青田石的宝石学特征与矿物组成

买 潇 陶金波 ,方 飚 ,邓小琼

(浙江省黄金珠宝饰品质量检验中心,浙江杭州 310013)

摘要:在野外地质调查的基础上,对40多个品种的近百块青田石样品进行了常规宝石学特征鉴定、X射线粉末衍射以及红外光谱的分析测试。研究结果表明,青田石的矿物成分及组合多种多样,大多数品种的青田石属于叶蜡石型,其他属于非叶蜡石型,包括伊利石型、地开石型和绢云母型。

关键词:青田石 宝石学特征:矿物成分

中图分类号:P575

文献标识码 :A

文章编号:1000-6524(2011)80-0119-07

Gemological identification and mineral compositions of Qingtian Stone

MAI Xiao, TAO Jin-bo, FANG Biao and DENG Xiao-qiong (Zhejiang Gold & Gem Quality Test Center, Hangzhou 310013, China)

Abstract: Based on field geological observation, nearly hundreds of Qingtian Stones which belong to more than forty types were tested by such means as normal gemological identification, X-ray powder diffraction, and infrared spectrum. The results show that there are a great variety of mineral compositions and groups in Qingtian Stones. Most Qingtian Stones belong to pyrophyllite type, together with minor illite type, dickite type and sericite type.

Key words: Qingtian Stone; gemological identification; mineral compositions

"鬼斧夺天工,人巧胜天然",这是大文豪郭沫若对青田石雕艺术的赞美。青田石因产于浙江省青田县境内而得名,为中国历史上著名的印章和玉雕材料之一,至今已有1600多年的历史。青田石质地温润、色彩斑斓、花纹奇特、硬度适中,是中国篆刻艺术应用最早、最广泛的印材之一。青田石与寿山石、昌化石、巴林石并称为"中国四大名石"。

前人曾对青田石有过不同程度的研究:范良明等(1985)认为青田石即叶蜡石,有绿、淡黄、桔黄、砖红和紫红等颜色。杨雅秀(1995)提出我国产的具有民族特色的图章石(包括青田石)主要矿物成分不是叶蜡石,而是高岭石的3个多型矿物——地开石、珍珠陶石和高岭石。朱选民(2003)对青田石进行了研究,认为青田石矿物成分及组合复杂多样,多数品种

属于叶蜡石型,但也发现有地开石型、伊利石型和绢云母型等非叶蜡石型品种。陈涛(2004)对青田石的几个新品种青田蓝花钉、蓝花星、紫罗兰和山炮绿进行了矿物学特征的初步研究。业冬等(2010)的研究表明,封门黄、黄金耀、灯光冻、红花冻这4个品种的主要矿物为叶蜡石,封门黑、紫檀冻主要由叶蜡石和组式;蓝星、猪油冻、酱油冻主要矿物为叶蜡石和伊利石,珍珠冻主要由红柱石和叶蜡石组成;山炮绿主要矿物为绢云母。卢琪等(2010)的研究表明,山炮绿和夹板冻的主要矿物为白云母,蓝花钉主要由叶蜡石和刚玉组成。笔者在前人研究的基础上,收集了大量青田石样品,对青田石的宝石学特征、矿物成分等方面进行了重点研究。

收稿日期:2011-05-07;修订日期:2011-06-25 基金项目:浙江省质监系统青年科技创新计划:20080303)

作者简介:买 瀛(1980-),女,汉族,硕士,工程师,从事珠宝检测和研究工作,E-mail:maixiaohh@163.com。

1 地质背景

青田石矿位于浙东南褶皱带温州-临海坳陷带的泰顺-温州断坳中偏西部。区内断裂十分发育,其中北北东向构造发育,并派生有北西向以及东西向等次一级断裂。除断裂构造外,剪切挤压破碎构造也十分发育。矿区内燕山晚期岩浆活动强烈,上侏罗统中酸性火山岩和侵入岩广泛发育,并覆盖全区。晚侏罗世火山活动强烈,并伴随火山喷溢、喷发及强烈的爆发作用,由此形成大面积覆盖火山碎屑岩,其岩性主要是以酸性为主的流纹质火山碎屑岩和熔岩属富钾、富铝的岩石。

含矿层分布于上侏罗统上西山头组,含矿层位主要为西山头组中偏下部的一套流纹质火山碎屑岩系,具有一定的层位,说明地层岩性是该矿床的控矿因素之一。含火山泥球晶玻屑流纹质凝灰岩层为叶蜡石矿床的主要矿化层。含矿层以叶蜡石化为主,叶蜡石化为次,形成次生石英岩带;下部以硅化为主,叶蜡石化为次,形成硅化带。它们相互呈渐变过渡关系,表现出明显的垂直分带特征。围岩蚀变主要有次生石英岩化、叶蜡石化、硅化,还有高岭土化、绢云母化、碳酸盐化。

矿体在含矿层中连续性差,呈不规则的似层状、透镜状、团块状等多种形态产出。其规模大小变化很大,一般长几十米,特别是较纯的雕刻石,能达 10~20 m 便算是大矿体,最小的只有几十厘米。矿体除受层位控制外,还受构造控制。矿石矿物主要为叶蜡石及硬水铝石,并含少量高岭石、红柱石;脉石矿物主要为石英、绢云母、黄铁矿,显示出低温热液矿物组合特征(陈涛 2001)。

2 样品及实验方法

笔者多次前往青田县青田石矿区进行实地考察、采集了数百块青田石原石和成品印章,在当地常年从事青田石相关工作的各界人士指导下,选取代表不同品种的近百块青田石样品进行测试。

根据样品性质,采用净水称重法测试样品的密度,偏光显微镜观察样品薄片的特征,X射线粉晶衍射法(X'Pert PRO型,Cu靶,40 kV,40 mA,Ni滤片)测定矿物成分及含量、晶体结构有序度、晶胞参

数等 ;采用傅立叶变换红外光谱仪(TENSOR 27 型 , 漫反射 $A 000 \sim 2 000 \text{ cm}^{-1} 2 000 \sim 400 \text{ cm}^{-1}$ 分波段 采集 测试室温条件下样品的红外吸收光谱特征。

3 样品的宝石学特征及矿物成分

X 射线粉晶衍射结果表明,大多数青田石样品的主要矿物成分是叶蜡石,其他样品的主要矿物成分是地开石、伊利石和绢云母等,据此将青田石分为叶蜡石型和非叶蜡石型分别进行分析。

3.1 叶蜡石型青田石

叶蜡石型青田石样品的宝石学特征及矿物组成 见表 1 X 射线粉晶衍射图谱见图 1a。该类型青田石 占青田石品种的大多数 ,以" 封门青"、" 红花"、" 灯光 冻"、"葡萄冻"和"老虎石"等品种为代表。该类型青 田石外观呈蜡状光泽 ,密度范围 $2.65\sim3.01~\mathrm{g/cm^3}$, 随次要矿物成分及其含量的不同而各不相同。测得 晶胞参数为 $a_0 = 0.5180 \text{ nm}$ $b_0 = 0.8902 \text{ nm}$ $c_0 = 0.8902 \text{ nm}$ 1\865 5 nm ,主要粉晶谱线为 0.919 7、0.459 5、 0.306 2、0.241 5、0.183 7、0.149 0 nm。 X 射线粉晶 衍射图谱分析表明 ,Qt025、Qt109 和 Qt131-1 的 20 在 19°~22°区间只有 0.442 4 nm 和 0.416 7 nm 2 个 稍弱的峰 属于 2M 型 杨雅秀等 ,1994);Qt022 在此 区间具有 0.442 1 nm、0.423 6 nm 和 0.417 6 nm 3 个峰,应属于以 2M 为主的 2M + 1Tc 型。据前人研 究资料(杨献忠等,1993),叶蜡石的多型转变规律为 2M 型→1Tc 型 ,1Tc 型变体的产生与后期" 表生溶 液"改造原来 2M 型叶蜡石有关,溶液沿着构造薄弱 带渗透,可导致 1Tc 型叶蜡石转变为高岭石。叶蜡 石型青田石以 2M 型为主,进一步说明其很可能是 成岩期产物 受后期变质作用影响较少 故保持较高 的有序度和化学成分纯度。

3.2 非叶蜡石型青田石

3.2.1 伊利石型青田石

非叶蜡石型青田石样品的宝石学特征及矿物组成见表 2。伊利石型青田石中常含有少量的叶蜡石,颜色主要为青色和青白色,以"竹叶青""龙蛋石(心)""黄金耀""金玉冻"等为代表。该类型青田石外观具蜡状光泽。密度范围 $2.70\sim2.87~\mathrm{g/cm^3}$,由于含其他杂质矿物,所以密度值波动范围较大。 X射线粉晶衍射图谱见图 1b,主矿物晶胞参数为 $a_0=0.5169~\mathrm{nm}$, $b_0=0.899~\mathrm{4}~\mathrm{nm}$, $c_0=2.007~\mathrm{5}~\mathrm{nm}$,主要粉晶衍射谱线为 $0.999~\mathrm{3}$ 、 $0.498~\mathrm{9}$ 、 $0.445~\mathrm{7}$ 、 $0.333~\mathrm{1}$

表 1 叶蜡石型青田石样品的宝石学特征及矿物组成

Table 1 Gemological identification and mineral compositions of pyrophyllite-type Qingtian Stones

编号	样品号	品种名		透明度	密度/g·cm ⁻³	矿物组成
1	QT001	封门青	黄绿色 质地均匀 细腻	半透明	2.70	叶蜡石 + 伊利石
2	QT003	封门青	淡黄绿色基质上灰白色矿物不均匀分布	半透明	2.69	叶蜡石
3	QT004	封门青	浅黄绿色基质上有褐色矿物不均匀分布	半透明	2.78	叶蜡石 + 伊利石 + 绿泥石
4	QT100	封门青	黄绿色 质地均匀 細腻	半透明	2.81	叶蜡石
5	QT101	封门青	黄绿色 质地均匀 细腻	半透明	2.70	叶蜡石
6	QT109	封门青	黄绿色 质地均匀 细腻	半透明	2.76	叶蜡石
7	QT110-1	封门黄	黄褐色 ,有淡紫色点状矿物分布	半透明	2.80	叶蜡石 + 伊利石
8	QT110-2	封门黄	黄褐色 有淡紫色点状矿物分布	半透明	2.79	叶蜡石 + 伊利石
9	QT142-1	封门青	浅黄绿色 质地均匀 细腻	半透明	2.77	叶蜡石
10	QT131-1	封门青	淡黄绿色 有褐色矿物不均匀分布	半透明	2.68	叶蜡石
11	QT013	菜花黄	淡黄色 质地均匀 细腻	半透明	2.76	叶蜡石
12	QT014	黄花	黄褐色基质上有灰色斑点分布	半透明	2.84	叶蜡石
13	QT015	红花	黄绿色 红色矿物呈点状、团块状分布	半透明	2.81	叶蜡石 + 地开石 + 石英
14	QT016	红花	淡黄色 紅褐色矿物不均匀分布	半透明	2.76	叶蜡石 + 地开石
15	QT017	黄木纹	黄褐色和黄绿色部分相间呈条带状分布	半透明	2.79	叶蜡石 + 伊利石
16	QT139	红花	黄绿色基质上红褐色矿物不均匀分布	半-微透明	2.79	叶蜡石 + 伊利石 + 地开石
17	QT129-1	封门蓝星	淡黄绿色基质上蓝色矿物呈星点状分布	半透明	2.80	叶蜡石 + 伊利石 + 地开石
18	QT129-2	封门蓝星	淡黄绿色基质上蓝色矿物呈星点状分布	半透明	2.84	叶蜡石 + 伊利石 + 地开石
19	QT040	蓝钉	黄绿色基质上蓝色矿物呈粒状分布	半透明	2.80	叶蜡石 + 地开石 + 石英
20	QT112	蓝带	浅黄褐色基质上蓝色矿物不规则状分布	微透明	2.88	叶蜡石 + 地开石
21	QT035	紫罗兰	黄绿色基质上蓝紫色矿物呈星点状分布	半透明	2.83	叶蜡石+伊利石+地开石+蓝线石
22	QT106	紫罗兰	褐色基质上蓝紫色矿物呈星点状分布	微透明	2.77	叶蜡石 + 伊利石 + 地开石
23	QT042	龙蛋石(围岩)	红褐色基质上有斑晶分布	不透明	2.78	叶蜡石+伊利石+地开石
24	QT044	龙蛋石(围岩)	红褐色基质上有斑晶分布	不透明	2.68	叶蜡石 + 伊利石
25	QT027	封门三彩	黄褐色、黄绿色、黑色相间分布	微透明	2.79	叶蜡石+地开石+石英
26	QT113	封门三彩	灰色、黑色、黄褐色杂乱分布 质地细腻	半透明	2.80	叶蜡石 + 石英
27	QT008	葡萄冻	黄绿色基质上深褐色矿物呈网格状分布	半-微透明	2.73	叶蜡石
28	QT118	葡萄冻	灰绿色基质上深褐色矿物呈网格状分布	半透明	2.65	叶蜡石 + 石英
29	QT137	葡萄冻	红褐色基质上黄绿色矿物呈斑点状分布	半-微透明	2.67	叶蜡石 + 石英
30	QT022	水草	黄绿色基质上黑色矿物呈点状分布	半-微透明	2.79	叶蜡石
31	QT024	朱砂	黑色 红褐色 质地致密	不透明	2.85	叶蜡石+伊利石+石英
32	QT025	老虎石	黄绿色和黑褐色矿物相间分布	半-微透明	2.82	叶蜡石
33	QT127	老虎石	浅黄褐色和深红褐色矿物不规则分布	半-微透明	2.80	叶蜡石+石英
34	QT026	岭头石	红色基质上有无色斑晶、黑色矿物分布	不透明	2.79	叶蜡石 + 石英
35	QT122	岭头石	灰色、浅黄绿色和红褐色矿物条带状分布	微透明	2.78	叶蜡石 + 石英
36	QT028	纹理	红褐色和灰白色矿物相间呈流纹状分布	不透明	2.83	叶蜡石
37	QT029	夹板	红褐色 黄白色矿物呈条带状分布其中	不透明	2.79	叶蜡石 + 伊利石
38	QT023	花瑞石	黑色、红褐色、黄绿色矿物不均匀分布	半-微透明	2.82	叶蜡石 + 地开石
39	QT032	花瑞石	浅黄褐色 质地均匀	半透明	2.82	叶蜡石
40	QT104	水泥石	黄绿色、淡黄色相间分布	半-微透明	2.77	叶蜡石
41	QT034	镇矿	不均匀淡粉色 质地细腻	半透明	2.77	叶蜡石 + 地开石 + 石英
42	QT107	灯光冻	黄绿色基质上红褐色矿物脉状分布 细腻	亚透明	2.76	叶蜡石
43	QT119	白垟石	黄绿色基质上灰绿色矿物不均匀分布	半透明	2.77	叶蜡石
44	QT132	白垟石	灰色、乳白色矿物和斑晶不均匀分布,	微透明	3.01	叶蜡石 + 硬水铝石
45	QT123	白花灯	浅黄绿色 质地细腻	半透明	2.81	叶蜡石
46	QT116	小顺	乳白色、浅黄色和粉色矿物不均匀分布	微透明	2.78	叶蜡石 + 地开石 + 石英
47	QT125-1	老鼠坪石	浅绿色 黑色矿物不均匀分布	微透明	2.83	叶蜡石 + 石英
48	QT125-1 QT125-2	老鼠坪石	浅绿色 黑色矿物不均匀分布	微透明	2.83	叶蜡石
49	QT123-2 QT128	象牙白	白色 质地致密	微透明	2.72	叶蜡石 + 地开石 + 明矾石
50	QT128 QT134	封门红木	深褐色基质上有咖啡色矿物不均匀分布	不透明	2.72	叶蜡石
51	QT134 QT135	旦洪夹板	红褐色 条带状结构	不透明	2.72	叶蜡石 + 石英
52	QT135 QT136	皮蛋绿	淡绿色、墨绿色不均匀分布	半透明	2.77	叶蜡石 + 绿泥石 + 石英
53	QT130 QT011	火虫 ^织 紫檀花	黄绿色基质上红褐色矿物不均匀分布	半透明	2.78	叶蜡石 + 绿泥石 + 地开石
55 54	QT111-1	紫檀花	灰绿色基质上红褐色矿物不均匀分布	半-微透明	2.78	叶蜡石 + 石英
55	-	紫檀花 紫檀花	灰绿色基质上红褐色矿物不均匀分布	半-微透明		叶蜡石 + 石英
	QT111-2	余恒化	人冰心圣灰工江南山》物个村刁刀印	十 1从处明	2.78	리셔니Ť니ᄎ

表 2 非四	ト蜡石型青田石样品的宝石学特征和矿物	1组成
--------	--------------------	-----

Table 2 Gemological identification and mineral compositions of other types of Qingtian Stones

编号	样品号	品种名	外观特征	透明度	密度/g·cm ⁻³	矿物组成
56	QT102	竹叶青	浅绿色 质地均匀	半透明	2.77	伊利石 + 叶蜡石
57	QT108	竹叶青	淡绿色 质地均匀	半透明	2.79	伊利石 + 叶蜡石
58	QT130-1	封门石	淡绿色 质地均匀	半透明	2.74	伊利石 + 叶蜡石
59	QT130-2	封门石	淡绿色 质地均匀	半透明	2.75	伊利石
60	QT131-2	封门石	淡黄绿色基质上有红褐色、黑褐色矿物	半透明	2.78	伊利石 + 叶蜡石
61	QT010	黄金耀	均匀的黄色 质地细腻	半透明	2.78	伊利石
62	QT012	黄果	黄褐色 质地均匀 颜色分布不均匀	半透明	2.78	伊利石 + 叶蜡石
63	QT018	金玉冻	质地均匀 淡黄绿色、黄褐色过渡均匀	半透明	2.80	伊利石 + 叶蜡石
64	QT036	蓝星	淡绿色基质上蓝色矿物呈点状分布	亚透明	2.81	伊利石+叶蜡石+地开石+蓝线石
65	QT037	蓝星	淡黄褐色基质上蓝色矿物呈斑点状分布	半透明	2.71	伊利石 + 地开石 + 蓝线石
66	QT038	蓝星	淡绿色基质上蓝色矿物呈点状分布	半透明	2.81	伊利石 + 蓝线石
67	QT041	龙蛋石(心)	淡绿色 质地均匀 细腻	半透明	2.87	伊利石 + 叶蜡石
68	QT043	龙蛋石(心)	淡绿色 质地均匀 細腻	半透明	2.77	伊利石 + 叶蜡石
69	QT120-1	龙蛋石(心)	淡绿色 质地均匀 細腻	半透明	2.76	伊利石
70	QT120-2	龙蛋石	红褐色基质上有斑晶分布	不透明	2.70	伊利石 + 石英
71	QT030	夹板	红褐色、浅绿色矿物呈条带状分布	微-不透明	2.81	伊利石
72	QT009	冰花冻	灰白色 细腻	亚透明	2.61	地开石
73	QT021	玻璃胶冻	灰褐色 质地细腻 白色、黑色矿物分布	透明	2.59	地开石
74	QT140	北山晶	灰白色基质上有黑褐色矿物不均匀分布	亚透明	\\2.61) 地开石
75	QT141	冰花冻	灰色基质上有白色、黑色矿物分布	透明	2.61	地开石
76	QT143	冰花冻	浅黄色 含少量点状深色矿物包体 細腻	透明	2.60	地开石
77	QT007	山炮绿	蓝绿色基质上黄褐色、白色矿物分布	半透明	2.81	绢云母
78	QT103	山炮绿	蓝绿色基质上黄褐色矿物不均匀分布	半透明	2.77	绢云母
79	QT115	山炮绿	黄褐色基质上有深绿色矿物分布	微透明	2.71	绢云母+石英
80	QT133	山炮绿	蓝绿色基质上分布有白色斑点	微透明	2.96	绢云母+红柱石

 $0.255\,3$ 、 $0.199\,8$ 、 $0.149\,5\,$ nm 等。依据前人成果(杨雅秀等 1994) 随着成岩和变质程度的加强 ,水云母矿物(包括伊利石)多型转化规律是 $1M_d$ -1M- $2M_1$,伊利石型青田石以 1M 为主 ,说明其变质程度相对较低 ,与前人得出火山热液成因的结论吻合(文化川等 1982)。

3.2.2 地开石型青田石

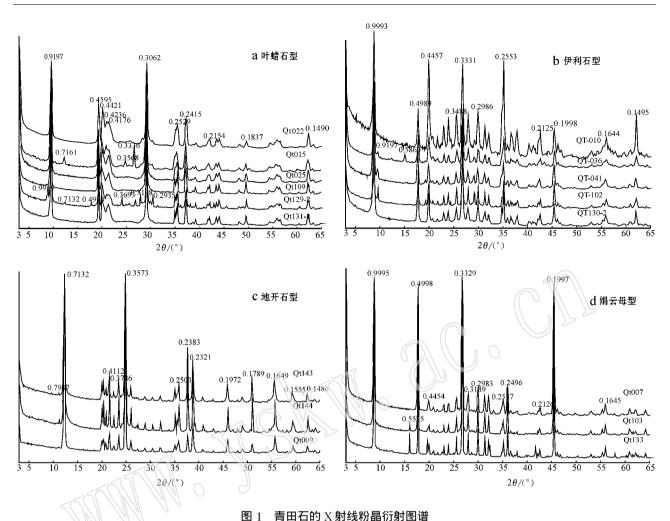
青田石诸多品种中,以地开石型青田石的透明度为最好,颜色以灰白色为主,"冰花冻"、"北山晶"和"玻璃胶冻"是其典型代表。该类型青田石外观具油脂—蜡状光泽,密度范围 $2.59\sim2.61~\mathrm{g/cm^3}$,由于矿物成分相对比较纯净,所以密度值较稳定。X 射线粉晶衍射、图 1c)结果表明,此种类型青田石的主要矿物成分是地开石,测得主矿物晶胞参数为 $a_0=0.513.9~\mathrm{mm}$, $b_0=0.892.6~\mathrm{mm}$, $c_0=1.440.6~\mathrm{mm}$,主要粉晶衍射谱线为 0.713.2、0.411.2、0.378.6、0.357.3、0.250.3、0.238.3、0.232.1 和 $0.197.2~\mathrm{mm}$ 等。图谱分析表明,所测青田石样品的 2θ 在 $34^\circ\sim40^\circ$ 之间有两对衍射峰,在 $19^\circ\sim24^\circ$ 之间有 6 条分裂清晰的衍射峰,反映样品的结构有序度较高(杨雅秀等,1994)。

3.2.3 绢云母型青田石

绢云母型青田石以" 山炮绿 "为典型代表 ,颜色为绿色 透明度较低 ,外观细腻 ,没有云母易剥落、易解理等特征。由于次要矿物的影响 ,密度在 $2.71 \sim 2.96~{\rm g/cm}^3$ 范围内波动。 X 射线粉晶衍射(图 1d)测得其主矿物晶胞参数为 $a_0=0.516~7~{\rm nm}$, $b_0=0.901~5~{\rm nm}$, $c_0=2.006~4~{\rm nm}$,主要粉晶衍射谱线为 0.999~5、0.499~8、0.332~9、 $0.199~7~{\rm nm}$ 等。 从图 1d 可见其衍射峰发育很好 ,说明有序度高 ,以 1M 型为主含有少量 $2M_1$ 和 $2M_2$ 。 代表(001)(004)(006) 晶面的 0.999~5、0.499~8、 $0.332~9~{\rm nm}~3~$ 个衍射峰发育强度极高 ,说明绢云母晶片定向性非常显著 ,粒度明显比伊利石要大。

4 红外光谱分析

红外光谱分析表明(图 2 ,陈大梅等 ,1991) ,叶蜡石型青田石在 $3660\sim3669~{\rm cm}^{-1}$ 范围内出现的尖而深的锐谱带属于羟基的伸缩振动 ,这是叶蜡石矿物结构高度有序的结果。当 ${\rm Al}^{3+}$ 、 ${\rm Fe}^{3+}$ 等进入四面体位置后 ,羟基伸缩振动频率降低。在 $948\sim956~{\rm cm}^{-1}$



V you pourder diffraction pottern of Oinction Sta

Fig. 1 $\,$ X-ray powder diffraction pattern of Qingtian Stone

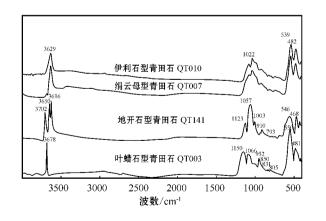


图 2 青田石的红外光谱

Fig. 2 IR patterns of Qingtian Stone

 动不再处于二重简并状态 ,而是分裂成 $1\,066\sim1\,076$ 和 $1\,047\sim1\,057\,\mathrm{cm}^{-1}$ 的 $2\,\mathrm{^{\circ}}$ 个强吸收谱带。另外还在 $535\sim545$ 、 $480\sim490\,\mathrm{^{\circ}}$ cm $^{-1}$ 范围内出现了Si—O弯曲 振动的两个强吸收谱带。在 $540\sim320\,\mathrm{^{\circ}}$ cm $^{-1}$ 整个区间内出现的弱谱带可能涉及到(OH)的平移振动与声子振动的耦合。

地开石型青田石的红外光谱, $3700 \sim 3620$ cm $^{-1}$ 间出现的吸收带是 Al—OH 伸缩振动(闻辂等, 1988) 其中 3620 cm $^{-1}$ 应为层内羟基吸收带;100 cm $^{-1}$ 附近的吸收峰是 Si—O 振动;1000 cm $^{-1}$ 附近的吸收峰是 Si—O—Al 振动带引起;937 cm $^{-1}$ 吸收峰是 Al—O—H弯曲振动带;471 cm $^{-1}$ 和 430 cm $^{-1}$ 吸收峰由 Si—O—H 弯曲振动带引起。不同有序度的地开石红外吸收光谱有明显的变化规律,有序度高的地开石红外吸收光谱有明显的变化规律,有序度高的地开石3705 cm $^{-1}$ 吸收比 3650 cm $^{-1}$ 和 3620 cm $^{-1}$ 弱,中频区的 1034、1003 cm $^{-1}$ 吸收谱带分裂明显,793

 ${\rm cm}^{-1}$ 较强 随着有序度的降低 $3.705~{\rm cm}^{-1}$ 吸收谱带 增强 几乎与 $3.620~{\rm cm}^{-1}$ 平齐 $793~{\rm cm}^{-1}$ 减弱 $7.034~{\rm cm}^{-1}$ 与 $1.003~{\rm cm}^{-1}$ 分裂变不明显。说明地开石型青田石为有序结构 与 3.8000 以射线粉晶衍射结果吻合。

5 结论

- (1)青田石的矿物成分及组合复杂多样,按照主要矿物成分的不同可将青田石分为叶蜡石型青田石和非叶蜡石型青田石。
- (2)叶蜡石型青田石占青田石品种的大多数,以"封门青""红花""灯光冻"、"葡萄冻"和 "老虎石"等品种为代表。该类型青田石外观半透明—微透明,少数品种不透明,蜡状光泽。密度 2.65~3.01 g/cm³ 随次要矿物及含量不同而各不相同。
- (3)非叶蜡石型青田石包括:伊利石型青田石、地开石型青田石和绢云母型青田石。伊利石型青田石中常含有少量的叶蜡石,颜色主要为青色和青白色,以"竹叶青""龙蛋石(心)""黄金耀""金玉冻"等为代表。该类型青田石外观半透明—微透明,密度2.71~2.87 g/cm³,随次要矿物及含量不同而各不相同。在青田石诸多品种中,以地开石型青田石的透明度为最好",冰花冻""北山晶"和"玻璃胶冻"是其典型代表,颜色以灰白色为主,密度2.59~2.61 g/cm³,矿物成分为较纯净的地开石,故密度值较稳定。X射线粉晶衍射及红外光谱分析结果表明,此类型的青田石结构有序度较高。绢云母型青田石以"山炮绿"为典型代表,颜色为绿色,透明度较低,外观细腻,没有云母易剥落、易解理等特征,由于次要矿物的影响,密度在2.71~2.96 g/cm³ 范围内波动。

References

- Chen Damei , Jiang Zechun and Zhang Huifen. 1991. Differential Thermal Analysis and N-frared Absorption Spectroscopy of Pyrophyllite from China J. Acta Mineralogica Sinica , 11(1):92~96(in Chinese).
- Chen Tao. 2001. Gemmological Study on Qingtian Stone from Zhejiang Province J. J. Journal of Gems and Gemmology , 3(3): $25\sim30$ (in Chinese).
- Chen Tao. 2004. A Preliminary study of mineralogical and spectroscopic characteristics of Qingtian stond J]. Acta Petrologica et Mineralogica, 23(2):186~192(in Chinese).
- Fan Liangming and Yang Yongfu. 1985. Preliminary study on Qingtian stone and its genesis of color from Zhejiang Province J. J. Journal of Chengdu College of Geology, 12(2):32~43(in Chinese).
- Lu Qi, Xu Tingjing, Wu Ruihua, et al. 2010. Study on Gemmological and Mineralogical Characteristics of Three Kinds of Qingtian Stone from Zhejiang Province J. J. Journal of Gems and Gemmology, 12 (3):14–18 in Chinese).
- Wen Huachuan and Wang Ling. 1982. Preliminary study on geological factor and genesis of pyrophyllite deposit in Shankou of Qingtian of Zhejiang Province A. Collection of Dissertration on The Srd. Conference of National Mineral Deposits C. 1. 1~25 in Chinese).
- Wen Luo , Liang Wanxue , Zhang Zhenggang , et al . 1988. Infrared Absorption Spectrum of Minerals M]. Chongqing: Chongqing University Publishing House , 61 ~65 , 89 ~104 , 114 ~119 (in Chinese).
- Yang Xianzhong , Huang Guangzhao , Li Peiyu , et al. 1993. Polytypes and transformation of pyrophyllite from the Shoushan pyrophyllite deposif J 1. Geology of Fujian , 12(3):172~180(in Chinese).
- Yang Yaxiu , Zhang Naixian , et al . 1994. Clay Mineral of China M]. Beijing : Geological Publishing House , $28\sim33$, 44 , $58\sim78$ (in Chinese).
- Yang Yaxiu. 1995. The main mineral component of the stone are not pyrophyllite but the dickites J. Construction Materials Geology, 79(3):8~14(in Chinese).
- Ye Dong , Zhao Xugang , Zou Yu , et al . 2010. Composition characteristics of Qingtian Stone[J]. Acta Petrologica et Mineralogica , 29 (2): $219 \sim 224$ (in Chinese).
- Zhu Xuanmin. 2003. Study on mineral composition and genesis of the Qingtian stone from Zhejiang Province[J]. Acta Petrologica et Mineralogica , 2χ 1):65 \sim 70(in Chinese).

附中文参考文献

陈大梅,姜泽春,张惠芬.1991.我国叶蜡石的差热和红外光谱研究

- [1]. 矿物学报, 11(1): 92~96.
- 陈 涛. 2001.浙江青田石的宝石学研究[J]. 宝石和宝石学杂志, 3 (3): 25~30.
- 陈 涛. 2004. 浙江青田石几个新品种的矿物学特征初步研究[J]. 岩石矿物学杂志, 23(2): 186~192.
- 范良明,杨永富. 1985. 浙江青田石及颜色成因的初步研究[J]. 成都地质学院学报,12(2): 32~43.
- 卢 琪,徐廷婧,吴瑞华,等. 2010. 三种浙江青田石的宝石矿物学特征研究[1]. 宝石和宝石学杂志,12(3): 14~18.
- 文化川,汪 灵. 1982. 浙江省青田县山口叶蜡石矿控矿地质因素及矿床成因初步探讨 $[\Lambda]$. 第三届全国矿床会议论文集[C]. 成都: 四川建筑材料工业学院, $1\sim25$.

- 阿 辂,梁婉雪,章正刚,等. 1988. 矿物红外光谱学[M]. 重庆大学出版社,61~65,89~104,114~119.
- 杨献忠,黄光昭,李佩玉,等. 1993. 寿山叶蜡石矿床中叶蜡石的多型及其转变[T]. 福建地质,12(3): 172~180.
- 杨雅秀,张乃娴,等. 1994. 中国粘土矿物[M]. 北京: 地质出版社, 58, 28~33, 44, 78.
- 杨雅秀. 1995. "图章石"的主要矿物成分为迪开石类矿物非叶蜡石矿物[J]. 建材地质, 79(3): 8~14.
- 业 冬, 赵旭刚, 邹 好, 等. 2010. 青田石的矿物组成特征研究 [1]. 岩石矿物学杂志, 29(2): 219~224.
- 朱选民. 2003. 浙江青田石矿物成分和成玉机理研究[J]. 岩石矿物 学杂志, 22(1): 65~70.

