

秦巴花岗岩

中国地质大学出版社

秦巴花岗岩

尚瑞钧 严 阵 等著

中国地质大学出版社

内 容 简 介

本书是秦巴地区花岗岩类的第一本区域性岩石学专著。全书共分为6章,较系统地论述了花岗岩类的地质学、岩石学、岩石化学、矿物学及微量元素等方面特征。作者根据本区地质发展史、同位素资料以及岩体产状、包体、岩石和矿物等特征,将本区花岗岩类划分为9期6大成因类型。书中以秦巴地区的联合扭动构造格架为基础,系统地探讨了各时代构造的生成、发展、演化及其与岩体形成的关系。在上述基础上,阐明了秦巴地区与花岗岩类有关的成矿作用,指明了找矿方向。

本书可供广大地质工作人员及地质类院校师生使用。

秦巴花岗岩

尚瑞钧 严 阵 等著

责任编辑 蒋良朴 张正远 曲福全

•

中国地质大学出版社出版

西安军航印刷厂印刷 湖北省新华书店经销

•

开本787×1092 1/16 印张14.5 插表7 图版5 字数349千字

1988年8月第1版 1988年8月第1次印刷

印数1—2000册

精装 ISBN 7-5625-0064-9/P·30 平装 ISBN 7-5625-0065-7/P·31

定价 精装:12.55元 平装:8.55元

前 言

《秦巴地区花岗岩类及其含矿性研究》是地质矿产部《秦巴地区重大基础地质问题和主要矿产成矿规律研究》下设的一个二级课题。按设计要求，该课题分两阶段进行。第一阶段（1985—1986年），是在现有资料的基础上，从构造控岩、控矿观点出发，侧重区域岩石学研究，对秦岭—大巴山地区花岗岩类岩石的成因、演化及其含矿性进行总结，要求于1987年3月提交《秦巴花岗岩》综合研究报告。

地质矿产部将该二级课题下达给陕西省地质矿产局，省局确定尚瑞钧、严阵为该课题负责人，并将具体任务下达到陕西区调队。陕西区调队组成花岗岩研究室来完成该项任务。

在工作过程中，我们对秦巴地区43个有代表性的岩体进行了野外观察，补作了以下测试样品：薄片282件，岩石化学样70个，岩石微量元素定量分析样502个，稀土分析样192个，单矿物氧同位素分析样82个，单矿物化学分析样112个，单矿物电子探针样70个，单矿物X光结构分析样146个，单矿物红外光谱结构分析样132个，Rb-Sr年龄样46个， ^{40}Ar - ^{39}Ar 年龄样8个。

在对上述各项野外及测试资料综合分析的基础上完成提交了本年度报告。报告编写分工为：第一章黄云玉、蒋晖，第二章严阵、黄云玉，第三章谢茂祥、涂志成，第四章尚瑞钧、单振刚、柏建利，第五章黄建坤、赵文平，第六章严阵，岩浆岩分布图由黄云玉编制。

报告于1987年6月由地质矿产部秦巴科研项目领导小组和陕西地质矿产局主持评审通过，并建议及时公开出版。

《秦巴花岗岩》一书是在《秦巴花岗岩》成果报告基础上，编写和出版的集体科研成果专著。张光前承担了本书的外文摘要译稿工作。

在本书的编写过程中主要参阅了以下文献资料：

1. 《陕西花岗岩》（严阵等著，西安交通大学出版社，1985）。
2. 《陕西省洛南石坡—黄龙铺一带中酸性小岩体及其含矿性研究》（陕西地矿局综合队，1983，内刊）。
3. 《河南省地质志》（河南地矿局区调队，1985年，待刊）。
4. 《河南省秦岭—大别山地区中酸性小岩体地质与矿化特征》（河南省地矿局科研所，1980，内刊）。
5. 《洛南—豫西地区燕山期中酸性小岩体与钼矿成矿关系的研究》（河南省地矿局科研所，1985，内刊）。
6. 《甘肃省西秦岭内生铜矿成矿条件及找矿方向》（甘肃省地矿局科研所，1980，内刊）。
7. 《甘肃省乌鞘岭以东花岗岩类地质特征及其铀矿床成矿远景的研究》（核工业部

西北地勘局213大队，1980，内刊）。

8. 《四川省岩浆岩分布图及说明书》（四川省地矿局科研所，1985，内刊）。

在工作过程中，曾得到中国地质科学院地质所及矿床所、甘肃省地质矿产局、河南省地质矿产局、四川省地质矿产局、湖北省地质矿产局及四川省冶金地质勘探公司等单位的
大力支持，并多次得到北京大学地质系董中藻教授的指导，在此一并表示感谢。

本书是秦巴地区花岗岩类的首次总结，我们渴望广大地学工作者的批评指正。

陕西省地质矿产局区域地质调查队

1987年8月

目 录

第一章 总述	1
第一节 研究简史.....	1
第二节 区域地质概况及花岗岩分区.....	1
一、区域地质概况.....	1
二、花岗岩分区.....	2
第三节 岩石分类.....	5
第四节 主要造岩矿物特征.....	8
一、钾长石.....	8
二、斜长石.....	8
三、角闪石.....	10
四、黑云母.....	10
五、石英.....	18
第五节 副矿物特征.....	18
一、副矿物的种类.....	19
二、常见副矿物的平均含量.....	20
三、副矿物在空间上的变化.....	20
第六节 岩石化学成分.....	20
一、化学成分平均含量.....	21
二、碱度.....	41
三、 $Al_2O_3 / (CaO + Na_2O + K_2O)$ 分子比值.....	43
四、氧化度.....	44
五、化学成分的空间变化.....	47
第七节 微量元素特征.....	50
一、秦巴花岗岩类微量元素的丰度.....	50
二、秦巴花岗岩类微量元素在岩浆作用中的地球化学行为.....	50
三、各时代微量元素的丰度.....	55
四、各花岗岩分区微量元素的丰度.....	55
五、微量元素的東西向变化.....	56
第八节 稀土元素含量.....	58
第二章 花岗岩的时代	69
第一节 概述.....	69

第二节 Rb-Sr 数据处理	70
第三节 铀铅数据处理	88
第四节 K-Ar 数据处理	88
一、概述	88
二、K-Ar 数据处理	89
第五节 ^{40}Ar - ^{39}Ar 年龄结果	97
第六节 花岗岩分期	102
第三章 花岗岩成因问题的讨论	106
第一节 秦巴花岗岩成因划分的现状	106
第二节 秦巴花岗岩成因类型划分	107
一、秦巴花岗岩类成因的多样性	107
二、花岗岩成因类型划分的标志	107
三、秦巴花岗岩成因类型的划分	108
第三节 不同成因类型花岗岩实例	109
一、陆壳交代型花岗岩——翠华山岩体	109
二、陆壳深成型花岗岩——老牛山岩体	111
三、陆壳浅成型花岗岩——金堆城岩体	113
四、同熔型花岗岩——小河口岩体	114
五、深源分异型花岗岩——西庄河岩体	115
六、深源碱性型花岗岩——铁船山岩体	117
七、秦巴地区与华南地区不同成因花岗岩的特征比较	118
第四节 不同成因类型花岗岩的结构特征	119
一、陆壳交代型花岗岩的结构	119
二、陆壳深成型花岗岩的结构	120
三、同熔型花岗岩中的结构	121
四、深源碱性型花岗岩的结构	121
第五节 稀土元素特征	122
一、不同成因类型花岗岩的稀土元素特征	122
二、对秦巴花岗岩中稀土元素的几点认识	127
第六节 稳定同位素特征	131
一、氧同位素	131
二、锶同位素	133
第七节 花岗岩类岩体中的包体特征	133
一、富云质包体	134
二、微粒包体	135
三、太华群变质岩与花岗岩的可能关系	135

四、秦岭群和灰池子、翠华山岩体成因关系·····	137
五、汉南岩体和三花石群的可能成因联系·····	137
六、豫西区小斑岩体岩浆来源问题·····	138
第八节 花岗岩的重熔实验·····	141
一、老牛山主期花岗岩和石家湾主期花岗斑岩的饱和水熔融实验·····	141
二、太华群变质岩的熔融实验·····	143
第九节 小结·····	144
第四章 花岗岩与区域构造关系的探讨·····	146
第一节 秦巴地区构造应力场分析·····	146
一、秦巴地区构造应力场·····	146
二、秦巴地区联合扭动构造的地质、地球物理佐证·····	149
第二节 区域构造演化与花岗质岩浆活动的关系·····	168
一、构造-花岗岩分区的发展及演化·····	168
二、区域构造活动与花岗岩成因类型及其演化关系的探讨·····	170
第三节 各期花岗岩分布及侵位-定位构造分析·····	175
一、太古代、早元古代花岗岩分布及侵位-定位构造分析·····	176
二、中元古代花岗岩分布及侵位-定位构造分析·····	176
三、晚元古代早期花岗岩分布及侵位-定位构造分析·····	176
四、加里东期花岗岩分布及侵位-定位构造分析·····	178
五、海西期花岗岩分布及侵位-定位构造分析·····	178
六、加西东-海西期花岗岩分布及侵位-定位构造分析·····	180
七、印支期花岗岩分布及侵位-定位构造分析·····	183
八、燕山期花岗岩分布及侵位-定位构造分析·····	189
第四节 小结·····	194
第五章 花岗岩与成矿·····	196
第一节 与花岗岩有关的矿产·····	196
第二节 钼、铜、铁成矿岩体特征·····	198
一、成矿岩体一般地质特征·····	198
二、成矿岩体岩石特征·····	200
三、成矿岩体与无矿岩体的区别标志·····	205
第三节 与秦巴地区花岗岩成矿有关的问题探讨·····	207
一、不同成因类型花岗岩与成矿关系·····	207
二、成矿物质来源探讨·····	207
三、花岗岩与金矿化关系·····	208
第四节 花岗岩成矿带划分及找矿方向·····	209

第六章 结论	212
第一节 秦巴花岗岩的主要特征.....	212
第二节 本课题研究的主要新进展.....	213
第三节 存在的主要问题.....	213
主要参考文献	214
英文摘要	215
英文目录	218
图版说明	222
附图：秦巴地区花岗岩类分布图	

第一章 总 述

第一节 研究简史

解放前，对秦巴地区的花岗岩类未进行过专门调查，仅在赵亚曾、黄汲清、张伯声等少数学者的调查报告中，提及汉南、宁陕、太白等几个大岩基，并对岩基的时代提出过看法。资料虽不多，但属前辈们在本区的开创性工作。

解放后，秦巴地区已完成了1:20万区调工作；完成了各省1:50万地质图及说明书；目前各省正在编写地质志。上述资料对花岗岩的形态、岩性、分布及成岩时代都有一般性的描述。某些地区在区调、普查的基础上，还进行了花岗岩的专题研究，其主要成果有：《陕西省花岗岩研究报告》（陕西地矿局区调队，1982）；《陕西省洛南石门—石坡一带中酸性小岩体及其含矿性研究》（陕西地矿局综合队，1983）；《陕西金堆城—黄龙铺地区含钼花岗岩类岩石特征、成矿机制及其与钼矿床的关系》（地矿部矿床所等，1984）；《河南省秦岭—大别山地区中酸性小岩体地质与矿化特征》（河南省地矿局科研所，1980）；《洛南—豫西地区燕山期中酸性岩体与钼矿成矿关系的研究报告》（河南地矿局科研所，1984）；《甘肃省西秦岭内生铜矿成矿条件及找矿方向》（甘肃省地矿局科研所，1980）；《西秦岭中酸性侵入岩及其有关接触交代—热液型铁（铜）矿产的综合研究》（地矿部西安地矿所，1982）。此外，二机部系统及冶金部系统，从找矿角度出发，对某些花岗岩体、岩带也作过一定的研究。

本书就是在前人大量工作的基础上，结合我们的工作，第一次对秦巴地区的花岗岩类进行的区域岩石学总结。

第二节 区域地质概况及花岗岩分区

一、区域地质概况

秦岭—大巴山地区（简称秦巴地区）范围，西起甘肃青海东侧交界一线，东至京广铁路线，北边以黄河、渭河为界，南边以阿坝、黑水、安县、旺苍、巫山、宜昌、应城连线为界。面积约420000km²。

秦巴地区花岗岩类岩石的出露面积约34000km²，约占秦巴地区面积的8%。

沿昆仑山、秦岭及大别山北缘，有一条横贯中国的大断裂带，此大断裂带在中国地质图及卫星照片上都很清楚。中国南、北大陆好象就是沿此条大断裂带拼接起来的。中国南方与北方具有迥然不同的地质发展史。中国北方常常出露有太古界基底，古生代已基本结束了海浸，新生界陆相地层特别发育。中国南方出露的基底主要为元古界（珠穆朗玛地区除外），直到中生代才结束海浸，新生代地层不发育。

额尔多斯盆地、四川盆地古生代以来未见岩浆侵入活动，楚雄盆地古生代以来仅有稀少的正长岩侵入。上述稳定的盆地群呈南北向分布把中国分为东西两部分。中国东部地壳厚度小于45km（图1-1），构造线以北东—南西方向展布为主，中生代以来的火山岩发育。中国西部地壳厚度一般在45km以上，以东西向构造为主，唐古拉褶皱带未能穿过南北向分布稳定的盆地群而绕道南行。

秦巴地区正好位于上述中国北方和南方、东部和西部的交汇处，其构造形式和地质发展史必然是多样而复杂的[1]。

二、花岗岩分区

根据秦巴地区构造特点和花岗岩类的岩石组合、时空分布，可将秦巴地区花岗岩类岩石分为6个区（图1-2，附图：秦巴地区花岗岩类分布及分区略图）。

1. 北秦岭区

本区基本相当于黄汲清中国大地构造分区的北秦岭褶皱带[2]。沿本区北界有断续的晚三叠世的陆相断陷盆地沉积。沿南界有基性—超基性岩断续出露。

早加里东期，本区喷发了基性火山岩（二郎坪群），并伴有少量与其共生（？）的石英闪长岩、英云闪长岩（西庄河岩体）。

晚加里东—早海西期，本区普遍遭受了区域变质及混合岩化作用，并形成混合花岗岩（灰池子岩体）。

受西部海西—印支运动的影响，本区西部叠加有晚海西—印支期的花岗岩类（宝鸡复式岩体）。受中国东部燕山运动的影响，本区东部叠加有燕山期花岗岩（老君山岩体）。

2. 南秦岭区

本区北部以略阳—柞水—信阳为界，东西两段分界带附近（信阳、略阳）有基性—超基性岩断续分布；东部有晚元古—早加里东期的花岗岩出露（甘沟、冷水沟岩体）；晚加里东—早海西期，本区普遍遭受了区域变质及混合岩化，形成混合花岗岩（五龙、鸡公山岩体）。受秦岭西部海西晚期—印支期花岗岩强烈活动的影响，本区西部叠加有海西期、印支期花岗岩（老城、光头山岩体）。受中国东部燕山期花岗岩强烈活动影响，本区东部叠加有侏罗—白垩纪花岗岩（灵山岩体）。

3. 豫西区

本区位于西安—登封—驻马店三角形地区内，基本相当于黄汲清中国大地构造分区的豫西断隆区。

晚太古—中元古代混合花岗岩（路家沟、张家坪岩体）岩体多呈东西向分布。

晚元古—加里东期，形成一套碱性—偏碱性侵入岩组合。其中有碱性辉长岩（栾川岩体）、正长斑岩（葛半沟岩体）、霞石正长岩（长岭岩体）、碳酸盐岩（铁岔岩体）、碱性花斑岩（维摩寺岩体）以及碱性花岗岩（龙王碛岩体）。

晚加里东—早海西期，在褶皱隆起带形成大岩基（老牛山、华山岩体）。

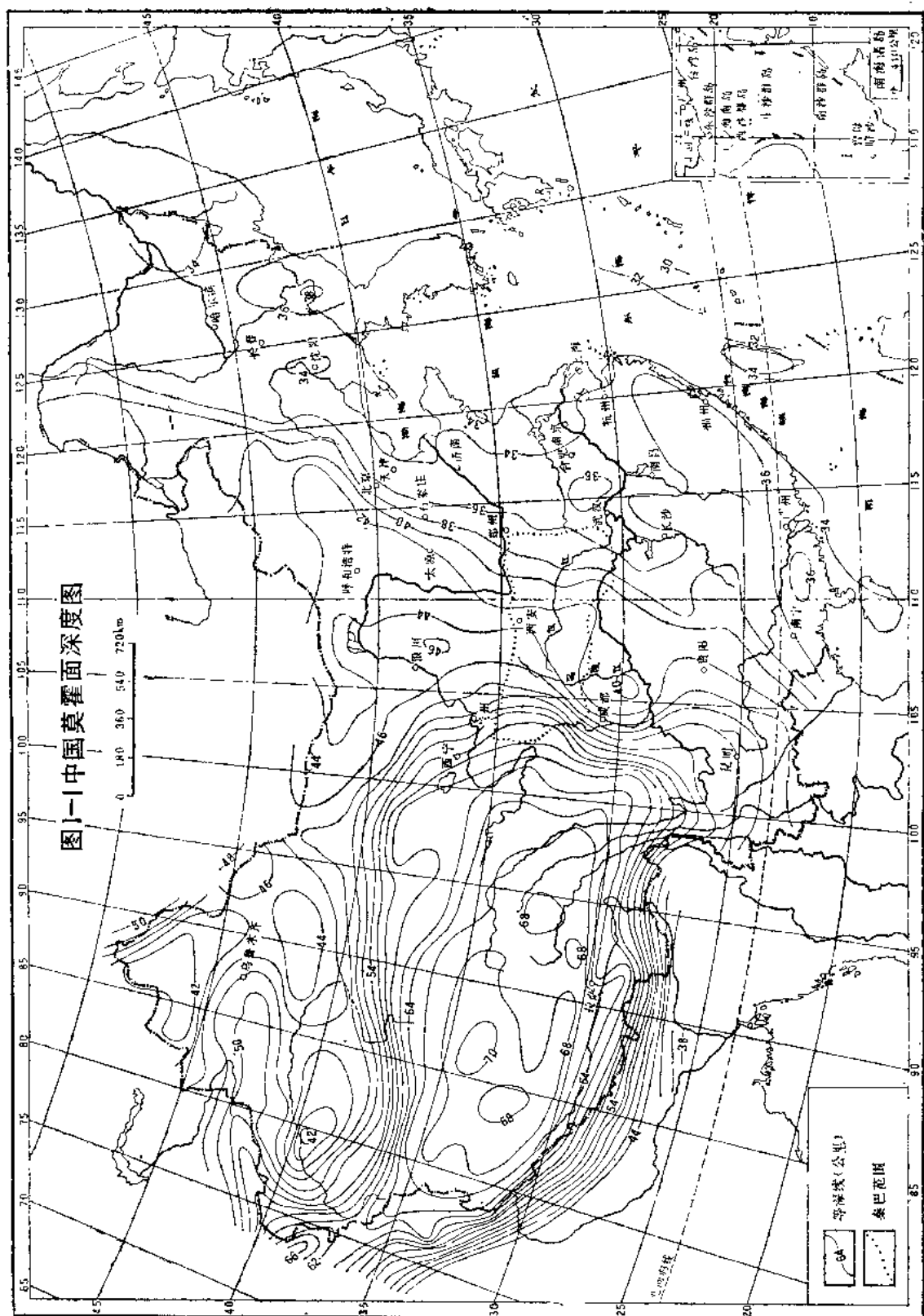
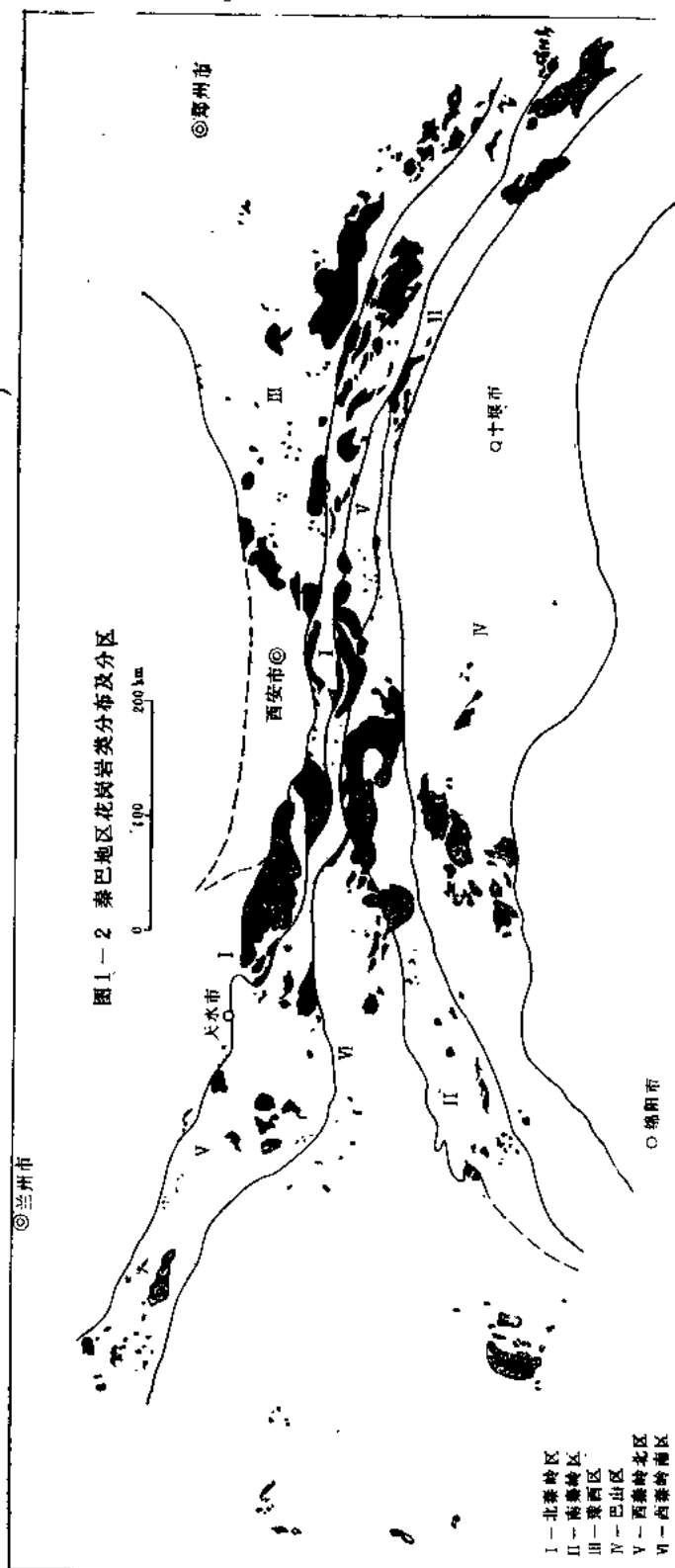


图1-1 中国莫霍面深度图



燕山期在本区东部多形成大岩基（合峪-交口岩体），在西部则以出露大量的小斑岩体为特征（金堆城、上房沟、银家沟岩体）。

4. 大巴山区

本区花岗岩类岩石主要分布在广元—汉中—安康地区内。

在晚元古代及加里东早期，分别形成两期碱性—偏碱性的侵入岩类。其中有碱性辉长岩（望江山岩体），碱性正长岩（坪河岩体）、碱性粗面斑岩（竹溪岩体）、碳酸盐岩（得胜铺岩体）、金伯利岩（京山岩体）以及碱性花岗岩（铁船山、高滩岩体）、钠质花斑岩（牛山岩体）。

5. 西秦岭北区

本区位于夏河—西和一凤县—柞水—商南地区。基本上相当于黄汲清中国大地构造分区的礼县—柞水冒地槽褶皱带。海西期有少量中性岩侵入，印支期有大量中酸性岩侵入，大岩基与小斑岩群大致相间出露，由西向东为：年木尔小岩体群、黑河岩基、大草滩小斑岩群、温泉岩基、铜牛山小斑岩群、天子山岩基、核桃坝小岩体群、厚畛子岩基、柳林沟斑岩群、东江口岩基、小河口斑岩群。

总体说来，上述大岩基分布在相对隆起区，小斑岩分布在相对拗陷区。本区岩体中的暗色包体主要为中—基性火山岩。

6. 西秦岭南区

位于西秦岭北区与南秦岭区之间的三角地带，大致相当于黄汲清等人的“松潘甘孜褶皱带”。本区东部边缘，海西晚期生成了一些同构造的中酸性侵入岩（西坝、关口垭岩体）。早、中三叠世，正当西秦岭北区隆起时，本区则强烈下沉并沉积了巨厚的复理石沉积。晚三叠世末，本区升起为陆，并形成了一些构造期后的花岗岩体。这些岩体呈等轴状或略显南北拉长，并有南北呈带分布的趋势（小金厂、达盖寨岩体）。印支期岩基中的暗色包体主要为变粒岩。

第三节 岩石分类

所谓花岗岩类岩石（有时亦简称花岗岩），本书系指总体为块状的、半自形粒状的长英质岩石。本“定义”包含如下含义：

- ① 岩石宏观为块状构造；
- ② 岩石为半自形粒状结构、斑状结构及交代结构；
- ③ 岩石中的长石+石英含量大于60%，石英含量大于5%。

秦巴地区花岗岩类岩石中原生造岩矿物以斜长石、石英、钾长石为主，黑云母常见。白云母、普通角闪石少见，棕闪石、霓辉石罕见。在南岭地区常见的含锂高的云母（锂云母、黑鳞云母等），在秦巴花岗岩中目前还未见到。

根据陕西省18个花岗岩类岩体（占全省花岗岩面积的81%）203个样品的测定资料，

求得造岩矿物的平均含量（表1-1）。随斜长石含量的增高，黑云母的含量也有增高的明

表1-1 陕西省花岗岩类岩石中造岩矿物的含量

矿 物	含量变动范围(%)	平均含量 (面积加权)(%)
石 英	5—50	23.93
斜 长 石	11.78—76.1	43.17
钾 长 石	0—50.4	23.35
黑 云 母	0—22.5	5.32
普通角闪石	0—11.4	
白 云 母	0—3.9	

显趋势（图1-3）。白云母与角闪石一般不紧密共生。白云母主要出现在二长花岗岩、花岗闪长岩中；角闪石主要出现在石英闪长岩、英云闪长岩中。

由于秦巴地区某些省缺乏矿物测定资料，而陕西省位于秦巴中部，花岗岩出露面积大。上述陕西省花岗岩类岩石中的造岩矿物含量，基本可以反映秦巴地区的特点。

秦巴地区花岗岩的定量矿物分类，首先按矿物的碱质特征分为两大类：

（1）碱性花岗岩类：长石全属碱性长石（钾长石、钠长石）并出现碱性暗色矿物。秦巴地区此类岩石很少，约占花岗岩出露面积的0.58%，为棕闪石花岗岩。

（2）普通花岗岩类：参照国际地科联（IUGS）1972年的方案，进一步划分为8种类型（图1-4）。

秦巴地区普通花岗岩类约占花岗岩出露面积的99.42%，主要为二长花岗岩，以下依次为花岗闪长岩、石英闪长岩、多钾花岗岩、英云闪长岩、石英二长岩及碱长花岗岩（表1-2）。从图1-4可见，花岗岩类的投影点是从石英闪长岩区到碱长花岗岩区有一个明显的密集带，这一点和南岭、天山等地是一致的[4][5]。但南岭地区多数点都投影在三角图的左侧（钾长石多于斜长石），而秦巴地区多数点都投影在三角图的右侧（斜长石多于钾长石）（图1-5）。

根据各期花岗岩类的成分投影（图1-6），秦巴花岗岩类从老到新，矿物成分没有明显的变化规律。

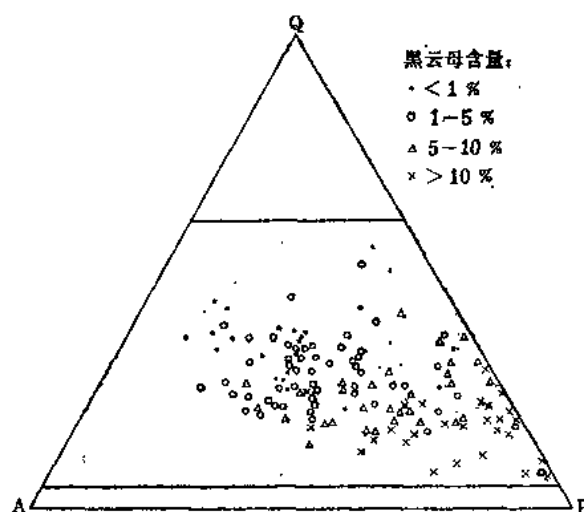


图 1-3 黑云母含量与斜长石含量的关系

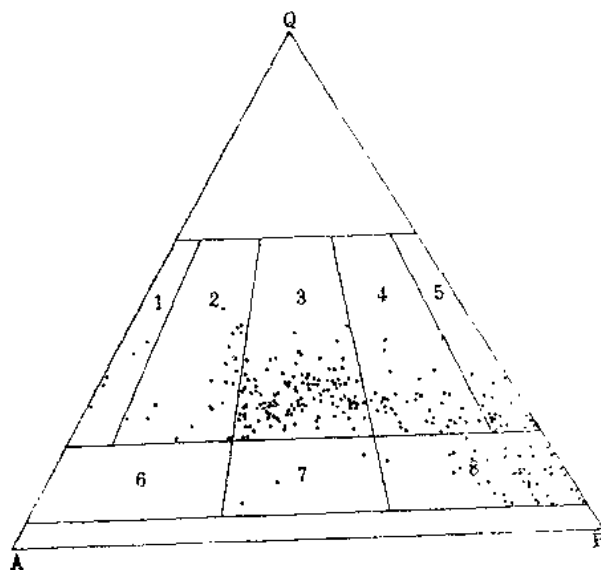


图 1-4 秦巴地区花岗岩类298个深成岩体的矿物成分投影
1.碱长花岗岩 2.多钾花岗岩 3.二长花岗岩 4.花岗闪长岩 5.英云闪长岩 6.石英正长岩 7.石英二长岩 8.石英闪长岩
Q—石英 A—碱性长石(钾长石, 钠长石) P—斜长石($An < 5$)

表1-2 秦巴花岗岩类中各种属所占的比例

岩石种类	岩体个数	出露面积(km^2)	所占比例(%)
二长花岗岩	165	16479	54
花岗闪长岩	79	4895	16
石英闪长岩	105	3047	10
多钾花岗岩	53	3037	10
英云闪长岩	28	2086	6.9
石英二长岩	11	542	1.8
碱长花岗岩	4	68	0.2

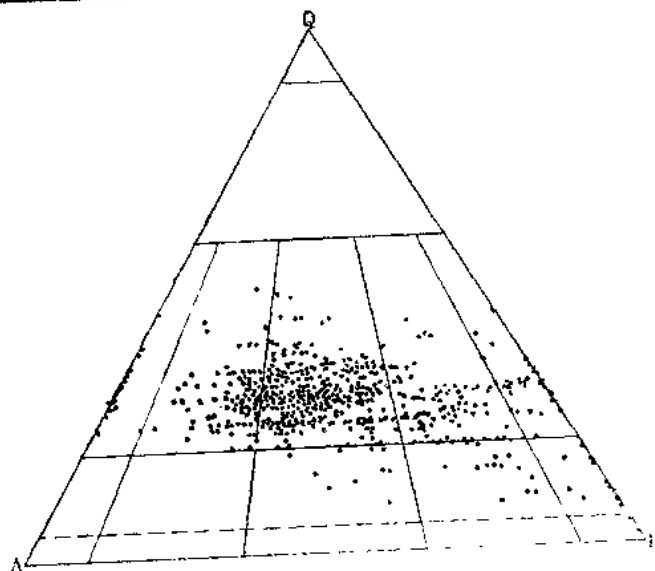


图 1-5 华南中酸性岩(深成岩)类分类图(762个样品)
(据中国科学院贵阳地球化学研究所, 1979年)

第四节 主要造岩矿物特征

一、钾长石

在本区花岗岩类岩石中有微斜长石及正长石等。正长石分布在浅成斑岩中，微斜长石分布在深成岩基中。深成岩基中的微斜长石斑晶呈自形厚板状，具环带结构，斑晶中的斜长石、黑云母及石英的细小残晶也呈环带状分布。陆壳交代型花岗岩中的斑晶，一般无环带结构，但翠华山陆壳交代型花岗岩中的钾长石斑晶有环带结构。深成岩中的微斜长石具有钠长石条纹。岩浆花岗岩中钾长石的条纹粗而不规则，但陆壳交代型花岗岩中钾长石条纹却细而规则。

钾长石的化学成分见表1-3和表1-4。其中Si和Al比较稳定，变化范围均在3%以内。而 K_2O 和 Na_2O 变化范围略大一些， K_2O 为10.20—15.60%， Na_2O 为1.28—3.77%。

钾长石结构状态的测定，采用了X射线衍射分析、红外光谱分析和光学方法。上述三种方法的测定结果有显著差别。一般是红外光谱分析的有序度最大，光学方法次之，X射线测值最低。从表1-5可以看出，钾长石的结构状态主要受结晶温度和结晶速度的控制。结晶温度较低的陆壳交代型花岗岩及结晶速度较慢的陆壳深成型花岗岩， S_F 、 θ 、 S_T 值较大。结晶温度较高的同熔型花岗岩及结晶速度较快的陆壳浅成型花岗岩， S_F 、 θ 、 S_T 值较小。

二、斜长石

斜长石的分布大致见有四种情况：①作为矿物碎片保留在深成岩基的钾长石斑

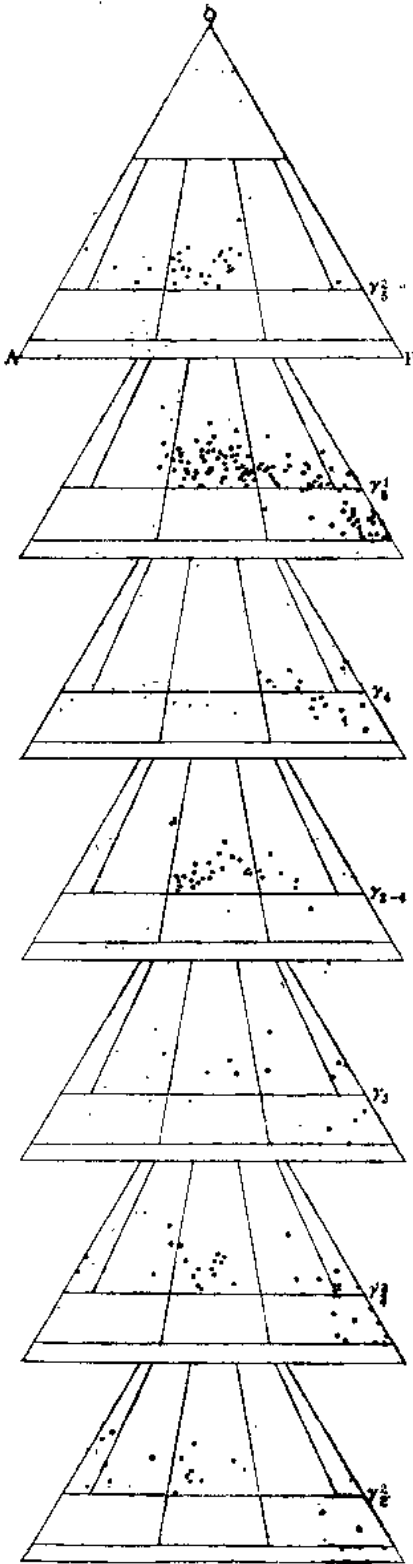


图 1-6 各期花岗岩类深成岩体的矿物成分投影