

胶东磁山花岗岩体的锆石 形态群特征及其意义*

孟繁聪 孙岱生 李胜荣 英基丰

(中国地质大学, 北京 100083)

主题词 磁山岩体 锆石形态群 胶东

摘要 首次根据烟台地区磁山黑云母二长花岗岩的439粒锆石形态群的研究, 确定磁山岩体为岩浆成因。通过与胶东玲珑、郭家岭、昆崙山三大含金岩体的锆石形态群进行对比, 表明磁山岩体与玲珑岩体相似, 推测磁山岩体形成时代为晚侏罗世, 岩浆物质来源为胶东群部分重熔, 物质组成以壳源为主, 岩体结晶温度跨度大, 富含水分, 对成矿有利。

1 引言

胶东盛产黄金, 金矿又多产在花岗岩体中或与老地层(胶东群)的内接触带上。因此, 胶东花岗岩的成因、演化及其与金矿化的关系, 引起了地质学界的普遍关注, 发表的论文达数十篇, 取得了丰硕成果。但这些研究主要集中在胶东之西北地区。近年来, 随着地质工作的深入开展, 在烟台地区也相继发现了一些矿床和矿点, 如南张家金矿, 这些矿床和矿点主要分布在磁山岩体中。而前人对磁山岩体研究较少, 特别是根据磁山岩体中的锆石形态群来研究岩体的形成、演化及与金矿化的关系更是空白, 本文尚属首次。

锆石形态群法是法国尼斯大学教授 Pupin(1980)^[1]提出的, 该法可判断花岗岩的成因类型(壳型、壳幔型和幔型)和演化^[1, 2], 是岩石化学方法的一个重要补充, 在我国华南、胶东地区经进一步证实是行之有效的^[3-5]。

据前人^[1, 2]研究, 影响锆石晶体形态群分布及演化的主要因素有以下几点:

1) 结晶环境的化学特征对锆石锥面的产生和相对发育状况起主导作用, 在过铝质介质中锆石的{311}锥面发育, 在过碱质介质中锆石的{111}锥面发育。

2) 锆石结晶环境的温度对其柱面的相对发育程度起主导作用, 结晶环境的温度越高, 柱面{110}越发育, 结晶环境的温度越低, 柱面{100}越发育。

3) 水对岩浆中锆石的结晶温度影响较大。在贫水的岩浆中, 锆石只在早期阶段结晶; 而在富水的岩浆中, 锆石的结晶作用从岩浆早期阶段开始, 可一直持续到岩浆后期, 形成富含U、Th、Y等微量元素的水锆石才结束。可以看出, 无论是贫水的岩浆还是富水的岩浆, 形成温度最高的锆石都是在岩浆早期形成的。

4) 不同成因的花岗岩类, 其锆石形态群的分布和演化趋势是不同的。因此, 通过对锆石

* 本项目为高等学校博士学科点专项基金资助

第一作者简介 孟繁聪, 男, 1967年生, 讲师, 博士生, 矿物学专业。

收稿日期 1998-09-04, 改回日期 1998-12-28

形态群的统计和计算,可以判断花岗岩类的成因及其演化趋势。

Pupin(1980)根据锆石晶形与熔浆结晶温度及熔浆铝碱之间的关系,将锆石分为A、AB、B、C、D、E、F、G、H、J、J₁₋₅、L、P、Q、R、S等16种主型和A、AB₁₋₅、B、C、D、E、F、G₁₋₃、H、J、J₁₋₅、L₁₋₅、P₁₋₅、Q₁₋₅、R₁₋₅、S₁₋₂₅等64种亚型^[1],各亚型的特征与温度指数*I.T*及碱度指数*I.A*的关系如图1所示。

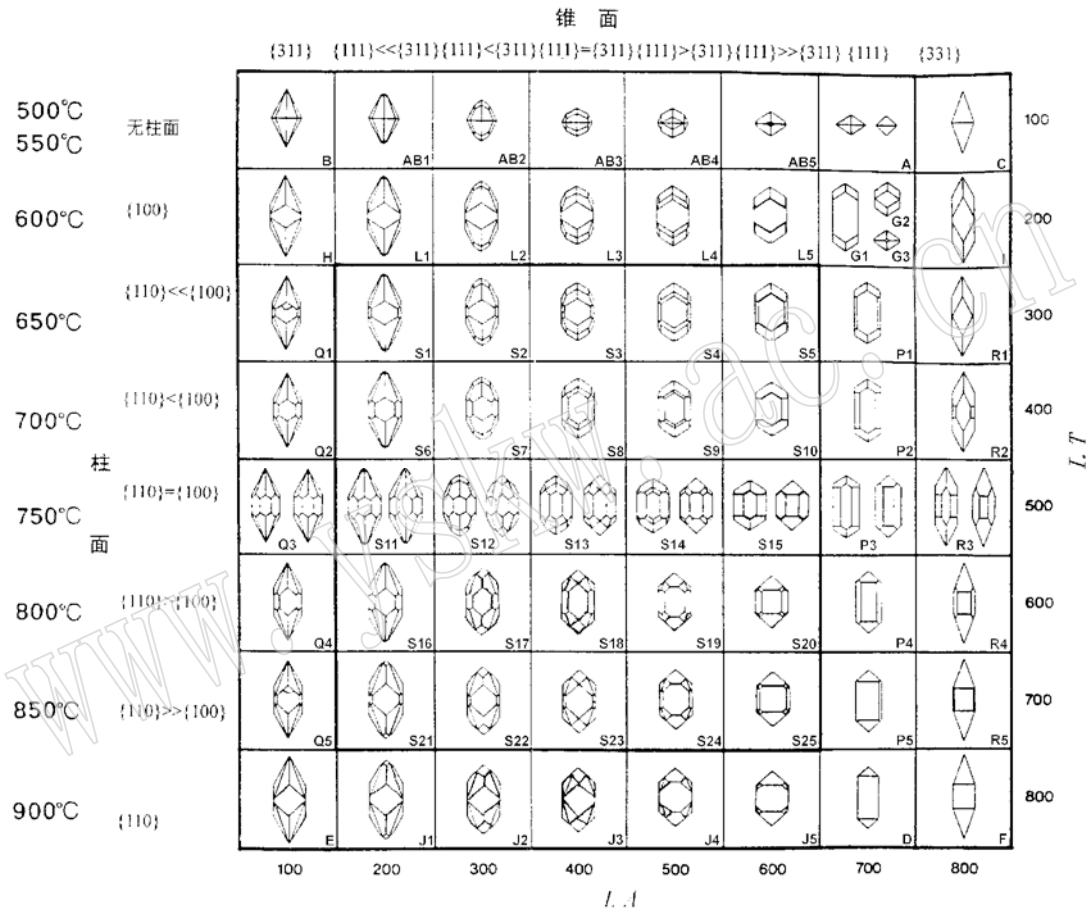


图1 锆石的主要类型、亚型及相应的地温测量标尺

Fig. 1 Main types and subtypes of zircon and corresponding scale of geothermometry

(据参考文献[1])

2 磁山岩体

2.1 岩体产状及地质特征

磁山岩体出露在烟台市福山区以西、蓬莱市东南,其地理位置见图2。在工作区内,磁山岩体分布在燕子砦岩体以东,东与粉子山群和蓬莱群呈断层接触,北以时金河为界,与九目山岩体呈侵入接触关系(后者侵入磁山岩体),出露面积约17km²(图3)。岩体岩性经岩石学矿物学研究后定为黑云母二长花岗岩,主要由斜长石(35%)、钾长石(30%)、石英

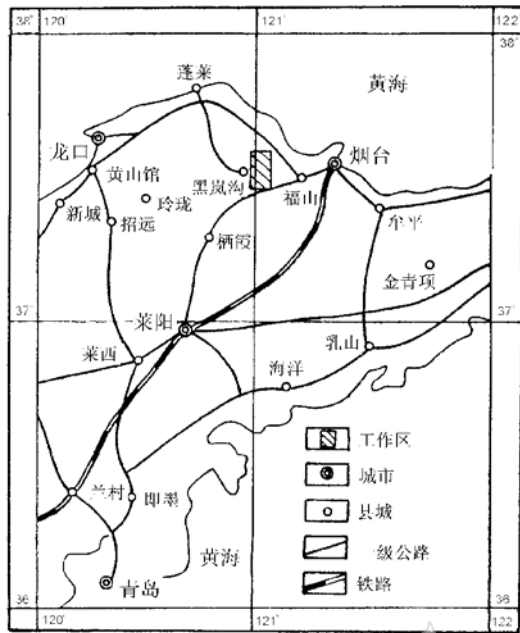


图 2 工作区位置图

Fig. 2 Location of the working area

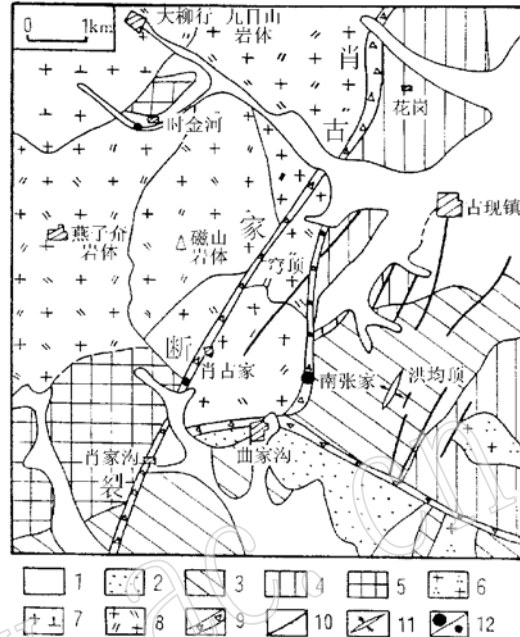


图 3 南张家金矿区域地质简图

(据烟台黄金公司 1:5 万区域地质图, 1994)

Fig. 3 Simplified geological map of the

Nanzhangjia gold deposit

- 1-第四系; 2-安山岩(安山角砾岩); 3-蓬莱群;
- 4-粉子山群; 5-胶东群; 6-石英闪长玢岩; 7-
- 二长花岗岩; 8-花岗闪长岩; 9-碎裂岩带; 10-
- 张性断裂; 11-向斜; 12-矿床(点)

(25%)、铁黑云母(10%)等组成,具花岗结构、似斑状结构和块状构造及局部塑性变形引起的糜棱构造,组构与玲珑岩体相似^①。岩体中含有胶东群斜长角闪岩捕虏体,呈透镜状,大小为 1.5m × 1m,说明岩体为胶东群重熔的产物。

2.2 岩体的锆石形态群

本文分析的样品取自磁山岩体西坡的半风化岩石,采用拣块采样法(采样面积 50m × 50m,选岩体的主体岩性),获得 10kg 人工重砂(破碎到 60 目以下),共选出 9.5g 锆石,统计了其中的 439 粒(每个样统计 100~150 粒^[1])。统计方法:在双目实体显微镜下,用钢针挑出晶形完好的锆石颗粒,与 Pupin(1980)^[1]的锆石形态图谱对比,确定其形态类型。并与玲珑、郭家岭、昆嵛山三岩体的锆石形态群特征进行了对比,进一步证实了磁山岩体与玲珑岩体相似的结论。

磁山岩体中的锆石晶体类型(439 粒)共有 S、L、Q、P、G 5 种主型,包括 S₁₋₁₄、S₁₉₋₂₀、L₁₋₅、Q₂₋₃、P₁₋₃、G₁ 等 27 种亚型(图 4),与玲珑岩体锆石群相似^②,而有别于郭家岭岩体锆石群^[4]和昆嵛山岩体锆石群^[5](表 1)。

① 刘连登等,山东烟台金矿床深部矿体定量预测及外围找矿靶区评价(科研报告),1997。

② 邵岳,胶东西北部花岗闪长岩岩石学及含矿性研究,1992,中国地质大学(北京)硕士论文。

表 1 胶东含金岩体的锆石形态群特征对比

Table 1 Comparison of zircon topology between various gold-hosting granites in jiaodong

岩体名称	磁山	玲珑	郭家岭	昆崙山
采样地点	磁山西坡	玲珑西山	郭家岭本地	乳山县七里岩
统计锆石数	439	250	250	326
主型	5种: S、L、Q、P、G	6种: S、L、Q、P、G、H	5种: S、L、Q、P、G	6种: S、L、Q、P、G、J
亚型	27种: S ₁₋₁₄ , S ₁₉₋₂₀ , L ₁₋₅ , Q ₂₋₃ , P ₁₋₃ , G ₁	25种: S ₁₋₄ , S ₆₋₉ , S ₁₁₋₁₃ , S ₁₆₋₁₇ , L ₁₋₅ , Q ₁₋₃ , P ₁₋₂ , G ₁ , H	31种: S ₁₋₂₀ , S ₂₂₋₂₄ , L ₁₋₅ , Q ₃ , P ₁ , G ₁	30种: S ₁₋₉ , S ₁₁₋₂₀ , S ₂₂ , S ₂₄ , L ₁₋₅ , Q ₃ , P ₁ , G ₁ , J ₄
资料来源	本文	脚注文献 ^①	参考文献[4]	参考文献[5]

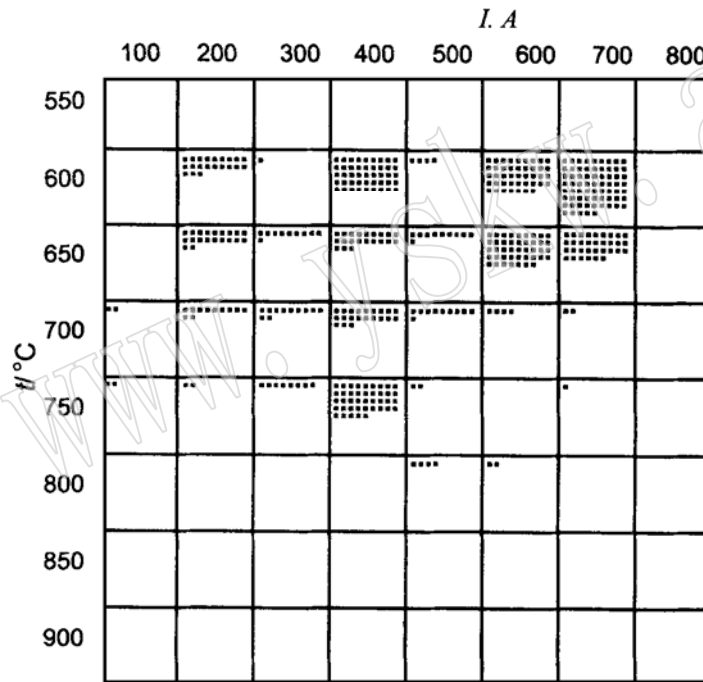


图 4 磁山岩体的锆石晶体类型

Fig. 4 Typological distribution of zircon from Cishan monzonitic granite

(各个亚型区的每一个小点代表 439 粒锆石统计中该亚型出现一次)

度最高为 900℃, 最低为 600℃, 主要结晶温度为 750~650℃^[6], 与郭家岭岩体中的锆石有相似之处。

(2) 岩浆物质组成与演化

计算锆石群的温度指数 $I.T$ 和碱度指数 $I.A$ 的平均值, 不仅可反映锆石群的整体温度

通过对胶东各含金岩体中锆石形态群的特征和演化的对比, 可以判断出岩体的结晶温度、物质组成与演化以及成矿性。

(1) 结晶温度

据锆石柱面符号-温度图解(图 5), 磁山岩体中的锆石与玲珑岩体中锆石的演化极为类似, 结晶温度范围为 800~600℃, 其液相线温度大约在 800℃, 在 600℃左右大量结晶。据此, 可判断该岩浆体系富水(岩浆富水, 锆石主要在晚期结晶)。

郭家岭岩体中锆石结晶的最高温度是 900℃, 最低为 600℃, 其液相线温度大约在 900℃左右。在 700~650℃之间大量结晶^[5]。

昆崙山岩体中锆石结晶温

^① 邵岳, 胶东西北部花岗闪长岩岩石学及含矿性研究, 1992, 中国地质大学(北京)硕士论文。

和碱度特征, 还可确定岩浆的物质组成和演化。 $I.T$ 和 $I.A$ 由下面公式计算:

$$I.T = \sum_{I.T=100}^{800} I.T \times n_{I.T} \quad (1)$$

$$I.A = \sum_{I.A=100}^{800} I.A \times n_{I.A} \quad (2)$$

式中, $n_{I.T}$ 和 $n_{I.A}$ 分别是每一个 $I.T$ 和 $I.A$ 的各自的频率 ($\sum n_{I.T} = \sum n_{I.A} = 1$)。

经(1)、(2)式计算:

磁山岩体: $I.T = 300$, $I.A = 482$;

玲珑岩体(西山): $I.T = 280$, $I.A = 420$

郭家岭岩体: $I.T = 406$, $I.A = 336$;

昆崙山岩体: $I.T = 400$, $I.A = 340$

以上 4 个岩体的锆石群的平均点都落在壳源异地侵入的花岗岩演化曲线上(图 6), 反映了它们的壳源成因。但磁山岩体与玲珑岩体更为接近, 与郭家岭、昆崙山岩体相比, 温度指数 $I.T$ 较低, 碱度指数 $I.A$ 值更高。因此, 指示结晶环境的总体温度低, 相对富碱。

利用(2)式, 可计算出锆石群在不同温度下的 $I.A$ 指数值, 从而确定岩体的演化趋势,

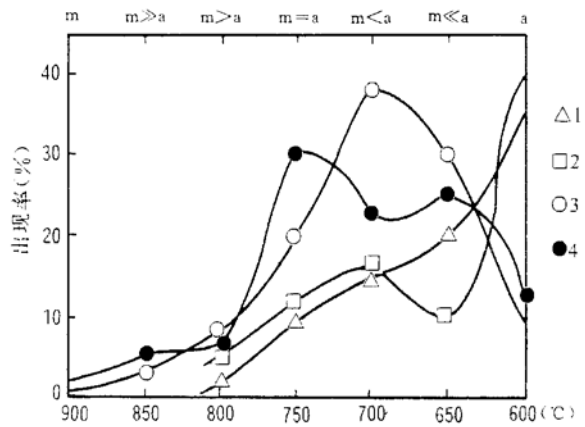


图 5 胶东含金岩体锆石柱面符号-温度图

Fig. 5 Diagram of development of prismatic forms versus temperature for Jiaodong auriferous rock body
m 为{110}; a 为{100}; 1-连线为磁山岩体; 2-连线为玲珑岩体; 3-连线为郭家岭岩体; 4-连线为昆崙山岩体

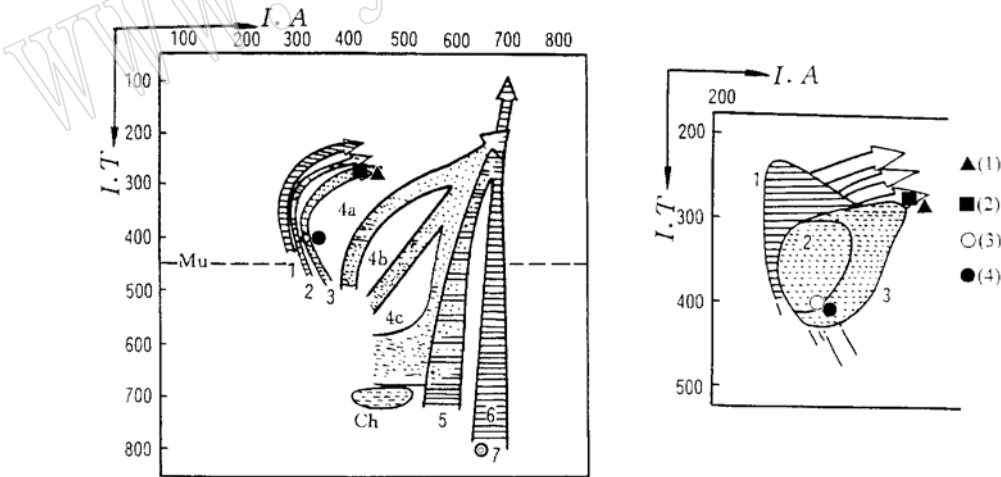


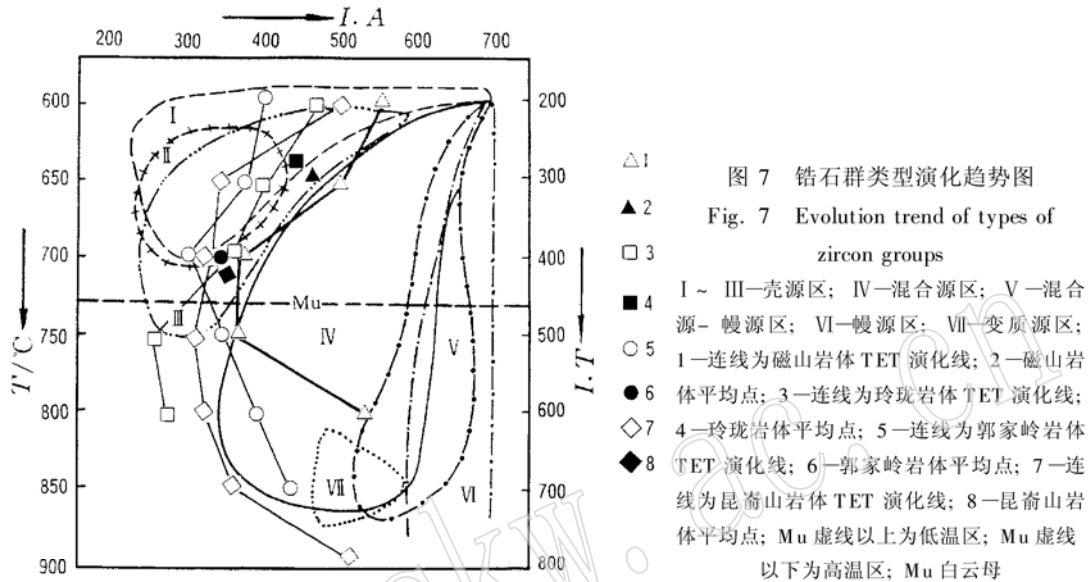
图 6 锆石平均点和不同成因类型岩石的演化趋势(据参考文献[1])

Fig. 6 Average points of zircon group versus evolution of different genetic types of rocks

1—壳源高铝浅色花岗岩; 2—壳源半原地花岗岩和花岗闪长岩; 3—壳源异地侵入高铝二长花岗岩和花岗闪长岩; 4a~4c—地壳地幔成因钙碱性花岗岩(密点区=花岗闪长岩+二长花岗岩, 稀点区=二长花岗岩+碱性花岗岩); 5—地壳地幔成因亚碱性系列花岗岩; 6—地幔成因或主要为地幔的碱性系列花岗岩; 7—地幔成因拉斑玄武岩系列花岗岩; Ch—紫苏花岗岩区; Mu—白云母, Mu 虚线以上为低温区, Mu 虚线以下为高温区; 右侧小图为左侧图的局部放大

(1) —磁山岩体投点; (2) —玲珑岩体投点; (3) —郭家岭岩体投点; (4) —昆崙山岩体投点

用 TET 代表。从演化趋势上看,磁山岩体与玲珑岩体(西山)相似(图 7),起始结晶温度较低(800℃左右)。磁山岩体、郭家岭岩体高温时源区为壳幔混合源,说明胶东群的原岩有大量幔源物质;低温时,以壳源物质为主。玲珑岩体为壳源。



3 结论

从以上分析中可得出下述结论:

(1) 磁山岩体为岩浆成因,其依据为:①锆石以保存完好的晶形者为主,表明是在熔体的自由空间中形成。②熔蚀形锆石是早期结晶的产物。由于岩浆上侵,物理化学条件发生变化,矿物与熔体处于非平衡态而受到熔蚀,因此是岩浆成因的标志。

(2) 磁山岩体与玲珑岩体的锆石群特征相似,反映其岩浆演化特征类似。玲珑岩体形成时代为晚侏罗世(150~160Ma)^[6],推测磁山岩体的形成时代可能也在晚侏罗世。

(3) 源岩、物质组成及岩浆成分 磁山岩体锆石 TET 曲线起始于变质岩区及混合源区,低温进入壳源区(图 7)。结合地质及岩石化学特征,说明源岩主要为部分重熔的胶东群,物质组成以壳源为主。

(4) 含矿性 花岗岩与金矿化的关系是金矿地质研究中的一个重要问题。二者在时间、空间上有关,已普遍认同,但成因上是否有关,是何种关系,仍有争议。本文认为,磁山岩体不仅是有利的容矿围岩,而且也是有利的成矿源岩。不存在“无生殖能力”的岩浆作用,能否出现矿化,在某种程度上取决于侵入岩体及与其有关的矿液形成时的地质介质的特性^[7],不同的花岗岩只是成矿能力有差异。成矿能力主要取决于岩浆的性质及其结晶分异的特点,如岩浆的含水性、氧化性、挥发份和碱质等。而岩浆岩的金丰度和热状态并不是最关键的因素^[8]。

磁山岩体锆石最早结晶温度为 800℃,最终结晶温度为 600℃,结晶温度跨度大(约 200℃),且主要在晚期结晶,说明岩浆富水,对矿化有利,与胶东其它含矿岩体类似,而与玲

珑岩体更为接近。熔融实验也证实玲珑花岗岩是一个富水的岩浆体系, 含水可达 6.5%^[9]。因此, 磁山岩体是有利的成矿岩体。

但其产出的地质环境与玲珑岩体存在以下差别:

①磁山岩体侵位较高, 围岩为粉子山群和蓬莱群; 玲珑岩体侵位较低, 围岩为胶东群。

②胶东群上下层位的岩性有别, 磁山岩体可能由胶东群上部层位重熔而成, 玲珑岩体可能为胶东群下部的重熔产物。

③经作者研究, 磁山岩体的氧化性比玲珑岩体弱(磁铁矿含量及黑云母中 Fe^{3+} 含量低), 不利于金在热液期富集。

由于上述原因, 故其成矿能力不及玲珑岩体。

致谢 在野外工作期间, 得到烟台黄金局、杨竹森博士的大力支持与帮助, 在室内, 陈光远教授给予悉心指导, 在此表示衷心的感谢。

参 考 文 献

- 1 Pupin J P. Zircon and Granite Petrology. Contribution to Mineralogy and Petrology. 1980, 73: 207~ 220.
- 2 Pupin J P. Magmatic zoning of Hercynian granitoids in France based on zircon typology. Switzerland: Minerol. petrograph. Mitt, 1985, 65: 29~ 36.
- 3 楚雪军, 王学峰. 华南不同成因系列花岗岩中锆石群型的研究. 南京大学学报, 1990, (4): 34~ 46.
- 4 陈光远, 孙岱生, 周珣若等. 胶东郭家岭花岗岩因长岩成因矿物学与金矿化. 武汉: 中国地质大学出版社, 1993.
- 5 陈光远, 孙岱生, 邵岳. 胶东昆崙山二长花岗岩副矿物成因矿物学研究. 现代地质, 1996, (2): 175~ 186.
- 6 苗来成, 罗镇宽, 关康等. 玲珑花岗岩中锆石的离子质谱 U-Pb 年龄及其岩石学意义. 岩石学报, 1998, 14(2): 198~ 206.
- 7 阿布杜拉耶夫 X M. 著. 成矿作用与花岗岩类侵入作用的成因关系. 徐韦曼、黄蕴慧、孟宪民等译. 北京: 地质出版社, 1957.
- 8 葛良胜. 岩浆体系演化中金的性状——兼论岩浆岩与金矿的关系. 黄金地质, 1995, 1(3): 39~ 46.
- 9 林文蔚, 赵一鸣, 赵国红等. 胶东西北部金矿的控制因素. 矿床地质, 1997, 16(2): 107~ 118.

Characteristics and Significance of Zircon Topology of Cishan Granite in Jiaodong

Meng Fancong Sun Daisheng Li Shengrong Ying Jifeng
(China University of Geosciences, Beijing 100083)

Key words: Cishan granite; zircon topology; Jiaodong

Abstract

The authors studied 439 zircon grains collected from Cishan biotite monzonite granite and found that most zircon grains keep perfect crystal forms, and that there exist corroded zircon crystals. Based on such evidence, the authors believe that Cishan granite is of magmatic origin.

By comparing characteristics of zircon groups from three main types of gold-hosting granite, namely Linglong granite, Guojialing granodiorite, Kunyushan granite, the authors have also drawn the conclusion that, Cishan and Linglong granites are similar to each other in evolution. It is considered that, as Linglong granite was formed in Late Jurassic, Cishan granite must have also intruded in Late Jurassic. The TET curve of zircon from Cishan granite starts from metamorphic rock and migmatite region, and the low-temperature part is located in the crust origin region, suggesting that partial remelting of Jiaodong group led to the formation of Cishan granite. The crystallization temperature of zircon spanned a wide range from 800 °C to 600 °C, which implies the richness of water and the favorable condition for mineralization of Cishan granite. Nevertheless, due to its high emplacement position and weak oxidizing capacity, its mineralizing capability is lower than that of Linglong granite.

www.yskw.ac.cn