

# 祁连山石——一种新的硼碳酸盐矿物

罗世清 卢建安

(地质矿产部青海省中心实验室 西宁 810001)

王立本

朱镜清

(中国地质科学院矿床地质研究所 北京 100037)

(青海省第六地质队 乌兰 817100)

ENGINEERING LIBRARY

MAR 30 1994

COMPTON UNIVERSITY

**提 要** 作者在鉴定青海省居红图硼矿床的矿物标本时发现了祁连山石,经系统测试确定为一种含硼的碳酸盐新矿物,并经国际新矿物及矿物命名委员会批准,现予以报道。

祁连山石呈无色透明的板状或柱状晶体,多以集合体产出。矿物具玻璃光泽,硬度约等于2,  $D=1.706$ ,  $\{100\}$ 和 $\{010\}$ 解理完全。矿物的化学分子式为  $\text{NaHCO}_3 \cdot \text{H}_3\text{BO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。该矿物属单斜晶系,空间群为  $C2$ 。晶胞常数:  $a=1.6119(8)$ ,  $b=0.6928(4)$ ,  $c=0.6730(3)$  nm;  $\beta=100.46(4)^\circ$ ,  $V=0.7390\text{nm}^3$ ,  $Z=4$ 。二轴晶(-),  $\alpha=1.351$  (计算值),  $\beta=1.459$ ,  $\gamma=1.486$ ,  $2V=50^\circ$ , 光性方位  $x=b$ ,  $y \wedge a=1^\circ$ ,  $z \wedge c=9^\circ$ , 中等色散  $r < v$ 。

祁连山石与石英、方解石(硅华和石灰华)共生,风化后变为三方硼砂和苏打石。该矿物是由富含硼元素和碱的古泉水经沉积作用形成,也可能是由富含硼元素的古泉水与早期形成的钠碳酸盐矿物相互作用的结果。

祁连山石根据产地命名。该矿物的标准样品保存在中国地质博物馆中。

**键 词** 祁连山石 新矿物 硼碳酸盐 青海

## QILIANSHANITE—A NEW BORIC CARBONATE MINERAL

Luo Shiqing Lu Jian'an

(Central Laboratory of Qinghai Province, Ministry of Geology and Mineral Resources, Xining, 810001)

Wang Liben

(Institute of Mineral Deposits, CAGS, Beijing, 100037)

Zhu Jingqing

(Geological Team No. 6 of Qinghai Province, 817100)

**Key words** qilianshanite; new mineral; boric-carbonate; Qinghai

### Abstract

Qilianshanite is a new boric carbonate mineral, which was approved by the Commission on New Minerals and Mineral Names, International Mineralogical Association on May 2, 1992. It occurs in the lower part of the Juhongtu boron deposit on the southwest border of the Qilian Mountain System, Qinghai Province, China. The mineral is associated with quartz, calcite (calc-tufa), tinalconite and nahcolite, of which the latter two are the products of natural weathering of qilianshanite.

Wet chemical analysis gave the empirical formula as  $\text{Na}_{1.07} \text{Ca}_{0.01} \text{H}_{8.36} \text{C}_{0.71} \text{B}_{1.06} \text{O}_{3.00}$ . The ideal formula  $\text{NaHCO}_3 \cdot \text{H}_3\text{BO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  has been confirmed by crystal structure analysis.

Qilianshanite occurs mainly as massive aggregates, only in a small amount as tabular or prismatic crystals. It is colorless, transparent, vitreous, {100} and {010} cleavages perfect, with polysynthetic twin, Mohs hardness about 2,  $D(\text{meas.}) = 1.706 \text{g/cm}^3$ , optically biaxial negative,  $2V = 50^\circ$ ,  $\alpha(\text{calc.}) 1.351$  [ $\alpha(\text{meas.}) < 1.365$ ],  $\beta 1.459(2)$ ,  $\gamma 1.486(2)$ ,  $x=b$ ,  $y \wedge a = 1^\circ$ ,  $z \wedge c = 9^\circ$ , medium dispersion  $r < v$ .

Single crystal study shows the mineral to be monoclinic, with space group  $C2$ , unit cell parameters:  $a 1.6119(8)$ ,  $b 0.6928(4)$ ,  $c 0.6730(3)$  nm,  $\beta 100.46(4)^\circ$ ,  $V 0.7390(7) \text{nm}^3$ ,  $Z 4$ . The strongest lines in the powder diffraction pattern (13 given) are  $0.636(25)$  (110),  $0.3464$  (100) (020),  $0.3173$  (59) (220),  $0.1731 \text{nm}$  (19) (040).

Qilianshanite was probably formed from sedimentation in fossil spring water rich in boron and soda or from metasomatism of boron-bearing spring water with earlier-formed sodium carbonate minerals.

The mineral qilianshanite is named after the locality. The typical specimen has been preserved at the National Museum of Geology, Beijing, China.

1990年,作者等在鉴定青海省居红图硼矿床的矿物标本时发现了该矿物。经过全面系统的测试和研究,确定为一种含硼的碳酸盐新矿物,根据产地命名为祁连山石。1992年2月,作者将该矿物的资料报请国际矿物学会新矿物及矿物命名委员会审批,5月经该委员会批准,承认是一种新的矿物。本文将对祁连山石的矿物学特征进行系统的报道。

## 1 产状及地质特征

祁连山石产在居红图硼矿床的下部,该矿床位于祁连山系西南边缘地区,靠近与柴达木盆地的结合部位,行政上属青海省海西州德令哈市管辖,地理坐标为北纬  $37^\circ 48'$ ,东经  $96^\circ 30'$ 。

居红图硼矿床的大地构造位置属祁连山地槽褶皱系之南部,处于中吾农山—蒙克山之间的华力西花岗岩带中。花岗岩带两侧为中上古生代之碎屑—化学沉积地层;带内覆盖有厚度不大的第四纪碎屑—化学沉积物。矿床则赋存在第四系上统碎屑—化学沉积层中。构成硼矿床的主要矿物为钠硼解石和板硼石,由于它们与方解石(石灰华)有十分密切的共生关系,故认为该矿床属古泉水沉积类型。

祁连山石虽然产生在居红图硼矿床的下部,但它与由钠硼解石和板硼石组成的主矿体关系并不紧密,在两者之间常有粘土—碎屑沉积层相隔。祁连山石的主要共生矿物为细小的石英和方解石(硅华和石灰华),此外有三方硼砂和苏打石,后者是它的风化产物。鉴于它与泉华类沉积物关系紧密,故认为它是由富含硼元素和碱的古泉水经沉积作用形成,也可能是由

富含硼元素的古泉水与早期形成的钠碳酸盐类矿物相互作用的结果。

## 2 结晶学性质

祁连山石一般呈无色透明的板状或柱状晶体，并多以集合体的形式产出。晶粒粒度一般为0.1~2mm，集合体粒度可达1~4mm。由于祁连山石{100}和{010}解理发育完全，加之聚片双晶普遍，完好的单晶较少见。

祁连山石的结晶学参数是采用单晶在四圆衍射仪上求得，并在四圆衍射仪上精化。单晶研究表明：祁连山石属单斜晶系，c面心格子。结构解析结果表明其空间群为C2。在不对称单位中，钠离子分别占据空间群a位和b位这两个二次对称位置，多重因子分别为2，属于碳氧三角形和硼氧三角形的碳、硼和六个氧分别占据一套c坐标，c位置的点对称为1次对称，多重因子为4。此外，对应于结晶水的两个氧原子亦占据两套c坐标。由此可见，钠、碳酸根、原硼酸根和结晶水的比例为1:1:1:2。按照静电平衡的原则推出祁连山石的理论分子式为： $\text{NaHCO}_3 \cdot \text{H}_3\text{BO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，单位晶胞分子数为4。现将祁连山石的结晶

表1 祁连山石的结晶学数据  
Table 1. Crystallography data for qilianshanite

项 目	数 据
结 构 分 子 式	$\text{NaHCO}_3 \cdot \text{H}_3\text{BO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
分 子 量	181.87原子量单位
衍 射 条 件	$hkl, h+h=2n; k0l, h=2n; 0k0, k=2n$
晶 系	单斜
空 间 群	C2(5)
晶 胞 常 数	$a=1.6119(8), b=0.6928(4), c=0.6730(3)\text{nm}; \alpha=90^\circ, \beta=100.46(4)^\circ, \gamma=90^\circ$
晶 胞 体 积	$0.739\text{Cnm}^3$
单 胞 分 子 数	4
计 算 密 度	$1.639\text{g/cm}^3$

表2 祁连山石X射线粉末衍射数据  
Table 2. X-ray powder diffraction data for qilianshanite

I	$d_{\text{测值}}(\text{nm})$	$d_{\text{计算}}(\text{nm})$	hkl
25	0.636	0.6348	110
6	0.4203	0.4201	310
2	0.3969	0.3963	400
100	0.3464	0.3464	020
59	0.3173	0.3174	220
2	0.2884	0.2883	510
1	0.2783	0.2784	221
3	0.2642	0.2642	600
5	0.2608	0.2608	420
1	0.2283	0.2285	130
1	0.2115	0.2116	330
1	0.1982	0.1981	800
19	0.1731	0.1732	040

学数据列于表1中。有关该矿物晶体结构的详情将另文讨论。

采用CuK $\alpha$ 辐射, 40kV, 25mA, 选择2°/min的扫描速度, 在日本理学Dmax-III B型自动粉末衍射仪上记录5°~85°(2 $\theta$ )的衍射谱。表2中列出了祁连山石粉末衍射数据, 衍射指标是在四圆确定的晶胞常数基础上计算得出的。由表2可见, 其X射线衍射强谱线为: 0.636(25)(110), 0.3464(100)(020), 0.3173(59)(220), 0.1731nm(19)(040)。

### 3 物理及光学性质

祁连山石为无色透明的板、柱状晶体, 在空气中极易风化, 并变成白色粉末状的集合体。该矿物的晶面上常有纵条纹, 具玻璃光泽, 条痕呈白色; 矿物的莫氏硬度约等于2; 用静水悬浮法实测矿物的密度为1.706g/cm<sup>3</sup>。

祁连山石在偏光显微镜下为无色, 不具多色性, 负突起, 干涉色极高, 具发育较好的聚片双晶。用碎屑油浸法在白光下实测其折光率:  $\alpha < 1.365$  (计算值为1.351),  $\beta = 1.459$  (2),  $\gamma = 1.486$  (2)。该矿物为二轴负光性, 光性方位:  $x = b$ ,  $y \wedge a = 1^\circ$ ,  $z \wedge c = 9^\circ$ ; 实测  $2V = 50(1)^\circ$ 。中等色散  $r < v$ 。 $\alpha$ 采用计算值的原因在于无法获得折光率小于1.365的浸油。

### 4 化学成分

经湿法化学分析, 获得祁连山石的化学成分列于表3。由于该矿物在空气中极易分解、变化, 其中的H<sub>2</sub>O和CO<sub>2</sub>分析结果很不稳定, 加之纯矿物难以获得, 导致分析时取样量少, 因此, H<sub>2</sub>O和CO<sub>2</sub>的实测数据与理论值之间存在较大偏差, 尤以CO<sub>2</sub>为甚。表中CO<sub>2</sub>为对矿物进行系统测定时获得的数据, 后又复测两次, 获CO<sub>2</sub>含量为17.65%和18.83%。

表3 祁连山石的化学成分  
Table 3. Chemical composition of qilianshanite

组 分	含量 wt %	分 子 数	阳 离 子 数	氧 原 子 数	以 O = 8 计算	
					阳 离 子 数	氧 原 子 数
Na <sub>2</sub> O	17.92	0.2891	0.5782	0.2891	1.08	0.54
K <sub>2</sub> O	0.00					
Li <sub>2</sub> O	0.00					
CaO	0.22	0.0039	0.0039	0.0039	0.01	0.01
MgO	0.05	0.0012	0.0012	0.0012	0.00	0.00
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.02	0.2876	0.5752	0.8628	1.06	1.60
CO <sub>2</sub>	16.99	0.3860	0.3860	0.7720	0.71	1.42
H <sub>2</sub> O	43.11	2.3937	4.7874	2.3937	8.86	4.43
合计	98.31				11.72	8.00

CO<sub>2</sub>采用非水滴定容量法测定; H<sub>2</sub>O采用平菲尔法测定 分析者: 刘稼、孟厚生、郑民奇

根据上表所列分析结果, 以氧原子数等于8做基础, 计算出该矿物的化学分子式为: Na<sub>1.07</sub> Ca<sub>0.01</sub> H<sub>8.86</sub> C<sub>0.71</sub> B<sub>1.06</sub> O<sub>8.00</sub>。根据晶体结构分析, 确定该矿物的分子式为: NaHCO<sub>3</sub>·H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>·2H<sub>2</sub>O。据此, 祁连山石的理论成分为: Na<sub>2</sub>O 17.04, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 19.14, CO<sub>2</sub> 24.20, H<sub>2</sub>O 39.63, 总计 100.01wt%。

该矿物在冷水中迅速溶解; 在稀盐酸中很快溶解, 同时产生大量CO<sub>2</sub>气泡。

### 5 红外及差热分析

祁连山石的红外光谱分析结果如图1所示。该结果表明: 在 702, 837, 1006, 1349,

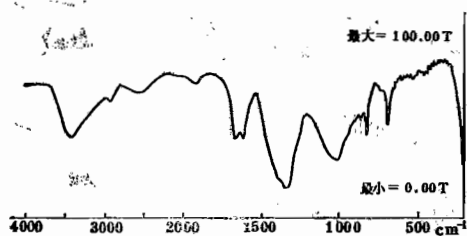


图1 祁连山石的红外吸收光谱曲线  
Fig. 1. IR absorption spectra of qilianshanite.

分析者: 郭立鹤、唐俊红; 仪器: PE-683 红外分光光度计; 测试条件: KBr 片, 扫描模式 4, 滤光片 1, 分辨率  $3\text{cm}^{-1}$ , 扫描范围  $4000\sim 180\text{cm}^{-1}$ , 纵坐标标尺:  $\sim 100\%$  (透过率)

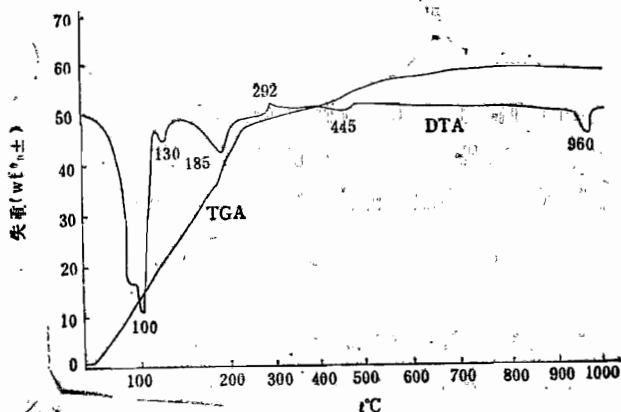


图2 祁连山石的差热分析曲线

Fig. 2. The DTA curve of qilianshanite.  
分析者: 丁去宏; 仪器: DT-30 B 型热分析仪; 测试条件: 起止温度为室温至  $1000^\circ\text{C}$ , 灵敏度  $\text{DTA} \pm 250\mu\text{V}$ , 升温速度  $20^\circ\text{C}/\text{min}$ , 中性体  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ; DTA 差热曲线, TGA 失重曲线

2. 分析结果表明: 该矿物在  $100^\circ\text{C}$  显示出强烈的吸热效应, 在  $185$  和  $960^\circ\text{C}$  有中等吸热效应, 在  $130$  和  $445^\circ\text{C}$  有弱的吸热效应; 在  $292^\circ\text{C}$  有弱的放热效应。热重分析显示出其失重 (wt%) 情况如下: 在  $30\sim 180^\circ\text{C}$  间失重  $36.0$ ,  $180\sim 224^\circ\text{C}$  间失重  $12.0$ , 在  $224\sim 434^\circ\text{C}$  间失重  $5.0$ ,  $434\sim 680^\circ\text{C}$  间失重  $6.5$ , 总计失重  $59.5\text{wt}\%$ 。其失重总量与矿物化学分析结果中  $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{CO}_2$  的含量基本一致, 表明重量损失是由这两种组分引起。

祁连山石系根据产地命名, 英文名称采用汉语拼音拼写。祁连山石的标准样品保存在中国地质博物馆中。

在本矿物的研究过程中, 得到了中国地质科学院郭宗山研究员、黄蕴慧研究员的热情指导和中国科学院福建物质结构研究所周康靖、施剑秋以及中国地质大学马喆生、施倪承等同志的帮助, 国际矿物学会新矿物和矿物命名委员会主席 Joseph, A. Mandarino 在该新矿物审评过程中曾提出过宝贵的意见和建议, 特此致谢。

### 参 考 文 献

- 1 中国地质科学院地质矿产所. 透明矿物鉴定表. 北京: 地质出版社, 1977.
- 2 谢先德, 郑维平, 刘来保. 硼酸盐矿物. 北京: 科学出版社, 1965.
- 3 Nickel, E. H. and Mandarino, J.M. Procedures involving the IMA Commission on New Minerals and Mineral Names, and guidelines on mineral nomenclature, *Can. Mineral.*, 1987, 25:353~377