

绿色翡翠颜色分布规律研究

张晓伟 郭颖

(中国地质大学 珠宝学院, 北京 100083)

摘要: 采用国际照明委员会 CIE LAB 色度坐标, 定量描述了翡翠的绿色, 分析了颜色的分布情况, 总结其分布规律, 建立起翡翠绿色 L^* 、 a^* 、 b^* 、 C^* 、 h_{ab} 的分布关系。当明度较小时, 色调角几乎不变, 彩度和明度呈现近似的线性相关, 当明度变大时, 色调角的变化幅度稍大, 彩度值在明度中等偏低时变为最大。这些信息将在很大程度上对翡翠绿色分级的细化起到积极作用, 可以用来指导翡翠色卡的制备。

关键词: 翡翠 绿色 颜色分布

中图分类号: P574.1⁺1

文献标识码: A

文章编号: 1000-6524(2011)S0-0023-04

Distribution regularity of the green color of jadeite jade

ZHANG Xiao-wei and GUO Ying

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

Abstract: The green color of jadeite jade was measured and placed in the CIE LAB even color space. The distribution of color was analyzed in order to establish a relation of L^* , a^* , b^* , C^* , h_{ab} for the green color of jadeite jade. When L^* is low, h_{ab} keeps relatively unchanging and C^* and L^* are linearly interrelated. When L^* increases, the scope of h_{ab} increases a little and C^* reaches its peak when L^* is approximately 40. This information will have a positive effect on grading jadeite jade to a great extent in that it simplifies and guides the manufacture of jadeite jade color chips.

Key words: jadeite jade; green; distribution of color

在 2010 年 3 月 1 日实施的《翡翠分级》(GB/T 23885-2009)国家标准中,规定了从颜色、透明度、质地、净度 4 个方面对翡翠进行级别划分。颜色是影响翡翠价值的主要因素之一,因此正确评价颜色档次是翡翠价值评估的重点也是难点。翡翠的基本色调有绿(翠)、红(翡)、紫、白、黑、黄(翡) 6 种,其中绿色翡翠的价值最高,且品种和数量也最多(董雅洁等 2009)。由于国标在推广上的困难,多数珠宝商人和专业人士还是像从前一样凭借自己的实践经验对翡翠的颜色进行主观观察来评估翡翠颜色的等级,而缺少客观、统一的度量评价标准。国标中对颜色部分的评价较为笼统,而对于高档的绿色翡翠,颜色看走毫厘,价格就可能谬以千里,因此对于高档翡

翠绿色的评价,国标就显得有些捉襟见肘,所以建立一套可行的客观精细的翡翠绿色度量评价标准非常必要(王蓉等 2007)。

目前对颜色的评价方法比较实用的是色卡比对法,在色度学的理论支持下对翡翠颜色进行评价。色卡比对法以 Munsell 系统、Gem Dialogue 系统为代表,将颜色标注在一个三维立体模型体系中,借助色卡或色板对翡翠颜色要素 H(色调)、C(彩度)、L(明度)进行标定。目前所用的色卡比对法只能在一定程度上反映翡翠样品颜色的视觉特征。由于目前采用色卡的使用材料所限,其质地、表面光泽及透明度等均与天然翡翠有较大差异,对透明度较差的翡翠样品而言,色卡比对法能提供与目视判断较为一致

的结果,而对高档优质透明度高的绿色翡翠样品则因其忽略透射色对视觉颜色的影响而导致偏差较大,且对色差较小的翡翠颜色不能做出准确的标定(张辉等 2006)。同时,目前所用的宝石色卡在特定的翡翠颜色上不够详尽,划分并不按照翡翠颜色的特点,对评价翡翠有很大的制约,因此,想要制作一套切实有效的绿色翡翠色卡比对体系,要首先解决上述两个问题,再以色差作为质量分级尺度,建立翡翠绿色分级与评价体系(郭颖等 2010)。本文将对翡翠绿色分布的规律做一些理论上的分析,为翡翠绿色色卡的制备进行铺垫。

1 样品与实验

选取 3 mm×5 mm~8 mm×10 mm、质地细腻、少含杂质的天然翡翠戒面,肉眼下样品色调为淡绿色到暗绿色,且每粒样品绿色均匀一致,共 382 粒标本。

采用 Color i5 测色仪,选取 CIE $L^* a^* b^*$ 色空间,利用积分球收集样品表面的反射信号;测试条件:反射,不包含镜面反射,D65 标准光源照明,测量范围为 360~750 nm,测量时间<2.5 s,波长间隔为 10 nm,电压为 240 V,电流为 50~60 Hz。

2 结果讨论

实验结果显示:在 CIE LAB 均匀色空间中,382 粒天然翡翠的绿色明度值 $L^* \in (10.50, 64.66)$, $a^* \in (-58.16, -10.24)$, $b^* \in (5.22, 51.61)$,如图 1 所示。

做 a^* 、 b^* 散点关系图如图 2 所示,其图形类似于枣核形。从图中可以看出, a^* 为负值, b^* 为正值, a^* 的绝对值与 b^* 值呈正相关,大多数情况下,与 b^* 的值相差不多,即斜率 b^*/a^* 变化幅度较小,色调角 $h_{ab} = \arctan(b^*/a^*)$ 偏差不大,表明多数翡翠在色调上的变化并不大。

《翡翠分级》国标中对绿色翡翠色调分为 3 类:纯正绿色($500 \leq \lambda < 530$)微黄绿($530 \leq \lambda < 550$)微蓝绿($490 \leq \lambda < 500$)张蓓莉等,2009),采用划分区域结合线性插值的方法计算主波长(陈焕庭等,2007),首先在色品图中连接标准发光体白点与样品坐标,本文中白点采用照明光源 D65 坐标(0.313, 0.329),样品点(x, y)按照下式计算直线的斜率:

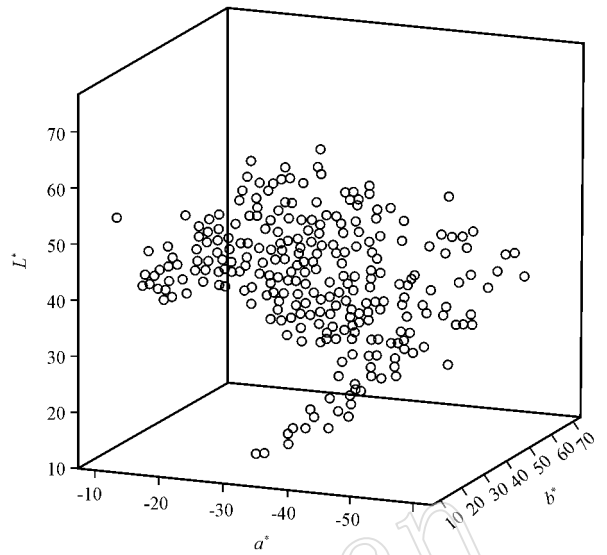


图 1 翡翠标本绿色点在 CIE LAB 均匀色空间中的分布图
Fig. 1 Distribution of the color of jadeite samples in CIE LAB color space

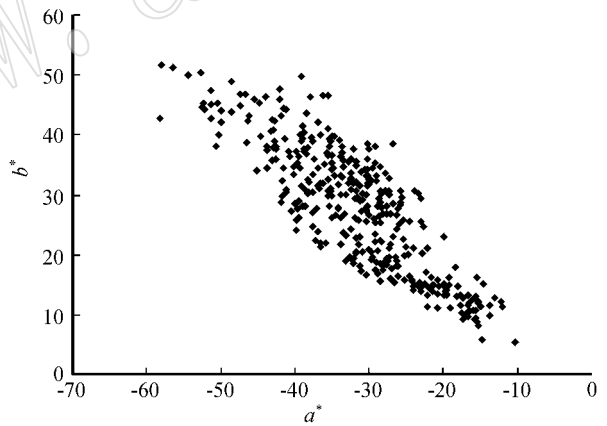


图 2 翡翠绿色 a^* 与 b^* 的关系
Fig. 2 Relation of a^* and b^* of jadeite

$$\text{斜率 } k = (x - 0.313) / (y - 0.329) \quad (1)$$

$$\text{或 } k = (y - 0.329) / (x - 0.313) \quad (2)$$

为了计算方便,本实验中采用式(1)。按照不同翡翠颜色的 k 值将色品图如图 3 所示分为 4 个区域。

将图 2 中的点按照颜色分类,得到图 4。图 4 中可见绿色翡翠集中分布在绿色(图 3 中 3 区,图 4 下半部分)和带有黄色调的绿色(图 3 中 4 区,图 4 上半部分)区域。实验中并无处于蓝绿区的翡翠样品,这是由于翡翠蓝绿色较为少见,而多数翡翠绿色处于绿和黄绿区。

做 L^* 与 a^* 、 b^* 值的散点关系图,如图 5。由图 5

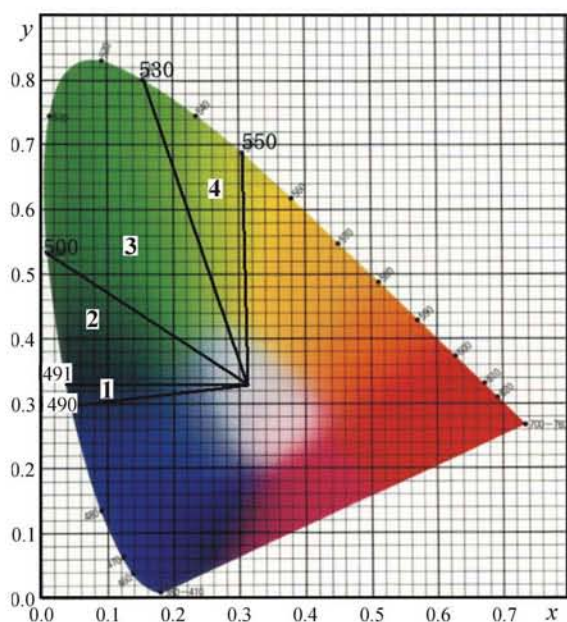


图3 色品图区域划分

Fig. 3 Region partition of chromaticity diagram

1— $k \geq 8.645$; 2— $k \leq -1.496$; 3— $-1.496 < k \leq -0.331$;
4— $-0.331 < k \leq -0.028$

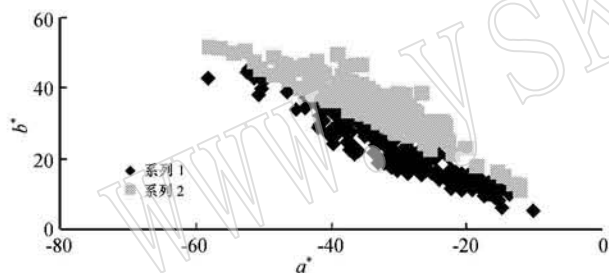


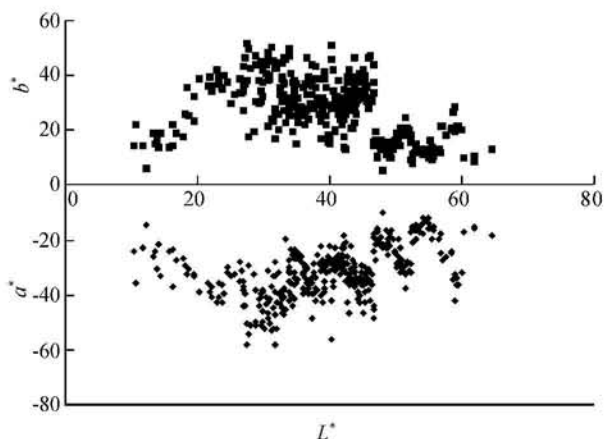
图4 翡翠色调分布

Fig. 4 Distribution of hue of jadeite

可以看出,在明度 $L^* \in (10, 20)$ 时, L^* 与 $|a^*|$ 、 b^* 值呈正相关。对于此区间内的任意 L^* 值, $|a^*|$ 、 b^* 的取值范围均较小,基本呈现简单的线性关系, b^*/a^* 范围仅由 -0.914 至 -0.600 , 因色调角 $h_{ab} = \arctan(b^*/a^*)$, 说明色调角变化幅度较小, 即当明度较低时, 色调角基本保持不变。

彩度 $C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$ 取值范围为 33.02 至 55.90 , 属于中等偏低彩度, 随明度增加, 彩度值也基本保持增长的趋势, 黑色调减弱, 绿色调增强, 颜色由墨绿变为深绿。当明度最小为 10.5 时, 彩度为 33.02 , 属于墨绿色。

在明度 $L^* \in (20, 65)$ 时, 当 L^* 增大, $|a^*|$ 、 b^* 的整体趋势均呈减小, 为负相关, 即彩度呈减小趋势, 因为翡翠绿色的最大彩度位于明度中等偏低

图5 翡翠绿色 L^* 与 a^* 、 b^* 的关系Fig. 5 Relation of L^* and a^* , b^* of jadeite

处, 故随明度增加, 彩度增加, 颜色由墨绿变得越来越艳丽, 达到顶峰后明度继续增加, 彩度降低, 翡翠颜色开始发白, 直变为至无绿色调的白色或透明无色。数据点图形则也类似于一个枣核形。当明度 $L^* = 52.99$ 时, 彩度 $C^* = 11.49$ 为样品中彩度最小值; 当 $L^* = 37.63$ 时, 彩度 $C^* = 77.64$ 为样品中彩度最大值, 即此时翡翠绿色的艳丽得以最好的体现。彩度值量化了肉眼评价翡翠颜色时所说“浓阳正匀”中的“浓”, 因此, 彩度值越大, 代表翡翠颜色得到越好的呈现。当明度最大为 64.66 时, 彩度为 42.24 , 为很淡的接近于白色的绿色。

利用算术平均误差检验对图 5 中的数据点进行计算, 反推其允许的误差范围, 即为 a^* 与 b^* 的取值范围。经过计算处理的 a^* 、 b^* 值范围如图 6a 和图 6b 所示, 其范围稍比所测样品范围大一些, 图形大体趋势与图 5 相同, 翡翠的绿色基本属于此范围之内。

图 6a 中 a^* 的最大值的 6 次拟合方程为 $a_{\max}^* = 10^{-7}L^{*5} - 5 \times 10^{-5}L^{*4} + 0.002L^{*3} - 0.05L^{*2} + 1.749L^* + 18$, 最小值 6 次拟合方程为 $a_{\min}^* = 10^{-7}L^{*6} - 2 \times 10^{-5}L^{*5} + 0.001L^{*4} - 0.052L^{*3} + 0.874L^{*2} - 4.011L^* + 18$ 。

图 6b 中 b^* 的最大值的 6 次拟合方程为 $b_{\max}^* = 10^{-7}L^{*6} + 10^{-5}L^{*5} - 0.001L^{*4} + 0.035L^{*3} - 0.52L^{*2} + 4.075L^* + 6.43$, 最小值拟合方程为 $b_{\min}^* = 2 \times 10^{-7}L^{*6} + 10^{-5}L^{*5} + 0.001L^{*4} - 0.05L^{*3} + 0.941L^{*2} - 4.812L^* + 6.43$ 。

同理做出 L^* 与 C^* 的拟合曲线图, 如图 6c 所示, 通过方程式计算可得, 翡翠最小明度为 1.5 , 对应彩度为 23.5 , 此时翡翠颜色为非常暗的墨绿色; 最大

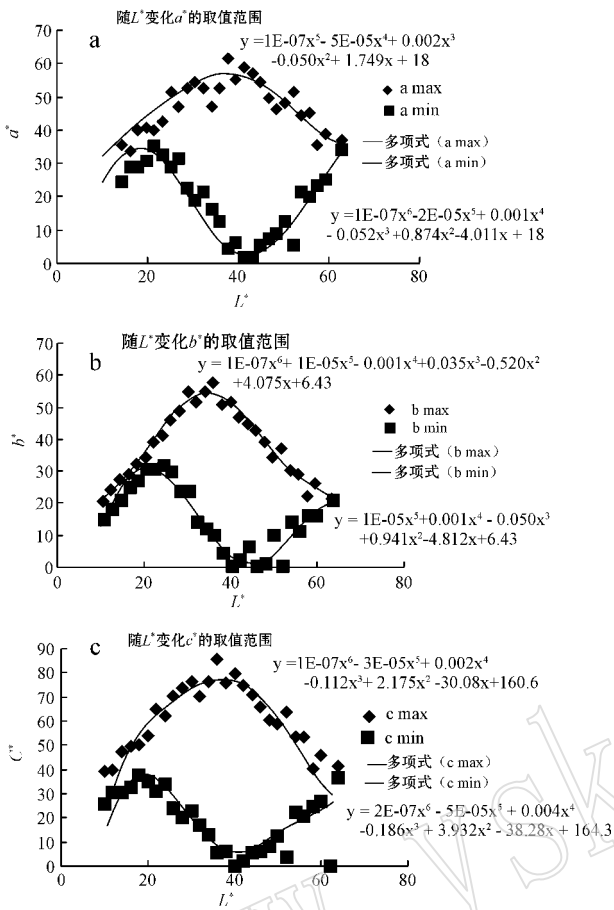


图 6 在均匀色空间中翡翠绿色 $a^*(a)$, $b^*(b)$, $C^*(c)$ 的取值范围

Fig. 6 Scope of $a^*(a)$, $b^*(b)$ and $C^*(c)$ of jadeite in CIE LAB even color space

明度为 66 对应彩度为 26.8,此时翡翠颜色发白,接近白色。

计算 C^* 极值,即 C^* 能取到的最大和最小值得出,当 $L^* = 39.3$ 时, C^* 取最大值为 76.9,则此时翡翠颜色最浓郁饱满,当 $L^* = 41.1$ 时, C^* 取最小值为 3.0。

用 C^* 最大值的多项式减去最小值的多项式,得出新的多项式,求其极值,得出当 $L^* = 39.9$ 时,翡翠彩度变化范围最广,则在此明度下,翡翠颜色可以从浓艳的绿色一直变化至暗绿色。

因为本实验中选择翡翠样品均为有颜色的样品,故对于彩度较低直至 0 的样品的特性仍有待进一步研究。

3 结论

(1) 当明度值较低时,翡翠绿色调基本保持不变,随明度增加,彩度呈增加趋势,由墨绿色变为深绿色,

可以大体上认为明度和彩度是简单的线性关系。

(2) 当明度值在 40 左右时,彩度值可达到最高与最低,翡翠颜色可达到最浓郁的绿色,彩度变化范围最大,即翡翠颜色可从顶级的艳绿色变为几乎无绿色调的中性灰色。

(3) 对翡翠绿色进行的色彩标定表明,其颜色分布有明显的规律,这有利于翡翠颜色分级的细化,可以使翡翠绿色色卡的制备更加容易,更加有针对性。

References

Chen Huangting, Lu Yijun, Gao Yulin, et al. 2007. Optimized Algorithm for Determining Dominant Wavelength of LED[J]. Acta Metrologica Sinica, 28(4): 321~328 (in Chinese with English abstract).

Dong Yajie, Guo Ying and Zhang Chengcheng. 2009. Research of the same color of different spectra under different light[J]. Science & Technology Information, 10(7): 238 (in Chinese).

Guo Ying, Mo Tao and Cheng Suhua. 2010. Contribution of lightness difference to color difference of Jadeite-jade based on color difference formula[J]. Bulletin of the Chinese Ceramic Society, 29(2): 496~501 (in Chinese with English abstract).

Wang Rong and Yuan Xinqiang. 2007. Feasible research on color of Jadeite Jade measured by colorimetry[J]. Journal of Gem s and Gemmology, 9(2): 21~28 (in Chinese with English abstract).

Zhang Beili, Wang Manjun, Ke Jie, et al. 2009. GB-T23885-2009, Jadeite Grading[S]. General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China (in Chinese).

Zhang Hui, Zhang Beili and Wang Manjun. 2006. Application of method of color measurement in color appraisalment of Jadeite Jade[J]. Journal of Gem s and Gemmology, 8(3): 16~20 (in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

陈焕庭, 吕毅军, 高玉琳, 等. 2007. 发光二极管主波长的优化计算方法[J]. 计量学报, 28(4): 321~328.

董雅洁, 郭颖, 张澄澄. 2009. 不同光源下翡翠绿色的同色异谱研究[J]. 科技资讯, 10(7): 238.

郭颖, 莫韬, 程素华. 2010. 基于 CIE LAB 色差公式的翡翠绿色明度差对色差的贡献[J]. 硅酸盐通报, 29(2): 496~501.

王蓉, 袁心强. 2007. 翡翠颜色色度学测量的可行性研究[J]. 宝石和宝石学杂志, 9(2): 21~28.

张辉, 张蓓莉, 王曼君. 2006. 颜色度量方法在翡翠颜色评价中的应用[J]. 宝石和宝石学杂志, 8(3): 16~20.

张蓓莉, 王曼君, 柯捷, 等. 2009. GB-T23885-2009, 翡翠分级标准[S]. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.