

谈谈砂岩铜矿的成矿地质特征 及评价中的几个问题

云南冶金地质勘探公司三一〇队 林国锦

砂岩铜矿是我国重要铜矿类型之一。这种类型矿床成矿的地质特征、评价方法,国内已积累了丰富的资料。1965~71年,笔者曾有机会参加滇中、滇西砂岩铜矿的普查与勘探工作,现就其中的一些问题,谈谈自己的看法,不当之处,敬希指正。

一、砂岩铜矿成矿地质特征

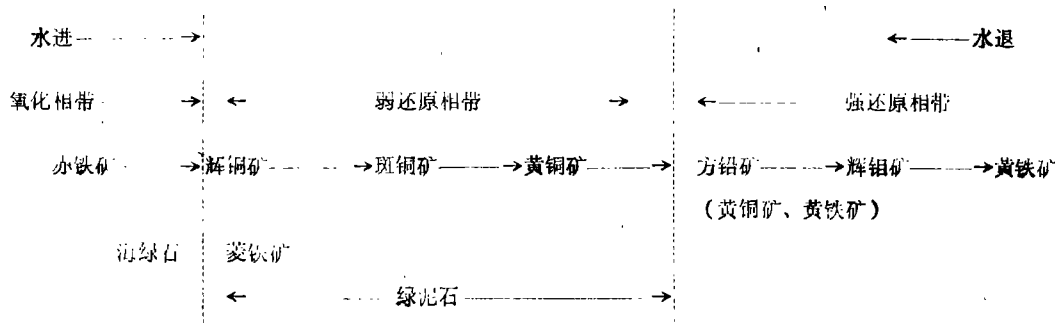
1. 矿床与一定地层层位有关

已知滇中从下侏罗统冯家河组到白垩系上统江底河组,共有十六个含矿层位;滇西从侏罗系永平群到白垩系上统的等黑群,共有七个含矿层位(图1)。实践证明,在

同一沉积盆地中,凡与含矿层位相当的地层层位,一般说来,铜质这一成矿先决条件具备,只要沉积条件适宜,就有找到工业矿体的可能。同时,距铜质供给区较近时,矿化亦较强,矿床规模一般也较大;反之,矿化较弱,矿床规模一般较小。

2. 矿床严格受沉积地球化学相的控制

矿床多赋存于弱还原相中,氧化相和强还原相一般不具工业矿体。从氧化相到强还原相,由于不同沉积部位的沉积地球化学相的差异,导致了砂岩铜矿的金属矿物具明显的垂直与水平分带,其分带情况大致如下:



实践。因为只有实践,才能检验这些规律性认识的正确与否,才能产生从精神到物质的飞跃。在已知地质规律的指导下,我们投入了许多探槽和探井,开掘了评价坑道以揭露地表以下150米处矿体的变化情况,并投入了钻探工程去控制地表以下350米深的预计富矿部位。结果坑、钻几乎同时见矿,即在不到一年的时间里证实了原来的预测,从而肯定了矿床的工业价值。后经613队继续进行详细深部评价,查明这是一个规模较大的钨锡工业矿床。深部钻孔已控制到-100米标

高,细脉带在这里合并成大脉后,仍具有工业价值。

通过对本矿区的评价,我们深刻体会到综合研究工作的重要性,认识到在地质工作中对大量实际资料进行综合研究,实际上就是反对唯心论的先验论,坚持辩证唯物论的认识论。只要我们做到实践第一,并在野外调查工作的基础上加强综合研究,掌握地质规律,就能使地质工作沿着多快好省的道路不断前进。

滇 中					滇 西				
系	统	组	段	矿 层	系	统	群	段	矿 层
白 垩 系	上 统	赵家店组	下紫色砂岩段		白 垩 系	景 谷 群	等黑群	紫色夹浅色砂岩	
		江底河组	上紫色粉砂岩段				景	上段紫色	
			上杂色泥岩段	①				含盐，砂泥岩	
			下紫色粉砂岩段				谷	中	
			下杂色泥岩段					浅色砂岩段	
	下 统	马头山组	大村段	②		群	下	紫砂岩段	
		普 昌 河 组	六苴上亚段					局部夹浅色	
			六苴中亚段					泥岩	
			六苴下亚段						
			凹地直段						
侏 罗 系	上 统	高 寺 组	者那么段		侏 罗 系	景东群	上紫色、浅色		
		安甸组	善宜坡段				砂岩段		
			杂色泥岩段				下灰绿色砂泥岩段		
	中 统	蛇 店 组	紫色泥岩段				上杂色泥岩段		
		河 组	泥 岩 段				中砂岩段		
			冯 家 河 组	砂 岩 段				紫浅互层砂泥岩段	

图1 滇中、滇西地区中生代含铜层位柱状图

① 零星矿体及矿化出现的层位；

② 已有工业矿床的层位。

弱还原相带愈宽，矿化范围愈宽；弱还原相堆积厚度愈大，矿体就愈富厚；相应地金属矿物的水平或垂直分带也较完整。反之，当沉积地球化学相带更换频繁或作跳跃式变化时，则成矿不利或不具矿化，金属矿物分带也不完整。相带的规模及其展布方向，控制了矿体的规模与侧伏方向；不同相属的稳定程度，直接影响了矿体的稳定性。如图2所示，含矿层属三角洲弱还原亚相，相带南北展布，长1公里，东西宽250米，矿化范围及其长轴方向与相带的分布范围、展布方向一致。但因三角洲相相变大，致使矿体呈一个个互不连接的小透镜体。图3表示含矿地层属浅湖弱还原亚相，相带的展布方向开始是北西向，而后扭向北东向，矿体的侧伏方向与相带的展布方向完全吻合。同时，浅湖相相变较为稳定，矿化相对稳定，也较集中，为具一定规模的单一矿体。

3. 矿体受水退水进的影响有穿层或雁行排列的现象

矿体向上覆岩层穿越或呈雁行状排列的

方向，与水进水退方向一致（图4）。水进水退速度大，金属矿物、相序往往出现跳跃式，矿体雁行排列明显；水进水退速度缓慢，对成矿有利，金属矿物分带相对完整，矿体常呈似层状，向上覆岩层穿越者居多。此外，水动力稳定程度也直接与矿化有关，如图2CK3601孔，虽与南北矿化富集地段同属一个浅色岩层与紫色岩层的交互带，但由于该沉积部位水动力条件极不稳定，沉积韵律变化频繁，故不具矿化。所获资料证明，在某一沉积部位具备了弱还原环境与平水期相统一的情况下，水动力条件相对稳定，矿体富厚。而水进早期和水退末期，因水动力条件往往不太稳定，故矿体相对贫薄或不具矿化。所谓矿化与某一厚度区间（<20米）有关，矿化与不完整旋回的下部有关（《地质与勘探》，1966年，第五期，第15页），与实际情况是有出入的。

4. 矿化明显受沉积基底地形控制

当凹地边部的基底地形宽缓时，成矿的沉积地球化学相带的宽度就大，因而矿床规

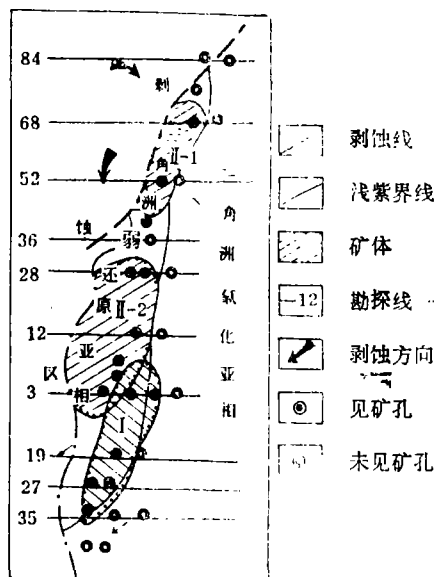


图2 老青山矿床相平面图示意图

模也较大；而当基底地形陡峻时，成矿的相带就窄，或者不具有利成矿的相带，矿床规模小或无矿。如滇中某区，郝家河层是该区主要含矿层，区内大河口一带，郝家河层全为紫色岩层，沿出露地表的同一细层追索，发现紫色岩层与富含黄铁矿的浅色岩层之间，仅有20厘米的过渡带（或弱还原沉积地球化学相带），铜矿化也就只有20厘米宽。这反映了沉积基底地形陡峻，虽其他沉积条件具备，成矿也是不利的。

5. 砂岩铜矿的堆积，必须有一个半封闭的沉积环境

如滇中某向斜西翼、郝家河层全为紫色层，东翼全为浅色层，不具任何金属硫化物，两者之间打钻结果，证实有个浅紫交互带存在，但没有矿；究其原因，是无 H_2S 的存在。因此，铜的络合物不能解离与 H_2S 反应，而生成铜硫化物沉淀下来。至于硫化氢的形成问题，有的认为是厌氧菌的存在所致；有的认为硫是变价元素，当氧充足时，则向高价转化，当氧不足时向低价转化，促使 H_2S 形成等。尽管看法不一，但半封闭的沉积环境，有利于 H_2S 的形成，恐怕是可以肯定的。而且 H_2S 的储存亦需有一个半封闭

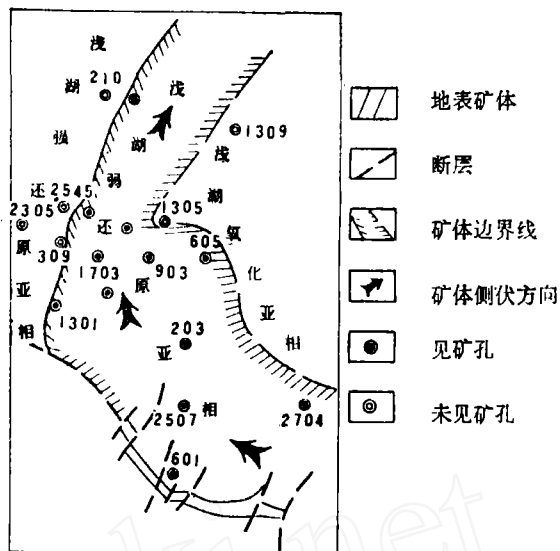


图3 几子湾矿床相平面图示意图

的沉积环境。

二、关于沉积地球化学相的划分问题

沉积相的划分，国内外已有大量文献。河流相以善采尔的划分意见较为详尽；巴列尔的三角洲相，为多数学者所赞同。国内“对松花江群淡水湖成沉积岩相划分的研究”一文（《地质学报》，1964年，第44卷第3期）提出的对湖泊相划分意见，有其独特见解，可直接参照。但运用到砂岩铜矿相的划分，仍感不足。原因是砂岩铜矿严格受沉积地球化学相的控制，上述相群划分意见，均未考虑沉积地球化学相，致使工作者从事一段时间的沉积相研究，却得出“相相有矿、相相无矿”或“同一个相有的有矿，有的不一定有矿，相的研究可有可无”的结论。“某区含铜砂岩成矿条件及找矿标志”一文（《地质与勘探》，1966年，第五期）结合砂岩铜矿的特征，考虑了沉积地球化学相，提出浅湖陡坡相——氧化带，浅湖缓坡相——氧化带，浅湖凹地边缘相——弱还原带，浅湖凹地中心相——强还原带。这种相的划分，是将沉积地球化学相简单地与某一沉积盆地

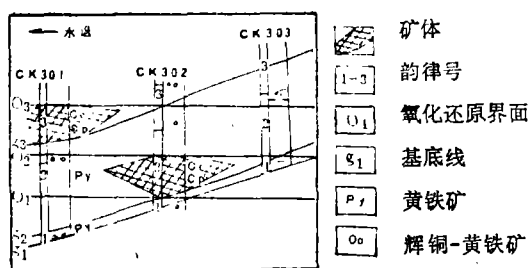


图4 老青山3号剖沉积基底图

的结构相联系, 我们知道随着水进水退的变化, 盆地结构虽然不变(凹地仍为凹地, 陡坡仍为陡坡等), 但沉积地球化学相却随之更替。如原来为浅湖凹地边缘相, 属弱还原带, 有矿, 但水进结果可成为富含黄铁矿的强还原相, 无矿。所以这种相的划分意见值得商榷。作者认为, 关于沉积地球化学相的划分, 首先将获得的资料, 参照前所提及的几家沉积相的划分意见, 进行详细的划分对比, 以确定其沉积相属; 在此基础上, 根据金属矿物的组合将某一沉积相属再细划分为亚相。如沉积相为浅湖相, 进一步可划分为浅湖氧化亚相、浅湖弱还原亚相、浅湖强还原亚相等。这种划分方法简单, 沉积岩相与沉积地球化学相两者统一, 相的概念更明确, 运用于砂岩铜矿的成矿机理分析, 更符合实际。而且几经试用, 效果良好。当然, 在特定情况下, 在浅、紫色层更替频繁、碎屑堆积差异不大, 沉积韵律不清, 又无明显的金属矿物分带, 亚相划分就显得相当困难(滇西多属此类)。这种情况, 除借助相邻剖面微化分析来加以确定外, 尚可根据堆积柱的色比(紫色层总厚度/含矿层总厚度)结合铜的富集部位来加以确定。如滇西云龙某铜矿床, 矿体呈南北向延伸, 东侧红层色比为61%; 中部是矿体赋存部位, 红层色比为15%, 西侧红层色比为0, 显示了东侧是氧化带, 西侧是强还原带, 中部为弱还原带。方法虽准确性较差, 但仍可作为综合研究划分沉积地球化学相的辅助方法。

三、关于沉积基底的确定

沉积基底形态是很重要的成矿控制因

素, 从事砂岩铜矿评价, 必须予以足够重视。按经典的确定方法, 不外有三种:

1. 补偿的情况下, 常于含矿层顶部找一标志层为水平线, 向下立柱子。

2. 不补偿的情况下, 常于底部找一标志层作水平线, 向上立柱子。

3. 同一平面中, 补偿与不补偿同时存在, 则1、2两种方法联合使用。

用经典方法作图, 就得首先对堆积柱作一番分析, 是补偿的, 还是不补偿的。而后, 作图才不致于造成错误, 但仍是难以辨识的。这就给该法的应用带来许多不便。作者在砂岩铜矿的勘探中, 采用了模拟式的氧化还原界面作为水平线, 同一细层某一堆积部位是紫的, 则置于氧化还原界线之上; 某一堆积部位金属矿物组合反映属弱还原环境, 则置于氧化还原界面之下, 略近氧化还原界线; 某一堆积部位金属矿物组合反映属强还原环境, 则置之更偏下, 相对远离氧化还原界面。如此, 底层面连成的曲线即为沉积基底线(参见图4), 这种沉积基底的确定法, 基本反映了沉积基底的真实情况, 同时也可防止经典法易造成的错误。因为, 同一细层不同部位的沉积地球化学相的异同, 是受沉积基底差异性所控制的, 故用该层不同部位的沉积地球化学相的差异性的写照——以金属矿物组合来反推基底的差异性是不可能的, 缺点是氧化还原界面是不断变迁的, 这就要求我们进行细致的韵律划分对比, 对不同的韵律作不同的基底线, 工作起来略为麻烦, 但它可以反映不同韵律堆积期的基底变化, 却是可取之处。

四、关于形组分析的利用

形组分析是砂岩铜矿的评价中用以指示矿体侧伏的一种方法。有人认为形组主向(长形砂长轴方向)就是矿体的侧伏向, (《地质与勘探》, 1966年, 第五期)。据滇中资料看, 却不尽然。如老青山矿床长形砂主向与矿体长轴方向的夹角为25~45°; 蚕豆田矿床两者夹角近50°。唯独几子湾矿

床, 矿体侧伏方向与长形砂主向相吻合。几子湾是湖相, 老青山和蚕豆田可能均属三角洲相。蚕豆田波痕、大型斜层理发育, 显示动力条件比老青山更不稳定。以上说明不同相属或同一相属水动力条件不同, 形组主向与矿体长轴方向的交角都不同。因此, 我们在利用形组主向确定矿体侧伏方向时, 不能不考虑其他相关因素。另一方面, 形组分析的对象是砂粒, 砂粒是机械沉积, 其排列方向只能是古水动力条件的一种反映, 而铜矿的形成是化学沉积。因此, 不通过一些组带性的基本分析是难以使两者发生联系的。作者认为, 首先要基于斜层、砾石、波痕等资料的分析, 确定某一沉积部位的古水动力方向。其次, 分析含矿地段的相属。如为湖泊相, 当形组主向与水动力方向一致时, 反映水动力强度较大, 以冲刷为主; 此时长形砂方向必与水动力方向一致, 才易稳定。而动力方向一般自湖心向盆地边部运动, 各相带又往往平行盆地边界而展布, 此时矿体长轴必然垂直长形砂主向。只有在个别情况下, 即水动力方向与长形砂主向相垂直, 反映水动力相对稳定(仅微弱的震荡), 此时长形砂的主向才与矿体侧伏向吻合。又如三角洲相, 矿体往往赋存在冲积扇前缘斜坡中, 在水进大的情况下, 矿体可以向水下三角洲平原超复。因此, 形组样取在什么部位, 必须很好分析。如取在前缘斜坡中, 湖水动力对长形砂的排列起主要控制作用, 长形砂主向指向湖心, 对该取样点而言, 长形砂主向与矿体垂直。但对沿扇形分布的矿体而言, 却有一定交角, 扇形中心线附近, 形组主向与矿化带长轴交角最大(近 90°), 向扇形边部, 交角愈小。由此可见, 形组分析的利用问题, 必须结合相属、取样位置的水动力条件等加以分析, 那种简单的把形组主向视为矿体长轴方向, 是不恰当的。

五、盲矿体的预测

随着对砂岩铜矿成矿规律认识的深化, 盲矿体的预测已成为可能。新区盲矿预测,

首先得进行详细的地层划分对比, 正确找到与已知区含矿层相当的地层, 并在已知区和新区之间进行一些地质工作, 以了解两区是否属同一沉积盆地。若是, 则新区相应层位的堆积期, 沉积介质中有铜质的存在, 是盲矿体预测的前提。继而分析是否有浅紫交互带存在, 因为矿是赋存在浅色层与紫色层交互带中。如不存在浅紫交互带, 就丧失预测的基础。若存在浅紫交互带, 再进一步分析浅色层中是否有较多的金属硫化物存在。若无, 说明无硫化氢存在, 铜质丧失生成不溶盐的条件, 不需再做工作。若有, 就可以打普查钻。实践证明, 基于这种分析而作出的盲矿预测, 有一定的把握性。象蚕豆田的铁索桥到大海坡一线, 其西侧从凹鸟美到楚雄郝家河层全为紫色层; 其东干巴山郝家河层全为浅色层, 富含黄铁矿, 在大海坡附近下普查钻, 已打到了盲矿。只有少数情况下, 由于沉积基底陡峻, 或水动力条件极不稳定, 普查钻才会落空。若经分析, 浅紫交互带规模大, 延伸长, 而基底陡峻、水动力活动性大仅为局部情况, 虽第一排截栏钻落空, 仍可距之较远的地段下第二排截栏钻。其钻孔布置原则应考虑浅紫交互带的展布方向。其确定方法, 应根据沉积地球化学相属、形组主向、水流方向、金属矿物分带等资料综合考虑。就目前所知, 赋存砂岩铜矿的岩层其物性差异小, 物探手段尚不适用。化探只有含矿层暴露地表, 含矿地段因地表淋失肉眼见不到矿, 或矿体已向斜深方向侧伏, 取样点距矿化不远的情况下, 原生晕才可起到有效的预测作用。故使用化探这一手段时, 最好与矿体的可能侧伏联系起来考虑。

存在问题: 1. 用氧化还原界面为水平线确定沉积基底, 不同化学相距这个界面相对高差多少, 影响因素较多, 有待进一步探讨。2. 形组分析的利用问题, 缺不同相属、不同部位的实地调查和取样, 理性推导居多, 亦有待进一步研究。3. 盲矿预测, 当地表只露出一相带, 横向上又无金属矿物的差异性时, 应往何方去寻找有利带, 尚未解决。