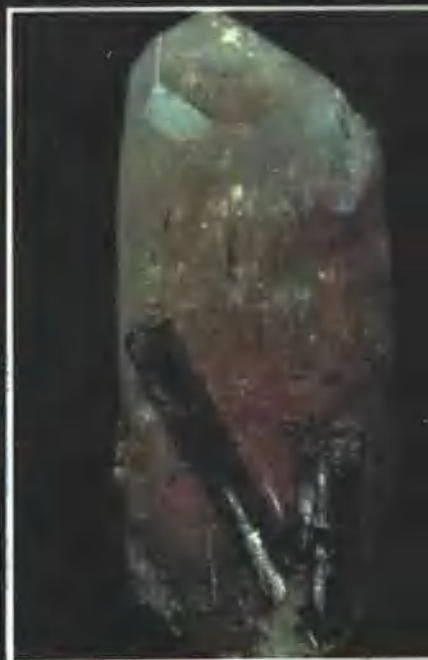


中国阿尔泰稀有元素矿床矿物志

● 葛炎庭 王仁哲 杨汉璋 ●



● 新疆人民出版社 ●

中国阿尔泰稀有元素矿床矿物志

易爽庭 宁广进 杨汉臣 著

新疆人民出版社



56.1715
347

44327

中国阿尔泰稀有元素矿床矿物志

易爽庭 宁广进 杨汉臣 著

新疆人民出版社出版

(乌鲁木齐市建中路54号)

新疆新华书店发行 新疆地质矿产局印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 13.75印张 11插页 336千字

1989年9月第1版 1989年9月第1次印刷

印数: 1—2000

ISBN7-228-00716-8/P·4

定价: 7.50元

序

阿尔泰山在中国的部分，称为中国阿尔泰。这部分地区的界限和范围是：北部和西部以中、苏国境线为界，东部和东北部以中、蒙国境线为界，南部与准噶尔盆地相邻，总共长约400公里，宽约140公里呈北西-南东走向。在这一地区分布着数以万计的花岗伟晶岩脉，是驰名世界的伟晶岩型铍、锂、铌、钽、铯等稀有金属矿、工业白云母和宝石的产地。

稀有元素是现代工业和尖端技术不可缺少的原料，被誉为现代工业的维生素。为了总结中国阿尔泰地区近半个世纪以来的稀有元素矿床地质找矿、勘探、开发中积累的资料和矿床矿物学的研究成果，新疆维吾尔自治区地质矿产局实验测试研究中心和新疆有色地质勘探公司的地矿工作者，自1960年开始，着手收集本地区的地质资料，进行野外地质观察以及室内的分析测试、综合研究，终于完成了《中国阿尔泰稀有元素矿床矿物志》这部科学专著。

这本书，详尽地介绍了中国阿尔泰地区的地质发展过程，确立了本地区花岗伟晶岩的形成阶段、构造带和共生-结构体的概念；对伟晶岩的地球化学演化过程做了深入的研究，取得了重大的进展。

这本书，对阿尔泰地区各种成因类型的稀有元素矿床的形成及其与该地区广泛分布的不同时代、不同成因的花岗岩的关系，提出了独特的见解。

这本书，对中国阿尔泰地区与稀有元素矿床有关的128种矿物中的64种矿物，进行了详细、深入的矿物学研究，特别突出了矿物产出

的特征，应用了现代测试手段，取得的数据是可信的。这些矿物主要是铍、锂、铌、钽、铯及稀土等元素的工业矿物，其中不乏世界上第一次发现的新矿物。书中对与稀有元素矿床有关的9类29种宝石和玉石作了简要的、系统的论述。

这本书，是多年来地质勘探、矿床开发与科学研究的结晶。在这本书中，将稀有元素矿床学与地球化学、矿床学与矿物学、成因矿物学与标型矿物学、矿床矿物学与工艺矿物学很好地结合了起来，使其成为既具有矿床学特点，又具有矿物学特点的学术著作。

《中国阿尔泰稀有元素矿床矿物志》是一部内容丰富、重点突出、数据可信、论证准确、结论符合客观实际的，有着较高学术价值的科技专著。它的出版必将推动阿尔泰地区稀有元素矿床、工业白云母和宝石的开发利用，也将推动其他有关地区地质找矿、勘探开发和科研工作的发展和深入。

《中国阿尔泰稀有元素矿床矿物志》对从事稀有元素矿床地质、矿床学、矿物学和宝石、玉石等专业的技术人员，是一本很有价值的参考书。

我希望，新疆将有更多的、类似的一个地区，一个矿带或一个矿床的、多种形式的学术专著问世。

中华人民共和国地质矿产部科技委员会高级顾问

高级工程师 胡 冰

目 录

前 言	(1)
第一章 区域地质概况	(3)
一、地 层	(3)
二、构 造	(3)
三、岩浆岩	(5)
第二章 稀有元素矿床	(13)
第一节 花岗伟晶岩型矿床	(14)
一、空间分布	(14)
二、内部结构构造	(18)
三、地球化学阶段与稀有元素矿化	(27)
四、内部结构构造的多样性及其分类	(29)
第二节 花岗岩型矿床	(33)
一、花岗岩型铍矿床产出特征	(33)
二、矿床实例——A地花岗岩铍矿床	(34)
第三节 气化-热液型矿床	(39)
一、产出部位	(39)
二、矿床实例	(40)
第四节 外生砂矿床	(43)
一、绿柱石砂矿	(43)
二、铌-钽铁矿砂矿	(44)
第三章 区域矿物概论	(45)
第一节 矿物种类和分类	(45)
第二节 主要矿物在各成矿阶段中的分布及其共生组合	(47)
第四章 矿物各论	(51)
第一节 硫化物类	(51)
一、黄铁矿	(51)

二、辉钼矿	(51)
三、闪锌矿	(52)
四、辉铋矿	(53)
第二节 氧化物类	(53)
一、晶质铀矿	(53)
二、钛铁矿	(55)
三、金绿宝石	(56)
四、锆尖晶石	(57)
五、石英	(61)
六、铌钽矿物	(62)
第三节 磷酸盐类	(98)
一、独居石	(98)
二、富钍独居石	(101)
三、磷钙铈矿	(102)
四、磷钇矿	(106)
五、锂磷铝石	(108)
六、磷锰(铁)锂矿	(110)
七、褐磷锰锂矿	(113)
八、青河石	(114)
九、磷灰石	(121)
十、铜铀云母	(122)
十一、钙铀云母	(123)
第四节 硅酸盐类	(124)
一、绿柱石	(124)
二、羟硅铍石	(137)
三、硅铍石	(137)
四、锂辉石	(139)
五、锂蓝闪石	(147)
六、锂绿泥石	(149)
七、龟榴石	(151)
八、锆石及富铪锆石	(156)
九、褐帘石	(159)
十、石榴石族	(163)
十一、电气石	(169)
十二、额尔齐斯石	(171)
十三、黄玉	(180)
十四、十字石	(181)
十五、云母族	(181)
十六、长石族	(193)

十七、碱菱沸石·····	(198)
十八、绿钠闪石·····	(198)
第五节 碳酸盐、钨酸盐类 ·····	(199)
一、泡铋矿·····	(199)
二、白钨矿·····	(200)
第五章 宝石和玉石 ·····	(203)
第一节 基本定义 ·····	(203)
一、宝石·····	(203)
二、玉石·····	(203)
第二节 宝石和玉石的分类 ·····	(203)
第三节 宝石和玉石分述 ·····	(204)
一、绿宝石·····	(204)
二、碧玺·····	(205)
三、石榴石宝石·····	(206)
四、贵铌辉石·····	(206)
五、紫磷灰石·····	(206)
六、长石质宝石·····	(206)
七、丁香紫·····	(207)
八、芙蓉石·····	(207)
九、小文象石·····	(207)
参考资料·····	(208)
英文摘要·····	(209)
图版	

Contents

Introduction	(1)
Chapter I Summary of regional geology	(3)
1. Strata	(3)
2. Tectonics	(3)
3. Magmatic	(5)
Chapter II Rare elements deposits	(13)
1. Granite-pegmatite deposit	(14)
1) Space distribution	(14)
2) Inner texture and structure	(18)
3) Geochemical stages and rare elements mineralization	(27)
4) Variety and classification of inner texture and structure	(29)
2. Granite deposit	(33)
1) Characteristics of occurrence of granite Be-deposit	(33)
2) Deposit example-granite Be-deposit in A area	(34)
3. Pneumato-hydrothermal deposit	(39)
1) Occurrence location	(39)
2) Deposit examples	(40)
4. Exogenic placer deposit	(43)
1) Beryl placer	(43)
2) Niobium-tantalite placer	(44)
Chapter III Summary of regional minerals	(45)
1. Classification of minerals	(45)
2. Distribution and assemblages of main minerals in each mineralization stage	(47)
Chapter IV Description of minerals	(51)
1. Sulfides	(51)

1) Pyrite	(51)
2) Molybdenite	(51)
3) Sphalerite	(52)
4) bismuthine	(53)
2. Oxides	(53)
1) Uraninite	(53)
2) Ilmenite	(55)
3) Chrysoberyl	(56)
4) Gahnite	(57)
5) Quartz	(61)
6) Niobium Tantalum Minerals	(62)
3. Phosphates	(98)
1) Monazite	(98)
2) Th-Rich Monazite	(101)
3) Cheralite	(102)
4) Xenotime	(106)
5) Amblyganite	(108)
6) Lithiophilite	(110)
7) Sicklerite	(113)
8) Qingheite	(114)
9) Apatite	(121)
10) Torbernite	(122)
11) Autunite	(123)
4. Silicates	(124)
1) Beryl	(124)
2) Bertrandite	(137)
3) Phenakite	(137)
4) Spodumene	(139)
5) Holmquistite	(147)
6) Cookeite	(149)
7) Pollucite	(151)
8) Zircon, Hafnian zircon	(156)
9) Orthite	(159)
10) Garnet	163)
11) Tourmaline	(169)
12) Ertixite	(171)
13) Topaz	(180)
14) Staurolite	(181)
15) Mica	(181)

16) Feldspar	(193)
17) Herschelite	(198)
18) Hastingsite	(198)
5. Carbonates and wolframates	(199)
1) Bismuthite	(199)
2) Scheelite	(200)
 Chapter V Gems and Jades	 (203)
1. Principle definition	(203)
1) Gems	(203)
2) Jades	(203)
2. Classification of gems and jades	(203)
3. Description of gems and jades	(204)
1) Beryl	(204)
2) Tourmaline	(205)
3) Garnet gems	(206)
4) Precious spodumene	(206)
5) Purple apatite	(206)
6) Feldspar gems	(206)
7) Lilac purple jade	(207)
8) Rose quartz	(207)
9) Micrographic stone	(207)
 References	 (208)
Abstract	(209)
 Plates	

前 言

中国阿尔泰稀有元素矿产的地质找矿、勘探和矿山开采，已经历了半个世纪，特别是解放后的三十多年来，地质找矿、勘探、科学研究进行了大量的工作，并取得了重要成果，矿山开采也有了大的发展。经过多年从地质调查到矿山开发的生产实践证明，在我国境内的阿尔泰地区，是世界上大型的稀有元素矿产基地之一，它为我国现代科学技术和工业的发展，提供了大量急需的铍、锂、铌、钽、铯和工业白云母等重要矿产资源。

随着地质工作的深入和经济建设发展的需要，1960年新疆地质矿产局和新疆有色金属公司共同议定，对阿尔泰地区进行以与稀有元素矿产有关的矿物为主的矿物学专题研究工作，题目为“阿尔泰矿物志”。经过几年的工作，取得了一定的成果。后因种种原因而中止。中断前进行了野外地质调查、采样和收集资料，室内对绝大多数矿物进行了测试、鉴定和资料综合，写出了约7万字的初稿（主要实际工作是易爽庭和李红范进行的、参加部分测试工作的还有杨年珍、舒若瑜和伊献瑞，项目组织者是杨汉臣）。到1980年，两单位确定继续完成本课题的研究工作，并责成新疆地质矿产局中心实验室杨汉臣、易爽庭，新疆有色金属公司地质研究所宁广进等三人负责完成。考虑到已时过20年，地质工作进一步深入，矿山开采也有更大的发展，原来单一的矿物学研究远不能满足找矿、勘探和矿山生产的要求。因此将其内容扩大到对矿床地质研究方面，这样就增加了矿床地质部分，因而将区域地质与稀有元素矿床地质和矿物学研究有机地结合起来，课题名称改为“中国阿尔泰稀有元素矿床矿物志”。

在原有研究成果的基础上，将近年来地质工作和矿山开采中积累的丰富资料，进行综合分析，于1980年开始了本书全面的修定和编写工作。送审稿于1981年4月完成，随即由新疆地质矿产局、新疆有色金属公司和新疆有色地质勘探公司组织、邀请了有关生产、科研和教学单位的专业技术人员对送审稿进行了审查评议。评审会对该成果给予了充分的肯定，并提出了修改和补充的意见，建议及早出版，公开发行。嗣后根据评审中的意见，再次作了结构上的调整和内容上的充实、提高，于1984年4月定稿。最后经有关单位审定，1985年底正式完成《中国阿尔泰稀有元素矿床矿物志》出版稿。

《中国阿尔泰稀有元素矿床矿物志》共分五章：区域地质概况；稀有元素矿床；区域矿物概论；矿物各论；宝玉和玉石。

第一章对阿尔泰地区的地层、构造、岩浆岩等做了概括性的叙述，着重对与形成稀有元素矿床有关的花岗岩类岩石的分类、成分、生成时代和成因，即花岗岩化成因（交代或重熔形成的）等进行了讨论。第二章研究了阿尔泰地区的花岗伟晶岩型、花岗岩型、汽化—热液型及砂矿等类型的稀有元素矿床，论述了内生矿床的形成与花岗岩演化的成因联系，外生矿床与内生矿床风化剥蚀的关系。对各类矿床的地质特点、矿化特征及形成规律，进行了详细的研究。并对最主要的花岗伟晶岩型稀有元素矿床，从其组成矿物的共生特点、伟晶岩内

部结构构造特征、稀有元素赋存条件、伟晶作用的地球化学阶段的演化规律与稀有元素富集成矿的关系等方面，做了详细的探讨和论述。在此基础上，将阿尔泰地区伟晶岩划分为23个“共生—结构体”，10类花岗伟晶岩，6个地球化学阶段，同时提出了伟晶作用地球化学阶段的形成模式。第三章将阿尔泰地区目前已知的与稀有元素矿床有关的128种矿物进行了分类，对主要矿物在各成矿阶段中的分布及共生组合以图表的形式进行了综述。第四章重点对64种矿物进行了深入、细致的研究，特别是稀有元素矿物及白云母等是研究的重点。其中有世界上和我国首次发现的矿物。对这些矿物从产状和共生组合、物理和化学性质、化学成分和成因等方面进行系统的研究。除常规方法外，还应用了现代测试手段，取得了比较全面的矿物学数据，为矿产普查评价和综合利用提供了科学依据。第五章对宝石和玉石的定义、阿尔泰地区宝石和玉石的分类进行了讨论，详细论述了已发现和利用的9类29种宝石和玉石，其中有国内首次发现的海蓝宝石猫眼石、贵铍辉石、阿尔泰祖母绿（绿色钙铝榴石）及丁香紫玉石等。

各章节的执笔人是：宁广进，第一、二章；杨汉臣，第三章及第四章的第一、二节；易爽庭，第四章的三、四、五节及第五章。

本书是集体研究的成果。在工作中得到新疆有色地质勘探公司和新疆地质矿产局在阿尔泰地区的有关地质队、新疆有色金属公司在阿尔泰地区的矿山开采单位的大力支持；有关科研单位、地质院校和部分兄弟省的地质实验室提供了部分测试资料。特别要提出的是，新疆地质矿产局前总工程师胡冰、新疆有色地质勘探公司前总工程师葛振北、副经理李庆昌自始至终对本课题给以指导和帮助；中国地质科学院矿床所黄蕴慧研究员对本书逐字进行了审阅，提出了宝贵意见；陈正研究员、章振根研究员、李凡总工程师、康旭副教授、马宝山、李政洙、汪泽东工程师等也给予了热情帮助；最后，由新疆工学院王功恪教授对全书稿进行了详细的审阅，并提出许多具体的修改意见，这些专家学者对提高本书质量和学术价值尽心尽力，付出了一定的心血，谨此表示衷心地感谢和敬意！

阿尔泰地区稀有元素矿产地质研究，虽然前人作了许多工作，我们又将稀有元素矿床地质学和矿物学研究结合起来做了专题性总结，但仍有许多工作有待深化。由于我们都是从事生产第一线工作的，业务水平和学术水平有限，只能是从实际出发，做了我们力所能及的工作，错误和不足之处，敬请地质矿产界的同行们批评指正。

第一章 区域地质概况

阿尔泰地槽褶皱带位于中国、苏联、蒙古三国接壤地区，分布在我国新疆境内的是其南坡，称这一部分为中国阿尔泰。其范围：北部和西部以中、苏国境为界；东部和东北部以中、蒙国境为界；南邻准噶尔地区，长约400公里，宽约140公里。阿尔泰地区基本地质特征是：构造复杂，岩浆活动频繁；花岗岩类岩石分布广泛；早期沉积岩经受了强烈的变质作用，以富产稀有元素矿产、白云母及宝（玉）石而闻名中外。

一、地 层

阿尔泰地区内出露有古生界和新生界地层。古生界分布广泛，以海相沉积为主，新生界为陆相沉积，分布范围小。地层见表1—1*。

二、构 造

阿尔泰区域构造以北西—南东方向展布，由北东向南西可划分为：诺尔特（科布多）复向斜；巴列尔斯复背斜和额尔齐斯复向斜。三个构造单元都以大断裂分界。复背斜出露地层较老，以奥陶系、志留系、泥盆系为主；复向斜出露地层偏新，以泥盆系，石炭系为主。岩浆活动，以海西期为主，印支、燕山期亦较明显。本区不排除有寒武系地层。也不排除有加里东期岩浆活动。区域地质以中段为例，如图1—1所示。

诺尔特复向斜主要展布在诺尔特地区，其北东侧延入蒙古人民共和国境内的科布多地区，西南以 F_1 号大断裂为界与巴列尔斯复背斜相邻。在该区内，由晚泥盆和早石炭世碎屑岩、中酸性火山熔岩及一系列褶皱和冲断层组成。冲断层多数由北东向南西推复，形成明显的迭瓦式构造。沿次一级背斜轴部有黑云母花岗岩侵入于下石炭统。本区具有喷发和侵入岩类，并有石英斑岩和派生的石英脉。

巴列尔斯复背斜，南临额尔齐斯复向斜，以 F_2 号大断裂分界，呈北西—南东向展布。出露地层主要有中—上奥陶统和中—上志留统的中深变质岩：混合岩、片麻岩、片岩及少量变质砂岩、灰岩等。本区花岗岩类分布极为广泛，早期（海西中、晚期）花岗岩沿次一级背斜轴部呈大岩基状展布，晚期（印支、燕山期）花岗岩沿背斜顶部及北西向断裂侵入。稀有元素内生矿床在该区特别发育，成为稀有元素最主要成矿区。

额尔齐斯复向斜，主要展布在巴列尔斯复背斜南（ F_2 ）与额尔齐斯河之间地区，其褶皱与断裂构造方向也呈北西—南东向。出露的地层，主要是泥盆和石炭系砂岩、变砂岩、板岩、片岩、片麻岩、混合岩及酸性火山岩。在次级背斜构造的翼部，有零星的奥陶系及中—

* 新疆地质局，1977，区域地层表。

新疆地质局，1976、1978、1979，1：20万区域地质报告。

表1—1

阿尔泰山地层简表

界	系	统	厚度 (米)	岩 性	化 石	接 触 关 系
新生界	第四系		1~100	风积层、冲积—洪积层、沼泽沉积层、冰碛层等。		—— 平行不整合 ——
	第三系		10~30	灰色、白色、红褐色泥岩、砂质泥岩、砂砾岩等。		
中生界				缺 失		不 整 合
古生界	石炭系	下统	2000 4000	上部：杂灰色、灰色砂岩、粉砂岩、泥质板岩及安山玢岩、石英钠长斑岩等；下部：以中—酸性火山岩为主，夹灰岩、页岩、砂岩等。在泥质砂岩、钙质砂岩中含腕足类化石。	<i>Gigantoproductus</i> sp <i>Striatifera</i> sp <i>Linoproductus</i> sp <i>Spirifer</i> sp	断 层
	石炭—泥盆系	下石炭统	750	砂岩、粉砂岩类夹钙质砂岩、千枚岩夹泥质砂岩、流纹质晶屑凝灰岩等。在粉砂岩、泥质砂岩中，含腕足、海百合茎及植物茎干等化石。	<i>Linoproductus</i> sp <i>Mucrospirifer</i> sp <i>Cyrtospirifer</i> sp <i>Barrandophyllum</i> sp <i>Cyclocyclicus</i> sp? <i>Eopferia</i> sp?	断 层
		下泥盆统	4500			
	泥盆系	上中统	7000 9000	为一套灰绿色、紫色的硅质岩、砂岩、粉砂岩、砂质泥岩、板岩、千枚岩，下部夹有安山玢岩及英安斑岩。		平行不整合
		中统	600	为灰黄色、灰色砂岩、粉砂岩、泥岩的互层，其中夹火山凝灰岩、炭质泥岩及灰岩。局部变质为片岩、片麻岩、混合岩。在泥质砂岩、钙质砂岩、灰岩中含大量腕足、珊瑚、苔藓虫、海百合茎等化石。	<i>Cymostrophiacf.</i> <i>stephani</i> (Barrande) <i>cymostrophia</i> aff. <i>quadrata</i> Wang, <i>Favosites</i> <i>gotafussi</i> Orbin <i>Pachyfavosites polymorphus</i> (Goldsuss) <i>Fenestella</i> sp. <i>Penagocyclicus</i> sp. <i>Cyclocyclicus</i> sp.	不 明
	盆 统		5000			
	系	下统	2500 4300	主要为—套酸性火山熔岩和火山碎屑岩、英正常沉积的碎屑岩及少量碳酸盐岩。一般在上部为石英斑岩、石英钠长斑岩和变质酸性凝灰岩、片麻岩、片岩、大理岩；下部为变质砂岩、黑云母石英片岩、黑云母斜长片麻岩、变质石英斑岩等。在灰岩中含腕足、珊瑚类化石。	<i>Atrypa</i> cf. <i>reficularis</i> <i>Linnaeus</i> <i>Athyris</i> sp. <i>Pachrfavosites</i> sp.	平行不整合 断 层
	志留系	上中统	4000 8000	由一套绿色片岩、片麻岩、混合岩组成。上部：多为浅灰色、灰绿色变质砂岩、粉砂岩、千枚岩、片岩夹不纯大理岩、斜长片麻岩及石英透辉体；下部：灰色云母石英片岩、石英斑岩、片麻岩、混合岩。不纯大理岩、钙质砂岩含腕足、珊瑚、海百合茎化石。	<i>Spirifer pedaschenkowi</i> <i>Tchern</i> <i>Tavosites forbesi</i> <i>E. cf. H.</i>	断 层
	奥陶系	上中统	5000 12000	为一套变质砂岩、千枚岩、片岩、变粒岩、混合岩及片麻岩。一般上部为变质砂岩、千枚岩、灰色云母石英片岩及少量混合岩、片麻岩；下部为混合岩、片麻岩、结晶片岩、变粒岩等。在千枚岩、变质砂岩中发现微古化石。	<i>Lophosphaeridium</i> <i>Crassum</i> Sin <i>Pseudozonosphaeridium</i> <i>exasperatum</i> Sin <i>Polyparata</i> sp	—— 平行不整合 ——
	寒武系(?)					

上志留统变砂岩、片岩、片麻岩、混合岩出露。沿次级背斜及断裂带有花岗岩侵入，并伴随产出小规模稀有元素内生矿床。在早泥盆世的火山岩分布地带，为火山岩型铁矿成矿区。

沿河谷、山间洼地分布有第四纪地层，部分地区沉积砂金矿。

阿尔泰是一个古生代地槽区，经历了加里东、海西期为主的发展阶段，由局部—全部的多次褶皱运动形成的。因受南北向挤压力（在东部集中），故区域构造以北西向展布，向西撒开，在东部收敛，并伴随产生北东向与北西向的扭动，而生成一系列的斜列构造。

三、岩 浆 岩

岩浆岩分布最广泛，占阿尔泰地区总面积50%左右。岩性从基性到酸性均有产出。其中，酸性花岗岩类占绝大多数。中—基性岩主要可分为两类：辉长岩—闪长岩及闪长岩—石英闪长岩，时代属海西早、中期，呈小侵入体及岩脉产出，占区域总面积1%左右。酸性岩类主要是花岗岩类。稀有元素矿床与一定花岗岩有成因联系，但前人对花岗岩分类是多种多样的，在此不一一列举。根据本区地质构造发展，花岗岩体切穿的地层，岩体之间相互穿插关系，岩石的化学成分，结合同位素地质年龄测量结果等资料，综合研究对比划分出与稀有元素成矿有关的不同时代的六种花岗岩（表1—2）*。

表1—2

花 岗 岩 划 分 表

时 期	代 号	主 要 岩 性	穿 插 关 系	同位素地质 年 龄 值 (百万年)
燕山—印支	Y_3^3	块状白云母（二云母）花岗岩	穿破 Y_4^{2b}	130—162
	Y_3^1	块状二云母（黑云母）花岗岩	穿破 Y_4^{2b} 及早期伟晶岩	167—196
晚 海 西 期	Y_4^{2b} *	斑状黑云母（二云母）花岗岩	侵入 C_1 穿破 Y_4^{2b}	↑
	Y_4^{2a}	斑状黑云母花岗岩	侵入 D_2-3 穿破 Y_4^{2b}	249
中 期	Y_4^{2b}	片麻状黑云母斜长花岗岩—花岗闪长岩类	侵入 O_2-3 、 S_1 、 D_1 地层	288—325
	Y_4^{2a}	英闪岩—黑云母斜长花岗岩类	Y_4^{2b} 与 Y_4^{2a} 渐变过渡关系	

* 据花岗岩演化的长期性，其年龄可延续到印支期。

花岗岩分类方法多年来很不统一，上述六种花岗岩，是采用阿尔泰地区习惯用的岩石名称，仅作了少量修改。当前比较统一而又较完善的分类方案，是国际地质学会火成岩体系小组在1972年蒙特利尔会议推荐的侵入岩定量分类图解（图1—2）〔1〕。考虑到便于交流，试用39个有代表性的矿物定量样品，按照石英、碱性长石、斜长石体积百分数（三者之和为100%），投影在QAP三角形图（图1—3）中，其中碱性长石（A）为正长石、微斜长石、条纹长石和钠长石（ An_{0-10} ）的总和；斜长石为 An_{11-100} ，实际上斜长石为 $An < 50$ 。图1—3所示，全部样品投影点都落入花岗岩类岩石区（2—5区）内，投影点密集区偏下，并在4、5区右下及3区中心相对集中。说明本区花岗岩以英闪岩与花岗闪长岩、二长花岗岩与钾长花岗岩分布的最为广泛，所占比例在90%以上。为说明不同时期花岗岩类的岩

• 新疆地质矿产局，1978、1979年，本区地质调查报告。

新疆有色地质公司，1966年，花岗岩地质研究报告。

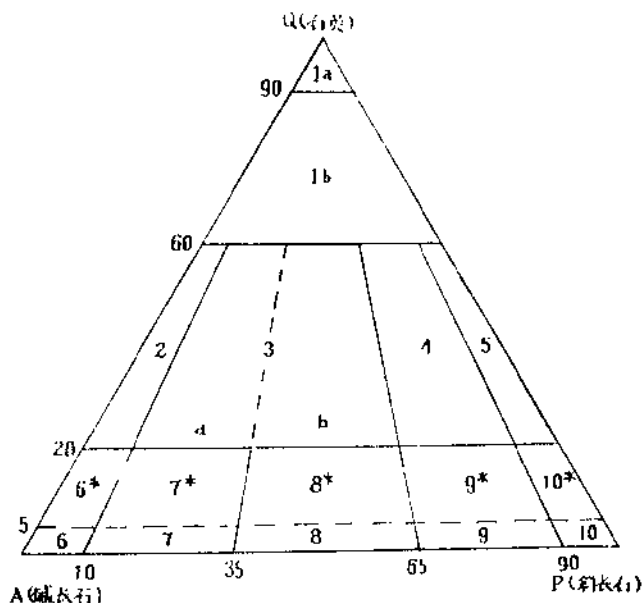


图 1—2 花岗岩类及有关岩石的分类图解*

(据24届国际地质学年会, 1972)

1a 石英石岩 1b. 富石英花岗岩 2. 碱长花岗岩 (钠长石花岗岩、微斜长石花岗岩) 3. 花岗岩
a. 钾长花岗岩 b. 二长花岗岩 4. 花岗闪长岩 5. 英闪岩 (斜长花岗岩 $M=0-10$) 6*. 碱长石英正
长岩 7*. 石英正长岩 8*. 石英二长岩 9*. 石英闪长岩 10*. 石英二长闪长岩 6. 碱长正长岩
7. 正长岩 8. 二长岩 9. 闪长岩 10. 二长闪长岩

1. 图解仅取原QAPF双三角图的上半部

2. $Q+A+P=100$ (体积百分数)

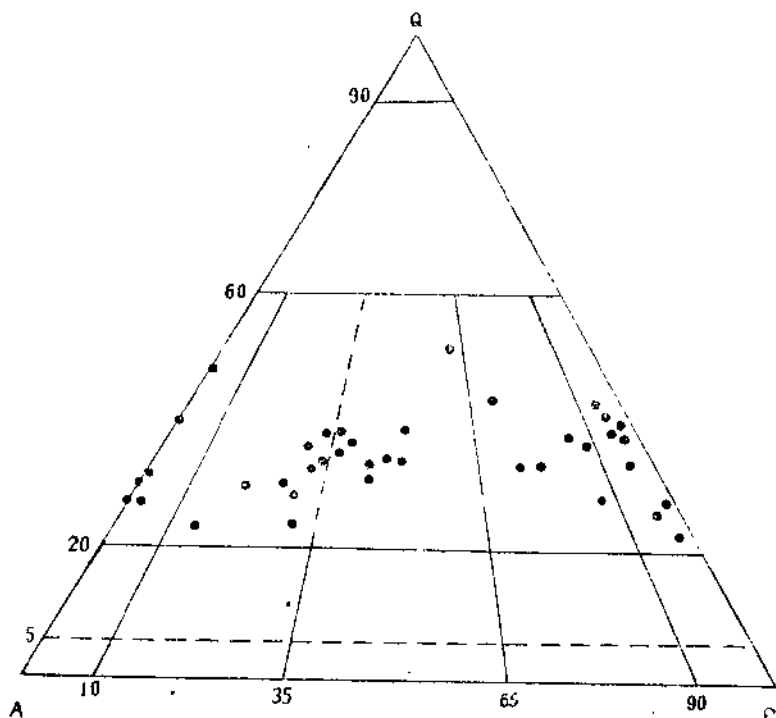


图 1—3 花岗岩类岩石分类图