

柴达木石——一种锌和铁的硫酸盐新矿物

李万茂 陈国英*

(兰州大学地质系)

彭志忠

(武汉地质学院北京研究生部)

摘要 柴达木石是一种Zn和Fe³⁺的硫酸盐新矿物,发现于我国青海省柴达木锡铁山铅锌矿氧化带。矿物属单斜晶系,空间群 $P2_1/m$ 或 $P2_1$,晶胞参数 $a=9.759(9)\text{Å}$, $b=7.134(9)\text{Å}$, $c=7.335(11)\text{Å}$, $\beta=106.2(1)^\circ$, $Z=2$ 。化学分子式为 $\text{ZnFe}^{3+}(\text{SO}_4)_2(\text{OH})\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 。它是四水铜铁矾(guildite)的类似物。

主题词 柴达木石; 硫酸盐矿物; 青海

1983年,作者在我国青海省柴达木盆地北缘锡铁山铅锌矿氧化带中,发现一种Zn和Fe³⁺的硫酸盐矿物,经研究它是四水铜铁矾 $\text{CuFe}^{3+}(\text{SO}_4)_2(\text{OH})\cdot 4\text{H}_2\text{O}^{[1]}$ 的类似物,是一种硫酸盐新矿物。矿物根据产地命名为柴达木石(Chaidamuite)。该矿物及其命名于1985年6月经国际矿物学会新矿物及矿物命名委员会审查投票(矿物18:0;命名16:1)通过。标本存放在北京地质部地质矿产博物馆和兰州大学地质系。

一、矿物产状

柴达木石产于青海省锡铁山铅锌矿氧化带中。该矿床位于祁连山南麓,柴达木盆地北缘。含矿围岩为上奥陶统滩间山群锡铁山组大理岩和绿色片岩。矿石以块状为主,也有条带状及浸染状。主要矿石矿物有闪锌矿、方铅矿、黄铁矿、白铁矿等。

矿床由于地处干旱地区,该区年蒸发量高于年降雨量十到十二倍。这使得矿床氧化带非常发育。尤为突出的是,在氧化带中大量聚集了种类繁多的硫酸盐矿物^[2]。柴达木石即是其中又新发现的一种硫酸盐矿物。

柴达木石产于矿床东矿区氧化带中下部,只在局部地段分布,数量不多。矿物通常呈分散的细粒状晶体或粒状集合体,嵌生在叶绿矾中或裂隙中,有时也呈细网脉状产出。其共生矿物主要为叶绿矾、针绿矾、基铁矾、锌赤铁矾、黄铁矿等。

二、矿物形态和物理性质

柴达木石的晶体常见,其习性为沿 $\{001\}$ 的厚板状,沿 $[001]$ 的短柱状或假立方体状(图1)。主要单形为 $c\{001\}$ 、 $b\{010\}$ 、 $m\{110\}$ 和 $e\{10\bar{1}\}$ 。单个晶粒比较细小,大小多不到1mm,偶

* 我系地质专业八〇级毕业生梁江平参加了研究工作。

见2mm左右大小的晶体。

颜色褐到黄褐色，条痕淡黄色。玻璃光泽。半透明。无萤光性。解理(001)和(100)完全。贝壳状断口。硬度2.5—3.0。实测比重 $D = 2.722(2)$ (比重瓶法)，计算的比重为2.72。矿物的光学性质^[3]为二轴晶，正光性，光轴角 $2V = 44(2)^\circ$ ，色散强 $r < v$ 。光性方位 $X = b, c \wedge Y = 12^\circ, a \wedge Z = 28^\circ$ 。强多色性， $N_g =$ 褐黄色， $N_m =$ 浅黄色， $N_p =$ 淡黄色至无色。白光中测得的折射率为 $N_g = 1.688(1)$ ， $N_m = 1.640(1)$ ， $N_p = 1.632(1)$ 。

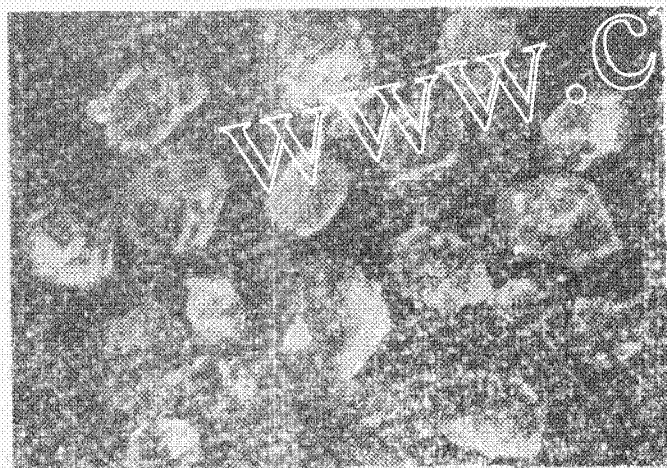


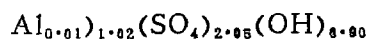
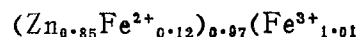
图1 柴达木石的晶体习性

Fig. 1. Crystal habit of chaidamuite.

三、矿物的化学性质 及化学组成

柴达木石不易溶于水，微溶于冷稀盐酸。在空气中不易发生变化。

经光谱分析，柴达木石主要含锌和铁，其它元素含量均微(表1)。单矿物化学全分析结果如表2所示。根据化学分析结果，以氧原子数为基础^[4]计算的化学式为：



$Fe^{3+}(SO_4)_2(OH) \cdot 4H_2O$ 。其理论化学组成(%)：ZnO 20.22， Fe_2O_3 19.84， SO_3 39.79， H_2O 20.15。

尽管柴达木石的化学组成与四水铜铁矾 $[CuFe^{3+}(SO_4)_2(OH) \cdot 4H_2O]$ 类似，却在光谱分析中发现柴达木石含很少量(0.01%)的Cu。检查锡铁山铅锌矿氧化带的次生矿物成分，尤其是硫酸盐矿物组成，发现这里极少出现铜的次生矿物，铜的硫酸盐基本上没有见到，各种硫酸盐矿物中铜的混入量也极微，产生这种现象的主要原因可能是与矿床原生矿物含铜很少有关。其次，由于该矿床氧化带大量 Fe_2O_3 的存在，使各种铜的硫酸盐均不能稳定^[2]，因此就形成以各种铁的硫酸盐为主的矿物堆积。柴达木石之所以含铜很低，显然也与此有关。

表1 柴达木石光谱半定量分析结果

Table 1. Semi-quantitative spectral analysis of chaidamuite

元 素	Pb	Sn	Mn	Cu	Ag	As
含量 (%)	0.03	0.001	0.03	0.01	0.0061	0.05

注：光谱分析未发现的元素有Ba、Ti、Ga、Cr、Ni、V、Zr、Co、Ni、Sr、Mo、Sb、Bi、Cd、W、In、Ge、Li、Y等。分析者：甘肃省地质局中心实验室马志超。

四、矿物X射线分析

对柴达木石进行了魏森堡和回摆法X射线研究，同时进行了X射线粉晶衍射分析。结果

表2 柴达木石的化学分析及计算结果

Table 2. Bulk chemical analysis and calculation of chaidamuite

成分	分析值 (%)	分子数	氧原子数	阳离子原子数	氧原子数:13的系数	柴达木石的理论成分 (%)
Fe ₂ O ₃	20.00	0.1263	0.3789	0.2526	1.0162	19.84
FeO	2.09	0.0293	0.0293	0.0293	0.1177	
ZnO	17.00	0.2107	0.2107	0.2107	0.8468	20.22
MnO	0.06	0.0008	0.0008	0.0008	0.0032	
Al ₂ O ₃	0.12	0.0012	0.0036	0.0024	0.0096	
K ₂ O	0.01	0.0001	0.0001	0.0002	0.0008	
Na ₂ O	0.02	0.0003	0.0003	0.0006	0.0024	
SiO ₂	0.15					
SO ₃	46.63	0.5118	1.5354	0.5118	2.0570	39.79
H ₂ O	19.21	1.0755	1.0755	2.1510	8.6455	20.15
总和	99.29		3.2346			100.00

分析者：甘肃省地质局中心实验室曹希雄。

表明，柴达木石与四水铜铁矾相似^[3]，属于单斜晶系，空间群 $P2_1/m$ 或 $P2_1$ ，晶胞参数（用粉末衍射图数据修正） $a=9.759(9)\text{Å}$ ， $b=7.134(9)\text{Å}$ ， $c=7.335(11)\text{Å}$ ， $\beta=106.2(1)^\circ$ ，晶胞体积 $V=490.39\text{Å}^3$ 。用晶胞体积值、矿物比重($D=2.722$)和矿物化学式所得的分子量($M=400.4$)计算求得柴达木石的单位晶胞分子数：

$$Z = \frac{VD \times 0.6023}{M} = \frac{490.39 \times 2.722 \times 0.6023}{400.4} = 2$$

根据晶胞参数计算的轴率， $a:b:c=1.3680:1:1.0282$ ，X射线粉晶衍射的数据列于表3。

五、差热分析及红外光谱分析

柴达木石的差热分析结果如图2所示。由图可以看出，在184，704，798℃出现三个强吸

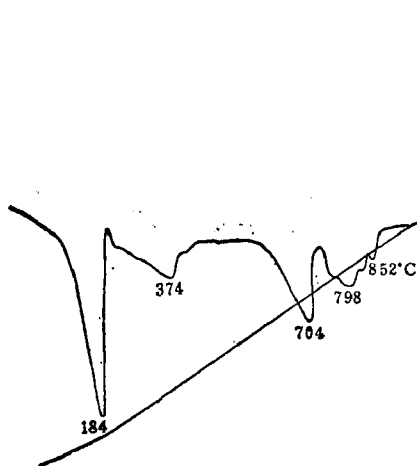


图2 柴达木石的差热曲线
Fig.2. DTA chart of chaidamuite.

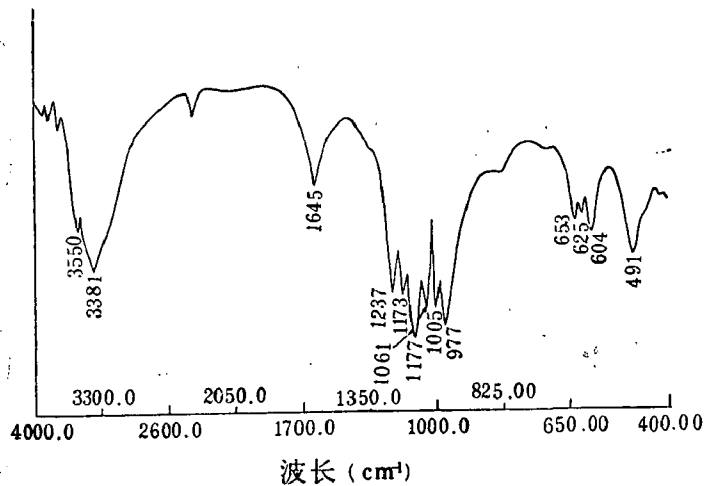


图3 柴达木石的红外吸收光谱曲线
Fig.3. Infrared spectrum of chaidamuite.

热谷。在374, 852°C出现两个弱吸热谷。其中184, 374°C的吸热谷与脱失结晶水和羟基(OH)有关, 而704, 798, 852°C三个吸热谷则与矿物分解脱失SO₃有关。

在FTIR-5DX傅立叶变换红外光谱仪上, 对柴达木石进行了红外光谱分析, KBr压片, 所得红外吸收光谱图如图3所示。由图可知, 柴达木石的红外吸收谱线有两个主要吸收带和三个次要吸收带。3381cm⁻¹出现的主要吸收带是结晶水和羟基(OH)的伸缩振动吸收, 1645cm⁻¹吸收带则是结晶水和羟基(OH)的弯曲振动吸收。1237—977cm⁻¹为SO₄的ν₃非对称伸缩振动所引起的振动吸收, 653—504cm⁻¹区间的吸收带则系SO₄的ν₄弯曲振动所产生, 491cm⁻¹吸收带系SO₄的ν₂对称伸缩振动所致。

表3 柴达木石的X射线粉晶分析及其指标化结果

Table 3. X-ray powder analyses and indexing of chaidamuite

No	I	hkl	d _{obs}	d _{calc}	No	I	hkl	d _{obs}	d _{calc}
1	80	100	9.40	9.3716	28	10	102	3.033	3.0302
2	10	010	7.15	7.1340	29	7	212	2.992	2.9876
3	10	001	7.06	7.0437	30	15	121	2.904	2.9039
4	10	101	6.60	6.5807	31	20	310	2.850	2.8615
5	10	β(011)	5.60		32	7	112	2.790	2.7890
6	15	β(101)	5.51		33	10	301	2.606	2.5995
7	65	011	5.03	5.0123	34	10	β(400)	2.589	
8	80	101	5.00	5.0005	35	23	203	2.366	2.3820
9	10	111	4.84	4.8370	36	15	400	2.338	2.3428
10	15	111	4.79	4.8183	37	18	β(222)	2.256	
11	10	200	4.67	4.6857	38	22	410	2.228	2.2259
12	10	201	4.52	4.5267	39	10	322	2.175	2.1770
13	10	111	4.08	4.0948	40	40	222	2.048	2.0474
14	15	210	3.91	3.9165	41	10	132	1.996	1.9923
15	15	211	3.82	3.8222	42	7	411	1.977	1.9773
16	70	102	3.64	3.6488	43	7	501	1.953	1.9515
17	35	020	3.57	3.5670	44	15	510	1.811	1.8127
18	7	002	3.53	3.5218	45	15	332	1.795	1.7982
19	10	201	3.47	3.4794	46	7	331	1.753	1.7546
20	15	β(300)	3.42		47	15	431	1.702	1.7016
21	15	β(102)	3.41		48	5		1.662	
22	10	120	3.34	3.3337	49	10		1.590	
23	15	112	3.25	3.2486	50	7		1.567	
24	10	301	3.21	3.2061	51	15		1.554	
25	15	012	3.16	3.1508	52	7		1.528	
26	100	211	3.118	3.1273	53	2		1.515	
27	95	300	3.090	3.1238					

实验条件: 衍射仪Fe靶, 40kV, 25mA。指标化和晶胞参数计算是在M-160计算机上用9214程序计算的。d_{obs}为d的观测值; d_{calc}为d的计算值。分析者: 武汉地质学院北京研究生部韩绍绪。

六、结 语

柴达木石与四水铜铁矾虽相类似, 但二者化学组成不同。柴达木石是由Zn和Fe³⁺组成的

硫酸盐，且含Cu甚微。因此，可以确定它是一种硫酸盐新矿物。

柴达木石虽不易溶于水，但由于它是一种含锌高的硫酸盐新矿物，因此，在锌极易流失的潮湿地区硫化矿床氧化带是不可能生成的。它只能是干旱地区硫化矿床氧化带特有的产物。

在研究过程中得到曹希雄、于光明、傅学明、孙淑荣等同志的协助，特此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] Laughon, P. E., *Am. Mineral.*, vol. 55, 1970, pp. 502—505.
 [2] 涂光炽、李锡林：《地质学报》，1963年，第43卷，第4期，第361—375页。
 [3] Palache, C. et al., *Dana's System of Mineralogy*, 7th Edition, vol. 2, John Wiley and Sons, London, 1954, p. 619.
 [4] 徐登科：《矿物化学式计算方法》，北京，地质出版社，1977年，第31—34页。
 [5] Wan et al., *Am. Mineral.*, vol. 63, 1978, pp. 478—483.

CHAIDAMUITE—A NEW ZINC AND FERRIC SULPHATE MINERAL

Li Wanmao Chen Guoying

(Department of Geology, Lanzhou University)

Peng Zhizhong

(Beijing Graduate School, Wuhan College of Geology)

Key words chaidamuite, sulphate mineral, Qinhai

Abstract

Chaidamuite is a new zinc and ferric sulphate mineral discovered in the middle to lower part of the oxidation zone in a lead-zinc deposit at Xitieshan, Chaidamu, Qinhai Province, China. Associated minerals are: coquimbite, copiapite, zinc-botryogen, butlerite, pyrite, etc.

The mineral occurs as fine grains or granular aggregates. Individual grains are less than 1 mm in maximum dimension. Crystal habit thick tabular, short prismatic or pseudo-cubic. Common forms: $\{001\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, and $\{10\bar{1}\}$. Brown to yellow-brown in colour, streak pale yellow, lustre vitreous, translucent. $H = 2.5-3$. Cleavages $\{001\}$ and $\{100\}$ perfect. Fracture conchoidal. Density (meas.) = 2.722, density (calc.) = 2.72. Biaxial (+), $2V(\text{meas.}) = 44^\circ$; dispersion $r < v$, strong. Orientation: $X = b$, $c \wedge Y = 12$, $a \wedge Z = 28$. Pleochroism strong, N_g —brown to yellow, N_m —yellowish, N_p —yellowish to colourless. Refr-

active indices; $N_g=1.688$, $N_m=1.640$, and $N_p=1.632$ (white light). X-ray study shows that it is mono-clinic, space group $P2_1/m$ or $P2_1$, $a=9.759 \text{ \AA}$, $b=7.134 \text{ \AA}$, $c=7.335 \text{ \AA}$; $\beta=106.2^\circ$, $V=490.39 \text{ \AA}^3$, $Z=2$. Strongest lines in Å for $\text{FeK}\alpha$ are: $9.40(80)(100)$, $5.03(65)(011)$, $5.00(80)(101)$, $3.64(70)(102)$, $3.118(100)(211)$ and $3.090(95)(300)$. Chemical analysis gave: Fe_2O_3 20.00, FeO 2.09, ZnO 17.00, MnO 0.06, Al_2O_3 0.12, K_2O 0.01, Na_2O 0.02, SiO_2 0.15, SO_3 40.63, H_2O 19.21, total 99.22 wt.%. Empirical formula (based on 13 oxygen ions) is $(\text{Zn}_{0.85}\text{Fe}_{0.12})_{0.97}(\text{Fe}^{3+}_{1.01}\text{Al}_{0.01})_{1.02}(\text{SO}_4)_{2.05}(\text{OH})_{0.90}\cdot 3.87\text{H}_2\text{O}$ and the simplified formula is $\text{ZnFe}^{3+}(\text{SO}_4)_2(\text{OH})\cdot 4\text{H}_2\text{O}$. DTA curve shows three strong endothermic peaks at 184° , 704° and 798°C and two weak peaks at 374° and 852°C . IR absorption curve has two principal absorption bands at 3381 and $1237-977 \text{ cm}^{-1}$ and three subordinate bands at 1645 , $653-604$ and 491 cm^{-1} .

The mineral is named after the locality Chaidamu in Qinhai Province.

《地质科学》、《岩石学报》征订启事

《地质科学》与《岩石学报》两刊1986年改由科学出版社征订发行。我社采取整订、破订、订补等多种形式。欢迎广大读者订阅。

汇款地址：北京朝内大街137号科学出版社

开户银行：中国工商银行东四分理处

帐号：4601184

单价：地质科学（季刊）2.32元（册）

岩石学报（季刊）1.72元（册）