

普通高等教育
地质矿产类教材

矿床学教程

KUANGCHUANGXUE JIAOCHENG

● 姚凤良 孙丰月 主编



地质出版社

普通高等教育地质矿产类教材

矿床学教程

姚凤良 孙丰月 主编

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本教材是地质出版社1983年出版的《矿床学基础教程》的重编再版。其简明而系统地阐述了矿床学的基本概念、基础理论、矿床的形成作用以及各类矿床的特征,同时还简要介绍了矿床的控矿条件和成矿规律。

全书共分十二章。第一章绪论,第二章矿床学中的一些基本概念,第三章岩浆矿床,第四章伟晶岩矿床,第五章热液矿床概论,第六章热液矿床的类型及特征,第七章热水喷流沉积矿床,第八章风化矿床,第九章沉积矿床,第十章可燃有机岩矿床,第十一章变质矿床,第十二章控矿条件和成矿规律。

本教材可作为高等院校地质、地球物理探矿、水文地质及工程地质、探矿工程等专业的矿床学教学用书,也可供从事矿产勘查和矿山地质工作的专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

矿床学教程/姚凤良,孙丰月主编. —北京:地质出版社, 2006. 8

普通高等教育地质矿产类教材

ISBN 7-116-04854-5

I. 矿... II. ①姚...②孙... III. 采矿地质学—高等学校—教材 IV. P61

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第052063号

KUANG CHUANG XUE JIAO CHENG

责任编辑:陈磊 郝杰

责任校对:郑淑艳

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083

电 话:(010)82324508(邮购部);(010)82324565(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010)82310759

印 刷:香河金鑫印刷有限公司

开 本:787 mm × 1092 mm $\frac{1}{16}$

印 张:16.5

字 数:400千字

印 数:1—5000册

版 次:2006年8月北京第一版·第一次印刷

定 价:20.50元

ISBN 7-116-04854-5/P·2689

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社出版处负责调换)。

1983 版前言

一九八〇年，地质矿产部矿床学教材编审委员会第一次（四川温江）会议，委托成都地质学院和长春地质学院根据会议通过的地球物理探矿、煤田地质等专业矿床学大纲，分别编写适用于上述专业的矿床学教材，提交预定于一九八一年召开的矿床学教材编审委员会第二次全体会议审定，择优出版。

会后，成都地质学院和长春地质学院根据编审委员会的决议，分别组织专人着手编写，并如期完成。

一九八一年十一月，矿床学教材编审委员会第二次（广州）会议，对长春地质学院姚凤良、孟良义、陈路编写的《矿床学教程》和成都地质学院郑明华主编（林文弟、张占鳌、曹淑英合编）的《矿床学基础》进行了审查。编审委员和与会代表对两本教材作了认真的审阅和充分的讨论。一致认为，两本教材基本上都符合教学大纲的要求，在结合专业、更新内容、反映近代矿床学新成就、理论联系实际以及教材体系等方面，都作出了许多努力。同时，也指出了存在的问题，需要进一步修改和提高。为了达到取长补短，共同提高的目的，会议责成成都地质学院郑明华和长春地质学院姚凤良在该两本教材的基础上，充分考虑和吸收委员们的合理意见，共同负责合编一本统一的矿床学，适用于矿床教学为五十学时左右的专业。合编进展顺利，合编本易名为《矿床学基础教程》。脱稿后，由合肥工业大学岳书仓和河北地质学院于耀先两位同志系统审阅，提出许多宝贵意见，郑明华、姚凤良根据这些意见，再次作了修改，并最后定稿。

本书的完成，与矿床学编审委员会的有力领导和关怀是分不开的，也是与各兄弟院校的协助及两位主审人的辛勤劳动分不开的。在此顺致最衷心的感谢。

限于编者水平，书中谬误之处在所难免，恳请老师、同学以及关心本书的同志们批评指正！

编 者

1982 年 5 月于北京

前 言

矿床学是研究矿床形成与分布规律的科学，是一门实践性很强的综合性地质学科。国内将其作为矿产勘查学的先导性学科，西方国家则把两者统称为经济地质学。目前，随着科学技术的发展、矿产勘查实践的不断深入以及地学基础研究成果的积累，矿床学领域也取得了一系列新的成果和进展，正对指导矿产资源寻找和开发利用发挥着越来越大的作用。

《矿床学教程》是地质出版社 1983 年出版的《矿床学基础教程》的重编再版。在原教材多年使用的基础上，结合矿床学和其他地学学科的发展及新形势下教学工作的需要，完成了《矿床学教程》的编写。本教材编写的总体原则是：强化基础、突出“三基”（基本知识、基础理论、基本技能）；内容上力求少而精；取材上在保证夯实基础的前提下，尽可能融合新理论、新知识、新方法，以反映学科的当代水平；叙述上力求简明扼要、深入浅出、概念准确严谨；资料使用上保证资料可靠、出处明确，图、表、实例有机统一；体系安排上循序渐进、注重系统，使读者易于理解、便于自学。此外，本教材将矿床学的重要术语均加上了英文标注，以便于读者对照查阅相关英文文献。

本教材是在吸收了国内现有矿床学教材的优点和特长的基础上编写完成的，但其体系与已有的教材也存在某些差异。首先，现代海底热水喷流成矿作用和相关矿床的研究已经取得了长足的进展，形成了比较成熟的热液喷流成矿理论，已经明确这种成矿作用介于内生与外生成矿作用之间，同时存在后生和同生成矿作用，因此本教材尝试性地引入了“同-后生共生型”矿床的概念，以概括本类矿床的特征，同时把热水喷流沉积矿床单列一章，从现代海底热水喷流成矿作用，到热水喷流矿床的类型、特征等作了较为系统的介绍；第二，层控矿床在国内已有的多数教材中都单列一章加以介绍，在本次编写过程中，考虑到层控矿床的所有类型都可以在其他成矿作用和矿床类型的描述中涉及，为了避免重复和由此引起的不必要的混乱，本教材在已经由任云生完成了层控矿床这一部分编写的情況下，经编写组反复讨论，并广泛征求意见，最后没有把层控矿床作为单独一章介绍，而是分散到有关章节中描述，这与国外目前的教科书相类似；第三，在编写过程中，对目前分类较为混乱的热液矿床做了较大的调整，主要根据地质背景、矿床特征和成因，并考虑现有的成矿模式进行了分类，将热液矿床分为矽卡岩型、斑（玢）岩型、高中温热液脉型、低温热液型四大类。因为仅依据成矿温度或成矿物质来源等分类会造成难以确定一些矿床的类型等问题，也不便于应用。此外，有些矿床可能经历了高温、中温甚至低温整个成矿过程，而成矿热液的来源往往又是多源的；第四，本教材在不同的章节中简要介绍了矿床学的某些进展，如太古宙脉状金矿的地壳连续成矿模式、热水喷流成矿作用、浅成低温热液矿床新的分类等内容，以便于读者了解有关研究的现状。

本教材由姚凤良和孙丰月主编，编写组人员和分工如下：第一章绪论、第二章矿床学中的一些基本概念、第三章岩浆矿床由姚凤良、任云生、赵财胜编写，第四章伟晶岩矿床

由任云生、赵财胜编写，第五章热液矿床概论由孙丰月、李碧乐编写，第六章热液矿床的类型及特征、第七章热水喷流沉积矿床由孙丰月、丁清峰编写，第八章风化矿床、第九章沉积矿床由丁清峰编写，第十章可燃有机岩矿床、第十一章变质矿床由李碧乐编写，第十二章控矿条件和成矿规律由李碧乐、任云生编写。全书由孙丰月负责修改定稿，丁清峰负责全书的排版编辑，王力、于晓飞、董春艳、丁正江、胡永达、朱华平、肖利梅、丛源、曾庆涛、袁波、霍亮、汪志刚等帮助完成了部分资料收集、图件清绘等工作。限于编者的水平，书中缺点和错误难免，敬请读者批评指正，以便再版时修改。

本教材初稿完成后，承蒙翟裕生院士在百忙之中审阅了本教材的全部书稿，并提出了许多宝贵的修改意见，体现了老一辈矿床学家和地学教育家的渊博知识和严谨学风，使本教材的编写者们受益匪浅，同时也提高了本教材的质量和水平。此外，需要强调指出的是，本教材的编写得到了吉林大学教务处、地球科学学院领导的关心和支持，地学院矿产勘查教研室（由原矿床和勘探教研室合并而成）的各位老师也给予了大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

孙丰月

2005年12月于澳大利亚珀斯

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 矿产资源及其在社会发展中的意义	(1)
一、矿产资源及其特点	(1)
二、矿产资源的分类	(2)
三、矿产资源在社会发展中的意义	(3)
第二节 我国的矿产资源概况	(4)
第三节 矿床学的研究方法	(5)
一、矿床研究的一般方法	(6)
二、矿床学的研究任务	(7)
第四节 近代矿床学的形成、发展及现状	(8)
第二章 矿床学中的一些基本概念	(11)
第一节 有关矿石的基本概念	(11)
一、矿物、岩石和矿石	(11)
二、矿石的矿物组成和元素组成	(11)
三、矿石的结构和构造	(12)
四、矿石的质和量	(13)
第二节 有关矿体的基本概念	(16)
一、矿体与围岩	(16)
二、矿体的形态和产状	(16)
第三节 有关矿床的基本概念	(19)
一、矿床及矿床学	(19)
二、决定矿床工业价值的因素	(19)
三、矿床成因类型和工业类型的概念	(20)
四、同生矿床和后生矿床	(20)
五、矿田、矿带和成矿区(带)	(21)
第四节 成矿作用概述与矿床成因分类	(21)
一、影响矿床形成的主要因素	(21)
二、浓度克拉克值和浓度系数	(22)
三、成矿作用及其类型	(23)
四、成矿作用的主要方式	(24)

五、矿床的成因分类	(28)
第三章 岩浆矿床	(30)
第一节 岩浆矿床的形成条件	(31)
一、岩浆矿床成矿元素的地球化学性状	(31)
二、控制岩浆矿床形成的岩浆岩条件	(31)
三、控制岩浆矿床形成的大地构造条件	(34)
第二节 岩浆矿床的形成作用及其特征	(34)
一、结晶分异成矿作用与岩浆分结矿床	(34)
二、残余熔融成矿作用与晚期岩浆矿床	(35)
三、岩浆熔离成矿作用与熔离矿床	(37)
四、岩浆爆发和喷溢成矿作用及其矿床	(38)
第三节 岩浆矿床的主要类型及实例	(39)
一、超镁铁质、镁铁质岩中的铬铁矿矿床	(39)
二、镁铁质岩中的钒钛磁铁矿矿床	(43)
三、镁铁、超镁铁杂岩中的铜、镍(铂)硫化物矿床	(45)
四、金伯利岩中的金刚石矿床	(48)
第四章 伟晶岩矿床	(49)
第一节 伟晶岩矿床及其地质特征	(49)
一、伟晶岩与伟晶岩矿床	(49)
二、伟晶岩矿床的地质特征	(49)
第二节 伟晶岩矿床的形成条件及成矿作用	(52)
一、伟晶岩矿床的形成条件	(52)
二、伟晶岩矿床的成因	(55)
第三节 伟晶岩矿床的主要类型	(56)
一、稀有金属伟晶岩矿床	(56)
二、白云母伟晶岩矿床	(58)
三、水晶伟晶岩矿床	(59)
四、长石伟晶岩矿床	(59)
第五章 热液矿床概论	(60)
第一节 含矿热液的种类与来源	(60)
第二节 成矿物质的来源	(62)
第三节 含矿热液的运移	(63)
第四节 成矿物质的沉淀	(67)
第五节 成矿方式	(69)
第六节 围岩蚀变	(70)
第七节 矿化期、矿化阶段和矿物的生成顺序	(72)
第八节 热液矿床的分带性	(74)

第六章 热液矿床的类型及特征	(76)
第一节 热液矿床的分类	(76)
第二节 矽卡岩型矿床	(78)
一、矽卡岩型矿床的形成条件	(78)
二、矽卡岩型矿床的地质特征	(82)
三、矽卡岩型矿床的类型和特征	(85)
第三节 斑(玢)岩型矿床	(90)
一、斑岩型矿床	(90)
二、玢岩型铁矿床	(97)
第四节 高、中温热液脉型矿床	(99)
一、高温热液脉型矿床	(99)
二、中温热液脉型矿床	(104)
第五节 低温热液矿床	(109)
一、浅成低温热液型贵金属矿床	(109)
二、卡林型金矿床	(118)
三、密西西比河谷型铅、锌矿床	(125)
四、似层状汞、锑矿床	(128)
第七章 热水喷流沉积矿床	(132)
第一节 现代热水喷流成矿作用	(134)
一、热卤水成矿作用	(135)
二、现代洋底热水喷流成矿作用	(136)
第二节 热水喷流矿床的类型及特征	(141)
一、热水喷流沉积矿床分类	(141)
二、与火山岩有关的块状硫化物矿床(VMS)	(144)
三、沉积岩中的块状硫化物矿床(SMS)	(150)
第八章 风化矿床	(154)
第一节 风化作用的类型	(154)
第二节 风化作用中元素的迁移和富集	(155)
第三节 风化矿床形成的条件	(156)
一、气候条件	(156)
二、原岩条件	(156)
三、地貌条件	(157)
四、地质构造条件	(157)
五、水文地质条件	(158)
第四节 风化矿床的类型及其特征	(158)
一、残积、坡积矿床	(158)
二、残余矿床	(159)

三、淋积矿床	(162)
第五节 金属硫化物矿床的表生氧化及次生富集作用	(163)
一、金属硫化物矿床的表生氧化作用	(163)
二、金属硫化物矿床的次生富集作用	(165)
第九章 沉积矿床	(167)
第一节 沉积作用及沉积矿床的类型	(167)
一、沉积分异作用的类型	(167)
二、沉积矿床的类型及特征	(169)
第二节 机械沉积矿床	(170)
一、机械沉积矿床的形成条件	(170)
二、机械沉积矿床的主要类型及其特征	(171)
第三节 蒸发沉积矿床	(174)
一、蒸发沉积矿床的特点	(174)
二、蒸发沉积矿床形成和保存条件	(175)
三、蒸发沉积矿床的类型及特征	(176)
第四节 胶体化学沉积矿床	(179)
一、胶体化学沉积矿床的形成条件	(179)
二、胶体化学沉积矿床的类型及其特征	(180)
第五节 生物化学沉积矿床	(190)
一、生物化学沉积矿床的特点	(190)
二、生物化学沉积矿床的类型及其特征	(190)
第十章 可燃有机岩矿床	(195)
第一节 煤矿床	(195)
一、煤矿床的概念、特点和主要用途	(195)
二、煤的形成条件及成煤作用	(195)
三、煤的物质组成及煤的分类	(197)
四、煤层和煤系	(198)
五、聚煤盆地、煤田及我国主要成煤时代	(200)
六、泥炭	(203)
第二节 石油和天然气	(204)
一、石油的化学成分和物理性质	(204)
二、石油和天然气的形成作用	(205)
三、石油和天然气的运移和储集	(207)
四、油气盆地时、空分布规律	(210)
第三节 油页岩	(211)
第四节 煤层气	(211)
一、煤层气的形成作用	(212)

二、煤层气的运移与储集	(212)
三、煤层气的形成条件	(213)
第五节 油砂	(213)
第十一章 变质矿床	(215)
第一节 变质矿床的概念、特点及工业意义	(215)
一、变质矿床的概念	(215)
二、变质矿床基本特征	(215)
三、变质矿床的工业意义	(216)
第二节 变质矿床形成条件及变质作用类型	(217)
一、变质矿床形成条件	(217)
二、变质作用类型	(218)
第三节 变质矿床的主要类型	(220)
一、沉积-变质铁矿床	(220)
二、变质金矿床	(222)
三、变质磷矿床	(225)
四、石墨矿床	(227)
第十二章 控矿条件和成矿规律	(229)
第一节 控矿条件	(229)
一、区域地球化学特征	(229)
二、控矿构造条件	(229)
三、控矿岩浆岩条件	(230)
四、沉积条件	(231)
五、岩性条件	(231)
第二节 成矿规律	(232)
一、成矿区域与成矿时代	(232)
二、成矿系列、成矿系统和成矿模式	(239)
三、叠加成矿、再造成矿和层控矿床	(242)
四、板块构造与成矿作用	(244)
参考文献	(246)

第一章 绪 论

第一节 矿产资源及其在社会发展中的意义

一、矿产资源及其特点

“矿产 (mineral resources)”一词实际上是经济学或者商业上的名词,系指自然界产出的,由地质作用形成的有用矿物资源。具体而言,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物质。从地质研究程度而言,矿产资源不仅包括已发现的并经勘查工程控制储量的矿床,还包括目前尚未发现,但经预测(或推断)是可能存在的矿物质;从技术经济条件来说,矿产资源不仅包括在当前经济技术条件下可以利用的矿物质,还包括随着技术进步和经济发展,在可预见的将来能够利用的矿物质。

矿产资源是人类社会存在与发展的重要物质基础,是一种重要的生产资料和劳动对象。据统计,目前社会生产所需的80%左右的原材料、95%左右的能源、70%左右的农业生产资料、30%以上的饮用水来自矿产资源。因此,矿产在很大程度上决定着社会生产力的发展水平和社会变迁。从石器时代到青铜器时代、铁器时代,以至现代的原子和电子时代,人类社会生产力的每一次巨大进步,都伴随着一次矿产资源利用水平的巨大飞跃。矿产的丰富及其开发利用程度是社会发展水平的一个标志,是衡量一个国家经济发达和科学技术水平的重要尺度。

同其他生产资料一样,矿产资源自己不能变成人类的必需品,而只是生产人类必需品的物质和条件。矿产与其他生产资料的区别在于矿产是由地质作用形成的,分布在地壳的局部地段,人类不能创造它,而寻找和开发矿产又具一定的难度。对矿产资源的开发、利用是人类社会发展的前提和动力。

与其他自然资源相比,矿产资源有其显著的特点,主要表现在:

(1) 矿产资源的不可再生性:矿产资源是在地球几十亿年的漫长历史过程中,经过各种地质作用形成的,一旦被开采利用,在人类历史进程中则难以再生出来。地壳上优质易采的矿产资源总是愈来愈少。也就是说,在一定的技术经济条件下,有经济价值的矿产是有限的。地下水作为一种矿产资源类型,其资源虽然在某种程度上可以再生,但也不是用之不竭的,尤其是深层地下水资源的恢复也是需要经过相当长的地质历史才有可能。所以,我们在利用已有矿产资源的同时应“开源、节流”。所谓“开源”就是加强已知矿产形成分布规律的研究,找寻更多的矿产资源;“节流”即对已知矿产资源节约、保护、合理开发和利用,在利用时增加科技含量,与此同时,注重人造岩石、矿物、原料等代用品的开发利用。

(2) 矿产资源分布的空间不均衡性:地质历史时期地球上成矿活动的差异极大,加之成矿物质在地壳内的分布本来就不均一,以及成矿地质条件的制约,使得矿产资源分布

的不均衡性十分突出。例如，在 29 种主要金属矿产中，有 19 种矿产储量的 3/4 集中在 5 个国家，如南非有金、铬铁矿等 5 种矿产储量占世界总储量的 1/2 以上；中国的钨、锑占世界总储量的 1/2 多，中国的稀土资源占世界总储量的 90% 以上；煤主要集中在 中国、美国和前苏联，约占世界总储量的 70% 以上；石油则主要集中在海湾国家；智利国土面积相当于我国青海省，但铜矿资源量列世界之首。

(3) 矿产资源概念的可变性：在自然界，矿产资源是以各种形态地质体（矿床或矿体）的形式存在的，只有在技术经济条件适合的情况下，矿床才能被开发利用，否则得不偿失。换言之，矿床既是一个地学概念，更是一个技术概念，随着技术经济条件的变化，矿床的概念也会发生变化。科学技术是不断进步的，社会经济也是不断向前发展的，因此很多原来被认为不是矿床的地质体正逐渐成为可供人类开发利用的矿床。矿产资源的这一特点还进一步导致了矿产资源在数量上的不确定性。由于界定矿床的技术经济条件在不断变化，矿产资源在数量上总是处在动态变化之中。

(4) 矿产资源赋存状态的复杂多样性：矿产资源只有少部分出露地表，绝大多数隐藏在地下。矿体的形态、产状及与围岩的关系等因素的千变万化，不是任何简单的模式所能概括的。寻找、探明矿床需要进行大量的地质调查和矿床勘探工作。开采过程中，也经常对尚未揭露部分的矿体了解不够，随时可能发生预想不到的变化。因此，探矿和采矿工作具有很大的风险性。此外，随着生产的不断发展，采矿速度的加快，近地表的矿产资源日益减少，找矿任务也日益艰巨，开采、冶炼的条件日益困难和复杂。

(5) 矿产资源具有多组分共生的特点：矿产资源主要以矿床形式存在于地壳中。由于不少成矿元素地球化学性质的近似性和地壳构造运动、成矿活动的复杂多期性，自然界单一组分的矿床很少，绝大多数矿床具有多种可利用组分共生和伴生在一起的特点。此外，同一地质体或同一地质建造内，也可能蕴藏着两种或更多的矿体。因此，在矿产勘查过程中，必须注意综合找矿、综合评价；在开发利用中，必须强调综合开发、综合利用。

二、矿产资源的分类

按矿产存在状态，可分为固态、液态和气态 3 种；按矿产的性质和用途，通常分为金属矿产、非金属矿产、可燃有机矿产（能源矿产）和地下水 4 类，并可进一步划分为亚类，如金属矿产一般按可提炼的金属及其特性分为黑色金属、有色金属、贵金属和稀有、稀土、分散金属等；非金属矿产亚类划分多不一致，有的按矿物和有用岩石进行分类，有的按矿产的用途进行分类，本教材主要按两种特征联合分类，具体分类详见表 1-1。

表 1-1 矿产性质和用途的分类

类别	亚 类	主 要 矿 产
金属矿产	黑色金属矿产	铁、锰、铬、钛、钒
	有色金属矿产	铜、铅、锌、镍、钴、钨、锡、钼、铋、汞、锑
	轻金属矿产	铝、镁
	贵金属矿产	金、银、铂族金属（铂、钯、铑、铱、钌、铑）
	稀有、稀土金属矿产	钽、铌、铍、锂、锆、铯、钷、镧、铈、钪族元素（轻稀土）、钇族元素（重稀土）
	分散元素矿产	锗、镓、铟、铊、铋、镉、铟、铊、铋、碲
	放射性金属矿产	铀、钍、镭

续表

类别	亚 类	主 要 矿 产
非金属材料	冶金工业辅助原料	菱镁矿、耐火粘土、石灰岩、萤石、造型用砂、造型粘土等
	制造业原料	石墨、金刚石、云母、石棉、重晶石、刚玉等
	化学工业及肥料工业原料	磷、硫（硫铁矿、自然硫）、钾盐、镁盐、盐（岩盐、池盐、天然卤水）、天然碱、钠硝石、芒硝、碘、溴、钾长石、含钾岩石
	建筑材料及水泥原料	滑石、石墨、石膏、水泥原料（石灰岩、黄土、粘土、石膏、铝矾土等）、建筑材料（石料、砂、砾）、砖瓦用粘土、大理石、耐酸石材用花岗岩、铸石原料（辉绿岩、玄武岩、角闪石、白云岩、萤石、铬铁矿）、膨胀珍珠岩原料（珍珠岩、松脂岩、黑曜岩）、叶蜡石、蛭石、白垩、膨润土、漂白土、硅藻土、浮石
	陶瓷及玻璃工业原料	长石、石英砂、石英砂岩、白云母、石灰岩、长石、萤石、芒硝、高岭土、塑性粘土等
	压电及光学原料	压电石英、冰洲石、光学萤石
	工艺美术原料	硬玉、软玉、玛瑙、水晶、琥珀、绿柱石、金刚石、石榴子石、孔雀石等
非金属材料	铸石和研磨材料	铸石材料（辉绿岩）、研磨材料（石榴子石、刚玉、金刚石等）
	可燃有机岩矿产	煤、油页岩、石油、天然气、地蜡、地沥青、油砂、泥炭等
地下水资源		地下饮用水、地下热水、技术用水、矿泉医疗水及可提取某些有用元素（I、Sr、B）的卤水

三、矿产资源在社会发展中的意义

矿产资源是矿业生产的劳动对象。因此，矿产资源在国民经济中的地位和作用是由矿业生产的地位和作用来体现的。矿业是指在国民经济中以矿产资源为劳动对象，从事能源、金属、非金属及其他一切矿物资源的勘查、开采、选冶生产活动的产业。矿业在人类近代的经济社会发展中率先从农业中分化出来，逐渐发展成为一个独立的产业，为现代化工业的发展准备了必要的物质基础。

在我国目前的国民经济和社会经济发展中，矿业的地位和作用体现在以下几个方面。

（1）矿业对经济稳定发展具有支柱作用：矿业与其他产业相比，有似“本”与“标”的关系。人类生存、发展所需的多种物质和能源，主要依赖于有机的生物产品和无机的矿物原料，它们主要来源于农业和矿业两大基础产业。矿业以矿产资源为劳动对象，其产品又成为后续产业的物质基础。尽管矿业和农业这两个基础产业部门在经济发达国家的国民生产总值中只占 4.5%，但却支持了其余占产值 95.5% 的其他产业，其他产值都是对各类原料加工增值的结果。

（2）矿业是国民经济发展中的先行产业：矿业同种植业一样，它既表现了基础性，又表现出明显的先行性。一般来讲，为了满足若干年后矿产的社会需求，从任务设计到完全达到生产能力，估计需要 8～15 年的时间。

（3）矿业是后发经济效益辐射面宽的产业：在我国主要工业部门中，冶金工业、有

色金属工业、电力工业、核工业、建材工业及轻工业等部门的生产，或以矿产品为其燃料和原料，或以矿产品为其主要产品。此外，矿产资源还是交通建设布局的依据之一。我国铁路运输中，煤、石油、钢铁、矿物性建材的运量，占总货运量的 64%。

此外，其他如医疗保健、旅游、工艺美术，甚至考古等行业都与矿业有直接的横向联系。矿业直接关系到经济部门的稳定发展。

(4) “发展矿业”是实现现代化难以逾越的阶段：从发展看问题，我国矿业基础仍较脆弱，能源和原料的供需矛盾突出，主要表现在矿石产量低，人均矿石产量只相当于美国人均矿石占有量的 7.5%，相当于原苏联人均占有量的 10%；产值低，只相当于美国的 18.69%，占工业总产值的比重小，比原苏联低 1~3 个百分点，和英国 1979 年的水平相当。由于矿业发展滞后，我国国民经济中能源、原材料等短缺，不得不大量依赖进口。据统计，“六五”期间我国累计进口钢材近 5000 万吨，占同期国内产量的 24.6%；进口有色金属 300 万吨，占同期国内产量的近 50%；进口化肥 6700 万吨，占同期国内产量的 20%。

我国目前仍处于工业化起步中期阶段，而且今后 20~30 年将是对矿物原料需求增长最快的时期，如不大力发展矿业，不仅难于扭转目前产业结构失衡的状况，而且今后的经济发展也将失去后劲。

进入 21 世纪以来，矿产资源的需求特点是：①能源需求量有所增长，新的能源矿产结构逐步形成；②非金属矿产需求发展迅速，金属矿产需求相对减弱；③在金属矿产中，铁合金金属发展滞后，有色金属需求稳定，贵金属需求有所增加；④稀有金属的新用途不断增加。

第二节 我国的矿产资源概况

我国幅员辽阔，东濒太平洋，属太平洋成矿域外侧的一部分；西依帕米尔高原，西南为世界屋脊的青藏高原，为特提斯—喜马拉雅成矿域之东边部分，隔喜马拉雅山与印度次大陆相望；北邻蒙古高原，是中亚成矿域的一部分。从成矿角度看，世界三大成矿域都进入中国境内，所以矿产资源丰富，矿产种类较为齐全。我国已发现矿产 171 种，其中已探明储量的有 156 种，其潜在价值居世界第 3 位（翟裕生，2001）；有些矿产的储量相当丰富，如稀土金属、钨、锡、钼、锑、铋、硫、菱镁矿、硼、煤等均居世界前列，尤其是我国钨资源量占世界总量的 43%（主要集中在华南地区），锑资源量占世界探明总量的 44%，内蒙古白云鄂博一个矿床的稀土金属储量即相当全球总储量的 3 倍。

然而，由于我国人口众多，经济技术目前还不够发达，而大规模的经济建设对矿产的需求量则日益增加，已发现并能为之利用的矿产资源有相当部分目前还不能满足经济建设的需求。因此，我国目前矿产资源形势仍不容乐观，有些矛盾日益突出。当前，我国矿产资源的总体形势是：

(1) 矿产资源比较齐全，但人均占有量偏低。我国矿产潜在储量总值居世界第 3 位（仅次于美国和原苏联），是世界上少数矿产资源比较齐全的国家之一。一些矿产品可以自给，部分有余并可出口。但是，若以国土面积平均，则居世界第 6 位；而人均资源产值低于世界人均产值的 1/3，居世界第 53 位。

(2) 在具有一些优势矿种的同时,尚有一些急需短缺矿种,制约着国民经济发展。我国约有 20 种矿产资源名列世界前列,如钨、锡、锑、锌、钛、钒、稀土、硫矿石、菱镁矿、萤石、重晶石、石膏、石墨、铌、钼、汞、锂、煤等,但有的矿产资源不足,甚至严重短缺,如富铁、铜、钾盐、铬铁矿、金刚石、硼、钴、石油、天然气等,石油和不少金属矿产依赖进口。

(3) 多数矿种以中、小型矿床为主,缺少大型、超大型矿床,如金、磷、铀、锰矿等。

(4) 多数矿种的贫矿多,富矿少,如我国探明铁矿储量仅次于原苏联、巴西,但富矿只占 6%,需要进口;又如铝土矿探明储量居世界第 5 位,但质量低,冶炼难。

(5) 伴生矿多,单一矿种少,综合利用程度低,浪费严重。我国许多矿石都不是单一矿种,常伴有多种元素。据统计(翟裕生,2002),我国 25% 的铁矿、40% 的金矿、80% 的有色金属矿和大多数地区的煤矿都有其他矿产与之共生或伴生。这有利于资源的综合利用,但也给选矿和冶炼带来不少难题。例如:钒 91% 产于磁铁矿中;锡也是如此,虽然储量大,但有相当部分分散于硅酸盐或氧化矿物中,难于选矿和冶炼。

(6) 矿产的地域分布极不均衡。如北方富煤,南方富磷,需“南磷北运,北煤南调”;许多重要矿产资源位于边远地区,如西藏的铬铁矿、铜,新疆的石油和镍,广西和云南、贵州的锰、锡、铝土矿等,由于交通条件、自然地理条件等影响,开采较为困难。

此外,随着现有矿产资源的开发利用,隐伏矿多、露天矿少,找矿和开采难度越来越大,以及大型矿山资源接替明显不足等矛盾也日益突出。

需要说明的是,一个国家的矿产资源情况不是固定不变的,它是随着社会经济发展和科学技术水平的提高而呈现动态变化。从世界矿产资源发展的趋势来看,在今后很长时间内,矿产的储量和产量虽然不断增长,但是增长的速度却逐步降低,投资效益逐步下降;找矿难度越来越大,找矿方向从地表、浅部向地壳深部,从陆地向海洋发展;找矿重点从着眼于找含有用组分高的矿产,不得不转向找含有益组分较低的矿产。尽管再生性矿产品和代用品会减轻人类面临的资源不足的压力,但是这种压力并不会从根本上改变。在发展的 21 世纪,只有重视和把握矿产资源的形势和变化,加强对矿产资源形成条件和分布规律的研究,有针对性地进行地质探矿工作,查明更多的急需矿种资源,努力扩大矿产资源储量,才能满足社会主义建设的需要。

第三节 矿床学的研究方法

矿床是在地壳长期发展过程中形成的,而人们的观察却不能不受到时间和空间的限制。在目前的科学技术条件下,人们只能看到现代的某些成矿作用,而不能直接观察过去地质时代中的成矿作用;只能观察成矿作用的某一片段,不能观察成矿作用的全过程;只能观察地表和地壳浅部的矿床特征,很难观察地壳深处的成矿特征。这种观察的局限性,很容易导致对矿床认识的片面性。因此,在研究矿床时,必须全面观察各种地质矿化现象,掌握大量的实际资料,对矿床进行具体研究分析、比较和综合,以便对矿床成因获得较为客观的认识。同时,由于绝大多数矿床是在地壳长期发展过程中形成的,今天所能见到的成矿作用不能与以往地质时期的成矿作用简单地加以比较,因此必须从历史唯物主义

的观点出发,正确运用“将今论古”的方法。

矿床学的研究必须与找矿、勘探和采矿生产实践紧密结合,使之成为实践、认识、再实践、再认识、反复循环并不断提高的过程。生产实践过程类似于医学上的“临床解剖”,是进行全面、深入观察与研究矿床的最理想场所。通过现场研究,了解矿床(或矿体)在水平、垂直方向上的具体变化特征和变化规律,可以为成矿规律的总结提供最直接的证据,如我国钨矿床的“五层楼”分带规律、鞍山式铁矿的“向斜”控矿规律、北美的斑岩型铜(钼)矿化模式,以及通过在太平洋洋中脊直接观察到的正在进行的现代洋底成矿作用(黑、白烟囱)而提出的热水喷流成矿模式等都是在生产实践的基础上研究和总结得出的科学结论。当前,找矿勘探工作已经积累了极其丰富的资料,这些资料一方面不断检验已有的矿床理论是否正确,对某些传统的矿床成因观点进行重新评价;另一方面通过总结、概括新的理性认识,形成新的成矿理论,为成矿预测、找矿勘探和矿山生产工作提供科学依据。

一、矿床研究的一般方法

在长期的实践过程中,人们逐步总结出一套对矿床进行研究的方法,主要包括野外(现场)观察、室内研究和综合分析3个阶段。

1. 野外(现场)观察

野外(现场)工作是一切矿床研究工作的基础,它主要包括下列内容:

(1) 在系统研究和总结区域地质、矿区地质和矿床地质资料的基础上,在矿床范围内进行详细的观察和编录,测制各种地质图、剖面图和素描图等,查明矿床范围内的地质情况,即地层、岩浆岩、构造活动等情况。这是最基本的工作,是进行矿床研究的基础。

(2) 利用槽探、井探和坑道等手段,查明矿体在空间上的具体位置和形状、大小、产状特征。

(3) 对矿体和围岩进行系统的取样和分析,了解矿体和围岩的物质成分及其在空间上的变化规律。

用地球化学方法从岩石、土壤等介质中系统采样,进行化学分析,找出各种介质中成矿元素和伴生元素的地球化学异常,从而确定矿床分布的可能范围。按照取样的目的,一般把取样分为4种:化学取样、矿物取样、物理取样、工艺取样。

化学取样:用于确定矿床中有益组分和有害杂质的含量和分布规律,进而根据化学分析结果圈定出矿体界线,划分出矿石的自然类型和工业品级。

矿物取样:系统地或有选择地采集矿石和近矿围岩的岩矿标本,做初步的肉眼鉴定,并在以后的实验室研究中,进一步研究矿石的矿物成分、共生组合、结构构造、矿物世代和矿物的生成顺序、次生变化等。

物理取样:研究矿石和围岩的各种物理性质,为矿床开采提供技术数据。

工艺取样:了解矿石的选冶性能,确定合理的加工技术和条件,为矿山设计提供加工技术指标,并对矿床进行经济评价。

(4) 应用地球物理勘探技术方法,了解矿体在空间上的分布和延伸情况。

地球物理勘探方法很多,包括①航空物探:主要有航空磁测、航空电磁法、航空放射性测量等;②地下物探:主要有地下电磁波法、井中瞬变电磁法、井中声波法、综合测井