



付矿物磁铁矿的地球化学特征

是成矿条件的标志

磁铁矿是一个极为常见而又容易分离的矿物，它作为付矿物含于不同成分和成因的岩石内。磁铁矿经过千变万化的变质条件仍能保存下来，但同时它又是这些条件灵敏的指示矿物，因为磁铁矿所含有的其它类质同象元素在很大程度上取决于温度。在研究变质岩中元素分布的情况时，有些作者指出，对于变质作用，氧化矿物要比硅酸盐矿物具有更高的灵敏性。

大量文献报道了关于磁铁矿内杂质元素含量与其形成条件相互关系的各种研究成果。本文主要分析阿尔丹地盾前寒武纪变质杂岩体不同岩石副矿物磁铁矿中的杂质元素的性状。对磁铁矿的9个元素(96个样品)的全部定量光谱分析是由B.A.加利宾在列宁格勒大学所属的地壳研究所光谱实验室中完成的。

为了反映磁铁矿的地球化学特征，我们

要研究：(1)含磁铁矿岩石的成分与磁铁矿内杂质元素含量变化的关系；(2)变质程度(角闪岩相和变粒岩相)与杂质元素含量的关系；(3)成分和变质程度不同的岩石中磁铁矿内各元素间相互关系的变化；(4)磁铁矿和硅酸盐矿物间微量元素分布的特征。

在分析不同成分岩石内的磁铁矿中杂质元素的含量时，不管其变质程度如何，最引人注意的是大多数杂质元素含量的高度离散现象(表1和表2)。这是因为甚至每一组岩石成分的变化也很大，而且每组岩石中磁铁矿的成因条件也都不同。此外就出现这样一种关系：岩组的成分和形成条件越特殊，在岩组内的磁铁矿成分就越接近。例如，诸如石岩英、高铝质岩、镁夕卡岩这些典型的且成分变化范围很窄的岩石中磁铁矿杂质元素的含量极为相同。

结构很复杂，而且受到钻机高度、重心稳定和高速回转时振动的限制，立轴给进行程不可能设计得很长，特别是倒杆时，孔底钻头压力发生变化，容易导至岩心堵塞和不利于金刚石钻头的使用寿命。这是该系列钻机在钻进工艺性能上的致命缺点。因此该系列钻机从设计、投产、推广到淘汰，只经过了短短的7~10年时间，这是钻机研制工作必须引以为鉴戒的。

在现有使用的钻机中，除BA-2000外，均为立轴油压给进式的机械传动钻机。BA 2000是自动化程度较高的转盘式深孔钻机，钻具的给进用升降机自动调节，转盘和升降

机都分别用直流电机驱动以实现无级调速。至于现代全液压动力头式岩心钻机的研制与使用未见有报道。

从以上资料分析来看，迄今为止，在国外地质岩心钻探领域内所使用的岩心钻机，仍以传统的立轴式钻机占绝大多数。这些钻机，就其基本结构来说，都是基于三、四十年代的设计，只是随着金刚石钻进工艺的发展，在性能方面有了一些改进。至于现代全液压钻机的使用，则处于初步推广阶段。(全文完)

(光鹿)

阿尔丹地盾前寒武纪角闪岩相不同岩石的磁铁矿中杂质元素含量(克/吨)

表 1

| 参数 | Co | Ni | Cr | V | Mn | TiO ₂ 重量, % | Cu | Zn | Ga | 围岩 |
|-----|---------|----------|------------|-----------|----------|---------------------------|--------|---------|--------|-----------------------------|
| 区间 | 170~340 | 285~550 | 130~2200 | 2000~3000 | 150~3000 | 0.3~2.4 | 6~50 | 0~1500 | 15~25 | 基性成分的结晶片岩(透辉石-角闪石-斜长石), n=7 |
| lgx | 2.38 | 2.57 | 2.60 | 3.38 | 2.83 | 3.85 | 1.29 | 2.80 | 1.25 | |
| S | 0.09 | 0.16 | 0.41 | 0.07 | 0.52 | 0.34 | 0.30 | 0.30 | 0.10 | |
| 区间 | 90~330 | 500~1300 | 2600~10000 | 1200~3500 | 800~3000 | 0.4~10.0 | 30~100 | 0~400 | 20~30 | 多为古基性正变质岩, n=8 |
| lgx | 2.26 | 1.88 | 3.67 | 3.34 | 3.23 | 4.25 | 1.73 | 2.40 | 1.40 | |
| S | 0.30 | 0.20 | 0.31 | 0.26 | 0.26 | 0.71 | 0.47 | 0.35 | 0.10 | |
| 区间 | 80~250 | 100~450 | 0~1300 | 200~2500 | 300~2000 | 0.3~2.0 | 8~60 | 0~500 | 15~30 | 片麻岩, n=9 |
| lgx | 2.18 | 2.32 | 2.43 | 2.95 | 2.74 | 3.82 | 1.47 | 2.25 | 1.29 | |
| S | 0.15 | 0.18 | 0.60 | 0.37 | 0.29 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.09 | |
| 区间 | 45~130 | 45~300 | 30~300 | 0~1500 | 200~2000 | 0.2~1.1 | 10~17 | 0~1000 | — | 花岗岩类, n=10 |
| lgx | 1.99 | 2.21 | 2.06 | 2.38 | 2.76 | 3.63 | 1.61 | 2.66 | — | |
| S | 0.15 | 0.23 | 0.30 | 0.55 | 0.32 | 0.32 | 0.24 | 0.28 | — | |
| 区间 | 100~130 | 170~320 | 140~1300 | 200~3000 | 230~2500 | 0.1~2.0 | 8~40 | 0~1500 | 20~100 | 伟晶岩, n=8 |
| lgx | 2.0 | 2.37 | 2.51 | 2.98 | 2.78 | 3.76 | 1.39 | 2.66 | 1.60 | |
| S | 0.07 | 0.13 | 0.53 | 0.54 | 0.36 | 0.47 | 0.26 | 0.30 | 0.24 | |
| 区间 | 0~170 | 190~600 | 1000~2200 | 250~1000 | 150~500 | 0.10~1.9 | 20~80 | 200~400 | 14~30 | 石英岩, n=5 |
| lgx | 1.75 | 2.56 | 3.22 | 2.70 | 2.40 | 3.64 | 1.53 | 2.40 | 1.30 | |
| S | 0.48 | 0.22 | 0.14 | 0.26 | 0.21 | 0.53 | 0.22 | 0.14 | 0.23 | |
| 区间 | 70~180 | 170~700 | 0~3500 | 400~2500 | 200~1500 | 0.3~2.0 | 8~200 | 200~500 | 30~70 | 高铝质岩, n=9 |
| lgx | 2.11 | 2.60 | 3.0 | 3.13 | 2.69 | 3.78 | 1.63 | 2.43 | 1.68 | |
| S | 0.15 | 0.20 | 0.69 | 0.28 | 0.30 | 0.27 | 0.44 | 0.15 | 0.16 | |

附注: 表 1 和表 2 中 $\overline{\lg x}$ 为含量对数的平均值, S 是按公式 $S_{lg} = \sqrt{\frac{\sum (\lg x_i - \overline{\lg x})^2}{n-1}}$ 计算出的均方差, 其中 $\lg x_i$ 是单个样品含量的对数; n 是选用的样品数。横线表示样品中元素含量低于化验方法的灵敏度。

如果要查明岩石成分和成因的细节并按含量的区间和平均对数值进行对比的话, 那未对其它比较不那么均质岩的磁铁矿来讲, 可以发现每一岩组内杂质元素含量的典型特征。

在基性结晶片岩和变质基性正变质岩的磁铁矿内出现高含量的 Co、Ni、Ti 和 Cu。此外, Cr 的含量(低于 5%)对于基性正变质岩是典型的。不论在基性正变质岩磁铁矿中, 还是在片麻岩和片岩的磁铁矿中, Ni 和 Cr 含量都可分别形成二个互不重叠的范围(图 1)。磁铁矿中 Cr 和 Ni 高含量可以成为判断高度变质的基性正变质岩的补充标准。

在变粒岩相, 特别在地质南部(苏坦斯克带)所分布的榴辉岩状石榴石-辉石结晶片岩内, 磁铁矿的成分是极为独特的。这些岩石内磁铁矿的特点(表 2)是 Co(低于 4000 克/吨)、Ni(低于 2000 克/吨)和 Cu(低于 3000 克/吨)含量最高(基于全部所分析的样品), 而 Ga(低于 8 克/吨)含量最低。三个所分析的样品中有两个样品采自地盾南部, 该处的变质杂岩体内含有高温和高压的矿物共生体。而另一个样品则采自具有中等温度和压力特征的地质中部。后一地区的样品与前一地区的两个样品相比较, Co、Ni 和 Cu 含量较低, 而 Ga 含量则较高, 从而也反映着矿物的形成条件。

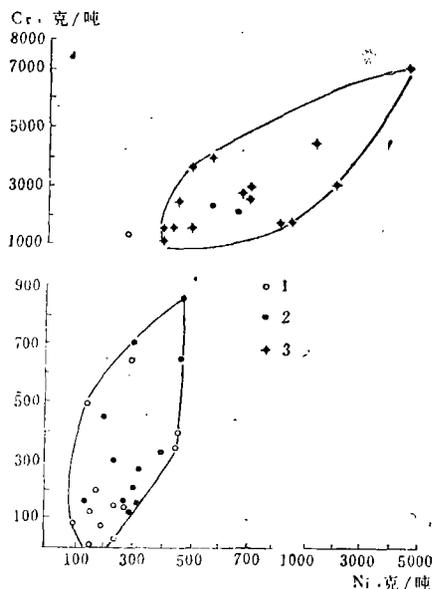


图1 片麻岩(1)、结晶片岩(2)和基性正变质岩内镍和铬的关系

石英岩和常与其互层的高铝质岩石，如富含黑云母、堇青石、石榴石或矽线石的片麻岩和片岩（有时含有刚玉和尖晶石）中的磁铁矿的地球化学特征是相似的，这反映出它们在成因上的亲缘关系。它们的特点是Co、Ni和Ti含量偏低，尤其是Mn含量更低。此外，高铝质岩石中磁铁矿富含钒。从Cr含量来看，石英岩和高铝质岩石的磁铁矿与花岗类岩石中的磁铁矿（伟晶岩中的磁铁矿也包括在内）不同（图2）。

在高铝质岩石中磁铁矿内的Cr含量在大多数情况下都超过1000克/吨。值得注意的是，在这个曲线图上，石英岩中的磁铁矿范围内见有产于石英岩内的伟晶岩中的磁铁矿，这大概是由于围岩中伟晶熔融体捕获磁铁矿的缘故。

片麻岩中的磁铁矿杂质元素含量没有什么明显的特征，看来，这是与这些岩石的成因和成分非常复杂有关。

跟片麻岩磁铁矿比较起来，花岗岩中磁铁矿内Co、Ni和Cr含量较少，多数杂质元

素富集的区间也比较狭小。与花岗岩中的磁铁矿相比，伟晶岩中磁铁矿Cr含量较高，Cu含量较低。

上述岩组的磁铁矿中杂质元素的不同含量不仅是由于各种化学变化，而且也是由于在成矿环境和成因上的不同。同时，更为重要的是，磁铁矿中任何一个微量元素含量和围岩中该元素含量之间是没有任何相关关系的。

用电子计算机来处理光谱分析结果表明，成因上不同岩组（表3）的磁铁矿中元素间的关系也不同。Co—Ni的关系最为稳定；片麻岩、高铝质岩、石英岩、基性结晶片岩和基性正变质的磁铁矿中 γ_{Co-Ni} 的变化范围由+0.849到+0.991。一般说来，每个岩组中的磁铁矿都有在其它岩石中不重复出现的特征。例如，象Ni—Cu和V—Ti这样两对元素的关系就是这样。在变粒岩相花岗岩和片麻岩内的磁铁矿中 γ_{Ni-Cu} 的变化范围为+0.806~+0.890；同样，在石英岩、高铝质岩、基性片岩和基性正变质岩的磁铁矿中这种相关关系稍微有所偏低 γ_{Ni-Cu}

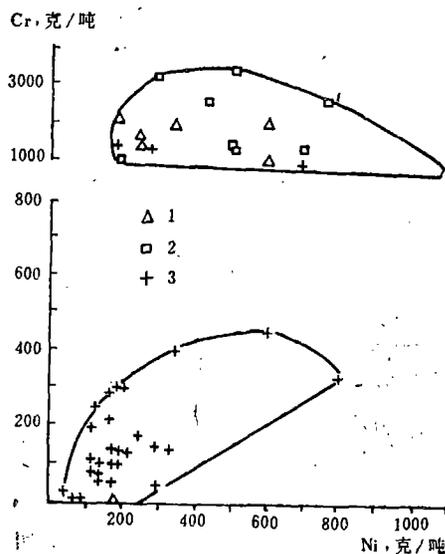


图2 石英岩(1)、高铝质岩石(2)和花岗类岩石(3)的磁铁矿中Cr和Ni含量的关系

阿尔丹地盾前寒武纪粒晶相不同岩石的磁铁矿中杂质元素的含量 (克/吨)

表 2

| 参数 | Co | Ni | Cr | V | Mn | TiO ₂ 重量% | Cu | Zn | Ga | 岩 岩 |
|-----|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------|---------|----------|-------|-------------------|
| 区间 | 100~350 | 200~650 | 150~2000 | 1500~1400 | 850~2000 | 1.4~3.65 | 40~200 | — | 18~25 | 基性成分的结晶片岩(二辉 |
| lgx | 2.26 | 2.51 | 2.62 | 3.51 | 3.10 | 4.32 | 1.83 | — | 1.35 | 石—含角闪石或未含的斜长 |
| S | 0.20 | 0.19 | 0.38 | 0.32 | 0.17 | 0.25 | 0.26 | — | 0.09 | 岩), n = 6 |
| 区间 | 200~4000 | 240~20000 | 250~500 | 30~6000 | 800~2500 | 0.12~20.0 | 50~3000 | — | 8~25 | 榴辉似结晶片岩(石榴辉石 |
| lgx | 3.07 | 3.33 | 2.60 | 2.82 | 3.18 | 4.33 | 2.86 | — | 1.13 | 岩), n = 8 |
| S | 0.17 | 1.0 | 0.16 | 1.20 | 0.26 | 0.81 | 0.95 | — | 0.26 | |
| 区间 | 85~650 | 400~4500 | 300~50000 | 400~10000 | 1300~3000 | 0.5~3.5 | 50~1000 | — | 12~35 | 基性成分的正变质岩(古岩 |
| lgx | 2.33 | 3.00 | 3.45 | 3.36 | 3.15 | 4.10 | 2.10 | — | 1.31 | 脉), |
| S | 0.36 | 0.41 | 0.80 | 0.72 | 0.26 | 0.36 | 0.56 | — | 0.20 | n = 5 |
| 区间 | 120~2000 | 400~8000 | 700~3000 | 2500~7000 | 600~2500 | 0.7~5.5 | 20~1200 | 0~2000 | 20~40 | 多数为古基性正变质岩, n = 8 |
| lgx | 2.44 | 2.85 | 3.22 | 3.56 | 3.01 | 4.88 | 1.96 | 2.62 | 1.47 | |
| S | 0.37 | 0.46 | 0.20 | 0.17 | 0.24 | 0.29 | 0.41 | 0.48 | 0.10 | |
| 区间 | 100~3000 | 180~8000 | 30~5000 | 20~3500 | 400~5000 | 0.1~10.0 | 20~1100 | — | 10~35 | 片麻岩, n = 8 |
| lgx | 2.39 | 2.75 | 2.34 | 2.81 | 3.15 | 4.27 | 2.00 | — | 1.32 | |
| S | 0.35 | 0.59 | 0.24 | 0.74 | 0.32 | 0.60 | 0.70 | — | 0.24 | |
| 区间 | 90~600 | 130~800 | 60~1000 | 140~3000 | 200~5000 | 0.7~10.0 | 30~1600 | — | 8~35 | 紫苏花岗岩, 钠紫苏花岗岩, |
| lgx | 2.17 | 2.32 | 2.28 | 2.91 | 3.00 | 4.45 | 2.51 | — | 1~32 | n = 9 |
| S | 0.29 | 0.37 | 0.40 | 0.38 | 0.47 | 0.50 | 0.63 | — | 0.22 | |
| 区间 | 80~180 | 70~350 | 0~400 | 230~2000 | 400~10000 | 0.7~20.0 | 9~100 | 0~30000 | 10~50 | 伟晶岩, n = 5 |
| lgx | 2.04 | 2.16 | 1.93 | 2.85 | 3.38 | 4.54 | 1.40 | 2.63 | 1.38 | |
| S | 0.15 | 0.28 | 0.51 | 0.44 | 0.50 | 0.60 | 0.40 | 0.53 | 0.33 | |
| 区间 | 70~500 | 70~1100 | 0~1500 | 50~2500 | 100~900 | 0.3~2.5 | 10~1600 | 600~1500 | 17~30 | 石英岩, n = 3 |
| lgx | 2.13 | 2.55 | 2.49 | 2.52 | 2.58 | 3.92 | 1.89 | 2.65 | 1.35 | |
| S | 0.50 | 0.39 | 1.02 | 0.85 | 0.50 | 0.50 | 1.16 | 0.60 | 0.13 | |
| 方法的 | 50 | 20 | 30 | 10 | 50 | 0.03 | 4 | 3.00 | 5 | |
| 灵敏度 | | | | | | | | | | |

的变化范围由+0.659到+0.694。片麻岩磁铁矿中V—Ti的相关关系是 $\gamma_{V-Ti} = +0.601$ ，这种相关关系在其它所有岩石中没有统计上的显著性，因为 γ_{V-Ti} 的变化范围由+0.112到+0.341（表3内未予引用）。

为了比较成分相同但变质相不同的岩石的磁铁矿中杂质元素间的关系，曾从样品量为最多的变粒岩相和角闪岩相的花岗岩类中各选取一批磁铁矿试样。结果，有许多元素之间的相关系数，甚至连其符号都发生了变化。例如，在变粒岩相花岗岩类的磁铁矿中， $\gamma_{Co-Cu} = +0.919$ ；而在角闪岩相花岗岩类的磁铁矿中， $\gamma_{Co-Cu} = -0.638$ 。在角闪岩相花岗岩的磁铁矿中Mn—Ti关系是相关系数 $\gamma_{Mn-Ti} = +0.648$ ，而在变粒岩相花岗岩的磁铁矿中这样的关系实际上是不存在的（ $\gamma_{Mn-Ti} = +0.262$ ）。

所有这一切都证明了，P—T条件对磁铁矿中杂质元素的含量和这些元素形成一定的共生关系都有明显的影响。

从整个来看，在变质相磁铁矿中对少量元素含量进行比较时，虽然变粒岩相岩石内的磁铁矿中见有更大的含量波动现象，但却可以看到角闪岩相岩石中的磁铁矿内许多元素含量变化范围极小的特点。

现将阿尔丹地盾变粒岩相（Γ）和角闪岩相（A）岩石的磁铁矿中杂质元素（共

计）含量的对数均方差列举如下：

| 岩石 | Γ | A |
|-------|------|------|
| 石英岩 | 0.63 | 0.27 |
| 片麻岩 | 0.47 | 0.27 |
| 基性正变岩 | 0.46 | 0.33 |
| 花岗岩类 | 0.41 | 0.30 |
| 伟晶岩 | 0.42 | 0.32 |

如用变粒岩相和角闪岩相岩石的磁铁矿中Ti和V元素含量离散度的比较来作图更为明显（图3）。

变粒岩相基性结晶片岩和片麻岩中的磁铁矿与角闪岩相的同类岩石相比，Mn、Ti、

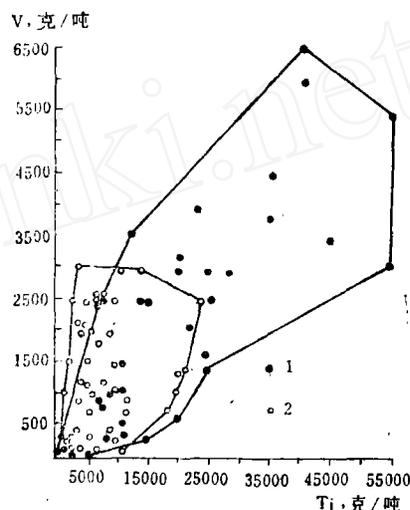


图3 变粒岩相(1)和角闪岩相(2)变质岩的磁铁矿中Ti和V的关系

阿尔丹磁铁矿中杂质元素的相关系数

表3

| 片麻岩内 (n=17) | 高铝质岩和石英岩 内(n=17) | 基性结晶片岩内 (n=16) | 基性正变质岩内 (n=16) | 变粒岩相花岗岩内 (n=14) | 角闪岩相花岗岩内 (n=16) |
|----------------|---------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| Co-Ni = +0.991 | Co-Ni = +0.849 | Co-Ni = 0.930 | Co-Ni = 0.941 | Co-Ni = +0.896 | Co-Ni = +0.595 |
| Co-Cu = +0.838 | Co-Cu = +0.877 | Co-Cu = +0.880 | Co-Cu = +0.733 | Co-Cu = +0.919 | Co-Cu = -0.638 |
| Ni-Cu = +0.806 | Ni-Cu = +0.686 | Ni-Cu = +0.659 | Ni-Cu = +0.694 | Ni-Cu = +0.890 | Mn-Ti = +0.648 |
| Cr-Cu = +0.574 | Co-V = +0.582 | | Mn-Ti = +0.528 | Cr-Ni = +0.634 | |
| Cr-Zn = +0.937 | Co-Ti = +0.606 | | | Cr-Co = +0.558 | |
| V-Ti = +0.601 | Ni-Ti = +0.625 | | | Cr-V = +0.627 | |
| Cu-Zn = +0.641 | Ni-V = +0.536 | | | | |
| | Ti-Cu = +0.631 | Ti-Cu = +0.680 | | | |

附注：表中只列出超过0.500的相关系数。

V和Cu含量较多。在变粒岩相石英岩中的磁铁矿比在角闪岩相中的磁铁矿含Co和Cu较多,但含Cr却较少。变粒岩相花岗岩和伟晶岩中的磁铁矿更富含Mn和Ti,但在变粒岩相伟晶岩的磁铁矿中Cr含量比在角闪岩相伟晶岩的磁铁矿中为少。

变粒岩相基性正变质岩中的磁铁矿(古岩脉和层状矿体)比角闪岩相的同类岩石更富含Ni和Cu。但整个说来,这些磁铁矿要比付变质岩的磁铁矿多得多,按照变粒岩相和角闪岩相中的杂质元素含量来看,它们之间是相似的,这可能证实了高温变质作用对由基性岩浆熔体结晶而成的磁铁矿成分有较小影响。就变质相而言,磁铁矿中某些指示元素比值尤其值得注意:变粒岩相岩石内的磁铁矿中Ti/Cr、Ti/Co、Mn/Cr比值高;角闪岩相岩石内的磁铁矿中Co/Cu和V/Cr比值也高(表4)。

可以看到某些元素在磁铁矿—共生硅酸盐系列中具有平衡或近于平衡的分布。

在乌拉尔花岗类岩石中磁铁矿和黑云母间Ti的分布有某种规律性。现有资料表明,在变粒岩相岩石中的紫苏辉石—磁铁矿系列内可以看到Co和Ni近于平衡的分布。同时这两个元素在磁铁矿中的含量比在紫苏辉石中更高。在黑云母—磁铁矿系列中可以看到Mn、Ni和Co的近于平衡的分布。在角闪岩相岩石中黑云母比磁铁矿含Mn更多,但随着变质作用的加强Mn重新聚集在磁铁矿中。磁铁矿中Ni含量接近于或稍微超过它在黑云母中的含量,但在变粒岩相中Ni在

磁铁矿中的含量比在黑云母中更高。两个岩相岩石中磁铁矿含钴比黑云母要高得多,而在变粒岩相中这种差别就更悬殊了。

Ni在磁铁矿—角闪石系列中的分布是很典型的(图4)。随着变质程度的增高,Ni由角闪石重新集中于磁铁矿中,即由硅酸盐相转入氧化相。在角闪岩相的条件下, K_{Ni}^{Am-Mgt} 的变化范围从0.33到1.46,按8个样品的平均数为0.59,而在变粒岩相中它就有所偏低,变化范围从0.05到0.23。4个样品的平均值为0.11。过去我们曾发现,随着温度和压力的增加,许多微量元素由硅酸盐矿物重新集中于磁铁矿中。这表现为阿尔丹地盾(有中等的T和P)中部变质岩内和其南部的苏坦斯克一带同类岩石内的磁铁矿成分的比较,而苏坦斯克一带的特征是在高温高压下形成的矿物共生体。很显然,该地盾南部岩石内的磁铁矿,比地盾中部同类岩石内磁铁矿更富含Co、Ni、Cr、Cu、Ti和Zn。所以,在更高温度的条件下磁铁矿所含有的其它类质同像元素有所增加,因而含

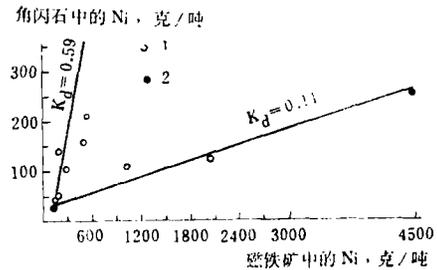


图4 角闪岩相(1)和变粒岩相(2)岩石中角闪石和磁铁矿的Ni分布

阿尔丹地盾前寒武纪变粒岩相(Γ)和角闪岩相(A)中不同岩石内的磁铁矿指示元素的平均比值

表4

| 参 数 | 基 性 结 晶 片 岩 | | 片 麻 岩 | | 伟 晶 岩 | | | | | |
|-------|-------------|------|-----------------------|------|--------|------|---------|------|-----------------------|------|
| | Co : Cu | | TiO ₂ : Co | | V : Cu | | Mn : Cr | | TiO ₂ : Cr | |
| 比 例 | Γ(6) | A(7) | Γ(6) | A(7) | Γ(8) | A(9) | Γ(5) | A(6) | Γ(5) | A(6) |
| 变 质 相 | Γ(6) | A(7) | Γ(6) | A(7) | Γ(8) | A(9) | Γ(5) | A(6) | Γ(5) | A(6) |
| 平 均 数 | 3.48 | 15.8 | 143 | 36.2 | 21.5 | 51.5 | 55.7 | 3.9 | 866 | 133 |

(下转第88页)

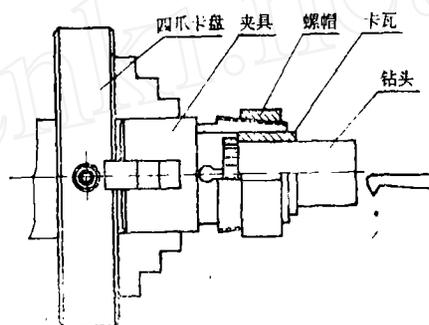
加工人造金刚石钻头的夹具

张业惠

对人造金刚石钻头进行车加工时,要先夹住钻头尾部,按胎体的外径端面找正,将钻头外径车至 $\phi 45$ 毫米,然后调头夹紧,按外径 $\phi 45$ 找正,再加工丝扣和内径部分。钻头胎体外径和丝扣的同心度要求是比较高的,偏差不得超过0.05。在加工过程中,因为需要调头夹装,加工一个钻头需要找正两次,辅助时间长。另外,在车内径部分时,用四爪卡盘直接夹紧钻头外径部分,夹力大容易使钻头变形,夹力小则加工时不能吃刀大,切削时间长。有时钻头发生摆动,保证不了同心度。为此,我们设计了一种加工钻头的夹具,结构如图所示。把该夹具夹装在车床卡盘上找正后,用两块半圆卡瓦抱住钻头加工好的 $\phi 45$ 外径部分,放入夹具中,拧紧螺帽,夹具锥体收缩,夹紧钻头即可进行加工。锥体内径与两个半圆卡瓦的外径为滑动

配合。锥体上有四条槽,所以拧紧螺帽可以收缩。

采用这种夹具,只要一次找正,就可加工一批钻头。因锥体收缩力均匀,对钻头夹得紧,加工时可以增大吃刀量,缩短加工时间,提高效率约50%;而且钻头不易变形,保证加工质量。



(上接封三)

大量的杂质元素。这种情况在岩浆岩磁铁矿中也有所反映。

结 论

1. 按杂质元素来研究付矿物磁铁矿,可获得关于成矿条件和环境的补充资料。

2. 每一岩组内的磁铁矿均有其自身的地球化学特征,这种特征反映为杂质元素不同的含量和元素间相互关系的各种各样的特点。含磁铁矿岩石的成分变化越狭小,磁铁矿内的成分就越接近。

3. 根据磁铁矿中Cr和Ni的高含量可以判别高变质基性岩的原生岩浆岩性质。

4. 大多数岩石的磁铁矿对变质作用的反应特别灵敏,这表现为Mn、Ti、Cu、V、Ni、Cr的含量随着变质程度而变化。随着T和P的增加,杂质元素由硅酸盐矿物重新集中于磁铁矿中。

5. 在综合大量资料的情况下,付矿物磁铁矿中杂质元素含量的资料有助于确定变质岩的岩相。在具有单个测定资料时,可以应用磁铁矿中杂质元素比值指标。

6. 磁铁矿中杂质元素的性状还证明微量元素在区域变质作用过程中有迁移现象。

葆茨译自《Геохимия》1977, №.10,
стр.1543~1551.

作者: M. Д. 克里诺娃, B. A. 加利宾