

阿尔泰伟晶岩 矿物研究

王贤觉
邹天人
徐建国
于学元
裘愉卓 著

科学出版社

阿尔泰伟晶岩矿物研究

王贤觉 邹天人 徐建国 于学元 裘愉卓 著

科学出版社

1981

内 容 简 介

本书以阿尔泰可可托海3号伟晶岩脉为解剖对象,对30多种矿物作了较全面的鉴定与研究,其中包括:磷钙钼矿、铋钼铀矿等新矿物;铀细晶石、铋细晶石、磷锰锂矿和钼铋矿等国内首次发现的稀有元素矿物和铌钽、锆铪、锂(铯)铍、云母和长石等重要矿物。书中附有较多的化学分析、X射线粉晶分析、差热分析、光学性质及其他物理性质等基本数据,另外对伟晶岩中的矿物成因、碱的演化及地球化学阶段的划分等问题也进行了探讨。

本书可供从事矿物、岩石、地球化学研究以及有关地质找矿勘探工作者参考。

阿尔泰伟晶岩矿物研究

王贤觉 邹天人 徐建国 于学元 袁愉卓 著

*

科学出版社 出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1981年3月第一版 开本:787×1092 1/16

1981年3月第一次印刷 印张:9 插页:6

印数:0001—1,560 字数:207,000

统一书号:13031·1503

本社书号:2065·13—14

定价: 1.65 元

序 言

新疆阿尔泰地区是我国重要的稀有金属矿产基地之一。开采绿柱石和锂辉石等稀有金属已有30余年的历史,但稀有元素地质方面的研究水平并不很高,特别是稀有元素矿物和地球化学方面的研究工作更为突出。尽管生产部门已进行了大量的实践(矿床的勘探与开采),可以为科研工作提供大量的、内容极其丰富的实际材料,但有关这方面的理论性的总结甚少。

本书就是在大量实践的基础上,以本区最具代表性的、稀有元素矿化最好的可可托海3号伟晶岩脉为解剖对象,对其中的稀有元素矿物和其他重要矿物进行系统的鉴定与研究的总结性成果。通过工作,共发现本区有矿物70余种,我们对其中的30多种矿物进行了重点研究,主要包括矿物的产出及共生组合特征、物理性质、化学性质和化学成分、化学成分与物理性质的关系、标型特征和成因等。列入本书的数据比较齐全,一般均包括有矿物的化学全分析、X射线粉晶分析、差热分析、光学性质及其他物理性质等基本数据。通过系统的工作与总结,一方面为矿产资源的综合利用提供了可靠的依据,另一方面对伟晶岩矿物学的研究亦提供了一些新的资料和看法,如其中的磷钙钼矿和铋钼钛铀矿就是国内外首次发现的新矿物(新变种),而铀细晶石、铋细晶石、磷锰锂矿、钼铋矿等则是在我国首次发现的稀有元素矿物。此外,对具有工业意义的铋钼、铅钨、锂(铯)铍以及云母、长石类矿物进行了较深入的研究,对伟晶岩中碱的演化与地球化学阶段的划分也进行了研究,并提出了一些新的看法。

本书是集体研究的成果。先后参加过这项工作的同志有:新疆有色局冶金地质勘探公司的宁广进、张再三、杨青山、韩凤鸣、孔逸卿、郭玉贵、牛志勇、安爱英等;新疆有色局可可托海矿务局地测科的潘厚辉、张相宸、李玉德、曹惠志、王汝聪、景泽被、贾富义、张广新、李高林、赵善勇、项子昭、禹贵祥、马木堤、张志龙、陈建华等;中国科学院新疆分院的张凤玲、陈祥玉、郑富婉、陈宝华、陈松涛等;中国科学院地球化学研究所的郭承基、李维显、邹天人、徐建国、王贤觉、于学元、裘愉卓、吴六汀、林树本、夏安宁、徐英年、林传仙、高振敏、郭其梯、王一先、蔡元吉、王凯怡等。

工作中郭承基教授给予了指导和帮助。

本书由王贤觉、邹天人、徐建国、于学元、裘愉卓执笔。全书由王贤觉负责加工修改、统一定稿。

全书经涂光炽、郭承基两教授审校,并提出宝贵意见,可可托海矿务局化验室及中国科学院地球化学研究所的稀有元素化学分析组、矿物分析组、X射线粉晶分析组、差热分析组、照相组和绘图组承担了样品的分析、照相和绘图的任务。宋云华同志帮助清抄文稿并提出了宝贵意见,王中刚、张哲儒、苏贤泽等同志曾在工作中给予帮助,在此作者一并表示衷心的感谢。

本书得以顺利脱稿,是由于所领导的亲切关怀与鼓励,科技处与室领导的不断督促与

帮助的结果。

由于作者的水平和时间所限,错误缺点一定不少,敬希广大读者批评指正。

作者

一九七九年

目 录

序言.....	iii
一、区域地质概况.....	1
(一) 大地构造位置	1
(二) 地层和构造	1
(三) 火成岩	1
1. 辉长岩-闪长岩-花岗闪长岩类	2
2. 花岗岩类	2
(四) 花岗伟晶岩	2
1. 构造控制	2
2. 花岗岩控制	3
3. 变质岩控制	3
二、矿区伟晶岩脉(以 3 号脉为代表)地质简述.....	4
(一) 地质位置	4
(二) 形态特征	4
(三) 内部构造	5
三、矿物概论.....	7
四、矿物各论.....	10
(一) 铌钽矿物	10
1. 铌铁矿-钽铁矿族矿物	11
2. 铌铈矿族矿物	25
3. 细晶石族矿物	29
4. 铌钛铀矿族矿物	35
5. 本区 3 号脉中铌钽矿物的演化和富集规律	38
(二) 锆(铪)矿物	39
锆英石	39
(三) 铀钍矿物	50
1. 磷钙钍矿	51
2. 晶质铀矿	54
(四) 铍矿物	56
1. 绿柱石	56
2. 金绿宝石	59
(五) 锂矿物	60
1. 锂辉石	61
2. 锂绿泥石	65
3. 磷锰锂矿	67
4. 锰褐磷锂矿	70
5. 磷锂铝石	73

(六) 铯矿物	76
铯榴石	77
(七) 云母类矿物	82
1. 白云母	83
2. 锂云母	95
(八) 长石类矿物	95
1. 钠长石	95
2. 微斜长石	98
(九) 其他矿物	102
1. 铋尖晶石	102
2. 金红石	105
3. 泡铋矿	107
4. 白钨矿	109
5. 磷灰石	112
6. 锰铝石榴石	114
7. 黄玉	119
8. 十字石	120
9. 电气石	122
10. 石英	127
五、3 号伟晶岩脉岩浆熔融体碱的演化与地球化学阶段的划分	129
结论	135
主要参考文献	139

一、区域地质概况

(一) 大地构造位置

阿尔泰地区属于阿尔泰海西褶皱带,自北东而南西又划分为三个次一级的构造单位:

- (1) 卡依尔特地向斜褶皱带;
- (2) 富蕴地背斜褶皱带;
- (3) 额尔齐斯地向斜褶皱带。

本书所讨论的可可托海伟晶岩矿区即位于富蕴地背斜褶皱带内。

(二) 地层和构造

区内发现最老地层为中-上奥陶统(?)的砂岩及片岩,厚 5900 米,发育于花岗岩发育地区或岩体附近及顶部时为石英-黑云母片岩,十字石、石榴石、蓝晶石、红柱石的黑云母片岩、片麻岩和混合岩。假整合于其上的是下志留统的砂岩和砾岩、片岩和千枚岩,厚 1400 米。不整合于其上的是泥盆系地层,中、下泥盆统为酸性火山岩,中夹凝灰岩、砂岩和片岩,厚 4100 米。上泥盆统千枚岩、砂岩、石灰岩,厚 3000 米。与它呈整合接触的下石炭统地层为千枚岩、页岩、石灰岩、硅质片岩、砂岩,厚 1000 余米。中-上石炭统为中酸性喷出岩,厚约 3000 米。不整合于其上的是下二迭统的杂色石英斑岩、凝灰岩、凝灰砂岩,厚 1000 米。最新地层为第三系的红色、杂色粘土和砂砾层,厚 90 米。第四系为戈壁砾石、冰川堆积、冲积、坡积物等。

阿尔泰海西褶皱带由中央地背斜和两侧地向斜组成。轴向 NW—SE,皆被 NW—SE 向断裂分割。后期 SN 向断裂的发育使其复杂化。

中央部分为富蕴地背斜褶皱带,主要发育中-上奥陶统(?)结晶片岩、片麻岩及各种成分的花岗岩,中-晚泥盆世及部分早石炭世海相地层覆于结晶岩系之上。变质岩系常常发育着 EW 向的短背斜,而古生代岩层则形成 NW—SE 向的线状褶皱。

北部为卡依尔特地向斜褶皱带,主要发育奥陶纪和志留纪的砂质页岩地层,厚度大,褶皱强烈。还有海西花岗岩。 D_{1-3} 和 C_1 的沉积层只分布在断裂附近不宽的拗陷内,以角度不整合覆于 O—S 地层之上。

南部为额尔齐斯地向斜褶皱带,主要发育 D_{1-3} 和 C_1 地层,只在横向隆起地区出现花岗岩,为小而分散的岩体。

(三) 火 成 岩

本区除大量发育在地层中已描述的中酸性喷出岩外,酸性侵入岩——花岗岩发育最

广泛,其分布面积约占全区的 50%,基性侵入岩——辉长岩-闪长岩类较少。

1. 辉长岩-闪长岩-花岗闪长岩类

在区内常呈残山分布,出露面积仅几平方公里至二十平方公里。辉长岩、闪长岩、花岗闪长岩为逐渐过渡。花岗闪长岩同位素年龄测定值为 330×10^6 年,为海西早期产物。

2. 花岗岩类

从现有资料看,本区花岗岩浆的侵入活动是很复杂的——多期、多阶段,按其先后顺序叙述如下:

(1) 片麻状角闪石二长花岗岩和片麻状角闪石斜长花岗岩体 主要分布在本区东南部(青格里河)和西北部(哈巴河)一带,具中细粒等粒结构或似斑状结构,片麻状构造。黑云母占 7—10%,角闪石占 3—5%,斜长石和微斜长石各占 30% 左右,有时斜长石多于微斜长石,变为角闪石斜长花岗岩。石英占 20—25%。

(2) 片麻状黑云母微斜长石花岗岩体 主要分布于富蕴地背斜褶皱带,中粒结构,片麻状构造。黑云母占 8—10%,微斜长石占 45%,斜长石 (No. 12—15) 占 15%,石英占 30%。在这种花岗岩体的内外接触带分布有大量的稀有金属花岗伟晶岩脉。花岗岩的同位素年龄测定值为 228×10^6 年,与其有关的花岗伟晶岩脉的年龄值为 $200—220 \times 10^6$ 年。

(3) 片麻状二云母花岗岩体 多呈岩株状分布于黑云母微斜长石花岗岩体内。中细粒结构,片麻状构造。黑云母占 3—4%,白云母占 2—4%,微斜长石占 25—30%,斜长石 (No. 10—15) 占 30%,石英占 30—35%。与这种岩体有关常发育有一些 Be-Nb 矿化的花岗伟晶岩脉。二云母花岗岩的同位素年龄测定值为 $160—185 \times 10^6$ 年。

(4) 黑云母花岗岩体 主要分布于富蕴地背斜褶皱带。似斑状结构,黑云母占 5—7%,微斜长石占 35%,奥长石占 25%,石英占 33%。同位素年龄测定值为 86×10^6 年。

(5) 二云母花岗岩和白云母花岗岩体 呈小岩钟或小岩珠,常分布于黑云母花岗岩体的较高部位,与前者为侵入接触。这种小岩株常有大量铍的富集,同时伴有铌的矿化。

花岗岩体的时代问题,从空间分布上前三者较密切,可能属海西晚期产物(但与同位素年龄测定值尚有矛盾)。后二者之间密切,系燕山晚期产物。

(四) 花岗伟晶岩

区内花岗伟晶岩脉分布十分广泛,计有十余万条,它们常常较密集地分布于该地区的某些部位,如果把这些部位叫做伟晶岩田的话,区内就可以分为 39 个以上的伟晶岩田。

从伟晶岩田的分布看,主要受构造和花岗岩控制。

1. 构造控制

大部分伟晶岩田分布于阿尔泰海西褶皱带的中部——富蕴地背斜褶皱带内,在这个

带两侧的地向斜褶皱带中,伟晶岩田较少,而且只分布于这些地向斜褶皱带内的三级背斜两翼。

2. 花岗岩控制

区内大部分伟晶岩田分布于花岗岩体的内外接触带和花岗岩体顶部凹陷残山地段及捕虏体发育地段。围岩为各类片麻岩或片岩或辉长岩-闪长岩体等。

3. 变质岩控制

区内少部分伟晶岩较密集地分布于深变质岩——黑云母片麻岩带内,向两侧随着变质作用的减弱,由片麻岩过渡为片岩、千枚岩时伟晶岩就消失。

从稀有元素在花岗伟晶岩脉中的矿化情况来看,很明显与母岩有关。例如:与角闪石斜长(或二长)花岗岩体有关的伟晶岩无明显的稀有元素矿化,而且脉少,规模也小;与片麻状黑云母微斜长石花岗岩体有关的伟晶岩常常有 $TR \rightarrow TR-Nb \rightarrow Be-Nb \rightarrow Li-Rb-Cs-Be-Nb-Ta-Hf$ 的矿化;与片麻状二云母花岗岩体有关的伟晶岩只有 Be 矿化;与似斑状黑云母花岗岩体有关的伟晶岩有 $Be-Nb(Ta)$ 的矿化,而且常常伴随有含 Be 石英脉;与白云母花岗岩体有关仅发育有团块状伟晶岩,伴随有含 Be 石英脉。往往花岗岩本身就有 Be 、 $TR-Nb$ 的矿化。

总之,阿尔泰地区伟晶岩是十分丰富的,形成时间上是多期的,空间分布上是有规律的,成因上是多种的,稀有元素矿化上是多样的。因此,区内形成很多综合性的稀有元素矿床。

二、矿区伟晶岩脉(以3号脉为代表)地质简述

(一) 地质位置

3号伟晶岩脉位于阿尔泰海西褶皱带的中心部位——富蕴地背斜褶皱带内的片麻状黑云母微斜长石花岗岩体的顶部凹陷的辉长岩-闪长岩体残山内。

(二) 形态特征

3号伟晶岩脉由岩钟状体和缓倾斜脉体两部分构成。它的空间形态象一顶实心的草

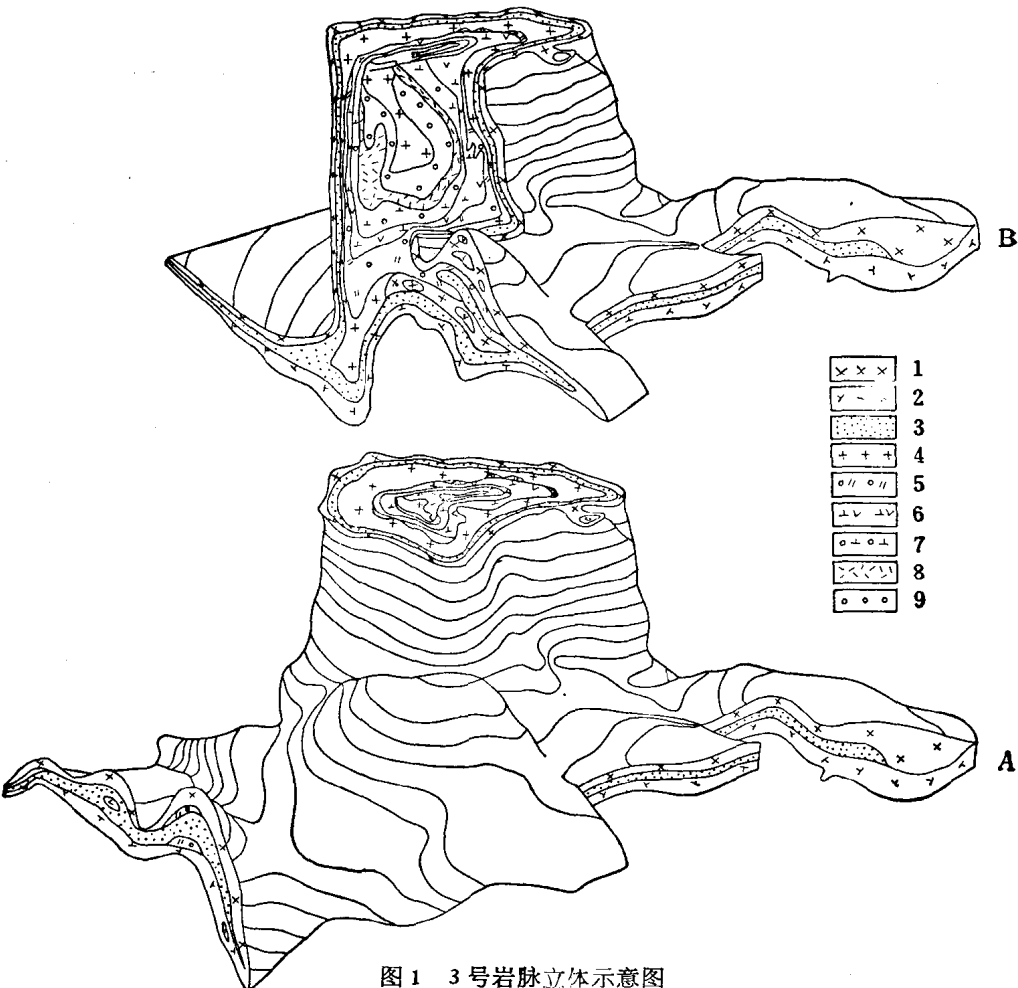


图1 3号岩脉立体示意图

A——全貌 B——剖面示意 1——准文象结构中粒伟晶岩 2——细粒伟晶岩 3——糖晶状钠长石 4——块体微斜长石 5——白云母-石英 6——叶钠长石-锂辉石 7——石英-锂辉石 8——薄片状钠长石 9——块体石英

帽(图 1)。

岩钟状体走向 $N335^{\circ}W$, 倾向 NE, 倾角上盘 40° , 下盘 80° 。缓倾斜脉体走向 $N310^{\circ}W$, 倾向 SW, 倾角 $18-30^{\circ}$ 。

(三) 内部构造

从脉边部到脉中心形成以某些矿物组合特别发育而构成的环状带, 这些环状带叫做结构带。3 号伟晶岩脉的岩钟体可分为九个结构带, 构成同心环带状构造。从外向内为:

- I. 文象变文象伟晶岩带;
- II. 糖晶状钠长石带;
- III. 块体微斜长石带;
- IV. 白云母-石英带;
- V. 叶钠长石-锂辉石带;
- VI. 石英-锂辉石带;
- VII. 白云母-薄片钠长石带;
- VIII. 薄片钠长石-锂云母带;
- IX₁. 核部块体微斜长石带;

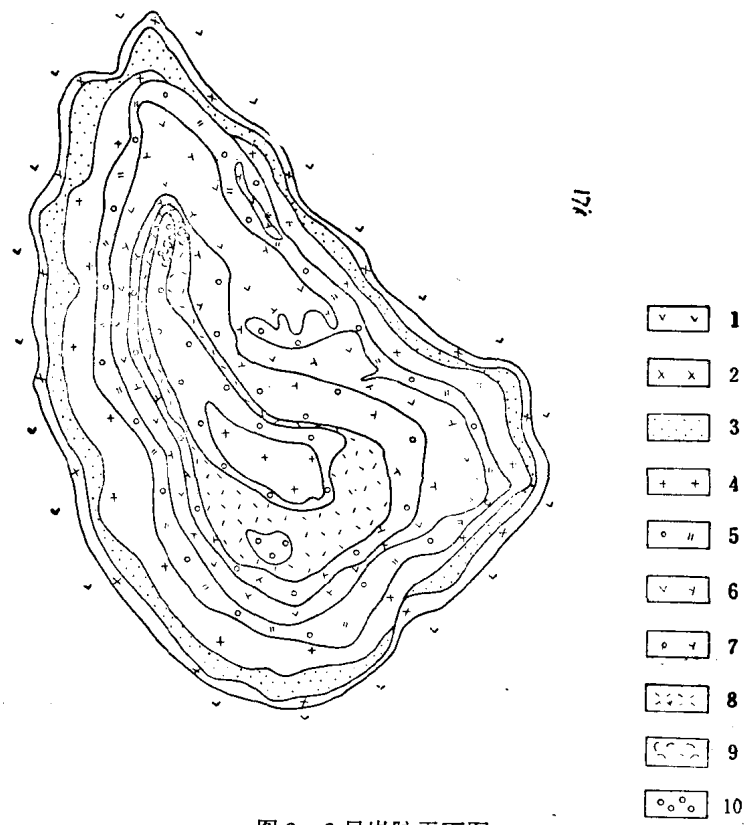


图 2 3 号岩脉平面图

1——辉长岩 2——文象变文象伟晶岩带 3——糖晶状钠长石带 4——块体微斜长石带 5——白云母-石英带 6——叶钠长石-锂辉石带 7——石英-锂辉石带 8——白云母-薄片钠长石带 9——薄片钠长石-锂云母带 10——石英核

IX₂ 核部块体石英带。

岩钟体各结构带的空间分布见图 2、图 3。其内部构造见照片 1—8。

缓倾斜脉状体为有膨大狭缩变化的板状脉体,一般由三个结构带组成,即由顶部的文象变文象伟晶岩带、中部的糖晶状钠长石带和底部的细粒伟晶岩带组成。但在脉体膨大部分增加为七个结构带,从顶板到底板为:

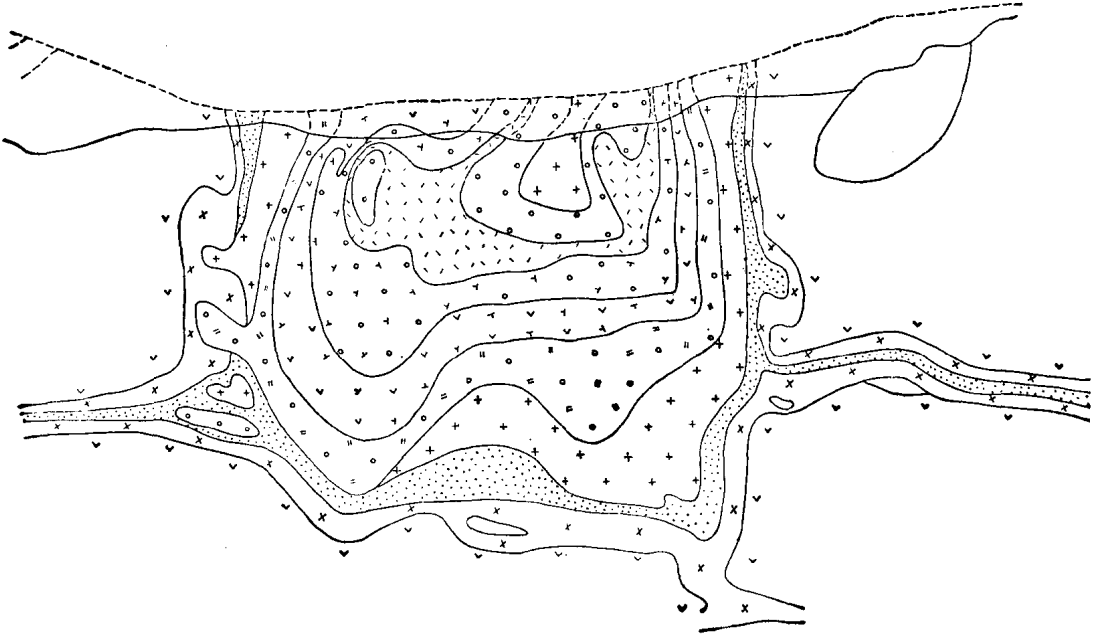


图 3 3号岩脉剖面图
(图例同图 2)

- (I) 文象变文象伟晶岩带;
- (II) 块体微斜长石带;
- (III) 白云母-石英带;
- (IV) 糖晶状钠长石带;
- (V) 叶钠长石-石英-锂辉石带;
- (VI) 钠长石-锂云母带;
- (VII) 细粒伟晶岩带。

全脉平均矿物成分为: 白云母 6.5%、锂云母 0.05%、微斜-条纹长石 33.8%、钠长石 22.4%、石英 31.7%、锂辉石 n%、绿柱石 0.n%、石榴石 0.18%、磷灰石 0.12%、电气石 0.20%、铯榴石 0.00n%。从所列矿物成分看,很明显,属于白云母-微斜长石-钠长石-锂辉石型伟晶岩。

三、矿 物 概 论

本区花岗伟晶岩中，以盛产稀有元素矿物而驰名于国内外，仅在 3 号脉就发现有 74 种矿物（包括变种）。其中硫化物 8 种、氧化物和氢氧化物 22 种、碳酸盐 3 种、钨酸盐 1 种、磷酸盐 8 种、硅酸盐 30 种、氟化物 1 种、钼酸盐 1 种。各种矿物的名称和在各结构带的含量情况列于表 1。

表 1 3 号伟晶岩脉各结构带矿物及其含量一览表

序 号	含 量 结 构 带 矿 物	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX ₁	IX ₂
		文象变 文象伟 晶岩带	糖晶状 钠长 石带	块体微 斜长 石带	白云 母-石 英带	叶钠长 石-锂 辉石带	石英- 锂辉 石带	白云母- 薄片钠 长石带	薄片钠 长石-锂 云母带	核部块 体微斜 长石带	核部 块体 石英带
1	黑 云 母	+*	+		+						
2	白 云 母	6**	4	2	15	5	4	12		1	0.5
3	玫瑰色含锂白云母					++	++++	++			
4	锂 云 母							+	64		
5	微斜-条纹长石	43	50	77	21	1	1	2	1	99	
6	奥 长 石	1									
7	钠 长 石	17	33	7	8	51	22	63	31		
8	石 英	31	10	13	54	30	55	15	2		98
9	锂 辉 石	+++	+++	++	++++	12	17	6	1	+	1
10	磷 锂 铝 石					+++	++		++		+
11	磷 锰 锂 矿				++	++++	+++				
12	锰褐磷锂矿				++	+++	++				
13	锂 绿 泥 石					+	+		+		
14	锂 电 气 石					+	+		++		
15	钠 绿 柱 石	++++	++++	++++	++++						
16	钠-锂绿柱石					++++	++++				
17	钠-锂-铯绿柱石							++++	++++		+
18	金 绿 宝 石		+		+	+	+	+	+	+	+
19	铌 锰 (铁) 矿										
20	钽 铌 锰 矿			++	++++						
21	铌 钽 锰 矿	++	+++			++++	++++				
22	钽 钽 矿							++++	++++	+	++
23	钽 铌 矿					+	+	+	+		
24	铌 细 晶 石						+	+	+		
25	铌 细 晶 石	+	+	+	+	+	+	++++	++	+	+
26	铌钽铌矿***							+			
27	铌 榴 石						+	++	++++		+
28	锆 英 石	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
29	富铈锆英石	++	++	+	++	++	++	+++	+++	+	+
30	独 居 石	+	+	+	+						
31	磷 钇 矿	+	+								
32	磷 钙 钍 矿	+	+	+	+	+	++	++	+++		

续表 1

序号	含 量 矿 物	结 构 带	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX ₁	IX ₂
			文象变 文象伟 晶岩带	糖晶状 钠长 石带	块体微 斜长 石带	白云 母-石 英带	叶钠长 石-锂 辉石带	石英- 锂辉 石带	白云母- 薄片钠 长石带	薄片钠 长石-锂 云母带	核部块 体微斜 长石带	核部块 体石英 带
33	晶质铀矿		+	+					+			
34	铜铀云母		+	+					+			
35	钙铀云母		+	+					+			
36	磁铁矿		+	+	+	++	++	+	+			
37	褐铁矿		++	++	++	++	+	+	+	+	+	+
38	赤铁矿		+	+		+	+					
39	钛铁矿		+	+		+						
40	金红石		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
41	榍石		+	+	+	+	+	+			+	
42	锰铝石榴石		++++	++++	++++	++++	++	++	++	++	++	++
43	钙铝石榴石						+	+				
44	锌尖晶石		+	++	+	+	+	+	+			
45	刚玉		+	++		+	+	+	+	+		+
46	十字石		++	++	+	++	+	+	+	+	+	+
47	蓝晶石		+							+	+	
48	角闪石		++++	++++	++++	++++	++++	++	++	+	++	++
49	绿帘石		+	+	+	++	+	+	+	+	+	+
50	斜黧帘石			+		+	+					
51	萤石		+					+	+	+		
52	黄玉		+	+	+	++	+	+	+	++		
53	黑电气石		++	++	+++	++++	+++	++	+	+	+	++
54	磷灰石		++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+	+
55	氟磷灰石						++	++	+++	+++	++	++
56	方解石		+						+	+		
57	锡石					+						
58	白钨矿		+	+	+	+	+	+	+	+		+
59	黄铁矿		+	++	+	+	++	+	++	+		++
60	黄铜矿			+		+	+		+			
61	斑铜矿								+			
62	辉铜矿								+			
63	孔雀石			+					+			
64	方铅矿			+					+			
65	闪锌矿			+++		+	+		+			
66	辉钼矿			+					+	+		
67	辉铋矿		+	++	+	+	+	+	+	+		++
68	泡铋矿		++	+++	++	+++	++	+++	++	++	+	++
69	钒铋矿		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
70	铋华		+	+	+	+	+	+	+	+		+
71	铋赭石		+	+	+	+	+	++	+	+		+++
72	偏锰酸矿		+	++	+	+++	+++	++	++	++	+	+
73	钠沸石						+	+				
74	柱石						+	+	+			

* + 极微, ++微, +++小量, ++++中量, +++++大量;

** 数字表示重量百分数;

*** 在此典型岩脉中仅见极少颗粒,是否为混入物需进一步工作,在其他岩脉中有发现。

在表 1 中, 磷钙钍矿和铋钼钽铀矿为新矿物(新变种), 铀细晶石、铋细晶石、磷锰锂矿、钼铋矿亦是在我国首次发现的稀有元素矿物。具有重要工业意义的矿物则为绿柱石、锂辉石、铌铁矿-钽铁矿族矿物、铀细晶石、钎钨石、铯榴石、含铷钾微斜长石等。很显然, 在这些最有工业利用价值的矿物中, 几乎全是稀有元素矿物。加上稀有元素矿物在伟晶岩的整个发育演化过程中所处的特殊地位, 如其中的稀有元素及成对元素的比值, 常常起着指示剂的作用, 某些稀有元素矿物也常起着标型矿物的作用, 因此, 从生产的实际需要和解决矿物、矿床及地球化学问题的角度出发, 对稀有元素矿物作较详细的研究, 就显得更为迫切了。由于上述原因, 稀有元素矿物就成为本书的重点。基于重点是稀有元素矿物, 同时考虑到研究程度的差别和为了叙述的方便起见, 我们主要是按稀有元素矿物学的分类系统来描述, 即将上述矿物分为:

- (1) 铌钽矿物;
- (2) 钨钼矿物;
- (3) 铀钍矿物;
- (4) 钽矿物;
- (5) 锂矿物;
- (6) 铯矿物;
- (7) 云母类矿物;
- (8) 长石类矿物;
- (9) 其他矿物。

四、矿物各论

(一) 铌 钽 矿 物

由于铌、钽之间化学性质和结晶化学性质的近似性,因此,在自然界中,它们总是密切共生的。在已发现的 100 个左右的铌钽矿物中,绝大多数是铌钽的复杂氧化物。以复杂氧化物(包括少量含 $[\text{OH}]^-$ 的氧化物)形式存在的铌钽矿物,其特点是矿物数量多、化学组成复杂,除最主要的离子 Nb、Ta、O 以外,还可以有 Ti、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、Zr、Sb、Bi、Al、Mg、Ca、Mn、Na、K、TR、Pb、Si、Sn、U、Th、P、OH、F、Cl 等。根据各种离子在矿物晶体结构中所起的结晶化学作用,可将它们分为 A、B、X 三个组:

A = Na、K、Ca、Mg、Mn、 Fe^{2+} 、 Pb^{2+} 、TR、 Sb^{3+} 、Bi、U、Th;

B = Nb、Ta、Ti、Zr、 Fe^{3+} 、 Sn^{4+} ;

X = O、OH、F、Cl。

在 A 组中,主要是一些离子半径比较大的元素,它们一般均 $> 0.8 \text{ \AA}$,其特点是具有比较高的配位数,一般为 8、12,个别的为 6(Fe、Mn、Mg)。

在 B 组中,离子半径较小,一般为 $0.5\text{--}0.7 \text{ \AA}$,价态较高,因而离子电位较高,极化能力强,易形成络阴离子,在矿物中,它们的配位数一般为 6。

X 组主要是阴离子。

由于地壳克拉克值等方面的原因,以铌为主的独立矿物比以钽为主的独立矿物要多得多。在 100 个左右的铌钽矿物中,真正具有工业利用价值的只是极少数。

在本区伟晶岩中,目前发现的铌钽矿物一共有四族,它们都是复杂的氧化物,主要富集于伟晶岩作用的较晚阶段,大部分都是作为钽的独立矿物出现的,这些矿物是:

铌铁矿-钽铁矿族矿物 AB_2X_6

(1) 铌铁矿 $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{Nb}_2\text{O}_6$

(2) 铌锰矿 $(\text{Mn}, \text{Fe})\text{Nb}_2\text{O}_6$

(3) 钽铌锰矿 $(\text{Mn}, \text{Fe})(\text{Nb}, \text{Ta})_2\text{O}_6$

(4) 铌钽锰矿 $(\text{Mn}, \text{Fe})(\text{Ta}, \text{Nb})_2\text{O}_6$

(5) 钽锰矿 $(\text{Mn}, \text{Fe})\text{Ta}_2\text{O}_6$

铌铋矿族矿物 ABX_4

钽铋矿 BiTaO_4

细晶石族矿物 $\text{A}_2\text{B}_2\text{X}_7$

(1) 铈细晶石 $(\text{Na}, \text{Ca}, \text{U})_{2-x}(\text{Ta}, \text{Nb})_2(\text{O}, \text{OH}, \text{F})$,

(2) 铋细晶石 $(\text{Ca}, \text{Na}, \text{Bi})_2(\text{Ta}, \text{Nb})_2\text{O}_6(\text{OH}, \text{F})$

铌钽铈矿族矿物 $\text{A}_2\text{B}_2\text{X}_7$

铋钽铋铈矿 $(\text{Na}, \text{Bi}, \text{U})_2(\text{Ta}, \text{Ti}, \text{Nb})_2\text{O}_6(\text{OH})$