

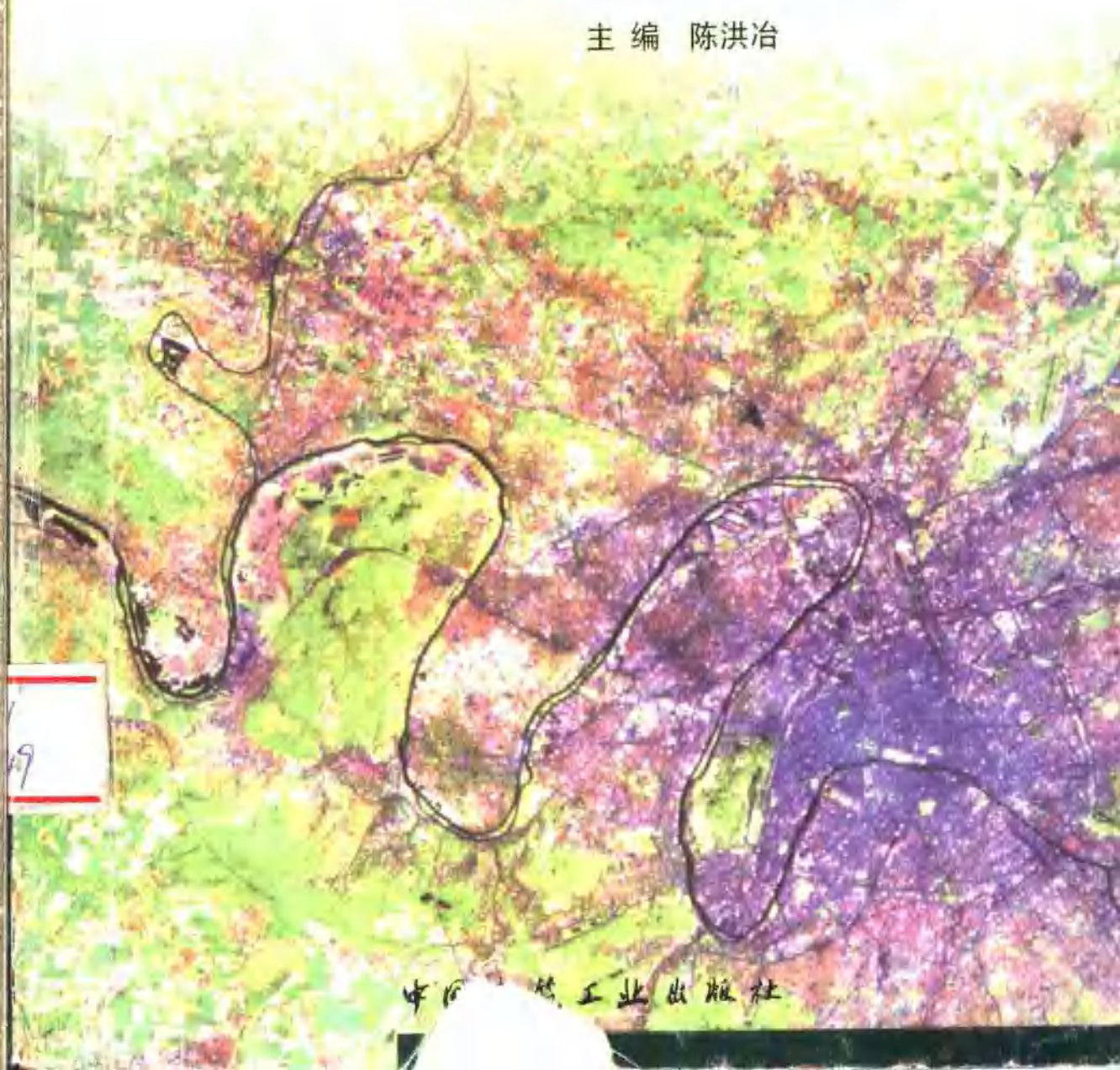


中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

矿床地质基础

◀ 国土资源调查专业 ▶

主 编 陈洪冶



中国地质工业出版社

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

矿床地质基础

(国土资源调查专业)

主 编 陈洪冶
责任主审 毕孔彰
审 稿 黄崇轲 钱大都

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

矿床地质基础/陈洪治主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2002

中等职业教育国家规划教材, 国土资源调查专业

ISBN 7-112-05433-8

I. 矿… II. 陈… III. 采矿地质学-专业学校-教材
IV. P61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 094313 号

本教材较系统而简明地阐述了有关矿床地质的基本概念、基础知识及各成因类型矿床的地质特征、形成作用及成因, 同时增加了工业矿物岩石和开发利用前景的有关内容及矿床工业类型的有关知识, 着重于对矿床地质资料作综合分析能力的培训。本书结构紧凑、内容连贯、文字简练、阐述明确、图文并重。

全书共分十章, 包括: 总论、岩浆矿床、伟晶岩矿床、气水热液矿床、风化矿床、沉积矿床、可燃有机岩矿床、变质矿床、非金属矿床简介、矿床工业类型, 另附有实训指导书。

本书适于中等职业学校三年制国土资源调查专业及相关专业的学生使用, 也可供一般地质人员参考。

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

矿床地质基础

(国土资源调查专业)

主 编 陈洪治

责任主审 毕孔彰

审 稿 黄崇轲 钱大都

*

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京市书林印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 9½ 字数: 225 千字

2003 年 1 月第一版 2003 年 1 月第一次印刷

印数: 1—2000 册 定价: 12.00 元

ISBN 7-112-05433-8

TU·4757 (11047)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1 号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比技和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2002 年 10 月

前 言

本书是根据教育部职教司组织制定的“矿床地质基础”课程教学大纲基本精神和在总结近年来中职课程教改经验基础上编写的。本书在内容上适应从事矿产资源调查一线岗位群高素质劳动者和中初级专门人才对矿床地质基础方面的技术知识要求；文字上通俗易懂；取材上保证基础教材要求的前提下，尽可能地融合有关的新理论、新知识、新方法，注意理论知识与实践技能的密切结合是本书编者的努力目标。本教材共分十章并附实训指导书，第一章着重介绍与矿床地质有关的某些概念和基础；第二章至第八章着重阐述各类矿床的地质特征、成因、成矿条件；第九章简要介绍了部分非金属矿床及其开发利用前景的有关内容，使矿床地质的教学与经济建设发展需求相适应第十章介绍了矿床工业类型的有关知识。实训指导书共选编11个常见矿床类型的典型矿例18处，每一矿例均按矿区地质、矿床地质和矿床成因三个方面作了简要介绍，并对各类矿床的实训目的、实训内容和实训方法作了指导性说明。书中带有“*”者为选学内容。

本书由陈洪冶（江西应用技术职业学院）主编；第一、三、四、五、十章及实训指导书由陈洪冶编写；第二章由彭真万（江西应用技术职业学院）编写；第六、八、九章由熊晓云（湖北国土资源工程学校）编写；第七章由王昭雁（江西应用技术职业学院）编写；最后由陈洪冶统编定稿。全书由国土资源部咨询研究中心毕孔彰教授、黄崇轲教授及原国土资源部地勘司副司长钱大都教授主审。

在编写过程中引用了大量前人工作成果和现行相关教材的有关内容，对此，编者深表谢意。鉴于编者水平有限，成书时间又比较仓促，书中难免有错误和不妥之处，热切地希望广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 总论	1
第一节 矿产资源的重要性	1
第二节 矿床地质研究的内容	1
第三节 矿产资源的分类	2
第四节 有关矿床的一些基本概念	2
第五节 影响矿床形成的主要因素	6
第六节 成矿作用和矿床成因分类	7
第二章 岩浆矿床	10
第一节 概述	10
第二节 岩浆矿床的成矿作用	10
第三节 岩浆矿床的成因类型和各类型的主要特征	13
第三章 伟晶岩矿床	16
第一节 概述	16
第二节 伟晶岩矿床的基本特征	16
第三节 伟晶岩矿床的形成条件	17
第四节 伟晶岩及其矿床的形成作用	19
第五节 伟晶岩矿床的成因类型及特征	19
第四章 热液矿床	21
第一节 概述	21
第二节 热液成矿作用	21
第三节 矽卡岩矿床	28
第四节 热液矿床	31
第五章 风化矿床	37
第一节 概述	37
第二节 风化矿床的形成条件	38
第三节 风化矿床的成因类型及其特征	39
第六章 沉积矿床	43
第一节 概述	43
第二节 沉积矿床的形成条件	44
第三节 砂矿床	45
第四节 盐类矿床	47
第五节 胶体化学沉积矿床	50
第六节 生物化学沉积矿床	53

* 第七节 火山沉积矿床	55
* 第七章 燃料矿床	57
第一节 煤	57
第二节 石油	59
第八章 变质矿床	62
第一节 概述	62
第二节 变质矿床的特征	62
第三节 变质成矿作用与变质矿床的类型	63
第九章 非金属矿床简介	68
第一节 非金属矿产的概念及其在国民经济中的意义	68
第二节 非金属矿床的概念及特点	68
第三节 非金属矿床的找矿、勘查、评价的原则	69
第四节 非金属矿床的主要类型及其特征	70
第十章 矿床工业类型	85
第一节 矿床工业类型的概念和划分依据	85
第二节 矿床工业评价的基本原则	86
第三节 铁矿床	86
第四节 铜矿床	90
矿床地质基础实训指导书	93
实训一 矿石 矿体 矿床	94
实训二 岩浆矿床	98
矿例一 四川攀枝花钒钛磁铁矿矿床	98
矿例二 河北大庙钒钛磁铁矿矿床	101
矿例三 吉林红旗岭铜镍矿床	103
实训三 伟晶岩矿床	105
矿例四 内蒙天皮山白云母矿床	105
实训四 围岩蚀变	107
实训五 砂卡岩矿床	108
矿例五 安徽铜官山铜矿床	109
矿例六 辽宁杨家杖子钼矿床	110
实训六 侵入岩浆热液矿床	112
矿例七 江西大余西华山钨矿床	112
矿例八 湖南桃江铅锌矿床	115
实训七 次火山热液矿床	117
矿例九 江西德兴斑岩型铜(钼)矿床	117
实训八 地下水热液矿床	120
矿例十 湖南锡矿山锑矿床	121
实训九 风化矿床	123
矿例十一 福建漳浦铝土矿矿床	123

实训十 盐类矿床	125
矿例十二 江西周田盐矿床	125
矿例十三 湖北应城膏盐矿床	127
实训十一 胶体化学沉积矿床	129
矿例十四 河北庞家堡铁矿床	130
矿例十五 辽宁瓦房子锰矿床	131
实训十二 生物化学沉积矿床	133
矿例十六 云南昆阳磷矿床	133
实训十三 变质矿床	135
矿例十七 鞍山弓长岭铁矿床	136
矿例十八 山东南墅石墨矿床	137
附录一 矿床实训综合报告参考表	140
主要参考文献	141

第一章 总 论

第一节 矿产资源的重要性

矿产资源是指天然赋存于地壳内部或地表，由地质作用形成的呈固态、液态或气态的具有经济价值或潜在经济价值的矿物原料。人类对矿产资源利用的广度和深度，是社会文明与发展程度的重要指标，也是生产力水平的直接标志；一个国家和地区的矿产资源状况是决定其经济建设方针、布局、规模和速度的重要条件之一。

矿产资源的调查评价及其合理的开发利用，对增加工农业产值具有十分重要的意义。据不完全统计，开发矿产的采掘工业年投资额约占我国工业年产值的6%，但以矿产品为基础的原料工业及其有关的制造工业，其产值约为矿产开发产值的10倍。相信随着科学技术的不断发展和矿产品加工工艺的不断改进，矿产开发及其加工工业的产值将会大大提高。

在一定的社会经济技术条件下，有工业利用价值的矿产资源通常是有限的。随着经济建设的飞速发展，矿产资源，特别是优质、易采的矿产资源总是会越来越少，因此，大力寻找和扩大矿产资源储量，充分合理地开发和保护现有的矿产资源，是我国经济建设的基本国策之一。矿产的形成受一定地质条件制约，空间分布很不均匀，只有根据各地区矿产资源的特点，合理地部署工农业生产建设，才能发挥其最大的社会效益。矿产资源的性能和用途，还远未被人们完全认识，随着社会发展的需要和科学技术的不断进步，以及矿产开发与加工技术的提高，一种矿产资源新性储、新用途的发现就有可能在社会上形成新的产业部门，并推动国民经济的发展。

矿产的形成方式、产出特点、规模大小及富集程度等都受到一定地质条件的制约，人们只有通过深入的地质调查研究，才能发现它和认识它，并通过开发使其为人类服务。

第二节 矿床地质研究的内容

矿床地质是以矿床为研究对象，阐明矿床特征、成因和在时空上的分布规律，其内容主要有：

1. 研究矿床的特征，即矿石的物质成分、结构构造，矿体的形态、产状、规模等。在此基础上对矿床进行分类，并综合、描述、总结各类矿床的主要特点。
2. 研究矿床的成因，如成矿物质来源、成矿控制因素、形成条件和形成过程等。
3. 研究矿床的分布规律，如研究在不同区域范围内，矿床和矿体的时、空分布特点和产出的有利部位。
4. 研究矿体赋存条件，如岩性、构造部位等。

矿床地质研究的主要任务是为成矿预测和找矿勘查工作提供理论基础，使人们能更科

学、更合理、更有成效地进行找矿勘探。

第三节 矿产资源的分类

矿产资源通常分为能源矿产、金属矿产和非金属矿产三大类。亚类的划分，金属矿产一般按可提炼的金属及其特性分类，分为黑色金属、有色金属、贵金属、稀有稀土和分散金属等；非金属矿产分类多不一致，有的按矿物和有用岩石进行分类，有的按矿产的工业用途进行分类，也有按以上两种特征联合分类。

为适应社会主义建设的需要，我国矿产资源的分类以能源、金属、非金属为基础，并将地下水作为矿产资源单划一类，共分四大类。然后，参照工业部门门类对其主要用途进行细分。我国已发现的矿产约 168 种，其中，探明有资源储量的矿产 151 种。具体分类如下：

1. 能源矿产, 共 7 种: 煤、煤层气、油页岩、石油、天然气、铀、钍。

[illegible]

3. 非金属矿 (见第九章)。

4. 地下水气矿产, 共 4 种: 地下水、地下热水、矿泉水和二氧化碳气。

第四节 有关矿床的一些基本概念

一、矿石及其有关概念

矿石 指从矿床中开采出来,并在现有的技术和经济条件下能从中提取一种或多种有用组分(元素或化合物)的天然矿物集合体,也称原矿、粗矿或毛矿。受当时技术经济条件的影响,矿石的概念是相对的、可变的。矿石一般由有用的矿石矿物和暂时无用的脉石矿物所组成。

矿石矿物 指矿石中能被工业利用的金属和非金属矿物。有的矿石矿物可从中提取一种或数种有用金属元素,如黄铜矿、闪锌矿等;有的矿石矿物指有用的非金属矿物,如云母矿中的云母、石棉矿中的石棉等。

脉石矿物 指矿石中目前还不能被利用的无用矿物。如铜矿石中与有用矿物相伴生的石英、方解石等非金属矿物及目前还不能利用的低品位黄铁矿和微量的其他金属矿物，这些矿物均在矿石加工处理过程中被剔除废弃。脉石矿物和矿石矿物的概念是相对前，如果工业技术条件改变和矿石加工能力提高，脉石矿物也有可能成为矿石矿物。

脉石 指矿床中与矿石相伴生的无工业价值的固体物质，包括脉石矿物、围岩碎块和夹在矿体中的不符合工业要求的岩石（即夹石）。

矿石品位 指矿石中有用矿物或有用组分的单位含量。因矿种不同，矿石品位的表示方法也不相同，大多数金属矿石，以其中的金属（重量）百分比表示（如 Fe、Cu 等）；有

些金属矿石的品位以其中的氧化物（如 WO_3 、 Ta_2O_5 等）的重量百分比表示；贵金属矿石多用 $\times 10^{-6}$ （即 g/t）表示；原生金刚石则用 ct/t 或 mg/t 表示；非金属矿床中的有用矿物或化合物多用重量百分比表示；砂矿床用 g/m^3 或 kg/m^3 表示；金刚石砂矿常用 ct/ m^3 或 mg/ m^3 表示等等。

矿石品位是衡量矿石质量的主要标志。在矿床或矿体中，矿石品位常不均匀，甚至变化很大，通常要划分区段，按照科学而又严格的方法系统取样，分析化验，才能分别得知不同矿块、矿段或整个矿体、矿床的平均品位。

矿石的最低工业品位（简称矿石的工业品位）指在当前经济技术条件下，能够供工业开采和利用的矿石的最低品位要求。矿体的平均品位只有达到或超过最低工业品位要求时，才能计算资源储量。矿石的最低工业品位是随矿床开采条件、加工利用的难易程度、交通运输条件的好坏、综合利用程度的高低等经济技术因素和科学技术发展水平而变化的，如自 19 世纪以来，铜的最低工业品位已从 10% 下降至 0.4%。对同一矿种但不同类型的矿床，最低工业品位要求也不一致，因此它不是固定不变的，一般说来，矿床规模大、综合利用程度高、易采、易选、易冶炼的矿石，其最低工业品位要求也较低。

矿石结构 指矿石中同一矿物集合体内各矿物颗粒的形状、大小和相互关系。例如，等粒结构、不等粒结构、片状结构、纤维状结构等。结构通常是指微观范畴，除肉眼观察外，主要在显微镜下研究。

矿石构造 指矿石中不同成分的矿物集合体的形状、大小和相互关系。例如，块状构造、浸染状构造、条带状构造等。矿石构造通常指宏观范畴，但其规模也有大有小，可以在矿体露头、开采面或矿石标本上进行肉眼观察确定，亦可在显微镜下研究。

研究矿石的结构构造可为解决矿床的成因提供依据，也可了解各种有用组分在矿石中的分布情况，以及各种有用矿物的粒度大小、形状和嵌布关系，为选矿加工提供资料。

二、矿体及其有关概念

矿体 是矿床的基本组或单位，是矿山中被开采的对象。矿体主要由矿石组成，具有一定的大小、形状和产状。一个矿床可由一个或数个矿体组成。

围岩 围岩有两重含意，一是指侵入体周围的岩石，二是指矿体周围的岩石，这里主要指后者而言。矿体与围岩的接触界线，或是截然清楚的，如脉状矿体与围岩的关系；或是渐变过渡的，如浸染状矿石组成的矿体，在这种情况下，需要通过系统取样分析来圈定矿体的边界。

夹石 指矿体内部不能利用的不符合工业要求的岩石。

母岩 是指提供成矿物质来源的岩石，如从镁质超基性岩中通过结晶作用形成了铬铁矿，则镁质超基性岩即可称为铬铁矿的母岩。

矿体形状 指矿体在空间的产出形态。它受矿床成因、成矿方式、围岩性质和控矿构造等多种因素控制。根据矿体在三维空间中延伸比例的不同，可将矿体的形状分为以下三种基本类型：1. 等轴状矿体：即在三维空间上大致均衡延伸的矿体。按其大小又有不同的名称，直径达数十米以上者称矿瘤；直径只有几米的称矿巢；中等大小（10~20m 左右）的称矿袋或矿囊。2. 板状矿体：指两个方向上延伸，而第三个方向很不发育的矿体，最常见的是矿脉和矿层。矿脉是指充填于各种岩石裂隙中的板状矿体，其形成晚于围岩，厚度多在几厘米至几米，长度为数百米至千米以上。按矿脉与围岩的产状关系，又可分为

层状矿脉（即与层状围岩产状相一致的矿脉）和切割矿脉（即切穿层状围岩的矿脉）。矿脉多数呈倾斜状，倾斜矿脉上面的围岩称为上盘，下面的围岩称为下盘。单个矿脉的形状有规则和不规则之分，不规则矿脉沿走向和倾向常有膨胀、收缩、分枝、复合、尖灭和再现等变化。矿脉常成群出现，其组合形式有：平行状矿脉、雁行状矿脉、网状矿脉、梯状矿脉、马尾丝状矿脉、羽状矿脉及须根状矿脉等。矿层是指由沉积成矿作用或层控气液交代作用形成的板状矿体，与层状围岩产状一致。此类矿体与围岩同时或近于同时形成，也可以是成岩期后气液交代作用形成。其特点是层位比较稳定、厚度变化小、延伸长。3. 柱状矿体：指一个方向（大多是上、下）延伸，其他两个方向都不发育的矿体，如矿柱、矿筒等。

自然界许多矿体的形状，实际上介于等轴状与板状、或介于板状与柱状矿体之间，从而构成过渡类型，如扁豆状或透镜状、钟状矿体等；还有的矿体产出形态复杂，极不规则，如网格状矿脉、鞍状矿脉等。各类矿体的形状参见图 1-1。

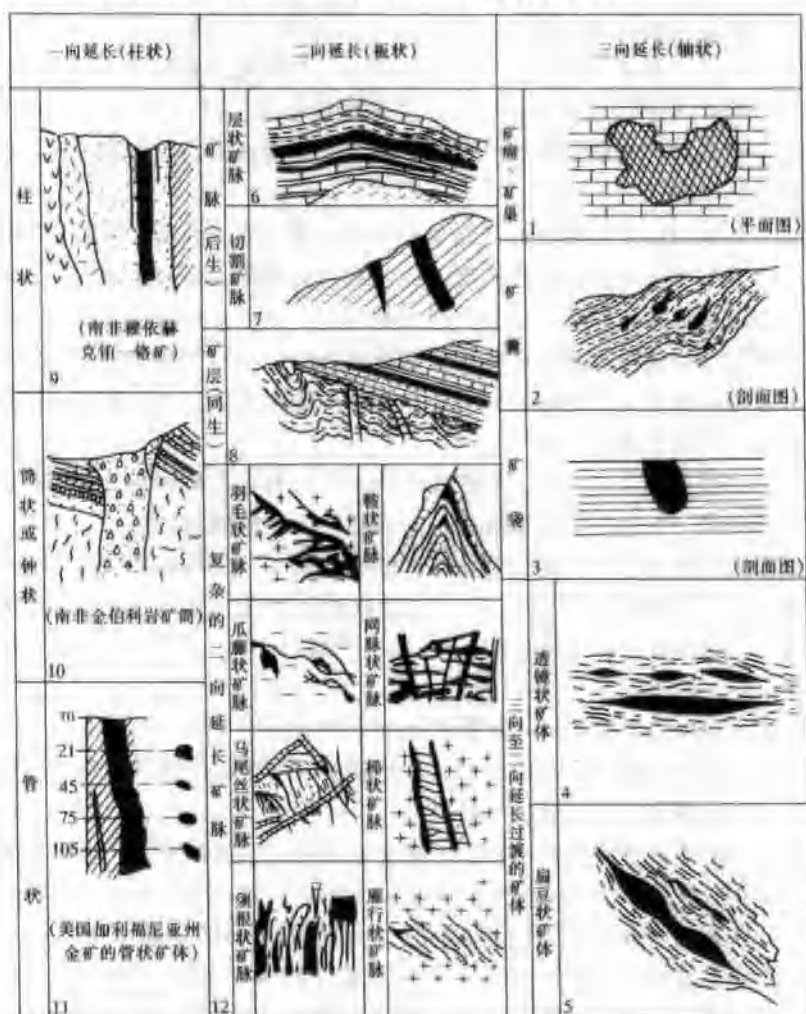


图 1-1 矿体形状综合示意图

矿体的产状 指矿体产出的空间位置和方式。它包括这样几方面的内容：1. 矿体的空间位置，一般是指矿体的产状要素，即走向、倾向、倾角。对扁豆状、透镜状和倾斜的柱状矿体，还要确定它们的倾伏角和侧伏角。倾伏角 ($\angle cbd$) 指矿体最大延伸方向与其水平投影线之间的夹角，侧伏角 ($\angle abc$) 指矿体最大延伸方向 (即矿体轴) 与走向间的夹角 (图 1-2)。2. 矿体埋藏情况即指矿体是出露地表还是隐伏地下，埋藏深度如何。3. 矿体与围岩层理、片理的关系，是整合还是穿插。4. 矿体与侵入体的关系，是在侵入体内，还是在侵入体外，或是在接触带上。5. 矿体与地质构造的关系，矿体是在哪一种构造单元内处于什么部位，与褶皱、断裂构造的空间关系如何。

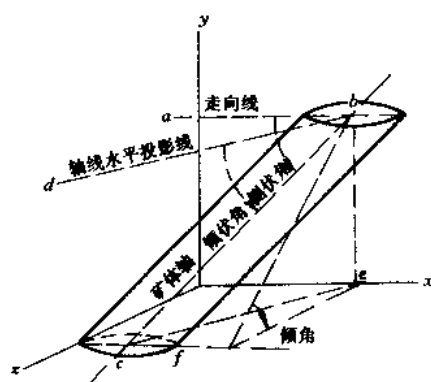


图 1-2 矿体产状示意图

正确认识矿体的产状，对研究成矿条件和控制因素，以及对找矿、勘探、开采工作，均有重要的指导意义。

三、矿床及其有关概念

矿床是指在地壳中由地质作用形成的有用矿物或有用物质的集合体，其质和量适合于工业要求，并在现有的社会经济和技术条件下，可被开采和利用。

矿床这一概念包括地质和经济技术两方面的意义。一方面矿床是地质作用的产物，它的形成服从地质规律；另一方面，矿床的范畴是随着社会经济技术条件的发展而改变。现在认为不是矿床的，随着采矿、选矿、冶炼技术的提高，今后有可能被利用而成为矿床。

同生矿床 指矿体与围岩基本上是在同一地质作用过程中同时或近于同时形成的矿床，如沉积-成岩过程中形成的沉积矿床，在岩浆结晶过程中形成的某些岩浆矿床。

后生矿床 矿体形成晚于围岩，二者分属不同时代、不同地质作用过程的产物。各种矿脉都属于典型的后生矿床，如赣南的黑钨矿石英脉，其围岩形成于寒武纪，而矿脉形成于中生代。

叠生矿床 指先期形成同生矿床之后，又叠加了晚期形成的后生矿床。如内蒙白云鄂博的稀土-铈-铁矿床，早在元古代时形成了沉积型含稀土的贫铁矿床，其后又叠加了海西期与花岗岩有关的稀土-铈矿化，使其经济价值更高。多期次矿化亦可形成叠生矿床。客观上非同生矿床形成的叠生矿床是主要的。

矿床的成因类型 是按矿床的成因、形成作用而划分的矿床类型，如岩浆矿床、沉积矿床、变质矿床等。

决定矿床经济价值的因素 评价一个矿床的经济意义和开采价值，应全面考虑以下几个因素：1. 矿床本身的特征和性质，如矿石的储量、质量（品位、有益及有害组分的含量）、矿石的综合利用价值、开采、选矿、冶炼技术条件等；对非金属矿床则应注意有用矿物的物理性质、化学性质以及工艺技术性能。2. 经济和国防建设对矿产的需求；矿床的地理分布及所在地区的发展远景。3. 矿区的经济因素、交通位置和条件，水文和工程

地质条件, 动力资源和水源、气候和人力资源。总之, 矿床的经济价值不仅取决于矿床本身的性质, 还与社会经济状况、地理位置、技术水平和经济形势以及其他非天然因素有关。

第五节 影响矿床形成的主要因素

矿床是通过各种地质作用把分散于上地幔和地壳中的有用物质和成矿元素集中而形成的。简而言之, 如果有用组分集中到可被人们开采利用、使之“有利可图”的程度, 这种地质体便是“矿”, 否则便是一般的“岩”。金属矿床的形成是个概率极低的自然过程, 例如, 根据计算结果, 目前世界上保有的探明金属矿产储量, 只相当于大陆地壳中金属总量的百万分之几至十亿分之几 (如铁和铝分别是 8.8×10^{-6} 和 8.2×10^{-9}), 因此, 只有在特定地质、物理化学条件下, 金属成矿元素才得以集中成矿。查明有用矿物集中的条件、原因、方式和过程, 是矿床地质研究的主要内容之一。

影响矿床形成的因素主要有以下几个方面:

一、元素的分布量

通常将化学元素在任何宇宙体或地质体中的平均含量称为丰度。地壳中各元素的相对平均含量一般称为克拉克值。

元素在地壳 (或岩石圈) 的平均含量, 与矿床的形成有一定的内在联系。首先, 元素分布量会影响各类元素成矿机率的高低, 一般情况是地壳丰度高的元素容易形成矿床, 因而世界上探明的矿床储量也较多, 如 Fe、Mn、Al 等。但这种关系不是绝对的, 例如 Rb 在地壳中的丰度远高于 Pb 和 Cu, 但 Pb 和 Cu 矿床探明储量却远大于 Rb, 这是由于 Rb 的地球化学性质接近 K, 使其容易分散于含 K 的岩石中 (构成类质同像代换)。其次, 元素分布量会影响到工业品位要求的高低, 地壳中平均含量越高的元素, 通常其最低工业品位要求也较高。此外, 还影响到构成矿床时元素所需富集倍数的大小, 一般情况是, 元素的平均含量越高, 则构成矿床所需富集倍数越小, 成矿可能性越大; 还影响则矿床规模划分的标准, 元素的平均含量越高, 往往构成大型矿床时对其储量的要求也越高 (表 1-1), 而形成独立矿床的过程也越复杂, 像克拉克值高的元素, 如 Al、Fe、Mn、P 通过沉积作用即可形成, 而克拉克值低的元素, 如 Au、W、Sn、Mo、Be、Li、B 的矿床, 通常需要长期反复的地质过程, 在更特殊的条件下才能形成矿床; 克拉克值低的元素通常成矿时代也较新, 大多在古生代和中、新生代 (如 Hg、Sb、W、Sn、Mo、Nb、Ta), 而克拉克值高的元素成矿时代较早, 如 Fe、Mn、Ni 等, 但这种规律多有例外, 因为元素分布量只是影响成矿与否的因素之一, 而不是主导的因素, 仅在一定条件下, 对矿床形成过程和条件产生间接影响。影响矿床形成的直接源因是元素本身的地球化学性质和成矿的地质、物理化学条件。

二、元素本身的地球化学性质

原子或离子的电子壳层构型、离子半径、电价、电负性等, 是影响元素分散与集中的内因。在一定的地质-物理化学条件下, 不同类型的元素可以出现不同的地球化学行为, 而地球化学性质相近的元素, 可以呈现相似的地球化学行为, 并在同一矿床中出现。在成矿作用过程中影响元素分散与集中的内因有:

元素分布量及其与矿床品位、储量、规模要求的关系

表 1-1

元素	克拉克值 (重量%)	最低工业品位	成矿所需 富集倍数	世界探明储量 (百万 t)	大型矿床 储量要求
Fe	5.63	25%	4.44	800 000	> 10 亿 t
Al	8.23	40% (Al_2O_3)	2.4	10 000	> 1 000 万 t
Ti	0.57	钛铁矿 $\geq 15\%$	14.0	2 000	> 10 万 t
Cr	0.01	32% (Cr_2O_3)	1600.0	3 000	> 100 万 t
Cu	0.0055	0.4%	72.7	800	> 50 万 t
W	0.00015	0.16%	1066.7	3.0 (WO_3)	> 4 万 t
Ag	7×10^{-6}	80 ~ 100 (g/t)	571.6	0.2	> 2 000t
Au	3×10^{-7}	3g/t	1000	0.035	> 20t

1. 电子壳层构型 按电子壳层结构可分为惰性气体型离子（外层电子为 8 或 2）、铜型离子（外层电子数为 18）、过渡型离子（外层电子数为 8~18）；大多数情况下，惰性气体型离子具亲氧性质，铜型离子具亲硫性质，过渡型离子具亲铁性质，而惰性气体离子不参与化学反应。

2. 离子电位 离子电位是衡量电场强度大小、表示吸引或排斥电荷能力的参量，它与离子电价（ W ）成正比，与离子半径（ R_i ）成反比，即离子电位 = W/R_i 。离子电位的大小，可以衡量元素的酸碱性以及极化效应，可以表明形成络阴离子能力的高低。

3. 电负性 指原子在分子中吸引价电子的能力。元素的电负性愈高，则该元素的原子接受电子的能力愈强。因此，两个相互作用的原子，二者的电负性相差越大，则键的离子性百分率愈大，即愈易形成离子键，反之，则愈易形成共价键。

元素的地球化学性质在元素周期表中得到充分的反映，因此，在研究成矿过程中元素共生组合和迁移富集的规律时要灵活运用周期律。

三、成矿体系的物理化学条件

这是影响成矿过程中元素迁移富集行为的外在因素，如温度、压力、各种组分的浓度，pH 值、 E_h 值，氧逸度 f_O 、硫逸度 f_S 以及生物和生物化学作用等。

由于成矿过程总是发生在一定的地质环境中，因此，地质环境必定会对成矿过程产生重大影响。这种影响往往是通过成矿体系物理化学特征的改变显示出来。

第六节 成矿作用和矿床成因分类

一、成矿作用简述

成矿作用是指将有用元素成有用组分从分散状态富集到可供人们开采利用程度的地质作用。按成矿作用的性质和能量来源，可分为内生成矿作用、外生成矿作用和变质成矿作用三大类。相应地可形成内生矿床、外生矿床和变质矿床。

（一）内生成矿作用

主要是指在地球内部热能作用下，导致矿床形成的各种作用。地球内部的热能包括：

放射性元素蜕变能、地幔及岩浆热能、在地球重力场中物质调节过程所释放的位能、地壳上部物质转入下部时在较高温度和压力下发生变化（如脱水、矿物转变）时所释放的热能。除与到达地表的火山活动有关的成矿作用外，其他的内生成矿作用都发生于地壳内部，是在较高的温度和压力条件下进行的，它包括岩浆成矿作用、高挥发分熔浆成矿作用（伟晶成矿作用）和热液成矿作用。

（二）外生成矿作用

指发生于地壳表层，主要在太阳能影响下，在岩石圈、水圈、大气圈和生物圈的相互作用过程中导致矿床形成的各种地质作用。除了太阳能外，也有部分生物能、化学能、火山地区地球内部热能提供了能温。外生成矿作用基本上是在温度、压力比较低的条件下进行的，它可进一步分为风化成矿作用和沉积成矿作用两大类。

（三）变质成矿作用

变质成矿作用的本质应属内生成矿作用的范畴。它是在地球内部热能的作用下，使已形成的岩石或矿床发生化学成分、矿物成分、物质性质和结构构造等方面的变化，导致某种有用矿物的富集或使原来的矿床经过了强烈的改造，成为具有另一种工艺性质的矿床的作用。变质成矿作用按成矿作用方式不同，可分为接触变质成矿作用及区域变质成矿作用。

二、矿床的成因分类

矿床的成因分类对指导矿业生产实践活动和进行矿床地质的科学研究均具有重要意义，一直是矿床的重要研究课题。因此，根据各种观点进行的矿床成因分类方案很多。本书采用以成矿作用为主要依据，结合成矿地质环境和成矿物质及其来源来划分矿床的成因类型。具体分类如下：

（一）内生矿床

1. 岩浆矿床

- （1）岩浆分异矿床
- （2）岩浆熔离矿床
- （3）岩浆喷发矿床

2. 伟晶岩矿床

3. 热液矿床

- （1）矽卡岩矿床
- （2）热液矿床
 - 1) 侵入岩浆热液矿床
 - 2) 与火山一次火山岩有关的喷气—热液矿床
 - 3) 地下水热液矿床

（二）外生矿床

1. 风化矿床

- （1）残积坡积矿床
- （2）残余矿床

2. 沉积矿床

- （1）机械沉积矿床（砂矿床）

- (2) 蒸发沉积矿床 (盐类矿床)
- (3) 胶体化学沉积矿床
- (4) 生物—化学沉积矿床
- (5) 火山沉积矿床
- (6) 可燃性有机岩矿床

(三) 变质矿床

- 1. 接触变质矿床
- 2. 区域变质矿床
- 3. 混合岩化矿床

思 考 题

- 1. 矿产资源的概念与分类。
- 2. 矿石与岩石的异同点。
- 3. 矿石、脉石、夹石的概念。
- 4. 矿体、围岩的概念和关系。
- 5. 矿床成因类型和工业类型的概念。
- 6. 影响矿床形成的主要因素有哪些?
- 7. 成矿作用的概念及分类。