

构造成矿与找矿

——以香花岭至千里山一带及其邻侧地区为例

杜方权 王伏泉 著
王开怡 吴堃虹

地质出版社

构造成矿与找矿

——以香花岭至千里山一带及其邻侧地区为例

杜方权 王伏泉
著
王开怡 吴堃虹

地质出版社

内 容 提 要

本书以地洼学说的成矿理论为基础,对以“有色金属之乡”著称的湘南地区的锡、贵金属矿床进行剖析。从分析成矿的区域地质背景入手,系统地论述了深部构造应力场及空间轴对称成矿、岩浆岩的构造成矿作用、各种类型的构造成矿作用、构造成矿系列、构造成矿模式以及找矿方向等,并对构造应力场的光弹模拟实验与锡的成矿问题进行了探讨。

本书内容丰富,资料翔实,立论新颖,观点明确,论证合理,可作为从事构造及找矿勘探的野外地质人员、地质科研人员以及地质院校师生的参考书。

构造成矿与找矿

——以香花岭至千里山一带及其邻侧地区为例

杜方权 王伏泉

著

王开怡 吴甄虹

*

责任编辑:曾繁彩

地质出版社出版发行
(北京和平里)

地质出版社印刷厂印刷
(北京海淀区学院路29号)
新华书店总店科技发行所经销



开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 10.25 彩图: 1 页字数: 236000

1991年6月北京第一版·1991年6月北京第一次印刷

印数: 1—1230册 国内定价: 7.00 元

ISBN 7-116-00825-X/P·707

序

以“有色金属之家”的雅号驰名世界的南岭，蕴藏有丰富的地下资源。目前，由于地表矿产资源的开发日益枯竭，而生产发展对于矿物原料的需要不断增加，仅凭地表标志找矿的方法已越来越显得困难。因此，运用新的找矿理论指导找矿勘探工作已势在必行。关于香花岭及邻区成矿规律及找矿预测的研究，已有不少地质工作者做过很出色的工作，硕果累累，并在指导生产方面做出了很多贡献。但人类对自然的认识有个逐步深化的过程，还需要继续不断地从各种不同的角度运用各种不同思想方法去进行探索。

“构造成矿”是以由地洼学说衍生的交叉科学《构造地球化学》及《成矿构造学》为基础而建立的一个新的成矿概念。它以关于地质构造对矿床的关系不止起着被动地控矿一面，而且起着主动地促使及参与成矿一面的原理为依据，阐明了矿床是可以通过地质构造的机械作用过程导致的化学作用过程，驱动成矿化学元素的活化和迁移，在适宜的有利构造部位富集而成的。对于香花岭及其邻区这样的研究程度较高但构造十分复杂的含矿区来说，从构造成矿的角度去探索其成矿规律和找矿预测，显然是一次有开创性的尝试，同时也是对地洼成矿理论的一次很有意义的检验。

本项研究成果的特色有五：第一，它以地壳构造发展史的分析为依据，探索区内各个地壳演化阶段成矿作用的特点与本区锡、贵金属矿床形成的关系，紧密联系实际。第二，对于地槽、地台及地洼各个构造层中的地层、岩浆岩中的有关成矿的元素丰度作出详细的分析，揭露了成矿物质的多源性，成矿作用的多样性，以及成矿的多构造阶段性，有说服力。第三，阐明了地洼阶段的内生成矿作用对本区锡、贵金属矿床形成的重要性，特别是它们在成矿物质富集过程中所作的贡献，从而使探索矿床的时空分布规律有所依据，分析透彻。第四，分析了不同大地构造发展阶段的应力场及其性质的变化，并对地洼阶段作了模拟试验，对于探索矿床时空分布规律颇有意义。第五，根据作者的观察和分析，提出了一些关于今后找矿的建议，立论有据，切合实际。不足之处在于只提出靶区而未进一步详细地对矿床、矿体进行具体的分析和预测。

综观上述各点，可以预期，本专著的问世，可为今后从一个比较开拓的思路对本区及其它有关地区开展成矿规律及找矿预测研究提供有益的参考和启发。

陈国达

1990.11.15

前 言

构造成矿，是成矿构造学的一部分。它主要强调的是构造运动（或构造作用）对内生成矿的主动作用（或驱动作用）。实质上，构造成矿作用是构造运动—地球化学作用—成矿过程三者的有机结合。据此，本书拟对素有“有色金属之乡”美称的湘南香花岭至千里山一带及其邻侧地区的锡、贵金属矿床进行剖析，以对构造成矿作用进行理论上和实践上的较全面阐述。无疑，这对于丰富和发展成矿构造学、开发我国锡、贵金属矿产资源，扩大找矿远景，都有着十分重要的意义。

本书是在完成湖南省科委资助项目“香花岭至千里山一带锡、贵金属矿床的构造成矿作用及成矿预测”的基础上完成的。在项目进行和成书过程中，得益于陈国达教授、吴延之教授、张湘炳所长（研究员）的亲切关怀和悉心指导；还在很多方面得到了中国科学院地球化学研究所、核工业部北京第三研究所、中南工业大学、核工业部中南地勘局二三〇所、湖南省地矿局、湖南省有色地质公司、郴州地区冶金工业局、湖南省地质研究所、湖南省矿产测试利用研究所、湖南省有色地质研究所、长沙交通学院路桥系、湘南地质大队，湖南有色206队、238队、柿竹园矿、香花岭矿、桥口矿、东山矿、泡金山矿、红旗岭矿，以及长沙大地构造研究所等单位及同志们的大力支持和诸多帮助。本所黄瑞华研究员、潘传楚助理研究员参加了部分野外科考和研究工作，贺伯初助理研究员协助部分室内工作。

书稿初成，承蒙中国地质大学（北京）池三川教授、中南工业大学吴延之教授、中国科学院地球化学研究所王中刚研究员、湖南省地矿局黎盛斯高级工程师、核工业部中南地勘局二三〇所姚振凯高级工程师、湖南地质研究所童潜明高级（总）工程师、湖南有色206队刘延丰高级（总）工程师等专家详尽审查，并提出了宝贵修改意见。

学部委员陈国达教授在百忙中为本书作了序。

谨此一并致以衷心的感谢！

参加本书编写的人员有王伏泉（第一、三章）、王开怡（第二、五章）、吴璆虹（第四章）、杜方权（除上述各章外，其余部分），全书由杜方权定稿。

本书在资料收集，综合研究等方面尽了很大努力，作者力图以地洼学说的成矿理论为基础，对锡、贵金属的构造成矿作用进行较全面的论述。限于时间和水平，书中谬误和疏漏之处在所难免，聊作引玉之砖，犹望读者不吝赐教。

作 者

1990年8月

目 录

绪论	(1)
第一章 区域大地构造背景	(4)
第一节 大地构造阶段的演变	(4)
第二节 构造系的形成和发展	(6)
第三节 沉积-变质岩的构造地球化学	(9)
第二章 深部构造应力场及空间轴对称成矿	(21)
第一节 深部地壳构造及地壳应力场的发展演化	(21)
第二节 骑田岭岩体岩浆底辟作用及光弹应力模拟研究	(25)
第三节 空间轴对称成矿	(30)
第四节 基本结论	(33)
第三章 岩浆岩的构造成矿作用	(36)
第一节 岩浆作用对区域内生成矿过程的影响	(36)
第二节 中生代的岩浆作用	(37)
第三节 前地洼阶段岩浆岩	(54)
第四章 微构造成矿作用	(55)
第一节 构造岩与成矿元素含量的关系	(55)
第二节 成矿元素的矿床、矿物学特征及其与微构造的关系	(58)
第三节 微构造成矿作用过程	(72)
第四节 成矿元素的微构造化学作用	(75)
第五章 构造应力场的光弹模拟实验与锡的成矿研究	(81)
第一节 光弹实验在地学上的应用	(81)
第二节 香花岭光弹实验研究	(84)
第三节 构造应力场与锡的成矿关系	(93)
第四节 基本结论	(96)
第六章 构造成矿作用分析	(98)
第一节 矿床地质特征	(98)
第二节 构造控矿作用	(107)
第三节 稳定同位素特征	(109)
第四节 构造成矿作用	(117)
第五节 成矿作用过程	(124)
第六节 构造成矿系列	(130)
第七章 找矿方向	(143)
第一节 锡、贵金属的富集规律	(143)
第二节 找矿标志	(146)

第三节 找矿方向.....	(150)
结语.....	(152)
参考文献.....	(154)
图版及其说明.....	(156)

CONTENTS

Introduction	(1)
Chapter 1 Regional Tectonic Background	(4)
1 Tectonic evolution stage.....	(4)
2 Formation and development of the structure system.....	(6)
3 Tectonogeochemical features of the sedimentary-metamorphic rocks.....	(9)
Chapter 2 Metallization of Deep Tectonic Stress Field and Space-axial Symmetry	(21)
1 Deep crustal structure and the evolution of crustal stress field...	(21)
2 Diapirism of magmatic rock of Qitianling and study on photoelastic stress imitative experiment.....	(25)
3 Space-axial symmetrical metallization.....	(30)
4 Elementary results.....	(33)
Chapter 3 Tectono-metallogenesis of Magmatic Rocks	(36)
1 The influence of magmatism on regional endometallogenic process.....	(36)
2 Magmatism of Mesozoic era.....	(37)
3 Magmatic rocks of pre-diwa stage.....	(54)
Chapter 4 Microstructural Metallogenesis	(55)
1 Relation of tectonite and the abundance of ore-forming elements	(55)
2 The deposital, mineralogical features of ore-forming elements and their relationship with microstructure	(58)
3 The process of microstructural metallogenesis	(72)
4 Microstructural geochemical mechanism of ore-forming elements	(75)
Chapter 5 Study on Photoelastic Imitative Experiment of Tectonic Stress Field and Tin Metallization	(81)
1 The application of photoelastic experiment to geology.....	(81)
2 Photoelastic experimental study on Xianhualing.....	(84)
3 Relationship between tectonic stress field and tin metallization.....	(93)
4 Elementary results.....	(96)
Chapter 6 Analysis of Tectono-metallogenesis	(98)

1	Deposit geological characteristics	(98)
2	Tectonic controlled metallogenesis	(107)
3	Stable isotopic characteristics	(109)
4	Tectono-metallogenesis	(117)
5	The process of metallogenesis	(124)
6	Series of tectonic metallization	(130)
Chapter7 Exploration Direction		(143)
1	Enriched law of tin and noble metal	(143)
2	Exploration marks	(146)
3	Exploration direction	(150)
Conclusions		(152)
References		(154)
Figures and their Illustration.....		(156)

绪 论

近年来,随着找矿勘探工作的不断深入和发展,地表矿产资源的开发日益枯竭,而国民经济对矿产资源的需求急剧增长。面对这一矛盾,找矿勘探工作单凭地表露头直接找矿的时代已经过去,找矿的难度日益加大,现在更多的是要寻找深埋地下的隐伏矿床。因此,如何运用现代成矿理论,分析成矿规律,进行深部成矿预测,扩大找矿远景,行之有效地找出国家急需的矿产资源,这是当今成矿理论中的一个重要课题。

矿床是地壳演化过程中的产物,成矿规律受地壳演化规律制约。因此,矿床的形成是与构造作用休戚相关的。陈国达(1978)认为,“从大地构造角度来探讨控制和影响含矿区内矿床发生的原因、物质来源、形成环境及条件、发生和发展过程,在时间上出现的规律和空间上的分布规律、赋存部位、形态和产状,以至形成后的变形、改造和保存的情况,还有把先成矿床富化,形成新的、更有意义的矿床等方面的大、中、小各级地质构造,为成矿构造学研究的范畴”。本书力图把构造作用和成矿过程有机地结合和统一起来,即从构造的角度出发,来研究和探讨矿床的形成过程和形成规律。因此,如前所述,构造成矿,正是成矿构造学的一个部分。它主要强调的是构造运动(或构造作用)对内生成矿的主动作用,研究诸如构造地球物理场(深部构造)、构造地球化学场和构造应力场造成的岩浆作用、断裂作用、褶皱作用、微构造作用等如何主动地营造内生成矿空间,如何激发成矿物质活化,如何驱动矿液由高应力、高能位、高温部位向低应力、低能位、低温部位迁移,如何导致组成地壳的岩石矿物发生物理的和化学的变化,即形变和相变,以及在一定的物理化学条件下富集成矿等。涂光炽(1984)认为,“构造是完成某些地球化学作用的驱动力。构造在地球各个部分的化学演化中起了很重要的作用”。因此,构造不但起控矿作用,而且还能起到成矿的作用,即构造在成矿过程中的主动作用或驱动作用,抑或构造成矿作用。构造成矿作用可分为大地构造成矿作用、褶皱构造成矿作用、断裂构造成矿作用和微构造成矿作用等。各种类型的构造成矿作用与岩浆成矿作用、气成-热液成矿作用、变质成矿作用和沉积成矿作用等是同等重要的成矿作用,它们均是形成多因复成矿床不可忽视的成矿作用。实质上,构造成矿作用是构造运动—地球化学作用—成矿过程三者的有机结合。据此来研究一个区域内多种内生矿产的成矿作用,正是本书的中心议题和重要特色。

在国外,欧美等国的地质工作者对锡、金、银等矿床地质,以及成矿学方面开展了大量的工作,他们对玻利维亚和加拿大Mount Pleasant等地区的锡、贵金属,以及储量丰富的东南亚锡矿开展了大量的工作,特别是对成矿学的研究取得了重大的进展。

1972年,巴西学者阿尔梅达在第24届国际地质大会上宣读的《南美地台的构造、岩浆活动和有关的成矿作用》一文中论述了南美地台的活化。文中指出:“侏罗纪起,南美地台经受了一次活化作用,形成了新的构造单元,伴有重要的成矿作用”。

Glasson等(1978)还注意到了构造对化学元素所起的聚集成矿作用,探讨了后成金属矿床中元素的来源以及含金板岩在劈理发育期间金的活化作用等。

80年代,国际上兴起了板块成矿学,先后出版了《矿床与全球构造》(Mitchell et al, 1981)、《矿床及其构造环境》(Hutchison, 1983)和《金属矿床与板块构造》(Sawkins, 1984)等书。西方地质学家从板块构造的角度探讨构造-岩浆活化(地洼活动)^①与成矿作用问题,作了较深入的研究工作。

苏联较多地注意了成矿学的研究。60年代,苏联地质学家把活化学说应用于找矿实践,他们特别注意西伯利亚大铁道以北的后贝加尔地区。长期以来,似乎是无矿的、远景不大的地区,在找矿上一直不予重视,后来发现这是一个在中生代经历了强烈活化的地区,在已固结的加里东期和贝加尔期构造里发现了许多“叠加的”中生代稀有金属和萤石矿床,并且在维蒂姆山区找到了活化阶段形成的原生锡矿和砂锡矿。

苏联斯塔里茨基(1965)在研究西伯利亚南部成矿规律时,提出该处“中生代时期发生了特殊的断块构造运动,形成了地壳的第三构造单元——地洼。地洼活动伴有酸性、碱性岩浆岩的形成,以及矿床的广泛分布(铁、金、钨、硼、萤石、多金属、稀有金属等)”。

波波夫(1975)较早地论述了构造-岩浆活化区矿床的一个新类型——复成矿床。他认为,“复成矿床的存在证实了长期活动的构造的存在,这种构造在地壳构造活动期多次起着导矿作用”。

苏联在成矿学研究方面,相继出版了《自治活化区成矿》(谢格洛夫, 1968)、《成矿学》(马加克扬, 1974)、《活化区成矿分析》(汤姆逊, 1977)和《非线性成矿学》(谢格洛夫, 1989)等一系列论著。

总之,苏联的最近资料表明,矿床与地壳构造之间的关系,要比过去想象的复杂得多。已经证实,许多岩浆建造和某些矿床来自地幔,地幔是特殊岩浆和矿质的来源。由上可知,近年来,苏联在成矿学研究方面取得了重大进展,并发现了若干新的矿区和矿省,获得新的成果和成就。

在国内,自从1956年陈国达提出地洼区(活化区)的概念以来,经受了30多年的时间考验和许多国家地学工作者的实践检验,它开拓了大地构造学和成矿学的新的研究领域,特别是近些年来,在理论上和应用上又有了新的突破,并创建了成矿构造学。陈国达(1977, 1978)认为,“矿床的形成与大地构造作用休戚相关,遂导致了許多矿床呈现出多成矿阶段、多成矿作用、多物质来源、多成因类型、多控矿因素,‘五多’为特征的多因复成矿床”。近年来,陈国达(1989)又提出了幔-壳成矿学这一新的概念,强调了地幔作用过程在陆壳成矿中的重要作用,提出“在成矿物质和(或)富集成矿作用的动力上,也有地幔作用过程直接参与,表现出多种不同复杂的叠化或富化、改造等的关系,依关系的主次,它们是幔-壳复成矿床或壳-幔复成矿床,是多因复成矿床中的一类,多见于地洼区”。这对深化大地构造成矿学的研究,对于探索一些超大型的矿床形成原因,具有重要的意义。

王嘉荫(1978)从应力矿物角度,阐述了应力作用下固溶体的分离和单向应力作用矿物的分解等问题。

① 周裕藩,国际上对大陆地壳第三构造单元的研究,大地构造与成矿学,10(4),1986。

杨开庆阐述了“构造控岩控矿与构造成岩成矿”（1979）、“动力成岩成矿”（1980、1982）以及“构造动力调整作用”（1984）等一系列构造成岩成矿作用问题。

张湘炳（1982）明确提出“成矿研究是以地球动力学为基础，将构造活动及与其紧密相关的岩浆活动、变质作用、沉积作用和成矿作用融合为一个统一热动力构造—物理化学系统的综合研究，通过这样的研究途径来探求和阐明矿产在地壳中形成和分布的演化规律”。同时提出“构造成矿动力学研究，是地洼成矿理论研究的深入发展，是成矿研究的一个新方向（1989）”。

此外，黄瑞华（1983、1989）、吴学益（1980）、孙岩（1982）、张治洮（1983、1986）等均探讨了构造动力成岩成矿问题，并作了大量的研究和实验工作。

综上所述，关于构造成矿作用问题，其研究范围十分广泛，从大地构造成矿作用到微构造成矿作用均有较详细的论述，并且研究愈来愈深入。因此，本书拟以香花岭至千里山一带及其邻侧地区的锡、贵金属矿床为实例，着重在大地构造发展及其演化、深部构造应力场及空间轴对称成矿、岩浆岩的构造成矿作用、微构造成矿作用，以及锡、贵金属矿床的构造成矿作用等方面进行了探讨。本书还通过光弹模拟实验对构造应力场与锡的成矿的关系等问题进行了讨论。

第一章 区域大地构造背景

研究区现阶段为地洼余动期，处东南地洼区赣桂地洼系湘东地洼的南西端，包括来临地穹全域和鄱汝地穹西南部，北有茶永地洼、衡阳地洼相邻（图1-1）。



图 1-1 区域大地构造略图（综合资料）

1—地槽构造层 (Z-S); 2—地台构造层 (D_2-T_1); 3—地洼构造层 (T_3-E); 4—花岗岩类: γ_1 —加里东期花岗岩, γ_2 —加里东期花岗岩, γ_3 —印支期花岗岩, γ_4 —燕山期花岗岩; 5—构造层界线; 6—断裂; 7—构造单元界线; 8—行政省界线

第一节 大地构造阶段的演变

一、前地槽阶段

在研究区内，前地槽阶段发育于前元古代（国家地震局广州地震大队，1977）。推测当时主要已固化为陆壳，部分为洋壳。根据如下：中元古界的四堡群等沉积-变质岩的原岩普遍成熟度低，具陆源复矿性，为海相砾岩、砂岩和泥质岩，同生巨厚基性喷发岩浆岩和超基性岩；雪峰期摩天岭花岗岩中具铷锶法年龄为 2.86Ga 的磨圆状锆石（袁海华等，1986）；华南一些古生代花岗岩类 $\epsilon_{Nd}(O)$ 和 $\epsilon_{Nd}(T)$ 具高负值，能据此计算出深部有在 2.0Ga 前左右从地幔派生出的基底（黄萱等，1989）；物探资料（国家地震局广州地震大队，1977）等。

二、地槽阶段

发育于元古代至早古生代（国家地震局广州地震大队，1977）。普遍出露震旦系至下古生界沉积-变质岩，原岩成熟度低，易风化、易磨蚀的岩屑、矿物屑成分多，常发育浊流沉积的递变层理、卷曲层理，以及整体上呈厚度巨大的复理式建造。震旦系中较广泛分布条带状的含氧化铁的铁硅质岩、含铁硅质岩、硅质岩，也常见地层中央凝灰岩、硅质、喷出岩屑等火山喷发层或成分（湖南省地质局区测队，1966；1969；等）^①；英阳关一带喷发了幔源的钙碱性-碱性的细碧岩、角斑岩类等基性岩，携带的矿质形成了铁矿层。有些地方的寒武系中也见火山喷发迹象。更早时期的地槽沉积如四堡群及相当层位已如前述，其中侵入有铀铅法年龄为1.422—1.340Ga（铷锶法为1.063Ga）的本洞花岗闪长岩（地质矿产部地质辞典办公室，1983）等，它们均被板溪群或相当层位不整合覆盖，这是四堡（或称武陵）运动造成。板溪群等也是一套地槽型海相碎屑沉积和地幔-下地壳源火山岩组成的复理式建造；在广西北部其底砾岩中含剥蚀搬运型电英岩、石英钠长斑岩成分的砾石；在较多地方有规模可观的花岗闪长岩、花岗岩、伟晶岩等侵入其中；它们均被上述震旦系一下古生界角度不整合覆盖，这是雪峰运动的产物。

所有地槽沉积物的受变质程度普遍停留于低、中级水平。

普遍认为，区域内地槽阶段沉积、褶皱、变质基本上是自江南地轴向南、南东方向迁移。庄锦良等（1988）认为，在震旦纪至早古生代期间本研究区的北及西北部有从武陵运动开始至雪峰运动基本定型的江南古陆，南东有华夏古陆对峙，大约相当于现在南岭的位置上可能为一张陷型海槽。

地槽阶段结束于加里东运动，表现为震旦-志留系的紧密型褶皱、部分花岗岩化，较多花岗岩类侵入等。

三、地台阶段

始于中泥盆世，最初沉积为跳马涧组，有些为陆相，有些为滨海、浅海相，碎屑的成熟度低，多具复矿性，为厚薄不一的类磨拉式建造。往上从棋梓桥组开始，大约至早石炭世中晚期的测水组沉积，为广泛覆盖的浅海相碳酸盐岩。尔后地壳的活动性间歇变化，形成一些陆源碎屑岩与碳酸盐岩交替沉积，其中有几个湘南的重要含煤岩系。地台阶段大约结束于早、中三叠世，研究区当时全被地台沉积覆盖。

较详细的研究（关尹文等，1983）表明，即使在该地台的最“稳定”期，这里的活动性也较大，以致形成碳酸盐岩复理式建造。其特点是总厚度巨大，递变层理、滑塌型和冲刷型卷曲、同生冲刷等构造发育，相变大，还原性强等。有可能，这些正是研究区内能形成有色金属矿床的原因之一。到处可见这些碳酸盐岩及其蚀变岩为区内最重要的赋矿层位。柿竹园、黄沙坪矿区的碳酸盐岩中，非碳酸盐的 SiO_2 、 TiO_2 、 Al_2O_3 等成分较富，成矿元素W、Sn、Cu、Pb、Zn等含量也较高，就可能与这种活动性较大有关。但没发现当时的同沉积火成岩。

地台型沉积层中的褶皱、断裂、变质及侵入其中的岩浆岩，基本上发生于后来的地洼阶段。现在出露于研究区的地槽构造层，则为地洼阶段剥蚀掉隆起地块上的地台盖层的结果。

① 湖南省地质局区测队，1/20万区域地质调查报告永兴幅（1970）、桂阳幅（1966）、郴县幅（1969）。

四、地洼阶段

中、晚三叠世开始至今为地洼阶段。印支运动使地台型沉积层褶、断并侵入较多花岗岩类。在较多地方,这类褶皱为宽展型的、短轴的,如香花岭、柿竹园等处;部分地区如黄沙坪、宝山等处及整个耒(阳)-临(武)南北构造系的许多地方,形成了较多紧密线状、甚至倒转的褶皱,并有纵向逆、冲断裂相随。至燕山期,断裂、岩浆活动进一步发育,广泛侵入花岗岩类。燕山期末至喜马拉雅期,部分幔源、下地壳源岩浆沿深大断裂带侵入或喷出。

整个地洼阶段内形成位置不断迁移的沉积层,对区域内的有色金属内生矿产在赋矿性方面重要性较小,但有可能掩盖部分地洼期内生矿产,如水口山康家湾。

地洼阶段构造-岩浆活动是研究区内生成矿中最重要的因素之一。许多与内生成矿有关的构造具长期发展史,而地洼阶段的发育特别重要,较大部分矿产仅于此时形成。还有多矿源的提供。

五、多阶段构造-岩浆作用的叠加

这表现在前构造层对后构造层在物质成分、构造型相等方面的影响,后构造阶段对前构造阶段所成地质体在物质成分、构造型相等方面的叠加、改造。如通过单旋回和多旋回的沉积分异作用,前构造层的物质成分在后构造层中得到某种表现;通过部分熔融成岩浆的过程,这种物质影响也得以实现。在后构造阶段,前构造阶段所成地质体作为基底,其固化程度、已成的活动性或复活型构造必会影响后构造层的诸多方面;后构造阶段的构造运动、岩浆作用同时作用于区域内所有地质体,当然也包括前构造阶段所成者。

因而,研究区内地槽构造层、特别是早期地槽构造亚层富地幔物质、下地壳源物质和多种成矿物质等因素,在考虑地洼阶段构造-岩浆作用主要成矿于地台构造层中时不能忽略,前地洼阶段构造-岩浆作用在该成矿过程中的影响也不能忽略。正是它们共同造就研究区内地洼阶段的内生成矿作用特色——多因复成性。

第二节 构造系的形成和发展

一、东西向构造系

区域内震旦系具底砾岩,与更老的层状岩系间呈角度不整合;由它们及整个下古生界沉积-变质岩组成的褶皱和相伴的纵向逆、冲断裂走向基本一致,为东西走向;而上古生界主要构成南北向构造系。可见东西向构造系主要发育于地槽阶段。由于先震旦系中也见其表现,故它的奠基时间应在前震旦纪。

某些地方下二叠统和下三叠统中沉积厚度及相的变化(湖南省地质局区测队,1966),反映该构造系在地台阶段末期有所表现。

在一些较大比例尺的地质图上,可以看到地洼阶段形成的南北向构造线在桂阳-郴县-千里山一带常沿东西方向发生突然扭曲现象,并在这些地方的地台构造层中局部形成东西向断裂、东西轴向的小褶皱(湖南省地质局湘南地质队一分队,1983;刘正桃,1989)①②、

① 湖南省地质局湘南地质队一分队,1983,1/5万郴县幅区域调查报告,第165页。

② 刘正桃,1989,桂阳财神庙隐伏铅锌银矿床,湖南省地质学会会讯,第一期,第25—27页。

以及大量沿着东西向展布的燕山期小岩体群,表明地洼阶段东西向构造系也在活动。我们将这种活动分析为地台构造层之下有东西走向的基底断裂,其分割的南、北基底断块在地洼构造阶段发生相对平移,并拖曳着盖层使其构造线发生扭曲;深部岩浆也沿这些基底断裂上升侵位。池国祥(1989)描述的骑田岭南北两端弧形构造,也可用类似思路分析。如骑田岭北弧,具向东凸出的弧状,在相当“山字型”构造的脊柱位置,发育着仙岛秦家一带的早第三系沉积盆地,这些沉积掩盖了南北向构造线,而且盆地的南界较平直,这可能是基底的東西向断裂已穿过地台盖层并控制着早第三系沉积盆地的发育。另外,整个研究区许多地洼期的较大岩体或小岩体群呈东西向展布,部分岩体的轴线及相带也呈东西向。据秦葆珊(1984)、黄苏等(1983)的区域航磁图、重力异常图、莫霍面深度图,以及从卫片解释中,均反映出地洼阶段有东西向构造系活动,但主要是基底(或深部)构造控制浅层构造。

因此,东西向构造系具漫长发育史,最早起码出现于元古界四堡群的褶、断期,历经槽、台、洼三大构造阶段。在各阶段的应力状况不同,地槽阶段整体上可能主要受南北向挤压,形成轴向东西的褶皱及纵向压剪和张剪性断裂;地台阶段主要是部分断裂带上发生微张性差异陷落,其时断裂切割深度尚较浅;至地洼阶段,地应力场改变为近东西挤压为主,使原东西向断裂或破碎带受到较强的拉张兼平移剪切,基底呈块状运动,影响着地台盖层的褶皱、断裂走向、形态和规模,控制岩浆作用及地洼沉积盆地的分布。

二、南北向构造系

研究区广布地台构造层(图1-1),中央地带发育一个醒目的耒(阳)-临(武)南北向构造系,主要由一系列轴向南-北的褶皱及纵向断裂构成。有别于较多地洼型褶皱的宽展型和短线、穹窿状,这里出现较长线状和紧密型,甚至发生倒转等。断裂也常发生较大规模逆掩,造成较多推覆体构造,如在骑田岭北侧朱籽塘见一千多米厚的石炭系地层被推覆到二叠系之上(庄锦良等,1988),三都煤矿西侧的泥盆系逆冲到侏罗系之上(何业伟,1984),杨梅山的石炭系逆掩于上三叠统之上(陈世益,1987)等。对上二叠统龙潭组的煤变质,在耒-临南北构造带远高于偏离该带往西的嘉禾一带,可见耒-临南北构造系在地洼阶段还具高热流特点(庄锦良等,1988)。

在偏离耒-临南北构造系的東西两侧,地台构造层主要形成宽展型的短轴背斜、穹窿及介于它们之间的向斜构造,它们轴线也呈断续状的南北向分布,如西部的香花岭-泗洲山穹窿带、福音山-雷公庙短轴背斜群夹嘉禾复式向斜,东部的五盖山穹窿-偷营山背斜与地槽构造层中的南北向西山背斜间夹着东坡-桥口复向斜。

部分半地堑式小型地洼沉积盆地如沙田含煤盆地呈南北向分布。重力布格等值线图(秦葆珊,1984)和莫霍面深度图(黄苏等,1983)也反映存在南北向构造,且其对东西向构造有截割。

由上可见,地洼阶段南北向构造的表现明显。它在不同地带构造型相方面的差异,表明基底构造及其地块的完整性具有差异。可能紧密褶皱带下部南北向基底断裂较发育,地块较破碎;宽展型褶皱带下部的基底具较好的完整性。这是基底构造控制盖层构造的又一表现。

但是,广西北部见前震旦纪侵入体长轴、褶皱轴向、断层走向构成的南北向构造;研究区五盖山、西山地区见震旦-寒武系构成南北向构造,并被中泥盆统跳马涧组不整合覆

盖（湖南省地质局湘南地质队一分队，1983）。可见南北向构造在地槽阶段已开始形成。

地台阶段早期的下泥盆统和中泥盆统跳马涧组下段主要出现于区域的较西部，岩相古地理图上在早古生代有近南北向隆起和盆地出现（庄锦良等，1988；袁文中等^①，1978）等，表明地台阶段也有南北构造系的反映。

很可能，在地槽阶段萌发了张性至剪张性的断裂带，在地台阶段张裂略为增加，到地洼阶段转变为压剪性，从而控制了盖层中的南北构造系。

三、北东-北北东构造系

在研究区内，走向北北东的构造非常发育，主要是延伸很远的断裂带、地洼沉积盆地和岩浆岩链（图1-1），并发育于各大构造层中。但是，它们又常迁就南北向、北东向、东西向断裂发生局部转折。

方位角较大的北东向构造也主要是断裂，地槽构造层中居多，地台、地洼构造层中也有。它们具较为平直的走向，反映出剪切成因，但延伸性常较差。

上泥盆统余田桥组和锡矿山组的等厚线图（袁文中等，1978）反映地台阶段已有北北东构造系的活动性。

在秦葆瑚（1984）的重力异常图和黄苏等（1983）的莫霍面深度图上，反映出由酃县至兰山并可继续向两端延伸的北东-北北东向构造带极发育，它常截断东西向和南北向构造系。

部分北东-北北东向褶皱轴、断裂是前述基底东西向构造扭曲盖层南北向构造的产物。

按切割关系等，北北东向构造晚于北东向、东西向、南北向构造形成。有可能，地槽阶段已形成剪切性的北东向断裂；地洼阶段内北东、东西、南北向的基底断裂与地洼期地应力场共同造就了北北东向断裂带的发育。

四、北西向构造系

北西向断裂较明显（图1-1），在卫片上更清楚。在较大比例尺地质图上，茶永地洼盆地白垩系南界、衡阳地洼盆地白垩系西南边界及其稍内部的第三系边界、仙岛秦家第三系盆地的北东边界，以及三者间残留出露的侏罗系煤盆地、北西向断裂和地洼期侵入岩体，共同构成一个北西向构造带（图1-1）。在秦葆瑚（1984）的重力异常图和黄苏等（1983）的莫霍面深度图上，也表现出该北西向构造带的存在，其中以千里山—大义山—衡南疏市—关帝庙一带最明显。

从临武，经嘉禾，远达邵阳的北西向断裂带也很明显。癞子岭岩体长轴、宝山地区一些小岩体长轴及岩群延续方向，其他地方一些小褶皱、小断裂也反映北西向构造存在。

在前述袁文中等（1978）的余田桥组和锡矿山组等厚线图上，也有北西向隆、拗的反映。

因而，北西向构造可能是北东向断裂的配套断裂，于地槽阶段剪切形成，地台阶段微张发育，地洼阶段再度剪切发育，也具基底构造控制盖层构造的性质。

五、旋扭构造

除前述剪切扭动、扭曲外，还有一些由多方向构造共同造成的旋扭构造及地洼阶段岩浆作用上拱力造成的环状构造，它们的规模一般不大。它们也具深部构造控制浅部构造的

^① 袁文中等，1978，湘东南区主要构造体系及其控制煤田形成的研究报告。