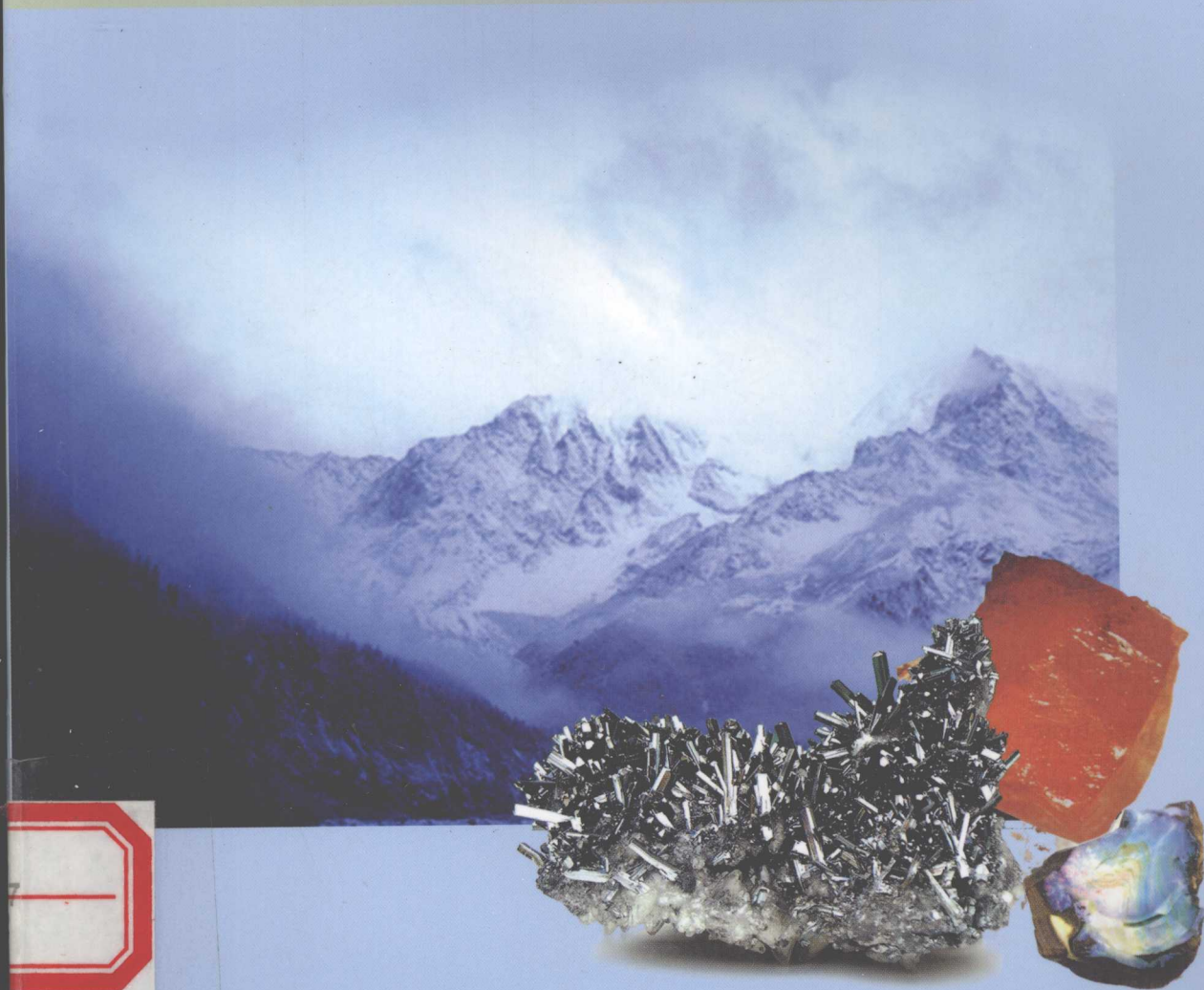


矿物学基础

Kuang Wu Xue Ji Chu

秦 善 王长秋 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

北京大学国家地质学基础科学研究和教学人才培养基地系列教材

矿物学基础

秦 善 王长秋 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

16 00.00, 1997

地质学基础系列教材
地质学基础系列教材

内 容 简 介

本书系统论述了矿物学基础理论和知识,共分 11 章。第 1 章引入矿物及矿物科学的基本概念;第 2 章介绍矿物的成因及其变化;第 3 章介绍矿物的宏观鉴定特征;第 4 章介绍矿物的化学组成;第 5~10 章系统介绍各类矿物的特征,包括自然元素矿物、卤化物矿物、硫化物矿物、氧化物和氢氧化物矿物、硅酸盐和其他含氧盐类矿物等,每一矿物种均从矿物的化学组成、结构、形态、物理性质、成因产状等方面作较详细介绍;第 11 章简要介绍矿物学的现代测试方法和技术。在附录中还给出了实习指导,以及矿物名称的中英文索引和关键词索引。

本书可作为高等院校地质、冶金、材料、物理、化学等学科的教材和教学参考书,也可供相关学科的研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

矿物学基础/秦善,王长秋编著. —北京:北京大学出版社,2006.1
(北京大学国家地质学基础科学研究和教学人才培养基地系列教材)
ISBN 7-301-09923-1

I. 矿… II. ① 秦… ② 王… III. 矿物学-高等学校-教材 IV. P57

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 125632 号

书 名: 矿物学基础

著作责任者: 秦 善 王长秋 编著

责任编辑: 郑月娥

标准书号: ISBN 7-301-09923-1/P·0063

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://cbs.pku.edu.cn>

电子信箱: zpup@pup.pku.edu.cn

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62752038

排 版 者: 兴盛达打字服务社 82715400

印 刷 者: 涿州市星河印刷有限公司

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 13.25 印张 330 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 22.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,翻版必究

前 言

传统的矿物学(mineralogy)是以矿物为研究对象的一门自然科学。如果从认识和利用矿物的角度来看,那么矿物学的萌芽可以追溯至人类文明的早期。那时,无论是作为生产工具的石器、生活中取火的燧石,还是古岩画所用的颜料,无一例外都是人们认识矿物和使用矿物的明证。因此可以说,矿物学的历史与人类的文明史一样久远。然而,数千年的发展并没有使矿物学“成熟过头”,相反,矿物学本身也在不断地进行自身调节,也在发展、变化和提高。正如我们在本书中叙述的那样:“现代矿物学已发展成为包含许多分支学科的庞大的综合体系……人们已将传统的矿物学及其分支归属为一门更广泛意义上的矿物科学(mineral sciences)。”也可以这样理解:矿物科学不再仅仅是地质学的一个分支,而是一门多学科综合的交叉学科,其研究对象和应用范围都远远超过了传统矿物学。

从教学角度上,矿物学和晶体学一起历来是地质学科的入门专业基础课。由于当今的学科交叉和融合越来越深入,在本科教育中更强调“宽基础”的理念,这样在某种程度上就对专业基础课的教学提出了更高的要求,无论是在教学的课时、教学内容还是在教学手段方面,都和以前有很大的不同。本书就是在这样的状况下编写的。但作为本科教材,虽然要考虑矿物学自身的发展,但更多要考虑教学对象和背景。所以本书的编写基本遵循了传统矿物学的框架和教学体系,但在参考其他矿物学教材的基础上,重点对以下几个方面进行了改进:

(1) 内容的精简。在着重基本原理和基础理论叙述的同时,只介绍最常见、最重要或者最具有典型意义的矿物种。对于具体矿物种的描述基本遵循传统的模式,即按照“晶体结构”、“形态”、“物理性质”、“成因产状”等条目来进行。

(2) 所有的矿物结构图、理想的晶体形态图都是我们根据矿物的结构数据重新绘制的。尤其是对一些教学难点部分,如硅酸盐矿物的硅氧骨干结构,我们特意绘制了准确和清晰的图件,这对于重要知识点的认识和理解有很好的帮助作用。

(3) 部分地方引入了新的观点和自己的科研成果。如对于链状硅酸盐矿物的结构,引入了“I束”的概念,使得对链状硅酸盐矿物结构的理解和某些物理性质的解释,都有了一个新的认识。

(4) 各章后均列出了复习思考题。虽然没有给出相应的解答,但是基本上都能从教材中找到答案。

(5) 矿物学也是一门实践的学科,在教学过程中课堂实习要占总学时的一半左右。所以我们在附录中给出了相应的实习指导,供有条件进行实习的读者使用。

除此之外,在附录中还附有主题词索引,主题词中的矿物名称还特意注出了英文。通过主题词,可以方便快速地查找相关内容。

需要说明的是,在课堂教学活动中,我们制作了计算机课件,可以向学生展示所有矿物的三维结构和立体形态。但遗憾的是这些内容并不能反映在本书中。

本书是“北京大学国家地质学基础科学研究和教学人才培养基地”的系列教材,也是北京

大学主干基础课“结晶学与矿物学”的使用教材。本教材的编写和出版是在北京大学教务部和教材建设委员会的资助下立项完成的,得到了北京大学地球与空间科学学院教学主管部门领导的关心和督促,同时北京大学出版社也给予了大力支持。教材中精美的实际矿物图片(约66幅)均引自郭克毅教授和周正先生编著的《矿物珍品》一书,中国地质博物馆馆长程利伟先生也在本书编写过程中给予了帮助。刘迎新同志协助制作了部分插图。我们对上述单位和个人表示衷心的感谢!

由于时间和编者水平所限,书中难免存在缺点和错误,恳请专家和读者予以批评指正。
2005年12月8日于北京大学

本书在编写过程中,参考了国内外许多教材和文献,特别是郭克毅教授和周正先生的《矿物珍品》一书,为本书提供了大量的精美图片。同时,中国地质博物馆馆长程利伟先生也在本书编写过程中给予了帮助。刘迎新同志协助制作了部分插图。我们对上述单位和个人表示衷心的感谢!

本书在编写过程中,参考了国内外许多教材和文献,特别是郭克毅教授和周正先生的《矿物珍品》一书,为本书提供了大量的精美图片。同时,中国地质博物馆馆长程利伟先生也在本书编写过程中给予了帮助。刘迎新同志协助制作了部分插图。我们对上述单位和个人表示衷心的感谢!

本书在编写过程中,参考了国内外许多教材和文献,特别是郭克毅教授和周正先生的《矿物珍品》一书,为本书提供了大量的精美图片。同时,中国地质博物馆馆长程利伟先生也在本书编写过程中给予了帮助。刘迎新同志协助制作了部分插图。我们对上述单位和个人表示衷心的感谢!

本书在编写过程中,参考了国内外许多教材和文献,特别是郭克毅教授和周正先生的《矿物珍品》一书,为本书提供了大量的精美图片。同时,中国地质博物馆馆长程利伟先生也在本书编写过程中给予了帮助。刘迎新同志协助制作了部分插图。我们对上述单位和个人表示衷心的感谢!

本书在编写过程中,参考了国内外许多教材和文献,特别是郭克毅教授和周正先生的《矿物珍品》一书,为本书提供了大量的精美图片。同时,中国地质博物馆馆长程利伟先生也在本书编写过程中给予了帮助。刘迎新同志协助制作了部分插图。我们对上述单位和个人表示衷心的感谢!

本书在编写过程中,参考了国内外许多教材和文献,特别是郭克毅教授和周正先生的《矿物珍品》一书,为本书提供了大量的精美图片。同时,中国地质博物馆馆长程利伟先生也在本书编写过程中给予了帮助。刘迎新同志协助制作了部分插图。我们对上述单位和个人表示衷心的感谢!

本书在编写过程中,参考了国内外许多教材和文献,特别是郭克毅教授和周正先生的《矿物珍品》一书,为本书提供了大量的精美图片。同时,中国地质博物馆馆长程利伟先生也在本书编写过程中给予了帮助。刘迎新同志协助制作了部分插图。我们对上述单位和个人表示衷心的感谢!

本书在编写过程中,参考了国内外许多教材和文献,特别是郭克毅教授和周正先生的《矿物珍品》一书,为本书提供了大量的精美图片。同时,中国地质博物馆馆长程利伟先生也在本书编写过程中给予了帮助。刘迎新同志协助制作了部分插图。我们对上述单位和个人表示衷心的感谢!

本书在编写过程中,参考了国内外许多教材和文献,特别是郭克毅教授和周正先生的《矿物珍品》一书,为本书提供了大量的精美图片。同时,中国地质博物馆馆长程利伟先生也在本书编写过程中给予了帮助。刘迎新同志协助制作了部分插图。我们对上述单位和个人表示衷心的感谢!

本书在编写过程中,参考了国内外许多教材和文献,特别是郭克毅教授和周正先生的《矿物珍品》一书,为本书提供了大量的精美图片。同时,中国地质博物馆馆长程利伟先生也在本书编写过程中给予了帮助。刘迎新同志协助制作了部分插图。我们对上述单位和个人表示衷心的感谢!

目 录

1 矿物与矿物学	(1)
1.1 矿物的概念	(1)
1.2 矿物学	(2)
1.3 矿物种及其命名	(3)
1.4 矿物的分类	(5)
思考题	(6)
2 矿物的成因	(7)
2.1 形成矿物的地质作用	(7)
2.1.1 岩浆作用	(7)
2.1.2 伟晶作用	(8)
2.1.3 热液作用	(8)
2.1.4 风化作用	(9)
2.1.5 沉积作用	(9)
2.1.6 接触变质作用	(10)
2.1.7 区域变质作用	(11)
2.2 矿物的变化	(11)
2.3 矿物形成的时空关系	(12)
2.3.1 矿物的形成顺序	(12)
2.3.2 矿物的世代	(12)
2.3.3 矿物的组合、共生和伴生	(13)
2.4 反映矿物成因的一些现象	(13)
2.4.1 矿物的标型性	(13)
2.4.2 矿物中的包裹体	(14)
思考题	(15)
3 矿物的宏观鉴定特征	(16)
3.1 矿物的形态	(16)
3.1.1 单体形态	(16)
3.1.2 集合体的形态	(17)

3.2 矿物的物理性质	(20)
3.2.1 矿物的光学性质	(20)
3.2.2 矿物的力学性质	(24)
3.2.3 矿物的磁性	(29)
3.2.4 矿物的压电性和焦电性	(29)
思考题	(30)
4 矿物的化学组成	(32)
4.1 矿物的化学组成	(32)
4.1.1 地壳中化学元素丰度与矿物化学组成	(32)
4.1.2 元素的离子类型与矿物化学组成	(33)
4.1.3 矿物化学成分的相对确定性	(34)
4.2 胶体矿物及其组成特征	(34)
4.3 矿物中的水	(35)
4.4 矿物化学式及其计算	(36)
4.4.1 矿物化学式的表示方法	(36)
4.4.2 矿物化学式的计算	(37)
思考题	(38)
5 自然元素矿物	(39)
5.1 概述	(39)
5.2 自然金属元素矿物	(40)
5.2.1 自然铜族	(40)
5.2.2 自然铂族	(41)
5.3 自然半金属元素矿物	(42)
5.3.1 自然铋族	(42)
5.4 自然非金属元素矿物	(43)
5.4.1 自然硫族	(43)
5.4.2 金刚石-石墨族	(43)
思考题	(45)
6 卤化物矿物	(46)
6.1 概述	(46)
6.2 氟化物矿物	(46)
6.2.1 萤石族	(47)
6.2.2 氟镁石族	(47)
6.2.3 冰晶石族	(48)
6.3 氯化物、溴化物、碘化物矿物	(48)
6.3.1 石盐族	(48)

6.3.2 光卤石族	(49)
6.3.3 角银矿族	(49)
思考题	(50)
7 硫化物及其类似化合物矿物	(51)
7.1 概述	(51)
7.2 单硫化物及其类似化合物矿物	(53)
7.2.1 辉铜矿族	(53)
7.2.2 方铅矿族	(53)
7.2.3 闪锌矿族	(54)
7.2.4 辰砂族	(55)
7.2.5 磁黄铁矿族	(56)
7.2.6 镍黄铁矿族	(57)
7.2.7 黄铜矿族	(57)
7.2.8 斑铜矿族	(58)
7.2.9 辉锑矿族	(59)
7.2.10 雌黄族	(60)
7.2.11 雄黄族	(60)
7.2.12 辉钼矿族	(61)
7.2.13 铜蓝族	(61)
7.3 双硫化物及其类似化合物矿物	(62)
7.3.1 黄铁矿-白铁矿族	(64)
7.3.2 辉砷钴矿-毒砂族	(64)
7.4 硫盐矿物	(65)
7.4.1 黝铜矿族	(66)
7.4.2 淡红银矿族	(66)
7.4.3 脆硫锑铅矿族	(66)
思考题	(68)
8 氧化物和氢氧化物矿物	(68)
8.1 概述	(70)
8.2 氧化物矿物	(70)
8.2.1 赤铜矿族	(71)
8.2.2 刚玉族	(72)
8.2.3 金红石族	(74)
8.2.4 晶质铀矿族	(74)
8.2.5 石英族	(78)
8.2.6 钛铁矿族	(78)

8.2.7	钙钛矿族	(78)
8.2.8	尖晶石族	(79)
8.2.9	黑钨矿族	(81)
8.2.10	铌铁矿-钽铁矿族	(82)
8.3	氢氧化物矿物	(82)
8.3.1	水镁石族	(82)
8.3.2	三水铝石族	(83)
8.3.3	硬水铝石族	(83)
8.3.4	针铁矿族	(84)
8.3.5	硬锰矿族	(85)
	思考题	(85)
9	硅酸盐矿物	(87)
9.1	概述	(87)
9.2	岛状结构硅酸盐矿物	(94)
9.2.1	锆石族	(94)
9.2.2	橄榄石族	(95)
9.2.3	石榴子石族	(96)
9.2.4	蓝晶石族	(98)
9.2.5	黄玉族	(99)
9.2.6	十字石族	(99)
9.2.7	榍石族	(100)
9.2.8	异极矿族	(101)
9.2.9	绿帘石族	(101)
9.2.10	符山石族	(102)
9.3	环状结构硅酸盐矿物	(103)
9.3.1	绿柱石族	(103)
9.3.2	堇青石族	(104)
9.3.3	电气石族	(104)
9.4	链状结构硅酸盐矿物	(105)
9.4.1	辉石族	(105)
9.4.2	硅灰石族	(111)
9.4.3	蔷薇辉石族	(112)
9.4.4	闪石族	(112)
9.5	层状结构硅酸盐矿物	(115)
9.5.1	蛇纹石-高岭石族	(118)
9.5.2	埃洛石族	(119)

9.5.3 滑石-叶蜡石族	(120)
9.5.4 云母族	(121)
9.5.5 蒙脱石-蒙皂石族	(123)
9.5.6 蛭石族	(123)
9.5.7 绿泥石族	(124)
9.5.8 坡缕石族	(125)
9.5.9 海泡石族	(125)
9.5.10 葡萄石族	(126)
9.5.11 间(混)层矿物	(126)
9.6 架状结构硅酸盐矿物	(127)
9.6.1 长石族	(128)
9.6.2 霞石族	(134)
9.6.3 白榴石族	(134)
9.6.4 方钠石族	(135)
9.6.5 日光榴石族	(135)
9.6.6 方柱石族	(136)
9.6.7 沸石族	(137)
思考题	(138)
10 其他含氧盐矿物	(140)
10.1 硼酸盐类矿物	(140)
10.1.1 概述	(140)
10.1.2 硼镁铁矿族	(141)
10.1.3 硼镁石族	(141)
10.1.4 方硼石族	(142)
10.1.5 硼砂族	(142)
10.1.6 钠硼解石族	(143)
10.2 磷酸盐、砷酸盐和钒酸盐类矿物	(144)
10.2.1 概述	(144)
10.2.2 独居石族	(145)
10.2.3 磷灰石族	(145)
10.2.4 臭葱石族	(147)
10.2.5 绿松石族	(147)
10.2.6 蓝铁矿族	(148)
10.2.7 铜钼云母族	(149)
10.2.8 钒钾铀矿族	(149)
10.3 钨酸盐、钼酸盐和铬酸盐类矿物	(149)

10.3.1	概述	(149)
10.3.2	白钨矿族	(150)
10.3.3	钼铅矿族	(151)
10.3.4	铬铅矿族	(151)
10.4	硫酸盐类矿物	(151)
10.4.1	概述	(151)
10.4.2	重晶石族	(152)
10.4.3	硬石膏族	(154)
10.4.4	石膏族	(154)
10.4.5	芒硝族	(155)
10.4.6	胆矾族	(156)
10.4.7	水绿矾族	(156)
10.4.8	明矾石族	(157)
10.5	碳酸盐类矿物	(157)
10.5.1	概述	(157)
10.5.2	方解石-文石族	(159)
10.5.3	白云石族	(163)
10.5.4	菱解石族	(164)
10.5.5	孔雀石族	(164)
10.5.6	氟碳铈矿族	(166)
10.6	硝酸盐类矿物	(166)
10.6.1	概述	(166)
10.6.2	钠硝石族	(166)
	思考题	(167)
11	矿物的鉴定与测试方法简介	(169)
11.1	矿物样品的采集与分选	(169)
11.1.1	矿物样品采集	(169)
11.1.2	矿物分选	(169)
11.2	矿物的物相鉴定方法	(170)
11.2.1	矿物的肉眼初步鉴定	(170)
11.2.2	矿物的光学显微镜鉴定	(171)
11.2.3	矿物的简易化学实验鉴定	(171)
11.2.4	矿物的精确鉴定	(172)
11.3	矿物的形态测试方法	(172)
11.3.1	晶体测角法	(172)
11.3.2	扫描电子显微镜	(172)

11.3.3 扫描探针显微镜	(173)
11.4 矿物的物理性质测试方法	(174)
11.4.1 矿物硬度的测定方法	(174)
11.4.2 矿物相对密度的测定方法	(174)
11.5 矿物的成分测试方法	(175)
11.5.1 湿化学分析	(175)
11.5.2 光谱类分析	(175)
11.5.3 电子探针显微分析	(175)
11.5.4 热分析	(176)
11.6 矿物的结构测试方法	(177)
11.6.1 X射线衍射分析	(177)
11.6.2 红外光谱和拉曼光谱	(177)
11.6.3 穆斯堡尔谱	(178)
11.6.4 顺磁共振和核磁共振	(179)
11.6.5 透射电子显微镜	(180)
思考题	(181)
附录1 实习指导	(182)
实习一 矿物的形态	(182)
实习二 矿物的物理性质	(183)
实习三 自然元素矿物和卤化物矿物	(185)
实习四 硫化物及其类似化合物矿物	(186)
实习五 氧化物和氢氧化物矿物	(187)
实习六 硅酸盐(一):岛、环、链状结构硅酸盐矿物	(189)
实习七 硅酸盐(二):层、架状结构硅酸盐矿物	(190)
实习八 硫酸盐和碳酸盐矿物	(191)
实习九 其他含氧盐类矿物	(192)
附录2 主题词和矿物名称索引	(194)
主要参考书目	(199)

矿物与矿物学

1.1 矿物的概念

矿物的概念源自于人类的生产实践活动。早期的原始概念中,矿物泛指从矿山采掘且未经加工的天然物体。但随着人类对自然认识的深入以及科学技术水平的提高,矿物概念的内涵也在不断地发展。现在,人们对矿物的定义是:矿物(mineral)是指地质作用(包括宇宙天体作用)过程中形成的具有相对固定的化学组成以及确定的晶体结构的均匀固体。它们具有一定的物理、化学性质,在一定的物理化学条件范围内稳定,是组成岩石和矿石的基本单元。

现代的矿物概念首先强调其产出的天然性,必须是地质作用过程或者宇宙天体中形成的,从而与在工厂或实验室中的人工制备产物相区别。那些由人工合成的、各方面特性与天然产出的矿物相同或相似的产物,可以称为合成矿物(synthetic mineral)或人造矿物(artificial mineral),如合成金刚石、合成水晶等;而那些在自然界无对应矿物的人工合成物,则不能称为合成矿物,例如钛酸锶、钇铝榴石等。那些来自月球和陨石的矿物,与地球上的矿物种类和组成基本一致,有时为了强调它们的来源,特别称为月岩矿物和陨石矿物,或统称宇宙矿物。

其次,强调其必须是均匀的固体。这一方面排除了天然产出的气体和液体,它们可以是自然资源,但不属于矿物,如以往被作为矿物的液态自然汞;另一方面也与岩石和矿石区分开来。矿物作为组成岩石和矿石的基本单元,应该是各部分均一的,亦即不能用物理的方法把它分成化学成分上更为简单的不同物质。像花岗岩,它由长石、石英及黑云母等在化学成分和物理性质上都互不相同的多种物质组成,可以机械地分离出长石、石英、云母等矿物,所以花岗岩不是一种矿物,而是由几种不同矿物组成的岩石。

还有,每种矿物都有相对固定的化学成分,并可用化学式来表达。例如金刚石、闪锌矿和方解石,其化学成分可分别用化学式 C 、 ZnS 和 $CaCO_3$ 表示。但是,由于类质同像等因素的存在,矿物成分可以在一定范围内变化,例如闪锌矿中经常含有 Fe ,它以离子的形式替代闪锌矿内部结构中的 Zn , Fe 的含量最高可达其质量的 26%。这种变化在矿物中往往是有约束的,如闪锌矿,尽管有 Fe 替代 Zn ,使其成分在一定范围内变化,但 Zn 和替代它的 Fe 等一起,与 S 仍保持 1:1 的定比关系,相应地,化学式可表示为 $(Zn,Fe)S$ 。因此,可以说,矿物的成分是特定的或相对固定的。矿物成分在一定范围内的变化,会引起矿物性质上的一些变异,并能反映形成时的条件,但是这种变化不改变该矿物的固有特征,如矿物的晶体结构等。

此外,矿物还具有确定的晶体结构。这表明矿物应该是晶质体,但只有天然产出的晶体才归属矿物。那些外观表现为固体的无结晶结构的物质,如蛋白石 $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 、水铝英石 $\text{Al}_2\text{SiO}_5 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 等不能归属为矿物。这类在地质作用(包括宇宙天体作用)过程中形成的具有相对固定的化学组成,但无确定晶体结构的均匀固体,称为准矿物(mineraloid)或似矿物。自然界的准矿物数量有限。较常见的有A型蛋白石、水铝英石以及某些放射性矿物或含放射性元素矿物的变生非晶质,如变生方钍矿、变生褐帘石、变生锆石等。天然非晶质的火山玻璃,因无一定的化学成分,不属准矿物之列。历史上,准矿物曾作为非晶质矿物的特例而归属为矿物,但由于非晶质体虽然外观呈凝固态,其实质却是过冷却液体,因此为避免出现将水、火山喷气等液体乃至气体也都归属于矿物的混乱,现代矿物概念的范围限定为晶体,同时又建立了准矿物的概念。但准矿物仍是矿物学研究对象,而且在一般情况下往往并不把准矿物与矿物加以严格区分。

还要说明的是,任何矿物都稳定于一定的物理化学条件范围内,超出这个范围,原来的矿物会发生变化,生成新条件下稳定的矿物。如还原条件下形成的黄铁矿 FeS_2 ,与空气和水接触,会氧化分解,形成氧化条件下稳定的针铁矿 $\text{FeO}(\text{OH})$ 。

1.2 矿物学

矿物学(mineralogy)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及其历史的学科之一。具体研究矿物的外表形态、物理性质、化学组成、内部结构、时空分布、成因产状、形成和演变等方面的特征和规律及其相互关系,并由此研究、开发并合理利用其有用性质,同时为探索地球及宇宙天体的物质组成及演化规律提供重要信息。

矿物学的产生和发展是人类长期生产实践的结果。随着社会生产力的不断发展,矿物学也在不断地发展着。新理论、新技术的引入往往使其发生深刻的变革,并产生巨大的进步。19世纪中叶以前,人类对于矿物的认识尚处于萌芽阶段,尽管没有形成专门的矿物学理论和研究方法,也没有单独的矿物学专著,但是人类已经能够用肉眼对矿物进行外表特征鉴定,而且认识了一些矿物性质并加以利用,在一些著作中,也出现了对矿物的记述,如世界上最早记述矿物原料的书籍——我国的《山海经》(公元前475年前后)、首次提出“矿物”这一名词的德国人阿格里科拉(Georgius Agricola)的著作《论矿物的起源》(1556年)、正确描述了38种药用矿物的我国的《本草纲目》(1596年)等。此后,偏光显微镜(19世纪中叶)、X射线(20世纪初)、物理化学和相平衡理论(20世纪30年代)不断引入矿物学研究,每一次都引发了矿物学研究的深刻变革和巨大进步。20世纪60年代以后,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、能带理论被应用于矿物学研究,一系列电子光学和激光测试技术的引入,各种谱学手段的建立,矿物热力学性质数据测定新技术,特别是高温超高压等实验技术的实现,电子计算机技术的配合使用等,促使古老的矿物学发生了全面深刻的变化,进入了可以从宏观到微观对矿物进行全面认识的现代矿物学阶段。

现代矿物学已发展成为包含许多分支学科的庞大的综合体系,包括矿物形貌学、矿物晶体化学、结构矿物学、成因矿物学、实验矿物学、找矿矿物学、应用矿物学、矿物材料学、宝石矿物学、粘土矿物学、综合矿物学等,与其他学科交叉渗透还产生或逐渐形成一些边缘学科,如矿物

物理学、量子矿物学、环境矿物学、生命矿物学、纳米矿物学等。正因为如此,人们已将传统的矿物学及其分支归属为一门更广泛意义上的矿物科学(mineral sciences)。

矿物学是地球科学的基础学科之一,也与其他学科密切相关。

结晶学是矿物学的重要基础。由于所有的矿物都是晶体,因此,矿物学与结晶学密不可分。某种程度上可以说结晶学是矿物学的一个重要组成部分。

矿物学与其他研究地球物质成分特征的岩石学、矿床学和地球化学关系密切。矿物是组成岩石和矿石的基本单元,也是元素存在的载体和“迁移的中间站”,因此,岩石学、矿床学及地球化学研究离不开矿物学这个重要基础。

地质学的其他学科,如构造地质学、水文地质学、工程地质学、地震地质学、地史学、古生物学等也都与矿物学有不同程度的联系。

矿物学还与一些基础学科,特别是物理学和化学联系密切,这些基础学科为矿物学研究提供了理论基础和实验手段。正是由于物理学、化学等学科的新理论和实验技术不断应用于矿物学研究,才使得矿物学研究不断丰富和深入。

矿物学在国民经济建设中有着十分重要的作用。人类在茹毛饮血的原始时期就利用矿物作为生产工具和装饰品。迄今,矿物已广泛应用于人类生产和生活的各个领域。目前我国工业生产所用原料的70%取之于矿物。对矿物中有益成分的提取、有益性能的开发利用,甚至有害成分的无害化处理,是当前矿物资源利用的基本内容。这些都需要矿物学的理论指导。

1.3 矿物种及其命名

矿物种(species)是指具有一定的化学组成和晶体结构的矿物。这里的“一定”同样具有相对意义,由于类质同像等因素的影响,它们可以在一定范围内有所变化。矿物种是矿物分类的基本单位。

对于类质同像系列的矿物种,如果是完全类质同像系列,按“50%的原则”分为两个矿物种,如 MnCO_3 - FeCO_3 系列,凡 $\text{MnCO}_3 > 50\%$ (mol)者即为菱锰矿, $\text{FeCO}_3 > 50\%$ (mol)者则为菱铁矿;对于不完全类质同像系列,只有一个矿物种,即便以后再发现另一个端员也不能取新的种名,而只能作为亚种,如 ZnS - FeS 系列,目前未发现 FeS 端员,所以该有限类质同像系列,就只有闪锌矿 ZnS 一个矿物种,铁闪锌矿 $(\text{Zn}, \text{Fe})\text{S}$ 是一个亚种。但是,对于那些历史上广泛使用已久的个别类质同像系列既有的划分规定,一般仍予保留,如斜长石系列就有钠长石、奥(更)长石、中长石、拉长石、培长石和钙长石六个不同的矿物种。

对于同质多像变体,同一物质的不同变体虽然化学组成相同,但它们的晶体结构有明显的差别,因而各自分属不同的矿物种。但对于同一矿物的不同多型,尽管可能属于不同的晶系,但其间的差异仅是晶体内部结构层的堆垛顺序不同,它们仍被作为同一个矿物种,如辉钼矿-2H和辉钼矿-3R都属于同一矿物种——辉钼矿。

如果一个矿物在其次要化学成分、物理性质或形态等方面出现较明显变异时,可分出亚种(subspecies)或变种(variety,也称异种)。如铁闪锌矿 $(\text{Zn}, \text{Fe})\text{S}$ 是闪锌矿 ZnS 的亚种,其Fe含量大于质量的8%;层解石是片状形态的方解石亚种。按国际新矿物及矿物命名委员会(CNMMN)的新规定,亚种不单独命名,往往采用在矿物种名前加适当形容词修饰语来表示。

如所谓的钛辉石(titanaugite)应称为钛质普通辉石(titanian augite)。但历史上广泛使用已久的亚种独立名称,一般也仍予保留。

关于矿物种,国际新矿物及矿物命名委员会还对一些模糊的问题进行了特别说明。譬如,关于生物成因的物质,如牙齿中的羟磷灰石、尿路结石中的水草酸钙石、软体动物壳中的文石,甚至由蝙蝠粪结晶出的化合物,都可接受为矿物;关于在人类干预下形成的物质,如自然环境下在矿坑、采矿废石堆形成的矿物,也可接受为矿物。此外,对某些特殊情况下矿物种的确定也有相应的说明,如调制结构(modulated structure)、多体系列(polysomatic series)、规则混层(regular interstratification)、矿物的尺寸、矿物的稳定性等。

每个矿物种都有各自独立的名称。矿物种的命名方法主要有:

- (1) 以化学成分命名:如钙钛矿 CaTiO_3 、银金矿(Au, Ag)。
- (2) 以物理性质命名:如重晶石(密度大)、孔雀石(孔雀绿颜色)、方解石(菱面体解理)、滑石(滑腻感)。
- (3) 以形态特点命名:如十字石(双晶呈十字形)、石榴子石(形状如石榴籽)。
- (4) 结合两种特征命名:如磁铁矿(Fe_3O_4 , 强磁性)、红柱石(肉红色,柱状形态)、四方铜金矿(晶系和成分)。
- (5) 以地名命名:如高岭石(我国江西高岭地区产的最著名)、香花石(发现于我国湖南香花岭)。
- (6) 以人名命名:如张衡矿(zhanghengite, 纪念我国东汉科学家张衡)。

此外,还有一些是按其他形式命名的,如独居石(英文 monazite, 源于希腊文,因在首次发现地该矿物产出稀少)、暧昧石(英文 griphite, 源于希腊文,因最初搞不清其化学成分)等。

在矿物命名方面,我国有着悠久的历史,如水晶、雄黄等名称,在二千多年前的古籍《山海经》中就有记载,至今仍在使用。我国目前所用的矿物名称中,还沿用着一些古代矿物名称的字尾,如“矿”、“石”、“玉”、“晶”、“砂”、“华”、“矾”等。一般金属光泽或者可以从中提炼金属的矿物,称××矿,如磁铁矿、黄铜矿;非金属光泽的矿物,称××石,如重晶石、萤石;可作为宝石的矿物,称××玉,如刚玉、软玉;透明的晶体称××晶,如水晶、赛黄晶;经常以细小颗粒出现的称××砂,如辰砂、硼砂;地表次生的呈松散状的称××华,如钴华、镍华;易溶于水的称××矾,如胆矾、水绿矾。

我国现用的矿物种名称,除沿用我国传统矿物名称和由我国研究者发现并命名者外,还有不少根据外文名称翻译而来。中文译名大多根据矿物成分,间或考虑一些形态、物理性质等特点来翻译,也有采用音译的,其中包括一些以外国地名和人名命名的矿物。

此外,还有一些看似矿物名称,如长石(feldspar)、云母(mica)、辉石(pyroxene)、角闪石(amphibole)等,它们并不是矿物种的名称,而是包括了若干成分和特征相似的矿物种的统称,在矿物分类上可以作为矿物族的名称;铝土矿(bauxite)和褐铁矿(limonite)也不是矿物种的名称,而是指以极细颗粒的铝的氢氧化物或者铁的氢氧化物为主要组分且含有数量不等的粘土矿物的混合物。

目前世界上已知的矿物约4000种,且种类繁多,成分复杂。由于历史上的种种原因,迄今在矿物名称中还存在着某些混乱和不当之处。这些给矿物学研究和学习都带来了不便,甚至可能造成错误。有鉴于此,我国新矿物及矿物命名委员会于1982年对3000余个矿物种和少

数矿物族的中文名称进行了全面审订,并出版了《英汉矿物种名称》(科学出版社,1984),以便以后有统一的名称可以遵循。

1.4 矿物的分类

目前,全世界已发现的矿物约 4000 种,这些矿物一方面各自有特定的化学组成和确定的晶体结构,从而表现出一定的形态及物理、化学性质;另一方面,一些矿物之间经常由于化学组成和晶体结构上存在某些相似之处,也会表现出某些相似的特征。因此。为了揭示 4000 种左右矿物之间的相互联系及其内在的规律性,掌握矿物之间的共性与个性,必须对矿物进行合理的科学分类。这也是矿物学研究的基础课题之一。

虽然不少矿物学家从不同的角度出发,提出了多种不同的矿物分类方案,如单纯以化学成分为依据的分类方案、以元素地球化学特征为依据的分类方案、以矿物成因为依据的分类方案等,但目前矿物学中广泛采用的是以矿物成分、晶体结构为依据的晶体化学分类方案,它既考虑了矿物化学组成的特点,也考虑了晶体结构的特点,在一定程度上也反映了自然界元素结合的规律,因此,是一种比较合理的分类方案。本书即采用这一分类方案。分类体系见表 1-1。

表 1-1 矿物晶体化学分类体系

分类体系	划分依据	举 例
大类	化合物类型	含氧盐大类
类	阴离子或络阴离子种类	硅酸盐类
(亚类)	络阴离子结构	架状结构硅酸盐亚类
族	晶体结构类型	长石族
(亚族)	阳离子种类	碱性长石亚族
种	一定的晶体结构和化学成分	微斜长石 KAlSi_3O_8
(亚种、变种)	化学成分、物理性质、形态等方面变异	天河石

需要说明的是,矿物族一般是指化学组成类似且晶体结构类型相同的一组矿物。但为了便于说明某些矿物之间的联系,同质多像各变体也被归于同一族。另外,为了配合目前矿物学课程学时少的形势,本书在含氧盐大类中把本属于不同类的矿物放到一起阐述,如把钨酸盐、钼酸盐、铬酸盐矿物合在一起等。此外一些自然界少见的矿物,如溴化物、碘化物及有机化合物矿物等,本书也未作阐述。

本书采用的具体矿物分类如下(族和种从略):

第一大类 自然元素矿物

第一类 自然金属元素矿物

第二类 自然半金属元素矿物

第三类 自然非金属元素矿物

第二大类 卤化物矿物

第一类 氟化物矿物

第二类 氯化物矿物

第三大类 硫化物及其类似化合物矿物