

西南地区典型矿床成矿规律与找矿预测丛书

矿田地质力学 理论与方法

孙家骢 韩润生 著



科学出版社

西南地区典型矿床成矿规律与找矿预测丛书

矿田地质力学理论与方法

孙家骢 韩润生 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书系统介绍了孙家骢教授创立的矿田地质力学理论与方法,由理论篇和方法应用篇组成。其中,理论篇是在遵循孙教授所著的《矿田地质力学导论》(油印本)的基础上编写完成,其主要内容包括矿田地质力学的力学基础、结构面及其控制特征、构造序次及其控矿特征、构造体系及其控矿作用、构造体系复合及其控矿特征,不仅体现了孙家骢教授一生在矿田地质力学的研究成果,而且增添了近些年来矿田地质力学理论的发展成就;方法应用篇是在整理孙家骢教授部分学术论文和充实后在大量成功实例的基础上编辑完成,主要涉及云南区域构造特征及其找矿前景分析,以及不同时代赋矿地层中铜、铅、锌、金、锡、铁多金属矿床构造控矿作用及找矿预测等内容。因此,本书使读者对矿田地质力学理论的精髓有深入系统的理解和方法的具体运用,不断深化和拓展矿田地质力学的研究成果。

本书可作为构造地质学、矿物学岩石学矿床学二级理学专业研究生、地质学专业本科生的教材,也可供矿产普查与勘探、地球探测与信息技术、地质工程二级工学专业研究生和资源勘查工程的本科生,以及从事矿田构造学、找矿预测与矿产勘查的工程技术人员在科研、教学、生产、培训中参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

矿田地质力学理论与方法/孙家骢,韩润生著. —北京:科学出版社,2016
(西南地区典型矿床成矿规律与找矿预测丛书)

ISBN 978-7-03-048801-5

I. ①矿… II. ①孙…②韩… III. ①矿床-地质力学-研究 IV. ①P61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 132921 号

责任编辑:王 运 韩 鹏 陈姣姣/责任校对:何艳萍

责任印制:肖 兴/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 6 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2016 年 6 月第一次印刷 印张:23

字数:550 000

定价:238.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

孙家骢教授是云南省和中国有色金属矿产勘查领域著名的地质学家、教育学家，矿田地质力学分支学科的创始人。他精心治学、勇于探索，将地质力学引入矿田构造研究中，于1978年提出了一套独具特色的矿田地质力学理论和方法，绘制出第一幅云南省主要构造体系图，编写完成了《矿田地质力学导论》（油印本教材），从此标志矿田地质力学分支学科的创立。此后，他将该理论和方法应用于云南省个旧、易门等多个大型资源危机矿山的找矿预测中，取得了显著的经济和社会效益，为我国有色金属地质事业做出了重要贡献。同时，孙家骢教授培养了一批优秀的人才。

韩润生教授为“新世纪百千万人才工程”国家级人选、教育部新世纪优秀人才、云南省中青年学术与技术带头人、云岭学者、黄汲清青年地质科技奖获得者等，享受国务院特殊津贴；在《Ore Geology Reviews》、《Journal of Geochemical Exploration》等国际高水平刊物发表了一批优秀论文，出版专著4部，先后获云南省、中国有色工业科技进步一等奖4项，中国版协西部优秀科技图书一等奖等。韩润生教授继承和发展了孙家骢教授的学术思想，在该部著作中增补了他近些年来在矿田地质力学研究领域的新成果和成功实例，使著作的理论性更强、应用性更广、找矿效果更明显。尤其是，应用矿田地质力学理论与方法，提出了构成矿动力学的新方向，系统总结了以冲断褶皱构造控矿论、混合流体“贯入”成矿论为代表的会泽型铅锌矿床成矿理论与深部找矿预测理论方法，在云南会泽、毛坪铅锌矿深部及外围应用，实现了重大找矿突破。

该专著是一部全面反映矿田地质力学理论和方法及其应用的力作，是著名的地质学家李四光先生创立的“地质力学”理论和方法的拓展和新方向，是继承老一辈地质学家学术思想进一步创新的重要成果。其主要特色是，既有反映以成矿结构面、构造序次、构造体系、构造体系复合及其控矿作用为基础的矿田地质力学理论与方法，又包括我国西部重要成矿区带不同时代赋矿围岩中的多金属矿集区（床）构造控矿作用及其应用的研究成果。因此，该著作反映了矿田构造学的研究新进展，体现了矿田构造学及其找矿预测学的研究方向，为地质力学研究与实践增添了新内容，对隐伏矿定位预测和评价有重要的实用价值，将会给深地矿产资源预测和勘查研究带来新希望。

该著作是两代地质学家研究成果的结晶，体现出深厚的师生情谊和学术继承性。我谨对《矿田地质力学理论与方法》专著的公开出版和著者取得的成果致以衷心祝贺，并期望本书的出版能进一步推动地质力学、构造地质学的发展和地质找矿工作的进展。



2016年5月30日

枝、刘飞等同志参与编撰了有关章节，韩爱宁、邱文龙等同志绘制了有关图件。

需要指出的是，为了保持资料的连续性，对于地层划分，二叠系仍沿用二分，石炭系仍沿用三分，在此敬请谅解。

本专著在编撰过程中，得到翟裕生院士、叶天竺教授、邓军教授、方维萱研究员、陈正乐研究员等专家的关心和指导，还得到了全国危机矿山矿床成矿规律研究专项“西南层控型多金属矿床成矿规律总结研究”、中国地质调查局“滇西北北衙北段金多金属矿区控矿构造解析与找矿预测”、国家自然科学基金重点项目“滇东北矿集区富锕铅锌矿床成矿机理及靶区优选”和“云岭学者”等项目的资助，在此，对以上专家和未提到的专家学者表示衷心的感谢！

我相信，本专著的出版发行，不仅有利于推进地质力学、构造地质学学科的发展，而且更有利于提高矿产地质学科人才培养的质量，对找矿预测和矿床勘查大有裨益。

于孙家骢教授诞辰 80 周年之际完成本专著，以此献礼！

韩润生

2014 年 12 月于昆明

目 录

序
前言

第一篇 理 论 篇

第一章 绪论	3
第一节 构造与成矿的关系	3
第二节 矿田构造研究简史	4
一、第一阶段（20 世纪前半期）	4
二、第二阶段（20 世纪约 50 年代起）	4
三、第三阶段（20 世纪 70 年代至 20 世纪末）	4
四、第四阶段（21 世纪初以来）	5
第三节 矿田地质力学的性质及任务	5
第四节 矿田地质力学的研究内容	6
第五节 矿田地质力学的研究方法步骤	7
一、矿田构造体系分析	7
二、控矿构造型式研究及成矿条件分析	9
三、矿田成矿预测	11
四、矿田预测靶区的验证及总结	11
第二章 矿田地质力学有关的力学基础	13
第一节 应力的概念	13
一、外力和内力	13
二、应力	15
第二节 应变的概念	16
一、位移	16
二、变形	16
三、应变	18
四、横向应变与纵向应变的关系——泊松比	18
第三节 应力应变的关系——胡克定律	19
第四节 平面应力分析	20
一、一点的应力状态	20

二、平面应力分析	22
三、应力圆（应力摩尔圆）	26
四、剪裂角的分析	29
五、断裂性质的分析	31
第三章 结构面及其控矿特征	32
第一节 结构面的概念	32
第二节 结构面的力学性质分类	33
一、压性结构面	33
二、张性结构面	34
三、扭性结构面	35
第三节 结构面力学性质的宏观鉴定	35
一、结构面力学性质判别顺序	36
二、压性破裂面的主要特征	36
三、张性破裂面的主要特征	39
四、扭性破裂面的主要特征	41
第四节 结构面力学性质的微观鉴定	42
一、应力矿物	42
二、岩组分析	53
第五节 不同力学性质结构面的控矿特征	57
一、压性断裂的控矿特征	57
二、张性断裂的控矿特征	59
三、扭性断裂的控矿特征	61
第四章 构造序次及其控矿特征	63
第一节 构造序次的概念	63
一、水平侧压力作用下岩层的变形过程	63
二、力偶作用下岩层的变形过程	64
第二节 构造序次转化结构面的概念及其鉴定	66
一、压扭性和张扭性破裂面的鉴定特征	67
二、压性褶皱和压扭性褶皱的鉴定特征	69
三、序次弧形构造	70
第三节 构造等级的概念	72
第四节 根据序次关系判断断裂两盘相对运动的方向	72
第五节 构造形迹的分级和挨次控矿作用	73
一、构造形迹的分级控矿作用	73
二、构造形迹的挨次控矿作用	74
三、导矿构造、配矿构造和容矿构造的概念	74

四、构造形迹分级控矿的挨次控矿的应用实例	75
第六节 区域性断裂的主要类型及其特征	78
一、伸展构造	78
二、重力滑动构造	80
三、逆冲推覆构造	80
四、走向滑动断层	81
五、韧性剪切带	82
第五章 构造体系及其控矿作用	86
第一节 构造体系的概念	86
第二节 构造型式的概念	87
第三节 构造体系类型的划分	88
第四节 各类构造体系的组成特点及控矿作用	89
一、纬向构造体系	89
二、经向构造体系	90
三、多字型构造	92
四、棋盘格式构造	96
五、入字型构造	100
六、旋扭构造	102
七、山字型构造	115
第六章 构造体系复合及其控矿特征	118
第一节 构造体系复合的概念	118
一、实例	118
二、概念	119
三、类型	119
四、复合结构面的类型及鉴定	121
五、复合弧形构造	128
第二节 构造体系联合的概念	130
一、概念	130
二、构造联合和构造复合的主要区别	130
三、联合弧形构造	131
第三节 矿田构造体系发展史的研究	132
一、形变史的分析	132
二、构造体系发展史的重建	135
第四节 成矿构造体系和成矿前、成矿后构造体系	144
一、成矿构造体系的概念及其鉴定标志	144
二、成矿前构造体系的概念及鉴定标志	145

三、成矿后构造体系的概念及鉴定标志	146
第五节 构造体系的成生发展及成矿作用	147
第六节 构造体系复合控矿的作用	148

第二篇 方法应用篇

第七章 云南区域构造特征及其找矿前景分析	153
第一节 云南主要构造体系划分及其特征	153
一、云南主要构造体系的划分及其特征	153
二、云南主要构造体系的复合关系	160
三、云南主要构造体系与矿产分布的关系	162
四、结论	165
第二节 云南主要构造体系的成生发展及某些矿产的分布规律	165
一、从中国地壳运动的方式和方向看云南地壳构造的特点	166
二、云南的构造运动及主要构造体系的成生发展	171
三、云南某些重要矿产的分布规律	175
第三节 滇西锡矿带的成矿构造体系及找矿前景分析	178
一、云南构造运动的若干特点	178
二、滇西锡矿带构造体系的成生发展及其他花岗岩的控制作用	179
三、滇西锡矿带构造体系对锡矿的控制及找矿方向	183
第四节 滇中地区罗茨-易门断裂带的发生、发展及其对铁矿的控制作用	185
一、断裂带的组成特征	185
二、断裂带的发生、发展	186
三、断裂带对铁矿的控制作用	190
第八章 滇中元古宇变质岩系中的铜铁矿床构造控矿作用及找矿预测	194
第一节 云南新平大红山铁铜矿床构造控矿特征	194
一、区域地质背景	194
二、矿床构造特征	195
三、控岩控矿断裂的力学性质特征	196
四、控矿构造型式分析	201
五、结论	202
第二节 禄丰鹅头厂铜铁矿床构造控矿特征	202
一、矿田构造体系分析	202
二、矿源层形成的构造控制作用	204
三、矿化富集的构造控制作用	206
四、结论	211
第三节 安宁八街杨梅山-红坡铁矿带构造体系控矿特征及找矿预测	211

一、构造体系控矿特征	211
二、预测实例	216
三、找矿方向	218
第四节 易门铜矿田构造控矿特征及找矿预测	218
一、区域成矿地质背景	218
二、矿床成矿系列	222
三、易门铜矿田构造的“镜面对称”成矿效应	222
四、构造对矿床（体）的控制作用	223
五、构造分级控矿系统与成矿结构面	233
六、构造刺穿体类型与刺穿构造岩-岩相分带模式	239
七、构造控矿规律及成矿构造体系	249
第九章 古生界碳酸盐岩中的铅锌多金属矿床构造控矿作用及找矿预测	254
第一节 川-滇-黔接壤区富锕银铅锌矿床成矿构造动力学及找矿预测地质模型	254
一、主要区域构造与矿床分布规律	255
二、矿床成矿构造动力学的年代学约束	260
三、成矿构造动力学	266
四、“三位一体”成矿规律与找矿预测地质模型	268
第二节 滇东北会泽超大型铅锌矿床构造控矿作用及找矿预测	269
一、矿床地质特征的特殊性	270
二、成矿构造系统、成矿结构面及其控矿特征	274
三、矿区成矿构造体系	276
四、构造控矿规律及构造控矿模式	277
五、矿床成矿模型	279
六、找矿预测	280
第三节 滇东北昭通毛坪大型铅锌矿床构造控矿作用及找矿预测	282
一、主要控矿构造	283
二、成矿构造系统、成矿结构面及其控矿特征	284
三、成矿构造体系	285
四、构造控矿规律	287
五、找矿标志及找矿预测	290
第十章 中生界碎屑岩-碳酸盐岩中的锡、铜、金多金属矿床构造控矿作用 及找矿预测	292
第一节 滇东南个旧马拉格锡矿田构造应力场动态演化及其控矿特征	292
一、矿田构造体系成生发展及成矿构造体系	292
二、矿田构造应力场动态模拟	295
三、矿田构造应力场的动态演化特征	299

四、矿田构造应力场的控矿特征·····	301
五、结论·····	305
第二节 滇东南个旧马拉格锡矿田构造地球化学特征·····	306
一、矿田构造体系的划分及成生发展·····	306
二、矿田成岩成矿元素的统计分析·····	308
三、矿田断裂构造地球化学特征·····	309
四、结论·····	312
第三节 楚雄盆地砂岩型铜矿床构造控矿特征及找矿预测·····	312
一、楚雄盆地构造演化概述·····	313
二、典型矿床地质概况·····	314
三、成矿地质体的厘定·····	317
四、成矿构造系统与成矿结构面·····	317
五、成矿结构面构造演化的时间机制·····	325
六、矿田构造体系与成矿构造体系·····	327
七、砂岩型铜矿床“三位一体”成矿规律与构造-流体耦合成矿模型·····	329
八、找矿预测地质模型及其应用·····	329
第四节 滇西北北衙斑岩成矿系统金多金属矿床构造控岩控矿作用·····	332
一、矿区地质概况·····	332
二、构造控矿特征及其力学机制·····	334
三、矿化蚀变及其分带规律·····	346
四、构造控岩控矿作用·····	347
五、构造控岩控矿模式·····	348
六、结论·····	349
主要参考文献·····	351

第一篇 理 论 篇

矿田构造是指在矿田（勘查区）内控制矿床形成和分布的地质构造要素的总和。矿田地质力学是运用地质力学的理论和方法研究矿田构造。研究矿田构造有助于深入认识成岩成矿作用、矿床成因和矿床分布的规律，因此在找矿勘查、评价和采矿工作中都有着广泛的实用意义。随着地质研究程度的提高，隐伏矿床的寻找已经提高到重要的地位，矿田构造的研究也越来越受到重视。

本篇的主要内容包括矿田地质力学的力学基础、结构面及其控矿特征、构造序次及其控矿特征、构造体系及其控矿作用、构造体系复合及其控矿特征。

第一章 绪 论

第一节 构造与成矿的关系

矿床的形成需要多方面的地质和物理化学因素的结合，构造是其中的重要因素，在只有足够的成矿物质和含矿流体的前提下，构造对成矿经常起到主导作用。

仅就矿田、矿床构造与成矿的关系而言，从成矿作用的全过程来看，构造对成矿的控制作用表现在以下十个方面（孙家骢，1988；翟裕生、林新多，1993；韩润生等，2003a）。

（1）构造作为矿床形成的地质构造环境。例如，各种类型的构造盆地常是堆积沉积矿床（包括火山、沉积矿床）的有利构造环境，而构造-岩浆-热液活动常是多种内生矿床的产出地带，二者的结合又是层控矿床发育的有利场所。

（2）构造运动为成矿作用提供能源，还可以作为含矿流体运移和聚集的重要驱动力。动力作用是一个重要的成矿作用，许多事实证明，它在成矿过程中的作用可以与沉积作用、岩浆作用和变质作用一样重要，含矿流体在地壳中的运动，在很大程度上受到构造因素的控制。一般来说，这些流体总是由应力的集中区向释放区运移，而且运移到一定的拉张区内堆积成矿。

（3）构造往往成为含矿流体运移的主要通道，这类构造一般被称为导矿构造或运矿构造，而各种构造型式的开放空间，可以作为矿床（体）就位的场所，在一定程度上决定矿体的形态、产状和空间位置，这类构造一般被称为容矿构造或储矿构造。

（4）在不同类型的构造中，可以发生不同的成矿方式，形成不同的矿床（体）类型。成矿流体在断裂或裂隙中充填可形成脉状矿体或矿床，顺岩层的层间构造充填和交代形成似层状矿体，在密集的网脉裂隙带中形成细脉浸染型矿体等。

（5）构造作用的多期次、多阶段活动是成矿的多阶段性和脉动性的基本原因，是区分成矿期和成矿阶段的重要依据，这一点在气液矿床中尤为明显。

（6）构造是形成各种规模的矿化分带、矿床（体）分带和矿化等间距分布的重要控制因素。大量研究资料表明，在成矿预测工作中有重要意义的矿化垂向分带特征，在很大程度上受到构造垂直分带性的制约，特别在陡立的脉状矿床中表现得尤为明显。

（7）在改造型矿床的形成过程中，构造具有双重控制作用：一方面，作为古构造条件控制了矿源层的形成；另一方面，后期的构造作用改造矿源层（岩），使成矿物质活化转移、富集成矿。

（8）矿床形成后的构造改造也具有双重性，它既可以破坏已成矿体的连续性、稳定性和坚固性，造成找矿、勘探和采矿中的许多困难，也可以使某些类型的矿体（如沉积变质铁矿）褶皱加厚，增加单位体积内的矿石储量，从而有利于开发。许多金属矿床氧化带的发育程度，往往与构造的性质和强烈程度有关。

(9) 成矿流体的状态及物理化学条件常因构造状态的改变而发生变化。

(10) 有些金属矿床的形成就是构造动力作用的结果。例如, 法国阿尔卑斯石英-重晶石硫化物矿床。

综上所述, 构造对各种类型矿床的形成都有一定的控制作用, 它在矿床形成和演化的每个阶段都起作用。因此, 构造是控制矿床形成和分布的一个基本因素, 研究矿田构造不仅有利于找矿勘探、矿山开采, 同时对深入全面地研究矿床成因起着重要的作用。

第二节 矿田构造研究简史

矿田构造的研究是随着采矿事业的发展和地质科学的进步而发展起来的, 它大体上经历了四个发展阶段。

一、第一阶段 (20 世纪前半期)

矿田构造的研究着重在单个构造要素对成矿的控制, 如褶皱控矿、断裂控矿、节理裂隙控矿、侵入体接触带控矿等, 着重研究构造对矿体形态、产状和空间分布的影响。在这一阶段, 已经提出了成矿前、成矿期和成矿后构造的概念, 并且研究了它们对成矿的影响。此阶段为矿田构造的奠基时期, 苏联的学者为这个方向的研究工作奠定了一定基础。

二、第二阶段 (20 世纪约 50 年代起)

矿田构造的研究工作广泛深入地开展起来。这个阶段的主要特点是: 在研究单个构造要素控矿的基础上, 注意研究构造体系或构造组合的控岩控矿作用。在这方面, 李四光教授创立的地质力学中关于构造体系控岩控矿的研究, 曾起到明显的作用, 并在进行煤、石油和某些金属矿产的预测中, 取得了较好的效果。

在这个阶段中, 对控矿构造的理解也较广泛, 除了变形构造外, 还注意到岩浆成因构造和变质成因构造对成矿的控制作用。矿田构造的概念也扩大了, 开始被理解为决定矿床空间分布、矿床形态和影响矿化聚集的地质构造因素的总和, 因此一般也称为矿田地质构造。

三、第三阶段 (20 世纪 70 年代至 20 世纪末)

在寻找隐伏矿床的实践中, 人们开始认识到, 不是构造体系的一切部位都有利于成矿, 也不是所有的构造体系复合部位都有利于成矿。真正的含矿构造, 只占全部构造形迹的很小一部分。因此, 在研究工作中要把成矿的物质条件和构造条件结合起来, 把构造应力场和地球化学场的研究结合起来, 把成岩成矿过程中的物质迁移、聚集和构造应力场的形成演化历史的研究结合起来, 以便深入探索构造活动与成矿作用之间的内在联系, 深入认识矿床的形成环境和形成机理, “三个结合”的研究是当前矿田地质构造研究中的突出特点, 构造地球化学、构造作用成岩成矿、构造-成矿模式的兴起正是这一阶段的标志。矿田构造学正在成

为矿床学、构造地质学和地球化学之间的一门边缘学科。

四、第四阶段（21 世纪初以来）

在理论上,通过矿田(床)构造的几何学、运动学、力学、物质学、年代学、动力学及拓扑学的研究,不仅拓展出构造成矿动力学、构造物理化学、构造-矿物-地球化学、构造-流体-成矿耦合及活动断层构造地球化学研究的新方向,使构造研究的深度和广度不断深入,而且改造成矿作用理论逐步深化,构造控矿/成矿规律在重要成矿区(带)多金属矿床研究中的优势逐渐凸现,如主要的构造控矿/成矿规律有:构造-岩性(岩相)界面复合控矿、构造分带性和对称性及等距性控矿、构造分区性与复合性控矿、构造分级控矿、冲断褶皱构造控矿、层间断裂控矿等,其中层间断裂控矿特征表现出“层间断裂-蚀变岩-矿体”典型的矿化结构,并提出新的构造控矿型式:会泽铅锌矿区“阶梯状”控矿构造(韩润生等,2007)、易门矿田“镜面对称”构造(韩润生等,2000b)及铜厂多金属矿田“巨型压力影”构造等(Han et al., 2010b);深化了成矿结构面的含义,成矿结构面不仅包括构造结构面,还包括岩性/岩相界面、物理化学界面等(叶天竺,2010);开展了断裂构造中常量元素-微量元素-稀土元素及其分异耗散顺序、矿物脉体-次生包裹体-同变形期流体及其微观动力学分析、应力强度-温热梯度-流体浓度及其耦合相关体系等研究;在技术上,形成了隐伏矿定位预测的构造地球化学精细勘查技术与构造应力场靶区筛选技术(韩润生等,2003b),并开展了构造-蚀变岩相填图、构造应力场-流变物理场-地球化学场及其参量数字模拟等,如 THMC(T: thermal; H: hydraulic; M: mechanical; C: chemical)构造成岩成矿实验模拟;在实践应用上,矿田地质力学、矿田构造、构造地球化学在矿床深部及外围找矿预测与快速评价中广泛应用,特别在危机矿山深部和外围找矿勘查中发挥了重要作用。

第三节 矿田地质力学的性质及任务

矿田地质力学是地质力学的一个分支学科,是地质力学和矿床学之间联系的桥梁,它是运用地质力学的理论和方法去研究矿田地质构造,并且以李四光教授提出的“确定矿点的分布和构造体系组合型式的关系,特别注意矿床富集地点或地带内构造体系中占有的地位”为研究的主要内容。因此,它使矿田地质构造的研究有了构造体系这样一个核心,加上重点是研究构造体系与矿产分布的规律。所以,它能在成矿预测方面发挥特有的作用,使矿产普查与勘探工作减少盲目性,增强预见性,加快找矿工作的步伐。

众所周知,内生矿床的形成与一定的岩浆活动有关,就是说它是一定的构造-岩浆活动的产物,也就是说它是一次地壳运动的结果,伴随着地壳运动必然有力的作用,地壳在力的作用下必然产生永久变形而形成许许多多的构造形迹。在某一种方式力的作用下,所形成的构造形迹必然遵循一定的力学规律呈一定的组合关系分布,从而产生一定型式的构造体系。因此,伴随着地壳运动所形成的内生矿床,它的分布必然与构造体系之间有着内在的联系。

李四光(1979a, 1979b)认为,矿床的赋存是受双重条件控制的,其一是成矿条件;其二是矿产分布的规律。成矿条件主要决定于岩性及有关岩体和岩层成生时的环境以及它们之间的相互关系;矿产的分布规律,一部分和成生条件有关,但主要受构造体系的控制,可

以说,构造体系有时影响成矿条件。从李四光教授的这种观点出发,认为矿床的形成是控矿改造和成矿建造这两个方面对立统一的结果,二者统一于构造体系。就此而言,构造体系可以理解为在一定方式的构造运动下形成的,具有成生联系的构造形迹和构造形体所组成的统一体,后者是指任何构造运动过程中形成的地质体,包括岩体和矿体等。因此,构造体系的发生、发展的过程和复合、转变的特点,必然在时间和空间两个方面控制内生矿床的形成和分布。搞清构造体系的规律,就能掌握矿产在地壳中的分布规律。

鉴于以上认识,矿田地质力学的任务在于:研究矿田构造体系发生、发展的过程和复合、转变的特点,以及这种过程和特点控制矿床形成和分布的规律,并运用这种规律去进行找矿预测,以达到更多、更快地进行矿床(特别是深部隐伏矿床)或矿体普查和勘探的目的。

第四节 矿田地质力学的研究内容

从矿田地质力学的任务出发,它的研究内容应该包括以下三个方面。

(1) 划分矿田构造体系的类型,分析各种类型构造体系发生、发展的过程,以及它们之间复合、转变的特点。

在矿田范围内,一次构造运动形成一种型式的构造体系,多次构造运动则先后形成几种不同型式构造体系的穿插、干扰和归并、重叠,或者先形成的某一种构造型式的复活再生。一个矿田在漫长的地质构造发展过程中,必然经历多期构造运动的影响,形成复杂的构造形变图像。可见,正确划分矿田构造体系的类型,查明各种类型构造体系在时间上发生、发展的过程,以及在空间上复合、转变的特点,是掌握矿田构造控矿规律的关键,也是掌握矿田构造体系控矿规律的基础。

(2) 研究矿床的形成条件,分析这些条件与矿田构造体系发生、发展、复合、转变的内在联系。

内生矿床的形成与一定的构造-岩浆活动有关,这是在某一次构造运动中控矿改造和成矿建造对立统一的结果。因此,它的形成不是与所有的构造型式有关,而是与矿田构造体系发生、发展过程中某一特定阶段的某一种构造型式有关,它的分布也不是与这种构造型式的所有组成成分有关,而是与这种构造型式的特定构造部位有关,如构造体系的复合部位和其他的应力集中部位。也就是说,在矿田范围内,要查明成矿前、成矿期和成矿后的构造体系,抓住成矿构造体系与成矿的内在联系,这是掌握构造体系控矿规律的前提。

(3) 研究构造体系在时、空两个方面控制矿床形成和分布的规律,并根据这种规律开展找矿预测,圈定出普查和勘探的靶区(或有利地段)。

如上所述,内生矿床的形成在时间上与矿田构造体系发生、发展的一定阶段有关,在空间上受到构造体系中特定构造部位的控制,而且矿床形成后又往往受到成矿后构造的破坏或者局部地段改造富集,情况是十分复杂的。因此,在分析成矿和构造体系内在联系的基础上,必须由已知到未知,由特殊到一般,由点到面,在构造体系控矿的普遍规律指导下,总结出该矿田内构造体系控矿的具体规律,用以指导找矿预测,在其他技术手段的配合下,正确圈定预测靶区或预测地段,并在实践中加以验证,寻找隐伏矿体或新的矿床,以提高找矿勘探的效果。