

# 锆石的标型特征及其指示意义

黄杰

(成都理工大学地球科学学院 四川成都 610059)

**摘要:** 锆石常作为重要的副矿物存在于岩浆岩中,特别是同富钠的深成岩有关。锆石分布广泛,而且稳定性极强,常具有良好的晶形、特殊的晶体习性以及颜色和环带等现象,而且它们随着形成环境的不同,会有不同的特点。可以从锆石的形态、颜色、主量、微量和稀土元素以及氧同位素等方面来探讨锆石的成因。

锆石有不同的成因,可以分为岩浆锆石、变质锆石、碎屑锆石、热液锆石、继承锆石等。不同的锆石有不同的标型特征去指示它的产出原因和环境。锆石的形态具有标型性。本文综合分析了几种不同类型的锆石标型特征,探讨了不同锆石标型的指示意义。

**关键词:** 锆石; 标型特征; 指示意义

锆石常具有良好的晶形、特殊的晶体习性以及颜色和环带等现象,而且它们随着形成环境的不同,会有不同的特点。我们可以从锆石的晶体形态、内部结构、微量元素和稀土元素以及氧同位素等方面来判断锆石的成因,即应用锆石的标型特征来判断锆石的成因。

## 1 岩浆岩中锆石的标型特征

岩浆岩中存在的成因单一的典型锆石大小在 20–250  $\mu\text{m}$  之间,晶体半自形到自形,晶面较发育,晶体大小均一。锆石一般具有特征的震荡环带,震荡环带的宽度可能与锆石结晶时岩浆的温度有关。但是不同类型的岩浆岩中,锆石的特征又有不同的地方。

### 1.1 花岗岩中的锆石

花岗岩类岩石是组成大陆地壳的主要岩石,锆石是花岗岩中最重要的一种副矿物。这里以德兴斑岩铜矿床中的花岗岩为例,来展示锆石的标型特征。

德兴花岗岩闪长斑岩中的锆石一般大小为 200–400  $\mu\text{m}$ ,晶体呈柱状、自形性好。在阴极发光图像上,几乎每颗锆石都显示清晰的密集型韵律环带结构,部分锆石上还能看到明显的扇形分带,表明锆石是典型的岩浆结晶锆石。锆石分析点中的 U、Th 含量分别为 201–1097  $\mu\text{g/g}$  和 90–1221  $\mu\text{g/g}$ ,为典型的岩浆锆石 Th/U 的比值,为 0.43–1.11。

在晶体形态上,锆石为细长柱状,多数为具直线生长纹的自形晶体,常为简单的四方双锥或复四方双锥,锥面和柱面发育完善。在酸性花岗岩中,锆石柱面{110}和{100}及锥面{111}都较发育,锆石晶形的长宽比较大;在富钾钠而贫硅或偏碱性的花岗岩中,锆石晶体呈短柱状或糖粒状,锆石锥面{111}很发育,而柱面不发育;中性或者偏基性花岗岩中,锆石晶体呈短柱状或四方双锥状生长往往出现复四方双锥,锥面{111}不发育。花岗岩中的锆石晶体颜色除了无色透明的外,还常见到肉红色、玫瑰色的晶体。

发育典型的较密集的韵律生长环带是花岗岩锆石的显著特征,也是具有标型意义的特征。花岗岩锆石的 U、Th 含量一般也较高,通常很少低于 100  $\mu\text{g/g}$ ,Th/U 比值

一般都在 0.1 甚至 0.4 以上,这些都是岩浆结晶锆石的标型特征。部分 锆石的核部可继承在岩浆通道中捕获的围岩老锆石核,其核部一般被外壳切穿或发生熔融、圆化,两者的阴极发光特征一般也有明显的差别,容易在阴极发光中识别,但一般无法在反射光或透射光下识别。

### 1.2 基性–超基性岩中的锆石

本段以蛇绿岩中辉长岩的锆石为例,来体现锆石的标型特征。在块状辉长岩中,阴极发光中的锆石具有复杂的内部结构。有以下几种内部结构:1) 行条带结构,它由阴极发光强弱不同的晶域相间组成;2) 补丁状和模糊韵律环带结构。

在形态上,部分基性–超基性岩中的锆石具有不规则的形状和较大的粒径。

基性–超基性岩中的锆石通常为短柱状或等轴状,柱面不发育,也有长柱状,大小通常大于 100  $\mu\text{m}$ 。阴极发光通常呈斑块状(补丁状),也可发育韵律生长环带,但与花岗岩的韵律环带相比,环带一般较宽,或者环带之间的衬度反差一般较小。也发育扇形分带结构,但与花岗岩锆石相比,锆石的 U、Th 含量一般相对较低,通常为几十个  $\mu\text{g/g}$ ,因此 Pb 的含量就很少。

### 1.3 碱性岩中的锆石

本段以鸡街超基性碱性岩中的锆石为例。鸡街霞辉岩中的锆石,大小直径一般在 0.05–0.15mm 之间,长宽比为(2–2.4):1,颜色呈现浅玫瑰红色–极淡的玫瑰红色。透明呈金刚光泽。形态多为完整的正方双锥柱聚形体,发育 a 面{100}和 p 面{111},m 面{110}不发育。

碱性岩中形成的锆石一般 U、Th 含量较高,个别可达到百分含量级,这可能是碱性岩中锆石的一个重要标型特征。由于 U、Th 含量较高,导致锆石的阴极发光较弱,或者在背散射电子图像上显示高亮的衬度。锆石一般发育岩浆生长环带,但不是密集的韵律环带,U、Th 含量高的晶域可能会产生退晶化(变性)现象,使锆石结构遭到破坏,产生许多小孔洞,或填充一些矿物包体。

### 1.4 火山岩中的锆石

本段以中国东部新生代玄武岩锆石巨晶为例。与其有关的锆石巨晶颗粒巨大, 粒径一般为数毫米不等, 福建明溪最大的锆石巨晶单颗重达 512g, 蓬莱和昌乐锆石巨晶的粒径可达 16mm。锆石巨晶一般透明-半透明, 少数颜色较深者不透明。光泽为亚金刚光泽。颜色有灰褐色、褐红色、无色、浅黄色、黄色等, 其中昌乐和蓬莱锆石一般呈褐红-浅褐红色, 明溪锆石多为无色或浅褐红色。形态呈不规则粒状或次棱角状、浑圆状、短柱状四方双锥状, 表面常见溶蚀或磨蚀现象。多数锆石晶形不完整, 一些锆石呈四方柱{100}、{110}与四方双锥{111}、{211}等单形组成的完整聚形, 其中四方柱{100}是最发育的单形, 个别颗粒四方柱{100}和四方双锥{111}同样发育。

锆石巨晶在光学显微镜下显示均匀结构, 但在阴极发光下大部分颗粒显示明显的韵律生长环带, 环带比较密集, 但衬度反差比花岗岩锆石的低, 由于反差较低, 导致有时在低分辨率阴极发光图像上看不出密集的环带而认为环带较宽或无环带。

## 2 变质岩中锆石的标型特征

变质锆石的外部形态从他形到非常自形, 并有特征的内部特征, 主要包括: 无分带、弱分带、云雾状分带、扇形分带、冷杉叶状分带、面状分带、斑杂状分带、海绵状分带和流动状分带等复杂的结构类型, 局部有残留的岩浆环带, 有较低的 Th/U 比值。不同变质条件下形成的锆石具有不同的外形和内部结构特点。

### 2.1 麻粒岩中的锆石

以北大别黄土岭麻粒岩中的锆石为例。在 CL 显微图像中, 圆形多晶面锆石主要由扇形分带区域组成, 部分锆石中有残留的核。短柱状锆石主要是面形分带的区域, 这一类型的锆石普遍存在残留的核部。锆石这种扇形分带和面形分带的区域是典型的变质锆石的特征。核部锆石有不同程度的岩浆环带, 为该锆石的原岩岩浆锆石。

### 2.2 榴辉岩中的锆石

本段以新店榴辉岩中的锆石为例。其中大多数锆石呈短粗、半自形等轴或不规则的多边浑圆状, 长度在 100-250 $\mu\text{m}$  之间。通常来说, 新店榴辉岩附近的锆石大小仅 50-100 $\mu\text{m}$ , 新店榴辉岩中有如此大的锆石晶体表明其原岩应为结晶粗大、缓慢冷却的深成辉长质岩石。短粗、等轴状锆石是辉长质岩石中常见的锆石形态, 是锆石的标型特征。

榴辉岩相变质条件下形成的锆石一般为他形-半自形, 无分带、弱分带到扇形分带, 大多数情况下有残留岩浆核, Th/U 比值较低。

### 2.3 片麻岩中的锆石

本段以北大别片麻岩锆石为例。在 BSE 图像中可以看出: 颗粒较小的粒状和长柱状锆石内部较干净, 核部晶域呈深灰色, 部分区域仍保留有岩浆环带特征; 周围

被稍浅灰色的晶域所包裹, 但宽度不均匀, 如粒状锆石周边被完全包围, 而柱状颗粒在晶体尖端较边部厚。而较大的不透明颗粒图像较复杂, 有多层环带, 核部较大面积呈现“海绵”状, 近于白色的核部有较多黑色颗粒分布, 是明显蜕晶化作用的结果, 并与深灰色晶域共存; 幔部晶域呈稍浅灰色; 壳部呈现近于白色, 反映了较高的 U (或 Th) 含量。

可以从图像中获得, 所研究的锆石具有复杂的演化历史, 其中较大颗粒有明显的蜕晶化作用。

### 2.4 斜长角闪岩中的锆石

角闪岩相变质锆石通常具有规则的外形, 且以柱面发育为其主要特点, 在 CL 图像中一般为无分带或弱分带的特征; 且锆石的 Th/U 比值低, HREE 富集, Ce 正异常和 Eu 负异常明显。

## 3 沉积岩中锆石的标型特征

沉积岩中碎屑锆石的一个显著特点就是其外形常表现出浑圆化现象, 如果浑圆化比较显著, 则说明锆石经过较远的搬运磨蚀, 即物源区离沉积岩比较远; 如果锆石还保留有比较明显的棱角, 则说明锆石应该没有经过长距离的搬运, 即物源区离沉积岩比较近。

晶面特征: 晶体表面具磨蚀痕迹, 如毛玻璃状麻面, 或具方向性的擦痕。

## 总结

锆石是存在于岩石中重要的副矿物。通过本文的描述, 我们可以知道锆石的形态较为复杂, 我们可以通过锆石的形态来判断锆石的成因, 因为锆石的形态与其形成时的物理、化学环境是密切相关的。包括锆石的自形程度、大小、颜色与化学成分等。岩浆锆石通常为半自形到自形, 粒径 20~250 $\mu\text{m}$ 。花岗岩类岩石中的锆石一般为细长柱状, 多数为具直线生长纹的自形晶体, 常为简单的四方双锥或复四方双锥, 锥面和柱面发育完善; 锆石晶体颜色除了无色透明的外, 还常见到肉红色、玫瑰色的晶体。产于金伯利岩及其相关岩石中的锆石常常为它形(少数情况下为半自形), 拥有较大的粒径(毫米级到厘米级)。部分基性-超基性岩中的锆石同样具有不规则的形状和较大的粒径。变质锆石发育多晶面, 没有锥面和柱面之分, 即使是外形呈现长粒状的锆石, 其“柱面”实际上也是由众多的晶面组成的, 但其顶端的多晶面更为发育。变质重结晶锆石常具有较多的暗色包体、浑圆状的生长纹和浑圆形内核。沉积岩中的锆石晶体表面具有磨蚀痕迹。

## 参考文献:

- [1] 穆根旺. 锆石成因矿物学研究[J]. 中国水运(下半月), 2008, 8(006): 259-260.
- [2] 姚素珠, Pupin, JP. 川西高原几个花岗岩体的岩浆起源浅探——利用锆石标型特征方法[J]. 成都地质学院学报, 1990, 017(004): 33-45.

(下转第 54 页)

(上接第 37 页)

[3]刘显凡, 卢秋霞. 东准噶尔锡矿带锆石标型特征与含矿性关系及成因意义[J]. 矿物岩石地球化学通报, 1990(3):194-195.

[4]简平, 程裕淇, 刘敦一. 变质锆石成因的岩相学研究——高级变质岩 U-Pb 年龄解释的基本依据[J]. 地学前缘, 2001, 008(003):183-191.

[5]吴元伟, 周广法, 曾现虎. 变质锆石成因类型及内部结构、地球化学特征[J]. 科技创新与应用, 2013, 000(026):128-128.

[6]Hoskin P, Schaltegger U. 2. The Composition of Zircon and Igneous and Metamorphic Petrogenesis[M]. 2003.

[7]Zhao G, Wilde SA, Li S, et al. U - Pb zircon age constraints on the Dongwanzi ultramafic - mafic body, North China, confirm it is not an Archean ophiolite[J]. Earth &

Planetary Science Letters, 2007, 255(1-2):85-93.

[8]Lee, James, K, et al. Pb, U and Th diffusion in natural zircon.[J]. Nature, 1997.

[9]Cherniak D J, Watson EB . Pb Diffusion in zircon[J]. Chemical Geology, 2001, 172(1):5-24.

[10]Tomaschek F, Kennedy A K, Villa I M, et al. Zircons from Syros, Cyclades, Greece——Recrystallization and Mobilization of Zircon During High-Pressure Metamorphism[J]. Journal of Petrology, 2003, 44(11):1977-2002.

姓名:黄杰

出生年月:1998.01.25 性别:女民族:汉籍贯(精确到市):四川省成都市

当前职务:学生学历:硕士研究生在读

研究方向:矿物学、岩石学、矿床学