

广西木圭上泥盆统乳房状构造 及其地质意义

陈先沛 陈多福

(中国科学院地球化学研究所, 贵阳)

内容提要 产于泥质硅岩层中顺层分布的燧石结核, 外形似乳头向下的乳房。结核下顶端有残余小孔, 内部有与外形和残余小孔相对应的分带性。外带为不完全交代带, 常残留被交代围岩的残余; 内带是球粒化的完全交代带。有时还出现结晶充填为特征的核部带。地质和岩石学证据显示乳房状构造是沉积物尚未固结时, 由富含硅质的热水溶液的交代作用、结晶充填作用所形成, 可作为热水体系在盆地底面附近作用的标志, 亦可作为示序构造。类似构造也见于锰矿、重晶石矿和盆地灰岩中。

主题词 乳房状构造 热水沉积作用 硅岩 重晶石岩 碳酸锰矿

第一作者简介 陈先沛 男 53岁 研究员 沉积学与沉积地球化学

自60年代以来海洋调查在红海裂谷发现了热水沉积成岩成矿作用以来, 其后又在水深为2600m的大洋中脊直接观察到热水烟囱堆积的块状金属硫化物。这些发现被认为是继板块运动之后的又一重大地学成果, 引起了地学界、海洋学界、生物学界和其它有关学科的科学工作者以及实业界的极大关注, 并有大量文献发表(Arrhenius G., Bonatti E., 1965, Bonatti E. et al., 1972, Rona P.A. 1978, 1983, Edmund J. M. 1983, Страхов Н.М. 1976)。在大陆地质历史中热水沉积的成矿作用也日益受地重视(Wolfk.H., Ed. 1976—1981)。由热液作用形成矿床的经典成矿理论, 在新的基础上获得活力。如何在地质历史中识别出热水沉积作用, 是个关键问题。笔者在研究我国南方古生代的矿产时, 在硅岩、重晶石层和锰矿层中识别出一种较特征的、与地层准同期的交代、结晶充填构造, 认为可以作为确定热水沉积作用的岩石构造标志。对所识别的构造, 以外形类似乳房而命名为乳房状构造(Mammiform structure)。标准的乳房状构造见于广西木圭锰矿区上泥盆统的硅岩层中。

一、木圭锰矿的地质概况

木圭锰矿位于广西东部, 属桂平县所辖。锰矿产于上泥盆统榴江组中, 区域泥盆系为加里东褶皱基底的陆台型盖层沉积。广西晚泥盆世的岩相古地理已由许多单位作过

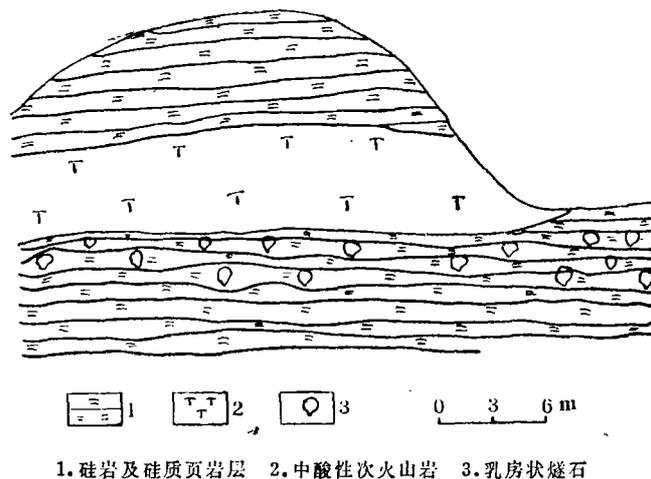
研究¹⁾、²⁾、³⁾，木圭锰矿在岩相古地理图上处于陆棚或陆棚边缘的张裂盆地中，属以浮游型生物为主的南丹型较深水的盆地沉积（王钰等，1978）。

木圭含锰矿的上泥盆统以硅岩类为主，次为硅质页岩，凝灰质页岩，有多层锰矿夹层。硅岩类中有典型的碧玉，为呈鲜艳火漆红、翠绿、沥青黑的条带状-条纹状岩石。上泥盆统中有基性、中酸性的火山岩床（脉），据上泥盆统中有凝灰质岩石、碧玉，区域中有强烈晚泥盆世火山喷发，推测上泥盆统中的火山岩脉是大致与地层同期的次火山岩相。乳房状构造产于榴江组（ D_3L ）上部。

二、乳房状构造

1. 产状及形态

茹廷锵等⁴⁾在五十年代中期研究木圭锰矿地质时，在上泥盆统榴江组的上部分出了含燧石结核的硅岩、硅质页岩层，层中的燧石结核外形独特，彼此类似，以外形酷似乳房而称为乳房状燧石结核。笔者在木圭矿区亚公山水库坝址见到的含乳房状燧石结核层，有固定层位，空间上与中—酸性次火山岩紧邻。据照片绘制的乳房状燧石结核层产状如图 1。



1. 硅岩及硅质页岩层 2. 中酸性次火山岩 3. 乳房状燧石

图 1 乳房状燧石结核层的地质剖面图

Fig.1 Geological cross section of mammiform structure in the Upper Devonian system

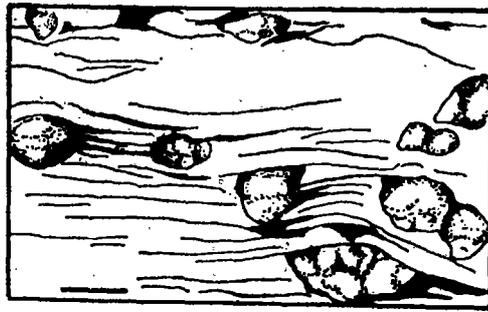
整个剖面的硅岩及硅质页岩为薄层，色较浅（灰及灰黄色），在中酸性次火山岩的底板附近，乳房状燧石结核密集而均匀地顺层分布。岩石的层理在结核的上、下端均明显绕过结核，在结核中部的层理插入并消失在结核之中（图 2）。乳房状结核致密坚实，与围岩界线清楚，经风化较易于从围岩中剥离出来。

1) 钟铿等，1981

2) 南方石油地质勘探研究所，1982

3) 李玉宽等，1983。

4) 茹廷锵等，1955

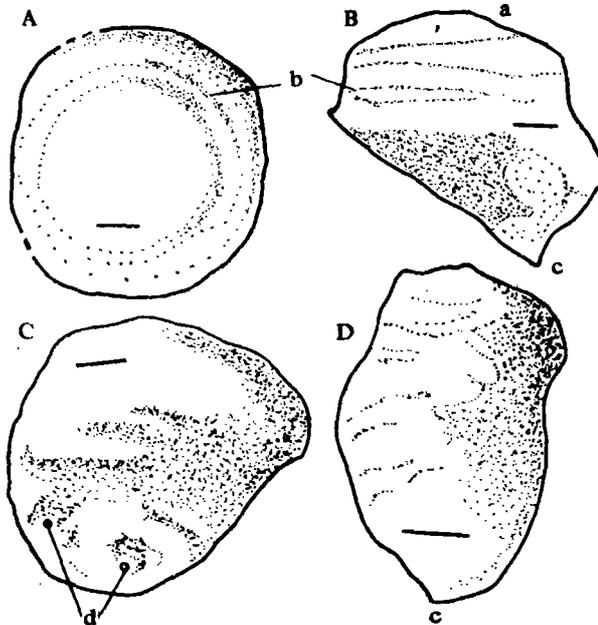


图中比例尺长度为10cm

图2 乳房状燧石的露头产状素描

Fig.2 The sketch map of a outcrop of mammiform structure

乳房状燧石单体形态为下端尖角收敛，向上渐次增大，至顶部又很快缩小成上凸的圆弧形，外形似乳头向下的乳房。结核大小一般为数厘米，小于1厘米或大于10厘米的也有发现，但数量不多。结核的高度常大于宽度，高宽比为1—2。结核表面较光滑，但常有围岩层理留下的圆形横纹或凹带。乳房状结核的下端尖角中心，常有圆形残余孔。以下端为顶，结核的断面夹角多为60°—90°左右〔图3，（图版I，1,8）〕。结核除以单体形式出现外，也可由两个或更多的结核并聚成复杂的结核（图3、C），甚至成为燧石透镜体，或燧石薄层（图版I，15、7,8）。



A. 俯视图 B. 正侧视图 C. D. 斜侧视图

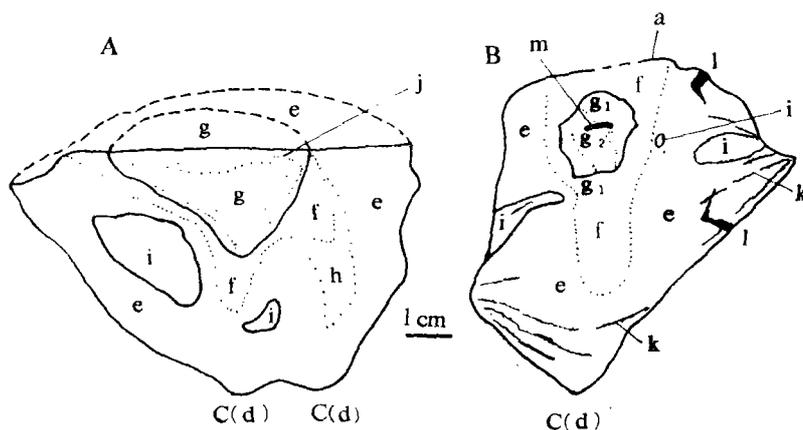
a. 圆弧形顶面 b. 横纹及凹带 c. 下顶角 d. 圆形残余孔 图中比例尺长度为1cm

图3 乳房状结核的单体形态素描

Fig.3 The sketch of a specimen of mammiform structures

2. 乳房状结核的内部构造

乳房状结核的横切磨光面见图 4。图 4 A 是有两个下顶角和残余孔的复体结核(只有下半部)。图 4 B 为单体结核。两者均有明显的分带性, 自外向内分别为外带(e带), 内带(f带)和核部(g带)。各带的特点如下。



A. 复体乳房状结核 B. 单体乳房状结核
 e. 外带 f. 内带 g. 核部 g₁ 黑色玉髓质石英 g₂ 灰色玉髓质石英 m. 白色玉髓石英
 j. 玛瑙纹层 l. 白色玉髓质石英脉 i. 围岩残留体 k. 残余层理 a. 圆弧形顶面
 c. 下顶角 d. 残留孔 h. 褪色带 图中比例尺长度为 1 cm

图 4 乳房状结构横切磨光面素描

Fig. 4 The sketch of the polished cross surfaces of mammiform structures

(1) 外带(e带) 浅土红色, 致密, 由泥晶石英($<0.01\text{mm}$)及微量铁染粘土组成。宽度较大, 常可占整个结核的一半以上。此带中常可见淡黄色泥质含量高的围岩残留体(i)。边部还显示残余层理(k), 层理在结核下部为下拗弧形, 中部近于水平, 上部略上凸, 显示与结核外形大致相应的变化。镜下的泥晶石英与粘土之中, 星散有少量(5%左右)的圆形或椭圆形球粒石英集合体(图版 1, 4), 由重结晶的石英微细晶(0.03—0.18mm, 个别达0.38mm)组成。围岩残块中极少球粒石英, 无明显重结晶(图版 I, 4)。

(2) 内带(f带) 不均匀的浅土红色, 颗粒感较强, 较粗糙为, 外形不规则的带, 处于外带之内, 与外带为渐变关系。过渡带颜色稍深(淡紫红色)。此带宽度一般不大, 位于结核的中部。内带上部较宽, 下部窄狭, 在残留孔的正上方呈舌形下伸, 显示了与残留孔的密切空间关系。在图 5 A 复体结核中, 有两个残留孔〔(d)与下顶角(c)重合〕, 内带在两个残留孔正上方都为舌形下延, 顶端指向残留孔。在右侧的内带之下还有一个明显的褪色带(h)。镜下内带为重结晶的石英微细晶组成, 圆形及椭圆形球粒石英较多($>15\%$)。直径0.05—0.36mm, 外形规则或不规则, 与微晶石英有过渡关系, 显然是以一定的中心发生重结晶作用的结果(图版 I, 6)。

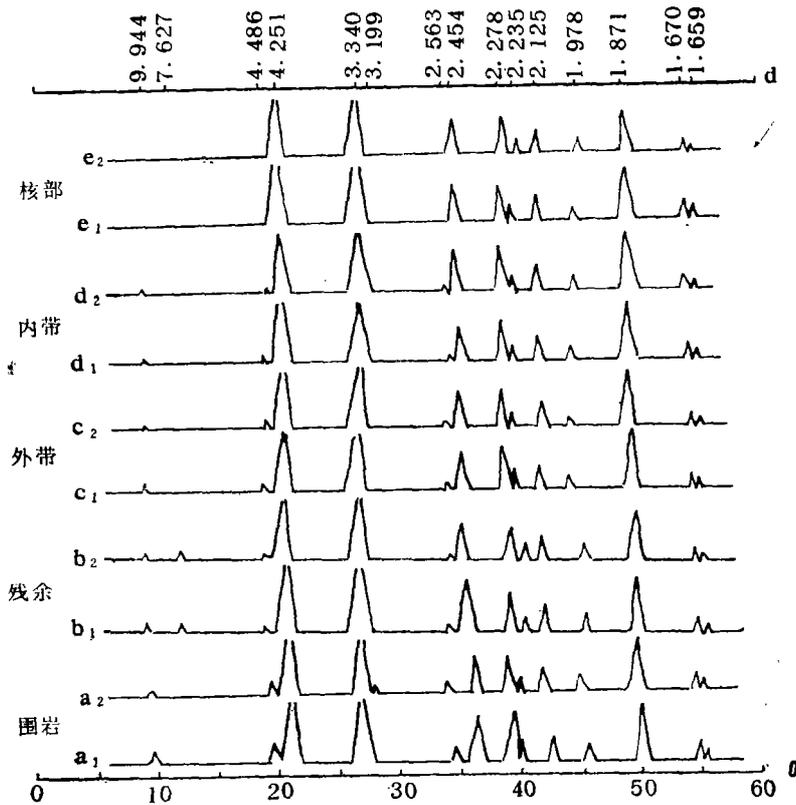
(3) 核部(g带) 结核的核部带色调与内外带明显不同, 为灰、灰黑或灰白色。

特别致密，与内带界线清晰。结核核部显玛瑙纹层，纹层因锰染而显著(图4A、图版I, 1)，或为不均匀的致密石英。核部带被内带所环绕，处在结核中心偏上的位置，等轴状或锥状，锥顶向下并指向残留孔。镜下核部全由玉髓质纤维状石英及球粒石英集合体组成。灰白色玉髓质石英中(m)，为0.13—0.69mm的纤维状石英，呈十字消光和斑马纹状消光。集合体之间以直线三连点相接(Triple junctions)，三叉点顶角交角为 120° 、是较典型的高浓度、快速结晶共结结构(Stanton, R.L. 1972, Simoson, B. M. 1985)，图版I, 2)。

乳房状燧石结核的内部构造，显示了围岩硅岩和硅质页岩，受到交代作用、充填作用和重结晶作用而形成。残余孔是促使结核形成的溶液通道孔。外带是不完全交代作用带，内带是完全交代作用和结晶作用带。核部主要是充填作用和结晶作用带。从乳房状燧石结核产出有一定的层位、结核在层中星散分布、层理绕过结核或消失在结核中，可以判定是沉积物尚未固结时的准同期交代充填作用的结果。

3. 乳房状燧石结核的矿物成分

对结核中各带、外带中的围岩残余和围岩的样品，用X-衍射方法研究了矿物成分。



图中样品号说明见表1

图5 乳房状燧石及围岩的X-衍射图谱

Fig.5 The X-ray diffraction map of mamiform structure and its country rocks

衍射图谱见图6，定量计算的矿物含量见表1。在结核及围岩中已经鉴定出石英、伊利石、钠长石和石膏(?)等四种矿物。从硅岩围岩、外带、内带到核部，石英的含量渐次增高，伊利石含量则逐步减少。少量钠长石仅存在于围岩中。从矿物成分的变化可知，硅岩中的硅化作用主要带入了二氧化硅，使未完全固结的沉积物变形让出空间，同时伴以硅岩的交代和重结晶。

表1 乳房状燧石及围岩的矿物成分

Table 1 Mineral composition of mammiform structure and country rocks by X-ray diffraction

矿物		石英		伊利石		钠长石		石膏(?)	
谱线(d)		4.251, 3.340, 1.817		9.944, 4.486, 2.563		3.199		7.627	
围岩	a ₁	96.90	95.10	3.10	4.00	1.80	0.90		
	a ₂	93.30		4.90					
残余	b ₁	97.10	97.15	2.80	2.65			0.20	0.20
	b ₂	97.20		2.50				0.20	
外带	c ₁	97.70	97.15	2.30	2.85				
	c ₂	96.60		3.40					
内带	d ₁	98.10	97.60	1.90	2.40				
	d ₂	97.10		2.90					
核心	e ₁	100.00	100.00						
	e ₂	100.00							

4. 讨论

上述木圭上泥盆统硅岩中的乳房状燧石结核的研究结果说明，这是一种与地层准同期的交代、结晶、充填构造。主要依据是：

(1) 木圭地区在上泥盆统榴江组沉积时期，处于高地热场。上泥盆统中有基性和中酸性的次火山岩脉(床)，地层中有凝灰质岩石夹层和典型的碧玉等火山作用的产物。上泥盆统榴江组为厚度在250m以上的硅岩层，其中夹有多层锰矿。这套地层应属高地热场的堆积物。

(2) 上泥盆统榴江组主要由成分较单一的硅岩组成，岩石具水平层理，结构细微(泥晶为主)，没有明显的砂级、粉砂级碎屑物和浅水标志。所含化石是浮游型的生物，属南丹型较深静水盆地沉积物。

(3) 乳房状结核出现在中一酸性次火山岩床的底板附近，有一定的层位顺层分布。乳房状结核与硅岩层理的关系表明，岩层尚未固结时乳房状结核通过交代、结晶、充填而获得空间的。

(4) 乳房状结核的内部分带以颗粒的大小、形态、结构、构造、颜色的不同而表现，同时，围岩残块只分布在外带。由外带经内带到核部，颜色由红变灰(灰黑)；粒径增大；球粒化增强；由交代为主到结晶充填为主，矿物和化学成分逐渐变纯。

(5) 残留孔、内带、核部的空间关系说明溶液由残留孔向上运移而发生交代、结晶和充填作用。

交代作用, 重结晶作用, 纤维状石英的球十字消光和斑马纹状消光, 集合体的等角三连点等反映高浓度、过饱和的快速共结现象等, 只能在较高的温度之下才能发生。二氧化硅在常温的地表水、海水中含量均很低 ($<10\text{ppm}$), 远不饱和 (SiO_2 溶解度在常温下为 120mg/l), 不可能以化学方式沉积下来。大量实验资料证实, SiO_2 的溶解度与温度有线性关系, 热水中 SiO_2 的含量与温度有正比关系, 因此在地热研究中可以用 SiO_2 在水中的含量测定地热场温度的高低 (Rybach L. and Muffer L.T.P. 1981)。现代温泉和海底热泉的研究资料说明, 只有热水作用才能以化学方式大规模的、高纯度的富集 SiO_2 。如黄石公园的硅华和大洋中脊的白烟管。

推测木圭地区榴江组硅岩中的乳房状结核的形成过程中如下: 在高地热场中被加热的地层水 (以下渗的海水为主), 在其循环途中溶解了 SiO_2 和某些金属 (如锰), 当其顺断裂系统向上运移过程中, 随着温度的降低, SiO_2 达到饱和或过饱和。若在盆地底部的沉积物中即已达到晶出沉淀的条件, 就将在未固结的沉积物内, 以交代、结晶、充填的方式形成石英脉, 硅化岩, 远处及更浅处形成乳房状结核。当喷溢出盆地底部并迅速沉淀, 则生成碧玉层。在海水中运移一定距离, 再以化学方式、生物方式堆积, 就形成硅岩。因此, 可以认为乳房状构造是硅化作用减弱, 近盆地底部的一种交代、充填构造。是热水交代作用与热水沉积作用之间过渡环节。

三、其它地区的乳房状构造

据上述研究, 笔者把准同期的交代、充填、结晶作用形成的, 有一定形态特征的似结核物称为乳房状构造, 它是热水作用形成的一种岩石构造。类似的构造见于其它地区和不同的沉积物内。

1. 南宁五相岭上泥盆统榴江组硅岩中的乳房状构造。南宁市郊的五相岭地区的上泥盆统系以硅岩为主的地层, 属南丹型盆地沉积物。硅岩中有不少的燧石或硅质结核。这些结核既有顺层的, 也有明显交代围岩并在边缘残留层理的结核。镜下见到一些结核也有明显的分带性, 内带为完全重结晶的灰白色石英晶粒, 外带为部分重结晶的石英微晶及泥晶, 因褪色而呈灰色, 围岩硅岩为灰黑色泥晶石英 (图版 I、3), 此类结核的产状、形态、成分和组构可与木圭的硅质乳房状构造对比。笔者认为南宁五相岭剖面中的结核, 也是反映热水作用准同期交代并重结晶的乳房状构造。

2. 贵州罗甸二叠系处于斜坡相的盆地泥晶灰岩中, 有非常明显的顺层硅化。硅化的岩石呈白色, 在灰黑色薄层到中层的泥晶灰岩中形成强烈的颜色对比。硅化岩的宽度都不超过 10cm , 较严格地顺层分布。一些硅化层的下部界线起伏大, 成锐角, 上界面较平滑, 类似乳房状构造的形态。在一些层中, 硅化层不连续而成为结核。有时在露头上即可看出结核的内部的带性。外侧是硅化程度不等的硅化带, 中心部分为纯的石英结晶充填核, 与乳房状构造的分带性相似。从硅化带有相当严格的顺层特点及数量众多判断, 应属准同生硅化作用。实际上在剖面较上部的二叠系碎屑流沉积物中, 也发现有硅

化岩的碎块。罗甸二叠系中的准同期硅化作用中既有硅化岩，也有较典型的乳房状构造。

3. 广西下雷上泥盆统榴江组锰矿中的乳房状构造。锰矿产在盆地相中的硅岩层内，是以碳酸锰为主，有锰氧化物，锰硅酸盐等矿物相的复杂的矿石。矿区附近下石炭统中有基性火山岩及次火山岩。锰矿石中的豆状锰矿是在碳酸锰微晶基质中，存在一些圆形到不规则的团块或结核，大小为厘米级到毫米级，颜色较基质浅，结晶较基质粗，并显示出分带性。内部是结晶银嵌的碳酸锰，外侧是部分重结晶并褪色的微晶碳酸锰，围岩是红色或灰色泥晶碳酸锰，与乳房状构造的分带性相当。据豆状或团粒状矿石分布有一定层位，豆（团）粒与围岩的层理的关系，豆团粒下端尖锐、上部圆滑等特点（图版 I，7、8）。此种锰矿石亦为热水准同期交代、结晶、充填作用而形成的乳房状构造。

4. 我国南方寒武系、泥盆系的许多层状重晶石矿区的乳房状构造。作者在研究湖南新晃、广西三江、湖北随县的下寒武统层状重晶石矿，广西来宾的上泥盆统层状重晶石矿时（陈先沛、高计元，1985、1986），均见到一种被称为团粒状或结核状重晶石矿石。重晶石矿层产在硅岩层中并以硅岩为矿层的顶底板，矿层的顶底部有时出现团粒状矿石。团粒产出有一定的层位，与围岩层理关系显示为准同期生成。团粒有分带性，内部为放射状、蒿束状重晶石晶粒集合体，外部为不完全重结晶的粒状及板状重晶石，某些团粒或结核外形也有下尖上圆的特点（图版 I，5）。笔者认为这类团粒或结核重晶石亦为乳房状构造。

四、乳房状构造的比效和地质意义

1. 比较

在文献中报道的与乳房状构造类似的沉积构造有坑丘构造（Pit and mound）、气穴和泉穴构造、泥环构造（Mud Pool）等，它们与乳房状构造的差别是明显的。施罗克（1948）曾详细地对坑丘构造、气穴、泉穴构造作过讨论，赖内克 H.E. 等（1979）又作过一些补充，但基本内容与施罗克的记述没有多大差别，这类构造是气或水在泥砂质沉积物中上涌时，引起基底层陷落而成为小坑洼，上覆层充填坑洼而形成向下凸出的小丘。泄水（气）管道因沉积物的愈合大多不保留。这类构造只是物理机械作用引起的层面起伏，没有增加新的物质成分，也没有伴随交代、结晶、充填作用。

M.J.Wit（1982）报道了前寒武系伴有重晶石层的硅铁建造中的一种沉积构造，命名为泥环构造。这种构造是铁硅质页岩复杂扭曲，在层面上为突起的同心圆环，剖面上层纹复杂扭曲，类似叠层石。该作者据不可能是叠层石的岩石成分和平面上类似水热区地面的同心状泥环而认为是热气（水）周期性喷射而形成的构造。显然泥环构造也不具有成分的增加和广泛的交代、结晶、充填作用。这几种构造在地表附近的砂泥质中形成，与在有较大水深的盆地中，在化学沉积的高纯度岩石中发育的乳房状构造也不相同。

2. 意义

（1）地史中热水沉积作用的识别可以有多种标志。热水沉积构造，犹如其它岩石

构造标志一样,有独特的意义,它反映原始沉积作用并且不易受到后期地质作用影响,在高山热场的盆地相沉积中,硅岩、重晶石层、碳酸锰等主要以化学方式聚集的产物较普遍地存在乳房状构造,以其准同期的交代、结晶、充填作用,可作为识别热水沉积作用的可靠的构造标志。笔者认为某些由热水沉积形成的块状金属硫化物矿石中,也应该有乳房状构造的存在,值得在工作中注意探寻。

(2) 乳房状构造的交代、结晶、充填作用在硅岩中常以球粒化的形式表现。这种球粒在形态大小方面,与放射虫相似,极易被当作放射虫化石对待。如果考虑到现今已把放射虫硅岩作为深海沉积物的主要标志,是代表洋壳的蛇绿岩套的主要组成部分,因而区别交代、结晶的球粒化和放射虫化石就十分必要了。笔者所记述的乳房状构造都发现于陆棚区,与碳酸盐台地有密切而复杂的空间交错格局,在产乳房状构造的硅岩层中,存在不少的球粒化硅岩层,它们应该是规模较乳房状构造更大的交代、结晶作用的结果,而不是现代大洋放射虫软泥的古代类似物。

(3) 乳房状构造在典型情况下,其外形的特点是下尖上圆,下顶角存在残留孔。内带和核部也有下窄上宽,与外形相适应的形态。内带与核部舌形下延的顶点正对着残留孔。据此,可作为确定地层正倒的示序构造。

(4) 乳房状构造的研究,为解决某些岩石和矿床的成因提供佐证,同时也为盆地的发育演化史给出背景资料。据了解,目前对广西上泥盆统中的锰矿如下雷锰矿,木圭锰矿的成因就有不同的认识。对广西泥盆系南丹型盆地沉积的环境也有多种理解。由热水作用准同期交代、结晶、充填而形成的乳房状构造在盆地相,在锰矿石中的发现,为矿床成因认识提供了新的证据。

收稿日期1986年8月5日

参 考 文 献

- 施罗克, 1948, 层状岩石的层序, 中译本(翁文灏译) 1956, 地质出版社。
- 赖内克 H、E, 辛格 I、B, 1973, 陆源碎屑沉积环境, 中译本(陈昌明等译) 1979, 石油工业出版社。
- 王钰、俞昌民, 1974, 中国南方泥盆纪生物地层研究的进展, 中国科学院南京地质古生物研究所集刊第六号, 科学出版社。
- 陈先沛、高计元, 1986, 中国层控重晶石矿床地球化学, 中国层控矿床地球化学(涂光炽等著), 第2卷6章, 科学出版社。
- Edmond J、M, Damm K、V, 1983, 科学, 8期, 37—50页。
- Arrhenius G., Bonatti E., 1965, Neptunism and volcanism in the ocean, in series: Progress in oceanography, Mary (Ed.), V.3, p.7—22, Pergamon Press, Oxford-London
- Bonatti E., et al. 1972, Econ. Geol., Vol.67, No. 6, p.713—730.
- Rona P.A., et al., 1978. Econ. Geol., Vol.73, No. 2, p.135—160.
- Rona P.A., (Ed)., 1983, Hydrothermal processes at seafloor spreading centers, Plenum press, New York,
- Rybach L, Iand Muffer (Ed), 1981, Principles and case histories, John Wiley etors, cmnertr p.110—120
- Wit M.J.D., et al., 1982, Econ. Geol., Vol.77, No. 8, p. 1783—1802.

Wolf K.H. (Ed.), 1976—1982, *Handbook of strata-bound and stratiform ore deposits*, Vol. 1—9, Elsevier, Amsterdam.

MAMMIFORM STRUCTURE OF UPPER DEVONIAN IN MUGUI, GUANGXI PROVINCE AND ITS GEOLOGICAL SIGNIFICANCE

Chen Xianpei

Chen Duofu

(Institute of Geochemistry, Academia Sinica, Guiyang)

Abstract

Mammiform structure (MS) is a newly-discovered sedimentary structure in chert, stratiform barite and carbonate manganese ores in China. The most typical example is found in Mugui area in the 250m thick Upper Devonian cherts with intercalations of basic to acid subvolcanic rocks and red and green jasper and manganese ores. MS can be seen in the thin laminated chert layer near the bottom of the acid subvolcanic rocks. The relationship between chert stratification and the morphology of MS indicates a meta-synsedimentary origin before the chert was consolidated. Most MS looks like a upside-down mamma with a diameter of several centimeters and a height to width ratio of 1—2. It has a convex rounded top surface which intercepts with the bottom at an angle of about 60° — 90° . A little hole about several millimeters in diameter can be seen near the bottom. Different zones can be recognized in the cross section from its rim inwards:

1) The external zone (e-zone) consists of mudquartz which is partially recrystallized and replaced by micro-quartz. Unchangen chert is common. In some cases residual stratification can be noticed in chert.

2) The internal zone (f-zone) is composed nearly completely of recrystallized chert with remarkable spherulites of fibrous quartz.

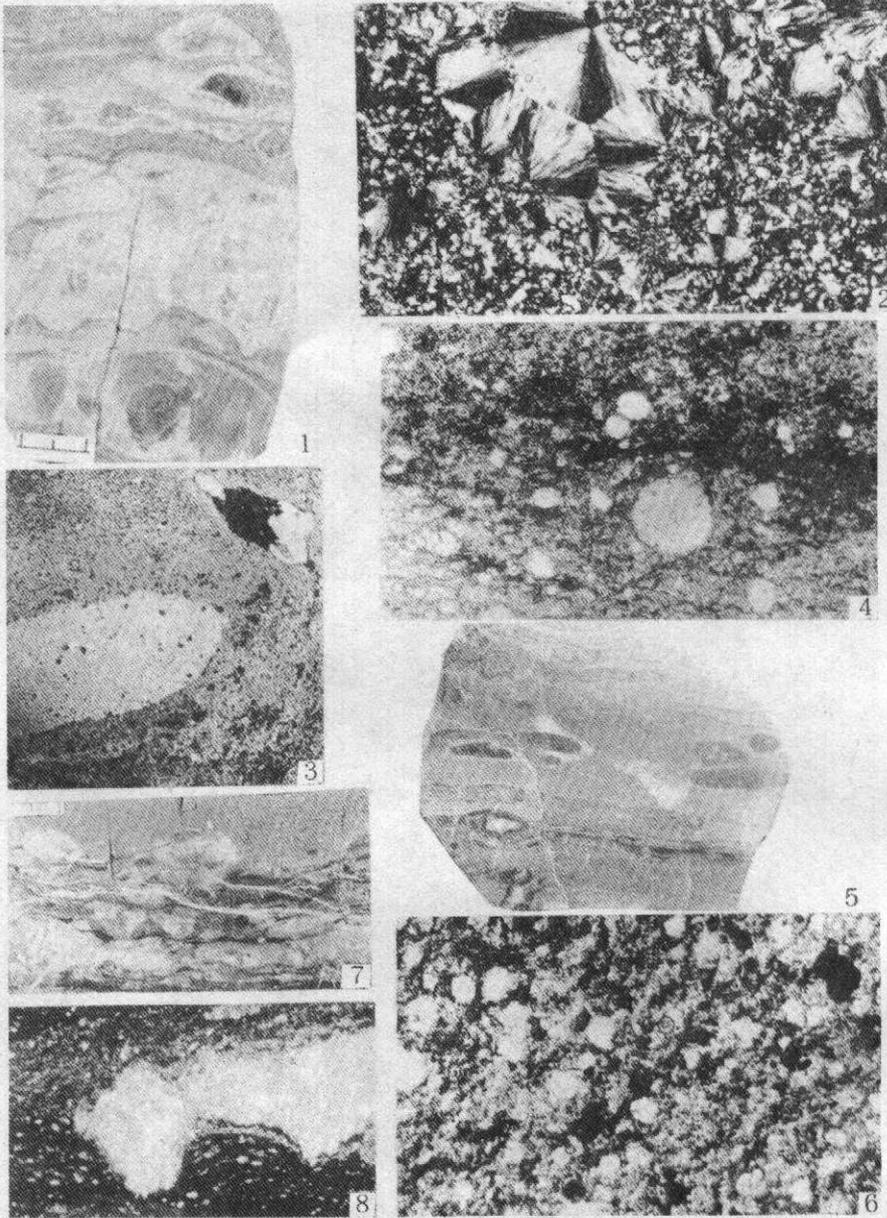
3) The core zone (g-zone) is characterized by crystallization and filling. It consists of micrograined quartzs and spherulite quartzs which are connected in the form of triple conjunction (120°).

Both the internal zone and the core zone are wider at the top and narrow down towards the bottom, matching the configuration of MS. Its apex points directly to the little hole at the bottom of MS. The mineral composition of MS and its country rock have been determined by X-ray diffraction. Quartz is found predominant with small amounts of illite, albite and gypsum. From the country rock to the core of MS, quartz increases slightly while illite decreases.

It is considered that MS has been originated from unconsolidated chert through alteration, filling and recrystallization in response to a SiO_2 -rich hydrothermal solution. With decreasing hydrothermal activity, SiO_2 will precipitate in the order of quartz vein \rightarrow silicified rock \rightarrow silica MS \rightarrow jasper \rightarrow stratiform chert. MS is a special type of siliceous sinter formed at pelagic or sub pelagic basin. In addition, MS has also been reported from barite, manganese ores as well as chert elsewhere. Therefore, in addition to siliceous MS there can also be barite MS, manganese MS and probably sulfide MS.

In terms of morphology, MS is similar to some other sedimentary structures, such as pit and mound, spring pits, gas pits and mud pool. But no compositional variation has been observed in these structures. MS can be readily distinguished from the above structures in terms of its composition, structure, texture and occurrence.

MS may provide a structural criterion for hydrothermal sedimentation geological history. The morphology and internal structure of MS can be used to determine stratigraphic sequence on the outcrop. The commonly observed spherulites of hydrothermal sedimentation may be confused with radiolarian siliceous rocks in shape. Particular care should be taken to avoid mistakes. The existence of MS may help to shed light on the origin of chert, barite and some manganese ores.



1. 单体及复体乳房状构造, 多个单体可连成硅化层。其外形下尖上圆。磨光面, 木圭 2. 核部的玉髓质及纤维状石英集合体, 三连点相接, 交角为 120° 薄片(+) $\times 60$ 木圭 3. 内带(灰白色), 外带(灰色), 围岩(灰黑色)。薄片(-) $\times 15$ 南宁 4. 外带及围岩残块。上部基质有少量石英球粒, 下部外带明显重结晶及球粒化。薄片(-) $\times 44$ 木圭 5. 重晶石中乳房状构造。上部重晶石顺层交代, 可见群体乳房状构造。下部纹层中有分带现象。光面。三江 6. 内带, 重结晶和球粒化明显, 两者过度。薄片(-) $\times 70$ 木圭 7. 结核状及豆状碳酸锰矿, 结核外形及分带似硅岩中乳房状构造。光面, 下雷 8. 碳酸锰矿石中的乳房状构造。基质层理与乳房状构造外形相适应。薄片(-) $\times 15$ 下雷。