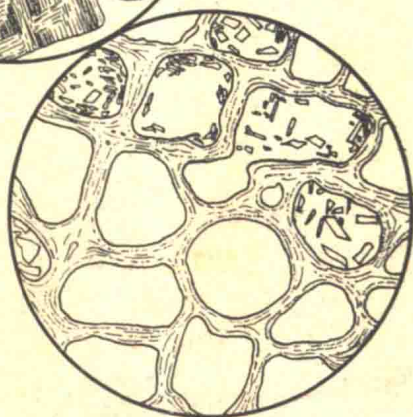
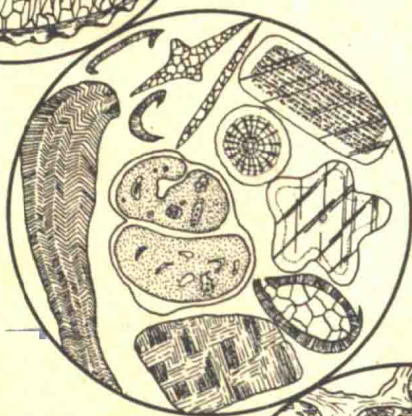
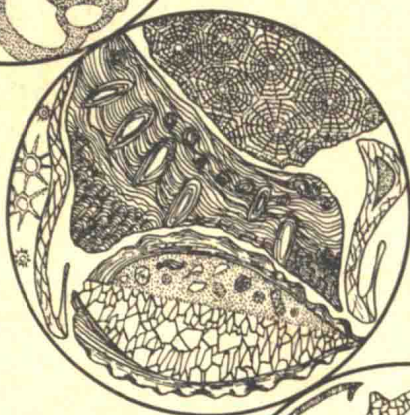
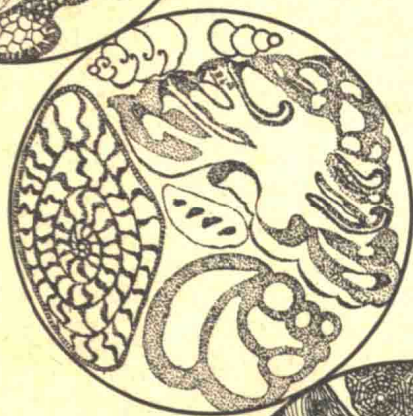


3

化石岩石学 图版



石油勘探开发科学研究院
组 印



主编单位 中国科学院地质研究所（沉积室）

参加单位 煤炭科学院地质勘探研究所（地质室）

四川石油局地质勘探开发研究院（勘探室）

贵州省地质局108地质队（化验室）

石油部广西石油勘探指挥部（化验室）

主审单位

中国科学院地质古生物研究所

1981年4月

前 言

本图版为中国科学院地质研究所沉积室主编的《化石岩石学》一书所附图版。为满足科研、教学和生产单位的迫切需要,故由石油部石油勘探开发研究院负责提前内部印刷出版,以供沉积岩、沉积矿床、古生物、无脊椎动物和生物组织学专业的研究人员、鉴定人员、教师和学生参考。

图版共有73版,图片583张。每个图版对面有详尽的古生物学和岩石学描述,使读者不仅能认识生物化石种类,而且能了解其矿物组成和显微结构构造类型。图版前附有《沉积岩薄片生物碎片鉴定方法》一文,使读者能了解鉴定的原理、标志和方法。文中附有各门类生物化石的矿物组成、显微结构、显微构造和构造形态等四张图表,以便读者查对。图版后附有《岩石薄片无脊椎动物化石碎片鉴定》一书中所刊的各门类生物化石剖视图7版16张,以帮助读者建立立体概念。

选用标本和图片,我们尽量注意种类的多样性,时代的普遍性和地区的广泛性。对常见类型避免重复,对少见的类型精心收集,以求图片类型尽量齐全。其中也有较罕见的刺毛虫、角苔藓虫、箭石、蟹和鲎等。除多数为化石图片外,也有不少现代的腔肠、软体和节肢等动物图片。全国绝大多数省市,除黑龙江、河南、福建和台湾四省外均有图片选入。在壳质上,除常见的钙质和磷质壳外,还增加不少硅质壳(如放射虫)和有机质壳(如叶肢介和浴海绵)。对同一类型图片,我们也注意其不同的部位、方向和放大倍数。我们尽量采用先进的切、磨片技术和摄、印技术。选用图片要求表达清晰,内容丰富,代表性强,说明问题。

《化石岩石学》图版积累工作从1972年就开始了,但主要工作是在1979至1980年间进行的。参加编图版的单位和人员有中国科学院地质研究所代永定、李菊英、蒋协光(已调离)、侯奎,煤炭科学院地质勘探研究所王家珍,四川石油地质勘探开发研究院张荫本、付瑜,贵州省地质局108队冯儒林,广西石油勘探指挥部陈延成。参加编书的还有地质古生物研究所杨万蓉、陈金华,石油勘探开发研究院陈丽华、周文宝等。图版中多数图片已经地质古生物研究所杨敬之、穆恩之等有关专家初步审阅。所用薄片大多由国家地震局地质研究所苏之臻磨制,所用图片大多由中国科学院地质所桂文立、张亚光摄制。封面封底由张荫本设计。稿件和校样由代永定、王家珍定稿和校阅。

本项工作是在叶连俊先生和孙枢同志指导下进行的。杨敬之、袁耀庭、吴崇筠、刘宪亨等先生和范嘉松同志经常给予耐心的指导和帮助。在编制过程中,中国科学院五局赵生才,中国科学院地质研究所易善锋、张洪波、肖谷初、王连城、沙庆安、郭师曾、吴浩若、王尧、潘正甫,国家地震局地质研究所高文学、俞建新,地质古生物研究所俞昌民、唐天福、曹瑞骥、穆西南、王玉净、邓占球、董得源、陆麟黄、刘第镛、穆道成、余汶、陈楚震、朱兆玲,古脊椎与古人类研究所赵资奎、刘时藩,煤炭科学院地质勘探研究所杨锡禄、潘随贤、四川石油研究院吴葆菁、陈季高,贵州省地质局108地质队陈文一,广西石油勘探指挥部魏宜贤、何正,石油部石油勘探开发研究院白振铎、应凤祥,地质科学院地质所项礼文、邢裕盛、宋天锐,成都地质学院曾允孚、王正瑛,武汉

目 录

一. 前言

- 二. 沉积岩薄片生物化石碎片鉴定..... (1)
 附生物硬体矿物组成、钙质结构、显微构造和构造形态等标志类型分布图 (19)

三. 《化石岩石学》图版及其说明

说明.....	(23)
壳(骨)质矿物组成和显微结构类型.....	(26)
原生动物.....	(32)
海绵动物.....	(48)
古杯动物.....	(54)
腔肠动物.....	(58)
苔藓动物.....	(76)
腕足动物.....	(84)
软体动物.....	(90)
环节动物.....	(106)
节肢动物.....	(108)
棘皮动物.....	(116)
脊索动物.....	(122)
藻类植物.....	(134)
孢粉、木化石等.....	(162)
藻层构造.....	(166)
附各门类生物化石显微结构剖视图.....	(172)

四. 编后记

- 封面生物化石碎片组合素描; 组印单位
封二 编制、审查单位
封三 《化石岩石学》目录
封四 各种生物化石显微结构构造素描

二、沉积岩薄片生物化石碎片鉴定

一、意义

确定沉积岩的成因及其沉积环境是沉积岩研究的基本理论问题,也是确定其中所含矿产远景的基本方法。沉积环境的确定主要依靠岩性、古生物和地球化学标志。沉积岩,特别是碳酸岩中,经常含有许多生物化石碎片组份。它们的组合和生态是最灵敏的沉积环境指标。它们即使经过搬运,亦不会太远。可以通过其生态和磨损程度,从其生长环境推断其沉积环境。我国东部地区,从黑龙江一直到云南,过去认为是陆相的第三纪地层中,广泛发现钙质有孔虫、苔藓虫、腕足类、棘皮、海相介形虫与鱼类化石及其碎片,从而确定其中有海相和海陆交互相沉积环境广泛存在。

在地下矿产勘探开发过程中,岩心横截面积小,取得又少,主要依靠岩屑鉴定。岩屑面积更小,直径小于5毫米,其中大而完整的化石根本看不到,只有依靠生物碎片和微体古生物来确定井下岩层的层位和岩相。

构成礁滩相的生物(屑)碳酸岩,因生物化石内含有大量原始孔隙,堆积松散,在成岩后生过程中既不压实,又未完全充填,因而孔隙率、渗透率较高,成为矿液渗滤、交代和储存的场所,形成许多巨大的层控矿床。礁滩相碳酸岩储集的油气田在全世界油气总储量中占有很重要的地位。我国任丘震旦亚界雾迷山组藻葡萄纯云岩、威远震旦系灯影组藻葡萄和藻豆云岩、泸州二迭系阳新统亮晶红藻灰岩、建南上二迭统泥晶海绵礁灰岩、泸州下三迭统嘉陵江组介壳灰岩、川中侏罗系大安寨组亮晶瓣鳃灰岩、胜利和大港油田下第三系沙三段泥晶介壳灰岩和藻云岩,以及苏北仪征小河口下第三系泥亮晶蠕虫灰岩等都是很好的储油气碳酸岩,现正作为产层进行开采。对层控矿床越来越多的研究证实,很多矿体是由礁滩相生物(屑)碳酸岩体控制的。因此,要确定礁滩相油气田及其他礁滩相层控矿床的远景,就必须研究储集油气及其他沉积矿质的生物(屑)碳酸岩及其生物组份。

对于作为生油气等矿质母岩的碳酸岩,对于许多以生物(屑)碳酸岩作为围岩的煤、铁、磷和铝等沉积矿床,鉴定碳酸岩中的生物化石碎片及其组合,以研究生物相和沉积环境,是评价这些矿产的重要方法。

此外,许多生物(屑)岩本身就是矿产,如肾状(柱状藻迭层)赤铁矿、柱状藻迭层磷酸岩、硅藻土、迭层灰岩和生物纯灰岩等。

二、鉴定原理

偏光显微镜下薄片矿物鉴定的基本原理是根据矿物光学性质的差异。由于矿物三光性轴折光率大小(原子排列密度在光学性质上的反映)的差异性质,产生了均质体、一轴正、一轴负、二轴正和二轴负五大类。然后再根据折光率大小(偏光镜下薄片中表现为突起正负和高低)及其差异,即双折射率(偏光镜下表现为干涉色)、消光位、延长

方位,以及颜色、晶形、解理和包体等一系列标志特征,加以区别。

生物碎片在偏光显微镜下薄片中的鉴定,主要根据矿物组成、显微结构、显微构造和构造形态等四方面特征。现在的古生物鉴定,腕足类以上的大化石主要根据构造形态区分属种,只有苔藓动物、腔肠动物、原生动物和藻类植物才应用显微构造来划分类型和鉴定属种。应用显微结构的仅限于有孔虫。矿物组成仅仅在鉴别门纲目大类时才应用。

生物硬体是生物软体和外界环境相互矛盾作用的产物。生物从环境中吸取矿物质构成自己的硬体。因此生物硬体矿物组成的演化也反映了沉积圈沉积物质的演化。白云石硬体仅见于最低级的兰藻和红藻。14亿年前河北兴隆震旦亚界杨庄组发现重晶石化白云石筛球状兰藻,曲阳震旦亚界雾迷山组中也发现硅化白云石丝状红藻(?) ,时代都为14亿年前。硅质硬体仅出现于海绵以下的门类,其较进化的海绵骨针在时代为6.4亿年前的陡山沱组地层中已有发现〔注〕。磷质硬体在无脊椎动物中仅发育于高级门类的原始纲目,如磷质软舌螺,它在时代为6亿年前震旦系灯影组顶部也已发现〔注〕。但在脊椎动物中却很发育。有机质硬体不但见于低等门类、节肢动物和植物,而且在一些高级门类的原始类型中也非常发育。它在震旦系中也已发现。低镁方解石经常是古老已灭绝或近乎灭绝纲目类型的硬体矿物组成。

绝大部分无脊椎动物硬体由钙质组成。钙质结构比较复杂,磷质次之,有机质与硅质较简单。生物软体分泌矿物质的胚层类型及其衍生组织,通过有机基质控制钙质显微结构类型。这样软体胚层的演化也就控制了钙质显微结构粒(点)、纤(线)、片(面)的演化。粒状主要为古杯动物以下低等门类生物的钙质结构特征;纤状为腔肠动物的主要特征;片状为苔藓、腕足、环节、软体等动物的主要特征。除软体动物多以交错纹为主外,其余均以叶状为主。单晶、玻纤和珍珠分别代表演化水平较高的棘皮、节肢和软体动物头足类的主要特征。只要掌握这个演化特征,就不会把隐微粒结构的生物化石碎片定为软体动物或腕足类,也不会把叶片结构的生物化石碎片定为原生动物或腔肠动物。

生物硬体显微构造包括颜色、壳层、生长层纹、孔腔排列和穿孔。壳层也存在着演化。古杯动物以下低等生物和棘皮动物基本上属单种结构。有单层,也有双层。腔肠、苔藓和节肢动物多属双种结构,也有单种;多为双层,也有单层、三层。腕足、软体、环节和脊索动物,多为双种结构壳,双层或三层以上。三种结构壳仅见于腕足、软体和脊索动物。生长层纹主要发育于腕足类以上高等门类,及较低等门类的高级纲目。孔腔排列主要发育于藻类、腔肠和苔藓动物,主要呈线形排列,也有呈层状与网格排列。微穿孔(小于10微米)主要发育于原生动物、节肢动物(特别是具玻纤结构的)和脊索动物中。细穿孔主要发育于叶状结构的苔藓、腕足、软体和脊索动物中。粗穿孔发育于海绵、古杯、层孔虫、水螅、棘皮和脊椎动物中。

生物硬体构造形态也存在着演化。低级的原生动物和藻类多为球状;海绵、古杯、层孔虫和水螅多呈块状、管状或树枝状;腔肠和苔藓动物多为群体管状;腕足、单板、多板、瓣鳃类和大部份节肢动物多为板状;棘皮又是以球状为主。单体型管状广泛分布于低等到高等的许多门类。仅较高度演化的有孔虫、腹足类、头足类和多毛纲才有旋卷壳。骨针仅为海绵、四射珊瑚、无板纲、海参和海星等纲所有。根据球、管、板和骨针的形状,管体还可根据其内外附属的横、纵和曲(泡状)板的有无和特征,把它们进一步区分。壳

〔注〕 据唐天福等《地层学杂志》1972年第二期

饰是在硬体演化过程中发育的,是生长层纹在壳面上的反映,有纵向(肋)、横向(褶)与网格纹,以及瘤与棘刺等。壳饰主要发育于腕足类以上的外骨骼和腕足类以下门类演化较高级的类型。

因此,我们只要掌握上述特征的分布和演化规律,就完全有可能区别薄片中五花八门的生物化石碎片。

(注)据唐天福等《地层学杂志》1979年

三 鉴 定 标 志

主要包括矿物组成、显微结构、显微构造和构造形态,现分述之:

(一) 矿物组成:

组成生物硬体的矿物主要为钙碳酸盐、钙磷酸盐、二氧化硅和有机化合物。钙碳酸盐包括白云石、低镁方解石、高镁方解石和文石。现分别叙述之:

白云石:前寒武纪的许多兰藻和红藻,大部份以粘结作用方式生成各种迭层构造,仅少数能分泌矿物质,如时代为14亿年前的河北兴隆杨庄组白云岩硅质条带中的重晶石化白云石质筛球状兰藻和河北曲阳雾迷山组白云岩硅质条带中的硅化白云石质丝状红藻(?)。还有曹端骥同志鉴定的红藻门套管藻科(*Manicosiphoniaceae*),发现于时代为6-7亿年的西南震旦系灯影组白云岩中,亦由白云石组成,呈隐粒结构。这是由当时大气圈、水圈和岩石圈演化特征所决定的白云石地史时期有关。

二氧化硅:硅质组成的生物,如硅金藻、硅藻、硅甲藻、太阳虫、放射虫和硅质海绵骨针等都是最低级的。对于古代的硅质生物研究还较少。唐天福等在宜昌莲沱,时代为6.4亿年前的震旦系陡山沱组泥质白云岩中所夹燧石条带中,发现过硅质海绵骨针(*Protospongia* sp.)。因此,可以肯定,在前寒武系更老的地层中能够找到更低级的硅质生物化石,其种属和数量应比现代更为丰富多样,这样才能符合元古代富硅地史时期大量硅岩的发育。

钙磷酸盐:在无脊椎动物中它们仅见于高等门类的低级纲目,如腕足类的无铰纲、软体动物的软舌螺纲、环节动物的多毛纲、节肢动物的三叶虫纲、甲壳纲和肢口纲。唐天福等同志在湖北宜昌的黄洞滩、虎井滩两地灯影组白云岩顶部发现过磷质软舌螺,如园管螺(*Circotheca*)、直管螺(*Orthatheca*)、小软舌螺(*Hyolithellus*)。磷质壳在寒武纪大量发育,但到奥陶纪以后就逐渐衰落。这与震旦、寒武纪富磷的地史时期基本一致。当然,磷质硬体的形成和发育时期应比磷质开始富集成矿的时间为晚。脊索动物中的牙索动物(牙形刺),在早寒武世也已发现。由于它们已转化为内骨骼,获得高级的生理分泌方式,因而不受环境影响而继续向前发展。从早奥陶世就出现脊椎动物。

有机质:由于磷酸盐的催化和保护,才能形成不溶于碳酸的有机质,如几丁质壳。所以几丁质壳层常可磷酸盐化,并与磷质壳层交替互层,密切共生。也由于有机质的催化和保护,方解石才能沉淀下去,而不被富碳酸的海水溶蚀掉。因此,几丁质壳层也可以钙化,并与低镁方解石壳层交替互层。但磷质壳层从不与钙质壳层共生。根据唐天福等资料,在宜昌莲沱震旦系陡山沱组黑色页岩中发现过网孔几丁虫(*Sagehaporella-chitinaogen. nov.*)。国外也有人认为前寒武系中有假几丁质壳有孔虫。几丁质壳不但

见于低等门类和节肢动物，在一些高等门类的原始类型，如栉口目苔藓虫、无铰纲腕足类和多毛纲蠕虫等，也非常发育。有机质硬体还有海绵硬胚组成的浴海绵，角胚组成的脊椎动物爪、角、盾、羽毛和头发，纤维素和果胶组成的藻类细胞壁，纤维素组成的木质纤维等。

低镁方解石：主要发育于兰藻、管孔藻类红藻、鞭毛藻、钟纤虫、大多数有孔虫、古杯、海绵、层孔虫、床板珊瑚、四射珊瑚、苔藓虫、有铰腕足类、节石类、多毛类，以及节肢动物的三叶虫和甲壳类。其中不少已绝灭或将近绝灭。轮藻藏卵器、爬行类较高级类型和鸟类蛋壳的低镁方解石可能与陆生有关。轮藻藏卵器壳出现于晚志留世，方解石蛋壳出现于爬行类较高级类型发生的三迭纪，可能与造陆运动使这些生物完全脱离海生环境，转变为陆生有关。

高镁方解石：主要发育于珊瑚藻、棘皮动物、八射珊瑚和粟米虫等有孔虫中，其发生时间较同门类的低镁方解石为晚。

文石：广泛发育于绿藻、绝大部分软体动物，以及水螅、六射珊瑚、裸松藻科红藻、大多数龙介类和某些有孔虫等。文石壳生成一般较同类型其他壳质为晚，但在现代海洋生物中广泛发育。

（二）显微结构特征：

按生物矿物晶体的形状、大小、排列方向及其相互关系，可将钙壳分为粒状、纤状、片状和柱状四类，现分述之：

（1）粒状结构：由三向大致等轴的方解石（或文石）几何体组成。主要为古杯动物以下低等生物的结构类型。按成因和颗粒大小分四种：

1. 胶粒结构：由胶结物胶结碎屑颗粒组成。仅分布于兰藻、红藻、钟纤虫、低级有孔虫和多毛纲中。按胶结物质分有机质胶结（如纓鳃虫Sabellarian）和钙质胶结（如筛管虫Ethmonaria）；按被胶结物质分硅质碎屑（如笔管虫Pectinaria）和钙质碎屑（如纓鳃虫）。

2. 隐微粒结构：由小于10微米的均匀颗粒组成，光性方位杂乱。在偏光镜下薄片发暗黑至暗灰色。其中小于1微米的称隐粒，1—10微米的称微粒。由于两者产出相似，故在一起叙述。它主要构成兰藻、红藻（管孔藻与珊瑚藻类）、褐藻、金藻、甲藻、古杯、大部份原生动物和某些海绵的硬体。

3. 晶粒结构：由大于10微米的均匀方解石颗粒组成，光性方位杂乱，在偏光镜下薄片透亮。除海绵体壁和骨针外，其他显然都由各种结构的文石壳转化而来。

4. 单晶结构：由差不多等方位排列的隐粒组成，在偏光镜下整个骨片呈一致消光或双晶消光，有时解理纹发育。为棘皮动物硬体特征。在扫描电镜下呈贝壳状断口，显示单一晶体。隐口目苔藓虫的虫室壁在薄片中也呈单晶结构，但在扫描电镜下呈细微粒状。某些软体动物、有孔虫、海绵（骨针）的个别科属和某些有铰腕足类匙形台内层也呈单晶结构，其成因为原生还是次生，还有待于进一步探讨。

（2）纤状结构：由平行或放射排列，单向延长的方解石（或文石）晶体组成，纤体宽小于5—10微米。其光性C轴与纤体延向一致，为腔肠动物、节肢动物和轮藻藏卵器的主要特征。在苔藓、腕足、软体和环节动物（多毛类）多分布于外层。按晶体大小和形状可分层纤、柱层纤、柱纤、球纤和玻纤五种。

1.层纤：纤体从隐微粒基面生长，主要发育于层孔虫、横板和四射珊瑚、介形虫、泡口目苔藓虫和鱼耳石中。由于生长的周期性间歇，常产生层状构造。若只有一层，界限不清，纤体垂直基面生长，则亦可称为正纤。

2.柱纤：纤体从隐微粒基线向上向外生长，多呈束状或喷泉状，横切面显十字消光，纵切面显直线摆动消光。主要发育于轮藻藏卵器、水螅、层孔虫、六射珊瑚、八射珊瑚和鱼耳石中。

3.球纤：纤体从隐微粒基点向周围辐射生长，在任何切面中均显十字消光。但薄片中所见多为锥球纤，即球纤的一部份。主要见于某些水螅和蛋壳乳突，为文石质。也见于某些藻类。藻鲕亦呈此结构。

4.柱层纤：纤体先由隐微粒水平基线向四周辐射，构成柱纤结构，再由柱纤平行排列成层，并向外生长层纤，构成柱层纤。它仅分布于软体动物（单板、多板、腹足、掘足、办鳃和头足等纲）外层、腹足类口盖、鱼耳石和轮藻藏卵器中。

5.玻纤：由小于1微米的纤体垂直壳面平行或放射排列而成。为节肢动物的特征。轮虫目等有孔虫、光壳节石目、异足目和腹足目、似栗蛤超科和某些贻贝超科外层等也呈此结构。

（3）片状结构：由近乎平行的方解石（或文石）片，以各种方式迭积而成。常见于苔藓、腕足、软体和环节（龙介）动物硬体中。按迭积方式分叶状、交错纹和珍珠三种。

1.叶状：由方解石（或文石）叶层迭积而成。光性C轴包含于叶层纹中，方位不定。单偏光下叶纹面与切面垂直，特别与下偏光垂直时色暗；叶纹面与切面平行时则色浅透亮。在正交偏光下，仅在垂直切面上可出现波状消光。常见于苔藓、腕足动物和龙介类栖管，以及竹节石目、牡蛎超目和扇贝超目中。叶层厚0.5—5微米，可由纤体、纤柱、片条或园片组成。大部份苔藓虫和腕足类为由纤体或纤柱组成的叶层，纤宽0.5—5微米，称叶纤结构。扭月贝目腕足类和大部份窄唇纲苔藓虫由小片条组成叶层，片厚0.5—1微米左右，称叶片结构。叶层纹大部份平行壳面分布，但也有倾斜和交错的。牡蛎和扇贝两超科常具交错叶片结构特征。

2.交错纹：纹厚4—40微米，由小于1微米的文石小片迭积而成。光性C轴包含于小片中，但方位不定。同一纹中小片光性方位一致，因而以纹作为消光单位。两相邻纹的小片倾斜方向相反，消光位不一致；两相隔纹的小片排列方向相同，消光位一致。交错纹仅见于多板、软舌螺、腹足、掘足和瓣鳃等类软体动物中。纹的小片可由纤体、片条和园片组成。如笋锥螺的纹由纤体组成、可称纹纤结构；砗磲（瓣鳃类）的纹由片条组成，可称纹片结构。它们在扫描电镜下特别清晰。按纹与壳体的相对排列方向，可分平行（弦向）、倾斜和垂直（径向）三种。还有一种复杂交错纹，纹体块状、不规则，组成同一纹的小片（纤）排列方向亦不一致。

3.珍珠：由文石的园形或六边形小片迭积而成。小片厚约0.3—1微米，宽5—10微米。其光性C轴垂直小片，而与其他片状结构不同。珍珠层为头足类的主要特征，在某些瓣鳃类和腹足类的内层也可见到，为片状结构中最高级。

（4）柱状结构：方解石（文石）柱宽5微米以上，断面呈多边形，柱体C轴方位不定。常见于某些腕足类内层，其外有正纤、叶纤或叶片层；也见于瓣鳃类和腹足类的

外层,其内有珍珠层、交错纹层等。柱状结构在腕足类的五房贝目、一部份石燕贝目、瓣鳃类翼形亚纲的迭瓦蛤科、江瑶科,以及腹足类的骨螺科等壳层中表现得最清楚。腕足类和软体动物的肌泌层主要也由柱状结构组成。柱状结构可能由纤状结构演化而来,也可能由叶状结构退化而来。

除钙质硬体外,其他矿质硬体也显示结构类型。磷质可按磷灰石形状、大小和排列,分为隐微粒结构、玻纤结构、正纤结构和叶纤结构四种。隐微粒结构见于原始的磷质硬体,牙形石中间的白质亦为此结构。正纤结构见于大多数无脊椎动物磷质硬体,如无铰纲、软舌螺纲、三叶虫纲、肢口纲和牙形石,以及构成牙齿主体和鳞片夹层的齿质。其纤体垂直边缘排列,纤宽大于1微米,常有层状构造,可称层纤。玻纤结构见于牙齿表面的釉质层和硬鳞表面的闪光质层。其磷灰质纤体宽度一般小于1微米,垂直边缘排列,波状消光显著。叶纤结构主要发育于骨头、甲片和磷片中,牙齿和角中也有。其磷灰石纤体平行边缘排列,构成骨质。磷灰石硬体的点、纤、面演化也是存在的。

硅质硬体只有结晶程度和晶格的变化。可分隐粒蛋白石、隐微粒玉髓、球纤玉髓(负玉髓)、球纤石英(正玉髓)和晶粒石英五种。它们主要是由成岩后生作用形成,受成岩后生变化条件控制,而不是受硅质硬体的演化所控制。有机质硬体的结构类型还不清楚,但仍可按有机质的分子构型和颜色加以划分。

(三) 显微构造:

一般指在偏光显微镜下薄片中可以观察到的硬体构造,包括颜色、壳层、生长层纹、孔隙排列和穿孔等。

(1)颜色:一般生物化石碎片在偏光镜下薄片无色透明,仅某些类型含色素较多而显颜色。

棕色:最常见。有机质硬体颜色由棕黄变棕、红棕、到黑,代表有机质的沉积后期演化,在植物的木质和孢子,以及节肢动物中表现得相当清楚。三叶虫纲、甲壳纲和轮虫目等的玻纤层,软体动物的珍珠层、棘皮动物的单晶结构层等都含有机质较高,又不易演化变质,故往往带浅棕色。大多数磷质硬体,包括无铰纲腕足类、软舌螺纲、节肢动物、牙形石和脊椎动物硬体(包括大多数蛋壳)多呈或浅或深的棕色,甚至棕红色。

浅红色:甲壳纲十足目(蟹虾等)硬壳含蟹红素等,在镜下薄片显棕色,有时发红。窗格苔藓虫科呈特征的浅红色,珍珠贝切厚时也显浅红。

金黄色:红珊瑚含碘,肉眼下呈紫红或酱红,在薄片显金黄。

绿色:肉眼下为黑色的食火鸡和鹑鹑蛋壳外层,在薄片显绿色。肉眼下为深绿色的鲍科,在薄片薄时无色,厚时才显浅绿颜色。

颜色受薄片厚度很大影响,厚则色深,浅则色浅。

(2)壳层:由于结构和组成的变化、生长过程中的间断和速度突然变化,产生了壳层。古杯动物以下低等门类(除较高级有孔虫外)和棘皮动物为单种结构硬体,多为单层,也有双层。腔肠、苔藓、腕足和大多数软体、节肢动物属双种结构硬体,也有单种,多为双层,也有三层。三种结构硬体仅见于腹足、掘足、瓣鳃、头足等纲软体动物和某些有铰腕足类中,壳层在三层以上。双矿物硬体除存在于腹足、瓣鳃、头足、苔藓外,还存在于节肢、环节等门类。肌泌层仅见于腕足类和多板、腹足、掘足、瓣鳃等纲软体动物中,主要呈柱状结构,或交错纹结构。其分布一般从内壳面以很小角度斜向后部,愈来愈

薄，以至消失。

(3) 生长层纹：其形成受生物骨骼生长机理的控制。垂直生长方向的横向纹通常代表硬体生长周期性，包括生长速度和成份、结构的变化。这种周期性往往反映地球、日月等天体运动和变化的周期，因而成为生物地球物理的研究对象。纵向纹通常代表生长单位之间的界线。生长层纹往往发育于硬体厚、演化程度高的腕足以上门类和低等门类较高级者，如轮藻、有孔虫、四射珊瑚等。

(4) 孔隙排列：孔隙为软体存在或水流循环的空间，也有的为了减轻壳体的重量。孔隙排列方向往往反映软体分布或生长的方向。按其分布方式可分为线状（纵）、层状（水平）、网格状和不规则状四种。线状排列比较普遍。其中裸松藻类红藻、褐藻、绿藻的线状排列中央腔作水流循环之用。苔藓虫和珊瑚的虫室、有孔虫房室和头足类气室为软体过去或现在的居所。气室还有减轻重量的功能。脊椎动物髓孔兼有营养循环和减轻重量的功能。层状排列主要发育于层孔虫、水螅、泡孔目苔藓虫，反映了软体的逐层生长。网格排列兼有线状排列与层状排列。主要发育在红藻（管孔藻、珊瑚藻科）、古杯、腔肠动物和泡孔、变口、隐口等目苔藓虫中。此外，瓣鳃类的厚壳蛤和有孔虫的园笠虫、蛭和栗米虫等壳体也发育了网格空腔。不规则空腔主要分布于牡蛎超目壳体，有的呈层孔状（牡蛎科），有的呈细胞状（卷咀蛎科）。多毛类的龙介栖管两侧玻纤壳层中也有另星分布的孔泡。

(5) 穿孔：硬体穿孔大多作水流循环、营养或呼吸之用，也有用作软体居留之所。按大小可分隐孔（小于1微米）、微孔（1—10微米）、细孔（10—100微米）、粗孔（0.1—1毫米）。粗孔再分规则与不规则两种。

微孔主要分布于硅藻和放射虫壳，环口和变口目苔藓虫（连孔），有玻纤结构的有孔虫、三叶虫和甲壳纲壳，以及脊椎动物骨头（骨细胞腔、骨小管）、牙齿（牙小管）。细孔主要分布于叶状结构壳中，包括变口目苔藓虫的刺孔，隐口目苔藓虫的毛细管孔，唇口目苔藓虫的壶孔，腕足类的疹孔与假疹孔，竹节石类的放射孔，以及某些瓣鳃类（牡蛎和扇贝超科）穿孔。其中苔藓虫这些孔和腕足类疹孔引起叶片向上弯曲；只有假疹孔引起叶片向内、向前弯曲；牡蛎和扇贝两超目细穿孔对壳层没有影响。细穿孔还包括裸松藻类与松藻类的丝体孔、一部份粗枝藻科（如蠕孔藻）的侧枝孔，海参骨针（片）和海胆骨板穿孔，以及骨头中的骨管孔和交通管孔。粗穿孔中规则的有粗枝藻科的侧枝孔，绵形水螅类的螺旋孔，千孔螅和柱星螅的腹孔与指孔，古杯的内外壁孔，海林檎萼板的单、双孔，以及海百合茎孔。不规则的主要是海绵的水管孔、层孔虫的柱廊和骨头的髓孔。它们在薄片常呈脑纹状构造。

(四) 硬体构造形态：

硬体构造形态是生物适应环境的一种生态反映。如球状为低级浮游或低栖游泳生物的主要构造形态；而群体管状为底栖固着生物的主要构造形态。瓣鳃类中厚壳者，如砗磲、厚壳蛤，底栖固着造礁；薄壳者，如扇贝营游泳生活。腹足类中底栖不活动者壳饰发育，活动者壳饰就不发育了。长身贝类（腕足类）棘刺发育是为了适应淤泥底质，不致被淤泥淹没；海胆棘刺却为防护和移动。硬体构造形态主要包括形状、大小、壳饰和附属构造等。

(1) 形状：分球（块）状、骨针状、群体管状（复管）、单管状（单管）和板状

五大类。

1.球(块)状:球状主要为低等原生动物和藻类的外形,棘皮动物一部份内骨骼和孢子花粉亦呈球形。球内有空腔,为软体占据或水和营养循环之用。它们常具微孔,并带刺。按大小分:小于0.1毫米的有兰藻、甲藻、金藻、孢子、花粉、硅藻、放射虫、太阳虫和一部份小型钟纤虫等;0.1—1毫米的有轮藻、钟纤虫、太阳虫、有孔虫、一部份大型放射虫和大型孢子花粉;大于1毫米的有伞藻、有孔虫,更大的有海胆、海林檎和海百合萼、蛋壳等。均匀块状为大多数海绵、层孔虫和水螅的碎片特征。

2.骨针状:骨针主要产于体内,由中胶层或中胚层分泌,但也有些突出体外。大致可分三种:

A.单轴单射或双射:为八射珊瑚和一部份海绵的骨针特征。太阳虫和放射虫刺也是单射的。

B.三轴、四轴等多射骨针,有时形成网格,为海绵骨针特征。

C.复杂形态:呈杆、锚、钮扣、桌、花纹等,为海参骨片的主要特征。

3.群体管状:为苔藓、腔肠、红藻(管孔藻科与珊瑚藻科)、木质和一部份古杯、海绵动物等群体固着生物的主要特征。其中一部份呈树枝状,管内没有单一的空腔,如某些隐口目苔藓虫、大多数水螅和海绵。管间有的有空隙,如早板珊瑚;有的没有,紧密排列,如伊波雪珊瑚。有的管内具横板,如横板珊瑚;有的管间还有横板,如笙珊瑚。有的管内具泡状板,如四射珊瑚;有的管间还有泡状板组成的泡沫组织,如泡孔目苔藓虫。有的管内有纵板,如六射珊瑚。

4.单体管状:为生物硬体最常见的一种形态。发育于孔层藻类兰藻、褐藻、绿藻、部份硅藻、有孔虫、串管海绵、古杯、独体层孔虫、软舌螺、竹节石、腹足和头足纲、多毛纲栖管、节肢动物附肢、海百合茎,以及脊椎动物的大多数骨头和牙齿。腔肠动物的各个亚纲也有这种形态。单体管状生物可营固着底栖、活动底栖、游泳、陆上爬行和飞行等各种生活方式。管内腔为软体居所和水、营养循环的通道。和群体管状一单体管状样,具有纵、横和曲(泡状)板等附属构造。其管子形态、断面形状和尖灭角的大小也各色各样,可作进一步区别的根据。按管形态可进一步分为直、弯和旋三种。

5.板状:主要为腕足类贝壳、节肢动物甲壳、大多数软体动物介壳以及脊椎动物的鳞片、甲片等的形态特征。这些生物一般在水中活动,底栖或游泳,也有陆上爬行或飞行,仅个别固着底栖。原始壳多为双壳瓣,但也有单壳瓣。大的球状或管状硬体,如海胆、海林檎、头足类和脊椎动物骨头都能破碎成板状碎片。

(2)壳饰:由壳体生长的不均匀性和适应环境引起的壳面装饰,主要形式有纵向纹(突出时称肋)、横向纹(突出时称褶),网格纹(也可突出),以及棘刺、瘤等。壳饰主要发育于腕足类以上动物和低等动物的较高级类型(如有孔虫、单体珊瑚),以及植物的硅藻、轮藻和孢子花粉。

1.纵纹(肋):自壳尖向外辐射,在硅藻、六射珊瑚、八射珊瑚、腕足类、软体动物、海胆类、牙形石和骨头中最发育。在腕足类、瓣鳃类中可见明显的肋,肋两侧坡度基本相同,但在壳侧缘稍为不对称。

2.横纹(褶):其纹围绕壳顶向外生长,在从腕足到脊椎动物各门类,以及轮藻、珊瑚、有孔虫等壳面都很发育。在腹足、瓣鳃和腕足类壳面上有明显的褶。褶两侧坡度显著

不对称,陡坡倾向生长方向。但轮藻的脊和竹节石纲的轮环两侧坡度常常是对称的。

3.网格纹:兼有横纹与纵纹。主要发育于硅藻、放射虫、四射珊瑚、腕足类、腹足类、瓣鳃类和介形虫,有时具明显突起的网纹。

4.棘刺:主要用作防护、支撑和移动生物之用。在原生动物和腕足类以上动物,都有一些类型有刺。其中最发育于呈球状的鞭毛虫、太阳虫、放射虫、海胆和呈板状的三叶虫、甲壳纲、腕足动物戟贝亚目。棘刺往往直而细长,断面园形,很少含围岩充填物。

(3)附属构造:在管内有横板、纵板和弯曲(泡状)板。在群体管状的不紧密连接管体间可以有横板(如笙珊瑚)和泡状板(如泡孔目苔藓虫的泡沫组织)。在管状硬体内还可有中轴(四射珊瑚)、体管(头足类)。在双壳瓣硬体中可有铰合的齿板(如瓣鳃类)。

1.横板:主要用来支撑软体。随软体和壳体增大而逐渐增多。包括管孔藻和珊瑚藻的横隔壁,有孔虫和头足类的隔壁,串管海绵、古杯、珊瑚和苔藓虫(变口和环口目)的横板。在软舌螺和竹节石的幼年期,以及隐口目苔藓虫中也有。横板也见于复管间(如八射珊瑚的笙珊瑚。)

2.纵板:主要用来分隔体腔和支撑软体用,仅见于古杯和多射(六、八)珊瑚中。

3.弯曲(泡状)板:主要分布于管内,如四射珊瑚的鳞板,串管海绵横板间的泡状板,双孔层孔虫的泡沫组织,泡孔目苔藓虫的泡状板;也分布于管间,如泡孔目苔藓虫的泡沫组织。也有整个硬体由弯曲的泡状板组成,如曲板古杯和拉贝希层孔虫。

4.中轴:主要见于单、复管中,如六射与四射珊瑚。某些锥旋腹足类也有中轴,但它与壳相连,与珊瑚不同。

5.体管:仅头足类有,供输送水、养份和充气沉浮用。独体层孔虫、古杯和串管海绵的管状内腔有点类似体管,供循环水份用。双孔层孔虫管状内腔中还可有横板。

6.齿板:仅见于呈板状硬体的有铰腕足类、瓣鳃类和介形虫中。有铰纲的石燕目还发育了一套壳内构造,如中隔板、匙形板、腕骨(腕基、腕钩、腕环和腕螺)等。

四、鉴定方法

我们将硬体按成份分为硅质、磷质、有机质和钙质。其中钙质再按主要钙质结构分为胶粒、隐微粒、晶粒、单晶、纤状(包括层纤、柱层纤、柱纤和球纤)、玻纤、叶状、交错纹、珍珠和柱状等13类。其中交错纹和珍珠两类由文石组成,在古代(中生代以前)岩石中差不多都已变为方解石晶粒结构。

(1)硅质:有硅金藻(呈球面壳)、硅藻(个体呈肥皂盒状或园盘状,具网格纹)、硅甲藻、放射虫(球、椭球形、盔甲形,具单层或多层网格壳,有的有刺)、太阳虫(呈太阳状,有很发育的刺穿入壳内)、硅质海绵骨针(单轴、三轴三射或四轴四射)。以上各类完全可根据它们的构造形态和壳饰加以区别。球状放射虫常与海绵骨针园形断面相混。但海绵骨针除园形横断面外,总还能找到长形纵断面;其次海绵骨针仅一层壳,而放射虫可多于一层,并具网孔。重结晶时海绵骨针横断面仅含1—2个负玉髓放射簇,晶簇中心多在断面中心,呈放射状;但放射虫往往含多个晶簇。在鉴定硅质硬体时,首先要区分原生硅质与交代硅质。钙质硬体经常受硅质交代。当发现有钙质交代残余,或有与钙质相同生物结构特征时,方可确定为交代硅质,而原生为钙质。

(2)磷质:与硅质一样,首先要将原生磷质和次生磷质区分开。原生磷质再按显微结构分隐微粒、层纤、玻纤和叶纤四种。但主要为后三类。层纤结构(层纹明显)为无脊椎动物磷质硬体特征。包括无铰纲(平或曲板,具水平层纹)、软舌螺(角锥或长园锥状,幼年期壳内有隔壁,向生长方向突出,硬体层纹不显)、多毛纲(园管状、无隔壁)、三叶虫和甲壳纲(曲板具反折,磷化不完全,常含有机质残余)、丽盾鲎目(上下两层壳,中间为空腔,有中空支柱)。层纤结构磷质还构成牙形石(有齿状突起,具透锥状扇形层纹,层纹与下部两侧外壁直交,中间含有一条隐微粒磷质,即白质)。鱼鳞片与真皮板(主要由骨质层组成,也含层纤齿质层。具放射纹和同心有机质层纹,在水平切面上尤为显著;硬鳞表面也具一薄玻纤层,即闪光质层)、牙齿(以纤层齿质层为主,具水平环纹与黑色放射纹,即牙小管;表面有薄玻纤层,即釉质层;根部有骨质层嵌入肉体)。叶纤结构构成骨质,主要为脊椎动物骨头的特征。

骨头可分三层,外层为很薄的骨密层或称骨皮层,由叶纤结构组成。在硬骨鱼脊椎骨薄片中间见表面纤维转为垂直壳面,似层纤。骨密层无孔或少孔。中层为骨管层,由骨管和骨管间质组成。纤维平行骨管孔长轴,并围绕骨管孔同心分布构成骨管。其中成行分布有许多棱形骨细胞腔(呈尘点状)和围绕它的骨小管(呈云雾状),骨管之间有交通管相连。骨管间质由残余的骨管组成。骨管层构成骨骼主体,为承担负荷的主要部份。骨管孔为微血管和神经通过的地方。一般组织学所指的骨密层包括上述的骨密层与骨管层。内部为骨孔层(一般组织学所指的骨松层),充满着很多髓孔,髓孔间为很薄的骨板,由平行外形的磷灰石纤维组成,呈叶纤结构。仅骨板联结处有骨管,并有小髓孔、骨细胞腔和骨小管亦环绕骨管孔分布。一般长骨骨骼的骨干部份由内外两层很薄的骨密层和中间骨管层组成,中央为髓腔。骨端部份外部由很薄的外骨密层和骨管层组成,中心为骨孔层,无髓腔。扁骨的骨骼两边边缘为骨密层,向内为骨管层,中央为骨孔层。骨刺一般为一个骨管。

骨管和骨细胞的出现为脊椎动物的特征。但低等鱼类,如泥盆纪沟鳞鱼甲片,上下两边骨密层发育含少量骨管;中间骨管层骨管弯曲不规则,环状层不发育,骨细胞未见;内部为骨孔层,髓孔扁平。有些低等鱼类甲片内部见有骨细胞腔,但骨管环状层不发育。在硬骨鱼类脊椎骨等骨片中,骨管和骨细胞的排列已比较规则,但骨管环状层也不大清楚。从两栖类上陆以后开始,骨管的环状层和骨细胞的环状分布才比较清楚。从鸟类开始才见有明显的交通管和骨小管系统。牙齿和鳞片也存在着简单到复杂,再到简单的演化。它们虽都可由釉质(玻纤)、齿质(层纤)和骨质(叶纤)三层组成,但鳞片的釉质层和齿质层,在演化和生长过程中可以缺失,而牙齿的釉质层却愈来愈发育。假若对磷质硬体显微结构详细研究,也一定可以发现像钙质结构类似的演化规律。

(4)有机质:很多门类都有。包括木质(网状构造,网孔呈同心环状和放射状排列)、孢子花粉(呈空心球状,藻类多呈光滑球状,植物孢子一般具1—3个裂缝,有的还有刺。孢子表面可有泥晶沉淀)、几丁虫(呈有颈瓶状,有的表面具网纹)、有孔虫(球状或管状)、浴海绵(细柱状连接体)、栉口目苔藓虫(管状或锥状群体)、多毛纲(管状,两端管径变化不大)、三叶虫和甲壳纲(板状,有反折,具层纹构造)、肢口纲(上、下两层壳,中间空腔,有中空支柱)、以及其他节肢动物,还有脊椎动物的盾、爪和角,鸟类的羽皮,哺乳类的头发。

(4)胶粒：分布较少，一般见于由兰藻或红藻组成的迭层石（粒状多由兰藻组成，丝状多由红藻组成）、有孔虫（形状简单，呈空心球状或管状）、钟纤虫（具开口的园瓶形）、多毛纲（直园管状）、海绵（具脑纹状水管孔，外来物质少）等，容易区别。

(5)隐微粒：见于兰藻（呈小球或小管，多群体分布）、红藻（呈放射管状或细胞状）、褐藻（呈管状，具同心层纹，分节）、金藻（小球面壳，具对称斜十字消光）、甲藻（带刺的空心小球）、有孔虫（球状或单体管状，多旋卷，多孔）、海绵骨针、古杯（具内外壁、纵、横板，有的纵板弯曲）。它们完全可按构造形态加以区别。

(6)晶粒（文石）：各种显微结构的文石壳都可变为晶粒结构。因此，本类包括的生物类型很多，其区别特征如下：

裸松藻科（属红藻）：丝体孔径20—50微米，壳厚0.5毫米左右，节片大小1—3毫米，内腔空心，亮晶充填。

松藻科（属绿藻）：丝体孔径15—70微米，皮层厚50—100微米，节片大小1—4毫米。

粗枝藻科（属绿藻）：侧枝孔径50—300微米，壳厚约0.1—0.2毫米，大小1—4毫米。仅蠕孔藻等较薄、较小，其侧枝孔径仅25微米左右。

有孔虫：文石壳多具旋卷管和隔壁。

海绵：一般块状、柱状或盘状，体壁具不规则脑纹状水管孔。其中串管海绵呈管状，具内外周壁、横板和泡状板。海绵骨针呈直而尖的管状，有空腔，但也有不规则的。

水螅类：绵形水螅具垂直层面的螺旋状水管孔。千孔螅和柱星螅类都具较大的腹孔和小而多的指孔。千孔螅类的腹孔具横板。

六射珊瑚：有纵板（隔壁），以六倍数增加。

单板与多板纲：壳薄而平，有对称的纵肋。

软舌螺：断面角锥形，园形、半园形，因幼年期壳隔壁外凸厉害，因而在横切面上常见有许多小环套迭在一起。

腹足类：壳厚，厚度变化大，曲度亦大。因壳管沿中轴旋卷和连接，在碎片切面中可有分叉现象。

瓣鳃类：壳厚中等或很厚，但变化不大，曲度小。壳顶向内弯曲，齿板形状非常特征。

头足类：壳薄而平，厚度均匀，曲度小。因管内有横板（隔壁），故在碎片切面中有分叉现象。旋卷管的头足类具横板可与腹足类相区别。

(7)单晶：一般原始为高镁方解石质，含有机质尘点。为棘皮动物特征，包括海百合茎板（具有有机质网格，板面具齿状，有茎孔，孔和板可呈园、正方、五边或六边等边形形状）、腕板（呈新月形，具有有机质网格）、萼板（很薄，少见），海林檎萼板（较薄，亦具不规则有机质网格；有垂直小孔，大小0.1—0.2毫米，排列规则，有的成对或呈菱形排列；萼板上常附生有椭圆形小棘，亦具小孔，与萼板的小孔相连）、海胆骨板（网格单晶）、海蛇尾腕椎骨（网格单晶、对称消光、断面近三角形）等。海绵骨针与有孔虫亦有呈单晶者。根据形状特征后两者与棘皮动物根本不可能混淆。

(8)纤状（层纤、柱层纤、柱纤和球纤）

属方解石质有：

轮藻：呈层纤和柱纤。形态为球形与桶形。壳层多由直立或螺旋的管子组成。

钟纤虫：层纤结构。切面呈马蹄形。

有孔虫：层纤结构（具明显的隐微粒外壳层）。呈直、曲和旋卷管状，有横板（隔壁）。

层孔虫：呈层纤或柱纤。群体呈层孔状，内具细层纹（或泡沫组织）和支柱（规则或不规则）。独体层孔虫内具网状组织，有的还具泡状板和内腔。

横板珊瑚：层纤结构为主。复管，管内多具横板。因横板凹或凸，所以在横切面中呈同心圆状。

四射珊瑚：多为层纤，也有柱纤。具纵板（隔壁）、横板和弯曲板（鳞板）。

八射珊瑚：在根管珊瑚中纤柱平行生长方向排列；呈叶纤结构；管内多孔，孔亦沿生长方向排列。笙珊瑚硬体呈柱纤结构，其复管内外均具横板。八射珊瑚骨针呈柱纤、玻纤或叶纤结构（纤体或柱纤平行外形界面）。

泡孔目苔藓虫：具圆形虫管和泡沫组织，层纤结构仅在群体表部比较清楚。

腕足类与腹足类中较低级者或幼体：呈层纤结构，常伴生其他结构的内层，如叶纤结构（大多数有铰腕足类）、交错纹纤结构（腹足类）。瓣鳃类的厚壳蛤类呈层纤结构。

介形虫：曲板状薄壳。曲板两端坡度变陡，相差不大，这一点与瓣鳃类不同。

属文石质有：

水螅类：呈柱纤与球纤，具腹孔与指孔两种大小的穿孔，排列较规则。绵形水螅具螺旋形穿孔。

四射珊瑚：呈柱纤结构，有纵板（隔壁）。

鱼耳石：从边缘的层纤到柱层纤，再到柱纤和球纤，中心有空隙。

海龟蛋壳：球纤结构，碎片呈曲板状。

后两种一般薄片见不到。

（9）柱状：一般构成次壳层分布于有铰腕足类、腹足、掘足、瓣鳃和头足类中。许多肌滤层亦呈柱状。柱状结构构成主壳层少，仅有：

有铰腕足类的五房贝亚目、准康尼尔贝超科和某些石燕贝亚目，一般具叶纤或正纤外层。

瓣鳃类的珧蛤超科、迭互蛤科、珍珠贝科等，一般有珍珠、玻纤或叶片内层。

腹足类的骨螺科、笠贝科，有交错纹纤内层。

介形虫的豆石虫科，外层为粒状。

爬行类和鸟类蛋壳，除海龟外，一般主壳层都呈柱状结构，有显著的水平层纹。

（10）玻纤：主要分布于：

轮虫类等孔虫：壳体呈管状，多旋卷，有横板（隔壁）。壳层厚薄不等，有明显的生长层纹；壳碎片切面曲度大，因有隔壁而有分叉现象。

三叶虫：壳体板状，多不规则弯曲，有反折现象；壳层一般较厚，0.1毫米左右，但也有较薄、较平直的。外壳面有时不如内壳面平滑。

甲壳纲：介形亚纲壳体呈曲板状，壳大小0.4—1.5毫米左右，厚小于0.1毫米。曲

度自中间向两端增大，两壳前端边缘有重迭现象。蔓足亚纲壳体具特征的交错羽叶状脉形成的网格构造，有网格孔。软甲亚纲（如十足目的蟹虾）壳呈浅棕至浅红色；钙化常不完全，钙壳中含许多有机质黑点；层纹显著。

此外，长园锥形的光壳节石和似栗蛤、某些贻贝外层也呈玻纤结构。还有单轴或三轴的海绵骨针，细长的单轴双射八射珊瑚骨针，也有呈此结构者。由于它们所处的环境和时代不同，因而一般不会混淆。

(11)叶状：主要分布于：

苔藓虫：群体管状，叶层随虫室壁剧烈弯曲。裸唇纲主要呈叶纤结构；窄唇纲主要呈叶片结构。

腕足类：曲板状，叶平缓延伸，呈叶纤结构。横切面可见纤维或纤柱体断面。仅扭月贝目呈叶片结构。

竹节石目和塔节石目：长园锥管状，叶片结构，有横向的轮环。

全脐螺类：呈平旋或锥旋管状，下面或上、下两面具内凹的脐；叶纤层外有正纤层。

牡蛎超目：呈曲板状或不规则管状，交错叶片结构。局部略显交错纹特征，其纹远比其他软体动物的交错纹宽得多。壳层内腔发育，有的被层纤方解石充填，也有呈细胞网孔状（如卷咀蛎科）。一部分扇贝类也具交错叶片结构。

龙介科栖管：为唯一具叶状结构的文石壳，但也有方解石壳。它呈园管状，一端闭塞，管径收缩；一端开口，管径增大，但都变化不大。根据常附着他物生长。这些特征可与竹节石相区分。附着的龙介栖管底部无壳层。

(12)交错纹：仅见于软体动物中内、层。

单板类和多板类：平缓板状，具柱层纤外层。

软舌螺类：罕见。外层的纹直立，内层的纹水平。

腹足类：直立纹与水平纹交替，纹顶端直立，纹多由纤维组成。

掘足类：纹细而直立，似柱状。

瓣鳃类：水平纹与倾斜纹交替，倾斜纹顶端逐渐尖灭，并平行壳层界面。

(13)珍珠：仅见于主要几类软体动物内层

单板类与多板类：有较厚的柱层纤外层。

腹足类：珍珠层虽厚，但多非主壳层。

瓣鳃类：珍珠层虽亦多非主壳层，但所占厚度比例比腹足类为大。

头足类：珍珠层虽薄，但所占总厚度比例较大，为主壳层。

上四类完全可按构造形态、壳厚及其变化等特征加以区别。

五、重结晶钙质化石碎片鉴定。

当钙质硬体碎片经剧烈重结晶而其原始显微结构已消失或不清楚时，只有先依靠构造形态区分为五类：

(1)球状：按大小划分

小于100微米：兰藻（简单的球壳或复球壳，后者切面呈筛状）、甲藻（球壳带刺）、金藻（球面壳，具对称斜十字消光）、钙化藻类孢子（简单的球壳）、钙化植物孢子（具1—3裂口，常具各种各样的刺）、植物花粉（球壳带两翼）、钟纤虫（纵切面似马蹄形）。