维普资讯 http://www.cqvip.com

地电提取法寻找贫硫化物金矿的研究

罗先熔
(桂林工学院·桂林·541004)

通过在江西贫硫化物的金山金矿区开展地电提取法寻找贫硫化物金矿的研究,认为金山金矿深部隐伏金矿体存在着较弱的电化学溶解作用。按现有的激发装置,在地表仍能提取到Au的异常反映,即用地电提取法来寻找贫硫化物矿床是可行的。

关键词 贫硫化物 金矿 电提取 找矿研究

1 矿区地质简况

江西德兴金山金矿区出露主要地层为前震旦系双桥山群一套以泥砂质为主,含部分火山物质的复理石浊流沉积浅变质岩系,主矿体赋存在前震旦系双桥山群上部凝灰质千枚岩层间的韧性剪切带内。矿体呈层状、似层状、细脉状产出,矿石金属矿物总量不高,仅7.27%,其中硫化物为3.41%,属贫硫化物型金矿石。金矿石中金属硫化物有黄铁矿、磁黄铁矿、自然金等20余种,以黄铁矿为主,其余金属矿物含量很少,可利用的金矿物只有自然金。脉石矿物主要有石英、钠长石,其次为绢云母、绿泥石、铁白云石。围岩蚀变中硅化、黄铁矿化、绢云母化与矿化关系密切。矿床成因为变质—热液型。

区内地下水水质类型为HCO_3—Ca—Mg,pH值为6.2~7.6,千枚岩类岩石含水性较弱,未发现强富水性构造含水层,地下水补给主要来源于大气降水的渗入,其动态变化受季节影响较大。

区内地表第四系为残、坡积物,厚度0.n m~n m米不等,植被发育,地形切割深。

2 贫硫化物金矿体地电提取异常特征

金山金矿硫化物总量为3.41%,且主要为黄铁矿,其它硫化物含量很少,这就意味着在金山金矿区深部处于还原环境的矿体内宏观原电池作用很弱,当然不否认存在着以黄铁矿颗粒为中心的微观原电池作用,这也就是说,矿体电化学溶解作用较弱,从118斜井75 m中段和50 m中段采集的裂隙矿化水样的分析结果看,其中Au离子含量为1.1×10^{-9}~1.5×10^{-9},相对硫化物型矿体内矿化水样要低得多,因此,在贫硫化物型的金山金矿区开展地电提取方法,首先就受到"物质基础"上的挑战。

本文1998年2月收到,王延忠编辑。

2.1 金山金矿区305号剖面地电提取异常特征

金山金矿305号剖面长800余m,按20 m点距布置40个测点,供电电压220 V,供电电流平均每道25 mA。接收电极选用泡塑和吸附剂两种,供电20 h后,提取分析Au离子含量,其结果不仅在浅部出露矿头,而且在深埋矿段上均测出了较强的Au离子异常(表1、图1)。

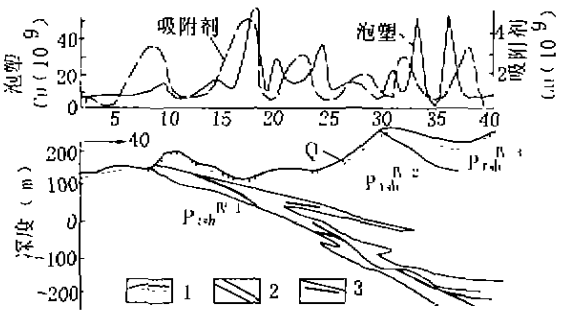


图1 金山金矿305线电提取异常剖面图

P_{sh}^{N-1}—前震旦系双桥山群一段;P_{sh}^{N-2}—前震旦系双桥山群二段;P_{sh}^{N-3}—前震旦系双桥山群三段;1—第四系残坡积;2—韧性剪切带;3—矿体

对泡塑电极提取Au含量做统计,得出其正常背景为6×10^{-9},按2x的最低异常标准,在地表矿体露头的9号点上出现13.4×10^{-9}单峰异常,与矿体呈垂直投影对应。此外,在剖面中段14号~37号点之间有间断地出现了由7个单或双峰组成的宽幅异常群,宽度达690 m,异常强度为17.8×10^{-9}~54.6×10^{-9},该宽幅异常群与标高在+110 m至-200 m的隐伏矿体相吻合。

吸附剂电极提取效果与泡塑的有所不同,首先其背景含量约为1×10^{-9},同前述按2x的最低异常标准,可划分出6个异常段。在6~9点之间出现一个宽度约90 m、强度3.85×10^{-9}的异常,该异常反映了地表矿体及矿带的存在。在13~18点之间出现了宽度和强度均为最大的强异常,与埋深约50 m

维普资讯 http://www.cqvip.com

的 Au 矿体相对应，其强度达 14.6×10^{-9}，宽 150 m。在剖面中段埋深 80 m～450 m 的矿体上方间断较大地出现相对较弱的异常反映，强度 3.04×10^{-9}～3.88×10^{-9}，这与泡塑有所不同，泡塑电极在深埋矿体正上方亦出现很强的异常。

表 1　305 线地电提取 Au 异常特征一览表

电极型	电极类	异常点位	背景 (10^{-9})	异常强度 (10^{-6})	异常宽度 (m)	衬度	与矿体对应关系
固体	泡塑	9 号	6	13 4	20	2.2	与出露矿体垂直对应
		14～15	6	17.9	60	3.0	与埋深 50 m 矿段相对应
		17～18	6	54.6	75	9 1	与埋深 50 m～70 m 矿段相对应
		20～25	6	36	65	6 0	与埋深 80 m～100 m 矿段相对应
		26～28	6	15 3	75	2 6	与埋深 100 m～260 m 矿段相对应
		31	6	22 5	30	3.8	与埋深 350 m～400 m 矿段相对应
		33	6	47 3	50	7.9	与埋深 400 m～450 m 矿段相对应
		36	6	51.9	50	8.7	与埋深 400 m～450 m 矿段相对应
	吸附剂	6～9	1	3.85	90	3.85	反映宽度较矿体露头要大
		13～18	1	14 6	150	14.6	反映 50 m 深矿段
		11～24	1	3.73	90	3.76	反映 80 m～90 m 深矿段
		17～31	1	3.04	150	3.04	反映 230 m～400 m 深矿段
		39	1	3.88	35	3.88	反映 450m 矿段

为了对比，在同一剖面上还作了电导率、汞量、Eh 值和 pH 值测定，其结果见表 2。其中电导率沿剖面呈背景波动，基本为正态分布，分布范围 1.8us/cm～6.3 us/cm，均值 $x=3.46$us/cm，方差 $S=0.98$ us/cm，变异系数 $C_v=28.5\%$；汞量值反映在 43.510^{-9}～150×10^{-9}之间，平均值 80.6×10^{-9}，几个大于 100×10^{-9}的测点主要落在 2～6 之间，对矿体指示作用不强；pH 值、Eh 值亦都属正态分布。但值得一提的是在 16 点，pH = 7.27，这是唯一偏碱性的特点，与此同时 Eh 值在该点呈最低值(317 mv)，比剖面平均值低出 60 mv，其原因值得探讨。

表 2　305 线其它方法参数特征及示矿效果

	分布范围	X	S	Cv	示矿效果
电导率(us/cm)	1.8～6.3	3 46	0 98	28 5%	33～40 号点出现偏高
汞量(10^{-9})	13.5～150	80.6	24.4	30.2%	2～6 号点有偏高反映
pH 值	5.21～7.27	5.76	0.38	6.6%	pH＞7 的点位于 16 号点，在浅隐伏矿上方
Eh 值(mV)	317～384	367	13.7	3 7%	Eh 值达最低的 317mV 出现 16 号点

为了对比供电前后土壤电导率、汞量、pH 值、Eh 值及次生 Au 的变化，特在 17 点进行对比试验，其结果见表 3。

表 3　305 线 17 号点供电前后土壤参数对比

	电导率 (us/cm)	汞量 ($\times10^{-9}$)	pH 值	Eh 值 (mV)	次生 Au ($\times10^{-9}$)
供电前	2.6	54.5	6.02	374	78 5
供电后	25.7	50.6	4.49	450	147.9
变化情况	增大 10 倍	明降低	酸化	提高 76 倍	增加 1 倍

上表告诉我们，通过供电激发，不仅使深部金离子迁移到接收电极富集，而且也使地表土层中参数发生较大的变化，具体包括离子电导率增加、土壤酸化及 Eh 值增高等。

2.2　金山金矿阳山区段 11 线

为全面掌握金山金矿区各区段的找矿有效性，选择了阳山区段 11 线开展试验研究。阳山区段位于矿区东段，在该区段韧性剪切带走向由 NW→NE，矿体沿倾向的延伸较小。布置剖面长 600 m，选用吸附剂电极和元素接收器作为接收电极，供电时间 20 h，供电电流每道平均 20 mA(表 4 及图 2)。

表 4 阳山 11 线电提取 Au 异常一览表

电极类型	背景值 ($\times10^{-9}$)	异常点位	异常强度 ($\times10^{-9}$)	宽度 (m)	衬度	与矿体对应关系
元素接收器	10	14 号	114	46	11.4	单尖峰异常与出露矿体吻合
		7 号	32	38	3 2	异常在矿体沿倾向延伸的尖灭端
吸附剂电极	10	10～16 号	56.9	200	5 69	宽幅异常覆盖了矿头及矿化带
		2 号	49.1	42	4.91	不详

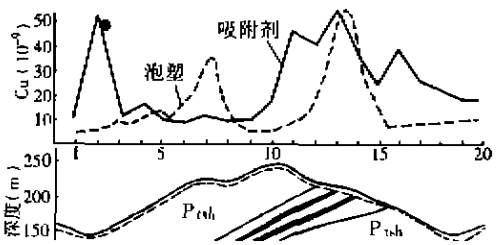


图 2　江西某金矿 11 线不同供电条件地电提取异常剖面图
(图例与图 1 相同)

从表 4 可见，与 305 剖面对比阳山 11 线主要异常均出现在矿体出露地段，而在沿倾向延伸方向没有出现垂直迁移电提取 Au 异常。从矿体出露地段异常比较，元素接收器为单点尖峰(高衬度)异常，仅集中反映在矿体露头上方，而吸附剂电极则为 6 点多峰宽幅异常、不仅反映了矿体露头，而且还将整个韧性剪切矿化带都覆盖在内。此外，吸附剂电极提取在 2 点出现一个 4.91×10^{-9}单峰 Au 异常，该异常的形成原因尚无法定论，是否预示着矿体在一段间断后，又在深部有利成矿部位出现，尚待验证。

维普资讯 http://www.cqvip.com

3 贫硫化物型矿石电化学溶解强度

为了掌握贫硫化物型矿石电化学溶解的强度，我们把在金山金矿所获得的 8 种水介质中 Au 离子浓度进行了比较(表 5)。

表 5 金山金矿区 8 种水样中 Au 离子含量对比

序号	水 样	Au 离子含量($\times 10^{-9}$)	备 注
1	地表河水样	9.3	地表流水有污染
2	井水(8m 深)	1.5	第四系潜水
3	金矿石+蒸馏水通电的电化学溶解水样	49	模拟纯电化学溶解
4	坑道裂隙水样	11～15	水样取自 303 线－305 线下 118 斜井 75 m 中段、50 m 中段
5	金矿石+蒸馏水+0.1NHCL 通电的电化学溶解水样	175	模拟氧化溶解与电化学溶解共同作用
6	元素接收器淋样 Au 离子含量平均值	10	
7	11 线矿体尖灭端上电提取 Au 异常	32	代表还原环境下，纯电化学溶解的弱异常
8	阳山 11 线矿体近地表露头电提取 Au 异常	114	代表氧化环境下氧化溶解与电化学溶解的叠加

由表 5 可见：(1)尽管是贫硫化物矿区，水介质中 Au 离子浓度在空间上仍存在着一个浓度差，具体表现为坑道裂隙水中 Au 离子含量较地表第四系潜水高出 10 倍，前者为 11×10^{-9}～15×10^{-9}，后者为 1.5×10^{-9}，这是浓差扩散的基础之一；(2)从金矿石在加酸与不加酸作电化学溶解的 Au 离子浓度差异上看，单一的电化学溶解 Au 离子浓度要比氧化溶解和电化学溶解低 3～4 倍，即前者为 49×10^{-9}，而后者达 175×10^{-9}；(3)元素接收器提取的结果较好地证实上述结论，阳山 11 线近地表矿体出露地段上电提取 Au 达 114×10^{-9}，与 Au 矿石加酸后电化学溶解的 Au 浓度相当，这说明在氧化环境下，氧化溶解和电化学溶解的叠加可形成高电提取 Au 异常，反之，在阳山 11 线矿体埋深约 90 m 的还原环境下，地表电提取 Au 离子浓度仅 32×10^{-9}，与室内金矿石不加酸电化学溶解的 Au 49×10^{-9}相近，这说明金山 Au 矿深隐伏矿体仅存在较弱的电化学溶解作用，按现有激发装置仍在地面产生地电提取异常反映，即金山金矿区地电提取法找矿是有效的。

4 结论

1)地电提取法在贫硫化物型隐伏矿体上方仍可出现清晰的异常反映。从 305 号剖面看，出露矿体上方的异常反映弱于深部隐伏矿上方的异常反映，阳山 11 号剖面却正好相反。整体而言，地电提取法在金山金矿的找矿效果是好的。

2)贫硫化矿石的电化学溶解能力相对较弱，但仍可在空间上构成一个浓度差。这种弱离子晕在人工电场作用下仍可在地表元素接收器或固体电极上浓集形成反映深部矿体的清晰异常。

GEOELECTRICAL METHOD USED TO SEARCH FOR SULFIDE－BARREN GOLD DEPOSITS

Luo Xianrong

Studies on searching for sulfide－barren gold deposit with ground electricity method indicates that the weak eletro－chemical dissolution exists in the deep concealed orebodies in the Jinshan gold deposit. According to the current induced equipment, the gold anomalies on the surface can still be extracted. The geo-electrical extraction method on searching for sulfide－barren gold deposits is feasible in practice.

Key words sulfide－barren, gold deposit, electrical extraction, prospecting



第一作者简介：

罗先熔 男，1953 年生。1978 年毕业于昆明工学院地质系，1992 年在中国地质大学获地球化学理学硕士。现任桂林工学院资环系教授，系副主任，隐伏矿床预测研究所所长。主要从事地球化学、地球电化学科研和教学工作。

通讯地址：广西壮族自治区桂林市建干路 12 号 桂林工学院隐伏矿床预测研究所 邮政编码：541004