

# 四川白钨矿- 锡石- 透绿宝石晶体的形成条件

於晓晋

邹天人 李荫清

(北京科技大学, 北京 100083)

(中国地质科学院矿床地质研究所, 北京 100037)

中国四川产白钨矿- 锡石- 透绿宝石晶体以个体大、晶形完整、色正、透明度好、矿物组合自然、造型美观而著称于世。是世界罕见的矿物晶体观赏石产地, 也是透绿宝石、锡石、白钨矿的宝石原料来源, 具有极高的经济价值。

透绿宝石、锡石、白钨矿晶体主要产于云英岩和石英脉中, 少量产于与石英脉共生的伟晶岩脉中。

## 1 矿床地质位置

矿床位于扬子地块西北缘的松潘- 甘孜印支褶皱带内。地处东西向的磨子坪- 纳采倒转复向斜中的次级紫柏杉穹隆状背斜核部, 在背斜核部的中三叠统地层 (钙质砂岩、粉砂质板岩、千枚岩夹薄层灰岩) 中侵入有四个出露面积仅  $0.16 \sim 0.35 \text{ km}^2$  的燕山早期 (同位素年龄为  $164 \times 10^6 \text{ a}$ ) 白云母- 钠长石花岗岩株。花岗岩株顶部有似伟晶岩和小伟晶岩脉分布, 花岗岩云英岩化强烈。外接触带形成断续分布的似层状或透镜状的透辉石- 石榴石夕卡岩。

## 2 含 Sn、W、Be 白云母- 钠长石花岗岩

花岗岩为白色- 灰白色细粒- 中细粒花岗结构。边部含钠长石较多 (岩石含  $\text{Na}_2\text{O}$  大于 8%), 向岩株内为白云母电气石花岗岩。副矿物含大量黄铁矿, 次为电气石和磷灰石。另有磁铁矿、金红石、锡石、白钨矿、辉钼矿、方铅矿、黄铜矿、辉铜矿、闪锌矿等金属矿物。

花岗岩的稀土含量较华南含 Sn 花岗岩高,  $\Sigma \text{REE} = (214.23 \sim 457.70) \times 10^{-6}$ 。LREE/HREE 为  $9.64 \sim 14.09$ ,  $(\text{La}/\text{Yb})_n = 261.6 \sim 357.2$ ,  $\delta \text{Eu} = 1.10 \sim 1.22$ 。属于低正铕异常的轻稀土富集型花岗岩。花岗岩含 Sn 很高, 达  $47.1 \times 10^{-6}$ 。云英岩化地段富集 Sn 更高 (达  $7900 \times 10^{-6}$ )。属于富含 Sn 的花岗岩, 同时含 W、Be 亦较高。可以认为矿床的 Sn、W、Be 是来自燕山早期白云母- 钠长石花岗岩。

## 3 透绿宝石、锡石、白钨矿、石英脉

透绿宝石、锡石、白钨矿石英脉矿床在空间上位于盘口花岗岩株和蒲口坡花岗岩株之间的杂谷脑组 ( $\text{T}_2\text{Z}^{1-5}$ ) 灰白色厚层大理岩内。石英脉呈密集分布的网状脉样。

(1) 网状石英脉产状及规模: 网状石英脉由以下四组不同产状的石英脉组成 (据四川省地矿局四〇一地质队, 1961): ①  $\text{N}280^\circ \angle 55^\circ$ : 为主干脉, 长度大于 100 m, 厚度  $0.5 \sim 3 \text{ m}$ , 脉间距多为  $1 \sim 10 \text{ m}$ ; ②  $\text{N}190^\circ \angle 40^\circ$ ; ③  $\text{N}70^\circ \angle 77^\circ$ ; ④  $\text{N}235^\circ \angle 40^\circ$ 。②、③、④为联通主干脉的小脉, 长  $n^m \sim n \times 10^m$ , 厚度多小于 1m。

(2) 石英脉的矿物成分: 以白色- 乳白色石英为主, 约占 95%。次为银白色叠片状白云母, 约占 3%~ 4%。多分布于脉边部, 或呈细脉不规则分布于脉内部。在有白云母时就常伴有透绿宝石、钾长石、锡石、萤石、白钨矿产出。

(3) 石英脉的分带: 石英脉内部结构较简单, 由脉内向外可分为三个带: ①石英带。由块体石英组成, 为脉的主要结构带; ②萤石- 石英带。为白钨矿- 萤石- 绿柱石富集带; ③边

部带——白云母化萤石化大理岩带：叠片状白云母垂直脉壁生长。在片状白云母晶体之间生长着板状透绿宝石自形晶体和四方双锥白钨矿晶体。

#### 4 锡石、透绿宝石、白钨矿晶体特征及晶出温压条件

(1) 锡石：黑色透明一半透明，呈四方双锥或四方双锥短柱状晶体，单个晶体粒径 1~3 cm，偶达 10 cm。也常见到 10 余个至数十个晶体相互连生的晶簇。形美泽亮，为罕见的天然珍品。锡石晶体多生长在花岗岩株顶部云英岩晶洞壁上的银白色板状白云母晶簇丛中，黑白分明，具有很高的观赏价值。锡石晶体内气-液包裹体丰富，形态也很规则，为负晶状、长管状。全是  $\text{CO}_2$ - $\text{NaCl}$ - $\text{H}_2\text{O}$  包裹体。常温下 ( $20^\circ\text{C}$ ) 多呈二相 ( $\text{LCO}_2$ - $\text{LH}_2\text{O}$ )， $\text{CO}_2$  占 40%~60%。少数为三相 ( $\text{VCO}_2 + \text{LCO}_2 + \text{LH}_2\text{O}$ )， $\text{VCO}_2$  约占 30%~35%， $\text{LCO}_2$  很少。少量包裹体内有透明的子晶。包裹体一般较大，15~50  $\mu\text{m}$  左右。测定均一温度为  $290.5 \sim 254^\circ\text{C}$ 。用冷冻法测出形成压力 100~200 MPa。气-液包裹体的盐度为 3.2~2.25 wt% NaCl。

(2) 透绿宝石：无色透明。常见其它地区从未发现过的无柱体的六方板状晶体，也有极少见的仅有六方短柱的板状晶体。板径 0.5~10 cm，多为 1~5 cm。板状晶体厚度仅为板径的 1/4~1/6， $c$  轴平行于晶洞壁密集分布，在  $10 \text{ cm}^2$  的洞壁上可见 10~20 个大小不等的透明晶体。其间为银白色白云母晶体，偶有红色白钨矿晶体生长在其中，非常美观。经笔者测定，透绿宝石为含色素离子 ( $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Mn}^{3+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$ ) 很低的无碱绿柱石。其内气-液包裹体大而丰富，多大于 30  $\mu\text{m}$ ，大者大于 150  $\mu\text{m}$ ，形态规则，主要为负晶状。属于含  $\text{CO}_2$  的  $\text{NaCl}$ - $\text{H}_2\text{O}$  包裹体，室温下多为二相 ( $\text{LCO}_2 + \text{LH}_2\text{O}$ )，少为三相 ( $\text{VLCO}_2 + \text{LCO}_2 + \text{LH}_2\text{O}$ )。部分包裹体内含透明板状晶体子晶(占包裹体体积的 5%~15%)。 $\text{CO}_2$  约占包裹体体积的 20%~50%。少数可达 60% 以上。气-液包裹体的均一温度为  $265 \sim 175^\circ\text{C}$ ，形成压力为大于 200~90 MPa。气液包裹体盐度较低(为 1.5~0.6 wt% NaCl)。

(3) 白钨矿：为无色、黄色、红色透明四方双锥晶体，尤以红色透明者珍贵。晶体直径为 1~5 cm，最大者达 14 cm (重约 1.5 kg)。四方双锥晶体生长在晶洞壁上的银白色白云母晶簇间，并有六方板状透绿宝石围绕，天然搭配精美，非人工巧匠可为。白钨矿晶体内气-液包裹体丰富，绝大部分为含  $\text{LCO}_2$  的三相包裹体，其中  $\text{VCO}_2$  占 5%~10%，少数达 15%。 $\text{LCO}_2$  约占 40%~50%，常温下常见  $\text{VCO}_2$  跳动。二相包裹体较少，为  $\text{Na}_2\text{O}$ - $\text{H}_2\text{O}$  二相，气-液比约为 10%~20%。包裹体形态规则，负晶状。包裹体较小，常为 6~30  $\mu\text{m}$ 。测得均一温度为  $294 \sim 215^\circ\text{C}$ ，含盐度为 3.2 wt% NaCl。形成压力 100 MPa。

总之，区内花岗岩富含 Sn、Be、W，同时有大量的高温气成热液聚集于花岗岩顶部形成厚大的云英岩化花岗岩带。锡石首先结晶，晶洞中形成国内外罕见的大晶体。铍、钨热液跑到围岩——大理岩中，形成网脉状石英脉，在脉两壁晶洞中晶出透绿宝石和白钨矿。前者晶出较早，形成压力范围宽；后者晶出稍晚，晶洞内流体压力较小。