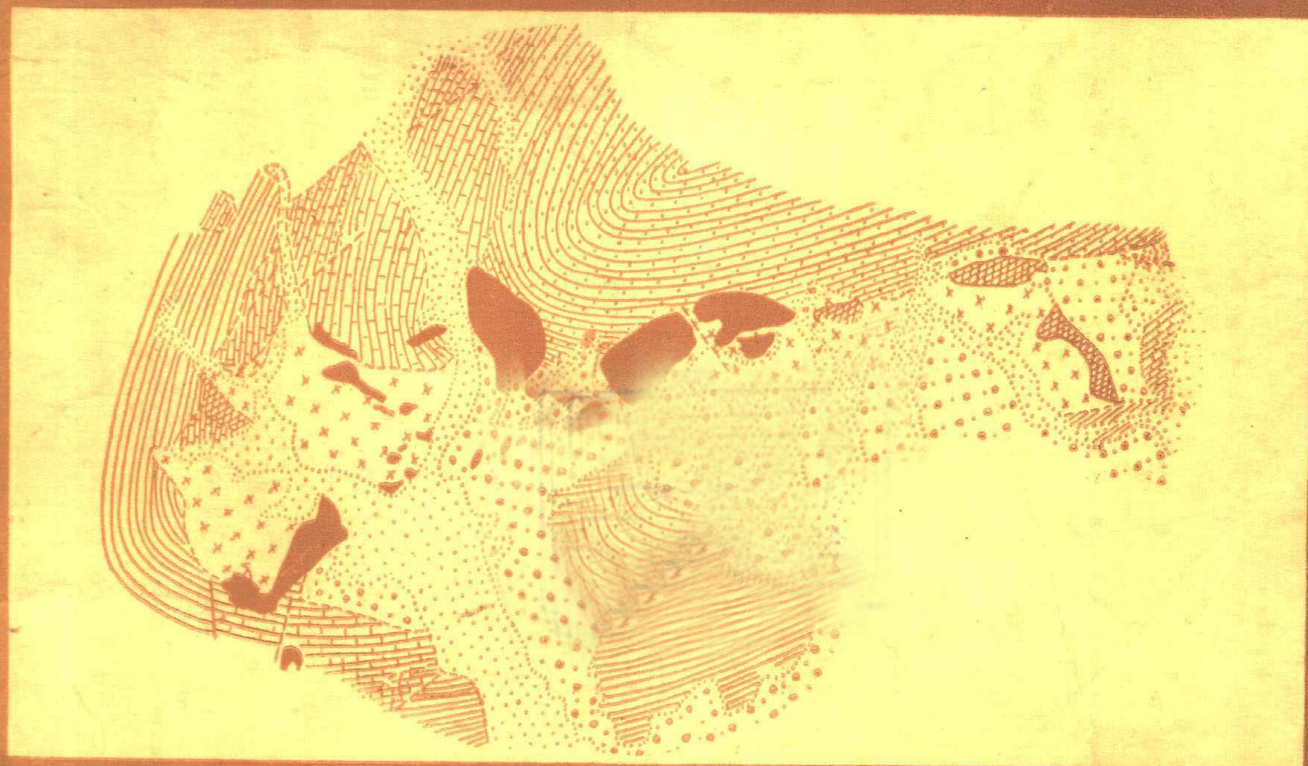


高等学校教材

矿床学原理

北京大学 冯钟燕 主编



地质出版社

高等学校教材

矿床学原理

北京大学

冯钟燕 主编

地质出版社

内 容 简 介

本书系统阐述矿床学基本理论、基本知识和基本技能。

全书分六部分：第一、二、三、四章为第一部分，阐述有关矿床的基本概念；第五、六、七、八、九章为第二部分，阐述岩浆和气化热液成矿作用和所成矿床；第十、十一、十二章为第三部分，阐述风化和沉积成矿作用和所成矿床；第十三章为第四部分，阐述变质成矿作用和矿床在遭受变质时发生的变化；第十四章为第五部分，阐述矿床在地壳中的分布规律；第十五章为第六部分，阐述研究矿床的一些近代方法。

本书除作为高等学校矿床学（80学时）教材外，亦可供区测、普查、勘探和矿山地质工作的同志们参考。

※ ※ ※

本书由李耀增、王俊发、刘云从主审，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 原 理

北京大学 冯钟燕 主编

地质矿产部教材编辑室编辑

责任编辑：刘云从

地 质 学 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：13³/₄字数：317,000

1984年5月北京第一版·1984年5月北京第一次印刷

印数：1—8,435册 定价：1.90元

统一书号：15038·教171

前 言

这是一本为高等学校学生编写的教材。为了使學生能打好矿床学基础，编写过程中力求系统阐述矿床学的基本理论、基本知识和基本技能；注意取材，掌握内容的深度和广度，压缩次要内容，删减比较陈旧的内容，避免与其它学科的不必要的重复；注意反映本门学科中比较成熟的近代理论、知识和技术方法，使教材的内容与本门学科发展现状相适应。

本教材按照地质类专业80—90学时教学要求编写的。为了使本书的基本内容能为大多数学生在规定的学时内所掌握，在编写时对篇幅做了控制，大约每学时讲授4500字左右。每章后附有参考书目，可供学生进一步阅读参考。

矿床学实习使学生能理论联系实际，有机会接触和认识典型矿床实例的标本、薄片和光片，是矿床学教学的重要环节。由于各高等学校均根据本单位的实际情况编有实习教材，在编写本教材时注意到了这一点，避免与实习教材重复。

本书由冯钟燕同志主编，参加编写、讨论和修改的有北大地质学系艾永富、王时麒、魏绮英、金玲年、臧启家、谭绪荣、于方同志。图件由我系张桂英、许建儒、徐云、李聪、高秀丽和河北地质局综合队绘图室同志们清绘植字。结构构造照片为我系薛佳同志所照。

一九八二年地质矿产部矿床学教材编审委员会第三次（武汉）会议审查本教材送审稿时与会同志提出过宝贵的修改意见；本书主审李耀增、王俊发、刘云从同志多次认真审查了原稿，提出过不少具体修改意见。对上述兄弟单位和各位同志的关心帮助表示深切的谢意。

本教材还需要在教学中不断修改和完善，请使用这本教材的老师 and 同学们多提意见，以便再版时修改和补充。

北京大学地质学系 冯钟燕 1983年8月

目 录

第一章 绪论	1
一、矿床的概念	1
二、矿床学的主要内容	3
三、矿床学与其它学科的关系	3
四、近代成矿理论发展简史	3
五、矿床学在我国的进展	5
第二章 矿体形态和矿床产出特点	7
一、矿体产状	7
二、矿体形态	7
(一) 等轴状矿体	7
(二) 柱状矿体	8
(三) 板状矿体	8
三、矿床产出特点	13
第三章 矿石的结构和构造	15
一、绪言	15
二、常见的矿石结构	15
三、常见的矿石构造	18
第四章 成矿作用和矿床分类	23
一、成矿作用	23
(一) 绪言	23
(二) 有用矿物的形成	23
(三) 成矿作用	24
二、矿床分类	25
(一) 分类目的	25
(二) 几种矿床分类	26
(三) 本书采用的矿床分类	30
第五章 岩浆矿床	31
一、岩浆矿床的特点和分类	31
二、岩浆矿床成矿作用	32
三、岩浆矿床主要类型	36
四、岩浆矿床实例	39
第六章 伟晶岩矿床	44
一、伟晶岩脉的特点和分类	44
(一) 岩体伴生伟晶岩脉	44
(二) 伟晶岩脉一般特点	44

(三) 伟晶岩分类	44
二、伟晶岩脉内部构造	45
三、伟晶岩脉成因	47
四、伟晶岩矿脉成因分类	49
第七章 热水溶液的成矿作用	52
一、热水溶液的来源	52
(一) 现代与古代热水溶液	52
(二) 热水溶液的成因分类	53
(三) 岩浆起源的热水溶液	53
(四) 变质起源的热水溶液	56
(五) 天水、渗流水、深部循环水起源的热水溶液	56
(六) 热水溶液起源的判断	56
二、热水溶液的流动	57
(一) 热水溶液流动的通道	57
(二) 热水溶液流动的原因	58
三、热水溶液中组份的来源	59
四、热水溶液搬运矿质的方式	59
五、热水溶液中矿质的沉淀	60
(一) 温度变化引起沉淀	61
(二) 压力变化引起沉淀	61
(三) 热液与岩石反应引起沉淀	61
(四) 不同成分热液混合引起沉淀	61
(五) 矿质沉淀的方式	62
六、围岩蚀变	63
(一) 研究围岩蚀变的意义	63
(二) 蚀变围岩命名和图示方法	63
(三) 围岩蚀变类型、特点及其与矿化的关系	64
七、矿床类型与热液起源的关系	68
第八章 接触交代矿床	70
一、接触交代矿床一般特点	70
二、接触交代作用及其效应	71
三、接触交代矿床的主要类型	74
四、矿床实例	76
第九章 热液矿床	81
一、矿床特点和分类	81
(一) 矿床的一般特点	81
(二) 热液矿床分类	81
二、深成高温热液矿床	83
(一) 矿床地质特征	83
(二) 主要矿床类型	83
(三) 矿床实例	84

三、中深中温热液矿床	86
(一) 矿床地质特征	86
(二) 主要矿床类型	86
(三) 矿床实例	87
四、浅成低温热液矿床	89
(一) 矿床地质特征	89
(二) 主要矿床类型	90
(三) 矿床实例	90
五、远成低温热液矿床	91
(一) 矿床地质特征	91
(二) 主要矿床类型	92
(三) 矿床实例	92
六、浅成高温热液矿床	92
(一) 矿床地质特征	92
(二) 主要矿床类型	93
(三) 矿床实例	93
第十章 风化矿床和矿床的表生变化	95
一、风化矿床	95
(一) 绪言	95
(二) 风化过程中的化学变化	95
(三) 成矿的地质条件	96
(四) 残余矿床的主要类型	97
(五) 淋积矿床	100
二、矿床的表生变化	101
(一) 矿床表生变化的特点	101
(二) 氧化带中的氧化和溶解	101
(三) 氧化带中矿质的沉淀	104
(四) 表生硫化物富集	105
(五) 低品位含铁石英岩的表生富集	106
第十一章 沉积矿床	109
一、绪言	109
(一) 沉积成矿作用的一般特点	109
(二) 沉积矿床分类	110
二、机械沉积矿床	111
(一) 成矿作用	111
(二) 砂矿类型	113
(三) 砂矿矿床实例	116
三、化学和生物化学沉积矿床	118
(一) 化学和生物化学沉积成矿作用	118
(二) 化学沉积矿床	121
(三) 生物化学沉积矿床	133
四、蒸发沉积矿床	137

(一) 蒸发成矿作用	137
(二) 蒸发沉积矿床的形成环境	138
(三) 海水蒸发沉积矿床	138
(四) 湖水蒸发沉积矿床	141
(五) 地下水蒸发沉积矿床	142
(六) 矿床实例	142
五、火山—沉积矿床	144
(一) 火山—沉积成矿作用	144
(二) 火山沉积矿床主要类型	147
第十二章 煤、石油和油页岩	152
一、煤	152
(一) 煤的种类和性质	152
(二) 聚煤条件	152
(三) 煤的形成过程	153
(四) 煤的分类	153
(五) 煤层和煤系	154
(六) 聚煤盆地和煤田	155
(七) 煤田实例	156
二、石油	158
(一) 石油的成分和性质	158
(二) 石油的生成	159
(三) 石油的运移和聚集	161
三、油页岩	165
第十三章 变质矿床	167
一、绪言	167
(一) 受变质矿床和变质成因矿床	167
(二) 研究的主要内容	167
(三) 一些术语的含义	167
(四) 变质作用分类	168
二、变质效应	168
(一) 变质结构的形成	168
(二) 粒度的增大	169
(三) 新矿物逐渐形成	169
(四) 产生变质构造	169
(五) 矿体形状和产状的变化	170
三、矿床的变质	170
(一) 氧化物矿床的变质	170
(二) 硫化物矿床的变质	171
四、矿源层的变质	172
(一) 黑色页岩的变质	172
(二) 条带状含铁建造的变质	174
(三) 变质岩系中的硫化物浸染条带	174

五、含分散金属的沉积—火山岩系的变质	175
六、变质成因矿床	175
第十四章 矿床分布规律	179
一、控矿地质因素	179
(一) 构造因素	179
(二) 沉积因素	179
(三) 容矿岩石的岩性因素	180
(四) 火成岩因素	180
二、矿床分带	182
(一) 分带现象	182
(二) 矿床分带实例	183
三、成矿区域和成矿时代	186
四、成矿作用和大地构造的关系	188
(一) 地槽和地台中的成矿作用	188
(二) 板块构造和成矿作用	191
第十五章 矿床研究方法	196
一、矿床物质成分研究	196
(一) 反光显微镜研究	196
(二) X射线分析	197
(三) 电子探针分析	198
(四) 化学物相分析	198
二、围岩蚀变研究	199
(一) 蚀变围岩分布款式研究	199
(二) 矿液与围岩间化学交换的判断	200
(三) 蚀变过程中化学得失估计方法	201
三、矿物生成顺序研究	202
(一) 地质或地球化学的间接证据	202
(二) 结构和构造的直接证据	202
(三) 共生顺序图示方法	203
四、矿床形成的温度和压力研究	204
(一) 较老的地质测温方法	205
(二) 近年来发展很快的测温方法	205
五、矿床形成时代研究	207
(一) 地质年代法	207
(二) 放射性年代法	208
(三) 古地磁法	208
六、矿床微量元素和同位素组成研究	208
(一) 基本原理	208
(二) 三大方面的研究工作	209
(三) 硫和硒的分离与混合	209
(四) 矿床的硫同位素组成	210
(五) 矿床的铅同位素组成	210

第一章 绪 论

一、矿床的概念

地质作用形成的矿物集合体，其质量、规模和埋藏情况等符合当前的技术、经济条件，开采后能获得经济效益的，叫做矿床。

十七世纪中叶在南美哥伦比亚的砂金矿中淘出了铂，但当时人们不会利用它，1735年西班牙政府专门给哥伦比亚殖民地总督下了命令，要他负责做到砂金产品中不得含有铂，到了十九世纪中叶，发现了铂的重要性质和处理方法，铂才开始成为工业上非常重要的金属，价格比金还要贵得多。欧洲的矿石山是以铀镭为主的矿床，发现和开采已有几百年，最初采银以后采钴，矿床中的铀镭矿石一直被视为废石。1898年居里夫妇发现了镭的独特性质和用途后，矿石山才开始开采铀镭矿石，但主要是提取镭，铀仍然很少利用。1945年后，由于铀成为获取原子能的重要原料，铀镭矿石才一跃而成为矿山最主要、最珍贵的开采对象。德国的斯塔斯弗尔特盐矿是个很大的矿床，产出淡黄色、玫瑰色钾盐和白色石盐矿石。一百多年前只开采石盐，钾盐被当作废石。十九世纪中叶，氯化钾和硫酸钾开始用于农业，用量增长很快，钾盐是生产它们的主要矿物原料，于是钾盐就成为矿床的主要开采对象，而石盐反而成了副产品。本世纪初，含铜2%以上的黄铁矿矿石是当作铜矿石开采的，提取铜后的黄铁矿灰渣是废料，因为当时还不会用黄铁矿提取硫。1920年才知道可以极顺利地从中提取硫。现在即使不含铜的黄铁矿也成了极重要的矿物原料。

对矿床中元素和矿物含量的要求也是不断变化的，总的趋势是越来越低。以铜矿为例，上个世纪铜含量大于5%的矿床才开采，而现在已经降低到0.4%，也就是说上个世纪对铜含量的要求比现在高12.5倍。

人类对矿产资源的需求，无论数量或种类都增长得很快。人类的物质生活，每年要消耗大量矿产资源，我们可以举一些重要金属为例来说明，1971年的消耗量见表1.1。

从前面的论述可以看出，一个矿物集合体能不能算作矿床，一方面决定于矿物集合体本身的特点，另一方面决定于人类对它可能提供的资源的需求程度。

在进行矿床评价的时候，特别要注意研究下列因素：矿床中元素或矿物的含量、矿石的性质、矿体的形状和特点、矿床的规模以及为获得产品的全部费用。

1. 有用元素或矿物含量 矿物集合体中有用元素或矿物含量一定要高于一个最低数值，这个矿物集合体才有开采价值，才算是矿床。这个最低的数值叫做矿床的最低工业品位。有些矿床含有几种有益元素，例如有些铜矿副产金，有些铅矿顺便收回银。伴生元素或矿物的存在可以降低矿床的最低工业品位。表1.2列举了一些元素在地壳中的平均含量、最低工业品位以及富集倍数。显然，矿床是有用元素或矿物格外富集的矿物集合体。导致有用元素或矿物格外富集的作用叫做成矿作用，是矿床学研究的基本内容。

2. 矿石的性质 矿石的性质决定着产品、加工工艺和成本。以铝为例，虽然铝在霞

表 1.1 重要金属 1971 年世界消耗量表

重 要 金 属	1971年世界消耗量 (吨)	生产合金时需要加入的其它金属
Fe	6×10^8	Cr、Co、Mn、Mo、Ni、Nb、Ta、Ti、W、U、Zr、C
Al	11×10^6	Cu、Mg、Si、Zn、Ni
Cu	6×10^6	Cd、Zn、Ag、As、Ni、Sn、P、Al、Be
Cr	5×10^6	铁合金元素
Mn	5×10^6	铁合金元素
Zn	5×10^6	Al、Mg、Cu、Ti
Pb	4×10^6	Bi、Sb、Sn
Ni	4×10^5	Cu、Fe、Cr
Mg	3×10^5	Al、稀土、Zn、Zr、Mn
Sn	2×10^5	Bi、Sb、Pb、Cu、Nb
Ti	2×10^5	Al、Sn、Zn、Cu、Cr、U、Mo

表 1.2 元素在地壳中平均含量、最低工业品位和富集倍数

元 素	平 均 含 量 (%)	最低工业品位 (%)	富集倍数	元 素	平 均 含 量 (%)	最低工业品位 (%)	富集倍数
Al	8	30	3.8	Sn	0.0002	0.2	1000
Fe	5	25	5	Cr	0.01	30	3000
Cu	0.005	0.5	100	Pb	0.001	2	2000
Ni	0.007	1.0	143	Au	0.0000004	0.0008	2000
Zn	0.007	2.5	357	W	0.0001	0.7	7000
Mn	0.09	35	389	Hg	0.000008	0.2	25000

石和粘土等铝硅酸盐矿物中含量较高，也能提取，但工艺复杂，成本很高，太不合算，所以目前只从氢氧化铝矿物（铝土矿）中提取铝。

3. 矿体形状和特点 有用矿物是均匀地分布在岩石中或者在岩石中局部集中，例如成脉或成层，对矿床开采难易和成本影响很大，因而也就对矿床的最低工业品位影响很大。

4. 矿床规模 可采矿石的体积也是个重要因素。有两种极端情况：体积大、品位低和体积小、品位高。如果矿床很大很贫，就要处理大量矿石，需要设备多、投资大、投产时间长，但便于大规模机械开采，获得的产品也很多。品位高规模小，能用最简单的但劳动强度很大的方法生产，投资少见效快。

5. 获得产品的全部费用 采矿、选矿、运输、装备、工资等等的开支情况，也决定着矿床的最低工业品位。不难想到矿床的最低工业品位会因地因时而异。有一类铜矿叫火山岩气孔充填矿床，在美国密执安州和加拿大的北部地区都找到过。密执安州的矿床1845年就开始开采，现已采完；而加拿大北部的矿床虽然也很大很富，铜储量超过300万吨，铜含量3.5%，但由于所处的地理位置不好，至今还没有开采。矿石开采、运输、加工工艺的进步，会使这些方面的成本降低，所以就总的趋势来说，最低工业品位逐步降低。

二、矿床学的主要内容

矿床学是矿床地质学的简称，是地质学中专门研究矿床的分枝学科，它的主要内容是研究矿床的特点、形成条件、成因和分布规律。下面列举一些矿床调查研究工作的经常任务：

1. 研究矿石的物质成分和结构、构造，以便确定矿石的质量和用途，矿石的形成过程。
2. 研究矿体的形态、大小、产状和产出特点，以便确定矿床的规模、开采条件和阐明矿床的形成特点。
3. 研究矿床的产出环境，从构造、沉积、岩性和岩浆等条件进行综合分析，以便阐明矿床的成因、成矿的地质条件和矿床在时间和空间上的分布规律，从而指导找矿和勘探。

三、矿床学与其它学科的关系

与矿床学关系最密切的其它学科有普通地质学、构造地质学、地史学、矿物学、岩石学、地球化学等。

矿床学用地质学的方法来研究矿床的形状、产状和控制矿床分布的地质条件；用矿物学和岩石学的方法研究矿床的物质成份、矿床和围岩的关系；用地球化学的方法来研究矿床中元素的赋存以及元素运移富集成矿的机理。

学好矿床学，需要有上述几方面学科的基础知识；它们的近代理论、野外工作方法和实验技术，都是重要的。

四、近代成矿理论发展简史

矿床学的发生和发展是人类利用矿产资源的必然结果。利用矿产资源的 历史 已很悠久，石器时代人类就注意寻找可作工具的石料，奴隶社会已会采、冶某些金属。中华民族在这方面做出了巨大贡献，3500年前的商朝，已普遍应用铜锡合金（青铜）；2500年前的春秋，铁器已广泛使用；东周齐国人管仲所著《地数篇》，已总结了“上有丹沙者，下有黄金；上有磁石者，下有铜金；……上有赫者，下有铁；……上有铅者，下有银”等规律，不仅叙述了元素和矿物共生的概念，而且还提到矿床分带的现象。人类对有关矿床方面知识和经验的积累，确实是源远流长的。

近代成矿理论萌芽于十八世纪。在十八世纪中叶，已认识到源自深处的热水溶液或蒸气在成矿中的重要性，它们能溶解、搬运和沉淀成矿物质；认识到交代作用能形成矿床；已区分出在裂隙中的矿脉和沉积岩层中的整合矿层；已认识到大气营力能使矿床露头发生变化。十八世纪后期，开始火成论和水成论之争：火成论者（Plutonist）认为火成岩和矿床都是由深处的岩浆上升到现存的位置而形成的，反对矿床会由热的水溶液形成，认为矿床都是由岩浆注入裂隙冷凝而成的，今天很多人都承认某些矿床是由这种方式形成的；水成

论者 (Neptunist) 则认为矿床、玄武岩、砂岩、石灰岩统统是水成的, 矿脉也是海底的裂隙经化学沉积物充填而成。

十九世纪初, 发现一些类型的矿床与侵入火成岩体之间的空间关系。这种伴生关系的确定, 为热液矿床近代成因理论打下了基础。在这段时间里, 地质学家分出了火成起源的矿床和沉积起源的矿床。根据大量野外观察认识到很多大矿都是出现在地质构造复杂、岩浆活动频繁的地区。某些类型的矿床都出现在特定成分的火成岩体周围, 其它地方不会出现, 从而得出火成岩体和矿床之间存在着成因关系的概念。矿床围绕着火成岩呈带状分布, 表示含矿流体可能是从一个深源, 很可能是从岩浆房分出并沿通道穿过围岩向上和向外流动, 而后, 在适宜的构造和岩石中沉积矿质形成矿床。观察火山喷气和温泉, 发现在气里、水里和通道周围的岩石里都可以有成矿物质富集。十九世纪中期, 已明确地认识到热水溶液在成矿中起着重要的作用, 还认识到有些矿床是由岩浆分离的, 有些矿床是通过交代作用而生长在接触变质晕圈中的。在这个时候, 还开始注意把化学原理用于研究矿床成因。十九世纪后半期, 很多矿床学家已提出了矿质搬运的假说。有些人还认识到成矿作用是复杂的, 不能用一个简单的理论去解释所有矿床的成因。

二十世纪初, 不少矿床学家提出了近代成矿理论和学说, 同时, 世界范围的矿床地质调查成就以及人类对资源的需求日益增长, 使矿床学成为地质科学的一个重要分枝。矿床成因分类的研究也有了很大进展。如Lindgren在1907年提出过较系统的矿床成因分类, 他把热液矿床分为深成高温、中深中温、浅成低温三类。后来其它学者又补充了远成低温和高温浅成, 这一分类方案大体上延用到现在。当然现在大家都知道热水溶液只是字面上的含义, 即“热的”“水质的”溶液, 与火成作用并非都有联系。二十世纪中叶以来, 矿床学研究有了较大的进展, 矿床地球化学、成矿实验研究、变质成矿理论和火山—沉积成矿理论方面的研究进展显得格外明显。

花岗岩化和区域变质过程中成矿的理论, 近年来也用来解释许多矿床的成因。变质过程活化了的雨水和矿质会从岩石中分泌出来, 沿着裂隙和通道流到温度较低压力较小的地区沉淀成矿。但也有不少人认为变质过程是个使矿质分散而不是集中的过程。沉积矿床和风化矿床是在地表形成的, 搬运、沉积的许多情况都可以看得到, 所以知道的也比较多。但对一些巨大的层状硫化物矿床的争论就比较大, 有人说是上升热液交代成的, 有人说是在海底沉积的。

很长时期以来地质学家一直认为有火成亲缘关系的矿床, 是母岩浆在深处分异派生的。从岩浆产生热水溶液, 可以和其它来源的水混合, 向压力较小温度较低的地方流动, 在条件合适的地方形成矿床。有些矿质在岩浆分异时仍然留在岩浆里形成岩浆矿床。有些矿床也可以和喷出岩伴生。近年来, 由于红海热盐水等的发现以及同位素组成研究的进展, 比较强调沉积成矿作用和变质成矿作用。理论地球化学家们在努力研究矿质搬运的机制, 广泛应用热力学来研究矿床的成因和矿物的稳定性, 从络合物的观点来讨论矿质的搬运和沉淀。实验地质学在研究矿床成因方面所起的作用越来越大。从矿床学文献中可以明显地看出, 现在矿床学讨论的重点已不象过去那样集中在岩浆作用上, 而是转移到火山—沉积、同生沉积、变质改造和变质成矿等方面。

野外探测矿床的方法也在发展, 除了传统的方法外, 化探、地球物理研究、遥感技术正在逐步推广, 数学地质的运用也越来越多。近代矿床学的历史虽然只有二、三百年, 但

发展是很快的。由于成矿过程时间很长,互相影响的因素极多,许多矿床又深埋地下,难见全貌,因而认识矿床的地质特点和判断矿床成因也就必然极其困难。在矿床学的不少问题上常常存在着不同认识,对同一矿床成因的看法往往分歧很大,甚至针锋相对,这完全是科学发展中的正常现象。随着矿床学领域生产和科研实践的进一步发展,随着与矿床学有关学科的发展,矿床学研究中存在的问题,终将逐步解决。地质工作者应为矿床学的发展而努力工作,做出贡献。

五、矿床学在我国的进展

我国已有探明储量的矿产达132种,其中钨、锡、稀土、钼、锑、汞、铅、锌、铁、钛、硫、磷、石墨、石棉、萤石、菱镁矿的探明储量都居世界前列;铜、铝、锰、铀、硼、岩盐、滑石和高岭土也在世界上占有重要地位。近二十多年来,新发现了22个矿种的30多个特大型矿床。目前我国直接和间接从事矿床地质工作的技术人员在10万人以上。在研究方法和手段方面,不少单位都有了比较先进的仪器设备。同位素地质、成岩成矿实验、矿物包裹体研究和物质成分综合鉴定测试工作等在很多单位中都已展开。

区域成矿规律的研究在我国得到了很大发展。全国1/300万成矿规律略图、全国1/100万分幅矿产及成矿规律图都已编出、1/20万区域地质调查各图幅也都附有成矿规律和矿产预测图。在对区域成矿规律的研究中,多旋迴构造理论、地质力学构造体系理论、板块构造理论等都受到了重视。关于成矿系列的研究,已从地史演化、构造作用、岩浆系列、沉积作用以及变质作用等出发,进行综合概括,提出了19个成矿系列,并对每个系列的成矿地质条件、矿床类型和成矿时间与空间的分布规律等方面,作了初步总结。局部地区的成矿规律和矿田范围内的矿产预测也有很大发展。

花岗岩与成矿的关系的研究工作也有很大进展,特别是对华南地区多旋迴花岗岩类的侵入时代、岩性特征、分布规律及其成矿专属性等方面研究得较为详细。在论及成矿关系时,对花岗岩类的现代成因观点已被广泛采用。

在矿床的分类方面,注意了按矿质来源进行分类,如1961年提出过按地面来源、地壳上部来源、再熔化硅铝层混合岩浆来源和硅镁层来源的分类方案。

同生成因、层控矿床、多成因论在我国受到了广泛的重视。如对贵州汞矿提出了“沉积再造”、含矿层即矿源层的看法;对一些产在石灰岩中的铅锌矿、砂岩铜矿也提出了新的认识。矿床的多成因论包括成矿物质的多源性、成矿作用的多样性、成矿过程的多阶段性和含矿溶液的多源性几个方面。划分出叠加成矿、活化或再造成矿、沉积改造成矿和催化成矿几种成矿模式。

卤水成矿在我国也得到了重视,对云南金顶铅锌矿和海南岛石碌铁矿等都有人提出其成矿与渗流热卤水有关的见解。

火山成矿作用的研究在我国有很大进展。对长江中、下游火山岩区的岩浆演化、围岩蚀变、矿床构造和矿化分布特征,已进行了详细研究。

在超基性岩与铬镍成矿方面作了不少研究工作,对这类岩石的岩石化学计算法、成矿专属性、成矿构造条件等方面也有专门的讨论。

铀矿地质研究取得了进展,提出了热液浸取、表生浸取、地表水淋积及双混合成因等

多种成矿模式。

沉积矿床的研究也取得了很多进展。提出了外生成矿作用应分为两个阶段：大陆阶段，岩层风化形成风化壳；海洋阶段，风化壳被海解或吸取，大量溶出物以重碳酸盐形式存在，以后在海盆或泻湖发展过程中沉积成矿床。

盐类矿床的研究取得了新进展，我国中、新生代沉积物中不仅有大规模的石盐和石膏沉积，而且还有天然碱和各种类型的钾盐沉积。研究工作初步阐明这类矿床形成的构造、古地理和古气候条件。对西藏及青海盐湖的调查发现了富锂镁硼酸盐盐湖新矿床，并建立了盐湖收缩成矿模式。

对典型硫化物矿床的氧化带作了深入的研究工作。

对我国前寒武纪变质铁矿的研究也取得了许多进展。

近年来在矿床地球化学和成矿实验研究方面已取得了初步研究成果。利用微量元素含量、稳定同位素比值、矿物包裹体测温和测成分、成岩成矿模拟试验、矿物组合稳定区域分析等方法研究成矿物质来源、成矿流体性质、成矿物理化学条件及其变化、成矿物质移迁方式、围岩蚀变与矿化的关系等方面都取得了进展。数学地质和遥感技术在矿床学中的应用也都初见成效。

近年来我国矿床学的发展很迅速，硕果累累，令人振奋。我们要树雄心、立大志，为发展矿床学作出更大的贡献。

主要参考文献

- *〔1〕 袁见齐、朱上庆、翟裕生主编：1979，《矿床学》pp1—9，20—21
- 〔2〕 胡受奚等编著：1982，《矿床学》上册
- *〔3〕 中国地质学会矿床地质专业委员会：1982，我国矿床地质学六十年的进展，《地质论评》28卷四期 pp282—286
- 〔4〕 塔塔林诺夫，П. М.，1957，《矿床成因论》（中译本）
- 〔5〕 斯米尔诺夫，B. И.，1981，《矿床地质学》（中译本）
- *〔6〕 Stanton, R. L.，1972, "Ore Petrology" pp7—35
- *〔7〕 Jensen, M. L. & Bateman, A. M.，1979, "Economic Mineral Deposits" pp3—16, pp32—40
- 〔8〕 Adams, F. D.，1954, "The Birth and Development of the Geological Sciences"
- 〔9〕 Bateman, A. M.，1950, "Economic Mineral Deposits" 2nd ed.
- 〔10〕 Crook, Thomas, 1933, "History of the Theory of Ore Deposits"
- 〔11〕 Abbott, B. M.，1976, "Mineral Deposits"
- 〔12〕 Baumann, L.，1976, "Introduction to Ore Deposits"

（有*号者，初学者可优先阅读，以后各章同。）

第二章 矿体形态和矿床产出特点

一、矿体产状

矿体在空间的位置叫矿体产状。矿体产状一般包括走向、倾斜、侧伏角和倾伏角四个要素（图2.1）。矿体走向是矿体在水平面上的最大延长方向。矿体倾斜是垂直于矿体走向的矿体斜度，包括倾向和倾角。矿体的最大延伸方向叫矿体轴。矿体轴和其水平投影的夹角叫矿体的倾伏角。矿体轴和矿体走向的夹角叫矿体的侧伏角。如果矿体接近于直立，矿体的倾伏角和侧伏角相差很小；但是如果矿体倾斜平缓，倾伏角和侧伏角相差相当大，需要分别测定，这对倾斜较缓的柱状矿体格外重要，因为要根据这些角度布置开采坑道。同一矿体的不同部分，矿体的倾斜、倾伏角和侧伏角都可能明显的变化。

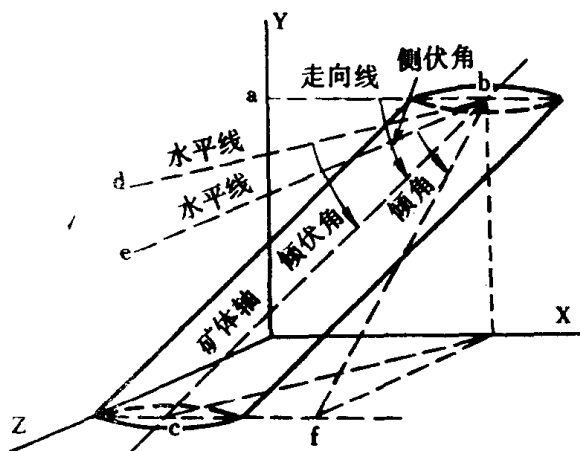


图 2.1 矿体产状要素示意图

倾伏角 ($\angle dbc$) 为矿体轴 bc 和其水平投影 db 之间的夹角，
侧伏角 ($\angle abc$) 为矿体轴 bc 和矿体走向 ab 之间的夹角

二、矿体形态

矿体按形态可以分成等轴状、柱状和板状三大类。

(一) 等轴状矿体

等轴状矿体各个方向上延伸大致相等。矿瘤、网脉和矿巢都是常见的等轴状矿体。等轴状矿体的大小和形状基本上靠水平断面来确定。

矿瘤是比较致密的、多少有些对称的大矿体。热液交代的金属矿体、岩盐矿体都有呈瘤状的。

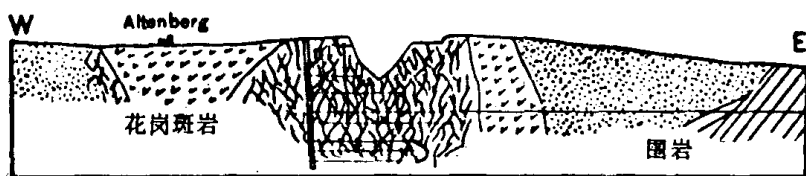


图 2.2 德国Altenberg锡矿网脉矿体

网脉矿体 (Stockwork) 是体积有些对称的矿化岩体，其中贯穿了极多的细脉，布满了矿石矿物浸染体（图2.2）。在开采时整个岩体一起当做矿体开采。不少

锡矿、钼矿、石棉矿和其它矿产常有网脉矿体。

矿巢是比较小的矿体（图2.3）。属于这类的有铂、铬铁矿、金、汞等多种矿产的矿体。

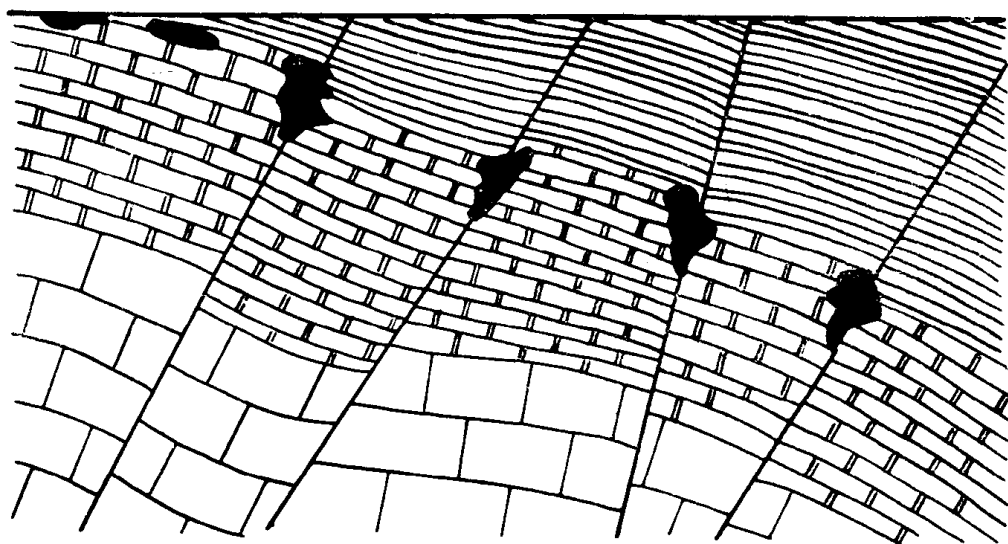


图 2.3 矿化岩石中的矿巢（剖面图）

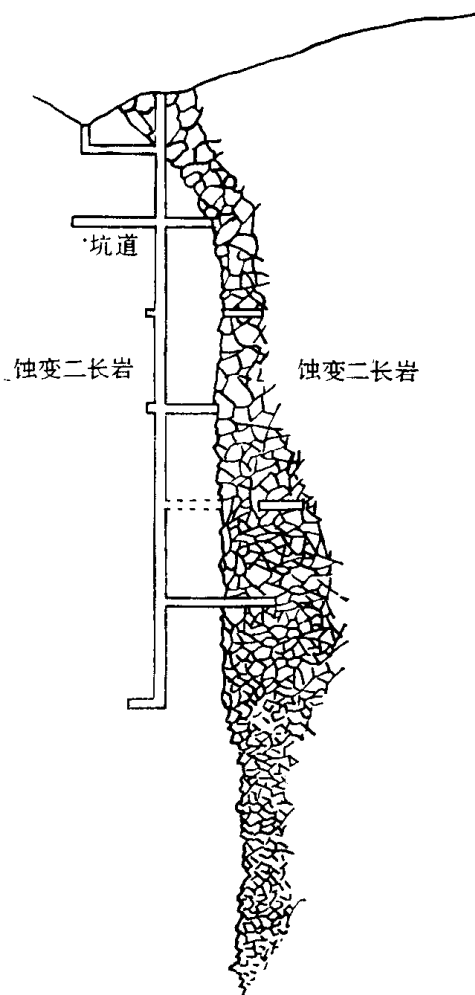


图 2.4 蚀变二长岩中的矿筒

（二）柱状矿体

柱状矿体是一个方向延伸的矿体。直立、近直立的柱状矿体叫矿筒或矿柱；水平、近水平的叫矿管。矿筒是最常见的柱状矿体（图2.4）。矿筒有大有小，南非著名的金刚石矿筒垂直延伸几公里，水平断面直径超过100米。矿筒和矿管都可以分枝，分枝后还可以重新连通，有时可以看到矿管通过矿筒从这一层进入另一层。

（三）板状矿体

板状矿体是两个方向延伸的矿体。矿脉和矿层是典型代表。

矿脉由成矿物质充填岩石裂隙而成。有简单矿脉和复杂矿脉两种（图2.5）。简单矿脉因充填单一的裂隙而形成，复杂矿脉则因充填裂隙带、破碎带或片理带而形成，有时把复杂矿脉称为矿脉带。矿脉可根据形态特点用串珠状、囊状、鞍状、梯状和羽状等形容词来描述。串珠状矿脉的特点是时胀时缩，有时变得很薄（2.6）。囊状矿脉局部膨胀得特别厉害（图2.7）。