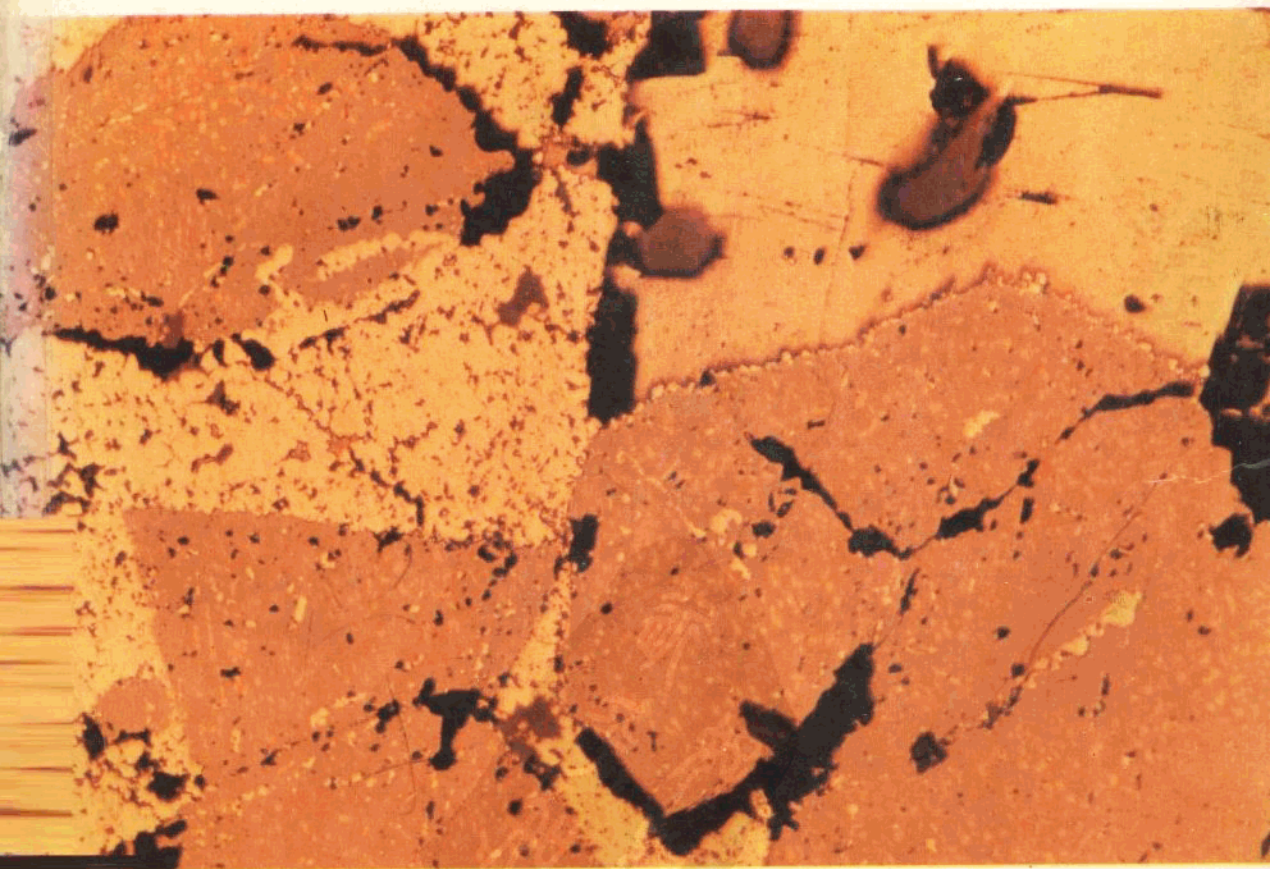


粤北层控矿床

碳酸盐岩图册



The cover features several thick, hand-drawn style green wavy lines that sweep across the page from the top left towards the bottom right, creating a dynamic, geological feel.

粤北层控矿床

碳酸盐岩图册

许秀彬 何百里

胡苏南 郑庆年

中国有色金属工业总公司

广东地质研究所

1987. 5

前 言

本图册是中国有色金属工业总公司广东地质研究所（原冶金工业部广东冶金地质实验研究所），参加原国家科委攻关局“六五”攻关项目“湘南—粤北地区铅锌矿床成矿条件及找矿预测研究”课题，开展粤北地区铅锌矿成矿条件及找矿方向研究过程中。矿床室和岩矿室先后有七位中年地质工程师、岩矿工程师和一位助理工程师，经过五年的时间，对粤北地区中—上泥盆统和下石炭统，尤其是曲仁盆地北缘乐昌—仁化一线以及特大型凡口式层控铅锌矿床等主要矿区中—上泥盆统含矿碳酸盐岩的沉积建造、沉积相、古地理概貌、生物群落、碳酸盐岩岩石学、地层含矿性及其对层控铅锌矿床的成矿控制作用，特别是对凡口矿床的主要含矿岩系和主要含（成）矿碳酸盐岩，进行比较全面、系统的研究。采取了数千件样品，在显微镜下进行近2000薄片碳酸盐岩岩石学研究，筛选出具有代表赋存本区特大型层控矿床的岩石宏、微观照片453张，汇编成册供本地区同行参考。

图册分“碳酸盐岩”“生物碎片”和“岩石沉积成岩构造”三部份。每幅照片除岩性定名外，对其赋存层位、产出相带、岩石成因、生物碎片特点等均尽可能做详细注述。图册前部还对粤北地区及凡口矿床中—晚泥盆世岩相古地理、沉积建造、沉积相和含矿岩系的主要特点作简要叙述，并附有岩相古地理略图和矿床相模式图。故本图册亦可供邻接地区（省）及国内有关的生产、科研和教学部门同行参考。

图册编辑过程承蒙中国科学院地质研究所侯奎、李菊英两位同志，在百忙中协助审查“生物碎片”部份，提供部份生物碎片照片，在此顺表谢忱！

图册“碳酸盐岩”部份由何百里编写，“生物碎片”部份由许秀彬编写，“岩石沉积成岩构造”部份由胡苏南编写，最后由郑庆年汇总。

参加野外工作的有朱汉武、李锡慧、李耀华、张梅忠等。参加短期野外工作和协助部份室内工作的同志不一一赘述。

限于水平，错误难免，欢迎指正。

目 录

前言	
一、区域沉积相与沉积环境概述	(1)
二、凡口矿区主要含矿层位的沉积相与古地理概述	(1)
(一) 含矿层位沉积相	(1)
(二) 古地理概貌	(2)
(三) 含矿层位碳酸盐岩某些特点	(2)
三、碳酸盐岩图版及使用说明	(3)
(一) 碳酸盐岩石	图版 1 ~ 18 (10)
滩相	图版 1 ~ 5 (10)
礁相	图版 6 (20)
开阔台地相	图版 7 ~ 9 (22)
局限台地相	图版 9 ~ 17 (26)
沉积成岩结构构造	图版 17 ~ 18 (42)
(二) 生物碎片	图版 19 ~ 47 (46)
I 藻类	图版 19 ~ 24 (46)
(I) 兰藻 (兰绿藻)	图版 19 ~ 21 (46)
(II) 红藻	图版 21 ~ 23 (50)
(III) 绿藻	图版 23 (54)
(IV) 轮藻	图版 23 ~ 24 (54)
(V) 其他藻类	图版 24 (56)
II 动物化石	图版 25 ~ 47 (58)
(I) 原生动物	图版 25 ~ 27 (58)
(II) 海绵动物	图版 27 ~ 28 (62)
(III) 腔肠动物	图版 28 ~ 32 (64)
(IV) 环节动物	图版 32 ~ 33 (72)
(V) 苔藓动物	图版 33 ~ 35 (74)
(VI) 腕足动物	图版 35 ~ 38 (78)
(VII) 软体动物	图版 38 ~ 42 (84)
(VIII) 节肢动物	图版 42 ~ 44 (92)
(IX) 棘皮动物	图版 44 ~ 45 (96)
(X) 矿化生物碎片	图版 45 ~ 47 (98)
(三) 沉积成岩构造	图版 48 ~ 57 (104)

一、区域沉积相与沉积环境概述

粤北地区,指东经114°以西北纬24°以北,广东省境内部份。

晚古生代泥盆世沉积作用,由于东北隅的九峰水下隆起,西面和西南面的连山陆岛、广宁陆岛和东部粤东山地等障壁的存在,致使粤北中泥盆世—晚泥盆世早期形成半局限海环境(图1、2)。

中泥盆世棋梓桥期,本区形成一个大致以乳源为中心,呈北西—南东向海盆,区内特大型凡口式层控铅锌矿和大型大宝山复控多金属矿,就分布于海盆的北东缘。晚泥盆世天子岭期,随着海侵的扩展,海盆沉降中心随着向北东推移至乐昌—韶关一线。棋梓桥期区域西北部连阳一带为半局限海—开阔台地相沉积,东北—东部边缘,大致从乐昌西岗寨—仁化凡口—曲江大宝山—英德红岩一带主要为半局限台地相的潮坪—潮下沉积。棋梓桥晚期生物繁盛,珊瑚、层孔虫及腕足类等底栖生物和藻类开始大量繁殖,在西岗寨、凡口、西牛、马战石及红岩等地,均有生物礁出现。晚泥盆世天子岭期,基本上承袭前期古地理概貌和沉积特征,但生物更加繁盛,出现许多底栖造礁生物,常见主要生物有,珊瑚类: *Hexagonaria orientatis*(Sun)等;层孔虫: *Amphipora*, *Stromatopora*等;藻类: *Giranela*, *Sphaerocodium*, *Quasiumbella*, *Cha-a*, *Cluasumbella*, *Nuia*(?)……等;腕足类: *Tenticospirifer*等,出现大量层孔虫迭层石和柱状藻叠层石,为台地边缘生物礁(滩)相沉积。晚泥盆世晚期,开始海退,形成碳酸盐台地相沉积。

从上述中—晚泥盆世岩相古地理分析,认为棋梓桥晚期到天子岭早期,造礁底栖生物大量出现,在粤北海盆的北东—东部边缘,生物礁分布普遍,形成台地边缘生物礁(滩)相带(障壁带),在其向陆侧,生物礁障壁后台地上,面积小于1平方公里的局部凹陷(如凡口)是沉积期成矿物质聚集的最有利环境。

二、凡口矿区主要含矿层位的沉积相与古地理概述

(一)含矿层位沉积相

1. 中泥盆统棋梓桥组下段(D_2q^a)

下部为青灰色石英粉砂岩、石英砂岩与绢云母页岩互层,上部为灰至浅灰色白云质灰岩夹钙质页岩。具水平层理,偶见生物碎屑,砂岩分选好,质纯。属潮间带,沿岸滩坝相沉积。

2. 中泥盆统棋梓桥组上段(D_2q^b)

下部灰—灰黑色白云岩、白云质灰岩、层纹状藻叠层石灰岩、轮藻灰岩、条带瘤状灰岩,夹泥质粉砂岩、页岩,具层纹状构造、鸟眼构造,生物主要有兰绿藻、轮藻、腹足类,瓣鳃类。属潮间带下部,半闭塞台地相沉积。

上部:灰—深灰色生物碎屑灰岩、鲕粒、球粒灰岩、条带瘤状灰岩、叠层石灰岩、白云质灰岩夹石英粉砂岩。生物种属较多,常见有层孔虫、苔藓虫、腕足类、棘皮、有孔虫、珊瑚(以分珊瑚为主)、软体动物和藻类。反映沉积环境,时为高能环境的礁(滩)相,时为潮下低能的半闭塞台地相—台盆相沉积。是矿区似层状黄铁铅锌矿体的重要赋存层位。

3. 上泥盆统天子岭组下段(D_3t^a)

主要有浅灰色层孔虫—藻叠层石礁灰岩、珊瑚灰岩、鲕粒灰岩、核形石（即藻灰结核）灰岩、生物碎屑灰岩。常见有筛选构造、层面冲刷构造等，颗粒灰岩见栉壳边胶结，生物极其丰富，有大量的块状、半球状、球状等层孔虫、分珊瑚、六方珊瑚、腕足类、瓣鳃类、腹足类、棘皮类、苔藓虫、有孔虫、三叶虫和极丰富的藻类。属潮下高能台地边缘生物礁相。是沉积—改造黄铁铅锌矿体的主要赋存层位。

4. 上泥盆统天子岭组中段（D₃t^b）

以灰—灰黑色核形石（藻灰结核）灰岩、生物碎屑灰岩、条带瘤状灰岩为主。下部以核形石灰岩为主，上部以薄层状条带瘤状灰岩为主，夹核形石灰岩、生物碎屑灰岩、粉砂岩、页岩，核形石个体小，壳层薄。水平层理发育，常见瘤状构造、平行层面虫孔和生物潜穴和缝合线构造。生物常见藻类（葛万藻 *Girvanella*）、珊瑚、层孔虫、棘皮、腕足、有孔虫、软体、蠕虫……等，下部属台地边缘滩相，上部台盆相。是沉积—改造黄铁铅锌矿体的重要赋存层位。

5. 上泥盆统天子岭组上段（D₃t^c）

以灰—浅灰色厚层状云斑灰岩为主，夹条纹条带瘤状灰岩和内碎屑灰岩。见有鸟眼构造和干裂。云斑灰岩中生物屑极少，夹层灰岩生物碎片种类多，属潮间带上部闭塞台地相沉积。

综上述，矿区中、上泥盆统沉积作用可概括为一个相模式（图3）。表明矿区中晚泥盆世在台地边缘生物礁（滩）相后，发育有台盆相和半闭塞台地相。沉积作用主要发生在潮间带下部至潮下带这样一个中—高能和低能环境。海底坡度很缓，但地形较复杂，具有海水深度浅，平缓的碳酸盐台地斜坡延伸较大的陆表海特征。

（二）古地理概貌

凡口矿区恰处于中—晚泥盆世粤北海盆东北缘碎屑岩相向碳酸盐岩相相变过渡带上偏碳酸盐岩一侧。分析矿区沉积相展布、生物群组合、生态与分布，皆表明矿区古地理面貌受生物礁形态制约。棋梓桥晚期开始，藻、层孔虫开始繁盛，在水草坪—银屑坪范围，由锥、柱状层孔虫—藻叠层石和大量层状藻叠层石共同构成一个低矮丘状隆起的席状礁，总体形成向南凸出的马蹄形半环状。到天子岭早期，造礁生物更加繁盛，半球状、球状、块状层孔虫与藻类共同形成叠层石，由层孔虫、柱状藻叠层石、层孔虫—藻叠层石和群体珊瑚共同造礁。礁体仍沿袭前期位置及形态，呈向南凸出的马蹄形半环状生物礁（图4）。海侵来自西南，礁后水草坪区段，棋梓桥晚期—天子岭早期始终表现为一个继承基底构造的北北东—南南西的水下凹陷。是矿区铅锌工业储量的主要赋存部位。

（三）含矿层位碳酸盐岩某些特点

1. 碳酸盐岩的化学纯度低。在碳酸盐岩类中，不纯碳酸盐岩和次碳酸盐岩占70.91%；正碳酸盐岩占29.09%。

2. 碳酸盐岩的SiO₂、Al₂O₃、TiO₂平均含量高于同类岩石1.67~3.57倍，酸不溶残渣含量高。

3. 除白云岩之外，MgO、CaO低于同类岩石平均值，K₂O高于同类岩石两倍，Na₂O低于同类岩石2.5倍，K₂O/Na₂O高于同类岩石5倍。

表明矿区主要成矿碳酸盐岩为不纯碳酸盐岩和次碳酸盐岩。

三、碳酸盐岩图版及使用说明

为保持版面图片清晰美观,未直接在图片上编顺序号。图片编号按照从左到右,自上而下的顺序编排,左列一为1,右列一为2,左列二为3,右列二为4……,左列四为7,右列四为8。左版面(左页)图片,右版面(右页)为其文字说明。

代永定等人1977年比较系统地研究、总结了沉积岩中生物化石碎片镜下鉴定特征,发表了《沉积岩石薄片生物碎片鉴定特征》专论。而后于1981年编辑出版《化石岩石学图版》做了进一步论述。本图册生物碎片矿物组成、显微结构、显微构造和构造形态等的鉴定,主要依据代永定等人以上论著。为了图册使用方便,兹将上述论著有关鉴定特征转辑于下,供读者参考。

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)等的个别科属和某些有较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、水媳、层孔虫、六射珊瑚、八射珊瑚和耳石中。

(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。主要见于某些水媳和蛋壳乳突，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、瓣鳃和头足等纲）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、光亮节石目、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、片条或圆片组成。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、片条和圆片组成。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：由文石的圆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。

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、牙形石脊和椎动物硬体(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期,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 and 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圆笠虫、蛭和粟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(卷嘴蛭科)。多毛类的龙介栖管两侧玻纤壳层中也有零星分布的孔泡。

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。它们在薄片中常呈脑纹状构造。

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)、单体的管状(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。单体管状生物为营固着底栖、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、单体管状一样，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、腕足动物载贝亚目。棘刺往往直而细长，断面圆形，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（如四射珊瑚的笙珊瑚。）

(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。

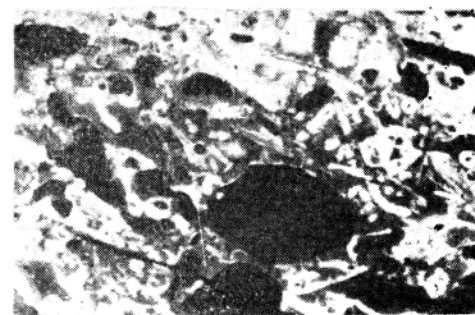
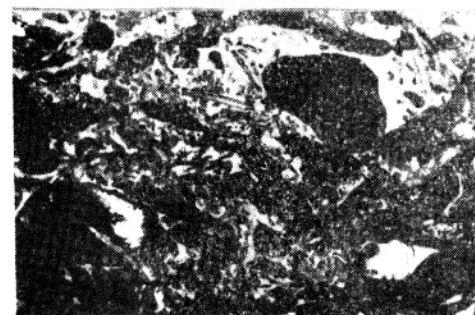
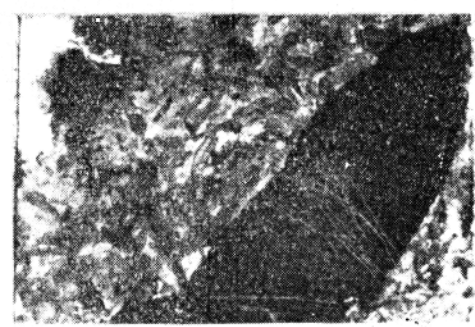
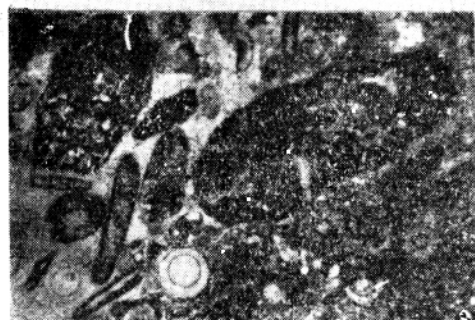
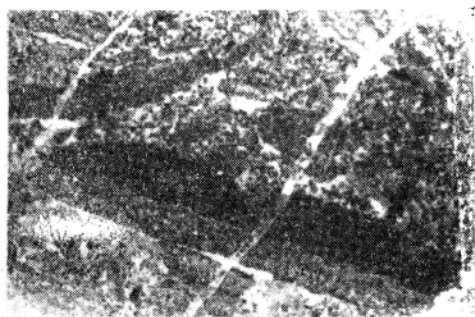
(3) 弯曲（泡状）板：主要分布于管内，如四射珊瑚的鳞板，串管海绵横板间的泡状板，双孔层孔虫的泡沫组织，泡孔目苔藓虫的泡状板；也分布于管间，如泡孔目苔藓虫的泡沫组织。也有整个硬体由弯曲的泡状板组成，如曲板古杯和拉贝希层孔虫。

(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。

图版 1



(一) 碳酸盐岩石

图版 1

滩相

1. 砾屑灰岩 砾屑主要为泥晶灰岩,一般呈两头浑圆的竹叶状,大小为 4×2 毫米左右,泥—亮晶方解石胶结,是一种浅水灰泥沉积的薄层干裂或泥裂片,后经潮水搬运磨蚀至台地边缘浅滩上堆积成岩。

仁化凡口 中泥盆统棋梓桥组上段 放大 $\times 5$

2. 砾屑灰岩 砾屑呈两头浑圆的竹叶状,大小为 18×3 毫米左右,砾屑上可见原岩层理,上部深色层为含生物屑泥晶灰岩,下部浅色层为亮晶粉屑、砂屑灰岩,胶结物为含粉屑、砂屑、生物屑的亮晶方解石,属高能台地边缘生物浅滩相沉积。

仁化凡口 上泥盆统天子岭组下段 放大 $\times 3$

3. 砾屑灰岩 砾屑主要为泥晶轮藻灰岩,胶结物为含有生物屑及轮藻等的亮晶方解石,是一种淡化潮坪沉积物,经潮汐冲刷破坏,搬运至浅滩堆积。

仁化凡口 上泥盆统天子岭组下段 放大 $\times 3$

4. 亮晶介壳灰岩 生物屑瓣鳃经强烈磨损解体为单瓣并呈扣碗、迭瓦状定向排列,亮晶瓣屑长 $5-8$ 毫米,亮晶方解石胶结,是一种筛选良好的生物滩相沉积。

仁化铁石岭 上泥盆统天子岭组下段 放大 $\times 5$

5. 亮晶鲕粒砂屑生物灰岩 生物屑以瓣鳃为主,经搬运磨损两瓣解体分开成单瓣凸面向上,取最少阻力状态扣碗状排列,是一种水动力较强、潮汐往返冲刷筛选环境的生物—鲕粒滩相沉积。

仁化凡口 上泥盆统天子岭组下段 放大 $\times 3$

6. 含砾砂屑灰岩 岩石主要由砂屑级碳酸岩岩和苔藓、棘皮、腕足等生物屑组成,砾屑呈 20×6 毫米左右,两头扁圆的竹叶状,亮晶方解石胶结,是经受比较强烈冲刷分选不良的浅滩沉积岩石。

仁化凡口 上泥盆统天子岭组中段 放大 $\times 3$

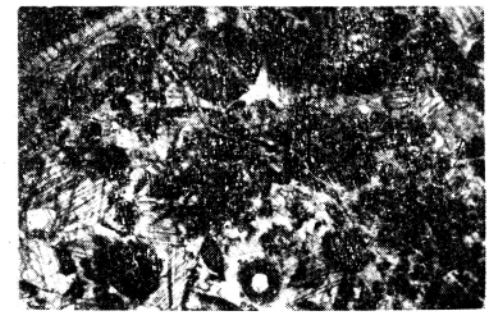
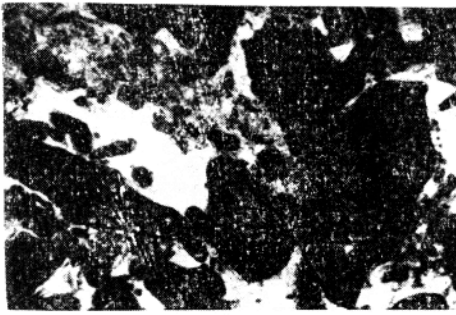
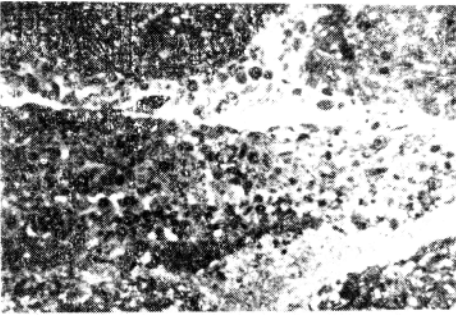
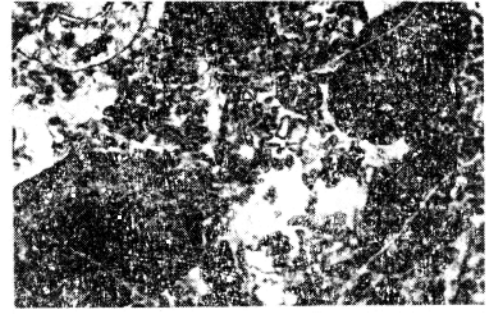
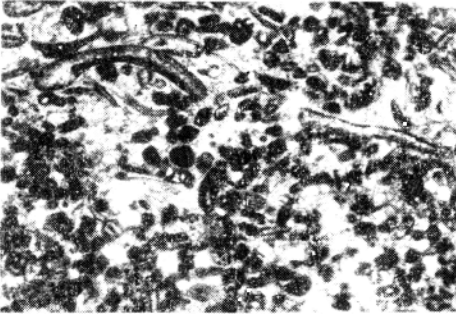
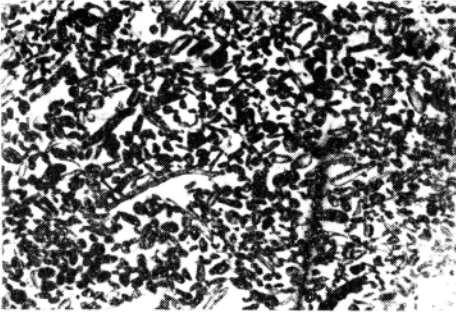
7. 砂—砾屑灰岩 砾屑大小为 3×2 毫米左右,砂、砾混杂,均为含生物屑(腕足、瓣鳃)、石英粉砂、黄铁矿等的泥晶灰岩组成,颗粒棱角磨圆,亮晶方解石胶结,是一种高能量,强冲刷长距离搬运、异地快速堆积的浅滩相沉积物。

仁化凡口 上泥盆统天子岭组中段 放大 $\times 3$

8. 泥晶砂—砾屑灰岩 砾屑主要为滚圆度较好的泥晶灰岩,砂屑既有泥晶灰岩,又有棘皮(以海百合为主)碎屑,亮晶方解石胶结,是一种内源碎屑供应充裕,沉积速度较快的海百合砂砾滩相沉积物。

仁化凡口 上泥盆统天子岭组中段 放大 $\times 3$

图版 2



图版 2

1. 亮晶生物砂屑灰岩 岩石由砂粒级的生物屑、砂屑及负鲕组成, 生物屑为瓣鳃、腕足、棘皮等; 颗粒形态各异, 但粒度较均匀, 亮晶方解石带壳边胶结, 是一种水动力较强, 冲刷分选较好的生物沙滩相沉积。

仁化凡口 上泥盆统天子岭组中段 单偏光 2.5×10

2. 砾屑灰岩 砾屑主要为具塑性变形含石英粉砂的泥晶灰岩, 并含有泥晶灰岩砂屑及生物屑, 亮晶方解石带壳边胶结, 是一种未固结好的台盆沉积物经强底流冲刷破坏, 搬运至浅滩沉积。

仁化凡口 上泥盆统天子岭组上段 单偏光 2.5×10

3. 亮晶鲕粒生物灰岩 岩石主要由鲕粒(部分为淋失鲕)及瓣鳃生物屑组成, 亮晶方解石胶结, 为鲕粒生物滩相沉积。

仁化凡口 上泥盆统天子岭组上段 单偏光 2.5×10

4. 砂屑—砾屑灰岩 砾屑、砂屑均为藻球粒—凝块灰岩, 磨圆度好, 但砂砾混杂, 粒度大小相差悬殊。亮晶方解石胶结, 是一种强动荡、弱分选的富藻碳酸盐台地边缘浅滩相沉积物。

韶关天子岭 上泥盆统天子岭组上段 放大 $\times 3$

5. 砾屑灰岩 组成岩石的砾屑与胶结物的均为泥晶鲕粒灰岩, 鲕粒又都是藻鲕、薄皮鲕及生物鲕。砾屑属内源碎屑, 鲕粒为薄皮鲕及生物鲕等特点, 表明是一种水动力强弱阶段交替作用的碳酸盐沙滩侧部台盆相沉积, 水动力强时冲刷形成砾屑, 弱时沉积形成薄皮鲕及泥晶鲕粒灰岩。

韶关天子岭 上泥盆统天子岭组上段 放大 $\times 3$

6. 生物屑砾屑灰岩 颗粒由砾屑、生物屑等组成, 砾屑主要为泥晶灰岩, 大小为 7×3 毫米— 3×2 毫米, 生物屑有苔藓虫、腹足、海百合等, 泥—亮晶方解石胶结, 为水动力较弱的生物滩相沉积。

韶关天子岭 上泥盆统天子岭组上段 单偏光 2.5×10

7. 砂屑—砾屑灰岩 砂屑、砾屑均为泥晶灰岩, 砂屑 $0.1-2$ 毫米, 砾屑为 $3-5$ 毫米, 亮晶方解石胶结, 是一种潮坪碳酸泥沉积层, 由于潮汐冲刷破坏搬运到台地边缘浅滩沉积的岩石。

乐昌杨柳塘 下石炭统 单偏光 2.5×10

8. 亮晶生物屑灰岩 颗粒主要由粒度 $0.02-0.2$ 毫米的泥晶灰岩砂屑组成, 伴有粉砂级岩屑和砂粒级的海胆、海百合等生物, 亮晶方解石胶结, 是一种水动力较强, 分选性差的碳酸盐台地潮下沉积。

乐昌杨柳塘 下石炭统 单偏光 2.5×10

图版 3

