

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

承德矿——有序的天然铁、 铌合金的新矿物

於 祖 相

(中国地质科学院地质研究所, 北京)



承德矿产在纯橄榄岩铬铁矿体及其邻近的砂矿中, 呈粒状、聚粒状与硫铅铜铌矿共生, 有的呈文象状与自然铌紧密共生。金属光泽, 不透明, 钢灰色, 粉末黑色。 $H_M 5.2$, $VHN_{0.05} 452 \text{ kg/mm}^2$ 。无解理, 无断口, 强磁性。计算密度为 19.19 g/cm^3 。

反射色为亮黄白带淡黄色调, 内反射无, 均质性, 双反射或反射多色性无。

电子探针分析 13 个数据的平均值 (%): S 0.001, Fe 7.9, Ni 0.03, Co 0.03, Cu 0.83, As 0.02, Rh 0.19, Pd 0.00, Os 0.06, Ir 88.5, Pt 2.2, Pb 0.00。简化的理论式为 Ir_3Fe , 理论成分 Ir 91.17, Fe 8.83。总量 100.00(%)。

5 条承德矿最强 X 光衍射线 hkl , d , I 分别为: 111, 2.18(80); 200, 1.89(60); 220, 1.34(70); 311, 1.142(100); 222, 1.094(80)。根据 X 光粉晶指标化, 求得承德矿为等轴晶系, 空间群: $Pm\bar{3}m$, a 0.3792(5) nm, $V = 0.05453(1) \text{ nm}^3$, $Z = 1$ 。承德矿样品存放在中国地质博物馆。

关键词 新矿物 承德矿 铬矿石

1 产状

承德矿产在位于北京北北东 200km 的河北省北部滦河流域高台村附近的铂砂矿中。铂砂矿来源于高台村附近含铬岩体(岩体分异较好, 铬铁矿体分布在岩体中央的近底部)。在铂砂矿分布区域常有大量纯橄榄岩、透辉橄榄岩碎块, 它可作为找矿线索。在铂砂矿中与承德矿共生的重矿物有铬铁矿、磁铁矿、自然金、自然铌、铁自然铂、硫铌矿、硫钨矿及硫砷铌矿等。承德矿为岩浆成因矿物。

2 外形及物理性质

承德矿为半自形粒状聚集体或与铁自然铌呈文象状固溶体分解结构(图版 I-1, 2, 4),

注: 本文为国家自然科学基金资助项目(编号 49172082)。

本文 1995 年 2 月收到, 3 月改回, 刘淑春编辑。

直径 0.1—0.5mm, 与钽自然铌紧密共生。或呈半自形粒块状聚集体, 直径 0.3—0.5mm。亦见到承德矿在硫铌矿裂开面上定向生长(图版 I-3)。承德矿是硫铅铜铌矿(inalyite)与等轴铁铂矿间的反应产物, 分布在等轴铁铂矿边缘(图版 I-5, 6), $2\text{Cu}_3\text{PbIr}_5\text{S}_{17} + \text{Pt}_3\text{Fe} \rightarrow 2\text{Cu}_3\text{PbIr}_5\text{Pt}_3\text{S}_{17} + \text{Ir}_3\text{Fe}$ 。或在 $(\text{Fe}, \text{Ni}, \text{Cu})_2\text{IrS}_3$ 中呈尘点状析出物(直径 5—20 μm)(图版 I-7)。

金属光泽, 不透明, 钢灰色, 条痕为黑色。摩斯硬度 $H = 5.2$ 。VHN₅₀452kg/mm²(范围 411—467kg/mm²)。无解理, 未见断口, 性脆。由于颗粒太小, 比重未直测。由计算得出矿物密度为 19.19g/cm³。

表 1 承德矿反射率数值 (R%)

Table 1 Reflectance values (R%) for chengdeite

nm	R	nm	R	nm	R
400	61.7	510	67.9	620	72.4
410	62.5	520	68.3	630	72.5
420	63.2	530	68.7	640	72.5
430	64.0	540	69.1	650	72.5
440	64.5	550	69.5	660	72.5
450	65.2	560	69.9	670	72.6
460	65.7	570	70.3	680	72.7
470	66.2	580	70.7	690	72.8
480	66.5	590	71.1	700	72.8
490	66.9	600	71.6		
500	67.4	610	72.0		

S_E Rvis(69.9); x (0.342); y (0.341); λd (579.9), Pe (0.048)

S_A Rvis(70.3); x (0.455); y (0.410); λd (587.8), Pe (0.063)

S_C Rvis(69.7); x (0.318); y (0.324); λd (578.5), Pe (0.042)

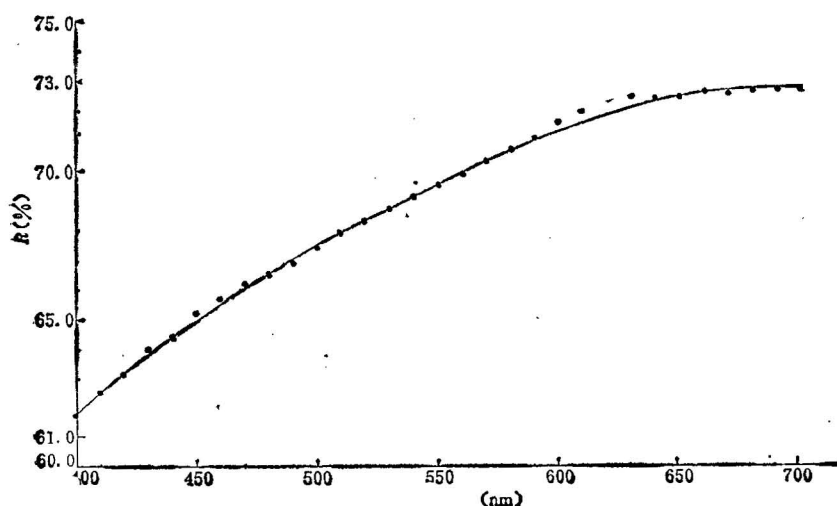


图 1 承德矿反射色散曲线

Fig. 1 Dispersive curve of the reflectance for chengdeite

反射色亮白带淡黄色调。均质,无内反射。未见非均质性、双反射与反射多色性。矿物反射率以 Zeiss 产的 MPM400 型显微光度仪进行测定,以国际矿相学会 (COM) 公布数据 WTiC 为标样,测得承德矿反射率列于表 1,其反射色散曲线如图 1。

3 化学成分

开始用美国 Edax 公司“9900”能谱进行定性分析,然后用日本电子公司“JCMS-733”电子探针进行定量分析,工作电压 20kV。在样品电流与束电流稳定的条件下进行测定。用纯金属铁、镍、钴、铜、铈、钨、铋、铂及砷(砷铂矿)、铅(方铅矿)为标准。分析用晶体 AsK α 为 TAP; Rh L α , Pd L β , Pb M α 为 Pet; Fe K α , Ni K α , Co K α , Cu K α , Os L α , Ir L α , Pt L α , Bi L α 为 LIF。所有数据都经 ZAF 修正,兹将分析取得 13 个数据列入表 2。

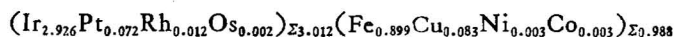
表 2 承德矿电子探针分析数据(%)

Table 2 Electron microprobe analytical data (%) for chengdeite

NO.	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9	2-1	2-2	2-3	2-4	平均
S	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.004	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Fe	8.1	8.0	8.3	8.4	8.1	8.1	8.3	8.2	8.2	6.4	6.4	8.0	7.7	7.9
Ni	0.01	0.02	0.03	0.01	0.00	0.01	0.02	0.05	0.04	0.02	0.04	0.08	0.06	0.03
Co	0.00	0.00	0.00	0.06	0.05	0.01	0.02	0.05	0.04	0.02	0.04	0.08	0.06	0.03
Cu	0.82	0.84	0.91	0.77	0.82	0.84	0.76	0.79	0.81	0.85	0.79	0.91	0.83	0.83
As	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.03	0.00	0.02
Rh	0.26	0.19	0.19	0.14	0.23	0.16	0.15	0.07	0.19	0.19	0.07	0.24	0.34	0.19
Pd	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Os	0.00	0.08	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.12	0.22	0.00	0.00	0.00	0.18	0.06
Ir	86.8	87.2	86.5	86.8	87.5	88.4	87.4	88.0	87.2	92.3	92.0	90.2	90.1	88.5
Pt	3.6	2.9	3.4	3.2	2.8	2.5	3.4	2.5	3.0	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2
Pb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
总 和	99.63	99.30	99.34	99.53	99.51	100.02	100.06	99.78	99.70	99.88	99.69	99.84	99.57	99.76

注: 1-1—1-9 为与硫铅铜铋矿共生的承德矿; 2-1—2-4 为与铋自然铋共生的承德矿。

分析平均结果与范围: S 0.001(0.000—0.008), Fe 7.9(6.4—8.4), Ni 0.03(0.00—0.08), Co 0.03(0.00—0.08), Cu 0.83(0.76—0.91), As 0.02 (0.00—0.15), Rh 0.19 (0.07—0.34), Pd 0.00 (0.00—0.04), Os 0.06(0.00—0.22), Ir 88.5 (86.5—92.3), Pt 2.2 (0.1—3.6), Pb 0.00 (0.00—0.00)。总量 99.76(%)。实验式计算为 (根据原子数为 4):



简化的理论式为: Ir_3Fe , 理论成分: Ir91.17, Fe8.83。总量 100.00(%)。

4 X 光结晶学

无单晶可供单晶分析。样品用钢针刻出,在酒精中用磁化针尖进行磁性分离,选出较纯粉末在锰滤光片过滤铁靶中摄取承德矿粉晶(图版 I-8),其 X 光粉晶数据列入表 3。由于它的数据与人工合成承德矿粉晶数据相似,以此为根据进行指标化。5 条承德矿最强 X 光衍射线 hkl, d, I 为: 111, 2.18(80); 200, 1.89(60); 220, 1.34(70); 311, 1.142(100); 222, 1.094(80), 由于其粉晶与等轴铁铂矿很相似,以此为根据对 X 光粉晶进行指标化,求得承德矿为等轴晶系,空间群: $Pm\bar{3}m$, a 0.3792(5)nm, $V = 0.05453(1)\text{nm}^3$, $Z = 1$ 。

表 3 承德矿 X 光粉晶数据

Table 3 X-ray powder diffraction data for chengdeite

承德矿 FeK α				等轴铁铂矿 CoK α	
I	(观察值)	(计算值)	hkl	I	d
<10	2.69	2.681	110	<10	2.726
80	2.18	2.189	111	90	2.228
60	1.89	1.896	200	70	1.932
10	1.69	1.695	210	10	1.731
<10	1.54	1.548	211	10	1.576
70	1.34	1.340	220	70	1.365
20	1.26	1.264	221	20	1.289
15	1.200	1.199	310	10	1.219
100	1.142	1.143	311	100	1.163
80	1.094	1.094	222	60	1.115
10	1.049	1.051	320	10	1.070
<10	1.012	1.013	321	30	1.032
—	—	—	400	60b	0.9967
—	—	—	410	20b	0.9374

5 小结

承德矿在矿石中分布较为普遍。该矿物是富铱铂矿石在高温、富铁的条件下形成的。承德矿与等轴铁铂矿、正方铁铂矿等铂、铁合金矿物共生。

承德矿发现于 1980—1985 年间,研究工作是在国家自然科学基金委员会(1988—1991)资助下完成的。矿物及矿物名称经国际新矿物与新矿物命名委员会审查后在 1994 年 8 月间投票通过(获得同意为新矿物的 17 票,反对的 1 票,弃权的 0 票;获得矿物名称同意的 19 票,反对的 1 票,弃权的 2 票)。并得到国际新矿物与矿物命名委员会主席 J. A. Mandarino 签发的批准书。标本存放在中国地质博物馆。

本矿物最初按成分命名,并参照 Cabri 的等轴铁铂矿命名法则^[1,2],将 IrFe_3 称做等轴铁铱矿。后经 Cabri (现任新矿物委员会天然合金专业委员会主席)审查,他认为当今新矿物不应用元素加晶系命名。因此,我们根据矿区位于河北省承德市改称为承德矿)。

承德矿的电子探针分析是在商检局索志成、刘自远同志协助下取得的;X 光粉晶照相

是在戎合同志协助下取得的;此外还有其他一些工作是在任玉峰同志帮助下完成的,在此一并致谢。

参 考 文 献

- 1 Cabri L J, Feather C. Platinum-Iron Alloys: A Nomenclature Based on A study of Natural and Synthetic Alloys. CANADIAN Mineralogist, 1975, 13:117—126.
- 2 Cabri L J. CIM Special Volume 23 Mineralogy, Geology and Recovery of Platinum Group Elements. 1981. 89.

图 版 说 明

照片 1—7 均为扫描电镜照片。

1. 细聚粒状承德矿与铱自然铱呈文象状结构。
2. 照片 1 的局部放大。
3. 硫铱矿裂开面上定向生长的承德矿。
4. 同照片 1 (白色大块与文象状的为铱自然铱)。
5. 叶片状硫铅铜铱矿(灰色)与等轴铁铂矿(白色大片)间有一圈承德矿(白色粒状)。
6. 六面体自形、半自形聚粒状承德矿。
7. $(\text{Fe}, \text{Ni}, \text{Cu})_2\text{IrS}_3$ 与大量尘点状的承德矿。
8. 承德矿 X 光粉晶照片(铁靶)。

CHENGDEITE—ORDERED NATURAL IRON-IRIDIUM ALLOY

Yu Zuxiang

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

Abstract

Chengdeite occurs as a constituent in placer concentrates in a branch of the Luanhe River about 200km NNE of Beijing. It is also found in chromite ores in ultrabasic rocks. Its associated minerals are ferrian platinum, iridium, laurite, chromite, magnetite, gold, galena and isoferroplatinum. The mineral may have formed through reaction of inaglyite with ferrian platinum.

Chengdeite associated with inaglyite is up to 0.3—0.5mm in grain size, while when it occurs as graphic intergrowths with iridium, it is 0.1—0.5mm. It also occurs as fine grains (5 to 20 μm in diameter) separated out from an undescribed mineral with the composition $(\text{Fe}, \text{Ni}, \text{Cu})_2\text{IrS}_3$.

It is opaque with metallic lustre, colour steel-black, streak black, $H_M = 5.2$, $\text{VHN}_{50} = 452 \text{ kg/mm}^2$ (range 411—467), malleable, cleavage not observed, fracture not observed, strongly magnetic. Density could not be measured directly because of the small grain size. Density (cal.) = 19.19 g/cm^3 .

Its reflection colour is bright white with a yellowish tint. It has no internal

reflection, anisotropism, bireflectance or pleochrism.

Thirteen chemical analyses were carried out by means of the electron microprobe using the following standards of pure metals: Fe, Ni, Co, Cu, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, and As (PtAs_2), Pb (PbS). The mean percentages (and ranges) of these metals are: S 0.001 (0.000—0.008), Fe 7.9 (6.4—8.4), Ni 0.03 (0.00—0.08), Co 0.03 (0.00—0.08), Cu 0.83 (0.76—0.91), As 0.02 (0.00—0.15), Rh 0.19 (0.07—0.34), Pd 0.00 (0.00—0.04), Os 0.06 (0.00—0.22), Ir 88.5 (86.5—92.3), Pt 2.2 (0.1—3.6) and Pb 0.00 (0.00—0.00). The empirical formula (based on 4 atoms) is: $(\text{Ir}_{2.926} \text{Pt}_{0.072} \text{Rh}_{0.012} \text{Os}_{0.002})_{\Sigma 3.012} (\text{Fe}_{0.899} \text{Cu}_{0.083} \text{Ni}_{0.003} \text{Co}_{0.003})_{\Sigma 0.988}$. The simplified formula is Ir_3Fe , which requires: Ir 91.17 and Fe 8.83, the total being 100.00(%).

Single crystal X-ray studies could not be carried out because of the small crystal size, but the X-ray powder diffraction data were indexed by analogy with those of isoferroplatinum. Five strongest lines of X-ray powder diffraction (hkl , d , I) are: 111, 2.18(80); 200, 1.89(60); 220, 1.34(70); 311, 1.142(100); 222, 1.094(80). The unit cell data (parameters refined from the powder data):

Cubic: $Pm\bar{3}m$; $a = 0.3792(5)\text{nm}$, $V = 0.05453\text{nm}^3$, $Z = 1$.

The mineral is named after its locality of occurrence—Chengde County.

The type material has been deposited at the Geological Museum of China.

It is an Ir-dominant analogue of isoferroplatinum, Pt_3Fe .

Key words: new mineral, Chengdeite, chromite ore

作者简介

於祖相, 生于 1930 年 11 月。1953 年毕业于北京地质学院岩矿专业。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。通讯处: 北京百万庄路 26 号地质研究所, 邮政编码: 100037。

