

355
86241
72

422053

全国稀有元素地质会议论文集

第二集

全国稀有元素地质会议论文集汇编组

(内部发行)



地质出版社

355
86241
12

422053

355
86241
12

XV

全国稀有元素地质会议论文集

第二集

地质出版社

虫状、
中。
长 62

全国稀有元素地质会议论文集

(第二集)

全国稀有元素地质会议论文集汇编小组

(内部发行)

*

地质局书刊编辑室编辑

地质出版社出版

地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

1974年6月北京第一版·1974年6月北京第一次印刷

印数1—4,100·定价2.30元

统一书号: 15038新51

前 言

1972年12月在贵阳召开了“全国稀有稀土元素地质科研工作交流会”。这次会议的主要目的是及时交流和总结近十年来，特别是无产阶级文化大革命以来，我国稀有元素地质科研工作的经验，进一步推动今后稀有元素找矿勘探和地质科研工作的开展。

为便于广泛交流，会议领导小组决定成立“论文汇编组”，将提交会议的论文汇编出版。“论文汇编组”由中国科学院贵阳地球化学研究所、桂林冶金地质研究所、地质科学研究院地质矿产所、南京大学地质系、长春地质学院、成都地质学院各派一名同志组成。

选编的论文，汇总后定名为《全国稀有元素地质会议论文集》，共分两集，分别由科学出版社和地质出版社出版。第一集收集论文35篇。第二集收集论文42篇。第一集主要论述稀有元素矿床、矿物及地球化学，偏重于综合性及分析总结方面。第二集主要是矿床实例，分别就花岗岩型、伟晶岩型及沉积类型等稀有元素矿床一一阐述。

花岗岩型矿床的论文数量较多，这类矿床近年来在国内大量发现，研究工作比较深入，其中一些是我国首次发现的新类型，经济价值及理论意义都很大。其次是伟晶岩类型矿床方面的论文，这类矿床国内分布很广，研究工作亦较深入。其他类型矿床，包括碱性岩型、碳酸岩型、混合岩型、细晶岩型、条纹岩型、风化壳及冲积砂矿型、沉积磷矿型及沉积铝土矿型等，有的工业意义较大，有的是无产阶级文化大革命以来国内找到的新类型矿床，尽管研究不够，但启发性较大。在矿物及地球化学方面，除报导第一次在国内发现的新矿物外，对某些稀有元素和重要的稀有矿物，提供了比较系统的资料，得出了一些颇有意义的结论。

这次会议，提交的论文很多。除作者声明或因其他原因不予出版外，其余论文全部编入两文集。为使文集简明扼要，对大多数论文作了删改，少数论文用摘要形式发表。由于我们的政治思想和业务水平不高，加之时间短促，缺点和不足之处难免，敬希作者和读者批评指正。

本文集是在毛主席革命路线的指引下，在批林整风运动取得伟大胜利，国内外一派大好形势下和读者见面的。我们深信，经过无产阶级文化大革命的锻炼，在毛泽东思想的指导下，我国稀有元素的找矿勘探和地质科研工作，必将出现一个崭新的局面。

论文汇编组

1973年6月

目 录

前言	(1)
江西某地钠长石化花岗岩型富钽矿床特征及其成矿地质规律	
江西冶金第七地质勘探队	(1)
桂林冶金地质研究所	
湖南某地蚀变花岗岩型钽铌矿床成矿特征	
湖南冶金地质研究所稀有专题组	(9)
湖南冶金 238 勘探队第一分队	
江西某含黄钽钽矿、氟碳钽钙矿花岗岩型钽—稀土矿床地质特征	
杨宝村、伍东森	(20)
广西某地钽铌花岗岩型矿床地质特征及其矿化富集规律	
广西冶金 271 地质勘探队	(28)
江西某矿区花岗岩浸染型钽钽钨矿床地质特征	
章崇真、王成发	(35)
广东某地含钽钽花岗岩矿田地质特征	
广东省地质局肇庆地质大队	(43)
河北某地含钽钽花岗岩体地质特征	
探索	(68)
云南某地与花岗岩有关的稀有金属成矿远景	
云南一矿地质勘探队地质研究室	(76)
四川某地与花岗岩有关的褐钽铌矿床地质特征及其找矿方向	
李立主、林坤锡	(79)
江西某地花岗岩风化壳型重稀土矿床地质特征	
江西省冶金地质局 908 地质队	(90)
广东某地区钽铁矿砂矿床地质特征及其成矿条件	
桂林冶金地质研究所矿床室稀有组	(95)
广东省冶金地质勘探公司 935 队	
广东某地花岗岩型稀土风化壳矿床地质特征	
广东省冶金地质勘探公司 935 队	(106)
湖南某地含钽钽花岗岩风化壳矿床地质特征	
湖南省地质局 408 队	(118)
我国某地稀有元素花岗伟晶岩矿床的特征	
中国科学院地质研究所吴利仁	(126)
江西某地稀有金属伟晶岩矿田成矿地质特征	
路 锋、高学清	(153)
四川某地区稀有金属花岗伟晶岩地质特征及成矿规律	
唐国凡、傅光蓉、蔡敦华	(168)
湖北某地含钽钽花岗伟晶岩地质特征	
黎家祥、雷如亮、陈文定、尹起后、李硕杰、杨厚如、张厚生、彭景玲	(183)
福建某地稀有金属花岗伟晶岩成矿作用的初步认识	
福建省地质二团六中队	(194)
广西某地花岗伟晶岩矿床初步研究	
广西冶金地质勘探公司 271 队	(199)
桂林冶金地质研究所矿床室稀有组	
陕西某地花岗伟晶岩型稀有金属矿床地质特征	
王平轩、樊锁成	(206)
河南某矿区花岗伟晶岩的交代作用和钽铌矿化特征	
张玉铭	(218)
湖南某地蚀变细晶岩脉钽铌矿床地质特征	
中南冶金地质研究所稀有专题组	(229)

湖南某地白云岩中条纹岩型铍矿地质特征·····	湖南冶金地质研究所 湖南冶金地质勘探公司 238 队	(241)
广西某地含铅锑石-磷钇矿混合岩型风化壳矿床地质特征·····	陈育儒	(246)
广东某地混合岩中稀土矿床简介·····	广东省地质局肇庆地质队第三分队地质组	(253)
东北某碱性岩体放射性、稀有元素综合矿床成矿特征·····	北京第三研究所 沈字 711 部队	(260)
山东某稀土元素矿床特征及其成因·····	山东省地质局第二地质队	(272)
青海某磷灰石矿床中稀土元素分布特征及赋存状态的初步研究·····	青海地质实验室某磷矿物质成分组	(281)
湖北一个含铌、稀土正长岩-碳酸岩矿床地质特征及成因讨论·····	湖北省地质局刘源俊、陈柏相 成都地质学院张如柏	(285)
甘肃某地含铌-稀土碳酸岩矿床 (摘要)·····	甘肃省地质局第四地质队	(294)
内蒙某地含铌镁钠铁闪石白云岩中铌的矿化特征及赋存状态·····	内蒙某矿地测科 北京大学地质地理系地化教研室	(295)
云南某磷块岩矿床中伴生稀土元素的赋存规律·····	云南省地质局第六地质队	(299)
贵州某含稀土磷块岩矿床地质特征及矿石选冶试验·····	张永源	(308)
黔中铝土矿中伴生的稀有分散元素 (摘要)·····	贵州省 115 地质队	(315)
煤中锗的分布及其成因的初步探讨·····	西安煤炭科学研究所煤中伴生元素课题组	(319)
湖南某地稀有金属花岗伟晶岩中铌、钽、锂诸元素氧化物的化学平衡·····	湖北省地质科学研究所	(327)
江西某脉钨矿床中稀土元素赋存状态及其综合利用·····	孙延绵、王泽华	(339)
青海某铜矿伴生有益组分赋存规律的研究·····	青海冶金地质七队 陕西冶金地质勘探公司地质研究所铜矿组	(347)
吉林某地含稀土沉积铁矿床物质成分及其炉渣中稀土元素的提取与分离 (摘要)·····	长春地质学院中心实验室	(356)
广东某砂锡矿床伴生稀有元素矿物的综合评价·····	广东省冶金局坂潭锡矿	(363)
安徽某铜矿尾砂中有用组分的研究 (摘要)·····	铜陵有色中心实验室 中国科技大学地球化学教研室	(366)
某铌-稀土-铁矿床中的稀有元素综合评价问题·····	北京市地质局任湘	(367)

江西某地钠长石化花岗岩型富钽矿床 特征及其成矿地质规律

江西冶金第七地质勘探队
桂林冶金地质研究所

一、含矿岩体特征

(一) 花岗岩体的产出概况

矿床位于隆起区武功山复背斜的东北部，区内主要分布前震旦系板溪群和震旦系松山群，其岩性主要由一套经受不同变质程度的地槽型泥质、泥砂质和硅铁质等岩石组成。

区内有多次火成岩侵入，从加里东期至燕山晚期均有岩浆活动，各期侵入又以酸性岩分布最为广泛，规模最大，目前已查明与钽铌矿床有关的花岗岩，主要为燕山期花岗岩株及花岗岩脉。

本矿床位于雅山花岗岩株东南缘顶部，岩体沿北东断裂产出，侵入于变质岩中，出露面积 9.5 平方公里。按矿物粒度及其含云母种类不同，自上而下可分为：细粒白云母花岗岩、中粒二云母花岗岩、粗粒黑云母花岗岩等三相（岩石主要特征见表 1）。中粒二云母花岗岩不发育，粗粒黑云母花岗岩未经蚀变，为正常岩石，细粒白云母花岗岩中钠长石化、锂云母化地段为钽铌矿体。根据绝对年龄测定为 131—157 百万年，属于燕山期。

表 1 花 岗 岩 主 要 特 征 表

岩石类型	颜色	蚀变类型	主要造岩矿物及其含量(%)	结构构造	稀有矿物	主要共生矿物
强钠长石化 锂云母化花岗岩	灰白色 局部有玫瑰色	钠长石化 锂云母化 黄玉化	钠长石 40—60 锂云母 20 石英 18—20 钾长石 0.9	细粒结构， 交代似环带 构造。	富锰铌铁钽矿 细晶石 含铌锡石 锂云母	变种锆石 黄玉 绿柱石
中钠长石化 锂云母化花岗岩	黄灰色 灰白色	钠长石化 锂云母化 局部有云英岩化	钠长石 20—40 钾长石 19 石英 32 锂云母 5—10	细粒结构， 局部见到有 交代似环带 构造。	富锰铌铁钽矿 细晶石（少） 含铌锡石 锂云母	磷铁钽矿 含锡钽铁金红石 变种锆石 普通锆石、硫化物
弱钠长石化 花岗岩	红灰色	钠长石化	钾长石 26 石英 34 斜长石 19 钠长石 <20 白云母 5.5	变余花岗结 构，次为花 岗结构，交 代似环带构 造消失。	富锰铌铁钽矿 含铌锡石 细晶石（微）	普通锆石、钛铁矿 含锡钽铁金红石 磷铁钽矿、黑钨矿 硫化物
中粒二云母 花岗岩	浅灰色	白云母化	钾长石 25 石英 32 斜长石 28 白云母 4—8 钠长石 3 黑云母 2	中粒花岗结 构	富锰铌铁钽矿 （少量）	普通锆石、独居石 磷钨矿、金红石、 钛铁矿、磁铁矿
粗粒黑云母花 岗岩	灰色	白云母化	钾长石 27 斜长石 35 钠长石 2 石英 30 黑云母 7 白云母 5	粗粒斑状结 构		普通锆石、榍石 独居石、磷钨矿 钛铁矿、磁铁矿

岩体内分布有花岗斑岩脉、钠长石化细粒白云母花岗岩脉，与花岗岩体呈侵入接触关系，属于同源同期两次侵入。

目前已查明与花岗岩体有关的矿床，有内外接触带钨锡石英脉矿床和含钽铌花岗岩脉。

(二) 岩石化学成分特征

由表2可见本区岩石化学成分具有如下特点：

(1) SiO_2 随着交代作用的增强，而稍有减少，在强钠长石化、锂云母化花岗岩中，含量最低。

(2) 全区为铝过饱和岩石， Al_2O_3 随着交代作用的增强而相应增加。

(3) K_2O 、 Na_2O 呈反消长关系，自下而上 K_2O 递减， Na_2O 递增，反映原生钾长石不断为钠长石所交代。

(4) 铁、钛、含量极微，稀土很低，而氟较高。

上述岩石化学成分的特点，对于钽铌的富集是极为有利的因素。

表2 岩石化学分析结果 (%)

岩石类型	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	K_2O	Na_2O	F	S	P	H_2O
强钠长石化锂云母化花岗岩	67.94	0.008	16.85	0.07	0.22	0.14	0.004	0.14	2.51	6.15	1.4	0.022	0.185	0.32
中钠长石化锂云母化花岗岩	73.24	0.015	13.26	0.08	0.34	0.26	0.005	0.49	3.49	4.75	0.08	0.028	0.17	0.12
弱钠长石化花岗岩	74.36	0.018	14.29	0.21	0.4	0.49	0.008	0.19	3.25	4.91*	0.06	0.027	0.008	0.15
中粒二云母花岗岩	73.6	—	12.32	0.04	1.07	0.23	0.01	0.51	3.94	4.17	0.22	—	—	0.08
粗粒黑云母花岗岩	73.84	0.14	13.35	0.5	0.56	0.1	0.27	0.21	4.88	2.97	0.07	0.022	—	0.58

* 样品分析偏高，未作检查修正。

二、矿床地质特征

(一) 岩石蚀变分带

本区花岗岩蚀变作用的显著特点是：岩浆晚期分异交代作用为主，表现为钠长石化、锂云母化、黄玉化、白云母化强烈、普遍。而高温热液蚀变的云英岩化主要分布于花岗岩中的局部地段和钨锡石英脉两旁。此外，在粗粒黑云母花岗岩中有硅化、绢云母化。

与稀有元素矿化有关的蚀变作用，主要为钠长石化、锂云母化和黄玉化。根据矿物相互交代和生成顺序，可分为三期：第一期钠长石化、锂云母化，第二期钠长石化、锂云母化，最后晚期为鳞片状锂云母化。钽铌沉淀析出主要在第一期交代作用阶段，大量的细晶石、富锰钽铌铁矿产于该期钠长石和锂云母颗粒中，或产于钠长石集合体中。

花岗岩中蚀变交代作用，自下而上逐渐增强，形成矿床具有明显的垂直分带。根据蚀变交代作用的强度、矿物成分、结构构造特点，自上而下可分成以下几带：

似伟晶岩带；

强钠长石化、锂云母化花岗岩带（钠长石含量 $>40\%$ ）；

中钠长石化、锂云母化花岗岩带（钠长石含量 $20-40\%$ ）；

弱钠长石化花岗岩带（钠长石含量 $<20\%$ ）；

中粒二云母花岗岩；

粗粒黑云母花岗岩。

各带没有明显的界线，呈渐变关系。各带呈带状分布，似层状产出，产状平缓，沿变质岩接触带延伸（图1、图2）

似伟晶岩带产于岩体顶部与变质岩接触部位。此带一般厚度0.5—0.7米，最大厚度7米，主要由伟晶状石英和斜长石组成，主要稀有矿物有富锰铌钽铁矿、细晶石、含铌锡石等，含矿品位较低，没有工业价值。

强钠长石化、锂云母化花岗岩（照片见图版I₁）；钽铌等稀有元素含量较高，为富钽矿体。呈灰白色，局部有浅紫色、玫瑰色，主要由钠长石、锂云母和石英组成。钠长石呈叶片状，板状集合体，常见钠长石交代石英或钾长石形成似环带状构造（照片见图版I₂）。锂云母呈紫色、玫瑰色的片状集合体，常见交代钠长石和石英。本带特征矿物为锂云母、黄玉。主要钽铌矿物为富锰铌钽铁矿、细晶石和含铌锡石等。矿物成分简单。矿石中 $Ta_2O_5/Nb_2O_5=1.7-2$ 。

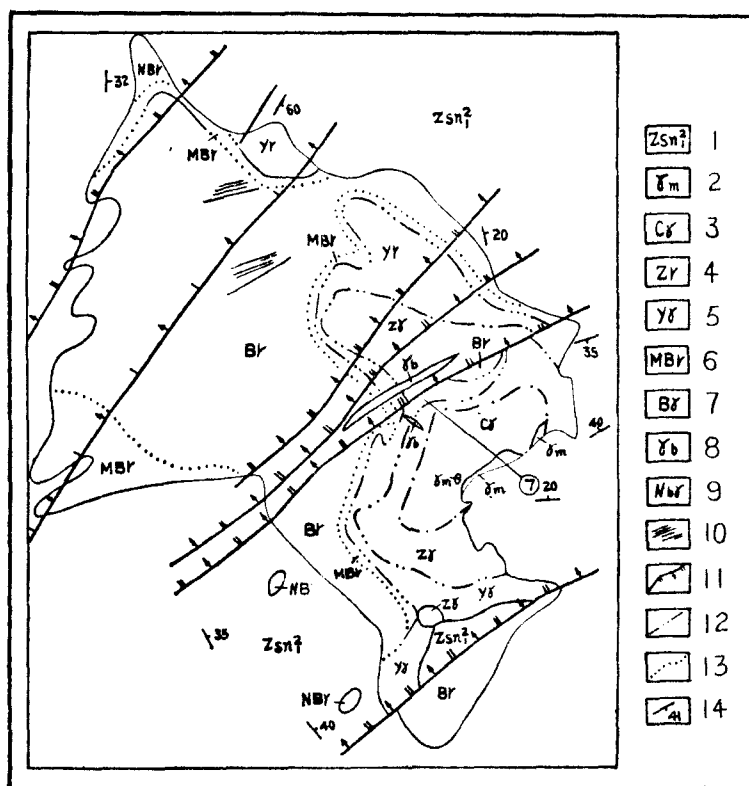


图1 矿区地质图

1—变质岩；2—似伟晶岩；3—强钠长石化花岗岩；4—中钠长石化花岗岩；5—弱钠长石化花岗岩；6—中粒白云母花岗岩；7—粗粒黑云母花岗岩；8—钠长石化花岗岩脉；9—细粒白云母花岗岩；10—钽锡石英脉；11—张扭性断层；12—蚀变花岗岩界线；13—推断地质界线；14—变质岩产状。

中钠长石化、锂云母化花岗岩：产于强钠长石化、锂云母化花岗岩下部，两者呈渐变关系。钽铌等稀有元素含量较低。岩石呈浅灰色。主要造岩矿物由钠长石、钾长石、锂云母、石英组成。锂云母、黄玉等特征矿物含量较上一带有所下降，主要钽铌矿物有富锰铌钽铁矿、含铌锡石和少量细晶石，并出现含锡钽铁金红石，共生矿物有磷铁锰矿、钛铁矿、

磁铁矿、辉钼矿、闪锌矿、黄铁矿、黝锡矿等。矿石中 $Ta_2O_5/Nb_2O_5=0.9-1.3$ 。

弱钠长石化花岗岩：产于中钠长石化、锂云母化花岗岩下部，并与之呈渐变关系。主要造岩矿物由钠长石、钾长石、斜长石、白云母、石英组成。钠长石呈条柱状。主要钽铌矿物有富锰铌钽铁矿，其次为含钽锡石，细晶石偶而见到，含锡钽铁金红石、普通锆石、独居石、钛铁矿、磁铁矿、硫化物含量增多。矿石中的 $Ta_2O_5/Nb_2O_5=0.6-0.8$ 。

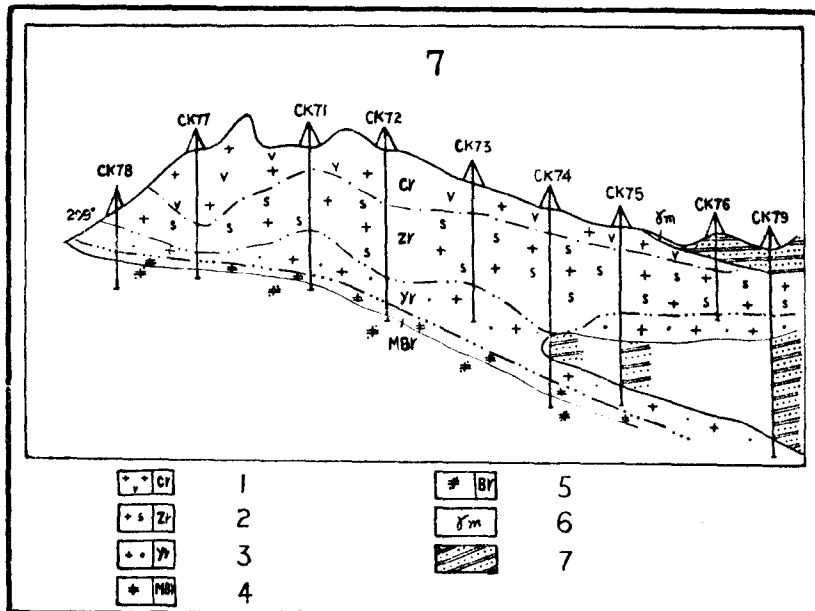


图 2 勘探线剖面图

1—强钠长石化锂云母化花岗岩；2—中钠长石化锂云母化花岗岩；3—弱钠长石化花岗岩；
4—中粒二云母花岗岩；5—粗粒黑云母花岗岩；6—似伟晶岩；7—变质岩

中粒二云母花岗岩：产于弱钠长石化花岗岩下部。主要造岩矿物为钾长石、斜长石、白云母、黑云母、石英组成，有少量富锰铌钽铁矿，还有磁铁矿、钛铁矿、独居石、磷钇矿、榍石、普通锆石、硫化物。该类岩石中 $Ta_2O_5/Nb_2O_5=0.3-0.6$ 。

粗粒黑云母花岗岩：位于中粒二云母花岗岩下部。其主要造岩矿物为石英、钾长石、微斜条纹长石、黑云母、白云母组成，有微量铌钽矿物，其副矿物有磁铁矿、钛铁矿、榍石、石榴石、独居石、磷钇矿、普通锆石、硫化物。该类岩石的 $Ta_2O_5/Nb_2O_5=0.3-0.4$ 。

(二) 主要稀有元素矿物

目前已查明的稀有元素矿物主要有：富锰铌钽铁矿、细晶石、含钽锡石、锂云母等。这几种矿物在不同的蚀变带中，其稀有元素含量及其物理特征有不同变化：

细晶石为主要高钽矿物，主要产于强钠长石化、锂云母化花岗岩中，向下部弱钠长石化和二云母化花岗岩中逐渐消灭，常见与钠长石、锂云母、黄玉密切共生，产于钠长石集合体（照片见图版I₃）或锂云母颗粒中。细晶石呈淡黄色，八面体或不规则颗粒，大小0.04—0.08毫米，比重5.69。单矿物中钽含量见表3。

富锰铌钽铁矿，为矿床主要钽铌矿物，产于各种岩石类型中，随着钠长石化、锂云母交代作用减弱，其含量逐渐降低，颜色由黑褐→棕褐→棕色，晶体由厚板状变薄板

状，晶纹由少变多，颗粒由大变小。常产于钠长石集合体或钠长石晶体中以及锂云母颗粒中（照片见图版 I₄）。大小0.04—0.15毫米，比重6.51，其钽铌含量见表3。

含钽锡石是矿床特征矿物，产于钠长石化、锂云母化蚀变带中，由上到下其含量逐渐降低，二云母花岗岩和黑云母花岗岩中则消失，与细晶石、黄玉、锂云母、富锰铌钽铁矿共生。随着蚀变减弱其含钽量由高降低，颜色由黑变棕。大小0.04—0.2毫米，单矿物分析含Ta₂O₅4.7%、Nb₂O₅1.05%。

表3 不同蚀变类型的钽铌单矿物分析结果(%)

蚀变类型	强钠长石化 锂云母化花岗岩	同 左	中钠长石化 锂云母化花岗岩	弱钠长石化 花岗岩	蚀变类型	强钠长石化 锂云母化花岗岩	同 左	中钠长石化 锂云母化花岗岩	弱钠长石化 花岗岩
矿物名称	细晶石	富锰铌钽 铁矿	同 左	同 左	矿物名称	细晶石	富锰铌钽 铁矿	同 左	同 左
Ta ₂ O ₅	76.37	42.85	51.41	46.38	SiO ₂	0.75	0.5	0.2	
Nb ₂ O ₅	2.1	39.0	29.83	33.5	WO ₃			0.25	
MnO	0.14	16.9	15.6	14.82	U ₃ O ₈	3.09			
FeO		0.4	1.8	4.52	TR+Th	0			
Al ₂ O ₃	1.31				BaO	0.2			
TiO ₂	0	痕	0.49	0.8	SnO ₂	0.52	0.12		
K ₂ O	0.18				PbO	0			
Na ₂ O	3.52				Bi ₂ O ₃	0.75			
MgO	0.2				TFe	0.14			
CaO	7.6	0	痕		合 计	101.25	99.77	101.25	95.32

锂云母为矿床特征矿物，主要产于强钠长石化、锂云母化花岗岩中，与钠长石、黄玉、细晶石、富锰铌钽铁矿共生，呈浅紫色、玫瑰色的片状。比重2.96，由上到下，其Li₂O、Rb₂O、Cs₂O含量逐渐降低。云母单矿物分析结果见表4。

表4 云母全分析结果(%)

岩石类型	强钠长石化、 锂云母化花岗岩	中钠长石化、 锂云母化花岗岩	中粒二云 母花岗岩	中粗粒黑 云母花岗岩	岩石类型	强钠长石化、 锂云母化花岗岩	中钠长石化、 锂云母化花岗岩	中粒二云 母花岗岩	中粗粒黑 云母花岗岩
矿物名称	锂云母	锂云母	锂白云母	黑磷云母	矿物名称	锂云母	锂云母	锂白云母	黑磷云母
Li ₂ O	5.83	3.98	0.38	1.83	MnO	0.36		0.21	0.14
Rb ₂ O	1.51	1.29			MgO	痕		0.55	2.42
Cs ₂ O	0.182	0.12			CaO	痕		0.50	0.47
SiO ₂	50.19		45.89	39.54	Na ₂ O			1.05	0.49
TiO ₂	0.02		0.35	1.78	K ₂ O	11.75		10.86	9.96
Al ₂ O ₃	24.2		30.59	22.03	H ₂ O ⁺	0.28		1.77	2.5
Fe ₂ O ₃			3.51	3.33	P ₂ O ₅			0.06	0.12
FeO	0.075		2.39	13.77	合 计	94.4		93.55	98.38

上述资料可以看出钠长石化、锂云母化自上而下逐渐减弱，花岗岩中的矿物成分，结

构构造、矿物共生组合发生有规律变化, 表现为:

(1) 矿物结构由细变粗, 钠长石交代石英和钾长石所形成的似环带构造特征逐渐消失;

(2) 伴随钠长石化、锂云母化减弱, 云母类矿物由锂云母→锂白云母→黑鳞云母;

(3) 钠长石、锂云母、黄玉、变种锆石、细晶石、富锰铌钽铁矿、含钽锡石等矿物具有同步消长关系;

(4) 矿物共生组合在空间分布表现为上部强钠长石化、锂云母化花岗岩中, 以富钽矿物、黑色锡石、变种锆石为主。下部中钠长石化、锂云母化和弱钠长石化花岗岩中以富钽矿物、浅色锡石、普通锆石为主;

(5) 上部矿物成分简单以氧化物共生为主, 下部矿物成分复杂, 以硫化物、钛-铌钽矿物共生为主。

(三) 钽、铌、锂、铷、铯含量变化特点

钠长石化、锂云母化花岗岩中稀有元素含量的显著特点, 钽、铌、锂、铷、铯、铍含量较高, 而稀土、钍、铀、钆、铪含量较微。不同蚀变类型稀有元素含量有显著变化。由粗粒黑云母花岗岩→中粒二云母花岗岩→钠长石化、锂云母化的细粒白云母花岗岩其总的变化趋势是:

(1) 钽、锂、铷、铯、铍矿化逐渐增强, 稀土、钍、铀、钆、铪含量趋于减弱;

(2) 铌的矿化强度变化不大, 随着钽的品位增高, 钽铌比值由小变大(图3), 上部强钠长石化、锂云母化花岗岩中 $Ta_2O_5 > Nb_2O_5$ 两倍多, 而下部粗粒黑云母花岗岩中 $Nb_2O_5 > Ta_2O_5$ 3—4倍多, 反映铌在早期阶段矿化较强, 钽在岩浆晚期矿化较强;

(3) 随着钠长石化、锂云母化增强, 钽、铌、锂、铷、铯富集成为工业矿体, 在强钠长石化、锂云母化花岗岩中 $Ta_2O_5/Nb_2O_5 = 2$ 。 Li_2O 的最高含量可达1.5%, 蚀变减弱含矿品位也显著下降。由强钠长石化、锂云母化花岗岩至弱钠长石化花岗岩, 钽、锂、铷含量变化大, 到了中钠长石化、锂云母化花岗岩时就骤然下降, 而铌、铷的变化小, 说明前者与钠长石化、锂云母化花岗岩关系密切, 而后者关系较小。

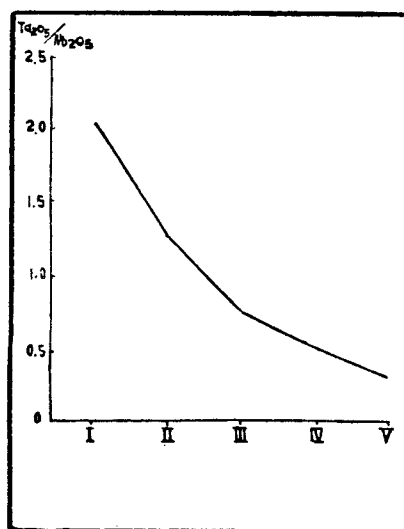


图3 不同岩石类型 Ta_2O_5/Nb_2O_5 比值变化曲线图

I—强钠长石化锂云母化花岗岩; II—中钠长石化锂云母化花岗岩; III—弱钠长石化花岗岩;
IV—中粒二云母花岗岩; V—粗粒黑云母花岗岩。

三、钽、铌、锂、铷、铯赋存状态

由表5可见:

1. 钽铌主要赋存在富锰铌钽铁矿、细晶石中, 其次赋存在含钽锡石中。在强、中、

弱钠长石化花岗岩中, Ta_2O_5 形成上述三种独立矿物的占68%左右, 呈分散状态的占32%。钽主要分散在锂云母、长石和石英等造岩矿物中。

2. Nb_2O_5 由强钠长石化花岗岩至弱钠长石化花岗岩, 独立矿物逐渐减少。大量分散在长石、云母、石英等矿物中的, 可能呈类质同像或机械混入物存在。

3. 中、弱钠长石化花岗岩中, 细晶石递减, 但 Ta_2O_5 在富锰铌钽铁矿中占有率增高。

4. 锂、铷、铯主要赋存在锂云母中, 部分铯赋存在含铯石榴石中, 部分铷分散在长石中。

通过选矿试验钽、铌、锂、铷、铯五种元素可以综合回收。

表 5 钽、铌、锂、铷、铯状态平衡表

氧 化 物	矿 物	细晶石	富锰铌 钽铁矿	含钽 锡石	含钽铌 铁金红 石	锂云母 (或白 云母)	长石	石英	黄玉	闪锌矿	含铯石 榴石	合计
Ta_2O_5 占有率(%)	强钠长石化锂云母化带	36	31.3	1.12		14.3	13.56	2.67	0.8			99.75
	中钠长石化锂云母化带	4.24	62.9	2.2	0.5	8.8	16.20	2.53	0.56	0.25		98.18
	弱钠长石化带		69*			13.9*	6.9*	10.3*				100.1
Nb_2O_5 占有率(%)	强钠长石化锂云母化带	1.8	54	0.47		32.6	7.77	6.83	2.5			105.97
	中钠长石化锂云母化带	0.15	46.95	0.63	0.5	16.47	22.2	3.25	0.54	0.16		90.75
	弱钠长石化带		31*			23.4*	16.4*	22.5*				93.3
Li_2O 占有率(%)	强钠长石化锂云母化带					95.1	7.66	0.44	0.12			103.32
Rb_2O 占有率(%)	中钠长石化锂云母化带					87	12.83	3.3	0.03			103.16
Cs_2O 占有率(%)	强钠长石化锂云母化带					59.34	3.44				36.42	99.20

* 初步分析成果计算, 未经复查。

四、对钽铌成矿地质规律的几点认识

根据钠长石化, 锂云母化花岗岩型钽铌矿床, 产于黑云母花岗岩体顶部; 矿体呈似层状产出, 产状平缓; 强、中、弱钠长石化、锂云母化花岗岩没有明显的界线, 呈渐变关系; 钽铌品位均匀; 稀有元素含量向下逐渐降低; 矿床的分带特点等, 对本区矿床的形成初步认为: 本区花岗岩原始岩浆中, 具有较高的钽铌含量, 其中钽为平均花岗岩含量(克拉克值)的几倍, 铌也为几倍, 是形成矿床的物质基础。在岩浆演化发展过程中, 钽铌含量向岩浆作用的末期增高, 在早期酸性岩浆阶段 $Nb_2O_5 > Ta_2O_5$, 钽的浓度小, 钽铌在岩浆熔体-溶液中呈可溶性络合物迁移, 沉淀后成独立矿物的较少, 主要分散在黑云母、石英、长石等硅酸盐矿物中, 随着岩浆结晶作用的末期, 挥发组分氟的含量增高, 钠的浓度急剧增加, 介质中的碱度增高, 演化至钠长石化阶段, 成为一个转折点 $Ta_2O_5 > Nb_2O_5$, 钽铌两元素在碱性溶液中, 沉淀析出形成矿物, 随着钠的交代作用过程, 溶液中锂的浓度

相对增加,不断交代早期生成的黑云母,形成锂云母矿物,使分散在云母类矿物的钽、铌大量析出,钽铌比值显著变化,钽钽相对集中,生成大量的细晶石、富锰铌钽铁矿,形成矿床。由于岩体顶部变质岩的屏障作用,形成垂直方向上的分带。在强钠长石化锂云母化花岗岩中,钽铌比值高,在中、弱钠长石化花岗岩中钽铌比值低,还充分说明钽的富集与钠长石化,锂云母化关系密切。而强钠长石化矿石中,富锰铌钽铁矿的含钽量比中钠长石化低,这是由于强钠长石化、锂云母化花岗岩中生成大量细晶石所致。

根据花岗岩中石英包裹体的测温结果,下部粗粒黑云母花岗岩结晶温度为 525°C ,强钠长石化花岗岩的结晶温度为 300°C ,成矿后裂隙中的石英包裹体为 200°C 。

由此可见,本区属于岩浆晚期分异交代作用,矿床类型属于含细晶石、富锰铌钽铁矿、锂云母的钠长石化、锂云母化花岗岩型矿床。

对其成矿地质规律有以下几点认识:

1. 钠长石化花岗岩型富钽矿床,与燕山期中小型侵入体有成因关系,岩体地球化学特点:铁、钛含量极微,氟较高,稀土低,钽、铌、锂、铷、铯具有较高的含量。因此,岩浆演化过程中,在一定地质环境及一定物理化学条件下,有利于钽铌等稀有元素富集,形成工业矿床。

2. 稀有元素地球化学的演化发展过程中,具有一定的方向性和顺序性,从下到上,由粗粒黑云母花岗岩→中粒二云母花岗岩→细粒白云母花岗岩,钛、稀土、钽、锆、铪等含量趋于减弱,而钽、铌、锂、铷、铯矿化逐渐增强,在岩体顶部形成富钽矿体。

3. 钽铌矿化富集与钠长石化,锂云母化关系密切,蚀变增强,含钽品位则富,蚀变减弱,含钽品位降低。

4. 细晶石、富锰铌钽铁矿、含钽锡石与钠长石、黄玉、锂云母、变种锆石等特征矿物密切共生,有同步消长关系。自上而下,这种特征矿物含量降低,细晶石、富锰铌钽铁矿、含钽锡石含量也随之而降低。

五、结 语

1. 含矿岩体是燕山期花岗岩体,其岩石化学成分特点是:贫铁、钛,富铝和钾、钠。氟较高,稀土低,钽铌含量较高。

2. 花岗岩体顶部或向围岩突出的岩枝是成矿的有利地段。

3. 花岗岩中的钠长石化,锂云母化是本类矿床的直接找矿标志。强钠长石化、锂云母化地段直接为富钽矿体。

4. 花岗岩中云母类矿物由黑鳞云母→锂白云母→锂云母的标型特性变化,是钽铌品位由低到高逐渐富集的明显标志。

5. 花岗岩中变种锆石、黄玉和浸染状的锡石是锂矿床的重要找矿标志。

湖南某地蚀变花岗岩型 钽铌矿床成矿特征

湖南冶金地质研究所稀有专题组

湖南冶金二三八勘探队第一分队

一、岩体产出的地质概况

岩体位于某穹窿构造的东南部，沿北东走向的张扭性大断裂侵入，成岩株状产于上古生代的灰岩和砂岩中。平面形态大致为一等腰三角形，面积约为4.4平方公里。边缘岩枝发育，走向一般为北东，陡倾斜，近于直立（见图1）。岩体中有北东、北西和近于南北向的三组节理，沿这些节理侵入有黑钨矿石英脉、云英岩脉、钠长石脉、硫化物脉等。

根据钻孔深部所见之蚀变较弱的岩石推测，原岩应属黑云母花岗岩。据其岩石化学、矿物、结构构造、蚀变以及矿化等特征，与邻区花岗岩对比，并参考同位素年龄测定资料^①，岩体侵入时代应为燕山中—晚期。

岩体外接触带围岩蚀变作用强烈，广泛发育着大理岩化、白云岩化、矽嘎岩化。其中赋存着铍矿床和白钨矿床，并向外过渡为锡矿床和铅锌矿床。因此，从岩体及其外围各类矿床的分布特点看，从稀有到有色（稀土、钽铌→铍钨锡→铅锌），从氧化物到硫化物，从岩浆晚期分异交代到高中温热液交代，在时间上是一个完整的成矿系列，在空间上具有以岩体为中心的正向分带性的特征。而蚀变花岗岩型钽铌矿床是这个完整的成矿系列中的开端。

二、岩体蚀变作用及其分带

岩体蚀变作用突出特点是：岩体遭受不同类型、不同程度的多次重迭交代，蚀变极为强烈，面积大，种类多。以岩浆晚期分异交代作用为主，表现为广泛而强烈的微斜长石化、钠长石化和云英岩化，岩浆期后的高温热液交代作用为次，表现为局部的脉状云英岩、含钨石英脉旁的云英岩化、近钠长石脉旁的钠长石化等。此外尚有绢云母化、碳酸盐化和高岭土化。这些蚀变作用在岩体不同部位表现着明显的差异性。稀有元素矿化和岩浆晚期分异交代作用密切相关，受不同类型分异交代作用的控制。

岩浆晚期分异交代作用，按其发展先后顺序大致可划分如下几个不同的阶段：

1. 早期微斜长石化阶段；
2. 早期钠长石化阶段；
3. 云英岩化阶段；
4. 晚期钠长石化阶段；
5. 晚期微斜长石化阶段。

①据地化所K-Ar法测定为 132×10^6 年，未经校正。

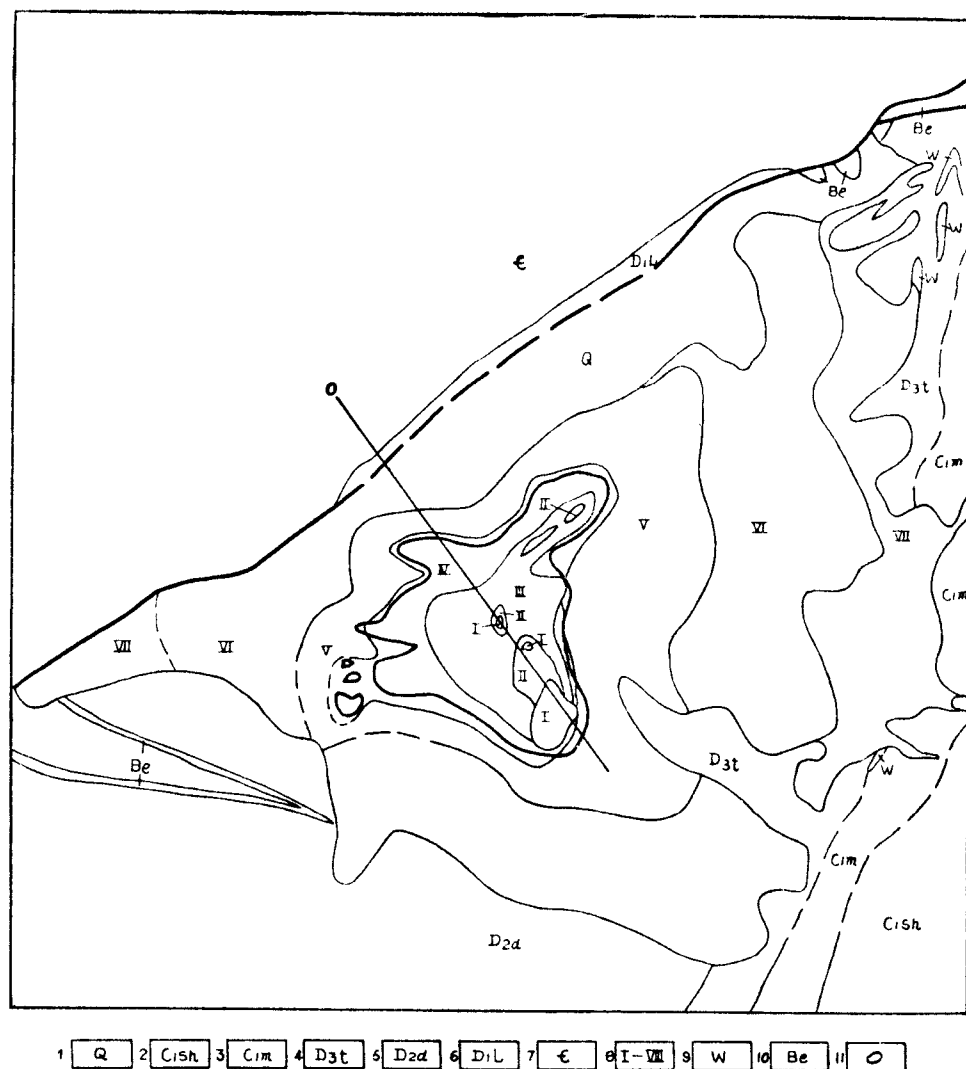


图 1 含矿岩体地质示意图

- 1—第四系；2—下石炭系石矽子灰岩；3—下石炭系孟公坳灰岩；4—泥盆系余田桥白云岩；
5—泥盆系棋子桥岩组；6—泥盆系跳马涧砂岩；7—前泥盆纪变质岩系；
8—分异交代作用分带号（见文字说明）；9—白钨矿；10—铍矿；11—铌钽矿

以上几个阶段之间呈渐变关系，是熔体-溶液在岩体中分异交代发展的一个完整演化过程，表现在时间和空间上有一定的阶段性和分布顺序。

早期微斜长石化：

在岩体中分布普遍且强烈。由于早期微斜长石化结果，形成花岗岩的似斑状结构和石英的重结晶。微斜长石斑晶呈显著不均匀分布。早期微斜长石为微斜-条纹长石（钠长石呈条纹状嵌布在微斜长石晶体中），在镜下明显交代原生钠长石（照片见图版Ⅱ₁），（001）解理发育，高岭土化较强烈。原生钠长石呈宽板状，双晶类型为平行双晶（轴律）、卡斯巴律联合双晶，双晶面（010）双晶轴〔001〕，有的具肖钠长石律。此阶段黑云母被改造为具弱多色性，黑色片状的锂黑云母。

早期钠长石化:

在岩体中分布相当普遍,且自下而上渐趋强烈。在镜下早期钠长石呈板状、板条状,双晶类型为平行双晶(轴律),卡斯巴律联合双晶,双晶结合面(010),双晶轴[001]。也有复杂双晶(复合律)钠长—卡斯巴律,双晶结合面(010),双晶轴 $\frac{\perp[001]}{(010)}$,有的则具

肖钠长石律。早期钠长石沿着钾长石或原生钠长石甚至部分石英晶体边缘、解理、裂隙进行交代。如交代强烈时,形成强钠长石化花岗岩(照片见图版Ⅱ₂)。致使岩石结构特征从原来的半自形粒状结构渐变成为一种特殊的残斑状结构。斑晶主要由原来的石英颗粒及交代残余的钾长石或钠长石构成。石基部分则由交代作用产生的聚变晶钠长石和黑鳞云母(此阶段锂黑云母被改造成棕色带绿片状的黑鳞云母)集合体组成。

云英岩化:

分布于岩体上部及顶部,在相对位置上明显地居于钠长石化花岗岩之上。自下而上形成弱云英岩化强钠长石化钾长石化花岗岩,云英岩化钠长石化钾长石化花岗岩,强云英岩化钠长石化钾长石化花岗岩,至岩体顶部形成云英岩顶盖。在镜下这种云英岩化作用首先是黑鳞云母逐渐被改造为鳞片状至纤维状含锂白云母,并伴随着黄玉的沉淀,而后SiO₂游离出来,以细粒白色石英的析出占优势(照片见图版Ⅱ₃),随着这种作用的强烈,花岗岩中的长石渐被含锂白云母和石英集合体所交代,至顶部形成含锂白云母或锂云母云英岩。在云英岩化的最后阶段是锂云母、黄玉交代石英(照片见图版Ⅱ₄),形成富含Al₂O₃的矿物相;云母—黄玉云英岩或富黄玉云英岩。岩石结构由半自形粒状变晶结构转变为聚变晶鳞片花岗变晶结构。

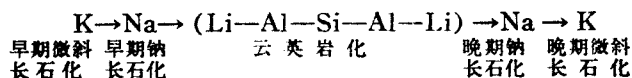
晚期钠长石化:

在岩体中分布于与云英岩化有关的岩石中。镜下晚期钠长石呈细板条状或条板状晶体,双晶类型为垂直双晶(面律),双晶结合面(010),双晶轴[010]。此种钠长石明显交代云英岩组分矿物。如交代含锂白云母(照片见图版Ⅲ₁)。一般晚期钠长石呈单晶体嵌布于长石、石英粒间。

晚期微斜长石化:

在岩体中分布较普遍,而在上部强烈。镜下晚期微斜长石是微斜—微纹长石,一般不具格子状双晶的自形晶体,也有不规则状的钠长石以微纹状嵌布在微斜长石晶体中,具微波纹状消光现象,高岭土化不显著。它明显地交代早期微斜—条纹长石、早期钠长石、含锂白云母和晚期钠长石(照片见图版Ⅲ₂)

综上所述本岩体的岩浆晚期分异交代作用的完整系列可以用下列特征元素表示:



上述特征元素所表示演化的完整系列具有对称型的交代顺序,标志着岩浆晚期分异交代作用各阶段有明显的继承性,但又显示出其特殊性,是一种继承和发展的关系。

岩浆晚期分异交代作用的各种蚀变反映在岩体的空间上有一定的分布顺序。岩体自上而下可划分七个蚀变带,各带之间呈渐变关系,产状平缓,其分带自上而下为:(见图2)

I. 云英岩带;

II. 强云英岩化钠长石化钾长石化花岗岩带;