

青岛崂山花岗岩构造断裂系的含水性

张保民

(青岛海洋大学)

提要 在简单讨论了崂山花岗岩的岩源、成因与大地构造环境的关系之后，本文指出：

(1) 崂山花岗岩岩浆期后的地体构造，特别是新构造，是中生代胶莱盆地形成后继承老构造的新活动。

(2) 崂山花岗岩体内有三组断裂构造(走向分别为N41°E、N20°W和N70°W)，其中N20°W方向的断裂是中生代以来胶莱盆地与花岗岩体内承压带上的开放系，基岩裂隙普遍赋水；而在局部地区，由于受新生代东西向挤压作用力的影响，走向N70°W断裂带成为开放系。

(3) 基于上述讨论，可在崂山花岗岩体内圈定出200km²范围的富水区，其浅成含水深度为20~25m，单井出水量50~100吨/日。

前言

在喜庆山东省地质学会名誉理事长曹国权高级工程师辛勤从事地质工作五十四周年之际，编辑部命题要我写篇文章，祝贺他在地质基础理论工作的出色研究。在山东我们高兴的看到他积累了五十多年的研究经验，最近提出山东构造单元分区的新认识：将山东划分为鲁西稳定区和鲁东活动带。由于我们的工作在鲁东，引用活动带的下垫褶皱基底对燕山运动构造岩浆岩带与胶莱拗陷的影响，特别是对青岛崂山花岗岩的物质来源与其结晶前后的构造事件，有其特殊的指导意义。他在长期实践过程中所得到的这些总结性的精辟论述，对山东地质的继续深入研究都是举足轻重的。在欣庆他过去五十年来在地质理论研究取得丰硕成果的时候，我们衷心祝愿老一辈地质学家健康长寿！

一、崂山花岗岩的岩源、成因与大地构造环境的关系

在开始还没有谈到花岗岩裂隙含水之前，对我们水文地质学家们还不太熟悉的崂山花岗岩的研究现状，作一简短的介绍。

1. 根据同位素年代学研究，崂山花岗岩的岩源与胶南隆起的下垫褶皱基底有关：

(1) 据李献华(于津生研究员介绍)在美国地质调查所(USGS)应用Sm-Nd同位素测得崂山花岗岩封闭年龄值为17亿年，即其源岩离开上地幔的地层时代

与胶东粉子山群的地质年代相当。¹⁾

(2) 锶同位素组成 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.706$ 初始比值表明，崂山阶段早期侵入黑云母花岗岩[$\gamma_{\text{Sr}}^{87(2)a}$]，现改称a单元（赵广涛，1988，下同），拥有W. S. Pitcher所划出的加里东型花岗岩的特点， $0.705 < ^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} < 0.709$ ，其源岩物质既不是沉积岩系($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} > 0.706$)，也不是标准的火成岩系($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} < 0.706$)，因此，确定其源岩为下垫褶皱基底的变质岩系²⁾。

2.自从A. J. R.怀特(White)和E. W. 查佩尔(Chappell)创建了岩石化学参数对不同岩源形成花岗岩类型给出了精确定义后，岩石化学分析才有了真正的环境鉴别意义。

(1) 崂山花岗岩的主体相a单元黑云母花岗岩根据矿物组合和岩石化学，属于I型花岗岩(表1)。

(2) 崂山花岗岩的附加相，b—d单元与a单元同源，属A型花岗岩，与国外晶洞花岗岩相同，我们将b—d近地表侵入体也称为晶洞花岗岩，该类型除有晶洞外，常有冷凝原生直立柱状节理(图1)。

在崂山山区花岗岩的主体相I型黑云母花岗岩与A型晶洞花岗岩，由101 Ma到80 Ma，其结晶持续时间约为20百万年。

3.人们一直认为构造运动与岩浆活动是密切相关的，岩源物质的确定，也是进一步探索大地构造环境的线索。现将崂山花岗岩的产出与构造环境的相关关系，应用Dela路奇(Roche)两个阳离子参数R₁和R₂⁵⁾图解，它是具有统计学意义的大地构造鉴别图解，清楚的给出了崂山花岗岩的产出环境与构造运动的关系(图2)。

(1) 崂山阶段主体相a单元黑云母花岗岩类与流纹岩投在Ⅳ、Ⅶ两区的交界处，表示出造山运动结束后，在应力松弛阶段，首先出现的产物。

(2) 由b—d单元晶洞花岗岩均投入Ⅴ区，为非造山阶段裂谷环境下的产物。

可以看出，黑云母花岗岩(伴随流纹岩)→晶洞花岗岩类代表燕山晚期构造旋回不同构造环境下的阶段产物。

表1 崂山花岗岩矿物组合、岩石化学特征³⁾

		黑云母花岗岩 I型 [$\gamma_{\text{Sr}}^{87(2)a}$]	晶洞花岗岩 A型 [$\gamma_{\text{Sr}}^{87(2)b-d}$]
矿 物 组 合	微斜长石+石英 +斜长石+黑云母	条纹长石+石英 +霓辉石、钠闪石	
	微斜长石 $\Delta=0.4-0.8$	条纹长石、透长石 $\Delta<0.4$	
	榍石、锆石型， 普通锆石	磁铁矿锆石型，锆石 变曲晶石	
岩 石 化 学	$\text{SiO}_2 > 70\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 <$ $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} \approx 8$, 贫 Al 富 Ca	$\text{SiO}_2 > 70\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 <$ $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} \approx 8$, 低 Ca 富 F , 无水	
			→ 富碱方向演化

1) 赵广涛，崂山花岗岩地质，43页。未刊。

2) 赵广涛，1988，青岛胶州湾周边地区燕山运动以来岩浆岩系与构造背景。青岛海洋大学硕士论文。

3) 同1)，23页。有增添和改动。

4) 张保民，1978，应用弗氏旋转台测定微斜长石的三斜度。吉林冶金地质科技情报。

5) 同1)28页。



图1 青岛崂山A型花岗岩柱状节理 (赵广涛摄)

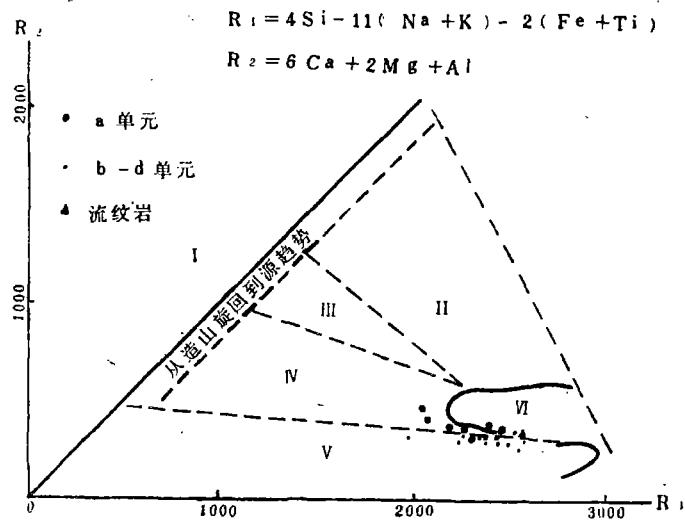


图2 崂山花岗岩在(R_1 - R_2)图解上(据Pitcher, 1982)

- I. 拉斑玄武岩(幔源斜长花岗岩);
- II. 钙碱性和奥长花岗岩(破坏性板块边界类型)——碰撞前;
- III. 高钾钙质岩石(加里东花岗岩)——碰撞后上升;
- IV. 亚碱性二长岩(晚造山期岩浆作用)——晚造山期;
- V. 碱性和过碱性岩石(非造山系列碱性岩——A型)——非造山期;
- VI. 深熔二云母花岗岩(地壳熔融体)——同碰撞

崂山花岗岩是一个超单元复式岩基，由四个单元构成的偏碱性花岗岩，除了a、c两个单元之间是断层接触(李村—台东断裂)外，其余皆为侵入接触关系。a单元主体相花岗岩受胶莱盆地北东东褶断带轴面构造控制，而b—d单元受有上述褶断带枢纽变

形影响，特别是 b 单元反映最为明显。

区内还分布有不同方向的岩脉群，脉岩主要包括细晶岩、花岗斑岩、石英斑岩和煌斑岩，展布方向主要有 N40°—42°E、N20°—25°E 和 N71°—72°E 三组。①北东方向主要分布在 a 单元青岛市区南部沿海方面。②北北东方向的脉岩分布在胶州湾东岸，青岛市西区 c 单元中。③北东东向脉岩主要分布在 d 单元中。

二、崂山花岗岩的裂隙含水

前面我们记述了崂山花岗岩的岩源、形成与大地构造环境的关系。但是近 600 余平方公里崂山花岗岩体的小构造研究，远还没有什么大的进展。为了寻找花岗岩的基岩裂隙水，在大比例尺图上进行小构造域的研究已经成为当务之急。

人们在崂山花岗岩体寻找基岩裂隙水，已有十多年的历史。七十年代末期南京大学肖楠森教授（1978）曾几次来青岛，运用新构造控水理论寻找基岩裂隙水。八十年代初期（1982 年开始）海洋学院海洋地质系在大比例尺 1/5 万、1/万、1/2 千地形图上对崂山花岗岩团块分布区进行线性小构造研究。八十年代末（1987—1989）对青岛地区花岗岩地下水进行卫片解析，探讨构造断裂的含水性（刘忠敏，1987；费美高，1988—1989；冯文珍，1989）。最近期间青年硕士论文研究进行的野外观测和室内测试并应用大量的岩石化学分析和同位素年代学的理化性状等多方面的研究，确定了崂山花岗岩的岩源物质是经部分熔融产生；同时证实了国内外学者谈论的浅成花岗岩的理论，认识到崂山花岗岩附加相 [γ₅^{3(2)b-d}] 即 b 单元到 d 单元系列 A 型花岗岩是一种潜火山岩性质的近地表侵入体。赵广涛硕士（1988—1989）有所突破，其后应用矿物化学、地球化学分析对该岩体的形成、对找取基岩裂隙水与小构造关系研究都有较大的补益（韩宗珠硕士，1989）。

1. 崂山花岗岩岩浆期后的地体构造，特别是新构造，是中生代胶莱盆地形成后继承老构造线的新活动。

（1）胶莱盆地的长轴轴迹是北东东向，具体走向是 N71°—72°E^[1]，盆地中以宽缓褶皱为主，常伴以局部的强烈挤压的紧闭倒转褶皱，垂直褶轴的北北西向断裂具体走向是 N20°W，是中生代以来胶莱盆地与崂山花岗岩体内承压带上的开放系。基岩裂隙普遍富水（图 3）。

（2）近几年（1983—1988）我们研究了崂山花岗岩浅成复式岩基的岩浆期后断裂构造，它受有中国东部应力场在新生代第三纪中期转化为东西方向的挤压作用，小范围局部地区在原北西西向，具体走向 N70°W 断裂带上基岩裂隙富水（图 4）。

根据上述含水裂隙的时、空分布，我们在崂山花岗岩体内圈定出了富水区域。

崂山花岗岩是胶南隆起的一部分，东南与南黄海北部岸边接触，西部与胶州湾东部沿岸相连，西北有沧口断裂，具体走向是 N41°E，与中生代胶莱盆地东南缘接壤，面积

1) 吴继全，1987，五莲—青岛断裂构造带及其邻区的研究。同济大学硕士研究生论文，13 页。

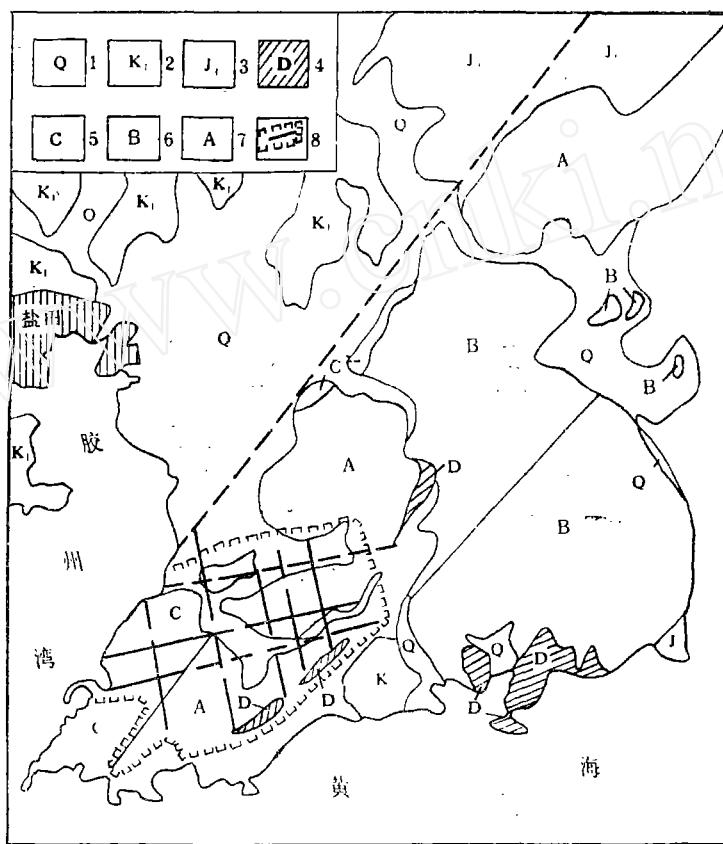


图3 垂直北东东承压带裂隙富水区

1.第四系; 2.白垩系; 3.侏罗系; 4.花岗岩D单元; 5.花岗岩C单元; 6.花岗岩B单元; 7.花岗岩A单元; 8.断裂及富水区界线

约600平方公里。在它近三分之一面积内圈定出 200 km^2 的范围，确定为富水区。实践证明，大部分的基岩裂隙富水区是在北北西向的节理带与断裂之中，它们的浅成含水深度是20—25m，含水量为50—100吨/日，其局部由后期应力场迭加在北西西向上，重新活动开始时亦可达到上述含水量。

2. 崂山花岗岩复式岩体内有三组断裂构造

(1) 一组是北东向，具体走向是 $N 41^\circ E$ ，以沧口断裂为代表，地貌上清楚反映出东南与西北是由山区(崂山)与平原(胶莱)的明显界线，与青岛市南区岩脉群走向一致；其力学性质中生代末是左旋压扭，而于新生代第三纪中期为右旋压扭。与中国东部应力场的一次转化有关，它们的扭动指向与南北向挤压转为东西向挤压作用的变化是一致的。在该构造域内不含水，如沧口断裂带、市区太平山区、市郊午山区都是贫水区。

(2) 另一组是北北西向，具体走向是 $N 20^\circ W$ ，该断裂系是胶莱盆地长轴的垂直方向，属于胶莱盆地褶断带后期的横张裂隙，特别反映在大沽河下游排放入胶州湾湾口构造。近年来我们考查了它的北岸与东岸围域地质，提出了胶州湾断陷的成因问题，在

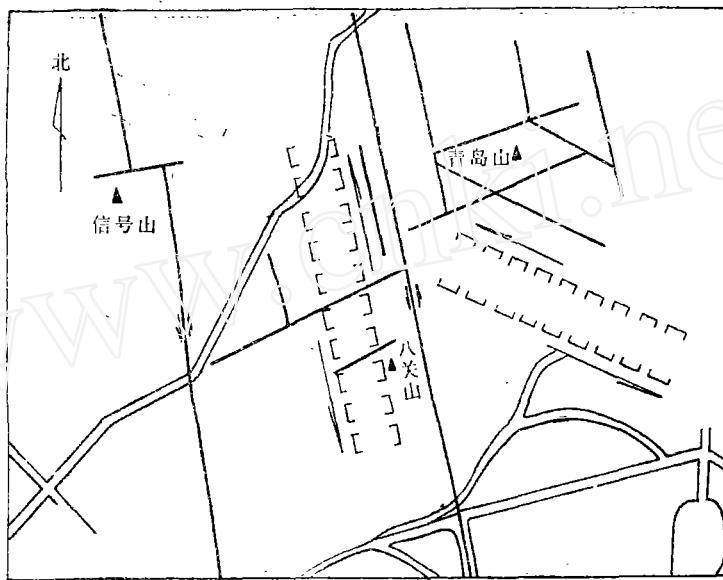


图4 青岛山小区北西向裂隙富水

讨论过程中，我们一致认为湾口断陷是由北北西向断裂组成的开放系。在崂山花岗岩中圈定出近200平方公里面积分布的断裂带被列为富水区。

由八十年代初期到八十年代末（1982—1989）为部队、学校、厂家、机关寻找基岩裂隙水十余处都有良好的效果。如我校二校门内是处于信号山—鲁迅公园北北西向断裂带上，于1984开掘大口径井，井深22米，日出水100吨（图5）。

（3）第三组是北西西向，具体走向N 70° W，原属于李四光教授称之为新华夏扭动体系的张扭面，由于长期处于南北挤压的情况下呈封闭状态，该断裂域内不含水，但在局部地区新生代东西向挤压作用迭加部位，原北西西向断裂重新活动，改变为左旋拉开的开放系。由于在中国东部的东西挤压作用南强北弱，在青岛崂山花岗岩体内，仅有少部分地区北西西向断裂富水。如青岛山公园南侧小区范围其断裂系的走向，近南北一组的挤压面，尚未出现东西向张裂系时，原北西西向断裂转化为开放系而重新活动，是含水域。

后记

600平方公里的崂山花岗岩体是青岛地区10654平方公里的地质体中重要组成部分，来到青岛的地质学家们最感兴趣的是它的成因、物质来源和产生的环境。自八十年代初国际岩石圈计划执行以来，我们应用构造岩相学进行了研究。

崂山花岗岩它是由特定的源岩物质经过部分熔融产生。熔融作用位置在不同时间不同深度逐渐变新变浅；由b—d系列花岗岩，特别是d是一种潜火山花岗岩类，它具有晶洞构造和直立柱状原生节理，在时间与空间上与火山岩共生，它是近地表条件下侵入的。

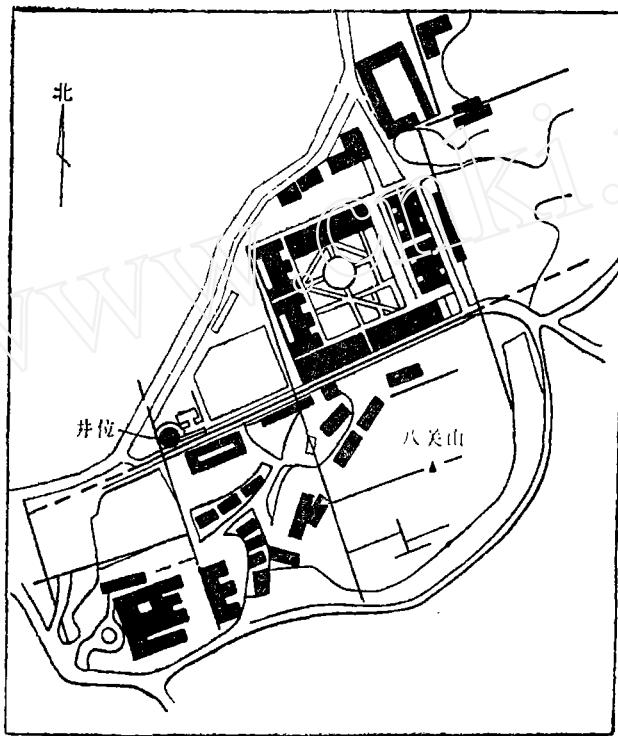


图5 青岛海洋大学二校门内大口径井位置

崂山花岗岩在地质上只能称做是一个小岩基，但是它的成因是复杂的，所有岩相上的理化性状无不与大地构造相联系；而谈论它的岩浆期后裂隙含水又与岩体的小构造息息相关。我们将大、小构造结合起来，在它的岩体上圈定富水区，其结果是令人满意的。

值得提出的是，在与青年地质工作者赵广涛、韩宗珠、吴继全三位硕士的讨论过程中，大家得到了不少新的认识和相同的看法；他们拿出附有准确物理测试和化学分析的地质数据资料作依据，提供本文作参考。我祝愿他们青年一代自觉沿着老一辈地质学家们艰辛铺平的地质大道迅速前进，并祝贺曹公地质科学成就万古长青！

参 考 文 献

- [1] 张保民、刘树民、薛方建，1989，试论中生代以来北黄海地区应力场的变化。海洋学报，第11卷，第5期。

ON THE WATER-BEARING CHARACTERISTICS OF THE FAULT STRUCTURE SYSTEMS IN QINGDAO LAOSHAN GRANITE BODY

Zhang Baomin
(Ocean University of Qingdao)

Abstract

After a brief discussion on the source, origin and its relationship with tectonic environment of the laoshan granite body, It is presented that;

(1) The structure produced in the post magmatism of Laoshan granite body, especially the new structure, is the products of the new activity carrying forward the old structure after the forming of the Jiaolai basin .

(2) There are three fault sets (with trend of N41° E, N20° W & N70°W) in Laoshan granite body. The faults with the trend of N20°W in Jiaolai basin & Laoshan granite body Since Mesozoic are of the open system; But in some areas, influenced by the stress in the Cenozoic era, the faults with trend of N70°W becomes open system.

(3) In view of the above-mentioned discussion, an area of 200 km² filled with water can be delineated within the Laoshan granite body from which water can be exploited up to a depth of 20—25m with Qoutput (yield) of 50—100 tons per day per well,