

# 巴林鸡血石的宝石矿物学研究

张守亮 崔文元

(北京大学地质学系, 北京, 100871)

**摘要:** 内蒙古巴林鸡血石是产于内蒙古巴林右旗的一种著名的玉石, 有 10 多个品种。选取了有代表性的 4 个品种, 采用电子探针、X 射线粉末衍射和红外光谱分析技术对其研究表明, 鸡血石均含有辰砂, 但是不同品种的巴林鸡血石, 其基质矿物组成有所不同。瓷白鸡血石和灰冻鸡血石的主要矿物成分是无序高岭石, 黑冻和芙蓉冻鸡血石的主要矿物成分是无序地开石。发现黑冻鸡血石中存在少量的硬水铝石。

**关键词:** 巴林鸡血石; 高岭石; 地开石; 辰砂; 内蒙古

**中图分类号:** P619.28

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1008-214X(2002)03-0026-05

巴林石因产于内蒙古巴林草原而得名。巴林石矿区位于巴林右旗查干休伦苏木境内的鸦玛吐山, 属大兴安岭山脉。矿区距旗政府所在地大板镇 50 km。人们发现并利用它的历史悠久, 名冠神州。特别是在 2001 年 10 月 16 日, 中国宝玉石协会在京召开的推荐国石专家评定会上, 将“两玉四石”的方案作为阶段性成果上报国家有关部门, 巴林石与寿山石、青田石、昌化石齐名被评为“中国四大名石”。

由于巴林石在经济上和玉文化上的重要性, 《巴林石志》<sup>[1]</sup>、《巴林石考》<sup>[2]</sup>、《巴林石谱》<sup>[3]</sup>、《中国巴林石》<sup>[4]</sup>等有关专著先后出版。对巴林石的矿物组成进行了一些论述。李嘉靖<sup>[5]</sup>认为, 巴林鸡血石是含有鲜红辰砂矿物的叶腊石。王子祥、杨争火等<sup>[6~7]</sup>进行测试和研究表明, 巴林鸡血石为含辰砂的高岭石。本文在前人工作的基础上对巴林鸡血石的矿物组成进行了初步研究, 探讨了高岭石和地开石的无序结构问题。

## 1 地质概况

巴林石矿地处新华夏系第三区型隆起带—大兴安岭隆起带西南缘的南东边缘, 属白音诺景峰新华夏系 II 级断裂构造带的一部分。矿区的主要地层为上侏罗统马尼吐组的中性、酸性陆相喷发火山熔岩、火山角砾岩、凝灰岩和泥页岩<sup>[1]</sup>。矿脉严格受南北向断裂构造控制, 分段集中, 密集成组, 平行排列。

巴林鸡血石是由晚侏罗世形成的流纹质火山碎屑岩和酸性熔岩的高岭石化、地开石化和汞矿化作用形成的。

巴林鸡血石宝石矿一般分布在巴林石矿脉的局部地段, 呈不规则的斑团状、窝巢状或条带状产出, 多赋存在巴林石矿脉的顶、底板。矿区内鸡血石之巴林石矿体近 10 条, 但大多数近地表已被采空。

## 2 巴林鸡血石的矿物学研究

### 2.1 巴林石的分类

根据内蒙古自治区人民政府制定的《内蒙古自治区地方标准·巴林石》，将巴林石定义为以高岭石、地开石为主的粘土岩；把巴林鸡血石定义为含有辰砂的巴林石。按其颜色、质地和结构分为巴林鸡血石、巴林福黄石、巴林冻石和巴林彩石四大类。巴林鸡血石品种一般以“地”的颜色来划分<sup>[1]</sup>，主要品种有：黄冻鸡血石、黑冻鸡血石、羊脂冻鸡血石、刘关张、灰冻鸡血石、芙蓉冻鸡血石和瓷白鸡血石等。按照此分类，笔者采集的 4 块巴林鸡血石样品分别是：B-1 为瓷白鸡血石，B-2 为黑冻鸡血石，B-4 为灰冻鸡血石，BL-1 为芙蓉冻鸡血石。

### 2.2 样品的来源及其特征

为了对不同品种的鸡血石进行详细研究，我们系统地收集了巴林鸡血石的样品，主要有两个来源：一部分是笔者亲赴巴林鸡血石产地采集的代表性样品；另一部分是在市场上收集的。样品的编号、名称和特征见表 1。

### 2.3 矿物化学

高岭石和地开石 用 X 射线粉末衍射、红外光谱分析对巴林鸡血石的 4 个样品研究表明，除

了“鸡血”部分为辰砂外，其余部分主要是高岭石和地开石，质地细腻。在偏光镜下为鳞片状集合体，干涉色为一级灰白，正低突起。

表 1 研究样品的特征

Table 1 Characters of Balin Chicken-Blood Stones		
样号	名称	特征
B-1	瓷白鸡血石	地子白而干且不透明，与鸡血红色对比鲜明但缺少活力
B-4	灰冻鸡血石	地子呈明亮的淡灰色，不透明，“鸡血”呈片状分布
B-2	黑冻鸡血石	地子呈黑灰色，微透明，“鸡血”较少，呈带状分布
BL-1	芙蓉冻鸡血石	芙蓉冻呈粉色，半透明，地子色与鸡血红色反差较小

高岭石、地开石和珍珠陶石是同一矿物种的不同多型，理想晶体化学式为  $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ ，天然产出的此类矿物成分变化很小，四面体与八面体离子几乎不发生代替。我们用电子探针得到的化学成分及理论值对比列于表 2。

由表 2 可见，本文探针分析的化学成分与理论值非常近似，确认是高岭石还是地开石多型是根据 X 射线分析和红外光谱分析结果，详见下文。

硬水铝石 其理论晶体化学式为  $\text{AlO}(\text{OH})$ ，

表 2 巴林鸡血石中高岭石、地开石的化学成分

Table 2 Chemical compositions of kaolinites and dickites in Balin Chicken-Blood Stones											$w_B/\%$
样号	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	MnO	Na <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	Total	矿物名
理论值	46.54		39.50	0.00					13.96	100	高岭石
B-1	46.41	0.08	39.35	0.15	0.00	0.03	0.00	0.00		86.02	高岭石
B-4-1	46.53	0.00	39.45	0.10	0.21	0.09	0.08	0.11		86.57	高岭石
B-2	46.47	0.00	39.40	0.08	0.00	0.10	0.00	0.00		86.05	地开石
BL-1	46.53	0.00	39.51	0.00	0.03	0.00	0.14	0.09		86.30	地开石
B-4-2	0.44	0.05	84.68	0.28	0.32	0.03	0.02	0.01		85.83	硬水铝石

由舒桂明高级工程师在北京大学地质学系电子探针室用日产 EPX-810Q 型仪器进行测试。

化学组成： $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$  为 84.98%； $w(\text{H}_2\text{O})$  为 15.02%，其中可含  $\text{Fe}^{3+}$ ， $\text{Mn}^{3+}$ ， $\text{Si}^{4+}$ ， $\text{Ti}^{4+}$  等离子。由表 2 可见，本次测定的数据与其理论值基本一致，只有少量的  $\text{Al}^{3+}$  被  $\text{Fe}^{3+}$ ， $\text{Mn}^{3+}$ ， $\text{Si}^{4+}$ ， $\text{Ti}^{4+}$  等离子代替。

### 2.4 物理和光学性质

巴林鸡血石矿石呈致密块状，以灰白色和黑色的底色为主，“鸡血”呈条带状、片状或散点状分布；蜡状光泽或油脂光泽，半透明到微透明；密度约为  $2.6\text{ g/cm}^3$ ，硬度为  $2\sim 2.5$ ，少数大于 3。

镜下薄片观察，其中地开石或高岭石为鳞片状集合体，干涉色为一级灰白，正低突起。由于颗粒太小无法测出其折射率和光性。辰砂在薄片中为鲜红色，细粒状。薄片硬水铝石的突起较高，微带灰色，呈纤维状分布。此外，还发现有褐铁矿和黄铁矿等少量副矿物。

### 2.5 X 射线粉末衍射分析

高岭石族矿物的 (001) 基面的  $d$  值都在  $7.15\text{ nm}$  左右，高岭石的衍射谱图与地开石的相比，在  $19^\circ\sim 24^\circ(2\theta)$  之间，地开石具有  $3.95\times 10^{-1}\text{ nm}$  和  $3.79\times 10^{-1}\text{ nm}$  的衍射峰，而高岭石则不存在这两个峰。在  $35^\circ\sim 40^\circ(2\theta)$  之间，高岭石有 6 个衍射峰，分别以两个“山”字型出现，而地开石只有 4 个衍射峰，分别以两个“指”字型出现。

经过对所采集的 4 块具有代表性的巴林鸡血石样品作 X 射线粉末衍射分析，结果表明，巴林鸡血石中的主要矿物成分为高岭石族矿物，因为它们基面 (001) 的  $d$  值都在  $7.15\text{ nm}$  左右，可以与叶腊石的  $9.21\text{ nm}$  相区分。为了更好的区分矿物种属，我们把得到的 4 件样品的衍射数据与 Driess 和 Newnham 提供的高岭石和地开石的数据一并列表 3，以进行对比。

从表 3 中可以发现，巴林鸡血石这 4 块样品除了 B-1 中的  $d$  值能在高岭石的理论值中找到相应的数据外，其余 3 块样品中的主要矿物是一种既不同于典型高岭石又有别于典型地开石的矿物。如在样品 B-4 中，在出现代表高岭石特有的“山”

字型衍射峰的  $d$  值的同时，还出现了  $d$  值分别为  $3.979\text{ nm}$  和  $3.791\text{ nm}$  的地开石特有的衍射峰。而在 B-2 和 BL-1 中表现为很明显的地开石的  $d$  值特征，但也出现了比较微弱的高岭石的特征  $d$  值，如 B-2 中的  $3.821$ ， $3.765$ ， $2.294\text{ nm}$  以及 BL-1 中的  $4.141$ ， $3.860\text{ nm}$ 。杨雅秀等<sup>[8]</sup>将这种矿物称为“无序高岭石”和“无序地开石”。具体归属可从下面红外光谱的特征中定出。在巴林鸡血石中发现的辰砂和硬水铝石的 X 射线数据如表 4 所示。

### 2.6 红外光谱

实验是在北京大学化学学院红外光谱实验室用傅里叶转换型仪器测试的。高岭石族矿物的红外光谱极为相似，尤其是在  $1200\sim 400\text{ cm}^{-1}$  范围内更为突出，仅在  $1100\sim 1150\text{ cm}^{-1}$  范围存在少许差异。它的红外光谱主要吸收谱峰及其归属性质见表 5。 $3700\sim 3600\text{ cm}^{-1}$  范围内的吸收谱带是 OH 伸缩振动引起的。根据该吸收谱带的位置和相对强度可以区分高岭石和地开石以及有序度。

有序度不同的高岭石和地开石，其红外吸收光谱有明显的变化规律。结晶较好的高岭石在高频区有 4 个吸收带： $3697$ ， $3669$ ， $3652$ ， $3620\text{ cm}^{-1}$ ；对有序度较高的地开石来说，它的  $3700$ ， $3652$ ， $3620\text{ cm}^{-1}$  3 个峰分裂得很好，且吸收强度由小变大。这 4 块巴林鸡血石中的高岭石和地开石的红外光谱的区别主要在高频区。在 B-1 和 B-4 中， $3696\text{ cm}^{-1}$  和  $3620\text{ cm}^{-1}$  的峰锐，左侧的吸收峰最强，为典型的无序高岭石的图谱。在 B-2 和 BL-1 的谱图中，高频区中最左侧的峰分别为  $3698\text{ cm}^{-1}$  和  $3697\text{ cm}^{-1}$ ，其强度比 B-1 和 B-4 的相对弱，而  $3621\text{ cm}^{-1}$  和  $3622\text{ cm}^{-1}$  的峰相对加强，呈现出无序地开石谱图的特征。

## 3 结论

本文通过采用薄片观察、电子探针、X 射线粉末衍射和红外光谱等测试手段对巴林鸡血石的

表 3 巴林鸡血石中高岭石和地开石的 X 射线粉末衍射数据

Table 3 XRD data of kaolinite and dickite in Balin Chicken-Blood Stones

高岭石(理论值)		无序高岭石(B-1)		无序高岭石(B-4)		地开石(理论值)		无序地开石(B-2)		无序地开石(BL-1)	
<i>d</i> /nm	<i>I</i> / <i>I</i> <sub>0</sub>	<i>d</i> /nm	<i>I</i> / <i>I</i> <sub>0</sub>	<i>d</i> /nm	<i>I</i> / <i>I</i> <sub>0</sub>	<i>d</i> /nm	<i>I</i> / <i>I</i> <sub>0</sub>	<i>d</i> /nm	<i>I</i> / <i>I</i> <sub>0</sub>	<i>d</i> /nm	<i>I</i> / <i>I</i> <sub>0</sub>
7.131	100	7.149	100	7.130	100	7.162	100	7.112	100	7.201	100
4.463	19	4.442	12	4.434	10	4.439	30	4.423	7	4.468	8
4.361	50	4.365	10	4.347	9.5	4.368	35	4.351	7	4.384	8
				4.251	7	4.267	25	4.257	6	4.283	6
4.158	45	4.136	9	4.134	7					4.141	8
4.112	25	4.061	6			4.123	55	4.115	6		
				3.979	23	3.958	11	3.949	2	3.976	3
3.839	30							3.821	2	3.860	3
				3.791	2	3.792	40	3.791	3	3.808	4
3.729	14							3.765	3		
3.566	60	3.569	78	3.567	76	3.581	60	3.562	85	3.590	91
3.423	2					3.430	15	3.417	2	3.442	3
3.369	20							3.352	<1		
				3.212	1	3.263	4	3.271	<1		
3.136	4							3.139	<1		
3.086	4					3.098	5	3.100	1		
				2.951	0.5	2.937	5	2.951	<1		
						2.795	6	2.793	1		
2.743	10	2.818	1								
						2.658	1	2.669	<1		
<b>2.557</b>	8	2.557	8	2.553	9	<b>2.557</b>	8	2.551	5	2.566	7
<b>2.524</b>	15	2.524	6	2.521	6	2.527	7	2.519	2	2.537	4
<b>2.493</b>	20	2.493	8	2.494	7	<b>2.503</b>	11	2.500	5	2.506	6
<b>2.377</b>	10	2.379	9	<b>2.380</b>	7	2.387	6	2.379	8	2.389	11
						2.324	22	2.320	9	2.300	6
<b>2.293</b>	5	2.291	5	2.293	5			2.294	3		
2.243	3							2.244	<1		
						2.207	4	2.206	1	2.218	2
<b>2.185</b>	4	2.185	2	2.199	1	2.184	2				

注：黑体字分别为组成高岭石和地开石的特征“山”型和“指”型衍射峰。实验是用 Rigaku Dmax 2000 型仪器进行的；实验条件：Cu 靶；靶电压为 50 kV，靶电流为 120 mA，起始角度为 5°，终止角度为 90°，步进宽度为 0.02°；高岭石理论值与地开石理论值分别引自 Drits(1960)和 Newnham(1961)的资料。

表 4 巴林鸡血石中辰砂和硬水铝石的 X 射线粉末衍射数据对照表

Table 4 XRD data of cinnabar and diaspore in Balin Chicken-Blood Stones

辰砂				硬水铝石			
理论值		B-1		理论值		B-4	
<i>d</i> /nm	<i>I</i> / <i>I</i> <sub>0</sub>	<i>d</i> /nm	<i>I</i> / <i>I</i> <sub>0</sub>	<i>d</i> /nm	<i>I</i> / <i>I</i> <sub>0</sub>	<i>d</i> /nm	<i>I</i> / <i>I</i> <sub>0</sub>
3.360	100	3.345	100	4.720	30	4.700	10
2.860	100	2.864	60	3.990	100	3.979	100
2.365	10			3.220	20	3.212	10
2.068	40	2.072	10	2.318	70	2.314	50
2.012	10			2.130	60	2.128	20
1.980	40	1.978	20	2.076	90	2.074	25
1.765	30			1.899	10		
1.734	40	1.732	10	1.710	30	1.708	10
1.678	40	1.678	20	1.634	80		
1.581	20			1.608	30	1.607	10
1.562	20			1.572	20		
1.431	30	1.432	10	1.479	60	1.485	20
1.392	10			1.422	30	1.430	10

表 5 高岭石红外光谱的主要吸收谱峰及其归属

Table 5 Wave numbers and assignment of IR bands for kaolinite cm<sup>-1</sup>

谱峰归属	BL-1	B-2	B-4	B-1
Al—OH 伸缩振动	3 697	3 698	3 696	3 696
	3 652	3 653	3 652	3 652
	3 621	3 622	3 620	3 621
Si—O 伸缩振动	1 114	1 115	1 113	1 109
Al—OH 弯曲振动	1 034	1 033	1 033	1 032
Si—O—Si 或 Si—O—Al 振动	1 005	1 005	1 007	1 007
	937	937	937	937
	913	913	913	913
	795	795	794	794
	755	755	755	755
	698	696	697	697
Si—O 弯曲振动	539	539	539	539
	471	471	471	471
	430	430	430	430

矿物组成进行了详细的研究。实验结果表明,按质地颜色而命名为瓷白鸡血石(B-1)和灰冻鸡血石(B-4)的矿物成分主要为无序高岭石和辰砂,其中后者还含有较多的硬水铝石;而质地较为细腻的黑冻鸡血石(B-2)和芙蓉冻鸡血石(BL-1)的主要矿物成分则为无序地开石和辰砂。

参 考 文 献

[1] 胡福巨. 巴林石志(第一版)[M]. 北京:北京出版社,1997.

[2] 门国礼. 巴林石考(第一版)[M]. 呼和浩特:内蒙古人民出版社,1991.

[3] 方宗圭, 吴金泉. 巴林石谱[M]. 台湾:台湾出版社,1993.

[4] 高延青. 中国巴林石[M]. 深圳:西泠出版社,2000.

[5] 李嘉靖, 常继先. 巴林右旗巴林石成矿地质条件及工艺美术特征[J]. 内蒙古地质, 1983, (1): 61-65.

[6] 杨争火, 任恩成. 昭盟玛雅吐巴林石矿成因[J]. 内蒙古地质, 1983, (3): 15-29.

[7] 杨争火, 任恩成. 内蒙古巴林石矿物成分研究[J]. 中国地质, 1986, 6(2): 29-31.

[8] 任磊夫. 粘土矿物与粘土岩[M]. 北京:地质出版社,1992.

Study on Mineralogy of Balin Chicken-Blood Stone

Zhang Shouliang   Cui Wenyuan  
(*Department of Geology, Peking University, 100871, China*)

**Abstract:** Balin Chicken-Blood Stone is a famous jade in Inner Mongolia and has more than 10 varieties. Four samples of Balin Chicken-Blood Stone have been tested by means of EPMA, XRD and IR. The results show that there are differences in the mineral constituent among the varieties. The major minerals of porcelain-white Chicken-Blood Stone and gray-jelly Chicken-Blood Stone are disordered kaolinite and cinnabar, whereas that of black-jelly and lotus-jelly varieties are disordered dickite and cinnabar. Besides, minor diaspore is found in black-jelly Chicken-Blood Stone.

**Key words:** Balin Chicken-Blood Stone; kaolinite; dickite; cinnabar; Inner Mongolia

珠宝首饰成为国人“第三爱”

珠宝首饰的消费正成为继住房、汽车之后中国百姓的第三大消费热点。

权威统计显示,中国珠宝首饰业近年来发展迅猛,去年,国内总销售额已逾800亿元人民币。其中,首饰黄金用量跃居世界第4位;铂金首饰的销售量从占全球市场的1%跃升到52%;钻石首饰所占的全球市场份额也从0.5%上升到1.8%。

此外,红、蓝宝石、翡翠、珍珠、中低档宝石饰品的年销量也达200亿元人民币左右。

专家预计,到2010年,中国珠宝首饰的销售额将超过1800亿元人民币,占世界总销量的10%以上。

摘自《楚天都市报》