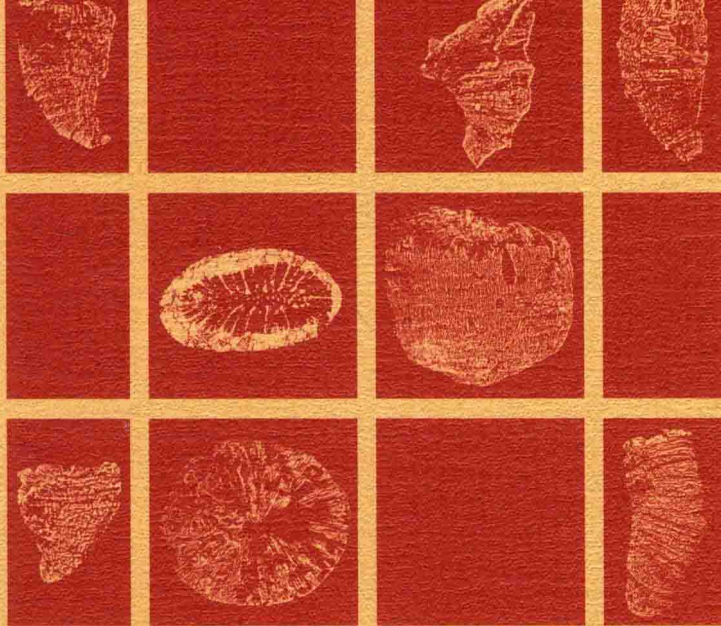


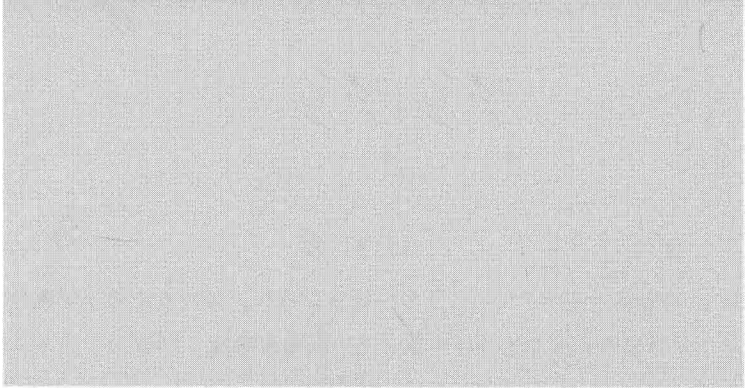


Mesozoic Scleractinian Corals of China

中国中生代石珊瑚化石

廖卫华 邓占球 编著

中国科学技术大学出版社



中国中生代石珊瑚化石

Mesozoic Scleractinian Corals of China

廖卫华 邓占球 编著

资助项目

中华人民共和国科学技术部基础性工作专项 (2006FY120400)

中国科学技术大学出版社

内 容 简 介

本书收集了2010年10月底以前发现于我国境内中生代地层中的,并经正式描述发表过的石珊瑚(或称四射珊瑚)化石123属、368种。1963年由科学出版社出版的《中国的珊瑚化石》收录了我国古生代的四射珊瑚、床板珊瑚、四射珊瑚及刺毛类化石681种,但没有包括中生代石珊瑚化石的内容,所以本书是前者的姊妹篇。

本书对石珊瑚的研究历史、形态构造、起源演化、生态环境、生物地理等作了简略的介绍。本书的分类采用了最新的国际通用系统分类方法。根据石珊瑚在地层中的实际分布规律,建立了中国中生代11个石珊瑚组合(带)。

书末附有种名索引、主要术语英汉对照以及众多的国内外参考文献和大量的图版说明及图版,便于读者查阅。

本书可供古生物学、地质学工作者以及高等院校有关专业的教学人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国中生代石珊瑚化石/廖卫华,邓占球编著. —合肥:中国科学技术大学出版社,2013.12
ISBN 978-7-312-02986-8

I. 中… II. ①廖… ②邓… III. 中生代—石珊瑚目—动物化石—研究—中国 IV. Q915.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第311426号

出版 中国科学技术大学出版社
安徽省合肥市金寨路96号,230026
<http://press.ustc.edu.cn>
印刷 合肥晓星印刷有限责任公司
发行 中国科学技术大学出版社
经销 全国新华书店
开本 880 mm × 1230 mm 1/16
印张 14.25
插页 43
字数 653 千
版次 2013年12月第1版
印次 2013年12月第1次印刷
定价 89.00 元

前 言

石珊瑚 (Scleractinia 或 Madréporaires) 又称六射珊瑚 (Hexacoralla), 它是一种海生无脊椎动物, 属于腔肠动物门 (Phylum Coelenterata) 刺丝胞动物亚门 (Subphylum Cnidaria) 珊瑚纲 (Class Anthozoa)。石珊瑚在中生代地层的划分对比、古地理环境的重建和生物古地理、古气候、古生态的分析以及石油与天然气、金属与非金属等矿产资源的普查勘探等方面都具有一定的意义。

我国的海相中生代地层主要分布于青藏高原及其周边地区, 如西藏、青海南部、新疆西南部和四川西部等地, 那些地方高寒缺氧、地形复杂、人烟稀少、交通不便, 标本采集极其不易。因此, 多年来我国对于中生代石珊瑚化石的研究基本上还很零星。20 世纪 60 年代以后, 随着中国科学院多次组织的青藏高原综合科学考察工作 (包括西藏科考、青藏高原科考、珠穆朗玛峰登山科考和希夏邦马登山科考等) 以及地质部门在西部边远地区百万分之一和二十五万分之一区域地质填图工作的开展, 采集了大量的石珊瑚化石, 有的已经作了描述和报道。

除上面提到的有“世界屋脊”之称的青藏高原之外, 近年来在西南地区, 如贵州南部、广西西部和四川盆地北缘也陆续发现了不少的中、上三叠统石珊瑚化石。

本书基本上收集了 2010 年 10 月底以前正式发表的中国境内的中生代 (三叠纪、侏罗纪、白垩纪) 石珊瑚化石资料。但这里必须声明的是: 有些标本虽然已经在国内外公开发表过, 但由于收藏、保存的原因, 或者说可能由于原来的图影不太清楚, 查阅起来又比较困难, 而且我们已经有了相同的属种的另外一些标本完全可以替代它们, 所以没有将所有发表过的标本全部都用上。

本书石珊瑚的分类系统主要采纳了 Alloiteau (1952, 1957), Vaughan 和 Wells (1943) 及 Wells (1956) 等人的分类方案, 另外, 我们还参考了 Cuif (1965—1968, 1972—1977), Melnikova (1967, 1971) 等人对于三叠纪石珊瑚, L. Beauvais (1980, 1984), M. Beauvais (1982), Lathuilière (1989), Morycowa (1964, 1971, 1988), Roniewicz (1966, 1976, 1989), Turnšek 等 (1972, 1974, 1975, 1976, 1978, 1981, 1997) 等人对于侏罗纪、白垩纪石珊瑚的最新分类方案。

本书除了系统描述了中国的中生代石珊瑚的属种外, 还系统介绍了石珊瑚的形态构造、微细结构、古生态、地质地理分布、动物地理区系、起源、灭绝与复苏、演化趋向、石珊瑚与四射珊瑚的关系等。

本书的顺利完成得到了沙金庚研究员的鼓励 and 大力支持, 施罗德博士 (Dr. Stefan Schroeder) 修改了英文稿, 笔者在此一并表示感谢。

目 录

前言	(i)
第一章 石珊瑚的研究历史	(1)
第二章 石珊瑚的形态和繁殖	(2)
第三章 石珊瑚的骨骼构造和微细结构	(7)
第四章 石珊瑚的起源	(16)
第五章 石珊瑚的主要演化趋向	(18)
第六章 石珊瑚的生态	(19)
第七章 中国中生代石珊瑚的生物地理区系	(20)
第八章 中国中生代石珊瑚的生物地层学	(21)
第九章 中生代的气候变化与珊瑚礁的发育	(24)
第十章 系统描述	(26)
腔肠动物门 Coelenterata Frey et Leuckart, 1847	(26)
刺丝胞动物亚门 Cnidaria Hatschek, 1888	(26)
珊瑚纲 Anthozoa Ehrenberg, 1834	(26)
石珊瑚目 Scleractinia Bourne, 1900	(26)
厚鞘珊瑚亚目 Pachythealina Eliášová, 1978	(26)
柱珊瑚亚目 Stylophyllina L. Beauvais, 1980	(33)
双列片珊瑚亚目 Distichophyllina L. Beauvais, 1980	(37)
海花石珊瑚亚目 Astraeoina Alloiteau, 1952	(84)
五剑珊瑚亚目(新亚目) Pentasmilina Deng subord. nov.	(91)
古石芝亚目 Archaeofungiina Alloiteau, 1952	(99)
石芝亚目 Fungiina Duncan, 1885	(115)
准柱珊瑚亚目 Stylinina Alloiteau, 1952	(134)
蜂房珊瑚亚目 Faviina Vaughan et Wells, 1943	(153)
脑纹珊瑚亚目 Meandrinina Alloiteau, 1952	(169)
丁香珊瑚亚目 Caryophylliina Vaughan et Wells, 1943	(171)
参考文献	(180)
主要术语英汉对照	(189)
种名索引	(196)
英文摘要	(200)
图版说明及图版	(202)

第一章 石珊瑚的研究历史

在国外,特别是西欧各国,同行们对中生代石珊瑚的研究开展得比较早。在19世纪早中期,Goldfuss (1826—1829), Milne-Edwards 和 Haime (1848—1860) 及 Quenstedt (1852—1885) 就已经开始记述石珊瑚化石。到了19世纪后期和20世纪初期,西欧各国对石珊瑚的研究已经逐渐开展起来,其中贡献比较突出的有 Reuss (1854, 1855), Becker 和 Milaschewitsch (1875—1876), Koby (1881—1889, 1896—1898, 1905), Frech (1890), Felix (1891, 1900, 1903, 1914—1929), Volz (1896), Ogilvie (1897), Prever (1909, 1921—1922), Weissermel (1925—1928), Dietrich (1926), Oppenheim (1930) 等,他们对欧洲中生代石珊瑚做了大量基础性描述工作。

到了20世纪40—50年代,世界上一些著名学者 (Vaughan and Wells, 1943; Wells, 1956; Alloiteau, 1952) 开始对石珊瑚进行生物学 (系统分类、形态构造、演化趋势) 和地质学 (地层对比、地理分布、生态环境) 方面的全面总结,从而将石珊瑚的研究提高到了一个崭新的阶段。

中国中生代石珊瑚最初是由一些外国人 (Koken, 1900; Gregory, 1925; Cowper Reed, 1927; Gerth, 1938) 开始报道的。真正由中国人自己研究报道始于20世纪40年代,计荣森、彭琪瑞 (1940) 记述了四川荣经一种晚三叠世石珊瑚,但非常零星,数量也很少。

20世纪60年代以后,在中国科学院多次组织的青藏高原综合科学考察工作 (如西藏科考、珠穆朗玛峰登山科考和希夏邦马登山科考等) 及地质、矿产、石油等部门在青藏高原及其周边地区开展的普查勘探和填图工作过程中,发现了许多中生代石珊瑚化石,为我们进行中国中生代石珊瑚的总结工作奠定了良好的基础。

我国正式发表有关中生代石珊瑚的文章从20世纪70年代才开始,1975年吴望始在科学出版社出版的《珠穆朗玛峰地区科学考察报告》中首先报道了珠穆朗玛峰地区的中生代石珊瑚化石。1977年,她又描述了云南西北部横断山脉的几种晚三叠世的石珊瑚。廖卫华、李璋荣 (1979) 在《西北地区古生物图册·青海分册》(地质出版社出版) 中也刊载了不少采自青海南部和西藏北部的三叠纪、侏罗纪的石珊瑚。

进入20世纪80年代以后,我国学者对中生代石珊瑚的研究达到了一个新的高峰,他们出版了大量中生代石珊瑚的著作,其中比较重要的有:1982年由科学出版社出版的《希夏邦马峰地区科考报告》一书中乐森瑛教授记述了几种西藏南部中生代石珊瑚;同年,廖卫华 (1982) 也在科学出版社出版的《青藏高原科学考察丛书·西藏古生物》(第四分册) 中描述了大量的西藏中生代珊瑚;1984年邓占球、章炎生在《川西藏东地区地层与古生物》(第四册) 中也记载了众多的三叠纪石珊瑚;1985年和1986年廖卫华、夏金宝则先后发表了班戈的侏罗纪—白垩纪和拉萨的晚三叠世的许多石珊瑚化石;1987年,何心一在地质出版社出版的《青藏高原地质文集》中也报道了产自聂拉木地区的一些侏罗纪—白垩纪的石珊瑚;乐森瑛、廖卫华 (1986) 用英文修订了乐森瑛 (1982) 曾经描述过的产自希夏邦马峰地区3个地点的石珊瑚的属名和它们的地质时代。更值得一提的是,廖卫华、夏金宝 (1994) 在前人工作的基础上及国家自然科学基金会和科学出版社的大力支持下,出版了《中国古生物志·西藏中、新生代石珊瑚》一书,系统全面总结了我国西藏自治区境内的中、新生代石珊瑚,并将此书的主要内容介绍到了1991年在德国召开的“第六次刺丝胞与多孔类化石国际学术会议”上与各国学者进行交流讨论 (Liao and Xia, 1993)。此外, Löser 和 Liao Weihua (2001) 也总结了西藏的白垩纪石珊瑚。

除上面提到过的青藏高原之外,近年来,我国一些学者 (邓占球, 孔磊, 1984; Qi, 1984; Qi and Standley, 1989; 怀保光, 齐文同, 2004; 邓占球, 2006) 也发表了一些黔南—黔西南、滇东—滇东南、桂西等地的中、上三叠统的石珊瑚。

第二章 石珊瑚的形态和繁殖

第一节 石珊瑚的形态

石珊瑚（别名六射珊瑚）是一类海生多细胞的无脊椎动物，营底栖固着生活（插图1）。只有营有性生殖的浮浪幼虫才有短暂的非固着生活。

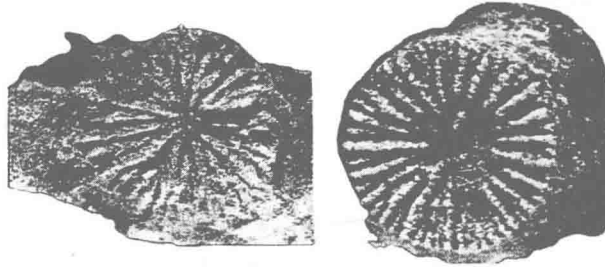


插图1 在贝壳上生长的中三叠世单体珊瑚
(Solitary coral of Middle Triassic on the shell)
(Deng, 2003)

1. 珊瑚虫体的结构

以现代海葵为例，珊瑚虫肉体呈圆柱状，上方有口盘，中央为口，口的下方为口道，口的周围有一圈或几圈触手。口道下方为珊瑚虫的腔肠，腔肠被纵列的隔膜分隔成若干个腔室。隔膜上方一般与口道相连。隔膜外缘与柱状肉壁相接，而隔膜内缘呈游离状态并有隔膜丝。软的隔膜与钙质隔片相间排列。珊瑚虫底部为底盘（插图2）。珊瑚虫圆柱状的肉体、口盘、触手和底盘均由外胚层、内胚层和中胶层三部分组成。大多数造礁珊瑚的内胚层含有大量的虫黄藻。隔膜则由两层内胚层夹一层中胶层组成（插图3）。隔膜成对排列，

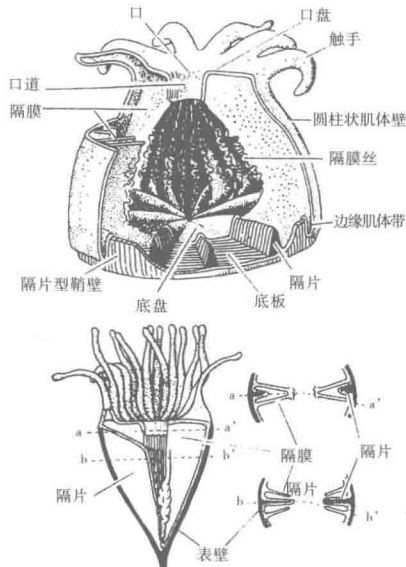


插图2 石珊瑚软体与骨骼之间的关系
(Relations of polyp and skeleton in Scleractinia)
(Wells, 1956, p. 330)

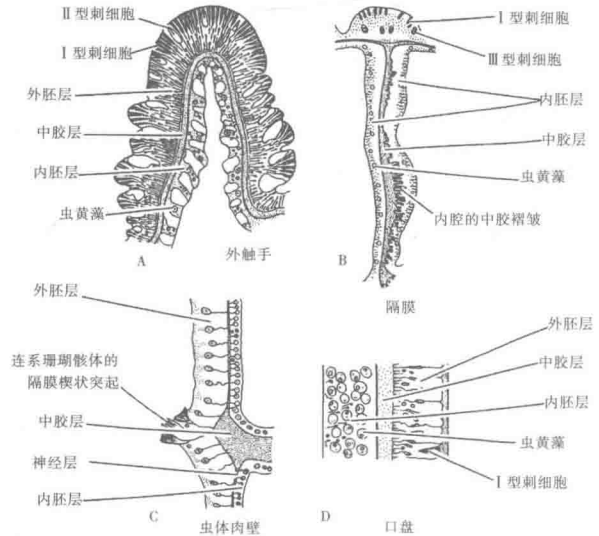


插图3 石珊瑚软体的体层
(Body layers of scleractinians)
(Wells, 1956, p. 331)

A. 纵切面 (longitudinal section); B, C, D. 横切面 (transverse section)

每一对隔膜内的空间叫内腔室，而每相邻两对隔膜之间的空间叫外腔室（插图4）。边带肉是单体珊瑚体壁外面的肉体部分，是柱状肉壁溢到珊瑚体骨骼外面的肉体部分。复体珊瑚虫的边带肉则是虫体之间的共扩部分，叫共肉，共肉分泌的钙质沉积称为共骨骼（插图5）。

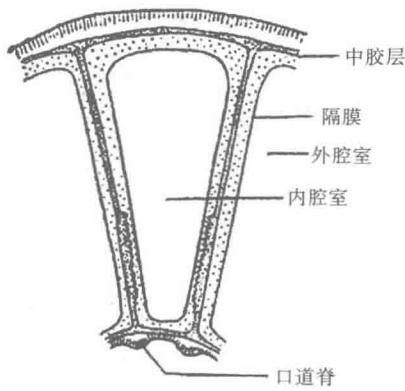


插图4 一对隔膜的横切面示意图
(Generalized transverse section of part of polyp, showing relations of normal mesenterial couple)
(Vaughan and Wells, 1943, p. 21)

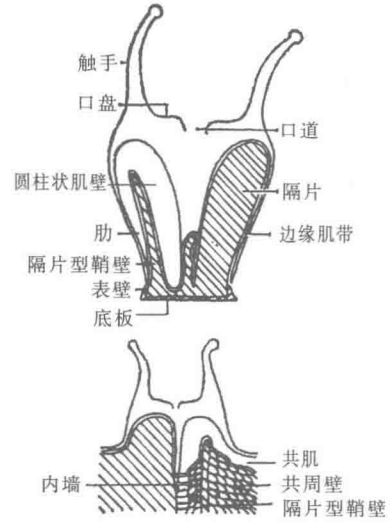


插图5 石珊瑚的边缘肌带和共肌
(Edge zone and coenosarc)
(Vaughan and Wells, 1943, p. 18)

2. 珊瑚体外形

石珊瑚的外形可分为单体和群体两大类。单体外形有圆柱状、曲柱状、角锥状、陀螺状、阔锥状、圆盘状、杯状、面包状、楔状、扇状、弯锥状和荷叶状等。群体外形有丛脑状、树枝状、近融合状、融合状、多角状、互通状、双形星射状、脑纹状、扇脑状、菜叶状和丛状等（插图6，7）。



插图6 石珊瑚的外形
(Forms of Scleractinia)
(Alloiteau, 1957, p. 31)

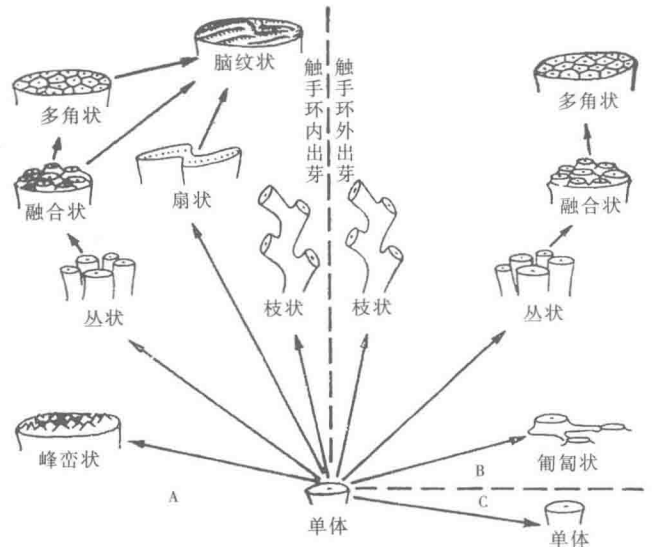


插图7 群体珊瑚的外形及其演化趋向
(Morphogenetic trends in colony formation)
(Wells, 1956, p. 352)

- A. 触手环内出芽 (intratentacular budding);
- B. 触手环外出芽 (extratentacular budding);
- C. 横向分裂 (transverse division)

第二节 石珊瑚的繁殖

石珊瑚的繁殖方式分为有性繁殖、无性繁殖和不育。

1. 有性繁殖

有性繁殖分为雌雄同体和雌雄异体两种。雌雄同体的卵巢和精囊长在同一个体内同一个隔膜上。雌雄异体的种类一般是雌体卵巢生育，但每次排出一个大卵。胎生是有规律的。喷出之前幼虫在母体腔肠内自由活动一段时间，然后通过口喷出体外，每次成批成批喷出若干个虫体。大多数造礁珊瑚的繁殖季节表现为阴历周期性。浮浪幼虫呈球形或长桶状，长1—3 mm。外覆纤毛。最初看不到口孔，但很快在一端出现口孔。浮浪幼虫起初几乎不透明，后来变得较透明，能见到体壁附生的隔膜。浮浪幼虫从母体排出体外以后可浮游数周；但通常几天后用反口那端固着在坚硬的物体上，反口端平展成底盘，分化出柱状肌壁，几天后发育第一轮隔片（插图8）。

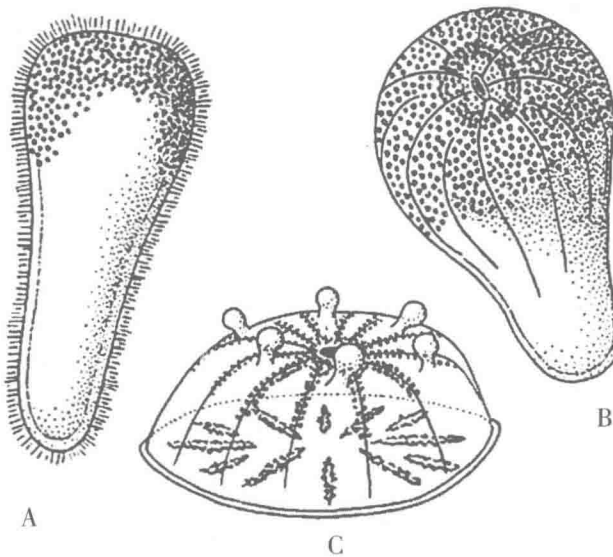


插图8 *Siderastrea* 的浮浪幼虫和早期阶段
(Planulae and early stages of *Siderastrea*)
(Wells, 1956, p. 346)

- A. 幼虫 (larva);
- B. 第二天幼虫 (second-day larva);
- C. 虫体 (polyp)

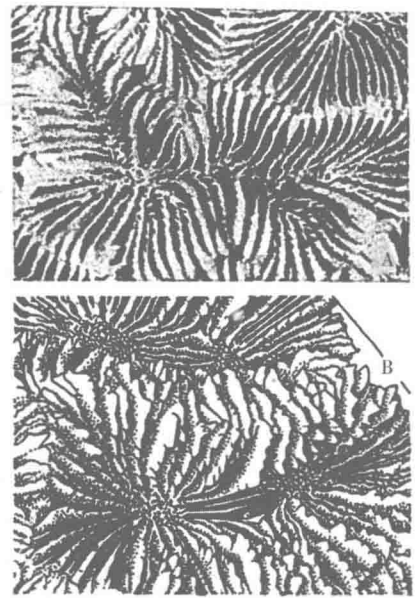


插图9 触手环内出芽之后的连接
(Linkages after intratentacular budding)
(Wells, 1956, p. 347)

- A. 晶楣连接 (trabecular linkages);
- B. 片状连接 (lanellar linkages)

2. 无性繁殖

无性繁殖形成新的珊瑚虫或新的口道通过下列3种方式进行。

(1) 触手环内出芽

其标志是珊瑚虫同一触手环内发育2个或数个口道。相邻口道之间有一对或多对隔膜隔开，即间接联系；或者相邻口道被隔膜缕连接，即直接联系。间接联系反映在硬体上是个体中心之间的晶楣联系；而直接联系反映在硬体上是个体中心之间被隔片板连接（插图9）。触手环内出芽有4种不同的出芽方式：①双口道出芽；②三口道出芽；③三联口道出芽；④多口道出芽（环壁出芽）。其中多口道出芽又包括壁内出芽、绕口出芽和绕壁出芽等类型（插图10）。

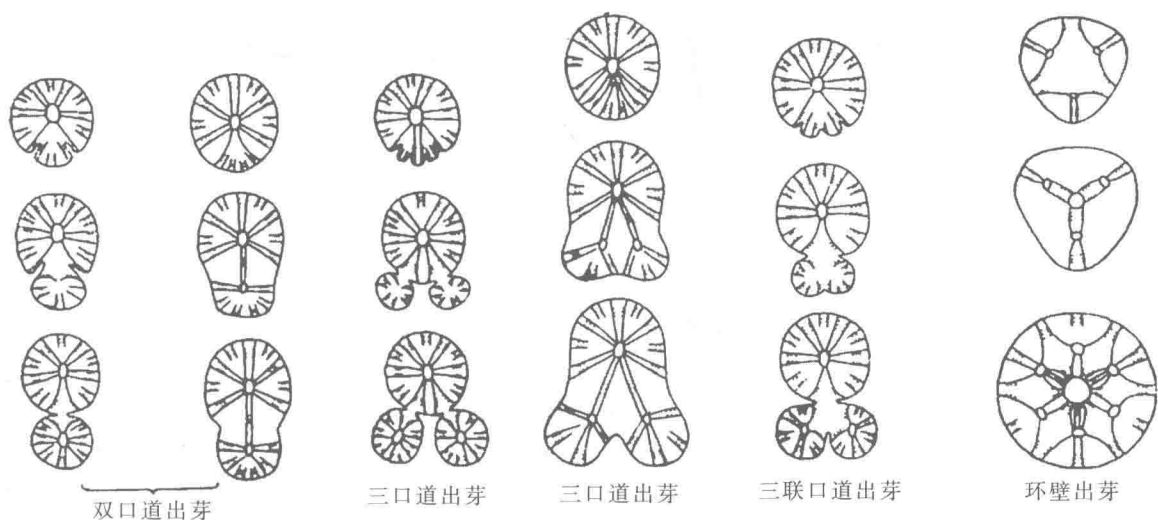


插图 10 触手环内出芽
(Intratentacular budding)
(Vaughan and Wells, 1943, p. 43, figs. 16, 17)

(2) 触手环外出芽

其标志是一个触手环内只有一个口道的母体与母体触手环外面边带肉或共肉所产生的新口道共同在一起生长，意味着相邻虫体口道之间没有隔壁对或隔膜缕，也就是说，不会出现多口道的虫体和多中心的个体（插图 11）。

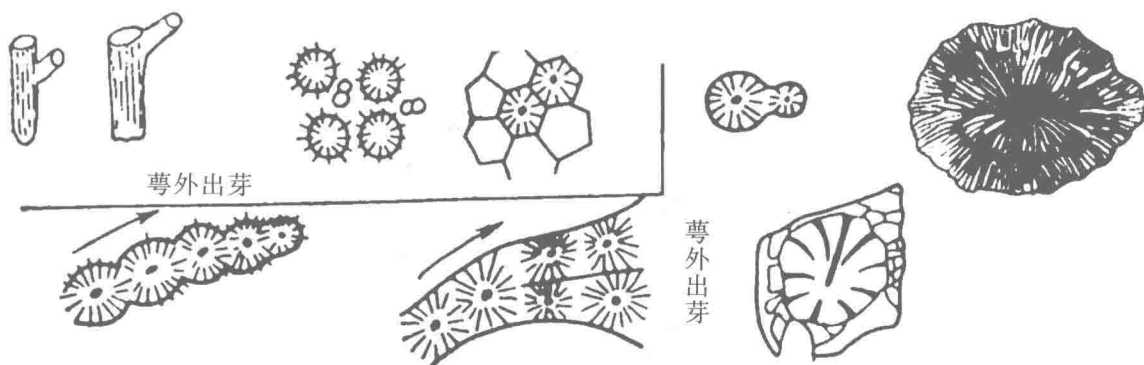


插图 11 石珊瑚的出芽方式
(Budding modes in Scleractinia)
(Alloiteau, 1957, p. 31)

(3) 横分裂繁殖

某些固着锥状营养体（即珊瑚虫茎，有性生殖的）可分离出自由的珊瑚虫萼。此外，在个体反口面（边带肉）的触手外边的珊瑚胚在得到很大的生长之后脱离边带肉，折断成为新的个体（插图 12）。

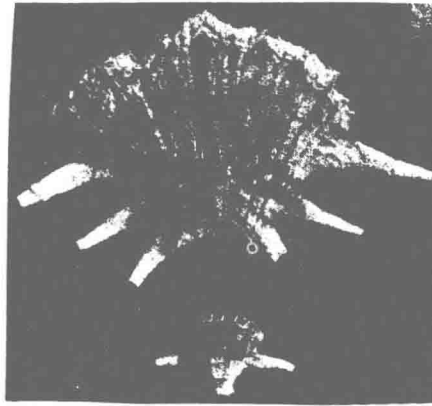


插图 12 *Truncotoflabellum candeanum* 横分裂
(The transverse division of *Truncotoflabellum candeanum*)
侧视 (lateral view)
(Stolarski, 1991, p. 423)

(4) 再生现象

有些珊瑚体的碎片可以通过再生形成一个完整的新的珊瑚体。个体和珊瑚体再生时至少包括 2 个第一级内隔壁之间的那部分碎片。大致为多数单体珊瑚的 1/6。

第三章 石珊瑚的骨骼构造和微细构造

第一节 石珊瑚的骨骼构造

石珊瑚是珊瑚虫纲的一个重要分支，它几乎包括了古生代以后的化石和现代的珊瑚。石珊瑚有一个灰质骨骼，大致分为纵列骨骼和横列骨骼两大类，前者包括放射排列的隔片、体壁、围栅瓣和轴柱等；后者包括底板、鳞板、床板、横联杆、檐板、间骨骼和灰质加厚等。

1. 纵列骨骼要素

(1) 隔片

隔片是珊瑚的重要骨骼要素，是放射纵列的钙质板。它在珊瑚虫底部外胚层向上弯的褶皱内，也就是在珊瑚虫反口肉壁的隔片内陷处的萼胚层中形成。隔片与隔膜相间排列起到支撑和分隔珊瑚体的作用，支撑底盘和下部的肉壁。隔片是底板上最早形成的骨骼构造。其余的构造则是隔片形成之后形成的。隔片插入公式是最先形成6个隔片，然后以6的倍数增加，即6, 12, 24, …依次插入先前已经形成的隔片之间。所以有人又把这种珊瑚称为“六射珊瑚”，它与古生代的“四射珊瑚”按4的倍数，即4, 8, 16, …依次插入的方式不同。普塔莱斯图式是某些石珊瑚隔片排列的一种特殊方式。尤其是在 *dendrophylliids* 中最为常见。除头两轮隔片外，从第三轮隔片开始，位于隔膜外腔的外隔片发育远比位于隔膜内腔的内隔片粗大，并相向弯曲包围了短小的内隔片，显示了内隔片从属于外隔片的现象。这就称为普塔莱斯图式的隔片插入方式（插图13）。隔片帚是隔片向内分化出的3—10个小叶片（插图14）。

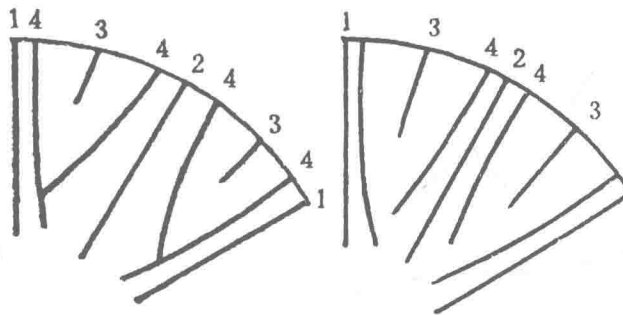


插图13 普塔莱斯图式的隔片排列
(Portalès plan of septal arrangement)

(Wells, 1956, p. 341)

1. 原生隔片 (protosepta);
- 2, 3. 内隔片 (entosepta);
4. 外隔片 (exosepta)

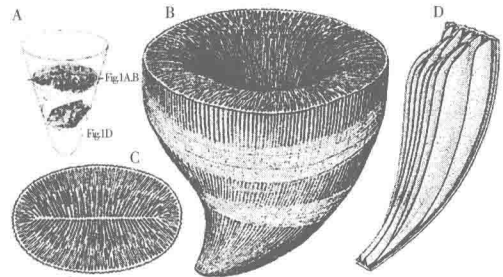


插图14 *Furcophyllia septafindens* 的隔片帚
(The septal brooms of *Furcophyllia septafindens*)

(Stolarski et al., 2004, p. 532)

- A. 珊瑚体内的隔片帚 (septal brooms in corallum);
- B. 珊瑚体的上一侧面 (distal-lateral view of corallum);
- C. 横切面 (transverse section);
- D. 隔片帚示意图 (sketch of septal brooms)

(2) 表壁

表壁是侧方围绕个体的鞘状骨骼组织。表壁一般在单体珊瑚无边带肉时才出现。如果边带肉伸展到底部，表壁不出现或大大落后于隔片或体壁；如果边带肉远离底层，表壁从边带肉的位置到底部之间紧紧地覆盖隔片肋。群体珊瑚往往是缺乏表壁的，但有些群体珊瑚有表壁。这时表壁可能包围着每个个体或可能作为公共的表壁（即共有的外壁）盖住珊瑚体（插图15）。

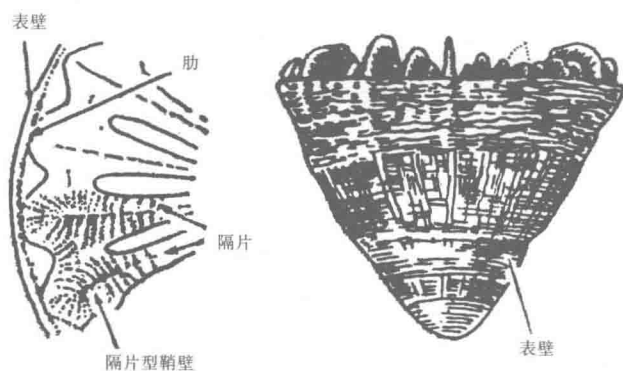


插图 15 石珊瑚的表壁
(Epithecium of Scleractinia)
(Wells, 1956, p. 344)

(3) 鞘壁 (墙)

鞘壁可分为 4 种 (插图 16, 17)。其中表壁型鞘壁 (墙) 是由表壁及其内面的灰质物加厚组成的。这种鞘壁将隔片的外端都封闭起来。表壁型鞘壁在许多原始类型的石珊瑚中较为常见。隔片型鞘壁 (墙) 是由隔片中段膨大并与邻近隔片相连而形成的一圈坚实的墙壁, 此时隔片分成为两段, 内段仍称为隔片, 而鞘壁外的那一段称为肋。这种侧面膨大现象往往沿隔片晶柄分散轴发生。拟鞘壁是由排列紧紧上凸的鳞板组成的一种鞘壁 (墙)。横联杆型鞘壁是由一圈或多圈横联杆沿晶柄分散轴的位置连成的鞘壁 (墙)。

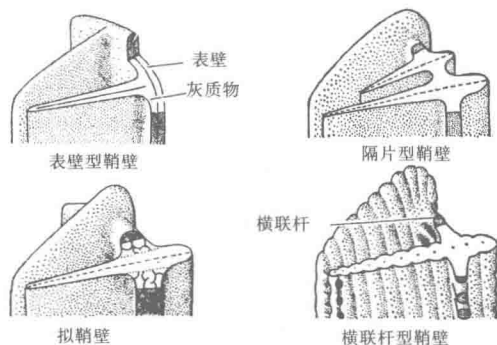


插图 16 石珊瑚的鞘壁构造
(Thecal structures in Scleractinia)
(Wells, 1956, p. 345)

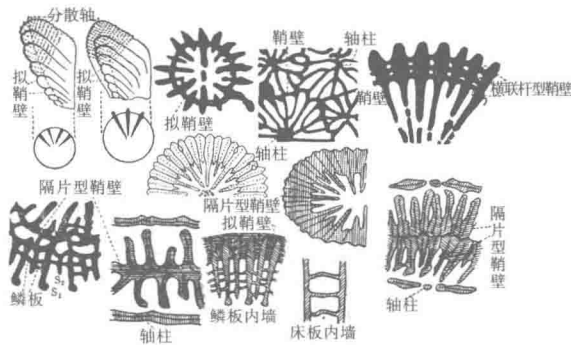


插图 17 鞘壁构造的不同形态
(Various figures of the thecal structures)
(Alloiteau, 1957, p. 39)

(4) 围栅

在某些内隔片的内端常常分裂着一些垂直的板或小柱。它们与隔片的结构是一致的, 因而可以将它们看作为隔片内端的脊状突起 (插图 18, 19)。

(5) 围栅瓣

围栅瓣与围栅相似, 两者不易区分。在纵面上, 它是某些隔片内端分离的晶柄分枝, 但它不是隔片的一部分。头两级隔片内端的围栅瓣往往在轴部形成轴柱。

(6) 轴柱

轴柱可分成 5 种 (插图 20)。①棘突状轴柱: 由松散的晶柄, 横联杆或围栅瓣在头几轮隔片的内缘相互汇聚而成。②海绵状轴柱: 像松弛或致密的海绵块状。③束状轴柱由一束扭曲的垂直条带组成, 代表在骨骼形成过程中, 珊瑚虫软体底部的扭曲是极其复杂的。④柱状轴柱: 像一根坚实的柱子。⑤板状轴柱常见于扁长形萼部的珊瑚中, 其延长方向与萼部的长轴方向一致。

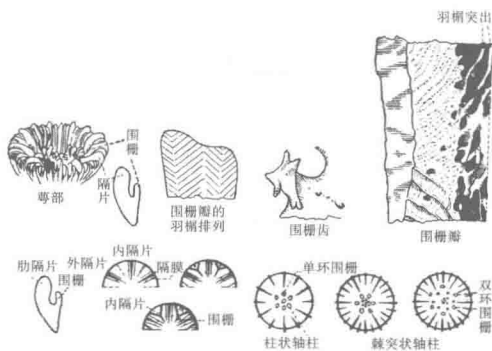


插图 18 围栅和围栅瓣
(Pali and paliform in Scleractinia)
(Alloiteau, 1957, p. 33)

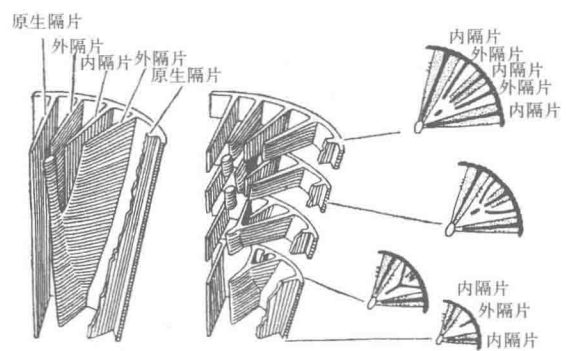


插图 19 隔片的更替与围栅的起源
(Septal substitution and origin of pali)
(Wells, 1956, p. 341)

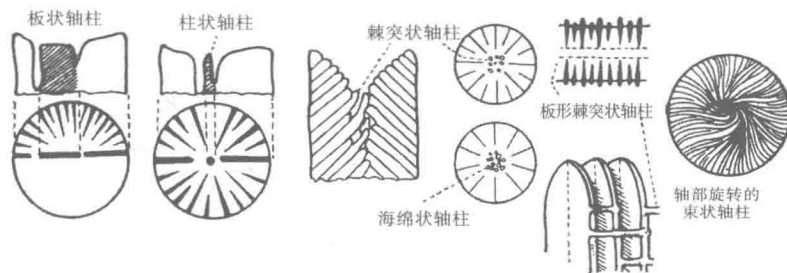


插图 20 石珊瑚轴部构造的类型
(Types of axial structure in Scleractinia)
(Alloiteau, 1957, p. 39)

2. 横列骨骼要素

(1) 鳞板

由于珊瑚向上生长，软体随之逐渐上提，珊瑚虫底盘和柱状肉壁相应也被拉紧和上移，从而从底板上面拉开，进而形成鳞板。鳞板有板状鳞板和泡沫状鳞板两种形态，前者呈平板状，穿过整个珊瑚或限于个体轴部，常称为床板；后者是一些向下向内倾斜叠置弯曲的小板，在隔片之间发育的叫内墙鳞板，而向下向外倾斜的在外肋之间发育的叫外墙鳞板（插图 21，22）。

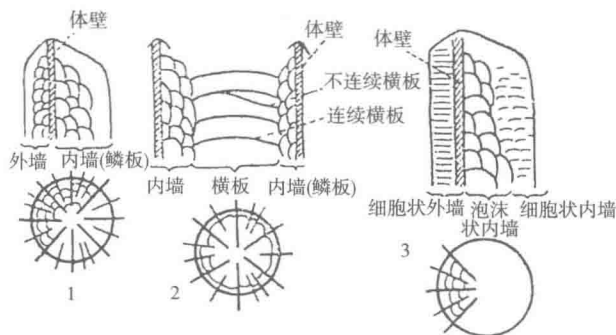


插图 21 外墙和内墙
(Alloiteau, 1957, p. 39)

1. 纵切面和横切面 (longitudinal and transverse section);
2. 纵切面和横切面 (longitudinal and transverse section);
3. 纵切面和横切面 (longitudinal and transverse section)

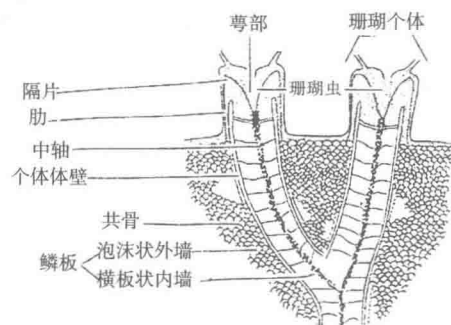


插图 22 某些群体珊瑚的板状内墙鳞板和泡沫状外墙鳞板 (间骨骼)

[Tabular endothelial dissepiments and vesicular exothelial dissepiments (coenosteum) in some colonial coralla]
(Wells, 1956, p. 336)

(2) 横联杆

横联杆（曾称合隔桁、联板、横梁、横刺）是连接相邻隔片之间横列的杆或栅，横联杆的功能是加强隔片的强度和支撑能力。可分单横联杆和复横联杆两种，前者为横杆，后者为横栅（插图 23）。

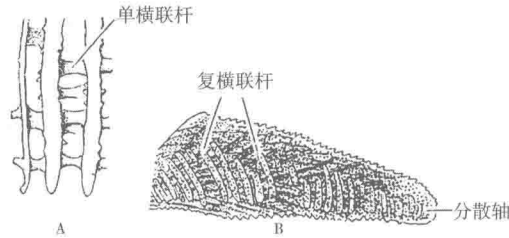


插图 23 横联杆 (synapticulae)

A. 单横联杆 (simple synapticulae);

B. 复横联杆 (compound synapticulae)

(Wells, 1956, p. 343)

(3) 檐板和廊檐板（廊檐）

隔片内的晶楣侧向长出的晶针束相互连成檐状或壁架状构造。仅晶楣一侧出现的是檐板。围绕两晶楣或多晶楣出现的是廊檐板（插图 24, 25）。

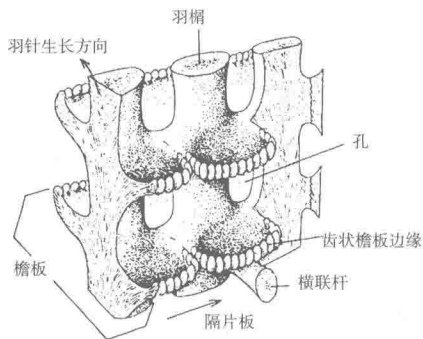


插图 24 檐板 (pennula)

(Gill and Russo, 1980, p. 1109)

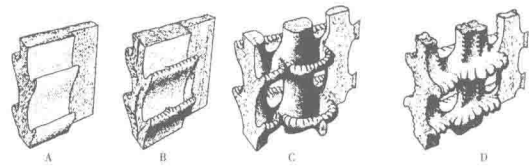


插图 25 不同檐板构造示意图

(Diagrammatic illustration of various penna structures)

(Gill and Russo, 1980, p. 1109)

A. 带有连续廊檐板的非晶楣致密隔片; B. 带齿边廊檐板、晶楣相对断续的晶楣致密隔片; C. 各个齿边檐板排成断续廊檐板的晶楣的窗孔隔片; D. 排在断续廊檐板的各个檐板的晶楣的窗孔隔片, 晶楣装饰粒列, 檐板上面水平或下垂

(4) 共骨骼

共骨骼（又称间骨骼）是群体珊瑚中连接个体之间的一种骨骼构造，是共肉分泌一种松散多孔的骨骼构造。共骨一般由肋组成，但也有鳞板组成（插图 26）。

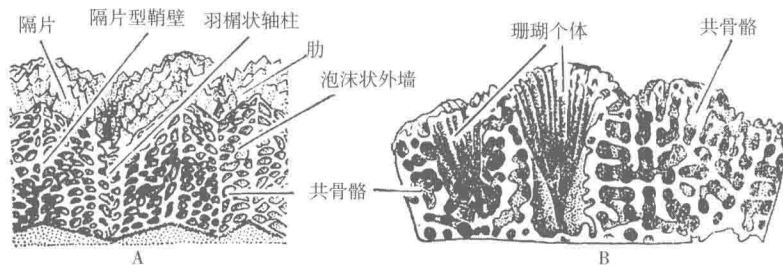


插图 26 共骨骼 (coenosteum)

(Wells, 1956, p. 345)

A. 共骨骼由肋及泡沫状外墙构成 (Coenosteum composed of costae and vesicular exothecal dissepiments);

B. 多孔状的共骨骼 (porous coenosteum)

第二节 石珊瑚骨骼微细构造

1. 骨骼微细构造的形成过程

石珊瑚的外骨骼由虫体肉壁外胚层的钙质细胞层内的内原生质细胞分泌而成。外骨骼钙质组织由直径约 2 mm 的微小晶针或文石晶针组成。每个晶针呈斜方晶体垂直外胚层的分泌表面。以石珊瑚灰质骨素生物结晶作用为假设, 文石晶针簇由珊瑚虫底部外胚层的凝胶基质通过球粒结晶作用在细胞外形成。

晶针与钙质细胞层表面呈直交, 最活跃的钙化中心是在钙质细胞层的凹处。形成钙质骨骼的有机基质的凝胶由碳水化合物、蛋白质和类脂物等构成。而形成外骨骼的钙化作用的结晶过程和物理及生物化学反应都是在底部外胚层下的非晶质层中进行的, 其中 Ca^{2+} 来自海水, 而 HCO_3^- 则来自珊瑚虫的新陈代谢和共生生物的光合作用。随着海水温度的增加, 由 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 与酶作用产生 CaCO_3 沉淀而形成文石晶质组成外骨骼, 另外 H_2CO_3 则分解成 CO_2 和 H_2O , 供给与珊瑚虫共生的虫黄藻使用。

2. 钙化中心

包括隔片在内的骨骼切面后经放大可以看到许多黑点 (包括在隔片中央线的位置上)。这些黑点就是钙化中心。从这个中心发出的针晶束朝向邻近中心的针晶束。有学者认为它是一个很小的中空黑点, 也许是光学效应或有机物残斑; 有学者认为是直径小于 $1\text{ }\mu\text{m}$ 的矿物晶体; 也有学者认为是嵌在一种有机物内的微晶。钙化中心和晶楣轴是同源的。斯托拉斯基 Stolarski (2003) 将钙化中心视为快生中心。

3. 晶针簇 (针簇)

晶针簇被认为是一个瘤状构造, 它由钙化中心和从它辐射出的晶针所构成, 被认为是珊瑚的基本单位 (插图 27)。晶针簇垂直排列形成晶楣。Gill (1967) 建议放弃晶针簇的概念, 他认为晶楣是连续生长的一根杆体, 不会侧分出瘤状体。Stolaroki (2003) 认为晶针簇不适用于任何矿物的或有机的部分, 因为它不构成有限的结构地区。

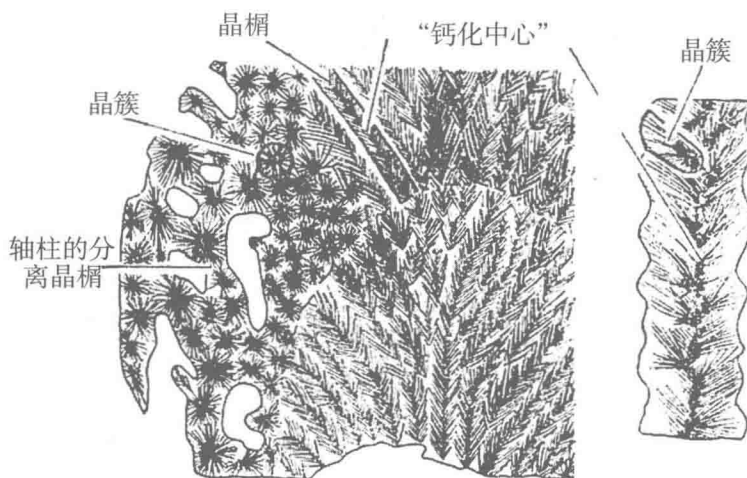


插图 27 石珊瑚隔片的微细构造
(The minute septal structure of Scleractinia)
(Wells, 1956, p. 337, fig. 231)

4. 晶楣

传统上认为, 由晶针簇呈线状排列所形成的杆状体称为晶楣, 晶楣有一个晶楣轴。由晶楣排成行列可构成片状的隔片。晶针簇很少成均一垂直的系列, 通常从晶楣轴向外倾斜, 因而在隔片侧表面出现线纹、颗粒或脊状等装饰, 侧面装饰在分类学上有重要的意义。隔片侧面颗粒的类型、形状和排列都不尽相同: 有的呈

小齿状或脊状，也有呈瘤状或尖刺状。这反映在针晶排列格式的不同，有的排列成排，有的排列无序。总的说来，隔片侧面大都由近乎平行紧密排列的文石针晶组成，但结晶作用并不是那么统一和完全的。

5. 隔片的微细构造

在比较简单的隔片构造类型中，晶楣简单，称单晶楣，比较大，由单列晶针簇组成，呈宽扇形排列；在隔片横切面上，位于晶楣中心的晶体比较小，但向晶楣边缘晶体逐渐变大，在晶楣之间的空间充填了球粒针簇，生长纹层清晰可见。复晶楣由多束晶针簇组成。晶楣的末端有时呈浑圆形，有时变尖，有的像重叠的鱼鳞。有的复晶楣还可以形成扁平的假齿片，晶楣分散轴是直立的，也可以是倾斜的甚至是水平的（插图 28，29）。

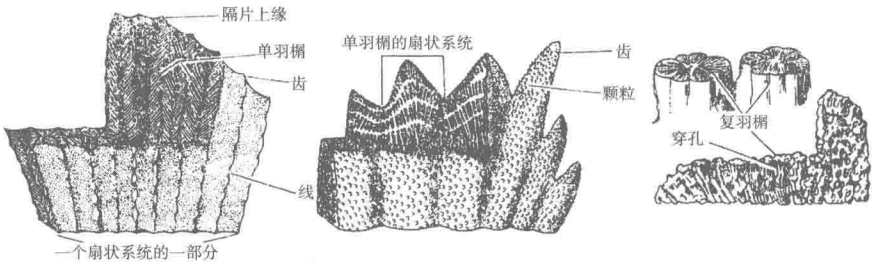


插图 28 石珊瑚隔片的晶楣构造
(Trabecular structure of scleractinian septum)
(Wells, 1956, p. 338)

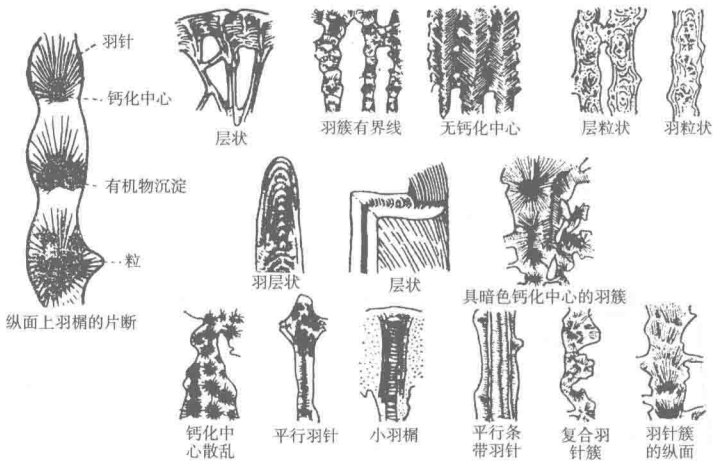


插图 29 隔片的针簇形态
(Various figures of the fibre fascicles in septum)
(Alloiteau, 1957, p. 35, fig. IV)

隔片可以由 1 个以上的晶楣扇状系统组成。如果晶楣之间没有空隙彼此紧相连的话，就形成板状隔片；如果晶楣之间联系松散，那么就形成穿孔状构造，相邻晶楣之间的空隙就发育成孔或穿孔。在一些原始类别的石珊瑚中，组成同一隔片的晶楣彼此分离而形成晶楣刺（插图 30，31），晶楣突出于相关构造之外时，往往在隔片的上缘形成隔片齿。隔片边缘的不同形态和表面装饰反映隔片晶楣的不同结构。当隔片由单晶楣排成 1 个或 2 个板状扇状系统时，就出现光滑的尖齿，当板状隔片由复晶楣组成时，在其边缘往往出现不规则的撕裂状的齿，有的复晶楣隔片的边缘也会出现钝的小裂片状齿。在某些类别的原始类型中，复晶楣往往形成小的串珠状的齿，但在进化类型的后期，则出现了大撕裂状、尖齿状或大裂片状。在某些类别中，隔片由若干个小扇状系统构成，而每个扇状系统则可各自形成 1 个大的小裂片状、圆锥状或三角状齿。即使有些隔片乍看起来好像非常光滑，其实在其上缘也存在着微粒状齿（插图 32）。