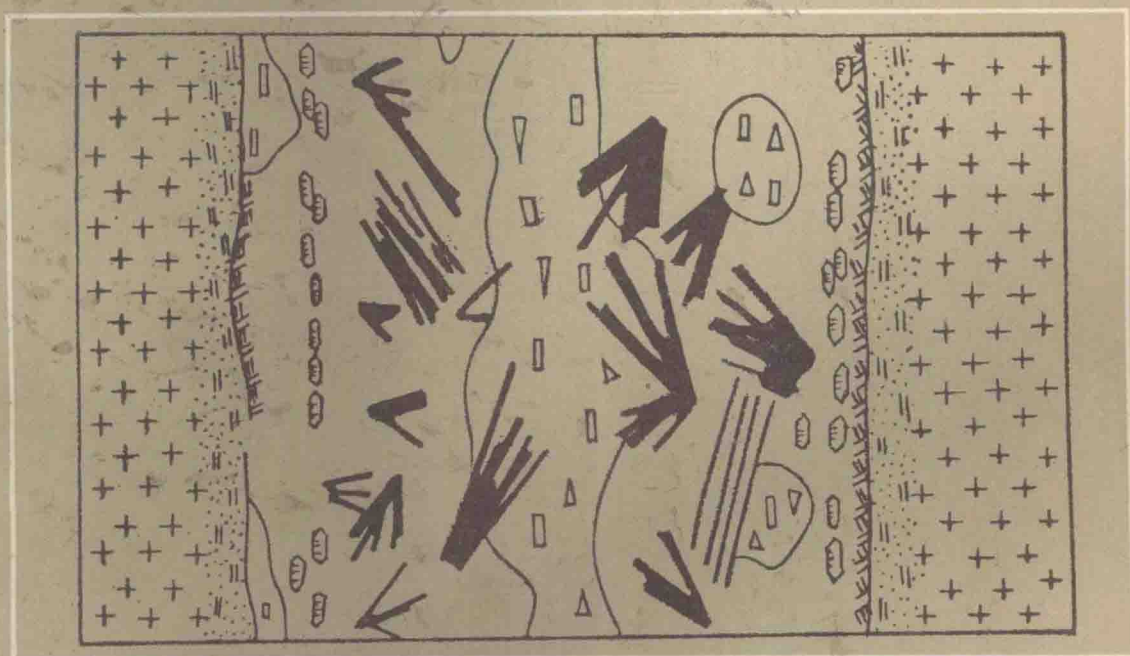


高等学校教材

矿床学

袁见齐、朱上庆、翟裕生 主编



地质出版社

高等学校教材

矿床学

武汉地质学院

袁见齐 朱上庆 翟裕生 主编

地质出版社

内 容 简 介

本教材根据《矿床学教学大纲》的要求,系统地阐述了矿床学的基本概念、基础理论和成矿作用的基础知识,分析了各种成因类型矿床的地质特征、控矿因素和成因。同时根据近代矿床学的发展,适当介绍了成矿物质多来源、矿床多成因和成矿多阶段的特点,以及成矿模式、成矿系列和矿床时空分布规律等观念,并充实了一些新的矿床类型和实例。

全书共分15章,包括:绪论、有关矿床的基本概念、成矿作用总论、岩浆矿床、伟晶岩矿床、气水热液矿床概论、矽卡岩矿床、热液矿床、火山成因矿床、风化矿床、沉积矿床、可燃有机矿床、变质矿床、层控矿床、成矿控制和成矿规律。

本书可作为高等地质院校地质、勘探、地化、岩矿等专业的教材,也可供地质勘探、矿山地质工作者,以及研究生和地质研究人员参考。

※ ※ ※

本书由祁思敬、邓璟主审,经地质矿产部矿床学教材编审委员会于1982年12月召开第三次全体会议审稿,同意作为高等学校教材出版。

※ ※ ※

高等学校教材

矿床学

武汉地质学院

袁见齐 朱上庆 翟裕生 主编

责任编辑:于耀先

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本: 787 × 1092¹/₁₆ 印张: 22 字数: 518,000

1985年5月北京第一版·1985年5月北京第一次印刷

印数: 1—17,685册 定价: 4.05元

统一书号: 13038·教205



前 言

现代社会生产和科学技术的迅猛发展,促进人们加速对矿产资源的勘查和利用。随着矿床的勘探和开发,积累了丰富的矿床地质资料,加之新技术和新方法的引用,都促进了矿床学的深入研究和发 展。一百多年来逐步建立并发展起来的矿床成因理论,正在经受着生产实践和科学实验的检验。正如其它学科一样,矿床学也是随着生产和科学技术的发展,需要不断地加以修正、补充和提高。近年来,提出的有关矿床成因理论的新观点和新假说,特别是成矿物质的多源性和矿床形成过程的长期性和复杂性,扩大了矿床学的研究内容和方 法。即是在进行矿床的成因研究时,要在对矿床资料深入分析的基础上,结合地质构造及其演化发展历史,进行全面的综合研究。矿床学作为一门指导矿产资源寻找和利用的重要的地质学科,正进入一个新的发展时期。

为了满足日益提高的矿床学教学的需要,编者根据地质矿产部教育司的第二批(1981—1985年)教材编审规划的要求,按照矿床学教材编审委员会第一次会议(温江)审订通过的《矿床学教学大纲》,重新编写了本书。在编写过程中,注意了贯彻“少而精”、保证“三基”和理论联系实际等原则。努力体现与本学科相适应的科学水平,更新教学内容和反映现代科学的新成就。因此,在内容方面,着重阐述矿床学的基本知识、基础理论和基本技能。在体系方面,以各个矿床成因类型的阐述为主,适当加强了成矿作用和成矿规律的讨论。在分类方面,以成矿作用为纲,结合成矿地质环境来划分。根据成矿理论的发展,还增加了一些近年来普遍重视的新类型,如火山成因矿床和层控矿床等。

本书是在主编袁见齐、朱上庆和翟裕生三位教授的指导下,由《矿床学》教材编写组完成的。杨廷栋负责组织工作。参加编写的人员和分工如下:翟裕生 第一章绪论和第十五章成矿控制和成矿规律,杨廷栋 第二章有关矿床的基本概念、第三章成矿作用总论、第四章岩浆矿床和第十三章变质矿床,李忠文 第五章伟晶岩矿床和第六章气成热液矿床概论,胡祖桂 第七章矽卡岩矿床、第八章热液矿床和第九章火山成因矿床,白士魁 第十章风化矿床、第十一章沉积矿床和第十二章可燃有机矿床,池三川 第十四章层控矿床。罗学常同志参加了整理和誉清工作。矿床教研室的同志也给予了帮助。初稿完成后,曾提交矿床学教材编审委员会第三次会议(武汉)评审。在广泛听取意见的基础上,作了修改和补充,最后由主编翟裕生审阅定稿。限于编者的水平和条件,缺点和错误在所难免,敬希读者批评指正。

在编写过程中,始终得到地质出版社教材室和矿床学教材编审委员会的关心和指导。武汉地质学院教材科、绘图室和印刷厂等单位,给予了大力支持。主审中山大学邓璟副教授和河北地质学院祁思敬副教授,先后两次对全稿进行了评审,提出了很多有益的意见。责任编辑河北地质学院于耀先副教授对本书的出版,付出了辛勤的劳动。谨向上述各单位和同志们致以深切的谢意。

编 者

一九八四年八月

目 录

第一章 绪 论	1
一、矿产及其意义	1
二、矿床学的研究对象和研究任务	1
三、矿床学的研究方法	3
四、矿床学与其它学科的关系	4
五、矿床学发展简史	5
第二章 有关矿床的基本概念	8
一、矿产的种类	8
二、同生矿床和后生矿床	9
三、矿体的形状和产状	9
四、围岩和母岩	11
五、矿石和脉石	12
六、矿石的构造和结构	12
七、矿石的品位和品级	13
八、决定矿床工业价值的因素	14
九、矿床成因类型和工业类型的概念	14
第三章 成矿作用总论	16
一、地壳和上地幔与成矿作用的关系	16
二、元素在地壳及上地幔中的分布量及其成矿意义	19
三、元素的共生规律及地球化学分类	21
四、元素的富集和成矿	25
五、成矿作用	27
六、矿床的成因分类	29
第四章 岩浆矿床	32
一、概念、特点及工业意义	32
二、岩浆矿床的形成地质条件	32
三、岩浆矿床的形成作用和矿床分类	38
四、岩浆矿床的主要类型及实例	44
第五章 伟晶岩矿床	54
一、概述	54
二、伟晶岩矿床的特点	55
三、伟晶岩矿床的形成条件	58
四、伟晶岩矿床的形成过程和成矿作用	61
五、伟晶岩矿床的成因	64

六、伟晶岩矿床的分类	65
七、伟晶岩矿床的主要类型及实例	67
第六章 气水热液矿床概论	72
一、气水热液及其在成矿作用中的意义	72
二、气水热液的来源、主要成分和性质	72
三、气水热液中成矿元素的搬运和沉淀	83
四、气水热液的运移	87
五、气水热液矿床的成矿方式	89
六、气水热液矿床的围岩蚀变	92
七、气水热液矿床成矿温度和压力(深度)的测定	98
八、气水热液矿床的矿化期、矿化阶段和矿物生成顺序	102
第七章 接触交代矿床(矽卡岩矿床)	104
一、概述	104
二、接触交代矿床的形成条件	106
三、接触交代矿床的成矿作用和成矿过程	111
四、接触交代矿床的成因	118
五、接触交代矿床的分类	118
六、接触交代矿床的主要类型及实例	120
第八章 热液矿床	131
一、概念、特点及工业意义	131
二、热液矿床的分类	132
三、岩浆气液矿床	133
四、非岩浆热液矿床	142
五、热液矿床的典型实例	145
六、气水热液矿床的原生带状分布	151
第九章 火山成因矿床	156
一、概述	156
二、火山成因矿床和火山建造的关系	156
三、火山成因矿床的构造控制	158
四、火山成矿作用及矿床分类	158
五、各类火山成因矿床的特点及实例	159
第十章 风化矿床	184
一、概念、特点及工业意义	184
二、风化矿床的形成条件	184
三、风化矿床的成矿作用及矿床类型	187
四、矿床的表生变化及次生富集作用	197
第十一章 沉积矿床	206
一、概述	206
二、机械沉积矿床(砂矿床)	215

IV

三、蒸发沉积矿床·····	221
四、胶体化学沉积矿床·····	233
五、生物-化学沉积矿床·····	247
第十二章 可燃有机矿床·····	254
一、煤和油页岩·····	254
二、石油和天然气·····	265
第十三章 变质矿床·····	273
一、概念、特点及工业意义·····	273
二、变质矿床的形成条件·····	275
三、变质成矿作用类型和变质矿床分类·····	281
四、变质矿床的主要实例·····	284
第十四章 层控矿床·····	289
一、概念、特点及意义·····	289
二、层控矿床的成矿作用机理和模式·····	291
三、层控矿床的成矿时代·····	301
四、层控矿床的分类及实例·····	302
第十五章 成矿控制和成矿规律·····	312
一、成矿控制·····	312
二、成矿规律·····	322

第一章 绪 论

一、矿产及其意义

矿产是自然界产出的有用矿物资源。它是一种基本的生产资料和劳动对象，是人类社会赖以生存和发展的重要物质基础。矿产资源的开发和利用，在社会生产的发展过程中起着极其重要的作用。人类早期社会就是以矿产和矿产制品来命名的，如石器时代、青铜器时代、铁器时代，这说明矿产对人类社会发展的巨大影响。随着社会生产力的发展和社会生活的进步，人类使用矿产的种类和数量在急剧增长。据统计，近半个世纪以来，全世界的矿产开采总量已超过人类过去开采历史的总和，所利用的矿产种类已达到140种以上。在当今，对矿产资源的开发规模和利用程度，已成为衡量一个国家的物质财富、科学技术和经济发展水平的重要尺度。

与动物和植物资源不同，矿产基本上是不能再生的自然资源。而现代社会的大规模生产力又正在消耗巨量的矿产，在不少国家和地区，发达的工农业生产需要更大量矿产资源，而找矿难度增大，矿产发现率在降低，矿产的需求和供应的矛盾日益加深。为了解决这个问题，需要加强对矿床学的研究，掌握矿床形成和分布规律，以便找出更多的矿产资源（包括新型的矿产资源）；同时，需要加强对已有矿产资源的保护、合理开发和节约使用；也还需要开展人造矿物和岩石的研制，以代替部分短缺的天然矿产资源。所有这些都需要学习和研究矿床学。

我国地大物博，矿产资源比较丰富，是世界上仅有的矿产较为齐全的几个国家之一。据近年的统计，我国富有的钨、锡、钼、锑、汞、铅、锌、铁、钛、重稀土金属、硫铁矿、磷块岩、石墨、石棉、萤石、菱镁矿等，储量都居世界前列。其中，稀土金属的储量仅内蒙白云鄂博一个矿床即相当国外总储量的三倍。铜、铝、镍、锰、硼、岩盐、滑石、高岭土等矿产，在世界上也占有重要地位。我国煤的储量也很丰富，居于世界前列。石油也探明较多的储量，且远景很好。这些宝藏在我国社会主义建设中都已起到重要作用。经过多年的努力，我国矿产在地区上分布和矿种配套的情况也有了很大改善，一些主要矿种基本上可满足近期社会主义建设的需要，并为今后的发展打下了一定的基础。

为了加速社会主义建设，在一个不太长的时期内，尽快地把我国建设成四个现代化的社会主义强国，需要数量更多、质量更好的各种矿产资源。因此，要进一步加强矿产地质工作，不断发现新的矿床，扩大矿床的储量。在当前，尤其需要着重勘查富铜、富铁、金、铂、铬、钾、金刚石等矿产以及石油、煤和天然气等能源矿产，争取尽快有较大突破，为“四化”建设提供足够的矿产资源。

二、矿床学的研究对象和研究任务

矿产在地壳中的集中产地即是矿床。确切地说，矿床是指地壳中由地质作用形成的，

其所含有用矿物资源的质和量，在一定的经济技术条件下能被开采利用的地质体。

矿床学，或称矿床地质学，是研究矿床在地壳中形成条件、成因和分布规律的科学。由于矿床学是直接应用于矿物资源的开发和利用的地质学科，所以也称为经济地质学。

由于人类对矿产的需要是随时间、地点的变化而变化的。因此，矿产和矿床这一类术语，就不单纯是地质术语，而有其经济的和技术的涵义。例如贵金属铂在18世纪刚被发现时，人们不会利用它，在开采砂金时作为废物抛弃掉。直到19世纪中叶，在发明了干冶法炼铂的技术以后，铂才开始被利用，并逐步成为工业中极为重要的金属。又如沸石过去是无用的，七十年代以来，由于经济技术发展对新矿物原料的迫切需要，通过矿物性能研究和工艺试验，人们已认识到沸石在工农业以及环境保护方面有广泛的用途，因而成为重要的新型天然矿物原料。再就斑岩铜矿来说，现今是铜矿床中的最重要类型。1974年世界铜产量中，大约有一半来源于斑岩铜矿（ $364.4 \times 10^4 \text{t}$ ）。但是，在过去由于这类矿床的矿石品位偏低（一般含铜0.4%左右），而长期未被开发利用。直到第二次世界大战后，工业生产迅速恢复和发展，铜的消费量剧增，而且由于采矿选矿技术的提高，利用低品位铜矿石在经济上也合算，在这时才有可能开采利用斑岩铜矿。当前，研究斑岩铜矿的经验已推广到研究斑岩型金矿、银矿、铀矿、锡矿、钨矿等。这些新的矿床都有重要的工业意义。

由上述可见，矿床的概念中包括有地质的和经济技术的双重意义。一方面，矿床是地质作用的产物，矿床的形成取决于地质作用的规律；另一方面，矿床的范围及其利用价值要随经济技术条件的发展而改变。过去不够矿床条件的某些矿化岩体或岩石，今天可能成为矿床。今天尚不能利用的某些岩石和矿物，在经济技术更加发展的明天，就有可能作为矿产加以利用。人类总是在向生产的深度和广度的进军中，日益扩大矿产的使用价值和矿床的范围的。

随着已知矿产的日益消耗而减少，人类将会发现新的矿产类型，不断扩大矿石、矿床的范围。随着科学技术水平的不断提高，人类认识自然、利用自然、改造自然的能力是无穷尽的。

矿床学以矿床为研究对象，其基本任务是：

第一，正确认识各类矿床的地质特征、形成条件和形成过程，查明矿床的成因。

第二，查明矿床在时间上和空间上的演化特征，认识矿床在地壳中的分布规律，以便预测在何种地质环境中，可以期望找到何种矿产和矿床类型。

为了完成上述两项基本任务，矿床学需要研究以下具体内容：

1) 研究矿石的物质成分、结构构造及其在矿体中的分布和变化，并了解矿石的形成条件，确定矿产的质量和加工工艺性质；

2) 测定矿体的形状、大小、产状及其与围岩的关系，查明矿床的规模、产出位置和开采条件；

3) 研究矿床与地层、构造、岩石及岩浆活动、沉积作用、变质作用、生物活动、气候、地貌等因素的关系，查明它们对成矿的控制作用；

4) 研究矿床形成的物理、化学、生物等作用 and 演化过程，阐明矿床的成因；

5) 研究矿床所在区域的大地构造、地球化学和地球物理特征及其对矿床分布的控制作用；研究矿床形成和分布与地壳发展演化的关系，阐明矿床的时间、空间分布规律。

由上述可见，矿床学的研究内容是多方面的，它是一门综合性的直接用于生产实践的地质科学。它的研究成果直接用于矿产预测、找矿、勘探、评价和采矿、选矿、冶炼等工

作，因此，它是国家建设很需要的一门科学。

三、矿床学的研究方法

研究矿床学，必须以辩证唯物主义为指导思想。

首先，对具体矿床进行全面深入的观察是研究矿床的基本方法。矿床是在地壳的长期发展过程中形成的，而我们的观察却不能不受到时间和空间的限制。我们只能看到现存的某些成矿作用现象，而不可能去观察过去地质时代中发生的成矿作用。对于现存的成矿作用也只能观察它们的某一片断，而不能观察成矿作用的全部过程。只能观察地表（包括海底）和接近地表的有关成矿作用，而很难观察地壳深处的成矿作用。再加上矿床形成后又经历了种种地质变化，原有成矿迹象常被改造，甚至已消除掉。由于这些原因，所以研究矿床在大多数情况下仍是研究成矿作用的最终产物，根据它来追溯成矿作用及其过程。但由于观察工作的局限性，很容易导致对矿床认识的片面性。因此，在研究矿床时必须仔细观察各种地质矿化现象，全面搜集地质、物探、化探、探矿工程以及矿山开采等提供的各项资料，包括宏观的和微观的、区域的和矿区的、地表的和地下的以及历史上的采矿遗迹等各项资料。尽量地掌握丰富而又合乎实际的材料，经过科学的分析、比较和综合，以期获得对矿床成因的比较正确的认识。

由于矿床学是生产实践性很强的学科，矿床学研究所需的很多资料要在找矿勘探和采矿过程中加以搜集，所以它们为矿床学的发展提供了丰富的实际资料，同时找矿勘探和采矿工作也需要成矿理论的指导。因此，矿床学的研究必须与找矿、勘探和采矿生产实践紧密结合，成为实践、认识、再实践、再认识，反复循环不断提高的过程。在当前，探矿和采矿生产已积累了极其丰富的资料，特别是探采对比资料。深入研究这些资料，一方面可以检验已有的矿床学理论是否正确，对某些矿床成因的传统观念进行重新评价；另一方面可以总结、概括新的理性认识，丰富成矿理论的内容，提高矿床学理论水平，以便更有效地指导找矿和勘探工作。

在具体研究一个矿床时，一般采用以下的方法：

（一）野外（现场）观察

对区域地质和矿床地质进行细致的观察和编录，测制各种地质图件，采集需要深入研究的矿物、岩石、矿石及化石、构造现象标本等。在条件许可时，应对这些标本就地进行一些测试和鉴定，以便能及时指导现场工作。

由于矿体采完后，有关成矿信息大都随之消失，因此，应注意及时地对矿体及围岩进行编录和采样，把握住开发进程和研究工作的时机。

（二）实验室研究

为了深入认识矿床，需要将现场采取的标本和样品，在实验室内进行鉴定、测试和分析，以了解矿石与有关岩石的矿物组成、化学成分、结构构造和形成条件以及确定矿石的质量、品级和类型。用岩石显微镜、反光显微镜（矿相学）、扫描电镜、电子显微镜和电子探针、离子探针等仪器测定各种矿物的物质成分，以及矿石的结构构造、矿物生成顺序和共生组合关系；用包裹体矿物学方法测定矿物形成的温度、压力和原始矿液的成分；用同位素地球化学方法测定岩石和矿石的形成年代、物理条件和追溯矿质来源；利用古地磁学

方法测定岩石、矿石的古纬度和年龄等。

为了快速、精确、系统地储存、统计和分析大量的矿床地质资料，已广泛采用数学地质方法和电子计算机技术，这将推动对成矿条件和矿化信息的认识，由定性向定量研究的方向发展。

（三）成矿模拟实验

为了深化对矿床成因的认识，常应用数学的、物理学的、物理化学的和生物化学的原理，包括不可逆过程热力学等来分析各种成矿作用。必要时，还要模拟自然界的类似条件，在实验室内进行成岩、成矿实验研究。利用所获得的实验结果，对比分析地壳中成矿的物理化学、生物条件和成矿物质的运移和堆积的机制，以便深入地认识矿床的成因。

由于矿床学是属于地质科学之一，对矿区现场观测即是其基本的研究方法。因此，在使用实验室获得的资料时，要注意实验室条件与自然界条件的差别，注意把实验室工作与现场地质观测紧密结合起来，对实验数据应有分析、有判断地加以使用。

（四）综合研究

在上述工作的基础上，进行系统整理和综合分析，并运用对比方法，透过现象，抓住成矿作用特点，总结出有关矿床成因和分布的规律性认识，包括各种假说和理论，再进一步在找矿勘探和采矿生产中加以应用和验证。

四、矿床学与其它学科的关系

矿床的形成是多种地质作用的综合结果，矿床学与其它地质学科有着密切的联系。如矿物学和岩石学是研究成矿物质和矿床组成的基础，古生物学、地层学、地史学是研究成矿地质历史的依据，构造地质学、大地构造学等则是研究成矿地质构造条件和矿床空间展布的立足点，而地球化学则是研究成矿元素迁移富集条件的理论基础。矿床学的研究就是建立在上述各学科的基础上的。

另一方面，在对矿床成因作出理论解释时，还需要运用基础学科，如化学、力学、物理学、生物学、数学乃至天文学的理论知识。地球物理、物理化学、生物化学等学科对矿床学的深入研究都起到重要作用。

近三十年来，现代科学技术的崭新成果渗透到地质科学的许多方面，促进了天体地质、海洋地质、深部地质、地球动力学、同位素地质、遥感地质以及数学地质等分支学科的发展，这对于在更广阔背景下，系统深入地研究各种成矿作用的过程和地质环境有着重要的促进作用。

由于矿床学的研究成果直接或间接为找矿勘探和采矿工作服务，所以研究矿床时必须注意矿床的经济、技术和环境条件，熟悉有关采矿、选矿、冶炼、环境地质以及地质经济的有关知识，以便使矿床学研究成果能充分地、及时地运用到生产中去。

矿床学的理论知识，反过来又对其它学科，特别是应用学科如找矿勘探地质学、采矿学、选矿学、冶金学等起着重要的作用。矿床学是找矿、勘探工作，以及矿产预测工作的理论基础。矿床学的深入研究还能推动各门基础地质学科，如矿物学、岩石学、沉积学、地层学、古生物学、构造地质学和地球化学等的深入研究和发

五、矿床学发展简史

恩格斯指出：“科学的发生和发展从开始起便是由生产所决定的。”* 矿床学就是在采矿生产的推动下逐步发展起来的。

在旧石器时代，人类在争取生存的斗争中，就已经认识了某些矿物和岩石的有用性质，如利用燧石、石英、黑曜岩等的坚硬性，来制造原始的劳动工具和武器。

我国是最早使用铜、铁等金属矿产的少数国家之一。据考古学研究，我国早在夏代（公元前2140—1711年）已经使用铜器；商代（公元前1711—1066年）已能用天然陨铁进行锻造；至迟在春秋战国（公元前403—221年）已经用铁矿石冶炼生铁，制造农具和兵器，这比欧洲至少要早一千八、九百年。据历史记载，在我国古代封建社会中，铁、铜、锡、铅、锌、银、金、汞等八种金属矿产，都先后经过大量的开发和利用。

在长期的找矿和采矿实践中，古代人民已经掌握了关于矿体形态、产状、分布以及矿物共生组合等方面的丰富知识。在公认为先秦著作的《山海经·五藏山经》中就记载着六百多个矿产地的八十多种矿物、岩石和矿石；同时还对矿床的产出环境进行了初步分类，如有的矿产生于山、有的矿产生于水、有的矿产生于谷；并把矿产分为金、玉、石、土四类。又如《管子·地数篇》中生动地叙述了金属共生和垂直分带现象：“山上有赭者，其下有铁；上有铅者，其下有银；……上有慈石者，其下有铜金，此山之见荣者也。”

明朝著名学者李时珍在其《本草纲目》中列举了160种矿物的产地、产状、物理性质和医疗及工业用途。宋应星的《天工开物》一书中详尽地列举了矿床的分类，并系统记载了我国古代金属和非金属矿的矿业技术。

上述事例说明我们的祖先在找矿和采矿事业中表现出来的卓越智慧和创造力。但是由于封建社会的长期统治，生产力落后，科学技术包括地质学和采矿业发展缓慢，因而对于矿床的认识也主要是描述性的，而且是和矿物、岩石等知识合在一起的。

从世界的范围看，作为近代科学的矿床学的萌芽，一般认为出现在十六世纪中叶。当时正处在资本主义生产方式初始，采矿、冶金等工业逐渐发展，积累起来的有关矿床的知识日益丰富，因而使某些学者有可能提出关于矿床成因的某些论点。

1546年阿格里科拉提出，矿脉中的物质来源于地壳，系地表水渗透到地下深处变热后，溶解了岩石中的成矿物质，然后再沉淀在岩石的裂隙中。在大约100年以后，即1644年，笛卡尔提出相反的论点，他认为矿床是来源于地球深处的金属物质，呈溶液或升华物，上升到已冷凝的地壳裂隙中沉淀而成的。

上述对矿床成因的认识，形成两种观点对立的两大学派，到十八世纪发展成为“水成论”和“火成论”者之间的一场激烈论战。前者的代表德国弗来堡矿业学院的维尔纳(1775)认为所有岩石和矿床都是在大洋水中沉积形成的。而且所有脉体，包括矿脉也是这样形成的。并认为，大洋水中溶解有形成矿石的所有物质，当它们沿着沉积岩的收缩裂隙渗透时，即在其中沉淀成矿石。火成论者的代表英国人赫屯在《地球理论》(1788)一书中提出，硅酸盐和硫化物都不溶于水，因此矿石只能是火成的熔融物质充填在已冷凝的地壳裂隙中形成的。

*恩格斯《自然辩证法》中译本149页，人民出版社，1956

这两派学术论点都有一定的事实依据，又都有认识上的片面性，它们之间的长期论战推动了人们对矿床的深入观察。

现代的矿床学理论基础是在十九世纪中叶到二十世纪初期这一段时间内奠定的。在这个时期中，资本主义工业迅猛发展，冶金工业扩大了对铁、铜、铅、锌、锰、钒、铬、镍、钼、钨等矿石及炼焦煤、熔剂和耐火材料等的需要，新兴的电气工业对有色金属提出了巨大要求，能源矿产得到迅速开采。这些都有力地推动了矿床学的发展。同时，物理学、化学等基础学科的新成就，也为解释矿床成因提供了必要的基础理论。在这个时期，一些地质学者已能比较全面地提出关于矿床成因的理论体系，因而矿床学就从矿物学中独立出来，成为一门独立的地质学科。例如，法国的戴白芒（1847）提出了对矿床成因的系统认识。美国的万海慈（1901）提出，研究成矿金属的来源只能从事实来归纳，一个地区的金属可能是多种来源的，许多矿床都不是单一分凝的结果。W·林格仑等人的著作代表了廿世纪初期矿床学的发展水平。他们认为大部分金属矿床都与岩浆热液作用有关。这种观点经过充实和加工，逐步发展成为岩浆热液成矿论，成为当时和以后最流行的成矿理论，影响矿床学研究几乎达半个世纪之久。而一些水成论观点包括侧分泌说等则长期未引起重视。

第二次世界大战后，由于同位素地球化学，包裹体矿物学和成岩成矿实验等研究工作的广泛开展，以及对典型矿床的地质构造、岩石系列和矿物组合的深入观察分析，逐步认识到岩浆和热液都是多种起源的，成矿物质也是多源的。而单纯用传统的岩浆热液观点指导找矿，在不少地区，尤其是沉积岩发育地区已收效甚微。因此，关于成矿物质是多源的观点已获得比较普遍的承认，从而扩大了对矿产资源的寻找领域。近些年，在世界范围内也找到一些新矿、大矿……等。

同时，由于大陆上和海洋中进行的广泛的地质和地球物理调查，地球动力学的深入研究，尤其是板块构造理论的形成，综合了全球性的地质资料，从而使对矿床学的研究能够开始建立在全球构造的基础之上，矿床形成和分布与大地构造环境的紧密联系，以及与地壳发展演化的因果关系已成为重要的研究课题。矿床学作为一门直接指导矿产资源的寻找和利用的地质科学，正进入一个新的发展时期。

建国以前，我国地质学家为了改变祖国的贫穷面貌，历尽艰辛，调查了煤、石油、铁、铜、锰、锡、金、多金属及若干非金属矿床，发表了许多专著和论文，翁文灏、谢家荣、孟宪民、王竹泉、冯景兰、徐克勤等在矿床学研究中做出了贡献。另外一些专家对石油地质和煤田地质也发表了不少文章。

建国以来，在党和政府的领导和关怀下，我国广大地质工作者，在围绕着普查勘探和矿山开发过程中，做了大量调查研究工作，获得重要成果，为我国勘探一百三十四种矿产资源提供了地质依据。

早在五十年代，发表了程裕淇等关于鞍山式铁矿，郭文魁、宋叔和等关于铜官山铜矿、白银厂铜矿，以及其它学者关于中条山铜矿，大冶铁矿、赣南钨矿、白云鄂博铁矿等矿床的一批重要论文和著述，对当时的勘探工作起了指导作用。与此同时，侯德封、叶连俊等探讨了我国锰矿成因；李璞、王恒升等研究了我国超基性岩的特征及与铬铁矿矿床的关系；李璞和涂光炽研究了祁连山地质发展史和成矿作用，郭承基和司幼东等开展了稀有金属元素矿产的研究。以上这些研究无论在理论或实践方面都有一定的价值。

在区域成矿规律研究方面,完成了全国百万分之一的分幅矿产图、成矿规律图,编制了三百万分之一全国成矿规律略图。一九五六年郭文魁等发表了“我国主要矿产成矿条件和基本特征”的重要论文。一九五九年张炳熹等进行了湘赣闽浙四省成矿规律的研究。一九七五年程裕淇等提出了铁矿成矿系列的概念。此外,徐克勤等在研究花岗岩与成矿作用的关系方面发表了许多论著,取得了重要成果。

六十年代,矿床成因研究取得了新进展。谢家荣研究了矿质来源问题,提出矿质的地面、表层、再熔硅铝层混合岩浆和硅镁层等四个来源,并按成矿物质来源对矿床进行成因分类。同时,他还探讨了花岗岩化作用与成矿的关系。孟宪民指出许多矿床具有区域性地沿一定层位分布的特征,着重说明了“同生矿床”的重要意义。涂光炽指出某些矿床具有“三多”的特点,即成矿物质多来源、成矿作用多阶段和多成因的特点,提出叠加成矿作用和再造成矿作用的概念,并就一些实例作了分析。近年来对“卤水成矿”问题进行了探讨,一些学者根据金属矿床的实际资料 and 同位素数据,提出渗流热卤水成矿的重要意义。海相和陆相火山岩型铁矿受到重视,通过对宁芜和庐枞两个地区陆相火山岩中铁矿成矿规律的研究,提出玢岩铁矿的概念,建立了玢岩铁矿的成矿模式。在火山作用与铁矿关系的研究中,以及在鄂东矽卡岩型铁矿的研究中,都提出矿浆成矿的观点。涂光炽、李文达等对硫化物矿床氧化带的特征及其成因做了系统研究。在沉积矿产方面,叶连俊的陆源汲成矿说以及对沉积建造的研究;袁见齐等对钾盐成矿理论的新见解,都在普查找矿中起到了指导作用。此外,在石油地质、煤田地质方面也取得了很多重要的研究成果。近年来,对层控矿床、变质矿床以及矿田构造等方面,也进行了较为系统的研究工作,并取得了一定成果。

建设社会主义现代化强国的宏伟奋斗目标向矿床学研究提出了更高的要求。我国矿床地质工作者,必将围绕着社会主义现代化建设的需要,从中国自身的地质构造和矿床特点出发,加强矿床地质和成矿规律研究工作,以期为祖国找出更多、更好的矿产资源,并对成矿理论和矿床学的发展作出应有的贡献。

第二章 有关矿床的基本概念

一、矿产的种类

矿产按产出状态可分为气体矿产、液体矿产和固体矿产三种。根据矿产的性质及其主要工业用途，又可分为金属矿产、非金属矿产、可燃有机矿产和地下水资源四类。

(一) 金属矿产

从中可提取某种金属元素的矿物资源，按工业用途分为：

- 1) 黑色金属：包括铁、锰、铬、钒、钛等。
- 2) 有色金属：铜、铅、锌、镍、钴、钨、锡、钼、铋、锑、汞等。
- 3) 轻金属：铝、镁等（有的分类将其归入有色金属中）。
- 4) 贵金属：金、银、铂、钯、钌、铑、钇、铈、铊、铋等。
- 5) 放射性金属：铀、钍、镭等。
- 6) 稀有、稀土和分散金属，可分为三类：

① 稀有金属：钽、铌、锂、铍、锆、铯、铷、铟等。

② 稀土金属，包括原子序数39和57—71的16个元素。根据地球化学性质和共生关系，可分为二类：

- i. 轻稀土金属（铈族元素）：包括镧、铈、镨、钆、铽（人造元素）、钇、铈等。
- ii. 重稀土金属（钇族元素）：包括钇、钆、铽、镱、铈、铟、铪、铌、钽等。

③ 分散金属：如锗、镓、铟、铊、铋、镉、镭、钫、铷、铯等。

(二) 非金属矿产

从中可提取某种非金属元素或可直接利用的矿物资源。工业上除少数非金属矿产是用来提取某种非金属元素，如硫和磷等之外，大多数非金属矿产是利用矿物或岩石的某些物理、化学性质和工艺特性。例如金刚石大多是利用它的硬度和光泽；云母是利用其透明度和绝缘性；水晶是利用它的光学和压电性能。又如利用石灰岩的化学成分作水泥原料，利用花岗岩的色泽和坚固性作优良的建筑石材。按非金属矿产的工业用途可分为：

- 1) 冶金辅助原料：如萤石、菱镁矿、耐火粘土、白云岩和石灰岩等。
- 2) 化学工业（包括化肥工业）原料：如磷灰石、磷块岩、黄铁矿、钾盐、岩盐、明矾石、石灰岩等。
- 3) 工业制造业原料：如石墨、金刚石、云母、石棉、重晶石、刚玉等。
- 4) 压电及光学原料：如压电石英、光学石英、冰洲石和萤石等。
- 5) 陶瓷及玻璃工业原料：如长石、石英砂、高岭土和粘土等。
- 6) 建筑及水泥原料：如砂岩、砾岩、浮石、白垩、石灰岩、石膏、花岗岩、珍珠岩和松脂岩等。
- 7) 宝石及工艺美术材料：如硬玉、软玉、玛瑙、水晶、蔷薇辉石、绿松石、琥珀、

叶蜡石、蛇纹石、孔雀石、电气石和绿柱石等。

此外，还有铸石材料（如辉绿岩），研磨材料（如石榴石、金刚石、刚玉等）以及新技术特殊需要的矿物原料（如蓝石棉、钛磁铁矿、金红石等）。

（三）可燃有机矿产

是指能为工业和民用提供能源的地下资源。它既是最主要的燃料，又是重要的化工原料。从化学成分看，主要是由碳氢化合物组成的，应该属于非金属矿产，但其形成条件和用途与一般非金属矿产却颇不相同。按其产出状态可分为三类：

- 1) 固体的：如煤、石煤、油页岩、还有地蜡、地沥青等。
- 2) 液体的：如石油。
- 3) 气体的：如天然气等。

（四）地下水资源

包括地下饮用水、技术用水、矿泉医疗水、地下热水以及有用元素（溴、碘、硼、镭等）含量达到提取标准的卤水等。

二、同生矿床和后生矿床

（一）同生矿床

是指矿体与围岩是在同一地质作用过程中，同时或近于同时形成的。例如由沉积作用形成的沉积矿床以及在岩浆结晶分异过程中形成的岩浆分结矿床等，都属同生矿床。

（二）后生矿床

指矿体的形成明显地晚于围岩的一类矿床。矿体和围岩是由不同地质作用和在不同时间形成的。例如沿地层层理面产出的或穿切层理的各种热液矿脉，属后生矿床。它们是岩层形成后，含矿热液在其裂隙中以充填或交代的方式形成的。

三、矿体的形状和产状

矿体是矿床的主要组成部分，是开采和利用的对象。一个矿床往往是由多个矿体组成的。

矿体具有一定的形状和产状。

（一）矿体的形状

根据矿体在三度空间长度比例的不同，可将矿体的形状分为三种最基本的类型（图2-1）。

1. 等轴状矿体

指三轴在三度空间大致均衡延伸的矿体。按其规模又有不同名称，直径达数十米以上的称为矿瘤；直径只有几米的称为矿巢；直径更小的是矿囊和矿袋。如果矿体在一个方向上较短，并且中厚边薄，即成为凸镜体或扁豆体。这类矿体在同生矿床或后生矿床中都 very 常见。

2. 板状矿体

二向延伸较大（长度和宽度），而第三方向（厚度）较小的矿体，称为矿脉或矿层。

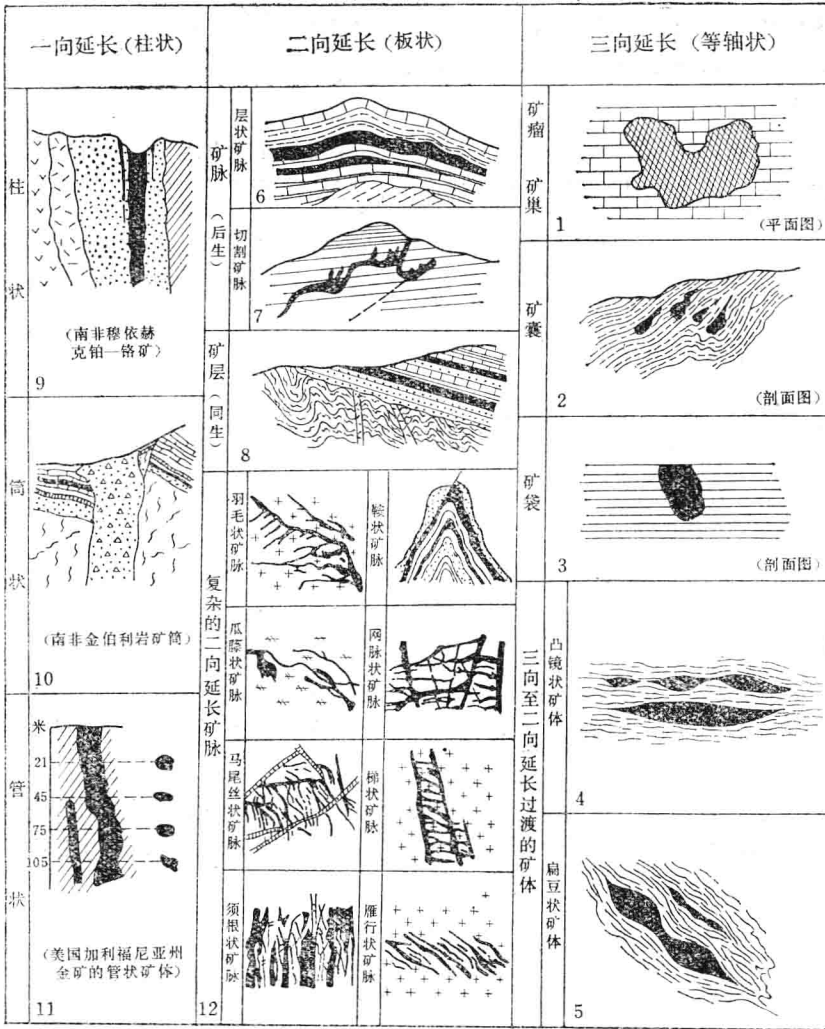


图 2-1 矿体形状综合示意图

矿脉是产在各种岩石裂隙中的板状矿体，属典型的后生矿床。按矿脉与围岩的产状关系，又可分为层状矿脉和切割矿脉两种。前者指与层状岩石的层理产状相一致的矿脉，是顺层充填或交代作用的产物；后者指产在岩体中的或穿切层状岩石层理的矿脉。矿脉的规模不等，大者在地表延长可达千米以上，一般在几十米至几百米之间。厚度通常只几十厘米至几米，大的可达十几米至几十米。延深一般几十米到几百米，少数可达千米以上。

矿层一般是指沉积生成的板状矿体，矿体与岩层是在相同的地质作用下同时形成的，因此二者的产状一致。近年来也有人把产于超基性—基性杂岩体中的层状铬铁矿矿体称为矿层。矿层的厚度比较稳定，延展也大，其走向延长可达几公里到数十公里以上，沿倾斜延深可与长度相仿，厚度常达数米甚至数百米。

3. 柱状矿体

是指一个方向（大多是垂直方向）延深很大，而另外两个方向延伸较小的矿体，通常