

长江中下游中生代花岗岩

周珣若 任 进 著



地质出版社

长江中下游中生代花岗岩

周珣若 任 进 著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

(京) 新登字 085 号

内 容 提 要

本书对我国重要铁、铜成矿区的长江中下游中生代花岗岩的年代学、岩石学、矿物学、地球化学、物理化学、岩浆动力学、岩石成因学以及与构造环境、有关矿产的关系等方面进行了全面研究。书中提出了“断褶岩浆活动”及“成矿岩带”的概念,分析了岩浆动力学及物理化学条件,探索了岩浆的物质来源及演化模式,建立了判别含矿性的系统图解与标志。资料丰富,观点新颖,不仅是区域花岗岩石学的重要成果之一,也是构造-岩浆动力学与矿产结合的代表性专著。

本书可供地质、构造、岩石、矿物、地化、矿床等专业的科研、生产人员及院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

长江中下游中生代花岗岩/周珣若,任进著.——北京:地质出版社,1994.8

ISBN 7-116-01611-2

I. 长… II. ①周…②任… III. ①中生代-花岗岩-长江中下游平原②花岗岩-中生代-长江中下游平原③长江中下游平原-花岗岩-中生代 IV ①P587.2 ②P588.12

中国版本图书馆CIP数据核字(94)第00662号

长江中下游中生代花岗岩

周珣若 任 进 著

责任编辑:宋学信 赵俊磊

地质出版社出版

(北京和平里)

北京地质印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店总店科技发行所发行



开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 7.625 制版图: 2页 字数: 180000

1994年8月北京第一版·1994年8月北京第一次印刷

印数: 1—400册 定价: 7.00 元

ISBN 7-116-01611-2

P·1303

前 言

长江中下游是我国重要的中生代岩浆活动区，也是著名的铁、铜成矿区。对该区中生代花岗岩及其与成矿关系的研究，早在 20 世纪 20—30 年代就已开始（翁文灏，1920；谢家荣，1936）。解放后，鄂、赣、皖、苏沿江四省的地质勘探单位及一些教学、科研单位的地质工作者，曾在本区进行过中生代花岗岩的研究工作，积累了丰富的地质学、岩石学资料。

“七五”期间，我们承担了翟裕生教授负责的国家科技攻关项目《长江中下游铁、铜等成矿规律及隐伏矿床预测研究》中的《长江中下游中生代侵入岩及含矿性研究》的专题研究任务。该专题研究报告已于1990年通过了评审、验收。本书是在该研究报告及近三年来进一步深入研究的基础上编著而成的。参加本项研究工作的还有宋新华、文少雄、吴才来。

我们研究的主要对象是，鄂东南、九瑞、怀宁、铜陵、宁芜、宁镇、苏州西部等19个含矿与无矿花岗岩体。研究的主要内容是：花岗岩的地质学、年代学、岩相学、矿物学、岩石化学、地球化学、岩石物理化学、岩浆动力学、成因岩石学以及它们与构造环境、成矿作用的关系。取得了以下主要成果：

1. 对本区花岗岩进行了系列、类型的划分，并统一进行了岩石及矿物的化学分类命名，应用铷、锶、铅、氧同位素及暗色矿物的矿物化学确定岩浆的物质来源，应用 Ar-Ar 法测定了铁山、阳新岩体的年龄。

2. 提出了“成矿岩带”的概念，并且将本区划分成为成铁、成铜及成铁 铜 钼岩带，还对比了不同成矿岩带花岗岩的异同。

3. 首次应用岩浆动力学（岩浆物理学及流体力学）的理论与方法，估算了岩浆粘度、密度、屈服强度及岩浆的上升、对流、冷凝与分离结晶速度等。

4. 估算了典型含矿岩体的岩浆在源区、岩浆房、侵位时的物理化学条件，划分了成因系列，建立了岩浆演化的综合模式。

5. 提出了“断褶岩浆活动”的概念，研究了本区断褶岩浆活动带特点及演化历史。

6. 进行了岩浆与矿质是否同源的讨论，分析了侵入体含矿性的多种特征，建立了含矿性的系统判别图解与判别标志。

在本项研究中，得到翟裕生教授的指导。也得到了湖北省地矿局和鄂东南地质大队，江西省地矿局和赣西北地质大队，安徽省地矿局和 321、326 地质队，江苏省地矿局和第三、四地质队的热情帮助。

地质矿产部科技司、中国地质大学（北京）对我们的研究工作给予了多方面的支持。

在评审专题研究报告过程中，宋叔和教授、董申保教授、王德滋教授、吴利仁教授、常印佛教授、游振东教授，夏卫华教授均给予了充分肯定，并提供了宝贵意见。

在此谨致衷心的感谢！

作者

1993.7.

目 录

第一章 地质学	1
一、区域地质概述	1
二、岩体地质概述	5
三、成矿岩带的划分及其地质特征	5
第二章 年代学	9
一、对 K-Ar 及 Rb-Sr 法年龄的讨论	9
三、铁山、阳新岩体的 Ar-Ar 法年龄测定	10
三、岩浆活动与成矿作用的年代	13
第三章 岩石化学	16
一、岩石化学参数	16
二、岩石系列及类型	24
三、岩石化学分类命名	26
第四章 地球化学	30
一、稀土元素地球化学	30
二、微量元素地球化学	35
三、铅、氧同位素地球化学	37
第五章 造岩矿物学	42
一、矿物化学成分及其种属	42
二、主要造岩矿物结构状态	61
第六章 岩石物理化学	67
一、岩浆源区阶段	67
二、岩浆房阶段	69
三、侵位成岩阶段	71
第七章 岩浆动力学	75
一、岩浆动力学参数	75
二、岩浆上升速度	78
三、分离结晶作用的动力学分析	79
四、浅位岩浆房中岩浆对流作用	81
五、同化混染作用的时间	82
六、岩浆冷凝速度	82
第八章 岩浆活动的构造环境	84
一、构造环境的判别	84
二、断褶岩浆活动带特征	88
第九章 岩浆来源和演化机理	91

一、岩浆来源·····	91
二、同化混染作用·····	93
三、分离结晶作用·····	96
四、成因系列及演化模式·····	98
第十章 侵入体含矿性·····	101
一、矿质来源及矿体赋存部位·····	101
二、含矿性特征·····	103
三、含矿性的系统判别·····	110
主要结论·····	114
主要参考文献·····	116
图版·····	118

第一章 地质学

本章内容包括区域地质及岩体地质概述、成矿岩带的划分及其地质特征。

一、区域地质概述

1. 大地构造位置

长江中下游成岩成矿带位于华北地台，秦岭褶皱系和扬子地台三大构造单元的交汇处，属扬子地台东北段的下扬子台褶带（图 1—1）。

2. 地质演化简史

自震旦纪至三叠纪，长江中下游地区多次发生拉张和垂直振荡的造陆运动，主要发育地台型的海相沉积岩，包括碳酸盐岩、粉砂岩、炭质页岩、砂页岩、硅质岩、泥岩及火山碎屑岩等，并沉积有膏盐层、赤铁矿、硫化物和煤层等，它们为以后的成矿作用，准备了有利的成矿物质和介质环境。中三叠世，华南板块与扬子板块的碰撞作用，结束了本区海侵的历史。

三叠纪末，在扬子板块与华北板块俯冲碰撞作用的影响下，形成了区内弧形褶皱带，为后来的岩浆活动和成矿作用奠定了良好的构造条件。但是，由于这个时期断裂多为逆或逆掩断层，切割深度有限，不利于岩浆上侵和岩浆成矿作用。

印支运动以后，长江中下游地区处在库拉板块、印度-澳大利亚板块和太平洋板块交替作用的影响下，进入了板内变形阶段。燕山运动时期，区内断裂、褶皱及岩浆活动和成矿作用达到高潮。

侏罗纪（燕山早期），在库拉板块与欧亚板块左行剪切运动的影响下，本区受 SEE—NWW 向挤压，形成一系列近 EW 和 NWW 向板内拉张带和深断裂。早—中侏罗世形成了一些陆相断陷盆地。在晚侏罗世，构造运动加剧，导致 NNE 向叠加褶皱的产生和大规模的岩浆侵入及部分火山喷发作用的发生。伴随着许多与中酸性岩有关的内生铜、铁、金等金属矿床的产生。

白垩纪（燕山晚期）开始，区内受印度-澳大利亚板块向欧亚板块俯冲挤压作用的影响，早白垩世以断裂运动为主，NNE 向断裂拉张深切，具有大陆裂谷带的某些特征。在断陷火山岩盆地中，以大规模中基性—酸性、偏碱性岩浆的喷发和侵入为特色，在盆地外围则以中酸性岩浆的侵入为主，形成了丰富的内生铁、铜、硫及多金属矿床。

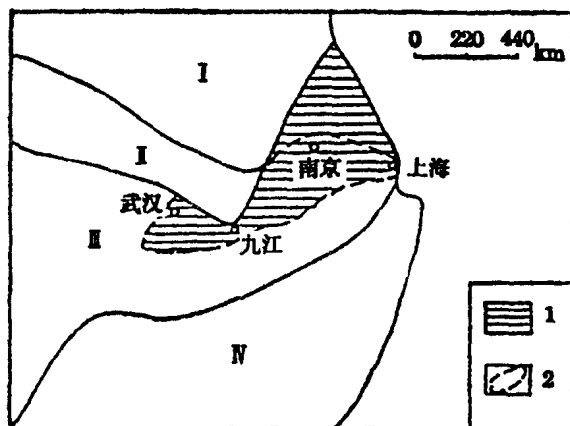


图 1—1 长江中下游大地构造分区略图

I—华北地台；II—秦岭褶皱系；III—扬子地台；1—下扬子台褶带；2—工作区；IV—华南地槽系

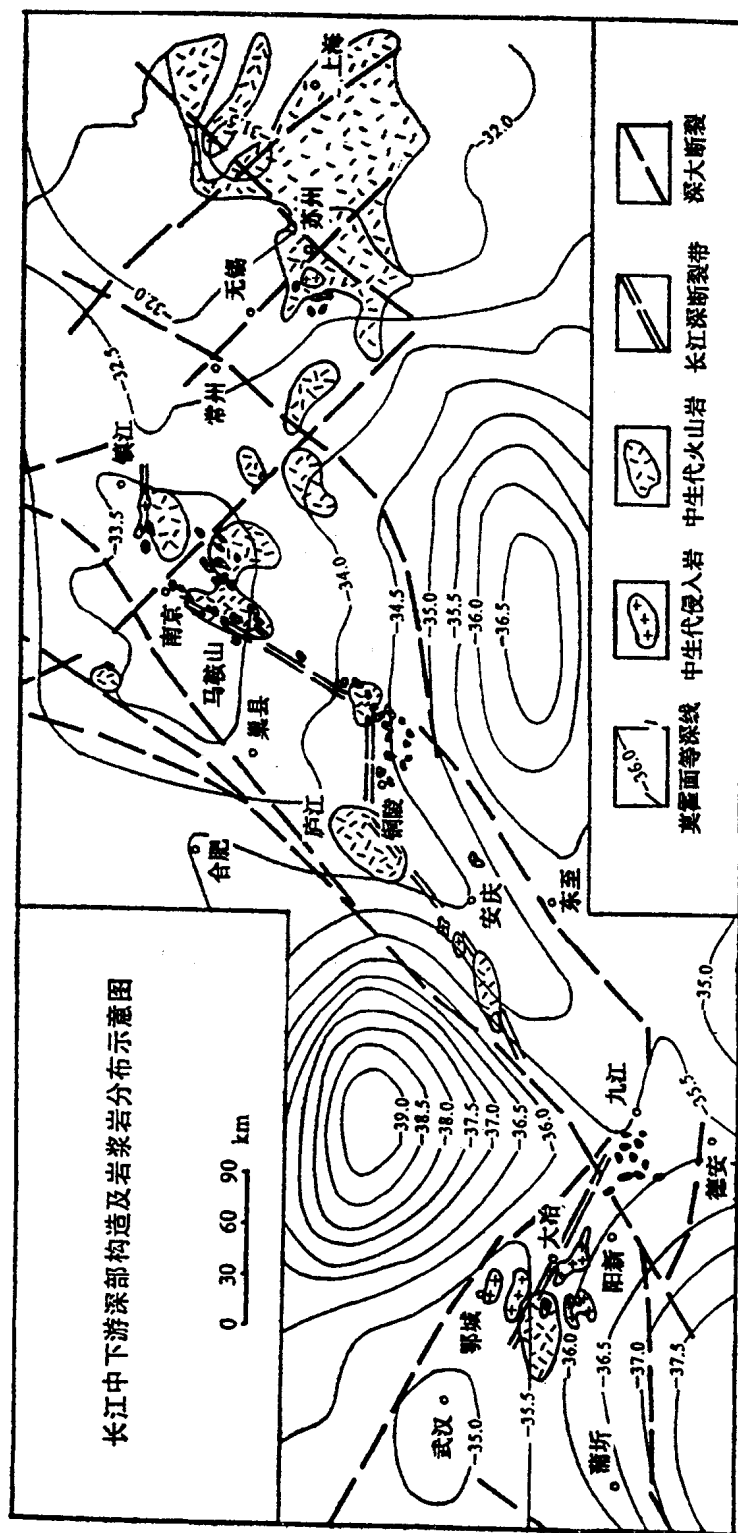


图 1—2 长江中下游深部构造及岩浆岩分布示意图
(据长江中下游铜铁硫金成矿远景区划, 1986 修编)

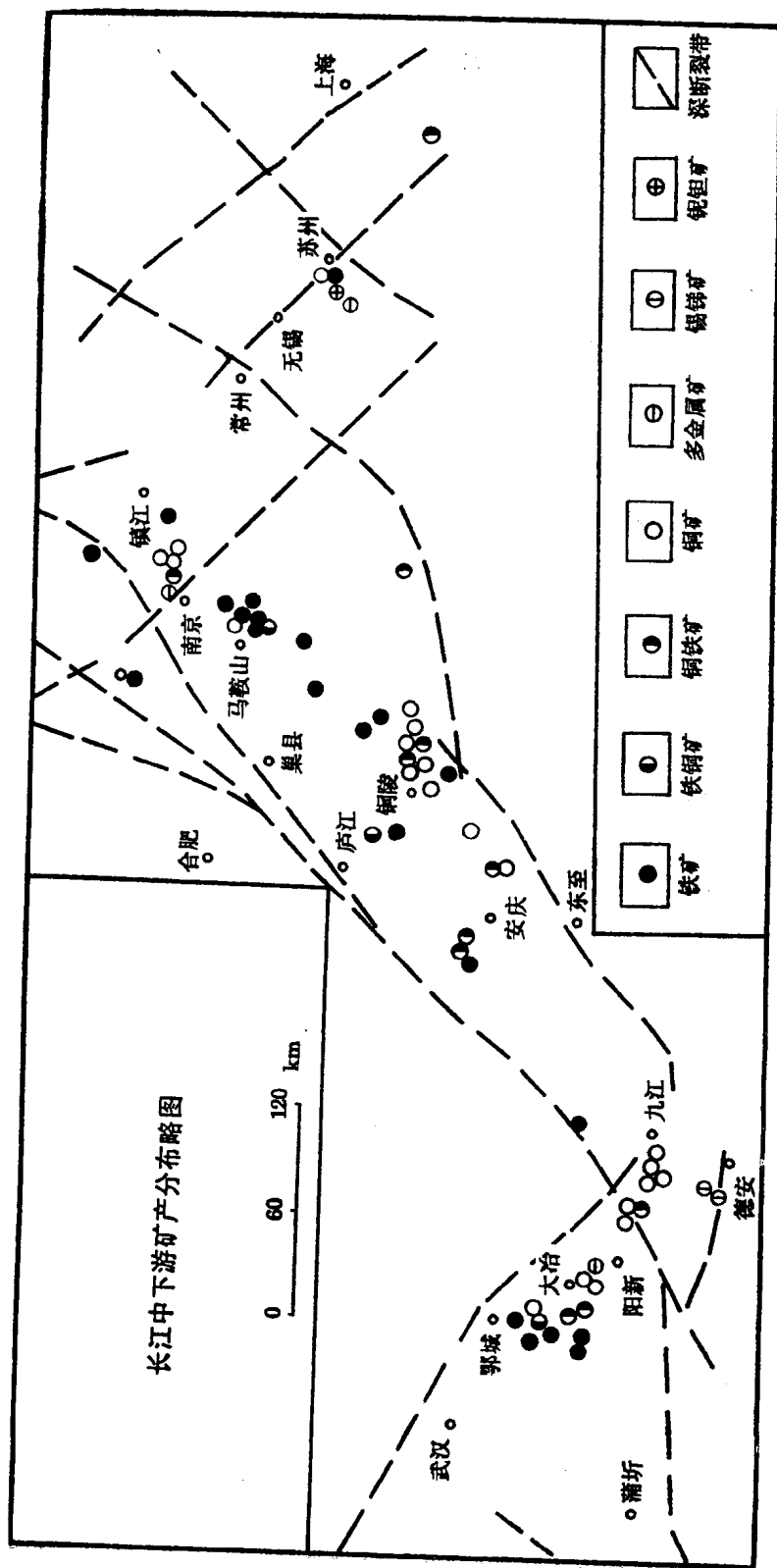


图 1—3 长江中下游矿产分布略图
(据长江中下游铜铁硫金成矿远景区划, 1986)

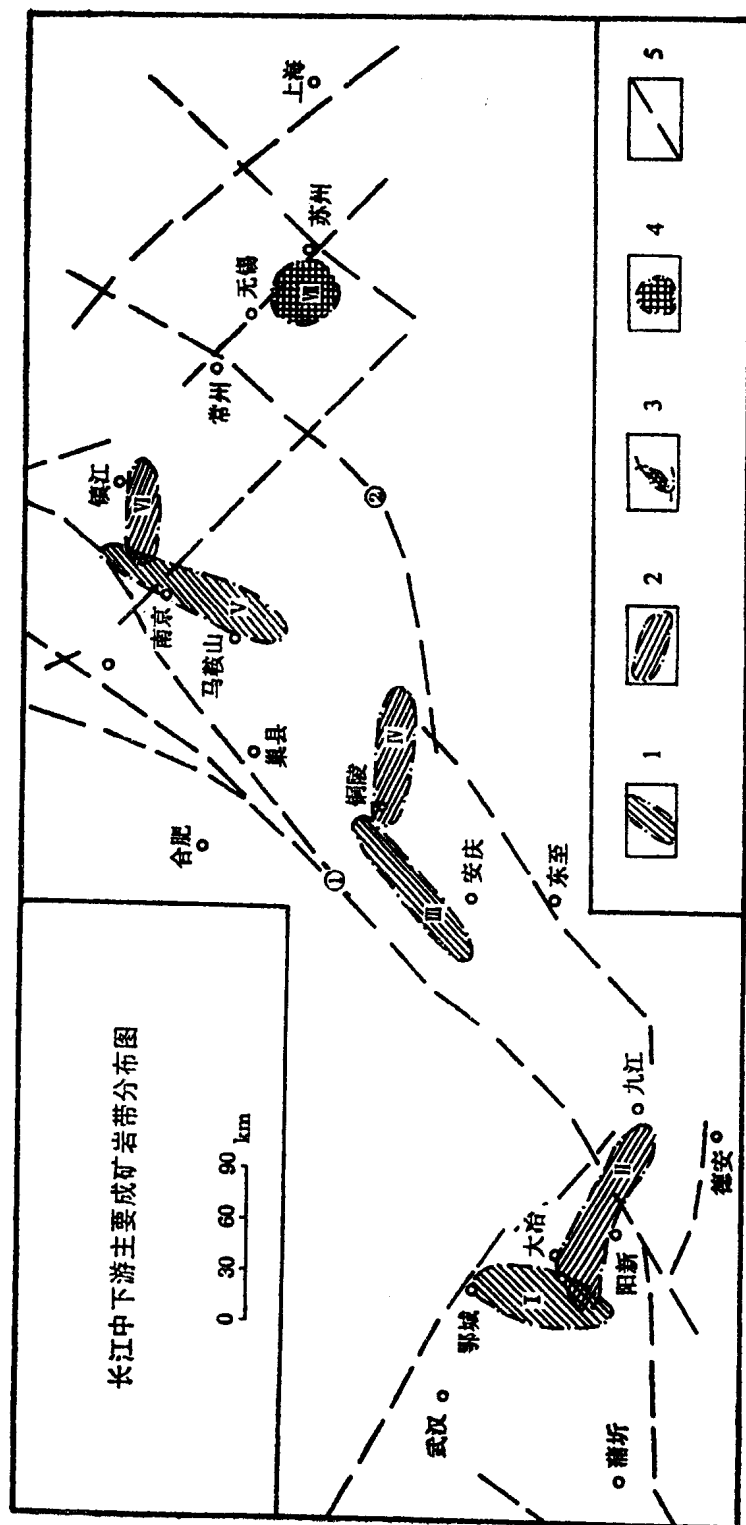


图 1—4 长江中下游主要成矿带分布图

1—鄂灵成铁岩带*；Ⅱ—冶瑞成铜岩带*；Ⅲ—怀宁成铁岩带；Ⅳ—铜陵成铜岩带；Ⅴ—宁芜成铁岩带；Ⅵ—宁镇成铜岩带；Ⅶ—苏西成矿带*；①—郧卢深断裂带；②—江南深断裂带；1—成铁岩带；2—成铜岩带；3—成铁、成铜岩带交叉区；4—成铁镍钨岩带；5—深断裂带；鄂灵：鄂城—灵乡，冶瑞：大冶—九瑞，苏西：苏州西部

从中生代构造岩浆活动特点来看,本区自燕山运动以来,既有造山带的某些特征,又有大陆裂谷带的一些特点,被称之为准裂谷带(翟裕生等,1989)和断褶岩浆活动带(周珣若等,1990)。

3. 岩浆岩与矿产的空间分布关系

长江中下游中生代侵入岩主要分布在郟庐和马金—乌镇两条深断裂带之间。出露面积大于 0.2 km^2 的岩体约260个,连同火山岩地区,岩浆岩出露的总面积约 20000 km^2 (图1—2)。

本区大多数内生铁、铜矿床在空间上与燕山期中酸性侵入岩紧密伴生,成带分布,分区集结。具体到单个矿床与岩体的空间关系更是形影不离。

区内矿化岩体的空间分布具有明显的不均匀性,大中型铁、铜等内生金属矿床主要集中在鄂东南、九瑞、怀宁、铜陵、宁芜、宁镇和苏州西部等少数几个岩浆岩分布区(图1—3)。这些地区的岩浆活动与成矿作用的关系十分密切。岩浆活动从地下深处到地表是一个统一的同源演化系统,常常构成侵入岩—火山岩—火山岩三者共存的现象。从某种意义上讲,岩浆的侵位深度决定了本区铁、铜等矿床的控矿构造及成矿作用。在仅有大量火山岩,缺乏侵入岩的未剥蚀区和仅有大量中深成侵入岩,缺乏火山岩的较深剥蚀区,都很少有大型铁、铜等矿床产出。

二、岩体地质概述

本文选择鄂东南的鄂城、铁山、殷祖、阳新、丰山洞岩体,九瑞地区的武山岩体,怀宁地区的洪镇、月山岩体,铜陵地区的铜官山、狮子山、凤凰山、瑶山、缪家、新桥头岩体,宁芜地区的凹山岩体,六合地区的冶山岩体,宁镇地区的安基山、石马岩体以及苏州西部地区的苏州岩体等,共19个岩体,进行了重点研究。它们的地质特征综合于表1—1中。

三、成矿岩带的划分及其地质特征

为了深入系统地研究长江中下游地区侵入岩与成矿作用的关系,本文提出了“成矿岩带”的概念,即在一定的构造活动区域内,与内生成矿作用有密切的时空关系和成因联系的岩浆岩活动带。文中通过对区内几个典型成矿岩带的研究,为区域性的成岩成矿规律及找矿方向提供了新的认识途径。

根据本区中生代区域岩浆活动的特点以及与之相关的主要矿产分布特征,结合深大断裂和基底断裂的分布情况,可将本区成矿岩带初步划分为鄂灵、怀宁、宁芜三个成铁岩带,冶瑞、铜陵、宁镇三个成铜岩带及苏西成铁钨钼岩带(图1—4)。

根据19个我们研究过的岩体地质特征及含矿性,可将本区成矿岩带的地质特征归纳如下:

(1) 各成矿岩带主要位于地幔隆起过渡区,其中成铁钨钼岩带分布在地幔隆起区。

(2) 除位于江南深断裂带以南的苏西成铁钨钼岩带以外,其它六个成矿岩带中的三个成铁岩带沿NNE方向延长;三个成铜岩带沿近EW向延伸;两条相邻的成铁与成铜岩带交汇处,有铁铜矿床共存的现象。

表 1—1 长江中下游地区岩体地质特征一览表

岩体	出露面积 (km ²)	地表形态	产状	侵位深度	剥蚀深度	侵入地层	构造部位	主要岩石类型	岩石结构	岩石构造	矿床类型
鄂城	80	纺锤状	岩株	中—浅	浅	T灰岩 J砂岩	背斜轴部	二长岩 钾长花岗岩 碱性花岗岩	斑状、 似斑状、 中粒结构	线状构造	铁矿
铁山	140	长条状	岩基	中—浅	中浅	S页岩 T灰岩 J砂岩、火山岩	背斜轴部	二长闪长岩 正长岩 石英二长岩 二长花岗岩 二长岩	似斑状、 细粒结构	块状构造	铁、铜矿
殷祖	70	椭圆形	岩株	中—浅	浅	T灰岩 S、C、P砂岩、页岩	向斜翼部	辉长岩 英云闪长岩	中粒结构	块状构造	无矿
阳新	200	人字形	岩基	中—浅	中—浅	T灰岩 S、C、P砂岩、页岩	背斜翼部	正长辉长岩 英云闪长岩 二长闪长岩	斑状、 中粒结构	块状构造	铜、铁、 金矿
丰山洞	1.6	近椭圆形	岩株	超浅—浅	浅—超浅	T白云岩化 灰岩、页岩	向斜轴部	二长岩	斑状结构	线状、角 砾状构造	铜、钼矿
武山	0.5	近圆形	岩株	浅	浅	P—T灰岩、页岩	向斜翼部	花岗闪长岩	斑状结构	块状构造	铜矿
洪镇	50	长圆形	岩株	中—浅	中—浅	D砂岩 J火山岩	背斜翼部	钾长花岗岩	中细粒结构	线状构造	无矿
月山	11	鸡冠状	岩株	中—浅	浅	T白云岩、灰岩	背斜倾没 部位前缘	石英二长岩	粗粒结构	线状构造	铁、铜矿
铜官山	3	近椭圆形	岩株	中—浅	浅	C、P灰岩	背斜近轴 部	二长闪长岩	中细粒结构	块状构造	铜矿
狮子山	8.5	半圆环	岩墙	中—浅	浅	T灰岩、页岩	背斜翼部	二长闪长岩 正长辉长岩	细粒结构	线状构造	铜矿
瑶山	2	M形	岩床	中—浅	浅	P灰岩、硅质页岩	向斜翼部	花岗闪长岩	斑状结构	线状构造	无矿
凤凰山	10	椭圆形	岩株	中—浅	浅	T灰岩	向斜轴部	花岗闪长岩	细粒结构	块状构造	铜、铁矿
新桥头	4	长圆形	岩株	中—浅	浅	S粉砂岩	背斜轴部	石英二长岩 正长辉长岩	斑状结构	线状构造	无矿
廖家	2.5	带状	岩床	浅	浅	P—T灰岩 J火山岩	背斜翼部	二长闪长岩	斑状结构	略具线状 构造	无矿
凹山	7.5	浑圆形	岩钟	浅—超浅	浅	J火山岩	断裂交汇 处	闪长正长岩	斑状结构	线状构造 角砾岩筒	铁矿
冶山	4.3	椭圆形	岩株	中—深	浅	J火山岩、砂岩	背斜翼部	二长闪长岩	斑状结构	块状构造	铁矿
安基山	6	弯曲形	岩株	浅	浅	P—T砂岩、页岩、灰岩	背斜轴部	花岗闪长岩	斑状结构	块状构造	铜、钼矿
石马	30	菱形	岩株	中—浅	中—深	J砂砾岩、火山岩	向斜轴部	花岗闪长岩 正长辉长岩	斑状、似 斑状结构	线状构造	铁矿
苏州	50	肾形	岩株	浅—超浅	浅	D—C灰岩 J—K火山岩	向斜核部	钾长花岗岩 碱性花岗岩	似斑状结构	晶洞构造	铁、多金属

(3) 岩浆侵入活动时间主要为 165—90 Ma 之间。鄂东南的一些大岩体侵位时间较早, 延续时间较长, 而大部分小岩体延续时间较短 (144—91 Ma)。总的来说整个长江中下游中生代岩浆活动从早到晚, 岩浆活动由弱到强。

(4) 岩浆活动方式主要是顶蚀和侧向挤压贯入的主动式侵位和受断裂或火山通道控制的被动式侵位。相对而言, 成铁岩带侵入岩浆以被动式侵位为主, 而成铜岩带侵入岩浆则以主动式侵位为主。

(5) 岩石类型包括辉长岩、正长辉长岩、闪长正长岩、英云闪长岩、二长闪长岩、石英闪长岩、二长岩、石英二长岩、二长花岗岩、钾长花岗岩和碱性花岗岩, 其中以中酸性岩为主。各成矿岩带具有相对独立的岩浆演化系列。

(6) 侵入体的围岩主要是志留系—泥盆系砂岩, 石炭系—二叠系灰岩, 三叠系灰岩、白云岩、砂页岩以及上侏罗统的火山岩。成铁岩带多位于火山盆地及其附近地区, 反映成铁岩带的侵入岩浆活动与火山活动有较密切的关系。

(7) 苏西成铁铌钽岩带位于江南深断裂以南, 具有相对独特的地质发展历史和成岩

表 1-2 长江中下游主要成矿岩带地质特征综合表

成矿岩带	鄂灵	冶瑞	怀宁	铜陵	宁芜	宁镇	苏西
构造背景	隆拗过渡区	隆起区	隆拗过渡区	隆起区	拗陷区	隆起区	拗陷区
主干构造线方向	NNE	NWW	NE	近EW	NNE	EW	NE和NW
岩带总体形态	长线状	长线状	长线状	短线状	长线状	短线状	面状
岩体面积(km ²)	80—140	1—200	10—90	<10	3—15	6—70	<50
侵位时间(Ma)	165—95	165—95	145—105	168—110	137—97	142—90	155—132
主要侵位方式	侧向挤压 顺层贯入	顶蚀 顺层贯入	顺层贯入 顶蚀	顶蚀 侧向挤压	沿断裂及火 山通道贯入	顶蚀	沿断裂贯入 顶蚀
主要岩石类型	二长闪长岩 二长岩 石英二长岩 二长花岗岩 钾长花岗岩 碱性花岗岩	辉长岩 正长辉长岩 英云闪长岩 二长闪长岩 二长岩 花岗闪长岩	石英二长岩 钾长花岗岩	正长辉长岩 二长闪长岩 石英二长岩 花岗闪长岩	闪长正长岩 二长闪长岩	正长辉长岩 花岗闪长岩	钾长花岗岩 碱性花岗岩
主要侵入围岩	T灰岩、页岩 J火山岩、膏 盐层	C—T灰岩、 砂岩	C—P灰岩、 S—D砂岩、 T白云岩、灰 岩	P—T灰岩、 页岩	T灰岩、J火 山岩	C—T灰岩	D—C灰岩、 J—K火山岩
主要矿产	Fe(Cu)	Cu(Au)	Fe(Cu)	Cu(Au)	Fe	Cu(Fe)	Fe, Nb, Ta 多 金属
典型岩体	铁山, 鄂城	殷祖、阳新、 丰山洞、武山	月山、洪镇	铜官山、狮 子山、凤凰 山、瑶山、 新桥头、缪 家	凹山、冶山	安基山、石马	苏州

成矿地质环境。苏州花岗岩为晚造山—非造山构造环境产物，在华南板块与华北板块挤压及伴随的相对松弛、拉张阶段形成的 I 型—A 型花岗岩。与之相关的矿产为铁、铌、钽、多金属矿床，成矿元素的组合与其它成矿岩带有所不同。

各成矿岩带的主要地质特征综合在表 1—2 中。

第二章 年 代 学

本章将对本区侵入岩的K-Ar 和 Rb-Sr 同位素年龄数据进行分析, 重点介绍本文采用 Ar-Ar 法对铁山及阳新岩体主期岩石年龄的测定结果, 并讨论本区中生代岩浆活动的时间分布规律, 对比不同成矿岩带的形成年龄及成岩与成矿的时间关系。

一、对K-Ar及Rb-Sr法年龄的讨论

1. K-Ar 法

K-Ar 法是前人对本区侵入岩同位素年龄测定中最常用的一种方法, 但其应用有一定的局限性。

由于中深成相侵入体埋藏深度较大、保温时间较长等原因, 容易造成氩气的丢失, 使所测年龄值偏低, 所以本区一些较大的岩体, K-Ar 法年龄比 Rb-Sr 法、Ar-Ar 法年龄偏新。例如, 鄂城(严道山湾)花岗岩的K-Ar法年龄为114 Ma, Rb-Sr 法为125 Ma, Ar-Ar 法为127 Ma。另外, 在交代过程中氩的丢失和钾的带入也会使年龄偏新。例如, 铁山(曹山)二长闪长岩经碱质交代作用, 其K-Ar 法年龄为102Ma, 而Rb-Sr 法年龄为113Ma, 前者偏新。

在个别情况下, 当钾的带出速度大于氩的丢失速度时, 得到的 K-Ar 法年龄会偏老。例如, 洪镇钾长花岗岩中有绿泥石化现象, 可能造成钾质带出速度较快, 其 K-Ar 法年龄偏老(196 Ma), 故而曾被认为是印支期的产物。但是, 据最新资料, 洪镇岩体边缘相的全岩Rb-Sr 等时线年龄为124.88 Ma (据邱瑞龙, 1990), 黑云母的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 热坪年龄为121.7 Ma (据周泰禧, 1989), 说明洪镇花岗岩形成于早白垩世, 是燕山晚期的产物, 这一结果表明洪镇岩体的形成时代与怀宁地区区域岩浆活动时代是一致的。

2. Rb-Sr 法

Rb-Sr 法测年在本区使用的也较广泛, 所得年龄值多数比较可靠, 但也有个别年龄偏新, 甚至比K-Ar 法所测结果还要新。例如, 铁山石英二长岩的 K-Ar 法年龄为132 Ma, Rb-Sr 法年龄为117Ma, Ar-Ar 法年龄为133.4 Ma。

引起 Rb-Sr 法年龄偏新的原因, 可能是由于风化作用造成岩石及矿物中丢失富集铷, 从而导致Rb-Sr 法年龄偏新, 黑云母在这方面十分敏感。以本文所测铁山石英二长岩 Rb-Sr 等时线年龄为例, 说明如下:

从铁山石英二长岩的全岩、钾长石、黑云母、角闪石和斜长石的Rb-Sr 同位素测试结果(表2—1)以及等时线(图2—1)可以看出, 黑云母是拉开等时线并对年龄值有重要影响的矿物, 所以黑云母遭受化学风化作用, 导致丢失富集铷, 就会引起 Rb-Sr 法年龄的偏新。所以, 在利用岩石或岩石结合单矿物样品进行Rb-Sr 法年龄测定时, 要注意避免风化作用的影响。

表 2—1 铁山石英二长岩 Rb-Sr 同位素分析结果①

样 品	Rb-con (10 ⁻⁶)	⁸⁷ Rb(1 E -6) (mol/g)	Sr-con (10 ⁻⁶)	⁸⁶ Sr(1 E -6) (mol/g)	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr
全 岩	159.97	0.52036	971.24	1.0924	0.47630	0.70454
钾 长 石	335.71	1.09198	918.87	1.0333	1.05680	0.70687
黑 云 母	733.38	2.38554	19.41	0.0215	111.09290	0.87709
角 闪 石	11.43	0.03719	50.19	0.0565	0.65860	0.70179
斜 长 石	49.89	0.16228	1107.57	1.2459	0.13030	0.70354

① 为本文所测，由中科院地质所测定。

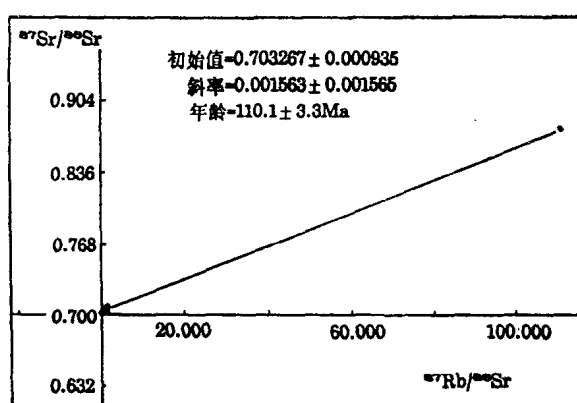


图 2—1 铁山石英二长岩 Rb-Sr 同位素等时线

二、铁山、阳新岩体的 Ar-Ar 法年龄测定

Ar-Ar 法是近年来刚刚发展起来的一种新的同位素年龄测定方法，它在许多方面优于传统的 K-Ar 法和 Rb-Sr 法。它不仅测定精度高，而且通过分步加热技术求得的年龄谱，可以排除少量蚀变矿物（如绿泥石等）的影响，并可判断样品形成后是否有过后期热扰动。本文考虑到 Ar-Ar 法的上述优点以及本区侵入岩的特点，选择铁山石英二长岩（主期之一）和阳新英云闪长岩（主期）进行了 Ar-Ar 法年龄谱测定。鉴于角闪石具有较高的热稳定性，测试样品为上述两岩体中精选的角闪石颗粒，精度达 99% 以上，保证了测定的可靠性，⁴⁰Ar/³⁹Ar 测定是在美国俄亥俄州州立大学实验室进行的。

1. 铁山岩体

铁山石英二长岩中角闪石（HT 12）的 ⁴⁰Ar/³⁹Ar 测定结果列于表 2—2。

铁山角闪石样品做了两次测定，其中全熔测定（#45K5）年龄为 137.2Ma，而分步加热测定（#40J5）所得到的总气体年龄值（ t_g ）为 133.9 Ma，两者结果不同，表明样品可能不太均一，分步加热的第一份气体表面年龄很低，第二、三、四、五、九份气体表面年龄偏高，但这几部分气体总共占总气体的 27% 左右，这种不规则可能是由 ³⁹Ar 核反冲所致。在 950—1045℃ 范围内，各份气体构成了很好的坪（图 2—2 a），坪占气体总量的 73%

表 2-2 铁山石英二长岩的 Ar-Ar 同位素年龄测定结果

t_n	$\frac{^{40}\text{Ar}}{^{39}\text{Ar}} b$	$\frac{^{38}\text{Ar}}{^{39}\text{Ar}} b$	$\frac{^{37}\text{Ar}}{^{39}\text{Ar}} b$	$\frac{^{36}\text{Ar}}{^{39}\text{Ar}} b$	$F c$	$^{39}\text{Ar} d$ (%)	$^{40}\text{Ar} e$ (%)	K/Ca f	K/Cl g	年龄 h (Ma)
#40K5(J-0.007842; 0.0875 g)										
全熔	21.78	1.041	7.908	4.192	10.08	100	46.0	0.066	5.1	137.2 ± 1.6
#40J5(J-0.007892; 0.3979 g)										
560	139.8	0.9927	1.828	44.45	8.674	1.46	6.20	0.286	5.8	119 ± 18
680	16.88	0.2243	0.9053	2.345	10.011	4.97	59.3	0.577	25.1	137.2 ± 0.8
780	12.88	0.2367	2.503	1.026	10.03	4.60	77.8	0.209	23.5	137.4 ± 0.9
855	14.05	0.3520	4.601	1.495	10.02	3.05	71.1	0.113	15.5	137.3 ± 0.4
900	14.56	0.6468	7.293	1.805	9.915	3.61	67.7	0.066	8.3	135.9 ± 0.5
950	11.80	1.024	9.898	1.005	9.708	15.37	81.7	0.053	5.2	133.2 ± 1.1
995	10.62	1.160	6.896	0.5837	9.696	30.12	90.7	0.059	4.6	133.0 ± 0.4
1045	10.46	1.228	8.373	0.4950	9.758	27.83	92.7	0.062	4.3	133.9 ± 0.8
1090	11.03	1.169	8.708	0.6664	9.839	3.98	88.7	0.060	4.5	134.9 ± 0.6
总量	13.35	1.024	7.928	1.453	9.762	100	72.8	0.066	5.2	133.9

注: a —析氦温度; b —未对由 Ca、K 和 Cl 等干扰元素在中子照射时生成的 Ar 同位素作校正、仅对 ^{37}Ar 的放射性衰变作了校正, 采用半衰期为 35.1 天; c —对干扰同位素和大气 Ar 校正后的放射成因 ^{40}Ar 与由 K 生成的 ^{39}Ar 的比值; d —析出的 ^{39}Ar 的百分比; e —放射成因 ^{40}Ar 在 ^{40}Ar 总量中的百分比; f —元素质量比, 计算公式为 $\text{K}/\text{Ca} = 0.523 \times (^{39}\text{Ar}_\text{K}/^{37}\text{Ar}_\text{Ca})$; g —元素质量比, 计算公式为 $\text{K}/\text{Cl} = 5.22 \times (^{39}\text{Ar}_\text{K}/^{37}\text{Ar}_\text{Cl})$; h —年龄计算时采用的衰变常数为 $5.543 \times 10^{-10} \text{ a}^{-1}$ 。误差为 1σ 水平; j —为辐照参数。由与样品同时在反应堆中进行辐照的已知年龄的监测样求得。

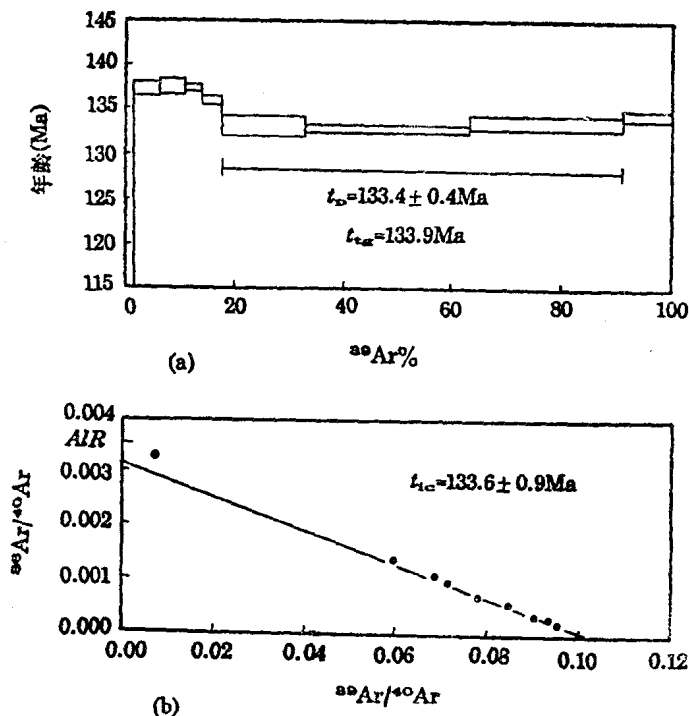


图 2-2 铁山岩体角闪石 (HT12) 的 Ar-Ar 同位素年龄谱 (a) 及 Ar 同位素相关图解 (b)