

江西九瑞铜金矿床控矿条件及成矿预测

钟良水

(江西省地矿局赣西北地质大队·九江市)

文中概述了江西九瑞铜金矿床的地质特征,着重分析了地层、构造、岩浆岩体与成矿的关系,介绍了运用成矿因素和找矿标志的数理统计所取得的成矿预测效果。

关键词: 江西省;九瑞;铜金矿床;控矿条件;预测效果



九瑞地区是长江中下游铁铜金多金属成矿带的重要组成部分。70年代,我队在分析区域成矿背景的基础上,总结了九瑞铜金矿床的成矿规律,提出了广义夕卡岩型“三位一体”的成矿模式;80年代初,对矿床成因、物质来源提出了不同的认识,有人认为是多来源,有人认为是岩浆源等。

九瑞铜金矿床的赋矿地层有石炭系、泥盆系、二叠系和三叠系,而以石炭系最为重要。矿床受构造控制明显,且与岩浆岩小侵入体关系密切。从80年代中期开始,我们对该地带进行了成矿条件研究,应用现代成矿理论,建立了“综合信息成矿模式(包括定性 and 定量模式)”,并开展了综合成矿预测,提出了新的看法和设想。

地质概况

九瑞地处长江中下游,属下扬子台褶皱带,早古生代—三叠纪拗陷区(即下扬子断陷带)中部。区内奥陶系至第三系地层广布,褶皱较发育。背斜核部为碎屑岩类岩

石,向斜核部为碳酸盐类岩石,形成了北东向“背紧向缓”的复式褶皱。长江大断裂呈北西—南东向展布,并向南突出为弧形贯穿区内。北西向断裂(主要为深断裂)与北东、北东东向褶皱、断裂交织成菱形格局,控制着一系列中酸性岩浆岩的侵入,形成若干矿田。城门山铜矿、武山铜矿,江西第一个独立岩金矿——洋鸡山均在此带内。

1. 岩浆岩侵入特点

九瑞铜金矿带岩浆活动比较频繁,岩浆岩体有20多处,燕山期小型侵入体沿长江深断裂带南侧作北西向展布。出露面积占全带面积3%左右,单个岩体多小于1km²,呈小岩株、岩枝、岩脉或岩墙产出。岩浆活动具多期次、多岩类特点;以燕山早期岩浆活动相对较强,从早到晚有闪长岩→石英闪长(玢)岩→花岗闪长斑岩→石英斑岩→酸性脉岩→基性脉岩。

与铜(金)矿有成因联系的花岗闪长斑岩,其岩石化学特征是:碱值、碱度中等, $K_2O+Na_2O>7%$, Na_2O/K_2O 为1.0~1.2, $Fe_2O_3+FeO+MgO$ 为5~7%, $DI>65%$ 。岩体中成矿元素含量较高, $Cu>200ppm$, $Zn>100ppm$, $Pb>20ppm$ 。

与金矿有成因联系的石英闪长玢岩,其岩石化学特征是:碱值、碱度中等, $K_2O + Na_2O > 7\%$, $Na_2O/K_2O < 0.8$, $Fe_2O_3 + FeO + MgO \leq 5\%$, $DI > 57\%$ 。岩体中成矿元素含量较高, $Au > 0.15g/t$, $Ag > 0.5g/t$, $Cu > 100ppm$ 。

花岗闪长斑岩、石英闪长玢岩的形成时间为110~165Ma。

2. 构造环境

地处于下扬子台坳中段、跨越九江台隆的瑞昌—九江凹褶断束和庐山穹断束北西与阳新一大冶凹褶断束相接,是一长期活动地区。带内经历了多次构造运动,形成了一套北东东向平行排列同等发育的背向斜紧密相间的雁列式线型褶皱,主背向斜轴上有次级褶曲,构成W型向斜和M型背斜。背斜中部横起,两侧倾伏。

断裂主要有北东东向,其次为北西和北东向。这些褶皱断裂构造有机嵌合、交织、叠合配置,构成了带内菱、块、带的构造格局。

北东东与北西向基底构造的交点,控制着深部或半隐伏岩体,是矿田的构造骨架。

3. 成矿围岩

本带铜金成矿围岩为一套志留系、上泥盆统碎屑岩类和一套中石炭统至中三叠统碳酸盐岩类,前者为泥质砂岩、细砂岩、含黄铁矿结核石英砂岩、含黄铁矿结核石英细砂岩、含砾石英砂岩、石英砂砾岩;后者为中一厚层状灰岩及生物屑泥粒灰岩。浅海障壁岛湖盆环境是形成矿床的有利岩相。

岩石的物理、化学性质及其组合特点,对矿床的类型、矿体产状、赋存部位、矿化富集程度等,都有较大的影响。

4. 矿床分布规律

当花岗闪长斑岩、石英闪长玢岩侵入于围岩,在构造作用下,成矿元素活化、转移、沉淀、富集,形成铜金多金属矿床。

根据矿床形成的地质条件,从岩体中心向外形成3种不同类型的矿床:斑岩型矿床(分布于岩体中);夕卡岩型矿床(分布于岩体与围岩接触带中);层控硫化物型矿床(分布于接触带外侧远离岩体处)。

统计研究结果表明,矿化、围岩蚀变等都具有分带性;不同类型矿床具有不同的分带规律。

武山夕卡岩型铜矿床矿化、蚀变、地球化学分布特征表

表 1

项 目	分 带 特 征				
矿石类型	含铜夕卡岩为主 含铜碳酸盐岩为次				
矿物组合分带	弱黄铁矿化	黄铁矿、黄铜矿化带	上部:磁铁矿、黄铁矿化、黄铜矿带 下部:磁铁矿化、斑铜矿、黄铜矿带	方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿化带	弱黄铁矿化带
矿化元素组合	Cu (S)				
夕卡岩分带	绿帘石—绿泥石—黑云母化花岗岩闪长斑岩带	透辉石、石榴石夕卡岩化花岗岩闪长斑岩带	石榴石夕卡岩带	夕卡岩化大理岩带	大理岩带
地球化学分带	边缘带: Cu、Mo外带	过渡带: Cu中带, Mo、Ag中外带	中心带: Cu内带, Ag内中带, Mo中带	过渡带: Cu中带, Ag、Pb、Zn中外带	边缘带: Cu、Pb、Zn外带
分布位置	岩体中部	内接触带	正接触带	外接触带	围岩

鸡笼山夕卡岩型金铜矿床矿化、蚀变分带特征表

表 2

项 目	分 带 特 征				
矿石类型	钼(铜)矿石	铜、铁、金矿石	金、铜、铅锌矿石	金、雄黄、雌黄矿石	金大理岩 角砾岩矿石
矿物组合分带	辉钼矿、黄铜矿、 黄铁矿、脉石	黄铁矿、黄铜矿、 斑铜矿、磁铁矿、石英	方铅矿、闪锌矿、 黄铁矿、斑铜矿	雄黄、雌黄、黄铁 矿、菱锰矿	黄铁矿、 方解石
矿化元素分带	Mo(Cu)	Cu、Au(上部),Cu Fe(Mo,Au)(下部)	Au、Pb、Zn、 Cu	Au、As	Au
围岩蚀变分带	黄铁矿化、绢云母 化、花岗闪长斑岩带	石榴石、透辉石、 硅灰石、夕卡岩带	夕卡岩化、大理岩 带	大理岩、大理岩化、角砾岩带	
分布位置	岩体边部	接触带	外接触带	围岩裂隙带及破碎角砾岩带	

斑岩型矿床，矿化元素为 Mo→Cu(Mo、S)，围岩蚀变为钾化→硅化→粘土化。

夕卡岩型矿床，以武山铜矿床、鸡笼山金铜矿床为例，详见表1、表2。

层控硫化物型矿床的矿化元素分带是：铜矿为 Cu、S→S、Cu、Pb、Zn→Ag、Au、Pb、Zn(S)；金矿为 Au(Zn)（玢岩型）→Au、Ag(Cu、Pb、Zn)→Au、Ag、Cu、Pb。围岩蚀变为强硅化、绢云母化、黄铁矿化的蚀变带和地球化学异常中心带，是矿体分布部位。

铜金控矿条件

1. 地层与成矿的关系 (图1)

(1) 不同时代地层的物理、化学性质有所差异，对成矿产生不同的影响。研究分析统计表明，带内成矿围岩以石炭系最重要，其次是三叠系和二叠系。黄龙组地层中的铜、金储量分别占全区的50%和30%。

(2) 不同岩性对成矿有不同影响：围岩岩性以碳酸盐岩为主，铜、金储量各占全区总储量的85%以上；其次是斑岩，铜、金储量各占全区10%以上；砂岩、页岩较差。

(3) 岩性差异面对成矿亦有着不同程度的控制作用：成矿岩体附近以碳酸盐岩与碎屑岩的界面最重要；带内规模较大的铜、金矿床主要赋存在黄龙组碳酸盐岩与五通

组碎屑岩的假整合接触界面上，其次是黄龙组与下二叠统、上二叠统与三叠系的界面。

(4) 黄龙组三岩段不同岩性赋矿量，以白云岩类岩石最重要，占整个层位的80%以上，其次是灰岩。

2. 地质构造与成矿的关系

九瑞地区构造比较复杂，但对铜、金矿床的形成有着明显的控制作用(图2)。

(1) 控岩构造：北西西向基底断裂为一级控岩控矿构造。沿该断裂分布有城门山、武山、东雷湾和封山洞等岩体，构成醒目的构造岩浆岩带，控制着带内大型铜、硫(钼、金)矿床的展布。该带两侧，岩浆活动明显减弱，岩体规模小，出现铅、锌、金、银组合的中小型矿床和矿(化)点。

(2) 矿田构造：由北西—北北西和北东向两组盖层断裂交切构成的菱形网格构造(I级)之结点，控制了中深部岩体的分布。如围绕城门山—十六公里、丁家山—大山、武山—狮子岛、东雷湾—丰山洞等岩体，分布一系列矿床、矿点和矿化点，构成了几个醒目的成矿中心格局，体现了矿田构造的分层性、集中性和成岩成矿的丛集性及其有机结合的整体。

(3) 矿床定位构造组合：北西(或北西西)、北东东及北北东(或北东)3组浅部断裂切割的断块，控制浅部岩体或矿床的就

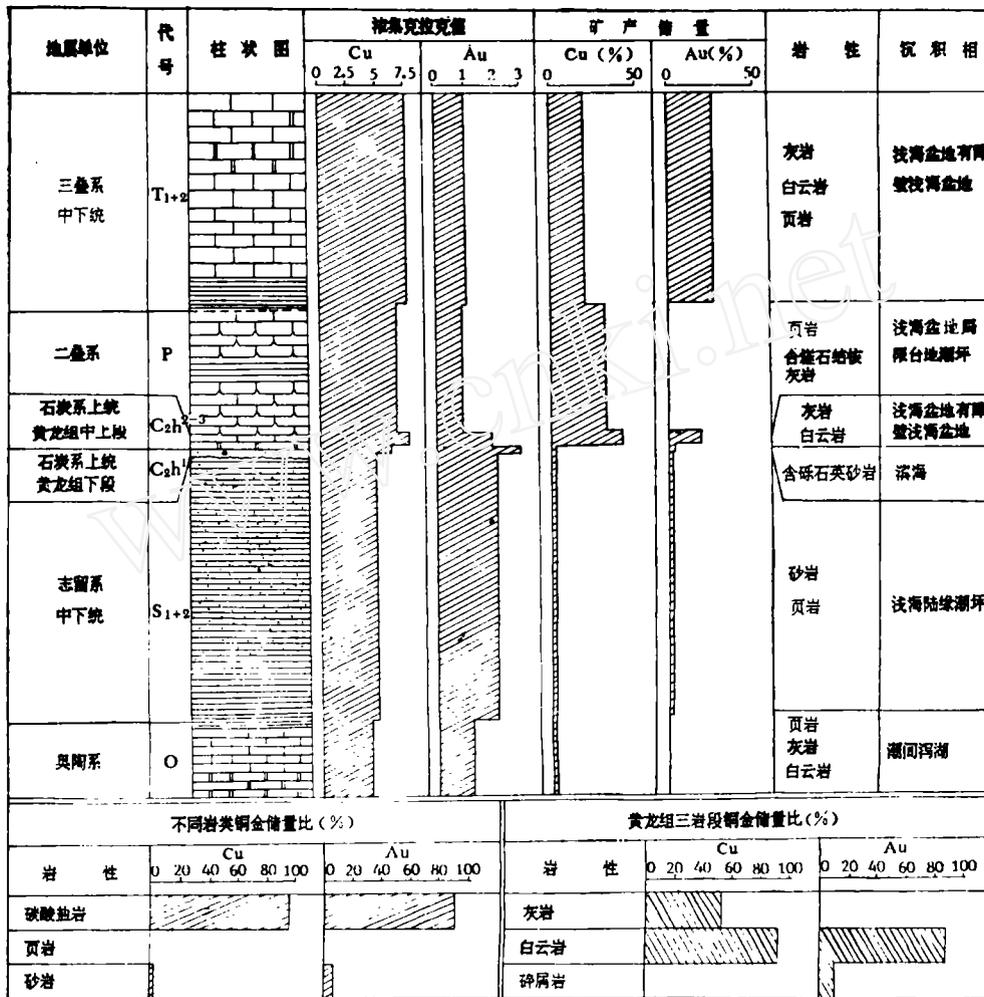


图 1 主要地层及岩性与成矿的关系

位。如城门山、武山、丁家山等岩体均受这几组断裂构造控制，形成大中型矿床；只有其中二组断裂控制的岩体，其规模一般较小，主要形成中小型矿床；而受一组断裂控制的岩体，主要是小岩墙、岩枝，多形成一些矿（化）点，个别为小型矿床。

(4) “四带一面”控制矿体：综合分析研究统计表明，带内铜、金矿床的矿体，主要受“四带一面”，即岩体与围岩接触带、层间破碎带、裂隙带与断裂带及不同岩性界面（或沉积间断面）控制。而以接触带、层间破碎带最为重要，铜、金储量前者占带内

35%以上，后者占带内28%以上。

鉴于上述条件的制约，故形成了带内特有的广义夕卡岩型“三位一体”铜金矿床。

3. 岩体与成矿的关系 (图 3)

(1) 岩体与矿床在时间上相近，以武山、城门山矿床为例，杂岩体同位素年龄为118~154Ma。矿化穿插交代斑岩体和围岩的现象屡见不鲜。明显切割矿体的煌斑岩同位素年龄值为107~110Ma。岩体与矿体这种时间上的同期性和先后后续关系，说明成矿物质来源与岩体的形成有着密切的关系。

(2) 岩体与矿床在空间上相互依存，

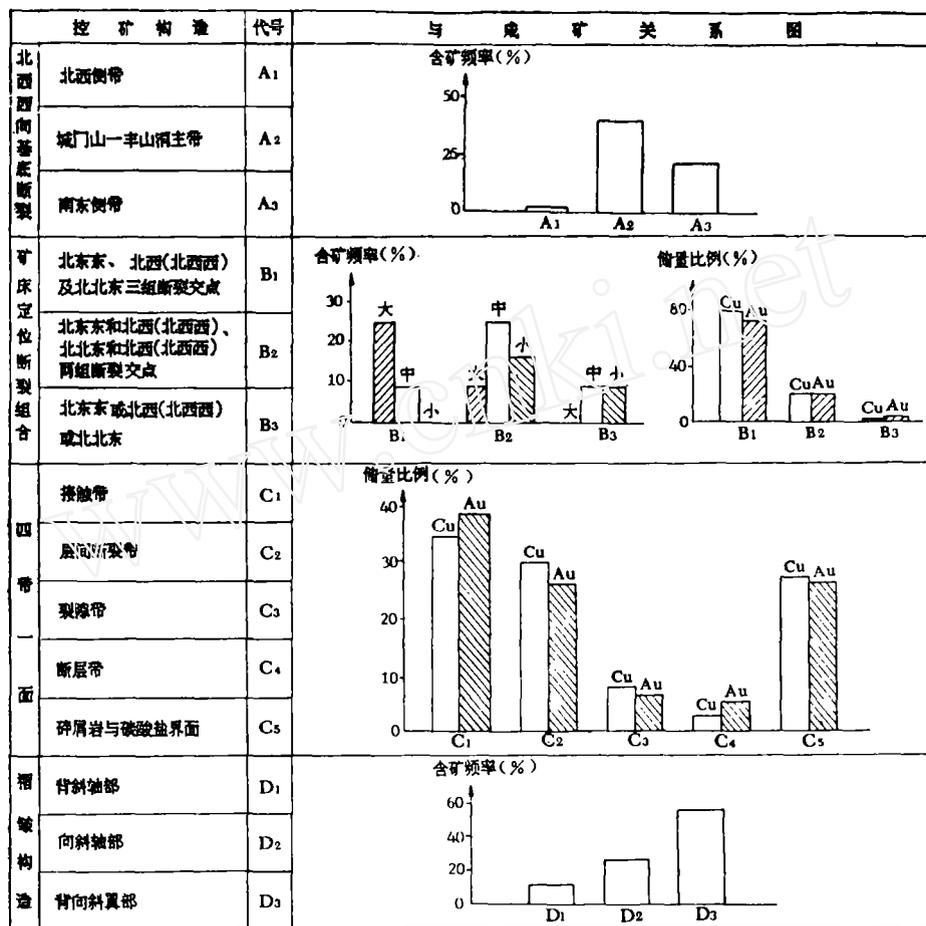


图 2 构造与成矿的关系

并显示特定的分布格局。九瑞矿带内矿床和矿(化)点无不与中酸性侵入体密切伴生。围绕侵入体分布着不同类型的矿化,从内到外依次为斑岩型铜金矿带、夕卡岩型铜金矿带和层间硫化物型铜金矿带。

(3) 岩体的产状与成矿关系密切。岩体在平面上近于等轴状,垂直方向呈筒状或花瓶状、蘑菇状小岩体,常形成规模较大的矿床,矿化类型较全;岩墙、岩脉状岩体只能形成小型矿床或分散矿化。

(4) 岩体与矿床在地球化学特征上有密切联系。成矿岩体的碱值明显高于同酸度中国岩浆岩,其分异指数一般在65~75%,

氧化系数 ≥ 0.55 ;成矿岩体的铜或铅、锌、金、银明显偏高。

(5) 成矿岩体的岩性,以花岗闪长斑岩与铜、金关系密切;而石英闪长玢岩主要与金矿关系密切。

成矿预测

1. 成矿因素、找矿标志的数理统计

在揭示矿田、矿床成因和控矿构造规律的基础上,将不同的找矿方法获得的定性、定量数据,应用数理统计方法,分析它们的定量关系;利用负二项分布模式研究矿床空间分布形式;运用经验概率法、秩相关分

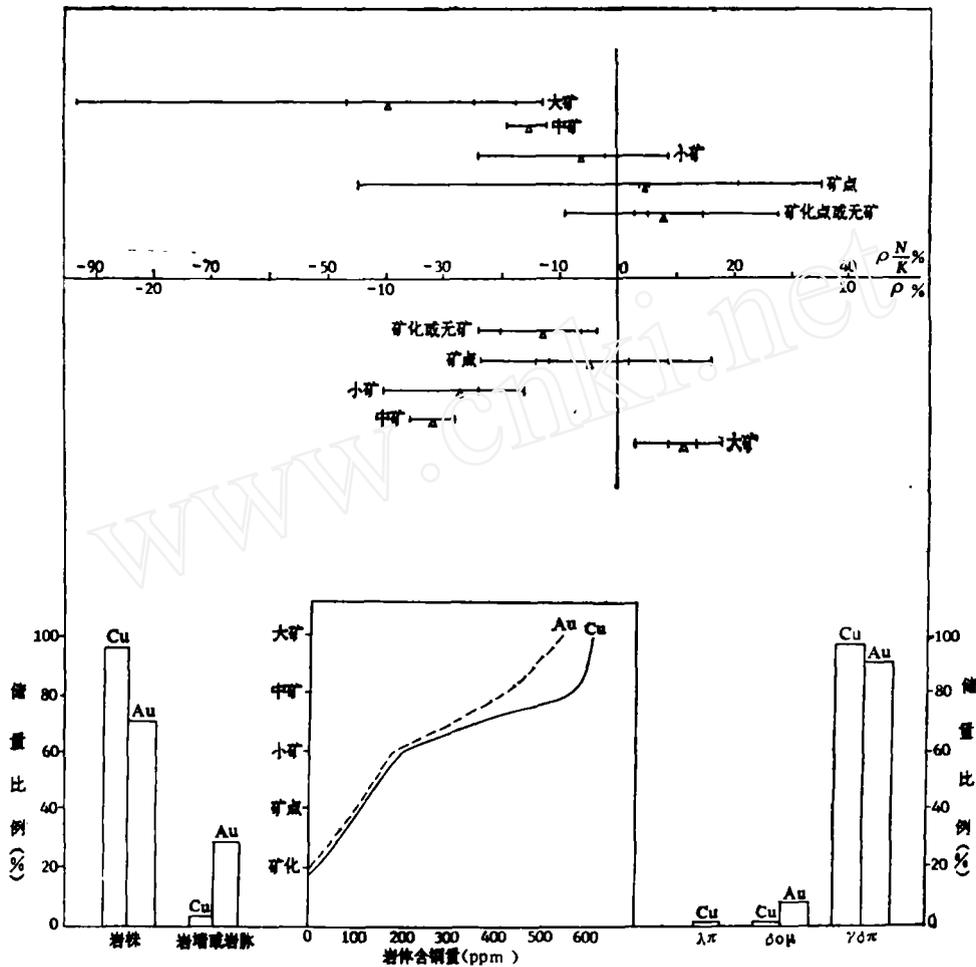


图 3 岩浆岩与成矿的关系

析、找矿信息量法研究成矿因素、找矿标志与矿床分布的关系；应用逐步判别分析、模糊聚类分析、对应分析、因子分析等方法，对岩体进行成矿性评价；利用成矿因素、找矿标志与矿床的关系，建立铜、金矿产资源定量模式，从而使成矿预测从定性向定量过渡。

定量统计分析规律见表 3。

实践证明，统计规律与已知地质规律是相一致的，增强了可靠性，提高了地质工作的研究精度和质量。

2. 成矿预测及效果

该带找矿勘查工作的发展过程是：地质

类比法→物化探法→矿床分带规律研究→综合信息成矿模式（包括定性和定量模式）。本次主要是建立地质—物化探综合信息成矿模式和矿产资源定量模式（信息—回归分析、隶属度、逻辑信息法、特征分析），应用成矿模式、综合信息类比、矿床统计及气汞测量等多种先进方法，配合网格单元和地质体单元两种类型进行套合，预测九瑞铜、金矿带的资源潜力，划分出 3 个铜、金成矿远景区，确定了 13 个找矿靶区（表 4）。验证了 5 个靶区，效果好。

武山外围某金、银矿床，验证结果，矿层赋存在黄龙组白云岩段与五通组碎屑岩，

成矿因素、找矿标志统计结果一览表

表 3

编号	成矿因素找矿标志	编号	成矿因素找矿标志
1	层位: C ₂ h或T ₂ j	19	硅化
2	岩性: 白云岩或灰岩	20	蚀变强且复杂
3	岩性差异面	21	矿化: 见矿体
4	地层组合: C ₂ h+P或P+T	22	主要金属矿物特征信息I' [*] >1.5
5	基层断裂、丰山洞—城门山	23	有铁帽出露
6	NEE向控岩控矿带	24	磁场抬高区边缘
7	岩体接触带	25	航磁+地磁
8	NEE—NE向层间断裂破碎带	26	航电+激电或自电
9	菱形网格构造结点	27	重力异常
10	裂隙带	28	水系沉积物Cu、Pb、Zn或Au、Ag、As异常
11	主岩体: $\gamma\delta\pi$ 或 $\delta\sigma\mu$	29	土壤Cu、Pb、Zn或Au、Ag、As异常
12	杂岩体: $\gamma\delta\pi + \delta\sigma\mu + \beta$	30	岩石Cu、Pb、Zn或Au、Ag、As异常
13	岩体面积大于0.5km ² (岩株岩墙)	31	化探异常浓度分带及重叠性好
14	岩体时代: 125~175Ma	32	物探与化探异常吻合好
15	岩石特征值信息I' [*] >1.0	33	具找矿意义的环形影像
16	微量元素特征信息I' [*] >1.0	34	菱环影像清晰
17	钾化	35	多组线形影像交汇
18	夕卡岩化		

注: 以上亦为建立定量模式的变量。当用二态时, 存在为“1”, 否则为“0”。三态时存在为“1”, 相反为“-1”, 介于二者之间则为“0”。

九瑞铜金矿带13个找矿靶区预测资源分布一览表

表 4

靶区名称	铜储量(万t)		金储量(t)		单元号	预测效果
	E	F	E	F		
I	76.00	44.30	33.50	20.60	118,120,144,145*,146	供白杨畷详查基地
II	73.30	20.10	26.98	7.30	233,234*,262	供铁路坎等详查基地
III		26.20		15.90	28,29*,30	
IV		10.70		11.60	139*	正在验证, 已供地方开采
V	6.00	17.30	5.10	13.50	148,149*,150,175*,176	占天山准备验证
VI		16.50		8.30	34*	
VII	5.90	25.40	1.89	8.90	31, 58	
VIII	2.59		5.69		201*	验证已见矿
IX		8.90		6.40	113	
X		2.50	1.50	2.60	93*	
XI		3.30		2.80	225	
XII		3.60		3.40	196	
XIII		3.80		2.30	249	

* 重点靶区。

黄龙组灰岩段与白云岩段, 栖霞组灰岩与黄龙组灰岩段3个岩性差异面及其附近, 分别见到I、II、III三个主要矿体。其中I号矿体规模最大, 长达500m以上, 倾斜延伸60~240m, 厚度2.7~5.42m, 平均含Au8.16

g/t, Ag200.10g/t, 证实为一中型层控型金、银、矿床, 并有一定数量的铅、锌。

城门山矿区外围某金、银矿床, 验证结果, 发现两层矿体, 其中I号矿体主要赋存在五通组碎屑岩与黄龙组白云岩段之间的岩

性差异面上, 矿体连续性好, 走向延长600m, 倾斜延伸最大达761m, 赋存在-48~-654m标高之间, 厚度变化较大, 平均厚1.58m。主要组份为Ag (177.88g/t)、Cu (1.04%)、S (24.36%), 伴生Au (0.5g/t)、Pb (0.45%)、Zn (0.46%), 证实为一中型银、多金属矿床。

其余3处验证靶区, 经钻孔验证分别都见到了矿层或矿体, 一处金矿已供地方开采, 并获数万元的经济效益, 可望达小型矿床规模。预测的见矿情况, 与实际情况基本吻合。

综上所述, 此次预测成果显著, 对在九瑞地带进行新一轮铜、金普查找矿, 乃至长江中下游的普查找矿及成矿预测都具有重大意义。

本文是在国家“七五”重点攻关项目, 三级课题《江西九瑞地区铜金成矿条件及成矿预测》研究报告的基础上撰写而成。参加此项课题研究工作的有队总工黄恩邦, 高级工程师薛运义、张乃堂等同志, 研究过程中得到了队有关同志的大力支持和协助, 在此一并致谢!

Metallogenic Control and Prognosis of the Jiurui Cu-Au Deposit, Jiangxi

Zhong Liangshui

Geological features of the deposit investigated are summarized in this paper with the focal points standing out on an analysis of relations of mineralization with stratigraphy, structure and magmatic rocks. Based upon mathematical statistics on metallogenic factors and exploration guides, the results of mineralogical prognosis obtained are also given.

(上接第27页)

然而稀土元素之间的比值却用得很少。笔者深信, Ce/La、Sm/Nd、Eu/Sm、Gd/Tb、Yb/Lu等比值还将挖掘出很多很有意义的信息。

5. 以微量元素同常量元素之比, 最好乘以系数。例如研究花岗岩采用Li/Mg, 可将Li \times 100, 以使其比值近于1。若采用累加组合时: 如(Li+Na+K)/(Mg+Fe+Mn+Ca+Ti), 实际上花岗岩的演化和分异程度, Li含量的高低, 起较大的指示作用, 若不乘以系数就人为的压低了它的“贡献”。

6. 研究外生作用时, 应考虑水迁移系数。它是以综合因素反映元素在外生条件下

的迁移性能。

7. 元素对最好选3~5对, 不是只一对, 也不是越多越好。例如Sr/Ba应用于研究海陆相时, 要注意到海底火山喷发会带来较多的Ba。若只根据Sr/Ba比值有可能判错。总之选取稍多元素对比值可达到相互检验之功效。

主要参考文献

- [1] 刘本立, 《现代成矿理论与勘查地球化学汇编》(第二集), 1981年, 168—217页。
- [2] 刘英俊, 《勘查地球化学》, 科学出版社, 1987年。
- [3] 刘本立, 地质与勘探, 1991, 第6、7、8期。
- [4] 殷纯嘏, 地质论评, 1981, 第27卷, 第3期。