
中华人民共和国地质矿产部

地 质 专 报

四 矿床与矿产

第 53 号

罗霄-武夷隆起及郴州-上饶
坳陷成矿规律及预测

杨明桂 等著

地 质 出 版 社



中华人民共和国地质矿产部

地质专报

四 矿床与矿产 第53号

罗霄-武夷隆起及郴州-上饶坳陷 成矿规律及预测

杨明桂 梅勇文 周子英 芮 柏 战明国 等著
童潜明 冯志文 刘 迅 杨恩湛

地质出版社

· 北 京 ·

前 言

“罗霄-武夷隆起区成矿地质环境和成矿预测研究”是地矿部“八五”地质找矿科技攻关项目“武夷-云开典型成矿区矿产预测”的研究课题之一。其编号为 85-01-007 01。

罗霄-武夷(简称罗-武)隆起区,北、西以北海-萍乡-绍兴断裂带为界,南、东以佛子-五华、丽水-莲花山断裂带为界。课题研究区范围占该隆起区之大部,包括罗霄山脉至武夷山脉西坡和南岭北坡之间的赣中南、湘东南地区;在研究过程中不同程度地涉及到武夷山东坡的一些地质问题,同时部分专题的研究区地跨罗-武隆起及其北西侧的郴州-上饶(简称郴-饶)坳陷。因此,本书定名为《罗霄-武夷隆起及郴州-上饶坳陷成矿规律预测》。

本区为华南著名的有色、稀有金属矿产的汇聚地带,是环太平洋成矿带内重要而富有特色的一个成矿区域;为世界上钨矿床最集中的地区,铜、铅锌、锡、金银等矿产在国内均占有重要地位。虽然本区地质研究与矿产勘查程度均较高,但由于地质构造与成矿作用异常复杂,迄今为止尚存有争议的重大地质问题较多,诸如扬子、华夏两个古板块的分界及其对接形式,武夷构造-变质带的基底组成、发展演化与成矿特征,燕山期的大陆动力学及其控岩控矿机制等等。这些问题一直为国内外地质学者所关注。此外,矿产勘查工作程度也不够平衡;省缘山区工作比较薄弱,特别是武夷地区的地质矿产面貌不够明晰;钨矿与稀有、稀土矿产勘查程度较高,而贵金属矿产和与火山作用、浅成岩浆作用有关的有色金属矿产地质工作起步较晚。进入 80 年代以来,在罗-武隆起区及其邻区相继取得了找矿的新突破,发现了贵溪冷水坑斑岩型银铅锌矿田、会昌锡坑径斑岩型锡矿田、梅州玉水层控型富铜矿田和上杭紫金山火山-斑岩型铜矿田,显示了本区在找矿上的重要战略地位。

基于上述情况,本课题的研究目的与主要任务是进一步研究和阐明本区主要矿产的成矿地质环境与成矿规律,确定找矿方向;对典型矿带进行矿产预测,提供 3~4 处可供验证(其中 1 处有重要找矿意义)的靶区。

由于研究范围较大,矿种繁多,本课题根据国家经济建设急需,在矿种上选择金、银、铜、铅锌、锡等矿产为研究预测重点,并以与燕山期火山-斑岩有关的贵、多金属矿床为主攻类型;在地区上,以武夷山北段的东乡-贵溪地区、武夷山南段的广昌-安远地区以及湘东南的郴州-临武地区为重点研究地区。本课题下设 4 个专题:

1. 湖南郴州-临武断裂带两侧成矿预测及靶区优选(85-01-007-01-1),由湖南省地质研究所童潜明、李荣清、张建新、王世明、李兰珍、卫林芳等负责完成。

2. 江西贵溪-东乡地区成矿预测及靶区优选(85-01-007-01-2),由中国地质大学(武汉)冯志文、赵永鑫、刘丹英,江西省地矿局九一二大队赵志刚、杨恩湛与地矿部地质力学研究所(协作单位)刘迅、朱大岗等共同完成。

3. 江西南部控矿构造体系及成矿预测的研究(85-01-007-01-3),由宜昌地质矿产研究所战明国、芮柏、李波、张树淮等负责完成。

4. 江西广昌-安远地区成矿预测及靶区优选(85-01-007-01-4),由江西省地矿局地质矿

产调查研究大队梅勇文、沈纪利、刘芳宇、朱元早、张贤祥等负责完成。

研究方法是充分收集已有的地质矿产和物探、化探、遥感地质等资料，尽可能地吸收前人有关研究成果，进行二次开发。在此基础上，选择重点地区进行实地调研、采集各类样品测试，还先后对于都燕子窝、会昌岷子脑、广昌七宝山、广昌水南、金溪枫山埠、珊城等靶区进行了验证，施工了槽、坑探工程。

在研究工作中，作者力图把国内外有关矿产预测的新理论或新方法 with 区内实际结合起来，以便深化对区域成矿地质条件与成矿规律的认识，为预测提供前提。在地质构造方面，作者试图把具有渊源关系又各具特色的板块学说与地质力学结合起来，力求阐明区内古板块的演化和燕山期大陆动力学机制及构造控岩控矿规律。在成岩成矿研究方面，则本着构造-岩浆-成矿一体化的原则，以建立岩浆-成矿系列为主线，融合吸收多因复成、剪切带动力变质成矿等研究思路，并探索性地以矿床构造型（模）式与矿床成矿模式（即“双模式”）作为矿产预测的基础。

本课题由江西省地质矿产局和宜昌地质矿产研究所负责，由杨明桂任组长，周子英、芮柏、梅勇文任副组长。课题研究报告是在4个专题研究报告的基础上写成的，同时，还吸收了本区及邻侧地带最新的矿产普查、1:5万区调和科研成果。特别要说明的是，作者还从苗树屏、袁君孚等未公开发表的《怀玉山-武夷山地区找铜论证》中得到不少启示。所以本报告是一项集体劳动成果。

课题研究报告由杨明桂、梅勇文、周子英、芮柏执笔撰写，杨明桂统编定稿，校正和技术性处理工作由梅勇文完成。课题研究报告于1995年7月经地质矿产部地质调查局评审鉴定后，作者根据评审意见，对已有资料作了进一步的研究和综合，对课题研究报告作了较多的补充、修改和调整，最后，写成本书。

研究工作得到了宜昌地质矿产研究所饶家光副所长、史明魁研究员、梁约翰处长的关心与指导；江西省地矿局科技处汤树清处长、余志庆副处长给予了热情支持与帮助；项目办公室李林工程师和课题办公室王伦高级工程师、管志炜工程师、陈慧芳高级工程师做了大量工作。课题研究报告打印、图件清绘得到了江西地质科学研究所的大力帮助。作者向他们致以深切的谢意。

目 录

前 言

第一章 区域成矿地质环境	1
第一节 地层与含矿沉积建造.....	2
第二节 变质作用特征.....	7
第三节 成矿岩浆岩及其特征.....	9
第四节 成矿构造环境	16
第二章 区域成矿特征与成矿规律	26
第一节 区域成矿的时空分布规律	26
第二节 岩浆-成矿系列	31
第三节 区域成矿区划及成矿特征	34
第三章 钦-杭成矿带（郴-饶段）成矿特征与矿产预测	43
第一节 钦-杭成矿带（郴-饶段）的成矿特征	43
第二节 郴州-临武地区成矿条件与矿床特征	49
第三节 矿产预测	62
第四章 武夷成矿带成矿特征与矿产预测	66
第一节 深成地质成矿作用	66
第二节 火山-斑岩及其成矿作用	70
第三节 矿床分类及基本特征	79
第四节 成矿分带特征	92
第五节 矿产预测	95
结语	102
主要参考文献	105
英文摘要	107

CONTENTS

Introduction

Chapter I Regional Geological Environment of Metallogeny	1
Section 1 Stratigraphy and Ore-bearing Sedimentary Formations	2
Section 2 Characteristics of Metamorphism	7
Section 3 Ore-related Magmatic Rocks and Their Characteristics	9
Section 4 Tectonic Environment of Metallogeny	16
Chapter II Regional Metallogenic Characteristics and Regularities	26
Section 1 Space-time Regularities in Regional Metallogeny	26
Section 2 Magmato-metallogenic Series	31
Section 3 Metallogenic Regionalization and Characteristics	34
Chapter III Metallogenic Characteristics of the Qinzhou-Hangzhou Metallogenic Belt (Chenxian-Shangrao Sector) and Metallogenic Prognosis	43
Section 1 Metallogenic Characteristics of the Qinzhou-Hangzhou Metallogenic Belt (Chenxian-Shangrao Sector)	43
Section 2 Metallogenic Conditions and Characteristics of Deposits in Chenzhou-Linwu District	49
Section 3 Metallogenic Prognosis	62
Chapter IV Metallogenic Characteristics of Wuyi Metallogenic Belt and Metallogenic Prognosis	66
Section 1 Plutonic Metallogeny	66
Section 2 Volcanic-porphyry and Metallogeny	70
Section 3 Classification of Ore Deposits and the Basic Characteristics	79
Section 4 Metallization Zoning Characteristics	92
Section 5 Metallogenic Prognosis	95
Concluding Remarks	102
Main References	105
English Abstract	107

第一章 区域成矿地质环境

本区的成矿地质环境与板块构造的发展演化息息相关。根据已有地质资料分析，以环绕本区西北部的钦-杭结合带（郴州-上饶段）为界，北西侧为扬子古板块，东南侧为华夏古板块。罗-武隆起区系华夏古板块浙-粤加里东造山带北部的一个变质块体，包括罗霄和武夷两个加里东褶皱带（或变质块体）（图 1-1）。这种古构造格局为区域成矿奠定了重要的基础条件。

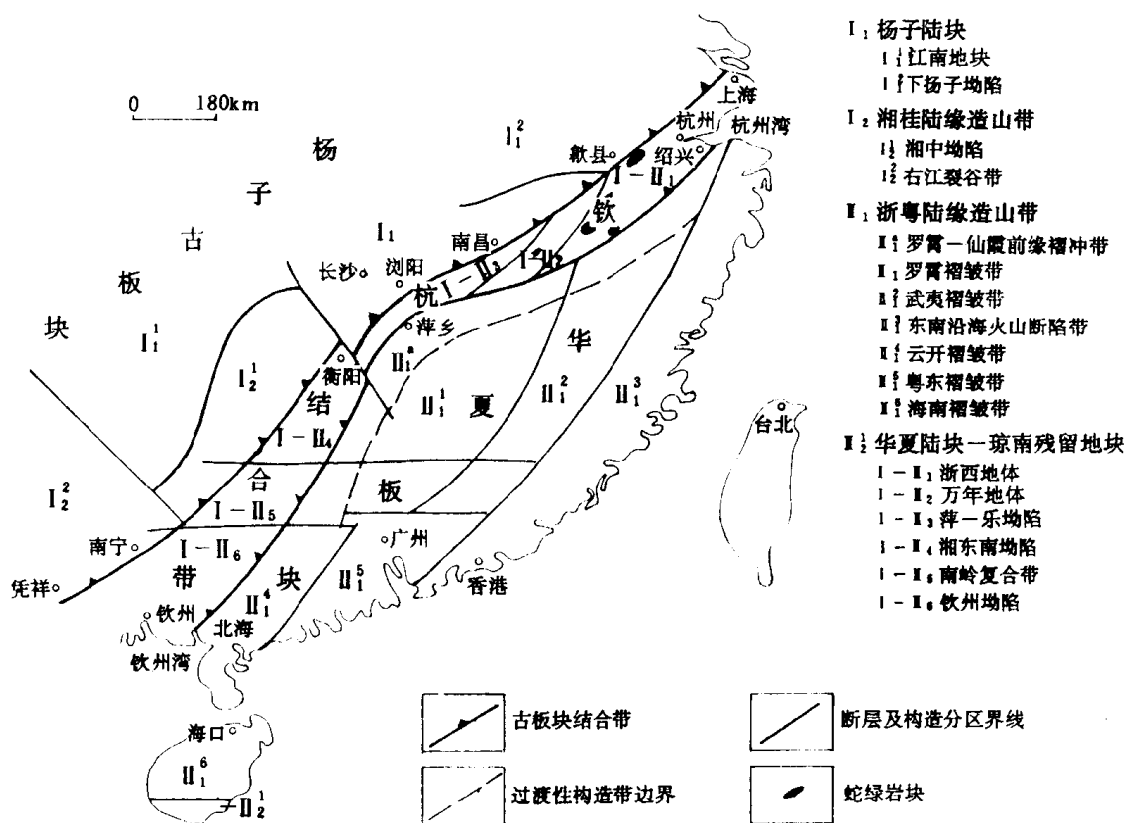


图 1-1 罗霄-武夷隆起区及其邻区构造分区略图

Fig. 1-1 Schematic tectonic provinces of the Luoxiao-Wuyi uplift area and its neighbouring areas

经印支运动，本区完成了向大陆的转变，并成为欧亚大陆板块的一部分。燕山运动时，由于板内收缩和库拉-太平洋等周边相邻板块的相互作用，致使本区发生了强烈的大陆造山运动，出现了新的构造格局。燕山期为区内成岩成矿的主要时期，形成了丰富的有色、稀有、贵金属矿产（图 1-2）。

第一节 地层与含矿沉积建造

一、地层概况

区内郴-饶拗陷带与罗-武隆起区的元古宙—早古生代地层有明显不同,而晚古生代以来的地层则基本相似。全区地层划分较详,唯前寒武系存在问题较多。因此,下面着重讨论一下前寒武系的划分对比。

(一) 前寒武系

从现有资料看,罗-武、郴-饶两区变质基底组成各有不同。

1. 郴-饶地区

变质基底主要出露于赣中-浙西地区,以岩性畸变与混杂为特征。

万年一带出露的变质地层主要为中元古界双桥山群上部的一套浅变质的碎屑沉积,以泥砂质、凝灰质为主。宜丰—浏阳一带为一套细碧角斑岩系。

上高—德兴一带变质地层具构造混杂岩特征(详后)。

浙西-上饶地区变质基底多变,差异很大。广丰地区中元古界田里岩组^[1],出露范围很局限,主要为石英云母片岩夹白云质片岩,属中深变质的结晶岩系,其同位素年龄为1691Ma(锆石铀-铅等时线),从岩性看,似为华夏型结晶基底之残块,其上为青白口系广丰群不整合覆盖。

怀玉山区的变质地层下部为中、新元古界张村群,为浅变质的浊流沉积。中国地质大学(武汉)薛重生等在张村群中采获古蛋类、口盖类等微古化石,故其时代尚需进一步厘定;上部为青白口系微变质的登山群,由砾岩、浊积岩、玄武岩、英安岩、砂岩、流纹岩等一套由深海到浅海的火山岩系组成;其盖层为震旦系—古生界。浙江富阳地区的中元古界双溪坞群为陆相火山岩系^[2]。绍兴平水组与弋阳铁砂街组岩相相近,均为含铜细碧角斑岩建造,时代可能属中元古代晚期至青白口纪早期。

2. 罗-武地区

由于各地遭受变质程度差异较大,前寒武系对比困难。近几年,江西省地矿局在赣中南1:5万区调工作中,以新元古界神山群黑色层和震旦系砾石层、硅铁质建造以及硅钙炭质层等为标志,由浅变质区向武夷中深变质区追索对比,基本查明了赣中南地区出露的变质地层主要为青白口系—奥陶系。唯在武夷山脉西坡的弋阳、广昌、寻乌、安远等地小范围出露的周潭群,由于变质较深,韧性剪切带发育,缺少明显划分对比标志,目前仅根据其层位伏于震旦系之下,并获有 (1198.8 ± 25.6) Ma的同位素年龄值(钐-钕等时线,江西调研队),暂划属中—新元古代。

武夷山东坡的闽西北地区,由于岩层变质较深、剪切作用强烈,层序尚未确切建立。新建的天井坪组仅局部出露于建宁、浦城地区。根据建宁伊家湾斜长角闪岩的钐-钕等时线年龄 (2682 ± 148) Ma^[2],其地层时代可能为新太古代至老元古代。麻源岩群的同位素年龄值为1000~2300Ma,属老—中元古代。它们当是卷入于加里东造山带根部的结晶基底岩块。

罗-武地区青白口系—震旦系的浅变质岩,依据神山组黑色千枚岩和震旦系中的三大标志层(硅、铁、砾),可确切划分对比。要说明的是,硅铁质建造由西而东层位有所抬高,且由赤铁矿、磁铁矿递变为硫铁矿,并出现磷块岩薄层、石墨(煤)层和较厚的大理岩层,

显示向还原环境递变。这些地层中下部有较多的细碧质、角斑质海相火山物质。云开地区的云开群、闽西北地区的马面山群与武夷山西坡的洪山组、周潭群类似，均受中深变质。洪山组与云开群兰坑组含铁岩性组合，与马面山群龙北溪组上部大致相当。马面山群东岩组为一套细碧角斑岩、石英角斑岩建造。云开群罗罉组微古化石属青白口纪—蓟县纪（广东区调队）。该组含有较多碳酸盐岩层，与湘西、桂北的青白口系下部含碳酸盐岩层相似。因而周潭群、洪山组、马面山群、云开群主要属新元古代，也可能夹杂部分中元古代岩层。

现结合邻区资料，将前寒武系综合划分对比如表 1-1。

表 1-1 罗霄-武夷地区前寒武纪地层对比简表
Table 1-1 Brief correlations of pre-Cambrian strata in the Luoxiao-Wuyi area

地区 时代	赣东北		湘东南	赣中南		赣东		闽西南		闽西北		粤中南		
震旦纪	灯影组*		丁腰河组*	老虎塘组*		外管坑组*		黄连组*		稻香组*		老虎塘组*		
	陡山沱组		埃歧岭组	坝里组○		洪山组○		南岩组▲		马面山群	龙北溪组▲		坝里组	活道组○
	南沱组○		丁屋岭组○					沙湾坪组						
	志棠组		天子地组▲ 泗洲山组○	下坊组▲							云开群	兰坑组▲ 大坵山组▲		
青白口纪	登山群	广丰群	大江边组		上施群 上施组 库里组	周潭群	万源组	楼子坝组	桃溪岩组		吴墩组 东岩组	开群	丰碓口组 罗罉组	
中元古代	张村群	田里片岩			神山组 神山群 浒堂组	周潭岩组				南山组		信宜-高州杂岩		
老元古代或新太古代									麻源岩群		大金山东山组			
									天井坪岩组					

注：标志层符号含义分别是，≡表硅（炭）层，▲表硅铁层，○表砾岩层。

(二) 下古生界

罗-武地区为一套巨厚的浅变质岩层，火山物质很少。寒武系主要分布于本区西部，几乎全由一套浊积岩组成，偶夹碳酸盐岩层；西南部多长英质粗碎屑岩和砾岩楔。奥陶系出露于赣西和闽西南，主要为笔石砂泥质建造，夹硅质层、大理岩层，上部出现多层砾岩。赣东北-浙西地区下古生界属以扬子型的稳定型-过渡型浅海相为主的沉积。

(三) 上古生界—中三叠统

为一套以浅海相为主的碎屑岩、碳酸盐岩沉积。在罗-武地区分布零星，西部稍广，大片出露于罗-武隆起外侧的坳陷地带。最近，在罗霄山脉东坡发现有晚志留世—早泥盆世灰

表 1-2 罗霄-武夷地区各时代地层中

Table 1-2 Abundances and concentration coefficients of major

主要成矿 地 层 元 素		Cu			Pb			Zn			W		
		A	K ₁	K ₂	A	K ₁	K ₂	A	K ₁	K ₂	A	K ₁	K ₂
三叠系	下三叠统	37.85	0.69	1.21	15.80	1.26	0.85	139.20	1.99	1.79	2.00	1.33	0.90
二叠系	上二叠统	21.50	0.39	0.69	16.40	1.31	0.88	48.51	0.69	0.62	1.63	1.09	0.73
	下二叠统	22.20	0.40	0.71	10.31	0.82	0.55	40.32	0.58	0.52	0.86	0.57	0.39
石炭系	上石炭统				5.00	0.40	0.27	9.95	0.14	0.13	0.80	0.53	0.36
	中石炭统	5.40	0.10	0.17	8.18	0.65	0.44	23.03	0.33	0.30	0.51	0.34	0.23
	下石炭统	41.60	0.76	1.33	12.86	1.03	0.69	58.49	0.84	0.75	2.17	1.45	0.97
泥盆系	上泥盆统	16.40	0.30	0.52	17.18	1.37	0.92	39.62	0.57	0.51	3.12	2.08	1.40
	中泥盆统	15.49	0.28	0.49	48.14	3.85	2.59	65.02	0.93	0.84	4.12	2.75	1.85
奥陶系	上奥陶统	36.75	0.07	1.17	16.26	1.30	0.88	108.26	1.55	1.39	1.20	0.80	0.54
	中奥陶统	27.90	0.51	0.89	9.84	0.79	0.53	70.19	1.00	0.90	1.04	0.69	0.47
	下奥陶统	58.55	1.06	1.87	14.91	1.19	0.80	139.03	1.99	1.79	3.99	2.66	1.79
寒武系	上寒武统	45.80	0.83	1.46	19.53	1.56	1.05	78.27	1.12	1.01	1.81	1.21	0.81
	中寒武统	37.37	0.68	1.19	25.15	2.01	1.35	97.21	1.39	1.25	2.49	1.66	1.12
	下寒武统	36.25	0.66	1.16	24.94	2.00	1.34	140.32	2.00	1.81	4.27	2.85	1.91
震旦系	上震旦统	37.10	0.67	1.18	16.34	1.31	0.88	89.69	1.28	1.16	2.16	1.44	0.97
	下震旦统	29.72	0.54	0.95	36.39	2.91	1.96	95.28	1.36	1.23	3.49	2.33	1.57
地壳元素平均丰度 (10 ⁻⁶)		55.00			12.50			70.00			1.50		
全区震旦系一下三 叠统地层相应元素 丰度 (10 ⁻⁶)		31.33			18.58			77.65			2.23		

注：元素数据来自南岭地球化学专题组，地壳元素平均丰度据泰勒（1964）。A 表示单元地层元素丰度含量（10⁻⁶）。叠统相应元素丰度）。

主要成矿元素丰度和赋矿浓集系数一览表

ore-forming elements in various strata of Luoxiao-Wuyi area

Sn			Mo			Bi			Ag			Au		
A	K ₁	K ₂	A	K ₁	K ₂	A	K ₁	K ₂	A	K ₁	K ₂	A	K ₁	K ₂
2.07	1.04	0.51	0.15	0.10	0.17	0.42	2.47	0.88	0.034	0.49	0.24			
2.87	1.44	0.71	1.26	0.84	1.45	0.42	2.47	0.88	0.035	0.50	0.25			
0.39	0.20	0.10	0.45	0.30	0.52	0.42	2.47	0.88	0.08	1.14	0.58			
1.00	0.50	0.25										1.550	387.5	2.93
0.59	0.30	0.15	0.06	0.04	0.07	0.09	0.53	0.19	0.058	0.83	0.42	2.760	690.00	5.22
2.81	1.41	0.70	0.82	0.55	0.94	1.00	5.88	2.08	0.050	0.71	0.36	0.821	205.25	1.55
3.25	1.63	0.80	0.78	0.52	0.90	0.31	1.82	0.65	0.082	1.17	0.59	0.649	162.25	1.23
18.97	9.49	4.70	0.87	0.58	1.00	1.11	6.53	2.31	0.720	10.29	5.18	1.070	267.50	2.02
4.13	2.07	1.02	0.40	0.27	0.46	0.59	3.47	1.23	0.165	2.36	1.19	0.003	0.75	0.0057
2.88	1.44	0.71	4.06	2.71	4.67	0.62	3.65	1.29	0.066	0.94	0.47	0.003	0.75	0.0057
4.06	2.03	1.00	0.93	0.62	1.07	0.21	1.24	0.44	0.057	0.81	0.41	0.011	2.75	0.02
4.10	2.05	1.01	0.75	0.50	0.86	0.44	2.59	0.92	0.091	1.30	0.65	0.001	0.25	0.0019
4.85	2.43	1.20	0.65	0.43	0.75	0.66	3.88	1.38	0.136	1.94	0.98	0.004	1.00	0.0076
4.73	2.37	1.17	0.64	0.43	0.74	0.48	2.82	1.00	0.163	2.33	1.17	0.001	0.25	0.0017
4.73	2.37	1.17	0.43	0.29	0.49	0.29	1.71	0.60	0.142	2.03	1.02	0.001	0.25	0.0019
3.21	1.61	0.79	0.82	0.55	0.94	0.21	1.24	0.44	0.206	2.94	1.48	0.002	0.50	0.0038
2.00			1.50			0.17			0.07			0.004		
4.04			0.87			0.48			0.139			0.529		

K 为浓集系数 (K₁=某时代地层主要元素丰度/地壳元素平均丰度; K₂=某时代地层主要元素丰度/全区震旦系一下三

色磨拉石建造,但分布局限。大范围海侵始于中泥盆世,地层由西向东递变超覆,武夷地区在晚泥盆世或早石炭世才开始沉积。这套地层包括泥盆系、石炭系一下二叠统、上二叠统一中三叠统 3 个沉积旋回。每个旋回下部为碎屑岩,向上变为碳酸盐岩;铁、煤、含铜砂岩形成于下部。

(四) 上三叠统一第三系

除上三叠统含有海相夹层外,全为陆相盆地沉积。上三叠统一下侏罗统为煤盆沉积;中侏罗统一上侏罗统为杂色-红色湖盆沉积与陆相火山沉积;白垩系—第三系为红色断陷盆地沉积。中侏罗统分布十分局限,上侏罗统主要分布于罗-武地区东部。

二、地层含矿性

表 1-2 为本区震旦系一下三叠统各地层单位中 9 种成矿元素的富集程度^①。采用元素在各单位地层中的浓集系数来判别这些主要成矿元素在各时代地层中相对富集或贫化程度。当 $K_1 > 3$ 时,该元素所在地层为高富集地层; $3 > K_1 > 2$ 时,为次富集地层; $2 > K_1 > 1$ 时,为低富集地层;而当 $K_1 < 1$ 时,则为贫化地层。其主要结果如下:

Cu: 全区地层基本为贫化地层。

Pb: 除中奥陶系、中上石炭统和下二叠统为贫化地层外,大部分为高富集或低富集地层。

Zn: 除中泥盆统到上二叠统为贫化地层外,其余均属低富集地层。

W: 下震旦统、下寒武统、下奥陶统、中上泥盆统为高富集地层,其余为低富集或贫化地层。

Sn: 中泥盆统为高富集地层,中上石炭统和下二叠统为贫化地层,其余为次富集或低富集地层。

Mo: 中奥陶统为次富集地层,其余为贫化地层。

Bi: 除中石炭统为贫化地层外,其余属低富集至高富集地层。

Ag: 中泥盆统、上奥陶统、下寒武统一震旦系为高、次富集地层,上泥盆统、下二叠统、上中寒武统为低富集地层,其余为贫化地层。

Au: 上古生界为极高富集地层,震旦系和下古生界除中寒武统、下奥陶统为低或次富集地层外均为贫化地层。

另据冯济舟等华南地区地球化学(分散流)编图资料,华南前震旦系 Au、Ag 含量变化较大,高于华南其他地层。郴-饶地区火山沟弧型的前寒武系 Au、Cu 元素背景特高。

三、主要含矿地层层位及岩性组合

根据已知主要含矿层位和岩层成矿元素的地球化学丰度情况,本区有 5 个主要含矿层位和岩性组合。

1. 中、新元古界含 Au、Cu 火山沟弧型岩性组合

该组合主要分布于钦-杭结合带东北段,为一套深海火山浊流或细碧角斑岩系,含 Au、Cu 丰度高,赣北双桥山群 Au 平均丰度为 5.53×10^{-9} ,而德兴地区火山沟弧带的双桥山群 Au 丰度高达 15.3×10^{-9} 。金以独立矿物及分散在硫化物的超显微粒金形式存在^[3]。双桥山群 Cu 平均丰度值为 40×10^{-6} ,在德兴地区为 $65 \times 10^{-6} \sim 77 \times 10^{-6}$ ^[4]。该套地层为金山式金

① 本书中含量数据如未加说明,均指质量分数。

矿源层，并形成了西裘-铁砂街式海相火山成因的黄铁矿型铜矿床。

2. 上震旦统一寒武统含 Fe、Pb、Zn 的炭、硅、铁地层岩性组合

在武功山地区，该组合为远火山沉积的硅铁建造，至赣东、闽西北变为含 U、P、V、石墨、重晶石、磷块岩、黄铁矿以及有铅、锌矿化的地层，在闽西北有层控型铅、锌矿床形成。

3. 中泥盆统一石炭系含 Cu、Pb、Zn (Fe、W) 的砂页岩、碳酸盐岩组合

该组合自西而东层位由中、上泥盆统（湘、粤）渐次抬升为上石炭统下部（赣、闽）。该层位赋存有一大批层控型矿床。中、上石炭统作为层控铜矿重要赋矿层位，Cu 丰度值却最低，仅 5.4×10^{-6} ，不及地壳 Cu 平均丰度值的 10%。这表明该层位这类矿床的 Cu 主要来自燕山期岩浆，少部分可能来自石炭纪浅海中沿古断裂形成的深源热卤水。

4. 石炭系一下三叠统含 Au 碳酸盐岩、硅质岩、砂页岩组合

该组合为卡林型金矿重要赋矿层位。全区 Au 元素丰度值偏低，但上古生界为 Au 的极高富集层。

5. 上侏罗统一白垩统含 Cu、Pb、Zn、Ag、Au 火山岩层组合

其中，火山湖泊相锰铁碳酸盐岩层对成矿尤为有利，如冷水坑矿田的下鲍、营林、银坑矿床。

第二节 变质作用特征

本区郴-饶拗陷带变质岩出露零星，除广丰田里片岩外，均以低绿片岩相的浅变质岩为主。罗-武地区变质作用比较复杂，变质程度极不均匀，以致对其变质作用面目的认识长期以来一直不够清晰。根据现有研究成果，作者认为，这种复杂性是其多期、多层位、多类型变质作用固有特征的综合反映。

1. 罗-武地区存在吕梁—四堡期和加里东期两套变质岩系

前者为古—中元古代的角闪岩相结晶岩系，属吕梁、四堡两次造山运动区域动力热流变质所形成的古老变质岩系，主要分布于闽西北-浙西南地区；后者分布广泛，由新元古界—奥陶系组成，主要为加里东运动时期形成的一套变质岩系^[5]。

2. 加里东期的变质作用包括区域低温动力变质和动力热流递进变质两大类型

前者分布广泛，为新元古界—奥陶系组成的低绿片岩相浅变质岩系；后者主要与热通道和热点有关，叠加于区域低温动力变质作用之上，往往围绕花岗岩热穹隆形成由低绿片岩相→高绿片岩相→低角闪岩相→角闪岩相的递进变质带，可形象地称之为穹状动热变质。

动热递进变质与侵入-交代型花岗岩有密切的时空和生成联系，共同构成热穹隆，以加里东期为主，印支、燕山早期也有发生。围绕岩基形成中深变质圈，有时伴有宽窄不一的边缘混合岩化带，在同期韧性剪切带中混合岩化规模较大（如加里东期金溪、付坊岩体的东侧），构成由韧性剪切带、侵入-交代花岗岩、花岗片麻岩和混合岩化带组成的“四位一体”。

中深变质带、花岗岩带均与巨大的断裂带密切相关。这些断裂及其构造结点构成热流通道和“热点”，故中深变质岩分别呈带状、穹状分布，与浅变质岩交错穿插出现。当多个热穹隆联合成带、成片时，就具有了面型的区域动力热流变质的普通特征。

元古代结晶岩块混杂。北武夷地区,沿萍乡-绍兴断裂带南侧,加里东造山带前缘褶冲带与一系列北东、北北东向断裂带交汇地区,地热流尤为活跃,形成了一个巨大的热穹隆中深变质岩区。由此沿武夷山脉向南延伸,有金溪、棠阴、资溪、付坊、会昌、定南、梅县等一串动热变质-花岗岩穹隆。

第三节 成矿岩浆岩及其特征

本区岩浆岩岩类比较齐全,分布广泛。其中郴-饶坳陷岩浆岩较少,规模也较小,而罗-武隆起区岩浆岩广泛出露,分布面积约占该区面积的 1/4 以上;岩浆活动具多期次、多种类以及多层次造浆与多层次就位的特点。区内有色、稀有、贵金属矿床的形成与岩浆多期演化有关,并与燕山期火山-斑岩和深成花岗岩关系最为密切。

一、火山岩

区内火山活动主要有四堡、晋宁、燕山 3 期,且均与成矿有关,但以燕山期最为重要。

(一) 四堡—晋宁期火山岩

中元古代晚期(四堡期)火山岩主要分布于德兴—弋阳、宜丰—浏阳一带,主要为一套火山凝灰质浊流沉积及细碧角斑岩系。

德兴—弋阳一带主要为粉细的英安质凝灰岩,夹有细碧岩、变拉斑玄武岩、角斑岩,偶夹超基性熔岩和黑色千枚岩。基性火山岩以高硅高钛低碱的拉斑玄武岩系列和具大洋地壳亲缘性为特征,可能属海沟俯冲带或岛弧型火山岩,其细碧岩的钐-铽等时线年龄为 $(1113 \pm 53) \text{ Ma}^{[6]}$ 。

宜丰—浏阳一带火山岩,主要岩石有变玄武岩、细碧岩、角斑岩、英安岩、石英角斑岩、流纹岩、变辉绿岩等,属一套钙碱性岛弧火山岩。其钐-铽等时线年龄为 $1038.3 \text{ Ma}^{[7]}$ 。

青白口纪(晋宁期)火山岩分布较广。弋阳铁砂街一带的中、新元古代细碧角斑岩建造,含有钙、硅、炭层和菱铁矿型铜矿床;广丰地区为一套杂色磨拉石-火山建造,火山岩主要为安山-英安质、流纹质、粗安质火山碎屑岩,熔岩较少,见有少量玄武岩,属钾玄武岩系列;怀玉山区下部为亲洋性的拉斑玄武岩,上部为浅水-陆相的英安岩、流纹岩,具双峰式特点。

罗-武地区武功山—宜黄一带的神山群下部和弋阳周潭群均发现有细碧岩或石英角斑岩层。

(二) 中、新生代陆相火山-斑岩

本区中、新生代火山-斑岩,是东南沿海中—新生代火山岩带的组成部分。区内喷出岩局限于怀玉-武夷山地区,且主要呈孤立的中、小型火山盆地分布,但次火山岩和浅、超浅成斑岩分布较广。纵观中国东南部的火山-斑岩区,不难发现它们西侧受着鄂州、湘东、郴临断裂带制约,以鄂州、郴州、粤东为起点,分别沿长江构造带、钦-杭构造带、南岭构造带向沿海方向发展,而且自西向东由浅成或超浅成侵入→超浅成侵入与喷发→强烈喷发。基于这一认识,作者把火山-斑岩联系起来进行研究。

1. 时间分布

火山-斑岩形成时期,自北西向东南由老而新,郴州—德兴一带斑岩形成于早中侏罗世(182~152Ma);南岭的龙南地区火山岩为中晚侏罗世(170Ma 左右);武夷地区火山岩、斑

岩为晚侏罗世至早白垩世（150~100Ma），晚白垩世—第三纪仍有少量火山岩形成。

2. 空间分带

区内火山-斑岩有明显分带、分区性。可划分为钦-杭、武夷两个大的火山-斑岩带。

钦-杭火山-斑岩带受钦（州湾）-杭（州湾）古板块结合带控制，以发育同熔型中酸性斑岩为特点。包括乐平-浏阳、德兴-东乡、上饶-铅山、郴州-临武、大瑶山等中酸性斑岩带。总体呈弧形展布。

武夷火山-斑岩带处于中国东南沿海火山弧的外带，受一系列北东、北北东、北西、东西向深大断裂复合控制，呈北北东向展布。除会昌-云霄、宁都-定南火山-斑岩带为同熔型中酸性或幔源型中基性、超基性外，多为重熔型酸性，以多源、多类型斑岩为特征。该带由北西向南东，火山盆地的规模、厚度增大，熔岩比减小，由浅成或超浅成斑岩为主变为次火山岩居多。

在武夷构造带与钦-杭构造带复合的上饶地区和武夷构造带与南岭构造带复合的会（昌）龙（岩）梅（州）地区，火山-斑岩成矿条件最为优越；故武夷地区的火山作用，北、南两头强，中间弱，构成北武夷、南武夷两个重要的火山岩区。

火山-斑岩主要沿深、大断裂成串成带分布。在断裂结点，往往形成破火山口、火山盆地、火山地堑、火山穹隆和斑岩体。

3. 岩性组合

除中侏罗世龙南地区出现玄武岩-流纹岩双峰式组合外，大部分地区为安山岩-石英安山岩-英安流纹岩-流纹岩组合；另有少量粗安岩-粗面岩，主要属造山带火山岩。

武夷地区火山岩的岩性，南、北有所差异。北武夷火山岩区主要属上侏罗统武夷群，包括下部打鼓顶组和上部鹅湖岭组，下白垩统石溪组仅有部分火山碎屑岩层；火山活动以强烈喷发与宁静溢流相间出现，岩石组合为安山岩-英安岩-流纹岩系列。南武夷火山岩区，中侏罗统葛蒲组为玄武岩、流纹岩或英安岩双峰式组合，其铷-锶同位素年龄为175~158Ma（据王安成等资料）；晚侏罗世—早白垩世早期火山喷发强烈，所形成的鸡笼嶂组主要为英安岩、流纹岩。

斑岩类包括次火山岩、浅或超浅成斑岩，以及部分次火山或浅成的似斑状岩石，其时空分布均较喷出岩广泛。岩石类型可分为重熔型、同熔型、幔源型。晚侏罗世—早白垩世以重熔型酸性斑岩及同熔型中酸性斑岩两类为主；早白垩世晚期出现较多偏碱性的正长斑岩；晚白垩世以中基性、超基性岩筒居多；第三纪形成安远路金伯利岩类的角砾岩筒。其中，同熔型中酸性斑岩和幔源型基性、超基性岩与深断裂活动有关。因此，自早而晚构成一个从造山到伸展，由浅层次到深层次造浆的由酸性、中酸性→基性→超基性的火山-斑岩系列。

4. 成矿火山-斑岩体的产状形态特征

本区高位斑岩体可分为两类：一类为次火山岩，主要受火山机构与断裂构造复合控制，呈形态不规则的瘤状、半环状、放射状充填于火山口及其毗邻的围岩中；另一类为与火山关系不清的浅成或超浅成斑岩，主要受多组断裂复合控制，呈等轴状、椭圆状或不规则脉状贯入于断裂交汇部位，剖面上呈筒状、漏斗状、似层状、透镜状。高位成矿斑岩多属多次分异侵位的杂岩体，绝大多数为出露面积0.1~1km²的岩筒、岩瘤或岩墙。成矿有利的小型斑岩体有的为大型岩株或岩基分异的产物（如岩背）；有的根据地球物理或遥感资料发

现其下部与浅成岩浆房相连(如铜厂、冷水坑),从而拥有丰富的矿质来源,是形成大矿的必要条件。

区内高位侵入岩体,以其发育隐爆角砾岩为普遍特征,但发育程度不一。它主要出现于成矿斑岩体上部和边缘,以及火山口或多组断裂交汇部位。

5. 中生代火山-斑岩形成环境及成因探讨

根据岩石的铈同位素初始值资料(德兴铜矿田花岗闪长斑岩铈同位素初始值为0.704~0.707、郴州地区中酸性超浅成斑岩在0.706~0.708。武夷地区中晚侏罗世菖蒲组玄武岩为0.7088、流纹岩为0.7089;晚侏罗世相山火山岩流纹英安岩为0.7101、碎斑熔岩为0.7117、英安玢岩为0.7140)以及从晚侏罗世—早白垩世高位成矿斑岩的稳定同位素组成及稀土元素特征(表1-3)可以明显看出,酸性岩类与中酸性岩类有显著差异,反映它们的

表 1-3 不同岩类高位斑岩体稳定同位素及稀土元素含量特征表

Table 1-3 Characters of stable isotope compositions and REE contents of the different high-seated porphyries

岩类	岩石名称	稳定同位素组成						稀土含量特征			
		$\delta^{18}\text{O}_{\text{全岩}}/\text{‰}$	$\delta\text{D}_{\text{全岩}}/\text{‰}$	$\delta^{34}\text{S}\text{‰}$	$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	ΣREE	$\Sigma\text{Ce}/\Sigma\text{Y}$	δEu	稀土配分分布图
酸性	海罗岭含斑花岗岩	+8.26~+10.61			0.7129	0.1653	0.512248	35.33	4.11	0.075	右倾“V”曲线
	冷水坑花岗斑岩	+10.31~+10.70		-2.0~+1.94	0.7169	0.1412	0.511294	215.67	2.40	0.45	右倾曲线, 销略亏损
	熊家山花岗斑岩	+12.90		+3.03							
	铜坑樟花岗斑岩	+9.07~+9.75			0.7287	0.1317	0.512281	268.71	0.98	0.045	右倾“V”曲线
	岩背花岗斑岩	+9.00	-22.4	-0.3~+1.3	0.7259			423.91	1.78	0.088	右倾“V”曲线
	行洛坑斑状花岗岩	+10.80	-105~-106	-2.4~+1.8	0.7142			195.26	1.50	0.33	右倾曲线销略亏损
中酸性	红山斜长花岗斑岩	+9.0		+0.53~+2.13				151.90	4.25	0.84	右倾单斜线
	紫金山英安玢岩	+9.8 ^①		-8.4~+5.1				155.63	8.78	0.75	右倾单斜线
	铜厂花岗闪长斑岩(石英斑岩)	+8.17~9.89		-0.1~+2	0.7043			60.96	5.59	1.14	右倾单斜线
	宝山花岗闪长斑岩				0.7078			147	13.9	0.84	右倾单斜线

①为石英。