

赣东北某些金属矿床的矿物 地球化学找矿法研究^①

曹励明 吴启志 邱德同 季峻峰^②

(南京大学地球科学系)

提 要 本文通过赣东北三个不同矿化类型矿床,进行的矿物地球化学找矿法研究,阐明该方法找矿的效果。

研究表明,黄铁矿对成矿元素和伴生元素有显著的富集作用;选用黄铁矿样品进行矿物地球化学测量,能发现矿床周围岩石中微弱的矿化异常。黄铁矿中元素含量的变化又与成矿作用的过程有关,利用黄铁矿与岩石中元素浓度比的变化,能指示矿化作用的趋向与矿体分布的位置。因此矿物地球化学找矿法,是一种新的有效找矿方法。

关键词 赣东北 矿物地球化学找矿 元素浓度比

矿物地球化学找矿法,是利用矿床周围岩石中的矿物地球化学异常,指示找矿的一种新的地球化学找矿法。目前广泛应用的岩石地球化学找矿法,它利用的是岩石地球化学异常,由于岩石中元素的分布要受矿物结晶化学性质影响^[1],因此它代表的实际上是几种造岩矿物混合组成的地球化学信息,特别是当地质剖面通过几种岩石时,由于多种矿物地球化学信息的混合与相互干扰,往往使岩石地球化学异常中,出现了一些难以解释的随机变化,从而降低了岩石地球化学异常评价的可靠性。

矿物地球化学找矿法,是固定采集一种矿物为样品,使所得到的矿物地球化学异常,避免了岩石地球化学异常中的缺陷,同时又增加了取样点之间地球化学信息的可对比性。若选择对成矿元素和伴生元素有富集能力的矿物为样品,还可提高地球化学异常的强度,有助于发现岩石地球化学找矿法不易查明的隐伏矿体。

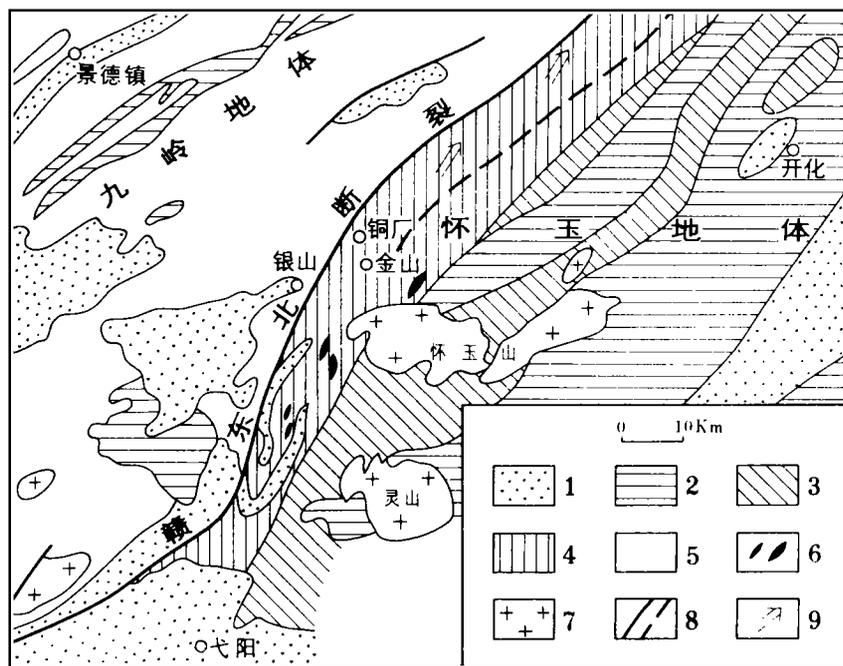
1 矿区地质概况

在赣东北成矿带中,有三个不同矿化类型的金属矿床,他们是德兴铜矿、德兴银山铅锌银

^① 国家自然科学基金资助项目

^② 先后参加工作有李扬、魏斌、金雨生、刘连文

矿和金山花桥金矿,矿床均位于赣东北深大断裂带边缘(图1)。区域内地质构造复杂,燕山期岩浆活动强烈^[2]



图例 1. 中生界 2. 古生界 3. 上元古界登山群 4. 中元古界漆工群 5. 中元古界九岭群 6. 蛇绿岩 7. 中生代花岗闪长岩 8. 赣东北剪切带界线 9. 剪切运移方向

图1 赣东北区域地质构造图(据舒良树,1991年资料修改)

Fig.1 Map showing regional geological structure in north-eastern Jiangxi province

德兴铜矿产于花岗闪长岩与前震旦系双桥山群绢云母千枚岩的接触带中,属斑岩型铜矿,矿体在内外接触带的强—中蚀变带中,以细脉型、浸染型和细脉浸染型为主,矿石矿物有黄铁矿、黄铜矿等,矿床组分以 Cu 为主,伴有 Au、Ag、Mo、Pb、Zn 等。德兴银山铅锌银矿的成矿作用受中生代火山作用控制,矿床产于双桥山群的断裂构造带中,属热液裂隙充填脉状矿床,矿石矿物有方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿等,矿床组分以 Pb、Zn、Ag 为主,伴有 Cu、Au、S、As、Bi 等^[3]。金山花桥金矿为糜棱岩型浸染状金矿床,成矿围岩为漆工群,矿石矿物有黄铁矿、自然金、毒砂、黄铜矿等,矿床组分以 Au、As 为主,伴有少量 Pb、Zn、Cu 等^[4]。

2 采样对象与采样方法

对这些矿床矿物成分的研究表明,黄铁矿是矿床的矿体及围岩中的遍在性矿物。德兴铜矿中的黄铁矿化带,一般都与铜矿化有关,矿化蚀变围岩中的黄铁矿含量可达 5%~15%,其含

量随着与铜矿化中心带距离增加而下降,在远离矿体的弱蚀变带中,黄铁矿含量只有 0. n%。德兴银山铅锌银矿与金山花桥金矿,虽然其矿床类型不同于德兴铜矿,但矿体及围岩中都普遍含有黄铁矿,可保证系统地采集到黄铁矿样品。

由于黄铁矿是硫化物,它与硫化矿床中的成矿元素及伴生元素,有密切的结晶化学关系^[6],因此可充分利用黄铁矿对亲硫元素的富集作用,去发现较弱的矿化异常。黄铁矿的可选性强,易从岩石中选取足够数量的黄铁矿样品。

选择矿区典型的地质剖面进行系统采样,一般是每间隔 10~20m 采一个样品,在黄铁矿较多的部位,即估计接近矿体时,可适当加密采样点。样品的重量取决于岩石的黄铁矿含量,当含量高时样品重量可以轻些,含量低时样品重量就要重些,以估计能分选出足够数量的黄铁矿样品为准。例如当岩石的黄铁矿含量为 0. 5%时,要采 500g 岩石,才能保证分选出约 2g 的黄铁矿样品。

为了对比矿物地球化学异常与岩石地球化学异常的实际差异,我们在每个点都同时采集了两份样品,1 份为岩石地球化学样,另 1 份为矿物地球化学样。

3 岩石与矿物地球化学异常特征的对比

3.1 岩石地球化学异常的特征

三个不同矿化类型矿床的岩石地球化学异常曲线(图 2A、3A、4A)表明,它们之间成矿元素和伴生元素含量分布的特点虽然有所不同,但在矿体及围岩中,元素异常曲线的变化型式却十分相似,其变化规律是:在矿体中成矿元素和伴生元素峰值都十分显著,但在矿体两侧的围岩中,成矿元素呈缓慢下降趋势,伴生元素则呈急速下降趋势,且围岩中各样点之间,伴生元素的含量变化不大。

3.2 矿物地球化学异常的特征

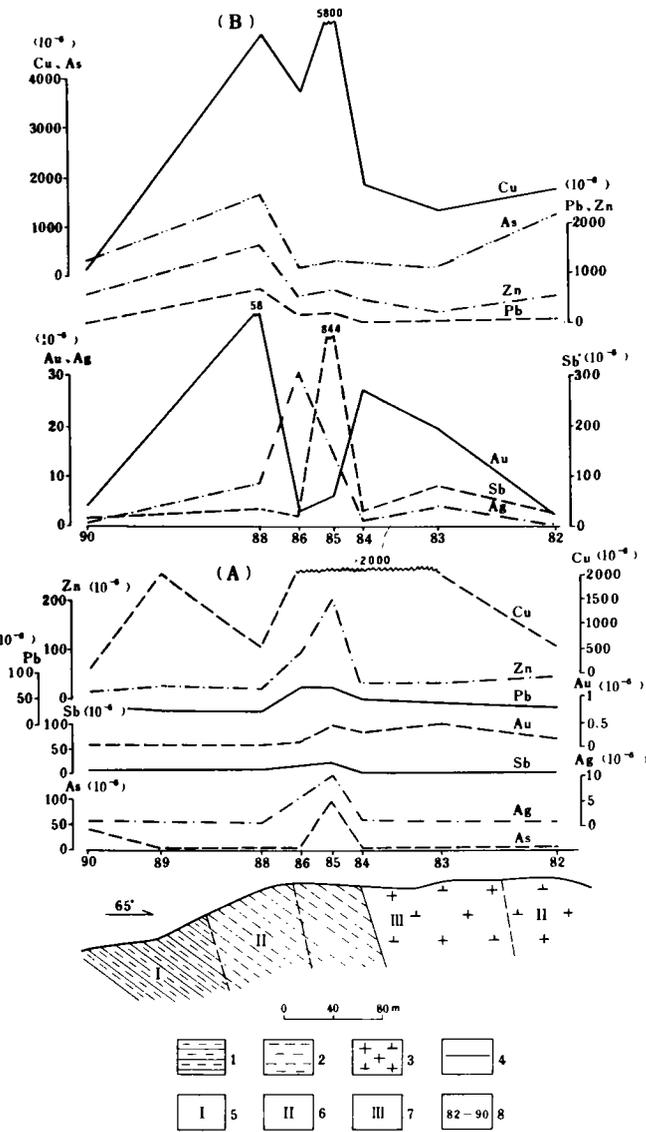
矿物地球化学异常曲线(图 2B、3B、4B)表明,在不同矿化类型的矿床中,黄铁矿所含成矿元素和伴生元素,其含量水平不同,如徐国风指出那样,不同类型矿床的黄铁矿,具有不同的微量元素标型特征^[5]。但我们发现在矿体与围岩中,黄铁矿的元素含量却有一定的变化规律。

产于矿床下盘围岩中的黄铁矿,对成矿与伴生元素的富集作用尤为明显。如德兴铜矿(图 2B88 点),黄铁矿与岩石样品相对比,黄铁矿中各种元素的富集作用强度比岩石高出的倍数,分别为 Cu 9 倍、Pb 32 倍、Zn 21 倍、Au 2300 倍、Ag 49 倍。在德兴银山铅锌银矿(图 3B14 点)和金山花桥金矿(图 4B58 点),下盘围岩中的黄铁矿,也表现出同样富集作用的优势。

当从下盘围岩向矿体过渡,岩石的元素含量趋向上升,而黄铁矿的元素含量则明显趋向下降,而且三个不同类型矿床都表现出同样的变化规律(图 2B86 点、3B13 点、4B55 点)。这表明在成矿作用过程中,随着矿床的形成,成矿元素趋向形成自己的独立矿物——黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、自然金等,以及黄铁矿数量的增加,导致热液带来的成矿元素和伴生元素,进入黄铁矿中的数量相对有所减少,因此出现了靠近矿体的黄铁矿中,成矿和伴生元素含量趋向下降的现象。

由于同样的原因,在矿体中的黄铁矿,成矿和伴生元素含量一般仍保持较低的水平,如图 4B52 点的 Au、Ag、Pb、Zn、Cu 含量,都明显低于下盘围岩的 58 点。应当指出,矿体中的黄铁矿,在适当条件下仍可对元素产生明显的富集作用。一种情况是成矿元素,如图 2B85 点的 Cu,图 3B12 点的 Pb 和 Zn,由于它们在热液中的浓度特别高,除形成自己的独立矿物外,仍有多余的部分被富集到黄铁矿中。另一种情况是部分伴生元素,如图 3B12 点的 Cu、As、Sb、Au、Ag,图 2B85 点的 Sb,2B86 点的 Ag,图 4B52 点的 As,由于这些伴生元素在热液中的浓度太低,围岩中的黄铁矿对它们的富集作用不明显,只有到成矿阶段,随着伴生元素的富集,才能大量进入到成矿元素的独立矿物及矿体的黄铁矿中,使伴生元素只在矿体中才能产生明显的矿物地球化学异常峰值。

当剖面进入矿床上盘围岩时,由于大部分成矿和伴生元素已在矿体中产生沉积,因此能到达上盘围岩黄铁矿中元素的数量已不多,但元素在黄铁矿中的含量与岩石中的含量比较,黄铁矿仍显示出一定的富集能力。



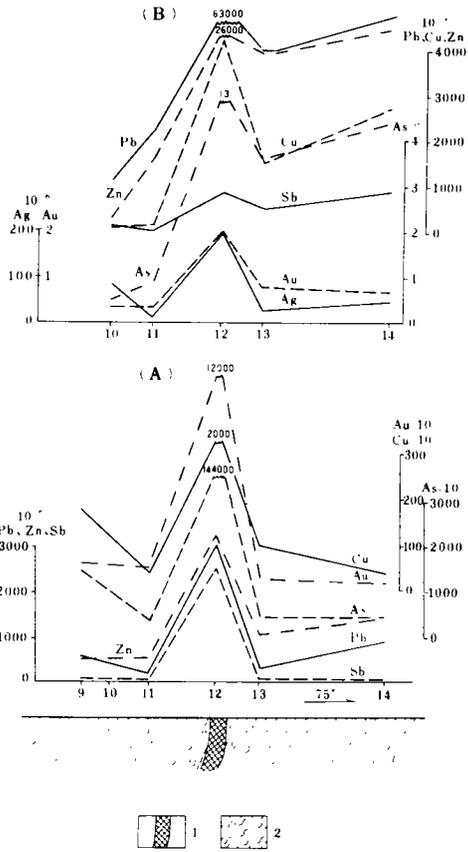
(A)岩石地球化学异常 (B)矿物地球化学异常 1. 弱蚀变千枚岩 2. 蚀变千枚岩 3. 花岗闪长岩 4. 断裂构造 5. 以青盘岩化-绢云母化为主的弱蚀变带 6. 以硅化-绢云母化为主的中等蚀变带 7. 以强硅化-白云母化为主的强蚀变带 8. 采样编号

图 2 德兴铜矿的岩石与矿物地球化学异常曲线

Fig. 2 Curves of rock and mineral geochemical anomalies in Dexing copper deposit

如图 2B82 点的 As、Sb、Au,前者的含量比后者分别高出 100、17 和 13 倍,其中特别是挥发性伴

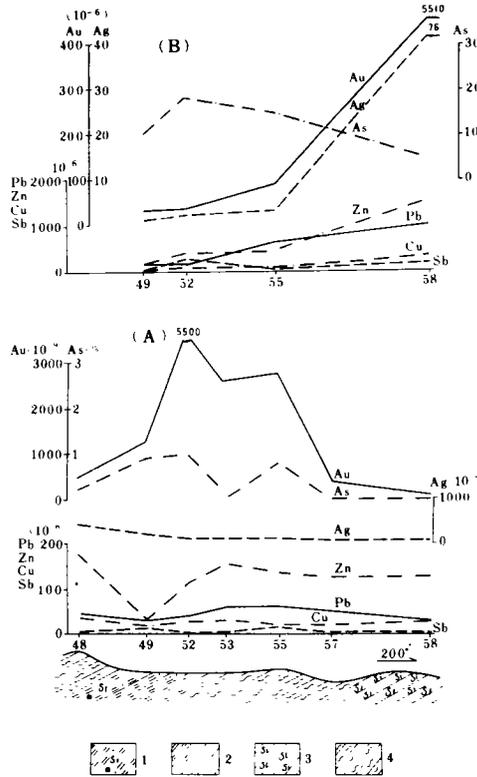
生元素被富集程度一般都比成矿元素高。



(A)岩石地球化学异常 (B)矿物地球化学异常 1. 矿体
2. 千枚岩

图3 德兴银山铅锌银矿的岩石与矿物地球化学异常曲线

Fig. 3 Curves of rock and mineral geochemical anomalies in Dexing Yinshan lead — zinc — silver deposit



(A)岩石地球化学异常 (B)矿物地球化学异常 1. 强硅化黄铁矿化超糜棱岩 2. 褶皱强烈超糜棱岩 3. 硅化千糜岩 4. 千糜岩

图4 金山花桥金矿的岩石与矿物地球化学异常曲线

Fig. 4 Curves of rock and mineral geochemical anomalies in Jinshan Huaqiao gold deposit

若将围岩中岩石与矿物地球化学异常延伸的距离相对比,结果表明矿物地球化学异常比岩石地球化学异常范围大得多。例如德兴铜矿的矿物地球化学异常范围,上盘离矿体达120m,下盘为30m。德兴银山铅锌银矿的矿物地球化学异常,在下盘延伸为23m。金山花桥金矿的矿物地球化学异常下盘延伸为17m。

4 元素浓度比变化规律

在成矿作用过程中,元素随热液迁移,到最后沉积形成矿床,应受矿区地球化学因素的控制,因此从围岩到矿床的不同地段,黄铁矿中元素含量的变化,正是热液成矿条件发生变化的标志。

我们建议用“元素浓度比”来表示在成矿作用过程中元素于黄铁矿内分布的特征。所谓元素浓度比,是指在同一地点上,元素分布在黄铁矿与岩石中含量的比值,亦即:

$$\text{元素浓度比} = \frac{\text{某元素在黄铁矿中的含量}}{\text{某元素在岩石中的含量}}$$

它的变化能表示随地质位置的改变,元素从热液中沉积作用所发生的变化。

在矿体下盘的围岩中,以具有很高的元素浓度比为特征,这表示地质条件尚未达到成矿的要求,但已有明显的矿化趋向,如图 5 的 88 点,图 6 的 14 点,图 7 的 58 点。当过渡到矿体边缘,元素浓度比发生明显下降,这表明地质条件趋向有利于成矿,使大量的元素沉积在成矿元素的独立矿物中,而沉积在黄铁矿中的元素含量明显减少,所以这时元素浓度比变低。如图 5 的 86 点,图 6 的 13 点 Cu、Pb,图 7 的 55 点。

在矿体中的特征是保持较低的元素浓度比,这表明成矿元素和伴生元素都趋向沉积在成矿元素的独立矿物中。在有些矿床中虽然黄铁矿的元素含量也很高,但由于独立矿物中元素含量更高,因此矿体中元素浓度比仍然比较低,如图 5 的 85 点,图 6 的 12 点,图 7 的 52 点。应当指出,矿体中有个别伴生元素可以产生较高的元素浓度比,如图 5 和 7 的 Sb,图 6 的 Ag,这与该元素仍趋向富集在黄铁矿中有关。

在矿体上盘围岩中,元素浓度比又转向上升,这表示该点已离开矿体范围,这里的黄铁矿再次显示

出它对亲硫元素的富集作用能力,如图 5 的 84 点,图 6 的 11 点和图 7 的 49 点。但对在矿体中

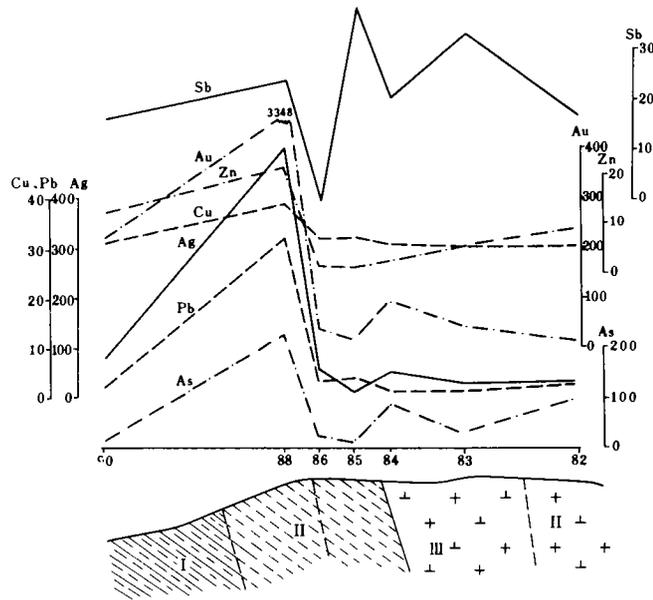


图 5 德兴铜矿元素浓度比曲线

Fig. 5 Curves showing concentration ratio of elements between pyrite and rock in Dexing copper deposit

能富集于黄铁矿的部分元素,这时它们的元素浓度比则转向下降,如图 5 的 82 点及图 7 的 49 点中的 Sb,图 6 的 11 点中的 Ag。

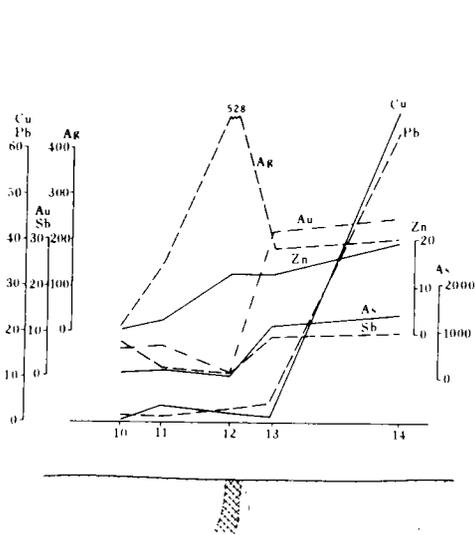


图 6 德兴银山铅锌银矿元素浓度比曲线

Fig. 6 Curves showing concentration ratio of elements between pyrite and rock in Dexing Yinshan lead-zinc-silver deposit

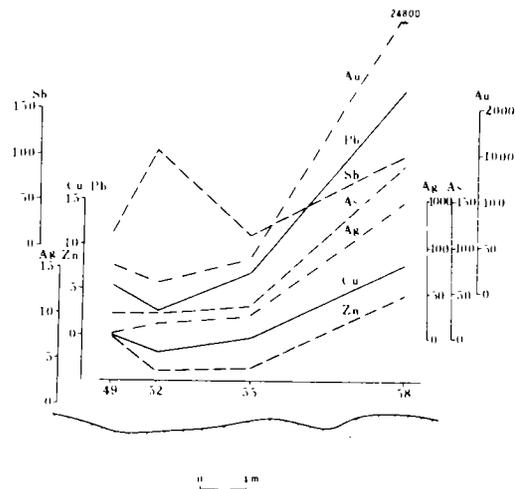


图 7 金山花桥金矿元素浓度比曲线

Fig. 7 Curves showing concentration ratio of elements between pyrite and rock in Jinshan Huaqiao gold deposit

在背景地区元素浓度比的特征,因黄铁矿及岩石中元素的含量比较接近,故元素浓度比也较低,如图 5 的 90 点,但这里与矿体中元素浓度比较低的情况不同,它表示这里不具备成矿的地质条件。

5 结论

(1)这三种不同矿化类型的矿床,其矿物地球化学异常变化规律的一致性,表明热液硫化矿床中,成矿元素和伴生元素在围岩中的分布,均受同样地球化学因素所控制。

(2)黄铁矿地球化学异常的特点,是在矿体两侧围岩中,黄铁矿的富集作用明显,成矿元素和伴生元素的异常含量高,异常范围伸延大,有利于在找矿阶段,用矿体外围资料即可进行共生元素的综合评价。

(3)元素浓度比能反映热液成矿作用中,元素分布在地质剖面中变化的规律,因此可利用

元素浓度比从小到大,又从大到小,即从背景区到矿体外围,又从外围到矿体,它有助于判断矿化作用发展的趋向与预测矿体可能分布的位置。

(4)矿物地球化学找矿法与岩石地球化学找矿法相比较,前者获得的地球化学信息量更大,信息的可靠性更强。

作者谨向为研究工作提供帮助的江西德兴铜矿、德兴银山铅锌银矿、金山金矿和江西有色金属勘探局四队等单位致以深切的谢意。

参考文献

- 1 刘英俊,曹励明,等. 元素地球化学导论. 地质出版社,1987
- 2 朱训,等. 德兴斑岩铜矿. 地质出版社,1983
- 3 邱德同. 江西银山矿床成矿构造及成因新认识. 地质与勘探,1991,27(6)
- 4 胡国志,张绍斌. 江西金山韧性剪切带特征及控矿因素探讨. 华东矿产地质,1991,(2)
- 5 徐国风. 黄铁矿标型特征及其实际意义. 地质论评,1980,26(6)
- 6 Кармухина В С, баранов З Н. Нормы нахождения элементов-индикаторов в ореолах колчеданных месторождений. Изд-во Наука,1983

STUDY ON GEOCHEMICAL MINERAL SURVEYS IN SEVERAL METAL DEPOSITS AT NORTH—EASTERN JIANGXI PROVINCE

Cao Liming Wu Qizhi Qiu Detong Ji Junfeng

(Department of Earth Science, Nanjing University)

Abstract

Based on study of three types metal deposits in metallogenic belt of north — eastern Jiangxi province, we try to demonstrate the effect of geochemical mineral surveys.

The results was shown that the pyrite in wallrock can enrich greatly the ore—forming and accessory elements. When geochemical mineral surveys was made, the samples of pyrite can help us to find the weak mineralization in the wallrock. Now that variation of the contents of elements in the pyrite correlates with process of mineralization, change of concentration ratio ratio between pyrite and rock will display the tendency of mineralization and the site of deposit. Therefore the geochemical surveys is a new method of geochemical surveys which is effective.