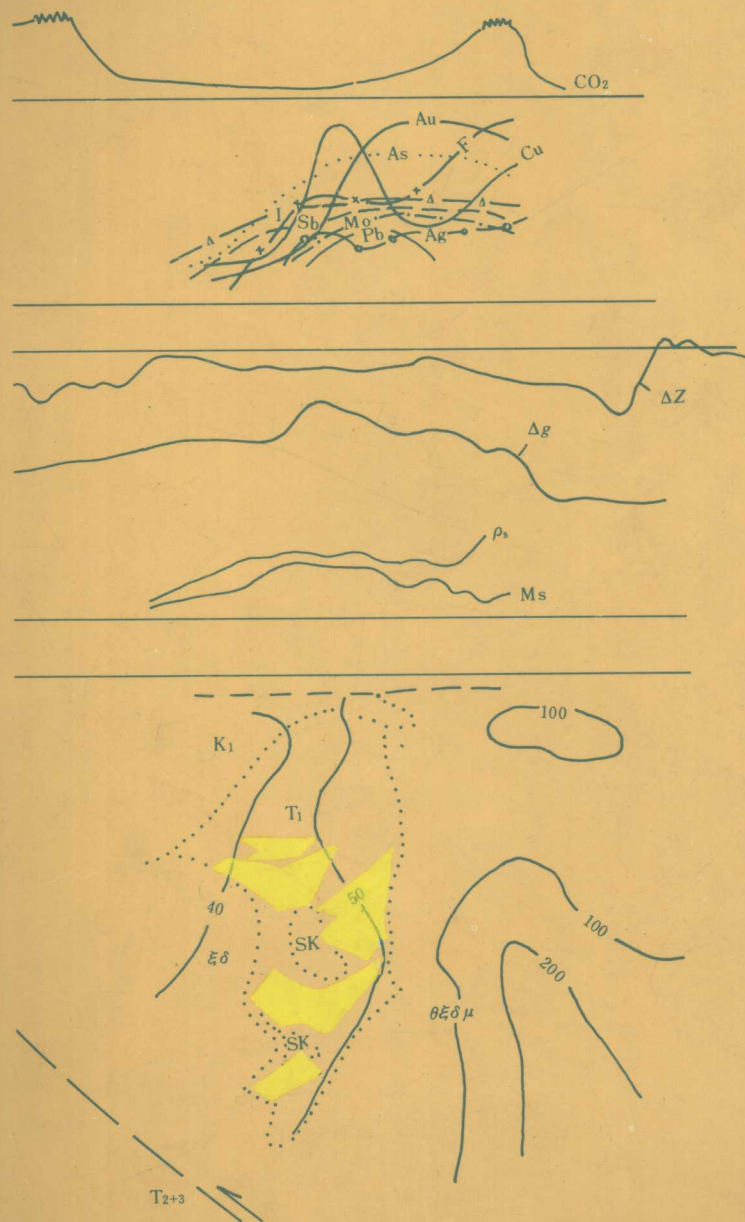


# 鄂东南铜金矿床成矿 模式与找矿模型



# 鄂东南铜金矿床 成矿模式与找矿模型

薛迪康 葛宗侠 张宏泰 胡惠民 杨明银 编著

江苏工业学院图书馆  
藏书章

中国地质大学出版社

## 内 容 简 介

本书在分析区域地质构造背景的基础上,引入推-滑覆构造观点与花岗岩类等级体制理论,结合有关成矿围岩的沉积、成岩条件,划分了研究区的成矿系列、亚系列,并建立成矿模式。对铜金矿有关的找矿标志进行优化,建立了寻找斑岩型、矽卡岩型铜金矿床的综合找矿模型。

本书对鄂东南及整个长江中下游,乃至我国其他类似条件的地区进一步找同类型的矿床均有重要意义。

## 图书在版编目(CIP)数据

鄂东南铜金矿床成矿模式与找矿模型/薛迪康等编著. —武汉:中国地质大学出版社,  
1997.12  
ISBN 7-5625-1221-3

I. 鄂…

II. 薛…

III. 成矿模式-找矿模型-铜金矿

IV. P618

---

出版发行 中国地质大学出版社(武汉市喻家山·邮政编码 430074)  
责任编辑 李继英 责任校对 杨霖  
印 刷 湖北省地质图印刷厂

---

开本 787×1092 1/16 印张 13.25 字数 350 千字 插图 3 幅  
1997 年 12 月第 1 版 1997 年 12 月第 1 次印刷 印数 1—500 册  
定价: 20.00 元

---

## 序

在找矿难度日益增大的今天,开展以理论找矿、综合找矿、立体找矿、定量找矿和智能找矿紧密结合的科学找矿和成矿预测是提高找矿效果和效益的必由之路。在像鄂东南这种具有悠久采矿历史的金属富集区,区域地质勘查程度和研究程度相对较高,要实现找矿的新突破,必需有新的地质认识和新的成矿理论为指导,必需有先进和正确的找矿思路和找矿理论为依据。同时,还需采用新技术和新方法,揭示前人未曾发现的找矿新标志,采集前人未曾获取的新数据、新信息,涉足前人未曾达到的新领域和新深度,建立或应用比前人更为完善和符合实际的成矿和找矿模型,而且,要敢于动用必要的勘查工程去验证新认识和新靶区。

由湖北省地质矿产局薛迪康等编著的《鄂东南铜金矿床成矿模式与找矿模型》专著恰是在以上诸方面取得新进展的一次有力实践的总结。本书是作者等在“七五”期间进行“鄂东南地区铁铜金矿成矿条件与成矿预测”基础上,在已就区域内含矿岩体、成矿接触带、岩体内隐伏碳酸盐岩捕虏体、层间矿体、矿床空间分带、地球物理、地球化学和卫片影像等8个方面提取了预测标志,总结了隐伏矿床预测准则并建立了铁山、铜绿山、叶花香、鸡冠咀和铜山口5个矿床地质—地球物理—地球化学模式的情况下,进一步分析了以往工作中存在的薄弱环节和问题,进一步明确了今后工作的重点、难点和切入点,认为:“预测标志优化研究是取得找矿突破的关键地质问题之一”。为此,作者等在“八五”攻关研究中,在研究区进行了大量基础性地质工作。对构造、地层、岩浆岩,特别是以往研究和建模未涉及到的隐伏含矿小岩体做了详细研究并取得了一系列重要的新成果和新认识。同时,对提取和优化预测标志的原则、方法、途径等作了探索、修改、完善,并扩充了以前的矿床模型,使建模工作更加科学化和合理化。作者在研究中明确指出,提取的预测标志,最终应具备①判别地质体有矿、无矿的能力,也即筛选靶区的能力;②指示矿体所在部位、埋深和受剥蚀程度的能力,也即缩小靶区、聚焦的能力;③辨别矿化种类和矿化类型的能力;④判断矿石富集程度和矿化规模的能力。作者等在按上述原则进行优化预测标志的情况下预测和圈定了新的靶区,在对靶区进行钻探验证中不仅在10处验证区均发现了矿化,而且在3处见到了工业矿体。可以说,作者等在这方面的研究为在类似地区,即已有详细勘查和悠久开采历史的金属富集区进行新一轮成矿预测树立了良好范例。因此,本书的编写和出版对开展成矿预测具有重要参考价值和指导作用,对丰富和完善成矿预测理论和方法,实现矿床与矿体定性、定量和定位预测做出了重要贡献。

成矿预测研究涉及多学科领域,难度很大。开展成矿预测工作风险性也大,它的结果和结论将面对生产验证和接受实践检验。因此,从事这一事业需要具有不畏艰辛、不怕失败的献身精神和严谨求实、勇于探索的科学态度。我们向为广大读者创造这种精神财富和提供这种精神食粮的作者们致敬!

中国地质大学

赵鹏大

一九九七年六月十七日

前言

成矿模式是对矿床的成矿作用从空间和时间上的高度理论概括。区域成矿模式表示一组(系列或亚系列)矿床的形成过程、分布规律以及矿床(体)之间的相互关系,反映现阶段人们对该组(系列)矿床形成规律的认识。由于成矿模式是在人们对矿床成矿规律研究成果的基础上,按一定的理论加以分析、归纳而建立起来的,所以它可以为找矿地质人员提供该组(系列)矿床形成的完整概念,拓宽找矿实践的思路,掌握关键的地质及技术问题,选择最为合理、有效的勘查技术方法去发现矿床。

70年代末至80年代中,应用综合系统的成矿模式理论的找矿实践中,在鄂东南已取得较好的成果。例如鸡冠咀、鸡笼山大型铜金矿床的发现和评价,就是最有力的例证。但随着地质工作程度的提高,易识别和发现的矿床越来越少,找矿难度愈来愈大。为此,找矿地质学家需要用新的理论和新的技术方法去发现被掩埋的和隐伏的矿产资源。找矿模型就是近十余年来国内外为适应这种形势开展的新理论、新思路和新方法的研究而取得的成果。

系统论方法在找矿地质学中的应用,区域成矿模式的建立和在某些成熟地段的应用,给找矿地质工作者开拓了思路,促成各种找矿模型的建立。综合找矿模型就是将需要寻找的目的物,按其典型矿床式的成矿地质背景和控矿地质条件、矿床地质特征、找矿预测标志以及与之对应的、行之有效的地球物理、地球化学、重砂、遥感等方法,按照系统论的观点进行归纳,并以反向分析法作优化处理而构置的。

本书系统地反映了现阶段以斑岩-矽卡岩矿床为主体的成矿规律和成矿模式,重新建立和修正了6个典型矿床的综合找矿模型和一组寻找隐伏含矿小岩体的综合找矿模型,并在应用中初步取得成效。反映了找矿模型的研究是找矿地质学不断发展的需要,也是时代的要求。

本书由薛迪康、葛宗侠、张宏泰、胡惠民、杨明银执笔。各章节的分工是:序言、第一章、第二章的第二节,本书摘要(中文)由薛迪康执笔;第二章的第一、三节及第六章的第三节由杨明银执笔;第三章原稿由胡惠民执笔,出版时由薛迪康作了增补;第四章、第六章第一节之七及第四节由张宏泰执笔;第五章、第六章第一节之一至六及第二节由葛宗侠执笔。各章节初稿完成后,全书由薛迪康统一整理定稿。书中英文摘要由田永富翻译,黄焕文校核。

本书是在“八五”国家科技攻关项目“急缺矿产勘查与评价研究”下设专题“鄂东南地区铜金多金属控矿条件分析、预测标志优化及靶区筛选研究”(编号:85-901-03-01)成果报告<sup>①</sup>的基础上编著的,实际上是参与专题及亚专题工作的全体科技人员集体劳动的成果。因此,本书能顺利完成并出版,贡献给读者,除了编著者的辛勤劳动外,还应感谢以余元昌、姚公博、黄权秀、刘兆吉、叶俊林、雷如亮、张树森等负责人及5个亚专题的全体人员。同时,还应指出在专题攻关研究过程中得到项目办、课题办以及湖北地勘局领导的支持和指

<sup>①</sup> 该专题1995年10月在北京经涂光炽、张炳熹、宋叔和等15位院士专家组成鉴定委员会评审通过,认为本专题报告是一份优秀成果,提高了该区研究水平。鉴定书(地矿部鉴字[1995]82号)指出,该成果:“对鄂东南及整个长江中下游乃至我国其他具类似条件的地区,进一步找同类型矿床都有重要意义。”“其成果达到同类研究成果的国际先进水平”。



# 目 录

## 前言

## 第一章 区域地质构造背景及构造演化 ..... (1)

### 第一节 壳幔结构 ..... (1)

#### 一、壳幔结构及莫霍面起伏特征 ..... (2)

#### 二、地壳结构及运动特征 ..... (5)

### 第二节 盖层构造 ..... (6)

#### 一、褶皱、断裂构造 ..... (7)

#### 二、滑脱层、滑动面及滑脱拆离构造 ..... (7)

#### 三、构造分级、分带及滑覆构造类型 ..... (10)

#### 四、本区与南北构造带的边界条件 ..... (12)

### 第三节 推、滑覆构造与区域成矿 ..... (12)

#### 一、拆离滑脱构造形成机制及控矿一般规律 ..... (13)

#### 二、本区滑脱拆离构造控岩控矿特征 ..... (14)

### 第四节 区域构造发展阶段及演化 ..... (16)

#### 一、构造发展阶段 ..... (16)

#### 二、区域构造演化过程 ..... (18)

### 第五节 区域构造变形模拟实验及动力学分析 ..... (18)

#### 一、印支期 ..... (19)

#### 二、燕山期 ..... (20)

#### 三、模拟实验成果解释 ..... (21)

## 第二章 控矿条件与成矿环境 ..... (23)

### 第一节 石炭纪—二叠纪—三叠纪地层沉积成岩与控矿 ..... (23)

#### 一、C—P—T 地层及岩相古地理 ..... (23)

#### 二、地层地球化学与成矿潜力 ..... (30)

#### 三、地层岩石物理化学性质与成矿 ..... (35)

#### 四、C—P—T 地层与铜金矿的关系 ..... (38)

### 第二节 印支—燕山期构造作用与控矿 ..... (39)

#### 一、构造变形单元的划分及各级构造的主要特征 ..... (39)

#### 二、控岩构造 ..... (42)

#### 三、控矿构造 ..... (43)

#### 四、构造控矿模型 ..... (47)

#### 五、找矿构造标志 ..... (50)

### 第三节 中酸性侵入岩与成矿 ..... (52)

#### 一、中酸性侵入岩谱系单位与成矿专属性 ..... (52)

|                                            |              |
|--------------------------------------------|--------------|
| 二、与成矿有关花岗岩类谱系单位的特征 .....                   | (59)         |
| 三、岩浆侵位机制与成矿 .....                          | (67)         |
| 四、岩体剥蚀程度与找矿 .....                          | (69)         |
| 五、成岩与成矿 .....                              | (69)         |
| <b>第三章 矿床成矿系列与成矿模式 .....</b>               | <b>(73)</b>  |
| 第一节 矿床成矿系列组合 .....                         | (73)         |
| (1) 一、与花岗岩类侵入作用有关的矿床成矿系列(第Ⅰ系列) .....       | (74)         |
| (1) 二、与沉积作用有关的矿床成矿系列(第Ⅱ系列) .....           | (76)         |
| (2) 第二节 与花岗岩类侵入作用有关的矿床成矿系列主要特征 .....       | (77)         |
| (2) 一、与燕山中晚期中浅成闪长岩—黑云母透辉石闪长岩—二长闪长岩—石英二     |              |
| (2) 长岩—花岗岩有关的铁铜钴硫铅锌矿床成矿亚系列 .....           | (78)         |
| (2) 二、与燕山中晚期中浅—中深成透辉石闪长岩—石英闪长岩—石英二长闪长岩—    |              |
| (2) 花岗闪长岩—正长闪长岩有关的铜铁金钨钼矿床成矿亚系列 .....       | (81)         |
| (10) 三、与燕山期浅成—超浅成石英闪长岩—花岗闪长岩—石英斑岩有关的铜硫金矿   |              |
| (12) 床成矿亚系列 .....                          | (84)         |
| (12) 第三节 与花岗岩类侵入作用有关的矿床成矿一般规律及成矿模式 .....   | (86)         |
| (13) 一、成矿的一般规律 .....                       | (86)         |
| (14) 二、成矿模式 .....                          | (91)         |
| <b>第四章 含矿小岩体物化探异常信息特征 .....</b>            | <b>(95)</b>  |
| (16) 第一节 控制含矿小岩体地质因素及地球物理场、地球化学场特征分析 ..... | (95)         |
| (18) 一、断裂构造系统与含矿小岩体 .....                  | (95)         |
| (18) 二、岩石(层)地球物理、地球化学异常特征 .....            | (104)        |
| (19) 第二节 隐伏含矿小岩体异常信息特征 .....               | (111)        |
| (20) 一、已知小岩体物探异常特征 .....                   | (111)        |
| (21) 二、已知含铜(金)小岩体地球化学异常特征 .....            | (113)        |
| (22) 三、隐伏小岩体含矿(铜、金)性物化探异常判别标志 .....        | (119)        |
| (22) 四、含铜(金)小岩体剥蚀程度物化探信息判别标志 .....         | (121)        |
| <b>第五章 找矿预测标志的提取与优化 .....</b>              | <b>(124)</b> |
| (23) 第一节 概述 .....                          | (124)        |
| (23) 第二节 找矿预测标志提取 .....                    | (125)        |
| (28) 一、各矿床式预测标志提取 .....                    | (125)        |
| (29) 二、阳新岩体南缘外围地段与斑岩有关矿床预测标志提取 .....       | (145)        |
| (30) 第三节 找矿预测标志优化 .....                    | (149)        |
| (31) 一、地质标志优化 .....                        | (149)        |
| (34) 二、地球化学标志优化 .....                      | (152)        |
| (34) 三、地球物理标志优化 .....                      | (155)        |
| (35) 四、遥感标志优化 .....                        | (157)        |
| (35) 五、含铜小岩体的预测标志优化 .....                  | (160)        |
| <b>第六章 综合找矿模型及应用 .....</b>                 | <b>(161)</b> |
| 第一节 地质-地球物理-地球化学找矿模型 .....                 | (161)        |

|                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| 一、铜绿山式矽卡岩型铜铁矿床综合找矿模型 .....            | (161) |
| 二、叶花香式矽卡岩型铜矿床综合找矿模型 .....             | (163) |
| ✓ 三、铜山口式斑岩-矽卡岩型铜(钼)矿床综合找矿模型 .....     | (163) |
| 四、鸡冠咀式斑岩-矽卡岩型铜金矿床综合找矿模型 .....         | (163) |
| 五、鸡笼山式中低温热液叠加的斑岩-矽卡岩型金铜矿床综合找矿模型 ..... | (166) |
| 六、白云山式斑岩型铜矿床综合找矿模型 .....              | (166) |
| 七、隐伏含铜(金)矿小岩体综合找矿模型 .....             | (169) |
| 第二节 找矿靶区筛选的原则与方法 .....                | (172) |
| 一、找矿靶区圈定和筛选原则 .....                   | (172) |
| 二、找矿靶区筛选方法 .....                      | (173) |
| 第三节 重要铜(金)矿靶区资源量预测 .....              | (178) |
| 一、有利因素相关法(或三因素统计法) .....              | (178) |
| 二、德尔菲法 .....                          | (183) |
| 第四节 隐伏含铜(金)小岩体的勘查技术方法 .....           | (185) |
| 一、区域预测阶段 .....                        | (185) |
| 二、重点普查阶段 .....                        | (185) |
| 三、异常查证阶段 .....                        | (186) |
| 四、异常验证阶段 .....                        | (187) |
| 主要参考文献 .....                          | (188) |
| 英文摘要 .....                            | (190) |

# 第一章 区域地质构造背景及构造演化

70年代初,风靡全球的板块学说引入中国,试图解释大陆中的所有造山带。经过近20年实践检验,汇集许多近代新技术探测资料,说明大陆岩石圈和大洋岩石圈不仅存在本质上的差别,而且两者在运动方式上也是不同的。从造山带的运动学特征来看,至少造山带伸展垮塌的位移量和应变速率、逃逸构造边界滑移速率、断块或断片旋转的位移速率、区域弧后伸展作用的速率等4个方面均大于板块的运动速率。

根据近十年研究的新进展,岩石圈流变学可以作为认识造山带的新起点。结合大量造山带反射地震剖面和大地电磁测深剖面资料,以及造山带深部岩石研究的新成果,逐步形成用大陆动力学认识造山带的新思维。李晓波认为新的造山模型应该同时考虑造山带水平方向和垂直方向的演化,注意岩石圈与软流圈以及岩石圈内部各层圈之间的相对运动,研究各块体的运动规律和物质的迁移情况。李晓波的归纳和认识是比较全面的。按照大陆动力学的观点,造山带的演化过程主要由伸展—挤压—崩塌等阶段构成。

80年代初马杏垣即根据构造应力状态和变形体制的不同,将构造变形分为4类,并概括为“升、降、开、合、扭”5个字,提出地壳岩石物理性质不同的3个层次,及在伸展作用中不同物理变形方式的地壳结构模式。此后的近十年,许多研究和实际资料说明,伸展作用、挤压推覆作用、走滑作用的位移和应变变量可达数百公里以至更大,使人们一改过去将变形作用作为造山带次要作用的认识。

研究区(图1-1)夹持于桐柏-大别造山带和九岭-幕阜隆起带之间,其构造应力状态和变形作用,自然受南北造山作用及其演化过程制约,而区内构造应力作用的方式、构造类型控制区内岩浆侵入活动和内生金属矿床的形成。所以构造是区内成岩成矿最重要的基本条件。以往(“六五”、“七五”期间)曾以地质力学理论和槽台学说,对地表及浅层次的构造形迹作描述和归并研究,建立区域构造框架及构造规模层次分级,解释控岩控矿作用,对找矿预测也曾起到一定作用,但对一些地质现象无法取得完满的解释,例如盖层中正常地层层序的叠置、一些重要的地质界面常为侵入体所占据等。80年代后期开始引进推覆构造理论,解释印支—燕山期构造,但也只是作为一种构造类型来研究的。进入“八五”新一轮急缺矿种攻关研究中,在前人研究本区推(滑)覆构造基础上,从整体上用伸展-推覆构造理论重新研究和认识区内构造变形特征、演化过程及其控岩控矿的关系。通过研究,认为鄂东南地区构造格局及应变形式是受南北两侧的陆陆碰撞造山带制约,在印支期以来其构造变形机制与活动方式和南北隆起带、造山带形成及其后的伸展垮塌是统一的。总体上看,鄂东南地区属于挤压推覆和伸展(含重力)滑覆机制为主体的构造变形区。

## 第一节 壳幔结构

综合湖北麻城—九宫山和安徽六安(经湖北黄梅)—江西瑞昌大地电磁测深剖面,以及

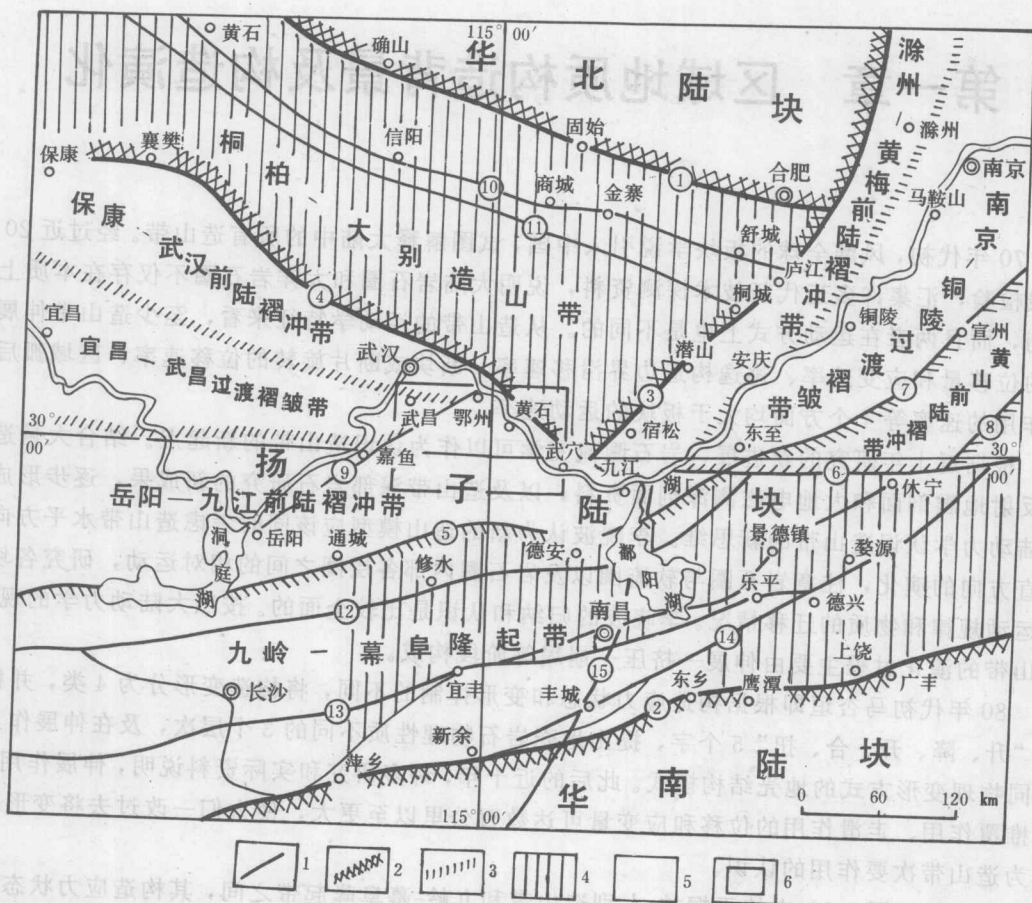


图 1-1 鄂东南地区大地构造位置图

(据有关省区地质志编)

1. 断层; 2. 陆块分界线; 3. 构造单元分界线; 4. 结晶基底; 5. 盖层; 6. 研究区范围; ①确山-合肥断裂; ②蕲乡-广丰断裂; ③郑庐断裂; ④襄广断裂; ⑤通城-德安断裂; ⑥休宁断裂; ⑦东至-宣城(江南)断裂; ⑧虎(岑关)-月(潭)断裂; ⑨鄂城-嘉鱼断裂; ⑩信阳-舒城断裂; ⑪桐柏-桐城断裂; ⑫修水-德安断裂; ⑬宜丰-景德镇断裂; ⑭丰城-婺源断裂; ⑮湖口-南昌断裂

邻区的地震剖面资料, 比较清楚地反映区域内地壳及上地幔的结构特征及活动方式。

## 一、壳幔结构及莫霍面起伏特征

### (一) 麻城—九宫山大地电磁测深剖面 (图 1-2)①

根据剖面电性特征, 从北到南反映 3 个基本结构单元, 即大别造山带高压-超高压带, 下扬子前陆褶皱带(相当于图 1-1 的武昌过渡带及九江前陆褶冲带, 下同), 江南隆起中段九岭-幕阜隆起带。

剖面 1、2 号点位于大别碰撞造山带之高压-超高压带; 浅部是高阻带, 推测为大别群逆冲

① 湖北省麻城—九宫山剖面大地电磁测深成果报告, 地矿部第一综合物探大队, 1987。

于晚元古和古生代地层之上。2号点处于团麻断裂与浠水-桐柏断裂带之交汇处,3.3 km以下电阻率极低,推测是岩层破碎充水以及断裂与深部熔浆沟通活动(亦即存在岩浆房)有关。该区地表花岗岩分布及矿化、热泉等亦是佐证。据最新重力资料拟合计算解释,认为大别造山带腹部重力低是由于古特提斯海消减(本区是否存在洋壳,意见尚不统一),最终造成华北与扬子板块碰撞,强烈混合岩化、花岗岩化形成的大别微地块,其密度小于扬子、华北地壳密度,经计算莫霍面深度平均33 km;并认为襄广断裂是个大型犁式推覆构造,倾向北,到深部与桐柏-浠水断裂合为一体;贾庙-株林一线以南深部为扬子基底。

下扬子前陆褶皱带3~8号一共6个测点,由于4、5号点间距离跨度太大,对鄂城、铁山两岩体产状延深缺乏解释依据,只认为它们和金山店岩体之下为中—古生代地层。上朱、灵乡、殷祖三岩体向南倾,在深部相连。6个测点均发现低阻高导层,埋深最小12.25 km(4号点,位于鄂城北),最大23.30 km(8号点,位于王公林);最小厚度9.5 km(8号点),最大厚度14 km(5号点,位于金山店岩体北侧)。在这条剖面西部随州市贾家湾至汉水段地震测深速度剖面表明,在上地壳下部14 km深处有厚约7 km的低速带,地震波速6.02 km/s。江西永平爆破北西线(永平—九江—麻城测深地震资料)计算模拟,在模型可见深度15~20 km出现壳内低速层,地震波速5.80~6.10 km/s。上述两项地震测深出现的低速层与大地电磁测深低阻高导层在深度上大致相当,两者在厚度上差别较大。

江南隆起中段九岭-幕阜隆起带(9、10点),深2~3 km以上是古生代及中生代地层,其下至20~40 km深处电阻率很低,厚度很大,推测是板溪群或冷家溪群,并因向北逆冲推覆,厚度加大。岳阳-九江断裂(9号点北)明显构成江南台隆与扬子陆块两个基本单元的界线。

刘学智根据阿尔泰-台湾剖面、凤凰-大田剖面和宜丰-安福剖面人工爆破地震测深资料,讨论了江西及其邻区地壳结构及演化。认为江西及邻区属大陆性地壳,岩石圈可分为上地壳、中地壳、下地壳、上地幔及软流圈5个层圈。地壳埋深29.5~32.5 km(莫霍面),可分为3层:上层厚10 km,地震波速由地表向下为4.90~6.60 km/s,相应电阻率、密度和磁性也从上到下增高,主要由盖层及中、上元古代浅变质岩组成;中层深度从10 km到20 km,地震波6.13~6.34 km/s,电阻率 $n \times 100 \sim n \times 1000 \Omega \cdot m$ ,出现壳内低速高导层,应为早—中元古代或更老的浅—中深变质岩组成(中层和上层构成上地壳,底部以康氏不连续面与下地壳(即下层)分界;下层深20 km,厚10 km左右,上部波速6.27~6.42 km/s,推测由花岗-闪长质的中深变质岩组成。下部波速6.77~6.86 km/s。下层也出现壳内低速高导层。第4层是上地幔岩石圈部分,深度30~100 km左右,电阻率 $n \times 100 \Omega \cdot m$ ,莫霍面附近地震波速8.01~8.07 km/s。第5层是软流圈,在九岭地区深120~190 km,电阻率 $n \sim n \times 10 \Omega \cdot m$ ,为幔内低速高导层。这个幔内低速高导层和麻城—九宫山大地电磁剖面3~6测点在129~157 km处出现幔内低阻高导层的解释一致。

另外,宜丰-安福剖面地震波速差异不大,在修水附近地球物理参数特征和麻城大地电磁测深1号点的成果一致,表现为高阻、低磁、低重(重力布格值麻城附近为 $(-30 \sim -35) \times 10^{-5} m/s^2$ ,修水为 $-30 \times 10^{-5} m/s^2$ ),壳内纵向分层不明显,推测岩性比较单一,说明南北两个造山带地壳物性结构相似。

## (二) 安徽六安—江西瑞昌大地电磁测深剖面(图1-3)

该剖面完整穿过大别山带,笔者将大别造山带划分为5个基本单元,其剖面南段的南大别岩块、高压变质带及长江中下游褶皱带等3个单元,相当于麻城-九宫山剖面北段的大别高压-超高压造山带和下扬子前陆褶皱带。大地电磁测深数据经过处理,推断出造山带地壳结构

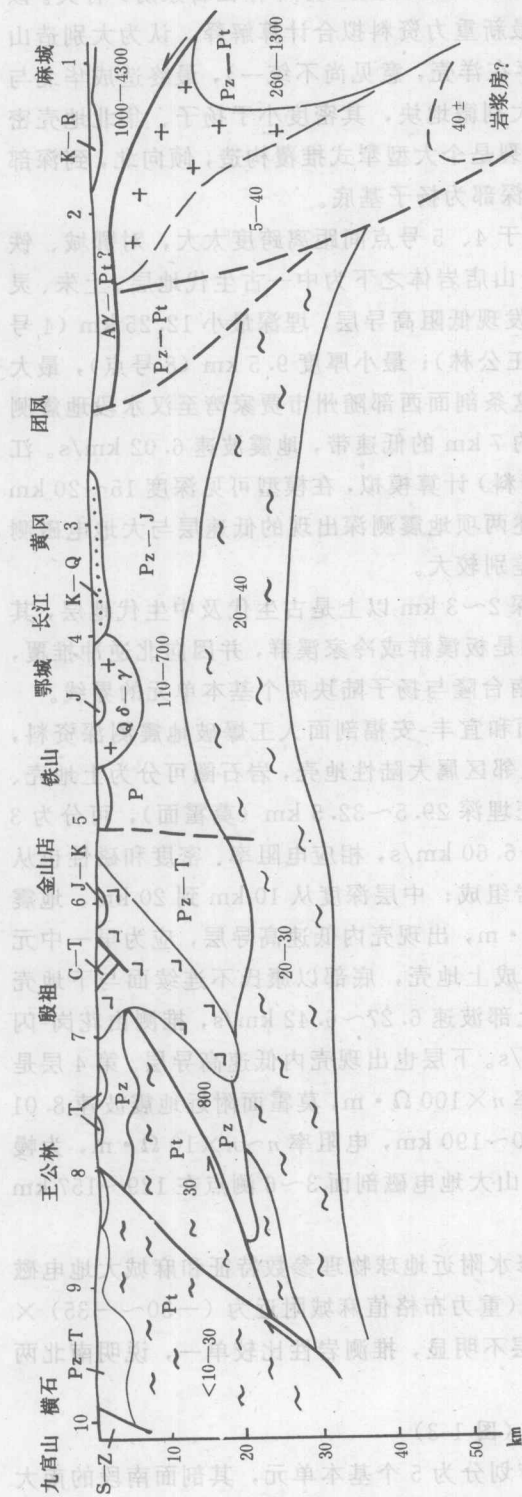


图 1-2 麻城—九宫山大地电磁测深剖面推断地壳结构图

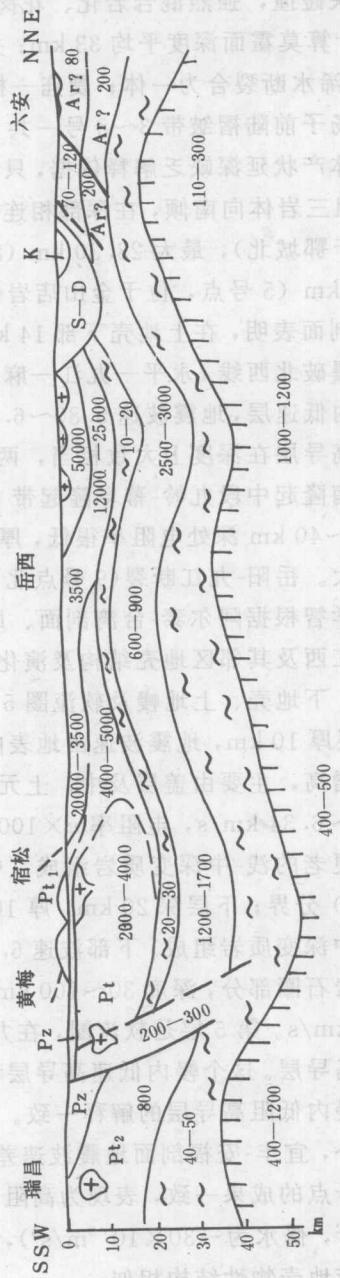


图 1-3 六安—瑞昌大地电磁测深剖面推断地壳结构图  
(据董树文, 1993 简化) 图内数据为电阻率 ( $\Omega \cdot m$ )

剖面。推断剖面图反映地壳结构特点是：横向成块（南部是大别高阻块、下扬子中低阻块），纵向成层（两个低阻高导层）；桐柏-磨子潭断裂是一个向北倾斜的犁式断裂；大别造山带内，在深12~23 km处有一个巨型滑脱面，其形成时间晚于碰撞带；大别地块南缘向南逆冲；长江附近有一条陡立北斜断裂带（即襄广断裂），断裂带南侧为幔隆区。

综上所述，区域地壳结构模式和运动方式与两条剖面及地震剖面提供的解释是一致的，即均属横向分块、纵向成层，挤压推覆和伸展拆离滑脱的地壳结构及运动模式。

### （三）莫霍面起伏特征

根据重力观测场主要反映莫霍面起伏特征，用新一代重力测量资料，结合少量人工地震成果，并考虑了大范围的、厚度较大的白垩—第三系表层低密度层影响后，重新对省内莫霍面深度进行计算。其成果表明（图1-4），湖北省东部地区，莫霍面总的形态仍是中间隆起南北拗陷的特征。中部沿江隆起带的高点在汉川，莫霍面深30 km，并以隆脊形式向东南延伸至黄石，莫霍面缓慢加深31 km，到广济以东隆脊转为北东向延伸并升高。

幔隆北坡带较陡，其拗陷中心位于鄂皖交界之大别山主峰东侧，莫霍面埋深34.4 km，拗谷呈北西向延伸并逐渐变浅。南幔坡带较缓，其拗陷中心在通城南东侧湘鄂交界处，最深33.4 km，拗谷沿北东向鄂赣省界延伸并变浅。整体上幔隆表现出西宽东窄、向东收敛形式。

莫霍面起伏形态与大地电磁测深反映出的高导层形态是一致的，例如图1-2的4号点，位于莫霍面隆脊部，其高导层的埋深也最浅，为12.25 km，而向北和向南，莫霍面和高导层同时加深，表明二者有内在联系。

## 二、地壳结构及运动特征

汇总本区两条大地电磁测深及爆破地震资料及其解释成果，能比较清楚地了解鄂东南及其南（幕阜-九岭隆起带）北（大别造山带）壳幔结构特征及其构造模式。总体上看，自晚元古代以后，本区域相当于马杏垣（1982）改自G.P.Eaton（1980）的伸展构造的地壳结构模式。

（1）伸展构造地壳结构模式根据岩石物理性质划分4个层次，在伸展体制下各自按不同方式变形，它们是：①地壳上层，含顶部盖层，以断块变形为特征；②中间层，由糜棱岩化的热动力变质岩组成，可沿层状塑性流动面伸展，是顺层韧性剪切带，本层下部相当于壳内低速高导层的上部；③地壳下层，由花岗岩、片麻岩、混合岩、角闪岩、麻粒岩组成，本层伸展表现为基性岩墙侵入和固态对流，顶部相当于壳内低速高导层下部；④地幔，由超基性岩组成，在软流圈之上，属岩石圈的一部分。以图1-2、1-3对比上述模式，本区壳内上下地壳间存在低速高导层，深度在万余米到二万余米之间。大别山区在莫霍面附近又出现低阻带，相当于下地壳与上地幔的界线，因此基本结构是一致的。

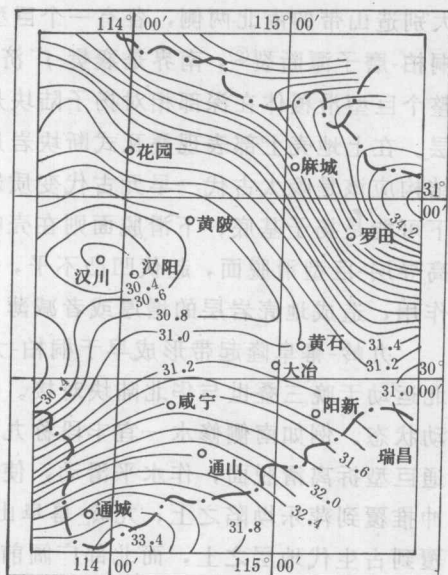


图1-4 鄂东南莫霍面等深线图

(2) 晋宁期后, 大陆开始裂陷, 区内表现近南北向伸展, 形成近东西向裂陷带, 并在迁移中接受沉积, 是盖层主要沉积期。此时, 大别地区同样处于过渡型沉积盆地阶段, 沉积了古生界及中下三叠统地层<sup>①</sup>。印支期陆陆碰撞造山, 形成桐柏-大别挤压推覆隆起带。造山期后, 由于构造卸载和地壳均衡补偿抬升, 以及侵蚀、伸展作用, 使造山带揭顶, 盖层剥蚀, 核部变质岩系裸露地表, 形成目前状态。大别造山带内, 具上下两个低速高导层, 上层深度 12~23 km, 应是壳内韧性滑脱剪切带, 下层深 32~33 km 左右, 是壳幔间韧性滑脱剪切带。在大别造山带的南北两侧, 各有一个巨型犁式断裂构造, 与华北陆块和扬子陆块分界。北界是桐柏-磨子潭断裂<sup>②</sup>, 南界是襄樊-广济断裂。两个犁式断裂均向北倾斜, 上盘向南逆冲, 表明整个巨型滑覆体在深部相对扬子陆块是由北向南滑动, 向上到浅部为逆冲推覆, 形成犁式断层。在上地壳上部表现叠瓦式断块岩片。在麻城-团风段 (图 1-2), 根据剖面电性特征, 其结构应该是晚太古代—早元古代变质岩系逆冲到晚元古代或古生代之上, 形成上滑脱面, 其下可能是扬子基底; 下滑脱面则在壳幔间的低速高导层。同时, 从两条剖面还可以看到低速高导层-巨型滑脱面, 起伏凹凸不平, 表明在整体顺层滑动中有逆冲推覆作用, 也有伸展滑覆作用, 造成地壳岩层的增厚或者减薄。

九岭-幕阜隆起带形成早于桐柏-大别造山带。南华陆块与扬子陆块碰撞拼接后, 整体仍朝北运动于晚三叠世与华北陆块对接。此后幕阜山地区北部处于滑(推)覆, 南部处于推覆的运动状态。例如南侧修水—宜丰段称九岭地块, 其表层陡倾斜冲断层向北倾斜, 向下变缓, 连通巨型拆离滑脱面, 作水平滑动, 使浅部断裂与深部构造连接, 构成犁式断裂, 九岭块体逆冲推覆到萍乐陷陷之上; 九岭-幕阜山体北侧, 从图 1-2 推断, 近根带元古代变质岩系逆冲推覆到古生代地层之上, 而北部广阔前陆区, 表现为向北凸出的弧形褶皱区, 具滑覆拆离构造特征, 表现为后推前滑或者下推上滑的组合形式。

(3) 从上面叙述情况可看出, 造山作用晚期, 由于造山带本身的热力和重力作用, 造山带沿一系列滑脱面或犁式断面向前陆推移滑动, 形成前陆褶冲带, 而地壳分层拆离滑脱层是与壳内低速高导层和能干性差的软弱岩层有关。据实验岩石学研究结果, 生成花岗岩所需温度为 650~750℃, 压力为  $(4\sim6)\times 10^8\text{Pa}$ , 相当于 20~30 km 深度的静压力。这个深度也相当于壳内低速高导层, 即壳内巨型滑动面。在犁式断裂沿滑脱面伸展推覆过程中, 不仅使表层滑脱裂陷, 地幔上隆, 挤压褶皱, 而且在较大的静压下经滑动使滑脱面进一步软化, 壳内水体循环, 物质熔融, 形成花岗质熔浆沿断裂活动。同时, 从高导层极低的电阻率 ( $<30\ \Omega\cdot\text{m}$ ) 推测, 在如此深度只有存在岩浆熔融层可以解释。另外, 犁式断层还可向下延深, 穿过下地壳刚性岩石圈进入幔内低速层, 引导基性偏基性岩浆上侵, 在上下地壳间即低速高导层位置, 形成浅部岩浆房, 混合部分壳源物质, 再沿断裂上侵、喷发, 并伴随成矿活动。鄂东南地区恰好处于这种结构及运动环境。

## 第二节 盖层构造

近几年来许多专家学者应用上述观点和方法, 研究本区盖层变形特征, 推、滑覆构造形成机理及运动方式, 认为盖层的变形是在挤压、拉伸中因岩层能干性差异, 引起推覆和滑覆

<sup>①</sup> 据湖北省区域地质志, 1990。

<sup>②</sup> 据董树文, 说明大别造山带北部边界为一巨型犁式断层, 而图 1-1 是据中科院意见以确山-合肥断裂为界, 划分华北陆块与大别造山带。

所致。这些新认识给人们以启迪,其不足之处是占有实际地质资料少,对区域解释的整体性不足和不完善。在前人研究的基础上,结合区内新一代大中比例尺地质图、钻探工程地质剖面、物探和遥感解释,以及燕山期成岩作用和内生金属矿床的成矿作用,重新分析区域推、滑覆构造运动方式和结构形式、构造分级,以及对侵入体及成矿带、矿田的分级控制作用,重新编制区域地质构造图(见图 2-6),使本区构造-岩浆作用和成矿的认识取得新的进展。

下面将根据应力应变场特征,推、滑覆构造根部特征,以及地层叠置及主断面特征,鉴别不同的结构形式,讨论盖层构造。

## 一、褶皱、断裂构造

褶皱、断裂构造以往研究较多,此次以推(滑)覆构造观点解释其变形特征。

1. 区域褶皱从其轴迹在平面图上展布主要有 3 种形式,近东西向和北西西向线形褶皱、向北突出的弧形褶皱及北北东向的鼻状褶皱、北东向斜列褶皱。

(1) 线形褶皱:规模较大的有 3 条,发育于次级推、滑覆构造的根带,与同向断层组合构成区内划分构造的标志。例如从南至北的坑口-木港、毛铺-富池口及保安-海口湖等褶皱。这类褶皱延长大,从数十到百余公里,枢纽起伏不明显,褶曲间相距 2~3 km,轴面南倾,褶曲斜歪或倒转。背斜核部主要是志留系,局部出露奥陶系,仅坑口背斜出露冷家溪群。向斜核部为三叠系。

(2) 弧形褶皱:自南而北有 3 组弧形褶皱系,即大幕-枫林、殷祖-筠山、铁山-黄金山等弧形褶皱系。单个半圆形弧朝北突出,自弧心向北,地层由老变新,弧形体两端向南收敛,为近东西向断层所截,长约 10~20 km,轴面南倾,北翼倒转,甚至出现滑覆作用形成的平卧褶曲。

(3) 鼻状和斜列褶皱:鼻状褶皱是近南北向左行扭动的产物。由于扭动的应变拉伸效应和近东西向断裂的存在,形成北北东向鼻状构造,南西开阔,北北东向倾伏,是控制矿田和矿床一级的构造。北东向斜列构造发育于拗陷区,是扭动中侧向挤压结果。

2. 从区域影像解释的线形构造(图 1-5)分析,鄂东南地区与大别造山带、幕阜-九岭隆起带存在比较明显的差异。大别地区是明显受南北挤压,发育北东向和北西向共轭断裂,南部幕阜山地区是东西向构造叠加北东向断裂,即在挤压变形的基础上发生走滑扭动变形。而研究区相对开阔,显示近南北向伸展拉张的变形特征,其主要断裂有北西西和近东西向线形断裂、弧形断裂及北北东向线形断裂。

(1) 北西西—近东西向断裂,与东西向褶皱相伴,规模较大,断面倾向南,倾角浅部  $50^{\circ}$ ~ $80^{\circ}$ ,向深部变缓,例如铁山-四棵( $F_5$ )、毛铺-两剑桥( $F_4$ )、坑口-排市( $F_3$ )等断裂,延深大,下切基底,制约盖层变形,是区内分划性的一级构造。该组断裂是早期具逆冲性质,形成逆冲推覆构造,晚期经伸展改为张性正断层,控制区内盆地的北界。

(2) 弧形断裂,与弧形褶皱相伴产出,断层线与弧形褶曲轴线和地层界面一致,是锋带的逆冲断裂和中带的滑脱拆离面,其规模与弧形褶皱相同。

(3) 北北东向断裂属压扭性,相伴同方向鼻状褶皱,形成时间较晚,例如团风-咸宁( $F_9$ )、鄂城-灵乡( $F_{10}$ )、下陆-姜桥( $F_{11}$ )等断裂。

## 二、滑脱层、滑动面及滑脱拆离构造

鄂东南出露地层较全,震旦系至第四系均有出露,仅缺失中、下泥盆统,总厚度超过

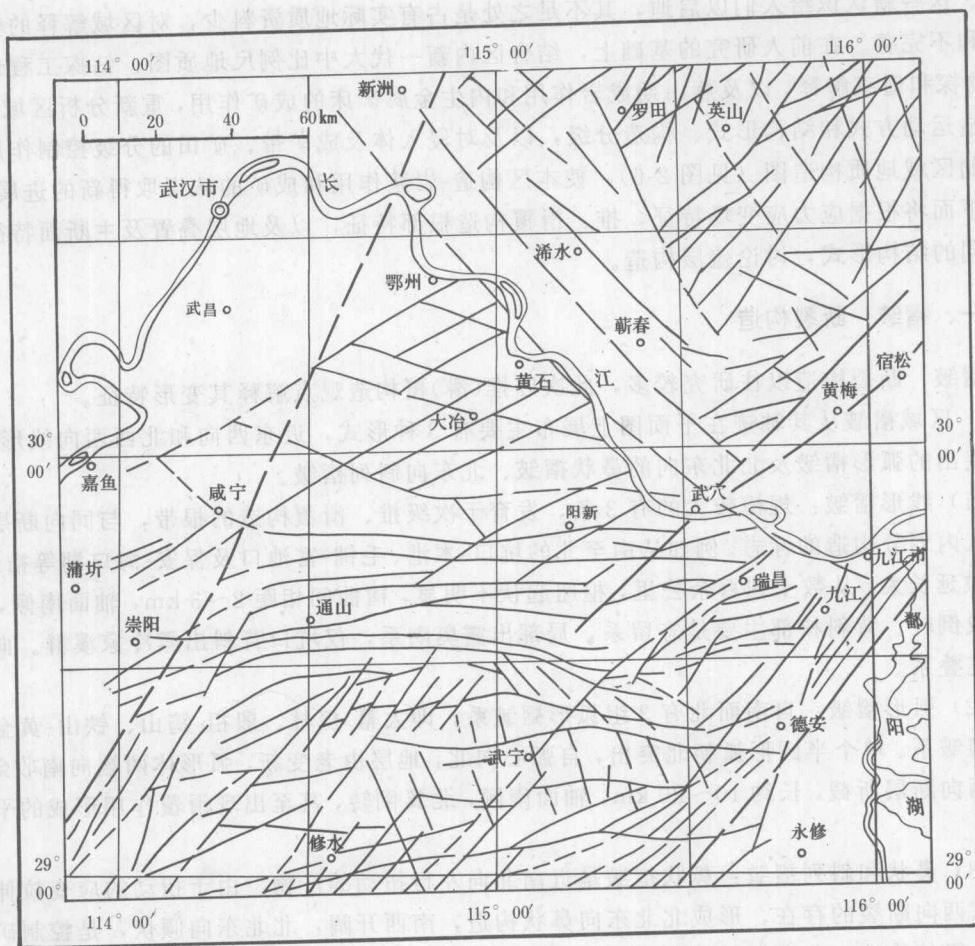


图 1-5 扬子陆块中段断裂影像解译图

10 km。震旦系至下三叠统主要为海相碳酸盐岩，次为碎屑岩，其分布除震旦—奥陶系较局限外，其余全区均有分布。中三叠统以上地层以陆相碎屑岩为主，局部为火山岩，主要分布于灵乡—大冶—富池口一线以北地区。

鄂东南地区盖层构造变形特征，经前人研究认为是一个滑脱拆离构造系，其依据主要有：  
 ①出现变形程度中等的大中型褶皱。以石炭—二叠系构成褶皱的主体，向上向下褶曲变缓，形成同心褶皱，并出现屈状向斜。这类褶皱常以泥盆统为褶皱的底层，在志留系润滑层上滑脱，形成侏罗山式“滑脱”褶皱。  
 ②上泥盆五通组有明显缺失。本区中带大冶地区五通组缺失，通山等地常见五通组呈透镜体状，其缺失或尖灭的原因是石炭系与志留系相对滑动中使薄层脆性的五通砂岩被碾碎切失有关。  
 ③本区中部和北部有较多的逆冲断层，断面发生在褶皱的倒转翼，倾向南，有时呈叠瓦式。这类逆冲断层的产状与区域滑动拆离的指向一致。  
 ④滑动面两侧劈理化。大冶道人山一带石炭系白云岩及志留系页岩发育劈理，劈理指向南，是滑动方向的良好指示。

根据各时代地层在多层次滑脱拆离构造中的位置、岩层的能干性、变形特点，及其与滑动面的作用和关系，划分本区盖层的滑动系，主、次滑脱层及主、次滑动面（表 1-1）。主、次