

我国华南地区砷酸盐矿物的初步研究

赖来仁 李 艺

(中国有色金属工业总公司矿产地质研究院)

关键词: 砷酸盐矿物; 形成条件; 华南地区

提 要: 本文介绍了笔者近几年在华南地区发现的16种砷酸盐矿物的研究成果, 其中, 德保石(?) 是待审批的新矿物, 硅砷铜石(?) 是有疑义的(新) 矿物; 而光线石、墨绿砷铜石、羟砷铜石、乳砷铅铜石、砷铅铁石、绿砷钡铁石及含钡毒铁石等是在国内首次发现的矿物; 橄榄铜矿、砷铅石等在国内未见有其矿物学数据的公开报导。文章提供了这16种砷酸盐矿物的矿物学参数, 并对该类矿物的形成条件进行了初步的探讨。

一、概 述

砷酸盐类矿物在自然界中已发现百余种之多。这类矿物几乎都是由砷化物(主要是毒砂) 遭受氧化后形成的次生矿物。在我国, 对砷酸盐类矿物研究甚少, 发现此类矿物的种数也寥寥无几, 且其研究程度极低。近几年来, 笔者对广西、广东等地一些矽卡岩型硫化物矿床的氧化带铁帽的次生矿物进行了研究, 共发现了16种砷酸盐矿物^[1-5]●, 其中, 德保石(?) 是待审批(已报国际新矿物与矿物命名委员会) 的新矿物, 硅砷铜石(?) 是有疑义的(新) 矿物; 而光线石、墨绿砷铜石、羟砷铜石、乳砷铅铜石、砷铅铁石、绿砷钡铁石及含钡毒铁石等是在国内首次发现的矿物; 橄榄铜矿、砷铅石等在国内未见有其矿物学数据的公开报导; 对砷钙铜石、羟砷锌石、砷铜铅石也仅见有一些X射线粉晶资料的报导^[6,7]。笔者对这些砷酸盐矿物作了较系统的研究, 所获得的矿物学数据可与国外有关资料相对比, 因而, 在国内首次提供了一份该类矿物的较完善的资料, 充实了我国的矿物学内容。

二、砷酸盐矿物的特征

笔者对华南16种砷酸盐矿物特征的研究结果列于表1, 由于该类矿物的粉晶线条较多, 故在表1中只列其主要强线。有关的红外吸收光谱和差热分析结果如图1和图2所示。

三、讨 论

砷酸盐矿物主要形成于硫化物矿床的氧化带中。原生矿石中的黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿、方铅矿、闪锌矿等金属硫化物在温暖多雨的热带-亚热带气候的表生条件下很不稳定,

● 赖来仁、李艺, 1986, 矽卡岩锡矿床氧化带中砷酸盐矿物研究, 研究报告(内部资料)。

表 1 中国华南地区产出的磷酸盐矿物的主要矿物学数据
Table 1. Mineralogical data of arsenate minerals produced in South China

矿物名称 化学式	晶系 结晶习性	折光率 光轴角	镜下颜色 多色性	颜色、光泽、 硬度、比重、 解理	化学成分及化学性质 (%)	X 光 资 料	红外、差热分析	产地及产状
橄榄铜矿 olivineite $Cu_2(AsO_4)(OH)$	斜方 短柱状、板状、针状	N_g 1.8030 N_m 1.7540 N_p 1.7120 负光性 $(-)\Delta V = 87.9' - 84.2'$	淡黄绿色 多色性弱, 浅绿—黄绿	橄榄绿色、 淡绿色 玻璃光泽 H. 3 G. 4.27 {011}, {110} 良好	CuO 55.94, FeO 0.16, As_2O_5 39.45, P_2O_5 0.35, Al_2O_3 0.16, SiO_2 0.56, H_2O^+ 3.27 Σ 99.39 易溶于 HCl	$D_{2d}^2 - Pmm$ a 8.624 b 8.209 c 5.915 Z=4 2.957(100), 5.847(21), 4.823(17), 2.597(16), 4.162(16), 2.642(15), 2.396(11), 3.804(8), 1.575(8), 2.704(7), 2.482(7), 1.488(7)	3430, 865, 825 785, 490, 450 (cm^{-1}) 放热: 650°C 吸热: 573, 960, 975°C	广西德保矿区, 产于氧化带铁帽矿石中, 与光线石、墨绿铜石、羟铜石等共生
光线石 clinoclasite $Cu_2(AsO_4)(OH)$	单斜 板状、柱状	N_g 1.892 N_m 1.862 N_p 1.756 负光性 $(-)\Delta V = 60' - 70'$	蓝绿色 具弱多色性; 蓝绿—蓝色	深蓝、蓝绿色 玻璃光泽, 解理面珍珠光泽 H. 3.73 G. 4.29 4.38(计) {001}完全	CuO 62.41, As_2O_5 29.31, FeO 0.22, Al_2O_3 0.24, SiO_2 0.34, P_2O_5 0.22, H_2O 7.54 Σ 100.28 易溶于稀 HCl 和 HNO_3	$C_2^2 - 2_1/a$ a 12.614 b 6.442 c 7.294 $\beta 99^\circ$ Z=4 7.132(100), 3.593(100), 2.384(73), 3.129(49), 2.052(17), 2.241(16), 1.729(13), 4.308(12), 2.111(11), 2.995(10), 2.891(10), 2.144(10)	3560, 3350, 865, 845, 800, 780, 480, 420(cm^{-1}) 吸热: 950, 970, 450°C 放热: 590°C	同上
墨绿铜石 cornwallite $Cu_2(AsO_4)(OH) \cdot H_2O$	单斜 纤维状、针状、板状	N_g 1.846 N_m 1.843 N_p 1.833 负光性 $(-)\Delta V = 60' - 70'$	浅绿色 多色性弱	翠绿、蓝绿色 玻璃至珍珠光泽 H. 4 G. 4.43 4.393(计)	CuO 60.86, As_2O_5 30.53, Al_2O_3 0.13, SiO_2 0.68, FeO 0.15, P_2O_5 0.50, H_2O^+ 6.98, Σ 99.93 易溶于稀 HCl	$P2_1/a$ a 17.547 b 5.914 c 4.666 $\beta 91.60^\circ$ Z=2 3.52(10), 3.21(8), 4.56(7), 2.43(6), 2.30(6), 3.12(5), 3.02(5), 2.74(5), 1.651(7), 2.49(4), 1.773(3), 4.77(3)	3415, 3355, 1645, 885, 858, 835, 785, 472, 452, (cm^{-1}) 吸热: 540, 940, 980°C	同上

续表 1

矿物名称 化学式	晶系 结晶习性	折光率 光轴角	镜下颜色 多色性	颜色、光泽、 硬度、比重、 解理	化学成分及化学性质 (%)	X 光 资 料	红外、差热分析	产地及产状
羟砷铜石 cornubite $\text{Cu}_2(\text{As}_2\text{O}_7)_2(\text{OH})_4$	三斜 葡萄状、肾 状微晶集合体	N_V 1.75—1.85 二轴晶负光性 $(-)$ $2V = 30^\circ - 40^\circ$	浅绿色 多色性弱	翠绿、蓝绿色 玻璃光泽 H. 4 G. 4-5.1	CuO 62.29, As_2O_5 31.54, FeO 0.20, SiO_2 0.13, H_2O^+ (5.43) Σ 99.59	$(d_{100} = 5.35, d_{010} = 4.72$ $\gamma = 88^\circ)$ 4.711(100), 2.683(80), 3.492(70), 2.300(50), 2.483(40), 2.557(40), 4.585(30), 3.587(30), 3.101(30), 2.408(30), 1.746(30), 1.571(30)	3260, 792, 455, 282(cm^{-1})	广西德保矿 区, 产于氧化 带铁帽矿石 中, 与光线石、 墨绿砷铜石、 橄欖铜矿等共 生
羟砷锌石 adamite $(\text{Cu}, \text{Zn})_2(\text{As}_2\text{O}_7)(\text{OH})$	斜方 柱状	N_g 1.735 N_m 1.720 N_p 1.717 正光性 $2V = 87.4^\circ$	无色或微带 绿色 具多色性	淡绿至绿色 玻璃光泽 H. 3.5 G. 4-35 4.39(计) {101}良好	CuO 15.80, ZnO 40.56 As_2O_5 40.91, H_2O^+ (3.14) Σ 100.41 易溶于稀HCl	<i>Pnmm</i> a 8.349 b 8.522 c 6.038 $Z = 4$ 2.447(10), 4.86(8), 2.99(8), 2.69(8), 1.605(9), 5.93(6), 4.21(5), 1.281(5), 1.100(5), 3.76(4), 1.060(4), 2.352(3)	3480, 837, 527 (cm^{-1})	广东粤北迅塘 矿区及云浮金 子窝矿区, 产 于硫化物矿床 氧化带中
乳砷铅铜石 bayldonite $\text{PbCu}_2(\text{As}_2\text{O}_7)_2(\text{OH})_2$	单斜 细粒状 葡萄状	N_g 1.9817 N_m 1.9703 N_p 1.9584 负光性 $(-)$ $2V = 89^\circ$	无色至淡黄 绿色	淡黄绿或深 绿色 玻璃至树脂 光泽 H. 4 G. 5-35	CuO 30.64, PbO 35.19, As_2O_5 30.09, FeO 0.28, ZnO 0.05, H_2O 4.10 Σ 100.35 易溶于HCl	<i>A2/a</i> a 14.213 b 5.904 c 10.236 β 106.39° $Z = 4$ 3.14(10), 3.24(8), 2.92(8), 2.55(8), 2.74(7), 2.49(7), 2.27(7), 1.467(7), 4.51(6), 4.94(5), 2.66(4), 1.902(4)	3440, 1640, 870, 820, 775, 465 (cm^{-1}) 吸热: 580, 773, 812, 889, 898°C	广西德保矿 区, 产于硫化 物矿床氧化带 铁帽褐铁矿矿 石中, 常与砷 铅铁矾、臭葱 石等共生

续表 1

矿物名称 化学式	晶系 结晶习性	折光率 光轴角	镜下颜色 多色性	颜色、光泽、 硬度、比重、 解理	化学成分及化学性质 (%)	X 光 资 料	红外、差热分析	产地及产状
砷铅铁矾 beudantite $PbFe_3(AsO_4)_2(SO_4)(OH)_6$	三方 土状或菱 形六面体		无色至黄色	鲜黄色 G4.36(计)		$D_{2d}^6 - R_3^m$ a 7.283 c 17.02 γ 120° $Z=3$ 3.07(10)、5.90(9)、 2.29(8)、1.976(6)、 3.65(5)、2.86(5)、 2.55(5)、1.827(5)、 1.688(4)、3.37(3)、 1.538(3)、1.341(3)		广西德保、广 东云浮等矿区 产状同上
臭葱石 scolecite $Fe(AsO_4) \cdot 2H_2O$	斜 方 柱状、柱状	二轴晶负光性	无色或浅黄 色	浅灰绿、黄、 白或无色 玻璃光泽 H. 3.5		4.42(10)、5.52(9)、 3.17(9)、3.03(9)、 2.58(9)、2.50(5)、 1.476(4)、1.401(4)、 1.111(4)、3.75(3)、 3.33(3)、2.68(3)	3505、3420、3000、 820、720、490、 470、435、415 (cm^{-1})	广西德保、平 桂、拉么等矿 区
砷铅石 mimetesite $Pb_3(AsO_4)_2Cl$	六 方 短柱状 锥状	N_e 2.1270 N_o 2.1513 一轴晶正光性	淡黄色至无 色	淡黄、浅黄 绿色、乳白色 玻璃至油脂 光泽 H. 3.5 G. 6.75	$C_{2v}^2 - P6_3/m$ a 10.251 c 7.44 $Z=2$ 3.060(100)、3005(95)、 2.957(64)、3.361(40)、 2.111(29)、3.437(28)、 1.995(24)、4.227(19)、 4.445(16)、1.967(16)、 1.913(14)、3.711(10)	3470、820、780、 405 (cm^{-1})	广西平桂、德 保及广东云浮 金子窝等矿 区，产于硫化 物矿床氧化带 铁帽矿石中	
砷铅铁石 carminite $PbFe_3(AsO_4)_2(OH)_6$	斜 方 针柱状	$N > 2$ 二轴晶正光性	红 色	鲜红至赭红 色 玻璃至金刚 光泽 H. 3.5 G. > 二磷甲 烷	定性分析主要成分为 Fe、As、Pb 易溶于热HCl	$D_{2d}^{10} - C_{6h}$ a 12.281 b 16.657 c 7.663 $Z=8$ 3.24(10)、2.95(8)、 3.05(7)、2.56(7)、 4.58(6)、3.87(5)、 4.18(5)、3.56(5)、 2.73(5)、1.913(5)、 1.812(5)、1.362(5)		同 上

续表 1

矿物名称 化学式	晶系 结晶习性	折光率 光轴角	镜下颜色 多色性	颜色、光泽、 硬度、比重、 解理	化学成分及化学性质 (%)	X 光 资 料	红外、差热分析	产地及产状
砷铜铅石 duftite $PbCu(AsO_4)(OH)$	斜方 短柱状 等轴粒状	$N=2 \pm$ $\bar{N}_{\text{计}}=1.994$ 二轴晶负光性 (-) $2V$ 大	淡苹果绿色	蔷薇绿色、 灰绿色 玻璃或油脂 光泽 H.4 G.5.98(计)	$CuO 21.38, PbO 46.33$ $As_2O_5 31.35, FeO$ $0.29, H_2O^+ 2.11,$ $\Sigma 101.46$	$a 7.894, b 9.316$ $c 6.099, Z=4$ 3.24(10), 2.65(7), 2.83(5), 1.869(5), 1.651(5), 3.54(4), 2.56(4), 2.29(4), 1.532(4), 1.384(4), 4.18(3), 2.055(3)		广西德保矿 区, 产于硫化 物矿床氧化带 氧化铜矿石 中, 与孔雀石、 硅孔雀石等共 生
砷钙铜石 conichalcite $CaCu(AsO_4)(OH)$	斜方 纤维状	$N_g' 1.799$ $N_p' 1.768$ 正光性 $2V=83^\circ$	淡黄绿至无 色 弱多色性; 浅绿—浅黄 色	黄绿色 玻璃光泽 H.3.9 G.4.28	$CuO 29.45, CaO$ $23.32, As_2O_5 41.49$ $MgO 0.22, FeO 0.08$ $SiO_2 0.33, Al_2O_3 0.87$ $ZnO 0.60, H_2O^+ 4.12$ $\Sigma 100.48$ 易溶于稀HCl	$D_2-P2_12_1$ $a 7.33, b 9.12, c 5.79$ $Z=4$ 3.12(10), 2.83(10), 2.60(8), 1.614(8), 1.727(7), 2.57(5), 2.066(5), 1.571(5), 5.69(4), 4.08(4), 3.43(4), 2.89(4)	3160, 850, 830, 810, 790, 770, 460, 430, 410, (cm^{-1}) 吸热: 490, 650, 715, 940, 965°C 放热: 180°C	广西平桂矿 区, 产于岩溶 堆积砾岩氧化 矿石中
绿砷铜铁石 dussertite $BaFe_3(AsO_4)_2(OH)_6$ $\cdot H_2O$	六方 短柱状	$N_e 1.8420$ $N_o 1.8515$ 一轴晶负光性	浅黄绿色	黄绿色 玻璃光泽 H.3.5 G.3.35(计)	$Fe_2O_3 33.85, As_2O_5$ $33.96, BaO 23.72,$ $H_2O^+(9.19) \Sigma 100.72$	$a 10.256, c 7.436$ $r 129^\circ, Z=2$ 3.13(10), 2.33(7), 2.02(7), 6.02(6), 3.70(6), 1.863(6), 1.369(6), 2.58(5), 1.542(5), 1.074(5), 1.269(4), 1.016(4)		广西德保矿 区, 产于硫化 物矿床氧化带 铁帽矿石中, 与含铜毒铁 石、臭葱石等 共生

续表 1

矿物名称 化学式	晶系 结晶习性	折光率 光轴角	镜下颜色 多色性	颜色、光泽、 硬度、比重、 解理	化学成分及化学性质 (%)	X 光 资 料	红外、差热分析	产地及产状
含铜毒铁石(?) Ba-bearing pharmacosiderite $Ba_{0.5}Fe_2(AsO_4)_2$ (OH)·7H ₂ O	单轴 立方体晶体 或皮膜状	$N_g 1.71 \pm$ 均质	无色	浅黄、浅绿、 无色 玻璃光泽 H.3 G.3±	Fe_2O_3 35.116, As_2O_5 38.151, BaO 8.444, K_2O 0.14, Al_2O_3 0.065, H_2O^+ 18.1 $\Sigma 100.016$	$T^1d-P_{110}^{110}$ a 7.984 $Z=1$ 7.83(10), 2.83(8), 3.25(8), 3.97(6), 2.68(5), 2.41(5), 1.425(5), 3.57(4), 2.53(4), 2.31(3), 2.15(3), 1.792(3), $P2_{112}$ 粉晶: a 15.052 b 14.320 c 6.002 单晶: a 6.02 b 14.92 c 14.28 $Z=2$ 14.85(100), 4.55(60), 4.03(20), 2.867(17), 10.45(15), 6.46(12), 7.20(10), 2.818(10), 2.585(6), 3.49(5), 3.47(5), 2.950(5)	3380-3120.800. (cm^{-1})	广西德保矿 区, 产于硫化 物矿床氧化带 铁帽矿石中, 与绿帘角闪 石、臭葱石等 共生
德保石(?) debaosite (?) $Cu_{10}(AsO_4)_2(SO_4)$ (CO ₃)(OH) ₁₀ ·5H ₂ O	斜方 薄板状 玫瑰花状	$N_g 1.738$ $N_m 1.730$ $N_p 1.709$ (-)负光性 $2V=64^\circ$	浅绿、浅黄 绿色 多色性弱	翠绿、浅绿、 蓝绿色 玻璃或珍珠 光泽 H.2 D.3.33 3.35(计) {010}完全	CuO 59.13, As_2O_5 15.78, SiO_2 0.56, FeO 0.88, Al_2O_3 0.21 SO_3 6.24, CO_2 3.83, H_2O^+ 13.76, $\Sigma 100.44$ 遇稀HCl起泡	$P2_{112}$ 粉晶: a 15.052 b 14.320 c 6.002 单晶: a 6.02 b 14.92 c 14.28 $Z=2$ 14.85(100), 4.55(60), 4.03(20), 2.867(17), 10.45(15), 6.46(12), 7.20(10), 2.818(10), 2.585(6), 3.49(5), 3.47(5), 2.950(5)	3420.1515.1390 1050.1110.870. 820.790.617 (cm^{-1}) 吸热: 134°C 放热: 267.650. 809°C	广西德保矿 区, 产于铜-锡 矿床氧化带铁 帽矿石中, 与 水胆矾、墨绿 帘铜石、羟神 铜石、橄欖铜 矿、神铅铁矾、 孔雀石等共生
硅神铜石(?) (暂定名) $Cu_2(AsO_4, SiO_4)$ ·2H ₂ O	纤维状	$N_g' 1.725$ $N_p' 1.695$	无色或淡绿 色 多色性弱	浅绿、浅灰 绿色 玻璃光泽 H.2 G.3-6	CuO 57.49, As_2O_5 25.85, Al_2O_3 0.16, SiO_2 4.12, SO_3 1.15, FeO 0.48, H_2O^+ 10.50 $\Sigma 99.75$	(I) 4.56(10), 4.02(8), 2.62(6), 2.57(6), 1.683(5), 1.518(5), 6.68(4), 3.46(3), 2.86(3), 2.28(3), 1.412(3), 1.828(2) (II) 10.5(10), 4.53(10), 4.02(9), 2.61(8), 2.53(8), 3.46(3), 2.28(3), 1.512(5), 3.24(2), 2.94(2), 1.740(2), 1.679(2)	3340.1635.1030 825.475.375 (cm^{-1}) 吸热: 940°C 放热: 650°C	广西德保矿 区, 产于硫化 物矿床氧化带 铁帽矿石的晶 洞中, 与墨绿 帘铜石、羟神 铜石、硅孔雀 石共生

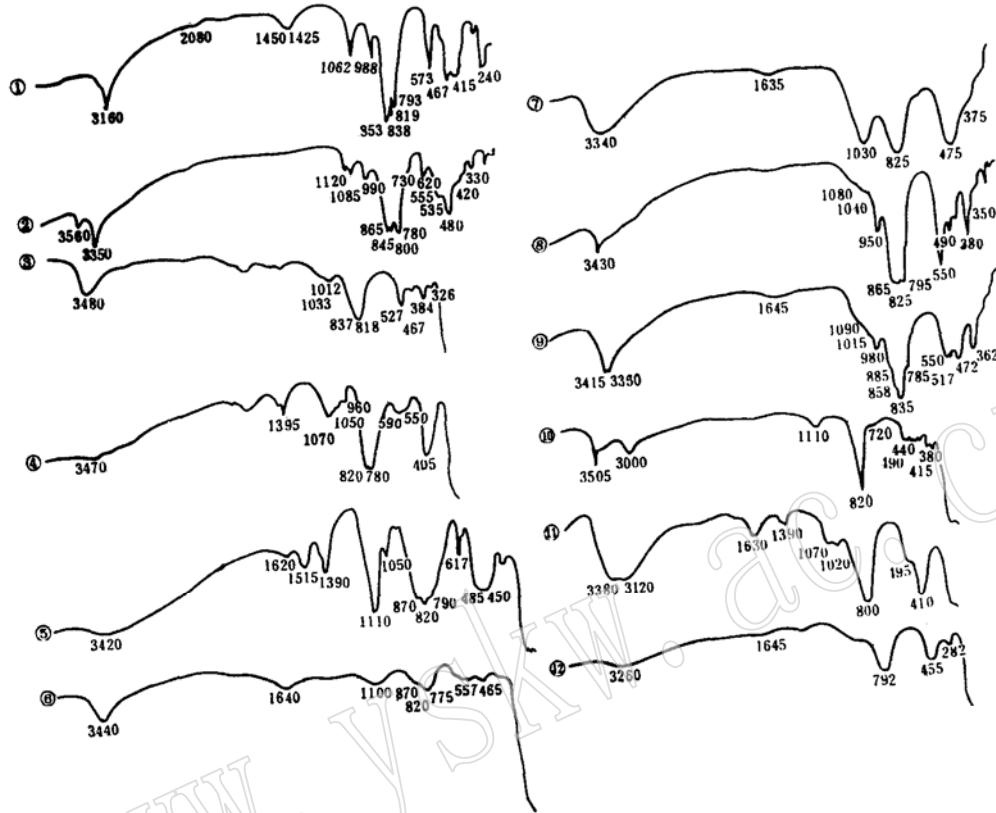


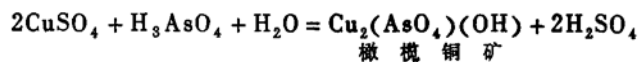
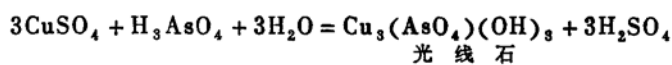
图 1. 华南地区砷酸盐矿物的红外吸收光谱

Fig. 1. Infrared absorption spectra of arsenate minerals in South China

- ①砷钙铜石; ②光线石; ③羟砷铜石; ④砷铅石; ⑤德保石(?) ; ⑥乳砷铅铜石; ⑦硅砷铜石(?);
⑧橄欖铜矿; ⑨墨绿砷铜石; ⑩臭葱石; ⑪含钡毒铁石(?); ⑫羟砷铜石

极易氧化分解形成易溶于水的硫酸盐(除铅矾外), 由于围岩成分的加入, 常伴随发育有一系列的碳酸盐和硅酸盐。这些盐类和表生水溶液相互作用并在适宜的介质环境中形成孔雀石、硅孔雀石、蓝铜矿、菱锌矿、水锌矿、白铅矿、针铁矿及少量的胆矾、水胆矾等矿物。特别是在含毒砂较多的硫化物矿床氧化带中, 毒砂常氧化形成臭葱石, 而臭葱石经水解作用则可生成砷酸和褐铁矿, 砷酸又与介质中的硫酸盐等盐类的金属阳离子化合形成相应的砷酸盐类矿物。

大量的次生矿物的性质反映出氧化带的介质是由酸性→碱性变化的。在酸性介质中常导致砷的大量分散, 因此, 砷酸盐矿物通常在围岩为碳酸盐岩或含铅矿物存在的条件下较为发育^[1]。碳酸盐与 CuSO_4 、 ZnSO_4 及 PbSO_4 反应, 形成大量的铜、铅、锌的碳酸盐, 诸如: 孔雀石、白铅矿和菱锌矿等矿物。同时, 由于碳酸盐使硫酸中和, 因而, 导致了砷酸盐矿物的加速生成。它们的化学反应过程如下:



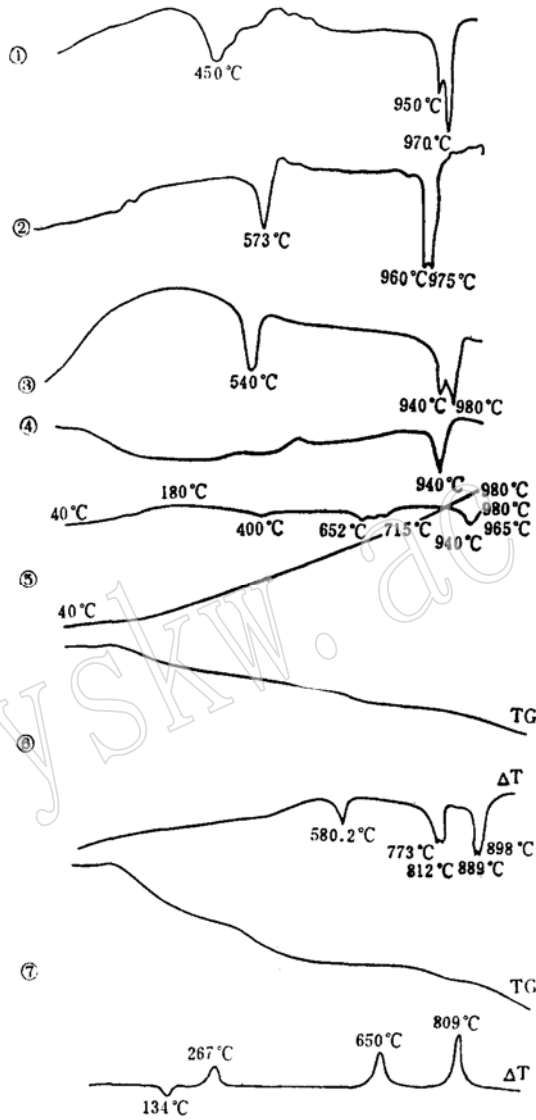
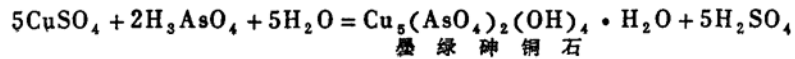
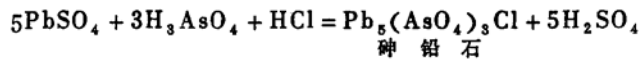
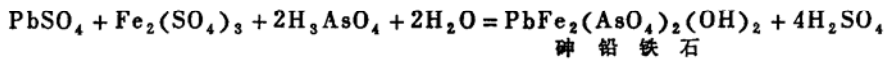
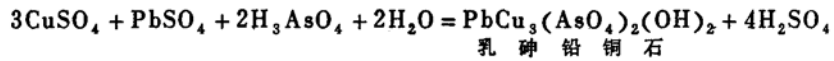
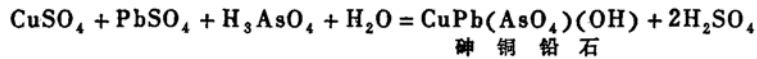
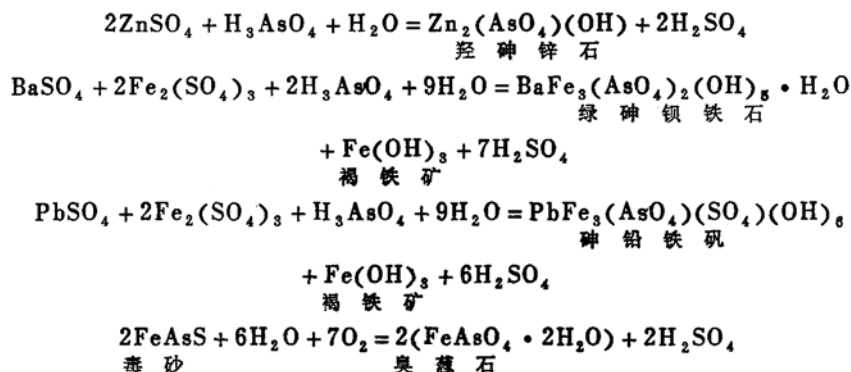


图 2 华南地区砷酸盐矿物的差热曲线

Fig. 2. Differential thermal curves of arsenate minerals in South China

①光线石; ②橄榄铜矿; ③墨绿砷铜石; ④硅砷铜石 (?); ⑤砷钙铜石; ⑥乳砷铅铜石; ⑦德保石 ()





在上述反应中可以看到，在生成砷酸盐矿物的同时，还形成了大量的硫酸，要使反应向右进行，必须使酸不断减少。因此，碳酸盐介质的存在中和了这部分酸，使反应得以继续向右进行而不断沉淀析出砷酸盐矿物。砷铅石是砷酸盐中最稳定的矿物，而铅的砷酸盐是氧化带中使砷固定的主要形式⁽²⁾。因此，在有大量铅存在的条件下，铅的砷酸盐常广泛发育。

上述分析可见，砷酸盐矿物的形成主要取决于原生矿石的成分和氧化带发育的表生条件。砷酸盐矿物的发育与原生矿石中毒砂及黄铜矿、方铅矿、黄铁矿等硫化物的含量有密切关系，也与铁帽的发育程度有关。硫化物矿床在温暖多雨的热带-亚热带气候条件下，矿体上部氧化带充分演化发育至后期阶段，铁帽带较发育，并常伴随产出大量的砷酸盐矿物。在潮湿寒冷的半干旱地带（年降雨量300mm左右）的硫化物矿床氧化带也见有砷酸盐矿物的产出^①，但种类较少，矿物的结晶程度也较差。在干旱和极干旱地带，硫化物矿床氧化带的发育程度一般较差，且其介质环境为酸性，故大量发育有黄钾铁矾和硫酸盐矿物⁽³⁾，而砷酸盐矿物则很难见到。砷酸盐矿物生成的介质环境一般为中性-弱碱性（pH 6—8），因而，碳酸盐围岩的存在也是形成该类矿物的重要因素。

本文的研究工作曾得到傅金宝、刘鸾玲、郑巧荣、何政才、余敬芳及施倪承、马喆生、任磊夫、何双梅等同志的热情支持和帮助，在此谨向他们致以衷心的感谢。

参 考 文 献

- [1] 赖来仁, 李艺, 1988, 广西德保矿区发现的光线石和橄榄铜矿. 矿物学报, vol. 8, no. 3, pp. 282-288.
- [2] 赖来仁, 李艺, 1989, 在广西德保发现的墨绿砷铜石和羟砷铜石. 岩石矿物学杂志, vol. 8, no. 1, pp. 70-78.
- [3] 赖来仁, 李艺, 1989, 广东迅塘矿区发现的羟砷锌石. 矿物岩石, vol. 9, no. 2, pp. 122-124.
- [4] 赖来仁, 李艺, 1989, 在广西德保发现的砷铜铅石. 矿产与地质, vol. 4, no. 4.
- [5] 赖来仁, 饶玉学, 1987, 广西平桂矿区发现的砷钙铜石. 矿物学报, vol. 7, no. 1, pp. 84-87.
- [6] 何知礼, 1964, 我国一个锡矿区硫化矿床氧化带的研究. 地质学报, vol. 44, no. 3, pp. 289-303.
- [7] 地化所矿床研究组, 1972, 某锡石-多金属矿床氧化带的研究. 地球化学, 第三期.
- [9] 斯米尔诺夫, 1955, 硫化矿床氧化带. 地质出版社.
- [8] 涂光炽, 李锡林, 1963, 干旱和极端干旱气候条件下硫化物矿床氧化带发育特征. 地质学报, vol. 43, no. 4, pp. 361-375.

① 藏瑾安, 1981, 内蒙古放林达铅锌硫化矿床氧化带矿物组合特征及成因探讨, 全国第一届矿物学学术会议资料.

A Preliminary Study of Arsenate Minerals from South China

Lai Lairen, Li Yi

(Research Institute of Geology for Mineral Resources, CNNC)

Key words: Arsenate mineral; formation condition; South China

Abstract

In recent years, the authors have found sixteen sorts of arsenate minerals in South China, which include debaoite (?), copper silicarsenate (?), clinoclase, olivenite, cornwallite, cornubite, conichalcite, adamite, duftite, bayldonite, mimetesite, carminite, dussertite, scorodite, Ba-bearing pharmacosiderite and beudanite. The physical properties, optical constants, chemical composition, X-ray data, infrared absorption spectra and differential thermal analyses of the minerals are given in this paper, which serve as a sheet of fairly perfect data for arsenate minerals in China. Finally, the paper makes a preliminary discussion on the formation conditions of arsenate minerals.