



新矿物(2002.1~2002.12)

李锦平

(中国地质科学院 矿产资源研究所 北京 100037)

摘要: 本文以表格的形式列举了经国际矿物学协会(IMA)新矿物与矿物命名委员会(CNMMN)批准、并于 2002 年度在各国有关刊物上正式发表的 45 个新矿物,其表格列举方式依次为:矿物的中外文名称及化学式、晶系、晶胞参数、主要粉晶数据、物理性质、光学性质、产状及共生(及伴生)组合等。

关键词: 化学式;晶系;晶胞参数;粉晶数据;物理性质;光学性质;产状

中图分类号: P57 文献标识码: E 文章编号: 1000-6524(2006)06-0537-14

笔者曾经在本刊相继公布过 1995~2000 年期间在各国有关刊物上正式发表的新矿物,本次受中国新矿物与矿物命名委员会的委托公布 2002 年度在各国有关刊物上正式发表的新矿物资料。文中矿物中文的冠名,一律按照中国新矿物与矿物命名专业委员会的规定,并参照国际矿物学协会(IMA)新矿物与矿物命名委员会(CNMMN)的有关条例确定。下面以表格的形式将 45 个新矿物特征列出。

有关表中参考文献的缩写说明如下:

Am. Min.	The Canadian Mineralogist
	Dokl. Akad. Nauk
	Доклады Академии Наук СССР
	Eur. J. Min.
	European Journal of Mineralogy
	Geol. Fören. Stockh. Förh
	Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar
	Min. Mag.
	Mineralogical Magazine
	N. Jb. Min. Mon.
	Neues Jahrbuch für Mineralogie Monatsheft
	Zeits. Kristallogr.
	Zeitschrift für Kristallographie
	Zap. Vses. Min. Obs.
	Записки Всесоюзного Минералогического Общества

表 1 新矿物(2002.1~2002.12)

Table 1 New Minerals(2002.1~2002.12)

序号	矿物名称及化学式	晶胞及晶胞参数(Å)	主要粉晶数据(I, hkl)	物理性质	光学性质	产状及共生(伴生)组合	其他	参考文献
1	Bobkingite 羟氯铜石 $\text{Cu}_5^{2+}\text{Cl}_2(\text{OH})_2$ (H_2O) ₂	单斜晶系 空间群 $C2/m$ $a=10.30(8)$ $b=6.758(3)$ $c=8.835(7)$ $\beta=111.53(6)^\circ$ $Z=2$	8.199(100,001) 5.502(100,110) 2.883(80,310) 2.188(50,232)	片状, < 5 μm 厚, 达 200 μm 大小, 淡蓝色, 透明, 玻璃光泽, 性脆, 淡蓝色条痕, 贝壳状断口, {001} 解理完好, {100} 清楚, 晶体板面 {001} 常见, {100} 和 {110} 次之。 $H=3$ $D_{\text{计}}=3.254 \text{ g/cm}^3$	二轴负晶 $2V_{\text{测}}=33(6)^\circ$ $2V_{\text{计}}=52^\circ$ 多色性明显, X = 淡蓝色, Z = 带绿色色调的淡蓝色。 $Y=c, Z=b$ $X \wedge a = 22(\beta$ 为钝角时) $Np=1.72(2)$ $Nm=1.74(2)$ $Ng=1.75(2)$	产于英格兰莱斯特郡 New Cliffe Hill Quarry 一裸露的闪长岩上, 与孔雀石和蓝铜矿一起呈壳状覆盖在块状赤铜矿上。	无荧光	F.C. Hawthorne <i>et al.</i> , Min. Mag., 66: 301~ 311(2002) Am. Min., 88: 251 (2003)
2	Brinrobertsite 叶腊石间蒙皂石 (Na, K, Ca) ₂ (Al, Mg, Fe) ₄ (Si, Al) ₈ O ₂₀ (OH) ₄ ·3.54 H ₂ O ($x=0.35$)	单斜晶系 $a \approx d_{100} = 5.2$ $b = 9.1$ $c \approx d_{001} = 24.4$	22.29(48,001) 10.99(100,002) 5.48(7,004) 3.17(33,007) 2.01(4,0,0.11)	他形, 粒度 < 1 μm , 在显微镜下呈放射状, 集合体似粘土状, 灰色至带黄的灰色, 透明, 灰色条痕, {001} 解理完全。 $H=1$		产于北威尔士 Bangor 附近奥陶纪泥岩层(变蒙托石)中, 呈间隙状或石英和绿泥石中间的基质。	TGA 显示 < 100 $^\circ\text{C}$ 失去 4% (失去层间水), 600 ~ 700 $^\circ\text{C}$ 失去 8% (失去 OH)	H. Dong <i>et al.</i> , Min. Mag., 66: 605~617 (2002) Am. Min., 88: 931 (2003)
3	Brodtkorbite 硒汞铜矿 Cu_2HgSe_2	单斜晶系 空间群 $P2_1/n$ $a=7.492(5)$ $b=4.177(1)$ $c=7.239(4)$ $\beta=114.20(5)^\circ$ $Z=2$	3.99(70,101) 3.57(50,110) 3.534(50,011) 3.414(50,200) 2.730(100,112) 2.223(70,211) 2.072(50,113,312)	他形, 单晶可达 50 $\mu\text{m} \times 100 \mu\text{m}$ 大小, 集合体达 150 $\mu\text{m} \times 250 \mu\text{m}$, 深灰色, 深灰色条痕, 金属光泽, 性脆, 无解理, 无裂理, 参差状断口。 $H=2.5\sim 3$ $VHN_{10}=91.4\sim 131$ $D_{\text{计}}=7.77 \text{ g/cm}^3$	在反射光下呈白色, 弱至中等强度, 呈带粉-带蓝色调的白色多色性, 弱至强的双反射, 各向异性, 呈带黄色色调的灰色至带紫色色调的灰色。反射率为(%) (R_1, R_2): 在空气中: 470nm 29.60, 37.10 546nm 27.40, 35.10 589nm 26.60, 34.60 650nm 26.10, 34.10 在油中: 470nm 15.15, 22.00 546nm 13.30, 20.15 589nm 12.70, 19.80 650nm 12.30, 19.25	产于阿根廷拉里奥哈省 Sierra de Cacho 地区 Bajo Jague 村西南 30 km 处 Tuminico 硒矿床的方解石脉中。与硒铜矿、硒汞矿、红硒铜矿、硒铅矿共生。		W.H. Paar <i>et al.</i> , Can. Mineral., 40: 225~ 237(2002) Am. Min., 87: 1731 (2002)

续表 1-1

Continued Table 1-1

序号	矿物名称及化学式	晶胞及晶胞参数(Å)	主要粉晶数据(I hkl)	物理性质	光学性质	产状及共生(伴生)组合	其他	参考文献
4	Burnsite 伯恩矿 KCdCu_7O_2 (SeO_3) $_2\text{Cl}_6$	六方晶系 空间群 $P6_3/mmc$ $a = 8.780(8)$ $c = 15.52(2)$ $Z = 2$	7.77(100, 002) 7.64(40, 100) 6.82(50, 101) 4.39(80, 110) 3.81(80, 200) 3.06(70, 203) 2.58(50, 006) 2.50(60, 213) 2.27(40, 303) 2.19(50, 220) 1.91(40, 216)	球形、他形或等轴形, < 0.1 mm 大小,深 红色,红色条痕,不透 明至半透明,玻璃(似 金属)光泽,性脆, {001}解理清楚,参差 状断口。 $VHN = 12$ $H = 1 \sim 1.5$ $D_{\text{计}} = 3.85 \text{ g/cm}^3$	一轴负晶 弱双反射 $N_e = 1.91(5)$ $N_o = 1.92(5)$	产于俄罗斯堪察 加半岛托尔巴奇 克大裂隙喷溢火 山北部,与氯铅 矿、sophite、ilin- skite、georgbokiite、 chloromenite 和未 定名的 Cu-Pb 石 膏共生,形成温 度约 450 ~ 500 ℃。		S. V. Krivovichev <i>et al.</i> , Can. Min., 40:1171~ 1175(2002) Am. Min., 88:1175 (2003)
5	Bushmakinite 羟钒磷铝铅石 $\text{Pb}_2\text{Al}(\text{PO}_4)$ (VO_4) $_2\text{OH}$	单斜晶系 空间群 $P2_1/m$ $a = 7.73(9)$ $b = 5.81(6)$ $c = 8.6(1)$ $\beta = 112.1(1)^\circ$ $Z = 2$	4.68(80, 011) 3.57(50, 111, 200) 3.21(100, 211) 2.91(80, 212, 020, 103) 2.71(70, 021, 122) 2.05(50, 123, 114)	片状,达 0.3 mm × 0.2 mm × 0.02 mm 大 小,明黄色,玻璃光 泽,透明,浅黄色条 痕,性脆,{001}解理 完全,另有两组夹角 约 75° 的解理垂直 {001}。 $H = 3 \sim 3.5$ $D_{\text{计}} = 6.21 \text{ g/cm}^3$	二轴负晶 $2V_{\text{计}} = 80^\circ$ 色散明显 $\gamma < \nu$ $Z \perp \{001\}$ $X, Y // \{001\}$ $N_p = 1.99(1)$ $N_m = 2.03(1)$ $N_g = 2.06(1)$	产于俄罗斯中乌 拉尔 Berezovskoye 金矿的氧化带 中,与由方铅矿、 黝铜矿氧化的产 物白铅矿、水镜 铅矿、磷铬铜铅 矿、羟钒铜铅石、 磷钒铅矿共生。		I. V. Pekov <i>et al.</i> , Zap. Vses. Min. Obs., 13(2):62~ 71(2002) O. V. Yakubovich <i>et al.</i> , Dokl. Akad. Nauk, 382:388~ 393(2002) Am. Min., 88:475 (2003)
6	Cattiite 卡水磷镁石 $\text{Mg}_6(\text{PO}_4)_2 \cdot$ $22\text{H}_2\text{O}$	三斜晶系 空间群 $P\bar{1}$ $a = 6.93(2)$ $b = 6.92(3)$ $c = 16.15(5)$ $\alpha = 82.21(4)^\circ$ $\beta = 89.70(4)^\circ$ $\gamma = 119.51(3)^\circ$ $Z = 1$	7.9(100, 002) 5.3(63, 003) 4.9(27, 112) 4.4(26, 012) 4.1(26, 113) 3.1(45, 114, 005, 212) 2.8(33, 202) 2.8(30, 222) 2.7(32, 115) 2.65(37, 006, 022)	由单晶组成 1.5 cm 大 小的团块状集合体,无 色,透明,条痕略白 色,玻璃光泽,在解理 面上呈珍珠光泽, {001}解理完全,参差 状断口,具{001}晶面。 $H = 2$ $D_{\text{测}} = 1.6(2) \text{ g/cm}^3$ $D_{\text{计}} = 1.64 \text{ g/cm}^3$	二轴负晶 $2V_{\text{测}} = 2(5)$ $2V_{\text{计}} = 0^\circ$ 弱色散 $\gamma < \nu$ 无多色性 $X \wedge [001] = 80^\circ$ $Y \wedge [100] = 10^\circ$ $Z \perp [001]$ 光轴面近乎平行 于解理 $N_p = 1.45(1)$ $N_m = 1.47(1)$ $N_g = 1.47(1)$	产于俄罗斯科拉 半岛 Kowdor 碳酸 岩地块的 Zhelezny 铁矿山的 切割镁橄榄石- 磁铁矿的白云 石碳酸盐岩脉的 洞穴中,与磷钠 锶石、bakhchis- araitsevite、水碳铁 镁石、磁铁矿和 碳-氟磷灰石共 生。	红外光谱 3490, 3390 和 300 cm^{-1} 谱带表明 H_2O 特征, 其他谱带为 2410, 2102, 1665, 1602, 1055, 1006, 900, 805, 787 和 557 cm^{-1}	S. N. Britvin <i>et al.</i> , N. Jb. Min. Mon., 160 ~168 (2002) Am. Min., 88:1175 (2003)
7	Cerite-La 镧硅铈石 (La, Ce, Ca) (Fe, Ca, Mg) (SiO_4) $_2\text{SiO}_3$ (OH)] $(\text{OH})_2$	六方晶系 空间群 $R3c$ $a = 10.749(6)$ $c = 38.31(3)$ $Z = 6$	3.5(26, 1.0, 10, 211) 3.4(40, 122) 3.31(38, 214) 3.1(25, 300) 2.95(100, 0.2, 10) 2.83(37, 128) 2.79(24, 306) 2.68(34, 220) 1.94(34, 238, 1.3, 13) 1.75(23, 3.0, 18)	等轴或依 c 轴呈扁平 状,达 2 mm 大小,浅 黄色至带粉的褐色, 白色条痕,半透明,玻 璃光泽,性脆,贝壳状 断口,无解理,具 {102}和{001}晶面。 $H = 5$ $D_{\text{测}} = 4.7(1) \text{ g/cm}^3$ $D_{\text{计}} = 4.74 \text{ g/cm}^3$	一轴正晶 无二色性 $N_e = 1.82(5)$ $N_o = 1.81(5)$	产于俄罗斯科拉 半岛 Khibina 地 块切割流霞正长 岩的霓石-钠沸 石-微斜长石脉 中,与钛铁矿、锐 钛矿和硅铈石共 生,属晚期低温 次生矿物。		Ya. A. Pakhomovsky <i>et al.</i> , Can. Min., 40:1177~ 1184(2002) Am. Min., 88:1175 (2003)

续表 1-2
 Continued Table 1-2

序号	矿物名称及化学式	晶胞及晶胞参数 (Å)	主要粉晶数据 (I hkl)	物理性质	光学性质	产状及共生 (伴生) 组合	其他	参考文献
8	Cobaltkieserite 水钴矾 $\text{CoSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	单斜晶系 空间群 $C2/c$ $a = 6.98(1)$ $b = 7.58(2)$ $c = 7.63(2)$ $\beta = 118.6(3)^\circ$ $Z = 4$	4.82(33, $\bar{1}11$) 3.40(100, $\bar{1}12$) 3.33(34, 111) 3.06(56, 200) 2.51(49, 022)	自形晶, 厚板至双锥状, $< 3 \mu\text{m}$ 大小, 集合体呈粉末状, 粉色, 土状光泽。 $H = 2 \sim 3$ $D_{\text{计}} = 3.28(1) \text{ g/cm}^3$		产于瑞典 Riddarhyttan 附近的 Bestnäs 矿床, 与臭葱石和钴华共生, 为一氧化产物。	在水中缓慢溶解	D. Holtstam, Geol. Fören. Stockh. Förh., 124: 117~119 (2002) Am. Min., 88: 931 (2003)
9	Cobaltarthurite 水砷铁钴石 $\text{Co}^{2+} \text{Fe}_3^+(\text{AsO}_4)_2 (\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	单斜晶系 空间群 $P2_1/c$ $a = 10.27$ $b = 9.72$ $c = 5.545$ $\beta = 94.46^\circ$ $Z = 2$	10.2(95, 100) 7.0(100, 110) 4.8(65, 001) 4.2(60, 111) 2.8(25, 221) 2.8(55, 311)	纤维状, 长达 $75 \mu\text{m}$, $2 \sim 3 \mu\text{m}$ 宽, 组成 1.5 mm 大小的球粒状至似球粒状集合体, 集合体呈稻草黄至深褐色, 透明, 玻璃至丝绢光泽, 性脆, 白色至浅褐色条痕。 $H = 3.5 \sim 4$ $D_{\text{测}} = 3.22 \text{ g/cm}^3$ $D_{\text{计}} = 3.179 \text{ g/cm}^3$	二轴正晶 $2V_{\text{计}} = 77^\circ$ 具平行消光 $Z = \sim c$ 多色性明显: $X = \text{无色}$ $Z = \text{中等黄色}$ $Z > X, Y$ $Np = 1.741$ $Nm = 1.762$ $Ng = 1.797$	产于西班牙东南部穆尔西亚省 Maarron 以东 10 km 处 Pastrana 附近硫化物透镜体近地表处, 与毒铁石共生。	无荧光, 在 $1:1 \text{ HCl}$ 中迅速溶解	J. L. Jambor et al., Can. Min., 40: 725~732 (2002) M. Raudsepp et al., Can. Min., 40: 733~737 (2002) Am. Min., 88: 475 (2003)
10	Decrespignite (Y) 碳氧钇铜矾 (Y, REE) $_2\text{Cu}(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	单斜晶系 空间群 $P2_1$, Pm 或 $P2/m$ $a = 8.89(6)$ $b = 22.77(2)$ $c = 8.58(6)$ $\beta = 120.06(5)^\circ$ $Z = 4$	22.7(30, 010) 7.46(30, 001) 7.08(50, 011) 6.24(100, 021) 4.21(30, $\bar{1}12$) 3.35(40, 022) 3.33(30, 032) 2.14(30, 222, $\bar{4}01$)	假六边形的板状, 达 $< 0.5 \mu\text{m}$ 厚, $50 \mu\text{m}$ 大小, 组成球状集合体, 透明, 玻璃至珍珠光泽, 淡蓝色条痕, 未见解理。 $H = \sim 4$ $D_{\text{测}} = 3.6(2) \text{ g/cm}^3$ $D_{\text{计}} = 3.645 \text{ g/cm}^3$	二轴负晶 $2V$ 小 在透射光下呈淡蓝色, 具中等至强的多色性: $X = \text{淡蓝色}$, $Z = \text{带有绿色色调的淡蓝色}$, $Z \approx Y > X$ $Np = 1.60(4)$ $Ng = 1.63(3)$	产于南澳大利亚欧莱里地区扬塔附近的帕拉图铜矿, 为地表产物, 赋存在 5 mm 厚的蓝色的壳中, 与碳硅钙钇石、碳钷钽石、孔雀石、Kamphaugite (Y) 绿脱石、方解石、石膏以及 Fe 的富氧氢氧化物共生。	无荧光, 在稀 HCl 中起泡	K. Wallwork et al., Min. Mag., 66: 181~188 (2002) Am. Min., 87: 1731 (2002)
11	Ferrohögbonite-2N2S 富铁黑铝镁钽矿 $(\text{Fe}_3^{2+} \text{ZnMgAl})_{23}(\text{Al}_{14}\text{Fe}^{3+} \text{Ti})_{23} \text{O}_{30} (\text{OH})_2$	六方晶系 空间群 $P6_3/mc$ $a = 5.71(1)$ $c = 18.31(7)$ $Z = 1$	2.94(32, 015) 2.86(53, 110) 2.60(88, 016) 2.42(100, 114) 2.39(28, 022) 2.05(34, 025) 1.59(34, 126) 1.47(44, 0.2.10) 1.43(56, 220)	自形六边形晶, 达 0.3 mm 大小, 带红的褐色, 浅褐色条痕, 半透明, 金刚光泽, 性脆, 贝壳状断口, {001} 解理清楚。 $H = 6 \sim 7$ $D_{\text{计}} = 4.04 \text{ g/cm}^3$	一轴负晶 具橙褐色至黄色的二色性 $N_e = 1.83$ $N_o = 1.85$	产于阿尔及利亚撒哈拉沙漠的 Ain Taïba, 与钽铁矿、假金红石、铁尖晶石和磁铁矿共生。		C. Hejny et al., Eur. J. Min., 14: 957~967 (2002) Am. Min., 88: 1176 (2003)

续表 1-3
 Continued Table 1-3

序号	矿物名称及化学式	晶胞及晶胞参数(Å)	主要粉晶数据(<i>I hkl</i>)	物理性质	光学性质	产状及共生(伴生)组合	其他	参考文献
12	Ferriallanite-(Ce) 富铈铈褐帘石 $\text{CaCeFe}^{3+}\text{AlFe}^{2+}(\text{SiO}_4)(\text{Si}_2\text{O}_7)_x(\text{OH})$	单斜晶系 空间群 $P2_1/m$ $a = 8.96 \times (2)$ $b = 5.83 \times (2)$ $c = 10.18 \times (2)$ $\beta = 115.0 \times (1)^\circ$ $Z = 2$	2.9 (65, $\bar{1}13$) 2.72 (80, 120, 013) 2.6 (60, $\bar{3}11$) 2.18 (100, 122, $\bar{1}23$) 2.14 (80, 221, $\bar{4}03$)	半自形粒状, 1 mm × 2 mm 大小, 黑色, 褐色条痕, 树脂光泽, 性脆, 贝壳状至参差状断口, 无解理或裂理。 $H = 6$ $D_{\text{测}} = 4.22 \text{ g/cm}^3$ $D_{\text{计}} = 4.21 \text{ g/cm}^3$	二轴负晶 $2V_{\text{计}} = 83^\circ$ 强色散 $\gamma < \nu$ 具多色性: $Z =$ 深红褐色 $Y =$ 褐色 $X =$ 带绿色色调的灰色 $Z > Y > X$ $N_p = 1.82 \times (2)$ $N_m = 1.85 \times (5)$ $N_g = 1.88 \times (5)$	产于蒙古 Kobdo 东北 55 km 处, Khaldzan Buragtag 过碱性花岗岩地块的碱性花岗岩伟晶岩中, 与锆石、碳硅铈钙石共生。	无荧光	P. M. Kartashov <i>et al.</i> , Can. Min., 40: 1641-1648 (2002) Am. Min., 88: 1626 (2003)
13	Gjerdingenite-Fe 耶尔丁根石 $\text{K}_2[(\text{H}_2\text{O})_2(\text{Fe}, \text{Mn})_2[(\text{Nb}, \text{Ti})_2(\text{Si}_4\text{O}_{12})_x(\text{OH}, \text{O})_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$	单斜晶系 空间群 $C2/m$ $a = 14.5 \times (1)$ $b = 13.94 \times (7)$ $c = 7.84 \times (4)$ $\beta = 117.5 \times (4)^\circ$ $Z = 2$	6.9 (80, 020, 001) 6.4 (50, 200, $\bar{2}01$) 4.9 (70, 021) 3.22 (100, $\bar{4}21$, 400, $\bar{4}02$) 3.11 (80, 041, 022) 2.51 (50, $\bar{4}41$, 401, $\bar{4}03$)	沿 [010] 延长, 依 {001} 扁平的柱状或板状, 长达 1 mm, 集合体为 3 mm 大小, 浅黄色, 带褐的黄色或橙黄色, 半透明至透明, 白色至浅黄色条痕, 玻璃至蜡状光泽, 性脆, 参差状断口, 无解理或裂理, {001} 双晶, 具 {100}、{001}、{201}、{021} 和 {010} 晶面。 $H = 5$ $D_{\text{测}} = 2.82 \text{ g/cm}^3$ $D_{\text{计}} = 2.83 \text{ g/cm}^3$	二轴正晶 $2V_{\text{测}} = 58.5^\circ$ $2V_{\text{计}} = 63.7^\circ$ 无多色性 $Y = b$ $N_p = 1.667 \times (2)$ $N_m = 1.700 \times (4)$ $N_g = 1.79 \times (1)$	产于挪威奥斯陆以北 30 km 处 Lake Gjerdingen 附近的钠质花岗岩的晶洞中, 与石英、钠长石、霓石、锰星叶石、硅钠钛矿等共生。	无荧光	G. Raade <i>et al.</i> , Can. Min., 40: 1629-1639 (2002) Am. Min., 88: 1837 (2003)
14	Greifensteinite 水磷铍铈石 $\text{Ca}_2\text{Be}(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn})_2(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	单斜晶系 空间群 $C2/c$ $a = 15.90 \times (7)$ $b = 11.88 \times (7)$ $c = 6.67 \times (3)$ $\beta = 94.6 \times (4)^\circ$ $Z = 4$	9.4 (100, 110) 5.9 (80, 020) 4.8 (60, 310) 3.9 (90, 400) 3.06 (60, 510) 2.98 (70, 202) 2.78 (80, 240) 2.63 (70, 600)	较差的单形晶组成 5 mm 大小的似乎平行状和放射状集合体, 深橄榄绿, 透明或半透明, 性脆, 无解理, {100} 裂理, 参差状断口。 $H = 4.5$ $D_{\text{测}} = 2.9 \times (2) \text{ g/cm}^3$ $D_{\text{计}} = 2.9 \times (2) \text{ g/cm}^3$	二轴负晶 具多色性: $X =$ 带蓝色色调的浅绿色 $Y =$ 浅绿色 $Z =$ 带褐色色调的绿色 $X = b$ $N_p = 1.62 \times (2)$ $N_m = 1.63 \times (2)$ $N_g = 1.63 \times (2)$	产于德国 Saxony 的 Greifenstein 的富铈花岗岩伟晶岩的晶洞中, 与钠长石、钾长石、水磷铍锰石、氟磷铝钙钠石、磷铝铁石、石英、一种磷灰石族矿物、磷铍钙石、锂电气石、蒙脱石共生。	红外光谱在 1658 cm^{-1} 显示 H_2O 特征, 在 720 cm^{-1} 显示 BeO_4 特征, 其他谱带为 3450, 3345, 1100, 1079, 1032, 960, 813, 760, 695, 610, 559, 523, 490 和 440 cm^{-1}	N. V. Chukanov <i>et al.</i> , Zap. Vses. Min. Obs., 131 (4): 47-52 (2002) R. K. Rastsvetaeva <i>et al.</i> , Dokl. Akad. Nauk, 383: 354-357 (2002) Am. Min., 88: 1176 (2003)

续表 1-4
 Continued Table 1-4

序号	矿物名称及化学式	晶胞及晶胞参数 (Å)	主要粉晶数据 (I hkl)	物理性质	光学性质	产状及共生 (伴生) 组合	其他	参考文献
15	Gutkovaite-Mn 硅碱锰铌钛石 $\text{CaK}_2\text{Mn}(\text{Ti}, \text{Nb})_2(\text{Si}_4\text{O}_{12})_2(\text{O}, \text{OH})_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	单斜晶系 空间群 Cm $a = 14.30(2)$ $b = 13.88(7)$ $c = 7.76(10)$ $\beta = 117.51^\circ$ $Z = 2$	7.0(70B, 020, 001) 6.33(50, 20 $\bar{1}$, 200) 3.22(90, 42 $\bar{1}$, 40 $\bar{2}$, 400) 3.05(100, 24 $\bar{1}$, 240) 2.57(50, 24 $\bar{2}$, 241) 2.48(60, 44 $\bar{1}$, 403, 401)	柱状, 达 0.8 mm 长, 带黄的淡粉色, 透明至半透明, 玻璃光泽, 白色条痕, 性脆, 无解理, 参差状断口。 $H = 5$ $D_{\text{测}} = 2.83 \text{ g/cm}^3$ $D_{\text{计}} = 2.79 \text{ g/cm}^3$	二轴正晶 $2V_{\text{测}} = 35(10)^\circ$ $2V_{\text{计}} = 39^\circ$ 无色散, 无多色性 $N_p = 1.688$ $N_m = 1.700$ $N_g = 1.805$	产于俄罗斯科拉半岛 Khibiny 碱性地块的霞石正长岩伟晶岩中, 与微斜长石、霓石、亚铁钠闪石、霞石、异形石、钠长石、硅钠钛矿、方沸石等共生。		I. V. Pekov <i>et al.</i> , <i>Zap. Vses. Min. Obs.</i> , 131(2): 51-57 (2002) <i>Am. Min.</i> , 88: 931 (2003)
16	Hoganite 霍根石 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_5\text{Cu}$	单斜晶系 空间群 $C2/c$ $a = 13.84(21)$ $b = 8.52(24)$ $c = 13.19(21)$ $\beta = 117.1(1)^\circ$ $Z = 8$	6.92(100, 011) 6.17(14, 200) 3.59(11, $\bar{1}22$) 3.53(28, 202, 402)	厚板形的柱状, 达 0.6 mm 长, 带蓝色色调的深绿色, 玻璃光泽, 透明, 性脆, 淡蓝色条痕, 贝壳状断口, 在合成物中可见 {001} 解理完全, {110} 解理清楚。 $H = 1.5$ $D_{\text{计}} = 1.91 \text{ g/cm}^3$	二轴正晶 $2V_{\text{测}} = 85(5)^\circ$ $2V_{\text{计}} = 76.8^\circ$ 中等色散 $\gamma < \beta$, 强多色性: $X = \text{蓝色}$ $Y = \text{微带蓝色}$ $Z = \text{带蓝色色调的浅绿色}$ $X > Y > Z$ $N_p = 1.53(2)$ $N_m = 1.54(3)$ $N_g = 1.55(2)$	产于澳大利亚西南威尔士 Broken Hill 的 Potosi 露天矿坑的铁帽中, 与 Paeite, 针铁矿、赤铁矿、石英、青铅矾、孔雀石、蓝铜矿、白铅矿和菱锌矿共生。	无荧光, 溶于水	D. E. Hibbs <i>et al.</i> , <i>Min. Mag.</i> , 66: 459-464 (2002) <i>Am. Min.</i> , 88: 476 (2003)
17	Hubeite 湖北石 $\text{Ca}_2\text{Mn}^{2+}\text{Fe}^{3+}\text{Si}_4\text{O}_{17}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_2$	三斜晶系 空间群 $P\bar{1}$ $a = 9.96(6)$ $b = 13.87(2)$ $c = 6.56(7)$ $\alpha = 133.19(6)^\circ$ $\beta = 101.50(6)^\circ$ $\gamma = 66.27(5)^\circ$ $V = 60(1)$ $Z = 2$	9.07(100, 100) 8.23(90, 110) 5.00(30, 120) 3.19(30, 230) 3.12(70, 320) 3.09(70, $\bar{1}42$) 2.78(60, $\bar{2}20$) 2.69(30, $\bar{1}52$) 1.99(30, 331) 1.62(30, $\bar{1}54$, $\bar{1}73$)	< 1 mm 的连生晶组成扇形放射状集合体, 大小达 5 mm, 浅至深褐色, 淡橙褐色条痕, 透明, 玻璃光泽, 性脆, {001} 解理完好, 贝壳状断口, 主要晶面 {001} 和 {101}, {100}, {0 $\bar{1}1$ } 和 {3 $\bar{5}2$ } 次之。 $H = 5.5$ $D_{\text{测}} = 3.02(2) \text{ g/cm}^3$ $D_{\text{计}} = 3.01 \text{ g/cm}^3$	二轴晶 $2V_{\text{测}} = 89(2)^\circ$ $2V_{\text{计}} = 87(5)^\circ$ 强多色性: $X = \text{带绿色色调的橙褐色}$ $Z = \text{深橙褐色}$ $Z > X$ $X \wedge b = 20^\circ (\gamma \text{ 为钝角})$ $Y \wedge c = 13^\circ (\alpha \text{ 为锐角})$ $Z = a$ $N_p = 1.66(1)$ $N_m = 1.67(1)$ $N_g = 1.69(1)$	产于中国湖北省黄石附近的大冶铁矿, 与红硅钙锰矿、钠鱼眼石-氟鱼眼石、石英、黄铁矿和方解石共生。	红外光谱在约 3609 cm^{-1} 显示 OH 特征, 在 3455, 约 3215, 3115 和约 1609 cm^{-1} 显示 H_2O 特征	F. C. Hawthorne <i>et al.</i> , <i>Mineral. Record</i> , 33: 465-471 (2002) <i>Am. Min.</i> , 88: 1177 (2003)

续表 1-5

Continued Table 1-5

序号	矿物名称及化学式	晶胞及晶胞参数 (Å)	主要粉晶数据 (I hkl)	物理性质	光学性质	产状及共生 (伴生 组合)	其他	参考文献
18	Kanonerovite 水磷锰钠石 $MnNa_3P_3O_{10} \cdot 12H_2O$	单斜晶系 空间群 $P2_1/n$ $a = 14.71(1)$ $b = 9.33(1)$ $c = 15.13(2)$ $\beta = 89.8(1)^\circ$ $Z = 4$	10.50(75, 101, $\bar{1}01$) 7.36(100, 200) 6.95(90, 111, $\bar{1}11$) 3.31(60, $\mu 11$) 2.88(60)	沿 [001] 延长, {100} 板状, 单晶为 1 mm 长的板柱状, 集合体达 1.2 mm 大小, 透明, 玻璃光泽, 性脆, 白色条痕, 具 {010} 解理差, 无裂理, 参差状断口, {010} 解理差, 具 {010}、{001}、{023}、{423} 和 {210} 晶面。 $H = 2.5 \sim 3$ $D_{测} = 1.91(2) g/cm^3$ $D_{计} = 1.90 g/cm^3$	二轴负晶 $Np \wedge c = 0 \sim 7^\circ$ $Np = 1.453(2)$ $Ng = 1.459(2)$	产于俄罗斯乌拉尔中部, Alabashka 伟晶岩地区的一条伟晶岩脉的中部, 矿物呈雪白色的薄壳赋存在石英、黄玉、锡石上, 薄壳的局部见白云母和淡红沸石薄膜。	无荧光	V. I. Popova et al., N. Jb. Min. Mon., 117~127 (2002) Am. Min., 87: 1732 (2002)
19	Karupmøllerite-Ca 硅碱钙铌石 (Na Ca K)Ca (Nb Ti)(Si ₂ O ₇) ₂ (OH)·7H ₂ O	单斜晶系 空间群 $C2/m$ $a = 14.64(1)$ $b = 14.214(1)$ $c = 7.9148(2)$ $\beta = 117.36(1)^\circ$ $Z = 2$	7.10(73, 020) 7.02(100, 001) 6.48(45, 20 $\bar{1}$) 4.99(74, 021) 3.17(56, 041)	不规则板状, 呈水硅铌钠石薄层假象, 达 0.1 cm × 1.5 cm × 2 cm 大小, 带灰色和带粉色色调的白色, 半透明, 玻璃至暗淡光泽, 性脆, 白色条痕, 无解理。 $H = 5$ $D_{测} = 2.71(1) g/cm^3$ $D_{计} = 2.74 g/cm^3$	二轴正晶 $2V_{测} = 30^\circ$ $2V_{计} = 29.7^\circ$ $Np = 1.65(2)$ $Nm = 1.66(2)$ $Ng = 1.75(3)$	产于南格陵兰 Ilmaussaq 碱性杂岩, Kangerluarsuk 地区伟晶岩中, 与交代磷硅铌钠石的水硅铌钠石共生。		I. V. Pekov et al., N. Jb. Min. Mon. A33~44 (2002) Am. Min., 88: 932 (2003)
20	Keilite 硫镁铁矿 (Fe Mg)S	立方晶系 $a = 5.17$ $Z = 4$	2.58(200) 1.82(220)	几百微米大小的粒状, 不透明。 $D_{测} = 3.59 \sim 3.67 g/cm^3$	反射率 (%) (R_1, R_2): 在空气中: 26.0~27.2 在油中: 11.7~12.2	产于加拿大 Abee 的顽辉石陨石中。	与硫铁矿成固熔体	M. Shimizu et al., Can. Min. A0: 1687~1692 (2002) Am. Min., 88: 1626 (2003)
21	Kristiansenite 硅锡钨钙石 $Ca_2Sn(Si_2O_7)$ (Si ₂ Q ₆ OH)	三斜晶系 空间群 $C1$ $a = 10.007(5)$ $b = 8.401(5)$ $c = 13.327(5)$ $\alpha = 90.08^\circ$ $\beta = 109.06(3)^\circ$ $\gamma = 90.01(4)^\circ$ $Z = 4$	5.18(53, $\bar{1}11$) 3.14(100, 004) 3.08(63, $\bar{2}22$) 2.90(19, 221) 2.59(34, 222) 2.14(17, 33 $\bar{1}$)	无色、白色或微带黄色, 柱状体, 达 2 mm 长, 集合体达 2 mm 大小, 半透明至透明, 玻璃光泽, 性脆, 白色条痕, 参差状断口。在 {010} 聚片双晶。 $H = 5.5 \sim 6$ $D_{测} > 3.3 g/cm^3$ $D_{计} = 3.64 g/cm^3$	平均折射率为 1.74, 波状消光。	产于挪威泰勒马克郡 Tordal 的花岗伟晶岩的晶洞中, 为一晚期热液产物, 与石英、钠长石、磷灰石、黑硬绿泥石、scandiolobabingtonite、锡铁钨矿、兴安矿、绿帘石、钨绿柱石、铍钙大隅石等共生。	无荧光	G. Raade et al., Mineralogy and Petrology, 75: 89~99 (2002) G. Ferraris et al., Zeits. Kristallogr., 216: 442~448 (2001) Am. Min., 88: 251 (2003)

续表 1-6

Continued Table 1-6

序号	矿物名称及化学式	晶胞及晶胞参数 (Å)	主要粉晶数据 (I hkl)	物理性质	光学性质	产状及共生 (伴生组合)	其他	参考文献
22	Kuzmenkoite-Zn 硅钾铈铌钛石 $K_2Zr(Ti, Nb)_2(Si_4O_{12})(OH, O)_4 \cdot 6 \sim 8H_2O$	单斜晶系 空间群 Cm $a = 14.4(1)$ $b = 13.85(4)$ $c = 7.78(9)$ $\beta = 117.33(8)^\circ$ $Z = 2$	6.92(75, 020, 001) 6.40(201, 200) 3.19(100, 400, 421, 402) 3.09(91, 041, 022) 2.58(35, 241) 2.49(35, 441, 403)	轮廓粗糙的柱状, 沿 [010] 延长, 达 3 mm \times 0.5 mm \times 0.3 mm 或 0.5 mm \times 7 mm 大小, 粉色、带粉的褐色、灰色或白色, 半透明, 性脆, 白色条痕, 无解理, 断口粗糙, 具 {100} {001} {201} 晶面, 另有发育差的 {010} 和可能的 {021} 和 {110} 晶面。 $H = 5$ $D_{测} = 2.78 \sim 2.87 \text{ g/cm}^3$ $D_{计} = 2.98 \text{ g/cm}^3$	二轴正晶 $2V_{测} = 2(10)^\circ$ 无多色性, 未见色散 $Y = b$ $N_p = 1.680 \sim 1.683$ $N_m = 1.686 \sim 1.688$ $N_g = 1.783 \sim 1.787$	产于俄罗斯科拉半岛 Lovozero 地块 3 个伟晶岩中, 属热液产物, 与钠沸石、微斜长石、钠长石、霓石、霞石、亚铁钠闪石、方钠石、异性石、硅钠钛矿等共生。		N. V. Chukanov <i>et al.</i> , <i>Zap. Vses. Min. Obs.</i> , 131 (2): 45~50 (2002) <i>Am. Min.</i> , 88: 932 (2003)
23	Laflammeite 硫铅钨矿 $Pd_3Pb_2S_2$	单斜晶系 空间群 $C2/m$ $a = 11.52(11)$ $b = 8.29(10)$ $c = 8.32(6)$ $\beta = 134.38(5)^\circ$ $Z = 4$	5.95(60, 001) 4.14(100, 020) 2.91(90, 220) 2.41(80, 022) 2.36(70, 422)	半圆形小片晶, 最大达 300 μm , 不透明, 金属光泽, 性脆, 深灰色条痕, 一组解理完全 (可能是 {010}), 双晶清楚。 $VH_{50} = 156 \sim 185$ $H = 3.5$ $D_{计} = 9.41 \text{ g/cm}^3$	反射色为带褐色调的奶白色, 弱双反射, 无多色性, 弱各向异性, 呈带褐色调的灰色至带灰色色调的褐色。反射率 (% R_1 , R_2): 在空气中: 470 nm 45.3, 46.2 546 nm 46.5, 47.55 589 nm 47.7, 48.8 650 nm 49.6, 50.0 在油中: 470 nm 31.55, 32.45 546 nm 32.6, 33.75 589 nm 33.9, 35.05 650 nm 36.0, 36.3	产于芬兰 Penikat 层状杂岩体的 Kirakkajuppura 铂族元素矿床中, 在蚀变的辉石岩中与硫钨矿和其他铂族矿物共生。		A. Y. Barkov <i>et al.</i> , <i>Can. Min.</i> , 40: 671~678 (2002) <i>Am. Min.</i> , 80: 476 (2003)
24	Manganvesuvianite 锰符山石 $Ca_{19}Mn^{3+}(Al, Mn^{3+}, Fe^{3+})_0(Mg, Mn^{2+})_2Si_{18}O_{36}(OH)_2$	四方晶系 空间群 $P4/n$ $a = 15.57(2)$ $c = 11.824$		紫红色柱状晶体, 长达 1.5 cm, 玻璃光泽, 小晶体透明, 性脆, 白色条痕, 次贝壳状断口, {110} 双晶, 主要晶面有 {100} {110} 次之, {101} 差。 $H = 6 \sim 7$ $D_{计} = 3.404 \text{ g/cm}^3$	一轴负晶 强多色性 $E =$ 淡黄色 $O =$ 深红色 $N_b = 1.73(1)$ $N_e = 1.719(1)$	产于南非 Kalahari 锰矿区的 Wessels 和 N Chwaning II 矿山晶洞和矿脉中, 为锰矿石热液蚀变的产物。		T. Ambruster <i>et al.</i> , <i>Min. Mag.</i> , 66: 137~150 (2002) <i>Am. Min.</i> , 88: 251 (2003)

续表 1-7

Continued Table 1-7

序号	矿物名称及化学式	晶胞及晶胞参数(Å)	主要粉晶数据(<i>I hkl</i>)	物理性质	光学性质	产状及共生(伴生)组合	其他	参考文献
25	Manganlothamerite 砷镁钙锰石 $C_4(Mn^{3+} \square, Mg)_2AsO_4(OH)_2$ (OH H ₂ O)	单斜晶系 空间群 $C2/m$ $a=9.043(1)$ $b=6.2314(7)$ $c=7.3889(9)$ $\beta=116.392(2)$ $Z=2$	4.93(80, 110) 3.182(100, 112) 2.927(70, 201) 2.822(70, 021) 2.718(80, 311) 2.555(100, 221, 312) 2.134(70, 202, 221)	1mm 长的板状, 褐红色至带红色的深橙色, 浅褐色条痕, 透明至半透明, 金刚光泽, 性脆, 不规则断口, {001} 解理明显。 $H=3$ $D_{测}=3.77(2) g/cm^3$ $D_{计}=3.75(2) g/cm^3$	二轴正晶 $2V_{测}=85^\circ$ $2V_{计}=82.4^\circ$ 弱色散 $\gamma < \nu$ $N_p=1.785(2)$ $N_m=1.814(5)$ $N_g=1.854(5)$	产于瑞士东阿尔卑斯山 Starlera 锰矿床的块状褐锰矿石中的热液细脉中, 与方解石、氟砷镁石、Sailaite 共生。		J. Brugger <i>et al.</i> , Can. Min., 40: 1597~1608 (2002) Am. Min., 88: 1627 (2003)
26	Matsubaraite 硅锆钛石 $Sr_4Ti_4(Si_2O_7)_2O_8$	单斜晶系 空间群 $P2_1/a$ 假空间群 $C2/m$ $a=13.848(7)$ $b=5.620(2)$ $c=11.878(6)$ $\beta=114.19(4)$ $Z=2$	3.62(60, 003) 3.16(70, 400) 3.09(95, 403) 3.01(90, 313) 2.96(95, 204, 311) 2.71(100, 021, 004, 203) 2.17(90, 315, 421, 422) 1.950(95, 024, 406, 223) 1.731(60, 404, 803)	自形至半自形柱状, 0.3 mm 长, 扇形集合体, 带蓝色色调的灰色, 白色条痕, 透明, 金刚光泽, 无解理。 $H=5.5$ $VHN_{100}=681\sim743$ $D_{计}=4.13 g/cm^3$	二轴正晶 折射率比榴石高	产于日本中部糸鱼川 Kotakigawa 河河床硬玉岩的漂砾中, 与硬玉、钠沸石、闪叶石、榴石、锆石、金红石、等轴锆钛矿和 rengoite 共生。		H. Miyajima <i>et al.</i> , Eur. J. Min., 14: 1119~1128 (2002) Am. Min., 88: 1837 (2003)
27	Megakalsite $KAlSiO_4$ 梅钾霞石	六方晶系 空间群 $P6_3$ $a=18.104(3)$ $c=8.467(2)$ $Z=24$	3.18(50, 141) 3.09(100, 222) 2.612(70, 060) 1.674(50, 173) 1.585(50, 282) 1.516(50, 145, 660) 1.24(60, 4.10.1, 066, 583) 1.20(50, 4.10.2, 285)	他形, 2 mm × 3 mm 大小, 无色, 透明, 玻璃光泽, 性脆, 白色条痕, 贝壳状断口。 $H=6$ $D_{测}=2.58(2) g/cm^3$ $D_{计}=2.62 g/cm^3$	一轴负晶 $O=1.538(1)$ $E=1.531(1)$	产于俄罗斯科拉半岛 Khibina 碱性岩地块的一个超钠质伟晶岩样品中, 与钙霞石、方钠石和泡碱共生。	在 240 nm ~ 400 nm 波长的紫外光下呈亮白的浅绿色荧光	A. P. Khotnyakov <i>et al.</i> , Can. Min., 40: 961~970 (2002) Am. Min., 88: 476 (2003)
28	Menshikovite 门砷镍钨矿 $Pd_3Ni_2As_3$	六方晶系 空间群 $P6_3/m$, $P6_3$ 或 $P6_322$ $a=8.406(4)$ $c=6.740(4)$ $Z=2$ 或 $Z=4$	2.626(100, 112) 2.477(100, 202) 2.429(80, 300) 2.283(70, 301) 1.978(70, 113) 1.818(70, 400) 1.781(70, 222)	达 200 μm 大小, 性脆, 无解理。 $VHN_{40}=501\sim554$ $H=\sim 5$ $D_{计}=5.32 g/cm^3$ ($Z=2$) 或 $D_{计}=10.65 g/cm^3$ ($Z=4$)	反射光色为带亮灰色色调的粉色, 无双反射, 弱的似镶嵌状的各向异性(可能与双晶有关), 呈浅灰色至带褐色色调的灰色, 反射率(% $\checkmark R_1, R_2$): 在空气中: 470 nm 48.4, 50.2 546 nm 51.2, 53.2 589 nm 53.2, 55.3 650 nm 56.6, 58.7 在油中: 470 nm 38.5, 39.3 546 nm 41.0, 41.8 589 nm 42.3, 43.3 650 nm 46.6, 47.8	产于俄罗斯 Karelia 的 Lukkulaisvaara 层状侵入岩中, 与铂族矿物共生。与砷镍钨矿成固熔体。		A. Y. Barkov <i>et al.</i> , Can. Min., 40: 679~692 (2002) Am. Min., 88: 477 (2003)

续表 1-8

Continued Table 1-8

序号	矿物名称及化学式	晶胞及晶胞参数 (Å)	主要粉晶数据 (I hkl)	物理性质	光学性质	产状及共生 (伴生组合)	其他	参考文献
29	Moelöite 穆硫锑铅矿 $Pb_6Sb_6S_{17}$	正交晶系 空间群 $P2_12_1$ $a = 15.328(3)$ $b = 4.040(8)$ $c = 23.054(5)$ $Z = 2$	3.724(55, 106, 112) 3.427(100, 403) 3.047(85, 312, 214) 2.844(58, 503, 215) 2.779(70, 016, 314) 2.017(80, 614, 020) 1.733(50, 0.1.12, 618 2.0.13, 806)	似针状,沿[010]延长,达0.1 mm×0.1 mm×5 mm大小,羽状集合体,带灰的黑色至带褐的红色,褐色条痕,金属光泽,纤维易弯曲 $D_{\text{计}} = 5.86 \text{ g/cm}^3$	反射色为白色,弱双反射,无多色性,中等各向异性,在油中稀见红色内反射,反射率(%) (R_1, R_2): 在空气中: 470 nm 40.0, 37.8 546 nm 38.8, 36.5 589 nm 38.6, 36.7 650 nm 36.5, 34.7 在油中: 470 nm 26.6, 24.2 546 nm 24.9, 22.8 589 nm 23.4, 21.4 650 nm 21.2, 20.1	产于意大利托斯卡纳 Seravezza 附近 Ceragiola 大理岩采石场的一个小洞穴中,与自然硫、黄铁矿、硫磺铜矿共生。		P. Orlandi <i>et al.</i> , Eur. J. Min. 14: 599~606 (2002) Am. Min., 88: 477 (2003)
30	Monazite(Sm) 钐独居石 SmPO_4	单斜晶系 空间群 $P2_1/n$ $a = 6.738(3)$ $b = 6.951(3)$ $c = 6.461(3)$ $\beta = 104.00(4)$ $Z = 4$	4.647(60, 011) 4.164(80, 111) 3.264(70, 200) 3.061(100, 120) 2.857(90, 112, 012)	板状, ≤0.4 mm, 浅黄色,白色条痕,透明至半透明,玻璃至油脂光泽,性脆,无完好的解理,参差状断口。 $D_{\text{计}} = 5.48 \text{ g/cm}^3$	二轴正晶 $2V_{\text{测}} = 29(8)$ $X = b$ $Z \wedge c = 9^\circ$ (β 为钝角) $Np = 1.768(5)$ $Nm = 1.771(3)$ $Ng > 1.808$ $Ng_{\text{计}} = 1.818$	产于加拿大马尼托巴省 Greer Lake 附近的花岗伟晶岩中,与石英、钠长石、锂云母和铌锰矿共生。	无荧光	M. Masau <i>et al.</i> , Can. Min., 40: 1649~1655 (2002) Am. Min., 1838 (2003)
31	Nabesite 钠铍沸石 $\text{Na}_2\text{BeSi}_4\text{O}_{10} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	四方晶系 空间群 $P2_12_1$ $a = 9.722(1)$ $b = 10.141(1)$ $c = 12.031(1)$ $Z = 4$	6.11(80B, 111) 5.97(100, 002) 3.09(70, 310, 131) 3.06(50, 222, 004) 2.988(60, 311)	依{001}面的薄板状,达0.2 mm×5 mm×5 mm大小,集合体达5 mm×10 mm×10 mm,无色,透明,玻璃光泽,性脆,白色条痕,{110}和{001}解理清楚,贝壳状断口,晶面有{100} {010} {111}和{111}。 $H = 5 \sim 6$ $D_{\text{测}} = 2.16(2) \text{ g/cm}^3$ $D_{\text{计}} = 2.21 \text{ g/cm}^3$	二轴负晶 $2V_{\text{测}} = 65(5)$ $2V_{\text{计}} = 70^\circ$ $X = a$ $Y = c$ $Z = b$ $Np = 1.499(1)$ $Nm = 1.507(1)$ $Ng = 1.511(1)$	产于南格陵兰 Ilimaussaq 杂岩的西北端, Kvanefjeld 高原富硅铍铝钠石的钠长石玢岩内的钠长石晶洞内,与钠菱沸石、柱星叶石、方沸石、纤沸石、铍硅钠石共生。	无荧光	O. V. Petersen <i>et al.</i> , Can. Min., 40: 173~181 (2002) Am. Min., 88: 252 (2003)
32	Nickelschneebertite 砷镍砷石 $\text{BiNi}_2(\text{AsO}_4)_2$ [(H ₂ O)(OH)]	单斜晶系 空间群 $C2/m$ $a = 8.995(1)$ $b = 6.207(1)$ $c = 7.463(1)$ $\beta = 115.00(1)$ $Z = 2$	4.58(40, 111) 3.19(100, 112) 2.98(72, 201) 2.82(44, 021) 2.507(47, 112) 1.702(57, 221, 404, 511)	依{201}板面,沿[010]延长, <0.5 mm,集合体达1 mm大小,褐色至米色,金刚光泽,透明,性脆,浅褐色条痕,贝壳状断口,具{201} {001} {101} {101}和{111}晶面。 $D_{\text{计}} = 5.23 \text{ g/cm}^3$	二轴负晶 $2V_{\text{测}} = 77(5)$ 弱多色性: $X =$ 浅褐色, $Y, Z =$ 淡黄色 $Y = b$ $X \approx c$ $Np_{\text{计}} = 1.92$ $Nm = 1.95(1)$ $Ng = 1.97(2)$	产于德国 Saxony 的 Schneebert 西南 5 km 处 Am Roten Berg 矿区的氧化废石堆中与石英、臭葱石、毒铁钨石、ferrirotharmeyerite、preisingerite 和磷铝铋矿共生。		W. Krause <i>et al.</i> Eur. J. Min., 14: 115~126 (2002) Am. Min., 88: 253 (2003)

续表 1-9

Continued Table 1-9

序号	矿物名称及化学式	晶胞及晶胞参数(Å)	主要粉晶数据(I hkl)	物理性质	光学性质	产状及共生(伴生)组合	其他	参考文献
33	Organovaite-Zn 硅钾铌钛石 $K_2Zr(Nb, Ti)_2(Si_4O_{12})_2(O, OH)_4 \cdot 6H_2O$	单斜晶系 空间群 $C2/m$ $a = 14.535$ $b = 13.927$ $c = 15.665$ $\beta = 117.6^\circ$ $Z = 4$	6.96(100, 020, 002) 6.43(24, 200, 20 $\bar{2}$) 4.924(30, 022) 3.222(84, 42 $\bar{2}$, 400, 40 $\bar{4}$) 3.114(66, 042, 024) 2.514(30, 44 $\bar{2}$, 402) 1.43(22, 几个)	柱状, 0.5 mm × 0.5 mm × 4 mm 大小, 呈磷硅铌钠石假像者达 3 mm × 2 mm × 0.2 cm 大小, 粉色、带粉的褐色或白色, 白色条痕, 半透明, 玻璃光泽, 性脆, 无解理, 断口粗糙。 $H = \sim 5$ $D_{测} = 2.88 \text{ g/cm}^3$ $D_{计} = 2.89 \text{ g/cm}^3$	二轴正晶 $2V_{测} = 45(15)$ $2V_{计} = 27^\circ$ 具多色性: $Y =$ 浅褐色 $X, Z =$ 非常淡的褐色 $Y = b$ $Np = 1.68(2)$ $Nm = 1.688(1)$ $Ng = 1.78(3)$	产于俄罗斯科拉半岛 Lovozero 地块一碱性伟晶岩中, 与钠沸石、微斜长石、钠长石、霓石、Organovaite-Mn、水硅铌石、纤硅铌石等共生。		I. V. Pekov <i>et al.</i> , <i>Zap. Vses. Min. Obs.</i> , 131(1): 29~34(2002) <i>Am. Min.</i> , 88: 932(2003)
34	Oswaldpeetersite 奥水碳铀矿 $(UO_2)_2CO_3(OH)_2 \cdot 4H_2O$	单斜晶系 空间群 $P2_1/c$ $a = 4.142(6)$ $b = 14.09(3)$ $c = 18.37(5)$ $\beta = 103.6(1)^\circ$ $Z = 4$	8.9(65, 002) 7.5(63, 012) 4.5(96, 031) 4.2(60, 014) 3.4(62, 015) 3.3(100, $\bar{1}14$) 3.02(85, 043) 2.27(62, 062)	柱状晶体, 为 100 $\mu\text{m} \times 10 \mu\text{m} \times 2 \mu\text{m}$ 大小, 组成放射状集合体, 鲜黄色, 透明, 玻璃光泽, 淡黄色条痕, 沿延长方向有裂理解理, 参差状断口, 具 {100}、{010} 和 {001} 晶面。 $H = 2 \sim 3$ $D_{计} = 4.54$	二轴负晶 $2V_{计} = 67.4(2)^\circ$ 色散不明显 正延长 $Z // a$ 具多色性: $X, Y =$ 淡黄色至无色, $Z =$ 淡黄色 $Np = 1.58(2)$ $Nm = 1.66(2)$ $Ng = 1.71(2)$	产于美国犹他州圣胡安 Brown Rim 的 Jomac 铀矿的第三纪 Shinarump 砾岩中, 赋存于砾岩内的粉砂岩夹层内, 与石膏、赤铜矿、块铜矿、针铁矿、纤铁矿、硫硝镍铝石、水硫硝镍铝石和硅镁铀矿共生。	无荧光, 在稀 HCl 中气泡。	R. Vochten <i>et al.</i> , <i>Can. Min.</i> , 39: 1685~1689(2002) <i>Am. Min.</i> , 88: 252(2003)
35	Pacците 佩斯石 $C_8H_{24}O_{14}CaCu$	四方晶系 空间群 $I4/m$ $a = 11.15(4)$ $c = 16.23(17)$	9.29(6, 101) 8.13(8, 002) 7.89(100, 110) 5.58(15, 200) 3.50(20, 310, 204, 312)	大小为 1 mm 的短四方柱状和显微晶体组成的薄壳, 深蓝色, 透明, 玻璃光泽, 性脆, 参差状断口, {100} 和 {110} 解理完全, 无双晶。 $H = 1.5$	一轴正晶 具多色性: $O =$ 带绿色色调的淡蓝色 $E =$ 带灰色色调的淡蓝色 $O \geq E$ $No = 1.43(2)$ $Ne = 1.48(3)$	产于澳大利亚西南威尔士 Broken Hill 的 Potosi 露天矿坑的铁帽中, 与 Hoganite、针铁矿、赤铁矿、石英、青铅矾、孔雀石、蓝铜矿、白铅矿和菱铁矿共生。	无荧光, 迅速溶于水	D.E. Hibbs <i>et al.</i> , <i>Min. Mag.</i> , 66: 459~464(2002) <i>Am. Min.</i> , 88: 476(2003)
36	Potassic-Chloropargasite 钾氯闪石 $(K, Na)_2Al_2(Si_6Al_2O_{22})(OH)_2$	单斜晶系 空间群 $C2/m$ $a = 9.84(3)$ $b = 18.13(5)$ $c = 5.36(3)$ $\beta = 105.3(5)^\circ$ $Z = 2$	8.4(80, 110) 3.11(30, 310) 2.951(30, $\bar{1}51$, 221) 2.714(100, 151) 2.56(70, 241) 1.444(30, $\bar{5}33$)	他形粒状, 达 0.5 mm 大小, 黑色, {110} 解理完全。 $H = 5.5$ $D_{测} = 3.29(5) \text{ g/cm}^3$ $D_{计} = 3.3(3) \text{ g/cm}^3$	二轴负晶 $2V_{测} = 65(15)$ $2V_{计} = 53^\circ$ 具多色性: $Np =$ 浅灰色 $Nm =$ 灰色 $Ng =$ 暗绿色 $Z > Y > X$ $Np = 1.67(1)$ $Nm = 1.68(1)$ $Ng = 1.69(3)$	产于俄罗斯科拉半岛 Sel' nye Tundry 花岗杂岩中, 与氯磷灰石、铁铝榴石、diopside、顽辉石、黑云母、钾韭闪石、钠柱石、斜长石共生。		N. V. Chukanov <i>et al.</i> , <i>Zap. Vses. Min. Obs.</i> , 131(2): 58~62(2002) <i>Am. Min.</i> , 88: 933(2003)

续表 1-10

Continued Table 1-10

序号	矿物名称及化学式	晶胞及晶胞参数 (Å)	主要粉晶数据 (I hkl)	物理性质	光学性质	产状及共生 (伴生 组合)	其他	参考文献
37	Potassicleakeite 富钾锂钠闪石 $\text{KNa}_2\text{Mg}_2\text{Fe}_2^{3+}\text{LiSi}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	单斜晶系 空间群 $C2/m$ $a = 9.93(3)$ $b = 18.00(5)$ $c = 5.289(12)$ $\beta = 104.0(2)$ $Z = 2$	8.48(67, 110) 4.50(89, 040) 3.40(46, 131) 3.28(45, 240) 3.16(72, 310, 201) 2.83(49, 330) 2.74(44, 331) 2.71(41, 151) 2.53(100, $\bar{2}02$)	柱状,沿 c 轴延长 2 mm 宽 0.2 mm,断面为菱形,透明,带红的褐色,带褐的浅黄色条痕,玻璃光泽,性脆,参差状断口, {110} 解理完全。 $H = \sim 5$ $VHN_{100} = 425 \sim 572$ $D_{\text{计}} = 3.18 \text{ g/cm}^3$	二轴正晶 $2V_{\text{计}} = 79^\circ$ 多色性明显: $X =$ 带黄色色调的褐色 $Y =$ 浅褐色 $Z =$ 带红色色调的褐色 $X \wedge c = 35 \sim 40^\circ$ $Z = b$ $Np = 1.67(2)$ $Nm = 1.68(2)$ $Ng = 1.69(2)$	产于日本岩手的 Tanohata 矿山,切割锰矿体的似伟晶岩脉中,与石英、钾长石、钒-锰柱星叶石、钨硅钒钼石、钒云母、钠针锰石共生。		S. Matsubara <i>et al.</i> , <i>J. Mineral. Petrol. Sci.</i> , 97: 177 ~ 184 (2002) <i>Am. Min.</i> , 88: 1177 (2003)
38	Radovanite 拉多水砷铁铜矿 $\text{Cu}_2\text{Fe}^{3+}(\text{As}^{5+}\text{O}_4) \times \text{As}^{3+}\text{O}_2(\text{OH})_2\text{H}_2\text{O}$	正交晶系 空间群 $Pnma$ $a = 9.58(1)$ $b = 13.14(1)$ $c = 8.088(7)$ $Z = 4$	6.88(25, 011) 6.17(90, 101) 3.87(20, 220) 3.24(40, 122) 3.09(100, 202) 2.710(25, 240, 321) 2.55(20, 042) 2.214(25, 251, 223)	等轴至沿 a 或 c 轴稍显延长,大小为 0.15 mm \times 0.08 mm \times 0.02 mm 的晶体组成 2 mm 大小的集合体,淡黄绿色,绿色条痕,透明,玻璃光泽,性脆,贝壳状断口,无解理,最好的晶面为 {101} {011} {001} {010} {hk0} 和 {hkl}。 $D_{\text{测}} = 3.9(1) \text{ g/cm}^3$ $D_{\text{计}} = 3.79(1) \text{ g/cm}^3$	二轴负晶 $2V_{\text{测}} = 6(5)$ $2V_{\text{计}} = 70^\circ$ 中等多色性: $X =$ 浅绿色至无色 $Y =$ 黄绿色 $Z =$ 淡黄绿色 $X = c$ $Y = a$ $Z = b$ $Np = 1.80(1)$ $Nm = 1.84(1)$ $Ng = 1.86(1)$	产于法国阿尔卑斯山 Roua 铜矿床,与黄铜矿、自然铜、孔雀石、软砷铜矿、橄榄铜矿、微晶砷铜矿共生。		H. Sarp <i>et al.</i> , <i>Archs Sci. Genève</i> 55(1) 47 ~ 55 (2002) <i>Am. Min.</i> , 88: 1177 (2003)
39	Schneebergite 砷钴钼石 $\text{BiCo}_2(\text{AsO}_4)_2[(\text{H}_2\text{O}) \times (\text{OH})]$	单斜晶系 空间群 $C2/m$ $a = 9.00(1)$ $b = 6.21(1)$ $c = 7.44(1)$ $\beta = 115.19(1)$ $Z = 2$	4.59(61, 111) 3.19(100, 112) 2.97(92, 201) 2.82(61, 021) 2.70(57, 311) 2.498(62, 112, 310)	依 {201} 板面,沿 [010] 延长, < 0.5 mm,集合体达 1 mm 大小,褐色至米色,金刚光泽,透明,性脆,浅褐色条痕,贝壳状断口,具 {201} {001} {101} {101} {102} 和 {111} 晶面。 $D_{\text{计}} = 5.28 \text{ g/cm}^3$	二轴正晶 $2V_{\text{测}} = 8(5)$ 多色性明显: $Y =$ 褐色, $X, Z =$ 淡黄色 $Y = b$ $X \approx c$ $Np_{\text{计}} = 1.93$ $Nm = 1.9(1)$ $Ng = 1.98(2)$	产于德国 Saxony 的 Schneeberg 西南 5 km 处 Am Roten Berg 矿区的氧化废石堆中,与石英、臭葱石、毒铁钼石、ferrilothameyerite、preisingerite 和磷铝钼矿共生。	无荧光	W. Krause <i>et al.</i> <i>Eur. J. Min.</i> , 14: 115 ~ 126 (2002) <i>Am. Min.</i> , 88: 253 (2003)

续表 1-11
Continued Table 1-11

序号	矿物名称及化学式	晶胞及晶胞参数(Å)	主要粉晶数据(I hkl)	物理性质	光学性质	产状及共生(伴生)组合	其他	参考文献
40	Sewardite 砷钙铁矿 $\text{CaFe}_2^{3+}(\text{AsO}_4)_2$ (OH) ₂	正交晶系 空间群 <i>Cccm</i> $a = 16.46(2)$ $b = 7.43(1)$ $c = 12.13(1)$ $Z = 8$	4.87(90, 202) 3.47(50, 113) 3.38(60, 220) 3.16(100, 022) 3.01(50, 510) 2.98(50, 313) 2.91(70, 511) 2.50(90, 422, 314) 1.77(50, 533, 026)	50~100 μm 大小的碎片组成 0.3 mm 大小的板状至致密的其他形至半自形团块,深红色,带红的褐色条痕,半透明,玻璃光泽,性脆,具{100}和{011}不完全解理,裂片状至参差状断口。 $H = 3.5$ $D_{\text{H}} = 4.156 \text{ g/cm}^3$	反射色为带蓝色色调的浅灰色,亮粉色至红色内反射色,弱双反射,无多色性,无各向异性,反射率(%) (R_1, R_2): 在空气中: 460nm 10.12, 10.71 540nm 9.53, 10.07 580nm 9.30, 9.98 640nm 8.99, 9.66	产于纳米比亚楚梅布(Tsumeb)矿山的一个 3 cm 大的晶洞中,与 ferriotharmeyerite 等连生。	红外光谱谱带显示存在有 OH 和非常少量的 H ₂ O, 吸收谱带为: 3150、1560、1181、1084、1015、895、817 和 768 cm^{-1}	A.C. Roberts <i>et al.</i> , Can. Min., 40: 1191~1198(2002) Am. Min., 88: 1178(2003)
41	Tedhadleyite 氧氯汞矿 $\text{Hg}^{2+}\text{Hg}_{10}^{+}\text{O}_4$ $\text{I}(\text{Cl}, \text{Br})_2$	三斜晶系 空间群 $A\bar{1}$ $a = 7.01(4)$ $b = 11.85(6)$ $c = 12.60(6)$ $\alpha = 115.5(4)$ $\beta = 82.5(4)$ $\gamma = 100.5(4)$ $Z = 2$	5.28(50, 021, $\bar{1}\bar{1}1$) 3.14(90, $\bar{1}\bar{3}1, \bar{2}\bar{2}$) 3.00(70, $\bar{1}22$) 2.98(50, 211) 2.88(100, 113)	他形 组成直径为 0.3 mm 大小的球形团块,深红色至黑色,不透明至半透明,金刚至半金属光泽,性脆,红色条痕,参差状断口, {010} 解理差。 $H \leq 3$ $D_{\text{H}} = 9.43 \text{ g/cm}^3$	反射色为带蓝色色调的白色,无多色性或双反射,中等各向异性,反射率(%) (R_1, R_2): 在空气中: 470nm 27.20, 30.00 546nm 24.40, 27.60 589nm 22.80, 25.40 650 nm 21.60, 23.90	产于美国加利福尼亚圣贝尼托 Clear Creek 银矿山的一个探矿坑中,与自然银甘汞矿、辰砂、褐氯汞矿、橙汞矿共生。	无荧光	A.C. Roberts <i>et al.</i> , Can. Min., 40: 909~914(2002) Am. Min., 88: 477(2003)
42	Tischendorfite 泰硒汞钼矿 $\text{Pd}_8\text{Hg}_3\text{Se}_9$	正交晶系 空间群 <i>Pnmm</i> , <i>P2₁mm</i> 或 <i>Pm2₁n</i> $a = 7.21(3)$ $b = 16.78(7)$ $c = 6.46(5)$ $Z = 2$	4.81(40, 101) 4.37(40, 130) 2.79(60, 032, 122) 2.74(100, 151, 231, 240) 2.32(40, 052) 2.11(40, 062) 2.09(100, 261)	他形至半自形晶,最大达 100 μm 大小,不透明,金属光泽,性脆,黑色条痕,参差状断口,抛光硬度相当于 chrisstanleyite。 $D_{\text{H}} = 9.13 \text{ g/cm}^3$	反射色为奶白色至淡淡的米色,弱双反射,无多色性,无内反射,弱至中等各向异性,呈钢青色至带绿色色调的褐色,反射率(%) (R_1, R_2): 在空气中: 470 nm 46.8 51.3 546 nm 49.4, 53.1 598 nm 49.9, 53.25 650 nm 48.95, 52.55 在油中: 470nm 33.9, 38.3 546nm 35.9, 39.5 589nm 36.5, 39.9 650nm 35.7, 39.6	产于德国东哈茨山 Tilkerode 附近的 Eskeborn 平峒中的铁白云石-方解石基质中,与硒铅矿、硒汞矿、chrisstanleyite、锑钼矿和自然金共生。		C. J. Stanley <i>et al.</i> Can. Min., 40: 739~745(2002) Am. Min., 88: 478(2003)

续表 1-12

Continued Table 1-12

序号	矿物名称及化学式	晶胞及晶胞参数 (Å)	主要粉晶数据 (I hkl)	物理性质	光学性质	产状及共生 (伴生) 组合	其他	参考文献
43	Tweddillite 特威迪尔石 $\text{CaSr}(\text{Mn}^{3+}, \text{Fe}^{3+})_2\text{Al}[\text{Si}_3\text{O}_7(\text{OH})]$	单斜晶系 空间群 $P2_1/m$ $a = 8.93(5)$ $b = 5.69(4)$ $c = 10.31(5)$ $\beta = 114.5(4)^\circ$	3.51(50, 21 $\bar{1}$) 2.93(100, 11 $\bar{3}$) 2.85(40, 020) 2.70(80, 300) 2.58(80, 202) 2.18(80, 40 $\bar{1}$) 2.14(40, 221)	依(001)板面,沿[010]延长的叶片状,晶体0.02 mm宽,0.5 mm长,呈放射状集合体,深红色,玻璃光泽,性脆,带褐的红色条痕,次贝壳状断口,具(100)双晶,{001}解理完全。 $H = 6 \sim 7$ $D_{\text{计}} = 3.82 \sim 3.87 \text{ g/cm}^3$	二轴正晶 强多色性 //b 呈深红色 //a 呈橘黄色 ⊥(001)呈品红至红色 $N = 1.825$	产于南非 Kalahari 锰矿区的 Wessels 矿区,为锰矿石热液蚀变的产物,赋存在钙-硅质岩石中,与褐锰矿、针钠锰石-针钠钙石共生。		T. Armbruster <i>et al.</i> , <i>Min. Mag.</i> , 66:137~150(2002) <i>Am. Min.</i> , 88:253(2003)
44	Verbeekite 弗比克硒钼矿 PdSe_2	单斜晶系 空间群 $C2$, Cm 或 $C2/m$ $a = 6.65(2)$ $b = 4.12(2)$ $c = 4.44(1)$ $\beta = 92.8(3)^\circ$ $Z = 2$	4.42(30, 001) 3.49(30, 110) 2.71(100, 111) 1.95(50, 310) 1.89(50, 112)	他形,最大颗粒达 200 $\mu\text{m} \times 200 \mu\text{m}$ 大小,黑色,金属光泽,不透明,性脆,黑色条痕,参差状断口。 $VHN_5 = 490 \sim 610$ $H = \sim 5.5$ $D_{\text{计}} = 7.211 \text{ g/cm}^3$	在反射光下呈灰色,无多色性,无或微带双反射,具褐色旋光色调的中等各向异性,反射率(%) (R_1, R_2): 在空气中: 470 nm 50.80, 52.30 546 nm 51.85, 52.90 589 nm 52.20, 53.55 650 nm 52.40, 54.00 在油中: 470 nm 37.00, 38.40 546 nm 37.75, 38.30 589 nm 38.50, 38.60 650 nm 38.80, 39.60	产于刚果 Shaba 省 Kolwezi 附近的 Musonoi 矿区富硒硫化物透视镜体中,部分被表生的硒铜钼矿交代,与硬硒钼矿、蓝辉铜矿和铜蓝共生。		A. C. Roberts <i>et al.</i> , <i>Min. Mag.</i> , 66:173~179(2002) <i>Am. Min.</i> , 88:253(2003)
45	Walkerite 沃水氯硼钙石 $\text{Ca}_6(\text{Mg}, \text{Li}, \square)_2[\text{B}_{13}\text{O}_{17}(\text{OH})_2]_2\text{Cl}_6 \cdot 28\text{H}_2\text{O}$	正交晶系 空间群 $Pba2$ $a = 15.5(1)$ $b = 22.7(1)$ $c = 8.7(4)$ $Z = 1$	12.8(100, 110) 7.78(80, 200) 6.31(40, 121) 5.64(30, 211) 2.57(30, 610, 550)	沿(001)延长的纤维状至针状,0.05 mm \times 2 mm 大小,通常束状,可达 7 mm 长,白色,白色条痕,透明至半透明,玻璃光泽,性脆,具裂理,无解理,具{100} {010} 和 {001} 晶面。 $H = 3$ $D_{\text{测}} = 2.07 \text{ g/cm}^3$ $D_{\text{计}} = 2.05 \text{ g/cm}^3$	二轴正晶 $2V_{\text{测}} = 8(3)^\circ$ $2V_{\text{计}} = 82^\circ$ 无色散 $X = a$ $Y = b$ $Z = c$ $N_p = 1.51(2)$ $N_m = 1.53(2)$ $N_g = 1.55(2)$	产于加拿大新不伦瑞克省 Kings 的 Penobsquis 附近的钾碱矿的密西西比式蒸发盐岩中,与石盐、水方硼石、方硼石、氯羟硼钙石、沃硼钙石、硼镁石和石膏共生。	无荧光	J.D. Grice <i>et al.</i> , <i>Can. Min.</i> , 40:1675~1686(2002) <i>Am. Min.</i> , 88:1839~184(2003)