

## 西藏东部钙铬榴石的宝石学特征

何雪梅<sup>1</sup>, 蔡克勤<sup>1</sup>, 龚山<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学珠宝学院, 北京 100083; 2. 西藏三利石材公司, 拉萨 850000)

[摘要]最近西藏东部首次发现了翠绿色可达宝石级的钙铬榴石晶体矿床, 其产量丰富, 晶体颗粒度大, 是十分罕见且颇具应用价值的宝石资源。作者对该矿区钙铬榴石晶体的宝石学特征进行了系统的研究, 指出了西藏东部宝石级钙铬榴石晶体的应用前景。

[关键词]西藏东部 钙铬榴石 晶体 宝石学 特征

[中图分类号]P578.94<sup>+7</sup> [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2000)01-0031-03

钙铬榴石(Uvarovite)是美丽而稀少的绿色钙铁石榴石系列中的一个品种, 其化学式为  $\text{Ca}_3\text{Cr}_2(\text{SiO}_4)_3$ , 通常呈鲜绿色或翠绿色, 与翠榴石(钙铁榴石)很相似。据有关资料介绍, 钙铬榴石最早发现在乌拉尔山脉, 产于蛇纹岩或夕卡岩中, 其晶体多分布在俄罗斯乌拉尔的孔洞或岩石裂缝中。透明度较好的晶体发现于芬兰的 Outokampy 地区。另外美国、法国、挪威、南非、土耳其、意大利和我国的陕西汉中、西藏南部等地也曾发现有钙铬榴石产出。尽管钙铬榴石颜色很漂亮, 但由于其颗粒度小(单晶体常小于 2mm), 多数透明度差且产出少, 仅具矿物学意义, 所以一直未得到宝石业界的重视。最近, 我国西藏东部首次发现了一条产量丰富的钙铬榴石矿脉, 且晶体颗粒粗大。

### 1 样品的产状及外观特征

我们所取的数粒样品是我国西藏三利石材开发有限公司在西藏东部林芝地区波密县易贡乡铁山附近开采花岗岩石材时所得。此次西藏新发现的钙铬榴石矿呈脉状夹在当地绿色花岗岩体中, 已露头的宽度为 20 cm。而该花岗岩矿体又产于石炭系旁多群的中—细粒含砾碎屑岩夹少量碳酸盐地层中, 钙铬榴石呈单晶或多晶集合体形式嵌布于石英间, 与石英、方解石和少量磁黄铁矿共生, 钙铬榴石晶体粗大且多数晶形完好。

样品晶形大多数为菱形十二面体, 部分为菱形十二面体和四角三八面体的聚形。晶粒大小为 7 mm~21 mm。颜色为翠绿色, 样品多呈半透明、不透明状, 玻璃光泽, 断口油脂光泽, 并且断面处常有白色的晶体颗粒粘附, 经检验为石英和方解石。少数

样品为透明状, 但隐约可见内部微裂隙。

### 2 样品的化学组成和晶体结构

经电子探针分析样品的化学组成主要为  $\text{SiO}_2$  (37.75%)、 $\text{CaO}$  (30.75%)、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$  (22.14%), 此外还有少量的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (5.70%) 和微量的  $\text{FeO}$  (0.98%)、 $\text{MnO}$  (0.78%)、 $\text{MgO}$  (0.25%) 等, 见表 1。以氧原子数为 12 计算出样品的晶体化学式为  $(\text{Ca}_{0.89}\text{Fe}_{0.22}\text{Mn}_{0.018}\text{Mg}_{0.010})_3(\text{Cr}_{1.422}\text{Al}_{0.545})_2\text{Si}_{3.062}\text{O}_{12}$ 。

经透射电镜分析粉末样品, 从其微观结构形态和衍射图上可观察到样品的 {110} 和 {111} 晶面及标准的钙铬榴石衍射图, 可从晶体结构方面确认样品为钙铬榴石。

表 1 西藏东部钙铬榴石的化学组成 %

项目	样品 1	样品 2	样品 3	平均值
$\text{SiO}_2$	37.84	37.43	37.97	37.75
$\text{TiO}_2$	0.23	0.22	0.11	0.19
$\text{Al}_2\text{O}_3$	6.51	5.31	5.27	5.70
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	21.64	22.40	22.37	22.14
$\text{FeO}$	1.12	0.85	0.98	0.98
$\text{MnO}$	1.03	0.82	0.49	0.78
$\text{MgO}$	0.22	0.31	0.23	0.25
$\text{CaO}$	30.85	30.80	30.60	30.75
$\text{NiO}$	0.06	0.29	0.01	0.12
$\text{P}_2\text{O}_5$	0.20	0.38	0.11	0.23

注: 以上数据由中国地质大学(北京)电子探针室测试。

### 3 样品的光谱分析

#### 3.1 X 射线单晶和粉晶衍射分析

样品的 X 射线单晶和粉晶衍射图分别为图 1 和图 2。从两图中可看出其最高衍射峰值分别为  $d = 1.182$ ,  $I/I_0 = 100$ ,  $2\theta = 81.30^\circ$  和  $d = 2.991$ ,  $I/I_0 = 100$ ,  $2\theta = 29.84^\circ$ 。经计算样品的晶胞参数  $a_0 = 1.197$

[收稿日期]1998-09-10; [修定日期]1998-12-01; [责任编辑]张启芳

nm。图中较高的衍射峰数值与标准的钙铬榴石晶体衍射峰数值一致,而较低的衍射峰数值与标准的石英晶体衍射峰数值一致,说明样品中含有石英小晶体,也进一步说明钙铬榴石与石英是共生关系。

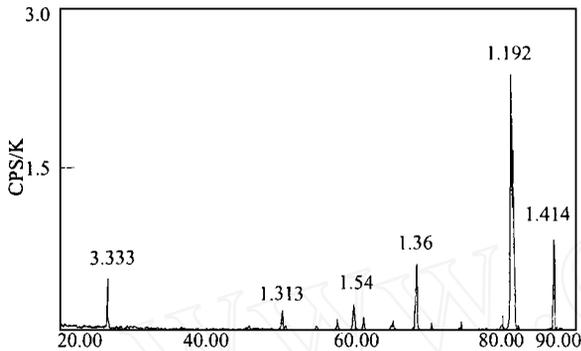


图1 样品的 X 射线单晶衍射图

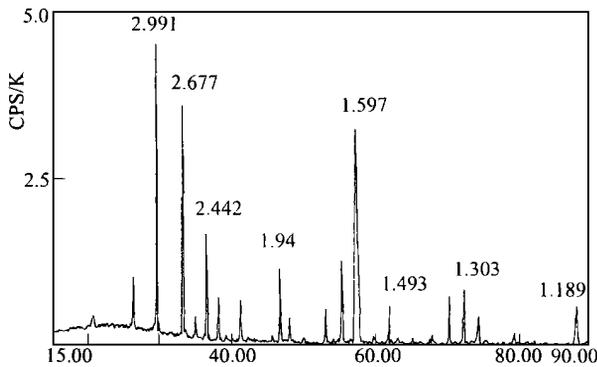


图2 样品的 X 射线粉晶衍射图

### 3.2 红外光谱分析

样品的红外光谱图见图 3,其特征谱线与标准的钙铬榴石晶体的红外光谱谱线相符合。西藏东部的钙铬榴石与其它产地和产区的钙铬榴石在红外光谱的特征吸收波数值方面存在着一些微小的差异,见表 2。

表 2 不同产区钙铬榴石的红外光谱特征吸收波数值( $\text{cm}^{-1}$ )对比

产区	西藏东部	西藏南部	陕西汉中	美国萨得勒
A	1079	1080	1030	1010
B	952	950	945	940
C	898	900	906	895
D	840	835	847	837
E	612	610	616	612
F	540	548	543	540
G	457	462		
H	425	432	438	425

### 3.3 可见光光谱分析

采用 Leitz - Orthoplan - MPV - 分光光度计测得样品的可见光吸收光谱如图 4 所示,出现两个特征吸收峰(478 nm 和 630 nm)。根据样品的可见光吸收光谱值,运用颜色指数的计算方法,计算出视反

射率和色度坐标的平均值为:  $R_V = Y = 8.746, x = 0.350, y = 0.376$ ,由此可在蒙塞尔图谱上求得该样品颜色的主波长为 569,饱和度为 26.6%,可见样品的颜色为翠绿色区域。

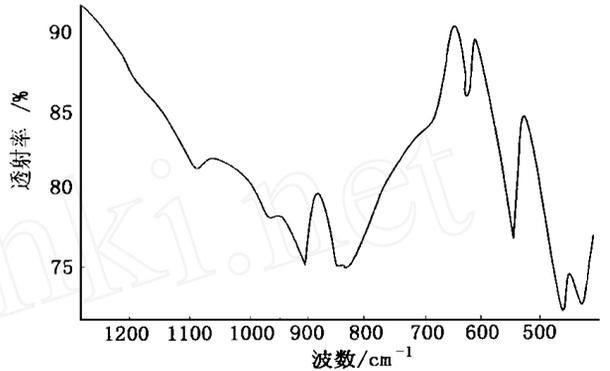


图3 样品的红外光谱特征吸收谱图

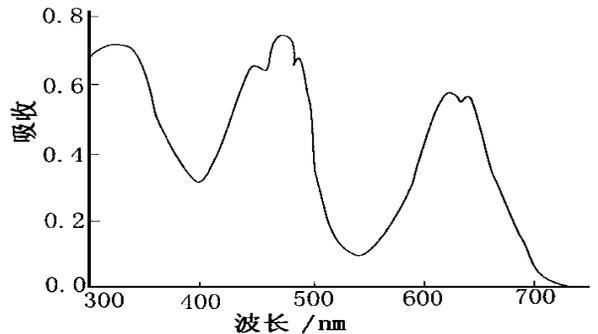


图4 样品的可见光吸收光谱图

## 4 西藏东部钙铬榴石的常规宝石学特征

西藏东部钙铬榴石属等轴晶系,均质体,翠绿色,透明、不透明状,玻璃光泽,断口油脂光泽,具平行{110}的不完全解理或无解理,脆性较大。用折射仪测得样品的折射率大于 1.81,计算法测 1.83 左右;用静水力学法测得样品的相对密度平均为 3.74;使用 Leitz - Ortholux - POL - BK 维氏显微硬度计测得样品的显微硬度平均值为  $1187 \text{ kg/mm}^2$ ,由此换算成摩氏硬度为 7.15。

在紫外荧光灯下,无论长波还是短波,样品均呈惰性,这与样品中含有微量的 Fe 有关;将样品置于滤色镜下观察,样品呈红色,此现象与  $\text{Cr}^{3+}$  呈六次配位类质同象替代八面体中的铝而使晶体致色有关。西藏东部钙铬榴石与其它产区的钙铬榴石总体特征对比见表 3。

## 5 结束语

从以上检测结果可以确定,所测样品为罕见的

表 3 西藏东部钙铬榴石与其它产区钙铬榴石总体特征对比

产区	母岩	折射率	相对密度	摩氏硬度
西藏东部	石英脉	1.83	3.74	7.15
西藏南部 <sup>[1]</sup>	石英脉	1.815	3.912	8.1
俄罗斯乌拉尔 <sup>[2]</sup>	蛇纹岩	1.86~1.87	3.77	7.5
芬兰、土耳其、意大利 <sup>[2]</sup>	夕卡岩	1.86~1.87	3.77	7.5

钙铬榴石品种。与世界其它产地的钙铬榴石相比,此处的钙铬榴石平均密度和平均硬度均偏低,这与大多数样品呈半透明、不透明状且内部有裂隙有关。

### THE GEMOLOGICAL CHARACTERISTICS OF UVAROVITE IN EASTERN TIBET

HE Xue - mei , CAI Ke - qin , CONG Shan

**Abstract:** The uvarovite crystal mine has been first found with emerald green reaching gem quality in eastern Tibet. It is fairly rare and practically valuable new resource with abundant output and large crystal granular. This article makes a systematic research in gemological characteristics of the uvarovite crystal and points out its commercial prospect of the gem quality in eastern Tibet.

**Key words:** eastern Tibet, uvarovite, crystal, gemology, characteristics



#### 第一作者简介:

何雪梅(1964年-),女。1986年毕业于西北轻工业学院硅酸盐工程系,1994年在中国地质大学(北京)材料系获硕士学位。现任中国地质大学(北京)材料系讲师,主要从事宝石学科研和教学工作。

通讯地址:北京市海淀区学院路29号 中国地质大学(北京)材料系首饰教研室 邮政编码:100083

西藏东部的钙铬榴石大多数晶形完好,颜色非常漂亮,且少数具有较好的透明度,颗粒度较大。为直观地观察到样品作为宝石应用的效果,我们将所测样品琢磨成了素面宝石的形状。该素面宝石颜色艳丽,玻璃光泽,可与祖母绿和优质的翡翠相媲美。

#### [参考文献]

- [1] 刘永先,戴灿发. 西藏某地宝石级钙铬榴石特征及应用前景[J]. 矿产综合利用,1996(5):33~36.
- [2] 卡利·霍尔. 自然珍藏系列——宝石图鉴[M]. 台湾:猫头鹰出版社,1996.59.

(上接第30页)

- [2] 黄菲,郑超,王建国,等. 烧锅营子金矿床金矿物的标型特征及赋存状态研究[J]. 贵金属地质,1996,5(4):288~297.
- [3] 陈德松. 安徽铜山铜矿前山矿区金的赋存状态[J]. 矿山地质,1993,14(1):30~35.
- [4] 黄松. 中国西部岩浆岩型铜镍矿床的元素组合特征及伴生金的赋存状态研究[J]. 矿产与地质,1993,7(5):343~349.
- [5] 苏瑞霞,郭健,李作华. 八卦庙金矿金的赋存特征与围岩蚀变[J]. 有色金属矿产与勘查,1993,2(3):171~177.
- [6] 韦龙明,刘鸾玲,张选固. 陕西八卦庙金矿金的赋存状态及可选性研究[J]. 贵金属地质,1996,5(2):81~86.
- [7] 刘家军,郑明华. 拉尕玛层控金矿床中金的赋存状态研究[J]. 黄金,1994,15(11):7~12.
- [8] 周光乐. 工艺矿物学[M]. 北京:冶金工业出版社,1993.65~70.
- [9] 姚敬劬. 金的赋存状态及与其有关的若干问题[J]. 地质与勘探,1987,23(7):30~35.

### SOME EASILY NEGLECTED PROBLEMS IN THE STUDYING OF GOLD MINERAL STATISTICS

WEI Long - ming

**Abstract:** The current statistics of gold minerals is confined to the calculation of percent of grains, which is a mistake in theory and practice. The distribution of gold minerals is the one of weight in nature. According to the matter's three dimension features, the ratio of weight, instead of ratio of area, is used in the polished section identification. The weight of gold minerals is directly measured as much as possible in panning. Otherwise, only the ratio of volume can be used.

**Key words:** statistics of gold minerals, ration of weight, ratio of area, ratio of diameter, ratio of grains



#### 第一作者简介:

韦龙明(1959年-),男。1982年毕业于北京大学地质系地层学及古生物学专业,1988年在中国地质大学地质系获地层学及古生物专业硕士学位。现任中国有色金属工业总公司矿产地质研究院高级工程师,系在读委培博士研究生,主要从事金矿床地质科研工作。

通讯地址:广西桂林市三里店 中国有色金属工业总公司矿产地质研究院 邮政编码:541004