

重视内蒙古分散元素矿产资源的开发与利用

陈 旺¹, 徐锡华², 孙中庆³, 汪建宇⁴

(1. 内蒙古有色地质勘查局, 呼和浩特 010010; 2. 天津地质研究院, 天津 300061;
3. 中国公安大学, 北京 100083; 4. 辽宁金凤黄金矿业有限责任公司, 辽宁 凤城 118107)

摘 要: 分散元素因其独特的地球化学性, 多呈分散状态产于主金属矿物中, 只有在特殊的地质条件下才能形成独立的分散元素矿床。分散元素具有重要与广泛的用途, 是高科技新材料的重要原料, 有着极其巨大的市场潜力。内蒙古与分散元素有关的金属矿床种类较多, 资源储量丰富, 可划分为 3 个分散元素富集区。对内蒙古的分散元素资源应加强选冶回收技术研究, 积极推进资源勘查和开发利用工作。

关键词: 分散元素; 地球化学 开发利用; 内蒙古

中图分类号: P612; P618.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2005)04-0248-06

内蒙古是中国的矿产大省, 稀土资源储量居世界之首。在已发现的 128 种矿产中, 有 56 种储量列全国前 10 位, 22 种列前 3 位, 7 种居全国首位。芒硝、天然碱、硫铁矿、铌和稀土氧化物储量居全国第一, 煤矿位居第二。此外, 内蒙古铜、铅、锌、金、银、钨、钼、锰、铬铁等金属矿产以及石墨、石棉、石膏、石油、硫磺、萤石、水晶石、石灰石等非金属矿产也在全国占有重要地位。

矿产资源门类全、种类多、储量大说明内蒙古地区成矿作用的多样性和成矿条件的优越。相形之下, 与主金属密切相关的分散金属矿产在内蒙古的开发与利用程度却相对不足, 以至于出现销售铅、锌和银等矿产品时忽略其中所伴生的分散金属矿产的情况, 而后者的价值往往是不应忽略的。目前, 分散金属在全球市场的需求旺盛, 开发潜力巨大。

1 分散元素的概念

分散元素通常是指镓(Ga)、铟(In)、铊(Tl)、锗(Ge)、硒(Se)、碲(Te)和铼(Re)等 7 个元素, 有时也将镉(Cd)、钒(V)、铷(Rb)、铪(Hf)和钪(Sc)等元素包括在内。这些元素在地壳中丰度很低、储量很少、在岩石中极为分散、在自然界难于形成独立矿物以及不容易经济地分离或提取。因此, 分散元素又被

称为稀有分散元素。

80 年代以后, 美国犹他州阿佩克斯镉-锗矿床、玻利维亚帕卡哈卡硒矿床和纳米比亚楚梅布锗矿床等一些独立矿床陆续出现。作为找矿研究新热点的同时, 分散元素的概念也遇到了新挑战。

近 10 年来, 中国发现了一系列由分散元素超常富集的独立矿床, 其富集程度有时很高, 储量也相当大。如四川石棉大水沟碲矿床的碲相对于地壳丰度富集了 106 倍; 鄂西渔塘坝硒矿床的硒富集 104 倍; 贵州牛角塘镉-锌矿床的镉富集 105 倍, 矿床品位高达 $2\ 000 \times 10^{-6} \sim 8\ 000 \times 10^{-6}$, 可独立开采(刘铁庚和张乾等); 滇西临沧也发现超大型锗铋煤共生矿床, 资源储量巨大。由涂光炽院士领衔完成的一项科研结果认为, 在大面积低温成矿域的特殊地质环境下, 锗、硒、碲、铋等分散元素能够超常富集形成独立矿床^[1]。

同时, 一些分散元素独立矿物也被不断发现: 如河北东坪的碲锌(铁)矿, 西南地区的楚碲铋矿、斜硫碲铋矿、硫铁铋矿、辉铁铋矿、硫碲铋铅矿、硫碲铋矿、铋黄铁矿、硫镉矿、方硒铜矿、碲银矿和六方碲银矿等矿物。目前, 已发现 200 多种分散元素矿物。

2 分散元素地球化学特点

在大多数情况下, 分散元素在自然界以吸附和

类质同象等分散状态存在主金属矿物中,难于形成独立矿物。闪锌矿一般都富含镉、锗、镓、铟等,个别还含有铊、硒与碲;黄铜矿、黝铜矿和硫砷铜矿经常富含铊、硒及碲,个别的还富含铟与锗;方铅矿也常富含铟、铊、硒及碲;辉钼矿和斑铜矿富含铋,个别的还富含硒;黄铁矿则常富含铊、镓、硒、碲等。

热液硫化物成矿作用对于分散元素富集并形成可利用金属储量的地球化学过程极为重要。大多数分散元素由于含量分散而未能富集成具有工业价值的独立矿床,仅在特殊的地质条件下,才能发现一些独立的镉、锗、硒、碲或铊等矿床,有时还颇具规模。

这些分散元素的主要地球化学特点分述如下^[2]:

镉:镉在地壳中丰度很低并高度分散,在自然界很少形成独立矿物,只是在热液阶段有可能形成硫镉矿(CdS)等矿物,且多见于矿床氧化带。在多金属矿床中,镉主要以硫化物状态存在,常与锌、铜、铅共生。作为亲硫元素,闪锌矿是镉的主要载体。黄白色的低温闪锌矿含镉高($1\ 500 \times 10^{-6} \sim 7\ 600 \times 10^{-6}$)。

镓:镓是极分散的元素,独立矿物有辉镓矿(CuGaS₂)等。在热液作用中,它表现为亲硫性和亲铁性。镓以类质同象大量进入闪锌矿中,后者是最重要的含镓矿物。此外,在硫镓铜矿、黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿、方铅矿、锑铅矿、辉锑矿和辉铋矿等许多硫化物中也含镓。镓还表现为亲石性,在与硫化物伴生的绿泥石和明矾石等铝硅酸盐矿物中镓含量可达 $10 \times 10^{-6} \sim 50 \times 10^{-6}$ 。明矾石储量大,含镓量均匀,是镓的良好来源。此外,在某些煤灰中也含有少量镓。

铟:铟在地壳丰度很低,主要以杂质的形式存在于主矿物中。铟的地球化学性质与锡、镉最近,其次是铁、镓、铊、锌、铜和铅等。闪锌矿是铟的最重要载体,硫化矿床中的铟几乎全部赋存于闪锌矿中,其含铟 $10 \times 10^{-6} \sim 100 \times 10^{-6}$,可高达 $700 \times 10^{-6} \sim 1\ 000 \times 10^{-6}$,是铟的重要原料来源。与闪锌矿共生的黄铜矿、方铅矿等也比较富铟。铟的次要载体矿物为黄锡矿、黝铜矿及锗石等。热液富铟矿床常与富铟的侵入体有关,其矿物形式有FeIn₂S₄, CuInS₂和In(OH)₃等。

铊:铊在地壳中以低丰度分布在长石、云母和铁、铜硫化物矿中。铊独立矿物非常稀少,仅在低温热液中形成。低温闪锌矿显著富集铊。铊是亲铜元素,与铅许多性质相似,在热液作用中主要表现为典

型的亲硫性。以类质同象形式与铊紧密共生的元素还有银、锡、铟、铋、铁、铜、锑、砷和汞等。

锗:锗在热液作用中表现为亲硫性,常存在于锌、锡、铁和铜矿物中,并能富集成独立的锗矿床。锗以类质同象进入闪锌矿,后者是锗的重要富集矿物,在低温闪锌矿及纤锌矿的锗含量可达 10^{-3} 级。在特殊条件下锗可以形成含量超过 10^{-2} 级的独立矿物。值得注意的是,在煤矿中,约含有 10^{-5} 级的锗,然而,在烟道灰中却含有 10^{-3} 级、甚至 10^{-2} 级的锗可以利用。

硒:硒在地壳中含量并不太少,比锑、银、汞等多几倍至几十倍,但其很分散,主要分散在硫化矿物中。镍、钴、钼和铜的硫化物以及铅、铋的硫酸盐矿物中富含硒,而磁黄铁矿和闪锌矿含硒很少。硒矿物存在于含硫少的金矿床、砷化物矿床、铀矿床和铁矿床中。在火山作用和喷气活动产物中,硫和硒是相当富集的典型元素。目前已知有硒银矿(Ag₂Se)等40多种硒的独立矿物。硒的主要来源是(铜)黄铁矿型等热液硫化物矿床和多金属矿床。通常,硒大都是从电解铜厂的阳极泥和硫酸厂的烟道灰中提取。

碲:碲在地壳中大都呈分散状态。碲可以广泛地以类质同象形式进入硫化物矿物;另一方面也常能形成碲化物。目前已知有自然碲(Te)、硒碲矿(TeSe)等近40种碲独立矿物。近年来在中国四川石棉县大水沟发现了碲独立矿床。当然,自然界中形成独立碲矿物的有利条件毕竟是很稀少的,最重要的仍然是硫化物中的分散状混入物。与硒相同,碲的主要来源也是热液硫化物矿床。金的碲化物矿床可视其为潜在来源。

铋:铋在自然界中非常稀少,地壳丰度很低,主要呈分散状态,独立矿物鲜见。在地球化学性质上与钼接近,在辉钼矿中铋和硒的含量特别高,可达1.88%。辉钼矿中铋的含量随其矿床形成温度的降低而增长。铋的最大来源是热液矿床中的辉钼矿,在黄铁矿、黄铜矿和硅铋矿中也有一定分布。此外,铋在岩浆型铂、铜、镍矿床中也有富集趋势。

钒:钒作为在自然界广泛分布的铁铝矿物杂质而被分散。钒铅矿[Pb₅(VO₄)₃Cl]和钒钾铀矿[K₂(UO₂)₂(VO₄)₂·3H₂O]等矿物存在于自然界较少。在热液作用中钒并不富集,但在一些热液矿床的磷灰石等脉石矿物中却含有相当高的钒。因为在地壳中几乎没有独立矿床,含钒1%就是富矿。目前,钒钛磁铁矿是提取钒的主要原料。

3 分散元素的用途与市场需求

分散金属具有极为重要与广泛的用途,是当代高科技新材料的重要组成部分。在计算机、通讯、宇航和医药卫生等众多领域,其用量虽说不大,但至关重要,缺它不可。

镉:很早就被用作颜料,并用于镉盐、合金、电镀、焊药、镉蒸灯、烟雾弹和氯乙烯树脂的稳定剂等,广泛用于航天、原子能等尖端科技领域。镉及其化合物大都属毒性物质。人体摄入过多会危害健康,除了用作通信电子器件的高性能电池外,镉很少作为大众用品。

镓:长期以来并未得到充分的开发利用。镓的熔点很低(29.78℃),沸点却高达2070℃,且可过冷到-120℃,其液态温度范围很宽,被用于低熔点合金、冷焊剂、高温温度计、配制易熔金属和低温焊接材料等。50年代末期,全世界镓的年消耗量还不到100 kg。进入60年代后,随着半导体工业的迅猛发展,金属镓的用量迅速增加,成为了当代信息技术的重要支撑材料。约90%的镓用于电子工业部门,主要作为砷化镓、磷化镓等半导体材料来制造发光二极管、激光器、集成电路及微波器等。此外,镓还用于制造超强反射力的特种光学玻璃和原子能工业中的热传导介质等。目前正在开发制备高纯Ga₂O₃和GaCl₃的新材料。镓的潜在用途是用作水下通讯和中微子收集器。2002年世界镓的消耗量达到了220 t左右,预计今后还将大幅度增长^[3]。

铟:广泛用于电镀、钎焊料、低熔点合金、高性能轴承、可溶电极、核控制棒、透明电极、半导体、光电源、贵金属合金和透明反射材料等,是高新技术领域具有竞争优势的金属产品。用铟化铟材料制造的光开关比普通硅开关快1000倍,有金属维他命的美誉。受资源条件的限制,全球只有少数国家生产铟锭,且增长量有限。我国铟资源量居世界第一,占全球产量的10%左右。目前,发达国家铟消耗量占全球总消耗量的90%以上,需大量进口。因此,铟的市场前景较好,是发展铟生产及深加工的良好时机。

铊:铊的低熔点合金可用于电子管玻壳的粘接。铊激活的碘化钠晶体可用作光电倍增管。铊是超导材料的理想金属。铊化合物还可作为有机合成的催化剂。铊及其化合物对生物和人体有毒,很少作为大众用品。

锗:1984年美国就将锗作为战略材料进行储备,在军事工业、航空航天领域有着广泛的用途,在红外光学、光导纤维、超导材料、催化剂、医药、半导体、雷达设备、遥控仪器和电子计算机等方面的需求量与日俱增。锗用来制造晶体管、热敏电阻和光电池。在医学上,锗的化合物可用来治疗贫血病与嗜眠症。二氧化锗是生产金属锗及其产品的重要原料。全世界锗的年产量只有几十吨。我国进口锗需求量大,其市场机遇相当可观。

硒:主要用于制造光电池、光敏电阻、半导体、整流器、催化剂、硒感光板、复印硒鼓、特殊染料、抗磨橡胶、特种合金和光电管摄像机等,是医学和特种玻璃工业必备材料。硒及其化合物均有剧毒,使皮肤产生斑疹、头痛并丧失嗅觉。硒对人类健康方面有重大意义。

碲:是一种银灰色半金属,熔点为450℃,具有很高的电阻系数,是逆磁性金属和良好的半导体材料。碲可以改善金属产品的可切削性,用于电阻、合金、陶瓷、铸铁、彩色玻璃、电热装置、橡胶硫化、化工原料、半导体器件及蓄电池极板保护剂等。

铼:可用于钨、钼合金中的添加剂和导弹的难熔金属部件,也用作电灯丝、电器触点、高温热电偶、烤箱电热丝、电极和珠宝等。

钒:钒和铁、硅、铜、铝等混合后能得到非常坚硬、耐久的合金,用于建筑材料和切割工具制造。钒钢大量用于制造汽车和飞机的发动机、轴、弹簧及火车头的汽缸,被誉为“汽车工业的基础”。色彩缤纷的钒的化合物被制成鲜艳的颜色,用来制造彩色玻璃或各种墨水。

铀:用于核反应堆控制棒,因为它能吸收中子,也在真空管中用作气体清除剂。

据初步计算,镉与锌价格比为2.8;铟:银为3.7;硒:铜为27;镓:铅为161;镓:锌为210;锗:锌为387;而铟与锌价格比竟高达629,其出口创汇,经济效益极大(Ag据伦敦贵金属收盘2005-11-04报价;Cu, Pb, Zn据国际金属市场2005-11-03行情;分散金属:欧洲战略小金属2005-11-02价格行情。源自环球金属信息网<http://www.cnitdc.com>)。

4 内蒙古分散元素矿产资源条件

内蒙古自治区境内与分散元素有关的金属矿床种类较多,资源储量丰富。多重成矿作用发育造成

各种元素尤其是低丰度元素逐步富集条件。其金属矿产资源分布特点总体上为中西部富集铜、铁、镍、稀土,中南部富集金,东部富集银、铅、锌、铜、锡、稀土和分散金属。依据该区大地构造单元划分和成矿作用特点,大致可划分出 3 个分散元素富集区:

4.1 狼山—白云鄂博裂谷带分散元素富集区

该区包括狼山—渣尔泰山铜、铅、锌成矿带和白云鄂博—商都铁、稀土、金、铜成矿带。形成一系列具有层控特点的火山喷流沉积(变质改造)大型特大型矿床,代表性矿床有白云鄂博特大型稀土金属矿、朱拉扎嘎大型金矿、霍各气大型铜矿、炭窑口大型硫铁矿和甲生盘大型铅锌矿床等。其中,元古界渣尔泰群地层和白云鄂博群是重要含矿地层,赋矿岩石为泥炭质白云岩、泥灰岩、板岩和石英岩等。其成矿元素为铁、铋、稀土、金、铜、铅、锌、硫等,并伴生镓、铟、锗、镉等分散元素。在主要矿床中,镓平均品位为 1.4×10^{-5} ,锗为 1.5×10^{-4} ,镉为 1.3×10^{-3} ,具有一定的储量规模。

4.2 大兴安岭中南段分散元素富集区

本区位于内蒙古古生代地槽褶皱带及大兴安岭中生代火山岩区,分布有众多岩浆(次火山)热液型和夕卡岩型银、铅、锌、铜、铁、锡多金属矿床,代表性矿床有大井银锡(铜)多金属矿、巴尔哲特大型“801”稀有(土)矿床、孟恩陶勒盖中型银铅锌矿床、黄岗大型铁锡矿床、突泉县莲花山中型铜银多金属矿床以及白音诺尔大型铅锌银等矿床。其矿产地较多,分布范围广泛,成矿元素以铜、铅、锌、银、铁、锡等元素为主,镓、锗、硒、镉、铟、碲、铼、铈等分散元素均有出现,部分矿床中分散元素储量具有一定规模。

我国少见的扎鲁特旗巴尔哲特大型“801”铋、稀土碱性花岗岩型矿床处于大兴安岭中段中生代火山—岩浆活动带内,矿床赋存于燕山晚期钠长石化花岗岩体内,钠长石化蚀变强烈。主要有用矿物为锆石、羟硅铍钼铈矿、烧绿石、铁钼矿、氟菱钙铈矿、独居石、铋铁矿等。稀土氧化物 0.112 6% ~ 0.193 3%,最高 0.7442%,并伴生可观的铈、镉等稀有分散金属,综合开发前景很大。

突泉县莲花山中高温岩浆热液中型铜银多金属矿床以含砷铜银矿和含银铜矿矿石为主,伴生有钴、镉、硫、金、砷、铟、硒、碲、铋等元素,可综合利用。

孟恩陶勒盖大型银矿、中型热液充填交代型铅锌矿伴生金、铟、铜等,均可综合利用。

位于大兴安岭南麓的拜仁达坝特大型银多金属矿堪称为我国北方最大的银矿,现已探明银、铅、锌

等金属储量,伴生金属为金和铜,但其分散金属尚待查明。

总之,大兴安岭地区矿产品种齐全,煤、非金属以及丰富的有色金属资源特别是锗等稀有分散金属资源为成为重要的矿产资源战略接替基地准备了条件。

4.3 锡盟东乌旗—呼盟新右旗分散元素富集区

锡盟东乌旗—呼盟新巴尔虎右旗银、铜、钼、锌、铁、稀有、分散元素富集区呈 NE 向展布,北与蒙古国的成矿带相衔接。

锡林郭勒盟地处板块交汇地带,地质成矿和赋存条件良好,矿产资源十分丰富。

东乌旗朝不楞矿是目前国内罕见的大中型多金属矿山,已被国际上认定是一种新型的铁与多种金属共生矿,被国家正式命名为“锡林郭勒矿”。朝不楞多金属矿区由西矿带、北矿带和南矿带组成,面积为 120 km²,铁、锌含量相当丰富,并伴生有铜、铅、铋、钴、铋、钼、镉、镓、锗、铟等 14 种金属,成分复杂,综合回收率高,经济价值大。

锡盟煤炭资源丰富,煤炭资源量在自治区居第二,褐煤总储量居第一。其中,胜利煤田特大型锗矿储量高达 1 600 t,是我国目前最大的煤锗共生矿床。

此外,在多金属矿查干敖包矿区已查明伴生有铋、锗等多种金属。在巴林左旗白音诺尔大型铅锌矿床已查明含镉 0.027%。

呼伦贝尔盟新巴尔虎右旗得尔布干贵金属、多金属矿产资源聚集区已发现的主要矿床有新巴尔虎右旗额仁陶勒盖大型银矿、查干布拉根大型银铅锌矿、乌努格吐山多金属矿、甲乌拉铅锌矿、八大关斑岩型铜钼矿、小伊诺盖沟金矿、二道河子铅锌矿等。该区矿产分布受得尔布干北东向深大断裂控制,构成一个明显受火山作用控制并与夕卡岩化和火山隐爆作用有关的银、铅、锌、稀有、分散(锗、镓、铟等元素)金属矿产富集区,其综合利用元素较多,矿化叠加明显。该区初步预测资源量银 5 000 t、铅 100 万 t、铜 150 万 t、钼 30 万 t。

此外,在呼伦贝尔市伊敏煤田五牧场一区发现煤层中含锗,最高达 400×10^{-6} ,推测储量为 2 000 t。牙克石 1227 铍矿为独立铍矿床,伴生有铟、铼、锗、镉等元素。其保有储量为:铍 34.2 t、铟 324 t、铼 99 t、锗 534 t、镉 3 726 t^[4]。乌奴格吐山大型斑岩型铜钼矿床已查明伴生有金、银、铂、镓、锗、铟、铼、铅、锌等多种元素。

5 内蒙古分散元素资源开发利用

区内众多铁铜铅锌银(钨)等多金属矿床,含有一定的镓、锗、硒、镉、铟、碲、铋、铊、铀、钍等伴生元素。随着主金属矿床的开发,其所含的分散金属矿产资源也将得到不同程度的回收与利用。

5.1 分散金属的选冶综合回收

分散元素以类质同象形式和以细小颗粒矿物赋存在有关的载体矿物内,因而随主金属在选冶过程中加以富集而综合回收。如铟、镓、锗、铊、镉、硒、碲等常赋存在铜、铅、锌精矿中。从废液、烟尘中回收分散元素的技术在我国已经十分成熟。

分散金属在主金属冶炼过程中富集于副产物中,是综合回收分散金属的主要途径。如从铜冶炼的阳极泥及烟尘中可回收硒、碲、铊及铋;从铅锌冶炼的烟尘、炉渣、浸出渣及溶液中可回收铟、镓、铊、镉及硒与碲;从锡冶炼渣或电解液中回收铟;从镍冶炼中可回收硒和碲;在铝生产中从 NaAlO_2 返回母液或电解池中回收镓;从钼冶炼的烟气中回收铋;从炼铁的炉渣与烟尘中可回收锗、镓、铊甚至硒与碲;从烧煤发电的煤尘、煤灰中回收锗、镓等^[5]。

金属镓仅以分散状态伴生在硫镓铜矿以及铝、锌、锗、含锗煤等矿中,只能通过提取法和回收法两种生产工艺将铝、锌、锗等副产品中的镓综合回收。

5.2 分散元素资源开发利用情况

由于地质资源不清和冶炼工艺的限制,目前,我国对有色金属矿石原料中分散金属的回收率还不高,能综合回收的伴生元素还不到40种(国外已可回收70余种),造成了极大的资源浪费和经济损失。

过去,内蒙古的铅、锌精矿全部送到区外选厂,只给铅、锌定价,忽视了其中可能存在的分散元素价值,造成了不可挽回的损失。现在,地勘部门已经注意矿山综合评价,但由于某些矿石选矿难度大以及选矿技术设备不足等原因,分散元素资源利用率还有待提高。在不同成因类型的矿床中,分散元素种类、含量与分布存在较大差异,其资源利用也不相同。

在著名的胜利煤田,已经进行了煤电转换、煤液化及褐煤锗提取,扩建了10 t/年二氧化锗提取及锗高新技术产品开发项目,在与煤炭伴生矿产资源开发中取得了丰硕成果。

孟恩陶勒盖中型Ag、Pb矿、白音诺尔大型铅锌

矿、小营子中型铅锌矿等均含In、Cd等分散元素,通过加强选矿工艺流程研究,使分散元素选矿回收过关。

不过,黄岗大型铁锡矿、谢尔塔拉铁矿和801大型稀有、稀土矿床等由于矿石品位低、颗粒细,选矿难度大,回收率低,多种分散元素有待开发利用。东乌旗朝不楞锗多金属矿伴生镓、铟、镉矿和东乌旗钨矿伴生铋、钼矿除锗矿等已注意开发利用外,其余尚待利用。

6 几点建议

(1) 针对内蒙地区矿产资源中的贫矿、难选矿和多组分矿,加强对复杂成分矿石研究和选冶新工艺研究,使小矿变大矿,呆矿变活矿,一矿变多矿,进一步提高资源回收率与综合开发利用水平。

(2) 有色金属冶炼废渣量较大,所涉及回收的金属品种多、价值高。开发细泥回收、分散元素回收等经济适用的技术,提高金属回收率意义很大,要给予足够重视。

(3) 建立新的矿产资源勘查和开发利用机制,加强和推行包括分散元素在内的综合查定与评价工作。注意与分散元素有关的低温热液成矿环境、黑色岩系、煤盆地、银铅锌硫化物矿床以及低温闪锌矿的找矿,努力寻找分散元素独立矿床。

内蒙地区成矿条件好,矿产资源研究种类齐全,类型多样,地质工作程度正在不断提高。只要重视分散元素矿产资源的开发与利用,可望本区出现矿业开发的新进展与新局面。

参考文献:

- [1] 涂光炽,高振敏,胡瑞忠,等.分散元素地球化学及成矿机制[M].北京:地质出版社,2004.1-5.
- [2] 牟保磊.元素地球化学[M].北京:北京大学出版社,1999.181-200.
- [3] 王顺昌.世界镓的供求状况[J].世界有色金属,2000,(11):28-29.
- [4] 李宝昌.呼伦贝尔及毗邻地区矿产资源概况[J].西部资源,2005,(1):18.
- [5] 章庆和,苏蓉晖.有色金属尾矿的资源化[J].矿产综合利用,1996,(4):27-30.

ATTENTION TO DEVELOPMENT AND UTILIZATION OF THE DISPERSED ELEMENT MINERAL RESOURCES IN INNER MONGOLIA

CHEN Wang¹, XU Xi-hua², SUN Zhong-qing³, WANG Jian-yu⁴

(1. Inner Mongolia Nonferrous Bureau of Geology and Mineral Exploration, Huhehaote 010010, China;

2. Tianjin Geological Academy, Tianjin, 300061, China;

3. China Public Security University, Beijing 100083, China;

4. Liaoning Jinfeng Gold Mining Co. Ltd., Fengcheng 118107, China)

Abstract: The dispersed elements are characteristic of their special geochemical properties and occur generally in metal minerals as disperse state. Only under specific geological condition could they form the dispersed element mineral deposit. They are very important raw materials of high tech and new materials and widely used thus has huge potential in the market. Inner Mongolia is abundant with the dispersed element mineral resources. Multiple types of metal mineral deposits involved with dispersed elements occur in Inner Mongolia. There are three disperse element concentration areas in Inner Mongolia. Exploration, beneficiation and metallurgical treatment should be strengthened.

Key words: disperse element; geochemistry; development and utilization; Inner Mongolia

欢迎订阅 2006 年《地质找矿论丛》

《地质找矿论丛》为国家科技部和新闻出版总署批准,由中钢集团天津地质研究院主办的地学科技期刊,于 1986 年创刊,国内外公开发行。中国标准刊号:ISSN 1001-1412, CN 12-1131/P。

《地质找矿论丛》是中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)、《中国学术期刊综合评价数据库》和《中国科学引文数据库》来源期刊,并已成为国际权威文摘刊物美国《化学文摘》(CA)和俄罗斯《文摘杂志》收录期刊。期刊同时全文入编《中国学术期刊(光盘版)》、《中国期刊网》、《万方数据系统科技期刊群》、《中文科技期刊数据库》和《华艺 CEPS 中文电子期刊》等电子出版物和数据库,以多种媒体方式向读者提供服务。

《地质找矿论丛》主要报道矿产成矿理论与成矿预测、物质成分及综合利用、矿产地质勘查新技术新方法及其应用、地学信息技术、水文地质与工程地质、环境地质调查与治理、资源勘查工程、矿产品深加工技术、地质矿产技术经济等方面的科研成果、进展评介、研究简报,并不断开拓报道领域与深度。

《地质找矿论丛》面向从事地质科研、矿产勘查、矿山企业、矿产品开发的科技人员和地学院校师生。热忱欢迎地矿行业、地学院校、文献信息部门的单位和个人踊跃订阅并投稿。

《地质找矿论丛》为季刊;每期 72 页, A4 国际开本,每季度末月出版;每期定价 5.00 元,全年共计 20.00 元。

订阅办法:

(1) 向《地质找矿论丛》编辑部函索订单订阅,订购款通过邮局汇款。

编辑部地址:天津市河西区友谊路 42 号,

中钢集团天津地质研究院《地质找矿论丛》编辑部

邮政编码:300061

联系人:王书辉

联系电话:022-28367243

E-mail: luncong@yeah.net

(2) 通过“全国非邮发报刊联合发行部”订阅。

地 址:天津市大寺泉集北里别墅 17 号(300385)

电 话:022-23973378; 23962479

传 真:022-23973378

E-mail: LHZD@public.tpt.tj.cn

网 址: www.LHZD.com