水体的由浊变清。

来宾栖霞早期前阶段苔藓虫的分异度小,群体不大,这是由于栖霞阶的苔藓虫已是古生代的最后阶段,许多古生代种群已灭绝。来宾可能是我国南方栖霞期最早接受海浸的一个地区,某些早二叠世类型、尤其是我国南方特有的、接近闭塞环境的*Araxopora*及*Hinganotrypa*尚未形成,由于这一期的各层苔藓虫大部平铺于小腕足类层之上,制约了苔藓虫群体的发展。加上苔藓虫在水深40—80m的海底丰度最大,超过100m大量减少,和腕足类相仿,随水体加深,逐步趋向单一化及小型化。

总的说来,第一期的苔藓虫生活在宽阔海域、盐度正常、水体平静、潮下带下部、温暖的缓坡陆棚环境。

栖霞早期后阶段(第二期)

地层包括H11—H20层,厚22.26m,岩性为黑色薄层泥质石灰岩,常见黑色页岩夹层,顶部H18, H20层成厚层状,燧石结核出现于H18—H20层。化石大量减少。苔藓虫出现了粗枝状的*Fistuliramus wulanensis*(H15, H18层),其它都是第一期留下的分子,其

中薄壳状 *Fistulipora timorensis minor* 含量少, 细枝状 *Stenopora* 仅余 *S. laibinensis* 一种, 窗格类量不多, 散见于 H13, H15, H19, H20 等层内, 群体碎片一般不超过 10mm, 仅 H15 层的 *Polypora consanguina* (图版 12, 图 4), H20 层的 *Fenestella subpermiana minor* (图版 8, 图 6) 及 *Fenestella elusa* (图版 6, 图 5—8), 群体碎片长宽大于 15 或 20mm。群体表面多数保存理想, 少数已风化或磨损, 都平铺于层面上, 排列无方向性, 未见斜长或直立者。说明这一期苔藓虫的生长及埋藏速度都比第一期的缓慢, 不排除部分群体埋藏前有短距离搬运。上述 *F. subpermiana minor* 在埋藏时被压成 2 层, 彼此正面相贴, 下面的一层反面朝底, 其完整形状为单层, 群体始端平卧上半部斜长或直立。

第二期的生物群以腕足类为主, 但其数量明显少于第一期, 散布于 H13—H16, H18—H20 等层中, 上半部的含量比下半部的稍多, 其中 H18 及 H20 层内的已硅化, 未形成腕足类层, 种属成分同第一期, 但在 H19, H20 层中出现大型厚壳的 *Orthotichia* 及 *Tyloplecta*, 除在 H16 层见一倒立者, 其它都平铺于层面上, 排列无方向性, 部分纹饰已磨损, 个别的贝体已破碎。

珊瑚开始出现在 H13 层, 进入 H19, H20 层含量增多, 球状复体为 *Wentzelophyllum*, 长宽不超过 50mm, 多数呈次方形, 棱角清楚, 直立于地层中, 少数倾斜, 未见横卧于层面的。丛状复体为 *Akagophyllum*, 只见残枝, 产状紊乱。

此外, 在 H13, H18 层内含海绵及虫迹, H13 层中有少量腹足类及鹦鹉螺, H13—H19 层中产非筳有孔虫, 未见藻类。

根据古生物和沉积相, 第二期其生态和环境与第一期相比, 有如下变异:

水动力增强 表现在网状苔藓虫碎片小, 部分稍有搬运, 少数珊瑚和腕足类埋藏前遭风化或破碎, 从静水-弱扰动增强到弱-中等强度的扰动环境。

水体变浅 表现在适宜在静水-深水中生活的海百合消失, 浅水型的珊瑚、大腕足类及粗枝状苔藓虫出现。但第二期个别阶段如 H13, H18 层仍是平静、水体稍深的海区, 因其中见虫迹化石。虫迹化石均系原地埋藏, 水动力微弱, 水体稍深。

岩性单一 没有明显的沉积旋回, 灰泥质减少, 沉积物颗粒增粗。

栖霞中期前阶段(第三期)

包括 H21—H33 层, 厚 60.76m, 由泥晶质石灰岩组成, 多数灰黑色, 少数灰色或浅灰色如 H21—H24, H26, H27, H32 等层, 偶见深灰黑色如 H25 层, 层厚多数为 0.3—0.5m, H21, H26, H29, H31 层中夹有薄层, H24, H25, H29, H30, H33 层中夹厚层(超过 1m), 在 H21, H22, H25—H29, H31, H33 层中见燧石结核及条带, 平展于层面上, 偶可斜穿层面呈不规则疙瘩状或块状, 在 H21—H23, H25, H27, H29, H31 层中夹薄层或条带状泥岩或硅化泥岩, 泥岩都具微细层理, 有时包卷燧石结核、块状复体珊瑚或大腕足类, 在 H21, H23, H25 层的层面上有浅灰或灰白色硅质泥皮, 周边近圆形, 直径 150—800mm, 厚不超过 5mm, 星散分布, 相邻二泥皮最近为 20m, 泥皮上布满筳类、非筳有孔虫、海百合茎及窗格类苔藓虫碎屑。从 H25 层往上出现菊花石构造, 形似菊花, 原生矿物为天青石, 已全被方解石或次生硅质所替代, 沙庆安认为菊花石构造一般见于泻湖附近, 属碳酸盐岩相的原生结构之一。

第三期的生物群比第二期的丰富, 苔藓虫都已硅化, 数量远比第二期的多, 但不如第一期, 含量最多的是中空枝状的 *Fistulipora waageniana*, 约占本期苔藓虫总量的 1/2, 各层都有, 唯 H27 层面上的一块标本沿纵轴破成半个, 弧形面朝下, 埋藏快速, 实心粗枝状的 *Cystiramus*, *Fistuliramus*, *Fistulotrypa* 富集于第三期, 约占本期标本总量的 1/5, 富集于 H25—H27 层。这三属和上述 *F. waageniana* 都营坚硬直立生长, 但三属均根部固着, *F. waageniana* 轴区固着, 这些苔藓虫大部分平卧于层面, H22, H26, H27 层中有少数和层面斜交, 埋藏快, 有水流扰动。第三期的窗格类苔藓虫仅见于泥皮, 碎屑长宽大部 2—3mm, 最小的仅 1mm, 未见超过 10mm 者, *Fenestella*, *Polypora*, *Septopora* 及 *Protoretetopora* 四属都有, 硅化深, 无法定种, 它们和筳、非筳有孔虫、海百合茎(都只单节)混生。这是由于陆棚基底抬升, 海水变浅或退出, 生物群经侵袭、破坏、筛洗, 被海流、潮汐冲刷, 在海滩、沙丘及潮间带形成的生物屑堆积。

第三期的腕足类都已硅化, 各层都有, 前二期繁盛的 *Pygmochonetes*, *Spirigerella* 已消失, *Orthotichia* 及 *Tyloplecta* 增多, 有固着型, 有躺卧型, 在 H30, H33 层中少量贝体产状直立, 在 H22 及 H26 层, 尤其在 H30—H33 层部分贝体已破碎。

第三期的珊瑚比第二期的明显增多, 各层都有, 尤以 H23 层为发育, 其中块状复体最多的是 *Cystomichelina* 及 *Wentzellophyllum* (吴望始、赵嘉明将其作为栖霞中期的珊瑚组合代表), 小者长宽 30—40mm, 多数为 100—200mm, 最大者长宽分别为 400 及 280mm (产于 H33 层), 多数周边浑圆, 少数为不规则多边形, 产状直立, 也有斜长者 (H22, H23 层), 间距不规则。丛状复体只 *Akagophyllum* (产 H24, H25, H33 层) 及 *Yasengia* (产 H23, H27, H33 层), 多数成碎枝, 星散分布, 但在 H23, H24, H33 层中的碎块较大, 最大者直径 50mm, H23, H33 层中偶见产状倒转者。单体珊瑚少, 只 *Lophophyllidium* 一属, 小角锥状, 个别的已破碎, 有的平卧, 有的斜长 (H24, H30 层), 散布在 H23—H25, H27, H28, H30—H32 等层中。

这一期的筳开始出现于 H24 层的上部, 至 H32 层趋向繁盛, 以球形者为主, 已硅化, 泥皮及层面上都有, 非筳有孔虫发育, 含古串珠虫及非古串珠状 2 大类。藻类以裸海松藻科及粗枝藻科最为丰富。海百合茎除见于泥皮, H21, H30 层也偶有发现。

这一时期, 苔藓虫以浅水型枝状标本为代表, 处在温暖清澈陆棚缓坡浅海环境, 硬质基底, 水动力属中等强度, 局部地区接近泻湖环境, 部分生物群埋藏前经短距离搬运, 或表面磨损, 或破碎, 少数珊瑚、腕足类被泥壳或硅质泥壳所包卷, 沉积区可能有旋涡。另一特点是基底经常抬升, 海水时进时退, 层面上的泥皮比第二期的明显增多。

栖霞中期后阶段(第四期)

地层包括 H34—H55 层, 厚 98.52m, 岩性同第三期, 但燧石条带、结核或燧石层以及富含生物屑的泥皮明显增多, 在 H34, H35, H45, H50—H55 层中尤为发育, 硅质泥岩条带或薄层是愈往上愈多, H39 层富含虫迹, 可称虫迹石灰岩层, 菊花石构造和第三期的数量相仿, 在 H34, H37—H39 层局部见白云岩化, 生物群除珊瑚有所减少, 其它门类都比第三期的增多。

苔藓虫新出现了枝体最粗的 *Fistuliramus wulanensis*; 常见于 H40, H41, H47, H50

等层,从第三期延伸而来的 *Fistulipora waageniana* 在 H43, H45, H47, H48, H50 等层中常见,窗格类除泥皮上的碎屑,层面上偶见,碎片长宽多数为 10—20mm,如 H54 层的 *Fenestella subconstans* (图版 7,图 1,8) 和 H52 层的 *Polypora macrops* (图版 12,图 2)。

腕足类除 H39 层下部的贝体略小,其它如 H34, H39 层上部以及 H44, H47, H49, H52, H53 层的都较大,以长身贝类及石燕贝类为主,在 H34, H37 2 层含量最多,保存理想,仅 H47 层有少数已破碎,都平卧于层面。

珊瑚作为栖霞中期珊瑚组合的代表属 *Wentzellophyllum*, *Cystomichelina*, *Akagophyllum* 进入第四期大量减少,第一属仅见于 H35, H36 层,第二属产 H36 层,第三属位 H38 层,前二属的块体直径多数 100—200mm,最大 300mm,产状正常,分布星散,后一属均已破碎,杂乱堆积。球状或半球状的 *Protomichelina* 在来宾只见于栖霞中期后阶段,保存完好,直径 20—30mm,在 H34, H37, H39 层中可见。单体珊瑚包含 *Allotropiophyllum*, *Lophophyllidium*, *Tachylasma* 3 属,在 H35, H36, H40, H42, H52 层中较多,在 H39, H51 层中较少,保存理想,在层面上都呈平卧状。

其它生物如筳比第三期明显增多,在 H33, H34, H42 层中常常组成筳生物层, H38, H39, H43, H44, H53 层中也很丰富,尤其在泥皮上,其量约占生物屑的 1/2。海百合茎除长在泥皮上, H41, H42, H52, H53 层也偶有发现。此外, H42 层中见鸚鵡螺,虫迹灰岩在来宾茅口阶常见,栖霞阶仅第四期的 H39 层可称虫迹灰岩层,此层厚 5.9m,单层厚 20—30mm。虫迹化石是原地埋藏的标志, H39 层的虫迹充填物是深灰色或灰黑色富含有机质的灰泥灰岩夹少量生物屑,形似蚯蚓,直径 2—3mm,长 10—40mm,围岩色略浅,此层未见其它生物,反映了静水缺氧滞流环境和缓慢的沉积速率。

总的说来,第四期的生物群特色(不包括 H39 层)反映的是水体加深、搅动减弱、沉积物堆积较为缓慢,但基底的升降近似第三期,仍较频繁。

栖霞后期前阶段(第五期)

地层包括 H56—H76 层(因小错断, H77—H89 层时代与其相当,合并讨论),厚 112.28—106.41m,岩性为深灰色,局部浅灰色(H73, H74 层)或近黑色(H68 层)泥晶质石灰岩,下部多薄层(H56, H57, H59, H65 层),上部多厚层(H63, H64, H66, H67, H69, H72—H76 层),多数中厚层状;具微细层理的薄层状或条带状硅质泥皮产在 H57, H59, H60—H68, H70—H72, H74 等层中,硅质泥皮有时包卷燧石团块、复体块状珊瑚或大腕足类(如 H57, H67, H68 层中),个别地层如 H66, H76 层已白云岩化。富含生物屑的泥皮非常发育,各层都有,生物群又进入繁盛期。

腕足类仍以长身贝类为主,散布于 H60, H61, H63, H64, H67 等层中,仅 H67 层的含量丰富,贝体保存理想,纹饰清楚,都平卧于层面上。

珊瑚种属成分和栖霞中期比有较大区别,吴望始、赵嘉明将其命名为 *Polythecalis-Hayasakaia* 组合,这 2 属在 H61, H64, H65, H67, H75, H79, H84—H86 层中很发育,新出现的有块状复体的 *Monothecalis* (产 H75, H78 层)、*Anflactophyllum* (产 H65, H66 层)及丛状复体的 *Lasmophyllum* (产 H65 层),从第四期延续而来的有 *Sinopora* (产 H70 层)、*Yatsengia* (产 H61 层)、*Tachylasma* (产 H86 层)及 *Allotropiophyllidium* (产 H61, H86

层),含量少。块状复体长宽多数为50—200mm,常被很薄的硅质泥皮所包卷,除H64层有一块体倒转,其它的产状正常。丛状复体破碎成游离的枝状,杂乱堆积。个体珊瑚小,保存完美,多数地层中都有但量不多,平铺在层面上。

其它生物如筴在泥皮上、地层中都丰富,在H60—H64层中常组成筴生物层。海百合茎在泥皮上丰富,在H60,H61,H63,H64层中也常见,其种属成分,茎节粗细同第一期,常10—20节相连,产状多数平卧,少数斜穿地层。此外,偶见鹦鹉螺(H65层)和三叶虫尾部(H60,H65层)化石。

苔藓虫约占栖霞期苔藓虫总量的30%,变口类已灭绝,泡孔类仅剩 *Fistulipora waageniana* 一种,主要富集在H68层,繁盛的是窗格类的 *Fenestella*, *Polypora*, *Septopora* 等3属8种,它的生态特征表现为:标本全部硅化,保存完美,如H54层的 *Fenestella subconstans* (图版7,图1,8),H59层的 *Polypora cf. tuberculifera* (图版9,图2)及H63层的 *Fenestella subpermiana minor* (图版8,图3),群体多数单层,周边浑圆,始端近中央,各枝辐射状排列,直径或大或小,最小30mm,多数30—50mm,最大(H61层)的长宽各为170及120mm,在地层中都成单层状产出,平卧于层面,仅H59,H61,H63,H79,H80,H89等层偶见被压成2层,H80层中有一标本被压成3层(*Fenestella subconstans*,图版14,图9)。繁殖速度不及第一期,层层紧贴者不多,在H59,H61,H63,H79,H89层中厚3—5mm地层中含2层网状苔藓虫,偶见3层。*Fenestella* 及 *Polypora* 的根瘤保存比第一期的理想,一般断裂在母体旁(图版7,图13;图版8,图8,9),也有尚未断开的(图版11,图6)。

第五期的苔藓虫也是来宾栖霞期的繁盛期,和第一期相同,也以发育窗格类为特色,都是温暖、正常盐度、宽阔海域陆棚区的产物,但第五期和第一期比,苔藓虫的生态、环境存在明显差异:

1. 第五期苔藓虫仅窗格类3属8种,群体单层网状。第一期含8属27种,群体网状、薄壳状、枝状、中空枝状,而网状又有单层,漏斗状及木耳状之分,分异度不及第一期。此外,本期腕足类贝体大,第一期的小,珊瑚含量丰富而第一期的缺失,海百合茎比第一期的少,和第一期比,此时海底抬升,海水浅,气温偏暖。

2. 第五期苔藓虫层层堆积远不如第一期,第一期在厚3—5mm的地层中常含苔藓虫5—7层,且有产状直立的标本,说明生长、埋藏速度比第一期的缓慢。本期的窗格类都平卧于海底,横向匍匐生长,而第一期的窗格类,在群体繁殖的中、晚期营直立或斜向生长,故埋藏时同一群体常被压成2层,个别的成4层,而当前的同一群体都只一层,仅个别的成2或3层,说明本期饵料、养分较充裕(直立生长与水体接触界面大),水动力较小。

3. 旋回构造 第五期沉积旋回不明显,基底常有抬升,故常见富含生物屑的泥皮;而第一期每一地层都含一或多个旋回。

栖霞晚期后阶段(第六期)

地层包括H90—H99层,厚80.30m,系一套灰黑色泥晶质厚层石灰岩,部分的质较纯,除H97层,每层中都夹硅化泥岩的薄层或条带,常见白云岩化斑晶,燧石结核或条带不多,散布在H90,H92,H95,H96层中,常延层面延伸。层面上常见硅化泥皮,和前数期的不同,泥皮上没有生物屑,仅H95,H96层中少数泥皮上有少量生物屑。苔藓虫仅H92

层找到一块 *Fistulipora waageniana*, 硅化深, 平卧。腕足类贝体小, 产于 H91, H92 层。筳类及海百合茎在 H91 层中可见。珊瑚只丛状复体的 *Tetraporinus*, 都是小碎片, 散布在 H98 及 H99 层中。

栖霞晚期后半期基底下沉, 海水变深, 沉积环境接近茅口期, 但出现的生物群仍是栖霞期的分子, 笔者认为 H90—H99 层放栖霞期较妥。

种的描述

泡孔目 *Cystoporata* Astrova, 1964

笛苔藓虫科 *Fistuliporidae* Ulrich, 1882

笛苔藓虫属 *Fistulipora* McCoy, 1850

中国笛苔藓虫 *Fistulipora sinensis* Yoh

(图版 1, 图 1—4)

- 1932 *Fistulipora sinensis* Yoh, 乐森琚, 48 页, 图版 V, 图 2。
 1956 *Fistulipora sinensis*, 杨敬之, 65 页, 图版 I, 图 1。
 1958 *Fistulipora sinensis* var. *hangchouensis* Lu, 陆麟黄, 293 页, 图版 I, 图 1。
 1962 *Fistulipora sinensis*, 杨敬之, 胡兆珣, 19 页, 图版 5, 图 5; 图版 6, 图 1a—c。
 1962 *Fistulipora sinensis* var. *hangchouensis*, 杨敬之, 胡兆珣, 20 页, 图版 6, 图 2a—d。
 1970 *Fistulipora hangchouensis*, Морозова, стр. 60, табл. I, фиг. 1。
 no 1976 *Fistulipora sinensis*. 刘效良, 133 页, 图版 65, 图 3a, b, 4a, b。
 1979 *Fistulipora sinensis*, 杨敬之, 陆麟黄, 周光弟, 68 页, 图版 134, 图 3。
 1980 *Fistulipora sinensis*, 刘效良, 190 页, 图版 101, 图 1, 2。
 1982a *Fistulipora sinensis*, 陆麟黄, 269 页, 图版 I, 图 1, 2。
 1982b *Fistulipora sinensis*, 陆麟黄, 180 页, 图版 71, 图 5; 图版 73, 图 3。
 1982 *Fistulipora hangchouensis*, Киселева, стр. 55, таьл. 2, фиг. 71。
 1984 *Fistulipora sinensis*, 杨敬之, 陆麟黄, 38 页。
 Cf. 1986 *Fistulipora sinensis*, 陆麟黄, 114 页, 图版 II, 图 13; 图版 IV, 图 13, 14。

采集号 L1, H'8; 登记号 102350-102352。

瓦岗笛苔藓虫 *Fistulipora waageniana* Girty

(图版 1, 图 5—7)

- 1907 *Fistulipora waageniana* Girty, p. 44.
 1913 *Fistulipora waageniana*, Girty, p. 316, pl. 28, figs. 3—5.
 1932 *Fistulipora waageniana*, 乐森琚, 48 页, 图版 V, 图 1。
 1962 *Fistulipora waageniana*, 杨敬之, 胡兆珣, 18 页, 图版 5, 图 3。
 1982b *Fistulipora waageniana*, 陆麟黄, 180 页, 图版 71, 图 3。
 1984 *Fistulipora waageniana*, 杨敬之, 陆麟黄, 38 页。

采集号 H22, H25, H27, H47, H48, L9; 登记号 102353—102357。

帝汶笛苔藓虫小型亚种(新亚种) *Fistulipora timorensis minor* subsp. nov.

(图版 1, 图 8—11; 图版 15, 图 4, 5)

特征 硬体薄壳状; 室口、泡状组织小, 前者圆角三边形, 月牙构造挤入室口; 无横板。

描述 硬体都是单层状, 层厚 0.50—1.25mm, 部分自由生长, 部分附着在 *Fenestella*