

牟定铜矿控矿因素及成矿预测

秦德先 杨明初

(昆明工学院)

提 要 牟定铜矿是滇中砂岩铜矿中重要而具有代表性的矿床。过去多数人认为这类矿床属沉积成因,在找矿中往往忽视构造控矿因素。笔者近年研究表明:地层(岩相古地理)控制矿源层的形成,成岩期后构造运动中铜质活化迁移成矿,矿床为沉积-改造^①成因。盆地东缘上白垩统马头山组是最重要的控矿地层,背斜鞍部附近等构造圈闭良好的低压空间是有利的储矿场所,改造成因的浅色砂岩是有利的赋矿围岩。预测狮子山背斜南端和朵基背斜南端是矿区还有找矿远景的两个地段。

关键词 牟定砂岩铜矿 控矿因素 成矿预测 隐伏断裂控矿 构造成矿机理

牟定铜矿是云南重要的铜矿山,近年来矿石资源紧张。笔者近年在完成有色总公司下达的“牟定铜矿及其外围地区铜矿成矿规律及成矿预测”的项目研究中,获得了一些新认识。本文重点在论述成矿控制因素的基础上,拟定了砂岩铜矿的预测准则,并在生产矿山进行了成矿预测。

1 地质概况

牟定铜矿产于滇中中生代内陆盆地东侧。区域地层由三个构造层组成。下构造层为结晶基底,由早元古界大红山群和苴林群组成,为一套火山-沉积变质建造,在矿区东北元谋古陆有大片出露。在新平大红山产有大红山式铜矿。中部构造层为褶皱基底,由中晚元古界昆阳群组成,为一套陆源碎屑岩夹碳酸盐岩建造,产有东川式铜矿,广泛出露于盆地东侧川滇南北向构造带上。上部构造层为前震旦系基底之上的盖层,由震旦系和古生界碎屑岩、碳酸盐岩、基性火山岩及中生界陆相碎屑岩组成。

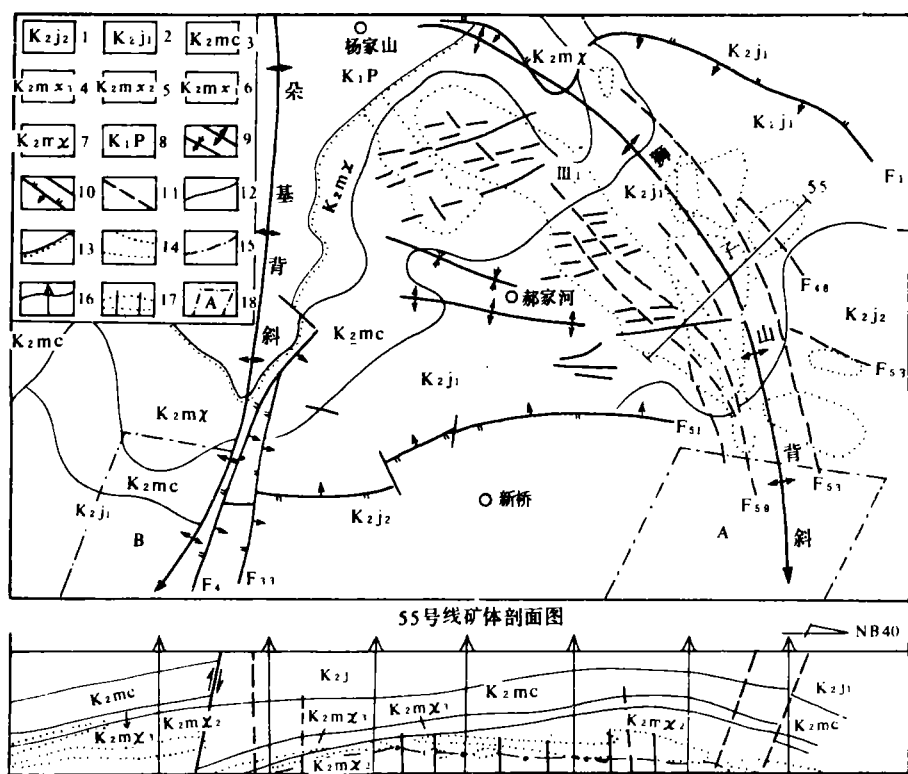
盆地的中生界地层自下而上分为含煤建造(T_3)、含铜建造($J-K_2$)和含盐建造(K_2)三个部份。^[3]白垩系为含铜建造的上部,自下而上由下统高峰寺组、普昌河组和上统马头山组、江底河组构成,在江底河组上部产有膏盐层。上、下白垩统间为不整合接触,有较长时间的沉积间断。滇中砂岩铜矿主要产于马头山组中下部。

滇中盆地为一断陷盆地,其基底东部隆起,向西逐渐倾斜。盆地沉积中心从早到晚自西向

① 本文中“沉积-改造”的含义引用涂光炽等(1984)编著的《中国层控矿床地球化学》(第一卷)中的含义
(收稿日期:1993. 4. 5)

东推移。近东西、南北向构造为成盆前古构造,成盆后又有继承性活动,前期控制含矿建造的形成,后期控制改造成矿作用。北西向构造为成盆后构造,在中生代地层中十分发育,对后期改造成矿有重要控制作用。

牟定矿区出露地层(图1)为普昌河组、江底河组和马头山组。前两组以紫色泥岩、泥质粉砂岩为主。马头山组由下部郝家河段砂岩夹砾岩和上部清水河段粉砂质泥岩组成。主要构造为南北向的朵基山背斜、 F_{33} 断裂、北西向的狮子山背斜、近东西向的 F_1 、 F_{51} 断裂。主要矿体产于狮子山背斜鞍部附近郝家河段灰白色砂岩中,呈层状、扁豆状、豆荚状,常与地层呈微角度相交,矿体中富铜矿脉发育。矿物成分简单,铜的金属矿物以辉铜矿为主。矿石中常见热液充填



1. 江底河组第二段粉砂质泥岩 2. 江底河组第一段泥质粉砂岩 3. 马头山组清水河段泥质粉砂岩及泥岩 4. 马头山组郝家河段上亚段含砾砂岩 5. 郝家河段中亚段砂岩 6. 郝家河段下亚段含砾砂岩和砾岩 7. 郝家河段 8. 普昌河组泥岩 9. 背斜和向斜轴 10. 断裂和逆断裂 11. 隐伏断裂 12. 地层界线 13. 地层不整合界线 14. 矿体 15. 浅、紫色层界线 16. 钻孔 17. 采矿场 18. 成矿预测范围

图1 牟定铜矿地质略图

Fig. 1 Sketch of the Muding mine

交代成因的矿石组构,如条带状渗透交代构造,脉状、角砾状构造,交代残留结构等。

2 地层控矿规律

牟定地区,乃至整个滇中盆地,马头山组是铜矿化最集中的层位。牟定地区北自铜厂箐,南到郝家河,东抵元谋古陆,西达大风丫口,在近 200km² 的研究区内,已知铜矿床(点)共 11 处,即郝家河矿床、清水河矿床、铜厂箐矿床、青龙厂、杨家山、大平地、张元冲、大风丫口、滴水坎、果家桥、卓官山矿点,除大平地矿点产于江底河组外,其余矿床(点)都产于马头山组中。

滇中盆地南北长 305km,东西宽 125km,面积为 3.6 万 km²。据初步统计,盆地内已知矿床(点)80 处,其中大部分产于马头山组。在已探明的 17 处工业矿床中,除大姚凹地苴矿床产于高峰寺组外,其余 16 处都产于马头山组。而且多数矿体集中产于马头山组中下部砂岩(图 2)中。据不完全的统计,马头山组中探明铜储量占滇中盆地中已探明铜储量的 89.5%,伴生银储量占 94.8%。六苴铜矿、大村铜矿、郝家河铜矿、格衣鲐铜矿等滇中较大的铜矿都产于马头山组中下部。说明滇中砂岩铜矿选择性地产于马头山组,特别是其中下部,显示了明显的地层控

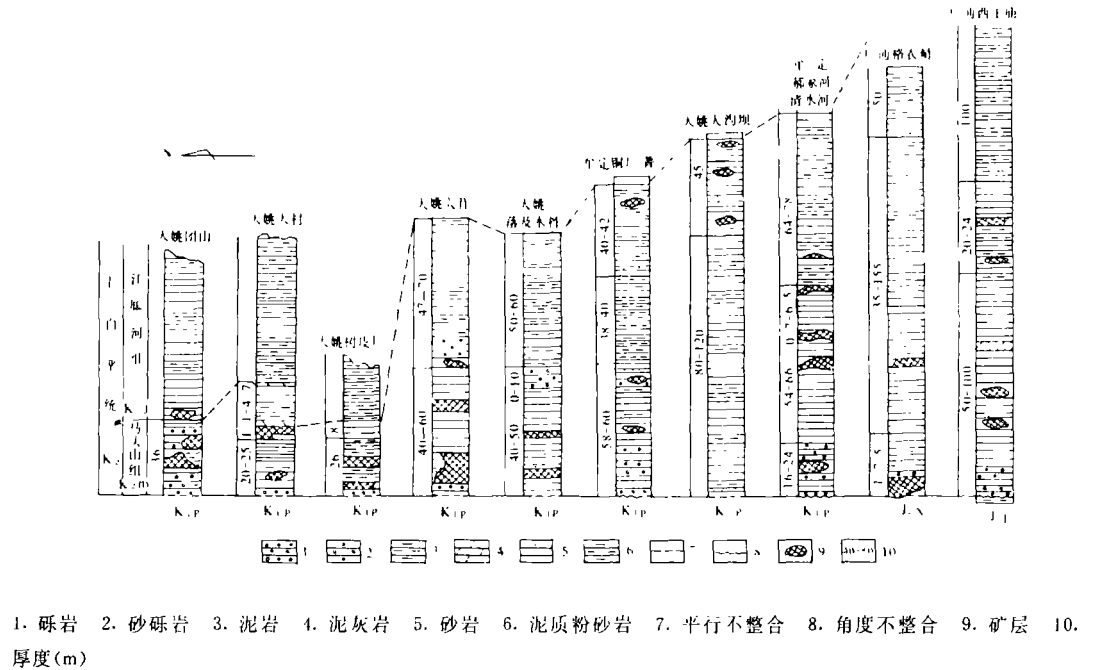


图 2 马头山组含矿层位柱状对比图(据沈苏等略有修改)^[4]

Fig. 2 Columnar comprison of copper—bearing horizon in the Matoushan formation

矿作用。

为什么马头山组铜矿化最集中呢?这与马头山期特定构造环境中形成的矿源层有关。

区域地层对比结果,本区马头山组与川西大同厂组(小坝组)、四川天马山组同属一个层

位。在这些地层之下均存在着角度不整合或假整合,暗示马头山期前发生过构造运动和沉积间断。天马山组底部岩石的铀-铅年龄为 $113 \pm 2\text{Ma}$ ^①,这个时期在川西、滇西、滇南以及华南、马来半岛等地均有花岗岩作用,在我国东部及环太平洋带曾有过较大的构造运动(燕山运动第三幕),说明这次运动的广泛强烈性。

构造运动形成了隆起和坳陷,为含矿地层的沉积及其物质来源提供了有利场所。马头山组沉积前的长期沉积间断,为沉积物源中矿质在陆源区的风化析离和预富集创造了有利条件。马头山期沉积初期,地势高差大,剥蚀和搬运强烈,陆源区富铜物源被搬运和沉积,形成了马头山组下部富铜沉积物(矿源层)。随着剥蚀和沉积作用的进行,地形逐渐被夷平,剥蚀和搬运用作用减弱,沉积物源在陆源区风化的时间短,铜的预富集作用差,形成的马头山组上部沉积物粒度较细,铜含量较低。所以,牟定地区地层地球化学研究结果,马头山组铜丰度较高,为 $119.33\text{ppm}(100)$ ^②,而且自下而上铜丰度明显降低,即郝家河下、中、上亚段及清水河段铜丰度分别为 $171.90\text{ppm}(20)$ 、 $117.87\text{ppm}(49)$ 、 $110.9\text{ppm}(18)$ 、 $55.61\text{ppm}(13)$ 。这就是滇中地区砂岩铜矿集中产于马头山组中下部的主要原因之一。

3 岩相古地理控矿

滇中盆地砂岩铜矿,集中分布于元谋古陆西南侧,距元谋古陆平距约 $5 \sim 30\text{km}$ 。已知滇中主要的矿床(区)自北而南有大姚团山、大村、六苴、牟定铜厂箐、郝家河、禄丰格衣钵、老青山等。这些矿床(区)大致形成了半环状矿带,围绕元谋古陆分布(图3),暗示成矿与元谋古陆有关。

元谋古陆属川滇南北构造带的一个部份,主要由亘林群火山-沉积变质岩系、晋宁期花岗岩和海西期基性-超基性岩组成。各类岩石原始含铜高,如猫街-安益一带亘林群变质岩含 Cu $0.02\% \sim 0.03\%$ (7), Ag $0.2 \sim 0.6\text{g/t}$ (7),海西期基性-超基性岩含 Cu 0.093% (8),并形成了铜镍硫化矿;变质岩风化壳样品5件,含 Cu $0.038\% \sim 0.1125\%$,平均 0.093% ,含 Ag $1.57 \sim 3.58\text{g/t}$,平均 2.3g/t 。风化产物 Cu 、 Ag 含量比原岩高,说明 Cu 、 Ag 在风化过程中又有了进一步的富集。牟定地区(盆地东部)马头山组实测剖面100件样品分析结果,平均含 Cu 115.93ppm , Ag 0.42ppm 。马头山组 Cu 、 Ag 、 Mo 等元素对于元谋古陆的继承性和一致性关系说明,马头山组沉积物源来自东部元谋古陆。

牟定铜厂箐-郝家河地区岩相古地理分析表明,马头山期古地形具有北东高,南西低的特点,主要水系自北东流向南西。马头山组中砂岩、砾岩其碎屑成分以石英岩、片岩为主,局部还有变基性火山岩和花岗岩,副矿物有磁铁矿、磷灰石、金红石等。这些岩石类型与副矿物组合也与元谋古陆大体一致,也说明了马头山组的沉积物源来自元谋古陆。

① 徐星琪等. 西南地区地层总结(白垩系),地矿部成都地质研究所编印(内部科研报告),1986

② 括号内为统计样品数,下同。样品委托云南地矿局测试中心用等离子光谱、原子吸收光谱分析了 Cu 、 Mo 、 Ag 、等20个元素。

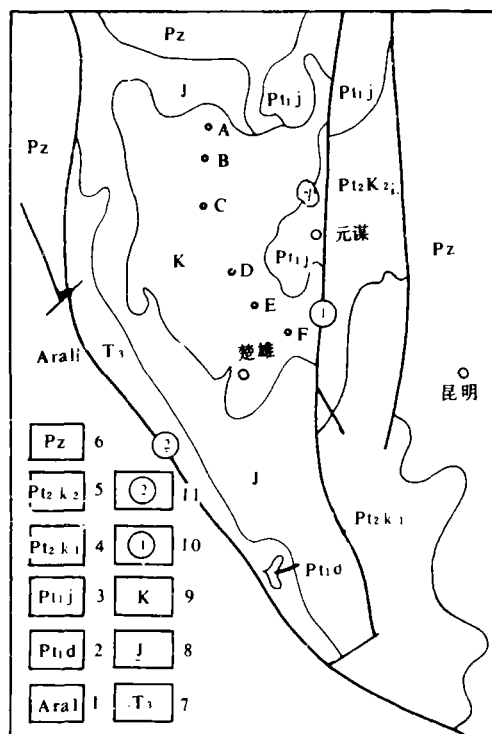


图3 滇中盆地砂岩铜矿分布略图

Fig. 3 The distribution of sandstone copper deposits in the Mid-Yunnan basin

滇中中生代构造演化和沉积环境分析表明,滇中盆地演化从早到晚,由于南西的哀牢山构造带不断上升,盆地沉积中心自西向东,由南往北不断迁移。所以盆地南部和西部主要分布三叠系,白垩系主要集中分布于盆地的东部和北部(图3)。马头山期沉积中心在盆地北东,而且越靠近东部古陆,来自元谋古陆富铜风化产物的物源越多,地层中原始铜含量也越高。所以,马头山组在滇中盆地中,铜丰度东部比西部高(西部马头山组92件样品分析结果,平均含Cu 27.54ppm)。地层中铜丰度高,后来改造成矿也就好。这就是为什么滇中地区铜矿化主要集中于东部马头山组,主要矿床成带沿元谋古陆西南边缘分布的主要原因。

马头山组由两个正向半韵律旋回组成。郝家河段下亚段(厚5.6~36.5m)和中亚段(厚56.8~100.5m)组成下旋回;上亚段(厚1.1~27m)和清水河段(厚58.5~113m)组成上旋回(图4)。各旋回具下粗上细的二元结构,即下部为河道底部滞流沉积的含砾不等粒砂岩,具冲刷面,块状、楔状交错层理及不对称波痕;上部为边滩、心滩及河漫滩沉积的中细粒等粒砂岩(下旋回)或粉砂岩及泥岩(上旋回),具水平层理、块状层理及交错层理。

砂岩粒度分析结果,岩石类型以粗粒-细粒砂岩为主,间夹微粒砂岩、粉砂岩和泥岩。80块薄片统计结果,平均粒度 $1.58 \sim 1.831\Phi$ (0.1~0.6mm),标准差0.377~0.861,尖度2.603~7.163,偏度-0.443~1.948。概率图以二段式为主,少数为三段式。在C-M图上主要发育PQR段,具典型牵引流特征,反映其搬运以跳跃和悬浮为主的水动力条件。

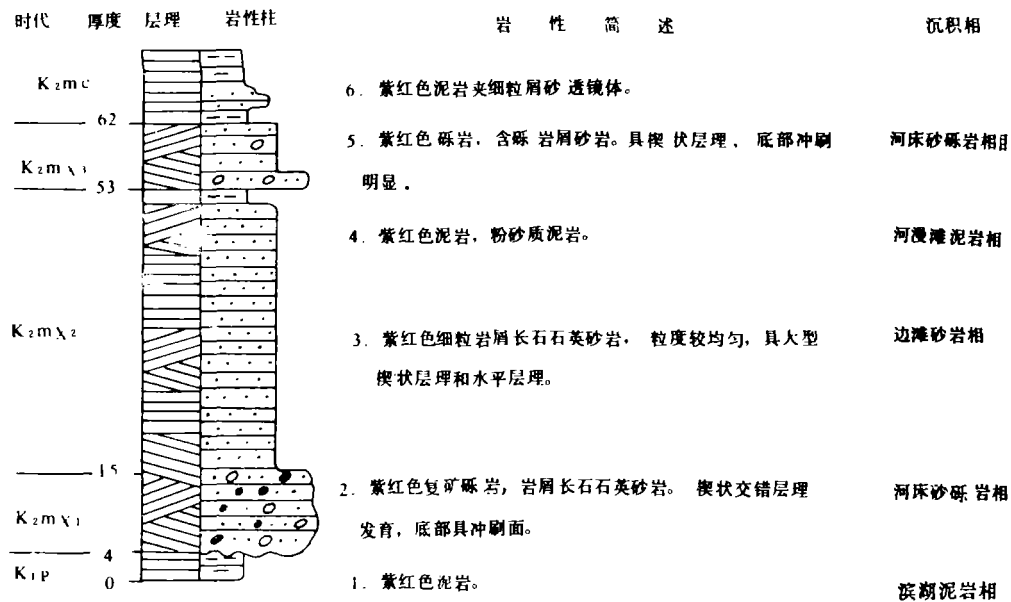


图 4 牟定铜矿区马头山组郝家河段河流相层序结构图

Fig. 4 The sequence texture of the fluvial facies in Hao jiahe section of Matoushan formation

总之，牟定地区郝家河段紧接构造运动之后沉积，地处古陆边缘，河流坡度陡，流速快，沉积物粒度粗，成熟度低，分选差，厚度和岩相变化大，以辫状河相为主。

牟定铜矿，乃至整个滇中砂岩铜矿，其工业矿体主要产于马头山组下旋回粗粒碎屑岩中。这是因为一方面下旋回铜丰度高，矿质来源丰富；另一方面下旋回沉积粒度粗，成熟度低，有效孔隙度高，有利于后期热液的流转，矿质的活化迁移，成矿流体的充填交代等改造成矿。

4 岩性控矿规律

牟定铜矿，乃至整个滇中砂岩铜矿，其工业矿体几乎无例外地产于与紫色层有密切空间关系的浅色砂岩中。全紫色岩石或附近无紫色岩石的浅色岩石一般无矿化。矿化在浅色岩石中分布也不平衡，主要产于紧靠浅紫界线的浅色岩石中，而且矿体越靠近紫色层矿石品位越高。如郝家河矿床，郝家河段下亚段和中亚段下部为紫色层，中亚段上部 and 上亚段为浅色层。矿体主要产于中亚段上部浅色砂岩中，矿体下盘紧靠紫色层，矿石品位高，往上品位总体有降低的趋势(图 5)。

浅、紫色岩层交互的频繁程度和浅、紫界线的稳定性对矿化有明显的影响。一般浅、紫色岩层交互简单，单层厚度大，浅、紫界线清楚、规则、稳定，矿体规模大，矿石品位也高，如郝家河Ⅲ-1号矿体；反之，矿体小，品位低，厚度和品位变化大。

郝家河矿床含矿浅色层集中分布于背斜鞍部附近,远离背斜鞍部而逐渐减少,随背斜往南倾伏而尖灭;地层倾角变缓处,断裂附近(特别是断裂上盘)浅色变厚;浅紫界线常呈锯齿状、港湾状,交切原生层理;有时可见浅、紫色层为断裂接触;浅色砂岩与紫色砂岩在主要矿物成分、粒度成分和主要氧化物含量等方面,从统计观点看,并无显著性差异;结合沉积环境分析和有机地球化学研究资料^[5],说明含矿浅色为沉积(成岩)期后改造成因。浅、紫色层全铁含量十分相近,铁物相差异(表 1)是后期改造的结果。

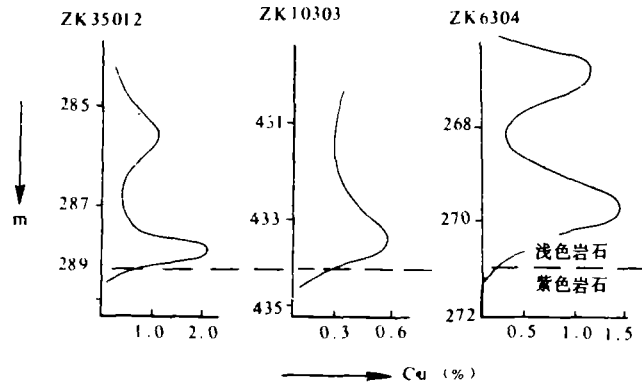


图 5 矿石品位与浅、紫界线关系

Fig. 5 The relations between ore tenor and boundary of light—purplish stratum

正因为这种差异,控制了铜的后期迁移、富集和成矿。

表 1 郝家河矿床各类岩石铁物相对照

Table 1 Comparison of Fe—mineral facies of various rocks ih the Hao jiahe deposit

岩石类型	TFe(%)	各类铁所占%			地球化学相 (K)	Cu(ppm)
		Fe ₂ O ₃	FeCO ₃	FeS ₂		
矿 体	1.12	12.4	67.2	20.4	还原亚相 (0.36)	8986
浅色细砂岩 (411)	1.27	7.1	65.4	26.3	还原亚相 (0.42)	309.6
紫色细砂岩 (197)	1.29	27.9	62.4	8.4	弱还原亚相 (0.23)	73
浅色构造角砾岩	1.29	2.15	70.2	27.7	还原亚相 (0.44)	182
紫色构造角砾岩	2.11	19.35	70.65	10	弱还原亚相 (0.27)	220

从表 1 看出,浅色砂岩 FeCO₃ 和 FeS₂ 含量比紫色砂岩高,氧化还原系数(K)^①为 0.42,属还原亚相;而紫色砂岩 Fe₂O₃ 含量比浅色砂岩高,K 为 0.23,与氧化相十分接近(氧化相的 K 为 0~0.2,吴少华,1962)。因此,浅紫界面可大致视为氧化-还原界面,它作为一种地球化学障壁控制了铜的迁移与沉淀。紫色岩石为氧化环境,有利于铜的迁移,浅色岩石为还原环境,有利于铜的沉淀。在浅、紫界面附近,K 值在垂直界面的方向上梯度变化大,有利于铜快速沉淀于浅色砂岩中,所以矿体常产于浅紫界面附近的浅色砂岩中。自此界面往浅色砂岩一侧由近及远,K

① $K = \frac{Fe^{2+} + (FeS) + 0.236Fe^{2+} + (FeCO_3)}{TFe}$ (吴少华,1961)

值梯度逐渐减小,还原性增强,铜矿物由赤铜矿、辉铜矿→辉铜矿(斑铜矿、黄铜矿)→黄铁矿、方铅矿(黄铜矿)变化,形成了矿物分带,随之铜品位逐渐降低。浅、紫界面清楚、稳定,说明K值在垂直界面方向变化大,而在平行界面方向变化小,所以矿体规模大,大致平行界面产出,产状稳定;反之,矿体规模小而分散,产状变化也大。

5 构造控矿规律

5.1 背斜控矿

狮子山背斜是牟定铜矿主矿床,即郝家河矿床的主要控矿构造。该背斜轴向北段为NWW,中段为NW,南段为NNW,为一向东突出的弧形褶皱。核部地层为郝家河段,两翼地层为清水河段和江底河组。北东翼陡($15^{\circ}\sim 30^{\circ}$),南西翼缓($8^{\circ}\sim 15^{\circ}$),轴向向西倾斜。结合区域资料和矿区结构面分析说明,该背斜是喜马拉雅早期在来自南西方向的压应力作用下,受元谋古陆西南侧向北东弯曲的正向隐伏基底构造阻挡而形成的褶皱构造。

郝家河矿床由三个矿体群,151个矿体组成了北西向矿带。该矿带产于背斜鞍部附近,并随远离背斜鞍部和背斜向南倾伏而消失。矿带和主矿体长轴方向与背斜轴大体一致。8~23线

附近,是弧形背斜最大转弯部位,矿体厚度大,矿石品位高,是矿化最强烈的部位(图1,6)。^①

为什么背斜鞍部,特别是转弯部位矿化最好呢?因为这些部位构造应力最集中,有多期次,多种方式和方向的应力作用,形成不同方向和不同力学性质的断裂。如先压后张的北西向纵断裂,先张后压的北东向横断裂、近南北、近东西向扭性断裂,以及一些层间构造。特别值得强调的是,这些断裂主要发育于马头山组下部砂岩中,其上覆有很厚的泥质岩石盖层,多为隐伏断裂。背斜控矿实质上是上述特定的地层-构造圈闭空间内各种隐伏断裂综合控制的结果。

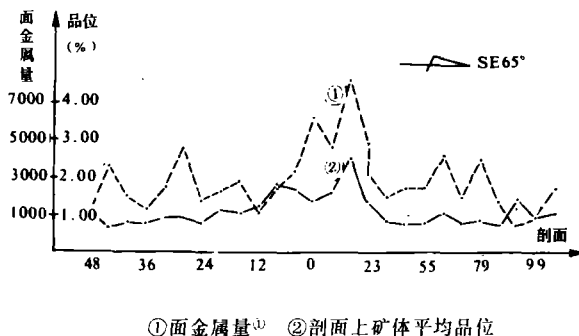


图6 郝家河矿带方向矿化强度变异图

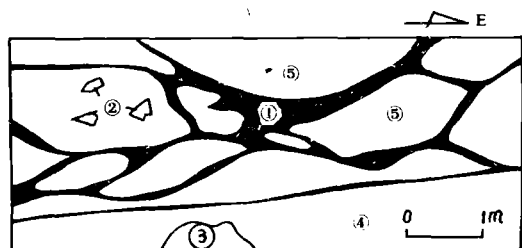
Fig. 6 Variation in mineralized intensity at the direction of Haojiahe ore zone

5.2 隐伏断裂控矿

郝家河矿床地表仅在矿区北部冲沟中有零星的矿化露头、绝大部份被泥岩盖层覆盖而隐伏于深部。坑下采场含矿的北西、东西、北东向断裂,特别是层间构造及其中富矿脉发育,但在地表泥岩覆盖层却很少发现。这种隐伏断裂控矿,是本区构造控矿的突出特点。

如一坑1661主巷道东西向的隐伏断裂控矿(图7)。该断裂走向NE85°,向北倾,倾角65°~

① 面金属量=剖面上矿体面积×该剖面矿石平均品位

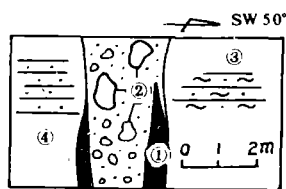


①皮壳状富铜矿石 ②棱岗状矿石角砾 ③紫色砂岩
④浅色砂岩 ⑤构造透镜体

图7 郝家河矿床一坑 1661 主巷道东西向隐伏断裂素描图

Fig. 7 Sketch of the E-W hidden rift in the 1661-lane in the first pit, Hao jiahe deposit

常见擦痕与镜面。例如 1610 西沿脉一层间控矿构造(图 10)。断面上有一层厚 1~5cm 的糜棱岩,其中含有大量黑色沥青和稠密浸染的辉铜矿,构成了皮壳状富矿后,往上渐变为条带状或稀疏浸染状矿石。皮壳状矿石含 SiO_2 65%~70%, Al_2O_3 7%~10%, CaO 1%~1.5%, Cu 5%~25%, Ag 200~2500g/t, 有机碳 0.09%~0.15%。



①富铜矿脉 ②矿石角砾 ③浅色砂岩 ④紫色砂岩

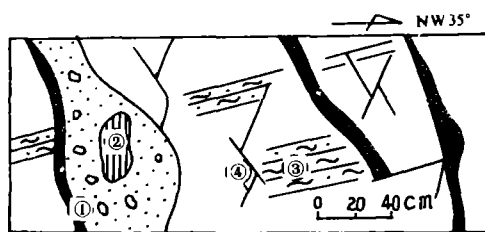
图8 郝家河矿床一坑 1580 中段 18 采场北向隐伏断裂素描

Fig. 8 Sketch of the NW hidden rift in 18th stope 1580 horizon, first pit in Hao jiahe deposit

75°。断裂破碎带宽 1~2m,构造透镜体发育,被含沥青的辉铜矿富矿石胶结。构造透镜体长轴与断裂走向一致,具压性断裂特征。而构造透镜体中常包有棱角状矿石碎块,说明该断裂曾先后经历了张性和压性两期活动,并伴随有两期矿化。

北西向的隐伏断裂控矿如图 8。断裂带宽 1~2m,其中有辉铜矿矿石角砾和后期辉铜矿矿脉及含铜方解石脉,说明该断裂有两期活动并伴随有两期矿化。北东向隐伏断裂控矿如图 9,断裂破碎带中有条带状矿石角砾,并有富铜矿脉充填。

在郝家河矿床中层间构造控矿普遍可见。这种层间构造的特点是:大致沿层分布,但有时与层理有一定交角,构造面波状起伏,



①富铜矿脉 ②断裂破碎带中矿石角砾 ③浅色砂岩 ④节理

图9 郝家河矿床 909 采场控矿断裂素描

Fig. 9 Sketch of ore-controlled rift at 909 stope in the Hao jiahe deposit

5.3 构造成矿机理

马头山组原始铜含量自下而上降低,储矿层下伏紫色层最高,是主要矿源层。矿体则是沉积期后构造期铜元素活化迁移富集的结果。

喜山早期褶皱运动,形成了狮子山背斜。在背斜的不同部位应力和变形差异明显,背斜鞍部附近应力集中,以伸张应力为主;又因靠近浅部,静压力低,砂岩性脆,易产生破裂变形,加之覆盖泥质盖层厚度大,所以隐伏断裂特别发育,造成了圈闭良好的低压空间。这种低压圈闭空间是矿液反复迁入和流转沉淀的有利场所。而远离背斜鞍部,处于深部,静压力大,以压应力为主,形成高压带,有利于矿源层中铜元素活化迁出,并向上部低压带转移成矿。后期改造成矿的流体为深循环的低偏中温地下热卤水^[2]。以下事实是铜在构造作用下活化迁移成矿的有力证据:

图 11 是根据郝家河矿床 ZK4056 孔连续取样化学分析结果编制的成分变异图。钻孔中 F 为背斜鞍部盲断裂。从图中看出,断层角砾岩比其围岩 Cu、Ag、Pb、Mo 伴随 SiO₂、FeO、TFe 增加和 Fe₂O₃、CaO 降低而增加,说明从围岩向断裂氧逸度降低,成矿元素向断裂中迁移富集成矿。表 1 中紫色砂岩、浅色砂岩分别与其相应的构造角砾岩铁物相对比结果,也得到了同样的结论。

郝家河矿区 32 个钻孔矿体下方紫色层 115 件样品分析结果,从铜银含量趋势图(图 12)看出,在郝家河矿带南西下方紫色层出现了较大范围的低值区,含 Cu 30~60ppm,比牟定地区郝家河下部铜丰度(171.9ppm)低 2~4 倍,说明紫色矿源层中铜自下而上,从背斜翼部高压区向背斜鞍部迁移成矿。

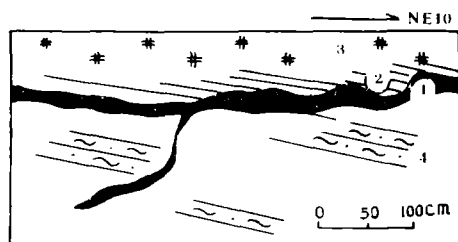
应用 C. B. 格里戈良原生晕分带指数法,研究郝家河矿床元素分带结果,也为成矿元素活化迁移成矿提供了证据。

根据 55 号勘探线剖面(大致垂直矿带和狮子山背斜轴的主干剖面)ZK55079、ZK55027、ZK5504、ZK55088 四个钻孔连续取样化验数据,分别计算各元素的分带指数结果,自南西向东北元素分带为:(Cr、Ni、Co、V)→Cu→Ag→Mo→Pb。根据 ZK2306、ZK5503 两个孔系统样品化验数据,分别计算每个钻孔各元素分带指数结果,两个钻孔自下而上的元素分带均为:(Cr、Ni、Co、V)→Cu→Ag(Hg、Zn)→Mo、Pb。如果用金属元素分带来判断矿液流动方向,那么矿液流动则是自下而上,由南西向东北演化,也即自背斜翼部高压区向背斜鞍部低压区流动。这与上述紫色层中铜活化迁移的方向相吻合。

6 成矿预测

6.1 预测准则

这里所说的预测准则,是指有利于矿体(矿床)形成和存在的标志。根据牟定铜矿控矿地质



①层间滑动面上皮壳状富铜矿 ②条带状铜矿(中等品位) ③浸染状矿石(贫矿) ④浅色砂岩

图 10 郝家河矿床一坑 1610 西沿脉层间构造控矿素描

Fig. 10 Sketch of interstratified ore-controlled structure

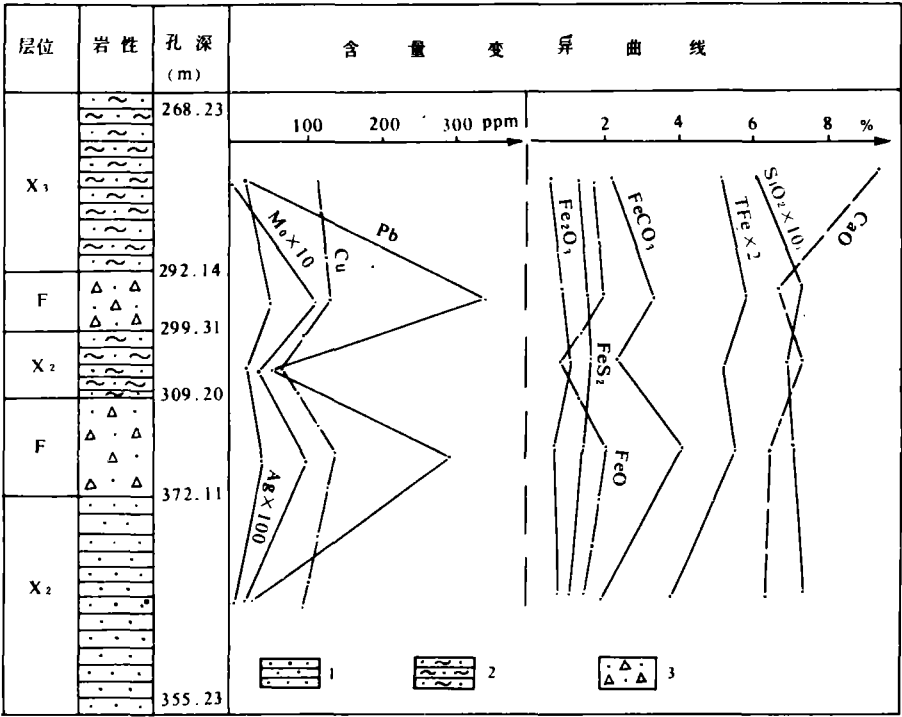


图 11 郝家河铜矿 ZK4056 孔化学成分变异图

Fig. 11 Chemical variation in the 4056 drill hole in the Hao jiahe mine area

因素及矿床成因规律研究成果,初步拟定了如下成矿预测准则:

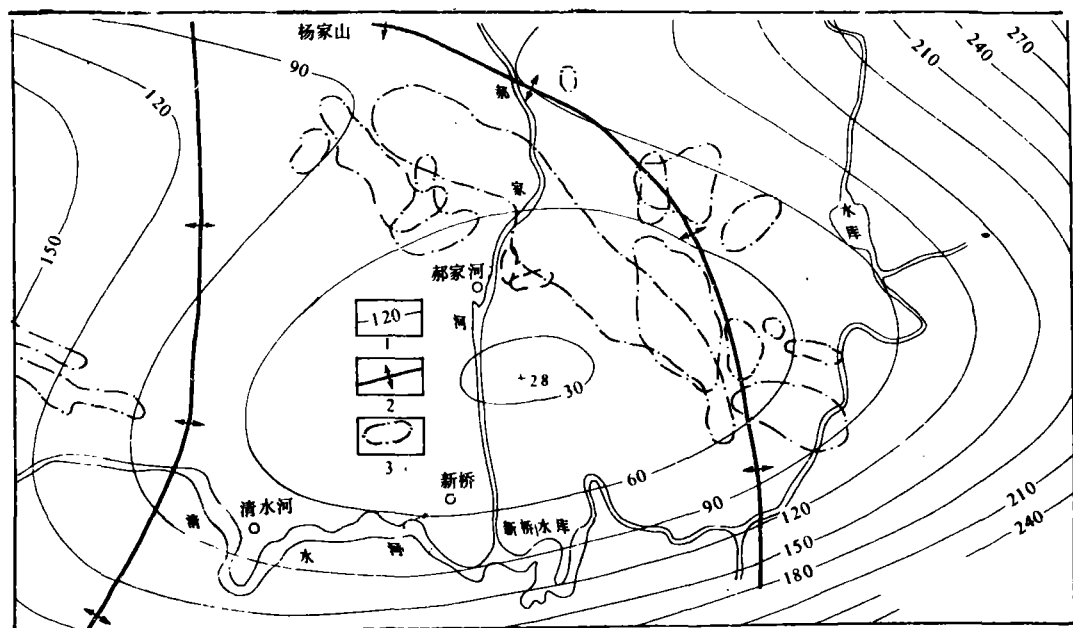
6.1.1 **大地构造准则** 地台(地盾)或褶皱带边缘沉积盆地。矿化发育于盆地边缘地带,附近陆源剥蚀区有较老铜矿床和(或)富铜岩石建造存在。

6.1.2 **地层准则** 侏罗—白垩系,其中最重要的是上白垩统马头山组,特别是其下部郝家河段。其次是下白垩统高峰寺组。

6.1.3 **岩相古地理准则** 由古构造控制的大盆地边缘两面或三面被包围的次级支盆,或次级隆起和次级拗陷的过渡地带;含煤建造向含盐建造过渡部的含铜建造中上部,紧靠长期沉积间断面之上正向旋回的中下部,洪积相带与泛平原相带交接附近的河流三角洲相,是最有利的成矿部位。

6.1.4 **构造准则** 含矿岩系经后期构造作用造成的低压圈闭空间,如有泥质岩石盖层的背斜鞍部附近,隐伏断裂带等。燕山晚期和喜山期近东西和北西向构造比较重要。

6.1.5 **岩性准则** 矿化发育于浅、紫色岩层交互带的浅色砂岩中。含矿岩系厚度大,浅紫交互简单,下紫上浅,二者厚度相近,界线清楚稳定,岩层产状平缓稳定,则矿化好;反之,含矿岩系厚度小,浅紫交互频繁,界线不明显,则矿化差。最好的容矿围岩为渗透性好的砂岩,主矿体产于紧靠浅紫界线之上灰白色砂岩中。



1. 铜含量等值线 2. 背斜轴 3. 矿体

图 12 郝家河矿床郝家河段紫色层铜含量三次趋势等值线图

Fig. 12 The copper contents 3—trend isoline in the Hao jiahe deposit

6.1.6 矿物地球化学准则 银、汞、铅、钨为指示元素,前两者产于矿体中,后二者产于矿体上(外)带。沥青化、硅化、黄铁矿化和碳酸盐化为近矿围岩蚀变。矿区外围(未受矿化影响地段),含矿层之下伏紫色层原始铜、银含量高,分布均匀;矿区附近矿体下伏紫色层铜银含量低,往往出现负异常,而且分布不均匀。

上述预测准则虽然是在重点解剖牟定铜矿的基础上,根据矿床成因规律总结出来的。但由于牟定铜矿是滇中重要而具有代表性的砂岩铜矿床,它具有一般砂岩铜矿的共性。因此,上述准则可推广应用于滇中及其邻区同类型矿床的成矿预测。

必须指出,这类矿床由于一方面含矿的长石石英砂岩化学性质不活泼,后期改造成矿热液的温度较低,围岩蚀变和原生晕不够发育;二方面含矿岩系上覆泥质盖层厚,地层圈闭条件好,矿体地表露头少,加之含矿的长石石英砂岩为酸性界质环境,铜、银风化淋滤强烈,土壤地球化学晕不发育。因此,找矿标志不多,找矿难度大,本文的成矿预测只是定性的。如何对这类矿床进行定量预测,是今后值得研究的课题。

6.2 预测地段及其依据

根据预测准则,在牟定矿区内圈定了两个预测地段,它们是(图 1):

6.2.1 狮子山背斜南段 其范围为郝家河矿床 95 线与 207 线之间的南西段,面积约¹²。主要依据是:

(1)地表出露江底河组下部。根据钻孔资料,郝家河段厚度大,为100~110m,下部为紫色含砾砂岩和砂岩,上部为浅色砂岩。浅、紫界线清楚、稳定,浅色砂岩厚20~35m。

(2)处于狮子山背斜南段,附近次级褶皱和隐伏断裂发育。

(3)矿体还继续向南西延伸。至于ZK103015、ZK13507孔未见矿,是因为 F_{14} 、 F_{22} 断裂作用造成地层重复,孔深不够,未打到含矿层,而不是因为矿体已尖灭。

(4)从已知钻孔资料分析结果,自西向东有黄铁矿、方铅矿增加的趋势,属矿床上(外)带,往西应为铜带。

6.2.2 朵基背斜南段 其范围是清水矿床0号勘探线以东, F_4 断裂以西,清水河河谷以南,面积约0.65km²,主要依据为:

(1)地表出露清水河段和江底河组下部。郝家河段厚85~100m,下部为紫色砂岩,上部为浅色砂岩,二者界线分明。浅色砂岩厚20~30m。地层产状平缓,含矿岩系埋深不大。

(2)在构造上处于朵基背斜鞍部附近,地层圈闭条件好,北东、北西向隐伏断裂发育。

(3)郝家河下亚段紫色层铜含量出现了负异常。预测地段北缘清水河段中老硐和地表多处发现了铜矿化,矿体厚40~100cm,含Cu 0.78%~1.1%,Ag 20~40g/t,预测会出现多层位铜矿床。

参考文献

- 1 涂光炽,等. 中国层控矿床地球化学. 1. 北京:科学出版社,252~286
- 2 秦德先. 牟定郝家河铜矿的沉积-改造成因. 矿床地质,1993,12(2)
- 3 刘昌辉. 砂岩铜矿地质. 第1版. 北京:冶金出版社,1977,4~5
- 4 沈苏,等. 西昌-滇中地区主要矿产成矿规律与找矿方向. 第1版. 重庆出版社,1988,195
- 5 普传杰,秦德先. 有机质在郝家河铜矿成矿中的作用. 地质与勘探,1991,26(6)

THE ORE—CONTROLLING FACTORS AND PROGNOSIS OF THE MUDING COPPER DEPOSITS

Qin Dexian Yang Minchu

(Kunming Institute of Technology)

Abstract

The Muding copper deposit is a important and typical sandstone-hosted ore deposit in Mid-Yunnan. Previously, it was regarded as a sedimentary one and structural control was neglected. Investigations by the authors in recent years show that ore source bed is controlled by rock facies and palaeogeography and copper remobilised to form ore deposit during structural activities post diagenesis. Therefore it is genetically a reworked sedimentary deposit. Ore is controlled by Matoushan Group in which low pressure structural traps near the saddle of anticlines are good for ore formation. The genetically reworked sandstone with light color hosts copper ore. Further targets predicted are southern parts of Shizhishan and Dojishan anticlines.