

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

现代科技与人文大观

21世纪的中心科学——化学



21 世纪的中心科学 ——化学

基础化学

1. 当代自然科学的基石 ——化学

180 多年前，德国数学家高斯和意大利化学家阿佛加德罗进行过一场激烈的辩论，辩论的核心是化学究竟是不是一门真正的科学。高斯说：

“科学规律只存在于数学之中，化学不在精密科学之列。”

“数学虽然是自然科学之王，但没有其他科学，就会失去它的真正价值。”阿佛加德罗反驳道。

此话惹翻了高斯，这位数学权威竟发起怒来：

“对数学来说，化学充其量只能起一个女仆的作用。”

阿佛加德罗并没有被压服，他用实验事实进一步来证实自己的观点。在将 2 升氢气放在 1 升氧气中燃烧得到 2 升水蒸汽的结果通知高斯时，他十分自豪地说：

“请看吧！只要化学愿意，它就能使 2 加 1 等于 2。数学能做到这一点吗？不过，遗憾的是我们对化学知道的太少了！”

科学的发展证明了阿佛加德罗的观点是正确的，生活在现代社会的人们，谁也不会再去怀疑化学的重要性了。

化学是自然科学中最重要的基础学科之一。它是在原子和分子的水平上研究物质的组成、结构、性质以及变化的科学。化学发展到今天，已成为人类认识物质世界，改造物质世界的一种极为重要的武器。人类的衣食住行，防病治病，资源利用，能源利用……样样都离不开化学。

近代科学的发展，则更要依赖于化学的发展。令人神往的宇宙航行，若没有化学为基础的材料科学成果，是不可想象的；先进的计算机，若没有通过化学方法研制出的半导体材料，是不会成功的；环境科学是从化学中衍生出来的；分子生物学、遗传工程学也与化学有着密切的联系……

化学已成为一个国家国民经济的重要支柱。在当今世界国力的竞争中，化学能否保持领先地位，已成为一个国家能否取胜的重要因素之一。

随着科学技术突飞猛进的发展，化学这门科学也在发生深刻的变化。这些变化主要体现在以下几方面：

(1) 从经验、半经验的描述化学向理论化学过渡；从侧重定性研究到侧重于定量研究。

(2) 从研究宏观问题到更多地注意微观现象；从注重静态研究到研究动态过程。

(3) 从研究简单的体系到更深入地研究复杂的体系；在研究物质变化的同时注意研究能量的变化。

(4) 从单一的化学研究到更多地向其他学科渗透。

这方面的例子不胜枚举。就拿对化学键的认识来说吧，从元素的亲合力学说电子配对、价键理论再到分子轨道理论就是一个从定性到定量、从宏观到微观、从静态到动态的发展过程。

“声如千骑疾，气卷万山来。”化学走出了“幼稚”，再也不是当年的“女仆”了，它正以崭新的姿态和特殊的地位展现在人类面前，成为 21 世纪最富有创造性的学科之一。倘若阿佛加德罗和高斯有知，他们也一定会为化

学事业的不断进步而欢欣鼓舞！

2. 化学元素知多少 ——元素周期表展望

19 世纪中叶，世界上已经发现了 60 多种元素。这些元素从表面上看没有什么关系。然而门捷列夫对这些“杂乱无章”的元素，进行了大量的研究工作，按照元素原子量的大小依次排列，找到了元素的物理和化学性质周期性变化的规律，即元素的性质随原子量的递增而呈现周期性的变化。他把这一规律定名为“化学元素周期律”，并排出第一张元素周期表。后来，英国科学家莫斯莱提出了原子序数的概念，指出了原子序数和元素原子核电荷数间的关系，使人们认识到元素的性质实质上是随着核电荷数的递增而呈现周期性的变化。随着人们对元素周期律认识的深化，元素周期表也几经变化，并越来越能反映元素间的内在联系。

元素周期律的发现，开创了化学发展的新纪元。元素周期表具体地反映着元素周期律，成为指导科学研究的有力工具。

我们知道，在地球上存在的天然化学元素只有 92 种，它们排列在化学元素周期表中前 92 号个格内。92 号元素铀以后的化学元素，以镎（93 号）、钚（94 号）、镅（95 号），直到 1982 年 10 月 9 日德国科学家越过 108 号元素的空位合成出的 109 号元素，都是通过人工方法得到的。到目前为止，得到世界各国科学家公认的化学元素，总共 109 种。

那么，元素的这张名单，到底有没有尽头，会不会再有新元素出现呢？人们普遍认为 109 号元素决不是元素周期表的终点。不过再发现新元素将越来越困难，因为这些元素的寿命都很短很短，有的只有一百亿分之一毫秒左右（1 秒等于 1000 毫秒）。

随着电学、光学和放射学的发展，通过人工方法制得的 92 号以后的这十几种元素，都符合人们所预言的特性。例如，预言从 100 号元素开始，人造元素的“寿命”越来越短，事实恰恰如此。107 号元素的“寿命”是千分之一秒；109 号元素是五千分之一秒；理论估计，110 号元素只能存在 10^{-15} 秒。如此“短命”的元素，目前虽然还不能被利用，但却有重要的理论价值。

近几年来，出现了一种新理论，根据这种理论，有人预言，在尚待发现的元素中，还存在着一些孤立的稳定元素。据有的科学家推算，114 号元素的寿命可达 1 亿年，将要像金、银、铜、铁一样“长寿”，可以在生产上得到广泛应用。当然这种理论是否正确，还有待于证明。

从 104 号元素开始，人们进入了周期表中相对来说还未开发的区域。从原子核外电子排布的量子力学推算，人们预测第七周期（不完全周期）可以是 32 种元素，其结尾的元素为稀有元素 118 号（称为类氩）；第八周期可以是 50 种元素，其结尾的为 168 号元素，称为超氧。以后的元素将进入第九周期。

目前寻找新元素的工作，主要从人工合成和在自然界里寻找两个方面进行。人工合成新元素是主要的。它主要是利用高能中子长期照射、核爆炸和重离子加速器等现代实验手段来实现的。另外，也可从宇宙射线，从陨石和月岩中，以及从自然矿物中寻找新元素。

元素新周期的开发和新元素的发现，是化学工作者十分感兴趣和共同关

心的问题。据报道，不久前，几位美国科学家用 20 号元素钙轰击 96 号元素铜，产生了 116 号元素。这项研究如果被进一步检验证实，那么，周期表中又增加了新的成员。

元素周期表的“大厦”中到底是个什么样子？这座“大厦”中究竟有多少“住户”？是否有一天会宣告“客满”？这还要化学工作者们不懈的努力。展望未来，随着科学技术的进步和科学家的努力，化学新元素将不断被发现，元素周期表的“大厦”定会建造成功，“大厦”中的所在“住户”们也一定会为人类做出更新的贡献！

3. 微观世界的主角 ——基本粒子

我们知道，任何宏观物体都是由微观粒子构成的。所谓宏观物体一般指空间线度大于 10^{-8} 米的物体；微观粒子一般指空间线度小于 10^{-8} 米的微粒，包括分子、原子、质子、中子、电子……

自从 19 世纪初原子——分子论提出后，人们逐渐知道，任何物质都是由原子、离子、分子组成的。从 19 世纪末到 20 世纪以来，微观世界的成员接二连三地被发现了。最初人们发现了电子、质子、中子，从而提出了原子的层壳模型，即原子是由原子核和核外电子组成的。除氢以外，所有的元素原子核中都有质子和中子。为了方便起见，科学家们把质子和中子合在一起，统称为“核子”。

现在的一切化学理论都是在电子、核子这一层次上建立和发展起来的。可是，随着现代物理学、特别是高能物理学的发展，加之各式各样的加速器的建成，宇宙射线技术的进步，人们知道质子、中子等并不是组成物质的最小单位，还有许多更小的微观粒子。

最初人们从宇宙射线中拍摄到带正电的反电子，后来又发现了中微子，这种中微子穿透能力极强。太阳是巨大的中微子源，在晚上，当巨大的月球隔在我们和太阳之间，太阳发出的中微子能穿透月球和我们……

迄今为止，已发现的基本粒子约 300 多种，其中处于基态粒子（稳定的或平均寿命在 10^{-10} 秒以上的）有 30 多种。按照基本粒子的质量大小，大致可分为四大类：

（1）光子：无静止质量，其电荷也等于零。

（2）轻子族：有较小的质量，自旋是 $\frac{1}{2}$ ，有正、反微子，正、负电子，正、负 μ 介子。

（3）介子族：质量为电子与质子之间，自旋为零，有 K^+ 介子和 K^- 介子，正、反 K^0 介子， π^+ 介子， π^- 介子和 π^0 介子。

（4）重子族：质量较大，自旋为半整数的粒子，分核子和超子。

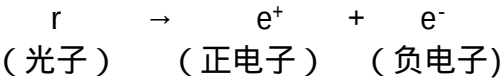
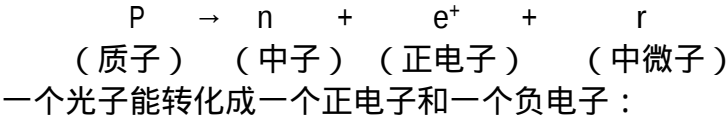
几种主要基本粒子的性质

粒子类	符号	反粒子符号	质 量（以电子质量为单位）	平均寿命（秒）
光子	γ	γ	0	稳 定
轻子	ν	$\bar{\nu}$	0	稳定
	e^-	e^+	1	稳定
	μ^-	μ^+	206.8	2.2×10^{-6}
介子	π^0	π^0	264.3	$< 10^{-15}$
	π^+	π^-	273.3	2.6×10^{-8}
	K^+	K^-	966.3	0.95×10^{-10}
	K^0	K^0	965	

粒子类	符号	反粒子符号	质量（以电子质量为单位）	平均寿命（秒）
重子	核子	p	1836	稳定
		n	1838.36	
	超子	Λ^0	2182	2.5×10^{-10}
		Σ^0	2329	$< 10^{-11}$
		Σ^+	2327	0.8×10^{-10}
		Σ^-	2342	1.6×10^{-10}
		Ξ^-	2565	1.5×10^{-10}
		Ξ^-	2583	1.8×10^{-10}
		Ξ^-		
		Ξ^-		

除以上基本粒子外，近几年来在高速加速器的实验中，发现了很多处于激态或共振态（寿命极短，是 10^{-23} 秒的数量级，称第三代粒子）的粒子，而这些粒子的内部结构可能还很复杂。

由上可见，“基本粒子”并不基本，它只反映了物质分割的无限阶梯中的各个不同的层次，体现了物质的无限可分性。同时，科学家们还发现，所有的基本粒子都不是孤立的，而是在一定条件下，互相依存，又可相互转化的。例如，中微子自身是在一个质子转化成中子的过程中产生的，产物是一个中子，一个正电子和一个中微子：



微观世界真是变化多端、奥妙无穷。人们不仅要问，为什么质子、中子按不同数目组合就会成为各种不同的化学元素？质子、中子为什么这样重，而电子却那样轻？正电子、中微子等这些基本粒子怎样影响质子、中子和电子的性质？什么东西决定了它们之间的结合力？等等。这些物质结构和微观粒子运动的基本问题，有待于一个个地去解决，不把这些问题弄清楚，很难

说我们已经认识了化学这门科学的真面目、完全掌握了所有化学变化的规律。

微观世界像一座迷宫，正吸引着无数化学家、物理学家去探索。

4. 酸类新秀 ——超强酸

在化工生产和化学研究中，常用的强酸有盐酸、氢溴酸、硝酸、高氯酸和硫酸等。这些酸能溶解多种金属，却不能溶解黄金。如果把浓硝酸和浓盐酸按 1 : 3 的摩尔比混合，所得的混合酸具有超过上述六种强酸的能力，竟能溶解金属之王——金，所以被称为王水。

随着科学技术的进步，王水的“王位”已经保不住了。最近发现的强酸的“酸性”比王水强几百倍，甚至上亿倍。人们把这些“酸性”特别强的酸叫做超强酸，也称“魔酸”。

说起超强酸的发现，还有一段故事呢！十多年前，一个圣诞节的前夕，在美国加利福尼亚大学的实验室里，奥莱教授和他的学生正在紧张地做着实验。一个学生好奇地把一段蜡烛伸进一种无机溶液里。奇迹发生了——性质稳定的蜡烛竟然被溶解了！蜡烛的主要成分是饱和烃，通常它是不会与强酸、强碱甚至氧化物作用的。但这个学生却在无意中用这种 1 : 1 的 $\text{SbF}_5 \cdot \text{HSO}_3\text{F}$ 的无机溶液溶解了它。奥莱教授对此非常惊愕，连连称奇。他把这种溶液称为“魔酸”，也就是后来所说的超强酸。

超强酸不但能溶解蜡烛，而且能使烷烃、烯烃等发生一系列化学变化，这是普通酸难以做到的。例如，正丁烷在超强酸的作用下，可以发生 C—H 键的断裂，生成氢气；发生 C—C 键的断裂，生成甲烷；还可以发生异构化反应生成异丁烷。

在奥莱教授和他的学生这一发现的启示下，迄今为止，科学家们已经找到多种液态和固态的超强酸。也就是说，超强酸不只一种，而是一类物质。例如，液态的有 $\text{HF} \cdot \text{SbF}_5$ 、 $\text{TaF}_5 \cdot \text{HSO}_3\text{F}$ 等。固态的有 $\text{SbF}_6 \cdot \text{SO}_2\text{ZrO}$ 、 $\text{SbF}_5 \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 等，它们都有类似于 $\text{SbF}_5 \cdot \text{HSO}_3\text{F}$ 的性质。

从成分上看，超强酸都是由两种或两种以上的化合物组成的，且都含有氟元素。它们的“酸性”极强。例如，超强酸 $\text{HF} \cdot \text{SbF}_5$ ，当摩尔比 $\text{HF} : \text{SbF}_5$ 为 1 : 0.3 时的“酸性”强度，比浓硫酸的强度约大 1 亿倍；当摩尔比 $\text{HF} : \text{SbF}_5$ 为 1 : 1 时，其“酸性”强度估计可达浓硫酸的 10 亿亿倍。它真不愧是强酸世界的超级明星，名符其实的“酸中之王”。由于超强酸的“酸性”和腐蚀性强得出奇，因此过去一些极难实现或根本无法实现的化学反应，在超强酸的环境里也能异常顺利地完成。超强酸现已广泛地应用于化学工业，它既可作无机化合物和有机化合物的质子化试剂，又可作活性极高的酸性催化剂，还可作烷烃的异构化催化剂等。

当然，现在人们对超强酸的认识还很肤浅，对它的构成、性质以及用途尚待进一步研究。随着研究的深入，还将有众多具有十分新颖特性的超强酸问世，许多新的化学流程也将伴随诞生。到那时，化学工业将跨入一个崭新的时代。

5. 两栖分子 ——表面活性剂

在日常生活中，我们经常应用肥皂、洗涤剂、清洁剂、杀菌剂等，这些物质都属于表面活性剂。

表面活性剂的分子结构与一般物质的分子不同，它们都属于两栖分子，即分子中都有两部分组成，一部分是极性部分，是亲水的，称为亲水基，另一部分是非极性部分，是亲油的，称为疏水基或者亲油基。

具有上述结构的分子，在溶剂水中有着特殊的表现。根据“相似相容原理”，水分子极易与亲水基吸引，而另一端是疏水基，水分子与之相互发生排斥现象。由于一个分子一端被吸引，而另一端被排斥，因此整个分子在溶剂水中很不稳定，经过一段运动后，就把亲水基的一端伸向水中，而疏水基的一端则推向溶剂的表面，形成一层致密的薄膜，使溶剂的表面张力大大降低，形成活性膜层。为此，凡具有两栖性分子结构的物质，统称为表面活性剂。

随着各项事业发展的需要和科学技术的进步，表面活性剂的种类日益增多。按基本类型可分为：阴离子、阳离子、两性离子、非离子型几大类。日常生活中常用的表面活性剂有：肥皂（硬脂酸钠）、洗衣粉（十二烷基磺酸钠）、洁尔灭（十二烷基二甲基苄基氯化铵）、新洁尔灭（十二烷基二甲基苄基溴化铵）、抗静电剂（三羟乙基甲基硫酸铵）、匀染剂（十八烷基二甲基苄基氯化铵）等。

由于表面活性具有：浸润渗透、发泡和消泡、乳化、分散、增溶和去污等作用，因此在化工、石油、轻工、冶金、矿业、农业、食品、医药等行业中有着广泛的应用。例如肥皂虽小，可是现在几乎人人都离不开它。它所含有的硬脂酸钠分子在水中可离解成钠离子和硬脂酸离子，硬脂酸离子具有两栖性，因此使肥皂具有很强的去污能力。当用它洗手时，混合作用可把油污分成许多微粒，每个微粒都被一层硬脂酸离子所包围。硬脂酸的“头”埋于油中，而它的“尾”则伸向水中。这样就形成一个包围油污的球形水层，使油粒不能重新聚集起来，或粘到手上，最后被干净水冲掉。肥皂去污的原理比较复杂，几乎包括了表面活性质渗透、乳化、分散、发泡、增溶等全部作用。

科学的发展无止境，表面活性剂的新品种也层出不穷。1992年美国的亨克尔公司大规模生产烷基多葡糖苷（APG）。它是由玉米制得葡萄糖和由棕榈仁油及椰子油制得的醇合成的天然非离子型表面活性剂。这种表面活性剂对皮肤相容很好，并能与阴、阳离子以及其他非离子型表面活性配合，提高作用效能，因此可广泛应用于化妆品个人护理用品和洗涤剂，深受用户欢迎。最近该公司还利用再生资源生产阴离子表面活性剂 α -磺基棕榈酸甲酯（ α -FMe），它在硬水中的去污能力远大于烷基苯磺酸盐洗涤剂，很有发展前途。

据说肥皂是在3000多年前由古埃及的一位厨师无意识偶然发现的。很长时间人类只使用无发展，只有经过化学家们研究认清了肥皂分子“两栖性”的本质后，才使表面活性剂产生了突破性的发展。现在，所有的表面活性剂都是利用“两栖分子”这一原理制造的。因此，我们研究化学，必须加强基础研究，因为它的成果往往会促进科学和人类的进步！

6. 激光

——化学家强有力的工具

激光是 20 世纪与原子能、半导体、计算机齐名的四大发明之一。它是一种十分奇特的光源。这种光的美妙之处在于它有极大的强度、极大的功率、极高的光谱纯度以及极短的闪光时间。它的强度足以切割钢板，它的亮度比太阳光高千亿倍，甚至能够照亮月球。

激光通常由激光器产生。世界上第一台激光器是 1960 年由美国休斯研究室研制成功的。激光器一般由激光工作物质、能源激励装置和光学谐振腔组成。常见的激光工作物质主要有红宝石（氧化铝中掺入微量的三氧化二铬）、钕玻璃、掺钕的钇铝石榴石、二氧化碳、氦、氖气等。

当前激光技术已是走向实用化的高新技术，最近十几年中在三个方面取得的关键性重要发展，对化学产生了巨大的影响。首先是开发了几种类型的可调频激光器。其中以染料激光器最为重要，它的波长可以根据需要来选择。其次是发明了高效率的紫外线激光器，它的波长短于 300 纳米，给化学家研究光化学创造了极为有利的条件。第三是试制出 1 皮秒（1 皮秒= 10^{-12} 秒）式持续时间更短的光脉冲激光器，这对研究短暂的化学反应过程很有帮助。

正因为激光具有上述特点，因此它已成为化学家进行科学研究强有力的武器，并且已取得了一些令人瞩目的成果。

（1）点燃核聚变

核聚变是两个或两个以上的较轻原子核[如氢(H)的两种同位素：氘(D)和氚(T)]，在超高温等特定条件下，聚合成一个较重的原子核[如氦(${}^4_2\text{He}$)]，同时释放出巨大的能量。这是当今世界重大的科学研究课题，成功之后，便于彻底解决人类所用能源的问题。利用激光点火，实现两个原子核聚合是目前最有希望的两条途径之一。80 年代，我国建成了一台输出激光功率 10^{12} 瓦的激光装置，利用这个装置在核聚变研究上取得了一系列重大成果，从而使我国在这方面研究上已进入了世界先进行列。

（2）用激光进行分析分离

激光被引入光谱技术后，使分析用的光学光谱产生了革命。最明显的效果是增加了灵敏度，一般绝对灵敏度可达到 $10^{-12} \sim 10^{-16}$ 克。分析要求的样品也很少，一般在微克左右。为此激光光谱分析在地质部门和公安部门有着很高的应用价值。

激光在监测大气污染方面取得的成绩也很大。现在激光遥感监测的有效距离已超过 1.6 公里。方法是向污染物发射一束脉冲激光，然后测量返回的荧光信号，就可知道污染物为何种物质以及它所在的距离。

激光在物质分离中也非常有用。众所周知，同位素性质非常相似，用化学法很难分离。采用激光可以有选择地使一种同位素分子发生某种反应，而使原子量不同的同位素分离出来。现在人们正在研究用这种方法生产核能材料。

（3）实现分子剪裁，合成新物质

激光是一种波长范围很窄的单色光，能量很集中，一定波长的激光只对材料中某一化学键起作用。利用这种对应关系，可以有选择地用某种激光“剪除”某种不需要的基团，得到预想结构的材料。例如，利用光学系统可以把激光束聚焦成比针头还小的光点，做成生物外科手术刀。用它可以对 DNA 进

行切割、焊接，以及对细胞打孔等。正因为利用激光法可以把分子链互相拼接，也可对分子进行剪裁，这样可使化学家逐步结束从“炒菜式”研制材料，发展到按指定性能设计合成材料。这是材料研制中的一大飞跃。

另外，自从激光问世后，人类第一次实现了俘获原子、操纵原子、移动原子和观察原子。美国科学家首先用激光组成网络实现了获取原子的研究。这一研究开拓了观察原子的新途径。使人们有可能观察到原子如何相互作用、如何演变的。可以预料，有朝一日可以研制出一种新型化学装置，有控制地使原子结合，从而生成人们设想的分子。

激光在化学上应用表

领域	研究的应用项目	使用的激光器
光化学	太阳能的研究，光合成	激发物，染料
同位素分离	铀、钚同位素纯化	激发物、染料、TEA、CO ₂
原子吸收、荧光	微量元素分析、环境监测	连续离子、色中心
燃烧诊断学	研究火焰、爆炸	固态、染料
大气气体分析	工业过程监控	半导体二极管
生物细胞分类	细胞鉴别和分离	离子激光器
细胞脱色	生物细胞中的光化学	染料激光器
动力学 (1-100) × 10 ⁻⁶ s	气相衰减、化学反应	闪光灯染料激光器、TEA、CO ₂ 、化学
动力学 10 ⁻⁶ 至 10 ⁻⁹ s	激发状态寿命 非常快速的化学反应	固态、激发物
动力学 10 ⁻⁹ 至 10 ¹² s	快电子状态衰减、 在液体中的相干衰减	离子、固态
动力学 < 10 ⁻¹² s	在固体及液体中的 振动衰减	离子、固态

7. 明察秋毫的学问 ——现代分析化学一瞥

分析化学是一门化学信息科学，它主要是向人们提供关于物质系统的化学成分与结构方面的定性与定量信息，以及研究获取这些信息的最优方案和策略。

目前，分析化学正处在重大改革的时期。从分析对象和任务来看，分析化学已不只限于一般的工农业生产和国防生产等部门，而是渗透到诸如环境科学、宇宙科学等一切涉及化学现象的边缘科学；它也不只限于测定物质的组成和含量，而是要提供关于物质更多的信息，如状态、价态、稳定性及表面结构等；它也不再限于破坏样品的分析，而是越来越多地要求不破坏样品的直接分析。这样，分析工作者已不仅是单纯的分析数据的提供者，而是有实际意义的化学信息提供者。

例如，汽车司机酒后开车，不知造成了多少交通事故。要想准确无误地判断一个司机是否饮过酒，就要依靠分析化学。自 1957 年英国研制出世界上

第一台酒精气敏检测器后，这一问题得到了较好的解决。汽车司机若酒后开车，哪怕是二三个小时以后，也躲不过这种检测仪。警察只要把检测仪的探头往司机的嘴边一放，检测仪就会“嘟——”、“嘟——”地报警。这样，再刁蛮的司机，也只好低头认罪。检测仪的关键部件是探头里的敏感部件，这种敏感部件是用变价氧化锡等半导体材料做成的。它们对酒精很敏感，而对其他气体如二氧化碳、水蒸汽等则十分迟钝。平常，它们的电阻很大，不易导电。但是，当它周围的酒精浓度达到某一数值时（这个数值叫做临界值），它们的电阻率便会成千倍地突然下降，此时立即通电，信号也随着发出。现在，这种检测仪在世界上已普遍使用。

再如，水是人类生存的命脉，寻找地下水，光靠人的眼睛是无能为力的。采用遥感卫星或遥感飞机则很容易辨别地下是否有水。因为水分子具有很强的吸热和放热特性，即使在地底下，也能通过传导和辐射来影响地表土壤和岩石的温度。地下水量多，地表温度就高。这样，有地下水的地方，就会在地面形成一个“热岛”。只要“热岛”的温度比周围高 0.5℃，就会被遥感卫星或遥感飞机上的传感器接收到。我国云南、新疆、内蒙等地一些地下水库就是用这种方法找到的。

在现代社会生活中，自动化和信息化的程度越来越高，因而分析化学成了人类社会明察秋毫的耳目。各行各业都需要大量灵敏、准确、快速、简单和自动化的分析。例如，半导体技术中原子级加工要求测出单个原子的数目；环境保护工作要求测定 ppt 级的污染物；纯氧顶吹炼钢要求快速的炉前分析；在地质普查、勘探工作中，要求对获得的上百万、上千万个数据进行快速自动化处理……这样，分析化学就要向着仪器化、自动化方向发展。电子技术和电子计算机在分析化学中的应用，给这种发展提供了广阔的前景。用微机控制的完全自动化的分析仪器已经出现多种，这些仪器不但节约时间和人力，也大大提高了分析工作的水平。

总之，随着生产和科研的飞速发展，分析化学面临着许多课题，也充满了新的生机。

8. 应用广泛的数据 ——pH 值

pH 标度由丹麦化学家彼得·索伦森在 1909 年发明的。索伦森当时在一家啤酒厂工作，经常要化验啤酒中所含氢离子浓度。每次化验结果都要记载许许多多零，这使他感到很麻烦。经过长期潜心研究，他发现用氢离子浓度的负对数来表示氢离子浓度非常方便，并把它叫做溶液的 pH。pH 值就是氢离子浓度以 10 为底的负指数：

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

就这样，他发明了直到今天还在广泛应用的 pH 标度。现在，在实验室和工厂的化验室里，经常用 pH 指示剂来测定溶液的 pH 值，这种方法简便经济，但易受干扰，准确度较差，精细准确的测量需要用 pH 计。

第一台 pH 计是由美国的贝克曼在 1934 年设计制造的。他的一位同学尤素福在加利福尼亚的一个水果培育站工作，经常要测定用二氧化硫气体处理过的柠檬汁的 pH 值。因为食品中的 pH 值无法使用指示剂来测定，他只好求助于贝克曼，帮他设计制造一台能测定溶液 pH 值的仪器。贝克曼利用业余时间

间，制作了一台电子放大器，将其与玻璃电极，灵敏电流计组成一台 pH 计，效果很好。这就是世界上第一台 pH 计。

利用 pH 计测定溶液 pH 值的方法是一种电位测定法，它是将玻璃电极和甘汞电极插在被测溶液中，组成一个原电池，其电动势的大小与溶液的 pH 值有关。pH 计的主体是一个精密的电位计，用它测量原电池的电动势，并直接用 pH 刻度值表示出来，因而从 pH 计上可以直接读出被测溶液的 pH 值。

第一台 pH 计的研制成功，使贝克曼很受鼓舞。后来他辞去了教学工作，专门开办了一个 pH 计生产工厂，专心致志从事于 pH 计的设计和制造工作。他发明的 pH 计是最早的分析仪器之一，它为研究分析化学和生物化学创造了条件。

pH 计在工业、农业、化学、生物学等各个领域中都有重要应用。如自来水工厂和化学实验室经常用 pH 计测定水的 pH 值。生产醋酸、磷酸等化工厂，采用酸碱电位滴定法测定醋酸、磷酸的含量，也要用到 pH 计。

溶液的 pH 值往往对化学反应，特别是对生物化学反应影响很大，因此及时准确的测定这类溶液的 pH 值更具有十分重要的实际意义。例如细菌只能在很狭窄的 pH 值范围里生长，所以培养基的 pH 值必须进行准确的测量，并且精心加以控制。

再如生物催化剂——酶，只有在一定的 pH 范围内才能起到明显的作用，最适合于胃蛋白酶的 pH 范围是 1 到 4，最适合于胰蛋白酶的 pH 值是 8 到 9。

人体是最复杂的有机体，人体的各个部分都在以新生成的生物分子代替旧有的生物分子，这就是新陈代谢。但是，人体的新陈代谢必须要有适宜的环境。其中人体对 pH 值的要求，亦即对酸碱度的要求是一个重要方面。在生命活动过程中不断产生酸性物质和碱性物质，并有相当数量的酸性物质和碱性物质进入体内。因而，酸性物质和碱性物质必须保持一定数量的比例，即 pH 的大小在人体的各部位都有一定的范围，如果一旦发生变化，就可能对有机体产生毒性。一些体液的正常 pH 范围

体液	pH 范围
血液	7.35 ~ 7.45
尿液	5.5 ~ 7.0
唾液	6.5 ~ 7.5
胃液	1.0 ~ 3.0
胰液	7.8 ~ 8.4
胆汁	7.8 ~ 8.6
大肠液	8.3 ~ 8.4

总之，pH 值的重要作用不胜枚举！

9. 化石历史年代的测定 ——碳—14 的应用

化石的历史年代可以用碳—14 测得，这是美国芝加哥大学教授威拉尔德·利贝进行原子核研究时发现的。为此，利贝教授获得了 1960 年诺贝尔化学奖。

在我们周围的空气中，含有碳的两种同位素，一种是碳—12，一种是碳—14。具有放射性的碳—14 和通常的碳—12 混合在一起，存在于空气中的二氧化碳里。

二氧化碳对一切生命都是必须的。在光合作用中，所有的绿色植物都要吸收二氧化碳。任何生命最终都要依赖植物作为食物，因此两种同位素（C—12 和 C—14）不可避免地结合在一起，进入每一种生命的物质中。在现代，空气中每有 10000 亿个碳—12 原子，便有 1 个碳—14 原子。这两者的比例在所有生命物体中都一样。

一旦植物或动物死亡了，它就不再吸收空气中的二氧化碳。在以后的年代里，碳—12 通常不再发生变化，其数量固定下来。但是，放射性同位素碳—14 仍进行其缓慢的衰变过程。科学家可通过测量样品中残留的放射性碳的数量，来确定有机体死亡至今有多长时间。

碳—14 的半衰期为 5730 年，如果一种物质还残留有原生碳—14 数量的 1/4，则其寿命应为 11460 年。利用碳—14 测定历史年代，对于特殊技术研究和考古学有着重要价值。

为了测定以前生物体的年龄，可以用下式方便地进行计算：

$$t = 18600 \text{Log} \frac{15.3}{\alpha}$$

在这个式子中，t 是生物体的年龄， α 是碳—14 应有的衰变速度，可用每克碳—14 每分钟的放射量来表示。

例如，从古代印第安人废料埋葬处取生物炭样品，其每克每分钟碳—14 衰变 7.18，概算此生物炭的年龄为：

$$t = 18600 \text{Log} \frac{15.3}{7.18} = 6100 \text{ (年)}$$

通常情况下，用放射性碳元素来测定 2000 年以前的年代，比较准确，而对更古老的样品，则测定误差就比较大。这就使人推想到，公元前的时代，空气中所含的碳—14 可能比现在更多。

为了更准确的确定许多古物的年龄，科学家们还通过确定树木年轮的研究，来校正碳—14 测定年代的误差。其结果如下：碳—14 测定年代的差额对公元前 1500 年为 200 年，对公元前 3500 年的为 700 年。

由于碳—14 的半衰期是 5730 年，在从几千年到几万年的年代测定中可以发挥作用，但对近几百年的年代测定，精度要降低。以色列韦茨曼科学研究所发现，含在蜗牛壳里的天冬氨酸 L—异构体转变成 D—异构体的速度与时间有关。最初，N—异构体的天冬氨酸变成 D—异构体的转化率高，但时间的推移逐步变小。该研究所还发现温度对转化率的影响极大。如果巧妙的利用这些数据，通过测定天冬氨酸的旋光率，可以精确测定近 350 年的化石年代。

化石历史年代的测定对考古研究具有重要意义。化学方法在测定化石历史年代测定中的应用，则进一步说明化学在科学研究中的重要作用。

10. 化学化工的好助手

——电子计算机

电子计算机技术是当代先进的科学技术之一，是一个国家科学技术现代

化水平的标志之一。在科学技术发达的国家，电子计算机已进入政治、经济、科学技术和人民生活的各个领域，成为时代进步的一个重要特征。

电子计算机在化学化工上的应用给化学化工带来一场新的革命。就以分析化学来说吧，计算机的应用使其如虎添翼。

大家知道，色谱分析和质谱分析已成为现代分析化学的一个重要分支。所谓色谱分析就是让各种化合物通过色谱柱，以化合物流出的时间作横坐标，把每时刻流出的量作为纵坐标，那么，随着时间的推移，就会得到一条波浪起伏的曲线，化学家们把它叫做“色谱图”。这样，只要先用已知的化合物作出标准谱图，然后把未知物在同一色谱柱上也作出谱图，并将它们进行比较，根据“流出时间”和峰的大小（面积），岂不就对未知物进行定性和定量分析了吗？

所谓质谱分析，就是处在高真空的气态分子，受到电子流轰击或电场作用，失去外层电子生成分子离子，同时某些化学键也发生有规律的裂解，生成各种有特征质量的碎片离子。这些带正电荷的离子在磁场中按不同质荷比分离，并被收集记录，得到质谱图。从质谱图中可以知道化合物的分子量和有关分子结构的信息，从而可推断化合物的结构。

为了进一步提高色谱分析和质谱分析的效率，化学家们又将色谱定性分析快、质谱定量分析准确、计算机数据处理迅速的长处，集中起来，组成了“色谱—质谱—计算机联合分析仪”，把色谱分析提高到一个新水平。与单台色谱仪相比，它的分析速度可提高 $10^2 \sim 10^4$ 倍，分析精度可提高 $10^4 \sim 10^8$ 倍，最小检测量可达到千分之一到百万分之一克。

有了这种神奇的色谱分析仪器，如果你要验血，只要在医院里被抽出一丁点耳血，马上所有的血相指标就会出现在医生面前；一个毒物检测中心，在接到中毒者的化验样品后，2—3 分钟内便可确切知道中的什么毒，并迅速采取急救措施。

人们还设想利用电子计算机进行分子设计，创造新材料。按现有的化学知识，把它们的特点和规律编成一定的定量关系式，然后再翻译成电子计算机的“语言”（程序），让计算机“记住”这些化学反应，作用机理以及成千上万种化合物的名称，立体结构和性能等。在探索新材料时，只要把化合物的性能要求“告诉”电子计算机，计算机就能帮助设计出新的化合物的合理方法，判断和推测新化合物的各种性能。或借助电子计算机对原有材料进行改造，在十分复杂的因素中找出接近实际的设计方案。把不需要的分子“剪裁”下来，甚至再“接上”所需的分子，从而合成出符合人们心愿的分子。电子计算机的引进，为人类寻找新材料开辟了一条崭新的道路。

在化学工业上应用计算机的事例就更多了。例如应用计算机辅助咨询，计算机辅助科研，计算机辅助设计，并组成计算机情报系统、计算机控制系统和计算机管理系统等，促进了化学工业科学化、自动化，提高了化工产品的质量和产量。

总之，电子计算机在化学化工领域中是大有作为的，它将在化学的各个分支，化工的各个部门大显身手，使化学化工展现出新的英姿。

11. 人类改造自然的重要手段 ——催化技术的新发展

大自然能够为人类提供数以万计的各种各类物质，供给人类生存与发展，但是，随着社会需求的日益增长，大自然中许多物质已供不应求，且不少自然物质的性能也远远不能满足人类的需要。为此，人类开辟了“第二大自然”——用化学方法制造新的物质。

催化剂能加速化学反应，而本身并不被消耗，它甚至可以使某些反应速率增大 100 亿倍。现代化学工业中，80% 以上的产品是利用各种催化剂生产出来的，这些产品在全世界的年总产量已达 10 亿吨以上。催化技术已成为当今人类改造自然的一种重要手段，也是发展新化学流程的重要途径。

根据催化剂作用的物理与化学性质，可以把催化剂分成如下五类：

多相催化：催化反应发生在固体和气体（或液体）反应混合物之间的界面上。

均相催化：反应在气相或液相中进行。催化剂和反应物均溶解于气相或液相中。

电催化：反应发生在电极表面与溶液接界处，依靠电流促进反应。

光催化：反应在固体界面或溶液中进行。它是吸收光能促进反应。

酶催化：酶是高分子量的活性蛋白质。它能够提供适宜的化学环境，促进化学反应。

现代科学技术的进步，有力地推动了催化科学的发展。以前研制一种催化剂，往往要经过数以万次的配方试验。现在，对催化剂的研制虽然还需配方试验，但是由于前人已从大量实践中总结出来了催化剂的一些制备规律，得出了有一定科学依据的催化反应与催化剂分类，因此，对某些类型催化剂的研制已建立在催化剂分子设计的科学基础上了。催化研究的新理论和新的实验手段也有了很大发展，重要的新型催化剂的发现速度大大加快了。

近十年来，现代物理实验方法和量子化学在催化科学研究中显示出重大作用。用这些方法和理论研制出许多重要的新型催化剂，大大推动了化工生产的发展。例如，新型分子筛催化剂的使用，石油的择型重整、择型催化裂化或烷基化得以实现，并大大提高了汽油的率烷值和对二甲苯的生产效率。由于发明了高活性、高选择性的铈系金属有机络合物催化剂，实现了烯烃低压高选择羰基合成制正丁醛和丁醇等。合成顺丁橡胶的单体丁二烯，是由丁烯氧化脱氢后制得的，十几年前要在 300 °C 以上的高温下进行。不久前，我国化学家发明了一种新催化剂，使这种化学反应在 200 °C 的温度下就完成了。

今后，随着人类需要的增长和科学技术的进步，人们如何将十分小而又非常丰富的小分子，进行高效的化学转化，生产更多的合成燃料、合成材料、肥料、食物，开辟新能源和消除环境污染等，会遇到大量的催化科学问题。

为了适应这些新的要求，催化科学必须运用现代实验手段和理论，对现有的某些重要的催化剂和催化反应机理进行研究，为开发新的催化剂和催化反应提供依据，进一步建立起催化剂分子设计的学科基础，并开拓诸如多核原子簇络合催化、模拟生物催化等新的研究领域。

12. 新兴的交叉学科 ——薄膜科学

本文所谈的薄膜是指沉积在固体表面上的、厚度只有几个纳米的薄膜。

薄膜科学则是研究薄膜的产生、结构、人工合成方法以及性能的科学。目前，薄膜科学已作为物理学、化学、材料学和微电子学等学科的交叉科学正式问世，各类新的检测仪器的出现为薄膜科学研究创造了良好的条件。

众所周知，绝大多数物品的性质是通过表面来实现的。制造物品整体需要的材料多，如果在其表面制备一层有特殊性能的薄膜，则可大大节省价格昂贵的材料。例如，以前使用的香烟包装纸是纯锡箔或纯铝箔，制作这样的锡箔或铝箔费时费力，且需要大量的锡材或铝材。现在改为镀铝覆铝包装纸，用铝量仅为纯铝箔的 1%，而且可进行机械化大量生产，成本大大降低。再如，硬质的 TiC、TiN 等薄膜在制造刀具、模具等方面发挥了很大威力，可提高刀具、模具寿命 5 倍以上，如果刀具和模具完全用 TiC、TiN 制造，成本则会大大提高，而且没有这个必要。

我国古代对薄膜技术的研究和应用就已颇有成就。1965 年在湖北发掘出土的两把“越王勾践自作用制”宝剑，虽已埋藏了 2000 多年，仍光彩夺目、锋利异常、毫无锈蚀。经现代化学分析发现，宝剑上的菱形格状黑色花纹是表面经过硫化处理而形成的。这种表面既抗腐蚀，又美观大方。

现在，各种表面薄膜不仅在工业领域里大显身手，如微电子技术和光电技术的发展，许多集成电路的制造要用到不同品种的薄膜材料，在日常生活中薄膜材料的应用也越来越广泛。就拿金光灿灿的表壳、表链来说吧，有些并不是用真金制成的，闪烁金光的只是淀积在钢制表壳、表链表面上的氮化钛薄膜。这层薄膜色泽和耐磨性如同黄金。

制造薄膜有许多方法，目前最常用的是化学气相沉积法（CVD）、金属有机化合物气相沉积法（MOCVD）、激光气相沉积法、L—B 膜法、磁控溅射法、离子束溅射法等。

气相沉积的基本原理是用化学或物理方法，使欲沉积的物质成为气相原子、离子或分子态，或由它们组成的聚集体——原子簇、离子簇等。这些粒子以一定的能量淀积在固体的表面，便形成薄膜。

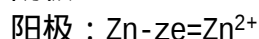
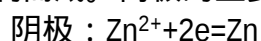
薄膜科学作为一门新兴交叉科学已在国内外被普遍重视，专家们认为 20 世纪 90 年代将是薄膜技术大发展的时代。薄膜科学的发展为新型材料的诞生开辟了新的途径，其前景是十分诱人的。

13. 神奇的笔镀 ——电镀的新发展

大家对电镀比较熟悉。通常利用电镀的方法在金属表面上，镀一层在空气中不易起变化的或硬度较大的其他金属，像镍、铬、锌、银和金等，以防止金属制品的腐蚀，增加其美观程度。

电镀时，把待镀的金属器皿作阴极，把要镀的金属作为阳极，用含有要镀金属的离子溶液作为电镀液。操作通常是在电镀槽中进行的。接通直流电源后，溶液里的金属阳离子趋向阴极，在阴极上获得电子，就成为金属薄层复盖在待镀金属的表面上。

例如，镀锌时把被镀的零件作阴极，用金属锌作阳极。电镀液是由氧化锌、氢氧化钠和添加剂等配制而成。两极的主要反应为：



电镀后将镀件放在铬酸溶液中进行钝化。

近年来出现了一种快速、简便的电镀技术。其装置由直流电源、镀笔(又称镀刷)和镀液等组成。电镀时,镀笔接正极,要镀的工件接负极。从本质上来说,这种电镀技术和通常的渡槽电镀一样,都是镀液中带电的金属离子在负极工件上放电沉积的过程。所区别的是,快速电镀不需要镀槽,用镀笔蘸着镀液在工件表面反复擦蹭,就会形成一层坚固而致密的金属膜。只要精确控制耗电量,就可准确地控制镀层厚度,从而确保工件尺寸准确可靠。

快速电镀的主要工具是镀笔。镀笔由正极和笔杆两部分组成。正极是工作面,大部分是用石墨或铂铱合金做的,外面包一层脱脂棉,以蘸取镀液。镀笔的形状有各式各样,如条形、半圆形、月牙形、环形等,以便根据工件的形状加以选用。因为快速电镀主要是“动笔”,所以,又有人把这种技术称作“笔镀”。镀液的种类也不少。中国科学院根据铁道部的需要,研制的系列电笔镀液已有 140 多种。这些溶液具有性能稳定、镀积速度快、镀层性能好的特点,达到或超过国际同类产品的水平。

由于笔镀所用的设备简单、携带方便,适合于野外作业,省时、省力,因此广泛适用于铁道、交通、航空、舰船、化工、采油、冶金、建筑、电子工业和国防军工等领域的机械零部件的修复和金属表面的改性,深受广大用户欢迎。仅此一项技术在我国推广后,每年增加的经济效益可达上亿元。现在,许多国家愿意来中国港口停泊修船,其重要原因之一,是我国掌握了快速电镀新技术,修船的时间短、质量高,价钱也便宜。

神奇的笔镀为我国赢得了盛誉!

14. 气体的新用场 ——气体与新技术革命

我们正面临着一场世界范围的新技术革命。在这场技术革命中,众多的新技术都与气体工业的发展有着密切的关系。

1993 年 6 月在加拿大温哥华科技展览会上,展出了世界上第一辆燃料电池公共汽车。这辆车可以在 20 秒内从静止状态加速到时速 30 英里,最高时速可达 45 英里,可达到人员运输车辆的基本标准。该车有 24 个发电能力各为 5 千瓦的燃料电池,所用的燃料是压缩氢,使氢与空气中的氧反应即可产生电力,作为汽车的动力。所排放的只是水蒸汽和剩余空气,对环境无污染。这是一项汽车工业的新技术,一旦得到普遍推广应用,氢气将会更加受到人们的青睐。

在新能源开发中,更需要大量的工业气体。将重油、柴油与氢气混合在高压催化下反应,可制得合成石油,进一步加工可得到汽油和高级汽油。建设核电站,在反应堆中要用氦气、二氧化碳气作热载体,用重水和氘气中子减速剂。磁流体发电装置被认为是很有发展前途的能源装置。它是利用离子化气流切割磁场而产生电动势,从而把热能直接转化成电能。日本试制的 1000 千瓦级磁流体发电机,配有 250 升/时的氢液化装置,一次需填充液氢 3500 升。

电子工业是当前发展最快的工业,发展电子工业更需要众多的特种气体为它服务。据不完全统计,国外发展电子工业所需的气体已达 80 多种,主要有氦、氢气、氩、氧气、氮气、氯气、氯化氢、二氧化碳、氨等基本工业气

体和硅烷(SiH_4)、磷烷(PH_3)、砷烷(AsH_3)、硼烷(B_2H_6)、锗烷(GeH_4)等一系列气体化合物。

宇宙开发是现代科技争夺的重要领域，它也需要大量的工业气体。如航天飞机每次需要装入液态氢 200 吨，液态氧 1200 吨。阿波罗宇宙飞船用的燃料电池，就是液氧——液氢燃料电池，它属于氧—氢—碱—镍电极形式。

激光的发现和应用，到现在才有 30 多年的历史，是一项比较年轻的科学技术。但它的发展，有着光明的前途。发展激光技术，也离不开一些重要的气体。如氦氖激光器需用氦、氖混合气；二氧化碳激光器需用二氧化碳、氮气、氦混合气；密封束激光器需用氙、一氧化碳、氮气、氦混合气；氟激光器需用 F_2/Ar 、 F_2/He 混合氢；特种同位素气体激光器需用 $\text{Ne}^{20}/\text{Ne}^{22}$ 、 $\text{C}^{13}/\text{Ne} \cdot \text{N}_2 \cdot \text{Ne}$ 、 $\text{C}^{13}/\text{N}_2 \cdot \text{He}$ 混合气。

此外，光导纤维技术是正在迅猛发展中的一门新兴技术，它的制造也需要氢氧焰加热；在超导的研究上需要大量的液氮、液氦等致冷；在生物工程和新材料的研制中需要许多重要的气体作保护和参加反应……

在以上诸多气体中，特别是值得注意的是氢气和氧气的开发。宇宙开发需大量应用它，新能源开发应用它，未来的汽车工业、电子工业、电讯工业等都大量需用它。目前它们已成为许多科学家研究追逐的对象，寄希望于通过分解水来大量的制造氢气和氧气，因为水是取之不尽之物。

现在化学家分解水主要有两种方法：一是热化学循环法；二是合成叶绿体方法。热化学循环法，是通过化学反应将水分解。到现在为止，此法的总效率为 40~50%，还不足补偿热化学分解过程所消耗的能量，因此还达不到商业使用价值，有待于继续深入研究。所谓合成叶绿体法，就是模仿植物的叶绿体功能，在温和条件下，让水在光的作用下分解成氢和氧。开展此项研究的化学家比较多，但目前还达不到适用要求。

总之，气体工业在新技术革命中有着重要作用，它直接影响着许多新技术的开发水平和速度。目前，我国的特种气体工业，无论在品种、质量和数量上都远远不能满足需要，因此今后必须大力发展。

15. 组合就是创造 ——新功能日化产品漫谈

爱因斯坦说：“组合作用似乎是创造性思维的本质特性。”组合不是毫无取舍的罗列，更不是乱拼瞎凑，而是要根据事物的内在联系有机地组合。

莽莽世界，千差万别，千变万化，许许多多不同的物质，都是由一些基本物质经过不同的组合而形成的。就以铅笔和橡皮来说吧，它们可以单独分别应用，但携带应用不太方便，如果把两者组合在一起，制成带橡皮的铅笔，应用就很方便，这就是创造。

在日常生活中，大家对日化产品比较熟悉，它主要包括各种化妆品，如冷霜、香脂、口红、胭脂、白粉、发油、生发香水、雪花膏，以及洗涤剂，如洗发剂、洗手剂、香皂、牙膏、浴剂等。

随着人类生活水平的不断提高，人们对日化产品的质量要求越来越高，而且希望它们具有更多的功能。为此，近年来世界上许多国家，利用近代医学原理（即皮肤具有吸取营养的作用），采用我国中草药的有效物质作为基

料，运用组合的办法，制成了许许多多日化新产品。这些日化产品不但具有本身的化妆或洗涤的本领，而且还具有一定的营养价值和治疗功能。

所谓营养价值，主要是在日化产品中添加了各种维生素、激素、微量元素、糖类、多种氨基酸等各种营养物质，它们的主要作用是滋补美容、增加营养。所谓治疗功能，是在日化产品中添加了一些药物，使其有防治神经系统、皮肤、五官、外科等慢性疾病，以及呼吸系统常见病多发病的作用。

例如，我国研制的防感冒牙膏在国际市场上很受欢迎。其主要原料是甘油、羟甲基纤维素、羟乙基纤维素、糖精、香精、天然碳酸钙、碳酸氢钙、十二醇硫酸钠、中药提取物、叶绿素和水。

再如，一种食品工业消毒洗涤剂，其中主要含有藻朊酸钠、磷酸三钠、烷基硫酸钠、过硼酸钠、抗坏血酸（维生素 C）、氯化季铵盐、碳酸钠等。使用这种洗涤剂，不但可以洗涤，而且还能消毒。同时还具有一定的营养作用。

人所共知，大蒜具有很强的杀菌作用，因此大蒜提取的有效成份经过脱臭后，已广泛地被用来制造各种化妆品、洗涤剂、生发剂等日用化工产品。这些产品具有洁齿、杀菌、生发美容、防皮肤衰老、防病治病等多种作用。

此外，还有利用蜂蜜酵素为基料制造的浴剂，具有治疗各种神经系统疾病、心血管疾病、皮肤病或恢复疲劳等作用。用甘草提取的抗溃疡的有效成分，与其他物质组合，可制成擦剂，作为冬季防护用品，具有显著地防治冻疮、冻裂的效果。

我国的中药资源非常丰富，我国中医学界对药效的研究颇深，利用中药的有效成分制造多功能日化产品条件优越，前景广阔。我们应密切注意国际日化产品发展的新趋势，学习一些新的配制方法，努力开发日化产品的新品种，增加日化产品的新功能，以造福于人类。

物质世界的各元素和粒子，在自然界中经过不同的组合，可以开放出万紫千红的物质之花；反映客观世界的各种知识、概念，在我们的头脑中经过不同的组合，也会开放出姹紫嫣红的智慧之花。

16. 科技发展的先导 ——新材料

近代科学技术和生产的发展，可以说是一日千里，人类从乘牛车、马车到乘宇宙飞船；从点油灯照明到用原子能发电；从使用大刀长矛到发射导弹核武器，都只不过经历了 100 多年的时间。科学技术能以这般惊人的速度发生巨大的变化，应首先给“材料”记一大功。否则，没有钢铁，再高的技术工人也造不出汽车、拖拉机；没有高强度、耐高温的材料，再聪明的科学家也无法把卫星送上天；没有耐腐蚀、耐高压的材料，再勇敢的探险者也不能开发富饶的海洋资源……在科学技术发展史上，材料问题解决与否，往往成为创造发明成败的关键。新材料一旦应用，不仅大大促进了科学技术和生产的发展，也使人类的文明生活发生新的变化。从这个意义上说，新材料是科学技术发展的先导。

科学技术的发展和人类的进步，也会对材料不断提出新的要求，现在对新一代材料要求大致有以下几点：

（1）结构与功能相结合。要求材料不仅能起到结构上的作用，而且能具

有特定的功能。

(2) 智能型。要求材料本身具有感知、自我调节和反馈的能力,即具有敏感和驱动的双重功能。

(3) 少污染。为了人类的健康,要求材料的制作和废弃的过程中尽可能少对环境污染。

(4) 可再生。一方面是保护和充分利用自然的资源,另一方面又不为地球积存太多的废料。

(5) 节约能源。要求制造时能耗少;要求能够帮助节能和利用新的能源。

(6) 长寿命。要求材料能少维修或不维修,物美价廉。

根据上述材料发展总的要求,当前材料研究制造的方向是:

多相复合材料,包括纤维(或晶须)增强或补强的复合材料、第二相颗粒弥散的复合材料、两(多)相复合材料、无机和有机复合材料、无机物和金属复合材料、梯度功能复合材料以及纳米复合材料等,它们已成为当前材料研究的重要对象。

纳米材料,指材料的晶粒和晶界等显微构造达到纳米级尺度水平的材料。从微米级到纳米级的进步,不仅是制备工艺上的跃进,而且将推动材料科学理论的发展。纳米级材料将会有意想不到的新的和高的性能。

智能材料,它既能像人的五官那样,感知客观世界,又能能动地对外作功、发射声波、辐射电磁波和热能,甚至促进化学反应和改变颜色等类似有生命物质的智慧反应。当然这类材料的智慧功能的获得是材料与电子、光电子技术结合的结果。

生物材料,为了保障人类的健康和长寿,生物材料的发展尤为人们所注意。生物材料的目标是对人体组织的矫形、修复、再造、充填以维持其原有功能。它要求材料具有相适应的性能外,还必须有与人体组织的相容性以及一定的生物活性。

新兴材料的研制和生产,是科学技术知识密集的新兴产业。它的发展与新工艺、新技术密切相关。美国约有 1/3 的科技人员从事材料科学研究、开发和应用工作。目前,我国也在不断提高原有材料性能的基础上,大力发展新型材料,以满足社会发展的需要。

17. 跨世纪的新科技 ——纳米科技

人类正在悄悄地进入一个崭新的科技时代——纳米科技时代。

纳米(1 纳米= 10^{-9} 米)科技是在纳米尺度上,研究应用原子、分子现象及其结构信息的高新技术。它的最终目标是直接用原子、分子在纳米尺度上制造具有特定功能的产品。

纳米不仅意味着一定的空间尺度,而且提供了一种全新的认识方式和实践方式。与以往的科学技术不同,纳米科技几乎涉及现代所有的科技领域,并引发了纳米电子学、纳米生物学、纳米化学以及纳米材料学、纳米机械工程学、纳米天文地质学等密切相关又自成体系的新科技领域。

1990 年 3 月,在美国道尔基摩召开的世界首次纳米科学技术会议,正式宣布了纳米科技的诞生。短短几年间,这个科技领域已取得了日新月异的成就。其中,纳米化学的研究与发展尤其令人注目。

纳米化学及其他纳米科技的发展，离不开扫描隧道显微镜（Scanning Tunneling Microscope 简称 STM）。这一本领非凡的仪器于本世纪 80 年代初研制成功。1986 年，其发明者 G·Bimig 和 H·Rohrer 博士因此荣获诺贝尔物理学奖。

纳米科技的关键技术是借助 STM 直接操纵、移动原子和分子，目前这一技术已取得了重大突破。随着纳米科技的发展，人们已经能够直接利用原子、分子制备出包含几十个到几百万个原子的“纳米微粒”，并把它们排列成为三维的纳米固体。纳米固体有一般晶体材料和非晶体材料都不具备的优良特性，被誉为“21 世纪最有前途的新型材料”。例如：

——合格的固体火箭推进粉剂是火箭发动机的生命。这种燃料在燃烧时必须有极高的化学反应速率，因此其表面积要足够大，相应地，其颗粒应足够细。超微粉末表面积大、化学活性高，可作高效催化剂。例如，在固体火箭燃料中，以小于 1.0% 重量的超微铝粉或镍粉作添加剂，燃烧值可增加 1 倍左右。

——血液中的血球大于 $0.01\mu\text{m}$ ，所以可以把有治疗或探测功能的某种材料做成小于 $0.01\mu\text{m}$ 的超微粒子注入血管内，使之随血液流到体内各个部位，进行更有效的治疗或健康检查。许多滋补类药品，如人参、鹿茸、天麻等，若制成超微粉体，不仅服用方便，而且有效成分的利用率可大大提高。

——超微粉体铁的断应力比常规铁高近 12 倍，硬度高 2~3 个数量级。在室温下合成的超微陶瓷晶体能被弯曲。超微金属的比热是传统金属的 2 倍，热膨胀要高 2 倍。铁系超微粉体比其块状体的磁性强得多，故可用 $\gamma\text{—Fe}_2\text{O}_3\cdot\text{CrO}_2$ 和金属超微粉末制成性能更好的超高密度磁性录音带、录像带和磁鼓。

总之，由纳米科技手段制造出的这些超微粉体的奇异特性，很难用传统理论进行解释，其应用前景十分诱人。

纳米技术还能提供一种逐个原子组合成新物质的能力，这使人类有可能制造出新的智力生命或其他物种，也有可能使人类自身变成一种“超人”。

目前，世界各国特别是美国、日本，大力开展纳米科技研究。在我国，纳米科技也被国家科委定为“八五计划”的重点项目。

纳米科技的诞生使人类改造自然的能力直接延伸到分子和原子。科学家们认为，纳米科技将开发物质潜在的信息和结构潜力，使单位体积物质储存和处理信息的能力提高百万倍以上。这一作用不亚于本世纪三、四十年代对核潜能的开发。可以毫不夸张地说，纳米科技必将雄踞于 21 世纪，对人类社会产生重大而深远的影响。

18. 颗粒奇观 ——超细微粒

说起山东蓬莱，不少人会想到“海市蜃楼”。所谓“海市蜃楼”就是远处的景物显示在地面或空中的奇异幻景。蓬莱就是常常出现在渤海庙岛群岛的幻景。这奇功要记在弥漫在空中的小水珠身上，它像一面镜子似地覆盖在空中，阳光出来，经它折射和散射后便会出现“海市蜃楼”的人间仙境。

液体颗粒能创造奇观，固体颗粒也能创造许多奇迹。例如，把铁矿石磨成细粉，用热风吹入高炉中，让它以悬浮状态同还原气体一氧化碳充分接触，

一次可得含铁 97% 以上的生铁，并可直接用于炼钢。用此方法炼铁，被称为炼铁工业上的一次革命。

颗粒既有固体的，如砂石、尘埃、粮食、食盐等等，也有液体颗粒，如云和雾，就是悬浮在空气中的小水珠；液体中的气泡，固体中的空洞，海绵钢的空隙等，均可看作气体颗粒。从宏观上看，茫茫宇宙中的星球，都看作颗粒；从微观上看，物质分子、原子、电子也可看作是颗粒。据推算，在地球和宇宙中，大约有一半以上的物质是以颗粒形式存在的。可以毫不夸张的说，我们人类就是生活在颗粒的世界中。

近几年来，随着高科技事业的发展，人们日益重视和加强了对超细微粒的研究和应用。所谓超细微粒，即微粒的直径很小，在纳米级范围内。倘若使颗粒变得如此细，那么它的原子几乎全都裸露在表面，这时，由于它的表面有许多断裂的化学键。表面积又相当大，以至表现出难以置信的性质。

例如水泥，只要把它变成“超细微粒”，不需要改变任何成分，它的抗压强度可增加到 15~20 倍。日本用超细陶瓷制成的汽车发动机，比钢还硬，还耐高温，可节油 30% 以上。

据美国科技消息报导，加利福尼亚大学化学工作者将纳米新技术应用到电化学领域中，研制出一种微型电池。100 个这样的电池组合也不过一个人体红细胞大小。这种电池组合不可能较长时间内提供很大电流，但该尺寸意味着它可以产生较大的电场。他们利用这种电池在纳米规模上研究电化学腐蚀作用，并希望用此类电池研究蛋白质是如何在这种电场中定向的。

最近，日本花王公司研究了一种用于化妆能产生多种效果的超细微粒。该超细微粒是直径为 0.2 微米左右的氧化锌。粒子是空心的，并且在粒子表面开有无数微孔，如果将香料和不使皮肤变粗糙的成分填入粒子的空心中，则此香料可通过表面微孔渐渐渗出。用此超细微粒保护皮肤，不仅能遮挡紫外线，还能长期保持香味。

科学家们还将超细微粒广泛用到医学上，创立了一门超细微粒医学。美国医学家将 10~20 微米的磁性物质制成流体药物注入病人体内，然后利用体外磁场将药物引到病区，这样可使病变部位药物提高 100 多倍，极大的提高了疗效。有的还把生物大分子微球引到肿瘤上，以阻塞肿瘤的血管使其逐渐坏死。

微粒的性质不仅与微粒的大小有关，而且还与微粒的形状有关。球圆形颗粒阻力最小，易于流动，因而碳氟人造血制成微球体最为适用；圆锥形颗粒，固其表面呈锯齿状，最能劈碎电磁波或声波，因而侦察机表面的“隐身材料”做成这种形状，便能使对方雷达发射的电磁波有来无回；片状的卤化银，有一个很大表面，因此同步接收光的效率高，广泛用在感光照像胶片中。

颗粒充满着世界，我们对颗粒既熟悉、也陌生，它的奥秘实在太多了。现代科技、现代国防、现代生活都离不了颗粒。这，怎么不强烈地引起人们去研究、去探索它呢？

19. 塑料微球的诞生 ——太空化学的威力

近来，科学家们提出了一条产生新材料的绝妙途径，那就是给一些材料创造一个特殊的环境，使它们在这种环境中发生性质上的某些改变，从而形

成具有特殊性能的新材料。塑料微球的诞生就是其中的一例。

我们知道，在地球上的一切物体都要受到来自地球内部的吸引力，这就是地心引力。由于有了地心引力，才产生了一切物体都具备的、人类在地球上生存不可缺少的重力。

与重力场相反的是无重力环境。在这种环境里，要发生我们常说的“失重”现象。大家在电视中经常看到宇航员在太空中的情况，在那里没有地球引力，一切东西都是飘在空中，稍稍用力便会冲出很远。

在无重力环境中，许多在地球上无法制得的东西都能制得。

装饰银幕离不开玻璃微球，人造血液需要非常均匀的氟碳微球体。这些微球体，在地球上由于受到重力的作用，不可能制得非常均匀，很难做到纯圆。在太空中却能做到。1983年4月，美国“挑战者”号航天飞机宇航员，在失重条件下，制造出一种直径只有10微米的塑料微球。不久前，美国国家标准局公开出售主要用来作测量人体微血管直径的标准球粒。这些肉眼难以分辨的透明微粒，是世界上第一批在太空制造的商品。制造这种微球粒的原料是聚苯乙烯，每公斤不到1美元。但是，在太空中加工成纯圆的微球体后，每公斤售价高达100万美元至350万美元。

在地球上制造合金时，因为熔制合金的几种金属比重不同，在熔炼过程中，当合金溶液从液态变为晶态这一段时间里，因受重力的作用，比重大的金属的微粒和比重小的金属的微粒是不能均匀地混合在一起的。也就是说，所制的合金很难达到处处均匀。如果在宇宙飞船中失重的情况下，因为所有的物质在这里都不受重力的作用，因此没有任何轻重之分，所以只需把几种金属熔化混合，就可得到非常均匀的合金材料。

科学家们预言：在太空失重的情况下，可以解决许多工业技术难题，制造出许多具有优良性能的新材料。这很可能导致一场伟大的技术革命。到2020年以后，人们将逐步从太空大量获取物质和能量供地球应用，以及利用地外资源在太空建立主体工业，如冶金工业、制药工业、特殊材料工业等。这样，月球将成为重要的工业基地。

总之，空间化学研究和空间化学工业将引起人们的极大兴趣，并得到快速的发展。

20. 原子被“冻僵”之后 ——超导浅谈

自从1911年荷兰著名低温物理学家卡梅林·昂内斯首次将氮液化并获得4.6k(-268.4℃)的低温后，科学界便大幅度地向低温世界挺进。科学家们为什么对低温这么感兴趣呢？原来在低温情况下，会产生许多奇妙的景象。例如，当卡梅林·昂内斯将金属汞置于低温液氮中，发现汞的电阻急剧下降，甚至消失！这在当时简直不可思议！

我们知道，电流在导体里流动时，因为导体内的阻碍作用，要损失一部分电流。多少年来，科学家们一直在寻找无电阻导体，但始终未能找到。昂内斯的发现，为科学家们打开了一扇希望之窗。这意味着金属在低温条件下的导电本领突增亿万倍，如果成为现实，将节约大量电能。

在昂内斯发现的鼓舞下，各国科学家争相进行这方面的研究。现已发现几百种金属、合金、化合物在低温下有这种电阻几乎消失的特性。人们称

这种现象为“超导现象”。现在，实用价值最高的三种超导材料是铌钛合金、铌镍合金和钒镓合金。这些材料的诞生与化学有着密切的关系。因此，在超导研究中，化学家的作用也是十分突出的。

超导体在低温下工作时失去电阻的温度称作“临界温度”。显然，临界温度越高，超导材料就越有应用价值。现在全世界有 200 多个实验室正在进行实验，以获得高临界温度的超导材料，由此产生了一股超导热。1987 年 2 月 15 日，美国科学家研制出了 98k 的超导体；该年 2 月 24 日中国科学院宣布赵忠贤、陈立泉等获得了 100k 的超导体。目前，我国和日本等国在低温超导的实用温度研究方面已达到“液氮温度”，即-196℃。超导材料进入实用阶段已为时不远了。

为什么一些金属和化合物在低温条件下会具有非凡的超导本领呢？各国科学家都想揭开这个谜。这可能是一场新技术革命的前奏曲。难怪人们这样争分夺秒地加强研究，努力争夺这新技术革命的前沿。目前，比较有影响的解释是原苏联科学家博古留波夫的超导理论。他认为，在低温下一些金属和化合物的原子被“冻僵”。因此，当通上电流后，自由电子便不会像原来那样处处受到阻碍、碰撞，而是畅通无阻，并由此产生了永久的电流。也就是说，在低温条件下出现了金属和化合物的超导现象。超导材料的应用前途广阔，而且一经应用，便能产生意想不到的效果和极大的经济效益。

——用超导材料做成导线，既然电阻几乎等于零，在电流通过时导线不会因发热而消耗电能，因而可实现远距离无损耗输电。

——同样原因，导线每平方厘米截面积上可以通过几十万安培的大电流，这可以用来产生很强的磁场。不久前，美国制成了世界上最强的脉动式超导磁体，磁场强度为 68 万高斯，其导电线圈用铜钛合金与铌复合而成。日本前几年已制成磁悬浮列车，整个列车悬浮在钢轨之上，“腾云驾雾”般地前进。靠什么力量把列车凭空托起且使其飞快地前进呢？不是别的，正是超导现象所产生的“魔力”！

在宇宙飞船上，采用超导磁体屏蔽高能辐射粒子，可以防止高能辐射损伤。美国空军已采用强超导磁体作为屏蔽实验装置，利用超导磁体捕获等离子体，这样可以大大减轻飞船外壳的烧伤程度。

——用以制造比现有发电机输出功率高 100 倍以上的超导发电机。

——用以制造体积小、功率大的超导电子元件——“冷子管”及高速运算的超导电子计算机。

总之，超导材料有着许多重要的用途。

神秘的低温世界，已被人们打开了大门，超导材料正愈来愈显示出强大的生命力！

21.21 世纪的金属

——钛

1791 年英国分析化学家格列高尔在铁矿砂中发现一种新的金属，这种金属具有当时已知的任何金属都不具备的奇特性质。1795 年德国的化学家马丁·克拉普特对这种金属又进行了深入的研究，并根据希腊神话中大地女神之子的名字“泰坦”（Titans），给这种金属起了个名字叫钛（Titanium）。他坚信钛这位“大地女神之子”一定不会辜负它“母亲”的愿望，为人类做

出新的贡献。

很久以来，人们曾认为钛极其稀少，一直把它称为“稀有金属”。其实，钛占地壳元素组成的千分之六，是第四位大量存在的金属。不但地球上有钛，从月球上采集的岩石标本中也含有丰富的钛。

从矿石中提炼钛，不是一件简单容易的事，目前一般采用的方法是：利用镁对氯的化合力比钛强的特点，在高温下用熔融状态的镁从气态的四氯化钛中将氯夺出来，这样就得到单质钛。用这种方法制得的钛疏松多孔，呈海绵状，人称“海绵钛”。将“海绵钛”在真空下或惰性气体中熔化提炼，便可获得较纯净和致密的钛。

钛比铝密度大一点，但硬度却比铝高2倍。如制成合金，则强度可提高2到4倍。因此，它非常适于制作飞机、航天器的外壳及有关部件等。目前，世界上每年用于宇航工业的钛已达到1000吨以上。在美国“阿波罗”宇宙飞船中，使用的钛材料占整个材料的5%。因此钛常被称为“空间金属”。

钛不但能帮助人类上天，还能帮助人类下海。由于它既能抗腐蚀，又具有高强度，还可避免磁性水雷的攻击，因此钛成了造军舰和潜艇的好材料。1977年，原苏联用3500多吨钛建造当时世界上速度最快的核潜艇；美国海军用钛合金制成深海潜艇，能在4500米的深海中航行。

钛和一些金属制成合金在低温下会出现几乎没有电阻、通电也不发热的“超导现象”。这在电讯工业上是极为宝贵的。如钛和铌制成的合金，是目前使用最广、研究也最多的一种超导材料。美国目前生产的超导材料，有90%是用钛铌合金做的。

钛有这样一种非常难得的性质：如果把它植入人体，能和人体的各种生理组织及具有酸、碱性的各种体液“友好相处”，不会引起各种副作用。这种高度稳定性和与人类骨骼差不多的比重，使它成为外科医生最理想的人造骨骼的材料。

钛还有许多非凡的本领。例如，有的钛合金居然具有“吸气”的能耐，能大量吸收氢气，成为贮存氢气的好材料，为氢气的利用创造了条件；有的钛合金具有“超塑性”，可以很容易地加工成任何形状，等等。

由于钛在提炼方法和应用加工上还有许多问题需要解决，世界上成千上万的科学家仍在努力探索这位“大地女神之子”的奥秘。随着科技水平的提高，钛的冶炼提纯方法将会得到改进，在不久的将来，钛的产量会迅速增加，成为仅次于铁和铝的“第三金属”；钛的应用也会更加广泛，成为名副其实的“21世纪金属”。“大地女神之子”将更加光彩夺目！

22. 从锅中奇才说起 ——话说不锈钢

随着科学技术的进步和人民生活水平的提高，在家庭炊具中增添了一名新秀——不锈钢锅。这种锅可谓锅中奇才，与其他材料做成的锅相比，具有美观、耐用、耐热、不生锈等优点，因而愈来愈受到人们的青睐。

不锈钢锅当然是用不锈钢做成的。说起不锈钢来，还有一段偶然发明史。在第一次世界大战期间，英国军方委托一位科学家研制一种不易生锈的合金，以便用来制造枪管。他进行了多次试验都没有成功。一次，他研制出一种金属铬与钢的合金，经过实验认为仍不符合要求，便把它也扔到了烂铁堆

中。然而，几个月后，在清理烂铁堆时，奇迹发生了，那块铬钢光亮如新，而其他的铁都长满了锈。从此不锈钢也就应运而生了。

发展到今天，不锈钢已成为一个特殊钢系列。它也是以铁和碳为基础的铁碳合金，只是出于耐腐蚀的特殊要求，使它含有更多的合金元素。通常加入的元素有铬、镍、锰、硅、钼、钛、铌、铜、钴等。

不锈钢之所以不易生锈，是因为它含有较多的合金元素铬或镍。含铬的不锈钢称为铬不锈钢。铬的加入，能使金属表面生成一层很薄很致密的氧化膜，将金属与外界易发生化学反应产生铁锈的气体介质隔绝。含铬和镍的不锈钢叫铬镍不锈钢，这种钢由于加入了较多的铬镍合金元素，使它能抵御一些非氧化性介质的侵蚀。

对于铬不锈钢来说，最低限度的含铬量为 11.7%（重量百分比），含铬低于这个数量的钢，一般不能称为不锈钢。不锈钢的耐腐蚀性，一般与含铬量有关，含铬量越高，则耐腐蚀越强。详见下表。

铁—铬合金在海洋大气中的腐蚀率与含铬量的关系

铬（%）	1	2	3	5	7	9	12	18.5
失重 毫克/分米 ² ·24 小时	6.79	5.50	4.44	5.0	2.78	2.49	0.20	0.04

正因为不锈钢不易锈蚀，所以有着广泛应用，它不仅可以做家庭炊具，而且可以做许多化工设备，如合成氨工厂里便需要 20 多种具有不同性能的不锈钢。在手表中，不锈钢的重量差不多占 60% 以上。所谓“全钢手表”就是指它的表壳和后盖全是用不锈钢做的。

不锈钢炊具花色品种日益增多，倍受众多家庭宠爱。要用好不锈钢炊具，须注意以下几点：

1、不锈钢炊具一般都经过工艺抛光，壁较薄。洗刷宜用质地柔软的布料，不可用细沙搓擦。避免同硬物碰撞，也不宜用旺火煎炒，以免食物烧焦。

2、洗涤不锈钢炊具切勿使用强碱性和强氧化性的化学试剂，如苏打、漂白粉、碱粉和次氯酸钙等。因为这些洗涤用品都是强电解质，与不锈钢接触会起电化学反应。也不要用不锈钢锅煎中药，因中药含有多种生物碱、有机酸等，长时间煮沸，不可避免地与之发生化学反应，降低了药物的效应。

3、不锈钢锅盆不可久放食盐、酱油、菜汤等，因为这些食物中也含有较多的电解质，时间一长就会像其他金属一样，与这些电解质发生化学反应，炊具被破坏，食物受污染。因此，平时使用不锈钢炊具，用后即要冲洗干净，保持其清洁光亮，延长使用寿命。

23. 有记忆能力的金属 ——记忆合金

自古以来，人们总认为，只有人和某些高级动物才有“记忆”能力，而非生物是不可能具有这种能力的。可是，在 60 年代初，美国海军研究所一个研究小组，偶然发现镍钛合金丝竟然也具有有一种“形状记忆”的本领。事情的经过大体是这样的，该研究小组试验需一些镍钛合金丝，当他们将合金丝领回来时，发现这些合金丝是弯弯曲曲的，使用起来很不方便。于是他们将

细丝一根根拉直。在试验过程中，他们发现：当温度升到一定温度的时候，这些已经拉直的镍钛合金丝，突然又恢复到原来的弯弯曲曲状态。他们反复作了多次试验，结果都是一样。

美国海军研究所的这一发现，引起了科学家们的极大兴趣，他们对此进行了深入的研究，发现铜锌合金、铜铝镍合金、铜铝镍合金、铜金锌合金等也都具有这种奇特的本领，即人们可以在一定温度范围根据需要改变它们的形状，到了一定的特定温度，它们便一个个自动恢复到自己原来的形状。而这一“改变—恢复”的现象可重复进行，其记忆力决不会降低。人们把这种现象叫做“形状记忆效应”，将具有“形状记忆效应”的合金，叫做“形状记忆合金”。

为什么有些合金会“不忘”自己的原形呢？原来，这些合金都有一个特殊转变温度，在转变温度以下，金属晶体结构处于一种不稳定结构状态，在转变温度以上，金属结构是一种稳定结构状态，一旦把材料加热到转变温度以上，不稳定的晶体结构就转变成稳定结构，材料也就恢复了原来的形状。

记忆合金由于它们有着奇妙的作用，因此在很多重要地方显示了它们非凡的本领，向人类表明了它们具有很大的发展前途。

火灾历来是人类的大敌，一场大火，可以使得人类千百年来创造的文明化为灰烬。千百年来，人们为对付火灾，可谓绞尽了脑汁。在这方面记忆合金可大显神通。人们可用记忆合金制成元件，安装在工厂、仓库、宾馆等建筑的电路中，并选择记忆合金的“转变温度”和环境的安全温度相近，当环境的温度高于“安全温度”时，也就是说即将发生火灾，此时记忆合金元件发生形状变化，接通电路，从而发出报警信号，人们会迅速将火灾消灭在发生之前。如果将记忆合金元件直接与自动灭火装置相连，即是火灾发生了，自动灭火装置会迅速启动，自动灭火。

用记忆合金还可制造新的刹车系统，以减少汽车事故的发生。我们知道，一般汽车急刹车时，是由汽车的“制动片”去卡车轮的转轴，由于制动片是由一般金属做的，总不能使汽车立即刹车，事故也往往发生在这一瞬间。如果在汽车的轮胎中嵌几圈记忆合金，当遇到情况紧急刹车时，由于轮胎与地面摩擦产生热量，记忆合金会迅速恢复原来形状，纷纷向外凸出牢牢卡住汽车轮转轴，使高速行驶的汽车迅速停住，避免车祸的发生。

用记忆合金连接管道效果极佳，只需要选择转变温度低于使用温度的记忆合金，做成内径比对接管子外径稍细的管头，然后在转变温度下，将它的口径稍加扩大，用它把需要对接的两根管子套住，放到使用环境中，由于使用环境温度高，记忆合金恢复了原来形状，缩小了尺寸，可以把两根管子牢牢的连接起来。这种方法，既操作简便，又坚固耐用。

美国登月宇宙飞船上的自展天线，也是用镍钛形状记忆合金制造的。科学家们首先用这种合金在40℃以上做成大半球形展开天线，然后冷到40℃以下，施加外力，把天线折叠成小球团，放进飞船里，只占很小空间。登月后，经太阳光照射，温度可达到40℃以上，此时，天线会自动展开，恢复成原来的大半球形状，一架像大伞似的天线，便在月球上安装成功了！

形状记忆合金目前已发展到了几十种，使用领域已遍及航空、军事、工业、农业、医疗等广泛领域中。我们相信，在未来的岁月中，这种年轻奇妙的材料，必然会大展宏图，造福于人类！

24. 玻璃态金属 ——金属玻璃

金属是由许多细小晶粒组成的，每一晶粒又是由许多原子组成的。这些原子在晶粒中规则整齐地排列，形成金属独特的晶体结构。玻璃则是另外一种情况，它虽属固体但并非晶态，其原子排列杂乱无章。从性质上看，金属晶体与玻璃，包括玻璃态物质，也不相同。例如，晶体有固定的熔点，而玻璃态物质则无固定熔点。因此，金属和玻璃，无论从微观结构上，还是从宏观特性上，都不“搭界”。

那么，能否将金属变成玻璃态呢？

研究结果表明，在特殊的环境里可以实现这种转化，并造就出具有特殊性能的新材料。例如，把高温熔化的金属液体超速骤冷，金属原子来不及按常规排列结晶，还处于不整齐、杂乱无章的状态便“冻结”了。这样，金属或合金就变成了像玻璃一样的非结晶态金属。人们把非结晶态的金属叫做“金属玻璃”或“玻璃态金属”。

形成金属玻璃的超速骤冷，简直快如闪电，冷却速度至少要达到每秒1000 以上。

金属玻璃兼有金属和玻璃的优点，又克服了两者的各自的弊端。例如，玻璃易碎，没有延展性，金属玻璃则具有一定的刚性的韧性；玻璃的强度很低，金属玻璃的强度高于钢，硬度超过工具钢；金属材料易在它的原子排列有缺陷的地方被拉断，金属玻璃的原子排列是混乱的，没有特殊的薄弱之处，因此其断裂强度要高得多，可达 350 公斤/厘米²；更可贵的是，在达到如此高强度的同时，仍保持着令人难以想象的韧性和可塑性，可用来制造高压容器和火箭等关键部位的零部件；普通玻璃没有磁性，许多金属玻璃却有很好的磁学性质，可以用来制作电流脉冲变压器、双稳态开关和存贮器、倒相变压器以及性能良好的磁泡器件等，另外，用非晶态磁性材料制成的录音、录像磁带比一般磁带的存储量要大得多，做成的磁鼓也十分耐磨。金属玻璃还有良好的超导性和抗辐射能力；硅金属玻璃制成的太阳能电池价格较低，为太阳能的利用创造了良好的条件。

金属玻璃的出现是材料科学史上的一大革命，引起了世界各国的普遍关注。1992 年日本东北大学金属材料研究所开发出一种“非晶态铝钼合金”。该合金耐硫化性能比钼优异 10 倍左右，同时在耐氧化方面具有与耐氧化不锈钢相同的耐久性，被称为超级耐高温、耐腐蚀合金。可以预料，在新技术革命浪潮的推动下，各种新型金属玻璃必将随着材料科学研究的长足进步而与日俱增。

25. 在现代电子工业中大显身手 ——半导体的应用

提起半导体，不少人会想到晶体管收音机，因为人们习惯地称它为“半导体”。其实这仅仅是半导体应用中的一个很小的方面。如今半导体产品已经渗透到人类生产、科研和家庭生活各个领域。从小小的电子手表到大型电子计算机；从家庭电视到自动化仪器；从电子秤到数控机床……形形色色的现代化电子设备都离不开半导体。从这个意义上讲，半导体是电子工业的核

心，没有半导体就没有电子工业的现代化。

半导体，实际上是指锗、硅、砷化镓一类材料。它们的导电性介于金属导体和绝缘体之间，故称为半导体。由于半导体的微观组织是按一定规则排列的晶体结构，因此，半导体晶体也叫晶体管。

掺有杂质的半导体为杂质半导体，有较好的导电的能力。杂质半导体分为 n 型和 p 型两种，n 型参与导电的是自由电子，p 型为空穴。p 型（空穴型）半导体和 n 型（电子型）半导体结合在一起，在结合处由载流子的扩散作用，建立一薄层电场，它只能让单方向电流通过，这层电场叫阻挡层，也叫 pn 结。pn 结是制造半导体二极管、三极管和集成电路的基础。

半导体的导电能力受杂质含量和温度等外界条件的影响很大，利用这一特性可以制成许多半导体器件，如半导体发光管、摄像器件和激光、微波半导体器件等。半导体器件由于体积小、重量轻、寿命长，又是固体器件，可以高度集成化，并且还可以制成对光、热、气敏感器件。所以半导体产品已广泛应用于现代科学和工业技术的各个方面，并促进了电子工业的革命。

特别值得提及的是，化合物半导体在现代遥感和通讯技术方面的应用，这种应用使人类视觉和听觉的范围大大扩展。如地球资源卫星用的多谱段扫描仪上，装有锑化铟、碲镉汞等化合物半导体制成的红外探测器件，可以从 1000 公里的高空拍摄地球上 180 平方公里面积的清晰照片。一个卫星每天可以拍这种照片 180 张，18 天可以把地球整个表面拍摄一遍。

半导体在医学上的巧妙应用也在日新月异地发展。国外有的科学家，设计了一种“药丸”，其大小和胶囊差不多。这种药丸实际上是一台超小型半导体无线电发射机，病人吞下以后，它能把人体内部的温度、压力、胃液的酸碱度情况，用不同频率的电波发射出来，供医生诊断参考。

一般的耳聋助听器，都要用耳机和附带一套贮能装备。而半导体助听器只不过一粒豌豆大小，它可以植在失聪者靠近中耳的皮下，起到助听作用。

新技术革命，使我们进入了信息时代。其主要特征是用电子计算机，把信息、电子计算机化的智能与机器系统紧密结合，来代替人的体力劳动和大部分脑力劳动。其实，智能机器人的内部结构正是集半导体材料和功能材料之大成。其大“脑”是电子计算机；“眼睛”是电子摄像机；“耳”和“嘴”是电子拾音和放音系统；“鼻子”是嗅敏仪；四肢的指端是能够产生调制的红外光触感传感器。在发达国家，电脑正在进入每一个家庭。每户却有一个家用电脑的终端与他的电视机相联系，再加上一个电话。这样，有许多事情，都可以在家里完成。如买东西，可以用电视扫描超级市场的货架，用电话订货，由超级市场送货上门。

总之，半导体材料工业的前景是无法估量的！

26. 宝石之王 ——钻石

钻石，学名为金刚石，英文名称 Diamond，意为“坚硬无敌”。钻石是世界上最名贵的宝石，素有“宝石之王”的美称。钻石的硬度为摩氏 10，是自然界最硬的物质。它的化学成分却极为单纯——由碳组成。以无色、黄色、蓝色居多，晶形多呈八面体、菱形十二面体及立方体等。

金刚石一经加工琢型，身价便会大增。国外把生产 10 吨钢，或生产 1.2

克拉（1 克拉等于 200 毫克）金刚石的消耗指标，作为衡量其技术发展水平高低的标志。金刚石经过曝晒，夜晚便会发出淡青色的灿烂磷光，因此在我国古代曾有“夜明珠”之称。由此看来人们把它视为非凡之物就不足为怪了。

世界上最大块的金刚石，1905 年产于南非的德兰士瓦的布莱米尔矿山，当时的粗略估重为 3106 克拉。它是以发现该矿山的 T·库利南的名字命名的，叫“库利南钻石”。这颗钻石后来被分割为 100 颗大小不等的钻石，其中最大的一颗叫“库利南 1 号”，重 530.2 克拉，至今仍镶嵌在英王的拐杖上。另一颗重 317 克拉，叫“库利南 2 号”，则镶嵌在英帝的皇冠上。它们都是举世罕见的无价之宝。

我国最大的金刚石叫“常林钻石”，重量为 158.786 克拉，在世界上属特大金刚石之列。它是 1977 年 12 月 21 日山东临沭县岌山常林大队女社员魏振芳在田间劳动时发现的。近年来，所发现的金刚石矿区也日渐增多，尤其是辽宁省发现的金刚石，无论在质量或储量上，均属罕见，已为世人所瞩目。

天然金刚石是碳元素在地壳大约 20 公里左右深度，在 1000~1625 高温下和 4—6 万大气压下结晶形成的，随着火山喷发或岩浆沿断裂带侵入，等地壳活动被带出地表或接近地表，经风化剥蚀而暴露出来。正由于金刚石的结晶生长条件较为苛刻，所以世界上金刚石矿的分布不广，产量也不高。

随着科学技术的进步，人们已经能够模仿自然晶粒金刚石的形成条件。以石墨为原料，利用铁、镍和钴为催化剂，在碳化钨合金的容器里，在 5 万多个大气压和 1000 多度的高温下，制成了人造金刚石。用这种方法合成人造金刚石条件要求太高，满足不了人们的需要。所以人们又在低压合成方面进行了研究实验。在 1 个大气压下，将碳离子、碳原子、碳化氢等气态物质，通入电炉，从而缓慢析出直径为 2 至 3 微米的粒子状金刚石晶体。这种方法叫气相沉积法。现在科学家还在继续研究，努力加快金刚石的生长速度，以制造出颗粒更大的金刚石。

金刚石是自然界中最硬的物质，可以把它装在钻探机的钻头上，钻凿岩层。可以用它来加工非常坚硬的金属或切割玻璃。

人造金刚石加入杂质元素后，还可成为半导体，可以用它制造新型半导体元件。

优质的金刚石经加工可制成名贵的钻石。这需把金刚石用金刚砂进行仔细琢磨，磨成多面体，光线在其中反复折射和散射，看起来闪闪发光，这便成了价值连城的钻石。

近年来，人们发现金刚石在常温下有很高的热导率，并对红外线有较高的透过率，因此可把它用在新型雷达和卫星遥感探测器上。

27. 碳氏家族的新星 ——巴基球

近年来，世界科技界出现了两大热，一是超导热，认为超导体可以带来新的技术革命；二是巴基球热，认为碳的这种新同素异形体，将像 120 年前发现苯环开辟了整个芳香化学新领域一样，将揭开碳化学的新篇章。

几年前，化学家们根据大量的证据认定，除了金刚石和石墨外，碳还有第三种同素异形体，其碳原子所组成的分子呈封闭球形鼠笼结构。这种结构被称为巴克敏斯特富勒烯（Buckminsterfulleren），简称富勒烯，或称巴

基球。其中，最对称的是由 60 个碳原子组成的完整的圆形碳分子—— C^{60} 。

巴基球的发现是从对星际空间分子的探索开始的。

英国塞克斯大学的化学家克罗托和瓦尔顿长期致力于星际空间不寻常分子的研究。1958 年 8 月，他们在美国休斯顿设想用几万摄氏度高温的激光轰击石墨靶，以得到单键和三键交替出现、又长又直的氰基聚炔烃。实验中，他们立即被更大的、在质谱仪上相当于 60 个碳原子的信号所吸引，并通过对这一意外现象的分析，讨论导致 C^{60} 这么稳定的可能结构。

最初，他们主要想到两种结构。一种是由类似石墨的六角形多夹层结构组成的整球体，但这种结构并不稳定；另一种便是封闭的球形鼠笼结构，这种结构是稳定的。之所以想到后一种结构，主要是受到了克罗托十分尊敬的建筑师巴克敏斯特·富勒（Buckminster Fuller）为 1967 年蒙特利尔国际博览会美国馆设计的奇特的地球形体建筑的启发。克罗托把 C^{60} 与这种奇特的地球形体建筑联系起来，认为 C^{60} 是完全由六角形构成的。他所领导的小组成功地用 20 个六角形和几个五角形组成了有 60 个顶角的足球形结构体，并把这种新的碳分子命名为“巴克敏斯特富勒烯。”

到 1989 年，美国物理学家霍夫曼和克列希默制得较多（以毫克计）的 C^{60} ，并用晶体 x 射线和电子衍射法测得其分子结构为球形，从而证实了巴基球的存在。

1991 年，我国北京大学化学系和物理系的研究小组也成功地合成并研究了巴基球，经红外、核磁、质谱等方法测得的数据均接近国际水平。目前，该小组正在进一步研究 C^{60} 及类似的“足球”形同素异形体的结构、化学物理性状和超导性等。

巴基球显示了非线性光学特性，并促进了对金刚石膜的研制。另外，科学家们继续提高以巴基球为基础的超导体的工作温度，使这一温度起码达到 42K。

日本三菱电机公司宣布他们已研制成第一种 C^{60} 巴基球半导体。用这种材料制成的半导体基片与传统的硅半导体基片相比，其耐热性和耐辐射性较强，透明性好，可以达到较高的集成度。另外，这种新半导体材料还能以较高的效率发射和接收波长范围较宽的光辐射。

据报道，在日本已发现了巴基管，它是碳的第四种形态。巴基管具有六边形碳铺成的螺旋状圆筒结构，是由结构相同的圆筒一个套在另一个上组成的，圆筒的最小直径为 2 纳米。由于具有这样的结构，巴基球具有金属或半导体的电子特性。同时，在自然界中除了 DNA（脱氧核糖核酸）外，没有其他物质具有巴基管这样的螺旋状结构。

六个碳原子组成的苯环形成了有机化学中的芳香族化学，那么，六十个碳原子组成的巴基球将给合成化学带来什么样的变化，现在还很难预测。另外，人们发现了碳的第三种同素异形体——巴基球，那么，其他元素是否亦可能有类似的同素异形体存在，也正引起化学家们密切的关注！

总之，碳氏家族的新星——巴基球魅力无穷！

28. 世界上最滑的材料 ——聚四氟乙烯

近几年来，塑料已在国防、航空、建筑、医疗卫生等行业中大显身手，

预计本世纪末全世界塑料产量可达 5 亿吨。美国已用塑料建成一座全密封式的体育场；将来还要用巨大充气塑料气球作贸易中心；甚至出现全部用塑料包起来的都市，在这样的都市里，没有酷暑严寒，四季温暖如春。

聚四氟乙烯诞生后，很快就荣获了“塑料之王”的美称。这是因为聚四氟乙烯具有许多优良的性能，是其他塑料难以比拟的。

聚四氟乙烯具有优异的耐化学腐蚀性，即使在王水中加热煮沸对它也无损害，一般强酸、强碱更不在话下。可以说，在任何情况下，聚四氟乙烯都不溶于任何溶剂。为此，它是制造防腐设备的好材料。

聚四氟乙烯还能在 $-269 \sim 300$ 下长期使用，在 -260 液氮中，它的韧性仍然很大，因此可做氢输送管道的垫圈和软管，也可做宇宙飞行登月服的防火涂料。

聚四氟乙烯还有一个最奇特的性质，就是摩擦系数很小，被誉为“世界上最滑的材料”。其光滑的程度达到不可思议的地步。比如，用这种塑料制成丝，再织成布，如果桌面上放这样一块布，只要有很小的一角布由桌的一边垂下来，尽管面不太光滑，但这块布却会慢慢由那里滑落地上。这是由于布与桌面的摩擦力极小，桌旁垂下的一小角布的重量虽小，也可以把整块布垂下。

通常用管道只可以输送液体或气体，尤其是管道向下斜度不大时，更是如此，若是用管道输送粒状固体，若向下倾斜不够大，就会堵塞，这主要是因为管道内壁粗糙，与颗粒摩擦之故。如果在管道内壁衬上一层用聚四氟乙烯塑料制的膜，由于它很滑，也可以运送固体。近年来有的滑雪者在滑雪板的底部粘上一层聚四氟乙烯塑料，在雪地上既滑得快，又省力气，真是一举两得。

市面上有一种新的所谓不粘底的锅，就是用一层聚四氟乙烯薄层贴在金属锅的内表面，由于这种塑料很耐高温，而且很光滑，故用这种锅煎食物时，即使不放油，食物也不会粘锅底。假如用聚四氟乙烯塑料制轴承及轴，那么轴与轴承间摩擦就很少很少，可省去加润滑油。

为什么聚四氟乙烯有如此好的优良性能呢？我们知道乙烯中所有的氢原子被氟原子所取代，就会得到四氟乙烯。氟在化合物中的性能与氢大不一样。一旦它跟另外一个原子结合，如在此处与碳结合，则变很稳定，决不会从另外一个原子中寻找任一个电子来结合。它们围绕碳原子，完全保护碳原子，即是最强烈的化学能，也不会使它们松动。为此，聚四氟乙烯比任何天然的或人造的树脂都稳定，都具有更高的惰性。聚四氟乙烯的原子，键合得很牢固，所以几乎不可能把它们分开，不会与其他物质的原子相结合到一块。因为这个原因，所以聚四氟乙烯不会燃烧，不会受腐蚀，也不会被它所接触到的物质所损坏。

为了充分利用聚四氟乙烯的这些优良性能，世界上一些先进的国家都加强了氟聚合协合镀层的研究。所谓氟聚合物协合镀层，即将金属表面处理和注入氟聚合粒子两种方法相结合，可赋予基底金属以防腐、自润滑和其他宝贵性能。

美国奈特工业公司采用聚四氟乙烯注入硬膜层阳极氧化镀层，将聚四氟乙烯和氧化铝结合起来形成覆盖铝和铝合金的镀层，得到的是一个自固化、自润滑的表面，其性能优于普通硬膜阳极氧化镀层。它们还把此种铝的构件用于美国陆军用的夜视镜，提高了目镜、旋钮、托架等零件的耐磨性。

现在已研究成功的不仅有铝的协合镀层，还有铁、铁合金、铜、镍等协合镀层。这项新技术将会发挥越来越大的作用。

29. 塑料金花 ——功能塑料

在繁花似锦的塑料大花园里，功能塑料格外绚丽多彩。其中，工程塑料、导电塑料、磁性塑料、生物塑料和形状记忆塑料倍受人们的青睐，被称为五朵塑料金花。

工程塑料是指机械强度比较高，可以替代金属用作工程材料的一类塑料。这种塑料除高强度外，还上有良好的耐腐蚀性、耐磨性、自润滑性以及制品尺寸的稳定性等优点。

聚苯硫醚就是一种新型工程塑料。它具有很高的热稳定性，可以在 370℃ 时进行加工处理。它还具有很强的耐化学腐蚀性，在 170℃ 以下目前尚未发现可溶解它的溶剂。因此，它是一种大有发展前途的耐热防腐材料。

聚碳酸酯是一种透明的热塑性工程塑料。它的抗冲击韧性大大优于玻璃，透明度跟有机玻璃差不多，所以大量用于制造超音速飞机的座舱罩和电子工业中各种各样的电容器。用它所制成的电容器晶莹透明，美观耐用，电性能优良。

众所周知，塑料一般对电是绝缘的。因此，在电器工业中广泛用塑料作电的绝缘材料。然而，也能让塑料导电。从已问世的导电塑料来看，一般分为结构型和复合型两大类。所谓结构型导电高分子，即高分子本身通过离子或电子导电，如聚乙炔等。目前已开发的导电塑料主要是复合型的。它以聚合物高分子为基础，与各种导电质（金属、炭黑、石墨等）进行复合而制得。如在聚丙烯中，加入导电性填料（如炭黑）、抗氧化剂、润滑剂，经混炼、成型，再加工处理就得到导电聚丙烯塑料。

导电塑料主要用于制造塑料电池、轻质电线电缆、导电薄膜和导电粘结剂等，还可代替部分金属用于微电子工业。

让磁粉与塑料“结亲”，就可复合而成磁性塑料。这种塑料不仅带有磁性，且比重小，成型后收缩率小，既可制成薄膜，又能塑造成复杂的形状，在通讯、电脑等高技术领域里大有用武之地。

用人造材料来再造人体的组织和器官，是几百年来人类梦寐以求的愿望。现已有不少生物高分子材料应用于临床，从输血管、导尿管到人工肾、人工肝、人工肺、人工骨头、人造血管等都可利用某些生物大分子材料制作，它们挽救了千百万人的生命。

心脏起搏器是用高分子材料聚乙烯吡啶、碘复合物作阴极，锂作阳极制成的。心脏跳动次数低于 30~40 次/分有生命危险时，埋入病人胸部的起搏器产生的脉冲可使心脏跳动次数增加到 70~80 次/分，使病人转危为安。这种起搏器一般可使用 10 年。

高分子材料聚丙烯薄膜具有渗析血液里二氧化碳的功能，可用它设计制造人工肺。在日本利用这种人工肺已使 40 多名丧失肺功能的病人获得了新生。

功能塑料的佼佼者要数形状记忆塑料了。它具有与形状记忆合金相仿的恢复原来形状的功能，而且能承受更剧烈的变形。另外，这种塑料成本低，

加工方便。用形状记忆塑料做成的餐具受挤压发生形变时，只要浸泡在热水中便可恢复原来的面目。

总之，功能塑料是当今塑料工业发展的一个主要方向，这类正在崛起的新材料将代替单纯的塑料，用于各行各业，走进千家万户。

30. 塑料世界的两支新军 ——导电塑料和塑料合金

随着高分子化学研究的深入发展，许多新的具有特殊性能的高分子合成材料陆续问世，例如塑料世界中，又增添了两个新品种，深受人们青睐。它们是导电塑料和塑料合金。

导电塑料

众所周知，塑料的优点之一是绝缘性能好，所以常常用它被覆电线，隔断电源。在需要导电的地方，塑料便无能为力了。

然而科学技术往往使人震惊，最近几年科学工作者竟然研究成功了导电塑料。由于塑料具有质轻、易加工、原料易得等许多优良特性，因此开发导电性塑料，已引起世界许多国家的普遍重视。

从已问世的导电塑料来看，一般分为结构型和复合型两大类。所谓结构型导电高分子，即高分子本身通过离子或电子导电，如聚乙炔和聚酞青铜等。不过这类高分子，由于制备提纯困难，获得有实用价值的还很少，多用作半导体材料和光导材料。

目前已开发的复合型导电高分子材料较多，它是以聚合物为基础，与各种导电物质（金属、炭黑、石墨等）复合而得。如在聚丙烯中，加入导电性填料（如炭黑）、抗氧化剂、润滑剂，经混炼、成型，再加工就可制得导电聚丙烯塑料。其产品有薄膜、电线、塑料成型制品等，广泛用于高压和低压电缆半导体层、干电池电极、集成电路和印刷电路板的包装材料等。

塑料合金

塑料合金是正在崛起的新材料。它将逐步取代单纯的塑料和金属，用于各行各业，进入千家万户。例如，电冰箱、洗衣机的内胆、外壳，电视机、收录机的外壳，以及豪华轿车的车身等，许多都是塑料合金制成的。

我们知道，合金是金属和金属或金属和非金属熔合而成的物质。塑料合金与金属合金的制作原理一样，是针对塑料在使用中表现的某些特点，筛选出合适的树脂、橡胶或助塑剂，用化学和物理方法进行均匀混合而获得的一种新型塑料。比较常用的方法有两种：

第一种是乳液共混法。即将不同种类的聚合物乳液搅拌混合均匀后，加入凝聚剂，使异种聚合物共沉析形成聚合物共混体。如在电冰箱、洗衣机和轿车中大量使用 ABS 塑料就是用这种方法制成的。其方法是把苯乙烯、丙烯腈和丁二烯等原料用共聚或混炼方法制得的 ABS 树脂，再加工成 ABS 塑料。丙烯腈能提供优良的耐化学腐蚀性和表面硬度，丁二烯能提供优良的韧性，而苯乙烯则能提供良好的可加工性和染色性。

第二种方法是熔体共混法。即将几种聚合物用混炼设备加热熔融，通过共混制取聚合物共熔体，冷却后就得到塑料合金。如在聚氯乙烯中加入 5% 的氯化聚乙烯和少量聚丙烯酸酯制成塑料合金。用这种塑料合金制成的门窗使用寿命比普通聚氯乙烯塑料高 10 倍以上。

异军突起的导电塑料和塑料合金，给琳琅满目的塑料世界增添了新的风采，给生机勃勃的材料科学带来了新的曙光！

31. 把人类装扮得更漂亮 ——合成纤维的发展

合成纤维是本世纪 20 年代开始相继问世的。由于它们具有许多优良性能，所以越来越受到人们的欢迎。

世界上第一种合成纤维是由美国杜邦公司的卡洛萨斯研制成功的。1928 年他用二元醇类与二元酸进行反应，制得了平均分子量为 50000 左右的聚酯。

这种聚酯经过改进后，成了一种性能优良的合成纤维，即现在大家熟悉的涤纶纤维。

1935 年 2 月 28 日，历史上另一种合成纤维“聚酰胺”诞生了。它也是由卡洛萨斯利用六次甲基二胺与己二酸聚合而成的：

六次甲基己二酸二胺可以继续聚合，生成聚酰胺：

这种聚酰胺纤维就是今天所用的尼龙 66，其中第一个 6 表示六次甲基二胺有 6 个碳原子，而第二个 6 则表示己二酸也有 6 个碳原子。

合成纤维的出现，改写了纺织工业的历史。它的发展之快令人震惊，全世界大约以每年增加 15% 的速度向前发展。预计到本世纪末，合成纤维与天然纤维之比将是 3 : 1，那时人类的衣服原料将进入合成纤维的新时代。

现在合成纤维以六大纶为主：聚酯纤维，我国商品名叫涤纶（又叫的确凉）；聚酰胺纤维，我国商品名叫锦纶；聚丙烯纤维，我国商品名叫腈纶，又叫合成羊毛；聚乙烯醇纤维，我国商品名叫维纶；聚丙烯纤维，我国商品名叫丙纶；聚氯乙烯纤维，我国商品名叫氯纶。其中前三种产量最大，它们的产量约占整个合成纤维产量的 95%。

合成纤维具有强度高、耐磨、比重小、弹性大、不蛀、不霉等优点，有的合成纤维还具有防治某些疾病的能力，因此深受广大消费者喜爱。

你要弹性最好而又最耐磨的吗？那就选用尼龙好了。用它织成的健美裤、运动衫、袜子、手套，还有尼龙伞、雨衣等，久不变形，耐洗耐用。

涤纶怎么样？妙极了。它不但强度高、挺括，而且滑爽、柔顺，穿着舒适。它除了做轻逸、剔透的夏装、面纱、窗纱之外，还可与棉花或羊毛混纺，组合成细布、府绸、巴里纱、牛津纺、斜纹、咔叽、贡缎和灯芯绒等。目前，在所有的合成纤维中，它最走俏。

随着合成技术和加工技术的迅速发展，各种合成纤维的新品种层出不穷。现在除一般的合成纤维外，还有超细纤维、受热猛缩的高缩纤维、外围起小圈的变形纤维和网格纤维等等。从而为人们提供各种富有浮雕波纹、透明花纹、长久卷曲等特殊风格的织物，大大增加了人的造型美。

近年来还出现了一些特种纤维，它们主要是芳纶纤维、碳纤维、防火纤维、耐辐射纤维等。它们的产量虽少，但是很重要，解决了尖端工程技术上

很多难于实现的问题，也展现了未来纤维的发展方向。

随着各种新型纤维的不断涌现，纺织工业正酝酿一场革命。人们设想是否不走纺纱和织布的老路，而采用粘合剂使纤维粘合在一起直接成为织物。同时，随着其他科学技术的发展，化学纤维的生产也可能发生根本的变化。例如，巨大的核能将使聚合物分子重排，可得到全新型的纤维；采用特殊核粒子轰击，将使纤维产生各种所需的色泽……

总之，合成纤维的革新和纺织工业的改革正方兴未艾，各种新颖的合成纤维，以及先进的成衣方法一定会相继问世。

32. 制造远程导弹“头盔”的材料 ——沥青碳纤维

自从人类开辟“空间时代”30多年以来，全世界已成功地发射了3000多个人造卫星和飞船。

运载这些卫星和飞船的射程10000多公里的洲际导弹，并不是像普通炮弹那样在大气里飞行，而是先依靠火箭的强大推力迅速冲出大气层，然后在高空拐弯，利用它的飞行惯性再入大气层后，一直朝目标飞去。当洲际导弹的弹头以及返地卫星的返回舱重新进入稠密的大气层时，由于以比声速还高几倍乃至十几倍的速度俯冲下来，所以它们的动能非常大。具有如此高速的1000克质量所产生的动能高达 28×10^6 焦耳。这些能量转化成热，足以把30公斤的钢铁加热到沸腾。动能这样大的物体，也必然像天上的流星一样，与大气发生剧烈的撞击和摩擦，在它们的前头产生一个高达100多个大气压力以上的冲击波，并将波前的大气加热到七、八千度。在这样高的温度下，任何重金属都会立即气化。

因此，要使导弹、卫星等再入大气层，并且安然无恙，关键是要解决它们的头部耐高温的问题。

怎样解决这一科学技术难题呢？科学家们曾对耐高温的金属和陶瓷等进行实验，发现采用单一材料，都无法克服高温和脆裂这两道难关，采用复合材料是当前的唯一出路。

现代复合材料是由基体材料和增强剂复合而成。基体材料通常由合成树脂、塑料、橡胶、金属、陶瓷担当；增强剂有玻璃纤维、硼纤维、碳纤维等。

由于碳纤维的强度比玻璃纤维高6倍，比钢大4倍，而且重量只有钢的1/4，比重比铝还小，尤其是它的刚性好，抵抗变形能力强，因此用碳纤维制成的复合材料，性能比玻璃钢还好。

1970年美国联合碳化物公司，把沥青进行精制后，将沥青进行聚合，制得沥青纤维。然后再把这种沥青纤维隔绝空气高温碳化，即可得到沥青碳纤维。

这种高强度，不易变形的沥青碳纤维，再同有机树脂复合，经加压和烧结后，即形成碳碳复合材料。这种复合材料比玻璃钢好的多，特别适合做远程导弹和返地卫星前沿的“头盔”。

沥青碳纤维复合材料在超高温和高压气流的冲击下，虽然也要发生烧蚀，但因其强度高，所以烧蚀速度很慢，并且在其表面层形成一层非常坚固而疏松的“海绵体”，即可防止进一步烧蚀，又可以隔热，保证了内部的设备仪器安全运行。另外，沥青碳纤维复合材料，具有质量轻的优点。对洲际

导弹和宇宙飞船来说，既可以增加射程，又可以大大节省火箭燃料。

现在复合材料的领域里，虽然已经出现了一些像沥青碳纤维等优良材料，但是还远远不够。今后，随着科学技术的发展，以及人们对材料性能要求日益增高，许多新的复合材料将会不断研制出来。

33. 现代通讯革命 ——光纤的风采

人们在日常生活中都知道光线只能直线前进，要使光线改变前进的方向，通常要借助于反射镜。有什么简单的办法能使光线弯曲前进呢？经过长期的实践研究，科学家终于找到一种特殊结构的纤维。当光线从它的一端射入，它能把入射的大部分光线传送到它的另一端，这种能传输光线的纤维叫光导纤维。

玻璃材料在透明度、抗化学腐蚀、抗温度变化等方面都比其他材料优越，而且又比较容易拉丝，大量生产。所以人们一开始就选用玻璃材料来制造光导纤维，不过作为传导光线用的玻璃纤维，无论是材料和制造工艺上都比普通的玻璃纤维要求高的多。

光导纤维的结构大体上有两类，一类是芯皮型结构光纤。取这种结构的光纤，把它切断在显微镜下观察，就可发现它的断面很像胡萝卜。中央有一个芯，芯的直径只有几十微米，芯的四周是一圈包皮。芯是用折射率高的透明玻璃材料做成的，包皮是用折射率低的玻璃或塑料做成的。这样可使光在不同折射率的两种玻璃分界面上产生全反射。外层低折射率的玻璃既作为光导纤维的光学绝缘介质，使光线不会从纤维中跑出去，同样也保持内芯外表面不致被弄脏。另一类光导纤维叫自聚焦纤维，它的传光原理和芯皮型结构的纤维不同。这类光导纤维好像是由许多微型透镜组成的，它能迫使入射光线逐渐自动的向纤维的中心轴方向靠拢，进行聚焦，因此光线就不会从光导纤维中漏出去。

光导纤维的发现，是一个重大发现，将引起一系列技术革命。

光纤通讯是当代新技术革命的特征之一，也是“信息社会”的一个重要标志。光纤通讯与目前通用的电气通讯相比有许多优越的地方。光线通信容量比电气通信大10亿倍，一根比头发丝细的光纤就可输传几万路电话或几千路电视。光纤通讯不特别适合于电视、图像和数字的传送。它将深入影响人类社会生活，引起信息传输和通信功能的革命，因此有人把光纤叫做“信息传输的动脉”。光线通讯还有一个重要的优点，那就是保密性特别好。我们知道在通讯中，敌方的“窃听”是一个严重存在的问题，简直是防不胜防。而在光纤通讯中，以光波传递信号，不仅信号之间干扰很小，而且可以实现密码通讯，这种密码通讯由于是在玻璃纤维中传递，因此保密性极高，不怕“窃听”，也不易被敌人破译。因此，它一出现，便受到保卫部门的高度重视和欢迎，它成了保密通讯中反窃听的法宝。现在，它已被用在航空、军事等方面，显示出优良的性能。美、日、英、法等国已经宣布，今后建设长途通讯干线不再使用电缆而采用光缆。预计到本世纪末，全世界光纤通讯将获得巨大的发展。我国在光纤通讯方面也做了大量工作，并取得很大成绩，已先后在上海、北京、南京等地铺设了光纤通讯线路，现在正在积极铺设上千公里的光纤通讯线路。一个光纤通讯代替电气通讯的时代已经为期不远了！

医生看病时，最好让医生能亲眼看到生病的地方。然而，病人体内一些细小的部位，怎样才能使医生看得到呢？于是，人们又想到了镜子。不过这不是普通的镜子，而是近几年发明的“内窥镜”。制造内窥镜的主要材料，也是光导纤维。这种光导纤维与普通的光导纤维不一样，它是一种新型的复合光学材料——有机光导纤维。它的中心材料是用高度透明的有机玻璃、腈纶做的，直径一般是 0.005 ~ 0.1 毫米，相当于一根头发丝的 1/50；外面包的涂层是折射率低的聚四氟乙烯、聚丙烯腈等。这种复合材料具有光导纤维原来的各种优点，再加上柔软性特别好，能任意弯曲，而且可以多次弯曲，利用它制成又细又长柔软的光缆，光缆的顶端带上一个特殊的镜头，就构成了特殊医用的内窥镜。不过镜头也是用复合光导纤维做的。内窥镜好比在病人体内给医生长了一只眼睛，可以看到体内的细微病变。然而，它的功能远不止“眼睛”的功能。如果把内窥镜的镜头稍加改进，可以安上微型手术刀，就可在体外通过观察进行体内一些小手术，大大减轻了病人的痛苦，同时既安全，又迅速。内窥镜的光导纤维的特性还在被继续研究，不断完善和扩大它的功能，它将成为医疗器械中一个先进优越的系列。

光导纤维还广泛应用于传感技术中。目前已生产的各种光纤传感器已有六七十种。根据它们的工作原理，大体可分为两大类。一类传感器是采用对外界信息较敏感和具有检测功能的光纤作为传感元件。这一类传感器称为功能型传感器。在另一类传感器中，光纤仅作为传播光线的介质，对外界信息的“感觉”的功能是依靠其他功能元件来完成的，这类传感器称为传光型传感器。传光型传感器比较简单，目前正在使用的光纤传感器中，这种类型的传感器占绝大多数。另外，科学家们还正在研究光纤传声传感器，它是一种功能型传感器。人们发现光纤即使受到一点微小的外力，也会产生弯曲，使它的传光能力发生很大变化。声音是一种机械波，它能使光纤受力产生微小弯曲。探测光线经过微小弯曲的纤维后的变化，就可知道声音强弱。这种光纤声传感器实际上就是一种光纤声纳。这种光纤声纳在军事上有着重要的应用，用它可以测定敌舰、潜艇的方位和距离。

光导纤维，神啦！

34. 图书的长期保存 ——纸张革命

书是人类进步的阶梯，人类依靠图书传播文化科学技术知识。然而人类今天面临着一个严重而又鲜为人知的问题，即从 19 世纪 50 年代以来印刷的图书资料，绝大多数在静悄悄地变黄，甚至破碎成尘土。仅美国加州大学图书馆，每年就有 6 万册图书和期刊因无情的腐朽而白白报废，这是一件多么令人痛心的事。

图书为什么不能长期存放呢？要回答这一问题，首先要弄清图书为什么会自动变坏。这需从造纸所用的原料说起。自 19 世纪 50 年代起使用的造纸工艺，普遍使用明矾松香施胶，以使油墨不会成“羽毛状”或在纸面上扩散开。然而明矾化学名叫硫酸铝钾，它是酸性盐，当与纸张、空气中的水分相遇时，会发生水解，生成硫酸。硫酸具有强烈的腐蚀性，可腐蚀纸张中的纤维素，使其逐渐断裂成越来越小的碎片，最后成为尘土。

怎样解决这一令人苦恼的问题呢？化学家们绞尽脑汁，苦苦思索，想出

了许多办法。现在看来比较有希望成功的办法有两种。

一种办法是制定永久性的纸张。由法国研制的“永久性”纸张，其纸浆完全由纤维素构成，并且含有一定量的碳酸钙，使纸具有碱储备，能够抵御酸性物质的侵蚀。

据介绍，美国在研制“永久性”纸张方面也居世界领先地位。从现在起到2000年，美国所出版的精装书，50%以上将用“永久性”纸张印刷。美国还有明文规定，各大学图书馆的藏书必须是永久纸张印刷的书，这种书必须印上特有的标记。

对新印刷的图书采用“永久性”的纸张，可以延长其使用寿命，对于过去已有的图书又如何防止其被腐蚀变坏呢？这也就是要说的第二种办法。

近年来，化学家已发展了许多适用于图书中和酸的工艺。其中一种是由美国国会图书馆研究发明的。它们使用二乙基锌气体扩散到书本中，一旦它进入书本，就立即使书本的纸张脱酸，并留下碱性残留物。这种碱性残留物能够均匀地分布在纸张纤维内部，保护图书免受任何酸的腐蚀。

然而问题并不是这么简单，有机金属化合物二乙基锌脾气非常暴躁，它与空气接触时会突然着火，与水接触时会发生爆炸。人们怎样使用这种既不能接触空气，又不能接触水的化合物呢？当然，只有在宇宙空间中才行。目前还难以建成宇宙图书馆，只好在一个实验室里模拟宇宙空间的真空室中进行。

先将过去图书资料在真空中温热三天，使其彻底干燥。然后除尽真空室中的氧气，并排放二乙基锌气，让它充分扩散到图书中去，并与其中的酸性物质充分中和，生成保护性的碱性残留物和乙烷气，再将乙烷气体抽出。这种技术极有希望获得成功。

山穷水尽疑无路，柳暗花明又一村。一旦旧图书脱酸技术完全成功和“永久性”纸张大量生产并推广应用，那样世界上各个图书馆的宝贵遗产，人类智慧的结晶，就可以世代代保存下来，供子孙后代享用。

化学真不愧为是一门满足社会需要的中心科学，谁料想到它对促进人类文明，保存人类的智慧成果——图书，还如此至关重要。

35. 不只是“树的眼泪”了 ——合成橡胶的诞生

“橡胶”一词原意是印第安语“树的眼泪”的意思。相传大约在500多年前，墨西哥原始大森林的印第安人，发现一种树，只要碰破一点树皮，就会流出像牛奶一样的泪水。这泪水能形成薄膜，不漏水，有弹性，它就是我们现在所说的胶乳，会流泪的树就是橡胶树。

胶乳其实是橡胶分散在水里的溶液，化学上称这种溶液叫“胶体溶液”。把这种胶体溶液加入少许醋酸，或用燃烧椰壳等植物时生成的烟进行熏烤，胶汁就会凝固成具有弹性的黄色固体物质。人们叫它“生橡胶”。

生橡胶性能很差，受热发粘，遇冷变脆，因此它的使用范围大大受到限制。又一件偶然事件发生了，使橡胶的命运发生了很大改变，开辟了橡胶利用的广阔天地。

19世纪中叶的一天，一个叫古德意的美国人在无意中将一块生橡胶和一小块硫磺弄进了火炉，他慌忙找来火钳将橡胶取出。然而，奇迹出现了，这

团从火炉取出的橡胶变了！变的更加坚韧、更富有弹性，尤其令人兴奋的是，原来温度一高就变软发粘的生橡胶，从火炉中经高温后，却反而不粘了。这是橡胶史中一个划时代的发现，开创了橡胶硫化的新工艺，为橡胶的利用打开了大门。

生橡胶是由聚异戊二烯线型大分子组成，它的性质因受温度影响而发生变化。温度高时变得十分粘稠，温度低时则又变硬脆。为了改进生胶的性能，获得需要的橡胶制品，可将生胶进行“硫化”，使橡胶分子链间发生交联，生成网状大分子。同时硫化过程中还加入一些填充剂（如炭黑、陶土等）和防老剂等。硫化后的熟橡胶，在抗张强度和耐磨等机械性能上都有很大提高。

橡胶在国防上具有特殊的用途，在工农业生产和日常生活中也少不了它。它的最大特点是具有出色的高弹性，电绝缘性、防水性和不透气性，因此它是一种宝贵的材料。一辆坦克需要 800 公斤橡胶，一艘 3 万吨级的军舰就要用 68 吨橡胶。

人类对橡胶的需要量越来越大，而橡胶的生长速度却远远不能满足人类的需要。在这种形势下，各国竞相发展合成橡胶。在第一次世界大战期间，德国首先由乙炔合成甲基橡胶。以后美、苏、德等国在战后又研制了丁钠橡胶、丁苯橡胶、氯丁橡胶等。目前已生产的合成橡胶不下几十个品种，产量远远超过了天然橡胶。现在世界上已有 30 多个国家生产合成橡胶，年总产量达 700 多万吨。

丁苯橡胶其耐磨性、耐老化及耐热性都比天然橡胶好，目前主要用于汽车轮胎和各种工业橡胶制品。

人们按习惯将它们大体分作通用和特种两类。通用指在一般民用产品方面及轮胎制造上；特种当然就是指在高温、低温、酸碱腐蚀、辐射等特殊环境中使用的橡胶。但在实际使用中，这两者之间并没有严格的界限。下面我们介绍几种身怀绝技的合成橡胶。

在近代，随着科技水平的提高，特别是航空、航天事业的迅速发展，对橡胶新品种的要求也更加迫切了，人们将无机元素硅引入到有机世界中，研制出最新颖的特种橡胶——硅橡胶。它既能耐低温、又能耐高温，在 $-65 \sim 250$ 之间仍能保持弹性。所以它成了飞机和航天飞机等理想的密封材料。而且它的绝缘性能也十分优越，因此还广泛应用在精密仪表元件的制造中，人们称它是飞机和宇航工业中不可缺少的材料。

如果在硅橡胶中，加入乙炔炭黑作导电填料，便可制成一种叫做斑马胶的导电橡胶。斑马胶是电子手表和其他仪表的专用材料。用斑马胶联接电子手表的集成电路和液晶指示屏，既可防震，又可传导电讯信号，而且调换部件也方便。

硅橡胶还常常被作成人造关节、人造软骨甚至人工心脏瓣膜而植入人体，使病人像更换机器零件一样将病残部位得到更换，从而恢复机能。同时它还在整容、美容上广泛用作空腔部位的填补，用它不仅病人痛苦少，而且费用也低，能收到很好的效果。

另一种身怀绝技的合成橡胶是丁腈橡胶。它是用丁二烯和丙烯腈这两种有机材料聚合而成的。它是橡胶家族中当之无愧的“耐油之冠”，对矿物油、植物油等油脂的抵抗能力极强。而且这种耐油能力还可随着它含丙烯腈这种成分的增加而提高。同时，在这里面再加一点别的材料后，还可使它具有被子弹穿射后射孔能自动封闭的特性，因而用它做油箱被子弹射中后，只能

“穿”而不起洞，不会漏油。目前，这种橡胶材料被用来制造飞机和军用汽车的防弹油箱。还用它制造油封垫圈、输油管道、印刷胶辊、耐油胶靴等。

橡胶制品现在已进入我们人类的各个生活领域，到处都有它的踪迹，如何使橡胶更好的为人类服务，如何使橡胶“听人的话”，这是未来橡胶的发展目的和方向。橡胶在未来的时代里，必将发挥出更大的魔力！

36. 古树新花 ——特种陶瓷

在英语中，中国和瓷器均为“China”。这绝不是偶然的巧合。因为瓷器和中国是密不可分的，中国是世界瓷器的故乡。

公元前 3000 多年，我国劳动人民就懂得了制造陶器，这是人类向自然界索取材料的开始。陶瓷属于硅酸盐材料制品，它是以粘土为主要原料，经过成形后用窑煅烧而制得的。陶瓷主要分硬质瓷和软质瓷。硬质瓷一般用作家用器皿，电器、防化腐蚀管道等；软质陶瓷透明度高，一般用于制造工艺美术品。

随着生产和科学技术的发展，人们急需性能更好的新材料，以代替传统的旧材料。自本世纪 50 年代以来，科学家们研制出具有优良性能和特种功能的新型陶瓷。这些陶瓷超出了日用陶瓷的范畴，步入了现代工业材料的行业。为了与传统陶瓷区别开来，人们把这类新型陶瓷称为特种陶瓷和精细陶瓷。

特种陶瓷是一类非金属无机材料，大致可分为具有优良的电、光、热、声、磁、化学等特性的功能陶瓷；用作结构材料的工程陶瓷；以及生物体陶瓷三大类。按其组成又可分为氧化物系，包括 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 BaTiO_3 、 MgO 等；非氧化物系，包括 Si 、 Si_3N_4 、 BN 等。让我们先来看看下面的例子。

响尾蛇导弹的“眼睛”

响尾蛇的头部有一个能够准确判断动物发出红外线的生理结构。响尾蛇就是凭这种生理结构而不是眼睛，来迅速准确地发现、追寻并捕食小动物。

科学家由此受到启示，制成“空对空”导弹。这种导弹的头部有一种能察觉感受红外线并将它接收进来的装置。当敌机逃窜时，从尾部放射出很强的红外线，导弹的头部红外线探寻装置立即感受接收进来，并带动引导机构，操纵导弹追击敌机。所以人们常称这种导弹叫“响尾蛇”导弹。

响尾蛇导弹的速度一般要达到 2000 米/秒左右，否则就追不上和命中不了高速飞行的飞机。在这种高速飞行中，导弹头部和空气强烈摩擦，会使导弹头部温度超过 1000℃。因此，位于导弹顶部的红外线装置必须有特殊材料来保护，而且这种材料能耐高温，又必须能透过红外线。为此，科技工作者研制成了一种“红外陶瓷”，使其成为“响尾蛇”导弹的眼睛。

目前红外陶瓷种类越来越多，性能越来越好，许多已应用在“红外—雷达”，“红外—激光”等新型的复合制导导弹的弹头上。

能检测、报警的陶瓷

有些陶瓷好像动物一样具有灵敏嗅觉，对还原性气体很敏感，如二氧化锡陶瓷。由于它周身多孔，又称多孔陶瓷。在空气中，这种陶瓷表面可吸附氧气，被吸附的氧夺取二氧化锡内部的电子形成离子，使二氧化锡内部电子

密度减少，电阻率增大。如果把它加热到 300℃，又有可燃性气体（如丙烷、一氧化碳等）存在时，二氧化锡表面吸附的氧就会与可燃性气体发生化学反应，被吸附夺去的电子释放出来，二氧化锡又恢复了原来的导电状态，电阻率的变化可达几百倍。人们可根据电阻率变化幅度的大小，可测出还原性气体的存在与含量。

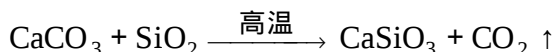
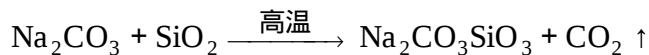
我国利用这种嗅敏陶瓷制成了一系列气体检测器、报警器，用来检测多种还原性气体，不仅在国内得到广泛应用，而且已进入国际市场。

除上述的一些特种陶瓷外，具有特殊功能的陶瓷还有许多，真可谓古树开新花，繁花似锦。就以氮化硅（ Si_3N_4 ）来说吧，它不仅在室温下强度高，在 1200℃ 左右的高温下也能保持一定的强度，是典型的工程陶瓷。目前氮化硅是陶瓷发动机部件的主要候选材料之一。再如一些生物体陶瓷，由于它们在生物体内不易发生溶解、腐蚀、膨润等变化，与生物体亲和性好，而且无毒，可用它们制作人工牙根、人造骨骼、人造关节及人造器膜等。

37. 灿烂的透明新星 ——新型玻璃

人工玻璃的制造，开始于公元前 3000 至 4000 年，是由陶瓷生产演变而来的。相传古埃及有位工匠一次在一个刚刚制好的泥坯上，无意中粘上苏打和沙粒的混合物。泥坯烧好后，外面就形成了一层致密而光滑的釉。后来人们学会了单独用釉来烧成小珠子之类的东西，这就是早期制造的玻璃。我国也是最早掌握玻璃制造技术的国家之一。

我们知道制造普通玻璃的原料主要是：砂（ SiO_2 ）、石灰石（ CaCO_3 ）、纯碱（ Na_2CO_3 ）。把精选后的原料研碎成粉末，按一定的比例混合，在高温下熔烧，这些原料便发生化学变化，成为熔化的玻璃。加工后即为普通玻璃。



日常生活中所用的玻璃瓶、杯，以及门窗玻璃、镜子、灯泡等等，都是钠钙玻璃制成的。但由于钠钙玻璃易碎，不耐高温等，因此使用受到一定限制，不能满足现代社会生活的需要。最近几年，随着科学技术的进步，人们制成许多新的特种玻璃，以满足现代科学技术各个领域的需求。

变色玻璃

为了保护视力，过去人们一直都喜欢戴墨镜，但墨镜在光线弱时，会影响人们对周围事物的真实观察。现在市场上出售的变色镜，在室外时镜片发黑，进入室内，镜片颜色变浅，比一般墨镜优越的多。

如果在玻璃中加入卤化银和少量氧化铜，并且给以热处理，使卤化银晶体部分沉淀出来成为微晶，那么，当紫外线照射到微晶的时候，晶体可以暂时分解成卤素和银，微细的银粒可使玻璃变暗色，减少光线通过。除去光照后，在氧化铜的催化下，卤素和银又重新结合，形成无色晶体。这就是常见的变色玻璃。

微晶玻璃

众所周知，玻璃不是结晶态存在，它是玻璃态固体。如果在玻璃的配料中加入少量金、银、铜等金属类作晶核，诱使玻璃形成微小晶胞，这样可以制得微晶玻璃。微晶玻璃具有耐高温（1300℃才软化），耐腐蚀、耐热冲击等特性，可作现代导弹头的雷达罩和特殊轴承等。

导电玻璃

玻璃是绝缘体，但是，如果在玻璃的表面上覆以金属氧化物薄膜时，这种玻璃便成了良好的导体了。薄膜的厚度，通常不到1/4000厘米，所以几乎不影响玻璃的透明度，这种玻璃既叫导电玻璃，又叫覆层玻璃。

用导电玻璃来作车辆、船舶和飞机的观察窗时，只要通上少量电流，就能使玻璃表面发热，无论是在高空或大冷天，窗玻璃上都不会结冰，从而大大增加了行进的安全。

钢化玻璃

在玻璃材料制成后，再进行特殊的淬火处理，就可制得钢化玻璃。其具体过程是，把普通玻璃放入特制的加热炉中均匀加热，当加热到接近于软化点时的一刹那，迅速投入到温度较低的油浴中急速冷却，就像钢铁淬火一样。玻璃在急速冷却中，表面收缩的快，内层收缩的慢，这样就使玻璃表层分子间结合的特别紧，改变了玻璃的原有性质，其机械性能与热稳定性均比普通玻璃高的多，不易破碎。这就好像给玻璃穿上了一层盔甲，增强了抵抗外力的能力。所以人们称这种玻璃为钢化玻璃。钢化玻璃已大量地用于车、船、飞机、拖拉机等挡风玻璃，以及特种建筑物的门窗玻璃等。

光敏玻璃

有一种玻璃具有和照像底片类似的光敏性，当这种玻璃受紫外线照射时，其受光部分会形成核状晶体，而其未受光部分，却仍然晶莹透明，这种玻璃通称为“光敏玻璃”。这种玻璃的晶核很容易被氢氟酸腐蚀，氢氟酸对其腐蚀速度要比未受光部分的玻璃快20倍。

现在广泛用这种光敏玻璃来制印刷板，精密印刷线路，特别用它制作每平方厘米上均匀布有54000多个微孔的彩色电视显像管等。

如果把荧光材料再加入到上述光敏变色玻璃中，那么在白天它可以吸收太阳紫外光，发出荧光，它的余辉能够持续到晚上，可以照亮夜晚的道路和建筑。这种玻璃白天透光，夜晚发光，既节省能源又可自动调节亮度，是未来道路建设上很有希望的材料。

玻璃陶瓷

我们知道制造轴承需要硬度很高的高碳钢或合金钢，很少有人会想到玻璃。然而，现在已研制出一种玻璃，具有很大的抗冲击力和耐磨性。用它完

全可做机械轴承，这种玻璃，叫做“玻璃陶瓷”。

玻璃陶瓷在制造原料上和制造工艺上与一般玻璃和陶瓷不同。它是在极细极细玻璃丝束中加上一种叫“成核剂”的材料，经过热处理而制成的。每一立方厘米的玻璃陶瓷内，都会有千百万亿个微晶晶体。不但可用它做轴承，而且还可用它制造导弹头部的钟形外罩。

38. 建材奇葩 ——导电水泥

水泥大家都很熟悉，它是现代一切防水建筑物材料的基础，它的出现在人类建筑史上起着划时代的作用。

早在 18 世纪中叶，英国在迅速崛起。1774 年，工程师斯密顿奉命在英吉利海峡建筑一座灯塔，为过往船只导航引路。

这可把斯密顿难住了。在水下用石灰砂浆砌砖，灰浆一见水就成了稀汤。经过无数次试验，最后，他用石灰石、粘土、沙子和铁渣等经过煅烧、粉碎，并用水调合后，注入水中。这种混合料在水中不但没有被冲稀，反而越来越牢固。这样，他终于在英吉利海峡筑起了第一座航标灯塔。

在斯密顿试验的基础上，英国一位叫亚斯普丁的石匠，又摸索出石灰、粘土、铁渣等原料的最合适的比例，进一步完善了生产这种混合料的方法。1824 年，亚斯普丁的这项发明取得了专利。由于这种材料硬化后的颜色和强度，同波特兰地方出产的石材十分相近，故它取名为“波特兰水泥”。从此，这种建材的水泥名称便被沿用下来。

为了克服波特兰水泥抗拉强度低的缺点，法国工程师克瓦涅首先提出在这种水泥中引入钢筋的设想。1861 年，克瓦涅用水泥、钢筋和砂石成功地筑起了一座水坝，并取名为“混凝土”水坝。从此，比水泥更好的建筑材料——“混凝土”又出现了。钢筋水泥建筑物也应运而生，名声大震，展现出前所未有的雄姿风采。

我们知道，现有不少企业、动力装置和动力系统，它们的工作与电磁波辐射分不开。为了防护有害辐射对人体的影响，应将辐射源屏蔽起来，即用反射和吸收电磁波的导电材料，从四面八方把辐射源围起来。通常采用的是厚度为 3—5mm 厚的钢板。由于屏蔽范围大，消耗钢材多，造价昂贵。

俄罗斯混凝土和钢筋混凝土科学研究所，近来发明了一种更廉价更适用的屏蔽材料——导电水泥。为了使水泥导电，他们在水泥中添加了煤焦。用这种水泥建造的楼房，楼房本身就是一个屏障，并且比金属屏障更加安全可靠。

但是，这种导电水泥像金属一样，具有很高的反射系数。因此在室内，电磁波的能量仍然很高。为了保护工作人员和仪器设备，必须安装专门的吸收材料，而这样造价又太高。为此，它们又发明了一种更理想的导电水泥，这种新型导电水泥既能很好地吸收电磁辐射，又具有很低的反射系数。它的研制成功可使电磁波的防护费用减少到原先的 1%，成为建材系列中的奇葩。

这种新型导电水泥不仅可以用来建造新型厂房，也可用作防护层涂层。另外，它还有其他各种用途。例如，导电水泥在通电流时会发热，这样的发热既安全又不会引起燃烧。因此可以用导电水泥建造热交换器、干燥室、不

结冰的机场跑道、人行道和楼梯，以及建造带有暖墙和暖地的住房等。还设想把导电水泥加热器用在洗衣机、熨衣机、熨斗和其他加热器具中。它真不愧为是一种多才多艺的新型建筑材料，它的应用前景非常广泛。

39. 搞好建筑物的外包装 ——新型涂料的开发

随着社会的发展，人们对建筑物外包装的要求越来越高。因此，一批功能各异的新型涂料也就应运而生了。

一种芳香型杀虫、阻燃粉末涂料，已被广泛用在内墙粉刷上。它一般是用干酪素为粘合剂，以硼砂等作溶解剂，然后掺加颜料、填料、防腐剂、杀虫剂（如溴氰菊酯、苄氰菊酯等）、固体香料配制而成的；也可用速溶性聚乙烯醇粉末，加上六次甲基四胺和有机偶联剂、阻燃剂制得。使用时，只须加热水浸泡 10～30 分钟，经 60 目筛网过滤后，即可涂饰。这种涂料可缓慢分解放出香味，净化室内空气，并且具有杀菌和防虫作用，遇火后还能生成大量阻燃气体，并迅速形成碳化层达到阻燃的效果。

过去常用“三油三毡”作屋顶防水、防漏材料。这些材料在冬季易裂开，在夏季受热易流淌裂缝，出现渗漏现象。现在制造的新型防水、隔热涂料，用丁基氯丁橡胶，并加入了高反射率的填料配制而成。它具有良好的抗晒防开裂和防水效果，深受建筑业和广大用户的欢迎。

为了保护视力，防止紫外线对人体的危害，增强玻璃的防震性能，现在已研制出防阻紫外线的茶色玻璃涂料。这种涂料是由双组分聚氨酯或丙烯酸聚氨酯为主要成膜物质，并加有透明颜料及防紫外线破坏的添加剂，如 2—羟基—4—（辛氧基）二苯甲酮等配制而成。这种涂料特别适用于商业橱窗、住宅玻璃窗、交通车辆玻璃以及收藏文物、图书资料等建筑物的玻璃表面的涂饰。

仿瓷砖和仿琉璃瓦涂料，受到仿古建筑界的普遍关注。这类涂料主要采用环氧聚酰胺底漆罩以丙烯酸或双组份聚氨酯作面漆，它的保光性、保色性、抗老化性都优于一般涂料。

用丙烯酸乳胶涂料，加入氧化铬绿或酞青绿、钛白粉等，可配制成人造革皮防滑涂料。若在丙烯酸乳液中，再加入 10% 甲基三甲氧基硅烷时，可以大大提高涂膜的抗张强度。这种涂料具有高弹性、耐水性、耐热性，适用于现代建筑的露天场地的涂饰，既可防止雨天路滑，且美观大方，经久耐用。

据有的资料介绍，东京一家化学工厂研制的一种涂料为产生暖色带来了一种新思路。这是一种新的电热涂料。当有电流通过罗斯特尔化学公司的 MR—001 型放热涂料时，它会辐射出热量。这种涂料是由有机成分制成的。通过改变其化学成分、涂料厚度、电极位置和电压的大小，可控制涂料的温度。其温度变化范围为 0～1000℃。

对于这种涂料，罗斯特尔公司已经找到了 200 多种应用，该种涂料可证明比常规加热器效率更高。其 90% 的涂料表面可辐射热量，而普通电阻式加热器的辐射热量仅占 50%。这表明，使用该涂料时，产生等量的热量只要常规和加热器的 1/3 电力就够了。

特种功能的新型建筑涂料远远不止这些。研制各种新型涂料是我国涂料工业重点攻关的项目之一，随着建筑事业的发展，今后涂料工业必将会更大

的发展。

40. 颜料世界的佼佼者 ——珠光颜料

人类美化生活离不开染料和颜料。在五彩缤纷的颜料世界中，佼佼者当属珠光颜料。所谓珠光颜料是指具有珍珠光泽的颜料，因为它们能呈现一定的金属光泽，所以又称为具有金属光泽的非金属颜料。

珠光颜料有天然的和合成的两大类。天然珠光颜料主要有从鱼鳞中提取的鸟嘌呤晶体。这种珠光颜料性能稳定，珠光效果好，但色相单一，价格昂贵，4000 公斤鱼鳞才能提取 1 公斤鸟嘌呤，因而它的实际应用受到很大限制。合成珠光颜料品种较多，过去主要有碱式碳酸铝、氯化铋，其次还有砷酸氢铝和亚磷酸氢铝等。这些珠光颜料价格便宜，资源丰富，但色相有限，耐热、耐光性能差，特别是因含有重金属而有毒，因而也难以广泛使用。

云母钛是合成珠光颜料的出类拔萃者。它是一种新型珠光颜料。现在美国、德国、日本等经济发达的国家，已有各种类型的云母珠光颜料系列产品。云母钛珠光颜料耐光、耐热性能好，色相范围广，抗药物性能强，而且无毒，所以它是当前最畅销、应用最广泛的合成珠光颜料。

云母钛珠光颜料是以一定大小和厚度的云母片为基质，其表面均匀地涂覆一层一定厚度的二氧化钛半透膜层，因此具有很高的折射率，当受到普通白光照射时能产生多层次反射，各反射光相互作用，呈现出柔和的五彩缤纷的色彩。

超微细二氧化钛 TiO_2 (粒径为 15 ~ 20nm) 的开发成功，是珠光颜料领域中继开发出云母钛珠光颜料之后又一个新创举。超微细二氧化钛 TiO_2 有一个非常重要的光学性能——颜色效应。即当它与铝粉颜料或云母珠光颜料拼合用于涂料体系时，所形成的金属闪光涂层，从不同的方向观察，能看到不同的闪色（随角变色性）。正是这一宝贵的光学性能，使超微细二氧化钛身价倍增，成为当今汽车颜料中最受欢迎的一种“效应颜料”，也使它由当初的紫外线屏蔽剂和透明颜料跃升到更高档次的新一代效应颜料。

1991 年，世界上已有 11 种含超微细二氧化钛 TiO_2 的金属闪光轿车面漆被应用。在这种颜料体系中，超微细二氧化钛 TiO_2 与铝粉颜料之比 1 : 1 或 2 : 1，其含量可达 1% ~ 2%。

我国云母钛珠光颜料现在正处在研究开发阶段，生产的主要是单一的银白色云母钛珠光颜料。然而我国具有丰富的云母和钛资源，因此发展云母钛珠光颜料和超微细二氧化钛 TiO_2 有着优越的条件和广阔的前景。

41. 八马难分的胶连 ——结构粘合剂

二次世界大战以来，由于航空、航天工业发展的需要，以及高分子科学的发展，出现了以合成高分子为基本材料的高水平的新型粘合剂——结构粘合剂。这类粘合剂粘结强度高，耐久性强，超过了传统的焊接、螺接和铆接，很受人们的欢迎。现在各类粘合剂均已商品化、系列化，并形成了一门新的

边缘科学——粘合与合剂工艺学。目前粘合剂已成为仅次于塑料、纤维、橡胶、油漆的大宗工业非金属材料。

开始人们对粘合剂的粘结力并不太相信，然而事实却能检验一切真理。1973年10月在我国辽阳化工厂发生过这样一件事情。几位法国工程技术人员，安装设备不用螺栓，而用一种粘合剂。大家对此都很怀疑。于是，他们使用粘合剂把两块脸盆大小的钢板粘合在一起，然后用8匹大马分向两边拉，结果马累得筋疲力尽，而两块钢板粘结的却稳如泰山。从此后，大家对粘合剂的力量，不是怀疑，而是赞叹！

当然一般的胶水是不会有如此大的粘合力的，只有结构粘合剂才有这样大的神力。所谓结构粘合剂是指能对金属等材料产生高强度连接的粘合剂，这种连接即是使被粘接的金属达到屈服强度时也不会被破坏。此外，粘合剂本身应具有耐热性，以及与金属结构完全一致的各种耐久性。这类粘合剂通常由数种合成高聚物组成。粘接时，在一定温度和一定压力下，这些聚合物发生聚合、交联等化学反应，以增强粘合能力。

常用的结构粘合剂主要有酚醛—丁腈橡胶型、环氧—丁腈橡胶型、酚醛—环氧树脂型、环氧—胺类固化剂等类型。超高温结构粘合剂主要有聚酰亚胺、聚苯并咪唑等强极性稠环化合物组成。

说到粘合剂，应着重谈谈CAE胶，它的学名叫 α —氰基丙烯酸酯，首先由美国研究成功，随后日本、德国也相继投产。现在我国也已经生产，商品名分别为“501”“502”“504”胶等。

CAE粘合剂具有单组分、无溶剂、无固化剂的特点，而且在室温下不用加压即可快速固化，其耐油性能、电气性能都很好。因此它是一种优良的工程粘合剂，在工业、民用、医疗等方面都有广泛应用，可用它来粘接塑料、橡胶、金属、玻璃、陶瓷、木材、皮革等。

用化学灌浆法修复土建工程，是当代土木建设中的一项新技术。化学凝浆也是一种高分子胶水，是由烯胺类、丙烯酸盐、环氧树脂等20多种化学成分组成。这种高分子化学浆料性能上跟上面所说的粘合剂不一样，它除了要有一定的粘结强度外，更主要的是要有极强的渗透性和良好的伸缩性。如果渗透性差，它就做不到“无孔不入”，就会留下一个个隐患；之所以需要良好的伸缩性，是因为岩石热胀冷缩，而裂缝则相反，它的宽度是热缩冷胀。

由于这种化学凝浆具有上述特殊功能，因此在生产建设中应用极广。例如，可加固崩塌的拦河坝或水库坝，复原裂开变形的土建工程，修复古石雕、木雕艺术品，使有塌方险情的交通隧道、涵洞化险为夷。十几年来，我国化学家用这种化学流浆法，征服了葛洲坝岩石裂缝、龙羊峡裂缝；修复了京广线南岭隧道，遏止了罕见的熔洞塌方，保证铁路交通畅通无阻。

随着高分子化学研究的深入发展，许多新的具有特殊性能的高分子粘合剂将陆续问世，并将在生产上和日常生活中起到越来越重要的作用。

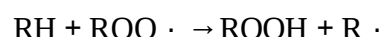
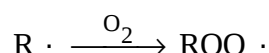
42. 寻找“防火卫士” ——阻燃化学的兴起

俗话说：水火无情。火尽管带来了人类文明，但火灾也成为处于当今文明世界的人类的大灾难。为了制服火灾，科学家们开始了阻止燃烧蔓延的研究，由此便形成了一个新的化学分支——阻燃化学。在阻燃化学的研究中，

人们渴望在可燃物中加入一种能够降低燃烧速度、减少物质可燃性的化合物，或化合物的复合物，以此来达到阻燃的目的。要做到这一点，自然要先了解物质燃烧的反应历程。

大家都有这样的常识，聚乙烯、聚丙烯等塑料点燃后，即便离开火源仍能继续燃烧，而燃着的聚氯乙烯塑料一离开火源，燃烧就会自行停止。这是什么原因呢？

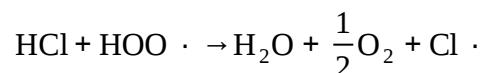
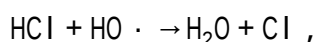
原来有机物的燃烧往往是自由基链式反应。在燃烧时，有机物首先发生链式热氧化裂解反应，高分长链迅速崩溃，液态或固态有机物变成可燃气体（小分子烃），其过程大体如下：



.....

小分子烃的燃烧也是自由基链式反应，最终生成二氧化碳和水。

阻止燃烧的关键是捕捉自由基和阻低自由基的能量。燃烧的聚氯乙烯离开火源会自行熄灭，就是因为它在裂解过程中产生了能捕捉自由基的氯化氢。



人们从聚氯乙烯的燃烧得到启迪，如果在易燃的高分子材料中加入能产生类似氯化氢的捕捉自由基的物质，便可制得有阻燃性能的高分子材料。其中，能够阻止燃烧继续进行的化合物或化合物的复合物叫做阻燃剂。

阻燃剂种类繁多，但总括起来可分为三大类，即无机化合物阻燃剂、有机化合物阻燃剂和复合物阻燃剂。作为阻燃剂的化合物或复合物，应具备以下四个条件：

- （1）阻燃剂本身是不可燃或低燃性物质；
- （2）在高分子材料中有较好的分散性；
- （3）不能破坏被阻燃物质的物理特性；
- （4）阻燃剂本身或在燃烧条件下不释放有毒气体。

根据使用方法不同，阻燃剂可分为添加型和反应型两大类。添加型是将阻燃剂加入高分子聚合物中，通过机械混合产生阻燃效能。这类阻燃剂使用方便，应用范围广，但对聚合物的性能有一定影响，主要用于聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯和聚苯乙烯等树脂中。如氯化石蜡、四溴乙烷、氢氧化铝、氢氧化镁等都属于添加型阻燃剂。反应型是阻燃剂作为单体参加聚合反应，使高分子聚合物具有阻燃性质。如四溴邻苯二甲酸酐、四氯双酚 A 等都是反应型阻燃剂。这类阻燃剂通常用于缩聚反应，如聚氨酯、不饱和聚酯、环氧树脂、聚碳酸酯等。

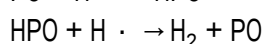
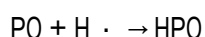
不同的阻燃剂，其阻燃机理是不同的，但总的看来有物理效应和化学效应之分。就其物理效应来看，有稀释可燃物的作用、吸热作用和隔离空气的

作用；就其化学作用来看，有碳化作用、消除自由基作用和磷酸化作用。下面以磷化合物的作用为例做以说明。

高分子聚合物燃烧时磷化合物受热分解：

磷化合物 → 磷酸 → 偏磷酸 → 聚偏磷酸

聚偏磷酸是不易被引发的稳定化合物，可覆盖在聚合物表面形成保护膜阻燃。此外，由于磷酸、偏磷酸和聚偏磷酸的脱水作用，在高温下使聚合物碳化形成碳化膜阻燃。由于含磷化合物的脱水作用，它对含氧树脂的阻燃效果更好。同时，含磷化合物在聚合物燃烧过程中都有 PO 生成，它可通过以下反应捕捉自由基 $\text{H}\cdot$ ，起到阻燃作用。



随着合成纤维、合成橡胶、合成塑料等材料的广泛应用，近二、三十年来阻燃剂的应用也得到了飞速发展。据有关资料报导，近几年来，全世界阻燃剂的产量平均每年增长 7~9%，品种已达百种之多。在国内外，相继出现了阻燃物、防火涂料、阻燃纸、阻燃橡胶等各种阻燃产品。许多国家还以法律形式规定要求使用高分子阻燃材料。

我国在阻燃剂的研究和应用方面起步较晚。尽管近几年在品种和数量上都有了较大发展，但仍不能满足日益增长的实际需求。在这一化学领域中还有许多工作有待于我们进一步探索和开拓。

43. 奇特的显示材料

——液晶

液晶作为一种新型电子显示材料在电子工业中享有盛誉，它已广泛应用于各种电子表、电子计算机、数字电压表和大屏幕电视机中。

什么是液晶呢？所谓液晶就是液态晶体，它是一种既具有液态的流动性，又具有晶体的光学和电学特性的中间状态，也称为介晶相。某些有机物从固相加热或从液相冷却就可得到液晶相。

液晶为什么会显示图像呢？这是因为当液晶受到外界电场、磁场和声能的刺激时，会引起光学效应。液晶显示利用的就是液晶的电光效应。如果在液晶薄膜上加电压，就会改变液晶对光的反射和透射情况，从而显示出图像来。

液晶显示有三大优点：

(1) 液晶本身不发光，只是反射环境光。因此白天光线越强，它反射的图像越清晰，不像电视荧光屏那样，必须在暗处才能看清楚。

(2) 用于显示的液晶的厚度一般在几十微米以下，加上电极板也只有几毫米，所以液晶元件一般薄而轻，应用十分方便。

(3) 液晶显示器耗电量一般极低，基本上不耗电能，所以用在以电池作为电源的袖珍仪表显示板上最理想。

液晶材料一般是人工合成的有机化合物。例如常用的向列型液晶，其分子排列好像一束松散的缚在一起的铅笔头，它是一种甲亚胺族化合物；胆甾型液晶是胆固醇的衍生物。用于电子显示的液晶，例如电子手表显示屏，仪器上的液晶数码器等，都是几种向列型液晶的混合物，这样可降低材料的工作温度，保证在室温或更低温度下使用。近几年来高分子液晶材料有了很大

发展，它是一类新型的特种高分子材料，已经以纤维、复合材料和注模制件等广泛用于航空、航海和汽车等工业部门。如芳纶—1414 液晶纤维，与等重量的钢材相比，抗张强度是钢的 5 倍，被称为“梦的纤维”。

对液晶显示材料也应一分为二，目前尚有一定的不足之处，主要是响应速度不快(毫秒级)，工作寿命比较短，一般用于直流电的寿命是 3000 ~ 5000 小时，用于交流电的寿命是 10000 小时左右，所以电子手表用上 3 ~ 5 年就必须更换液晶数字显示屏。不过，液晶的这些不足之处，一定会不断得到改进，各种新型液晶材料定会不断涌现，为人类生活增光添彩！

44. 控制人造卫星的“巨手” ——肼分解姿态控制发动机

众所周知，当今世界，正在出现一个以信息工业为主，电子计算机为中心，包括生物工程、电子科学技术、新能源、空间科学技术、海洋科学技术、激光科学技术和材料科学技术为主体的新的科学技术革命。它将使人类由工业经济时代向信息时代过渡。信息时代，需要现代化的通讯工具。卫星通讯是现代人类的“顺风耳”和“千里眼”。

卫星通讯比普通的无线电通讯优越得多。无线电通讯，容量小、易受骚扰、质量低、可靠性差。通讯卫星由于“站的高”，居地球赤道平面 35860 公里，所以“看的远”，发出的电波能覆盖地球表面的 $\frac{1}{3}$ ，不受其他干扰。现在全世界许多先进的国家，都采用这种现代化的通讯工具，不论世界上什么地方发生重要事情，几分钟内通讯卫星就可把消息传遍全球。例如，由于应用了气象卫星，大洋上任何一点的热带风暴，没有一次漏报过。往往这些热带风暴还只是一个很弱的扰动时，就已被卫星发现。再如，1988 年大兴安岭森林火灾，卫星上的遥感照片对大火的范围、火势的走向，都及时提供了可靠的情报，为扑灭大火减少损失做出了重要贡献。

1993 年 5 月我国上海市还把股票信息和市场信息发送到亚洲一号地球卫星上，只要有地面接收系统，都可及时直接收看，这对发展我国的市场经济有重要的现实意义。

然而，发射通信卫星是一件非常复杂的事。首先要把卫星送入“同步轨道”，卫星在这个圆形轨道上以每秒 3.74 公里的速度飞行，绕地球一周为 23 小时 56 分 4 秒，与地球自转的速度和方向完全一致。因而，从地面看上去，它是静止不动的，所以有人叫它为“同步卫星”或“静止卫星”。

卫星进入同步轨道不容易，即便进入了同步轨道，由于受太阳和月亮等引力作用等影响，也会发生上下、左右漂移。因此，要使通信卫星保持静止不动，就必须对它的位移和姿态进行控制调整。

卫星在天上，人在地上，要卫星不漂移谈何容易。由于科学家的努力，运用现代遥控技术和化学知识，终于把此难题解决了。解决的办法是，在通信卫星上、下、左、右和前后六个方向装上一种姿态控制发动机，就可使卫星坚守在同步轨道上。

这种姿态控制发动机，最早是采用钛合金的高压氮气瓶，使用时启动阀门，喷出高速气流，借助气流产生的反作用力调整卫星的姿态。由于高压氮气瓶容量小、寿命短、准确性差，所以很快就被淘汰了。从 60 年代开始，美国和苏联的化学家研究了成千上万个化学物质的分解过程，最后发现在金属

铱的催化作用下，肼（ N_2H_4 ）能迅速分解成氮气和氢气，从而制造出一种新型的“肼分解姿态控制发动机”。从1969年7月美国“阿波罗”登月飞船使用这种姿态控制发动机以来，现在发射通信卫星的国家都采用了这种技术。

值得自豪的是，我国化学家和航天专家也已掌握了这种新科学技术，并成功地用于我国1984年4月8日发射的实验通信卫星和1986年2月1日发射的实用通信卫星。

采用“肼分解姿态控制发动机”比高压氮气瓶有很多好处：首先是容量大，效率高。因为肼在常温下是液态化合物，一旦分解便可产生2200多倍的高速气流。这样单位体积的做功效率比氮气瓶高的多。其次是控制方便。由于这种发动机的推力大小由流入催化床层肼的多少决定的，所以控制了肼的流量，就控制了推力。这样根据调整卫星姿态的需要，推力可大可小，调整方便自如。最后一点是机动灵活。因为肼在铱的作用下，分解速度极快，从液态转成气态的时间很短，所以发动机每次开停都很灵活。

航天技术集中了当代科学技术的精华，在最近20多年来已取得了辉煌的成就。它的发展不仅表明了它在军事上的实用价值，而且也使人类有可能摆脱世代赖以休养生息的地球的束缚，去开拓那广阔无垠的宇宙。在这方面，肼已发挥了并将继续发挥重要作用。

45. 吸水大王 ——高分子吸水剂

市场上出现“小儿尿不湿”后，人们都感到很惊奇，不知它是一种什么材料做成的，竟有如此好的吸水魔力。

我们知道，通常使用的干燥剂很多，如生石灰、无水氯化钙、浓硫酸等，但它们的吸水能力都比较低。最近几年来，研制出一种高吸水材料，它可以在几分钟内吸收相当于自身重量几百倍乃至上千倍的水，也可吸收相当自身重量几十倍的电解质水溶液、尿、血液等，而且当受到外界压力时，也不会失去吸收的水。

这种神奇的材料叫高分子吸水剂。最早它是用淀粉经过化学处理以后制成的。高分子吸水材料选用的是不溶于水的支链淀粉，经过化学加工后，使其分子链盘结成固状结构。因为淀粉分子是由许多葡萄糖分子键合起来的，而葡萄糖分子有多个亲水基团，因此当这种高分子吸水材料遇到水时，分子链内部的亲水基团对水有特殊的亲合作用，水分子就一个个地往里钻。淀粉的分子链迅速伸长、舒张，把水分子包围固定在里面，形成网状结构。正像用网兜装苹果那样，表面看网兜不大，可打开后能装很多苹果。这种吸水材料可吸水达自身重量的几百倍至1000倍。

高吸水材料，也可用人工合成方法制得，主要是聚丙烯酸盐类、聚乙烯醇类和聚环氧乙烷类等。这类树脂之所以具有大量吸水本领，主要是它们有三度空间网状结构，并且和淀粉一样具有众多的亲水基团。当它们遇到水后，高分子网状结构膨润、张展，渗透进入的水分子便可以与众多的亲水基相结合。因此研究设计合成具有亲水能力的基，以及增大网结构孔径，增长交联链的长度，是提高树脂吸水速度和吸水能力的重要途径。

这些高分子吸水材料已在农业、林业、医药卫生等方面得到了广泛应用。例如，用它制成“吸水土”，在春旱或干旱地区拌种下地，可以保证种子出

苗与生长。过去，我国黄土高原上植树很困难，现在在树苗根部放入一些吸足水的高分子材料，就如同为其建造了一座小水库。

现在，市场上卖的高吸水尿布和妇女用的卫生巾，就是用这类吸水材料和无纺布混合制成的，一块婴儿尿布可反复使用。

在医疗卫生方面可做人工玻璃体、缓释药物的载体、以及人工脏器材料等。若用它调制成皮肤用的药膏，搽在患处，则无油腻感，保持湿润，可延长药效。

世界上不仅出现了吸水大王，而且也出现了吸油大王。该吸油大王，即人造吸油“海绵”。

据统计，全世界石油总产量中约有千分之一流入海洋，平均每百平方米海面有1克石油渗入。如何消除石油对海洋的污染，一直是科学工作者研究的重要课题。最近，日本触媒化学工业公司首创了高吸油性“海绵”，它可以吸附达自重25倍的各种油。该公司借鉴高吸水性树脂的技术诀窍，以丙烯类树脂作为吸油的原料，在制造工艺上着重于分子设计，供其在单体复合时，依靠分子间的张力将油吸附。它吸油量大，在油与水共存时，能有选择性地吸油。当发生原油泄漏时，只需根据原油泄漏量投入相应量的吸油“海绵”即可。吸足油的“海绵”以0.9左右的密度浮于水面，回收处理极为方便。

雷公打豆腐，一物降一物。人类可以利用掌握的化学知识和技术，设计制造出许多具有奇特功能的材料，以满足人类生产生活的需要。

46. 能淡化海水的奇膜 ——离子交换膜

我们知道，地球表面70%以上是海洋，倘若按水量计算，几乎每一平方米地表，可以分摊到2000立方米的水。这样丰富的水源，无论对农业、畜牧业，还是对工业和人们日常生活，都该是取之不尽，用之不竭的。可事情并不是这样的，苦咸的海水约占全部水资源的97.3%，它们根本不能饮用和用于灌溉。只占水资源2.7%的淡水，艰难地支持着世界50亿人口的生活和工农业的发展，世界性的水荒正在威胁着人类的生存。现在不仅是一些干旱地方，如中东、西非等地缺水，就连水源比较丰富的美国、俄罗斯、日本等国也缺水。据联合国资料介绍，目前缺水国家已达40多个。由于缺水，德国不得不从瑞士买水，沙特阿拉伯进口的水比油还贵。我国水资源虽然不少，约有2.7万亿立方米，居世界第三位。但按人均占有量，只有2700立方米，居世界第84位。目前北京、上海、天津、沈阳、大连、青岛、西安等城市都缺水。

面对这种情况，近几十年来，科学家们在致力寻找淡化海水以及净化脏水的新技术。到目前为止，淡化海水方法已有十几种，如汽化法、冷凝法及渗析法等。但这些方法都不理想，它们需要消耗大量热能或电能，很不经济。在这种情况下，科学家们把注意力集中到离子交换膜的净化法上。所谓离子交换膜净化法，使用的是一种醋酸纤维的半渗膜。这层膜只能透水，但不能透溶盐。作个比方，就像用一张筛子，把海水的水分子筛了过去，而将溶盐的分子留下来，结果就得到了淡水。这是一种最有前途的海水淡化方法，一旦达到商业实用价值，那么烦恼的人类缺乏淡水的问题，可望得到彻底解决。

大家对离子交换树脂比较熟悉。将有机高分子共聚物制成颗粒，就成为

常用的离子交换树脂。所用的有机高分子共聚物，一般是聚苯乙烯、聚氯乙烯或其他树脂的高分子链作骨架，在主链或侧链上连上容易和金属离子或酸根离子相作用的基团。因此离子交换树脂有两类：阴离子交换树脂和阳离子交换树脂。它们可把极稀溶液里的离子固着树脂上，达到淡化溶液的目的；反过来用溶剂处理，又可把固着的物质洗脱下来，达到蓄集和浓缩微量元素的目的。

离子交换膜从化学组成来说，与离子交换树脂几乎相同，但就其作用机理来说两者存在很大差异。我们知道，离子交换树脂的作用机理是树脂和溶液中的离子之间进行交换，即离子之间的交换是它的主要机理，而离子交换膜利用的是膜对溶液中的离子具有选择性透过的特性，也就是说交换膜只选择一部分离子使其透过。另外，在应用方法上也不相同。例如，离子交换树脂的使用过程包含着处理、交换、再生等步骤；而离子交换膜可以连续使用，不必再生。因此离子交换膜，确切的说，应称为“离子选择透过膜”。

关于离子交换膜的应用，自发现它的选择透过现象以来的 30 多年中，已从早期性能低劣的非均相膜发展到适合工业应用性能良好的均相离子交换膜，以及具有各种特殊性能的离子交换膜。离子交换膜的应用很广，但主要用于水的淡化、溶液的浓缩或分离、海洋中某些元素的浓缩提取等等，详见下表。

离子交换膜的应用情况表

方式/	试验中 /	工业化
电渗透/ 浓缩	/ 1. 精制蛋白质，糖类脱盐	2. 再生电极液 3. 人造肾脏/
1. 海水、咸水脱盐淡化，精制氨基酸；乳清脱盐	2. 处理放射性废液	/ 置换/ 感光乳剂的处理/ 1. 制造无机试剂/ 2. 制造药品
/ 复分解/ 氯化钠，碳酸铵，氢氧化钙/	/ 电冰分离 / 1. Na^+ 和 K^+ 2. Na^+ 和 Li^+ 3. 同位素	4、其他元素 /
/ 电解隔膜/ 1. 电解食盐	2. 电解制造弱酸、弱碱/ 1. 丙烯腈电解二聚化制己二腈	2. 二元羧酸脱羧，二聚化制长碳链酸
扩散渗透/ 回收废液/ 1. 回收精制镍。	2. 回收造纸黑液中的碱和木质素。	3. 回收木材制糖液中的酸。4、回收冶金酸洗废液中的酸。
其它	/ 1. 浓差电池	2. 反渗透膜/ 1. 燃料电池，隔膜
2. 电池隔膜	3. 分析中的应用(膜上电泳)	

由上表不难看出，离子交换膜的应用是大有前途的。

47. 未来的新光源

——萤光树

俗话说：有一分热，发一分光。电灯光，是从白热的钨丝上发出来的；蜡烛的光，是由蜡烛燃烧产生的；阳光，光源的温度竟达几千万度。我们所见到的许多光都是由“热”发出的。

那么，有没有不放热而发光的東西呢？大家对萤火虫都很熟悉。它尾部“点”着一盏明亮的“灯”，这小“灯”闪闪发光，却并不放热。原来，使萤火虫尾部发光的不是热，而是一类细小的称作萤光素的有机化合物。萤光素在空气中被氧化，能产生光亮的分子。当然这个过程要靠萤火虫身上的特备的萤光素酶的作用，没有这种酶，萤光也就不能产生。

发冷光的東西，遠不止螢火蟲。小鬧鐘或者夜光表在黑暗處，照样能显示出绿莹莹的指针和数字，是因为指针和数字上有一些放射性物质和受到放射性物质作用后，能发光的化合物所组成的混合物。

各式各样的日光灯发出的也是冷光。这种冷光是由管中的水银蒸汽发出的紫外线，激发了灯管内表面的由硫化锌、硫化钙组成的白色发光物质而产生的。

再回到生物界，除了萤火虫外，有些海里的细菌，例如弧菌属，也有发光的本领。它们的体内，都含有能够促使发光的酶——萤光素酶。由此，人们想到，如果想方设法把这种酶移植到植物上，那么此种植物不就变得光彩夺目了吗？

根据这种设想，科学家们运用现代生物工程的方法，把监制萤光素酶的遗传基因由萤火虫的染色体上切下来，沾到一种能造成植物感染的病毒上，让这种被改造了的病毒侵袭想要其放光的植物体。当千万棵被侵袭的小植物长大之后，就带了萤光虫或发光细菌的萤光素酶基因。这样，把本来不会在植物中出现的有机化合物萤光素植入植物体里作酶的底物，那么在生物能源不断供应的情况下，便会看到整株植物在闪闪发光。

现在人们在烟草苗上实验已获得成功。小小烟草苗，在它的细胞的染色体里植入放光基因后，再浸到含萤光素的溶液里，久而久之，便会发出浅淡之光。这种光可以使照相底片感光。

这是十分可喜的第一步。尽管取得理想结果的路程还很长，但只要坚持实验、研究，发光的“萤光树”一定会被创造出来！

将来，也许有这样的情景：一到黄昏，房间里自然而然的明亮起来，可是却一盏灯也找不到。原来房间里的花草植物都在发光，房间里用发冷光物质做成的墙壁也在发光。

我们渴望这种方便、节能的新光源早日问世，为人类带来新的光明！

48. 海洋探宝 ——化学家的新天地

汪洋大海的总面积达 15 亿平方公里，约占地球面积的 71%。海洋中含有大量矿物资源、能源资源、植物资源、动物资源，是人类的巨大物质财富。随着科学技术水平的提高，不断向海洋的深度、广度进军，海洋化学也得到了蓬勃发展。

1 立方英里（4.1 立方公里）的海水中矿产的大约含量表

矿物/	含量（吨）/	矿物/	含量（吨）
氯化钠/	128000000 /	氟/	6400
氯化镁/	17900000 /	碘 /	1200
硫酸镁 /	78800000	/钡	/ 900
硫酸钙/	5900000/	砷 /	350 以上
碳酸钙 /	578832	/铷	/200
硫酸钾/	4000000 /	银 /	45 以上
溴化镁	/ 350000	/ 铜铅锰锌 /	35 以上
溴/	300000/	金/	25 以上
锶	/ 60000		

硼 / 21000 / 铀 / 7

从海水中所含的化学元素种类来看，目前已测知的就达 27 种。它们的含量差别较大。根据含量多少，大体上分为三类：每升海水中含有 1~100 毫克的元素叫微量元素；每升海水中含 100 毫克以上的元素，叫常量元素；每升海水中含有 1 毫克以下的元素叫痕量元素。尽管是痕量元素，由于海水量极大，其总储量仍然相当可观，如铀在海水中的浓度是 0.003 毫克/升，但它的总储量却有 40 多亿吨，比陆地已知储量大约 4000 倍以上。

化学家们对海洋中包含的矿藏非常感兴趣，努力寻找有效的方法提取它们。食盐是从海水中得到的丰富矿产之一。从 1 立方英里海水中得到的食盐，足够全世界人们好几年的需用，同时利用食盐还可以大力发展盐化工业，生产烧碱、纯碱、氯气等重要化工产品。

镁在航空航天领域中应用非常广泛。大部分金属镁来自于海水，具体生产方法是将海水与石灰混合，使其发生反应生成氢氧化镁，进而从氢氧化镁制得镁。由 454 公斤海水，大约就可制得 454 克镁。

溴用于医药、染料、照像等，多数溴也是从海水中提取的。它是用硫酸和氯气处理海水得到的。先分离出溴，再将空气通入溴水中，溴蒸汽就产生出来。454 吨海水中约可得到 31.78 公斤溴。

特别值得指出的是，躺在海洋底部大量的锰结核，含有铁、锰、铜、钴、镍等 20 多种宝贵的元素。这种锰结核颜色与外形像“炸肉丸子”，可以直接打捞。它在整个海底的储藏量约 15000 亿吨。更可贵的是这种“矿瘤”每年还会增长。锰结核中所含的金属量是陆地上的几十倍甚至上千倍。例如，钼含量 8.8 亿吨，是陆地上钼的总储量的 40 倍；钴的含量 58 亿吨是陆地上总含量的 280 倍。这一批巨大的稀世珍宝，正等待着人们去开发利用。

除昆虫外，海洋里生活的动物约占世界上动物总量的 4/5。鱼类是供给人们所需蛋白质和脂肪的重要食品，虾壳和蟹壳还是提取甲壳质的重要原料。

海洋中植物资源也很丰富。近年来发现一种巨型海带，从它可提取的物质可用于几百种药物制剂中，主要功能是止血。另外海藻中还含有独特的有机物，如二烯烃化合物，甾族化合物，芳香族化合物，萜类化合物等，有待于人们去提取利用。

石油和天然气，既可作能源，又可作资源，用以发展石油化工。据估计，世界石油的总蕴藏约 3000 亿吨，而海洋中占有 45%；已探明的世界天然气储量是 85000~86000 亿立方米，海洋中占 1/3。因此，近 20 年来，世界许多国家都争先恐后地对大陆架的石油和天然气进行积极的勘探和开采。我国的这方面，虽然起步较晚，但已取得了很大成绩。

蓝色的海洋，蕴藏着无穷无尽的宝藏。可想而知，随着人类生活日益增长的需要和科学技术的进步，今后海洋水域工业将有很大的发展。海洋化学是一门极为重要的科学，有着广阔的发展前途。

49. 一门新兴学科 ——河口化学

世界上近海岸的河口地区，一般都是人口密集、工农业生产发达的地方。以我国为例，长江口上有上海市，珠江口上有广州市，海河口上有天津市等

等。这是由于在河口地区一般都会形成三角洲，那里土质肥沃，有利于经济的发展。

河口地带为什么会形成三角洲呢？原因很多，其中最重要的原因之一是：在河流中存在着大量胶态粘土或泥沙粒子，由于它们吸附了河水中的氢氧根离子，而带有负电荷。这些带有相同电荷的粘土或泥沙粒子相互排斥，悬在河水中，随着河水流动。当河水流到河口遇上含盐多的海水时，粘土或泥沙粒子带的负电荷会被海水中钠离子和镁离子等带的正电荷中和，使粘土和淤泥粒子彼此结合，在河口附近沉淀下来。经过数千年的大量沉积，逐渐在河口地带成三角洲。像密西西比河和尼罗河形成的三角洲，其面积达几千平方公里。其中密西西比河三角洲向南移动扩大面积已经有几百万年的历史了。

随着城市的繁荣，工农业生产的发展，人们对沿海一带的河口地区日益重视，研究也越来越深入，这里不仅有胶体化学的问题，还有其他一些化学问题，因此 70 年代后期出现了一门新的学科——河口化学。

河、海水交汇可使细颗粒泥沙沉积，有利方面是围海造田，我国长江口，解放以来就造田 550 平方公里。但泥沙沉积也给航道码头造成一定威胁，若不及时挖淤，后果相当严重。由此可见，河口化学的研究对发展沿海城市的经济十分重要。

河口化学研究的内容很广泛，主要有：河口水的基本物理、化学性质，河水与海水混合时物质的变化过程和规律，重金属离子在河口地区的转移规律，河口的放射性元素的研究，城市工业和生活废水的输入对河口化学过程的影响，当然还有污染和环境保护问题等。

河口化学是一门重要的新兴边缘科学，它与海洋化学、胶体化学、溶液化学、络合物化学、分析化学、环境化学等有着密切的联系。它关系着人口集中，经济发达，生态环境复杂地区的一些化学基本规律，对国民经济发展有着重要作用。因此，河口化学是一个有着广阔发展前景的化学分支。

50. 生命的催化剂

——酶

众所周知，工业生产硫酸，要用五氧化二钒作催化剂，生产合成氨，要用还原铁作催化剂。催化剂是一种十分神奇的东西，许多物质因为有了它而发生化合或分解，但有趣的是，它在参与了一系列化学过程后，自身却“依然如故”。

在生物体内，也存在着催化剂，不过它不是常用的金属或其他无机物，而是一种有生物活性的蛋白质——酶。

酶是由动、植物细胞产生和分泌出来的，但它却能脱离产生它的细胞而单独发挥作用。它是生命活动的基础，哪里有生命现象，那里就有酶的活动。如果没有酶，细胞中与生命有关的化学反应速度就会太慢，以致不能维持生命。

酶的工作效率是相当惊人的。就拿淀粉酶来说，生活中我们都有这样的经验，稀饭或粥熬得时间越长就越好喝，这是因为米中的淀粉在熬煮的过程中部分水解成糊精的缘故。糊精仅是淀粉水解的初步产物，在没有淀粉酶的情况下得到它需在 100 的高温下煮上半小时。而我们体内的淀粉酶，在三

十六、七摄氏度的体温下，只要用几分钟的时间，不仅能将吃下去的淀粉水解成糊精，还能进一步将其转化为双糖、单糖被身体吸收。

酶分为六大类：氧化还原酶、转移酶、水解酶、裂合酶、异构酶和连接酶。目前人们已经弄清结构及生理功能的酶就有 1300 余种。据估计，人体内大约有各种酶 20000 ~ 30000 种之多。酶的作用不但具有高效率，而且具有选择性。例如，同样水解蔗糖，用蔗糖酶比应用盐酸效力高 20000 亿倍。但是酶的选择性却非常强，盐酸既可水解淀粉，又可水解蛋白质和脂肪，而酶却不行，一种酶只能起一种催化作用。

酶为什么有如此强大的催化作用呢？原来它有自己独特的催化方法。在进行催化时，被催化物质分子结合在酶的活性部位上，在那里发生化学反应，酶提供了一种在低活化能状态下进行反应的途径。化学反应完成后，酶分子脱身而出，又去与第二个分子结合。就这样在 1 分钟的时间里，一个酶分子能够促使几百个甚至几百万个其他物质分子转化，而酶本身却几乎一点也没消耗。因此，人体内尽管每种酶的数量很少，但它却能发挥巨大的催化效能，完成繁重的工作任务。

酶还有一种性格脾气，即它对“工作条件”要求很苛刻。特别是温度、酸碱度。人体中的酶在 37 摄氏度左右工作效率最高，高温会使其丧失工作能力。因此，人发高烧时，常常食欲不振和消化不良，原因之一就是高温抑制了酶的活性。低温，酶的活性也会大大降低，但它不会死亡，所以低温麻醉下的人或冬眠的动物新陈代谢很缓慢，不用补充食物。

酶不仅是生物体内重要的物质，而且在现代工业、医药、日常生活中发挥着越来越大的作用。

以前工业上用淀粉生产葡萄糖，都是用无机酸作催化剂，需要在高温、高压、强酸条件下进行，需要耐酸、耐高压的特殊设备，原料纯度的要求也很高。现在改用酶法生产葡萄糖的新工艺，既提高了产率，又简化了设备，用时还节约了原料。

近年来酶法医疗已广泛受到重视，各种酶制剂的临床应用在不断扩大，从单一酶的使用，发展为复方制剂的使用，从主要用于助消化扩大到消炎、抗凝、促凝及其他许多范围。例如，用胃蛋白酶、胰酶制剂与多酶片，可以增进消化能力；胰蛋白酶、糜蛋白酶等能催化分解蛋白质，已用于外科伤口净化以及胸腔或腹腔膜粘连的治疗等；纤溶酶、链激酶、尿激酶能溶解血块，防止血栓形成，故可用于血栓性静脉注射、心肌梗塞等的治疗。

日常生活中，我们使用的加酶洗衣粉，它能很快除去衣服上的污垢、血迹、汗迹、奶迹、果汁污迹等含蛋白质较多的污垢。这是因为这种洗衣粉中，加入了一种在碱性环境中生存的酶——碱性蛋白酶，它能使蛋白质迅速分解，转换成易溶于水的氨基酸，污垢自然就很容易被洗净了。这是其他洗衣粉望尘莫及的。但切不可用加酶洗衣粉洗涤丝、毛织品，因为这些织品本身就是蛋白质组成，它们会在酶的作用下被损坏。

酶化学是一门新兴的且发展前途非常广阔的科学，世界上许多国家都在你追我赶地加强研究，以使其更好地造福于人类。

51. 种豆也能得瓜 ——遗传与化学

生命的起源问题是科学上的一个重大问题。生命的出现是物质运动漫长发展的结果。从无机物到有机物，从一般有机物到生物大分子——蛋白质和核酸，再从生物大分子到生命现象，是这漫长的发展过程的几个阶段。在人们探索生命起源并在用化学方法人工合成生命的实践中，尿素的合成突破了无机物和有机物的界限，开创了有机合成的新时代；胰岛素的合成，突破了有机物和生物大分子的界限，开创了人工合成蛋白质的新时代。

继 1965 年我国化学家合成蛋白质——结晶牛胰岛素之后，1981 年 11 月，中国科学家又合成了具有完整生物活性的酵母丙氨酸转移核糖核酸，再次走在探索生命奥秘的前列。这些成果使世界震惊，可与成功发射人造卫星、制成原子弹、氢弹相提并论！

从植物到动物，以及人类都具有遗传的特征，即子代表现亲代的性状，以保持物种的相对稳定，这是自古以来人所共知的事实。然而，对于为什么会遗传这个千古之谜，只有当代人对核酸的研究比较清楚后，才逐渐被揭开。

核酸和蛋白质一样，也是一种大分子，是由数量很大的单体组成的。核酸的单体是核苷酸，每个核苷酸分子又是由更小的戊糖、杂环碱和磷酸分子构成。这个戊糖可以是 D—核糖，也可以是 D—2—脱氧核糖。因此，根据不同的核糖可以将核酸分成核糖核酸（RNA）和脱氧核糖核酸（DNA）两大类。

核酸在生物体内含量很少，但在生物的生长发育、繁衍后代中，却有着奇妙的极为重要的作用。原来生物体内负责遗传的脱氧核糖核酸，它携带着生物的“遗传密码”，生物就按照“密码”的规定传宗接代。俗话说“种瓜得瓜、种豆得豆”，就是因为瓜种所含的核酸分子，它的环节有的管长蔓，有的管结瓜，于是种瓜的瓜种，必然长出瓜蔓结出瓜来。同样，人体内管遗传的核酸分子，复制出来后，进入子女的细胞，结果子女的形态、面容、本能、特征等许多方面就和父母相似。

人类不仅要认识自然解释自然，而更重要的是进一步改造自然。近几年来发展起来的遗传工程（又称基因工程），可以把一种生物体的核酸或人工合成核酸分子转移到另一生物中，就可以使这种生物，按照人们的需要具有特殊的功能，从而创造出崭新的生物品种。例如，如果把储有瓜的遗传密码的核酸分子移植在豆种里，就可以实现种豆得瓜的效果。

没有核酸就没有蛋白质。核酸的另一重要功能，就是参与生物体中蛋白质的合成。我们知道，动物不能从食物中直接吸收蛋白质，必须首先将它消化分解为各种氨基酸，然后再用这些氨基酸为原料，在体内合成所需要的蛋白质。在蛋白质里，各种氨基酸都有自己的位置，在合成的过程中，这种位置完全是在核酸的指挥下确定的。它们在其他物质和酶的参加下，经过复杂的生物化学反应，合成蛋白质。

人工合成蛋白质和核酸，有助于搞清生物大分子在生命活动中的作用规律，从而进一步揭开生命的奥秘。有人预言，人类不久将进入生命科学的时代。到那时，也许千里沙疆泛麦浪，北国雪原闻稻香；到那时，随着生长素的广泛使用，也许能使肥猪大似牛，小牛成大象；到那时，也许在工厂里人工合成粮食，满足人类生活需要。

在这里我们无法描绘出将来社会发展的全貌，但我们上面所推测的点点滴滴并非无稽之谈，按照现在技术更新的周期愈来愈短的趋势，上述目标的实现也许并非是多么遥远的事情！

52. 常见而又重要的问题 ——蛋白质变性

蛋白质是构成生物体的基本物质。对生命本身的机理来说，再没有比蛋白质更重要的物质了。无论是简单的低等生物，还是复杂的高等生物，其体内均存在蛋白质。小至病毒、细菌，大至巨象、海鲸，简单地如蕈、藻，复杂的如人类，全都以蛋白质为基础。人体和动物新鲜组织中蛋白质的重量约占 20%，人体干重蛋白质占 45%，某些器官，如肺、肌肉内蛋白质含量可达器官干重的 80%。近代科学实验已经证明，蛋白质是生物体内各种重要生命活动不可缺少的物质，在生命活动中起主导作用。

蛋白质是由氨基酸首尾连接的肽链组成。肽链具有一定的空间结构，它可卷成螺旋形，也可以是折叠形。在蛋白质分子中既包括肽键，也包括氢键、二硫键，以及由带电的羧基或氨基离子之间相互作用的盐桥。

蛋白质的这种复杂结构不太稳定，受到物理因素（如加热、紫外线等）和化学因素（如酒精、重金属盐等）作用，能使其内部结构发生或多或少的改变，则蛋白质原有的性质也改变，这种作用称为蛋白质的变性作用。蛋白质变性现象，在日常生活中经常遇到，不知你是否留心过没有？

加热可使蛋白质骚动增加，使其氢键和盐桥破坏，有规则的空间构型变得松散，藏于空间构型的疏水基团（烃基）裸于外，削弱了蛋白质的水化作用，结果使蛋白质发生聚沉凝固。例如，我们可以用加热的办法把生鸡蛋变成熟鸡蛋，同样也可用蒸煮的办法使微生物蛋白质凝固，以便对医疗器械消毒。

医生常用酒精杀菌消毒，是因为酒精能与水形成氢键，有很强的亲水性，它可以影响蛋白质中的氢键，使蛋白质脱水、变性沉淀。菌体蛋白质是构成菌体的主要成分，一旦被破坏，细菌就失去活力。至于为什么常用 70～75% 的酒精，而不用 95% 的酒精来消毒？主要是浓度高的酒精能迅速使菌体表面蛋白质变性，阻碍酒精渗入菌体内部发挥作用，结果使细菌暂时失去活力，但并不死亡。而浓度较低的酒精，使菌体蛋白变性慢，酒精可以继续渗入内部发挥作用，最后杀死细菌。

重金属盐，如汞盐、铜盐等对人是有害的，这是为什么呢？这是因为重金属盐能够破坏蛋白质的盐桥，重金属离子还能与氢硫基结合，破坏蛋白质的二硫键，使蛋白质变性。重金属盐中毒后，可以服用大量牛奶、蛋清、豆浆等蛋白质物质，以减少重金属盐对人体蛋白质的作用。另外，可服用二巯基丙醇解毒。其解毒机理可能是：许多金属化合物能与细胞中酶系统的巯基结合，抑制了酶的活动，从而使人中毒。二巯基丙醇与金属的亲合力较大，能与金属离子形成稳定的环状化合物，因而可解除金属离子对细胞酶系统的作用。

生长、发育、衰老、死亡是人类生命的必然过程，长生不老是不可能的。影响衰老的因素很多，例如遗传、免疫、内分泌、环境等都与衰老有密切关系。当然衰老也与蛋白质的缓慢变性密切相关。如久放的种子会失去发芽能力，人的机体也会逐渐衰老，如皮肤松弛出现皱褶，眼花耳聋，动脉硬化……目前许多生物化学科学工作者积极开展如何防衰老、葆青春的研究，实际是在研究如何防止蛋白质变性的问题。

总之蛋白质的变性问题，是日常生活中经常遇到的现象，研究并掌握蛋

白质的变性规律，对造福于人类有着重要的意义。

53. 含量虽少，作用巨大
——微量元素与人类健康

现在研究表明，人的健康与水土有密切关系。早在 60 年代，英国地球化学家汉密尔顿通过测定人体血液中各种化学元素的平均含量和地壳中各种化学元素的丰度值，发现两者之间非常相似，即地壳中丰度值高的元素，如铁、钙、钠等，在人体中含量也比较高。反之，丰度值比较低的元素，如锌、锰、钴等，在人体中含量也较少。他把含量较高的称作“生命结构元素”，含量较低的称为“微量元素”。

经过进一步研究证明，生命所必须的元素共有 24 种。氢、碳、氧是活的有机体内最丰富的元素，它的原子数占人体内所有原子数的 99.3%。这些元素可以组成许多化合物，在人体中发挥着重要作用。另外还有 20 种元素对生命也是必要的。尽管它们只占人体原子数的 0.7%，却发挥着对生命很关键的各种各样的作用。活的生物体如果缺乏这些元素中任何一种元素，都会导致疾病和死亡。

这 20 种元素可分为两组。一组由 7 种元素组成，它们是钾、镁、钠、钙、磷、硫和氯，这些元素在人体中含量也比较多，而其余 13 种元素含量非常少，称为痕量元素。生命所必需的元素及含量详见下表。

元素名称/ 占人体总原子数的百分比/ 在人体总质量(假定 70 公斤里所占的份量，以克计

氢/	63 /	6580/	
氧/	25.3/		43550
碳/	9.5/12590		
氮 /	1.4 /	1815	
钙	/ 0.31/		1700
磷 /	0.22 /		680
钾/	0.06/		250
硫/	0.05/		100
氯/	0.03/		115
钠/	0.03/	70	
镁 /	0.01/		42
铁锰钴铜锌钼钒铬锡氟硅硒碘 / <0.01<0.01/7 <1			

所有这 20 种元素，在活的机体中既有呈离子状态的，也有与有机分子进行共价结合的，它们对人体的生理功能各自发挥着不同的作用。

化学元素在人体中的作用，并不是以含量多少来论高低，而是看它在生命过程中是否起决定作用。微量元素含量虽少，但作用巨大。下面对部分微量元素对人体的作用作一简单的介绍。

锌在人体中的含量很少，约占人体体重的 0.003%。含量虽少，但有其特殊作用。它能激活生殖细胞，影响人体的先天遗传。它与人体中 100 多种酶有关，参与蛋白质和核酸的合成，能量代谢以及维生素 A 的转运。它还能增强吞噬细胞的活力，提高人的免疫功能。因此，缺锌会导致胎儿畸形、智力低下、精力不足、体能下降、伤口愈合缓慢等，因而被称为“活力元素”。

有的小孩喜欢吃煤渣、泥土，实际就是因为缺锌引起的，只要多吃些含锌多的食物，如贝壳食物中的蛤、蚌等，即可治愈。

硒在人体中含量也不多，但它的作用却非同小可。因为人体在能量转化、神经传递信息、蛋白质的合成和肌肉收缩等过程中，会不断地产生一部分失去控制的自由基，它们非常活泼，到处乱窜，时常破坏正常细胞，是癌症、肿瘤、畸变、衰老等的诱发因子，而含硒的谷胱甘肽过氧化酶等，却能吞噬这些自由基，因而在抗肿瘤、抗衰老和防治大骨病的药物中，有相当一部分是补硒剂。

铁在正常成年人人体内含量为 3—4 克、约占人体重的 0.004%，其中 80～70% 和血液中的血红蛋白相结合，担负给各组织、器官输送氧的任务，并带走二氧化碳。最常见的营养性贫血就是由于缺铁造成的。含铁较多的食物有动物肝脏、黑木耳等。

锰是活泼多能的微量元素，其活泼性在微量元素中占第一位。它能活化催化人体生化反应的酶，可参加蛋白质的合成。缺锰会引起生长发育障碍及食道癌、胃癌等。

镁在人体中含量约为体重的 0.05%，其中 70% 存在于骨骼中，其余分布在各种软组织和体液内。镁能抑制神经的兴奋，当血液中镁的含量增高至 20 毫克时，中枢神经受到抑制而发生麻醉现象。

当然，我们强调微量元素的作用，也不是说人体内的微量元素越多越好。例如人体所需要的氟主要来源是饮水和食物，饮水中所含的氟的多少直接影响人体健康。饮用水中氟化物如氟化钠的浓度在 1 毫克/升，可以减少龋齿的发生，但含量在 2 毫克/升以上，就会发生齿斑（牙齿变黄），以至损坏骨骼。

在现代医学中，只要对人体的化学元素进行普查分析，不仅能诊断出许多常见病、多发病和地方病的病因，而且还可以通过进补化学元素的方法给予有效的治疗。这是化学对人类健康的一大贡献。

54. 智力元素 ——碘

碘元素是在 1811 年首先由法国的药剂师库瓦特发现的。他在用海藻灰加硫酸制取药物的过程中，由于加入硫酸太多，从溶液中突然冒出一股紫色的蒸汽，蒸汽形成“彩云”冉冉上升，有一种使人窒息的气味。1814 年经英国化学家戴维和法国化学家盖·吕萨克对这种物质进一步研究，确认它是一种与氯相似的新元素，并建议把该物质取名为碘。碘的希腊文为紫色的意思。

碘是一种非金属元素，对于人体是不可缺少的微量元素之一。人体缺碘就会患一种甲状腺素分泌不足的病，引起一系列严重后果。1896 年，德国生物化学家鲍曼发现，人体甲状腺的显著特点是含碘量较高，它分泌的甲状腺素每个分子中有四个碘原子。故碘是甲状腺的重要物质。缺碘最严重的危害是影响儿童的智力，并使其终生难以得到改善。德国弗兰茨·阿道夫·霍尔斯特教授最近研究结果表明，严重缺碘的孩子，智商要比同龄人低 30%。我国最新的一次调查确认，碘缺乏区的人群，智商要比不缺碘的人群低 10%。因此，碘被科学家称为“智力元素”。

如果成人摄入的碘不足则会影响甲状腺的正常分泌机能，引起甲状腺代偿性的增生，肿大，在脖子下面鼓起一个大肉瘤，俗称“大脖子病”。此外，

还会引起克汀病和亚克汀病的发生，造成孕妇早产、死胎、生下先天畸形婴、聋哑婴等。中年人缺碘，还容易导致患高胆固醇症、高血压病及糖尿病等。

据统计，全世界目前有 10 亿多人生活在缺碘地区，而我国就有 4 亿多。据有关资料介绍，除上海外，我国其余省、市、自治区都有碘缺乏症区，总计约 1900 多处。在世界有关组织的支持下，我国计划 2000 年消灭缺碘症。

解决缺碘问题并不十分困难，但要国家政府重视支持，人民生活注意。目前的治疗方法是在饮食中人为地添加碘元素，如在食盐中添加碘化物，制成含碘盐，供缺碘区人民食用；另外，食用海带等海草也很有效。海草中的碘元素浓度要高出海水中碘浓度的数十倍到几百倍；当孩子缺碘比较严重时，可在医生的指导下，服用一些碘剂进行补救治疗。

食用“碘蛋”是当今治疗缺碘症很有效的方法。日本花费了 20 年的时间，成功的研制出含碘高的“碘蛋”。它们以海藻等含碘高的饲料喂养家禽，使植物中的无机碘在母鸡体内变为有机碘，这样便于人体吸收利用。据测定，这种碘蛋比普通鸡蛋含碘量高数十倍，既是老幼皆宜的营养滋补佳品，又能对因缺碘引起的常见病有显著疗效。

我国也能够生产碘蛋，并且通过了技术鉴定。我国生产的碘蛋可根据不同需要，分别培养出含碘 1000 至 2000 微克、500 至 1000 微克、500 微克以下 3 种鲜蛋。同时临床试验效果很好，一个糖尿病患者，每天吃两个碘蛋，一个月后尿糖降低，体力恢复。

可以预料，随着科学技术的进步和人类生活水平的不断提高，人类彻底征服缺碘症已经为期不远了。我国 2000 年克服缺碘症的目标一定能够实现。到那时，我国人民健康水平、智商水平将会进一步提高。

55. 蓝色维他命 ——空气负离子

人的健康原本应该从空气开始的。国外评价空气的第一指标就是负离子的含量。像海滩、森林、高山、湖边……之所以令人心醉，全赖于饱含负离子的空气。

空气负离子是一种带电的微粒。很早以前，科学家们就发现了空气带电现象。雷雨天，在电闪雷鸣的同时有巨大的能量放出，使周围空气发生电离，从而产生大量的负离子。

空气负离子对人的健康非常有益。它不仅能使空气格外新鲜，还可以杀菌、除尘和治病。当空气中负离子浓度较高时，能抑制多种病菌的繁殖，降低血压和消除疲劳，促进人体的新陈代谢，调节和促进人体的生长发育。因而人们将空气负离子比喻为“蓝色维他命”和“空气长寿素”。

树木、花卉放出的芳香挥发性物质具有增加空气负离子的功能，喷泉本身就是一个空气负离子发生器，甚至喷水的淋浴头也有助于发生负离子。这就是原野、海边或森林空气负离子格外多的原因。

空气中的负离子不会无限增多，也不是一成不变的，而是不断产生，不断消亡。在洁清的空气中，负离子的寿命一般为 4—5 分钟，在污染的空气中仅能存 1 分钟左右。

据测定，在北京北海公园每立方厘米空气会有 832 个负离子，而在行人拥挤的王府井大街才含有每立方厘米 226 个。因此人们在北海公园和在王府

井大街感觉很不一样。

随着生活水平的不断提高，空调设备已进入办公室和家庭。长期在这种环境下工作和生活，会感到四肢无力，烦闷昏沉，工作效率下降，抗感染能力减弱，产生一种“城市办公空调综合症”。其原因之一就在于外界空气通过空调机风道和过滤器进入室内时，一部分负离子被阻拦。据测定，无空调房间每立方厘米空气中含负离子 800 个，而有空调的房间中仅有 50 个。因此，在这样的房间里应设置空气负离子发生器。

现在生产的空气负离子发生器品种较多，值得介绍推广的是广东生产的“空调专用负离子发生器”。它既有空调功能，又具有产生负离子的功能。它产生负离子的浓度世界最高，超过进口产品的 10 倍以上；耗电量世界最低，日夜工作，每月耗电小于一千瓦时；无臭氧，而且可以由空气循环形成自然离子风，可以有效的增进人们的身心健康。采用这种空调专用负离子发生器，在家里同样可以呼吸到有如雨后天晴般蔚蓝洁净的空气。

在装有空气负离子发生器的房间里，当你工作劳累感到疲劳时，可以对着负离子发生器深深地吸几口新鲜的负离子空气，刹时就会感到清新悦目，特别舒服。负离子发生器产生的负离子会随着距离的增加而骤然下降，一般到 2 米以外只剩下原始浓度的百分之几或更少。

洁净的空气对生命来说，比任何东西都重要。人需要呼吸新鲜、洁净的空气来维持生命。据统计成年人每天呼吸约 2 万次，吸入的空气的量约为 10—15 米³。因此，可以毫不夸张地说，空气是生命之本，是大自然馈赠给人类珍贵的资源。含有较多负离子的空气，对人体的健康极为有益。因此奉劝大家在学习工作之余，要经常到郊外、到森林、到海边、到广阔的大自然中去，尽可能多的去接受大自然奉献给人类的“蓝色维他命”。

56. 1000 亿个神经细胞 ——大脑的化学世界

脑和神经组织总共不过占体重的 1/40 左右，但它们是体内功能最高级的系统，由它们所控制的生理功能也最多，因此成为一个十分复杂的科学课题。机体内，各器官、各系统的功能活动为什么能互相紧密联系又互相制约、互相协调呢？为什么在一定的外界环境条件下，机体能通过对功能活动的调整，取得内外环境的相对统一，运动和平衡的相对统一，从而保证机体更好地生活和工作？长期的研究工作已经证明，大脑和神经组织在这种调节机构中起着主导作用。

大脑是人类一切活动的指挥部，人类的聪明才智，精神生活等都与脑中的化学有关。大脑和神经生化，已成为生命科学的前沿课题，也是现代生活化学的重要内容。

成人脑和神经的化学组成，主要含蛋白质、脂类、水分和无机盐等。水分平均含量为 78%；蛋白质约占神经组织总固体物的 38~40%，其中包括多种球蛋白、核蛋白和神经角蛋白；脂类占神经组织固体物的半量以上，主要有磷脂、胆固醇、糖脂、含硫脂类等。脑中的脂不仅是细胞膜以及髓鞘的组成部分，更重要的是参与脑内各种功能的活动；无机盐主要为钾的磷酸盐和氯化物，亦含少量钠和其他碱性元素的盐类。

不久前，美国的舍别尔教授应用最新的技术，即激光扫描显微镜，深入

细致的研究了人脑的微细结构，发现人的大脑由 1000 亿个神经细胞组成，细胞的种类约有 5000 万种。在大脑细胞中，最重要的部分是胞体。每个胞体又生长出数目众多的突起部分——树突和轴突。大脑中所有的胞体的树突和轴突都交织在一起，就像一片片茫茫的林海。轴突的末梢还有许多突触，突触是一些小泡，彼此间有几微米的间隙隔开。

突触里的小泡和突触与突触之间的空隙都充满着传递信息的化学物质。科学家们把这些能够传递冲动的化学物质叫做“神经递质”。到目前为止，已经发现的神经递质有 30 多种，如肾上腺素、去甲肾上腺素、5—羟胺以及肽等。

胞体和树突有一层很薄的纤维膜，膜内外分别含有钾离子和钠离子。由于钠离子（ Na^+ ）的半径比钾离子（ K^+ ）的半径小，钠离子对水分子的吸引也比钾离子多。因此，钠离子与水的结合体的体积反倒比钾离子与水的结合体的体积大些。胞体和树突的纤维膜只能让钾的水合离子通过，而钠离子阻止在外边。从而造成膜内的钾离子比膜外的多，而膜外的钠离子比膜内的多。当它们受到外界信息刺激时，膜内外的化学环境立即发生变化，一部分钾离子穿过膜层流出膜外，膜外一部分钠离子也会迅速地渗入膜内。由于这两种带电离子浓度的改变，在膜的两边也就造成了一个小的电位差。当这个电位差足够大时，便会形成一个电脉冲，这个电脉冲会沿着树突刺激突触，这时，贮藏在突触末端液囊里的有机分子，如乙酰胆碱等就会喷射到突触之间的空隙里，并同空隙的有机分子形成乙酰胆碱复合物，将神经冲动传递给下一个大脑细胞的突触，一个接一个的传递。

在大脑中，除了这些较小分子的神经递质外，还有许多信息密度较大的肽。肽分子上的每一个氨基酸就像一个英文字母，由几十个或 100 多个氨基酸组成的肽，就像几个英文句子。如果小分子的神经递质像电传打字机那样，一个字母一个字母地记录和传递信息的话，则肽是用录音机那样整段整段的传递。因此，大脑中化学信息的密度是相当高的，达到每立方厘米 10^{12} 个信息单位。一个表面约 5 平方米，质量约 1400 克的人脑，其总信息量达 1000 万亿个信息单位。这就是大脑的化学世界！

57. 真正的“万能血” ——人造血

血液是生命的命脉。它周身循环，把从肺部摄取的氧气和小肠的绒毛壁上得到的营养物不断地输送到身体的各种组织，同时又把各组织产生的废物如二氧化碳、有机酸等通过肺和肾排出体外，保证人体充满活力。

据科学家计算，如果一个人活到 70 岁，那么他的心跳就曾抽吸过 1.75 亿万公升血液。如果把这些血液和聚起来，将汇集成一个 700 米长、100 米宽和 2.5 米深的大湖，这是相当惊人的。一个成年人，体内血液约占体重的 $1/10$ 。一旦血容量降到 500 毫升以下，血液循环就会终止。如果不立刻输血，很快就会死亡。

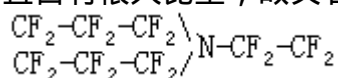
奥地利的病理学专家兰斯坦纳于 1902 年证明人有 A、B、AB、O 四种血型，并发现血液里的红血球遇到异型血清时会发生凝聚，导致死亡。人们常称 O 型血为“万能血”，意思是不管需要输血的病人属于哪种血型，都可以接受 O 型血。事实上，在输血之前必须进行验血，验明输血者和被输血者的血型

各是什么型的才能进行，否则因血型不一，输血后会造成生命危险。

验血需要设备和时间，一些危重病人常常因为没有足够的时间和必需的设备无法输血而死亡。同时，时至今日，世界上所有血库里的血都是从身体健康的人身上取来的，血源极其有限，远远不能满足社会的需要。为了使千百万病人能在危急时刻迅速得到输血，科学家们从本世纪 40 年代便开始了人造血的研究。

最早研究人造血的是美国辛辛那提医院的小儿科教授克拉克。他在做实验时，发现一只老鼠掉进一种白色溶液里，几小时后，老鼠竟然仍在溶液里活蹦乱跳着。他高兴极了，意识以这种溶液很可能被用作人造血。

那么，这种白色溶液究竟是什么东西呢？原来它是全氟三丙胺、全氟丁基四氢呋喃、全氟辛烷等。因为在这些化合物的分子中都含有氟原子和碳原子，且占有很大比重，故又名“氟碳人造血”。



全氟三丙胺

制造时，首先将全氟三丙胺等经过雾化处理，制成直径只有 0.1 微米的微球体，以使人造血在体内进行循环时阻力较小；然后再加入少量葡萄糖和钾、钠、钙、镁等电解质，这样就制成白色的人造血了。

这种白色的人造血与人血相比，有许多奇妙的功能。首先，它也能够运载氧气和二氧化碳，而且容氧量和容二氧化碳量比人血高 2 倍，同时从吸氧到放氧之间的速度比人血快 6 倍，这对病人供氧特别有利；其次，人造血的最大优点是在输血时不需要进行化验，任何血型的病人都可直接输入。而且一旦输入，便能很快缓解病情，使病人安然度过休克期。这对医疗条件较差的地方医院更为适用；再是，人造血化学稳定性好，人血一般只能放两三个月，而人造血存放两三年也不变性。更值得人们赞叹的是，人造血对一氧化碳的亲合力比人血大。当人体煤气中毒后，只要输入人造血，它便可以从人血中把一氧化碳夺过来，使中毒者起死回生。

我国对人造血的研究虽然起步较晚，但进展很快。我国化学和医学科学工作者研制的人造血，荣获中国科学院 1987 年科研成果一等奖，并在老山前线成功地挽救了 13 位战士的生命。这一成果引起了世界的关注。

人造血研制的成功，是千百万失血者的福音，是 20 世纪医学的奇迹。科学家们预言，人类治病依靠献血的时代可能不需要很长时间即可宣告结束，这是人类科学智慧的又一伟大胜利。

58. 血液中的重要平衡

——酸碱平衡

我们知道，血液对机体内物质的运输、内环境因素（如 pH 值、渗透压、体温等）的调节、异物的防御（免疫）等有着极其重要的作用。

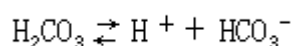
在生命活动过程中，会不断地产生酸性物质，如碳酸、乳酸等；也会不断地产生碱性物质，如碳酸氢盐（ HCO_3^- ）、磷酸氢盐（ HPO_4^{2-} ）等。另外，人们摄取的食物中也有相当数量的酸性或碱性物质。尽管如此，健康人的血液的 pH 值总是保持在 7.35~7.45 的范围内，且不会发生显著的改变。如果血液的 pH 值降低到 7.35 以下，人要发生酸性中毒；降低到 7.1 以下，一般

便要死亡。同样，血液的 pH 值上升到 7.45 以上，人要发生碱性中毒；上升到 7.6 以上，一般也会死亡。

血液中的酸碱平衡是怎样维持的呢？

原来正常人血液里的 pH 值主要是依赖于血液内存在的一些酸性和碱性物质，以一定比例组成的特殊系统来调节的。这一特殊系统就是血液中的缓冲溶液。所谓缓冲溶液是由弱酸和弱酸盐或弱碱和弱碱盐组成的，它们有抗酸、抗碱、抗稀释的作用。

血液中的主要缓冲系统是碳酸——碳酸氢盐系统，它具有以下平衡方式：



当强酸 (H^+) 进入这个系统时，就会增加 H^+ 离子的浓度，上述平衡会向左移动，降低 H^+ 离子浓度，形成更多的碳酸。碳酸不稳定，将分解成为二氧化碳和水；二氧化碳经血液传输到肺部，由肺呼出。许多因素都能引起血液酸度的增加，如肺气肿引起的肺部换气不足；充血性心力衰竭和支气管炎；患糖尿病和食用低碳水化合物和高脂肪食物引起的代谢酸的增加；在严重腹泻时失去过多的碳酸氢盐；因肾功能衰竭引起氢离子排泄的减少，等等。然而，人体也有补偿机能，能把血液中的 pH 值恢复到正常水平。首先是通过加快呼吸来排除多余的二氧化碳（由碳酸分解出来的），其次是加强氢离子的排泄和延长肾里 HCO_3^- 离子的停留时间，产生酸性尿。

碳酸氢盐缓冲系统也能抑制强碱的进入引起的 pH 值的升高。碱与氢离子反应生成水，降低了系统中的氢离子浓度，使平衡向右移动。人在发高烧和歇斯底里发作时换气过快，咽下过多的碱性物质（如抗酸药）和严重呕吐等，都会造成血液里碱度增加，引起碱中毒。碱中毒不如酸中毒普遍，身体的补偿机能通过肺部降低二氧化碳的排出量和通过肾脏增加 HCO_3^- 离子的排泄量，来使血液里的 pH 值恢复正常，结果便产生了碱性尿。

除了碳酸——碳酸氢盐缓冲系统外，血液中还有磷酸氢盐（ Na_2HPO_4 和 NaH_2PO_4 ）和蛋白质（由酸性蛋白质 HPr 与碱性蛋白质 Pr^- 组成）系统。不过，这两种缓冲系统相对于碳酸——碳酸氢盐系统，作用还是较弱的。

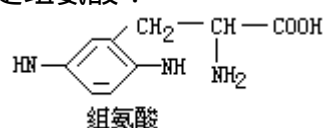
血液的缓冲系统、肺和肾三方面必须相互协调，才能保证血液中有较为稳定的 pH 值。任何一方面作用出现障碍，都可能造成体内酸性或碱性物质的积存，从而导致酸中毒或碱中毒。近几年来，对血液 pH 值和酸碱平衡（血气）的测定技术已广泛应用于危重病人的抢救，甚至通过连续监视患者血气的 pH 值的变化情况，来了解病情和进行合理的治疗。

59. 开创医学的新纪元 ——分子病的医治

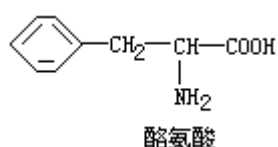
在非洲一些国家，儿童一生下来，便患有一种遗传病。这种病叫做镰刀形细胞贫血症。之所以称它为镰刀状细胞贫血病，是因为患有这种病的人，血液中的血红蛋白分子不像正常人那样是球状的，而是像镰刀那样，变为畸形，从而与氧结合能力降低，导致患者贫血，故命名为镰刀形细胞贫血症。

那么，在这种病患者的血红蛋白分子中，什么地方出了毛病呢？我们知道血红蛋白分子是由一个个不同的氨基酸按一定的顺序连接起来的，而控制

这种连接顺序的密码则是由核糖核酸（RNA）决定的。患镰刀形细胞贫血病的人，由于 RNA 分子中一种叫 CAC 的密码子被 UAC 密码子所取代，因而由它控制的合成血红蛋白分子时，第 146 个氨基酸出现了差错；正常人的血红蛋白分子中的第 146 个氨基酸是组氨酸：



而在镰刀状细胞贫血症中则被换成了酪氨酸：



由于酪氨酸与组氨酸的分子基因、分子形状和大小都不同，所以在血红蛋白分子中，各个氨基酸的位置和原子之间的相互作用等都发生了变化，从而导致血红蛋白分子由圆球形变成了镰刀形，这样抱合氧分子的能力降低了，使患者输氧不足，出现贫血症状。因此，这种病叫做遗传病，也叫“分子病”。

到目前为止，科学家们已发现的分子病有 2000 多种。比较常见的还有血友病，苯丙酮酸尿症等。

血友病也叫“王室病”，19 世纪英国维多利亚女王家族就患有这种病，后来又通过出嫁的公主将此病带到了荷兰王室。所谓血友病，即出血不止。这是因为控制血小板的基因发生畸变，导致血小板数目急剧减少，从而大大减弱了凝血功能。得有此种遗传病的人，千万要多加小心，不能有创伤，否则会出血不止，危及生命安全。

苯丙酮酸尿症也是一种比较严重的遗传病。患有此病的人，由于体内负责将苯丙氨酸代谢为酪氨酸的酶的分子结构出了差错，结果体内产生了大量苯丙氨酸和苯丙酮酸。由于这两种物质对大脑发育有抑制作用，可使患者智力迟钝，反应痴呆，形成先天愚型。

分子病过去一直是一种可怕的难治之症，它具有先天性、终生性和家族性，给许多患者造成终生痛苦，而且还可能把这种疾病，这种痛苦一代一代传下去，对个人、对家庭、对社会、对国家都是很大的不幸。

此种病早已引起了许多科学家的关注，并千方百计加强研究，想能早日将此难题加以解决，但收效不大。随着生命科学的发展，特别是生物工程技术飞速进步，给彻底医治“分子病”带来了曙光。

不久前，美国科学家找到了若干种分子内切酶，这种酶专一性很高，它只切断蛋白质或核糖核酸（RNA）分子中某一个特定部位的化学键，而对其他化学键则不起任何作用。这样，这种内切酶就有可能将核糖核酸分子中有缺陷的遗传基因切除，并将正常的基因片段接上，从而使核糖核酸分子恢复正常；使遗传病得到根除。目前这项技术仅仅是刚开始，还有许多实际问题要解决，但是可以预计，人类彻底消灭遗传病的日子已为期不远了！

60. 永不生病的内脏 ——人工肾、肝、肺

医学家们发现，造成人类死亡的病因，往往只是人体中的某一器官或某一部分组织患病，如心脏出了毛病，肺、肝或肾发生病变等，而身体的其他器官是好的，还能继续工作。如果把这些生了病的器官换掉，生命不就可以延续了吗？事实正是这样。开始，医生是用其他人的器官给病人做更换手术。但随着这方面病人的增多，这种作法已不能满足需要了，人们便很自然地想到用人造的器官来代替人体的器官。现在，人体内的各种器官及骨骼都可实现人工制造了。

人工肾是利用渗析原理制成的，它是研究得最早而又最成熟的人造器官。人工肾实际上是一台“透析机”，血液里的排泄物（如尿素、尿酸等小分子、离子）能透过人工肾里的半透膜，而血球、蛋白质等半径大的有用物质都不能通过。目前，全世界靠移植人工肾存活的人已达十万以上。

要制造高效微型适用的人工肾，关键在于研制出高选择性的半透膜。目前研制的制膜材料有多种多样，它们主要是人工合成高分子化合物，如聚丙烯腈硅橡胶、赛璐珞、聚酰胺、芳香基聚酰胺等。

制成的半透膜的形式也有多种多样，有的制成膜、有的制成中空纤维状。这些膜在显微镜下观察，上面布满了微孔，微孔的直径只有百万分之二到千分之三毫米。

人工肾的研制成功，挽救了千千万万肾功能衰竭的病人。现在人工肾已进入了第四代。第一代人工肾有近一间房屋大；第二代人工肾缩小到一张写字台大小；第三代人工肾只有一个小手提箱那么大，病人背上它能行走自如；第四代人工肾是可以植入人体的一种小装置，应用起来更加便利。

聚丙烯腈硅橡胶是最常用的一种医用高分子化合物。它除了可作人工肾外，由于它有极高的可选择性，还可用它制成人工肝的渗透膜。它能够把血液里的毒物或排泄物，以及血液里过量的氨迅速地渗析出来。过量的氨是肝脏发病时氨基酸转化而成的。这种人工肝可以把肝昏迷病人血液里的毒素迅速排除出去，使病情很快缓解，从而拯救肝脏危重病人的生命。

还可以用聚丙烯腈硅橡胶做成空心纤维管，然后用几万根这样的毛细管组织人工肺的“肺泡”，并和心脏相连，人工肺便可以工作了。空心纤维管上的小孔代替肺上的7亿多个肺泡组织，它能够吸进氧气，呼出二氧化碳气，使红血球、白血球、蛋白质等有用物质留在体内，完全和肺的功能一样。这种人工肺已用于临床。在日本利用这种人工肺已使很多丧失肺功能的病人获得了新生。

据统计，全世界几乎每10个人中就有一人患关节炎。这种病不仅中老年人易得，青少年中也有相当多的人患有这种病。目前的各种药物对关节炎还不能根治，最理想的办法就是像调换机器上的零件那样，用人造关节将人体上患病关节换下来。科学家们经过大量的研究和实验，最后采用金属作骨架，再在外面包上一种特殊的“超聚乙烯”，这种医用高分子材料弹性适中，耐磨性好。在摩擦时还有自动润滑效果，不会产生碎屑。它有类似软骨那样的特性，移植到人体的效果非常好。目前在国外，这已经是一个很普遍的手术了。

发展人工器官是20世纪医学上取得的重大成就，也是当今医学科学的一个重要课题，许多化学上的原理，以及许多高分子材料的研制，正是解决这一课题的重要基础。

61. 遨游大海，梦想成真 ——人工鳃的产生

“天高凭鸟飞，海阔凭鱼跃”。有一天人类能像鱼儿一样，在大海里自由遨游多好啊！

科学家们对鱼类进行了研究，发现鱼之所以能生活在水里，是因为鱼具有鳃这一特殊的生理构造。鳃能将水中所含的氧分离出来供鱼类生存需要，同时将鱼体产生的二氧化碳通过鳃排出，这样来完成鱼的呼吸循环，使鱼类能在水中生存。

要是人有鳃一样的器官，不就可以像鱼一样在水中生活了吗？很遗憾，我们人类身上没有这样一个器官，今后也不可能长出一个鳃来。但是，我们能否利用智慧，人工制造出一个这样的鳃来呢？如果能获得成功，不就可以到水中去遨游，像鱼儿一样在水中自由自在的生活了吗？

要制造人工鳃，首先要找到具有这种特殊功能——即能吸进氧气，呼出二氧化碳气的材料。

科学家在研究生物结构时发现，生物的基本生命单元是细胞。细胞膜能将营养物质析出并让它渗到细胞里去，也能将人体排出的废物通过它赶出来，细胞膜在维持生命的新陈代谢中发挥着重要作用。根据这个道理，如果我们能够研究出一种薄膜，它在水中能吸进氧气，又能排出二氧化碳，人工鳃不就可以制成了吗？

有机硅化合物，是元素有机化合物中很重要的一大类化合物。许多有机硅化合物具有优异的化学性质和物理性质，但最神奇的，能为人类创造奇迹的还要数那些特殊的功能材料。

科学家在研究硅的有机化合物中，发现有的硅有机化合物可以制成很薄的薄膜，这种薄膜具有生理功能；将它做成一个容器状的立体放入水中后，它能从水里分离出氧气，并将氧气吸收到自己的立体空间中来，同时，它还可以从容器内向外分离析出二氧化碳气体。这不正是鱼类鳃的功能吗？这一重要的发现，促进了科技工作者对这一类材料的研究。

但是，从实验到实用的路程是漫长的，只有那些不畏艰险、勇于攀登的人才有望达到顶峰。在此项研究工作中，实践证明，目前的这种有机硅聚合物薄膜的功能还只是初步的，它分离气体的能力，还不能满足实用要求。经过计算，要至少 20 平方米的这种薄膜做成的容器，它从水中分离析出的氧气才能供一个人生存所用。但是，要将仅有 1/400 毫米这样薄的薄膜作成这样庞大的容器是非常困难的。何况在水下面还有来自各方面的压力，势必会将薄膜压得粉身碎骨。同时，人如果携带着这样一个庞然大物在水中也是难以行动的。当然，要想人工鳃小型化，其困难更是可想而知的。

为了探索物质的奥秘，科技工作者并没有在困难面前止步，他们继续不断总结经验，顽强奋进。因为既然像鱼鳃一样功能的材料已经找到，这为制造人工鳃奠定了可贵的基础。今后的工作只是如何进一步提高功能，满足人类的实际需要。目前，有的科学家在研究将这种有机硅聚合物薄膜改制成毛细管形来试验，看能否提高其生理功能。经过科技工作者的不断努力，符合人工鳃需要的特殊功能材料，总有一天，会被造出来，到那时，人类遨游大海的梦将成为现实。

62. 细菌的克星 ——化学消毒剂

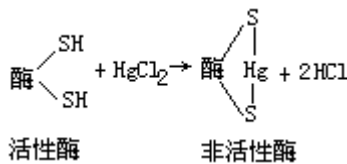
细菌是常见的一类病原微生物，属于原核生物。细菌虽小，但也和其他生物一样，有一定的化学组成。其主要组成有水、无机盐、蛋白质、核酸、糖类、脂类和维生素等。

我们知道，病原菌在一定条件下，与人类机体相互作用，破坏机体的防御屏障，并在体内进行生长繁殖的过程，称为传染。病原菌在繁殖过程中，其代谢产物如毒素等，对组织器官造成损伤，使其发生病理改变，称为传染病。掌握了细菌的化学组成、形态结构，对研究细菌的致病性、免疫性及防病、治病有着重要意义。

许多化学物质是细菌的克星，具有杀菌消毒作用，如常用灰锰氧、红汞、碘酒进行消毒、冲洗伤口等。

化学消毒剂的种类很多，其抑菌或杀菌的机理也不相同。有的使菌体蛋白凝固变性；有的能同病原体的酶系统结合，阻碍细菌代谢的某些环节；有的能降低细菌的表面张力；有的可损伤细菌的细胞膜，使细胞破裂或溶解；有的具有几种作用，因而既能抑菌也能杀菌。常用的化学消毒剂有以下几种：

(1) 重金属类。如常用 1:1000 的氯化高汞溶液作外科手术前洗手或非金属器具的消毒；用 2% 的红汞溶液，作皮肤、粘膜的消毒。它们都是重金属盐，其消毒原理主要是与细菌蛋白结合使之变性或发生沉淀。也可以与菌体酶蛋白-SH 基结合，使酶失去活性。



(2) 氧化剂。如常用 1:1000 浓度的高锰酸钾溶液冲洗伤口；用 3% 的双氧水 (H_2O_2) 作伤口和中耳炎的消毒等。这类药物主要是通过氧化细菌体内活性基团，使菌体破坏丧失活性而发挥杀菌作用。

(3) 卤素及其化合物。

碘：杀菌力强，对芽胞有杀灭作用，主要是破坏细菌体内胞浆蛋白的活性基团，并与蛋白的氨基酸结合而使其变性。2—5% 的碘酒是良好的皮肤消毒剂。

漂白粉：是次氯酸钙、氯化钙和氢氧化钙的混和物。漂白粉加入水中，生成具有杀菌能力的次氯酸和次氯酸离子。其作用原理可能是氧化作用和抑制细菌的某些含巯基酶，使细菌代谢发生障碍。主要用来消毒饮水和喷洒厕所。

酚类：石炭酸、来苏尔等酚类化合物，低浓度能破坏细胞膜，使胞浆内容物漏出，高浓度能使菌体蛋白凝固变性而使细菌死亡。此外，也有抑制细菌某些酶系统如脱氢酶和氧化酶等作用。来苏尔是甲酚和肥皂的混合物，2—5% 溶液可用于手、玻璃器皿、病人排泄物等的消毒。

醛类：主要是甲醛。甲醛与菌体蛋白中氨基酸结合，使之变性，因此具有很强的杀菌作用。常用 10% 的福尔马林溶液（含 4% 的甲醛）来消毒病人排泄物及金属器械，也可用甲醛蒸气作空气消毒。

表面活性剂：新洁尔灭是常用的阳离子表面活性剂，兼有杀菌和去污能

力，作用强而且快，毒性低，应用较广。0.05~0.1%溶液常用于外科手术前洗手、皮肤消毒和器械消毒。这类药物能吸附于细菌表面，改变细胞壁的通透性，使细菌体内的酶、辅酶和代谢中间产物逸出，所以具有杀菌作用。

染料类：常用2—5%龙胆紫水溶液（紫药水）对皮肤、粘膜创伤感染及溃伤进行消毒。其杀菌原理主要是它们的阳离子或阴离子能分别与细菌的蛋白质中的羧基和氨基结合，影响其代谢。

化学消毒剂的作用一般是无选择性的，对微生物及人体细胞都有毒性，因此只能用于物品或体表的局部消毒。要达到消毒目的，还必须根据消毒对象、病原微生物的种类，环境中有机物的影响，消毒剂的特点等因素，选择适当的化学消毒剂。

6.3. 生物科学“+”化学工程学 ——生物工程

生物体就像一座化工厂，它吸取原料，利用自身的加工能力，将那些原料转变成各种各样的产物，满足有机体生存和活动需要。

所谓生物工程，是一门利用生物科学和化学工程学的原理来加工生物材料或用生物及其制备物来加工原料，以提供所需商品和进行社会服务的综合科学技术。它包括发酵工程、酶工程、基因工程（又称遗传工程）和细胞工程四大学科。

当前，在生物工程学研究方面已取得了重要进展和突破。

随着人口的增长，解决21世纪人类的食物已成为重大问题。生物工程应用于农业的研究已取得了可喜的进展。例如，使生物中特定的部分在短期内增殖的技术已臻成熟，目前应用这种技术得到的高丽参、紫草、烟草等近30种植物的可用部分的含量已高于亲本植物。

人类早就将微生物用于食品制造业，而以青霉素的发展为契机，发酵工业已成长为近代产业。随着生物工程学的发展，利用遗传基因修补技术和细胞融合技术改良微生物技能已成为可能，为微生物的利用提供更广泛的领域。微生物分为真菌、酵母和细菌三类。真菌可用于柠檬酸等有机酸以及青霉素等抗生物质的生产。酵母可用于酒精饮料的制造。细菌种类很多，可用于醋酸、葡萄糖酸、乳酸及链霉素等抗生物质的生产。最近利用基因修补术将大肠杆菌和枯草菌等微生物导入遗传基因，从而制造出了抑制癌的物质和生理活性物质。

在能源方面，利用微生物将甘蔗渣及木屑等制造成供工业和汽车使用的甲醇；利用甲烷菌和制氧菌从工业废液和污泥中提取甲烷和氢气等气体燃料的研究也已取得进展。

石油化工产品过去多用化学合成，往往要高温、高压，产生“三废”又会污染环境。自生物工程发展以来，有许多反应已被生物合成法代替。例如，国外用酶法生产环氧乙烷和环氧丙烷，其费用只为化学合成法的一半。

我国人工合成胰岛素的成功，是生物化学研究的一大成就，但这种合成法不适合工业生产。现在我国生产的胰岛素是由猪胰脏中抽提的，100克胰岛素须用猪胰1600磅。如果采用基因重组技术，将胰岛素基因转入大肠杆菌中，每1000升基因菌培养液同样可得到100克胰岛素。美国已用此法大规模生产，并已用于临床。

含有约 1ppm 的钴、镍、银、铀等贵重金属的废水，可用微生物来回收。例如，用酵母可富集含 10 ~ 100ppm 铀的废水，蓄集量达菌体总量的 20%，这是用化学法或其他方法难以做到的。

生物具有很多杰出的机能，比如神经可以传递信息，大脑可以进行认识，记忆和判断。依据和模仿这些机能的生物计算机，可望有新的信息传递系统，能量转换系统，以及新型传感器等。这种把生物工程学和电子学融合的新技术叫做生物电子学。

生物工程作为一门应用科学，它的形成与发展依赖于化学工程学、计算机科学、材料科学和发酵工程学等的发展，同时又促进了其它相关科学的进步。为此，化学工作者正密切关注着生物工程技术的进展，并让生物工程技术中的一些先进的理论和技术，更好地为化学服务，以开拓化学发展的新途径。

64. 生物技术的新浪潮 ——蛋白质工程

基因工程的研究与开发给蛋白质的探索以巨大的冲击，激起了各路科学家深入研究蛋白质的热情，也唤起了企业家对未来市场繁荣景象的向往，促使近年来涌现出一个新的前沿领域——蛋白质工程。它的产生把蓬勃发展的生物技术又推向一个新的高峰，被誉为“生物技术的新浪潮”。

我们听说的蛋白质工程，是在人们对蛋白质的空间结构以及结构与功能关系有了比较深入、全面理解的基础上，并在掌握基因操作的条件下，设计和改造蛋白质。

在自然界中大约存在着 10—12 种天然蛋白质，目前已知一级结构序列的近万种，获得晶体结构约有 400 多个，而真正在商业应用的只有 10 余种。蛋白质的这种研究和应用状况远远不能满足人类的需要。这种落后的现实状况促使蛋白质工程的建立，并且进入一个新的更高层次，即“从头设计”蛋白质分子阶段，也就是从氨基酸残基出发，设计制造出自然界中不存在的全新蛋白质。

蛋白质分子全新设计过程包括两个过程，一是理论设计过程，主要依靠计算机模拟技术实现；另一过程，则是实验，基因操作技术是必不可少的工具。

我们知道，一个蛋白质分子包含上百个氨基酸残基，在排列次序中每一个残基又都有 20 种以上的可能选择，因此使得一个序列的组合成为一个天文数字。如果对所有的组合都进行实验室实验，那是根本办不到的。而计算机的发展和应用，为设计工作创造了条件。例如，设计人员可以利用计算机模拟肽链的折叠，预测蛋白质的高级结构，建立立体模型，指导实验工作。蛋白质的理论设计完成后，还需要在实验室加以合成，检验理论设计成功与否。基因工程的迅速发展为人工合成蛋白质开辟了广阔的前景。

蛋白质分子的全新设计，现在已经起步，并已进入了更深入、更迅速的发展阶段。当前，国际上有许多科研小组致力于这方面工作，并取得了不少成果。在众多的蛋白质工程研究课题中，工业酶的改造颇受青睐，其中尤以葡萄糖异构酶为很多科学家所关注。

我们知道本世纪 70 年代，人们利用固定化技术，使葡萄糖异构酶异构化

葡萄糖为果糖的高果糖浆生产成为制糖工业的重大成就。在一些发达国家的食品和饮料工业中，高果糖浆正逐步取代蔗糖。近年来，国际上葡萄糖异构酶的销售额日渐增高，几乎占酶制剂总销售额的 36%。由于葡萄糖异构酶具有重要的工业价值，所以对其功能的微小改进都会带来巨大的经济效益。通过利用蛋白质工程对异构酶的某些氨基酸残基进行替换，就能在避免工业设备更新消耗同时，创造更高的商业利润。

国内外对葡萄糖异构酶蛋白质工程研究竞争激烈。最近，美国一家公司将此酶的热稳定性提高 12%，鉴于它所具有的巨大经济效益，各家均不公开成果细节。

现在，人类已经开始了蛋白质设计的新时代。当人们完全掌握了蛋白质的规律时，人类就能够利用计算机和合成技术，设计合成任何特殊需要的天然不存在的工程酶的时代已不遥远了。

65. 闪光的追求 ——模拟生物固氮的新进展

众所周知，氮和许多铵盐都是重要的化学肥料，这是因为氮是构成蛋白质的基本元素之一，是农作物生长的必需元素。空气中含氮量高达 80%，其总量约为 4×10^{15} 吨，但却不能被植物直接吸收，实在令人遗憾！

如何将空气中的游离氮转化为铵态氮呢？

1913 年，德国著名化学家哈伯苦苦思索，利用高温、高压技术反复试验，终于使氮气与氢气反应合成出氨，这是一个“划时代的贡献”。尽管哈伯所用的设备笨重，催化剂昂贵，但已充分证明合成氨工业化生产是可行的。从此，合成氨工业成为化学工业中发展较快、十分活跃的一个部门。不过，高温、高压合成氨，耗费大量能源，成本高，确实很不经济。

后来，人们从豆科植物根瘤中的根瘤菌能使空气中的氮直接转化为氨的事实中受到启示。这一生物固氮的过程是地球上生物吸收利用氮元素的主要方式。据不完全统计，全世界工业合成氮肥中的氮只占生物固氮总量的 20%。现在，人们正在向大自然学习生物固氮的本领，各国科学家争相研究“化学模拟生物固氮”的新课题。

生物固氮菌为什么能在常温、常压下将游离的氮转化为氨呢？这是由于它的体内细胞中存在一种能使氮气转化为氨的催化剂——固氮酶。

多年来，人们一直在研究这种生物催化剂的化学结构，争取用化学方法模仿生物固氮酶的固氮功能，实现温和条件下的固氮过程。目前，化学模拟生物固氮研究把主要精力放在对固氮酶活性中心结构的探讨上。我国科技工作者相继提出了氢型网兜原子簇结构 ($\text{Fe}_3\text{S}_3 \cdot \text{M}_0$) 的活性中心模型与三联双重立方烷型原子簇结构 ($\text{FeS}_2 \cdot \text{M}_0\text{O}_2$) 的活性中心模型。这些模型都较好地阐明了一些实验事实，从而使得化学模拟生物固氮的研究有了很大的进展。

豆科植物的根部能自然结出有固氮作用的根瘤，因而使这类植物在不施肥或少施肥的情况下就可以取得好的收获量。那么，能否使小麦、玉米、水稻等非豆科作物的根部也结出根瘤并形成固氮机制，从而使更多的作物增产呢？多少年来，这是科技工作者们又一闪光的追求。

令人欣喜的是，山东大学微生物研究所的专家们在这方面的研究中取得了重大突破。1979 年 10 月，他们用植物生长刺激素 2、4—D 处理的小麦幼

苗根部长出了世界上第一个人工小麦根瘤。这一成果被中外生物固氮专家认定为国际领先的开创性成果，它引起了世界生物学界的一场大革命。

目前，研究成果表明，小麦、水稻、向日葵等非豆科植物都可以长出根瘤，而且从根瘤中测出的固氮活性已接近或达到大豆根瘤的水平。可以预言，一个在世界范围内大幅度减少氮肥生产，从而有效地减轻能源消耗和环境污染，从根本上促进粮食增产的梦想，正在一步步走向现实。

66. 让人类生存环境更美好 ——环境化学的任务

目前，全球的生态环境恶化被喻为第三次世界大战！由于这场大战，大自然在崩溃、在衰亡，其速度之快已达到了这种程度：

耕地：每分钟损失耕地 40 公顷，每年损失 2100 万公顷。

森林：每分钟有 21 公顷森林消失，每年消失 1100 万公顷。

沙漠化：每分钟有 11 公顷土地沙漠化，每年沙漠化土地 600 万公顷。

污水：每分钟有 85 万吨污水排入江河大海，每年污水排放量为 4200 亿吨。

泥沙：每分钟有 4.8 万吨泥沙流入大海，每年流入大海的泥沙为 250 亿吨。

人：每分钟有 28 人死于环境污染，每年有 1500 万人因此丧命。

由此可见，全球生态环境恶化的严重程度，而且这种趋势正在加剧。因此，保护地球资源和环境，已成为人类迫在眉睫的共同任务。

从战略效果来考虑，要保护环境，我们就需要知道环境中有什么？它从哪里来？我们对它应怎么办？要回答这些问题，化学首当其冲。

为此产生了一门新兴的综合性基础科学——环境化学。它是化学领域的一个分支，包括大气污染化学、水污染化学、土壤污染化学等组成部分，它与气象、生物、水文、地质、土壤等学科均有不可分割的联系。

环境化学的主要任务是从化学角度来探索由于人类活动而引起的环境质量的变化规律，以及保护和改善环境的原理。它的内容极为丰富，大体可分为三个方面：环境污染的化学分析；环境中造成化学污染的机理；应用生物化学法；物理化学法防治污染。我们不妨以大气污染为例加以说明。

我们知道，人没有食物可以生活两周，没有水可以活两天，而没有空气只能活几秒钟。成人每天需要吸入空气约 12 立方米。因此保持大气的清洁，对人类有着十分重要的意义。

然而随着现代化电力、交通、航空、化工等工业的发展，空气污染日益严重。据统计，全世界每年排入大气的烟尘有 5 亿多吨；二氧化硫 1 亿多吨；一氧化碳 2 亿多吨。

空气污染对人体健康十分有害，它可以使人急性中毒。历史上曾发生过多起世界瞩目的严重空气污染中毒事件。如在 1952 年 12 月在英国伦敦发生毒雾，4 天约造成 4000 人的死亡。又一次，在 1962 年中，伦敦毒雾又使 700 人丧生。如果大气污染浓度不高，一般不会发生急性中毒，但长期吸入低能量毒物，也能引起慢性积累中毒。

大气污染物种类繁多，目前已被人们注意的污染物大致有 100 种左右。列入空气质量标准的常见大气污染物，除粉尘悬浮颗粒物外，主要还有二氧化

化硫、一氧化碳、二氧化氮、碳氢化物、臭氧五种气体。在一般情况下，大气污染中粉尘和二氧化硫占 40%，一氧化碳占 30%，二氧化氮、碳氢化物以及其他废气占 30%。

防治大气污染的办法主要有两个条件，一是尽可能减少有关污染物的排放；二是大量植树造林，美化绿化环境，向大自然提供新鲜空气。

综合上述，当今全球生态环境恶化日益严重，而且这种趋势正在加剧。因此，保护地球资源和环境，已成为人类迫在眉睫的共同任务。我们每个人都有责任保护环境，我们将为实现保持全球环境的完好与平衡这一共同的目标而奋斗，以适应经济发展和社会进步的需要。

67. 地球的“棉被” ——大气中的二氧化碳

1898 年，美国物理学家汤姆森·凯尔文曾预言：随着工业的发达和人口的增多，500 年后，地球上所有的氧气将被用光，人类将趋于死亡！这种预言的确令人忧虑，但是他只看到了一个方面，即消耗氧气生成二氧化碳，却忽视了另一方面，即消耗二氧化碳生成氧气。这后一方面的任务要靠大自然调节师——绿色植物的光合作用去完成。

大气中的二氧化碳，虽然在大气中含量很小，一般只有百分之零点几，但作用却不小，它不但是绿色植物通过光合作用合成淀粉的不可缺少的物质，同时还起着保护地球的作用，因而通常又称它为地球的“棉被”。

大家知道，太阳的短波辐射（主要是可见光）很容易透过大气层达到地球表面。大气中的二氧化碳和水蒸汽一样，对红外波辐射有强烈的吸收作用，能“截留”它，不让它逸散到空间去，因而可增加低层大气的温度，这就是通常所说的“温室效应”。

随着社会经济的高速发展，不断消耗天然资源，大气中的二氧化碳迅速增加。据估计到 2000 年二氧化碳含量大概将要比现在增加 25%，大气温度可能上升 0.5 到 1；到 2030 年左右上升 1.5 到 3；到 21 世纪中叶以后，可能上升的更多。

美国科学家还认为，甲烷的“温室效应”比二氧化碳的效果强 300 倍，氟里昂比二氧化碳强 20000 倍。特别值得指出的是，这些在空气中的痕量气体起着“放大器”的作用，能将二氧化碳的温室效应加以放大，进一步促进地球变暖。

对待气候变暖，应一分为二的去看。好的一面，气候变暖可使植物生长期延长，有利于植物生长，有利于农业生产。同时，也应看到气候变暖带来一些不利因素：农业生产中的病虫害会增多；热带、亚热带的疾病，如痢疾、疟疾、血吸虫病等会向北方传播，危害人体健康；更值得注意的是全球性的变暖，必然会导致全球降雨量重新分布，会给许多地区带来意想不到的灾害，如洪水泛滥，肥沃的农田变成沙漠，最终造成饥荒。总之，全球性气候变暖将严重影响社会经济的发展 and 人类生活的各个方面的。为此，世界各国都在采取措施，积极迎接环境变化的挑战，预防气候的进一步变化。

迄今规模最大的一次全球盛会——联合国环境与发展大会于 1992 年 6 月 3 日至 14 日在巴西里约热内卢举行。会议通过了保护世界环境的四个文件。各国都必须很好遵守。因为大气环境问题，是一个全球性的问题，只有

各国共同努力，才有希望改善大气环境问题。

节约能源，开发新能源，尤其是要发展太阳能、核能，因为太阳能、核能不会对气候产生有害影响。

千方百计减少向大气释放甲烷、氟里昂、二氧化碳等气体，以使地球覆盖的“棉被”不致于太厚。

绿色植物是大自然的调节师，是制造有机物的“绿色工厂”，它能吸收二氧化碳，吐出氧气，对保持生态平衡有着重要作用。为此必须采取有力措施，大力植树造林，美化、绿化环境，使大自然的调节师——绿色植物，有足够的力量调节大气的组成，减少二氧化碳的增多。

总之，为了人类的生存与发展，造福于子孙后代，我们既要保护地球的“棉被”，同时又要使“棉被”太厚，预防气候变坏。

68. 保护“遮阳伞” ——兼谈臭氧层的作用

在十多年前人们才认识到：同温层被污染部分保护性臭氧层可能受到破坏。这种似乎很不可能的说法已经有了很多科学证据，而且已成全球性潜在严重环境问题之一。1985年英国南极科学考察队报告了南极洲上空臭氧层出现明显的季节性变薄。最近又有发展，北半球的臭氧层也在变薄，并出现一个空洞。臭氧层变薄究竟是怎么回事呢？

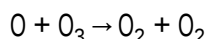
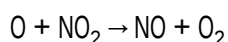
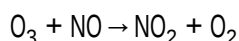
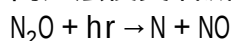
我们知道在地球表面上空 40000 ~ 50000 米的空间，含有稀薄的臭氧，这就是臭氧层。臭氧实际上只是同温层的一种痕量成分，在其最大浓度时，臭氧也只占空气分子的百万分之几。如果把臭氧分离出来，它的厚度大约只有 3 厘米。别小看这薄薄的臭氧层，它的作用却很大呢！

众所周知，太阳辐射出大量的紫外线。紫外线虽然能够杀灭细菌，但是对人体也有害，尤其是与皮肤癌有密切关系。同时，对人体的免疫系统的危害也很大。有臭氧层高高悬挂在天上，它能吸收和阻挡对生命有害的太阳辐射的紫外线，好像一把遮阳伞，保护了人类的健康。

可不要小看阳光紫外线对人体的危害，在美国，每年有近 50 万人患皮肤癌。这些皮肤癌患者多为接触阳光较多的人。挪威的科学家研究证明，随着臭氧层变薄，阳光中紫外线增多，皮肤癌发病率亦上升，如果臭氧含量降低 1%，皮肤癌发病率就增加 2%。

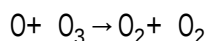
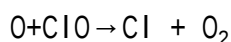
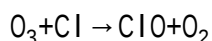
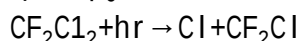
那么是谁破坏了臭氧层呢？根据科学家长期研究证明，破坏臭氧层主要杀手有两个，一个是氮的氧化物，一个是氟里昂。

当大批超音速飞机在同温层中飞行，通过它的引擎尾气会留下氮氧化物；核爆炸也会产生大量的氮氧化物，随热火球浮升带入同温层。氮的氧化物在同温层使臭氧减少，可通过以下反应实现：



氟里昂类物质已广泛用于空调器、电冰箱等电器的制冷剂和作为喷雾剂的载体。一旦泄漏，这些氟里昂类物质就会上升到臭氧层，在臭氧层被紫外

线照射后，就会产生各种原子，其中氯原子能大量破坏臭氧，具体反应可描述如下：昂。



据有的资料介绍，南极洲上空长期存在着氟里昂，它是臭氧层的直接破坏者。完全可以说，氟里昂类物质是破坏臭氧层的主要杀手。

今天，我们在享受现代生活安逸、舒适的同时，却也给自己及子孙后代带来了无穷无尽的忧患。因此对臭氧层的破坏，人类自己有不能逃避的责任。

臭氧层的破坏是一个全球性的问题。这个问题带来的灾难性后果是没有国界的。因此必须全球协作，才能解决臭氧层破坏这一难题。1990年2月，欧洲共同体国家一致同意公元2000年起全部停止使用氟里昂。英国也宣布，第一批有利于保护臭氧层的非氟利昂制冷的电冰箱已经问世。日本工业技术院已研制出用较低费用简单分解氟里昂使之无害化的技术。我国也加强了这方面的研究，上海氟化学研究所亦已研制成功氟里昂的代用品作为制冷剂。

然而解决臭氧层的破坏问题，不是一朝一夕就能够做到的。面对今天我们所处的环境，我们还应注意自身的防护，不要长时间在日光下暴晒，必须在强阳光下工作时，一定要戴草帽，穿防护衣，防止阳光中的紫外线对身体的摧残。

69. 让空气清新芬芳 ——除臭剂的开发利用

在炎热的夏天，当你身上有汗的时候，特别爱招蚊子，这是为什么呢？

原来在人的汗水中有乳酸和赖氨酸。这两种化合物是最惹蚊子的，它们是诱蚊剂。因此，人们用擦洗和打粉来掩饰生理上原有的气味，防止蚊虫叮咬。在这里乳酸和赖氨酸是有臭味的物质，擦洗和打粉起着除臭剂的作用。

常见的在环境中产生恶臭的物质主要有三大类：

- (1) 含硫化合物：主要是硫化氢、硫醇、硫醚等。
- (2) 含氮化合物：主要为胺类、氨、尿素、烟碱等。
- (3) 主要有乙酸、丁酸等低级有机酸等。

随着科学技术的进步和人类生活水平的不断提高，为了减少或消除恶臭物质对环境的影响，近几年来，化学工作者加强了除臭剂的开发和利用。目前，除臭剂的品种日益增多，它广泛应用于家庭、工厂、医院、畜牧业和下水的处理等。

所谓除臭剂，即是能够减少或消除恶臭和浊气的物质，又叫空气清新剂，主要有液剂、喷雾剂、气雾剂、颗粒剂、粉剂和片剂等剂型。当前使用的除臭剂主要有以下几种类型：

(1) 吸附型除臭剂：这种除臭剂主要靠物理吸附消除发臭分子的影响。常用的如活性炭、活性白土、硅藻土等。一般脱臭效果不充分、除臭效率低，温度升高时，还会相反地放出吸附物。最近日本钛工业公司研制出以超细二氧化钛和氧化锌粉末为主要成分的除臭剂。这种新型吸附剂能够去掉各种不

良气味；安全可靠，可用于食品的包装；使用寿命长，可耐 300℃ 的高温。

（2）香料掩蔽型除臭剂：这种除臭剂主要是用强香味气味来掩盖恶臭，而不能从根本上脱臭。例如，用 5% ~ 70% 的 A 型合成沸石和 30% ~ 95% 的 x 型合成沸石吸附香料柠檬油、玫瑰油、薄荷油、芳樟醇等作为除臭剂，用来处理烟味和室内或汽车恶臭。

（3）化学除臭剂：根据除臭剂有效成分与臭气发生化学反应的类型可分为氧化型、中和型、络合型和成盐型。例如氧化型除臭剂，是用载体吸附氧化剂如 H_2O_2 、 O_2 、 NO_2ClO 、 KMnO_4 等，辅以适当的添加剂而制得，可使氨氧化变成无臭的氮和水，硫化物氧化变成二硫化物，从而达到除臭目的。我国科技工作者研制的用硅藻土、 FeSO_4 和其他添加剂组成的 CNFZ 冰箱除臭剂，具有除臭率高（97 ~ 100%）、吸收容量大、除臭速度快、使用寿命长和价廉等特点，目前正在推广应用。

（4）酶制品除臭剂：日本信州大学用 10 年的时间研制成功与氧化酶相同构造的人工酶——金属钛菁衍生物。它的应用极广，除用于被褥、衣服外，还可用于电热褥、地毯等的除臭，对卧床不起的老人患者尤为适用。

（5）微生物型除臭剂：日本东京工业大学开发了用泥炭作载体的亚硝化胞菌属等微生物除臭剂。将此除臭剂填充到反应槽中，可除硫化氢和氨等恶臭成分。在下水处理场和尿处理场进行实验证实，臭气浓度可从 1300×10^{-5} 降低到 50×10^{-6} 。如处理中低浓度的恶臭气体，可以长时间达到无臭状态。

（6）植物型除臭剂：这类除臭剂在各国，尤其在日本发展较快，已引起人们的普遍关注。据有的资料介绍，可除去硫系恶臭的植物共有 33 种，可除去氮系恶臭的植物为 29 种，能除去酸臭的植物为 10 种，对 3 类恶臭都有效的植物有日本泡桐和齿叶木犀。使用的原料是植物的根、茎、叶、花、果实、皮等。从这些植物中萃取出来的起除臭作用的有效成分主要是类似邻苯二酚、对苯二酚和均（间）苯三酚结构的化学物质，除臭效果较好。

植物型除臭剂是一种原料来源广泛、加工简单、成本低廉，使用方便，对人体无害、无二次污染的新型除臭剂。随着绿色革命的发展，它将具有广阔的发展前景。此外，酶除臭剂、微生物型除臭剂也很有发展潜力。

如开头文章所述，防止蚊咬应用了除臭剂的原理，可见除臭剂对人类生活多么重要。

70. 警钟长鸣 ——防止水污染

水，是生命的源泉；水，也是生命的象征。哪里有水，那里就有生命。可见水对人类是多么重要。在正常情况下，每个成年人每天至少要喝 2—3 升水，加上卫生方面的用途，总共约需水 40 ~ 50 升/天。然而，地球上的淡水资源却是有限的，大量的水资源是苦咸的海水，不能直接被人类应用，可以直接利用的淡水，仅占地球总水量的 2.55%。因此，我们必须十分珍惜这有限的淡水资源，想方设法节约用水和防止对水的污染。

我们知道水可从地球上蒸发到大气里，在一定条件下，又可变成雨、雪降落下来，这称为水的“自然循环”。另外，人类生活用水和工农业生产用水，使用后也可流入天然水体中。这样，水在人类社会，也产生了局部循环，这种循环称为“社会循环”。水在这两个循环中，总会混入很多杂质。

当这些杂质的数量达到一定程度时，水质就会变坏，并对人类和环境产生不良影响，这就是通常所说的水的污染。

水的污染基本上有两大类，一是自然污染，二是人为污染。自然污染是由自然原因造成的，如某些地区某种化学元素大量蓄集，以及天然植物在腐烂过程中产生的有害物质，经过雨淋和地面水的挟带流入到自然水体中，都会影响当地的水质。人为污染，这类污染很普遍很严重。这类污染又可分为两种。一种是生物性污染，如含有病原微生物的粪便、垃圾、生活污水等对水的污染。二是化学性污染，如磷酸盐在洗涤剂中广泛应用为水的软化剂，因此磷酸盐很易对水造成污染。据统计，目前全世界每年排出各种废水约4200亿吨，对水质造成严重影响。

当水体受到污染后，不仅会妨碍工农业生产，渔业生产，影响水生物的生态系统，更严重的是危害人类的健康。例如，1953年在日本发生的“水俣病”事件，就是震惊世界的水体污染事件。在这一年中，日本的水俣市开始出现“狂猫症”，疯猫惊恐不安，纷纷投入大海。同时许多人也染病，患者语言不清、精神失常。直到1959年这种病的发病原因才彻底被揭开。原来是由于当地工厂排了大量含甲基汞的废渣污染了水，水中的鱼蓄集了甲基汞，人和猫吃了毒鱼引起中毒病变。因这种病首先发生在日本的水俣市，所以称此病为“水俣病”。

为了保障人类的生命安全，确保生态环境保持平衡，我们必须警钟长鸣，努力提高人们的环境意识，千方百计保护好培育万物、滋养生命的水资源。为此，一要认真贯彻执行“环境保护法”，对废水、废气、废渣等实行严格管理，不准随意排放。二是加强对水质的监测。对不符合标准的水，不能应用和饮用。三是加强城市应用水的净化处理。我们知道，城市饮用水现在一般都是用氯消毒。但近几年来研究证明，在饮水中氯会促进致癌物三卤甲烷的形成，严重危害人体的健康。为此，不久的将来，世界环保联盟将全面禁止在自来水中加氯，可以采用臭氧或二氧化氯(ClO_2)对水进行消毒。目前，欧美许多国家的大自来水厂废除了氯消毒，而采用了臭氧消毒。而我国仅北京、上海部分水厂用臭氧消毒，这很不够，今后应在全国推广用臭氧代替氯消毒饮水。

生活饮用水水质标准

编号	项目	标准
	感官性状指标：	
1	色	色度不超过 15 度，并不得呈现其他色度
2	浑浊度	不超过 5 度
3	嗅和味	不得有异味
4	肉眼可见物	不得含有
	化学指标：	
5	PH 值	6.5-8.5
6	总硬度（以 CaO 计）	不超过 250 毫克/升
7	铁	不超过 0.3 毫克/升
8	锰	不超过 0.1 毫克/升
9	铜	不超过 1.0 毫克/升
10	锌	不超过 1.0 毫克/升
11	挥发酚类	不超过 0.002 毫克/升
12	阴离子合成洗涤剂	不超过 0.3 毫克/升
	病理学指标：	
13	氟化物	不超过 1.0 毫克 /升,适宜浓度 0.5-1
14	氯化物	升
15	砷	不超过 0.05 毫克/升
16	硒	不超过 0.04 毫克/升
17	汞	不超过 0.01 毫克/升
18	镉	不超过 0.001 毫克/升
19	铬（ 6 价）	不超过 0.01 毫克/升
20	铅	不超过 0.05 毫克/升
	细菌学指标：	
21	细菌总数	不超过 0.1 毫克/升
		1 毫升水中不超过 100 个

续表

编号	项目	标准
22	大肠杆菌	1 升水中不超过 3 个
23	游离性余氯	在接触 30 分钟后,应不低于 0.3 毫克/升

71. 可怕的杀手 ——酸雨

下雨啦！雨点从天而降，让植物喝得饱饱的，把空气洗刷得净净的！

然而 30 多年前，一股祸水悄悄地潜入欧洲斯堪的纳维亚半岛，造成江河湖泊里的鱼虾大量死亡，庄稼枯萎，鲜花凋零。人们一时不知所措，忧虑忡忡……

事情惊动了欧洲大气化学监测网的专家。他们纷纷赶到现场，分析测试。结果发现，此处从天上降落下来的雨或雪，都有强烈的酸性。正常的雨水 pH 值约为 5.6，而瑞典等国的雨雪的 pH 值为 3~4。酸度如此之大，鱼虾当然要死亡，庄稼也要枯萎。（pH 值数值越小，酸度越大）

为了追踪酸雨的来龙去脉，美国于 60 年代初就制定了一个“ORD 研究计划”。经过几十年来的努力，终于揭开了酸雨的秘密。

原来酸雨是工厂、汽车等排出的二氧化硫和氮氧化物（如二氧化氮）进入大气层后，在太阳紫外线等作用下，发生了一系列光化反应，生成硫酸和硝酸，并聚集在雨水或雪花中降落到地面，便形成了酸雨或酸雪。

人们以前为什么没有发现酸雨呢？原因是那时工业不怎么发达，汽车也不那么多，排出的二氧化硫、氮氧化物比较少，没对大自然造成什么威胁，所以人们没有注意。

造成酸雨或酸雪的有害气体还会到处飘移，甚至引起国际纠纷。十几年前，加拿大科学家就发现，在加拿大和美国交界处的五大湖地区，水质污染严重，附近一带森林也大面积死亡。他们认为这是美国境内工业基地产生的有害气体飘移到加拿大境内所造成的。为此，加拿大政府向美国政府提出抗议，要求赔偿损失。但美国政府态度很强硬，认为酸雨互相跑，谈不上谁赔偿谁。至今这场官司也没有结果。美国和加拿大都成了酸雨污染严重的国家。

在我国，1982 年发现有 20 多个省市有酸雨，其中 pH 值低于 4 的城市有重庆、南昌、贵阳、广州、苏州等。在著名的长江三峡边上，曾经有一个美丽的林场，漫山遍野长满了华山松。可是有一年，松树的针叶突然枯萎、脱落。几年后，全林场几万亩松林几乎全部死亡。到底谁是杀害树林的凶手呢？科学家们经过仔细的调查研究，终于使真相大白。原来这里有一座土法炼硫厂，每天有许多烟囱向大气中喷吐着含硫量很高的有害气体，形成酸雨降下来，把一个每年能创造 300 多万元财富的林场，变成了一片荒山秃岭。

严重的酸雨不仅会毁坏森林，毁坏湖泊，毁坏建筑，还会直接影响人的健康，如刺痛人的眼睛、喉咙，引起咳嗽……70 年代初，日本东京一带，连续降过几次严重的酸雨，使人们觉得眼睛刺痛，咽喉不舒服，咳嗽，先后有几万人受害。

酸雨不仅会破坏整个世界的生物链，摧毁人类文明所建成的许多东西，还会摧毁人类生存的自然环境。这不是危言耸听，而是残酷的客观现实。因此，根治酸雨，是当今世界，也是我国的一项艰巨的任务。

那么，怎样才能治住酸雨，不让它逞凶狂呢？主要途径是通过化学转化法脱硫，并将二氧化硫变废为宝，化害为利。对于各种汽车排出的氧化氮，目前发达国家汽车排气管上普遍采用了净化器，将其变为无害的氮气。我国也加强了这方面的研究，不久汽车尾气净化剂即可装车使用。

现在，世界上许多国家已经认识到酸雨的危害，开始重视酸雨的治理工作。相信经过人们的共同努力，总有一天，天上掉下来的雨点将不再是酸溜溜的了，人类将完全生活在蓝天、绿地、清水的大自然环境中。

72. 为对付“白色污染” ——降解塑料的诞生

自 80 年代起，我国大面积推广了塑料地膜，有力地促进了农业生产，取

得了显著的经济效益。但由于地膜是用聚乙烯塑料制成的，埋在土里难以腐烂，这又造成了环境污染，影响了农作物的生长。所以说，曾为农业大丰收立过功的“白色革命”已开始演变为“白色污染”。对此，我们国家提出了两项具体解决措施，一是种植面积小的地区，采用耐老化易回收的地膜；二是对种植面积较大的地区，采用降解塑料地膜。

降解塑料是一种新型材料。国外主要用它作包装材料，以减少包装废弃物对环境的污染。我国目前主要用它作农用地膜。

当前研制的降解地膜主要有光降解地膜、生物降解地膜和光 V 生物降解地膜三大类。光降解地膜突出的特点是能在太阳光照射下变脆，而后在风雨作用下变碎片和粉末。生物降解地膜的主要特点是能被微生物完全分解，进入生态循环。目前世界上这种地膜的产量还很少。光—生物降解地膜是一种降解比较彻底的理想地膜，但目前生产尚存在一些技术问题，因而尚未得到实际应用。

国外现在还开发了称作淀粉塑料的新型地膜材料，并已实现工业化生产。淀粉塑料可分为两大类：淀粉填充型生物降解塑料和全淀粉或基本全淀粉生物降解塑料。

淀粉填充型生物降解塑料是在普通塑料中，加入淀粉或改性淀粉以及其他添加剂制成的，例如淀粉——乙烯/丙烯酸共聚物等。美国在 1988 年已建成生产这种薄膜的工厂，所得产品用吹塑法加工。这种薄膜可用作垃圾袋、食品包装袋及地膜等。

全淀粉或基本全淀粉生物降解塑料是以淀粉为主要原料（占 60%以上），再加入其他添加剂制成的。意大利的科技工作者研制出的含改性淀粉 70%的“热塑性淀粉”，可用普通方法加工，性能近似于聚乙烯，其薄膜 3 周内即可降解，可用作农用地膜、饲料袋和肥料袋。

除此而外，草纤维地膜、纸膜地膜等纤维生物降解地膜也都在研制之中。

我国对降解塑料的研究起步较晚，但发展很快，现已跨入世界先进行列。位于青岛的山东化工学院研制可控光—微生物共降解聚乙烯地膜，于 1990 年 7 月通过了国家鉴定。使用这种地膜，可使土壤中不能自动销毁的残留膜，在一定时间内产生绿兰霉菌而消解，从而达到生物降解的效果，弥补了光降解地膜的不足。

随着科学技术的进步，降解塑料的品种会越来越多，质量也会越来越符合实际要求，它们必将成为一类新型材料，得到广泛的应用。

73. 第二大类天然大分子 ——甲壳素

早在 1811 年法国的海尔·拜康特就从细菌中提取了一类很像纤维素的物质，由于这种物质广泛存在于蟹、虾、昆虫等动物的甲壳中，以及真菌、酵母的细胞壁中，所以称它为甲壳素。

甲壳素的化学组成是 N—乙酰基葡萄糖胺和葡萄糖胺两种单体的共聚物。它在自然界中存在量比较多，每年由生物合成的甲壳素大约在 10 亿吨以上，仅次于纤维素，为此甲壳素被称为“第二大类天然大分子”。

过去大量的虾壳、蟹壳等都作为垃圾被抛弃，既浪费了资源，又污染了环境。为了消除环境污染，变废为宝，近几年来化学科技工作者加强了这方

面的研究，并在分离提取方法上和开发应用上取得了令人瞩目的成果。

甲壳素深藏虾、蟹、昆虫的甲壳之中，怎样从中将其提取出来呢？这是研究和开发应用甲壳素的关键。原来在虾、蟹壳主要是由碳酸盐、蛋白质和甲壳素组成，因此可用稀盐酸在常温下将碳酸盐分解掉，再在加热条件下，用稀液把壳中所含的蛋白质水解掉，最后再经高锰酸钾氧化和用有机溶剂萃取，即可得了洁白纯净的甲壳素。

纯净的甲壳素溶于水，因此它的应用便受到限制。化学家们为了扩大甲壳素的应用范围，使用一定的化学试剂对甲壳素进行处理，使其生成甲壳素的衍生物。目前开发的最有用的衍生物是壳聚糖和 N，O—羧甲基壳聚糖。

天生我才必有用。经过化学科技工作者的研究开发，甲壳素的应用越来越广泛，成了许多领域中不可缺少的宝贵资源。

壳聚糖的磺酸或甲酸盐是很好的阳离子絮凝剂，对活性污泥絮凝作用强，是很好的净水剂。如果将活性炭、沸石、壳聚糖按一定比例混和包装制成净水剂，可以有效地净化水中的氯气、铁及细菌等。在现代净化水处理水工艺中，甲壳素颇有有用武之地。

甲壳素、壳聚糖和 N，O—羧甲基壳聚糖还是很好的螯合试剂，它可以与许多金属离子形成螯合物。应用壳聚糖可以有效地捕集有机汞化合物，也可用它从海水中提取微量金属，特别是用它提取铀。随着工业化的实现，工业废水日益增多，应用壳聚糖可以有效地从废水中捕集重金属离子，这样既净化了污水，又收集回收了贵重金属，真是一举两得。

N，O—羧甲基壳聚糖还是一种新的水果保鲜剂。如果把 1%N，O—羧甲基壳聚糖溶液喷洒在苹果表面，可以很快形成一层有选择渗透性的薄膜，它能把 CO₂ 留在苹果里，把 O₂ 挡在外面，并允许 C₂H₄ 从苹果里透过薄膜逸出来。我们知道乙烯可以使果实催熟，氧化可以使果实腐烂，运用 N，O—羧甲基壳聚糖保护膜，可以大大减少乙烯、氧气对苹果的作用从而使苹果的保鲜期延长到九个月。

壳聚糖在医学上也大有有用武之地。用它制成缝合线和人造皮，比其他产品更适合于人体，能使伤口愈合速度加快，并且一旦伤口愈合后，这种人造皮和缝合会自动脱落分解。

另外，壳聚糖还有一定的抗癌作用，它在体内可以水解成 D—葡萄糖，D—葡萄糖对某些恶性毒瘤有一定杀伤作用，而对正常人体影响很少，因此可用它作为癌症的化疗药物。

世界上许多发达的国家都十分重视甲壳素这一自然资源的开发利用，日本研制的甲壳素产品已达数十种，并且应用于许多领域之中。我国也加强了这方面的研究和开发，不久的将来，丰富的甲壳素资源一定会更好地为我国的经济建设服务。

74. 工业的血液 ——石油

石油是由远古时代海洋或湖泊的生物，在地下经过漫长的地球演化而形成的复杂混合物。我国对石油的开发利用有着悠久的历史。早在 2000 多年前，我们的祖先就在现陕西的延安一带发现了石油，并将其称为石漆、石液、石脂水、石脑油、猛火油等。到宋代，著名的科学家宋应星在《天工开物》

一书中提出了“石油”一词，并一直沿用至今。

在古代，石油主要用于点灯照明，也用于制造药物，有时还用它作“武器”。相传在北周宣政元年（公元前 578 年），北周军队在河西走廊西部的禄福县，曾用燃烧的“石脂水”作武器打败了入侵的突厥军队。

自从 1883 年发明了汽油发动机和 1893 年发明了柴油机以来，石油的身价倍增，并获得了“工业血液”的美称。

为了从复杂的原油中提取适合发动机使用的燃料油，人们要对石油进行精炼。一般是采用分馏的方法，把石油分成汽油、溶剂油、煤油、柴油等。另外，还想方设法把一些不尽人意的分子转变成燃烧情况良好的分子，例如，用催化裂解的方法把大分子裂解成小分子，用催化重整的方法改变分子结构等。这样做的目的在于得到效果更佳的燃料。

石油不仅是重要的燃料资源，还是一种宝贵的化工原料，石油化工就是以它为母体发展起来的。石油化学工业以石脑油等石油产品为原料，首先经裂解转化为乙烯、丙烯、丁烯等，然后进一步精加工成为聚烯烃及一些重要的精细化工原料。

例如本世纪 50 年代发现，用钛的氯化物作催化剂，可以使丙烯聚合成有规则的线型聚丙烯，在链上的甲基完全相同地排在一边。这样的聚丙烯容易达到高度结晶。可以纺成很细的丝，作纤维用；也可制成薄膜，作为包装材料。

随着生产技术的不断改进和新产品的大量开发，石油化工产品日益增多，并广泛应用于农业、轻工、纺织、化工、机械、交通运输、国防工业等各个部门。在许多国家和地区中，石油化学工业的发展速度一直高于工业发展平均速度和国民经济增长速度。国际上常用乙烯及三大合成材料（即塑料、合成纤维、合成橡胶）来衡量石油化学工业的发展水平。

我国的石油化学工业已具有相当规模和一定的基础，90 年代初石油加工能力已达 $144M_t$ （ $M_t: 10^6$ 吨），居世界第四位；乙烯生产能力也已达到 $2M_t$ 。从技术发展而言，炼油工业以催化裂化为主体进行重油深度加工并采取组合技术提高油的质量，同时为石油工业发展提供优质原料的生产新工艺得到发展和完善。目前我国催化裂化所用催化剂的生产能力每年超过了 4 万吨，全国催化裂化的装置总数已超过 60 套。

随着乙烯生产的发展，下游产品的加工技术也得到了相应发展，我国建成了一批石化生产新装置，主要用来生产低密度聚乙烯、高密度聚乙烯、线性低密度聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、丙烯腈及腈纶、丁苯橡胶等。这些装置中所用的一百多种牌号的催化剂大部分已实现国内生产，其中 C_3 馏份选择性加氢，二甲苯异构化、乙烯氧化制环氧乙烷等催化剂还有重大改进，近年还集中开发有我国特色的丙烯氨氧化制丙烯腈和丁烯氧化脱氢制丁二烯以生产顺丁橡胶的新技术等，均已取得重大进展。这些具有世界先进水平的技术，把我国石油化学工业推向了一个新水平，并跨入了世界先进行列。

75. 合成新能源 ——一碳化学的使命

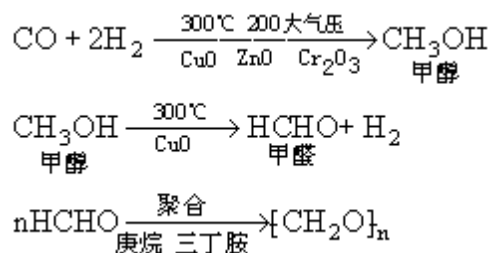
50 年代以前，化工原料及燃料主要靠煤炭。60 年代以后，石油和天然气大量被开发。由于它们是液体和气体，热值高，便于运输，加上可用以制造

醇、醛、酮、酸等化工产品，从而在许多发达国家，逐步取代了煤炭成为主要的化工原料和燃料。目前世界上有机化工产品的原料 95% 来自石油和天然气。可是，最近几年，原油价格猛涨，石蜡价格也随之上升，且有进一步提高的趋势，使许多国家不得不寻找其他能源。从地壳能源蕴藏的可采量来看，估计煤为石油与天然气总和的 100 倍左右。因此，煤炭化学研究又趋活跃，特别是美国、日本和西欧一些发达国家，一碳化学应运而生。

所谓一碳化学是指以分子中只含一个碳原子的化合物（如一氧化碳、二氧化碳、甲烷、甲醇等）为原料，用化工的方法制造产品的化学体系的总称。广义的一碳化学，不仅包括上述四种化合物，还包括如甲醛、甲酸、氢氰酸、甲胺、二氟二氯甲烷等的制造及其衍生物的合成。但当今世界上，通常一碳化学的范畴，主要是指一氧化碳、二氧化碳、甲烷、甲醇四种物质所涉及的有关内容。另外，由于甲烷属于天然气化学；二氧化碳虽然是一种取之不尽，用之不竭的气体，但人们对它的研究还不够，化工上的应用并不多；同时甲烷、二氧化碳及甲醇都可由一氧化碳制造，故狭义的一碳化学就是指一氧化碳化学，或称合成气（ $\text{CO} + \text{H}_2$ ）化学。

近几年来，利用合成气能够生产的化工产品不下 30 ~ 40 种，我国正在开发的也有 20 ~ 30 种。关于利用合成气合成燃料的动向，主要是合成甲醇，再由甲醇生产汽油。同时甲醇也是一种廉价的化工原料。

例如聚甲醛目前已成为工程塑料家族中的一个重要成员。它是由一氧化碳与氢气首先合成甲醇，甲醇再经氧化得到甲醛。甲醛再经聚合即可得到聚甲醛。



对一碳化学的研究有催化法和放射线法。在一碳化学基础研究阶段，难以比较两者的优缺点。放射线的特点是在常温常压下进行，但需依赖于电子加速器的进步。目前研究一碳化学多用催化法，并且一些产品已投产。如从合成气制甲醇和多元醇。现在最大的合成甲醇厂是美国工程公司，日产可能达到 5000 吨。此外，美国联合碳化物公司，第一个研究从合成气制多元醇，受到世界各国的关注。它是采服 $\text{Rn}(\text{CO})_2$ 作催化剂，醋酸铵作助催化剂，在 240 和 560 个大气压制得乙二醇，其产率为 73%。另外英国莫比耳公司利用新型沸石作催化剂，从甲醇制得苯、甲苯、二甲苯或汽油，这一成果受到整个化学工业界注目。

我国能源比较丰富，煤的探明储量 6000 亿吨，居世界第三位。因此，发展一碳化学有着优越的条件和光明的前途。

76. 现代绿色能源 ——酒精和沼气

发展和利用绿色能源是今后解决能源短缺的重要途径之一。我们知道，植物不仅为人类提供了食物、药物、木材等，还提供了可作为能源的秸秆、

薪柴等，这就是绿色能源。

绿色植物一年里产生的有机物，所含碳的总量约为 1.5×10^{11} 吨，相当于储存 2.5×10^{21} 焦耳的能量。以每公顷耕地收获 6.6 吨小麦和 5.3 吨麦秆计，相当于 4.6 吨石油的能量，而农业生产所需种子、肥料、机械等的能源消耗仅相当于 0.67 吨石油。这样人类就向大自然索取了相当于 4 吨石油的能量。

绿色能源是一种生物质能，源于太阳能。太阳辐射到地球的能量测定值是 $8.4 \text{ 焦/分} \cdot \text{厘米}^2$ （这叫太阳常数），晴天地面接受 80%，阴天接受 40%，据此绿色植物约捕获其中的 0.024%。太阳光经植物光合作用转变成体内的生物质能。生物质能实际上是有机的化学能。

生物质能既可天然产生（野生植物），也可由人类来种植。因此生物质的数量是可以人工控制的。植物多，吸收和固定的太阳辐射能就多。最近许多人还在研究专种植能源作用，如速生植物、巨藻等。

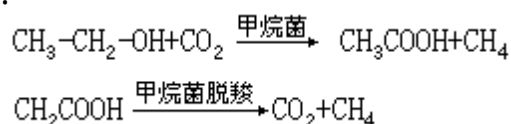
目前生物质能的利用大多是直接燃烧。然而直接燃烧薪柴，能源利用率太低，仅 10%。近几十年，人们对生物质能源的利用模式进行了广泛的基础研究。大体分为两个方面：一是由含糖类较多的作物中提取酒精或甲醇，二是制造沼气。这都和发酵有关，因此现代绿色能源的概念不只是指薪柴了，它包括植物本身，以及从植物、动物衍生物经发酵工艺所提取的能源。

酒精是一种绿色能源，酒精以 20% 的比例和汽油混和，不需要对汽油发动机作任何改造。可以大大减少对石油的依赖。

沼气是有机物，如农作物秸秆、杂草、淤泥、人畜粪便等，在一定条件下，经微生物发酵而产生的一种可燃性气体。它含有 60~70% 甲烷，热值是 $23000 \sim 27600 \text{ 千焦/m}^3$ ，是一种很好的能源。

甲烷式的发酵是一个很复杂的生物化学过程，有多种微生物参与。首先是各种分解菌把大分子有机物，如糖类、蛋白质、油脂等分解成小分子，如低级脂肪酸、醇、醛等，然后在甲烷菌的作用下还原转化成甲烷。

甲烷菌是一种厌氧菌，有机物还原过程中以二氧化碳作为氢的接受体。例如：



从能源利用角度看，有机废物生产沼气是提高能量利用率的有效手段。一户农家，一天烧秸秆 20 千克，以 10% 的热能利用率获取的能量仅 34000 千焦，若转化成沼气可得 6 立方米，以 50% 的利用率计算，可获得约 130000 千焦能量，相当于节约能量 3/4。

绿色能源遍地皆是，如果把全国的农作物秸秆、人畜粪便统统利用起来，可年产沼气约 650 亿立方米，相当于 3.6 亿吨标准煤。因此，从合理利用生物质能出发，今后应进一步发展沼气，开创我国农村能源工作的新局面。

77. 火箭的动力 ——威力无比的推进剂

火箭现已成为当今世界科学技术高度发达的重要标志。它可以冲云破雾，把各种航天器，如人造地球卫星，载人飞船等，送出大气层，使人类活

动越出了地球，进入广阔的宇宙空间。火箭之所以能成为升入太空的“大力士”，关键在于火箭中装有特殊的火箭推进剂。

现在火箭有许多种，如按燃料分有液体燃料火箭和固体燃料火箭；按结构级数分，有单级火箭和多级火箭；按用途分有运载火箭、探空火箭、防雹火箭、火箭弹等。火箭的飞行器装上战斗部件，就成了一般火箭弹；如果再装上能导向目标的制导系统就叫做导弹。

火箭推进剂包括氧化剂和燃料两部分。如果氧化剂和燃料是两种独立物质，只在燃烧过程中才混合起来，这种推进剂叫双组分推进剂；如果氧化剂和燃料是紧密联合在一起或是同一物质的组成部分，这种推进剂叫做单组分推进剂。

通常衡量推进剂的标准是比冲。比冲是每磅推进剂在每秒钟内发生出来的冲力磅数。一些典型推进剂和它们的比冲如下表所示：

典型的火箭推进剂和它们的比冲

氧化剂	燃 料	理论比冲
液体推进剂		
过氧化氢 液态氧	醇类、石油燃料	250-300
	乙醇（92.5%）	287
	煤油	300
	液氨	294
	肼	313
二氧化氯	液态氢	391
	煤油	294
	肼	258
液态氟	液氨	357
	肼	363
	液态氢	410
液态单组分推进剂		
	过氧化氢(90%)	147
	氧化乙烯	180
	肼	196
	硝酸丙酯	173
	硝基甲烷	220
固体推进剂		
柯达炸药(胶态分散在硝酸甘油中的硝基纤维)		195-235
高氯酸盐	有机高分子物质	180-245

<

一种高能燃料必须有高的燃烧热，低的蒸汽压，良好的热稳定性，高的密度和高的焰速。另外，生产制造、运输和贮存过程中能够保证安全。只有低分子量的燃料才能满足高能燃料的这些要求条件。因此，作为燃料组元的元素的选择是有限的，主要是周期表中在硅以前的元素，最常用的燃料组元

是碳、氢、氧、氮等。

现在，世界上最大的液体火箭是美国制造的运载阿波罗飞船的“土星 5 号”三级火箭。火箭总长 110.6 米，第一级直径 10.5 米，起飞重量为 2840 吨。第一级所用燃料是煤油和液氧，第二、三级采用液氢与液氧为燃料。

液体火箭最大优点是燃料比较便宜，容易控制。最大缺点是比冲较低，所消耗的燃料较多。为了克服这些弱点，原苏联首先研制成固体火箭。1957 年 10 月 4 日苏联发射的第一颗人造卫星，就是用固体火箭发射的。

固体火箭能量密度比液体火箭大，但一俟点火就难以控制，而且制造工艺也相当复杂，保存和运输条件也相当苛刻。科学家们结合液、固火箭的优点，后来又研制出“固—液混合火箭”。我国研制的东风—4 第一枚多级导弹，使用的是液体燃料，研制的 M—9 短程弹道导弹，使用的是固体燃料。所有这些化学火箭，成为人类遨游苍穹的彩桥。

不久的将来，在火箭发动机中可能使用核动力，这将会提供比现有推进剂推力好几个数量级的新的推进剂，火箭的威力也将会大大提高。

78. 航天器里的水源和电源 ——氢氧燃料电池

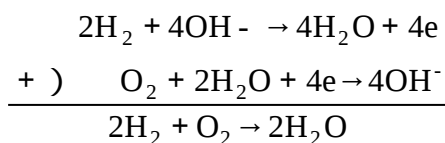
自从 1957 年 10 月 4 日原苏联发射了第一颗人造地球卫星、人类进入“太空时代”以来，现在已有 2000 多人乘坐宇宙飞船巡天揽月、遨游太空。对此，人们不禁要问：远离地球的飞船内部所用的电能从何而来？宇航员所需用的水又是怎样解决的？如果从地球上带着蓄电池和水上天，自然会加大飞船的重量，这不是上策。为此，科学家们想到了氢氧燃料电池，因为它既可解决电能问题，又可解决宇航员的饮水问题，真是兼而有之，一举两得！

所谓燃料电池是电燃料（氢、肼、烃、甲醇、液氨、煤气、天然气等）、氧化剂（氧气、空气、氯、溴等）、电极（多孔烧结镍电极、多孔银电极等）和电解质（氢氧化钾溶液或固体电解质——含有二氧化锆和其他氧化物的陶瓷）组成的。利用燃料和氧化剂之间的氧化—还原反应，可以从化学能直接产生电能，从而大大提高能量的转换率。

当前广泛应用于航天飞行的是氢氧燃料电池。在这种电池中，阳极碳电极的表面嵌有细微分散的铂或钯粒子作催化剂，氢气通过极上的细微空隙进行扩散；阳极上氧气通过浸有氧化钴、铂或银为催化剂的一个多孔碳电极进行扩散。阳极和阴极用一种电解质（如氢氧化钠或氢氧化钾溶液）分隔开。

氢通过阳极扩散，以氢原子的形式被吸附在电极的表面上，它同电解质溶液中的氢氧根离子反应生成水。在阳极产生的电子通过外电路流到阴极。通过阴极扩散的氧气被吸附在电极表面，在这里被还原为氢氧根离子。氢氧根离子从氧电极（阴极）经电解质溶液迁移到氢电极（阳极），从而完成一个循环。

总的电池反应是氢和氧化合生成水：



这样，只要对电池系统维持一定的温度、一定的电解质浓度，不断地供

给燃料和氧化剂，且不让反应的生成物——水在电池内部滞留，那么就可以从电池中源源不断地得到电能，同时，从电池中排出来的水经过净化后，就可以供宇航员饮用。

为了满足宇宙飞船的实际需要，需将几十个这样的单电池串联起来，组成一个电池组。然后，再将几个电池组并联起来，为飞船供电。

由于氢氧燃料电池能量转换率高，使用寿命长，只要不断地添加氢气和氧气就可以源源不断地输出电能，所以美、俄等国除了将其用于航天事业外，还着手用于民用发电。美国已在曼哈顿地区建成了一座 4800 千瓦的燃料电池发电站。另外，氢氧燃料电池的一个重要特点是从太阳捕获动力。利用现代的催化方法可以用太阳光将水分解为氢气和氧气，然后将它们应用于燃料电池中产生电能。据预测，到下一个世纪，燃料电池将成为一颗新的熠熠发光的“电星”，造福于人类。

79. 能源新星 ——氢能源

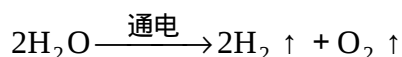
大约在 100 亿年以前，遍布太空的是大量的氢核。氢核经过高温、高压作用，发生一系列核聚变，形成碳原子核、氧原子核……又经过亿万年复杂的变化，逐步形成了星星、太阳、月亮、地球等。所以说氢是万物之祖。

尽管如此，氢的发现却只有 200 多年的时间。早在 16 世纪，瑞士—德国物理学家巴拉塞尔斯观察到硫酸和铁反应产生一种能燃烧的气体。一直到 1766 年英国的卡文迪什才认识到这种气体是一种独特的物质，并用水蒸汽通过一根炽热的枪管制备它。法国化学家拉瓦西把这种气体命名为氢，意思是水的制造者，因为它在空气中能燃烧生成水。

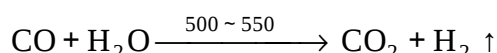
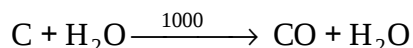
在能源消耗飞速增长的今天，能源危机不断向人类进行威胁，许多科学家以极大兴趣，把目标转向了氢，认为氢可以作为一种新能源而被广泛利用。

以氢作燃料有很多优点，首先是资源丰富，氢的主要来源是水，它是取之不尽，用之不竭的。氢燃烧生成水，水又可制成氢，水和氢是无限循环的。其次是氢在空气里燃烧的生成物是水，不会像煤、石油燃烧时产生的一氧化碳、二氧化碳、二氧化硫及粉尘等那样污染环境。再是储存、运输方便，通常氢以气态存在，它在绝对温度 20.36K 下变成液体，进一步冷却到 14.02K 下变成固体。从 1972 年以来，美国、苏联、日本先后都在上百万个大气压下，使液态氢或固态氢变成金属氢。金属氢密度很高，是固体氢的 6.3 倍，是液体氢的 7.9 倍，这将为储存和运输氢提供极大的方便。

氢气主要来源于水，目前工业上制取氢气主要有两种方法。一是电解水法制氢：



二是水煤气法制氢：



以上两种方法生产氢气，不是用煤，就是用电，因此成本高，不适宜于大量制氢当燃料。为了解决这个问题，世界上许多科学家，都把研究的视线转向了太阳能，即将太阳能转变成成为热能，电能来直接分解水制取氢气。现

在有人制成大型聚集太阳能的凹透镜，焦点处的温度很高，达到 3000 ~ 4000 高温。而水的热分解温度在 2500 左右，当然可以直接分解水。但功率不大，同时在高温度下把氢与氧分离开尚有困难。

最近化学家们找到了一种钌的化合物及二氧化钛等触媒，这种化合物在阳光照射下具有分解水的催化作用，使水分解制取氢。生物学家也在寻求办法，并已发现海水中的某些微生物，如小球藻，固氮蓝藻等，在光线照射下也能将水分解产生氢气。

利用氢作能源有两种方式：一是直接燃烧推动汽车、飞机、火箭等的发动机运行，二是制成氢能电池，将化学能转化为电能。

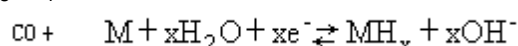
在直接燃烧推动发动机方面，日本研制的以氢为燃料的小轿车于 1984 年 5 月 24 日，在富士高速公路以每小时 100 公里的速度首次试车成功。同时日本的科学家还研制了一种脂膏状氢气，作为下一代火箭的新颖燃料，已引起全世界的广泛注意。这种脂膏状的氢是将 -253 的液态氢进一步冷却到 -259 ，令其形成果子露状态，从而大大提高了氢的平均密度。与液态氢比较起来，脂膏状氢可以有效地缩小燃料罐的体积，可望实现机体的小型化。这种脂膏状的氢一旦投入实际应用，不仅能够比较容易地开发出用于探测行星的长途火箭，而且还可以用在需要巨大推力的宇宙往返机上。

不久的将来，人类如能在利用太阳能和水制取氢气技术上有所突破，将会获得比汽油、煤更为便宜的燃料。那么，氢气将作为一种重要的、普遍使用的新型燃料而取代当今燃料霸主——石油和煤。人类将大大减轻因煤和石油燃烧造成的环境污染之苦，永远生活在蓝天、碧水、绿草的优美环境之中。

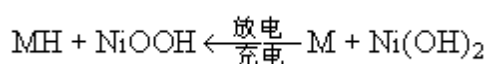
在制成氢能电池，将化学能转变为电能方面，目前开发的氢能电池有两种，而且这两种都有很好的发展的前途。

一是贮氢电池：贮氢电池又称金属氢化物——镍电池（MH/Ni 电池），它是用贮氢合金作为阴极，金属镍作阳极，以碱性溶液作电解液组成的新型二次电池。

在贮氢电池内，贮氢合金[如 LaNi_6 、 MnNi 等]可以与碱性电解液（ KOH 、 $(\text{CH}_3)_4\text{NOH}$ 等）中的水发生如下反应：



即由阴极反应从水中直接吸收氢形成金属氢化物（充电），由阳极反应把吸收的氢又返回到水中（放电）。这时的贮氢合金担负着贮氢和电化学反应的双重任务，其化学反应式为：



贮氢电池具有高能量密度，无电解液浓缩，耐充放电能力强，无毒性，它的重要技术性能指标均优于当前广泛应用的 Cd/Ni 电池和铅酸蓄电池。预计到 21 世纪初， MH/Ni 电池将作为新一代二次电池代替目前的电池。

二是氢燃料电池。它是指使用氢作为活性物质，与氧气发生电化学反应，在清洁的环境下获得直流电能的发电装置。其反应过程与水的电解过程正好相反。目前，氢燃料电池已成为继水力、火力、原子能发电之后的第四代发电技术装置。

本世纪 80 年代中期，发展了氢燃料电池的进层技术、双极设计，开发了以熔融碳酸盐和固体氧化物作为电解质的高温发电技术等，从而使氢燃料电池在大面积、高迭层、大功率、长寿命运行等方面取得了进展；90 年代初期

又实现了兆瓦级大型发电装置的设计和试运行。可以预料，到 21 世纪，作为第四代发电装置的燃料电池发电站会大量涌现。同时，以氢燃料电池为动力的电动汽车、电动机车、电动船舶也会应运而生。

80. 更多地向太阳索取 ——太阳能的利用

还在远古时期，人们对太阳就很崇拜，因为它能向地球源源不断地输送丰富的、洁净的、免费的能量。单是地球两天内从太阳接受的能量就比所有已知的化石燃料矿藏所贮存的能量还多。

人类生活离不开能源。现在世界能源的消耗每年增长 5% 以上，而且目前使用的能源 97% 来自藏量有限的矿藏。为了摆脱能源紧张的困境，人们早就尝试着用种种方法向太阳索取更多的能量。

目前人们利用太阳能的方式有以下几种：

(1) 发展太阳能光电池

一种典型的太阳能电池是单晶硅太阳能电池。1954 年最先出现的这种太阳能电池，能把接受到的太阳能的 6% 转换成电能，接近蒸汽机的效率。目前的转换效率已达 18%。

单晶硅太阳能电池的性能稳定，转换效率高，体积小，重量轻，很适合作太空航天器上的电源。目前，美国发射的近千颗卫星中，有 95% 都采用单晶硅太阳能电池作为能源。可是单晶硅太阳能电池制作成本高，价格昂贵，很难普及。

1975 年以后，无定型半导体材料发展起来，它有希望成为比单晶硅更理想的太阳能电池材料。如美国能量转换公司制成了一种硅—氟—氢无定形合金半导体，用这种材料做成太阳能电池，既有单晶硅电池工作性能稳定、转换效率高的优点，又有无定形硅成本低的长处。它们转换效率最高可以达到 25%。因它发出的电价格便宜，和火力发电价格不相上下，为太阳能电池的地面应用展示了光明的前景。

(2) 建立太阳能聚光器

利用几千块平面镜能把太阳光反射到巨大的聚焦镜上，再将光聚焦到太阳灶的工作区域，利用焦点处产生的高温来发电和作其他用途。我国西藏拉萨市有“日光城”之称，根据这个原理，在许多宾馆、机关单位屋顶上都有这种小型“太阳灶”。一个小型“太阳灶”便能基本保证家庭或宾馆的供热需求。这种方法在日光充足的地方可用。在日光照射不稳定的地方实用价值不高。

(3) 发展收集太阳能的储能材料

科学家们发现，某些化学物质受日光的照射后能吸收光能而暂时改变化合物本身化学结构，在一定条件下，它又能放出热量而回复到原来的结构。这种储能材料的发现比在屋顶安装集热器，用加热水的方法来取暖更先进得多了。只是目前储能材料的储能指标还不高，所以还不能大规模推广应用。

据有关材料介绍，美国计划 2000 年左右，在距离地面 36000 公里的同步卫星轨道上，建立太阳能电站。这个空间太阳能电站，由 140 亿个太阳能电池在太空组成一个面积为 64 平方公里的列阵，在那里把太阳能转变成直流电能，然后转换成微波电能，经过微波天线汇聚成微波来发射给地面站。地面

站把微波整流成直流电，最后通过高压直输电网或再变换成交流电供用户使用。

目前美国研制的这种空间电站功率为 10 千兆瓦，相当于 10 座 100 万千瓦的水电站。45 个这样的电站，就可满足全美国的电力需要。

随着电力工厂使用的矿物燃料日益短缺紧张和由它造成的环境污染日益加剧，在满足未来能源无限需要方面，人类对太阳能寄予了极大的希望。我们相信，智慧的人类一定会创造出美好的未来，未来世界的能源将在很大程度上依赖于太阳能。

81. 经济清洁安全的能源 ——核能

能源是人类文明进步的基石。几千年来人类利用能源经历了草木时期、煤炭时期、石油时期和天然气时期，现在已进入核能时期。

核能即原子能，它是原子结构发生变化而释放的能量。通常的化学反应，仅涉及原子与原子之间相互结合关系的变化，而原子核不发生变化。在原子核反应中，原子核的组成部分（中子和质子）的相互关系发生变化。由于这些粒子之间结合的紧密程度，远远大于原子间结合的紧密程度，因此核反应中的能量变化比化学反应大几百万倍。核能与化学能可做如下具体比较：

1 公斤标准煤燃烧释放能量 29260 焦耳

1 公斤石油燃烧释放能量 418000 焦耳

1 公斤铀—235 裂变释放能量 685.5 亿焦耳

1 公斤氘氚混和物聚变释放能量 3385.8 亿焦耳

可用作能源的核反应，目前主要有重元素原子核（铀—235、铀—233、钍—232、钍）的裂变反应和轻元素（氘、氚）原子核的聚变反应两大类。核裂变是 1942 年首次点火实现的，可控核聚变许多国家正在紧张的研究之中，至今尚未实现。所以说，可控核聚变被认为属于下一世纪的能源。

1954 年，世界上第一座核电站在原苏联建成，从而开创了人类和平利用核能的新纪元。据统计，到 1989 年底，在世界 27 个国家和地区中正在运行的核电反应堆达到 434 座，其中美国最多，有 111 座。现在世界上正在建造的核电反应堆有 90 多座。目前，核电已占世界发电量的 17%。

我们生活的地球上，核能资源非常丰富，可作裂变燃料的铀和可转化为核燃料的钍储量很大，相当于化石燃料总能量的 10 万倍以上。按照现在全世界能量消耗水平计算，可用上万年以上。轻核聚变产生的能量更为惊人，在海水中的氘达 1 亿吨，可供人类使用 1000 亿年。

重原子核分裂，需要中子来引发。当中子跟重原子核碰撞并被吸收，重原子核就会立即分裂成两片。这两片其实是两个轻的原子核。裂变反应同时释放出中子和能量。新产生的中子跟其他原子核碰撞，引起新的裂变，这样可形成链式反应。

裂变反应释放出的中子速度很高（每秒几万公里）称快中子。快中子不容易引起裂变，犹如高速子弹穿过物体，不能把物体打碎一样，而较慢的子弹却能把物体击碎。

要把快中子减慢下来，使它达到容易引起铀—235 裂变的速度（每秒几公里），需要采用慢化剂。常用的慢化剂有普通水、重水和石墨，相应的反

应堆称为水堆、重水堆和石墨堆。石墨堆和重水堆可用天然铀作燃料，普通水堆由于吸收中子过多，不能用天然铀，而必须用浓缩铀作燃料。

核能不仅是一种高效经济的能源，而且也是一种清洁、安全的能源。但许多人并不了解这一点。说到核电站，人们往往想到原子弹，核电站与原子弹，犹如火炉与常规炸弹，是根本不同的。核电站在任何情况下都不具备核爆炸的条件。

核燃料虽然被称为“燃料”，却并不能燃烧。它既不消耗氧气，又不产生二氧化碳；既没有灰和烟，也没有大量的苯等致癌物质。从生产单位能量所产生的危害程度来看，核电小于煤、石油、甲醇、风力和水电站等，仅略高于天然气电站。

当然核电站也有不安全因素存在，就是反应堆内存在大量的放射性物质。不过现代核电站的设计采用多重保护、多道屏障、纵深设防的原则，可以确实防止放射性事故的发生。

我国核电事业虽然起步比较晚，但目前发展核电已成为能源工业一项基本方针。清华大学低温核供热堆的建成并投入运行，使我国在这一领域的技术处于世界领先水平。我国自行设计建造的秦山一期工程 30 万千瓦核电站已并网发电，实现我国核电事业零的突破。由国外引进的广东大亚湾 2×90 万千瓦核电站预计很快也可投入运行。可以预料，随着现代化建设的发展需要，核电事业必将有更快更大的发展。

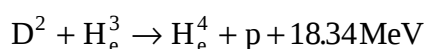
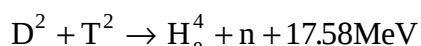
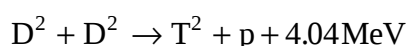
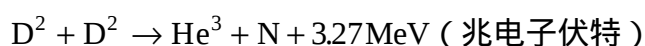
82. 再造“太阳” ——受控热核反应

人们在开辟新途径，寻找新能源的过程中，很自然地想到这样一个问题，那就是最理想的新能源是什么呢？经过一番艰苦的探索，终于找到了答案：受控热核反应。

古希腊神话中说，地球上的火是勇敢的普罗米修斯从天上偷下来的。1938 年，美国的物理学家贝茨最先发现了“天火”——太阳的奥秘，即热核聚变。在太阳上存在着大量氢及其同位素。由于在太阳内部压强很大，温度很高，因而氢的同位素之间连续不断地发生热核反应，释放出大量能量，并向宇宙空间辐射。1954 年 3 月 1 日，美国模拟太阳热核聚变的原理，在太平洋上的马绍尔群岛成功地爆炸了第一颗氢弹，揭开了人类研究热核反应的新篇章。

热核反应所用的元素是氢的同位素氘和氚。氘是由美国哥伦比亚大学教授尤里和他的助手们，在 1931 年底发现的。他们把 4 升液态氢在 14K 下缓慢蒸发，最后只剩下几立方毫米液氢，然后利用光谱分析，结果在氢原子光谱的谱线中发现了一些新谱线，其位置正好与预期的质量数为 2 的氢谱线一致。尤里给它定了一个专门名称 Deuterium，中文译名为氘，符号为 D。后来英、美科学家又发现了质量数为 3 的 Tritium，中文译名为氚，俗称“超重氢”，符号为 T。尤里因此在 1934 年获得了诺贝尔化学奖。

热核反应的种类很多，从应用观点来看，主要有以下四种：



最有实用价值的是第三种反应，它释放的能量较大，原料易得，且反应的几率较大。

也许有人会这样想，倘若热核聚变反应能够进行控制，那么人类所需的能源就根本不用发愁。事实证明，这种想法是正确的。从 50 年代起，科学家们就在潜心研究这个问题，题目叫做受控热核反应。这个当代自然科学研究的重大尖端课题前景十分诱人，许多国家为此先后投入了大量的人力和物力。现在已有 20 多个国家，建立了 200 多个各种类型的实验装置，开展了大量的实验工作和理论研究。其中，目前世界上最大的也是最先进的受控热核反应装置，是坐落在英国卡勒姆的托卡马克装置，它是供西欧 12 个国家共同研究用的。

实现热核聚变反应条件有三个：一是温度，需达到 1 亿摄氏度；二是参加反应的氘和氚必须是等离子体，且密度要达 $2 \times 10^{20}/cm^3$ ；三是维持高温的时间在 1.5 秒以上。这样，氘和氚才能自动进行核聚变。目前英国的托卡马克装置所达到的水平是：温度 4000 万摄氏度；密度 $0.36 \times 10^{20}/cm$ ；约束时间 0.8 秒。要实现热核聚变反应的条件，还必须付出极大的努力和花费足够的时间。专家们估计，如果进展顺利的话，受控热核反应可望在 2030 年开始“点火”。

用热核反应作能源优点很多。最突出的优点是原料丰富，海水中约含氘 10^{17} 千克，可供人类使用 10^{11} 年，即几百亿年；单位质量释放的能量大，也就是说，同样质量的热核材料所放出的能量要比核裂变反应大 3 至 4 倍，比煤或石油大上千倍；产物基本没有放射性，即使氚有一定的放射性，但它仅是反应的中间产物，比较容易处理，因而对环境没有严重的污染。

实现受控热核反应，尽管还有漫长的艰难的路程要走，但是这一宏伟目标一定会实现。到那时，人类真正把“太阳”拿在了手里，即使世界能耗比现在高 100 倍，也不会再出现能源危机的问题。

农业化学

83. 新型种衣剂 ——化学与播种

给种子穿衣服，在中国还是一件新鲜事。1985年，我国植保专家沈其益、李金玉等研制的良种包衣新产品——药肥复合型种衣剂在北京农业大学一诞生，就非同凡响，它的效能使国外早已使用过的包衣技术相形见绌。

科技人员和广大农民称这种种衣剂是“科技兴农”的一把火。经示范推广证明，该种衣剂有下述特点：可以使各种作物良种标准化、商品化，有利于社会统一供种；可以综合防治作物苗期的主要病、虫、鼠、鸟害，播种一次包衣，药效可达45~55天，省药，省工，减少对环境的污染和对害虫天敌的杀伤；能有效地防治作物缺素症，具有保产和增产的双重效应，一般增产幅度达10~20%。同时，这一成果将为我国农业带来良种处理工厂化的革命性变化。它受到国际上普遍关注和赞誉，认为中国能搞出这样新颖性、实用性、创造性的成果实在了不起。

所谓种衣剂，顾名思义，给种子穿衣的东西叫种衣剂。在科学上确切的含义应该是：用于作物或其他植物种子或苗木包衣，使其标准化、丸粒化的具有成膜特性的物质统称种衣剂。

种衣剂是世界上新发展的良种包衣新产品，它和用于浸种或拌种的农药乳剂和粉剂不同。当种衣剂包在种子上能立即固化成膜为种衣，种衣在土壤中遇水只能吸胀而几乎不被溶解，从而使药剂和种肥等物质逐步释放，延长了持效期，节省了药肥，减少了施药次数，提高了种子的质量。

我国研制药肥复合型种衣剂处于世界先进水平。国外的种衣剂多为单一成份，如美国FMC公司35ST种子处理剂只含有35%呋喃丹，有利来路公司的“卫福200”为单一成分的萎锈灵。前者只能杀虫，后者只能杀菌。当然也有含二种杀菌剂或杀虫剂的种衣剂。但药肥复合型的种衣剂却很少。

我国研制的种衣剂均为二种以上农药组份（包括杀菌剂、杀虫剂），又根据作物及当地土壤情况加入了不同的微肥构成了药肥复合型。

近年来根据棉花基地建设需要，在与种肥复配基础上，又增加了植物生长调节剂，在南方育苗移栽棉区，实现了苗床上控制棉苗生长，提高了棉苗素质的功效。水稻种衣剂中，也加有植物生长调节剂—多效唑，以增加分叶，增加抗逆性。

种衣剂的关键助剂——成膜剂。国外种衣剂有效成份较简单，所用的成膜剂也较单一。我国研制的种衣剂成份多，所需的成膜剂种类也多。解决了国外尚未解决的复合型成膜剂和配套助剂配方问题。合成了多种成膜剂，对不同配方配成不同复合型成膜剂，加入种衣剂内，包在种子上能立即固化成膜为种衣。

包衣的种子播入土壤中，种衣在种子周围可形成防治病虫的保护屏障，使种子消毒和防治土传病菌侵袭。当种子发芽出土，药剂和肥料从地下“小药库”缓慢释放，被植株内吸传导到未施药的地上部分，继续起防病治虫作用。种肥和植物生长调节剂，则起肥效和刺激根系生长作用。

种衣剂——这一新鲜而诱人的名字，在我国农业专家手中，把现代农业的梦想变成了现实，为我国的农业现代化带来了新的希望。我国发明的药肥

复合型种衣剂，可以用于不同地区，不同的粮、棉、油料作物、蔬菜、药材及花卉种子的包衣，保证一播全苗、苗全苗旺、促进生长发育、改善品质、增加产量。毫无疑问，种衣剂的发明，必将对我国的农业的增产发挥积极的作用。国家已制定优质棉基地（3200 万亩）和粮油基地（5 亿亩）良种包衣规划，预计可增加粮、棉、油料产量约 295 亿公斤，满足人们日益增长的生活需要。

84. 无土的农田 ——化学与栽培

俗话说：人靠土养，苗靠肥养。可见土地对人类是多么重要。我们知道，从古到今种植都是在土地上，撒上种子、施肥、灌溉、加上阳光、空气及时间，作物就能生长。土地起着支撑作物、提供营养的作用。

如果将作物不是种在土里，而是放在一定溶液内，在相同条件下，作物是否也能生长呢？答案是肯定的，可以生长，而且逐步发展成一种新的种植方法，叫做无土种植，亦称溶液培养。

无土种植，目前来说价格还很贵，要不断地提供水、矿物质，还要控制环境，制造冷暖适宜、干湿有度、有日照、能通风的氛围。虽然投资很高，维护费用很高，但商业应用还是在不断发展。因它指出了在人口多、土地少的情况下，发展农业生产的方向。目前有些国家多半用此法种植时鲜蔬菜和鲜花。

无土种植，可以用泥煤、松皮、浮石、火山岩石玻璃、矿棉、砾石、碎炉渣等作支撑物，也可只用水，利用作物的根部作支撑物。

无土种植可分：

（1）封闭型：将培养液使用一段时间后，经处理补充后，还可以循环再使用。

（2）开启型：培养液使用后，就将溶液排放掉。

培养液，也叫作营养液，主要是提供植物生长所需的水份及营养组分。早期营养液以氮、钾为主。标准型的培养液的化学组分含：钙 100、镁 50、硼 0.4、锌 0.5 或铜 0.2 毫克/升。化肥要按植物生长需要而施放，如磷肥、钾肥、氮肥。钠及氯含量过高，对作物是有害的，如果营养液循环使用，就会因积累而升高。还要注意 pH 为 5.5 ~ 6.5，碳主要来自空气中的二氧化碳，由作物光合作用而取得。

在本世纪 70 年代，无土种植在暖房中得到广泛实现，主要应用了古柏（Cooper）博士的培养膜技术，它的支撑物为矿棉、外覆黑色或透明塑料薄膜，放在培养液上，用甲基溴消毒，使作物能够生长。目前荷兰种鲜花，丹麦种黄瓜、莴苣、番茄很多用此法种植。

水果是人们喜爱的食品，但是水果的生产周期长、成本高。一棵果树占地大，经多年生长而年产果子只是自身重量的一小部分，还需要人工采摘。

为了彻底改革水果的有土栽培，英国第瑞德克公司正在建立水果种植试验工厂。该公司的园艺家把李子、苹果等的枝条不是嫁接在其他树上，而是嫁接在一根用压力输送合成树液的管子上。如果这种树液的组成与原果树的树液相同，则枝条想必能像在树上一样结出果子。

这是第瑞德克公司“孵产水果”计划的一项新项目。在保持适当的温度

和照明的无窗建筑中密密排列着果树枝，中央控制室用压力输送合成树液，果实成熟后进行机械化采摘。传送带将果子送到包装站。这时采光的枝干从树液中得到再产果子的信号激素，于是又长出新果。

有的水果，如草莓，不需要授粉。对于需要授粉的用机械方法来完成。这样一来，传统的占地、费时、费工的果树园将逐渐被淘汰。最后将实现水果一年多次收成，大批量密集连续生产。

无土种植作物，无土种植果树，虽然现在还是星星之火，要广泛推广普及，还有很长的路要走，但最终必然是要实现的。

85. 一半靠土，一半靠肥 ——化学与肥料

“庄稼一枝花，全靠肥当家”，肥料在农业生产中究竟起多大作用？一位美国农学家是这样回答的：把作物的增产量作为 100%，肥料的作用占 50%；在其余的 50% 中，良种占 30%，其他措施占 20%。这种说法比较符合实际。中国农业科学院曾统计过化肥平均增产数是：每斤氮（化肥中的纯氮）增产水稻 15.5 斤，小麦 10.5 斤，棉花 9.5 斤，玉米 19.0 斤；每斤磷（化肥中的五氧化二磷）增产水稻 5.5 斤，小麦 7.7 斤，棉花 3.9 斤，玉米 11.1 斤；每斤钾增产水稻 3.8 斤，小麦 3.4 斤，棉花 3.6 斤，玉米 7.7 斤。显而易见，化肥就是“粮食”，增产化肥就能增产粮食。

随着科学技术的进步和工业水平的提高，化学肥料的品种越来越多，概括起来可分为八大类：一是氮肥，主要有尿素、硝酸铵、碳酸氢铵等；二是磷肥，有过磷酸钙、钙镁磷肥等；三是钾肥，有硫酸钾、氯化钾等；四是中量元素肥料，就是含有钙、镁、硫三种元素的化合物，石灰石粉、硫酸镁等；五是微量元素肥料，就是含有硼、钼、锰、锌、铜等元素的化合物，如硼砂、硫酸锌、硫酸亚铁等；六是复合肥料，就是含有两种或两种以上营养元素的化合物，有磷酸氢二铵、磷酸氢二钾等；七是混和肥料，就是根据作物生长的需要，把几种化肥混配在一起的肥料；八是腐植酸类肥料，就是利用含有腐植酸的风化煤、褐煤、草炭等，生产腐植酸类肥料，如腐植酸铵等。

德国是世界上早期化学工业发达的国家。第一个合成氨厂在 1913 年首先由德国建成，开创了工业生产肥氮的新局面。世界上第一个磷肥也是由德国首先制造成功。1840 年，德国化学家李比希用硫酸处理骨粉，制得了一种磷肥，叫过磷酸钙。两年后，英国建立了世界上第一个磷肥厂，以硫酸和骨粉为原料，生产过磷酸钙。钾肥是氮磷钾三大肥料之一。1861 年，德国首先以光卤石为原料，生产出氯化钾钾肥。现在氮肥、磷肥、钾肥都可工业化的大生产，而且品种越来越多，产量越来越大。1950 年全世界人口才 25 亿，生产的氮肥只有 400 万吨，而 1985 年世界人口增加到 48 亿，氮肥产量上升到 6500 万吨，35 年间增长了 16 倍。现在全世界每年生产化肥 1 亿多吨。

众所周知，作物生长需要氮、磷、钾三大营养元素，但也绝对不能缺少硼、铜、锰、锌、钼、铁、钴、硅、铝、碘等微量元素，缺少它作物就不能正常生长发育，轻者减产，重则死亡。作物缺铁，普遍发生失绿现象，严重时脱叶死亡；玉米缺锌，出现花叶病，白苗病；棉花缺硼，棉桃只结铃不开花；果树缺铜，果实畸形，小而坚硬；烟草缺锰，叶片失绿坏死……因此有针对性地施用微量元素肥料，不但可使作物增产、早熟，而且还能提高作物

抗病、抗寒、抗旱、抗倒伏、抗病虫害的能力，作物产品的质量也可明显提高。

近年来，国外有人把植物生长所需的微量元素，如铁、锰、锌等的化合物先封装在玻璃珠内，然后撒在土壤中，最后玻璃分解，使微量元素的化合物释放入土壤，供作物吸收利用。这种肥料叫做微量元素肥料，又称玻璃珠肥料。它们在土壤中的共同特点是缓慢溶解，不易被雨水冲失，用量少而肥效长，可持续好几年。

专家们指出，近 30 年来，世界人口翻了一番，恰好，世界粮食产量也增加了一倍。其中，化学的作用约占 50 ~ 65%。也就是说，解决人类吃饭问题，一半靠土，一半要靠化学。只要充分发挥化学的作用，我们人类的头等大事——吃饭问题是不发愁的。

我国化肥工业发展很快，产量在世界前列，但是平均亩施化肥水平与世界发达国家相比差距还很大。国家决定今后几年化肥生产将跨越两个台阶：1995 年全国化肥生产能力达到 1.2 亿到 1.3 亿吨；2000 年，化肥生产能力达到 1.5 亿吨左右。这样将有力地支援农业生产，促进农业现代化。

86. 根除邪恶的杂草 ——化学与除草

粮食生产不能仅仅通过耕种新垦土地而大幅度提高。在大多数国家，可耕地都已利用。在人口密集的发展中国家，扩大耕作区域需要巨额投资，并会危害当地的生态环境和野生生物。根除邪恶的杂草，也是增加粮食生产的一个必要条件。

据有的资料介绍，亚细亚纲毛草是世界上毁灭谷物最厉害的一种杂草。它使亚洲和非洲 4 亿多人口得不到足够的食物。它是一种寄生植物，以攫取附近谷物的养料来营养自己，使谷物枯萎致死。它导致谷物生长受阻和歉收，使人们挨饿。

化学家和生物学家研究发现，自然界中存在着令人难以置信的一种宿主——寄生关系。寄生植物的种子静静地土壤中等待，用它那种神妙的化学雷达探测附近的宿主植物。宿主分泌一种特殊的化学物质为寄生物提供信息。亚细亚毛草能识别出这种分泌物，立即生长进入附近的寄宿植物。为了消灭这些邪恶的杂草，化学家们已能合成一种除草剂，引诱这些寄生植物进入它们为期 4 天的生长周期。4 天内它们找不到宿主植物，就会枯死，几天后就可以安全地进行谷物播种了。

经验证明，使用化学除草剂是大面积防治杂草的最有效的方法。美国目前玉米、大豆、棉花、水稻、花生等作物 85 ~ 90% 使用了除草剂；日本在 1971 年就有 95% 以上的耕地使用了除草剂。

随着科学技术的进步，新品种的除草剂不断增多。如磺酰脲类除草剂，只要每平方米喷射 0.01 ~ 0.025 克，就可杀死小麦、玉米地里各种阔叶杂草；苏达灭能在杂草幼苗露出地面之前起作用；莠去津则能阻断杂草的光合作用；还有一些能干扰种子发芽或阻碍叶绿体形成的除草剂。

为了降低除草剂的使用量，扩大“除草谱”，保证对作物的安全生长，近年来对除草剂的使用剂型也做了许多改进。日本 1983 年在水稻田中使用的除草剂都是混合剂，如“禾田净”实质是禾大壮、西草净和 2—甲—4 氯丁酯

的混合制剂。美国已用 180 多种除草剂制成 6000 多种制剂，如乳剂、粒剂、液剂、油剂、片剂等。

为了克服化学除草剂对环境的污染，许多科学工作者已着手从天然产物中寻找有除草活性的代谢产物。最近发现链霉素的代谢产物双丙胺膦（一种三肽化合物）是一种非选择性叶面处理广谱性除草剂，它适用于果树、桑树行间的杂草防治和非耕地除草用。日本三井东亚化学公司开发成功了一种生物除草剂。该生物除草剂利用了一种天然微生物，它对于稻田最成问题的杂草有良好的效果。倘若将生物除草剂与化学除草剂合用的话，则可将化学除草剂的使用量减少到 1/10 乃至 1/100，并对环境保护方面有重大意义。

采用基因移植、人工杂交、育种等方法，培育既丰产又能抗除草剂的作物新品种，已引起人们的普遍重视。这样既可以扩大一些高效除草剂的使用范围，又可解决某些敏感作物的杂草防除问题。加拿大已成功地培育出抗均—三嗪除草剂的油菜，并进行了推广。

根据有的部门预测，我国幅员辽阔，作物种类繁多，到 2000 年约有 11 亿亩农田要使用除草剂，约需各种原药 11 万吨以上。为了发展农业，增产粮食，化学家将与农学家和生物学家合作，根除邪恶的杂草，大显身手，贡献自己的力量。

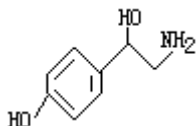
87. 化学灭虫新招 ——化学与病虫害防治

根据有的资料介绍，在 1983 年全世界大约有 2 千万人因饥饿而死亡。此外，还有 5 亿左右处于严重营养不良状态。估计，到本世纪末，严重营养不良的人数将达 6.5 亿。民以食为天，千方百计增加粮食生产，仍是人类时刻不能忘记的大事情。病虫害的防治，乃是有效增加粮食生产的一个重要方面。

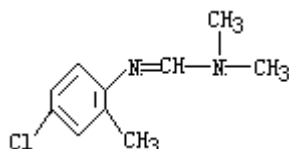
病虫害的防治的重点曾经是使用化学药物（杀虫剂）以消灭害虫和其他有害物。这方法的危险是破坏自然界平衡，并将异源物质带入到环境中。我们的目的是控制害虫，而不是消灭昆虫。这样我们就能避免由于长期生态平衡失调而引起的潜在危险。通过了解生物体自身的生物化学，我们就能通过一种不给自然界带来危害的途径，限制害虫对粮食的危害。

目前最有发展前途的新杀虫剂是生理合成杀虫剂。所谓生理合成杀虫剂，是按照昆虫生理生化原理设计的杀虫剂，它具有高效、低毒、不污染环境特征。

近年来发现，昆虫体内所含的章鱼胺，其结构式为



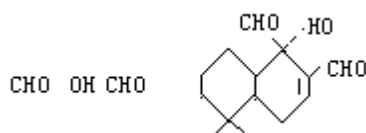
它是一种重要的神经传递质和神经激素，因此凡能影响章鱼胺的传递或引起章鱼胺突变的化合物，都能有效的杀死害虫。已经知道杀虫脒，其结构如下：



它能影响章鱼胺的传递，因此它是一种有效的抑虫剂。它的主要作用是引起昆虫行为改变、拒食等，从而造成昆虫死亡，对杀死蜚蠊特别有效。

昆虫拒食剂，可以使害虫拒食而造成死亡，这也是科学家考虑研究的重要课题。已经发现有些植物能够产生天然的防御物——拒食剂，防御昆虫、细菌、真菌和病害的侵害。科学家们已鉴定了许多拒食剂。它们的结构多种多样，其中茛菪碱子素，可能是目前分离得到的最强的拒食剂，只要每平方厘米含有 2×10^{-9} 克就足以阻止沙漠蝗进食。

瓦尔保醛，其结构如下：



它对非洲蠕虫具有专一的活性。只要在喷洒过瓦尔保醛的玉米叶子上停留 30 分钟的昆虫，将永远失去进食能力。虽然迄今还没有商品拒食剂问世，但它们却为害虫的综合防治提供了一种颇有兴趣的前景。

昆虫信息素是生物体为了对同种生物的其他个体特定行为作出反应，而释放出来的化学物质。它的功能是作为交配、报警、区域性显示、攻击、巢栖交配识别以及标记等的通讯信号。近年来这些信息素作为检测或防治害虫的一种手段引起了人们的极大兴趣。化学家们不仅分离和鉴定了许多天然昆虫信息素，如家蚕信息素、四种棉子象鼻虫信息素、美国蟑螂信息素等，而且也在继续合成人工信息素。俗话说臭味相投，昆虫闻到信息素，可谓一见钟情，带有信息素的诱饵已在世界范围内用于监视和测定害虫群众体，以便适时投用杀虫剂，减少喷药量，有效地捕杀害虫。

在过去的四年里，在挪威和瑞典的森林里，共布置了一百万个以上的诱饵点，结果一年就捕捉了 40 亿个云杉蛀虫。信息素的另一个商业应用是把它撒布在一个区域里去迷惑扰乱昆虫。1982 年，美国将信息素分别施用在 13 万英亩棉田来控制棉红铃虫，2000 英亩菊芋来控制羽蛾和 6000 英亩番茄来抵抗蛱蝶。

昆虫不育剂，从理论讲，是防治害虫最有效的杀虫剂，它可以使昆虫失去生育能力，造成种群灭绝。目前已发现许多天然化合物可抑制细胞分裂，使昆虫不育，如早熟素、秋水仙素、灰黄霉素等。但因使用剂量较高，它们还不是理想的昆虫不育剂。人们正在向合成一些高效的类似秋水仙素的化合物进军。

使用生理合成杀虫剂消灭害虫，符合综合治理害虫的要求，对它的研究方兴未艾。因此人们预料 21 世纪的杀虫剂将主要是生理合成杀虫剂。

88. 作物增产的好帮手 ——植物生长调节剂

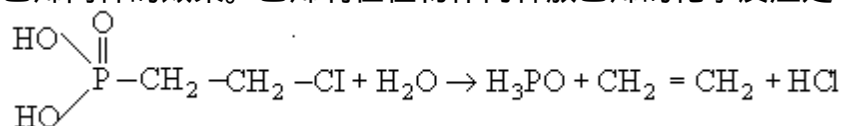
化学在促进粮食增产方面有着难以估量的作用。现在人们利用先进的科技手段，能够清楚地阐明作物生长过程中的一些重要化学变化，可以帮助我们掌握一些作物生长的受控制因素，以便有利于作物增产。

植物生长调节剂是一类非常有价值的物质。它是一些具有控制植物生长、发育和其他某些生理功能的有机物。植物自身产生的量很少，农业上应用的多数是由人工合成的。而且许多人工合成的植物调节剂的功能超过了天

然产物的功能。

赤霉素是一种发现应用比较早的植物生长调节剂，最早是从水稻恶苗病菌中发现的，目前科学家已从植物和低等生物中鉴定出 65 种与赤霉素有关的化合物，同时也可以通过大量培养赤霉菌来生产赤霉素。赤霉素对促进植物发芽，培养无核葡萄，以及制造啤酒所用的麦芽都有显著的作用。

乙烯也是植物的一种内源激素。几乎所有的植物器官中都含有微量的乙烯。它具有一些奇特的功能，可以使果实加速成熟并着色；还可以加速树叶的衰老和脱落，保护落叶植物安全过冬；另外，乙烯还能改变植物花的性别，例如黄瓜是同株异性花，乙烯可以使雄花变为雌花，提高黄瓜产量。然而，由于乙烯在通常情况下是气体，使用运输很不方便，为此人工合成了化学调节剂 α -氯乙基磷酸，俗名乙烯利，它能被植物吸收并在体内放出乙烯，起到与乙烯同样的效果。乙烯利在植物体内释放乙烯的化学反应是：



细胞分裂素是一种可以增进细胞分裂的化合物。近来人们又从 DNA、转移 RNA 和其他来源中分离得到许多类似物。它们能促进植物细胞分裂，增进开花和种子发芽，并抑制衰老，是一类很有发展前途的植物生长调节剂。

独脚金酮是一种有着独特作用的植物生长调节剂。科学家已从棉株根部分离出这种物质，同时人工合成也获得成功。田间有杂草叫独脚金草，它的种子可在土壤中休眠若干年，只有当作物根部释放出一种特殊化学物质时，它才能发芽生长，并寄生在作物上，影响作物生长。独脚金酮植物生长调节剂，可以诱发独脚金杂草的种子发芽。因此，如果在作物播种前向田地里撒些独脚金酮，诱发独脚金杂草早日发芽，但因缺少寄主作物而死亡，从而保证了作物正常生长。

总之，植物生长调节剂对促进作物生长，提高粮食产量有着许多独特的作用。现在已经知道数百种天然的植物产物有这种或那种生长调节作用。这些化合物分子结构多种多样，非常复杂。认识这些结构，并弄清它们对植物作用的一些机理，对提高粮食供给有着重要的意义。

食品化学

89. 最受青睐的饮用水 ——人造纯水

当你举起茶杯喝水时，可曾想到：水不再是无穷无尽的“天授之物”；随着地球上人口的增加、淡水的过量开采，世界上的水荒正在威胁着人类生存。人类需要有足够的水，而且渴望喝上纯净的水。

近年来市场上充斥着各种矿泉水、蒸馏水，最近又出现了“人造纯净水”，每瓶售价 2—10 元。在夏季众多的饮料中，人们为什么要花高价买一瓶没有什么味道的“白”水呢？

我们知道，人口的增加，工业的发达，不但造成水源匮乏，而且生态环境也日益恶化，许多地方的水质在下降。人们在呼唤净化环境，保护水源的同时，目光自然转向清洁的“人造纯净水”上。

蒸馏水可算作最早的人造纯净水。上百年来蒸馏水只作为医药部门消毒、配药专用水，而把蒸馏水作为饮料出售，这是近几年来发生的事。普通水经高温蒸发再冷凝而成蒸馏水，在其吸热、放热过程中，消耗大量能源。在能源紧张的今天，蒸馏水还是作为医疗用水好，不宜作为饮水大量生产。

矿泉水很受人们欢迎，它一般污染少，且含有一定的微量元素，长期饮用对身体健康有促进作用。如中国杭州虎跑泉的水泡西湖龙井茶，堪称“中国一绝”。正因为矿泉水水质好，因此国内外出现了开发矿泉水资源热。然而，矿泉水资源毕竟是有限的，满足大多数人饮用是不可能的。

矿泉水壶的发明，使人们用普通水制取“天然矿泉水”成为现实，所以矿泉水壶已开始进入家庭。但矿泉水壶的滤芯孔径一般为 0.45 微米，小于 0.45 微米的过滤性病毒，大部分化学药物、重金属污染物依然会存在于已过滤的水中；同时矿泉水壶只有一个进水口和一个出水口，滤芯用后可能成为新的污染源，影响水质。因此，专家们建议，新型高档矿泉水壶应设计有水质检测显示，以使人们放心饮用。

与上述两种水相比，现在出现的“人造纯水”可能是最有前途的。人们从淡化处理海水中得到启示来生产这种水。海湾石油诸国，如科威特、沙特阿拉伯等已用海水淡化的方法为居民提供生活饮用水。目前在美国纯水与矿泉水的销售量之比是 10000 : 1，并已研制出家用小型纯水机，它由微机控制，可根据需要制成纯水、开水、冰水，使用寿命可达 10~20 年以上。据介绍，这种小型纯水机，是用普通水经高压膜过滤，运用“反渗透法”原理制成的。所制得水，水质质量较高。

我国北京有的厂家也能生产这种纯水，而且口感极佳、清凉爽口。如果小型纯水机在我国也能进入家庭，想必会有很大的市场，人们饮水的质量也会有很大的改善。

90. 吃盐的学问 ——食盐代用品

人不仅要吃粮食、油脂、肉类、禽蛋和蔬菜，而且每天都要补充一定的食盐，一个人一天摄取食盐不能少于 4 克，长期缺盐会使人头晕、目眩、四

肢无力、思维迟钝。但过多的嗜盐也会引起血压升高等疾病。因此，食物不宜太淡，也不宜太咸，以每天能摄取 5—10 克为宜。夏天出汗较多，汗水会带出人体的盐分，因此喝些淡盐水有助于健康。

食盐对人体的作用主要是钠的作用，钠在人体中究竟具体有什么作用呢？

我们知道正常人体内的血液，有一个比较恒定的 pH 值（7.35~7.45 之间），当血液 pH 值小于 7.35 或大于 7.45 时，就会发生酸中毒或碱中毒，人就会感到疲乏，呼吸困难，严重时导致死亡。维持血液的 pH 值，主要靠血液中的缓冲剂 $\text{NaHCO}_3\text{-H}_2\text{CO}_3$ ，而钠离子是这一缓冲剂的主要角色。

钠离子还是构成人体体液的重要成分。人的心脏跳动离不开体液，所以成人每天需要摄入一定量的钠离子，以补充人体代谢后钠离子之不足。

当然体液中钠离子过多也不好，易使血压升高，心脏病和肾炎加重，因此，凡有心脏病和患肾炎者，都要忌食过多的食盐。

现在许多发达国家都在想方设法减少饮食中的钠含量，但同时又不以牺牲食盐美味为代价。日本开发了一种新的食盐代用品，它的食盐钠含量减少了一半，而咸味纯正不带苦味。这种代用品可用于各种使用食盐的食品中取代食盐，同时不会降低食品的风味和品质。

这种食盐代用品，是由食盐、氯化钾、减乳糖乳精（乳糖成份用乳糖酶水解而减少的乳清，因很多人体内缺乏乳糖酶，有乳糖不耐症）和水解蔬菜蛋白质组成；还供售一种不加蔬菜蛋白质的代用盐。

研究人员发现，乳清中所含天然矿物质有天然咸味，可以掩盖某些人能感觉出来的氯化钾的不良苦味。这种白色代用食盐有两种形态：颗粒状和粉面状，后者适合干用，如用于小吃盖面料、滚面包层（如炸猪排前用）和混和调味料。

曾对这种代用盐、食盐、氯化钾和 1:1 氯化钾—食盐混合物进行味道品质比较，比较其咸度、苦味、酸度和涩味。比较结果确定，代用盐在所有这些味道品质方面都十分接近食盐，其接近程度大于受试的其成份。这种代用盐还显示出优于食盐和其他代用品的增香性能。因为所有这些成份都曾用 5'-鸟苷酸钠、5'-肌苷酸钠（均为风味增强剂）、粉末化牛肉浸汁和粉末化鸡肉浸汁试验风味增强性能。

在日本，这种代用盐用于减少酱油中的食盐含量，酱油的含盐量一般为 16%。取代方法如下：按习惯方法生产酱油，然后，用反向渗透法脱除约 10% 盐份。然后加入适当数量代用盐将盐含量调到 8%，使酱油具有合适的滋味。

酸泡菜也是一类以咸味知名的食品。在日本，食用酸泡菜极为普遍，其含盐量为 6~15%。使用代用盐腌制的泡菜含盐量仅为标准酸泡菜的 57%，味道鲜美，在市场上很畅销。无油色拉调味料、蛋黄酱类调味料和人造奶油也可用代用盐以减少含盐量，并保持滋味不变。

因为日本很多烹调中都常用咸味食品，所以日本人每天摄入食盐量高达 12.1 克，这对身体健康很不利。最近日本政府敦促日本人民自觉将食盐摄入量降低到每天 10 克。美国人的食盐摄入量为每天 8 克，现在政府奉劝人民将食盐的摄入量减少到每天 5 克的水平。

可以预料，为了保证人类的身体健康，今后对食盐代用品的研制和推广应用会进一步加强。

91. 现代食品工业的基础 ——食品添加剂

随着人类生活水平的不断改善提高，食品工业发展迅速，食品添加剂的使用范围日益扩大，它已成为发展现代食品工业的重要基础。

那么什么是食品添加剂呢？由于各国的饮食习惯不同，副食品添加剂的界定也不尽相同。我国把为改善食品品质和色、香、味，以及为防腐和加工工艺的需要而加入食品中的化学合成或天然物质称为食品添加剂。

食品添加剂的种类繁多，按其来源可分为天然品和人工合成品。按照用途主要有防腐剂、抗氧化剂、着色剂、增稠剂、甜味剂、酸味剂等。下面有重点地予以说明。

（1）防腐剂

在食品工业发达的美国、日本等国，虽然贮藏食品的设备如冷藏箱等，十分普及，但使用食品防腐剂仍很普遍。常用的有机防腐剂有山梨酸及其盐类、苯甲酸及其盐类等；使用的无机防腐剂有硝酸盐、亚硝酸盐、亚硫酸及其盐类等。

山梨酸及其盐类是使用最普遍的防腐剂。美国 1987 年用于食品的山梨酸就已达到 6700 吨。山梨酸是一种不饱和脂肪酸，在体内可以进行正常代谢，对霉菌、酵母和好气性细菌均有较强的抑制作用，防腐效果比苯甲酸高。

美国所研制的富马酸二甲酯，用作面包防霉效果最佳，可以贮藏 475 天不变质，它是一种很有发展前途的新型防腐剂。

（2）抗氧化剂

抗氧化剂是一类很重要的食品添加剂，它能够阻止或延迟食品氧化，并能提高食品的稳定性和延长食品的贮存期。常用的油性抗氧化剂有丁基羟基苯基茴香醚（BHA）、二丁基羟基甲苯（BHT）、混合生育酚浓缩物等。水溶性抗氧化剂有抗坏血酸及其钠盐、植酸等。

生育酚即维生素 E，它是目前国际上唯一大量生产的天然抗氧化剂。天然生育酚的热稳定性高、耐光、耐射线性强，所以适用于在高温炸油中应用，也可用做薄膜包装食品用。

抗坏血酸及其钠盐是安全无害的水溶性抗氧化剂。广泛用于啤酒、无醇饮料、果蔬食品、肉制品中，以防止变色、褪色、变味。

（3）着色剂

在食品加工过程中，为了改善食品的色泽，增进人们的食欲，提高食用价值，常要加入适当的食用色素。

当前世界各国，天然色素和人工色素处于并存发展状态。由于合成色素多属于煤焦油染料，不仅无营养价值，而且大多数对人体有害，因此近几年来，人工合成食用色素品种逐步减少，而开发天然食用色素品种日益增多。我国规定只有苋菜红、胭脂红、柠檬黄、靛蓝四种合成色素能用于食品着色，而且还规定了不得使用合成色素着色的食品种类。

在天然色素方面允许使用的主要有姜黄素、辣椒素、甜菜红、 β -胡萝卜素等，并大力提倡研究开发安全性高的天然色素。 β -胡萝卜素是世界各国普遍使用的天然食品色素，它属于油性色素，故适合于人造奶油、奶油和干酪的着色。近年来，用人工合成的方法，也可大量生产胡萝卜素、核黄素

等食用天然色素，这比直接从动植物组织中提取更经济有利。今后，人工合成天然食用色素的工业将会更加发展，以满足现代食品工业发展的需要。

(4) 香味增强剂

香味增强剂是食用香料发展过程中出现的一个新领域，其添加量极少，但增香效果极佳，同时还可利用它们来改善或掩盖一些不愉快的气味，从而提高食品的风味。

香味增强剂的种类很多，但目前应用的主要有味精、5—磷酸肌酐、5'—磷酸鸟苷、麦芽酚等。

麦芽酚商业名味酚。它可以从小麦、落叶松等植物中提取，也可以人工合成。麦芽酚不但能增强食品的香味，而且对甜食还有增甜作用，一份麦芽酚可代替四份香豆素使用。它可用于巧克力、糖果、果汁、饼干等多种食品中，一般在食品中的添加量为 0.005 ~ 0.03%。

(5) 甜味剂

食用甜味剂由天然和合成两大类。天然食品甜味剂，一般由各种糖类、糖的衍生物以及一些氨基酸、蛋白质组成。合成甜味剂，主要有糖精、环乙烷氨基磺酸等。由于合成甜味剂的使用安全性问题，在国际上一直有些争论，因此它们的应用和发展受到一定限制。

甜叶菊分子式为 $C_{38}H_{60}O_{18}$ ，是一种双萜配糖体，它的甜度为蔗糖 300 倍，是最甜的天然甜味物质之一，其甜味纯正，后味可口，可用于多种食品和饮料中。由于食用甜味菊后，不被人体吸收，不产生热量，所以是糖尿病、肥胖症患者食用的理想甜味剂。高果糖浆则是一种新近发展的淀粉糖品。

为了促进食品国际贸易的顺利进行，保障各国人民的安全，实现食品添加剂的国际化很有必要。为了实现这一目标，目前很多国家都在采取措施，尽量使本国的食品添加剂的法规和标准符合国际标准。我国也在积极向这方面努力。

92. 甜味剂中的新兵 ——高果糖浆

以前，食品工业中所用的甜味剂多半是蔗糖和来自于石油化工产品的糖精。本世纪 70 年代起，由于石油危机的出现和国际上砂糖供不应求，价格暴涨，寻找新的廉价甜味剂成了许多国家新的目标。

高果玉米糖浆是最近研制成功的一种比较价廉物美的增加热量的甜味剂，使甜味剂的队伍里又增加了一名新兵。

高果玉米糖浆是一种透明的粘度低的甜液，它含有果糖量较高。一般说来，果糖含量越高，则用它代替蔗糖的可能性越大，越受食品业的欢迎。连那号称饮料大王的可口可乐也愿意采用高果糖浆来代替传统的蔗糖糖浆了。

这是为什么呢？原来，蔗糖水解后成为葡萄糖，虽然葡萄糖是人体必需的，但是，如果摄入大量的葡萄糖，还是有副作用的，它会使人发胖，这对中老年人来说，不仅会影响体形，更会影响健康，可导致心脏负担过重，并发糖尿病等。实验证明，果糖没有葡萄糖那样使人发胖的缺点。长期以来，食品学家就有用果糖代替蔗糖的设想。

果糖因大量存在于水果中而得名，它是葡萄糖的同分异构体，比蔗糖甜的多，但是自然界存量不多，如用合成法制得，价格又很高，所以长期以来

未能大规模用作甜味剂。

自从酶技术发展起来后，生物化学家发明了固相酶技术，利用它可以顺利地使葡萄糖变为果葡糖浆。高果玉米糖浆的生产方法是：使玉米淀粉通过一个混合器，加热后便可得到右旋糖浆。然后用颗粒炭柱把糖浆过滤脱色。最后把透明的高右旋糖浆用泵抽入含有固相酶（葡萄糖异构酶）的消电离槽和异构反应器内。此时固相酶迅速地使右旋糖异构化为果糖（右旋糖），然后再一次使产品消去电离和过滤。最后通过蒸发，浓缩可制得所需的高果糖浆。

第一代高果玉米糖浆含 42% 的果糖，常用于清凉饮料、果子冻、烤面包等。在大多数制品中，它可以部分地代替蔗糖。第二代更高果糖糖浆可以全部代替蔗糖，一般含果糖 55—60%。此外，据报道，现在又生产出一种超高果糖产品，含果糖高达 90%。

高果玉米糖浆比蔗糖便宜，不掩盖果味还会加强果味，并有极好的颜色和光泽。一般说来，42% 浓度的高果糖浆其甜度约为蔗糖的 90%，价格只有蔗糖的 60%。55% 浓度的糖浆，其甜度和蔗糖相同，价格却比蔗糖低 25% 左右。正是因为这样，玉米高果糖浆最后可能夺取 50% 的工业增甜剂市场，或 35% 的全部增加热量的增甜剂市场，它正在逐步的代替蔗糖作食品和饮料的甜味剂。美国可口可乐公司所用的甜味剂大约有一半为高果糖浆所代替。

目前，我国已引进了固相酶的技术，已有异构化葡萄糖成为果糖的成套设备，无疑，它将增加我国饮料的竞争能力，使国产饮料风靡国际市场。

另外，食用甜味剂中还有一颗新星，那就是天冬氨酸。它是一种低热量甜味剂，用它代替蔗糖对帮助人们减肥有特别重要的意义。它是一种二肽，由天门冬氨酸和苯丙氨酸结合而成。它的甜度约为蔗糖的 150~200 倍。不过由于当前采用的是化学合成法生产，成本太高，还难以大量应用。一旦采用生物工程法生产获得成功，它将是一种很有发展前途的甜味剂。

毛雷丁和索马丁是从植物中提取的两种甜味蛋白，它们的甜度比蔗糖甜 10 万倍。它们不但甜度惊人，而且甜味在口中保持时间长，是目前所有甜味剂都望尘莫及的，它们也不愧为甜味剂中的佼佼者。它们之中有的物理性质和生物性质已经搞清，具备了用基因操作方法从微生物来生产的可能性。一旦将这种可能变为现实，不仅使甜味剂的供应有了新途径，而且，也为味觉生理学的研究提供了新材料。

93. 有益无害的调味剂

——味精

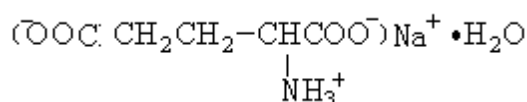
味精，是人们常用的调味剂。炒菜炖汤时放点味精，就会使菜肴变得更加鲜美可口，使人胃口大开，食欲大增。然而，社会上流传一种说法：“吃味精有损健康。”有的餐馆甚至挂起“本馆不用味精”的牌子，以示饭菜的“纯天然”。这些看法是很不科学的，也是错误的。早在 1988 年联合国食品添加剂专家委员会就对味精的科学研究资料进行了检查，发现了有关味精安全性的有说服力的论据，并宣布取消对味精的每日摄入量的限制。科学研究已经证明，味精不仅是调味品，还是营养品，吃味精有益无害。

味精的学名叫谷氨酸钠。它是用生物技术以玉米、大米、淀粉为原料制取的，其化学结构和性质与牛奶、鸡蛋、鸡肉、猪肉中所含的谷氨酸完全相

同。科学实验证明，味精进入肠胃后，很快就分解出谷氨酸，参与人体的新陈代谢，改善脑组织结构，增强记忆，安定情绪，保护肝脏。临床实验还证明，谷氨酸对治疗神经衰弱等疾病有明显的效果。可见，吃味精有补脑保肝的作用。

吃味精有没有副作用？联合国粮农组织和世界卫生组织的结论是：味精作为食品添加剂是极其安全的，没有副作用。

那么，为什么味精具有鲜味，可以作调味剂呢？这还得从蛋白质说起。我们知道组成蛋白质的氨基酸中，有许多对食品的风味有重要作用。如海胆酱的复杂美味是由甘氨酸、丙氨酸和缬氨酸产生的。乌贼、贝虾中含有很多种天然氨基酸，如苯丙氨酸、脯氨酸等，它们都具有鲜味。我们所说的味精，即谷氨酸钠，它的结构简式为：



谷氨酸本身只有酸味，很少有鲜味，只有变成钠盐——谷氨酸钠，才显出鲜味。

谷氨酸钠易溶于水，即使冲淡到 3000 多倍，还能尝出鲜味来。它在弱酸和中性溶液中能达到最佳高解度，故显最大的鲜味效果。它在酸、碱溶液中，鲜味被压抑，此时不仅不显鲜味，还因遇碱会变成谷氨酸二钠，这是胺类物质，会产生氨水臭味。在 70—90℃，味精即随水蒸气挥发，超过 130℃ 后，它就会分解变成焦谷氨酸钠，不但毫无鲜味，而且产生毒性。

如果把味精和食盐混合使用，会比单独使用更鲜，这叫助鲜作用。当味精的用量为食盐用量的 1/5 到 1/10 时，鲜味最好。商店里出售的味精，袋上标有“80%”或其它字样，就是指含有 80% 的谷氨酸钠，20% 的食盐。

虽然味精是鲜美味纯的调味品，但一定要正确使用才会达到调味的效果。

(1) 滋味过浓的菜如糖醋味、蜜汁、拔丝等不要放味精。

(2) 一些有鲜味的，如鲜虾、羊汤、鱼汤不该放味精，必须用时，也要尽量少用。

(3) 凡是直接和高温接触的炸煎类菜肴，不可放味精，以免味精焦化产生毒性。

(4) 凡是较长时加热制菜，如炖、烧、煮、熬等，不易过早放味精，否则味精会大量蒸发。正确的做法应在菜肴快熟时加入，翻几下即出锅，或者是出锅后加入，这时菜降至 70℃ 左右，是味精溶解最好的温度。

味精是世界上用量最大的增味剂，现在我国已有 200 多家味精厂，年产量 30 多万吨，居世界首位，但人均年消耗量只有 0.25 公斤。

人们可能普遍认为，味精是最鲜的调味佳品了，可是科学发展并无止境，科学家又发现了比味精更鲜的物质——5'-核苷酸，当它和味精配合使用时，能发生“协同”作用，可以成倍的增加风味，所以称它是“强力味精”。

94. 人类的保健食品 ——豆腐

根据美国《经济展望》杂志预测，未来十年最成功且最受欢迎的并非是

汽车、电视或其他电子产品，而是中国的豆腐。

近年来，豆腐作为健康食品已风靡世界，尤其被认为最理想的婴幼儿代乳品及老年人的保健食品。为什么人们喜欢食用豆腐呢？这要从它的营养价值谈起。

我们知道，大豆含有较全面且丰富的营养素，其中蛋白质含量高达 40%，为粮食作物之首，而且大豆中所含的蛋白质属于完全蛋白质。所谓完全蛋白质即含有各种必需氨基酸的蛋白质。人体内有 8 种氨基酸必须从食物的蛋白质中得到，这 8 种氨基酸称为“必需氨基酸”，即苯丙氨酸、色氨酸、蛋氨酸、赖氨酸、苏氨酸、缬氨酸、亮氨酸和异亮氨酸。另外，大豆中还含脂肪 20%，多为不饱和脂肪酸，不含胆固醇。含碳水化合物 25%，其中含食物纤维 12%，可溶性糖和淀粉约 13%。还含有丰富的磷、钾、钙及多种维生素，特别是 B 属维生素。

根据日本营养学家调查，日本之所以成为举世闻名的长寿国，与日本人喜吃豆腐有直接关系，目前，每个日本人平均每天吃豆腐 40 克，且常年不断。我国长寿县广西巴马瑶族自治县，百岁以上的老人几乎每天都吃豆腐。

黄豆蛋白质是比较难消化的，当黄豆与其他粮食同时食用时，可以提高蛋白质的吸收利用率。经验证明，人吃干炒黄豆的消化率低于 50%，食用煮黄豆消化率为 65%，食用豆浆和豆腐时消化率可达 90～95%，所以将黄豆做成豆浆和豆腐是一种很好的食用方法。

我国是大豆的故乡，传统的豆制品是我国膳食的重要组成部分。据历史记载，中国豆腐的创始人是西汉的王安，距今已有 2100 多年。制作豆腐，首先要用水将黄豆浸泡约 12 小时，待黄豆涨大时将其磨成豆浆，生豆浆煮沸后即为食用豆浆。从化学角度看，豆浆是蛋白质的胶体溶液，组成蛋白质的氨基酸分子中有自由的羧基和氨基。由于这些基团对水作用，使蛋白质颗粒表面上形成一层相同电荷的水膜的胶体物质，又由于同性电荷相斥，所以蛋白质胶体比较稳定。若在豆浆中加入盐卤（主要成分是 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ）或石膏（ $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ）时，豆浆中的蛋白质颗粒表面的电荷被盐卤或石膏电离出的阴、阳离子的电荷所中和，蛋白质与水一起凝聚形成凝胶，经过滤压成型后就制成豆腐。

豆腐皮也是一种普通的食品，你知道它是怎样做出来的？

我们都有喝豆浆的经验，滚烫的豆浆，一冷却后，表面就会凝成一层薄膜，在豆制品厂里，工人们坐在豆浆缸旁边，用长长的竹签，把这种薄膜一层层揭起来，经过凉干，就成了半透明、颜色淡黄的豆腐皮了。

制豆腐皮工艺，在我国已有上千年的历史。有趣的是，技术十分先进的现代冶金工业，竟然把那十分古老的制作豆腐皮的原理，也用到改进生产上去了。目前这种“制豆腐皮”的新工艺，已用到制铝板工业上。具体方法是，将铅熔化后，贮存在高温槽里，不使其冷凝，这时从铅槽上方垂下一个滚转着的鼓状圆筒来，当这个圆筒在铅水表面上轻轻一接触的时候，就有一层铅粘在“鼓脊”上了，因为“鼓脊”是冷的，能使熔铅凝结成铅板。

我国大豆资源比较丰富，每年大约生产大豆 900 多万吨，因此大力拓宽大豆蛋白质的利用途径，增加豆制品在人们膳食构成的比例，对改善人民的营养状况，促进人们健康长寿有着重要的现实意义。

——饲料添加剂

随着人民物质生活水平的不断提高，大力发展畜牧业日益重要。各国发展畜禽业的经验证明，对畜禽实行标准饲养，是实现畜牧业现代化的必由之路。

在实现畜禽标准饲养过程中，配合饲料工业得到迅速发展，同时也促进了饲料添加剂的开发和利用。

饲料添加剂，又名饲料添加物，是指为了某些特殊需要向常用饲料中添加的各种微量的特殊物质。这些微量特殊物质用量虽少，但作用很大。其主要作用是完善饲料营养成分，促进畜禽生长和防治畜禽疾病，改进畜禽产品的品质。饲料添加剂已成为配合饲料的“精髓”。

饲料添加剂的品种繁多，单一品种就不下数百种，按照添加剂的作用不同，主要分为以下几大类：

（1）营养添加剂

主要包括氨基酸、维生素和矿物质。它们是最常用和最重要的饲料添加剂。其作用是平衡和完善畜禽口粮。不同的畜禽应用营养添加剂的品种和数量也不相同，原则上是缺什么补什么。

饲料添加剂中所用的氨基酸主要有蛋氨酸、赖氨酸、色氨酸、苏氨酸等，其中赖氨酸是植物性饲料（除豆饼外）中最缺乏的一种氨基酸，饲料中添加赖氨酸可以提高猪禽的重量，并提高瘦肉含量。

（2）生长促进剂

这类添加剂主要包括各种抗生素、合成抗菌药物、激素、酶制剂等。它们都是非营养添加剂，主要作用是刺激畜禽生长，提高饲料转化率和增重速度，并增进畜禽健康。例如，美国最近宣布成功地试制出牛生长激素，在饲料中添加此种激素，可以使肉牛生长发育加快，饲养期缩短三分之一以上，注射该激素，可以使奶牛产奶量提高 10 ~ 20%。

（3）驱虫保健剂

高度密集饲养畜禽最容易受到疾病和寄生虫的侵袭。在饲料中添加抗菌药物和驱虫剂，可以防止疾病和寄生虫造成的危害。例如饲料中添加抗菌药物，可以防治鸡的慢性呼吸道病，流行性肺炎，萎缩性鼻炎和猪赤病等。但不是所有的传染病都可以靠在饲料添加药物来防治。

（4）饲料保存剂

在饲料贮存过程中，为了防止饲料品质下降，需向饲料中添加各种饲料的保存剂。这类添加剂主要指抗氧化剂、防霉剂和青贮添加剂。例如在潮湿高温的季节里，饲料容易发霉，因此在夏季贮存饲料，都需要加防霉剂，常用的防霉剂有丙酸、丙酸钠、山梨酸和其他的有机酸等。在美国丙酸的使用量占防霉剂使用量的一半以上。

（5）饲料蛋白添加剂

随着人类对蛋白质食品需要量增多和畜禽饲养量的增长，蛋白质资源也日趋紧张。因而迫切需要开发廉价的不与人类食品竞争的新的饲料蛋白质资源。不少国家将非蛋白氮化物列为饲料添加剂。尿素是使用量最多的一种非蛋白的氮化物。一公斤饲料用尿素相当于 2.62 ~ 2.81 公斤蛋白质。

除了上述各类饲料添加剂外，还有食欲增进剂、着色剂、粘结剂、防止固化剂、凝集剂、乳化剂等也被广泛应用。

随着我国人民生活的不改善，我国的畜禽养殖业也发生了根本性的变化，由分散的一家一户的饲养，逐步发展为大规模工厂化的养殖。80 年代以来，我国工厂化养猪发展很快，仅北京就建成现代化养猪厂 1200 多个，同时现代化养牛、养鸡业等方面也发展很快。为此，我国饲料加工业也得到了迅速发展，许多饲料添加剂的使用已接近和达到世界发达国家的水平。可以预料，随着对畜禽标准化饲养的实现，我国的饲料添加剂工业必将会有更大的发展。

