



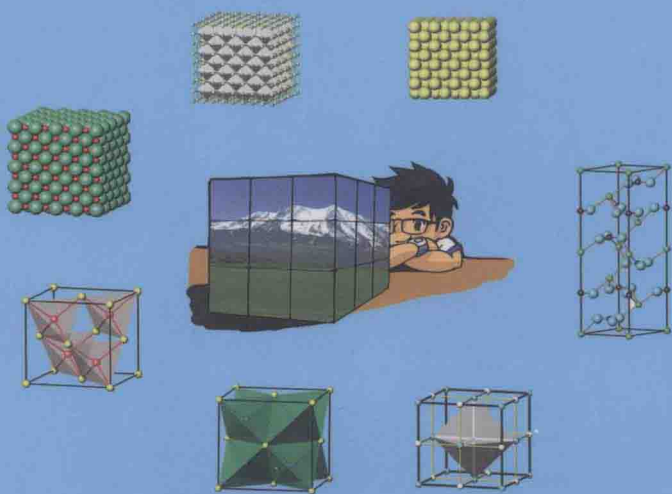
地球科学之窗

科普教材

晶体魔方

JINGTI MOFANG

编 著 赵珊茸
艺术插图 谭希原



- 我们这个多彩的世界里,大部分物质是由晶体组成的。
- 晶体内部是许多“方块”堆砌而成的,所以,像是一个“魔方”。
- 这个晶体“魔方”无处不在,变换着我们的世界。
- 本书就带你进入“晶体魔方”的变换世界。



中国地质大学出版社有限责任公司
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE YOUXIAN ZEREN GONGSI

矿物岩石国家级教学团队建设项目的

国家地质学理科基地专项基金(J1210043)项目

资助

中央高校基本科研业务费用专项资金项目

科普教材

晶体魔方

编 著 赵珊茸

艺术插图 谭希原



中国地质大学出版社有限责任公司
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE YOUXIAN ZEREN GONGSI

图书在版编目(CIP)数据

晶体魔方 / 赵珊茸编著;谭希原图. —武汉: 中国地质大学出版社有限责任公司, 2013.10

ISBN 978-7-5625-3244-6

I. ①晶… II. ①赵…②谭… III. ①晶体-基本知识
IV. ①O7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 205106 号

责任编辑: 蒋海龙 阎 娟

封面设计: 魏少雄

责任校对: 张咏梅

晶体魔方

赵珊茸 编 著

谭希原 艺术插图

中国地质大学出版社有限责任公司出版发行
(武汉市洪山区鲁磨路 388 号 邮政编码 430074)

各地新华书店经销 武汉中远印务有限公司印刷

开本 880 × 1 230 1/32 印张: 4.625

2013 年 10 月第 1 版 2013 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5625-3244-6 定价: 25.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

感谢晶体——代前言

在大学讲台上讲授《结晶学》课程已经20多个年头了，虽然每年的讲课内容是重复的，但每重复讲授一次我都有新的体会，都有一点点新的改进。日积月累，对“深入浅出”就有了更进一步的认识。把这些在教学过程中积累起来的，将一些深奥的科学知识与日常生活中熟悉的简单比喻相联系的教学方法进行总结，并加以拓展，就形成了这本科普教材《晶体魔方》。

《结晶学》是地质、材料等专业大学生的专业基础课。它理论性强、空间性强、抽象思维强，对大学生来说也是较难学的一门课程。《晶体魔方》科普教材的目的是将《结晶学》这样一门相对比较难懂的课程中的科学概念用深入浅出、形象比喻、趣味性的方式介绍给广大青少年读者，提高他们对自然界广泛存在的晶体的认识；特别是将晶体中所蕴涵的一些数理知识与日常生活、自然界其他规律联系起来，提升他们对自然界一些普遍规律的认识。本书的特色是：以一种常识般的、甚至是天真般的态度来看待一些科学问题，尽量将一些理性、抽象、较难懂的学科概念与日常生活中的现象联系起来，启发思考。本书图片非常丰富，除了插入丰富的与科学内容有关的晶体形态、晶体结构图片外，还设计了一些漫画、素描等艺术插图，以提高本教材的趣味性、艺术欣赏性，也是为科学与艺术有机结合进行有益的探索。全书由赵珊茸撰稿，晶体形态、结构等专业图件由赵珊茸绘制，艺术插图与设计由谭希原完成。部分晶体结构图由何涌提供原图，部分矿物图片由中国地质大学(武汉)“结晶学及矿物学”教学组及“我爱看海”网站提供，宝玉石图片由中国地质大学(武汉)珠宝学院提供。教材出版得到了中国地质大学(武汉)“矿物岩石国家级教学团队”建设项目、“国家地质学理科基地专项基金”项目及科研处的大力资助。在此一并表示衷心感谢！

.....

迈进大学门槛不久我就学习《结晶学》了，开始时我感到它很难学，之

后却被它逻辑严密、结构巧妙的知识体系所吸引。幸运的是，我在这门课程中遇到了一批非常优秀的老师，是他们耐心细致、引人入胜的讲授带领我进入晶体科学“知识宫殿”。更幸运的是，研究生毕业后，我就成为这门课程的老师。之后的人生道路上我遇到过多次专业的选择，但我始终没有离开过晶体及《结晶学》。在“兴趣”这位“老师”的引领下，我慢慢地在晶体科学“知识宫殿”里越走越深、越走越清晰，并由此得到了在科学道路上探索的快乐与幸福！

感谢晶体，是你蕴含的逻辑严密的科学知识体系，打开了我的智慧源泉，训练了我的思维方式；

感谢晶体，在对你的研究过程中，我得到了很多教学与科研上的成果，使我的人生充实并有成就感；

感谢晶体，你自然朴实、纯洁透明、棱角分明的特性，给我以人生的启迪，成为我为人品质的追求目标；

感谢晶体……

赵珊茸

2013年10月

于武昌南望山下地质大学校园内

内 容 提 要

本科普教材以形象、比喻、通俗的方式,介绍了有关晶体对称、晶体结构、矿物、宝石与玉石的有关知识。内容安排是:首先引出晶体的科学概念,并将这一科学概念形象比喻为“魔方”;然后依次介绍晶体的形态变换、晶体的对称变换、晶体的结构变换、晶体在地球中的变换、矿物晶体中的珍品(即宝石与玉石);以提出问题的方式进入每节,在介绍内容的同时穿插一些思考题。本教材图片非常丰富,除了插入丰富的与科学内容有关的晶体形态、晶体结构图片外,还设计了一些漫画等艺术插图,以提高本教材的趣味性、艺术欣赏性,也是为科学与艺术有机结合进行有益的探索。

本科普教材适合广大青少年及对晶体感兴趣的读者学习使用,也适合地质学、晶体材料学等专业的大学生参考学习。

目录 CONTENTS

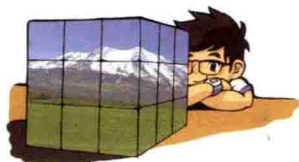


第 1 章

晶体与“晶体魔方”

1

- 1.1 什么是晶体? / 3
- 1.2 晶体与非晶体怎么区别? / 7
- 1.3 晶体像“魔方”吗? / 10



第 2 章

晶体的形态变换

17

- 2.1 晶体形态为什么会是规则的多面体? / 19
- 2.2 晶体形态与内部的“小方块”的形态一样吗? / 21
- 2.3 每种晶体具有自己稳定的形态吗? / 25
- 2.4 晶体的形态还可以像树枝、树叶、花朵等植物一样吗? / 28
- 2.5 你仔细观察过雪花吗? / 30
- 2.6 晶体也可以“孪生”吗? / 32



第 3 章

晶体的对称变换

35

- 3.1 对称与不对称的概念很简单吗? / 37
- 3.2 晶体的对称与日常生活中出现的对称形式有些什么不同? / 39

- 3.3 什么是对称要素、对称要素组合? / 43
- 3.4 根据晶体的对称形式,将晶体分成几大类? / 48
- 3.5 晶体的对称将会对晶体的物理性质产生怎样的影响? / 51
- 3.6 三方对称与六方对称有什么关系? 为什么三方对称的晶体往往发育六方柱而不发育三方柱? / 54
- 3.7 什么是准晶体? 准晶体中蕴涵一些什么样的哲学思想? / 55

第 4 章

晶体的结构变换

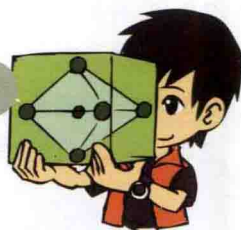
61



- 4.1 晶体结构看起来很复杂,但却遵循简单的球体堆积原理,这个原理是什么? / 63
- 4.2 晶体结构可以视为简单球体堆积,这种堆积结构的“小方块”是什么? / 73
- 4.3 什么是晶体结构中的配位多面体? 配位多面体一定是结构基团吗? 配位多面体与结构中“小方块”有什么区别? / 75
- 4.4 成千上万的晶体种类中,晶体结构都不一样吗? / 88

第 5 章

晶体在地球中的变换——矿物 91



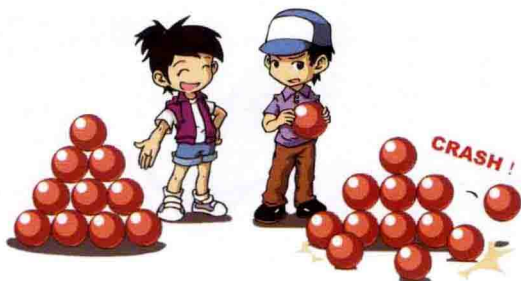
- 5.1 什么是矿物? / 93
- 5.2 地球上矿物晶体是怎么形成的? / 96
- 5.3 地球上最常见的矿物是什么? 怎么用简单的方法认识它们? / 100
- 5.4 地球上矿物有多少种? 怎么对它们进行分类? / 104
- 5.5 矿物晶体在地球上的分布特征是什么? / 111
- 5.6 地球上矿物晶体的对称特点是什么? / 113

第 6 章

矿物晶体中的珍品——宝石与玉石 117

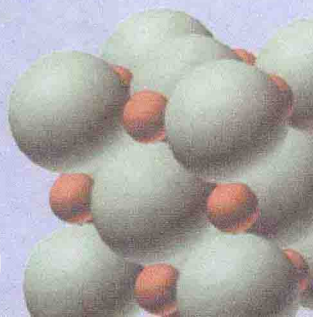
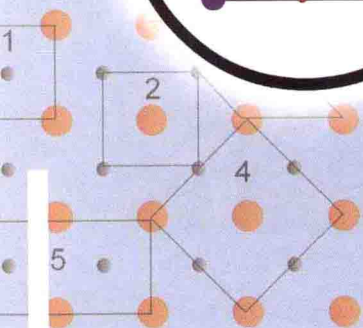
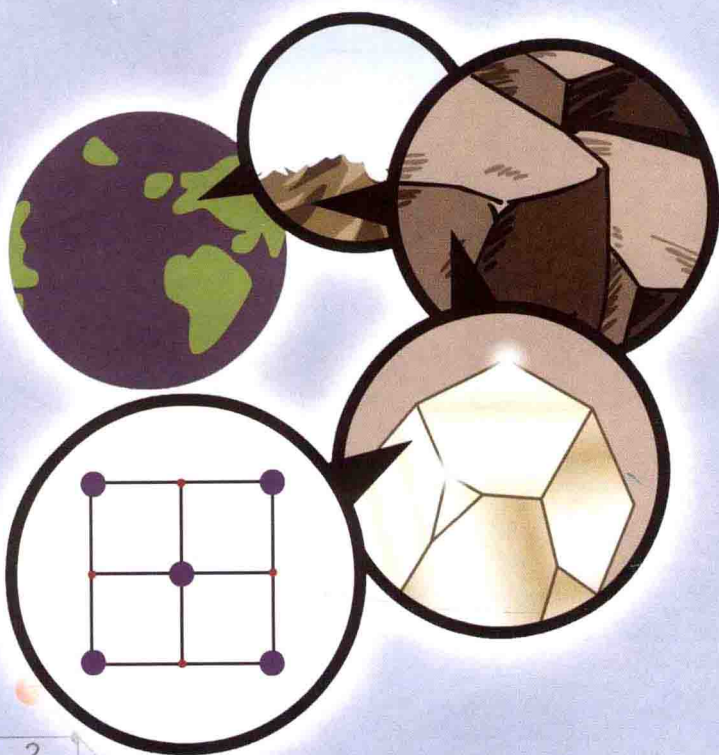
- 6.1 什么样的矿物晶体可以称为宝石与玉石? / 119
- 6.2 宝石和玉石怎么分类? / 121
- 6.3 宝石和玉石为什么会产生瑰丽、坚硬耐久的特征? / 125
- 6.4 一些常见的宝石和玉石有哪些特征? 它们的产出条件是什么? / 127
- 6.5 宝石与玉石是怎么划分等级的? / 133

参考文献 135



第一章

晶体与“晶体魔方”



1.1 什么是晶体?

JTMF

什么是晶体?许多人在山上、在博物馆都见过晶体,似乎都会回答这个问题:就是那些表面光洁的、透明的或闪闪发亮的物质吧(图1-1)。



石英(水晶)



方解石(菊花状)



方解石(白色)与雄黄(橙色)



萤石(蓝色)



石榴子石



电气石(蓝色)与石英石(白色)



黄铁矿(金黄色)



黑钨矿

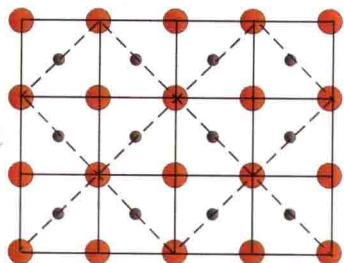
图1-1 各种晶体图片

那么,玻璃是晶体吗?玻璃也很光洁和透明呀。

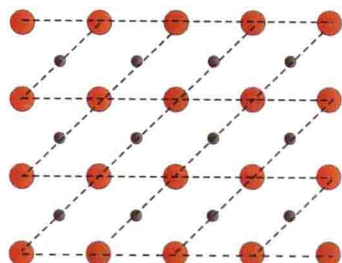
玻璃真的也很像是晶体。但是,它不是晶体,它是非晶体或非晶态。



晶体(或晶态)与非晶体(或非晶态)不能只从表面现象上区分,要从内部结构上来区分。凡是晶体,内部的原子或离子或分子是周期性重复排列的,这种周期性就使得晶体内部结构可以人为地画成一格一格的,每一格的内容是完全相同的;凡是非晶体,就画不出这内容完全相同的一格一格的。这就是晶体与非晶体的本质区别(图1-2, 1-2', 1-3)。



(a)



(b)

图1-2 晶体结构示意图,可以人为地画出一格一格的,每一格的内容完全一样,而且可以人为地选择多种画法[图(a)中示出了两种画法,图(b)中示出了一种画法]



做一做

思考题1:你还可以在图1-2中找出另一种画法吗?你试试看。

(答案在本书找)

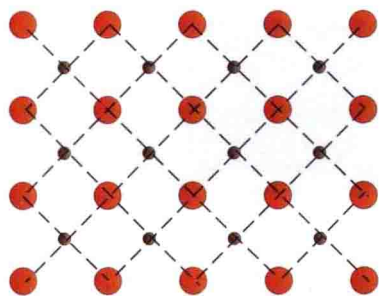


图1-2' 图1-2的另一种画格子的方法

由于画格子可以人为地选择,导致一个晶体结构可以产生多种画法,这样会造成混乱,即同样一种晶体结构,不同的人会画出不同的格子。这样不便于研究晶体的结构。所以,画格子就要规定一个原则,这个原则有三点:

- (1) 格子的对称程度尽量高;
- (2) 格子的直角尽量多;
- (3) 格子的体积尽量小。



你试着在非晶体结构中画出一格一格的,能不能画出内容完全相同的一格一格的?

做一做



思考题2:在晶体学中,要求画出的格子要完全一样,图1-2中的图案还可以如图1-2'这样画吗?这样画出来的格子完全一样吗?

(答案在本书找)

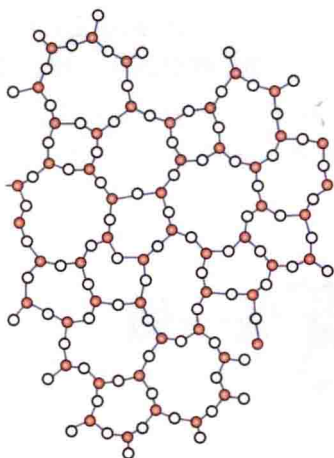


图1-3 非晶体的结构

什么是对称程度呢?

这一点我们在第三章会介绍,简单地说就是:图形相同的部分越多,对称程度就越高。例如,正方形比矩形对称程度高,因为正方形的四条边是等同

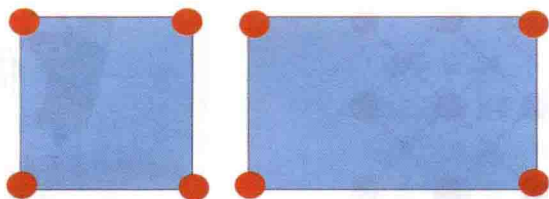


图1-4 正方形(四次对称)与矩形(二次对称)

的,而矩形只有两条边是等同的。所以我们说,正方形具有四次对称而矩形只有二次对称(图1-4)。

有了这个人为的规定,对于一种晶体结构,就只对应一种画格子的方法了,即每种晶体结构,其“小方块”的形状、大小是固定的(图1-5)。

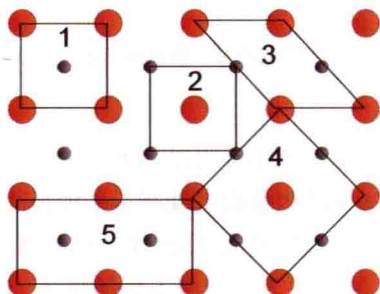


图1-5 在一个平面晶体结构示意图中画格子及对格子的选则(该图中“小方块”的选择就只能是1或2,其他“小方块”都不符合上述的格子选择原则)



做一做

思考题3: 图1-6中的晶体结构平面示意图,你能画出其中符合原则的格子吗?

(答案在本书找)

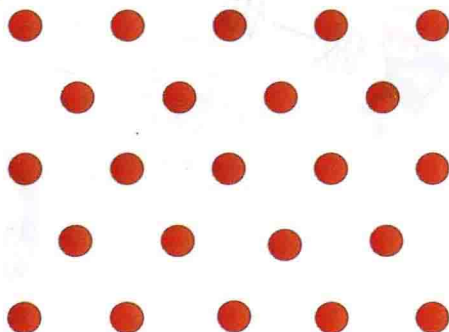


图1-6 一个平面结构示意图

1.2 晶体与非晶体怎么区别？

JTME

上述的这种晶体与非晶体在结构上的差异，是我们肉眼所不能观察到的，它是微观的原子、离子层次上的，那我们怎样从宏观上鉴别晶体与非晶体呢？

由于晶体具有这种周期性重复的格子状结构，导致晶体在宏观上产生一些与非晶体不同的基本性质，如表1-1、图1-7~图1-10所示、。

表1-1 晶体与非晶体的性质区别

	晶 体	非晶体
性 质	可以自发地生长成规则的几何多面体形态	其形态为不规则的浑圆状
	物理性质随方向性变化，即具有各向异性*	物理性质不随方向性变化，即具有各向同性
	具有固定的熔点	没有固定的熔点
	可对X射线发生衍射，形成规律分布或对称分布的衍射斑点	不对X射线发生衍射，只保留一个透光斑点
	内能小而最稳定	内能较大而不稳定

*：有一类对称性很高的晶体(即等轴晶系的晶体)，其物理性质也表现为各向同性，但这类晶体的本质还是各向异性的，只不过它们的物理性质反映不了它们的本质各向异性。这个问题在本书第三章有所介绍。

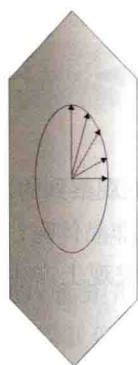


(a) 石英晶体

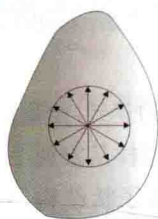


(b) 非晶态玛瑙

图1-7 晶体与非晶体在外形上的不同(石英与玛瑙成分都为 SiO_2 ，但石英晶体具有规则几何多面体形态，而玛瑙却是不规则的浑圆状外形)



(a)晶体的物理性质各向异性

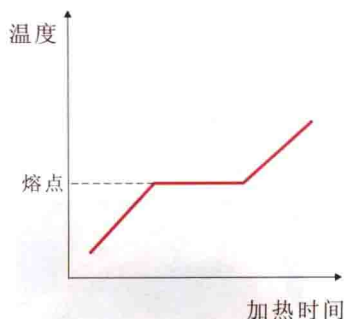


(b)非晶体的物理性质各向同性

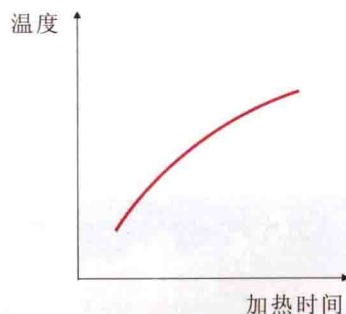
图1-8 晶体与非晶体在光学性质上的不同(光线入射到晶体中,光的波长或振幅随方向而变化,而入射到非晶体中后,光的波长或振幅不随方向而变化,图中用一个椭圆表示不同方向上波长或振幅的不同,而用一个圆形表示各个方向是相同的)

晶体具有一定的熔点,非晶体没有一定的熔点,这一知识在中学就学过吧!当晶体在熔点时,温度为什么不随加热时间的变化而变化呢?这是因为加热的热能用于溶解晶体结构,即这个热能“变为”打破晶体结构的能量,“不变为”使晶体升温的能量,所以晶体温度不上升了。

想一想



(a)晶体的熔解曲线



(b)非晶体的熔解曲线

图1-9 晶体与非晶体在熔化行为上的不同(晶体在加热到一定程度时,温度保持不变,晶体开始融化,这个温度就是晶体的熔点;而非晶体没有熔点)