维普资讯 http://www.cqvip.com



# 内蒙古额尔古纳市虎拉林金矿区地电化学提取法寻找隐伏金矿研究

汤 磊,罗先熔
(桂林工学院隐伏矿床预测研究所,桂林 541004)

[摘 要]地电化学提取法是在动态平衡原理的基础上,利用人工电场提取深部的矿化或成矿离子,进行成矿预测,确定成矿靶区。为探明资源、节省投入,在虎拉林金矿区投入了以地电化学提取为主的找矿方法,来找寻矿区隐伏的矿体。通过对地电化学提取异常和其他方法异常的综合分析,确定在金矿区具有一定的找矿潜力,并证明了地电化学提取和其他方法在森林覆盖区寻找深部隐伏金矿床是可行的。

[关键词]地电化学提取法 隐伏金矿 内蒙古 虎拉林
[中图分类号]P618.51;P632 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2007)03-0068-06

为进一步探明内蒙古额尔古纳市虎拉林金矿区的资源,验证地电化学提取及其他方法在森林覆盖区寻找深部隐伏金矿床的可行性,在矿区开展了以地电化学提取为主的各种新方法找矿评价研究,最终总结出一套在森林覆盖区寻找深部隐伏金矿床的有效组合方法,从而指导未知区的深部找矿预测[1-6]。

## 1 矿区地质特征

内蒙古额尔古纳市虎拉林金矿床位于内蒙古自治区恩和哈达镇毛河上游,大兴安岭山脉的北段,属原始森林覆盖区,区内森林茂密、植被发育、地形平缓、河谷侵蚀切割程度轻。区内广泛出露侏罗系二十二站组,岩性为砂岩、含砾砂岩、砂砾岩夹粉砂岩及煤线。成矿区带上属额尔古纳成矿带北段,是产于斑岩体附近的隐爆角砾岩型金矿床。矿区自然露头较少,南东部分布大面积的中侏罗统绣峰组陆源碎屑岩,北西部以燕山期花岗斑岩、石英斑岩为主,在岩体与地层接触带附近发育爆破角砾岩。经地表取样及工程揭露,在爆破角砾岩中以Au含量圈定了与强硅化、黄铁矿化有关的金矿体,储量已达中型规模。

工作区位于额尔古纳隆起的北端,上黑龙江凹陷的边缘,为多组区域性断裂构造的交会部位。区域出露地层为古生界下寒武统和上泥盆统,中生界侏罗系和下白垩统,新生界上第三系、第四系。区域断裂构造发育,按展布方向分为近东西向、北东向及近南北向3组,主要有额木尔河断裂,呈东西向展布,其规模最大,为基底断裂;其次为乌玛—司洛夫卡河大断裂,呈北东向展布,其与南北向北极村河及恩和哈达河—毛河断裂的交会部位控制了金矿化的产出。经物化探工作在矿区内圈出物化探异常32处,其中物探异常14处、化探异常18处,化探异常中岩石异常11处、土壤异常7处。

区内金矿(化)体主要产于花岗斑岩与其围岩的接触带部位,矿体与围岩界线不清。共圈出19条矿(化)体,矿体的总体走向近南北向,东倾,倾角60°~70°,其中以1号、2号矿体为主要矿体。矿区内地表覆盖层变化差异很大,在矿区北面和南面地表土壤层较厚,而其他地区地表覆盖层全是厚达几米的物理风化碎石。

## 2 地电化学提取法的基本原理及方法技术

对该方法的基本原理、方法技术、理论基础等方面的研究已有系列文章阐述[1-18],以下只作简单的介绍。

[收稿日期]2006-04-28;[修订日期]2006-09-14;[责任编辑]韩进国。
[基金项目]武警黄金指挥部资助。
[第一作者简介]汤 磊(1973年—),男,1999年毕业于东北大学黄金学院,获学士学位,在读硕士生,工程师,现主要从事地球化学研究工作。

维普资讯 http://www.cqvip.com



地电化学提取法是以地下岩石中的离子动态平衡状态为基础的地球化学方法。在人工电场的作用下,地下岩石中的离子动态平衡被破坏,促使离子向离子收集器中迁移。经过一定时间后,地下岩石中离子达到新的动态平衡,离子收集器收集到的离子达到"饱和状态"。于是可以根据收集器收集到的样品(泡塑)中成矿离子的含量来判断深部是否有隐伏矿存在,从而达到寻找隐伏矿的目的。该方法的探测深度与破坏地下岩石离子动态平衡的手段有关。[1-3]

此次地电化学提取法采用的设备是桂林工学院隐伏矿床预测研究所特制的离子收集器和电源系统。离子收集器是由一定大小的精致碳棒,裹之以经过特殊处理的泡塑和滤纸组成的接收电极,它的一端有导线引出与电源的负极相连,电源系统是9V高能电池。首先沿剖面布置测点,每隔一段距离设置一个测点,点距根据实际情况选择(该次工作点距选为40m),并在每个测点处挖30~40cm深的坑,把碳棒与电池的正负极相连,将接收电极(阴极)置于其中,倒入配置好的20%硝酸溶液提取液,用挖出的土回埋压紧。通电48小时后断电,挖出接收电极,解开泡塑,最后送实验室分析泡塑所吸附的相关离子。

## 3　地电化学提取法找矿可行性试验研究[1-6]

为了检验该方法对寻找隐伏金矿床的有效性,特选择已知矿出露的76线、68线和60线进行试验。

### 3.1　76、68、60线已知金矿体异常特征

额尔古纳市虎拉林金矿76、68、60号剖面上420~440点之间有金矿体存在,投入的地电提取法在金矿体上方均有不同程度的异常反映。

#### 3.1.1　76线已知矿体地电提取Au异常特征(图1)

根据计算结果,76线Au的背景值为$5.96\times10^{-9}$,异常下限为$25.25\times10^{-9}$,测出结果如图1所示:在该剖面的412~436点之间,测出异常强度为$10\times10^{-9}$~$60\times10^{-9}$,异常高出背景2~10倍,异常宽度200余米,最高异常值位于432点处,达$54.63\times10^{-9}$,异常高值区正是已知金矿体的赋存部位。

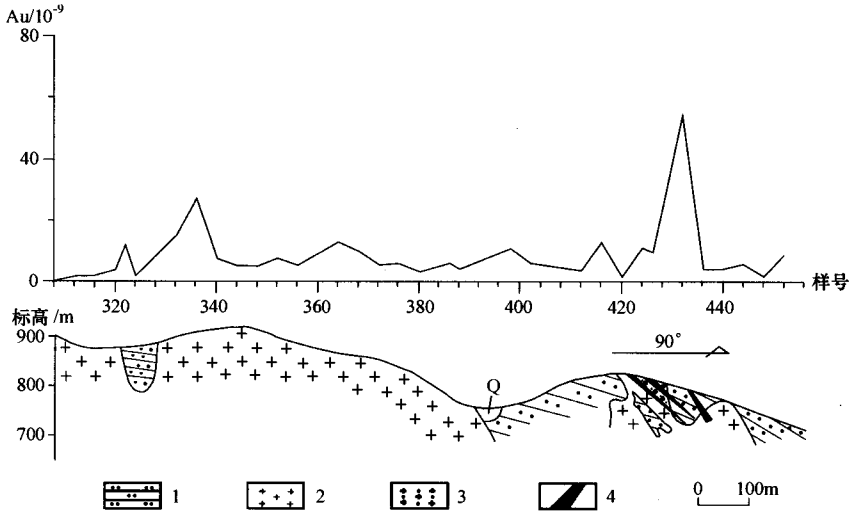


图1　内蒙古虎拉林金矿76线地电提取Au异常剖面图

Q—第四纪表层土;1—二十二站组:岩屑长石砂岩、石英长石砂岩夹细砂岩、粉砂岩及煤线;2—花岗斑岩;3—矿化蚀变带;4—金矿体

#### 3.1.2　68线已知矿体地电提取Au异常特征(图2)

根据计算结果,68线地电提取Au的背景值为$0.92\times10^{-9}$,异常下限为$1.09\times10^{-9}$,在该剖面的424~452点之间,测出强度为$0.92\times10^{-9}$~$4.25\times10^{-9}$的Au异常,异常高出背景1~5倍,异常宽度为200余米,最高异常值位于428点处,达$4.25\times10^{-9}$,异常高值处正是已知金矿体赋存部位。异常清晰地指示了金矿体的存在位置。

#### 3.1.3　60线已知矿体地电提取Au异常特征(图3)

根据计算结果,60线Au的背景值为$0.90\times10^{-9}$,异常下限为$1.0\times10^{-9}$,在该剖面的440~428点处,测出一个三峰形态分布的Au异常,异常强度为$1.8\times10^{-9}$~$3.8\times10^{-9}$,异常高出背景2~4倍,最高异常值$3.8\times10^{-9}$,位于418点处,该处正是已

维普资讯 http://www.cqvip.com

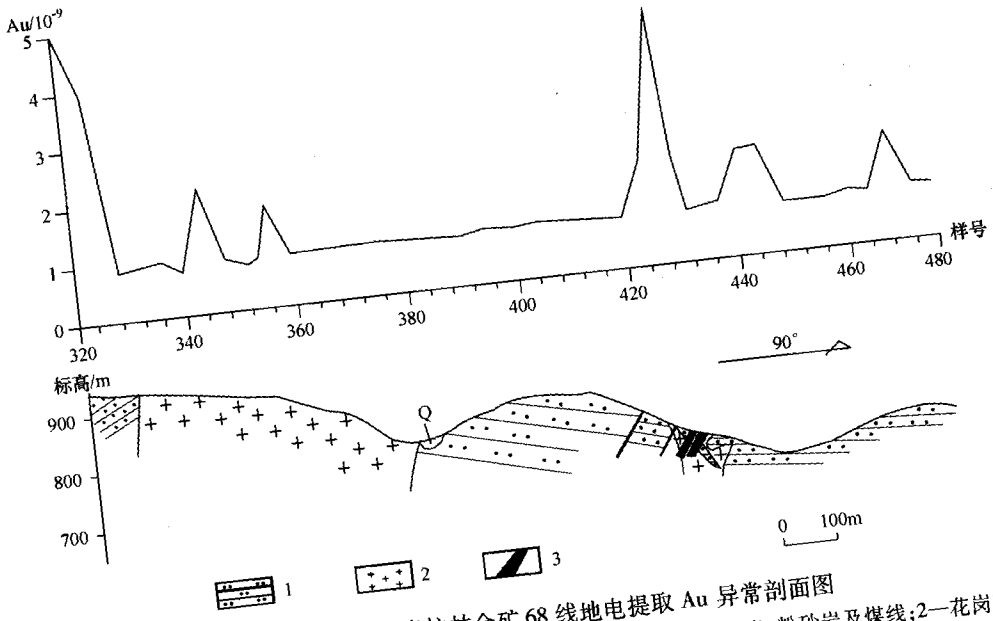


图2 内蒙古虎拉林金矿68线地电提取Au异常剖面图

Q—第四纪表层土;1—二十二站组:岩屑长石砂岩、石英长石砂岩夹细砂岩、粉砂岩及煤线;2—花岗斑岩;3—金矿体

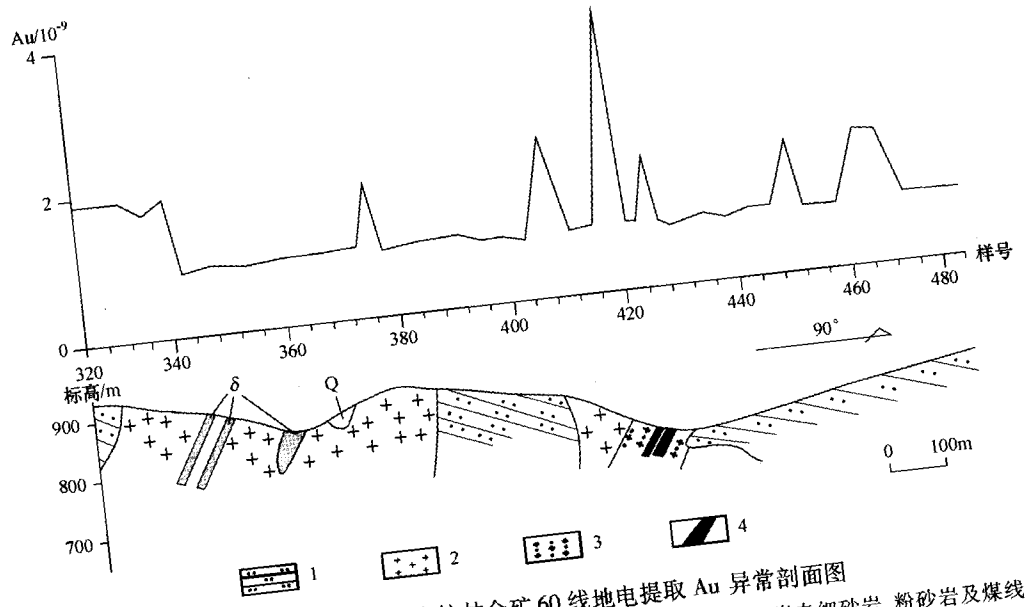


图3 内蒙古虎拉林金矿60线地电提取Au异常剖面图

Q—第四纪表层土;δ—闪长岩;1—二十二站组:岩屑长石砂岩、石英长石砂岩夹细砂岩、粉砂岩及煤线;2—花岗斑岩;3—矿化蚀变带;4—金矿体

知金矿体的赋存位置,异常与矿体的吻合程度完好。

### 3.2 地电化学提取法找矿可行性试验研究的结论

对额尔古纳市虎拉林金矿76、68、60号已知剖面的找矿可行性试验研究结果表明,在已知金矿体上方测出了清晰的地电提取Au异常,说明利用该方法在东北原始森林覆盖区寻找隐伏金矿床是可行的,效果是好的,值得在类似的森林覆盖区用。

## 4 未知区的找矿预测

在矿体上取得找矿可行成果的基础警黄金第三支队的要求,对虎拉林矿区圈

维普资讯 http://www.cqvip.com



2、Hy－3、Hy－4号化探Au异常进行深部找矿评价,根据以往的工作情况及3个化探Au异常分布的范围,按200m×40m测网(异常中心地段加密到20m)布置6条线(84,76,68,60,52,44)开展地电提取测量找矿评价工作。由于虎拉林矿区地表覆盖层变化差异大,在测区北面76线和南面52线地表土壤层较厚,供电条件较好,而其他剖面线地表覆盖层全是厚达几米的物理风化碎石,给供电造成一定困难,因而给地电提取分析Au的结果造成极大差异,使Au异常的成图难以用统一的背景和异常下限做出平面异常图,只能按单条剖面异常特征进行分析研究[1-3]。虽然不同剖面上金含量相差较大,但已知矿上方不同剖面线上Au异常的清晰度非常好,因此,金含量的差异不会影响到对深部找矿的评价预测。下面按由北到南的顺序,对各条剖面的异常特征进行逐一分析。

### 4.1　地电提取Au异常剖面特征

#### 4.1.1　84线地电提取Au异常特征(图4a)

在该剖面的304～308、404、422点处,分别测出了强度为$1.7\times10^{-9}$、$1.9\times10^{-9}$、$1.7\times10^{-9}$的单峰Au异常,异常高于背景2倍。异常狭小,规模不大。

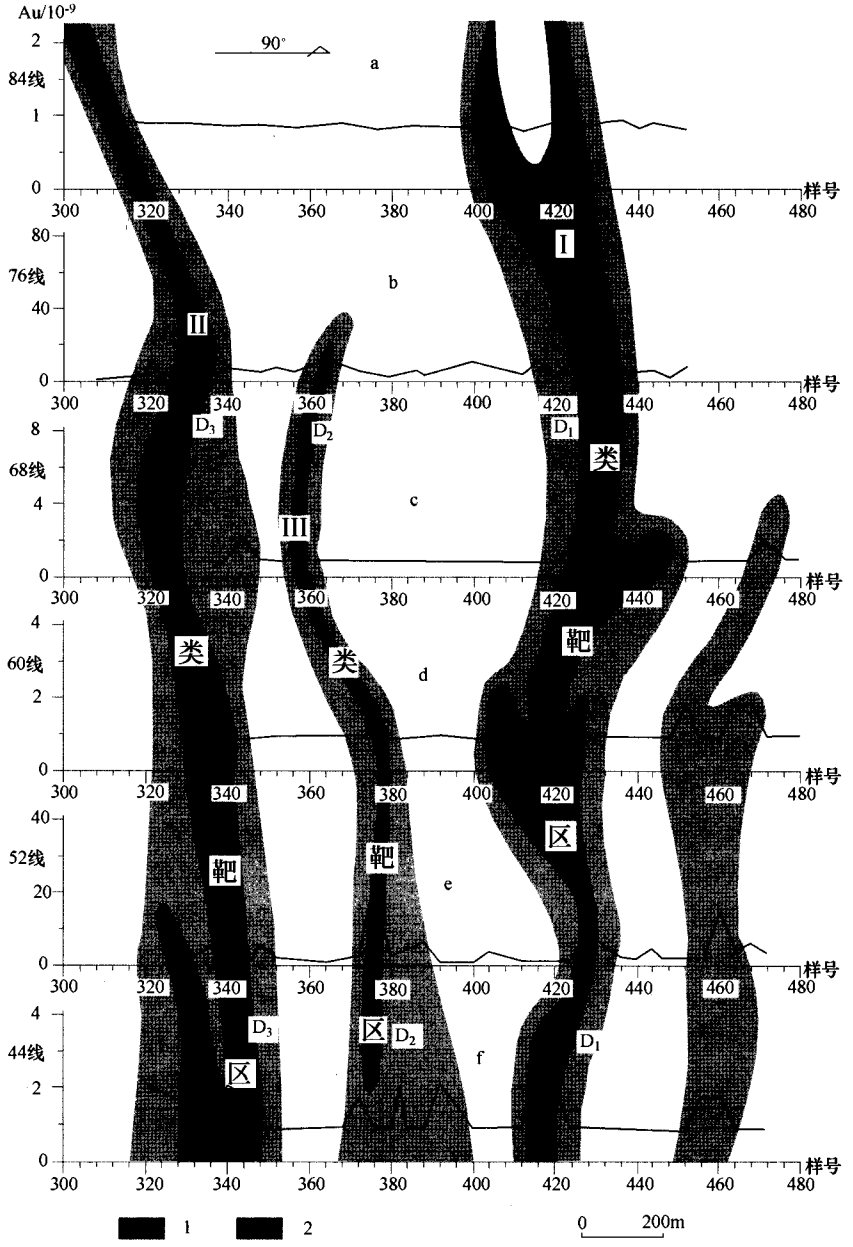


图4　内蒙古虎拉林金矿地电提取Au异常平剖面图及靶区划分图

$D_1$～$D_3$—异常编号;Ⅰ～Ⅲ—异常靶区编号;1—异常内带;2—异常外带

维普资讯 http://www.cqvip.com



4.1.2 76 线地电提取 Au 异常特征(图 4b)

在 76 线未知地段的 320 ~ 340 点之间,测出异常强度为 $9.8\times10^{-9}$ ~ $27.6\times10^{-9}$ 的 Au 异常,异常高出背景 1 ~ 5 倍,异常宽度为 200 余米,最高异常值 $27.6\times10^{-9}$ 位于剖面的 336 点处,该异常的出露部位正好位于 Hy - 2 异常的分布位置,且异常的浓集中心正是地电提取 Au 异常最高值的出露位置。

4.1.3 68 线地电提取 Au 异常特征(图 4c)

在 68 线未知地段的 320 ~ 328 点之间,测出一个强度为 $3.9\times10^{-9}$ ~ $5\times10^{-9}$ 的 Au 异常,异常宽 80 余米,异常分布在侏罗系中;另在剖面的 344 和 356 点处测出两个单峰弱异常,单峰弱异常分布位置是 Hy - 2 异常的分布部位。

4.1.4 60 线地电提取 Au 异常特征(图 4d)

在剖面的 324 ~ 342 点之间,测出一个强度为 $1.7\times10^{-9}$ ~ $1.9\times10^{-9}$ Au 异常,异常宽 160 余米,异常高出背景 2 倍,该异常基本与 Hy - 2 异常相吻合;另在 376m 处出现一个单峰异常,异常值为 $1.82\times10^{-9}$,高出背景 2 倍。

4.1.5 52 线地电提取 Au 异常特征(图 4e)

在该剖面上测出 4 个 Au 异常。第一个 Au 异常单峰单点位于 328 点处,异常值为 $11.5\times10^{-9}$,高出背景 5 倍,该点正是侏罗系与岩体的接触带部位;第二个异常呈双峰形态分布于剖面的 372 ~ 380 点之间,异常强度为 $2.0\times10^{-9}$ ~ $21\times10^{-9}$,高出背景 1 ~ 10 倍,该异常位置与 Hy - 3 异常相吻合;第三个异常呈单峰形态出现在 424 ~ 436 点处,异常强度为 $3\times10^{-9}$ ~ $9\times10^{-9}$,高出背景 1 ~ 4 倍,该异常出现位置与已知金矿体向南延伸方向相吻合;第四个异常呈双峰形态出现在剖面的 460 点处,异常强度为 $3\times10^{-9}$ ~ $15\times10^{-9}$,高出背景值 1 ~ 7 倍。

4.1.6 44 线地电提取 Au 异常特征(图 4f)

泡塑中 Au 的分析结果如图 4f 所示,Au 的背景值为 $0.87\times10^{-9}$,异常下限为 $1.20\times10^{-9}$。在 320 ~ 348 区间出现明显异常,异常强度为 $1.72\times10^{-9}$ ~ $2.08\times10^{-9}$,高出背景值 2 倍以上,异常宽度约 300m;368 ~ 424 区间出现分散的单峰异常;452 ~ 464 点之间出现弱异常。

4.2 地电提取 Au 异常平面特征

在分析了各剖面异常特征的基础上,在测区内共圈出了 3 条带状分布的金异常(图 4),按照分布的平面位置,将异常从东到西分别编为 $D_1$、$D_2$、$D_3$ 号:

1) $D_1$ 号异常位于测区东部,呈长条带状分布,异常长达 1200 余米,平均宽度 200 余米,异常浓集中心分布在 420 ~ 440 点之间,与 Hy - 4 异常内浓度相吻合,完好反映了已知金矿体的赋存位置和矿体向 SN 方向延伸的特征。

2) $D_2$ 号异常位于测区中部,呈带状分布,异常长达 800 余米,平均宽度 50 余米,异常浓集中心位于 360 点处,异常规模较小,紧靠 Hy - 2 异常外带。

3) $D_3$ 号异常位于测区西部,呈长条带状分布,异常长达 1200m,平均宽 150 余米,异常浓集中心分布在 320 ~ 340 点之间,异常基本上沿着侏罗系与岩体的接触带分布。

## 5 综合异常评价与找矿预测

通过对虎拉林矿区地电提取金异常及其他物化探方法(土壤吸附相态汞、土壤离子电导率)取得异常的分析,结合地质成矿条件的综合分析,按照异常的规模、大小、强弱、变化、吻合程度、异常出现的地质部位及其他一些地质因素,将测区内的综合异常划分为 3 个级别的异常靶区:

1) Ⅰ类异常靶区。Ⅰ类异常靶区的划分标准:①具备较强的地电提取金异常;②异常具备内外带分布,浓集中心平均宽度达到 100m;③异常强度均要高出背景 2 倍以上,规模长度达 1000m,平均宽达 200m。根据上述标准,测区内的 $D_1$ 异常分布区域为Ⅰ类成矿异常靶区。在该靶区内,Ⅰ类异常靶区 $D_1$ 异常,准确地指示了已知金矿体的赋存地质部位。从异常的形态规模和强度来看,该金矿体具有一定的规模,往深部有可能存在隐伏金矿体,但向南北延伸都有尖灭趋势存在。因此,建议支队在该区高值异常集中区即 420 ~ 440 点处,加大深部工程的揭露,力争在寻找隐伏金矿体上有所突破。

2) Ⅱ类异常靶区。Ⅱ类异常靶区的划分标准:①地电提取 Au 异常强度不大但分布较集中;②具备较完整的内外带分布;③异常规模比Ⅰ类异常靶区要小。按以上标准,$D_3$ 异常划归为Ⅱ类异常靶区。根据异常特征分析,可推测Ⅱ类异常靶区也是寻找隐伏金矿的有利地段,值得进一步去做工作。

3) Ⅲ类异常靶区。Ⅲ类异常靶区的划分标准:①方法异常存在,但异常规模明显小于Ⅰ、Ⅱ类异常;②具备较完整的内外带分布,但地电提取 Au 异常强度较小。出现在区内的 $D_2$ 异常划归为Ⅲ类异常靶区。根据Ⅲ类异常的平剖面特征,推测在Ⅲ类靶区内去寻找具有一定规模的金矿可能性不大,但从异常所处的地质部位和异常有规模的分布来看,

维普资讯 http://www.cqvip.com



也不排除在该靶区内沿着异常分布的轴线去寻找零星分散金矿脉。

## 6　结论与认识

1）通过在内蒙古额尔古纳市虎拉林金矿开展以地电化学提取法为主的找矿试验研究,表明利用多种方法组合,在大兴安岭森林覆盖区寻找隐伏金矿方法是可行的,效果是明显的,值得推广应用。

2）未知区的找矿预测中发现了3个较有利的成矿靶区,并提出了在Ⅰ类靶区内重点寻找深部隐伏金矿;建议对Ⅱ类异常靶区进行山地工程揭露,主要是沿接触带布置工程,经过对接触带的工程揭露,可能会有新的突破;在Ⅲ类异常靶区带,提出了一个找矿新思路,即去寻找接触带型的金矿体。

3）建议在76～60线的420～440点之间加大深部探矿力度,达到寻找隐伏金矿的目的。

[参考文献]


[1] 雷斯 IO C,地电化学勘探法[M]. 张肇元,崔霖沛,译. 北京:地质出版社,1986:244－298.

[2] 罗先熔. 地球电化学勘查及深部找矿[M]. 北京:冶金工业出版社,1996:134－217.

[3] 费锡铨. 地电提取离子法[M]. 北京:地质出版社,1992:1－53.

[4] 罗先熔. 再论地球电化学测量法寻找隐伏矿床[J]. 桂林冶金地质学院学报,1994,14(3):295－301.

[5] 罗先熔,周涛发. 大兴安岭森林覆盖区金矿土壤离子电导率异常特征离子成分的研究及找矿预测[J]. 地质与勘探,2005,41(2):46－50.

[6] 罗先熔. 多种新方法寻找隐伏矿的研究及效果[J]. 地质与勘探,1995,31(1):44－49.

[7] 康　明,罗先熔. 地电化学方法的改进及应用效果[J]. 地质与勘探,2003,39(5):63－66.

[8] 胡云沪,李隽波,罗先熔. 地电化学找矿法在浙江遂昌金矿的应用[J]. 桂林工学院学报,1999,19(2):118－122.

[9] 罗先熔,王卫民,张佩华. 隐伏金矿地电化学异常形成机制及异常形态特征[J]. 有色金属矿产与勘查,1997,6(6):364－367.

[10] 罗先熔,张学洪,张　力. 应用多种化探新方法寻找隐伏锑矿[J]. 桂林工学院学报,1997,17(1):41－47.

[11] 谢学锦. 进入21世纪的勘查地球化学[J]. 中国地质,2001,28(4):11－18.

[12] Govett G J S, Dunlop A C, Atherden P R. Electrical techniques in deeply weathered terrain in Austrilia[J]. J. Geochem. Expor., 1984, 21:311－331.

[13] 王学求. 深穿透勘查地球化学[J]. 物探与化探,1998,22(3):166－169.

[14] Fox R W. On the electromagnetic properties of metalliferous veins in the mines of Cornwall－Philos[M]. Trans. Roy. Soc., 1830:(partⅡ) 134～399.

[15] 谢学锦. 战略性与战术性深穿透地球化学方法[J]. 地学前缘,1998,5(2):171－183.

[16] 刘占元. 电地球化学勘查的理论与方法[A]. 谢学锦,邵跃,王学求. 走向21世纪矿产勘查地球化学[C]. 北京:地质出版社,1999:160－167.

[17] 刘吉敏,刘占元. 地电化学勘探法在厚层覆盖区应用研究[J]. 物探与化探,1990,14(4):255－264.

[18] 刘吉敏. 一种新的隐伏矿勘查技术——地电化学法的现状和展望[J]. 物探与化探,1993,17(1):33－41.


## GEO－ELECTROCHEMICAL EXTRACTION METHOD FOR PROSPECTING BURIED GOLD ORES IN THE HULALIN GOLD DEPOSIT, EERGUNA CITY, INNER MONGOLIA


TANG Lei, LUO Xian－rong

(*Institute of Ore Forecasting, Guilin Institute of Technology, Guilin* 541004)



**Abstract**: Geo－electrochemical extraction method is based on the principle of dynamic equilibrium. Ore－forming ions can be extracted by an artificial electric field and then be used to prospect mineralization target area. For explore resources and economic investment, application of geo－electrochemical extraction method and other methods are used in the Hulalin gold deposit. It is shown that the there is a ore prospecting potential in the deposit, and proven that geo－electrochemical extraction method and other methods to search deep hidden gold ores can be used in the forest overburden area.



**Key words**: geo－electrochemical extraction method, buried gold ore, Hulalin, Inner Mongolia