

煌斑岩在玲珑金矿田形成过程中的地质意义

申玉科¹, 邓 军¹, 徐叶兵^{1,2}

(1. 中国地质大学岩石圈、深部过程及探测技术教育部重点实验室, 北京 100083;

2. 中国冶金地质勘查工程总局, 北京 100028)

[摘 要]玲珑金矿田发育的金矿脉以黄铁石英脉为主。发育的含金石英脉在时空及成因方面与煌斑岩脉有密切联系。在空间上, 煌斑岩脉与黄铁石英矿脉呈小角度相交, 且大都错断矿脉。在时间上, 同位素测年显示, 煌斑岩脉的形成时间范围较大, 一般为 80 ~ 132Ma, 而石英脉的形成主要集中在 100 ~ 110Ma。通过煌斑岩中金含量测定及高温高压实验, 煌斑岩并非金元素的来源, 金元素与煌斑岩在高温高压条件下不相溶, 在成因方面, 形成矿脉的大部分金元素与煌斑岩脉应同属于地幔物质; 地幔岩浆含大量的地幔流体, 根据金的化学性质, 金易和地幔流体中的 Cl^- 、 OH^- 结合形成络合物, 在地幔岩浆上侵过程中随地幔流体上升到地壳上部, 并在适当的位置聚集形成含金石英矿脉, 而煌斑岩浆从上侵的基性岩浆中分离出来, 充填于构造裂隙中, 形成煌斑岩脉。

[关键词]玲珑金矿田 黄铁石英脉 煌斑岩脉 地幔岩浆 地幔流体

[中图分类号]P618.51 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2005)03-0045-05

0 引言

前人对热液型金矿床发育的煌斑岩脉, 做了大量有意义的工作, 提出了很多有价值的论断: 李兆龙等^[1]指出, 基性岩脉发育与金矿脉展布、构造格式和形成时间有着紧密依存关系。季海章等^[2]认为: 煌斑岩与金矿床不仅在空间分布上具有一致性, 而且在形成时间上接近; 煌斑岩不仅是矿床中部分 Au 的来源, 而且可提供 Au 在成矿过程中所必需的 H_2O 、 CO_2 、 S^{2-} 、 K^+ 等组分。李新俊等^[3]认为: 玲珑金矿田内煌斑岩脉主要为成矿期岩脉, 煌斑岩可能为金矿形成提供部分成矿物质、热能来源和就位场所。而翟建平^[4]等认为金矿化与煌斑岩的关系并非必然。罗镇宽等^[5]提出煌斑岩即使不是金的提供者, 也不能排除与煌斑岩同源或有关的深源流体参与成矿作用的可能性。玲珑金矿田作为全国重要的产金地, 发育了许多条大小不等的煌斑岩脉, 作者认为玲珑金矿田内相当一部分煌斑岩脉的发育与金矿脉的形成有密切关系, 这部分煌斑岩脉在侵入过程中不仅提供部分金元素, 而且能提供运移金元素

的地幔流体以及所需的能量; 而部分成矿前煌斑岩可能与金矿脉的形成关系不大。

1 区域地质概况

玲珑金矿田位于华北地台胶北地体的西北部, 招-掖金矿带东端, 矿体以黄铁石英脉为主。区域内出露地层主要为太古宙胶东群斜长片麻岩、黑云变粒岩和斜长角闪岩等。区内断裂构造发育, 走向为 NNE、NE ~ NEE 向。矿田内煌斑岩脉及其它基性岩脉发育, 且大都为 NE 向(图 1)。

2 煌斑岩脉与矿脉的关系

2.1 空间关系

玲珑矿田煌斑岩脉大量发育, 规模较大者延伸数千米至数十千米, 宽几米到十几米; 走向为 NE20° ~ 40°。石英黄铁矿脉的走向在矿田的南西部为 NEE70° ~ 80°, 东北部为 NE40° ~ 60°, 个别为 NNE20° ~ 40°。大多数金矿脉与煌斑岩脉相交, 并被煌斑岩脉错断(图 2); 也有少数的矿脉错断煌斑岩脉, 同时有个别矿脉与煌斑岩脉平行共生。另外,

[收稿日期]2004-08-31; **[修订日期]**2004-09-28; **[责任编辑]**余大良。

[基金项目]教育部跨世纪优秀人才培养计划与科学技术研究重点项目(编号:01037、03178)和国家自然科学基金面上项目(编号:40172036)联合资助。

[第一作者简介]申玉科(1966年-), 男, 1992年毕业于中国地质大学(武汉), 获学士学位, 工程师, 在读博士生, 现主要从事区域成矿学研究工作。

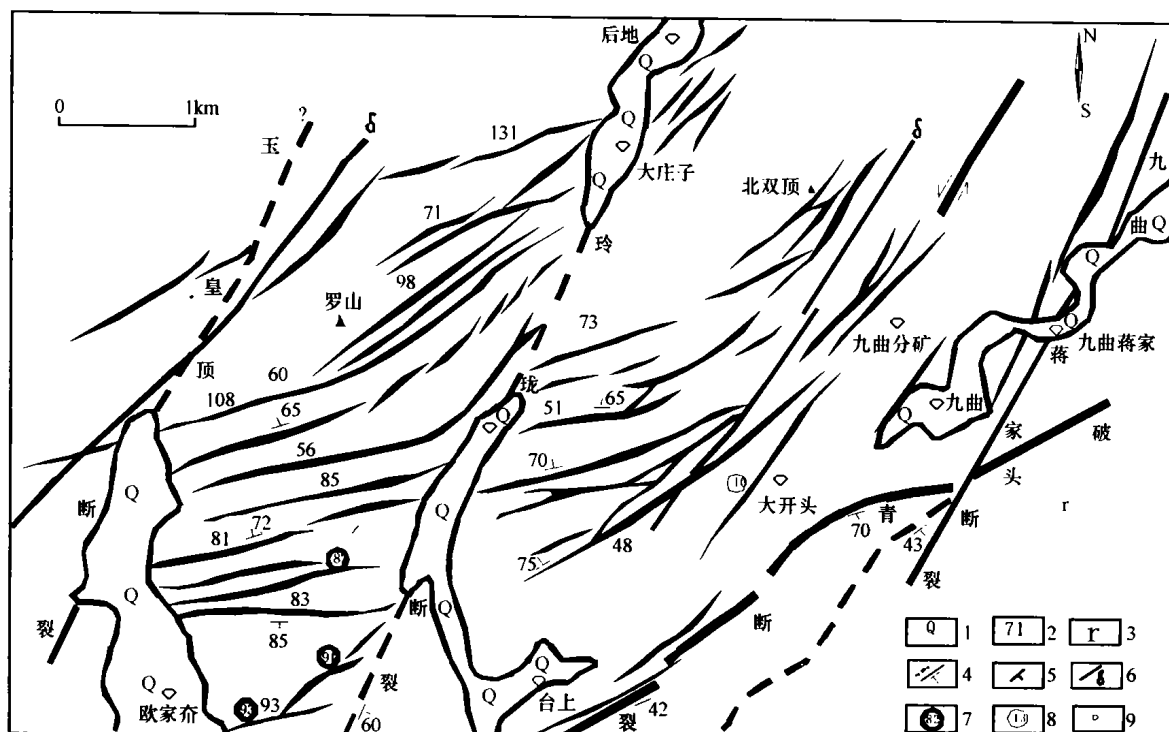


图1 玲珑金矿田地质构造金矿脉分布图(据吕古贤 1992 修编)

1—第四系;2—含金石英脉;3—深家河中粗粒花岗岩;4—主压扭断裂及其产状扭错方式;5—矿脉及其产状;6—中基性脉岩;7—含金黄铁绢英岩矿脉编号;8—绢英岩化碎裂花岗岩金矿体编号;9—居民点名

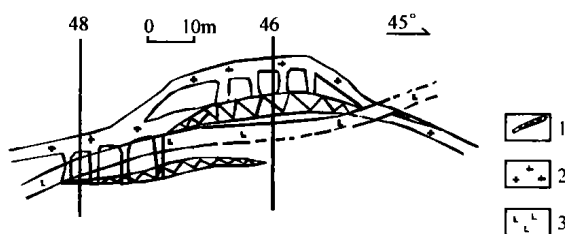


图2 玲珑金矿田-190中段176N与煌斑岩脉关系图
1—石英脉;2—花岗岩;3—煌斑岩

在已知众多的金矿床中都发现有煌斑岩脉与含金矿脉相伴生,间接表明金矿床的形成与煌斑岩脉存在一定的联系。如胶东许多金矿床、云南老王寨金矿床中^[6]都发育多期煌斑岩脉。

2.2 时间关系

按煌斑岩与金矿脉的形成时间,煌斑岩可分为成矿前、成矿期、成矿后3种类型。经同位素测年,玲珑金矿田内煌斑岩的形成时间为80~132Ma^[7],而矿化时间则主要集中在100~110Ma^[8],煌斑岩脉的活动时间相对较长。成矿期煌斑岩脉在含金矿脉的形成、演化方面起着重要的作用。

2.3 煌斑岩矿物组合

在玲珑金矿田内发育的煌斑岩脉主要为斜闪煌斑岩、斜云煌斑岩、云煌岩,主要矿物为黑云母、角闪

石、辉石和斜长石,还可能有少量石英、橄榄石、磷灰石、钛铁矿。

2.4 矿石矿物成分

玲珑金矿田以黄铁石英脉为主,矿体呈斜列式产出,矿石成分主要有石英、黄铁矿、黄铜矿、毒砂、方铅矿、闪锌矿和少量方解石。在同一条矿脉的中上部,金属硫化物比较发育,金的品位相对较高;而下部金属硫化物不太发育,主要是石英及少量方解石,金的品位也较低。Vakhrushev 等人(1972)研究了金与金属矿物的关系,发现磁铁矿、黄铜矿和镍黄铁矿中金含量高(达 9×10^{-6}),而黄铁矿和闪锌矿中金含量最低。Keays 和 Crocket 对萨德伯里矿床各矿物也做过广泛调查,发现金主要与黄铜矿和镍黄铁矿伴生。

2.5 煌斑岩金含量

玲珑矿田发育大量的煌斑岩脉,但其中含金量并不高,季海章等测得胶东玲珑及其它金矿区的煌斑岩含金量在 $(4.1 \sim 6.9) \times 10^{-9}$ 之间;翟建平等^[4]测试了玲珑、焦家、栖霞、乳山4个产金地的煌斑岩中金的含量,华南贵东、诸广、安徽大龙山等产铀地区的煌斑岩中金的含量及非矿化地区煌斑岩中金含量;测试结果也表明,玲珑金矿田及其它金矿区所发育的煌斑岩中金的含量并不高,都在 $(2.0 \sim 3.0) \times$

10^{-9} 之间,也不比其它火成岩中的高。黄智龙等^[9]的高温高压实验结果为:(1)原来均匀分布于煌斑岩粉末中的金粉最后沉积于底部,从底面中心向边缘金颗粒的数量减少;(2)大部分金颗粒被黄铁矿球所包裹,金颗粒、黄铁矿颗粒和玻璃(煌斑岩熔体)之间的界线明显;(3)煌斑岩熔体中金含量甚微。在其所做的煌斑岩-硫化物熔体高温高压实验结果也证明:黄铁矿与煌斑岩不相混溶^[10]。实际情况也证明,金属硫化物不与煌斑岩混溶,如果发生混溶,则金属硫化物就不可能形成含金黄铁石英脉。上述得出:硫化物及含金元素流体在煌斑岩岩浆演化早期就可能与主体岩浆发生分离。煌斑岩初始岩浆中含有的金元素主要存在于含硫化物的流体中,煌斑岩经过演化,携带金元素随流体从煌斑岩中分离出来,而煌斑岩中的金含量就非常低。

表1 玲珑矿田各类煌斑岩中金的含量

(引自翟建平等,1996)

煌斑岩类型	样品数/个	金含量/ 10^{-9}
闪斜煌斑岩	7	2.65
云斜煌斑岩	4	2.62
黑云闪斜煌斑岩	5	2.45

3 煌斑岩脉的成因

针对煌斑岩的成因,地学界大致有以下几种看法:(1)结晶分异说;(2)同化混染说^[12];(3)地幔柱说^[11]。M Storey 等(1989)^[13]将煌斑岩(130~110Ma)作为 Kerguelen 地幔柱头部的标志产物之一。王登红^[14]把地幔柱顶部发育的基性岩脉称作幔枝构造。各种资料显示煌斑岩脉属于地幔岩浆组分,该类岩脉的形成与地幔岩浆上侵有密切关系。因而地幔柱说近几年来被一些学者所接受。地幔岩浆的上侵不仅能提供部分成矿物质,而且能提供成矿过程中所需的热动力和携带金元素的流体组份。

4 与煌斑岩伴生的流体及分离

总的说来,煌斑岩源于地幔岩浆,地幔岩浆含有大量的地幔流体。地幔流体是与地幔岩石处于平衡的气体 and 挥发分,通过地幔岩包体中流体包裹体以及玄武岩中化学组分的研究了解到,地幔流体的主要化学组分为碳、氢、氧、氮、硫、氟、氯、磷、碱金属、铁、硅、铜、铅、锌、锡、银、金等^[15]。从现代活火山和大洋岛弧的火山喷气以及超基性岩、碱性岩、盐岩、金伯利岩等幔源岩石中发现有大量的 H_2 、CO、 CO_2 、 CH_4 、 N_2 、 NO_2 等气体;在红海裂谷、太平洋、大西洋、

印度洋洋中裂谷等处均发现含大量 CO_2 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 H^+ 、 F^- 、 CH_4 等气体的热泉,也表明地球深部的地幔分异出流体^[16]。地幔岩浆上侵过程中携带地幔流体一起上侵,在上侵过程中,随着压力与温度的降低,原来相互混溶的组分会逐渐发生分离,部分地幔流体、煌斑岩浆就会从岩浆中分离出来。由于流体与煌斑岩不相溶,在煌斑岩浆早期的侵位过程中,与煌斑岩浆发生分离。由于物理化学性质的差异,流体部分则提前上升侵位,在适当的位置沉积成矿,而煌斑岩浆在地壳的适当位置侵位形成煌斑岩脉。杜乐天(1996)系统地研究了流体的组成、演化和成矿作用,认为成矿热液的热、挥发分(F、Cl、P、S、C、H等)及碱金属(Na、K、Li等)都非地壳本身所能全部供应。

幔源岩浆活动伴随地幔流体活动,因而地幔流体成矿作用往往伴随幔源岩浆活动。如云南三江金矿成矿带与富碱侵入岩和煌斑岩时间上、空间上密切共生,黄智龙等^[6]对该带老王寨金矿床煌斑岩进行了系统研究,从构造环境、源区特征、岩浆演化、岩石中 CO_2 的来源、蚀变流体特征及与成矿的关系等方面论证了矿区煌斑岩浆活动过程中存在地幔流体活动(地幔去气和岩浆去气作用),认为伴随煌斑岩岩浆活动过程中的地幔活动为成矿流体的重要来源。

金的地球化学性质决定金在一定的温度和压力条件下容易和 Cl^- 、S 结合形成络合物,金随流体在煌斑岩脉侵位过程中大都从岩浆中分离出来进入早期形成的裂隙中,由于压力的降低,地质流体发生减压沸腾作用,挥发分进入大气圈层,流体中的金属硫化物沉积下来,在张性裂隙中沉积形成矿脉。同时,金不易和方解石、石英及其它硅酸盐结合,玲珑金矿9[#]、23[#]、47[#]、47支等矿脉下部富集大量石英及方解石,而金含量极低;花岗岩中长石及云母、石英发育,金并不富集。通过研究及高温高压试验^[9],也可以证明上述观点。

5 金的来源及成矿作用

玲珑金矿田金元素的来源为多种因素的综合,而地幔流体起主导作用。首先金元素主要来源于地幔流体。同位素测定胶东地区的金元素也主要来源于地幔^[1],在超临界状态下易和地幔流体中的 Cl^- 、 OH^- 等离子结合形成络合物而赋存于地幔岩浆中,地幔岩浆上侵过程中,物理化学条件的变化会引起地幔岩浆发生分异作用,不相混溶的组分相互分离。

其次在地幔岩浆与地幔流体上侵过程中也不可避免地与围岩发生物质交换,围岩中部分含金组分也会加入到地幔流体中形成混合流体,其中晚太古代—早元古代变质岩为地壳中主要提供金成矿物质的矿源层^[17]。牛树银等^[11]认为金以蒸汽的形式聚集在核幔边界附近,由于天文因素或地内因素的扰动,地核物质便可穿越核幔边界以地幔热柱的形式向上运移。金元素到达软流圈时,部分金与其它物质一起形成气—液混合相,随地幔柱多级演化继续向上运移。地幔流体的氧逸度很低,自深部向上硫的含量逐渐增大,运移过程中形成硫化物^[15]。含金的多金属硫化物及其它流体组分在适当的位置赋存形成金矿脉。Groves 认为 Yilgarn 地块太古宙金矿,是由地幔流体携带的金与壳幔混合流体从围岩中淋滤出的金一起形成的。Ballhaus 等在温度 880℃ ~ 900℃,压力为 0.4GPa ~ 1.0GPa 的条件下进行了 Fe、Ni、Cu、Pt、Au 等元素在流体相和硫化物相之间的分配实验,结果 Au 在流体中溶解度达到 $(150 \sim 300) \times 10^{-6}$ 之间,说明地幔流体携带金而形成金矿脉的可能性。

T-J₁ 期间 Izanagi 板块由 SE 向 NW 俯冲挤压,鲁东地体以右行剪切方式沿郯庐断裂带拼贴于华北板块之上,导致胶东地区发生强烈褶皱作用,深层次活化,出现相对挤压区和相对扩张区,从而导致胶东地区地幔上隆,北部金矿集中区在壳内构造薄弱带发生剪切深熔作用,地壳增厚并发生花岗岩浆活动,同时由于断裂的剪切深熔作用,产生剪切深熔型花岗岩和相关脉岩^[18]。胶东地区大规模的成矿作用是板块运动、地幔上隆、岩浆和断裂活动、流体运移等多种作用的藕合。

因此,玲珑金矿床的成因可以表示为:

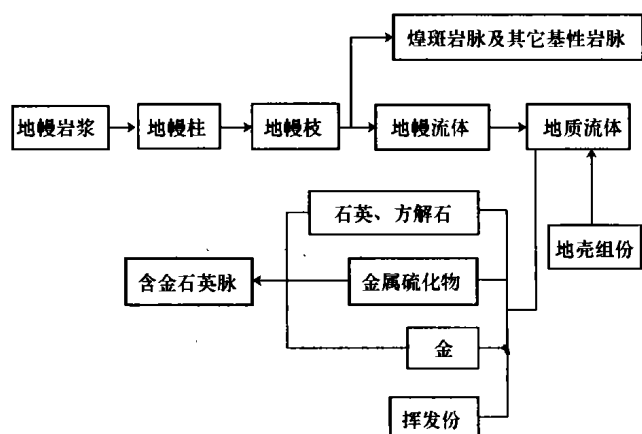


图3 玲珑金矿床形成示意图

6 结论

1) 玲珑金矿田金元素主要来源于地幔流体,与煌斑岩脉同源。

2) 金矿脉的形成是地幔物质多次分异的结果,由于温度和压力的变化,地幔流体和煌斑岩岩浆从早期的地幔岩浆分异出来。

3) 含金地幔流体在上升过程中不可避免地混入地壳的成分并参与成矿。

4) 通过多次分异,金逐步富集形成与金属硫化物发育密切相关的脉状矿体。

[参考文献]

- [1] 李兆龙,杨敏之. 胶东金矿床地质地球化学[M]. 天津科学技术出版社,1993,12,198~204.
- [2] 季海章,赵懿英,卢冰,等. 胶东地区煌斑岩与金矿关系初探[J]. 地质与勘探,1992,28(2):15~18.
- [3] 李新俊,李绪俊,孙国胜. 罗山金矿煌斑岩地质特征及其找矿意义[J]. 黄金,1999,20(6):10~13.
- [4] 翟建平,胡凯,陆建军. 有关煌斑岩与金矿化新成因模式的讨论[J]. 矿床地质,1996,15(1):81~85.
- [5] 罗镇宽,关康,余和勇,等. 胶东招—莱地区大型—超大型金矿形成的几个关键因素[J]. 地质找矿评论,2003,2:95~102.
- [6] 黄智龙,肖化云. 云南老王寨金矿煌斑岩中 CO₂ 的来源[J]. 矿床地质,1998,17(增刊):1075~1078.
- [7] 杨敏之,李治平. 胶东东部金青顶金矿床围岩蚀变的地球化学形成机理及找矿方向[J]. 地质找矿论丛,1989,4(2):1~17.
- [8] 张振海. 胶东招—掖金矿带等时线的研究及测定[J]. 贵金属地质,1993,2(1):26~33.
- [9] 黄智龙,朱成明,肖化云,等. 煌斑岩岩浆能携带金吗?——高温高压实验的证据[J]. 科学通报,1999,44(12):1331~1334.
- [10] 黄智龙,朱成明,肖化云,等. 煌斑岩—硫化物熔体液态不混溶作用的高温高压实验研究,地质评论[J]. 45(增刊):113~117.
- [11] 牛树银,侯增谦,孙爱群,等. 核幔成矿物质(流体)的反重力迁移——地幔柱多级演化成矿作用[J]. 地学前缘,2001,8(3):95~101.
- [12] 邱家骧. 岩浆岩石学[M]. 北京:地质出版社,2001,1:161~166.
- [13] Storey M, Saunders A D, Tarmey J, et al. Contamination of Indian Ocean asthenosphere by the Kerguelen - Heard mantle - plume[J]. Nature, 1989, 338:574~578.
- [14] 王登红. 地幔柱的概念、分类、演化与大模成矿——对中国西南部的探讨[J]. 地学前缘,2001,8(3):67~72.
- [15] 翟裕生,邓军,李晓波. 区域成矿学[M]. 北京:地质出版社,1999,3:77~78.
- [16] 曾晓东,李培铮. 幔汁成矿作用浅析[J]. 矿床地质,1998,17(增刊):1085~1086.
- [17] 邓军,杨立强,方云,等. 胶东地区壳—幔作用与金成矿效应[J]. 地质科学,2000,35(1):60~70.
- [18] 邓军,翟裕生,杨立强,等. 构造演化与成矿系统动力学——以胶东金矿为例[J]. 地学前缘,1999,6(2):315~313.

GEOLOGICAL SIGNIFICANCE OF LAMPROPHYRE DURING GOLD MINERALIZATION IN THE LINGLONG ORE FIELD

SHEN Yu-ke¹, DENG Jun¹, XU Ye-bing^{1,2}

(1. School of Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083;

2. China Bureau of Metallurgy Geology for Exploration and Engineering, Beijing 100028)

Abstract: The gold veins in the Linglong ore field are mainly pyrite quartz veins. Space-time and origin of the gold veins in the ore field were closely related with some lamprophyre dykes. The angle degrees between lamprophyre and pyrite-quartz veins are smaller in space, and lots of lamprophyre dykes cut pyrite-quartz veins. Formation time of gold-bearing quartz veins among 100-110Ma was shorter than that of lamprophyre dykes among 80-132Ma. Gold did not come from lamprophyre because gold and lamprophyre can't compatible in the condition of high temperature and pressure, and there is very little gold in lamprophyre through determination and experiment. Most gold in ore bodies and lamprophyres all belong to mantle substance that contains a great deal of fluids. The fluids containing gold departed from mantle magma during the magma rising up, and gold deposited in appropriate position in the upper crust. In the mean time, the lamprophyre magma also departed from mantle magma and filled up the fracture and became lamprophyre dykes.

Key words: pyrite quartz vein, lamprophyre dyke, mantle magma, mantle fluid, Linglong gold field

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、混凝土摊铺平整机、吸水机、抹光机、插入式振动器等,产品畅销全国。

UBJ系列挤压泵主要技术参数

参数	型号	UBJ1.8型挤压泵	UBJ1.8C型挤压泵	UBJ3型挤压泵
出灰量 (m³/h)		1.8/1.2/0.6/0.4	1.8/1.2	3/1.5/1
最大工作压力 (Mpa)		15	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

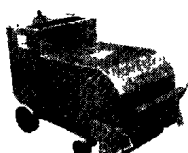
参数	型号	UB4-1型柱塞泵	UB4-2型柱塞泵	UB8型柱塞泵
出灰量 (m³/h)		4/2/1.3	4	8
最大工作压力 (Mpa)		3	4	6
水平输送距离 (m)		300	400	500
垂直输送高度 (m)		40	50	60

二次搅拌机主要技术参数

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



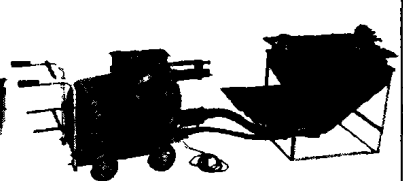
HQL型混凝土切割机



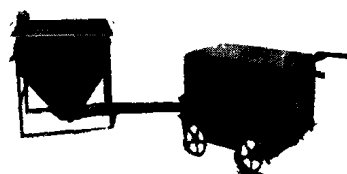
HQU型混凝土路面切纹机



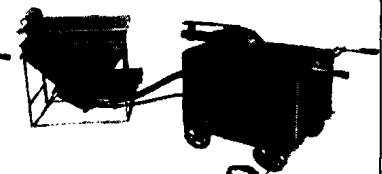
UBJ1.8型挤压泵配二次搅拌机



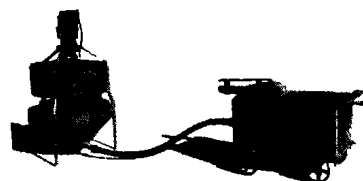
UBJC型挤压泵配料斗振动筛



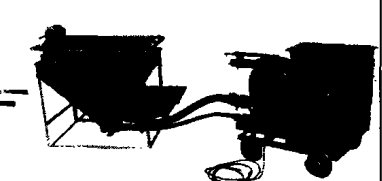
UB8型柱塞泵配料斗振动筛



UBJ3型挤压泵配料斗振动筛



UBJ3型挤压泵配二次搅拌机



UBJ1.8型挤压泵配料斗振动筛

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