

湘南香花石中流体包裹体 温压地球化学特征^{*}

刘家齐

曾贻善

(国土资源部宜昌地质矿产研究所, 宜昌)

(北京大学地质系, 北京)

提 要: 作者详细地研究了香花石中流体包裹体温压地球化学特征, 其包裹体均一温度主要为 280~290℃, 盐度主要为 34%~36% NaCl, 压力为 30~60 MPa, 密度 1.03~1.10 g/cm³, 单个包裹体拉曼探针分析气相成分中 CO₂ 为 55.4%~57.6% mol、有机质 (C₁—C₄) 为 28.6%~36.2% mol, H₂S 为 8.4%~13.8% mol; 液相成分中有机质 (C₁—C₄) 为 27.1%~37.9% mol、H₂O 为 18.8%~25.1% mol, CO₂ 为 18%~29.9% mol, SO₂ 为 11.4%~15.3% mol, H₂S 为 7.6%~8.9% mol, Cl⁻ 为 2.5 mol/L, HCO₃⁻ 为 0.32 mol/L, CO₃²⁻ 0.26 mol/L。

关键词: 流体包裹体 拉曼探针 香花石 湘南

香花石是一种极为罕见的含铍、锂的硅酸盐矿物。属等轴晶系, 白色, 有的无色透明, 呈球形。晶体大小为 0.2~2 mm。自 1958 年我国著名矿物学家黄蕴慧教授和杜绍华研究员, 在湘南临武香花岭发现和命名以来^[1], 香花石中流体包裹体温压地球化学特征方面的研究至今无人涉足。作者对香花石以及与其紧密共生的萤石、金云母中流体包裹体的类型、组成相态、均一温度、冷冻温度(盐度)、密度以及单个包裹体中气相和液相成分等进行了深入研究, 以探讨香花石形成的温压地球化学条件及其成因。

1 香花石产出的地质特征简述

香花岭地区是我国有色、稀有金属的重要成矿区之一。在癞子岭黑云母花岗岩与上泥盆统东岗岭组灰岩的接触蚀变带上, 生成了大型条纹岩型铍矿床。香花石产于花岗岩体内灰岩顶垂体上部白色条纹岩内的香花石脉中。脉体长约 80 m, 宽约 0.07~0.22 m, 大致沿走向 N55°W 延伸, 其主要组成矿物为金云母、香花石、萤石等^[2]。

2 流体包裹体特征

2.1 流体包裹体形态、大小和类型

香花石中含有丰富的流体包裹体, 包裹体呈浅灰色, 总体分布较均匀, 仅局部较多, 也有沿裂隙分布的假次生和次生包裹体。香花石中流体包裹体的形态以椭圆形、圆形为主, 其

* 国家自然科学基金(49673193)资助项目

刘家齐, 男, 64岁, 研究员, 矿床学专业。邮政编码: 443003

次为不规则状。其大小为 $3\sim 6\ \mu\text{m}$ ，个别大者达 $8\sim 10\ \mu\text{m}$ 。香花石中流体包裹体的类型以气~液两相包裹体和含石盐子矿物三相包裹体为主，分别占包裹体总量的40%和50%，它们在香花石晶体中随机分布，经常混杂在一起。此外还有少量沿裂隙分布的液相包裹体占10%左右。与香花石紧密共生的萤石，亦含有丰富的流体包裹体。其包裹体类型特征等与香花石中的包裹体十分相似，也是以气~液两相包裹体和含石盐子矿物三相包裹体为主，分别占包裹体总量的50%与40%，液相包裹体约占10%左右。包裹体形态以椭圆形、圆形为特征，其大小为 $3\sim 6\ \mu\text{m}$ 少数达 $10\ \mu\text{m}$ 。

2.2 流体包裹体的温度、盐度和密度

香花石中流体包裹体均一温度主要集中在 $280\sim 290^\circ\text{C}$ ；包裹体盐度为15.6%~36.8% NaCl，主要集中在34%~36% NaCl，以高盐度为特征；密度为 $1.03\sim 1.10\ \text{g}/\text{cm}^3$ （表1、图1、2）。萤石中包裹体的均一温度和盐度较香花石包裹体略低。金云母中流体包裹体均一温度、盐度与萤石包裹体相近或略低。值得指出的是，香花石中的包裹体有近一半是富含石盐子矿物的高盐度包裹体。其存在很可能使香花石的矿物化学成分中的 Na_2O 含量增高，并影响晶体结构中Na离子配位。这是需要进一步深入研究的问题。

2.3 流体包裹体的气相和液相成分

应用拉曼探针测定了香花石中包裹体的气相和液相成分（表2）。

表1 香花石、萤石、金云母包裹体的温度、盐度、密度和压力特征

矿物	均一温度及部分相消失温度/ $^\circ\text{C}$				盐度/%	密度/ (g/cm^3)	气相-固相消失温度差 $\Delta t/^\circ\text{C}$	均一瞬间压力/MPa
	Th/ $^\circ\text{C}$	TG/ $^\circ\text{C}$	TH/ $^\circ\text{C}$	Tm/ $^\circ\text{C}$				
香花石	165L(3)			-11.1	15.1	1.03		
	170L			-12.5	16.5	1.05		
	274	265L	274		36.3	1.10	9	20
	272	268L	272		35.9	1.09	4	8
	272	270L	272		35.9	1.09	2	4
	280	280L	245		34.4	1.07	35	39
	280	280L	250		34.6	1.08	30	28
	290	290L	275		36.8	1.09	15	25
	305	305L	265		36.7	1.09	40	49.5
	萤石	150L(2)			-18	21.2	1.085	
158L(3)				-17	20.4	1.075		
158L				-18	21.2	1.06		
175		140L	175		30.5	1.14	35	33
175		143L	175		30.7	1.14	32	28
197		145L	197		31.7	1.13	52	50
195		150L	195		32.6	1.13	45	49.5
210(2)		155L	210		32.4	1.10	55	31
220		160L	220		32.9	1.10	60	62.5
225		160L	225		33.3	1.10	65	75
金云母	145L			-18.5	21.6	1.08		
	160L			-17.0	20.4	1.05		
	165L(2)			-18.0	21.3	1.07		
	166L			-18.5	21.6	1.065		
	168	160L	168		30.7	1.14	8	8
	175	165L	175		30.1	1.15	10	9

注：Th—均一温度；TG—气泡消失温度；TH—石盐晶体消失温度；Tm—冰融化温度；(3)—测定包体个数；L液相

由表2可以看出，在两种主要类型包裹体的气相和液相成分中均含有 CO_2 ，并成为气相

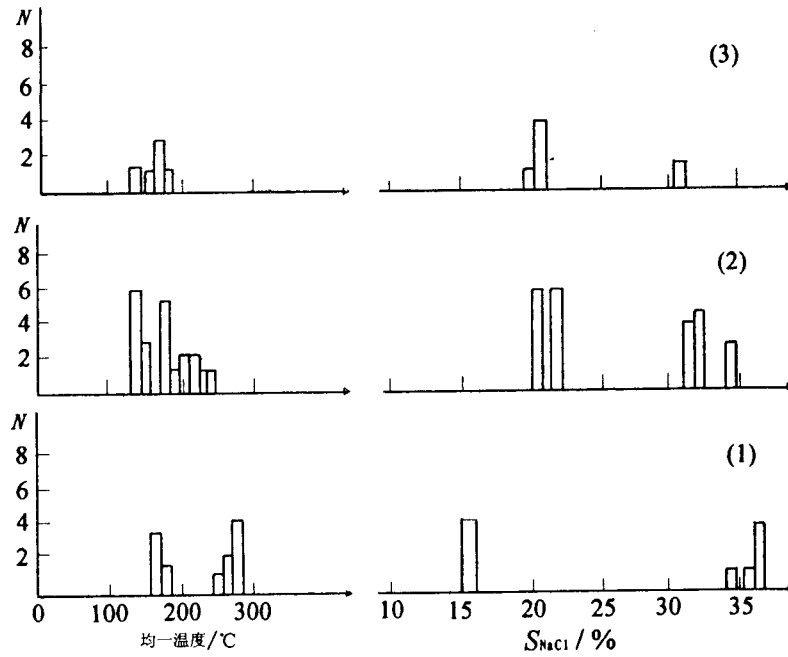


图 1 香花石 (1)、萤石 (2)、金云母 (3) 中流体包裹体均一温度、盐度 (S) 直方图
N—包裹体测定个数

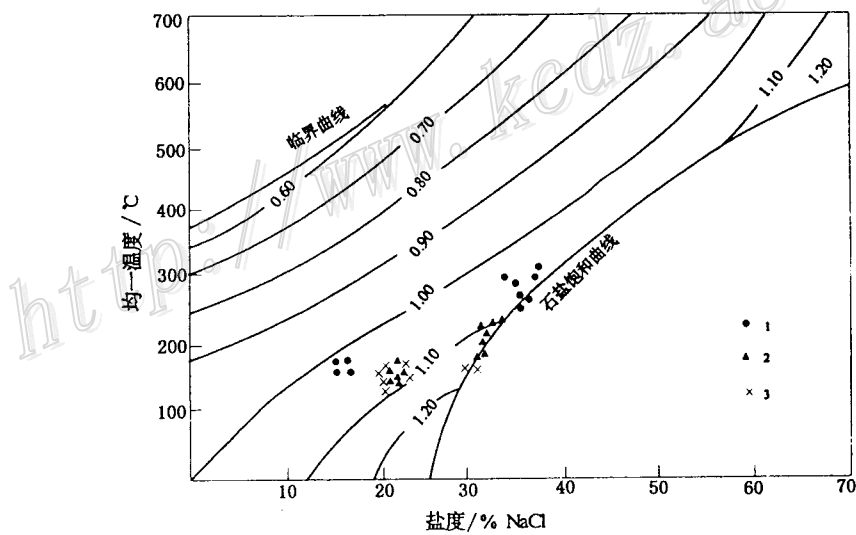


图 2 流体包裹体均一温度、盐度、密度 (ρ) 相关图
1—香花石；2—萤石；3—金云母

成分中主要组成部分 (为 55.4~57.6 mol%), 其次, 有机质 (C₁—C₄) 在包裹体的气相和液相成分中分别为 36.2~28.6 mol% 和 37.9~27.1 mol%, H₂S 分别为 8.4~13.8 mol% 和 7.6~8.9 mol%, 而 H₂O 和 SO₂ 则仅存在于包裹体的液相成分中, 分别为 25.1~18.8 mol% 和 11.4~15.3 mol%。同时在液相成分中 Cl⁻ 阴离子团含量最高, 分别为 2.5~2.61

mol/L。这与包裹体中普遍见到含有石盐子矿物, 以及包裹体的含盐度主要集中在 34% ~ 36% NaCl 是十分一致的。

表 2 香花石中流体包裹体成分

样号	包裹体类型	相态	mol%											mol/L			
			H ₂ O	CO ₂	SO ₂	H ₂ S	CH ₄	C ₂ H ₂	C ₂ H ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₆	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	HS-
982-香 1-①	含石盐子三相包裹体	V	—	55.4	—	8.4	9.3	7.7	7.3	3.1	—	4.4	4.4	—	—	—	—
		L	25.1	18.0	11.4	7.6	8.3	3.0	—	—	14.0	7.6	4.1	2.5	0.32	0.26	0.14
982-香 1-②	气~液两相包裹体	V	—	57.6	—	13.8	5.5	6.8	—	2.0	5.6	5.0	3.7	—	—	—	—
		L	18.8	29.9	15.3	8.9	7.9	2.6	2.9	—	12.0	—	1.7	2.61	—	—	0.18

注: 分析者: 西安地质矿产研究所王志海、唐南安; V—气相, L—液相

3 讨论

香花石是在富含 Be、Li、F、Ca 等元素的成矿流体中形成的, 其理想的成矿反应式是:

$$6\text{CaCO}_3 + 3\text{SiO}_2 + 3\text{BeF}_2 + 2\text{LiF} = \text{Ca}_3\text{Li}_2\text{Be}_3(\text{SiO}_4)_3\text{F}_2 + 3\text{CaF}_2 + 6\text{CO}_2$$

但这样的成矿环境, 自然界极其少见。这也许是香花石在其他地区尚未见到的原因之一。从组成香花石脉的三种主要矿物流体包裹体的均一温度实测数据, 经压力(对温度)校正后为 250~375℃ 之间, 而香花石形成温度主要集中在 360℃ 左右。上述三种矿物流体包裹体盐度主要为 34%~36% NaCl, 反映成矿流体属高温、高盐度流体。含石盐子矿物多相包裹体估算的均一瞬间压力为 30~60 MPa 之间。其形成深度大致在 1~2 km 之间。从香花石晶体中单个包裹体气相和液相成分拉曼探针分析结果看, 其中有机质(甲烷、乙炔、乙烷、丙烯、丙烷、丁二烯等)成分分别为 36.2~28.6 mol% 和 37.9~27.1 mol%。由此看来有机质(C₁—C₄) 在香花石形成中的重要作用是值得进一步深入研究的问题。

综上所述, 香花石是在富 Be、Li、F、Ca 和一定量 SiO₂ 的高温、高盐度、富含有机质(C₁—C₄) 的成矿流体中形成的。

参 考 文 献

- 1 黄蕴慧, 杜绍华, 王孔海. 我国发现了世界上前所未有的含铍矿物——香花石. 地质月刊, 1958, 7.
- 2 黄蕴慧, 杜绍华, 周秀仲. 香花岭岩石矿床与矿物. 北京: 北京科学技术出版社, 1988.
- 3 卢焕章等. 包裹体地球化学. 北京: 地质出版社, 1990.