





产于 $e_2^1$ 、 $e_2^2$ 、 $e_1^b$ 层中者为多，以产于 $e_2^1$ 、 $e_2^2$ 、 $e_2^3$ 层中者为大系找矿勘探的主要对象。但 $e_1^3$ 层汞矿仅见万山，尤其 $e_2^3$ 层者仅万山杉木董一处。

### 三 构造体系及其与成矿的关系

黔湘汞矿大带，西侧以纵向区域性及主干断裂为主，东部则以横跨褶曲和次级断裂为重要。地层倾角南北两端较陡(20~25°)，余皆平缓(5~15°)，褶曲的多方位性和相互叠置性，断裂的多期活动和结构面性质的多变性，乃构造本身的特点。可以划分出下列基本构造系统。

(一) **新华夏系** 以保铜玉逆冲大断裂、保铜玉大向斜、凤晃背斜等北北东向压性结构面，构成新华夏系的主体，其长度大于百公里，配套构造齐全，是本带成矿的主导构造。

保铜玉逆冲深大断裂，纵贯矿带西缘，其两侧之沉积岩相、古生物群及盖层构造形态均有差别，乃长期发育的继承性断裂。新华夏系形成过程中，以36~60°左右倾角向西逆冲，两则岩层柔皱、叠瓦、片理化，一套有成生联系的、常具汞矿染现象的、巨厚的、向东逐渐超覆与分枝的、蚀变成因的厚层变晶白云岩，沿其上盘产出，沙场坡、茶店等下寒武统汞矿点紧靠它的断面，汞矿大带之成矿区间发生于它的上盘13公里，尤其是5~10公里范围，其西以铅锌矿化为主，构成汞矿大带的西界。可以肯定它是汞矿的1级上升通道。

保铜玉大向斜居于矿带中心，它可能是在古浅海沟槽基础上发展起来的向斜构造，矿带南段矿床都集中于它的南东翼近轴部，可能对上升后的矿液运行起了滞液作用。

凤晃背斜，居于矿带东部，宽缓的北西翼集中了汞矿大带上全部重要汞矿床，北至十八坪尖灭后，矿质矿量大大变差，且成矿主要转入保铜玉向斜北西翼，说明它起赋矿作用，是汞矿大带的1级赋矿因素。

纵向张裂具有区域性，于矿带西侧保铜玉逆冲大断裂南东盘，保铜玉大向斜北西翼上，为向北西倾斜的高角度正断层，早张晚扭，多次活动。近来在万岩汞矿田东侧亦发现此组断裂呈地堑式产出，为吉凤断裂组的南延部分。沿这组断裂几乎每条都有汞或汞锌，或铅铜等矿染，在矿带南段以伴随深部含矿层( $e_1^3$ 、 $e_1^b$ )的汞矿染为主。而北段则以伴上部含矿层( $e_2^1$ 、 $e_2^2$ )的汞矿染为主。所有汞矿床都在它们的南东盘近侧，不仅反映了它的导矿作用，也反映了矿液的导向。它们的向北西与逆冲深大断裂的相对倾斜，深部相交的产状组合，构成了矿液第一次转运的捷径。

新华夏系的两组扭裂和横张，主要分布于矿带的东部凤晃背斜北西翼上，规模不大，属矿床级。扭裂走向335°和70°，以后组发育，三期活动，前者早“扭张”，晚“扭压”，后者反是。横张走向280~295°，三期活动，“早张晚压扭”。它们几乎都有汞矿化伴生，绝多伴汞矿床，断裂产物中多能见到辰砂，尤其在矿床构造组合中，有它们参与者，矿床规模相对要大，足以证明它们是汞矿床形成的通道。

(二) **横跨褶曲系** 区内褶皱除北北东及北西西以1~3级为主之褶曲外，尚有近南北组、近东西组、北西及北东等组以层间5、6级为主的褶曲。横跨褶曲只发育有新华夏系主体褶曲之上的近东西及北西组褶曲。就现有资料，横跨褶曲在汞矿大带南段以保铜玉大向斜南东翼为主，而在北段则以北西翼为主。有六个级差。它们的分布范围，依次控制着矿田、矿段(区)、矿床、含矿带、含矿体、矿体，6级褶曲带控制的各类层间衍生断裂和层间角砾化破碎带，是汞矿床中矿体、矿石的主要容矿空间。无疑，它们是汞成矿作用过程中赋矿的各级主导因素。

李四光同志很重视黔湘汞矿的横跨褶曲。笔者基于下述几点，认为它是新华夏系北北东主体褶曲形成时，岩层沿轴线方向不

能自由伸展而反复褶皱的结果。

(1) 1~3级横跨褶曲表现出产状平缓、规模相略、间距近等、以背斜为主体、平行排列、连绵不断的特征。在保铜玉大向斜两翼一个宽仅10~20公里、长达百公里以上的窄长范围内，两翼褶曲互不对应，互为消长，相对倾伏，缺乏压性断裂，同时常为北东东组扭裂阻断，属东西向构造体系不易理解。

(2) 横跨褶曲系有独自发展的风格。它不受北北东向褶曲的干扰和破坏，使其零乱不堪或隐而再现。1~2级横跨背斜，在它们的倾伏消失部位都使保铜玉大向斜的轴线发生弧形弯曲；大量探采坑道揭示，6级褶曲带在其延长线上，并不因北北东和北东组褶曲的出现而中断、隐晦；那些分布零星、也含矿、明显叠掩6级横跨褶曲带的北北东和北东组低序褶曲，只能说明它与横跨褶曲系处于共同发展的形成过程中。

(3) 横跨褶曲系的主体方位不符合新华夏系对它的改造方位。5、6级横跨褶曲轴向以300~320°为主体，除大碛喇的3级及其以下横跨褶曲轴向呈向北东突出的弧形外，余及各区之3级及其以下横跨褶曲轴向，西部都有向北偏转、而呈向南西突出的弧形。这说明横跨褶曲系的改造主要受西部地块向北扭动的控制。如果横跨褶曲系属东西向构造体系，从受新华夏系应力改造角度分析，新华夏主压应力，一方面应使横跨褶曲作用加强，一方面又应使它作逆时针方向旋扭，除有横跨褶曲的二次形成和派生旋扭结构面外，受改造的横跨褶曲主体方位应是总体呈北东东，向南东突出呈弧形。这些现象是罕见的。所以，既要承认横跨褶曲是受过改造的，又要承认它是在与新华夏系同时形成过程中，受其衍生应力改造的。

(4) 横跨褶曲系的形态类型、产出分布特征，吻合于反复褶皱的形成机理，与南端自震旦纪以来长期发育的镇藏深大断裂和两侧大深断裂在北端的闭合形成的阻挡、钳制作用相适应。诸如：矿带两端岩层产状变

陡；1级横跨向斜轴部的次级横跨褶皱以上覆层位为显著，两侧的1级横跨背斜，则以深部层位中的次级褶皱为明显；横跨褶曲表现为以背斜为主，双轴箱状，背斜南西翼总较北东翼陡而较宽，高序次背斜幅宽大于幅深，轴部宽缓，低序次褶曲总是沿高序次褶曲的轴部而存在，6级褶曲带总是呈尖楞、斜歪、倒转、幅深大于幅宽的群体出现，具有鲜明的分层、不谐合性，挤出压入、超覆背带，反复套褶现象显著，反映出横跨褶曲系形成时，具有钳制、受阻、压扁和层间扭动的形成机理。

(5) 横跨褶曲系如属东西向构造体系，则与汞的成矿时代有矛盾。从黔川湘三省汞矿产出之地层时代和与新华夏构造的密切关系，汞成矿应为燕山期。横跨褶曲是汞成矿的主导赋矿因素，据汞矿石沉淀构造与横跨褶曲形成的发展程序研究，汞成矿期发生于6级横跨褶曲带的隆起的早中期，结束于带上产生大量缓倾逆推层间滑动与断裂之际（图3）。成矿作用结束之后，横跨褶曲作用仍在进行，横跨褶曲带仍在发展扩大，形成那些衍生构造系发育不全、充填脉体较晚、不含矿的边缘褶曲和卫星背斜。横跨褶曲带具有明显的由中心向外推进的发展程式。这样，就排斥了汞成矿时代与新华夏的密切关系。

(三) 北东组主干断裂系 此乃汞矿大带的中级断裂，较为发育，尤以中段为著。属高角度正断层，“早张晚压扭”，多期活动。它们横切于西侧深大断裂与东侧凤凰背斜北西翼间，向南西多交汇于新华夏纵向张裂，锐角尖指向南南西，呈“入”字型。单条走向由西至东，由北北东——北东——北东东转向，亦随之变小尖灭。沿这组断裂的每条，几乎都有汞或汞、锌或锌、铅的矿染矿化现象，万山、梅子溪断裂中尚见辰砂，所有重要汞矿段（区）的汞矿床群，无不沿这组断裂两侧，尤其是行灭段南东盘作等间距排列，为所熟知。无疑，北东组主干断裂，对于沟通2级通道构造与横跨褶曲，第

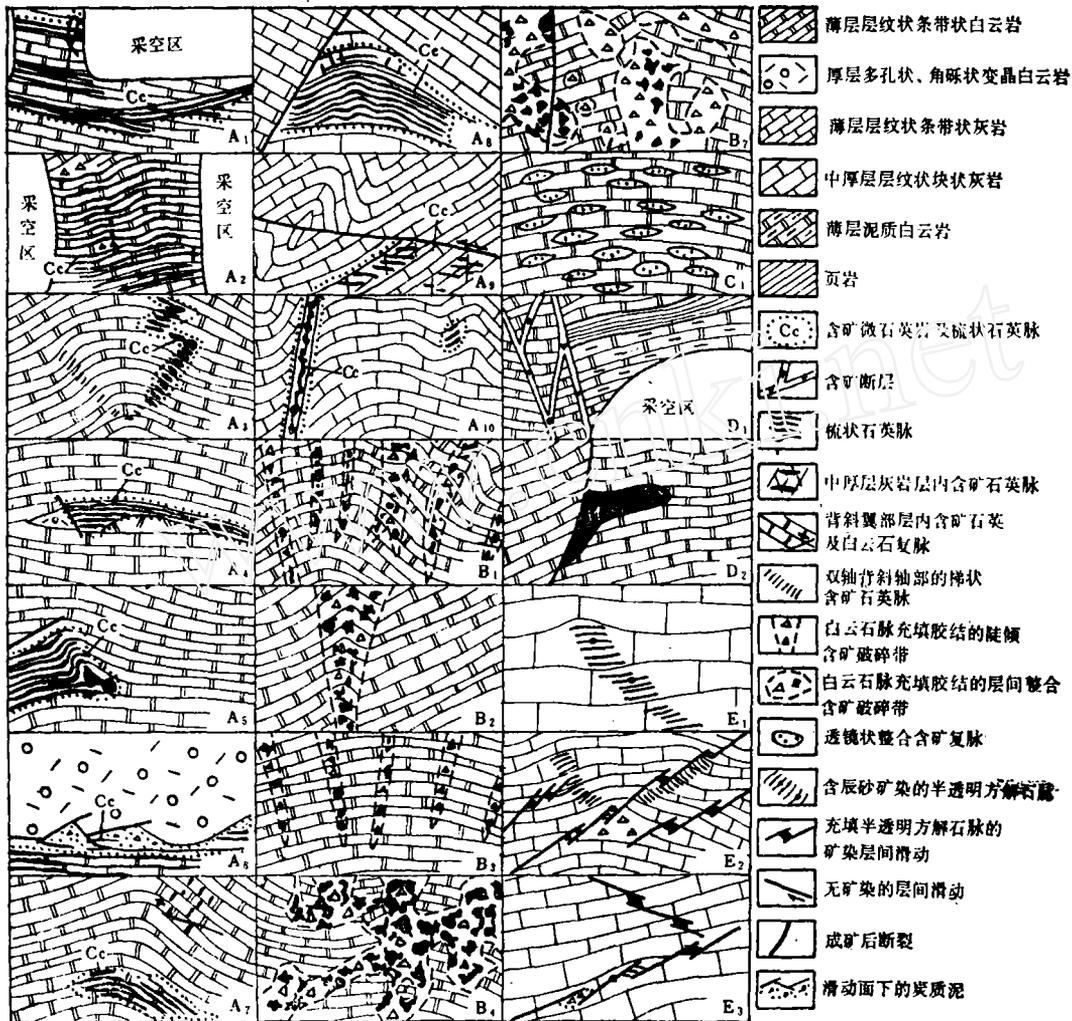


图3 矿石沉淀构造及矿化类型图  
 A—微石英岩及梳状石英脉整合型；B—白云石脉破碎带型；  
 C—复脉整合剥离型；D—封闭类型；E—成矿末期矿染

2次转散矿液，导致辰砂在它的行灭段富集，起了重要作用。笔者根据东侧基底层中此组断裂广泛存在，和本组断裂在本区的早期活动确实晚于保铜玉断裂在新华夏的首次活动，认为它们是古华系纵向张裂，在新华夏系中被纵张之分歧断裂追踪归并的结果。

(四) 旋扭构造体系

(1) 万岩顺时针张扭帚状构造 由万山、梅子溪、岩屋坪三条向南西撒开、向北东次敛、走向由北北东转向北东东的弧形张扭性断裂组成。砥柱推测为东侧老地层的向西突起，力源于保铜玉断裂北西盘向北东方

向运动。这一帚状构造的收敛部位，控制了万岩汞矿田。它们每条的内弧部分分别控制了万岩汞矿田的三个矿段(区)。

(2) 大碛喇逆时针压扭帚状构造 处于马沙断裂弧形转弯的南东内侧，由巴毛陀至马鞍山等一群西撒东收、向北东突出的北西西—北西转向的弧形褶曲组成。其形成为马沙断裂北西盘作逆时针扭动时，对这些正在形成的横跨褶曲起应力联合作用而成。

(五) 层间构造系统 层间构造主要形成于容矿层系中，包括层间剥离、层间滑动及断裂、层间构造泥、层间角砾化破碎带，

以及低序次横跨褶曲上的X扭裂、“纵张”、层内整合及切层扭裂与张裂、剥离、轴部破碎与断裂等，是矿石沉淀的主要容矿构造。根据它们主要呈北西—南东向的带状产出，依附于低级横跨褶曲带上以及其发展程序的地质观察，反映它们与低序次横跨褶曲的形成有直接的成生关系。其中，那些缓倾斜的逆推滑动主要切磨矿体。

上述各类构造系统，都是新华夏同一构造作用中的产物。由于这一构造作用延续的时间较长，不同构造形迹之间发生了联合复合的结果。新华夏主体褶曲的形成，造成了横跨褶曲系的产生：它的两组扭裂在两盘的相对运动过程中，产生了近南北组和北东组低序次褶曲；它的主压断裂及“纵张”在其北西盘向北扭动过程中，形成与加强了北东组主干断裂，并出现了局部边界条件下的帚状构造。横跨褶曲系的形成，衍生了大量层间构造；其主压断面归并了新华夏系“横张”；两组扭裂归并了新华夏系两组扭裂，使其原有性质向反向转化，并加强了北西西至北西组低序次褶曲作用。北东组主干断裂在它的北西盘向北东的扭动中，加强了新华夏系北东东组扭裂的张性和北北西组扭裂的压性作用，并加强与形成了近南北组低序褶曲以及局部小型旋扭构造的形成。

#### 四 矿床、矿化特征

(一) 矿床矿体的规模形态 汞矿床赋存于3级横跨复式背斜中，长1~2千米，宽1~3百米，呈一向伸长的层状、似层状产出，一般由3个左右含矿带组成。含矿带长2~8百米，宽20~60米，由数十至数十个含矿体组成，似层状、透镜状单向延伸，含矿带间距60~100米。含矿体由矿体组成，下寒武统矿床有“窄长薄”和“窄长厚”两个类型，中寒武统矿床一般较宽，长60~200米，宽20~60米，呈透镜状、不规则状整合产出。矿体形态十分复杂，多为巢状、囊状、透镜状、凸状等，常作尖灭侧现和再现构式，矿体一般长30余米，最长130米，宽

2~10米，最宽50余米，厚0.5~5米，最厚30米以上，品位0.1~0.7%。

(二) 矿石的矿物组分和类型 矿石组分简单，金属矿物主要为辰砂，少见有黑辰砂、自然汞、灰硒汞矿、辉锑矿、闪锌矿、黄铁矿，偶见雄黄。脉石矿物主要为石英、白云石，次为方解石、重晶石、沥青。黑辰砂、自然汞、辉锑矿出现在辰砂的富集地段，闪锌矿出现在矿床西端及外围。辰砂中富Se，闪锌矿中富Cd。

矿石有条带状、脉状、角砾状、斑点状、浸染状、粉末状、皮膜状多种，有工业价值的矿石类型为：Ⅰ.层带状微石英岩浸染汞矿石，即辰砂浸染星点于微石英岩整合梳状石英脉中的矿石；Ⅱ.角砾状、晶洞晶簇状白云石石英浸染星点汞矿石，即辰砂星点浸染于充填角砾状构造的白云石，和晶洞晶簇常较发育的白云石石英互生脉体中的矿石；Ⅲ.透镜体复脉浸染汞矿石，即辰砂浸染星点于白云石、块状石英、重晶石、沥青、方解石组成的透镜体复脉中的矿石。辰砂一般结晶较好，尤其是第Ⅱ类型以产粗大美丽的晶体辰砂著称。

(三) 矿床类型 周德忠划为缓倾斜层间整合汞矿床。根据矿石工业类型及其沉淀构造类型不同（见图3），可以进一步划分出工业价值和勘探类型不同的三组矿床。

(I) 缓倾斜层间整合层带型汞矿床 矿石沉淀于控矿褶曲带一定层位中顺层和缓切层理（ $<25^\circ$ ）的衍生构造中，矿体产状与围岩基本一致，蚀变类型为交代硅化，矿石类型为第Ⅰ类，含矿部位必有变晶白云岩层与褪色宽条带状岩石多层交替。微石英岩体的范围就是矿体的范围，厚度较大，连续性较好，矿化较均匀，品位富，平均0.3~1.0%，储量计算对象为矿体，属大一特大型汞矿床。按现有以坑为主的勘探方法及网度，勘探与开采储量对比误差不大，可以钻孔勘探。以万山为主，又称万山型。

(II) 缓倾斜层间整合破碎带型汞矿床 矿石沉淀于控矿褶曲带一定层位层间陡倾斜

和整合角砾化破碎带中，蚀变为充填角砾化构造的白云石脉及晶洞晶簇石英，矿石类型为第Ⅰ类。陡倾斜破碎带上宽下窄，深几至十几米，最深达40米，间距几米至十几米。含矿部位岩石组合单一，不见或少见变晶白云岩层，泥质炭质层的屏蔽作用相对明显。这组矿床矿化面积较宽，厚度大，品位贫，平均0.1~0.3%，矿化很不均匀，在勘探中往往形成较大面积的矿化地段，而见矿率则很低。储量计算对象只能是含矿体，属中一大中型。这组矿床在大带上最普遍，尤以大茶汞矿田为著，又称茶田型。据现有坑钻方法及网变，勘探与开采对比，储量变化很大，以升为主，矿山生产经验，在勘探开采过程中，用坑内水平钻探加密来指示矿体效果较好。

(Ⅲ) 缓倾斜层间整合剥离型汞矿床 矿石沉淀于控矿褶曲带一定层位中整合单体微裂构造中，微裂长10厘米左右，厚2~5厘米。矿体产状整合，矿石为第Ⅲ类型。含矿部位岩性单一，延伸稳定，含脉率低，矿化较均匀，品位贫，平均0.04~0.2%，厚度薄，但可多层。金属小型，个别可达中型，分布上以大砾喇以北为主，可称猴子坪型。

#### (四) 近矿围岩蚀变及热液元素地球化学特征

1. 近矿围岩蚀变 其特征为与矿床一致，具有整合层状产出和主要表现为与热液活动有关的脉体充填形式。计有褪色重结晶、白云岩化、萤石化、黄铁矿化、硅化(交代型的微石英岩和充填型的石英脉)、白云石脉化、方解石脉化、重晶石化、沥青化、滑石化等。但分布广、与成矿关系密切、具有找矿指示意义的则仅限于硅化、角砾状白云石脉化、由白云石石英方解石重晶石沥青共生组成的复脉化、以及由硅交代析出的MgO、CaO再沉淀形成的碳酸盐脉化四种，构成汞矿大带的标型近矿围岩蚀变，有它们的存在，一般就有汞矿赋存，至少有汞矿染。在实践上，前三者标志矿床的成矿阶段、矿化类型和工业意义不同，而后者则是指示第

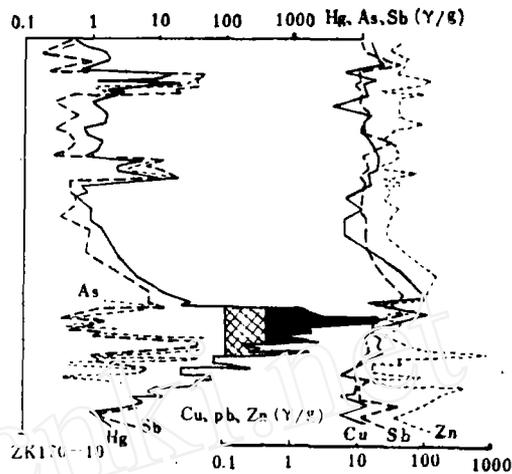


图4 钻孔热液元素含量曲线图

#### (I) 类型矿床的可靠间接标志。

2. 热液元素的地球化学特征 属于热液成因范畴的金属元素有：Hg、Se、As、Ag、Cd、Ga、Ge、Fe、Cu、Pb、Zn、Sb、Mo、Ni、Bi、Sn、W、Cr、Ti等。成矿元素为Hg、Se、Zn，标型杂质元素为As、Sb、Pb。辰砂含Se、Ga、Sn，闪锌矿含Ga、Ge、Te，辉锑矿含Ni、Bi、W 闪锌矿、辉锑矿及各种辰砂中普遍含Fe、Ag、Pb、Cd、Sb。岩石金属量测量Zn、As含量普遍较高，具地球化学分区特征。Cu、Pb、Zn、As、Hg、Sb含量就岩性而言，泥质岩石中较碳酸盐岩石中为高，页岩中最高，变晶白云岩中最低。汞在西部，各层平均汞量由下至上递减，而在东部，则有相反的趋势，这反映了矿液由西向东渐次升高的动向。

Cu、Pb、Zn、As、Hg、Sb等元素，在矿体周围均可形成原生晕圈，近矿带Hg·10Y/g，Sb>1Y/g，Hg/As>1，Zn>200Y/g，Pb·10Y/g，一般以As、Hg、Sb，尤其是汞晕为著(图4)。汞在泥质及页岩中的背景为0.5Y/g，白云岩和灰岩中为0.2Y/g，变晶白云岩中最低，0.2Y/g以下。含矿层汞量异常下限为0.6Y，上限为5Y/g，5Y/g汞量等值线与含矿体形态几乎一致很有实践意义。此外，由交代作用形成的硅异常晕，也很有指示意义。硅异常晕能用岩石

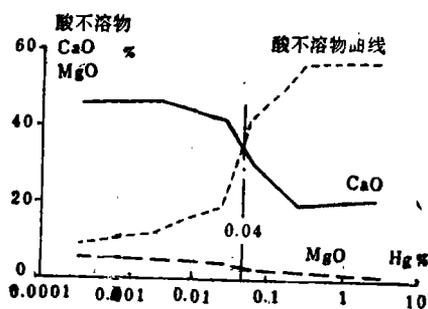


图5 硅化与汞成矿作用图解

中酸不溶物量来反映，白云岩中酸不溶物背景为4%左右，灰岩中为7%左右。硅异常晕较矿体宽1~2倍，硅晕不仅反映成矿与硅化的关系，其强度还可指示矿石品级(图5)。

基于汞晕和硅晕都受层状产出约束，有效性多仅限于容矿层系中，尤其是硅晕，当成矿作用行至中期和晚期，硅化表现为石英脉体充填时，则几失效用，此时以统计脉体量和石英形态特征为有效。

**(五) 成矿阶段与成矿期** 成矿过程通过控矿构造的发展程序、矿化的蚀变类型、矿石的共生组合、石英的结晶习性演化反映出来。根据表1，成矿过程可以明显的划分为三个阶段：①以微石英岩化饱和型梳状石英脉为代表的早期主要成矿阶段；②以角砾化白云石脉、寄生型晶洞晶簇状石英脉为代表的中期重要成矿阶段；③以复脉化残留型

块状石英、白云石、方解石、重晶石、沥青为代表的晚期次要成矿阶段。根据图3，早期成矿阶段发生于低级横跨褶皱带形成的早期以塑性变形为主的阶段，中期成矿阶段发生于低级横跨褶皱带产生大量角砾化破碎带的脆性变形阶段，晚期成矿阶段则发生在开始形成边缘褶皱岩层产生整合微裂，而结束在低级褶皱带内产生大量缓倾斜逆推滑动之际，这也是两个深部矿床间总有 $e_2^7$ 矿体和矿化的原因，反映了成矿作用是在一个连续的构造作用过程中形成的。根据表2，三个成矿阶段共生序列在一个矿床中呈明显的过渡性分带，反映了成矿阶段是一个系统的连续演变过程。综上所述，本区成矿只有一个期，成矿过程是在一个连续的构造一成矿作用过程中完成的。

### 五 成矿规律

**(一) 矿化及其类型在空间上的展布、分带，反映出矿液在空间上的动向** 矿化在空间上，于保铜玉逆冲深大断裂南东盘13公里范围内，沿前述各组断裂展布分配；沿变晶白云岩体前驱蚀变面(相当于侵入体的接触带)外侧伸入于容矿层系中的变晶白云岩层体展布分配和沿容矿层系中泥质炭质夹层底板展布分配；沿横跨褶皱富集沉淀。也就是说，断裂构造控制了矿液的流域，变晶白云岩和有利的岩层组合控制了成矿部位，横跨褶皱及其层间衍生构造控制了矿液的储集位置。一个矿区内，同一容矿层系中的矿床，矿化标高南西低北东高，北西低南东高，趋势面符合而略小于岩层的总倾向。晚期矿床，如 $e_2^7$ 层矿床，主要分布于北东组主干断裂近侧，早期矿床的两侧和北西端。矿床中，沿长轴由北西至南东，矿化标高升高，层位及部位降低，北西段矿“窄薄富”，以早成期类型为主，南东段矿“宽厚贫”，以晚成类型为主。在同一容矿层系中，浅部含矿层的矿化类型较深部含矿层中的矿化类型为晚，如 $e_2^0$ 、 $e_2^7$ 、 $e_2^6$ 、 $e_1^4b$ 层中的矿化类型总较 $e_2^5$ 、 $e_2^3$ 、 $e_1^3$ 层中为晚，主

表1 成矿构造演变、矿物生成顺序及共生组合序列表

种类	生成期	成矿期			备注
		早	中	晚	
石英脉	微石英岩化	●			饱和型
	梳状石英脉	●			寄生型
	块状石英脉		●		线型型
	单晶石英脉			●	消失型
白云石脉	整合细脉白云石	●			
	角砾化白云石		●		矿化析出之MgO
方解石脉	角砾化白云石		●		充填角砾化构造白云石
	块状白云石脉		●		矿化析出之CaO
	单一透明方解石			●	
重晶石				●	
沥青				●	
萤石				●	
黄铁矿				●	
闪锌矿				●	含Ca、Cu、Fe、Al、Pb、Sn、Zn
黄铜矿				●	含S、Cu、Sn、Cd、Ag、Pb、Fe、Sb
方铅矿				●	含N、Bi、W、Cl、Ag、Pb、Sb、Fe
毒砂				●	
磁黄铁矿				●	
黄铁矿				●	

矿床蚀变、矿化类型分带表

表2

项目	矿床			矿床外
	内部	外部	边缘	
脉石组分	SiO <sub>2</sub>	MgO	MgO、BaO、CaO	CaO
蚀变类型	微石英岩、梳状石英脉	角砾化白云石脉、晶洞 晶簇状石英脉	白云石、块状石英、重晶石、 沥青、方解石共生脉体	透明粒状方解石脉
SiO <sub>2</sub> 结晶习性	均匀交代(饱和型)	附生于白云石脉上或与梳状 白云石晶簇互生的晶洞晶簇 石英(寄生型)	共生多晶分脉体中的晶簇 状石英(残留型)	产于方解石脉体内的 透明石英单晶体(消 生型)
含矿脉体形态	整合线状 	不规则破碎状 	整合束状脉体 	整合透镜体 
矿石类型	以交代硅化为主的层带状	以白云石脉为主的角砾状	复脉束状	
矿带上各矿区的主要矿床类型	万山, 酒店塘一部分	岩屋坪、大铜喇、茶田、 酒店塘	水洞、向家地、茉莉坪、 猴子坪 水银厂	

要为第Ⅲ类型。矿带上, 岩屋坪以南, 主要矿化类型为第Ⅰ类型, 而由岩屋坪往北至茶田, 主要矿化类型为第Ⅱ类型, 再北如猴子坪、水银厂主要为第Ⅲ类型。岩层汞量测量浅部层位西低东高, 深部层位西高东低。含矿层位南段较低北段升高。矿化及其类型在空间上的这种展布分带特征, 反映了矿液在空间上的动向为由南—北, 由西—东, 总体和在容矿层系中由下—上。

(二) 有利岩层的韵律出现和有利岩层的岩性、组构及其组合特征, 是成层多层性和集矿条件的决定因素 地层岩性对成矿的控制, 表现在惰性和防渗岩层内屏蔽作用, 透性岩层的水平导散作用, 化学活泼岩层的交代聚矿作用, 不同脆塑性岩层的交替而形成的构造发育和分层作用。地层建造中, 脆性及透性较好的变晶白云岩, 由于它的水平通流作用, 塑性及防渗较好的页岩, 泥质炭质岩层, 由于它的屏蔽(对构造的封闭、对矿液的隔挡), 控制了矿化的层位和部位; 质地较纯具有层纹和宽条带的细粒薄层白云岩, 由于化学性质活泼, 由纯度粒度排列差异而成的条带构造, 在构造成矿作用下, 既是化学性质活动面, 又是构造弱化面, 有利

于剥离构造的发育, 有利于矿液的引进, 有利于交代作用的进行。不同单位层理岩性组构特征的岩层交替, 其良好的构造应变差异, 提供了大量储矿空间。所以有利岩层及其岩性、组构、组合特征, 是集矿程度的反映, 有利岩层的韵律出现, 则孕育着成矿的多层性。

所谓集矿条件, 就是容矿层系、含矿层成矿可能性的指标。它包括岩层的稳定性、有利岩性的比例、岩性组合的繁简、透性和防渗岩层的存在与缺失、层间构造的发育程度等。根据容矿层系和含矿层剖面分析, 最优的集矿条件为: (1)透性及适量防渗层的存在, 防渗层之下和透性岩层上下部位碳酸盐岩层质地要纯, 单位层理要薄, 岩性组合比较复杂。两个防渗层之间的距离不能太小, 含矿层岩相要较稳定。据此评价, 矿带上以中寒武统 $e_2^{5-7}$ 容矿层系为最优, 其次为 $e_1^3$ , 而含矿层则以 $e_2^6$ 为最优, 其次为 $e_2^7$ 和 $e_1^{3-6}$ 。应该指出, 矿带北段, 所有容矿层系和含矿层, 含泥质较重, 缺失变晶白云岩层体, 除成矿的内因外, 这是它们成矿较差的外因。同时也要指出, 地层岩石对成矿的控制, 主导因素是岩性质地要纯, 防渗

作用并不很重要。

成矿的多层性，并不等于矿床、矿体在垂直空间上重叠产出。由于多层屏蔽，不同容矿层系的构造分层脱顶，变晶白云岩的尖灭缺失，含矿层岩相变化等因素影响，使得不同容矿层系的集矿条件在垂直空间不易重合，这就是造成本带不同容矿层系矿床在垂直空间不重叠产出的原因。但在同一容矿层系中，因上述影响因素不显著，所以多有垂直重叠和相邻产出的现象，尤其是  $e_2^7$  与  $e_2^5$  层矿。

**(三) 成矿的构造组合类型决定了矿化赋集格式** 构造是内生矿床形成的首要外部条件。构造的组成形式必然决定矿化分布赋集的形式。本带的构造成矿模式，是极为明朗的。

1. 矿带与新华夏系主要压性结构面向同延伸；

2. 北东组主干断裂束与新华夏系纵向张裂交汇处的南北西侧，及 1 级横跨半背斜控制了汞矿田的空间位置；

3. 北东组主干断裂加 2 级横跨复式半背斜，控制汞矿田中矿段（区）的位置，构成矿床群沿北东组主干断层一侧，尤其是南东侧作等间距排列的最普遍的规律；

4. 3 级横跨复式背斜加北西西或北东东或北北西组断裂，是汞矿床存在的最普遍形式。其中，如出现东西向次级断裂，则更增加了矿床构造组合中的有利因素；

5. 矿石主要沉淀于 6 级褶曲及其层间衍生构造中；

6. 不同级别的扭动构造，增加了各类构

造一成矿组合中的有利富集因素。

#### (四) 变晶白云岩对成矿的控制

变晶白云岩是与保铜玉逆冲大断裂有成生联系的区域性蚀变岩石，它的产状已于前述。这里提请重视，在各矿田西部的变晶白云岩，并不都是上寒武统，其中有很大一部分是中寒武统地层蚀变而成的。(1) 从矿带看，汞矿化沿其前驱蚀变而向外侧展布。从容矿层系中看，矿化沿变晶白云岩层体展布，并富集于它的变薄和尖灭部位(图 6)，以及微石英岩体常沿变晶白云岩体边界发生，变晶白云岩矿化矿染比较普遍、其孔洞中含自然汞，原大的变晶白云岩中汞矿化总是发生于原岩残余部位，变晶白云岩漏水性大等，推测它起了缓倾斜汞矿床赖以形成的水平导矿作用。(2) 根据万山矿区  $e_2^{3-7}$  层容矿层系变晶白云岩系数等值线图与其顶板构造等值线图对比，凡一个变晶白云岩系数较小的部位 (20%)，就是一个 3 级横跨背斜的部位，两个相邻矿床之间的平缓或 3 级向斜部位，正好是变晶白云岩系数较大的部位 (40~50%)。从剖面上分析，单层变晶白云岩对褶曲的控制亦然。因此，变晶白云岩的物理机械性质，除控制层间差异构造外，对于控矿的 3 级横跨褶曲的形成起着控制作用。(3) 根据万岩两矿区辰砂中硫同位素的组成测定，其硫属海水硫酸盐成因(图 7)，据上述变晶白云岩与汞矿的共生关系，又是区内唯一的被改造岩石，分布面积大，汞量背景低，是否对成矿起了 Hg、S 的物质供给作用，将是一个有前途的研究问题。

#### (五) 辰砂沉淀的主要因素和汞、锌争

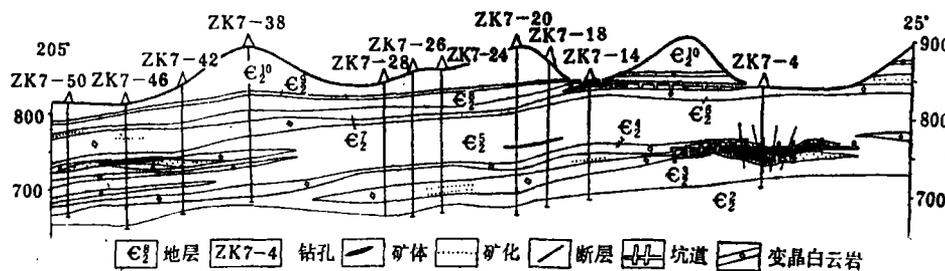


图 6 万山汞矿区某矿床 7 号勘探线剖面图

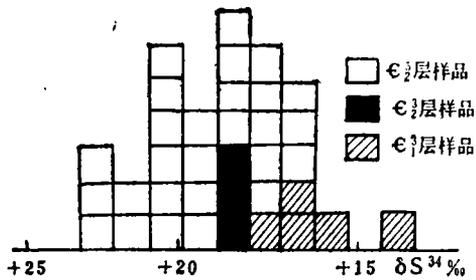


图7 万岩汞矿田辰砂单矿物 $\delta S^{34}$ 塔式图

**硫与硒代硫** 本带三个连续成矿阶段的矿石矿物共生组合、矿石的品位和辰砂结晶特点，反映了成矿过程的物化条件演变，说明了酸性矿液的向碱性改变，是辰砂沉淀的主要原因。早期辰砂是在一个高浓度快速沉淀过程中形成的，而中期辰砂则是在一个浓度不高的缓慢过程中形成的。早期矿石特征是 $SiO_2$ 最高，品位最高，辰砂呈细粒集合体结晶，这与碱性围岩首先被酸性矿液的大量快速硅交代过程相适应。中期矿石特征是Mg最高， $SiO_2$ 有相当含量，品位中等，富产粗大美丽的单晶辰砂。通过第一阶段成矿后，矿液中的Mg浓度达到了过饱和，矿液失去对围岩的交代能力，于是开始白云石脉对破碎带的充填，经过大量白云石沉淀后，矿液中出现了 $SiO_2$ 的过饱和条件，石英又开始沉淀，形成多赋生于白云石脉体上的晶洞晶簇状石英（所谓寄生形），石英的沉淀，引起了辰砂的第二次沉淀，这一过程当然是比较慢的，所以辰砂能在晶洞晶簇上自由结晶。这与地质观察：大量充填白云石脉的破碎带中不含辰砂，或者含辰砂并不好，只有当白云石脉并不多，而寄生型石英较多时，矿才好，且石英越多矿越富等情况相符合。经过这两次成矿，矿液中的主要组分耗散将尽，出现以次要组分沉淀、辰砂多以粉末状和皮膜状结晶的第三期复脉化成矿类型，就是很自然的了。

根据早期成矿阶段中闪锌矿偶见、而辰

砂中以杂质形式富Se，在中期成矿阶段中，普遍见闪锌矿，局部还构成汞锌矿床，并出现灰硒汞矿的共生；闪锌矿与辰砂相斥，与灰硒汞矿相亲，已知的几个灰硒汞矿点都有这种现象，推测在中期成矿过程中，可能存在Hg、Zn争硫与Se代硫的成矿作用。这对理论和实践都是很有意义的。

## 六 矿床成因

1. 蒋图治第一个提出了万山汞矿的沉积成因说<sup>(1)</sup>，认为万山 $e_2^7$ 层汞矿为外生沉积矿床， $e_2^5$ 、 $e_2^3$ 层汞矿为古地下热水提取 $e_2^7$ 层汞矿再生而成。但不能解释：①下寒武统、 $e_2^9$ 、田坪汞矿；②厚度很小的 $e_2^7$ 层，如何能提供如此大量汞质；③ $e_2^7$ 层汞矿与 $e_2^5$ 、 $e_2^3$ 层汞矿有相同的地质构造特点，且成矿阶段较 $e_2^5$ 、 $e_2^3$ 层为晚。同时在解释矿床与断裂的分布关系时，不符合实际情况，对断裂形成时间条件苛刻，因此不能被接受。

2. 西南地质科学研究所提出了大碛喇汞矿的热液改造说<sup>(2)</sup>，认为矿床与围岩具有同一性，围岩本身是形成矿床的物质基础，主要是溶液沿层理和构造微裂隙长期活动经脉化（围岩的净化和粒化）改造而成。但不解释：①万山汞矿与大碛喇汞矿矿化类型的鲜明差异，因为两区含矿围岩完全一致；②所谓含脉率高，非构造所能及，以及脉体成分与围岩的同一性，笔者认为很值得商榷。拿含脉率很高的牛豆坪矿床来说，它的含脉地段，较之它的矿区所在，显然是十分局部的，况且这些脉体呈明显的构造破碎状态；按理，如果真是溶液沿层理和微裂长期作用的结果，为什么白云岩中只能脉化出 $MgO$ ，而不能脉化出 $CaO$ ，使其失去同一性呢？既不脉化出 $CaO$ ，那么脉化部位就应该出现灰岩，或者钙质白云岩，总之，要有改变，但实际没有。更重要的是，脉化地段如此局限，何有此汞量呢？岂未脉化岩石就是矿体吗？况且万山白沙溪 $e_1^3$ 层灰岩的汞矿以白云石脉化为主，田坪变晶白云岩中的汞矿则

(1) 《地质与勘探》，1966年第3期

(2) 大碛喇汞矿田地质研究报告，1966年12月

有大量的方解石脉化。显然,企图以围岩被溶液脉化改造来代替、阐述汞矿的测分泌成因是行不通的。

3. 我队基于硫的同位素组成,提出了沉淀—地下水热液说〔3〕,最大的难点就是矿源层与地下水热液的改造作用。从东西两侧暴露的大片前寒武系地层,既无矿点矿化,也无汞量背景大于0.2Y/g的资料,只有一处传说中的震旦纪辰砂点,老地层是不能提供寒武系500米厚度内以0.7Y/g背景汞量的。整个矿带上,除有限的矿床地段外,大面积岩石汞量测量,远不存在寒武系地层的0.7Y/g汞量背景,低是普遍性,然高则是特殊的、局部的,因此不存在矿源层。再说要保持寒武系地层500米厚度内有0.7Y/g汞量背景这样的稳定供给条件和沉积环境也难于使人相信。如果说,现今寒武系地层中的0.2Y/g汞量背景,是地下水再生热液淋滤后的残量,只有当地下水把整个500米厚度寒武系地层浸泡才有可能,这是有赖于构造循环的地下水热液所不能完成的。其它诸如区内Zn、As的背景含量都很高,泥质岩层中沉积黄铁矿多见,它们为什么不被改造成矿床呢?因此这一学说虽认为有前途,确很难应用。

4. 笔者认为本区汞矿属低温热液成因,矿液导源于西部保铜玉逆冲深大断裂,通过新华夏系纵向张裂和北东组主干断裂的转运,进入成矿区间,再由容矿层系中的变晶白云岩层体水平导散,和新华夏系北西西横张,北东东、北北西扭裂导散至赋矿褶皱中,由酸性矿液的碱化作用而富集成矿。

## 七 结 论

1. 黔东湘西汞矿,不论其成因如何,从矿带—矿田—矿床—矿体矿柱,都严格受构造和岩性的控制。

2. 找矿区间于保铜玉逆冲大断裂南东盘

13公里这个25°线范围。矿带上所有重要汞矿床两端的连线范围,是最有利的找矿区间,实质上就是变晶白云岩前驱蚀变面外侧和北东组主干断的控制范围。往西,ε<sub>2</sub><sup>3-7</sup>层被蚀变成变晶白云岩,成矿温度亦较高;往东,容矿层系保留少,且距变晶白云岩前驱蚀变面较远。

3. 在矿带上,北东组主干断裂与新华夏系纵张的交汇区,是最主要的矿化区。查明新华夏系主体褶皱上的1、2级横跨半背斜,是预测矿田矿段(区)的依据。在2级横跨半背斜上查明3级横跨背斜构造范围,运用矿床构造组合类型,是直接找矿的有利区段与部位。

4. 研究容矿层系岩性剖面,全面收集岩性、构造、蚀变、矿化、热液元素含量等资料,是评价地层集矿条件和勘探深度的依据。基础是岩性要纯。

5. 研究变晶白云岩的产状、成因、含矿性,有助于区域地质和矿床成因的阐明;查明ε<sub>2</sub><sup>3-7</sup>层中变晶白云岩层的厚度变化和尖灭缺失,有助于查明矿化富集部位和深部褶皱构造。一般地说,容矿层系中变晶白云岩系数大于40~50%地段,不利于矿化富集,大面积缺失变晶白云岩层体,不利于万山型汞矿的形成。

6. 编制容矿层系顶板构造等值线图、容矿层系变晶白云岩系数等值线图、含矿层分层平均汞量浓度或等值线图、酸不溶物等值线图、石英脉体发育强度图、矿床矿体分布模式图、工程质量与勘探深度平面图等,则是局部地段,尤其是工程数量较多或老区预测与评价的重要内容。

7. 一个地段的远景评价,要根据矿化蚀变类型和其地区分带性来考虑。一般地说,岩屋坪以南以第(I)类型为主,猴子坪以北以第(III)类型为主。

〔3〕《西南冶金地质》,1976年第2期