

会昌岩背式斑岩锡矿

黄常立 唐维新 桂永年 著
王艳萍 叶景平 项尝培

(地质矿产部江西地质矿产勘查开发局)

中国地质大学出版社

会昌岩背式斑岩锡矿

黄常立 唐维新 桂永年 著
王艳萍 叶景平 项尝培

(地质矿产部江西地质矿产勘查开发局)

中国地质大学出版社

内 容 简 介

本书是据矿床勘探和典型矿床调研工作获得的丰富资料,并在充分利用前人资料基础上撰写而成的一本锡矿典型矿床专著。全书共分五章。第一章论述成矿区域地质背景;第二章首先交代了矿田岩浆岩在时空方面的总体产布和基本特点,尔后重点阐述了火山岩和含锡花岗岩两个岩浆活动序列的各自特点及相互关系,建立了矿田成岩模式;第三章阐述矿床地质特征,建立了矿床矿化蚀变分带模式;第四章根据宏观、微观资料,总结并探讨了矿床的成矿条件、成矿作用、矿质来源、成矿机制,建立了岩背锡矿床成矿模式,并通过对比分析独列出岩背式斑岩锡矿;第五章总结了岩背锡矿的找矿前提、找矿准则和主要的找矿标志,指出了区域找矿方向。无论从内容还是资料的角度看,本书都是近10年间国内较系统、详细、新颖、有较高理论水平、实用性强的锡矿典型矿床专著之一。本书可供地质科研人员、地质找矿人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

会昌岩背式斑岩锡矿/黄常立等著. —武汉:中国地质大学出版社,1997. 11

ISBN 7-5625-1234-5

I. 会…

II. 黄…

III. 成矿模式-斑岩-锡矿-岩背-会昌

IV. P5

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 吴珏华 责任校对 熊华珍

印 刷 武汉测绘院地图印刷厂

787×1092 1/16 印张 9.125 字数 240 千字 图版 9

1997 年 11 月第 1 版 1997 年 11 月第 1 次印刷 印数 1—500 册

定价:15.00 元

序

80年代以来,我国南方先后发现一批与花岗岩及花岗斑岩有关的细脉浸染型锡矿,统称为斑岩锡矿。江西会昌岩背锡矿就是一个大型的斑岩锡矿床,其成矿环境与地质条件较为独特。在撰写这本专著的过程中,我有幸忝任顾问,得以经常与作者们座谈,从而汲取了不少新资料,进一步了解到锡矿床的实际情况与存在的问题,本着实事求是的原则,与作者等讨论研究,协同工作,取得一些新认识。

本书作者在较仔细研究岩背矿床的地质背景、构造、岩浆岩、矿床与有关矿物的基础上,还进行了有关微量元素地球化学、稀土元素地球化学、同位素地质与定年、矿物流体包裹体等研究,并运用热力学、成矿实验的有关理论探讨了成矿作用的物理化学条件。

作者针对岩背锡矿成矿背景、矿化、蚀变特征与矿床成因做了大量实际工作,取得丰富的资料,从而在矿床产出的地质部位、成矿花岗岩的性质与特点、矿床物质组分特征、金属组分聚集沉淀的可能机制和矿质来源等方面取得重要认识;并在区域成矿背景分析、细脉状和浸染状矿石之生成以及矿床成因类型的归属等方面提出独到的见解;指出岩背式斑岩锡矿是与火山岩同源的后期复式花岗岩晚阶段的高位侵入岩体有关的、具斑岩矿床矿化蚀变特征的、且锡石具有较高 Nb/Ta 比值(12.05)的锡石-硫化物矿床。

值得注意的是花岗岩的 K/Rb 比值。岩浆结晶的花岗岩 K/Rb 比值一般在 200 以上,平均为 242(Kroskoof, 1967),大陆石英二长岩为 232。矿区内上侏罗统细粒似斑状黑云母花岗岩 K/Rb 比值为 245,而下白垩统容矿花岗岩则下降至 53.5~65,表明花岗岩随着时间的演化,受流体的渗浸,铷至花岗岩中相对富集。这特有助于识别成矿花岗岩。另外,少数未蚀变花岗岩样品微量元素铯含量竟高达 150~250 $\mu\text{g/g}$,意味其来源还可深究。

总之,会昌岩背斑岩锡矿是我国近十多年来发现的大矿床。该专著资料翔实、新颖、系统,内容丰富,具有较高理论水平,实用性强,建议早日出版。

郭文魁

1995 年 10 月于北京

前 言

岩背锡矿地处南武夷山西坡江西省会昌县境内。该矿是本区至今找到的唯一大型锡矿床,以其形成与中生代火山期后的复式花岗岩晚阶段高位花岗岩有关,高至中低温的锡、铜、银矿浸染伴以强烈的黄玉石英化、绿泥石化、绢云母化,矿化集中,锡品位均匀等诸多斑岩矿床的特点,在武夷山与南岭接壤地区独树一帜。

据会昌县志记载,清朝道光年间有闽人到岩背采矿,现有遗留矿窿及废石堆数十处。50至60年代的区域普查找矿、1:20万地质测量时发现本区锡重砂异常。80年代初,江西物化探大队开展区域化探扫面及矿田1:2.5万土壤测量,在矿田27km²范围圈出14处锡-多金属综合异常。江西省地矿局注意到武夷山西坡可能存在一北北东向锡成矿带,布置该队及时进行异常检查评价。1984年至1985年6月,检查发现岩背地段岩石和土壤含Sn超过5000μg/g,经投入近1500m³槽探和110m硐探工作量,控制计算出岩背矿床表部C+D级锡金属储量7100t,年底提交了矿区地表普查评价报告。

1985年5月,江西地质科学研究所从会昌火山岩区细脉浸染型锡矿的发现得到启示,吴永乐所长亲率地质科研人员赴矿区考查,经考察认为矿化类型独特,地表已具一定规模,有深部评价的必要,也具继续扩大找矿的科研价值,于是向江西省地矿局建议实行地科所与物化探大队横向联合,加快岩背及外围锡矿的研究和评价,并与副所长吕细保赴物化探大队协商联合组队评价研究岩背锡矿的构想,双方立即达成合作协议,其方案上报江西省地矿局,颇得局领导及地矿处、科技处支持。9月,联合锡矿分队展开了岩背矿区及矿田的评价工作。

矿床评价勘探的突出特点是“快”。一个大型锡矿,从评价到提交勘探报告不到3年,施工钻孔90个(计14000m),槽探12000m³,完成1:2.5万地质简测近60km²,基本化学分析取样6300个。实践证明,领导重视,实行“多兵种”配合,减少队与队间工作及资料的交接过程,工作中注意总结,可以实现矿床快速勘探。矿床勘探期间,地矿调研大队(1986年江西地质科学研究所与区域地质调查大队合并称江西地质矿产调查研究大队,简称地矿调研大队)原大队长李镛、李洪昌,原党委副书记周子英,物化探大队领导和会昌县领导,多次亲临矿区,为第一线工作解决生活及工作中困难,极大地鼓舞了队伍士气。江西省地矿局总工程师包家宝、杨明桂,地矿处处长张莲宝,副处长卢德揆,地科所所长吴永乐,地矿调研大队总工程师温克佳、李崇佑,副总工程师尹长华,物化探大队总工程师刘德廉,多次深入矿区,分别对首期钻孔的布置、矿床工程控制程度和B级储量地段选择、外围基础地质调研及找矿工作的任务和做法、提高原始资料质量、加强综合研究、做好矿区及外围物化探工作等作了具体指导,对做好工作、加快勘查进度、获得丰硕找矿成果作了具体指导。

边探索边总结,是争取工作主动的有效途径。深部评价初期,以陡倾斜条带状产出的气成-黄玉石英铁锂云母云英岩型矿体的预想施工3个钻孔,探索矿体的延长、延深,结果3钻落空。经与银岩锡矿的矿化特点及矿石薄片对比,统一认识到:这类矿床的矿体主要与黄玉-石英-绿泥石化有关,分析矿体露头及岩体接触带产状,Ⅰ、Ⅱ号矿体在近接独带可能相连,从而掌握了勘查工作的主动权,在很短时间里就探明了这一规模大、品位高、埋藏浅、易采、易选的锡矿床,于1988年7月提交了矿区勘探报告。当年获地矿部找矿一等奖和国家储量勘探优秀报

告奖。

岩背锡矿的探明,填补了赣南无大型独立锡矿的空缺,也拓宽了地质科技人员的思路。近几年,不少地质科研单位和个人,以浓厚兴趣赴矿田调研、找矿,撰文表明对矿田地质的认识。赣南地质调查大队经1:5万地质填图,将矿田火山构造鉴定为一破火山口;徐克勤先生指导的研究生朱正书通过调研和对比,将岩背、银岩及野鸡尾锡矿列为华南型斑岩锡矿;本队会昌地区花岗岩研究组、南京大学刘昌实等,利用微量元素及同位素资料,探讨了锡矿花岗岩的成因,判定是地壳部分熔融物经高度分异上侵而成,而朱正书又根据岩体产出环境、岩体产状和稀土模式,认为是先前的花岗质岩石发生重熔产生的再生岩浆上侵地壳浅部所形成的;75-55-01-04(赣南锡-多金属隐伏矿预测研究)专题,根据矿床观察资料,提出矿床蚀变在剖面上呈以岩体接触带为中心的不对称似环状分带。上列研究成果以及朱炎龄高级工程师在本矿勘探报告中阐述的成矿机制,对开展矿床研究,均有颇大启发。

为提高对岩背锡矿床的认识,更有效地开展区域找矿,1986年省地矿局以(1986)赣地字(091)号文将典型矿床研究计划下达地矿调研大队。研究任务是:系统综合研究已有资料,对一些关键性的成矿地质条件,进行专题研究,并补做必要的样品测试。以上研究及矿床成因的适当探讨,丰富了我国矿床地质理论,并指出了区域找矿方向。

为完成上述任务,专题组由地矿调研大队原参加矿床勘探的部分人员组成,聘请中国科学院郭文魁院士担任专题技术顾问,江西地矿局教授级高级工程师李崇佑和卢德揆高级工程师担任项目指导。

按省地矿局要求,专题组充分综合分析已有资料,针对主要基础地质问题在矿床及外圈作了补充调研,对矿床纵、横两条主要剖面做了较为系统的工作,对各种岩石和部分矿物,分别做了化学成分、微量元素、人工重砂、光(薄)片、流体包裹体、稀土配分、钨-铋和铀-钍同位素以及氩氧同位素地质等研究,获得丰富的宏观、微观资料。

在人员变动较大,力量不足情况下,历经7年野外和室内工作,1995年6月提交了研究报告供审稿,完成了预定的研究任务。研究报告是以矿床勘探报告和此次调研资料为基础,参考利用了其他课题的研究成果,由唐维新、桂永年、王艳萍、叶景平、项尝培、黄常立分工撰写,黄常立完成报告统稿工作。江雪峰同志参与了资料整理工作。

经过典型矿床研究,在深化了对区域成矿地质背景、矿田形成环境、控矿构造、成矿岩体、矿床特征及成因认识基础上,进而认识到岩背式斑岩锡矿控矿构造及成矿岩体的独特性。

由于研究人员能力和某些客观条件所限,对矿床铜的来源、矿田的找矿方向的研究等还有待深入。

这本矿床专著是在领导同志和地质学家关心下完成和问世的。江西省地矿局地矿调研大队原大队长李洪昌、吕细保,现任队长黄水保,对专题研究和报告编写予以鼓励支持。中国科学院院士、我国著名矿床学家郭文魁先生,年已八旬,以极高热情指导项目工作,并为专著作序。地矿部总工程师、地科院院长陈毓川,地科院赵一鸣研究员,江西省地矿局原总工程师包家宝、杨明桂,现总工程师杨建国,广东省地矿局原总工程师覃慕陶,云南省地矿局施林高级工程师,江西省储委副主任张莲宝和江西省地矿局高级工程师黄恩邦、吴允兹、汤树青、朱家安等对专著的出版问世提出过宝贵的修改意见。在此一并致谢。

基于作者水平,书中谬误之处难免,恳请读者指正。

目 录

第一章 区域地质背景	(1)
第一节 区域地质概况	(1)
一、概述	(1)
二、区域地层	(1)
三、区域构造	(3)
四、区域变质作用	(6)
五、区域岩浆活动、成矿作用与地质背景	(6)
第二节 矿田地质构造	(9)
一、矿田地层概述	(9)
二、矿田构造基本特征	(9)
三、矿田构造控岩控矿型式	(14)
第二章 矿田岩浆岩	(16)
第一节 岩浆岩的时空产布及其基本特点	(16)
一、岩浆岩的时空产布	(16)
二、岩浆岩的基本特点	(17)
第二节 火山岩地质地球化学特征及演化	(19)
一、火山旋回及火山岩岩石学特征	(19)
二、岩石化学特征及演化	(20)
三、微量元素特征及演化	(22)
四、稀土元素特征及演化	(22)
第三节 成矿花岗岩地质地球化学特征及演化	(26)
一、岩体地质	(26)
二、岩石学特征	(27)
三、岩石化学特征及演化	(33)
四、微量元素特征及演化	(36)
五、稀土元素特征及演化	(38)
第四节 复式花岗岩与火山岩的时空关系及物质对比	(40)
一、成岩年龄对比	(40)
二、复式花岗岩与火山岩的空间关系	(42)
三、复式花岗岩与火山岩物质构成特点的对比	(43)
四、复式花岗岩与火山岩物质来源信息的对比	(45)
第五节 矿田火山岩-复式花岗岩成岩模式	(48)
第三章 矿床地质特征	(50)
第一节 矿区地质	(50)
一、矿区构造	(50)

二、岩背花岗岩体的构成型式	(55)
第二节 矿体的产状和形态	(56)
一、锡矿体	(56)
二、铜矿体	(56)
第三节 矿石成分	(59)
一、矿石的矿物组成	(59)
二、矿石的化学组分	(59)
第四节 矿石的结构和构造	(60)
一、矿石结构	(60)
二、矿石构造	(61)
第五节 围岩蚀变与矿化	(63)
一、蚀变类型	(63)
二、蚀变矿化岩的岩石学特征	(65)
三、蚀变矿化岩的岩石化学及地球化学	(68)
四、蚀变矿化分带	(74)
第六节 主要矿物特征及矿物生成顺序	(82)
一、主要矿物的特征	(82)
二、矿物生成顺序	(90)
第七节 成矿期、成矿阶段的矿化特征	(90)
一、成矿期、成矿阶段的划分	(90)
二、成矿期、成矿阶段的矿化特征	(91)
第八节 半隐伏锡矿床的地表地球化学	(92)
一、土壤地球化学	(92)
二、氟扩散晕	(93)
第四章 矿床成因	(94)
第一节 成矿地质条件	(94)
一、构造条件	(94)
二、成矿与花岗岩直接相关	(95)
三、特定围岩蚀变带中心地段赋矿	(96)
第二节 成矿物理化学条件	(97)
一、矿物流体包裹体的一般特点	(97)
二、成矿温度	(100)
三、成矿压力及硫、氧逸度	(101)
四、pH 值及 Eh 值	(103)
五、氢、氧同位素信息	(103)
第三节 成矿流体的成分及其演化	(107)
第四节 成岩成矿物质来源	(108)
一、成矿物质直接来自成矿花岗岩	(108)
二、中元古界是岩源矿源层	(109)
第五节 成矿机制	(110)

第六节 矿床成因类型.....	(112)
第五章 找矿地质条件、找矿标志及找矿方向	(115)
第一节 区域找矿地质前提及找矿标志.....	(115)
一、构造前提与标志.....	(115)
二、岩浆岩前提与标志.....	(115)
三、地球化学前提与标志.....	(115)
第二节 岩背矿田找矿准则.....	(116)
一、找矿构造准则.....	(116)
二、在微细粒—细粒似斑状花岗岩前锋接触带寻找矿床.....	(117)
三、在特定围岩蚀变带寻找矿体.....	(119)
四、寻找隐伏矿的地球化学次生晕和原生晕.....	(119)
第三节 岩背矿田的找矿方向.....	(119)
一、已知锡矿点深部找矿.....	(119)
二、岩背矿床外围找矿.....	(122)
三、成矿序列找矿.....	(122)
结 论.....	(123)
主要参考文献.....	(125)
英文摘要.....	(126)
图版	

Table of Contents

Chapter I Regional Geological Setting	(1)
Section 1 Regional geology	(1)
Section 2 Geological structure of ore field	(9)
Chapter II Magmatic Rocks in the Ore Field	(16)
Section 1 Space-time distribution and basic characteristics of magmatic rocks in the ore field	(16)
Section 2 Geological and geochemical features and evolution of volcanic rocks	(19)
Section 3 Geological and geochemical features and evolution of ore-related granite	(26)
Section 4 Space-time relation between composite granite and volcanic rocks and comparison on composition	(40)
Section 5 Genetic model of volcanic rock-composite granite of the ore field	(48)
Chapter III Geological Features of the Deposit	(50)
Section 1 Geology of the deposit	(50)
Section 2 Attitude and geometry of ore bodies	(56)
Section 3 Composition of the ores	(59)
Section 4 Ore texture and structure	(60)
Section 5 Wall rock alteration and mineralization	(63)
Section 6 Characteristics of major minerals and mineral sequence	(82)
Section 7 Characteristics in various mineralization stages and sub-stages	(90)
Section 8 Surface geochemistry of semi-concealed tin deposit	(92)
Chapter IV Origin of the Deposit	(94)
Section 1 Geological conditions of mineralization	(94)
Section 2 Physico-chemical conditions of mineralization	(97)
Section 3 Composition and evolution of ore fluid	(107)
Section 4 Source material for magmatism and mineralization	(108)
Section 5 Mechanism of mineralization	(110)
Section 6 Genetic type of the ore deposit	(112)
Chapter V Geological Prerequisite of Prospecting and Guides to Ore	(115)
Section 1 Regional geological prerequisite of prospecting and guides to ore	(115)
Section 2 Criteria of ore-prospecting in Yanbei ore field	(116)
Section 3 Target area of ore-prospecting in Yanbei ore field	(119)
Conclusions	(123)
References	(125)
English Abstract	(126)
Plates	

第一章 区域地质背景

第一节 区域地质概况

一、概述

岩背锡矿田位于华南地块与华夏地块加里东期碰撞拼接带之武夷山区段的南端、东南沿海燕山期火山活动带西缘与华南东西向锡矿带交汇部位。早古生代,由于华夏、华南二地块的碰撞拼接,不仅使前者产生褶皱,后者造成褶皱,给区域构造格架奠定了基础,同时也使含古火山物前多后少两个地块的适宜构造层位,分别酿成含氟、硫、锡-多金属和含水、钨等变质(岩浆)流体初始聚集。中生代,受太平洋板块与欧亚板块相互作用的影响,包括武夷山区在内的整个华南地区,构造、岩浆活动、成矿作用达到空前强烈的程度,且在时空方面形成了颇具规律的演化,就赣南及其邻区看(图1-1),从燕山早期到燕山中、晚期,由赣西南到东南沿海,由以中深成岩浆侵入及钨矿成矿为特征变为以大规模火山喷发及锡铜铅锌金银等为主的成矿特征。南武夷山区恰处于赣西南与东南沿海两构造-岩浆-成矿带的交贴地带,其构造岩浆活动和成矿作用既兼具其左右两面的某些特点而又更多地显示其自身的特色;在武夷变质地块中,构造活动表现为深大断裂的强烈活动及其断块的强烈差异运动;既有岩浆侵入,又有火山喷发,尤以燕山中后期小规模火山、次火山——浅成、超浅成岩浆侵入活动为特色;成矿丰富多采,钨、锡、铜、铅、锌、银、金、铀、钼、铌、稀土等兼而有之。岩背锡矿田即是这种地质构造背景中出现的诸多矿田中的一个,它与石城松岭锡矿、寻乌铜坑岭锡矿、广东平远尖山及兴宁铁山嶂等铁(锡)矿一起,组成了南武夷山及邻区北北东向锡矿成矿带。

二、区域地层

(一)区域地层概述

赣南及邻区地层,众多著作均有详述,在此仅作必要简述。

本区地层发育不全,分布极不均匀。震旦系—寒武系是本区出露广泛的古老基底地层。在武夷地块,震旦系和寒武系下统出露最为广泛,上古生界零星分布,中生界的侏罗系和白垩系分布于火山盆地和断陷盆地之中,几乎缺失奥陶系、志留系和三叠系。

震旦系和寒武系为海相复理石或类复理石碎屑岩—火山碎屑岩建造,经区域变质,震旦系呈现为变余沉凝灰岩、变余凝灰质砂岩、变余石英砂砾岩、凝灰质千枚岩、含炭的和含黄铁矿的千枚岩、千枚岩的岩石组合。寒武系也有变余沉凝灰岩和变余凝灰质砂岩,它们是与变余砂砾岩、硬砂质砂岩、长石砂岩、凝灰质板岩、含炭硅质板岩、含炭板岩、含炭黄铁矿板岩、粉砂质板岩、板岩等组成该系岩石。泥盆系仅见中上部层位,为陆相碎屑岩。石炭系下统为海陆交互相含煤建造,上统为海相碳酸盐岩建造。二叠系下统为浅水台地相碳酸盐岩建造—潮坪泻湖相碎屑岩含煤建造,上统为陆相或海陆交互相碎屑岩含煤建造—潮台相碎屑岩夹碳酸盐岩建造。侏罗系下统和中统为河湖相沉积,上统为陆相火山—沉积建造。白垩系为陆相杂色—红色碎屑岩夹膏盐建造。第三系为河湖相碎屑岩建造。

需要指出,南武夷山区乃至南岭东端可能存在前震旦系。据近几年地质工作者对福建、浙

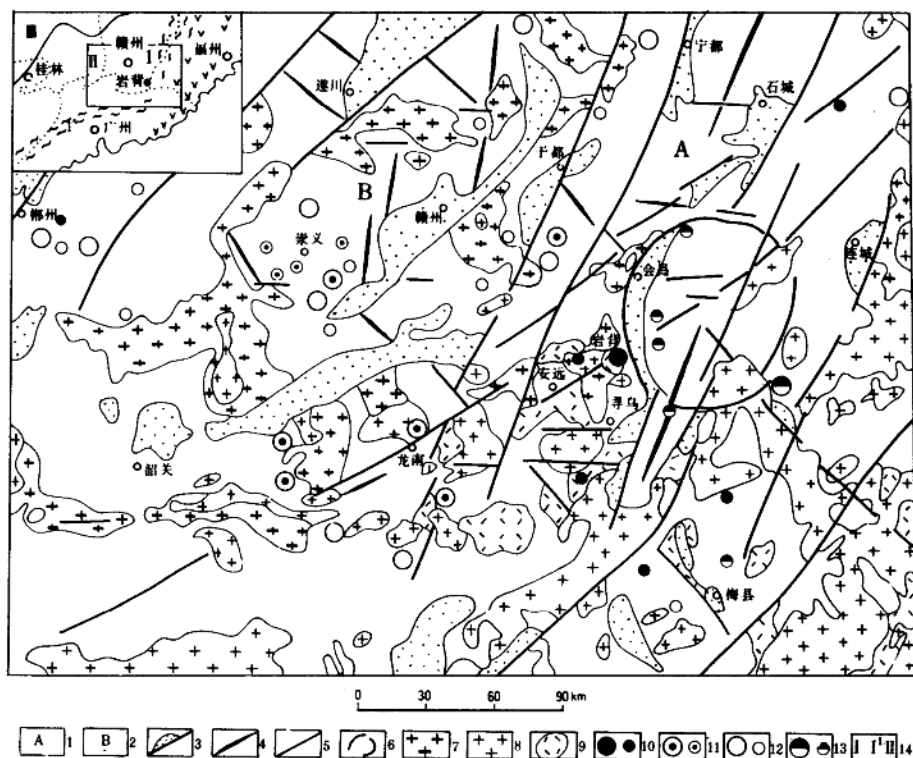


图 1-1 岩背锡矿区域地质略图

Fig. 1-1 Simplified regional geological map of the Yanbei tin deposit

1. 大体以宁都-安远断裂及龙南-安远断裂为界,褶皱基底广泛出露上元古界以至更老地层的上隆地带
2. 褶皱基底广泛出露下古生界的下陷地带
3. 白垩系—第三系
4. 褶皱轴
5. 断裂
6. 弧形断裂
7. 燕山早期花岗岩
8. 燕山中期至晚期花岗岩
9. 侏罗纪—白垩纪火山岩
10. 大小黑点分别示大型和小型锡矿床(矿点)
11. 大小点圈分别示大型和中型钨锡矿床
12. 大小空心圈分别示大型和中型钨矿床
13. 大小半黑半白圈分别示大型和小型铜(金)矿床(矿点)
14. 左上角图中: I. 华夏地块 II. 华南地块 III. 江南地块 I'. 武夷-云开构造-岩浆-变质带

江、江西三省工作所获资料^①:

1. 在广昌付坊—建宁里心一带,已发现上太古界天井坪组出露,其 Sm-Nd 模式年龄为 $2682 \pm 148\text{Ma}$,相当的层位在岩背矿田东侧福建省内也有出露。

2. 本区清流行洛坑变质沉凝灰岩、会昌大富足春坑花岗岩、会昌旱叫山花岗岩和岚山花岗岩的锆石 U-Pb 法一致线上交点年龄在 $1460 \sim 2937\text{Ma}$ 。长汀楼子坝群变质岩、会昌岩背花岗岩以及寻乌铜坑嶂花岗岩的 Sm-Nd 模式年龄在 $1314 \sim 1613\text{Ma}$ 之间。上列资料反映了本区深部可能存在上太古界和下一中元古界古老地层。

① 详细情况参阅:《福建地质》,1989.2;江西地矿调研大队,《江西省会昌地区花岗岩岩浆作用及其与成矿作用的关系》,1990.12;《华东地质学院学报》,1990.13;《南京地质研究所刊》,1988年9卷和1989年10卷。

据福建省地质局研究闽西、闽西北出露的上太古界天井坪组 and 下一中元古界麻源群, 岩性特点大体是:

上太古界天井坪组由拉斑玄武岩、中酸性火山岩及火山碎屑沉积岩组成, 经区域变质作用已变质为各类变粒岩、角闪岩、片岩等, 普遍遭受混合岩化作用。

下一中元古界麻源群为一套火山-碎屑岩浊流相沉积建造, 其下部夹有厚层基性火山岩层。

(二) 区域地层微量元素地球化学特征

区域地层微量元素(含量见表 1-1)具如下特征:

表 1-1 南武夷山地区主要地层各岩类微量元素含量

地层	岩性	W	Sn	Mo	Bi	Cu	Pb	Zn	Ag	Au	Co	Ni	Cr	Ta	Nb	Rb	Sr	Ba	K(%)	F
侏罗系	流纹质熔结凝灰岩	3.44	2.60	1.47	1.80	38.0	37.3	51.1	0.26	0.61	—	—	90.5	—	29.4	—	—	—	—	—
	流纹岩	8.27	4.30	3.74	1.01	29.8	39.1	81.2	0.10	1.16	—	—	343.1	—	28.0	—	—	—	—	—
	英安岩	4.40	6.60	6.23	3.70	43.1	39.7	43.0	0.24	1.70	—	—	22.3	—	19.0	—	—	—	—	—
寒武系	粘土岩类	2.00	6.80	1.30	0.40	—	16.0	52.5	0.10	1.40	11.0	32.0	79.2	2.00	15.0	160	—	764	2.40	500
	碎屑岩类	1.00	8.00	0.76	0.88	17.0	27.0	84.0	0.08	0.58	12.5	17.0	28.6	3.00	20.0	154	207	1259	3.54	1100
震旦系	碎屑岩类	1.69	4.10	1.09	—	19.0	13.0	56.25	—	—	9.1	12.4	62.0	2.67	36.8	107	70	1200	2.70	650
	火山碎屑岩类	2.43	5.77	2.68	—	20.8	20.0	101.7	—	—	9.7	10.4	227.3	2.50	20.3	245	160	860	3.48	880
麻源群	粘土岩类	2.67	4.28	2.11	0.83	60.4	31.0	128.0	0.14	1.46	19.6	57.1	133.0	1.07	17.4	180	62	812	3.02	952
		2.51	3.28	2.45	0.31	49.0	27.4	104.0	0.10	0.72	11.2	20.0	79.2	0.80	17.4	205	55	623	3.29	988
	碎屑岩类	2.71	4.36	0.85	0.65	30.4	26.8	113.0	0.17	1.04	14.8	36.7	83.4	1.00	13.5	154	185	681	2.37	809
		3.50	3.52	3.18	0.48	38.4	30.9	88.8	0.13	0.90	9.4	29.8	68.5	0.79	14.3	156	91	558	2.32	766
	基性火山岩	—	5.12	1.28	0.31	131.0	31.0	397.0	0.14	0.73	53.0	96.7	135.0	0.78	10.1	55	232	239	1.10	679
地壳丰度(秦勒, 1964)		1.50	2.00	1.50	0.17	55.0	12.5	70.0	0.07	4.00	25.0	75.0	100.0	2.00	20.0	90	375	425	2.09	625

注:震旦系资料由本队高维敬提供,麻源群资料引自福建陈云钊;含量单位除 Au 为 ng/g 外,其余为 $\mu\text{g/g}$

1. 含量高于地壳丰度的元素 W、Sn、Bi、Pb、Zn、Ag、Rb、Ba、K 的含量可达地壳丰度值的 1.5~5 倍甚至更高; Cu、Cr 二元素在个别层位的岩石中有较高含量, 如 Cu 在麻源群基性火山岩中可达 $131\mu\text{g/g}$, Cr 在麻源群、震旦系、上侏罗统的基性-酸性火山岩、火山碎屑岩中皆具较高含量。

2. 麻源群下部的基性火山岩层, 其 Sn、Cu、Pb、Zn、Ag、Co、Ni、Cr、F 等皆具较高的含量, 显示其未经明显分异。

3. 上侏罗统火山岩有 W、Sn、Mo、Bi、Pb、Zn、Ag 的高度富集。

4. 全区 F 含量普遍较高, 多数地层达地壳丰度值的 1.5 倍以上。

三、区域构造

(一) 区域构造基本格架

古生代, 本区就开始出现东西向、南北向、北西向、北东向褶皱断裂。中生代以来, 东西向和北北东向(含北东向)构造强烈交替活动, 不仅利用和改造早期构造, 而且使本区总体成为一个北北东向展布的块断隆起区, 并于晚白垩世-始新世在其上形成了武夷山环状构造。宁都-安远深断裂和宁化-武平大断裂分别控制了块断的北西和南东边界, 邵武-寻乌深断裂从中部纵

贯全区,这些燕山期起主导作用的北北东向的深、大断裂与早已存在且被北北东向深大断裂复活,或当作配套成分利用的北东向全南-安远大断裂、北西向的上杭-会昌深断裂、广昌-清流大断裂、东西向的全南-寻乌深断裂等相互交错,并与晚生环状构造组成了本区基本的断裂网络。晚侏罗世至早白垩世,伴随与北北东(北东)向深、大断裂强烈活动相关的火山活动,又形成了区内的火山构造带,它可进一步划分为龙南-安远、石城-泰宁二条北东向火山构造亚带和上杭-会昌北西向火山构造亚带。上述褶皱构造、断裂以及火山构造带的交叠,构成本区以北北东向断裂带为骨干的基本构造格架。

(二)深、大断裂

根据断裂的规模,对基性、超基性岩及区域花岗岩带、火山岩带、混合岩带的控制作用,以及晚近时期地震、温泉、地热点的分布,深部地球物理场特征等,初步厘定本区有北北东向宁都-安远、石城-寻乌和东西向龙南-寻乌及北西向上杭-会昌4条深断裂,有北北东向宁化-武平和北东向龙南-石城2条大断裂。以上按前后顺序列出的第1、2条和第4条深断裂,分别是区域鹰潭-安远深断裂、河源-邵武深断裂和云霄-吉安深断裂的一段。

(三)武夷山环状构造

该构造平面上呈椭圆形,出现于武夷山构造带南段,长轴走向北北东,长径100km,短径70km。主要由两条环形断裂组成。环形断裂以扭性为主,兼具压性,环状构造西边环形断裂倾向东,南边环形断裂倾向南,断面上常见近水平擦痕。反映环外岩块以反时针向缓倾向斜下方滑动。该构造是北北东向深断裂在晚白垩世至始新世末期左行扭动时,以大富足等花岗岩体为砥柱,利用和改造前期包括北北东向深断裂派生的北西向横张断裂等多方向断裂发育而成的。

(四)区域火山构造基本特征

南武夷山火山构造带隶属于东南沿海中生代火山活动带的西缘部分,其主要活动时间在晚侏罗世—早白垩世。火山喷发规模较小,火山岩在孤立盆地产出。主要受区域北北东(北东)向深、大断裂的控制,火山盆地、火山喷发中心在深大断裂旁呈北东和北西向成带展布。根据火山活动特点,可将南武夷山火山构造带划为3个亚带:

1. 龙南-安远火山构造亚带:处于区域南部东西向、北北东向和北东向深(大)断裂带复合地带。总体为北东向,带长约150km、宽约80km。其内局部火山盆地呈北北东向、北东向或北东—东西向。火山活动在晚侏罗世。在该带南部和西南段,岩浆以裂隙式喷出为主,中心式喷出为次,主要显现线形火山构造,只局部表现有负向中心式火山机构。该带东段(岩背矿田及外围),火山活动以中心式岩浆喷出为主,主要显现一些中心式火山构造。

2. 石城-泰宁火山构造亚带:位于区域东北侧,为福建崇安-泰宁火山构造带的南西部分,受北北东向和北东向深、大断裂控制,火山盆地及火山喷发中心总体呈北北东—北东向展布,带长大于100km,宽10~15km。火山活动主要在晚侏罗世。火山喷发以中心式为主,局部由中心式向裂隙式转变,出现的低级次火山构造主要为火山穹窿、火山喷发中心、爆发角砾岩筒等。

3. 上杭-会昌火山构造亚带:位于区域东南部,沿上杭-会昌深断裂展布,总体呈北西向,带长大于100km,宽为30~50km,火山喷发时间主要为早白垩世。该亚带东南段出露良好,火山岩在狭长的火山盆地产出,火山活动形成众多的火山喷发中心、火山机构等。

(五)区域深层构造

根据台湾—四川黑水地学大断面水平爆破测震资料,可知区域深层构造具如下特征:

1. 华南地区不仅地壳具3层结构,其上地幔速度结构也近似于3层结构。上地幔电性有明显分异,即上地幔存在软硬不同的地幔块体,表现为刚性小型幔块悬浮在“地幔软体”上,据此可

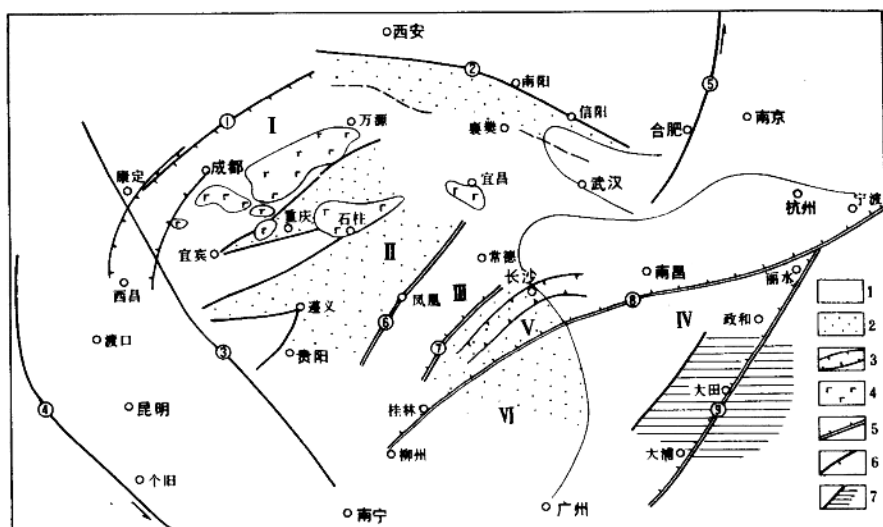


图 1-2 华南深部构造略图(据袁学诚,1990)

1. 地幔块体 2. 地幔软体 3. 岩石圈增厚区 4. 中基性太古宙基底 5. 深部断裂: ⑥凤凰断裂 ⑦白马山断裂 ⑧江山-柳州断裂 ⑨政和-大浦断裂 6. 地表断裂: ①龙门山断裂 ②山阳断裂 ③烟都-马山断裂 ④红河断裂 ⑤郑庐断裂 7. 俯冲幔内低速区 I. 川滇地幔块体 II. 大娄地幔块体 III. 雪峰地幔块体 IV. 武夷地幔块体 V. 湘赣过渡带 VI. 罗霄地幔块体

以划分出多个物性不同的上地幔块区(图 1-2), 武夷山地区即处于物性不同的上地幔块区的交界处。

2. 华南东南部莫氏面等深线图表明, 武夷山地区西部为吉安-赣州幔隆, 东部为永安-龙岩幔坳, 武夷山地区深部莫氏面为介于上述幔隆、幔坳之间的幔坡地带。

3. 深层构造的展布, 无论是莫氏面幔隆或幔坳的总体排布还是重力异常的总体长轴方向, 都是以北东—北北东向为主体, 但单个幔隆、幔坳或重力异常形态尚有呈北西向、东西向的。这与浅层构造的分布格局基本一致。深层构造单元的变异地带, 往往对应着浅部构造-岩浆-成矿带。

(六) 构造控岩控矿作用

1. 武夷山北北东向构造带控制了区域成岩成矿带。燕山期尤其是燕山中期北北东向深断裂与北东、北西、东西向深大断裂复合, 控制着区域火山活动带及成矿岩体, 有色、稀有、稀土和贵金属矿总体作北东至北北东向展布。

2. 火山构造亚带与武夷山北北东向构造带交叠, 控制区域不同的成岩成矿区段。与北东向亚带交叠, 控制弱酸—酸性火山(次火山)岩及随后的中浅成至超浅成复式侵入花岗岩及其有关的铌钽、钨锡、锡铜银矿(矿化)及斑岩锡矿; 与北西向构造亚带交叠, 控制基性—酸性双峰式火山(次火山)岩建造及有关的铜、金矿。

3. 成矿区段内不同方向区域性断裂带的复合部位控制矿田的产出。

4. 南武夷山金、铀(金)矿床(矿点), 主要受燕山晚期环状构造的控制。

5. 根据深层构造与浅层构造格局的基本一致性, 以及深层构造单元变异地带往往有浅部

构造-岩浆-成矿带产出这一特点推断,地幔块体的运动、地幔与地壳物质的相互作用,以及深断裂的活动,与区域成岩成矿有关。

四、区域变质作用

南武夷山及西侧华南地块,经历过加里东期以至更早期、海西期—印支期和燕山期的构造运动,且均发生了区域变质作用,但以加里东期和更早期的褶皱造山作用相关的区域变质作用影响广泛。上隆的武夷地块,元古代基底层广为裸露,其区域变质程度深于赣南中西部地域。褶皱动压变质在两个地块造成广泛绿片岩相,褶皱造山作用之后,同构造旋回的块断作用在南武夷地块形成深(大)断裂带锥型,沿深(大)断裂产生红柱石-矽线石型低压变质作用和蓝晶石-矽线石型中压变质作用,形成片岩、片麻岩、变粒岩、角闪岩及混合岩、混合花岗岩组成的中深变质岩带。

五、区域岩浆活动、成矿作用与地质背景

(一)区域岩浆活动与成矿作用概述

南武夷山及邻区岩浆活动十分频繁,从澄江期至喜马拉雅期,每次大的构造运动都伴随有相应的岩浆活动,形成了比较齐全的岩浆岩类。其中,尤以燕山期中—酸性岩浆活动最为强烈,且以火山活动、浅成—超浅成侵入活动最为活跃。区域上产出的众多有色及稀有、稀土金属矿产也主要与该时期岩浆岩类有关。根据其活动特征及同位素年龄资料,可进一步划分为早、中、晚期(分别相当于晚三叠世—中侏罗世、晚侏罗世—早白垩世、晚白垩世)。

燕山早期岩浆活动以花岗岩浆侵入为主,但武夷地块远不如赣中南中西部地区发育。岩体呈岩基或岩株状产出,多为中深成侵入岩体,主要有中粗粒黑云母花岗岩、中细粒二长花岗岩等。有的岩体具较强烈的钠长石化,局部出现铌钽矿化(如会昌珠兰埠、石城姜坑里岩体)。

燕山中期的岩浆活动在本区最为强烈,形成的岩浆岩类广布全区,岩浆活动方式既有岩浆喷发,又有岩浆侵入,形成以基(中酸)性—酸性和弱酸性—酸性为主的火山岩、次火山岩、侵入岩,并伴随形成锡、铜多金属矿产。

燕山晚期岩浆活动明显减弱,岩性主要有花岗斑岩、石英斑岩等浅成—超浅成相岩石,呈岩株、岩瘤或岩墙状产出,蚀变与矿化相对较弱。

(二)区域富锡岩浆岩的主要特征

1. 区域富锡岩浆岩的地质特征:目前区域上已知的富锡岩浆岩有松岭石英斑岩、岩背及磻肚山浅成花岗岩、铜坑嶂花岗斑岩等。它们大多形成于燕山中期第二阶段,其 Rb-Sr 同位素年龄在 119~128Ma 之间。受区域北北东(北东)向构造带控制,整体呈北东—北北东向展布。它们与晚侏罗世火山活动有一定的联系,表现为时间上接近,空间上相伴,是火山活动期后复式侵入花岗岩演化到晚阶段的岩石。它们呈岩瘤、岩株状侵位于同源火山岩中,或侵位于火山岩附近基底地层及早阶段、早次花岗岩中,出露面积一般零点几至几平方千米。常伴随隐蔽爆破现象,是较典型的浅成—超浅成相岩体。

2. 区域富锡岩浆岩的岩石学及矿物学特征:区域锡矿成矿母岩的岩石类型主要有花岗斑岩、石英斑岩、细粒似斑状黑云母花岗岩。斑状或似斑状结构明显,主要造岩矿物为石英、钾长石、斜长石,暗色矿物主要为黑云母。石英斑晶多呈六方双锥体,钾长石多为微斜长石或微斜条纹长石,斜长石 An 值在 5~25 之间,以 7~8 为主,黑云母多属铁叶云母,部分为铁锂云母或鳞云母。副矿物组合属磁铁矿-锆石-磷灰石-独居石型,以富含黄玉、锡石和金属硫化物为特点。

3. 区域富锡岩浆岩的岩石化学、微量元素(含量见表 1-2),总的有如下一些特征:

表 1-2 区域富锡花岗岩岩石化学、微量元素含量及特征值

矿 区	岩 背		铜 坑 峰		松 岭	
岩 体	$\gamma_3^{(2)82}$	$\gamma_3^{(2)82'}$	$\gamma_3^{(2)81}$	$\gamma_3^{(2)82}$	$\gamma_3^{(2)81}$	$\gamma_3^{(2)82}$
SiO ₂	74.00	74.74	75.02	75.31	72.87	74.19
$\frac{Al_2O_3}{(Na_2O+K_2O+CaO)}$	1.15	1.13	1.22	1.21	1.61	2.25
FeO+Fe ₂ O ₃ +MgO +MnO+TiO ₂	2.86	2.91	1.88	1.36	1.94	4.36
K ₂ O+Na ₂ O	7.85	8.05	8.28	7.86	6.68	2.02
K ₂ O/Na ₂ O	1.53	1.68	1.87	1.58	1.16	14.54
DI	88	90	93	92	89	74
Ta	12.30	10.76	12.29	10.92	20.00	18.00
Nb	94.40	99.00	81.66	68.34	49.90	51.20
Rb	924	666	574	816	1 087	677
Sr	26.60	27.01	2.10	3.93	32.80	48.40
Ba	30.30	38.83	—	—	—	—
Li	246.0	90.0	8.6	159.8	488.0	102.0
F	8 000	5 766	—	—	—	—
Rb/Sr	34.7	24.6	273.3	207.7	33.1	14.0
F/Cl	11.4	12.5	—	—	—	—
K/Rb	42.2	66.9	77.9	48.9	27.4	23.1
ΣREE	432.50	483.78	109.61	268.71	35.33	234.80
ΣCe/ΣY	1.5	1.9	0.9	0.9	4.1	0.9
δEu	0.04	0.06	0.12	0.04	0.07	0.18
资料来源	本 文		本队梅勇文等			
备 注	岩石化学成分数值为质量百分数,微量元素、稀土元素含量数值单位为 μg/g					

(1)在岩石化学方面, SiO₂ 含量普遍偏高, 一般大于 74%; 富碱, K₂O+Na₂O 一般大于 7.5%, 且 K₂O>Na₂O, K₂O/Na₂O 值绝大多数在 1.1~2 之间; 铝过饱和, Al₂O₃/(Na₂O+K₂O+CaO)(分子比)值在 1.03~2.3 之间; 暗色组分偏低, 一般小于 3%。分异指数高, DI 值在 90 左右。

(2)在微量元素方面, 普遍以富 Rb、Li、F、Nb、Ta 贫 Sr、Ba 为特征, 有的富 Cr。Rb/Sr 值、F/Cl 值高, K/Rb 值偏低, 表明成矿花岗岩演化程度较高。

(3)在稀土元素方面, 总量差异较大, 岩背成矿岩体含量偏高。轻稀土一般高于重稀土, 或二者近乎相等, 铈亏损强烈。

4. 区域富锡岩浆岩的同位素特征: 区域富锡岩浆岩的氢氧同位素、Rb-Sr 同位素及 Sm-Nd 同位素资料列于表 1-3。其稳定同位素 δ¹⁸O(‰) 为 +7.63~+9.75, (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_i 值为 0.712 9~0.728 7, εNd 值为 -2.75~-7.61。这些数值表明, 区域富锡岩浆岩的岩浆来源于陆壳。