

问题。我们知道,在一个矿区及其各个矿块上,全部勘探工作与全部开采工作的结合,是可以有几种情况的:第一种情况是,较低的控制程度与较低水平的开采工作结合,即投入较少的人力物力,获得较少的矿石产量(譬如说,能探明和采出一定空间内资源的80%);第二种情况是,中等的控制程度与中等水平的开采工作结合,即多投入一些人力物力,多获得一些矿产原料(譬如说,能开发同一空间内资源的90%);第三种情况是,较高的控制程度与较高水平的开采工作结合,即花费更多的人力物力,进一步发掘资源的内部潜力(譬如说,能利用同一空间内资源的95%,甚至更多)。总之,投入不同数量的劳动和资金,就会得到不同的效果。列宁说过:“在理论上,把任何数量的资本投入任何数量的土地*都是可以设想的,自然,‘这要取决于’现有的经济条件、技术条件和文化条件等等,全部问题正在于这一个国家在这一个时期具有一些什么样的条件”。所以,矿块的合理控制程度和勘探网度问题,归根结底就是如何根据我国社会主义革命和社会主义建设的形势及其发展的要求,在无产阶级政治统帅之下,尽可能取得更好的资源开发经济效益的问题。为了解决这个问题,不仅要研究勘探与开采的技术衔接问题,而且要研究社会主义条件下的资源开发经济问题。只有这样,我们才能逐步地解决各级矿量的控制程度和矿区勘探程度问题。

* 马克思曾经指出:“经济学上所说的土地,是指一切没有人协力已经自然存在的劳动对象”。

——本文作者引注

● 考 文 献

1, 曹景亮:试谈鞍山式铁矿勘探工程的合理布置问题。《地质与勘探》,1972年,第3期。

2, Herbert H. Cox: Definition of ore and classification of ore reserves, Ore reserve estimation and grade control, A Canadian centennial conference, 1967, The Canadian institute of mining and metallurgy, Special Vol.9, 1968, pp. 1-2.

3, Смирнов В.И. и др.: Подсчет запасов месторождений полезных ископаемых, Госгеолтехиздат, М., 1960.

细晶岩脉铌钽矿床初步研究

中南冶金地质研究所 431专题组

近年来,我国广大地质工作者在毛主席革命路线指引下,“破除迷信,解放思想”,反复实践,先后找到了一批铌钽矿床。在找矿工作中,积累了许多新资料,加深了对铌钽矿床类型、物质成分、地球化学的认识,扩大了找矿途径。

本文介绍的是近年来发现的一个类型较特殊的细晶岩脉铌钽矿床。该矿床的地质普查及物质成分查定工作是由我所与冶金地质238队共同进行的。

一、概 述

在某穹窿构造的东北部,有一条细晶岩脉沿东西向断裂侵入,切穿北西—南东走向的泥盆系灰岩和白云岩地层。地貌上反映为一罐岗突起。由于岩脉基本不含暗色矿物,风化后变成白色的粘土。当地居民用以烧制瓷器;1958年时也曾当作钨锡矿土法开采。文化大革命以来,对细晶岩脉的物质成分进行了查定,发现它含有铌钽等多种稀有元素。其中铌钽含量很引人注目,特别是钽的品位高。全脉普遍含矿,只要是细晶岩,铌钽品位即够工业要求,故在本区岩脉就是矿脉,构成岩脉的岩石就是矿石。

本区的细晶岩脉岩石类型、矿化特征、物质成分等方面都比较特殊。

二、地质情况

细晶岩脉沿东西向延伸,向南倾,倾角 $40^{\circ}\sim 80^{\circ}$,地表缓,深部陡。出露宽度1.8~18.4米。脉体有膨缩和分枝复合现象,但总的趋势是稳定的。矿区内发育有与细晶岩脉平行的伟晶岩脉和云英岩脉,规模不大。沿脉体走向向西70米为一燕山期黑云母花岗岩体,地表未见两者相连(图1)。

细晶岩脉的围岩是泥盆系东岗岭组 and 天子岭组灰岩及白云岩,无论那一种岩石,脉体与围岩的界线都很清楚。在细晶岩脉的某些部位,见到围岩(灰岩)的残块。脉体切穿围岩后有细分枝顺层贯入的现象。

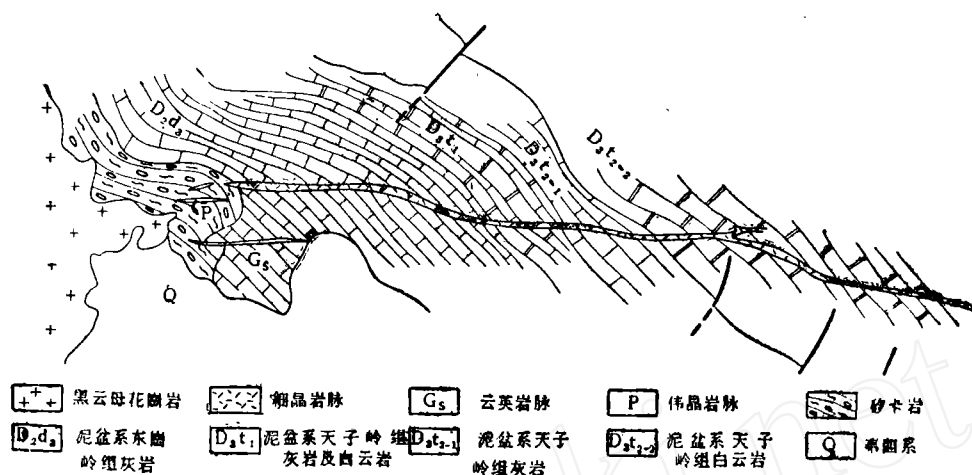


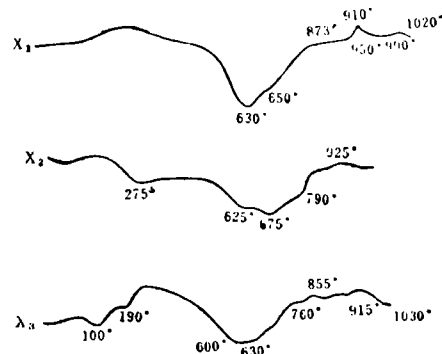
图1 某细晶岩脉铌钽矿床地质略图

三、岩石类型及岩石化学

全脉按矿物成分和结构构造分成两种类型：(1) 白色细晶岩（属花岗细晶岩类）；(2) 由白色细晶岩经强烈蚀变而形成的灰绿-淡紫色粘土岩。白色细晶岩出露在西段及东段脉体中央部位，是岩脉的主体；灰绿-淡紫色粘土岩出露在脉体的东段。两类岩石的矿物组成见表1。

组成岩石的矿物粒度很细。白色细晶岩中较粗的粒度为0.1~1 mm（细粒结构），细的粒度只有0.1~0.03 mm（微粒结构）。有时岩石具似斑状结构，斑晶大小为1 mm左右的石英。一般脉体中央部分为细粒结构，近两壁为微粒结构。灰绿-淡紫色粘土岩

的粒度小于0.03 mm，非常致密，贝壳状断口，有滑感。关于组成粘土岩的矿物有争论（一说滑石，一说绿泥石）。我们经差热分析和化学分析，定为蒙脱石和伊利水云母（表2、图3）。两类岩石的化学全分析见表3。

图2 X₁X₂X₃伊利石、蒙脱石差热曲线

岩石矿物组成表 表1

岩石 类型 组成%	白色细晶岩			灰绿-淡紫色粘土岩	
	细粒结构 0.1~1 mm	微粒结构 0.1~ 0.03mm	似斑 状 结构	蒙脱 石类	水云 母类
石英	40	30	45		
钾长石 及钠长石	20		30		
黄玉	35	65	18		
绢云母	3	3	4		
蒙脱石				83	15
伊利水云母				10	73
萤石				5	10
其他	<2	<2	<3	<2	<2

与别处花岗细晶岩比较（图3），本区细晶岩脉中Al₂O₃含量特别高，SiO₂含量相应降低。这一特点在矿物共生组合上反映为高铝矿物——黄玉、伊利水云母大量交代长石等矿物。在这种富铝的交代岩中形成铌钽矿床的事实所表明的，铝对铌钽富集的积极作用与岩体型的铌钽矿床迥然不同（一直有这样的观点：富一价阳离子而贫铝的火成岩才有利于铌钽的富集）。本区这一点，是很特殊的。

四、蚀变与矿化

细晶岩脉蚀变按先后为：

1. 钠长石化；2. 第一期黄玉化；3. 云英岩化及第

含 量 % 名 称	成分	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	CO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
水云母类粘土岩		29.30	16.41	2.95	0.62	0.11	0.58	0.04	8.25	0.22
蒙脱石类粘土岩		56.26	7.18	1.77	0.45	0.10	5.10	0.09	6.85	0.25
蒙脱石类粘土岩		40.30	38.05	2.14	0.29	0.09	3.31		7.10	0.25
蒙脱石单矿物*		44.52	10.91	3.81	13.77	1.34	2.67		0.07	0.65
水云母单矿物*		51.36	25.42	2.64	3.97		0.59		6.45	0.32

* 据 须藤俊男《粘土矿物》

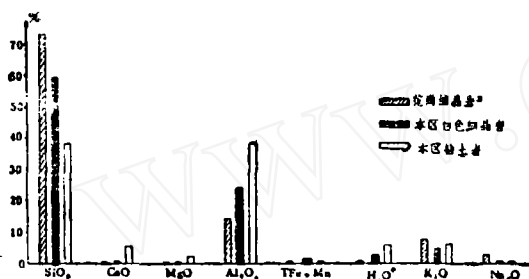


图 3 脉体岩石化学对比图

* 据文献资料。

二期黄玉化; 4. 蒙脱石化、伊利水云母化、萤石化。

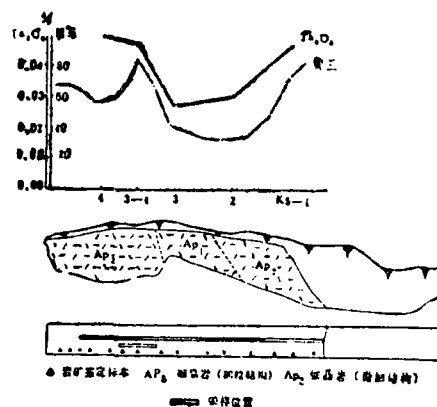
钠长石化发生最早, 条板状的钠长石交代了钾长石, 但这期蚀变在本区不具特征。

第一期黄玉化强烈, 许多杂乱排列的细柱状的黄玉交代了长石。第一期黄玉化所形成的黄玉小针柱与钨钼铁矿共生, 为第二期黄玉化所形成的较大颗粒的黄玉所包裹。细晶岩中钨钼的品位随着黄玉化的增强而升高 (图 4)。

云英岩化在脉体中形成了云英岩的细脉或云英岩

团块, 它主要与钨锡矿化有关。

蒙脱石化、伊利水云母化、萤石化是又一期与钨钼矿化密切相关的蚀变。在脉体的东段强烈的蒙脱石化、伊利水云母化、萤石化将原岩改造成基本上由粘土矿物组成的粘土岩, 并伴有钨钼矿化。蒙脱石化, 伊利水云母化作为钨钼的矿化蚀变这是钨钼矿床成矿

图 4 Ta₂O₅品位与岩石黄玉含量关系图

岩石化学全分析结果

表 3

含 量 % 样 号	项 目	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	F	H ₂ O ⁺	P ₂ O ₅	CO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	合 计
全 ₁		59.58	0.43	0.09	24.84	0.01	0.42	0.63	0.19	5.88	2.92	0.036	0.31	4.55	0.50	100.39
全 ₂		58.34	0.40	0.06	25.19	0	0.44	0.80	0.13	4.08	4.80	0.033	0.42	3.90	1.44	100.03
全 ₃		38.06	5.88	2.63	38.85	0	0.50	0.14	0.01	1.12	5.56	0.027	0.31	6.00	0.24	99.33
全 ₄		64.62	5.03	0.26	18.07	0	0.30	0.32	0.01	2.82	2.26	0.014	0.20	5.45	0.12	99.47
花岗细晶岩*		73.18	0.45	0.08	14.43	0.30	0.62	0.37			0.12			7.33	2.57	99.45

* 据文献资料。

温度和成矿机理方面的新资料。

五、物质成分及矿物组合

铌与钽在细晶岩脉中分布均匀, 品位变化幅度不大(品位变化系数 $V_{\text{铌}}=31\%$, $V_{\text{钽}}=38.1\%$)。近两壁品位高, 中央品位低, 品位变化曲线呈V字形。

铌与钽有相同的消长关系, 多保持1:1的比例。铌钽的品位不受钨锡的影响, 反映了铌钽在矿化和赋存状态上的独立性。

细晶岩脉中可以考虑综合利用的组分有W、Sn、Li、Be、Rb、Zr、Hf等。

本区人工重砂样中出现的有用矿物有铌铁矿、钽铁矿、细晶石、锡石、黑钨矿、白钨矿、钨锰矿、变种锆石等。其他矿物尚有石英、长石、黄玉、萤石、磁铁矿、钛铁矿、毒砂、黄铁矿、蓝铜矿、方铅矿、镁橄榄石、钙铬榴石、普通辉石、透辉石、电气石、矽钼石等。

本区变种锆石锥面(111)发育、柱面(100)不太发育; 构成了短柱状或粒状的晶形, 米黄色, 半透明。电子探针分析含 Hf_2O_3 6.3%, 是一种富铪锆石。对比我国南方若干铌钽矿床, 这种特殊锆石的出现, 往往标志着铌钽富集情况较好, 而锆石中的含Hf量高则往往标志着钽的品位较高。

六、关于铌钽的赋存状态

铌钽主要以独立矿物铌铁矿、钽铁矿形式存在, 细晶石数量很少。有少部分铌钽分散在锡石等矿物中。

铌铁矿: 常见晶形呈板条状, 枣核状, 铁黑色, 强金属光泽。比重5.56, 显微硬度 764kg/mm^2 。化学分析结果: Nb_2O_5 53.13%, Ta_2O_5 14.66%, Fe_2O_3 5.10%, MnO 10.80%, TiO_2 2.50%, WO_3 1.65%, Sn 0.51%。

钽铁矿: 粒度小于200目, 黑褐色, 金属光泽, 有时见柱状晶形。电子探针分析结果: Ta_2O_5 40.4%, Nb_2O_5 17.0%, MnO 12.5%, FeO 1.5%, TiO_2 2.5%, WO_3 5.8%, Sb_2O_3 7.1%。

本区铌钽铁矿粒度细小, 200目以上的仅占10%, 且都是铌铁矿; 200目以下的集中在 $40\sim 50\mu$ 及 $10\sim 20\mu$ 两级, 前者约占55%, 后者占25%, 其他占10%。

在研究铌钽赋存状态时, 出现了这样的问题: 原矿铌钽之比为1:1, 而我们获得的单矿物是铌铁矿

(为挑单矿物取自+200目的精矿), 铌钽之比为3:1, 铌钽无法平衡。为了寻找足以与铌平衡的含钽高的矿物, 对人工重砂各级试样都测定了铌钽, 计算铌钽比值, 以此来追踪钽的行踪。通过分析对比找到了这样的规律性: +200目各级强电磁性精矿铌钽比值与铌铁矿中一致(3:1), 粒度细到-200目强电磁性精矿铌钽比值就一跃成为1:1.2。说明铌钽铁矿粗细不一成分也不一样。不能以粗粒的成分代表全体, 必须注意到一个过程的不同阶段矛盾的特殊性。 -200目的铌钽铁矿由于比脉石细小得多, 常常作为脉石中黑色星点状的包裹体而被忽略。为了研究它们的成分而又使粗粒铌钽矿的碎块混杂, 需予先在双目镜下找包裹体多的脉石颗粒, 然后小心地将包裹体解离出来分析。X光粉晶数据和电子探针分析证明, 这些细小的包裹体有的是铌铁矿, 有的是钽铁矿, 两者的数量正好使铌钽平衡。

本区的铌钽存在于同一种类的矿物中, 在它的不同演化阶段(不同世代), 铌钽的地球化学作用相互制约, 相互转化。据应用化学资料(图5), 在酸度

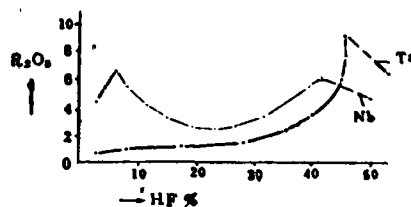


图5 $\text{K}_2\text{TaF}_7-\text{K}_2\text{NbF}_7-\text{HF}-\text{H}_2\text{O}$

四元体系溶解度曲线(据萨普琴科等)

低时铌的络合物溶解度大, 易于转移富集生成铌铁矿。随着酸度的增加钽的络合物溶解度逐渐升高, 相应地铌钽铁矿中钽的含量要增加, 直至最后生成钽铁矿。本区由钠长石化到黄玉化到萤石大量出现, 代表一个酸度增高、F浓度增加的过程, 由此造成了铌钽分离分别富集在铌钽铁矿的两个不同世代里。

本文所述细晶岩脉铌钽矿床, 含钽高, 矿体形态简单, 矿化均匀, 有Be、Li、W、Sn等多种组分可综合利用, 在找矿工作中对于类似本区的细晶岩脉应予以注意。由于铌钽铁矿粒度细, 选矿回收率低; 但随着铌钽选矿技术不断提高, 特别是浮选技术的进步, 此类矿床的开发利用是有希望的。