

巴林石透明度的影响因素探讨

王妍, 白峰

(中国地质大学, 北京 100083)

摘要: 采用黄色系列巴林石, 通过一系列实验初步查明了影响巴林石透明度的因素。通过透光率测试确定样品的透明程度, 根据结果将样品分为好、中、差 3 个级别。运用扫描电镜观察和颗粒度统计、X 射线粉晶衍射测试, 从矿物平均颗粒度的大小及其均匀程度、高岭石族矿物的结晶有序度等方面对巴林石的透明度进行了研究。结果认为: 高岭石族矿物的平均颗粒度大小、颗粒的均匀程度、结晶程度、杂质的含量和裂隙的发育程度是巴林石透明度的影响因素。

关键词: 巴林石; 透明度; 高岭石族矿物; 粒度; 有序度

中图分类号: P578.964

文献标识码: A

文章编号: 1000-6524(2011)S0-0199-06

A study of the factors influencing the transparency of Balin Stone

WANG Yan and BAI Feng

(China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: Balin Stone consists predominantly of kaolinite group of minerals comprising kaolinite and dickite. The major chemical compositions are Al_2O_3 and SiO_2 , with minor oxide of iron, manganese, titanium etc. Balin Stone has many varieties according to the different colors, and the samples collected in this study are yellow in color. Transparency is an important factor affecting the evaluation of jade. In this study, several tests were done to investigate the factors related to the transparency. Transmittances were obtained from the ultra-violet and visible spectrophotometer, and then the transparencies of the samples were divided into three levels: good, medium and poor. The scanning electron microscope provides information on the texture of the stone. The kaolinite crystals mostly form a scaly or micro-granular texture. The authors also obtained the particle sizes in samples with different transparencies. The results of the particle size analysis indicate that the smaller the average sizes are and the more homogeneous the size is, the better the transparency is. X-ray diffraction were performed for the sample power, and the X-ray pattern was consistent with the pattern of kaolinite group of minerals standard. The crystallinity was also calculated to check its relation with the transparency, and the authors have reached the conclusion that the sample with the maximal crystallinity has the finest transparency while the one with the smallest crystallinity has the poorest transparency. It is thus held that there are several factors that can affect the transparency of the Balin Stone, i. e., ① the average granular size: stone with small size will have better transparency; ② the homogeneity of the grain: the more homogeneous the stone is, the more transparent the stone is; ③ the crystallinity: the crystallinity is a parameter that represents the degree of order, and it is inferred that the more transparent one has better degree of order or has a higher crystallinity; ④ the inclusions and cracks in the stone: it is obviously that their existence will degrade the stone's transparency. The transparency is a prior factor for the value of the jade. This study can provide information for researchers, who can apply the methods

收稿日期: 2011-05-20; 修订日期: 2011-06-28

作者简介: 王妍(1988-), 女, 汉族, 宝石学专业硕士, E-mail: wang-yan-1221@163.com; 通讯作者: 白峰(1971-), 男, 汉族, 矿物学、岩石学与矿床学专业博士, 副教授, E-mail: baifengbj@163.com

who can apply the methods to other kinds of jade. The result obtained by the authors can also be useful to the customers. While choosing the Balin Stone, they may at least take the inclusions and cracks into consideration.

Key words: Balin Stone; transparency; kaolinite group minerals; grain size; degree of order

透明度是评价玉石质量的重要因素。一般情况下,宝玉石的透明度越好,价值越高,但是目前对宝玉石透明度的研究程度较浅,没有形成较系统的透明度理论。本文选取了四大印石之一巴林石作为研究对象,通过透光率测试、扫描电镜以及X射线粉晶衍射等方法对影响其透明度的因素进行探讨。

巴林石产于内蒙古自治区赤峰市巴林右旗,主要矿物组成为高岭石族矿物(高岭石和迪开石)。主要的化学成分为 Al_2O_3 、 SiO_2 , 其次含有微量的铁、

锰、钛等氧化物,部分含有较多的汞的硫化物,形成鸡血石。巴林石颜色丰富,主要有乳白、青灰、淡黄色、浅绿、浅紫、黑褐、黄褐、鸡血红或朱红、杂色等(张蓓莉,2006)。

1 样品概况

本文选取黄色系列的巴林石为研究对象(图1),具体性质见表1。



图1 巴林石样品

Fig. 1 Samples of Balin Stone

2 测试方法

2.1 透光率测试

运用紫外可见分光光度计进行透光率测试。测试单位:中国地质大学(北京)珠宝学院宝石实验室。仪器测量方式为选择透过率(%),狭缝宽度

2 nm, 取样间隔 1.00 nm, 扫描速度中速, 测试范围为 400~700 nm。玉石的颜色、厚度、内部杂质等对透明度都有一定的影响,因此在判定玉石的透明度级别时,要尽量避免这些因素的影响。本文选取了4个黄色样品,分别磨成1 mm厚的薄片,面积约为 1 cm^2 , 两面抛光。取得的定量数据见表2,获得透射光谱见图2。

表 1 巴林石样品的宝石学性质

Table 1 Gemological characteristics of Balin Stone

样品号	颜色	光泽	折射率	密度/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$
BL-1	浅黄色	蜡状光泽	1.56(点测)	2.604
BL-2	棕黄色	蜡状光泽	1.56(点测)	2.601
BL-3	黄色	土状光泽	1.55(点测)	2.503
BL-4	绿黄色	蜡状光泽	1.56(点测)	2.595

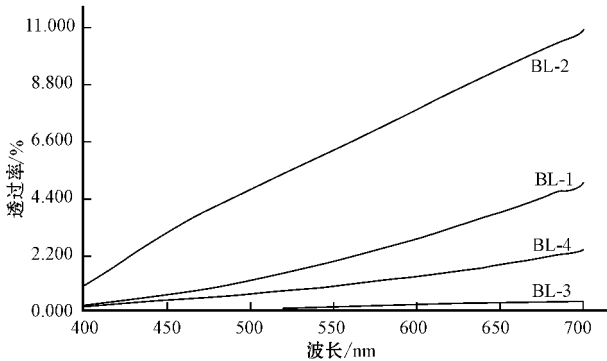


图 2 样品透射光谱图

Fig. 2 Transmission spectra of Balin Stone

表 2 巴林石样品透光率测试(1 mm 厚)

Table 2 Transparent degree of Balin Stone (1 mm thick)

样品号	平均透光率/%				透明度等级
	400 nm	500 nm	600 nm	700 nm	
BL-2	1.064	4.721	7.784	10.802	好
BL-1	0.264	1.213	2.816	4.937	中
BL-4	0.223	0.691	1.370	2.372	中
BL-3	0.030	0.062	0.262	0.401	差

由图 2 可见,在可见光范围内,透射曲线在红光区透过率较高,紫光区透光率相对较低。随着波长增加,样品的透过率逐渐提高,与波长呈正相关。根据透射曲线可明显看出样品对可见光吸收的程度不同。

根据样品透光率测试数据,将样品的透明度划分为好(BL-2)、中(BL-1、BL-4)、差(BL-3)3个级别。

2.2 扫描电镜测试

巴林石的主要矿物成分是高岭石族矿物,矿物颗粒非常小,在扫描电镜下主要呈现他形粒状、板状、鳞片状。通过扫描电镜对样品进行结构观察和颗粒度统计,从而查找出巴林石结构与透明度的关系。

分别对4个样品进行扫描电镜测试(图3)并对

透明度统计分析,得到透明度由好到差,粒度依次为0.005 5、0.006 5、0.007 8、0.011 4 mm。将样品颗粒度做成柱状图进行对比,见图4。

可以看出,样品的平均颗粒度越小,粒径差异越不明显,样品的透明度越好。

2.3 X射线粉晶衍射实验

高岭石族矿物中存在着有序无序的现象。高岭石族矿物的有序是指组成矿物的原子或离子的分布是有规律的,它们占据晶体结构中特定的位置。但是在实际晶体中,若发生空位八面体位移、相邻晶层错位或是离子交换(如Al离子被Fe或Ti离子交换)等则会导致高岭石族矿物的无序(刘长龄等,2002)。

对样品进行X射线粉晶衍射实验,测试单位:中国地质大学(北京)X射线粉晶衍射实验室。实验设备型号:D/Max-RC;实验条件:CuK α 1靶,靶电压为30 kV,靶电流为100 mA,发散缝1°,接受狭缝0.15 mm,防散射狭缝1°,连续扫描模式。

矿物的结晶程度直接影响其衍射峰的强度和形状。因此利用得到的高岭石族矿物的X射线衍射图,可以判别高岭石组矿物的结晶程度,即有序度。有序度高的高岭石族矿物的衍射峰尖锐而对称,18°~30°的(02l)(11l)带衍射峰分裂清晰,35°~40°区间的两个“山”字型特征峰分裂明显;有序度较低的高岭石族矿物(02l)(11l)带分裂较差, $k \neq 3$ 的弱衍射峰基本消失,35°~40°的第一个“山”字型峰向两重峰趋近(王小慧,2007)。

亨克利(Hinckley,1963)提出用“结晶指数”将高岭石的有序度数字化,结晶指数反映了矿物的结晶程度,即有序度的高低。结晶指数用于表征(02l)(11l)衍射峰的清晰度及强度变化,在局部基线上测定(110)和(11 $\bar{1}$)衍射峰的高度,基线是通过两峰间最低点划出来的,这两个高度可以用 h_1 和 h_2 来表示(如图5)。 h 表示(110)峰的真正高度,为(110)峰顶点到背景线的距离,则结晶指数 $HL = (h_1 + h_2) / h$ (任磊夫,1992)。高岭石结晶有序化程度一般可分为高度有序($HL > 1.3$)、有序(HL 为1.3~1.0)、较无序(HL 为1.0~0.5)、无序($HL < 0.5$)4个等级(刘长龄等,2002)。根据这种方法计算样品的结晶指数如表3。可以看出,透明度好的样品,结晶指数大,透明度差的样品,结晶指数较小。

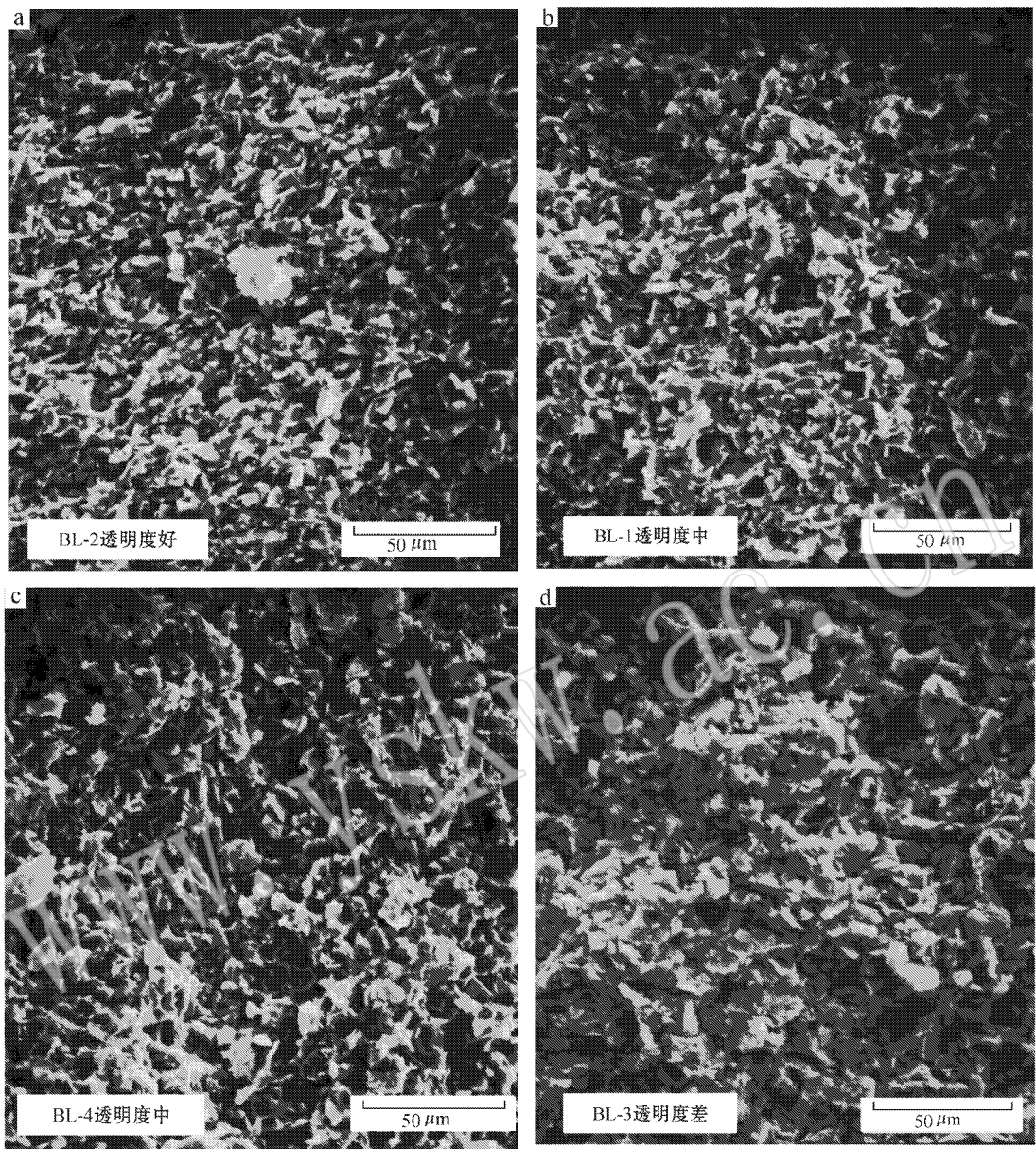


图3 不同透明度样品的粒度观察

Fig. 3 Particle size observations of samples with different transparencies

3 讨论

3.1 颗粒度对透明度的影响

测试样品主要是高岭石族矿物,其平均粒度是影响透明度的重要因素。由图2和图3可以看出,随着透明度的增加,样品的颗粒越来越小。另外,粒度的均匀程度对透明度也有一定的影响,从图2中可以看出,透明度越好,颗粒大小越均匀;透明度越差,颗粒大小差别越大。

对上述现象的解释是:矿物颗粒粗,粒度不均匀,则矿物的结构相对疏松,颗粒间隙增大。当光线射入这种结构时,在矿物颗粒的边缘会产生较多的折射和散射作用,减少了光的透射,从而降低了矿物的透明度。反之,矿物颗粒细,粒度均匀,则矿物结构致密,对光的透过量大,矿物的透明度好(王时麒等 2002,俞宁等 2004)。

3.2 高岭石族矿物的结晶有序度对透明的影响

以高岭石族矿物为主要成分的巴林石,矿物的结晶程度对透明度有一定的影响。由表3可以看

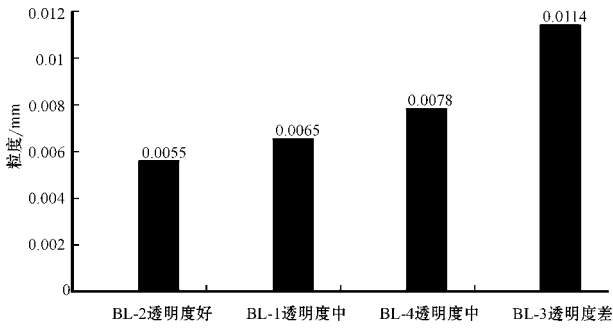


图4 不同透明度样品的粒度统计对比
Fig. 4 Particle size comparison of samples with different transparencies

出,透明度好的样品,矿物结晶指数接近1,说明其晶体结晶程度近于有序的状态,而透明度差的样品,结晶指数近于0.5,矿物结晶程度近于无序的状态。

矿物的有序度高,说明晶体内部原子和离子占位情况有规律,产生离子交换、晶层错位、结构变形的几率相对减少,能使大部分光线透过玉石,因此玉石的透明度较好。

3.3 杂质和裂隙对透明度的影响

巴林石中的次要矿物主要为明矾石、石英、硬水铝石、赤铁矿、褐铁矿等。这些杂质的存在影响了矿物集合体结合的紧密程度,增加了巴林石对光的折射、反射及散射(王时麒等,2002;俞宁等,2004);同

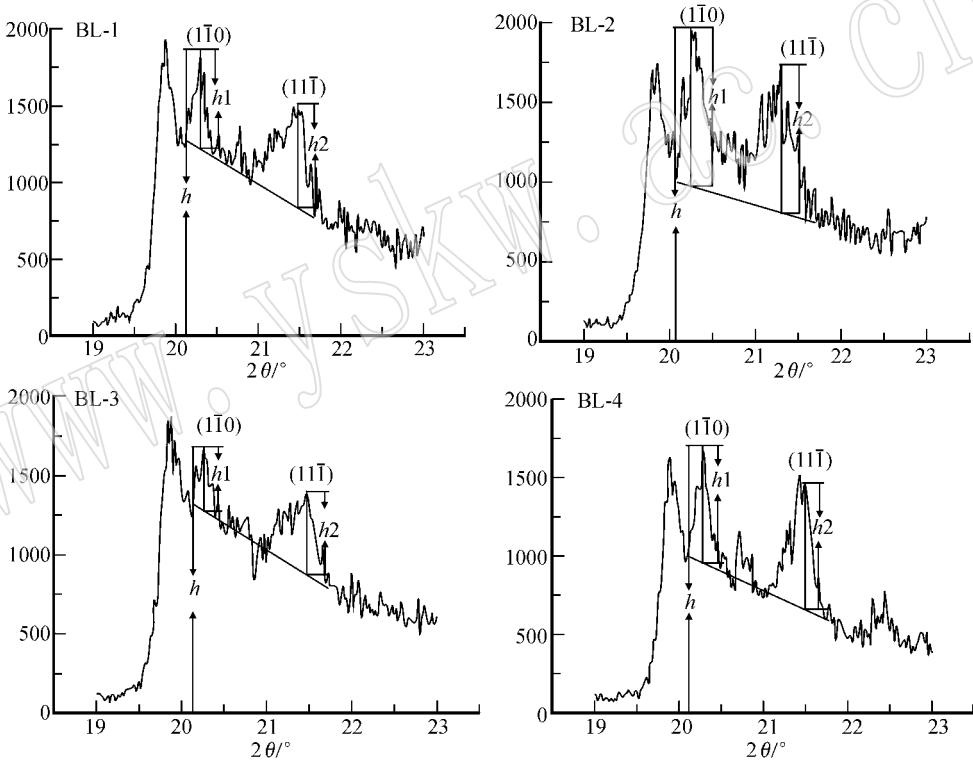


图5 高岭石族矿物结晶指数的计算方法图例
Fig. 5 Designed procedure of crystallization indices of kaolinite group minerals

表3 样品结晶指数

Table 3 Crystallization indices of Balin Stone

样品号	BL-2	BL-4	BL-1	BL-3
结晶指数	0.979	0.911	0.705	0.556
透明度	好	中	中	差

用,消耗了入射光的能量,从而降低了透明度(王时麒等,2002;俞宁等,2004)。

4 结论

(1)以高岭石族矿物为主要成分的巴林石,平均粒度以及颗粒均匀程度是影响其透明度的主要因素。平均粒度越小颗粒越均匀,巴林石透明度越好。

时,暗色矿物的存在,增加了对光线的吸收作用,从而使巴林石的透明度降低。

裂隙使巴林石整体结构疏松,颗粒间存在空气夹层,夹层的存在增加了入射光线的折射和散射作

(2) 高岭石族矿物的结晶有序度对巴林石的透明度有一定影响。矿物的有序度越高,巴林石的透明度越好。

(3) 杂质和裂隙的存在影响巴林石的透明度,杂质越多裂隙发育程度越高,巴林石的透明度越差。

References

- Hinckley D N. 1963. Variability in Crystallinity, values among the Kaolin deposits of the coastal Plain of Georgia and south Carolina [J]. *Clays and Clay Minerals*, 11 : 229~235.
- Liu Changling and Liu Qinfu. 2002. Advance on the relation of orders of Kaolinite crystallization in coal series to origin [J]. *Contributions to Geology and Mineral Resources Research*, 17(2): 73~81 (in Chinese with English abstract).
- Ren Leifu. 1992. *Clays and Clay Minerals* [M]. Beijing : Geologic Publishing House , 1~231 (in Chinese with English abstract).
- Wang Shiqi , Yan Xin and Yu Ning. 2002. Study on factors impacting on transparence of Xiuytu [J]. *Journal of Gems and Gemmology* , 4 (4): 10~14 (in Chinese with English abstract).
- Wang Xiaohui. 2007. Study on Mineralogy and Gemmology of Balin

ston [D]. Beijing : China University of Geosciences (in Chinese with English abstract).

- Yu Ning , Wang Shiqi and Yang Dong. 2004. Controlling Factor of Dushan Jade 's Transparency and Dushan Jade 's Origin [J]. *Jewelry Science and Technology* 16(1): 48~50 , 56 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Beili. 2006. *Systematic Gemmology* [M]. Beijing : Geologic Publishing House , 1~710 (in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

- 刘长龄,刘钦甫. 2002. 高岭石矿物结晶有序化程度与成因关系研究新进展 [J]. *地质找矿论丛*, 17(2): 73~81.
- 任磊夫. 1992. *粘土矿物与粘土岩* [M]. 北京 : 地质出版社.
- 王时麒,闫欣,俞宁. 2002. 岫玉透明度的控制因素 [J]. *宝石和宝石学杂志*, 4(4): 10~14.
- 王小慧. 2007. 巴林石的矿物学与宝石学研究 [D]. 北京 : 中国地质大学.
- 俞宁,王时麒,杨东. 2004. 独山玉透明度的控制因素及成因探讨 [J]. *珠宝科技*, 16(1): 48~50, 56.
- 张蓓莉. 2006. *系统宝石学(第二版)* [M]. 北京 : 地质出版社, 1~710.