

科学的航程丛书

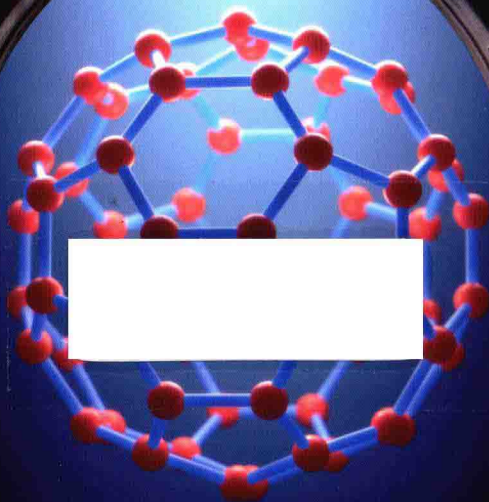
“十二五”国家重点图书出版规划项目

化学的世界

The World of Chemistry

主编 张戟

打开一扇神秘的门，沿着科学家的足迹，我们去思考世界，
思考我们或许从来没有思考过的一切。



山东科学技术出版社
www.lkj.com.cn

知识
视
界

科学的航程丛书

“十二五”国家重点图书出版规划项目

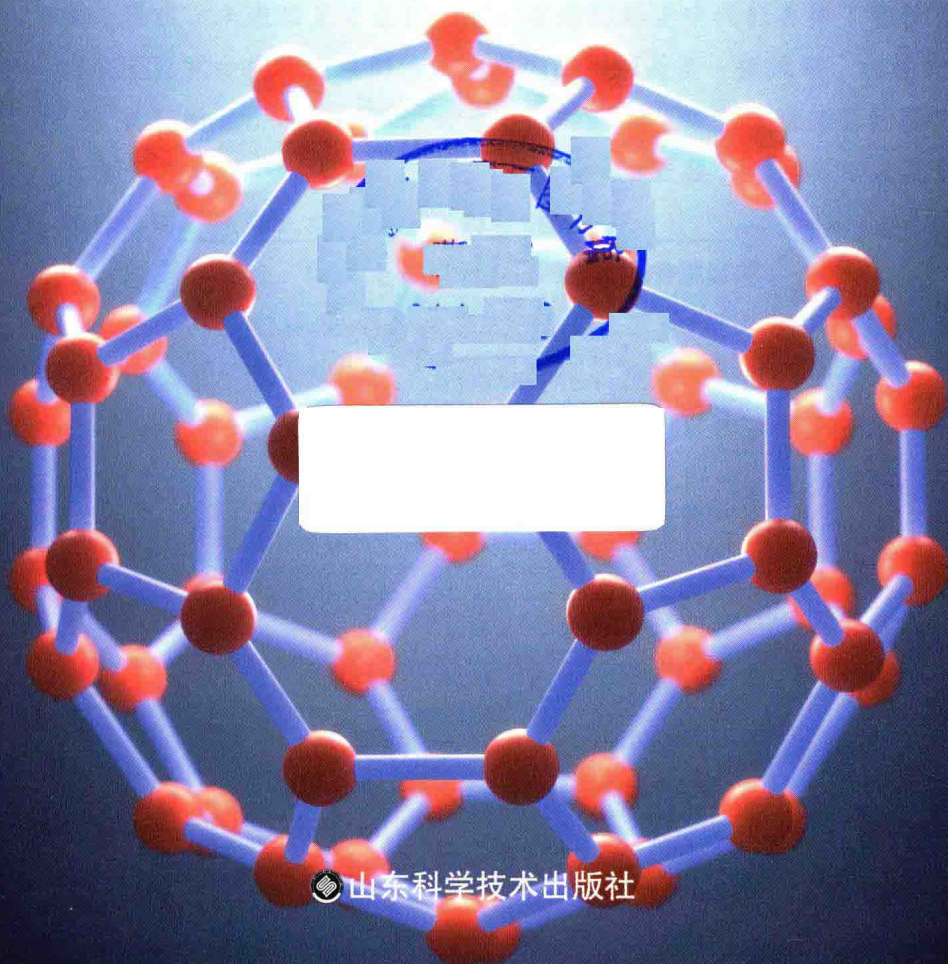
化学的世界

主 编 张 戟

副主编 王云峰 姜丽勇

编 委 (以姓氏笔画为序)

冯 熔	刘 棚	杜荣霞	杨 岚
郑 淳	郑 琳	官 艳	胡金钰
郭文娟	唐 静	彭 盼	谢 瑾
戴 欣	魏曼华		



山东科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

化学的世界 / 张戟主编. — 济南: 山东科学技术出版社, 2015

(科学的航程丛书)

ISBN 978-7-5331-7722-5

I. ①化… II. ①张… III. ①化学—普及读物
IV. ①O6-49

中国版本图书馆CIP数据核字 (2015) 第052885号

科学的航程丛书

化学的世界

主编 张戟

出版者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路16号

邮编: 250002 电话: (0531) 82098088

网址: www.lkj.com.cn

电子邮件: sdkj@sdpress.com.cn

发行者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路16号

邮编: 250002 电话: (0531) 82098071

印刷者: 山东临沂新华印刷物流集团有限责任公司

地址: 山东省临沂市高新技术产业开发区新华路

邮编: 276017 电话: (0539) 2925659

开本: 787mm × 1092mm 1/16

印张: 16.5

版次: 2015年12月第1版第1次印刷

ISBN 978-7-5331-7722-5

定价: 36.00元

P 前言

REFACE

今天的我们生活在一个经济全球化、科技突飞猛进、城市日新月异的时代，我们的先辈无论如何也难以想象，在几百年的时间内，我们生存的家园、我们的地球，还有我们的信念发生了如此天翻地覆的变化。我们可以看见遥远的宇宙深处，可以探索深不可测的海底世界。在我们头顶，各国的科学家竟然在太空中建立了一个大家庭。而关于我们自身，科学家们也已经给出了他们的答案。

我们对世界的认知似乎越来越多，越来越科学，我们甚至凭借这种认知改变了世界，推动了社会文明的进步。我们的生活越来越便利，城市越来越繁荣。但是，我们的思想却在这种迅速的改变中，陷入了过去、现在、未来相互冲击的困境：前进的路途中我们丢掉了些什么？新的改变究竟会将我们带向何方？我们的未来是否一帆风顺、前途光明？

我们所见所闻所知的，都是对的吗？对与错究竟该怎么判断？作为沧海一粟，一个人可以改变人类历史进程吗？人类可以改变地球和自己的命运吗？那么，宇宙的命运呢？

太多的问题，即便是最博学的科学家也难以回答。

那么，我们该做些什么呢，在我们有限的生命当中？如果说有答案，那就是学习、探索，直至实践。学习我们可以学习的知识，了解世界更深处的秘密，无论那是关于过去的还是现在的，是关于宇宙的还是地球的，是关于数学的还是物理的，是关于他国的还是本国的。任何时候，了解更多总会更有希望。如果我们曾经因为一场考试而紧张不安，因为一句无知的话语而无比尴尬，那么，试着放任自己的好奇心去探索学习吧！就在这里。



在这里，我们将看到世界上最卓越的想象力和最非凡的创造力。英国BBC、美国Discovery探索频道、澳大利亚Classroom Video、德国Deutsche Welle、加拿大Distribution Access，这些已经在科技与教育这条路上走了很久的创造者们，将最丰盛的精神文化大餐带给了整个人类社会，而武汉缘来文化传播有限责任公司作为一个文化传播者，则将它们悉数奉上，带到了我们面前。作为中国地区最大的海外教育类节目供应商，武汉缘来文化传播有限责任公司不仅引进了大量海外优秀科教影片，创建了网络知识平台，还和众多的图书馆合作，打造了中国的视频图书馆，将世界上最优秀文化制造者的智慧结晶带给了同样渴望求知、渴望成长的中国人。

虽然光影只是一刹那，但科学和智慧却能永恒。今天，我们将这刹那光影定格，把代表国外顶尖科学水平的视频资源凝成书籍，让思想沉淀，让科技与文化的传播走得更远，让我们有更多的时间去思考所观察到的一切，思考所面对的或者即将面对的现实，一起去品味那些久远的故事，一起去探索那些神秘的未知。我们将发现，原来智慧和思想一直都存在于我们生活的世界，只有我们思考，它才会显现。因为了解，因为懂得，世界才会变得不一样，我们在这世界中的生活才会更加沉稳和自然。

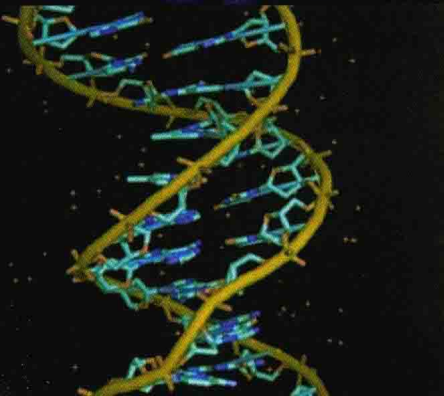
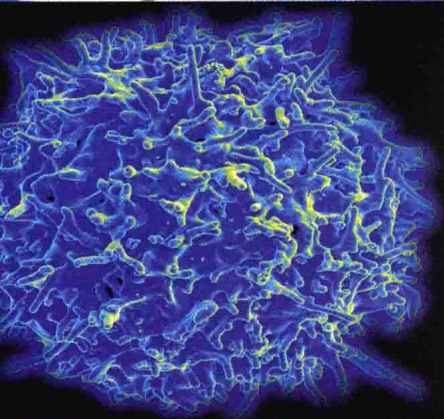
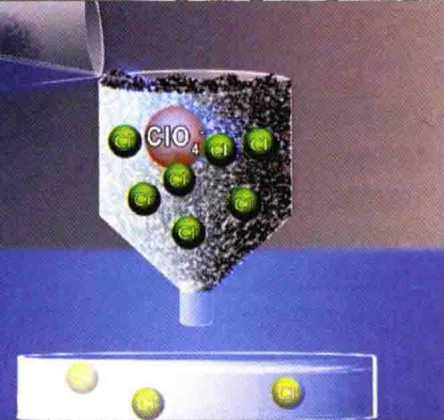
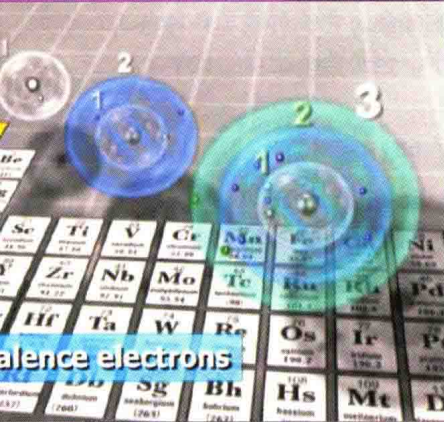
我们生活的世界有很多危机，有一些危机我们已经看见，但还有一些大多数人都无法了解，有些危机甚至关乎整个人类和地球。或许，灾难就将在我们的毫无所知中慢慢降临，人类的命运该何去何从？我们可以相信科学，在任何时候，唯有科学可以给我们以答案，给我们以救赎。

在本书中，缘来文化还给读者提供了大量视频资源，扫描书中的二维码，可以感受更直观的影像，扫描封四的二维码，读者可以直接进入视频图书馆，领略一段不同寻常的视觉之路。

我们努力提供一条路径，引领大家在知识、探索和实践接受科学、运用科学，沿着科学的道路，去追溯遥远的过去，思索我们生活的这个世界，预测美好的未来。

因我们的能力所及，书中的不足之处希望读者不吝提出，在再版时加以改进。你们的支持是我们前进的动力。

深切地感谢所有为本书的出版做出辛勤努力的人们。



目录 CONTENTS

第一部分 了解我们身边的化学

化学和神奇的元素周期表 / 2

化学变化可以清洁我们的房子、为科技供电以及保持我们身体的有效运转，但也许化学在21世纪的最重要的影响是其在集成电路的开发研制中所起到的作用。什么是化学呢？化学是如何应用的？我们的世界是由什么组成的？世界是怎样组合到一起创造我们所体验的一切呢？

键合：黏聚力 / 17

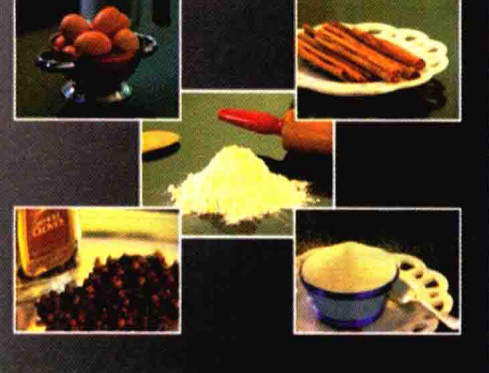
2003年，加利福尼亚州的律师斯蒂芬·约瑟夫对卡夫食品——奥利奥的生产商提起诉讼，认为饼干中的反式脂肪对消费者的身体产生了重大的健康危害。研究认为反式脂肪与日益剧增的心脏病发病率有关——这对于维持更长的保质期来说，付出的代价太大了。那么，什么是反式脂肪呢？它们在分子水平上与其他脂肪有什么不同？它们是如何对人们的健康产生威胁呢？

离子化合物：异性相吸 / 29

我们的自来水中含有大量的离子，很多都是无害的，一些是维持我们身体健康所必需的，然而其他一些——如六价铬是一种重大的污染物，可以造成严重的健康问题。六价铬离子和其他离子，它们在我们的水资源中起着什么作用呢？这些离子形成了哪些化合物？离子的哪些特性使它们对我们的身体有害？

分子：当原子共享电子 / 44

在加利福尼亚州莫尔国家实验室的一个角落，化学家们致力于设计完美治愈一种特定疾病或者抵消一种特定毒素的分子——“设计师分子”，这些“设计师分子”通过共价键组合到一起，以破坏癌细胞而不会伤害正常细胞为目标。设计我们自己的分子是对共价键的新运用，那么，什么是共价键？它与离子键有什么区别？使用它来设计这些惊人的分子有多大的可能性呢？



有机分子 / 57

美味的奥地利榛果蛋糕的创始人在调配多样化的配料的时候可能没有想到分子层次的配料，不过，面粉、鸡蛋、糖和香料等都是由有机分子组成的。有机分子几乎在所有人所见和所做的事情中扮演着重要的角色，它们形成了各种各样的生物分子，它们是生命的化学，也是美味甜点的化学。



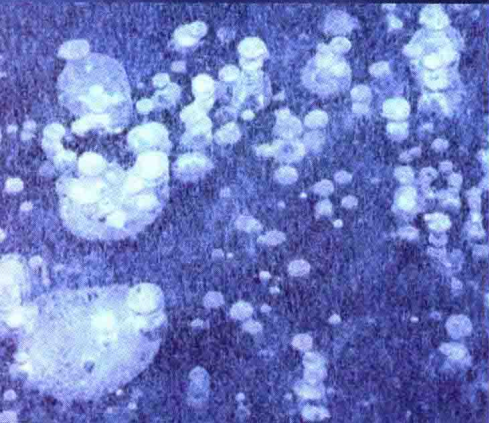
化学反应：原子获得新搭档 / 68

黄石国家公园是美国第一个设计成国家公园的地区。一个典型的旅游者可能通过一些神秘的色彩去看风景，而化学家们关注的主要是化学反应的证据，很多的化学反应产生了黄石国家公园的景象和声音。什么是化学反应？从哪里能发现这些化学反应？我们怎么知道什么时候发生了化学反应？



能量的作用 / 78

美国加利福尼亚州南部的圣贝纳迪诺峡谷有着美国最严重的空气质量问题。在漫长、炎热的夏天，高山和逆温限制了洛杉矶盆地数百万汽车尾气的排放，将其集中在该峡谷里。这里和其他地方糟糕的空气质量都是为了满足能源需求而对化石燃料依赖的结果。什么是能源？它怎样起作用？有哪些替代能源可以解决我们的能源危机？



气体、液体和固体：经历的阶段 / 89

“液化天然气”这个词看起来有些矛盾，一种气体怎么会是液态的呢？这个问题的答案也是液化天然气为什么会引起众多争议的答案。液化天然气的主要成分是甲烷，被公认为地球上最干净的能源，无色、无味、无毒且无腐蚀性，其体积约为同量气态天然气体积的1/600，非常便于长距离的运输，然而其安全性和对环境的影响仍然引起了很大的争议。

如何安全地循环利用废水 / 100

在人口急剧膨胀的今天，淡水资源的缺乏成为人类最大的挑战之一。那么，人类应该从哪里去获取水来满足日益增长的需求呢？让我们跟随化学家们的视线，来到美国的橘郡，看看这里的污水处理厂是如何在化学方法的帮助下大量高效地处理污水的。希望这些先进的污水处理方法能切实地解决人类面临的严峻的水危机问题。



控制化学反应中的速率和平衡 / 111

空气污染是工业社会的一个现实问题，呼吸被污染的空气可能会对身体有害。空气中悬浮的污染物质和有毒气体都是化学反应和发生化学反应的速度所产生的结果。什么是“反应速度”？它与烟雾有什么关系？我们怎样运用这一信息来净化我们的空气？

酸和碱：质子的力量 / 122

人体内部的酸碱度有着极其微妙的关系和平衡，而胃酸、胃溃疡等问题折磨着全世界数以亿计的病人。幸运的是，化学家们已经非常了解酸和碱了，所以能够在身体失去平衡的时候提出有效的治疗方法。因此，研究质子这种最小的微粒如何作用于我们的身体、讨论人的胃部存在的酸碱关系真的是很神奇的事情。

电化学：电池中的化学 / 132

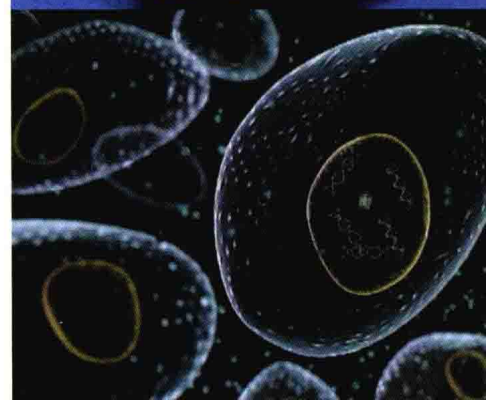
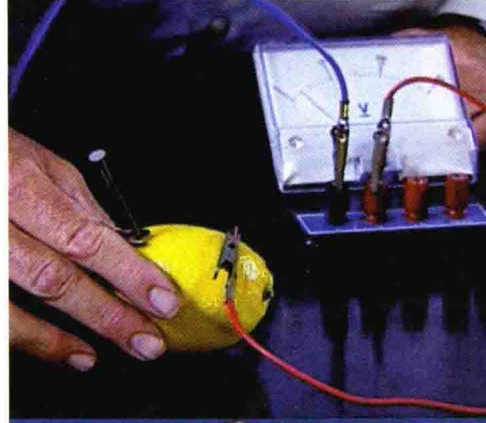
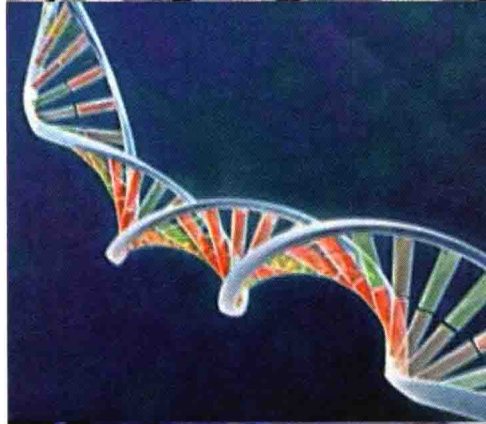
科学家们偶然发现一个2200多年前的土罐中竟然藏着一个类似于现代电池的东西，我们的祖先真的在那么古老的时候就发明了电池吗？我们将跟随科学家们的足迹去探寻电池发展的历史，认识各种各样的电池，了解如何去研发更小、更轻、更高效和更可靠的电池。

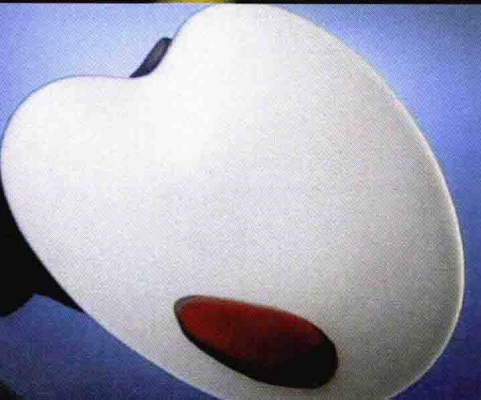
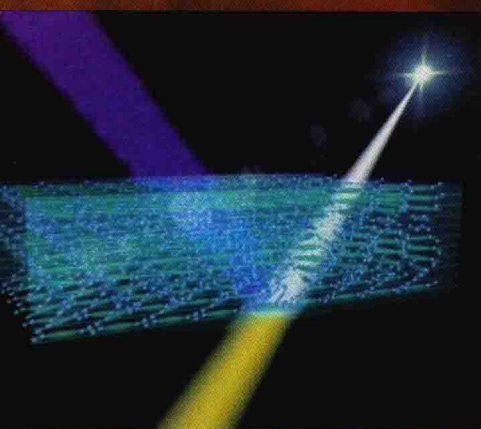
核化学：大自然的电源组 / 146

地球人口剧增，很多国家对能源需求的增加都是个天文数字。在众多对全球变暖和能源危机的激烈讨论中，很少有像核能源这样争议很大的话题。人们需要清洁、廉价的供电来源，这就是很多人大力支持核能源的原因。但是，不可否认，核废料是一个严重的问题，至今仍然没有找到行之有效的解决办法。什么是核能源？为了创造核能源，在原子核内部发生了哪些变化？核能源产生的副产品是什么？

生物化学：与生命有关的化学 / 160

每个人都有深藏于内心深处的故事，特别是那些超重儿童。11岁的萨缪尔因为肥胖在学校受到了无情的嘲笑与欺侮。在参加了一项活动之后，萨缪尔成功地减去了一直想要减去的体重。在垃圾食品盛行的文化中，他如何减轻体重的呢？在不了解营养学的情况下，这个任务几乎不可能施行，而要了解营养学，就要从了解生物化学开始。





第二部分 分子世界

纯粹的化学 / 176

从最简单的生命形式，到人类的出现，越来越多的物种在地球上生存。神奇的大自然就是一个巨大的化学实验室，科学家们已经将化学原理应用到了我们日常生活的各个方面。

地球母亲：一个巨大的化学实验室 / 188

如果没有石油、天然气和电，就不会有现代科技文明。人类对珍贵的化石燃料毫无节制的浪费，已经引发了越来越严重的问题。为了解决这个问题，人们正不断寻求新的能源，这其中就包括了风能、氢能源和太阳能。随着这些新能源的广泛使用，在未来，人们就能够得到更加干净、更加环保的能源产品。

大自然就是最好的老师 / 201

人类的生活和化学息息相关，然而，很多人可能缺乏对科学的观察，忽略了化学在生活中所起的作用。从各种动物的觅食、交配、繁殖的过程中，人类了解到多种化学物质，并且能充分利用自然界所提供的一切。那么，人类到底学到了什么，硫和硅这样的元素又对人们的生活有什么作用呢？

基因发现 / 216

人们发现，关节的病变和疼痛与很多基因有关。在寻求新的药物的过程中，药理学家们常常会从大自然中获得灵感，阿司匹林这种药物的诞生就是一个很好的例子，这种药物的治疗效果已经在实验室中得到了证实，同时，基因研究在农作物的繁殖方面也有非常广泛的应用。

神奇的新材料 / 230

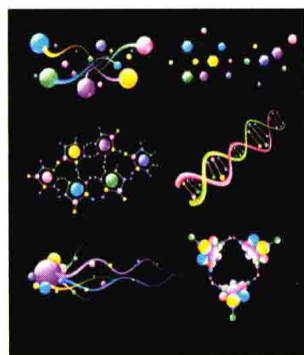
如果没有现代化的化学材料，未来的建筑物将无法诞生。在桥梁建设中，人们也使用了各种不同的合成材料，艺术家们也因为越来越多的新型合成材料的诞生而萌发了更多的艺术灵感。合成材料还让传统油漆大放异彩，颜色更加鲜亮，更惊人的是，添加了合成材料的油漆具备了传统油漆所没有的特性。

构建未来 / 242

每个人都有可能遇到这样的情况，当你穿着干净的白衬衣坐在餐桌前，突然，服务员不小心打翻了一杯红葡萄酒，白衬衣就留下了污渍，但是，如果衬衣是用纳米材料做成的，这令人扫兴的污渍就不会出现了。灰尘、染料和污染物都不会在这样的布料上留下任何的痕迹。

第一部分

了解我们身边的化学



世界是由物质组成的，化学研究的就是一种物质怎样演变成另一种物质，它是人类用以认识和改造物质世界的主要方法和手段之一。人类的生活能够不断地提高和改善，化学在其中起了重要的作用。我们所见、所做和所感觉的一切事物几乎都和化学有关。化学在我们所看到的事物的表面之下静静地、坚持不懈地发挥着作用。



化学和神奇的元素周期表

Chemistry and the Amazing Periodic Table of Elements

打破田径纪录需要的不仅仅是快速的反应，还涉及化学问题。碳氢化合物形成塑料控制器，将电讯号传递到液晶屏幕，液晶屏幕含有碳、氢和氧。处理信号的集成电路是带有微弱电流的硅离子。所有这一切都是由化学生物——控制器背后的人所操纵的。从最基本的层面上来说，玩电子游戏实际上也是对化学的应用。我们所见、所做和所感觉的一切事物几乎都和化学有关。

那么，什么是化学呢？化学是如何应用的？我们的世界是由什么组成的？世界是怎样组合到一起创造我们所体验的一切呢？

集成电路与硅

位于美国加利福尼亚州的“硅谷”，这里为人们提供电子化生活方式的技术基础。表演当代魔法的集成电路都是由金属样的灰色物质硅组成的，因此这里也就被称为“硅谷”。





金属样的灰色物质硅

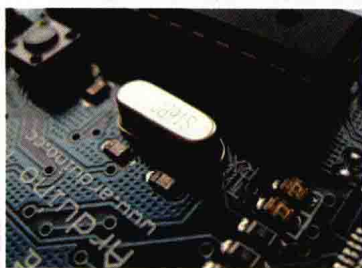
在地球上，沙漠中被风吹起的沙子基本上100%的是二氧化硅，二氧化硅是硅元素存在的一种形式，在我们所生活的自然和人造世界里都很丰富。

硅是地球上第二丰富的物质，仅次于

于氧气。硅不仅丰富，而且用途广泛。电脑的集成电路是由硅制造的，计时的石英晶体也是由硅制成的。硅构成了我们窗户上的玻璃，它也是混凝土的主要成分，构成了高速路天桥、牙冠和桥梁，此外，陶瓷、砂纸上的粗颗粒、珠宝上的水钻、浮游植物硅藻的壳，就连弹性橡皮泥也有一部分是由硅构成的。



窗户上的玻璃



电脑的集成电路



牙冠



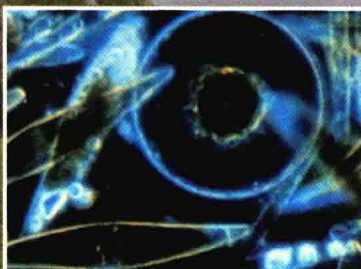
天桥



珠宝上的水钻



砂纸



硅藻的壳

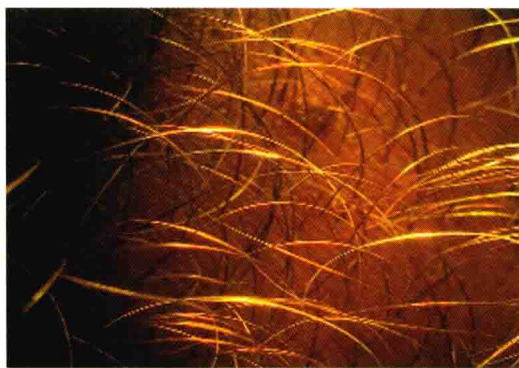
一种元素呈现出非常多的形式是化学研究的核心内容，化学研究的就是一种物质怎样演变成另一种物质。

化学无时无刻不在我们周围，它可以帮助我们打扫房子、为科技提供电力以及保持我们身体的有效运转，不管我们自己能否意识到它的存在。不过，也许在刚刚过去的21世纪，化学最重要的影响是其在集成电路的开发和研制中所起的作用。

在硅谷的核心，史黛西教授在美国圣乔斯大学教学生如何装配一些小的微电子设备。史黛西教授说：“基本上，集成电路存在于所有你能想到的电子设备里面，它是组成电脑的核心要件。它还是电子存储器，可以在数码相机里储存相片，在手机里储存电话号码等。集成电路还是电子控制器，汽车、医疗诊断设备、早上煮咖啡的咖啡机因此才能

运行。”

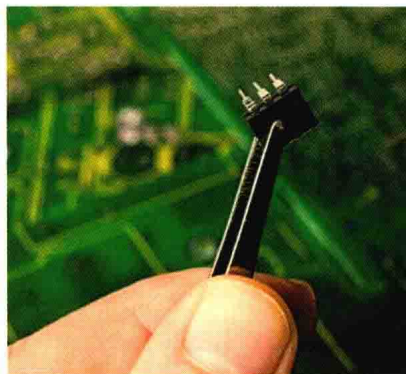
数字设备和电脑中的集成电路处理信息的时间是十亿分之一秒，而且它的体积非常小。史黛西教授说：“集成电路小得令人难以置信。最小号的晶体管称为加特，是电子经过的通道。当前所制造的标准加特的大小是40毫微米，1毫微米等于 10^{-9} 米，即1纳米。毫微米是个什么概念呢？如果以我们的头发为例的话，一根头发大约是1毫米宽，那是 10^{-3} 米。这就意味着10000根晶体管等于一根



10000根晶体管才有一根头发宽



电子存储器存在于我们的生活中



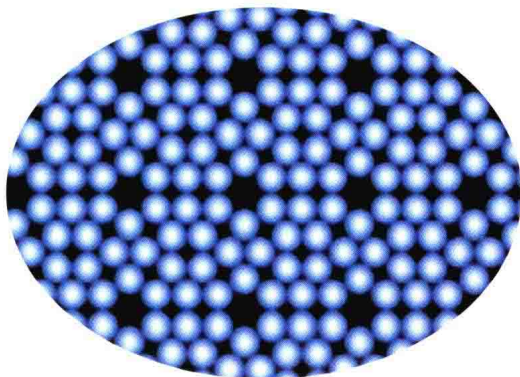
体积很小的集成电路

头发的宽度，这说明了它有多么微小。”

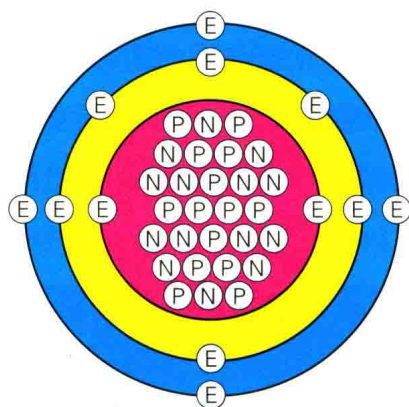
接下来，我们来讲述一个关于一块银灰色的材料如何转变成一个微小的我们肉眼看不见的电路的故事，这个电路可以引导航天飞机，制作3D动画，创造价值数十亿美元的行业。这个故事是从“物质”开始的，“物质”被人们定义为占据空间而且有质量的事物，在这里，我们需要注意的是质量不同于重量。

尽管质量和重量是不同的概念，但它们经常会被大家互换使用。质量是衡量一个样本中有多少东西，而重量就是当有一种力量（即引力）施加于质量的时候所产生的。目前，尽管几乎所有的实验室都是在地球的表面，或者非常接近地球的表面，引力产生的力量在每个实验室里基本上都是不变的。但是，如果有人能在月球上建立实验室的话，相同质量的特定物体可能会因为月球上的引力较小而使得重量较小。

所有的物质，不管其重量多少，都是由原子组成的。“原子”这个词来源于古希腊，古希腊人对一个原子的概念就是物质最小的不可分割的微粒。现在的我们已经了解到可以将一个原子分成亚原子粒子，对于一名化学家来说，最



原子



质子、中子和电子

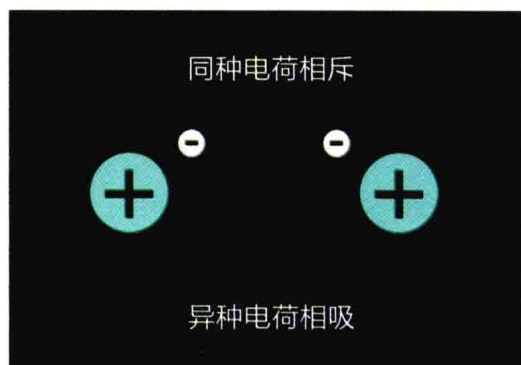


电子围绕原子核运动

重要的粒子就是质子、中子和电子。质子和中子构成原子的原子核，电子围绕原子核运动。静电和其他力量将原子中

的这些粒子约束在一起。它们的大小的区别非常明显。质子和中子的质量类似，而电子则要小2000多倍。如果一个电子的大小等同于一个像素——构成电脑屏幕上图片的一个点，一个质子的大小会填满两个屏幕。

中子，顾名思义是中性的，它不带电荷，位于原子核内。质子也位于原子核内，有一个正电荷，围绕原子核运动的电子则有一个负电荷。带有正电荷的质子和带有负电荷的电子相互吸引，这



同种电荷相斥，异种电荷相吸

将能够吸引电子进入原子核。要想抵消吸引力，电子转动的速度就必须非常快，根据其性质，它有一种迫使其出去的力量，这种力量会破坏掉两者吸引力的结合。所以，在原子中就有这样两种力量，一个是移动的粒子——旋转的电子试图挣脱束缚，但是它还被质子对负

电荷的吸引力而固定住。

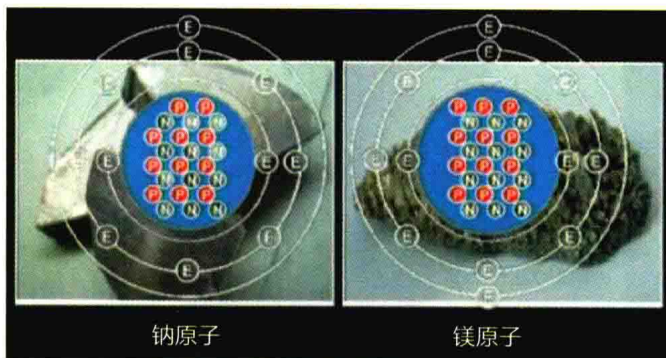
尽管这些力量是真正存在的，但它们还不能完全解释电子的运动。更先进的理论模式注重于粒子涉及的能量并描述电子如何云集，而不是简单地介绍电子围绕原子核运动的方式的可能性。其他力量使原子核聚在一起。

在一个原子的原子核内有大量带正电荷的质子，这些质子会相互排斥，原子核就会分崩离析。有一种理论认为，有一个被称为“胶子”的粒子从一个质子跳跃到另一个质子，本质上是将其转变为一个中子，其跳跃速度非常快，以至于斥力没有时间行动。将原子核约束在一起的力量是一种能量，原子核中的质子和中子通过足够的重叠力约束在一起，一直在一起，直到那种力被破坏掉。

具有相同质子数的一类原子被称为元素，如硅元素。一种元素与另一种元素之间的区别就是原子中所含有的质子



硅元素



钠原子与镁原子的区别在于质子的数量不同



硅原子有14个质子

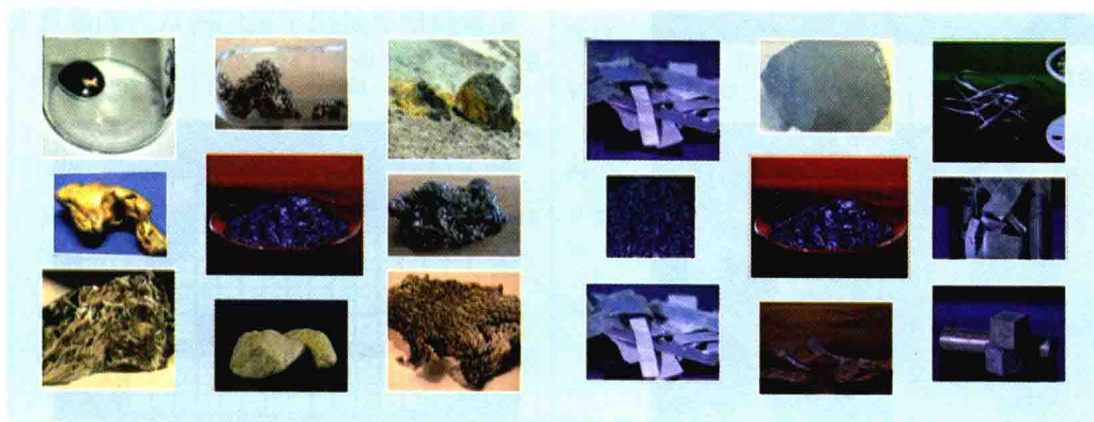
的数量。

质子的数量表明了一个原子的原子序数，每种元素都有特定的原子序数。曾经有人认为是原子的质量决定其化学特性，但是现在我们知道，是质子的数量决定其化学特性。因此，使钠原子区别于镁原子的因素就是一个钠原子中有11个质子，而一个镁原子中则含有12个质子。硅原子中有14个质子。

想象一下，因为元素之间质子数量

的不同导致了至今已经识别的115种元素的性质差异，这是一件很神奇的事情。

元素有两种性质，分别是物理性质和化学性质。当我们讨论物质硅，我们会研究其沸点、熔点和密度，这些都是物理性质。化学性质包含它怎样与氧气发生反应，与硫发生了什么样的反应，与不同的金属形成了什么样的化合物以及它是怎样形成沙砾里面的硅酸盐物质或者其他种类的化合物的。



不同的元素性质不同



硅有能完美地应用于集成电路的物理特性。硅是半导体，这很重要，因为这意味着我们可以控制材料的导电性。像铝和铜这样的金属，它们都是良导体，总是让电子通过，而像玻璃和塑料这样的绝缘体，它们从不让电子通过。硅和其他半导体都具有我们可以控制的特性，那就是它们让电子通过的方式和时间。此外，硅也具有使其应用于集成电路的关键化学特性——与氧气混合形成氧化物的能力。

也许我们都对像在铁这样的材料上形成的氧化物很熟悉，氧化铁就是我们



铁上的氧化物——铁锈

所知道的铁锈的主要成分。对于一些物质来说，形成氧化物是很容易的，硅就是其中之一。硅所形成的这种氧化物对于集成电路行业至关重要，这里面的二氧化硅扮演着绝缘体的角色，我们需要电脑芯片上的元件彼此绝缘。

元素周期表

像硅一样，大多数元素会彼此结合和再结合以形成不断变化的多样物质。不过，这种多样性也是有限的，这取决于各种元素位于元素周期表中的位置，元素周期表是化学家们所认为的最重要



金属都是良导体



玻璃和塑料都是绝缘体

元素周期表