



全国高等职业教育“十三五”规划教材

# 矿物岩石鉴定

冯维 贾林 主编

Kuangwu Yanshi Jianding



中国矿业大学出版社  
国家一级出版社 全国百佳图书出版单位

“十三五”规划教材

# 矿物岩石鉴定

主 编 冯 维 贾 林  
副主编 许冬梅

中国矿业大学出版社

## 内 容 提 要

本书系统介绍了矿物岩石的基本原理、分类命名和典型矿物岩石的类型。全书分十个项目,内容包括矿物概述、矿物鉴定、岩浆岩概述、岩浆岩鉴定、沉积岩概述、沉积岩鉴定、变质岩概述、变质岩鉴定、矿物实训指导和岩石实训指导。

本书简明扼要、深入浅出、图文并茂、通俗易懂,具有很好的实用性,可作为高职高专和应用型本科院校水文地质、工程地质、煤田地质、地球物理勘探等专业的教学用书,也可供其他地质专业类技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

矿物岩石鉴定/冯维,贾林主编. —徐州:中国

矿业大学出版社, 2018. 5

ISBN 978 - 7 - 5646 - 4006 - 4

I. ①矿… II. ①冯… ②贾… III. ①岩矿鉴定—高等职业教育—教材 IV. ①P585

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第115782号

书 名 矿物岩石鉴定

主 编 冯 维 贾 林

责任编辑 张 岩 孙 景

出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司

(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)

营销热线 (0516)83885307 83884995

出版服务 (0516)83885767 83884920

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 20.25 字数 505 千字

版次印次 2018年5月第1版 2018年5月第1次印刷

定 价 41.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

# 前 言

为适应煤炭高等职业教育的需要,满足煤炭行业高等职业专门人才培养的要求,根据煤炭高等职业教育矿山地质专业教育工作会议的精神,结合目前煤炭行业的形势,经全国煤炭高等职业教育矿山地质专业规划教材编审委员会的充分讨论,决定编写矿山地质专业“十三五”规划系列教材。《矿物岩石鉴定》就是其中之一。

本教材编写中,首先考虑理论知识体系的完整性,本着“必须、够用”的原则,以服务学生为主体;其次,根据高职高专教育的特点和要求,以就业为导向,在有限的学时内,既要保证课程内容的系统性和完整性,又要达到教学目标,同时满足学生就业与长远发展的需要,打破原有的“章、节”课程体系,教材按“项目+任务”形式编排,使学生通过大量实践性教学,领悟矿物岩石鉴定的工作方法和相关要求;最后,教材紧密结合矿山地质的实际,突出现场实践性教学环节,达到培养实用型、操作型技能型人才的目的。

根据上述指导思想和矿山地质专业教学改革要求,本教材按矿物、岩浆岩、沉积岩、变质岩的鉴定四大版块进行布局,每个版块又分为两个项目,每个项目又分为相关的任务来实施。后附有矿物岩石实训指导。

参加本书编写的有:陕西能源职业技术学院冯维(课程导入),陕西能源职业技术学院段雅琦(项目一、二),陕西能源职业技术学院刘晓玲(项目三、九),陕西能源职业技术学院阎媛子(项目四、十),甘肃能源化工职业技术学院贾林(项目五),甘肃能源化工职业技术学院王廷刚(项目六),兰州资源环境职业技术学院许冬梅(项目七),兰州资源环境职业技术学院王艳娟(项目八)。冯维、贾林任主编,许冬梅任副主编,由冯维负责统稿。

为了便于教学,本书用到了大量的图片资料,在此向原作者表示感谢。读者朋友可以用手机扫描项目末的二维码或与编辑(邮箱 962065858@qq.com)联系,查看书中彩图。由于作者水平有限,加之编写时间仓促,书中内容难免有疏漏和不妥之处,敬请读者批评指正。

作 者  
2017年7月

# 目 录

课程导入	1
项目一 矿物概述	6
任务一 晶体的基础知识	6
任务二 矿物的形态和物理性质	16
任务三 矿物的化学成分	29
任务四 矿物的成因和矿物鉴定	37
任务五 矿物的分类和命名	44
项目二 矿物鉴定	47
任务一 自然元素矿物	47
任务二 硫化物矿物	50
任务三 卤化物矿物	55
任务四 氧化物和氢氧化物矿物	57
任务五 硅酸盐矿物	63
任务六 碳酸盐、硝酸盐、硫酸盐矿物	81
任务七 其他含氧盐矿物	88
项目三 岩浆岩概述	92
任务一 岩浆和岩浆岩	92
任务二 岩浆岩的物质成分	96
任务三 岩浆岩的结构和构造	102
任务四 岩浆岩的产状	110
任务五 岩浆岩的分类	115
项目四 岩浆岩鉴定	118
任务一 超基性岩类	118
任务二 基性岩类	123
任务三 中性岩类	129
任务四 酸性岩类	135
任务五 碱性岩类	143

任务六 脉岩类·····	146
<b>项目五 沉积岩概述</b> ·····	151
任务一 沉积岩的基本概念及基本特征·····	151
任务二 沉积物的形成过程·····	153
任务三 风化产物的搬运与沉积·····	159
任务四 沉积期后变化·····	166
任务五 沉积岩的物质组成·····	169
任务六 沉积岩的结构·····	174
任务七 沉积岩的构造·····	175
任务八 沉积岩的颜色·····	179
任务九 沉积岩的分类·····	181
<b>项目六 沉积岩鉴定</b> ·····	190
任务一 火山碎屑岩·····	190
任务二 陆源碎屑岩·····	198
任务三 碳酸盐岩·····	208
任务四 其他沉积岩类·····	219
<b>项目七 变质岩概述</b> ·····	227
任务一 变质岩作用·····	227
任务二 变质岩的物质成分·····	235
任务三 变质岩的结构和构造·····	238
任务四 变质岩的分类和命名·····	249
<b>项目八 变质岩鉴定</b> ·····	253
任务一 区域变质作用及其岩石·····	253
任务二 混合岩化作用及其混合岩·····	261
任务三 接触变质作用及其岩石·····	263
任务四 气液变质作用及其岩石·····	268
任务五 动力(碎裂)变质作用及其岩石·····	271
<b>项目九 矿物实训指导</b> ·····	275
任务一 晶体对称要素的找寻·····	275
任务二 单形、聚形与双晶的认识·····	277
任务三 矿物的形态和物理性质·····	280
任务四 自然元素矿物和硫化物大类矿物·····	284
任务五 氧化物、氢氧化物和卤化物矿物·····	285
任务六 岛状、环状和链状硅酸盐亚类矿物·····	287

任务七 层状硅酸盐亚类和架状硅酸盐亚类矿物·····	289
任务八 硫酸盐类、碳酸盐类和磷酸盐类矿物·····	291
<b>项目十 岩石实训指导</b> ·····	<b>293</b>
任务一 岩浆岩的结构、构造和手标本观察与描述·····	293
任务二 超基性岩、基性岩观察与描述·····	299
任务三 中性岩、酸性岩观察与描述·····	300
任务四 碱性岩、脉岩观察与描述·····	302
任务五 陆源碎屑岩、火山碎屑岩观察与描述·····	304
任务六 碳酸盐岩、硅质岩及其他岩类观察与描述·····	306
任务七 区域变质岩、混合岩观察与描述·····	310
任务八 接触变质岩、气液变质岩、动力变质岩观察与描述·····	312
<b>参考文献</b> ·····	<b>315</b>

# 课程导入

**【知识要点】** 矿物岩石学课程项目教学的主要内容;矿物岩石学科的发展历程。

**【技能目标】** 熟悉矿物岩石学的课程体系;明确矿物岩石学课程的基本要求;掌握矿物岩石的鉴定方法。



## 任务导入

### 一、项目教学概述

矿物岩石鉴定课程是煤田地质、工程地质、水文地质、环境地质、地球物理勘探、珠宝玉石鉴定与加工及其他地质类专业学生必学的一门专业课。专业性很强,也是学习其他后续专业课程的基础,因此要激发学生学习该课的积极性,提高学生对该课的重视程度,就要重点对学生专业技能进行培养。通过该课程的学习,使学生掌握现场地质工作的基本技能,具备矿物岩石现场描述与鉴定的能力。

矿物岩石鉴定是一门实践性很强的课,教学中应该重点培养学生矿物岩石鉴定仪器操作和使用、矿物岩石鉴定、矿物岩石鉴定报告编写等职业能力,而这些能力培养的主要途径是地质工作实践经验的长期积累。

当前,中国正处于全面普及高等教育的阶段,过去精英教育面向大众教育转化,众多高职高专和应用型本科院校更加重视学生实践能力和职业竞争能力的培养。在新的形势下,根据高职高专教育的特点和要求,我们以就业为导向,在有限的学时内,既保证课程内容的系统性和完整性,又要达到教学目标,同时满足学生就业与长远发展的需要。本着“必须、够用”的原则,打破原有的“章、节”课程体系,教材按“项目+任务”形式编排,让学生通过大量的实践性教学,领悟矿物岩石鉴定的方法和要求,达到培养实用型、操作型技能型人才的目的。

### 二、项目教学的内容

根据项目教学的要求和学生学习的特点,选择常见的主要造岩矿物、岩浆岩、沉积岩、变质岩标本薄片作为项目的知识载体实施项目教学。任务推动项目,每项任务包括要点、技能目标、任务导入、任务分析、相关知识、任务实施和思考与练习。

### 三、矿物岩石鉴定的对象

矿物岩石鉴定是以矿物岩石为研究对象。矿物岩石学是地质专业重要的基础课程,除了要学习、掌握矿物岩石学的基本知识、基础理论外,还有一项任务,就是要学习、掌握常见矿物、岩石的基本性质、形成作用的特点、分布规律,并在此基础上掌握其鉴定和研究方法。识别并鉴定常见矿物、岩石是矿物岩石学课程的特点,也是学习矿物岩石学课程应该掌握的基本技能。





## 任务分析

该项目的具体内容可分为造岩矿物鉴定、岩浆岩鉴定、沉积岩鉴定、变质岩鉴定四个版块,作为知识载体。

### 1. 造岩矿物

#### (1) 造岩矿物概述

矿物和岩石都是在地壳发展演化过程中各种地质作用下形成的产物。矿物是由各种地质作用形成的,在一定物理、化学条件下稳定的自然物体,其中大多数是结晶的单质、化合物,它们具有固定的化学成分和晶体结构,因而也表现出一定的形态和物理、化学性质。矿物是岩石的基本组成单位,不同的矿物、矿物组合组成不同的岩石。

#### (2) 造岩矿物鉴定

通过矿物的晶体形态、化学成分、物理性质等,认识常见的几大类造岩矿物。

### 2. 岩浆岩

#### (1) 岩浆岩概述

论述岩浆岩的成因、化学成分、主要的组成矿物、结构构造和分类命名,让学生掌握岩浆岩的基础知识。

#### (2) 岩浆岩的鉴定

通过超基性岩的鉴定、基性岩的鉴定、中性岩的鉴定、酸性岩的鉴定和其他岩浆岩的鉴定,完成岩浆岩的鉴定。

### 3. 沉积岩

#### (1) 沉积岩概述

论述沉积岩的形成过程,沉积岩的矿物特征、结构构造、沉积岩的分类与命名,让学生掌握沉积岩的基础知识。

#### (2) 沉积岩的鉴定

通过碎屑岩的鉴定、黏土岩的鉴定、碳酸盐的鉴定和其他沉积岩的鉴定,完成沉积岩的鉴定。

### 4. 变质岩

#### (1) 变质岩的概述

论述变质岩的形成过程,变质岩的矿物特征、结构构造、沉积岩的分类与命名,让学生掌握变质岩的基础知识。

#### (2) 变质岩的鉴定

通过动力变质岩的鉴定、接触变质岩的鉴定、区域变质岩的鉴定、气液变质岩的鉴定和其他变质岩的鉴定,完成变质岩的鉴定。

通过以上各阶段的鉴定训练,不断提高学生矿物岩石鉴定熟练程度,掌握矿物岩石的鉴定方法和要点,最终达到生产现场岩石工作岗位的要求,为拓展学生的就业渠道打下良好的基础。



## 相关知识

### 一、矿物及矿物学概述

#### 1. 矿物

矿物的概念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。矿物是由地质作用形成的、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相对稳定的天然结晶态的单质或化合物,是岩石和矿石的基本组成单位。

首先,矿物必须是天然产出,主要是地质作用的产物。对那些在实验室或工厂由人工合成的,则称为人造或合成矿物,如人造金刚石。其次,矿物具有相对稳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,借此我们可以鉴定不同的矿物。

任何一种矿物都是在一定的物理化学条件下相对稳定方能得以保存,但当矿物所处的外界条件发生改变,超出了矿物的稳定范围时,矿物的成分、结构形态、性质可以在一定范围内发生变化,该矿物会形成在新条件下稳定的其他矿物。如高温石英处于常温常压时,转变为低温石英;黄铜矿在地表条件下氧化后,将分解成褐铁矿等。

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。

#### 2. 矿物学

矿物学是以矿物为研究对象的一门自然科学,是研究地球与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。

随着科学技术的发展,现代矿物学已经从传统研究地壳地质作用的产物向地球深处(地幔、地核)和宇宙空间发展。迄今为止,地壳中发现的矿物有 4 100 多种。矿物学研究的具体内容主要为:矿物的化学成分、内部结构、外表形态、物理和化学性质等。

### 二、矿物岩石学概述

#### 1. 矿物岩石学的研究内容

岩石是由一种或几种矿物或部分天然玻璃所组成的,具有一定结构、构造和稳定外形的固态集合体。矿物岩石学是研究矿物和岩石的地球科学的分支,是研究地壳物质组成及其特征的学科,主要研究矿物、岩石的成分、结构、构造、分布、产状、分类命名、成因及与矿产的关系等。

#### 2. 岩石的类型

组成地壳的岩石按成因可分为三大类:岩浆岩、沉积岩和变质岩。它们有各不相同的形成作用和形成过程,岩浆岩大多数是由岩浆冷凝而成的;沉积岩是在地表条件下由风化、搬运、沉积、成岩作用形成的;而变质岩则是前两类岩石受到较高温度、压力的改造并发生变质作用后形成的岩石。这样,矿物岩石学的内容就由矿物学、岩浆岩岩石学、沉积岩岩石学和变质岩岩石学等几部分构成。

组成地壳的三大类岩石都具有各自的特征,彼此之间有着明显的差别,但形成岩石的各种地质作用不是孤立的,很多复杂成因的岩石不能简单地确定为某一种成因,也有的在典型地质作用之间存在过渡类型。在地壳长期的发展演化历史中,三大类岩石之间也在不断地互相转化,其间存在着密切联系。

三大类岩石在地壳中的分布情况相差很大。根据测算,在地壳 16 km 深度范围内,岩

浆岩、变质岩约占地壳总体积的 95%，沉积岩仅占 5%；但按大陆地表的分布面积计算，岩浆岩、变质岩约占 25%，沉积岩占 75%。以 5% 的体积覆盖了 75% 的大陆地表，可见沉积岩只是大陆地表一个极薄的薄层，沉积岩的这种分布特点，完全是由其形成作用的特点所决定的。

矿物岩石学在生产实践中具有重要意义：一定的矿产都与一定的矿物岩石类型相联系，能够被利用的矿物、岩石本身就是矿产，矿物岩石学研究对于寻找矿产具有重要意义；对各类岩石的研究，能够为矿产地质、工程地质、水文地质、地球物理勘探等学科提供必要的、有价值的资料，并促进这些学科的进步与发展；矿物和岩石都是在地壳中各种地质作用下形成的，是地壳活动、演化的历史记录，研究矿物和岩石可以为研究地壳发展演化历史提供依据。

### 3. 矿物岩石学的发展现状

矿物岩石学是一门很古老的学科，它的生产与发展是人类长期生产实践活动的结果。

旧石器时代，人们开始认识矿物和岩石，并用来制作工具与装饰品；从青铜器时代到铁器时代，矿冶事业得到了大发展。春秋战国时期，《山海经》中提到 80 多种矿物，如雄黄等矿物沿用至今。明代医学家李时珍在《本草纲目》中描述了 150 种矿物的形状、用途、鉴别方法和产地。德国医生阿格里科拉所著的《论矿物的起源》中，首先将矿物与岩石分开，书中概括描述了几种矿物的物理性质，包括颜色、光泽、硬度和解理等。

19 世纪中期，偏光显微镜应用到矿物物理性质的研究后，同时配合化学分析等，人们才开始对矿物化学成分、几何形体、物理化学性质等进行系统的研究。

20 世纪中期，X 射线、晶体化学、计算机及核物理等高科技手段引入到矿物岩石的系统中，使矿物岩石研究进入了新领域，其研究内容已涉及和涵盖多种科学领域。因此，今天的矿物岩石学在深度和广度上都已进入了前所未有的现代化矿物岩石学方法的新时期。



## 任务实施

### 1. 任务要求

地壳是由不同的岩石组成的，不同的岩石又是由几种矿物组成的。因此，造岩矿物在实训现场出现的频率最高，要求学生必须达到肉眼鉴定的能力。根据造岩矿物的鉴定特征，结合放大镜、硬度计、小刀、各种试剂等简单的措施，通过反复观察，达到具备肉眼鉴定矿物岩石的能力；能够识别三大岩类的主要造岩矿物组成、结构构造、命名方法，掌握三大岩类的系统鉴定方法。

### 2. 教学组织

矿物岩石鉴定的教学工作，是以常见造岩矿物，常见的岩石标本——岩浆岩、沉积岩、变质岩岩石标本作为项目载体，每个项目又根据其内容分为相关的任务，通过组织相关的教学活动，完成相关教学任务，以达到教学目的。根据现场实际工作的要求和实训条件，将学生分为若干学习小组。根据项目任务的需要，按照实际工程项目的内容、方法、步骤，各学习小组分别进行矿物鉴定、三大岩的鉴定等。

在教学过程中，学习小组学员之间、组与组之间可以开展广泛的讨论与交流；根据不同的矿物岩石的晶体情况，在教师的指导下，制订任务的实施方案，在任务的实施中遇到的问题，教师现场给予解惑答疑；有条件的，教师可以采用多媒体演示、案例分析、标本实物分析等教学方法，引导学生学习专业技能，提高学生矿物岩石鉴定的能力。指导教师也可以根据

实训现场的晶体情况,提出有针对性的问题,启发学生带着问题去学习和实践,激发学生的学习积极性,使矿物岩石鉴定的教学环节始终围绕矿物岩石标本鉴定展开,营造良好的学习氛围,同时给学生提供具有代表性的岩石案例、现场鉴定,提高学生现场工作的应对能力。

### 3. 任务考核

在矿物岩石鉴定教学活动中,应加强各个教学环节的考核评比工作,以考核评比促进学习效率,提高学习效果,突出专业技能培养。每个学生均要按要求完成指定矿物岩石标本的鉴定,并提交合格的矿物岩石鉴定成果报告。



### 思考与练习

1. 何谓矿物? 矿物学研究的主要内容是什么?
2. 岩石分为几大类?
3. 水、石油、自然金、合成水晶、花岗岩、金刚石都是矿物吗? 为什么?

# 项目一 矿物概述

## 任务一 晶体的基础知识

**【知识要点】** 晶体及非晶体的概念；晶体的对称；晶体的形态。

**【技能目标】** 掌握晶体的对称要素；能分辨 47 种几何学单形。



### 任务导入

晶体学又称结晶学,是研究矿物晶体的生成和变化的科学,研究内容包括外部形态的几何性质、化学组成和内部结构、物理性质以及它们相互之间的关系等。19 世纪,晶体学研究范围逐步扩大到矿物以外的各种晶体,成为一门独立的学科,但是早期只是作为矿物学的一个分支,其研究对象只局限于天然的矿物晶体。因此,我们可以认为晶体学是矿物学的一门先导课程,在矿物学开始前我们先学习晶体的基础知识,更有利于后续矿物学的开展。



### 任务分析

进行晶体及基础知识学习,首先要了解晶体的概念,在明白晶体的具体含义之后,再开始对晶体进行分析,从微观和宏观的角度,分别了解晶体的性质及其形态等。要学习本任务的内容,必须掌握以下知识:

- (1) 晶体及非晶体的概念。
- (2) 晶体的基本性质。
- (3) 晶体的对称及分类。
- (4) 单形与聚形。



### 相关知识

#### 一、晶体及非晶体的概念

晶体的分布十分广泛,人类就是生活在晶体的世界之中。自然界中冰、雪和组成地壳各类岩石中的矿物,绝大多数都是晶体;我们日常吃的食盐、味精,用的金属、陶瓷甚至组成生命有机体的蛋白质等,都是晶体。

那么,怎么来定义晶体呢? 晶体最吸引人的特点是具规则几何多面体外形。如常见的石盐、方解石、水晶等具规则几何多面体形态(图 1-1)。但是,我们不能说晶体的本质就是具有规则几何多面体外形,因为作为同一种物质石英,它既可以呈多面体形态的水晶而存

在,也可以呈外形不规则的颗粒而生成于岩石之中。这两种形态的石英,本质是一样的,要探寻晶体的本质必须从它的内部去寻找。

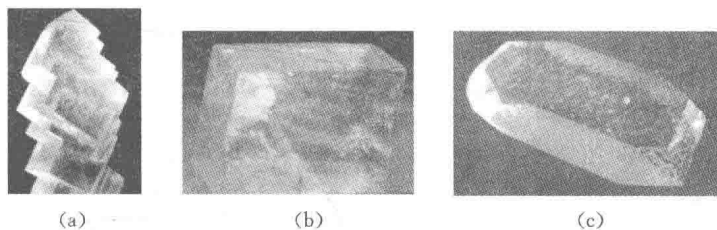


图 1-1 天然晶体(网络下载)

(a) 石盐;(b) 方解石;(c) 水晶

1912年,德国物理学家劳埃用X射线研究晶体,大量结果证实晶体的本质是内部质点(原子、离子或分子)在三维空间周期性地重复排列,或者说称之为格子构造。所以引出了晶体的正确定义:晶体是具有格子构造的固体(图1-2a)。正是由于晶体内部质点是规则排列的,所以在一定的条件下,晶体能自发形成几何多面体的外形。

非晶体是指内部质点在三维空间不作周期性地重复排列,即不具格子构造的固体物质(图1-2b)。由于原子或离子空间分布的无规律性,所以非晶体在任何情况下都不可能自发形成几何多面体的外形,所以也被称为无定形体。

非晶体的种类远不如晶体那么多。常见的有蛋白石、沥青、松香、玻璃等。

但是,晶体与非晶体在一定条件下是可以互相转化的。例如,火山玻璃在漫长的地质年代中,其内部质点进行着很缓慢的扩散、调整,趋于规则排列,从非晶态转化为晶态,这种现象称为晶化或脱玻化。晶体也可因内部质点的规则排列遭到破坏而转化为非晶态,这个过程称为非晶化。但是一般情况下,已经结晶的晶体,不可能自发地向非晶体转化,要发生非晶化的过程可能是由于外部条件的改变,比如在高温条件下石英晶体可以转变为石英玻璃(非晶体)。

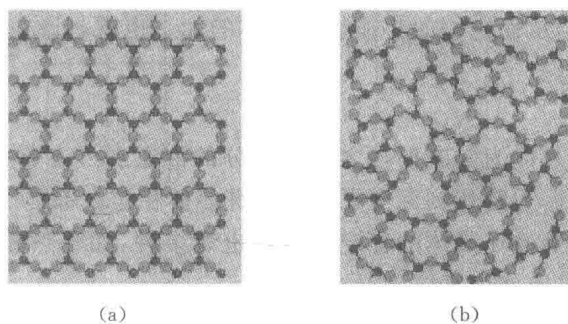


图 1-2 晶体、非晶体结构平面示意图(网络下载)

(a) 晶体  $\text{SiO}_2$ ;(b) 非晶体  $\text{SiO}_2$

## 二、晶体的基本性质

### (一) 自限性

自限性是指晶体在适当条件下,晶体内部质点有规则排列,可以自发地形成几何多面体

外形的性质。例如食盐晶体,在理想条件下,能生长成规则的立方体形状。应当指出的是,在自然界的实际晶体中,由于结晶时间和空间等的限制,具有规则几何多面的理想晶体并不常见,常见的是不规则形态的歪晶(形态不规则的晶体)。但只要条件允许,晶体最终会长成规则的几何多面体。

### (二) 均一性

晶体的某些性质,比如化学性质和相对密度在任一部位都是相同的,这是因为晶体是具有格子构造的固体,在同一晶体的各个不同部分,质点的分布是一样的,所以晶体的各个部分的物理性质与化学性质也是相同的,这就是晶体的均一性。非晶质体、气体和液体也有均匀性,但这是指其内部质点杂乱无章的、无序分布的、统计意义上的均匀性,两者有本质上的差别。

### (三) 异向性

晶体的许多物理性质都表现为各向异性,晶体的光学性质、力学性质都显示因方向而异的特征。因为同一格子构造中,在不同方向上质点排列一般是不一样的,因此,晶体的性质也随方向的不同而有所差异,这就是晶体的异向性。如矿物蓝晶石(又名二硬石)的硬度,随方向的不同而有显著的差别(图 1-3),平行晶体延长方向的 AA 可用小刀刻动,而垂直于晶体延长方向的 BB 则小刀不能刻动。

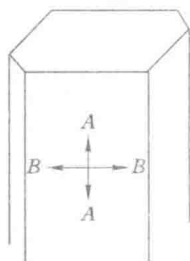


图 1-3 蓝晶石的异向性  
(平面示意图)

### (四) 对称性

晶体上的相同部分(晶面、晶棱)会重复出现。这种相同的性质在不同的方向或位置上有规律地重复,就是对称性。晶体的格子构造本身就是质点重复规律的体现。

### (五) 最小内能性

晶体是具有格子构造的固体,其内部质点是规律排列的,这种规律的排列是质点间的引力与斥力达到平衡的结果。在这种情况下,无论使质点间的距离增大或缩小,都将导致质点的相对势能的增加。非晶质体、液体、气体由于它们内部质点的排列是不规律的,质点间的距离不可能是平衡距离,从而它们的势能也较晶体的大。也就是说在相同的热力学条件下,它们的内能都较晶体大。

### (六) 稳定性

晶体的稳定性是指晶体为固态而较之于同成分的液态和气态物质而言,固体晶体的内部质点间的吸引力和排斥力已达到完全平衡而保证晶体稳定。晶体的稳定性是晶体具有最小内能性的必然结果。要破坏晶体的稳定性方式也有多种,如吸热输入能量会导致晶体熔化,晶体结晶会释放热量而使体系温度升高。

## 三、晶体的对称

### (一) 对称及晶体的对称

对称存在于自然界和人类活动的各个方面,小到微观世界,大到建筑物对称等。对称是指物体相同部分有规律的重复(图 1-4)。晶体是自然无机界对称性较为复杂且规律性强的物质,晶体的对称是取决于它内部的格子构造。因此,它具有如下的特点:

(1) 由于晶体内部都具有格子构造,而格子构造本身就是质点在三维空间周期重复的体现。因此,所有的晶体都是对称的。

(2) 晶体的对称受格子构造规律的限制,只有符合格子构造规律的对称才能在晶体上出现。因此,晶体的对称是有限的。

(3) 晶体的对称不仅体现在外形上,同时也体现在物理性质(如光学、力学、热学、电学性质等)上。

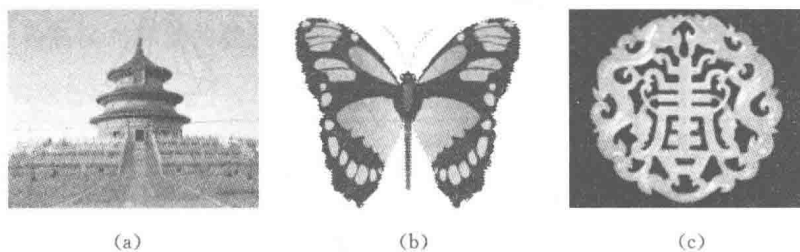


图 1-4 对称的物体(网络下载)

(a) 天坛;(b) 蝴蝶;(c) 玉佩

## (二) 对称要素

使晶体对称的操作就称之为对称操作,如旋转和镜面反映等。在进行对称操作时所应用的辅助几何要素(点、线、面)称为对称要素。

### 1. 对称面( $P$ )

对称面是一假想的平面,其作用就好像是一面镜子,它将图形平分为互为镜像的两个相等部分。图 1-5(a)中  $P_1, P_2$  是对称面,但图 1-5(b)中  $AD$  则不是对称面。虽然它把图形平分为两个相等部分,但这两者并不是互为镜像。在晶体中如果有对称面存在,可以有一个或若干个,但最多不超过 9 个,对称面以  $P$  表示。对称面可以是垂直等分某些晶面或晶棱的平面,也可以包含某些晶棱并等分晶面夹角。

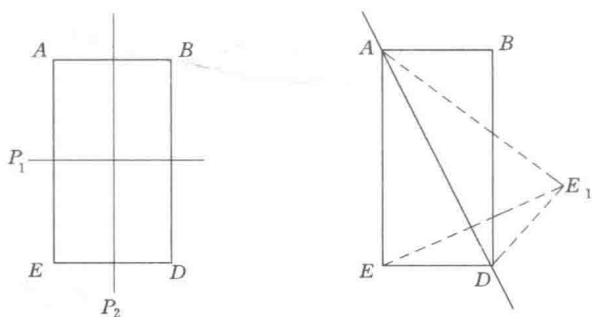


图 1-5 对称面与非对称面

$P_1$  和  $P_2$  为对称面,  $AD$  为非对称面

### 2. 对称轴( $L^n$ )

对称轴是通过晶体几何中心的一假想的直线,相应的对称操作为围绕此直线旋转后,可使相同部分重复(图 1-6)。旋转一周重复的次数称为轴次  $n$ ,重复时所旋转的最小角度称基转角  $\alpha$ ,两者之间的关系为  $n=360^\circ/\alpha$ ,对称轴以  $L$  表示,轴次  $n$  写在它的右上角,写作  $L^n$ 。也就是说,基转角为  $60^\circ$ ,旋转轴次  $n=6$ ,该轴线称为 6 次轴,记为  $L^6$ 。

晶体中可能出现的对称轴只能是  $L^1, L^2, L^3, L^4, L^6$ ,不可能存在  $L^5$  和高于  $L^6$  的对称轴。



轴次高于2次的对称轴,称高次对称轴。在一个晶体中,可以无也可以有一种或几种对称轴,而每一种对称轴也可以有一个或多个,写为 $3L^4$ , $6L^2$ 等。

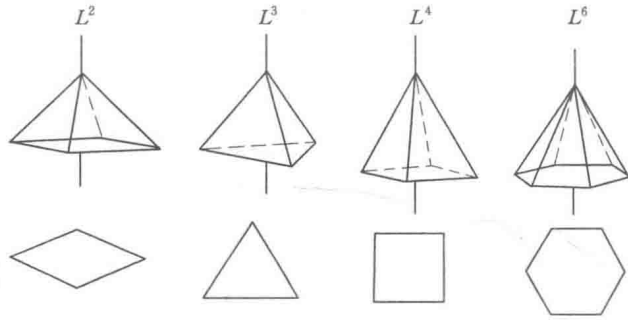


图 1-6 各种对称轴

### 3. 对称中心(C)

对称中心是一假想的几何点,相应对称操作是对此点的反伸,通过该点作任意直线,则在此直线上距对称中心等距离的位置上必定可以找到对应点(图 1-7)。对称中心只能有一个或没有。一个具有对称中心的图形,其相对应的面、棱、角都体现为反向平行(图 1-8)。对称中心用符号  $C$  表示。

### 4. 旋转反伸轴( $L_i^n$ )

旋转反伸轴也是一假想的直线,如果物体绕该直线旋转一定角度后,再对此直线上的一点进行反伸,可使相同部分重复,即所对应的操作是旋转+反伸的复合操作(图 1-9)。旋转反伸轴用  $L_i^n$  表示。

旋转反伸轴只能是  $n=1, 2, 3, 4, 6$  这几种,但有意义的只有两种,即  $L_i^4$  和  $L_i^6$ 。

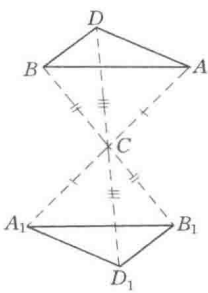


图 1-7 由对称中心联系起来的两个反向平行的三角形晶面

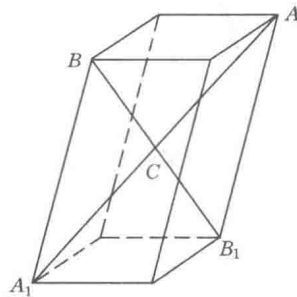


图 1-8 具有对称中心的图形

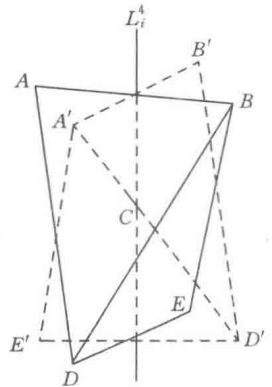


图 1-9 具  $L_i^4$  的四方四面体

### (三) 晶体的对称分类

晶体都具有对称性,但各种晶体的对称程度却有很大的差别,这种差别主要表现在它们所具有的对称要素的种类、数目上。少数晶体只存在一种对称要素,数目也只有一个。但大多数晶体都同时存在两种或两种以上的对称要素,并且它们还按一定的规律组合在一起。