

黄铁矿中钴的分布特征

桂林冶金地质研究所电子探针组

目前,含钴黄铁矿是获得钴的一个重要来源。黄铁矿中钴的含量及其分布特征,常与矿床形成的地质条件有密切关系。因此,研究黄铁矿中钴的分布特征,不仅在理论上,而且在实际工作中也是十分重要的。现将我组两年多来在电子探针分析中积累的有关黄铁矿中钴的资料介绍如下。

一、某些类型矿床黄铁矿中的钴

(一)与基性岩有关的矿床 根据几个矿区的资料,此类矿床的黄铁矿含钴较高,常沿黄铁矿的晶面或解理形成局部富集。例如产于辉石岩-角闪岩中的某铁矿床,呈稀疏星点状分布在辉石岩中并与钛磁铁矿共生的

黄铁矿,反光镜下显示出反射色和反射率的不均匀现象;反射率低、反射色为浅紫色者,含钴高达8.46%。又如产于辉长苏长岩中的某硫化铜镍矿床,矿石含钴为0.045%。矿石中主要金属矿物为磁黄铁矿、黄铜矿、镍黄铁矿和黄铁矿。前三种矿物含钴极微;钴主要集中在黄铁矿中,一般为0.204~3.28%。再如产于基性岩中的某矿床的钛铁矿-磁铁矿矿石,细粒的黄铜矿、辉铜矿、斑铜矿与黄铁矿呈浸染状分布,此种黄铁矿中,含钴可达3.56~4.99%。

(二)与矽卡岩有关的铁矿床 此类矿床中,除含有少量钴的独立矿物外,钴主要集中在黄铁矿中。在同一黄铁矿颗粒中,钴含量变化极大,例如某铁矿的细粒黄铜矿、磁铁矿矿石,黄铁矿不同点上钴的含量分别

表1

矿区名称	矿石中主要金属矿物组合	黄铁矿中钴的含量(%)
I 矿区	1.磁铁矿、黄铜矿、黄铁矿、白铁矿	0.24~28.7
	2.磁铁矿、赤铁矿、黄铁矿	0.36~4.78
	3.磁铁矿(少量)、黄铁矿	0.47~3.23
	4.赤铁矿、黄铁矿	0~5.11
II 矿区	1.磁铁矿、黄铜矿、黄铁矿、赤铁矿、斑铜矿	0.33~3.69
	2.磁铁矿、黄铁矿	0.58~1.57
	3.磁铁矿中的黄铁矿(脉状)	0.25
III 矿区	磁铁矿、黄铁矿	0.06
IV 矿区	磁铁矿、黄铁矿、黄铜矿、辉铜矿、铜蓝	0.22~3.95
V 矿区	磁铁矿、黄铁矿、黄铜矿、铜蓝	0.07~12.79

表 2

矿区名称	矿石中主要金属矿物组合	黄铁矿中钴的含量 (%)	分析样品个数
1 矿区	黄铁矿、黄铜矿、金红石、辉砷钴矿、方硫镍钴矿	0.069~6.11	16
2 矿区	黄铜矿、黄铁矿、金红石、辉砷钴矿、磁黄铁矿	0.054~2.31	10
3 矿区		0.078~0.584	2
4 矿区		0.060~1.983	4
5 矿区	黄铜矿、黄铁矿、金红石、辉砷钴矿	0.047~2.421	15
6 矿区		0.025	1
7 矿区	黄铁矿、黄铜矿	0.057~0.853	6
8 矿区	黄铜矿、黄铁矿	0.057	1
9 矿区	磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿	0.069~0.145	7
10 矿区	黄铁矿、白铁矿、闪锌矿、黄铜矿	0.055~1.492	4
11 矿区	磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、白铁矿	0.055~0.255	2
12 矿区	磁黄铁矿、闪锌矿、黄铜矿、黄铁矿	0.080~0.292	2
13 矿区	黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿	0.065~0.307	3

为 (%)：0.24, 1.19, 14.14, 18.36, 20.50 和 28.71。几个与矽卡岩有关的铁矿床黄铁矿中钴的含量如表 1。钴在黄铁矿中往往也是沿黄铁矿的晶面或解理、裂隙富集堆积。

(三) 变质岩铜矿床 我国若干变质岩铜矿床黄铁矿中钴的含量变化极大, 分布也十分不均匀 (见表 2)。

二、黄铁矿中钴的分布形式

从上述几个类型的二十多个矿床黄铁矿中钴的分析资料可以看出, 黄铁矿颗粒中钴的含量变化很大, 可以从千分之几到 28.71%。在黄铁矿中钴富集的部位其含量不稳定, 而硫的含量变化极微 (见表 3), 说明

含 钴 黄 铁 矿 的 化 学 成 分

表 3

样品号	化 学 成 分 (%)					化 学 分 子 式
	Fe	Co	Ni	S	总 量	
利-9	44.65	1.46	0.82	53.60	100.53	(Fe _{0.988} , Co _{0.030} , Ni _{0.017}) S _{1.000}
Z-13	43.43	2.94	1.50	54.09	101.96	(Fe _{0.922} , Co _{0.088} , Ni _{0.031}) S _{1.012}
59-1	43.13	3.26	0.01	53.56	99.96	(Fe _{0.925} , Co _{0.080} , Ni _{0.000}) S _{0.991}
金-1	41.63	6.68	0.05	52.57	100.93	(Fe _{0.900} , Co _{0.138} , Ni _{0.001}) S _{1.048}
钟-1	31.59	14.49	0.03	53.93	100.04	(Fe _{0.670} , Co _{0.293} , Ni _{0.001}) S _{0.984}

黄铁矿中钴、铁二元素之间是连续的类质同象取代,至少在 CoS_2 分子百分数的60%范围内,钴可以连续地取代其中的铁。而这种高钴的黄铁矿,即使在同一颗粒的同一高钴区域内,钴的含量也不是稳定的;也就是说,这种高钴的黄铁矿部位不是一个稳定组分的矿物相,而是 CoS_2 — FeS_2 系列间的一些中间成分。

钴在黄铁矿颗粒中,常见以下列形式分布:(1)呈三角形、四边形或多边形的同心环带,钴在黄铁矿中沿晶面或解理面富集堆积(见照片1、2、3);(2)呈树枝状和各种不规则状分布于黄铁矿的解理或收缩破碎裂隙中(见照片4、5、6);(3)呈球粒状和乳滴状分布在黄铁矿晶体中;(4)在胶状黄铁矿中呈圆环状分布(见照片7)。

从钴在黄铁矿中的分布形态可以看出:(1)钴的此种分布特征是由于黄铁矿的固溶体分解或沉积后的再改造作用所致。国外曾作过的 FeS_2 — CoS_2 — NiS_2 在干熔条件下的合成实验表明,在 400°C 以下形成的上述三种矿物相是十分单一的,仅含极少的其它两种组分。从而可以认为,钴在黄铁矿中的上述分布特征是由于黄铁矿在其生成过程中,随着温度的降低,向着形成尽量单一组分的矿物方向进行。电子探针分析结果表明,在形成钴局部富集的黄铁矿颗粒的其余部分,钴的含量明显低于没有形成钴局部富集的黄铁矿,也说明黄铁矿中钴经过了再富集,胶状黄铁矿经过结晶作用后,在结晶部位,钴相对地形成局部富集。(2)在部分矿床中,钴常呈不规则状在黄铁矿边缘分布,看来是与后期含钴溶液的改造有关。

应该指出,由于黄铁矿中含有独立的钴矿物,也形成各种环带结构,但不同的环带中,所含的元素种类和含量是相对稳定的,如湖南某矿,在胶状黄铁矿的环带间,有钴方硫镍矿充填,钴是以独立的矿物相出现的(见照片8),它不同于黄铁矿中由于钴取代铁而成的环带。

三、含钴黄铁矿的主要鉴定特征

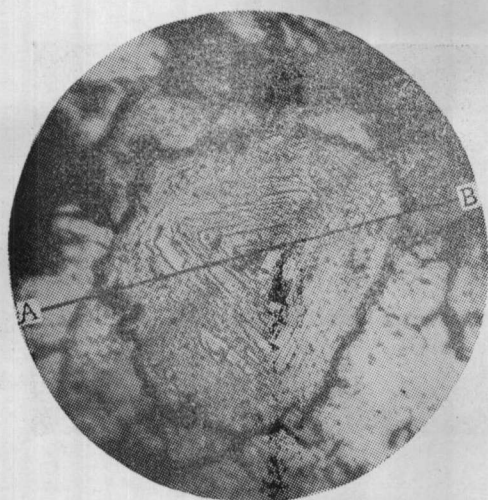
随着黄铁矿中含钴量的变化,自然会引起黄铁矿的光学和其它物理特性的变化。黄铁矿某一部分含钴超过1%时,特别达到3%左右,其反射率或反射色都会发生变化,并能够在反光显微镜下察觉到。一般说来,当光片的磨光程度好,在适当减弱光源的条件下,可以看出黄铁矿中含钴高的部位其反射色随钴含量的增高,由黄色递变为浅棕色,接近于磁黄铁矿(磁黄铁矿以其非均质性可区别之),其反射率也随之降低,在油介质中观察,效果更佳。此外,在光片上用浓硝酸浸蚀一至三分钟后,用清水冲洗,稍加抛光,高钴部分表面较平滑,不易浸蚀,有时呈现紫色色调;而含钴低或不含钴的黄铁矿一般极易浸蚀,浸蚀后表面粗糙,反射色仍为黄色。但当钴、镍同时不均匀地分布在同一黄铁矿颗粒中时,富钴和富镍的部分,往往不易鉴别。

四、几点认识

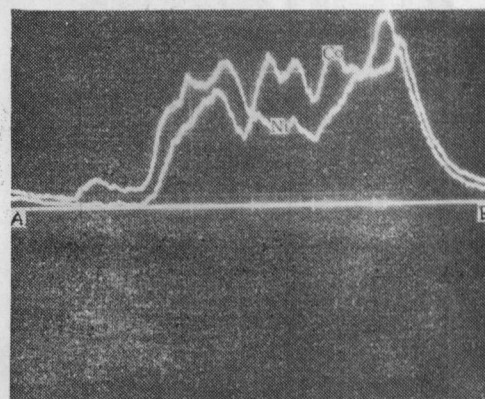
1.许多种成因的矿床中黄铁矿的钴含量及其分布特征表明,钴在黄铁矿中,即使在同一颗粒中分布十分不均匀,钴的含量可以从千分之几到28.71%,从而证实,黄铁矿中 CoS_2 的分子百分比不存在6%的界限,自然界中钴铁二硫化物的中间成分是广泛存在的。同时,也可以看出,要确定黄铁矿中钴的含量与该矿物的晶胞参数的关系,必须首先弄清楚钴在黄铁矿中的分布形式。

2.钴的分布形式与黄铁矿的成因和矿石类型有一定关系,例如矽卡岩型磁铁矿矿床,以黄铜矿-磁铁矿矿石中的黄铁矿的钴含量和钴在黄铁矿中的富集程度要比黄铁矿-磁铁矿矿石中要高。

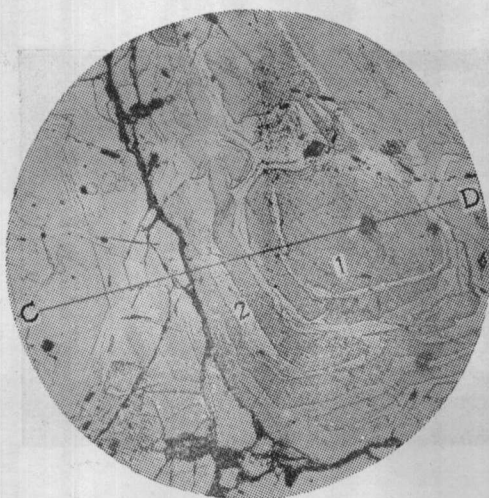
3.黄铁矿中钴的不均匀分布,使得含钴黄铁矿内部的反射率和反射色产生不均匀的变化。



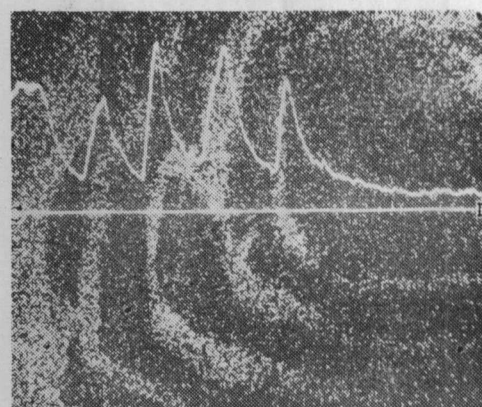
照片 1a



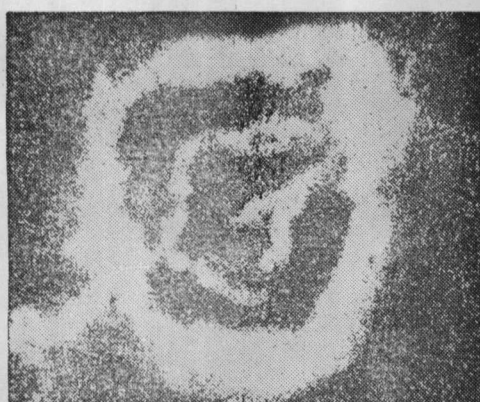
照片 1b



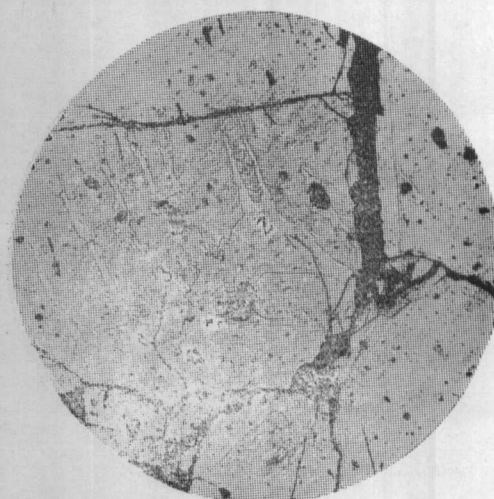
照片 2a



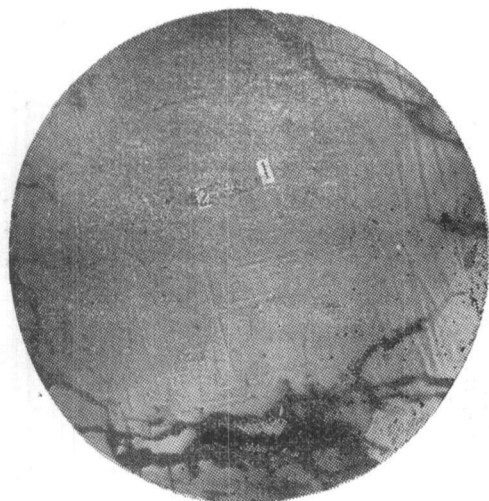
照片 2b



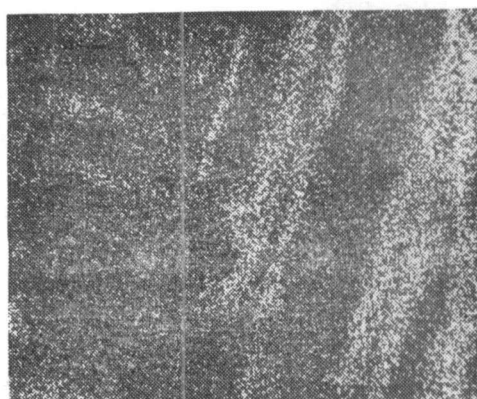
照片 3



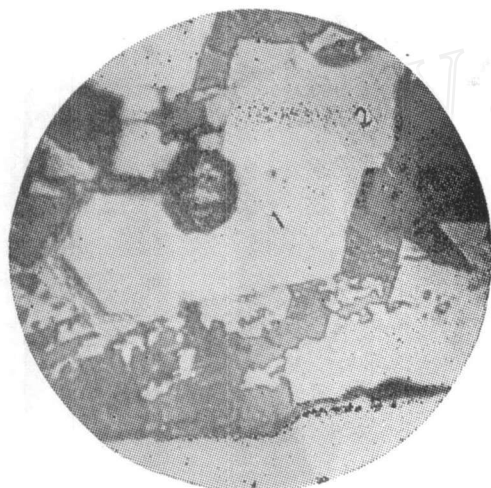
照片 4



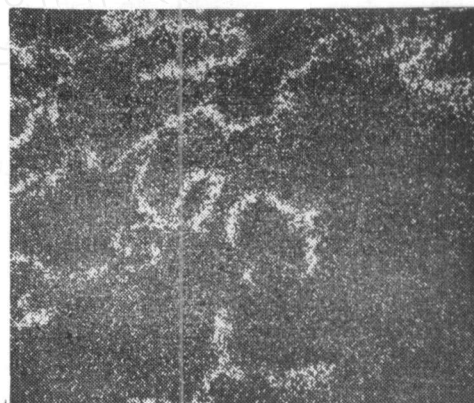
照片 5 a



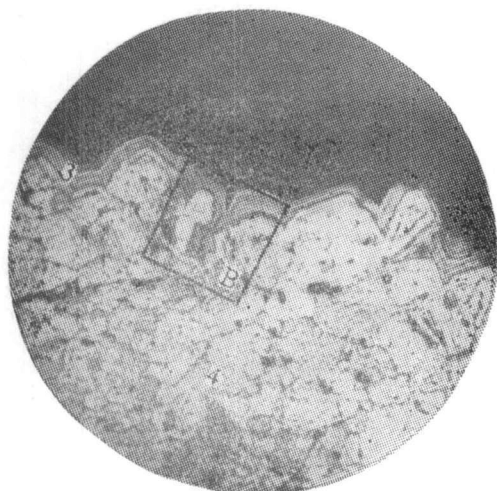
照片 5 b



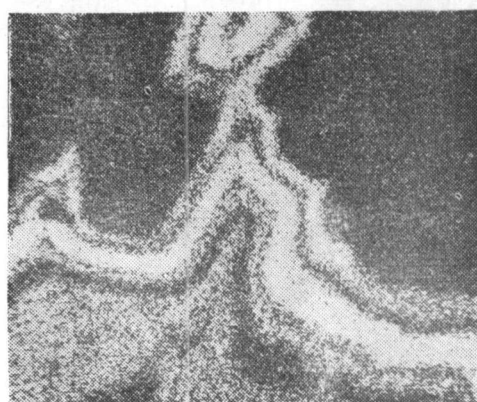
照片 6



照片 7



照片 8 a



照片 8 b

灰硒汞矿的发现及其找矿意义

湖南某汞矿、湖南冶金地质237队、245队、
湖南冶金地质研究所地质综合研究小组

近年来,我们在湖南某汞矿外围发现了一种国内少见的汞矿类型——灰硒汞矿矿体。它除提供了重要的找矿线索外,并丰富了矿带成矿理论和地球化学研究的内容。

一、矿体地质

本文所叙述的灰硒汞矿矿体,在构造上处于新华夏系一级北北东向某大背斜西翼近轴部,S洞北西西向横跨褶皱之倾伏部位(图1)。寒武纪地层广布全区。矿体赋存于中寒武统敖溪组上部,即容矿层顶部 e_1^{1-10} 层薄层条带状细粒白云岩之下, e_1^2 层厚层块状粗粒变晶白云岩之上(图2)。在宽50余米的矿化地段内,由三个断续相连的微石英岩(最重要的近矿蚀变围岩)组成,各长13~15米,厚0.8~0.9米,最厚2米;成矿作用受北西西向横跨褶皱之低级褶皱控制

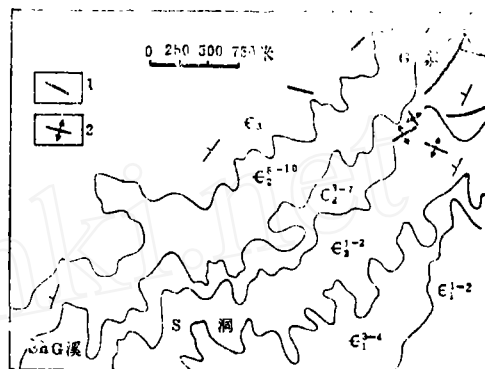


图1 Shg溪地质图

e_1 —寒武系上统; e_1^{1-10} —寒武系中统花桥组;

e_1^{1-7} —寒武系中统敖溪组上部(容矿层); e_1^{1-2} —寒武系中统敖溪组下部; e_1^{1-4} —寒武系下统清虚洞组(容矿层); e_1^{1-3} —寒武系下统把榔组 and 牛蹄塘组;1—背斜;2—断层

(图3)。南段系统取样分析结果,平均含汞为0.31%,硒为0.10%,厚0.8米;矿石

照片说明

- 照片1a 三角形同心环带状含钴黄铁矿,反光,500×
- 照片1b 照片1a A-B剖面上CoK α 、NiK α 强度曲线
- 照片2a 四边形同心环带状含钴黄铁矿,反光,90×
- 1—含钴0.5%以下;2—含钴1%以上
- 照片2b 照片同一位置上CoK α 射线像和C-D剖面上CoK α 射线强度曲线,135×
- 照片3 黄铁矿颗粒中CoK α 2射线像,375×
- 照片4 呈树枝状产于黄铁矿中的含钴黄铁矿,反光,90×
- 2—含钴1%以上;3—含钴0.5%以下
- 照片5a 含钴黄铁矿沿黄铁矿解理产出,反光,100×
- 1—含钴0.5%以下;2—含钴1%以上
- 照片5b 照片5a同一位置上的CoK α 射线像,375×
- 照片6 沿黄铁矿(1)边缘裂隙分布的含钴黄铁矿(2),反光,250×
- 照片7 胶状黄铁矿CoK α 射线像,150×
- 照片8a 胶状黄铁矿(4)边缘呈环带状分布的钴方硫镍矿(3),反光,120×
- 照片8b 照片8aB区内CoK α 射线像,375×