

KUANGWU YANSHI XUE

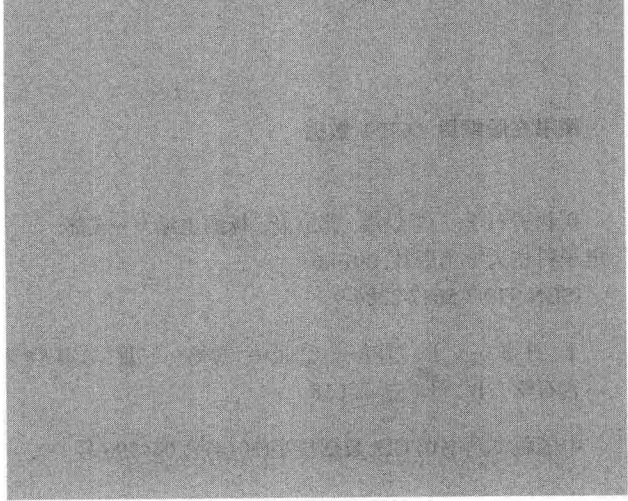
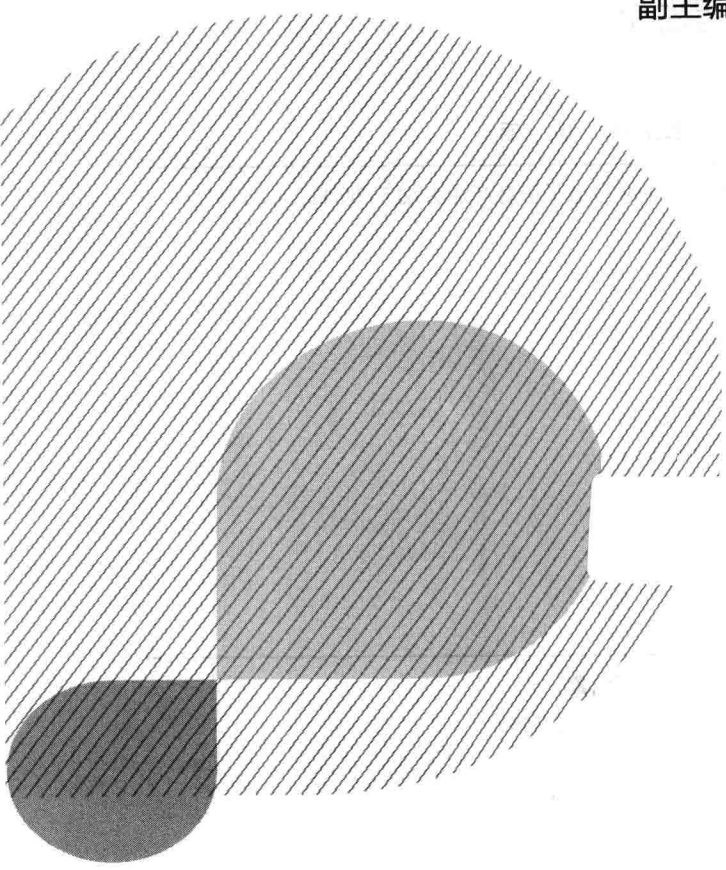
矿物岩石学

主审 杜 平

主编 李景霞 张立新 杨 丽



电子科技大学出版社



矿物岩石学

KUANGWU YANSHI XUE

主 审 杜 平

主 编 李景霞 张立新 杨 丽

副主编 单忠刚 周明杰 冀学文 于长波



电子科技大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

矿物岩石学 / 李景霞, 张立新, 杨丽主编. —成都:
电子科技大学出版社, 2014.6
ISBN 978-7-5647-2286-9

I. ①矿… II. ①李… ②张… ③杨… III. ①矿物学—岩石学 IV. ①P57 ②P58

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 054796 号

矿物岩石学

主 审 杜 平

主 编 李景霞 张立新 杨 丽

出 版: 电子科技大学出版社 (成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)

策划编辑: 曾 艺

责任编辑: 曾 艺

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 电子科技大学出版社

印 刷: 三河市天润建兴印务有限公司

成品尺寸: 185mm×260mm 印张 18 字数 440 千字

版 次: 2014 年 6 月第一版

印 次: 2014 年 6 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-5647-2286-9

定 价: 62.80 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆本社发行部电话: (028) 83202463; 本社邮购电话: (028) 83201495

◆本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

前 言

矿物岩石学是一门实践性很强的学科,为充分体现高职高专的职业特色,本教材将理论教学与实践教学和训练完整地结合为一个教学整体。在满足一般资源勘查专业课程要求的同时,尽力突出地质勘查特色。本教材适用于高职高专地质勘查专业,兼顾其他资源勘查专业。

《矿物岩石学》是高职高专资源勘查专业的专业基础课和基本技能的训练课,也是为《构造地质》《水文地质》《矿床学》《地质学理论》《地质学实践》等后续课程奠定基础的先行课程。《矿物岩石学》全书共分矿物学、岩石学、实训教学3个篇章,授课学时计划安排为理论课48学时,实训课24学时。第一篇矿物学部分,阐述了矿物及矿物学概述,结晶学基础,矿物学通论,矿物学各论;第二篇岩石学部分,介绍了岩浆岩、变质岩和沉积岩的物质成分、结构、构造、成因、共生组合、分布规律以及成矿关系等内容;第三篇实训教学部分,包括矿物、岩石两大类共16个实训项目,包括矿物物理性质和化学性质观察、矿物晶体光学性质观察、各类常见矿物观察与描述、岩浆岩观察与描述、变质岩观察与描述及沉积岩认识实训等内容。

本教材通过杜平院长的审核,主要由李景霞、张立新、杨丽等共同编写完成,参与本书编写和整理工作的有单忠刚、冀学文、于长波、周明杰等。具体章节分工为:第一章矿物及矿物学,第五章岩石及岩石学,第八章沉积岩总论,第九章沉积岩各论,第十二章矿物实验指导书中实习一至实习四由七台河职业学院李景霞编写。第二章结晶学基础,第六章岩浆岩总论,第七章岩浆岩各论,第十章变质岩总论,第十一章变质岩各论,第十二章矿物实验指导书中实习四至实习八,第十三章岩石实验指导书实习五至实习八由七台河职业学院张立新编写。第三章矿物学通论,第四章矿物学各论,第十三章岩石实验指导书实习一至实习四主要由七台河职业学院杨丽编写。

本教材在编写过程中,得到学院领导及老师的大力支持,在此一并致谢!限于编者水平有限,本书疏漏、不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2014年1月

目 录

第一篇 矿 物 学

第一章 矿物及矿物学	(3)
第一节 矿物及矿物学概述	(3)
第二节 元素在地壳中的分布	(6)
第二章 结晶学基础	(7)
第一节 晶体的基本概念	(7)
第二节 空间格子	(8)
第三节 晶体的对称	(10)
第四节 晶体的分类	(11)
第五节 晶体的定向	(11)
第六节 晶体的形态	(12)
第七节 晶体化学	(15)
第三章 矿物学通论	(17)
第一节 矿物的基本特征	(17)
第二节 矿物的形态特征	(17)
第三节 矿物的物理性质	(19)
第四节 矿物简易鉴定表	(27)
第五节 矿物形成的地质作用	(48)
第六节 矿物的分类和命名	(50)
第四章 矿物学各论	(53)
第一节 自然元素	(53)
第二节 硫化物及其类似化合物	(57)
第三节 氧化物和氢氧化物	(64)
第四节 含氧盐	(76)
第五节 卤化物	(105)

第二篇 岩石学

第五章 岩石及研究意义	(109)
第一节 岩石概述	(109)
第二节 岩石学的研究意义	(109)
第六章 岩浆岩总论	(112)
第一节 岩浆与岩浆岩	(112)
第二节 岩浆岩的物质成分	(113)
第三节 岩浆岩的结构和构造	(115)
第四节 岩浆岩的产状和岩相	(121)
第五节 岩浆岩的分类和命名	(124)
第七章 岩浆岩各论	(127)
第一节 超基性岩类	(127)
第二节 基性岩类	(130)
第三节 中性岩类	(134)
第四节 酸性岩类	(137)
第五节 碱性岩类	(140)
第六节 脉岩类	(143)
第七节 岩浆岩的肉眼鉴定和描述	(144)
第八章 沉积岩总论	(149)
第一节 沉积岩概述	(149)
第二节 沉积岩的形成过程	(150)
第三节 沉积岩的物质成分	(157)
第四节 沉积岩的构造	(160)
第五节 沉积岩的分类	(170)
第九章 沉积岩各论	(171)
第一节 陆源碎屑岩	(171)
第二节 火山碎屑岩	(183)
第三节 碳酸盐岩	(186)
第四节 其他白生沉积岩	(193)
第五节 沉积岩肉眼鉴定与描述	(195)
第十章 变质岩总论	(202)
第一节 变质作用概述	(202)
第二节 变质岩的物质成分特点	(207)
第三节 变质岩的结构和构造	(209)

第四节 变质岩的分类和命名	(216)
第十一章 变质岩各论	(221)
第一节 区域变质岩	(221)
第二节 混合岩	(229)
第三节 接触变质岩	(232)
第四节 气液变质岩	(235)
第五节 动力变质岩	(237)
第六节 变质岩肉眼鉴定和描述	(240)

第三篇 矿物岩石实验指导

第十二章 矿物实验指导	(245)
实验一 矿物的形态和矿物的物理性质	(245)
实验二 自然元素矿物	(248)
实验三 硫化物大类矿物	(249)
实验四 氧化物和氢氧化物大类矿物	(250)
实验五 卤化物大类矿物	(252)
实验六 岛状、环状和链状硅酸盐亚类矿物	(253)
实验七 层状硅酸盐亚类和架状硅酸盐亚类矿物	(254)
实验八 硫酸盐类、碳酸盐类和磷酸盐类矿物	(256)
第十三章 岩石实验指导	(258)
实验一 岩浆岩结构、构造和手标本观察与描述	(258)
实验二 超基性岩的观察与描述	(262)
实验三 基性岩的观察与描述	(263)
实验四 中性岩、酸性岩、碱性岩观察与描述	(264)
实验五 陆源碎屑岩、火山碎屑岩观察与描述	(266)
实验六 碳酸盐岩、硅质岩观察与描述	(269)
实验七 区域变质岩、混合岩观察与描述	(273)
实验八 接触变质岩、气液变质岩、动力变质岩观察与描述	(276)
参考文献	(279)

第

一

篇

矿 物 学

第一章 矿物及矿物学

第一节 矿物及矿物学概述

一、矿物及矿物学的概念

1. 矿物

矿物概念的形成是人类在漫长的生活、采矿生产和科学实践活动的基础上建立起来的。古时候,人们将由矿山采掘出来且未经提炼加工的金属或非金属的天然石块,即岩石和矿石称为矿物。随着人类社会生产活动和科学技术的发展,对自然界的认识逐步深入,人们发现天然产出的石块并非均一的物体。经过长期的科学观察和思索,人们才逐渐将矿物、岩石和矿石,这些既有联系而又有区别的物质区分开来,建立起比较科学的矿物和岩石概念。

现代对矿物的一般定义是:矿物是由地质作用(包括宇宙天体作用)所形成的、具有一定的化学成分和内部结构、在一定的物理化学条件范围内相对稳定的天然结晶态单质或化合物,它们是岩石和矿石的基本组成单位。

由上述定义可知,首先矿物必须是天然产出,主要是地质作用的产物。有时为了强调来源,将来自月岩和其他星球天体的陨石矿物特称为月岩矿物和陨石矿物,或统称为宇宙矿物;对于那些在实验室或工厂里由人工合成制备,但与相应的天然矿物具有相同或相似的物理和化学方面特性的产物,则称为人造矿物或合成矿物,如人造金刚石、合成水晶等。

其次,矿物具有相对确定的化学组成和内部晶体结构,从而也具有一定的形态特征和物理、化学性质,借此我们可以鉴别不同的矿物种属。至于天然产出的液体(自然汞除外)和气体(如天然气等),它们属于自然资源,不属于矿物的范畴。

任何一种矿物都只是在一定的物理化学条件下相对稳定方能得以保存,但它们并非是固定不变的。当矿物所处的外界条件改变至超出矿物的稳定范围时,该矿物即会变化成在新条件下稳定的其他矿物,如黄铜矿(CuFeS_2)在地表风化条件下氧化后将分解形成褐铁矿;氧化分解后的黄铜矿在碳酸盐溶液的作用下,也可形成孔雀石、蓝铜矿等矿物。

由于形成环境的复杂性,矿物的成分、结构、形态及性质可以在一定范围内变化。如闪锌矿由于形成条件不同,其成分、形态和物理性质往往会有一定的差异,而这些特征常

可作为反映矿物成因的标志。

矿物是岩石和矿石的基本组成单位。例如,花岗岩的主要矿物组成是钾长石、斜长石、石英和黑云母等;铅锌矿石则是由方铅矿和闪锌矿等组成。

然而,自然界中还存在少数在产出状态、化学组成和形成机制等方面均具有与矿物相同特征、但内部不具有晶体结构的均匀固体,称为准矿物。自然界准矿物为数不多,较常见的有 A 型蛋白石($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)、水铝英石($\text{Al}_2\text{SiO}_5 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)以及呈变生非晶质的某些放射性矿物,如变生方钍矿、变生褐帘石等。

2. 矿物学

矿物学是以矿物为研究对象的一门自然科学,是研究地球及宇宙天体物质成分特征、形成与演化规律的地质基础学科之一。当前矿物学研究的主要对象通常是以天然结晶质无机物为主,而液体和气体均不在现代矿物之列。研究具体内容主要为矿物的化学组成、内部结构、外部形态、物理和化学性质以及它们相互间的内在联系,还包括矿物的时空分布规律及其在地质过程中的形成、变化条件和用途。

矿物学是一门重要的基础学科,它为地质科学及其他一些应用科学提供必要的理论基础与科学依据。在此基础上,为开发工农业生产、国防建设所需的矿物原料(包括寻找应用于现代尖端技术的矿物材料),同时也为探索和阐明地球以至宇宙天体的物质组成及演化规律提供重要的科学信息。

二、矿物学的发展简史与研究现状

矿物学是一门很古老的学科,它的产生与发展是人类长期生产实践活动的结果。

随着社会生产力的发展,矿物学也在不断地发展着。新理论、新技术的引入和应用使其发生了深刻的变革,并由此而产生飞跃的进步。早在我国史前的旧石器时代,人们即开始认识了矿物和岩石,并用来制作生产工具(石器)和装饰品。从奴隶社会向封建社会转化的大变革时期,也是由青铜器时代向铁器时代的过渡时期,反映了当时的矿冶事业已大为发展。世界上最早记述与矿物有关的书籍是我国春秋战国时期(公元前 700—前 221 年)的《山海经》,书中提到 80 多种矿物、岩石和矿石,其中水晶、雄黄等矿物名称沿用至今。这比西方的《石头论》等著作问世要早得多,且内容更丰富。明代我国古代著名科学家李时珍(1596 年)和宋应星(1637 年)在他们所著的《本草纲目》和《天工开物》中,描述了 150 种矿物的性状、用途和产地。国外最先对矿物进行独立研究的标志性论著是德国医生阿格里科拉(Georgius Agricola)所著的《论矿物的起源》(1556 年),书中首先将矿物与岩石区分开来,并引入“矿物”这个名词。他在总结观察矿物现象的民间经验的基础上,概括了几种矿物的物理性质,包括颜色、透明度、光泽、硬度和解理等。

19 世纪中叶,偏光显微镜成功应用于矿物物理性质的鉴定和研究中,同时配合化学分析及晶体测角等方法,使人们得以开始对矿物的化学成分、几何形态、物理和化学性质、产状等进行系统研究,并提出了矿物的化学成分分类,对矿物学的发展起到了很大的推动作用,从而使矿物学由表面现象的描述进入了对矿物实质问题的研究阶段。这期间

值得一提的代表作是美国丹纳(j. D. Dana)的《描述矿物学》(1837—1892年,第1~6版),为形成独立的矿物学学科奠定了基础;20世纪20年代,由于将X射线成功地应用于矿物晶体结构分析后,在证实晶体结构几何理论的同时,又为统一矿物的化学成分和晶体结构之间的关系奠定了基础。30年代以来,通过研究矿物形成过程的物理化学条件(包括晶体生长、矿物合成、相平衡、热力学计算等),建立了以结晶化学为分类基础的矿物学研究系统。近年来,由于物理学、化学中的一些近代理论(如晶体场理论、配位场理论、分子轨道理论和能带理论)和新型测试技术与方法的引入,如各种谱学、热力学性质数据测定新技术,高温高压、超高压等实验技术的实现,高分辨率电子显微分析和高精度物质分析技术对矿物晶体精细结构和矿物的微粒、微量鉴定的应用,以及计算机技术在矿物学和晶体结构方面的广泛应用等,都对矿物学的系统研究起到了有力地促进和推动作用,从而使矿物学研究发生了全面而深刻的变化。另外,近年来对宇宙矿物,特别是对月球和火星星球矿物的研究也获得了不少新成果。因此可以说,今天的矿物学在深度和广度上都已进入了一个前所未有的现代矿物学发展的新阶段。

三、矿物学与其他学科的关系

矿物学是地球科学的基础学科之一,与其他学科密切相关。由于矿物都是晶体,因此在矿物学的许多方面都不能不涉及结晶学的问题。结晶学是矿物学的一个基础组成部分。

组成岩石和矿石的基本单位是矿物,它是由各种地质作用形成、发展到一定阶段的产物,它们直接保存和记录着该矿物及其所在岩石或矿石的形成条件和演变过程等丰富信息。对造岩矿物和矿石矿物的鉴定和利用,一直是矿物学研究的重要课题之一。至今岩石学和矿床学的研究对象仍是以矿物的物质组分、矿物晶体的光学性质、结构构造的形式与共生组合特征为主要内容,甚至岩石和矿床成因以及有用矿物赋存的规律性研究主要也是以矿物成因探讨为基础的。因此,岩石学、矿床学与矿物学的关系极为密切。此外,由于矿物是地球和宇宙天体物质演化过程中化学元素存在、富集和迁移的重要载体。以研究地球中化学元素在时间、空间上的分布、迁移和富集的规律为主要内容的地球化学,也是以矿物研究为基础,显然它与矿物学之间的关系也极为密切。

作为地质学重要基础的矿物学与水文地质学、工程地质学、构造地质学、煤田地质学、地震学、地球物理学、找矿勘探地质学以及地史学、古生物学等的关系,也日益显得密切和重要。例如,标型矿物和矿物的标型特征在地层对比和沉积环境分析中的应用;黏土矿物对元素、有机质的吸附、催化和离子交换特性在石油开采和成因理论中的应用;此外,矿物在环境保护、化工和农业等领域里也都发挥着日益重要的作用。

现代矿物学的发展必须以数学、物理学和化学等自然科学有关的新理论作为基础,因此矿物学与这些基础学科的关系也十分密切。近年来由于这些学科的新理论、实验技术和计算机科学在矿物学中的日益普遍应用,极大地促进了矿物学进入全面发展的新阶段,使得矿物学的研究内容不断地丰富和深入。

矿物学对于国民经济建设有着重要的作用,迄今矿物已广泛应用于工农业生产和国

民生活的各个领域。据统计,当今我国工业生产所用的原料(不包括能源)有70%取之于矿物。随着人类社会的进步以及大规模经济建设和科学技术的迅猛发展,近代对矿物的综合利用,如有害成分的无害化处理和矿物材料的开发需求日益迫切,显然这些都离不开矿物学的理论研究及其对实践的指导。

第二节 元素在地壳中的分布

一、元素与同位素

具有相同核电荷数的同种原子总称为一种元素。目前,已知元素有108种,其中自然界存在的为92种。

同种元素的原子具有的中子数可以不同,因而具有不同的原子量。具不同原子量的同种元素的变种称为同位素。有的同位素的原子核不稳定,会自行放射出能量,即具有放射性,称为放射性同位素。

二、地壳中的元素与克拉克值(如表1-1所增)

美国人克拉克最早测定了地壳中元素的平均含量,他根据世界5159个岩石样品,求出了16km厚地壳内50种元素的平均含量。国际上把元素在地壳中平均质量分数%,称克拉克值,又称地壳元素的丰度。

表1-1 地壳中的主要元素与克拉克值

元素		克拉克值	元素		克拉克值
氧	O	46.30	钠	Na	2.36
硅	Si	28.15	镁	Mg	2.33
铝	Al	8.23	钾	K	2.09
铁	Fe	5.63	钛	Ti	0.57
钙	Ca	4.15	氢	H	0.15

第二章 结晶学基础

第一节 晶体的基本概念

一、晶体

质点作规律排列,具有格子构造的即称为结晶质,结晶质在空间的有限部分即为晶体。即晶体是具有格子构造的固体。

晶体的内部对称导致其外部具有规则的几何外形,凡是天然具有几何多面体形态的固体都称为晶体,如水晶、碧玺等。各类晶体形态复杂多样,大小悬殊,如有的矿物晶体可重达百吨。直径数十米;有的则需要借助显微镜,甚至电子显微镜或 X 射线分析方能识别,如图 2-1、图 2-2 所示。

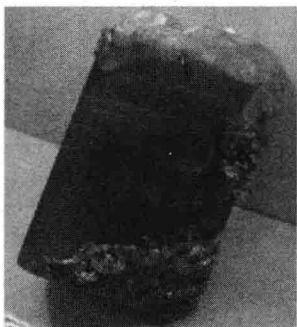


图 2-1 海蓝宝石晶体



图 2-2 水晶和碧玺晶体

二、非晶质体

有些状似固体的物质如玻璃、欧泊(如图 2-3 所示)、琥珀(如图 2-4 所示)等,它们的内部质点不作规则排列,不具格子构造称为非晶质或非晶质体。内部质点的不规则排列使其不具有规则的几何外形。

1. 内部质点不作规则排列,不存在周期性重复,即不具有格子构造;
2. 不具有规则的外形。

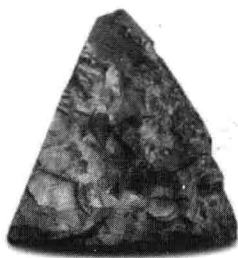


图 2-3 欧泊原石



图 2-4 琥珀

三、多晶质体

由多个小晶体组合在一起形成的岩石或者玉石,称为多晶质体,如图 2-5 所示。按单体的结晶习性及其集合方式的不同可分为粒状、片状、板状、针状、柱状、棒状、放射状、纤维状、晶簇状等 如:翡翠、石英岩孔雀石软玉等。

四、隐晶质体

由无数个非常小的晶体组合在一起形成的岩石或者玉石,这些微晶小到在光学显微镜下也不易分辨出晶体的个体,称为隐晶质体,如蛇纹石玉、玛瑙等,如图 2-6、2-7 所示。

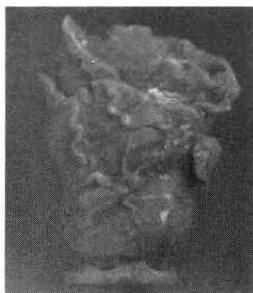


图 2-5 多晶质的翡翠



图 2-6 隐晶质的岫玉

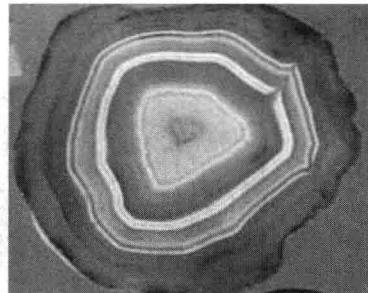


图 2-7 隐晶质的玛瑙

第二节 空间格子

一、空间格子

晶体中的原子、离子或分子有规律的排列,形成在三维空间呈周期性重复排列的几何点(即结点),这些几何点的连结成无限的立体几何图形,称为空间格子。它是从具体的晶体结构中抽象出来的。

二、单位平行六面体

一个空间格子总是可以被三组相交的面网划分成一系列相互平行叠置的一个最小