

文章编号: 1000-0550(2010) 02-0219-08

黔南晚石炭世礁相地层中造礁生物 *Tubiphytes* 研究¹

关长庆 巩恩普 张永利 孙宝亮 常洪伦

(东北大学地质资源与工程研究所 沈阳 110004)

摘要 *Tubiphytes* 广泛分布在黔南晚石炭世礁相地层中, 具有多样的生物形态。其造礁作用以粘结方式为主, 可以集中密集形成粘结岩礁块, 也可以与其它造礁生物共同建造礁体。其建造的礁体分布局限, 礁体一般规模不大。*Tubiphytes* 在工作区除形成礁体外, 还通过包覆其它生物碎屑和粘连灰泥和碎屑颗粒形成粘结岩, 构成珊瑚礁体的基底, 起到固结基底的作用; 也可以在其它礁体内部粘结充填在礁骨架中的灰泥和碎屑颗粒形成块状粘结岩, 起到加固礁体的作用。*Tubiphytes* 与其它生物碎屑一起作为碳酸盐岩造岩的重要组成部分, 在礁相地层中也广泛存在。*Tubiphytes* 在黔南晚石炭世礁相地层中是一类具有特色的生物。

关键词 造礁生物 粘结作用 晚石炭世 黔南

第一作者简介 关长庆 男 1963 年生 博士 地层学和古生物学 E-mail: guanchangqing@mail.neu.edu.cn

中图分类号 P534.45 **文献标识码** A

0 前言

中国南方石炭纪地层十分发育, 特别是晚石炭世, 更是碳酸盐岩一统天下。晚石炭世地层中海相生物化石非常繁盛, 其中不乏多种造礁生物, 而环境也十分适宜造礁生物的生长和建礁。黔南是中国南方晚石炭世沉积环境、沉积类型、生物发育、岩相古地理、古气候等方面具有代表性特点的一个区域, 是开展石炭纪礁体研究的重要场所。

从世界石炭纪生物礁研究资料来看, 多以藻礁为主, 缺乏对大型后生动物骨架礁的报导和研究^[1-10]。近年来, 笔者等在国家自然科学基金项目资助下, 对中国南方特别是黔南地区广泛开展了石炭纪生物礁的研究工作, 取得了一些重要成果, 发现了一些重要的造礁生物及生物礁类型^[11-17]。本文就是作者对黔南晚石炭世另一种造礁生物 *Tubiphytes* 研究的最新成果, 这种在工作区分布普遍的造礁生物, 具有不同的生物特征和生长形式, 其独特的造礁方式和古生态类型在工作区十分典型。*Tubiphytes* 广泛发育在黔南晚石炭世礁相地层中, 其造礁作用主要以粘结方式为主, 与其它造礁生物共同建造礁体。在工作区形成的礁体规模不等, 它与其它造礁生物所建造的礁体关系密切, 在纵向上形成明显的演化关系。*Tubiphytes* 除形成礁体外, 还通过包覆其它生物碎屑和粘连灰泥和碎屑颗粒形成粘结岩, 构成其它礁体的基底, 起到固

结基底的作用, 也可以在其它礁体内部粘结充填在礁骨架中的灰泥和碎屑颗粒形成块状粘结岩, 起到加固礁体的作用。对 *Tubiphytes* 的研究, 丰富了黔南晚石炭世地层的研究内容, 增加了中国石炭纪生物礁的类型。

1 工作区地质概况

工作区位于贵州省南部紫云县猴场地区, 大地构造位置位于扬子板块南缘, 地层分区属于华南区滇黔桂分区, 黔南—桂北—滇东南小区^[18]。该区石炭纪—二叠纪地层连续沉积, 沉积岩石类型为浅水台地相浅色碳酸盐岩, 属于陆表海沉积。台地上广泛沉积了一套灰色、浅灰色中厚层至块状亮晶、泥晶灰岩、生屑灰岩及礁灰岩, 其中具有高分异度和丰度的筳、腕足、珊瑚及藻类等底栖生物十分繁盛。该碳酸盐台地浅水适宜生物生存, 生物造岩作用强烈, 出现大量的各种类型的滩, 其中生物礁、丘发育。根据礁体产出地层中筳、腕足、珊瑚等化石研究, 该礁体产在上石炭统马平组下部地层中, 时代归属于晚石炭世晚期(图 1)。

2 *Tubiphytes* 的分类及归属

Tubiphytes 的分类位置一直存在争议, 目前仍无定论。Rauser—Chemoussova 最初描述这种生物并将

¹ 国家自然科学基金项目(批准号: 40972004)资助。

收稿日期: 2009-01-20 收修修改稿日期: 2009-05-21

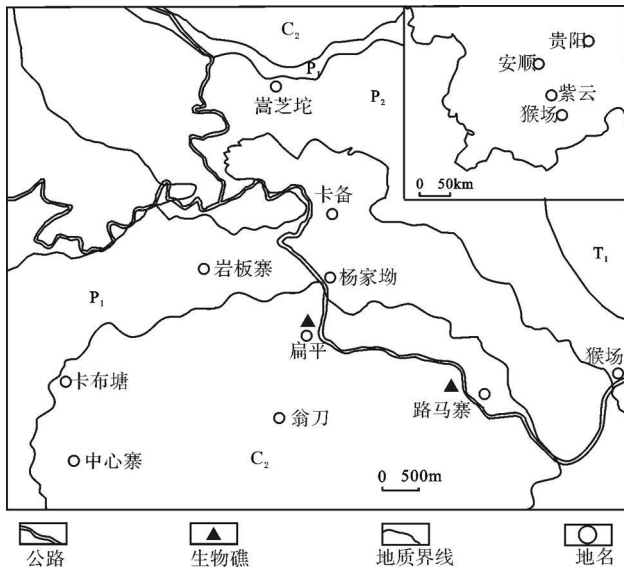


图1 工作区 *Tubiphytes* 礁体地质、地理位置图

Fig. 1 Geoblogical and geographic position of the *Tubiphytes* reefs in the study area

其命名为 *Shanovella*, 将其归为动物类^[19]。Maslov 又将其改称为 *Tubiphytes*, 并描述其为一种可能的蓝绿藻^[20]。该名称一直沿用至今, 但 *Tubiphytes* 的分类位置一直在变化。Toomey 等对 *Tubiphytes* 进行了详细研究, 并进行了细致评述, 认为它属于钙藻^[21]。Fligel 和穆西南等学者认为, 由于 *Tubiphytes* 缺乏足够的具有明显鉴定意义的生物特征, 因而应将其归入有疑问的藻类或疑源类^[22~24]。巩恩普等研究了秦岭海槽晚石炭世生物礁中的 *Tubiphytes* 发现 *Tubiphytes* 内部具有明显的房室构造, 为动物所特有, 很象粘结有孔虫不规则的内腔或房室, 因而认为它应归入有孔虫或疑源类^[25]。王生海等通过 *Tubiphytes* 的内部和外部形态、结构的深入研究, 认为它属于海绵动物门普通海绵纲, 是多个属的统一描述^[26]。综上所述, *Tubiphytes* 曾被划分为各种藻类、蓝细菌、海绵、水螅和有孔虫等生物, Riding 和 Guo 对此进行过系统地总结^[27]。目前认为, *Tubiphytes* 是不同生物共生互补的共生体, 是两种生物共同组成的, 其被亮晶充填的孔洞可能代表有孔虫等生物, 而周围网格式构造代表钙化的蓝细菌^[28]。

从本工作区所发现的大量生物标本看, *Tubiphytes* 个体大小不一, 具有多种形态类型, 内部仅具有一细管, 细管内未见其它构造。其个体形态与有孔虫比较相似, 但缺乏内腔或房室, 这也可能与化石保存以及后期成岩作用破坏有关。因此, 作者认为工作

区大量存在的 *Tubiphytes* 目前还不能准确将其归类, 今后, 应继续加强有关 *Tubiphytes* 分类位置确定的研究工作。

3 *Tubiphytes* 形态特征

工作区礁相地层中 *Tubiphytes* 分布广泛, 生物个体大小不一, 形态各异, 以集中或分散的方式存在于地层中。*Tubiphytes* 的生物特征为:

手标本上, *Tubiphytes* 为白色瓷质, 个体外形具有多种不同形态, 一种为比较规则的个体, 呈细长的管状或柱状, 直或弯曲, 平均长度 0.5~1 cm, 最长可达 2 cm 以上, 直径 0.2~0.5 mm; 另一种为不规则的个体, 多为大小不一的小块体, 在岩石表面和内部呈斑块状。显微镜下, 规则类型的 *Tubiphytes* 纵切面个体内部具有与外形基本一致的直或弯曲程度不同的透明细管, 细管内部未见内部构造。细管外为均一的暗色微晶外壁, 不同个体其外壁厚度不等, 横切面 *Tubiphytes* 多为圆形, 内部细管也为圆形 (图 2A)。不规则类型的 *Tubiphyte* 内部同样具有空的细管, 细管特点与规则类型基本相同, 但其外壁的暗色微晶厚度不等, 其外部边界极不规则。有些不规则类型的 *Tubiphytes* 小块体内部只有一个细管, 有些内部则有两个或两个以上的细管, 但排列不规则, 在同一个切面上可以同时见到细管的横向圆形和纵向管状的不同形态 (图 2B)。另外, 也有极少数个体呈分叉状 (图 2C, 图 2D)。

4 *Tubiphytes* 在礁相地层中的分布及功能

Tubiphytes 在工作区晚石炭世礁相地层中分布广泛, 除以主动造礁的方式与其它造礁生物共同建造礁体之外, 还具有其它不同的作用, 它是黔南晚石炭世重要的造礁生物和造岩生物。*Tubiphytes* 通常被认为是具有粘结功能的生物, 但是它们也被认为具有格架建造的功能^[26~32]。根据 *Tubiphytes* 在地层中造礁和造岩的不同表现形式及其作用, 本文将划分为以下几种类型:

4.1 *Tubiphytes* 作为造礁生物

(1) 形成粘结岩礁块

Tubiphytes 在工作区地层中大多以粘结岩块体的形式存在, 但在地层中分布局限。在粘结岩块体中, *Tubiphytes* 生物含量高, 含量在 40%~60% 之间, 密集均匀, 个体形态以规则类型为主。*Tubiphytes* 粘结岩

块体存在两种形态: 一种是不规则团块状的, 它零散分布在地层中, 块体大小不等, 最大长度 70 cm, 宽度 50 cm(图 3A); 另一种是层状的, 在地层中横向延伸达到 2~3 m, 厚度 30~40 cm, 其上下为生屑灰岩或泥晶灰岩(图 3B)。 *Tubiphytes* 粘结岩礁块应该是在局部适宜 *Tubiphytes* 生长的小生境中形成的, 它们以集聚的方式通过粘结作用形成层状或团块状块体, 但

由于环境限制, 很难形成更大规模的礁体, 它们应该是 *Tubiphytes* 礁体的雏形。

(2) 与其它生物共同建造礁体

Tubiphytes 在工作区分布广泛, 但由其单独建造的礁体并不常见, 笔者在工作区所发现的 *Tubiphytes* 礁体实际上是 *Tubiphytes* 与另一种造礁生物 *Ivanovia cf. mandhurica* 共同建造而成。 礁体一般规模不大,

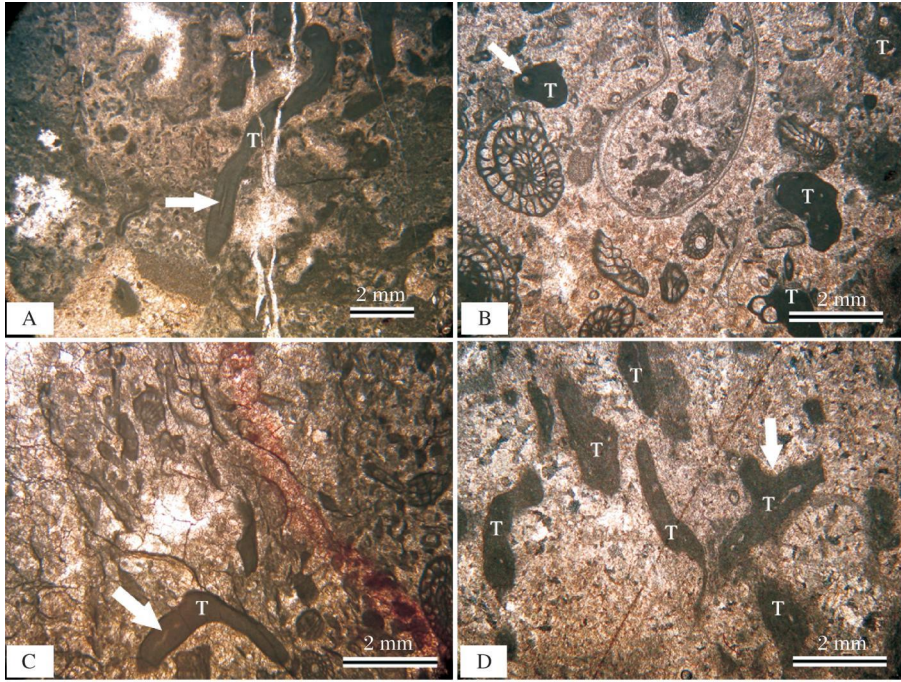


图 2 *Tubiphytes* 生物特征照片

- A. 规则的 *Tubiphytes* (T), 内部具有中央细管 (箭头);
- B. 不规则的 *Tubiphytes* (T), 内部具有中央细管 (箭头);
- C. 呈分叉状的 *Tubiphytes* (T), 内部具有中央细管 (箭头);
- D. 以较规则的 *Tubiphytes* (T) 分布为主, 少数呈分叉状 (箭头)

Fig 2 The photos showing the biological features of *Tubiphytes*

- A. The regular *Tubiphytes* (T), thin tube (arrow) in the center of its body;
- B. The irregular *Tubiphytes* (T), thin tube (arrow) in the center of its body;
- C. The branching form *Tubiphytes* (T), thin tube (arrow) in the center of its body;
- D. The photo showing the regular *Tubiphytes* (T) and the branching form *Tubiphytes* (arrow)

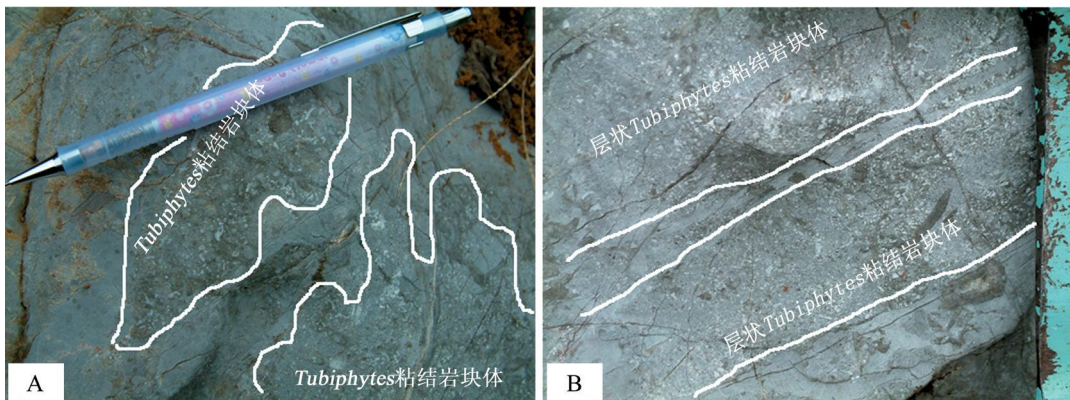


图 3 *Tubiphytes* 粘结石体照片

- A. *Tubiphytes* 形成不规则粘结石体;
- B. *Tubiphytes* 形成层状的粘结石体

Fig 3 The photos of *Tubiphytes* boundstone

- A. *Tubiphytes* forming the irregular boundstone;
- B. *Tubiphytes* forming the bedded boundstone

其中扁平村 *Tubiphytes* 共生礁体长 35 m, 高 10 m。在黔南晚石炭世礁相地层中, 造礁的 *Tubiphytes* 多为规则类型的个体, 个体较大, 长 1~2 cm, 保存比较完整 (图 4A, 图 4B)。 *Tubiphytes* 大多密集集中出现, 主要通过粘结作用建造礁体。在其生活的区域, *Tubiphytes* 丰度值高, 其含量可达 60%, 而生物的分异度低, 反映了 *Tubiphytes* 的存在, 限制了其它生物的生存 (图 4C)。

在扁平村 *Tubiphytes* 礁体中, 另一种造礁生物 *Ivanovia cf. manchurica* 在 *Tubiphytes* 礁体内部多呈薄板形态出现, 横向延伸长 10~30 cm, 厚仅 2~3 cm, 在礁体中通过覆盖的方式与 *Tubiphytes* 共同建造礁体 (图 4D)。从野外及室内观察来看, 以 *Tubiphytes* 为主建造的礁体内部原生空隙很少, 而且空隙小, 这说明 *Tubiphytes* 不搭建格架, 在其生长过程中, 主要通过粘结作用不断地形成粘结岩块体, *Ivanovia cf. manchurica* 在其上生长, 两者共同构成礁体。扁平村 *Tubiphytes* 共生礁体剖面纵向上造礁生物发生了明显

的演替, 随着环境的变化, 其上造礁珊瑚 *Fam itchevella* 取代了 *Tubiphytes* 和 *Ivanovia cf. manchurica*, 并建造了珊瑚点礁 (图 5 图 6 图 7)。

4.2 *Tubiphytes* 作为包覆生物

Tubiphytes 在适宜的环境中通过包覆作用包覆水体中的其它生物碎屑。黔南晚石炭世礁相地层中广泛发育有生物碎屑滩相沉积, 这为各种礁体的形成提供了基底, 但游移的基底不利于造礁生物的定殖及其发展。在工作区礁相地层中, *Tubiphytes* 生活在主要由各种松散的较为破碎的生物碎屑颗粒组成的生物碎屑滩上, 其中较大的生物碎屑可以被 *Tubiphytes* 包覆结壳 (图 8A)。起包覆作用的 *Tubiphytes* 大多呈现不规则的形态, 往往在被包覆生物表面全部或局部结壳, 厚度不等。 *Tubiphytes* 通过自身对生物碎屑的包覆及粘结作用, 使各种松散的碎屑颗粒变得较为稳定, 为造礁珊瑚的定殖及其发展, 并最终建造礁体奠定了基础^[16]。

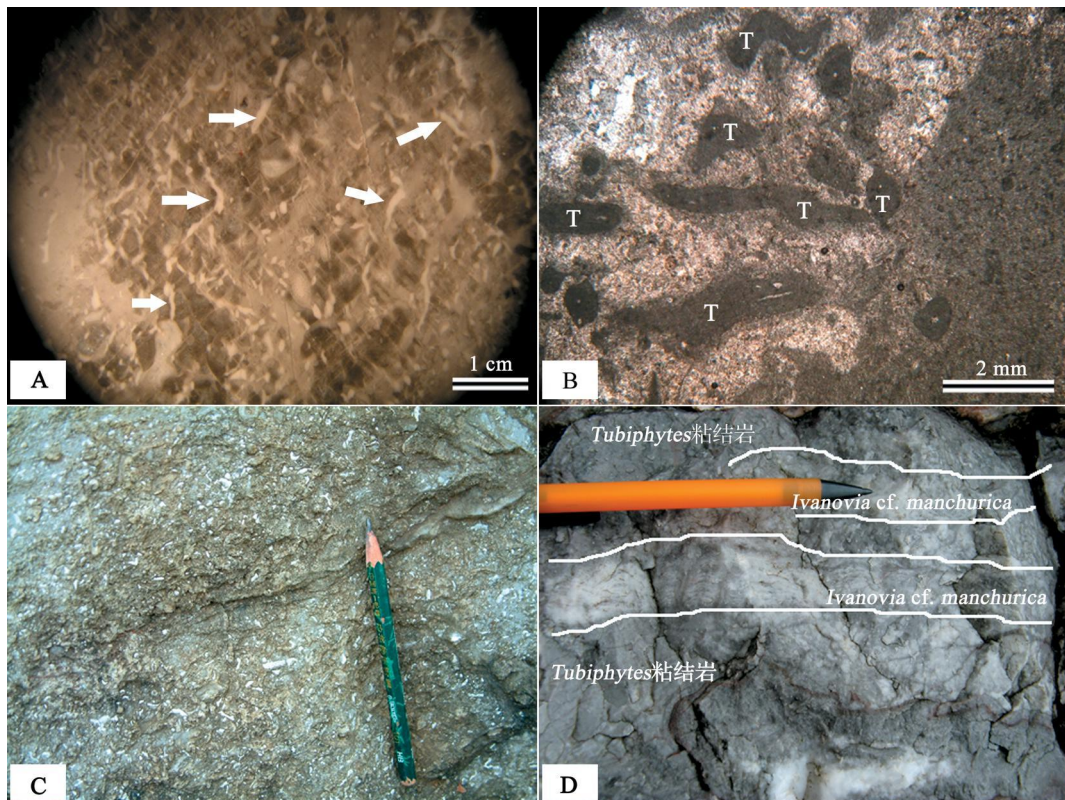


图 4 *Tubiphytes* 礁体礁岩

A. *Tubiphytes* (箭头) 礁岩光面照片; B *Tubiphytes* (T) 礁岩显微照片; C. *Tubiphytes* 礁岩野外照片;
D. *Tubiphytes* 与 *Ivanovia cf. manchurica* 共同建造礁体

Fig. 4 The *Tubiphytes* reef limestone

A. Polished slab of *Tubiphytes* (arrows) reef limestone; B The micrograph of *Tubiphytes* (T) reef limestone; C. The field photo of

Tubiphytes reef limestone; D. The photo showing the reef limestone constructed by *Tubiphytes* and *Ivanovia cf. manchurica*

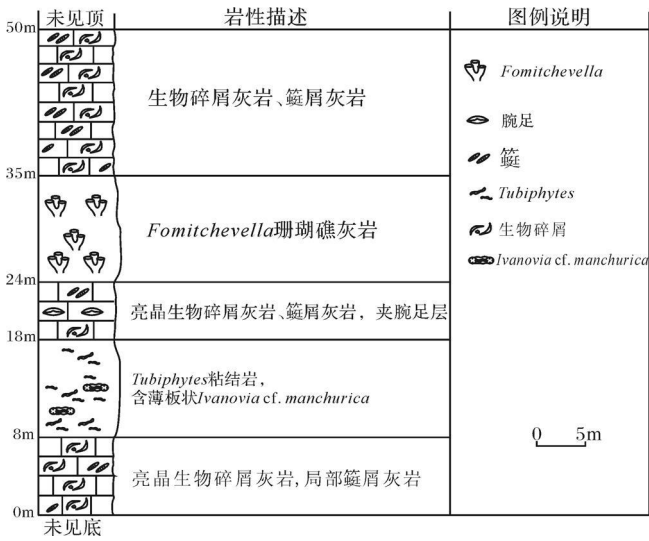


图 5 *Tubiphytes* 礁体地层剖面柱状图

Fig 5 Column map of stratum section of *Tubiphytes* reef

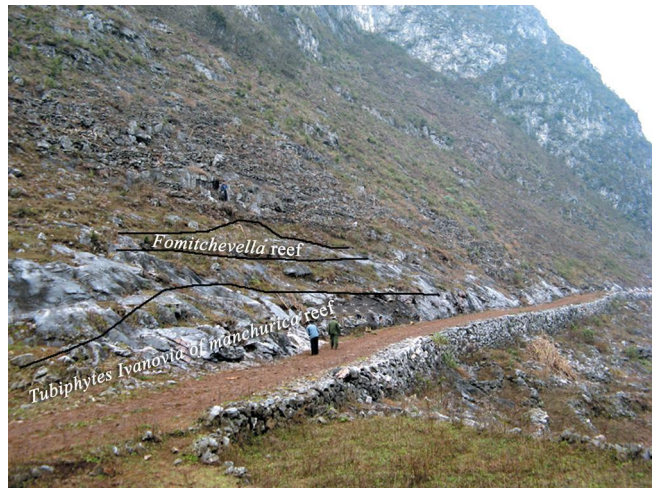


图 7 礁体野外照片

Fig 7 The field photo of the reef

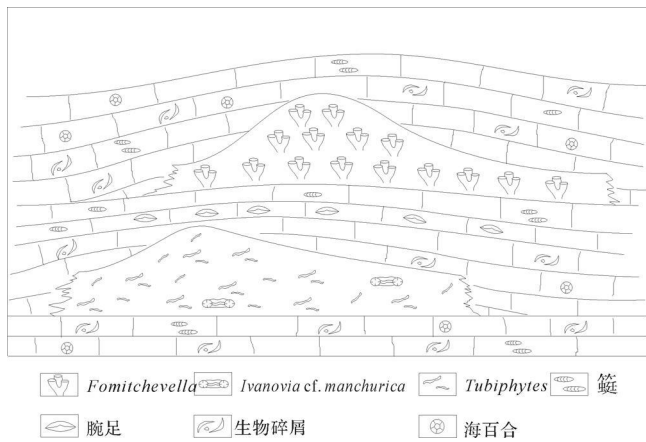


图 6 *Tubiphytes* 礁体与 *Fomitchevella* 礁体建造模式示意图

Fig 6 The sketch of building pattern of *Tubiphytes* reef and *Fomitchevella* reef

4.3 *Tubiphytes* 作为粘连生物

Tubiphytes 是具有粘结功能的生物, 正是这种独特的生物特点, 为其它造礁生物在一个较为固结的基底之上建造礁体提供了重要帮助(图 8B)。黔南晚石炭世礁相地层中, 发育了多种类型的生物礁, 其中大型 *Fomitchevella* 珊瑚骨架礁和 *Ivanovia cf. manchurica* 骨架-覆盖礁基底中都发现有丰富的 *Tubiphytes*, 这说明 *Tubiphytes* 在生物碎屑滩中或在生物碎屑滩表面生存, 通过自身的粘结作用, 使各种松散的碎屑颗粒被其粘结并变得较为稳定, 使生物碎屑滩构成的底质的游移性大为降低, 与其它加固基底的作用因素一起最终加速了礁体基底碎屑滩的固结, 从而为造礁珊瑚的定殖及其发展, 并最终建造礁体奠定了基础(图 9A)。作为起固结基底作用的 *Tubiphytes*, 其形

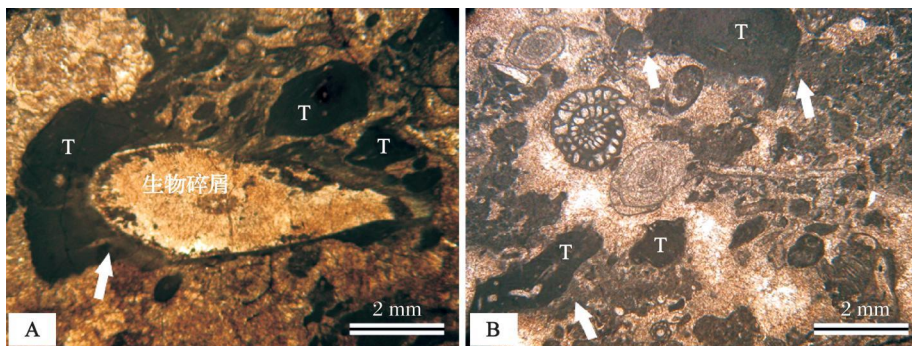


图 8 *Tubiphytes* 包覆和粘连功能照片

Fig 8 The photos showing *Tubiphytes* encrusting and binding

A. *Tubiphytes* (T) 包覆生物碎屑 (箭头); B. *Tubiphytes* (T) 粘连碎屑颗粒 (箭头)

A. *Tubiphytes* (T) encrusting the biodebris (arrow); B. *Tubiphytes* (T) binding the bioclastic grains (arrows)

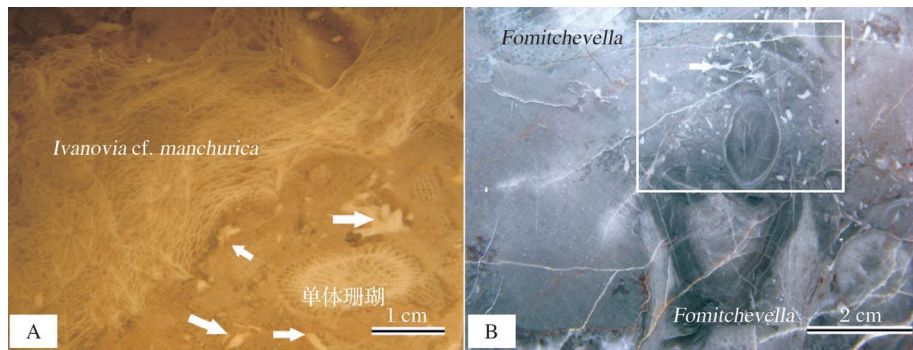


图 9 礁体基底及格架空间中的 *Tubiphytes*

A. *Ivanovia cf. manchurica* 定殖基底中的 *Tubiphytes* (箭头); B. 筓丛状珊瑚 *Fomitchevella* 个体之间分布的大量的 *Tubiphytes* (白色方框内, 箭头)

Fig 9 The *Tubiphytes* in the substrate and framework space of reef

A. *Tubiphytes* (arrows) in the substrate colonized by *Ivanovia cf. manchurica*; B. The space between the fasciculate *Fomitchevella* filled with abundant *Tubiphytes* (arrow, white rectangle)

态既有规则类型也有不规则类型, 其中规则类型的 *Tubiphytes* 个体较小, 弯曲程度大。 *Tubiphytes* 大多被亮晶胶结, 其生存环境水体较浅, 水动力条件较强, 基底通过 *Tubiphytes* 粘结沉积物显然更加稳定。

在大型珊瑚礁体内部, 筓丛状珊瑚 *Fomitchevella* 个体之间也发育了大量的 *Tubiphytes*, 它们在礁体内部珊瑚骨架搭建的空隙中生存, 并围绕着 *Fomitchevella* 个体, 通过粘结作用, 将充填在礁体格架中的细小灰泥和碎屑颗粒粘结起来, 形成各种不同大小的粘结岩块体 (图 9B)。通过这种方式, *Tubiphytes* 增强了充填在礁体内部的松散沉积物的稳定性, 从而加强了 *Fomitchevella* 礁体珊瑚骨架的稳定性, 为最终建造黔南晚石炭世地层中的大型 *Fomitchevella* 珊瑚礁体创造了有利条件。 *Tubiphytes* 在礁体内部的分布大多不均匀, 其个体形态多样, 主要以集聚的形式出现。

4.4 *Tubiphytes* 为碳酸盐岩建造提供生物碎屑

Tubiphytes 在工作区地层中分布比较广泛, 经常以生物碎屑的方式存在, 它与其它生物碎屑共同形成生屑灰岩。 *Tubiphytes* 在碎屑岩石中形态各异, 有较为规则的细管状体, 也有极不规则的小斑块状体, 个体大小不等, 常见有破碎的 *Tubiphytes* 小块体。在生屑灰岩中 *Tubiphytes* 所占比例也不相同, 含量在 10% ~ 30% 之间, 大多均匀分布, 少数比较集中, 多被亮晶胶结。在未成岩时, 水动力条件改变, 在高能环境中, 被水流打碎, 与其它生物碎屑, 如筓、腕足、海百合等一起被水流冲刷, 在台地边缘形成生物碎屑滩。黔南晚石炭世海平面的频繁升降是造成该地区大量生物碎屑滩形成的主要原因, 而 *Tubiphytes* 就是该时期反

映水体浅、海水能量高的沉积环境条件下形成的生屑灰岩中的一种常见的生物碎屑分子之一。

5 结论

(1) *Tubiphytes* 是黔南晚石炭世礁相地层中常见的一种分布十分广泛的生物, 它具有多样的生物形态, 主要以弯曲程度不一的管状体和不规则的斑块状体为主, 在地层中以集中或分散的方式存在。它以粘结作用方式为主, 造礁和造岩作用明显, 是黔南晚石炭世礁相地层中普遍存在并具有特色的生物。

(2) *Tubiphytes* 在黔南晚石炭世礁相地层中既可以造礁也可以造岩, 在地层中所起到的作用不同。除形成粘结岩礁块外, 它可以通过包覆其它生物碎屑和粘连灰泥和碎屑颗粒形成粘结岩, 构成其它礁体的基底, 起到固结基底的作用; 也可以在其它礁体内部粘结充填在礁骨架中的灰泥和碎屑颗粒形成块状粘结岩, 起到加固礁体的作用; 还可以在地层中, 作为生物碎屑的一部分, 为碳酸盐岩提供许多生物屑, 与其它生物碎屑一起成为造岩的重要组成部分, 形成生物碎屑滩相沉积, 构成黔南晚石炭世礁相地层中的主要沉积类型。

(3) *Tubiphytes* 所建造的礁体规模不大, 在工作区它与 *Ivanovia cf. manchurica* 共同建造礁体, 是典型的生物共生礁, 也是黔南晚石炭世礁相地层中的重要礁体类型之一。在纵向上, *Tubiphytes* 礁体之上由于环境的变化, 发生了明显的造礁生物演替, 反映了黔南晚石炭世礁体的演化特点。

参考文献 (References)

- 1 Beau champ B, Davies G R, Nassichuk W W. Upper Carboniferous to lower Permian *Palaeoophysina*-phyllid algal buildups, Canadian Arctic Archipelago [C]// Geksetzer H H, James N P and Tebbutt G E. eds. Reefs, Canada and Adjacent Area Memoir, 1989, 13: 590-599
- 2 Breuninger R H, Canter K L, Isaacson P E. Pennsylvanian-Permian *palaeoophysina* and algal buildup, Snake Canyon Formation, east-central Idaho, U. S. A. [C]// Geksetzer H H, James N P, Tebbutt G E. eds. Reefs, Canada and Adjacent Area Memoir, 1989, 13: 631-637
- 3 Davies G R, Richards B C, Nassichuk W W. Carboniferous and Permian reefs in Canada and adjacent area [C]// Geksetzer H H, James N P and Tebbutt G E. eds. Reefs, Canada and Adjacent Area Memoir, 1989, 13: 565-574
- 4 Fan Jiasong, Rigby J K. Upper Carboniferous phylloid algal mounds in southern Guizhou, China [J]. Brigham Young University Geology Studies, 1994, 40: 17-24
- 5 Kopaska-Merkel D C, Hayward D W. A lone biotrital mound in the Chesterian (Carboniferous) of Alabama [J]. Sedimentary Geology, 2001, 145: 253-268
- 6 Samankasson E. Drowning of algal mounds: records from the Upper Carboniferous Lower *Pseudoschwagerina* limestone, Carnic Alps, Austria [J]. Sedimentary Geology, 1999, 127: 209-220
- 7 Samankasson E. Internal structure and depositional environment of Late Carboniferous mounds from the San Emilian Formation, Cameros Syncline, Cantabrian Mountains, Northern Spain [J]. Sedimentary Geology, 2001, 145: 235-252
- 8 Samankasson E, West R R. Construction versus accumulation in phylloid algal mounds: An example of a small constructed mound in the Pennsylvanian of Kansas, USA [J]. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 2002, 185: 379-389
- 9 Toomey D F. Late Pennsylvanian phylloid-algal bioherms, Orogarden Basin, South-Central New Mexico and West Texas [J]. New Mexico Geological Society Guidebook, 1991, 42: 213-220
- 10 West R R. Temporal changes in Carboniferous reef mound communities [J]. Palaios, 1988, 3: 152-169
- 11 Gong Enpu, Yang Hongying, Guan Changqing, et al. Unique recovery stage of reef communities after F/F event in a huge coral reef of Carboniferous, Southern Guizhou, China [J]. Science in China Series D Earth Sciences, 2004, 47(5): 412-418
- 12 关长庆, 巩恩普, 张永利, 等. 黔南晚石炭世造礁珊瑚 *hanovia cf. manchurica* 古生态特征及成礁机制探讨 [J]. 地质论评, 2006, 52(2): 178-183 [Guan Changqing, Gong Enpu, Zhang Yongli, et al. Palaeoecological characteristic of *hanovia cf. manchurica* coral and the reef mechanism of the late-Carboniferous in the south of Guizhou Province [J]. Geological Review, 2006, 52(2): 178-183]
- 13 关长庆, 巩恩普, 张永利, 等. 贵州南部晚石炭世一种新的生物礁类型 [J]. 地质论评, 2007, 53(4): 433-439 [Guan Changqing, Gong Enpu, Zhang Yongli, et al. A new type reef of the Late Carboniferous in the south of Guizhou Province [J]. Geological Review, 2007, 53(4): 433-439]
- 14 Gong Enpu, Elias Samankassou, Guan Changqing, et al. Paleocology of Pennsylvanian phylloid algal buildups in south Guizhou, China [J]. Facies, 2007a, 53: 615-623
- 15 Gong Enpu, Zhang Yongli, Guan Changqing, et al. Paleocology of Late Carboniferous Phylloid Algae in Southern Guizhou, SW China. Acta Geologica Sinica, 2007b, 81(4): 566-572
- 16 巩恩普, 张永利, 关长庆, 等. 黔南石炭纪生物礁造礁群落的基本特征 [J]. 地质学报, 2007, 81(9): 1183-1194 [Gong Enpu, Zhang Yongli, Guan Changqing, et al. Primary features of reef-building communities of Carboniferous reef in South Guizhou Province [J]. Acta Geologica Sinica, 2007, 81(9): 1183-1194]
- 17 张永利, 巩恩普, 关长庆, 等. 贵州紫云石炭纪叶状藻礁: 藻类繁盛的标志 [J]. 沉积学报, 2007, 25(2): 177-182 [Zhang Yongli, Gong Enpu, Guan Changqing, et al. Carboniferous phylloid algal reefs in Ziyun County, Guizhou (South China): evidence of algal bloom [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2007, 25(2): 177-182]
- 18 王增吉. 中国的石炭系 [M]. 北京: 地质出版社, 1990: 215-248 [Wang Zengji. The Carboniferous System of China [M]. Beijing Geological Publishing House, 1990: 215-248]
- 19 Rauser-Chemoussova D M. Facies of Upper Carboniferous and Artinskian deposits in the Sterlitamak-Ishimbaev regions of the Pre-Ural based on a study of fusulinids [J]. Trudy Akad Nauk SSSR, Ser Geol., 1951, 43: 108
- 20 Maslov P P. Fossil calcareous algae of the U. S. S. R. [J]. Akad Nauk S. S. R., Trudy, Inst Geol. Nauk 160, 1956, 301
- 21 Toomey D F, Cronin C. Gunsight (Virgilian) Wewokellid sponges and their depositional environment [J]. Journal of Paleontology, 1965, 39: 1-16
- 22 Fligel E. Lower Permian *Tubiphytes/Archaeolithoporella* buildups in the Southern Alps (Austria and Italy) [J]. Soc. Econ. Paleont. Min. Spec. Publ., 1981, 30: 143-160
- 23 Fligel E, Kochansky-Devile V, Ramovs A. A Middle Permian calcisponge/algal/cement reef strata near Bled, Slovenia [J]. Facies, 1984, 10: 179-256
- 24 穆西南. 贵州西部上石炭统的钙藻化石 [J]. 古生物学报, 1981, 20(1): 33-48 [Mu Xinan. Upper Permian Calcareous Algae from Western Guizhou [J]. Acta Palaeontologica Sinica, 1981, 20(1): 33-48]
- 25 巩恩普. 中国石炭纪生物礁 [M]. 沈阳: 东北大学出版社, 1997: 1-112 [Gong Enpu. Carboniferous Reefs of China [M]. Shenyang Northeastern University Publishing House, 1997: 1-112]
- 26 Wang Shenghai, Fan Jiasong, Rigby J K. *Archaeolithoporella* and *Tubiphytes* affinities and paleoecology in Permian reefs of South China [J]. Science in China Series B, 1994, 37(6): 723-743
- 27 Riding R, Guo L. Affinity of *Tubiphytes* [J]. Paleontology, 1992, 34: 37-49
- 28 Fligel E. Microfacies of carbonate rocks: analysis, interpretation and application [M]. Berlin: Springer-Verlag, 2004: 568-570
- 29 Senowbari-Daryan B, Fligel E. *Tubiphytes* Maslov, an enigmatic fossil: classification, fossil record and significance through time [J]. Bollettino della Società Paleontologica Italiana, 1993, Special Volume

- 1: 353-382
- 30 Shen JW, Xu H L. Microbial carbonates as contributors to Upper Permian (Guadalupian-Lopingian) biostrones and reefs in carbonate platform margin setting, Ziyun County, South China[J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2005, 218: 217-238
- 31 Tian S G, Fan J S. Early-Middle Permian reef frameworks and reef building models in the Eastern Kunlun Mountains[J]. *Acta Geologica Sinica*, 2001, 75(2): 115-125
- 32 Wang Y B, Zhang K X, Gong Y M, *et al*. The discovery of Early Permian reef belt in east Kunlun and its significance[J]. *Chinese Science Bulletin*, 1998, 43(11): 947-950

***Tubiphytes* in Reef Strata of the Late Carboniferous in South Guizhou Province**

GUAN Chang-ging GONG En-pu ZHANG Yong-li SUN Bao-liang CHANG Hong-lun
(Institute of Geology Resources and Engineering of Northeastern University, Shenyang 110004)

Abstract *Tubiphytes* are widespread in reef strata of the Late Carboniferous in South Guizhou. They have a variety of morphological forms. The dense *Tubiphytes* construct the reef rock mainly by binding. They also form the reef with other reef-building organisms in the study area. The *Tubiphytes* reefs are relative small-size and localized. In the study area, most of *Tubiphytes* form boundstone by encrusting the bioclasts and binding bioclastic grains and mud, except for forming reef. *Tubiphytes* boundstone can offer a stable substrate of coral reef by binding sediments. They can also bind the bioclastic grains that filled in the space of coral reefs framework to form a massive boundstone and enhance the stability of coral reefs. As the important component of the carbonate rocks, *Tubiphytes* also extensively occur in the strata with other bioclasts. *Tubiphytes* are the characteristic organism in reef strata of the Late Carboniferous in South Guizhou.

Key words reef-building organism; binding; Late Carboniferous; South Guizhou