

山东东部花岗岩特征和成因的几点认识

汤立成

(山东省地质矿产局第一地质大队)

提要 山东东部地区存在元古代和中生代花岗岩。元古代昆嵛山花岗岩是胶东群地层原地、半原地交代型花岗岩。大量的中生代花岗岩,由西向东大体上可分为三个带,并有如下规律:从西北向东南,时代由老变新,岩浆活动规模由小变大,岩石酸度由强变弱又变强,岩体都呈北东向互相平行的岩株状。

三个花岗岩带与太平洋板块和菲律宾板块的毕鸟夫带大致平行。其推移方向与板块运动方向呈相反。各期次花岗岩的成岩作用,均是地壳先成的岩石重新熔化而形成的花岗岩浆上升侵入,故应属地壳重熔型(即S型)花岗岩。

一、前言

在我国南岭,以及太平洋西岸均发现花岗岩呈北东向带状分布,花岗岩带大体上平行于太平洋板块和菲律宾海板块北东向毕鸟夫带(Benioff zone),同时花岗岩带有从西北向东南推移和变新的趋势,似乎有花岗岩推移方向与板块运动方向呈相反,花岗岩带大体平行于板块边界或毕鸟夫带的规律。

在山东省东部地区,中生代花岗岩分布较广,大约占1/6左右的面积,大体上可分三带:

西带:以玲珑花岗岩体为代表,属印支晚期—燕山运动早期产物,同位素年龄145—191Ma,岩体呈北东向,延长约105km以上,分布于招远北部、莱州东部,总面积约3000km²。

中带:以郭家岭斑状花岗闪长岩、艾山花岗闪长岩、牙山花岗闪长岩、昆嵛山花岗闪长岩、伟德山花岗闪长岩为代表。郭家岭斑状花岗闪长岩属于燕山运动早期,同位素年龄为135—177Ma,分布于栖霞、招远、莱州一带。艾山、牙山、昆嵛山、伟德山花岗闪长岩切穿郭家岭花岗闪长岩,时代属于燕山运动晚期早阶段(即艾山阶段),同位素年龄112—158Ma,上述各岩体,大体上亦呈北东向断续分布,长150km以上,地点在栖霞至荣成伟德山一带。

东带:以龙须岛、槎山、昆嵛山、招虎山、崂山、大、小株山、五莲山花岗岩为代表,属燕山晚期晚阶段(即崂山阶段)产物,同位素年龄为101—129Ma,呈北东向断

续分布于东部沿海各地，即从半岛东北角的荣成向西南经文登、海阳、青岛、胶南至五莲一带，长达460km。

三带总宽约130km，等于整个半岛宽度(图1)。

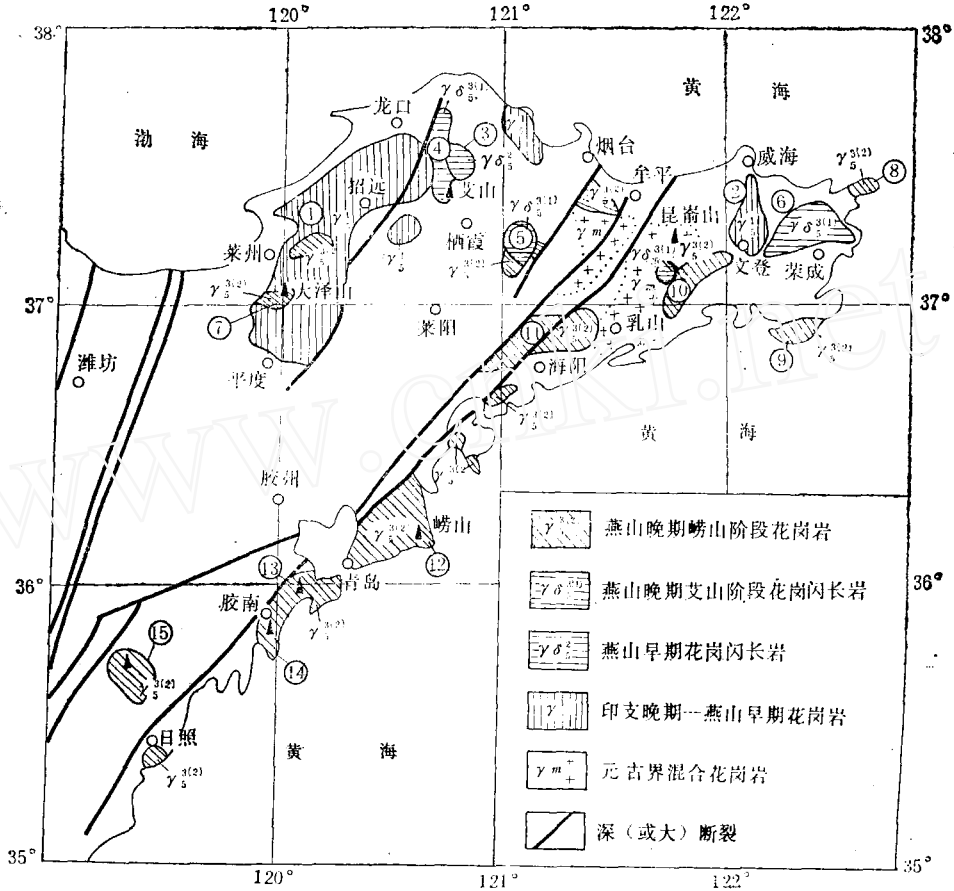


图1 山东东部花岗岩分布图(据1:100万地质图改编)

①玲珑岩体；②文登岩体；③郭家岭岩体；④艾山岩体；⑤牙山岩体；⑥伟德山岩体；⑦大泽山岩体；⑧龙须岛岩体；⑨榭山岩体；⑩昆嵛山岩体；⑪招虎山岩体；⑫崂山岩体；⑬小株山岩体；⑭大株山岩体；⑮五莲山岩体

此外，半岛东部还有元古代昆嵛山混合花岗岩，同位素年龄为1892Ma。

二、中生代花岗岩的主要特征

现选择曾经较详细工作过的玲珑花岗岩体、郭家岭斑状花岗闪长岩体、艾山阶段的艾山花岗闪长岩体、昆嵛山花岗闪长岩体，崂山阶段的昆嵛山花岗岩体、大泽山花岗岩体、崂山杂岩体叙述于下：

1. 玲珑花岗岩体(γ^1_5)：该岩体在空间上受区域性东西向和北东向双重构造控

制，在平面上呈北东向展布，可分三种岩性，即中粗粒花岗岩、中粒片麻状花岗岩，在岩体顶部及边部可见含石榴石中细粒花岗岩，它们之间均为过渡关系。岩石主要由更长石（34%）、微斜长石（33%）、石英（23%）、黑云母（5—6%）组成，有时还有白云母。矿物粒度较均一，呈半自形至它形粒状，斜长石晶形较好，有环带构造。岩石构造主要有片麻状、块状构造，局部地段见条带、斑纹状、假角砾状及斑杂状构造。岩石广泛发育的结构有交代结构（包括蠕英结构、条纹长石结构、反条纹长石结构、净边结构、包含结构等），残余结构（包括变余鳞片结构、变余蠕英结构），变晶结构（包括变斑状结构、扩大再生长结构）等。玲珑花岗岩与围岩太古代胶东群呈突变，即岩体斜切胶东群地层，呈枝叉状，锯齿状接触。

$Al/(Na+K+Ca/2)$ 岩石化学参数平均值 1.12, SiO_2 一般为 71—72% (±), 变化范围窄, Sr^{87}/Sr^{86} 平均值 0.71382, δs^{34} 平均值 +5.10%, 变化范围 4.2—5.6%。

2. 郭家岭斑状花岗闪长岩 ($\gamma\delta_5^2$): 该岩体近东西向带状展布，呈岩株产于玲珑花岗岩体北侧，岩体大体上分为内部带和边缘带，以内部带为主，边缘带狭窄或缺失。岩石为似斑状结构，斑晶为微斜长石，基质为中粒花岗结构，主要矿物成分为更长石（46%）、钾长石（22%）、石英（22%）、角闪石（4%）、黑云母（4%）等。岩石交代结构有蠕英结构、净边结构等，其与玲珑花岗岩呈突变接触关系。

$Al/(Na+K+Ca/2)$ 岩石化学参数为 1.11, Sr^{87}/Sr^{86} 初始比值 0.711416。

3. 艾山花岗闪长岩体 ($\gamma\delta_5^3(1)$): 岩体呈南北向，切穿郭家岭岩体，并侵入于胶东群各组及玲珑花岗岩体中，岩石类型单一，主要为似斑状中粒—中粗粒黑云母角闪花岗闪长岩，斑晶为钾长石，主要矿物成份为钾长石（24.44%）、斜长石（An26, 40.92%）、石英（26.84%）、黑云母（4%）、角闪石（2.86%）。

$Al/(Na+K+Ca/2)$ 岩石化学参数为 1.22。

4. 昆崙山艾山阶段花岗闪长岩体 ($\gamma\delta_5^3(1)$): 呈岩株产状，面积约数十平方公里，岩体中心为中斑花岗闪长岩，由微斜长石（20—25%）、更中长石（40—45%）、石英（15—20%）、角闪石（10%）、黑云母（5—10%）组成。过渡相为细斑花岗闪长岩，边缘相为含斑花岗闪长岩及石英二长岩，其由微斜长石（40%）、更长石（35%）、石英（15—20%）、角闪石（5%）、黑云母（5—7%）组成。岩石呈浅灰至肉红色，似斑状结构，岩石中有 20—30% 微斜长石斑晶，微斜长石常常交代更中长石（No 30），并生成蠕虫状石英。

$Al/(Na+K+Ca/2)$ 岩石化学参数为 1.16。

该岩体与元古代混合花岗岩呈侵入接触。

5. 昆崙山崂山阶段花岗岩体 ($\gamma_5^3(2)$): 呈岩株产状，面积 34 km²，主要岩性为粗粒花岗岩，呈浅肉红色至灰白色，由微斜长石（40%）、更长石（No 26—28, 30—35%）、石英（25—30%）、黑云母（1—2%）组成，常见到微斜长石交代斜长石现象，两者接触处有蠕英石生成，更长石被交代后形成净边结构，及斜长石被包裹在微斜长石中。

$Al/(Na+K+Ca/2)$ 岩石化学参数为 1.03, SiO_2 一般为 70—71.38%，变化范围窄。

其与艾山阶段花岗闪长岩及元古代混合花岗岩均呈侵入接触。

6. 青岛崂山阶段崂山杂岩体($\gamma_5^{(2)}$): 该杂岩体以崂山为中心, 总面积达600K m^2 多, 岩体是一个多次岩浆活动的产物, 自早而晚为中粗—粗粒花岗岩、中—中粗粒晶洞钾长白岗岩、中—中细粒钾长花岗岩、细粒二长花岗岩和花岗岩及白岗岩。

上述各次花岗岩岩石大体上均呈浅灰色和浅肉红色, 钾长石一般多于斜长石, 钾长石含量约在45—66%之间, 斜长石含量14—20%之间, 石英含量29—31%, 暗色矿物主要为黑云母, 约在1~2%之间。

$Al/(Na+K+Ca/2)$ 岩石化学参数为0.98—1.14, 平均为1.05, SiO_2 为71.06—75.69%, 变化范围窄。

三、元古代昆崙山混合花岗岩主要特征

混合花岗岩构成昆崙山台穹的核心, 在平面上呈不规则的椭圆形, 长轴方向与台穹轴向一致, 呈NNE—SSW向, 长轴长约65K m , 短轴宽约27K m , 由核心向四周逐渐过渡变为太古界胶东群的混合岩及混合片麻岩地层, 呈混合交代接触, 而核心又被燕山晚期艾山阶段花岗闪长岩和崂山阶段花岗岩所破坏。

混合花岗岩是一种灰白色, 中至细粒, 含有数量不等的变(交代)微斜长石斑晶的花岗质岩石, 矿物之间镶嵌紧密, 难风化, 常形成奇石怪峰的地貌景观, 矿物成份较为稳定, 变化不大, 主要为微斜长石(25—30%)、更长石(N_0 24—26, 占40—45%)、石英(25—30%), 次要为黑云母(1~3%), 副矿物常见有磁铁矿、磷灰石、锆石、少见者有榍石、独居石、褐帘石、石榴子石等。

在混合中心地带的岩石中, 常见有斑状变晶结构, 中粒花岗结构, 块状构造, 靠近边缘的岩石中, 则见有中细粒至细粒花岗变晶结构和似片麻状构造, 亦即由混合中心至边缘, 岩石中矿物颗粒由中粒变细粒, 变斑晶变少变小以至消失, 且晶体自形程度变差, 片状含水矿物(主要是黑云母)逐渐变多。

在显微镜下观察, 岩石中钾长石交代斜长石异常强烈, 因而形成了缝合线结构, 蠕英石结构、净边结构、反条纹长石结构, 这种钾质交代作用在核心地带进行得尤为强烈, 如大量微斜长石斑晶出现, 最多每平方米可达二百个以上, 一般大小为 1.5×0.7 厘米, 并具有定向排列(走向为 30°), 表明了钾质交代作用是沿一定方向进行的, 而在边缘地带则表现为显著的片麻状构造。在岩石中常见长石、石英、黑云母定向排列, 其中部分长石、石英仍是原始长英脉体物质的残留, 暗色矿物则是原岩成分的代表, 这种现象愈靠近边缘则愈清楚。

长英质、伟晶质脉体物质靠边缘地带保存较明显, 多呈不连续的条带状或团块状。残留体在中心地带很少出现, 而在边缘地带, 胶东群地层残留体数量不但多, 而且体积变大, 受交代作用程度也变弱, 残留体本身与细粒混合花岗岩呈混合交代逐渐过渡形式。

岩石化学成分比较稳定, $Al/(Na+K+Ca/2)$ 化学参数值为1.09, SiO_2 含量72.20—74.94%, 变化范围窄。

四、山东东部花岗岩的成因

目前多数学者在对花岗岩成因类型划分时, 考虑了如下几方面:

从成岩物质来源方面: 地幔源的, 由上地幔物质上升分异而形成的花岗岩, 又称 **m 型**, 地壳源的, 由板块俯冲至深部, 地壳物质受高温重熔, 生成一种岩浆, 然后沿裂隙上升而形成的花岗岩, 又称 **S 型**, 这种花岗岩在大陆上常见, 并成带成群大面积分布。

从成岩作用的机理方面, 有:

分异型的一一指从基性、超基性岩浆分异作用而成的花岗岩, 与 **m 型** 相当;

重熔型的一一指先成的岩石重新熔化而形成的花岗岩浆, 上升而成的花岗岩, 与 **S 型** 相当;

交代型的一一指岩石经区域变质, 花岗岩化而形成的原地、半原地型交代花岗岩, 其特点与 **S 型** 很相似。

根据山东东部花岗岩的特征 (表 1), 对其成因分析如下:

表 1 山东东部中生代花岗岩与元古代混合花岗岩成因特征表

岩体名称	元古代昆嵛山混合花岗岩	玲珑花岗岩	郭家岭斑状花岗闪长岩	艾山阶段花岗闪长岩	崂山阶段花岗岩
代号	γm	γ_5^1	γ_5^2	$\gamma_5^{3(1)}$	$\gamma_5^{3(2)}$
成岩作用	原地、半原地花岗岩化作用	先成的岩石重新溶化形成花岗岩浆上升侵入作用	同左	同左	同左, 可能有少量上地幔物质混入
交代作用	钾长石交代斜长石强烈, 形成缝合线, 蠕英石、净边、反边、包晶、残余、条纹长石结构	蠕英石、条纹长石、反条纹长石、净边、包晶、残余、变晶等结构	蠕英、净边结构	蠕英、净边结构	蠕英、净边结构
与围岩接触关系	与胶东群地层逐渐过渡接触	与胶东群地层呈突变, 即斜切地层侵入接触	与玲珑花岗岩呈突变的侵入接触	与胶东群地层及玲珑花岗岩呈侵入接触	与白垩纪砂砾岩、玲珑花岗岩、艾山阶段花岗闪长岩、混合花岗岩均呈侵入接触
$Al/(Na+K+\frac{Ca}{2})$	1.09	1.12	1.11	1.15	1.02-1.05
SiO ₂ 变化 (%)	72.20-74.94 变化窄	71-72(±) 变化窄			70.18-76 变化窄
S_r^{87}/S_r^{86}	0.7105	0.71382	0.711416		
$\delta S^{34}(\text{‰})$		4.2-5.6			
$\delta O^{18}(\text{‰})$	7.89-16.10	+7.47-10.43	+9.40-11.43		
成因类型	s	s	s	s	s
主要矿产		Au, Ag	Au, Ag		Cu, MO, 水晶

1. 元古代花岗岩的成因

如上所述, 昆崙山混合花岗岩各种特征表明, 它主要是沉积岩经区域变质、花岗岩化而形成的一种原地、半原地交代型花岗岩恐怕是令人信服的。

关于 $Al/(Na+K+Ca/2)$ 岩石化学参数值, 据地质科学院曰, 我国目前采用1.05为界, 一般来说, 小于此值属m型, 大于此值为S型。

由地壳的熔融而生成的岩浆岩, 较之由上地幔的局部熔融而成的岩浆岩, 有更高的 Sr^{87}/Sr^{86} 初始比值, 按G.Faure and J.L.Powell图解, 小于0.706属于上地幔源区, 岩浆来自上地幔, 大于此值属于大陆壳源区, 岩浆来自地壳。从昆崙山混合花岗岩 $Al/(Na+K+Ca/2)$ 为1.09, Sr^{87}/Sr^{86} 初始比值为0.7105进行分析, 笔者认为属S型原地、半原地交代花岗岩是合适的。

2. 中生代花岗岩的成因及与板块构造的关系 (图1、2)

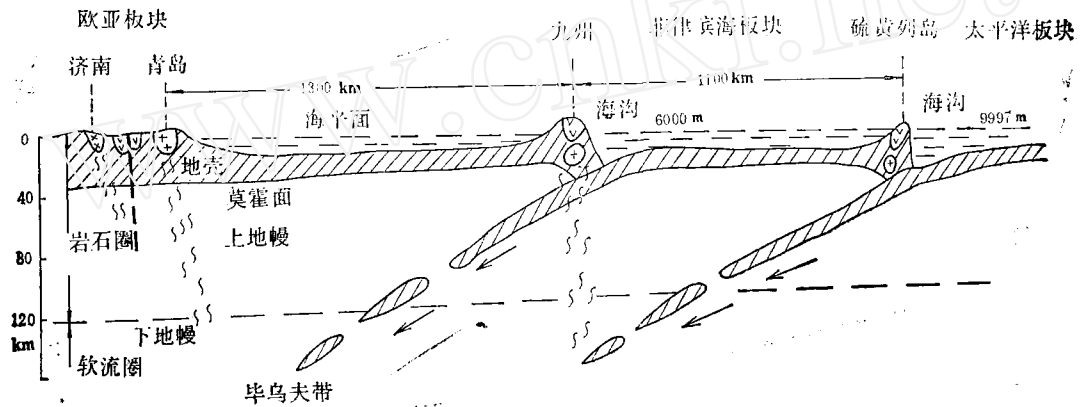


图2 山东中生代岩浆岩和板块构造

从太平洋洋底地貌图得知, 西太平洋并非一条海沟, 在日本东侧有日本海沟, 往南叫伊豆海沟、马里亚纳海沟, 沿着这些海沟太平洋板块向西北俯冲。同时在琉球群岛东侧, 有琉球海沟, 向南相继有菲律宾海沟, 沿着这些海沟, 尚有一块面积不算大的菲律宾海板块向西北俯冲, 所以在欧亚板块以东, 自印支运动以来, 存在着二个俯冲带是可能的。太平洋板块和菲律宾海板块向大陆低角度俯冲过程中易产生高温区和张力地带, 板块构造的俯冲带前端, 深入地幔后, 部分熔融, 产生钙碱性岩浆岩, 在对流体驱动力作用下, 向上运

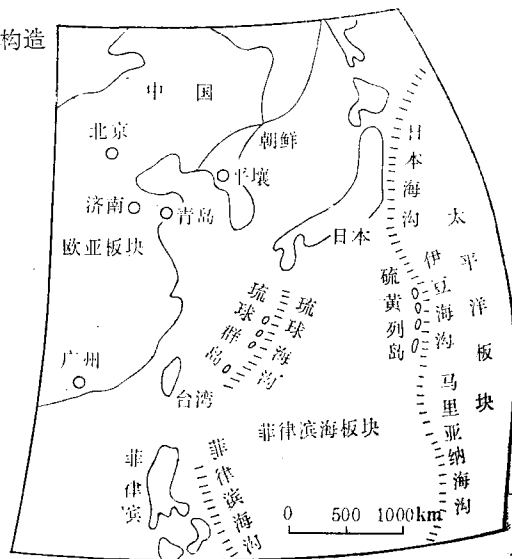


图3 板块构造分布示意图 (据世界地图和太平洋海底地貌图编)

移，侵入到地壳上部或部分喷发到地表。尽管山东东部地区距琉球海沟达1300Km，距伊豆海沟2400Km，仍然能够产生比较宽广的强烈岩浆活动带，即三条中生代花岗岩带。这三条岩带呈北东方向展布，也是与北东向的板块边界或太平洋板块和菲律宾海板块的毕鸟夫带基本平行，花岗岩带从西北向东南推移变新，活动规模变大，其推移方向与板块运动方向呈相反，同时花岗岩普遍存在交代作用， $Al/(Na+K+Ca/2)$ 岩石化学参数绝大部分大于1.05，少量接近1.05， Sr^{87}/Sr^{86} 初始比值大于0.706，根据这些特征，笔者认为，中生代花岗岩的成岩作用，均是地壳先成的岩石重新熔化成花岗岩浆上升侵入，故应属S型地壳重熔花岗岩。

本文曾得到省地质研究所王炳成、邓幼华高级工程师认真审阅和指教，在此深表谢意。

参 考 文 献

- [1] 山东省地质局综合研第队，1980，山东省前陆第三纪基岩地质图说明书。地质出版社。
- [2] W.S.皮切尔，1974，花岗岩的类型和构造环境。国外地质科技。
- [3] 由美国国家地理协会地理艺术局拉蒙特—多尔蒂地质观测站和美国海军海洋局的水深资料编绘的“太平洋海底地貌图”，1969年10月出版。

SOME KNOWLEDGE ON THE CHARACTERISTICS AND GENESIS OF THE GRANITES IN EASTERN SHANDONG

Tang Licheng

(*First Geological Brigade, Shandong Bureau of Geology and Mineral
Resources*)

Abstract

There are Proterozoic and Mesozoic granites in Eastern Shandong. The Proterozoic Kanyushan granite belongs to the autochthonous—Parautochthonous one by metasomatism of the strata, the Jiaodong group, while the enormous amount of Mesozoic granites can generally be divided into three belts from west to east and follow the law below: from northwest to southeast, the ages of the granites become younger, the scale of magmatic activities increases, the acidity of the rocks increases and decreases, and increases again, and the rock bodies occur as stocks paralleling with each other, stretching in NE—direction.

The three granite belts are essentially parallel to the Benioff zone of the Pacific plate against the Philippine Sea plate, with the traction direction opposite to that of the plate movement. The granites of different ages in the region go to the crustal remelting type, because they were formed through the intrusion of the rising granitic magmas as a result of the remelting of the pre-existing crustal rocks.