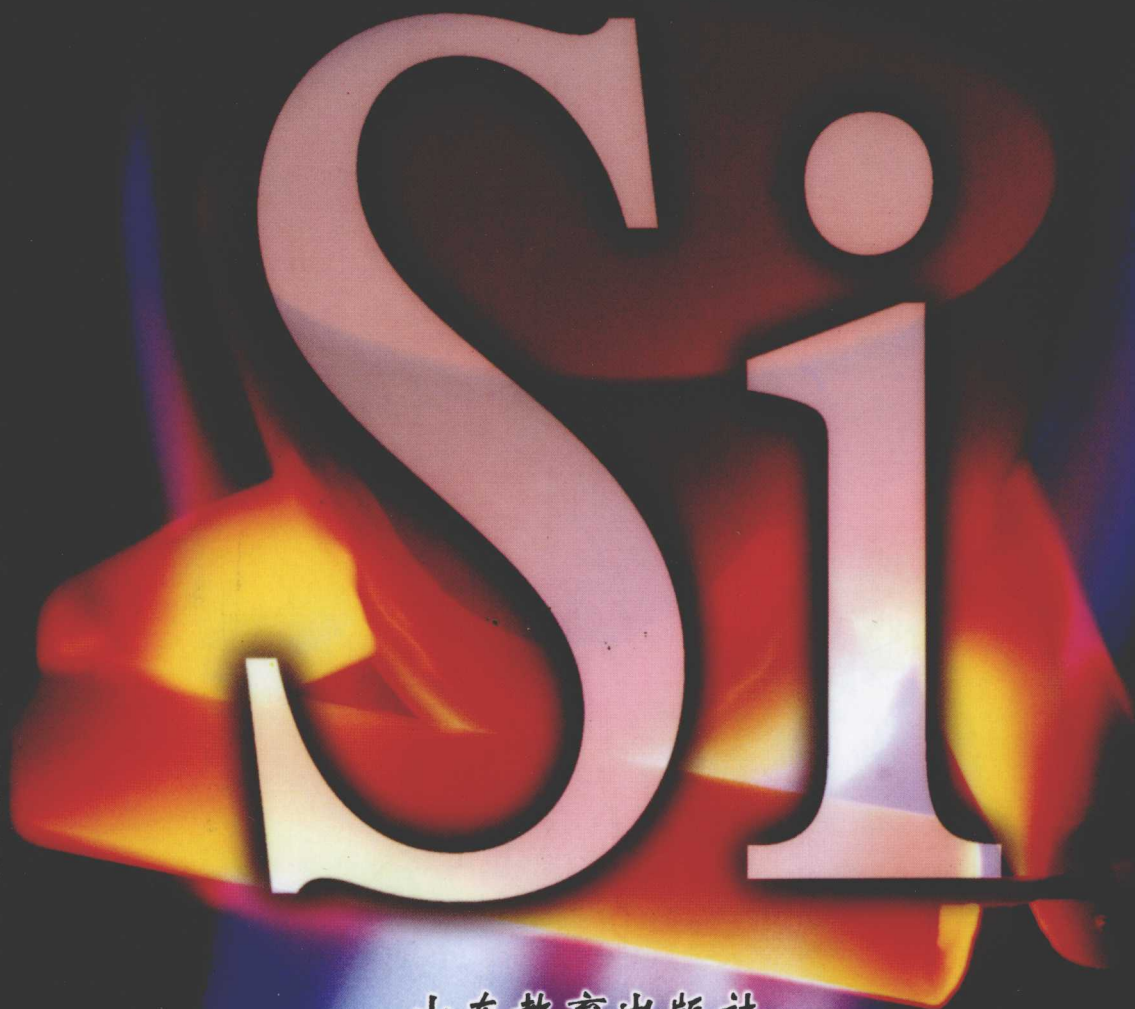


元素丛书



硅

SILICON



山东教育出版社

元素丛书

Elements

硅

SILICON

出版发行：山东教育出版社

(济南市纬一路321号)

网 址：<http://www.sjs.com.cn>

印 刷：利丰雅高印刷(深圳)有限公司

作 者：(英)布莱恩·奈普

翻 译：王萍 董丽花

责任编辑：赵猛 刘辉

版 次：2006年5月第1版第1次印刷

规 格：16开本

印 张：3.5印张

字 数：60千字

书 号：ISBN 7-5328-4942-2

定 价：18.00元/册

(如印装质量有问题, 请与印刷单位联系)

元素丛书



硅

SILICON



Si

山东教育出版社

阅读指南

你手中的这本书是为帮助你学习与化学元素有关的知识而精心编写的。它将系统而全面地向你介绍每一种化学元素的基本性质。翻开书中任何一页，除了有对科技知识深入浅出的讲解以外，还有大量科技术语的定义及其解释，无论你已经掌握了多少化学知识，这本书都可以使你受益匪浅！在每一本书的最后，有详细注解的元素周期表，有出现在这套丛书中的全部科技术语一览表，还有一个专门栏目告诉你如何用化学方程式表达化学反应，另外还有一个栏目帮你提炼有关硅元素的最精华的知识，可谓精彩不断！

元素知识是整个化学科学的基础，大家一起来分享学习化学的快乐吧！

正文对基础知识和概念进行系统的、深入浅出的讲解

科技术语

结合实例，对正文中的有关内容进行更加深入的阐述

用化学符号书写化学方程式，以球-棍模型示意化学反应（参见本书第48页）

借助精心选择、注解清晰的图表，对知识进行更加直观、生动的讲解

多识一点：对相对深奥的知识和概念进行通俗易懂的解释

封面图：泥三角架和瓷坩锅都是化学实验中的常用器皿，它们可以耐受相当高的温度。

扉页图：人工吹制的精美的威尼斯玻璃工艺品。

图书在版编目 (CIP) 数据

硅 / (英) 布莱恩·奈普著; 王萍, 董丽花译.
—济南: 山东教育出版社, 2005
(元素丛书)

ISBN 7-5328-4942-2

I. 硅... II. ①布... ②王... ③董... III. 硅 - 基本知识 IV. 0613.72

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第039392号

Copyright©Atlantic Europe Publishing Company
Limited 1996 and 2002

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form of by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without prior permission of the Publisher.

Suggested cataloguing location

Knapp, Brian

Silicon

ISBN 1 869860 34 9

— Elements series

540

Chinese edition published by Shandong Education Press. Copyright©1996 and 2002 by Atlantic Europe Publishing Company Limited.

Chinese edition is authorized for sale and distribution in China exclusively.

本书依据英国 Atlantic Europe Publishing Company Limited 1996 和 2002 年国际版权 (C) 翻译。

Atlantic Europe Publishing Company Limited 拥有版权。未经许可, 不得以任何形式, 包括以电子的或机械的方式进行照片复制或录音, 或是将信息存贮在任何检索系统上来翻印书中的任何内容。

中文版由 Atlantic Europe Publishing Company Limited 授权山东教育出版社出版。

该版本的中文版只在中国境内销售。

山东省版权局著作合同登记号:

图字: 15-2004-068

目 录

走进硅的世界	4
硅酸盐“神秘园”	6
丰富多彩的硅酸盐矿物	8
石英与长石	10
瑰丽的宝石	12
火石、蛋白石和黑曜石	14
石英矿脉	16
砂岩	18
石榴石、锆石和橄榄石	20
绿柱石与环状硅酸盐	22
玉与链状硅酸盐	24
层状硅酸盐矿物	26
陶瓷烧制的奥秘	28
陶瓷发动机——未来动力	30
硅树脂	32
神奇的硅片	34
硅与集成电路	36
玻璃探秘	38
玻璃是怎样制造出来的	40
下一次火山爆发	42
长话短说——硅	44
元素周期表	46
理解化学方程式	48
科技术语表	50

走进硅的世界

也许你对“元素”这个词并不陌生，但是你知道元素到底是什么吗？简单地说，元素是指含有相同核电荷数的一类原子，是组成物质的基本成分。连绵的山脉、翻腾的云海、变幻的星云，就连你我也都是由各种各样的元素组成的。天然存在的元素只有92种，而正是这92种元素构成了宇宙万物。本书所要展示给大家的是其中的一种元素——硅。

硅

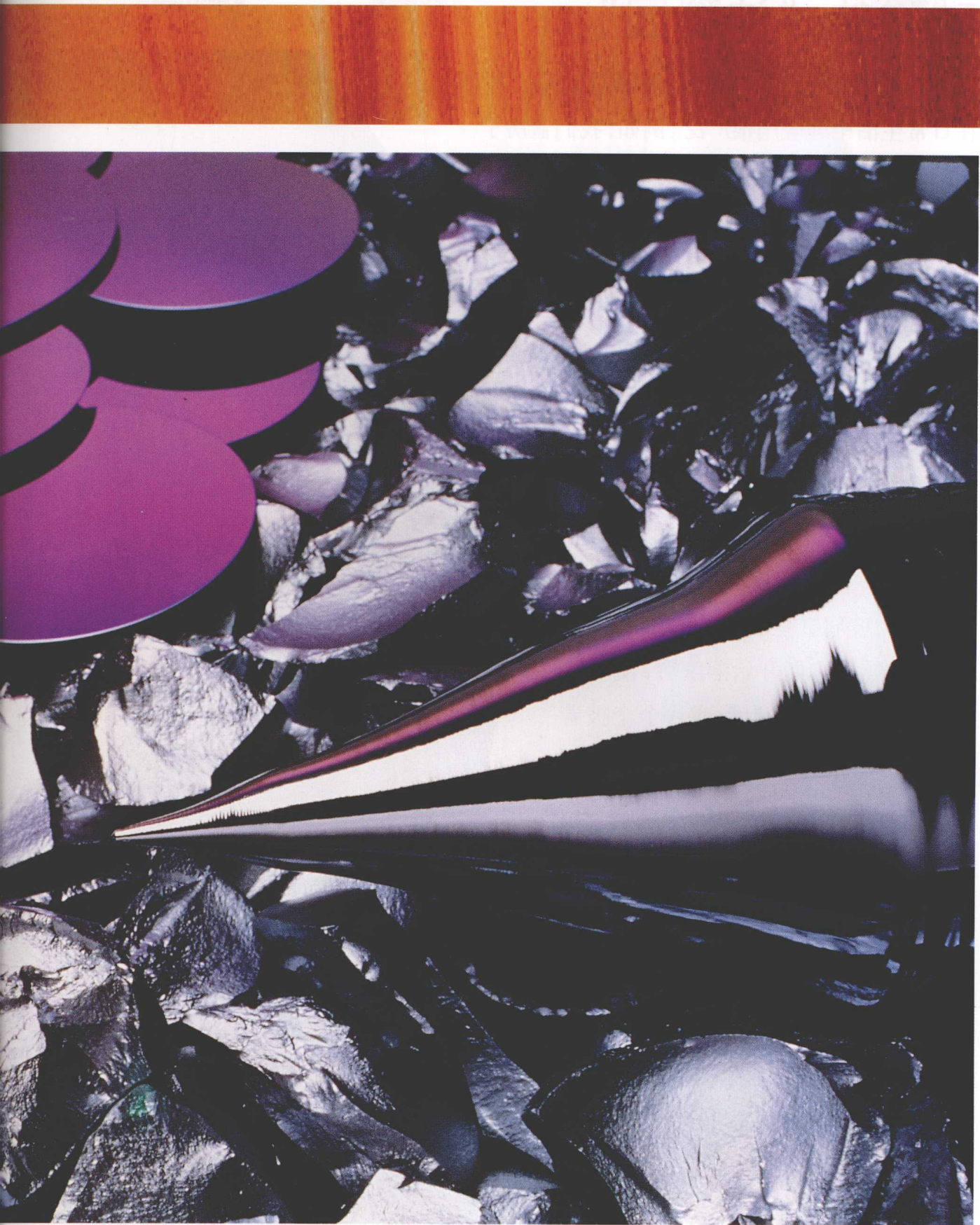
在地壳中，硅的含量仅次于氧，在所有元素中居第二位。但是我们通常意识不到硅的存在，部分原因是由于它形成了非常稳定的化合物，也因为太常见了，人们已经对它熟视无睹。

随便捡起一块石头，就可以看到硅的身影。硅与氧化合形成二氧化硅（也叫硅石）；二氧化硅是岩石的主要组成部分。除了石灰岩、煤层和盐层中二氧化硅的含量相对很少以外，其他所有的沙岩、页岩和火山岩，以及大部分土壤中都含有这种物质。

二氧化硅（硅石）被用来制造混凝土、砖和玻璃，是世界上重要的建筑材料。二氧化硅砂砾也可用来打磨粗糙的木制品和塑料制品。实际上，一些世界上最坚硬、最具魅力的矿物都是硅酸盐矿石，而硅是硅酸盐矿石的主要组成元素之一。例如，对于大多数人来说，绿宝石和海蓝宝石是名副其实的宝石，而实际上它们也是硅酸盐岩石。

现在科学家们又发现了硅的更具深远意义的用途。过去人们一直认为硅是一种“没有前途”的元素，而现在世界上所有的计算机和计算机控制设备的核心部件都是硅芯片——一种纯度很高的二氧化硅晶体。这种高纯度二氧化硅晶体对纯度的要求令人难以置信，只要十亿个原子中有一个杂质原子，这块晶体就不能用作硅芯片了。





▲ 单质硅晶体和用来制作芯片的高纯硅晶片（左上角紫色物）

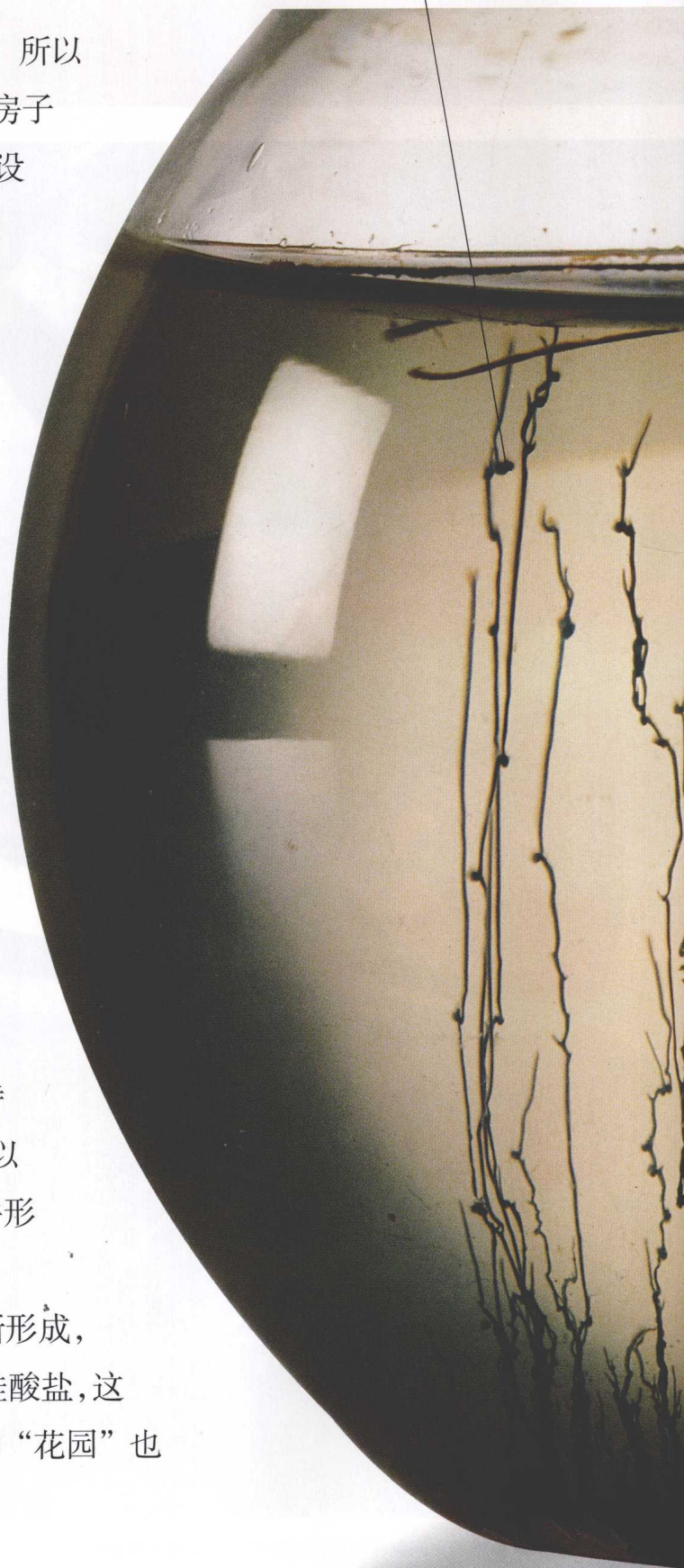
硅酸盐“神秘园”

二氧化硅与许多物质都很难发生反应，所以在日常生活中的应用很广泛。例如，我们盖房子用的砖和窗户上的玻璃都含有二氧化硅。设想一下，如果砖与其他物质接触后会发生变化，那会产生怎样的后果？但是在许多特殊条件下，二氧化硅也能与其他物质反应，并呈现出类似照片中的美景奇观。

例如，在 $1400\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的高温下，二氧化硅可以与碳酸钠反应，生成一种能溶于水的化合物——硅酸钠（俗称水玻璃）。右图展示的就是由硅酸钠水溶液形成的“化学花园”。往盛有硅酸钠水溶液的玻璃缸里放进几种不同的金属盐晶体，当它们开始溶解后，便与硅酸钠反应，在晶体上形成一个个披着硅酸盐“外衣”的泡。例如，在氯化钴晶体上形成的泡的“外衣”是硅酸钴，这个“外衣”虽然非常结实，但仍能允许水分子透过。水的不断进入使泡内的压强持续上升，直至在顶部破裂，于是晶体又可以与硅酸钠水溶液接触，开始新的反应，并形成一个新泡。

伴随着旧泡的不断破裂和新泡的不断形成，金属盐不断与硅酸钠溶液反应生成相应硅酸盐，这些硅酸盐“树”便越长越高，这个神秘的“花园”也变得越来越美丽了。

蓝色的硅酸铜

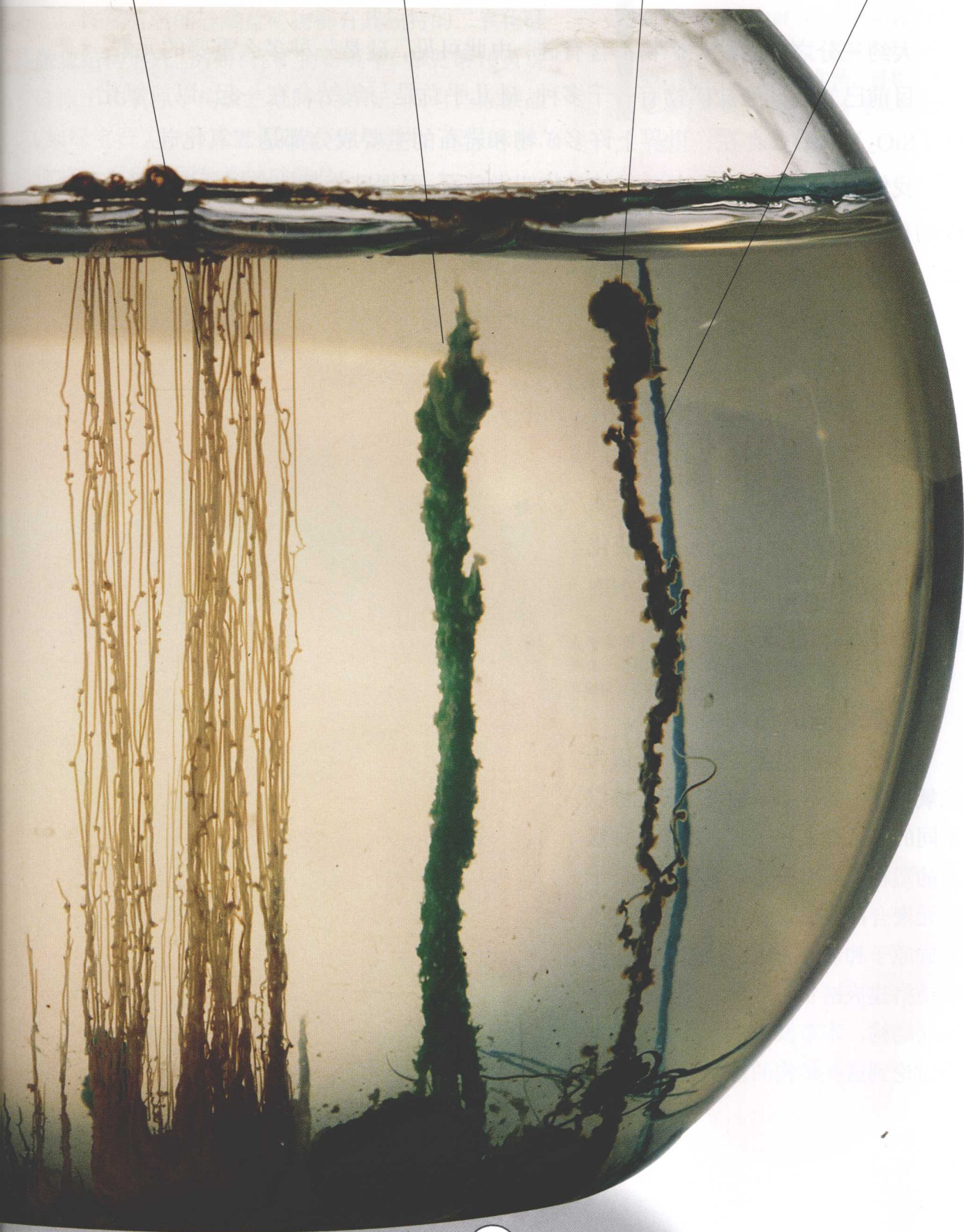


黄色的硅酸铬

绿色的硅酸镍

棕色的硅酸锰

蓝色的硅酸钴



丰富多彩的硅酸盐矿物

大约三分之一的地壳矿物都含有硅，由此可见，硅是一种多么重要的元素。

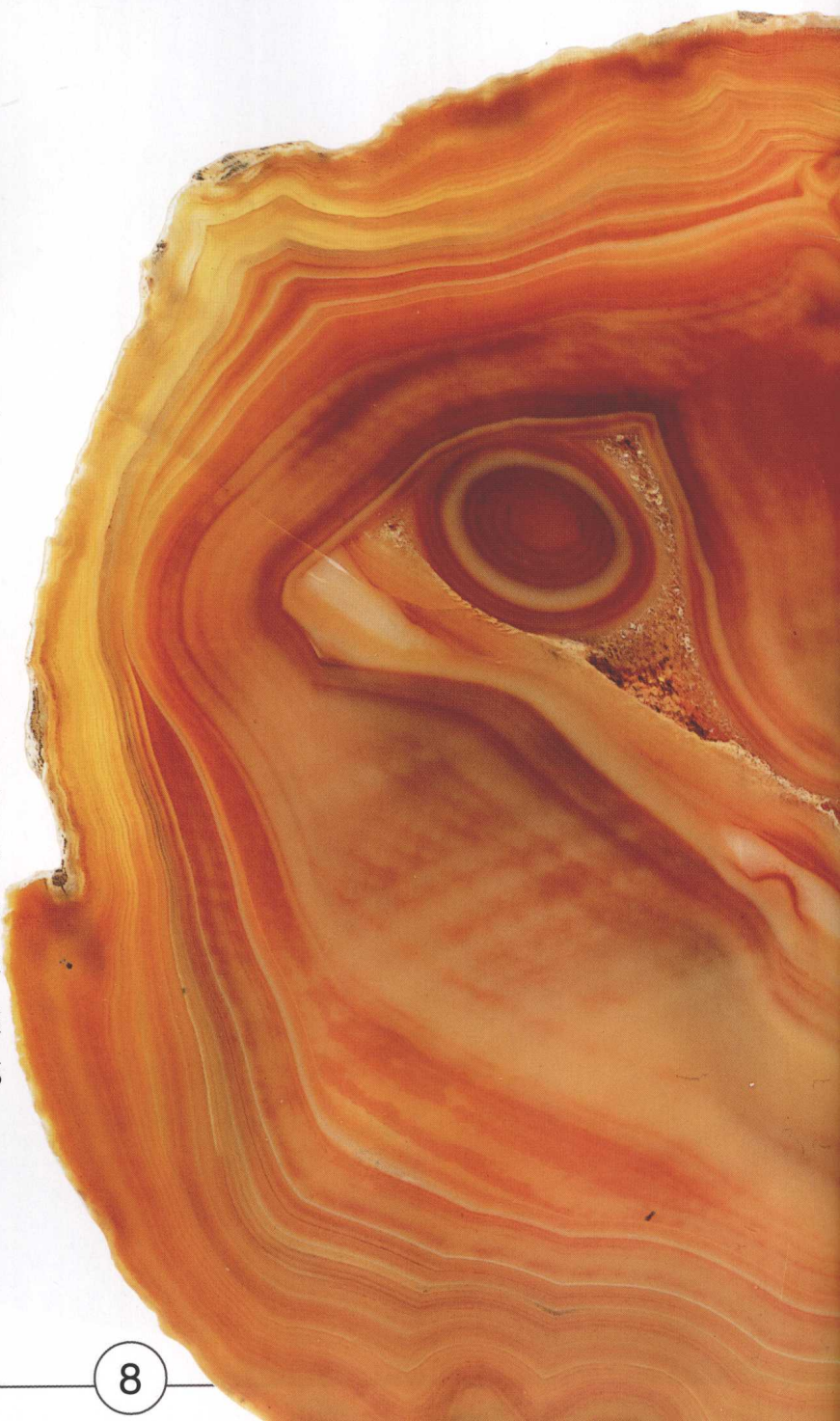
目前已知的硅酸盐矿物有一千多种。硅几乎总是与氧结合在一起，以二氧化硅（ SiO_2 ）的形式存在，世界上许多矿物和岩石的主要成分都是二氧化硅。

我们把只含有二氧化硅分子的矿物叫做硅石；而把硅与其他金属元素结合形成的矿物叫做硅酸盐。就体积而言，硅酸盐占到了地壳的 93%。

硅酸盐化合物不太活泼，正因为如此，我们才不会担心人类赖以生存的地表是否足够稳定。但这并不意味着由硅形成的化合物很单调、乏味，大自然（而非人类）才是最伟大的化学家，她创造了变化无穷的物质结构，赐予我们一个绚丽多姿的矿物世界。

二氧化硅的结构

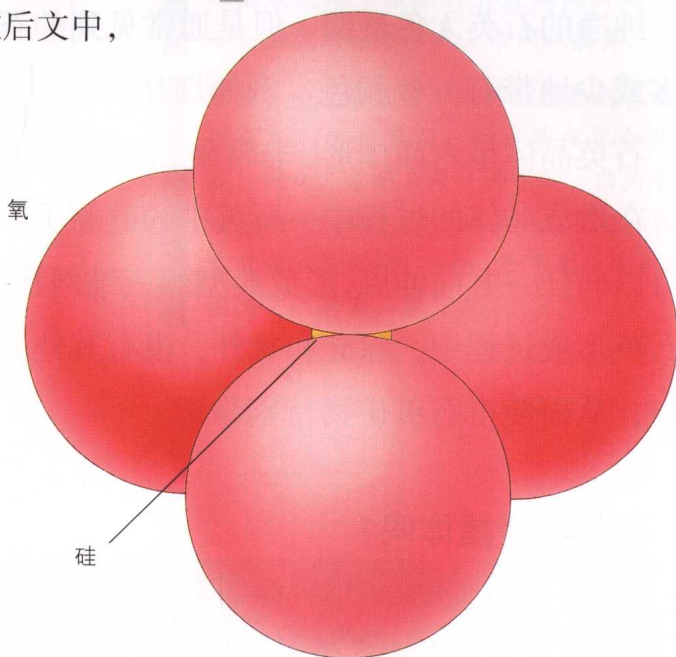
硅酸盐之所以丰富多彩，是因为二氧化硅中的硅原子和氧原子能够以不同的方式聚集在一起。就像品种繁多的塑料，其实都是由简单的小分子单元聚合而成的。同样，二氧化硅中的硅原子和氧原子也可以像积木一样联结搭建成链状、环形、层状或三维网状结构。本节及本书以后的内容都要讨论到这些结构的重要性。



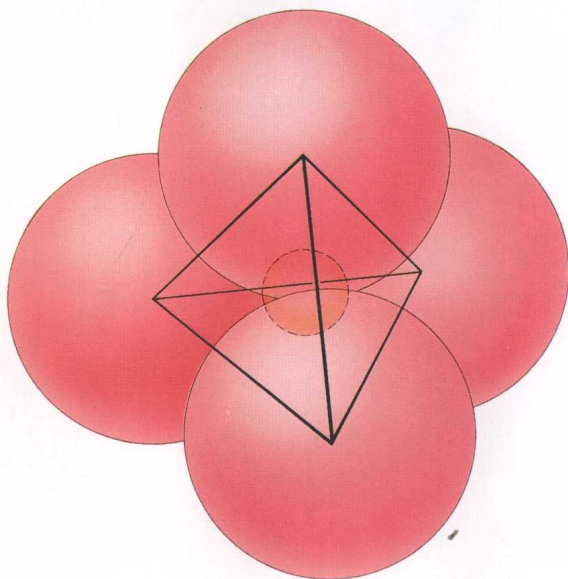
硅酸盐的类型

许多有名的硅酸盐矿物都有其独特的二氧化硅微观结构形式。例如，在矿物石英中(参见第10页)，硅原子和氧原子构成三维网状结构。而有些硅酸盐(如绿宝石)中的二氧化硅呈环状结构。在后文中，你将会看到不同种类的硅酸盐。

矿物：由地质作用形成的结晶态的单质或化合物。矿物只由一种单质或化合物组成。例如，方解石是一种矿物，因为它只由碳酸钙组成；岩盐也是一种矿物，因为它只含有氯化钠。同样，石英也属于矿物，因为它只含有二氧化硅。



▲▼ 这是一个二氧化硅单元模型，4个氧原子围绕在一个硅原子周围，构成一个四面体，它是所有硅酸盐矿物的基本结构单元。



石英与长石

石英，也叫岩晶，是最常见的二氧化硅矿物，它们几乎全部是由硅原子和氧原子组成的。

纯净的石英无色透明，但是通常见到的石英都或多或少地带有一些颜色，例如烟晶。

石英晶体呈六面体形，非常硬，用刀都划不动。

在形成晶体的过程中，石英中的硅原子和氧原子可以向任一方向伸展，形成典型的三维网状结构。在石英形成过程中，除硅和氧外，没有其他元素的参与，从而使得石英矿物特别稳定。

石英都是晶体吗？

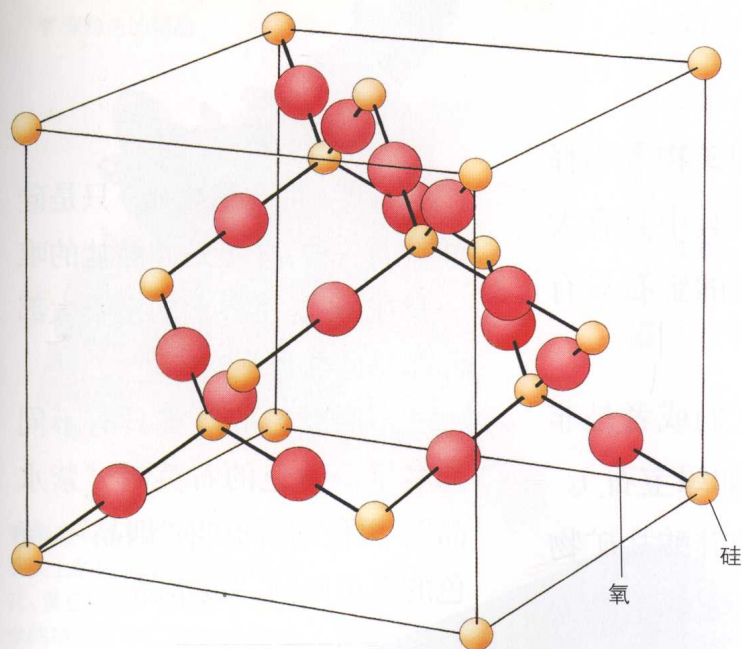
天然存在的二氧化硅通常都是大的晶体或小的结晶颗粒，所以石英通常以晶体的形式出现。然而，并非所有的石英都是晶体，非结晶态的二氧化硅也是很常见的，它们通常存在于矿脉和其他岩石断层中。



▲ 硅原子之间的紧密结合，使得二氧化硅呈现出与金刚石非常相似的结构。4个氧原子位于四面体的4个顶点上，将硅原子几乎完全包围起来（参见第9页）。硅原子和氧原子之间的电荷均匀分布，从而形成稳固的化学键，这样的结构使得像石英这样的矿物非常稳定，不易与其他物质发生反应。



◀ 这块石英中的六面体形晶体清晰可见。图中的这些晶体大约有6厘米长，有些石英晶体可以生长到几吨重。



▲ 石英中的硅原子和氧原子彼此互相联结，向四周伸展，形成三维网状结构。这种结构导致石英矿物比较脆硬。

硅酸盐的共性

尽管硅酸盐矿物有一千多种，但是它们却有着许多共同的性质。总的来说，大多数硅酸盐都很硬，不溶于水，甚至也不溶于酸。大多数硅酸盐晶体都是透明或者半透明的，外观有点像玻璃。

长石

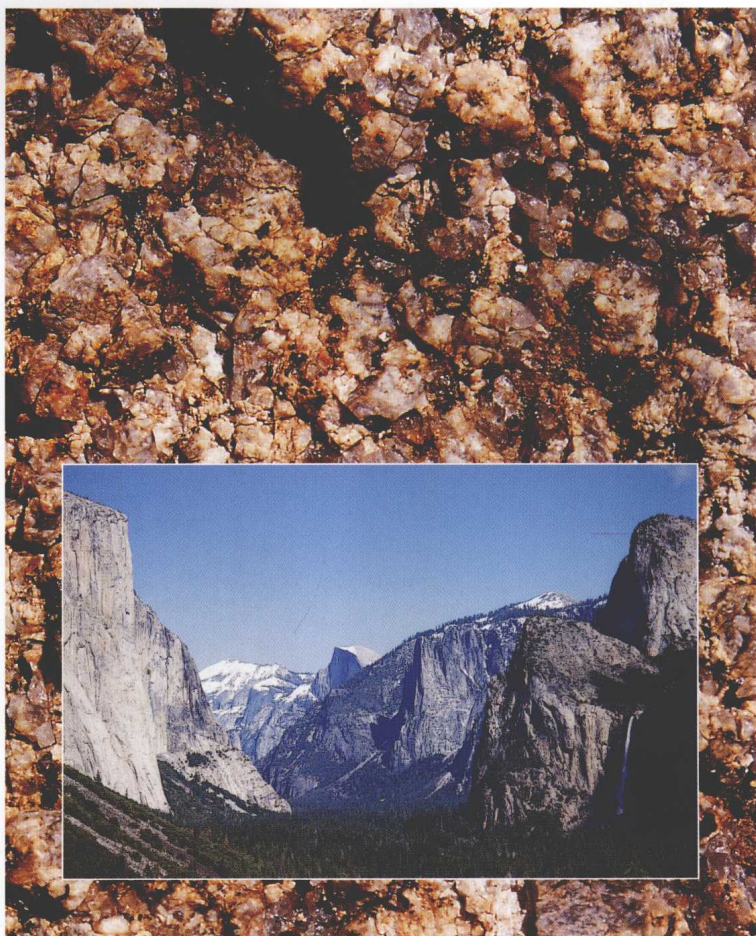
长石大多存在于岩浆岩中，它们是某些硅原子被铝原子取代后形成的硅酸盐。铝原子之所以能够取代硅原子，是因为铝原子体积小，而且也能够中和氧原子中的电荷。铝原子取代硅原子的同时，会在晶体结构中形成许多“洞眼”，钾、钠和钙原子便可以“乘虚而入”，形成各种各样的长石。

长石是不透明的晶体，呈粉红色、灰色或者白色。在右图的花岗岩样品中，你可以很清楚地看到各种长石。

晶体：能够自由生长并形成一定外部形状的物质。准结晶态物质中的原子不能自由排列形成单个的晶体；非晶态物质（也叫玻璃质）中的原子则呈无规则排列。

岩浆岩：也叫火成岩。是由地表火山喷出的岩浆或地下深层的岩浆固化而成的岩石，在成岩时可形成三维网状晶体。

矿物：由地质作用形成的结晶态的单质或化合物。矿物只由一种单质或化合物组成。例如，方解石是一种矿物，因为它只由碳酸钙组成；岩盐也是一种矿物，因为它只含有氯化钠。同样，石英也属于矿物，因为它只含有二氧化硅。



▲ 局部放大的花岗岩。其中玻璃状的灰色晶体是石英。嵌在大图片中的小图片是美国加利福尼亚州莫哈韦沙漠（Mojave Desert）的花岗岩风貌。

瑰丽的宝石

人们总是对各种光彩夺目的岩石和矿物爱不释手。世界上的矿物总数大约有三千种，其中只有大约一百种可以算得上是宝石，而且常见的宝石只有十种。

大多数宝石都属于硅酸盐矿物，它们或者是非结晶态的（如玉），或者是结晶态的（如绿宝石）。

“外行人”通常会把许多并不贵重的硅酸盐矿物误认作宝石。例如用来替代钻石的锆石实际上是人工合成的硅酸盐。现在，绿宝石也能由工业合成制得，合成绿宝石的质地通常比天然的还要好。

七彩石英

石英（即二氧化硅）只是硅酸盐的一种，并不是硅酸盐的唯一存在形式。世界上的宝石大部分都是硅酸盐。

不同颜色的石英具有不同的名字。紫色的石英叫“紫水晶”，黑色的石英叫“烟晶”，黄色的石英则叫“黄水晶”。

紫水晶

紫水晶是掺杂了铁、锰和碳元素的石英晶体，带有紫色，受热时会变成桔黄色的“黄水晶”。

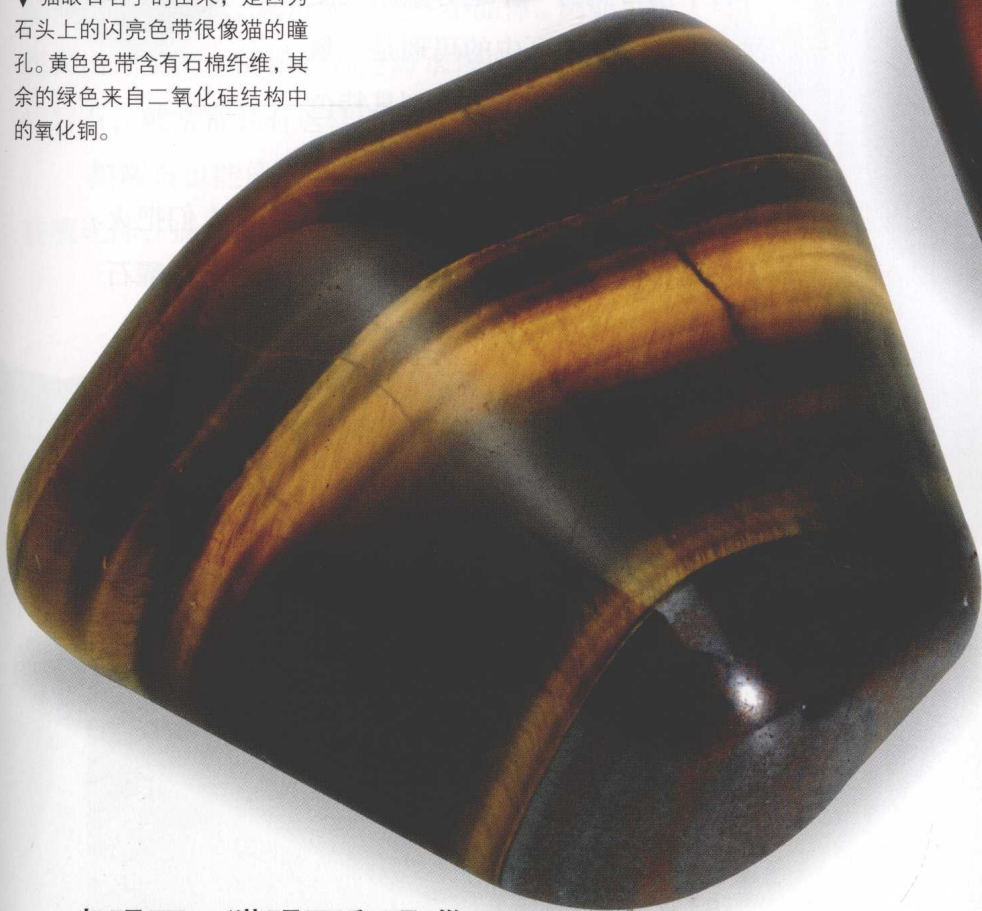


◀ 紫水晶

▼ 深棕色的烟晶



▼ 猫眼石名字的由来，是因为石头上的闪亮色带很像猫的瞳孔。黄色色带含有石棉纤维，其余的绿色来自二氧化硅结构中的氧化铜。



宝石：一种因稀有或因外观独特而具有很高的经济价值的矿石，包括钻石、绿宝石、红宝石和蓝宝石等。宝石没有单一的分子式。

沉淀：两种液体或气体之间发生化学反应，生成的一种细小的固体颗粒。

溶液：一种液体与另外一种或几种物质形成的均一、稳定的混合物（如食盐水）。这种混合物可以通过蒸发和冷却等物理方法进行分离。



▲ 虎眼石上的色带的性质与猫眼石相似，它的红棕色源自其中所含的氧化铁。

多识一点...

不属于硅酸盐的宝石主要有金刚石（由碳构成）和红宝石（由铝的氧化物构成）。

▼ 玛瑙

虎眼石、猫眼石和玛瑙

有色带的二氧化硅矿石被认为是宝石。它们是怎样形成的呢？原来，火山岩浆在冷却时会形成许多孔隙，当富含二氧化硅的溶液进入这些孔隙中，随着温度的降低，二氧化硅便作为沉淀沉积下来，最终形成宝石。碧玉（绿色）、玉髓（灰色）和光玉髓（红色）都属于这种形式的宝石。



火石、蛋白石和黑曜石

在众多的石英中，蛋白石不存在晶体结构。而许多石英，如黑曜石和火石，它们的晶体形式只有通过显微镜才能观察得到，这类石英叫做“微晶矿物”。

刃口



火石

火石是二氧化硅的一种微晶形式，是二氧化硅被渗透水从硅酸盐岩石中携带到另一个地方重新沉淀而成的。（第13页中的玛瑙是二氧化硅的另一种沉淀形式，别具特色的色带使其成为倍受青睐的宝石。）

火石常见于白垩岩中。在石器时代，人们把火石的结节劈开，用来制造石斧和火石箭头。黑曜石和火石是石斧的主要制作材料。

值得注意的是，火石是三维网状结构的硅酸盐，不能沿着一个特定的面碎裂，所以很适于雕刻。但由于火石很脆，所以只能雕刻成粗糙的形状。

◀ 火石非常脆，容易碎裂成贝壳状的碎片。手艺精湛的工匠能够利用一块火石将另一块火石劈开，做成锋利的斧刃或斧尖，下脚料则用来制作箭头。

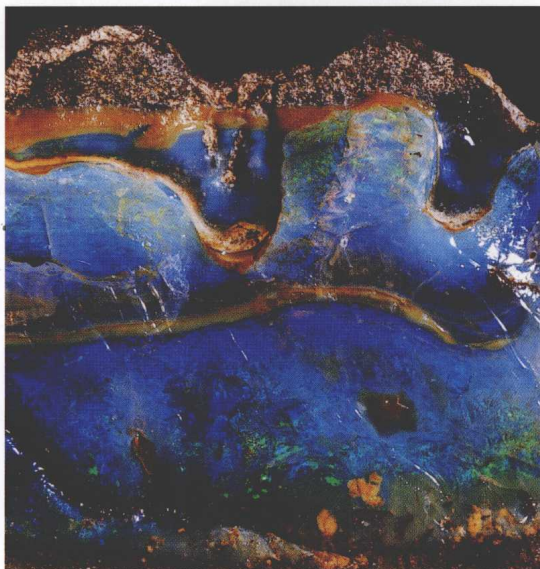
火石箭头



蛋白石

蛋白石是没有任何晶体结构的石英，是从含有二氧化硅的水溶液中沉淀形成的。由于蛋白石中含有水分子，所以结构不如其他类型的石英致密。蛋白石的光泽与其他石英不同，更像珍珠。

▶ 蛋白石具有特殊的珍珠光泽。



玻璃：具有各种高机械和光学性能的一大类材料。它们不经结晶过程而从融化状态凝固而成，常用硅酸盐与氧化硼、氧化铝或五氧化磷合制而成，一般硬而易碎，透明或半透明，被认为是超低温液体而不是真正的固体。需要注意的是，一些天然矿物具有上述所有特点，它们被称为天然玻璃。

溶液：一种液体与另外一种或几种物质形成的均一、稳定的混合物（如食盐水）。这种混合物可以通过蒸发和冷却等物理方法进行分离。

黑曜石

黑曜石被称作天然玻璃，是以很小的晶体形式存在的二氧化硅。如果火山熔岩快速冷却，大的晶体来不及生长，就形成了这些小晶体。例如，海底火山爆发产生的熔岩，经海水快速冷却后形成的岩石，就常常具有这样的性质。

黑曜石也能像火石一样碎裂成贝壳状，具有玻璃光泽，通常呈黑色（如下图所示）。

▼ 一块天然火山玻璃——黑曜石，贝壳状裂痕清晰可见。



► 这是一个奥尔美加（位于中美洲）风格的黑曜石雕像。黑曜石是一种三维网状结构的硅酸盐，没有任何特殊的晶体形状，所以很适于雕刻。

