

东昆仑格尔木东部金水口片麻状富铝花岗岩 锆石微区Raman光谱研究

龙晓平^{1,2}, 金巍², 余能²

LONG Xiaoping^{1,2}, JIN Wei², YU Neng²

1. 中国科学院广州地球化学研究所, 广东 广州 510640;

2. 吉林大学地球科学学院, 吉林 长春 130061

1. *Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, Guangdong, China;*

2. *College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, Jilin, China*

摘要:通过对金水口片麻状富铝花岗岩中锆石的宏观形态特征和微区Raman光谱特征的研究发现,该套片麻状花岗岩中的锆石主要有2种类型:颗粒较小的简单锆石和颗粒较大的复杂锆石。复杂锆石由3部分组成:细小的残留核、浅色部分和褐色部分。简单锆石和复杂锆石核部残留锆石均为变质成因;复杂锆石的浅色部分和褐色部分均为岩浆锆石。结合锆石Raman谱线研究结果,对金水口片麻状富铝花岗岩已有的锆石U-Pb年龄进行进一步的解释,认为390~414 Ma可能代表了复杂锆石的浅色部分或褐色部分的岩浆锆石的形成时代,而1600~1800 Ma可能记录了复杂锆石核部变质事件的时代。

关键词:东昆仑;片麻状富铝花岗岩;锆石;Raman光谱

中图分类号:P588.12¹;P597^{1.3}

文献标识码:A

文章编号:1671-2552(2005)01-0036-05

Long XP, Jin W, Yu N. Raman spectroscopic study of zircons in the Jinshui Kou gneissic Al-rich granite in east Gol-mud, East Kunlun. *Geological Bulletin of China*, 2005, 24(1): 36-40

Abstract: Studies of the macroscopic morphology of zircons in the Jinshui Kou gneissic Al-rich granite and the characteristics of the micro-area Raman spectra show that zircons in this gneissic granite mainly have two types: relatively small, simple zircon and relatively big, complex zircon. Complex zircon consists of three parts: a smaller relict core, a light-colored part and a brown part. Simple zircon and the smaller relict core in complex zircon are both of metamorphic origin. The light-colored and brown parts in complex zircon are both magmatic zircon. On that basis, combined with a study of the zircon Raman spectra, a reinterpretation of the available zircon U-Pb age of the Jinshui Kou gneissic Al-rich granite has been made. The authors think that 390-414 Ma might represent the formation age of the magmatic zircon of the light-colored part or the brown part in complex zircon, while 1600-1800 Ma might represent the age of the metamorphic event in the relict core in complex zircon.

Key words: East Kunlun; gneissic Al-rich granite; zircon; Raman spectroscopy

锆石成因是制约锆石U-Pb测年结果解释的重要因素,尤其是高级变质岩区的复杂锆石^[1,2]。复杂锆石的内部微区结构往往比较复杂,不同内部结构其成因不同^[3-7],从而获得的锆石微区U-Pb同位素

年龄的地质意义也不相同。锆石微区Raman光谱分析研究^[6-10]表明,岩浆成因锆石与变质成因锆石的Raman光谱强度从核部至晶体边部变化趋势不同,岩浆锆石的Raman光谱强度从晶体核部至边部逐渐

收稿日期:2003-09-20;修订日期:2004-11-02

地调项目:中国地质调查局《中国中西部前寒武纪重大地质事件群及全球构造意义》项目(200113900070)资助。

作者简介:龙晓平(1979-),男,在读博士,从事变质岩、岩浆岩及其地球化学研究。E-mail:lxp_79@sina.com

通讯作者:金巍(1956-),男,教授,从事变质岩及其地球化学研究。

减弱,Δ355值减小,并认为这种变化趋势是由于变质程度不同造成的;岩浆成因的锆石背景值比变质成因锆石高,明显倾斜于坐标,而变质成因锆石的 Raman 微区光谱的背景值几乎平行于横坐标;此外,锆石的 Raman 光谱峰值强度与锆石的变质程度成反比关系。本文将结合锆石的 Raman 微区光谱分析,讨论金水口片麻岩化花岗岩的锆石微区成因特征及锆石微区 U-Pb 同位素测年的意义。

1 地质概况和锆石特征

本次分析的锆石所在的片麻状富铝花岗岩,主要出露于青海省境内的诺木洪农场金水口电站附近和该区诺木洪河以西地区,周围分布一套大理岩和斜长角闪岩互层的古元古代浅变质层状岩系,以及部分显生宙侵入岩系。这套片麻状富铝花岗岩的岩石类型主要为红柱堇青(含)石榴黑云片麻状花岗岩和堇青石榴黑云片麻状花岗岩,矿物颗粒粗大,富含石榴子石。石榴子石呈粉色,边缘呈港湾状;黑云母呈棕褐色,片状,部分多色性明显,沿其解理有铁质不透明矿物析出,黑云母边部重熔结构明显,边缘港湾状(图1-A、E)。部分黑云母无多色性,正交偏光镜下干涉色异常,波状消光,解理极差。此外该套片麻状富铝花岗岩中出现粒状堇青石、柱状红柱石。堇青石浅黄绿色,胶蛇纹石化发育(图1-A、F),边部可见反应边(图1-B),有的堇青石

被黑云母穿插(图1-C),有的堇青石包裹有石榴子石(图1-F)。红柱石核部为粉红色,多色性明显(图1-D),与石榴子石不共生。锆石主要附存在黑云母、石英和长石之中。这套片麻状花岗岩富含黑云变粒岩、麻粒岩等包体。通过显微镜下观察,可以区分出2期典型的矿物共生组合:Bi+Ga+Kf+Pl+Q, Cord+And+Bi+Kf+Pl+Q。这些特征表明,该套片麻状富铝花岗岩具有比较典型的重熔型花岗岩的特征。

金水口片麻状花岗岩中的锆石主要有2类:颗粒较小的简单锆石和颗粒较大的复杂锆石。简单锆石呈褐色,主要为短棱柱状和浑圆状,粒径小于100 μm,短棱柱状呈褐色或无色,延长比小于1:2,半自形到自形,具比较好的柱面和锥面。复杂锆石主要有次浑圆状和次棱角状,粒径大约200 μm左右,颜色以褐色和浅褐色为主,结构复杂。在复杂锆石中,有的可见细小的较自形的残留锆石,有的表面有蚀痕,有的可见连晶现象,也有的可明显区分出颜色不同的2部分。这套片麻状富铝花岗岩中的锆石形态和 Raman 微区分析具体位置见图2。

2 实验方法

Raman 分析是在吉林大学地球科学院拉曼实验室完成的。仪器型号为 Renishaw system-1000 型激光拉曼光谱仪,激光器 514.5 nm Ar⁺离子型,功率 5 mW,精度 1 cm⁻¹,积分时间 30 s,狭缝宽度 25 μm。

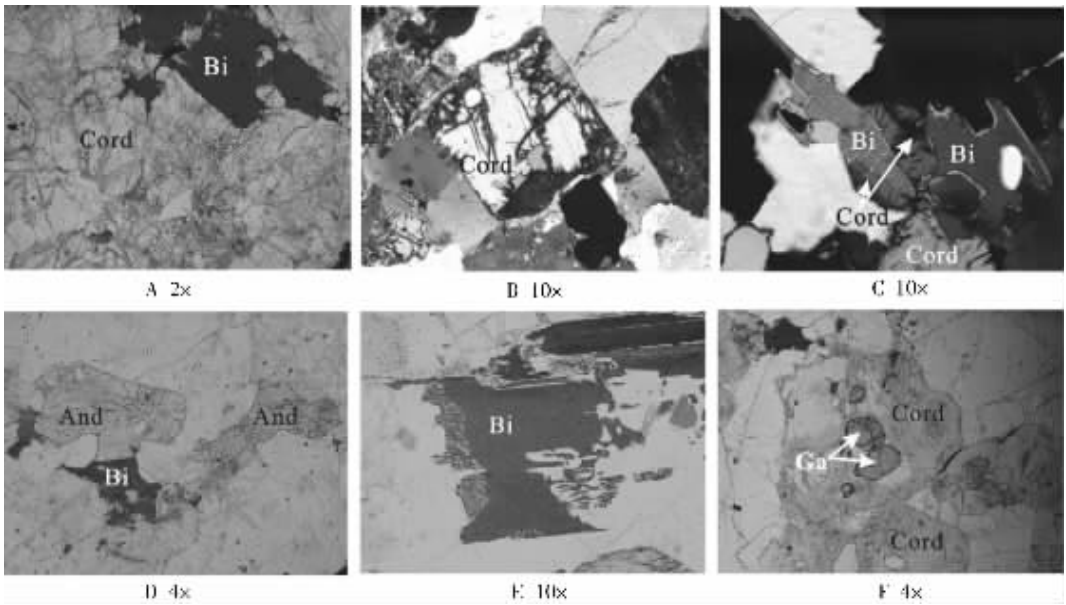


图1 金水口片麻状富铝花岗岩中的矿物显微镜下特征

Fig.1 Microscopic features of minerals of the Jinshuikou gneissic Al-rich granite

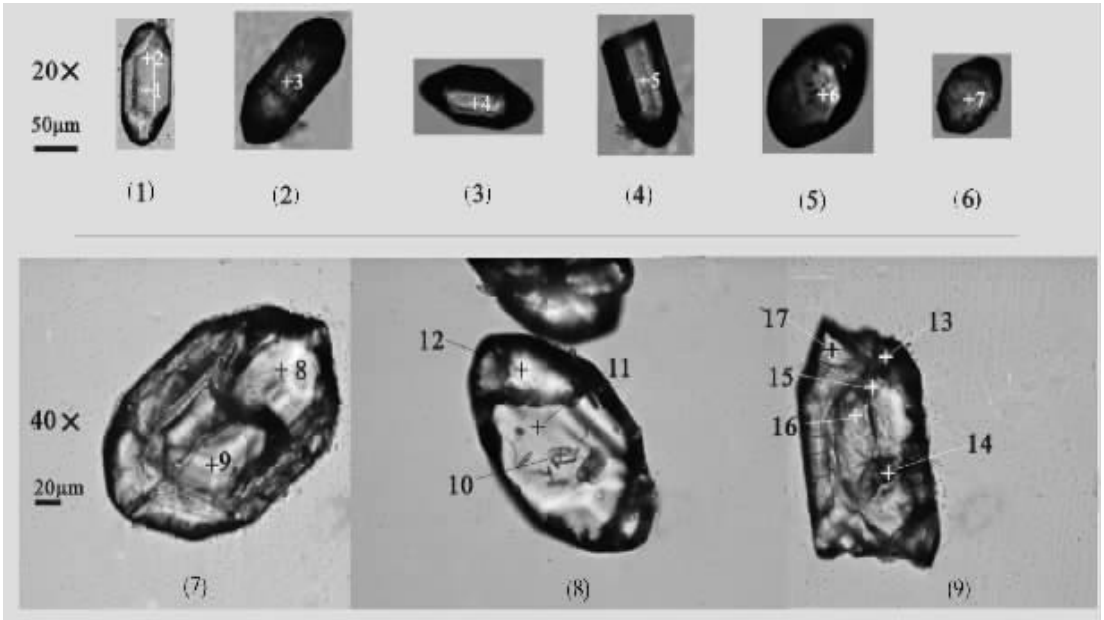


图2 锆石照片(+表示Raman测试位置)

Fig.2 Photo of zircons

3 分析结果

本次Raman光谱分析了片麻状富铝花岗岩中一些不同晶形的简单锆石和部分复杂锆石,重点对复杂锆石进行了不同微区的Raman谱线分析。颗粒较小、内部结构简单的锆石和颗粒较大、内部结构复杂的锆石Raman谱线有明显区别。

内部结构简单的不同晶形的(图2中的锆石颗粒(1)~(6))单颗粒锆石分析结果见图3, Raman谱线总体平缓,谱线背景值低,这与闽北麻源群斜长角闪岩中的变质锆石特征^[9,10]相同,为变质成因锆石。

内部结构复杂的锆石具有重熔锆石的特征(图2中的锆石颗粒(7)~(9)),其Raman谱线比较复杂,主要显示岩浆成因和变质成因的特征。复杂锆石浅褐色部分和浅色部分,以及有残留锆石核的复杂锆石的幔部,均为岩浆成因。而复杂锆石中的残留锆石核则为变质成因。如(7)号锆石上部的浅色部分(图2的(7)号锆石),其Raman谱线如图4-A中8号曲线,显示岩浆成因;下部浅褐色部分环带结构清楚,其Raman谱线如图4-A中9号曲线,也显示岩浆成因。这表明该锆石可能是同一期岩浆过程中不同阶段的产物,或是由2期岩浆作用所形成的。在其他2粒复杂锆石(图2中的(8)、(9)号锆石)中也明显发育

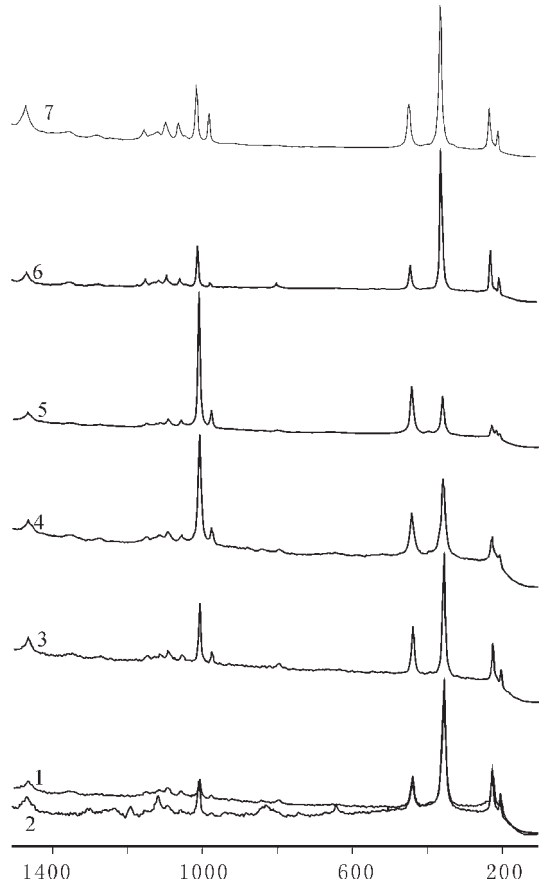


图3 简单锆石的Raman谱线

Fig.3 Raman spectra of simple zircon

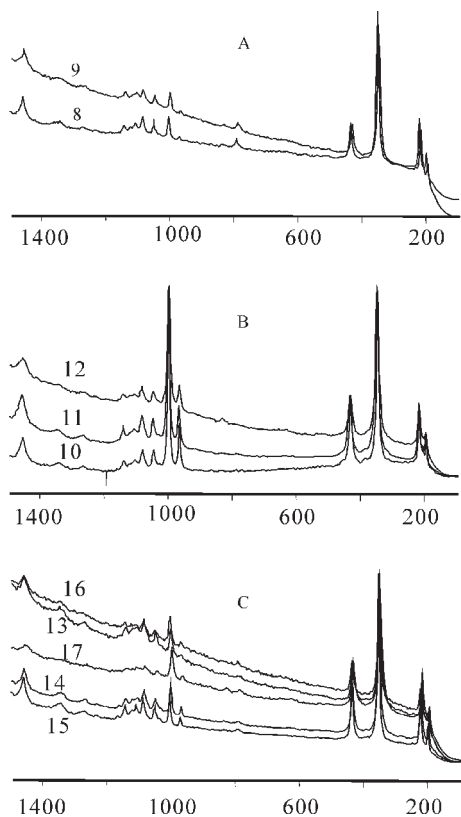


图4 复杂锆石不同部分的Raman谱线

Fig.4 Raman spectra of different portions of complex zircon

浅色和褐色2种岩浆锆石。(8)号锆石核部有细小的较自形的残留锆石,其Raman谱线如图4-B中10号曲线,显示变质成因;外部浅色部分(图4-B中11号曲线)及边部褐色部分(图4-B中12号曲线),均显示岩浆成因。在该颗粒中由里向外,背景值增高。(9)号锆石比较复杂,右边及中心深褐色部分Raman谱线没有出现特征的锆石峰(图4-C中13、16号曲线),可能是因为这部分晶面极差,或是已经退晶质化了;其他部分Raman谱线如图4-C中的其他曲线,总体显示岩浆成因。

据以上分析,金水口片麻状富铝花岗岩中存在2种成因截然不同的锆石,对于复杂锆石的不同微区,其成因可区分出岩浆锆石和变质锆石。较大颗粒复杂锆石的核部为变质锆石,幔部为岩浆锆石,说明在花岗岩重熔的过程中,捕获了源岩中的碎屑变质锆石。而颗粒较小的简单锆石,包括比较自形的锆石和浑圆状锆石,均为变质成因,笔者推测其为源岩中的变质锆石,因颗粒细小而未被花岗

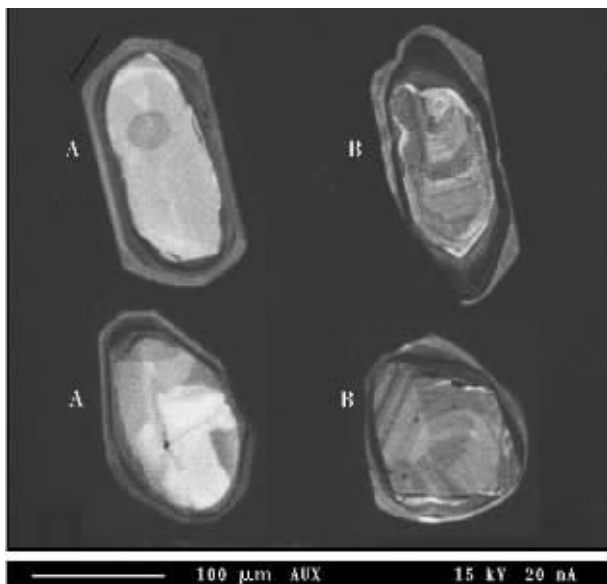


图5 片麻状富铝花岗岩中锆石的阴极发光图像

Fig.5 CL images of zircons of gneissic Al-rich granite

岩化过程中的重熔作用改造,保留下来。因而,颗粒较小的简单锆石和复杂锆石核部的变质锆石可能共同记录了源区的(也有可能是原岩所经历的)一次变质作用。

此外,这套片麻状富铝花岗岩的锆石阴极发光图像显示(图5),复杂锆石的核部形状不规则,棱角分明,表明它们或是原地捕获,或是仅经过短距离搬运,反映其物源区较近。复杂锆石核部阴极发光图像主要有2种类型:其一,图像比较亮,振荡环带不明显(图5-A),可能为变质锆石;其二,图像稍暗,振荡环带明显(图5-B),可能为岩浆锆石。这2类成因锆石的存在,基本上与锆石Raman分析结果相吻合,说明这套片麻状富铝花岗岩中的锆石成因比较复杂。

4 结论及应用

通过对金水口片麻状富铝花岗岩中的锆石及其Raman谱线特征的分析,得到以下结论。

(1)东昆仑金水口片麻状富铝花岗岩中的锆石主要有2类:颗粒较小的简单锆石和颗粒较大的复杂锆石。复杂锆石由3部分组成:细小的核部残留锆石、浅色部分和褐色部分。

(2)东昆仑金水口片麻状富铝花岗岩中细小的简单锆石和复杂锆石中核部残留锆石均为变质成因;复杂锆石的浅色部分和褐色部分均为岩浆锆石,

这2部分可能是同一期岩浆在外部条件改变的情况下,在不同阶段结晶的产物,或是在2期岩浆作用过程中形成的。

结合锆石Raman谱线研究结果,可以对金水口片麻状富铝花岗岩已有的锆石U-Pb年龄进行进一步的解释。据张建新等^[11]的研究,金水口片麻状富铝花岗岩(即样品ZJ01-4-4,野外定名为黑云二长花岗岩)的锆石SHRIMP测定结果显示,U-Pb谐和年龄主要集中在390~414 Ma和1600~1800 Ma之间。390~414 Ma可能代表了复杂锆石的浅色部分或褐色部分的岩浆锆石形成时代,即记录了与该套花岗岩形成密切相关的重熔事件的年代。1600~1800 Ma可能对应于复杂锆石核部变质事件的年龄,说明物源区可能是一套经历变质的变质岩系,而非岩浆岩系,这与该套S型富铝花岗岩的成因属性相吻合。同时,这一年龄也记录了古元古代物源区所经历的一期变质事件,可能代表了该区变质基底的形成时代。

在论文的编写过程中,吉林大学地球科学学院葛文春教授、拉曼实验室王可勇教授给予了热情的指导和支持,在此表示衷心的感谢!

参考文献:

- [1]孙敏,关鸿.阜平杂岩年龄及其地质意义:兼论前寒武高级变质地体的定年问题[J].岩石学报,2001,17(1):145-156.
- [2]陈道公,李彬贤,夏群科,等.变质岩中的锆石U-Pb计时问题评

述——兼论大别造山带锆石定年[J].岩石学报,2001,17(1):129-138.

- [3]Pidgeon R. T. Recrystallisation of oscillatory zoned zircon: some geochronological and petrological implications[J]. Contrib. Mineral. Petrol., 1992, 110:463-472.
- [4]Pidgeon R. T., Nemchin A. A., Hitchen G. J. Internal structures of zircon from Archaean granites from the Darling Range batholith: implications for zircon stability and the interpretation of zircon U-Pb ages [J]. Contrib. Mineral. Petrol., 1998, 132: 288-299.
- [5]Ashwal L. D., Tucker R. D., Zinner E. K. Slow cooling of deep crustal granulite and Pb-loss in zircon [J]. Geochimica et Cosmochimica Acta, 1999, 63(18): 2839-2851.
- [6]Nasdala L., Irmer G., Wolf D. The degree of metamictization in zircons: a Raman spectroscopic study [J]. European J. Mineral., 1995, 7: 471-478.
- [7]Nasdala L., Pidgeon R. T., Wolf D., et al. Metamictization and U-Pb isotopic discordance in single zircons: a combined Raman microprobe and SHRIMP ion probe study [J]. Mineral. Petrol., 1998, 62:1-27.
- [8]Pidgeon R. T., Wolf D. Heterogeneous metamictization of zircon on a microscale [J]. Geochimica et Cosmochimica Acta, 1996, 60 (6): 1091-1097.
- [9]鲍学昭,甘晓春.闽北麻源群斜长角闪岩中锆石的成因矿物学研究 [J].岩石矿物学杂志, 1996,15(1):73-79.
- [10]鲍学昭,李惠民,陆松年.锆石微区喇曼光谱研究及成因标型意义 [J].地球科学,1998,33(4):455-462.
- [11]张建新,孟繁聪,万渝生,等.柴达木盆地南缘金水口群的早古生代构造热事件: 锆石U-Pb SHRIMP年龄证据 [J]. 地质通报, 2003,22(6):397-404.