

矿床学

上册

成都地质学院《矿床学》编写组

地质出版社

矿床学

上册

成都地质学院《矿床学》编写组

地质出版社

矿床学

上册

成都地质学院《矿床学》编写组

*

地质矿产部书刊编辑室编辑

责任编辑：毕庶礼

地质出版社出版

(北京西四)

北京丰华印刷厂印刷

(北京丰台区岳各庄)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 850×1168¹/₃₂ 印张: 12³/₁₆ 字数: 319,000

1978年3月北京第一版·1985年10月北京第二次印刷

印数: 1—2,030册 定价: 2.50元

统一书号: 15038·新249

内 容 简 介

本书从成矿的多源论观点出发，讨论了矿床学的基本概念和各类矿床的形成条件、形成作用。其中列述了最主要的矿床类型及成矿控制因素；同时，对矿床进行研究的一些主要方法也作了介绍。

全书共有七篇，分上下两册，上册包括：第一篇总论，第二篇成矿物质来源于上地幔岩浆的矿床，第三篇成矿物质来源于硅铝层重熔-再熔混浆的矿床，第四篇成矿物质来源于地壳上部岩石的矿床；下册包括：第五篇成矿物质来源于地表岩石的矿床，第六篇变质矿床和迭生矿床，第七篇矿床的分布规律和研究方法。

本书可供找矿、勘探和矿山地质工作者，及有关的地质研究人员和地质院校师生参考。

ABA93/05

前 言

“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。”

在近代，由于地质普查勘探工作蓬勃开展，矿床学的发展进入了一个新的繁荣时期。新的矿产资源不断被发现，新的地质理论在广泛酝酿。

随着近代工业和国防尖端工业对矿产资源的迫切需要，随着宇宙地质、地球物理、海洋地质和同位素地质的迅速发展，随着新探测和新测试技术的应用，今天，人类对矿床的形成有了许多新的认识，矿床学的学科范畴和传统理论正经受着现实的挑战。意义重大的，突破了矿床学领域长期占主导地位的“单一岩浆热液成矿论”，提出了“多源成矿论”。这样，现代矿床学的研究，就把宇宙物质、地壳物质、地幔物质与成矿物质的演化作用结合起来，全面地认识成矿物质的来源、迁移、富集和分布的规律。在认识自然、利用自然和改造自然的征途上，人类正向自由王国阔步前进！

据此，本书尝试从矿质这一最基本的成矿因素出发，以不同的矿质来源结合成矿的地质条件和物理化学条件来认识和讨论矿床学中的一些基本概念，认识和讨论各类矿床的形成作用和形成过程。其中并对矿床形成的控制因素及对矿床的研究方法也作了介绍。

本书是由成都地质学院《矿床学》编写组集体编写的。参加编写的有：郑明华、黄茂新、张斌、梅芳远、蔡建明等同志。脱稿后，曾数度组织和邀集教学、科研和生产部门有关单位和个人进行了广泛的评审，提出了大量的宝贵意见。编写组根据这些意见，进行了多次修改，最后统编定稿。

由于我们的政治思想觉悟和业务水平不高，对在毛主席革命路线指引下我国矿床地质科学的飞速发展和所取得的重大成就反映的还很不够，在内容和章节编排方面不免存在错误和不恰当之处，我们衷心欢迎广大读者不吝批评指正。

《矿床学》编写组

目 录

第一篇 总 论	1
第一章 导 言	1
第一节 矿床学及其研究对象	1
第二节 矿床学发展简史	2
第三节 成矿作用理论的成就	5
第四节 矿床学存在的问题和今后任务	11
第二章 地球构造及化学元素的组合	16
第一节 地球的内部构造及其化学成分	16
第二节 地壳中化学元素的组合	28
第三章 含矿岩浆和含矿溶液	47
第一节 含矿岩浆	47
一、硅镁质岩浆	48
二、硅铝质(花岗)岩浆	52
三、安山岩浆	57
第二节 含矿溶液	59
一、含矿热水溶液	59
二、含矿冷水溶液(含矿地表水溶液)	72
三、含矿溶液的成分和性质	78
第四章 矿床形成的条件和方式	83
第一节 矿床形成的地质条件	83
第二节 矿床形成的物理化学条件	87
一、含矿岩浆中成矿物质的集中	87
二、含矿溶液中成矿物质的迁移	88
三、含矿溶液中成矿物质的沉淀	92
第三节 矿床的形成方式	95

一、内生矿床的形成方式	96
二、外生矿床的形成方式	105
第四节 矿石建造和成矿阶段	114
一、矿石建造	114
二、矿化阶段和矿物生成顺序	116
第五章、矿床的分类	120
第一节 关于矿床分类的回顾	120
第二节 本书的矿床分类	123
第二篇 成矿物质来源于上地幔岩浆的 矿床	128
第六章 正岩浆矿床	128
第一节 岩浆矿床的形成作用	128
一、结晶分异作用	129
二、熔离(液态分离)作用	135
三、同化作用	139
四、气体分异作用(矿化剂作用)	141
五、喷发作用	142
六、氧逸度和氧化作用	143
第二节 岩浆矿床的类型及其特征	145
一、岩浆分凝(分结)矿床	146
二、熔离矿床	151
三、喷发岩浆矿床	155
第三节 主要的岩浆矿床	158
一、铬铁矿矿床	158
二、含钒钛磁铁矿矿床	165
三、金刚石矿床	168
四、硫化物铜镍矿床	172
五、铂及铂族元素矿床	175
六、稀有和稀土元素矿床	177
七、磷灰石-磁铁矿矿床	178
八、碳酸岩矿床	179

第七章 岩浆-气液矿床	182
第一节 矽卡岩矿床	184
一、矽卡岩矿床的形成条件	184
二、矽卡岩矿床的产状、物质成分和带状构造	194
三、矽卡岩矿床的形成作用	198
四、硫氧比在矽卡岩矿床成矿作用中的意义	202
五、主要的矽卡岩矿床	205
(一) 磁铁矿-赤铁矿矿床	205
(二) 黄铜矿-磁黄铁矿矿床	207
(三) 辉钼矿矿床	209
(四) 锡石-硫化物矿床	211
第二节 火山气液矿床	213
一、火山气液矿床的概念	213
二、火山气液矿床的形成作用	214
三、火山气液矿床的分类及各类特征	217
四、主要的火山气液矿床	221
(一) 斑岩铜矿床	221
(二) 斑岩钼矿床	229
(三) 斑岩锡矿床	230
(四) 斑岩金矿床	232
(五) 磁铁矿-磷灰石矿床	233
(六) 火山岩系中的金-银矿床	236
第三篇 成矿物质来源于硅铝层重熔-再熔 混浆的矿床	237
第八章 伟晶岩矿床	237
第一节 伟晶岩矿床的特征	239
第二节 伟晶岩矿床的形成条件	249
第三节 伟晶岩的分类	258
第四节 伟晶岩的形成作用	261
第五节 主要的伟晶岩矿床	269
一、稀有金属(钽、铌、铍、锂)矿床	269

二、白云母矿床	271
三、稀土元素矿床	272
四、水晶矿床	273
五、长石矿床	274
第九章 气化-热液矿床	276
第一节 气化-高温热液矿床	276
一、矽卡岩矿床	276
(一) 白钨矿矿床	277
(二) 方铅矿-闪锌矿矿床	278
(三) 日光榴石-硅铍石-香花石矿床	279
(四) 硼矿床	280
(五) 水晶矿床	280
二、正高温热液矿床	281
(一) 矿床的形成条件和一般特点	283
(二) 矿床的形成作用	286
(三) 主要的高温热液矿床(黑钨矿-石英脉矿床; 锡石-石英脉矿床; 辉钼矿-(钨锰铁矿)-石英脉矿床; 含金石英脉和含金交代矿床; 铍矿床)	289
第二节 中温热液矿床	294
一、矿床的形成条件和一般特点	294
二、矿床的形成作用	296
三、主要的中温热液矿床	297
(一) 自然金-多金属硫化物矿床	297
(二) 多金属铅锌矿床	298
(三) 锡石-硫化物(多金属)矿床	299
(四) 五元素(Ni-Co-Ag-Bi-U)建造矿床	300
(五) 石棉矿床	301
(六) 菱镁矿矿床	302
(七) 滑石矿床	303
(八) 黄铁矿矿床	304
(九) 水晶矿床	306
第三节 低温热液矿床	307

一、矿床的形成条件和一般特点	307
二、矿床的形成作用	309
三、主要的低温热液矿床	309
(一) 雄黄-雌黄矿床	309
(二) 菱铁矿矿床	310
(三) 钨(铋、金)矿床	311
(四) 明矾石矿床	311
(五) 萤石矿床	313

第四篇 成矿物质来源于地壳上部岩石的矿床

第十章 侧分泌矿床

第一节 “侧分泌”理论的重新提出

第二节 地下(热)水的分布

第三节 侧分泌矿床的成矿物质来源

第四节 矿床的形成作用和特征

一、淋滤作用

二、“萨布哈”作用

三、加热溶滤作用

第五节 主要的侧分泌矿床

一、碳酸盐岩层中的方铅矿-闪锌矿矿床

二、砂页岩中的铜-铀-钼矿床

三、碳酸盐岩层中的汞矿床和铋矿床

四、硅酸盐岩层中的石英脉型水晶矿床和碳酸盐岩层中的方解石脉型水晶矿床

五、热泥矿床

六、淋积型矿床

第十一章 硫化物矿床的表生变化及次生富集作用

第一节 硫化物矿床的表生分带

第二节 硫化物矿床在氧化带中的变化

一、氧化带中硫化物的溶解与沉淀

二、氧化带发育的阶段.....	357
三、氧化带中主要元素活动的习性.....	358
四、氧化带中各亚带的形成.....	367
五、决定矿床氧化作用强度和深度的因素.....	368
第三节 硫化物矿床的次生富集作用	371
第四节 硫化物矿床氧化露头的特征及其意义	375

第一篇 总 论

第一章 导 言

第一节 矿床学及其研究对象

人类远在发明文字之前就已开发和利用了矿产。我国有史以来在利用矿产和进行地质论断方面有着光辉的成就。

矿床学，或称矿床地质学，它来源于生产实践。特别在近代工业生产力迅速提高以后，矿床学就逐渐地发展成为地质科学中的一门独立的、主要的学科。矿床学所要研究的是作为地质现象的矿床，其最终目的，在于借助矿床学的知识，以最快的速度、最经济的办法，找到为国民经济所需要的工业矿床。

因此，矿床学的任务，必须解决两个最基本的问题：

第一，正确地认识各种类型矿床的形成条件和形成过程，即查明矿床的成因问题。

第二，查明矿床形成的时间和空间位置，正确地认识矿床在地壳中的分布规律，即查明在何种地质条件下，可以予期找到何种矿床。

但是，为了解决上述两个问题，矿床学还需要解决一系列具体问题。如：矿体的物质成份；矿床内矿物或元素的共生状况；矿石的结构和构造及其技术性质；矿体与周围地质环境的关系；成矿后的构造变动，以及变质作用等。与此同时，根据矿石的质和量及其他条件，对矿床的类型和实际的经济价值作出正确的评价。

矿床学在其发展过程中，对解决成矿理论方面、对研究矿石和矿物的成份方面，逐步地引用了各种新技术、新方法。如同位素地

质研究方法、放射性活化分析方法、光谱分析法、激光技术、电子显微镜、质谱仪、电子探针技术、微光谱分析、核物理等近代科学理论和方法的应用等。因此,更有助于对矿床地质学的深入研究。

矿床学与地质科学中的其他学科有着紧密的联系。矿床学在综合研究时,不可避免地需要应用其他地质学科的成就,其中特别是矿物学、岩石学、构造地质学、地质力学、地球化学、地层学等方面的理论和知识。同时,矿床学的理论和知识,对发展其他地质学科也起着有益的作用。

第二节 矿床学发展简史

关于矿产知识的萌芽,显然是在人类对周围自然界还没有准确的科学概念的史前时期就已发生。人类在五、六十万年前的旧石器时代,在争取生存的斗争中便认识了矿物和岩石的有用性质。例如利用燧石、石英岩等坚硬特性以制造劳动工具。从这时起人类就与矿石和岩石发生了密切的关系。

公元前六世纪前后(春秋战国时代),是我国从奴隶制向封建制转化的社会大变革时代,革命推动了生产力的大发展。铜器代替了石器,继之铁器又代替了铜器。春秋时郑国以铁铸刑鼎标志着铁器的出现。战国时,铁制工具广泛使用,比欧洲要早一千多年。冶铁业的发展与铁矿的开采(如山东金岭镇铁矿)以及耐火材料和熔剂的选取都有密切关系。通过广泛的生产实践,证明我国劳动人民当时对某些矿床已经具有比较丰富的知识。春秋战国时代,出现了我国历史上最早一批记载有丰富地质矿产知识的著作。如《禹贡》、《考工记》、《山海经》、《管子》等。《管子》的《地数》篇中记载:“天下名山五千三百七十,出铜之山四百六十七;出铁之山三千六百有九”。数字未必准确,却反映了当时找矿和开采的发展情况。并极其出色地指出:“山,上有赭者,其下有铁;上有铅者,其下有银;上有丹沙者,其下有黄金;上有慈石者,其下有铜金;此山之所见荣者也”。这些认识与现代矿床学是一致的。

《山海经》中记述了四川开凿盐井,各种矿产地、用途及性质。并已经有用石棉制成的布,称为“火浣布”,而欧洲(如法国)直至公元八世纪才出现这种石棉制品。韩非子在《内储》中有“荆南之地,丽水之中生金”的记载。

从整个地质科学的发展来看,铁的使用始于春秋,到秦代得到了很大的推广和发展,然而普遍用于生产则是在西汉。在西汉初年开始用煤作燃料,使钢铁的质量达到很高的水平。石油和天然气差不多也在这个时期被发现和使用。我国食盐的发现及其独创一格的开采,为世界科学史写下了光辉的篇章。《后汉书》中有关于四川盐井出火和煮盐的记载。

自秦汉以来,如在唐、宋两代采矿业等大发展的基础上,颜真卿(唐)、沈括(宋)总结了一些地质现象和地球化学找矿方法;明代两本重要的科学著作《本草纲目》(李时珍著)和《天工开物》(宋应星著),描述了多达160种以上的矿物用途、产地和性状。但是和秦汉初期已经达到的科学成就相比,矿床学此后和其它科学一样,发展是十分迟缓的。这是中国封建社会两千多年来以孔孟之道作为思想支柱的黑暗统治的结果!

在欧洲对矿床的形成提出理论性解释始于十六世纪中叶,1546年阿格里哥拉提出矿床是通过矿物质从天水(地表水)中沉淀在地壳裂隙内形成的。过了大约一百年,即于1644年,笛卡尔提出了相反的论点,他认为矿床是地球内部喷出的物质,沉淀在较冷的地壳外部裂隙中的表现。1665年,伍德瓦德认为,“现在见于地层垂直裂隙中的金属和矿质全部来源于这些地层本身;这些金属和矿质从地层中被提出来,转运到裂隙中,这种裂隙在地层未形成前是不存在的”。这一理论,在经过了数百年之后,如今又被重新提出并称之为“源层见解”。

上述两种矿床成因的观点,在十八世纪的学术思想争论中,逐渐地形成了“水成论”和“火成论”者关于金属矿床形成问题的激烈论战。

到了十九世纪初,波伊(1822年)和尼克尔(1832年)均提出侵

入火成岩与矿床的联系，认为矿物是由火成岩发出的蒸气升华或是溶液沉淀而形成的。这一见解是现代“火成热液”论的先行者。可是，这个理论最明确地提出的要推法国的戴白芒(1847年)，他是当时认识到大山脉所表示的地壳广阔构造重要意义的学者之一。他指出褶皱、变质、火成侵入和矿床形成彼此间的空间关系，并认为侵入岩所喷射出的东西可能含水蒸气和金属。而脉体矿物是由这种蒸气的冷凝而从溶液中沉淀出来的。

世界各国劳动人民在三大斗争实践中发展了自己的科学和文化，这是历史的普遍性，然而各国由于社会发展的不平衡：其科学的发展有着自己独特的起、落、盛、衰的历史。如前所述，直到十七世纪之前，我国的矿床学在很多方面还保持着古代的先进水平。那时欧洲的“自然科学还深深地禁锢在神学之中”(恩格斯：《自然辩证法》)。

到了本世纪初，成矿理论由于生产实践的促进，有了长足的进步。这可以从王海慈的著作《控制矿石沉淀的几个原理》(1901年)中看到：“对一个单独地区来讲，金属的来源不能自因推果地认为是属于火成、沉积或变质岩石，仅仅只能从事实来归纳研究。一个地区的金属可能来源于晚期的火成岩、古老的火成岩、沉积岩、变质岩或者是上面所述的岩石的各种联合。……我相信我们可能发现许多矿床乃至大多数的矿床，都不是单一分凝的结果，矿床的一部分金属已经被变质过程所多次改造”，“虽然可以说许多重要矿床的金属并不是直接从火成岩中来的，但是所有矿床中金属的来源，终于都可能被追踪到火成岩。这些金属，自从离开它们原来的地方以后，都经过搬运和分凝，直到它们到达我们现在找到它们的地方”。

1906年，W. 林格岩《矿床与物理环境的关系》一文问世，自这个见解发表以来，许多学者除对它进行了提炼和改进以外，没有提出什么新的建树。岩浆热液理论便成为矿床学的理论基础。大多数的矿石的实验研究，都是以直接岩浆成因的概念为依据。大部分的力量都是为了弄清与这一理论结构有关的细节而努力。由于

受历史条件的限制，许多研究者在观点和研究方法上的不正确表现，特别是在资本主义社会中，由于资本家对矿产和矿山企业的垄断，科学家们的研究工作受到种种限制，同时在思想方法上亦多受形而上学的影响，因此，矿床学长期进展缓慢。

在我国，解放后，在中国共产党和毛主席的英明领导下，我国矿床学的研究得到了全面的和飞跃的发展。通过三大革命实践，我国卓越的科学家李四光和广大的地质工作者，根据我国的地质构造特点，运用地质力学理论，找到了极为丰富的石油、煤、金属及稀有金属等矿床，从而对许多矿床的成因和产出特征提供了新的认识。进而提出了重要的控矿理论，对矿床的勘探和研究，作出了很大成绩，大大地推动了矿床学的发展。

由于地质工作的迅速开展，积累了大量的实际资料，深化了对我国地质矿产规律的认识，丰富和发展了矿床地质理论。

第三节 成矿作用理论的成就

事实证明，对矿床进行系统的研究，以及进行科学的找矿，都需要有一套成矿理论作为依据。

如前所述，近代成矿作用理论的形成，是经过了一个历史过程的。作为研究成矿作用最主要学科之一的矿床学，特别自十六世纪中叶起，已经有了相当的研究了。并能从矿床外表形态及产出位置上的特征，尝试对矿床进行初步归纳。这是对矿床进行研究的原始时期。

到了十八世纪后半期，人们开始提出了矿床和围岩的关系问题。即现在所谓的同生和后生关系问题。这样就涉及到矿床形成的原因，提出了“矿石岩浆”理论和“侧分泌”理论。此后，由于实际资料积累日多，对地质事实的认识日趋深入。又开始对矿床进行分类的尝试。虽然这种分类是以形态描述为依据的，但已经开始渗入许多成因观点了。这个时期可以被认为是成矿理论的发展时期。

当资本主义工业大规模发展的十九世纪后半期至廿世纪初
期,由于对各种矿物原料日益增多的需求,人们对矿床进行了更为
精确、更为深入和更为有效的研究。从而进一步促进了矿床学的
迅速发展,并把成矿理论推向一个新的高度,加强了对矿床的形成
条件、形成作用、分布规律的研究,当时认为是成矿理论准确发展
的道路。这就是以岩浆分异和演化学说为基础,假定所有的火成
岩都是由玄武岩浆经岩浆分异作用形成的。这一理论认为,地壳
中分布极为广泛的花岗岩类乃是玄武岩浆的分异的产物。而恰恰
花岗岩类岩石又与成矿具有最密切的关系。因此,从玄武岩浆经
过花岗岩浆,再到各种内生矿床,这“一条龙”就被认为是一系列岩
浆分异的必然产物。这一理论在矿床学中主宰了几乎近百年。近
代成矿理论就是建立在这一岩浆成矿说的基础之上的。

显而易见,任何一门自然科学的发展,都离不开当时的历史条
件和技术水平。矿床学的研究,牵涉到的是科学中十分广阔的领
域,在现代科学技术还未广泛引进矿床学中来之前,错误是难免
的。显然,在成矿理论建立过程和发展到现有阶段,它对科学找矿
和勘探工作发挥了重大的作用,并取得了许多引人注目的成就。对
一些重大的问题,例如真正岩浆矿床的形成机理取得了比较满意
的解决;对另一些问题,诸如伟晶岩矿床的岩石和矿物特征方面,
某些类型矿床形成的控制因素、形成方式以及物理化学环境的
研究等取得了肯定的成就。

由于找矿勘探工作的蓬勃发展,积累了十分丰富的实际资料,
不仅丰富和修正了原有的成矿理论,而且使新的成矿理论的提出
成为可能。鉴于成矿理论和找矿实践的相互影响,使得人类对于
矿产的利用更加广泛和充分起来。这表现在对矿产利用的日益增
多,如今,可利用的矿产已达一百几十种;此外,还可利用七百多种
同位素。

目前,成矿理论的研究正酝酿着一场重大论战和变革。已经
冲破单一的“水成论”、“火成论”和“花岗岩浆成矿论”。“多源成
矿”理论的观点得到发展,扩大了对矿产资源寻找、利用的领域,找