

陈毓辉 陈肇博 陈祖伊 蔡煜琦 著

华东南中生代伸展构造 与铀成矿作用

原子能出版社

华东南中生代 伸展构造与铀成矿作用

**Meso-Cenozoic Extensional Tectonics
and Uranium Metallogenesis
in Southeast China**

陈跃辉 陈肇博 陈祖伊 蔡煜琦 著

原子能出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

华东南中生代伸展构造与铀成矿作用/陈跃辉等著.

北京:原子能出版社,1998.9

ISBN 7-5022-1844-0

I. 华… II. 陈… III. ①地质构造-中国,东南部-中新世②铀矿床 成矿作用-中国,东南部-中新世 IV. P547

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 13611 号

内 容 简 介

本书介绍了作者运用大陆伸展构造理论,对华东南中生代伸展构造进行的系统研究和取得的一系列新成果。这些研究和成果包括:提出了华东南地区存在裂陷、热隆和重力三种基本伸展构造类型。其中,热隆伸展构造包括浅层次和深层次两个亚类;详细地论述了不同类型伸展构造的分布、组合形态、构造变形、运动方式、构造岩组成和岩带划分、伸展构造的形成、演化及形成机制;首次探讨了华东南地区中生代伸展构造活动对区域岩浆作用和铀矿化的控制作用,论述了伸展构造时空演化与铀矿化时空分布的关系;较系统地研究了成矿热液形成、运移与伸展构造-岩浆作用的关系以及伸展构造对铀矿田、矿床空间定位和矿化富集的控制作用;论证了分布于不同类型含矿主岩中的热液铀矿化具有统一的成矿机理。在此基础上,建立了铀矿化的伸展构造定位模式,总结了铀矿区、矿田和矿床的找矿标志,并指出了今后找矿的有利构造部位。

本书可供从事基础地质、构造地质、铀矿地质的科研、生产和教学人员参考。

华东南中生代伸展构造与铀成矿作用

陈跃辉等著

© 原子能出版社,1998

原子能出版社出版 发行

责任编辑:赵文惠

社址:北京市海淀区阜成路 43 号 邮政编码:100037

原子能出版社印刷厂印刷 新华书店经销

开本:850×1168mm 1/32 印张 8.75 字数 235 千字

1998 年 9 月北京第 1 版 1998 年 9 月北京第 1 次印刷

印数:1—500

定价:16.00 元

前 言

近年来,我国铀矿地质工作面临的一个重大课题是寻找大型、超大型富铀矿床,以满足我国核电对铀资源不断增长的需要。借鉴国外已有的研究成果和成功的找矿范例,广大铀矿地质工作者通过对比我国不同地区的成矿地质条件,运用各种手段开展了内容广泛的地质研究和普查找矿工作,取得了一大批科研成果和新的认识,为进一步开展寻找大型富铀矿床打下了坚实基础。然而,寻找富、大铀矿的工作至今仍未取得重大的突破而处于相对停滞状态。看来,引进新理论,开拓新思路,运用新理论对已有铀矿床的成矿特征、分布规律进行重新认识和总结,并落实到找矿实践中,为铀矿找矿和成矿研究探索出一条新的途径,是十分必要的。

大陆伸展构造是 80 年代以来提出的一种新的构造理论。对应于挤压造山作用,它强调岩石圈的引张作用,研究伸展构造体制下,裂谷、断裂、盆地等各种构造的形成、演化及其运动学、动力学特征,伸展构造与岩浆作用、成矿作用的关系等。华东南地区继印支运动、燕山运动早中期强烈的地壳挤压隆起和岩浆活动之后,中生代末以来,进入了以地壳拉张为特色的区域构造发展阶段,形成广泛分布的各种伸展构造类型。区内绝大多数铀矿床即形成于这一特定的区域构造发展阶段,各种类型铀矿床,尤其是花岗岩型和火山岩型铀矿床与伸展构造无论在时空上,还是在成因上均表现出密切的内在联系。因此,对华东南地区伸展构造开展研究,查明伸展构造的时空分布、组合形式及其与岩浆活动、铀成矿作用的关系,对该区开展大型、超大型富铀矿床的找矿和研究将会有所裨益。

作者的研究工作得到中国核工业总公司科技局和核工业北京地质研究院的资助,从 1993 年 7 月开始,累计工作时间两年半,其中野外工作时间累计 7 个月,曾先后赴江西鹰潭、铅山、会昌和寻

乌地区,广东南雄、诸广山、河源地区,湖南南岳、新宁和广西资源等地区进行了野外地质调查,通过实测地质剖面,详细观察和系统取样,掌握了丰富的第一手资料。共计实测剖面8条,草测剖面6条,采集各种样品282件。在此基础上,进行了详细的岩石薄片鉴定、定向薄片岩组观测、石英位错透射电镜分析、Sm—Nd和Rb—Sr等时线年龄测定以及各种化学和同位素分析工作。

核工业北京地质研究院领导赵凤民、曾肇年,科技处蒋永一、秦志民、朱德龄及院内杜乐天、童航寿、王正邦、陈戴生、李田港、孙文鹏、方锡珩、谢佑新、赵云龙等对我们的研究工作都给予了指导和帮助,封全宏、施祖海、付锦和方茂龙参加了部分工作。大量的样品分析测试工作均由核工业北京地质研究院分析测试中心承担,石英位错透射电镜分析由北京大学物理系电镜室完成。野外工作期间,得到华南地勘局张宝武总工、李明连、卢映新,290研究所郑家仪,华东地勘局陈然志总工,265队范传璧、周庆德,264队倪修仪、段为贵、易作凡,中南地勘局郑大瑜总工、张进业、刘翔,306队全国珍,李智龙、肖建军,310队欧阳昆、唐志高以及中国核工业总公司743矿肖献康等的大力支持和帮助;本书第六章中的许多计算和计算机成图由核工业北京地质研究院高级工程师李子颖完成,在数据的处理和讨论中李子颖、营俊龙提出了许多有益的见解和意见,并在结论中被采纳;作者在此均表示深深的谢意。此外,对出版此书做了大量工作的刘其润编审表示由衷的感谢。

由于作者水平所限,书中不妥和错误之处,恳请读者予以指正。

目 录

前 言

第一章 绪 论	(1)
一、伸展构造概念和研究现状	(1)
二、华东南中生代伸展构造与铀成矿作用的研究内容和 主要认识	(4)
(一) 研究内容	(4)
(二) 主要认识	(6)
第二章 华东南区域构造背景	(11)
一、前中生代区域构造演化	(13)
(一) 前震旦纪陆壳基底的形成和构造演化	(13)
(二) 震旦纪至早中三叠世区域构造演化	(18)
二、中生代区域构造演化	(20)
三、深部构造特征	(22)
第三章 华东南中生代伸展构造类型及其一般特征	(27)
一、中生代伸展构造的分布	(27)
二、中生代伸展构造类型	(30)
(一) 伸展构造类型的划分	(30)
(二) 伸展构造带的划分	(33)
三、伸展构造的一般特征	(37)
(一) 热隆伸展构造	(37)
(二) 裂陷伸展构造	(49)
(三) 重力伸展构造	(52)
四、伸展构造作用中物质组分的迁移	(54)
(一) 脆性变形环境下物质组分的迁移	(55)
(二) 韧性变形环境下物质组分的迁移	(60)
五、伸展构造形成的深度和伸展量	(71)
(一) 伸展构造盆地类型及其破裂深度和伸展量的计算模式	(71)

(二) 不同伸展构造类型的形成深度和伸展量	(75)
六、伸展构造的形成时代及演化	(78)
第四章 典型地区伸展构造剖析	(82)
一、衡山浅层次热隆伸展构造	(82)
(一) 地质概况	(82)
(二) 伸展构造的基本组合形态	(84)
(三) 剥离断层与糜棱岩带特征	(85)
(四) 韧性剪切变形组构及运动学特征	(91)
(五) 热隆伸展构造的形成和演化	(95)
二、诸广南部浅层次热隆伸展构造	(97)
(一) 地质概况	(97)
(二) 浅层次热隆伸展构造的基本组合形态	(100)
(三) 剥离断层的厘定	(102)
(四) 糜棱岩及其变形组构特征	(108)
(五) 热隆伸展构造作用的演化	(111)
三、会昌浅层次热隆伸展构造	(113)
(一) 地质概况	(113)
(二) 会昌浅层次热隆伸展构造的基本特征	(115)
(三) 瑞金—寻乌断裂在热隆伸展构造中的地位	(119)
(四) 热隆伸展构造的形成和演化	(120)
四、信江裂陷伸展构造	(121)
(一) 区域地质背景	(122)
(二) 裂陷伸展构造的基本特征	(124)
(三) 裂陷伸展构造的形成和演化	(132)
五、新宁—资源重力伸展构造	(133)
(一) 概述	(133)
(二) 重力伸展构造的基本特征	(135)
(三) 重力伸展构造的厘定	(137)
第五章 伸展构造形成机制探讨	(142)
一、伸展构造形成的大地构造环境	(142)
二、伸展构造形成的温度和压力条件	(144)
三、运动学和动力学特征	(146)

(一) 伸展构造作用方向的判断	(146)
(二) 剪应变及剪切总位移的确定	(146)
(三) 韧性变形岩石的显微变形机制	(150)
(四) 古应力值估算	(152)
四、不同伸展构造类型形成机制初探	(153)
(一) 浅层次热隆伸展构造	(153)
(二) 裂陷伸展构造	(155)
(三) 重力伸展构造	(156)
第六章 伸展构造体制下的岩浆作用	(157)
一、概述	(157)
二、华东南中生代岩浆作用的特征和演化	(160)
(一) 长英质岩浆活动及其反映的构造背景	(160)
(二) 中基性岩浆活动及其反映的构造背景	(175)
第七章 伸展构造与铀成矿作用	(186)
一、华东南热液铀矿床的基本地质特征	(187)
(一) 花岗岩型铀矿床	(188)
(二) 火山岩型铀矿床	(191)
(三) 碳硅泥岩型铀矿床	(193)
(四) 砂岩型铀矿床	(195)
二、伸展构造时空演化与铀成矿的关系	(195)
(一) 铀成矿时代特征	(195)
(二) 铀矿化与伸展构造时空演化的关系	(201)
(三) 不同类型铀矿床成矿机理的统一性	(211)
三、成矿热液的形成、运移与伸展构造-岩浆作用的关系	(218)
(一) 伸展构造-岩浆作用提供了形成成矿热液所必需的热源	(218)
(二) 伸展构造活动对成矿热液运移的驱动作用	(221)
四、伸展构造对铀矿田、矿床空间定位及矿化富集的控制	(224)
(一) 铀矿田、矿床的空间定位	(224)

(二) 构造剥离作用对铀矿化富集的控制	(231)
(三) 不同矿化阶段矿体赋存标高差异的伸展构造控制	(232)

第八章 铀矿化的伸展构造定位模式和找矿方向

.....	(236)
一、铀矿化的伸展构造定位模式	(236)
二、找矿方向	(240)
(一) 铀矿区、矿田的找矿标志	(241)
(二) 铀矿床、矿体的找矿标志	(242)
参考文献	(245)
图版	(253)

Contents

Preface

Chapter 1 Introduction (1)

1. Concept of Extensional Tectonics and Its Present
Level of Study (1)
2. Study Contents and Main Results from Meso-Cenozoic
Extensional Tectonics and Uranium Mineralization in
Southeast China (4)
 - (1) Study Contents (4)
 - (2) Main Results (6)

Chapter 2 Regional Tectonic Setting of Southeast China (11)

1. Regional Tectonic Evolution of Pre-Mesozoic Era ... (13)
 - (1) Formation and Tectonic Evolution of Pre-Sinian
Continental Crustal Basement (13)
 - (2) Regional Tectonic Evolution of Sinian to Early and
Middle Triassic (18)
2. Regional Tectonic Evolution of Meso-Cenozoic Era
..... (20)
3. Characteristics of Deep-Crustal Structures (22)

Chapter 3 General Characteristics and Types of Meso-Cenozoic Extensional Tectonics in Southeast China (27)

1. Distribution of Meso-Cenozoic Extensional Tectonics
..... (27)
2. Types of Meso-Cenozoic Extensional Tectonics (30)

(1) Classification of Types of Extensional Tectonics	(30)
(2) Classification of Extensional Tectonic Zones	(33)
3. General Characteristics of Extensional Tectonics	(37)
(1) Thermo-upwelling Extensional Tectonics	(37)
(2) Taphrogenic Extensional Tectonics	(49)
(3) Gravitational Extensional Tectonics	(52)
4. Migration of Chemical Components in the Process of Extensional Tectonics	(54)
(1) Migration of Chemical Components under the Con- dition of Brittle Deformation Mechanism	(55)
(2) Migration of Chemical Components under the Con- dition of Ductile Deformation Mechanism	(60)
5. Formation Depth and Extension Amount of Extensional Tectonics	(71)
(1) Types of Extensional Tectonic Basins and Calculation Models of Breaking Depth and Extension Amount	(71)
(2) Formation Depth and Extension Amount of Different Types of Extensional Tectonics	(75)
6. Formation Time and Evolution of Extensional Tectonics	(78)
Chapter 4 Analysis of Extensional Tectonics in Typical Areas	(82)
1. Hengshan Shallow Thermo-upwelling Extensional Tectonics	(82)
(1) Regional Geology	(82)
(2) Basic Combination Pattern of Extensional Tectonics	(84)
(3) Characteristics of Denudational Faults and	

Mylonite Zones	(85)
(4) Fabrics of Ductile Shear Deformation and Kinematic Features	(91)
(5) Formation and Evolution of Thermo-upwelling Extensional Tectonics	(95)
2. South Zhuguang Shallow Thermo-upwelling Extensional Tectonics	(97)
(1) Regional Geology	(97)
(2) Basic Combination Pattern of Shallow Thermo- upwelling Extensional Tectonics	(100)
(3) Identification of Denudational Faults	(102)
(4) Mylonite and Features of Its Deformation Fabrics	(108)
(5) Evolution of Thermo-upwelling Extensional Tectonics	(111)
3. Huichang Shallow Thermo-upwelling Extensional Tectonics	(113)
(1) Regional Geology	(113)
(2) General Characteristics of Shallow Thermo- upwelling Extensional Tectonics	(115)
(3) Roles of Ruijin-Xunwu Fault in the Process of Thermo-upwelling Extensional Tectonics	(119)
(4) Formation and Evolution of Thermo-upwelling Extensional Tectonics	(120)
4. Xinjiang Taphrogenic Extensional Tectonics	(121)
(1) Regional Geology	(122)
(2) General Characteristics of Taphrogenic Extensional Tectonics	(124)
(3) Formation and Evolution of Taphrogenic Extensional Tectonics	(132)

5. Xinning-Ziyuan Gravitational Extensional Tectonics	(133)
(1) Introduction	(133)
(2) General Characteristics of Gravitational Extensional Tectonics	(135)
(3) Identification of Gravitational Extensional Tectonics	(137)
Chapter 5 Discussion on Formation Mechanisms of Extensional Tectonics	(142)
1. Tectonic Background for the Formation of Extensional Tectonics	(142)
2. Temperature and Pressure Conditions for the Formation of Extensional Tectonics	(144)
3. Kinematic and Dynamic Characteristics	(146)
(1) Determination of Direction of Extensional Tectonic Process	(146)
(2) Calculation of Shear Strain and Total Shear Displacement	(146)
(3) Microdeformation Mechanism of Ductilly Deformed Rocks	(150)
(4) Estimation of Paleostress Values	(152)
4. Discussion on Formation Mechanisms of Different Types of Extensional Tectonics	(153)
(1) Shallow Thermo-upwelling Extensional Tectonics	(153)
(2) Taphrogenic Extensional Tectonics	(155)
(3) Gravitational Extensional Tectonics	(156)
Chapter 6 Magmatism in the Extensional Tectonic Regime	(157)

1. General Introduction	(157)
2. Characteristics of Meso-Cenozoic Magmatism in Southeast China and Its Evolution	(160)
(1) Felsic Magmatic Activities and Their Tectonic Background	(160)
(2) Intermediate-basic Magmatic Activities and Their Tectonic Background	(175)
Chapter 7 Relationship between Extensional Tectonics and Uranium Metallogenesis	(186)
1. General Geological Characteristics of Hydrothermal Uranium Deposits in Southeast China	(187)
(1) Granite Type Uranium Deposits	(188)
(2) Volcanic Rock Type Uranium Deposits	(191)
(3) Carbonaceous-Siliceous-Argillaceous Rock Type Uranium Deposits	(193)
(4) Sandstone Type Uranium Deposits	(195)
2. Relations between Space-Time Evolution of Extensional Tectonics and Uranium Metallogenesis	(195)
(1) Features of Uranium Mineralization Ages	(195)
(2) Relations between Space-Time Evolution of Extensional Tectonics and Uranium Mineralization	(201)
(3) Identity of Metallogenic Mechanism of Different Type Uranium Deposits	(211)
3. Relation between Extensional Tectono-Magmatic Process and Formation and Mobilization of Ore-forming Hydrothermal Solution	(218)
(1) Extensional Tectono-magmatic Process Providing Heat for Ore-forming Hydrothermal Solution	(218)

(2) Mobilization of Ore-forming Hydrothermal Solution Driven by Extensional Tectonic Activities	(221)
4. Control of Extensional Tectonics over Emplacement of Uranium Ore-fields and Deposits and Concentration of Uranium	(224)
(1) Emplacement of Uranium Ore-fields and Deposits	(224)
(2) Control of Tectonic Denudational Process over Enrichment of Mineralization	(231)
(3) Control of Extensional Tectonic over Existing Elevations of Orebodies Formed during Different Mineralization Stages	(232)
Chapter 8 Extensional Tectonic Emplacement Models of Uranium Mineralization and Prospecting Direction	(236)
1. Extensional Tectonic Localization Models of Uranium Mineralization	(236)
2. Prospecting Direction	(240)
(1) Prospecting Criteria for Uranium-Mineralized Regions and Ore-fields	(241)
(2) Prospecting Criteria for Uranium Deposits and Ore-bodies	(242)
Reference	(245)
Plate	(253)

第一章

绪 论

华东南中生代伸展构造的研究范围为广东省、广西省、江西省的部分地区和湖南省的南部地区,相当于扬子地块“江南古陆”以南的华南加里东褶皱系分布范围。工作的重点放在赣中、赣南、粤北、湘南和桂东北等地区。

一、伸展构造概念和研究现状

伸展构造(extensional tectonics)是在岩石圈拉伸作用下,于不同构造层次形成的各种构造形迹。朱志澄(1987)将伸展构造定义为“在引张作用下形成的以正断层为主体组合成的构造系,既寓含‘作用’,又包括具体现象”。本书论述的是华东南地区燕山运动以来,在地壳浅部受岩石圈拉伸作用所形成的各种伸展构造。

伸展作用一词早就有人提出,但作为一种基本构造作用和构造体系来看待还是近年的事,是继60年代初开始的裂谷热,70年代中期开始的逆冲推覆构造热之后,于80年代才开始成为构造地质学研究领域中一个引人瞩目的课题。1978年McKenzie提出了岩石圈伸展模式,以解释大陆裂开前的地壳变薄、裂谷作用和被动大陆边缘的形成。此后,Bally, Mattauer, Eaton, Crittenden, Davis, Lister, Miller, Spencer, Wernicke, Burchfiel, Carmignani, Barttley等发表了一系列文章论述了伸展构造作用,从伸展构造的形成、演化,伸展构造的表现形式和组合类型,盆地的产生、沉积作用、岩浆活动与伸展构造作用的关系等方面都作了较为深入的研究,并提出了多种伸展构造模式。

伸展构造理论和思想的形成与完善主要来自美国西部盆岭区的研究,在该区狭长的近南北向盆地与同走向的山岭之间常以正断层为界,这种断层规模巨大,成组出现,以盆地边界断层为主断面,断面产状浅部较陡,深部非常平缓,呈一铲形;断层的下盘往往出露曾处地壳较深部的变质岩系,并伴有岩浆作用;上盘则由时代新得多的地层组成。这种断层称为剥离断层(denudational fault)。地震反射波法探测结果也表明,岩石圈内部存在一系列大型近水平的滑脱构造,其中相当一部分属于下滑性质。这些结果动摇了岩石圈刚性的假定,深化了对岩石圈内部构造的认识,修正了关于深大断裂普遍分布的概念,揭示了地壳近直立断层向下转变为平缓的铲形断面形态,确定了在地壳乃至岩石圈范围内铲形剥离断层和逆掩断层的并存。

伸展构造研究在我国的提出和推广,首推著名构造地质学家马杏垣教授。他于1982年在《地球科学》杂志上发表了“论伸展构造”一文,接着在《地质学报》上相继发表了“中国东部中、新生代裂陷作用和伸展构造”和“论滑覆及岩石圈内多层次滑脱构造”等文,强调伸展构造研究的重大理论意义和实际意义,指出“其实引张作用也造就了全球范围的构造现象,其规模甚至比挤压构造变动还要大”,把伸展构造和挤压构造看成是大陆地壳构造变形的两种最基本形式。在马杏垣教授的倡导下,我国许多学者都相继展开了对伸展构造、剥离断层的研究。宋鸿林、单文琅、傅昭仁、朱志澄、郑亚东、许志琴等发表了一系列文章分别对北京西山、湖南桃林、安徽月山、山西中条山、内蒙古亚干和松潘—甘孜造山带等地区的伸展构造进行了深入细致的研究,系统地总结了伸展构造在基岩中的各种表现形式,较为合理地划分了伸展构造类型;总结了岩石圈伸展作用和挤压造山作用的伸缩交替、转化贯穿了岩石圈构造演化的各个阶段和整个历程,是地壳构造演化的一般性规律;认为变质核杂岩(metamorphic core complex)、剥离断层等伸展构造不仅在中、新生代产生,在地质历史各阶段都广泛发育,只是受后期构造变形作用影响而变得更加复杂,进而提出多层次滑脱剥离系和多