

元素丛书



硫

SULPHUR

S

山东教育出版社

元素丛书  
*Elements*  
**硫**  
**SULPHUR**

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：曲慧娴

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 7-5328-5067-6

定 价：18.00 元 / 册

---

( 如印装质量有问题，请与印刷单位联系 )

## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

硫 / (英) 布莱恩·奈普著; 曲慧娴译. — 济南: 山东教育出版社, 2005

(元素丛书)

ISBN 7-5328-5067-6

I. 硫... II. ①布... ②曲... III. ①硫-基本知识 ②硫化物-基本知识 IV. 0613.51

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第046980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 or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without prior permission of the Publisher.

### Suggested cataloguing location

Knapp, Brian

Sulphur

ISBN 1 869860 84 5

— *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。

山东省版权局著作权合同登记号:

图字: 15-2004-068

# 目 录

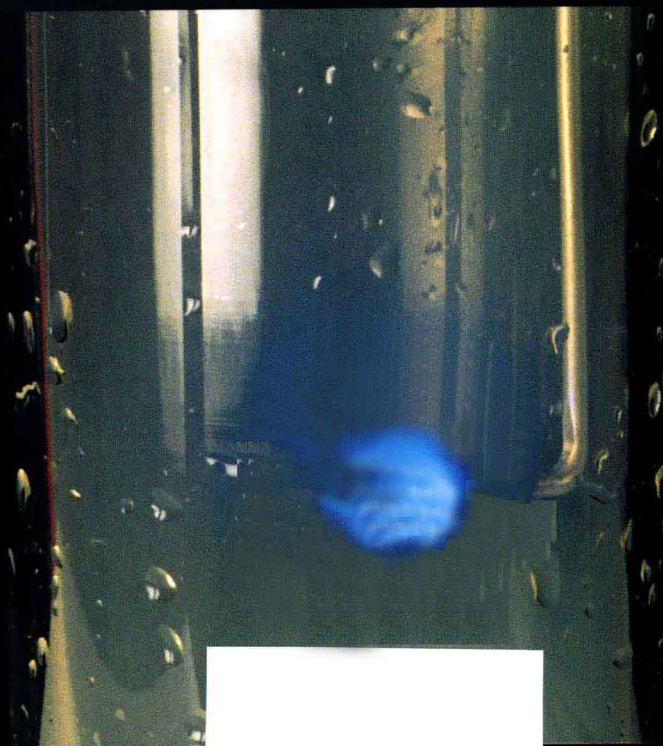
|          |    |
|----------|----|
| 走进硫的世界   | 4  |
| 硫的物理性质   | 6  |
| 硫的形成     | 8  |
| 硫的晶体     | 10 |
| 含硫矿物     | 12 |
| 硫的化学性质   | 14 |
| 硫的开采     | 16 |
| 二氧化硫     | 18 |
| 二氧化硫的漂白性 | 20 |
| 二氧化硫与环境  | 22 |
| 硫化氢      | 24 |
| 硫酸       | 26 |
| 硫酸的工业生产  | 28 |
| 硫酸与蓄电池   | 30 |
| 硫酸盐与亚硫酸盐 | 32 |
| 硫酸铜      | 34 |
| 硫酸铜的化学性质 | 36 |
| 硫化橡胶     | 38 |
| 战争中的硫    | 40 |
| 日常生活中的硫  | 42 |
| 长话短说——硫  | 44 |
| 元素周期表    | 46 |
| 理解化学方程式  | 48 |
| 科技术语表    | 50 |

元素丛书



# 硫

# SULPHUR



S

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硫元素最精华的知识，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：产于波兰的黄色斜方硫晶体。

扉页图：硫在氧气中燃烧，产生蓝色火焰。

## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

硫 / (英) 布莱恩·奈普著; 曲慧娴译. — 济南: 山东教育出版社, 2005

(元素丛书)

ISBN 7-5328-5067-6

I. 硫... II. ①布... ②曲... III. ①硫-基本知识 ②硫化物-基本知识 IV. 0613.51

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第046980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 or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without prior permission of the Publisher.

### Suggested cataloguing location

Knapp, Brian

Sulphur

ISBN 1 869860 84 5

— *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。

山东省版权局著作权合同登记号:

图字: 15-2004-068

# 目 录

|          |    |
|----------|----|
| 走进硫的世界   | 4  |
| 硫的物理性质   | 6  |
| 硫的形成     | 8  |
| 硫的晶体     | 10 |
| 含硫矿物     | 12 |
| 硫的化学性质   | 14 |
| 硫的开采     | 16 |
| 二氧化硫     | 18 |
| 二氧化硫的漂白性 | 20 |
| 二氧化硫与环境  | 22 |
| 硫化氢      | 24 |
| 硫酸       | 26 |
| 硫酸的工业生产  | 28 |
| 硫酸与蓄电池   | 30 |
| 硫酸盐与亚硫酸盐 | 32 |
| 硫酸铜      | 34 |
| 硫酸铜的化学性质 | 36 |
| 硫化橡胶     | 38 |
| 战争中的硫    | 40 |
| 日常生活中的硫  | 42 |
| 长话短说——硫  | 44 |
| 元素周期表    | 46 |
| 理解化学方程式  | 48 |
| 科技术语表    | 50 |

# 走进硫的世界

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。这本书所要展现给大家的是其中的一种元素——硫。

## 硫

硫，俗称硫磺，是一种黄色固体，化学性质比较活泼。在一些火山附近，常有天然的硫矿。也许这就是为什么古人总把硫（硫磺）与地狱联系在一起的原因。例如在《新约圣经》中，地狱就被描写成“燃烧着硫磺的火海”。

纯净的单质硫具有许多奇异的性质。世界上最早用来证明静电存在的演示实验，所用的就是由硫制作的小球。人们发现，如果用手接触小球，小球就会发光。

硫是一种非金属，不溶于水。纯净的单质硫发出一股极微弱的臭味。你可能会以为硫的气味是臭鸡蛋味，其实这种臭鸡蛋气味是由硫的一种化合物——硫化氢——引起的，而不是硫本身。大蒜、芥末、洋葱、卷心菜的味道也都与硫的化合物有关。臭鼬排放出的强烈、持久的臭气中也含有硫的化合物。





此外，硫也是所有生命组织的组成元素。植物蛋白质中含有硫，食草动物也因此获得生长所需的硫。

尽管在人们看来，硫有着各种各样的缺点，但是它在制药领域中一直扮演着重要的角色。硫既可以外用，即把它制成软膏或喷剂作用于患处，也可以制成内服药物。“硫磺石与蜜糖”早在维多利亚女王时代就得到了广泛的应用，更是因查尔斯·狄更斯（Charles Dickens）的小说而广为人知。在现代社会，磺胺类药剂还用作抗菌剂，主要用于治疗消化系统感染。

因为一切生命体内都含有硫，生命组织腐烂后硫会保存下来，这就是为什么煤、石油以及天然气中都含有硫元素（尽管它的存在并不受欢迎）的原因。为什么人们不喜欢其中的硫呢？原来当这些化石燃料燃烧时，其中的硫就转化成包括二氧化硫在内的多种含硫气体，这些气体能够形成酸雨，污染环境。

二氧化硫是一种很重要的气体，溶解在水中能形成酸。二氧化硫具有一定的漂白作用，在很多工业生产过程中用作漂白剂。

硫的一个非常重要的用途是制造硫酸。硫酸被誉为“化学工业之母”，制造硫酸铵、过磷酸钙等化学肥料，炼钢、造纸等，都离不开硫酸。

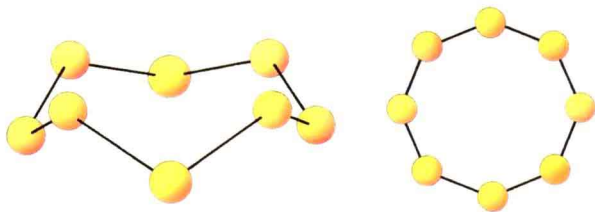


◀ 嵌在岩石中的黄色斜方硫晶体。另外一种常见的硫晶体是单斜硫晶体，见第 10 页。

# 硫的物理性质

纯净的硫是一种质软、易碎的黄色固体，具有许多特殊的物理性质。

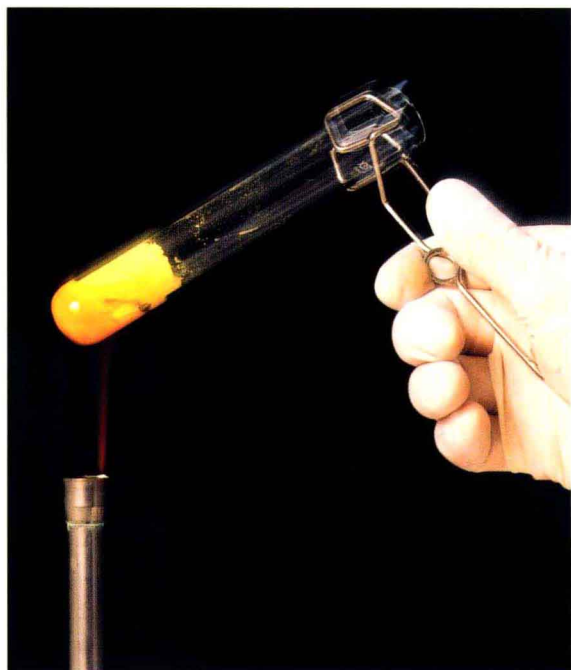
► 硫分子八角环形结构侧视（左）和俯视图。



①► 实验室中保存的硫一般都是黄色粉末，下述实验中所用到的硫就是右图试管中的硫。



②◀ 硫在  $115^{\circ}\text{C}$  时熔化，尽管熔点比较低，但由于硫是热的不良导体，所以试管中的硫需要较长时间才能全部熔化。



③► 熔融的硫是一种琥珀色、流动性较好的液体。每8个硫原子结合成一个环，吸收热量能使这种环形结构彼此错开，相对滑动，所以硫受热熔化后就变成流动性很好的液体。

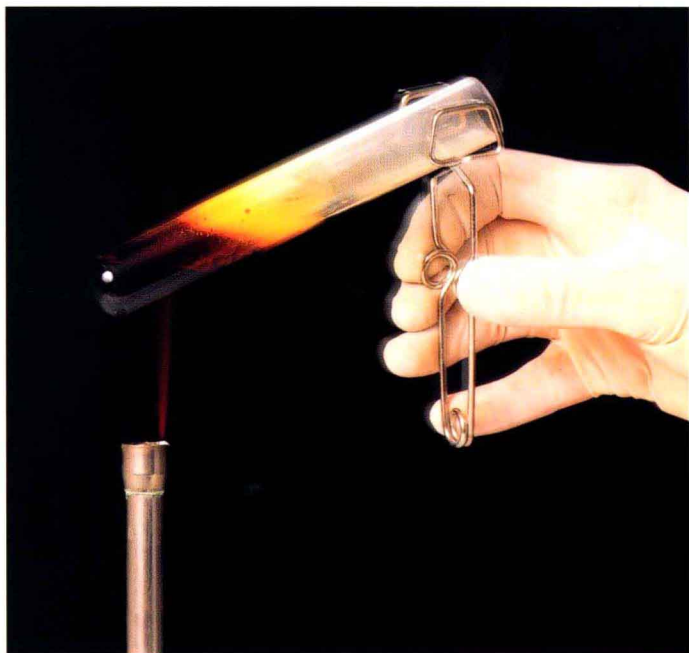


④ ► 继续加热，硫的颜色会越来越深，也会越来越粘稠。当温度达到  $187\text{ }^{\circ}\text{C}$  以后，把试管倒立过来，试管中的液体不会向下流动。这是因为当硫吸收过量的热时，硫的环状结构遭到破坏，形成链状结构，互相交缠在一起，从而使流动性大大降低。



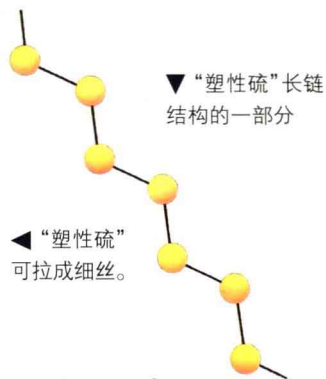
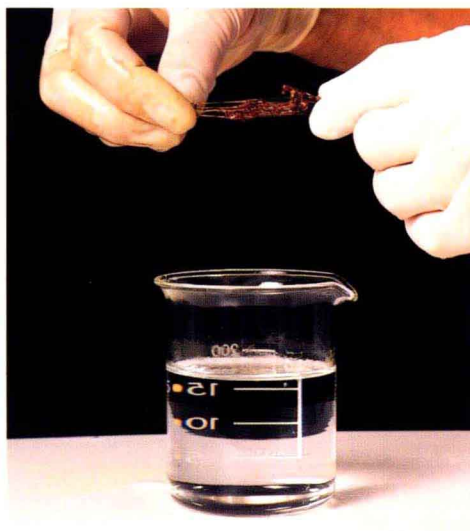
**熔点:** 物质从固态变成液态时的温度。

⑤ ► 继续加热直至  $444\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，硫变成黑色，因温度已经达到硫的沸点，所以液体又开始流动。这是因为过量的热使硫的长链断裂成许多短链，流动性大为提高。



⑥ ▼ 将试管中炙热的硫倒入冷水中，冷却后取出，便能像塑料一样拉伸。

上述快速冷却过程会使硫中的能量迅速散失，得到超长链状结构。如果继续在模具中成型，这些硫便会重新吸收一些能量，恢复成环形结构，并逐渐固化。



多识一点…

硫蒸气急速冷却后可形成硫华。硫华是微结晶状的硫。

# 硫的形成

据推测,硫是宇宙中的星体上质量较轻的原子在巨大的温度和压力作用下,互相熔合而形成的。

天然硫的形成大多与火山活动有关,在火山附近和地热喷泉周围的岩石中常常会发现亮黄色的硫晶体。硫通常以硫化物的形式存在于岩石中,各种生命体组织中也含有少量的硫。硫也可以在某些沉积岩层中由石膏分解而成,例如一些盐丘顶部的石膏,在硫细菌的作用下分解,形成天然硫。

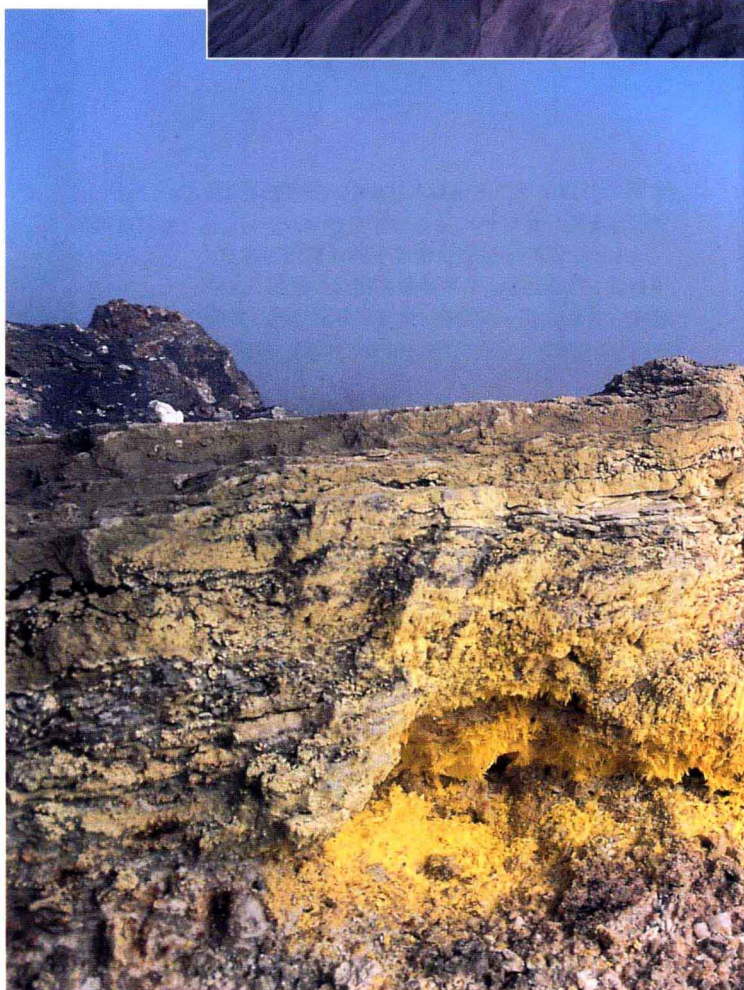
## 海底火山活动与硫

海底地壳板块开裂的地方容易形成火山。在这些地方,海水渗入岩石并与从海底岩浆中释放出的硫蒸气作用,从而造成过热酸性水的喷发。这些水中还溶有铁、锌、铜等金属元素。过热酸性水的喷涌形成海底热液喷口。

当这些过热水流入冰冷的海水中后,逐渐冷却下来,其中所溶解的硫也就会逐渐析出,形成晶体。这是一个典型的水热过程。随着时间的推移,大量的硫以硫化物的形式沉积在热液喷口周围。这些硫化物是硫与铜、铁或者金属矿石结合形成的化合物。

### 多识一点…

在海洋深处,氧气的含量非常低,但硫的含量却很高,所以很多微生物就逐渐进化为以硫为生。这些微生物与虫类、蛤类等一起组成海底食物链。





#### ◀ 皮纳图博 (Pinatubo) 火山口

火山爆发前期,会产生大量的含硫气体,如二氧化硫,可以利用这一现象来预测火山爆发。1991年菲律宾皮纳图博火山以及日本云仙岳(Unzen)火山爆发前,人们检测到空气中二氧化硫含量的增加,从而为预测火山爆发提供了依据。

#### ▶ 金星

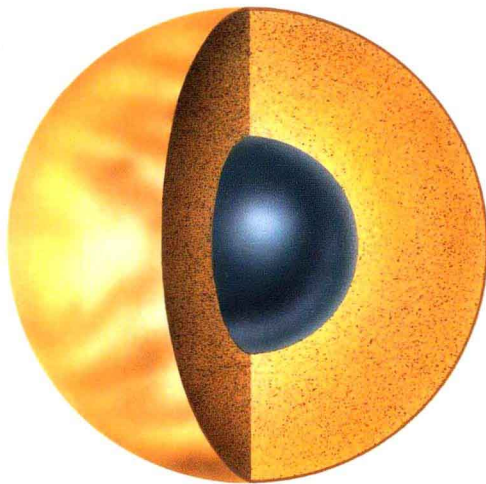
除地球以外,在太阳系其他行星上也分布着大量的硫。例如,金星大气的主要成分就是硫酸的小液滴和固态硫的小颗粒。



**水热过程:**一种有热水参与的过程。通常用于描述成岩过程。从岩浆中涌出的热水和其他流体是各种金属及矿物质的重要携带者,宝石就是由这些矿物质形成的。

**矿石:**含有某种有用物质的岩石。矿石应该具有一定的开采价值。

**硫化物:**硫的无氧化合物。



### 硫与食盐

沙漠中的湖水蒸发后会析出食盐(氯化钠),和食盐一起析出的还有其他矿物,如硫酸钙(参见第13页)。经过一段时间后,在微生物的作用下,硫酸钙会分解,最后形成石灰石和天然硫。而这些天然硫会以叶脉的形式留在石灰石岩层中,形成硫矿。采用弗拉施取硫法可以从这些矿石中熔炼出硫(详见第17页)。在墨西哥湾、红海和德国的地下岩层中有数量可观的硫。

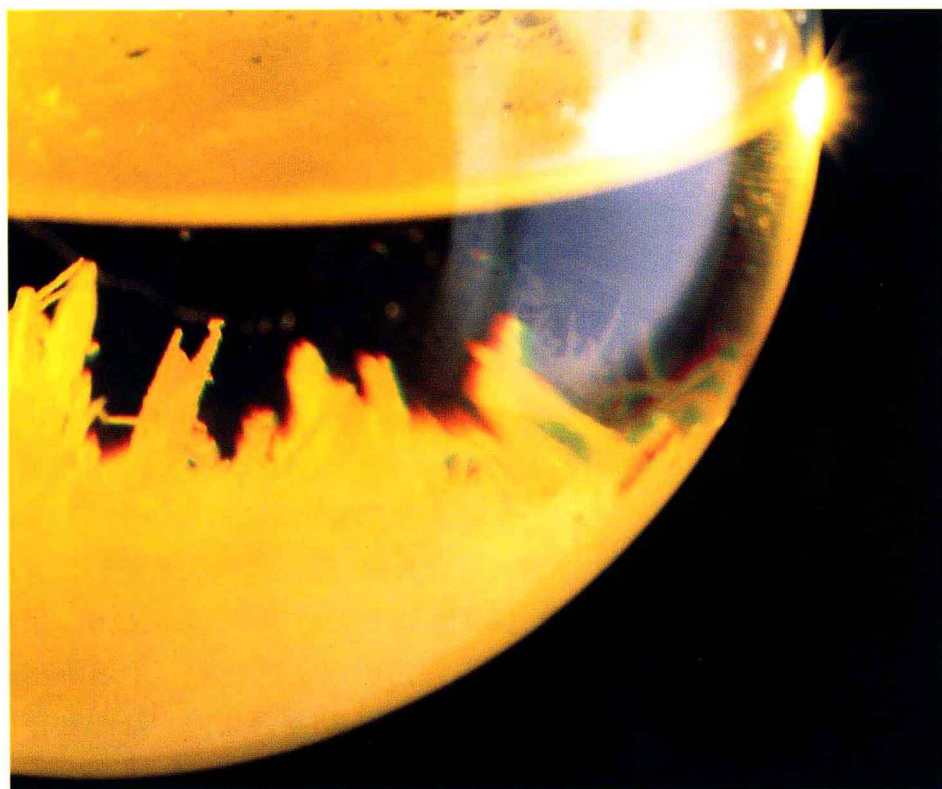
◀ 新西兰鲁特拉(Rotorua)喷泉附近岩石中的天然硫

# 硫的晶体

晶体类型一般分为七种，每一类型中所有的晶体统称为一个晶系。很多元素可以形成多种晶系，例如硫就有两种晶系——单斜晶系和斜方晶系。

单斜晶系的硫是一种黄色晶体（形状像双刃凿的凿刃）；斜方晶系的硫为琥珀色晶体（形状似菱形，所以斜方硫又称菱形硫）。

我们常见的硫磺也是一种单质硫，但不是晶体。它是由微生物在无氧环境下与硫化氢气体作用而形成的。



▲把硫溶解在热的甲苯溶液中，然后逐渐冷却，就会得到这些漂亮的单斜硫晶体。因为温度高的溶液中溶解的硫要多一些，所以冷却降温到一定温度后，硫就不能继续溶解了（形成了饱和溶液），然后以晶体形式析出。最先析出的晶体作为晶种，新析出的晶体沉积在晶种上面，晶体就能越长越大。



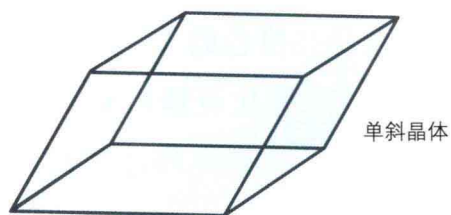


**晶系：**地球上所有的晶体可以归为7种晶系，分别是：三斜晶系、单斜晶系、正交晶系、四方晶系、三方晶系、六方晶系、正方晶系。

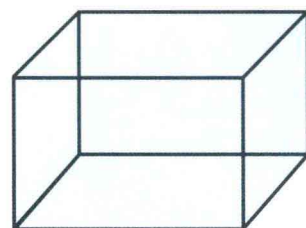
**立方晶系：**外形为立方体的一类晶体。

**单斜晶系：**七大晶系之一，是一类具有斜柱状外形的晶体。

**饱和溶液：**不能继续溶解某种溶质的溶液。溶液所溶解的溶质的多少受温度影响。



单斜晶体



斜方晶体

▲◀▼ 硫有两种晶体形式：单斜晶体和斜方晶体。可以从颜色上区分：斜方硫呈琥珀色（左图），而单斜硫则呈亮黄色（下图和第10页的左图）。



# 含硫矿物

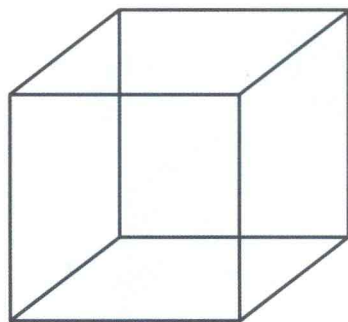
硫是一种性质活泼的元素，可以和其他多种元素化合，产物以硫化物为主，如黄铁矿。如果产物中还含有氧元素，那么形成的就是硫酸盐。

硫化物矿石一般都比较重，这是原子质量比较大的硫原子紧密排列的缘故。硫化物中有的是黄铜色，有的是黑色，也有一些颜色比较特殊，例如硫化镉就是亮橙色的（见第 25 页）。

黄铁矿（二硫化亚铁  $\text{FeS}_2$ ），是人们最为熟悉的一种硫化物。它是一种铁矿石，也是工业生产硫酸的原料。其他主要的含硫矿物还有：方铅矿（硫化铅  $\text{PbS}$ ）、闪锌矿（硫化锌  $\text{ZnS}$ ）、黄铜矿（硫化铜  $\text{CuS}$ ）。

世界上许多重要的矿体都是由硫化物组成的。坐落在美国盐湖城西南方的宾翰峡谷（Bingham Canyon）是世界上最大的露天黄铜矿场。美国科罗拉多州靠近里德维尔地区的科拉马科斯（Climax）钼矿，也是由很多含硫矿脉组成的。在其顶峰时期，全球 80% 的钼都产自此矿。位于加拿大安大略湖的萨德伯里地区也蕴藏着丰富的硫化铜和硫化镍矿物。

硫酸钙和硫酸钡中也含有硫。其中硫酸钙是石膏的主要成分（硫酸钙的二水合物  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  俗称石膏，也叫生石膏；半水合物  $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$  俗称熟石膏或烧石膏）。硫酸钡是重晶石的主要成分，80% ~ 90% 的重晶石用作石油钻井中的泥浆加重剂。



▲ 许多晶体都属于立方晶系。黄铁矿一般都是简单立方晶体，如上图所示。



▲ 硫化铅（即方铅矿）是一种常见矿物，主要分布在火山爆发频繁地带。在银矿和锡矿富集的矿区通常也能找到方铅矿。方铅矿是灰黑色的立方晶体，所以很容易辨认。在有热水流经的石灰石和白云石中也常含有方铅矿。

方铅矿是一种比较柔软的矿石，如果在其表面上刮一下，就会留下灰色的刮痕，露出里面铅的颜色。方铅矿是世界上主要的制铅原料。

## 黄铁矿

黄铁矿是最常见的含硫矿物，呈黄铜色，看起来非常像黄金，故又称“愚人金”。一些人在遇到黄铁矿时常常误认为自己找到了金矿。事实上，黄铁矿比黄金轻，也比黄金硬。

黄铁矿在潮湿空气中能与氧气发生反应，所以露置在空气中时，原本光亮的表面很快就会变暗，最后变成细细的灰色粉末。

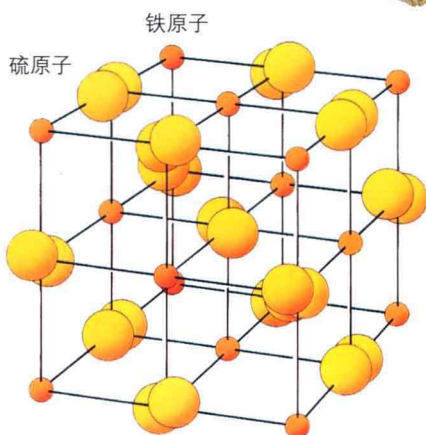
黄铁矿的形成与海底火山活动有关。

**黄铁矿：**一种主要成分为  $\text{FeS}_2$  的矿石。

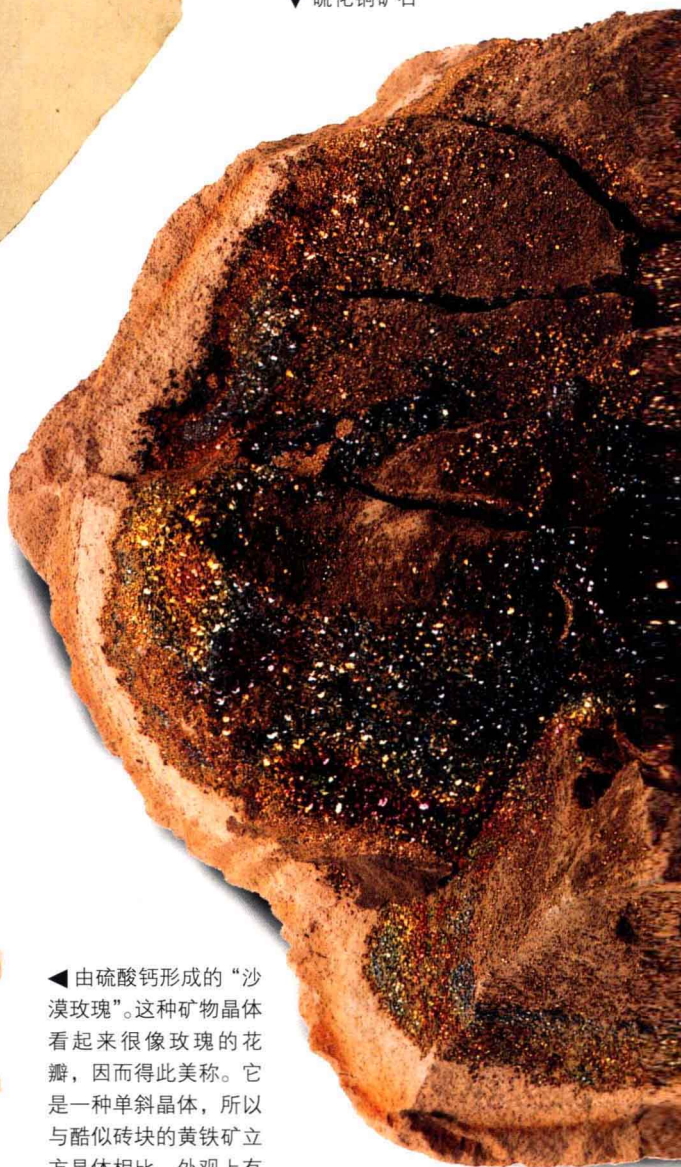
**硫酸盐：**一种含有硫元素和氧元素的化合物，如硫酸钙（石膏）。

► 黄铁矿

▼ 黄铁矿的立方晶体结构示意图



▼ 硫化铜矿石



◀ 由硫酸钙形成的“沙漠玫瑰”。这种矿物晶体看起来很像玫瑰的花瓣，因而得此美称。它是一种单斜晶体，所以与酷似砖块的黄铁矿立方晶体相比，外观上有很大差异。



# 硫的化学性质

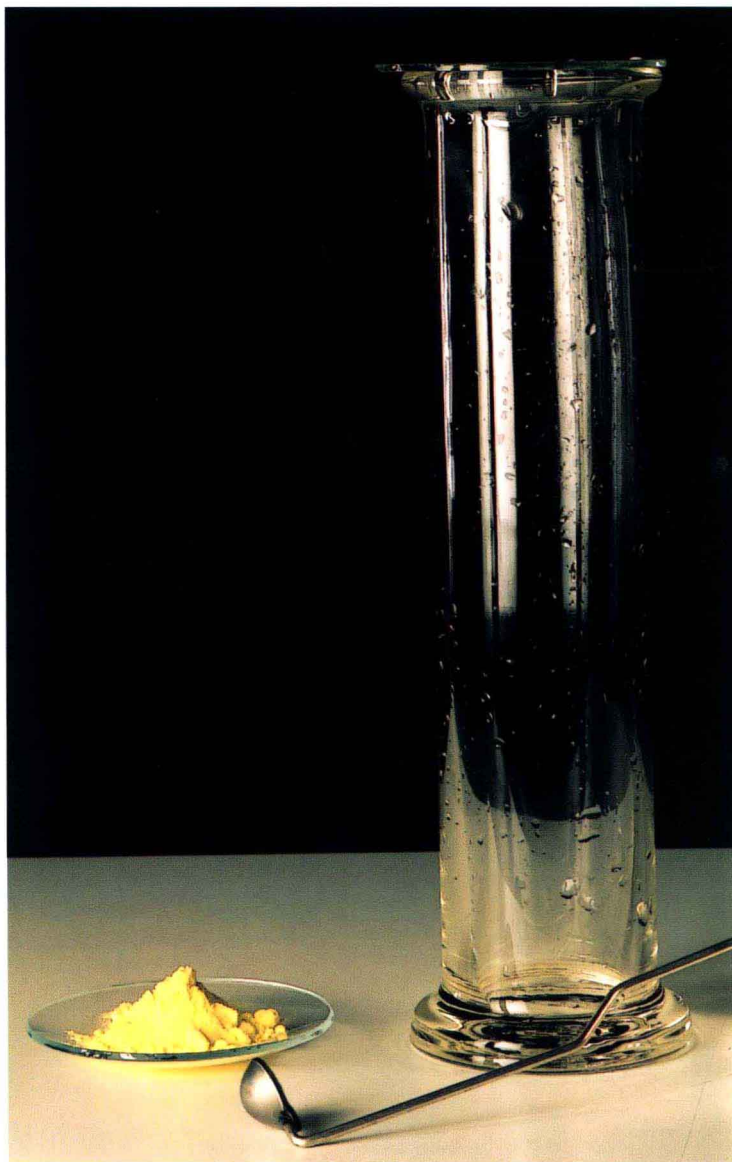
硫是最活泼的非金属元素之一。

硫在没有空气存在的条件下，可以和大多数金属反应，生成硫化物。所以，在硫形成的化合物中，以硫化物居多。

硫能和空气中的氧气发生反应（因此，暴露在空气中的硫化亚铁最终会变成硫酸亚铁），还能在氧气中燃烧，生成二氧化硫气体。

硫在氧气中燃烧的实验如右图所示：把硫粉转移到燃烧匙中，在空中点燃，然后把燃烧匙伸进盛有氧气的集气瓶中，硫粉迅速燃烧，产生蓝色火焰。

①► 硫在氧气中燃烧。实验药品和仪器有：硫粉、盛有氧气的集气瓶、燃烧匙。请注意：在燃烧匙的杆上有一个金属片，其作用是防止硫燃烧时生成的气体与人体接触。金属片还起到固定作用，可以把燃烧匙固定在集气瓶的中部。



化学方程式：硫在氧气中燃烧

硫 + 氧气  $\longrightarrow$  二氧化硫

