

高等学校试用教材

铀矿田与矿床构造

梁 良 主编
刘 德 长 主审

原子能出版社

高等学校试用教材

铀矿田与矿床构造

(初 版)

期 刊

梁 良	主编	刘德长	主审
梁 良	编著	童航寿	审校
余达淦			

原子能出版社

京新登字 077 号

内 容 简 介

本书主要叙述铀矿田与矿床构造及其研究方法。它概括了铀矿田的各级构造类型,并以国内外铀矿床大量实例详细说明了各类构造的控矿作用,对某些构造控矿规律作了扼要介绍和分析。书中以较大篇幅介绍了各种研究方法的基本原理、工作步骤、应用实例和发展方向。

本书可作为高等院校铀矿地质勘查专业的教材,亦可供硕士研究生和有关地质技术人员参考。

☆ ☆ ☆

本书由刘德长主审,童航寿审校,经核工业总公司教育培训部铀矿地质教材委员会铀矿床课程组于1990年7月由周鲁民主持召开的审稿会审定,同意作为高等学校试用教材。

高等学校试用教材

铀矿田与矿床构造

(初 版)

梁 良 主编 刘德长 主审

梁 良 童航寿 审校

余达淦 编著

原子能出版社出版

(北京 2108 信箱)

原子能出版社印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行·新华书店经售

☆

开本 850×1168 1/32·印张 10·字数 265 千字

1993 年 6 月北京第一版·1993 年 6 月北京第一次印刷

印数 1—1000

ISBN7-5022-0701-5

P·24(课) 定价: 5.80 元

前 言

本书是根据原核工业部教育司(教材委员会)于1984年12月在北京召开的教材编写会议审定的提纲编写的,可作为高等学校铀矿地质勘查专业的试用教材。

当前铀矿地质工作正面临着扩大老矿区、开辟新基地、突破新类型的艰巨任务。加强基础地质工作,广泛采用新理论、新技术、新方法是完成上述任务,促进铀矿地质勘查工作向纵深方向发展的有效途径。本着这一宗旨,铀矿田与矿床构造作为介于矿床学、构造地质学、地球物理和地球化学之间的一门边缘学科,对打开矿区勘探和开采的新局面,尤其是在攻深找盲、找富矿上有其独特的积极作用。

铀矿田与矿床构造研究涉及面广,需要汲取各门地质学科的理论 and 大量实际资料,因此,学习和应用它都有一定的难度。核工业北京地质研究院刘德长、童航寿、孙文鹏等以及一些研究、生产单位的同志做了开创性的工作,发表了一系列论著和科研成果报告,为铀矿田与矿床构造研究奠定了基础。但是,到目前为止,国内还未出版过一本关于铀矿田构造的专著,该课程缺少一本可供利用的教材。为适应教学和研究工作的需要,我们编写了此书,作了初次出版这方面书籍的尝试。书中将铀矿田与矿床构造的基本内容概括为成矿构造和研究方法两部分,前一部分既对基本理论作全面介绍,又尽可能包含近期获得的新成果,主要通过以国内为主的铀矿床实例阐明本课程的主要内容。本书另一重点内容是系统地介绍目前国内外矿田构造研究的新方法,对每一种方法的主要内容都作了较详细叙述,以满足

学习者既弄懂理论又掌握技能的需要。

本书由梁良、余达淦编著，梁良任主编，除第五、七两章由余达淦撰写外，其余各章和统编定稿工作均由梁良完成。本书由刘德长、童航寿审校。

编写过程中，作者参阅了核工业总公司范围内大量地质文献资料，并得到许多同行的支持和帮助。钟芝筠为全书作了技术校核和文字上的润色工作；华东地质学院隆盛银、周根法、康自立、饶明辉审阅了初稿。责任编辑金一一为本书文字和内容的修改付出了辛勤劳动。

对为本书的编写、修改和出版给予帮助的同志，作者在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

作者

1991年1月

目 录

第一章 绪论.....	(1)
第一节 铀矿田构造研究的意义、现状与任务	(1)
第二节 铀矿田构造的概念.....	(3)
一、铀矿田	(3)
二、铀矿田构造	(3)
三、导矿构造、布矿构造和容矿构造	(4)
第三节 铀矿田构造研究的发展趋势.....	(5)
第二章 岩石物理性质及其对成矿作用的影响.....	(7)
第一节 岩石物理性质的概念.....	(7)
一、弹性与塑性	(7)
二、脆性与韧性	(9)
三、粘性	(11)
第二节 影响岩石力学性质的因素	(12)
一、围压	(12)
二、温度	(14)
三、应变率	(15)
四、溶液	(16)
第三节 岩石的蠕变	(17)
第四节 岩石的流变	(18)
一、马克斯威尔模型	(19)
二、开尔文(或伏埃特)模型	(20)
三、普兰特模型	(21)
第五节 岩石的破裂	(23)
第六节 岩石物理性质对成矿作用的影响	(25)

一、岩石的孔隙度及其对成矿作用的影响	(25)
二、岩石的渗透性及其对成矿作用的影响	(28)
三、岩石的各向异性及愈合能力及其对成矿作用的影响	(30)
四、岩层的组合及其对成矿作用的影响	(31)
第七节 岩石化学成分对成矿作用的影响	(32)
第三章 铀矿床的大地构造类型	(35)
第一节 地壳演化过程中铀元素的演变特征与成矿作用 ...	(35)
第二节 铀矿床的大地构造类型	(39)
一、按槽台观点铀矿床大地构造分类	(39)
二、按地洼观点铀矿床大地构造分类	(44)
三、按板块构造观点铀矿床大地构造分类	(48)
四、按其他观点铀矿床大地构造分类	(56)
第四章 铀矿田与矿床构造类型	(60)
第一节 概述	(60)
第二节 铀矿床构造分类述评	(64)
第三节 我国铀矿田与矿床构造分类	(67)
一、关于我国铀矿田构造分类	(68)
二、关于我国铀矿床构造分类	(73)
三、本书采用的铀矿田与矿床构造分类	(77)
第五章 断裂构造对成矿的控制	(80)
第一节 概述	(80)
第二节 断裂构造对矿田、矿床的控制	(80)
一、区域性大断裂(主断裂)对铀矿田、矿床的控制	(81)
二、成矿断裂夹持区对铀矿田、矿床的控制	(87)
三、断陷带对铀矿田、矿床的控制	(91)
四、断裂等间距性分布规律对铀矿田、矿床的控制	(93)
第三节 断层、裂隙构造对矿床、矿体的控制	(96)
一、矿床、矿体主要定位条件	(96)
二、铀矿床、矿体空间展布规律	(103)

第四节 矿床和矿体构造组合型式·····	(107)
第五节 断裂构造对富矿柱的控制作用·····	(110)
第六章 褶皱构造对成矿的控制 ·····	(117)
第一节 褶皱构造的分期及其控矿作用特点·····	(117)
第二节 褶皱构造的有利控矿部位·····	(118)
一、褶皱轴部·····	(119)
二、褶皱翼部·····	(125)
第三节 穹隆构造·····	(129)
第四节 不协调褶皱·····	(131)
第五节 褶皱的伴生节理·····	(132)
第六节 叠加褶皱·····	(134)
第七节 褶皱-断裂复合构造·····	(137)
第七章 火山构造对成矿的控制 ·····	(142)
第一节 火山构造及其分类·····	(142)
第二节 高级火山构造与铀成矿作用的关系·····	(142)
第三节 火山构造对铀矿田、矿床的控制·····	(145)
一、负向火山构造的控矿作用·····	(145)
二、正向火山构造的控矿作用·····	(151)
三、次火山岩构造的控矿作用·····	(153)
四、火山爆发角砾岩筒的控制作用·····	(156)
第四节 火山构造对铀矿体的控制·····	(158)
第八章 层状构造对成矿的控制 ·····	(169)
第一节 层理构造·····	(169)
第二节 同生构造·····	(171)
第三节 不整合构造·····	(175)
第四节 岩溶构造·····	(182)
第五节 层面-断裂复合构造·····	(186)
第九章 侵入体构造对成矿的控制 ·····	(192)
第一节 侵入体构造的研究意义和基本内容·····	(192)

第二节 侵入体原生构造对成矿的控制·····	(192)
一、分异层理·····	(192)
二、混杂条带·····	(194)
三、原生节理·····	(195)
四、后期叠加构造·····	(195)
第三节 侵入接触构造对成矿的控制·····	(196)
一、侵入接触带的种类·····	(196)
二、侵入接触带赋矿部位·····	(196)
三、侵入接触带铀矿化特点及原因分析·····	(205)
第十章 构造的地质历史分析和动力学分析·····	(207)
第一节 构造的分期·····	(207)
第二节 构造阶段和矿化阶段的划分·····	(209)
第三节 成矿构造的力学性质和空间组合·····	(211)
第四节 构造应力场研究·····	(213)
一、构造应力场概念和研究内容·····	(213)
二、应力方向的确定·····	(214)
三、古应力大小估算·····	(220)
第十一章 矿区地质填图中的构造研究及其中遥感技术	
的应用·····	(225)
第一节 沉积岩区地质组图的填制和构造研究要点·····	(225)
第二节 花岗岩区单元-超单元填图和构造研究要点·····	(227)
第三节 火山岩区地层-岩性(岩相)填图和构造研究	
要点·····	(229)
第四节 变质岩区地质填图和构造解析·····	(230)
第五节 深部地质填图和深部构造研究要点·····	(232)
第六节 遥感技术在构造研究中的应用·····	(233)
一、铀矿地质常用的遥感信息·····	(233)
二、线状构造与环状构造的影像特征·····	(234)
三、利用遥感图像研究矿田与矿床构造和找矿·····	(236)

四、多源地学信息综合分析技术的应用	(239)
第十二章 构造研究的地球物理方法和构造地球化学	
方法	(241)
第一节 地球物理方法	(241)
一、重力测量	(241)
二、磁法测量	(242)
三、电法测量	(244)
四、放射性测量	(246)
第二节 矿田与矿床构造地球化学概述	(252)
第三节 断裂构造地球化学	(253)
一、动力分异作用	(254)
二、动热变质作用	(256)
三、氧化和还原作用	(257)
四、水解和脱水作用	(257)
第四节 褶皱构造地球化学	(258)
第五节 构造地球化学研究方法和应用实例	(260)
第十三章 构造岩的显微构造与组构分析	(265)
第一节 应力矿物概述	(265)
第二节 应力矿物的显微构造与应用	(266)
第三节 岩组分析的基本概念和工作方法	(271)
一、岩组工作方法	(271)
二、岩组图的对称形式	(273)
三、构造岩岩组类型	(274)
第四节 岩组分析在构造研究中的应用	(275)
一、岩组图极密部的构造意义	(276)
二、岩组图环带的构造意义	(277)
三、岩组对称类型的构造意义	(279)
四、判别岩(矿)脉生成先后关系	(280)
五、判别不同期岩(矿)脉运动方向	(281)

第十四章 电子计算机在成矿构造研究中的应用	(283)
第一节 电子计算机在构造研究中的应用概况.....	(283)
第二节 几种计算方法和计算程序.....	(284)
一、求解优选方位法	(284)
二、用共轭剪节理求解主应力方向	(287)
三、方解石、白云石双晶纹求解应力轴方向	(289)
第三节 构造应力场的数学模拟.....	(291)
第十五章 矿田构造模拟法	(298)
第一节 构造模拟实验的内容.....	(298)
一、断裂形式和褶皱类型的模拟实验	(298)
二、构造应力场模拟实验	(299)
三、构造形成机制的模拟实验	(299)
四、构造控矿与构造成矿模拟实验	(299)
第二节 构造模拟实验相似条件的选择.....	(300)
一、材料相似	(300)
二、时间相似	(301)
三、组合相似	(301)
四、受力状态相似	(301)
五、边界条件相似	(302)
第三节 构造模拟实验方法.....	(302)
一、泥巴模拟实验	(302)
二、光测弹性模拟实验	(303)
三、高温高压模拟实验	(304)
四、网格法模拟实验	(304)
第四节 成矿构造模拟实验实例.....	(304)

第一章 绪 论

第一节 铀矿田构造研究的意义、现状与任务

从 50 年代的两次日内瓦国际和平利用原子能会议上发表第一批铀矿地质方面的论文算起,铀矿床学作为独立的分支学科已有 30 多年的历史。我国铀矿地质事业从 50 年代中期开始,迄今也走过了 30 多年的历程。铀矿床学的研究不仅促进了世界各地大批铀矿床的发现与开发利用,而且,丰富的铀矿实际资料反过来又大大充实了铀矿床学本身的内容,从而推动了铀矿成矿理论向纵深发展。世界产铀大国根据本国占优势的铀矿床类型探明了大量资源。美国的砂岩型铀矿床,苏联的火山岩型铀-钼矿床,法国的花岗岩型铀矿床,加拿大、澳大利亚的不整合脉型铀矿床等类型的矿床理论研究方面也处于领先地位^[1,2]。我国对四大主岩类型铀矿床(花岗岩型、火山岩型、碳硅泥岩型、砂岩型)也作了深入研究,在某些理论方面有较深造诣。近年来,铀矿成矿理论研究工作并未受世界铀市场价格暴跌而削弱。研究的重点主要集中在铀矿床分类,大地构造分布规律,成矿模式,新类型,区域评价方法等方面,其中与本课程关系更密切的两个重大课题是铀矿大地构造分布规律和铀成矿省研究。

板块构造学说的兴起和发展为铀矿大地构造分布规律的研究提供了新的理论。近年来发表的有关板块构造与铀矿床关系方面的专著和论文,使铀矿田的区域构造背景研究在原有的槽台观点、地洼观点、地质力学观点的基础上大大向前推进了一步。

美国、苏联和加拿大开展了关于铀矿省和铀矿区形成和分布规律的研究,美国在全国评价计划中就有一项是研究怀俄明铀矿省形

成的。苏联一些地质学家按大地构造单元对铀矿省进行了分类,提出铀矿省在空间上一般相当于三级大地构造单元,而铀矿区则相当于更小的构造单元。

随着矿床研究的深入,许多学者认为,矿床的研究应该包括矿床成因和构造条件两个方面,应该把研究物质与运动、形成与形变、建造与改造、岩相与构造有机地结合起来;把成矿物质、成矿动力、成矿背景三者统一起来;把控矿的岩浆因素、岩性因素、构造因素三者结合起来^[3]。因此,在进行矿床学研究的同时,应该进行矿田构造研究^[4]。正如李四光早就指出的那样,在具备成矿物质条件前提下,构造对成岩成矿起着十分重要的作用。

铀矿地质 30 多年的实践也表明:铀矿床的产出是产铀区特定地质演化阶段的产物,是诸成矿因素相互合拍的结果。仅仅从矿床成因、含矿主岩方面研究还不足以深入揭示它们的内在联系,因为在一个矿床里往往有多种含矿主岩并存,矿床成因也可能并非一种。因此,对矿床构造条件进行研究,将是不可缺少的一项工作。它不仅有助于补充成因研究和岩石研究的不足,而且对揭示铀矿床形成和分布规律会提供重要信息。实际上,铀矿床普查与勘探过程中,历来都把成矿构造的调查与研究作为地质工作的一项重要内容,几乎所有的铀矿床地质成果报告都有构造部分。但是,把矿田构造作为一个独立的学科专门研究,乃是近 10 年来才开始的。

核工业北京地质研究院刘德长、童航寿、孙文鹏、黄贤芳、赵世勤等对华南、天山-塔里木、华北地台-东北地槽、秦岭地槽-华北地台南缘、龙首山-祁连山、滇西等铀成矿区(带)构造分别进行了专题性的研究,在此基础上,系统地论述了我国大地构造发展与铀矿演化的关系。他们先后对我国铀矿田、矿床进行了构造分类和类型研究,对开创我国具有自己特色的铀矿构造研究迈出了可喜的一步。此外,还有许多铀矿地质工作者对自己所工作的区域、矿田或矿床作了深入调查和研究,发表了一批水平颇高的论文或科技成果报告,丰富和提高了我国铀矿构造研究的水平,促进了铀矿田构造研究的普及和发展。

当前,铀矿田构造研究的任务是探讨构造活动各个阶段、各个部位铀元素的活化、迁移、沉淀和富集特点,借以阐明矿田和矿床形成的构造条件、成矿机理和矿产分布规律,为寻找相似构造条件下的同类型铀矿床提供预测依据。

第二节 铀矿田构造的概念

一、铀矿田

铀矿田是指由两个或两个以上在空间上邻近、时间上相同或相近、成因上有联系的矿床组成的特殊地区。若干个铀矿田构成一个铀成矿区(带),例如 610 铀矿田由该火山洼地内形成于火山活动期或活动期后,赋存于火山构造或次火山岩中,与火山热液成矿作用密切相关的十多个矿床组成。该矿田和其他矿田一起构造赣杭铀成矿带。

二、铀矿田构造

铀矿田构造是指控制铀矿田建造形成的构造和对建造进行改造的构造的总和^[5]。

铀矿床构造是指决定铀矿床形成及矿体形状、产状和分布规律的地质构造因素的总和。

所谓总和,既包括控制铀矿田(床)形成环境和产出条件的构造,又包括决定矿床(体)定位、组合和分布规律的构造。也就是说,它既包括矿前构造,也包括矿期和矿后构造。总之,凡是与成矿有直接联系或间接联系的断层、裂隙、褶皱、岩体接触带、破碎角砾岩带、有利岩层和微构造与组构等构造要素以及控制含矿沉积建造、火山建造和岩浆岩组合形成和分布的构造(如断陷带、火山洼地)等都属矿田(床)构造范畴。因此,研究时必须从构造演化历史和成矿机制方面进行分析才能理清它们的成生和空间联系,对它们与成矿的关系才能作出比较全面的评价。

三、导矿构造、布矿构造和容矿构造

根据构造在矿液运移和沉淀中所起的作用,将其分为三类:

1. 导矿构造

导矿构造是引导深部矿液上升的通道。常见的导矿构造是深切地壳或地幔的区域性大断裂带,在褶皱强烈区,某些孔隙度大的陡立岩层也可作为导矿构造。

2. 布矿构造(也称配矿构造或散矿构造)

布矿构造是指从导矿构造出来的矿液,向成矿场所运移的构造,例如与导矿构造交错的断层或透水层等。

导矿构造与布矿构造合称为运矿构造^[6]。

3. 容矿构造(也称储矿构造)

容矿构造是矿液沉淀聚集的构造场所,包容矿体并决定其形态、产状和规模。

一般情况下,导矿构造对矿液运移只起通道作用,矿液须经布矿构造再分配,然后在容矿构造内沉淀成矿。所以导矿构造一般不赋存矿体,但可见热液蚀度和弱矿化,这是矿液通过时留下的痕迹。然而,矿液的运移过程也并非处处如此,有的导矿构造或布矿构造也赋存矿体,如被屏蔽层圈闭的导矿构造局部地段就会有矿体产出。花岗岩型铀矿床的导矿构造常常是被矿前期或成矿早期石英或硅质充填的断裂带,这种硅质断裂带本身很少有矿体,但它是一个重要的找矿标志。

除了按构造与成矿溶液活动的关系划分为导矿、布矿和容矿构造之外,在实际工作中,人们更为重视构造与矿体分布的关系。因此,有控矿构造和含矿构造之称,前者控制着矿田、矿床或矿体的展布,后者是矿体产出的场所。例如 330 矿田 NNE 向和 EW 向的断裂带是两组控矿构造,而上述两组断裂带交汇处的次一级裂隙或断层与辉绿岩墙的接触面即作为含矿构造,铀矿体产于其中。此外,还有大量的非含矿构造。

第三节 铀矿田构造研究的发展趋势

铀矿床和其它金属矿床具有许多共同的特点,金属矿床构造研究的方法^[6,7]基本适用于铀矿床。但铀矿床也具有自己的特殊性,铀矿床构造研究有自己独特的方法。例如,可以借助放射性伽马或爱曼测量资料查明矿区的地质构造等。30年来,生产和科研单位结合铀矿的普查勘探做了大量的构造调查与研究,尤其是一些重要铀矿区还做了许多构造专题研究,获得大量资料,积累了丰富经验。近年来随着新理论、新方法、新技术、新仪器设备的出现与推广应用,铀矿田构造研究又有新的发展。综观过去与现状,铀矿田构造研究的基本方法始终应该是进行详细地质测量和各种地质填图;在加强宏观研究的同时,开展含矿构造的微观分析;在地质方法的基础上,配合地球物理、地球化学、构造地球化学、水文地质等综合方法;为推动构造研究从定性向定量化发展,目前已逐步应用电子计算机进行求解、作图或进行数学模拟;在一些有仪器设备和实验手段的部门和单位,可以采用模拟法研究矿田构造,以增强对构造形成过程及其与成矿作用关系的认识;任何构造都具有空间性、时间性、力学性,因而矿田构造的历史分析和动力学分析也应列为研究内容,以解决构造的分期分阶段问题,并在查明构造形迹力学性质基础上,配合显微构造与组构测定以确定矿田的构造应力场。

展望未来,铀矿田构造研究的发展趋势是:以扎实的地质观察研究为基础,在加强基础地质工作的前提下,尽量采用现代技术和方法,如遥感、显微构造与组构、包体测温测压测成分、电子探针、红外技术、古应力测定、电子计算机应用、构造材料模拟、构造数学模拟、成岩成矿实验等,做到野外与室内相结合,宏观与微观相结合,观察与实验相结合,多学科、多方法、多手段协同作战,以满足地质工作发展和理论研究的需要,为矿产的普查、勘探和开发做贡献。

参 考 文 献

- [1] 梁幼侠、刘仕倜,国外铀矿地质,2,1~7,1985。
- [2] 刘仕倜,国外铀矿地质,3,1~8,1986。
- [3] 陈国达,成矿构造研究法(第二版),地质出版社,1985。
- [4] 曾庆丰,论热液成矿条件,科学出版社,1986。
- [5] 刘德长等,中国铀矿构造与成矿演化,原子能出版社,1991。
- [6] 翟裕生,矿田构造学概论,冶金工业出版社,1984。
- [7] Г. Ф. Яковлев, Геологические структуры рудных полей и месторождений, изд. Моск. Ун-Та, 1982.