维普资讯 http://www.cqvip.com

技术·方法

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份的研究及找矿预测

罗先熔[1,2],周涛发[2]
(1. 桂林工学院隐伏矿床预测研究所,桂林 541004;2. 合肥工业大学资源环境学院,合肥 230009)

[摘 要]为了解森林覆盖区金矿体土壤离子电导率异常特征,探讨金矿体土壤离子电导率成份是由哪些种类离子组成,弄清不同种类离子的含量变化关系对电导率的贡献大小,为解释金矿土壤离子电导率异常的形成机制提供理论依据。通过在大兴安岭森林覆盖区虎拉林金矿的研究:(1)在已知的金矿体上测出了清晰的电导率异常,异常呈典型双峰形态"兔耳"状或"锯齿"状,异常垂直指示金矿体的赋存位置。(2)弄清了金矿体组成土壤离子电导率异常的离子成份特征,其成份主要是 HCO_3^-、SO_4^{-2}、Ca^{2+}、Cl^-、K^+、Na^+、F^-、Mg^{2+}、Mn^{2+}等一套水可溶性离子,经过相关分析得出金矿电导率异常与各水可溶性离子的相关系数是 $HCO_3^- > Ca^{2+} > SO_4^{2-} > Cl^- > K^+ > F^- > Na^+ > Mg^{2+} > Mn^{2+}$。(3)在未知区的找矿预测中找到3个具有成矿远景的离子电导率异常。

[关键词]金矿 离子电导率 找矿预测 大兴安岭
[中图分类号]P594 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2005)02-0046-05

土壤离子电导率测量是地电化学勘查中一种方法,它是利用测定土壤中总电导率高低来判断研究介质中元素在受到电场作用后发生的变化——即电导率异常。在表现形式上电导率异常虽是一个物理参数,其实质它很好地反映出土壤中所有水可溶性离子的浓度,由此得出,电导率异常应是多钟离子成晕作用的总产物,是一个物理化学综合指标,反映矿化信息远比单元素反映要强,一般在常规物化探方法难以突破找矿的复杂地区,电导率测量便能显示特殊作用。

在方法的基本原理、技术条件、成晕机制等方面研究已有系列文章报道,本文仅以大兴安岭森林覆盖区虎拉林金矿为例,着重对金矿土壤离子电导率异常特征、离子成份及方法,在森林覆盖区寻找金矿的效果作一专题讨论,以达到推广利用该方法在森林覆盖区寻找金矿之目的。

1 大兴安岭森林覆盖区虎拉林金矿电导率异常特征

1.1 矿区地质概况

虎拉林金矿位于额尔古纳隆起的北端,上黑龙江凹陷的边缘。矿区地处大兴安岭原始森林腹地,区出露地层主要为侏罗系中统二十二站组,岩性为砂岩、含砾砂岩、砂砾岩夹粉砂岩。区内构造以断裂为主,按展布方向分为近东西向、北东向及近南北向三组,近南北向断裂控制本区矿化蚀变带的走向,是区内主要控矿构造。区内岩浆岩主要为燕山期的花岗岩、花岗斑岩。

金矿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,其中以1号2号矿体为主要矿体,1号矿体长500m,水平出露厚度最大8.80m,平均厚度2.13m,金最高品位为137 $\times 10^{-6}$,平均品位为4.19 $\times 10^{-6}$。2号矿体长600m,水平出露厚度最大9.50m,平均厚度3.05m,金最高品位为14.35 $\times 10^{-6}$,平均品位为3.05 $\times 10^{-6}$。

矿石中金属矿物主要有黄铁矿、毒砂、闪锌矿、黄铜矿、方铅矿、辉钼矿、褐铁矿;金银矿物主要有自然金、银金矿、碲银矿等;脉石矿物主要有石英、长石、方解石、绢云母、绿泥石等。围岩蚀变主要为黄铁矿化、硅化、绢云母化、钾化为主,其次为高岭土化、碳酸盐化,其中硅化、绢云母化、钾化与金矿化关

[收稿日期]2004-07-02;[修订日期]2004-08-06;[责任编辑]余大良。
[基金项目]武警黄金指挥部资助。
[第一作者简介]罗先熔(1953年-),男,1978年毕业于昆明工学院,获硕士学位,教授,现主要从事地球化学教学科研工作。

维普资讯 http://www.cqvip.com

系密切。

1.2　森林覆盖区虎拉林金矿土壤离子电导率异常特征

在虎拉林金矿选择了76号、68号已知剖面按25m等距布置采样点开展土壤离子电导率测量找寻金矿的试验研究,结果在已知金矿体上方测出了清晰的土壤离子电导率异常。为了与其它方法作对比研究,同时开展了土壤吸附相态汞测量工作。

1.2.1　76号剖面土壤离子电导率异常特征

76号剖面从东到西贯穿整个矿区,长达500m,控制了主矿体的分布位置,在该剖面共布置20个采样点,已知矿体赋存在剖面7~13号点之间,测量结果见图1所示。

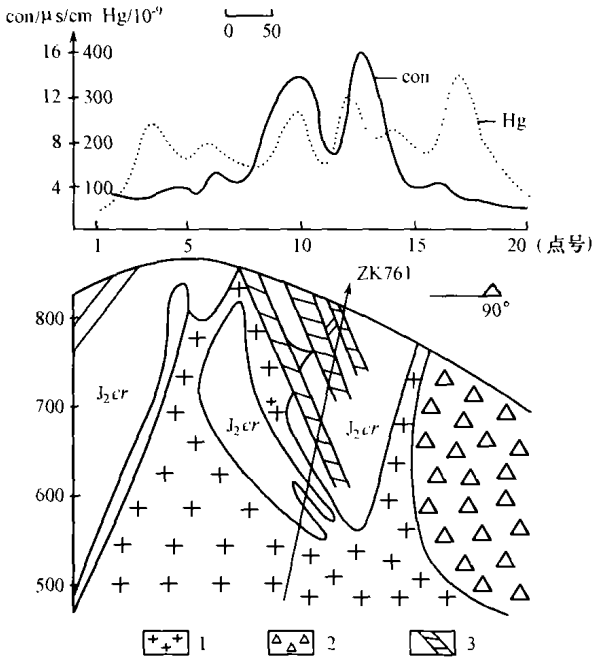


图1　虎拉林金矿76土壤离子电导率异常剖面图

J_2cr—侏罗系中统二十站组;λ—闪长玢岩;1—花岗斑岩;2—角砾岩;3—矿体

在长达500m的剖面上仅在已知矿体分布地段,测出了一个典型双峰形态的"兔耳"状土壤离子电导率异常,左峰异常值为14μs/cm,出现在剖面的10号测点,右峰异常值为16μs/cm,出现在剖面的13号测点,异常强度为8μs/cm~16μs/cm。异常高出背景(4μs/cm),2~4倍,异常宽度为150m,土壤离子电导率异常非常完整指示了金矿体的赋存位置。而在该剖面上测出的土壤吸附相态汞异常不能很好的指示金矿体的赋存位置,说明利用土壤离子电导率测量法寻找金属矿有优于其它方法的功能(图1)。

1.2.2　68号剖面土壤离子电导率异常特征

68号剖面从东到西贯穿整个矿区,长达1600m,控制了主矿体的分布位置,在该剖面共布置20个采样点,已知矿体赋存在剖面8~12号点之间,测量结果见图2所示。

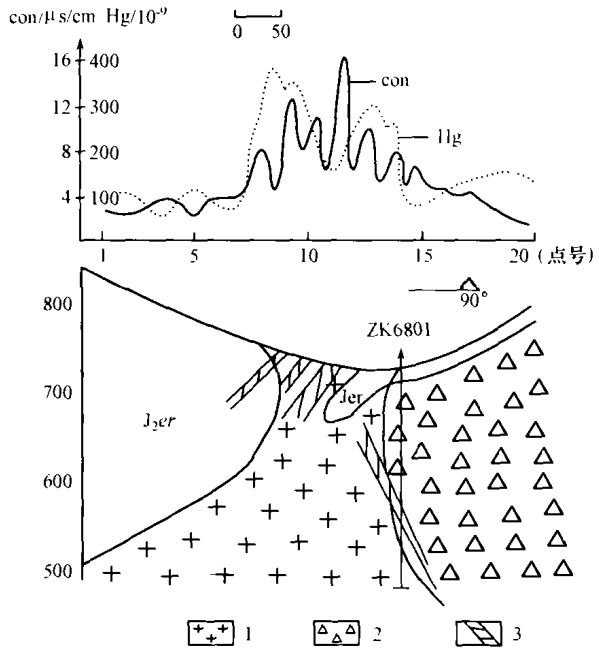


图2　虎拉林金矿86土壤离子电导率异常部面图

J_2cr—侏罗系中统二十二站组;1—花岗斑岩;2—角砾岩;3—矿体

在500m剖面的已知矿体分布地段,测出了一个呈"锯齿"状分布的土壤离子电导率异常,异常位于剖面的6~14号测点之间,异常宽度为200m,异常强度8μs/cm~16μs/cm,异常是背景(背景4μs/cm)的2~4倍,在异常区内连续测出4个大于10μs/cm高值异常,高值区异常形态规整、稳定并很好地指示了金矿体的赋存位置。在该剖面已知矿体上方同时也测出了土壤吸附相态汞异常(图2)。

从上述两条已知含矿剖面上土壤离子电导率测量找矿试验结果可看出,在大兴安岭森林覆盖区利用土壤离子电导率测量寻找金矿是可行的,效果是好的。

2　虎拉林金矿土壤离子电导率离子成分特征

为弄清虎拉林金矿土壤离子电导率离子成分特征及这些离子组分的含量变化,对电导率贡献大小如何,为进一步解释评价土壤离子电导率异常提供理论依据,分别对虎拉林金矿58个土壤进行水可溶性离子成分分析,对测试数据进行数理统计,由此得到如下认识。

维普资讯 http://www.cqvip.com

2.1 单个离子对总浓度的贡献大小

从地电化学成晕机制可推导出，土壤离子电导率反映的实质是样品中水可溶性离子总浓度，或者说是各个离子的总贡献. 对虎拉林金矿 58 个土壤进行水可溶性离子成分分析结果（表 1）表明，土壤中水可溶性离子对总离子浓度的贡献大小顺序是：$HCO_3^- > Ca^{2+} > SO_4^{2-} > Cl^- > K^+ > F^- > Na^+ > Mg^{2+} > Mn^{2+}$。

为研究地表水和地下水离子成分与土壤中各可溶性离子的内在关系，在虎拉林金矿采集地表水和地下水各 10 个进行离子成分分析，结果（表 1）得出：

表 1 虎拉林金矿土壤水可溶性离子及地表水地下水离子含量表※ $\omega_B/10^{-6}$

介质	项目	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	K^+	Na^+	HCO_3^-	Cl^-	F^-	Mg^{2+}	Mn^{2+}	Σci
土壤	X	153	376.8	87.58	65.25	646.68	107.4	74.89	54.86	5.088	1571.54
	X/Σci	0.097	0.239	0.055	0.041	0.411	0.068	0.047	0.034	0.003	
	顺序号	3	2	5	7	1	4	6	8	9	
地表水	X	18	35	9.3	8.3	78	9.8	7.8	6.1	0.035	172.33
	X/Σci	0.10	0.20	0.05	0.04	0.45	0.05	0.04	0.03	0.0002	
	顺序号	3	2	5	7	1	4	6	8	9	
地下水	X	50	70	14	12	128	40	10	9	0.068	333.06
	X/Σci	0.15	0.21	0.04	0.03	0.37	0.12	0.03	0.02	0.0002	
	顺序号	3	2	5	7	1	4	6	8	9	

※：Ca^{2+}、K^+、Na^+、Mg^{2+}、Mn^2 用原子吸收光谱仪分析；Cl^-、F^- 用离子选择电极分析；HCO_3^- 用电极法分析；SO_4^{2-} 用分子发射腔体法分析；Σci 代表总离子浓度。

地表水中单一离子对总离子浓度的贡献大小顺序是：$HCO_3^- > Ca^{2+} > SO_4^{2-} > Cl^- > K^+ > F^- > Na^+ > Mg^{2+} > Mn^{2+}$。

地下水中单一离子对总离子浓度的贡献大小顺序是：$HCO_3^- > Ca^{2+} > SO_4^{2-} > Cl^- > K^+ > F^- > Na^+ > Mg^2 + > Mn^{2+}$。

从表 1 分析的数据可看出，土壤中各可溶性离子浓度与地表水和地下水的离子浓度的排列顺序完全一致. 这种一致性说明. 土壤、地表水和地下水中的离子运动是在一个体系中，由同一离子源提供，受同类因素所控制。

2.2 土壤离子电导率与各水溶性离子的相关性

对虎拉林金矿土壤离子电导率（CON）与各水溶性离子数据进行相关分析，结果表明（表 2），土壤离子电导率与各水溶性离子的相关度按如下顺序排列：

表 2 虎拉林金矿土壤离子电导率与各水溶性离子的相关系数矩阵

CON	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	K^+	Na^+	HCO_3^-	Cl^-	F^-	Mg^{2+}	Mn^{2+}	Σci	
CON	1	0.53	0.68	0.22	0.12	0.86	0.46	0.16	0.04	-0.38	0.86
SO_4^{2-}		1	0.18	0.01	0.04	-0.32	-0.08	-0.21	0.12	0.26	0.47
Ca^{2+}			1	0.48	-0.54	-0.06	-0.32	0.22	-0.42	-0.05	0.52
K^+				1	-0.23	0.42	0.21	0.26	-0.15	0.24	0.26
Na^+					1	-0.52	0.11	0.08	-0.19	0.08	-0.12
HCO_3^-						1	0.32	-0.18	0.48	-0.07	0.64
Cl^-							1	-0.08	0.42	0.10	0.34
F^-								1	-0.34	-0.32	0.16
Mg^{2+}									1	-0.35	-0.24
Mn^{2+}										1	-0.33
Σci											1

$CON \rightarrow \Sigma ci > HCO_3^- > Ca^{2+} > SO_4^{2-} > Cl^- > K^+ > F^- > Na^+ > Mg^{2+} > Mn^{2+}$，其中相关系数大于 0.4 有：$HCO_3^-$、$Ca^{2+}$、$SO_4^{2-}$；相关系数在 0.15 - 0.35 之间的有：$Cl^-$、$K^+$、$F^-$；呈负相关的有：$Na^+$、$Mg^{2+}$、$Mn^{2+}$。由此得出，虎拉林金矿土壤离子电导率与可溶性阴离子团 HCO_3^-、SO_4^{2-}，碱土金属 Ca^{2+} 关系最密切，其次是卤素 Cl^-、F^- 及碱金属 K^+。

通过对虎拉林金矿土壤离子电导率离子成分特征的分析研究，弄清了组成虎拉林金矿土壤离子电导率异常的离子成份，主要是 HCO_3^-、SO_4^{2-}、Ca^{2+}、

维普资讯 http://www.cqvip.com

Cl^-、K^+、Na^+、F^-、Mg^{2+}、Mn^{2+}等一套水可溶性离子,经过相关分析得出金矿电导率异常与各水可溶性离子的相关系数是 $HCO_3^- > Ca^{2+} > SO_3^{2-} > Cl^- > K^+ > F^- > Na^+ > Mg^{2+} > Mn^{2+}$,即虎拉林金矿土壤离子电导率的含量大小变化主要是受 HCO_3^-、SO_4^{2-}、Ca^{2+}、K^+、F^-、Cl^-等一套离子群所控制。

对贡献给虎拉林金矿土壤离子电导率这一套离子群的地球化学行为初步分析认为:无论在矿体形成过程中还是在矿体形成之后所产生的地电化学溶解或其它方式的溶解过程,这套离子群都与矿源有着一定的关系,即这些离子的来源应该是由于矿体产生电化学溶解作用或其它化学作用直接或间接转化而来,从而导致在虎拉林金矿地表上存在着这样一套指示金矿体赋存位置的离子群,如对电导率贡献较大的 SO_4^{2-},在含金硫化物产生电化学溶解时,总会产生大量的 SO_4^{2-}. 因此,在解释电导率异常时,一定要结合实际地质情况,抓住电导率成因,从一般到特殊进行分析,才能作出正确的解释和评价。

3　找矿预测

为解决虎拉找矿区 Au_1、Au_2、Au_3 号化探异常的深部找矿问题,根据以往的工作情况及化探 Au 异常的分布范围,按 200×40 的测网布置 6 条剖面开展离子电导率测量扫面工作。结果在化探 Au 异常范围内发现了 3 个土壤离子电导率异常(图 3)。

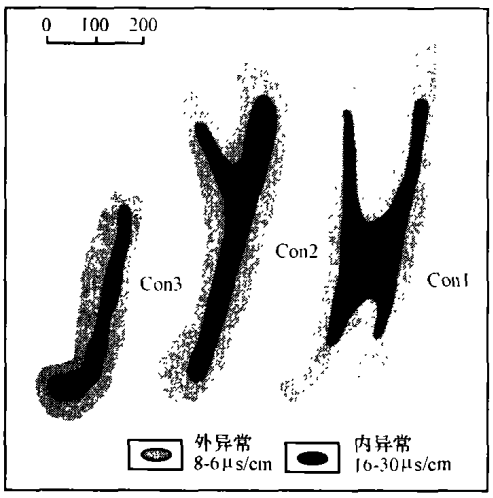


图 3　虎拉林金矿土壤离子电导率异常剖面图

Con1 号异常轴线长 900m,平均宽度 120m,异常强度为 8μs/cm ~ 28μs/cm,异常高出背景值 2 ~ 7 倍,与 Au_1 相吻合;Con2 号异常轴线长 800m,平均宽度 100m,异常强度为 8μs/cm ~ 20μs/cm,异常高出背景值 2 ~ 5 倍与 Au_2 异常相吻合;Con3 号异常轴线长 500m,异常强度 8μs/cm ~ 16μs/cm,异常高出背景值 2 ~ 4 倍,与 Au_3 号异常相吻合。

根据上述异常的平面特征,及所分布的地质位置,结合已知矿区的电导率异常对比分析,推测 3 个电导率异常应是 3 个金矿成矿带所引起的。其中 Con1 号异常已得到验证是由平均品位达 4.19×10^{-6} 的 1 号金矿体所引起,其它异常待验证。

4　结论与认识

通过对大兴安岭森林覆盖区虎拉林金矿土壤离子电导率异常特征及离子成份的研究,得出如下结论与认识

1) 根据在已知金矿上,方法找矿可行性试验证明,利用土壤离子电导率测量法在大兴安岭森林覆盖区寻找金矿方法是有效的,效果是明显的,为今后在东北森林覆盖区寻找类似的金矿提供了一种可选的新手段。

2) 通过对虎拉林金矿土壤离子电导率离子成分特征的分析研究,得出了组成虎拉林金矿土壤离子电导率异常的离子成份,主要是 HCO_3^-) SO_3^{2-}、Ca^{2+}、Cl^-、K^+、Na^+、F^-、Mg^{2+}、Mn^{2+}等一套水可溶性离子,单个水可溶性离子对总离子浓度的贡献大小顺序是:$HCO_3^- > Ca^{2+} > SO_4^{2-} > Cl^- > K^+ > F^- > Na^+ > Mg^{2+} > Mn^{2+}$。

3) 经过对虎拉林金矿土壤离子电导率与各水溶性离子数据进行相关分析,得出电导率异常与各水可溶性离子的相关系数是 $HCO_3^- > Ca^{2+} > SO_4^{2-} > Cl^- > K^+ > F^- > Na^+ > Mg^{2+} > Mn^{2+}$,即虎拉林金矿土壤离子电导率的含量大小变化主要是受 HCO_3^-、SO_4^{2-}、Ca^{2+}、K^+、F^-、Cl^-等一套离子群所控制. 为解释电导率异常的成因和评价电导率异常找矿的可靠性提供了理论依据。

[参考文献]

[1] 罗先熔,地球电化学勘查法及深部找矿[M] 北京:冶金工业出版社,1996.

[2] 罗先熔,厚层覆盖区土壤电导率测量找矿研究[J],地质与勘探,1987.(1).

维普资讯 http://www.cqvip.com

IONIC CONDUCTIVITY ANOMALY CHARACTERISTICS AND IONIC COMPONENTS OF SOIL IN GOLD DEPOSITS IN THE DAXIN'ANLIN FOREST OVERBURDEN REGION

LUO Xian - rong[1,2], ZHOU Tao - fa[2]

(1. *Institute of Ore Deposit Forecasting, Guilin Institute of Technology, Guilin* 541004;
2. *School of Resources and Environmental Engineering, Hefei University of Technology, Hefei* 230009)

Abstract: Knowing anomaly characteristics of the ion conductivity of soil (ICS) in Au deposits in forest overburden area, inquiring into components of ICS, and understanding relations between different ions and contributions to the soil conductivity, can provide evidences for forming mechanics of ionic conductivity anomaly of soil in gold deposits. A comprehensive study is carried out in the Hulalin Au deposit in Daxin'anlin forest overburden area. The research results show that a clear conductivity anomaly, demonstrating "rabbit ear" or "sawtooth", can be detected above known ore bodies. Ion components causing ion conductivity anomaly of soil are mainly soluble HCO_3^-, SO_4^{2-}, Ca^{2+}, Cl^-, K^+, Na^+, F^-, Mg^{2+}, and Mn^{2+}, etc. Correlations between ion conductivity anomaly in gold deposit and soluble ions by correlation analysis are $HCO_3^- > Ca^{2+} > SO_4^{2-} > Cl^- > K^+ > F^- > Na^+ > Mg^{2+} > Mn^{2+}$. Three ion conductivity anomaly areas with ore prospecting in unknown mineralization regions have been found.

Key words: Au deposit, ion conductivity of soil, Daxin'anlin

温州天久建筑机械有限公司

(原温州建筑机械厂)

温州天久建筑机械有限公司（原温州建筑机械厂）是专业生产砂浆泵和筑路机械厂家。UBJ系列挤压式灰（砂）浆泵产品通过国家有关部门鉴定；UB系列柱塞泵是我们与中国建筑科学研究院共同开发研制的产品。二系列产品广泛应用于砂浆输送、喷涂及深层搅拌桩灌浆、坡度两侧锚杆支护灌浆、隧道壁后充填灌浆、深层坑支护灌浆、喷涂防火材料等。筑路机械主要产品有 切纹机、切割机、混凝土摊铺整平机、吸水机、抹光机、插入式振动器、附着式振动器等，产品畅销全国。

UBJ系列挤压泵主要技术参数

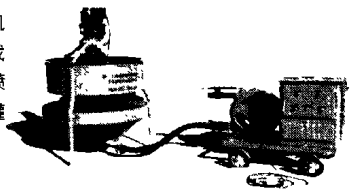
型号 / 参数	UBJ1 8型挤压泵	UBJ1 8C型挤压泵	UBJ3型挤压泵
出灰量 (m^3/h)	1 8/1 2/0 6/0 4	1 8/1 2	3/1 5/1
最大工作压力 (Mpa)	1 5	3	2
水平输送距离 (m)	100	200	120
垂直输送高度 (m)	30	40	30

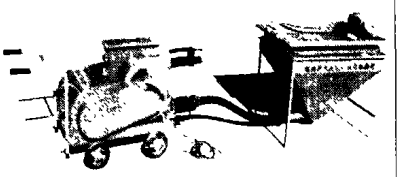
UB系列柱塞泵主要技术参数

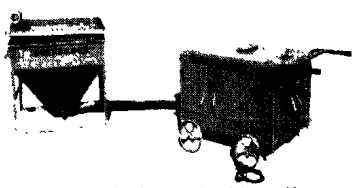
型号 / 参数	UB4-1型柱塞泵	UB4-2型柱塞泵	UB8型柱塞泵
出灰量 (m^3/h)	4/2/1 3	4	8
最大工作压力 (Mpa)	3	4	6
水平输送距离 (m)	300	400	500
垂直输送高度 (m)	40	50	60

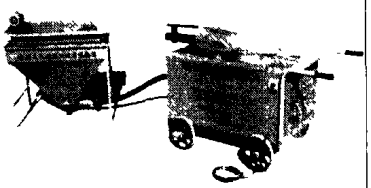
一次搅拌机主要技术参数

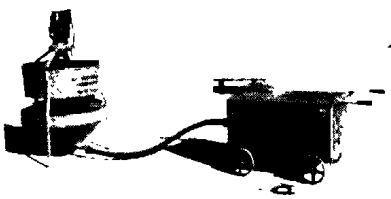
一次搅拌筒容量	一次搅拌转速	二次搅拌筒容量	二次搅拌转速
150L	32r/min	180L	32r/min

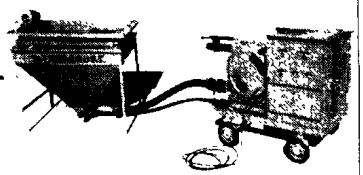

UBJ1 8型挤压泵配二次搅拌机


UBJC型挤压泵配料斗振动筛


UB8型柱塞泵配料斗振动筛


UBJ3型挤压泵配料斗振动筛


UBJ3型挤压泵配二次搅拌机


UBJ1 8型挤压泵配料振动筛


HQL型混凝土切割机


HQU型混凝土路面切纹机

质量第一、用户至上、发货及时、代办托运

法人代表：周国梁 (13957700625)　公司新址：浙江省温州经济技术开发区钱江路1号　开户银行：建行温州开发区支行

副总经理：叶建中 (13587662776)　公司老址：浙江省温州市吴桥工业区吴丰路9号　账　号：606012212000000095

邮　编：325000　传　真：0577—88612067　88631481　销售专线：0577—88612067　0577—88612132

网　址：http://www.wztianjiu.com　电子信箱：wztianjiu@tom.com