

鄂北蓝片岩带研究

• 周高谔 康维国 等著



• 地质出版社

鄂北蓝片岩带研究

湖北省区域地质矿产调查所
长春地质学院光学教研室

周高誌 康维国
张树业 高敬礼 刘晓春
刘雅琴 柳景艳 韩守荣 著

地质出版社

内 容 提 要

鄂北蓝片岩带位于秦岭—大别构造变质活动带内,呈北西向延伸约600km,是整个扬子地台北缘蓝片岩带中发育较好保存较全,并有蛇纹岩—榴辉岩带相伴生的古老蓝片岩带。本书除以系统的区域地质、岩相建造、变质地质学、岩石学、矿物学、地球化学资料来阐述鄂北蓝片岩带的各种地质特征之外,还对其形成时代、成因机理、地质意义进行了较详细的分析探讨。全书共分七章,体现了我国蓝片岩研究工作的新进展和研究现状。

鄂北蓝片岩带研究

湖北省区域地质矿产调查所

长春地质学院光学教研室

周高志 康维国

张树业 高敬礼 刘晓春 著

刘雅琴 柳景艳 韩守荣

*
责任编辑 王曙

地质出版社出版发行

(北京和平里)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店总店科技发行所经销

*
开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 9 铜版页: 3 页 字数: 219,000

1991年1月北京第一版·1991年1月北京第一次印刷

印数: 1—790 册 国内定价: 6.70 元

ISBN 7-116-00743-1/P·632

矿物代号

蓝闪石	Gl	白云母	Ms
青铝闪石	CrO	多硅白云母	Ph
镁钠闪石	Mri	绢云母	Ser
蓝透闪石	Win	黑云母	Bi
冻蓝闪石	Bar	绿泥石	Ch
阳起石	Act	黑硬绿泥石	Sti
透闪石	Tr	滑石	Tc
浅闪石	Ed	蓝晶石	Ky
韭闪石	Par	十字石	St
普通角闪石	Hb	钠长石	Ab
绿辉石	Om	斜长石	Pl
霓辉石	Aeau	钾长石	Kf
石榴石	Ga	石英	Q
锰铝榴石	Spe	方解石	Cc
钙铝榴石	Gro	白云石	Dol
铁铝榴石	Alm	楣石	Sph
绿帘石	Ep	金红石	Ru
黝帘石	Zo	赤铁矿	Ht
红帘石	Pie	Na-角闪石	Na-Amp
钠云母	Par	斜黝帘石	Cz

目 录

前 言	周高誌	1
第一章 鄂北蓝片岩带的时空分布及其区域地质背景	周高誌 高敬礼	3
一、时空分布特征		3
二、区域地质背景		6
第二章 鄂北蓝片岩系地层及其原岩建造	周高誌 高敬礼 柳景艳	14
一、红安群、随县群和武当群		14
二、耀岭河群和红安群塔耳岗组		19
三、上震旦统		21
第三章 区域变质作用	周高誌 康维国	23
一、基底和盖层的变质作用		23
二、鄂北蓝片岩变质地体的变质作用		23
第四章 岩石学特征	康维国 周高誌 柳景艳	40
一、变酸性火山沉积岩类(长英质片岩—浅粒岩类)		40
二、变基性火山岩类(绿片岩类)		43
三、沉积变质岩类(云母片岩—大理岩类)		46
四、蓝片岩类(长英质蓝片岩—蓝闪绿片岩—沉积变质型蓝片岩类)		47
五、榴辉岩类		50
六、蛇纹(片)岩类		56
七、红帘石片岩类		56
八、黑硬绿泥石片岩类		57
第五章 矿物学特征	刘晓春 张树业 韩守荣	58
一、角闪石类		58
二、石榴石		75
三、绿帘石和红帘石		79
四、多硅白云母		82
五、黑硬绿泥石		86
六、其它矿物		87
七、小结——变质矿物的成分演变		89
第六章 岩石地球化学特征	刘雅琴 韩守荣	91
一、变基性火山岩及变基性火山岩型蓝片岩类		91
二、变酸性火山岩及变酸性火山岩型蓝片岩类		102
三、沉积变质岩及沉积变质岩型蓝片岩类		105
四、蓝片岩形成的地球化学控制因素		108
第七章 鄂北蓝片岩带的形成时代、成因及其地质意义	周高誌 张树业	112

一、鄂北蓝片岩带的形成时代.....	112
二、鄂北蓝片岩带成因探讨.....	119
三、地质意义.....	124
结束语.....周高誌	127
一、主要进展和认识.....	127
二、主要存在问题.....	129
主要参考文献.....	130
照片图版.....	133
外文摘要.....	138

前 言

蓝片岩在变质作用中的地位,最早是由艾斯柯拉(Eskola 1939)确定的,他当时就认为蓝片岩是高压变质相的产物,但由于当时的条件所限,温度和压力的高低无法确定,故在40—50年代基本上处于被否定状态。进入60年代以后,随着变质地质学研究工作的全面开展,板块学说的崛起和现代科学技术理论在地学中的运用,蓝片岩的研究工作无论是在岩石学,矿物学方面,还是在成因机制研究和构造地质学的应用方面,都有十分迅速而又重要的进展。特别是恩斯特(Ernst W. G)柯尔曼(Coleman R. G)、多勃列佐夫(Dobretsov)都城秋穗等学者卓有成效的理论研究以及三波川、弗朗西斯科、阿尔卑斯、乌拉尔等地不同类型蓝片岩带的研究成果,更为蓝片岩的地质产出特征,岩石学、矿物学、地球化学特征,形成机理及其地质构造环境,提供了丰富的理论和实践资料。目前认为:蓝片岩带的出现不仅是低温高压变质作用的产物,而且也常常是板块消亡带,构造深埋作用的重要标志。因此,国内外研究者对蓝片岩都赋予重要的岩石学、变质地质学和构造学意义,并把它与所在变质地体的原岩建造、变质作用、岩浆作用、构造作用紧密地联系起来,用以说明重大的基础地质问题。

蓝片岩带的形成机制和当时所处的地质构造环境,是一个十分复杂的地质问题,虽然世界范围内已对一些重要的蓝片岩带进行了总结,提出了若干成因模式,但由于研究角度不同,观点认识不同以及各地的地质条件不同和缺乏实验依据,因而存在许多分歧,套用哪一种模式都可能不符合本地区的实际情况。如同1983年欧洲地科联在施特拉堡举行题为“高压变质作用,俯冲变质作用和陆壳增厚作用的标志”学术讨论会明确指出那样:“高压低温变质作用可以发生于多种构造环境,不能用单一的地球动力学格局来解释”,这一论述已逐渐被研究者们所承认。因此,根据本地区的地质特征来探索蓝片岩的成因机制,不仅有助于蓝片岩研究工作的深入进行,而且还具有重要的地质意义和找矿意义。

目前,世界各地起码有200条以上的蓝片岩带(或点)被发现,其中以环太平洋带最为发育。这些蓝片岩带的绝大多数都形成于中生代和新生代,古生代很少,元古代更为罕见。中国也是一个蓝片岩带较为发育的国家,近年来完成的1:400万中国变质地质图成果资料表明,中国已有13条蓝片岩带存在于从晚元古代到新生代的不同构造位置 and 不同变质岩系之中。与世界其它蓝片岩带不同,这些蓝片岩带的一部分形成于大陆克拉通内部和古老的元古代,是中国蓝片岩带的一个重要地质产出特征。董申保教授、沈琪韩研究员结合中国具体情况,提出蓝片岩带的形成不仅仅与板块俯冲作用有关,也不仅仅限于中生代和新生代的多模式、多时代的构思,不仅活跃了中国蓝片岩的研究气氛,而且有利于研究程度的提高。

鄂北蓝片岩带,赋存于华北地台和扬子地台之间的秦岭—大别山构造变质带之中,呈北西向,断续延伸600余公里,是一条规模较大、保存较完好、受控于深部构造、形成于大陆克拉通内部的晚元古古老蓝片岩带。这条蓝片岩带向西进入南秦岭地区,向东越过郧庐断裂进入安徽省境内,是长达1700km的扬子地台北缘蓝片岩带的一个重要组成部分。它

的出现,标志着当时存在一个既不同于扬子地台、又不同于华北地台的特殊地质构造环境,并在其地质演化进程中,逐渐发展成为分野中国南北地质的秦岭—大别构造变质带,这可能就是秦岭—大别地区的地质构造格局、成矿作用为什么不同于扬子地台和华北地台,以及自显生宙以来,中国南方、北方出现地质分野和成矿作用差异的原因所在。

在蓝片岩出露的湖北省北部(简称鄂北,下同)地区,我们将含一定数量($>1\%$)蓝闪石类矿物(蓝闪石、青铝闪石和镁钠闪石)的变质岩石称蓝片岩,把在区域上呈带状分布和同属于蓝闪石变质作用而形成的蓝片岩及其岩石组合,称鄂北蓝片岩带,把赋存鄂北蓝片岩带的变质地体,称鄂北蓝片岩变质地体。鄂北蓝片岩带是我们的研究重点,其内容包括:鄂北蓝片岩带的时空分布和区域地质背景、蓝片岩系地层及原岩建造、区域变质作用、岩石学、矿物学、地球化学特征、形成时代、成因机制及地质找矿意义。

蓝片岩作为一种岩石类型,在50年代、60年代、70年代的普查找矿和区调工作中,曾先后在局部地区陆续发现^①,鉴于当时的工作性质和历史条件,蓝片岩的出现并未引起重视。直至1981—1983年,湖北省区域地质调查所在参加编制1:400万中国变质地质图湖北省部分的工作中,通过查阅原始资料,重新复查、重新鉴定岩石薄片、补充野外工作和制图,才发现和确定蓝片岩在时空分布上存在着一定的规律性,并将它命名为鄂北蓝片岩带^②。1985年下半年度,湖北省地质矿产局下达由湖北省区域地质矿产调查所与长春地质学院合作,题为“鄂北蓝片岩带特征及其地质意义”的任务书,并被纳入地质矿产部“秦巴地区重大基础地质问题和主要矿产成矿规律研究”的“七五”重点攻关项目。

在1986—1988的三年专题研究过程中,我们做了大量的野外地质调查和各种样品的测试工作,并结合区域地质资料,完成了《鄂北蓝片岩带特征及其地质意义》专题研究报告和1:100万鄂北蓝片岩带变质地质图、1:100万鄂北蓝片岩带构造岩浆岩图的编制。本书是在上述工作的基础上,按照评审验收意见修改后而编著的。由周高誌、康维国主编,其他参加编写人员有:张树业、刘晓春、刘雅琴(长春地质学院),高敬礼、柳景艳、韩守荣(湖北省区域地质调查所),此外还有胡克、王文娟、刘宝良(长春地质学院),江世俊、陈铁龙(湖北区域地质调查所)参加了部分野外工作。本书出版前的主要工作由湖北区域地质调查所周高誌及韩守荣、柳景艳完成,并由周高誌对全书进行统编和修改,尔后湖北省区域地质调查所总工程师办公室根据审评意见对修改稿进行了全面审查和定稿。

此项工作除得到了湖北省地矿局、长春地质学院、秦巴科研领导小组领导和有关职能部门的热情关怀、大力支持以外,还得到了北京大学董申保教授的热情指导,特别是董申保、沈琪韩、杨巍然、卢良兆、薛迪康、戴锡瑞等教授认真审评后提出的若干指导性意见,以及湖北省区域地质调查所所长程鹏,总工程师冷坚,湖北省地质矿产局科技处张宏泰、戴锡瑞高级工程师、秦巴科研领导小组项礼文研究员的大力支持,对本书的出版和质量提高起着重要的作用,在此深表感谢。

① 湖北郧县地区中苏蓝石棉考察队(1953),北京地质学院随县幅区调报告(1960—1961),湖北省区调队黄陂幅区调报告(1972)

② 湖北省区调所:1:200万湖北省变质地质图及说明书(1983)

第一章 鄂北蓝片岩带的时空分布 及其区域地质背景

扬子地台最古老的“川中式”结晶基底黄陵背斜崆岭群（包括钟祥县胡集、冷水一带的扬坡群），是一套含孔兹岩系的中—高级变质岩系，与华北地台某些结晶基底（如阜平群、太华群、毛集群）有一定的相似性，其上覆中元古界神农架群（包括大洪山地区的打鼓石群）经多学科研究，可与华北地台基底盖层长城系、蓟县系对比^①。从而表明中元古时期扬子地台和华北地台曾有可能是一个联合大陆，中元古代以后，这个联合大陆由于地壳裂隙作用而产生分裂、解体，并逐渐发展成为夹持在扬子地台和华北地台之间、南北两侧分别以房县—襄樊—广济断裂和卢氏—确山—肥中断裂为边界的秦岭—大别构造变质活动带。在这个活动带中，存在着一个由华北地台分裂并向南推移的秦岭—桐柏—大别中间地块（古岛弧）。物探资料表明：这个中间地块呈北西向线形分布，是一个由片麻岩、混合岩等中、高级变质岩系和花岗质岩石组成的正磁异常和重力低带，而分布在南北两侧的南秦岭—南淮阳裂陷槽（古裂谷型）和北秦岭—北淮阳裂陷槽（大陆边缘型）则都为负磁异常和正、负重力异常变化带^②，鄂北蓝片岩带出于夹持在秦岭—桐柏—大别中间地块和扬子地台之间的南秦岭—南淮阳裂陷槽之中（图1）。据40多个锆石U—Pb、全岩Rb—Sr等时线和少数Rb—Sr、K—Ar等方法年龄测定，其年龄值为600—900Ma左右，表明南秦岭—南淮阳古裂陷槽形成于晚元古代，也就是说，它是在扬子地台经神农架造山运动（1000Ma左右）上隆以后，才沿着房县—襄樊—广济断裂下陷、并不断通过大陆边缘演化而逐渐形成的。北秦岭—北淮阳裂陷槽内迄今未见蓝片岩出现。

一、时空分布特征

近几年的实际工作证明：鄂北蓝片岩带西起武当山北缘白桑一带，向东没于南襄盆地之后，重现于桐柏山南缘余店等地，并越过京广铁路进入大别山南缘木兰山地区，直抵郧卢断裂，全长约600km，蓝片岩出露最大宽度约15km，呈北西向带状分布，线性特征十分明显（图1）。区域上这条蓝片岩带的展布方位既与区域构造线方向基本一致，又沿着一定的构造部位出于一定的晚元古代变质岩层之中（表1），具有受控于构造和层位的双重性。由于后来的构造、热变质事件的改造，古生代以来盖层的覆盖以及风化作用的剥蚀，现在断续分布的蓝片岩带仅仅是原来蓝片岩带的残留，其原有的构造就位和时空分布上的连续性，已遭受一定程度的破坏。为了叙述方便和反映地区性的差异，我们将鄂北蓝片岩带划分为白桑、余店、木兰山等三个蓝片岩段。

1. 白桑蓝片岩段

- ① 李铨、冷坚1985湖北神农架地区中、上元古界及其与峡东和蓟县剖面的对比
- ② 杨森南、钱熊虎等1985中生代时期大别山的造山运动和造山环境

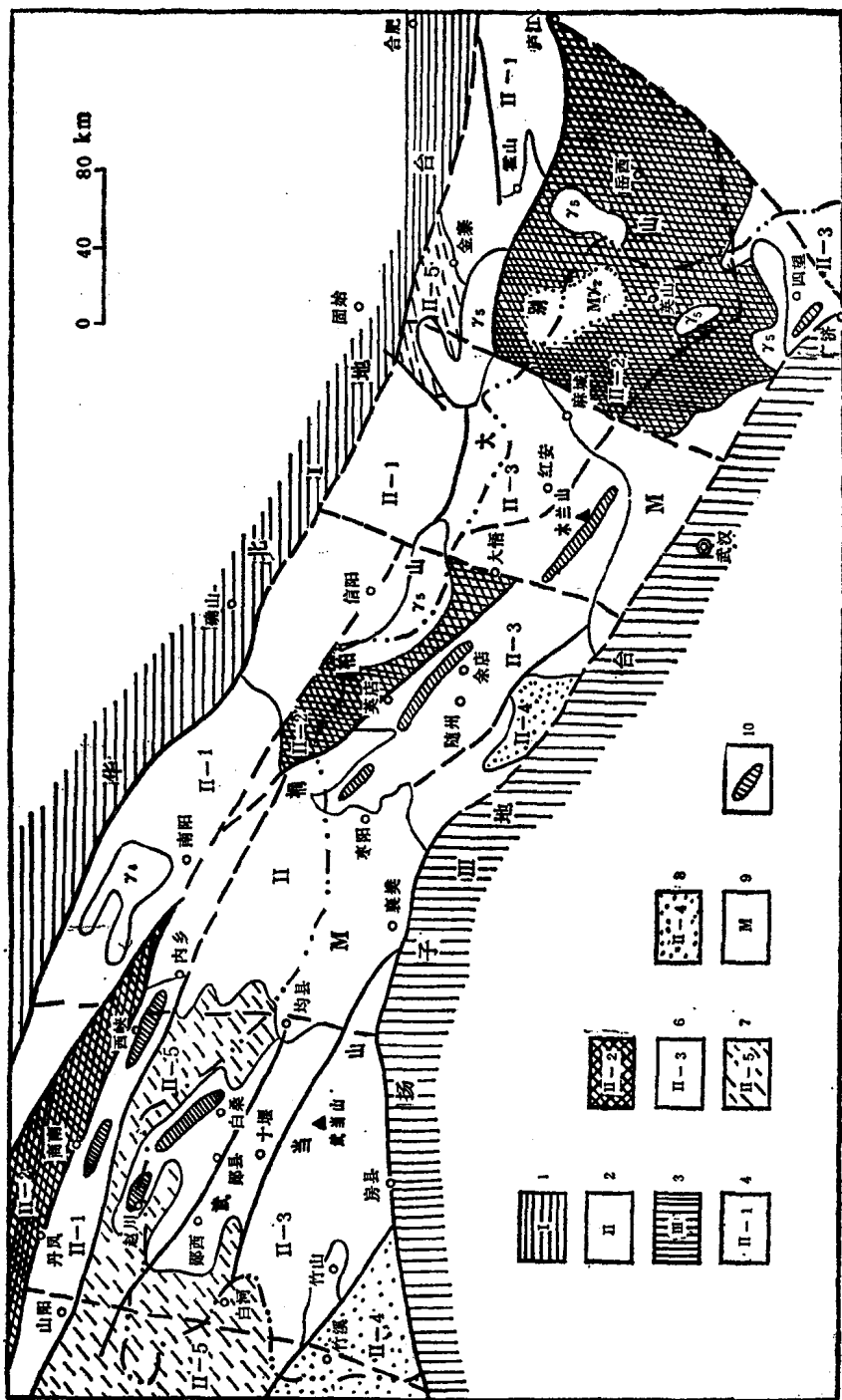


图 1 秦岭—大别活动带构造分区及鄂北蓝片岩带构造位置略图

1—华北地台；2—秦岭—大别活动带；3—扬子地台；4—北秦岭—北淮阳裂陷槽；5—秦岭—桐柏—大别中间地块；6—南秦岭—南淮阳裂陷槽；7—东秦岭加里东，华力西—印支褶皱带；8—大巴山—随南加里东褶皱带；9—新生界；10—鄂北蓝片岩带

表 1 鄂北蓝片岩带产出层位及其重要特征

鄂 北 蓝 片 岩 带									
			主要原 岩类型	主要蓝 片岩类型	蓝闪石 种 属	重要岩 石组合	变质矿物		
武当山北缘 白桑蓝片岩段			桐柏山南缘 余店蓝片岩段	大别山南缘 木兰山蓝片岩段					
古生界				古生界	泥质岩、 泥灰岩			泥灰岩、 板岩	Ch、Ser、Cc
晚 元 古 界	上 震 旦 统	灯影组	灯影组	灯影组	白云岩			白云石 大理岩	Di、Cc、Tc
		陡山沱组*	陡山沱组*	陡山沱组	泥砂质岩 碳酸盐岩	沉积变 质型蓝片 岩(泥质、 砂质、碳 酸盐质蓝 片岩)	镁钠闪 石为主， 少量青铝 闪石	蓝闪绢 (白)云 母片岩、 蓝闪变质 砂岩、蓝 闪大理岩 及大理岩、 变质砂岩、 绢云母片 岩	Mri、Ph、Cc、 Di、Q (Ab、Ch、 Ep、Sti、Alm) Sph
	耀岭河群*		耀岭河群*	红 塔耳岗组*	基性火 山岩、熔 岩及少量 沉积岩	变基性 火山岩型 蓝片岩 (蓝闪绿 片岩)	镁钠闪石 青铝闪石	绿片岩、 蓝闪绿片 岩及黑硬 绿泥石片 岩	Cor/Mri、Ab、 Ch、Ep、Ser、 Act、Win、Sph
	武 当 群	双台组* 杨坪组 姚坪组 (未见底)	随 县 群	安 群	磨盘组* 七角山组 天台山组	钠质酸 性火山沉 积岩	变酸性 火山岩型 蓝片岩 (长英质 蓝片岩)	青铝闪 石为主， 少量镁钠 闪石	长英质 片岩、长 英质蓝片 岩、红帘 石片岩及 绿片岩、 黑硬绿泥 石片岩

* 含蓝片岩地层

布于武当山北缘、两郧断裂北侧郧县索罗寺、白桑和均县大沟一带，蓝片岩呈夹层或互层状产出上震旦统陡山沱组泥砂质—碳酸盐沉积变质岩系和耀岭河群基性火山变质岩系之中，武当群酸性火山沉积变质岩系上部有时可见。主要蓝片岩类型有：蓝闪绢(白)云母片岩、蓝闪绿片岩和少量的蓝闪变质砂岩、蓝闪白云石大理岩、蓝闪变质辉绿岩。本蓝片岩段在湖北境内延伸约45km，最大出露宽度约15km，常在背向斜两翼对称出现，呈北西向展布。现有资料表明：本蓝片岩段向西可进入陕西南商赵川地区，并在山阳—内乡断裂北侧鄂、豫、陕边境中村、竹林关、淅川、内乡一带相应的层位中也有出现，产生形式上是两支蓝片岩，对称出现在向斜两翼的为同一实体，其上被古生界地层覆盖。

2. 余店蓝片岩段

分布于桐柏山南缘、英店—大悟断裂南侧枣阳县枣林店、随县封江口、王家河、高城

和应山县余店、蔡河西侧一带,蓝片岩呈夹层或互层状,产出于上震旦统陡山沱组(即随县幅北部白兆山组)泥质—碳酸盐沉积变质岩系和随县群上部(即垓子湾组)酸性火山沉积变质岩系之中,耀岭河群(即随县幅北部随县群岔河组)基性火山变质岩系局部可见。本蓝片岩段表露延伸长度约80km,出露最大宽度约11km,其中以封江口至余店一带连续性较好。主要蓝片岩类型有蓝闪绢(白)云母片岩、蓝闪白云石英钠长片岩、蓝闪钠长浅粒岩,此外还有蓝闪方解石大理岩、蓝闪钙质变质砂岩和蓝闪绿片岩。本蓝片岩段主要产出于余店倒转向斜核部,两翼有少量蓝片岩对称出现,其空间分布向西没于南襄盆地,向东由于含蓝片岩地层缺失而中断,北西向线性分布特征明显(图1)。

3. 木兰山蓝片岩段

布于大别山南缘、襄樊—广济断裂北侧黄陂县碌岸、木兰山、红安县觅儿及广济县四望一带,呈北西向带状分布。蓝片岩类型以蓝闪白云石英钠长片岩、蓝闪钠长浅粒岩为主,局部有蓝闪绿片岩和蓝闪白云母片岩,呈夹层或互层状,产出于红安群磨盘组酸性火山沉积变质岩夹基性火山变质岩岩石组合之中,其上塔耳岗组(相当于耀岭河群,下同)变质基性火山岩系中有时可见。此外,在广济县四望地区上震旦统陡山沱组偶然出现少许蓝闪石晶体,蓝片岩存在可能性较大。本蓝片岩段延伸约150km,在木兰山一带出现最大宽度为10km。其中,团风—麻城断裂西侧木兰山—觅儿一带发育完好,东侧则由于新洲盆地和大别群相隔,蓝片岩缺失,直至蕲春—广济一带红安群再现之后才有出现,并由此越过郟庐断裂进入安徽境内,随后便沿着郟庐断裂东侧延伸至嘉山,全椒张八岭地区,与皖中蓝片岩带连成一体。

上述三个蓝片岩段虽然由于覆盖、剥蚀和后期构造、热变质事件的破坏而彼此不连接,并且相互之间存在着某些差异,但是从整体来看仍然连成一体,其产出层位、岩性特征、构造变形、岩浆活动、变质作用都可以相互对比。近年来的工作表明:在寒武系下伏的晚元古代变质岩系之中,沿着武当山北缘、两郟断裂北侧的陡山沱组、耀岭河群、武当群上部;桐柏山南缘、英店—大悟断裂南侧的陡山沱组、耀岭河群、随县群上部;大别山南缘、襄樊—广济断裂北侧红安群塔耳岗组、磨盘组等,化学成分相对富钠,构造变形较强烈,基性岩浆(火山)活动较明显,变质作用为蓝闪绿片岩相的岩石组合中,都常常可以找到不同类型的蓝片岩,而其他部位则很少出现。由此可见,鄂北蓝片岩带的出现和时空分布,与一定的地质构造环境、一定时代的变质地层、原岩建造性质、构造作用、基性岩浆作用、变质作用条件密切相关。但这并不意味着符合上述情况的变质岩系中都有蓝片岩存在,因为蓝闪石类矿物的出现还取决于岩石的总体化学成分、 $\frac{\text{Fe}^{3+}}{\text{Fe}^{2+}}$ 比值和 Al^{IV} 、

Al^{IV} 含量在角闪石类矿物中的变化,这可能是蓝片岩在时空分布上时隐时现的一个重要原因。

二、区域地质背景

作为低温高压变质作用、板块俯冲或碰撞作用标志的鄂北蓝片岩带的出现,并非孤立事件,它一方面有一系列的紧密同斜、平卧褶皱和走滑断裂系统相伴生,另一方面则是具有较强烈的基性岩浆活动,并在大别山地区木兰山蓝片岩段北侧,有一条由数百个蛇纹

岩、榴辉岩组成的蛇纹岩—榴辉岩带。从而表明：鄂北蓝片岩带不仅具有自己的时空分布特征，而且还具有自己的区域地质背景。

1. 鄂北蓝片岩变质地体的基底和盖层

上已述及，赋存鄂北蓝片岩带的鄂北晚元古变质岩系夹持于扬子地台和秦岭—桐柏—大别中间地块之间，两侧均以断裂为边界。但在鄂北晚元古变质岩系内部，如大悟县黄麦岭地区和鄂皖边境蕲春县孙冲—宿松县柳坪一带，见红安群（安徽称宿松群）底部含磷岩系不整合于硅铝壳层大别群、桐柏群之上，它们之间除岩石组合、变质作用、地质产状不同之外，还有底砾岩存在。而在桐柏山南缘、襄樊—广济断裂北侧枣阳县耿集地区，则有随县群不整合于与中元古界神农架群相当的打鼓石群碳酸盐岩建造之上。这表明，鄂北蓝片岩带形成于大陆内部，并存在着华北地台型和扬子地台型两种不同形式的基底。卢良兆（1983）在“前寒武纪地壳演化的几种板块模式”一文中指出：属于板块内部，以裂谷—裂隙槽—地槽盆地这种发展形式形成的晚元古活动带，只有在少数极端的情况下，才会导致大陆破裂，出现海底扩张，形成以层状洋壳为底板的古海洋。鄂北蓝片岩变质地体中，虽然耀岭河群有较丰富的拉斑玄武岩和拉斑玄武质火山碎屑岩，并在局部地段伴有非层序型蛇绿岩带，但尚未发展成真正的大洋盆地，其基底仍然基本上是大陆硅铝地壳。

鄂北蓝片岩变质地体的盖层，为初始变质（绢云母—绿泥石级）的下古生界地层，区域上呈平行不整合、有时呈角度不整合覆于含蓝片岩的鄂北晚元古变质岩系之上。如：在紫阳鲁家坪见寒武系鲁家坪组与下伏耀岭河群呈不整合接触^①，而在均县杨家堡则有寒武系杨家堡组与上震旦统呈低角度相交，接触面也不平整（照片1）。但是从区域上的总体情况来看，下古生界盖层与下伏岩层的关系，一般认为主要是表现为平静的非造山式接触关系。至于它们之间有时出现一些相似的表层构造特征，这完全有可能与蓝片岩带形成之后的构造变动有关。

2. 裂隙槽发展过程中的岩相变化

扬子地台经神农造山运动之后基本定形，它的抬升导致北缘沿着房县—襄樊—广济断裂下陷，并逐渐发展成狭长带状分布的南秦岭—南淮阳裂隙地槽。在这个裂隙槽的发展过程中虽然总体上是发育一套厚逾万米的钙碱性—弱碱性火山沉积岩系，但随着岩石圈切割深度的逐渐加深，地槽不同发展阶段的岩相有着明显的变化。初期阶段主要为目前表露在大别山地区、不整合于大别群、桐柏群硅铝层结晶基底之上的红安群底部陆源碎屑沉积，并形成一套以陆源碎屑岩、碳酸盐岩、石英砂岩、炭质岩石和磷矿层组成的含磷岩系；早、中期阶段（即红安群、随县群、武当群形成时期）是地槽的漫长发展时期，形成一套以钠质酸性火山沉积岩为主，陆源碎屑岩、拉斑玄武质火山岩为次的基性—酸性火山沉积岩系，厚约万米左右，其中局部地带，酸性火山岩、基性火山岩交替产出，中性火山岩很少或完全缺乏，具双模式火山作用特征；晚期阶段（即耀岭河群时期）则以拉斑玄武岩、拉斑玄武质火山岩为主，间有泥质岩、硅质岩、碳酸盐岩、浊积岩夹层，总厚度约600—2300m。它们代表地壳强烈拉张之后，地幔物质沿裂隙带上升而产生的海底喷发，并有可能在某一部分曾一度成长为洋壳海域。至末期阶段（即上震旦统时期），裂隙槽整体收缩上隆，岩相迅速转化为泥砂质、碳酸盐沉积，然后上升为陆，形成与上覆寒武系地

^① 杨家堡 1987 东秦岭寒武系地层及岩相古地理1985—1986年阶段总结

层之间的区域性沉积间断面。

3. 区域构造特征

国内外有关学者对活动带构造作用研究成果表明：每一个构造变形幕都是从造山带内部开始，并逐渐向外推移，其构造变形史一般以大规模平卧、同斜褶皱开始，以逆掩和构造推覆而达到顶峰。鄂北蓝片岩变质地体的主构造变形幕，可能始于耀岭河群时期，因为这一时期裂陷槽内部一方面已经堆积了近万米的火山沉积物（红安群、随县群、武当群），另一方面又是地壳强烈下陷阶段，岩石圈由于强烈拉张变薄，甚至出现局部的洋壳海域，从而使上地幔出现不稳定的重力状态，其结果导致陆内板块俯冲和裂陷槽收敛闭合而产生强大和不均衡的应力场。在这种应力场的作用下，引起裂陷槽内部产生一系列大规模的同斜、平卧褶皱和大体平行褶皱轴面的走滑断裂系统，并形成区域性片理、拉伸线理以及随着埋深而增强的动态重结晶和塑性变形，致使整个鄂北蓝片岩变质地体出现一个有岩浆作用、变质作用相伴随、蓝片岩带与区域性构造方位基本一致的北西向构造格局（图2）。其中：武当山地区发育有近于平卧的武当倒转复背斜、两郧倒转复背斜、青峰逆断层、白河—石花街逆断层、两郧逆断层等一系列大型褶皱断裂系统；桐柏山地区（即随县—枣阳地区）发育有柳林倒转复背斜、长岭倒转复背斜、关庙倒转复背斜、骑马岗倒转复背斜、三里岗—板桥逆断层（襄樊—广济断裂中段）、大碑店—王家湾逆断层、余店逆断层等一系列大型褶皱断裂系统；大别山地区有天台山倒转复背斜、浮桥河倒转背斜、李家集倒转背斜、塔耳岗向斜、长轩岭背斜、河口—大全山逆断层、七角山—永河逆断层、青山口—黄陂逆断层等一系列大型褶皱断裂系统，但是塔耳岗向斜、长轩岭背斜有可能是由于后期构造而产生的宽阔背向形构造，原来则可能是一组较平缓的同斜褶皱。上述同斜褶皱和走滑断裂系统作用于鄂北蓝片岩变质地体之中，除使岩层压缩产生强大的构造超压以外，还使地层倒转叠置、厚度大大增加产生巨大的负荷压力，它们是高压变质作用强大压力的主要来源。

韧性剪切作用在鄂北蓝片岩变质地体中也较为强烈，并发育有几条较大的北西向韧性剪切带，它们之中一个重要的特点是：由韧性剪切作用而产生的变质变形作用，由剪切带内部向边缘逐渐减弱，并过渡为正常的区域变质岩石，这种变化往往是连续的，其中并没有明显的界线。据野外观察，区域内一些大型的走滑断裂带大都具有韧性剪切带的特征，它们不仅发育着由糜棱片岩、糜棱岩、糜棱岩化变质岩组成的数十米至数百米宽的糜棱岩带，而且还常见有由于成分和粗细不同而形成的各种条带状构造，以及碎斑压扁、拉长甚至发生旋转的变形特征，并局部伴有剪切褶皱、拉伸线理和劈理构造。其中，剪切褶皱见于主剪切面附近，是一些平卧或近于平卧的微（小）型褶皱（照片2），其褶皱轴大体与拉伸线理平行，具a型褶皱性质，最主要的表现形式为窗棂构造。除此以外，有时还在一些刚性岩（如浅粒岩、大理岩）中局部出现具有鞘褶皱特征的封闭式无根褶皱（照片3）。拉伸线理远比剪切褶皱发育，在主剪切面内常见岩屑、晶屑、碎斑、砾石和矿物集合体被强烈压扁、拉伸、在横切面上呈线形分布（照片4），拉伸线理方向与片理走向基本一致或呈低角度相交，并见长方形石英集合体呈平直的细微条带状平行片理分布，而在软弱层中的刚性岩石夹层有时呈现布丁构造（照片5）。劈理的性质与特征也与距主剪切面的远近有关，一般情况下，应变流劈理（照片6）主要出现在主剪切带内部，远离时则不甚发育，且以破劈理（照片7）为主。与此同时，剪切带内还可见膝折构造（照片8）。除上述剪切变形

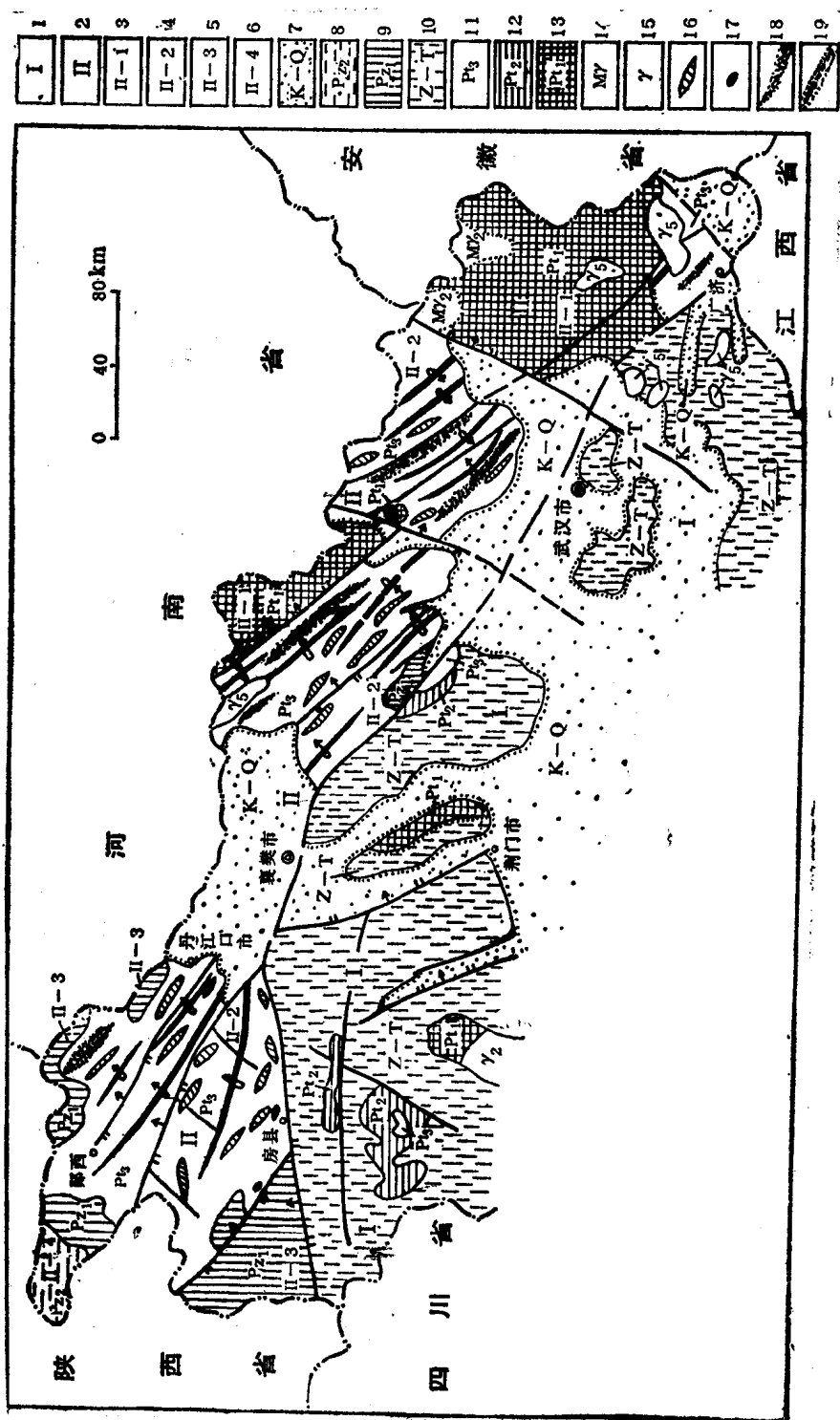


图 2 鄂北蓝片岩带构造、岩浆岩略图

1—扬子地台；2—秦岭—大别活动带；3—桐柏—大别中间地块；4—鄂北（南秦岭—南淮阳）活动带；5—加里东活动带；6—华力西—印支活动带；7—白垩—第四系；8—上古生界；9—下古生界；10—震旦系—三叠系；11—上元古界；12—中元古界；13—下元古界；14—混合花岗岩类；15—花岗岩类；16—晚元古基性岩类；17—晚元古超基性岩类；18—鄂北蓝片岩带；19—蛇纹岩—榴辉岩带；M₁—早元古代混合花岗岩类；M₂—晋宁期花岗岩类

构造以外,各种矿物的应变现象也很明显,据岩石薄片观察,剪切带内的所有矿物都有较为强烈的波状消光,并有时呈波纹状、帚状和放射状。而细粒化、亚颗粒化、变形纹、变形带、膝折、弯曲(照片9)、滑动位移、旋转变形、压力影(照片10)、拔丝结构等等形变现象则分别发育在不同的矿物之中,但刚性矿物和柔性矿物在变形特征上有明显的差异。

据认为,韧性剪切作用过程中可以产生大量的剪切热而使岩石发生变质,这种现象在韧性剪切带中极为常见,但韧性剪切带的变质岩不同于正常的变质岩,前者主要表现为破碎重结晶,变质作用不均匀,变质矿物组合较复杂,它既包含原变质岩的残留矿物,也包含在剪切热作用下的重结晶矿物(即新生矿物),它们虽然共存在同一块岩石之中彼此相接,但不是稳定的共生关系。据矿物共生分析,从区域变质岩的矿物共生组合转变为韧性剪切变质的矿物共生组合,是一种退化变质作用,其成分体系也不是封闭体系,反映这种关系的明显证据是:剪切变质矿物粒度细小,绢云母、绿泥石等含 H_2O 矿物增多,其变质程度不仅达不到原来变质岩的变质程度,而且低温交代作用较为明显。例如:强烈糜棱岩化的长英质变质岩有大量绢云母的生成,K和 H_2O 的活动较为强烈;绿泥石对蓝闪石类、阳起石、角闪石、石榴石、黑云母等矿物的交代较为普遍, SiO_2 的活动十分活跃,或形成脉状、矩形条带状石英,或交代其他矿物,在总体岩石化学成分中, SiO_2 含量常有增加的趋势。

但是值得指出的是:鄂北蓝片岩变质地体中的韧性剪切作用不仅仅是局限在几条大的断裂带之上,而且在区域上也有较为广泛的发育,并可能存在多期性。据室内外观察,主变形期和主变形期后都有韧性剪切作用发生。前者是区域性的,与蓝片岩带形成有关,其特征是在应力效应作用下产生的各种剪切变形,常常伴有变质矿物的递增变化。因此,在区域上出现剪切作用由脆性变形向塑性变形转化的同时,也出现由蓝闪绿片岩相向高绿片岩相过渡的前进变化。这种变质变形大体同步发生的递进演变并没有明显的界面,但一般与岩层的埋深呈正相关关系。后期的韧性剪切作用往往是局部的,它们以继承性活动方式出现在一些主变形期就已形成的大型走滑断裂带上,并在原变质岩的基础上产生宽度不等的糜棱岩带和各种变形现象。与前者不同,这种剪切作用明显受断裂带控制,而且以糜棱片岩—糜棱岩—糜棱岩化变质岩的方式,在数十米至数百米宽的范围内过渡为正常的变质岩石。在剪切带内产生的变质作用与剪切热有关,并导致原变质岩石产生退化变质作用。

4. 基性岩浆作用

基性岩较发育、有超基岩伴生、花岗质岩石缺乏是鄂北蓝片岩变质地体岩浆作用的一个重要特征。

基性岩浆作用的产物是基性火山岩和基性浅成侵入体。其中基性火山岩类包括基性熔岩和含有绿帘石岩团块的基性火山碎屑岩,二者的比例在不同地区常有变化,但后者是主要的。基性火山岩类主要发育在耀岭河群和相当的红安群塔耳岗组之中,其岩石化学性质类似拉斑玄武岩系。但在武当地区, Na_2O 含量较高,向细碧岩转化,并在一些熔岩中发育岩枕构造。除此以外,还有少量的基性火山岩呈夹层出现在以酸性火山沉积岩为主体的红安群、随县群、武当群火山沉积岩系之中,并常与酸性火山岩交替出现而显示双模式火山作用特征。它们的各种特征和形成环境在第四章、第六章将有较详细的讨论。

基性侵入体主要发育在武当群、随县群和耀岭河群,而红安群不甚发育(图2)。区域

地质资料表明：基性侵入体基本上平行或沿着断裂带、褶皱轴分布，形成数以百计大小不等的层状侵入体，并与蓝片岩带和区域构造线展布方位基本一致。这些侵入体主要形成于主变形幕阶段，以浅成侵入、群体出现、顺层分布为特征，其岩性以辉长岩、辉绿岩、橄榄辉长辉绿岩为主，局部有橄长岩、斜长岩，席状岩墙是最主要的产出形态。从地质产状、岩石化学成分、稀土分配模式与基性火山岩相似、以及上震旦统很少见到基性侵入体的特征来看，反映基性侵入活动主要是伴随耀岭河群基性火山作用发生，它们之间具有同期、同源的内在联系。与基性火山岩一样，基性侵入体也受到变质作用的改造而变成绿片岩类，但保存更多的原岩结构，并有时出现含蓝闪石的变质辉绿岩。我们认为：大量的基性岩体顺层侵入，有可能使岩层加热而产生大量的挥发分，从而增强了岩层内部的流体压力(P_{H_2O})，这可能也是形成蓝片岩所需压力的一种来源。此外，从蓝片岩分布区常常出现发育的基性火山岩和基性侵入体来看，似乎蓝片岩的形成与基性岩浆活动有着一定的内在联系，H. Л. 多勃列佐夫比较强调初步细碧岩化(绿岩)地层中迅速加热产生的流体超压对蓝片岩形成的作用。

基性—超基性岩类和超基性岩类(主要为蛇纹岩)受断裂控制更为明显，并常常产出高角度片理化带。从目前的资料来看，基性—超基性岩主要出现在武当山地区、白河—石花街断裂北侧和大别山地区浠水—蕲春一带，其中的大多数岩体都出现辉长岩—辉石岩和辉长岩—辉石岩—橄榄岩的分带性。而超基性岩绝大部分均已变质成蛇纹岩，并与榴辉岩、变基性岩共生，形成蛇纹岩—变基性岩—榴辉岩带。

5. 蛇纹岩—变基性岩—榴辉岩带

国外的许多蓝片岩带都有超基性岩、榴辉岩伴生，并常出现在伴有倒转褶皱的逆冲断裂带。鄂北蓝片岩带的北侧也有丰富的超基性岩(蛇纹岩)，榴辉岩，它们主要分布在大别山地区和桐柏山地区，尤以大悟、红安县境吕王—七角山—永河及枣阳大阜山一带最为发育，并与变基性岩共生，呈带状分布。此外，在武当山北缘白桑蓝片岩段北侧浙川、内乡一带的“东秦岭蓝片岩带”中，也有超基性岩、榴辉岩、变基性岩组合^①，郧庐断裂东侧安徽宿松一带亦有蛇纹岩存在。它们均出露在蓝片岩带的北侧，并沿着一定的构造线方位断续延伸数百公里，与蓝片岩带大体平行，呈明显的北西向带状分布。蓝片岩与蛇纹岩、榴辉岩并列出现并非偶然，而是代表一定地质构造条件下的内在联系，都应是高压变质带的重要组成部分。现以鄂东北蛇纹岩—变基性岩—榴辉岩带为例来说明它们的地质产出特征。

鄂东北蛇纹岩—变基性岩—榴辉岩带分布于鄂东北大别山地区大悟、红安吕王—七角山—永河一带李家集倒转背斜北翼，沿七角山—永河逆断层分布，岩带由数百个大小不一的蛇纹岩、变基性岩、榴辉岩或角闪石化榴辉岩组成，延伸长度约80km(图3)。这条岩带与大别山南缘木兰山蓝片岩段并列，相距最小距离约10km左右，但在其西北段由于后期断裂构造影响，向北北西向偏离而加大与蓝片岩带之间的距离。从区域地质产出特征来看，它们一方面沿着红安群下部石墨片岩层分布，其围岩为石墨片岩、泥砂质沉积变质岩、大理岩、石英岩组合；另一方面又出于高角度片理化带，倾角多在60—80°以上，具有受控于构造和层位控制的双重性。其中：蛇纹岩体内部已基本无原超基性岩原生矿

① 吴汉泉 1980 东秦岭和北祁连山的蓝片岩