

大别杂岩的早期 演化及混合岩 成因机制

中国地质大学
博士论文丛书 (1)

王江海著

中国地质大学出版社

**THE EARLY EVOLUTION
OF DABIE COMPLEX,
WITH SPECIAL
REFERENCE TO
THE GENESIS OF
MIGMATITES**

CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES PRESS

Wang Jianghai



大别杂岩的早期演化 及混合岩成因机制

王 江 海 著

(中国地质大学·武汉)

(中国科学院地球化学研究所)

中国地质大学出版社

内 容 简 介

本专著分上下两篇共十一章。上篇运用当代前寒武纪地质研究的新理论和新方法,对大别杂岩中表壳岩系和花岗质岩石作了系统的岩石学、构造学和地球化学研究,并提出大别杂岩的早期演化历程。下篇在系统的野外工作的基础上,对大别杂岩中混合岩的岩石学、矿物学、质量平衡、矿物空间分布和地球化学作了全面系统的研究,进而设计了相似模型实验,并用扩散理论对实验结果作了合理解释,最后运用耗散结构理论,从非线性动力学建模的角度,深刻揭示了热中心混合杂岩的形成机理。该书内容丰富、资料新颖、构思严谨,对从事前寒武纪地质学、岩石学、地球化学和耗散结构理论在地学中应用的研究人员以及高等院校地质、地球化学专业的师生均有重要的参考价值。

大别杂岩的早期演化及混合岩成因机制

王 江 海 著

责任编辑 李继英、默子

责任校对 段连秀

中国地质大学出版社出版

(武汉市 喻家山)

中国地质大学出版社印刷厂印刷 湖北省新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张 9 图版 1 插页 1 字数 230 千字

1991年10月第1版 1991年10月第1次印刷

印数 1—600 册

ISBN 7-5625-0582-9/p·196

定价: 6.85 元

“我们对自然的看法正经历着一个根本性的转变，转向多重性，暂时性和复杂性。”

——伊·普里戈金（引自《从混沌到有序》中人与自然的新对话）

序

大别杂岩是现今秦岭—大别造山带中抬升最高的深成杂岩，研究它的组成、变质变形历史和岩石成因，对于揭示秦岭—大别造山带的深部地壳组成，分析早期（指前寒武）地壳演化和了解造山带的动力学机制具有重要意义。

王江海在国家自然科学基金项目(85040093)和国家教委博士点基金项目(09220582)的资助下，三年内多次进入大别山区进行第一性地质资料收集，配合室内研究，将资料进行整理和分析，写成博士学位论文。论文以鄂东北大别变质杂岩为主要研究对象，运用当代构造学及岩石学的新理论和新方法，对这一多期变质变形的地质体的变质和构造演化提出了新的认识。这对于今后继续研究大别山前寒武纪地质提供了极为有益的资料。

混合岩化作用是大别杂岩中相当普遍的现象，混合岩成因长期以来存在不同的认识。王江海在详细野外观察的基础上，运用构造分析、岩相学研究、矿物空间分布、质量平衡计算和稀土微量元素配分等方法，对大别杂岩中的混合岩开展了深入细致的研究；对区内广泛存在的条带混合岩作了扩散模型实验；最后作者运用耗散结构理论，把混合岩的时空有序结构看成是远离平衡参考态的一种热成分耗散结构，混合岩化是平衡参考态失稳转化为耗散结构的过程，初步建立了混合岩形成的动力学模型。

运用非平衡态热力学于混合岩研究，在国内尚不多见，我们希望王江海在这方面的探索能引起国内同行的关注，并使之得到更好的发展。

游振东 韩郁菁

1990年12月

前 言

大别山是夹于华北地台和扬子地台之间的秦岭—大别造山带的东延部分。由于其大地构造位置特殊,成矿条件好,因此,对大别山地质的研究无论对我国国民经济的发展还是对地质科学理论研究的深入都有着重要的实际意义和经济价值。

前人对大别山的地质构造已有不少精辟的论述,但对大别杂岩(即原来的大别群)的研究主要限于运用群、组、段的传统地层方法去研究,而实际上在中深变质杂岩区采用传统的地层划分和对比是很难开展工作的。应该根据构造样式和岩石组合划分成两大不同的岩石—构造单元(表壳岩系和花岗质岩石)来研究。在不同单元中应采用不同的工作方法,表壳岩系中首先应采用构造解析的方法,在搞清构造的前提下建立构造柱乃至地层柱;在花岗质岩石区应采取岩浆岩的一整套工作方法。

我们知道,混合岩化是地壳深部地质现象,混合岩化作用与花岗质岩浆的起源和与TTG系列岩石的成因等重大基础理论问题密切相关,因此,也是前寒武纪地质和前寒武纪早期地壳演化的核心问题之一。混合岩的成因机制一直是个争论不休的问题,前人根据地质实际和实验成果提出过各种各样的学说,归纳起来有四种,即岩浆注入、交代、变质分异和重熔成因。然而,这些尚不能合理解释混合岩中的很多地质事实,尤其是其中的非平衡有序现象的成因,并且一直没有涉及混合岩化过程中的动力学问题的研究。

笔者于1986—1990年在中国地质大学研究生院攻读硕士学位、博士学位期间,在游振东教授和韩郁菁副教授的指导下,围绕国家自然科学基金课题(85040093)《大别山前寒武纪变质地体岩石学和构造学》和国家教委博士点基金项目(09220582)“对接造山带变质作用过程与地球动力学状况”开展工作的。笔者以鄂东北大别杂岩为研究对象,以扎实的野外地质填图为基础,进行构造解析和详细岩石学研究,并用稀土元素模拟的方法,对大别杂岩内角闪质岩石和花岗质岩石作了数值模拟。综合对表壳岩系和花岗质岩石的研究阐述了大别杂岩的早期演化历程。在上述基础上,对工作区广泛发育的混合岩作了岩石学、构造学、质量平衡、矿物空间分布和地球化学研究。综合上述各项研究成果,设计了相似模型实验,以非平衡态热力学与耗散结构理论为指导,从非平衡线性动力学角度阐述了本区条带混合岩的成因及其形成过程的动力学机制。本书即是在笔者的博士论文基础上略经修改而成。

本书全文和详细摘要完成后,承蒙许多地质界的老前辈和专家在百忙中给予审阅,并提出了宝贵的意见。参加审稿的专家有:北京大学董申保教授、王仁民副教授,南京大学王德滋教授、孙岩教授,中国科学院地质所叶大年研究员、吴利仁研究员,地矿部地质所沈其韩研究员、刘国惠研究员,西北大学张国伟教授、陈景维教授,西安地质学院安三元教授,桂林冶金地质学院刘家远教授,地矿部天津地质所孙大中教授,中国地质大学池际尚教授、邓晋福教授、於崇文教授、张本仁教授、赵伦山教授、杨巍然教授、杨森楠教授、孙作为教授、邱家骥教授、路凤香教授、马文璞教授、王方正教授、叶德隆副教授、康景霞副教授、朱中一副教授、罗新民副教授,湖北省地矿局胡惠民高级工程师,安徽地质研究所徐树桐教授,长春地质学院张貽侠教授、卢良兆教授、贺同兴教授、李树勋教授、张树业教授等36位专家。

在论文工作中始终得力于导师游振东教授和副导师韩郁菁副教授的悉心指导和热情支持,并为本书作序,藉此谨向二位导师表示衷心的感谢和崇高的敬意!研究中还得到了索书

田教授、王方正教授、桑隆康副教授、吴金平副教授、马昌前副教授、陈能松讲师等老师的各方指教；学习和工作过程中还得到了叶大年研究员的热情帮助和鼓励，在实验和费氏台测试方面得到了杨问华和陈云兰老师的帮助，叶俊林教授帮助拍摄了相似模型实验结果的照片。在野外工作期间，得到了鄂东北地质大队领导的支持，刘武和张元祥工程师的合作和指教。硕士生周汉文、黄明华、张泽明，85和86级本科生刘兴国、何小翌分别参加过部分野外工作。矿物电子探针分析由中国地质大学(武汉)和中国地质大学(北京)探针室测试，化学分析、微量和稀土分析由湖北省地质实验研究所测试，锆石 U-Pb 同位素由北京铀矿研究所测试，图像分析由中国地质大学(北京)图像分析室测试，谨向以上支持和帮助过作者的老师、同学和单位一并致以衷心的感谢。由于笔者才学疏浅，文中错误在所难免，敬请读者批评指正。

本专著的出版还得到国家博士后基金项目“我国若干典型地区矿物、岩石和矿石中一些非平衡有序现象的动力学研究”的资助。

笔 者

于中国地质大学(武汉)

1990年11月15日

目 录

上篇 大别杂岩的早期演化

概述.....	(1)
第一章 大别杂岩中表壳岩系的岩石学研究.....	(3)
第一节 小引.....	(3)
第二节 表壳岩系的岩石学和矿物学.....	(4)
第三节 矿物生长史分析和变质作用的 $p-t$ 趋势.....	(19)
第四节 表壳岩系的岩石化学特征和原岩恢复.....	(22)
第二章 大别杂岩内表壳岩系的多期褶皱解析.....	(30)
第一节 鄂东北大别杂岩的构造样式.....	(30)
第二节 贾庙—贺场表壳岩系的构造解析.....	(32)
第三章 大别杂岩内花岗质岩石的岩石学.....	(40)
第一节 地质概述.....	(40)
第二节 大别杂岩内花岗质片麻岩的分类及岩石学特征.....	(41)
第三节 花岗质岩石的岩石化学特征.....	(42)
第四章 大别杂岩内角闪质岩石的稀土元素特征, 数值模拟及其成因.....	(46)
第一节 角闪质岩石的稀土元素特征.....	(46)
第二节 稀土元素定量化模式讨论.....	(47)
第五章 大别杂岩内花岗质岩石的稀土元素特征和成因的稀土元素模拟及其演化.....	(50)
第一节 引言.....	(50)
第二节 花岗质岩石与基性变质岩的关系.....	(50)
第三节 大别杂岩内花岗质岩石的稀土元素特征.....	(52)
第四节 花岗质岩石的稀土元素模拟.....	(54)
第五节 大别杂岩的早期演化.....	(56)

下篇 混合岩的成因机制

引言.....	(61)
第六章 大别杂岩内混合岩的分布、岩石学特征和构造分析.....	(63)
第一节 混合岩的分类及时空关系.....	(63)
第二节 混合岩新成体和古成体的种类.....	(65)
第三节 从斜长石的成分和光学性质探讨混合岩的生成环境.....	(67)
第四节 混合岩中钾长石的光学特征及其地质意义.....	(69)
第五节 混合岩化作用的温度和压力估算及同位素年代学研究.....	(70)
第六节 混合岩的构造分析.....	(72)
第七章 条带混合岩的质量平衡研究.....	(75)
第一节 引言.....	(75)

第二节	质量平衡研究的基本原理.....	(75)
第三节	大别杂岩中条带混合岩的质量平衡研究.....	(76)
第四节	讨论.....	(85)
第八章	矿物空间分布研究的原理及其在混合岩成因研究中的应用.....	(86)
第一节	引言.....	(86)
第二节	颗粒界面能和表面张力的计算.....	(86)
第三节	对混合岩矿物空间分布研究的回顾.....	(88)
第四节	混合岩矿物空间分布研究的新方法.....	(89)
第五节	结论.....	(91)
第九章	混合岩的地球化学研究.....	(94)
第一节	研究方法.....	(94)
第二节	古成体和浅色体的矿物组成及其特征.....	(95)
第三节	浅色体和古成体的常量和微迹元素特征.....	(95)
第四节	浅色体成因类型的微迹元素判别.....	(97)
第十章	条带混合岩成因的相似模型实验研究和扩散理论解释.....	(99)
第一节	大别杂岩内部条带混合岩成因机制分析.....	(99)
第二节	条带混合岩成因的相似模型实验研究和扩散理论解释.....	(100)
第三节	相似模型实验的地质意义.....	(103)
第十一章	混合岩化作用、混合岩与耗散结构.....	(104)
第一节	引言.....	(104)
第二节	耗散结构理论在研究混合岩时的基本思想.....	(105)
第三节	耗散结构理论在混合岩中应用的一般讨论.....	(106)
第四节	分异成因的条带混合岩动力学解释.....	(107)
第五节	条带混合岩形成的动力学机制.....	(109)
第六节	重熔阶段混合岩化作用的动力学模型.....	(115)
第七节	结论.....	(118)
附表1~7		(119)
参考文献		(127)
外文摘要		(132)
图版说明及图版		(134)

Contents

Part I: The early evolution of Dabie Complex Outlining.....	(1)
Chapter 1: The Petrological study of supracrustal Sequences in Dabie Complex	(3)
Section 1: Introduction	(3)
Section 2: The petrology and Mineralogy of supracrustal sequences.....	(4)
Section 3: The analysis of the history of the mineral growth and the P-T trend of metamorphism	(19)
Section 4: The study on the Petro-Chemistry and Protolith of Supracrustal sequences.....	(22)
Chapter 2: The analysis of the four generations of folds in Supracrustal sequences	(30)
Section 1: The Structural styles in Dabie Complex, Northeastern Hubei	(30)
Section 2: The Structural analysis of supracrustal sequences in Jiamiao-Huoao district	(32)
Chapter 3: The Petrology of granitoids in Dabie Complex	(40)
Section 1: Geological Outlining	(40)
Section 2: The Classification and Petrological features of granitoids in Dabie Complex	(41)
Section 3: The Petro-Chemical features of granitoids	(42)
Chapter 4: The REE features, REE modelling and Petrogenesis of amphibolites in Dabie Complex.....	(46)
Section 1: The REE features of amphibolites.....	(46)
Section 2: Discussion on the quantitative REE modelling	(47)
Chapter 5: The REE features, quantitative REE modelling and evolution of granitoids in Dabie Complex.....	(50)
Section 1: Introduction	(50)
Section 2: The relation between the granitoids and meta-basic rocks	(50)
Section 3: The features of granitoids in Dabie complex	(52)
Section 4: The quantitative REE modelling of granitoids	(54)
Section 5: The early evolution of Dabie Complex	(56)
Part II: The genesis and mechanism of migmatites.....	(61)
Chapter 6: The spatial distribution, Petrological features and tectonic analysis of migmatites in Dabie Complex.....	(63)
Section 1: The classification and the tempo-spatial relation	(63)
Section 2: The types of neosomes and palaeosome in migmatites	(65)
Section 3: Exploring the forming environment of migmatites based on the composition and the optical features of plagioclase	(67)
Section 4: The optical features of K-feldspar in migmatites and their geological significance	(69)
Section 5: The temperature and Pressure calculating of migmatization and the Study of Chronology.....	(70)
Section 6: The tectonic analysis of migmatites.....	(72)
Chapter 7: The mass-balance Study of the stripped migmatites.....	(75)
Section 1: Introduction	(75)
Section 2: The principle of the mass-balance Study.....	(75)
Section 3: The mass-balance study of the stripped migmatites in Dabie Complex	(76)
Section 4: Discussion.....	(85)
Chapter 8: The Principle and its application in the migmatite genesis of the mineral spatial distribution	(86)
Section 1: Introduction	(86)

Section 2, The calculating of the interface energy and Surface extension force between two minerals.....	(86)
Section 3, The reviewing of the mineral spatial distribution in migmatites	(88)
Section 4, The new method on the studying of the mineral spatial distribution in migmatites.....	(89)
Section 5, conclusion.....	(91)
Chapter 9, The geochemistry of migmatites	(94)
Section 1, method	(94)
Section 2, The mineral assamlages and features of palaeosomes and leucosomes	(95)
Section 3, The features of the ordinary and trace elements in leucosomes and palaeosome.....	(95)
Section 4, The REE discriminant marking on the genesis of the stripped migmatites	(97)
Chapter 10, The similar model experiments and explanation of the stripped migmatites based on diffusion theory	(99)
Section 1, The analysis on the genesis and mechanism of the stripped migmatites in Dabie Complex	(99)
Section 2, The study on the similar model experiments and the explanation on the genesis of migmatites based on diffusion theory	(100)
Section 3, The geological significance of similar model experiments	(103)
Chapter 11, migmatization, migmatites and dissipative structures	(104)
Section 1, Introduction	(104)
Section 2, The basic principle of dissipative structure theory adopted in migmatites	(105)
Section 3, The general discussion on the application of dissipative structure theory in migmatites	(106)
Section 4, The dynamical explanation of the stripped migmatites attributed to metamorphic differentiation.....	(107)
Section 5, The dynamical mechanism in the process of the formation of the stripped migmatites...	(109)
Section 6, The dynamical model describing the migmatization in the stage of anatexis	(115)
Section 7, conclusion	(118)
Attached table 1~7	(119)
References	(127)
Abstract	(132)
Plates and explanations	(134)

上篇 大别杂岩的早期演化

概 述

大别山是夹于华北地台和扬子地台之间的秦岭—大别造山带的东延部分。由于其大地构造位置特殊,成矿条件好,所以吸引了大批地质学者的注意。大别山地区的地质工作早在解放前就开始了。谭锡畴、刘季辰和李捷等人解放前就开始在其外围作一般路线调查;大别山地区系统的地质工作开展是在解放后,大体可归纳成以下三个阶段:

①从50年代末至60年代初,以传统的地层划分、对比和寻找铁矿为特点。吴磊伯(1958)、宁崇质(1959)以及原北京地院(1960—1961年)等个人和单位先后对大别山地区的地层作了系统的划分和对比,并建立了大别群。

②从70年代初至80年代中,主要用岩石—构造地层方法作地层划分和对比。湖北区测队(1974—1976年)从地层角度入手,重新建立了大别群,并划定了6个组15个岩性段,总厚度大于2.5万m。随后,鄂东北地质队(1985—1987年)以岩石—构造地层法重新厘定了地层序,将大别群自下而上划为(最底部有一段未建组)仙女庙组和巴驿组,将含铁岩系全部划归大别群仙女庙组,而将剔除出来的含磷和含石墨的碎屑岩及一套碳酸盐岩划归红安群。

③从1987年8月以后至今,刘武等(1987)在麻城鲤鱼寨发现了英云闪长岩(tonalite)体以来,重新审度大别群的含义以及英云闪长岩在大别杂岩早期演化中的地位 and 作用。

工作区所处的位置是湖北罗田、黄冈、麻城、浠水、英山和大悟等县境内的大别杂岩(图0-1)。近年来,许多学者从不同角度对大别杂岩作了大量的研究,并有许多精辟的论述。特别是由于对前寒武纪花岗质片麻岩在早期地壳生长和演化中的重要性日益被人们所重视,使得人们对传统地层单位群、组、段能否在深变质杂岩中应用提出疑问。现有资料表明:大别杂岩核部是由晚太古代—早元古宙花岗质片麻岩和由变基性火山岩夹变超基性、变酸性火山岩及部分变沉积岩系构成的火山—沉积建造;它们是分属于不同的构造环境和变形机制的产物,其中,变基性火山岩夹变超基性和酸性火山岩及变沉积岩系属于前寒武纪的表壳岩系,而大部分长英质片麻岩则属于岩浆侵入作用的产物,经后期多次再造作用(是指深刻影响古老的硅铝壳岩石、构造和变质改造作用,或称古老地壳的再活化作用。再造作用是以大规模的地壳扭曲为特征,主要是通过从转换剪切到地壳的推覆叠置等一系列机制引起地壳伸展作用,长条状盆地形成作用以及大陆内部硅铝壳上的造山作用进行的。张家声,1985)形成的岩浆构造综合体,岩石特征与国内外通称的灰色片麻岩相类似,并称之为大别山灰色片麻杂岩。

根据构造样式和岩石组合特征,可将大别杂岩划分成3种不同的构造—岩石区,即表壳岩系区(I),花岗质片麻岩区(II)和线性强应变区(III)。在I类地区工作,首先应采用

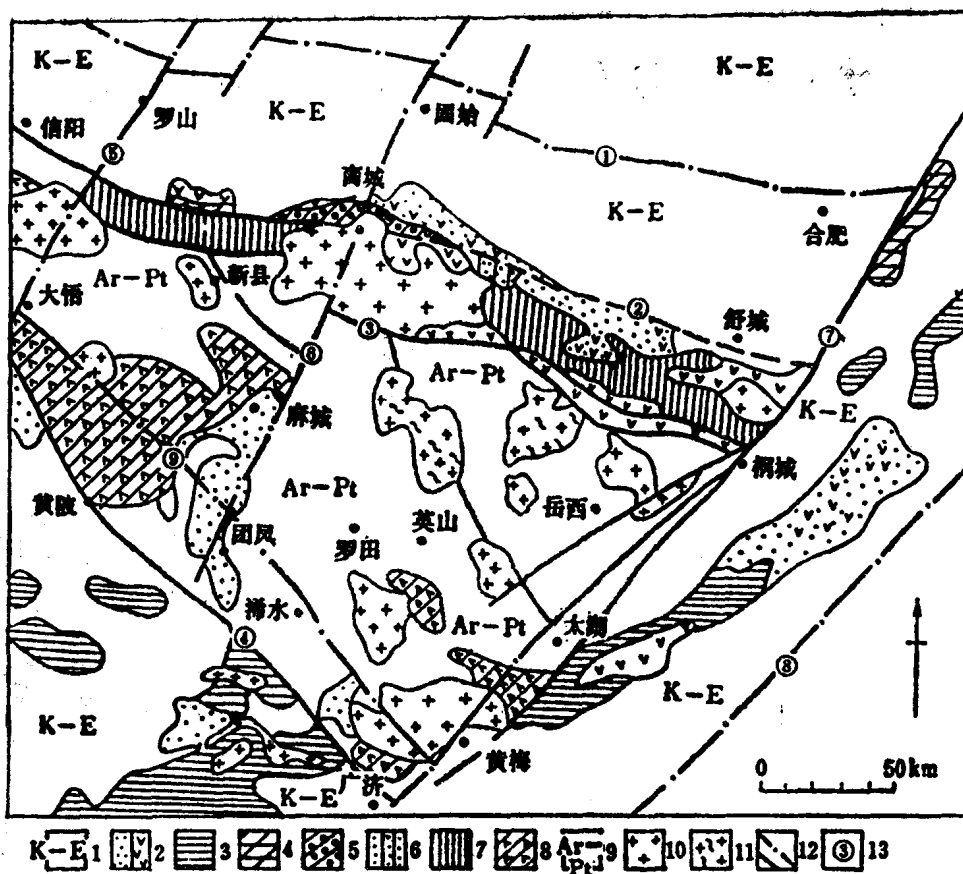


图0-1 大别山区地质略图

1. 白垩—第三系；2. 侏罗系（沉积岩和火山岩）；3. 扬子地台台型震旦系—三叠系；4. 扬子地台元古界基底；5. 北淮阳石炭系杨山群；6. 北淮阳石炭系梅山群；7. 北淮阳中上元古界芦镇关群、信阳群等；8. 大别山区中元古界红安群、宿松群等；9. 大别山区太古界—元古界大别群；10. 燕山期花岗岩；11. 大别—扬子期花岗岩；12. 断裂（隐伏）；13. 主要断裂编号

马杏垣先生倡导的构造解析方法去识别多期变形作用，特别是多期褶皱变形的识别和叠加褶皱干扰格式的研究，在搞清区域构造的前提下，再作详细的岩石学、矿物学、岩石化学和地球化学工作，恢复表壳岩系的原岩，最后综合各方面的研究，建立构造柱乃至地层柱，并作区域性的对比。在Ⅱ类地区工作时，首先从构造样式（以小型韧性剪切和小型顺层伸展流动和挤压流动褶皱及受小型韧性剪切带控制的小褶皱）和与表壳岩系之间的关系（早期的灰色片麻岩与表壳岩系往往呈整合接触且界线往往是过渡的，而晚期花岗质片麻岩同表壳岩系和早期的灰色片麻岩呈侵入接触，并在其内部发育环形和放射状断裂）等区域地质特征加以初步识别，尔后，进一步研究其岩石学、岩石化学和地球化学，在此基础上对其岩浆演化作多元素（尤其是稀土）模拟，最后探讨花岗质片麻岩的可能源岩、演化历程及与表壳岩系的关系。在Ⅲ类地区工作，首先应从区域上识别出这类线状的构造带（同时建立此类线状构造带的识别标志），再从构造学和岩石学角度同时着手研究，特别是研究这类线状构造带的特征，新成体的种类及其关系并建立事件序列乃至进行区域上的对比(Hopgood, 1980, 1984)。应指出的是Ⅰ、Ⅱ二类地区的划分是相对的，线状强应变区往往是花岗质片麻岩区中的一个特殊部分。

第一章 大别杂岩中表壳岩系的岩石学研究

第一节 小 引

大别杂岩内表壳岩系出露比较零散和破碎,似大小不等的“船只”漂泊于大面积花岗质片麻岩系的“海洋”中,从而构成了大别山杂岩中二套特征迥异岩系的组合格局(图1-1)。其中贾庙—贺勘表壳岩系是具有代表性的面积比较大的一块。它分布于湖北黄冈县贾庙乡境内,长约20km,最宽处约5km。

本区大别杂岩在1987年以前一直是从地层角度研究的,而且,多年来,变质岩系的划分和对比众说纷纭。据鲍威尔和弗兰德等人(1988)的研究指出:“在复杂高级变质岩区,不能再沿用群、组、段的划分方法,而应当采用杂岩进行详细研究”。按照上述思想,笔者通过对工作区的地质调查,几个主干剖面的研究及贾庙—贺勘地区的填图后认为:

(1) 大别杂岩核部表壳岩系具有两个岩性及产出方式不尽相同的岩石组合。其一是呈大面积出露的斜长角闪岩-角闪斜长片麻岩-黑云斜长片麻岩-变粒岩-(磁铁,石榴)石英岩-碳酸盐岩(包括各种大理岩和钙硅酸盐岩),其二是在花岗质片麻岩中呈大小不等的包体群出现的基性麻粒岩类-紫苏石榴黑云斜长片麻岩-石榴矽线石片麻岩。这两个组合之间被花岗质片麻岩所分割,难以找到直接的接触关系,但它们的原岩成分有许多相似之处。

(2) 这两个组合的变质作用也明显不同,前者为角闪岩相变质,而后者则是麻粒岩相变质(如惠兰山的二辉麻粒岩,明山水库和舒家山、楼子屋等地的石榴矽线石片(麻)岩和黄土岭的紫苏石榴黑云斜长片麻岩)。并且,角闪岩相变质作用对麻粒岩相岩石具明显的叠加关系。

(3) 花岗质片麻岩系对于表壳岩系而言,通常呈侵入接触(图1-2)。另外,断续的零星分布于花岗质片麻岩系中呈包体形式产出的高级变质岩系,鉴于其总是与花岗质片麻岩系密切共生这一产出特点,若将两个岩石组合看成是类似的岩石-构造单位,那么,可以使大别杂岩核部的地质构造轮廓和演化序列更加清晰,成为由斜长角闪岩-黑云斜长片麻岩-角闪斜长片麻岩-变粒岩(绿岩带——除花岗质杂岩以外,凡是时代已定为太古宙的层状岩系,若不是陆相堆积物,均可称为遭受不同程度变质的绿岩带(张秋生,1984)。绿岩带通常分为三个部分即下部超基性岩系,中部基性至酸性火山岩系及上部沉积岩系(又可分为下部含泥质沉积岩系和上部含砂质沉积岩系))和花岗质片麻岩系构成的花岗-绿岩地体。

(4) 花岗质片麻岩系往往表现为底辟和穹窿构造。此外,大别杂岩内所做的同位素年龄值一直偏低,其原因很可能是由于太古—早元古宙地壳热流持续升高,体系处于开放状态,同位素子体不易被保存,以及多期次变质变形作用的叠加和改造的缘故。本区花岗质岩石的主要特征与世界典型地区太古宙花岗质岩石的综合特征具有明显的一致性(表1-1)。

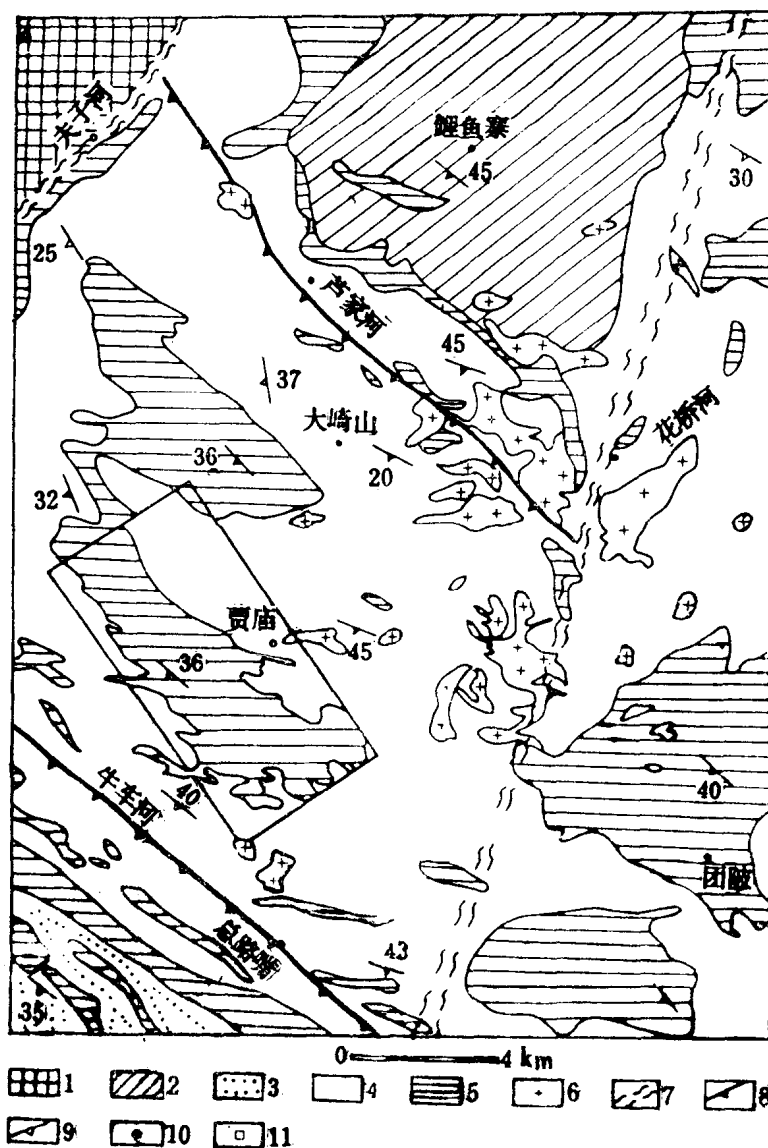


图1-1 鄂东北夫子河-总路嘴一带地质图

1. 白垩-第三系; 2. 晚期TTG质片麻岩; 3. 眼球状石英二长质片麻岩; 4. 早期TTG和晚期富钾花岗质片麻岩; 5. 表壳岩系; 6. 燕山期花岗岩; 7. 走滑型韧性剪切带; 8. 推覆型韧性剪切带; 9. 产状; 10. 地点; 11. 图2-10中的构造解析区

第二节 表壳岩系的岩石学和矿物学

根据岩石的化学成分特征可以把表壳岩系分成五大类: 1. 泥质变质岩; 2. 长英质变质岩; 3. 钙质变质岩; 4. 基性变质岩; 5. 镁质变质岩。下面就从岩相学、矿物化学以及反应结构和温压估算等方面阐述表壳岩系的特征。

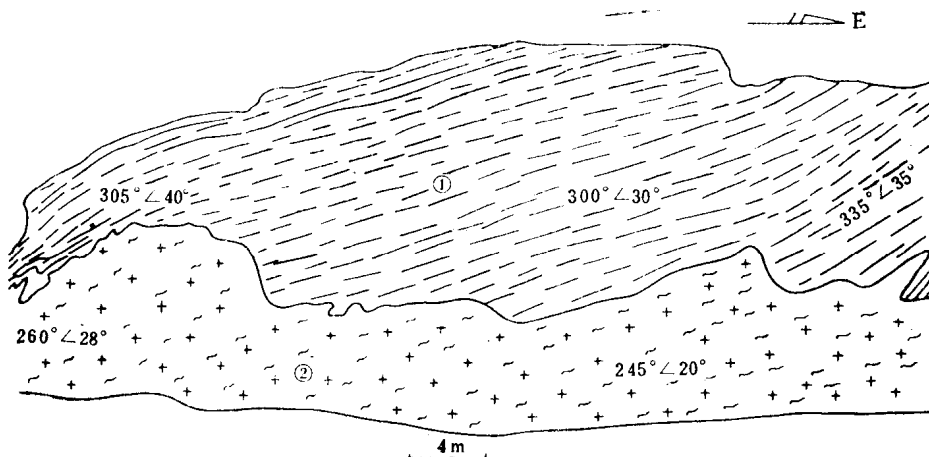


图1-2 麻城夫子河表壳岩系与灰色片麻岩之间的侵入关系（据照片素描）

①表壳岩系；②灰色片麻岩

表1-1 本区花岗质岩石与世界相应岩系的对比

	典型岩石组合	所含包体特征	区域变质作用	同位素年龄	构造形态	矿化作用
大别山地区	钾长花岗岩-二长花岗岩-石英闪长岩-花岗闪长岩-英云闪长岩-奥长花岗岩； 主要岩性为：黑云二长片麻岩，（黑云）角闪斜长片麻岩，黑云钾长片麻岩，黑云角闪奥长片麻岩，混合片麻岩和英云闪长岩等	1.石榴角闪变粒岩，黑云变粒岩及各种浅粒岩； 2.角闪石岩（其中某些包体的原岩具有科马提岩的性质），斜长角闪岩，二辉麻粒岩，角闪（黑云）单辉麻粒岩； 3.团块状，豆荚状超基性岩； 4.石榴砂线黑云片（麻）岩，黑云砂线石片岩； 5.石榴辉石斜长片麻岩	峰期变质作用为低—中压角闪岩相—麻粒岩相，有绿片岩相的退变质	现有最大年龄是2400Ma，峰期变质年龄为1900—2000Ma	底辟和花岗片麻岩穹窿；深层次塑性流变褶皱和小型韧性剪切带广泛发育；片麻理发育不均匀	石英脉型金矿化作用（如老屋山，陈林沟，金鸡坳等地）；铁矿（贾庙）
世界典型地区综合	花岗片麻岩-花岗闪长岩-斜长岩-紫苏花岗岩-英云闪长岩-奥长花岗岩	1.斜长角闪岩，单辉斜长角闪岩； 2.豆荚状，席状和岩墙状超基性岩； 3.富铝层状岩石； 4.厚层紫苏黑云片麻岩系	中—低压麻粒岩相—高角闪岩相	4000Ma（南非）； 4100Ma**（斯威士兰群中的花岗岩），变质年龄大于3000Ma	卵形褶皱构造，塑性褶皱构造，片麻理发育不均匀	主要是铁、石墨、高铝矿物、天青石等矿化作用

注：*据L.J.Salop，张秋生（1984），**据Mccall（1977）

一、岩相学特征

（1）泥质变质岩：以薄层状、透镜状和狭长带状夹于长英质片麻岩中，主要见于黄冈、郭家脑、贾庙、牛车河、罗田、黄土岭、楼子屋、舒家山、李家山和上易家河一带，以含砂线石、蓝晶石和石榴石为特征。主要岩石类型、矿物含量变化及矿物组合见表1-2。出露面积不到本区面积的2%。

（2）长英质变质岩：与泥质岩相比，其长石加石英 $>50\%$ ，泥质砂岩中见 Al_2SiO_5 变体，是表壳岩系的主要组成部分。岩石类型比较多，矿物含量和种类变化大，分布广泛。占本区

表1-2 变泥质岩的岩石类型、矿物组成及其含量

	Q	Pl	mic	Ms	Se	Chl	Gt	Sill	Ky	Mt	Rut	Gra	Bi
1													
2													
3													
4													
5													

注：1. 石墨砂线白云片岩；2. 砂线黑云片岩；3. 石榴砂线黑云片岩；4. 砂线白云片岩；5. 蓝晶白云片岩；每一方格的宽度代表100%的矿物含量（下同）；矿物代号名称见附表7（下同）

表1-3 长英质变质岩的岩石类型、矿物组合及其含量

	Ky	Q	Bi	Pl	mic	Mus	Gt	Sill I	Sill II	Mt	Tr	Pyr	Hb	Se	Chl	Sph	Di
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	

注：1. 蓝晶黑云石英片麻岩；2. 含榴白云片岩；3. 白云二长石英片岩；4. 含榴钾长白云石英片岩；5. 含长砂石英岩；6. 白云斜长片麻岩；7. 含榴黑云二长片麻岩；8. 含榴白云钾长片麻岩；9. 角闪黑云斜长片麻岩；10. 磁铁浅粒岩；11. 黑云浅粒岩；12. 黑云斜长变粒岩；13. 含榴黑云二长变粒岩；14. 含角闪黑云斜长变粒岩；15. 黑云二长变粒岩；16. 石榴磁铁石英岩；17. 透辉磁铁石英岩；18. 磁铁石英岩