

矿田构造学概论



冶金工业出版社

中国构造学概论

地质出版社

矿田构造学概论

翟裕生 主编

冶金工业出版社

内 容 简 介

本书是作者根据多年教学和研究工作经验,运用构造研究与矿床成因研究相结合、单个构造研究与构造体系研究相结合、矿田构造研究与区域构造研究相结合、构造发展阶段和空间分带研究相结合等原则,阐述了矿田构造学体系问题。书中比较系统地、侧重地介绍了关于金属矿床的矿田和矿床构造的基本概念、类型、特征、主要影响因素及其控矿作用。

本书可供从事矿产普查与勘探、矿山地质工作人员及大专院校有关专业师生、研究生参考。

矿田构造学概论

翟裕生 主编

★

冶金工业出版社出版

(北京灯市口74号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

★

850×1168 1/32 印张 13 1/8 字数345千字

1984年11月第一版 1984年11月第一次印刷

印数00,001~5,850册

统一书号: 15062·4081 定价2.15元

序 言

地质构造是控制矿床形成和分布的重要因素，历来受到广大地质工作者的重视，而矿田、矿床构造研究对于普查、勘探和矿山开采工作有着更直接的、密切的联系。

近年来，从国内外情况来看，国民经济的发展，对广大地质工作者提出了新的艰巨任务，即：广泛开展矿产预测工作；对许多待查基地需要做出正确的但难度较大的评价；一批老矿山面临资源不足，亟待扩大其远景；若干急需矿产资源要加强勘查；以及为解决上述问题而进行的成矿理论的综合研究等。所有这些任务的解决都需要加强对基础地质，其中包括矿田构造的研究工作。

从历史上考察，矿田构造的研究工作大体经历了三个阶段：第一阶段着重研究单个构造要素（褶皱、断裂、裂隙、接触带等）的控矿现象；第二阶段大体从本世纪四十年代开始，注意研究构造体系的控矿作用，包括用地质力学、构造物理学等方法去研究各种控矿构造要素间的相互联系及其形成机制；七十年代以来，矿田构造研究工作已进入到第三阶段，特点是构造研究与矿床成因研究相结合，构造研究与地球化学研究相结合（构造地球化学），研究方法日趋全面和综合。当前，矿田构造研究正逐步成为介于矿床学、构造地质学以及地球化学之间的一门边缘、分支学科——矿田构造学（矿田构造地质学）。系统地研究、建立和完善这个学科的理论和方法，将有助于全面深入地认识成矿作用机理和矿床分布规律，提高矿产勘查和采矿工作的成效，因而有着重要的理论意义和实践意义。

为了适应上述需要，考虑到现有矿田构造著作还较缺乏，我们尝试着将多年来从事矿田构造教学和研究工作的一些体会、成果，并参考有关文献资料，整理成书，内容侧重于内生金属矿

床。在编写工作中，我们试图用构造研究与矿床成因研究相结合、单个构造研究与构造体系研究相结合、矿田构造研究与区域构造研究相结合、构造发展阶段和空间分带研究相结合等原则来建立矿田构造学的体系。但是由于水平限制和现阶段研究程度的不足，以及参阅的文献资料尚不够系统，在本书中还只是就这些基本原则进行了初步的探索和概括的体现。不少问题有待进一步的深入研究。

本书是集体劳动的成果，参加编写工作的有林新多、池三川、金振民、姚书振、郑锦城和翟裕生。章节分工是：第一章——翟裕生；第二章——金振民；第三章——林新多；第四章——池三川；第五章——林新多；第六章——郑锦城、林新多；第七章——翟裕生；第八章——姚书振；第九章——林新多；第十章——翟裕生、金振民；第十一章——池三川；第十二章——翟裕生。由翟裕生任主编。林新多、池三川完成了文稿、图表和文献目录的整理和汇总工作。

在编写过程中，沈孝宇同志对第二章文稿进行了审阅，并提出修改意见。吴振寰同志对第十章的部分内容进行了修订。一些兄弟单位和同志们也给予很大的支持和帮助，在此一并致以衷心感谢。

希望这本书的出版交流，对于我国的矿田构造研究工作能起到一些微薄的作用。限于编者的水平，书中难免有错误或不妥之处，敬请读者批评指正。

翟裕生

一九八二年九月

目 录

序言

第一章 绪论	1
第一节 研究矿田构造的意义	1
第二节 矿田构造研究的内容	3
第三节 矿田构造的特点及其研究方法	4
第四节 矿田构造研究的历史和现状概述	7
第二章 岩石的物理力学性质对构造变形和成矿作用的影响	12
第一节 岩石物理力学性质的概念和研究意义	12
第二节 构造变形和岩石物理力学性质	18
第三节 岩石物理力学性质对成矿作用的影响	27
第四节 岩石化学性质对成矿作用的影响	50
第五节 从矿田构造角度研究岩石物理力学性质的内容和方法	52
第三章 矿液的运动	58
第一节 概述	58
第二节 矿液运移的一般规律	58
第三节 导矿构造、配矿构造和容矿构造	64
第四节 矿液流动方向和通道的判别	70
第四章 层状构造及其对成矿的控制	88
第一节 概述	88
第二节 层面构造	89
第三节 同生构造	96
第四节 缝合线构造	99
第五节 假整合和不整合构造	100
第六节 岩溶构造	105
第七节 陨石坑构造	111
第八节 重力构造	114

第五章 褶皱构造的控矿作用	120
第一节 概述	120
第二节 直接控制矿体的褶皱构造	120
第三节 褶皱对侵入岩体的控制作用	131
第四节 叠加褶皱及其对成矿的控制	139
第五节 热流变褶皱及其对成矿的控制	146
第六节 同步褶皱及其对成矿的控制	149
第七节 控矿褶皱构造的研究要点	150
第六章 断裂裂隙构造的控矿作用	153
第一节 概述	153
第二节 断裂对矿田、矿床的控制	155
第三节 与褶皱同时形成的断裂裂隙及其对成矿的控制	159
第四节 断裂对矿体的控制	166
第五节 裂隙对成矿的控制	177
第六节 劈理和片理对成矿的控制	191
第七节 控矿断裂裂隙构造的研究要点	195
第七章 侵入体构造的控矿作用	198
第一节 概述	198
第二节 侵入体的形态产状及其与围岩构造的关系	199
第三节 侵入体内部构造及其控矿作用	202
第四节 侵入接触构造及其控矿作用	208
第五节 多期次侵入构造对成矿的控制	224
第六节 岩墙与成矿的关系	226
第八章 火山构造的控矿作用	233
第一节 概述	233
第二节 火山穹窿构造的控矿作用	236
第三节 破火山口构造的控矿作用	249
第四节 线状火山构造的控矿作用	262
第五节 次火山岩构造的控矿作用	265
第六节 火山构造—矿化模式	286
第九章 控矿构造的发展阶段	289
第一节 成矿前构造	289
第二节 成矿期构造	292

第三节 成矿后构造	303
第四节 矿田矿床构造发展史的研究	309
第十章 控矿构造体系	317
第一节 构造体系的建立对于认识矿产分布规律的意义	317
第二节 构造等距性对成矿的控制	318
第三节 构造分带性对成矿的控制	331
第十一章 矿田与矿床的构造类型	340
第一节 概述	340
第二节 矿田构造类型	340
第三节 矿床构造类型	379
第十二章 矿田形成的区域地质构造背景	387
第一节 概述	387
第二节 控矿的区域构造和大地构造	387
第三节 成矿区构造的基本类型	393
第四节 矿田构造与区域构造关系的研究	398
第五节 矿田构造与区域地球化学关系的研究	402
参考文献	406

第一章 绪 论

在控制矿床形成和分布的诸因素中，构造因素占有重要的位置。广大地质工作者为研究构造与成矿的关系，曾付出艰巨的劳动，积累了丰富的经验。近年来，由于大比例尺成矿规律研究和成矿预测工作的广泛开展，矿田构造的研究较前深入一步，并在大量实际资料的基础上加强了综合研究，开辟了一些新的研究方向，开始形成一套系统的研究内容和方法，矿田构造学正逐步成为矿床学、构造地质学和地球化学之间的一门边缘分支学科，它对研究成矿理论和解决矿产勘查中实际问题日益发挥着重要的作用。

第一节 研究矿田构造的意义

矿田和矿床构造研究的基本任务是阐明在矿田和矿床范围内，构造对矿床形成和矿化分布的控制作用，并查明矿化在空间的分布规律。

矿田构造是指在矿田范围内，控制矿床形成和分布的地质构造因素的总和。

矿床构造是指决定矿体在矿床中分布规律及矿体形状、产状特征的地质构造因素的总和。

在上述的每一个概念中，都是既包括构造形迹和岩石组构特征，又包括控矿构造的形成机制和发展历史。如果说研究大地构造有助于认识在大区域内（如环太平洋成矿带）矿床形成和分布的规律，对区域矿产预测和普查工作有重要意义；那么，研究矿田、矿床构造则可具体掌握控制矿床和矿体形成、改造、产状和分布的地质构造因素，对详查、勘探和采矿工作有着实际意义。

对内生矿床来说，构造对成矿的控制作用主要表现在：

1. 构造活动生成的各种裂缝、空洞、孔隙和高渗透带等是

含矿流体（各种成因的）在岩石中流动的通道（导矿或运矿构造）；

2. 各种构造成因的裂隙和孔洞是含矿流体中矿质的沉淀和堆积场所（储矿或含矿构造），因而影响矿床、矿体的空间分布和形态、产状；

3. 构造活动是使矿液汇集、运动的原因和驱动力之一，尤其是地壳深部的构造对于固态岩石经强烈变质转化为熔浆，以及分散在岩层中的水分聚集成热液并运移等过程，起了重要的作用。因此，构造不仅仅可以作为矿液运移的通道和堆积场所，还可以作为矿液流动的驱动力；

4. 多数矿床的形成经历了一个漫长的地质过程，包括多个成矿阶段。成矿期间的构造活动则是划分不同成矿期和成矿阶段的重要基础，是影响矿床、矿体范围内矿化强度不均匀性的一个重要因素，是造成不同阶段矿石的重选、穿插和矿石分带性的重要原因；

5. 成矿期构造条件的不同所引起的氧化还原条件以及其它物理化学因素的差异，常是造成同一（些）成矿元素形成不同矿物组合和矿石类型的重要原因；

6. 成矿后构造既能破坏矿体，增加探采工作的难度；又能促使某些层状矿床（如沉积变质铁矿）经过紧密褶皱使矿体加厚（尤其在枢纽部位），扩大了单位面积内的矿石储量，从而有利于开发；

7. 近年来深入探讨了矿床形成过程的复杂性，迭加成矿作用、再造成矿作用开始受到重视。这些成矿作用均与构造活动有关。在迭加成矿的矿床中，需要有进入早期矿化地段内的含矿流体的构造通路；而再造矿床则经常产于构造有利部位，矿层或矿源层中矿质的活化转移和局部富集在很大程度上受到小型构造（原生的、次生的）的控制。

对于风化矿床、沉积矿床、火山-沉积矿床以及沉积变质矿床来说，大地构造和区域构造因素对于岩相古地理（剥蚀区、搬

运区和沉积区等)的制约,对成矿物质的沉积分异和堆积成矿,对于地壳深部物质直接溢出地表并参与外生成矿作用等等,都起到重要的作用。而矿层和含矿层本身又是一种特殊的岩层,它们在形成过程中及成岩成矿以后所经历的构造变动,均直接影响到矿床的产出状态和空间分布。

由上述可见,构造活动既是成矿作用的一个基本条件,又是成矿作用的组成因素,构造对各种成因的矿床都有一定的控制作用。在矿床发生发展的各个阶段(一般归纳为成矿前、成矿期、成矿后),构造都有影响,尽管影响程度和表现形式有所不同。而且这种影响也是多方面的,大到矿床在地壳中的分布位置,小到矿体的形态、产状和矿石类型的变化。因此,研究矿田构造,对深入理解矿床成因和开展矿产勘查、评价及采矿工作,理所当然地有其重要的意义。

第二节 矿田构造研究的内容

一、矿田构造研究的任务

- (1) 阐明矿田在成矿区(带)中的分布规律;
- (2) 阐明矿床在矿田中的分布规律;
- (3) 阐明矿体包括富矿体在矿床中的分布规律;
- (4) 研究各种类型矿床的构造特征,查明控制成矿的构造条件与成矿其它条件的内在联系。

总之,矿田构造研究的基本任务是回答下述问题,即:探讨矿田和矿床形成的地质构造条件,查明矿床和矿体为什么产于此处,并且会有这样的形状、产状和体积,并在类似的地质构造条件下找到同类的矿床;也就是说其基本任务是解决矿产预测问题。

二、矿田构造研究的基本内容

- (1) 研究岩石的物理力学性质,包括研究岩石的基本力学性质、岩石变质(形)后的力学性质、不同深度下岩石的力学性质、地层剖面中不同岩石类型力学性质的差异对变形特征的影响。

响等，以及上述性质对成矿和矿化分布的控制作用；

(2) 研究各种控矿构造类型，包括原生层状构造、褶皱、断裂、裂隙、劈理、片理、侵入岩体构造、火山构造、重力构造等的发生、演化历史及其与矿化的时间、空间和成因联系，这是矿田构造研究的主要内容；

(3) 研究控矿构造体系和构造分带性。在上述单个(类)构造研究的基础上，进而研究矿田构造体系(包括水平构造分带、垂直构造分带)对矿床系列的形成和分布的控制作用，这是近年来受到重视的研究方向；

(4) 研究控矿构造的发展历史，包括成矿前、成矿期和成矿后构造的产生和演化；

(5) 研究矿液的运移和运矿构造，包括古水文地质条件对成矿的影响；

(6) 研究矿石堆积的构造圈闭条件(成矿构造圈闭)；

(7) 研究各种成因类型矿床的构造特征及其形成的构造条件，如岩浆矿床、伟晶岩矿床、矽卡岩矿床、斑岩矿床等等；

(8) 研究矿田矿床构造与区域构造的联系。

上述八个方面是矿田构造学研究的基本内容，随着矿床学和构造地质学的深入发展，以及新技术新方法的引用，在矿田构造研究工作中，还会出现新的研究内容和研究方向。

第三节 矿田构造的特点及其研究方法

通过上述矿田构造研究内容的讨论，以及在实际研究工作中的体会，可以认识到矿田构造(主要指内生矿田)与一般小构造是有所区别的。

一、矿田构造的主要特点

(1) 矿田构造中的主体——控矿构造是含矿的，或者是曾经有矿液在其中通过的，这些构造在成矿作用期间都接受过矿质及有关流体的利用和改造，是“物化”了的构造；

(2) 在含矿流体，包括富含挥发分的流体作用下，可以产

生出新的构造形式，如冷缩裂隙、隐蔽爆发角砾岩、塌陷角砾岩等，它们是某些矿床的重要控矿因素，并以其特殊的形成机制和与矿石的密切联系而区别于一般的构造变形；

(3) 矿田构造是整个矿田地质作用过程的一个组成部分，一个方面的表现，而不是孤立的，与其它成矿因素割裂的。控矿构造的发生和演化，是全部地或部分地与含矿流体的活动密切相关的。构造因素是在与矿液的互相联系，互相作用过程中起到控矿作用的。

因此，矿田构造学与一般构造地质学有其相同的一面，也有不同的一面。矿田构造学利用构造地质学的基本原理和方法来研究矿田构造的地质背景和构造基础，这是二者有其共性的一面；矿田构造学又研究构造与成矿的关系，包括构造在矿液生成、运移、矿石堆积和成矿后的改造等过程中所起的作用，构造与成矿的时间关系，构造-矿化分带以及不同成因类型矿床的控矿构造类型等，这是其特殊性。与其相应的是其研究方法也有两个方面：基础构造地质的和专门手段的。前者解决共性，后者解决个性。

二、矿田构造的研究方法

研究矿田构造的基本方法是大比例尺地质构造测量及有关基础地质问题的研究。这方面已积累了较丰富的经验，内容和方法在不断改善和提高，并扩展到深部制图、立体制图以及其它的专门制图方法。它涉及到矿床学、构造地质学、岩石学等多种基本研究手段，这方面的工作方法早期有B.M.克列特尔、Φ.И.沃尔弗松和B.И.斯米尔诺夫等人的专门论著，近期我国出版有陈国达的《成矿构造研究法》和翟裕生等著的《矿田构造与成矿》等。

岩组学（显微构造分析）作为构造岩石学的一种专门手段，对解决某些宏观难以解决的构造问题有其独特的作用。运用岩组分析不仅可以确定含矿褶皱、断层、裂隙的成因，而且能鉴别岩石矿石所经历的变形阶段和各阶段的变形特征（方位、性质、强度等），有助于认识成矿前、成矿期和成矿后的构造变形历史，并

能确定矿体位移的性质和方向。

物探方法已经广泛应用于矿田和矿床构造的研究，包括磁法、电法、重力、地震、放射性法等，既有空中和地面物探，又有地下物探。经验表明，只要掌握矿田和矿床范围内一定的地质-地球物理特征，合理选用地球物理方法，物探资料和地质资料密切结合对比分析，就可以收到较好的效果。在一些构造复杂地区，在条件许可情况下，利用几种方法作对比研究（如重力、磁法结合），有利于作出较为准确的判断。在国内外的许多金属矿床中，利用物探方法发现了隐伏的断裂、褶皱和含矿侵入岩体的形态产状变化及其含矿性，从而大大提高了找矿勘探工作的成效。当前，找寻隐伏矿床已成为很多地区的主要找矿目标，因此，物探方法的重要性就更为突出和日趋重要。

地球化学方法对于查明矿田及矿床构造也有一定意义。矿田范围内原生晕和次生晕的研究常可帮助查明一般地质测量不易发现的导矿和含矿构造。由于测试技术水平的提高，气体化探方法发展也较快，已采用的气体指示剂有Hg、Sb、As、SO₂、H₂S、CO₂、O₂、卤族及其氢化物等，其中尤以汞晕应用比较广泛。实践表明，配合地质测量进行的气体测量，可以帮助查明松散沉积物覆盖下的控矿断裂、破碎带和断裂交接地带，甚至还可根据气体异常带的形态和宽度，对断裂的形态和产状作出大体正确的估计。近年来利用构造地球化学方法，探讨地球物理和地球化学场的内在联系，利用矿化、蚀变、元素（对）含量等在空间上的规律变化，可以查明成矿时矿液通路及流向，认识隐伏控矿构造，因而已成为找寻盲矿的有效手段。

七十年代以来，遥感技术（卫象、雷达、红外摄影等）在勘查区域地质矿产、判别大型控矿构造、圈定成矿远景区等方面有显著的效果。如在秘鲁，在卫片上发现了与银矿有关的许多环状构造；在苏联，利用宇航影象研究，发现了三个含金金刚石的金伯利岩岩筒；在尼日利亚的阿加德兹地区，根据卫片判释发现了控制铀矿化的大型断裂构造，并找到了铀矿床。我国天山某地区沿

东西向线性构造带分布着数十个铁矿点，我国西南地区某断裂交汇点上探到了铬矿，这些都是在对航片和卫片判释后发现的。目前，对卫片进行光学处理、数字处理以显示更多地质矿化信息的研究工作正广泛展开，利用航片卫片，配合地质填图来研究矿田构造的方法，有着良好的前景。

随着电子计算机的逐步普及，利用数学分析和电算技术来定量地系统地认识构造的控矿意义并进行统计预测，已取得初步成效，并有逐步推广的趋势。

此外，在地质研究的基础上，应用构造模拟实验研究矿田、矿床构造的形成机理，恢复古构造应力场等方面也已取得成果。

当前，利用岩石和矿石的同位素年龄资料判别矿田构造的发展史并分析构造与矿化的时间关系，已经提到研究工作的日程。

古水文地质条件研究对认识各地质时代中热液矿床的形成和分布规律颇有帮助。含矿热液有多种成因，对每一具体矿床，只有在详细研究其古水文地质条件之后，才有可能评价各种热液在成矿中的作用。在沉积岩和火山-沉积岩的广泛发育区最适宜研究古水文地质条件。据E.A.巴斯科夫（1976），在复杂构造区，只有详细了解该区构造-岩浆活动、自然地理特征、各地质建造的含水性等的基础上，才可能研究其水文地质条件。通过研究古地下水（包括上升水、下降水）流动通路和流向，有助于查明矿石堆积地段，找寻未知矿体。

除上述方法外，关于地质力学的方法，关于构造应力场的方法，关于应变椭球体的分析方法，在有关文献中已广为介绍，不再赘述。

第四节 矿田构造研究的历史和现状概述

一、矿田构造研究的历史

矿床与构造的关系是地质科学研究的基本内容之一。早在远古时代古人采矿时凭经验已注意到矿体的产状及其与构造的关系。在我国和其它一些国家，很多金属矿床的古坑道都是沿着矿

化断裂、裂隙延伸的。

十六世纪以后，矿床学开始萌芽，尽管对成矿作用的解释，水成论者和火成论者有很大分歧，但是他们都强调裂隙对矿石沉淀的重要作用。一些学者对矿脉下过比较精确的定义：“所谓矿脉乃是穿过山岭的填满矿物质的裂隙”。

二十世纪初期，采矿业有较大发展，大量矿区地质制图工作积累了较多的矿床构造资料，人们已开始总结断层、裂隙、褶皱等构造对矿体形状、产状和空间分布的控制作用。十月革命后苏联地质勘探工作的迅速发展，使苏联学者有可能较系统地研究了矿田和矿床构造，1936年A.B.科罗列夫首次开出《矿田和矿床的构造》课程。B.M.克列特尔，Ф.И.沃尔弗松、B.И.斯米尔诺夫等人较全面地总结了苏联研究矿田构造的成果，包括应变椭圆体分析、裂隙构造分析、显微构造分析、构造裂隙继承性、小侵入体与矿脉、热液矿床的构造分带、成矿构造阶段、矿田与矿床构造的分类等问题。

美国、加拿大等国学者也早就注意到对矿田矿床构造的研究。W.H.纽豪斯（1942）主编的《矿床与构造的关系》一书，系统地阐述了全世界60个大矿床的构造特征。加拿大1948年出版的《加拿大金属矿床的构造地质》，是对加拿大主要金属矿床及其构造特征的简要描述。

随着研究工作的深入，矿田构造的概念在扩大。在研究工作的早期，矿田构造的概念只局限于褶皱、断裂等构造变形对成矿的控制。二十世纪中叶，矿田构造的概念开始理解为决定矿床形态和影响矿化聚集的地质构造因素的总和。在这些因素中，不仅有围岩的断裂和褶皱破坏，也包括围岩的物理、力学和化学性质，岩层面，岩体接触带及其它等。

如前所述，发展到今天，矿田构造的概念中还应包括矿田构造发生发展历史以及矿田、矿床与含矿区域的地质构造联系。

为了推动对矿田构造的研究工作和国际学术交流，在国际矿床成因协会之下设立了矿田构造专门分会，多次召开过矿田构造