

富锶文石的发现及其研究

梁 有 彬

(中国有色金属总公司矿产地质研究院)

主题词: 富锶文石; 文石; 碳酸盐矿物; 变种; 白云鄂博

提 要: 富锶文石是文石的变种, 其化学式为 $(Ca, Sr)CO_3$ 。二轴晶, 负光性, $2V = 9^\circ$, 折光率 $N_g = 1.6620$, $N_m = 1.6561$, $N_p = 1.5168$, $D = 3.34$, $H = 3.75$, 比磁化系数为 $0.32 \times 10^{-6} \text{CGSMcm}^3/\text{g}$ 。矿物为白色, 透明, 呈细小晶粒状或砂糖状集合体。易溶于稀盐酸。斜方晶系, 晶胞参数 $a = 4.61 \text{ \AA}$, $b = 7.89 \text{ \AA}$, $c = 5.78 \text{ \AA}$ 。矿物产于内蒙古白云鄂博铁、铌、稀土矿床的脉状含铌、稀土白云石碳酸盐岩中, 在自然界中产出含锶如此之高的变种是罕见的。该矿物的发现对研究碳酸盐矿物中钙、锶元素类质同象置换机理和晶体光学均具有一定的学术意义。

富锶文石 (Strontianiferous aragonite) 是文石的变种, 为菱锶矿—文石 ($SrCO_3 - CaCO_3$) 系列的中间成分矿物^[1]。该矿物产于我国内蒙古白云鄂博铁、铌、稀土矿床中。根据其化学成分及其晶体结构与文石相类似, 故命名为富锶文石。

一、地质产状

富锶文石产于白云鄂博铁、铌、稀土矿床中的脉状含铌、稀土白云石碳酸盐岩中。岩石具粗晶质块状构造和斑杂状构造, 自形晶和半自形晶粒状结构。与富锶文石共生的矿物有白云石、含铁白云石、碳铈钠石、钙碳锶矿、钡白云石、菱碱土矿、方解石、钠长石、磁铁矿、磷灰石、烧绿石、铌铁矿、重晶石、独居石、锆石、石英和金云母。矿物一般呈细小晶粒状集合体, 产于白云石和含铁白云石的粒间和空隙中。

二、物理性质和化学性质

富锶文石为白色, 透明, 玻璃光泽, 条痕为白色, 呈细小晶粒状或砂糖状集合体产出, 单个晶体一般为 $0.01 - 0.03 \text{ mm}$ (照片1、2)。用显微比重法测定, $D = 3.34$, $VHN_{50} = 180 - 190 \text{ kg/mm}^2$, $H = 3.75$ 。用国产WCF2-72型磁性分析仪测定, 比磁化系数为 $0.32 \times 10^{-6} \text{CGSMcm}^3/\text{g}$ 。

透射光下颜色为无色, 透明, 无解理或解理很不发育, 突起中等, 有弱闪突起, 无多色性。折光率 $N_g = 1.6620$, $N_m = 1.6561$, $N_p = 1.5168$ 。二轴晶, 负光性, 用费氏台干涉图法测得 $2V = 9^\circ$ 。高级白干涉色, 并有较密的等色曲线。

矿物易溶于冷稀盐酸，并剧烈起泡放出CO₂。

三、化学成分

对矿物采用机械方法和电磁方法进行富集和提纯，然后在双目镜下挑选出纯净的单矿

表 1 富锶文石电子探针分析(%)

Table 1. Electron microProbe analyses of strontianiferous aragonite

元 素	CaO	SrO	BaO	MgO	FeO	ΣCe ₂ O ₃
1	18.77	45.55	1.93	0.09	—	0.45
2	17.21	48.38	1.95	0.09	—	
3	21.96	44.22	1.44	0.19	0.10	
4	19.42	42.79	2.25	0.11	0.08	
5	25.81	37.58	1.51	0.18	0.09	
6	22.11	41.51	1.47	0.18	0.09	
平 均	20.88	43.34	1.75	0.14	0.09	0.45

分析者：王风阁

表 2 富锶文石化学式计算

Table 2. Chemical formula calculated for strontianiferous aragonite

组 分	含量(%) ^①	分子数	原 子 数		系 数
			阴离子数	阳离子数	
CaO	22.910	0.4085	0.4085	0.4085	0.4964
SrO	37.970	.3658	0.3658	0.3658	0.4445
MgO	0.380	0.0094	0.0094	0.0094	0.0114
BaO	2.150	0.0140	0.0140	0.0140	0.0170
Al ₂ O ₃	0.030	0.0003	0.0009	0.0006	0.0007
Fe ₂ O ₃	0.270	0.0016	0.0048	0.0032	0.0038
MnO	0.090	0.0013	0.0013	0.0013	0.0016
K ₂ O	0.042	0.0004	0.0004	0.0008	0.0009
Na ₂ O	0.160	0.0026	0.0026	0.0052	0.0063
REE ₂ O ₃	0.450	0.0027	0.0081	0.0054	0.0066
H ₂ O ⁺	0.230	0.0127	0.0127	0.0254	0.0308
CO ₂	36.120	0.8207	1.6414	0.8207	0.9973
总 和	100.802		2.4689		

①分析者：余敬芳、梁达柱

物, 作电子探针分析和单矿物化学成分全分析, 并计算了矿物分子式, 见表1、2。从电子探针分析6个颗粒的Ca、Sr、Ba、Fe及铈族稀土含量, 表明每个颗粒的Ca、Sr含量是稳定的, 其分布也是很均匀的。电子探针分析结果与矿物化学成分全分析基本上是吻合的。富锶文石含锶量相当高, 并含少量的Ba, 其它杂质元素含量极微。

根据单矿物化学全分析结果, 计算出的分子式应为: $(Ca_{0.4964}Sr_{0.4445}Mg_{0.0114}Ba_{0.0170}Al_{0.0007}Fe_{0.0038}K_{0.0009}Na_{0.0063}Mn_{0.0016}REE_{0.0066})_{0.9892}[(CO_3)_{0.9973}(OH)_{0.0308}]_{1.0281}$ 。简化式为 $(Ca, Sr)CO_3$ 。

四、X射线粉晶分析

富锶文石的X射线粉晶数据见表3。根据对该矿物的单晶结构分析, 判定该矿物为斜方晶系, 晶胞参数 $a = 4.91 \text{ \AA}$, $b = 7.89 \text{ \AA}$, $c = 5.78 \text{ \AA}$ 。富锶文石X射线衍射图见图1。另外, 从表3可以看出, 富锶文石和文石的X射线粉晶数据类似, 因此, 富锶文石与文石是成分相近、结构相同的矿物, 它是文石的变种, 而不是新矿物^[2]。

表3 富锶文石X射线粉晶数据

Table 3. X-ray diffraction analyses of strontianiferous aragonite

富 锶 文 石		文 石 ^①		富 锶 文 石		文 石	
<i>I</i>	<i>d</i>	<i>I</i>	<i>d</i>	<i>I</i>	<i>d</i>	<i>I</i>	<i>d</i>
4	4.19	4	(3.73)	2	2.091	1	(2.074)
3	3.85	2	(3.59)	1	2.080	7	1.970
10	3.456	10	3.39	9	2.016	5	1.873
8	3.354	5	3.26	4	1.937	4	1.810
10	3.009	2	(2.966)	1	1.920	5	1.738
4	2.945	1	2.872	1	1.908	3	1.722
7	2.773	7	2.687	9	1.864	2	1.557
4	2.513	5	2.471	7	1.790	2	1.498
2	2.486	1	2.402	3	1.777	3	1.431
6	2.428	5	2.365	1	1.683	3	1.360
7	2.398	4	2.324	3	1.583	3	1.261
1	2.227	4	(2.176)			4	1.239
5	2.147	3	2.098				

①矿物X射线粉晶鉴定手册, 1978年

工作条件: 电压40kV, 电流17mA, Fe滤波, Co辐射, 采用114.6mm直径不对称式照相机, 曝光时间4小时。

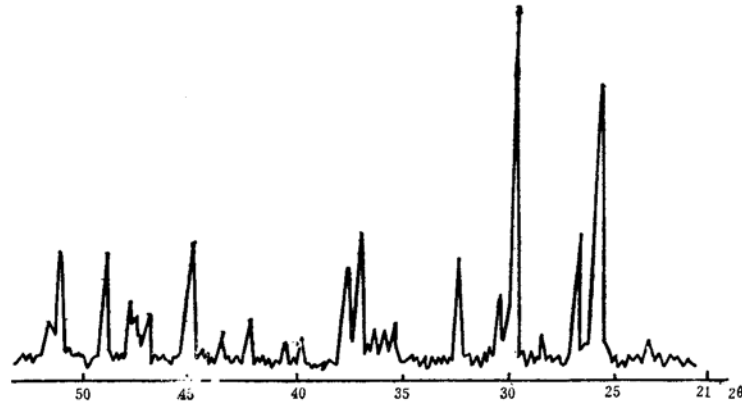


图1 富锶文石X射线衍射图谱

Fig.1. X-ray diffraction pattern of strontianiferous aragonite
工作条件: Ni滤波, Cu辐射, 电压35kV, 电流10mA, 扫描角度范围 3° - 60° , $K\alpha 2\theta$, Cu靶。

五、红外吸收光谱分析

富锶文石与文石的红外吸收带基本相似, 均属文石型结构。由于钙、锶类质同象置换而引起 ν_3 不对称伸缩振动(见表4), 富锶文石的 ν_3 比文石 ν_3 的位置略有变化。富锶文

表4 富锶文石红外光谱振动频率及解释

Table 4. Vibration frequency of infrared absorption spectrum of strontianiferous aragonite and its interpretation

模 式	频 率 (cm^{-1})
ν_3 不对称伸缩振动	1465 (很强)
ν_1 对称伸缩振动	1079 (弱)
ν_2 面外弯曲振动	860 (强) 876 (强)
ν_4 面内弯曲振动	710 (中) 690 (中)

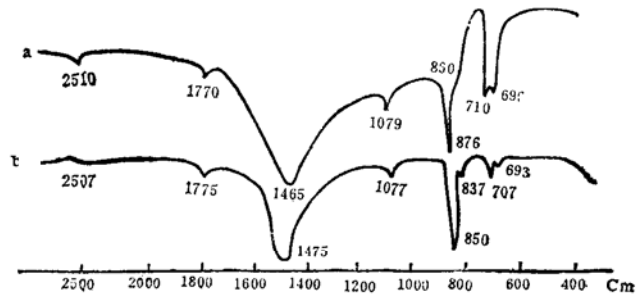


图2 富锶文石红外吸收光谱图

a—富锶文石 b—文石

Fig.2. Infrared absorption pattern of strontianiferous aragonite

工作条件: Perkin-Elmer 580B型红外分光光度计, 溴化钾压片法。

石的红外光谱图见图2。

六、差热分析结果

富锶文石的差热分析曲线见图3。该矿物在320℃和460℃出现两个小的放热峰。在670℃和900℃有两个强的吸热效应，456℃和980℃有两个弱吸热效应。富锶文石和文石的差热曲线图基本相同，但富锶文石的吸热谷在差热曲线上的位置略有变化，这可能由于锶大量置换钙的结果。

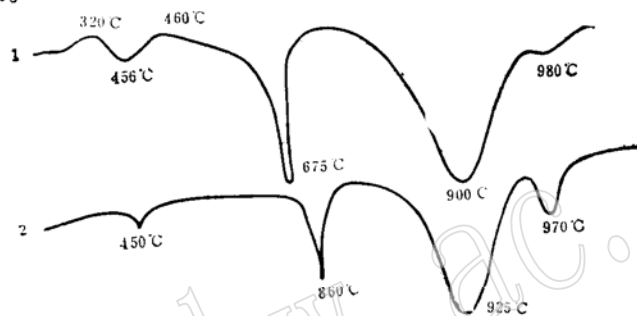


图3 富锶文石差热曲线图

1—富锶文石 2—文石

Fig.3. DTA curve pattern of strontianiferous aragonite
工作条件: XWT-364型差热分析仪, 电压150V, 升温速度10°C/min

七、结 语

在自然界中产出含锶如此之高的文石变种是罕见的。该矿物在白云鄂博铁、铌、稀土矿床中的发现, 为研究自然界菱锶矿—文石系列的类质同象置换的中间成分矿物提供了新资料。在自然界, 文石中的钙成分大量地被锶置换而未引起晶体内部结构的根本变化, 这对研究碳酸盐矿物中钙、锶元素类质同象置换机理和晶体化学都有一定的学术意义。

彭志忠教授生前对该矿物的研究给予了多方面的指导, 并审阅了该文的原稿。马喆生副教授提供了单晶结构分析数据; 任磊夫教授提供了差热分析资料; 魏明秀、刘鸾玲高级工程师分别提供了X射线粉晶数据和红外光谱数据; 徐忠龙工程师参加了部分工作, 在此一併表示谢忱。

参 考 文 献

- 〔1〕 中国地质科学院地质矿产研究所编, 1977, 透明矿物显微镜鉴定表, 地质出版社。
- 〔2〕 Powder diffraction file by joint committee on powder diffraction standards, in cooperation with american society for testing materials, 1972.

The Discovery and Study of Strontianiferous Aragonite

Liang Youbin

(Research Institute of Geology for Mineral Resources, China National Nonferrous Metals Industry Corporation)

Key words: strontianiferous aragonite, aragonite, carbonate mineral, variety, Bayan Obo

Abstract

The strontianiferous aragonite reported in the present paper is an aragonitic variety found in Bayan Obo iron ore deposit, Inner Mongolia. It occurs in veined Nb-, REE-bearing dolomite carbonatite and is mainly associated with dolomite, ankerite, monazite, carbocernaite, pyrochlore, norsethite, calcite, calcios-trontianite, benstonite, zircon, apatite, phlogopite and albite.

Strontianiferous aragonite is similar in chemical composition and crystal texture to aragonite. It acquires this name simply on account of its chemical composition and crystal texture.

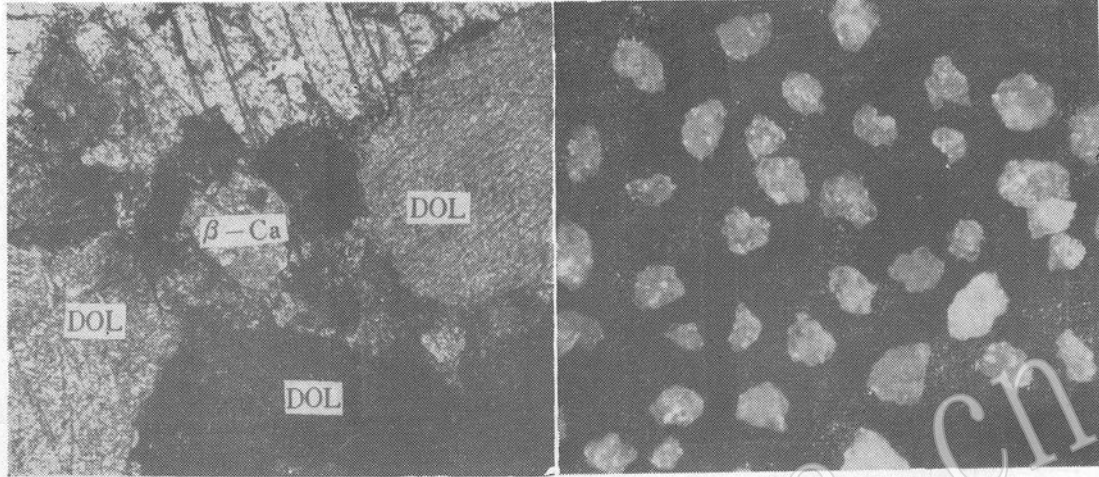
The mineral occurs as a fine-grained aggregate with individual crystal 0.01-0.03mm in diameter, transparent, white in color, luster vitreous, streak white, $D=3.34$, $H(\text{vicsies})=180-190\text{kg/mm}^2$ ($=3.8\text{Mohe}$), $K=0.32\times 10^{-6}\text{C.G.S.M.cm}^3/\text{gram}$.

In transmitted light the mineral is transparent and colorless, cleavage no or very imperfect. It is biaxial negative with $2V=9^\circ$, $N_g=1.6620$, $N_m=1.6561$, $N_p=1.5168$.

X-ray investigation shows that the mineral is orthorhombic, with unit cell values being $a=4.91$, $b=7.89$ and $c=5.78$. The strongest X-ray spacings are 5.39(5), 3.456(10), 3.354(8), 3.773(7), 2.398(7), 2.016(9), 1.864(9).

Chemical analysis yields the formula of $(\text{Ca}_{0.4964}\text{Sr}_{0.4445}\text{Mg}_{0.0114}\text{Ba}_{0.0170}\text{Al}_{0.0007}\text{Fe}_{0.0038}\text{K}_{0.0009}\text{Na}_{0.0063}\text{Mn}_{0.0016}\text{REE}_{0.0066})_{0.9892}[(\text{CO}_3)_{0.9973}(\text{OH})_{0.0308}]_{1.0281}$ with the brief form being $(\text{Ca}, \text{Sr})\text{CO}_3$. Its DTA curve and infra-red spectrum are similar to those of aragonite.

梁有彬：富锶文石的发现及其研究



照片 1 富锶文石(β -Ca)粒状集合体产于含铁白云石(DOL)粒间
正交偏光 $\times 70$
(胥国太摄)

照片 2 富锶文石细粒集合体 实体镜下
 $\times 40$

www.yskw.ac.cn