第四章　古生物的主要门类(一)——无脊椎动物及半索动物

第一节　原生动物门——筵亚目(Protozoa——Fusulinina)

一、概　述

原生动物门是一类与多细胞动物相对应的最低等的真核单细胞动物。原生动物的个体由一个细胞组成，但它是一个能够独立生活的有机体，具有新陈代谢、刺激感应、运动、繁殖等机能。原生动物没有真正的器官，但其细胞产生分化，形成了“类器官”，各司一定的功能，如鞭毛、纤毛、伪足就是运动类器官。

原生动物个体微小，一般需用显微镜才能看到，其身体由一团细胞质和细胞核组成，有些原生动物的细胞质内具有骨架或分泌坚硬的外壳。本门动物分布广泛，生活在淡水、海水以及潮湿的土壤中，有的营寄生生活。

原生动物门根据运动类器官的有无和类型，一般可划分为：鞭毛虫纲、孢子虫纲、纤毛虫纲和肉足虫纲。其中以肉足虫纲化石最丰富，比较重要的有放射虫目和有孔虫目，而筵类是有孔虫目的一个亚目。

二、筵壳的基本特征

筵又名纺锤虫，具钙质壳，一般大如麦粒，最小者不到 1 mm，大者可达 30～60 mm。筵壳常呈纺锤形或椭圆形，有时呈圆柱形、球形或透镜形（图 4-1）。

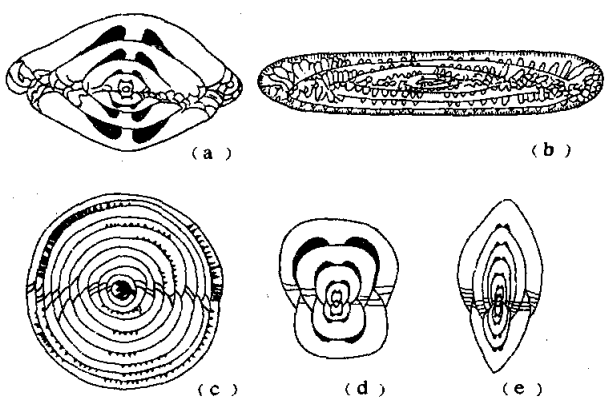


图 4-1　筵壳形态

（据何心一等，1993，综合）

(a) 纺锤形；(b) 圆柱形；(c) 球形；(d) 方形；(e) 透镜形

筵壳的初房位于壳中央，多为圆球形。以后的壳壁围绕一假想轴增长，同时向旋轴两端伸长包裹初房。壳壁生长到一定阶段，其前方往中心下垂，将旋壳分隔成房室。下垂的部分即称为隔壁，隔壁平直或褶皱，外露的部分则连成旋壁。旋壁围绕旋轴一圈构成一个壳圈，壳圈从内到外层层包裹（图 4-2 (a)）。

筵壳隔壁基部中央有一个开口，各个隔壁上的开口位置相对，彼此贯通形成通道。通道两侧有次生堆积物形成从内到外盘旋的两条隆脊叫旋脊（图 4-2 (b)）。某些高级筵类，隔壁基部有一排小孔称为列孔，列孔旁侧也有次生堆积物，叫做拟旋脊（图 4-2 (c)）。

三、筵的生态及地史分布

一般认为筵类是浅海底栖动物，生活于水深 100 m 左右热带或亚热带的平静正常浅海环境。

筵类最早出现于早石炭世晚期，至早二叠世达到极盛，晚二叠世开始衰退，至二叠世末全部绝灭。筵类分布时限短，演化迅速，地理分布广泛，是划分对比地层很好的标准化石。

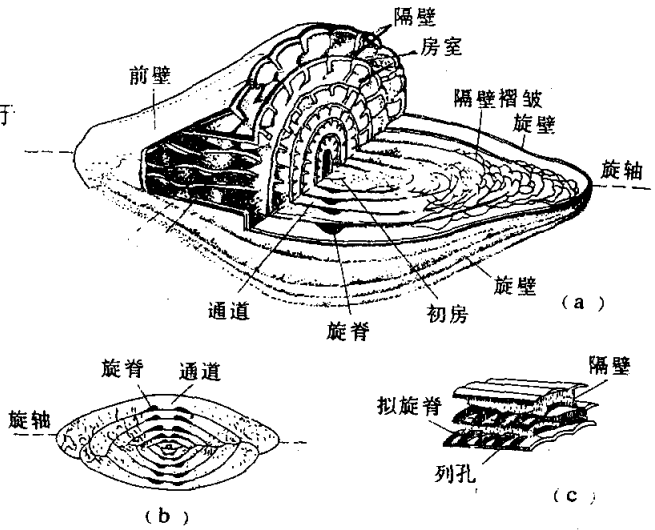


图 4-2 筵壳的构造

(转引自武汉地质学院古生物教研室，1983)

(a) 壳的剖面视图；(b) 轴切面；(c) 内部构造的模示图

第二节 腔肠动物门珊瑚纲 (Coelenterata，Anthozoa)

一、概 述

腔肠动物属于低等的二胚层多细胞动物，是真正的后生动物，包括现存的海葵和造礁珊瑚。本门动物有明确的组织，身体多呈辐射对称，少数为两侧对称。体壁由外胚层、内胚层和中胶层组成。中间有一空腔，司消化和吸收，称为腔肠。上面的口既是食物的进口，又是废物的排泄孔，口周围有一圈或数圈触手(图 4-3)。腔肠动物大多为海生，少数生活于淡水，其体型有固着生活的水螅型和浮游生活的水母型两种，水螅型呈圆筒状，单体或群体，水母型呈伞状（图 4-4)。这两种体型往往是一种腔肠动物生活史的两个阶段。

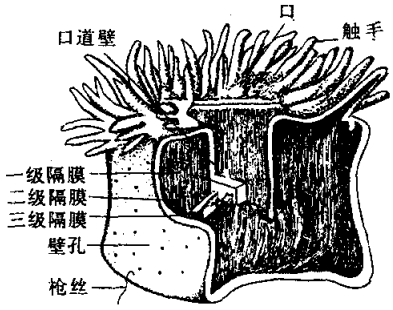


图 4-3 海葵的构造

(转引自武汉地质学院古生物教研室，1983)

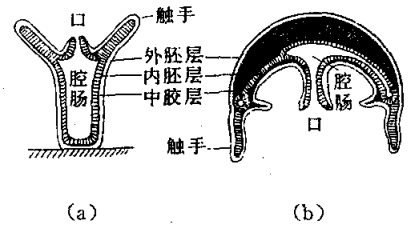


图 4-4 水螅型 (a) 与水母型 (b) 的比较

(转引自傅英祺等，1981)

腔肠动物在前寒武纪晚期已出现，但保存的化石都为印膜，古生代以来具硬体的腔肠动物相继兴起，现代仍十分繁盛。

根据刺细胞的有无，腔肠动物门可划分为刺细胞亚门和无刺细胞亚门。刺细胞亚门又可划分为水螅纲、原始水母纲、钵水母纲和珊瑚纲，其中化石最多、地层意义和生态意义最大的是珊瑚纲。

珊瑚纲绝大多数具外骨骼，以钙质为主。根据软体的特点，如触手、隔膜数目与排列、硬体骨骼特征等，一般可分为横板珊瑚亚纲、四射珊瑚亚纲、六射珊瑚亚纲和八射珊瑚亚纲，其

中以四射珊瑚亚纲和横板珊瑚亚纲化石较多，地层意义较大。

二、四射珊瑚的基本特征

四射珊瑚形态有单体和复体之分，单体形态以角锥状或弯锥状为主（图 4-5）。复体珊瑚由许多个体组成，个体之间紧密相连、无空隙的叫块状复体；个体之间保留一定距离的叫丛状复体，它又可分为枝状和笙状两种（图 4-6）。

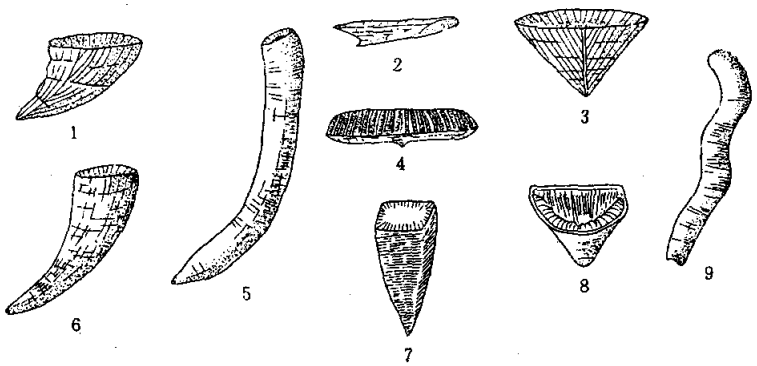


图 4-5　四射珊瑚的单体外形

（转引自武汉地质学院古生物教研室，1983）

1. 阔锥状；2. 荷叶状；3. 陀螺状；4. 盘状；5. 圆柱状；6. 狭锥状；7. 方锥状；8. 拖鞋状；9. 曲柱状

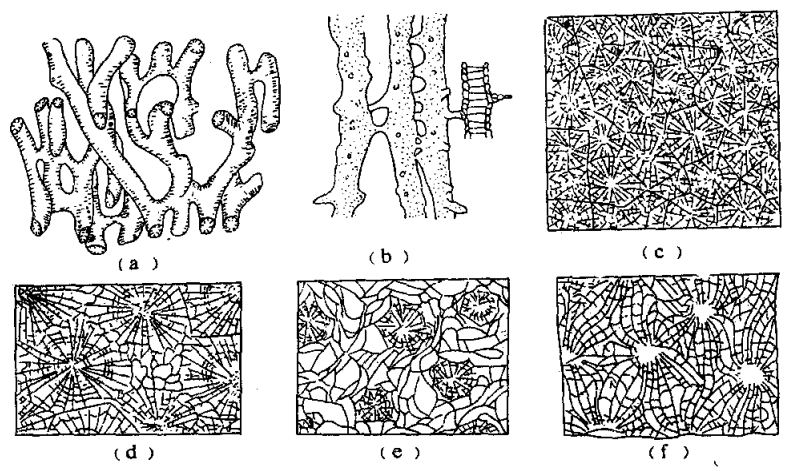


图 4-6　四射珊瑚的复体类型

（转引自武汉地质学院古生物教研室，1983）

(a) 柱状；(b) 笙状；(c) 多角状；(d) 多角星射状；(e) 互嵌状；(f) 互通状

珊瑚体内辐射排列的纵向骨板叫隔壁，根据生长顺序有一级、二级隔壁之分，而横越腔肠的板叫横板，横板可分为完整横板和不完整横板，后者指上下横板交错或有分化（图 4-7）；位于珊瑚体边缘隔壁之间上拱而又相互叠复的鱼鳞状小板称为鳞板（图 4-8 (a) ～ (c)），在横切面上呈同心状或“人”字形排列；位于边缘切断隔壁的大小不等的板称为泡沫板（图 4-8 (d)）；有的珊瑚体中央可有一实心的“灰质柱”，称为中轴，另一些珊瑚的中央在横切面上表现为蛛网状的构造称为中柱，中轴和中柱统称为轴部构造（图 4-9）。

根据四射珊瑚横列构造（包括横板、鳞板及泡沫板）及轴部构造的组合可分为四种构造

类型，其类型及时代分布见表 4-1。

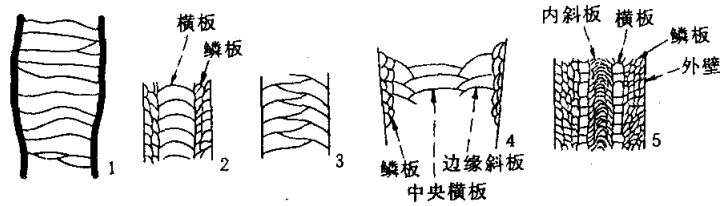


图 4-7　珊瑚的横板类型

（转引自武汉地质学院古生物教研室，1983）

1. 完整横板；2. 横板上拱；3. 不完整横板；4. 分化为中央横板、边缘斜板和鳞板；5. 分化为内斜板和水平横板

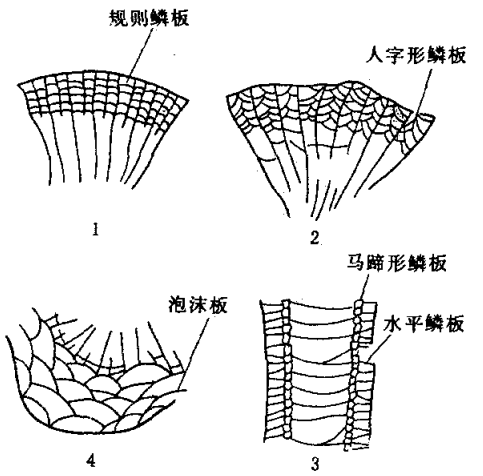


图 4-8　鳞板和泡沫板

（转引自何心一等，1987）

1. 规则鳞板；2. 人字形鳞板；3. 马蹄形鳞板；4. 边缘泡沫板

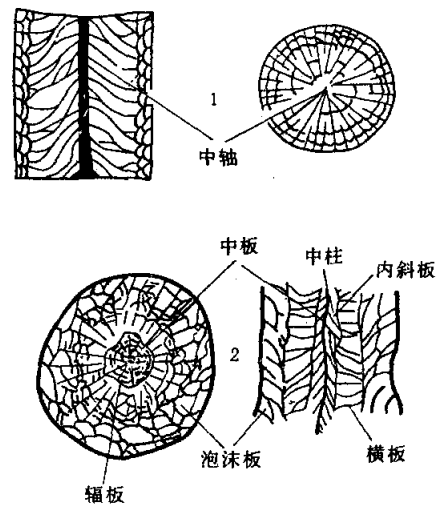


图 4-9　轴部构造

（转引自何心一等，1993，综合）

1. 中轴；2. 中柱

表 4-1　四射珊瑚构造组合类型及时代分布

带　型	构 造 组 合	时 代 分 布
单带型	隔壁＋横板	? O—P（O，S 为主）
双带型	隔壁＋横板＋鳞板（泡沫板）或中柱（中轴）	S—P（以 S，D 为主）
三带型	隔壁＋横板＋鳞板（泡沫板）＋中柱（中轴）	S—D
泡沫型	泡沫板充满整个珊瑚体	C—P

三、横板珊瑚的基本特征

横板珊瑚全是复体，也分为块状和丛状两类。块状复体的个体横断面多为多角形、半月形，复体外形有球形、半球形和铁饼形等。丛状复体的个体为圆柱状，复体外形有笙状、枝

状及链状等。

横板珊瑚隔壁不发育或无隔壁。但横板是最发育的构造，其横板完整或不完整，完整的有水平状、下凹状、上拱状，不完整的有交错状、漏斗状及泡沫状（图 4-10）。横板珊瑚另一主要特征是具有沟通个体内腔或使个体相互连接的一种特征构造，称为联接构造或共骨，可进一步划分为联接孔、联接管和联接板三种（图 4-11）。

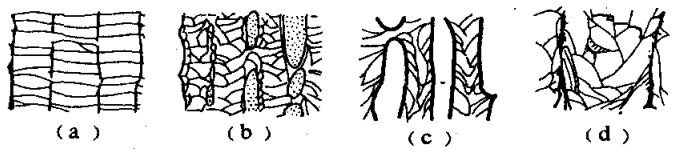


图 4-10　横板珊瑚的横板类型（均为纵切面）

（转引自武汉地质学院古生物教研室，1983）

(a) 完整横板，水平状；(b)，(c)、(d) 不完整横板；(b) 交错状，具边缘泡沫板；(c) 漏斗状，具轴管；(d) 泡沫状

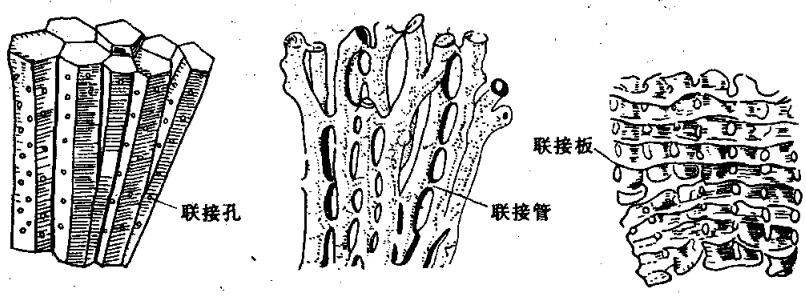


图 4-11　横板珊瑚的联接构造（转引自何心一等，1993）

四、四射珊瑚、横板珊瑚的生态及地史分布

大多数复体珊瑚生存范围较窄，生活于温暖的正常浅海中，水深 20 m 左右、水温 25～30℃最为适合。单体珊瑚和少量复体珊瑚生态范围较广，各种深度和低温环境均可有不同类型的珊瑚生存。造礁珊瑚多为群体珊瑚。在现今赤道南北 30°范围内有大量珊瑚礁分布，但它们主要分布在南北纬 28°之间的热带及亚热带浅海，尤其在太平洋赤道附近南北纬 13°之间的地带珊瑚礁更为发育。因此根据造礁珊瑚具有严格的生态环境及其一定的分布规律，可以推断各地史时期的赤道位置、古纬度、古气候的变迁以及为大陆飘移、板块构造学提供重要的古生物证据。

横板珊瑚始现于晚寒武世，延至第三纪，主要繁盛于古生代。四射珊瑚始现于中奥陶世，至二叠纪末绝灭。在其发展历程中有四个繁盛期，分别是晚奥陶世至中志留世、早中泥盆世、早石炭世和早二叠世。

第三节　软体动物门（Mollusca）

一、概　述

软体动物是无脊椎动物中种类众多的一个门类，它仅次于节肢动物，属第二大门类。它

们分布广泛，生活适应能力强，陆上和海中均有代表，如蜗牛、田螺、河蚌、乌贼等都是人们熟知的软体动物。

各类软体动物虽然形态习性差异较大，但基本特征相似，身体柔软而大部不分节，一般可分为头、足、内脏团和外套膜四部分。头位于身体前端，具口。足具发达的肌肉，常位于头后方身体的腹部，为行动器官，因生活方式的不同而有各种不同的形状。内脏团是各种内部器官所在之处，为动物躯体部分。外套膜包裹着内脏团，常分泌钙质的硬壳。

软体动物的水生者以鳃呼吸，陆生者多以外套膜内面密布的微血管进行呼吸。大多数软体动物雌雄异体，一般为卵生。

根据软体和硬壳形态等特征，软体动物可分为十个纲，即单板纲、多板纲、无板纲、掘足纲、喙壳纲、腹足纲、双壳纲、头足纲、竹节石纲和软舌螺纲。限于篇幅，下面只介绍双壳纲和头足纲。

二、双壳纲（Bivalvia）

（一）概述

双壳类全为水生，两侧对称，具左右两片外套膜分泌的两瓣外壳（图 4-12），如海扇、蚶

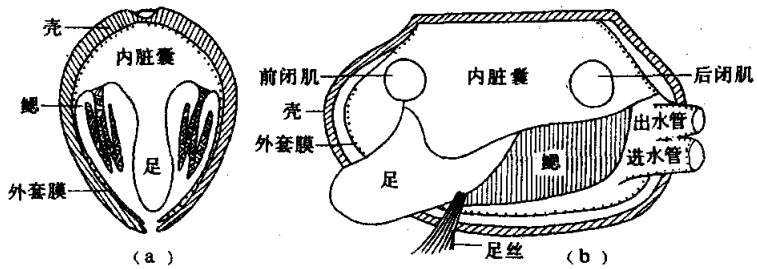


图 4-12　双壳纲解剖图（转引自何心一等，1993）
（a）横剖面；（b）纵剖面

等，故最早被命名为双壳纲；由两瓣外套膜包围的空腔称外套腔，腔内具瓣状鳃，故有人称之为瓣鳃纲。双壳类的足位于身体的前腹方，常似斧形，因此又被称为斧足纲。某些双壳类还在足后伸出一簇丝状的足丝，用于附着在外物上。足丝发育的成年个体，其足常退化。

（二）双壳纲基本特征

双壳类一般具有互相对称、大小一致的左右两壳瓣。每瓣壳本身前后一般不对称。常见壳形如图 4-13。壳体最早形成的壳尖为喙，包托喙在内围绕喙的凸起部分为壳顶。有些种类由喙向后腹方伸展一条隆脊叫后壳顶脊，两壳背缘铰合的边缘为铰

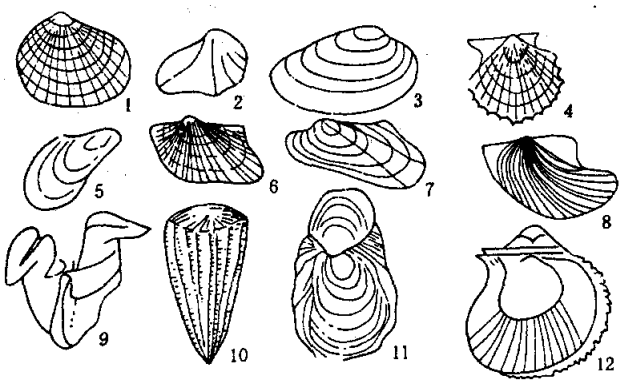


图 4-13　双壳纲的壳形
（转引自武汉地质学院古生物教研室，1983）
1. 圆形；2. 三角形；3. 卵形；4. 扇形；5. 壳菜蛤形；6. 四边形；7. 偏顶蛤形；8. 斜扇形；9. 不规则式；10. 珊瑚形；11. 左壳掩覆；12. 左凸右平（侧视）

合线，喙与两瓣铰合线之间的平面或曲面叫基面。喙前基面常呈心形，称新月面，喙后基面常呈长矛状，称盾纹面。以足丝附着的表栖种类的壳体，在铰缘下前端和后端具翼状伸出部分，称为前耳和后耳。耳与其余壳面或呈过渡，或以凹槽即耳凹相隔（图 4-14）。

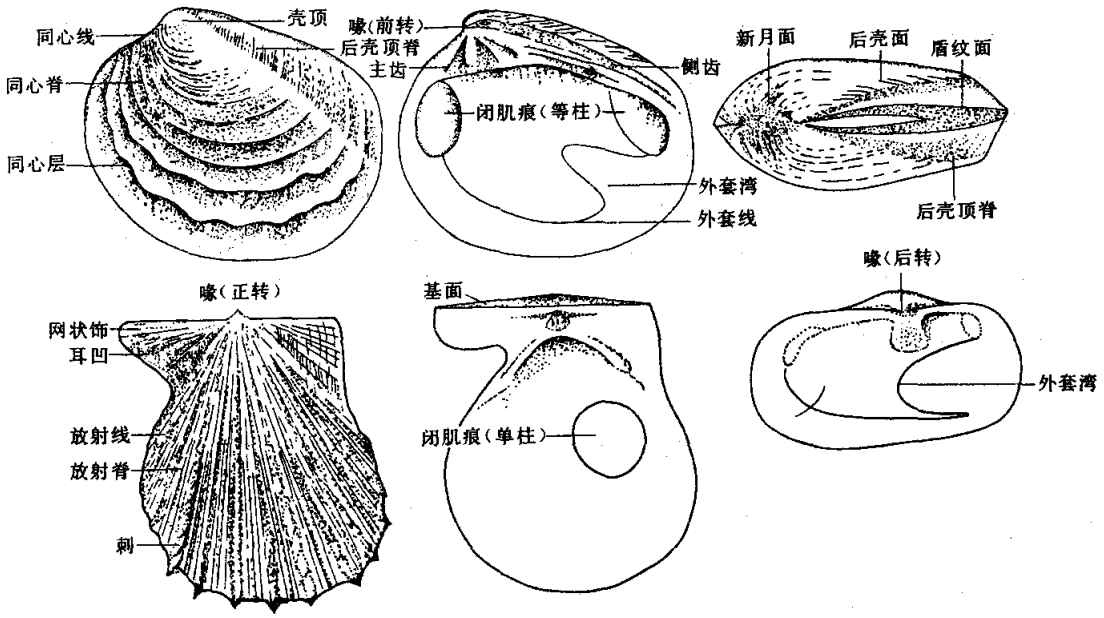


图 4-14　双壳类的基本构造（转引自武汉地质学院古生物教研室，1983）

双壳类壳饰通常分为同心饰和放射饰两类。按其强度及粗细，同心饰有同心纹、同心线、同心脊、同心褶或同心层；放射饰有放射线、放射褶等。有些种类同时具有上述两类壳饰，相交成网状壳饰。此外有的具刺、瘤、节等。

双壳类壳的内面有外套膜前、腹、后的近外缘部分附着于壳内面所留下的痕迹，称外套线，它与腹缘大致平行。具水管的类型，当双瓣壳关闭以御敌或阻止泥沙进入时，须将水管拉入壳内，其外套膜附着处向内移动，使外套线在后腹部形成内弯，称为外套湾（图 4—14）。壳内面还可见 1 个或 2 个凹痕，为司两壳闭合的闭肌留下的印痕，称闭肌痕（图 4-14）。双壳类铰合构造位于铰缘之下，沿铰缘分布在铰板上，司两瓣壳的铰合，由齿和齿窝组成。每一瓣上齿与齿窝相间，且与另一瓣上间列的窝与齿相对应。齿在演化中分异为主齿和侧齿。主齿位于喙下，较粗短，侧齿远离喙，多呈片状（图 4-14），与铰缘近于平行。齿的数目、形状及排列方式称为齿系类型（图 4-15），是分类的重要依据。

（三）壳的定向和度量

壳分前、后、背、腹、左、右。两壳铰合的一方称背方，相对壳开闭的一方为腹方（图 4-16）。确定壳的前后可据下列特点：①一般喙指向前方；②壳前后不对称者，一般后部较前部为长；③放射及同心纹饰一般由喙向后方扩散；④新月面在前，盾纹面在后；⑤有耳的种类，后耳常大于前耳；⑥）外套湾位于后部；⑦单个肌痕时，一般位于中偏后部。两个肌痕有大小不同时，前小后大。

当壳的前后确定以后，将壳顶向上，前端指向观察者的前方，左侧壳瓣为左壳，右侧为右壳。

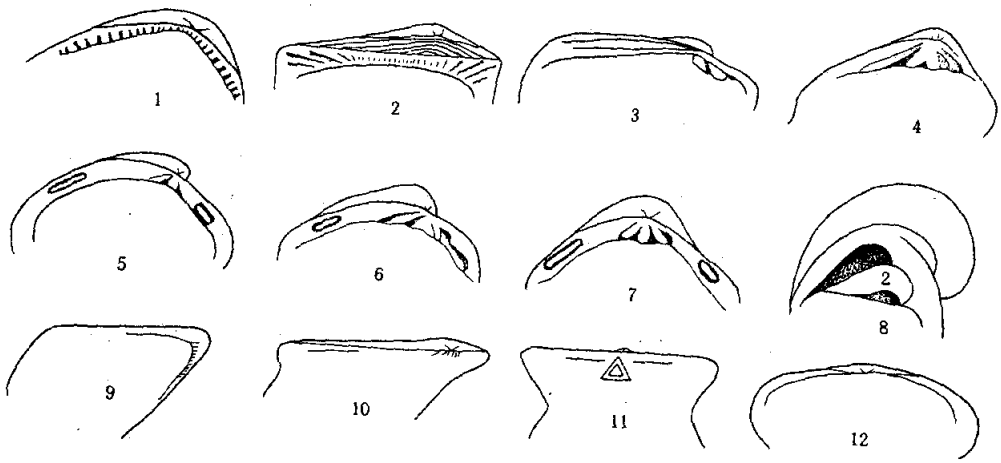


图 4-15　双壳纲的齿系（转引自武汉地质学院古生物教研室，1983）

1. 古柿齿型；2. 新柿齿型；3. 假异齿型；4. 裂齿型；5. 满月蛤齿型异齿；6. 北极蛤齿型异齿；7. 女蜆齿型异齿；8. 厚齿型；9. 原始柿齿型；10. 原始射齿型；11. 弱齿型；12. 贫齿型

一般测量壳体的数据有壳长、壳高、凸度和壳厚，见图 4-16。

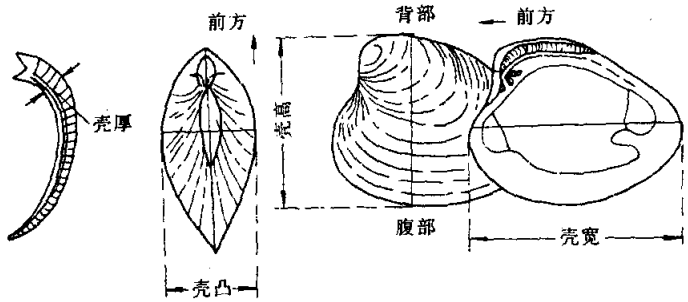


图 4-16　壳的定向及度量（转引自何心一等，1993）

（四）双壳纲生态及地史分布

双壳类是水生无脊动物中生活领域最广的门类之一，由赤道至两极，从潮间带至 5 800 m 深海，由咸化海至淡水湖沼都有分布，但以海生为主。双壳纲的生活方式复杂多样，基本生活方式为正常底栖、足丝附着和深埋穴居三种。

双壳类始现于早寒武世。奥陶纪为双壳类主要辐射分化时期，志留纪至泥盆纪进一步分化许多新类别，并出现了淡水类型，至中生代迅速发展，现在达到全盛。

三、头足纲（Cephalopoda）

（一）概述

头足纲是软体动物门中发育最完善、最高级的一个纲，包括地史时期曾非常繁盛并具有重要意义的鹦鹉螺类、杆石、菊石、箭石和现代乌贼、章鱼等。头足动物两侧对称，头在前方而显著，头部两侧具发达的眼，中央有口。腕的部分环列于口的周围，用于捕食，另一部分则靠近头部的腹侧，构成排水漏斗，是独有的运动器官。头足类的神经系统、循环系统和

感觉器官等都较其他软体动物发达。雌雄异体。鳃四个或两个，二鳃类壳体被外套膜包裹而成内壳或无壳，如乌贼、章鱼。四鳃者具外壳，化石多。

（二）外壳类基本特征

（1）壳形：外壳类壳形多种多样（图 4-17），其中平旋壳每旋转一周称为一旋环，最后旋成的环为外旋环，外旋环以内的所有旋环为内旋环。据旋卷程度，可以划分为四种：外旋环与内旋环接触或仅包围其一小部分称外卷，外旋环完全包围内旋环或仅露出极少部分的为内卷，介于这两者之间的则为半外卷和半内卷。

（2）定向：在直壳或弯壳中，壳的尖端为后方，壳的口部为前方；与体管靠近的一侧为腹方，另一方则称背方。在平旋壳中，壳口为前方，原壳为后方，旋环外侧为腹方，内则为背方（图 4-18）。

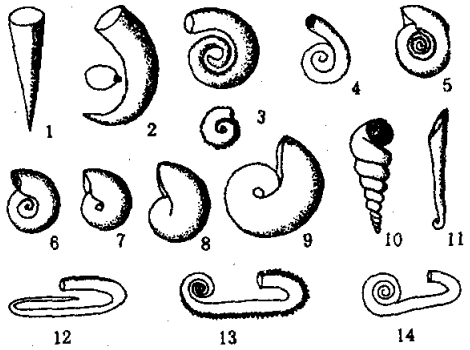


图 4-17　头足类的外壳形状

（转引自武汉地质学院古生物教研室，1983）

1. 直形；2. 弯形；3. 环形；4. 半旋形；5～9. 旋卷形（5. 外卷；6. 半外卷；7. 半内卷；8～9. 内卷）；10. 锥旋；11～14. 松旋

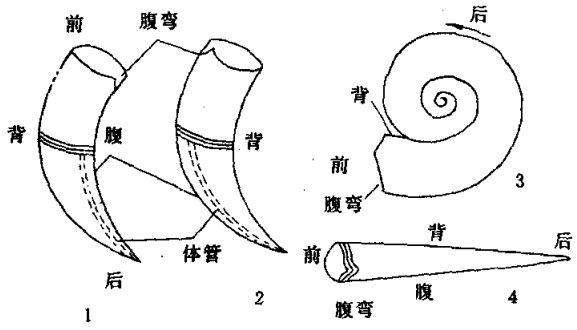


图 4-18　外壳类型的习惯定向

（转引自何心一等，1993）

1. 内腹式壳；2. 外腹式壳；3. 旋卷壳定向；4. 直壳定向

（3）壳饰：外壳类壳面光滑或具装饰。在壳的生长过程中形成平行壳口边缘的纹、线称为生长纹、生长线。与壳体旋卷方向平行的纹、线叫纵旋纹、纵旋线。与壳体旋卷方向相垂直的肋叫横肋。有时横向与纵向线相交成网状纹饰。不少类别还具有壳刺和瘤状突起。

（4）壳的基本构造：壳体最初形成的部分为原壳。壳壁内横向的板称为隔壁，隔壁把壳体分为许多房室，最前方具壳口的房室最大，为软体居住之所，叫住室，其余各室充以气体和液体叫气室，所有气室总称闭锥（图 4-19，1）。住室前端软体伸出壳外之口称壳口。平旋壳体的两侧中央下凹部分称为脐（图 4-19，2，4），脐内四周壳面叫脐壁，脐壁与外旋环壳侧面转折处为脐棱或称脐线或脐缘。内、外两旋环之交线称脐接线（图 4-19，4）。

软体后端有一肉质索状管（体管索），自住室穿过各气室而达原壳，因此隔壁上都具有被体管索所经过的隔壁孔。沿隔壁孔的周围延伸出的领状小管称为隔壁颈，隔壁颈之间或其内侧常有环状小管相连，这种环状物称为连接环。由隔壁颈和连接环组成一条贯通原壳到住室的灰质管道，称为体管，体管一般位于壳体中央或偏腹侧，少数位于背方。体管形状一般为细长的圆柱形或串珠状（图 4-19，3）。

一般根据隔壁颈的长短、弯曲程度和连接环形状，体管可分为五个类型（图 4-20）：隔壁颈甚短或无，无连接环的无颈式；隔壁颈短而直，连接环直的直短颈式；隔壁颈短而直，仅尖端微弯，连接环微外凸的亚直短颈式；隔壁颈短而弯，连接环外凸的弯短颈式；以及隔壁颈向后延伸，达到或超过后一隔壁，连接环有的存在的全颈式。

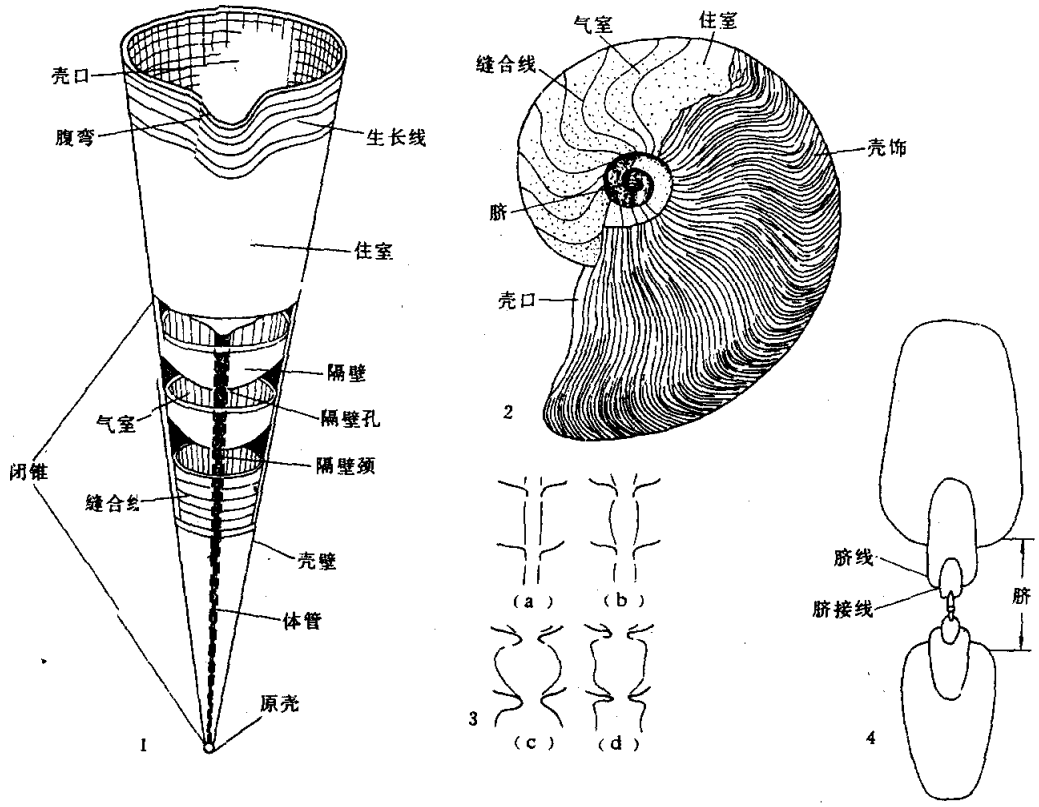


图 4-19 外壳类基本构造（转引自何心一等，1993，综合）

1. 直角石壳的构造(示意图)；2. 菊石壳结构；3. 鹦鹉螺类的体管形状(a. 圆管状；b～d. 珠管状)；4. 平旋壳脐部构造

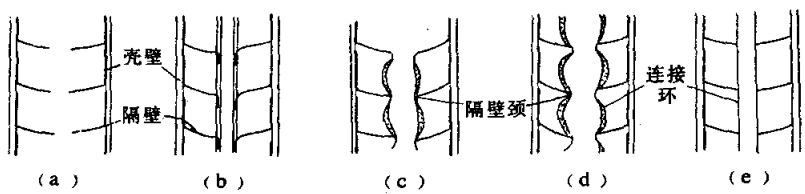


图 4-20 鹦鹉螺类体管类型（转引自何心一等，1993）

(a) 无颈式；(b) 直短颈式；(c) 亚直短颈式；(d) 弯短颈式；(e) 全颈式

头足类隔壁边缘与壳壁内面接触的线叫缝合线。一般情况下，只有外壳表皮被剥去以后才露出缝合线。隔壁不褶皱的类别，其缝合线平直，反之缝合线显著地弯曲。平旋壳的缝合线可以分为内外两部分，自腹中央经两侧到脐接线的部分为外缝合线；自脐接线经过背部到另一面的脐接线称为内缝合线。缝合线向前弯曲的部分称为鞍，向后弯曲的部分称叶。头足类缝合线根据隔壁褶皱的程度，分为五种类型（图 4-21）：①鹦鹉螺型，平直右平缓波状，无明显的鞍、叶之分；②无棱菊石型，鞍、叶数目少，形态完整，侧叶宽，浑圆状；③棱菊石型，鞍、叶数目较多，形态完整，常呈尖棱状；④齿菊石型，鞍部完整圆滑，叶再分为齿状；⑤菊石型，鞍、叶再分出许多小叶。

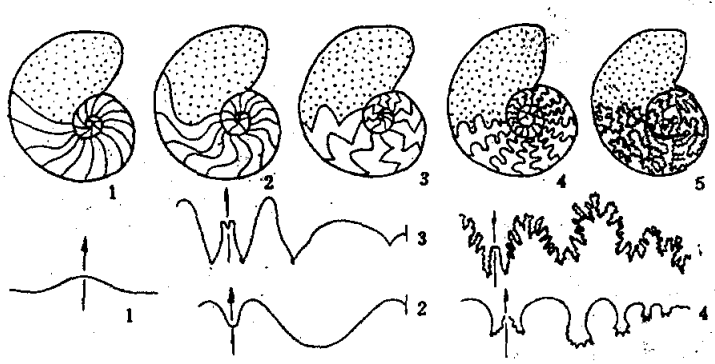


图 4-21　头足类缝合线的类型

（转引自武汉地质学院古生物教研室，1983）

1. 鹦鹉螺型；2. 无棱菊石型；3. 棱角菊石型；4. 齿菊石型；5. 菊石型

（三）头足纲生态及地史分布

现代头足动物都是海生的，化石头足类都保存在有其他各种海生生物化石的地层内，因而可以认为地史时期头足类也是海生的。现代外壳类头足动物只有一属，即鹦鹉螺，生活于浅海区，也可达较深的海区，营游泳及底栖爬行生活。化石外壳类都具气室，壳壁较薄，壳面的脊和瘤内部也是空的，因此推测外壳头足类都具有一定的游泳能力。但因壳形不同，游泳能力有所差别。

头足类始现于晚寒武世，延至现代，早古生代全为鹦鹉螺类，晚古生代至中生代菊石较繁盛，尤其是中生代，称为菊石的时代，新生代以内壳类繁盛为特征。

第四节　节肢动物门三叶虫纲（Arthropoda Trilobita）

一、概　述

节肢动物门是动物界最庞大的一门，占现生动物的 85%，包括大家熟知的虾、蜘蛛、蚊子、苍蝇等。节肢动物对环境适应性很强，几乎遍布地球所有生态领域，部分寄生于动、植物体内外。节肢动物的体节已愈合成头、胸、腹或头、胸、尾三部分，每一体节通常具一对附肢，附肢又分成若干关节相连的分节，故名“节肢动物”。

三叶虫纲是节肢动物门中已绝灭的一个纲，也是节肢动物门中化石最多的一类。三叶虫身体扁平，披以坚固的背甲，腹侧为柔软的腹膜和附肢。背甲为两条背沟，纵向分为一个轴叶和两个肋叶，三叶虫因此得名。

二、三叶虫背甲构造

背甲成分以碳酸钙和磷酸钙为主，质地较硬；背甲呈长卵形或圆形，通常长 3～10cm，最小不及 5mm，最大可达 70cm。从结构上可分为头甲、胸甲和尾甲（图 4-22）。

（1）头甲：头甲多呈半椭圆形，中间有隆起的头鞍和颈环；其余称颊部。头鞍形状一般为锥形或切锥形或梨形，后端有颈沟与颈环分开。头鞍常具几对横向或倾斜的浅沟，称为鞍沟。头鞍之前的颊部称为前边缘，常被前边缘沟分为外边缘与内边缘。头甲侧缘与后缘之间

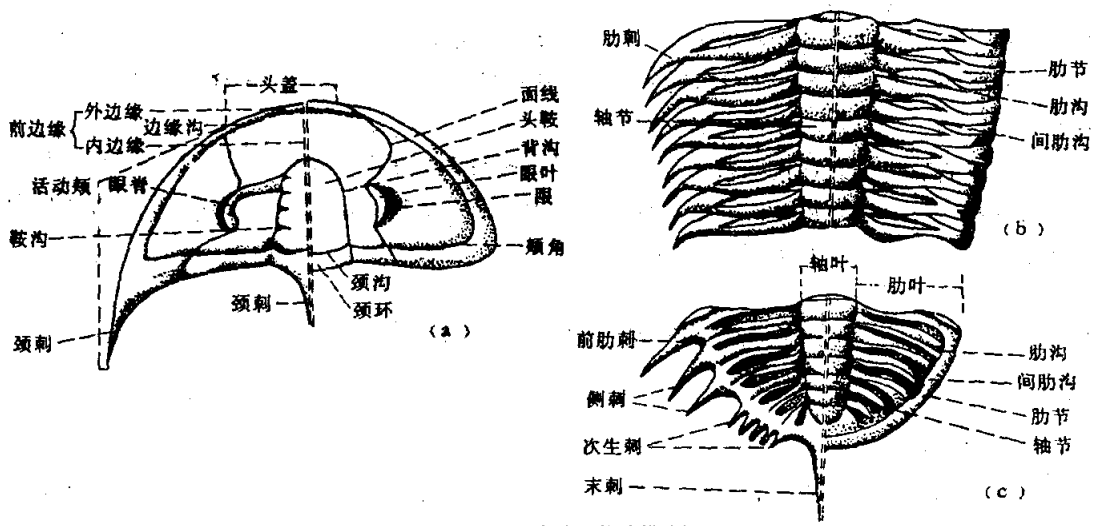


图 4-22　三叶虫背甲构造模式图

(转引自武汉地质学院古生物教研室,1983,简化)

(a)头甲;(b)胸甲;(c)尾甲

的夹角称为颊角,它可向后伸长成颊刺(图 4-22(a))。

大部分三叶虫的头甲背面被一对面线(缝隙)所切穿,推测三叶虫蜕壳时,虫体沿裂开的面线蜕出。面线将颊部分为固定颊与活动颊,固定颊与头鞍紧密相连,常一起保存,称为头盖。活动颊系面线外部的颊面,常分散脱离,单独保存为化石。在面线中部,固定颊外缘有一对半圆形突起称为眼叶,对眼起支持作用,其形状、大小及距头鞍的相对位置,在分类上十分重要。眼叶前端可具一条凸起脊线与头鞍前侧角相连,称眼脊(图 4-22(a))。面线中段从眼与眼叶之间穿过,位于眼叶前端的部分称为面线前支,后端的部分称为面线后支。根据面线后支延伸方向,可将三叶虫面线分为四种类型,见图 4-23。

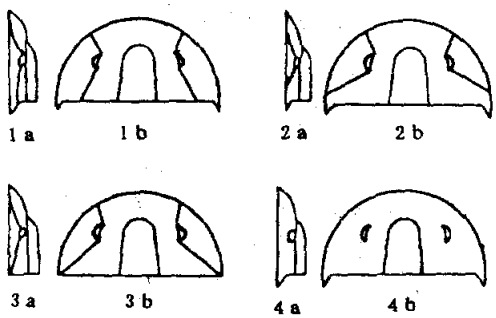


图 4-23　三叶虫面线类型

(转引自何心一等,1987)

a.侧视图;b.正视图

1.后颊类面线;2.前颊类面线;

3.角颊类面线;4.边缘式面线,

(2)胸甲:由若干形状相似、相互衔接并可活动的胸节组成(图 4-22(b))。胸节数目最少 2 节,最多 40 节。每一胸节上都有一对背沟,分胸节为中央的轴节和两侧的肋节。各肋节之间为间肋沟所分隔,每个肋节上有肋沟。肋节末端钝圆,或延长成刺。

(3)尾甲:多呈半圆形或近三角形,由若干体节愈合而成,少则 1 节,多达 30 节。尾甲肋节有时部分愈合,因而其数较轴节少。肋沟较间肋沟深而宽。尾甲的边缘宽度因属而异,有时具有各种尾刺(图 4-22(c))。

三、三叶虫的生态及地史分布

三叶虫全为海生,大部分三叶虫的习性为浅海底栖爬行或半游泳生活,另一些可在远洋

中游泳或漂游。底栖三叶虫身体扁平，有的三叶虫可钻入泥沙生活，其头部结构坚硬，前缘形似扁铲，便于挖掘。有的头甲愈合，肋刺发育，尾小，具尖末刺，用以在泥沙中推进。另外，适于在松软或淤泥海底爬行生活的类型，其肋刺和尾刺均很发育，使身体不易陷入泥中。营漂浮生活的类型，往往身体长满长刺。

三叶虫始现于早寒武世，寒武纪最为繁盛，地层意义最大。奥陶世仍较繁盛，但由于头足类和笔石兴起，三叶虫在海洋中不再是居统治地位的生物。志留纪至二叠纪，三叶虫的繁衍急剧衰退，只留下少数类别，至二叠纪末绝灭。

第五节　腕足动物门（Brachiopoda）

一、概　述

腕足动物是海生底栖、单体（无群体）群居、具真体腔、不分节而两侧对称的无脊椎动物。体外披着两瓣大小不等的壳，壳质主要为钙质或几丁磷灰质。腕足动物是滤食性生物，其摄食器官是纤毛腕。

腕足动物现存约有 100 属 300 余种，但在地史时期曾相当繁盛，据统计，已描述的有近 3 500 属，种数估计超过 33 000 种。腕足动物化石在确定地质时代方面有重要意义。

二、腕足动物基本特征

（一）壳体外形及定向

1. 壳体定向及度量

壳体是由大小不等的两瓣壳组成，一般茎孔所在的壳较大，为腹壳，另一较小的称背壳。最早分泌的硬体部分成鸟喙状称壳喙。壳喙的一方为后方，喙旁边缘称后缘。相对的一方为前方，其边缘称前缘。把壳体分割为左右对称两部分的假想平面为对称面（图 4-24）。腕足类的度量包括壳长、壳宽、壳厚（图 4-24）。

2. 壳的外形

腕足动物壳体的形态主要通过正视和侧视来观察描述。

（1）正视：从腹壳或背壳方向观察壳体轮廓（背视或腹视）：常见的有圆形、长卵形、横椭圆形、三角形、五角形、方形等。

（2）侧视：从侧缘方向观察壳体凸度，依据两壳凸凹程度，一般可分为双凸、平凸、凹凸、凸凹和双曲等五种。两壳都凸为双凸；幼年期背壳凹而腹壳凸，成年期在壳体前部变为背壳凸而腹壳凹，称双曲。其他侧视术语，前一字指背壳，后一字指腹壳（图 4-24）。

（二）壳体基本构造

腕足动物腹壳和背壳后端均具壳喙，一般腹喙较明显，或尖耸或弯曲。壳后缘两壳铰合处叫铰合线，或长或短，或直或曲。铰合线两端为主端，或圆或方，或尖伸作翼状。喙向两侧伸至主端的壳面称壳肩，壳肩与铰合线包围的三角形壳面叫基面，腹壳和背壳都有基面，但通常腹基面较发育。喙下基面上常有的圆形或椭圆形孔为茎孔，为软体肉茎伸出之处。茎孔有时位于腹喙上。有些腕足动物由于肉茎在成年期退化而无茎孔。基面中央呈三角形的孔洞称三角孔（图 4-24，1b），在背壳的称背三角孔。三角孔有时部分（留出茎孔）或全部被覆盖，覆盖物有两种，单个三角形板叫三角板，两块胶合或分离的板叫三角双板。

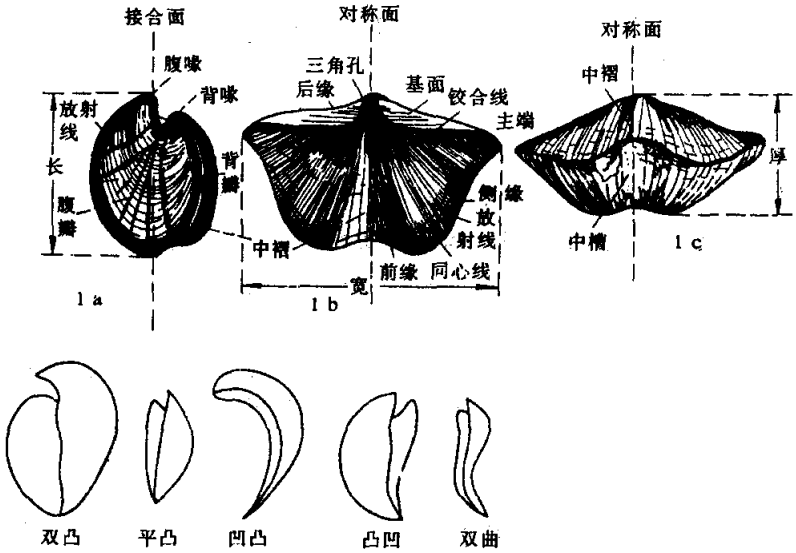


图 4-24 腕足动物的定向和硬体外部构造（转引自何心一等，1987，合并）

1. *Cyrtospirifer*，1a. 侧视；1b. 背视；1c. 前视，约×1；下面五个图为侧视（左侧为背，右侧为腹）

腕足动物的铰合构造由铰齿与铰窝组成，与双壳类不同的是腕足动物铰合构造的齿均在腹壳，而齿窝则在背壳。

除一部分腕足动物壳面光滑无饰外，大多具同心状或放射状壳饰。根据壳饰粗细，同心饰可分为同心纹、同心线、同心层和成波状起伏的同心皱；放射状饰有放射纹、放射线和放射褶。有时同心饰与放射饰交会成网格状。有些腕足动物也可有刺、瘤等壳饰（图 4-25）。

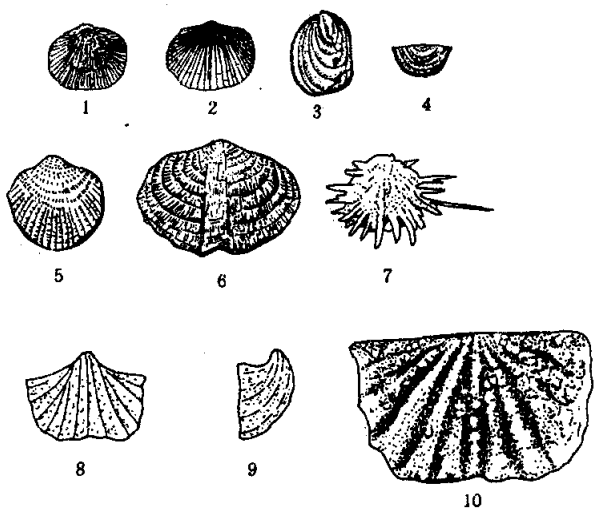


图 4-25 腕足动物壳饰的各种类型

（转引自何心一等，1993）

1. 放射纹；2. 放射线；3. 放射褶；
4. 同心皱；5. 同心层；6. 壳刺同心状排列；
7. 壳针排列不规则；8～10. 放射状排列的壳刺

三、腕足动物生态及地史分布

现代腕足动物一般生活在近 35‰的正常盐度、避光、安定的环境中，少数种类能忍受不正常的盐度。它们在各种水深处均能生存，但在水深 200 m 左右地段现生种类最多。古生代的腕足类大多数生活在温暖、盐度正常的浅海环境中，但中生代以来发现它们与某些深水生物共生。

腕足动物始现于早寒武世，经历奥陶纪、泥盆纪和石炭纪至二叠纪三大繁盛期之后，在二叠纪末繁衍急剧衰退。进入中生代，虽然还有一些类别数量较多，但已明显进入衰退期。至新生代，腕足动物面貌已接近现代。

第六节　半索动物门笔石纲(Hemichordata Graptolithina)

一、概　述

半索动物的最主要特征是口腔背面向前伸出一条短盲管，称口索，这是半索动物所特有的。有人认为口索是最初出现的脊索，有人则认为它是相当于未来的脑垂体前叶。半索动物曾作为一个亚门，归属于脊索动物门，但基于它具有腹神经索及开管式循环，肛门位于身体最后端，而且口索很可能是一种内分泌器官，目前多数学者把半索动物作为一个独立的门。

笔石纲是半索动物门的一个纲，已绝灭，是一种海生个体小的群体动物。化石常因升馏作用而保存为碳质薄膜，在岩层上似象形文字，故称笔石。

二、笔石纲的基本构造

(1) 胎管（图 4-26)：这是第一个个体所分泌的圆锥形外壳，是笔石体生产发育的始部。胎管由基胎管和亚胎管组成。在亚胎管一侧由管壁中生出一条直的胎管刺；另一侧常因胎管口缘延伸形成口刺；在基胎管尖端反口方向伸出一条纤细的线状管，称为线管。正笔石目的有轴笔石亚目，其线管硬化，称为中轴。

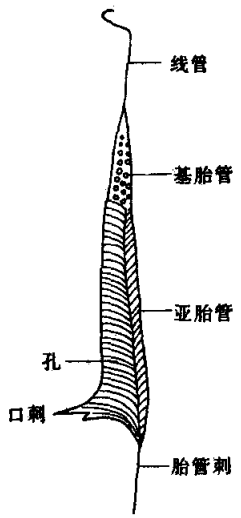


图 4-26　正笔石目笔石胎管的构造
(转引自武汉地质学院古生物教研室，1983)

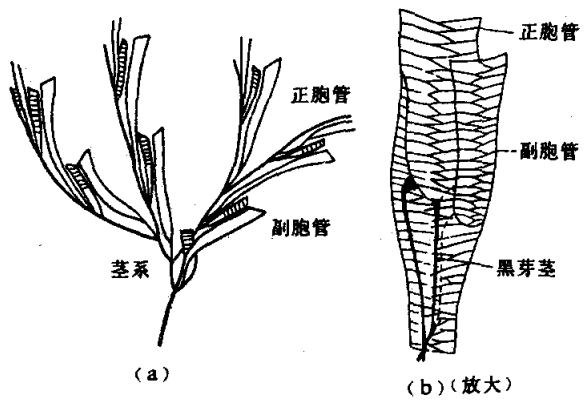


图 4-27　树形笔石目的两种胞管和茎系
(转引自何心一等，1993)

(2) 胞管：第一个胞管由胎管侧面的一个小孔出芽生出。树形笔石目有两种类型的胞管，较大的正胞管和较小的副胞管。正胞管和副胞管是由茎系连接在一起的，而茎系是由硬化变黑的芽茎串连而成的（图 4-27)。芽茎出芽长出正胞管、副胞管和新的芽茎，如此相继不断形成多分枝的树形笔石类。正笔石目只有正胞管，但胞管形态多种多样，可分为十种类型（图 4-28)。

(3) 笔石枝（图 4-29)：成列的胞管构成笔石枝。胞管所在的一侧为腹侧，与之相反的一

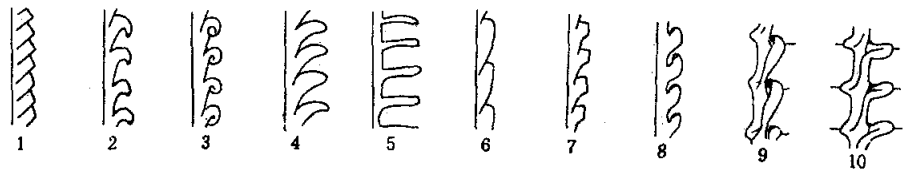


图 4-28　正笔石目胞管的不同类型（综合）

（转引自武汉地质学院古生物教研室，1983）

1. 均分笔石式，直管状；2. 单笔石式，胞管外弯，呈钩状；3. 卷笔石式，胞管向外弯曲，呈球状；4. 半耙笔石式，胞管向外扩展，大部孤立，呈三角形；5. 耙笔石式，呈耙形；6. 纤笔石式，胞管腹缘呈波状曲折；7. 栅笔石式，胞管强烈内折，具方形口穴；8. 叉笔石式，胞管口部向内转曲；9. 瘤笔石式，形成背褶，口部内转，腹褶弱；10. 中国笔石式，形成背褶及柱状腹褶

侧为背侧。笔石枝靠近胎管的部分称为始端，胞管不再增长的一端为末端。正笔石在笔石枝的背部有连通各个胞管的共通管（沟）。每个胞管靠近共通管一边为背，另一边为腹。相邻两胞管间常有重叠，但重叠的程度各类笔石不一。

正笔石目的笔石枝生长方向各有不同，以胎管尖端向上，口部向下为基准，可分为以下几种形式：下垂式、下斜式、下曲式、平伸式、上斜式和上曲式（图 4-30）。凡下垂式、下斜式、下曲式的笔石体，笔石枝彼此以腹侧相向；凡上斜式和上曲式，则以背侧相向。数列胞管沿中轴攀合，称为上攀式。笔石枝上胞管的排列可分为单列式、双列式和四列式，个别还有三列式。

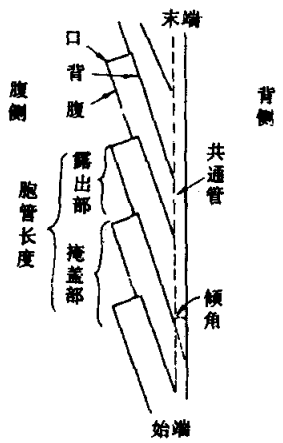


图 4-29　正笔石目笔石枝构造

（转引自何心一等，1987）

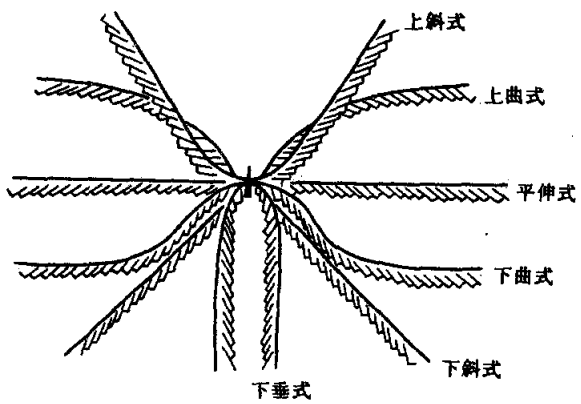


图 4-30　笔石枝生长方向的综合表示

（转引自何心一等，1993）

（4）笔石体和笔石簇：由笔石枝构成笔石体。正笔石目的一个笔石体少则一枝，多则可达数十枝。树形笔石目的笔石体分枝复杂，常呈树枝状、网状或羽状。许多笔石体聚在一个浮胞上，以中轴相连形成综合体，称为笔石簇（图 4-31）。

三、笔石的生态及地史分布

除了树形笔石目大部分类别的习性是固着生活外，其他各类笔石的习性大都是浮游生活。笔石类化石可以保存在各种沉积岩中，但最主要还是保存在页岩中，尤其黑色页岩，往往含大量笔石。笔石动物可以生活在从滨海到陆棚边缘以及陆棚斜坡等海域。

笔石动物始现于中寒武世；在晚寒武世生活的主要是树形笔石类；奥陶纪正笔石类极为繁盛，志留纪开始衰退，早泥盆世末正笔石目绝灭；树形笔石目的少数分子延续到早石炭世就全部绝灭了。

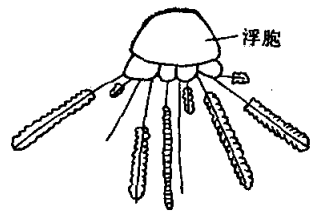


图 4-31　一个笔石簇
（转引自武汉地质学院古生物教研室，1983）