

# 鸡笼山 Cu-Au-Mo 多金属矿已采中段 漏采矿体勘探思路探讨

马永非<sup>1,2</sup>, 王振亮<sup>1,3</sup>, 高永璋<sup>1</sup>, 胡 宁<sup>1</sup>

(1. 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院, 北京 100083

2. 中国地质调查局沈阳地质调查中心, 沈阳 110032;

3. 中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所, 河北 廊坊 065000)

**摘要:** 鸡笼山 Cu-Au-Mo 多金属矿床是鄂东南矿集区丰山矿田中一个典型的夕卡岩型、斑岩型铜金钼多金属矿, 矿体主要赋存于燕山期中酸性侵入岩与大冶组碳酸盐岩建造的接触带及附近, 受地层、构造、岩浆岩的联合控制。文章讨论了矿山已采中段中构造错失矿体、边部矿体及盲矿体等漏采矿体的勘探思路、方法及实践, 运用成矿规律分析—坑道地质调查—采样分析—重点靶区圈定—坑内钻探验证的工作程序得以实施。

**关键词:** 鸡笼山 Cu-Au-Mo 多金属矿; 接触带; 构造错失矿体; 相关性指数; 鄂东南

**中图分类号:** P624; P618.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2012)01-0029-08

## 0 引言

目前, 鸡笼山 Cu-Au-Mo 多金属矿床存在着勘探工作滞后、接替资源不足的问题, 已被国家列为危机矿山, 矿山接替资源的勘探已成当务之急。在矿山找矿勘探实践中发现, 已采中段漏采矿体的勘探有着巨大的经济意义与可行性。首先, 该矿床成矿地质条件复杂, 控矿条件多样, 矿体呈透镜状、扁豆状、鸡窝状等凌乱地分布于侵入体、接触带及围岩中, 诸多矿体在实际开采中极易漏采<sup>[1]</sup>; 其次, 该矿床有着较为显著的控矿规律, 对已采中段中控矿规律的良好把握使漏采矿体的勘探成为可能; 再则, 已采中段具备巷道、运输设施等开采条件, 一旦发现漏采矿体可以方便经济地将其采出。

## 1 矿区地质背景

鸡笼山 Cu-Au-Mo 多金属矿床的大地构造位置隶属于扬子板块与华北板块碰撞对接带的长江中下

游前陆缩短带的中部, 北临大别台隆, 南为江南台隆与华南地槽—褶皱系, 是丰山矿田的一部分(图 1), 位于鄂东南 Fe, Cu, Au 成矿区与赣西北 Cu, Au 成矿区的交接部位, 与西北部的铜绿山铁铜金矿田和东南部的城门山金铜矿田一起构成金铜矿集区, 是成矿区(带)中具有代表性的金铜矿田<sup>[2]</sup>。鄂东南地区的构造演化和岩浆作用类似于长江中下游地区, 岩浆作用以侵入活动时间延续长、岩体规模大、岩石类型及组合较全为特征<sup>[3]</sup>, 丰山矿田出露岩石主要为燕山期花岗闪长斑岩和三叠系碳酸盐岩。矿体主要产于花岗闪长斑岩内部和接触带附近, 由斑岩型、夕卡岩型和层控型矿体组成, 以夕卡岩型矿化为主<sup>[4]</sup>。

## 2 矿床地质特征

鸡笼山 Cu-Au-Mo 多金属矿床是由燕山期主体为中酸性的岩浆侵入大冶组碳酸盐岩形成的大型夕卡岩型、斑岩型矿床, 岩浆具同期多次侵入特点, 成矿深度属浅成<sup>[5]</sup>。矿床主要产于鸡笼山花岗闪长斑

收稿日期: 2010-05-10; 改回日期: 2010-05-10; 责任编辑: 余和勇

作者简介: 马永非(1986-)男, 硕士研究生, 矿产普查与勘探专业。通信地址: 北京市海淀区学院路 29 号, 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院; 邮政编码: 100083; E-mail: myf\_860@163.com

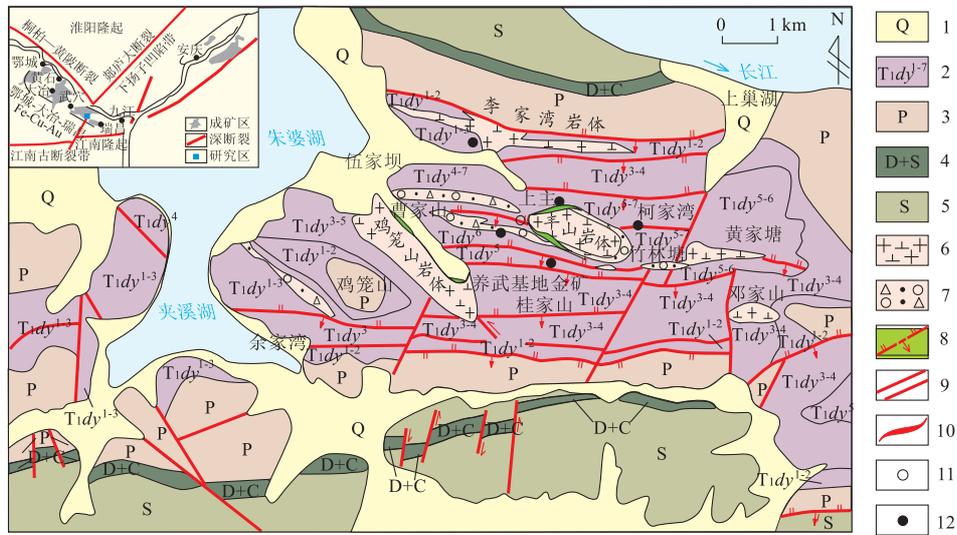


图1 湖北阳新丰山矿田地质图(据中南冶勘 604 队)

Fig. 1 The geological map of Fengsha ore field in Yangxin County Hubei province

- 1. 第四系; 2. 大冶组碳酸盐岩夹黑色页岩; 3. 二叠系灰岩夹碳质页岩及硅质岩; 4. 泥盆系和石炭系砂岩、页岩; 5. 志留系砂岩、页岩; 6. 花岗岩闪长斑岩; 7. 隐爆角砾岩; 8. 叠瓦状断层; 9. 断层或推测断层; 10. 夕卡岩型铜(金)矿体; 11. 隐伏热液脉型多金属(金)矿体; 12. 卡林型金矿体(点)

岩与三叠系大冶群第四段—第七段的白云质灰岩、灰岩的接触带内,少量产于岩体中及其围岩的层间破碎带中,主要受岩浆岩、构造和有利围岩的联合控制,具有岩控、层控和构造控矿的特点。

鸡笼山岩体是中酸性岩浆多次侵入形成的复式岩体,以燕山期中酸性钙碱性系列的鸡笼山花岗闪

长斑岩为主体<sup>[7]</sup>,围绕岩体边缘断续分布有边缘分异相石英闪长斑岩,后期侵入的脉岩有闪长玢岩、石英闪长斑岩以及煌斑岩类等。岩体形成晚期发生过爆破,爆破岩被晚期的石英二长斑岩所胶结。在围岩边部,印支—燕山期构造—岩浆—成矿作用形成了矿区诸多叠瓦状构造及产于其中的卡林型金矿体<sup>[8]</sup>。鸡笼山岩体在平面上呈哑铃状产出,随着勘探的深入,认识到岩体在剖面上并非前人所描述的纺锤状,而是在浅部较大,向深部先减小后又变大。NW向延长,向SE侧伏。

金铜矿体沿鸡笼山花岗闪长斑岩体的北缘和南缘接触带成带状分布<sup>[5]</sup>,在矿床0线—68线范围内分布有189个达工业品位的矿体,其中有工业价值的矿体为54个。根据这些矿体的赋存部位和控矿构造特征,划分为北、中、南3个矿带(图2)<sup>[1]</sup>。

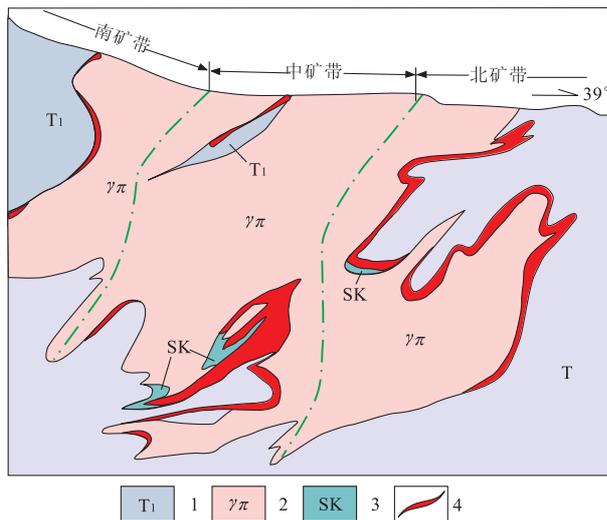


图2 鸡笼山铜金矿床剖面示意图 (据中南冶勘 604 队简化)

Fig. 2 The schematic section of Jilongshan copper-gold deposit

- 1. 三叠系大冶组灰岩、大理岩; 2. 花岗岩闪长斑岩; 3. 夕卡岩; 4. 矿体

### 3 已采中段的漏采矿体勘探

#### 3.1 基本工作思路与方法

对于已采中段漏采矿体勘探的基本工作思路是:首先在已有地质资料及地质工作的基础上,对成矿有利部位矿体目前开采状况进行系统分析,在此基础上进行坑道地质调查,把握控矿规律与矿体空间赋存形式,之后对理论上可能具有矿体但目前还

未得以发现的部位或附近进行追溯并系统采样分析,若样品分析结果表明该区有可能存在漏采矿体,则圈定重点找矿靶区,用坑内钻进行验证(一般用扇形钻)。这样可以借助垂向上不同标高的中段方便地进行对比研究与预测。如接触带处的某一角砾岩筒上下两个中段都凹进围岩并形成工业矿体,而中间部位现处于未知状态,但据现有地质资料及调查可以推测中间部位有凹进围岩的可能,成矿环境与两端极其相似,则沿构造体系进行追踪并在能够采到样品的边部做系统采样,若样品化验结果表明该中间部位边部成矿元素含量上升或者已达工业品位,则此处可以圈为重点找矿部位,下一步用坑内钻予以验证。

其基本工作方法是:对于分析调查之后的矿体可能遗漏部位进行采样追溯,通常是依次由地表向深部在不同中段的相应空间巷道中进行系统采样分析。在中段中主要借助平巷(沿脉与穿脉)来采样,中段之间根据成矿条件及相应的取样要求,尽量利用斜井、上山、下山、盲竖井等已有坑道。对于同一成矿体系进行立体分析预测,其思路与方法与“立体地质填图”<sup>[9]</sup>有着诸多相似。对于南缘、北缘接触带的成矿有利可疑未知地带,根据断裂构造与角砾岩带的控矿特性,在不同中段进行空间上沿裂隙或角砾岩筒进行追踪采样,并结合不同中段对侵入岩体由中心向外围的蚀变分带进行“热液蚀变追踪”,借助“缺位预测”<sup>[9]</sup>的原理与化探分析的方法对这些已开采中段中的遗漏矿体进行预测、取样化验,并圈定出重点区域,待坑内钻的验证。

对遗漏矿体的重点勘探方向为构造错失矿体、边部矿体和盲矿体。

### 3.2 对矿体变化性质的分析

鸡笼山 Cu-Au-Mo 多金属矿由于成矿条件的复杂及其错综交织,各种成矿因素作用大小、作用性质和作用方向的差异,矿体的品位变化性质在局部上呈现出偶然性,但就总体来说,其变化规律有着一定的趋势性,所以鸡笼山 Cu-Au-Mo 多金属矿体品位变化有着总体的趋势性与局部的随机性,而这两种变化趋势在不同空间、不同矿体的比重及分布情况有待进一步的数据处理来予以揭示,下面以-90 m 中段 I4 矿体为例,对鸡笼山 Cu-Au-Mo 多金属矿体 Cu、Au 变化性质进行分析(样品采集沿 I4 矿体空间展布顺序标准进行)。

根据 Cu 品位的自然分布曲线图,可利用变化性指数法<sup>[10]</sup>来分析矿体变化性质:

$$t = \frac{M}{n-2}$$

式中, $M$ 为矿石品位在自然分布曲线中其数值上升下降的“符号”变化次数; $n$ 为样品个数; $t$ 为变化性指数。

据 Cu 品位的自然分布曲线图得: $M=16$ , $n=27$ ,则代入公式得  $t=0.64$ 。此值处于  $0.5\sim 0.7$  之间,矿体属于“不明显方向性变化”。揭示了鸡笼山矿体的变化特征复杂,变化方向不明显,矿体分布凌乱,在开采过程中容易造成较小规模矿体的丢失与漏采。

为了反映矿体品位的总体变化特征,把握矿体变化趋势,明确漏采矿体找矿方向,采用平差曲线的方法来排除局部随机性成分的干扰。根据矿体及采样情况,在此采用三点等距滑动平均来对 Cu 的自然分布曲线进行修匀:

$$y_0 = \frac{1}{3}(y_{-1} + y_0 + y_1)$$

其一次平差、二次平差数据见表 1,平差曲线如图 3。

经一次平差之后,I4 矿体总体有 2 个矿化较强部位的总体趋势渐现,二次平差之后可以明显看出 2 个强矿化部位,他们分别对应应在 10~12 号样与 17~21 号样之间,第一个强矿化部位位于 YM901 一断裂控矿处,品位较高,延伸范围较小;第二个强矿化部位位于-901CM4 处,受构造角砾岩筒控制,同时构造角砾岩筒又经历过后期构造推覆作用的影响,品位相对较高,延伸范围相对较大,成矿条件及控矿因素要优越于 YM901 处,但目前矿体圈定状况并不及 YM901 处,则有可能因构造错失作用存在着漏采矿体。

同理,对于 I4 矿体金元素进行分析可得出同样的推测结论,如图 4。

值得注意的是,Au 品位的分析除了可以得出 Cu 品位分析结果所揭示的矿化规律、漏采矿体预测方向等,同时又从另一个角度验证了 Cu 品位分析的结果。对比图 3 与图 4,可以看出 Au 矿化与 Cu 矿化在鸡笼山 Cu-Au-Mo 多金属矿床中的相关性,这对矿山勘探的指导也有着十分重要的意义。

### 3.3 对于构造错失矿体的勘探

在-40 m 中段、-90 m 中段、-130 m 中段,有一断裂控矿的实例,这个控矿断裂位于岩体北缘接触带附近。矿山成矿规律及调查实际表明,该中段与上方或下方属同一成矿构造,其中的矿体主要受 NNE 向断裂的控制,钻探资料显示该断裂在 3 个中

表1 -90中段14矿体Cu, Au品位及平差结果(据鸡笼山金矿地测部)  
Table 1 The Cu, Au grade and adjustment result at level 90m of ore body 14

工程号	样号	品位分析		Cu一次平差	Cu二次平差	Au一次平差	Au二次平差
		w(Cu)/%	w(Au)/10 <sup>-6</sup>				
YM901	1	0.376	0.210	0.345	0.405	0.317	0.434
	2	0.030	0.200	0.182	0.308	0.390	0.376
	3	0.140	0.760	0.397	0.387	0.420	0.492
	4	1.020	0.300	0.583	0.946	0.667	1.064
-901CM2-1	5	0.590	0.940	1.857	1.448	2.107	1.797
	6	3.960	5.080	1.903	2.050	2.617	2.541
	7	1.160	1.830	2.390	2.567	2.900	2.939
	8	2.050	1.790	3.407	3.036	3.300	3.057
	9	7.010	6.280	3.310	4.301	2.970	4.214
YM901	10	0.870	0.840	6.187	5.148	6.373	6.208
	11	10.680	12.000	5.947	5.994	9.280	8.271
	12	6.290	15.000	5.850	4.749	9.160	7.914
	13	0.580	0.480	2.451	3.315	5.303	5.431
	14	0.484	0.430	1.645	2.200	1.830	3.298
-901CM4	15	3.87	4.58	2.505	2.942	2.760	3.040
	16	3.16	3.27	4.677	4.086	4.530	3.867
	17	7	5.74	5.077	4.926	4.310	4.331
	18	5.07	3.92	5.023	5.174	4.153	4.659
	19	3	2.8	5.423	5.243	5.513	5.813
	20	8.2	9.82	5.283	5.006	7.773	6.742
	21	4.650	10.700	4.310	3.859	6.940	6.200
	22	0.080	0.300	1.983	2.402	3.887	3.889
-901CM6	23	1.220	0.660	0.913	1.358	0.840	1.916
	24	1.440	1.560	1.177	1.071	1.020	1.002
	25	0.870	0.840	1.123	1.051	1.147	0.991
-901CM8	26	1.060	1.040	0.853	0.888	0.807	0.850
	27	0.630	0.540	0.689	0.629	0.597	0.573

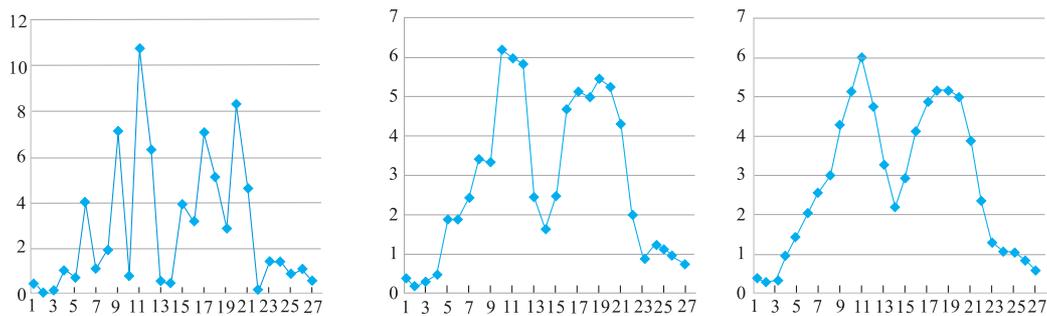


图3 -90 m中段14矿体w(Cu)的自然分布曲线图及平差曲线图

Fig. 3 The natural distribution curve of Cu content and once and twice adjustment curve at level 90m of ore body 14

a. Cu自然分布曲线; b. Cu一次平差曲线; c. Cu二次平差曲线

段或其附近都有构造破碎以及岩体侵入碳酸盐岩围岩等成矿条件,且随着深度的增加侵入规模与矿化程度呈增加趋势,而目前该体系在-40 m中段与-120 m中段均有规模中等的工业矿体,且-120 m

矿体大于-40 m中段,而-90 m中段处至今还没有发现工业矿体,推测在-90 m中段上盘或下盘附近很可能具有构造错失矿体,在这3个中段的相应部位进行采样分析,分析结果如图5。

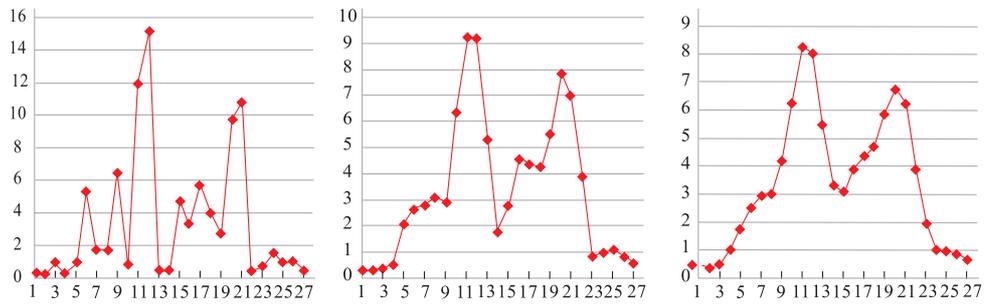


图 4 -90 m 中段 14 矿体 w(Au) 的自然分布曲线图及平差曲线图

Fig. 4 The natural distribution curve of Au content and once and twice adjustment curve  
a. Au 自然分布曲线; b. Au 一次平差曲线; c. Au 二次平差曲线

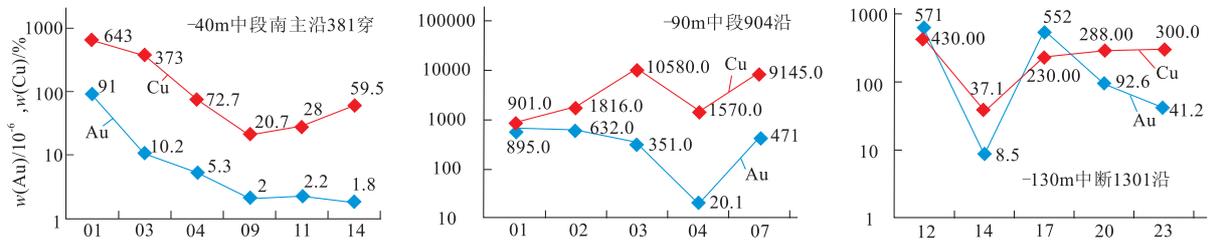


图 5 各中段成矿元素变化曲线图

Fig. 5 Variation curve of the ore-forming elements for each level  
a. -40 m 中段南主沿 381 穿; b. -90 米中段 904 沿; c. -130 米中段 1301 沿

通过对比, -90 m 中段成矿元素的质量分数已达工业品位, 且变化较为稳定, 之前之所以没有发现工业矿体的存在, 可能是该矿体由于构造的错位导致错位, 使矿体发生偏移所致。由此对采样区予以圈定, 待坑内钻探的验证。

### 3.4 边部矿体和盲矿体的勘探

鸡笼山 Cu-Au-Mo 多金属矿床除了控矿规律可以在探采结合中得以较好的应用外, Cu, Au 之间的

相关性也有规律可循, 尤其是在边部矿体和盲矿体的勘探中具有明确的指导性。通过成矿元素之间的相关性分析可以发现, Cu, Au 的较强的相关性(从图 5 即可看出二者的正相关性), 利用这种相关性我们在勘探中可以用一种成矿元素间接的来指导另一种成矿元素矿体的勘探。以 -40 m 中段为例, 所作分析的 70 个样品数据如表 2。

表 2 鸡笼山 -40 m 中段成矿元素测定结果(据鸡笼山金矿地测部)  
Table 2 Analysis of ore-forming elements at level 40 m

编号	Cu	Au	lg(Cu)	lg(Au)	[lg(Cu)] <sup>2</sup>	[lg(Au)] <sup>2</sup>	lg(Cu) × lg(Au)
南-34 穿-01	530	12.2	2.7243	1.0864	7.4217	1.1802	2.9595
南-34 穿-02	972	61.5	2.9877	1.7889	8.9261	3.2001	5.3446
南-34 穿-03	873	41.4	2.9410	1.6170	8.6496	2.6147	4.7556
321 穿-02	97.9	4.6	1.9908	0.6628	3.9632	0.4392	1.3194
321 穿-04	55.9	4.5	1.7474	0.6532	3.0534	0.4267	1.1414
321 穿-05	97.2	1.6	1.9877	0.2041	3.9508	0.0417	0.4057
361 穿-01	28.9	1.7	1.4609	0.2304	2.1342	0.0531	0.3367
361 穿-02	66.6	9.2	1.8235	0.9638	3.3251	0.9289	1.7574
361 穿-06	7245	1559	3.8600	3.1928	14.8999	10.1943	12.3245
402 沿-01	61.2	9.4	1.7868	0.9731	3.1925	0.9470	1.7387
402 沿-04	159	724	2.2014	2.8597	4.8461	8.1781	6.2954

续表 2

编号	Cu	Au	lg(Cu)	lg(Au)	[lg(Cu)] <sup>2</sup>	[lg(Au)] <sup>2</sup>	lg(Cu)×lg(Au)
402 沿-05	8190	1876	3.9133	3.2732	15.3138	10.7141	12.8091
341 穿-01	6330	9837	3.8014	3.9929	14.4507	15.9430	15.1785
341 穿-02	98.7	21.1	1.9943	1.3243	3.9773	1.7537	2.6410
341 穿-03	27.7	12.2	1.4425	1.0864	2.0807	1.1802	1.5671
341 穿-04	31.4	7.3	1.4969	0.8633	2.2408	0.7453	1.2923
341 穿-05	31.1	18.7	1.4928	1.2718	2.2283	1.6176	1.8986
341 穿-06	537	18.9	2.7300	1.2765	7.4528	1.6294	3.4847
341 穿-07	8.99	2.7	0.9538	0.4314	0.9097	0.1861	0.4114
341 穿-08	182	490	2.2601	2.6902	5.1079	7.2372	6.0800
403 沿-运 1-02	25420	293	4.4052	2.4669	19.4056	6.0854	10.8670
404 主沿-02	132	91.9	2.1206	1.9633	4.4968	3.8546	4.1634
404 主沿-03	66	74.5	1.8195	1.8722	3.3107	3.5050	3.4065
404 主沿-04	29.4	9.4	1.4683	0.9731	2.1560	0.9470	1.4289
404 主沿-05	38.4	9.3	1.5843	0.9685	2.5101	0.9380	1.5344
404 主沿-06	47.5	39.9	1.6767	1.6010	2.8113	2.5631	2.6843
404 主沿-11	9.72	115	0.9877	2.0607	0.9755	4.2465	2.0353
404 主沿-13	17.6	10.5	1.2455	1.0212	1.5513	1.0428	1.2719
404 主沿-15	67.5	15.2	1.8293	1.1818	3.3464	1.3968	2.1620
404 主沿-16	88.7	10.6	1.9479	1.0253	3.7944	1.0513	1.9972
404 主沿-21	142	12.8	2.1523	1.1072	4.6323	1.2259	2.3830
404 主沿-23	144	4.4	2.1584	0.6435	4.6585	0.4140	1.3888
404 主沿-25	352	23.5	2.5465	1.3711	6.4849	1.8798	3.4915
404 主沿-28	1883	75.4	3.2749	1.8774	10.7246	3.5245	6.1481
404 主沿-30	18660	37160	4.2709	4.5701	18.2407	20.8856	19.5184
404 主沿-31	9730	1367	3.9881	3.1358	15.9050	9.8330	12.5058
404 主沿-33	221	61.5	2.3444	1.7889	5.4962	3.2001	4.1938
404 主沿-34	2726	577	3.4355	2.7612	11.8028	7.6241	9.4861
404 主沿-37	139	25.2	2.1430	1.4014	4.5925	1.9639	3.0032
404 主沿-42	95.9	21.5	1.9818	1.3324	3.9276	1.7754	2.6407
404 主沿-43	217	33.2	2.3365	1.5211	5.4590	2.3139	3.5541
404 主沿-44	76.5	2.2	1.8837	0.3424	3.5482	0.1173	0.6450
51 穿-01	1806	59.7	3.2567	1.7760	10.6062	3.1541	5.7838
51 穿-03	161	14	2.2068	1.1461	4.8701	1.3136	2.5293
51 穿-04	30.8	3.2	1.4886	0.5051	2.2158	0.2552	0.7519
51 穿-05	7175	826	3.8558	2.9170	14.8674	8.5088	11.2474
南主沿-01	643	91	2.8082	1.9590	7.8860	3.8378	5.5014
南主沿-03	373	10.2	2.5717	1.0086	6.6137	1.0173	2.5938
南主沿-04	72.7	5.3	1.8615	0.7243	3.4653	0.5246	1.3483
南主沿-09	20.7	2	1.3160	0.3010	1.7318	0.0906	0.3961
南主沿-11	28	2.2	1.4472	0.3424	2.0943	0.1173	0.4955
南主沿-14	59.5	1.8	1.7745	0.2553	3.1489	0.0652	0.4530
南主沿 381 穿-01	1525	497	3.1833	2.6964	10.1332	7.2703	8.5832
南主沿 381 穿-02	29.9	6.1	1.4757	0.7853	2.1776	0.6167	1.1589
南主沿 381 穿-03	333	46.8	2.5224	1.6702	6.3627	2.7897	4.2131
南主沿 381 穿-04	2752	236	3.4396	2.3729	11.8312	5.6307	8.1620
南主沿 381 穿-05	2754	551	3.4400	2.7412	11.8334	7.5139	9.4295
南主沿 381 穿-06	44.6	2.7	1.6493	0.4314	2.7203	0.1861	0.7115
南主沿 381 穿-07	224	9.6	2.3502	0.9823	5.5237	0.9649	2.3086
南主沿 381 穿-08	14530	805	4.1623	2.9058	17.3245	8.4436	12.0947
南主沿 381-1 穿-02	109	5.1	2.0374	0.7076	4.1511	0.5007	1.4416
34 运-06	4395	187	3.6430	2.2718	13.2711	5.1613	8.2762
34 运-07	25	5.3	1.3979	0.7243	1.9542	0.5246	1.0125
34 运-08	242	7.6	2.3838	0.8808	5.6826	0.7758	2.0997
404 主沿 23#-01	16.80	19.20	1.2253	1.2833	1.5014	1.6469	1.5724
404 主沿 23#-03	10.50	7.40	1.0212	0.8692	1.0428	0.7556	0.8877
404 主沿 23#-05	13.20	45.30	1.1206	1.6561	1.2557	2.7427	1.8558
404 主沿 23#-06	94.00	166.00	1.9731	2.2201	3.8932	4.9289	4.3806
404 主沿 23#-07	17.50	3.00	1.2430	0.4771	1.5451	0.2276	0.5931
404 主沿 23#-08	1146.00	3497.00	3.0592	3.5437	9.3586	12.5578	10.8408

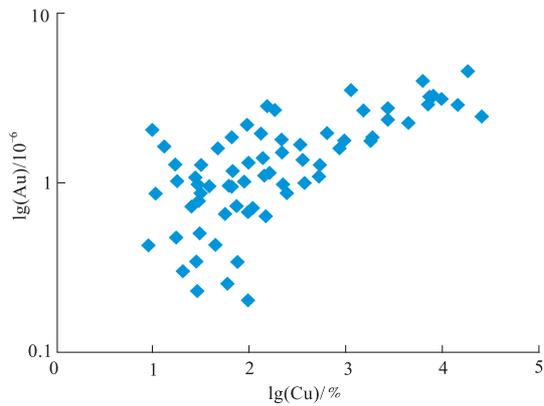


图 6 -40 m 中段 Cu、Au 含量散点图

Fig. 6 The scatter map of Cu &amp; Au content at level 40 m

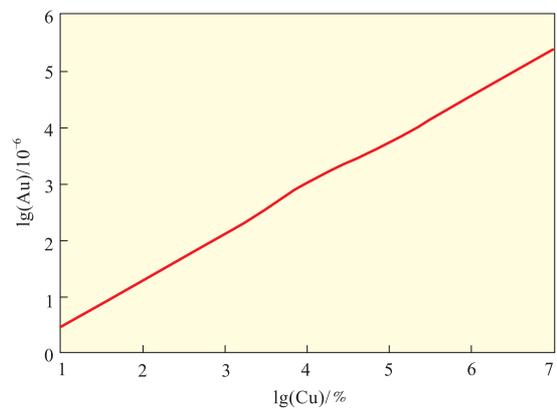


图 7 -40 m 中段 Cu、Au 回归曲线图

Fig. 7 The regression curve of Cu &amp; Au at level 40 m

由回归方程:

$$y(\lg Au) = bx(\lg Cu) + a$$

$\lg(Cu)$  平均 2.3016,  $\lg(Au)$  平均 1.5369;  $a = -0.3504$ ,  $b = 0.82$ .

得:

$$y(\lg Au) = 0.82x(\lg Cu) - 0.3504$$

于是,当  $\lg(Cu)$  分别为 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 时; 对应的  $\lg(Au)$  分别为 -0.3504, 0.4696, 1.2896, 2.1096, 3.0496, 3.7496, 4.5696, 5.3896。

由此得到 Cu, Au 质量分数散点图见图 6, 对 Cu, Au 进行回归分析得回归曲线(图 7)。

回归系数  $b = 0.82$ , 表明二者的变化呈线性相关, 这种密切的相关性给我们提供了由单一矿种变化趋势来分析另一种矿化变化趋势提供了依据。通过采样数据分析, 该成矿有利部位的金矿体发育较好, 且附近的地质条件又很利于铜元素的聚集, 而目前还没有铜矿体的发现, 可能被遗留在边部地区而漏采, 则可对该邻近区加以圈定, 待坑内钻的进一步验证。

## 4 结论

(1) 受岩浆多次侵入、构造破碎、后期改造等因素的影响, 鸡笼山 Cu-Au-Mo 多金属矿矿体分布相对凌乱, 在开采过程中极易造成矿体的错失。

(2) 运用成矿规律分析—坑道地质调查—采样分析—重点靶区圈定—坑内钻探验证的勘探方法, 可以对漏采矿体进行较好的勘探发掘。

(3) 成矿元素的相关性可以很好地运用在漏采边部矿体和盲矿体的找矿勘探中。

## 参考文献:

- [1] 中冶中南地勘局第六〇四队. 湖北省阳新县鸡笼山铜金矿床 0—68 线勘探地质报告[R]. 武汉: 中冶中南地勘局, 1991.
- [2] 舒广龙. 湖北丰山矿田成矿地质背景及斑岩成矿系列与微细浸染型金矿[D]. 长沙: 中南大学, 2004: 120.
- [3] 毛建仁, 苏郁香, 陈三元. 长江中下游中酸性侵入岩与成矿[M]. 北京: 地质出版社, 1990: 191.
- [4] 谢桂青, 毛景文, 李瑞玲, 等. 鄂东南地区 Cu-Au-Mo-(W) 矿床的成矿时代及其成矿地球动力学背景探讨: 辉钼矿 Re-Os 同位素年龄[J]. 矿床地质, 2006, 25(1): 43-52.
- [5] 王泽华. 鄂东鸡笼山金铜矿床成矿地质特征及找矿前景分析[J]. 地质与勘探, 2008, 44(5): 17-22.
- [6] 毕忠敏, 杨松. 鸡笼山夕卡岩金(铜)矿床地质矿产特征、物质来源及成矿机制研究[J]. 矿产与地质, 2008, 22(6): 496-502.
- [7] 伍超群, 杨洪之. 鸡笼山夕卡岩型金铜矿床地球化学特征及成矿模式[J]. 地质与勘探, 1993(01): 52-57.
- [8] 刘继顺, 舒广龙, 高珍权. 鄂东丰山矿田卡林型金矿地质地球化学特征[J]. 地学前缘, 2004, 11(2): 379-385.
- [9] 吕庆田, 杨竹森, 严加永, 等. 长江中下游成矿带深部成矿潜力、找矿思路与初步尝试[J]. 地质学报, 2007, 81(7): 865-881.
- [10] 赵鹏大. 矿床勘探中矿体地质研究的若干基本问题[J]. 中国地质, 1964(2): 7-16.

## Discussion on exploring the missing ore bodies in the exploited levels of Jilongshan Cu-Au-Mo polymetallic mine

MA Yong-fei, WANG Zhen-liang, GAO Yong-zhang, HU Ning

*(School of Earth Sciences and Resources, China University of  
Geosciences, Beijing 100083, China)*

**Abstract:** Jilongshan Cu-Au-Mo polymetallic deposit is a typical skarn-porphyry type deposit in Fengshan ore field in southeast Hubei province. The ore bodies occur mainly in or around the contact zone between Yanshanian intermediate-acid intrusive rocks and limestones of Daye formation, and are controlled by combination of the formation, structure and magmatic rocks. This paper discusses the exploration strategies, methods and practice about ore bodies that are displaced by faulting or at depth and surroundings of the ore bodies but missed by mining. The strategies was carried out in sequence of metallogenic regularity analysis, tunnel geological survey, sampling and analysis, key target delineation, drilling verification.

**Key Words:** Jilongshan Cu-Au-Mo polymetallic deposit; contact zone; the tectonically missing ore bodies; correlative index; Hubei province