卷(Volume) 25，期(Number) 1，总(SUM) 88
页(Pages) 64～73，2001，3 (Mar.，2001)

大地构造与成矿学
Geotectonica et Metallogenia

东准噶尔壳体构造演化与花岗岩构造成因类型

喻亨祥[1,2,3]，夏斌[1]，刘家远[3]，吴郭泉[3]，胡承琦[3]，陈根文[1]
(1. 中国科学院广州地球化学研究所，广东 广州 510640；2. 中国科学院长沙大地构造研究所，湖南 长沙 410013；3. 桂林工学院，广西 桂林 541004)

摘　要：东准噶尔构造上位于欧亚大陆腹地中亚复式壳体准噶尔地洼区的东北部，古生代，花岗岩浆活动强烈，花岗岩类主要形成于壳体大地构造演化的地槽体制阶段的激烈期和余动期，按历史－动力学条件、构造环境和成因"三位一体"综合成因类型划分新原则可将其划分为四种构造成因类型：地槽造山前陆缘裂谷幔源分异型、地槽同造山汇聚碰撞壳－幔混熔型、地槽同造山汇聚碰撞壳源型和地槽造山后陆内裂谷幔源分异型，各类花岗岩因其形成的历史－动力学条件、构造环境及机制与方式有别，而有不同的岩石组合和成岩成矿特征。

关键词：东准噶尔；壳体；构造演化；花岗岩类；构造成因类型
中图分类号：P541；P588.12　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1001－1552(2001)01－064－10

1　引　言

花岗岩的分类一直是地球科学中一个具有重要理论和重大经济意义的课题，长期以来，观点分歧，争论激烈。早期仅是岩相学意义上的产出深度分类。后来，人们开始将花岗岩类的形成和分布与区域大地构造演化联系起来。以海德曼(D. W. Hyndman)为代表，从历史论大地构造学(槽－台学说)的角度，把花岗岩类划分为地槽造山和非造山二大类[1972，Hyndman]。八十年代左右，花岗岩类的分类重点从花岗岩成岩物质的来源、形成深度和形成方式的角度，其代表主要有 Chappell 和 White 划分的 I 型和 S 型分类以及 A 型分类[1974，1984，Chappell *et al*]，徐克勤等划分的陆壳改造型、同熔型和幔源型[1984，徐克勤，等]，刘家远划分的壳型、过渡型和幔型及其逐级分类多级划分的花岗岩划分方案[1989，刘家远]。英国地质学家 W. S. Pitcher 基于"不同成因类型的花岗岩代表不同的活动带"的观点，从因果论大地构造学角度，

收稿日期：2000－10－06；改回日期：2000－11－25
基金项目：国家重点基础研究发展规划项目(G1999043204)、国家攀登预选项目(95－预－25)和国家重点科技攻关305项目(96－915－02－06)共同资助。
作者简介：喻亨祥(1969－)，男，博士后，主要从事岩浆建造成矿学研究。

万方数据

根据板块构造理论，提出了花岗岩形成构造环境的分类方案，把花岗岩划分为海洋岛弧型(M型)、活动大陆板块边缘型(科迪勒拉Ⅰ型)、造山期后隆起区型(加里东Ⅰ型)、克拉通褶皱带和大陆碰撞带型(S型)、稳定褶皱带和克拉通的隆起－裂谷型(A型)[1983，Petcher]。Pitcher这种分类的实质是建立在动力构造环境与源区类型存在固定对应关系的简单化的基础上，对"不同历史演化阶段对花岗岩类源区类型及形成方式有不同的控制作用"这一点注意不足，因而有其局限性，受到众多质疑。

本文作者认为：不同历史-动力学特征的构造活动区对花岗岩类的源区类型、形成深度和形成方式，即对花岗岩类的成因特性起着首要的控制作用，并且对花岗岩类的成岩成矿产生重要的影响。花岗岩类作为与构造活动区息息相关的深部构造－热事件的产物，其成岩成矿特征明显受到物质来源(源区类型)、形成机制与方式的制约，但归根结底是受其产出历史-动力学构造环境条件[1992，陈国达]的控制。地壳不乏演化阶段构造活动区和不同动力学特点的构造活动区，都将会对花岗岩浆和其源区类型、熔融方式与机制、侵位与定位机制产生多种不同的约束条件；不同的历史－动力学构造环境为花岗岩类的成岩成矿提供了不同的物质来源和不同的形成机制及形成方式的发育条件。基于上述认识，本文提出了花岗岩类形成的历史－动力学条件、构造环境和成因(物质来源＋形成机制)类型相结合"三位一体"的综合分类新原则；并以东准噶尔地区为实例，在剖析该区壳体[1992，陈国达]构造演化与动力学特征的基础上，阐述了该区花岗岩类构造演化特征，并对花岗岩类综合构造成因类型作出了划分。

2　区域壳体构造演化与动力学特征

东准噶尔地区是中亚—兴蒙巨型构造成矿域的重要组成部分，按陈国达新近主编的《亚洲陆海大地构造图》(1:800万)的区划[1994，陈国达]，东准噶尔壳体大地构造位于欧亚大陆腹地中亚复式壳体准噶尔地洼区的东北部(图1)。中亚壳体属于典型的大陆型壳体，壳体厚度较大(38～60 km)，壳体垂向结构中镁铁质(地幔岩)壳层和铁镁质、长英质壳层发育齐全，是分异演化程度较高的高成熟度壳体。壳体内不同时期、级别及规模的断裂构造广为发育，成为壳体内部不同级别壳块的分界构造[1992，1994，陈国达]。因此，东准噶尔构造上总体上呈现为NW向由多组断裂带分割的块状断隆山系和断陷盆地，即典型块状盆－岭的构造格局，具有鲜明的新构造－地貌反差悬殊的自然景观。

据现有资料[1989，陈国达，等；1992，肖序常，等；1993，新疆维吾尔自治区地质矿产局；1994，何国琦，等；1997，陈哲夫，等]，东准噶尔地区出露地层大致可划分出三个基本构造层：地槽构造层、地台构造层和地洼构造层。地槽构造层：出露最老的为下古生界志留系，零星分布，为由一套浅变质的碎屑岩、硅质岩及火山碎屑岩组成的火山—沉积建造；晚古生代地层分布最广，发育最齐全，是区内地槽构造层的主体；泥盆系－下石炭统下部主要为海相火山岩、火山碎屑岩建造；下石炭统中上部出现海陆交互相的火山碎屑岩及碎屑岩建造；中上石炭统为陆相火山岩、火山碎屑岩建造，以出现陆相火山岩为特征；二叠系为陆相中－中基性火山岩建造和山间盆地碎屑岩建造。地台构造层：局部发育有三叠系－白垩系稳定型内陆河湖相碎屑岩夹含煤建造。地洼构造层：主要由新生界陆相碎屑岩及砂、砾等松散堆积物组成。

区内最主要的构造是断裂构造。区域性大断裂由北而南依次有额尔齐斯—玛因鄂博大断裂，乌伦古大断裂(扎河坝—阿尔曼泰大断裂)、卡拉麦里大断裂，均呈北西—北西西向展布，将区域分割为不同块断，构成了东准噶尔地区的基本构造格局，同时也控制了包括花岗岩在内的

万方数据

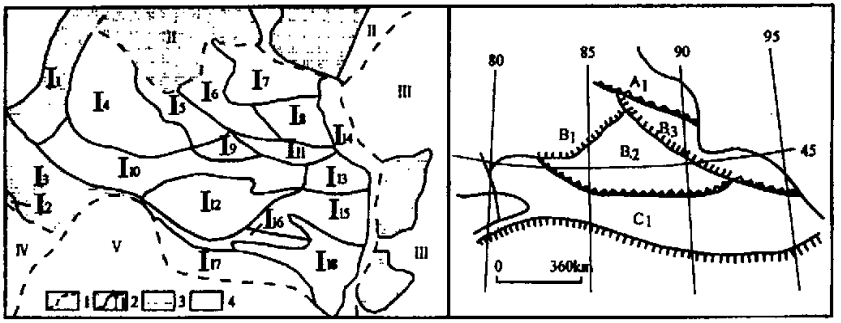


图1 中亚壳体大地构造区划及东准噶尔区域构造位置示意图(据陈国达，1994修编)

Fig. 1 Geotectonic division of the Central Asia Crustobody and geotectonic position of Eastern Junggar

1—壳体界线；2—构造区界线及编号；3—地台区；4—地洼区；Ⅰ—中亚壳体；I_1—乌拉尔地台区；I_2—厄尔布尔地洼区；I_3—土兰地台区；I_4—哈萨克地洼区；I_5—南梁地洼区；I_6—阿尔泰地洼区；I_7—西萨彦岭地洼区；I_8—杭爱地洼区；I_9—准噶尔地洼区；I_{10}—天山地洼区；I_{11}—西南蒙古地洼区；I_{12}—塔里木地洼区；I_{13}—巴丹吉林地洼区；I_{14}—中蒙南北地洼区；I_{15}—青甘地洼区；I_{16}—昆仑地洼区；I_{17}—藏北地洼区；I_{18}—巴颜喀拉地洼区；Ⅱ—北亚壳体；Ⅲ—东亚壳体；Ⅳ—西亚壳体；Ⅴ—南亚壳体；A_1—阿尔泰地洼区巴拉额尔齐斯地穹系；B_1—准噶尔地洼区西准地洼系；B_2—准噶尔地洼区中准地洼系；B_3—准噶尔地洼区东准地穹系；C_1—天山地洼区北天山地洼系

各类侵入岩的空间展布。

该区自前寒武纪以来经历了长期而复杂的构造演化运动史。古生代，该区位于古中亚壳体内部的西伯利亚与哈萨克斯坦—准噶尔两大壳块的接合部位，构造史上处于壳体构造演化的地槽发展阶段[1989，陈国达，等]。晚古生代，由于两大壳块的汇聚、碰撞，地槽封闭，该区发生了大规模的强烈的褶皱造山运动，岩浆活动强烈，从超基性岩、基性岩、中性岩、酸性岩到碱性岩均有发育。其中，以花岗岩类的广泛出露为特征。

根据对该区包括沉积、变质、岩浆作用和构造变动等地质记录[1984，江远达；1987，吴庆福；1989，陈国达，等；1990，新疆北部前寒武系与含矿性研究所；1992，肖序常，等；1993，新疆维吾尔自治区地质矿产局；1993，高振家，等；1993，郭召杰，等；1994，何国琦，等；1994，周玉泉；1995，黄建华，等；1997，陈哲夫，等；1997，胡霭琴，等；1998，喻亨祥；1999，韩宝福，等]的综合分析与研究，可区分出四类各具不同动力学特性的构造环境，按其历史顺序的先后它们分别相当于：前地槽构造区、地槽构造活动区、地台构造稳定区和后地台活化构造区，表现出该区壳体大地构造演化具有动定递进转化呈阶段性发展的基本规律[1998，喻亨祥]。各不同构造体制发展阶段的构造演化及其历史—动力学特征简述如下：

2.1 前地槽阶段(前寒武纪)

关于包括东准噶尔在内的准噶尔地区前寒武纪基底性质及其演化史的认识目前尚存在较大分歧[1984，江远达；1987，吴庆福；1989，陈国达，等；1990，新疆北部前寒武系与含矿性研究所；1992，肖序常，等；1993，新疆维吾尔自治区地质矿产局；1993，高振家，等；1994，何国琦，等；1994，周玉泉；1997，陈哲夫，等；1997，胡霭琴，等；1998，喻亨祥；1999，韩宝福，等]，或认为其下伏有前寒武纪古陆壳基底，或认为其基底是洋壳。就其周边地区来说，塔里木北缘地区(库鲁塔格、辛格尔、阔克苏等地)，天山地区(独库公路、昆亚、特克斯等地)和阿尔

万方数据

泰地区(富蕴)的地质与同位素资料[1997，胡霭琴，等]显示，前震旦纪新疆北部曾处于古陆核一原始陆壳演化阶段，震旦纪一寒武纪，已处于稳定阶段，形成了古中亚大陆壳体。

2.2　地槽体制阶段

寒武纪一二叠纪末期，其中包括了三个在动力学特征上存在明显差异的不同发展时期，即：地槽初动期、激烈期和余动期。(1) 地槽初动期。寒武纪开始，古中亚大陆壳体解体，新疆北部以准噶尔为中心扩张形成"古亚洲洋"和位于其两侧的哈萨克斯坦大陆壳块和西伯利亚大陆壳块。东准噶尔早古生代作为西伯利亚壳块南西侧活动陆缘的一部分，在奥陶纪拉张，稍后下陷相继形成地槽型裂谷(海沟)，北部在扎河坝一阿尔曼泰一带，出现以扎河坝一阿尔曼泰为代表的早一中奥陶世蛇绿岩套[1992，肖序常，等；1994，何国琦，等；1997，陈哲夫，等]；中部在莫钦乌拉一野马泉一带沉积了一套奥陶系一志留系包括荒草坡群、库布苏群和索尔巴斯它乌群的火山一沉积建造，并出现小规模加里东晚期花岗岩类岩浆活动[1992，肖序常，等；1993，新疆维吾尔自治区地质矿产局]。至晚古生代，东准噶尔形成了以卡拉麦里为代表的早一中泥盆世蛇绿岩套[1992，肖序常，等；1994，何国琦，等；1997，陈哲夫，等]，与蛇绿岩相伴生出现少量华力西早期洋壳幔源分异型花岗岩，它们属蛇绿岩基性岩浆分异的最终产物[1992，肖序常，等]。(2) 地槽激烈期。晚古生代地槽体制开始进入褶皱回返的发展阶段，转变为以挤压应力场为主、构造活动更强烈但以隆升为主的构造环境。整个泥盆纪一石炭纪早期，东准噶尔普遍发育地槽火山复理式建造、细碧岩建造、火山一深成岩建造和碎屑岩建造[1989，陈国达，等；1993，新疆维吾尔自治区地质矿产局]。中晚石炭世，地槽封闭褶皱造山，中基性海陆交互相、陆相火山岩、火岩碎屑岩建造十分发育[1989，陈国达，等；1993，新疆维吾尔自治区地质矿产局]；并出现大规模的花岗岩类岩浆活动，形成与挤压造山动力环境同步的钙碱性花岗岩带[1998，喻亨祥]。(3) 地槽余动期。晚石炭世一二叠世，进入拉张作用动力环境下的主造山期后发展时期，此期以碱性花岗岩大规模发育为特色[1990，顾连兴，等；1993，王中刚，等；1995，刘家远，等；1997，吴郭泉，等；1998，喻亨祥，等]，并出现有山间盆地磨拉石沉积建造，局部出现含煤建造[1989，陈国达，等；1993，新疆维吾尔自治区地质矿产局]。

2.3　地台体制阶段

三叠纪一白垩纪，除局部地区形成一套稳定的砂一砾一泥岩建造和含煤建造的盖层之外，其它地区均缺乏沉积，表明本区经准平原化已进入了地台发展阶段[1989，陈国达，等；1998，喻亨祥]。

2.4　地洼体制阶段

本区自第三纪晚期或第四纪早期开始进入地洼发展阶段[1989，陈国达，等；1998，喻亨祥]，活化形式以整体在拱曲作用控制下的断裂构造活动为主，新构造运动强烈，表现为构造一地貌反差强度显著增大的强烈块断造山，形成了北塔山、奥什克山、阿尔曼泰山等新一代地洼型块断山脉；岩浆活动强度较弱，本区尚未发现存在中生代岩浆活动，邻区阿尔泰地区据少量同位素资料报导存在燕山期花岗岩[1993，新疆维吾尔自治区地质矿产局；1997，胡霭琴，等；1999，陈富文，等]，但资料少，可靠性差，尚待进一步查证。

3　花岗岩类构造演化及构造成因类型

东准噶尔花岗岩类不及邻区阿尔泰发育，但花岗岩类的活动仍然是该区最为频繁、强烈，发育最为广泛、普遍的一类岩浆侵入活动，而且花岗岩类的活动呈现出多时代、多期次，成群成

万方数据

带集聚分布的特点[1990，顾连兴，等；1992，肖序常，等；1993，新疆维吾尔自治区地质矿产局；1993，王中刚，等；1995，刘家远，等；1998，喻亨祥]，不同时代、不同发展阶段的花岗岩类代表了不同的历史—动力学环境(图2)。前述区域壳体构造演化历史-动力学特征表明，花岗岩类岩浆活动以壳体大地构造演化史中的地槽体制阶段最为强烈；地台体制阶段因其构造运动相对和缓，已处于稳定区构造环境，缺乏岩浆活动；地洼体制阶段则因其活化形式以强烈的差异性块断造山—造盆作用为主，地洼构造层不发育，地洼岩浆活动也不明显。因此，该区花岗岩类建造主要属地槽型花岗岩类建造。花岗岩类主要形成于加里东晚期—华力西早期、华力西中晚期和华力西晚期[1990，顾连兴，等；1992，肖序常，等；1993，新疆维吾尔自治区地质矿产局；1993，王中刚，等；1995，刘家远，等；1998，喻亨祥]，分别对应于地槽体制的初动期、激烈期和余动期，代表了三种不同的构造环境。

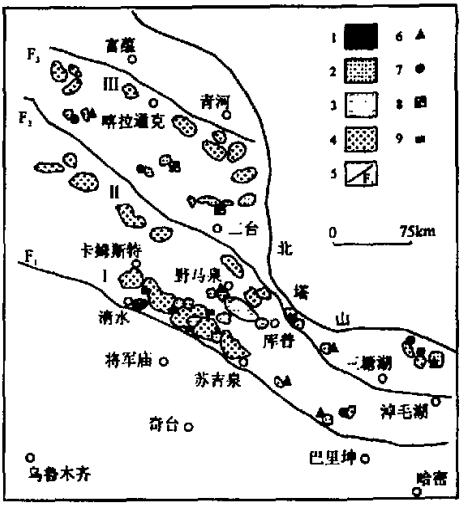


图2 东准噶尔花岗岩类构造成因类型及其分布示意图
(据新疆维吾尔自治区地质矿产局，1993修编)

Fig. 2 Tectonic—genetic types of granitoids and their distribution in Eastern Junggar

1—地槽造山前陆缘裂谷幔源分异型花岗岩；2—地槽回造山汇聚碰撞壳—幔混熔型花岗岩；3—地槽回造山汇聚碰撞壳源型花岗岩；4—地槽造山后陆内裂谷幔源分异型；5—区域断裂及其编号(F_1—卡拉麦里断裂；F_2—阿尔曼泰—乌伦古断裂；F_3—额尔齐斯断裂)；6—金矿；7—铜矿；8—金铜铁矿；9—锡矿；Ⅰ—卡拉麦里富碱花岗岩带；Ⅱ—乌伦古富碱花岗岩带；Ⅲ—布尔根碱性花岗岩带

地槽体制初动期花岗岩岩体数量少，可分为加里东晚期和华力西早期两个时期。加里东晚期花岗岩以北塔山早古生代褶皱带内野马泉岩体为代表，岩体侵入于奥陶—志留系荒草坡群，被早泥盆统金格尔达组不整合覆盖，岩性为花岗闪长岩[1992，肖序常，等；1995，刘家远，等]，成因上与早古生代西伯利亚壳块西南侧活动陆缘北塔山初始地槽地背斜隆起作用有关。华力西早期花岗岩岩体数量少，以卡拉麦里带西段的清水、六棵树岩体为代表，与蛇绿岩密切伴生，被下石炭统南明水组覆盖，并被地槽余动期(华力西晚期)富碱花岗岩穿插，岩性为斜长花岗岩和石英闪长岩[1992，肖序常，等；1995，刘家远，等]，成因上与大洋裂谷幔源基性岩浆分异作用有关。

地槽激烈期花岗岩类广为发育，主要沿区域深大断裂带分布，岩体多为由同源岩浆多次侵入所构成的分异杂岩体(或称超单元)[1995，刘家远，等；1998，喻亨祥，等]，形成于地槽同造山挤压差异隆升的动力学环境，时代为华力期中晚期，成因上与地槽回返褶皱造山作用有关。岩性主要属钙碱性系列，岩石类型复杂多样，主要有两个组合，一个是辉长闪长岩—辉石闪长岩—闪长岩—石英闪长岩—石英二长岩—花岗闪长岩—斜长花岗岩组合，典型岩体如老山口金铜矿区含矿岩体、乌伦布拉克铜矿区含矿岩体、金山金矿区含矿岩体等[1998，喻亨祥]；另一个是黑云母花岗岩—富斜花岗岩—片麻花岗岩组合，典型岩体如野马泉岩体[1992，肖序

万方数据

常,等]。

地槽余动期花岗岩类也广为发育,时代为华力西晚期,岩性主要属碱性系列,为造山晚期裂陷环境下形成的碱性花岗岩,岩石类型复杂多样,主要包括有花岗二长岩、正长岩、石英正长岩、二长花岗岩、正长花岗岩、石英碱性正长岩、钠铁闪石花岗岩、钠闪石花岗岩、斑状钠闪石花岗岩、碱长花岗岩等,典型岩体如布尔根口岸碱性杂岩体、乌伦古萨尔铁列克碱性杂岩体、卡拉麦里的萨惹什克北碱性杂岩体、黄羊山碱性杂岩体、贝勒库都克碱性杂岩体等[1990,顾连兴,等;1993,王中刚,等;1995,刘家远,等;1998,喻亨祥,等]。

总的来看,东准噶尔地区花岗岩类集中发育于晚泥盆世末到二叠纪,即相当于地槽体制的激烈期和余动期,在此期间连续发生的壳块汇聚→碰撞→拉张→陆内裂谷事件,造成了大规模的花岗岩浆活动。根据花岗岩类形成的历史—动力学条件、构造环境和成因(物质来源+形成机制)相结合的综合分类原则,可将本区花岗岩类划分四种构造成因类型(表1)。它们的构造演化顺序总体是:地槽造山前陆源裂谷幔源分异型→地槽同造山汇聚碰撞壳—幔混熔型→地槽同造山汇聚碰撞壳源型→地槽造山后陆内裂谷幔源分异型。

表1　东准噶尔花岗岩类历史-动力学构造环境成因综合分类

Table 1　Classification of granitoids from Eastern Junggar according to their historical-dynamic characteristics, tectonic setting and origin

构造体制	地槽体制初动期 ($\in$~D_{1-2})	地槽体制激烈期 (D_{1-2}~C_{2-3})		地槽体制余动期 (C_3—P)
动力环境	造山前活动陆缘引张裂解差异沉降	同造山挤压差异隆升		造山后陆内挤压松弛引张裂陷
物质来源与形成机制	幔源分异	壳—幔混熔	壳源重熔	幔源分异
岩石组合	石英闪长岩-斜长花岗岩	辉石闪长岩-闪长岩-石英闪长岩-花岗闪长岩-斜长花岗岩	黑云母花岗岩-富斜花岗岩-片麻花岗岩	石英碱性正长岩-钠铁闪石花岗岩-钠闪石花岗岩-碱长花岗岩
成矿特征		矽卡岩型、斑岩型、构造蚀变岩型、角砾岩筒型、石英脉型铜、金(铁、钼)矿		石英脉型、云英岩型和蚀变花岗岩型锡矿
典型岩体产地	清水、六棵树	索尔库都克、老山口、乌伦布拉克、库布苏、托让岗、卡拉先格尔	野马泉	萨北、黄羊山、贝勒库都克、卡姆斯特、萨尔铁列克、塔斯啸克、布尔根
综合成因类型	地槽造山前陆缘裂谷幔源分异型	地幔同造山汇聚碰撞壳—幔混熔型	地幔同造山汇聚碰撞壳源型	地槽造山后陆内裂谷幔源分异型

3.1　地槽造山前陆缘裂谷幔源分异型

指与蛇绿岩套密切伴生的大洋斜长花岗岩—石英闪长岩组合,其同源火山岩为细碧—角斑岩,由幔源基性岩浆分异形成,为蛇绿岩套岩浆分异的终端产物,形成于地槽初动期,形成环境为陆缘地槽型裂谷(海沟或大洋中脊)拉张环境。东准噶尔这类岩体数量较少,典型岩体如前述卡拉麦里西段的清水、六颗树岩体,其岩性为斜长花岗岩和石英闪长岩。据现有资料[1992,肖序常,等;1995,刘家远,等],斜长花岗岩主要由更长石和石英组成,含少量角闪石,副矿物有磁铁矿、磷灰岩和榍石;岩石蚀变较强,斜长石钠黝帘石化和绢云母化,角闪石强绿帘石化和绿泥石化。石英闪长岩主要由中性斜长石、角闪石和石英组成,副矿物和蚀变特征与斜长花岗岩类似。此类岩石的岩石化学特征,斜长花岗岩 SiO_2含量76.38%、Al_2O_3含量13%、K_2O/Na_2O

万方数据

为0.03～0.09;石英闪长岩 SiO_2含量61.20%、Al_2O_3含量17.12%、K_2O/Na_2O 为0.08;由石英闪长岩到斜长花岗岩,SiO_2升高,Al、Fe、Mg、Ca、Na 相应减少,碱质略有增加,而 K_2O 含量偏低且变化不大;通过 R_1-R_2图解岩石落入地幔分异区;稀土总量在77.95×10^{-6}～91.84×10^{-6},LREE/HREE 值在2.28～2.41之间,Eu/Sm 为0.24～0.26,La/Y 为0.25～0.27,δEu 为0.61～0.71,稀土球粒陨石标准化配分曲线为轻稀土微富集,铕明显负异常的近平坦型曲线,与该区基性熔岩、辉绿岩、堆晶辉长岩的稀土元素特征大体一致;ΣNd为9.87,$^{87}Sr/^{86}Sr$ 初始比值为0.704。

3.2 地槽同造山汇聚碰撞壳一幔混熔型

主要形成于地槽激烈期,部分延续到余动期,为地槽同造山汇聚碰撞造山的产物,形成于同造山挤压隆升动力学环境。多分布于大陆壳体或壳块边缘的幔隆一幔凹斜坡区,以及与陆缘造山带深部连通的陆内超壳深断裂带中,由上地幔物质和陆壳硅铝质按一定比例混熔而成,岩石组合为辉石闪长岩一闪长岩一石英闪长岩一花岗闪长岩一斜长花岗岩,包括其相应的浅成一超浅成或次火山斑(玢)岩组合。据现有资料[1993, 新疆维吾尔自治区地质矿产局; 1998, 喻亨祥],东准噶尔这类岩体数量多,岩体出露规模较小,多为出露面积不超过1 km^2的小岩枝、岩筒、岩墙;岩石类型丰富多姿,且常由同源岩浆多次侵入构成分异杂岩体;超浅成或次火山侵入体常伴有由岩浆隐蔽爆破作用所形成的隐爆角砾岩;岩石属钙碱性系列,SiO_2、K_2O+Na_2O含量偏低,SiO_2一般<65%,K_2O+Na_2O 平均在6.5%±,而 Na_2O、MgO 含量较高,岩石富钠、镁;过铝质一偏铝质;岩石分异程度一般,基性程度较高;稀土总量较低,轻稀土富集、重稀土亏损,铕微弱负异常,球粒陨石标准化配分模式为右倾斜、中等斜率、近于平滑的曲线;微量元素呈强不相容元素富集、Nb、Nd、Zr、Ti 为负异常,Th、P、Sr 为正异常。成矿特点上,与金、铜、铁、钼等金属成矿关系密切[1995, 刘光海,等; 1996, 刘德权,等; 1998, 喻亨祥; 1998, 高怀忠,等; 1999, 陈富文,等; 2000, 喻亨祥,等],与其有关的金矿类型主要有斑岩型、石英脉型、构造蚀变岩型和矽卡岩(或类矽卡岩)型,铜(钼)矿类型主要有矽卡岩(或类矽卡岩)型、隐爆角砾岩筒型、斑岩型和石英脉型;成因上构成了与地槽同造山汇聚碰撞壳一幔混熔型花岗岩类有关的金矿床系列和铜矿床系列[1998, 喻亨祥,等]。

3.3 地槽同造山汇聚碰撞壳源型

集中发育于地槽激烈期,部分延续至地槽余动期,形成历史-动力学条件与壳一幔混熔型类似。主要分布于大陆壳体或壳块内侧的上地幔凹陷区,由大陆壳体或壳块硅铝层重熔形成,岩石组合为黑云母花岗岩一富斜花岗岩一片麻花岗岩。区内这类岩体数量较少,野马泉一带分布的黑云母花岗岩、富斜花岗岩和片麻花岗岩为其典型岩体。据现有资料[1992, 肖序常,等],黑云母花岗岩、富斜花岗岩和片麻花岗岩规模小,零星分布,蚀变强烈,岩石化学上具高硅、富铝、贫镁、钙、$Na_2O>K_2O$、铝过饱和的特点。

3.4 地槽造山后陆内裂谷幔源分异型

地槽激烈期开始形成,集中发育于地槽余动期,为地槽造山晚期及造山后陆内裂谷拉张环境下的产物,主要沿大陆壳体或壳块内侧的裂谷带分布,形成机制为"上地幔物质部分熔融产生玄武岩浆一玄武岩浆分异产生相当于英云闪长岩、花岗闪长岩或斜长花岗岩的中酸性岩石一玄武岩浆分异产物作为源岩再次部分熔融产生 A 型岩浆一A 型岩浆再次分异"或"地幔物质活动一脱水的硅铝质源岩部分熔融一张性地质环境下花岗质岩浆分异"[1995, 刘家远,等],岩石具有探成浅定位的特点,岩石组合主要为碱性花岗岩组合[1997, 吴郭泉,等]。空间上主要沿卡拉麦里、乌伦古和额尔齐斯一玛因鄂博三大断裂带分布,相应构成南带、中带和北

万方数据

带三个碱性花岗岩带。岩体形成时代主要属华力西中晚期一晚期。岩石类型为石英碱性正长岩、钠铁闪石花岗岩、钠闪石花岗岩、斑状钠闪石花岗岩、碱长花岗岩等。岩石以富含碱性暗色矿物和碱铝指数 K_2O+Na_2O/Al_2O_3(分子比)一般在0.8以上为特征。碱性暗色矿物主要为钠闪石、钠铁闪石、霓石、霓辉石等。化学成分方面具有高 SiO_2(一般>77%)、Na_2O+K_2O 值(一般>7.75%)、碱饱和度(A.R>4)和分异指数(DI>93),较高 Fe/Mg 值,低 CaO 含量,即超高酸、高碱及高度分异的特点;稀土总量较高,一般大于200×10^{-6},(La/Rb)。平均值为8,具有十分显著的铕负异常,δEu=0.02～0.09;并具有高场强元素(Na、Ga、Zr、Y、REE)含量很高,Ga/Al 比值高,而 Sr、Ba、Ti、P 含量偏低的特点[1990, 田慧新,等; 1990, 刘显凡,等; 1993, 毕承思,等; 1993, 王中刚,等; 1995, 刘家远,等; 1998, 喻亨祥,等]。成矿特点上,与锡成矿关系密切,与其有关形成石英脉型、云英岩型和蚀变花岗岩型三类锡矿床,构成了与地槽造山后陆内裂谷幔源分异型花岗岩类有关的锡矿床系列[1995, 刘家远,等; 1998, 喻亨祥,等]。

4 结　语

东准噶尔地区壳体构造演化在经历了前地槽、地槽活动区体制、地台稳定区体制后,目前已进入了后地台活化(地洼区)体制发展阶段,壳体大地构造演化具有动定递进转化呈阶段性发展的基本规律。由于该区构造上隶属中亚复式壳体准噶尔地洼区(中亚型地洼区),其壳体构造演化、构造一岩浆一流体活动与东亚壳体华夏型地洼区存在显著的差异[1992, 1994, 陈国达],表现为"地洼区的区域成岩成矿主要由地槽体制成岩成矿构成"这种大地构造成岩成矿的特殊性。该区花岗岩浆活动以古生代最为强烈、最具特色,花岗岩类主要形成于壳体大地构造演化的地槽体制阶段的激烈期和余动期,按其形成历史一动力学条件、构造环境和成因"三位一体"综合成因类型划分新原则可将其划分为四种构造成因类型:地槽造山前陆缘裂谷幔源分异型、地槽同造山汇聚碰撞壳一幔混熔型、地槽同造山汇聚碰撞壳源型和地槽造山后陆内裂谷幔源分异型,四种类型花岗岩的岩石组合、岩石地球化学和成岩成矿特征各不相同,在构造上依次演化,反映出不同的历史一动力学条件、构造环境、物质来源和形成机制。

致谢　陈国达院士、杨心宜研究员、袁奎荣教授对本文提出了宝贵意见,谨致谢忱。

参考文献:

1972　Hyndman D W. Petrology of igneous and metamorphic rocks [M]. McGraw-Hill Book. New York, 13－97.

1974　Chappell B W, White A J R. Two contrasting granite types [J]. Pacific Geol, 8: 173－174.

1983　Petcher W S. Granite type and tectonic environment [M]. Mauntain building processes, 19－40.

1984　Chappell B W, White A J R. I- and S-type granite in the Lachlan fold belt, Southeast Australia [M]. In: Xu Keqin and Tu Guangchi (eds). Geology of granites and their metallogenetic relations, Beijing: Science Press, 72－87.

1984　徐克勤,孙涵,王德滋,等. 华南花岗岩成因与成矿[M]. 见:徐克勤,涂光炽主编. 花岗岩地质和成矿关系. 南京:江苏科学技术出版社, 1－20.

1984　江远达. 关于准噶尔地区基底问题的初步探讨[J]. 新疆地质, 2(1):11.

1987　[illegible]论准噶尔中间地块的存在及其在哈萨克斯坦板块构造演化中的位置[C]. 见:中国北方板块论

万方数据

文集,第2集.北京:地质出版社,28—38.
1989 刘家远.再论花岗岩的成因分类[J].河北地质学院学报,12(2):134—149.
1989 陈国达,黄苏,王道经,等.新疆北部大地构造与油气藏序列[C].见:中国科学院长沙大地构造研究所专刊第3号,1—32.
1990 新疆北部前寒武系与含矿性研究所.新疆前寒武系划分[C].见:新疆地质科学,第1辑.北京:地质出版社,76—82.
1990 顾连兴,褚强,胡受奚,等.新疆克拉麦里—哈尔里克碱性花岗岩地质特征与成因[C].见:新疆地质科学,第2辑.北京:地质出版社,47—55.
1990 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].见:新疆地质科学,第2辑.北京:地质出版社,56—71.
1990 刘显凡,卢秋霞.新疆东准噶尔锡矿成矿带锆石形态特征与含矿性关系及成因意义[C].见:新疆地质科学,第2辑.北京:地质出版社,114—127.
1992 陈国达.地洼学说新进展[M].长沙:中南工业大学出版社.
1992 肖序常,汤耀庆,冯益民,等.新疆北部及其邻区大地构造[M].北京:地质出版社,1—169.
1993 新疆维吾尔自治区地质矿产局.新疆维吾尔自治区区域地质志[M].北京:地质出版社,1—762.
1993 高振家,陈晋镳,陆松年,等.新疆北部前寒武系[C].见:前寒武纪地质,第六号.北京:地质出版社.
1993 郭召杰,马瑞士,郭令智,等.新疆北部蛇绿岩及其大地构造意义[J].地质论评,39(2):234—247.
1993 王中刚,赵振华,邹天人,等.新疆北部花岗岩类的成因类型及其成矿作用[M].见:涂光炽主编.新疆北部固体地球科学新进展.北京:科学出版社,127—136.
1993 王中刚,赵振华,于学元.新疆北部富碱侵入岩带地质地球化学特征及其成因[M].见:涂光炽主编.新疆北部固体地球科学新进展.北京科学出版社,169—172.
1993 毕承思,沈湘元,徐庆生.新疆贝勒库都克锡矿含锡花岗岩地质特征[J].岩石矿物学杂志,12(3):213—223.
1994 陈国达.亚洲陆海大地构造图(1:800万,中文版)[M].北京:科学出版社.
1994 何国琦,李茂松,刘德权,等.中国新疆古生代地壳演化及成矿[M].乌鲁木齐:新疆人民出版社;香港:香港文化教育出版社,1—427.
1994 周玉泉.关于准噶尔盆地基底性质的探讨[M].见:新疆地质科学,第5辑.北京:地质出版社,19—28.
1995 黄建华,吕喜朝,朱星南,等.北准噶尔洪古勒楞蛇绿岩研究的新进展[J].新疆地质,13(1):20—30.
1995 刘家远,袁奎荣,吴郭泉,等.新疆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,1—170.
1995 刘光海,陈仁义,白大明,等.东准噶尔铜金成矿特征及综合评价方法[M].北京:地质出版社,1—149.
1996 刘德权,唐延龄,周汝洪.中国新疆矿床成矿系列[M].北京:地质出版社,1—174.
1997 陈哲夫,成守德,梁云海,等.新疆开合构造与成矿[M].乌鲁木齐:新疆科技卫生也版社,32—40.
1997 胡霭琴,王中刚,涂光炽.新疆北部地壳演化及成岩成矿规律[M].北京:科学出版社,1—246.
1997 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,17(1):18—25.
1998 喻亨祥.东准噶尔壳体大地构造与钙碱性花岗岩类铜、金成矿[D].长沙:长沙大地构造研究所(博士论文),1—104.
1998 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,22(2):119—127.
1998 喻亨祥,刘家远,林锦富.新疆东准噶尔两类花岗质岩浆建造、两个金属成矿系列[J].矿床地质,17(增刊):625—628.
1998 喻亨祥,林锦富,刘家远,等.新疆乌伦布拉克隐爆角砾岩筒型斑岩铜矿成矿地质特征[J].地质与勘探,34(5):8—13.
1998 高振家,张旺生.库布苏金矿地质特征及成矿条件分析[J].新疆地质,16(2):118—124.

万方数据

1999　韩宝福,何国琦,王式光.后碰撞幔源岩浆活动、底垫作用及准噶尔盆地基底的性质[J].中国科学,29(1):17－21.

1999　陈富文,李华芹,王登红,等.中国阿尔泰造山带燕山期成岩成矿同位素年代学新证据[J].科学通报,44(11):1142－1148.

2000　喻亨祥,夏斌,刘家远,等.新疆乌伦布拉克铜矿花岗质潜火山杂岩岩石地球化学特征[J].地球化学,29(3):246－252.

CRUSTOBODY TECTONIC EVOLUTION AND TECTONIC－GENETIC TYPES OF GRANITOIDS IN EASTERN JUNGGAR, XINJIANG, CHINA

YU Heng-xiang[1,2,3], XIA Bin[1], LIU Jia-yuan[3], WU Guo-quan[3], HU Chen-qi[3], CHEN Gen-wen[1]

(1. *Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou*, 510640, *China*; 2. *Changsha Institute of Geotectonics, Chinese Academy of Sciences, Changsha*, 410013, *China*; 3. *Guilin Institute of Technology, Guilin* 541004, *China*)

Abstract: In genetic classification granitoids should be divided according to their historical-dynamic characteristics, tectonic setting and granitic magma origin. East Junggar is characterized by extensive development of granitic magmatism. Granitoid mainly occurred in the geosyncline stage. According to their historical-dynamic characteristics, tectonic setting and granitic magma origin, they can be divided into four multiple origin types: ①geosynclinal stage-preorogenic movement period-epicontinental geosynclinal rift-differential from mantle source magma-type; ②geosynclinal stage-synorogenic movement period-syntaxes and collision orogenic building-mantle-crust mix-type; ③geosynclinal stage-synorogenic movement period-syntexis and collision orogenic building-crust source magma-type; ④geosynclinal stage-postkinematic period-intracontinental rift-differential from mantle source magma-type. They are different respectively in rock association, lithogeochemistry and lithogenesis-mineralization.

Key words: Eastern Junggar; crustobody; tectonic evolution; granitoid; tectonic-genetic types

万方数据