

岩石·矿物

两类岩体含矿性的地球化学评价方法

张志强,曹书武,宋雷鹰,王荣全,葛之亮,王国政  
(天津华北地质勘查总院燕郊综合勘查院,河北,燕郊 065201)

[摘 要] 文章从地球化学角度对基性—超基性及中酸性两类岩浆岩体含矿性的评价方法进行了简要论述,针对两类岩浆岩体的地球化学特征,根据野外工作实际情况,通过岩浆岩地球化学特征及微量元素地球化学特征的分析,提出对岩浆岩体含矿性评价的地球化学方法,从而快速对岩浆岩体进行评价,加快野外地质找矿的进度。

[关键词] 地球化学方法 岩浆岩体 中酸性岩 基性—超基性岩

[中图分类号] P588.1; P632 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2008)03-0047-05

岩浆活动是地壳运动的主要形式之一,许多内生矿产的形成和分布都不同程度的受到岩浆活动因素的制约<sup>[1]</sup>。通过岩浆岩体含矿性地球化学因素的分析,可大致判断其成矿的可能性及可能发育的矿种、矿床类型及大致的成矿有利地段。通过对岩浆岩地球化学特征的研究,尽量恢复岩浆作用过程中成矿元素的分配、迁移演化、分散集中状态,从而推断岩浆岩提供成矿物质来源的一种地球化学找矿方法<sup>[2]</sup>。地球化学找矿方法的优越性在于灵活机动,不需测网,只以相对较少的野外工作即可在大面积岩浆岩体内快速的选点,缩小靶区,提供找矿方向。

1 岩浆作用中控制成矿的某些地球化学因素

对于岩浆岩体及内生矿产的成因,说法不一。我们讨论的前提是:侵入体是各种方式形成的岩浆融体冷凝而成,成矿物质主要是岩浆作用直接或间

接的产物。这就可以将岩体地球化学特征、岩浆熔融体凝固过程的地球化学作用与岩体提供成矿物质的性能联系起来,进行岩体含矿性的评价。

1.1 岩浆组分对成矿作用的影响

岩浆岩成矿具有一定的专属性,是指一定类型的岩浆建造常形成一定类型的矿床,两者具有密切的内在联系<sup>[2]</sup>。在一定的地区内,一定类型岩浆岩体的存在,可作为评价与其有关的矿产发育的前提条件。不同类型的岩浆岩中,以基性、超基性、碱性岩的成矿专属性对应关系较明确,一般形成岩浆矿床,具体对应关系见表 1;中酸性岩浆岩的成因类型较多,因而成矿专属性也较复杂,但与之有关的矿产也比较丰富,主要的矿种有 W、Sn、Li、Be、U、Th、Fe、Cu、Pb、Zn 等有色金属矿产、稀有、稀土、放射性矿产等,矿床类型以斑岩型、夕卡岩型、热液型为主。

表 1 岩浆—成矿专属性

主要岩浆矿床类型	有关的侵入岩
铬铁矿矿床	与含镁高的超基性岩,特别是纯橄榄岩有关,其次是橄榄岩和橄辉岩,以及由它们蚀变而成的蛇纹岩
铂及铂族元素矿床	与含镁高的及含铁高的超基性岩有关,前者与铬尖晶石矿床密切有关;后者与镍铜硫化物矿床密切有关
钨—钽铌矿床	与辉长岩、斜长辉长岩密切有关;其次是与斜长岩及橄辉岩有关
镍—铜硫化物矿床	与含铁较高的单斜辉石和斜方辉石所组成的基性岩和超基性岩有关,其中特别是苏长岩和橄橄苏长岩,其次是辉长苏长岩以及辉石岩有关
金刚石矿床	与角砾云母橄榄岩有关,此外还有与碱性煌斑岩有关
磷灰石—磁铁矿矿床	与基性和偏碱性的超基性有关
铌—稀土元素矿床	与超基性—碱性杂岩中的碳酸盐岩有关
斑岩型铜钼矿床	与中酸性杂岩中的斑岩有关

注:据袁见齐等,1979。

[收稿日期] 2007-03-29; [修订日期] 2007-06-12。  
[第一作者简介] 张志强(1979年—),男,2002年毕业于吉林大学,获学士学位,工程师,现主要从事地质矿产勘查工作。

而化学元素的丰度在岩浆中的分布是极不均匀的,主要反映在元素在某一岩体中的克拉克值与标准岩石克拉克值对比上,表现在某一元素或某一组元素在某一岩浆岩体中的相对集中。往往是地球化学性质相近的一组元素相对集中,构成特定的地球化学异常区域。而在岩浆固结时,化学元素的原始丰度应反映了岩体中成矿元素分配的特点上,对岩体中成矿组分的含量与成矿的关系却有两种相反的看法:一种认为,岩体中富含某种组分,说明该组分相对“过剩”,具备提供成矿物质的先决条件,有利成矿;相反的看法则认为,这种现象正说明在岩浆结晶过程中,该组分不具备集中的条件,而分散于岩体内,不利于成矿。

其实,这两种情况都可能存在,只是内外条件的差异导致了不同的结果。下面以成矿与造岩元素在岩浆作用中形成类质同象的难易程度,分三类进行讨论。

#### 1) 不易与主要造岩元素成类质同象的。

大部分亲硫元素及钨、锡、铬等元素,由于受晶体化学性质巨大差异性的限制,岩浆中其浓度高时,不可能全部分散于造岩矿物中。故当岩体中这类组分丰度增大时,相当一部分成矿元素将以更大的增高率以独立相聚集在岩体某一部分或残余溶液中,形成成矿的有利条件。

#### 2) 极易与造岩元素成类质同象的。

如 Y、TR 等元素,在中酸性岩中往往分散于含钙和磷的造岩矿物或副矿物中,而在贫钙的碱性岩中,则易形成残余富集。

3) 可形成造岩矿物或在一定条件下比较容易与造岩元素成类质同象的。

如 Fe、Mn、Ni 等元素,镍在缺硫情况下可大量进入橄榄石中而分散,铁可形成多种造岩矿物而被固定于岩体中,故不能仅以其在岩体中的含量作为评价的依据。此时,对这类元素存在形式 [如  $(\text{Fe}, \text{Ni})_2\text{S}_3$ 、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 、 $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ ] 的研究非常重要。

控矿元素是岩体中影响成矿元素成晶体化学分散或相对集中的主要造岩元素及氧、硫等。这些元素在岩体中的含量、存在形式的变化,可影响与之相关的微量元素的集中分散。下面说明其控制作用。

1) 在超基性岩浆中,在极贫铝的情况下,铬不易代替橄榄石中的铁,当铝浓度增高并进入硅氧四面体中取代硅而形成普通辉石,铬则易于混入其中置换铁。

2) 大量钙的存在将导致稀土元素的分散,但超基性岩浆中加入少量 CaO 又有利于硫化物相与

$\text{Cr}_2\text{O}_3$  从硅酸盐相中熔离出来。

3) 钠的作用与钙相反,一般认为,大量钠的存在不利于硫在矿物中从硅酸盐相中熔离出来。

4) 镁与硫控制着镍的分散与集中,只有当硫浓度高时,镍的亲硫性才能得到充分体现,使硫化物相在硅酸盐大量晶出前熔离集中。

5) 氧在岩浆结晶过程中对成矿元素的集中分散也起一定的作用。故岩浆中的氧化还原条件对成矿作用的影响是值得注意的问题。

岩石的酸度与可能形成的矿种间也有一定的关系。

“运矿组分”包括 F、Cl、B、P、OH 等挥发分,有时还有 K、Na 等易与成矿元素成易溶络物的组分。例如: F 对 Sn、Cl 对 Fe 的迁移集中起的作用。

#### 1.2 岩浆结晶过程对成矿元素集中的影响

岩浆的原始组分,绝不是控制成矿的唯一因素。相同的岩浆成分,经受不同的物理化学结晶过程,元素集中成矿的可能性就大不一样,也必然导致岩体具有不同的地球化学特征。这方面的主要影响因素有:

岩浆的分异状况,影响岩浆分异的因素是多种多样的,如岩浆侵入的深度、运动特点、冷凝速度、平衡条件、成矿及控矿元素含量和比例、挥发分的多少、围岩条件及同化混染作用等<sup>[3]</sup>。当然,分异作用进行得越彻底,越有利于成矿元素的集中成矿。岩浆分异主要表现在:

##### 1) 空间上的分异。

不仅造成造岩元素的分带,而且也导致成矿元素富集于某一相带和部位。

##### 2) 时间上的分异。

岩浆在演化进程中的分异,常造成早期阶段结晶的岩体(岩相)与晚期阶段(岩相)在成分上的差异,成矿元素也往往在某一特定阶段发生富集。因此,寻找不同类型的矿产应从研究与之相应的岩浆分异产物着手。

与围岩的同化混染作用不仅改变了居次要成分(包括大量成矿物质的加入)与物理化学状态,影响着成矿元素的集中分散,还应注意挥发分和某些控矿组分的加入所引起的作用<sup>[4]</sup>。如含盐建造中的氯、钠、石膏层中的硫(钙),碳酸盐中的  $\text{CO}_2$  和钙也都对成矿物质的集中起作用。

此外,岩浆的结晶速度与平衡状态,也必将影响着成矿组分的集中与分散。

#### 1.3 自变质交代作用对成矿元素集中的影响

自变质作用中常常由于造岩矿物或副矿物的晶格构造和化学成分的改变,使呈类质同象状态分散

的成矿元素从矿物中被释放出来,並在有利条件下集中成矿。如黑云母中大量的微量元素 (Sn、Zn、Li、Be、Nb、Ta等)在钾质交代 (变为白云母)时析出;钾长石中 Tl、Rb等也可能在钠质交代过程中随钾而游离出来。

另外,交代作用越发育,也说明岩浆中运矿组分越多,有利于成矿物质的集中。

2 评价基性 - 超基性岩体含矿的一些标志

岩浆矿床的形成,在空间、时间和成因上都与基性 - 超基性岩体有密切的关系。因而,研究岩体的地球化学特征对寻找本类矿床具有特别重要的意义。这里仅据一些零星的资料说明一下寻找铬、镍矿的岩体评价的可能途径。

2 1 岩带 (及岩体群)中成矿有利岩体的标志

虽然由于地质条件的差异使各成矿岩体的具体特征不相同,但一些总的趋势往往是可以看出来的。特别是基性 - 超基性岩体成群成带出现,在同一岩体群中就可利用同组指标进行评价。

各造岩元素指标中,以镁及镁铁比对研究成矿专属性意义最大。铬主要与高镁的纯橄岩、斜方辉橄岩等镁质超基性岩有关,其  $m/f > 7 \sim 9$  或  $MgO / FeO + Fe_2O_3 = 3 \sim 5$  (地台型铬矿可产在  $m/f = 3 \sim 4$  的铁质超基性岩中)。硫化铜镍矿虽然可见于从高镁到富铁的一系列岩石中 ( $m/f$  从  $9 \sim 10$  到  $< 2$ ),但主要是产于铁质基岩 - 超基性岩中,而且成矿岩体的镁含量一般都高于无矿的同种岩石<sup>[5]</sup>。另据统计,成矿岩体中的镁含量还与矿石硫化物中镍含量成正相关关系,这也说明镁有控制作用的重要性。

其它造岩元素的一般规律是:Ca、Al、Fe低,利于形成铬矿;Fe + Mg + Mn高,K + Na/Ca和 Na/K低,有利于形成镍矿。

成矿元素的丰度对其能否从硅酸盐相中分离出来有很大的意义。如华北某岩带中含矿岩体的铬含

量均大于 3400r/g。一些含镍矿的岩体中之镍、铜含量常比非矿岩体高一至数倍<sup>[6]</sup>。

成矿元素的存在形式非常重要,岩体中它们的独立矿物多时一般利于成矿;对镍矿的评价,岩体中矿化镍的多少是一个相当重要的标志。

此外,成矿元素在矿物中的含量也可作为评价标志。如含铬矿的岩体中,铬含量常常高于无矿岩体的同种矿物。又如,造矿铬尖晶石和附生铬尖晶石中铬含量具有共消长关系,故可用附生铬尖晶石中的铬含量来反映造矿铬尖晶石中铬的丰度。同样,也有人将岩体中浸染状硫化物里的 Ni/Fe比值作为找镍矿的标志。

微量元素含量及元素之间的关系亦可成为含矿岩体的标志。国外某岩带中含镍矿岩体的  $Cr/V > 16$ ,非矿岩体  $Cr/V < 1$ ,指示了该岩带中早期结晶的基性程度高的岩体利于形成镍矿。

挥发分的大量存在和明显的自变质作用有利于成矿物质的富集,一些镍矿中矿化较强有地段常伴生有明显的蛇纹石化、滑石化和次闪石化,这种蚀变显然是含矿熔浆中大量挥发分作用的结果。

2 2 岩体中成矿有利部位的标志

岩体的分异是成矿的前提。因此,二者利用的指标应是相对应的。如大型铬矿不仅主要控制在高  $m/f$  比值的橄榄岩 - 斜方辉橄岩相中,而且可根据岩体中微量元素的差异进一步预测有利地段。

2 3 微量元素地球化学标志

从表 2 可以看出,尽管国内外各铜镍矿床成晕元素组分较复杂,指示元素组合也存在一定的差异,但主成矿元素 Cu、Ni、Co 和伴生组分是基本相同的<sup>[2]</sup>;矿床指示元素具有垂直分带特性,可划分出前缘元素、近矿指示元素、尾晕元素,因而前缘元素和尾晕元素累乘比值是该类矿床的有效评价指标;而低 Si<sub>2</sub>高 MgO、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 是铜镍矿化赋存地段重要的地球化学标志。

表 2 铜镍硫化物矿床指示元素组合与评价标志

矿床	指示元素与分带、判别标志		资料来源
煎茶岭	Cu、Ni、Co、As、B	Ni/Co > 20 近矿标志	张本仁等, 1975
赤柏松	Cu、Ni、Co、Cr		王志夫等, 1982
力马河	Cu、Ni、Co	Ni/Cu 小 大近矿标志	刘英俊, 1987
白马寨	Cu、Ni、Co、Cr		云南物探队, 1987
黄山	Cu、Ni、Co、S	Ni/Cu < 2 矿标志	胡旺亮, 1991
拉水峡	Cu、Ni、Co、Cr		青海物探队, 1987
红旗岭	Cu、Ni、Co、Ag、Cr、V、Ti	Cr $\times$ Ni / Ti $\times$ V 矿上小, 矿上大	吴承烈, 1997
金川	Cu、Ni、Co、Ag、Se、Au、As		吴承烈, 1997
蒙契苔原	Mn、Ba、V、Ti、Cr、Cu、Ni、Co		叶利谢也夫, 1959
西拜	V、Ti、Pb、Cr、Ni、Cu		扎苏欣, 1983
肖德贝里	Mn、V、Ti、Cr、Ni		里哈切夫, 1983
科拉半岛	Ba、Ag - Pb - Zn - Cu - Ni - Co		格里戈良, 1982

### 3 评价中酸性岩含矿性的一些标志

中酸性侵入体与岩浆期后矿床之间,在形成时间、空间和物理化学条件上都有所不同,加之矿液与围岩的物质交换,使研究它们的成因联系复杂化了<sup>[7]</sup>。因而,中酸性岩体的地球化学特征对岩浆期后矿床的控制作用较为间接,岩体含矿性评价工作也就更困难些。鉴于控制期后矿液集中的因素远非岩浆作用这一方面,所以评价的重点是研究岩体析出成矿物质的能力,而不涉及矿液能否集中成矿。

#### 3.1 有利于成矿岩体的标志

造岩元素的特点,中酸性岩岩石酸度对形成矿产的影响虽不及铬铁矿那样明显,但总的趋势,众所周知,是随着  $\text{SiO}_2$  含量的增高矿种由 Fe 及 Cu、Pb、Zn 等多金属为主过渡到 Mo、Bi、W、Sn 等为主。

钾、钠含量也常作为评价成矿的标志。如我国与夕卡岩铜矿有关的燕山期花岗岩与同酸度岩石的平均值相比,一般是钾、钠高而铁、镁低;华南与钨锡矿化有关的花岗岩往往是富钾贫钙、铝、铁。

成矿及伴生微量元素的特点,一般认为成矿元素含量高的岩体有利于成矿。我国华南大量钨、锡、铍、铋的含矿岩体中,成矿元素的含量都显著增高,东秦岭、川北、湘南及长江中下游的一些夕卡岩型铜及多金属矿中也有类似现象<sup>[7]</sup>。

成矿元素的存在形式也应注意。如我国许多夕卡岩型铁矿的成矿岩体中,  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$  比值都低于非矿岩体。由成矿元素组成的副矿物也可能成为找矿标志。某些含钨、锡矿花岗岩中的锡石、黑钨矿等副矿物的含量都高于非矿岩体。

有时伴生的微量元素及其比值也被当作评价岩体含矿性的标志。如与钨锡矿有关的花岗岩中的 Li、Rb、Cs、Pb/Zn 等,铜矿中的 Mo,钼矿中的 Be,硼矿中的 Cs,锡矿中的 Li 及铅矿中的 Pb/K 在含矿岩体中的含量都比无矿岩体明显增高。

岩体中成矿及伴生微量元素在其“富集矿物”中的含量常可成为更灵敏的指标。如澳大利亚富锡与贫锡的花岗岩相比,岩石中锡含量相差 4.5 倍,而在黑云母中则相差达 12 倍。我国华南与锡矿有关的花岗岩的黑云母中锡含量也大大增高;国外某些铜、锌、锡、铋矿的黑云母中成矿元素含量比非矿黑云母中高达数十倍。

含挥发分高的岩体有利于成矿,对华南及国外的某些含钨、锡的花岗岩中都明显富氟。

杂岩体中晚阶段结晶的岩体和单个岩体的顶部

往往的利于成矿,其主要地球化学标志有:富含成矿元素、伴生微量元素和挥发分(包括含挥发分的矿物增多);某些稀散元素, TR、Li、Be、Rb、Cs 及一些元素,如 Pb/K、Zn/Pb、Zn/Fe、Rb/K、Sr/Ca、Hf/Zr 等增高。

#### 3.2 自变质交代作用中成矿物质被携出的标志

碱质交代作用的结果,往往导致成矿元素在被交代岩石中的贫化,因而对比未交代岩石和受交代岩石中成矿及伴生元素的含量,对研究该岩体所含的成矿元素是否被携出是很有意义的。

#### 3.3 赋矿地段的标志

一些研究资料报导了含矿岩体中由远矿到近矿,某些元素发生的规律性的变化,可指示赋矿地段。如近磁铁体岩体中的 Fe、Ca 含量增高,  $\text{SiO}_2$  降低;近金矿体岩石中有重金属总量增高;近钨矿(钼、铜)矿体的黑云母中 Cu、Ag、Sc、Y 含量增高而 F、Na 降低等等。

#### 3.4 矿液来源及预测相对矿化规模的问题

由于岩浆期后矿床主要产于岩浆发育区的外围,因而已知矿体的矿液是否来自被研究的岩体,也是关系到岩体评价成败的一个重要问题。通过自岩浆期到热液期“贯通元素”的研究、岩体自变质交代作用的研究,以及相对于岩体的矿床分带和微量元素分带、矿液与岩体生成深度的对比、同位素年龄的测定等,是有可能解决这一问题的。

### 4 几个具体工作方法问题

#### 4.1 要全面分析、综合评价

在对两类岩浆岩的评价过程中,各种指标都可能出现例外的情况,因而应当选取一组指标,综合考虑多种地质、地球化学因素,进行全面分析,综合评价。详细地进行地质、地球化学的观察与研究<sup>[8]</sup>。注意与已知矿床(点)的类比。但对复杂的地质现象,又应具体情况具体分析,避免生搬硬套。

#### 4.2 岩体的对比

一般说来,同时期、同构造旋回所形成的岩体有着相似的地球化学规律,便于对比。但应注意,同地区不同构造旋回的岩体间的地球化学特征有时会表现出规律性的变化,并能成为找矿标志<sup>[9]</sup>。如满洲里—新巴尔虎右旗自华力西晚期至燕山期的花岗岩中,不仅岩石化学性质有规律的变化,而且随着成矿元素含量的增高,其含矿性亦明显增大。

#### 4.3 元素分布的地域性特征

元素分布的不均匀性常造成元素分布的地域性特征,即某些元素在一定的地域内相对富集。这种

地域分布上的不均匀性大至区域范围、小至研究区内的某一地段,甚至出现于岩体的一定范围内,矿床范围内的某一区段等。如我国南岭地区有大片花岗岩分布,集中了大量的 W、Sn、Be、Li、Nb、Ta 等矿床;而到湘中、湘南一带,酸性侵入岩侵入于巨厚碳酸盐岩中,形成 W、Sn、Pb、Zn 等元素的富集。通过分析元素的不均匀分布及局部富集特征,可以为判断评价岩浆岩可能成矿的矿种及可能的成矿地段提供依据<sup>[2]</sup>。

#### 4.4 元素存在形式的研究

这对于分析岩浆中成矿及伴生微量元素的丰度、成矿物质的集中条件是很重要的。研究的方法除单矿物法外,还有:化学萃取法,如常用的以  $H_2O_2$  法提取基性—超基性岩中呈硫化物形式存在的镍,比用全镍分析所得的结果能更可靠地评价岩体的含矿性;相关分析,根据元素之间的相关关系,可间接判断其存在的形式。如镍以类质同象形式进入硅酸盐晶格时,岩体中镁、镍成直线相关,而当存在硫化镍时,镍关系就变复杂了;其他技术手段,如偏光镜、电子显微镜、电子探针及气液包体研究等。

#### 4.5 元素的共生组合

元素的共生组合现象是自然界一种自然现象,并且是造成矿床共生的一种重要的内在原因<sup>[10]</sup>。造成元素共生的原因较多,主要的有元素地球化学习性相近、经历的地质作用和形成时的物理—化学条件相近、叠加改造作用相似等。元素共生的例子如 Cr、Ni、Co、Pt、V、Ti 等常伴之基性、超基性岩浆活动而共生, W、Sn、Mo、Bi、Li、Be、Nb、Ta、Fe、Cu、Pb、Zn 等常伴之中酸性岩浆活动而共生。

#### 4.5 样品采集

可用随机取样法,应对不同部位、岩性、侵入期和分异演化阶段的产物、不同蚀变矿化的岩石分别进行采样。考虑到岩浆岩体中元素分配的不均匀性,每类样品的数量最好不少于 5~10 件。

#### 4.7 数理统计方法的应用

如元素的概率分布模式、判别分析、相关分析,对描述岩体中元素的分布状态和判别岩体与矿体的关系都有帮助。

#### 4.8 岩体与围岩

对岩浆岩体评价仅是对整个成矿过程中某些地球化学特征的研究,如与围岩成分的研究、构造分析及矿体(矿化)露头等的地球化学评价工作结合起来,将会取得更好的效果。

当前对两类含矿岩浆岩体的地球化学评价工作尚处于发展阶段,在理论研究和方法技术上都还存在着不少缺欠,这些都有待于今后在实际中解决。相信随着地球化学找矿工作实际经验的不断丰富与地球化学理论不断发展及测试技术的发展,对两类岩浆岩体含矿性的地球化学评价方法在地质勘查工作中必将发挥其应有的作用。

#### [参考文献]

- [1] 黄荣辉. 高等地球化学 [M]. 北京: 科学出版社, 2000, 284 - 290.
- [2] 阮天健, 朱有光. 地球化学找矿 [M]. 北京: 地质出版社, 1985, 73 - 83.
- [3] 陈森煌, 朱乃娟. 华北地台北缘几个超基性岩带的侵位年代及其演化 [J]. 地球化学, 1991, 6, 2: 128 - 133.
- [4] 赵霞. 北秦岭西段鸢嘴蛇绿混杂岩及其形成 [J]. 环境西北大学学报, 2004, 5, 5(2).
- [5] 刘崇民, 李应桂. 岩浆熔离型 Cu - Ni 硫化物矿床元素组合和地球化学评价指标 [J]. 地质与勘探, 2001, 5, 6 - 9.
- [6] 李应桂, 赵更新, 席忠, 等. 铜镍矿床勘查中岩体含矿性的地球化学评价 [J]. 物探与化探, 1995, 6, 4, 1 - 6.
- [7] 毛德宝, 等. CuMoPbZnAgAu 成矿系统的地质特征及其研究意义 [J]. 地质调查与研究, 2003, 12, 4(26): 213 - 220.
- [8] 王学求. 大型矿床地球化学定量模型和方法 [J]. 地学前缘, 2003, 3, 1(10), 257 - 261.
- [9] 陈小华. 江苏主要含矿花岗岩体的地球化学特征及找矿方向 [J]. 地质与勘探, 2004, 5, 61 - 66.
- [10] 陈国能. 元素地球化学场及其地学意义 [J]. 地球化学, 1998, 11, 6(27): 566 - 574.

## ORE - CONTAINING GEOCHEMISTRY EVALUATION OF TWO KINDS OF MAGMATIC BODY

ZHANG Zhi - qiang, CAO Shu - wu, SONG Lei - ying, WANG Rong - quan, GE Zhi - liang, WANG Guo - zheng

(Yanjiao Institute of Comprehensive Exploration, General Institute of North China Geological Exploration, Yaojiao 065201)

**Abstract:** Ore - containing geochemistry evaluation of two kinds of magmatic body is briefly described. Aimed at geochemistry characteristic of the magmatic body and actual field work conditions, geochemistry evaluation method for ore - containing character of magmatic body is proposed, based on geochemistry and rare - element geochemistry of magmatic body. The method can accelerate evaluation of magmatic body and progress of field ore exploration.

**Key words:** geochemistry method, magmatic body, intermediate - acidic rock, basic - ultrabasic rock