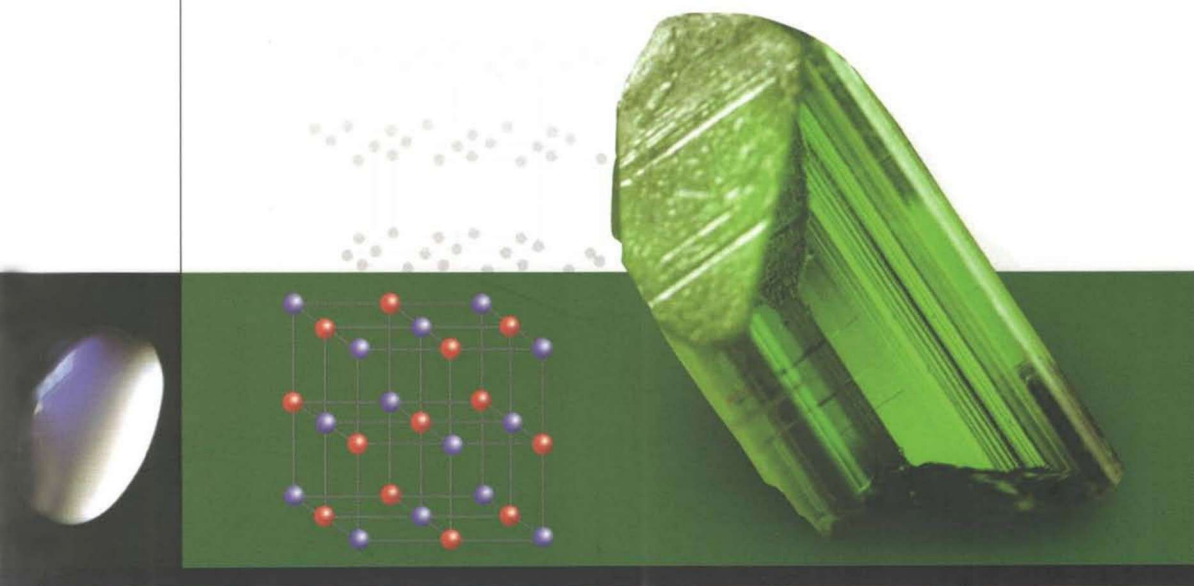


21世纪高等教育珠宝首饰类专业规划教材

# 结晶学与 宝石矿物学

叶松 李居佳 曹姝旻 编著  
杨晓泓 韦玉芳

JIEJINGXUE YU BAOSHI  
KUANGWUXUE



中国地质大学出版社  
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

# 结晶学与宝石矿物学

JIEJINGXUE YU BAOSHI KUANGWUXUE

叶 松 李居佳 曹姝旻 编著  
杨晓泓 韦玉芳

## 内容简介

本书是结晶学与宝石矿物学两门课程的综合教材。第一篇,结晶学基础,以形象直观的表述方式阐述晶体的基本性质、晶体对称、单形和聚形、晶体定向等基本理论和基本知识,并简要介绍了实际晶体的形态、晶面花纹、晶体的规则连生、晶体生长以及晶体化学的基本知识。第二篇,宝石矿物学基础,讲解了宝石及宝石矿物学的基本概念、宝石矿物的化学成分、形态、物理性质以及宝石矿物的化学成分和物理性质的关系,并简要介绍了宝石矿物的成因以及宝石矿物包裹体的基本知识。第三篇,宝石矿物各论,以矿物的化学成分和晶体结构为依据,以晶体化学分类体系为基础,并结合《中华人民共和国国家标准—珠宝玉石鉴定》(GB/T 16553—2010),对宝石矿物进行分类、归纳、分析和对比,着重介绍了七十多种宝石矿物、天然玉石、天然有机宝石的化学组成、晶体结构、形态、物理性质、鉴定特征、产状和产地等基本知识,并配有大量的宝石矿物晶体和宝石成品的彩色图片。

本书的特点是力求科学知识精准,文字叙述简练,以丰富的插图形象直观地表达科学知识的内容。

本书适用于高等职业院校珠宝类专业。也可供本科院校和中等职业学校珠宝类专业选用,还可作为珠宝职业培训和珠宝鉴定人员的参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

结晶学与宝石矿物学/叶松,李居佳,曹姝旻等编著. —武汉:中国地质大学出版社,2015. 1

ISBN 978-7-5625-3493-8

I. ①结…

II. ①叶…②李…③曹…

III. ①晶体学-高等职业教育-教材②宝石-矿物学-高等职业教育-教材

IV. ①O7②P578

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 175262 号

**结晶学与宝石矿物学**                      叶 松 李居佳 曹姝旻 杨晓泓 韦玉芳 编著

责任编辑:马 严 张 琰                      选题策划:张 琰                      责任校对:周 旭

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)                      邮编:430074

电 话:(027)67883511                      传 真:(027)67883580                      E-mail:cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店                      [Http://www.cugp.cug.edu.cn](http://www.cugp.cug.edu.cn)

开本:787 毫米×960 毫米 1/16

字数:466 千字 印张:23.75

版次:2015 年 1 月第 1 版

印次:2015 年 1 月第 1 次印刷

印刷:武汉中远印务有限公司

印数:1—2 000 册

ISBN 978-7-5625-3493-8

定价:68.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

# 21 世纪高等教育珠宝首饰类专业规划教材

## 编 委 会

### 主任委员：

朱勤文 中国地质大学(武汉)党委副书记、教授

### 委 员(按音序排列)：

毕克成 中国地质大学出版社社长

陈炳忠 梧州学院艺术系珠宝首饰教研室主任、高级工程师

方 泽 天津商业大学珠宝系主任、副教授

郭守国 上海建桥职业技术学院珠宝系主任、教授

胡楚雁 深圳职业技术学院副教授

黄晓望 中国美术学院艺术设计职业技术学院特种工艺系系主任

### 任

匡 锦 青岛经济职业学校校长

李勋贵 深圳技师学院珠宝钟表系主任、副教授

梁 志 中国地质大学(武汉)珠宝学院书记、研究员

刘自强 金陵科技学院珠宝首饰系系主任、教授

秦宏宇 长春工程学院珠宝教研室主任、副教授

石同栓 河南省广播电视大学珠宝教研室主任

石振荣 北京经济管理职业学院宝石教研室主任、副教授

王 昶 广州番禺职业技术学院珠宝系主任、副教授

王蕻锐 海南职业技术学院珠宝专业主任、教授

王娟鹃 云南国土资源职业学院宝玉石与旅游系主任、教授

王礼胜 石家庄经济学院宝石与材料工艺学院院长、教授

- 肖启云 北京城市学院理工部珠宝首饰工艺及鉴定专业主任、副教授
- 徐光理 天津职业大学宝玉石鉴定与加工技术专业主任、教授
- 薛秦芳 原中国地质大学(武汉)珠宝学院职教中心主任、教授
- 杨明星 中国地质大学(武汉)珠宝学院院长、教授
- 叶 松 上海新侨职业技术学院珠宝系副主任
- 张桂春 揭阳职业技术学院机电系(宝玉石鉴定与加工技术教研室)系主任
- 张晓晖 北京经济管理职业学院副教授
- 张义耀 上海新侨职业技术学院珠宝系主任、副教授
- 章跟宁 江门职业技术学院艺术设计系系副主任、高级工程师
- 赵建刚 安徽工业经济职业技术学院党委副书记、教授
- 周 燕 武汉市财贸学校宝玉石鉴定与营销教研室主任

#### 特约编委:

- 刘道荣 中钢集团天津地质研究院有限公司副院长、教授级高工  
天津市宝玉石研究所所长  
天津石头城有限公司总经理
- 王 蓓 浙江省地质矿产研究所教授级高工  
浙江省浙地珠宝有限公司总经理

#### 策 划:

- 毕克成 中国地质大学出版社社长
- 梁 志 中国地质大学(武汉)珠宝学院书记、研究员
- 张晓红 中国地质大学出版社副总编
- 张 琰 中国地质大学出版社编辑中心常务副主任

# 前 言

近年来我国珠宝职业教育蓬勃发展,各职业技术学院珠宝专业也如雨后春笋般涌现。结晶学和宝石矿物学是珠宝专业重要的专业基础课程之一,学生只有在学好结晶学和宝石矿物学的基础上,才能更好地掌握后续宝石学专业课程的内容。结晶学是一门空间概念多、抽象思维强的专业基础课,其特点是空间性、抽象性、逻辑性和共性。宝石矿物学则是一门对各种宝石矿物进行分类、归纳、分析和对比的专业基础课,其特点是经验性、感性、具体性和个性。学生在学习这两门课程时尤以结晶学较难理解、掌握,因此有一本通俗易懂,适合职业技术学院珠宝专业的结晶学教材就显得尤为重要。本教材根据编者多年在职业院校从事结晶学和宝石矿物学的教学经验,结合高职教育的培养目标,结晶学以形象直观的表述方式阐述晶体基本性质、晶体对称、单形和聚形、晶体定向等基本理论和基本知识;宝石矿物学则以矿物的化学成分和晶体结构为依据的晶体化学分类体系为基础,并结合《中华人民共和国国家标准——珠宝玉石鉴定》(GB/T 16553—2010),对宝石矿物进行分类、归纳、分析和对比,并配有大量的宝石矿物晶体和宝石成品图片。本教材可供高等职业院校珠宝专业使用,也可作为本科相关专业和珠宝职业培训的参考书。

本教材由叶松、李居佳、曹姝旻、杨晓泓、韦玉芳编著,叶松任主编,其中第一篇结晶学基础由叶松、杨晓泓执笔,第二篇宝石矿物学基础由曹姝旻执笔,第三篇宝石矿物各论由李居佳、韦玉芳执笔,全书由叶松统稿。书稿完成后由中国地质大学(武汉)地球科学学院赵珊茸教授和中国地质大学(武汉)珠宝学院陈美华教授进行了详细审核,并提出了许多宝贵的意见,使本教材的质量得到了进一步的提高;陈美华教授还提供了部分宝石矿物晶体照片;本教材的出版得到中国地质大学出版社的大力支持,选题策划张琰、责任编辑马严和责任校对周旭也为本教材的出版付出了辛勤的劳动,在此一并表示感谢!教材中部分资料、图片和照片引自网络,在此对原作者也表示感谢!

编 者

2014年11月

# 目 录

## 第一篇 结晶学基础

第一章 结晶学概述 .....	(1)
第一节 结晶学 .....	(1)
第二节 结晶学主要研究内容 .....	(2)
第二章 晶体及其基本性质 .....	(3)
第一节 晶体的基本概念 .....	(3)
第二节 空间格子 .....	(5)
一、导出空间格子的方法 .....	(5)
二、空间格子的几何要素 .....	(7)
第三节 晶体的基本性质 .....	(10)
一、均一性 .....	(10)
二、自限性 .....	(10)
三、异向性(各向异性) .....	(11)
四、对称性 .....	(11)
五、最小内能性 .....	(12)
六、稳定性 .....	(12)
第三章 晶体的对称 .....	(14)
第一节 对称的概念 .....	(14)
第二节 晶体对称的特点 .....	(15)
第三节 对称要素和对称操作 .....	(15)
一、对称中心( $C$ ) .....	(15)
二、对称面( $P$ ) .....	(16)
三、对称轴( $L^n$ ) .....	(17)
四、旋转反伸轴 .....	(19)
第四节 对称要素组合 .....	(20)

第五节 晶体的分类 .....	(22)
一、对称型 .....	(22)
二、晶族、晶系及晶类的划分 .....	(23)
第六节 十四种空间格子 .....	(25)
一、平行六面体的选择 .....	(25)
二、各晶系平行六面体的形状和大小 .....	(26)
三、平行六面体中结点的分布 .....	(26)
四、十四种空间格子(布拉维格子) .....	(28)
<b>第四章 单形和聚形 .....</b>	<b>(31)</b>
第一节 单形 .....	(32)
一、单形的概念 .....	(32)
二、单形的推导 .....	(32)
第二节 结晶单形和几何单形 .....	(33)
第三节 四十七种几何单形 .....	(37)
一、中、低级晶族的单形 .....	(37)
二、高级晶族的单形 .....	(40)
第四节 单形的分类 .....	(46)
一、特殊形和一般形 .....	(46)
二、左形和右形 .....	(46)
三、正形和负形 .....	(46)
四、开形和闭形 .....	(47)
第五节 聚形 .....	(47)
一、聚形的概念 .....	(47)
二、单形相聚的原则 .....	(48)
三、聚形分析步骤 .....	(48)
四、聚形分析注意事项 .....	(49)
<b>第五章 晶体定向与晶面符号 .....</b>	<b>(50)</b>
第一节 晶体定向 .....	(50)
一、晶体定向的概念 .....	(50)
二、晶体定向的方法 .....	(51)
三、晶轴选择的原则 .....	(51)
第二节 晶面符号 .....	(54)



第三节	单形符号 .....	(56)
第四节	晶带及晶带符号 .....	(58)
第五节	常见单形晶面符号的确定 .....	(58)
一、	立方体和八面体的晶面符号 .....	(58)
二、	四方柱和四方双锥的晶面符号 .....	(58)
三、	六方柱和六方双锥的晶面符号 .....	(59)
四、	三方柱的晶面符号 .....	(60)
第六节	各晶系晶体定向及单形符号 .....	(61)
一、	等轴晶系 .....	(61)
二、	四方晶系 .....	(61)
三、	三方、六方晶系 .....	(64)
四、	斜方晶系 .....	(66)
五、	单斜晶系 .....	(67)
六、	三斜晶系 .....	(67)
<b>第六章</b>	<b>实际晶体和晶体规则连生 .....</b>	<b>(70)</b>
第一节	实际晶体 .....	(70)
一、	实际晶体的形态 .....	(70)
二、	晶面花纹 .....	(72)
第二节	晶体规则连生 .....	(73)
一、	平行连生 .....	(73)
二、	双晶 .....	(74)
<b>第七章</b>	<b>晶体生长介绍 .....</b>	<b>(80)</b>
第一节	晶体形成的方式 .....	(80)
一、	由液相转变为结晶固相 .....	(80)
二、	由气相转变为固相 .....	(80)
三、	由非晶质固相转变为结晶固相 .....	(81)
四、	由一种结晶固相转变为另一种结晶固相 .....	(81)
第二节	晶核的形成 .....	(81)
第三节	晶体生长模型 .....	(82)
一、	层生长理论模型 .....	(82)
二、	螺旋生长理论模型 .....	(83)
第四节	晶面的发育 .....	(84)

一、布拉维法则·····	(85)
二、面角守恒定律·····	(85)
<b>第五节 晶体生长的实验方法</b> ·····	(86)
一、水热法·····	(86)
二、提拉法·····	(86)
三、低温溶液生长·····	(87)
四、高温熔液生长·····	(87)
<b>第八章 晶体化学介绍</b> ·····	(88)
<b>第一节 最紧密堆积原理</b> ·····	(88)
一、等大球最紧密堆积·····	(88)
二、不等大球最紧密堆积·····	(91)
<b>第二节 配位数和配位多面体</b> ·····	(91)
<b>第三节 同质多象</b> ·····	(92)
一、同质多象的概念·····	(92)
二、同质多象变体的转变·····	(93)
<b>第四节 类质同象</b> ·····	(95)
一、类质同象的概念·····	(95)
二、类质同象的类型·····	(95)
三、类质同象的条件·····	(96)
四、研究类质同象的意义·····	(97)

## 第二篇 宝石矿物学基础

<b>第一章 宝石及宝石矿物学</b> ·····	(98)
<b>第一节 矿物及矿物学概念</b> ·····	(98)
<b>第二节 宝石、宝石矿物和宝石矿物学概念</b> ·····	(99)
<b>第三节 矿物和岩石及宝石和玉石的关系</b> ·····	(100)
一、矿物和岩石的关系·····	(100)
二、宝石和玉石的关系·····	(101)
<b>第二章 宝石矿物的化学成分</b> ·····	(102)
<b>第一节 宝石矿物化学成分特点</b> ·····	(102)
一、含氧盐类·····	(102)
二、氧化物类·····	(103)

三、自然元素类 .....	(104)
第二节 宝石矿物化学成分的变化 .....	(104)
第三节 宝石矿物中的水 .....	(105)
一、结构水 .....	(105)
二、结晶水 .....	(105)
三、吸附水 .....	(105)
第四节 宝石矿物的化学式 .....	(106)
一、实验式 .....	(106)
二、结构式 .....	(106)
<b>第三章 宝石矿物的形态 .....</b>	<b>(108)</b>
第一节 宝石矿物单体的形态 .....	(108)
一、晶体习性 .....	(108)
二、晶面花纹 .....	(110)
第二节 宝石矿物集合体形态 .....	(112)
一、显晶集合体 .....	(112)
二、隐晶集合体 .....	(113)
<b>第四章 宝石矿物的物理性质 .....</b>	<b>(116)</b>
第一节 宝石矿物的力学性质 .....	(116)
一、宝石矿物的硬度 .....	(116)
二、宝石矿物的脆性和延展性 .....	(118)
三、宝石矿物的解理、裂开和断口 .....	(119)
四、相对密度 .....	(122)
第二节 宝石矿物的光学性质 .....	(123)
一、自然光和偏振光 .....	(124)
二、光的折射、折射率和双折射率 .....	(125)
三、全反射 .....	(125)
四、宝石矿物的颜色 .....	(126)
五、宝石矿物的透明度 .....	(131)
六、宝石矿物的光泽 .....	(131)
七、宝石矿物的多色性 .....	(133)
八、宝石矿物的色散 .....	(134)
九、宝石矿物的特殊光学效应 .....	(135)

十、宝石矿物的发光性 .....	(139)
<b>第三节 宝石矿物的其他性质</b> .....	(139)
一、宝石矿物的磁性 .....	(139)
二、宝石矿物的电学性质 .....	(140)
<b>第五章 宝石矿物化学成分和物理性质的关系</b> .....	(141)
<b>第一节 宝石矿物化学成分对颜色的影响</b> .....	(141)
一、刚玉 .....	(141)
二、绿柱石 .....	(141)
三、电气石 .....	(142)
四、翡翠 .....	(142)
<b>第二节 宝石矿物化学成分对折射率、硬度和密度的影响</b> ...	(142)
一、电气石 .....	(142)
二、绿柱石 .....	(143)
三、橄榄石 .....	(143)
四、黄玉 .....	(143)
五、翡翠 .....	(143)
<b>第三节 宝石矿物化学成分对变色效应的影响</b> .....	(144)
<b>第六章 宝石矿物的成因</b> .....	(145)
<b>第一节 形成宝石矿物的地质作用</b> .....	(145)
一、内生作用 .....	(145)
二、外生作用 .....	(148)
三、变质作用 .....	(149)
<b>第二节 宝石矿物生成的顺序</b> .....	(152)
一、宝石矿物的空间位置关系 .....	(152)
二、宝石矿物的自形程度 .....	(152)
三、宝石矿物的交代关系 .....	(152)
<b>第三节 宝石矿物的包裹体</b> .....	(153)
一、宝石矿物包裹体的概念 .....	(153)
二、宝石矿物包裹体的分类 .....	(154)
三、宝石矿物包裹体研究意义 .....	(159)
四、宝石矿物中包裹体研究方法 .....	(162)
<b>第四节 宝石矿物形成后的变化</b> .....	(163)

一、宝石矿物成分和结构的变化 .....	(163)
二、假象和副象 .....	(163)
三、晶质化与非晶质化 .....	(164)

### 第三篇 宝石矿物各论

<b>第一章 宝石矿物的分类和命名</b> .....	(165)
<b>第一节 宝石矿物的分类</b> .....	(165)
<b>第二节 宝石矿物的命名</b> .....	(166)
一、宝石矿物命名概述 .....	(166)
二、宝石矿物命名原则 .....	(167)
<b>第二章 自然元素宝石矿物</b> .....	(169)
自然非金属 .....	(169)
金刚石(Diamond)(钻石) .....	(169)
<b>第三章 氧化物宝石矿物</b> .....	(173)
<b>第一节 氧化物类</b> .....	(173)
(一)刚玉(Corundum)(红宝石、蓝宝石) .....	(173)
(二)石英(Quartz) .....	(177)
(三)金绿宝石(Chrysoberyl) .....	(188)
(四)尖晶石(Spinel) .....	(192)
(五)锡石(Cassiterite) .....	(194)
(六)塔菲石(Taaffeite) .....	(196)
(七)赤铁矿(Hematite) .....	(197)
<b>第二节 氢氧化物</b> .....	(199)
水镁石(Brucite) .....	(199)
<b>第四章 含氧盐宝石矿物</b> .....	(202)
<b>第一节 硅酸盐类</b> .....	(202)
一、岛状硅酸盐 .....	(202)
(一)锆石(Zircon) .....	(202)
(二)石榴石(Garnet) .....	(206)
(三)橄榄石(Olivine) .....	(212)
(四)黄玉(Topaz)(托帕石) .....	(215)
(五)符山石(Vesuvianite) .....	(218)

(六)黝帘石(Zoisite)(坦桑石)·····	(220)
(七)绿帘石(Epidote)·····	(222)
(八)硅铍石(Phenakite)·····	(224)
(九)红柱石(Andalusite)·····	(226)
(十)蓝晶石(Kyanite)·····	(227)
(十一)蓝柱石(Euclase)·····	(229)
(十二)榍石(Sphene)·····	(231)
二、环状硅酸盐·····	(233)
(一)绿柱石(Beryl)(祖母绿、海蓝宝石)·····	(233)
(二)电气石(Tourmaline)(碧玺)·····	(238)
(三)堇青石(Cordierite)·····	(241)
(四)透视石(Dioptase)·····	(243)
(五)斧石(Axinite)·····	(244)
三、链状硅酸盐·····	(246)
(一)顽火辉石(Enstatite)·····	(246)
(二)透辉石(Diopside)·····	(248)
(三)锂辉石(Spodumene)·····	(250)
(四)矽线石(Sillimanite)·····	(252)
四、层状硅酸盐·····	(254)
(一)鱼眼石(Apophyllite)·····	(254)
(二)硅硼钙石(Datolite)·····	(256)
五、架状硅酸盐·····	(257)
(一)长石(Feldspar)·····	(257)
(二)方柱石(Scapolite)·····	(265)
(三)赛黄晶(Danburite)·····	(267)
(四)蓝锥矿(Benitoite)·····	(268)
第二节 碳酸盐类·····	(271)
一、方解石族·····	(271)
(一)方解石(Calcite)·····	(271)
(二)菱锰矿(Rhodochrosite)·····	(273)
(三)菱锌矿(Smithsonite)·····	(275)
二、文石族·····	(275)
文石(Aragonite)·····	(276)
三、白云石族·····	(277)

白云石(Dolomite) .....	(277)
<b>第三节 磷酸盐类</b> .....	(279)
一、磷灰石族 .....	(279)
磷灰石(Apatite) .....	(279)
二、天蓝石族 .....	(282)
天蓝石(Lazulite) .....	(282)
<b>第四节 硫酸盐</b> .....	(284)
重晶石—天青石族 .....	(284)
(一)重晶石(Barite) .....	(284)
(二)天青石(Celestite) .....	(285)
<b>第五节 硼酸盐</b> .....	(287)
硼铝镁石族 .....	(287)
硼铝镁石(Sinhalite) .....	(287)
<b>第五章 卤化物(氟化物)</b> .....	(290)
萤石族 .....	(290)
萤石(Fluorite) .....	(290)
<b>第六章 天然玉石</b> .....	(293)
(一)翡翠(Jadeite) .....	(293)
(二)软玉(Nephrite) .....	(300)
(三)欧泊(Opal) .....	(304)
(四)蛇纹石(Serpentine) .....	(306)
(五)独山玉(Dushan Jade) .....	(308)
(六)钠长石玉(Albite Jade) .....	(310)
(七)葡萄石(Prehnite) .....	(311)
(八)查罗石(Charoite) .....	(313)
(九)绿松石(Turquoise) .....	(314)
(十)青金石(Lapis-lazuli) .....	(316)
(十一)孔雀石(Malachite) .....	(318)
(十二)硅孔雀石(Chrysocolla) .....	(320)
(十三)蔷薇辉石(Rhodonite) .....	(321)
(十四)方钠石(Sodalite) .....	(323)
(十五)天然玻璃(Natural glass) .....	(325)
(十六)鸡血石(Chicken-blood stone) .....	(327)

(十七)寿山石(Lardite) .....	(330)
(十八)青田石(Qingtian stone) .....	(334)
(十九)苏纪石(Sugilite) .....	(337)
(二十)异极矿(Hemimorphite) .....	(339)
<b>第七章 天然有机宝石</b> .....	<b>(341)</b>
(一)天然珍珠(Natural Pearl) .....	(341)
(二)珊瑚(Coral) .....	(345)
(三)琥珀(Amber) .....	(347)
(四)煤精(Jet) .....	(350)
(五)象牙(Ivory) .....	(351)
(六)龟甲(Tortoise shell) .....	(352)
(七)贝壳(Shell) .....	(353)
(八)木质饰品 .....	(355)
<b>主要参考文献</b> .....	<b>(362)</b>



## 第一篇

# 结晶学基础

## 第一章 结晶学概述

### 第一节 结晶学

结晶学是以晶体为研究对象,主要研究晶体的对称规律。研究的是晶体的共同规律,不涉及到具体的晶体种类。

自然界中的绝大多数矿物都是晶体,要了解这些结晶的矿物,就必须了解和掌握结晶学特别是几何结晶学的基本知识。

结晶学的特点是:空间性、抽象性、逻辑性和共性。

矿物学家最早是为了研究矿物学而去研究结晶学的,但是随着生产实践的发展,人们从研究自然矿物晶体到研究在实验室制造晶体,作为有特殊用途的人造晶体大量从实验室中产生,结晶学逐渐从矿物学中分离形成了一门独立的学科,但是结晶学在矿物学中的地位并没有削弱,依然是矿物学很重要的组成部分。

结晶学始于17世纪中叶人类的矿业活动,其发展史大致可以分为以下几个阶段:

17—18世纪,以研究晶体形态为主,也初步推测研究晶体内部结构的几何规律;

19世纪末—20世纪初,X射线的发现及其对晶体结构的测量,进入晶体内部结构研究阶段;

20世纪70年代以来,透射电镜研究晶体内部超微结构细节;