

# 江津区石英质玉的宝石学特征及XRD光谱研究

彭子诚 杨柳 杨玲 卢袁希子 卢小海

自然资源部页岩气资源勘查重点实验室；外生成矿与矿山环境重庆市重点实验室；重庆地质矿产研究院

**[摘要]**重庆市江津区近年发现一种石英质玉，目前国内未有相关研究。在常规宝石学测试基础上，重点采用红外光谱、X射线粉末衍射（XRD）分析方法，对其宝石学特征、振动光谱特征和矿物组成进行了研究。结果表明，重庆市江津区石英质玉显示典型的石英质玉振动光谱特征。主要红外谱带位于1182、1105、801、780、483、539 $\text{cm}^{-1}$ ，分别属于Si-O-Si非对称伸缩振动、Si-O-Si对称伸缩振动、Si-O-Si弯曲振动。XRD结果显示其矿物组成中主要成分为石英，灰绿色样品中含有少量绿泥石，褐红色样品中含有少量赤铁矿。通过这次对江津区石英质玉的研究为其鉴定、定名及后续研究提供科学依据。

**[关键词]**石英质玉；红外吸收光谱；XRD

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.10.1136

石英质玉是宝石学中的一类重要的玉石品种，其种类繁多，分布极为广泛。如新疆地区的“金丝玉”、云南龙陵的“黄龙玉”、河南密县的“密玉”等等。近年来，在重庆江津地区发现一种新的石英质玉品种，其质地细腻，部分有一定的透明度，被当地玉石收藏者所青睐。目前尚无对此种石英质玉方面的研究文献，笔者拟采用宝石学常规测试、傅里叶变换红外光谱、X射线粉末衍射（XRD）的现代测试方法对三种颜色的样品进行宝石矿物学特征、矿物成分的研究，以帮助人们认识它，为后来的科学研究提供依据。

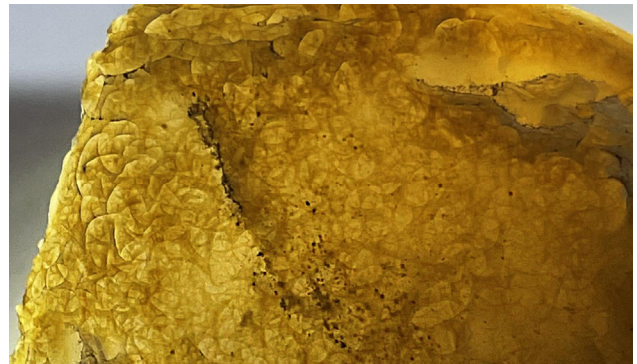


图2 江津石英质玉表皮“龙鳞纹”

## 1. 样品及研究方法

本文测试样品均来自江津地方收藏人士赠与。为三块原石样品，分别为浅棕黄色、灰绿色、褐红色。尺寸分别为4.6 $\text{cm}$ \*3.9 $\text{cm}$ \*1.8 $\text{cm}$ 、6.4\*4.4\*2.7 $\text{cm}$ 、4.3\*2.1\*1.5 $\text{cm}$ 。

样品的常规宝石学特征详见表1。均为非均质集合体、细粒显晶质结构、紫外荧光惰性。值得一提的是，打光透射棕黄色原石SY-1可见外部表面明显均匀层叠交错分布褐黄色“龙鳞状”表皮（见图2）。

红外光谱测试由Nicolet Nexus iso10红外光谱仪完成，

采用反射法，测试范围为4000~400 $\text{cm}^{-1}$ ，分辨率8 $\text{cm}^{-1}$ ，扫描次数16次。XRD测试采用德国BRUKER公司生产的D8 Advance X射线衍射仪，测试条件：Cu靶，K $\alpha$ 辐射，1 $\text{mm}/8\text{mm}/2.5^\circ$  /Ni滤光片。狭缝系统：DS（发散狭缝）：1 $^\circ$ ，波长：1.540 $\text{\AA}$ ，工作电压：40 $\text{kV}$ ，工作电流：40 mA，起始角度（2 $\theta$ ）：3 $^\circ$ ，终止角度（2 $\theta$ ）：45 $^\circ$ ，步长：0.02 $^\circ$ ，步速：2 $\text{deg}/\text{min}$ 。温度：20 $^\circ\text{C}$ ，湿度：39%。以上宝石学测试和谱学测试均在国土资源部重庆矿产资源监督检测中心完成；XRD测试在重庆地质矿产研究院完成。



图1 江津石英质玉样品

表1 样品的部分宝石学参数

样品号	颜色	光泽	透明度	RI (点测)	摩氏硬度	相对密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )
SY-1	表皮棕黄色，内部灰白色	弱玻璃光泽	微透明	1.54	7	2.66
SY-2	灰绿色，分布白色石脉	玻璃光泽	不透明	1.54	6	2.68
SY-3	褐红色，分布深色石脉	玻璃光泽	不透明	1.54	6.5	2.75

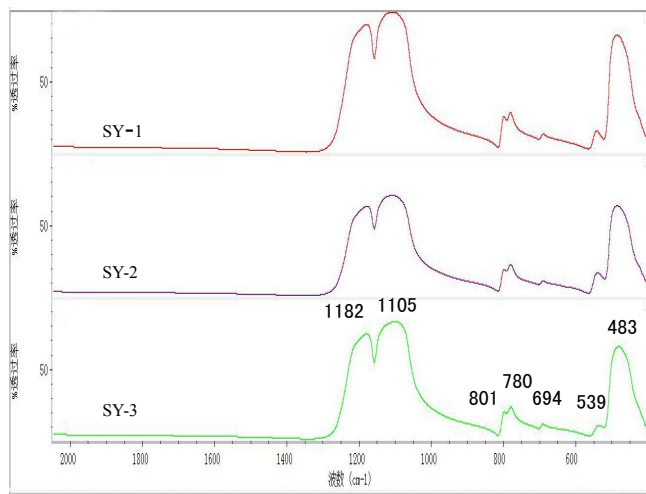


图3 样品的红外光谱图

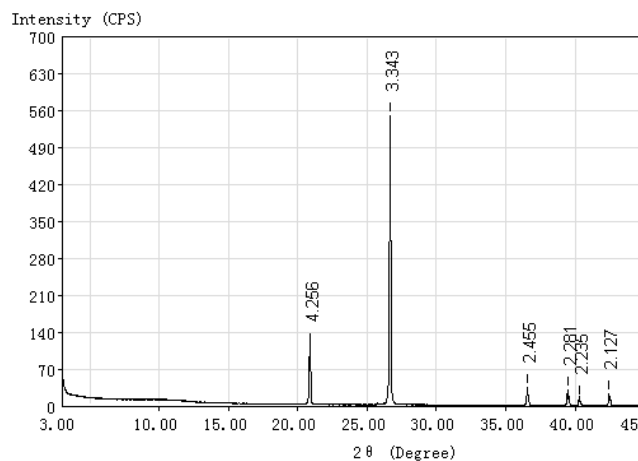


图4 SY-1的X射线粉末衍射图

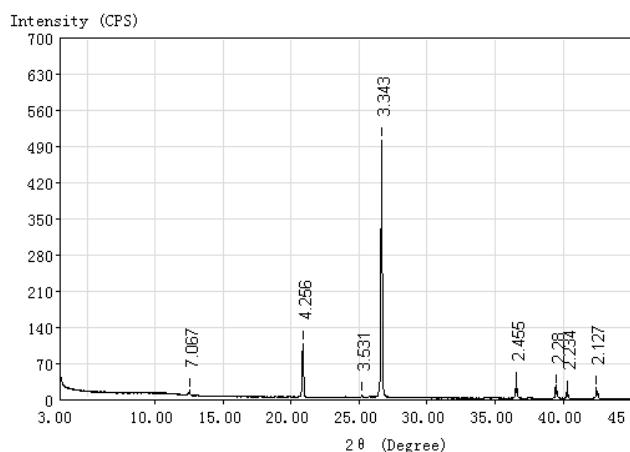


图5 SY-2的X射线粉末衍射图

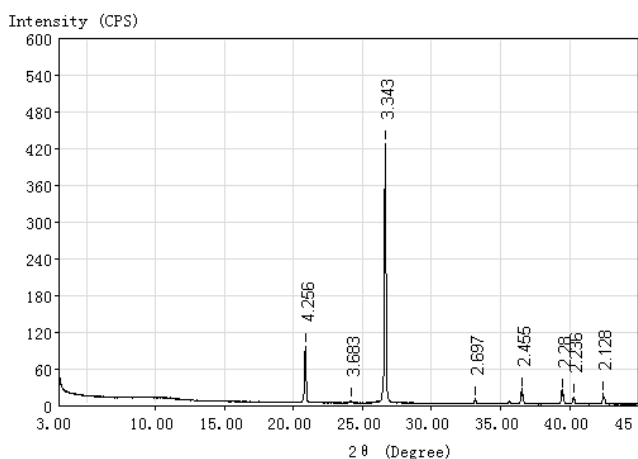


图6 SY-3的X射线粉末衍射图

## 2. 结果与讨论

### 2.1 宝石学特征

三件样品的颗粒均较细，其折射率理论值为1.535~1.553<sup>[1]</sup>，点测法通常为1.54或1.55。结构为隐晶质者折射率较低，结构为显晶质者折射率较高。三件样品折射率点测法均为1.54，说明石英的整体结晶程度较高<sup>[2]</sup>。单晶石英的密度为2.66 (+0.03, -0.02) g/cm<sup>3</sup>，但石英质玉由于结晶程度，杂质变化大，其密度范围比单晶石英大的多<sup>[2]</sup>，为2.55~2.71 g/cm<sup>3</sup>。三件样品的实测密度为2.66~2.75。实测硬度为6~7，推测与密度变化原因相近。

由于已知的江津区石英质玉属于河磨籽玉，推测表皮“龙鳞”状花纹是在沉积过程中，大量砾石间发生相互碰撞，由于石英质玉的硬度大、脆性程度高，大量弧形接触面相互撞击、摩擦作用后在表面形成交叠状的弧形浅裂。放大可见颜色沿浅裂分布，故形成特殊的“龙鳞状”花纹。

### 2.2 红外光谱特征

三件样品的红外光谱基本一致，结果表明，在2000~400cm<sup>-1</sup>范围内，三件样品均表现为特征的石英红外反射光谱。由Si-O-Si非对称伸缩振动致特征的红外反射光谱位于1182、1105cm<sup>-1</sup>处，由Si-O-Si对称伸缩振动致一对特征的分裂谱带位于801、780cm<sup>-1</sup>处。在700~400cm<sup>-1</sup>范围内，由Si-O-Si弯曲振动引起的483cm<sup>-1</sup>处的较强吸收峰和539一处较弱的峰<sup>[3]</sup>。一并证实了此三件江津区原石样品为石英质玉。其中800cm<sup>-1</sup>附近的谱带有分裂，证明其结晶程度较好<sup>[4]</sup>。

### 2.3 X射线粉末衍射分析

样品的衍射图见图2-图4，不同颜色的样品图谱大体一致。主要峰位在d= 4.256Å、3.343 Å、2.455 Å、2.281 Å、2.235 Å、2.127 Å等处。与标准石英的衍射数据基本一致，且d=3.343 Å处衍射峰最强，是由石英的(011)面网产生的<sup>[3]</sup>，因此三个样品的主要组成物质都是α-石英。此外，在绿色样品SY-2中出现d=7.067Å、3.531 Å，指示样品中含有绿泥石<sup>[5]</sup>，褐色样品SY-3中出现d=3.683 Å、2.697 Å，指示样

品中含有赤铁矿<sup>[6]</sup>。均与其样品颜色特征吻合。

### 3. 结论

(1) 江津区石英质玉样品外观呈现浅黄-绿褐-褐红色。其中部分表皮具有“龙鳞”状花纹。弱玻璃-玻璃光泽, 微透明-不透明。折射率常为1.54, 密度2.66~2.75, 摩氏硬度6~7。

(2) 不同颜色的江津区石英质玉红外光谱基本一致, 主要谱带为由Si-O-Si非对称伸缩振动致特征的红外反射光谱位于1182、1105 $\text{cm}^{-1}$ 处, 由Si-O-Si对称伸缩振动致一对特征的分裂谱带位于801、780 $\text{cm}^{-1}$ 处。在700~400 $\text{cm}^{-1}$ 范围内, 由Si-O-Si弯曲振动引起的483 $\text{cm}^{-1}$ 处的较强吸收峰和539 $\text{cm}^{-1}$ 一处较弱的峰。其中800 $\text{cm}^{-1}$ 附近的谱带有分裂, 证明其结晶程度较好。

(3) 江津区石英质玉X射线粉末衍射显示其主要矿物组成为石英。灰绿色样品中含少量绿泥石, 褐红色样品中含少量赤铁矿。

### 参考文献

- [1] 张蓓莉. 系统宝石学(第二版)[M]. 北京: 地质出版社, 2006. 374-380
- [2] 戴慧, 刘瑛, 张青, 刘文长, 蒋小平, 龙江. 大别山区石英质玉宝石矿物学特征研究[J]. 宝石和宝石学杂志, 2011, 13(03): 32-37.
- [3] 刘冬蕊. 丹东黄色石英质玉的谱学特征研究[J]. 中国宝石, 2020(06): 32-39.
- [4] 裴景成, 范陆薇, 谢浩. 云南龙陵黄龙玉的振动光谱及XRD光谱表征[J]. 光谱学与光谱分析, 2014, 34(12): 3411-3414.
- [5] SY/T 5163-2010, 沉积岩中黏土矿物和常见非黏土矿物X射线衍射分析方法[S].
- [6] 于吉顺, 雷欣荣, 张锦化, 吴红丹. 矿物X射线粉晶鉴定手册(图谱)[M]. 华中科技大学出版社 2011. 101

(上接第1807页)

况的影响较大。抑制各种环境因素对长城本体的危害, 阻止或延缓长城本体的最终劣化, 妥善保护长城遗存的真实性、完整性和沧桑古朴的历史风貌是长城保护工作的终极目标。

从嘉峪关双井子堡墙体的保养维护实践来看, 及时开展长城的日常保养维护就是一种行之有效的预防性保护举措。通过详细的现场勘查, 掌握土质长城本体病害特征, 科学分析病害诱因、发育机理以及病害具有的危害性。在“不改变文物原状和最小干预”的保护原则下, 量身制定合理可行的保养维护技术方案, 开展土质长城的保养维护。即可以通过行之有效的调控干预, 抑制各种环境因素对长城本体的危害, 排除当前的病害险情, 制止危及本体安全的病害继续发育蔓延。还可以在室内试验的基础上, 在保养维护过程中小范围的开展试验性夯筑加固现场试验, 获取遗址本体整体稳定性夯筑补强的材料配比、养护条件等施工参数, 从而减轻保护修缮工程中材料和工艺措施方面的过多干预, 对长城本

体造成的损坏, 确保长城价值的真实性、完整性和沧桑古朴的历史风貌得到有效延续和保护。

### 参考文献

- [1] 雒憬憬. 嘉峪关长城赋存环境特征及保护对策初探[J]. 丝绸之路, 2020(04): 159-162.
- [2] 王进玉. 兰州大学、敦煌研究院和办“文物保护研究中心”[C]//. 中国文物修复通讯(第22期). [出版者不详], 2003: 33.
- [3] 关于印发《长城“四有”工作指导意见》和《长城保护维修工作指导意见》的通知[C]//. 中国长城博物馆(2014年合订本), 2014: 7-17.

作者简介: 俞振华, 男, 汉族, 甘肃敦煌人, 大学本科学历, 中学高级语文教师, 现主要从事长城保护与利用研究、长城文化弘扬、文物景区经营管理等工作。