

# 祁连山某地铂-金砂矿的铂族矿物 研究及其意义

黄典豪 陈克樵 吴澄宇 余时美

(中国地质科学院矿床地质研究所, 北京 100037)

**主题词** 铂-金砂矿 铂族元素矿物 矿物组合及其意义 中国西北部

**提 要** 该铂-金砂矿产于超基性岩体山前谷地的第四纪冲积-洪积层中。在60年代, 前人曾对该铂-金砂矿作过初步评价, 但对其中的铂族元素矿物未进行过矿物学研究。笔者于1992年夏对该砂矿作了调研, 并对吕明鸿工程师所提供的该砂矿的铂族矿物样品进行了物理光学性质研究及电子探针和X射线分析。业已查明, 它们主要是铱铁矿、钨铱铁矿、钨铱矿、自然铱、等轴铁铂矿, 矿物共生组合为自然金+上述铂族矿物+自然银+铬尖晶石+铬铁矿+磁铁矿+钛铁矿+辰砂。这表明, 该铂-金砂矿的物质来源为含铬超基性岩。

众所周知, 铂族元素内生矿床主要是超基性岩中含铂、钯为主的铜-镍硫化物矿床和超基性岩中含铱、铼、铈为主的铬铁矿矿床<sup>[1]</sup>。它们的外生矿床主要是冲积或残积砂矿。在对区内某铬铁矿矿床评价过程中, 前人只对伴生的铱、铼含量作过分析, 并未研究其中的铂族元素矿物, 迄今也未见到有关区内冲积-洪积层中铂族矿物学资料的报道。因此, 笔者对该铂-金砂矿的矿物学研究, 不仅首次查明了其矿物种类、共生组合特征、形成地质条件, 而且对今后进一步评价区内铂-金砂矿, 提供了重要的矿物学资料, 同时为寻找其原生矿提供了有用的信息。

## 1 铂-金砂矿产出地质背景概述

该铂-金砂矿产地的区域构造为北祁连加里东槽背斜。区内含铬超基性岩体呈北西向断续分布, 与区域断裂带或褶皱轴的方向一致, 侵位于中寒武统、上奥陶统和中、下志留统的中基性火山岩及碎屑岩中。超基性岩的主要岩石类型有纯橄岩、斜辉辉橄岩、二辉橄岩等。个别岩体产有铱、铼含量较高的中型铬铁矿矿床。在发育于含铬超基性岩体山峰北坡山前谷地的第四纪冲积-洪积层中, 局部地段有铂族元素矿物和自然金的次生富集。

## 2 铂族元素矿物的特征

在该地的铂-金砂矿中, 铂族元素矿物有Os-Ir-Ru系和Pt-Fe系矿物。如所周知, 只根

据这些矿物的光学性质和化学成分或据光学性质和X射线衍射数据, 往往难以准确定名。如含Pt $\geq$ 80%、Fe $\leq$ 20%的Pt-Fe矿物究竟是等轴铁铂矿还是正方铁铂矿? 以往国内外文献中只据化学成分定名的粗铂矿(polyxene)和铁铂矿(ferroplatinum)已被废除<sup>[2]</sup>。Os-Ir系矿物既有等轴铱铑矿也有六方铱铑矿和自然铱, 其确切定名除光性和成分外, 尚须有X射线衍射数据作为佐证。另外, 铱铑矿和钌铱铑矿这两个矿物都是六方晶系, 且具有类似的光性和X射线性质, 它们的定名则需要结合化学成分。本文所研究的Os-Ir-Ru系和Pt-Fe系矿物, 是根据D. C. Harris和L. J. Cabri (1973)<sup>[3]</sup>, L. J. Cabri和C. E. Feather (1975)<sup>[2]</sup>以及中国科学院地球化学研究所(1981)<sup>[4]</sup>的划分方案来命名的。现将有关这些矿物的物理光学性质、化学成分和X射线衍射数据分述如下。

## 2.1 物理光学性质

**钌铱铑矿(rutheniridosmine)** 六方晶系,  $a=2.728 \text{ \AA}$ ,  $c=4.326 \text{ \AA}$ ,  $V=27.88 \text{ \AA}^3$  (样品1-1-(1))。晶形为六方板状、粒状(图版II-1, II-2), 有的晶面上具溶蚀坑, 局部具暗黄色被膜。粒度 $1.0 \times 0.8 \text{ mm}$ — $0.5 \times 0.4 \text{ mm}$ 。钢灰色, 金属光泽。显微硬度 $Hv=1058$ — $1274 \text{ kg/mm}^2$ 。  $D_{\text{计算}}$ 为20.73。实测反射率(%)\*\*  $R'_{480 \text{ nm}}=67.2$ ,  $R''_{480 \text{ nm}}=64.0$ ;  $R'_{545 \text{ nm}}=64.6$ ,  $R''_{545 \text{ nm}}=61.6$ ;  $R'_{589 \text{ nm}}=62.2$ ,  $R''_{589 \text{ nm}}=60.6$ ;  $R'_{656 \text{ nm}}=60.8$ ,  $R''_{656 \text{ nm}}=58.8$ 。反射色为浅黄白色。弱非均质(因磨光面近于垂直 $c$ 轴)。有的钌铱铑矿与铱铑矿连生(图版I-2)。

**铱铑矿(iridosmine)** 六方晶系,  $a=2.730 \text{ \AA}$ ,  $c=4.326 \text{ \AA}$ ,  $V=27.93 \text{ \AA}^3$  (样品1-1-(4))。晶形为不等边的六方板状(图版II-3, II-4), 有的颗粒表面带黄色色调。粒度 $1 \times 2 \text{ mm}$ — $0.5 \times 0.6 \text{ mm}$ 。银白或锡白色, 金属光泽。显微硬度 $Hv=1112$ — $1168 \text{ kg/mm}^2$ 。  $D_{\text{计算}}$ 为22.25。实测反射率(%)  $R'_{480 \text{ nm}}=61.9$ ,  $R''_{480 \text{ nm}}=64.0$ ;  $R'_{545 \text{ nm}}=59.3$ ,  $R''_{545 \text{ nm}}=61.0$ ;  $R'_{589 \text{ nm}}=58.1$ ,  $R''_{589 \text{ nm}}=59.7$ ;  $R'_{656 \text{ nm}}=55.9$ ,  $R''_{656 \text{ nm}}=57.1$ 。反射色为亮黄白或亮白色。非均质, 双反射浅灰蓝—浅紫色。有的颗粒中包裹有自然铱(图版II-5)。

**自然铱(osmium)** 六方晶系,  $a=2.731 \text{ \AA}$ ,  $c=4.370 \text{ \AA}$ ,  $V=28.23 \text{ \AA}^3$  (样品1-3-(1))。晶形为粒状、不完整的六方板状(图版II-6), 表面较平滑。粒度 $0.73 \times 0.55 \text{ mm}$ — $0.8 \times 1.0 \text{ mm}$ 。银白色, 金属光泽。显微硬度 $Hv=1442$ — $1526 \text{ kg/mm}^2$ 。  $D_{\text{计算}}$ 为22.09。实测反射率(%)  $R'_{480 \text{ nm}}=60.4$ ,  $R''_{480 \text{ nm}}=63.1$ ;  $R'_{545 \text{ nm}}=56.7$ ,  $R''_{545 \text{ nm}}=59.1$ ;  $R'_{589 \text{ nm}}=54.1$ ,  $R''_{589 \text{ nm}}=56.4$ ;  $R'_{656 \text{ nm}}=51.7$ ,  $R''_{656 \text{ nm}}=52.6$ 。反射色为白带浅蓝, 双反射白带浅紫—白带浅黄。非均质(灰白—橙色, 蓝灰—黄灰)。

**铱铑矿(osmiridium)** 等轴晶系,  $a=3.8403 \text{ \AA}$ ,  $V=56.64 \text{ \AA}^3$  (样品1-1-(2))。晶形为正方板状或立方体(图版II-7, II-9)或粒状。表面凸凹不平, 有较规则的沟纹。有的颗粒光片中见有许多浸染状分布的、方形或不甚规则状的等轴铁铂矿显微包裹体(图版II-8)。粒度 $0.1 \times 0.15 \text{ mm}$ — $0.6 \times 0.6 \text{ mm}$ 。锡白色或钢灰色, 金属光泽。显微硬度 $Hv=855$ — $922 \text{ kg/mm}^2$ 。  $D_{\text{计算}}$ 为22.27。实测反射率(%)  $R_{480 \text{ nm}}=68.3$ ,  $R_{545 \text{ nm}}=69.9$ ,  $R_{589 \text{ nm}}=71.6$ ,  $R_{656 \text{ nm}}=72.3$ 。反射色为黄白或灰白色。均质。

**等轴铁铂矿(isoferroplatinum)** 等轴晶系,  $a=3.863$ — $3.868 \text{ \AA}$ ,  $V=57.65$ —

\* 俄罗斯产赫鲁晓夫 IIMT-3型压入显微硬度计, 负荷100 g, 压入时间15秒。

\*\* 反射率用西德Orthoplan MPV-I型显微光电光度计测定, 标准为WC。

$57.87 \text{ \AA}^3$ 。晶形呈近浑圆粒状或不规则粒状(图版II-10),粒度  $1.0 \times 1.8 \text{ mm} - 0.6 \times 0.7 \text{ mm}$ 。银白色,有的颗粒表面带黄色薄膜。具磁性。强金属光泽。显微硬度  $Hv = 442 - 502 \text{ kg/mm}^2$ 。  $D_{\text{计算}}$  为 11.1—11.6。实测反射率(%)  $R_{480 \text{ nm}} = 62.2$ ,  $R_{546 \text{ nm}} = 64.9$ ,  $R_{589 \text{ nm}} = 66.6$ ,  $R_{656 \text{ nm}} = 68.0$ 。反射色为亮黄白色。均质。

## 2.2 化学成分

本研究的铂族元素矿物的电子探针分析结果列于表1。由表1可见:(1) Os-Ir-Ru系矿物是天然的Os、Ir、Ru互化物或合金,除主要成分Os和Ir外,普遍含有少量的Ru和痕量的Fe、Cu或Ag,其中含Ru原子数 $>10\%$ 的称为钉铱铁矿。钉铱铁矿含Os 45.07%—58.21%, Ir 33.69%—42.75%, Ru 5.05%—18.69%,分子式为  $\text{Os}_{0.40-0.56}\text{Ir}_{0.29-0.39}\text{Ru}_{0.09-0.30}\text{Fe}_{0.00-0.01}$ 。铱铁矿含Os 51.38%—76.78%, Ir 22.68%—45.35%, Ru 0.32%—0.47%,分子式为  $\text{Os}_{0.51-0.77}\text{Ir}_{0.22-0.45}\text{Ru}_{0.01-0.09}$ 。自然铱含Os 79.28%—81.75%, Ir 16.08%—19.76%, Ru 0.00%—1.38%,分子式为  $\text{Os}_{0.80-0.81}\text{Ir}_{0.16-0.20}\text{Ru}_{0.00-0.03}$ 。铱铱矿含Ir 75.30%—75.59%, Os 22.06%—22.12%, Ru 0.56%—1.02%,分子式为  $\text{Ir}_{0.73-0.76}\text{Os}_{0.22}\text{Fe}_{0.00-0.04}\text{Ru}_{0.01-0.02}$ 。(2) Pt-Fe系矿物是等轴铁铂矿,其含Pt 90.91%—91.43%, Fe 8.57%—9.07%,分子式为  $\text{Pt}_{2.85-3.00}\text{Fe}$ 。(3) 自然金主要是Au、Ag的互化物,含Au 96.00%—97.88%, Ag 1.86%—3.22%, Cu 0.15%—0.21%, Fe 0.00%—0.28%,金成色为967—981。自然银含Ag 98.79%, Cu 0.38%和Fe 0.06%。

## 2.3 X射线粉晶衍射

笔者选择了已作了电子探针分析的6个铂族元素矿物单颗粒,用甘多菲粉末照相机拍摄了其德拜图,照片清晰。确定了这些矿物的晶系,根据相应矿物的X射线粉晶数据进行了指标化,并计算了它们的单位晶胞参数和理论比重。X射线衍射分析数据(表2)表明,所研究的铂族元素矿物为六方晶系的钉铱铁矿、铱铁矿和自然铱以及等轴晶系的等轴铁铂矿和铱铱矿。钉铱铁矿单位晶胞:  $a = 2.728 \text{ \AA}$ ,  $c = 4.326 \text{ \AA}$ ,  $V = 27.88 \text{ \AA}^3$ 。铱铁矿:  $a = 2.730 \text{ \AA}$ ,  $c = 4.326 \text{ \AA}$ ,  $V = 27.93 \text{ \AA}^3$ 。自然铱:  $a = 2.731 \text{ \AA}$ ,  $c = 4.370 \text{ \AA}$ ,  $V = 28.23 \text{ \AA}^3$ 。这三个矿物彼此间的单位晶胞参数十分接近。铱铱矿:  $a = 3.8403 \text{ \AA}$ ,  $V = 56.64 \text{ \AA}^3$ 。等轴铁铂矿:  $a = 3.863 - 3.868 \text{ \AA}$ ,  $V = 57.65 - 57.87 \text{ \AA}^3$ ,这与L. J. Cabri等(1975)<sup>[2]</sup>报导的合成和天然等轴铁铂矿的  $a$ 、 $V$ 值相同。等轴铁铂矿的  $a$ 、 $V$ 值比等轴铱铱矿的稍大些,这与Pt的原子半径(1.39)比Os(1.34)、Ir(1.36)、Ru(1.32)大以及等轴铁铂矿中Pt:Fe $\approx$ 3:1(原子比)有关。

## 3 铂族元素矿物组合及其意义

通过人工重砂分析及铂族元素的物理光学性质、化学成分和X射线衍射分析,其结果表明,该铂-金砂矿的矿物组合为钉铱铁矿+铱铁矿+自然铱+铱铱矿+等轴铁铂矿+自然金+自然银+铬铁矿+铬尖晶石+磁铁矿+钛铁矿+辰砂等。基于这些铂族元素矿物虽然受到一定程度的磨蚀,呈似浑圆粒状。但多数晶形完好,常呈六方厚板状、长方板状或立方体。伴生的自然金多呈叶片状、不规则粒状或球粒状(图版II-11);自然银多呈不规则粒状或集合体;铬尖晶石常呈八面体晶形(图版II-12);辰砂呈各种形态的粒状。这些矿物晶形完整

表1 铂族元素矿物和金、银矿物的电子探针分析结果(wt%)  
Table 1 Electron microprobe analyses(wt%) of platinum group element minerals and gold-silver minerals

样号	矿物	Os	Ir	Ru	Pt	Au	Ag	Cu	Fe	总和	分子式	备注
1-1-(3)	铁镍矿	61.19	33.83	4.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	99.81	(Os <sub>5.59</sub> Ir <sub>70.32</sub> Ru <sub>20.09</sub> ) <sub>1.00</sub>	与样品1-1-(3)连生
1-4-(1)	铁镍矿	73.96	24.92	0.58	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	99.49	(Os <sub>5.74</sub> Ir <sub>70.25</sub> Ru <sub>20.01</sub> ) <sub>1.00</sub>	
1-4-(3)	铁镍矿	73.75	25.08	0.82	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	99.69	(Os <sub>5.74</sub> Ir <sub>70.25</sub> Ru <sub>20.01</sub> ) <sub>1.00</sub>	
1-4-(4)	铁镍矿	68.18	29.36	2.22	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	99.80	(Os <sub>5.67</sub> Ir <sub>70.20</sub> Ru <sub>20.01</sub> ) <sub>1.00</sub>	
1-4-(5)	铁镍矿	51.38	45.35	2.43	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	99.21	(Os <sub>5.51</sub> Ir <sub>70.45</sub> Ru <sub>20.01</sub> ) <sub>1.00</sub>	
5-1	铁镍矿	64.72	33.67	1.40	0.00	0.00	0.00	0.06	0.05	99.90	(Os <sub>5.64</sub> Ir <sub>70.33</sub> Ru <sub>20.03</sub> ) <sub>1.00</sub>	2个分析的平均值
6-2	铁镍矿	76.78	22.68	0.32	0.00	0.00	0.00	0.10	0.04	99.92	(Os <sub>5.77</sub> Ir <sub>70.22</sub> Ru <sub>20.01</sub> ) <sub>1.00</sub>	
1-1-(3)	钉铁镍矿	58.21	35.77	5.05	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	99.10	(Os <sub>5.56</sub> Ir <sub>70.33</sub> Ru <sub>20.09</sub> ) <sub>1.00</sub>	
1-1-(1)	钉铁镍矿	45.07	42.75	10.97	0.00	0.00	0.00	0.03	0.08	98.90	(Os <sub>5.42</sub> Ir <sub>70.39</sub> Ru <sub>20.19</sub> ) <sub>1.00</sub>	
1-3-(2)	钉铁镍矿	46.41	33.69	18.69	0.00	0.00	0.10	0.06	0.16	99.11	(Os <sub>5.40</sub> Ru <sub>20.39</sub> Ir <sub>70.29</sub> Fe <sub>0.01</sub> ) <sub>1.00</sub>	在样品1-1-(1)中呈包裹体存在
1-4-(1)	自然铁	79.28	19.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	99.18	(Os <sub>5.80</sub> Ir <sub>70.20</sub> ) <sub>1.00</sub>	
1-3-(1)	自然铁	81.75	16.08	1.38	0.00	0.00	0.03	0.05	0.05	99.34	(Os <sub>5.81</sub> Ir <sub>70.16</sub> Ru <sub>20.03</sub> ) <sub>1.00</sub>	
1-1-(2)	铁镍矿	22.12	75.30	1.02	0.00	0.00	0.00	0.05	0.06	98.55	(Ir <sub>70.75</sub> Os <sub>20.22</sub> Ru <sub>20.02</sub> ) <sub>1.00</sub>	
6-(1)	铁镍矿	22.06	75.59	0.56	0.00	0.00	0.00	0.09	1.26	99.56	Ir <sub>70.73</sub> Os <sub>20.22</sub> Fe <sub>0.04</sub> Ru <sub>0.01</sub> ) <sub>1.00</sub>	
6-(1)'	等轴铁铂矿*	0.00	0.00	0.00	91.43	0.00	0.00	0.00	8.57	100.00	Pt <sub>2</sub> Fe	在样品6-(1)铁镍矿中早显微包裹体存在
6-(1)''	等轴铁铂矿*	0.00	0.00	0.00	90.91	0.00	0.00	0.00	9.07	99.98	Pt <sub>2.87</sub> Fe	3个分析的平均值
No.2	等轴铁铂矿*	0.00	0.00	0.00	91.06	0.00	0.00	0.00	8.93	99.99	Pt <sub>2.85</sub> Fe	2个分析的平均值
No.6	等轴铁铂矿*	0.00	0.00	0.00	91.02	0.00	0.00	0.00	8.78	99.80	Pt <sub>2</sub> Fe	2个分析的平均值
No.7	自然金	0.00	0.00	0.00	0.00	96.00	3.22	0.21	0.28	99.71	(Au <sub>93.43</sub> Ag <sub>0.06</sub> Cu <sub>0.01</sub> Fe <sub>0.01</sub> ) <sub>1.00</sub>	
No.7'	自然金	0.00	0.00	0.00	0.00	97.88	1.86	0.15	0.00	99.89	(Au <sub>93.06</sub> Ag <sub>0.03</sub> Cu <sub>0.01</sub> ) <sub>1.00</sub>	
No.8	自然银	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.79	0.38	0.06	99.23	(Ag <sub>98.81</sub> Cu <sub>0.11</sub> ) <sub>1.00</sub>	2个分析的平均值

分析条件: JXA-733型电子探针, TN-5500, 5600能谱, 加速电压25 kV, 电流20 mA, 使用加拿大铂族元素标准

分析者: 中国地质科学院矿床地质研究所电子探针组 陈克雄、余静

\* 电子探针能谱分析未检测出 Pd

表 2 铂族元素矿物的X射线粉末衍射数据

Table 2 X-ray powder diffraction data of platinum group element minerals

样品号	1-1-1(1)		1-3-5(1)		1-4-1(1)		No.6		No.2		1-1-1(2)	
	矿物 rutheniridosmine	<i>d</i> 实测 <i>d</i> 计算	自然铂 Osmium	<i>d</i> 实测 <i>d</i> 计算	铱铂矿 iridosmine	矿物 <i>hkl</i>	等轴铁铂矿 isoferroplatinum	<i>d</i> 实测 <i>d</i> 计算	等轴铁铂矿 isoferroplatinum	<i>d</i> 实测 <i>d</i> 计算	铱铂矿 Osmiridium	<i>d</i> 实测 <i>d</i> 计算
	1 (2.56)			1 (2.58)			1 (4.00)					
100	3 2.390	2.362	3 2.100	2.365	3 2.100	100	3 3.850	3.868	2 3.870	3.863		
	2 (2.32)			2 (2.36)			1 (3.25)					
	2 (2.27)			2 (2.27)			1 (2.94)					
002	8 2.160	2.163	10 2.170	2.185	10 2.170	110	2 2.750	2.735	1 2.750	2.731		
101	6 2.070	2.073	5 2.080	2.080	5 2.070	?	4 2.69					
	1 (1.81)		1 (1.78)		1 (1.76)		2 (2.46)		2 (2.47)		2 2.47	
102	5 1.600	1.595	5 1.610	1.605	4 1.610	111	10 2.230	2.233	8 2.230	2.230	8 2.230	2.217
110	6 1.360	1.364	5 1.365	1.366	4 1.360		2 (2.13)		3 (2.13)		3 2.12	
	3 (1.266)				2 (1.268)		2 2.04					
	1 (1.256)				1 (1.255)	200	4 1.910	1.934	10 1.930	1.931	10 1.920	1.920
103	10 1.230	1.231	9 1.235	1.240	10 1.231		2 (1.88)					
	2 (1.193)		1 (1.20)		1 (1.191)	210	3 1.740	1.730	3 1.730	1.727		
200	3 1.180	1.181	2 1.181	1.183	2 1.181		2 (1.69)					

续表

1-1-(1)		1-3-(1)		1-4-(4)		No.6		No.2		1-1-(2)	
钌铁铂矿 rutheniridosmine		自然钷 Osmium		钷铁矿 iridosmine		等轴铁铂矿 isoferroplatinum		等轴铁铂矿 isoferroplatinum		钷铁矿 Osmiridium	
<i>hkl</i>	<i>d</i> 实测 <i>d</i> 计算	<i>I</i>	<i>d</i> 实测 <i>d</i> 计算	<i>I</i>	<i>d</i> 实测 <i>d</i> 计算	<i>I</i>	<i>d</i> 实测 <i>d</i> 计算	<i>I</i>	<i>d</i> 实测 <i>d</i> 计算	<i>I</i>	<i>d</i> 实测 <i>d</i> 计算
112	1.151 1.154	6	1.157 1.154	5	1.154 1.154	211	1.570 1.579	2	1.570 1.577		
201	1.140 1.139	4	1.142 1.140	3	1.140 1.140		(1.51)	2	(1.51)	1	(1.49)
004	1.082 1.081	4	1.085 1.092	3	1.085 1.081	220	1.368 1.367	7	1.365 1.366	7	1.362 1.358
202	1.035 1.037	3	1.040 1.037	2	1.038 1.037	221	1.285 1.289	4	1.285 1.288	4	1.280 1.280
	(1.007)	1	(1.009)	1	(1.007)		1.235	1	1.230	1	(1.218)
104	0.986 0.983	2	0.986 0.992	2	0.986 0.983	311	1.168 1.166	10	1.165 1.165	10	1.158 1.158
	0.984	1	0.984			222	1.118 1.117	5	1.114 1.115	5	1.106 1.109
						321	1.036 1.034	2	1.032 1.032	2	1.030 1.026
						400	0.972	1	0.968		
晶胞棱长		$a = 2.731 \pm 0.001$		$a = 2.730 \pm 0.001$		晶胞棱长		$a = 3.863 \pm 0.001$		$a = 3.8103 \pm 0.0002$	
(Å)		$c = 1.326 \pm 0.002$		$c = 4.326 \pm 0.004$		(Å)					
晶胞体积 (Å <sup>3</sup> )		$V = 27.88 \pm 0.01$		$V = 27.93 \pm 0.03$		晶胞体积 (Å <sup>3</sup> )		$V = 57.65 \pm 0.04$		$V = 56.61 \pm 0.01$	
晶系		六方		六方		晶系		等轴		等轴	

实验条件：钷靶 FeK $\alpha$ ，无滤波片，35 kV，20 mA，4 小时，甘多非粉末照相，直径 57.3 mm  
分析者：中国地质大学（北京）X 射线实验室 张建洪

程度的差异,除取决于结晶习性和硬度外,主要与它们被搬运的距离有关。同时,上述矿物组合和它们产出的地质环境,进一步说明该铂-金砂矿的形成乃是区内含铬超基性岩所含铂族元素矿物和自然金等经风化剥蚀、搬运的次生富集产物。这不仅为在该地区超基性岩体附近的第四纪冲积-洪积层中寻找铂-金砂矿提供了矿物学资料,而且为寻找超基性岩中原生铂-金矿提供了有用信息。

作者对提供铂族矿物样品的吕明鸿工程师、完成X射线粉晶衍射分析的张建洪教授、作部分铂族矿物和金、银矿物电子探针分析的矿床地质研究所余静同志和测定铂族矿物显微硬度的曹亚文博士表示感谢。

#### 参 考 文 献

- 1 Hulbert L J et al.. Geological environments of the platinum group elements. Geological survey of Canada, 1988, Open File ,1440.
- 2 Cabri L J, Feather C E. Platinum alloys: a nomenclature based on a study of natural and synthetic alloys. Canadian Mineralogist, 1975, 13, 117—126.
- 3 Harris D C, Cabri L J. The nomenclature of the natural alloys of osmium, iridium and ruthenium based on new compositional data of alloys from world-wide occurrences. Canadian Mineralogist, 1973, 12, 104—111.
- 4 中国科学院地球化学研究所. 铂族元素矿物鉴定手册. 北京: 科学出版社, 1981.

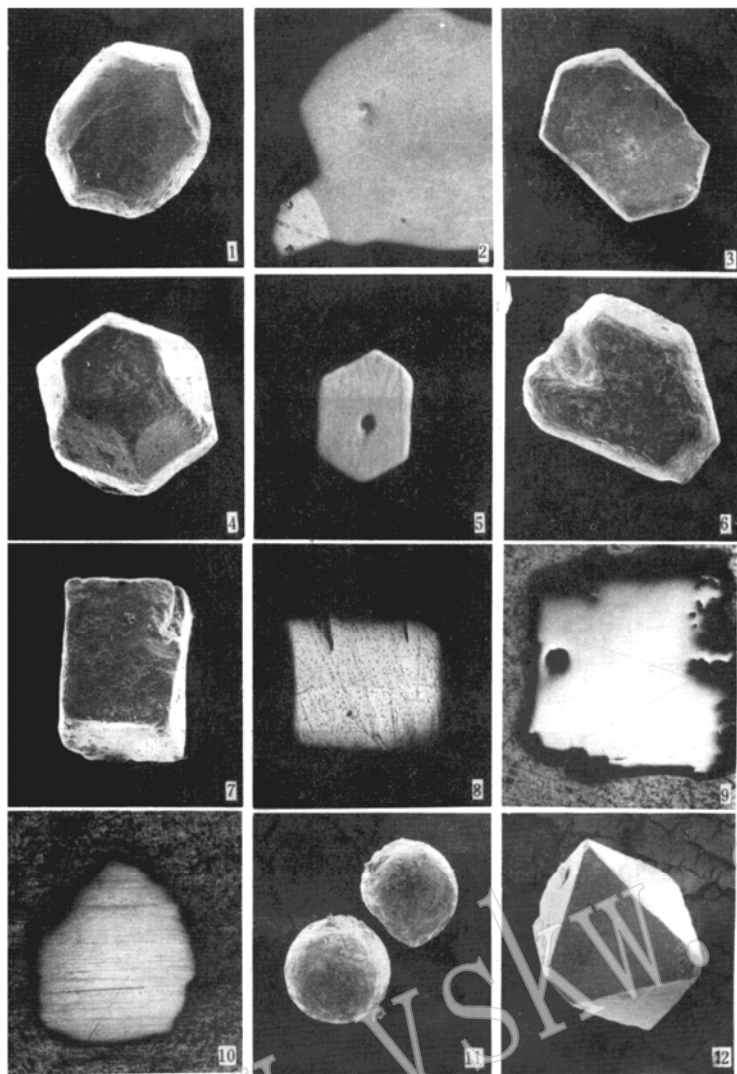
## Platinum Group Minerals from a Platinum-Gold Placer in Qilian Mountains and Their Significance

Huang Dianhao    Chen Keqiao    Wu Chengyu    Yu Shimei  
(Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological  
Sciences, Beijing 100037)

**Key words:** platinum-gold placer; platinum group element minerals; mineral association and its significance; Northwest China

#### Abstract

The studied platinum-gold placer occurs in Quaternary alluvial-diluvial sediments within a piedmont valley of ultrabasic rocks, Northwest China. Several platinum group element (PGE) minerals from the placer were studied under microscope and by electron microprobe and X-ray diffraction analysis. The Os-Ir-Ru minerals include iridosmine [ $\text{Os}_{0.51-0.77}\text{Ir}_{0.22-0.45}\text{Ru}_{0.01-0.09}$ ,  $a = 2.730 \text{ \AA}$ ,  $c = 4.326 \text{ \AA}$ ,  $V = 27.93 \text{ \AA}^3$ ], rutheniridosmine [ $\text{Os}_{0.40-0.56}\text{Ir}_{0.29-0.39}\text{Ru}_{0.09-0.30}\text{Fe}_{0.00-0.01}$ ,  $a = 2.728 \text{ \AA}$ ,  $c = 4.326 \text{ \AA}$ ,  $V = 27.88 \text{ \AA}^3$ ], osmium [ $\text{Os}_{0.80-0.81}\text{Ir}_{0.16-0.20}\text{Ru}_{0.00-0.03}$ ,  $a = 2.731 \text{ \AA}$ ,  $c = 4.370 \text{ \AA}$ ,  $V = 28.23 \text{ \AA}^3$ ] and osmiridium [ $\text{Ir}_{0.73-0.76}\text{Os}_{0.22}\text{Fe}_{0.00-0.04}\text{Ru}_{0.01-0.02}$ ,  $a = 0.3840 \text{ nm}$ ,  $V = 56.64 \text{ \AA}^3$ ]. The Pt-Fe mineral is identified as isoferroplatinum [ $\text{Pt}_{2.85-3.66}\text{Fe}$ ,  $a = 3.863-3.868 \text{ nm}$ ,  $V = 57.65-57.87 \text{ \AA}^3$ ]. The studied mineral assemblage is Os-Ir-Ru minerals + isoferroplatinum + native gold + native silver + chrome-ceylonite + chromite + magnetite + ilmenite + cinnabar, suggesting that the placer is probably derived from the chrome-bearing ultrabasic rocks. The result of the study provides useful mineralogical data for evaluation of the placer, and also serves as a valuable indicator in the prospecting for primary PGE deposits related to chrome-bearing ultrabasic rocks in the area.



www.yskw.ac.cn



- II-1 针状铁硼呈厚六方板状 电镜照片  $\times 75$   
II-2 针状铁硼(灰色)与铁硼(灰白色)连生 显微照片 (+)  $\times 82$   
II-3 铁硼呈不等边六方板状 电镜照片  $\times 75$   
II-4 铁硼呈等边六方板状 电镜照片  $\times 120$   
II-5 铁硼呈六方板状, 其中央部位包裹有自然铁 显微照片 (-)  $\times 80$   
II-6 自然铁呈不完整的六方板状 电镜照片  $\times 55$   
II-7 铁硼呈正方形板状 电镜照片  $\times 240$   
II-8 铁硼呈立方体, 其中包裹有许多微粒等轴铁硼 显微照片 (-)  $\times 30$   
II-9 铁硼呈近立方体 显微照片 (-)  $\times 35$   
II-10 等轴铁硼呈似浑圆粒状 显微照片 (-)  $\times 53$   
II-11 自然金呈球粒状, 与钨族元素矿物伴生 电镜照片  $\times 13$   
II-12 铬尖晶石呈八面体晶形 电镜照片  $\times 85$

www.yskw.ac.cn