

长江中下游铁帽含金性评价 的微量元素标志

徐国风 李立平*

(中国地质大学)

评价铁帽的含金性,是迅速、准确找到具有重要经济价值之“铁帽型金矿床”的关键。作者们提出了铁帽含金性评价的矿石微量元素标志: $Cu \times As(\text{重量}\%) > 0.01$ 时, Au往往大于1克/吨; $(Mn + Pb + Zn) > 0.5$ 时, Ag大于5克/吨。土壤中微量元素的判别指标为: $Cu > 300$ ppm, $Pb > 40 \sim 200$ ppm, $Zn > 200$ ppm, $Ag > 500$ ppb。还给出了残余原生硫化物(黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿等)和表生矿物(针铁矿、赤铁矿、锰矿物、铜蓝、自然金、粘土矿物、石英等)的微量元素评价标志。最后列出了7个铁帽的评价应用实例。

关键词: 铁帽型金矿床; 含金性评价; 微量元素标志



地质·矿床

近十多年来, 多米尼加、西澳大利亚和苏联东北部, 发现了大型—特大型“铁帽型”金矿^[1-5]。我国近几年在赣、皖、鄂、苏、湘、川、晋、甘等省也陆续找到了这种易采、易提取、经济效益很高的金矿床^[6]。苏联著名学者Ф.И.Вольфсон等(1982)将这种金矿床列为4种金矿床工业类型之一: (1)高、中、低温热液型金矿床; (2)变质含金砾岩; (3)含金铁帽; (4)现代和古代砂金矿床^[7]。当前在我国金矿找矿过程中, 注意寻找“铁帽型”金矿床, 具有重要的意义, 而评价铁帽的含金性则是迅速、准确找到“铁帽型”金矿床的关键。

本世纪70年代, 李文达等对长江中下游铁帽进行了比较深入的矿物学、地球化学研究。此项研究对于在该地区寻找原生铜矿、多金属矿起了重要作用^[8]。受当时测试条件

的限制, 长江中下游铁帽含金性研究工作未能开展。本文仅将我们对找矿过程中意义最大的长江中下游铁帽含金性评价的微量元素标志研究成果, 简要报道如下, 供有关方面参考。

长江中下游铁帽型金矿床的地质特征

长江中下游地区近几年新发现的安徽代家冲、新桥, 江西武山吴家、湖北铜绿山等铁帽型金矿床, 其大地构造位置位于扬子准地台下扬子台褶带、南京—九江凹陷东南侧。区内发育志留系到三叠系浅海—滨浅海相碎屑岩—碳酸盐岩沉积岩(志留系、上泥盆统五通组、下石炭统高骊山组、中—上石炭统及下二叠统、上二叠统、三叠系之间均呈假整合接触)。区内还发育燕山期中酸性岩浆岩, 另有许多著名的多金属矿床(如铜官山、狮子山、武山、城门山等)、硫铁矿矿床(如新桥等)、伴生金矿床(如金口岭等)和独立原生金矿床(如马山、洋鸡山等)产出。长江中下游地区在构造上属淮阳山字型构造弧顶及

* 参加本文部分工作的还有邵洁涟、张承亮、左大华、梅建明等同志。

东翼。从黄梅、瑞昌至铜陵，主体构造线由北北东向转为北东向。区内北北东-北东向褶皱发育。纵向断层主要沿上述地层间的假整合面发育，许多岩体、矿体产于层间断裂中。另有一些规模较小的北西向断层把这些顺层产出的岩体、矿体错断。断距很小，对原生矿体的破坏作用不大，但对铁帽的形成却起了促进作用。长江中下游地区在地貌上为长江冲积平原和剥蚀低山区，沟谷常沿断裂或褶皱轴发育(有的形成溪流、湖泊)，沿巨型深大断裂破碎带发育成为长江河谷。自中新世以来，长江中下游地区剥蚀作用与阶地沉

积作用交替进行，形成二、三级剥蚀面和三、四级河谷阶地。从铜陵等地某些石灰岩溶蚀处于不同高程位置分布来看，该地区新生代发生了强烈的升降运动，这可能导致长江中下游地区铁帽的深度较大。目前长江中下游地区潜水面均高于铁帽下界，表明沿江地区曾经历过大幅度的抬升作用^[8]。长江中下游地区气候温和、多雨、季节明显(春夏多雨、秋冬干旱)、生物繁茂，这种亚热带潮湿气候有利于铁帽的发育和铁帽型金矿床的形成。本区的气候和地形的某些特征性数据如表1所示^[8]。

铜陵、武山地区气候地形特征 表 1

地 区	最高气温 (℃)	最低气温 (℃)	年均降雨量 (mm)	年均蒸发量 (mm)	最大高程 (m)	最小高程 (m)	最大高差 (m)
安徽铜陵	37~38	-11.7	1571.5	1425.9	560	40	520
江西武山	40	-8.1	1364.2	1447.6	147	12	135

现以铜陵代家冲和武山吴家为例，说明长江中下游铁帽型金矿床的地质特征(表2)。

代家冲、吴家铁帽型金矿床地质特征 表 2

数 据 项 目 矿 床	形状、产状、规模		矿 体	矿石主要	主要矿石	主要矿石	原 生 矿
	铁 帽	金 矿 体	顶板、底板	矿物成分	构造类型	结构类型	
安徽铜陵 代家冲	层状、似层状。走向NE 40~50°，延伸2200米，倾向NW，倾角45°，延深40~100米，厚0.64~18.69米	透镜状。走向40~50°，延伸580米，倾向NW，倾角50°，延深11~95米，厚1.19~10.79米	中、上石炭统黄龙灰岩，船山灰岩为顶板，下石炭统高骊山砂岩为底板	自然金、针铁矿、赤铁矿、软锰矿、锰钾矿、铜蓝、石英、碧玉、粘土矿物等	多孔状(蜂窝状和海绵状)构造、块状构造、条带状构造、钟乳状构造、同心环状构造、角砾状构造、土状构造、胶状和变胶状构造、网脉状构造	自形一半自形一他形粒状结构、放射状变晶结构、假象结构、骸晶结构、残余结构、草莓结构、蠕虫状结构	原生硫铁矿矿石风化殆尽，仅见少量致密的黄铁矿残块
江西武山 吴 家	层状、似层状，走向NE 60~70°，延伸2000~3000米，倾向SE，倾角45~50°，延深50~100米，厚0.5~23米	似透镜状，延伸1800米。金矿体尚未最后封闭固定	中、上石炭统黄龙灰岩，船山灰岩为顶板，上泥盆统五通砂岩为底板	自然金、自然金银、针铁矿、赤铁矿、软锰矿、锰钾矿、水钠锰矿、铜蓝、石英、方解石、粘土矿物等	多孔状构造、土状构造、同心环状构造、葡萄状构造、角砾状构造、块状构造、条带状构造、胶状构造	自形一他形粒状结构、放射状变晶结构、假象结构、残余结构、骸晶结构	铁帽深部接续有原生块状黄铁矿型铜矿

由表2可知,长江中下游铁帽型金矿床,实际上是由金矿体和铁矿体组成的。金矿体分布在铁矿体之中,其上界略低于铁矿体的上界,而其下界则基本一致。根据表生风化成矿作用的特点,本区铁帽型金矿床的垂直分带由上而下依次为强氧化亚带、氧化淋滤亚带、氧化富集亚带、松散硫化物次生富集带和块状硫化物原生矿石带。各带的矿物成分、化学成分、矿石构造类型各有特点:强氧化亚带矿石主要由针铁矿、赤铁矿、软锰矿和石英组成, Au、Ag、Al、Sn、Si等元素含量较高,矿石构造类型以蜜蜂状构造、同心环状构造、钟乳状构造为主;氧化淋滤亚带矿石主要由针铁矿和石英组成(另有微量极细的残余原生黄铁矿颗粒), Au、Ag、Al、Si、Bi、Sn等元素含量低, As含量较

高,矿石构造类型以块状构造、条带状构造(承袭原生构造)为主;氧化富集亚带矿石主要由针铁矿、赤铁矿、锰的氧化物和氢氧化物、粘土矿物、氧化次生成因的铜蓝和残余原生硫化物矿物组成, Au、Ag、Pb、Cu、Zn、Bi、Sb等元素含量较高, As含量低,矿石构造类型以土状构造和海绵状构造为主;松散硫化物次生富集带矿石以硫化物(原生硫化物及次生硫化物)为主,矿石疏松;块状硫化物原生矿石带则为新鲜未风化的硫化物致密块状矿石。

铁帽含金性评价的矿石微量元素标志

评价铁帽含金性最关键性的一环,是对“矿石”进行微量元素分析。本次研究将采自铜陵代家冲和武山吴家的65件样品的分析结果(表3),经剔除具奇异值的样品^①后,

代家冲、吴家铁帽中矿石微量元素特征

表 3

矿区(样品数)		Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Mn (%)	As (%)	Au (克/吨)	Ag (克/吨)
代家冲	Ⅲ号铁帽(2)	$\frac{0.06 \sim 0.5}{0.28}$	$\frac{0.02 \sim 0.2}{0.11}$	$\frac{0.045 \sim 0.1}{0.072}$	$\frac{0.02 \sim 0.1}{0.06}$	$\frac{0.05 \sim 0.2}{0.125}$	$\frac{0.76 \sim 2.72}{1.74}$	$\frac{2.72 \sim 2.78}{2.75}$
	Ⅳ号铁帽(19)	$\frac{0.02 \sim 0.3}{0.14}$	$\frac{0.06 \sim 0.4}{0.18}$	$\frac{0.03 \sim 0.6}{0.10}$	$\frac{0.003 \sim 0.08}{0.03}$	$\frac{0.02 \sim 0.7}{0.21}$	$\frac{0.15 \sim 74}{17.06}$	$\frac{0.3 \sim 5.86}{2.61}$
	Ⅴ号铁帽(3)	$\frac{0.05 \sim 0.1}{0.077}$	$\frac{0.01 \sim 0.07}{0.032}$	$\frac{0.15 \sim 0.4}{0.25}$	$\frac{0.1}{0.1}$	$\frac{0.07 \sim 0.3}{0.025}$	$\frac{0.046 \sim 0.306}{0.214}$	$\frac{0.22 \sim 5.72}{3.09}$
吴家(41)		$\frac{0.1 \sim 0.9}{0.6}$	$\frac{0.2 \sim 1.0}{0.61}$	$\frac{0.03 \sim 0.6}{0.055}$	$\frac{0.02 \sim 6.0}{1.15}$	$\frac{0.02 \sim 0.2}{0.07}$	$\frac{0.09 \sim 3.82}{1.733}$	$\frac{0.8 \sim 540}{31.29}$

注: Au、Ag为化学定量分析数据,其余为光谱半定量分析数据。除吴家有19件样品Au、Ag分析数据系引自江西省地矿局赣西北地质大队外,其余数据均为本科课题组的资料,测试单位为武汉地质学院岩矿测试中心。横线上为元素含量范围,横线下为平均值。

代家冲、吴家金与其他元素、元素组合的相关系数(R)

表 4

矿区	R_{Au-Cu}	R_{Au-As}	$R_{Au-Cu \times As}$	R_{Ag-Pb}	R_{Ag-Zn}	R_{Ag-Mn}	$R_{Ag-(Pb+Zn)}$	$R_{Ag-(Mn+Pb+Zn)}$
代家冲	0.05	0.72	0.619	0.376	0.353	0.669	0.634	0.716
吴家	0.488	0.356	0.740	—	—	—	0.80	0.913

计算了Au与Cu、As、Cu×As的相关系数, Ag与Mn、Pb、Zn、(Pb+Zn)、(Mn+Pb+Zn)的相关系数(表4)。我们发现Au与Cu×As, Ag与(Mn+Pb+Zn)的相关性最好,

并得出当矿石中Cu×As(重量%)>0.01时,

^① 指Mn、Pb、Zn、Cu、As五种元素中的某一种特别高,其余四种元素含量很低的样品。

Au往往大于1克/吨和(Mn+Pb+Zn)大于0.5(均为重量%)时,Ag大于5克/吨的铁帽含矿(金、银)性评价微量元素指标。必须说明,评价一个铁帽的含金(银)性,应取不同含金量铁帽矿石的(As、Cu、Mn、Pb、Zn)平均值进行计算、判别。

铁帽含金性评价的土壤微量元素标志

据本课题组化探小组对铜陵铜官山铁帽区土壤剖面测量(采样点距为0.3~3米),Au、Ag、Hg、Cu、Pb、Zn、Co、Mo、Ni、As、Bi的原子吸收法、化学光谱测定结果,该地区土壤的微量元素背景值(ppm)为:Cu—31, Zn—40、Pb—9.3, Hg—0.1, Co—9.4, As—0.4, Bi—0.03, Au—1.9(ppb), Ag—30(ppb)。确定区域金矿次生晕普查的指示元素及其异常下限值(ppm)为:Cu—100, Pb—30, Hg—0.2, As—1.2, Bi—0.15, Au—7(ppb), Ag—200(ppb)。实际工作步骤,建议在有利地区采样(点距以20米为宜)分析,首先选取Cu、Pb(As、Bi、Hg)为金矿次生晕普查指示元素,有异常值的样品再分析Au。含金铁帽判定指标(ppm)为:Cu>300, Pb—40~200, Zn>200, Ag>500(ppb)。

铁帽含金性评价的残余原生硫化物矿物微量元素标志

由表5得知,残余原生黄铁矿的Au、Ag含量,可作为铁帽含金性评价的微量元素标志。含金铁帽的判定指标为原生黄铁矿含Au>0.1克/吨,当原生黄铁矿含Ag大于7克/吨时,则可能在其铁帽中有银的富集。含量很少的代家冲残余原生磁黄铁矿含Au可达1320克/吨、Ag30克/吨(测试单位:广西冶金研究所物质结构研究室电子探针分析实验室)。代家冲残余原生石英也含Au0.15~0.17克/吨。

有意义的是,四川木里耳泽铁帽型金矿床的残余原生黄铁矿,也含Au1.65~18.08克/吨,平均7.99克/吨^②;青海锡铁山有伴生

代家冲、吴家原生黄铁矿的

金、银含量特征

表 5

元 素 (克/吨)	代 家 冲 (6)			吴家 (7)
	Ⅲ号铁帽 (2)可能有 工业价值	Ⅳ号铁帽 (3)有工业 价值	Ⅴ号铁帽 (1)无工业 价值	铁帽型含银 的金矿床 (7)有巨 大工业价值
Au	0.22	0.128	0.02	0.1~1.25
	2.23	0.9 9.06		
Ag	2.2	1.3	2.7	1.2~30.85
	6.5	1.7 4.3		

注:吴家的数据引自赣西北地质大队,代家冲的数据系本课题组样品经武汉地质学院地球化学系分析室和湖南省地矿局实验研究中心测定。

金的铁帽型银(锰)矿床的残余原生黄铁矿,含Ag15.63克/吨、Au1.75克/吨,方铅矿含Ag650克/吨、Au1.5克/吨,闪锌矿含Ag21.88克/吨、Au0.15克/吨。湖南浏阳七宝山铁帽型金(银)矿残余原生黄铁矿,含Au0.692克/吨、Ag34.62克/吨,黄铜矿含Au0.026克/吨、Ag216.6克/吨,闪锌矿含Au0.167克/吨、Ag180.55克/吨,方铅矿含Au0.321克/吨、Ag1499.85克/吨,磁铁矿含Au0.073克/吨、Ag18.1克/吨(资料来源见表10注)。

铁帽含金性评价的表生矿物微量元素标志

长江中下游铁帽型金矿床矿石的主要组成矿物是表生风化成因的针铁矿、赤铁矿、锰的氧化物和氢氧化物、次生硫化物铜蓝、表生自然金、粘土矿物等。这些矿物的微量元素特点,对于评价铁帽的含矿(金、银)性可起重要作用。本次研究的结果为:

1. 针铁矿 如表6所示,主要产于地表和风化剖面较浅部(即前述氧化亚带和淋滤亚带)的致密状针铁矿,以及主要产于风化剖面较深(即前述氧化富集亚带)的黄色粉

② 四川省地矿局108地质队,四川省耳泽铁金矿床1986年度详查工作总结及1987年地质工作安排,1986年。

代家冲、吴家针铁矿的微量元素含量特征

表 6

主 要 矿 物	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Ni (%)	Mn (%)	As (%)	Au(克/吨)	Ag(克/吨)
代 家 冲 致密状针铁矿	0.035	0.005	0.059	0.002	0.028	0.020	0.10	2.9
代 家 冲 粉末状针铁矿	0.442	0.121	0.179	0.036	0.062	0.375	0.86	6.6
吴 家 粉末状针铁矿	0.331	0.786	1.060	0.014	0.471	0.203	1.04	2.9

测试单位：湖南省地矿局实验研究中心化学分析室。

未状针铁矿，均含有一定数量的Au (0.1~1.04克/吨)、Ag(2.9~6.6克/吨)。有意义的是，粉末状针铁矿的含金量为致密状针铁矿的8.6~10.4倍，Cu、Pb、Zn、Ni、Mn、As等微量元素的含量也高得多。

值得指出的是，湖南浏阳七宝山铁帽型金矿褐铁矿也含Au2.54克/吨。

2. 赤铁矿 代家冲和吴家两矿区的赤铁矿颗粒极细（小于1微米），呈红色粉末状集合体主要在氧化富集亚带产出。长江中下游风化壳中的赤铁矿，系在潮湿气候区距地表较深的环境中、游离氧不充足的条件下，由针铁矿经脱水作用形成。代家冲的粉末状赤铁矿含Au1.48克/吨，Ag4.1克/吨；主要由粉末状赤铁矿组成的红色粉末状矿石含Au1.48~74克/吨(8件样品的平均值为24.7^⑥克/吨)、Ag1.56~4.74克/吨(4件样品的平均值为3.467克/吨)。青海锡铁山铁帽中赤铁矿、褐铁矿也含Au1.7克/吨、Ag15.63克/吨^④。

3. 锰的氧化物、氢氧化物 代家冲和吴家均有软锰矿、锰钾矿产出，吴家矿区在本次研究中还新发现锰钡矿和水钠锰矿。另外，在铜陵地区含闪锌矿的原生矿石铁帽中，我们新发现富锌的黑锌锰矿。这些锰氧化物、氢氧化物的某些微量元素含量特征，对于评价铁帽的含矿(金、银)性具有重要实用意义。如表7所示，吴家产以锰钡矿和水钠锰矿为主的样品含Au8.82克/吨、Ag540克/吨(吸附状态)，富锌的黑锌锰矿样品含Au高达440

长江中下游铁帽中锰氧化物、氢氧化物
的微量元素含量特征

表 7

锰 矿 物	Au (克/吨)	Ag (克/吨)	Fe ₂ O ₃ (%)	CuO (%)
吴家锰钡矿和 水钠锰矿	8.82	540	—	—
富锌的黑锌锰矿	440	—	7.72	2.83
代家冲黑色土 状矿石	0.7	5.86	—	—
吴家黑色土状矿石	4.65	287	—	—

测试单位：北京地质教育中心岩矿测试中心和武汉地质学院岩矿测试中心。

克/吨(两件样品电子探针分析结果的平均值)；富含Fe₂O₃(7.72%)和CuO(2.83%)。代家冲和吴家以锰的氧化物、氢氧化物为主的黑色土状矿石含Au0.7和4.65克/吨、Ag5.86和287克/吨。有意义的是，青海锡铁山铁帽中硬锰矿、软锰矿、锰铅矿、恩苏锰矿等锰矿物也含Ag72.4克/吨、Au0.3~0.55克/吨、Pb0.62%、Zn0.56%^④。湖南七宝山铁帽中次生锰矿物含Au1.38克/吨。

4. 次生铜蓝 代家冲和吴家矿区潜水面之上产出的次生铜蓝，系原于潜水面之下形成之辉铜矿，由于构造运动引起潜水面下降，在氧化环境中于氧化富集亚带产出。如表8的电子探针分析结果所示，铁帽型金矿床氧化富集亚带中的铜蓝以微亏硫、富铁(约

④ 符增有等：青海锡铁山铅锌矿床氧化带中金银赋存状态及工艺性质研究，1987年。

① 杨锡惠：锡铁山锰银矿工艺矿物学研究，1987年。

代家冲铁帽中铜蓝的微量元素含量特征 表 8

样 号	Cu (%)	S (%)	Fe (%)	Au(克/吨)
D-19	66.316	32.128	0.197	2850
85008	67.776	33.007	0.213	910
标准铜蓝	66.430	33.280	0.005	—

测试者：广西冶金研究所物质结构室张剑。

4倍)、富金为特征。

5. 表生自然金 如表9所示,长江中下游铁帽型金矿床中新生表生自然金除成色高(900左右)外,还兼具铁、铜含量较高的特点。

新生表生自然金的微量元素含量特征

表 9

矿 床	成色 (%)	Fe (%)	Cu (%)	资料来源
代家冲铁帽	899.5	0.318	0.077	本 文
代家冲Ⅲ、Ⅳ号铁帽	943	0.162~2.54	0.152~2.44	汪正琼
新桥铁帽	889	1.600	0.100	王知恩
西澳Quinn铁帽	941	0.120	0.070	[9]
内生深成矿床	—	0.010	0.010	[10]
乌克兰内生中深矿床	835	—	~0.001	[11]
乌克兰内生浅成矿床	740	—	0.034	[11]

七宝山铁帽矿石的化学成分特征

(据湖南402队和湖南地矿局实验室,1983)

表 10

工 程	Mn (%)	Pb (%)	Zn (%)	Ag (克/吨)	Au (克/吨)	Mn+Pb+Zn (%)
最富的单工程	16.29	3.98	9.54	119.54	2.25	29.81
最贫的单工程	0.03	0.15	0.06	1.15	0.38	0.24
全 区 平 均	4.39	1.87	0.80	43.58	0.99	7.06

1. 代家冲Ⅲ号铁帽 代家冲Ⅲ号铁帽,生产部门认为金矿无远景,但其矿石的Cu×As为0.035(大于0.01)、残留原生黄铁矿含金0.22~2.23克/吨(大于0.1克/吨)、黄色土状矿石金、银含量(Au2.45克/吨、Ag2.98克/吨)与具有工业价值的Ⅳ号铁帽(Au7.67克/吨、Ag3.35克/吨)相近,可判定其可能具有工业意义。

2. 铜陵MJS铁帽 该铁帽土壤样含Pb

此外,代家冲粘土矿物含有一定的金和银,表生石英含金达0.15~0.17克/吨(汪正琼,1984)。青海锡铁山白铅矿含Ag1100克/吨、Au1.5克/吨,铅矾含Ag50克/吨、Au1.2克/吨,自然硫含Ag98克/吨、Au2.3克/吨^②。湖南七宝山铁帽中粘土矿物(高岭石、蒙脱石、水云母、埃洛石、三水铝石)含Au0.46克/吨,表生石英含Au0.2克/吨。

应用实例

本次研究应用以上多种微量元素标志,对长江中下游地区铁帽的含金性作出评价,现举有找矿远景的四例如下:

439ppm(大于50~200ppm)、Ag5.6ppm(远大于0.5ppm), $(Mn+Pb+Zn)$ 等于9.79%以上(10件样品平均含Mn>5%、Pb3.79%、Zn>1%,三元素之和远大于0.5%),以及黑色土状矿石含Ag4.3~107克/吨和残留原生黄铜矿含Ag60克/吨等,可判定其可能为一铁帽型银矿床(伴生金的品位为0.107~0.67克/吨)。

3. 铜陵ZC铁帽 该铁帽浅部含Pb115

ppm、Ag3.4ppm、Cu>400ppm、Zn>200 ppm、Au0.6克/吨(最高3.6克/吨),由此判定较深部有铁帽型金矿体产出。

4. 铜陵ZMS铁帽 该铁帽含Pb200 ppm、Ag6.5ppm、Cu>400ppm、Zn>200 ppm、Au0.9克/吨(最高4.3克/吨),判定深部有铁帽型金矿体产出。

我们还根据以上微量元素标志对安徽铜陵地区DLS、XL、HS三个铁帽的含金性作出否定性的评价。

据铁帽矿石微量元素标志,判别青海锡铁山铁帽(Mn、Pb、Zn之和为24.39加0.4加0.33等于25.12——即远远大于0.5)为含伴生金(Au0.65克/吨)的铁帽型银(锰)矿床(银510克/吨)。由湖北大冶铜绿山氧化矿石的Cu(2.285%)、As(0.005克/吨)、Mn(0.349%)、Pb(0.005%)、Zn(0.2%)、Ag(22克/吨)、Au(1.4克/吨)、Fe(53%)含量判定,湖北铜绿山铁帽为铁帽型金银铜铁综合矿床(Cu×As为0.0114,大于0.01, Au应大于1克/吨; Mn、Pb、Zn之和为0.554,大于0.5, Ag应大于5克/吨)(谭延松, 1987)。

湖南七宝山铁帽的资料(表10)都表明本文判别指标的适用性。

参 考 文 献

- [1] Bache, J. J.: World Gold Deposits A Quantitative Classification, 1987, Elsevier Publishing Co., New York, Amsterdam, Oxford, p. 34.
- [2] Russel, N., et al.: Institution of Mining and Metallurgy, Section B: Earth Sci., 1981, v. 90, pp. 153—161.
- [3] Mann, A. W.: Econ. Geol., 1984, v. 97, №1, pp. 38—49.
- [4] Яковлев, П. Д.: Промышленные типы рудных месторождений, 1986, Недра, Москва, стр. 215—236.
- [5] Футцук, В. Я. и др.: Изв. Вуз., Геология и разведка, 1982, №6, стр. 53—59.
- [6] 徐国风等:地质科技情报(武汉地质学院), 1986, 第1期, 第79—83页.
- [7] Вольфсон, Ф. И. и др.: Главнейшие типы рудных месторождений, 1982, Недра Москва.
- [8] 李文达等:《长江中下游硫化物矿床氧化带及铁帽评价》,地质出版社, 1980年.
- [9] Wilson, A. F.: Austra. Jour. Earth Sci., 1984, v. 31, pp. 303—316.
- [10] 徐国风等:地球科学——武汉地质学院学报, 1981, 第2期.
- [11] Латыш, И. К.: Атлас морфологии, структур и ассоциаций самородного золота Украины, 1984, Киев, Наука Думка.

To Evaluate the Gold-bearing Ability of a Gossan Using Indices of Minor Elements in the Lower-Middle Reaches of Yangtze River

Xu Guofeng Li Liping

In this paper the authors propose some criteria for evaluating gold-bearing ability of the gossans in the middle-lower reaches of Yangtze River by using indices of minor elements. They are: for ores from a gossan, if the value of Cu × As (both in wt%) is greater than 0.01, the Au content will be over 1 g/t; if the (Mn+Pb+Zn) value is greater than 0.5 (all in wt%) the Ag content will be over 5 g/t; if the Cu, Pb, Zn and Ag contents in soil are more than 300, 40-200, 200(all in ppm) and 500 ppb respectively, a prospective gold deposit could be expected. Minor element discrimination indices for residual primary sulfides (pyrite, pyrrhotite, chalcopyrite, sphalerite, galena, etc.) and supergene ore minerals (goethite, hematite, manganiferous minerals, covellite, native gold, clay minerals, quartz, etc.) are also given. Seven gossans were evaluated by using these indices and the results are cited for illustration.