

新疆阿尔泰绿柱石的矿物学特征^{*}

王 元 龙

(中国科学院地球化学研究所, 贵阳 550002)

易 爽 庭

(新疆地质矿产局测试中心, 乌鲁木齐 830000)

关键词 绿柱石 矿物学 成因类型 新疆阿尔泰

绿柱石是新疆阿尔泰地区重要矿产资源, 它不仅是铍的主要载体, 而且是海蓝宝石的母体, 对它的研究具有重要意义。

1 绿柱石的成因类型

阿尔泰地区绿柱石矿床的成因类型主要有: 花岗岩型、花岗伟晶岩型、气化-热液型、石英脉型和残-坡积绿柱石砂矿床。不同成因类型的绿柱石其产状、矿物共生组合以及形态、颜色、透明度和粒径大小均有差异。

(1) 产于花岗岩中的绿柱石: 产在钠长石化白云母花岗岩中的绿柱石多呈浸染状矿巢产出。绿柱石粒径不匀, 大者柱长达 2~3 cm, 小者内眼不易辨认, 一般在 2 mm 以下。主要共生矿物有钨锰铁矿、辉钼矿、黄铁矿、黄玉、磷钼矿、独居石、萤石等。

(2) 产于伟晶岩中的绿柱石: 根据绿柱石的产出形态、共生矿物组合^[1]及围岩特征^[2], 伟晶岩中的绿柱石可分为物理性质不同的 7 个世代。

第一世代绿柱石产在钠长石化变文象伟晶岩中。富集于中粒变文象伟晶岩与块体微斜长石带的接触带上, 一般沿裂隙呈矿巢集合体产出。该世代绿柱石为伟晶岩分异过程中最先晶出的产物, 晶体一般生长不好, 多为角锥状及角柱状, 有时见钠长石-石英或钠长石-白云母集合体以及变文象伟晶岩充填于晶体中心形成包心绿柱石。绿柱石晶体呈浅绿或黄绿色, 不透明-半透明, 大小主要在 2 cm × 10 cm (直径 × 长度) 左右, 个别长达 20 cm。主要共生矿物有微斜长石、石英、石榴石、黑色电气石、磁铁矿等。

第二世代绿柱石产于钠长石化块体微斜长石带中。绿柱石晶体贯穿于被钠长石交代的微斜长石(如柯鲁木特矿), 也见有绿柱石晶体生长于钠长石化的块体微斜长石有裂隙的一面。该世代绿柱石多为角柱状(晶棱不明显)、长柱状和圆锥状, 呈浅绿-黄色、棕黄色、浅绿-蓝色, 晶体小者仅几根头发粗, 大者达 30 cm × 100 cm 以上, 一般为 3 cm × 10 cm ~ 4 cm × 10 cm。主要共生矿物有铈钽(钼)铁矿、白云母、钠长石、电气石、锰(铁)铝榴石、磷灰石等。

第三世代绿柱石一般产于块体石英核与环绕石英核的微斜长石带的接触界线上,个别大晶体出现在钠长石化、白云母化块体微斜长石地段。该世代绿柱石晶形较好,一般为柱状、截头角锥状,包心绿柱石为短柱状,呈绿色、橄榄绿色、浅绿-深蓝色、酒黄色,不透明-半透明,部分为完全透明的浅蓝色(水蓝宝石)及酒黄色(黄绿色绿宝石)晶体,大小一般为 $3\text{ cm} \times 12\text{ cm}$ 左右,个别达 $50\text{ cm} \times 100\text{ cm}$ 。

第四世代绿柱石产在石英-白云母集合体中,呈树枝状分布,有时被石英细脉穿入。绿柱石晶形完整,一般为柱状晶体,呈绿色、浅蓝-绿色,透明-半透明,大小在 $2\text{ cm} \times 6\text{ cm}$ 左右。主要共生矿物有锂辉石、富铈锆石、锰铝榴石、磷灰石、电气石等。

第五世代绿柱石产在伟晶岩的叶钠长石或叶钠长石-锂辉石交代集合体中,在靠近叶钠长石集合体及伟晶岩石英核边缘的伟晶岩膨胀体中显著富集。在叶钠长石集合体中的绿柱石分布极不均匀,含近1吨重的绿柱石大矿巢与完全不含绿柱石的地段交互出现,叶钠长石-锂辉石带中的绿柱石分布则较均匀,一般富集在矿脉顶部(如可可托海三号脉),向深部含矿性降低。该世代绿柱石多为短柱状和板状,呈白色、浅蓝-白色、浅黄色和玫瑰色,以白色和玫瑰色为特征,晶体直径一般为 $5 \sim 10\text{ cm}$ 。主要共生矿物有锂磷铝石、铌锰(铁)矿、钽铌锰(铁)矿、磷灰石、电气石、泡铋矿等。

第六世代绿柱石产在钠长石-锂云母交代集合体中,分布不均匀,亦无规律。该世代绿柱石在可可托海矿区较为常见,晶体常为板状和不规则状,呈无色、白色,半透明,直径多在 $0.5 \sim 2\text{ cm}$ 之间。主要共生矿物有锂磷铝石、铌钽锰(铁)矿、钽锰(铁)矿、铀细晶石、富铈锆石等。

第七世代绿柱石产在伟晶岩洞中。晶体多为六方柱状,呈浅绿、黄绿色、酒黄色及棕色,直径一般为 $5 \sim 12\text{ cm}$ 。该世代的绿柱石部分具环带状,上部透明,底部混浊不透明,混浊带与透明带在一个晶体中可重复多次,透明部分可见微小的平行底面的混浊带。

(3) 产于气化-热液型矿床中的绿柱石: 气化-热液矿脉与燕山期花岗岩有关,是本区铍矿床的重要类型之一。矿脉一般呈不规则状,扁豆状、串珠状等,其造岩矿物主要有石英、白云母、钾长石、微斜长石,少量的钠长石、黄玉、萤石、电气石、方解石、绿泥石等;稀有元素矿物除绿柱石外,尚有独居石、磷铈矿、铌钽锰(铁)矿、铁锂云母等;自然硫和金属硫化物较发育,以辉钼矿为主,还有黄铁矿、磁黄铁矿、毒砂、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿等。矿脉中绿柱石多为长柱状,部分为块状,呈绿色、蓝绿色、天蓝色等,晶体长多为 $5 \sim 40\text{ cm}$,个别达 80 cm 。

(4) 产于石英脉中的绿柱石: 属这种成因类型的绿柱石多为柱状,呈蓝绿色,透明,与石英、黄铁矿共生。

(5) 产于残、坡积砂矿中的绿柱石: 阿尔泰地区残、坡积绿柱石砂矿床主要为小型矿床和矿点,多为花岗岩型、气化-热液型原生绿柱石经冰川崩塌风化剥蚀后,短距离搬运堆积而成的。坡积砂矿中的绿柱石常为碎块状,个别为柱状,呈绿色、淡黄色,晶体大小不一,大者直径达 $10 \sim 18\text{ cm}$ 。主要伴生矿物有独居石、泡铋矿、白钨矿等。

2 绿柱石的物理性质及化学成分特征

2.1 绿柱石的物理性质

阿尔泰地区不同成因类型的绿柱石以及同一成因类型不同世代的绿柱石,其形态、颜色、透明度及大小等物理性质都有差别(表1),这些差别除与绿柱石形成中的地质构造环境有关

外, 也受绿柱石化学成分的制约。

表 1 不同成因类型绿柱石的物理性质对比

物理性质		形 态	颜 色	透明度	粒径大小
花岗岩型绿柱石		柱状、板状	无色、浅黄绿色	透明- 半透明	主要在 2 m m 以下
花 岗 伟 晶 岩 型 绿 柱 石	第一世代	角锥状、角柱状	浅绿或黄绿色	透明- 半透明	一般在 2 c m × 10 c m 左右
	第二世代	角柱状、长柱状和圆锥状	浅绿- 黄色、棕黄色、浅绿- 蓝色	透明- 半透明	一般为 3 c m × 10 c m ~ 4 c m × 10 c m
	第三世代	柱状、截头角锥状和短柱状	绿色、橄榄绿色、浅绿- 深蓝色、酒黄色	不透明- 半透明	一般为 3 c m × 12 c m 左右
	第四世代	一般为柱状	绿色、浅蓝- 绿色	透明- 半透明	主要在 2 c m × 6 c m 左右
	第五世代	短柱状和板状	白色、浅蓝- 白色、浅黄色和玫瑰色	不透明- 半透明	直径一般为 5 ~ 10 c m
	第六世代	板状和不规则状	无色、白色	半透明	直径多为 0. 5 ~ 2 c m
	第七世代	多为六方柱状	浅绿、黄绿色、酒黄色及棕色	透明- 半透明	直径一般为 5 ~ 12 c m
气化-热液型绿柱石		多为长柱状, 部分为块状	绿色、蓝绿色、天蓝色等	半透明	晶体长为 5 ~ 40 c m
石英脉型绿柱石		多为柱状	蓝绿色	透明	
残-坡积型绿柱石		碎块状、柱状	绿色、淡黄色	半透明	直径一般小于 10 c m

注: 部分绿柱石物理性质据文献[3]

2. 2 绿柱石的化学成分

本区 8 件不同成因类型的绿柱石的 SiO₂(63. 38% ~ 64. 56%)、Al₂O₃(17. 84% ~ 20. 30%) 和 BeO(11. 74% ~ 13. 98%) 的含量均相对稳定, 但 ALK(碱含量= Na₂O+ Li₂O+ K₂O+ Cs₂O + Rb₂O; 下同) 含量却有较宽的变化范围(0 ~ 6. 0%) , 此外, 本区绿柱石中还含有一定量的 FeO(0. 16% ~ 1. 95%)、MgO(0. 05% ~ 0. 23%)、CaO(0. 03% ~ 0. 31%) , 少量的 TiO₂(0 ~ 0. 03%)、MnO(0 ~ 0. 04%) 和微量元素 Nb、Cd、Ce、Bi、Mo、Ag、Cu、Y、Yb、Sc、Pb、Zn、V 等。根据全分析结果计算的绿柱石化学式为(ALK^{0. 00~0. 72}Ca^{0. 00~0. 03}Mg^{0. 00~0. 03}Be^{2. 53~2. 97}) , (Al^{1. 88~2. 21}Fe^{0. 01~0. 13}) (Si^{5. 65~5. 90}[O^{16. 54~17. 98}(OH) ^{0. 02~1. 46}]) 。

2. 3 绿柱石的物理性质与化学成分的关系

根据 ALK 的含量, 本区产于伟晶岩中 7 个世代的绿柱石可分为早期无碱绿柱石和晚期含碱绿柱石, 两者在物理性质上具有明显的区别。无碱绿柱石晶形完好, 一般为六方柱状、细粒状或柱状, 颜色有天蓝色、海蓝色、白绿色、绿色、黄色和浅黄绿色等, 不透明- 半透明、硬度较低(摩氏硬度一般小于 7) , 比重较小(2. 65 ~ 2. 72 g / c m³) , 折光率较低(No: 1. 572 ~ 1. 577; Ne: 1. 566 ~ 1. 569) , 粒径多在(0. 1 ~ 12 c m) × (1 ~ 40 c m) ; 碱性绿柱石晶形较差, 一般为截头角锥状、角柱状、圆锥状和包心角柱状, 颜色有白色、无色、粉红色、玫瑰色、淡蓝- 绿色、浅黄绿色等, 不透明- 半透明, 硬度较高(摩氏硬度一般大于 7) , 比重较大(2. 72 ~ 2. 80 g / c m³) , 折光率较高(No: 1. 586 ~ 1. 595; Ne: 1. 580 ~ 1. 588) , 粒径一般在(0. 5 ~ 6 c m) × (2 ~ 20 c m) 。

本区含碱绿柱石又可进一步分为钠绿柱石、钠-锂绿柱石和钠-锂-铯绿柱石。由表 2 可见,这 3 种绿柱石的 ALK 含量明显不同,其形态、颜色、透明度、解理、粒度、折射率以及比重上也有差别。

表 2 碱性绿柱石物理性质及碱含量对比(以可可托海三号脉为例)

矿 物	钠绿柱石	钠-锂绿柱石	钠-锂-铯绿柱石
碱含量	1.6% ~ 3.3%	2.8% ~ 3.8%	3.9% ~ 6.0%
形 态	六方柱状 六方柱{ 1010} 顶面{ 0001} 发育 双锥{ 1011} 发育	六方短柱状 六方柱{ 1010} 顶面{ 0001} 发育	六方板柱状 六方柱{ 1010} 顶面{ 0001} 发育 双锥{ 1121} 发育
颜 色	蓝绿、浅绿、黄绿	白	白、浅玫瑰
光 泽	玻璃光泽	玻璃光泽	玻璃光泽
透明度	半透明—透明	不透明—半透明	不透明
解 理	顶面{ 0001} 不完全	顶面{ 0001} 不完全	顶面{ 0001} 不完全
粒 度	0.5 ~ 40 cm	5 ~ 20 cm	1 ~ 5 cm
长宽比	1 5 ~ 1 2	1 2	1 1 ~ 3 1
比 重	2.72 ~ 2.74	2.74 ~ 2.76	2.76 ~ 2.80
光 性	一轴(-)	一轴(-)	一轴(-)
折光率 <i>N</i> _o	1.586 ~ 1.595	1.590 ~ 1.595	1.592 ~ 1.595
<i>N</i> _e	1.580 ~ 1.584	1.581 ~ 1.588	1.584 ~ 1.588
双折率	0.006 ~ 0.011	0.009 ~ 0.010	0.007 ~ 0.008

因此,阿尔泰地区绿柱石的 ALK 含量与物理性质密切相关,这些均是本区绿柱石形成过程中地质环境、物理化学条件差异的具体表现。

3 结 论

- (1) 新疆阿尔泰地区绿柱石的成因类型主要为花岗伟晶岩绿柱石矿床、花岗岩型绿柱石矿床、气液-热液型绿柱石矿床和残-坡积绿柱石砂矿床,产于伟晶岩矿床中的绿柱石,可分为 7 个世代。不同成因类型形成的绿柱石以及同一成因类型形成的不同世代的绿柱石其形态、颜色、透明度及大小等物理性质和化学成分都有差别。
- (2) 根据 ALK 的含量,本区产于伟晶岩中 7 个世代的绿柱石可分为早期无碱绿柱石和晚期含碱绿柱石,后者还可进一步分为钠绿柱石、钠-锂绿柱石和钠-锂-铯绿柱石。这些绿柱石除在 ALK 含量上明显不同外,在形态、颜色、透明度、解理、粒度、折射率以及比重等物理性质上也有差别。
- (3) 阿尔泰地区绿柱石的 ALK 含量与物理性质联系密切,两种均是本区绿柱石形成过程中地质环境、物理化学条件差异的具体表现。

参 考 文 献

- 1 易爽庭, 宁广进, 杨汉成. 中国阿尔泰稀有元素矿床矿物志. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1989. 124 ~ 136
- 2 王贤觉, 邹天人, 徐建国. 阿尔泰伟晶岩矿物研究. 北京: 科学出版社. 1981
- 3 吴长年, 朱金初, 刘昌实等. 新疆阿尔泰库伟伟晶岩中绿柱石形成的物理化学条件. 矿物学报, 1995, 15(3) 346 ~ 351

Mineralogical Characteristic of Beryl in Alaty, Xinjiang

Wang Yuanlong

(*Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002*)

Yi Shuangting

(*Test Cental of the Bureau of Geology and Mineral Resources, Xinjiang, Wulumuqi 830000*)

Abstract Beryls are one of abundant mineral resources in Alaty, Xinjiang. Different genetic types of Alaty beryls vary in crystal morphological features and mineralogical assemblages. The beryls formed in the early stage are deep-color and bad transparence and those formed in the later stage are usually white green, pink color and better transparence. Physical-chemical characteristics of beryls such as color, specific gravity and refractive index etc. are controlled by contents of alkline in beryls.

Key words: beryl; mineralogy; genetic type; Alaty, Xinjiang