

937691

变质岩构造形迹图册

BIAN ZHI YAN

GOU ZAO XING JI TU CE

地质出版社

变质岩构造形迹图册

(江西武功山区)

江西地质科学研究所 汤加富 著
江西地质矿产局赣西地质调查大队 许温复

地质出版社

变质岩构造形迹图册

(江西武功山区)

江西地质科学研究所 汤加富 著
江西地质矿产局赣西地质调查大队 许温复

责任编辑: 张义勋

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本: $787 \times 1092^{1/16}$ 印张: $6^{5/8}$ 铜版插页: 52页 字数: 147,000

1987年6月北京第一版·1987年6月北京第一次印刷

印数: 1—3,000册 国内定价: 6.25元

统一书号: 13038·新383

序

当前,随着前寒武纪地质研究领域的扩大和深入,变质岩构造研究正在取得不断的进展。对典型地区实施中、小型尺度的构造观测,并注意配合大区构造的综合和微观构造的研究,是国内外认识前寒武纪地壳构造的实践经验总结。这里向读者推荐的这本《变质岩构造形迹图册——江西武功山区》(以下简称图册),就是我国南方浅变质岩系分布区的一份地区性构造图片选集。该区披露出来的千姿百态的构造形迹,被誉为变质岩构造的天然橱窗。读者可从中窥见到不少颇具特色的构造图象,例如象“舌状”、“饼状”、“锥状”、“鞘状”等这样独特的剑鞘状非圆柱状褶皱系,这不仅在沉积岩区很少发现,就是在变质岩区也是新近才被认识研究的对象。这本构造图册,共汇集了近300幅照片,分原生、褶皱、面理、线理、断裂、显微构造等六个方面,较系统地反映了该区在统一变形条件下形成的构造组合形态,因此,它不仅具有地区性构造的特殊风貌,也能反映其它变质岩分布区的某些共同的变形规律。在《图册》中,作者把不同尺度(露头、手标本及薄片)的构造结合起来,反映该区区域构造特征及其具复杂变形历史的某些侧面,这种编辑方法也是可取的。仔细鉴赏和研究这些图片,可以从中得到不少有益的借鉴。

还需指出的是,江西武功山区变质岩构造研究是与“新余式”条带状含铁石英岩型铁矿的勘查、开采过程息息相关的。自从五十年代以来,江西的一批野外地质工作者,为了揭示这一地区复杂纷繁的构造面貌,经历了一个曲折而艰辛的过程。廿多年来反复实践与认识,带来了对该区引人注目的变质岩构造研究和铁矿勘查的突破。该区地质工作者在变质岩区开展区调填图和铁矿床勘查评价诸方面所取得的经验,为我国变质岩构造研究提供了一个较好的范例。这一点,在1982年12月于新余良山召开的“变质岩构造现场学术讨论和情报交流会议”得到了与会代表们的一致肯定和赞赏。因此,《图册》的出版,对于开展变质岩区1:5万区调填图和变质层状矿床评价,无疑都具有重要的实用价值。《图册》作者汤加富、许温复等同志做了一件很有益的工作,谨此表示祝贺。

本《图册》也有不足之处:图片的质量和数量还难以反映该区丰富多采的构造全貌,所提出的某些构造见解也有商榷之处,尽管如此,对构造研究有兴趣的读者来说,仍不失为一本有参考价值的好书。

马杏垣

1986年2月22日

前 言

随着变质岩区大比例尺填图工作的开展和对变质层状矿床勘查的需要,如何正确鉴别变质岩构造形迹,研究变质岩区构造变形规律,进一步完善变质岩构造研究方法,是当前急待解决的重要课题。为了比较全面地描述变质岩构造形迹特征,以及通过这些构造形迹来阐明变质岩区某些共同的变形规律,我们以江西武功山区为例,精选出其中有代表意义的照片,编制成这份《变质岩构造形迹图册——江西武功山区》(以下简称《图册》),供交流使用,以期促进变质岩区构造研究工作的开展。

本《图册》是以照片为主,文字说明为辅的变质岩构造图册。《图册》中大部分照片反映的是武功山区东、西两段中浅变质岩区,特别是变质铁矿层中的一些构造形迹,对武功山区主体部位的混合岩也作了概略反映。考虑到变质岩层构造的系统性,《图册》按原生构造、褶皱构造、面理构造、线理构造、断裂构造、显微构造等六个部分近300幅照片,采用宏观和微观相结合的形式进行编排。《图册》中的照片选取,除考虑影象清晰且有一定意义外,还比较集中选取能反映区内一些典型的构造特征,如韧性剪切带内的舌状-饼状鞘褶皱、锥状-剑鞘状鞘褶皱和有关的面理、线理构造,以及叠加褶皱和显微构造等。为了说明部分照片的典型构造意义,有的还进行了解释说明。此外,还结合当前变质岩构造研究的现状,就武功山区变质岩构造特征、主要变质岩构造形迹,以及变质岩构造研究意义作了简要的文字说明。

《图册》由汤加富、许温复负责编著。文字说明中除变质岩构造形迹概述中褶皱构造1~3和线理构造由许温复编写外,其他部分均由汤加富编写,并统纂定稿。熊文亮(江西地质科研所)参加了野外补充调查、洗印照片及部分编排工作。王仁根(赣西地质调查大队)、张景钦、符鹤琴(江西地质科学研究所)参加了前期有关野外调研工作;王希明、刘玉珍、余自庆(江西地质科学研究所)、王家财(赣西地质调查大队)参加了显微构造研究工作。在编制过程中,曾得到良山铁矿地测科、原江西地质局902队有关同志的支持。应该说,它是一项集体劳动成果。《图册》的编写,得到了马杏垣教授、肖庆辉、索书田、宋鸿林等同志的鼓励和指导;江西地矿局杨明桂、吴永乐、李英鉴、尹长华、李曙华等同志给予支持和帮助;吴安国、马恒伟、康自立、张遐龄、沈俊、欧阳焕、李崇佑、张惠众、王云政、汤其鸿等同志,为《图册》的编写和修改提供了许多宝贵意见;江西地质科研所熊丁根、黄巧珠、颜晓钟、徐淑英、孙永勇协助洗印照片,卢德揆协助部分照片的摄制,周平协助了部分图件的编制;周怀玉、王润波绘制有关图件;英文摘要由李亿斗同志翻译,在此一并致谢。《图册》中不妥之处,敬请读者批评指正。

目 录

序

前言

一、变质岩构造研究的现状和趋势	3
(一) 变质岩构造研究概况	3
(二) 变质岩构造研究趋势	8
二、武功山区变质岩构造基本特征	5
(一) 变质地层层序与标志层组合	5
(二) 岩石类型与变质作用	8
(三) 变形特征与形变历史	8
1. 多期褶皱变形特征	8
2. 叠加褶皱的干涉型式	12
3. 形变历史分析	14
三、武功山区变质岩构造形迹概述	17
(一) 原生构造	17
(二) 褶皱构造	17
1. 褶皱几何分类	18
2. 饼状-舌状鞘褶皱	19
3. 锥状-剑鞘状鞘褶皱	19
4. 褶皱样式	20
5. 从属褶皱	21
6. 叠加褶皱	22
(三) 面理构造	23
1. 面理分类与术语含义	23
2. 面构造置换与劈理折射	26
(四) 线理构造	26
1. 窗棱构造	26
2. 交面线理	26
3. 香肠构造	27
4. 构造假砾	27
5. 杆状构造	27
6. 矿物线理	27
(五) 断裂构造	27
1. 韧性推覆剪切带	28
2. 韧性平移剪切带	28
3. 脆性断裂	29
(六) 显微构造	29

1. 应力矿物——压力影	29
2. 构造变形与变晶之间关系	30
3. 变斑晶生长与基质中片状矿物的关系	31
4. 石英微脉构造	32
四、武功山区变质岩构造研究意义	34
(一) 从研究工作进展看变质岩构造研究的重要性	34
(二) 研究成果在区测填图与矿床评价中的应用	36
1. 褶皱包络面的形态要素及其在地质上的应用	36
2. 变质地层的构造分析与构造地层法的推广	42
3. 韧性剪切带的变形标志及其地质找矿意义	47
4. 变质岩层的形变特征与变质层状矿床的构造评价	52
英文摘要	59
主要参考文献	88
图版目录	90
图版	99

CONTENTS

PREFACE

INTRODUCTION

I. CURRENT SITUATION AND TRENDS IN THE STUDY OF

METAMORPHIC ROCK STRUCTURES 1

1. Overview on the Study of Metamorphic Rock Structures..... 1
2. Trends in the Study of Metamorphic Rock Structures 3

II. BASIC FEATURES OF THE METAMORPHIC ROCK

STRUCTURES IN WUGONGSHAN REGION..... 5

1. Sequence of Metamorphic Strata and Marker Bed Assemblage 5
2. Rock Types and Metamorphism..... 8
3. Deformation Features and History 8
 - 1) Deformation features of multi-phase folds 8
 - 2) Interference pattern of superposed folds.....12
 - 3) Analysis of deformation history14

III. GENERAL DESCRIPTION ON THE STRUCTURAL FEATURES

OF METAMORPHIC ROCK IN WUGONGSHAN REGION17

1. Primary Structures17
2. Fold Structures17
 - 1) Geometrical classification of folds.....18
 - 2) "Cake-shaped"—"tongue-shaped" folds.....19
 - 3) "Conical"—"sheath" folds19
 - 4) Fold styles20
 - 5) Subordinate folds21
 - 6) Superposed folds22
3. Foliation Structures23
 - 1) Terminology and classification of foliations23
 - 2) Transposition of planar structures and "refraction" of cleavage.....26
4. Lineation Structures26
 - 1) Mullion structure26
 - 2) Lineation due to intersection of foliations26
 - 3) Boudinage structure27
 - 4) Structural pseudo-gravel27
 - 5) Rodding structure27

6) Mineral lineation	27
5. Fracture Structures.....	27
1) Ductile nappe shear zone	28
2) Ductile strike-slip shear zone	28
3) Brittle fracture.....	29
6. Microstructures	29
1) Stress mineral—pressure shadow	29
2) Relation between tectonic deformation and crystalloblast.....	30
3) Relation between growth of porphyroblast and platy min- erals in matrix	31
4) Quartz micro-vein structure	32
IV. SIGNIFICANCE AND METHODS OF RESEARCH ON METAMOR- PHIC ROCK STRUCTURES IN WUGONGSHAN REGION	34
1. The Importance of Research on Metamorphic Rock Structures; A Brief Historical Review.....	34
2. Application of the Research Results to Regional Geological Mapping and Evaluation of Ore Deposits.....	36
1) Geometrical elements of the enveloping surface of folds and their geological application	36
2) Structural analysis on metamorphic strata and the applica- tion of tectono-stratigraphic method	42
3) Deformation criterion of the ductile shear zone and their implication in ore prospecting	47
4) Deformation features of metamorphic complex and tectonic- evaluation of metamorphosed stratiform ore deposits	52
DETAILED ENGLISH ABSTRACT	59
REFERENCES.....	88
CONTENTS OF PLATES	90
PLATES	99

一、变质岩构造研究的现状和趋势

(一) 变质岩构造研究概况

前寒武纪是地球发展历史上一个非常重要阶段,若以地球历史为45亿年计算,其中前寒武纪占据约39亿年,为地球整个历史的85%以上。由变质岩石组成的前寒武系,广泛分布于世界各大洲,约占陆地总面积的17%^①,构成世界一些著名的古老地盾—地台区,而在其中又有十分重要的铁、金、铜、铀等矿产分布。因此,对变质岩构造研究,不仅是前寒武纪地质研究的重要内容,而且对阐明前寒武纪地壳构造演化规律和指导变质岩区地质找矿都有十分重要的理论和实际意义。目前,国际上对前寒武纪地质研究,特别是前寒武纪地质构造研究非常重视,国际有关组织正在进行广泛合作,开展全球性研究,无论在研究领域和研究方法上都有重大进展和突破。

变质岩在我国分布广泛,其中太古宙到早中元古宙中深变质岩主要分布在华北地台的边部及中间隆起地区,元古宙中晚期的中浅变质岩主要分布在扬子地台和华南褶皱系,以及西北、滇藏褶皱系中。虽然我国前寒武纪变质岩系出露面积仅占国土面积的7%以上,但却代表了中国陆壳形成的基础。而且这些地区,不仅变质岩系发育完好,构造变形复杂,还蕴藏了丰富的矿产,这为我国开展变质岩构造研究提供了重要基础。近年来,在嵩山、迁安、鞍山、五台、武功山等一些典型地区的研究成果,也从不同方面丰富了变质岩构造研究的内容,1983年9月在北京召开的“国际前寒武纪地壳构造演化讨论会”,检阅了我国在这方面的研究成果,取得了良好的反映。现综合有关资料,就变质岩构造研究情况作一概略分析。

由于前寒武纪变质岩石在世界各地广泛分布,不同的构造观对这些地区的构造分区和地壳演化规律认识是不一致的。槽台论者,主要根据地槽及造山运动的概念来解释前寒武纪地壳演化,并划分出不同时代的地槽、地台,褶皱带;陆核活动带论者,认为前寒武纪地盾区,并不是由地槽—地台构成的,而是由陆核构成地盾区最老、最稳定的核心。陆核有两种类型:一是由复杂的低级变质的花岗岩—绿岩区,二是由高级变质的片麻岩区。活动带是指陆核外围的年代较轻的线状变质带。内克拉通盆地则是指元古宙轻微变质的陆源岩石沉积区;而板块构造论者,则认为虽然地球在整个历史是非均变的,特别是早期地壳有其特殊性,但只要把板块构造模式加以改造,就可以解释前寒武纪地壳演化。他们根据从早前寒武纪到现在,热流的逐渐衰减和岩石圈厚度增厚,刚性逐渐增强,把前寒武纪板块活动划分成微板块(太古宙)、板内构造(早—中元古宙)、大板块构造(前寒武纪末期)不同演化阶段,或者把前寒武纪变质岩区划分成三个不同级别(大地构造带、大地构造阶段、大地构造单元)的岩群;也有的综合各个地区的岩性、构造、变质、年龄等特征,划分出不同的构造区(省)或构造地层地体。

① 中国地质科学院、中国地质学会 关于报送“国际前寒武纪地壳演化讨论会”会议总结 1984

尽管对前寒武纪构造分区与地壳演化尚有不同认识,但对前寒武纪变质杂岩的构造型式研究,仍是当前国际地科联构造专业委员会的中心任务之一。由国际前寒武纪构造分会于1984年出版的《前寒武纪构造说明》的最终研究报告和在北京召开的“国际前寒武纪地壳演化讨论会”,以及大量的国内外有关文献表明,当前变质岩构造研究侧重于:①太古宙高级片麻岩区,由水平运动机制形成的推覆构造;②太古宙花岗岩-绿岩区的穹窿与盆地构造;③古老变质基底中不同型式的韧性剪切带;④前寒武纪变质杂岩中多期变形及其呈现的干涉型式四个方面的研究。

正如不少学者所指出,前寒武纪古老地块中的主要构造型式,是由一些水平构造片体堆叠构成的构造体。如格陵兰的太古宙高级片麻岩区,现已查明是以水平运动为主的,由大规模的逆冲推覆、倒转褶皱和极大量花岗岩物质呈近水平的岩席状侵位造成的。随后,进一步发生变形,出现了两组近相直交的穹窿-盆地干涉型式。加拿大格伦维尔西部片麻岩的基本构造型式,是由宽阔的韧性剪切带分隔开的一系列互不相同的构造域。在这些构造域内在韧性剪切作用之下,发生过向北西方向的近水平的逆冲和推覆,把原存的片麻岩以岩板、楔形体和席体的形式堆叠在一起,不仅使地壳厚度增加一倍,而且造成规模不同的近水平的变形样式。苏联科拉地盾,通过深钻揭露,亦是一系列推覆构造片体推叠而成的。最近, B. F. 温德利指出^①,我国东北太古宙一些高级片麻岩,可能是经过变形和变质的英云闪长岩、花岗闪长岩和花岗岩,它们不是一套地层层序,而是构造堆积,不应划分成组和群。这些构造堆积可能是由早期逆掩作用使岩石单位成为夹层,并使麻粒岩和片麻岩普遍发生强烈褶皱和再褶皱形成的。

花岗岩-绿岩区的构造特征是:绿岩带和花岗岩类侵入体(或花岗片麻岩)形影不离地结合在一起,共同构成地盾中稳定核心。其平面形态常以直径达数百公里的圆形和卵形隆起,其中花岗岩类以呈大型穹窿构造为特点,穹窿的形态受变形作用的区域走向所控制,绿岩带组分,常呈各种不同的向形构造穿插于穹窿构造之间,又常为后期呈底辟式侵位的花岗岩所改变,形成不同的弧形构造。这些绿岩带往往保存有原生火山岩和沉积岩的特点,有时还发育具陡倾拉伸线理的面理构造。这可能如 R. G. 柏克所指出,花岗岩-绿岩区显示出重力引起的垂直构造同区域水平挤压相结合的构造型式,可能是在地壳伸展地区中,由重力产生的底辟作用来解释。江克一教授在对我国东北地区太古宙岩石中回曲构造研究中,也有相似的看法。

对古老变质基底中韧性剪切带的研究正在受到广泛重视,这不仅是由于它了解前寒武纪变质基底构造型式与地体边界,而且对寻找金、铀、金刚石等矿产都有重要的作用。如国内外一些著名金矿,据信都与古老基底的韧性剪切带有关。最近在巴西发现的一个大型铀矿,也可能产在太古宙岩石的韧性剪切带内。韧性剪切带一般是指岩石在塑性流动状态,经强烈剪切变形的线状地带。它是由一系列连续剪切应变而缺乏明显断裂破碎界面为特征。结合我们在武功山区的研究,其主要特征是:①剪切带内发育有与运动方向一致的、形态奇特的鞘褶皱、 α 线理以及和应变椭球体xy面一致的片理(连续劈理)带;②剪切带边界没有碎裂岩和糜棱岩发育,但在中心则发育有糜棱岩和千枚糜棱岩;③剪切带内随着剪切应变量的递进变化,其矿物颗粒、化学成分也相应产生明显的分带;④韧性剪切

① 关于重新认识中国东北太古界的友好建议 地质科技参考资料 1983、29期

带一般是下地壳的主要变形方式，向上在地壳表层为脆性断裂，表现出双重结构模式，而且它往往又是多期断裂活动带，与金、铀等矿化的转移密切相关；⑤韧性剪切带据其产状特征可分为两类，即陡倾斜平移剪切带和缓倾斜推覆剪切带，而两者又常常密切共生，沿走向相互转换。因此，愈来愈多资料表明，深构造层次的韧性剪切构造对了解前寒武纪地壳形成与演化有着重要作用。

关于前寒武纪变质杂岩中存在多期变形和叠加褶皱的现象，随着变质岩构造研究的深入，似乎已形成主要潮流并被普遍接受。研究者们已从总结阐明一个地区多期变形现象和叠加褶皱干涉型式到对多期变形和多期变质作用的相互关系，以及构造演化序列进行更深入研究，有的在建立典型构造序列基础上进行区域构造序列对比，编制详细地质事件年表，籍以阐明变质造山带的构造发展和共同演化规律。如70年代A. M. 霍普古德等人在芬兰西部混合岩区划分出7个连续幕，对苏格兰外赫布里底群岛的前寒武纪片麻岩作了构造序列的划分和对比。刘如琦等根据我国一些变质岩区的构造研究，也对区域变质杂岩的构造序列规律进行了讨论。

综上所述，当前变质岩构造研究领域正在不断扩大和深入，已从一般性总结描述到综合全球资料，试图对前寒武纪构造分区、古构造型式、地壳演化、成矿作用等进行深入的理论探讨，并试图建立各种各样的模式来解释地球早期的形成与演化。

(二) 变质岩构造研究趋势

随着变质岩构造研究领域的不断扩大，研究程度的日益深化，这就促使变质岩构造研究，无论在研究尺度和层次上，以及在研究方法上都有很大改进和发展。

构造空间尺度一般是指研究范围大小，如果把大型构造只限于全球或洲际间大型地盾区构造的话，那么中、小型构造则一般指一个地区或更小范围内的构造，而微型构造（包括显微构造）则是指露头、标本、薄片以及薄片（小于1000埃（Å）的超薄片）范围内构造。有关资料表明，当前从事于变质岩构造的研究者，除仍在继续加深一些典型地区的中、小构造研究外，还特别注意全球构造的综合和微观构造研究的深入。一些重要变质岩构造模式的建立和理论观念的探讨，也正是在详细研究中、小型构造基础上，通过全球资料的综合和显微构造研究的深入而确立的。如M. 马托埃教授在所著《地壳变形》一书中，正是通过作者长期对阿尔卑斯期和海西期山地工作结果，在对阿尔卑斯期构造深刻理解和构造精辟研究基础上，才可能对地壳变形机制和类型作出深入讨论。该书作者还根据在阿尔卑斯山脉、比利牛斯山脉、法国中央地块等地区所建立韧性推覆体的概念，来研究和解释科西嘉岛巴斯提亚的蛇绿岩推覆体，以及喜马拉雅山区推覆构造，并且对上述推覆剪切带内的显微构造作了精辟的研究和论证。又如C. R. 恩哈乌萨尔等，在对非洲南部前寒武纪地盾的详细研究的基础上，对前寒武纪地盾区的地质学某些观点作了重新评价，提出前寒武纪地盾区主要包括绿岩带在内的克拉通陆核、活动带所组成。他们在对太古宙巴伯顿绿岩带的详细研究基础上，对绿岩带以及科马提岩的特征和概念作了较深入讨论，使前寒武纪地质构造的研究向前推进了一大步。再如我国学者马杏垣教授等，在对嵩山地区前寒武纪变质杂岩构造的研究基础上，对中国前寒武纪构造样式的演变作了较深入讨论。由此看来，一个有成就的前寒武纪构造研究者，或者是一个重要变质岩构造观念的提出，

都要在深入研究典型地区中、小型构造尺度的基础上，并着眼于全球构造尺度资料的综合和借助于微构造尺度的研究深入而形成的。

随着变质岩构造研究的深入，对前寒武纪深部构造研究的重要性逐渐被认识。马杏垣教授曾根据魏格曼提出的构造层次概念，把地壳构造分为浅层次构造（表壳构造）和深层次构造（内壳构造），并指出在不同的构造层次之间往往发育有近水平大型折离构造。在前寒武纪地块区，一些大型折离构造（即推覆构造）可以把深构造层次的构造块体推覆到浅构造层次之上，这为我们研究地壳早期和深部的古构造提供了前提。根据世界范围内一些相当于深构造层次的前寒武纪变质杂岩的研究，以及苏联科拉半岛深钻资料证实，地壳双重模式概念受到了挑战，原来认为康拉德面下的下地壳-玄武岩层似乎不存在，可能是由花岗岩（外壳）、混合岩-片麻岩（中层）、安山岩（下层）所组成。此外对太古宙花岗岩-绿岩区和高级变质岩区之间的相互关系也有不同认识：一种认为高级片麻岩区是强烈剥蚀后出露在地表的花岗岩-绿岩区根部产物，即相当于它的深构造层次；另一种解释，花岗岩-绿岩区和高级片麻岩区是太古宙大体同时存在的两个不同的构造区。现今所见的麻粒岩相和绿岩带之间的上下叠置关系，需用逆掩推覆构造来解释。由此看来，由浅层次表壳构造研究向深层次前寒武纪深部构造研究，对于阐明变质岩构造成因和地壳早期形成演化，以及前寒武纪某些基础地质问题都有十分重要作用。

由于变质岩构造研究的深入和发展，要求在变质岩构造研究方法和手段上不断完善和改进。这主要表现在对中、小型构造的研究，即区域变质岩构造填图和对构造现象进行构造解析的方法不断被完善，其中一些新的思路和方法逐渐为变质岩构造研究者所接受。愈来愈多的资料表明，前寒武纪变质岩区不论是中深变质岩区或中浅变质岩区，一般都发育紧密平卧褶皱和推覆构造，以及由多期变形所形成复杂的叠加褶皱，因此一些成层的片麻岩、平行的沉积夹层、产状一致的片理化带等，都不能简单看成是原始沉积的“层”，而是经过强烈构造置换的“带”，不能据此简单地进行地层划分和确定填图单位。此外，在变质杂岩区所见的各种类型的复杂构造形迹，包括各种样式的褶皱、面理和线理，也可能是经历多期构造置换所形成，并有着规律的演化序列和特定的干涉型式。所以，在变质岩区要以“构造—地层法”对变质杂岩进行研究，以构造解析方法对构造现象进行分析，在此基础上通过变质岩构造填图才有可能正确鉴别古构造型式和阐明构造演化规律。鉴如此，我国目前正在华北地台的冀东、阜平、辽东等地区进行变质岩构造填图试点。又如在江西武功山区东段对新余式变质铁矿勘探过程中，实际上早已采用这种方法填制出矿区1:2000和矿田1:10,000地质图，它们都不同程度地比较正确地反映了区内变质岩构造特征，并经受了勘探和开采工作的验证。

最后还需指出的是，近年来随着在显微构造领域内透射电子显微镜、电子计算机、X光岩组分析技术，三轴岩石力学实验装置、数学模拟等在构造研究领域内的应用，以及紧密结合区域构造的综合分析，在变质岩构造研究领域内，已由脆性到塑性、定性到定量、微观到超微观、构造几何学到动力学发展，使对有限应变的变形量的测定，递进应变分析以及对各种构造形迹（褶皱、面理、线理等）的形成机制的解释，构造应力场的分析等大大深入了一步。

综上所述，当前变质岩构造研究正处在一个重要发展时期，随着研究领域的深入和研究方法的变革，一种新的前寒武纪地质构造观，正在日趋完善和形成。

二、武功山区变质岩构造基本特征

武功山区位于江西省中西部。大致包括浙赣铁路以南，安福—峡江一线以北，东至赣江，西止湘赣边界，构成东西长达170公里，南北宽约30公里的狭长地带。

该区在构造位置上处于扬子准地台和华南褶皱系之交接带的南侧，属华南澄江的加里东褶皱带中，武功山—北武夷山复背斜的西段。宜春—铅山深断裂带呈近东西向在其北侧通过。区内以蕴藏丰富的变质铁矿，以及与岩浆岩有关的钨矿、稀有金属矿而著称。

本区自1938年高平、徐克勤开始调查到1957年发现新余式铁矿为止，只进行了一些概略地质调查。1957年后，江西省地质局有关单位，经过了二十多年的地质工作，建立了区内震旦纪变质地层层序；确定了区内存在大型倒转褶皱构造；论证了本区多期次、多方向、多型式叠加褶皱，以及褶皱构造对铁矿展布的控制。

现综合有关资料，将区内地层构造基本特征（图1）作一简要说明。

（一）变质地层层序与标志层组合

区内褶皱基底，主要由震旦系及部分下寒武统组成，晚泥盆世及以后的沉积盖层不整合覆于其南北两侧，区内变质地层层序为：

泥盆系上统：锡矿山组（D_{3x}）

~~~~~角度不整合（加里东运动）~~~~~

寒武系下统：

牛角河群（C<sub>1l</sub>）：变质粉砂岩、粉砂质千枚岩夹炭质绢云母千枚岩。 2650m

震旦系上统：

老虎塘组（Z<sub>2l</sub>）：绢云母千枚岩及变质砂岩互层，上部为条带硅质岩夹炭质千枚岩。 2740m

杨家桥组（Z<sub>2y</sub>）：

- |                 |         |
|-----------------|---------|
| ⑧ 含“杂砾”凝灰质炭质千枚岩 | 0~10m   |
| ⑦ 含炭千枚岩夹含锰白云岩   | 0.5~21m |
| ⑥ 含黄铁矿绢云母千枚岩    | 80~100m |
| ⑤ 白云质大理岩        | 4~10m   |
| ④ 绿泥石英千枚岩       | 10~20m  |
| ③ 条带状磁铁石英岩      | 5~10m   |
| ② 含磁铁绢云母千枚岩     | 10~20m  |
| ① 含“杂砾”绢云母千枚岩   | 70~100m |

-----平行不整合（澄江运动）-----

震旦系下统

上施组（Z<sub>1sh</sub>）：变质粉砂岩、粉砂质千枚岩、含炭质绢云母千枚岩呈互层韵律。 1560m

神山组（Z<sub>1s</sub>）：绢云母千枚岩、炭质千枚岩夹细碧角斑岩。 2400m

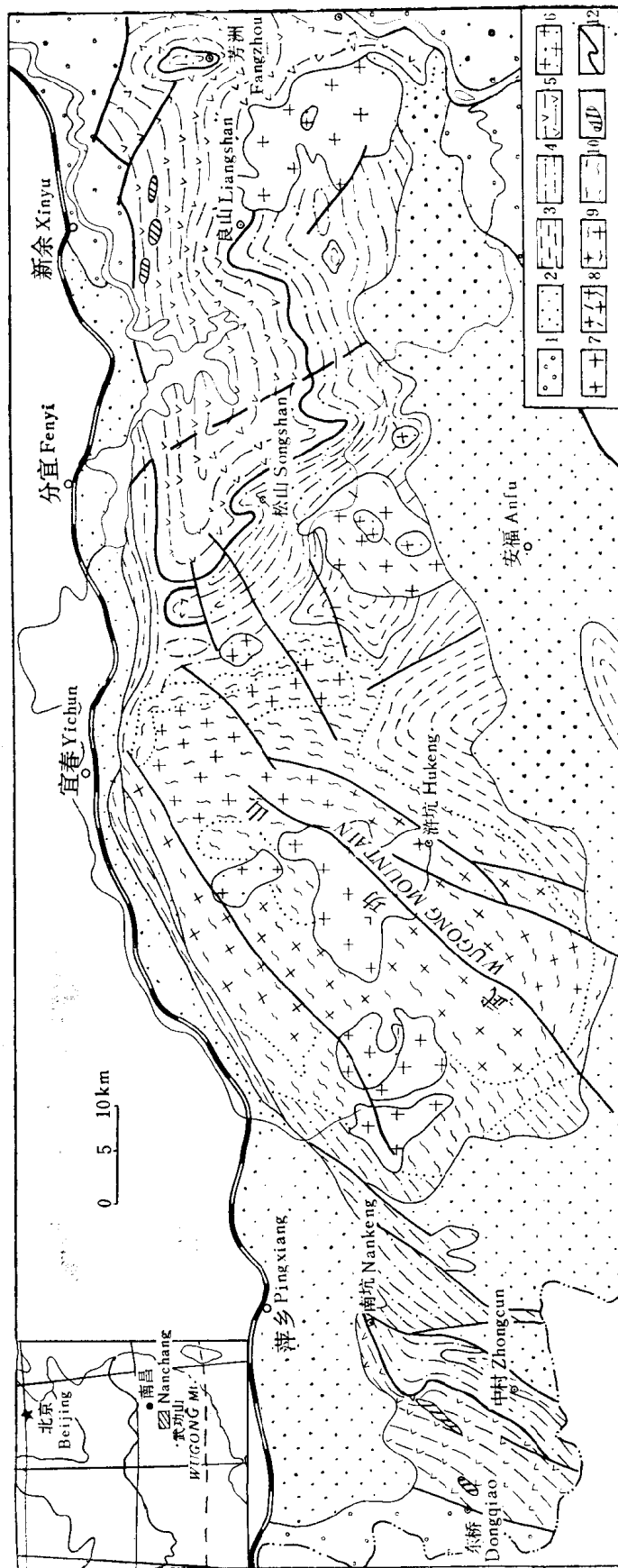


图 1 武功山区地质概要图

1—中生代盖层；2—上奥陶统牛角河群；3—下寒武统老虎塘组、杨家桥组；4—震旦统上施组、神山组；5—燕山期花岗岩；6—加里东期花岗岩；7—海西期花岗岩；8—加里东期花岗岩；9—混合岩；10—部分混合岩；11—超基性—基性岩；12—铁矿层

Fig. 1 Outline Geological Map of the Wugongshan Region

1—Mesozoic-Cenozoic cover, 2—Upper Palaeozoic cover, 3—Lower Cambrian Niujiaohe Group, 4—Upper Sinian Laohutang Formation and Yangjiabiao Formation, 5—Lower Sinian Shangshi Formation and Shenshan Formation, 6—Yanshanian granite, 7—Hercynian granite, 8—Caledonian granite, 9—Migmatite, 10—Partial migmatite, 11—Ultrabasic-basic rock, 12—Iron ore bed

上述地层序列表明：区内是由震旦系下统神山组的海相炭质-粘土岩建造，细碧角斑岩建造到上统复理石建造；震旦系上统杨家桥组的陆源火山-冰海沉积建造（南华冰期）到老虎塘组的类复理石建造；以及牛角河群的炭质页岩建造等所组成的地槽型沉积。这为区域地层对比和古构造型式的确定提供了重要基础。

勘探资料证实，杨家桥组是由八层具特征意义的岩层所组成的标志层组合。其中铁、锰矿层（属富禄间冰期沉积）呈薄层状产出，并具稳定的顶、底板标志。上述岩层在区内虽遭受不同程度的变质，但其原岩皆可对比，这为确定复杂褶皱构造型式奠定了良好的地层前提（图2）。

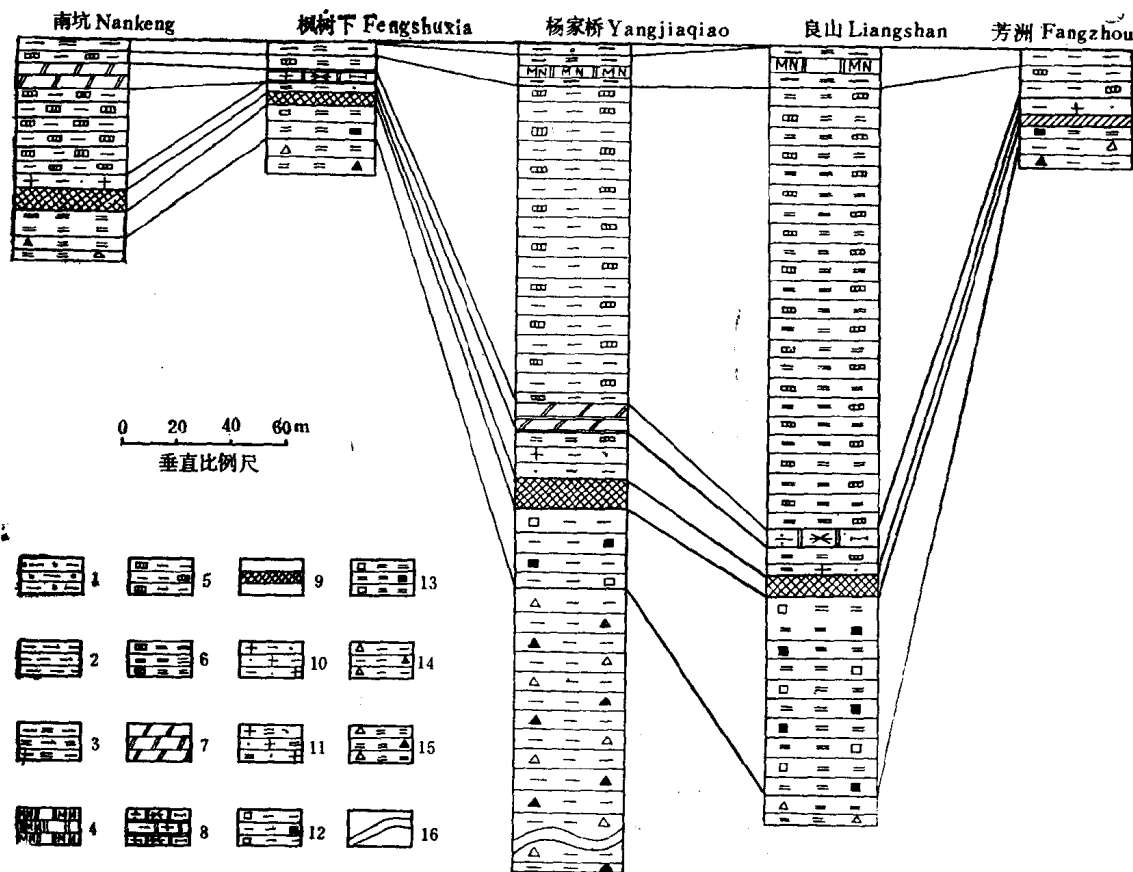


图 2 武功山区震旦系上统杨家桥组标志岩层对比图

1—含“杂砾”炭质绢云母千枚岩；2—一次石墨千枚岩；3—一次石墨片岩；4—含锰白云岩；5—含黄铁矿绢云母千枚岩；6—含黄铁矿白云母石英片岩；7—白云质大理岩；8—透闪石透辉石岩；9—条带状磁铁矿石英岩；10—绿泥石英千枚岩；11—绿泥石英片岩；12—含磁铁矿绢云母千枚岩；13—含磁铁矿云母片岩；14—含“杂砾”绢云母千枚岩；15—含“杂砾”云母片岩；16—缩减符号。

Fig. 2 Correlation of marker beds of Upper Sinian Yangjiaqiao Formation  
in Wugongshan Region

1—"Gravel"-bearing carbonaceous sericite phyllite; 2—Schungite phyllite; 3—Schungite schist; 4—Manganese-bearing dolomite; 5—Pyrite-bearing sericite phyllite; 6—Pyrite-bearing muscovite quartz schist; 7—Dolomitic marble; 8—Tremolite-diopside rock; 9—Banded magnetite quartzite; 10—Chlorite-quartz phyllite; 11—Chlorite-quartz schist; 12—Magnetite-bearing sericite phyllite; 13—Magnetite-bearing mica schist; 14—"Gravel"-bearing sericite phyllite; 15—"Gravel"-bearing mica schist; 16—Sign of omission

## (二) 岩石类型与变质作用

区内岩石类型, 主要包括由区域变质作用所形成的区域变质岩, 由超变质作用形成的混合岩, 加里东期至燕山期各类侵入岩体及有关的接触变质岩, 以及由动力变质作用形成的动力变质岩。

区域变质岩: 以各种千枚岩为主夹各种片岩、变质砂岩、大理岩、磁铁石英岩等, 广泛分布于萍乡—新余一带。以低温含羟矿物(绿泥石、绢云母)为特征, 属绿片岩相(中低压相系)。根据其矿物组合又划分为绿泥石带(石英-钠长石-白云母-绿泥石亚相)及黑云母带(石英-钠长石-绿帘石-黑云母亚相)。显微构造研究表明, 区内千枚岩中的层状硅酸盐矿物定向排列形成的次生面理与主期褶皱轴面基本一致, 后期还发育有不同类型的连续劈理、间隔劈理(折劈理、断离劈理等)及相应的变质矿物组合, 表明本区有多期变质作用的存在。

混合岩主要分布于武功山区中部, 呈北东向(长约50公里, 宽约20公里)卵形分布。混合岩原岩主要为震旦系上统老虎塘组岩层, 由变质分异所形成的长英质物质, 通过混合交代和贯入作用, 形成各类混合岩。混合岩自中心向外侧, 大致可划为四个带: 即均质混合岩; 阴影状混合岩; 条痕状、疏斑状、眼球状混合岩; 部分混合变质岩。这些岩石中长英质脉体沿早期面状构造(层理、片理)贯入, 本身又形成相似褶皱和不协调褶皱, 说明本区混合岩是在强烈变形作用之前并与区域变质作用近同时形成。

区内岩浆活动频繁。有加里东期黑云母斜长花岗岩(山庄), 海西期花岗闪长岩-富斜花岗岩(城上), 印支期中粒花岗闪长岩(张家坊), 燕山早期似斑状花岗岩等。其中以燕山早期酸性侵入体分布最广, 基性和超基性岩仅在北部零星分布。在上述侵入岩的岩浆热力及挥发组分的影响下, 对周围岩石发生不同程度的接触变质和接触交代变质作用, 形成接触角岩-接触片岩带, 以及接触边缘混合岩带。前者发育于燕山期花岗岩接触带, 如太平山, 原岩相当于千枚岩-绿片岩相的矿物组合, 经接触叠加变质成钠长石-绿帘石-角闪岩相; 后者以与加里东期及海西期花岗岩接触处为常见, 如良山矿区, 在与城上岩体接触带边缘, 形成宽约数米到十余米的条带-条痕状边缘混合岩。

## (三) 变形特征与形变历史

### 1. 多期褶皱变形特征

区内构造变形十分复杂(图3、图4)。以铁矿层及其顶底板作标志所显示的褶皱, 以及对于褶皱有关的面理、线理的几何分析, 表明本区主要经受四期褶皱变形, 而这些变形又以武功山东段最为发育, 保存完好, 研究也比较清楚(图5)。

第一期以层理( $S_0$ )为形变面, 形成北东东向, 轴面北倾, 倾角自北向南变缓的近平卧大型倒转褶皱构造。其东段为新余神山倒转背斜; 西段为萍乡中村—南坑倒转向斜, 并略向西倾伏。上述褶皱北翼为上古生代地层所覆盖。小型构造包括某些遭受后期变形改造的次级片内褶皱( $F_1$ ), 以及与褶皱有关的面理( $S_1$ )、线理( $L_1$ )等。

第二期以先期面理 $S_0$ 及 $S_1$ 为变形面, 形成北北西向, 横切整个山链的多种构造形迹组