

文章编号: 1009-3850(2001)03-0082-05

云南雪龙山韧性剪切带中流体包裹体的研究

孙志明, 李兴振, 沈敢富, 杜德勋, 江新胜

(成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082)

摘要: 流体包裹体是变质作用及其后期构造作用过程中流体环境中唯一真实客观的记录, 对解决某些重要的地质理论问题具有十分重要的意义。对于流体包裹体的形态特征及其成分特征的研究, 可反映流体的成因及其演化等问题。

关键词: 韧性剪切带; 流体包裹体; 降温的退变质作用

中图分类号: P542

文献标识码: A

Fluid inclusions from the Xuelongshan ductile shear zone, Yunnan

SUN Zhi-ming, LI Xing-zhen, SHEN Gan-fu, DU De-xun, JIANG Xin-sheng

(*Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China*)

Abstract: Fluid inclusions tend to objectively record the fluid conditions during the metamorphism and subsequent tectonism. The temperatures and pressures for the fluid inclusion formation are believed to be the significant factors indicating physical and chemical conditions during the fluid inclusion formation. The morphology and compositions of the fluid inclusions from the Xuelongshan ductile shear zone, Yunnan examined in this paper may reflect the genesis, nature and evolution of the fluids from this area. The results of research show that the Xuelongshan ductile shear zone is not only a tectonically deformed zone but also a catathermal and retrogressive metamorphic

zone.

Key words: ductile shear zone; fluid inclusion; catathermal and retrogressive metamorphic zone

对于雪龙山变质带(雪龙山韧性剪切带),前人研究较多(尹光侯,1998)^[1,2],笔者在前人研究的基础上,从流体包裹体入手,拟探讨在变质作用和韧性剪切作用过程中流体的性质、作用及其演化。

1 流体包裹体的形态特征

区内的流体包裹体根据形成的时间可将其分为变质阶段和构造变形阶段。前者分为早期变质和后期变质,不能分则统称为变质阶段;后者分为韧性剪切阶段和脆性变形阶段,特征不明显者则统称为后期构造阶段。

通常说来,在变质作用和构造变形过程中所形成的流体包裹体,可以形成在各种不同的矿物中,然而由于暗色矿物的透明度较差,不利于包裹体的鉴定和研究,加之解理发育的矿物的抗暴强度较低,包裹体不容易保存等种种原因,因此,笔者研究的对象主要是石英和少量石榴子石及长石。

包裹体的形态取决于其形成的环境,在变质作用过程中,一般是一种相对稳定的矿物结晶环境中形成的,其包裹体一般比较规则,多呈圆形/椭圆形,个别受后期构造作用而拉长呈条带或不规则状,而在后期构造作用中,流体包裹体多为不规则状。

2 流体包裹体的成分特征

本区的流体包裹体按其物理状态分类具有气相包裹体,液体包裹体和多相包裹体(气液包裹体)三种状态;按成分特征可以分为两类,一类为CO₂大于90%的摩尔比;另一类为CO₂和H₂O等混合包裹体。本区的包裹体以后者为主。流体包裹体测试工作是在南京大学进行的,各种流体包裹体的成分分析结果列表1。从上表中可以看出,流体的成分主要是由CO₂和H₂O组成,并且由于所采用的岩石类型不同,流体的成分之间具有一定的差异性,但其组合表明CO₂和H₂O是控制变质作用和构造作用的主要流体。

3 流体的物理化学性质

流体在变质作用与岩石之间的相互作用、相互影响,使岩石和流体处于一种物理化学平衡状态,流体的某些物理化学参数对于探讨岩石成因和演化具有重要的意义。根据流体包裹体成分的测试结果(表1),同一包裹体共生的液相和气相具有一定的相互关系,按理想状态下近似求得气相部分的CO₂的密度(表2)。

流体包裹体形成的温压条件是确定其形成的物理化学环境的重要因素,根据计算的CO₂的密度可求得CO₂的均一温度(Yermakov, 1965)和岩石中包裹体液相的均一温度。CO₂由于岩石种类及变质作用、构造作用的不同而具有一定的差异性,根据CO₂-H₂O体系等流图解,可求得各阶段所形成的温度,按包裹体中流体CO₂的密度,求得包裹体所形成的压力(表2)。从表中可以看出,CO₂流体密度越大,其形成的压力越高。较系统的流体包裹体研

云南雪山山韧性剪切带流体包裹体的产出、形态等特征

Geology of the fluid inclusions from the Xuelongshan ductile shear zone, Yunnan

包裹体的成因类型	包裹体的形态	粒度/ μ	相态充填度	CO ₂ 相均一温度/°C	包裹体的均一温度/°C
原生	粒状	3~8	CO ₂ 相:0.64	29~30.5(液相)	
原生	粒状	1~4	CO ₂ 相:0.57	29~30(液相)	
原生	粒状	1~4	CO ₂ 相:0.40	30~30.5(液相)	335~345(H ₂ O相)
假次生	粒状	2~5	CO ₂ 相:0.42	29~30(液相)	
次生	长条状	2~4	CO ₂ 相:0.85	29.5~30(液相)	320~335(H ₂ O相)
原生	不规则粒状	大于8	CO ₂ 相:0.64	-9.8~-13(液相)	
假次生	不规则粒状	1~4	CO ₂ 相:0.40	29.8~30.2(液相)	275~290(H ₂ O相)
原生	不规则粒状	2.0~4.5	CO ₂ 相:0.50	29.8~30(液相)	
假次生	不规则粒状	1~4	CO ₂ 相:0.68	2~3(液相)	320~335(H ₂ O相)
假次生	细小粒状 不规则粒状	1~3 2~5	CO ₂ 相:1.0 CO ₂ 相:0.45	25~26(液相)	300~310(H ₂ O相)
假次生	细小不规则状 不规则粒状	1~3 2~6	CO ₂ 相:0.65	6~7(液相)	280~290(H ₂ O相)
假次生	细小粒状	1~3	CO ₂ 相:0.67	2~3(液相)	285~300(H ₂ O相)
原生	不规则粒状	1~4	CO ₂ 相:0.52	29~30.5(液相)	
原生	细粒状	1.0~2.5	CO ₂ 相:1.0	3~4(液相)	310~330(H ₂ O相)
假次生	细粒状	1~3	CO ₂ 相:1.0	-13~-16(液相)	
假次生	粒状	2~4	CO ₂ 相:0.68	6~7(液相)	325~340(H ₂ O相)
假次生	粒状	1~3	CO ₂ 相:1.0	-2~-2.3(液相)	
假次生	不规则粒状	2~4	CO ₂ 相:0.5	25~26(液相)	315~330(H ₂ O相)

表2 云南雪山山韧性剪切带流体包裹体的流体密度及成分类型和温压特征

Table 2 Fluid density, compositions, temperatures and pressures for the formation of the fluid inclusions from the Xuelongshan ductile shear zone, Yunnan

样品号	岩石名称	w(NaCl _{eq})/%	包裹体的流体密度 (g/cm ³)	CO ₂ 流体密度 (g/cm ³)	包裹体成分类型	形成温度/℃	形成压力 (×10 ⁵ Pa)	氧逸度 (lgfO ₂)	生成时期
Cgr-6	石榴子石斜长角闪片岩	<2.0	0.74~0.75(X _{CO₂} = 0.3)	0.574~0.603	熔体	640~670	3200~3400	-14.9~-14.1	早期变质
Cgr-6	石榴子石斜长角闪片岩	4.0±	0.782~0.786(X _{CO₂} = 0.25)	0.596~0.903	CO ₂ -H ₂ O	545~570	3000~3200	-17.7~-16.9	后期变质
Cgr-10	透辉斜长石岩		0.805~0.825(X _{CO₂} = 0.15)	0.574~0.596	气相, CO ₂ -H ₂ O	580~620	4400~4800	-16.5~-15.3	韧性剪切
Cgr-22	花岗岩糜棱岩		0.820~0.830(X _{CO₂} = 0.15)	0.574~0.596	气相, CO ₂ -H ₂ O	560~600	4100~4600	-17.2~-15.8	韧性剪切
Cgr-30	花岗岩糜棱岩		0.74~0.75(X _{CO₂} = 0.3)	0.596~0.620	熔体	620~660	3100~3350	-15.5~-14.4	变质阶段
Cgr-30	花岗岩糜棱岩		0.99~1.00(X _{CO₂} = 0.7)	0.98~1.00	CO ₂ -H ₂ O	450~480	4100~4350	-20.4~-19.1	韧性剪切
Cgr-33	花岗岩糜棱岩	3.4±	0.840~0.841(X _{CO₂} = 0.14)	0.580~0.615	气相, CO ₂ -H ₂ O	460~490	3500~3700	-20.8~-19.6	后期变质
Cgr-37	花岗岩糜棱岩		0.931~0.935(X _{CO₂} = 0.45)	0.900~0.906	气相, CO ₂ -H ₂ O, CO ₂	470~510	4050~4400	-19.7~-18.2	韧性剪切
Cgr-37	花岗岩糜棱岩	<3.0	0.795~0.800(X _{CO₂} = 0.2)	0.596~0.601	CO ₂ -H ₂ O	540~560	3400~3800	-17.9~-17.1	变质阶段
Cgr-43	石英砂岩		0.840~0.845(X _{CO₂} = 0.24)	0.688~0.703	CO ₂ -H ₂ O, CO ₂	450~480	3100~3400	-21.2~-19.9	韧性剪切
Cgr-46	花岗岩糜棱岩		0.920~0.925(X _{CO₂} = 0.4)	0.876~0.882	CO ₂ -H ₂ O, CO ₂	430~460	3700~4000	-21.6~-20.2	韧性剪切
Cgr-55	斜长角闪片岩		0.930~0.936(X _{CO₂} = 0.45)	0.900~0.906	CO ₂ -H ₂ O	450~480	3900~4100	-20.6~-19.4	韧性剪切
Cgr-55	斜长角闪片岩	2.5±	0.820~0.825(X _{CO₂} = 0.23)	0.653~0.671	CO ₂ -H ₂ O	575~600	4050~4150	-16.6~-15.8	韧性剪切
Cgr-56	黑云母石英片岩	2.3±	0.895~0.901(X _{CO₂} = 1.0)	0.895~0.901	CO ₂	510~550	3000~3200	18.3~16.9	韧性剪切
Cgr-67	千糜岩		1.00~1.01(X _{CO₂} = 1.0)	1.00~1.01	CO ₂	470~500	3900~4150	-19.5~-18.3	韧性剪切
Cgr-67	千糜岩		0.915~0.920(X _{CO₂} = 0.43)	0.876~0.882	CO ₂ -H ₂ O	470~500	3900~4150	-19.5~-18.3	韧性剪切
Cgr-70	千糜岩	4.3±	0.948~0.951(X _{CO₂} = 1.0)	0.948~0.951	CO ₂	420~460	2900~3200	-22.4~-20.7	后期构造
Cgr-70	千糜岩		0.84~0.85(X _{CO₂} = 0.24)	0.688~0.703	CO ₂ -H ₂ O	420~460	2900~3200	-22.4~-20.7	后期构造

究表明,在韧性剪切阶段,流体主要为 $\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O}$ (气相),温度和压力由糜棱岩带边缘向中心,均逐渐降低。温度由 620°C 降到 500°C ,压力由 $4800 \times 10^5\text{Pa}$ 降到 $4150 \times 10^5\text{Pa}$ 。这种趋势可能与应变软化有关。变质作用时期,从早期到晚期,其压力变化不大,约在 $(3000 \sim 4000) \times 10^5\text{Pa}$ 之间变化,而温度从最高 670°C 降到 490°C ,降低近 200°C (表2)。变质温度高于韧性剪切变形时温度,表明韧性剪切是降温的退变质作用。

4 结论

韧性剪切带不仅是一条构造变形带,也是降温的退变质作用的变质带。在变质变形过程中,一方面,在构造剪应力的作用下,岩石的强度降低,物质的溶解速度加快;另一方面,流体作为软化剂,改变了岩石和矿物的变形特征,流体作为介质可以携带各种物质,使大部分构造变质在较小的差异应力的作用下得以进行。

参考文献:

- [1] 云南省地质矿产局. 云南省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1990.
- [2] 尹光侯, 张金良, 陈四君. 雪龙山变质带研究新进展[J]. 云南地质, 1998, 17(1): 17-26.
- [3] Roedder 著, 卢焕章, 王卿铎等译. 流体包裹体(下)[M]. 长沙: 中南工业大学出版社, 1986.
- [4] 何智礼. 包体矿物学[M]. 北京: 地质出版社, 1982.
- [5] 中国科学院地球化学研究所. 矿物中的包裹体及其在地质上的应用[M]. 北京: 地质出版社, 1977.
- [6] Burruss 著, 芮宗瑶, 沈昆译. 流体包裹体在岩石和矿物学中的应用[M]. 北京: 地质出版社, 1981.
- [7] 李秉伦. 变生流体包裹体的研究[J]. 岩石学报, 1985, 1(4): 54-60.
- [8] 李秉伦, 石岗. 矿物中包裹体气体成分的物理化学参数图解[J]. 地球化学, 1986, (2): 126-137.
- [9] 刘斌. 利用流体包裹体及其主矿物共生平衡的热力学方程计算形成温度和压力[J]. 中国科学(B辑), 1987, (3): 303-310.
- [10] 刘斌, 等. 脆韧性构造岩中矿物流体包裹体的研究[J]. 矿物学报, 1991, 11(4): 377-385.