

新矿物伊逊矿——有序的铂与铟的天然合金

於祖相

(中国地质科学院地质研究所,北京)



伊逊矿产在石榴石角闪石辉石岩的含钴、铜的铂矿脉中,常呈直径为1.0—2.0mm的小圆球,与大庙矿紧密连晶。伊逊矿为不透明,金属光泽;颜色钢灰色,条痕黑色;莫氏硬度 $H_M = 5.8$,显微硬度 $VHN_{50} = 634 \text{ kg/mm}^2$;均质性,无解理;计算密度 $D_{(\text{calc.})} = 18.21 \text{ g/cm}^3$ 。8个电子探针分析的平均化学成分(%)为:Pt 82.8(81.8—83.6),In 16.4(15.6—17.1)。化学式为:Pt₃In。5条最强X射线衍射线(hkl, d, I)为:111, 2.30(100);200, 1.99(60);202, 1.411(40);311, 1.203(80);222, 1.151(40)。X射线粉晶衍射线指标化后,求得该矿物为等轴晶系。空间群: $Pm\bar{3}m$ 。 $a = 0.3988(3) \text{ nm}$, $V = 0.06343 \text{ nm}^3$, $Z = 1$ 。

关键词 新矿物 伊逊矿 含钴、铜的铂矿脉 石榴石角闪石辉石岩

伊逊矿是在1972年配合河北省地质队在燕山地区寻找铂矿工作时发现的,于1974年在《地质学报》上作过初步报道^[1]。1976—1977年又补采样品,1978年在《地质学报》上作了补充报道^[2]。1978—1990年又曾多次采样选矿,获得较多伊逊矿颗粒。取含铟较低,较纯的铟、铂合金。破碎后对其碎片进行能谱及电子探针分析确认为伊逊矿,再进行X射线粉晶分析。矿物的名称根据流经河北省北部境内滦河的主要支流伊逊河命名。

伊逊矿在1995年11月送国际矿物协会(IMA)的国际新矿物与矿物命名委员会(CNMMN)审查,经投票于1996年1月获得批准(批准号95-042)。样品存放在中国地质博物馆。

1 产状

伊逊矿产在石榴石角闪石辉石岩中的含钴、铜的铂矿脉中,位于辉石岩与花岗岩接触带上,属接触交代成因。矿脉位于伊逊河附近,距北京270km。矿石主要金属矿物为斑铜矿、黄铜矿、褐铁矿、硫钴铜矿与辉钼矿。伊逊矿呈直径为1.0—2.0mm的小圆球状产出(图版I-1),与碲铂矿、砷铂矿、硫铂矿、钴马兰矿及道马矿等共生。伊逊矿亦在人工重砂精矿中找到。其常成单独的小圆球或与大庙矿连晶位于小球的核部。

2 物理性质与反光显微镜下光学性质

伊逊矿为不透明,金属光泽;颜色钢灰色,条痕黑色;莫氏硬度 $H_M = 5.8$,显微硬度 $VHN_{50} = 634 \text{ kg/mm}^2$ (范围573—681 kg/mm^2);无解理,无断口。由于颗粒太小,密度不能直接测定。计算密度 $D_{(\text{calc.})} = 18.21 \text{ g/cm}^3$ 。有弱的延展性,无磁性。浸蚀试验,不溶于 HNO_3 、 HCl 、

注:本文为国家自然科学基金资助项目(编号49172082)。

本文1997年7月收到,8月改回,刘淑春编辑。

HF 与 H_3PO_4 。

反射色亮白带黄色调,无内反射,均质性,非均性与反射多色性无。用 Zeiss, MPM-400 显微光度计,以 WTiC 为标准,测得伊逊矿在空气中的反射率如表 1 所示。反射色散曲线如图 1 所示。

3 化学成分

用美国产 Edax-9900 能谱定性后,再用日本产 JCMA-733 与 EPMA-8705 两种电子探针进行定量分析。工作电压 20kV。分析是在样品电流稳定,而束电流在 1.0×10^{-8} amp 的条件下进行测定。应用的标样:纯金属铟、铂。两种元素由两个晶体同时进行一次测定, LiF 测定 PtL α ; Pet 测定 InL α 。8 次测定的数值都经 ZAF 修正,并列列表 2 中。平均分析数值与范围(%): Pt 82.8(81.8—83.6)、In 16.4(15.6—17.1), 总和 99.2(98.7—99.6)。实验式(根据原子数 4 计算): Pt_{2.993}, In_{1.007}, 简化式 Pt₃In, 其理论成分 Pt 83.6, In 16.4, 总量 100%。

4 X 射线结晶学

由于晶体太小,未进行 X 射线单晶分析。由 Mn 滤波,铁靶射线,在直径 57.3mm 德拜相机中摄取 X 射线粉晶衍射线图谱,将其数值列入表 3 中。5 条最强 X 射线衍射线 (hkl, d, I) 为: 111, 2.30(100); 200, 1.99(60); 202, 1.411(40); 311, 1.203(80); 222, 1.151(40)。

伊逊矿 X 射线粉晶图谱与人造 In Pt₃C_{0.5}^[3] 很相似。对比后,对其进行指标化后得出伊逊矿为等轴晶系,空间群 $Pm\bar{3}m$ 。修正后粉晶数据 $a=0.3988(3)$ nm, $V=0.06343$ nm³, $Z=1$ 。

5 讨论

铟是一种分散元素,一般不形成独立矿物,在自然界中仅找到铟的水解物,如羟铟石、硫铁铟矿等少数矿物。现继伊逊矿后,又发现了大庙矿,并得到国际新矿物委员会批准,实属罕见。

笔者认为本区出现铟与铂天然合金的原因是铟有亲铜的性质,易集中于铜的硫化物矿石中。其次,铂也具有亲铜的性质。因此,同在铜硫化物矿石中富集的铟与铂有机会进行相互化合。另外 In 的原子半径 1.57 Å (1 Å = 10^{-1} nm), Pt 的原子半径 1.38 Å^[4]。两者有存在形成天然合金的可能性。当物化条件合适时,便形成了伊逊矿。

表 1 伊逊矿反射率数值

Table 1 Reflectance values for yixunite

λ (nm)	R (%)	λ (nm)	R (%)	λ (nm)	R (%)
400	49.9	510	59.3	620	68.4
410	50.8	520	60.1	630	69.4
420	51.7	530	60.9	640	70.3
430	52.7	540	61.7	650	71.3
440	53.8	550	62.5	660	72.4
450	54.5	560	63.3	670	73.4
460	55.3	570	64.1	680	74.5
470	56.1	580	64.9	690	75.5
480	56.9	590	65.7	700	76.6
490	57.7	600	66.5		
500	58.5	610	67.5		

SE R_{vis} 63.4; x 0.3527; y 0.3476; λd 581.9; Pe 0.102

SA R_{vis} 64.3; x 0.4640; y 0.4104; λd 583.8; Pe 0.185

Sc R_{vis} 63.1; x 0.3285; y 0.3315; λd 580.3; Pe 0.091

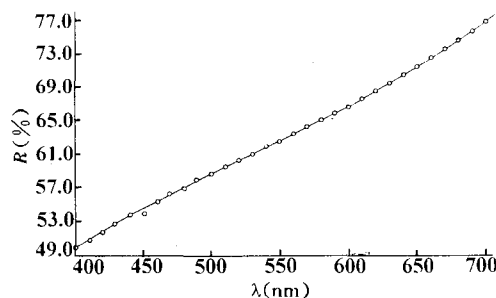


图 1 伊逊矿反射色散曲线

Fig. 1 Dispersion curve of the reflectance for yixunite

表2 伊逊矿电子探针分析数据(%)

Table 2 Electron microprobe analyses data(%) for yixunite

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	平均
Pt	83.2	83.6	83.1	81.8	83.2	82.0	82.8	83.6	82.9
In	16.3	16.0	16.3	16.9	15.9	17.1	16.2	15.6	16.3
总量	99.5	99.6	99.4	98.7	99.1	99.1	99.0	99.2	99.2

表3 伊逊矿X射线粉晶数据

Table 3 X-ray powder diffraction data for yixunite

伊逊矿	Pt ₃ In <i>Pm3m</i> <i>a</i> 0.3988 nm			InPt ₃ C _{0.5} ^②	<i>Pm3m</i> <i>a</i> 0.3998 nm		
	<i>I</i>	<i>d</i> _(meas.)	<i>d</i> _(calc.)		<i>hkl</i>	<i>I</i>	<i>d</i> _(meas.)
5	3.99	3.988	100	6	3.99	100	
4	2.82	2.812	110	3	2.82	110	
100	2.30	2.302	111	100	2.302	111	
5	2.25 ^①						
60	1.99	1.994	200	45	1.994	200	
3	1.92 ^①						
8	1.78	1.783	210	2	1.783	210	
5	1.62	1.628	211				
40	1.41	1.410	220	20	1.410	220	
10	1.33	1.329	221;300				
3	1.300 ^①						
10	1.262	1.261	310				
80	1.203	1.202	311	20	1.202	311	
40	1.151	1.151	222	5	1.151	222	
3	1.130 ^①						
6	1.105	1.106	320				
10	1.067	1.066	321				
20	0.997	0.997	400	2	0.9970	400	
				5	0.9149	331	
				4	0.8917	420	
				3	0.8140	422	

① 大庙矿杂线;②JCPDS(28-472)。

伊逊矿与大庙矿的络合物与其他铂的络合物分离,首先从溶液中析出。但它结晶则在造岩矿物或造矿矿物,如铜的硫化物以后。

铟与铂络合物液滴在岩体冷却过程中,铟与铂产生相对富集。铂集中在小球体中心部分,而铟则富集在外围部分。这样在核心部分为伊逊矿(Pt₃In),外围部分为大庙矿(PtIn₂) (图版 I-1—5)。亦有在伊逊矿小球中出现大量蠕虫状的大庙矿(图版 I-6—9)。

北京有色冶金设计研究总院白永生、徐平同志提供了电子探针分析数据。在此表示感谢。

参 考 文 献

- 1 於祖相,林树人,赵宝,方青松,黄其顺.我国某地区含铂岩体中铂族元素的及伴生的新矿物初步研究.地质学报,1974,(2):202—214.
- 2 於祖相.伊逊矿的补充材料.地质学报,1978,(4):320脚注.
- 3 JCPDS. Powder Diffraction File(28-472). ICDD. USA. 1989.
- 4 Handbook of chemistry and physics. 51st, 1970—1971. 165.
- 5 地矿所铂矿组.燕山地区含铂基性-超基性岩体与铂矿床地质特征及铂的成矿规律.地质矿产研究,1976,(1):15—43.

本区的伊逊矿是世界上首次发现的接触交代成因的铂矿脉中的产物,不仅铂与铟可以形成圆球状,砷铂矿、硫铂矿、砷锑钼矿等都具有液滴状的外形^[5],不同的是伊逊矿更为特征。笔者认为伊逊矿或这些铂矿物在形成前即是一种液滴,在造矿溶液中分离出。这种情况在岩浆中发生称之熔离作用。但是尚未见之于热水溶液中。笔者在这里首次提出:形成热水溶液中的液滴可能发生在络合物之间。铟与铂都是呈络合物状溶于热水溶液中(常见的铂的络合物如[PtCl₂(NH₃)₂], [Pt(NH₃)₄]Cl₂·H₂O等,常见的铟的络合物如[InCl₃·NH₃], [InCl₃·3NH₃]等)。当温度降低时,伊逊矿或

图版说明

1. 小圆球状伊逊矿, 外围包有一圈大庙矿, $\times 500$ 。
2. 照片1的 PtMa 特征 X 射线图象, $\times 500$ 。
3. 照片1的 InLa 特征 X 射线图象, $\times 500$ 。
4. 小圆球状伊逊矿, 外围包有一圈大庙矿。
5. 照片4的 InLa 特征 X 射线图象。
6. 小圆球状伊逊矿(灰色)中的条带状大庙矿(灰黑色)析出物。
7. 小圆球状伊逊矿(灰色)中的蠕虫状大庙矿(灰黑色)。
8. 小圆球状伊逊矿(白色)中的蠕虫状大庙矿(灰黑色)。
9. 小圆球状伊逊矿(灰色)中的蠕虫状大庙矿(灰黑色)。

YIXUNITE—AN ORDERED NEW NATIVE INDIUM AND PLATINUM ALLOY

Yu Zuxiang

(Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing)

Abstract

Yixunite was found in a cobalt-, copper-bearing platinum vein in garnet-amphibole pyroxenite (a contact zone of pyroxenite with granite), which is situated near the Yixun River. The chief ore minerals are bornite, chalcopyrite, magnetite and carrollite. Yixunite occurs as immiscible globules 1.0—2.0 mm in diameter (product of complexing in hydrothermal solution). It is associated with moncheite, sperrylite, cobalt malanite and cooperite in chalcopyrite. Yixunite was also obtained from heavy concentrates of crushed ores. It occurs either as single globules or is intimately associated with damiaoite (PtIn_2), situated in the inner part of a globule. Opaque with metallic luster. Colour bright white with a black streak. $H_M 5.8$. $VHN_{50} = 634 \text{ kg/mm}^2$ (range 573—681 kg/mm^2). Insoluble in HCl, HNO_3 , HF and H_3PO_4 . Cleavage none. Magnetic none. Density could not be measured because of the small grain size. Density (calc.) = 18.21 g/cm^3 . Reflective colour is bright white with a yellowish tint. Isotropic. The birefractance and pleochroism in air not observed. Reflectance values were measured in air by using WTIC as the standard. Eight chemical analyses were carried out by means of an electron microprobe using following standards; pure metals Pt La and In La. The mean analytical results (and ranges) (%) are; Pt 82.8 (81.8—83.6), In 16.4 (15.6—17.1), and total 99.2. The empirical formula (based on 4 atoms) is; $\text{Pt}_{2.993}\text{In}_{1.007}$. The X-ray powder diffraction was studied with Mn-filtered Fe radiation by a 57.3 mm diameter Debye camera. Yixunite could be indexed on a cubic unit cell with a space group $Pm\bar{3}m$. After refinement from the powder data we obtained; $a = 0.3988$ (3) nm, $Z = 1$. It is named after its locality which is situated near the Yixun River, about 270 km N of Beijing.

Key words: new mineral, yixunite, cobalt-, copper-bearing platinum vein, garnet-amphibole pyroxenite

作者简介

於祖相, 生于1930年11月。1953年毕业于北京地质学院地质系岩石矿物专业。现为中国地质科学院地质研究所研究员, 长期从事矿物学研究。通讯地址: 北京西城百万庄路26号地质研究所, 邮政编码: 100037。