

矿区地层简表

表1

群	岩石组合	厚度(米)
昆阳群	绿汁江组(L ₂)	厚层白云岩、板岩(未分)
	鹅头厂组(e)	中上部为条带板岩夹数层细砂岩 下部白云岩、板岩、硅质岩互层
	落雪组(L)	上部为厚层光板白云岩 中部为硅质条带状、细纹状迭层石白云岩, 主要含矿层 下部为浅色波状细纹白云岩
	因民组(Y)	上部为薄层白云岩、泥皮状板岩、细砂砾岩不等厚互层 中部为板岩, 未见底

因民角砾岩与中基性火成岩形影不离, 贯穿于F₁大断裂带。

矿石品位与规模与氧化程度的关系

表2

氧化程度	矿体编号	氧化类型	矿体位置	矿石类型	矿物组合	算术平均值	
						厚度(米)	品位(Cu%)
深 ↑	Ⅳ	彻底氧化型	1.近地表浅部 2.F ₁ 及其他断裂带附近之L ₁ 、Y ₁ 、及M中	土状矿	唯一可见孔雀石, 铜可能呈离子状态及氧化铜形式被褐铁矿吸附	4.99*	1.22*
	Ⅲ	氧化迁移型	L ₁ 上部为主 L ₁ 、L ₂ 亦有	氧化矿	孔雀石为主, 次为铜蓝、赤铜矿、自然铜及少量斑铜矿、黄铜矿、辉铜矿	3.59	0.69
	Ⅱ	原地氧化型	L ₂ 底部	混合矿	斑铜矿、黄铜矿为主, 裂隙面上见少量孔雀石	4.47	0.50
	Ⅰ	未氧化型	L ₂ 底部	原生矿	斑铜矿、黄铜矿为主, 见黄铁矿	3.48	0.49

*不包括最近竣工的ZK5-1中的Ⅳ号土状矿体(厚达50米, 加权平均Cu=1.66%)。

度3~4米; 矿体与围岩整合, 组成同型褶皱并被后期断裂破坏; 以斑铜矿、黄铜矿为主的矿物组合呈浸染状产于白云石晶粒间; 矿体边界与围岩蚀变不明显; 矿石较贫(含铜0.5%左右, 少数可达1%); 矿石以混合型为主, 亦有氧化矿与原生矿。

Ⅲ号、Ⅳ号矿体则不同, 它们都只产于构造特殊的F₁以北的地段和南部17线附近。矿体无固定层位, 但无一例外地均赋存于Ⅰ、Ⅱ矿体之上部层位, 包括L₂上部及L₁、L₂等层位。矿体受F₁及其派生的次级断裂控制, 常呈不规则的囊状、柱状、楔状, 向下

急剧分枝并尖灭。矿体厚度不等, 有的厚达50米以上(如ZK5-1所见), 也有的仅10厘米。矿石品位变化很大, 平均品位常在1%以上, 仅有少数高品位(最高达12.3%)的样品均见于Ⅳ号矿体的土状氧化矿中, 如ZK4-2、ZK17-1及ZK5-1等。

当强烈氧化所生成的土状矿多层出现时, 矿层边界呈突变式, 与含矿围岩的风化程度完全吻合, 即土状风化物中含铜较高, 而夹在其中的新鲜白云岩含铜多在0.5%以下。

三、土状氧化铜矿

矿区土状铜矿物相分析结果

表3

勘探线号	平均品位 (Cu%)	物相分析平均值 (%)		
		单体氧化铜	结合氧化铜	氧化率
0	0.63	0.27	0.37	92.80
1	0.65	0.26	0.21	67.59
2	0.88	0.26	0.34	69.30
3	1.57	0.72	0.85	83.96
4	0.71	0.17	0.26	57.00
5	1.76	0.76	0.53	70.61
6	1.01	0.40	0.32	67.44
17	2.66	2.51	0.14	96.87
平均值	1.50	0.70	0.44	71.98

土状氧化矿是氧化作用的最终产物，其氧化特征表现得最典型，且结构疏松，很不稳定。本文选择土状矿作为研究铜迁移富集的理想“指示剂”。

土状矿迄今还没有一个严格的定义。从完全新鲜的坚硬氧化矿到疏松的土状矿之间，存在着一系列过渡的类型。从物相上看，土状矿有的是以单体氧化铜占绝对优势，有的结合氧化铜比单体氧化铜要多，也有的二者大致相当。这些特征直接影响到土状矿的工业利用（表3）。

据东川矿务局中心试验室的选矿试验报告，小新厂土状矿的镜下矿物定量结果为（%）：

孔雀石	< 1.0
黄铜矿	微量
土状褐铁矿	15
石英	83
磁铁矿、赤铁矿碎屑	0.4
白云石	0.5

孔雀石是唯一数量较多的单体铜矿物，呈薄膜状附于褐铁矿颗粒之表面。黄铜矿数量极少，粒度细微（0.007毫米），常包裹于石英颗粒中。褐铁矿镜下为胶状颗粒，有的含铜高达3.52%，可能是被褐铁矿所吸附。

对落雪组各层白云岩所做的化学分析结果表明，土状矿中占原岩40%以上的CaO和MgO几乎全部流失了，故留下大量空洞使之疏松为砂土。而耐风化的SiO₂则相对富集。褐铁矿是铜矿物氧化富集的根本原因。如所周知，褐铁矿并不是一种单纯的矿物，它是由许多含水的氢氧化铁胶凝体及硅的氢氧化物、泥质物等所组成的混合物，其中常含许多其他杂质的机械混入物。正是由于褐铁矿具有这种复杂的成分及高度的吸附性能，它才可能含铜高达3.52%以上。

限于研究条件，目前尚未揭示出褐铁矿吸附铜的具体机理，但从地质剖面上显示的宏观效果分析，可以认为，这种富含褐铁矿

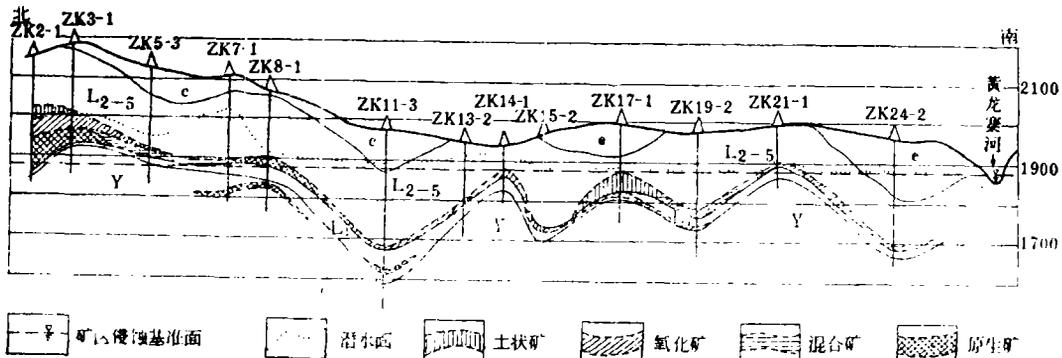


图2 矿区纵剖面示意图(图例见文中说明)

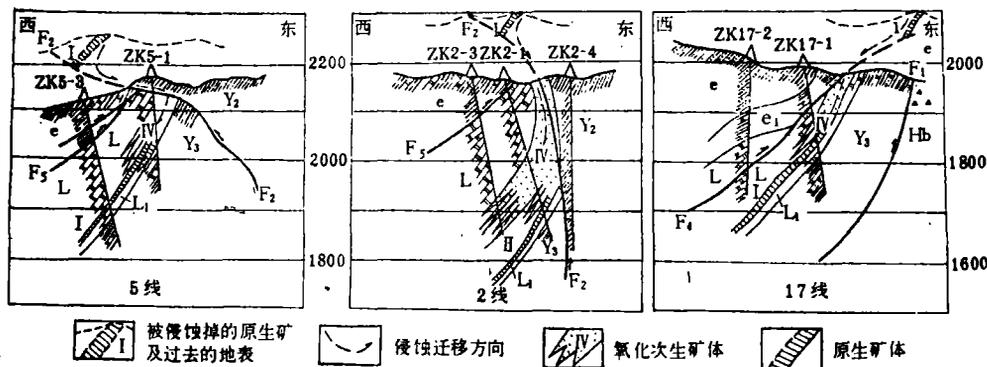


图3 矿床剖面图(图例见文中说明)

的土状风化白云岩一旦出现在有利部位,即可成为富集铜矿物的特殊地质体,土状物的发育与保存的条件也可以说就是形成氧化铜富矿的条件。

四、氧化带发育与保存的因素

(一) 气候、水文 矿区属温带多雨地区,温和潮湿的气候以及恒大于一千毫米以上的年降雨量,为充分的化学风化和元素的迁移提供了优越的先决条件,致使矿区氧化带深度相当巨大,如土状矿可见于150米的深处,350米以下尚可发现孔雀石。

从水文条件看,本矿区亦有其独特之处。如图2所示,在1875米的侵蚀基准面之下,已揭露出大量氧化矿甚至土状矿。如ZK11—3中的氧化矿低于1875米水准面达250米。反之,矿区北部2线、3线和8线一带,原生矿却出现在1875米标高以上和潜水面以下地段,即一般所谓含氧水最活跃的流动带内。

(二) 含矿岩性 本矿区绝大部分矿体均产于落雪组白云岩中。这种白云岩富含硅质细纹、条带和团块,在漫长复杂的成岩后构造形变历程中,大小断裂密布,节理裂隙普遍发育,不同规模的岩溶现象从地表至不同深度的氧化带内频频出现。矿体倾角与岩层一样较陡,一般在60°左右,铜矿物呈浸染状分散在白云石晶粒之间,矿体顶底板还常见有黄铁矿散点。这些对矿体的化学风化都是极其有利的条件。

(三) 导矿构造 图3显示2线和5线

的构造有一个共同特点:含矿组落雪白云岩夹持在两个相对的逆断层 F_2 和 F_4 之间, F_2 切割原生的I号矿体并将上盘矿体逆推至西侧上方。假设过去的地表在2250米处,则可发现, F_2 构成一种极有利的格式:它的上盘有原生的I号矿体作为侵蚀迁移的“矿源层”, F_2 本身即成为理想的矿液迁移通道,而 F_2 下盘为化学性活泼的落雪白云岩,其中发育了 F_2 的次级断裂和羽状裂隙,共同组成容矿构造,尤其是当此种白云岩被风化成土状物之后,对铜矿的富集更加有利。

矿区自 F_4 以北地段,从1线至5线,沿 F_2 两侧不同地层连续分布有颇富厚的土状氧化矿,特别是 F_2 下盘(如4线、5线)都赋存有巨大的土状矿、氧化矿矿囊,急剧向下分叉尖灭。

17线在 F_4 以南地区是一个例外, F_4 在该剖面中从相反的方向起了和 F_2 完全相似的作用,只不过是 F_4 上盘矿体被推向东侧,矿液自东向西渗入 F_4 下盘,从而同样沉淀出和北部完全可以媲美富厚的土状氧化铜矿体。

五、结语

表生作用下,一方面, F_2 上盘的I号矿体遭受氧化破坏,铜进入冷水溶液,沿 F_2 向下渗透迁移;另一方面,地表水携带着大量氧、碳酸也可沿 F_2 下降,使其下部白云岩彻底氧化成土状物,从而吸附了从 F_2 迁移下来的再生铜矿物和铜离子,富集成厚大的土状氧化铜矿。