

我国某地砷铂矿的研究

邢 锡 发

砷铂矿 (Sperrylite) PtAs_2 系一种稀少的铂族元素矿物。主要产于与基性岩—超基性岩有关的铜镍硫化物矿床中。砷铂矿在世界上发现的地区尚不多, 已知的产地有加拿大的肖德列里铜镍硫化物矿床、南非铂矿以及苏联等几个地区。我国至今尚未报导过砷铂矿的文章。

砷铂矿为一种化学成份简单且很稳定的铂砷化合物。主要成份是 Pt、As, 其理论值是 Pt 为 56.58%, As 为 43.42%, 且经常含有少量的 Fe, 除此之外有些样品中含有 Rh、Pd、Cu、Sb 等微量元素。砷铂矿主要产于富含铂族元素的铜镍硫化物矿床中。本文所要报导的是我国某地与超基性岩有关的铜镍硫化物矿床中的砷铂矿。

该矿物在我国还是第一次发现。砷铂矿的发现和研 究不但为我国增加一种新的矿物, 而对该区铂族元素赋存状态的研究和今后的找矿勘探工作具有一定的意义

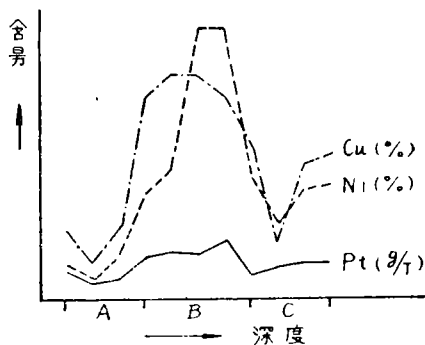
一、地质概况

矿区为前震旦纪片麻岩—大理岩系, 超基性岩沿北西—南东方向的深大断裂不整合侵入, 向南西倾斜倾角 70° , 岩体长度很大, 宽度变化亦甚大。与围岩呈较规则的接触, 其岩体底盘呈凹凸不平的起伏状, 由纯橄榄岩、辉石橄榄岩、橄榄岩、橄榄辉石岩、辉石岩组成。

铜镍硫化物矿体延长方向与超基性岩体一致, 呈似层状或透镜状。矿石按其产出特点, 结构、构造及矿物共生组合, 可分为海绵晶铁状矿石、星点状矿石以及交代底盘大理岩型块状矿石。主要金属矿物有镍黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿、针镍矿、白铁矿、斑铜矿等。

铂族元素在矿体中的分布尚较均匀, 总的来看 Pt 与 Cu、Ni 呈成正比关系。即是 Pt 随着 Cu、Ni 的增高而增高。从空间上来看在矿体的底部比中上部矿体

含 Pt 高。从矿石类型来看, 一般在海绵晶铁状矿石中含 Pt 高, 而且含 Pt 稳定, 在星点状矿石中含 Pt 量波动较大, 在交代大理岩型矿石中, 虽然 Cu、Ni 的含量很高, 但 Pt 的含量没有明显的增高(见图)。这是与不同的矿物组合有关。海绵晶铁状矿石是由磁黄铁矿—镍黄铁矿—黄铜矿和黄铁矿—紫硫铁镍矿—黄铜矿共生矿物组成。这两个早期的共生组合是铂族元素富集的阶段。而交代大理岩型矿石主要由白铁矿—针镍矿—黄铜矿共生矿物组成, 是铂族元素的次要成矿阶段, 其次有少量的黄铁矿, 紫硫铁镍矿。



Ni-Cu-Pt 含量变化曲线图

A: 浸染状矿石; B: 海绵晶铁状矿石; C: 交代大理岩型矿石。

二、砷铂矿的物理光学性质

本区产出的砷铂矿呈锡白色、金属光泽、等轴晶系、颗粒直径一般在 0.1~0.5 毫米之间, 大者达 0.6 毫米, 小者为 0.05 毫米。具贝壳状断口, 比重为 10.01~10.06 (显微微量比重测定), 显微硬度为 1063~1123 公斤/毫米² (显微硬度计测定), 相当于摩氏硬度 6.8~7, 解理不发育, 无磁性, 与热 HCl 和 HNO₃ 均无反应, 与王水反应很慢, 表面渐渐污染呈

浅黄色。

反光镜下呈白色，微带浅蓝色，无多色性，反射率较高，绿光为55%、红光为54%、橙光为52%（裂隙光度计测定）。

本区砷铂矿与加拿大的肖德别里铜镍矿床中的砷铂矿进行了对比（表1），其物理光学性质相似。

砷铂矿物理光学对比表 表 1

矿 物	砷铂矿（本文）	肖 德 别 里
产 地	中 国 某 地	肖 德 别 里
颜 色	锡 白 色	锡 白 色
光 泽	金 属 光 泽	金 属 光 泽
形 状	粒 状	粒 状
断 口	貝 壳 状	貝 壳 状
比 重	10.01~10.06	10.58
硬 度	6.8~7	6~7
反 射 率	绿光：55% 红光：54% 橙光：52%	绿光：56.5% 红光：55% 橙光：52.5%

三、X射线分析

从砷铂矿的X射线粉末分析（表2），与加拿大肖德别里产出砷铂矿对比，极为相似。其晶胞大小为 $a_0 = 5970 \pm 0.005 \text{ \AA}$ （肖德别里砷铂矿 $a_0 = 5.950 \pm 0.003 \text{ \AA}$ ）。

阳极：Co，滤光片：Fe（ $\lambda k = 1.7889 \text{ \AA}$ ）

电压：40Kv，电流6mA，时间：3小时。

四、化 学 成 份

砷铂矿的化学成份用试金法测得，Pt为53.97，经光谱测定有多量的As，少量的Fe，和微量的Cu。与肖德别里等几个产地的砷铂矿化学成份相似（表3）。

五、砷铂矿的产出特征

铜镍硫化矿床中的铂族元素，在缺硫、砷、锑的环境下，表现了强烈的亲硫性，都参加于硫化物的格架中，而当硫、砷、锑的含量达到一定浓度的情况下，它就具有组成硫化物、砷化物或锑化物的趋势。由于结晶构造和结晶时间的影响，大部份铂族元素都在结晶的较早阶段，并且产在结晶构造与砷铂矿结晶构

砷铂矿X射线粉末分析数据 表 2

砷 铂 矿（本文）				砷铂矿（肖德别里）		
№	I	nKl	d α /n	I	nKl	d α /n
1	40	111	3.4485	6	111	3.38
2	70	200	2.98	8	220	2.94
3	30	210	2.6807	6	210	2.64
4	30	211	2.4464	6	211	2.41
5	60	220	2.1151	8	220	2.10
6	100	311	1.8108	10	311	1.788
7	10	222	1.6948	4	222	1.720
8	10	320	1.6601	4	320	1.65
9	10	321	1.6084	6	321	1.59
10	30	331	1.3702	8	321	1.37
11	50	420	1.3501	8	420	1.33
12	5	421	1.3174	4	421	1.30
13	5	332	1.2803	3	332	1.278
14	50	422	1.2059	9	422	1.220
15	90	551, 433	1.1396	10	511, 333	1.144
16	10	520, 432	1.0963	6	520, 432	1.105
17	10	521	1.0830	6	521	1.088
18	70	440	1.0484	9	440	1.050
19	70	531	1.0034	7	531	1.005
20	70	600, 442	0.9899	3	600, 442	0.990
21	30	611, 532	0.9642	6	611, 532	0.966
22	60	620	0.9406	9	620	0.941
23	80	533	0.9091	9	533	0.908
24	20	?	0.9066			
25	30	622	0.8988	9	622	0.898
26	30	?	0.8970	3	630, 542	0.888
27				10	711, 551	0.835
28				10	640	0.827
29				6	720, 641	0.819
30				6	720, 641	0.812
31				10	721, 633,	0.897
					552	
32				10	642	0.777
33					731, 553	0.775

造相似的镍黄铁矿、黄铁矿及磁黄铁矿中。我国某地铜镍硫化物矿床中的铂族元素就具有上述的成矿特点。

对我国某地铂族元素的研究，可以将其铂族元素及其砷铂矿产出特征分述如下：

在岩浆中最早是携带铂族元素的硫化物熔浆从超基性岩熔浆中分离出来，由于重力作用的结果，硫化物熔浆则富集在底部，这种熔浆分异作用一直继续到硫酸盐熔浆开始结晶时为止。首先结晶的是铂尖晶

砷铂矿化学成份对比表 表 3

	1	2	3	4	5	6
Cu	微	—	0.70	—	—	—
Fe	少量	0.67	0.40	0.56	0.07	—
Ru	—	—	—	—	0.72	1.66
Pd	—	—	—	—	微	—
Pt	53.97	54.25	56.20	56.40	52.57	54.83
As	40.00(?)	41.85	40.60	42.90	40.98	39.89
Sb	—	—	—	—	0.50	—
H ₂ O	—	3.50	1.30	1.62	4.62	2.90

注：表3中1——本文

5——肖德别里

2、3、4、6——根据Минералы СправочникТомI
苏联矿物手册（俄文版）第一卷1960年。

石、磁铁矿、钛铁矿，随后是橄榄石、辉石等硅酸盐矿物，与此同时组成超基性类。这些早期结晶出来的硅酸盐矿物不含有铂族元素。

在硅酸盐矿物结晶之后，是底部硫化物的晶出，这时晶出的矿物有：镍黄铁矿、磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿等。接着又分出紫硫铁镍矿。大量的铂族元素是在这硫化物阶段晶出的。施聶尔汗 (Schneiderhonn) 在1929~1931年在南非铂矿的研究时也确认大量的铂族元素是在硫化物阶段晶出的，与本区有相似的成矿特点。在这个阶段铂族元素随同大量的挥发

物一起进入硫化物熔浆中。

通过矿石矿物的矿相学研究（300余块光片研究），可将本区硫化物生成阶段划为早期硫化物阶段和晚期硫化物阶段。早期硫化物阶段以磁黄铁矿—黄铜矿—镍黄铁矿—黄铁矿共生组合为代表，为岩浆晚期的产物。铂族元素表现强烈的亲铁性和亲硫性，主要参加到硫化物的结晶格架中。因此镍黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿都含有很高的Pt，只有磁黄铁矿含Pt量较低，而以镍黄铁矿含Pt量最高。这与施聶尔汗研究南非铂矿所得出的情况是相反的。他认为镍黄铁矿含Pt量最低（可能是由于矿石中含有磁黄铁矿较少的原因）。

在早期硫化物向晚期硫化物过渡阶段，硫化物溶液具有氧化和热液阶段的性质。以大量的紫硫铁镍矿代替镍黄铁矿为特征。在紫硫铁镍矿结晶出来稍晚的时候，矿液中硫、铁、镍含量减少，而砷和铂则相对的富集，这就给砷铂矿的形成构成了先决条件，铂族元素就以砷铂矿的形式出现。

晚期硫化物阶段，已完全属于热液的性质，以白铁矿—黄铜矿—针镍矿共生组合为代表，这时铂族元素的活动已进尾声，硫化物中含Pt很低。磁铁矿则往往沿硫化物解理充填。在磁铁矿形成以后是碳酸盐脉的活动，这时已不含有铂族元素。

(上接28页)

愈显著，这当然利于大规模的翼部的层间剪切带和轴部的挤压破碎带发生。相反，在平缓褶皱的条件下，仅能发生翼部岩层微弱的层间滑动和轴部岩层由弯曲而导生的微弱的张裂，不利于大规模的破裂发育。

向斜和背斜对矿体生成的影响的差别，也可能与各自形成时应力状态的特点有关。地壳表层的岩层褶皱为背斜，各岩层向上的弯曲和向上的滑动，由于没

有上复的强大阻力存在，多少是比较自由的。向斜的形成则有所不同，各岩层向下的弯曲和向下的滑动，却受到了地壳的抵抗，大概会困难得多，受力也复杂得多。这可能是鞍状矿体在背斜中较常见到，而脉状和网脉状矿体较常在向斜中见到的原因。

本文涉及到一些矿体的构造分类，只是为了便于叙述某些构造因素对矿体分布的影响。而不是专门提出有关矿体的全面的构造分类问题。

参 考 文 献

1. И. В. 基里诺娃：褶皱形成构式的若干问题 地质出版社 1958 年
2. Ю. А. 柯西金：含油区大地构造 上册 139~141 页 石油工业出版社 1959 年
3. М. Р. 毕令斯：构造地质学 357 页 地质出版社 1959 年
4. Основные вопросы и методы изучения структур рудных полей и месторождений 19~20 页、84 页

Госгеолтехиздат. Москва 1960

5. А. В. 科罗列夫、П. А. 舍赫特曼：岩浆期后金属矿体及其地质分析法 29~31 页 地质出版社 1957 年
6. А. Н. 金尼克：拱的稳定性 建筑工程出版社 1958 年
7. 本所内部资料，目录从略。