

文章编号: 0254-5357(2000)01-0042-03

复杂钴矿石中钴镍赋存状态研究

甘树才¹, 周少红², 张 军¹, 曹 琳¹, 陈 博¹

(1. 长春科技大学, 长春 130026; 2. 南京地质学校, 南京 210008)

摘要: 利用相态分析方法, 配合扫描电镜、X 光衍射分析及红外光谱分析等测试手段, 对某铜钴矿化区钴矿石中钴镍的赋存状态进行了研究。综合分析查定了钴镍在该铜钴矿化区的赋存状态主要有: ① 钴镍以含钴的镍黄铁矿产出; ② 钴镍与铁呈类质同象状态存在于黄铁矿、黄铜矿和菱铁矿中; ③ 钴镍以吸附态存在于伊利石等粘土矿物中。

关键词: 钴; 镍; 赋存状态; 类质同象; 吸附态

中图分类号: O655. 6; O614. 812; O614. 813

文献标识码: A

地质体中元素赋存状态研究是地球化学的重要基础工作, 它对于阐明元素在地球化学作用过程中的动力学行为具有极为重要的意义。元素在自然界中存在具有量和质的两种属性。人们在以往的研究中, 对元素量的属性研究较多, 而对元素质的研究还不够深入。在地球化学系统中, 元素的亲合性是制约元素地球化学行为的基本属性。文献[1]提出的以元素亲合性为依据的元素地球化学分类基本上阐明了元素在地质体中的赋存规律。由于地球化学作用的结果, 元素的亲合性表现为多种元素以多种形式的共生。本文在前文^[2]的工作基础上, 利用微量元素相态分析方法, 对某铜钴矿化区钴镍进行硫酸盐、碳酸盐、硫化物、铁氧化物和硅酸盐等赋存状态查定。综合查定结果, 对该铜钴矿化区工业矿体的圈定和矿石选取与综合利用提供了科学依据。

1 实验部分

1.1 钴镍相态分析

使用 800 系列电感耦合等离子体直读光谱仪(美国 Jarrell-Ash 公司产), 分析方法同前文^[2]和文献[3, 4]所述, 按实验步骤测定各相中钴、镍的含量。

1.2 矿物组成及微细结构分析

矿石的矿物组成用 XD-3 型 X 射线衍射分析

仪(日本岛津公司产)和 751R 型红外光谱仪(德国产)测定; 矿物微细结构用 JEM-2000FX 分析型透射电子显微镜(日本电子公司产)测试。

2 结果与讨论

2.1 矿化区样品中钴、镍的赋存状态分析

在某钴矿化区的一个剖面上采集 40 余件样品, 按土壤、原生晕、氧化带矿石、原生带矿石及围岩等 5 个不同样品类别进行查定钴镍的赋存状态, 计算钴、镍在硫酸盐、碳酸盐、硫化物、粘土矿物吸附态、铁氧化物和硅酸盐等各相态中的平均含量分布, 结果见表 1。从表 1 中数据看出: 原生矿石中的钴、镍在粘土矿物吸附相中平均含量(质量分数, w)为 20.06% 和 20.65%, 氧化矿石中钴、镍的平均含量占 48.40% 和 49.86%。在粘土矿物吸附相中, 吸附态的钴、镍平均含量分别占矿石中钴、镍总含量的 34.85% 和 35.89%。

2.2 矿化区样品的矿物组成分析

选取原生矿石、氧化矿石及围岩, 结合光薄片鉴定、红外光谱分析和 X 射线衍射分析测试矿物组成。综合实验结果表明: 原生矿石中非金属矿物主要有绢云母、石英、白云石和长石(部分变为粘土矿物), 金属矿物有黄铁矿、黄铜矿等硫化矿物。氧化矿石中的矿物组成为绢云母、石英和泥质的粘土矿

收稿日期: 1999-04-08; 修订日期: 1999-08-31

基金项目: 吉林省科委资助项目(编号 963532)。

作者简介: 甘树才(1955-), 男(蒙古族), 辽宁阜新县人, 博士, 教授, 应用化学专业。

物等非金属矿物和褐铁矿、孔雀石、菱铁矿及磁铁矿等金属矿物。用扫描电镜分析泥质的粘土矿物成分, 观察到其中有伊利石和高岭石等矿物。

称取 0.5000 g 试样, 用文献[2]中相态分析流

程溶解各相, 矿物量结果如表 2 所示, 红外光谱分析矿物组成结果见表 3。从分析结果可以看出, 两种方法测得各类矿物含量基本吻合。

表 1 矿化区样品中钴镍的含量及在各相态中的平均含量分布

Table 1 The contents of Co and Ni in samples from mining area and their distribution in mineral phases

样品 sample	元素 El.	含量 $w_B/10^{-6}$	钴镍在各相态含量分布 $w_B/10^{-2}$						总和 total
			硫酸盐 sulphates	碳酸盐 carbonates	硫化物 sulphides	粘土矿物 clay minerals	铁氧化物 ferro-oxides	硅酸盐 silicates	
土壤 soil	Co	315	0.73	17.90	23.20	51.30	2.83	4.11	100.07
	Ni	299	0.62	14.40	21.02	52.73	5.72	5.40	99.89
原生晕 primary dispersion halos	Co	933	1.48	49.89	9.33	35.20	1.09	3.03	100.02
	Ni	470	1.35	28.50	9.11	50.65	5.56	4.89	100.06
氧化矿石 oxidized ore	Co	970	1.82	18.65	10.94	48.40	8.36	11.80	99.98
	Ni	515	0.99	21.95	12.88	49.86	8.29	5.57	99.54
原生矿石 primary ore	Co	907	0.82	25.43	45.65	20.06	4.55	3.54	100.05
	Ni	413	0.92	23.14	42.04	20.65	8.74	4.52	100.01
围岩 country rock	Co	140	1.24	32.23	22.07	31.27	4.70	8.50	100.01
	Ni	77.0	0.86	33.18	14.62	31.28	8.26	11.80	100.00

表 2 相态分析矿物组成结果

Table 2 The results of the minerals analysis

样品号 No.	样品类别 sample	各相矿物量 $w_B/10^{-2}$						总和 total
		硫酸盐 sulphates	碳酸盐 carbonates	硫化物 sulphides	粘土矿物 clay minerals	铁氧化物 ferro-oxides	硅酸盐 ^① silicates	
BS- 8	原生矿石 primary ore	0.92	3.22	9.36	28.46	4.18	53.66	99.80
BS- 41	原生矿石 primary ore	1.40	2.82	12.66	8.72	4.72	69.68	100.00
BS- 14	氧化矿石 oxidized ore	1.22	3.70	1.94	25.32	2.60	65.22	100.00
BS- 19	氧化矿石 oxidized ore	0.26	4.88	7.16	19.50	4.04	63.96	99.80
BS- 16	围岩 country rock	1.02	3.18	1.50	27.02	1.78	65.50	100.00
BS- 29	围岩 country rock	1.18	3.36	1.96	26.52	1.54	65.44	100.00

① 硅酸盐中包括石英。

表 3 红外光谱矿物组成分析结果

Table 3 The results of the mineral composition by IR

样品号 No.	$w_B/10^{-2}$				
	绢云母 muscovite	石英 quartz	白云石 dolomite	孔雀石 malachite	褐铁矿 limonite
BS- 8	66	28	6		
BS- 41 ^①	60	26	4		
BS- 14	59	32		4	5
BS- 19	56	32		8	4
BS- 16	78	18	4		
BS- 29	65	32	3		

① 此样品中含有约 10% 的硫化物(黄铁矿、黄铜矿、含钴镍黄铁矿及磁黄铁矿等), 因单矿物含量较少, 未被红外光谱检测。

用扫描电镜分析原生矿石和氧化矿石中的矿物组成及各矿物中的钴和镍赋存状态, 分析结果如图 1~ 图 3。

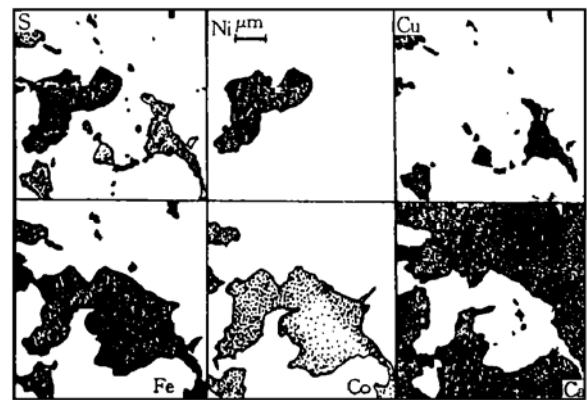


图 1 镍黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿和菱铁矿中钴镍分布素描图

Fig. 1 The distribution map of Co and Ni in pentlandite, pyrite, chalcopyrite and siderite

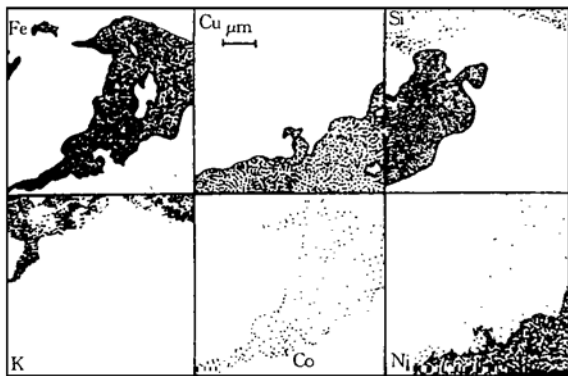


图2 褐铁矿、孔雀石中钴镍分布素描图
Fig. 2 The distribution map of Co and Ni in minerals

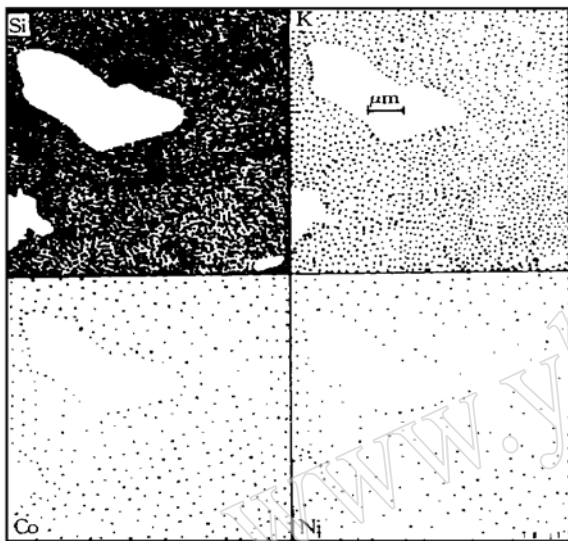


图3 粘土矿物中钴镍分布素描图
Fig. 3 The distribution map of Co and Ni in clay minerals

从扫描电镜分析结果可以得到: ①原生矿石中除光薄片能观察到的黄铁矿和黄铜矿外,在图1中可以看到粒径约为2~3 μm的非常细小的含钴镍黄铁矿。②从图1中还可以分析出黄铁矿、黄铜矿和菱铁矿中的钴、镍是与铁呈类质同象存在的,这是因为这三个元素与硫具有部分相同的面分布图。③同理在图2中可以看出褐铁矿中的钴与铁的面分布图非常吻合,说明二者是呈类质同象存在的。④在图3层状硅酸盐粘土矿物的面分布图中,钴和镍的面分布光点比较均匀地分布在整个图像中,与元素硅、钾的分布十分相似,按照文献[1]中元素的亲合性理论分析,钴和镍在层状硅酸盐矿物中是呈吸附嵌晶状态存在的。

综合上述实验研究可以得出该铜钴矿化区钴、镍的主要赋存状态为:以硫化物形式存在于黄铁矿和镍黄铁矿中;以类质同象存在于黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿和菱铁矿中;以吸附嵌晶状态存在于伊利石和高岭石等层状粘土矿物中。粘土矿物相在测试中是一个不容忽视的相态。这种相态的查定对于研究元素地球化学的性质和规律、对于划分矿床类型和矿石评价及找矿工作都具有极为重要的意义。

3 参考文献

- [1] 戚长谋. 元素地球化学分类探讨[J]. 长春地质学院学报. 1991, 21(4): 363.
- [2] 甘树才, 杨少清, 陈桂霞, 等. 地质样品中钴镍的赋存状态分析方法研究[J]. 长春科技大学学报. 1998, 28(2): 226.
- [3] 龚美菱, 朱国艳. 地质样品中痕量镍和钴的物相分析[J]. 冶金分析. 1992, 12(3): 19.
- [4] 李连仲 主编. 岩石矿物分析(第一分册)[M]. 第三版. 北京:地质出版社, 1991. 584~ 588.

Study on Cobalt and Nickel Occurrence States in Complex Cobalt Ores

GAN Shu-cai¹, ZHOU Shao-hong², ZHANG Jun¹, CAO Lin¹, CHEN Bo¹

(1. Changchun University of Sciences & Technology, Changchun 130026, China;

2. Nanjing Geological School, Nanjing 210008, China)

Abstract: The occurrence states of cobalt and nickel in complex cobalt ores in a mine were studied using phase analysis procedure and by means of X-ray diffraction, sweep electronic microscope and infrared techniques. The results show that the occurrence states of cobalt and nickel in the complex cobalt ores are existence as: ① cobalt-bearing pentlandite; ② isomorphism state with iron existing in pyrite, chalcopyrite, siderite; ③ adsorbed states existing in clay minerals such as illite etc.

Key words: cobalt; nickel; occurrence; isomorphism; adsorbed state