第 6卷 第 1期 1997年

新疆喀拉通克铜镍矿床伴生贵金属 成矿地球化学研究

帕拉提。阿布都卡迪尔 黄建华

(新疆工学院地质系)

按侵位顺序可划分为岩浆熔离型、深熔贯入型和热液叠加型成矿作用,其中后二者与贵金属的 富集及成矿关系最为密切,尤其是热液作用.贵金属 Au Ag Pt Pd主要在热液成矿流体分异 形成的高铜块状矿体中富集;含矿岩浆在岩浆房中深熔的时间与各成因类型矿体侵位是反序的; Cu Ni及贵金属矿是经深源熔离和脉动式多次成矿作用形成的.

关键词 新疆 喀拉通克 铜镍矿床 贵金属 地球化学

新疆喀拉通克铜镍矿床因其具有成岩时代新、基性程度低、岩体规模小而储量大、富矿 比例大、铜镍品位高、伴生的稀散和贵金属元素多并可综合利用等诸多特征,故此为国内外 所瞩目.众所周知,岩浆型铜镍硫化物矿床是伴生贵金属 Au Ag Pt Pd等产出的重要类 型之一.研究发现,该矿床中伴生贵金属除具有与铜镍矿化相似的熔离成矿作用外,另具有 独特的热液叠加成矿作用,通过对该矿床中伴生贵金属成矿地球化学的研究,将进一步加深 对 Au Ag和铂族元素成矿机理的认识.

1 矿床地质

喀拉通克铜镍硫化物矿床位于额尔齐斯河大断裂旁侧的次级断裂中,在已发现的 Yi~ Ya Yiiio个岩体中,Yi岩体已探明为一大型铜镍矿床,即I 号矿床.该矿床平面上呈纺锤状, 长 695m,宽 39~289m,出露面积约 0.1km².岩体空间上呈一歪斜的漏斗状,沿倾向最大延 伸达 570m,垂直分异良好,可分出四个相,各相之间呈渐变过渡关系,蚀变弱至中等.岩体 的 Rb- Sr等时线年龄为 285±23~298±23Ma^[1].岩石化学、同位素地质学及稀土元素地球 化学等研究表明该岩体为一单一岩体.矿体主要分布于岩体中下部的各岩相中.根据矿石工 业品级、成因、矿石类型等将矿体分为四个类型:

I 矿体 特富铜镍矿,岩浆晚期深部熔离贯入成矿,为致密块状矿石;

Ⅱ 矿体 富铜贫镍矿,经熔离成矿并叠加岩浆晚期熔离贯入和热液成矿作用而成,为中 等稠密浸染状矿石,局部为胶结状;

Ⅲ矿体 贫铜贫镍矿,岩浆晚期熔离成矿,为稀疏浸染状或细脉浸染状矿石;

本文是国家自然科学基金资助项目 (49263013) 的部分成果.

收稿日期: 1996-08. 邵晓东编辑.

Ⅳ 矿体 高铜富镍矿,产于Ⅰ 矿体个别部位,为岩浆晚期深部熔离贯入成矿并叠加热液 成矿作用的产物,矿石类型同Ⅰ 矿体.

上述四种类型矿体,矿石量占整个矿床的 98.7%,金属量占 99.2%.

矿石主要金属矿物:磁黄铁矿、黄铜矿、镍黄铁矿、磁铁矿、黄铁矿、紫硫镍矿、斑铜 矿、马基诺矿、方钴矿等 30余种.据前人^[1,2]及笔者^[3]研究,贵金属矿物有自然金、自然银 银金矿、碲银矿、碲镍铂钯矿、碲钯矿、镍碲钯矿、银铋碲钯矿、砷铂矿等约 21种.

2 矿石化学成分、成矿作用与成矿期

矿石中主要有用元素为 Cu Ni Co S, 其次是 Au Ag Pt Pd, 尚有可综合利用的 Se和 Te. 上述主要有用元素和伴生贵金属元素在各类矿石中的分布是极不均匀的 (表 1).

从表 1可见:①不论何种矿石类型 Cu/Ni均大于 1,表明铜含量较镍高.②主要元素 Cu Ni在高铜块状 致密块状和细脉浸染状矿石中最为富集.③伴生贵金属与主要元素呈正消长 关系,即前者随后者的增高而增高.④ Cu Ni在不同成矿类型的矿体中含量有明显的差异,如: 贯入型矿体(块状、胶结状矿石)含量较高;熔离型矿体(浸染状矿石)含量则较低但较均 匀;熔离并叠加热液型矿体(细脉浸染状矿石)含量增高.⑤ Cu/(Cu+ Ni)和 Pt/(P+ Pd)值的变化与成矿早晚有关,如熔离型矿体两个比值分别为 0.6和 0.29~0.44,表明成矿 应在岩浆活动的晚期首次成矿,且物质成分上有同源性;贯入型矿体的两个比值分别为 0.5~ 0.9和 0.43~0.54,前者与上述类型相比表明两类矿体在物质组分上的同源性和继承性; Pt/ (P+ Pd)比值增高表明 Pt Pd到晚期更具亲硫性^[4],可以认为硫化物矿浆是含矿岩浆深源 熔离与分异的产物,是在岩浆侵位后不久沿同一构造通道追踪贯入形成的;硫化物矿浆贯入 过程中,成矿流体应发生显著分异,否则不能解释块状矿石由富镍和富铜两部分组成,这一 点从上述两个比值得以说明;细脉浸染状矿石,两个比值均较高,分别为 0.73和 0.83,表明 形成时间更晚,且主要以热液成矿作用为主.

表 1 不同矿石中 Cu Ni Co等元素含量表

ΣĻ	z	特富铜镍矿石			富铜富镍矿石	ī	富铜贫镍矿石	云 贫铜贫	贫铜贫镍矿石	
w	Ц	高铜块状	致密块状	稠密浸染状	中等浸染状	细脉浸染状	胶结状	稀疏浸染状	细脉浸染状	
C	u	16.42	4.09	2.01	1.84	3.19	1.50	0.56	0. 61	
Ν	li	1.82	3.93	1. 38	1. 21	1.15	0.86	0.37	0.69	
С	ю	0.033	0.099	0. 044	0. 041	0.038	0.042	0. 28	0. 028	
5	s	30.66	32.08	10.36	10. 72	10.88	9.94	2.80	6.83	
A	u	10.09	0.22	0. 297	0.30	2.81	0.14	0.15	0.04	
Α	g	163.60	18.02	12. 27	19.33	103.80	6.99	3. 40	2.40	
Р	°t	0.70	0.23	0.15	0.14	2.26	0.12	0. 049	0.12	
Р	d	0.92	0.196	0. 26	0.18	0.46	0.14	0.12	0. 10	
Cu	/Ni	9.02	1.04	1. 45	1. 52	2.77	1.74	1.51	0.88	
Cu/(C	Cu⊬	Ni) 0.90	0.50	0.59	0. 60	0.73	0.63	0.60	0.47	
Pt/(P	t+	Pd) 0.43	0.54	0.36	0.44	0.83	0.46	0. 29	0.54	
样品	敪	3	5	3	5	3	3	3	1	

Table1 Cu Ni Co and other elements contents in differen ores

Au Ag Pt Pd含量单位为× 10⁻⁶,其它为百分含量

3 各矿体的地质地球化学界面及矿物共生组合

3.1 地质地球化学界面

喀拉通克I号矿床中有岩浆熔离型浸染状、矿浆贯入型块状和热液叠加型三种成因类型的矿体.前二者呈侵入接触,之间具有块状角砾胶结带 (10cm).海绵陨铁状硫化物一侧被块状矿石强烈挤压破碎,滑动面十分发育.由于块状特富矿体贯入造成黑云母角闪橄榄苏长岩厚达 10. ~ 22.3m的岩石碎裂带.晚期矿浆贯入导致含矿流体沿先期形成的浸染状矿体的裂隙渗滤扩散,在块状特富矿体周边或较远地段形成稀疏浸染状矿石,其中部分矿石中形成有具典型热液期矿物组合 (方铅矿 – 闪锌矿 – 红砷镍矿 – 毒砂等)的叠加细脉状及网脉状矿化.证明浸染状矿体形成在先,块状特富矿体贯入在后,而叠加热液成矿作用最晚.

上述地质界面也有明显的地球化学界面佐证,表明在各成因类型矿体中主元素的相关关系、分布型式不同 (表 2).

表 2 不同类型矿体中 Ni对 Cu的回归直线方程计算结果表

 Table2
 The calculated result for regressional linear equation of

成因类型	勘探线	回归系数 (b)	Y轴截距 (a)	相关系数 (r)	样品数 (n)
	40	0. 7917	0.0498	0.75	57
	36	0. 3816	0. 1526	0.71	90
熔	32	0. 4913	0.0774	0. 87	251
西刑	28	0. 6523	0.0517	0.75	67
*	24	0. 6472	0.0395	0. 79	211
	20	0. 4468	0.1108	0.80	100
贯入型	28	- 0. 1822	4.9663	- 0. 80	26

Ni versus Cu of different genetic ore body

3.2 矿物共生组合

原生硫化物共生组合主要有下列 4种:

① 磁黄铁矿 – 镍黄铁矿 – 黄铜矿为主的共生组合. 该组合是最主要的组合,主要见于熔离型浸染状及海绵陨铁状矿石中,据所含固熔体分解结构,该组合生成温度为 350~ 55 $^{\circ}$ 、硫 逸度较高, $Logf S= -2^{\sim} - 6$, $W^{4} Scorf db - 1.02^{\circ} \sim + 0.9^{\circ}$.

② 黄铜矿 – 黄铁矿 – 针镍矿 – 辉砷铜矿 – 辉砷镍矿共生组合. 其主要发育于以黄铜矿为 主的浸染状及海绵陨铁状矿石中,是组合①的自然延续, 生成温度 400~ 250° , $Logf S_{2}$ = - 6. 5~ - 10. 5, W^{4} Sout值基本同组合①.

③ 磁黄铁矿 – 镍黄铁矿 – 黄铜矿 – 古巴矿 – 碲铅矿 – 硫铁铜钾矿共生组合. 该组合为贯入型矿体所特有的组合,主要见于块状矿石中. 在高铜块状矿石中还常见方铅矿、闪锌矿、硫锰矿、等轴碲铋钯矿、钯碲镍矿、镍碲钯矿、碲镍矿、碲铋矿、银金矿等与之密切共生. 该组合生成于 200~450[°]C, Logf S= – 2~ – 6,相对还原, W^4 Scor= – 0.7‰~ + 1. ‰.

战新志 (1993)^[5]统计出本组合含硫铁钴钾矿 [K₅ (Fe Ni Cu) 26S₂₆ Cl]约 0. 1% ~ 0. 5%. 王润民等 (1991)^[1]认为含微量富镍硫铁铜钾矿并常见微量阳起石和绿泥石.其 CΓ¹离子,当 温度为 300~500[℃]时足以使 Au Ag Pt Pd以 Au Ck (Pt Ck)²⁻、(Pt Ck)²⁻络合物形式搬 运,这可能便是高铜块状矿石富集大量贵金属元素的原因.张生(1995)¹⁶综述了铂钯在天然 热液流体中的这种迁移作用.矿浆贯入过程中成矿流体分异显著,分为富镍块状和富铜(高 铜)块状两部分,最晚结晶的高铜块状矿体分布于矿浆贯入型矿体的核部,其成矿温度更低, 富 CI离子的成矿流体中富集了 Au Ag Pt Pd Pb Bi Se Te等亲硫元素,在最后阶 段伴随 Cu的析出并沉淀.

④ 毒砂 – 闪锌矿 – 砷黝铜矿 – 黄铜矿组合.该组合为细脉状及网脉状硫化物所特有的共 生矿物组合,它穿切组合①,形成于中温热液阶段,成矿温度 300~ 20°, W⁴ Sour同组合③. 块状和细脉 网脉状矿石成矿流体 W⁴ S值高,具有热液作用的性质.

4 贵金属的熔离成矿作用

众所周知,形成铜镍硫化物矿床的母岩浆在结晶分异期间,成矿元素的行为受硫化物相 熔离作用的控制,由成矿元素的分配系数(表 3)可知,铂族元素在硫化物熔体和硅酸盐熔体 之间分配系数比 Cu Ni Co等元素大得多^[7],从而,铂族元素和 Au等趋向于富集在早期熔 浆的硫化物相中,即铂族元素和 Au等含量高的矿浆是早期熔离的硫化物矿浆,硫化物中若其 含量低,则意味着硫化物熔离作用发生时间相对较晚,贵金属元素已分散到先结晶的硅酸盐 矿物相中去了.据此,可以推断上述晚期贯入而成的富含贵金属的特富铜镍矿体,应在深部 岩浆房最早发生深熔作用时富集的;而早侵位的含浸染型硫化物的岩浆是经岩浆房深熔后或 晚期的含矿基性岩浆.换言之,两种成因类型的矿体,在岩浆房中形成的时间和侵位时间是 反序的,正是这种反序构成了富含贵金属块状大矿体的必要条件.这种成矿作用实质上反映 了含矿岩浆的深源熔离与脉动式多次成矿活动,才有了热液活动叠加,并使富含贵金属矿浆 进一步分异出富贵金属的高铜矿体.

	表 3	硫化物熔浆与超镁铁岩浆、	镁铁质岩浆之间部分元素的分配系数
--	-----	--------------	------------------

		(店 Du Ci	ianan, 1989			
岩浆	MgO (%)	Ni	Cu	Co	Pt	Pd
 科 马	27	100	250	40	1000	1500
提						
北	19	175	250	58	1000	1500
玄武质岩浆		275	250	80	1000	1500

Table	3	Sulfide/d	lilicate p	art itio n	coefficience	for	mafic	and	ultramafic	magmas
-------	---	-----------	------------	------------	--------------	-----	-------	-----	------------	--------

Buchanan, 1989)

5 结论

经上述分析研究得出如下结论,即喀拉通克一号矿床按侵位时间顺序为岩浆熔离型 岩浆深 熔贯入型和热液叠加型三类矿体;与贵金属成矿关系最密切的是深熔贯入成矿作用和热液叠 加成矿作用;含矿岩浆在岩浆房中熔离作用的时代与各成因类型矿体侵位是反序的,从而认 为 Cu Ni及贵金属矿是深源熔离与脉动式多次成矿作用(包括热液叠加成矿作用)的产物, 进一步认为高铜块状矿体正是富 Au Ag Pt Pd的矿体.

6 参考文献

- 1 王润民,赵昌龙等.新疆喀拉通克 I号铜镍硫化物矿床.北京:地质出版社, 1991, 127~284.
- 2 李本海等,喀拉通克1号铜镍硫化物矿床中贵金属元素矿物及其产出特征,新疆地质, 1991,9 (4); 314-322
- 3 帕拉提。阿布都卡迪尔.喀拉通克I号硫化铜镍矿床地球化学特征及矿化富集规律探讨.新疆地质,1991,9(4): 376 ~ 382
- 4 汤立中 . WII族元素在铜镍硫化矿床成矿过程中的地球化学, 矿物岩石地球化学通讯, 1989, 31 (3): 174~177.
- 5 战新志.喀拉通克铜镍矿床叠加成矿作用.见:涂光炽编.新疆北部固体地球科学新进展, 1993, 377~387.
- 7 Naldrett A J. Nickel sulphide deposits classification and genesis. Econ. Geol., 1981, 75, 628-685.

ON THE METALLOGENIC GEOCHEMISTRY OF PRECIOUS METAL OF KALATONGKE Cu-Ni DEPOSIT, XINJIANG U. Z.

Parat Abdukadir Huang Janhua

(Dept. of Geology, Xinjiang Institute of Tecnuology, Urumqi, 830008)

Abstract

Kalatongke sulphide copper and nickle deposit can be divided into three genetic types in intrusive sequence—liquation, injection and hydrothermal superposition types. The last two have a close relation to precious metal mineralization, especially the hydrothermal mineralization. For example, the precious metal (Au, Ag, Pt and Pd) is mainly enriched in high copper massive ore body that separated from the hydrothermal mineralized fluid. The deep-melt time of ore-bearing magma in magma house is opposite to the intrusive sequence of each genetic type of ore body. Cu, Ni and precious metal ore body is formed through deep-liquation and mutiple pulsative mineralization.

Key words Kalatongke copper and nickle deposit precious metal geochemistry Xinjiang

作者简介 帕拉提。阿布都卡迪尔 男 维吾尔族, 1957年生, 1982年毕业于西北大学矿物岩石学专 业,现为新疆工学院地质系教授,从事岩矿地球化学研究.通讯地址:新疆乌鲁木齐市友好北路 21号;邮政 编码: 830008