胡哲,郭颖. 粉色水晶内针状包裹体的成分与分布特征研究[J]. 岩矿测试,2018,37(3):306-312. HU Zhe, GUO Ying. Study on the Component and Distribution Characteristics of Needle-like Inclusions in Rose Quartz[J]. Rock and Mineral Analysis,2018,37(3):306-312. 【DOI: 10.15898/j. cnki.11-2131/td.201709150152】

# 粉色水晶内针状包裹体的成分与分布特征研究

胡哲,郭颖\*

(中国地质大学(北京)珠宝学院,北京 100083)

摘要:粉色水晶内部的针状包裹体常被认为是三组呈三方对称的金红石或蓝线石,至今未有定论。本文选 取含有针状包裹体的4颗星光粉晶,利用宝石学显微镜、激光拉曼光谱仪及紫外可见分光光度计对样品进行 观察与测试,以确定包裹体的分布特征及矿物种类。无损拉曼测试发现包裹体的特征振动峰 949 cm<sup>-1</sup>、 999 cm<sup>-1</sup>与蓝线石标准峰相匹配,可确定针状包裹体为蓝线石或与其极为相近的矿物。放大检查发现,包裹 体直径约0.5 μm,长度可达毫米级,近定向分布,整体上呈汇聚状,在某些位置可粗略分为三组,同组针状包 裹体近似平行分布。造成六射星光的三组蓝线石立体相交,未观察到明显的三方对称关系,与水晶的结晶习 性无直接关系,故认为蓝线石为先成包裹体,在水晶的生长过程中被捕获。紫外可见分光光谱仅显示粉色蓝 线石的特征吸收,表明大量的粉色蓝线石包裹体对粉色水晶的粉色有一定贡献。

关键词:粉色水晶;针状包裹体;蓝线石;激光拉曼光谱法;紫外可见吸收光谱法

要点:

(1)利用拉曼对针状包裹体进行放大观察和成分测试。

(2)针状包裹体为蓝线石而非金红石。

(3) 粉色水晶的颜色和星光都与针状包裹体有关。

(4)针状包裹体的分布与水晶结晶习性无明显关系。

中图分类号: P619.281; P575.4 文献标识码: A

淡红色至蔷薇红色的石英,称作芙蓉石,也称蔷薇水晶<sup>[1]</sup>,俗称粉晶。水晶常见由六个柱面和菱面体组成的聚形自形晶,而粉色水晶经常呈破碎块状产出,极少见晶形,1960年发现了粉色水晶小晶体,具有共存的左形和右形的菱面体组成的假六方锥的特征,但粒度较小,不适合切磨成宝石,可见于美国某些矿床<sup>[2]</sup>。由于产出形状的不同,使得关于粉色水晶的定义现在仍有争议。粉色水晶应分为两种:粉石英(Pink Quartz)和蔷薇石英(Rose Quartz)。粉石英有发育较好的晶体外形,对光线很敏感,在阳光直射下颜色很快就会变淡,蔷薇石英则通常呈不规则块状产出,光致褪色的敏感度较低,且二者致色成因不同,在色调上有冷暖区别<sup>[3]</sup>。鉴于颜色的观察受观察者、光源、照度、背景等因素的影响,肉眼难以

判断<sup>[4-7]</sup>,故一般以产出形状来区分。

White<sup>[2]</sup>发现,蔷薇石英由于含有大量针状包裹体而呈半透明状,而粉石英内部无针状包裹体,透明度高。弧面粉色水晶的六射星光效应,是由三组密集排列的针状或纤维状的包裹体对光线的反射而形成<sup>[8-9]</sup>,故可认为市场上的星光芙蓉石为带有针状包裹体的蔷薇石英。金红石是水晶中常见的包裹体<sup>[10]</sup>,粉色水晶内部的针状物也被认为是金红石<sup>[1,11]</sup>,而White<sup>[2]</sup>对产自马达加斯加的粉晶进行观察与测试,发现造成星光的针状包裹体为蓝线石或类似物,对其他产地的粉晶未作研究。Kibar等<sup>[12]</sup>发现蔷薇石英内部的针状包裹体为蓝线石或与蓝线石相近的铝硼硅酸盐,且蔷薇石英的颜色来自内部粉色针状包裹体对光线的散射而非色心。至

收稿日期: 2017-09-15; 修回日期: 2018-03-24; 接受日期: 2018-05-07

作者简介:胡哲,硕士研究生,宝石材料学研究方向。E-mail: huzhe1009@ sina. com。

通信作者:郭颖,副教授,主要从事矿物学、宝石学及色度学研究。E-mail: guoying@ cugb. edu. cn。

今粉晶内部包裹体的矿物种类未有定论,致色机理 也不甚明了。

为了探明针状包裹体的分布特点,确定包裹体 的矿物种类、成因及其与颜色的关系,本文选用4颗 星光芙蓉石,利用宝石学显微镜、激光拉曼光谱仪、 紫外可见分光光度计及一些常规仪器对样品进行观 察与测试。

# 1 实验部分

# 1.1 样品特征

样品选购自万丰珠宝大厦,椭圆弧面琢形,颜色 均匀,为淡粉色,略微偏粉紫,相互之间颜色差距较 小,透明度较好,玻璃光泽,反射光观察时可见星光。 样品编号为Q-1~Q-4。

# 1.2 实验仪器与条件

## 1.2.1 放大检查

对4颗粉晶样品内部的包裹体进行了放大观察。宝石学显微镜观察是在中国地质大学(北京) 宝石学实验教学中心进行。高倍放大观察在中国地 质大学(北京)资源勘查实验室进行。

# 1.2.2 激光拉曼光谱测试

粉晶中的针状包裹体常被认为是金红石、矽线 石或蓝线石,为了确定针状包裹体的成分,本文选用 激光拉曼光谱法在无损条件下对样品内部的包裹体 进行测试。 4 颗样品的激光拉曼光谱测试在中国地质大学 (北京)资源勘查实验室进行。仪器型号为 Renishaw inVia 型激光拉曼光谱仪,激发波长为 514.5 nm,光谱范围为100~4000 cm<sup>-1</sup>,光谱分辨率 小于2 cm<sup>-1</sup>,在50 倍镜头下横向分辨率小于1  $\mu$ m, 纵向分辨率小于2  $\mu$ m,光谱重复性为±0.2 cm<sup>-1</sup>。 1.2.3 紫外可见分光光度测试

紫外谱线是由过渡金属离子的电子构型和配位体结构中的几何要素决定的。特征峰位传达的信息,可以帮助探索宝石的致色成因。紫外可见分光光度测试在中国地质大学(北京)宝石学实验教学中心完成,仪器类型为 UV - 3600 系列,测定方式为透射法,狭缝宽 20 μm,时间常数为 0.1 s,波长范围为 200 ~ 800 nm。对 4 颗样品进行测试,得到 4 条有效谱线。

# 2 结果与讨论

# 2.1 包裹体分布特征

芙蓉石以透星光闻名,星光常为六射,对应三组 互成 60°夹角的针状包裹体。本文的样品在反射光 照射下出现明显的星光,故选取反射星光进行研究。

显微镜下,用透射光观察样品内部,可见大量短 针布满整颗宝石,紧密排列,整体上为放射状,汇集 于椭圆长轴一端。低倍镜下观察局部,可见定向排 列的短针(图1a、b、c)。



a一粉晶内的大量短针;b一放射状;c一局部近定向;d一三方对称;e一近90°相交的三组长针;f一近90°相交以及杂乱的短针。

#### 图 1 针状包裹体

在高倍(40×)镜下,包裹体呈短针或较长纤维状,可将其按分布方向分为三组,同组包裹体近于平行,三组短针互成60°,呈三方对称。有些样品中可见三组以上以及一些无特定方向的杂乱短针,不同组之间的夹角大多为60°,有些近90°。从图1f可看出,每组短针并不严格平行,延长方向近于弧线形,故而在低倍镜下呈放射状,在长轴端汇聚。

转动样品时可见短针呈立体分布,不在同一平 面上,在显微镜聚焦过程中不同组包裹体依次、逐渐 清晰,极少出现多组同时清晰的情况。

水晶为三方晶系,晶形常为六方柱,因而粉晶内 部针状包裹体常被认为呈规则的三次对称,即三组 夹角为60°的针状包裹体,排列方式与晶体对称性 有关,与C轴有一定关系<sup>[2]</sup>,切磨方向会对星光的 展现造成影响。一般而言,当弧面宝石的底部或腰 部垂直光轴、光轴出露点在弧面正中央时,星光的中 心也会出现在弧面正中央,能最大程度地展示 星光<sup>[13]</sup>。

在正交偏光镜下,找到宝石的彩色干涉色圈,牛 眼或螺旋桨干涉图的中心即为光轴出露点,也是 C 轴出露点。观察可发现,粉晶中造成星光的三组包 裹体相互之间无立体对称关系,与光轴位置无直接 关系,也未发现能最好展现星光的琢型与光轴位置 之间的联系,不可验证前人所持"底部垂直光轴、星 光最佳"的观点。

总结包裹体与平面 A 及星光的位置关系,将其 简要表示在图 2 中。如图 2 所示,三组包裹体不在 同一平面,而是立体相交,从某些角度观察时,短针 似在同一平面(设为平面 A)呈 60°相交,即当视线 垂直于 A,且多组包裹体在 A 上的投影呈规则的三 次对称时,无论包裹体的立体位置关系如何,在与平 面 A 平行的弧面上,反射光线汇集,都会形成六射 星光。从不同方向观察弧面琢型的粉晶时,对应的 平面不同,短针的投影密度、对称程度不同,对光线 的反射不同,直接影响星线的粗细、长短及锐利程 度,这与从不同角度观察时星光效果不同的事实相 符。故星光的最佳展现出现在投影最密集、最规则 的平面 A 所对应的弧面上,切磨时,底面平行于平 面 A 即可将星光最大程度地展现在弧面正中央,与 光轴位置无关。



#### 图 2 包裹体分布与星光的位置关系

Fig. 2 The spatial correlationship of the distribution of inclusions and the position of asterism

拉曼光谱高倍放大下可见较多的针状包裹体 (图3),形态大致相同,为两端宽、中间稍窄的沙漏 形,从形态、尺寸来看,样品内所有针状包裹体为同 种矿物。在较窄视域中,短针分布杂乱而稀疏,极少 平行,无相交现象,无明显对称关系。从同一个角度 观察时,短针相互之间的夹角不同,有些夹角较小、 近于平行分布,有些为 60°左右,也有近于垂直者,



### 图 3 高倍镜下呈沙漏状的针状包裹体

Fig. 3 The needles at high power magnification occurred generally as hourglass

与宝石学显微镜下观察到的现象相符。针状包裹体的横截面直径约0.5 μm,长度差距较大。

# 2.2 包裹体矿物种类分析

对样品进行激光拉曼测试,得到的粉晶基底和 包裹体的有效谱线共20条,谱线基本吻合,特征峰 位相同,故仅选用Q-3作为代表样品进行分析。

水晶的几个主要拉曼光谱的特征峰<sup>[14-16]</sup>为: 130、206、265、355、465、505、700、1080 cm<sup>-1</sup>以及 400 cm<sup>-1</sup>和 800 cm<sup>-1</sup>附近双峰等,其中以 465 cm<sup>-1</sup>最为 特征。测试点为粉晶基底时(如图 4),可见特征峰 与水晶基本相同,仅在 1000 cm<sup>-1</sup>以上有较大差距: 粉晶显示 1160 cm<sup>-1</sup>的特征峰,水晶的特征峰在 1080 cm<sup>-1</sup>左右。测试点为针状包裹体时,可看到谱 线的特征峰位与粉晶基底有较多重合,949 cm<sup>-1</sup>、 999 cm<sup>-1</sup>附近出现的特征峰使之与水晶明显区分开来。



#### 图 4 基底与包裹体红外谱线对比

Fig. 4 A comparison of Raman spectra for rose quartz and needles

而金红石的特征拉曼位移在 230 cm<sup>-1</sup>、445 cm<sup>-1</sup>和 610 cm<sup>-1</sup>附近,其中以 610 cm<sup>-1</sup>最强<sup>[17-18]</sup>, 谱线中未出现相应峰,因此包裹体必然不是金红石。

参考前人测试结果<sup>[19]</sup>可发现,蓝线石的峰位主要出现在 205、280、405、508、950、1000 cm<sup>-1</sup>左右,其中以 950 cm<sup>-1</sup>、1000 cm<sup>-1</sup>最为明显,推测这些拉曼位移应归属于 Al—O、B—O 的不同振动模式<sup>[20]</sup>。故针状包裹体谱线中 206、403、505、949、999 cm<sup>-1</sup>匹配为蓝线石的特征峰。蓝线石在 280 cm<sup>-1</sup>处应存在一个峰位,而样品内的包裹体对应的峰出现在264 cm<sup>-1</sup>,存在不可忽视的偏移。拉曼特征峰有区别可能是因为晶体定向不同,纤维成分可能是蓝线石与其他相的混合<sup>[19]</sup>。结合实验结果,可确定研究所用的粉晶中的短针为蓝线石或蓝线石类似物,而非大多数石英中的金红石针。

蓝线石为岛状硅酸盐矿物,分子式为 Al<sub>7</sub>(BO<sub>3</sub>)  $(SiO_4)_3(0,OH)_3, -般为纤维状集合体, 可与石英$ 共生,颜色丰富,可呈粉色、紫色、蓝色,常显示从无 色到浅粉色或从淡蓝到紫色的强多色性<sup>[21-22]</sup>。 Alexander 等<sup>[23]</sup>发现, 蓝线石的颜色与 Fe、Ti 的含量 有关,铁钛比为1:4 时呈淡红色,铁钛比较高时是 蓝色的。Fe<sup>2+</sup>→Fe<sup>3+</sup>的电荷转移导致了可见光谱红 区末端的吸收,使蓝线石呈蓝色(在铁浓度很高的 情况下);Fe<sup>2+</sup>→Ti<sup>4+</sup>的电荷转移导致了可见光蓝区 的吸收,使蓝线石呈浅红色(当蓝线石内铁的含量 相对钛较小的情况下, 钛是铁的数倍)。Borghi 等<sup>[24]</sup>发现铁/(铁+镁) < 0.20 为深蓝色, Renfro 等<sup>[25]</sup>验证了镁的存在对蓝线石的蓝色有影响。一 般认为,蓝线石的颜色与 Fe、Ti 之间的电荷转移有 关,高温时可能褪色,冷却一段时间会恢复<sup>[2]</sup>。粉 晶的颜色被认为不稳定,加热或长时间日晒可能褪 色<sup>[1]</sup>,这种性质或与内部的蓝线石有关。

## 2.3 紫外可见光谱特征与致色分析

为了验证粉晶颜色与蓝线石包裹体的关系,对 样品进行紫外可见分光光度计测试,所得谱线吻合 度较高,故仅选择样品Q-1进行剖析。

由图 5 可知,样品在可见光区均匀吸收,仅 500 nm 左右有一个较弱的宽吸收带,吸收了部分绿光, 导致粉晶呈现较浅的玫瑰色,这与粉色蓝线石的光 谱相同<sup>[12]</sup>。可见光区无其他特征吸收,说明色心对 其粉色几乎无贡献,粉晶的颜色在一定程度上受大 量包裹体如蓝线石的影响。



#### 图 5 样品紫外可见光透射谱线

Fig. 5 UV-Vis spectrum of samples

## 2.4 包裹体成因分析

蓝线石通常是后期气化活性成因,或是由富含 硼酸的热液与富铝岩石中的二氧化钛产生交代而产 生。与石英脉、变质岩有关,伴生矿物是硅铝酸盐 (蓝晶石晶型、硅线石、红柱石),在某些产地作为伟 晶岩、细晶岩和花岗质岩石的次要成分存在<sup>[26]</sup>。 Goreva 等<sup>[19]</sup>的研究表明,粉晶是内部粉色蓝线石致 色,且加热时蓝线石褪色导致粉晶颜色变浅,放置一 段时间后颜色恢复。粉晶结晶的温压条件为400~ 450°C、3.5~4 kbr,此温度范围接近粉晶褪色的温 度,因此 Goreva 等<sup>[19]</sup>认为粉色蓝线石不太可能是 在石英的生长中被捕获的,而是在430°C 温度下从 石英中出溶,造成星光,纤维包裹体垂直 C 轴分布, 呈三方对称。

Applin 等<sup>[27]</sup>利用扫描电镜观察粉色水晶发现, 蓝线石纤维随机分布在整个样品中,未发现与石英 某些生长特征或交叉晶界有关,推测蓝线石属先成 包裹体,后被石英捕获。

本文所用样品中,蓝线石短针的分布并未出现 明显的三方对称,与光轴无特别的位置关系,非出溶 所致,可认为粉色蓝线石是先成包裹体,在水晶结晶 过程中被捕获。捕获时由于温压条件,蓝线石可能 褪为无色,但随着水晶逐渐结晶、冷却,蓝线石的粉 色缓慢恢复,并使水晶呈粉色外观。

#### 3 结论

研究表明,粉色水晶内部的大量针状包裹体为 粉色蓝线石或蓝线石类似物,其对光线的反射形成 了六射星光,对光线的散射造成了粉晶的粉色。包 裹体在主晶内的分布并不是三方对称,与主晶的结 晶方位无明显关系,蓝线石的位置关系指示其是先 于水晶形成,而后在水晶结晶过程中被包裹。研究 结果证明了粉晶内部的针状包裹体不是金红石而是 具有蓝线石特征峰的矿物,但具体种类和成分仍需 进一步测试。

粉晶的颜色主要受内部包裹体的影响,色心对 粉色几乎无贡献。进一步探明粉晶的致色机理,可 为合成粉色水晶技术及稳定粉晶颜色提供一定的理 论支持,至于粉晶内的钛和锰等过渡金属离子是否 致色,需要之后的精确测试进行探索。

# **4** 参考文献

[1] 张蓓莉.系统宝石学[M].北京:地质出版社,2006: 260-269.

Zhang B L. Systematic Gemmology [ M ]. Beijing: Geological Publishing House, 2006:260 - 269.

[2] White J S. Mineral mysteries: Star rose quartz[J]. Rocks & Minerals, 2015, 90(3): 282 - 284.

- [3] Hori H. Nomenclature of quartz color variations—Pink and rose[J]. Mineralogical Record, 2001, 32:42.
- [4] Guo Y, Wang H, Du H. The foundation of a color-chip evaluation system of jadeite-jade green with color difference control of medical device [J]. Multimedia Tools & Applications, 2016, 75(22):1-12.
- [5] Guo Y, Wang H, Li X, et al. Metamerism appreciation of jadeite-jade green under the standard light sources D65, A and CWF[J]. Acta Geologica Sinica, 2016, 90(6): 2097 2103.
- [6] Guo Y. Quality grading system of jadite-jade green based on three colorimetric parameters under CIE standard light sources D65, CWF and A [J]. Bulgarian Chemical Communications, 2017, 49(4):961-968.
- [7] Guo Y, Zong X, Qi M. Feasibility study on quality evaluation of jadeite-jade color green based on gem dialogue color chip [ J ]. Multimedia Tools & Applications, 2018:1-16.
- [8] 黄凤鸣,刘慧芳,李娅莉,等. 合成扩散星光刚玉的物理性质及成因探讨[J]. 地球科学——中国地质大学学报,2003,28(3):255-260.
  Huang F M, Liu H F, Li Y L, et al. Physical properties and origins of synthetic and diffused star corundum[J].
  Earth Science—Journal of China University of Geosciences,2003,28(3):255-260.
- [9] 田亮光,黄文慧,刘化峰,等. 星光尖晶石的研究[J]. 宝石和宝石学杂志,2004,6(2):1-3.
   Tian L G, Huang W H, Liu H F, et al. Study on star spinel[J]. Journal of Gems & Gemmology,2004,6(2): 1-3.
- [10] 林维峰,邹耀辛,迟广成. 天然水晶片中双晶纹的成因及其鉴定意义[J]. 岩矿测试,2002,21(1):66-67.
  Lin W F, Zou Y X, Chi G C. Origin of twin stripe in natural rock crystal blade and its identification significance [J]. Rock and Mineral Analysis, 2002, 21 (1):66-67.
- [11] 裴育.水晶的宝石学特性、雕刻工艺及评价[D]. 北京:中国地质大学(北京),2015.
  Pei Y. The Gemological Characteristics of Rock Crystal, Carving Techniques and Evaluation of Process [D].
  Beijing: China University of Geosciences (Beijing), 2015.
- [12] Kibar R, Garcia-Guinea J, Cetin A, et al. Luminescent, optical and color properties of natural rose quartz [J]. Radiation Measurements, 2007, 42(10):1610-1617.
- [13] 吕林素,刘珺,李宏博. 红、蓝宝石的加工技法[J].
   宝石和宝石学杂志,2006,8(1):22-25.
   Lü L S,Liu J,Li H B. Study on fashion skills of ruby and

— 310 —

sapphire[J]. Journal of Gems & Gemmology, 2006, 8
(1):22-25.

- Mcmillan P F, Wolf G H, Lambert P. A Raman spectroscopic study of shocked single crystalline quartz [J].
   Physics & Chemistry of Minerals, 1992, 19(2):71-79.
- [15] Champagnon B, Panczer G, Chemarin C, et al. Raman study of quartz amorphization by shock pressure [J]. Journal of Non-Crystalline Solids, 1996, 196;221-226.
- [16] Ostroumov M, Faulques E, Lounejeva E. Raman spectroscopy of natural silica in Chicxulub impactite, Mexico
   [J]. Comptes Rendus Geoscience, 2002, 334 (1): 21-26.
- [17] 李颖,段玉然,李维华.采用拉曼光谱技术研究纳米
   锐钛矿到金红石的相转变[J].光谱学与光谱分析,
   2002,22(5):783-786.

Li Y, Duan Y R, Li W H. Study on nanophase anataserutile transition with Raman spectrum [J]. Spectroscopy and Spectral Analysis,2002,22(5):783-786.

[18] 赵一鸣,李大新,韩景仪,等.内蒙古羊蹄子山一磨石山钛矿床锐钛矿、金红石和钛铁矿的矿物学特征[J]. 矿床地质,2008,27(4):466-473.

Zhao Y M, Li D X, Han J Y, et al. Mineralogical characteristics of anatase, rutile and ilmenite in Yangtizishan—Moshishan titanium ore deposit, Inner Mongolia [J]. Mineral Deposits, 2008, 27 (4): 466 – 473.

 [19] Goreva J S, Ma C, Rossman G R. Fibrous nanoinclusions in massive rose quartz: The origin of rose coloration [J]. American Mineralogist, 2001, 86(4):466-472.

- [20] 谢先德,查福标. 硼酸盐矿物的振动光谱研究. I: 拉曼光谱特征[J]. 矿物学报,1993,13(2):130-136.
  Xie X D,Zha F B. Vibrational spectral study of borates.
  I:Raman spectroscopy[J]. Acta Mineralogica Sinica, 1993,13(2):130-136.
- [21] 彭卓伦. 蓝线石的矿物学特征[J]. 矿物岩石地球化 学通报,1998,17(3):72.
  Peng Z L. Mineralogy characteristics of dumortierite[J].
  Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, 1998,17(3):72.
- [22] Platonov A N, Langer K, Chopin C, et al. Fe<sup>2+</sup>-Ti<sup>4+</sup> charge-transfer in dumortierite [J]. European Journal of Mineralogy,2000,12(3):521-528.
- [23] Alexander V D, Griffen D T, Martin T J. Crystal chemistry of some Fe- and Ti-poor dumortierites [J]. American Mineralogist, 1986, 71(5-6): 786-794.
- [24] Borghi A, Cossio R, Fiora L, et al. Chemical determination of coloured zoned minerals in 'natural stones' by EDS/WDS electron microprobe: An example from dumortierite quartzites[J]. X-Ray Spectrometry,2004,33 (1):21-27.
- [25] Renfro N, Sun Z, Koivula J. Dumortierite in rock crystal quartz[J]. Gems & Gemology, 2015, 51(1):100 - 102.
- [26] Meshram R R, Ingle K B. Mineralogy and origin of dumortierite from Girola area, Bhandara district, Eastern Maharashtra [J]. Journal of the Geological Society of India, 2012, 79(2):181 – 188.
- [27] Applin K R, Hicks B D. Fibers of dumortierite in quartz [J]. American Mineralogist, 1987, 72:170 – 172.

# Study on the Component and Distribution Characteristics of Needle-like Inclusions in Rose Quartz

# HU Zhe, GUO Ying\*

(School of Gemmology, China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, China)

#### HIGHLIGHTS

- (1) Raman Spectroscopy is used to magnify and determine mineral species.
- (2) The needles are dumortierite or something very similar, not rutile.
- (3) The dumortierite needles are responsible for both the asterism and the pink color.
- (4) It is no obvious relationship between the distribution of needles and the crystallization habit of crystals.



## ABSTRACT

**BACKGROUND**: The needle-like inclusions in rose quartz are considered to be rutile or dumortierite, and their orientation is related to the c-axis. However, there is no consensus on this statement.

**OBJECTIVES**: To find out the distribution characteristics and component of needle-like inclusions in rose quartz using multiple methods.

**METHODS**: Four starlight powder crystals containing acicular inclusions were selected, observed and tested using gemological Microscopes, Laser Raman Spectroscopy, and Ultraviolet-visible Absorption Spectroscopy.

**RESULTS**: The Raman experiments show that the characteristic vibration peaks 949 cm<sup>-1</sup> and 999 cm<sup>-1</sup> of needles match those of dumortierite and the needle-like inclusions are dumortierite or minerals similar to dumortierite. Magnification examination reveals that the inclusions are approximately 0.5  $\mu$ m in diameter, with a length of up to millimeters, a near-directional distribution, and a convergent shape as a whole. They can be roughly divided into three groups at certain positions. The needle-like inclusions in the same group are distributed approximately parallel. The three blue-ray lines of six-pointed starlights intersected three-dimensionally, and no obvious three-dimensional symmetry was observed. It was not directly related to the crystallization habit of crystals. **CONCLUSIONS**: It is believed that blue-ray stones form inclusions first and are captured during the growth of crystals. The UV-visible Spectroscopic Spectrum only absorbs the pink dumortierite, indicating that a large number of pink dumortierite inclusions contribute to the pinkness of the pink crystal.

**KEY WORDS**: rose quartz; needles; dumortierit; Laser Raman Spectroscopy; Ultraviolet-visible Absorption Spectroscopy