

浅析翡翠的岩石类型对其比重、折射率的影响

谢星, 王崇礼, 梁婷

(长安大学 地球科学与国土资源学院 陕西 西安 710054)

[摘要] 翡翠的矿物组成、岩石类型不同, 将会对翡翠的比重、折射率产生直接的影响。从翡翠的岩石学、矿物学角度出发, 讨论了翡翠的岩石类型, 依据组成翡翠的主要矿物的比重和折射率值, 建立了翡翠矿物组成成分及含量与其比重、折射率关系图解, 确定了各种翡翠的比重、折射率变化范围分别为: 2.93 ~ 3.60 和 1.593 ~ 1.750; 优质翡翠的比重、折射率分别为: 3.178 ~ 3.240 和 1.644 ~ 1.657, 为翡翠的质量评估提供了客观依据。

[关键词] 翡翠; 岩石类型; 折射率; 比重; 矿物组成

[中图分类号] P578.954 [文献标识码] A [文章编号] 1672-6561(2004)04-0024-04

[作者简介] 谢星(1972—), 女, 湖南邵阳人, 讲师, 博士研究生, 主要从事岩矿与珠宝教学与研究。

翡翠是具有宝石学价值的钠质辉石岩。优质翡翠的价格极其昂贵, 可以与钻石、祖母绿、红宝石相媲美。因而对翡翠鉴定及其质量评估就显得十分重要。

笔者收集了市场上具有代表性的翡翠样品, 通过大量的岩石薄片观察、电子探针测试结果来看, 翡翠主要是由钠质辉石、钠质闪石、钠长石等矿物组成, 不同的矿物组合将会导致其岩石类型的不同。通过对翡翠的矿物组成、岩石类型的研究, 认为广义翡翠的定义应为: 具有宝石学价值的钠质辉石岩。^[5]

1 翡翠的矿物组成

翡翠中除含少量钠长石、钠质闪石, 主要是由钠质辉石组成。

1.1 钠质辉石矿物

翡翠中最常见的钠质辉石为硬玉($\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$), 其次是绿辉石($(\text{Ca}, \text{Na})(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al})\text{Si}_2\text{O}_6$)和钠铬辉石($\text{NaCrSi}_2\text{O}_6$), 偶见霓石($\text{NaFeSi}_2\text{O}_6$)^[4, 7]。这4种矿物总是存在类质同象, 当环境富Na时出现硬玉, 当环境富Mg时出现绿辉石, 富Cr时出现钠铬辉石, 富Fe时出现霓石^[4]。

钠铬辉石的比重为3.6, 折射率为1.748 ~ 1.765。绿辉石的比重为3.35, 折射率为1.673 ~ 1.691。硬玉的比重为3.24 ~ 3.34, 折射率为1.654 ~ 1.666。^[1]

1.2 钠质闪石

翡翠中的闪石矿物主要为钠质碱性闪石^[9], 以铝钠闪石最常见, 它是含铁镁的热液对硬玉矿物交代形成的。钠质闪石的比重为3.1, 折射率为1.640左右。

1.3 钠长石

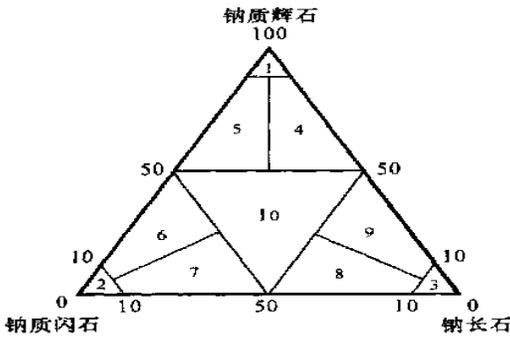
翡翠中常含低温长石, 偏光显微镜下呈细小的不规则粒状, 有时会呈脉状集合体产出。钠长石的比重为2.62, 折射率为1.529左右。它们的存在会使翡翠的比重和折射率变小。

1.4 其他矿物

天然翡翠中少见矿物是次闪石、绿泥石和蛇纹石。此外, 还偶见针钠钙石。次闪石、绿泥石和蛇纹石分别是硬玉、钠质闪石及超基性围岩的蚀变产物。

2 岩石类型

根据翡翠中主要矿物组合及各矿物的含量关系, 采用传统的岩石学方法, 可将翡翠及与之有成因联系的岩石划分为10类(图1)。



1 区钠质辉石岩; 2 区钠质角闪岩; 3 区钠长岩; 4 区钠长钠质辉石岩; 5 区钠质角闪辉石岩; 6 区钠质辉石角闪岩; 7 区钠长钠质角闪岩; 8 区钠质角闪钠长岩; 9 区钠质辉石钠长岩; 10 区钠长角闪辉石岩

图 1 翡翠及相关岩石分类

Fig. 1 Rock types of jadeite jade and its correlative rocks

这 10 类岩石中矿物组分如下: 1 区钠质辉石 > 90%; 2 区钠质角闪石 > 90%; 3 区钠长石 > 90%; 4 区钠质辉石 > 50%, 钠长石 > 钠质角闪石; 5 区钠质辉石 > 50%, 钠质角闪石 > 钠长石; 6 区钠质角闪石 > 50%, 钠质辉石 > 钠长石; 7 区钠质角闪石 > 50%, 钠长石 > 钠质辉石; 8 区钠长石 > 50%, 钠质角闪石 > 钠质辉石; 9 区钠长石 > 50%, 钠质辉石 > 钠质角闪石; 10 区三端员组分含量近等。

图 1 中 1, 3, 4, 9 区岩石为市场上常见或较常见玉石的岩石类型。

3 区的钠长石岩, 9 区的钠质辉石钠长岩, 因钠长石含量高, 虽然其和钠质辉石岩翡翠的成因相同, 产出空间位置一致, 并且其工艺价值较高, 但其和翡翠的矿物成分(翡翠中钠质辉石的含量应 > 50%)、物理性质差别较大, 不符合翡翠的定义, 因而不能称为翡翠。

4 区部分钠长钠质辉石岩玉就是市场上常见玉种“水沫子”, 它的密度、折射率亦低于钠质辉石岩。

钠质辉石岩是翡翠的主要岩石类型。根据钠质辉石矿物种类和含量的不同, 还可将钠质辉石岩进一步划分为硬玉岩、绿辉石岩和钠铬辉石岩。但优质翡翠仅源于纯硬玉岩型翡翠。

3 矿物组成对翡翠比重、折射率的影响

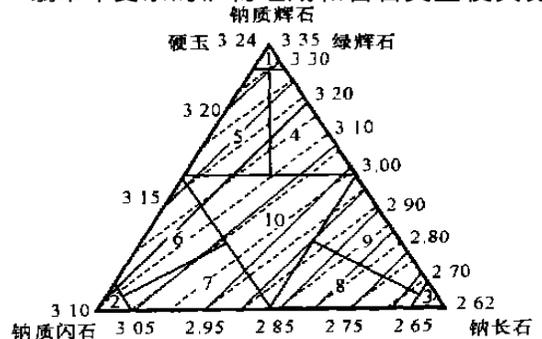
市场上翡翠的矿物组成、岩石类型的多样性, 必然导致对翡翠品质评价的复杂性, 而翡翠的折

率、比重等物理性质对其鉴定及评价至关重要。目前, 在有关翡翠的资料中, 翡翠的折射率、比重值一般都采用硬玉的折射率(1.66)、比重值(3.33), 但笔者认为翡翠的矿物组合和岩石类型不同, 其比重、折射率将会在一定范围内变化。为了从岩石学和矿物学角度对翡翠的质量加以评述, 特建立了翡翠的矿物组成与相应翡翠的比重、折射率关系图解, 用以讨论翡翠的矿物组成、岩石类型对其比重、折射率的影响。

由于翡翠中除含少量钠长石、钠质闪石, 主要是由钠质辉石组成, 而最常见的钠质辉石是硬玉, 其次是绿辉石和钠铬辉石, 因此利用资料^[1]中查得的较纯的钠铬辉石、绿辉石、硬玉的比重和折射率值, 笔者分别作出硬玉-钠质闪石-钠长石系各成分玉石比重和折射率等值线图、绿辉石-钠质闪石-钠长石系各成分玉石比重和折射率等值线图、钠铬辉石-钠质闪石-钠长石系各成分玉石与比重关系图。考虑到硬玉易与绿辉石和钠铬辉石发生类质同象替代, 所以将硬玉-钠质闪石-钠长石系玉石比重和折射率等值线分别与绿辉石-钠质闪石-钠长石系玉石和钠铬辉石-钠质闪石-钠长石系玉石比重和折射率等值线各自叠加在一张图上(图 2~图 5), 便于分析和研究硬玉和绿辉石或硬玉和钠铬辉石共同存在时, 翡翠的比重和折射率的变化情况。

3.1 矿物组成对翡翠比重的影响

翡翠中复杂的矿物组成和岩石类型使其比重

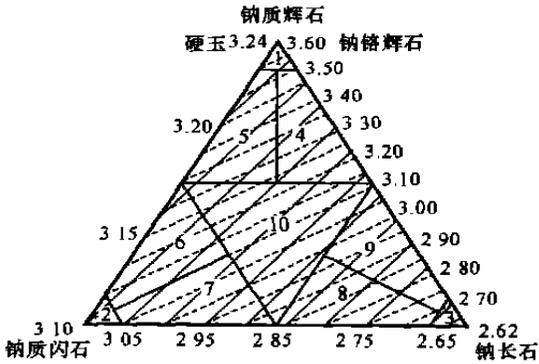


1 区钠质辉石岩; 2 区钠质角闪岩; 3 区钠长岩; 4 区钠长钠质辉石岩; 5 区钠质角闪辉石岩; 6 区钠质辉石角闪岩; 7 区钠长钠质角闪岩; 8 区钠质角闪钠长岩; 9 区钠质辉石钠长岩; 10 区钠长角闪辉石岩; 图中实线为硬玉-钠质闪石-钠长石系玉石成分与比重关系图线, 虚线为绿辉石-钠质闪石-钠长石系玉石成分与比重关系图线

图 2 钠质辉石(硬玉、绿辉石)-钠质闪石-钠长石系玉石成分与比重关系

Fig. 2 relationship fields between composition and specific gravity in sodium pyroxene sodium amphibole-albite jade

变化较大,通过建立翡翠的矿物组成与其比重的关系图解(图 2,图 3),可以确定各种常见翡翠的比重与其组成矿物之间的对应关系,并为其质量评价提供理论依据。



1 区钠质辉石岩; 2 区钠质角闪岩; 3 区钠长岩; 4 区钠长钠质辉石岩; 5 区钠质角闪辉石岩; 6 区钠质辉石角闪岩; 7 区钠长钠质角闪岩; 8 区钠质角闪钠长岩; 9 区钠质辉石钠长岩; 10 区为钠长角闪辉石岩; 图中实线为硬玉-钠质闪石-钠长石系玉石成分与比重关系图线; 虚线为钠铬辉石-钠质闪石-钠长石系玉石成分与比重关系图线

图 3 钠质辉石(硬玉、钠铬辉石)-钠质闪石-钠长石系玉石成分与比重关系

Fig 3 relationship fields between composition and specific gravity in sodium pyroxene-sodium amphibole-albite jade

一般情况下,较纯的钠铬辉石比重最大(3.60),较纯的绿辉石比重(3.35)次之,较纯的硬玉比重(3.24)最小,因而由图 2,图 3 可见,硬玉-钠质闪石-钠长石系各类岩石比重较低,绿辉石-钠质闪石-钠长石系各类岩石比重较大,钠铬辉石-钠质闪石-钠长石系各类岩石比重最大。

图 2 中钠质辉石端员全为硬玉时,1 区的钠质辉石岩(硬玉岩)比重为 3.178~3.240,4 区的钠长钠质辉石岩比重为 2.928~3.200;当钠质辉石端员全为绿辉石时,钠质辉石岩(绿辉石岩)的比重应为 3.277~3.350,钠长钠质辉石岩的比重为 2.985~3.310;当钠质辉石端员由硬玉、绿辉石共同组成时,则钠质辉石岩比重为 3.178~3.350,钠长钠质辉石岩比重为 2.928~3.310。

由图 3 可知,当钠质辉石端员全为钠铬辉石时,1 区的钠质辉石岩(钠铬辉石岩)的比重应为 3.500~3.600,4 区的钠长钠质辉石岩的比重为 3.110~3.550;当钠质辉石端员是硬玉、钠铬辉石共同组成时,则钠质辉石岩的比重为 3.178~3.600,钠长钠质辉石岩的比重为 2.928~3.550。

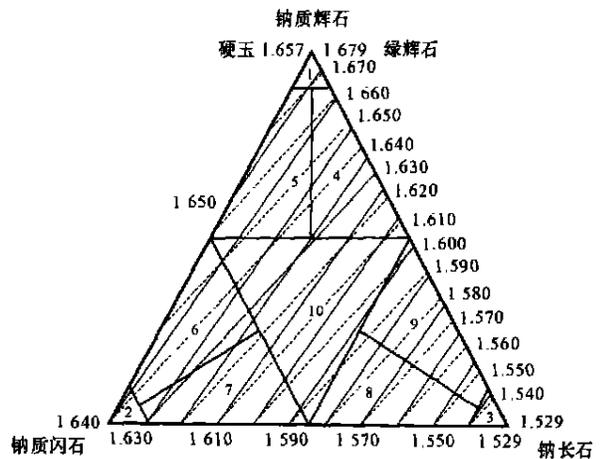
由于翡翠的岩石类型主要为钠质辉石岩,钠长

钠质辉石岩是质量较差的翡翠的岩石类型,由图 2,图 3 可查出各种翡翠的比重范围应为 2.928~3.600。优质翡翠只源于硬玉岩,其比重范围是 3.178~3.240。

3.2 矿物组成对翡翠折射率的影响

细粒玉石折射率的测定结果,实际上是一种集合体效应。建立翡翠成分与其折射率关系图解时,由于钠质辉石、钠质闪石和钠长石均为二轴晶矿物,他们分别有 Ng, Nm, Np 三个不同的折射率,因而选取各矿物中间折射率值作图,可做到控制翡翠折射率随其成分变化范围。

翡翠的折射率随其成分变化关系可用图 4,图 5 表示。图 4,图 5 中钠质辉石(硬玉、绿辉石、钠铬辉石)折射率最高,其次为钠质闪石,钠长石的折射率最低。在钠质辉石中钠铬辉石的折射率最高(1.750),其次为钠质闪石(1.640),钠长石的折射率最低(1.529)。以 1 区的钠质辉石岩和 4 区的钠长钠质辉石岩为例,在图 4 的硬玉-钠质闪石-钠长石体系中,钠质辉石(硬玉岩)的折射率为 1.644~1.657,钠长钠质辉石岩的折射率为 1.594~1.650;在绿辉石-钠质闪石-钠长石体系中,钠质辉石(绿辉石岩)的折射率为 1.664~1.679,钠长钠质辉石

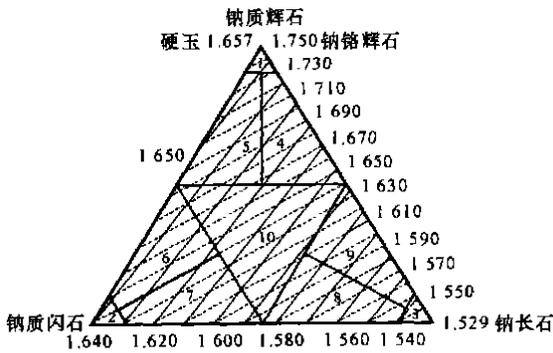


1 区钠质辉石岩; 2 区钠质角闪岩; 3 区钠长岩; 4 区钠长钠质辉石岩; 5 区钠质角闪辉石岩; 6 区钠质辉石角闪岩; 7 区钠长钠质角闪岩; 8 区钠质角闪钠长岩; 9 区钠质辉石钠长岩; 10 区钠长角闪辉石岩; 图中实线为硬玉-钠质闪石-钠长石系玉石成分与折射率关系图线; 虚线为绿辉石-钠质闪石-钠长石系玉石成分与折射率关系图线

图 4 钠质辉石(硬玉、绿辉石)-钠质闪石-钠长石系玉石成分与折射率关系

Fig 4 relationship fields between composition and refractive index in sodium pyroxene-sodium amphibole-albite jade

岩的折射率为 1.605 ~ 1.670; 在钠质辉石(硬玉+绿辉石)-钠质闪石-钠长石体系中, 钠质辉石的折射率为 1.644 ~ 1.679, 钠长钠质辉石岩的折射率为 1.594 ~ 1.670; 图 5 中钠铬辉石-钠质闪石-钠长石体系中, 钠质辉石(钠铬辉石岩)的折射率为 1.728 ~ 1.750, 钠长钠质辉石岩的折射率为 1.639 ~ 1.734; 在钠质辉石(硬玉+钠铬辉石)-钠质闪石-钠长石体系中, 钠质辉石的折射率为 1.644 ~ 1.750, 钠长钠质辉石岩的折射率为 1.593 ~ 1.734。



1 区钠质辉石岩; 2 区钠质角闪岩; 3 区钠长岩; 4 区钠长钠质辉石岩; 5 区钠质角闪辉石岩; 6 区钠质辉石角闪岩; 7 区钠长钠质角闪岩; 8 区钠质角闪钠长岩; 9 区钠质辉石钠长岩; 10 区钠长角闪辉石岩; 图中实线为硬玉-钠质闪石-钠长石系玉石成分与折射率关系图线; 虚线为钠铬辉石-钠质闪石-钠长石系玉石成分与折射率关系图线

图 5 钠质辉石(硬玉、钠铬辉石)-钠质闪石-钠长石系玉石成分与折射率关系

Fig. 5 relationship fields between composition and refractive index in sodium pyroxene sodium amphibole albite jade

由于翡翠的岩石类型集中于 1 区和 4 区, 由图 4, 图 5 可知, 翡翠的折射率范围应为 1.593 ~ 1.750, 优质翡翠的折射率范围应为 1.644 ~ 1.657。

4 结论

综上所述, 翡翠作为一种玉石, 不仅岩石类型多样, 而且其主要矿物成分硬玉、绿辉石、钠铬辉石的纯度变化较大, 存在着一系列类质同象替代, 因而翡翠的比重、折射率应存在一定的变化范围。

只有玉石中的钠质辉石(硬玉、绿辉石、钠铬辉石)含量大于 50%, 才被称为翡翠, 图 1 中 1 区, 4 区的岩石是市面上较常见的翡翠岩石类型。由于钠长石的折射率和比重均小于钠质辉石, 因而钠质辉石岩的质量优于钠长钠质辉石岩。但钠质辉石

中绿辉石因其中 Fe 离子含量高, 会使翡翠的颜色较深, 呈现墨绿色; 钠铬辉石中因 Cr 离子含量高, 会使翡翠呈现深翠绿色, 透明度变差; 纯硬玉为无色矿物, 若其中含有适量的 Cr 离子, 可使翡翠呈现鲜艳的翠绿色, 所以优质翡翠仅源于钠质辉石岩中含适量 Cr 离子的纯硬玉岩。由于硬玉的比重和折射率均小于绿辉石和钠铬辉石的比重和折射率, 因此, 并非翡翠的比重越大、折射率越高, 其质量越好, 由图 2 ~ 图 5 可查出翡翠的比重、折射率范围分别是: 2.93 ~ 3.60, 1.593 ~ 1.750; 而优质翡翠的比重、折射率分别应为: 3.178 ~ 3.240, 1.644 ~ 1.657, 这比直接用硬玉的折射率(1.66)、比重值(3.33)作为翡翠的折射率、比重值更为科学合理。

在已知翡翠的组成矿物、折射率和比重值时, 可通过图 2 ~ 图 5 查明翡翠中各种矿物的含量。对于折射率低于 3.178, 比重小于 1.644 的翡翠因钠长石含量较高, 属于质量较差的翡翠; 对于折射率高于 3.240, 比重大于 1.657 的翡翠因其中绿辉石(Fe 离子)或钠铬辉石(Cr 离子)含量较高, 其颜色和透明度变差, 其质量也较差。只有当翡翠的折射率和比重落入 3.178 ~ 3.240, 1.644 ~ 1.657 范围内, 其主要矿物组成为硬玉, 同时硬玉中含适量的 Cr 离子时, 才可能成为优质翡翠。

[参 考 文 献]

[1] 北京大学地质学系岩矿教研室. 光性矿物学[M]. 北京: 地质出版社, 1988. 344 ~ 372.
 [2] 张蓓莉. 系统宝石学[M]. 北京: 地质出版社, 1997. 257 ~ 270.
 [3] 尹宗列. 试论翡翠的矿物学、岩石学与宝石学之间的关系[J]. 珠宝 1990, (1): 14 ~ 18.
 [4] 陈志强, 袁奎荣. 翡翠岩性论[J]. 桂林工学院学报, 1996, 16 (1): 14 ~ 17.
 [5] 谢星, 王崇礼, 梁婷. 翡翠定义探讨[J]. 长安大学学报(地球科学版), 2003, 25(3): 21 ~ 23.
 [6] 董银洪. 翡翠中钠铬辉石和角闪石族矿物特征[J]. 中国非金属矿导刊, 1998, (6): 29 ~ 31.
 [7] 赵明开. 硬玉及相关辉石化学成分与翡翠玉种研究[J]. 云南地质, 2002, 21(2): 159 ~ 174.
 [8] 欧阳秋眉, 李汉声, 郭熙. 墨翡-绿辉石玉的矿物学研究[J]. 宝石和宝石学杂志, 2002, 4(3): 1 ~ 5.
 [9] 杨尽. 缅甸翡翠矿石化学成分及其意义[J]. 矿物岩石, 2001, 21(4): 28 ~ 30.
 [10] 黄作良, 杨红霞, 朱薇珊. 翡翠的矿物组成特征及其质量[J]. 化工矿产地质, 2001, 23(4): 217 ~ 222.

(下转第 53 页)

Discuss of cutting slope treatment project for expansive soil on highway

MAO Xin-hu

(*Shanxi Institute of Traffic Science, Taiyuan 030006, China; School of Geological Engineering and Surveying Engineering, Chang'an University, Xi'an 710054, China*)

Abstract: The cutting slope of expansive soil is the construction formed by digging the soil when the highway goes across expansive soil. It changes natural conditions, destroys natural physiognomy, and demolishes natural balanceable conditions of rock stress. The cutting slope of expansive soil exposes soil to a certain embedding depth to atmosphere, which directly takes action with weathering agency like rainfall, evaporation and temperature, and changes environmental and hydro-geological conditions within the slope soil. The paper, by countering the characteristic of highway engineering for the cutting slope to expansive soil, summarizes the past protective measures for cutting slope of expansive soil. In order to maintain the relative stability of natural moisture content of slope soil, keep the relative integrity of its structure, remain its enough shear strength and prevent swelling deformation and swelling force of expansive soil from being destroyed, the paper put forward a new method of using DAH mixed solution to improve the surface soil of expansive soil slope according to the past information and experience of dealing with the cutting slope of expansive soil. The chemical reaction will bring about between DAH mixed solution and the elements of expansive soil to produce ion exchange, so as to change the property of the surface expansive soil into normal soil. Besides, the paper makes full use of the past methods to cope with the cutting slope of expansive soil so that it can look for a better new method to deal with the cutting slope. In fact, the new method not only makes full use of expansive soil and economizes the engineering investment, but also afforest the slope and cause it to coordinate with the surroundings. In allusion to the characteristic of the cutting slope of expansive soil, the paper tries to put forward an economy as well as reasonable project for dealing with the cutting slope of expansive soil, and provides reference basis for building highway in the area of expansive soil.

Key words: swelling clay; cutting slope; big hole framework without sand; DHA mixing liquid

[英文审定: 苏生瑞]

(上接第 27 页)

Analysis of the influences of jadeite types on the refractivity and specific density

XIE Xing, WANG Chong-li, LIANG Ting

(*School of Earth Sciences and Resources Management, Chang'an University, Xi'an 710054, China*)

Abstract: The contents of jadeite's mineral composition and rock types will influence the refractivity and specific density of jadeite directly. On the basis of the study on the mineral composition and rock types of jadeite, the authors determine that the specific density and refractivity of jadeite ranges from 2.93 to 3.60 and from 1.593 to 1.750 respectively, the specific density and refractivity of jadeite with high quality ranges from 3.178 to 3.240 and from 1.644 to 1.657 respectively, and offers the objective basis for jadeite's quality appraisal through setting up several charts of the relation between jadeite's specific density refractivity and its mineral composition.

Key words: jadeite; rock types; refractivity; specific density

[英文审定: 杨家喜]