

# 东准噶尔卡拉麦里地区黄羊山岩体岩石学特征

杨高学<sup>1</sup>, 李永军<sup>1</sup>, 司国辉<sup>1</sup>, 吴宏恩<sup>2</sup>, 张永智<sup>2</sup>, 金朝<sup>1</sup>

(1. 长安大学 地球科学与资源学院, 陕西 西安 710054;

2. 新疆维吾尔自治区有色地质矿产勘查院 新疆 乌鲁木齐 830000)

**摘要:** 在前人研究基础上, 对黄羊山岩体取得了新的认识: 萨北岩体和苏吉泉岩体只是黄羊山岩体的一个组成部分, 并非单独岩体。黄羊山岩体寄主岩石划分为中粒黑云母碱长花岗岩、中粒角闪石碱长花岗岩、中粒钠铁闪石碱长花岗岩、中细粒钠铁闪石碱长花岗岩、细粒黑云母碱长花岗岩和细粒混合花岗岩(含石墨)6个单元。岩石学及矿物特征表明, 岩体有从黑云母碱长花岗岩向钠铁闪石碱长花岗岩演化的趋势, 可能是幔源重熔分异的碱性花岗岩(A型花岗岩), 而闪长质微细粒包体及大量发育的闪长(玢)岩脉和辉绿(玢)岩脉提供了有力的佐证, 初步研究认为黄羊山岩体形成于后碰撞张性环境, 其就位与卡拉麦里断裂有关, 其形成和演化标志了准噶尔地区显生宙幔源岩浆活动及其分异产物导致大陆地壳垂向生长过程。

**关键词:** 岩石学特征; 包体; 岩浆混合作用; 黄羊山岩体; 东准噶尔

**中图分类号:** P581 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6561(2009)01-0034-08

## Petrological Characteristic of the Huangyangshan Intrusion in Kalamaili Area, East Junggar, Xinjiang

YANG Gao-xue<sup>1</sup>, LI Yong-jun<sup>1</sup>, SI Guo-hui<sup>1</sup>,  
WU Hong-en<sup>2</sup>, ZHANG Yong-zhi<sup>2</sup>, JIN Zhao<sup>1</sup>

(1. School of Earth Sciences and Resources, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China;

2. Xinjiang Institute of Geological Exploration for Non-ferrous Resources, Urumqi 830000, Xinjiang, China)

**Abstract** Based on predecessor's research work, new understanding about Huangyangshan intrusion has been got. Sabei and Sujiquan granites are only parts of the Huangyangshan intrusion, but not the single intrusion. The host rock of Huangyangshan intrusion may be divided into 6 units, that is medium-grain biotite alkali-feldspar granite, medium-grain amphibole alkali-feldspar granite, medium-grain arfvedsonite alkali-feldspar granite, medium-fine grain arfvedsonite alkali-feldspar granite, fine grain biotite alkali-feldspar granite and fine-grain mixing granite(including graphite). Petrological and mineralogical Characteristics show that the rock evolution presents the tendency from biotite alkali-feldspar granite to arfvedsonite alkali-feldspar granite that may belong to alkali granite(A-type granite) produced by remelting differentiation from mantle magma, which is powerfully evidenced by the existence of microgranular dioritic enclaves massive dioritic (porphyrite) dike and diabase (porphyrite) dike. It is thought that the emplacement of Huangyangshan intrusion took place in post-collision environment and is related with the Kalamaili fault. The formation and evolution of both enclaves and host granites in Junggar region prove that the process of vertical growth of continental crust resulted from the post-collision mantle-derived magmas and differentiation product in late Paleozoic.

**Key words:** petrological characteristic; enclaves; magma mixing; Huangyangshan intrusion; East Junggar

## 0 引言

东准噶尔是巨型中亚造山带的一部分, 也是中

亚—兴蒙巨型构造域的重要组成部分, 构造上位于西伯利亚板块与哈萨克斯坦—准噶尔板块的结合部位, 是一个构造背景复杂、岩浆活动强烈的

收稿日期: 2008-04-20

基金项目: 国家自然科学基金项目(40534020); 新疆维吾尔自治区国土资源厅国土资源大调查项目(QD200508)

作者简介: 杨高学(1980—), 男, 宁夏固原人, 理学硕士研究生, 从事造山带与盆地分析研究。E-mail: mlygx@126.com

© 1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

地区。前人对区内花岗岩有较多地研究,积累了丰富的资料<sup>[1-14]</sup>。综合来看,其涉及的岩体有萨惹什克北(萨北)岩体、苏吉泉岩体、黄羊山岩体、卡姆斯特岩体、贝勒库都克岩体、喀拉萨依岩体和老鸦泉—红土井子岩体。而笔者在进行“新疆青河、奇台县红柳沟—苏吉泉一带 1:50 000 区域地质矿产调查”项目时取得了新认识:前人提及的萨北岩体和苏吉泉岩体仅仅是黄羊山岩体的一个组成部分,而并非单独岩体,这是对东准噶尔构造—岩浆事件演化研究中取得的新进展。笔者以 1:50 000 填图资料为依据,对新厘定的黄羊山岩体的岩石类型、矿物特征、分布、接触关系以及包体特征展开论述,并初步探讨了其地质意义。

## 1 地质概况及岩体特征

克拉麦里造山带位于新疆北部,由西伯利亚板块和准噶尔板块碰撞缝合形成,是中亚构造框架一个非常重要的构造单元。一条北西向延伸的蛇绿混杂岩带沿卡拉麦里深大断裂断续分布,其形成时代为早泥盆世<sup>[15-16]</sup>。区内出露的地层以下石炭统黑山头组中酸性、中基性火山碎屑岩和凝灰岩以及下石炭统姜巴斯套组凝灰质粉砂岩、火山碎屑岩为主,卡拉麦里深大断裂南部零星分布有少量泥盆纪卡拉麦里组陆源碎屑岩。花岗岩类岩浆活动在该区大规模发育,构成了与卡拉麦里断裂走向一致并受断裂控制的花岗岩带,发育与金、铜成矿系列有关的钙碱性花岗岩和与锡成矿系列有关的富碱花岗岩两类花岗岩<sup>[1-2]</sup>。岩石类型包括花岗闪长岩、黑云母碱性花岗岩、角闪石碱性花岗岩、钠铁闪石碱性花岗岩和花岗斑岩等,还有斜长花岗岩零星发育。花岗岩类出露面积约 1 100 km<sup>2</sup>,由不同期次、大小不等的岩体组成,如黄羊山、贝勒库都克等碱性花岗岩体和库布苏南花岗闪长岩体。它们多为岩基状发育(少数呈岩枝状),具有超酸、高碱和高度分异的特点,同位素年龄为 248~338 Ma<sup>[3]</sup>。

黄羊山岩体位于卡拉麦里深大断裂带的东北侧(图 1),岩体中心坐标为东经 90°20′00″,北纬 45°07′00″。岩体地表形态似圆形,出露面积约 230 km<sup>2</sup>,侵入于石炭系黑山头组凝灰质粉砂岩中,岩体与围岩呈突变接触,接触面倾向围岩,局部与围岩接触处粒度变细,围岩也有不同程度的热变质,具球状风化特征。岩体由碱性寄主岩石和基性端元的暗色微细粒闪长质包体群及基性岩墙群构

成。碱性寄主岩石有以下岩性:中粒黑云母碱长花岗岩、中粒角闪石碱长花岗岩、中粒钠铁闪石碱长花岗岩、中细粒钠铁闪石碱长花岗岩、细粒黑云母碱长花岗岩和细粒混合花岗岩(含石墨)。各之间为脉动接触关系,局部为断层接触,而与区内出露的斜长花岗岩呈超动接触关系;暗色微细粒闪长质包体集中发育在中粒角闪碱长花岗岩边部,具有集群特点。另外,岩体内部发育大量花岗斑岩脉、闪长(玢)岩脉以及少量辉绿(玢)岩脉,总体走向为北东东向,与卡拉麦里断裂呈锐角关系。

## 2 岩石学特征

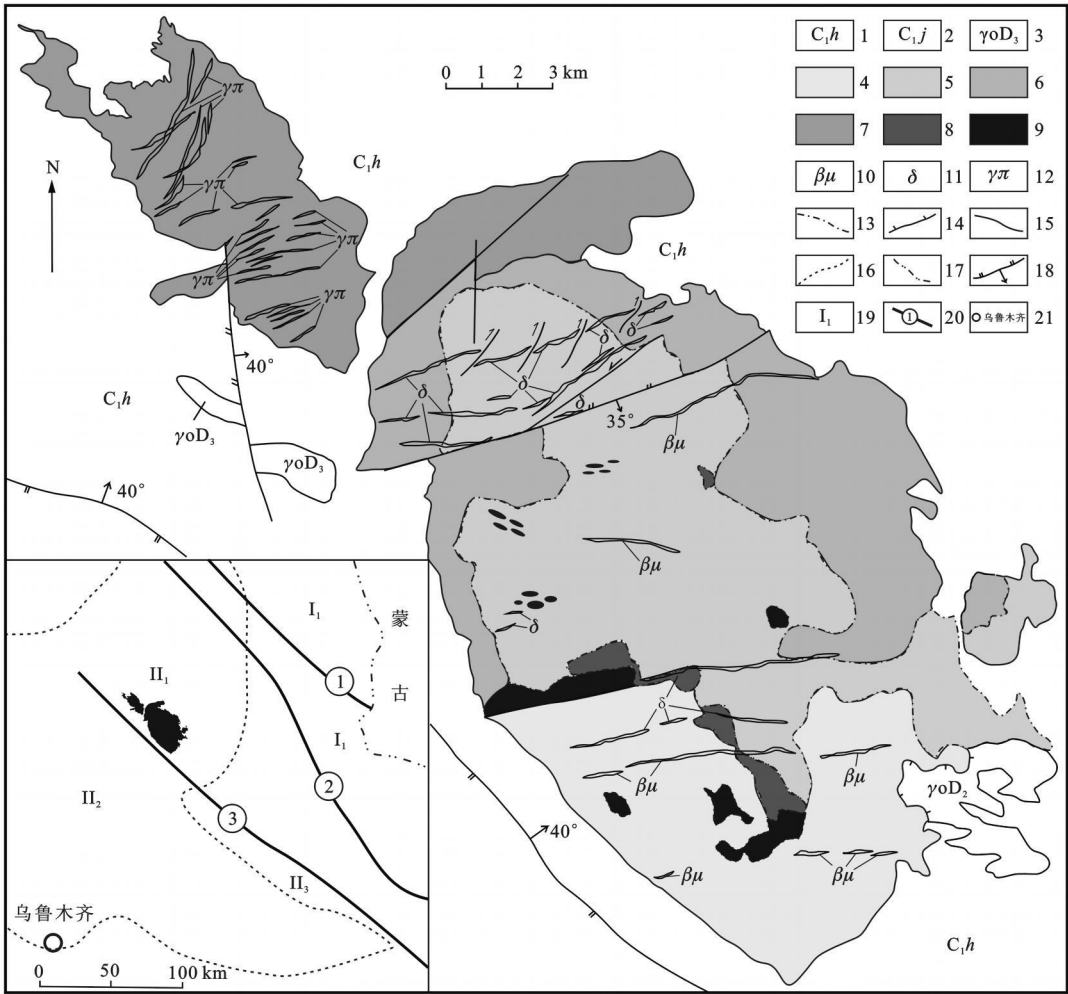
岩体的岩石类型以碱长花岗岩为主,包体及岩脉岩性与野外定名一致(图 2~4),根据暗色矿物以及粒度不同,可划分为 6 个单元(图 1、表 1),各个单元、包体及岩脉岩石学特征及分布见表 1。

## 3 矿物学特征

岩体主要岩石类型为中粒黑云母碱长花岗岩、中粒角闪石碱长花岗岩和中粒钠铁闪石碱长花岗岩和中细粒钠铁闪石碱长花岗岩,以浅肉红色为主,中粒花岗结构、文象结构、块状构造。岩体局部有大量针状钠铁闪石(图 5)和石英晶洞发育(图 6),并且可见钾长石晶簇(图 7)。主要矿物组成为长石、石英、角闪石、黑云母和钠铁闪石,副矿物有磁铁矿、钛铁矿和锆石等,特征矿物有霓石、霓辉石、萤石和磷灰石等,不同单元具有不同的特征矿物(表 1)。

### 3.1 长石

岩体中的长石包括钾长石和斜长石,钾长石最常出现的是条纹长石,其次为微条纹长石,少量为正长石;斜长石主要是更长石和钠长石(普通显微镜测定  $A_n$  为 23~29)。条纹长石以正条纹为主,部分为反条纹,在大小、形态、分布方向、分布范围和双晶等方面明显不同,既有出溶成因,又有交代成因。微斜长石常被钠长石呈条纹交代而成微斜条纹长石,斜长石普遍发育钠长石聚片双晶,更长石  $A_n$  为 23~29。X 光衍射长石结构态测定结果表明,钾长石均属最大微斜长石,属于低温长石的种属。通常认为碱性花岗岩中钾长石有序度要比黑云母花岗岩高一些,如中国福建福州复式岩体中,魁岐晶洞钠闪石花岗岩的钾长石有序度为 0.76~1.0,黑云母花岗岩的钾长石有序度为 0.63~0.75<sup>[17]</sup>,而该岩体中粒钠铁闪石碱长花岗岩有序度为 0.57~



1—石炭系黑山头组; 2—石炭系姜巴斯套组; 3—泥盆世斜长花岗岩; 4—中粒黑云母碱长花岗岩; 5—中粒角闪石碱长花岗岩; 6—中粒钠铁闪石碱长花岗岩; 7—中细粒钠铁闪石碱长花岗岩; 8—细粒黑云母碱长花岗岩; 9—细粒混合花岗岩(含石墨); 10—辉绿岩脉; 11—闪长岩脉; 12—花岗斑岩脉; 13—脉动接触关系; 14—超动接触关系; 15—侵入接触关系; 16—构造带界线; 17—国界; 18—断层及产状; 19—构造带编号; 20—断裂及编号; 21—地名; I<sub>1</sub>—阿尔泰构造带; I<sub>2</sub>—阿尔曼太构造带; II<sub>1</sub>—卡拉麦里构造带; II<sub>2</sub>—准噶尔盆地; II<sub>3</sub>—将军庙构造带; ①—额尔齐斯断裂; ②—阿尔曼太断裂; ③—卡拉麦里断裂

图 1 卡拉麦里地区黄羊山岩体地质简图

Fig. 1 Geological Sketch of Huangyangshan Intrusion in Kalamaili Area

0.80, 与上述两者接近, 这可能反映出它们形成产出条件和成因演化的某种相似关系。与造山运动同期的碱性长石三斜度较低, 而造山晚期和造山期后的碱性长石的三斜度高, 该岩体碱长花岗岩的碱性长石三斜度大于 0.7<sup>[3]</sup>, 说明黄羊山岩体是造山期后的产物。从标准矿物计算看, 黑云母碱长花岗岩 Or 值(Or=24)明显低于钠铁闪石碱长花岗岩(Or=28), 并且后者中 An、Ab 为 0, 可见从黑云母碱长花岗岩到钠铁闪石碱长花岗岩碱性升高, 存在一定演化序次。

3.2 黑云母

黑云母是偏碱性花岗岩中常见的暗色造岩矿

物。在中(细)粒黑云母碱长花岗岩中, 黑云母为浅褐—深褐色, 多色性明显, 常常包裹锆石等副矿物, 在其内部形成多色晕圈, 部分黑云母已蚀变成绿泥石、绢云母。黑云母是富 Fe、Li, 而贫 Mg 的铁叶云母或铁质黑云母<sup>[18]</sup>, 与西准噶尔达拉布特碱性花岗岩中的黑云母种类基本一致, 而与华南许多典型壳源的碱长花岗岩不同。在 Abdel-Rahman 图中, 黑云母均落在非造山碱性岩系区<sup>[19]</sup>。

3.3 闪石

岩体内闪石属于钠闪石(Rie)—钠铁闪石(Arf)类, 是碱性花岗岩中典型的造岩矿物, 呈自形一半自形, 长柱状—棒状, 粒度 0.5~1.5 mm, 深

表 1 黄羊山花岗岩体主要岩石学特征

Tab. 1 Main Lithologic Features of Huangyangshan Intrusion								$\varphi_B/\%$
特 征	中粒黑云母碱长花岗岩	中粒角闪石碱长花岗岩	中粒钠铁闪石碱长花岗岩	中细粒黑云母碱长花岗岩	中细粒钠铁闪石碱长花岗岩	细粒混合花岗岩(含石墨)	微细粒闪长岩(包体)	辉绿(玢)岩(脉)
主要矿物含量	钾长石	35~40	35~40	30~40	35~40	30~35	25~35	1~5
	斜长石	10~15	5~15	10~15	10~15	25~30	20~30	60~70
	石英	25~30	20~30	20~30	25~30	20~25	25~30	5~10
	黑云母	5~10	<1	<1	5~10	无	<1	1~5
	角闪石	<1	5~10	<1	<1	<1	<1	25
	钠铁闪石	无	无	5~10	无	<5	无	无
特征矿物	磷灰石, 萤石	霓石	钠铁闪石, 霓石, 萤石	萤石	钠铁闪石, 霓石, 萤石	石墨	磷灰石	磷灰石, 钛铁矿
粒度/mm	2.0~4.0	2.0~4.0	2.0~4.0	1.0~4.0	1.0~4.0	1.0~2.0	<1.0	<2.0
组	岩石结构	中粒花岗岩结构, 文象结构, 块状构造	中粒花岗岩结构, 文象结构, 块状构造	中粒不等粒花岗岩结构, 似斑状结构, 块状构造	中细粒花岗岩结构, 块状构造	中细粒花岗岩结构, 块状构造	细粒花岗岩结构, 块状构造	微细粒半自形粒状结构主, 另见蠕英结构
	钾长石晶形	条纹长石格子双晶, 微斜长石卡氏双晶	条纹结构及细小条纹结构, 卡氏双晶	卡氏双晶, 条纹少	条纹结构	卡氏双晶	卡氏双晶	捕虏晶, 卡氏双晶为主, 见条纹长石
构	斜长石晶形	更长石, 环带, 卡钠联合双晶, $An=24\sim29$	更长石, 发育环带, 卡钠联合双晶, $An=23\sim27$	更长石, 双晶发育, 部分发育环带构造和卡钠双晶, $An=25\sim27$	更长石, 厚板状为主, 发育双晶, 环带构造和卡钠双晶, $An=22\sim27$	更长石, 卡钠联晶发育, $An=26\sim27$	更长石, 卡钠联晶发育, $An=24\sim27$	聚片双晶及环带, $An=32\sim42$ , 捕虏晶中 $An=22\sim27$
分布范围	呈环带状侵入于苏吉泉北部, 形成南部半环带	岩体中心, 出露面积较大	呈环带状分布于黄羊山北部, 形成北部半环带	呈小侵入体分布与中粒黑云母碱长花岗岩中	出露于岩体最北部, 面积较大, 主岩性之一	呈带分布于中粒黑云母碱长花岗岩和中粒角闪碱长花岗岩之间	集中发育在中粒角闪碱长花岗岩中(3个密集区)	呈东西向分布在各寄主岩石中

蓝色—黑色, 脆性。镜下为暗蓝色, 多色性明显, 分布于钾长石与石英之间的间隙中, 在石英脉中与石英、锡石、赤铁矿一起呈团块状、稠密浸染状构成矿石。碱性花岗岩中除了含钠闪石和钠铁闪石外, 有时却只含角闪石, 在该岩体中识别出了角闪石碱长花岗岩, 碱长花岗岩中一般不会含有角闪石。含角闪石的碱长花岗岩, 可能是属于幔源重熔分异的碱性花岗岩(A型花岗岩), 碱长花岗岩中出现角闪石类矿物是反映其为幔源成因碱性系列岩石的一个标志<sup>[19]</sup>。研究表明<sup>[3]</sup>, 随着岩浆分异演化到晚期二氧化硅的分异度升高, 温度降低, 闪石的Al含量下降, 钠闪石类质同象过渡为钠铁闪石。普通显微镜测定显示, 岩体中的闪石除角闪石就是钠铁闪石, 而很少有钠闪石, 表明钠铁闪石碱长花岗岩是岩浆分异演化晚期的产物, 这与黑云母和标准矿物中的结论完全吻合。

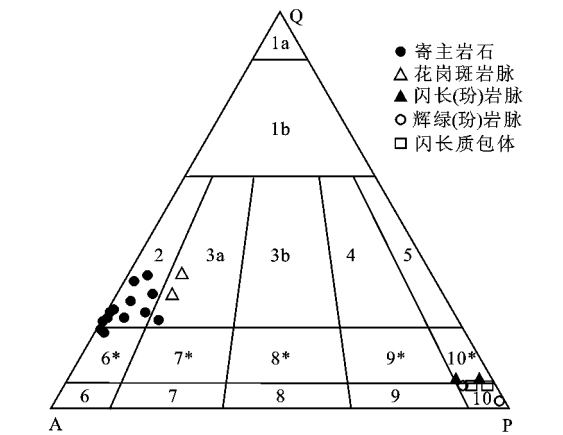
3.4 霓辉石

在钠铁闪石碱长花岗岩中有霓辉石发育, 黄

绿-草绿色, 它形粒状, 粒径为0.05~0.20 mm, 多色性明显, 具辉石式解理, 多和碱性闪石、条纹长石连生。可以说辉石类是碱性花岗岩的标志矿物, 霓辉石的存在, 表明本区碱性花岗岩演化到晚期存在着广泛的水-岩(浆)作用。在开放体系结晶的碱性花岗岩中存在碱性暗色矿物, 而在封闭(相对)体系中结晶的碱性岩中碱性暗色矿物一般不出现<sup>[20]</sup>, 这和后碰撞的张性环境相一致。

3.5 锆石

锆石呈正方双锥状或锥状(图8), 颜色呈浅黄色或浅黄褐色, 透明, 极少数半透明, 金刚光泽, 晶面光滑, 晶棱平直, 晶面晶棱界限清晰。晶体长0.06~0.22 mm, 宽0.03~0.09 mm, 长宽比值为2:1.3:1.3:2.4:1.5:2.6:2.7:4。晶体内含暗色矿物包体及小锆石, 个别有双晶出现。在黑云母碱长花岗岩中锆石柱体以{100}较发育为主, 过渡到钠铁闪石碱长花岗岩中以{110}发育为主, 晶形中也逐渐较多发育S<sub>5</sub>和S<sub>10</sub>型, 直至出现L、G和A型



1a—石英岩; 1b—富石英花岗岩; 2—碱长花岗岩; 3a—正长花岗岩; 3b—二长花岗岩; 4—花岗闪长岩; 5—石英闪长岩(斜长花岗岩、奥长花岗岩); 6—碱长正长岩; 6\*—石英碱长正长岩; 7—石英正长岩; 7\*—正长岩; 8—石英二长岩; 8\*—二长岩; 9—二长闪长岩/二长辉长岩; 9\*—石英二长岩/石英二长辉长岩; 10—闪长岩/辉长岩/斜长岩; 10\*—石英闪长岩/石英辉长岩/石英斜长岩

图 2 黄羊山岩体 Q-A-P 图解<sup>[21]</sup>

Fig. 2 Q-A-P Diagram of the Huangyangshan Intrusion

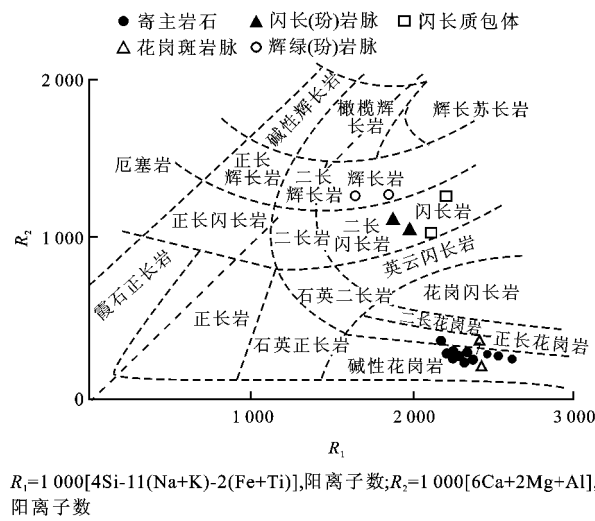


图 3 黄羊山岩体  $R_1$ - $R_2$  图解<sup>[22]</sup>

Fig. 3  $R_1$ - $R_2$  Diagram of the Huangyangshan Intrusion

锆石, 锥体则多以 {101} 发育为主<sup>[23]</sup>。表明在此过程中, 岩石交代作用逐渐增强, 并且伴随部分重熔作用而与壳源物质强烈混染, 岩浆结晶温度逐渐降低, 而结晶分异程度提高, 岩石碱度明显增强。

4 包体岩石学特征

4.1 包体岩石类型

包体有辉长闪长岩、闪长岩、石英闪长岩, 手标本上包体为微细粒结构, 镜下观察为斜长石、辉石、

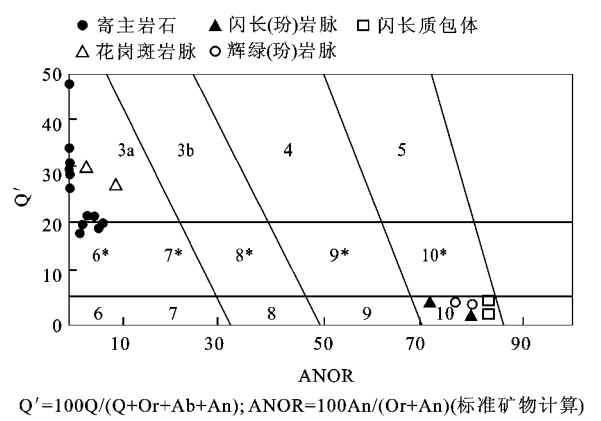


图 4 黄羊山岩体  $Q'$ -ANOR 图解<sup>[24]</sup>

Fig. 4  $Q'$ -ANOR Diagram of the Huangyangshan Intrusion



图 5 钠铁闪石碱长花岗岩中钠铁闪石不定向分布

Fig. 5 Arfvedsonite Distributed in Alkali Granite of the Huangyangshan Intrusion

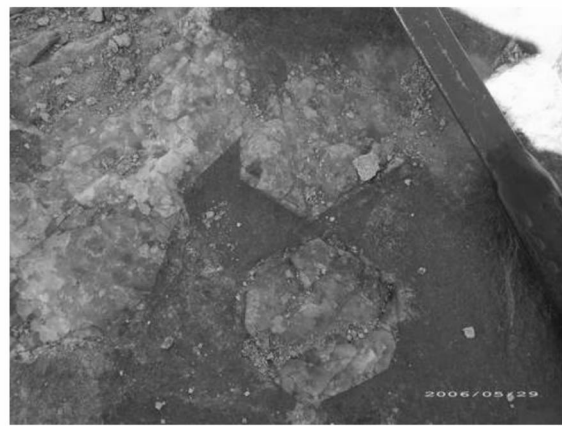


图 6 黑云母碱长花岗岩中的石英晶洞

Fig. 6 Quartz Vug in Biotite Alkali Granite of the Huangyangshan Intrusion

石英、角闪石和黑云母等的集合体。斜长石颗粒自形程度好, 粒度较大, 颜色、晶形及排号与寄主岩石一致(图 9)。单斜辉石含量较低, 且为受熔蚀的细



图 7 钠铁闪石碱长花岗岩中的钾长石晶簇  
Fig. 7 Potassium Feldspar Crystal Druse in Arfvedsonite Alkali Granite

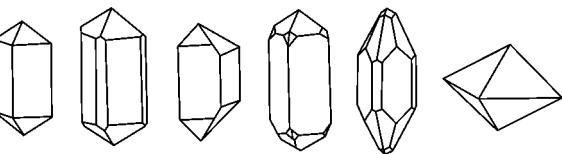


图 8 黄羊山岩体中锆石晶形  
Fig. 8 Zircon Crystal of the Huangyangshan Intrusion



图 9 黄羊山岩体中寄主岩和包体成分的一致性  
Fig. 9 Same Ingredient in Host Rock and Enclaves of the Huangyangshan Intrusion

小颗粒。角闪石和黑云母受熔蚀程度较强, 呈小颗粒分布于长英质矿物之间。此外, 微粒角闪石的港湾状边缘常为黑云母充填。在包体中有寄主岩分布(图 10), 表明包体是在塑性状态下和寄主岩作用, 很可能是酸性的寄主岩和基性的包体岩浆混合的结果。

4.2 包体的形态与大小

包体多见椭球状、纺锤状、卵圆状、扁豆状、浑圆状、蝌蚪状、放射状及不规则形态, 大小悬殊, 大

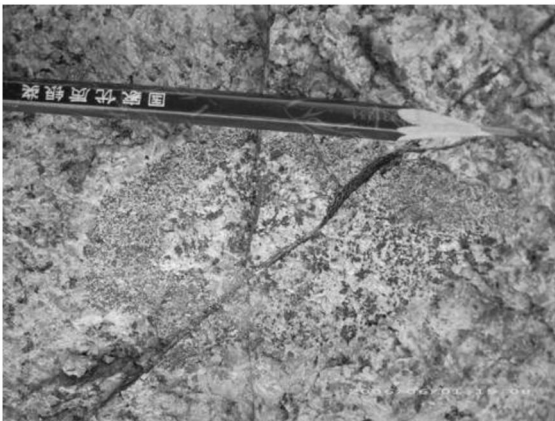


图 10 黄羊山岩体中包体和寄主岩的关系  
Fig. 10 Relation Between Host Rock and Enclaves of the Huangyangshan Intrusion

者近 3 m, 小至几厘米甚至更小。见暗色矿物定向排列及“拖尾”等流线形形态, 表明包体被“包裹”时呈塑性状态<sup>[25-30]</sup>。闪长质微粒包体很有可能是由于基性岩浆混入酸性岩浆之后被携带搬运发生分裂而形成, 尤如两种粥状物质混合在一起造成形态变化一样。形态特征记录了闪长质微粒包体被包裹时物理状态的重要信息。

4.3 包体组构

一般为暗灰色、灰褐色为主, 少数为灰黑色, 外圈常见交代作用形成的浅色晕圈, 岩石以半自形粒状结构为主, 另见蠕英结构, 为典型岩浆结构。包体与寄主岩之间的接触关系有截然状和弥散状两种, 以截然接触为多, 这反映了包体形成时两个端员之间热学状态的差异<sup>[25]</sup>。斜长石呈自形一半自形柱状, 也有部分呈粒状, 斜长石的异常环带结构发育, 辉石矿物呈粒状充填其中, 黑云母呈板状且生长受到其他矿物的限制, 边缘成港湾状, 另外在部分包体边界见冷凝边<sup>[26]</sup>, 并见长石斑晶环绕分布。闪长质包体中发育具更长石环边的钾长石巨晶, 这是岩浆混合的标志<sup>[31]</sup>。

4.4 包体与寄主岩石成分交换

部分闪长质微粒包体与寄主岩石在成分、色率、组构等呈弱过渡关系, 界线模糊。宏观上闪长质微粒包体中经常混入寄主岩石中的钾长石巨晶(捕虏晶), 斑晶约 0.5~1.0 cm, 其粒度较包体中正常矿物粒度大 1 个甚至几个数量级。包体中可看到长石斑晶在其内部定向排列或被圆化或被基性矿物充填于其中的现象, 暗色矿物如角闪石、黑云母粒度明显由主岩向包体逐渐减小, 在过渡区域内

尚有少量石英存在,但在闪长质微粒包体核心区几乎没有石英存在,即闪长质微粒包体与寄主岩石间存在过渡关系,两者之间有成分交换。

包体在地球化学特征上表现为与寄主岩相互区别又受其制约(另文讨论),幔源的基性岩浆与酸性岩浆混合作用,使得两者在化学成分和矿物组成上趋于一致(图 11)。成分交换中由于温度、压力及环境的作用,在包体中有成分的分带性(图 12)。因此,闪长质微粒包体是半塑性状态—塑性状态的基性岩浆与酸性岩浆混合形成的。

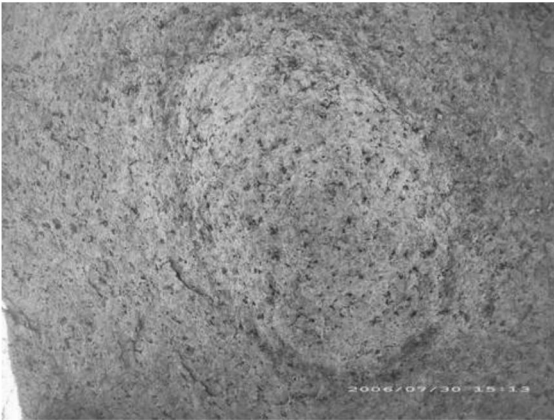


图 11 黄羊山岩体中包体和寄主岩的成分交换  
Fig. 11 Ingredient Exchange Between Host Rock and Enclaves of the Huangyangshan Intrusion



图 12 黄羊山岩体中包体中成分的分带性特征  
Fig. 12 Ingredient Banding in Enclaves of the Huangyangshan Intrusion

4.5 包体群的定向

闪长质微细粒包体集中发育在中粒角闪碱长花岗岩和中粒钠铁闪石碱长花岗岩接触部位,形成明显的 3 个包体群(图 13)在寄主岩体中的排列与基性岩墙以及区域主构造线一致,分布具有规律

性,有可能是岩浆流动过程中受到围岩限制或区域构造共同作用形成的,不排除与卡拉麦里断裂的内在关系。总之,包体是其基性岩浆在塑性状态下运移及就位时,受围岩限制、区域构造作用、流体压力、局部对流等复杂系统共同作用的结果。

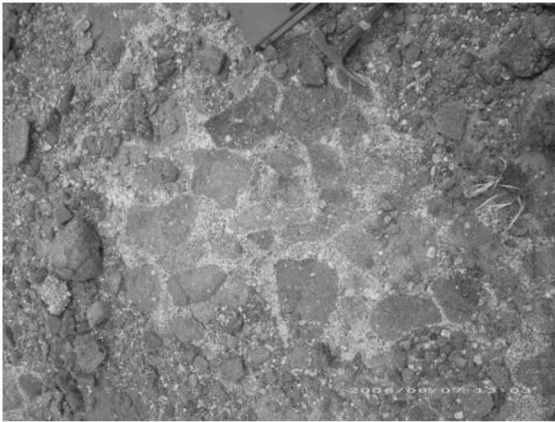


图 13 黄羊山岩体中集群分布的包体  
Fig. 13 Group Distribute of the Enclaves in the Huangyangshan Intrusion

5 基性岩脉

黄羊山岩体内部发育大量的闪长(玢)岩脉以及少量辉绿(玢)岩脉,走向  $70^{\circ} \sim 90^{\circ}$ , 长度可达 5 km, 宽 1 m 左右,不连续分布,穿插各个单元。花岗斑岩脉主要发育在北部的中细粒钠铁闪石碱长花岗岩中,其与区内锡矿北花岗斑岩体岩性一致,是同时代的产物,属于高钾碱性系列。闪长(玢)岩脉主要发育在岩体中部,被断层错断分布,可能是岩浆结晶分异后期产物。辉绿(玢)岩脉在区内有 4 条,其岩石学特征为:斜长石(67%),自形一半自形板状,粒径  $1.0\text{ mm} \times 0.5\text{ mm} \sim 2\text{ mm} \times 0.4\text{ mm}$ ,聚片双晶发育,环带结构,测得  $A_n = 54$ ,属于拉长石,岩体的斜长石  $A_n = 22 \sim 27$ ,两者明显不同;辉石(30%),粒状,粒径  $0.25 \sim 0.8\text{ mm}$ ,分布于长石格架间,大多数已被黑云母、绿帘石交代,保留原来的晶形。结合区域地质资料看,辉绿(玢)岩脉很可能是幔源岩浆在张性环境下与地壳中古老的长英质物质同化混染作用的结果,当然,这需要地球化学的进一步研究。

6 结语

(1)前人所称萨北岩体和苏吉泉岩体仅仅是黄羊山岩体的一个组成部分,而并非单独岩体。黄羊



山岩体寄主岩石划分为中粒黑云母碱长花岗岩、中粒角闪石碱长花岗岩、中粒钠铁闪石碱长花岗岩、中细粒钠铁闪石碱长花岗岩、细粒黑云母碱长花岗岩和细粒混合花岗岩(含石墨)6 个单元。

(2)岩石学及矿物特征表明, 有从黑云母碱长花岗岩向钠铁闪石碱长花岗岩演化的趋势, 可能是幔源重熔分异的碱性花岗岩(A 型花岗岩), 而闪长质微细粒包体及大量发育的闪长(玢)岩脉和辉绿(玢)岩脉提供了有力的佐证。

(3)黄羊山岩体形成于后碰撞张性环境, 其就位与卡拉麦里断裂有关。当然, 通过包体与寄主岩石之间的关系, 探讨岩石成因机制问题和幔源岩浆的分异演化过程有待于深入研究。

参考文献:

[ 1 ] 毕承思, 沈湘元, 徐庆生, 等. 新疆贝勒库都克锡矿带含锡花岗岩地质特征[ J ]. 岩石矿物学杂志, 1993, 12(3): 213-223.

[ 2 ] 刘家远, 喻亨祥, 吴郭泉. 新疆北部卡拉麦里富碱花岗岩带的碱性花岗岩与锡矿[ J ]. 有色金属矿产与勘查, 1997, 6(3): 129-135.

[ 3 ] 喻亨祥, 吴郭泉, 刘家远. 新疆东准噶尔地区两类花岗岩与两个成矿系列[ J ]. 大地构造与成矿学, 1998, 22(2): 119-127.

[ 4 ] 赵东林, 杨家喜, 胡能高, 等. 新疆东准噶尔老鸦泉含锡花岗岩体同位素年代学特征[ J ]. 西安工程学院学报, 2000, 22(2): 15-17.

[ 5 ] 刘家远, 喻亨祥, 林锦富. 新疆东准噶尔两类花岗岩质成岩浆建造及其矿床系列[ J ]. 桂林工学院学报, 1998, 18(3): 205-214.

[ 6 ] 刘家远, 喻亨祥, 吴郭泉. 新疆东准噶尔两类碱性花岗岩及其地质意义[ J ]. 矿物岩石地球化学通报, 1999, 18(2): 89-94.

[ 7 ] 刘家远, 袁奎荣, 吴郭泉, 等. 东准噶尔富碱花岗岩类及其成矿作用[ M ]. 长沙: 中南工业大学出版社, 1996.

[ 8 ] 忻建刚, 袁奎荣, 刘家远. 东准噶尔北部碱性花岗岩的特征、成因及其构造意义[ J ]. 大地构造与成矿学, 1995, 19(3): 214-226.

[ 9 ] 赵东林, 胡能高. 新疆东准老鸦泉含锡花岗岩体地球化学特征及其构造环境[ J ]. 西安地质学院学报, 1997, 19(4): 7-12.

[ 10 ] 王中刚. 新疆北部花岗岩类成因类型及其与成矿的关系[ J ]. 新疆地质, 1994, 12(1): 9-15.

[ 11 ] 吴郭泉, 刘家远, 袁奎荣. 新疆卡拉麦里富碱花岗岩带组成[ J ]. 桂林工学院学报, 1997, 11(1): 18-25.

[ 12 ] 林锦富, 喻亨祥, 余心起, 等. 新疆东准噶尔萨北富碱花岗岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 测年及其地质意义[ J ]. 岩石学报, 2007, 23(8): 1876-1884.

[ 13 ] 唐红峰, 屈文俊, 苏玉平, 等. 新疆萨惹什克锡矿与萨北碱性 A 型花岗岩成因关系的年代学制约[ J ]. 岩石学报, 2007, 23(8): 1989-1997.

[ 14 ] 苏玉平, 唐红峰, 刘丛强, 等. 新疆东准噶尔苏吉泉铝质 A 型花岗岩的确立及其初步研究[ J ]. 岩石矿物学杂志, 2006, 25(3): 175-184.

[ 15 ] 李锦铭. 新疆东准噶尔蛇绿岩的基本特征和侵位历史[ J ]. 岩石学报, 1995, 11(增刊): 73-84.

[ 16 ] 李锦铭, 肖序常, 汤耀庆, 等. 新疆东准噶尔卡拉麦里地区晚古生代板块构造的基本特征[ J ]. 地质论评, 1990, 36(4): 305-316.

[ 17 ] 洪大卫. 福建沿海晶洞花岗岩带的岩石学和成因演化[ M ]. 北京: 北京科学技术出版社, 1987.

[ 18 ] 田慧新, 刘显凡, 徐德章. 新疆东准噶尔(西域)含锡花岗岩特征及黑云母对含矿性的判别作用[ C ]. //《新疆地质科学》编委会, 新疆地质科学: 第 2 辑. 北京: 地质出版社, 1990: 56-71.

[ 19 ] 王中刚, 朱笑青, 毕 华, 等. 中国新疆花岗岩[ M ]. 北京: 地质出版社, 2006.

[ 20 ] 许荣华, Harris N B M, Lewis C L, 等. 拉萨至格尔木的同位素地球化学[ C ]. //中英青藏高原综合地质考察队. 青藏高原地质演化. 北京: 科学出版社, 1990: 282-302.

[ 21 ] Maitre R W. 火成岩分类及术语辞典[ M ]. 王碧香, 沈 昆, 毕立君, 译. 北京: 地质出版社, 1991.

[ 22 ] Roche H, Leterrier J, Grand-Claude P, et al. A Classification of Volcanic and Plutonic Rocks Using R<sub>1</sub>R<sub>2</sub>-diagram and Major-element Analyses: Its Relationships with Current Nomenclature[ J ]. Chem Geol, 1980, 29(1/4): 183-210.

[ 23 ] 刘显凡, 卢秋霞. 新疆东准噶尔锡矿成矿带锆石形态标型特征与含矿性关系及成因意义[ C ]. //《新疆地质科学》编委会, 新疆地质科学: 第 2 辑. 北京: 地质出版社, 1990: 114-127.

[ 24 ] 高秉璋, 洪大卫, 郑基俭. 花岗岩类区 1 : 50 000 区域地质填图方法指南[ M ]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1991.

[ 25 ] Vernon R H. Microgranitoid Enclaves in Granites-globules of Hybrid Magma Quenched in a Plutonic Environment[ J ]. Nature, 1984, 309: 438-439.

[ 26 ] Giorgio R, Maurizio M, Vicente A, et al. Petrogenesis of the Paleoproterozoic Basalt-andesite-rhyolite Dyke Association in the Carajas Region, Amazonian Craton[ J ]. Lithos, 1998, 43(4): 235-265.

[ 27 ] 王德滋, 周新民, 徐夕生, 等. 微粒花岗岩包体的成因[ J ]. 桂林冶金地质学院学报, 1992(3): 235-241.

[ 28 ] 江 万. 中酸性侵入岩中镁铁质微粒包体及其意义[ J ]. 地质科技情报, 1996, 15(1): 13-18.

[ 29 ] 马昌前, 杨坤光, 唐仲华, 等. 花岗岩类岩浆动力学——理论方法及鄂东花岗岩类例析[ M ]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1994.

[ 30 ] 肖庆辉, 邓晋福, 马大铨, 等. 花岗岩研究思维与方法[ M ]. 北京: 地质出版社, 2002.

[ 31 ] Hibbard M J. The Magma Mixing Origin Mantled Feldspars[ J ]. Contrib Mineral Petrol, 1981, 76(2): 168-170.