

矿床学

KVANG CHVANG XVE

上册

胡受奚 周顺之 刘孝善 陈泽铭 等编著



地质出版社

D61-368

矿床学

上册

胡受奚 周顺之 等编著
刘孝善 陈泽铭

地质出版社

内 容 简 介

本书是一部着重阐述各类矿床特征、成因、成矿条件和分布规律方面的基础理论著作。主要内容是反映近年来国内及编著者们的最新资料、科研成果和心得，并反映国外主要的最新成果和资料。

全书共有二十章，分上、下二册，上册为第一章—第十一章，下册为第十二章—第二十章。大致可分四个部分：第一部分阐述矿床学的基本概念及有关的基础理论，并提出矿床的成因分类及其分类原则；第二部分详细阐述了各种内生矿作用及其有关矿床的特征、成矿物质的来源、活化转移及沉淀集中、成矿机制及重要的成矿模式等；第三部分论述了各种外生矿作用、变质成矿作用及其有关矿床的特征、成矿地质条件以及成因理论等；第四部分对层控矿床的分类和定位机制、矿床和矿田的构造特征、控矿因素及区域成矿规律等进行了较详尽的讨论。

本书适于广大地质工作者及矿床科研人员和高等地质院校师生参考。

指导：徐克勤教授 主编：胡受奚教授

编著者：周顺之 刘孝善 陈泽铭 阮惠础 任启江 富士谷 孙明志 芮行健 郑素娟 陈诸麒
王尔康 叶俊 严正富 欧阳钟辉 张金章

矿 床 学

上 册

胡受奚 周顺之 等编著
刘孝善 陈泽铭

*

地质部书刊编辑室编辑

责任编辑：毕庶礼

地质出版社出版

(北京西四)

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：18¹/₂ 字数：434,000

1982年6月北京第一版·1982年6月北京第一次印刷

印数1—4,803册·定价3.00元

统一书号：15038·新797

前 言

解放以来，在党的领导下，我国地质事业得到了蓬勃的发展，在为社会主义建设提供各种各样矿产原料基地方面取得了巨大成就，对加快我国社会主义建设和促进早日实现“四个现代化”起了重要的作用。同时，在对各种类型矿床的特征、成因、成矿条件和分布规律等方面所进行的科学研究也取得了许多成果，使我国矿床学的理论水平得以不断提高。

近年来，矿床学和其它地质学科一样，发生了多次重大的变革，这表现在一系列旧的成矿理论被摒弃和修正，同时创建了一系列新的成矿理论，从而使矿床学理论体系面目一新。这些以大量实际资料为基础的新的成矿理论，必将更有效地指导找矿和勘探工作。但也应看到，理论落后于社会生产实践的现象还是客观地存在着，这就要求我们对已发现的和新发现的矿床不断地进行研究和总结，以便进一步充实矿床学理论，更快更好地推动地质事业的发展。我们这次编写《矿床学》的主要目的也正在于此。我们曾在一九六一、一九六四、一九七二、一九七四年先后几次编写了《矿床学》，在内容上和理论体系上进行过多次改革和充实，但是根据近年来矿床学和整个地质科学的变革和发展，促使我们编写这样一本新的、更能反映国内、外最新成就的《矿床学》，以适应社会主义建设及科学发展和教育事业提高的需要。

本书的资料和所讨论的问题是以国内为主；其中除了南京大学地质系和编著者们多年科研、教学的资料、成果和心得外，许多生产、教学和科研单位的实际资料和研究成果，尤其以（一九八〇年）全国第二届矿床学会议的丰富资料作为本书编写的基础资料，同时力求将国外最新的资料 and 成果尽可能在本书中加以反映。

一九八〇年十一月，本书初稿完成后，曾邀请全国十五个兄弟单位（中山大学地质系邓璟、中南矿冶学院地质系李佩兰、北京大学地质系金玲年、长春地质学院姚凤良、西北大学地质系王俊发、合肥工大地质系朱元恺、成都地质学院郑明华、抚州地质学院周根法、河北地质学院王承义、武汉地质学院赵兴元、昆明工学院地质系徐守德、南京地质矿产研究所王华田、南京地质学校王金培、浙江大学地质系柳志青、桂林冶金地质学院邓汉雄等）进行审查，他们以严肃认真的态度和实事求是的精神，对本书初稿所提的许多宝贵意见和热忱的肯定，为本书的进一步修改和充实起了积极的作用。

本书是南京大学地质系矿床教研室集体编写的。徐克勤教授担任指导，胡受奚教授任主编，由周顺之编校，刘孝善、陈泽铭、富士谷等校核；参加编著的有：胡受奚、周顺之、刘孝善、陈泽铭、阮惠础、任启江、富士谷、孙明志、郑素娟、陈诸麒、王尔康、叶俊、严正富、欧阳钟辉和张金章等，南京地质矿产研究所芮行健参加了花岗伟晶岩矿床一章的编写。本书图件主要由高秀英绘制。

由于编著者认识水平的限制，书中疏漏错误之处在所难免。我们诚恳地期望读者提出批评意见，以使本书在今后得到补充、修正和进一步提高。

徐克勤 胡受奚 一九八一年四月

目 录

第一章 绪论 (胡受奚)	1
第二章 矿床学的某些概念和基础 (胡受奚、周顺之)	7
一、矿床的某些概念	7
二、矿体的形态及产状	10
三、地球和地壳的构造	12
四、上地幔的物质成分及其与基性、超基性岩的成因联系	14
五、安山岩或中性岩的成因与分布	16
六、大陆地壳中花岗岩或硅铝层的成因	18
七、元素的分布量及其成矿意义	20
八、元素的地球化学分类及元素共生规律	24
九、成矿作用及矿床的成因分类问题	25
第三章 岩浆矿床 (胡受奚、陈泽铭)	30
一、岩浆矿床的形成条件	30
二、与岩浆矿床有关的基性、超基性岩的分布、特征和产状	31
三、基性、超基性岩中成矿元素的组合及其成矿专属性	35
四、岩浆的成矿作用及矿床分类	37
(一) 结晶分异作用和早期岩浆矿床	37
(二) 岩浆熔离作用和岩浆熔离矿床	38
(三) 残余熔融作用和晚期岩浆矿床	40
五、岩浆矿床的重要类型	42
(一) 铬铁矿矿床	42
(二) 铜-镍硫化物矿床	49
(三) 铂及铂族元素矿床	53
(四) 钽-铌-铁矿床	55
(五) 磷灰石-磁铁矿建造	59
(六) 金刚石矿床	59
第四章 成矿溶液的来源、成矿方式及其交代蚀变作用 (胡受奚、王尔康)	64
一、热液矿床的成矿假说	64
(一) 岩浆热液成矿说	64
(二) 侧分泌说和下分泌说	65
(三) 再生成矿说	65
(四) 热卤水成矿说	66
二、热水溶液或成矿溶液的来源、成因和种类	66
(一) 表生下降溶液	67

(二) 变质溶液或花岗岩化溶液	71
(三) 火山、裂谷地区的热液来源、成因及有关地幔上升初生水问题	72
三、热液矿床的成矿方式	77
(一) 充填作用和充填矿床的特征	77
(二) 交代作用和交代矿床的特征	78
四、热液的交代蚀变作用及其有关的交代蚀变岩石	80
(一) 交代蚀变作用的一般问题	80
(二) 各类交代蚀变作用及交代蚀变岩石	85
第五章 气化-热液作用过程中成矿物质的活化转移和沉淀集中(胡受奚、孙明志)	97
一、成矿物质的活化转移	97
(一) 成矿元素在岩石和矿源层中存在的形式及其活化转移的机制	98
(二) 变质作用过程中成矿物质的活化转移	98
(三) 花岗岩化(混合岩化)和岩浆作用过程中成矿物质的活化转移	101
(四) 气化-热液交代过程中成矿元素的活化转移	106
(五) 以塑性流动形式进行活化转移	111
二、气化-热液中成矿元素的搬运形式	112
(一) 呈胶体溶液形式搬运	112
(二) 呈真溶液形式搬运	113
(三) 呈络合物形式搬运	114
(四) 关于超临界相中络合物的稳定性	116
三、气化-热液作用过程中金属元素的集中和沉淀	118
第六章 气化-热液矿床的矿物共生关系、分带、成矿模式和机制(胡受奚、周顺之、富士谷)	123
一、气化-热液矿床的矿物共生组合及分类	123
(一) 矿物形成的先后次序	123
(二) 矿化期和矿化阶段	124
(三) 气化-热液矿床的分类	125
(四) 气化-高温热液矿床形成的物理、化学条件及其特征	126
(五) 中温热液矿床形成的物理、化学条件及其特征	127
(六) 低温热液矿床形成的物理、化学条件及其特征	128
二、气化-热液矿床的带状分布	129
(一) 地热分带	130
(二) 沉淀分带	130
(三) 浓差沉降分带	134
(四) 间歇分带	135
三、热液矿床的几种重要成矿模式	136
(一) 与花岗岩有关的钨、锡、铍、铌、钽和稀土矿床的一个重要成矿模式	137
(二) 斑岩铜矿床和斑岩钼矿床的成矿模式	140
(三) 与中性岩类有关的铁矿成矿模式	142

四、控制成矿模式的机制及其因素	146
第七章 接触交代矿床(矽卡岩型矿床) (周顺之)	153
一、接触交代矿床的形成条件	154
(一) 物理、化学条件	154
(二) 地质条件	155
二、接触交代矿床地质特征	159
(一) 矿体产出的部位	159
(二) 矿床的规模和形态	160
(三) 矿体的产状和构造	160
(四) 矿物成分及成矿过程	164
三、接触交代矿床主要类型	170
(一) 铁矿床	170
(二) 铜矿床	172
(三) 钨矿床	173
(四) 锡矿床	175
(五) 铍矿床	176
(六) 钼矿床	177
(七) 铅锌矿床	178
(八) 硼矿床	179
第八章 与花岗岩有关的矿床(壳源型) —— I、花岗伟晶岩矿床(欧阳钟辉、芮行健、张金章)	180
一、花岗伟晶岩矿床的特征	180
二、花岗伟晶岩形成的物理、化学条件和地质条件	187
三、花岗伟晶岩矿床的分类	193
四、花岗伟晶岩矿床的形成过程和成因	194
第九章 与花岗岩有关的矿床(壳源型) —— II、气化-热液矿床(胡受奚、孙明志、叶俊、严正富)	199
一、与钨、锡、铍、铌、钽、铀、稀土矿床有关的花岗岩的特征	199
二、主要矿床类型	205
(一) 钨矿床	205
(二) 锡矿床	215
(三) 含铌、钽、稀土交代蚀变花岗岩型矿床	218
(四) 铍矿床	222
(五) 金矿床	223
(六) 铀矿床	224
(七) 花岗岩与铁矿床的成因问题	226
第十章 与来自上地幔火成岩(幔源型)有关的气化-热液矿床(胡受奚、陈泽铭)	227
一、与超基性岩有关的热液矿床	228
(一) 钴、镍矿床	228

二、与基性岩有关的热液矿床·····	229
(一) 钛铁矿-金红石-磷灰石建造 (统称纳尔逊体) ·····	229
(二) 钴-镍矿床 ·····	230
(三) 铁矿床·····	230
(四) 铜矿床·····	232
三、与中性岩有关的热液矿床·····	232
四、与碱性岩有关的热液矿床·····	233
(一) 与超基性-碱性岩建造或超基性-碱性-碳酸盐岩建造有关的热液矿床 ·····	233
(二) 与基性-碱性岩建造有关的热液矿床 ·····	236
五、与幔源型碱性岩或碱性花岗岩有关的热液矿床·····	236
第十一章 与火山作用有关的矿床 (任启江、刘孝善) ·····	240
一、火山岩浆矿床·····	240
(一) 岩浆喷溢矿床 ·····	240
(二) 喷溢-喷发矿床 ·····	241
(三) 岩浆爆发矿床 ·····	241
(四) 次火山岩浆矿床 ·····	241
(五) 火山岩浆-交代矿床 ·····	243
二、火山-次火山热液矿床 ·····	243
(一) 火山-次火山热液矿床的特点·····	243
(二) 火山-次火山热液矿床类型 ·····	245
(三) 火山-次火山热液矿床的成因·····	259
三、火山沉积矿床·····	263
(一) 火山沉积矿床的特点·····	263
(二) 火山沉积矿床的类型·····	264
(三) 火山沉积矿床的成因·····	271
主要参考文献·····	277

第一章 绪 论

物质的生产是人类社会发展和生活的基础，而矿产资源却是最基本的生产资料之一。大量事实，使人们愈来愈深刻地认识到，矿产资源的利用和开采是与社会的发展相互紧密联系和相互促进的。恩格斯曾指出：“科学的发生和发展从开始便是由生产决定的”。

（《自然辩证法》马克思恩格斯选集第三卷）。人们对矿床的认识及矿床学的建立和发展与社会和生产的发展之间的关系尤为明显；而且这种关系将随着工业的发展显得更加密切。正如奥布安在二十六届国际地质大会上所指出的：“本世纪末的中心问题就是能源和矿产资源问题，因而地质学家也就成了关键的人物。……如果有一天地质学家停止了工作，那么工业发展的日子就为有限了，更有何谈工业之梦呢？”因此我们有必要以历史唯物主义的观点简略地回顾和分析一下这方面的关系，这不仅能使我们正确认识矿产开发对人类社会发展的的重要性，以使矿床学更好地为我国社会主义“四个现代化”和将来的共产主义建设服务，同时也能使我们认识矿床学思想的“来龙去脉”，以便更好地发展我国矿床科学。

在长期的原始公社时期，人类就利用石头来制造多种工具，因而被称为石器时代。当时所利用的主要有燧石、细砂岩、石英岩、黑曜岩等，人们用这些石头制作刀、斧、杵、锄；后来又进一步制作犁、铲、手磨盘等生产工具以及铍、枪头、镖等武器；此外，用赤铁矿粉和辰砂作颜料，用水晶、硬玉、软玉、绿柱石、绿松石、石英、萤石以及金等作装饰品，并开采陶土，烧制各种陶器等。

在原始社会发展的最后几个阶段和在奴隶社会中，人们学会了开采金属矿床并冶炼金属，出现了金属工具，使生产率得到一定程度的提高，从而推动了社会的发展。距今约六、七千年，西亚居民开始开采铜、锡矿石，用来冶炼青铜。在我国，虽然夏朝遗址中还没有证实有铜器，但商朝初期（距今约三千五百年）已有大量铜器。由于铜器被大量应用，因而被称为青铜器时代。根据我国青铜器的成分的分析，其中不仅含有锡，而且普遍含有一定份量的铅。因此可知古代我国劳动人民已开采铜、锡和铅等金属矿床。

其后，人类掌握了开采铁矿石，用来冶炼生铁和熟铁，并用来制作多种工具；由于铁矿的储藏和分布远较铜矿丰富和广泛，因此铁器的生产较铜器更快和更普遍地发展起来，这对于改进劳动工具和促进社会生产力的发展有着决定性的意义，从而使人类进入了铁器时代。

在我国，西周时期，虽然目前还不能证明有铁器，但春秋初期（距今约二千五百多年）已广泛开采铁矿石冶炼生铁（称恶金，用以制作农具）。由于铜（称美金）器和铁器的应用，较快地促进了生产力的发展，使我国逐渐进入封建社会。战国时期（公元前403—221年）已能炼钢，铜、铁、金、银、铅、汞、硫等采矿和冶炼也具一定规模，开始用金、银、铜作货币，铁耕盛行。

需要指出的是，古代的埃及、希腊、罗马和中国，从事找矿采矿的多是没有文化的劳

动者或奴隶。因此，这方面的知识主要靠劳动人民用口头一代代地相传，很少被记录下来；在仅有的少量记录中，值得提出的是我国管仲（东周齐国人）的《地数》篇所说的：

“上有丹沙者，下有黄金；上有磁石者，下有铜金；……上有赭者，下有铁；……上有铅者，下有银”。可见，当时我国人民对矿床已有较深的认识，即不仅有金属元素或矿物共生的概念，而且还有矿床分带以及矿床氧化带的知识，这是难能可贵的。在《山海经》（著成于春秋末，战国初）中记载有金、银、铜、铁、锡及雄黄、玉、碧玉等金属、非金属矿产及其产地。上述两书中都记载有：“出铜之山四百六十七。”可见当时铜矿开采的广泛性。

在西欧，公元十九年，斯特拉博曾记述山金和沙金的产出和成因关系也是有意义的。

我国的铁矿和煤矿的开采（图1-1）是很早的。在西汉时，已用煤炭炼铁；汉武帝时，确立冶铁、煮盐和铸钱三业官营制度，足见采矿冶炼之重要性。我国古代还发明用“蒸馏法”和“合金法”来提炼易挥发的锌（古时称倭铅）。（见图1-2）。明代李时珍的《本草纲目》中金石部，记述了一百六十种矿物的性质、用途、产状及产地。明末宋应星的《天工开物》一书对金属、非金属矿的产地、产状、开采及冶炼等有了更精确的记载，如山锡、砂锡矿的开采和冶炼有了更详细的记载（见图1-3）。



图1-1 南方挖煤
（据宋应星，天工开物）



图1-2 我国古代炼锌图

我国地质工作者所发现的古代采矿和冶炼的遗迹，几乎遍及全国各地。这不禁使人叹绝！诚如章鸿钊先生所感咏的：“…抵多少，盐铁论，货殖篇；铜陵金穴如许，满目旧炉烟。……”足见我国劳动人民找矿、采矿之功绩。

十五世纪下半叶，在西欧，随着社会生产力的发展和生产技术的进步，商品的发展以及东西方贸易的扩大，资本主义的生产关系逐渐发展起来。在各种矿产中，金成为重要的开采和殖民掠夺的对象。

十六世纪，正是西欧封建主义走向崩溃，资本主义、殖民主义开始兴起的时代，商

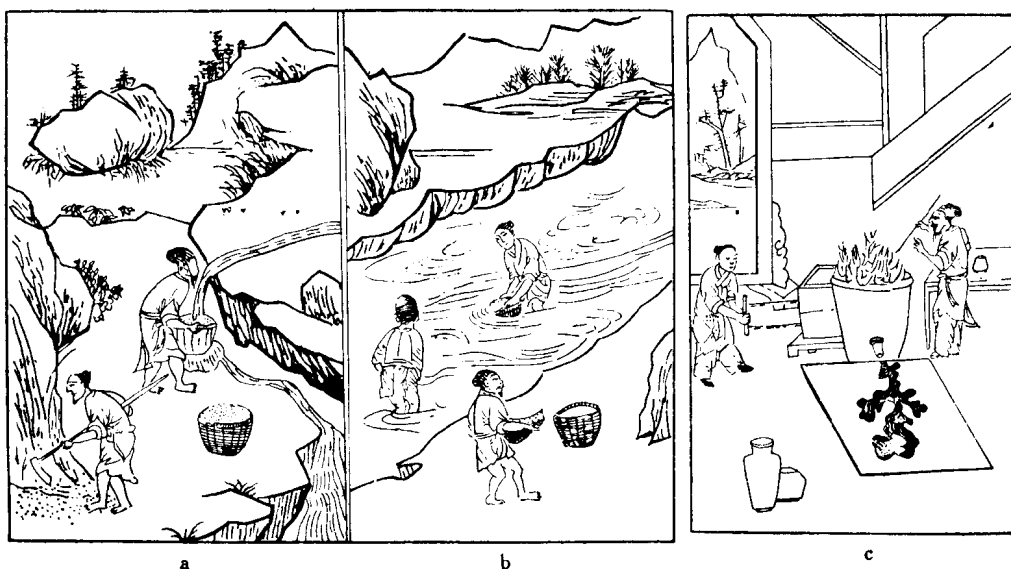


图1-3

(据宋应星, 天工开物)

a—广西河池山锡开采图

b—广西南丹水锡(砂锡)开采图

c—其国古时炼锡图

业、航海业和采矿业等都得到了很快的发展;与此同时,殖民的掠夺也十分惊人,在这一时期,葡萄牙人从非洲掠夺了27万多公斤黄金;西班牙人从公元1545—1560年,平均每年从美洲掠夺黄金5500公斤,白银24万公斤。但在这一时期,自然知识和技术都发生了一系列革命性的变化,例如,贫矿富选的方法的改进(1570年)、吸水唧筒的应用、混汞法的应用(1550年)以及冶炼和加工技术的改进,都有力地促进了采矿事业的发展,因而使矿床学思想得到了前所未有的发展。

由于当时主要是开采品位富的铜、金、锡、铁、汞、铅、锌等热液成因的充填裂隙的矿脉和交代矿床,因此人们的矿床学思想的发展以及问题的讨论主要也是围绕这方面的问题进行的。其中特别值得提出的是十六世纪中叶欧洲的乔治·阿格里科拉(Georgius·Agricola),他认为矿脉中的物质来源于地壳,是由地表渗透到地壳深处的雨水,在地下变热,溶解岩石中的金属物质,并在较高或较冷的位置上的裂缝中重新沉淀的结果。此外,他还按矿体的形态和成因等首次对矿床作出初步分类,如裂隙矿床、层状矿床、浸染状矿床、细脉、网脉及细脉浸染等。此外,他还明确指出,矿脉是晚于围岩的(即现在所谓后生矿床)。现在,我们可以认为他是雨水-地下水成矿和侧分泌(Lateral secretion)观点的创始人。

十七世纪中叶,笛卡尔(Descartes, 1644年)提出相反的论点,他认为地球是一个具有灼热核心和冷凝壳层的星球;地壳中所有的金属矿床是由其下面的物质,呈溶液或升华物上升到已冷凝的地壳裂缝中沉淀而成。他可算是一个深成论和火成论的创始人。虽然这一时期内,关于矿床(主要是脉状矿床)的成因存在着两种相反的观点,但争论并不激烈;一直到十八世纪中叶以前,矿床成因的思想发展较为缓慢,其中值得提出的是亨克

(Henke, 1725—1727) 和齐默尔曼 (Zimmermann, 1746), 他们认识到热液及交代作用对矿床形成的重要性。冯·奥比尔 (Von·Oppel, 1749) 对脉状矿床和层状矿床作了重要的区分; 据现在说法, 即对后生矿床和同生矿床开始有了正确的认识。

十八世纪晚期到十九世纪初期, 地质学中发生了一场为期数十年的具有重要意义的“水成论”和“火成论”者之间的一场激烈的争论; 这场争论大大加速了地质学的发展, 并导致矿床学的产生。

水成论者 (neptunist) 的主要代表是德国弗莱堡矿业学院的魏尔纳 (Werner, 1775, 1791), 他不仅认为层状岩石如石灰岩、砂岩等是原始大洋沉积成因, 而且还认为花岗岩、玄武岩以及矿床 (包括脉状矿床) 也都是沉积成因, 而矿脉是由于崩落或地震使大洋底部发生裂隙, 而后由大洋的化学沉积物充填而成; 其中矿脉的对称带状构造是被他用来进行这种解释的一种重要根据。由于他的才能和口才, 吸引了很多学生, 因此, 他对地质科学和矿床学思想的发展具有重要影响。

火成论者 (Plutonist, 也即深成论者) 的代表人物是英国的霍顿 (Hutton), 他与水成论者持完全相反的观点, 他也反对热液成矿的观点。在他的“地球理论” (1788年) 一书中, 认为硅酸盐和硫化物都不溶于水, 因此它们只有在熔融状态下才能被搬运, 所以他们认为硫化物矿脉是由熔化的物质注入裂隙形成的。可以认为, 他是“矿浆论”的创始人。

现在看来, 魏尔纳和霍顿两派的观点虽然都是十分极端和片面的, 但它们也都包含有合理的部分。他们之间的长期的激烈争论和资料的累积, 大大地加速了地质科学和矿床学思想的发展。

在此同时, 德国的格赫特 (Gerhard, 1781) 和英国的普赖斯 (Pryce, 1778) 又回到阿格里科拉的观点, 更明确地提出“侧分泌”的观点, 认为填充在裂隙中的矿脉, 其物质是从围岩中淋滤出来的。

十九世纪初 J·勃朗纳 (Brunner, 1801) 及意大利人 S·勃朗纳 (Brunner, 1811) 开始认识到岩浆分异作用, 并用来解释矿床的形成。

正当水成论和火成论继续激烈争论时, 一些地质学家开始怀疑这两种极端的观点; 他们一方面认识到熔岩等并不是大洋沉积成因, 另一方面发现水能够搬运、溶解和沉淀矿物, 其中包括金属矿物。此外, 一些人如布里斯拉克 (Breislak, 1811)、鲍伊 (Boue, 1822) 和斯科罗普 (Scrope, 1825)、福内特 (Fournet, 1834) 等都开始强调岩浆中的水对形成矿脉的重要性。

十九世纪前叶, 虽然矿床学在成因原理上进步不快, 但是当时由于西欧资本主义国家科学技术上的进步, 例如起重机、抽水机以及运输工具等的发展, 大大促进了采矿方法和事业的发展。到十九世纪中叶, 法国著名的地质学家伊利·德·鲍蒙特 (Elie·De·Beaumont) 指出成矿溶液与岩浆存在着相互联系, 认识并阐述了侵入体的接触带中交代矿床的成因, 他阐述了火山作用、温泉、射气、升华等成矿现象、褶皱与岩浆侵入的关系、变质作用、矿脉成因等; 他还阐述了超基性-基性岩中铬、铁、铂等矿床的分结作用现象; 此外, 他还提出沉积岩中铜的硫化物和铁、锰氧化物、各种碳酸盐和硫酸盐的矿层可能是化学沉积的产物的想法。由此可见, 伊利·德·鲍蒙特对矿床的认识比前人要深入和全面得多。

与此同时,化学等更深入地渗入地质科学。法国的成岩成矿实验家多勃勒 (Daubree, 1841) 从氯化锡溶液中获得人造锡石, 他强调成矿物质在热液中搬运的重要性。本生 (Bunsen, 1852年) 指明火山升华物中的 Fe_2O_3 是由含 HCl 蒸气携带的。值得指出: 在这一时期美国的T·S·亨特(Hunt)是花岗岩变质成因的提议者, 他认为当含金属的沉积岩转变为花岗岩的过程中, 能使金属物质集中形成矿床; 而金属物质的集中与含有二氧化碳、碱金属、碳酸盐等水溶液作用有关。现在看来, 这种思想至今还具有一定意义。

十九世纪下半叶, 对矿床学有贡献的著名人士还有德国的冯·科特 (Von·Cotta), 挪威的J·H·L·伏格特(Vogt), 英国的S·F·艾孟斯(Emmons)及英国的J·A·菲里普斯(Phillips)等等。在这一时期内, 矿床学正式成为一门独立的科学, 并得到全面的发展。随着采矿事业的发展, 更多类型的矿种和矿床被发现和利用, 野外和实验室资料的大量积累, 以及与其他科学特别是与化学等科学更紧密地结合, 使地质学家都懂得任何简单的理论都是不能解释和概括地壳中多种多样和复杂程度不相同的矿床的成因。

上述资料, 使我们清楚看出: 矿床学思想和矿床学的发展是与其它科学技术和整个社会的发展密切相联系的。人们对矿床的认识是由少到多、由浅入深、由片面到全面、由简单到复杂、由低级到高级的认识发展过程。从现在的认识水平来看, 上述这些观点虽然在解释各种矿床成因中, 往往带有很大的片面性, 乃至错误, 但是它们常包含有合理的部分和正确的方面, 有的至今还有指导意义。

二十世纪以来, 科学技术 (其中也包括矿床学) 得到了更加全面和深入的发展。由于更多的矿种和更多类型的矿床的发现和更大规模的开采, 使地质工作者对矿床的知识大为丰富和充实, 从而使一些学者能对矿床提出更加合理和全面的分类, 并对上述成矿理论进行修正、充实和发展, 同时提出了一系列新的成矿理论。如果进行粗略的总结, 本世纪以来, 除了公认的有明确鉴别标志的一般沉积矿床和风化矿床外, 一个明显的事实是: 在六十年代以前, 在成矿理论上, 岩浆-热液成矿理论占绝对优势, 其代表人物如美国的W·H·艾孟斯、W·林格伦(Lindgren), 瑞士的P·尼格里(Niggli), 挪威的J·H·L·伏格特, 德国的H·史奈德洪(Schneiderhohn), 苏联的A·E·费尔斯曼、A·Г·别杰赫琴、C·C·斯米尔诺夫等, 他们的理论体系是建筑在气化-热液矿床的成矿物质、成矿溶液以及矿化剂等都是来源于原始岩浆之上。因此, 在六十年代以前, 以侵入体为中心进行找矿, 就是以岩浆热液成矿理论为基础的。

从六十年代开始到现在, 由于测试手段的发展及其精度的提高, 成矿成岩实验的广泛进行, 化学和物理学及其他科学更深入渗透到地质科学; 地球化学、同位素地质学、地球物理、数学地质、海洋地质学以及板块构造等的发展或创立, 加上矿床学专题研究的广泛进行和资料的大量积累, 使人们对矿床成因、分布等规律的认识大大地加深了, 其中特别是对成矿物质和成矿溶液来源、成矿物质的搬运形式、活化转移和集中成矿的条件及因素、地层对成矿的控制、火山-次火山作用的成矿意义、构造和区域地质构造 (包括板块构造) 对成矿的控制、多期多阶段花岗岩对成矿的继承发展关系、矿床形成的多期多阶段和多成因的成矿理论等等都取得了重大进展。但是必须指出: 我们现在还不可能对近代矿床学的各种理论、假说和观点作出全面和正确的评价, 这是因为它们之中有许多还有待今后的实践来检验和发展; 其中许多近代的成矿理论将在本书的有关章节中得到一定反映。

我们应当了解, 地质领域中许多研究对象, 其经历的时间往往极长, 互相影响的因素

和范围常又多又广，各种地质体往往埋藏又深，常不易为人们所充分揭露；因此，人们要搞清某一矿床现象和成矿过程，不仅受到客观过程的发展及暴露程度的限制，还受到现阶段有关科学技术发展水平的限制。要较深入搞清一个矿床问题，往往需要多次反复调查研究，那种“一次完成论”是天真幼稚的想法。目前在矿床科学中，在不少问题上常存在着几种不同的看法、观点和假说，这是不足为奇的，也是正常的。恩格斯早就指出：“只要自然科学在思维着，它的发展形式就是假说”。党制定的“百家争鸣”的方针，无疑是十分正确的。矿床学中现有的许多假说和理论，将会随着各方面调查研所得材料的增加和整个科学技术水平的提高，就会不断修正和取消一些假说，提出更符合客观实际的学说和理论，从而能更有效地指导找矿和勘探工作的进行。

解放前在旧中国，我国的地质工作者，在极端困难的环境和条件下，对煤、石油、钨、铁、锑、汞、铜、铅、锌、铝以及石膏、明矾石、磷灰岩等矿产进行过不同程度的调查研究工作，并积累了一些资料。

解放后，地质普查、找矿、勘探、科研和教育等方面获得了极大的发展，地质工作者找到了几乎所有已知的矿种，勘探了一系列新的矿床，从而使煤、石油、铁、铜、铝、锰、钨、钼、锌、铅、锑、汞等及稀土、铌、钽等稀有矿产以及菱镁矿、磷灰石、黄铁矿、萤石、重晶石、明矾石、硼、砷和石棉等许多非金属矿产的探明储量跃居世界的前列，证实我国是一个地大物博的国家。所有这些成绩的取得，是与党的领导和广大地质工作者的努力分不开的。在老一辈地质工作者中对矿床学的研究卓有贡献的如：李四光、黄汲清等对我国区域成矿理论的研究；孟宪民对我国铜、锡等矿床的研究，他所提出的同生成矿理论，为我国层控矿床的成矿理论研究打下了一定基础；谢家荣对我国矿床的研究是多方面的，其中包括煤、石油、天然气、铁、磷等，并在一九六一年提出按成矿物质的来源，即（1）地面来源；（2）地壳表面来源；（3）再熔化硅铝层混合岩浆来源；（4）硅镁层来源作为矿床分类的基础；徐克勤对我国钨等矿床的研究，对花岗岩的成矿提出了系统的理论，并对我国华南地区几个断裂拗陷带中的泥盆纪，石炭纪等火山-沉积热液叠加矿床作了研究；程裕琪对我国铁矿床等的研究；王恒升、王述平对基性、超基性岩成矿理论的研究；叶连俊对锰、磷等沉积矿床的研究，并提出海洋底水对陆源风化壳发生汲取作用的成矿理论；袁见齐对我国盐类矿床的研究；郭文魁对矽卡岩型铜矿以及热液矿床分带的研究，并对我国区域成矿提出了有意义的结论；对变质作用及其与成矿关系，程裕琪和董申葆作了有意义的研究；涂光炽对我国铅、锌等矿床的研究，提出了矿床多成因的成矿理论等。与此同时，还应当注意到一批中青年矿床地质工作者所提出的一系列成矿理论和所作出的有意义的研究成果。此外，各种实验室的建立，各种专题研究工作的开展，使矿床的研究工作不断向前发展。但是我们决不能满足已有的成就，应当承认，我国有些矿产资源还比较缺乏和紧张，还不能满足国民经济发展的需要；矿床科学中有较多方面的研究水平还不高。地质工作者是社会主义建设的尖兵，其所面临的任务是繁重的，但也是极其光荣的，我们应当在自力更生的基础上，奋发图强，更好地发展矿床科学，尽快地找到更多的矿产，以保证我国国民经济对矿产日益增长的需要，为尽快地把我国建设成为一个农业、工业、国防和科学技术现代化的强大的社会主义国家而努力奋斗。

(1) 冶金工业原料：如萤石、菱镁矿、耐火粘土和石灰岩等。
(2) 化学工业及肥料工业原料：如磷灰石、黄铁矿和钾盐等。
(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) 建筑材料及水泥材料：如砂、砾石、浮石、白垩、石灰岩、石膏、花岗岩和松脂岩等。

(7) 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、电气石等等。

此处还可分为铸石材料(如辉绿岩等)、研磨材料(如石榴石、金刚石、刚玉等)等等。

3. 燃料矿产 (或称可燃性有机岩矿产) :

指能够为工业或民用提供燃料的地下资源。它是过去地质历史时期某一阶段, 地球上的生物群 (动物或植物) 在适宜的地质环境中堆积起来, 经过物理和化学作用而形成的。按其存在的形式, 简略地可分为三大类:

(1) 固体燃料矿产: 如煤、油页岩; 此外还有地蜡、地沥青等。

(2) 气体燃料矿产: 如天然气。

(3) 液体燃料矿产: 如石油。

矿石矿物 是指在工业上能从其中提炼一种或数种有用金属元素的矿物。矿石矿物有很多是重要金属的硫、砷等化合物 (如黄铜矿、辉砷钴矿等)、氧化物 (如磁铁矿、锡石等) 和各种含氧盐——碳酸盐 (如孔雀石、菱镁矿、氟碳铈矿等)、硫酸盐 (如铅矾、天青石等)、硅酸盐 (如硅铍石、绿柱石等)、钨酸盐 (如黑钨矿、钙钨矿等)、铌钽酸盐 (如铌、钽铁矿等)、磷酸盐 (如独居石、磷钇矿等) 以及钒酸盐 (如钒酸钾铀矿等) 等等。此外, 部分矿石矿物呈自然金属, 如自然金、自然铜和自然铂等。

工业上所利用的某种金属常是从某几种矿石矿物中提炼出来的。如铜可从辉铜矿、斑铜矿、黄铜矿、赤铜矿、自然铜、孔雀石、蓝铜矿、铜蓝等十几种含铜矿物中提炼获得; 有的矿物还可以提取二种或二种以上的金属元素, 如从铌钽铁矿中可同时提取铌和钽, 钾钒铀矿中可同时提取铀、钒等等。

应当指出, 每种元素在自然界中的矿物往往是很多的, 例如自然界中含铁的矿物在三百种以上, 含钛矿物在七十种以上, 含铜矿物在 170 种以上, 但是能集中形成矿床、并能为工业利用的, 往往只有几种或几十种。因此, 掌握最主要、最常见的矿石矿物的成分、成因及与其他矿物的共生关系, 是有重要意义的。

脉石 是矿床中与矿石矿物相伴生的无用的固体物质, 这种物质通常是在矿石处理过程中被废弃的。它包括脉石矿物、夹石和围岩碎块等。

脉石矿物 通常是指矿石中与金属矿物共生的非金属矿物, 如石英、方解石、绢云母、绿泥石等; 但有时也包括一些金属矿物, 如黄铁矿等。可是, 在某些情况下, 脉石矿物如能达到一定的数量和工业标准时, 亦可加以收集利用。如黑钨矿石英脉矿床中的石英、云母, 有些铁矿床中的磷灰石或硼镁铁矿等, 有时就能达到工业要求而被收集利用。有些目前认为是无用的脉石矿物, 也可能随着选矿、冶炼技术的发展而成为有工业价值的

原料。因此所谓“无用矿物”的概念并不是一成不变的。此外矿石中脉石矿物的种类、数量和共生特点，往往可以影响到矿石的处理方法和选冶成本，因此也是决定矿石工业评价的因素之一。

矿石 是指从金属矿床中开采出来，并具有冶炼金属价值的固体物质。在选矿术语上称为“原矿”、“粗矿”或“毛矿”。矿石一般是由有用的金属矿物和与其伴生的脉石所组成。现在由于非金属矿床在社会主义经济建设中日益重要，因此，目前习惯上也把从非金属矿床中开采出来的有用固体物质亦称为矿石。

决定一种矿石的工业价值，所包括的因素很多。例如矿石的品位，矿石中所含矿物的种类及其结构、构造和颗粒大小等是否适合于选矿方法或其他处理方法，矿石的化学成分及所含的有害杂质与有益组分是否适宜于工业要求，矿石的物理性质（如坚硬性和易碎性）等等，都直接或间接地影响到矿石的质量，因此，这些也就成为评价矿石工业意义的基本因素。

矿石品位 是指矿石中有用组分或有用矿物的单位含量。在金属矿床中，矿石的品位是指其中的金属元素或其氧化物的百分含量；在非金属矿床中，则指其中非金属元素、组分、有用矿物的百分含量或者是单位体积中的含量。矿石品位的表示方法是各不相同的。有的以其元素（如Fe、Cu、Pb、Zn、S等）重量百分比来表示，例如铁矿石的品位为48%，即指该矿石中含Fe48%；有的以其氧化物（如 Al_2O_3 、 Cr_2O_3 、BeO、 WO_3 、 P_2O_5 等）来表示，例如铝土矿石的品位为50%，即指矿石中 Al_2O_3 的含量为百分之五十；贵金属（如Au、Pt等）矿石用克/吨来表示；砂矿床（如砂锡矿、砂金矿等）用克（或公斤等）/立方米来表示；有的非金属矿床，如岩盐、石墨、萤石等则以有用矿物原料的重量百分数来表示；云母含量则以公斤/立方米来表示等。

矿石工业品位（最低工业品位） 指在当前技术经济条件下，能够供工业开采利用的最低品位要求。在勘探矿床时矿体（或矿段、矿区）的平均品位必须达到和超过最低工业品位。只有达到最低工业品位的矿体或矿段，才能计算工业储量；介于边界品位和工业品位之间的，则列为工业上暂不能利用的储量（即平衡表外储量）。最低工业品位的确定是随着矿床开采、加工利用、交通运输、综合利用的程度等经济条件和科学技术的发展而改变的。例如自十九世纪到目前，铜矿的最低工业品位，就由10%下降到0.4%。另外，最低工业品位对不同的矿床类型其标准也是不相同的，因此最低工业品位这一名词，只能看作是一个相对的概念。一般地说，最低工业品位，主要决定于以下几个因素：

（1）矿床中矿石储量。如对钨矿来说，储量大的矿床，钨矿石的最低工业品位为0.06%；储量小的矿床，则要求达到0.2—0.3%左右。又如大型风化壳硅酸镍矿最低工业品位为0.5%；而小型风化壳硅酸镍矿则为0.7—0.8%。

（2）矿石综合利用的可能性。如细脉浸染型铜矿床中的钼，只要达到十万分之几，便可供工业提取；同时，由于矿床中含有可供综合利用的钼等元素而提高了矿床开采的工业价值，因此对于铜本身的最低工业品位也可适当的降低。

（3）矿石的工艺技术条件。如对不易冶炼的钛铁矿石来说，对钛的品位要求较高；但对易于冶炼的金红石矿石，则要求较低。又如对镍矿床来说，铜镍硫化物型矿床中，镍的最低工业品位硫化镍矿石为0.3%，氧化镍矿石为0.7%；而风化壳型硅酸镍矿床中，镍的最低工业品位为0.5%，因为前者易于选矿和冶炼。