

科研简讯

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

於祖相 林树人 赵宝 方青松 黄其顺

近两年来,我们对某地区含铂基性-超基性岩体铂的成矿规律及找矿方向做了一些研究工作,在探讨铂矿床类型及其物质组分的过程中,确定了十三种铂族元素新矿物及与之伴生的一种金属矿物。其中十种已确定了矿物的晶系、测定了晶胞、化学成分等,并结合产地给予命名;其余四种尚需进一步工作,文中暂称未定名某元素化合物。

文中矿物电子探针分析是在矿冶研究院、钢铁研究院等单位帮助下完成的。在此深表感谢。

一、铂矿地质概述

某地区基性-超基性岩体受有关深断裂的控制,按其空间位置可分成北、中、南三个东西向的岩带。含铂岩体仅见于中带和南带。该区含铂岩体类型有纯橄岩-辉橄岩(橄橄岩)-闪辉岩型;橄橄岩型;橄橄岩-闪辉岩型;闪辉岩型;石榴石角闪辉石岩型。

含铂岩体一般都有明显的分异。一种是环带状分异,岩体中间偏基性,四周偏酸性。如高区、罗区岩体中心部位为纯橄岩,辉橄岩或橄橄岩、闪辉岩依次环绕纯橄岩分布;马区、张区岩体橄橄岩略居岩体中部,而闪辉岩则分布其四周。另一种是对称状分异,岩体中部偏基性,上、下盘偏酸性。如红区岩体膨大部位中部为透辉石岩,而两侧为闪辉岩。

根据铂矿化特征和铂矿化产出围岩的性质,本区可划分出五种铂矿床类型。有阳起石化透辉石岩型铂矿,如红区;橄橄岩-辉石岩型与铜、镍硫化物有关的铂矿,如蓝区、湾区;纯橄岩型与铬矿化有关的铂矿,如高区、罗区;石榴石角闪辉石岩型与铜硫化物有关的铂矿,如下哈区-道区;橄辉岩-闪辉岩型与铜硫化物有关的铂矿,如马区、张区、孤区等。其中第一类型铂矿化较好,第二、三、四类型次之,第五类型较差。

铂矿化与岩性有密切关系。纯橄岩, M/F 值越高,不含或仅含微量钾、钠、磷,为铝过饱和系列超镁质岩石,往往有利于铬及钨铀等元素的富集,如高区。镁铁质橄橄岩-辉石岩,当镁高时,往往有利于形成铜镍硫化物有关的铂矿,如蓝区、湾区;而铁高时,含钾、钠、钙、磷较多,岩石又有阳起石化蚀变,易形成不含其他金属组分的铂钨单独矿床,如红区。一旦岩石镁质减低,铁质增高,过渡为闪辉岩时,亦有铂的矿化,往往与铜的硫化物有关,但矿化较差,如张区、孤区等。

铂的矿化除高区以钨铀矿化为主外,其他岩体均以铂钨矿化为主,铀钨在所有的岩体中含量甚微。铂矿化常呈带状分布,在矿化带内铂族元素富集地段即为矿体。矿化带规

模不等,最大的断续长千米左右,最宽的近百米,一般长几十米,宽几米至十几米。矿体多为透镜状,有的为网脉状,一般延长大于延深。矿体中不含硫化物时铂高于钯的含量,如某岩体的主要矿体 Pt:Pd = 5.7:1;含硫化物时一般 Pt:Pd = 1:1,铂钯与铜镍一般呈正消长关系。

铂矿石物质成分一般复杂,和铂族矿物伴生的金属矿物和脉石矿物的种类与铂矿床类型有密切的关系,下节描述新矿物时将相谈谈到这一点。铂族矿物种类也较多,有的岩体含八、九种,最多的含十几种。但是,分布最广泛的铂族矿物是硫铂矿、砷铂矿,几个含铂岩体都含有这两种矿物,所占重量比例也较大,如某岩体一个含铂高的人工重砂样中的 1746 颗铂族矿物经统计,硫铂矿粒数占 73.4%,重量占 79.6%;砷铂矿粒数占 24.1%,重量占 18.5%。其他铂族矿物的粒数、重量所占比例都很小。碲铂矿、硫铂钯矿的分布也较普遍,多数岩体都含有这两种矿物。铂族矿物粒度细小,一般 0.1—0.3 毫米,个别达 2 毫米。

二、九种铂族和一种钛的新矿物

文中新矿物化学成分全由电子探针分析确定,每种矿物都校正过。反射率 R% 由贝瑞克 (Berek) 裂隙光度仪测定,并用滤光片滤出单色光。红光 656nm;橙光 589nm;绿光 544nm;蓝光 466nm。误差范围 $\pm 2\%$ 。矿物显微硬度 (VHN) 由压入型硬度仪测定,并在右下角标明负荷重量克数。用点阵面消光法求出空间群。由于受矿物粒度小数量少的限制,矿物条痕及比重等未测定。

1. 伊逊矿* (Yixunite)

亮白色,带蓝色调。金属光泽,表面非常光亮。圆球状。无解理。无磁性。

反射色亮白微带黄。R% 红 75.8;橙 78.5;绿 63.9;蓝 67.0。均质性。VHN₁₀ 159.4。不溶于 HCl、HNO₃、H₃PO₄。

化学成分(%):

Pt 66.0, In 33.5, 总数 99.5

实际化学式: Pt_{1.00} In_{0.86}

理论化学式: PtIn

等轴晶系: $a_0 = 3.948 \pm 0.005 \text{ \AA}$ 。空间群: O_h²-F_m3_m

X-光粉晶数据列入表 1 中,并将自然铂的数据亦列入,以便对照。

伊逊矿产在道区石榴石角闪辉石岩型与铜硫化物有关的铂矿石中。与之伴生的脉石矿物有:钙铁榴石、普通角闪石、透辉石、普通辉石、斜长石、榍石、磷灰石等;金属矿物有:黄铜矿、斑铜矿、磁铁矿、蓝辉铜矿、硫铜钴矿、针铁矿、铌钽铁矿等;铂族矿物有硫铂矿、砷铂矿、碲铂矿、丰滦矿、大营矿、道马矿、燕中矿以及红旗矿等。因光片中未见此矿物,故伊逊矿与其他矿物间的关系尚不清楚。

伊逊矿以颜色亮白带蓝色调、表面特征非常光亮、圆球状、高的反射率、均质性等,可与其他铂族矿物相区别。

* 我们 1973 年 7 月的报告中称铂钨矿。

表 1 伊透矿 X-光粉晶数据 (Cu K α)

伊 透 矿				自 然 铂	
<i>d</i>	<i>I</i>	<i>hkl</i>	<i>a</i> Å	<i>d</i>	<i>I</i>
2.294	50	111		2.27	9
1.991	70	200		1.956	8
1.395	50	220	3.945	1.384	8
1.187	100	311	3.936	1.180	10
1.140	30	222	3.948	1.130	6
0.9873	20	400	3.949	0.978	4
0.9048	40	331	3.943	0.898	7
0.8820	50	420	3.944	0.875	7
0.8057	60	422	3.947	0.799	6

2. 大营矿* (Dayingite)

亮白色—银白色。金属光泽。呈完整菱形十二面体或菱形十二面体与六面体聚形(图 1)¹⁾。粒度大的达 0.1—0.2 毫米。解理不发育。性脆易成碎块,碎块粉末呈钢灰色。无磁性。

反射色白色。R% 红 44.5; 橙 42.8; 绿 41.3; 蓝 40.5。均质性。

VHN₂₀ 310。

化学成分(%):

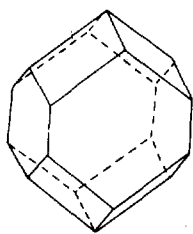


图 1 大营矿之菱形十二面体

	Cu	Co	Pt	S	总数
1	17.3	14.6	38.2	29.2	99.3
2	15.5	13.2	35.1	24.2	88.0
3	14.0	13.0	32.3	31.7	91.0

化 学 式
Cu_{1.15}Co_{1.08}Pt_{0.86}S_{4.00}

理论化学式: Cu(Co, Pt)₂S₄

等轴晶系: $a_0 = 9.697 \pm 0.009$ Å。空间群: O_h⁵-F_m3_m

X-光粉晶数据列入表 2。

表 2 大营矿 X-光粉晶数据 (Cu K α)

线序	<i>d</i>	<i>I</i>	<i>hkl</i>	线序	<i>d</i>	<i>I</i>	<i>hkl</i>
1	5.71	80	111	10	1.242	10	731
2	3.47	5	220	11	1.125	10	751
3	3.06	80	311	12	1.083	10	840
4	2.435	100	400	13	1.020	20	931
5	1.869	90	511	14	0.9928	50	844
6	1.730	70	440	15	0.9402	30	951
7	1.666	10	531	16	0.8582	10	880
8	1.490	40	533	17	0.8495	40	970
9	1.362	10	711				

* 1973 年 7 月我们的报告中称硫铜钴铂矿。

1) 在立体镜下描绘的形态。

产在道区石榴石角闪辉石岩型与铜硫化物有关的铂矿石中。其共生矿物与伊逊矿的共生矿物相同。大营矿常被包在黄铜矿中。

大营矿和砷铂矿十分相似, 但大营矿有较好的特殊晶体、反射率较低、碎块粉末呈钢灰色可与砷铂矿区别。

3. 兴中矿 (Xingzhongite)

钢灰色。金属光泽。未见单独晶体, 常呈皮壳状包在等轴铱铱矿外圈(照片 1)。宽 0.1 毫米, 长 0.3 毫米以上。

反射色蓝灰色。R% 红 41.0; 橙 41.1; 绿 38.9; 蓝 40.5。均质性。VHN₅₀ 753。面糙。

化学成分(%): Ir 47.0, Os 3.0, Pt 4.0, Rh 7.6, Cu 10.0, Fe 2.5, Pb 8.0, S 17.1, 总数 99.2

实际化学式: $\text{Ir}_{0.524} \text{Rh}_{0.136} \text{Cu}_{0.374} \text{Pb}_{0.072} \text{S}_{1.00}$

理论化学式: (Ir, Cu, Rh) S

等轴或假等轴? : $a_0 = 8.72 \pm 0.01 \text{ \AA}$

X-光粉晶数据列入表 3。

表 3 兴中矿 X-光粉晶数据 (Fe K α)

线序	d	I	hkl	线序	d	I	hkl
1	5.99	60	110	16	1.301	20	630
2	3.57	30	211	17	1.208	100	640
3	3.02	80	220	18	1.195	10	720
4	2.91	20	300	19	1.167	50	642
5	2.70	10	310	20	1.149	20	730
6	2.47	30	320	21	1.132	30	731
7	1.919	15	421	22	1.109	20	732
8	1.875	20	332	23	1.081	20	810
9	1.769	70	422	24	1.065	20	733
10	1.718	10	510	25	1.049	10	821
11	1.506	60	530	26	1.034	80	822
12	1.470	20	531	27	1.020	80	830
13	1.439	20	610	28	1.015	40	831
14	1.412	10	611	29	1.005	30	751
15	1.340	60	541				

兴中矿产于纯橄岩型与铬矿化有关的铬矿石中。与之伴生的脉石矿物有: 橄榄石、蛇纹石、滑石等; 金属矿物有: 铬铁矿、磁铁矿; 此外还含少量黄铁矿; 铂族矿物有: 粗铂矿、等轴铱铱矿、自然铱、等轴铂铱铱矿、铱铱矿、未定名铱镍硫化物、硫铱铱矿、硫铂矿、硫铱矿、硫铁铱矿、未定名镍铱二硫化物、未定名铱铱二硫化物、硫铱铱矿、硫铱铱矿、铱铱铂矿等。兴中矿常分布于其他铂族矿物如等轴铱铱矿外圈, 呈包裹结构。

兴中矿在反光镜下性质与黝铜矿十分相似, 主要据根化学分析和 X-光数据相区别。以反射色、反射率低、硬度低可与铂族金属互化物区别, 以均质性、硬度低可与未定名镍铱铱硫化物区别。

4. 马兰矿* (Malanite)

亮白色微带棕。粒状,稜及晶面溶蚀变圆。无磁性。

反射色亮白色。均质性。磨光性好。

化学成分(%): Cu 14.1, Ni 0.5, Fe 1.5, Pt 31.2, Ir 19.1, Pd 0.66, S 32.7, 总数 99.76

实际化学式: $Cu_{0.223} Pt_{0.160} Ir_{0.099} S_{1.022}$

理论化学式: $(Cu, Pt, Ir) S_2$

等轴晶系: $a_0 = 6.030 \pm 0.009 \text{ \AA}$

X-光粉晶数据列入表 4。

表 4 马兰矿 X-光粉晶数据 (Cu K_{α})

线序	d	I	hkl	线序	d	I	hkl
1	5.86	80	100	10	1.146	10	511
2	3.00	70	200	11	1.125	20	520
3	2.833	60	210	12	1.014	50	531
4	2.501	100	211	13	0.9621	30	620
5	1.921	70	310	14	0.8776	30	444
6	1.761	100	222	15	0.8448	5	711
7	1.516	10	400	16	0.8104	10	642
8	1.444	20	411	17	0.7854	70	731
9	1.297	30	332				

马兰矿产于橄榄岩型与铜、镍硫化物有关的铂矿石中。与之伴生的脉石矿物有: 橄榄石、斜方辉石、透辉石、蛇纹石、绿泥石等; 金属矿物有: 磁黄铁矿、镍黄铁矿、斑铜矿、磁铁矿等; 铂族矿物有: 硫铂矿、碲铂矿、铜铂矿、自然铂等。金属硫化物形成海绵陨铁状结构。因光片中未发现马兰矿, 故其与其他矿物间的关系不清。

5. 道马矿** (Daomanite)

钢灰色微带黄, 新鲜面银灰白色。金属光泽。板片状。粒度 0.2—0.3 毫米, 板片厚 0.05 毫米。有(100)、(010)、(001)、(110)四组解理, 以(100)最完全, (110)最不完全。无磁性。性脆。断口呈阶梯状, 有时不平坦状。

反射色淡黄带绿。强非均质性。偏光色从金黄到灰绿。平行消光。磨光性良好。

HCl、HNO₃、H₃PO₄ 浸蚀无反应。

R%	红	橙	绿	蓝	VHN ₁₀₋₂₀
Rg	45.2	44.1	43.1	40.5	169—175
Rp	37.2	39.2	37.2	34.6	

化学成分(%):

	Pt	Cu	As	S	总数	产地
1	45.2	20.1	18.8	15.3	99.4	马区
2	45.0	21.0	27.4	13.2	106.6	马区
3	42.2	19.2	17.3	14.1	92.8	道区

* 我们 1973 年 7 月的报告中称硫铜镍铂矿。

** 我们 1973 年 7 月的报告中称硫砷铜铂矿。该矿物在 1972 年 10 月间同时发现于道区、马区, 在 1973 年 2 月间经分析确定后, 即已告知有关地质队。

化学式(分析 1): $\text{Cu}_{1.276} \text{Pt}_{0.928} \text{As}_{1.004} \text{S}_{1.908}$

理论化学式: $(\text{Cu}, \text{Pt})_2 \text{AsS}_2$

斜方晶系: $a_0 = 8.085 \text{ \AA}$; $b_0 = 5.905 \text{ \AA}$; $c_0 = 7.314 \text{ \AA}$

$a_0:b_0:c_0 = 1.369:1:1.238$

X-光粉晶数据列入表 5。

表 5 道马矿 X-光粉晶数据 (Fe K_α)

线序	d	l	hkl	线序	d	l	hkl
1	8.06	50	100	22	1.396	5	423
2	7.32	70	001	23	1.374	20	034
3	4.60	40	011	24	1.358	10	404
4	3.33	10	210	25	1.322	10	502
5	3.20	60	012	26	1.281	60	341
6	3.01	100	211	27	1.236	40	424
7	2.90	40	112	28	1.219	50	(342, 433)
8	2.71	30	202	29	1.186	50	514
9	2.39	40	220	30	1.175	30	035
10	2.33	10	311	31	1.123	30	504
11	2.21	20	122	32	1.116	40	532
12	2.09	60	203	33	1.079	80	443
13	1.955	20	030	34	1.065	20	514
14	1.880	50	023	35	1.058	30	344
15	1.835	100	123	36	1.051	10	236
16	1.741	30	322	37	1.030	10	017
17	1.718	40	313	38	1.016	10	541
18	1.638	50	412	39	1.003	60	(052, 152)
19	1.580	40	501	40	0.9982	60	444
20	1.526	50	124	41	0.9906	70	(605, 643)
21	1.464	5	314				

道马矿产在石榴石角闪辉石岩型或橄辉岩型与铜硫化物有关的铂矿石中。其伴生矿物在道区与上述的伊逊矿、大营矿相同。在马区, 脉石矿物有: 橄榄石、透辉石、蛇纹石及少量绿泥石; 金属矿物有: 斑铜矿、黄铜矿及少量磁铁矿、黄铁矿、硫铜钴矿、自然金; 铂矿物主要有: 砷铂矿、硫铂矿、碲铂矿; 次要矿物有: 铜铂矿、粗铂矿等; 钼矿物主要为燕中矿。道马矿常交代斑铜矿(照片 2) 生长, 而呈完好的长板状。

道马矿以强非均质性、反射色、形态可与其他硫化物、硫砷化物铂族矿物相区别。

6. 红石矿* (Hongshiite)

古铜色。金属光泽。不规则块状或残骸状。粒度 0.1—0.5 毫米。未见解理。无磁性。性较脆。

反射色白微带黄。R% 红 65.3; 橙 62.1; 绿 45.6; 蓝 48.1。弱非均质性。VHN₅₋₂₀ 483—482。磨光性好。

* 我们 1973 年 7 月的报告中称砷铜铂矿。

化学成分(%): Pt 61.0, Cu 15.7, As 23.0, 总数 99.7

化学式: $Pt_{1.02} Cu_{0.81} As_{1.00}$

理论化学式: Pt Cu As

六方晶系: $a_0 = 10.51 \text{ \AA}$; $c_0 = 4.59 \text{ \AA}$

$a_0 : c_0 = 1 : 0.436$

X-光粉晶数据列入表 6。

表 6 红石矿 X-光粉晶数据(Cu K_{α})

线序	d	I	hkl	线序	d	I	hkl
1	9.21	20	100	18	1.204	5	710
2	5.21	20	110	19	1.156	80	423
3	4.52	100	200	20	1.136	5	442
4	3.01	20	300	21	1.109	30	631
5	2.298	15	002	22	1.075	5	304
6	2.211	100	311	23	1.050	5	224
7	1.910	100	212	24	0.9905	10	(703, 533)
8	1.758	15	330	25	0.9516	10	(650, 910)
9	1.595	5	421	26	0.9202	5	215
10	1.555	5	322	27	0.8866	5	614
11	1.458	5	113	28	0.8822	70	(405, 802)
12	1.389	5	332	29	0.8747	30	660
13	1.361	40	303	30	0.8591	80	661
14	1.344	40	512	31	0.8458	30	(505, 10.02)
15	1.297	30	(702, 532)	32	0.8438	5	841
16	1.266	5	602	33	0.8007	20	634
17	1.235	10	323	34	0.7832	20	615

红石矿产在阳起石化透辉石岩型铂矿石中。与之伴生的脉石矿物主要有：透辉石、阳起石、绿帘石；其次有：普通角闪石、黑云母、榍石、磷灰石等；金属矿物主要为磁铁矿，及少量斑铜矿、辉镍矿等；铂矿物主要有：硫铂矿、砷铂矿；钯矿物主要有：广林矿、丰滦矿、硫钯矿等。常交代硫铂矿，而又被丰滦矿交代（照片 3）。红石矿在人工重砂样中较为常见。

红石矿以颜色、形态、反射率较高、反射色可与其他伴生铂族矿物相区别。

7. 广林矿* (Guanglinite)

8. 丰滦矿* (Fengluanite)

这两种矿物有许多相似之处，故放在一起描述。

丰滦矿淡黄色。金属光泽。呈粒状或片状，有的呈六边形自形晶体。粒度 0.1—1 毫米。有一组完全解理，易碎成完整板片。表面不平整，有时可见阶状晶面。无磁性。广林矿一般呈块状，其他性质与丰滦矿十分相似。

反光镜下两种矿物性质很相似。反射色黄。弱非均质性。可见一组清楚的解理，平

* 我们 1973 年 7 月间的报告中广林矿称砷钯矿，丰滦矿称砷铂矿。

行消光。磨光性好。

R%	红	橙	绿	蓝	VHN ₁₀₋₂₀
广林矿	48.6	49.4	47.1	45.0	635—660
丰滦矿	56.0	54.0	53.6	51.4	657—660

化学成分(%):

	Pd	Pt	As	Sb	总数	化学式	产地
1 广林矿	80.3	—	20.1	—	100.4	Pd ₃ As _{1.063}	红区
2 丰滦矿	76.0	—	10.1	13.2	99.3	Pd ₃ (As _{0.363} Sb _{0.453})	红区
3 丰滦矿	72.5	—	9.2	11.0	92.7	—————	红区
4 丰滦矿	79.2	—	10.0	9.5	98.7	—————	红区
5 丰滦矿	68.4	4.4	11.2	9.4	93.4	(有 Pt As ₂ 杂质)	道区

理论化学式：广林矿 Pd₃As, 丰滦矿 Pd₃(As, Sb)

广林矿、丰滦矿为斜方晶系:

广林矿 $a_0 = 10.83 \text{ \AA}; b_0 = 3.33 \text{ \AA}; c_0 = 6.07 \text{ \AA}$

$a_0:b_0:c_0 = 3.252:1:1.822$

丰滦矿 $a_0 = 11.03 \text{ \AA}; b_0 = 3.37 \text{ \AA}; c_0 = 6.13 \text{ \AA}$

$a_0:b_0:c_0 = 3.273:1:1.818$

广林矿、丰滦矿 X-光粉晶数据列入表 7。

表 7 广林矿、丰滦矿 X-光粉晶数据

丰滦矿 Pd ₃ (As, Sb) (Fe K _α)				广林矿 Pd ₃ As (Cu K _α)	
线序	hkl	d	l	d	l
1	010	3.33	10	—	
2	110	2.18	10	—	
3	002	3.05	10	—	
4	310	2.46	10	—	
5	302	2.37	70	2.36	70
6	311	—	—	2.26	20
7	500	2.18	100	2.18	100
8	410	2.11	10	2.08	30
9	003	2.04	10	—	—
10	312	1.932	10	—	—
11	203	1.849	20	1.852	5
12	502	1.808	10	—	—
13	020	1.742	20	—	—
14	120	1.652	30	—	—
15	403	1.640	30	—	—
16	221	1.549	30	1.544	10
17	004	1.536	10	—	—
18	321	—	—	1.490	20
19	122	1.451	20	1.448	10
20	222	1.415	10	1.409	20
21	114	1.375	20	—	—

续 表 7

丰滦矿 Pd ₃ (As, Sb) (Fe K _α)				广林矿 Pd ₃ As (Cu K _α)	
线序	hkl	d	I	d	I
22	404	1.340	10	1.340	10
23	712	1.293	20	1.279	10
24	504	1.259	40	1.242	50
25	323	—	—	—	30
26	205	1.197		1.186	20
27	622	1.147		1.136	30
28				1.100	—
29				1.049	30
30				0.9723	10
31				0.9260	20
32				0.9135	20
33				0.8951	10
34				0.8776	30
35				0.8595	40
36				0.8265	50
37				0.8050	40
38				0.7936	40
39				0.7846	40

这两种矿物比较普遍地出现在本区基性-超基性岩各类型铂矿石中,尤其在红区分布更为普遍。产在阳起石化透辉石岩中时,常交代透辉石、黑云母(照片4),并呈后者的假晶,与之伴生的矿物同红石矿。产在闪辉岩型与铜硫化物有关的铂矿石中时,与之伴生的脉石矿物有:透辉石、阳起石、绿帘石、纤闪石、绿泥石、碳酸盐矿物等;金属矿物有:黄铁矿、磁铁矿、斑铜矿、硫铜钴矿;铂族矿物有碲铂矿、砷铂矿、粗铂矿、硫铂矿。在富矿地段,一个光片中铂族矿物竟达百颗以上,这两种矿物占很大比例。丰滦矿在道区分布也很普遍,与之共生的矿物同伊逊矿、大营矿、道马矿。

9. 燕中矿 (Yanzhongite)

燕中矿在人工重砂样中未发现,而在矿石磨光片上较为常见。燕中矿一般在斑铜矿边缘或角闪石等脉石中呈液滴状,少数截面呈六边形(照片5—9)。粒度数十微米,最大的约0.1毫米。

反射色淡黄。未见双反射。强非均质性。偏光色淡蓝灰白—深灰黄色。磨光性好。摩擦硬度<斑铜矿。燕中矿常含银、汞、铋等元素,而使其反射率、硬度值发生相应变化。

R%	红	棕	绿	蓝	VHN ₁
燕中矿	63.2	62.5	60.0	53.7	15.8
含银 5.3% R _g '	61.3	59.5	57.4	49.8	22.5
R _p '	60.6	58.0	56.1	49.6	
含汞 7.7%	53.8	56.2	51.9	38.4	30.0
含铋 5.5%	63.4	58.4	63.0	55.1	41.0

化学成分(%):

	Pd	Te	Bi	Ag	Hg	总数	化学式	产地
1	47.4	52.0	—	—	—	99.4	Pd _{1.00} Te _{0.914}	道区
2	41.0	47.7	—	—	—	88.7	—————	道区
3	40.5	50.0	—	—	—	90.5	—————	道区
4	47.0	50.8	1.5	—	—	99.3	Pd _{1.00} Te _{0.902} Bi _{0.016}	道区
5	45.0	51.7	3.3	—	—	100.0	Pd _{1.00} Te _{0.932} Bi _{0.038}	道区
6	46.0	51.8	5.5	—	—	103.3	Pd _{1.00} Te _{0.940} Bi _{0.060}	道区
7	42.0	52.6	2.2	3.7	—	100.5	Pd _{0.922} Ag _{0.079} Te _{0.962} Bi _{0.023}	道区
8	41.4	52.6	—	5.3	—	99.3	Pd _{0.888} Ag _{0.111} Te _{0.940}	道区
9	40.3	52.7	—	—	7.7	100.7	Pd _{0.909} Hg _{0.091} Te _{0.992}	道区
10	44.4	35.1	14.2	2.7	—	96.4	Pd _{0.943} Ag _{0.035} Te _{0.62} Bi _{0.154}	道区
11	48.6	49.1	3.0	—	—	100.7	Pd _{1.00} Te _{0.842} Bi _{0.031}	马区

分析 1—7——燕中矿, 8——含银燕中矿, 9——含汞燕中矿, 10——黄铋碲钨矿, 11——燕中矿。

理论化学式: Pd Te—Pd Te_{1-x}

六方晶系: $a_0 = 4.12 \text{ \AA}$; $c_0 = 5.62 \text{ \AA}$

$a_0 : c_0 = 1 : 1.36$

$a_0 = 4.12 \text{ \AA}$; $c_0 = 5.62 \text{ \AA}$ (人造, 根据 A.S.T.M.)

X-光粉晶数据列入表 8。

表 8 燕中矿 X-光粉晶数据

燕中矿 (Cu K α)				人造的 (根据 A.S.T.M.)	
线序	hkl	d	I	d	I
1	100	—	—	3.58	10
2	101	3.037	100	3.03	50
3	002	2.848	80	—	—
4	102	2.222	70	2.22	100
5	110	2.094	80	2.07	80
6	201	2.014	60	1.71	50
7	(103, 112)	1.650	20	1.67	60
8	202	1.530	60	1.51	100
9	004	1.404	20	1.42	30
10	(104, 211)	1.337	10	1.32	60
11	203	—	—	1.30	30
12	212	1.238	10	1.22	130
13	300	1.187	20	1.19	60
14	(114, 301)	1.161	30	1.17	130
15	(213, 302)	1.111	20	1.10	110
16		0.946	20		
17		0.893	30		

燕中矿产在道区石榴石角闪辉石岩型与铜硫化物有关的铂矿石中以及马区橄辉岩与铜硫化物有关的矿石中。其伴生矿物与道马矿的相同。在道区, 燕中矿与斑铜矿的关系特别密切, 前者常分布于后者的边部并交代后者 (照片 6, 7)。有的呈液滴状定向排列 (照片 9)。

10. 红旗矿 (Hongquite)

亮白色。金属光泽。粒状,为具有完整八面体与六面体之聚形。粒度 0.2—0.3 毫米。无磁性。性极脆。

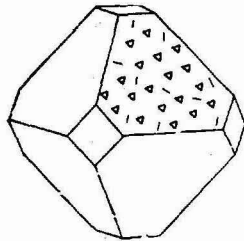


图 2 红旗矿之八面体

反射色白带粉。均质性。有明显红色内反射。晶面有倒三角形之生长锥(图 2¹⁾, 照片 10)。在天然晶面上测定 R% 红 32.6; 橙 35.8; 绿 27.5; 蓝 28.6。VHN₁₀₀ 710。

化学成分(%): Ti 74.0, Fe 0.5, O 25²⁾, 总数 99.5

理论化学式: TiO

等轴晶系: $a_0 = 4.293 \pm 0.005 \text{ \AA}$; $O_n^3-F_m 3_m$

X-光粉晶数据列入表 9, 并将方铁矿、人造的 TiO 的数据一起列入, 以便对比。

表 9 红旗矿 X-光粉晶数据 (Cu K α)

红 旗 矿			方 铁 矿		TiO 人造(根据 A.S.T.M.)	
<i>I</i>	<i>d</i>	<i>hkl</i>	<i>I</i>	<i>d</i>	<i>I</i>	<i>d</i>
50	2.479	111	7	2.49	45	2.407
100	2.144	200	10	2.14	100	2.085
70	1.529	220	8	1.51	50	1.475
50	1.297	311	4	1.293	13	1.259
—	—	222	2	1.238	12	1.205
80	1.081	400	1	1.072	5	1.044
10	0.9850	331	1	0.984	5	0.9580
20	0.9600	420	1	0.959	13	0.9340
—	—	422	—	—	14	0.8525
$a_0 = 4.293 \pm 0.005 \text{ \AA}$			$a_0 = 4.284 \pm 0.002 \text{ \AA}$		$a_0 = 4.177 \text{ \AA}$	

红旗矿产在石榴石角闪辉石岩型与铜硫化物有关的铂矿石中。与之伴生的矿物和伊逊矿、道马矿等的相同。矿石光片中未发现红旗矿,故与其他矿物间的关系尚不清楚。

红旗矿以高的反射率、均质性以及易碎性质可与其他钛的氧化矿物相区别。与方铁矿以 1.081 强线可区分。

红旗矿结构和晶胞大小与方铁矿很相似。TiO 在实验室中亦曾造出,根据 A.S.T.M. 其晶胞与天然产出的绿镍矿 (Bunsenite) 很相似,而较红旗矿小得多。根据钛的离子半径比铁的大,铁的离子半径比镍的大,因而它们的晶胞也相应变大的规律,可以说前人测定的绿镍矿、方铁矿以及我们测定的红旗矿的晶胞参数应该是正确的。人造的 TiO 晶胞变小,可能由于实验室条件与自然界的不同而引起。

三、四种未定名铂族矿物

1. 未定名铌镍硫化物

- 1) 在立体镜下的描绘形态。
- 2) 氧经电子探针定性确定,此数字系理论值。

产在纯橄岩铬矿石中。呈皮壳状包在等轴铂铱矿外部(照片 11), 为宽 0.02 毫米, 长 0.1 毫米的粒状集合体。与粗铂矿、硫铱矿、硫砷铱矿等矿物共生。

反射色红棕, 强非均质性, 偏光色淡蓝—火红。未见解理, 磨光性好。R% 红 43.1; 橙 43.4; 绿 43.7; 蓝 46.9。VHN₂₀ 642。

化学成分(%):

	Ir	Os	Ni	Fe	Cu	Co	S	总数	化学式
1	41.0	2.0	14.3	11.0	5.7	2.8	24.5	101.4	$\text{Ir}_{0.291}\text{Ni}_{0.317}\text{Fe}_{0.258}\text{Cu}_{0.117}\text{Co}_{0.061}\text{S}_{1.00}$
2	39.0	2.5	11.5	10.1	4.5	0.7	21.5	89.8	

1、2 为同一种矿物在两块标本上的分析结果。

理论化学式: $(\text{Ni}_{0.75}\text{Ir}_{0.25})\text{S}$ 或 $[(\text{Ni}, \text{Fe}, \text{Cu})_{0.75}\text{Ir}_{0.25}]\text{S}$

X-光粉晶数据列入表 10。

表 10 未定名铱镍硫化物 X-光粉晶数据 (Fe K_α)

线序	<i>l</i>	<i>d</i>	线序	<i>l</i>	<i>d</i>	线序	<i>l</i>	<i>d</i>
1	20	5.88	16	30	1.766	31	20	1.256
2	30	5.70	17	100	1.748	32	10	1.207
3	10	3.97	18	10	1.712	33	10	1.177
4	10	3.52	19	30	1.682	34	10	1.169
5	100	3.33	20	20	1.604	35	30	1.155
6	10	3.19	21	10	1.578	36	30	1.153
7	80	2.982	22	10	1.527	37	30	1.119
8	75	2.894	23	10	1.493	38	10	1.042
9	60	2.798	24	10	1.475	39	10	1.031
10	10	2.591	25	10	1.411	40	50	1.022
11	10	2.474	26	10	1.380	41	20	1.011
12	10	2.367	27	10	1.347	42	10	1.005
13	30	2.192	28	10	1.323	43	10	0.9985
14	60	2.046	29	30	1.302	44	10	0.9893
15	80	1.917	30	20	1.296	45	10	0.9866

2. 未定名铱铑硫化物

矿物产在纯橄岩型铬矿石中。未定名铱铑硫化物(照片 12)在等轴铱铑矿中与粗铂矿一起出溶。呈长、宽各为 0.06 毫米左右的粒状晶体。

反射色蓝灰。强非均质性。偏光色暗红—蓝绿。R% 红 41.5; 橙 37.8; 绿 39.5; 蓝 40.8。VHN₂₀ 1650。

化学成分(%): Ir 59.0, Rh 14.2, Pt 3.5, Ni 4.9, S 17.5, 总数 99.1

化学式: $\text{Ir}_{0.56}\text{Rh}_{0.252}\text{Pt}_{0.034}\text{Ni}_{0.155}\text{S}_{1.00}$

理论化学式: $(\text{Ir}, \text{Rh}, \text{Ni})\text{S}$

3. 未定名铱铑二硫化物

产在纯橄岩型铬矿石中。包在等轴铱铑矿中, 呈长 0.09 毫米, 宽 0.02 毫米蠕虫状之析出物(照片 13)。

反射色蓝灰。均质性。突起高, 面糙。R% 红 38.9; 橙 43.7; 绿 44.5; 蓝 42.0。VHN₃₀

2575。

化学成分(%)： Os 48.5, Ni 15.0, Ru 5.0, S 31.7, 总数 100.2

化学式： $Os_{0.537} Ni_{0.530} Ru_{0.013} S_{2.00}$ 理论化学式： $(Os, Ni) S_2$ **4. 未定名铑铱二硫化物**

产在纯橄岩型铬矿石中。未定名铑铱二硫化物呈菱形自形晶体，嵌在粗铂矿基质中，粒度十多微米。

反射色蓝灰。均质性。突起很高。R% 红 47.1；橙 51.3；绿 48.1；蓝 45.1。VHN₅₀ 2300。

化学成分(%)： Ir 58.0, Rh 14.5, S 29.5, 总数 102.0

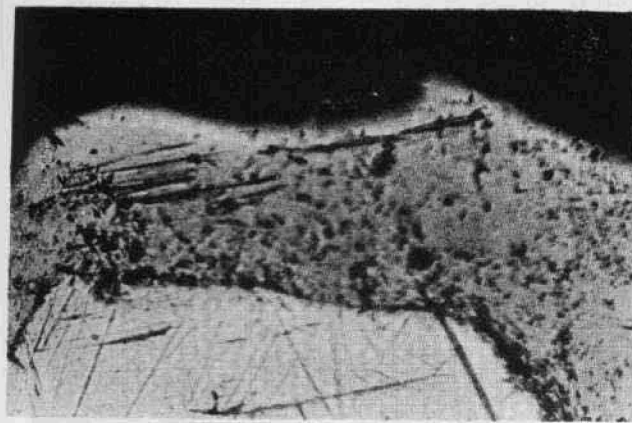
化学式： $Ir_{0.676} Rh_{0.304} S_{2.00}$ 理论化学式： $(Ir, Rh) S_2$ **主 要 参 考 资 料**

- [1] 陈正 1959 不透明矿物鉴定，地质出版社。
- [2] 孙未君等 1973 承铂矿 (Chengbolite)——前寒武纪榴辉斜长岩类中的一个铂族矿物，地质学报第一期。
- [3] 任英忱等 1973 $RuS_2-OsS_2-IrS_2$ 的类质同象矿物系列和 PdS-PtS 矿物系列，地球化学 第4期。
- [4] 罗日科夫, И. С. 等 1974 阿尔丹地盾的铂，地质出版社。
- [5] Winchell, A. N. & Winchell, H. 1951 Elements of optical mineralogy.
- [6] Mertie, J. B. 1969 Economic geology of the platinum metals.
- [7] Uytendogaardt, W. & Burke, E. A. J. 1971 Tables for microscopic identification of ore minerals.
- [8] Cabri, L. J. 1972 The mineralogy of the platinum group elements. *Mineral science & engineering*, Vol. 4, No. 3.
- [9] Index to the powder diffraction file 1972 Published by the Joint Committee of Powder Diffraction Standards.
- [10] Chudoba, K. F. 1974 Neue Mineralien und Mineralnamen, Ergänzungsband IV, Handbuch der Mineralogie von C. Hintze. Walter de Gruyter & Co., Berlin.

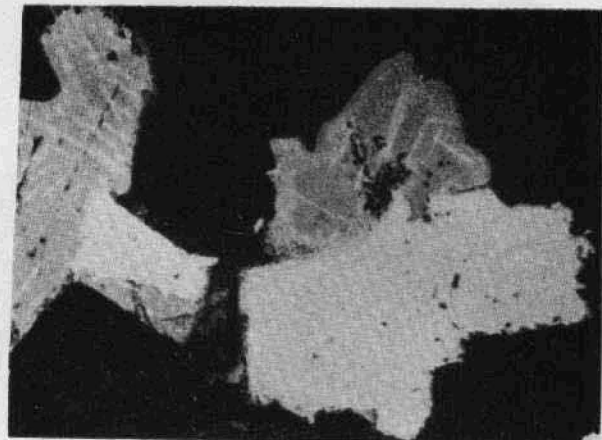
质中，
VHN₅₀

一期。

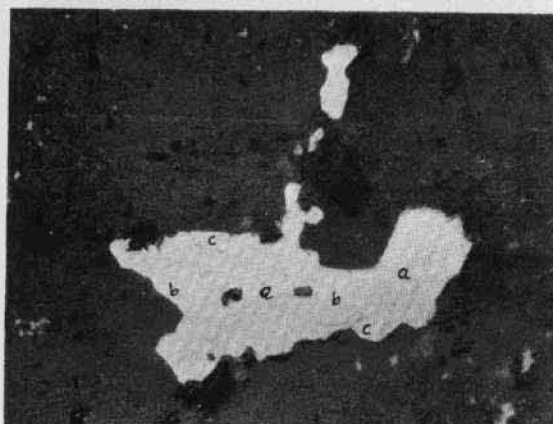
f ore
vineer-
Dif-
h der



1. 兴中矿 兴中矿(灰色)呈皮壳状包裹等轴锆钛矿(灰白色), 黑色为火漆。高区。×260



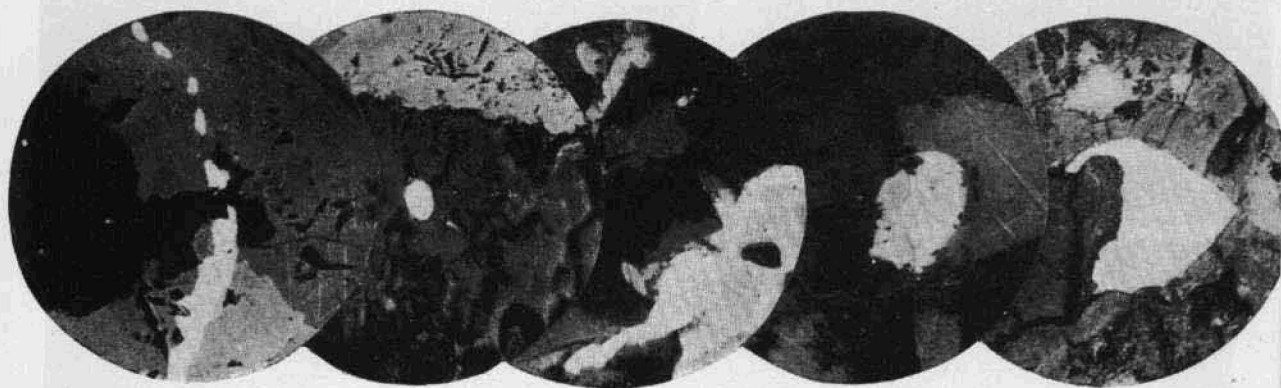
2. 道马矿 道马矿(白色)呈板状交代斑铜矿(灰色), 黑色为角闪石。道区。×260



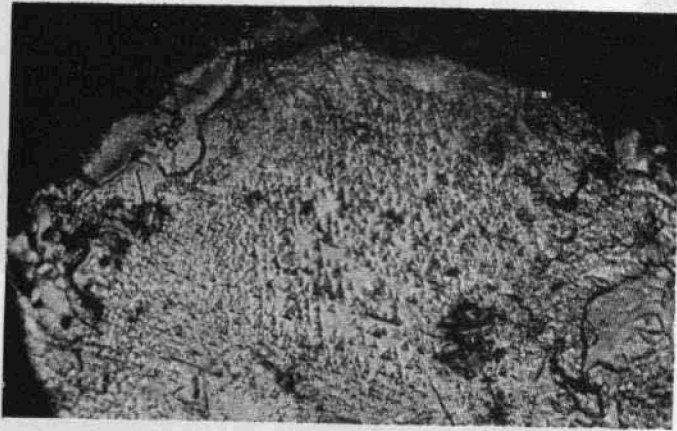
3. 红石矿 红石矿(b)交代硫铂矿(a)又被丰溱矿(c)交代, 基质为透辉石。红区。×260



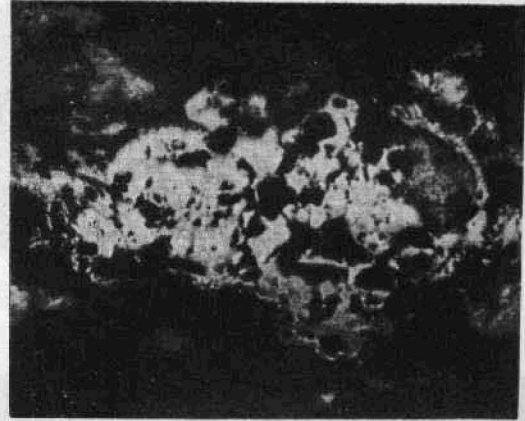
4. 丰溱矿 丰溱矿(白色)交代黑云母(深灰色长条状)并呈其假晶, 灰白色为磁铁矿, 上部为透辉石。红区。×260



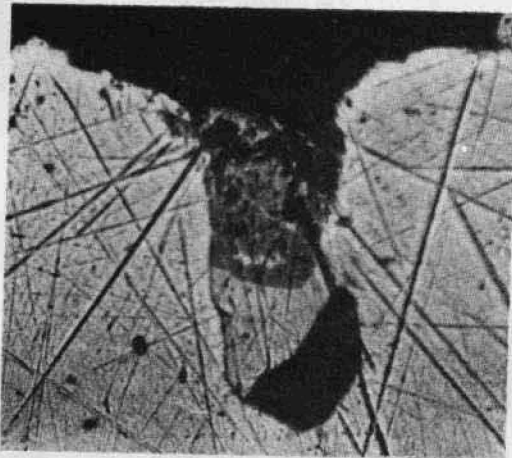
5—9 燕中矿 燕中矿(白色)呈液滴状, 6、7、9 交代斑铜矿(灰白色), 5、8 分布于脉石中。道区。×260



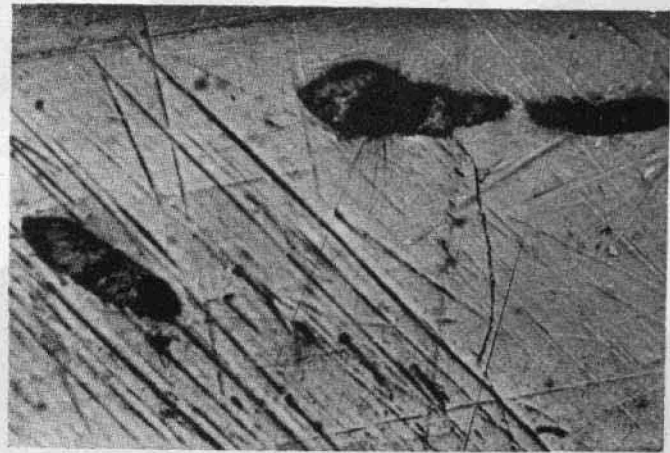
10. 红旗矿 红旗矿(111)晶面之倒三角形生长锥。道区。×600



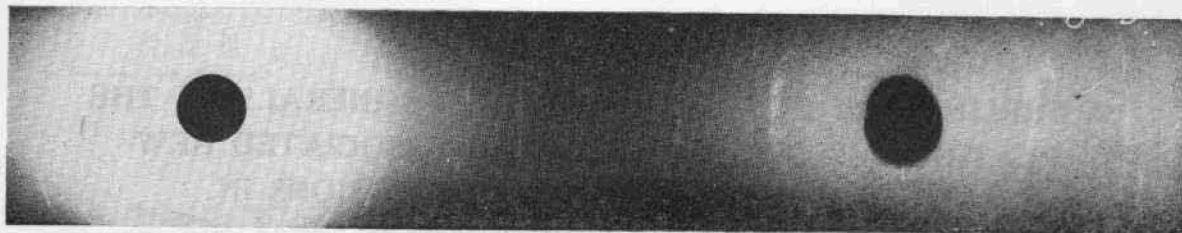
11. 未定名镍硫化物 黑色为火漆。高区。×260



12. 未定名镍铈硫化物 未定名镍铈硫化物(深灰色)和粗铂矿(中间偏下部)分布于等轴铈矿(两侧)中。高区。×260



13. 未定名镍二硫化物 等轴铈矿(灰白色)中未定名镍二硫化物(深灰色)呈蠕虫状析出物。高区。×260



14. 伊逊矿 PtIn

Cu K_{α}



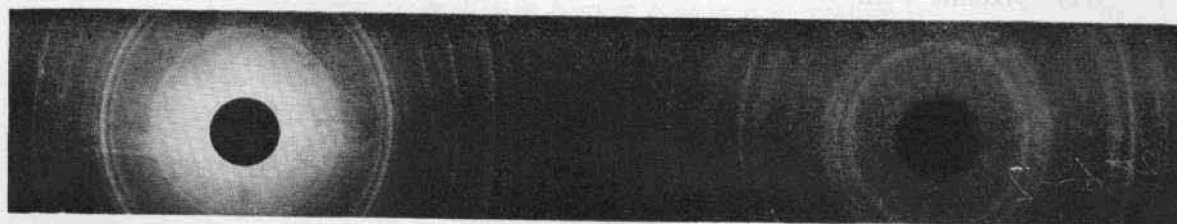
15. 未定名镍镍硫化物 $(Ni_{0.73}Ir_{0.27})S$

Fe K_{α}



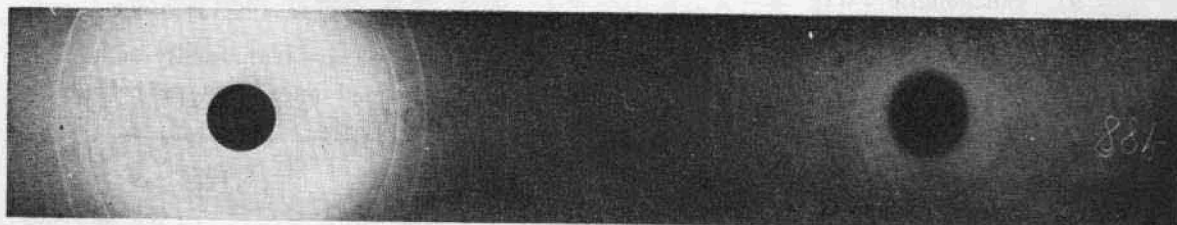
16. 兴中矿 $(Ir,Cu,Rh)S$

Fe K_{α}



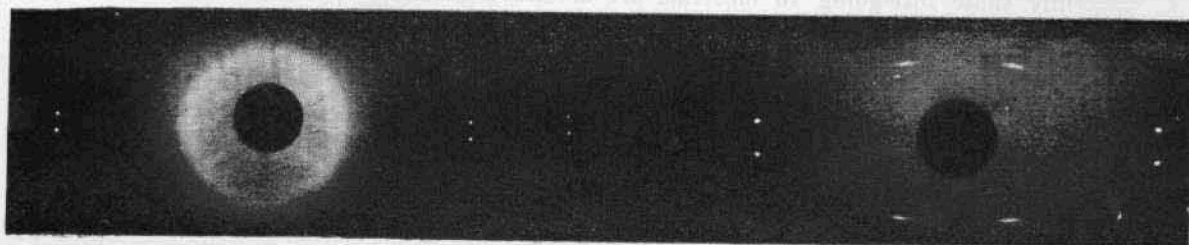
17. 道马矿 $(Cu,Pt)_2AsS_2$

Fe K_{α}



18. 红石矿 $(Pt,Cu)_3As$

Cu K_{α}



19. 红旗矿 TiO

Cu K_{α}

×260

镍

**A PRELIMINARY STUDY OF SOME NEW MINERALS OF THE
PLATINUM-GROUP AND ANOTHER ASSOCIATED NEW
ONE IN PLATINUM-BEARING INTRUSIONS IN
A REGION OF CHINA**

YU TSU-HSIANG LIN SHU-JEN CHAO PAO
FANG CHING-SUNG HUANG CHI-SHUN

(Abstract)

During our research work on some platinum-bearing basic and ultrabasic intrusive bodies in a region of China, 13 new minerals of the platinum-group with an associated new one containing titanium have been discovered. Among these fourteen, there are 10 new minerals, of which, their respective crystalline system, unit cell, chemical composition as well as their physical and optical properties were determined. Accordingly, after each occurring locality, new names are being proposed respectively as below:

- 1) yixunite $PtIn$
- 2) dayingite $Cu(Co,Pt)_2S_4$
- 3) xingzhongite $(Ir,Cu,Rh)S$
- 4) malanite $(Cu,Pt,Ir)S_2$
- 5) daomanite $(Cu,Pt)_2AsS_2$
- 6) hongshiite $(Pt, Cu)As$
- 7) guanglinite Pd_2As
- 8) fengluanite $Pd_3(As,Sb)$
- 9) yanzhongite $PdTe$
- 10) hongquiiite TiO

The remaining 4 new minerals pending on further research are temporarily called, according to their respective chemical composition, as unnamed ones such as below:

- 1) anisotropic unnamed (Ni, Ir) -sulphide $(Ni, Ir)S$
- 2) unnamed (Ir, Rh, Ni) -sulphide $(Ir, Rh, Ni)S$
- 3) unnamed (Os, Ni) -disulphide $(Os, Ni)S_2$
- 4) unnamed (Ir,Rh) -disulphide $(Ir, Rh)S_2$

Only those fore-going 10 minerals are described in more or less detail, while the geology of these platinum deposits with 4 unnamed minerals are briefly remarked.