

生命是什么

世界各地无不存在着物质，天上的尘土、浮云，地下的岩石、土壤，有形的石块、砂粒，无形的氢气、空气，行奇百态的形体，多种不同的物理状态，还有五彩缤纷的颜色，各种不同一般的变化，这些便是物质在运动变化中表现出来的形式的多样性。在人类对物质的认识过程当中，一度也曾为这些多变的形式所迷惑，不过人类最终还抓住了它的宏观微观的本质：质量、原子与分子的组合，从而由宏观到微观都建立了物质的完整认知体系。

生命是什么？这个问题与“物质是什么”一样，可以从变化中找寻规律，从形式中寻求本质，是从表面的宏观深入到微观的过程。人类是生命体，可是人类虽有组织器官等形体上的相同之处，但同样有肤色、年龄、性别等巨大的不同之处；我们也知道各种动物、成千上万种植物乃至微生物都是生命体，因为它们同人类一样都有产生、生长、衰老及消亡的生长过程。然而不说人们与细微得“视而不见”的微生物没法寻找相同之处，且不说好动好跳有丰富的喜怒哀乐七情六欲的人类与“呆板”的植物难有共同之处，就是人类与动物相比，人类与我们的近亲猿猴比较，差别巨大，这，又能告诉我们生命到底是什么吗？

生命同样是到处都有，生命的现象也是五彩斑斓的。人类一直追寻着生命的足迹，也与大自然进行着生命决斗，然而，

五花八门的东西进入了“生命”的类属，生命现象也愈发五彩斑斓，“生命到底是什么”的问题却一直得不到完美的回答。

在对生命活动的宏观形体及宏观变化过程进行了经验性的探索之后，由于近代科学技术的前进，最终使人类对生命本质的寻觅从宏观转变为微观研究出现端倪。从群体到个体，从个体到个体的器官、组织，再到细胞、进而深入到生命最基本的单位——细胞的内部世界。此时，人类对最简单的生物——连细胞结构都不具备的生物——病毒的研究，最终揭开了生命的本源之谜。

1892年，俄国植物学家伊万诺夫斯基在研究烟草的花叶病时发现，当把花叶病侵染的烟叶绞出的汁液敷在别的正常生长的烟叶表面时，花叶病就能侵染被涂抹的烟叶。他为了排除当时了解的最小生物细菌侵染的可能性，于是用细菌过滤器过滤了病叶的汁液，除去所有细菌，然后涂抹在正常烟叶上，结果新叶还是患了花叶病。花叶病的病原比细菌还小，伊万诺夫斯基觉察到这一点，但是受当时科学技术水平的限制，这种神秘的小魔鬼没能在他的视觉里原形显露。之后，很多细菌学家先后发现天花病、狂犬病、牲畜口蹄疫等的病原能滤过细菌过滤器孔，是比细菌还小的生物，它们逃脱了当时显微镜的追踪，一时“逍遥法外”。科学家们于是给这种“隐形”的细小生物体命名为“病毒”。

1935年，美国生物化学家斯坦利把上吨重的染有花叶病的烟草磨碎后，再经多次的提取和提纯，最终获得一小匙东西。这种东西在显微镜下显出针状晶体的形状，溶解在水中后得到一种带乳光的汁液。当他把少量溶液涂抹在健康烟叶上几天之后，这烟叶竟得了花叶病，而且“病情”与磨过的烟叶绝无异处！难道，这晶体即是烟草花叶病的病原？是！难道这晶

体即是烟草花叶病的病毒？的确！那么，生物体都能结晶么？怪哉也！可以传染、繁殖、生长、变异的活生生的生命体，竟然可以像冰晶、食盐这些毫无生机的物质那样形成漂亮的结晶！

为了打开这个不可思议的谜团，两位英国生物化学家鲍登和里皮对烟草花叶病毒的化学成分进行了细致的研究，最后发现它只含有 95% 的蛋白质和 5% 的核酸这两种化学物质，其他的化学物质竟没一点“入侵”这个病毒！在这里，核酸、蛋白质这两种已知的化学物质，它们结晶的性质向人们解开了烟草花叶病毒结晶的谜团，同时也向全世界宣布：烟草花叶病毒仅是核酸与蛋白质的有机组合体！这两种无生命的化学物质组合而形成核蛋白，竟然在“组合”中超越了“生命”与“非生命”的鸿沟！

随之一些重要科研成果对此给予了大力的支援。又有一些病毒被提纯了，化学成分的分析结果是只含有核酸和蛋白质，或者是，脱氧核糖核酸（DNA）与蛋白质汇合成细微的生命体，或者就是核糖核酸（RNA）与蛋白质构成的核酸蛋白被赋予了生命的意义！再来看对病毒身份的再认识吧，核酸与蛋白质构成的核蛋白大分子，能像无生命的大分子一样独自存在于空气、土壤等自然环境中，一点也没有表现出生命的活力；而一定的寄主送上门来时，于是它们毫不客气地入侵到寄主的生活细胞，将寄主的细胞里的营养成分归为己有，复制核酸，合成蛋白质再次组装起来，从而完成了自己复制的繁殖，滥用着别生命来显示着自己作为生物体的生命现象。这便是大分子化学物质兼微小生物体的双重身份。当世上第一台电子显微镜于 20 世纪 30 年代末诞生时，病毒分子的“隐形”把戏也玩到了尽头。1939 年，科学家考雪通过电子显微镜首次观察到烟

草花叶病毒的庐山真面目：圆杆状的，非常渺小，直径大概 15 毫微米，长约 300 毫微米，加长 13 万倍才会有一根小火柴棒那么长，难怪它在光学显微镜下不会原形毕露了！正是由于这些小杆状的病毒分子成千上万地聚集在一起，才构成了针状的结晶形式。

到了这里，一切都揭晓了。虽然人、动植物等复杂高等的生命一定要有核酸、蛋白质、糖类、脂类等许多复杂多样的化学物质才可存在并延续，虽然单细胞动物也包含着很多的细微结构更包含着很多种化学物质，但生命的共通所在，却只在于核酸与蛋白质的组合——核酸蛋白。病毒们将 DNA 或 RNA 盘旋成螺旋状，再披上蛋白质做的外衣，显出球状或圆杆状，就这样便赋予了自己生命的意义和权利。核酸与蛋白质这两种生命体最根本最主要的化学物质有了，生命的本质便已经具备。至于它幻化出的生命形体是复杂还是简洁，那只是同一本质下的形式的不同，只此而已！

代代相传

生命，不只是某一个个体的出生、生长、成熟、衰老以及消亡的经过，生命的意义也不只体现在它的存在。生物体在一代一代的繁殖更替，生命也就因此而得以延续；在这里，生殖与遗传便成了生命现象中的十分重要的环节。很久以前，在人类的社会生产与生活中，人们就对生命的延续更替有了感性的认识。家禽家畜可以一代代繁殖，是因为人类饲养了它们，并从它们一代代的生长与繁殖中获得了自己生命所需的营养；瓜果、粮食，甚至花草可以结出果实种子，或者可以用它们身体的一部分去繁殖后代，懂得了这些，人们便有意地种植它们，给自己提供了用以维持人类生存和发展所必需的物质基础。这些，是人类对生命延续的初步的认识与利用；由于认识水平限制，人类也逐渐留下了许多有关这方面的深刻的疑问：

种瓜得瓜，种豆得豆，这是什么原因呢？

一母生九子，九子各不同，这又是什么原因呢？

生命，是利用什么可以一代代繁殖延续下来，又是利用什么而渐渐有所发展？

随着人类对生命本质问题的思考一步一步地走向成熟，人们对生命遗传的思考也一步步汇聚起来的。1838年，荷兰化学家米德尔第一次从生物体中提纯了蛋白质，并通过一系列的对生命现象的研究证明发现蛋白质是有机体必不可少的物质，并在生命的机体中起着很多重要的作用。这一发现，不禁让人

们联想到生命的延续，蛋白质如此重要，它们便是生命代代相传的蓝图吗？你看，同一种类的生命，它们体内含有的蛋白质不只形式、作用相近，就是微观的结构也非常相似，简直就是一个模子浇铸出来的啊！难道不是它们在生物体的代代相传中传递着生命的信息么？由于父代与子代的蛋白质的结构与功能的相似性，蛋白质遗传的生命蓝图一度非常流行。

直到 1869 年，年轻的瑞士生物化学家米歇尔在给德国化学家赛勒当帮手时，注意到了实验室旁边一家医院丢掉的绷带上的脓液。他把这些为了侵害身体和保卫身体而同归于尽的细菌和白细胞的“尸体”带回来实验，经过蛋白水解酶“消化”处理后，惊喜地发现脓细胞变小了，余下了一个没有被分解的细胞核！细胞核内的物质并非蛋白质那又是什么呢？经过进一步的分析，他发现这是一种含磷的有机质，且磷的含量比当时已知的任何一种化学物质都高，性质也和蛋白质截然不同。由于这种有机质在细胞核中被发现，他就把它命名为“核素”。后来，他又从鲑鱼精子细胞中分离出了核素，而且发现精子细胞中核素的含量也特别地高。几十年以后，又从一些细菌和动物中分离出了不含有蛋白质的核素，并发现核素具有较强的酸性，于是就改称之为“核酸”。核酸就这样被发现了。后来又发现所有的植物、动物、生物体、微生物至病毒除了含蛋白质以外，还含有核酸，它要么就是脱氧核糖核酸，简称 DNA；要么就是核糖核酸，简称 RNA，分子结构非常复杂。在细胞中，DNA 主要居住在细胞核里，线粒体、叶绿体等细胞器中也含有较少的 DNA 存在；RNA 则分散地居住在细胞的基质中。更让人不可思议的是，病毒不像其他生物体那样含有 DNA 和 RNA，它们有的仅含有 DNA，有的则仅含 RNA，所以又被生物学家们分成了两大类。然而，这些研究成果并非威胁到蛋白质

的遗传物质身份。

真正为核酸分子定名的，是生物学史上两个非常有名的实验——肺炎双球菌转化试验和噬菌体病毒侵染细菌试验。1928年，英国科学家格里菲斯找寻到了两种肺炎球菌作为实验材料，其中一种是体外包裹着荚膜的，毒性特别强，不难使动物感染发病，一种则是体外并没有荚膜的，毒力非常地弱，几乎不能使动物感染受损。在正常的情况下，把有荚膜的肺炎球菌注射进入到老鼠体内，老鼠极快就会被感染而导致死亡；而注入没有荚膜的肺炎球菌，老鼠则依然能活蹦乱跳。可是当格里菲斯将带有荚膜的肺炎球菌加热彻底杀死以后，同没有荚膜的活的肺炎球菌混合在一起，再注射入老鼠体内，结果，老鼠竟然一命呜呼！这个出乎意料的结果引起了格里菲斯的特别的注意。他再一次把杀死了的有荚膜的肺炎球菌同活的无荚膜的肺炎球菌掺合在一起，经过培养，结果无荚膜的毒力非常地弱和肺炎球菌竟有的变成了有荚膜的致命的肺炎球菌。这是什么原因呢？

原来，在这里起着奇妙作用的竟然是核酸。1944年，美国细菌学家解开了这个谜。他将带有荚膜的肺炎球菌的核酸——脱氧核糖核酸（DNA）提炼出来，参与到培养没有荚膜的肺炎球菌的容器里，结果发现肺炎球菌发生了转变，由没有荚膜的变为了有荚膜的。由此看来，正是DNA携带着生长荚膜的蓝本，在它的控制下使没有荚膜的肺炎球菌长出了荚膜。这个实验结果有力地证明了DNA是遗传物质，正是核酸，携带着生命代代相传的蓝图。不过，由于DNA的结构当时并没有被探明，人们对此依然是半信半疑。

后来，科学家们又进行了一个特别有名的实验。噬菌体病毒，其微观结构非常简单，就是DNA盘在中间呈螺旋状，外

面则是一层蛋白质头盔与外套。科学家们仔细地观察了它侵染细菌的全部过程。只见它接近细菌后便将基片——它的脚紧贴到细菌细胞外壁，然后释放出一种“腐蚀性”的化学物质将细菌的胞膜溶化出一个小孔来。然后，它脱去了它的蛋白质外衣，只把核酸注射入小孔，而将蛋白质外衣抛弃在细菌体外。进入细菌中的 DNA 毫不客气地将细菌里的营养成分占为己有。一番忙碌之后，它先按 DNA 复制出一批 DNA 来，然后这一批 DNA 又用细菌的营养成分合成出一批蛋白质外衣来，从而 DNA 穿上蛋白质外衣，就形成了一代新的病毒。可怜的细菌被搜刮一空后还逃脱不了最终的厄运。新病毒们释放出化学物质使细菌全部破裂而身心俱毁，它们就高唱凯歌蜂拥而出，又去寻辟新的乐土去了。这个过程，有力地显示了 DNA 的生命蓝图作用，DNA 的遗传物质身份也毫无疑问了。

DNA 是遗传物质，这是生物学界基础理论的一次重大突破，从而引起了科学家们对核酸的极大注意。生命有简单的，像病毒和细菌等，但也有复杂的，极为显眼的莫过于人类自身了。人的器官结构、组织结构再加上细胞结构，这已经是一个天文数字的信息量，如果再加上人体中分子层次的化学结构和体内复杂的变化过程，这很多信息，怎么储藏在细胞里的小小细胞核中的呢？DNA 又怎样携带这如此重要的生命蓝图，又怎样传递生命的信息呢？

科学家们都把目光集中到了分析 DNA 的物质构成以及微观结构上。经过长期的不懈努力，科学家们逐渐知道了在核酸 DNA 分子里，含有三种类型的化学物质。一种是糖，通常由 5 个碳原子与很多氢、氧原子组成，形成一个环状。DNA 与 RNA 的不同之处就在于它们所含的糖不相同，DNA 含有脱氧核糖，RNA 则含的是核糖。一种是磷酸根，另一种则是碱基。

在生物体里一共含有五种碱基：腺嘌呤（A）、鸟嘌呤（G）、胞嘧啶（C）、胸腺嘧啶（T）和尿嘧啶（U）。DNA 中含有 A、G、T、C 四种碱基，RNA 中则含有 A、G、U、C 四种碱基。有趣的是，最初的 DNA 的分析结果里，人们常常发现碱基 A 和 G 的数量之和几乎总是与 T 和 C 的数量之和相等，这是为什么呢？原来，碱基在核酸里是可以成双成对的。嘌呤碱较长，总是通过氢键与另一个较短嘧啶碱配对；而由于 A 和 T 能形成两个氢键，G 和 C 都可以形成三个氢键，因此 A 就和 T、G 就和 C 形成了一对一对固定搭档，这就难怪 $A + G = T + C$ 总是成立了。这个规律称之为碱基配对法则，它对于 DNA 结构的稳定平衡具有决定性的意义。

在剑桥大学的卡文迪许实验室里，为了更进一步了解 DNA 分子结构中核糖、磷酸根以及碱基对的相互关系，正确无误地测定 DNA 的分子结构，四位科学家分别是：英国人费朗西斯·克里克、美国人詹姆斯沃森以及威尔金斯和富兰克林正在进行着对奇异的 DNA 的探究。借助于一架放大倍数高达 20~30 万倍的高级显微镜和一台 X 衍射仪，他们对细胞中的 DNA 分子进行了观察，并拍摄了十分有价值的 DNA 分子的 X 射线衍射照片，从中经过仔细长期深入的分析，终于确定了 DNA 分子的模型即“双螺旋结构模型。”

在这个 DNA 分子双螺旋结构模型中，磷酸根和脱氧核糖交替相连，构成了两条平行的“……糖——磷酸根——糖——磷酸根……”链条，每条链的脱氧核糖上都生长着一个碱基，每个碱基又都与另一条链上接的互补的碱基形成长短搭配的氢键，从而使两条链互相联系在一起，向上向右螺旋盘绕，形成一个向右旋转的双链螺旋体。在这里，最形象的比喻便是螺旋表的楼梯，支撑的就是磷酸根和核糖交替形成的两条平行的

链，互相联结的碱基对则成了楼梯的梯级，而且由于碱基对的长与短的合理搭配，这些梯级恰好布满了两条链之间的空间，形成了 DNA 分子的非常完好而又合理的天然结构。这个结构具有良好的平衡性，特别牢固，是一个非常好的螺旋体。

在巨大的 DNA 分子里，梯级的数目大概是数万个，人体的细胞里有 46 条染色体，共约有数十万甚至上百万个“梯级”。而由于碱基对的不相同“梯级”就好像具有 4 种不同的型号或色彩一样，数十万个不同顺序的“梯级”，便记录了人类遗传过程中近乎天文数字的信息量。7 个简单的音符可以在作曲家手里谱成成千上万首动听悦耳的歌曲；26 个简单的字母，可以组合成不可计数的英语单词；四种不同的碱基酸对再分别排列到几十万个位置上，同样代表着近乎无限的生命意义。这应该是很容易理解的了。

不管哪一种生物，它们生命的信息都在 DNA 分子中，四种碱基对的不同排列方式中体现着，在生命的延续过程中，生命的蓝图也由 DNA 的遗传而世代相传。细胞中染色体的数目和染色体上碱基数目截然不同，决定了种性的遗传，因而龙只生龙，凤只生凤，种瓜得瓜，种豆得豆；而同一种物种内，DNA 分子中碱基对排列的方式不同，决定了个体的复杂特性和个体之间必然的差异，所以一母生九子，九子各不同，全世界五十亿人中，也仅有一个独特的你！

生命的基石蛋白质

“生命是蛋白体的存在方式 这种存在方式本质上就在于这些蛋白体的化学组成部分的不断的自我更新。”

这段话，于 1878 年恩格斯在《反杜林论》中作出的一个著作论断。这一光辉的论断，提出了生命的物质基础是蛋白体，生命是物质运动的特殊形式，是蛋白体的存在方式，并且还指出蛋白体与其外部自然界不断的新陈代谢就是这种存在方式的本质。

蛋白质 这是一种什么样的东西 它在生命中真的起那么重要的作用吗？那它又是怎样存在于生命的过程之中呢？

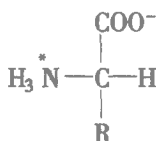
让我们先来看看我们身边的生命世界。打坏一个生鸡蛋，透明的粘稠的蛋清便流了出来；滴到锅中的开水中，蛋清就很快煮熟了，变成了白色的凝固体——蛋白，这便是最常见最显眼的生命的一种蛋白质。在我们人体身上，皮肤、毛发、软骨、肌肉、指甲等都由蛋白质构成的，动物的毛皮、犄角也是由蛋白质堆砌而构成的，甚至连讨厌的蛛网、柔软光亮的蚕丝都离不开蛋白质……所有的动物、植物、微生物病毒等等，所有细胞内的原生质、蛋白质都是其中的重要成分。在一切的有机生命体里，和核酸一样，蛋白质都是必不可少的物质，在有生命的机体的生命过程中，它构成了生命细胞的骨架，还起着许多重要的生理功能效用，怪不得首次于 1838 年从生物体内提纯的蛋白质的荷兰化学家米尔德，他给蛋白质取名为 pro-

tein 在希腊文中原意为“最原初的 第一重要的。”

蛋白质在生命过程中的重要性容易得到证实，德国著名的生物学家、化学家李比希的对照实验的说服力很强。他选了两组实验动物，一组用普通的饲料喂养，另一组则用除去蛋白质的饲料喂养，结果，前一组动物长得壮壮实实、欢蹦乱跳，而第二组动物却很快就一命呜呼了。这是什么原因呢？原来生命离不开蛋白质，饲料中没有蛋白质，动物又不能利用饲料中的糖、脂肪等营养成分，来有效地合成它们所必需的蛋白质，于是蛋白质在体内不能得到补充，生命之花也就因此而枯萎凋谢了。这个实验，不仅说明了蛋白质在生命过程中的极为重要作用，还指出食物中必需含有蛋白质这种营养成分来补充生命活动中蛋白质新陈代谢的需要。

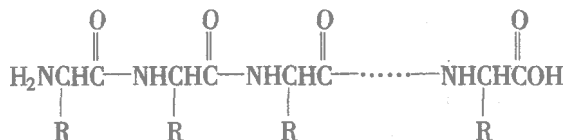
李比希以及别的科学家们经过大约 10 年的努力，对各种蛋白和生物体进行了化学成分的分析测定，结果发现与脂肪和糖有异，蛋白质除含有约 23% 的氧元素，7% 的氢元素，50% 的碳元素外，还含有约 16% 的氮和少量的约 23% 的硫及少量磷，有的还含有铜、碘、钼、锌、铁等微量的元素成分。这一分析结果，也说明了蛋白质是脂肪和糖等所不能替代的生命物质，因为脂肪和糖等并不具备除了碳、氢、氧之外的别的必需元素。

这些元素的原子并非无秩序地堆砌起来的。主要的氧、氢、硫、氮、碳等元素，首先按一定的方式构成了蛋白质的基本结构单元——氨基酸，其基本结构可表示为：



在生物体中发现的氨基酸，有 20 种常见的不同的 R-基团，因而形成了 20 种常见的氨基酸。依人类而言，人体能够自己合成其中的 12 种常见氨基酸，另外 8 种则不能自行合成，必须由食物来补充，因而，摄取含有蛋白质的食物，尤其是摄取含有多种必需氨基酸营养成分的食物，对身体的健康成长是非常重要的。

生命的蛋白质基石便是由各种氨基酸组合而成的。氨基酸中羧基(-COOH)为尾，氨基(-NH₂)为头，一个氨基酸与另一个氨基酸头尾相接，形成了一串长长的链——肽链：



蛋白质就是由这些长长的一条或若干条链联结在一块儿组成的，这些肽链通过氢键相互缠绕作用，形成了蛋白质独特的三维立体结构，从而赋予了蛋白质特定的生命活动功能。作为一种天然的高分子物质，蛋白质的分子量最小也有几万，大的则有几十、几百甚至几千万，如有些病毒的蛋白质分子量就达 4000 万。如此高的分子量，便是由数量极多的氨基酸首尾相接连成肽链，再堆砌成特定立体构象而形成的；蛋白质的氨基酸单元数，一般都在 500 个以上，多的则是不计其数。

在此，另一个疑问便迎刃而解了。像人类这样复杂的生命，各种生命结构和生命现象都有对应的蛋白质来体现；这些多种多样的蛋白质，正是地球上生命种类繁多的物质基础。正是由于每种蛋白质都是由 20 种常见氨基酸等结构基元按照各种排列方式组合而成，蛋白质的可能种类便是数量极多，足以体现生命过程的复杂性与多样性了。

由于生命过程中体内环境的特殊性，人类对于蛋白质在活的生物体内环境中所体现的特殊性质研究还处在开始阶段。在体外，我们对蛋白质的性质有了初步的认识。

首先，由于氨基和羧基的存在，蛋白质具有一定的酸碱性质，并且氨基酸和氨基酸的化学结合在一定的环境中可以被打破，从而蛋白质可以发生水解反应，被断裂成很多小段甚至是单个的氨基酸分子。这一性质在食物的消化过程中是极其明显的。我们吃进去的蛋白质，在小肠、胃等不同的部位，能够在相应消化液中特殊化学物质的作用下发生断裂，最终经过消化水解而全部形成氨基酸，这样才可以被小肠壁汲取，成为实际上进入人体循环系统的营养成分。除了以上性质之外，我们还知道鸡蛋清加热煮熟后会形成白色凝固的蛋白。这个过程，实际上是常温下毫无规律的团在一起的肽链在加热过程中，分子结构变得松散，一条条长链互相交错在一起，从而形成了紧密的网，即是我们看到的凝固的蛋白了。这种凝结过程，也是蛋白质的一种重要特性，我们称之为变性。不仅是加热可以使蛋白质发生变性凝结，而且紫外线照射、高压、有机试剂，过酸过碱都不难引起蛋白质变性，使其的结构发生变化。丧失其生物活性，一些物理化学性质也会相应的发生变化。利用这个变性性质，我们可以用加热或其他消毒剂的方法来使病菌的蛋白质发生变性，从而使它们失去对人或动物的危害活性。另外，煮熟的食物易于消化，也是因为分子结构在变性后变得松散，易于被消化液水解消化。

当然，蛋白质在生活着的细胞里的性质，将会与在外界环境中的蛋白质有很大的差异。特别是蛋白质的复杂的重要的生理功能是与它的细微立体构象紧密相关的，然而这种构象一般只有在细胞的生活环境中保持得最好。因而，科学家对蛋白质

的生理功能的研究，通常在模拟生命环境或生命环境中进行，从而得到更加科学的结果。我们期待着那一天，蛋白质这种生物活性的高分子的一切生理性质都能展现在我们面前，那时，生命的奥秘将不再那么神秘，因此我们可以说：我们已经完全了解了生命存在的基石！

让我们再来回顾一下蛋白质在我们人类体内的旅行吧，在我们每天摄取的食物之中，含有许多的动物蛋白或植物蛋白、这是由动物或植物利用它们各自吸取的营养成分合成的。这些动物蛋白或植物蛋白，在经过我们消化系统时，在胃里的消化液——胃液中的蛋白水解酸的作用下分解成一些肽链片断，然后进入肠道；小肠里的胰蛋白酶、肠肽酶再进一步将它们水解，就分解成了各种常见的单个的氨基酸。只有这些小分子的氨基酸才可以被小肠的壁汲取，从而真正进入人体的循环系统。血液将这些营养成分运输到需要它们的地方，我们的组织细胞再将这些氨基酸原料合成为我们所需要的具有各种复杂生理功能的新的蛋白质。然而我们体内原有的蛋白质就被分解了，变成其他物质，例如变成尿素尿酸排出体外，同时也为我们的生命活动提供了一部分能量，这样，我们体内的蛋白质就完成了新老交替，也就是其自身的新陈代谢过程。

蛋白质的新陈代谢亦是生命的发生、发展、成熟和衰老直至消亡的过程。生长阶段里的生命，摄入体内的营养成分所形成的新的蛋白质远多于身体消耗分解的旧的蛋白质，所以我们的身体才会长大，生命力才会更加旺盛，生命活动也就更加强烈。成熟阶段，由于生命摄入与消耗蛋白质的总量大致平衡，因此生命也就得以保持旺盛。当摄入体内的蛋白质少于消耗的蛋白质时，我们的生命也就进入了衰老乃至消亡的过程。

生命的密码

生命的过程，是一个由萌芽、发展、成熟走向衰老和死亡的新陈代谢的过程。个体的生命，在宇宙的历史上只是非常短暂的一刹那，不过，正是由这无数的一瞬间相互交替，才产生了物种生命的延续，以及生命的完善与进化。

生物体在它短暂的一生中，都承担着繁衍下一代，使种族的生命得以不断延续的义务。在新生命的萌芽与发育过程中，我们知道遗传物质 DNA 分子起了信息载体的重要作用。“种瓜得瓜，种豆得豆”，这是由于上一代的“父”与“母”在发育成熟之后，将自身的 DNA 分子复制了完全相同的另一份 DNA 分子来传给子代。复制时，DNA 分子的双螺旋结构解开，碱基对分开了，构成两条分离的模板链。然后，依据 A 与 T、G 与 C 配对的原则，利用细胞中的合成核酸的碱基等原料，与模板链一一配对，一个一个地衔接起来，最后形成了新的子代 DNA 分子双链。在新的 DNA 分子中，各有一条链是来自父代的旧链，而另一条则是互补的新链，这样子代 DNA 分子上的碱基序列与父代的 DNA 分子的碱基序列毫无差异，生命的信息就在这 DNA 分子的复制与遗传中获得了发展和继承。

DNA 是遗传的，然而，对于生命活动起着重要的功能的蛋白质却无法直接由父代传给子代。蛋白质体现了生命的性状，父代的生物性状是如何通过 DNA 的遗传来到达下一代的蛋白质呢？原来，父代的生物性状是由自己的 DNA 的碱基序

列来决定的，这些信息通过 DNA 分子的自我复制与遗传让子代继承下来。然后，子代的蕴含有生命的蓝图的 DNA 分子，就根据自身的碱基序列，通过细胞质中 RNA 的中间传递作用，由细胞的蛋白质生产工厂——核糖体生产出多种多样的蛋白质，诸如各种蛋白激素、纤维蛋白、酶蛋白、蛋白抗体、组织蛋白，以及血红蛋白等等。由不同物种的 DNA 碱基序列决定的自然界各种有机体的蛋白质，种类千千万万，各自表达着自己独立的物种特征。这种由父代 DNA 直到子代的生物性状的过程，可以表示如下：



子代细胞核中 DNA 分子上的遗传信息，就是由可以通过核膜的信使 RNA 传递到细胞质中的。它进入核以后，将 DNA 分子上的有关怎样合成蛋白质的指令转录下来，然后穿过核膜来到细胞中的核糖体这个蛋白质工厂中传递着遗传的信息。mRNA 在这里决定着参与合成蛋白质的氨基酸种类，数量以及各种氨基酸的排列顺序等。细胞质核糖体在合成蛋白质的时候，都是依据 mRNA 中传递来的这些信息，由转运 RNA 运来合适的氨基酸，再互相结合而形成的蛋白质的。这个过程，由 DNA 的碱基顺序变成蛋白质的氨基酸顺序，故而称之“翻译”过程。

把 DNA 的碱基顺序“翻译”为蛋白质的氨基酸顺序？这中间是一种什么样的必然联系呢？

众所周知，在世界上生活在不同地区的人们，他们有着不同的信息记录方式，有着不同的语言。假如想要互相交流信息就需要在两种语言之间建立某种双方共同认可的联系。然

后，依据这种联系来对两种语言进行互相翻译。如我们学习的英语，要与汉语进行翻译时，我们就要在由不同字母拼写成的英语单词与由不同汉字组成的中文词语之间，先有一个约定俗成的联系，例如‘English’对应着“英语”，“Chinese”对应着“汉语”等。同样，如果我们有急事需要告诉远方的亲友时，我们会去邮局发电报。我们把写好电文交给报务员，报务员就依据电报密码与电文中的汉字的关系进行编码，再用发报机快速地传给对方邮局。对方邮局接收到电报后，又根据密码表将电报码翻译为汉字电文，这样我们的亲友就可以看懂我们所讲的事情了。

实际上，在自然界里，DNA 分子中的碱基排列次序也是一份密码。在英语里，单词由 26 个英文字母的若干个排列而成的，单词又对应着一定的中文意义；在电报码里，每一组电报码由短、长的电报信号按一定的方式排列而成，电报码与汉字之间也有必然的联系。而在 DNA 分子中，我们知道有 4 种不同的碱基对，它们排列成一定的形式，也对应着某种固定的氨基酸：DNA 分子中某一个有效的碱基排列片段——即通常所说的基因片断，则对应着由若干氨基酸组成的特定的蛋白质，这一种对应关系，也就是生命的密码了。

人们经过长时间的研究，慢慢地积累了无数的经验性结论，终于，到了 20 世纪 60 年代中期，成功地破译了生命的全部遗传密码，并且制定了遗传密码表。

当 DNA 上的遗传信息转录到 mRNA 分子上时，A、T、G、C 四种碱基的排列顺序就相应地变成了对应的 U、A、C、G 四种碱基排列顺序，mRNA 分子中碱基所组成的密码就称之为遗传密码，与英语单词的长短不同，遗传密码固定由 3 个碱基构成一个密码单位，对应各种氨基酸，故而称之为三联体密码。

4 种碱基随便取 3 个来组成密码，可能的排列方式有 64 种，因此，20 种常见的氨基酸中每一种往往不让对应一种三联体密码，有“一词多义”的现象。譬如，DNA 基因上的 AAT 与 AAC 两个片断转录到 mRNA 上以后，就变成了 UUA 和 UUG，事实上这都是亮氨酸这个氨基酸的密码。

这样，遗传密码就让 DNA 上的遗传信息具体表达到了氨基酸顺序上，后代的生物性状便由这些在 DNA 控制下合成的蛋白质表达了出来。不过引人注意的是，虽然生物界的遗传信息都是以核酸上的碱基顺序来体现，各种生物体的遗传密码也一模一样，但这些，只是遗传信息在表达过程中形式上的一致。生物界的各个物种，生物特性各有千秋，遗传信息的内容相差悬殊，虽然都是由生物界的通用密码和通用语言方式来表达，但表达出来的内容却各有奇妙之处，所以才形成了生物世界的丰富多采。

生命的动力

生命的蓝本，由生物体的遗传物质 DNA 传送给了新的生命体，而构成新生命的结构与功能物质——蛋白质也在 DNA 分子上的基因片断的指导下由细胞组成。于是，一架精致的高级机器，就由蓝图变成了确实存在，昼夜运转散发生命的光辉也就成为了现实。不过，日常的生活经验告诉我们：任何机器的运转都需要动力；任何日夜转个不停机器，都需要不时补充动力。对于人来说，情形也一样。我们说话时，肌肉收缩。发出的声音都需要能量，奔跑或走路，会作大量的机械功，就需要消耗更多的能量，因此，跑久了或走多了，我们便会全身发热，甚至汗流浹背；即使我们躺在床上静静地睡觉时，我们的心脏仍在无时无刻地跳动着，肺也仍在有节律地呼吸着，体温也需要保持在 37°C ，这也需要能量。因此，我们人类从生到死，生命都是一架无时无刻转个不停的高级机器，能量在大量地消耗，我们需要补充动力。

开动的蒸汽机车，动力的来源是煤，汽车、飞机则以石油产品为动力来源。我们人类的能量又来自于什么呢？来自于我们的食物？不错。我们生命的来源动力正是食物，所以我们需要天天吃几次食物，而且食物缺乏时就会全身无力。不过，并不是食物中一切物质全都直接充当了生命的动力。食物中的一种重要成分——糖类，它们才是生命的主要动力来源。

说起糖，我们恐怕立即就会想到那些各式各样的七彩缤纷

的甜食糖果。糖果店里,有精致小巧的奶糖、水果糖等,还有并不以糖命名的各种品牌的巧克力,在家中,调味用的有各种冰糖、红糖、白糖等,这些不同颜色不同质地不同形状的糖,香甜可口,放在嘴里,甘甜沁人心脾,因而对小孩子们来说,甜的糖永远是一个特别大的诱惑。不过说食物中含有生命的主要动力来源糖类,这可真有点让人不可思议。我们都知道,我们吃的绝大多数食物,如果未加糖调味品的话,是特别不容易有那种诱人垂涎欲滴的甘甜的味道的,这怎么会含有糖呢?

其实,我们所知道的甜食糖果,它们含的仅是自然界中的几种简单的糖,例如果糖、葡萄糖、麦芽糖、蔗糖等,这些简单的糖,分子量极小,可以溶解在口里的水中,让我们舌头上的味觉感受到它们的甘甜。事实上,大自然中还有一大批没有甜味的物质,诸如玉米、面粉、水果、土豆、大米等中所含有的淀粉,还有亚麻,棉花甚至一切蔬菜中含有的细长的纤维——纤维素等,它们全属于糖类,只是分子量极大,不溶解,所以难以觉察出它们的味道。它们与小分子的甜糖一样,都是由碳(C)、氢(H)、氧(O)三种主要的元素构成的,绝大部分的分子式也可用 $C_n(H_2O)_n$ 来表示,只不过不像甜的糖类那样 n 只是 1 或 2,而是成百上千的天然高分子物质。引人注意的是,很多糖分子中氢和氧原子数之比正好是 2:1,恰好与水的分子式中氢氧原子数的比例相同,因而起初人们错认为糖类就是碳与水的化合物,称为“碳水化合物。”后来发现许多种特别的糖分子中氢氧原子数的比例并不与此相符,人们这才意识到这一名称并不恰当,仅是沿用太久了,人们也只好习惯于称糖为“碳水化合物”了。

在生物界中,糖是一类分布特别广泛,含有许多的有机物质。几乎一切的微生物、植物、动物体内都含有糖,像植物体

比重中糖占 80%，含量最高；微生物体内含糖约占比重的 10% ~ 30%；动物体则含有比重不足 2% 的糖，它们或者独自以糖的形式存在，或者与蛋白质、脂类构成复合糖蛋白、糖脂的形式存在。这些不同形式的糖，我们依据它们自身的化学结构，将它们分成不同的类别：

一类是单糖。这是最简单的糖类，不能被分解为更小分子的糖。这类糖中，又可按分子中所含的碳原子的不同分为五碳糖、六碳糖等类别。在自然界的生命现象中，分布广泛，意义重大的几种单糖，譬如核酸中的核糖和脱氧核糖就是五碳糖，而半乳糖、果糖、葡萄糖等则属于六碳糖。

一类是寡聚糖。其中重要的是由分子六碳糖失去 1 分子水缩合而成的双糖，它的分子式是 $C_{12}H_{22}O_{11}$ ，例如植物体内的麦芽糖、蔗糖，动物体内的乳糖等都是极其重要的生物活性的双糖，它们分别是由如下单糖缩合反应生成的：

葡萄糖 + 果糖 $\xrightarrow{\text{缩合}}$ 蔗糖 + 水；

葡萄糖 + 葡萄糖 $\xrightarrow{\text{缩合}}$ 麦芽糖 + 水；

葡萄糖 + 半乳糖 $\xrightarrow{\text{缩合}}$ 乳糖 + 水。

其中蔗糖是植物体内有机物运输的最主要的形式（约占 99%），也是植物体内糖类物质储藏和积累的主要方式。像甘蔗，甜菜等含糖量高的植物，体内蔗糖含量分别高达 14% ~ 26% 和 11% ~ 17%。蔗糖还是食品工业中重要的甜味剂，具有沁人心脾的甘甜舒爽的味道。另外，乳糖则是存在于哺乳动物的乳汁中的惟一双糖。牛乳中含有 4% ~ 6% 的乳糖，人乳中含有 6% ~ 8% 的乳糖，只是由于它几乎没有味道，所以我们喝牛奶时并感觉不到甜，除非你另外加了糖进去。

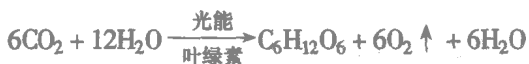
还有一类糖就是高聚糖，也叫做多糖，这是又一类天然高

分子物质。它们的分子式形如 $(C_6H_{10}O_5)_n$ ， n 可以代表成千上万的不同数值。它们是由很多单糖（主要是葡萄糖）分子缩合失去了相应数目的水分子而形成的，如植物体内的淀粉、纤维素等，还有动物体内的肌糖元和肝糖元。淀粉是能量物质的一种储存形式，植物不仅用它来备荒，更重要的是为了下一代生命的诞生而准备好丰富的食粮。在水稻、小麦、玉米等粮食作物的种子里，主要的成分就是淀粉。山芋、藕、马铃薯等依赖块根、块茎及其他变态的根或茎来繁殖的植物，其根茎部主要贮存的也是淀粉，用来提供下一代萌发过程中不能自己制造营养成分时所需要的能量。淀粉的分子式中，“ n ”值大概是 300 ~ 400 这几百个葡萄糖有的手挽手连接成长长的直链，例如豆类中的淀粉，有的则还分出支岔来，形成枝丫纵横的网状结构，诸如糯米中的淀粉，粘性更强。鉴别这两种淀粉可以用碘显色，变蓝的则是直链的，变紫色的则为支链。另外，植物中还有一种多糖是纤维素，例如棕榈树、亚麻、棉花等植物的细长的纤维，就是由它构成的，在植物中，纤维素是构成植物细胞壁的主要材料，含量非常大，对植物身体起着保护和支撑的功能。“ n ”值大概为 300 ~ 2500 的数目众多的葡萄糖分子，通过特殊的化学键首尾连接，环环相扣，形成化学稳定性强，机械强度极大的直链，再多条链相互缠绕成细小的纤维丝，因此显得十分坚韧。在动物中，多糖仅有糖元这一种形式，也是动物储存能量的形式，故有“动物淀粉”的俗称，主要分布在各种动物的肌肉和肝脏里。

如此种类繁多的糖类，它们是如何形成的呢？在生物体内它们之间有着怎样的联系？这，还得从太阳谈起。

众所周知，当灿烂的阳光普照大地时，也就是它将自己的能量以光能的形式传递给地球上万事万物的时候。地球上的生

命体 除了受到阳光赐予时感觉到光明和温暖 其中的绿色植物和某些细菌还能将光能转化为化学能储藏在体内的物质里。尤其是绿色植物 它们身体里的叶绿体可以利用自然界中简单的无机分子水、二氧化碳，在阳光的作用下，合成有机物质（主要是糖类）且释放出人们和各种生物都需要的氧气 同时还将太阳的光能转化为化学能贮存起来，供给生命体作为能量的来源。这个就是有名的光合作用过程，可以用下面的式子来表示：



光合作用不仅为世界上的需要氧的生物消耗了二氧化碳，制造了氧，还为整个生物界提供了根本的食物，能量之源，因此对生命的存在具有非常重大的意义。

绿色植物光合作用合成的主要是葡萄糖等单糖，除了一部分供给植物自身生命活动的需要之外，大多数都缩合成了高聚糖和淀粉、纤维素等，其中的淀粉便主要贮存了绿色植物制造的能量。当动物们食用了含大量淀粉的植物果实、种子等能量汇集部位时，能量便通过食物链传送到了各种动物身上。以我们人类为例，我们吃的面粉、大米等主要营养成分就是绿色植物通过光合作用构成的淀粉，当它进入到人的消化系统时，首先在口中进行了初步的消化。当咀嚼时，食物中的一部分淀粉在唾液淀粉酶的催化下，分解成含有两个葡萄糖的麦芽糖（所以我们可以觉察到一点甘甜），然后进入消化道其他部分。在小肠中，既有可以直接分解淀粉的胰淀粉酶，又有可以分解麦芽糖的麦芽糖酶，因而彻底分解成单个的葡萄糖分子，经过肠壁吸收而进入到人体的循环系统。在正常情况下，人体每 100ml 血液中保持含有 80 ~ 20mg 葡萄糖 运输糖给人体各部分

组织细胞，发生氧化分解反应，释放出能量供给人体活动的主要需要。在这个过程中会消耗呼吸系统吸入的氧气，释放出二氧化碳，可以用化学反应式表示如下：



当人体血液中的血糖含量大于适当的范围时，血糖就“化零为整”，在肌肉组织、肝脏中合成肝糖元和肌糖元而贮存起来；当人体血液中的血糖浓度太低时，糖元就又可以分解为葡萄糖分子进入血液循环，供给生命活动的能量需要。

在这里，糖类，尤其是葡萄糖在生命体内的重要作用已经不言而喻了。一架生命机器从生到死运转不停，正是在糖类这种能源物质的作用下，才拥有了永不停息的动力之源。不过糖类在生命体中的作用，还不仅在于氧化分解释放出大量的能量供给生命的需要，它还能转变为脂肪、氨基酸等别生命所必需的物质。核糖是合成生命的遗传物质核酸的必需原料，纤维素是植物体内的重要结构物质，糖与蛋白质的结合体——糖蛋白更是与生物分子及细胞判别的标记，这些，更说明了糖对于生命活动的重要性。不过，最重要的是，我们必需记住：糖是生命的动力之源。

生命的燃料库

生命的发展历程是一个从简单到复杂的漫长的过程，从非细胞结构的病毒到原核细胞生物，生命起初寄生在一个相对封闭的内环境中；由原核细胞到真核细胞，再由单细胞生物到多细胞生物，生命现象慢慢地变得更加的复杂，不过，这些复杂是由众多的生命体的基本结构单位——细胞来共同协同作用的结果，每一个细胞的生命活动，都可以在一定的角度上去反映整个生命。

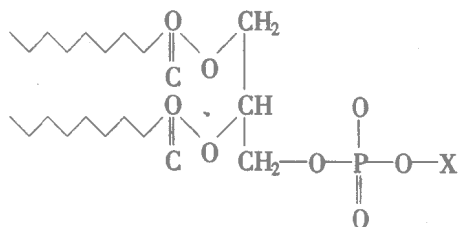
让我们来看一看细胞的结构吧。它的中心是细胞核，里面存放的是含有 DNA 分子的染色体，所以是细胞的司令部和信息中心，是细胞结构的核心部分，难怪它包着一层核膜，挂上“闲人免进”的牌子，将细胞里的其他好些物质都拒之千里之外。细胞核外边的细胞质，这是一个原生质实体，实体内中漂浮着核糖体、内质网、中心体、线粒体等细胞器，这些细胞器各是细胞里的一个职能车间，各行其职，像核糖体是负责蛋白质制造的车间，而线粒体则是动力车间等等。细胞的生命活动便主要在细胞质和细胞器里进行：合成和分解某些特定的物质，氧化分解营养成分并提供细胞生命活动所需要的能量；更重要的一项，与外界进行物质交换，运进营养成分，运出生活垃圾和合成的供给身体其他部分的产品，这项功能，就是细胞与外界的交流。由于细胞质是由细胞膜包裹着的，它就使细胞形成了一间相对独立、相对封闭的小层，里面的物质就再也不

能任意开小差溜号，外面的东西，也就不容易侵犯这间屋子的主人。细胞膜使细胞这间小屋对物质的交流有了主动的选择性，谁进谁出都不再是任意的，自发的，而是听从命令的，自觉的，因而，这垛墙围成的小屋，使细胞内环境有了相对的稳定性，从而保证了生命活动稳定，有条不紊地进行着。

正是由于细胞的奇妙的封闭结构和它与外界所进行的特殊的物质交换过程，使科学家们对这间小屋的建筑结构产生了浓厚的兴趣：细胞膜到底是由什么物质构成的呢？它奇特的功能来自于怎样的一种奇妙的结构？经过科学家们多年不断地努力，终于发现这原来是由磷脂这种物质所引起的。

磷脂，实际上是一类范围很广的物质——脂类中的一种。它与其他脂类在化学组成和化学结构上有非常大的差异，不过，它也具有脂类物质的共同特征：不溶于水，不难溶解于乙醚、苯、氯仿等不是极性溶剂中，可以被这些溶剂从细胞和组织中萃取分离出来，正是因为科学家们发现细胞在这些溶剂中失掉了小屋的建筑结构而破裂，他们才发现小屋的建筑材料就是磷脂。

作为细胞膜这些生物膜的磷脂主要是甘油磷脂，它的化学结构和主干是具有三个羟基的甘油，甘油骨架上端连着一个磷酸，磷酸再与别的极性物质相连，从而形成了磷脂的极性头部；甘油的其他两个羟基则与有着长长的并非极性碳链的脂肪酸相连，组成了磷脂的两条非极性的尾巴。这个结构可以表示如下：



甘油磷脂的极性头部与非极性尾部这种奇特的结构，恰好决定了由它所组成的生物膜的奇特功能。

在细胞膜的细微结构中，科学家们发现细胞膜是由两层磷脂所构成的。成千上万的磷脂分子，首尾相连，紧密贴合，排列成致密的磷脂层，然后，在一层磷脂层的倒立的非极性尾部上面，再重上一层正立的磷脂层，这就构成了磷脂双层膜。因为这两层都是非极性的尾部与尾部相贴在夹层中间，所以从膜的两面看，都仅是磷脂的极性头部。这样的磷脂双层膜，十分致密，有流动性和弹性，保证了细胞内部成分和细胞形态的稳定性，使细胞的内含物与外环境互相分离，具有了恒定的、动态的内环境，所以使整个细胞活动有条不紊地进行着。

不过，要有物质交换的功能，仅有这么一层磷脂双层膜是不行的，于是细胞在磷脂构成的小层的墙上安装上了窗和门——载体蛋白质，它们为物质的进出细胞膜提供了通道，于是细胞这间小屋的建筑框架，从结构上到功能上都已经完整无缺了。

磷脂，由于它所构成的生物膜的奇特结构和近乎神妙的功能，在生命过程中为细胞内许多化学反应的有序进行和整个生命性的“区域化”提供了必需的结构基础，从而具有十分重要的生物学意义，成为脂类物质中引人注意的启明星。不过，在众多的脂类物质中，为生命作出重大贡献的，还不只是磷脂一

种，脂肪就是脂类对生命的又一重大贡献。

提到脂肪，人们头脑中或许有一种“多余废物”的不以为然的想法。难道不是吗？听听这么一段广告词吧：如果要想身体苗条、活力充沛未必人人都能作到，这就要学我啦！服用×××营养素，它能有效调节人体免疫力，分解吸取多余脂肪，使您又苗条又健康！减肥广告如此之多，再加上某些脏器官的疾病又往往以脂肪或因醇类物质为罪魁祸首，刹那间，风声鹤唳，营养学界也常常对高脂含量、高固醇含量的食物大加批评，于是乎，脂肪好像对生命的存在不仅是多余的，还具有危害性的。

对拥有温饱保障，随时可以补充高等能量的来源，甚至对于营养过分的人类而言，脂肪的重要性或许确实没有那么重要。超过那并不太多的需要量，它或许真的不仅给人类带来形体上的不美观，还对人类的正常生命有所损害。但它绝对不是多余的物质，在世界上的作用也绝不是只限于在厨房里充当一下烹调油，给人以口感上的享受。

我们先到自然界中去看一下。身体笨拙的大熊，本来形态就已经十分不美观，不过，眼看冬天的脚步一天天靠近它们，它们也就再也不敢顾念形体之美，放开胃口大吃大嚼起来，恨不得一口吞尽世界上一切的美味。它们这是干什么呢？难道世界的末日到来了，它们想作个饱死鬼么？实际上都不是。这些愚蠢的大熊，对世界的末日是根本毫无概念的，不过，它们对身边天气的变化却还是有一点儿感觉的。飞雪的冬天，寒气逼人，它们除了身上的皮毛，还需要一层特别的“防寒服”；另外，在寒冬里万物凋零，以大熊们的本事，要想寻找到充足的食物，还真不那么容易，它们要提前“备荒”也就不足为奇了。不过，像松鼠这类动物过冬时，是提前准备充足的食物储

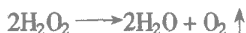
存起来，而大熊猫却是秋吃冬粮，这是为什么呢？原来，大熊猫们将食物消化吸收后，转化为脂肪这种物质存放于皮下组织中，不几天就能存下厚厚的一层。这层脂肪不仅是大熊猫们过冬防寒的高级防寒服，还能在它缺乏能量时，氧化分解，释放出能量，供给大熊猫生命活动的需要。这样，皮下脂肪层就成了大熊猫的燃料库房，而脂肪这种脂类物质，也就成了备用燃料了。

在生物界中，其实油脂不只是生命的备用燃料。在生命的正常活动中，细胞中都有许许多多的脂肪小滴，它们除了作为有机体所需燃料的运输形式和贮存形式以外，还不断地进行着氧化分解，并释放出大量的能量，成为生命活动中除了糖类之外的第二大燃料物质，为生命活动提供了大约五分之一的能量来源。因此，油脂在生命体中所作的杰出贡献，确实不能因为人体中的某些情况而抹杀，油脂，实在并不多余。

除了油脂和磷脂，脂类物质还以各种形式存在于生命过程中，起着相应的生理作用，为生命体作出了应有的贡献。像维生素 D 便是脂类物质中类固醇类中的一种重要物质，性激素等脂类激素和前列腺素具有十分重要的调节功能，这所有的一切都能够充分证明，除了糖类，蛋白质以外，脂类，亦不愧为生命体中又一大光荣家庭。

生物催化剂与密码锁

在明亮宽敞的教室里，一堂有趣生动的化学课正在激烈的气氛中进行着。老师首先拿了一个烧杯，然后在烧杯里倒入了一些无色透明的液体——双氧水。这双氧水看上去与一般的水可真没有什么两样，而且还能通过化学反应变成一般的水，并释放出氧气：



不过，在一般的情况下，你可千万别指望像开水那样气泡会蜂涌而出，因为这时反应进行得十分缓慢，以致看起来就跟完全没反应一样。老师先让学生们仔细观看了平静的烧杯，然后从另一个小瓶里取出点黑色的粉末样固体物质，告诉学生们要仔细观察，然后，他慢慢地把那点儿黑色粉末倒进了双氧水中。立刻好像变魔术一般，那杯水马上“沸腾”了起来，大量的气泡争先恐后地冲出液体的重围，迅速地逃逸向周围的空间；而老师手中刚吹熄的带点儿火星的火柴棍，居然也奇妙地自动燃烧起来。由此看来，气泡真是氧气；那么，刚才毫无动静的双氧水，怎么又会突然剧烈地反应起来了呢？

原来，作怪的正是老师放进去的那点毫不起眼的黑色粉末——那是二氧化锰（ MnO_2 ），它能加速双氧水的分解反应，使通常情况下很难觉察到的反应突然显得如此迅猛，而它本身在反应后还跟加进去时完全相同！它所起的加快反应的作用，我们知道正是被称之为催化作用，像它这样具有能够加快反应而

自身又不发生变化的特性的物质，我们故称之为催化剂。好的催化剂，一般都能成千成百倍地加快反应的速度，让我们看起来，好像本来很难进行的反应变得又容易又猛烈了；在双氧水的分解反应中，二氧化锰正是这样的一种好催化剂，它奇妙的催化作用，亦与“沸腾”的双氧水一起在我们的脑海里打下了深深的烙印。

不过，当你因擦破了手背而进入医务室时，你或许没想到又一个神奇的场面在等候着你。你一定会奇怪大夫会拿出一个带“双氧水”标签的棕色瓶来，从里面蘸了些如水一样的液体敷在你的伤口上。当你心中的疑问还没来得及向大夫说出时，伤口上的现象肯定会把你“震”住了；白色的泡沫，仿佛从天而降，还不到半秒的功夫，已经完全盖住了伤口，甚至溢满了整个手臂！这是为什么呢？

原来，这还是双氧水的分解反应。大夫利用的就是从双氧水中分解出来的氧，它们还是单个的原子尚未聚成氧分子，这时氧具有杀菌作用。不过这里大夫可并没有加二氧化锰来作催化剂，而是你的身体细胞里的一种奇妙的物质——过氧化氢酶，在这里起了催化作用，而且比二氧化锰还要有效，难怪你根本来不及分辨清楚气泡是怎样一涌而出的了。

在人体以及其他众多生命体内，无时无刻都在进行着各种不同的化学反应：转移、还原、裂合、水解、氧化、异构化以及合成等等，反应过程十分复杂，我们的机体是一个日理万机的化学反应工厂，每天我们必须把吃进来的复杂的食物都一一消化，吸收进入循环系统运送到各种组织细胞里以后，还将小分子的简单营养成分合成为我们自己所需要的东西：诸如把氨基酸合成为蛋白质，把葡萄糖合成为糖元等等。在进行这些同化作用的同时，我们还得进行异化作用：把糖类进行氧化分

解，来供给生命活动以充足的能量；把蛋白质分解，再把氨基酸等代谢物最终氧化分解并排出体外……这一切地活动，都是通过化学反应来完成的，可见生命体一天里完成的化学反应的数量有多么巨大，反应的速度有多么的迅速！引人注意的是，这些快速、复杂的化学反应都是在十分普通十分温和的条件下进行的，温度是体温，压力是常压，酸碱性也特别温和，完全不同于一般化工厂里那种高温高压强酸或强碱的苛刻条件，因而看来，体内这些反应所有的催化剂，也是完全区别于一般工业用的催化剂，而必定是一种特异的高效催化剂了。

确实如此，体内有着这么一些高效催化剂，那就是像过氧化氢酶这样的一类特别蛋白质——酶。酶是一种催化本领非常强的生物催化剂，它不只有十分高的催化效率，譬如酶催化反应比非催化反应快 $10^8 \sim 10^{20}$ 倍，比一般催化反应高 $10^7 \sim 10^{13}$ 倍，而且酶的作用具有高度的专一性。像过氧化氢酶这种酶，就只专一性地催化过氧化氢（即俗称的双氧水）的水解反应，而过氧化氢这种物质作为它的专一性底物。正是这种高度专一性的生物催化剂的特性，使得体内的不计其数的化学反应，在它们各自的专一性作用酶的催化下，迅速而有条不紊地进行着。

其实，人类在很久很久以前，就对酶有了一定的认识。我国在几千年以前，已经懂得了制作发酵的食品和饮料，夏禹时期，就已经懂得酿酒，周代已经能制作酱食和饴糖，古埃及人在用面粉调制面团烤饼的过程中，偶然有次来不及将和好的面团烤成饼，结果发现面团在阳光下胀大了很多，而用这样的面包烤成的饼不但松软可口，而且还散发出诱人的酒香，从而也认识到了发酵的现象，并对此在日常生活中加以广泛的应用。

那么，发酵到底是怎么回事呢？原来，像面团这些东西

里，有许许多多的微小的、肉眼无法看到的微生物——酵母菌，它们从空气中进入面团，在温暖和煦的阳光下迅速繁殖，而且还分泌出一种特殊的物质，将面团中的一些淀粉转化为酒精，还散发出二氧化碳，在面团中形成了一个个小气泡，面团变得也就松软而有酒的清香了。1857 年，微生物学家巴斯德对这个发酵的生物学过程进行了详细的论述，李比希等科学家更指出酵母菌所分泌的特殊物质正是生物催化剂——酶，后人还依据这些酶对热及其他现象与蛋白质变性现象的相似性，指出酶正是一种具有特殊功能的蛋白质。1926 年，美国化学家萨姆纳从刀豆的种子里分离出了一种结晶体，它能像已知道的脲酶一样迅速地将尿素分解为氨和二氧化碳，进一步的分析出它正是脲酶，并通过一系列实验证明了酶就是一类特殊蛋白质，为揭露生命现象的奥秘作出了巨大贡献。由此，他荣获了 1946 年的诺贝尔化学奖。

现代的生物化学家们，不仅对体内复杂的化学反应所依附的各种酶的奇特的催化功能有着详细而全面的认识，而且，在结构化学家和先进的衍射仪的帮助下，已经说明了多种具有重要生理功能的酶的化学结构和组成，从而也在酶的催化作用机理方面获得了非常引人注目的成果。

一把钥匙开一把锁，人们往往借用这句俗语来形象地说明某两种事物之间的专一性关系。一种酶，在生命活动中一般仅对一种化学反应起催化作用，像唾液淀粉酶仅能催化淀粉分解为麦芽糖的反应，脂肪酶仅能催化脂肪分解为脂肪酸和甘油的反应，于是人们便形象地指出：化学反应是一把锁，酶是一把钥匙，只要锁与钥匙是天生注定的一对，锁就能立刻被打开；若不配对，像淀粉酶对脂肪，那就别想把锁自动打开。

实际上，科学家们在研究中发现，每一种酶的三维立体结

构都非常特殊，表面上都留有一种特别形状的空隙，它们才真正是一只只密码锁。当体内的化学物质要发生反应时，只有具备一定的特殊的尺寸的形状，正好能伸进特定酶的空隙并密切咬合，这种物质才是这个密码锁的配对“ 钥匙 ” 只有它才能打开这个密码锁，从而引起一系列生理反应，酶就开始对这种物质的反应进行高效率的催化。

酶这种高效生物催化剂特殊的专一性，对生命活动的正常进行起着十分重要的影响。人体内的化学反应是必不可少的，不过，酶既然是一种蛋白质，那么若是基因在命令这种蛋白质的合成时意外失误，导致酶的缺失，那难道不是某种化学反应之锁没有了配对的钥匙，这岂不是很麻烦的事。

不错。医学上有一种病叫做“ 白化病 ”，病人从毛发到皮肤都是白色的，这就是因为体内缺少了一种酶——酪氨酸酶。没有这种酶，有关化学反应就根本无法进行，细胞就无法通过化学反应来合成人体所需要的黑色素，于是汗毛、头发、皮肤就会变成白色了。这种酶的缺乏，正是由于病人从他们的父母那里继承的遗传物质 DNA 中，不慎失掉了负责指挥酪氨酸酶的合成的蓝图——相应的基因片断，人体便无法制造酪氨酸酶，某些化学反应也就无法进行了，于是特定的症状就体现出来了。这种因为遗传物质 DNA 的改变而造成的疾病称之为遗传病，是一大类无法用一般的药物来治疗的。迄今为止，人类已发现了大约 1000 多种遗传病，绝大多数是因为特定的蛋白质的合成功能失去，因而症状往往同有关酶的缺少有关联。不过，随着遗传工程的发展，也许人们在不久的将来，能够对遗传物质 DNA 进行修补，当人体内缺少某种酶时，就可以给人体细胞补充上一份相关的基因蓝图，丢失的钥匙就可以重新制造出来，遗传病也就不会永远地留传给后代了。

神秘的生物使者

地球上的万物，都按着各自的形式进行着有序地生命活动。这些生命活动，过程特别繁琐复杂，多个生理过程同时进行是无时无刻都有的，而很多的生理过程又一个接一个紧密连接，因此体内的世界是一个忙碌得让人难以想象的世界。可是，这些生命活动却总能有条不紊，永不停息地进行着，犹如一曲欢畅而气势宏大的生命交响乐，神奇的协调功能使这些看似杂乱又忙乱的各部分特别和谐地统一在一起了。

是什么使机体各部分之间相互配合得天衣无缝，如此协调地完成它们的各项复杂的功能呢？是哪一位出色的指挥家指挥了这么一曲酣畅淋漓的生命交响曲？

是神经系统。功能强大的人体中枢神经系统再加上遍布全身各器官各组织的外周神经系统、神经末梢，组成了人体内非常广泛的通讯联系网络。任何对神经末梢的刺激，都能快速地传导给中枢神经系统；中枢神经系统的命令，也就非常快传达下来，所以，反应就产生了，人体就这样对自己的大部分生命活动进行着有效的调控。

不过，神经系统的神经调节方式是主要的，但不是惟一的。人体对自己生命活动的调节，还有一个特别重要的方式——体液调节。体液（淋巴、组织液、血液）中，很多种特异的物质，对生命活动的某些特定过程起着非常有效的调节功能。如几步连续的反应： $A \rightarrow B \rightarrow C \cdots E \rightarrow F$ ，产物 F 或中间产物

(譬如 E) 的数量增加时, 若达到了一定的程度, 就可能对前面的某一步反应 (例如 $A \rightarrow B$ 这一步) 产生抑制性调节, 抑制反应的进行, 从而最终使 F 的含量降到一定的正常范围内。这就是特定物质的反馈调节。又如一些小分子的多肽片段或有机物, 可以携带某种特定的信息到达特定的作用部位, 通过与人体的互相作用而引发特定的生理反应, 这亦是体液调节中的一种, 而这种物质故被称之为“信使分子”。其实, 在体内, 有一大类特殊的使者, 它们由特定的部位产生, 通过循环系统的运送到达作用部位, 与特定的人体分子相结合并产生作用, 而引起特定的生理过程, 这种神秘的使者便是激素。

激素是由生物体内特殊组织或腺体产生的直接分泌到体液中, 通过体液运输到特定作用部位, 从而引起特殊的激动效应 (例如调节控制各种物质代谢或生理功能) 的一群微量化合物, 正是由于它们神奇的功能, 它们可以被看成是生物体内的“化学讯息”。在人体里以及动物体内, 多个内分泌腺专职负责激素的合成与分泌。人体内的主要内分泌腺有: 松果体、脑垂体、甲状旁腺、甲状腺、胰岛、胸腺、性腺及肾上腺等, 分泌的激素有各种促激素、生长激素、褪黑激素、甲状旁腺素、甲状腺素、胰岛素、胸腺素、性激素、肾上腺素等数十种激素。它们直接分泌进入血液, 随着血液在全身流动, 把控制正常生命活动的信息带给某些组织和器官。

对激素的科学研究, 是从 20 世纪初开始发现激素的。1906 年, 英国的斯塔林首先提出了“激素”这个词语, 随后几十年里, 内分泌学对多种激素的功能作了详细的研究。人体的几种常见激素, 在人的正常生命活动中起着极其重要的调节功能, 使我们的组织、细胞及器官能有效地分工合作, 形成了统一整体。生长激素具有促进生长, 促进蛋白质的合成及脂肪

的分解的功能；甲状腺素可以促进体质和智力的发育，增加基础代谢；肾上腺素可以促进糖元的分解，从而使血糖浓度增高；胰岛素则可以降低血糖浓度，促进蛋白质、脂肪的合成等等。在正常情况下，各种激素的作用是相互平衡的，但任何一种内分泌腺机能发生减退或亢进，这种平衡就会被打破，影响正常代谢及生理功能，从而影响机体的正常发育与健康，甚至危及到生命。如侏儒症、巨人症及肢端肥大症就是由于生长激素失调而引起的，当甲状腺素分泌过多时，人不难患上甲亢，基础代谢增加，食量大增而身体却日渐消瘦，神经也非常容易过敏；若甲状腺素分泌不足，则容易影响婴幼儿的体质与智力发育，智力低下，身体弱小，行动迟钝而缓慢，如此种种，都是由于激素分泌与相互作用失去平衡而引起的，往往给人类的身体健康甚至生命安全带来特别严重的影响。

在这里，不能不重点地来看一下胰岛素和胰岛的独特情况，在这方面的研究中，加拿大的两位杰出科学家，1923年诺贝尔生理学和医学奖荣获者班丁和麦克劳德为人类健康作出了巨大的贡献。

班丁1916年从医学院毕业以后，先在第一次世界大战中当军医，战后就在多伦多市当了外科住院医师，常常在业余时间研究糖尿病。糖尿病是一种血糖浓度过高而引起糖大量从尿中排出，从而使人体消化吸收的糖白白地大量损失的疾病，由于这个损失，病人对糖类的利用率大大降低，虽然，天天在食物中吃进大量糖类，仍然不能满足人体正常的能量需要，所以倍受折磨。当时的人们，已经初步了解到糖尿病可能与胰腺中的胰岛细胞所分泌的特殊化学物质有关系，并把这一分泌物称之为“胰岛素”。不过，人们利用动物胰腺来治疗糖尿病的种种尝试，并没有收到预期的效果，这是什么原因呢？

班丁以为是糖尿病人服用动物胰腺后，在经过胃等消化道时，可能是胃液等消化液将其中的激素成分破坏了，使它无法进入血液而无法作用于血糖。在麦克劳德的帮助下，他们将动物胰腺中的胰岛素分离了出来，通过注射直接进入血液，来观察血糖及尿糖浓度的变化。实验得到的结果，完全成功地证明了提炼出来的胰岛素有降低尿糖和血糖的作用，并非常快地由实验推广到了大量提取生产胰岛素来供给临床治疗，为广大糖尿病患者解除了很大痛苦。

胰岛素的生理功能现在已经很清楚了：一方面它能提高组织汲取血液中葡萄糖的能力，另一方面又抑制肝糖元分解为葡萄糖补充血糖浓度，反而促进肝糖原及肌糖原的合成。血糖这个“水库”，一方面泻水闸开大了，水加速往外面流，一方面水源又被限制了甚至水倒流向水源，水自然就会减少了，血糖浓度也会随之降低。所以当胰岛素缺乏时，血糖浓度会居高临下，糖就会从尿中流失，从而导致糖尿病的发生；不过，胰岛素分泌过多时，也就容易引起低血糖症了，那会使能量供应不足，甚至影响大脑机能，这两种情形，都是糖代谢的紊乱。

胰岛素的发现和应用，为临床治疗提供了新药，不过由于在临床治疗上的大量需求，分离提取法始终难以保证供应充足，人们也在不断寻求提高工业生产胰岛素的有效方法。20世纪70年代，基因重组技术诞生，为胰岛素这种多肽蛋白类药物通过基因重组细菌发酵生产提供了可能。1978年，通过基因重组的大肠杆菌第一次成功地产生了人胰岛素；1982年，通过基因工程生产的人胰岛素就投放了商品市场。这个基因工程生产胰岛素的方式，可以从少量的原料中生产出更多的产品，工作量极小，成本不高，而且人胰岛素对人体比动物胰岛素就更为安全可靠了。

在生理学家们对激素的功能进行深入研究的同时，化学家与生物化学家们从 20 世纪 60 年代以来，对某些激素的化学组成及分子结构进行了深入研究，并对激素与细胞膜或核中相关受体结合作用的调节机制有了一定的了解。绝大多数激素按它们各自的化学本质被分成了三大类：含氮激素（包括蛋多肽激素、白激素、氨基酸衍生物激素等），甾醇类激素，脂肪酸衍生物激素。对于人们研究得颇多的胰岛素，科学家们不光发现它是由 51 个氨基酸构成的多肽类激素，还成功测定了这个多肽的氨基酸序列，发现了各种动物的胰岛素在基本结构上的相似性。在大多科学家尝试用氨基酸通过人工合成的方法获取胰岛素结晶的不断努力下，我国科学家们提前了一步，经过六年零九个月的艰苦攻关，终于 1965 年在世界上第一次用人工的方法合成了具有完全生物活性的结晶牛胰岛素，1971 年再一次成功地测定了胰岛素晶体的空间结构。这是华夏儿女们在世界上领先人工合成生命蛋白质的“第一”，永远值得我们为之骄傲自豪。在这个过程中，蛋白质化学的理论研究也大大地向前迈了一步。

在长时间的细致观察和实验中，科学家们惊奇的发现：除了高等动物之外，昆虫体内也有激素存在。它们极小的身体里也同样有完备的内分泌器官，分泌各种神秘的使者，来共同调节和控制昆虫的生长、蜕皮、变态、生殖、滞育等生理环节。昆虫主要有保幼激素、脑激素、滞育激素、脱皮激素等，这些激素的过量与缺失，同样会对昆虫产生特殊的影响。所以，人们就常常利用某种激素来抑制各种害虫的生长发育，减少虫害；也在养蚕业中，结合使用保幼激素和蜕皮激素来增加蚕丝的产量、提高蚕丝的质量并促使一批批蚕儿一同成熟结茧，由此获取了良好的经济效益，除此以外，昆虫还能在特定的场合

与时间，向体外释放具有挥发性的外激素、例如聚集外激素、性外激素、追踪外激素、警告外激素等，用来通知、引诱、警告同伴们，达到特定的目的。这使神奇的昆虫世界里又增添了神秘的色彩。

实际上，不只是高等动物与昆虫有激素，植物同样也有激素——植物激素。像赤霉素、生长素、脱落酸、细胞分裂素、乙烯等五大类，虽然在植物体内含量非常少，却能促进细胞的生长与分裂，生根发芽、开花结果、催熟、防衰老、落叶、休眠等植物生理活动，有着明显的控制和调节植物生长发育的功能。

生长素能够促进细胞生长，例如扦插植物时用它处理后可以大大提高存活率。另外，如果你认真观察的话，会发现窗台上的盆栽花的叶和枝一直是朝着窗外光线充足的方向生长的，这便是植物生长的向光性；向日葵也是一种具有有趣的向光性的植物。为何植物的叶和枝会主动向着向光面生长呢？原来，光线可以改变植物体内生长素的分布，向光面的生长素分布少，细胞生长就慢；背光面生长素分布多，细胞生长颇快，这样，枝条就朝生长慢的向光一侧弯曲。植物的向光性使植物能够得到足够的光照，这有利于生长。另外，植物还有枝干，总是向上长的生长特点，这是植物的背地生长特性。由于重力也可以改变生长素在植物体内的分布，枝干靠近地面的一侧生长素分布颇多，而背地一侧分布颇少，由于同样的生长过程，靠近地面的一侧长得比背地一侧快，所以枝干也就向上弯曲了。除了促进细胞分裂生长外，生长素还能促进果实的发育，预防落花落果。不过，它的用量浓度不可以太高，否则会抑制植物的生长。在高等植物中最普遍存在的植物生长素是吲哚乙酸，不过，在农业上所广泛应用的人工合成的植物生长素，常常把

吲哚环改变为更稳定更容易得到的羧环 即成为结构与吲哚乙酸类似的羧乙酸，它在低浓度使用时，可以预防棉花及果树过早落花落铃。

假如将一块刚收获的马铃薯种到地里，是不会马上发芽的，由于马铃薯有休眠期。而赤霉素就有冲破某些作物休眠的作用。用赤霉素可以打破马铃薯的休眠期，有利于提高出苗率。赤霉素还能大大增长植物植株的高度，矮玉米经赤霉素处理后长得跟正常玉米一样的高大。所以它具有跟生长素相似的促进生长的作用。

俗话说：“秋风扫落叶”实际上树叶并非被无情的秋风刮落的，而是植物体内的脱落酸在起着作用。脱落酸能促进叶柄的脱落和衰老，这是植物在长时间的进化过程中形成的对寒冷的冬季的适应性。在寒冬到来之前，植物脱掉叶片，表面积大大减少了，所以能够有效地防止水分大量蒸发，使芽处于休眠状态，防御寒冷的袭击。

一箱水果中，只要有一个成熟的果实，就能引起整箱水果很快地成熟，这是什么原因呢？原来，这是由于乙烯的催熟作用在作怪。成熟的果实能释放出乙烯，这种乙烯能使邻近的果实很快成熟，而成熟的果实又产生了大量的乙烯，以致很快导致整箱果实的成熟。另外，乙烯还能够促进雌花的发育。乙烯的催熟作用的发现，是一个很有趣的故事。据说以前在一个装有煤气路灯的香蕉园里，靠近路灯的香蕉总是比离路灯远的先成熟。一位有心人发现了这个特别容易被忽略的奇怪现象，经过多次的研究实验与思考，终于发现这是由于路灯散发出来的乙烯在作怪，所以发现了乙烯这个分子结构（ $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ ）特别简单的高效催熟激素。

五大类激素，共同影响着植物的生理活动，随着科学日新

月异的发展，渴望在农业生产中更合理地利用这些激素来提高作物产量，为人类提供更丰富的农产品，缓解人类所面临的日益严重的粮食和资源危机。

对症下药

人类以及其他的动物，为了维持自己正常的生命活动，天天都需要吃进足够的食物。我们的生命活动，呼气吸气之间，举手投足之间，乃至静卧沉睡之时，都需要消耗能量，因而也需要从食物中大量补充进能量物质，譬如糖类、脂类等；我们身体内的结构物质——蛋白质，天天都需要分解一些陈旧的，合成一些新的，在新陈代谢的运动中体现着生命的存在，在动态平衡中维持着生命活动的正常，所以我们也需要从食物中摄取大量的蛋白质，自给自足。不过，你是否了解，食物中还有一类含量非常少，但作用却特别重要的物质，是生命活动所必需的营养成分。这种物质，虽然人体需要的只是那么极少的一丁点儿，但如果食物中正好缺少了这一丁点儿，那么，生命常青之树将为此而付出极大的代价，倍受煎熬与折磨，甚至生命之花早早枯萎了。这种物质就是这个故事的主角。

一、奇怪的病，奇怪的药

病例一：病人的皮肤很粗糙，表皮及呼吸道粘膜角质化而倍感干燥。他抵抗微生物的能力也因上皮组织的损伤而降低，很容易感染感冒、支气管炎等疾病。同时，泪腺上皮也角质化，泪液分泌减少了，双眼发干，产生干眼病；而且到了黄昏光线昏暗时，病人便如同盲人，成了夜盲症患者。治疗的方法特别简单，给病人补充天然食物，诸如禽蛋类、乳制品、红辣椒以及动物肝脏、菠菜、胡萝卜、苜蓿等有颜色的蔬菜，怪病

自动就会痊愈。

病例二：在日本海军里，一批批经过严格体检与选拔的海军健儿，只要登上军舰在海上生活一段时间，就有莫名的灾难降临到头上。身体消瘦得非常快，下肢变得又麻木又沉重，触觉、痛觉异常，有的甚至感到不安、健忘、忧郁和易怒。这就是脚气病，但一直并未寻找到引起这种脚气病的病菌，所以也不是传染病，治疗的方法仍然简单：用鱼、大麦、炼乳、肉等为主食，代替精白米主食，海军脚气病之苦很快就会烟消云散。而以米糠饲养的鸡，也没有脚气病去光顾它们。

病例三：病人患上了坏血病，体现为毛细血管脆弱，皮肤上出现许多小血斑，牙龈发炎出血，牙齿松动，严重时还危及到生命，曾经在 13 世纪到 16 世纪期间，引起欧洲出洋贸易的船员大批地丧生旅途，客死异乡，比如 1498 年一艘绕好望角航行的船上，160 名船员竟然有 100 人为此而魂归天国。印第安人用桉树叶煎汁就治好了这种坏血病，后来又发现了新鲜的绿色蔬菜或者桔子与柠檬充足时，坏血病竟无法上身。

病例四：在最早进行工业革命的国家——英国，17、18 世纪的各大城市已经是高楼大厦耸立、工厂烟囱鳞次栉比了。喷吐的浓烟遮天蔽日，烟都、雾都竞相挂名。随着绝大部分儿童都得了以前罕见的怪病——佝偻病：身体成畸形、头又方又大，胸部突出像鸡胸脯一样，两腿弯曲，走起路来来回摇晃；严重时，全身惊厥，并发肺炎，贫血、腹泻、肝脾肿大等症状，甚至导致死亡。后来发现，阳光充足的地方极少发生佝偻病，每天食用一点儿鱼肝油，竟然也有同样神奇的疗效。

这一件件怪病，无形之中突然而至，当救治之时却又无需用药，食物合适时即大有起死回生之效，这里面有着什么样的

奥秘呢？

二、拨云见天 精兵显形

1886 年，荷兰医生艾克曼企图寻找出引起脚气病的细菌，但并没获得成功；不过，他在用鸡作进一步的实验时，发现了与脚气病症状特别相似的多发性神经炎。1897 年，他终于证明了该病是由于用白米饲养鸡群而引起的，将舍去的米糠加回米饲料中即可以治愈。于是，他认为米糖中含有可治愈脚气病的“保护因素”。后来，格赖恩证明：糖含有一种营养因素，并提出了“营养缺乏症”的概念。后来，在实验动物的科学饲养试验中，1906 年，英国的霍普金斯发现以包含脂肪、蛋白质、矿物质和糖类的纯化饲料喂养大鼠，大鼠不能存活；假如在纯化饲料中加极微量的牛奶后，大鼠就能够正常生长。因此，他得出结论：正常膳食中除脂肪、蛋白质、矿物质和糖类以外，还有必需的食物辅助因子。1912 年，波兰化学家芬克提纯了一种食物辅助物质因子，定名为 Vitamin 并提出了维生素假说，认为维生素是人类生命活动不可缺少的微量营养成分。在体内复杂的生化反应中，酶是高速专一的生物催化剂，这些生化反应都必需由酶催化才能迅速完成。而酶要完成催化功能，必须有其他物质的辅助才行，这类辅助物质即称之为“辅酶”。绝大部分的维生素本身就是这类辅酶或者是辅酶的重要构成部分，所以一般认为维生素是维持机体正常代谢和机能所必须的一类低分子化合物，是人体六大营养要素——蛋白质、脂类、糖、水分、维生素、无机盐之一；而且由于只有极少数维生素可以在体内或者由肠道细菌产生，故绝大多数必须从食物中汲取。

后来，多种维生素先后被分离和提取，并对其功效进行了深入研究，种种怪病的起因终于被人类所揭破，而在神奇疗效

的“怪药”中起着主要作用的精兵良将们，也在科学家的视野里显出了实在的身形：

夜盲症患者身受煎熬，起因只是因为食物中缺乏了维生素 A，而维生素 A 在人体内可以合成视紫红质，这种物质存在于我们视网膜的细胞内，同弱光环境下的视觉有关系。另外，维生素 A 还是维持人体上皮组织健康所必须的物质。当维生素 A 缺乏时，视紫红质合成就会逐渐减慢，甚至不能构成；还损伤皮肤、呼吸道粘膜、泪腺上皮等上皮组织，于是夜盲症及其他症状便随之产生。而动物体的脂肪，比如禽蛋类、乳制品、动物肝脏中含有活性维生素 A，植物体如胡萝卜、红辣椒、苜蓿、菠菜等有颜色的蔬菜中含有胡萝卜素，可以被小肠壁转变为维生素 A，因此，食物中若有这些成分，即使天天汲取极少的一点，也足以克制夜盲症等维生素 A 营养缺乏症了。

脚气病则是由于缺乏维生素 B（即硫胺素），维生素 B 是一切动物和很多植物与微生物的生长和代谢所必需的，它作为辅酶协助酶共同在糖类物质的代谢中完成重要的催化作用。一旦缺乏了，则酶就无法单独催化反应，引起糖代谢的中间产物——丙酮酸在体内堆积，引起了神经炎，出现脚气病等多种症状。而谷糠、谷胚、乳类、绿色植物、蛋黄等中含有颇为丰富的维生素 B，酵母、猪肉中含量亦颇多。人的肠道细菌也可少量合成维生素 B₁。由于正常状态中维生素 B 需要量极小，正常成年人身也仅为每天 2mg，因此米糠、麦糠中含有的微量维生素 B₁ 已经足以解除绝大多数海军士兵的患病之苦。

坏血病由维生素 C 缺乏而引起的，维生素 C 在西红柿、鲜枣、柑、橙、山楂、辣椒、香菜、新鲜松针、菠萝、杨梅、柿子、青豆等蔬菜和水果中含量较多，每天多吃这一类食物，一般人需要量 30mg 也就能完全满足，坏血病也就望风而逃了。

佝偻病，是因为人体内缺乏维生素 D 而引起的，维生素 D 能促进肠道对磷、钙的吸收，使血液中磷和钙的浓度增加，有利于促进骨组织的生长和钙化。成人缺乏它，会引起骨质软化症，小儿缺乏就会产生佝偻病。维生素 D 在鱼体脂肪和鱼类肝脏中含量最多，因此食用鱼肝油等可直接补充维生素 D；而在阳光照射下，阳光中的紫外线可以有效地将植物体内的麦角固醇，动物体内的下脱氢胆固醇转化为维生素 D，所以人接受阳光照射时，一样可以间接补充欠缺的维生素 D，而对佝偻病起到预防功效。

三、分门别类，各尽其职

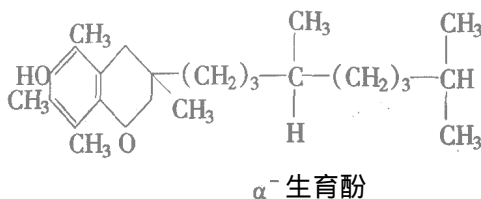
从 20 世纪初到现在已经差不多又跨越了 100 年，在这个各种科技都飞速发展的世纪里，维生素科学的研究也获得了长足的进展。一直到现在，已经提取了 14 种全世界公认的维生素，它们都是生命过程中不可缺少的微量营养物质。这些维生素中，有些种类则在水中拥有良好的溶解性而不溶于脂肪中，有些种类可以溶解到脂肪中，根据这一性质，这 14 种维生素可分为脂溶性维生素和水溶性维生素两大类：

脂溶性维生素：维生素 A、维生素 D、维生素 E、维生素 K；

水溶性维生素：维生素 C，以及由维生素 B、维生素 B₂、烟酸、泛酸、维生素 B₆，叶酸、生物素、维生素 B₁₂ 等组成的维生素 B“大家族”。

这一系列的维生素，化学组成、化学结构已经成功地由化学家们所阐述，合成工作也大有成效，如维生素 C 等就早已在 1933 年就实现了大规模的工业生产，复合维生素 B 也早已用于常见病治疗。不仅如此，生物化学家们对各种维生素在体内的生理作用机制进行了进一步细致的研究，阐述了维生素缺

乏症的各种病理过程，发现由于各自的结构及性质的差异，维生素家族的各位成员身怀绝艺，都具有特定的生理功能，所以，在生命过程的各项战线上，它们各尽其职，忠于职守，在体内虽然兵微将寡，但个个都很精强，极少的含量却起着重大的不可缺少的生理作用，也可谓兵贵精良了。1922 年，伊万斯等人发出了另一种脂溶性维生素——维生素 E。维生素 E 是多种脊椎动物必须从食物中汲取的维生素。它对于肌肉的正常代谢、维持中枢神经系统、血管系统的功能以及别的很多生理活动都具有重要作用。动物实验证明：维生素 E 对于生殖系统发育以及完成其正常的生理功能都是不可缺少的，所以被称之为生育酚。植物油，尤其是黄豆、小麦、玉米等的油中都含有丰富的维生素 E，成人对维生素 E 的需要量为每天 15 ~ 25 毫克。具有维生素 E 活性的物质共有 8 种，其中最主要的就是 α -生育酚。

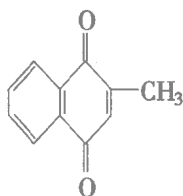


1929 年丹麦博士达姆，利用小鸡作为材料，进行生化研究。出乎意料地发现，用自己特制的饲料喂养的小鸡皮下和肌肉都有出血的现象，这种疾病和血凝时间过长有关系。在以后的 5 年时间内，他进行了成千上万次尝试，就是寻找不到出血的根源。直到 1934 年夏天，他转变了饲料的配方，才使患病的鸡都恢复了健康了。做深一步的研究发现：天然绿色植物可使这种出血病恢复。

凝血时间延长导致血流不止，在人类也时有所见，皮肤创

伤一般会引起出血，但普通的小伤口一会儿就自动止血了。而有些人却会因一个小伤口而流血不止，这种现象由来已久了，我国和埃及的古代医书中都有关于产妇分娩因流血不止而死亡的记载。而在古代欧洲，医生给病人拔牙时，也常会因出血不止而导致死亡。

最早的时候，人们发现这种流血症状与缺少某种食物成分有关联，通过研究，人们从腐败的鱼肉和苜蓿中提取到了一种新的维生素——维生素 K。两种不同来源的维生素 K 结构略有不同，从绿叶植物中提取的为维生素 K₁，由细菌腐败获得的为维生素 K₂，但它们的主要结构都是一个萘醌环，即 2-甲基-1,4-萘醌，以后还人工合成了维生素 K₃、维生素 K₄ 等。



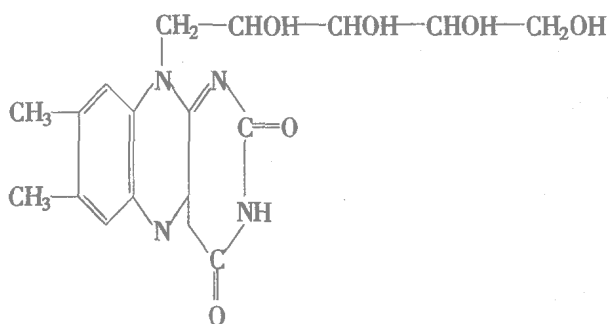
2-甲基-1,4-萘醌

因为人的肠道细菌能够合成维生素 K 所以成人对维生素 K 的需要量极少，较少出现维生素 K 缺乏症，仅在大量、长期服用抗菌素时可出现维生素 K 缺乏症。人乳中由于维生素 K 含量颇少，因此早产儿和新生儿较易患维生素 K 缺乏症。一般绿色植物含有丰富的维生素 K，为人类提供了充足的来源。

血液凝固是一个复杂的生理过程，这一过程受到数十个凝血因素的共同影响，而维生素 K 则与肝脏合成凝血因子 II、VII、IX、X 有关。缺乏维生素 K，便会使血液凝固的时间延长。根据这一道理，美国医生奈尔克采用了人的凝血时间长短来判断是否缺乏维生素 K 以及缺乏的程度。一直到现在，这一方面还在医院里普遍地应用着。

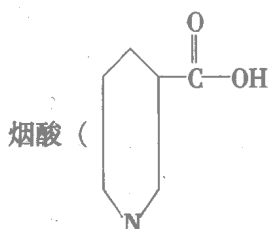
差不多同一时代，英国化学家布鲁斯发现：牛奶的乳清中含有一种发黄绿色光的不知物质，他称之为“乳黄素”。多年以后，英国科学家卡尔曼和波莱耶发现，这种乳黄素不仅仅存在于牛奶中，所有植物的绿叶中也都有，它能够促进植物的呼吸。进一步的研究证明：一切细胞核中都含有乳黄素，它是细胞新陈代谢必不可少的物质。所以，“乳黄素”便被更名为“核黄素”。可核黄素到底是什么，人们还一无所知。直到1933年，柯恩等化学家才从蛋黄、牛奶中提取到了黄色结晶体——维生素 B_2 (核黄素)：

维生素 B_2 也是作为辅酶 (FMN, FAD) 在生物氧化过程



中发挥作用的。据调查，中国人的食谱中最容易缺乏的就是维生素 B_2 。缺乏维生素 B_2 会引起唇炎和舌炎。维生素 B_2 的最好来源是肝、心、肌肉、肾、乳、蛋、酵母、绿叶菜和谷类等，人体肠道中的寄生菌也可合成一部分。健康成人每天的需要量约 1.5 毫克，维生素 B_2 不难溶于水，在碱性和高温条件下易被破坏。所以在烹调时，要注意火候，尽量多地保留维生素 B_2 ，减少损失。

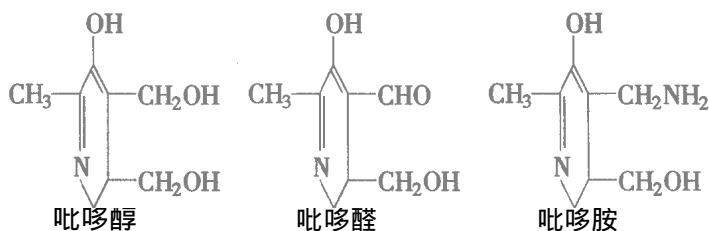
紧接着，科学家们还先后发现了烟酸、维生素 B_6 、维生素 B_{12} 、叶酸、生物素、泛酸等 B 族维生素。



烟酸 () 起初是从米糠和酵母中发现的，

这种物质对在意大利、西班牙、美国、法国等地区盛行的糙皮病有良好的疗效。糙皮病与以玉米为主食有关系。患者因缺乏烟酸而使体内的代谢受阻，出现了贫血、皮炎、心脏损害、中枢神经系统功能错乱等症状。人类每天的需要量大概为 20 毫克。烟酸在咖啡、茶、啤酒等饮料中含量颇高，肾上腺、肝、酵母、鱼等中含量也颇为丰富。

维生素 B_6 有三种：吡哆醇、吡哆醛、吡哆胺：



主要与蛋白质结合存在。在米糠和酵母中含量颇为丰富。

维生素 B_6 在人体蛋白质的代谢过程中起着十分重要的作用。一般人的维生素 B_6 日需要量为 2 毫克。其他 B 族维生素例如叶酸的需要量为 1 毫克，泛酸为 10 毫克，维生素 B_{12} 为 2 毫克。

B 族维生素的共同特点是不难溶于水，都以辅酶的形式参与催化机体的新陈代谢。当饮食中汲取的量超过需要量时，就会由肾脏排出，不会像脂溶性维生素那样在体内积累起来而导致中毒。可一旦缺乏，常会影响正常的新陈代谢，从而使机体

的某些系统出现功能紊乱。它们虽然不像脂肪、蛋白质、碳水化合物需要得那么多，但却是必不可少的。

坏血病的克星在 17、18 世纪，很多海员常会因为患上了坏血病而丧生旅途，客死他乡。而柠檬和桔子却能极容易地医治好这种病。于是各国科学家耗费了大量的精力在柠檬中寻找抗坏血病的有效成分。1932 年，科学家终于从柠檬汁的浓缩汁中分离到了结晶物——维生素 C。1933 年，瑞士科学家首先以葡萄糖为原料人工合成了维生素 C。以后别的国家也络绎不绝地投入工业生产，使维生素 C 成为当前产量最高的维生素。由于维生素 C 具有明显地抗坏血病的功效，因此被称之为“抗坏血酸”。

碳的循环

太阳从诞生起，无时无刻地向宇宙空间散发着金色的光——一种电磁波。地球作为太阳的“邻居”从而也获取了 20 亿分之一的太阳光。这些阳光不仅仅给我们带来了温暖和光明，还带给整个地球孕育无限生机的能量。

在无穷无尽的变化中，有一种化学变化，发生在植物的绿叶中，植物中的叶绿素能够充分利用阳光提供的能量，将无机物 CO_2 与 H_2O 合成有机物 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ：



这个过程就叫做光合作用。绿色植物为自己制造食物的这一活动，直到约 300 年前，才渐渐引起人们的注意。

17 世纪 40 年代，一位名字叫范·海尔蒙特的医生把 200 磅（约 90.8 千克）干土放入陶盆里，用水把土浇湿后，在盆里栽上一株 5 磅（2.27 千克）重的柳树，天天仅给柳树浇一些水。5 年以后，范·海尔蒙特从盆中移植出柳树，再称其重量，发现柳树已长到 169 磅（76.73 千克），即增加了 164 磅（74.46 千克）。而盆里的土壤干燥后，重量与 200 磅却相差无几。于是他得出结论：柳树增加重量完全依附于他所浇的水。这一观点一直持续到 18 世纪 70 年代。

1771 年，英国化学家普利斯特列发现，绿色植物在白天能使蜡烛燃烧和动物呼吸而变浊的空气“复原”或变得清新。

换而言之绿色植物逆转了燃烧和呼吸的化学作用，在被绿色植物更新过的空气，蜡烛又能继续燃烧，动物又可以呼吸。但是普利斯特列那时还不知道氧以及氧气在这些实验中的作用。

在同一时代，奥地利医生英根豪茨也对植物进行了深入研究，并证明绿色植物在夜间不能“净化”大气。绿色植物在夜里并不能吸收二氧化碳和水，也不释放氧气，而只进行呼吸，即吸进氧气，把二氧化碳和水作为废物排出。但他并未认识到，植物在阳光下，除进行光合作用以外，还要进行呼吸。

1837 年发现了叶绿体，光合作用的研究又向前迈出了一大步。叶绿体由于含有叶绿素而呈现绿色，植物的光合作用就是在细胞中含有叶绿素的部分发生的。

在以后的一些年代里，科学家们更详尽地研究了绿色植物是如何利用叶绿素、光、二氧化碳和水来制造氧气和食物的。1938 年，英国化学家希尔发现，植物在进行光合作用中释放出的氧气来自它们所吸取的水分子。

20 世纪 30 年代以后，电子显微镜的应用、色谱分析、同位素示踪等新技术的发展，为光合作用的研究提供了有利的条件。现在大多数认为，光合作用的化学过程包括以下几个阶段：

1. 光照射在含有叶绿素的细胞上；
2. 叶绿素吸收光能，并把它转变为化学能；
3. 细胞中的水分子分解，水中的氧被释放出去；
4. 来自水分子的氢和来自环境的二氧化碳化合后生成葡萄糖——单糖；
5. 葡萄糖分子由化学能组合在一起，也就是化学能被葡萄糖分子所捕获。

植物通过光合作用制造有机物的规模是特别巨大的。据粗

略的估计，地球上的绿色植物每年约转化 2×10^{11} 吨碳素，假如以合成的碳水化合物计算，那么整个地球上每年转化的碳素相当于 4~5 千亿吨有机物质。所以人们常把绿色植物比喻为巨大的合成有机物的绿色工厂。绿色植物合成的有机物质，直接或间接地成为人类乃至整个动物界的食物，譬如糖、油、粮、饲料、牧草等；还为某些工业提供了原料，比如麻、棉、橡胶、淀粉等。换言之，今天人类所吃的食物和某些工业原料，都是直接或间接地通过光合作用获取的。

植物在进行光合作用的同时，把太阳能转化成了化学能，储藏在形成的有机化合物中。这些能量，除了供给植物本身消耗外，还为人类的营养和活动提供了能量。例如按绿色植物每年同化 2.0×10^{11} 吨碳素算，所贮藏的太阳光能相当于 3×10^{20} 焦耳的能量，而 1970 年全世界的能量消耗大概是 3×10^{20} 焦耳，只是光合作用贮存能量的 $1/10$ ！这真是一个天文数字！看来绿色植物还是一个巨型能量转换器，我们现在普遍使用的能源——石油、煤炭、天然气等，归根到底，都是由亿万年前的植物通过光合作用而形成的。

煤是地质史上的陆生植物在沼泽中大量沉积而形成的。在中生代和新生代，气候暖和湿润，植物生长繁茂，这些植物不断地生长与死亡，遗体堆积起来，使水面变浅，逐渐变成了沼泽。植物的枯枝在沼泽和浅水中腐烂分解，转变成泥炭；在地壳渐渐下沉时，泥砂把泥炭覆盖。随着泥砂的不断沉积，压力逐渐变大，泥炭渐渐失去水分，再加上缺氧，腐烂作用减弱，一直到终止，形成了最低级的煤——褐煤；随着压力、温度的继续作用，褐煤的物理、化学性质都发生巨大变化，腐殖质消失殆尽，褐煤变硬了，最后形成无烟煤。

至于天然气和石油，普遍公认的是“有机成因说”：早在

几十亿年前地球上就已经有了生物，在以后各个地质时代里，生物种类很多，数量巨大，据统计，总重量超过 100 万亿吨。尤其是低等微生物，繁殖速度快地惊人。譬如一个细菌在适宜的条件下经 24 小时就能繁殖 10^{36} 个后代，总重量可达 10^{17} 吨。这些浮游生物和微生物死亡后的尸体在较为平静的海湾、湖泊等水域和泥砂一起沉积到水底后，由于与空气隔绝，不被氧化而保存在淤泥中，这样年复一年，日复一日沉积物愈来愈多，这些生物的遗体在细菌，放射性元素以及上覆沉积物的压力和温度等因素的综合作用下，经过漫长的地质年代，不断发生化学变化，终于形成复杂的碳氢化合物，即天然气和石油。

在自然界中，与光合作用合成有机物的过程恰恰相反的是呼吸作用。植物、动物、微生物都必须经过呼吸作用，才能够分解体内的有机物，在消耗氧气的同时，获取能量。



在呼吸过程中，都呼出 CO_2 气体。同时，工业生产中燃烧煤也大量地消耗氧气，生成 CO_2 。



据统计，全世界生物呼吸和燃烧消耗的氧气量平均为 10000 吨 / 秒，以这样的速度计算，大气中的氧气大约在 3000 年便会用完。但是绿色植物广泛地分布在地球上，在进行光合作用时吸收二氧化碳，释放出氧气，这使得大气中氧气和二氧化碳含量颇为稳定。光合作用每年释放的氧气大概有 5.35×10^{11} 吨，大气中一部分氧会转化成臭氧 (O_3) 在大气上层形成一个屏障，除去太阳光线中对生物有强烈破坏作用的紫外线使生物可在陆地上生存。从清除空气过多的 CO_2 和补充消耗掉的 O_2 的角度来看，绿色植物还是一个大型的自动空气净化

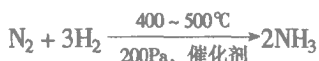
化器。但由于近年来森林的大面积破坏、人类的工业化生产大量地燃烧碳化物和别的原因，本世纪内大气中二氧化碳的浓度慢慢增大，1900 年大概为 300ppm，1970 年为 320ppm，预测 2000 年将达到 375 ~ 400ppm，这种大速度增长带来了“温室效应”等不良影响，因此，自然界中碳循环的平衡是至关重要的。

生物固氮和氮素的循环

动物、植物、人等生物有机体，都是由很多个细胞构成的，细胞中必须含有蛋白质等成分，组成这些蛋白质的氨基酸，其重要的元素之一就是氮。总而言之，没有氮就没有蛋白质，生命也不会存在。

在地球表面的大气层中，分子氮（ N_2 ）占空气总量的 79%，平均在一亩地面的上空就有 5000 吨，折合成化肥硫酸铵（ $(NH_4)_2SO_4$ ）相当于 2.5 万吨。数量如此之大，真是一个巨大的天然肥料宝库啊！可惜的是动、植物都不能直接靠从空气中吸收氮来生活，譬如，动物为了维持生存，必须捕食其他幼小的动物或用植物来充饥；而植物则完全依附吸收土壤里的营养物质来繁殖、生长。动、植物的营养来源只能是含氮的化合物，而对空气里的氮元素，则完全无法吸收和利用。由于空气中的氮是一种特别“懒惰”的气体，它很难与其他元素结合，而高等植物仅能利用固定状态的氮化物，譬如硝酸盐（ NO_3^- ）和铵盐（ NH_4^+ ），最常见的有硝酸铵 NH_4NO_3 、硫酸铵 $(NH_4)_2SO_4$ 、尿素 $CO(NH_2)_2$ 、碳酸氢铵 NH_4HCO_3 等化学肥料。必须在特定的条件下，分子氮才能与别的物质进行化学反应，固定形成氧化物，这个过程为固氮作用。

工业上，在高温（400 ~ 500℃）和高压（200Pa）下，氮气（ N_2 ）才能和氢气（ H_2 ）合成氨（ NH_3 ），



全世界每年以工业方法固定的氮大概 2500 万吨。在自然界里，同样可以固定氮，而且数量巨大，每年全球估计有 1 亿吨之多，为工业固氮的 3 倍，在这些固定的氮中，大概有 10% 是通过闪电完成的，其余 90% 是由微生物完成的。某些微生物把空气中的游离氮固定转化为氮化合物的过程，故称之为生物固氮。生物固氮的规模特别宏大，它对农业生产和自然界的氮素平衡，都具有非常重大的意义。

生物固氮的主力部队都在地球表面的土壤中，因此有些人就称它为“地下肥料工厂”，这些地下肥料厂内的生产者，就是微生物世界里的氮菌。与工业上合成氮相比较，这些固氮微生物只需在常温、常压下，就能够吸收空气中的氮，变成有用的氮化物。这些微生物中，主要有共生固氮微生物——根瘤菌。

共生固氮微生物侵入到高等植物的根内，使宿主植物的根上长出小瘤，形成了根瘤，因此这类共生微生物叫做根瘤菌。这类细菌常与豆科植物的根一起共生。据推测，豆科植物每年每亩可固定 6~7 千克以上的氮，全球每年固氮的总量约有 1.4×10^7 吨，相当于 7×10^7 吨硫酸铵 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ，而且根瘤菌所固定的氮化物不仅只是供给豆科植物，而且还有一部分分泌到土壤中去，使土壤肥力提高，所以将其他作物与豆科作物间作或轮作，都能增产。

很早以前，我国古代就已经知道了种豆肥田的道理。但是，人们真正认识到豆科植物具有固氮作用是因为根瘤中的一种微生物生长的结果，是从 1886~1888 年才开始的。直到那时，欧洲才首次分离出固氮的微生物。近几十年来，各国的科

学工作者经过不断地探索和研究，渐渐揭晓了固氮微生物的固氮秘密。

固氮微生物里有一种酶叫做固氮酶，包括两种蛋白质，一种蛋白质含铁，被称之为铁蛋白；另一种蛋白质含有钼和铁，叫做钼铁蛋白，当这两种蛋白同时存在时，就能够行使固氮酶的作用了。固氮作用的最终产物就是氨。

但是固氮微生物仅能在旱地中活动，对于通气不良的水田，其作用就显得非常微弱。恰巧，有一种低等植物——蓝藻，弥补了这一不足之处。

蓝藻是一种分布广、繁殖力极强、具有固氮能力的水生植物。假如把蓝藻放在稻田里大量繁殖，通过固氮作用，就能把水稻原来不能利用的氮气变成能利用的氮肥。据估计，地球上固氮蓝藻每年都能从空气中固定纯氮 1000 万吨左右，可相当于 5000 万吨酸铵。蓝藻的生活力极强，条件适合时，即使不播种，它也能够在水田里自然地繁殖，成为理想的“万年肥”。

综合起来，大气中的氮可以通过 4 条途径进入生物体。

生物固氮：豆科植物通过根瘤菌或固氮蓝藻以及别的固氮细菌固定大气中的氮，使氮素进入生物界；②工业固氮：通过工业生产将大气中的氮合成氨以及其他氮肥，供给植物利用；岩浆固氮：火山喷发时喷射出的岩浆，能够固定大气中部分的氮；大气固氮：雷雨天气的闪电，通过电离的影响，使大气中的氮氧化成硝酸盐，硝酸盐由雨水带入土壤。同时土壤中的氨或氨盐，通过硝化细菌的硝化作用，生成亚硝酸盐或硝酸盐，被植物利用，再在植物体内与复杂的含碳物质结合，形成各种氨基酸，进而合成蛋白质。动物直接或间接以植物为食，从植物中摄取蛋白质，作为本身蛋白质组成的来源。动、植物的遗体在土壤微生物的作用下，也能再被分解成氨、二氧化

和水。这些氨也会进入土壤，再次重复上述过程。另一部分氨会在反硝化细菌的影响下，分解成游离氮，进入大气，完成氮的循环。

生命的起源

环视广阔无边的自然界，高远的天空中，深深的海底下，高耸入云的雪山顶，还有那深埋地底的岩石中，我们都可以发现生命的踪迹，感觉到生命的活动。生命的本质是核酸的遗传与蛋白质的新陈代谢，这是生命的根本的内在的统一。不过，生命的形式却是形形色色、多种多样的，各个物种之间相差悬殊，就是同一物种的不同个体之间也绝不相似，这便是生命现象的复杂性、多样性。不过，这些生命现象虽然如此复杂，它们最初出现在地球这个星球之上时，却是最原始、最简单的。地球上各种生物，都是由最简单，最原始的生命类型渐渐演变而来，因此地球就是由不可计数的“远亲近戚”，由相互之间具有不可分割的亲缘关系的物种组成的一个超级大家庭，是在漫长的生命历史中渐渐进化与分化形成的。那么，地球上最早的生命又从何而来？是从天而降？还是从最简单的非生命物质中渐渐孕育而后诞生的？

在基督教的教义《旧约全书·创世界》中说道：上帝创造了生命。无所不能的上帝，花了七天创造了世间的万事万物：第一天，上帝创造了天地，地是空虚混沌，渊面黑暗，于是又加上了光，光称之为昼，暗称之为夜，天地就有了昼夜之分；第二天，上帝说诸水之间要有空气，于是空气也就成了天；第三天，上帝让水聚在一处，故称之为海，旱地就从水中露了出来，称之为地，上帝又让地产生了结种子的蔬菜和青草，以及

结果子的树林，各从其类；第四天，上帝说天上要有光体，可以分昼夜，作记号，定节令、年岁、日子，并在天空发光，普照在地上，于是上帝制造了日月，分管昼夜，又造众星，摆设天空中，普照大地；第五天，上帝造出了大鱼和水中所滋生的各种有生命的动物，又制造出了各种飞鸟；第六天，上帝在地上造出活物来，昆虫、牲畜、野兽、各从其类，另外又照着他的形象造男造女，并赐福给他们，使他们管理海里的鱼、空中的鸟、地上的牲畜和土地，以及地上所爬的所有昆虫；到第七天，天地万物都造齐了，上帝的造物工作也告结束。

天、地、万物乃至所有生命，包括我们人类，真的是由万能的上帝在短短的一周内造就的吗？实际上，伟大的达尔文在他的《物种起源》一书里所论述的以生存竞争、适者生存为中心的自然选择进化论，早就宣告了上帝所谓造人说的破产，那么，这些从天而降的上帝造就生命的说法也就不攻自破了。

另外还有一个生命起源的看法：自然发生说，从简单的观察中，持有这种观点的人认为生命是从非生命物质中快速而直接地产生出来的，直接的论据就是腐肉生蛆。汗水生虱等。后来，微生物学所发现的我们“视而不见”的许多生命的存在，指这些都是看不见的微生物的活动所引起的，假如有机液体未受微生物的污染，便不会生出任何生命来。

那么，生命，最原始最简单的生命到底是从何而来的呢？在近代科学发展史上，综合了地质学、地球化学、天文学、宇宙考察等各方面的资料，终于一些合理的解释脱颖而出，其中，1876年恩格斯总结出的“化学起源说”就是特别出色的代表。这个理论指出：生命的起源必须是通过化学的途径来实现的，生命起源的化学进化过程经历了大概十几亿年的时间，直到约 32 亿年前才出现了原始的生命——最古老的微生物。

这一进化过程经历了以下几个主要阶段：

1. 由无机物生成的有机小分子。在原始地球的条件下，当时地球的原始大气中的小分子无机物（例如 NH_3 、 H_2O 、 H_2S 、 H_2 、 HCN 、 CH_4 等）由于地球引力而慢慢增大密度，在自然界中的宇宙射线、紫外线、闪电等作用下，就有可能自然合成出氨基酸、核苷酸、单糖等一系列颇简单的小分子物质，通过雨水的作用，流经河流与湖泊，最终还是汇集到原始海洋中，从而完成了化学进化的第一步，也就使原始海洋成为了生命化学演化的中心。这一过程，科学家们已经在模拟实验进行了证明：通过模拟原始地球大气的化学成分，以电弧等激发作用下，成功地合成了氨基酸等小分子的有机物，从而在一定程度上赋予了化学进化过程以很大的支持。

2. 由有机小分子物质形成有机高分子物质。核苷酸、氨基酸的出现为有机高分子物质的产生打下了基础。在当时的条件下，由于多种因素的共同作用，氨基酸单体及核苷酸单体发生了脱水缩聚作用，生成了核酸长链、蛋白质，从而准备了生命体不可缺少的基本成分。这些有机高分子的出现，标志着化学进化过程的一次重大转折。

3. 由有机高分子物质组成多分子体系。在这一阶段，由于核酸、蛋白质等有机高分子在原始海洋中的不断积累，浓度不断增高；而粘土的吸附和水分的蒸发作用等过程又使它们逐渐浓缩而分离出来。它们互相作用，凝聚成小滴，再在外面包上原始的界膜，漂浮在原始海洋中，并与周围的原始海洋环境分隔开，组成了一个独立的体系——多分子体系。它能与外界环境进行原始的物质交换，显现出某些生命现象，所以是原始生命的萌芽。

4. 由多分子体系发展为原始生命。这一过程是生命起源

过程中最复杂、最具有决定性意义的过程。有些多分子体系经过长期的、复杂的演变，尤其是由于核酸和蛋白质这两大类物质的相互作用，终于形成具有原始新陈代谢作用和能够进行繁殖的原始生命，特别是新陈代谢作用，更是原始生命诞生的重要标志。

由此可见，最初的原始生命，是在很漫长的时间里，由非生命的无机分子物质经过十分复杂的化学过程，逐步演变而成的。原始生命形成之后，就进入了生物进化的阶段。又经过漫长的自然选择过程，生命优胜劣汰，适者生存，从低级形式到高级形式，从简单生命到复杂生命，终于形成了今天的丰富多彩的生命世界。这个化学进化与生物进化过程，是受自然规律支配进行的。

生命的乐趣

生命，是一个由萌芽到初步、由成长而成熟、由衰老而死亡的经过。它像一首乐曲，起音空灵，然后活泼欢畅，而后渐趋高亢激昂、清亮激越、高潮迭起、转而深沉和缓，最后归于静寂无声。生命，就像乐曲一样，高潮蜂涌时固然令人神情激荡，就是那深沉的尾音，也同样令人心旷神怡。因而，生命之花能常开不衰，生命之水能欢畅长流，这是每一个生命体的愿望，生命的价值与乐趣，也就在欢快的流淌之中飞逸而出。

一棵绿色开花植物，即使不能像牡丹那样鹤立鸡群，也不能像寒梅那样傲立风雪，哪怕只是最一般的普通的一棵，当它的生命还在孕育之中时，它也有它生命的盼望：能够茁壮成长，给世界增加一丝绿意；能够鲜花怒放，给周围增加一些色彩，增添那么些淡淡的暖意；也能够结出丰硕的果实，给美好的明天留下生命延续的无穷希望……虽然只是平平凡凡的一生，它也希望有机会实现这一切，那么，生命的乐趣与价值都有了，它也不枉活了这一生。

一只普通的小动物，即使没有山中之王的威武，没有空中鹰隼的强悍，哪怕只是林中的小鸟，或者是水中小小的游鱼，它们，也一样希望生命旋律的欢快奔流。树林中、水底下奇妙的世界，它们百看不厌；在空中、在水里，它们总还嫌飞得不够高不够远、游得不够酣畅……生命的各种乐趣，它们希望能有机会尽情品尝，以慰生命之旅中的无数的艰辛与凶险。

我们人类自己呢？伟大的人们，总是希望能有充足的生命日程来实现他们的梦想，体现他们人生的价值，并体会生命的乐趣。生活的艰苦，是对他们的意志与毅力的磨炼，从硝烟中突冲出的他们，将更加坚韧与坚强；事业的挑战，他们笑颜相迎，一次次失败与挫折中孕育了最后的成功，他们尽情高歌，因为他们的生命的价值已经展示于世人面前，生命的乐趣，也在亲身体会失败与成功的同时，得到了最为刻骨铭心的品尝。就算是一个普通的小市民，或者是一个一生在狭小的天地中日出而做日落而息的农民，他们也有着他们对生命的价值与乐趣的理解和体验。做好自己的工作，在地里收获更多的农产品，生活的富裕与安定，娇妻幼子舒心的笑颜，以及以后子女的顺利成长与成家立业，这虽然非常平凡，但确也是他们生命的全部意义所在。虽然没有什么惊天动地的思想，没有令人骄傲的业绩可以名垂千古，但如果命运之神能给他们足够的时间与机会，他们的生命之花，便在这平凡之中绽放开来。

然而，生命之水欢快地奔流，生命之花永不凋谢，这仅仅只是我们每一个生命体对生命的希望。在欢快奔放的生命旋律之中，总是免不了有几个刺耳的杂音，给流畅加上不谐调的阻滞，有些情况甚至弦断曲终，生命之花早早枯萎。为什么？难道是天意不满意这生命之旅的完美，故意施加给诸生命以身体和精神的折磨？不是！这是人类的天敌——疾病在作怪。它们肆无忌惮地摧毁生命的欢快，抹杀生命的乐趣，甚至危害生命。让生命存在的价值与意义消失于尚未露出一丝希望之时，或者让执著于生命的价值的我们，半途撒手，空自遗憾终生

大自然的笔误

伟大的自然力，在我们人类的生存环境中塑造了绚丽多姿的大自然，从古至今，我们人类的文明史，就是一部认识自然，利用自然，改造以及征服自然的通史。大自然给予了我们赖以生存的不计其数的东西：衣物、粮食、土地、水、空气等等，使我们的生命能够生存和发展，使我们可以品尝生命的苦与乐，得以在生命之旅中追逐生命意义的足迹。不过，我们也在大自然中发现了时刻威胁着我们的身体健康，威胁着我们生命存在的许多东西，毒品，以及其对身体的严重危害，和对人类精神意志的肆意摧残，尤为引人注目。

谈到毒品，我们不由自主地想到鸦片；说到鸦片，我们不能不想到中国近代史上那场犹自震动炎黄子孙惊心动魄的战争。英国政府和不法商人为了牟取暴利，满足他们的穷奢极侈的挥霍，大量偷运鸦片进入中国。上亿两的白银大量外流，人民的血汗财富付之东流，而上了鸦片瘾的同胞们，成了精神萎靡、瘦骨嶙峋的大烟鬼，这更是对中华民族精神上的摧毁。于是，历史上有了中国人民查禁，销毁鸦片的正义之举，也有了鸦片战争中英军的入侵，一场鸦片战争，使大清帝国渐渐沦为半殖民地半封建社会，我们的民族也开始了一个多世纪的反压迫与抗争的近代史。鸦片战争的罪魁祸首是丧尽天良的侵略者，但助纣为虐的鸦片，也是十恶不赦。

鸦片俗称大烟，是从罂粟科植物罂粟中提取到的。这种东

西原产于小亚细亚，有着美丽而鲜艳的花朵的植物，果实分泌出来的浆汁经过加工可制成黑色膏状物，这就是鸦片。本来，鸦片能够治疗腹泻，还可用来止痛，但吸食鸦片可以引起愉快的梦幻般的感觉，虽然可以使体内的疼痛消失，但也容易产生依赖性而上瘾。瘾君子们的身体健康状况将大大下降。一旦没有鸦片可供吸入，就会又流鼻涕又淌泪，瞳孔扩大，全身出现鸡皮疙瘩，背部和腿部疼痛难忍，双脚抽动，甚至会在床上萎缩成一团，长期如此则更是痛苦不堪。于是意志不坚强者便丧失天良，不顾道德与责任，甚至卖儿卖妻也想再入“天堂”，因而鸦片严重危及生命与社会。

除了鸦片以外，还有可卡因、大麻等也是比较流行的毒品。可卡因是从古柯树树叶中提取出来的，学名古柯树碱。虽然它有兴奋大脑，提高人们对疲劳的耐受性和麻醉与镇痛作用，但也非常容易上瘾，瘾君子为了纵乐而长时间用药，会身心两损，体重锐减，皮肤剧疼，还容易引起各种病菌，因而滥用可卡因也是一个非常严重的社会问题。大麻则是植物大麻的叶子和花中提取的树脂样物质，主要是由四氢大麻酚构成。大量服用大麻，可以使人的意识与知觉产生变化，引起幻觉，大脑中原有的各种客观现象的印象以及一些想象、欲望，在大脑中杂乱无章，造成大脑功能紊乱、神经系统失调，甚至相似于精神病的发作，社会责任心与上进心也就十分容易丧失，对身心危害很大。

毒品的滥用已经成为现代社会的一个普遍的具有严重危害性的问题，各国政府对吸毒贩毒都加以严厉打击。其实，大自然制造这些物质时并非蓄意为恶。像鸦片的主要成分吗啡便是具有良好的麻醉、镇痛效果的药品，只是十分容易上瘾这么一道笔误，使生命的身心健康易受毒品危害，甚至生不如死。目

前，化学家们已经对这些化学物质进行了深入的研究，分离、提纯、合成、结构改造进行工作有序地进行着，让毒品改恶从善的希望与日俱增，这毫无疑问对生命的安全不啻一道天大的福音。

冷面杀手

在生命体的日常活动中，每种物质相互之间协调配合，互通信息、互相作用、构成了一个和谐的生命统一体。作为生命体组成成分的物质，在生命体内部，好像持有特定的“身份证”似的，各自在体内能够互相识别，并不会引起一些危害性的生理反应过程，不过，在我们生活的环境中，有许许多多的化学物质，它们并不是我们身体生来俱有的，因而是外源性物质，如果这些外源性物质进入体内，有的还未对身体起任何危害作用时便已经被排出体外，不过，大部分的化学物质进入体内时，却常常能与身体内某些器官中的生物分子相互结合作用，破坏了正常的生命过程，从而引发了一系列破坏性的生理过程。这一过程我们称之为“中毒”，能够使人体中毒的物质，我们称之为“毒物”。这些毒物对人体的危害性一般都比较厉害，对生命体来说堪称“无情”的冷面杀手。

这些各式各样的冷面杀手，祸害人间已经有相当长的历史了。在古时候，“毒若蛇蝎”这句话用来比喻人心的狠毒，同时也说明了当时的人们对于天然有机物的毒性（蛇毒、蝎毒等）有了一定的认识。古时候的人们，还在品尝鲜美无比的山中香蘑菇的同时，也知道了毒蘑菇致命的威力。到现代，随着有机合成工业的迅猛发展，人类更加毫无保留地暴露在有毒物质的包围之中。这些有毒物质按照来源可以分为：

1. 化学有毒物质。无机的氯化物，重金属盐、硫化物、

磷化物、一氧化碳等，还有许多的有机化学物质（包括大量有机合成药物）。它们有的能引起细胞的损坏及死亡，引发中毒性肝炎、急性胃炎等疾病，有的则具有基因毒性。使生物体基因突变而引发肿瘤病。

2. 生物来源有毒物质。这些有毒物质来源于各种异体生物，尤其是细菌等微生物，它们能诱发细菌性食物中毒、中毒性痢疾、败血病等疾病，同时大部分伴随着各种感染症状。

这些外源性的有毒物质，在进入生命体的血液循环系统后，也就开始了它们在体内的生物转化或代谢过程。肝以及其他某些器官和组织，对进入体内的外源性物质（也称为母体化合物）进行生物转化。主要的是把它们转变为失去了毒性的失活代谢物，然后通过泌尿系统排出体外，这一过程称之为失活代谢过程。有时，母体化合物经过体内初步代谢后，产生毒性更强的有毒代谢物，与有关组织中的生物分子相互作用而致使生物体的中毒。另外，生物转化过程也可能把本身没有毒但具有潜在毒性的化合物转化为有毒代谢物，这称为毒性的表现或者激活过程。在通常情况下，人体的解毒系统在中毒与解毒的平衡中保护着人体的生命安全，但是，一旦人体的解毒功能衰弱或者有毒物质大量入侵，体内的生物转化作用来不及消灭这些外源性毒物，组织细胞便会受到毒性的毁坏，冷面杀手也就开始在体内肆意肆虐，引发各种疾病反应，甚至导致生命体的迅速死亡。

在过去的三四十年中，经过科学家们的不懈努力，许多有机化合物的中毒机制、解毒机制渐渐为人所知，对各种有毒物质毒性的衡量标准也已经确定，人们在毒物面前的自我预防、保护方法也已经广泛应用，这些对抵制这些冷面杀手的入侵、限制它们危害人类起到了积极的作用。科学家们已经认识到

了，了解中毒性疾病群的病理过程的重要性和必要性。要彻底击败这个对生命体有着严重危害的敌人，科学的了解对手是不可缺少的。为此，人类即将迈出积极的步伐。

肆虐的病毒

你得过流行性感冒吗？我想，每个人的答案都是肯定的。对于流感造成的鼻塞、流涕、淌眼泪、寒颤不适、甚至头痛发热，每个人都有过亲身体会。因为我们都不止一次地得过流感。这种感冒因为常以流行的方式出现而得名。流感的流行是波浪式地发生，高峰期在冬季，一般每隔 3~5 年就大流行一次。例如 1957 年春季，流感从中国大陆传到香港，同年夏季传入欧洲和美国，为秋季大流行播下了种子。人类频繁和广泛的活动，致使疾病快速传播。这次大流行中，全世界的患者大约有 8000 万人。1962~1963 年间的大流行，导致全世界约 46000 人死亡。1968 年夏季，流感首先在香港暴发，然后迅速蔓延全球，仅在美国就有近 3000 万人患病，近 20000 人死亡。

流感一再暴发，使我们不禁产生了疑问，为什么患过天花只要种过牛痘以后就能终身免疫，而流感却一犯再犯呢？难道引起流感的病原体与天花、牛痘这类病原体不相同吗？

是的，流感病原体的确与众不同。虽然天花、牛痘、流感的病原体都是病毒，但是流感病毒的遗传物质——核酸，不是一般的双股 DNA，而是单股的 DNA，基因组的总分子量为 $2 \sim 4 \times 10^6$ ，分成 8 个节段。因此，每个流感病毒都具有 8 个 RNA 片断，每个片断的分子量通常是 200~400 万。因为流感病毒的基因组是分阶段的，所以具有多种生物学特性，其中最突出的就是高重组频率，即 8 个 RNA 片断相互之间具有较高的重

新组合的频率。每一个基因重组或突变都能使它所编码的蛋白质改变，使病毒带有新抗原（这一过程称为抗原漂移），获得生存下去的优势。因为人群中抵抗这种新型病毒的抗体水平极低，这样流行就可能发生。研究证实，病毒最少含有 20 种以上不同的抗原，流感病毒经常感染人体，就是发生了抗原漂移。它每次都以不相同的面貌出现，而体内上次感染产生的抗体无法发挥作用，使人再一次患病。有人也尝试过用注射流感疫苗的方法来预防，但效果实在不尽人意，它只能提供短暂性保护，因为流行的流感病毒抗原不断地产生变化。有人认为，假如能制造出包括已存在的各种不同抗原成分的疫苗的话，有效地控制流感是可能的。这种疫苗含有一种抗原组合，能代表全部已知的流感抗原，但是抗原漂移是无法预料的，因而流感控制的前景实际上是没有把握的。对于预防流感，人类在很大程度上仍然是听天由命。看来，一个健康的免疫系统也不能永远地保护机体。

如果免疫系统本身出了故障，有机体会陷入怎样的境地呢？这好像是不可思议的事情。但最近几年流行的一种新的疾病——后天获得性免疫缺乏综合症，使人类有机会亲眼目睹了这一难以想象的事件。

也许你没有听说过“后天获得性免疫缺乏综合症”这个名称，但你一定清楚“艾滋病（AIDS）”吧。它们指的是同一种疾病。这种病的最早报道是美国亚特兰大市疾病控制中心 1981 年 6 月 5 日出版的《发病率与死亡率周刊》到现在短短十多年间，人们对于这种疾病的恐惧程度大大超过了癌症这种新的可怕的流行病，严重威胁生命，死亡率几乎百分之百。

艾滋病也是因病毒感染诱发的，导致这种疾病的过程是发生在分子中的。艾滋病毒属于一类特殊的病毒，它的遗传物质

是 RNA。当病毒侵入人体细胞后，在储备的逆转录酶的帮助下，能将 RNA 作为模板合成 DNA，然后再将这新合成的 DNA 连接到体细胞的遗传物质 DNA 上，改变了体细胞的编码，使体细胞不仅产生新的自身的遗传物质，而且产生艾滋病病毒的遗传物质以及形成病毒外壳必须的蛋白质。细胞只要活着，就存在细胞传染，如果细胞自身分裂，遗传物质首先加倍增多，然后也分裂，病毒的遗传物质也发生相同的变化，并一同进入新的细胞。因此，不仅首先受感染的细胞具有传染性，而且他们的后代细胞也具有传染性的。推而广之，受感染的动物和人也总是有传染性的。

现在已经知道，艾滋病的罪魁祸首是非洲的绿色长尾猴，是它传染给人类艾滋病的。这种猴体重 10 千克左右，生活在中非、西非和东非的森林和大草原中。在调查中发现，被捕捉的健康野生猴 42% 的血液中含有抗猴艾滋病病毒的抗体，但并没有找到一只生病的绿色长尾猴。这种猴身为艾滋病病毒的寄主，虽然受到感染，但是却仍能保持完全健康。一旦病原体传给人类，则提高了病毒的危害性。对猴没有危险的病毒，有可能在人类猎取、解剖和训练绿色长尾猴时受了伤，而从动物体到达人体内，并发展成致命的病毒。

人体健康的免疫系统在工作的途径中，以及艾滋病病毒侵入人体后免疫系统损坏的情况，我们可见本文的插图和说明，那足可以使你“不寒而慄”的。

人类生活在一个排斥着各种病原体的环境中。一旦我们免疫系统的机能衰竭了，那么就像一个没有军队，没有丝毫自卫能力的国家处于敌国的包围之中一样，其最后的结果只有灭亡。最先报道的 5 位患艾滋病的年轻美国人，年龄都是在 29 ~ 36 岁之间，发病前都非常健康，却都因微不足道的卡氏肺

囊虫、巨细胞病毒、霉菌的感染，不久都相继离开人世了。艾滋病患者差不多没有一个能活到 3 年以上的，至今还没有治愈的病例。到现在为止，也未能找到一种药物可以有效地进攻感染后的危险的艾滋病病毒。人类在保护自身的进程中，又一次面临着严峻的挑战。一旦我们胜利了，就像在许多年前发现了抗菌素一样，人类在生存斗争中毫无疑问又前进了一大步。

攻克癌症

与以前相比较，人类的生命已经大大增加了。在古时候麻疯、天花曾经是非常可怕的疾病；欧洲在中世纪时流行过“黑死病”，至今人们还记忆犹新。19 世纪，随着抗生素的发现，许多传染病都得到了有效的防治。但是癌症，仍旧使人们胆战心惊，因为人们至今还苦无良策来对付它。可以说，癌症是 20 世纪最严重威胁人类生命和健康的疾病之一。

当然，癌症并不是现在才有的疾病。古病理学家就曾经在恐龙骨骼上发现过癌损害的遗迹；古埃及人也很早就用象形文字记载了人类的肿瘤。到公元前 4 世纪，很多肿瘤（例如胃癌、子宫癌等）都有了详细记载，古希腊医生希波克拉底不用了“癌”这个词，特指那些扩散和危及生命的肿瘤。这些都将说明：地球上癌症的存在已经有悠久的历史了。

癌症是一类病症的总称，各式各样的癌不低于 100 种。它们有一个相同的特点就是：细胞的生长不受控制和调节。

在正常机体内，每种细胞都是按一定的速度和各自的方式生长，像成熟的脑细胞很少再分裂，甚至就不再分裂；而有些细胞，例如红细胞却常常在分裂。

机体内许多细胞一般处在“休息”状态，只有在必要时才分裂和繁殖。例如，当我们的皮肤不小心被割破时，伤口处周围的细胞便开始分裂繁殖，形成修复组织；当伤口愈合以后，细胞也就停止生长，重新进入“休息”状态。当机体再次发生

需要新细胞的信号时，它们又能重新分裂出许多的细胞。

但是癌细胞并不是这样，癌细胞对身体环境中的控制信号，并不是正确地作出反应，而是任意地分裂繁殖，不受节制地快速生长。愈是恶性的肿瘤，生长得愈快。癌细胞越长越多，最终形成肿块，紧压四周的组织，妨碍组织的血液供应，并且侵入到四周的组织内，破坏正常组织的结构和功能。

有时候，癌细胞还会离开自己的原发部位，并随血液和淋巴液到处游荡，在其他地方落脚，并且长成继发性的肿瘤，这个过程称为转移。当癌生长到一定程度的时候，就可能发生转移。转移给癌症的治疗造成了很大的困难。即使原发性的肿瘤经过手术或 X 射线的治疗完全消除后，这种继发性肿瘤还会继续生长，并且能够再次转移，直到夺走患者的生命。

随着生物化学、药理学、细胞生物学和分子生物学等学科的发展，对于癌症产生的原因渐渐有所了解。

遗传理论认为：肿瘤的产生，是由于细胞所含有的遗传信息发生了改变，如遗传信息的增加、减少或其他变化等。证据是：某些引起癌症的致癌病毒可以将自己的遗传信息（DNA 片断）插入到人类细胞的 DNA 链上，致使遗传信息增加；而化学物质的渗入以及辐射都能够让 DNA 链上的遗传信息发生转变。不管是致癌病毒的感染，还是接触某些特定的化学物质或辐射，都能够使癌症的发生率增加。

另外，长期以来，人们对癌细胞的基因还作了大量研究之后发现，将癌细胞的某个基因激活后再转移到正常细胞内，能够使正常细胞在体外发生癌变，这种基因被称为癌基因。在正常细胞内，癌基因处于低表达状态而发挥不了其作用，所以不致癌；当癌基因被各种各样的致癌因素激活以后，转变为高表达状态而导致癌症。在人和动物的体内都存在着癌基因，至今

为止已发现有六十多种。它们与细胞和器官的生长繁殖都有关系，并能促进胚胎期细胞和器官的生长、增殖。因此，癌基因是刺激细胞发育的基因。

近半年还发现，正常细胞内还存有另一类基因——抑癌基因，这种基因有抗癌作用。一旦抑癌基因由于遗传或环境因素而失去或失活时，抗癌作用就会消失或减弱，人体就容易患癌症。已经发现的抑癌基因就有 10 多种，其作用是阻止细胞的生长和繁殖。

遗传因素、自身的免疫机能、环境中的生物、物理、化学等因素，都可能会成为引发癌症的诱因。在治疗癌症时，人们也大多数是从这几个方面入手，来改善机体的健康状况的。

(1) 手术疗法。手术切除部分的肿瘤，使早期的癌症非常有希望被彻底治愈。

(2) 放射疗法。深度 X 射线、镭射线、钴射线以及各种电子束、质子束、中子束等对处于繁殖期的癌细胞有明显的杀伤作用，而对正常细胞的杀伤作用相对来说比较弱；放射疗法能保留器官的功能，减轻手术的残疾后果。

(3) 化学疗法。用化学药物氨甲喋呤、5-氟尿嘧啶、环磷酰胺、康红霉素、阿霉素、门冬酰胺酶及从天然植物中提取的长春新碱等。它们或者扰乱某些癌细胞的正常代谢，或者通过渗入癌细胞而毁坏癌细胞，对于很多种癌症都具有一定的治疗作用。

(4) 免疫疗法。利用生物技术，人工制取各种细胞因子，注射到患者体内，这些细胞因子能够杀死肿瘤细胞，增强患者对自己体内癌症的抵御能力。

这四种疗法的作用，可以用一个简单的比喻来对比说明：假如在一块牧草（正常细胞）地里长出了一根杂草（局部肿

瘤),可以将它除掉(手术疗法)或毁坏掉(放射疗法)如果野草在牧草当中蔓延开了(转移性癌症),这时如果要把它拔掉或毁坏掉将会破坏整个草地,可选择在草地上洒上除草剂(化学疗法)有选择地杀死野草,而不至于伤害牧草。如果草地中零碎地分散着野草,则可施加化肥(免疫疗法),促使牧草快速生长,使牧草长得比野草更快,将野草闷死。

在治疗癌症时,还经常运用综合疗法,并不是单独地用上述的四种方法。对于某一种特定的癌症或者特定的病人,医生们精心地制订出治疗方案,使每种方法之间互相扬长避短,更有效地治疗癌症。

例如手术和放射疗法共用,放射疗法能够破坏手术后还可能留在淋巴结和周围组织的少数癌细胞,而手术前进行放射治疗可使大的肿块缩小,降低局部肿瘤的复发,降低肿瘤转移的机会;放射疗法与化学疗法、免疫疗法相结合,可有效地治疗那些已经转移的或者复发率较高的癌症患者。

癌症的早期诊治是 20 世纪人类面对的一个医学难题。许多人对这一难题作了长期深入的研究,进行了多数次尝试,也取得了令人欣慰的成果。但是,我们至今与彻底解决这一难题仍然有很大距离。很多生物科学家、医学家们仍在继续努力,以求攻克这一难关,像以前战胜各种疾病那样,再次为人类的健康做出贡献。

不懈的斗争

宝贵的生命，身体健康更是每一个生命体的一笔巨大的财富。我们并不害怕死亡，但是，假如当我们还是含苞欲放的花蕾时，死亡的阴影就已经开始笼罩着我们，我们的生命的乐趣还未品尝，大有希望的事业尚未开创，生命的意义尚未明了，生命的意义还没有体现出来，就这样离开这美好的世界，我们的确不甘心。不要说盛开的鲜花突然枯萎，就是日薄西山但仍有夕阳余辉的老年人，他们也希望能有更多的时间去发挥余热，希望能看到这个他们倾注了一生心血的世界美好的明天，他们也希望着生命之花能永不凋谢。

为了完成这个美好的愿望，人类在他们的历史起步之始，就同人类的天敌——各种疾病进行了不屈不挠的长期斗争。一部人类文明的历史，同时也成了一部可歌可泣的与众多疾病勇作无所畏惧抗争的英雄史。

远古时期，人类对病魔的侵袭近似于一种听天由命、无可奈何的状态。不过，随着病魔一次次地肆虐人间，一次次灾难后的幸存者，便对各种疾病有了多多少少的认识，对于可以用来抵抗病魔危害人间的物质或方法，他们也有了一定的了解，并在实际的应用之中一次次地改正和创新。几千年人类与各类病魔的斗争中，人们积累了非常丰富的医学、药理学、保健学等各方面的知识。就拿我国来说，五千年文明，积累了中医药卫生保健的丰富经验，例如像以望闻问切为主的诊断方

法，以多种天然药物活性的植物、动物及矿物为主的中草药，以及药膳、针灸、中医经络理论系统等，这些全是中华传统医学的文化瑰宝，在现代生活中也越来越显示出它们的活力。随着现代医药学及生物、化学的快速发展，生物活性天然产物、药物构效关系以及其他以基因工程为主的科学知识为人类的生命健康打开了宽阔的新天地，更有现代电子信息科技的帮忙，药物的计算机辅助设计也日益广泛，这一切都为生命之花常开不败增加了新的希望。相信随着人类对疾病认识的增加，我们将会有更强有力的手段来与病魔相斗争，并取得最后的胜利。

抗原的天敌

天花，是一种有史以来就存在的可怕的疾病。天花的死亡率极高，即使一些病人幸免于死，但他们的脸上也会永远留下疤痕，还有很多人甚至丧失听觉、双目失明或者染上结核病。无论哪个国家和民族都不会逃脱天花的侵袭。

公元前 1000 年保存下来的古埃及木乃伊尸体上就有类似天花的疤痕。据说曾经不可一世的古罗马帝国就是由于天花肆虐而衰亡了。公元 846 年，在入侵巴黎的诺曼人中间突然流行起天花，他们的首领惊慌失措，即使那些久经沙场毫无畏惧的士兵也毛骨悚然。因为每 4 名天花患者中就有 1 人死于此病，其他 3 人也会留下难看的疤痕。残忍的首领为了不使传染病流行而影响战斗力，下令杀死了所有患天花的人。如今看来，此种方法太残酷了。但在当时，这也许是阻止天花病流行的惟一办法了。18 世纪，欧洲天花蔓延，死亡人数竟达到 1 亿 5 千万人以上。

早在 16 世纪明朝隆庆年间，中国就已经利用种痘术来预防天花了。人们利用较轻的天花病人的痘痂，用棉花浸蘸后塞入鼻孔，这样就能预防感染上严重的天花。这种方法在预防天花上取得了很好的疗效。

到了 17 世纪，这种预防天花的种痘术传至土耳其、俄国、日本、朝鲜和一些欧洲国家。

18 世纪，英国医生琴纳发明了接种牛痘预防天花的方法。

原来天花不但危害人类，而且也同样袭击牛群，差不多所有的奶牛都出过天花。但天花在牛身上的发作比较轻微，几乎没有什么危险，但当挤奶人碰到天花病牛身上的脓浆时，便会感染上牛痘，手指尖上长出小脓疱，并且感到不舒服，但不久就会好了，并且不会留下任何不良的后果。而此后人体内就会产生抵抗天花的防护力量。看来，人只要患过天花，不论严重与否，都可以预防天花的再发生。

在日常生活中，难免会与各种病菌接触。它们会通过口、鼻或皮肤的伤口，侵入到我们的身体内部，于是便引起了疾病。有时，我们生过某种疾病之后，许多年甚至一辈子都不会再生这种病。是不是生过了某一种病以后，病菌就再不会侵入我们的身体了呢？不是的，仍还是会沾染上病菌的，并且通过各种可能的途径侵入人体，只是没有得病，我们毫不知罢了。这是由于身体内的蛋白质起着作用。当一些病菌侵入人体的时候，就会刺激人体，在此种情况下便会很快形成一种奇特的蛋白质——抗体。刺激机体产生抗体的病菌就称为抗原。

抗体的形状与病菌的模子很像，病菌常能和抗体一一嵌合，嵌合后病菌便失去了活性，身体也就可以康复，而这种奇特的蛋白质——抗体，就会长期地留在血液里。过了几个月、几年，有的甚至几十年，假如再有同样的病菌侵入人体，这些抗体就会马上迎战病菌，病菌一旦与抗体嵌合，就不会再对人体产生危害。这样，我们便不会因再次被这种病菌感染而患病了。

不过，由于各种传染病的病菌刺激所产生的抗体，在血液里存在的时间并不相同，有的几个月，有的几年，也有的伴随人终身。因此，我们患病后，有的数月，有的数年，有的甚至一辈子也不会再患这种病了。

通常情况下，儿童比成人更易得病，人们常认为那是由于儿童的抵抗能力差。而实际上是由于儿童感染过的病菌种类少，体内所形成的抗体种类相应地也少，不能抵抗各种新的病菌的侵袭；而成年人则“身经百战”，体内已具备了许多种抗体，兵来将挡，水来土掩，足以抵抗入侵人体的多种病菌。对于某些传染病，人们只要患过一次而侥幸活下来的，就会产生抗体，从而获得抵抗这些病菌再次侵入的能力——免疫力。

在琴纳发现牛痘的启发之下，人们开始寻找和制备既能刺激人体产生抗体，又对人体健康的无毒性或毒性较小的病菌（这类病菌称为疫苗）如霍乱菌疫苗、伤寒菌疫苗、卡介苗、脊髓灰质炎疫苗等。这类疫苗进入人体后，除了会引起局部红肿或全身发热等轻微反应外，并不会患上可怕的传染病，但却可以刺激人体产生抗体，一旦再遇到这些病菌，抗体就会发挥巨大作用，杀灭入侵的病菌。

抗体，这类人体中的特殊蛋白质，就像忠实的卫士一样，给人体的生命健康立下汗马功劳。由蛋白质组成的抗体卫队在抵抗入侵者时，勇猛善战，屡建战功。在对细胞的进行深入研究时发现：抗原之所以能刺激人体产生抗体，是因为它们具有特定种类和结构的表面物质，细菌的细胞外被通常是由多糖和脂类结合而成的脂多糖，动物细胞的外被通常是粘多糖（糖脂和糖蛋白）

由于各种生物的细胞外都带有特定种类、特定结构的粘多糖或脂多糖，所以都具有特异性，这也就是抗原特性的物质基础。

病菌的杀手

青霉素是大家通晓的一种药物，在药房都能买到各种青霉素的针剂、药片、药膏等。这是再寻常不过的一种药物了。但是在 50 多年前青霉素未曾问世时，有的灾难还未被解除。青霉素的作用还远远不止于此，它作为消炎剂可医治多种疾病，尤其是那些革兰氏阳性菌所引起的疾病。然而，从自然界发现青霉素，直到为人类服务，经历了曲折的过程。

1928 年，弗来明还是英国圣玛丽学院的细菌学讲师，10 多年来，他一直在苦苦探索着由病菌引起疾病的秘密，探求着消灭这些可怕病菌的方法。他在自己的实验室里，不分昼夜地忙碌着。

1928 年秋开始，弗来明的目标转向了葡萄球菌。这是一种圆形小点样的细菌，它们常常聚集成串，就像串串葡萄一样，因此称它为葡萄球菌。这种病菌是人类许多疾病的祸首。

弗来明把各种养料配制成培养基，置于培养皿中，然后把葡萄球菌接种在培养基上，调节至适宜的温度培养皿是保温培养。每天清晨，他都耐心地打开每个培养皿，沾上一点细菌均匀涂在玻璃片上，谨慎地染上颜色，在显微镜下观察并作好记录。日复一日，年复一年，弗来明在重复而单调的工作中积累着数据和资料。

当他打开培养皿沾取细菌时，碰巧在空气中飘浮的另一种细菌或具有很强生活力的霉菌落到培养皿中的培养基上，这些

讨厌的微生物在培养皿里快速地生长繁殖起来，妨碍了正常实验的进行。此情形几乎在每一个细菌实验室里都曾经出现过，通常不是将它挑开就是连同整个培养基倒掉了事。然而，对新事物敏感的弗来明，却没有轻易地放过这种现象。

1928 年秋天的一个早晨，弗来明一如既往，从许多培养皿中，逐个地取出培养皿挑取葡萄球菌进行观察。此时，弗来明的目光落在了一只被污染的培养皿上，一种来自空气的绿色霉菌落到培养皿里，并且生长繁殖起来了。弗来明拿起这个培养皿对着亮光认真地观察着，培养皿里的奇怪现象引起了他的注意：在绿色霉菌的周围，所有原先生长着的葡萄球菌全部消失了，只留下一圈空白的区域。弗来明不愧是一个造诣很深的微生物学家。早在 6 年前，他就在人的眼泪和唾液里发现过一种抗菌物质——溶菌酶。而此时看到的绿色霉菌，具有比溶菌酶强得多的杀菌能力，这长时间地吸引了他。他立即着手培养起这种霉菌，并用霉菌的培养液滴入长满葡萄球菌的培养皿中，几个小时后，葡萄球菌便“全军覆没”了。弗来明还把培养液稀释，直至稀释 800 倍，还具有良好的杀菌力。接着他发现，这种霉菌是普通的面包菌——青霉菌，并将青霉菌产生的抗霉物质称为抗菌素。

人们从古时就知道一些发霉的东西能消炎解毒。2000 多年以前，我国就开始用豆腐上的霉来治疗疔、痈和某些化脓性皮肤感染。自巴斯德发现微生物以来，人们更加认识到一些细菌能抑制或消灭另一些细菌。弗来明通过试管和动物试验，发现青霉素对许多严重疾病的肺炎球菌、链球菌、葡萄球菌确有效果。但由于缺乏化学知识，弗来明无法把青霉素从液体培养基中提取出来，从而走到山穷水尽的地步。他自己深知：只要纯品青霉素不能从青霉素培养液中提取出来，它就无法到应用

实际中。青霉素的发现将永远停留在基础的研究阶段。但他实在不忍心丢弃这株青霉素，于是便耐心地把它在培养基上定期传代，这项工作一干就是 10 多年。

直到 1939 年第二次世界大战爆发，欧亚大陆战火纷飞，英伦三岛也受到德国法西斯的军事威胁。磺胺类药物在治疗传染病和创伤感染方面渐渐显得不足。牛津大学病理学院的弗洛里教授，他也是位寻找抗菌物质的科学家，在查阅抗菌物质的文献时惊喜地发现了弗来明 10 年前发表的关于青霉素的良好抗菌作用。于是他便联合生物化学家钱恩等一批人，从弗来明那里要来青霉菌株开始向青霉素的提纯进军。他们的工作得到了美国洛克菲勒基金会的资助。

经过一年多的努力，他们最终得到了相当纯净的青霉素结晶。青霉素与 D—丙氨酰—丙氨酸的分子结构相似，在代谢过程中也能与肽酶竞争结合，破坏粘肽的交叉结构，使细菌不能形成细胞壁。钱恩和弗洛里进行了大量的试管试验和动物试验，再次肯定了青霉素对多种病原菌具有极大的杀伤效力，经过一次次的试验，使他们在青霉素的特性、用法和制备方面积累了宝贵的经验。

药用植物

当我们刚来到人世间的时候，我们不过是一个无知的生命幼芽；降生世界所必然遭受的苦难，我们无从知晓，不过面对完全陌生的一切，由于无知，我们多多少少地在潜意识里感觉到了一种来自外界的恐怖。小孩子们总是惧怕漆黑的夜晚，因为他们总认为在黑夜的阴影里有着许多张牙舞爪的恶魔，急切希望父母的陪伴来驱散黑魔，这便是我们潜意识里对无知环境中“苦痛”的反应。随着生命的成长，我们逐渐由无知变为有知，从少知变为多知，环境的恐怖之处逐渐地在认识的历程中退却；在生命的意识里，我们生活的环境越来越有可爱之处：夜晚，也不再是黑魔的舞台而成了心灵休憩的港湾……

不过，消除了无知环境的阴云，人类的生命之火正在旺盛地燃烧之时，人类与其他一切生命的天敌——疾病却每每在生命欢畅的旋律中掺杂上刺痛心魂的杂音，甚至弦断琴折，完全地毁灭了生命的存在。植物只能默默地承受，动物们则只能以动物世界特有的哀嚎和种种痛苦的表情向同类们传递生命的无奈。人类，作为最高级的生命存在，不甘心忍受苍天对生命的肆虐，于是，一部人类文明史，在人类认识自然、利用自然，改造自然的同时，便也成了与众多疾病进行英勇无畏地抗争的英雄史。

远古时代，当一种病魔袭来时，人类几乎无计可施，基本上是一种听天由命的状态。不过，为了求得自身的生存和繁

衍，人们也总是在他所熟悉的范围里绞尽脑汁来抑御病魔。这时，人类赖以生存的大自然再次帮助了它软弱无助的孩子们。一些遭受病魔侵袭之后的幸存者，发现他们的幸运其实是由于利用了天然物质如某些特殊动物、植物甚至矿物，才幸免于难。于是，在欣喜若狂并虔诚地感谢上苍之时，他们也将大自然恩赐的“圣药”世代相传。我国的中草药，就是在与各种病魔的殊死搏斗中经年累月，才达到了如今的较为完善的诊断，治疗理论体系，而以《本草纲目》等为代表的天然药物的积累也成为了我国瑰丽的文化遗产中极为重要的组成部分之一。

不过，自古至今，不论是中国传统中医药，还是国外医药学对天然药物的研究与利用，都还停留在那些来自于与疾病抗争中的经验性认识上，某一种矿物药品、植物或动物，它的哪一部分对什么疾病有疗效，这种药品在对这种疾病的治疗中大致起的是辅助恢复作用还是主要攻击作用，或者这种药治病时采取的是水煎剂内服方式还是外敷等等，这是从历代的积累中得到的药物经验；而药物对疾病者的治疗过程则是模糊不清的，只有在治疗效果上能定性或半定量地显示出来，这无疑给天然药物的应用带来了很多不确定的因素。好在由于药物与生病的生物体的某些天然相通性，虽然还没有得到更深入的科学的解释，天然药物却仍能对疾病显示出奇妙的攻克或抑制效用，毒副作用也非常轻微。

随着科学技术的发展，人类对自然界事物的认识也逐渐从宏观现象与结果转而深入到微观结构与作用过程。由于为了保证人类及人类的朋友们的身体健康，传统的药用天然产物也在现代科学技术成果的影响下，接受着人们的重新认识。这次新的认识过程，不再是表面的、宏观的、而是深入到本质的、微观的层次上；不再是被动地接受来自大自然的恩赐和病魔的袭

击，而是主动地揭示疾病因子与药物的作用过程，从分子上展示了奇妙的生理变化。在此过程中，化学、细胞生物学以及分子生物学起到了极为重要的意义。

19 世纪初期，人们从鸦片中分离出了结晶性的吗啡，并在后来测定了它的化学结构，从而人们便开始了天然活性药物的研究和应用的新篇章。随后又陆续发现了天然药物中的活性成分如阿托品、奎宁、土的宁等多种天然生物活性物质，从而使天然药物在质量上有了新的飞跃，其研究方法也日益完善化、系统化。天然药物研究的程序一般为：

1. 药用生物的确切及其有效成分的提取与分离。还需要进行活性筛选试验，从而确保提纯的化合物是该药用生物的有效成分。

2. 对纯净的有效成分进行结构分析，判断其化学结构，并进行结构与功能的药物构效关系研究，力争阐明它与疾病生物体细胞的结合及作用机制。

3. 化学半合成、进行生物合成及化学全合成研究，鉴定天然产物与合成产物的生物活性区别并作改进。

4. 按照药物构效关系对天然活性分子进行修饰或局部结构改造，并对产物进行活性筛选，力争找到更有疗效，成本更低、来源更广、毒副作用更低、结构更稳定更合理的新药。这是当今药物开发的重要课题，对生命的健康保证具有极为重大意义。在这个过程中，计算机辅助下的药物分子设计，为提高药物筛选的命中率降低药物研制的成本和实验周期，提供了极为诱人的广阔前景。

5. 无论是对纯提取的生物活性物质，化学合成的药物，还是对经结构优化修饰后创制的新药，都要进行药理、毒理实验，效果理想再经药剂化并进行临床试验，再次过关的才能投

人工业化生产。这对保证用药病人的生命安全是非常必要的。试想未经严格的动物试验，新药若直接用给患病者，一旦毒副作用失控，那责任会极为重大。

我国传统中草药已为世代中华人民共和国人民的生命安全作出了杰出的贡献，在现代科技的推动下，相对于毒副作用日益突出的中药，西方合成药物等天然药物的神奇功效更加突出。我国天然药物资源非常丰富，1982年的全国中药资源调查表明，我国动植物药物资源总达 12727 种，其中确定的天然药物在《新华本草纲要》中收集了 6000 种，日常应用的竟达 600 多种。在老一辈科学家的艰辛求索中，在几类主要疾病的天然药物方面都取得了很大功效。抗癌药方面：在 60 年代中期在长春花中提取的长春碱及长春新碱投入生产，制备了抗癌活性成分喜树碱及一系列衍生物，美登素、秋水仙碱、云芝多糖等免疫活性物质和抗癌的研究也已深入研究。心血管系统的强心降压药利血平等已从萝芙木中提取，神经系统的止痛镇痛药左旋延胡索乙素也已用于临床，齐墩果酸以及中药五味子提取物对治疗肝炎药效更为明显。另外抗菌消炎，防治寄生虫病等病症也有了相应的高效天然药物。我们有理由相信，几千年的传统中草药应用基础加上我国丰富的天然药用生物资源，以及科研人员应用高新技术进行有效的研究工作，大自然恩赐予的天然活性物质必将为我们的生命之花的盛开作出更大的贡献。

值得一提的是，天然活性物质的国际明星——紫杉醇，已经在制服人类最大的敌人——癌症，显示出了极大的潜力。经过全世界科学家们更进一步的努力。癌症是否会在大自然的恩赐与人类智慧的共同结晶面前全线崩溃呢？

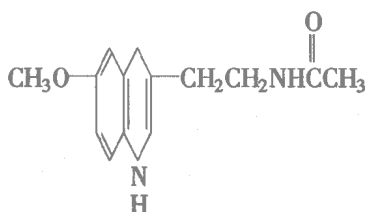
“假”药乱真

当我们还是个小孩子的时候，我们的大脑以及中枢神经系统的其他部分都不很完善。因而在许多方面都还不能用大脑去有意识地去调控我们对环境的生理及心理反应。不过，在金灿灿的阳光下，我们不由自主跑啊，跳啊、叫啊、嚷啊，只想动个不停，很少有想瞌睡的意念；而到了夜深人静之时，我们却又不自觉地安静下来，往往在不留意之时便睡倒在妈妈的怀里。还有到了春天，我们会在和煦的春风里心情舒畅，而深秋的落叶，也会不知不觉地影响着幼小而单纯的心绪……这些，我们并不是像我们长大了时那样有意识地由大脑来调节，而是那尚未长成的大脑还暂时没意识到心情对环境的需要，但我们却总像是受着什么奇妙的控制，好像幼小的躯体里有一种东西躲在里面发号施令，指挥着我们对外界作出心理反应；只是我们并不知道这个小精灵的存在而已。现代的科学揭开了这个秘密。原来，我们体内真的有一种能指挥我们幼小的身躯的小精灵，不过它不是别的什么东西，而是一种化学物质。

在脑垂体的后下方，有一个神秘的内分泌腺体——松果体。少儿时期，孩子们的松果体总是分泌出一种极量的化学物质——**Melatonin**。就是这种化学物质，在我们大脑尚不健全的时候，不仅自主地为小孩子们管理着生物钟，就像给他们一只小钟和一张寒暑节气表一样，告诉他们晦明变化及寒暑季节，

同时，还会使他们长得白白胖胖的，极惹人喜爱，因此，在中文里，**Melatonin** 又称之为褪黑激素。今天的研究成果表明，作为一种特殊的药物，褪黑激素在人体神经分泌免疫调节方面有着极其重要的作用，涉及到生物钟节律调节。性腺功能的抗氧化、镇痛、抗炎、稳定及维持神经系统的正常活动等多个方面，肝炎、衰老、老年痴呆、精神病、肿瘤等疾病也许与褪黑激素的调节失衡有关。

如此神奇的小精灵，却是一个结构极简单的化学物质，不信吗？化学家们将它提纯后，运用现代有机波谱法等先进的结构分析手段，已经将它的结构完全宣布于世。用化学结构式表示为：



它的名称是 **N-乙酰基-5-甲氧基吲哚乙胺**，甲氧基吲哚环是左边的主要部分，右上方小的部分则是 **N-乙酰乙胺**。其实，人体细胞内的微观世界，“主要”与“次要”正好与刚才的掉了个头。

在人体细胞里受褪黑激素影响的地方，蛋白质与其他分子装配在一起，形成了一个奇妙的“手套”：里面是空心的，起药物作用的“按钮开关”就装在空心口袋里；口的形状很奇妙，并且很小，能阻止着一般的“手”的伸入，却又能让特殊的“手”伸进去。当褪黑激素接近这只手套时，巧夺天工的奇

妙设计马上发生了作用： 吡 啶环上连着的“手”——

$$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCCH}_3 \end{array}$$

恰好伸进了特制的“手套”，紧密贴合，从而打开了作用开关，发动了一连串的生理作用过程；此时，吡啶环只能被拒之门外起辅助的作用。这便是科学家们揭示的生理作用机理，这当中，身体内的蛋白质与其他分子构成的“手套”称之为“受体分子”，而药物分子的关键部分官能

$$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCCH}_3 \end{array}$$

团：—— $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCCH}_3$ 则成了打开生理大门的神奇之“手”。也正是有了这关键的结构 受体分子 药物分子才可能与发生“手套”与“手”的作用，药物也才具有了这种独特的效果。

这就是药物化学中官能团与受体分子的结合作用的过程：特定的“手”与“手套”的贴合过程；这其中显示的，便是药物结构与功效的联系。“手套”是定作好的，药物分子只有具备一只特殊形状与尺寸的“手”才可能与它结合而产生生理作用；“手”形状不符或大了，结构错了，也不会具有这种特殊的生理功效。

在这儿，我们还只看了起决定作用的结构——

$$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCCH}_3 \end{array}$$

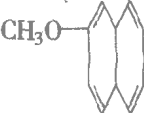
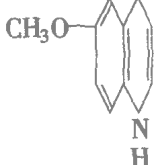
部分。吡啶环不是一成不变的，但它的辅助作用却也不能忽视。它使整个分子形成了一个相对稳定的整体，可以在人体内的运输等过程中保持整个分子的形状与结构，“手”也正是由于长在了吡啶环这个“人”身上才具有了“手”的功能。因此，它们所形成的整体结构与它独特的功效并不能“完全”分离，科学家们对这个药物的研究，也没有忽

略这个“人”的整体。想象力在这里再次给化学家们提供了宽广的空间：“手”的结构定了，要是长在另一个相似的“人”身上，还会有同样的生理功能吗？

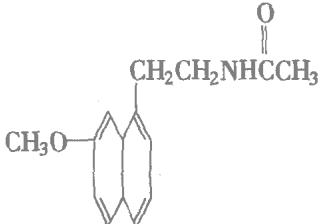
替换吲哚环，对药物进行结构改造！化学家们在实验室里

又开干了。萘环  与吲哚环  的结构相近，萘环却比

吲哚环化学性更稳定，从这一点出发，化学家们给褪黑激素的身体做了骨架重组手术：躯体骨架变成了萘环，甲氧基则装

在相似的部位，那么  就与  形同兄

弟了；再装上那只奇特的手—— $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHC}(=\text{O})\text{CH}_3$ ，药理学家

们把新的“人”  送进了细胞。

“手”顺利进入“手套”！“手”与“手套”像以前那样密切贴合！“手”成功地开启生理按钮！成功了！科学家们喜不自禁，但也没忘记对新“人”与旧“人”进行更为完善的比较：效果极为接近；副作用几乎一样，都很小；新“人”更稳定，作用效果更持久！于是，在经过科学的药理，毒理以及临床试验

后，人体细胞自行设计的褪黑激素只有眼巴巴地看着被新一代人工合成的“假药”以假乱真了；也难怪，其物美价廉公平竞争之下当然胜券在握了。

其实，这不过是人类在与病魔的斗争中以假乱真的一个很普通的例子。在人与病魔的生死决斗中，为了使生命免遭病魔蹂躏，为了生命之花不再凋谢，人们一直寻找其可以抵抗疾病侵袭的药物，还往往更深入地去找寻药效更好的、来源更丰富的新药。大自然赐给了人类莫大的恩赐，大多数疾病都在大自然创造的化学物质的攻击下望风而逃，至少也受到了一定的抑制而不再那么无法无天。药物学家们感谢大自然，历尽坎坷去环境险恶的大自然中寻病魔的敌人；但他们并不自满，因为生命仍然受着日益巨大的威胁，我们只有利用自行的聪明才智去创造更好的良药，以便摆脱生命的危机。在大自然创造的种种生物活性天然产物的启发下，药物学家们运用最新的科技成果，进一步研究了天然产物结构以及受体分子的结构，仔细分析了它们作用产生生理作用的过程，从而积累了有关药物结构功能效用之间的密切联系的大量知识，创立了极完善的药物构效关系的理论。药物化学家们不仅利用经验以及想象力，而且根据某种天然产物的微观结构以及结构与效用的理论关系，对天然产物进行结构的改造及修饰，通过增减次要官能团或重组骨架，来寻找物美价廉、效用高的新药；他们甚至充分利用了先进的计算机来模拟药物与受体分子的作用过程；进行计算机辅助分子设计，对药物的次要以及主要官能团都进行了结构优化，以期获得比大自然的设计作品结构更合理，治疗效果更强的新药。这些理论与实践，为新药的开发与创制，为生命更加健康地成长，铺就了一片崭新的蓝色的天空。

生物再生现象

在充满奇妙的水里世界，一只只小虾米，静悄悄地开始了它们幼小的生命。瞧它们那娇嫩的身躯，是多么的纤小；它们那一双双夺人耳目的大钳子，也并不显得那么的强劲有力。不过，你细瞧一下，这些小虾米们的一双双大钳子尤其是漂亮呀！晶莹如玉，小巧玲珑，噫！它们怎么还是一对大小一样的钳子呢？我们见过的虾米，不都是有一只大钳和一只小钳么？这真是怪哉矣！

别先想那么多了，我们还是先来看看这群小虾米们游戏的童年生活吧。小小的虾米，挥舞着它那双小巧玲珑的钳子，追逐着猎取食物，美美地饱餐了一顿之后，它得意洋洋地挺着它们，一会儿在水草森林里悠闲散步，一会儿是装着一副十分严肃的样子来回巡逻，一会儿又与伙伴们嬉戏玩耍，一会儿竟又大胆地，参加了一场场也许并不十分认真的“战斗”，仿佛是为了证明它的勇猛无畏。

哎呀！它的一只大钳怎么突然折了！瞧疼得它多么厉害，痛苦地哭着，垂头丧气地奔向它的妈妈去。小虾米的妈妈一边细心地给这个淘气的小伤兵包扎着伤口，一边十分疼爱地抚慰着它。奇怪的是，她一边说话，一边竟然还有点不在乎地微笑着；而小虾米一会儿后竟也破涕为笑了。这是为什么呢？原来，虾米妈妈告诉小虾米不要伤心，很快它就能长出一只更为漂亮的钳子来，像叔叔伯伯那样，长成一小一大的一对，这是

因为虾米的家族里有奇特的再生功能。听了妈妈的话，小虾米放心了。过了不久，小虾米又长出一只漂亮的小钳子，小虾米也渐渐地长大了。学会了许多新的东西。

在这个故事里，小虾米的大钳子与小钳子的由来虽然未必就是这样，但是，它却讲述了生命现象里的一种非常重要的生长现象——再生。小虾米的钳子折断了一只，但不久又长了出来，虾米身上受损伤的钳子就在生长过程中得到了修复，这便是虾米的再生。许多动物或植物，由于身体的某一部分受到外来的损伤而损失了，但生命体能自动对它进行修复性的生长，这种现象便叫作“再生”。大多数的生命体都有再生的功能，而这个现象在生活中也不难观察到。一条蚯蚓，无意间被弄成了两段，其中主要的一段可以进行修复性的再生，把失去的那一段身体再长出来，从而又长成了一条完整的蚯蚓。如果一棵小树的树干被砍伤了，树的表皮上便形成了一条伤口；不过，由于小树的生长迅速就能长出新的表皮层，让伤口很快愈合起来，这也是再生。值得一提的是，海星就如故事里的小虾米一样，如果偶然不幸失去了它身体的一部分器官，它的特殊再生功能就能长出完整的新的器官来；好多蠕虫也具有让整个器官再生的特异功能。而许多动植物则没有这么神通广大。只具有细胞和组织层次上的再生能力，它们只能修复细胞或组织，却不能修复失去的整个器官。

我们人类也具有再生功能吗？有！小刀不小心划破了手指头，虽然会很疼，并且流出不少的血来，不过小伤口便会很快自动封住，不几天就长得跟以前一样了。这是人的再生现象。不过，千万得谨慎些。如果不小心划了一条又长又深的大伤口，或者不小心失去了整个儿地手指头、胳膊或者腿，你可别指望大伤口的皮肤长得跟原来一样光滑柔嫩，它会留下一道永

久的伤痕的；你更别指望能像小虾米那样重新长出一只新的胳膊或腿，一个漂亮的小指头，因为，人类也跟大多数生物一样，只具有细胞和组织的再生功能，而没有再生整个器官的能力。

好一个奇妙的再生现象！生命体为什么会有再生功能呢？是什么神奇的精灵在指挥着伤口的修复呢？我们知道，身体无论哪一部分，其主要的结构基石都是由蛋白质构成的，新的组织或器官要修复，伤口要愈合，那必然离不开蛋白质的合成。这样，我们便一下子明白了：蛋白质是由遗传物质 DNA 分子中的基因片段来指挥合成的，那么，指挥再生这个重要的生命过程的，肯定也是基因！不错，正是由于不同的基因，奉命观察着我们的身体状况。无论哪一部分受伤了，消息可以很快传到相应的基因片段那里，这段基因便成了“救灾指挥部”，发动所有力量来修复损伤部分，合成需要的蛋白质，鞠躬尽瘁直到抢险任务完全成功，它便再次转入待命的状态。

在人体里，既然人的生命初始是由一个受精卵细胞分裂和分化生长而来，既然当初指挥建筑人体各部分组织、器官和系统的基因都具备，那为何人只能进行细胞和组织再生而不能进行器官和系统的再生呢？这一直是科学家们深切关注的生命重大课题之一。近些年，根据对某些生命现象的细致观察，再经过相互联系全面思考，科学家们提出了一个大胆而又比较合理的看法。他们认为，在人体的染色体里，不仅含有 DNA 分子，而且含有与 DNA 分子紧密结合的蛋白质，称为“DNA 结合蛋白”。在人体发育过程中，控制着人体重要的器官和系统的建造和修复的 DNA 的相应基因片段通常被这些蛋白质所覆盖包裹，两者互相密切结合。人体器官如皮肤、四肢、内脏的大的损伤，就无法揭开这些蛋白质的封锁而传给相应的基因片段，

这些基因片段既然得不到有关损伤的消息，就没法激活而组成临时“救灾指挥部”了。人们就是因为这个而不具备器官的再生功能的。这个理论，使科学家们对 DNA 结合蛋白产生了极浓的兴趣。研究这些蛋白质与 DNA 分子的相互结合方式，研究二者的相互作用，不仅仅对探索生命的奥秘具有深远的理论意义，而且在外科手术中也有着极为诱人的宏伟蓝图。

想一想吧。DNA 分子上的基因片段控制着生命的基石——蛋白质的合成，那么，人体细胞内的相应 DNA 片段，我可以再生培育出一新的腿、新的手或者一个新的内脏器官。人们的器官缺损了，使用这些新的器官来移植修补，那么，世界上就不会有缺胳膊少腿的残疾人，也不会有内脏器官欠缺的病人了。还有，大面积的烧伤，由于人不能再生，一直是用移植皮肤来治疗，但这并不很出色，伤痕也极为明显，总会影响着病人以后的生活。如果基因片断恢复了再生功能，这一切的痛苦便可以免去了：伤口愈合后不会再留下伤痕，新长的皮肤说不定会再次光滑白净呢！

这些，都需解决一道难题：去除 DNA 分子的基因片断上的“封条”——DNA 结合蛋白。所以科学家们为了想出对付 DNA 结合蛋白的方法，开始了对它进行特别的研究，以便作到知己知彼，百战不殆。我们急切的期望着这一领域的新进展和重大突破，因为小虾米能长出一双大钳和小钳，我们也希望科学能使缺损了一条胳膊的残疾人能够再次拥有一双灵巧的手，不要让他们生命之花在意外的损伤里早早枯萎！

陶 瓷

陶瓷是我国古代的重大发明之一，欧洲人也一向视中国陶瓷为无价之宝，所以，欧洲人把瓷器叫做“China”，日久天长，“China”成为中国的英文名称。

陶器和瓷器的总称是陶瓷。陶瓷的产生和发展是中国古代灿烂文化的重要组成部分之一。早在公元前 5000 年的新石器时代，我们的祖先就利用普通粘土在很高的温度下烧制陶器，这是一种简陋粗糙的器皿，经过以后地不断改进，到新石器时代的晚期，已经能造出比较光滑，质地较坚固的五彩斑斓陶器了，但它的缺点是容易渗水。到了奴隶社会的商代，人们已经发明了陶器上釉的技术，使陶器既美观，而且不渗漏，不易被污染。同时，人们已经开始选择比较好的粘土来烧制瓷器了。至此，工艺品和陶瓷日用品的烧制水平不断完善。陶瓷产品最负盛名的当属宜兴和景德镇了。

江苏宜兴，因生产陶器而闻名于世。帮助越王勾践灭吴的大夫范蠡，在灭吴以后，带着西施隐居在宜兴烧起陶器来，开创了宜兴的陶业，因此，历代制陶艺人都奉范蠡为祖师爷。宜兴的茶壶，曾被许多文人墨客所推崇，当年的择居宜兴蜀山苏东坡，尤其喜欢用提梁壶饮茶。重感情的陶工为了纪念他，就把这种提梁壶命名为“东坡壶”。宜兴被称为“陶都”是当之无愧的。

江西的昌南镇，自汉朝时始烧制白瓷，到宋朝景德年间已

盛名中外，从此昌南镇易名为景德镇，作为“瓷都”盛名绵延至今。

普通的陶瓷以粘土、石英、长石为重要原料。故其名又为三组分陶瓷。

粘土是一种细颗粒的含水铝硅酸盐，当与水混合时能产生塑性。尽管各地的粘土的化学、物理性质各有所异，但其共同点是具有结晶状的电中心层状结构，从而使其具有润滑性、柔软性、易于劈裂等一系列物理性能。在陶瓷坯体中，粘土一般要占到 45% 至 60%，其主要作用是为成型提供细颗粒物质和良好的可塑性，并在烧成的过程中使坯体具有一定的强度和耐火性能。低品位的粘土随处可见。常用于制造陶瓷的是一种以高岭石 $\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH}_4)$ 为主要成分的高级粘土，即高岭土。

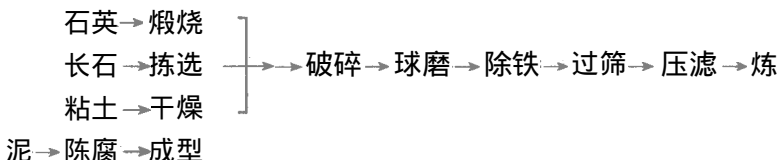
石英是制造陶瓷的第二重要材料。它的分子式是 SiO_2 ，多部分以结晶态存在于石英矿中。石英非常硬，不溶于水，在高温下溶化时为无色透明液体。石英呈酸性氧化物，是地球上数量最多的一类矿物。以它为基础的硅酸盐材料是无机非金属材料中最重要的组成部分。石英在陶瓷中的主要作用是提供坯体耐熔的骨架，在未烧成时变形，并且能够提高陶瓷的机械强度及半透明度。

制造陶瓷的另一重要原料是长石。主要成份为钠长石 $\text{Na}(\text{Al}_2\text{Si}_3)\text{O}_8$ 钾长石 $\text{K}(\text{Al}_2\text{Si}_3)\text{O}_8$ 及钙长石 $\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_3)\text{O}_8$ 。这些铝硅酸盐在陶瓷中的作用是助熔。在未烧成前，能降低可塑性，缩短干燥时间，减少坯体收缩，在烧成时，有助于形成玻璃相，降低制品的烧成温度。

普通陶瓷的生产工艺大致相同，主要工序是：泥料制备、成型、干燥、上釉和烧成。

一、泥料制备

由于原料来源不一，制品品种繁多，成型方法各异，因此泥料制备非常复杂。一般制备过程如下：



二、成型

成型又名制坯。它是将泥料加适量的水，灌注在石膏或金属模具中使之成为制品的生坯。

三、干燥

为了预防在烧成时裂开，生坯要进行干燥的，通常在室式或隧道式干燥室内用热空气进行，也可用远红、外电热等进行快速干燥。含水量颇大的坯体，在水份蒸发时，收缩性较大，为了避免坯体翘曲或开裂，应注意控制干燥速度。

四、上釉

釉涂在瓷器表面或陶器，起着不渗水、光滑、美观等作用。釉是由长石、石英、硼砂、氧化锌调配而成的，其中还掺有少量的金属氧化物如氧化铁、氧化铅、氧化铜等作显色剂。

五、烧成

烧成是陶瓷制作的最后一道工序，坯体在高温过程中所发生的一系列物理、化学反应，形成一定的物相组成与显微结构，从而使陶瓷具有机械、电、热等性能。

烧制时发生的物理和化学变化主要为脱水、分解和氧化。用化学方程式表示：

脱水：



分解：



烧成：



此外，还发生了颜色、体积、重量、强度、硬度和形状等物理变化。经过高温烧制的坯体还要放在窑里令它渐渐冷却，温度达到 80 时开始出窑，此时便是美观、坚固的陶瓷品了。

陶瓷是最古老的硅酸盐材料。精致的中国陶瓷制品，至今仍然吸引着来自世界各地的客商。随着科学技术的快速发展，具有特殊优异性能的现代陶瓷材料也得到飞速发展，并且已被广泛应用，因此被人们誉为永不凋谢的材料之花。

陶瓷经过特殊的“极化”处理后，它在光、机械性能的作用下，能把它们转变成电能，在电场作用下，又能把电能转变为机械能。这种奇特的功能称之为“压电效应”，具有这种压电效应的陶瓷称为压电陶瓷。核试验员带上用透明压电陶瓷做成的特殊目镜，带来了极大的方便。原子弹爆炸，当核闪光强度达到危险程度时，由于光的作用护目镜的控制装置立刻就把它转变成瞬时高电压，防护镜便自动地迅速变暗，在千分之一秒钟里，能把光强度减弱至只有万分之一，险情过后，它还能自动复原，不会影响驾驶员的视力。这种压电陶瓷护目镜结构简单，重不过几十克，只有火柴盒那么大，安装在防核护目头盔上携带非常方便。

新型陶瓷的种类很多，如具有热、气敏、电、声、磁、光

等功能互相转换特性的各种“功能陶瓷”用于动物或人肌体，具有特殊生理功能的“生物陶瓷”等等。下面再介绍一种非常有趣的陶瓷——“啤酒陶瓷”。

说起“啤酒陶瓷”的产生磁，还有一个极有趣的故事。美国化学家哈纳·克劳斯在研究一种用于导航容器的材料配方时，不小心错把身旁的一杯啤酒当作蒸馏水倒入一个盛有石膏粉、粘土以及其他几种化学药品的烧杯中，然而，正是由于这个“无意之中”的举动带来了啤酒陶瓷的问世。这杯啤酒一倒入烧杯中，立刻出现了意想不到的奇特现象，那些混合物遇酒后立即产生了很多泡沫，体积膨胀了约两倍，不到 30 秒就成了硬坯。这种偶然制成的啤酒陶瓷居然是具有很多优良特性的泡沫陶瓷，谁也没有料到。这种后来被人称作“啤酒石”的陶瓷具有重量轻、釉光、无毒、防火性能好等特点。由于啤酒石固化速度快，并且有那么多优良特性，它将在增强运载工具的安全储存核废物、绝热性能以及在包装业、汽车制造业、农业等方面具有很高的应用价值和商业价值。有些专家认为，储存核废料是啤酒石最重要的用途之一。大家都知道，核废物如储存不当，会造成非常严重的核污染。容器是当前处理核废物较大的问题，传统的方法是用防锈、不漏气的钢鼓储存，容器的内壁常用一种塑料作为防护套。但是，一旦粘结剂失效，就会发生泄漏，由于啤酒陶瓷具有自行上釉的特性，所以可将其喷在新钢鼓的内表面，或旧钢鼓的外表面，形成啤酒陶瓷釉，成为一个不破裂、不泄漏的防护套，这样便可安全地储存核废物了。

玻 璃

在生活中，我们经常看见布置精巧各式各样的橱窗，这不，前面就是一个。不过，这非可一般橱窗。你瞧，一个透明的台柜，上面铺着蓝色的天鹅绒，几件形象奇特、透明的艺术品，巧妙地摆设在一盏台灯的四周。台灯是一体七色的，七种柔和的光，从灯罩里挥洒而出，映着这些透明的珍奇，则更显得晶莹剔透，光彩夺目。台柜旁边放着一架精巧的透明的茶几，上面摆设着几套各式各样的透明杯盏。一只形状奇特的高脚杯，盛放着一杯鸡尾酒彩色液体放在一旁，那界限分明的色彩，盈盈欲滴，好像要飞泻而出似的。

毫无疑问，这是一个玻璃制品的橱窗。但是，它将各种形状奇异的玻璃器具与各种色彩非常巧妙地布置在一起，不由得使我们对这个透明的世界刮目相看。在日常生活中，玻璃可以说是司空见惯的。当我们睁开眼时，首先映入眼帘的便是从窗户上倾泻进来的明亮的光线；当我们想喝点什么时，无意中拿的便是一只透明的杯子；书桌上有几件小巧的玻璃工艺品，还有透出柔和的光线的台灯；当我们来到实验室里后，形态各异的玻璃仪器便开始垂首候命。还有，我们鼻子上的玻璃眼镜，科学家们用的显微镜，天文学家们把遥远的星球拉到我们的视野里的仪器——望远镜，它们重要的部分——镜片便也是由玻璃制成。玻璃，利用它良好的透明性能，一定的机械强度，方便的加工工艺，优美的各式造型，以及低廉的工业成本，逐渐

深入到我们的生活画卷之中，给我们美好的生活带来了神奇的透明的美景。

其实，在古代就已经有了玻璃制品，玻璃珠一直是埃及当时的高贵装饰品。考古学家在埃及的古墓中发掘出的一颗最早的玻璃珠它的年龄约有三千五百岁，它就是埃及玻璃的见证。

在我国的考古文献中，也介绍过西周（距今三千多年）的白色穿孔玻璃珠，以及战国时期的彩色料珠等。它们是在河南、湖南、山西等地古墓中得到的珍品。

考古学家虽然找到了古代的玻璃制品，但玻璃是怎样发明的，谁也不晓得。但我们都从心里敬佩那些无名的匠师，由于玻璃的发明，为人类文明的发展做出了极其伟大的贡献。

公元一世纪初，古罗马把原料放在窑里熔炼，温度有很大提高，熔制的玻璃液已由不透明变成透明的。他们用吹管把玻璃液吹制成各种形状的玻璃制品，如美丽精巧的药瓶，宝石般的装饰品和风格别致的酒杯。玻璃技术的发展，记载了罗马的文明。

到了中世纪，意大利的威尼斯成了玻璃业的中心。威尼斯玻璃制品样式新颖、别具一格，因而广为畅销到全世界。威尼斯玻璃业已有八百多年的历史。自十五世纪到十七世纪为鼎盛时期。当时，威尼斯玻璃艺术品有独占鳌头的优势。威尼斯玻璃工匠的秘密，也很快传到德国、法国、英国，到十七世纪，世界许多地区都建有玻璃厂。

由于威尼斯过于追求玻璃制品的华丽外表，以至其制品过于笨重，逐渐失去了原来的轻便、简易、雅致、朴素的美好风格，到十八世纪末，威尼斯玻璃业走向了反面，以至一落千丈，玻璃制品的皇冠戴到了捷克头上。此外，俄国的艺术玻璃制品也于十七世纪闻名于世。

但是，无论是威尼斯还是捷克，当时都不曾采用过机器生产，形态各异的玻璃制品，都出自能工巧匠的双手中。如今简单的手工劳动已经无法满足人们的需要。随着工业革命的兴起和发展，到十九世纪时把玻璃拉成空心圆筒的机器诞生了。筒子拉成后，节成小段，再剪成薄板。后来，比利时的发明家弗克设计出一种拉板机，又经几十年的改进，发展成为引上机，平板玻璃开始了大量生产。

目前，玻璃工业已逐步实现了机械化、自动化，如平板玻璃、玻璃容器、灯壳、电子管、显象管等均已实现自动化。

现代化玻璃生产，仅凭眼力是不够的。电子计算机的推广，为玻璃工业自动化开辟了广阔前景。现在，玻璃工人坐在自动控制室便可对发生过程了如指掌，而不必再像以前那样，奔走在炉旁车间，忍受着高温的袭击。

今天世界上的玻璃制品种类繁多，从实验室的烧瓶、试管、烧杯，到化工厂的管道、塔柱设备；从体温计、注射器，到 x 射线管、荧光屏、红外灯、紫外灯；从揭开星空之谜的天文望远镜，到识破微生物行踪的显微镜；从耐热玻璃到防弹、防辐射玻璃；从玻璃纤维到光导纤维；还有许多种特种玻璃、电光玻璃、声光玻璃、变色玻璃、微孔玻璃等等，可以说，离开了玻璃，现代科学技术的发展是不堪设想的。

步入工业化时代后，人们也逐渐重视居住地和办公楼的隔音、绝热、避震、耐光及防盗。如今高楼大厦的正面均安装着巨大的反光玻璃。这种玻璃虽然很薄，但由于材料纯净且具有精确计算的内预应力，故能经受住厚重积雪、特大风压及其他外力，其表面上的防风雨涂层则能防止热辐射。多层充气玻璃能降低热传导，因而多层充气玻璃可将机场噪声降低到偏僻住所夜间的安静程度。由不同厚度层次之间充上坚硬塑料薄膜的

特种玻璃及其他安全玻璃，既经得起重锤猛敲，亦不怕手枪射击。涂有透明软稠物质的 3 层玻璃具有防火性质。火焰喷在其上，软稠物质就会泛起泡沫，这种玻璃便不易燃烧了。

经实验证明，在硼硅玻璃大容器里发酵葡萄酒远优于利用传统木桶酿制的葡萄酒，因为玻璃容器内发酵后的葡萄酒不能再氧化，故味道则更为醇香可口。

内科医生通过光导纤维可观察病人胃部。外科大夫则多采用玻璃陶瓷制品取代损坏的牙齿、骨头、关节或中耳听骨等。这种材料既不影响活的人体组织，而且还能与这些组织长在一起。

科学家们从基本粒子运动的轨迹及彼此碰撞后和相互作用过程认识到：某些粒子既不带电且极微小，但富有能量，能击穿各种厚层材料，但是它们却无法穿越厚实的富铅玻璃。用富铅玻璃可以制作“原子放大镜”。还可以应用于其他科研领域，如用于观察核反应堆的“热槽”，防辐射玻璃或在原子炉内布接电线。上述玻璃是无源的，即只能防止原子微粒击穿及阻遏放射性辐射。

自 60 年代，科学家们开始对自身可以产生连锁反应的激活玻璃进行试验。这种以激光玻璃闻名的玻璃含有的磷酸氟、微量钕或其他物质，可产生具有极大能量的光，在几千亿分之一秒内能将一个结冰的重氢小球的密度增大一万倍，同时会使其温度上升至 1 亿摄氏度，研究人员进行这种实验，旨在寻求新的能源。

随着科学技术的发展，各种新型玻璃将不断出现，它将渗透到一切领域当中，帮助我们攻克前进道路上的障碍，攀登科学的峰巅。玻璃，是一种透明的无定形体，质硬但“碰”不得，一碰便碎。但是，玻璃家族是一个庞大的集体，玻璃纤维

就是与玻璃有着密切关系的新材料。

有这样一家纺织厂，它的原料是纯碱、石灰石与砂子，织出的布，像绸缎一样柔软光亮，经得住虫咬，也不怕酸碱的腐蚀，即使放在火中也不能燃烧，这就是用制玻璃的原料纺出来的玻璃纤维，织出来的正是玻璃布。用一根手指粗细的玻璃纤维织成的绳子，能将一辆满载的解放牌卡车吊起来，玻璃纤维的抗拉强度比一般钢丝还要大一倍。玻璃布具有耐酸碱腐蚀，在化工厂里很受欢迎。利用玻璃布做的吸尘袋比棉布耐用二十多倍。以前过滤腐蚀液的过滤布是用毛料制成的，如今都已改用玻璃布，用玻璃布还可制成防火衣。穿上这种衣服，便可在几百度的高温下工作，它比石棉衣服还要轻。因为玻璃布轻巧、耐热，连宇宙航行员的服装同样是用涂有聚四氟乙烯的玻璃布制成的。

众人皆知，钢材耐拉，水泥块耐压。用钢材作筋骨，水泥砂石作肌肉，让它们凝成一体，取长补短，变得坚强无比——这就是钢筋混凝土。同样，用玻璃纤维作筋骨，用合成树脂作肌肉，利用它们，制成的材料，其抗拉强度可与钢材相媲美——因而得名叫它玻璃钢。玻璃钢是近三十多年来发展迅速的一种复合材料。玻璃纤维产量的 70% 都是用来制做玻璃钢。玻璃钢非常坚韧，而且比钢材轻得多。喷气式飞机则用它作油箱和管道，可减轻飞机重量。登上月球的宇航员，他们身上背的微型氧气瓶，其材料也是玻璃钢，玻璃钢加工容易，不易锈，亦不需油漆。我国已广泛采用玻璃钢制造各种游艇、救生艇及小型汽艇、，节省了很多钢材。由于玻璃钢无磁性，所以不能阻挡电磁波通过。用它来做导弹的雷达罩，不但不阻挡雷达的“视线”而且还能起到防护作用。

光导纤维

1870年，著名物理学家丁达尔曾经做过一次有趣的现场实验。他的实验是在暗室里做的：一股水流从容器侧壁的小孔中流出，在对称的另一面，对着流水孔进行照明，从孔中流出的水在流动中几乎处处都在发光。原来直线传播的光竟顺着这股弯曲的水流闪动。那些在现场的观众，都为之震惊；有的瞪大了双眼反复思考，有的揉揉双眼再证实一下自己是否看清了。的确，在场的人们认为沿直线传播的光现在却真的弯曲了。这个实验证明，光由折射率大的水进入折射率小的空气中时，能在两种折射率相差很大的物质界面上产生全反射，即光不进入折射率小的空气，却全部反射回折射率大的水中。科学家运用这一原理成功地利用玻璃纤维模仿了这股水流，作为传导光信号的介质。这种玻璃纤维就叫做光导纤维。用普通玻璃拉制成的纤维，光只传播 15 厘米，强度就减弱一半；换用高级光学玻璃，传播距离也只有 5 米左右。而光导纤维用来通信时，光要在其中传播数十万米以至于更远。那么，光导纤维是什么样的材料做的呢？1966 年英籍华人科学家高锟博士发表论文指出：精心除去杂质的石英玻璃应是特别透明的。该论文发表四年以后，美国的康宁公司就制成石英玻璃拉制的光导纤维，光在纤维中传播减弱一半的距离为 150 米，仍然距应用程度有很大的距离，但这无疑是光导纤维的开始。

光导纤维是双重结构，核心部分是高折射率玻璃，表层部

分是低折射率的玻璃或者塑料，光在核心部分传播，并在表层交界处连续进行全反射，沿“之”字形向前传播。这种纤维比头发丝还细，这样细的纤维要有折射率截然不同的两种结构分布，是一个非常令人吃惊的技术。各国科学家通过多年努力，创造了“内附着法”、“MCVD 法”、“VAD 法”等，制成了高超纯石英玻璃，精制成的光导纤维传播光的效率有了非常明显的提高。如今较好的光导纤维，其光传播损耗每公里仅零点二分贝；也就是说传播一公里后只损耗 4.5%。

那么，光纤通信是怎么进行的呢？光纤通信是先把声音转换成能表示声音变化的电信号，然后把它放大，再用这经过放大的电信号来限制激光器发光，使激光器发出的激光的高度也随着代表声音的电信号来变化。这样，激光器就把表示声音的电信号转换成相对的光信号。通过光导纤维传到接收的那一头以后，由于接收系统里有一个对光非常敏感的光电管，可以把接收来的光信号转换成电信号。这样，表示声音的光信号就被转换回来，再放大以便送到听筒引起鼓膜振动，就能听到跟发送端同样的声音了。

近几十年来，光纤通信发展得特别快，世界上许多国家都在大力发展光纤通信。这主要是由于光纤通信有许多优点。它所用的线路又细又轻。一根光纤的直径只比头发丝略微粗一点，一公里长也不过 100 克重。为了保护光导纤维不被拉断同时使它抗拉又抗弯，在制作光导纤维时，还在它的外表加上“外衣”。如果是多根光导纤维组成的光缆，还要跟抗拉的钢丝和塑料填充料混合在一起，外面再套上厚塑料皮。尽管这样，这种光缆也比一般电缆轻多了，同时使运输和铺设线路都很方便。

光纤通信的第二个优点是可以节省许多的有色金属。比

如，生产 1000 千米的光导纤维只需几十千克的超高纯石英玻璃。而制造 1000 千米长的同轴电缆，却需要 50 万千克的铜，200 万千克的铝，并且石英的原料在世界上储量十分丰富。

光纤通信的第三个优点是通信容量大。未来一对光纤通信能通上百万路电话。光纤通信的容量之所以会这么大，主要是因为光纤通信是通过近红外光来传递信息的。近红外光的频率是几十万亿赫兹，比同轴电缆里的载波频率高出几十万倍。

光纤通信的第四个优点是通信距离远。现在，1800 路同轴电缆的中继距离是 6 公里左右，而 1920 年光缆的中继距离几乎都在 12 公里以上，因此，在建设长途通信线路时，就可以少建旅馆多中继站，省下很多费用。

光纤通信的第五个优点是抗电磁干扰能力强。光导纤维是石英玻璃丝，里面传递的是光信号，这样，就是把它平行铺设在高压电线和电气铁路附近，也不会像金属电缆那样受到电磁干扰。另外，信号在远距离传递过程中，噪声也不会积累。所以，光纤通信除了能在邮电通信部门使用外，还适合在铁路、电子等部门使用。

随着科学技术的不断，光导纤维的应用范围将愈来愈广泛。1993 年 9 月，美国政府公布“国家信息基础设施计划”，正式提出了建设全国性信息高速公路的宏伟设想，由副总统戈尔主持这一跨世纪的工程。

这一“信息高速公路”主要的建筑材料不是水泥、沙子、钢铁，而是光导纤维线缆。在这种光导纤维通信线缆连成的“公路网络”内，个人电脑为“汽车”，各式各样的计算机软件当“汽油”，便能让人们探索各种各样的奇迹。这种信息高速公路，将使信息工业发生“革命性变化”，又一次改变人们的生活方式。

现在，你要上班需开车上高速公路进城到办公室，将来，你能在远离闹市的家里，手握计算机鼠标器，“开着”计算机通过“信息高速公路”到几十里、几百里甚至几千几万里之外的“办公室”上班。

现在，你要驾车上高速公路到距家几十公里的“十里商场”购物中心去购买东西，将来，你要选择的商品会通过信息高速公路十分清楚地出现在你的个人电脑荧光屏上，规格、产地、质料、价格、厂家等等全部资料应有尽有，通过计算机、信用卡，便可马上付款购买你需要的物品，一两天内，就会有人送货上门。

假如你不愿出去开会、上学或到电影院去看电影，信息高速公路会把会场、学校、电影院“搬”到你家来。

你想看报纸，呈现在荧光屏上的不单是文字，还有声音、图像，如果你只对国际金融方面的报道感兴趣，电脑可把信息库里最新的国际金融报道搜索出来，为你编制成电子报纸，还可用激光打印机编排打印出来，供你仔细研究。

这一切，在昨天还只不过是一场美丽的梦想，但是很快就会变成现实。

这一切 都得归功于材料科学的骄子——光导纤维。

半导体

1906 年发明的真空三极管，为 20 世纪上半叶无线电和电话的发展奠定了基础。但真空管的使用有一定的局限性，如由于真空管内电子从阴极射出是热致蒸发的，所以真空管需要消耗相当大的电能，同时电能所产生的热又在很大程度上限制了真空管的工作寿命。因此，一般商用系统最多只能有几百个真空管，否则系统就不能可靠地工作。

因此，为了能够制造更为复杂的电路，就必须有一种新的元器件来取代真空管。1948 年发明了半导体晶体管，它的问世成为本世纪下半叶世界科技发展的基础。这样的半导体晶体管由于无需加热，其功耗只占真空管的百分之一，而且可靠性高，转换速度快，功能多样，尺寸又小，因此成为那时出现的数字计算机的理想元件，并迅速在无线电技术和军事上获得广泛应用。随着 50 年代计算机和晶体管的不断发展，对电子材料需求越来越高，就又进一步促进了半导体材料自身的发展。

半导体器材在目前的电子工业和微电子工业中主要用来制作晶体管、集成电路、固态激光器等元件。

目前科学家们已发现的半导体材料种类很多，并且正在不断开发他们的应用范围。但是在目前的电子工业中使用的半导体材料主要还是硅。硅是单一的元素半导体，它的机械强度高，结晶性能好，自然界中储量丰富，成本低廉，并且可以拉制出很长的完整单晶。现在它是制造大规模集成电路最主要的

材料。因此，可以说，硅是规模巨大的集成电路的基石。

我们现在常用的晶体管有两种，即以极型晶体管和场效应晶体管，它们都是电子计算机的重要器件，以极型晶体管是计算机中央处理装置（即对数据进行控制部分）的基本单元，场效应晶体管是计算机存储器的基本单元。两种晶体管的功能在很大程度上均依靠原始硅晶体的质量。

就眼下而言，单晶硅是人工能获得的最纯、最完整、最均匀的晶体材料。它的纯度、完整性、均匀性以及直径尺寸是评定单晶硅质量及可达到功能的标准。

单晶硅的制作一般采用提拉法，该法可以生长出比较均匀、无缺陷的硅单晶体。现在，利用提拉法能生长出直径约为 150 毫米的高等硅单晶，不久的将来直径可望达 200 毫米。更大直径的、均匀无缺陷的硅单晶的制备是很难实现的。这是由于重力的作用，熔融硅中存在的温度差和浓度差会导致有害液体流动，进一步导致所制备的硅单晶不均匀。现在人们正在考虑利用空间站，在太空无重力或微重力的条件下制备大的优质硅单晶。

现在具有广泛作用的半导体集成电路是凭借一系列集成化工艺，在半导体材料的局部区域形成所谓施主或受主型微区，然后再在一定范围内从外部监控电子运动以实现不同的电路功能。

在用上面所讲的方法生长出晶体以后，下面的工作是将它切割成片并抛光，制成“晶片”。晶片要求表面非常光滑，表面上各点的高度差低于十亿分之一米。然后再经过几十道工序过程（这些工序一般是在超净环境中进行的），在硅晶片上集成许许多多的晶体管或其他元件。这样的晶片制成后又被切割成许多的芯片，每个芯片就可包含多达上百万个晶体管。随

后，将芯片装在陶瓷封装壳中，便组成了具有特殊电路功能的集成块。这种靠集成化工艺制成的集块里包含了晶体管、电阻、电容以及它们之间连线的电路网络。这些元器件全都制作在一块半导体硅的芯片上。所以，要提高半导体芯片上元器件的集成度，晶体管的小型化具有重要的意义。只有晶体管尺寸减小，电子系统才可以做得更小，成本更低，而且晶体管越小，其开关速度越快，这对计算机工业具有极其重要的意义。

目前，晶体管的小型化的速度特别惊人。在以往的 30 年中，集成电路的最小特征尺寸（线宽）已明显减小。60 年代典型的线宽为 10 微米，即十万分之一米，每个芯片上的晶体管或其他元件数约为 100 个。到了 80 年代，典型线宽为 1 微米，大概特别于人的头发丝直径的 $1/75$ 。现在，线宽已能达到 0.5 微米或更小，在一根头发丝般粗细的面积上能制出成百上千个晶体管。

要将这样的微细结构的图形在半导体芯片上刻蚀出来，来用普通的刻蚀方法已不可能，必须采用其他专门的措施。目前人们设想了三种解决的办法。一是利用高能电子束取代光束，这种电子束的波长为原子直径的几分之一。正是这一方法，使制造半微米线宽的芯片成为可能。另一方法是采用波长极短的 X 射线取代光束，这种 X 射线由同步加速器产生。第三种方法是等离子体刻蚀技术。现在正在开发之中。

虽然单晶硅仍是电子工业主选材料，但目前世界上一些发达国家正围绕化合物半导体砷化镓大力开展研究。科学家预计，砷化镓有可能成为继硅之后第二种重要的半导体电子材料。这是因为，根据量子力学原理，砷化镓中电子的有效质量仅占自由电子质量的 $1/15$ （硅中电子的有效质量占自收电子质量的 $1/15$ ）。正因为其中电子的有效质量小，所以电子在砷

化镓中的运动速度就比在硅中快。根据理论计算说明，用砷化镓制成的晶体管开关速度，比硅晶体管的开关速度快 1~4 倍。因此用这样的晶体管能够制造出速度更快、功能更强的计算机。同时，砷化镓中电子速度更快这一事实，也使制造用于高频通信信号的放大器成为现实。再者，据砷化镓的电子结构特征，砷化镓中的电子激发后释放能量是以发光的形式进行的，因此可以用它来制作半导体激光器和光探测器。

砷化镓仅是化学元素周期表中第 III 族和第 V 族元素构成的化合物半导体中的一种。利用不同的第 III 族元素，如镓、铝、铟与不同的第 V 族元素，如磷、砷、锑，可以组合成不同的半导体材料。这一大类半导体总称为 III - V 族化合物半导体。把不同比例 III 族和 V 族元素组合起来，可以改变材料的电学光学性能，以适合特定器件的需要。

但是与元素半导体硅相比较，砷化镓的应用目前受到很大约束。因为还有许多问题等待解决。镓和砷是两种化学性质不同的元素，要确定砷化镓化合物的表面特性很困难，要寻找一种用来与半导体接触的合适的材料也十分困难，另外除掉砷化镓的结构缺陷和化学缺陷也不容易。虽然 III - V 族化合物半导体已获全部应用，但要使砷化镓和其他 III - V 族化合物半导体获得更广泛的应用必须解决上述问题。此外，即使所有的技术问题都已解决，器件小型化的过程仍然要继续进行下去，只是所用的材料与硅不同而已。

我国的科技工作者在砷化镓的研究中已经做了许多的工作，其中，在人造卫星上利用微重力条件进行砷化镓单晶的生长，已取得了令人振奋的结果。

现在，利用高真空技术沉积生长超薄层材料和超晶体材料，为半导体材料的研究、制备以及半导体器件的制作开辟了

新天地。这些材料不仅加宽了硅技术的适用面，大大扩大了器件的应用范围，也巨大地提高了器件的功能。就Ⅲ－Ⅴ族化合物的半导体材料与器件的制取来说，一种特别有希望的方法和异质外延法，即在晶体衬底上一层压一层地生长出不同材料的薄膜来。这样生长出来的材料称超晶体材料。所谓超晶体，就是指由两种不同的半导体薄层轮流排列所组成的周期列阵。

生长外延膜的三种重要方法是分子束外延法、化学气相沉积法和液相外延法。分子束外延是把一束或多束加热的原子或分子对准保持在高真空中的衬底射出，进而在衬底上生长出薄膜层。近年来，利用分子束外延和金属有机化学气相沉积技术的优点，又发展了化学束外延技术。液相外延是通过把含有所用的两种元素、且已加热的溶液加以冷却，让它们在衬底上生长出薄膜。相比之下，分子束外延对薄膜沉积的操纵可能是最有效的，金属有机化学气相沉积可望较快地用于生产。

人们用分子束外延等超薄膜制备方法，早已制备出镓铝砷／镓砷、锗－硅／硅等超晶体材料。目前，这一领域的研究极为活跃，因为它不光是制备超薄膜材料的重要技术，也是制备半导体光电子学、光子学材料和器件的重要技术，各国都投入大量人力物力财力开展研究。

利用半导体超晶格多层构造制备“弹道晶体道”和“高电子迁移率晶体管”也是近年来人们感兴趣的研究课题。对弹道晶体管在设计上的思考是，让电子在垂直或者平行于薄膜平面的轨道上作弹道运动，这样制作的晶体管具有快速和非常紧凑的特点。对高电子迁移率晶体管在设计上的思考是，通过调整超晶体各层的成分和结构，使载流子从有缺陷层进入品格完美层，在该完美层中，迁移率大的电子高度集中，因此可提高器件的开关速度。此外，让电子器件在低温下工作，以提高器件

功能的工作也在探索之中；利用超导体制作晶体管也在进行试验。“生物芯片”技术已吸引人们的注意，但现在对“生物芯片”尚无准确定义，它可能包括用有机分子（即含碳分子）、或用生物及类生物分子作芯片，也可能指材料功能相似于某些天然有机物芯片。

混凝土

在历史上，浙江杭州湾的钱塘江海潮，既是当地一大奇观，也是当地的一大隐患。相传公元9世纪初，吴越王钱镠为保护钱塘江沿岸人民不再受海潮的袭击，便顺着江岸筑起一条长堤。可长堤抵抗不住浪潮的日夜冲击，几经决堤倒塌。钱镠勃然大怒，命令手下的几百个强壮士兵，用弓箭射住潮头，最后潮头被射退了，同时长堤也建筑成功了。

难道是弓箭吓退了浪潮吗？其实浪潮所以能被治服，是因为在建筑长堤时，用竹编成笼，里面装满石块，然后把这些竹笼堆积起来，再用木桩粘土夯实，筑成了一条坚固的长堤，阻挡了浪潮的冲击。钱镠筑起的长堤，可以说是我国古代最早开始运用的原始混凝土。

18世纪中叶，英国的工业快速崛起，海上交通也分外繁忙起来。1774年，工程师斯密顿奉旨在英吉利海峡筑起一座灯塔，为过往船只导航引路。

面对波涛怒吼的海面，斯密顿难住了。根据传统方法，在水下用石灰砂浆砌砖。灰浆一见水就变成了稀汤。用石头沉入海中，又被海浪冲击得无影无踪。经过无数次的尝试，他用石灰石、粘土、砂子和铁渣等经过煅烧、粉碎并用水拦和，注入水中。这种混和料在水中不但没有被冲稀，反而越来越坚固。这样，他终于在英吉利海峡筑成了第一个航标灯塔。

在斯密顿的成功启示下，英国建筑师亚斯普丁把粘土用石

灰石混和加以煅烧后，磨成细粉，再用水进行调稀，制成了在地上干后不裂，在水中非常坚硬的材料。这种产品硬化后的颜色和强度同波特兰地方出产的石材相似，因而取名为“波特兰水泥”。亚斯普丁因此在 1824 年获得了这项专利。“水泥”这个名称便由此传用下来。

水泥具有水硬性，粉状水泥与水混合后，跟水发生作用，生成水泥浆，在起初的一小时内，水泥的颗粒被一层胶质所包裹着。这一层胶质由硅酸钙与水形成，这个过程称为水合作用。正是因为胶层的联结，水泥颗粒才形成一个较弱的键合网，水泥在 4 小时之后才能达到彻底的硬化，这时就有许多的纤维从胶层中“生长”出来。它们最终生成极细且密的纤维，好像豪猪或海胆的刺那样，从水泥的每一颗粒向外伸展。这些“刺”是水泥和水相互作用的产物，它是由内空的细管组成。随着纤维的变长，这些“刺”也逐渐联结在一起，进而增大了水泥的强度。

普通水泥在起初的数日或数周内，初步发生硬化。但它的强度在数日或数年的漫长时间里，仍然继续增加。事实上，水合作用过程一般不会完结。就是说，并不是全部水泥都跟水发生作用。若干年后，仍可在坚硬的水泥中发现许多未反应的水泥，这是极为普遍的现象。如果将硬化了的水泥重新磨碎，并将它与水混和，发现它会产生第二次硬化。

1861 年，法国工程师克瓦涅接受了一项建造拦水大坝的任务。这种跨度还须经得起压力和冲击力的大坝，只用水泥已经难以支撑。

克瓦涅一门心思要克服这一难题。他密切地注意着周围的一切。一天，他夫人为他烹制了一条美味可口的鱼，他边吃边思考着拦水大坝的事情。他对一条剥了鱼肉的鱼的骨骼产生了

兴趣。突然一个奇特的想法在头脑中闪过：能不能摹仿动物体给水泥加骨头。于是他用钢筋按一定要求扎好，将水泥和砂石进行水拌和之后，灌入模板的钢筋周围并捣实。产品经过多次试验，确定是一种既耐重压又耐拉伸的经久耐用的优质建筑材料。克瓦涅把这种混合物风趣地称为“混凝土”。就这样，一座以混凝土为主要建筑材料的拦河大堤横卧在大河上，成为建筑史上的一座不朽丰碑。“混凝土”的问世，可以说是建筑史上的一场革命。它使现代建筑摆脱了砖木石的基本结构模式。

20 世纪二十年代，美国政府为了卖弄实力，于 1929 年 10 月决定建筑一座 102 层高的“帝国大厦”，具有科学预见的建筑师们大胆地采用“混凝土”结构。一年零八个月之后，帝国大厦完工。远远看去，俨然像一根电线杆子直插云霄。住在大厦四周的许多人惊慌害怕：如果这摩天大楼被风吹倒，或者自身摇摆而折断怎么办？1945 年 7 月 28 日早晨，住在大厦附近的人更是乱作一团。当时正值大雾天气，一架 B-25 型轰炸机迷失了方向，撞在大厦第 79 层上，随着一声巨响，很多人以为大厦倒塌下来，争先恐后向外跑。然后，这次撞击的结果是：飞机碎了，大厦并没有倒，只是第 79 层的一道边梁和一楼板被撞坏。钢筋水泥建筑物从此更是威震天下。

之后，各种建筑物的造型可以通过浇注方法完成，它的形态各异，不仅有“火柴盒式”、转顶式，而且还有扇贝式，抛物线形等等，街道两旁的宾馆、商厦、写字楼等等高低错落，使各大都市展现出前所未有的雄姿。

混凝土，成了当代世界各城市大厦所必须的基石。

钢铁的冶炼

在全部的金属材料中，钢铁是人类最早使用的金属之一。早在三千年以前，人类已经会开采铁矿，并且创造了炼铁的方法。我国也是早期发明炼铁的国家之一。

远古人民炼铁用的原料是铁矿石，因它的颜色是红棕色的，远古人民把它叫做红棕色的石头。远古人民虽然不明白炼铁的化学原理，但他们知道炼铁需要很高的温度。那时炼铁用的燃料是木材和木炭，直到汉代才开始用煤。

当时炼铁用的炉子十分简单，炉身通常是用石头和粘土砌成的，呈圆筒形，在炉旁有一个风箱。起初是用人或马来拉动风箱的，到了汉代发明了水排，才利用水力来鼓风，以提高炉内的燃烧温度。

在炼铁时，把铁矿石和木炭一层间一层地从炉子上面加进去。生火后，用风箱把空气压送到炉子里去，木炭就旺盛地燃烧起来，产生很高的温度。这时铁矿石熔化，三氧化二铁被木炭燃烧时产生的一氧化碳还原，还原出来的铁在 $1200^{\circ}\text{C} \sim 1300$ 的高温下熔化成铁水，从炉腰间的一个小孔流出，这样就炼出了生铁。我们的祖先在当时已经掌握了完全符合现代科学原理的炼铁技术。

钢铁是一个巨大的集团，其应用之广、产量之大，都无愧于金属世界的冠军。各种机器、农具、汽车、火车、坦克以及很多日常生活用品的制造，都离不开钢铁。

钢铁是钢与铁的总称，事实上，铁矿石在高炉中经过冶炼

得到的生铁，在炼钢炉中经过进一步冶炼，才得到钢。

在炼铁厂里，有个高达 100 多米，容积达 4000 多立方米的庞然大物就是显赫有名的炼铁高炉。它的外形好像一个大圆筒，中间大，两头稍小。炉身的表面包着钢壳，里面砌有耐火砖。高炉每昼夜要吞进上千吨的铁矿石、焦炭和石灰石等原料。这么多的原料，要举到几十层楼高的高炉炉顶上放进炉内，可不是一件容易事。不过，在现代化的炼铁厂里，装料操作完全是机械化和自动化的。从矿山来的一列列火车。运载着铁矿石和石灰石；从炼焦厂来的运焦车，运着一罐罐的焦炭，它们由自动给料器送入料车，载满原料的料车，由输送路线跑到炉顶。料车到达顶点后自动地下料，将原料送入炉内。接着，空车再沿轨道跑下来，而且当高炉缺料时，料车就会主动跑上来送料。

炼铁原料装进高炉以后，慢慢地接连不断地由上向下移动。炉身内径渐渐向下扩大是为了方便炉料向下移动，使它们容易跟上升的气体接触。炉子下部的焦炭碰到了鼓入的热空气，就跟空气里的氧气化合，生成二氧化碳。二氧化碳气体上升，被炽热的焦炭还原成一氧化碳。



生成的一氧化碳再向上升，碰到铁矿石的时候就跟三氧化二铁起还原反应：



在炼铁过程中除了铁被还原出以外，锰、硅、磷等元素也分别从它们的氧化物里还原出来。在高炉内径最大的部分，还原出来的铁开始跟碳、锰、硅、磷、硫等元素熔合在一起。所

以，由高炉炼出来的不是纯铁，而是搀杂有 1.7% 以上的碳和少量锰、硅、磷、硫等杂质的铁碳合金，这种合金就是生铁。

加入石灰石是为了除去铁矿石中所含的最不容易熔化的脉石（主要成分是 SiO_2 ）。石灰石加热到 800 左右开始分解成氧化钙和二氧化碳：



生成的二氧化碳随气流上升，氧化钙跟脉石里的二氧化硅反应生成熔化状态的硅酸钙炉渣。



这样就把难熔的脉石熔化成炉渣而易于除去了，所以我们把石灰石叫做熔剂。

熔化的生铁和炉渣生成后，炉料的体积逐渐减小，高炉下部的内径也逐渐随着减小。相隔一定时间，出铁口和出渣口交替打开出渣出铁。当出铁口一打开，其景象特别壮观，瞬间只见红热的铁水飞奔流出，闪着太阳般的光辉，溅起灿烂的铁花。铁就这样在烈火中出世了。

从高炉中炼出了生铁，不直接使用，大多数还要送去炼钢。这主要是因为生铁的性能不好，不能满足多方面的需要。生铁硬并且脆，耐磨性虽好，但韧性很差，不易加工、铸造，不易焊接，生铁的用途通常只限于制造机床床身、外壳、底座及火炉、锅等，连小小的指甲刀也不能用生铁来制造。钢没有生铁的缺点，它具有优良的韧性、塑性和焊接性，可以锻打、压延、抽丝，易于进行机械加工，钢的用途特别广泛。

生铁与钢的主要成分都是铁，但性能有明显不同。这主要是因为生铁中含碳量较高，并含有一部分不适量的硅、锰、硫、磷等杂质造成的。一般把含碳量高于 2% 的叫生铁，含碳

量在 0.03% ~ 2% 的叫钢，含碳量低于 0.03% 的就是热铁。

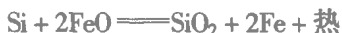
由生铁炼成钢主要就是减低含碳量并把硅、锰、硫、磷的含量调到合适的范围。工人师傅常把这个过程简单地概括为：降碳、调硅锰、去硫磷。当然，降碳不会是无限制地降，去硫磷也达不到完全清除的地步。

从炼钢的化学原理来看，跟炼铁的过程正好相反。炼铁是把氧化铁还原为铁的过程；炼钢则是把生铁中的杂质氧化而除去的过程。那么炼钢时用什么作氧化剂呢？现在采用的氧气顶吹转炉炼钢法，用的是纯氧气。

在炼钢过程中，生铁中各元素的氧化都是直接或间接跟氧作用，但是它们不是同时被氧化的。谁先和氧作用，谁后和氧作用，主要取决于它们跟氧结合的能力。铁元素跟氧结合的能力尽管较低，但是铁水里铁的含量远远大于其他元素，因此吹炼时部分铁先被氧化成氧化亚铁，同时放出大量的热。



硅和锰也不甘落后，接着他们从 FeO 中掠夺氧而被氧化。



硅和锰在钢水中非常活跃，它们也会跑去直接跟氧化合。



生成的 SiO_2 和 MnO 跟生石灰（ CaO ）结合而进入炉渣。



当硅和锰的氧化将要结束时，反应放出大量的热使炉温迅速上升。当炉中钢水的平均温度超过 1500 时，碳大大地活跃起来，这时它跟氧结合的能力高出了硅、锰与氧的结合能力，因而碳被快速氧化。



处于活跃状态的碳在钢水中跑来跑去，它也跑去直接跟氧化合。



生成的一氧化碳气体随炉气飘出。一氧化碳上升时对钢水起搅拌作用，使钢水剧烈地沸腾，这样就能使反应加快。因此除去生铁中的部分碳是炼钢中的一个特别重要的环节。

降了碳，调整了硅、锰的含量，下面就是除去硫和磷了。为什么要除掉硫和磷呢？因为硫和磷是两种有害的杂质元素。硫会使钢产生“热脆性”，即钢在热加工时产生断裂现象。磷的危害则相反，它使钢产生“冷脆性”。磷的“冷脆性”曾是世界上几起疑案的“主犯”。

1938年3月14日，比利时的哈塞尔特城被围困在寒冷的气温中，温度低达零下15度。凛冽的寒风吹到人的脸上如针扎一般疼痛，只有阿尔伯运河的水在欢快地、永不停息地奔流着，不时地弹奏出那轻柔悠扬的乐曲。横跨在运河上的阿尔伯钢桥，显得分外壮丽、雄伟，就像是哈塞尔特忠实的卫士，突然，从桥下传来了震耳欲聋的金属断裂声，紧接着是桥身剧烈抖动，桥面出现了裂缝。人们惊恐万状，人和车辆争先向桥的两侧奔走……，在不到几分钟的时间内，钢桥裂成了几段，坠入河中。

时隔十六年，也就是1954年寒冬腊月的一天，爱尔兰海面上寒风刺骨，英国的一艘32000吨级油轮——“世界协和号”乘风破浪地航行在宽广的海面上。忽然，有个水手气喘吁吁地向船长报告：“船长先生，快去看吧，油轮的中间出现了裂缝！”话音未落，一阵刺耳的巨响击破长空，油轮立刻一分为二，许多水手纷纷跳进大海。就这样，油轮上的人还没有来

得及用无线电发出救援信号，就和油轮一起葬身于汹涌澎湃的大海。

到底谁是这两起重事故的肇事者呢？科学家经过深入的研究后宣布：罪魁祸首是钢铁中的磷！如果钢铁中磷的含量过大，遇冷就会变脆。这两起恶性故事的发生，就是由于钢铁受冻而造成的。所以，在炼钢时要加入造渣剂氧化钙，目的是为了除掉铁水中所含磷、硫两种元素。

在铁水中硫以 FeS 的形式存在，它跟生石灰作用，生成硫化钙而进入炉渣：



去磷的总化学方程式是：



生成的磷酸钙也进入炉渣。

炼钢生成的炉渣比钢水轻，它浮在钢水表面上，能够跟钢水分开。

氧化和造渣过程完成后，还有未反应的氧化亚铁存在，最后还要加入脱氧剂，以除掉氧化亚铁，并同时调整硅、锰的含量。若生产某种合金钢时，在最后阶段还要加入适量的某种金属，经化验钢样合格时，即可出钢。

炼钢的方法有多种。有平炉炼钢，电炉炼钢法等。氧气顶吹转炉炼钢法，是 50 年代建立并发展起来的新方法。这种方法用纯氧吹炼而不用空气，炉温高、反应快，一炉钢的吹炼时间只用十几分钟，因此，这种方法发展很快。有的国家氧化顶吹转炉炼钢的产量，达到了总产量的 90% 以上。

一块了不起的铁矿石经过了高炉的冶炼，除去了杂质，成为无比坚硬的钢铁，是工农业生产、日常生活中具有最广泛用途的金属材料，这是多么伟大的功绩啊！

稀土材料

陶瓷，是我国古代劳动人民的重大发明之一，它的产生、发展和广泛应用的历史，形成了中国绚丽的文化。在外国，不仅是陶瓷名称成了“中国”的代名词“China”，细制的陶瓷制品，从古到今也往往都是珍品收藏家们日夜期盼的宝贝。

几千年的陶瓷文化发展到现在，各式各样的陶瓷工艺品异彩纷呈，惹人心动；品种繁多的陶瓷家用器具也以其质优价廉、美观大方吸引着八方顾客，也经常成为我国陶瓷生产厂家出口创汇的“拳头”产品，中国陶瓷马桶便是其中的特别平凡的一个例子。然而，八十年代中期，中国陶瓷马桶的出口交易中一件极为平凡的小事，却轰动了一代极具历史责任感的中国化学专家。

事情是这样的：西方某小国本来是我国陶瓷产品的小消费国，一般每年只从我国引进一定数量的各种陶器瓷器。然而它突然决定大量引进中国陶瓷马桶，并愿以略高的价格作为代价。一些有识之士在这件并不起眼的事情中，敏锐的目光竟看出了几点不同寻常之处：该国感兴趣的不是“陶都”、“瓷都”或其他著名厂家的知名产品，而对我国一家不起眼的内地陶瓷厂的产品情有独钟，真有种“求贤若渴”的滋味了；再有就是进口量明显大于该国市场的最大需求量，那么，这些中国陶瓷马桶到底去了什么秘密的地方呢？难道有什么特殊的地方以致于该国不惜高价大量“抢购”？

答案就是这耐人寻味的中国陶瓷马桶！

谜底很快被这些有着深邃观察力的专家们揭开了，很简单，但更耐人寻味：这个地方生产陶瓷马桶的原料中含有少量稀土金属，那是我国现在工艺水平难以提取因而“忽略不计”的极低含量；然而，进口国却把这批本应如厕的马桶“请”进了工厂，提取了稀土，转而销售稀土材料的成品，包高价出口给我国！这是难以预料的，专家们在感叹外国人骨子里的那种精明的同时，却也不禁痛心疾首：

身为稀土蕴藏量最大的国家，我们为何还进口本属于我们自己的稀土金属材料？

“土”家族的存在，其实人类早在 200 年前便已经认识到了。早在 1794 年，芬兰化学家加多林（J. Gadolin）在瑞典首府斯德哥尔摩附近的小镇伊特比上，他发现了一种从未见过的奇特的金属矿石，便称之为“钇”土，从而揭开了人类认识稀土金属元素的艰辛历程的序幕。

普通的金属矿石，经过冶炼之后，往往都可以得到纯净的金属，即“单胞胎”。然而稀“土”家族的众多弟兄，却由于性相近、息相通，常常结伙生长于同一种矿石中，一胞多胎，其数目之众，让人咋舌更让分析化学家们苦笑不得。就是加多林发现的钇土，被公布为只有“钇”这个“独生子”后经历了 40 年，于 1842 年经过瑞典化学家莫桑德尔（C. Mosander）仔细分析，发现它原来是“三胞胎”，“钇”土的两个孪生兄弟“铒”土和“铽”土竟然被“粗心”的加多林忽略了。然而，又过了 35 年后，1878 年，瑞士化学家马利纳克（Marignac）竟又从“钇”土中发现它的又一个孪生兄弟：镱土。可是两年后，瑞典化学家尼尔逊（L. Nilson）对“镱土”经过仔细分析发现这“一个”孪生兄弟“镱”竟是孪生兄弟“镱”和“钬”

的合体！而且，在经过千百次的重结晶，分离，以及离子交换、光谱法等分离方式后，化学家们竟又从中分离出来“钽”和“铌”！

何等难缠的稀土兄弟！不过，虽然它们是如此般的相亲相爱且不愿分离，在化学家们不停而又艰辛的努力下，小兄弟们终于一个接一个地降临到世间。法国化学家布瓦博法朗对氧化钽经过上千次重结晶，才除掉了杂质，获得一种新的稀土元素镱，它的法语意思即为“难以取得”。1905年，又是法国化学家乌尔宾（Urban）又从氧化镱中分离得到“镱”，至此为止，人类经过110年辛勤劳动，从本以为是“单胞胎”的钽土中竟分离得到了钽、铌、钪、镱、钽、铌、镱、钽等一共9个孪生的兄弟！

稀“土”家族的其余8个兄弟的降生，同样也是有相似的艰辛而又极具戏剧性的过程。1803年，法国化学家克拉普罗特（Klaproth）等发现了铈土。36年后，莫桑德尔于1839年竟又从铈的硝酸盐加热分解的过程中分离奥秘新的一个成员：镨，希腊文是“隐藏”的意思。1878年，化学家德拉方坦从铈钇矿中提取出新的元素化合物，他认为其中含有一种意为“使人迷惑”的元素，第二年，布瓦博法朗揭开秘密，从铈钇矿中分离出新的稀土氧化物，他命名为“钷”；然而“钷”的稀土成份却被更多的化学家们因认为这是不纯净的元素而拒绝认可，直到它的兄弟钆从中降生后两个兄弟才共同被世人接受。以后人们又分离获得了钆、钇、镱等元素，其中镱、钆性质如此类似，直到1885年才由化学家威尔斯巴赫（Welsbach）给它们鉴定了身份，镱“绿色双生子之意”，钆“新的双生子”之意。就是这些几代科学家付出的艰苦卓绝的努力，一次次地溶解、浓缩、结晶、分离。一次次从失败中孕育出成功，

而一次次成功中的小失误又为新的发现提供极具参考价值的线索。终于“稀土”家族降生了它的 17 个孪生弟兄：

钪 (Sc)、钇 (Y)、镧 (La)、铈 (Ce)、镨 (Pr)、钕 (Nd)、钷 (Pm)、钐 (Sm)、铕 (Eu)、钆 (Gd)、铽 (Tb)、镝 (Dy)、钬 (Ho)、铒 (Er)、铥 (Tm)、镱 (Yb)、镥 (Lu)。其中后 15 个兄弟们在元素周期表里聚集为一家：镧系。

“稀土”元素家族的 17 位兄弟，在约 110 种元素的大家庭中位置独特，但其实力确实称得上雄厚。而且，稀土并不是稀少之土，也不是鲜为人知的土。实际上，稀土不稀，世界上稀土含量比熟悉的铅、锌还多，大大超过金、铂等，其储量可被人类开采 500 年以上，远较铁（100 年），镍 30 年，铜（40 年）长。稀土发现的历史也相当长，200 年了，倾注了人类多少心血！

然而，它现在还被认为“新兴”材料，为什么？

从稀土元素的发现过程中，我们就会发现，这些难以辨认的孪生弟兄们在为人类所区别时，最大的困难就是怎样把它们分离出来。如今到了稀土材料的应用时期，尤其是特种稀土材料的应用，为了充分发挥各个稀土元素的特色性能，稀土矿的分离提纯仍然是等待解决的难题。每一种纯度更大的稀土元素的纯净物，总是千呼万唤始出来，犹抱琵琶半遮面。

稀土元素的分离方法，历史上曾经有过分级结晶法，即把粗制产品再溶解、浓缩、结晶、溶解、浓缩……一次次重复操作，一直达到一定的纯度。这种方法工作量大，且不连续，产品在操作过程中损失也很多。后来又有过离子交换法。更值得重视的是溶剂萃取法，因为它不仅已取代了前两个方法成为当今主流，分离纯度达到了 99.99% 以上，分离效率高，可以连续操作而适合工业化生产的需要；更主要的，我国北京大学化

学与分子工程学院徐光宪院士等专家在经历了几十年的辛勤研究中创立了串级萃取理论，不但使我国稀土元素实现了工业化生产，取得了良好的经济效益和社会效益，还成为国际上遥遥领先的稀土金属分离方法，非常值得我们为之骄傲！

萃取体系是由水相和与水不相溶的有机相组成，有待于分离纯化的稀土金属一般以可溶盐的方式存在，按一定的比例分别处在水相与有机相中。为了达到分离某一（几）种目标元素的目的，往往采取特定结构的萃取剂，它既差不多完全分布于有机相中，又对目标元素离子有极大的亲和力，从而把大量原本属于水相的目标元素离子“拉拢”进有机相，再经过分离水相与有机相，目标元素离子便大量地“富集”到有机相中，而水相中目标元素浓度大大降低了，为了达到一定的纯度，把几个萃取体系串联起来。有机相中的目标元素离子便一次较一次纯净，从而取得了预定的分离目的。液态的水相有机相可在生产器具中流动，从而工厂里便可以不断操作了。从中也可看出，新颖高效的萃取剂的选取，是提高萃取分离效果的关键所在。

当然，稀土的分离工艺其实是极为复杂的，每一个环节都包含着深奥的道理，而现在世界上对这些基础理论的研究并不是那么深入和完善。各国与我国的提纯工艺上尚存在一定差距，那些含低稀土的中国马桶被外国人充分利用，这件事将永远鼓舞着我国稀土专家们发奋努力，时刻想着赶超国际先进水平。

维生素，是人体内的一种特殊的化学物质。它们在体内含量特别少，然而却扮演着极为重要更是必不可少的角色。人体只需有少量的各种维生素，健康就得到了保证；但老人体内缺少了某一种维生素，或者人的饮食生活中长期缺欠某种维生

素，那么种种怪异的病便如魔鬼缠身，挥之不去。由此可见，维他命，的确是维持人类生命所必需的营养成分了。

稀土元素，就被专家们称作“工农业的维生素”，它们果真是那么神奇？对于工农业它们真的是必需的生命成分？

农业，它几千年的发展壮大时时滋润着中华民族的五千年华夏文明。华夏大地上生长着茂盛农作物的各种土壤里，是不是都含有某些稀土元素目前尚未可知，但这个“未知”也许会被人用来否定稀土元素的奇特功效，说它们并非是必要的土地营养成分了。不过，通过人们有目的的使用试验，稀土元素对农作物的神奇的“维他命”效用已毫无疑问地显现了出来，并且成果喜人，含有几万甚至几百万分之一的极小浓度的稀土添加剂的肥料，能使小麦等粮食作物平均增产 7% 以上 增加了稀土营养的西瓜，不仅个个又大又圆，瓜香迷人，打开之后尝一口，你会发现与众不同的甘甜可口；橡胶树吸收了少量的稀土营养成分以后，能够“挤”出更多更好的“奶”；棉花施用了稀土微肥，可以托出更多更大的“云朵”……还有，增加了稀土营养成分的饲料，牛可以增长 9.4% 的鲜牛肉，猪、羊更肥壮，马儿更俊美……稀土肥料、稀土饲料和更多的稀土药物的应用及推广，对个人或许并不那么必要，但它们对粮食肉蛋的增产优质作用，它们对人类健康的护理，对整个人类的生存和发展来说，用量少且功效奇大，称其为“农业维生素”，形象而又确切！

在幽静的夜幕下，我们在宽敞而明亮的教室里认真地学习着。偶尔抬起头，映入眼帘的是头顶上 60 瓦的日光灯，放射出柔和的光辉，带给我们的是无限的光明。不过你也许注意这并不太大的教室安装了整整齐齐的好几排日光灯，加起来竟有一、二十支！为什么宽敞的大礼堂里的荧光灯就又少又明亮

呢？原来，“光明”的秘密在于灯管内的荧光粉。一般的日光灯管里，用的是掺含有锰和铈的卤磷酸钙荧光粉，这样的灯比钨丝白炽灯泡要亮 4~5 倍，20 瓦的日光灯便相当于 80 到 100 瓦的白炽灯泡的亮度。而精制的荧光灯里，用的荧光粉含有微量特殊的稀土元素，又亮又节能。现在，大多用发射蓝光的掺铕的多铝酸盐，发射绿光的掺铽的多铝酸盐、发射红光的掺铕的氧化钇制成稀土三基色灯，这类荧光灯可节约用电达 80%，一只 12 瓦的稀土荧光灯便可取代一只 60 瓦的日光灯，真是荧光材料里的小力士搬倒大巨人了。我国能源缺乏，节电效果这么好的荧光材料很有开发利用价值，怪不得稀土又在荧光灯世界里倍受宠爱了。可能你还不知道，家里彩电的五彩斑斓的颜色，也是稀土荧光粉在扮演“花脸”呢！还有，激光光源与激光玻璃里也有稀土家族兄弟中的身影呢！

除了作为发光材料的激光材料的新生力量外，稀土材料还有其他多方面的重要用途。含有微量稀土催化剂的汽车尾气净化剂，活性高，效果好，汽车尾气中的氧化氮（ NO 、 NO_2 等）、一氧化碳（ CO ）消失得殆尽。稀土光学玻璃使照相机的镜头更透明更均匀，照片中的人物也就更清晰、生动和逼真。另外，钢铁工业中需要稀土作为必需的添加剂，石油化工产品需要稀土作催化剂，玻璃与陶瓷中用稀土染色后更加美观吸引人，材料工业中，发光材料、永磁材料、磁光材料、储氢材料、磁制冷材料、磁致伸缩材料要以稀土为“主角”，激光材料、超导材料、光导纤维、燃料电池等也都离不了稀土，这一切的一切，都源于稀土家族弟兄们的奇特功能。

超 导

到底超导是什么？我们可以先从金属的电阻来说起。

懂得一些初步物理学知识的人都明白，世界上有一种物质内部有可以自由移动的电荷，在有外电场作用时，这些自由电子会沿着一定的方向流动，因此就形成了电流，这些物质因为能让电流通过，所以被称为导体。日常生活中最常见的导体是金属，如电线中的铜和铝、灯泡中的钨丝和电炉中的合金电炉丝等都是金属。一般来说，在金属内部，原子按一定的顺序整齐地排列，我们把这种按一定顺序排列的原子整体称为点阵。在金属中，距原子核较远的一些电子很容易摆脱原子的约束，成为能够在点阵中自由运动的电子，而那些失去了一些电子的原子只能在它们各自的位置上作微小的振动。在外力（即外电场）的作用下，这些自由电子定向运动形成了传导电流，但是，它们在定向运动时，会常和那些在点阵上不断作热振动的原子互相碰撞，使运动受到阻碍。另外，金属的点阵中可能会有些原子排错了位置而形成“缺陷”，金属中的某些杂质也会损坏点阵的完整，这些有“缺陷”的点阵对电子的运动也形成阻碍，这几种对电子运动的阻碍，我们叫做电阻。在一般情况下，就连像银和铜那样导电性能良好的导体，也有电阻的存在。由于有电阻，所以电流在经过金属时，会把一些能量转交给点阵的热振动，从而造成热损耗。

后来人们发现，许多金属、合金、化合物以至于某些有机

化合物，在一定低的温度下，会突然进入到一种特别的状态：它们的电阻突然变成零，这种状态就称为超导态。而具有这种特性的物质，就称它为超导体。

超导体一般要在特别低的温度下才达到超导态，超导体在刚刚开始进入超导态的温度叫作临界温度，记作 T_c 。由于它很低，所以用我们平常的摄氏温标来表示很不方便了。在物理学中，还经常用到一种绝对温标，它的单位为开尔文，简称为 K 。绝对温标 $T (K)$ 和摄氏温度 $t (^\circ C)$ 的换算关系为 $t = T - 273.15$ 。平常谈到低温和超导时，主要用绝对温标。

然而，“约束”超导现象的原因不仅仅是温度，即使在低于临界温度的情况下，如果进入超导体的电流及周围磁场的强度高于某种临界时，就会损坏超导状态，而成为一般的常电导状态。该极限值被分别称为临界电流密度（或临界电流）和临界磁场。

上述各值互有紧密关系。例如，在勉强到达临界温度时，其临界电流密度和临界磁场都很小，超导现象随时被破坏。另外，在同一临界温度较高的物质中，其临界磁场也较大。

在地球表面的自然界中，最冷的地方可以说是南极洲了，据记载，在南极洲最冷时曾经达到过摄氏零下 88.3 度的低温，但大大满足不了超导体对低温的刻薄需求。但是，物理学家们却可通过把气体液化，达到比这低得多的温度。到 1908 年，曾一直被称为“永久气体”的氦气也终被荷兰物理学家卡末林·昂内斯液化。利用液氦，人们也首次达到了当时地球上的最低温度：大约 $4.2K$ 左右，甚至还要再低些，这与绝对零度已经很靠近了。

卡末林·昂内斯并不满足。他把目光放在了对低温物理学的钻研上。 1911 年时，卡末林·昂内斯和他的学生一起，选择

了那时最容易提纯的水银为实验材料，在液氢的温度下进行仔细的研究。当温度下降到 4.2K 左右时，水银的电阻竟然奇怪地消失了！这可是谁也没有预料到的现象。这也是人们第一次发现超导现象。此后，超导物理学这门新兴的科学问世了。

不过，由于那三个刻薄的临界条件人们在起初的很长一段时间内都不能把这一巨大发现广泛应用到实际中来。

1987 年 2 月 25 日，我国国内各大报刊都以大字标题登出了头条新闻：“我国超导研究取得重大突破！”新闻中提到中国科学院物理研究所近日取得起始转变温度在绝对温度 100 度以上的高临界温度超导体。“这项研究成果居于国际领先地位。”之后，报纸、电视、广播中纷纷传来世界各国科学家和中国科学家在超导研究中取得重大进展的消息，一时间，如一阵旋风一样，超导热席卷了整个世界。

其实，对超导的研究是一个循序渐进的过程。最先发现的最高临界温度的超导体，是 1941 年时德国科学家艾舍曼等人发现的氮化铌，临界温度是 15K 。到 1973 年，在一种叫 A-15 结构的物质中，泰斯塔迪等科学家取得了 23.2K 的临界温度。直到 1986 年这个记录都没被打破。但科学家们并没因此而灰心，而是继续努力地探索着，并且又提出了许多新的理论设想。例如，在 1963 年，美国物理学家利特尔提出，除了电子和点阵相互作用的机制之外，在另一种电子和激子相互作用的机制中，也可能会有很高临界温度的超导体。后来，人们又在理论上继续发展了利特尔的想法，提出了各种结构的激子超导体设想。虽然这种新的超导机制最终还没得到实验的确证，但它的提出却激发了人们对有机超导体的研究。尽管有机超导体的临界温度目前还不很高，但它的确是一个很有前途的新的研究目标。

探索高临界温度超导体的道路是漫长、曲折、艰巨的。但直到 1987 年，2 月 15 日美国国家基金会宣布，朱经武等物理学家发现了临界温度为 98K 的超导体，但没有公布材料成分。时隔不久，2 月 24 日，中国科学院召开了中外记者新闻发布会，郑重公布，物理研究所的赵忠贤、陈立泉等 13 位中国科学家取得了液氮温区的超导体，转变温度达 100K 以上，材料成份是钡—钇—铜—氧。这时，人们终于圆了液氮温区超导体的梦想，完成了科学史上的一次巨大突破。中国科学家的研究工作也随之跨进了世界先进行列。

从 1973 年 23.2K 最高临界温度记录，一跃而至液氮温区，转瞬间梦想成为了现实，人们终于可以脱离液氮制冷的种种不便了。由于氮气在地球上十分丰富，液氮的制备也相当容易，所以这一次腾飞的意义非同小可。超导临界温度的这一大幅度提高，可以说是 20 世纪科学历史中最重要的事件之一。

直到现在，研究得最细致的液氮温区超导体仍然是钡—钇—铜—氧体系。大量实验证明，这一体系的结构和超导电性对氧含量和氧有序都特别敏感。钡钇铜氧的制备工艺十分简单，它可以在空气中或氧气流中用高温（约 950℃）陶瓷烧结的办法获得。

以上讲了很多关于超导材料的发现和研究，可超导材料到底具有什么样的性能而使人们对它情有独钟，在日常生活中它又有什么作用呢？

我们已经知道，超导材料的最明显的性质是它们在超导状态时，材料内部的电阻为零，电流通过它时不会发热。这样，准许通过的电流达到几万安培/毫米²。假如用超导体做成线圈，通过电流，让它产生磁场，就可以得到超导磁体，由于电阻为零，所以超导磁体所产生的磁场很强，用它做成的超导电

机励磁线圈，能使单机容量大为提高，并大大减低电阻耗损。同时，由于可以省去一般电机需要的制冷设备，可使超导电机重量大大减低。

由于国民经济的发展，货运、客运均大幅度增长。但是，古老的火车速度较慢，而飞机载量十分有限，因此，客观上迫切需要发展一种时速能达到数百公里的铁路系统。我们都明白，火车是凭车轮转动时与地面的磨擦力推动车厢前进的，而火车受到的阻力则主要是空气的粘滞作用，这种粘滞作用随车速的增大而增大，当车速达到一定量值的时候，空气的粘滞阻力将大于推动火车前进的摩擦力，因此车速的进一步增大将受到约束。解决问题的方法是：机车的非接触支撑；机车的非粘着前进。近代超导技术的发展，刚好为解决这个问题提供了可能。超导磁悬浮方法可将列车在轨道上悬浮起来，利用超导体直线同步电机可以非粘着地推动列车快速前进。磁悬浮列车能无机械接触地由电磁推力稳定地升起和导向。它升起的高度离轨道通常大于 10 厘米。在静止或低速前进时，仍由列车的车轮系统支撑。它的升举力、导向力和推进力都凭超导直线电机产生。在轨道上安装了一系列电机的相绕组，这些相绕组从电力系统取得能量，并与列车上的超导磁体互相作用，推动列车前进。目前，日本在这方面的研究居于领先地位，在 7 公里距离的载人试验中，磁悬浮列车的时速已达到 500 公里，这与中等飞机的速度相同，且无噪音、无污染、无振动，其载重量更是普通客车所无法比拟的。目前，日本、美国、德国、英国等已制成了多种磁悬浮列车。除此以外，利用超导磁体还能制成电磁推进船等。在今后的交通工具中，超导体必将大显身手。

橡 胶

世界上荣获“弹性之王”称号的物质是什么？是橡胶。

橡胶可以拉伸到原来长度的七到八倍，外力一消失，它又迅速地恢复到原来的状态。橡胶不仅具有优异的弹性，还具有绝缘性、耐腐蚀性、不透气性、抗磨损性等宝贵性能，因此它成了现代化建设必不可少的材料。

美洲最古老的居民——印第安人是最早认识橡胶的。1493年，航海家哥伦布第二次航行到美洲的海地岛。他见到岛上印第安人的儿童，一面哼着歌曲，一面合着节奏欢乐地把一个黑色的球抛来抛去，这球落到地面后，竟然会弹跳到几乎和原来一样的高度。哥伦布十分惊讶，仔细地向印第安人打听，才知道世界上有一种弹性非常好的物质叫作——橡胶。

橡胶是一种含有橡胶的树皮里流出来的白色树汁。印第安人把它叫做“卡乌巧乌”——意思是“树的泪水”。用树汁晒干后而成的橡胶，叫生橡胶。它生来怕热，稍一受热，就会变得像湿面团似的，又软又粘。天气一冷，它又变得像玻璃一样，又硬又脆，这就会使这种生橡胶没有什么实用价值。这些问题一直到1844年美国古德意发明了橡胶硫化技术后才得到了彻底解决。

古德意是美国的发明家。1834年古德意对橡胶产生了兴趣。他不辞艰难困苦，开始了大量艰苦的探索性试验。古德意从焦炭炼钢的技术中受到启迪。他想：如果在生胶里加入少量

的其他物质，是否能可以改变橡胶的性能呢？他在生胶中加入过多种其他物质，却屡遭失败，以致弄得贫困不堪，但他没有灰心。

1839 年的一天，古德意把一块硫磺加到热的橡胶中，出乎意料立即发生了剧烈的反应，同时放出大量有刺激性的气体，他不得不停止试验。古德意认为他的这一次试验又失败了，便将那些表面已烧焦的橡胶全部倒进了垃圾箱。回到实验室后，偶然在实验炉边发现全部一小块已烧焦的橡胶，便随手捡起来捏了捏，他发现这块受热的橡胶并不发粘，冷却后也不失其柔性。他想，难道硫磺可以改变生胶的特性吗？他意识到自己刚才的疏忽。于是，他马上跑出实验室，从垃圾箱里把那些烧焦橡胶一块块拾回来，继续研究。后来，他反复地研究这橡胶与硫磺化合的最佳配方，反应时间、加热温度、催化剂及其他因素。终究是功夫不负有心人，古德意终于发明了橡胶硫化技术。1844 年，他荣获了硫化橡胶的专利。

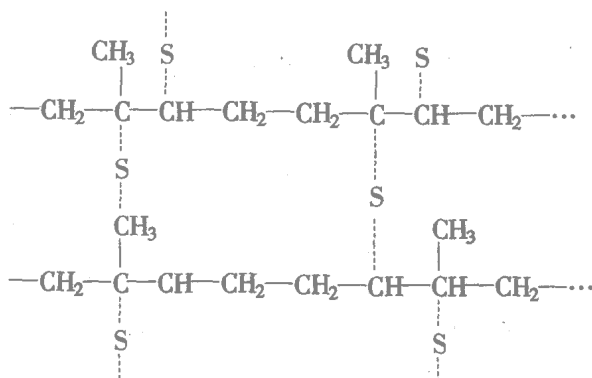
古德意的一生醉心于橡胶的研究，有些人开玩笑说：“你要是在路上碰到一个人的帽子、背心、裤子到鞋子都是用橡胶做的，并带着一个空空荡荡的橡胶钱包，那人准是古德意。”

为什么生橡胶进行硫化处理以后，它的性能会有那么大的改善呢？

原来，在生橡胶中，有许多分子量和很大的橡胶分子，它们的分子量是几十万至几百万。橡胶分子里的碳原子是一个连着一个，仿佛一条长长的碳原子链条一样，长度是直径的五万倍。可以这样设想：一根长度为直径五万倍的线，放在那里，必然会卷曲而且纠缠在一起。当它受到外力作用时，就会伸长；外力去掉以后，它又恢复原状，这也就是橡胶富有弹性的原因吧。

但是，生橡胶的“线型结构”有很大的缺点。一受热，橡胶分子的运动加剧，各自散开活动，橡胶就会发粘变软；旦遇冷，分子运动就会呆滞，相互挤成一团，橡胶就会发硬发脆。当在生橡胶中渗入硫磺粉并且加热后，硫在橡胶分子之间搭起了“硫桥”。这种使橡胶线型分子交联成网状结构的过程叫硫化。

通过“硫化”处理，使原来散乱的结构，变得具有一定的形状，强度得到提高了。受热遇冷，不粘不硬，变得更富有弹性。从此，默默无闻的橡胶走进了现代文明的世界。

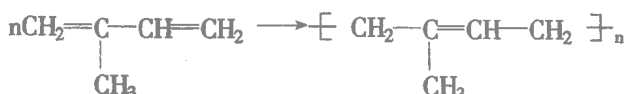


在日常生活中，你随处可以看到用橡胶制成的物品：汽车与飞机的轮胎、机器传动带、潜水衣、雨鞋、电线绝缘外套等等，真是不计其数。橡胶用途广，用量也非常大。造一辆卡车需生胶 250 公斤，造一架喷气式战斗机需要生胶 600 公斤，造一艘轮船需要生胶几十吨……

人们为了得到橡胶，大力开辟橡胶园，然而，一亩地只可种 25~33 株橡胶树，种植六年之后开始产胶，可连续产胶二十五年。每年每亩可获生胶约 50 公斤。可是，这些胶还不够制造一辆卡车用。橡胶树还不能四海为家，因为它只生长在热

带。人们经过上百年的努力，使全球天然橡胶的年产量上升到三百万吨，可还是满足不了实际需要。

在本世纪初，人们开始探索天然橡胶的秘密。化学家将橡胶放在烧瓶里，进行“分解”发现橡胶是由许许多多的异戊二烯“手拉手”互相结合而成的：



它是一种线型的高分子化合物，链间没有交联，具有弹性，分子量在 8 万到 30 万之间。

接着科学家就开始制造合成橡胶的工作。

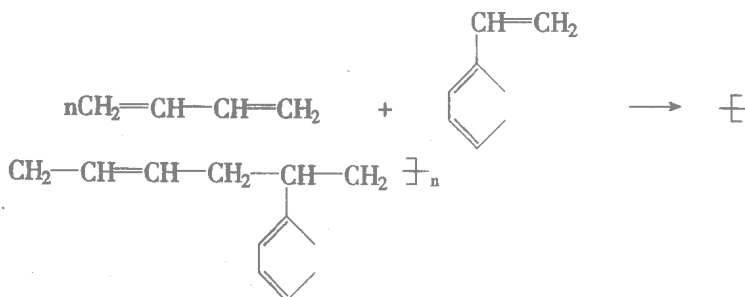
1926 年，苏联化学家列别捷夫发明了用酒精廉价制造丁二烯的方法，并且用丁二烯合成了丁钠橡胶：



丁二烯

至此，合成橡胶工业出现了前所未有的发展势头，各国都建立了合成橡胶工业，陆续发明了几十种合成橡胶：

丁苯橡胶



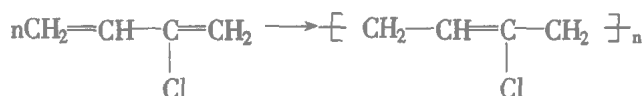
丁二烯

苯乙烯

丁苯橡胶在高温下可抗老化、耐水性、耐腐蚀，气密性也

较好；但弹性、粘着性和抗拉裂性不如天然橡胶。一般地它与天然橡胶混合使用，主要用于电绝缘材料、制造汽车轮胎等。

氯丁橡胶



氯丁橡胶具有着优良的耐油性，石油工业中大量使用氯丁橡胶制品制胶管、垫圈等；它还具有耐化学腐蚀性，所以，化工厂常用橡胶来作各种管道。

合成橡胶的原料可以从石油得到源源不断的供应，从此更是突飞猛进。合成橡胶的年产量已从无到有，年产量如今已达到 600 多万吨，远远超出了天然橡胶的产量。

合成橡胶生产发展特别快，性能各有千秋，可胜任某些天然橡胶所不能担当的工作。

尼 龙

“尼龙”又名“卡普隆”、“锦纶”，化学名称是聚酰胺纤维，大家对尼龙并不陌生，在平时生活中尼龙制品比比皆是，但是它的历史却鲜为人知。尼龙是世界上第一个研制出的一种合成纤维。

1926 年美国最大的化学工业公司是杜邦公司的董事斯蒂恩，他出于对基础科学研究的兴趣，建议该公司开展有关发现新的科学事实的基础研究。1927 年该公司决定每年支付 25 万美元作为研究费用，并且开始聘请化学研究人员，到 1928 年杜邦公司在特拉华州威尔明顿的总部所在地成立了基础化学研究所，卡罗瑟斯博士受聘担任该所有机化学部的负责人，他才 32 岁时。

卡罗瑟斯出生在美国洛瓦的伯灵顿。他的父亲在得梅因商学院任教，后来担任了本院的副院长。受他父亲的影响卡罗瑟斯 18 岁进入本院学习会计，他对这一专业并不感兴趣，倒是非常喜欢化学等自然科学，所以，一年以后转入一所规模较小的学院学习化学。1920 年获得理学学士学位。1921 年在伊利诺斯大学取得了硕士学位，后来在南达柯地大学任教，讲授分析化学和物理化学。1923 年他又回到伊利诺斯大学攻读有机化学专业的哲学博士学位。在导师罗杰·亚当斯教授的指导下，完成了关于铂黑催化氢化的论文，初步露出了他的才华，获得博士学位后随即留校工作。1926 年他到哈佛大学教授有机化

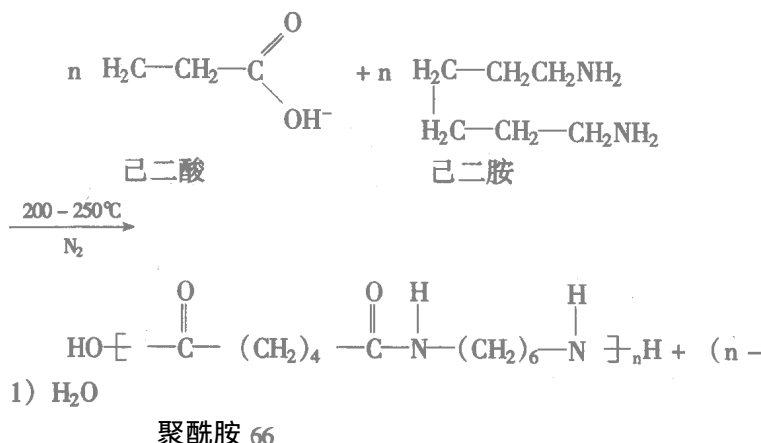
学。由于卡罗瑟斯的性格内向，所以他认为搞科学研究更能发挥自己的聪明才智，于是 1928 年的他受聘来到了杜邦公司。

卡罗瑟斯来到杜邦公司的时候，正值国际上对德国有机化学家斯陶丁格提出的高分子理论展开了十分激烈的争论，卡罗瑟斯赞扬并支持斯陶丁格的观点，于是，决心通过实验来证实这一理论的正确性，因此他把对高分子的探索作为有机化学部的主要研究方向。一开始卡罗瑟斯选择了二元醇与二元羧酸的反应，想通过这一众所周知的反应来了解有机分子的结构以及其性质间的关系。在进行缩聚反应的实验中，得到了分子量大约为 5000 的聚酯分子。为了进一步提高聚合度，卡罗瑟斯改进了高真空蒸馏器并且严格控制反应物的配比，使反应进行得很完全，在不到两年的时间里使聚合物的分子量达到 10000 ~ 20000。

1930 年卡罗瑟斯用乙二醇 ($\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$) 和 癸二酸 [$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_8-\text{COOH}$] 缩合制取聚酯，在实验中卡罗瑟斯的同事希尔在从反应器中取出熔融的聚酯时出现了一种十分有趣的现象：这种熔融的聚合物就像制棉花糖那样抽出丝来，而且这种纤维状的细丝即使冷却后还能继续拉伸，拉伸长度可达到原来的几倍，经过冷拉伸后纤维的强度与弹性大大增加。这种从没有过的现象使他们感觉到这种特性可能具有重大的实用价值，有可能用熔融的聚合物来纺制纤维。他们随后又对一系列的聚酯化合物进行了深入的研究。由于当时所研究的聚酯都是脂肪酸与脂肪醇的聚合物，具有易水解、熔点低、易溶解在有机溶剂中等缺点，因此卡罗瑟斯得出了聚酯不适宜制取合成纤维的错误结论，最终放弃了对聚酯的研究。卡罗瑟斯的这一错误结论使聚酯纤维失去了“合成纤维祖先”的桂冠。就在卡罗瑟斯放弃这一研究以后，英国的温费尔德在汲取

这些研究成果的基础上，改用芳香族羧酸（对苯二甲酸）和二元醇进行缩聚反应，1940 年合成了聚酯纤维——涤纶。卡罗瑟斯最为遗憾的就是这件事。

为了合成出高熔点、高性能的聚合物，卡罗瑟斯与他的同事们将注意力转到二元胺和二元羧酸的缩聚反应上，几年的时间里卡罗瑟斯与他的同事们从二元胺和二元酸的不同聚合反应中制备出了多种聚酰胺，然而这些聚合物的性能不太理想。1935 年初卡罗瑟斯决定用戊二胺 $[H_2N(CH_2)_5NH_2]$ 和癸二酸 $[HOOC-(CH_2)_8-COOH]$ 合成聚酰胺（即聚酰胺 510）。实验结果表明，这种聚酰胺拉制的纤维强度与弹性都超过了蚕丝，而且不容易吸水，很难溶解，不足之处是熔点相对较低，所用原料价格十分高，还不适于商品生产。紧接着卡罗瑟斯又选择了己二胺和己二酸进行缩聚反应，最终在 1935 年 2 月 28 日合成出聚酰胺 66。



这种聚合物不溶于平常常见剂，具有 263 的高熔点，由于在结构和性质上更加接近天然丝，拉制的纤维具有丝的外观

与光泽，其耐磨性和强度超过了当时任何一种纤维，而且原料价格也比较适宜，于是，杜邦公司决定进行商品性生产开发。

要将实验室的成果变成商品，一是要解决原料的工业来源；二是要进行熔体纺丝过程中的计量、输送、卷烧等生产技术及设备的开发。生产聚酰胺 66 需要的原料——己二酸和己二胺当时仅供用实验室作试剂用，必须开发生产大批量、价格适宜的己二胺和己二酸。杜邦公司选择了来源丰富的苯酚进行开发实验，到 1936 年在西弗吉尼亚的一家属化工厂采用新催化技术，用廉价的苯酚大批生产出己二酸，随后又发明了用己二酸生产己二胺的新工艺。杜邦公司首创了熔体纺丝新技术，将聚酰胺 66 加热融化，经过滤后再摄入泵中，通过关键部件（喷头）喷成细丝，喷出的丝经空气冷却后牵伸、定型。1938 年 7 月完成试验，第一次生产出聚酰胺纤维。同年同月用聚酰胺 66 作牙刷毛的牙刷开始投入市场。10 月 27 日杜邦公司正式宣布世界上第一种合成纤维诞生了，并且将聚酰胺 66 这种合成纤维命名为尼龙 (nylon)。

杜邦公司从高聚物的基础上研究开始历时长达 11 年，耗费 2200 万美元，有 230 名专家参加了有关工作，终于在 1939 年底实现了工业化生产。

尼龙的合成奠定了合成纤维工业的基础，尼龙的出现使纺织产品的面貌焕然一新。用这种纤维组成的尼龙丝袜不但透明又比真丝袜耐穿，1939 年 10 月 24 日杜邦公司在总部所在地公开销售尼龙丝长袜时十分轰动，被视为稀奇之物争相抢购，混乱的局面迫使治安机关出动警察来维持秩序。从前曾用“像蛛丝一样细；像绢丝一样美”，像钢丝一样强的词句来赞美这种纤维。到 1940 年 5 月尼龙纤维织品的销售遍布美国各地。由于尼龙的特性与广泛的用途，尼龙的产量在最初 10 年间增长

了 25 倍 ,到 1964 年占合成纤维的一半以上 ,至今聚酰胺纤维的产量保持在 10^9 千克数量级上 ,虽然聚酯纤维产量比聚酰胺纤维多 ,但仍是三大合成纤维之一。

尼龙的合成是高分子化学发展的一个重要的里程碑。在杜邦公司开展这项研究以前 ,国际上对高分子链状结构理论的激烈争论主要是缺少实验事实的支持。卡罗瑟斯的研究表明 ,聚合物是一种真正的大分子 ,可以通过已知道的有机反应获得 ,参加缩聚反应的每个分子都含有两个或两个以上的活性基团 ,这些基团通过共价键相互连接 ,而不是靠一种不确定的力将小分子简单聚集到一起 ,从而揭示了缩聚反应的规律。卡罗瑟斯通过对聚合反应的研究把高分子化合物大体上分为两类 :一类是由缩聚反应得到的缩合高分子 ;另一类是由加聚反应得到的加成高分子。尼龙的合成有力地证明了高分子的存在 ,使人们对斯陶丁格的理论深信不疑 ,从此高分子化学才真正建立起来。

“人造羊毛”

“羊毛出在羊身上”这是众所周知的一句俗话。可是，在科学技术迅速发展的今天，羊毛已经不是全部出在羊身上。不出在羊身上的“羊毛”，又叫合成羊毛，化学名字为聚丙烯腈（俗称腈纶）。

羊毛由多种蛋白质组成，其中主要的一种叫做“角蛋白”，这种角蛋白营养丰富，是某些小虫非常爱吃的食物，所以羊毛衣、羊毛毯很容易受到小虫的蛀蚀。但是因为羊毛的纤维具有柔软、保暖性好、容易卷曲、分量轻、能复制等优点，所以仍很受人们的喜爱。不过，从一头羊身上一年只能剪下几公斤到十几公斤的羊毛；畜养一头羊，又要付出非常大的劳力，因而，羊毛的产量不能不受到一定条件的限制，价格也难以降低。

能不能用化学的方法，制造出一种类似羊毛一样的“羊毛”呢？人们从粘胶纤维的成功中获得了某种启发。于是，科学家的目光又投入了人工合成纤维的领域之中。

1920年，德国的斯陶丁格教授很成功地剖析了天然纤维的结构，并且指出：“在一定条件下，小分子可以聚合成纤维。”当时尽管他的观点在化学界还没有正式认可，但是他的研究作为合成纤维时代的到来奠定了基础，所以他获得了诺贝尔奖章。

这里先向大家介绍你们很熟悉，也是很喜欢的合成纤维品

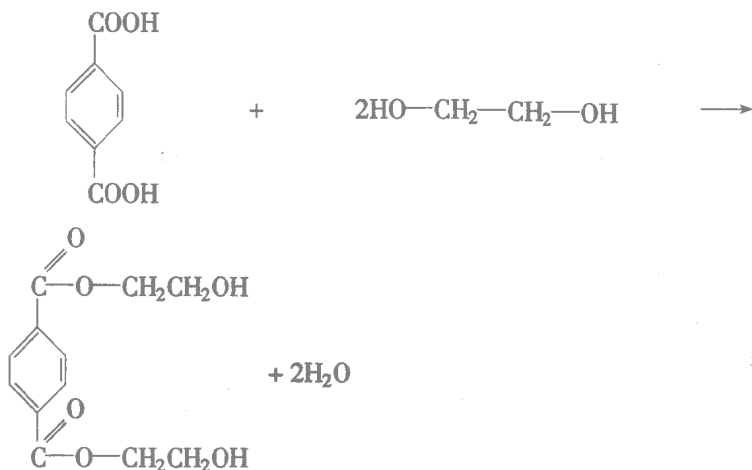
种——聚酯纤维。

1930 年美国杜邦公司研究人员卡罗瑟斯利用乙二醇与癸二酸缩合制得了聚酯，但因为它的性质与卡罗瑟斯设想的合成纤维相距甚远，便没有引起重视，重起炉灶，他放弃了对聚酯的研究。十年以后，英国的温费尔德吸取卡罗瑟斯的经验与教训，决定改用芳香族羧酸（对苯二甲酸）与二元醇进行缩聚反应，结果大获成功。1940 年聚酯纤维在英国的实验室诞生了。又经过了十年，在 1950 年聚酯纤维进入了大规模的工业生产。如今人们所穿的挺括“的确凉”衣服便是用它做的。它的学名叫做聚对苯二甲酸乙醇酯，其原料是从煤、石油中得到的。合

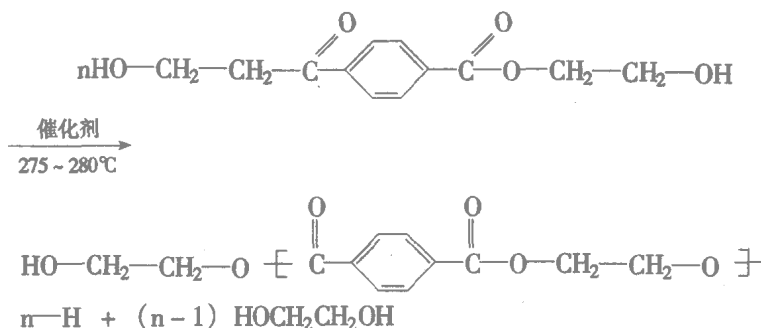
成对苯二甲酸 $\text{COOH}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ 和乙二醇 $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \end{array}$

其路线为：

第一步酯化：



第二步缩聚：

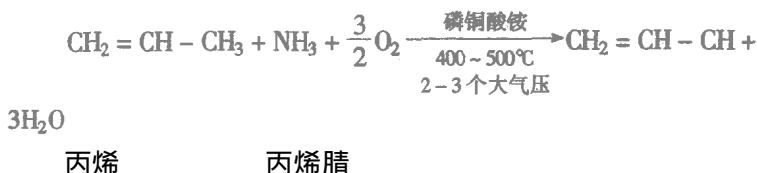


由于涤纶纤维分子结构的主链上有着僵硬的苯环结构

($\left[\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O}) \right]_n$), 分子中官能团排列得比较规整、紧密、结晶度比较高, 不容易变形, 受力变形后容易恢复形变, 有刚性, 所以抗皱性好, 外形挺括。由于分子排列紧密, 水分子难于进入涤纶纤维分子内部, 所以纤维在水中不膨胀、不缩水。纤维表面较光滑, 而且容易洗涤, 吸湿性低, 因此易干。因为涤纶有这些优点, 所以涤纶纤维是发展最快、产量最大的一种合成纤维。

1950 年是合成纤维大丰收的一年, 在这一年, 人们还研究出了在工业上制造腈纶的工艺, 腈纶学名叫做聚丙烯腈, 其原料是丙烯腈 ($\text{CH}_2 = \text{CHCN}$), 丙烯腈可以由电石制造, 也可以用石油裂解和炼油废气中的丙烯来制造。

丙烯经过氨、氧化后, 便成了丙烯腈:



丙烯腈通过聚合变成聚丙烯腈



丙烯腈

聚丙烯腈

其中特点是绝热性能优良，耐日晒雨淋能力强，蓬松性好，有毛型感，用它制成的毛线和毛毯摸上去与真羊毛的感觉几乎一样。这就是人们从 1893 年就开始寻找的“人造羊毛”！这样一来，合成羊毛的来源就极其丰富了，价格也便宜了。四十多年来，腈纶的生产迅速发展，到今天，腈纶的年产量世界上已达到 1000 万吨左右，相当于 10 亿只羊的产毛量。

当“羊毛出在羊身上”已成了历史遗言时，在本世纪六十年代，人们又在工厂里合成了一种新的纤维，它白如雪、轻如云、柔如绒、暖如棉，吸水性和手感与棉花相似，所以有“合成棉花”之称。你可能万万想不到的是，这种“合成棉花”它是由化学家们像魔术师变戏法一样用石头作原料“变”来的呢？

这种石头变来的纤维叫做“维尼纶”，它的化学名称是聚乙烯醇缩甲醛纤维。

首先，化学家把一种叫石灰石的石头在炉子里煅烧：



石灰石 生石灰 二氧化碳

石灰石烧后变成了生石灰，把生石灰和焦炭掺合在电炉中加热到高温，则变为碳化钙：



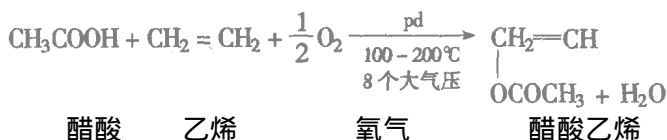
生石灰 焦炭 电石 一氧化碳

把电石与水反应变成乙炔：

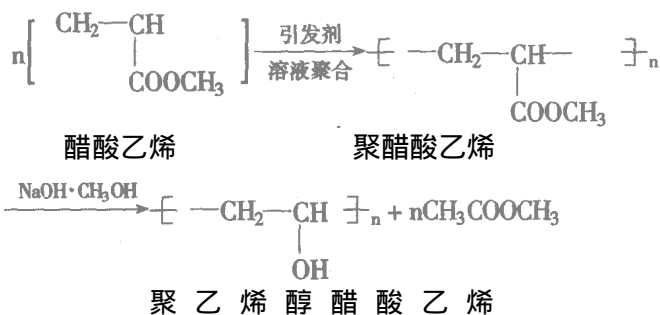


电石 水 乙炔 熟石灰

乙炔和醋酸经过一系列的反应之后变成了醋酸乙烯：



醋酸乙烯聚合和醇解后得到聚乙烯醇：



通常将聚乙烯醇溶于热水并在硫酸钠溶液中凝固纺丝，然后与甲醛缩合就得到了聚乙烯醇缩甲醛。

在此之后，新的合成纤维品种层出不穷：芳纶、丙纶、氯纶……合成纤维的使用装扮了人间，同时也从民用扩展到工程技术、军事领域，因而为我们展现了它那强大的生命力。

纳米材料

对于人类应用为生产和生活材料的许多固体物质，我们的认识首先是从宏观现象开始的。最先观测到的是物质的硬度，强度等力学性质，于是便有了竹材、木材以及金属材料在机械方面的应用；随着科技的发展，人类所掌握电磁现象、化学反应现象的基本理论了，物质的电导、磁性等新的属性为人类所认识，于是便投入更多的新材料应用，电气化时代，信息时代之门也随之为人类开放。现代的材料科学，已经深入到分子、原子的层次，用原子结构，晶体结构和化学键理论来阐明各种物质的物理属性与微观结构之间的关系，从而新一代的功能材料也随之诞生。不过，近年的研究发现，在物质的宏观固体（大于 $1\mu\text{m}$ 微米即大于 10^{-6}m ）与微观原子分子（小于 $1\text{\AA}$ 即小于 10^{-10}m ）之间，还存在着一些介观的层次，如介观（ $100\text{nm} \sim 1\mu\text{m}$ 即 $10^{-7} \sim 10^{-6}\text{m}$ ）、纳米（ $1\text{nm} \sim 100\text{nm}$ 即 $10^{-9}\text{m} \sim 10^{-7}\text{m}$ ）、团簇（ $1\text{\AA} \sim 1\text{nm}$ 即 $10^{-10}\text{m} \sim 10^{-9}\text{m}$ ）等；这些层次对材料的物理性质起着决定性的作用。特别引人注目的是，微观体系只包含单个或几个分子，属量子化学的研究范畴，宏观体系包含无限的原子与分子群体，体现出的是化学统计热力学性质；惟有以纳米为代表的几种介观体系层次，物质的尺寸既不太大也不太小，它所包含的原子分子数既不太多又不太少，粒子的运动速度既不太快又不太慢，这些由有限分子组装起来的集合

体，决定着物质的性质，它所体现出来的物理性质和宏观的材料截然不同，具有奇特的光学、磁学、电学、力学、热学和化学性质：

一般的铁块已经难以压断 可纳米铁的抗断裂能力比它还强 12 倍！就算你能折断手腕粗的普通铁棒，你也难以折断一根拇指粗的纳米铁条；

一般金块要 1063 才溶化，普通银块要 960.8 才熔化，而纳米金在 330 就化为液体，纳米银在 100℃ 就再也保持不住它的棱角；

纳米 TiO_2 在 200 就可以转变为高温的盒红石结构！纳米 Si_3N_4 的强压电效应是普通材料的 4 倍！

.....

这一系列诱人的性质，令这些材料化学家们欣喜异常：在纳米尺寸范围内对物质进行研究与应用的纳米科技，不正是使人类认识与改造物质的手段直接延伸到原子了么？直接对原子或分子进行加工让它们听从摆布，不是可以将它们组装成具有特定功能的结构的特殊材料吗？

在沸石分子筛的硅铝酸盐晶体里，有不计其数的微形孔穴，其尺寸便是纳米级的。如果利用某种途径将具有某种特殊电、光、磁性质的化学物质沉积在这些小笼子里，那便会形成了纳米级的超级微米晶体，且将具有更为特殊的物理性能。利用这种微孔晶体和纳米技术，科学家们已经制得了纳米结构的多孔硅。在室温下，以一定的光线照射这种多孔硅，它便会像月亮那样放射出夺目的光辉，整个晶体显得晶莹剔透，光彩照人。这一发现引起了国际上轰动，因为纳米半导体技术与硅基发光技术便在这基础上很快地发展了起来。此外，科学家们还制成了光敏化的纳米结构 TiO_2 膜，可以用于制备光电电池，

把光能转化为电能的效率高达 10% ~ 12% , 从而晶体硅被硅太阳能电池取代了, 取得了突破性的高效益。

在催化体系中, 催化剂若有更大的活性表面积, 则和反应体系中分子的接触点就越多, 所以催化效率就越高。因此, 制备更细颗粒的催化剂或制备孔隙更多的催化剂一直是解决催化效率问题的重点。利用表面活性剂的分子有序组合体所形成的微型乳粒 科学家们制得了 3 ~ 5nm 的超细纳米级铂 (Pt)、钯 (Pd)、铱 (Ir)、铑 (Rh) 等金属微粒, 从而使它们用作催化剂时有效活化面积大大增加, 获得极高的催化活性, 将在石油化工等许多产业中大显身手。

当然, 最为诱人的莫过于直接对物质的原子或分子进行“操作”了。用一种神奇的机器来“搬动”一个个原子, 我们人类的想象力可以充分发挥, 来写世界上最小的字, 画世界上最小的画。这不真是太奇妙了吗? 想一想, 几个原子就可以排列成一个笔划甚至是一个字, 那该是多小多小的字啊! 还有, 把不同的原子有次序地排列在一起, 就是一幅层次分明的图画, 甚至还是立体的呢! 再想一想, 像纳米尺寸这么小的字和画, 在哪怕只是 1cm^2 这么小的面积上可以“书写”多少内容啊, 那我们若把这种材料作成电脑的存储器, 那不是一种超高密度的新型存储材料么? 这种存储材料只怕会比普通的磁盘高上万倍甚至上百万倍, 纳米科技的发展, 特别是纳米材料, 在这一点上可以说明把物质内部潜在的丰富的结构性能充分地发掘出来了; 这正如我们这个世纪的三四十年代里, 核裂变材料与核技术的发展和运用, 把物质中潜在的能量成百万倍地开发了出来那样, 这将是材料科学的又一大飞跃!

可是, 这种能直接“搬动”原子或分子, 让它们俯首听命于我们的指挥的仪器我们上哪里去找呢? 在这里, 我们可以回

到本文开头的量子隧道效应理论上。根据这个理论，科学家们在经过艰难困苦的辛勤探索后，1982 年，国际商业机器公司苏黎世实验室的两位杰出的科学家葛·宾尼博士和海·罗雷尔博士共同研制成功了世界上第一台新型的表面分析仪器——扫描隧道显微镜（简称 STM），利用它的帮助，人们可以得到原子级的尺寸分辨率，平行与垂直于表面方向的分辨率分别可达 0.1nm 和 0.01nm 单个的原子将被正确无误地分辨出来并实时地得到在实空间的表面的三维图像。将扫描隧道显微镜应用到纳米科技研究中，在计算机计算、编程和控制下，在高真空的扫描隧道显微镜里面，可以操纵电子束使单晶硅等物质表面的原子受到激发而移动，因此可以“搬动”原子进行重新排列，这便是新颖的电子刻蚀技术。

利用电子刻蚀技术，“中国”这两个世界上最小的汉字已经被刻蚀了出来：每个字的尺寸仅有 0.1nm，笔划的宽度只是几个硅原子，深度是 3Å，这么小的字，放大一千万倍，才像我们手写的“中国”两个字那么大！难怪日本 NEC 公司的计划中写道：如果在 21 世纪初能把纳米材料制成的电脑存储器实用化，那么，400 万页报纸刊载的内容，将可以轻松地存放在一张邮票那么大表面积的存储器里！作为纳米科技里的弄潮儿刘教授，在报告的过程中，给听众们展示了他亲自“书写”的世界上最小的“Grent Wau’，等精采绝伦的投影片，引起了满堂听众的极大兴趣。

纳米材料，以其特有的微观特性，在电子、催化、光纤、仿生以及超导等许多方面都显示了强大的应用潜力。正是由于对物质的原子或分子尺寸的结构与性能关系的了解，物质内部潜在的丰富的结构特性才有可能被更加彻底地发掘；我们有充分理由相信，随着关于纳米科技的基础理论研究的突破性进

展，各种纳米材料的神奇妙用将不再是梦想。在新的世纪里纳米材料将迅速从实验室里走出来，深入到生活的方方面面实实在在地为人类服务。

粘合剂

1647年的一天，阳光明媚，马德堡的市民兴致勃勃地涌向广场。广场中间，放着一对直径为 20 英寸的特制的空心青铜半球。这两个半球的边缘都经过精心加工的，彼此接合在一起密不透气。在两个半球的上部还有一个铸好的环，其中一个半球上还有一个带活塞开关的出气孔。这就是马德堡半球。在半球旁边，这场科学实验的演习者，马德堡市市长、德国物理实验大师格里凯正在仔细地工作着。只见格里凯慢条斯理地请助手们把这两个半球合拢起来成一铜球。然后抽掉其中的空气，又把几匹马套在球的两边环上，指挥马夫挥动鞭子，让马竭尽全力向两边拉。但是，这种努力都是徒然的。两个半球似乎有什么巨大的魔力压在一起，不会分开。这是大家熟知的著名的马德堡半球实验。

一个多世纪后的一天，在我国辽宁省的辽阳市又出现了类似的场面，1973 年 10 月，在辽阳市中心广场只见八匹高头大马，分站两行，各自套上马鞍，从相反的方向拉着洗脸盆大小的两块钢板，这两块钢板是用胶水一类的东西粘合在一起的。站在高处的一个外国人手臂一挥，赶马人挥动鞭子，噼哩啪啦抽在马背上，它们竭尽全力，就像拔河一样，拼命地拉呀，拉呀，围观的人也阵阵喝采……由于两边马的拉力几乎相等，所以那两块钢板便停留在中间。渐渐地喝采声平息了，一匹匹大马也都精疲力竭了，那两块钢板仍旧牢牢地粘合在一起。

原来，这是法国专家现场表演的粘合剂粘结强度的实验。辽宁省辽阳市的辽阳化工厂，有一些设备是从法国引进的，法国派出专家和工程技术人员前来承包安装设备工作。奇怪的是，专家们无论在地上还是在墙上固定设备，从来不用螺栓，而是用一种像胶水似的“粘合剂”。当时，由于我们对这一类先进技术不太清楚，有人私底下议论：“这样粘得牢吗？万一倒下来怎么办？……”，法国专家知道了这种担心后，于是便进行了这次别开生面的类似“马德堡半球实验”的八马对拉表演。

现在我们明白，粘合剂是一种能够把各种材料紧密地粘合在一起的化学物质。“粘合剂”又被称作“粘结剂”、“胶粘剂”简称为“胶水”。借助粘合剂来进行连接的技术就是粘接技术。

典型的粘合剂，它在形成连接接头前的某个阶段，一般应该是液体，这样才能轻易地把它涂刷在被粘接零件表面上。在一定的条件下（温度、压力、时间等），它能凝固成坚硬的固体，同时，将被粘接的材料紧密结合成一个整体。

能满足这些条件的物质很多，大自然里就有。至于人工合成的品种就不计其数了。

粘合剂这个家族近几年来非常兴旺发达，不断有新的成员问世。这个家族里，老前辈们都是在大自然里生长的，例如松香、树胶，还有用动物的骨、皮熬制的牛皮胶、黄鱼胶等等。这些我们总称为天然高分子粘合剂。由于这些材料来源较少，常常受天然资源的限制，性能又不完整，所以目前已渐渐被合成高分子粘合剂所淘汰，合成高分子粘合剂的品种很多，主要有合成树脂两类和合成橡胶类型，前者如环氧树脂、酚醛树脂、脲醛树脂等，后者如丁腈橡胶、氯丁橡胶等。有趣的是，

这两大类家族之间还很喜欢攀亲结眷，因此又出现了树脂——橡胶混合型的粘合剂。

不论是天然的高分子粘合剂，还是合成的高分子粘合剂，都称为有机粘合剂。因为它是在整个粘合剂大家族里最重要和最常用的种类，所以平常就简称为“粘合剂”，既然有“有机粘合剂”，肯定还有“无机粘合剂”。不错，无机粘合剂与有机粘合剂炯然不同，属另外一上族系。它们都是由无机物组成的，例如磷酸盐、硅酸盐等。由于分子组成及分子的结构不同，这类胶的性能与前者有很大差异，它们尤其能耐高温，比较硬、脆。

每一种合成粘合剂，除了橡胶、树脂这样一些主要组分以外，还有好多别的组分。因为仅仅依靠环氧树脂或丁腈橡胶，是不能把东西粘牢的。这些其他组分我们通常称为“粘合剂的辅助材料。”

“辅助材料”，就像舞台上的配角。但千万不能小看它们，没有配角，如何能演成一台戏呢！辅助材料对粘合剂的性能影响太大了。

我们不妨举一个粘合剂的配方，看看在配方里面，主要组分和辅助材料之间到底有些什么关系。

环氧树脂	100 份
间苯二甲胺	18 份
邻苯二甲酸二丁酯	15 份
氧化铝粉	25 份
丙酮	适量

从这个配方来看，其中分量最多的是环氧树脂。它是这个配方的主要组分，通常叫做基料。基料是构成粘合剂中最主要的，而且也是必不可少的组分。因为要依靠它才能使粘合剂获

得良好的粘附作用。它的性质和用量，对粘合剂的性能和工艺都有决定性的影响。

用这个配方调制好的粘合剂，是粘稠的液体。如果你把它涂到两个胶接面上，再紧接地贴合在一起，第二天再看它时，胶层已经坚硬了。两个物体也已紧紧地粘住了。是什么东西把液态的环氧树脂变成坚硬的固体了呢？这个功劳要归功于第二个组分——间苯二甲胺了。这一组分我们称它为固化剂，或硬化剂。

从分子结构来看，加入固化剂之前的环氧树脂，是由许多结构一样的重要单位一个一个以化学键连接起来而组合无数根长长的分子链。这就是线型结构。它在一般情况下是蜷曲着的，每根长分子链之间没有联系，线型的高分子能够熔化，在合适的溶剂里也能溶解。在环氧树脂基料中添加固化剂以后，由于固化剂的作用，这些分子链和分子链之间架起了“桥”——互相交联在一起，成了具有三维空间的体型结构。到此时它就变成既不熔化也不溶解的脆硬固体了。这个过程通常就叫固化。

现在再来看看配方中的第三个组分——邻苯二甲酸二丁酯。把它加到粘合剂中来可以使胶层变得比较柔韧。具有这种性能的组分，叫做增塑型。

氧化铝粉在这个配方中扮演填料的角色。它在粘合剂内不起任何化学作用，单单是为了改善某些性能而已。氧化铝粉的加入，能够提高胶层的强度。很多金属粉末或者它们的氧化物以及一些矿物质都可以作填料使用。

配方中的最后一个组成——丙酮，是作为稀释剂应用的，加入了它能够降低粘度，便于施工。

从上面的这个配方中可以看出，尽管配方中有五个组分，

但各有各的用处。它们各自发挥自己的作用，共同完成胶接的任务。

粘合剂具有很多优良性能，如粘接强度大，耐水、耐热、耐腐蚀、密封性好、重量轻，因此它的用途也很广泛。

在航天工业中，每制造一架喷气式飞机至少应用 360 千克粘合剂，粘结面积占总结合面积的 60% 以上，可节省 20 万个铆钉。胶结制件，表面光滑平整，压力分布均匀，还可减轻重量。人造地球卫星和宇宙飞船中热屏蔽使用的烧蚀材料就是用酚醛——环氧粘合剂来粘结的。

在交通运输方面，轮船的甲板和木料粘合，塑料和橡胶制品与钢板粘结，汽车刹车片等大部分零件的粘结也都使用粘合剂。英国的工程师通过粘结钢板加固一座桥，竟使其负载能力由原来的 110 吨提高到 500 吨。

在医疗方面，牙科大夫用医用粘合剂修补牙齿，外科大夫用胶粘结血管、肌肉组织，用氯基丙烯酸酯粘合伤口，10 秒钟内即可粘牢，即不需要打麻药，又可免除病人缝合时的痛苦。

在机械制造工业中，不管是各种刀具、量具、夹具和模具的粘结，还是密封补漏、设备维修和废次品的修复，都要用到无机粘合剂。在电子工业、建筑业乃至日常生活中，粘结剂的应用都十分广泛，举不胜举。

新型复合材料

所谓复合材料是将两种或两种以上，具有不同性质的材料，用某种工艺方法均匀地合成为一体而形成的一种新的材料。复合材料是现今实现材料性能设计的一个重要途径，通过材料的“复合”，可以使新的复合材料在性能上不仅具有开始材料各自的优点，而且在一些性能上会大大超出原有组成材料的性能，这将适应现今新技术革命对新材料所提出的更多更高的要求。

复合材料的应用，在人们生活中常见，如工程建设中钢筋混凝土结构材料，其中混凝土有保温、耐磨等性能，但承受不了弯曲、剪拉等负荷，而钢筋则具有良好的各种抗机械负荷的性能，“复合”后扬长避短，结合了两者的优点，从而得到广泛的应用。

新型复合材料一般是指近代各种高性能的复合材料，它是当今新一代的动力机械、航空和航天等高新科技中发挥突出贡献的新一代材料。一般以 40 年代开始出现的以玻璃纤维与树脂复合而成的所谓玻璃钢复合材料为立足点，经过四十多年的发展，新型复合材料在品种、性能和应用上均取得了可喜可贺的成就。

复合材料是由基体材料和增强剂材料两部分所组成。（1）基体材料主要有高分子聚合物、金属及陶瓷，而以高分子聚合物的应用最广泛。高分子聚合物包括有人工合成分子聚合物，

例如环氧树脂、聚酯、酚醛树脂、聚酰亚胺等；天然高分子聚合物，如沥青、天然橡胶、泥炭等，以人工合成高分子聚合物应用最广泛。(2) 增强剂材料主要有纤维增强剂和颗粒增强剂，以纤维增强剂应用最为广泛。纤维增强剂有玻璃纤维、碳纤维、硼纤维、氧化铝纤维、碳化硅纤维、芳纶纤维等。颗粒增强剂有二氧化钛、二氧化硅等。

现今复合材料的研究 主要是结构和功能两个方面 而以前者所取得的应用成果更为突出，下面将择要进行介绍。

一、树脂基体复合材料是复合材料中应用最早 也是当今应用最广泛的一类材料。

(一) 玻璃纤维复合材料。利用玻璃纤维作增强剂与合成树脂经一定制造工艺形成的玻璃纤维增强塑料（简称玻璃钢）是最早的纤维增强复合材料，它具有强度高、重量轻、耐腐蚀、成型简单、价格便宜等综合优异性能而闻名于世，因而被广泛应用，小至民用浴盆，大至船体结构，已是人人皆知的，用玻璃钢取代钢材将在今后汽车、造船、航空和军工工业中进一步获得发展，玻璃钢的制作可以因用途的不同，而选用不同的树脂基体，例如一般无特殊性能要求而量大面广的产品，像各种容器、船体等可采用聚脂为基体的玻璃钢，不仅价格比较便宜，且制作工艺更简单；有绝缘性能要求的玻璃钢制品可采用环氧树脂为基体；有耐高温要求的制品可采用酚醛树脂为基体的玻璃钢。

(二) 碳纤维复合材料 用碳纤维替换玻璃纤维作增强剂的树脂基复合材料被认为是第二代的纤维增强复合材料。它具有比玻璃纤维还轻的比重和更高的模量，是一种性能更佳的增强剂，用它和树脂形成的复合材料，其比重只有钢的 $1/4 \sim 1/3$ ，而强度则比钢要高出 $3 \sim 4$ 倍，较玻璃钢则高出 6 倍，它为

汽车、航空以及宇航等事业的发展开辟了良好前景。如今碳纤维树脂复合材料是汽车工业中寻找质量轻而强度高的材料，来代替钢材的一个方面，在保持汽车强度要求下，大幅度减轻汽车重量，可以节约大量的汽油，如美国已经在一部分汽车制造中使用纤维复合材料，其年节约汽油高达 10 亿加仑以上。碳纤维树脂合成材料在航空工业中已从不承力部位的应用进入承力部位的应用，如飞机尾翼、主翼、及其他承力部位的结构都能够应用这种材料，现今的波音 757 和 300、301、A310 等大型客机，均大批使用此种材料。大型民用航机的运输成本中有 60% 是燃料费用，因此减轻飞机重量以降低成本是飞机工业的一项主要任务。据计算，假如将飞机主体结构材料的 40% 改用此类材料，则相应可减少燃料的消耗费用达 30%。比起航空工业来说，宇航工业在材料方面使用质轻、高强的纤维树脂复合材料更具有特别的意义。目前碳纤维树脂复合材料已在人造卫星和航天飞机中加以应用，并将进一步发挥作用。

目前使用的碳纤维主要以聚丙烯腈为主，但聚丙烯腈碳纤维的原料价较高，降低碳纤维的成本是该项技术的一个重要方面。目前除了通过寻找更新纤维材料外，已经研究采用碳纤维与玻璃纤维、开普纶纤维合用的混杂纤维增强复合材料，具有良好的经济效应。

（三）芳纶纤维复合材料。芳纶纤维树脂复合材料是继碳纤维后新开发的第三代纤维复合材料，因为它比碳纤维价格便宜、容易制取，同时拥有高强度、低比重、耐热，耐腐蚀等优异性能，目前已开始应用于航空及宇航等工业。其与碳纤维混杂的复合材料已在波音 767 及波音 757 客机上使用，使飞机重量减轻 1 吨，与同机种波音 727 机相比，可减少燃料费用的 35%，仅年节约燃料费用就有百万美元之多。

二、金属基体复合材料，主要有纤维增强金属基复合的材料和颗粒增强金属基复合材料。

(一) 纤维增强金属基复合材料。纤维增强金属基复合材料其所用纤维增强剂主要有硼纤维、碳纤维、氧化铝纤维及金属丝等。其基本材料有铝、钢、钛、镍等及其合金。与非金属基复合材料相比较，其具有更好的特性，例如高的机械性能、高耐磨性、高耐腐蚀性、高导热等性能，如氧化铝和碳纤维为增强剂的铝基复合材料其比强度为普通铝合金的 2~3 倍，是用于汽车、航空、航天工业的理想材料。又如巴氏合金经纤维增强后，所形成的复合材料耐热性能大大提高，熔点由原来 228℃ 提高到 1000℃，耐磨性要比普通金属高出近百倍之多。

(二) 颗粒增强金属基复合材料。以金属微粒子或非金属粒子为增强剂的金属基复合材料，同样可以制取得新一代具有高性能的金属基复合材料。如由陶瓷粉末颗粒与金属基粉末烧结而成的金属陶瓷复合材料，兼有金属与陶瓷各自的优异性能，是一种既耐高温又韧而不脆的材料，如切削加工中已经应用的硬质合金刀具材料。一样可以用它来制作航天飞机和火箭的外壳构件和喷口等等。

金属基复合材料价格高、工艺相对复杂，目前还不能像非金属基复合材料那样大范围使用。但由于其性能可以担负更艰巨的任务，明显在新材料的发展领域中，仍不乏其重要的地位，可以预见随着金属基复合材料的大量出现，关于金属的概念将作出新的调整。

三、在陶瓷基体材料中加入各种增强剂如碳纤维、氮化硅、玻璃纤维、石墨纤维等，可以使陶瓷的脆性降低；韧性、抗疲劳和耐磨性等大大提高，这是既发挥陶瓷的优异性能又消除其固有缺点的一项重要措施。其主要用于耐高温、超硬性、

耐腐蚀等场合，譬如以氮化硅、碳化物纤维增强的高温陶瓷复合材料可代替耐热合金用于制作燃气轮机，其耐高温达 1400°C 用作耐热柴油机可节能 30%；用作切削加工刀具，其耐用度比硬质合金要高出 30 倍之多。因而它是当前具有发展意义的一种新型材料。

四、用途复合材料是一种利用两种或多种具有不同功能的材料，使之复合成一体，其所形成的新的功能具有原功能的相乘效应。如一种具有 $A \rightarrow B$ 转换功能的材料，与另一种具有 $B \rightarrow C$ 转换功能的材料相复合，其最终得到的复合材料，其功能是二者功能相乘的结果，就成为具有 $A \rightarrow C$ 转换功能的材料。如将一种具有压电转换功能的材料与另一种具有电光转换功能的材料相结合，从而获取所需要的压光功能的材料。

复合功能材料的上述特征，使人们对功能材料的开发和促使材料性能设计的思想进入一个新的领域，使人们有可能按照预想的材料性能与功能来制取相应的材料。这一成果现在已在国内外取得一定的进展，譬如利用合成高分子聚合物与石墨粉的复合材料，已用于石油输油管道的加热体，来达到自动控制油的温度，它是利用合成高分子聚物质热膨胀，以及石墨因膨胀从而改变电阻的相乘效应，而达到自动控温的作用。

随着科技事业的发展，组成复合材料将会有很多原料和增强剂材料将有更多的选择余地，而功能复合的途径亦会逐渐扩大，这将为新技术的发展作出更多的贡献。

高分子家族

人工合成有机高分子材料的出现，是材料发展史上的重大突破。1907年，美国贝克兰博士发明了酚醛树脂，从而创造出自然界原来没有的第一种合成材料。

通常的无机化合物和有机化合物，其分子只包括几个或几十个原子，最多二三百个原子，而高分子化合物却不一样，每一个分子所含的原子数能高达几千或几万，甚至几百万或几千万。高分子化合物的分子链形状细长，或者首尾相接，或者有小支链，相互交联，吸引力很强，因此高分子材料在强度、弹性等方面都比低分子物质优越。

二次大战前，已制成了尿醛、苯乙烯、聚乙烯、聚氯乙烯、密胺等树脂，战时又增添了聚酯树脂、硅树脂、氟树脂等。50至60年代出现了环氧、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯三元共聚物(ABS)、聚缩醛、聚碳酸酯。60年代之后出现的称新聚合物，例如聚苯醚、聚砜、聚苯硫醚、聚酰亚胺、对苯二甲酸酯等。

合成高分子材料的发展十分迅速，已经深入到一切技术领域和人们的日常生活当中，1980年世界的聚合物产量已超出钢产量一倍，超过有色金属产量16倍。聚合物的品种也非常多，主要包括一般说的三大合成材料，即合成纤维、合成橡胶与合成塑料。除此之外，还包括人工合成的油漆、涂料、胶粘剂和一部分液晶。

目前，在汽车、航空、计算机、电子工业中最普遍使用的五大工程塑料为聚酰胺（PA）、聚缩醛（POM）、聚碳酸酯（PC）、聚苯醚（PPO）和对苯二甲酸酯（PBT）。这些塑料都具有强度高、耐冲击、耐疲劳的特征，有些能在 250~300℃ 的高温下长时间工作。尤其是近年来发展的聚醚砜（PES）、聚醚醚酮（PEEK）、双马来（BMI）等塑料都是为了满足高温高强度要求而研制的，然而，发展新型结构高分子材料的困难日益剧增，现今主要的研究方向是提高实用材料的可加工性，同时适当对这些材料的各种结构进行组合，通过接枝和块状共聚作用来改进已有材料的性能，与其他分子组成合金（高分子合金）以及与其他材料组成复合材料。

80 年代以来，在分子家族中最活跃的是一些功能高分子材料，它们以特殊的物理性能，例如光学、电学和磁学性能，选择渗透性，可降解性，液晶性等区别上述结构高分子材料，成为材料界又一探索的热点。

导电塑料

塑料是人们最常见的材料之一，它的强度好，密度低，耐腐蚀，能制成各种机械零件和日用品。同时，它还是一种普遍使用的电绝缘材料，然而你听说过塑料能导电吗？

纯属于科学上的一次偶遇。1970年的一天，日本筑波大学的白川教授在指导学生做一项用乙烯气制取聚乙炔的实验时，学生错把比实际需要量多 1000 倍的催化剂加入试剂中，结果得到的不是应获取的含有碳基长链的黑色聚乙炔碎末，而是一种银光闪闪的薄膜，与其说是塑料，不如说更像金属。

1977 年，白川在与另外两个美国人研究这种塑料薄膜时发现，掺入碘后它居然可以导电，导电率增加了 3 千万倍。即使这样，它的导电率只相当于金属铅，或者说是铜和银的百分之一。

80 年代初，导电聚合物还是实验室的珍品，而现在已在很多工业领域内应用，并引起研究单位的关注。关于聚合物为何能够导电，现在还没有圆满的答案。但相信随着科学的发展，终会真相大白。

随着研究表明，聚乙炔除外，还有一部分高分子聚合物加入掺杂剂后也变成了导电塑料，例如聚苯硫醚、聚吡咯、聚噻吩、聚噻唑等。目前，已制作了一批导电性与银、铜相当的聚合物，被叫为有机金属或合成金属。

首先在实验室取得成功并进入市场的是塑料电池。美国布

里奇斯通和日本精工埃普森公司合资生产了一种电池，它的一个电极是金属锂，另一个电极是聚苯胺导电塑料。它的尺寸与硬币相似，可以多次重复充电。作为计算机的辅助电源，具有很长的使用寿命。德国生产的薄型挠性电池，只有明信片那么大，适合于手提式工具的电源。

电池放电是由于两个电极之间有电压差存在。在普通电池里，包括上面谈到的塑料电池里，阳极和阴极采用两种不同的材料制成。电池放电时，电极之一就渐渐溶解在电解质中，变成正离子，并在电解质中运动；电池充电时，这些离子得到电子，再次回到电极上。这样经过几次充放电后，电极表面容易形成复膜，使电池效率降低或失效。

在改进的塑料电池过程中，阴极和阳极是由相同的导电塑料薄膜组成，由电解质而不是电极来提供运动的正离子，所以经过多次充电和放电，电极材料依旧完好如初。充电次数可达 1000 次以上。塑料电池体积小、重量轻，能提供常规铅蓄电池 10 倍的电力，而且每次充电时间也缩短了。

首先是汽车工业对塑料电池感兴趣，人们早就希望用蓄电池做动力来替代内燃机，但在此之前蓄电池车都由于太笨重与性能不可靠而没法推广，而塑料电池形状灵活，能制成薄板装在汽车的车顶或车门夹层里，在汽车内的发动机位置只装一台高效的电动机，便能使汽车的加速性能与爬坡性能大大改善。此外，塑料电池是密封的，不会释放有害的化学物质和气体，所以这种蓄电池车将是一种无公害的小汽车。

导电塑料薄膜有一种特殊功能，即通过物理方法或电化学可使它从透明变为不透明。丰田公司的一种高级小汽车计划采用带有这种导电塑料薄膜的窗玻璃，自动遮住强烈照射的阳光。

导电塑料的另一特征是具有消除静电的功效。计算机和电子设备机房都要求抗静电防护，新型飞机上的电子器件要求防电磁干扰，树脂基复合材料机身、机翼要求防雷击，这些要求都能用导电塑料薄膜屏蔽加以解决。

导电塑料还有一项重要的潜在功能，就是作为未来机器人的人工肌肉，当用电化学方法对某些导电塑料掺杂或不掺杂时，其体积会发生膨胀和收缩的现象，使机器人的四肢得到必要的运动。

在美国、欧洲和日本的一些实验室里已制作出一系列导电塑料器件，其中包括二极管和晶体管。导电塑料的导电功能跨越了绝缘体 - 半导体 - 导体三种状态，所以有十分大的灵活性。目前的太阳能电池是由硅和其他半导体材料制成，不但成本高，而且效率低（10% 以下），如果一旦改用导电塑料薄膜，就可以用压制薄膜切割法，生产出很多廉价的高效太阳能电池。

科学家预言，在未来的能源工业中，导电塑料将成为重要的一员。

高吸水性塑料

谈到吸水性强的物质，人们很自然地想到海绵，它能吸取相当于自重几倍的水分，然而，现在我们看到的高吸水性塑料却可吸收相当于自重几百倍乃至上千倍的水分。吸水膨胀后即便加压，也很不容易把水剂压出来。不象海绵一样一拿起来就会流失水分。

这些奇特的高吸水性塑料制品已进入市场，给人们带来极大的方便。比如，供婴儿用的名副其实的“尿不湿”纸尿布，即便吸入了 1000 毫升水（大约两瓶多牛奶），此种滴水不漏，而且仍保持着通气作用。令年轻妈妈放心的是此种纸尿布吸湿部位会收缩出现皱褶，将婴儿臀部轻轻托起，免去淹浸之忧，使婴儿一整夜不用换尿布。

高吸水性塑料的成分为一部分特殊的高分子材料，如淀粉、纤维等天然高分子与丙烯酸、苯乙烯磺酸的接枝共聚物，聚乙烯醇与聚丙烯酸盐经交联处理的聚合物，聚乙二醇系列聚合物等。

高吸水性塑料物工作原理，通常认为主要是依赖高分子链中的交联结构。譬如，聚丙烯酸钠交联体在吸水前呈紧密的固体状态，其高分子长链互相缠绕卷曲，链与链间变成立体网络状的交联结构。遇到水后，交联体中的钠离子便游离出网络之外，剩下带负电的羧酸根互相排斥，将高分子链充分扩展，如同打开一个大网袋，立体网络扩大很多倍，其中饱含吸入的水。

高吸水性塑料的制造工艺不复杂，成本低，所以在医用和食品包装方面迅速找到了用户。除了制造棉塞、绷带一类止血包扎器材外，高吸水性树脂还能制成外用软膏和人造皮肤。这种人造皮肤和其他材料组合后，具有良好的渗透性和药物保持功能，同时可预防细菌侵入。吸水性树脂吸后形成的水膜，对人体器官具有润滑和缓冲作用，所以各种导管和内窥镜涂上高吸水性树脂膜后能减轻病人的痛苦，高档隐形眼镜片也是用这种塑料制成的。

以前，人工关节的活动接合面不像天然关节那样常常有体液的润滑，久而久之就会发生损坏和掉屑。现在日本石油公司研制出一种高吸水性树脂水凝胶，将它置于人工关节活动接合面代替软骨膜，得到了满意的效果。水凝胶的弹性、变形性、复原性和润滑性等功能都与天然组织相仿。

在食品加工中，高吸水性塑料膜是一种非常好的保鲜包装材料，用于存放蔬菜、水果，可以长期保持水分和防止溃烂。

土地沙漠化是全球性的环境保护难题。在实验室内淀粉与丙烯酸盐接枝共聚物显现出巨大的吸水保温功能，利用其立体网络和离子键的作用能吸取自重 500 ~ 1000 倍的水分，其中 95% 可供植物吸收。在温室内施用保湿剂后，小麦产量提高 15%，大豆产量提高 25%，沙漠中，阳光强烈照射，保湿剂在这种苛刻的环境中工作，一定满足反复吸放水分的重现性、不被高温和微生物分解的耐老化性和与当时自然条件相结合的保温性等要求。

在全世界有占陆地面积 35% 的 4500 万平方公里土地面临沙漠化的威胁时，高吸水性塑料为绿化沙漠增加了一种强有力的手段。

可降解塑料

经过几十年的不断了解，塑料的特性已被人们所熟悉。目前，几乎全部的合成塑料都具有非常高的化学稳定性，它们耐酸耐碱，不蛀不霉，把它们埋入地下，上百年也不会腐蚀。

然而，有利必有害，丢弃的塑料因其耐久性已经成为严重的公害。据统计，发达国家居民的垃圾总量中塑料占 7% ~ 8%，尽管环境法律规定垃圾必须分类倾倒，但回收的塑料依旧有限，不能从本质上解决环境污染问题。80 年代中期，美国一些州立法规定食品包装物和容器必须使用可降解的塑料制造，从而使那些废弃的塑料能在较简单的自然和人工条件下溶化、腐烂掉。这一潮流正在影响欧洲国家，估计大约到 90 年代将波及全世界的食品工业和其他工业，可降解将成为对包装塑料的重要要求。

塑料顽强的耐久性来源于它的化学构造，合成塑料是由不断重复的碳氢分子长链组成的，被称为高分子聚合物的这些长链结合得非常坚固，使得许多溶液和微生物对它无计可施。

长时间以来化学家的任务是找寻一种弱化这些合成链却又不降低其强度的方法。目前已出现三种类型的可降解塑料，这就是生物降解塑料、化学降解塑料和光照降解塑料。

生物降解塑料是一种能被土壤中的微生物和酶分解掉的塑料，即能像有机植物一样腐败的物质。在试验过的成分中，最简单的莫过于在塑料中添入淀粉，以破坏和削弱聚合链，使之

达到微生物能消化的程度，最后分解成水和二氧化碳。

美国农业部发明的一种方法是在塑料中添加 40% ~ 50% 的凝胶状淀粉，另一家公司则把加入有机硅耦联剂处理后的淀粉和少量玉米不饱和脂肪酸作为氧化剂。这些塑料在堆肥条件下经过 3~5 年后分解。很明显，这些塑料均具有成本高和降解期长的缺陷。

光降解塑料内含有羟基，能依靠吸取阳光中的紫外线来破坏合成链，使塑料变脆和崩解。目前已有一些食品包装袋和瓶罐使用这种塑料制造，同化学降解塑料相同，光降解塑料也会留下一堆残渣，需要几年时间才能完全降解掉。

值得关注的是，这些塑料都要求适当的降解环境。光降解塑料必须长期暴露在阳光下，生物降解塑料和化学降解塑料必须埋入土中或沉入水内，才能保证细菌生存。

高效分离膜

分离膜具有神奇的魔术师般的本领，从下面的实验中很容易理解。将一瓶含酒精 4.5% 的普通啤酒用水稀释成两瓶，然后倒进玻璃容器内，只要将这种溶液通过薄薄的一层分离膜，就可以在几分钟内提取酒精浓度达 93% 的乙醇。此种乙醇用一根火柴就能点燃。这个实验中在分离膜的表面施加了高频电场，促使乙醇溶解、扩散、和水分分离，所耗电能只是蒸馏法的十分之一。在以前要从液体中分离另一种液体，只能使用蒸馏法。

分离膜是 80 年代初快速发展起来的高分子材料，它可以从混合物中提取所需要的物质，包括固体、液体和气体。分离膜的工作原理还不特别清楚，大概可以认为是以浓度差或压力差为驱动力，选择透过的结果。从分离方式上看，能分为混合气体的分离，混合有机液体的分离，水溶液中溶质、离子的分离（液-液透析）和水溶液的分离（反渗透）等。

分离膜可以是一种高分子材料，也可以是两种或多种高分子材料的共聚体，分离膜的构造相似于筛网，但是它不存在任何肉眼可见的网眼，它的自由空间是高分子膜的高分子链间的间隙，其大小大约有 100 纳米（0.1 微米）。

气体、有机溶液、溶质、水都是具有低分子量的物质，称为低分子。低分子物质在透过分离膜时不像穿过筛网那样直接通过，而是被分离膜面吸附经溶解后通过上述高分子链间的间

隙扩散，由浓度高的一侧向浓度低的一侧运动，从分离膜的另一面脱出。

1950 年美国研制出由空气浓缩制氧的乙基纤维素分离膜，膜厚 25 微米，每分钟能为医疗目的提供 4~8 升浓度为 40% 的氧。这种气体分离膜的潜在功能很多，所以一直是研究的重点。例如，高炉或炼钢炉的鼓风机安装这种薄膜，就能进入的富氧空气帮助燃烧，节约燃料 缩短熔炼时间。如果用在汽车发动机内，不仅能提高燃料的燃烧效率，而且能大大降低废气排放量。

人们正在研究一种用作人工肺的厚度薄、透过率高的高强度膜，例如硅橡胶膜，只能达到最薄 25 微米，采用硅橡胶（聚二甲硅氧烷）-聚碳酸酯共聚体还能将厚度降低至 0.1 微米。

二氧化硫、二氧化碳、硫化氢等工业废气会造成严重的大气污染——酸雨，正在试验用聚醚磺酰高分子膜来回收。因为这些高分子材料的化学结构中含有二氧化硫，与回收物的结构类似，可以增加溶解度，提高透过性。这与某些植物的树叶净化空气的原理相似。

氦是天然气中的一种重要的工业气体，通常含量为 0.1%~5%，可用以充填氦气球和制冷。采用多层醋酸纤维素分离膜能使氦浓度提高到 60%。

渗析分离膜是一种半透膜，已用于医学中的人工肾脏，它能滤除尿中毒病人血液中的尿素、尿酸、肌酸酐等毒性物质。使之与血液中的蛋白质分散。工业废水与人中毒的血液相同，含有多种金属离子，采取渗析分离膜就能回收有用物质，净化水质。

能从海水中分离出淡水的逆渗透膜已达到大规模地使用阶

段，它也是一种半透膜，只能让水分子通过，而使含盐的低分子溶质差不多都不能通过，施加一定的压力后，就能使水迅速挤出。采用不同构造的逆渗透膜就能得到工业锅炉水、饮料水、无菌水、去离子水、洗涤半导体的超纯水等。在非洲一部分缺水地区建立起很多海水淡化装置。一种 PEC-1000 的海水淡化装置对海水如加压 40~70 公斤/平方厘米 就能获取 16%~20% 的淡水。建于沙特阿拉伯的基塔自来水厂，是全球上最大的海水淡化厂 日供应淡水为 12000 吨，主要使用醋酸纤维素分离膜装置。

利用海水温差替代压力，同样可以得到大量淡水。

海水中含有微量金属，总量达几千万吨，分离膜浓缩提取是一项低能耗技术；所以已有人着眼于提取铀、镭、锂的研究，来弥补地球资源的日益匮乏。

在分离膜的的实际应用中，颇为简单的装置如医用富氧器能直接采用平膜，而在要求小型化的人工肾中，分离膜被制成中空纤维 其内径为 0.015~0.05 毫米，外径为 0.03~0.1 毫米，长度为 2~4 米。把若干中空纤维集成束使用，以扩大接触面积。这种人工肾的年产量已达数百万件。能分离二氧化碳和氧的有机硅胶膜试用于人工肺，年产量也达到几万件。

在海水淡化及其他分离装置中，微型化不是重要要求，可采用多层卷管形或管形分离膜组件。

现今，分离膜的研究目标是不断扩大品种，找寻适合于各种分离物质使用的新型高分子材料，这种材料不仅要有高的吸附力的透过度，而且要有好的支撑力，这样才可以得到高效薄膜，减少装置重量。

隐身材料

在 1991 年 1 月 17 日至 2 月 28 日的海湾战争中，美国的“不速之客”——F-117 隐身战斗机妇孺皆知。海湾战争的第一枚炸弹是由一架 F-117 隐身战斗机在战争开始之夜突袭到巴格达市中心投下的，45 分钟过后。巴格达才实行灯火管制。从此，95%对巴格达的空袭任务是由 F-117 战斗机完成的，它在茫茫暗夜中把激光炸弹投入伊拉克防空司令部的烟囱内，把制导炸弹炸向海洋泄放原油的油管。最令人惊讶的是参加海湾战争的 44 架 F-117 隐身战斗机前后共执行 1600 架次空袭任务，本身无一机损失。这里起主要作用的是隐身技术。

隐身技术是一项高技术综合体，其目的是使敌方雷达的可探测性降低至零。它主要包括三个方面，即飞机外形的设计、吸波涂层和吸波材料的使用，并使这三个方面互相结合。目前，隐身技术不仅适用于飞机，还扩大到导弹、卫星、坦克、水面和水下舰艇，固定军事设备等许多方面。

隐身技术的发展可追溯到 60 年代的 U-2 和 SR-71 间谍飞机。这时飞机主要利用本身机载电子干扰和对抗设备，或采用投掷金属干扰箔和黑色涂料隐蔽等手段保护自己。1988 年 11 月，美国向世界宣布了它新研制的 F-117 隐形战斗机和 B-2 隐形战略轰炸机。至此隐形技术早已进入第三代。目前美国正在研制的 YF-22、YF-23 隐形战斗机可称为第四代。此外，原苏联、日本、德国、法国同样是隐形技术的研究者，拥

有相应的隐形飞机。隐形技术越来越受到人们的重视。

F-117 飞机的外形很特别，像一个堆积起来的复杂多面体，大量表面都朝后倾，具有大后掠机翼和 V 字形垂尾。这种外形能使雷达波转变反射方向，产生散射，敌方雷达很难捕捉这些微弱的信号。与此同时，还采用了红外隐身技术，发动机使用扁而宽的二元喷口，喷管四周加隔热层，喷口有红外挡板，改变喷口方向，减弱排气温度等使飞机不易被敌方红外探测器发现。

F-117 在机身、机翼和垂尾的构造中，采用了各种雷达吸波材料。通常来说，高分子材料的吸波和透波能力大大优于金属材料，而纤维增强和多层结构的复合材料在强度、韧性、疲劳强度等方面又优于单一的材料。因此，在 F-117 的结构中有很多是用玻璃纤维、碳纤维、芳纶纤维混杂织物增强的热塑性树脂复合材料，在夹层构造中除常见的蜂窝夹芯外，还采用了各种低介电性吸波物质，例如空心玻璃微球、陶瓷微球、碳粒和吸音颗粒等。飞机的蒙皮也使用复合材料和导电塑料制成，避免使用钛合金和铝合金，以减弱雷达波反射。

在机身、机翼和垂尾的承力主构成中，现今还无法取代铝合金，但是在大面积部位都贴有铁氧体和环氧树脂制成的吸波薄板，在小面积部位直接喷涂一层铁氧体吸波涂层。

在飞机发动机附近工作的构件温度颇高，在更先进的隐身战斗机上思考用陶瓷纤维增强的铝合金或碳-碳复合材料来制造。

隐身飞机上使用最多的吸波涂层是铁氧体。到现在已使用了半个世纪。铁氧体是一种粉末材料，价廉易得，吸波性能好，它主要依靠自身自由电子的重排消耗敌方雷达波的能量。

还有一种新型吸波材料叫视黄基席夫碱盐聚合物，它的物

理性能和石墨类似，是黑色，具有强极性，而密度只有铁氧体的十分之一。目前的困难是还没有找到一种合适的粘合剂。

在 F-117 隐身战斗机和 B-2 隐身战略轰炸机上，各种玻璃纤维、碳纤维复合材料、蜂窝和多层夹层结构、吸波薄板和吸波涂层的用量，约占全机构造重量的 25%，而在下一代的隐身战斗机上预计达到 45% 至 50%。可见隐身材料的重要性。

为了与 F-117 隐身战斗机相抵抗，前苏联发展了米格 37 和苏 37 隐身战斗机，从掌握的资料看，除外形设计更多地采用圆弧形来削弱雷达波外，其选材思想是大部分使用透波吸波有机复合材料和涂层。

生物高分子材料

生物高分子材料的研究早有 40 多年的历史，但它的蓬勃发展始于本世纪 70 年代。合成高分子材料和人体器官组织的天然高分子具有十分相似的化学结构和物理性能，所以能植入人体，部分或全部取代有关器官，成为现代医学的重要支柱材料。

合成高分子材料通常具有优异的生物相容性，不会因与体液接触而产生排斥和致癌的作用，在人体环境中的老化不显著。所以通过选用不同成分聚合物和添加剂，改变表面活性状态等方法可进一步改善抗血栓性和耐久性，得到高度可靠的生物高分子材料。

现在，使用于人体植入件的聚合物包括尼龙、环氧树脂、聚乙烯、聚乳酸、聚乙烯醇、聚甲氧基、聚甲基丙烯酸甲酯、聚四氟乙烯、聚醋酸乙烯酯、硅橡胶、硅凝胶等。制作的人工器官差不多遍及全身，比如：眼球人工玻璃体、人工角膜、人工晶状体、人工喉管、人工中耳、人工心脏、心脏瓣膜、人工肾、人工肝、人工肺、人工尿道、人工乳房、人工血管、人工皮肤、人工关节和软组织等。

人工心脏 在人工器官中最重要的也是难度最高的是人工心脏。在各国疾病死亡合计中，心脏病占第一位，仅美国每年死于心脏病的就有 60 万人。心脏是血液循环的加压站，人工心脏材料不但需要有高的抗凝血性，还要有一定的弹性和强

度。每天要经受十万次以上往复力的作用。1982 年 61 岁的美国病人克拉克植入了世界上第一个人工心脏“杰维克-7”，生存了 120 天。

人工心脏包括心室壳体、隔膜、导管等，以前曾采用过聚氨酯、聚氯乙烯、硅橡胶等材料。“杰维克-7”的人工心室由铝和聚氨酯制成，隔膜也是聚铵酯树脂膜。人工心脏由钷原子电池驱动压力系统和微型电机，控制压缩空气来推持人工心脏的工作。随后改进的人工心脏在心室壳体使用过环氧树脂、乙烯橡胶、聚砷、钛合金，而隔膜使用了聚酯型聚氨酯、聚醚型聚氨酯共聚物。

心脏瓣膜也属于人工器官的重要部分，它是用钨铬合金、钛合金制成支持框，再用聚四氟乙烯或涤纶织物覆盖。底部轮圈与覆盖层之间衬有硅橡胶海绵，以增加弹性，活门材料为聚乙烯、聚四氟乙烯、聚碳酸酯、聚丙烯、硅橡胶膜。

人工肾 利用人工肾能去除血液中的尿素、肌酐等有毒物质。人工肾的工作原理具有透析型、过滤型和吸附型三种。所用聚合物材料可制成平膜、管型和中空纤维形状，这些材料大部分数为纤维素，如铜氨法再生纤维素、醋酸纤维素，其余还有丙烯腈、聚甲基丙烯酸甲酯、乙烯、乙酸乙烯酯共聚物等。人工肾用的中空纤维特别细，把它们成千上万根地束集在一个圆筒形容器中，血液在空心丝中心流动，透析液在空心丝外侧流动，通过膜壁进行渗析。人工肾可适应于因外伤、输血反应、肾毒性物质、分娩合并症等急症患者，也可适用于肾炎、肾衰竭等慢性病患者。据调查，仅日本每年就有三万多病人依靠人造肾维持生命。

人工肝 肝脏是人体内的加工厂和储存库，具有贮藏糖原、合成蛋白质和解毒等多方功能。现今的人工肝还不具备如

此复杂的全功能，只能近似人工肾那样来工作。早期的人工肝利用粒状活性碳来吸附血液中的氨、肌酸酐和尿素等有毒物质，如今可以直接使用高分子材料活性碳和高分子材料制成的透析膜，对肝昏迷患者进行急救解毒。

人工肺 早期的人工肺只用于施行外科手术的病人，以协助病人呼吸。现在的人工肺已用于肺功能不全的患者，例如小儿肺炎、肺栓塞、气胸等患者。更完善的人工肺可植入人体，长时间使用。现在世界上大概有一万多患者使用人工肺。人工肺大体有三种类型，即气泡式、平面接触式和膜式人工肺。膜式人工肺从 1955 年开始试制，曾采用过纤维素、聚乙烯、醋酸纤维素、聚四氟乙烯等，可它们对气体透过性不好。1960 年以来，改用硅橡胶、聚酯、尼龙等，它们透气性好，对血液适应性也较好，目前正在研究使用硅橡胶、聚碳酸酯共聚物、聚烷基砒等。膜式人工肺使用三万根中空纤维集束组成，每根中空纤维表面上布满了微孔，这些孔非常小，使血液渗不出去，但可以排出二氧化碳，吸进氧化，来进行气体交换。

人工肌肉和人工皮肤 人工肌肉是由一根硅橡胶管包着一根涤纶织物管组成的器官。涤纶组物管作为人工肌腱从硅橡胶两端伸长，以便附着在天然肌腱或骨骼上。位于涤纶织物的中央部分遥远了。

液 晶

1888 年，奥地利植物学家莱尼茨尔在进行加热胆甾醇苯甲酸酯结晶的实验时发现，结晶熔解在 145.5°C 时成为混浊粘稠的液体，当继续加热到 178.5°C 时，会形成透明的液体。这是人们对液晶认识的开端。第二年德国物理学家莱曼发现，上述 $145.5^\circ\text{C} \sim 178.5^\circ\text{C}$ 之间的粘稠混浊液体在用偏光显微镜进行观察时，它具有双折射现象。因此莱曼把这种具有光学各向异性、流动性的液体称之为液晶。

从液晶的发现过程来看，这种胆甾醇苯甲酸酯实际上就是一种胆甾相液晶。它的特点是，加热熔成各向同性的液体，经冷却又能回到液晶态，同时显现出一系列光辉夺目的彩虹色，液晶的发现与此彩色现象存在着密切的关系。

一般的有机晶体加热到熔点就开始熔解，变成透明的液体。在偏光显微镜下观察时，可发现光学各向异性消失，从光学各向异性转换为各向同性（因为几乎一切的有机晶体都显示光学各向异性，液体显示光学各向同性。）所以能用这种现象来测定熔点。

然而，有一类有机化合物在溶解时会出现异常现象。当其晶体加热到温度 T_1 时，熔解成粘稠状而稍微有些混浊的液体，但当继续加热到温度 T_2 时，则会变成透明的液体。从表面上看，这类有机化合物似乎具有两个熔点。用偏光显微镜观察这类样品时，则发现在 T_1 和 T_2 温度之间所形成的混浊液体具有

明显的纹理，证明它为光学各向异性。在温度为 T_2 时所形成的透明液体在偏光显微镜在正交尼科耳棱镜下则出现暗视野，表明为光学各向同性。人们称 T_1 和 T_2 温度之间形成的显示光学各向异性的液体为液晶。

根据纹理结构的特征和性质，液晶可以分为三种不同的类型，即向列相液晶、胆甾相液晶和近晶相液晶。从分子结构特点分析，液晶态必需在有分子间力和相互作用的条件下才能形成。

自 1888 年莱尼茨尔发现液晶以来，已经历了一个多世纪。但回想起来，过去漫长的岁月中由于历史条件所限，人们对液晶的结构和性质了解的不多。直到近几十年，液晶的研究成果才逐渐地从科研实验室进入到实际应用领域。

1958 年，法拉第学会曾举办过液晶专题讨论会，会后出版了文献汇编——《大分子和液晶》。这时美国的韦斯廷豪斯研究室的弗加森小组也着手开始研究液晶分子构成、光学性质及工业实际应用的可能性。经过几年的刻苦钻研，反复实验，1963 年他首次用胆甾相液晶研制成了根据颜色变化来测定物体表面温度的温度计。这使液晶研究向着实际应用领域向前推进了一大步，引起了国际液晶学界的强烈反响。本世纪六十年代中期以后，随着微电子工业、航空工业、激光、微波以及全息照相等新技术的快速发展，相应地也迫切需要使用一些对低能量激励有灵敏反应的物质。尤其是 1968 年 RCA 公司的海尔迈耶发现向列相液晶的透明薄层通电时会出现混浊象（即电光效应）以后，相继发现了很多新型的电光效应。

本世纪七十年代以来，液晶已被广泛地应用到很多尖端新技术领域中。比如：电子工业的显示装置；化工的公害测定；高分子反应中的定向聚合；仪器分析；航空机械及冶金产品

无损探伤和微波测定；医学上的体温测定、皮癌检查等等。尤其是，改变液晶分子排列所需的驱动功率极低这一特性为研制袖珍计算机和全电子手表的数字显示提供了有利条件。液晶显示全电子数字石英手表是现今世界手表工业中的新产品。它具有走时准确、造价低、功耗小和功能多样等特征，在很多方面都优于机械表和其他电子手表。同时，液晶图像显示和液晶快速电视显示的研制也倍受重视。

推动液晶研究快速发展的另一个动力，就是液晶与生命现象有着密切的关联。很多物理、化学、生物学者对生物膜具有结晶态结构特别感兴趣，液晶生物物理已受到各国科学家非常普遍的重视。各种各样的假说、推论层出不穷，它们都把生物膜所具有的功能与液晶特性相结合，来探索生命科学的奥秘及生物液晶的特殊功能。

目前，许多国家都陆续建立了液晶科学的专门研究机构，制定了具体的研究规划和措施。为此投入大量经费和组织了极为雄厚的科研力量，对液晶领域进行全面的研究，争取更大更新的突破。可以推想，随着科学技术的飞速发展，未来液晶学科的发展前景一定更加美好。

记忆合金

1969 年 7 月 20 日，东方夏令时间晚上 10 时 56 分，全世界成千上万的科学家，数以亿计的公众注视着电视屏幕，关注着那远在 38 万公里以外、乘坐“阿波罗”11 号登月舱的美国宇航员阿姆斯特朗在月球上踏下的第一下人类的脚印，聆听着这位勇士从月宫里传回的富有哲理的声音：“对一个人来说，这是一小步；但对人类来说，这是跨了一大步”。宇航员的形象和声音是怎样从月球上返回来的呢？细心的观众肯定早已发现，宇航员登月后，在月球上放置了一个半球形的天线，月、地之间的信息就是通过它输送过来的。不过，有人也许纳闷：天线可是一个直径微米的庞然大物，怎么可能装在小小的登月舱送上太空呢？原来，奥妙在于：半球形天线是用当时刚刚发明不久的记忆合金制成的。什么是记忆合金呢？

很多重大的发现全部是从偶然事件开始的，记忆合金也是这样。

1963 年，美国海军一个研究所奉命研制一种新式装备。在一次实验中他们需要一些镍 - 钛合金丝，然而当他们将合金丝取回来时，却发现这些镍钛合金丝是弯弯曲曲的，使用起来十分不方便。于是他们就将这些细丝一根根地拉直，并用在实验中。在实验过程中，奇怪的现象出现了：当温度达到一定值的时候，这些已经被拉得直直的镍钛合金丝，突然又全都恢复到原来弯弯曲曲的样子，而且丝毫不差，和原来一模一样。他

们反复作了多次试验，最后都是这样——被拉直或做成其他形状的镍钛合金丝，只要遇到这个温度，便立刻恢复到原来那种弯弯曲曲的形状。好像以前被“冻”得失去知觉时，被人们改变了形状，而当温度达到一定值的时候，它们“苏醒”了，又“记忆”起了自己原来的样子，于是就不顾一切地恢复了自己的“本来面目”。类似的现象是在 50 年代初期就不止一次地被观测到，只是当时没有引起足够的重视，所以使记忆合金的真正实用化迟了十几年。

美国海军研究所的这一发现引起了科学家的很大兴趣，他们在对此进行了深入的研究和反复的试验之后发现许多合金都有这种特异的本领：人们能够在一定温度范围内根据需要改变它们的形状，可是到一个特定的温度，它们便一个个自动恢复到自己原来的形状，丝毫不差。而且这一“改变——恢复”的现象能够重复进行，其“记忆”能力决不会降低。科学家们把这种现象称为“形状记忆效应”。

所谓形状记忆效应是指某些合金材料在一定条件下，虽经变形但仍然可以恢复到变形前原始形状的能力。如今发现的有“记忆”能力的金属都是合金，就是经过人工的方法由几种不同金属混合而成的一类金属。在这种金属里，金属原子是按一定的形式排列起来的，而且这些金属原子有一个特点就是当受到一定的外力时，它们能够离开自己原来的位置而“迁居”到邻近的另一个地方去暂时“借住”。这个过程，也就是金属做成的物体发生形变的过程。而当我们把这金属加温后，因为得到了一定的能量，这种金属里的原子又从“借住”的地方“搬回”原来的“家”去住。而这个过程就是我们看到的这种有灵性的金属在加热到一定的温度后又“记起”自己的模样而恢复原状的过程。科学家们叫这个“唤醒”形状记忆合金并使它们

发生转变的温度叫“转变温度”。每一种形状记忆合金都有本身的转变温度，而不一样形状记忆合金的转变温度也不同。多种形状记忆合金在转变温度以上时的晶体构成是稳定的，当我们在低于这个温度下，用外力改变了合金的形状时，这时合金的外形虽然发生了变化，但由于这时合金的晶体结构是处在一种不稳定的结构状况之中，只要温度一达到这种合金材料的转变温度，这种不稳定的晶体结构就会立刻转变成稳定结构，这样就使得它从不稳定结构时被改变的形状恢复成原来稳定结构时的形状。这就是形状记忆合金做成的物体能“回忆起”原来的形状并发生变化的缘由。那个被阿波罗登月舱带到月球上的环形天线，就是用极薄的记忆合金材料先在正常情况下按预先要求做好，然后降低温度把它压成一团，装进登月舱带上天去。放到月面上以后，在阳光照射下温度升高，当到达转变温度时，天线又“记”起了自己的本来面貌，成为一个巨大的半球形。

形状记忆合金的宝贵之处，在于它是一种无疲劳的材料，这种“回忆”“变形”的本领可以反复使用 500 万次而不产生疲劳断裂，而且它恢复原状似乎可以达到 100%，即和原来相同。

如今形状记忆合金主要分为镍 - 钛系、铜系和铁系合金等。

镍 - 钛系形状记忆合金

这是最有实用化前景的一种形状记忆材料。镍 - 钛形状记忆合金是美国海军兵器研究所在 60 年代初研制成功的，它以“National”的商品名称而举世闻名，并已变成用途最广泛的实用合金。这类合金直到今天仍然是用量最多的形状记忆合金，它的室温抗拉强度能够达 1000 兆帕以上，密度较小为每平方厘米 6.45 克，疲劳强度高达 480 兆帕 (2.5×10^7 循环周次)，而且还具有非常好的耐蚀性。70 年代初，镍 - 钛合金管接头在美国 F-14 飞机油路连接系统上得到大量应用，这是形状记忆合金的第一批产品，也是形状记忆合金发展史上的重大突破。

近年来发展了一系列改良型的镍 - 钛合金，例如在镍 - 钛合金中添加铌、铜、铁、铝、硅、钼、钒、铬、锰、钴、锆、钯等元素。在这个基础上研究开发了钛 - 镍 - 铜、钛 - 镍 - 铌、钛 - 镍 - 钯、钛 - 镍 - 铁、钛 - 镍 - 铬等新的镍 - 钛系合金，作为高温形状记忆合金材料是很有前途的。

近年来日本形状记忆合金研究协会还开发了添加微量的铁或铬的镍 - 钛形状记忆合金，使它转变温度降至 -100 以下，特别适用于制作为低温环境下工作的驱动器等，从而进一步扩大了镍 - 钛形状记忆合金的应用范围。

铜系形状记忆合金

现今主要是铜 - 锌 - 铝合金和铜 - 镍 - 铝合金，它们都是实用合金的开发对象。

它们与镍 - 钛合金相比，因为制作加工容易，价格便宜，具有很好的记忆性能，而且相变点可在 $-100 \sim 300$ 范围内调节，所以对该种材料的研究较具实用化意义。但是目前铜系形状记忆合金还不如镍 - 钛系形状记忆合金那样成熟，实用化程度还不高，妨碍铜系形状记忆合金实用化的重要原因是合金的热稳定性差和容易引起晶界破坏。解决其脆性、晶粒粗大和循环失效等问题的主要途径是加入钛、锰、钒、硼及锆等稀土微量元素，使合金晶粒细化。

铁系形状记忆合金

铁系形状记忆合金的研究比前两项要晚。主要有铁 - 铂、铁 - 钯、铁 - 镍 - 钴 - 钛等系列合金，此外如今已知高锰钢和不锈钢也具有不完全性质的形状记忆效应。

在价格上，铁系形状记忆合金比镍 - 钛系和铜系形状记忆合金低得多，所以具有明显的竞争优势。但是应当说，铁系形状记忆合金的研究与应用还处于开始阶段，有待进一步发展。

形状记忆合金的最早应用是在管接头和紧固件上。例如，用形状记忆合金加工成内径比欲连接管的外径小 4% 的套管，然后在液氮温度下将套管扩径约 8%，装配时将这种套管从液氮拿出，把欲连接的管子从两端插入。当温度升高至常温时，套管收缩即形成紧固密封。这种连接方式接触细密能防渗漏、装配时间短，远超过焊接，非常适应于在航空、航天、核工业及海底输油管道等危险场合应用。

这种形状记忆材料也能用于安全报警系统，如火灾报警器等。还能用于能源开发，制成小型固体热机。形状记忆效应和超弹性能广泛应用于医学领域。譬如制造血栓过滤器、脊柱矫形棒、牙齿矫形弓丝、接骨板、人工关节、妇女胸罩、人造心脏等等。

形状记忆合金是一种集感知和驱动双重功能为一体的新型材料，所以可以广泛地应用于各种自动调节和控制装置，也叫作智能材料。例如人们正在设想利用形状记忆材料研制像半导

体集成电路那样的集记忆材料——驱动源——控制为一体的机械集成元件，形状记忆薄膜和细丝也许变成将来超微型机械手和机器人的理想材料，它们除温度外不受任何其他环境条件的影响，渴望在核反应堆、加速器、太空实验室等高科技领域中大显身手。

新型陶瓷

20 世纪二三十年代以来，由于科学技术的迅速发展，对传统陶瓷提出了新的挑战。如电力的普及与大规模的应用，需要使用许多强度很高、绝缘性能非常好的绝缘体；电子通信技术的发展急切需要在高频下绝缘性能良好的陶瓷材料；特别是在第二次世界大战期间，为了解决用于制造高质量电容器的天然云母的短缺，希望可以用介电常数高的陶瓷来替代天然云母。实际的需要推动了对陶瓷材料进行广泛而深入的研究。人们发现，虽然陶瓷中的玻璃相，使陶瓷变得坚硬、致密，但是，也正是陶瓷中的玻璃相，阻碍了陶瓷强度的进一步提高。这时，玻璃相也有陶瓷绝缘性能，特别是高频绝缘性能不好的根源。于是，在传统陶瓷的基础上，一些强度高、性能好的材料不断出现，它们的玻璃相含量都比传统陶瓷低。目前，由于陶瓷制备工艺的不断发展，特别是对陶瓷烧结过程、显微结构进行研究的结果证明，制备出玻璃相含量特别低，甚至差不多不含玻璃相的，由很多微小晶粒结合而成的结晶陶瓷是可能的。这种材料的各种性能有可能与相应单晶体的性能相近。

如今，很多高性能陶瓷，几乎都是不含有玻璃相的结晶态陶瓷。为了让传统陶瓷与众不同，人们称之为先进陶瓷或高技术陶瓷；有时，也称之为精细陶瓷，取其显微结构、制备技术都非常精细之意；也有人称它为工程陶瓷，取其主要应用在工程技术方面之意。

从传统陶瓷到先进陶瓷，是陶瓷发展史的第二次重大飞跃。这一过程始于 20 世纪四五十年代，而且还在不断的发展。当然，传统陶瓷和先进陶瓷之间并无绝对的界线，然而二者在原材料、制备工艺、显微结构等多方面的确有相当的差异。但无论从材料自身的性能，或者是材料所采用的制备技术来看，先进陶瓷早已成为陶瓷科学和材料科学与工程方面，特别活跃、极富挑战的前沿研究领域。

先进陶瓷，不论从材料的性能，还是从材料的制备工艺技术等方面来看，都已经和人们对陶瓷的印象有很大的不同。在很多人的印象中，陶瓷是一种坚硬但易碎的物体，缺少韧性，缺乏塑性。谈到陶瓷的生产，便立刻想到了“泥巴”和满是粉尘的车间。而许多先进陶瓷则是既坚且韧，一改陶瓷易碎的旧形象。比如，60 年代后期发展起来的增韧氧化锆瓷就十分坚韧，不仅摔在地上不会破碎，有人还把增韧氧化锆球放在铁砧上用铁锤用力敲打，竟然难以敲碎。日本的企业家和陶瓷科学家为了改变人们对先进陶瓷的传统印象，特别把这种高科技陶瓷改制成剪刀和水果刀作为礼品，赠送给公司、企业的客人，甚至作为商品在市场上以低于成本价格出售，称之为永不卷刃、永不生锈、永不磨损的刀具，一改人们的印象，赢得了民众和社会舆论对发展先进陶瓷的支持，取得了戏剧性的宣传效果。而这种陶瓷剪刀和水果刀都在市场上立住了脚跟，并且逐步变得有利可图了。有的先进陶瓷有很好的弹性，能够制作成陶瓷弹簧。近年来还发现一些陶瓷具有超塑性，断裂前的应变可达到 300% 左右，这更是传统陶瓷所难以想象的。至于先进陶瓷的性能则更是丰富多彩

火与人类

火的发明大概在公元前 50 万年。在北京周口店中国猿人生活过的山洞里，曾经发现有很厚的灰烬和一些经火烧过的动物骨骼化石与灰土，这表明他们早已学会了用火。

火的利用能够说是人类在化学史上的一个发明。人类由于使用了火，不仅有了防御野兽侵袭的有力武器，而且从吃生食改变为吃熟食，缩短了消化过程，从而促进了人类机体的生理变化和发展。火对于人类物质文明的发展也具有重要意义，陶器的制造以及金属的冶炼都是因为使用了火的结果。

关于火的问题，在 17 世纪末和 18 世纪初，由于欧洲冶金工业的快速发展，要求化学家们对金属的冶炼和煅烧等现象作出解释。大概在 1700 年左右，德国化学家斯塔耳等人指出了一个燃素学说的理论，认为在一切可燃性物体中都含有燃素，不能燃烧的物质是因为缺少燃素。这种错误的学说统治了化学界近一百年，妨碍了人们对火的本质的探讨，一直到 1777 年，拉瓦锡发现了氧，才把燃素学说彻底推翻，揭开了燃烧的谜底。拉瓦锡向巴黎科学院呈交了《燃烧概论》的科学报告，他指出：燃烧能够放同样的光和热，物质燃烧是可燃物跟空气里的氧气所发生的化学反应。

在当今社会里，燃烧普遍地应用于生产和生活中：人们利用燃烧放出的热量，熔炼金属；在家庭生活中，烧水、做饭、取暖；利用柴油、汽油的燃烧，开动火车、汽车、飞机、拖拉

机；利用火药迅速燃烧而引起的爆炸，劈山开矿，挖掘隧道；在军事上，制造炸弹、炮弹、凝固汽油弹、火焰喷射器，打击来犯的敌人；而高能燃料液态氢的燃烧，能产生巨大的推力，把巨大的宇宙火箭送入太空。

燃烧既能造福人类，也能给人类带来灾害。大家谁都知道，燃烧能引起火灾。1987 年，我国大兴安岭的一场特大森林火灾燃烧了 28 天，火灾面积达 101 万公顷，使国家和人民的生命财产受到了巨大损失。

在煤矿里，瓦斯或煤尘的迅速燃烧，能导致严重的爆炸事件的发生，生产面粉的车间，飞扬在空气中的微小面粉颗粒，在空气中达到一定含量时，遇明火也能迅速燃烧而引起爆炸。

在工业发达、人口众多的大城市，煤、石油产品、天然气等燃料的燃烧，会生成一氧化碳、二氧化硫、氮氧化物以及颗粒粉尘等空气污染物，危及人类健康。

在日常生活中，人们天天都要和火打交道，烧水、做饭，样样离不开它。然而，用火必须注意防火，不重视安全，思想麻痹或缺少防火知识，就可能造成火灾，给人们带来痛苦和灾难。

任何一场火灾的发生，都必须具备三个条件，即可燃物（如纸张、木材、棉花、油类等）助燃物（如空气）和着火源（如烟头、灰火等）。假如把这三个条件分别控制起来或隔离开，火灾就不会发生；假如去掉其中的某一个条件，火灾也一样不会发生。

每一种可燃物都有自己的燃点和自燃点。比如木材的燃点通常在 $250 \sim 350^{\circ}\text{C}$ 自燃点通常在 350°C 左右；棉花的燃点为 150°C 左右自燃点约为 400°C ；汽油的燃点在 $-58 \sim 10^{\circ}\text{C}$ ，自燃点在 $255 \sim 530^{\circ}\text{C}$ 之间，食用油的燃点在 $140 \sim 300^{\circ}\text{C}$ 之间，自

燃点在 350~570 之间。假如温度达到了这些可燃物的燃点时，遇到明火就能着火，当然，燃点越低，越易着火；若温度达到了可燃物的自燃点，即使不遇明火也会起火。所以，预防火灾最主要的方法是对可燃物要妥当保存，特别要避免与火种接触。

水有很好的灭火性能，是常见、最经济、最方便的灭水剂。水有非常大的热容量，1 升水升高 1℃，能吸收 1 千卡的热量。因此，把水浇在柴草、木材等一般燃烧物上，能使燃烧物的表面温度迅速降到燃点以下；同时，1 升水受热气化后能生成 1700 多升的水蒸气，水蒸气能够稀释燃烧区的可燃气体和助燃气体的浓度，并能阻挡空气进入燃烧区，从而使火熄灭。但是，并不是所有的火灾都能用水作灭火剂。譬如，油类失火、电器失火等。油类的比重比水小，且与水互不相溶，水浇洒在燃烧的油上，会发生冷水遇高热的喷溅现象，油浮在水面，继续燃烧，并随水流溢，使燃烧面积增大。水有一定的导电性能，用直流水柱扑救电器设备火灾，会电伤人。

一种简单，容易操作的灭火器叫泡沫灭火器，它是一个带有喷嘴、提手和顶盖的圆柱形红色钢瓶，钢瓶内盛有碳酸氢钠溶液发泡液和一瓶硫酸铝溶液，挂在墙上备用。一旦发生火灾，马上从墙上拿下，提至失火处，将灭火器倒转过来，喷嘴对准火源，立刻便有大量泡沫喷出，进行灭火。由于，泡沫灭火器倒转过来以后，原本分开盛放的碳酸氢钠溶液和硫酸铝就能够混和在一起，发生下列化学反应：



泡沫灭火器内药液反应后能生成胶状氢氧化铝，它与所添加的发泡剂在反应生成的二氧化碳的作用下，能产生大量泡沫，这些泡沫被喷洒到可燃物上以后，在它的表面形成一层较

厚的泡沫覆盖层，把可燃物与空气隔绝开，所以泡沫灭火器灭火效果十分好，尤其对扑灭油类失火，更有独到之处。

值得注意的是，使用泡沫灭火器之前，必须细心检验喷嘴是不是通畅，假如喷嘴堵塞，倒转后泡沫不能喷出，瓶内压强增大，钢瓶有发生爆炸的危险。

灭火器的种类非常多，常用的还有干粉灭火器（其中的干粉灭火剂能用碳酸氢钠、磷酸铵或氯化物等）、二氧化碳灭火器（里面装的是固态二氧化碳）、四氯化碳灭火器（里面装的是四氯化碳液体）等。不一样的灭火剂有不一样的灭火性能，所以，在扑救不同性质的火灾时，一定要选择相应的消防器材。

一说到火，人们很自然地就会联想到火柴。小巧玲珑的火柴，一擦就着，它是人们取火最简单的方法。在火柴没有发明之前，人类只能用钻木或用坚硬的燧石（主要成分是二氧化硅 SiO_2 ）与钢质小刀猛烈相击的方法取得火种，不难想象，这是多么不容易！

世界上第一根火柴是二百多年前在意大利诞生的，那可以称之为是一根巨型火柴，因为它是用一根 1 米多长的木棒制造的，在棒的一端粘上一个用氯酸钾、糖和阿拉伯树胶调配起来做成的一个大疙瘩，使用的时候，把这个大疙瘩浸到浓硫酸中，它就会发火燃烧起来。这是因为氯酸钾接触到浓硫酸以后，发生化学反应，生成了一种性质很活泼的二氧化氯，二氧化氯跟糖反应，引起燃烧。这种火柴又大又重，携带十分不方便，还要携带着危险的硫酸，而且价格昂贵，所以未能被人们广泛应用。

到了 19 世纪初，瑞典人发现了摩擦火柴。摩擦火柴小巧方便，迅速的在各国流行开来。这种火柴头上涂有硫磺，再覆

以白磷、铅丹或二氧化锰及树胶的混合物。白磷的着火点只有 40°C ，所以只要在墙上、桌面上或鞋底上一擦，就能着火。白磷点着以后，在强氧化三铅或二氧化锰的帮助下，使易燃的硫也燃烧起来，接着又引燃小木棒。

摩擦火柴虽然使用方便，但非常不安全，因为一旦温度超过了 40°C ，白磷就会自己燃烧起来，而且白磷是一种剧毒物，误食 0.1 克就会中毒死亡。

1855 年，瑞典人伦塔斯托鲁姆用红磷取代白磷，设计制成了世界上第一盒安全火柴。红磷无毒，它的着火点比白磷高很多，为 240°C ，这就弥补了摩擦火柴的不足。他把引火剂分为两部分：氯酸钾和三硫化二锑贴在火柴头上，红磷、玻璃粉、胶液涂在火柴盒侧面。擦火柴时，红磷着火，引着火柴头上的易燃物。火柴杆是用木质松软的松木或白杨木做的，前端还用石蜡和松香充分浸泡，使火柴杆易被引燃。这种火柴只有在火柴盒上摩擦时才会点着，既没有毒，又不易引起火灾，所以称它为“安全火柴”。这种火柴很快代替摩擦火柴并销售于全球，一直到现在。

火柴诞生已有二百多年了。在这二百多年中，通过人们不断改进，制造了很多具有特殊性能的火柴，使火柴家族日益兴旺发达。如防风火柴、焊接火柴、多次火柴等等。

在日常生活中，人们天天都要和火打交道，然而，用火必须防火。忽略了安全、思想大意或缺少防火知识就可能造成火灾，给人们带来痛苦的灾难。

糖 精

糖虽是一种甜味剂，可它还与制镜工业有不解之缘呢！

13 世纪后半期，威尼斯人制成了平板玻璃。人们在平板玻璃后面涂上一块金属板，制成了较理想的镜子。物以稀为贵，当时的镜子昂贵的很，法国女王玛丽·麦迪奇结婚时，威尼斯共和国赠送给她一面镜子作为礼物。镜子仅有书本那么大，可它值 15 万法郎！

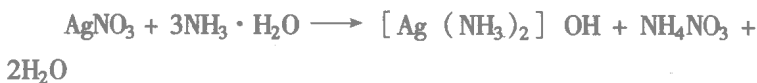
后来人们想出办法，用水银（汞）取代金属板。这种镜子光亮度非常好，成本也低，一般老百姓都能够用得起。可是水银蒸气有毒，工人在制镜时经常发生水银中毒的事件，每年要夺去许多制镜工人的生命。

直到一百多年前，人们才又想出新办法，用金属银来取代水银镜子。从此，制镜工人再也不会受水银蒸气的毒害了。

镜子是怎样制成的呢？

首先，选择没有气泡的玻璃，将它磨平整用碱洗干净，然后取硝酸银配成一定浓度的溶液，加入适量的氨水，再加入适量的还原剂葡萄糖。将调配好的溶液倒在玻璃上，硝酸银就被还原成金属银沉积在玻璃板上，制成了镜子。为了预防银发暗和脱落，最后还得在镜子背面涂上油漆保护起来。

葡萄糖还原硝酸银的反应过程为：





葡萄糖



葡萄糖酸

这就是著名的“银镜反应”。不但镜子是这样镀银的，而且保温瓶胆也是这样镀银的。

众所周知，糖是甜的，它是绿色植物光合作用的产物：



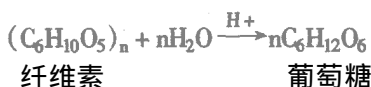
葡萄糖

也许你不相信，我们生活中所丢弃的破布也可以用来制糖呢！

在一百多年前，便有人做过破布制糖的试验，把破布放进浓度为 70% 左右的硫酸中，加热一段时间，破布就不见了，被分解成糖——葡萄糖。

那么，破布为什么变成葡萄糖了呢？

原来破布的主要成分是纤维素。当纤维素受到酸类的影响时，那巨大的分子会发生分裂，变成较小的分子，并且与水相结合变成葡萄糖。在化学上被称为纤维素“水解反应”：



纤维素

葡萄糖

纤维素是由碳、氢、氧三种元素组成的，而葡萄糖呢，也是由碳、氢、氧三种元素组成的。所不一样的是，两种物质分子中三种化学元素的比例排列组合不同而已。

破布既然能制糖，那么，破布的兄弟们——含有纤维素的木屑、稻草、麦秆及许多农业副产品当然也能制糖。利用纤维素水解制葡萄糖目前已变成一项庞大的工业——“水解工业”。

现在，人们在水解工厂里，先把一些含有纤维素的农业副产品晒干、切碎，然后放入耐酸搪瓷缸中，再加入硫酸（一般浓度为 62% 以上，若用盐酸的话，浓度为 36% 左右）不停的进行搅拌、加热，经过 4~5 小时后，加水稀释，再加入石灰乳中和、过滤。这时的滤液是澄清的，但含有杂质，一般是棕褐色的。工人们往滤液中加入脱色剂活性炭，滤液立刻便变得无色透明了。接着，把滤液加热熬浓，冷却后，就会析出雪白的晶体——葡萄糖。

糖是甜的，但比糖更甜的东西还多的是，食用糖精便是其中的一种。

谈起糖精的发明，还有一段有趣的故事呢！

俄国的法利德别尔格，是美国巴尔的摩大学的研究员，也是一位化学家，他每天在实验室里忙碌。

这天，一个实验有了结果，他高兴地拿出装在口袋里的铅笔，在实验记录上写下了实验结果。当他往口袋里装铅笔的时候，一看墙上的钟表，早已是晚上 8 点了。他忽然想起，今天是他的生日，家里来了很多客人，而妻子早晨还特别叮嘱他晚上早点回家。于是，他穿上外衣，急忙地赶回家去。

一进门，亲友们都为他庆祝。一阵喧哗之后，宾主顺次落座，法利德别尔格的妻子赶忙往桌上端菜。席间，一位朋友问法利德别尔格：“听说您最近在研究人造香料？”

“不，我在做芳香族磺酸化合物的实验，还谈不上研究。”

“什么叫芳香……”

“这是化学上的术语。”

法利德别尔格觉得说得含糊，便随手从口袋中拿出从实验室里带回的那支铅笔，在报纸的一角写下“芳香族磺酸化合物”几个字。

这时，法利德别尔格的妻子正好端上美味可口的香酥鸡和牛排。法利德别尔格接过菜盘，请大家品尝。于是，他们的谈话中断了。

“好甜的香酥鸡呀！”一位朋友忽然说。

“炸牛排也是甜的”又有人说。

法利德别尔格的妻子疑惑地给客人们更换了新餐具……

晚餐结束了，客人们离去了，法利德别尔格夫妇坐在沙发上，谈论着那个奇怪的甜味是怎么来的。

“我没有加过糖！”妻子急忙解释说。

法利德别尔格进入厨房，把客人换下来的餐具用舌头舔一下，又端起盛牛排和香酥鸡的盘子，在盘子周围舔了一下。回到沙发后，竟举起双手，先用舌头舔了左手，后舔右手，接着又从口袋里取出那支铅笔，用舌头舔了舔，激动地大声叫起来：“甜味出在铅笔上，就出在这支铅笔上！”

原来，当法利德别尔格尝了朋友用过的餐具后，发觉盘子边上有一块带甜味的地方。这是他端盘子的手指处。而他的手曾经拿过实验室里用的铅笔。这表明，铅笔甜味，是在实验里沾上的。

次日，天刚亮，法利德别尔格就到他的实验室，他认真地检查实验时用的器具，充满快乐的法利德别尔格一边工作，一边记录。并自言自语地说：“这真是一件了不起的发明啊！”

从此，法利德别尔格集中一切精力，专心致志地研究这个课题，终于从煤焦油中提取出一种带甜味的物质——糖精。

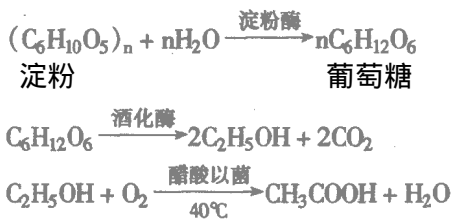
实验证明，糖精的甜度差不多为食糖的 500 倍。苦战和奋斗，终于给法利德别尔格应有的报酬。1879 年，法利德别尔格在美国获得了发明糖精的专利权。1886 年，他迁居德国，在德国建立了世界上首家糖精厂，开始了专业的糖精生产。

食用醋与醋酸

俗话说，开门七件事，油盐柴米酱醋茶。可见醋与人们的日常生活关系非同小可。而随着有机化学工业的不断发展，醋更成为人类发展须臾不离的重要化工原料。现在让我们由古到今慢慢说来。

醋在古代称之为苦酒或醕 (xī) 酢 (cù), 都以“酒”旁，可见醋与酒也有着不解之缘。食醋作为调味品，始于何时，已无从查考。但民间始终流传着“杜康造酒儿造醋”的传说。相传杜康之子黑塔，率领家族移居到江苏镇江一带，随后又在江边设了一家糟坊，并引江水浸泡酒糟，时值暑伏，他恹恹入梦，醒来，按梦中所记，经过 21 天后揭盖，果然清气扑鼻，酸中带甜。黑塔于是用“廿一日”加了一个“西”字，并且称这种酸水为“醋”。这便是醋的由来。

传统的发酵法酿醋一直沿用到现在。其要点是先将谷物蒸熟，经酒曲糖化，酒化后得到的含酒产物不蒸馏，再与麸皮、谷糠、醋酸酵母等混合后，并保持在 40 左右继续发酵，最后得到食用醋。



醋酸

食用醋除醋酸外（含 5% ~ 6%）还含有少量的琥珀酸、乳酸、酯类、氨基酸和一定的糖分。

几千年来，醋主要作为调味品出现在人们的生活中。而它的多种功能使它成为人们的“生活之友”。

食醋的药用价值早在 1700 多年前就为人们所周知。三国时期的名医华佗用半碗醋和蒜泥治好一位过路的病人，让他吐出一条蛔虫，立解咽喉堵塞不能吞食之苦。26 年前，当流行性感冒病毒在全世界肆虐流行，导致成千上万的人卧床不起，一些照相行业的工作人员由于在底片、相片定影时使用冰醋酸稀溶液，通过醋酸蒸气的消毒杀菌作用，使他们幸免被传染，人们就此应用醋酸来防止流行性感冒。有人取 5 克食盐用文火炒热，再放进茶叶 15 克再炒至微枯，加入 200 毫升水煮沸，所得滤汁加 10 毫升食醋后就成为治疗小儿腹泻的良药。食醋在这里起收敛作用。据载，食醋还有助防消炎去肿，冻疮，消化，治疗牛皮癣等作用。

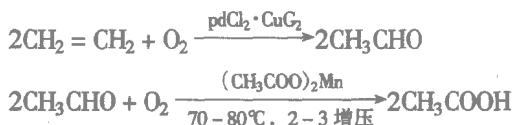
醋酸用于有机合成物，已有一百多年的历史。1868 年，英国科学家帕金就用水杨醛和醋酸酐合成香料香兰素。1890 年，德国化学家霍依曼用醋酸的衍生物氯乙酸等为原料合成天然染料靛蓝。后又用醋酸酐和水杨酸合成了阿斯匹林——一种居家旅游必备的良药。如今用于喷漆工业的香蕉水，就是醋酸与醇酯化得到的乙酸异戊酯。

电影是 19 世纪 90 年代由法国的卢米埃兄弟和美国爱迪生分别发明的。当时放映电影最怕烧片失火，因为片基是用易燃的硝酸纤维素酯制成的。醋酸纤维素酯不容易燃烧，不易褪色，出世之后立即代替了硝酸纤维素酯，成为照相底片、电影胶片的重要原料。

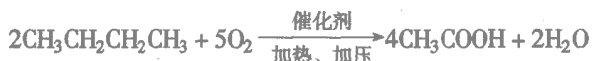
醋酸是人们最先制取的有机酸，也是科学家第一个从单质出发制取出的完全的有机合成化合物。1845 年继德国的科学家维勒用无机化合物人工合成尿素后，德国化学家柯尔柏又利用木灰、硫磺、氯气和水为原料首次合成醋酸。从而为有机合成化学的建立奠定了根基。

工业用醋酸的生产也由最初的食醋蒸馏制取和分馏木材干馏液产物中醋酸（一般为木材干量的 3% ~ 7%）的方法进展为当前的两大制法。

第一，乙烯氧化法：



第二，烷烃直接氧化法：



除上述两大合成方法以外，科学家们认为最有前途的制法应是甲醇和一氧化碳直接合成醋酸。



但这种方法由于一些主要技术问题尚未完全解决，故还处于探索之中。

体育中的化学

朋友们，你们是否知道在令人赏心悦目、激动人心的体育世界中，处处充满着化学知识吗。

几千年来，火炬一直是勇敢、光明和威力的象征。自第十一届奥运会以来，历届开幕式都要举行非常隆重的“火炬接力”。是谁使火炬闪烁出耀眼光芒？是易燃有机物。煤油和丁烷气都是常用的火炬燃料：



丁烷

我国化学专家研制出的式样新颖的轻型火炬，火苗高达一米左右，即使是在晴朗的白天，二百米以外，依然清晰可见，而且在大雨中也能熊熊燃烧。它使十一届北京亚运会增色不少。

在激烈拼搏的足球赛中，我们常能看到运动员跌倒在草坪上，这时医队急忙跑上前，用一个小喷壶，哧！哧！在运动员受伤的部位喷几下，然后进行反复按摩、搓揉，不一会儿，受伤运动员竟又生龙活虎地冲向了球场。小壶里装的到底是什么灵丹妙药呢？这便是氯乙烷（ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ ），一种无色、沸点只有 13.1 的易挥发的有机物。我们知道，当液体挥发时，将从周围吸收热量，当医护人员把氯乙烷药液喷洒在运动员受伤的部位时，由于它们迅速挥发而使皮肤表面的温度下降，知觉

减退，从而起到镇痛和局部被麻醉的独特作用。

在体育场，围绕着翠绿色足球场的是一圈圈特别醒目的棕红色的田径跑道。这种跑道是用最新合成材料——塑胶铺设成的。俗称“塑胶跑道”。塑胶跑道的结构，好像是一块正贴胶粒的海绵乒乓球拍。如果跑道面上的橡胶颗粒是胶粒，那塑胶面层就相当于海绵层，而跑道的地基就像球拍的木底板。这种塑胶跑道为田径健儿提供了良好的基础，并创造佳绩。

不同的运动员对于运动鞋的材料也有不同的要求。为此，设计师们采用了最先进的化学材料设计了各种性能的运动鞋，深受运动员的青睐。排球、篮球运动员需要有一定弹跳性的运动鞋，他们选用弹性非常好的顺丁橡胶作鞋底；足球运动员要求鞋能适应坚实耐用、快攻快停的要求，使用强度特别高的聚氨酯橡胶作底材，并安装上聚氨酯防滑钉；而田径运动员则要求鞋柔软而富有弹性，便又设计了高弹性的异戊橡胶鞋底，以此来满足运动员的各种要求。

发令枪打响后为什么会有白色烟幕产生呢？因为火药纸里的药粉含有发烟剂红磷和氧化剂氯酸钾等物质。摩擦产生的高温使氯酸钾迅速发生分解反应：



产生的氧气马上与红磷发生剧烈的燃烧：



燃烧后的产物是白色粉末五氧化二磷，在空气中极易吸收水而形成酸雾，所以计时员能在黑色的烟屏上看到一股淡淡的白色烟雾。

举重前，运动员总是先把两手伸入盛有白色粉末“镁粉”的盆中，然后互相摩擦掌心。这个助运动员一臂之力的“镁

粉”真是金属镁吗？镁粉具有银白色的光泽，这种白色粉末真正的身分是碳酸镁（ MgCO_3 ）。由于 MgCO_3 具有非常好的吸湿性，能加大手掌心与器械之间的摩擦系数，从而使运动员能紧紧的握住杠铃，创造优异成绩。

宏伟壮观的体育馆经茶色玻璃装饰后，显得美观大方，给人以一种文静高雅的印象。茶色玻璃是一种能吸收红外线的吸热、隔热玻璃，其中含有微量的硒、钴、铁等氧化物，它透过的红外线只有普通玻璃的 $1/4$ 。用它装饰体育建筑，不仅内部光线柔和，而且还具有隔热、防眩的效果。难怪大热天走进体育馆，顿时会有优雅凉爽的感觉。

化学为锦上添花，为体育事业立下了汗马功劳，在广阔的体育世界中真是无处无化学！例如：冲浪运动用的帆板是泡沫塑料制成的；保龄球是用塑料与硬胶混合压制而成的；五光十色的飞碟盘是用塑料制作的；化学家发明的一种化学涂料，擦在游泳运动员的身上，可使游速在每秒 2 米的情况下，减小水的阻力 10%；一种由聚氨纤维和超细尼龙纤维制成的游泳衣，可使运动员游得更快……

然而，由于化学物质的滥用也给纯洁的体育世界带来许多灾难。

在第二十四届汉城奥运会上，加拿大短跑名将本·约翰逊以 9 秒 79 的百米成绩战胜美国的短跑名将刘易斯，并刷新了自己保持了男子 100 米世界纪录的时候，整个体育场都欣喜若狂，人们像欢迎英雄一样激动地呼喊着他的名字，向他欢呼、致意。但是，几天以后，奥运会组委会却发表了一个令人震惊的消息：约翰逊在比赛时服用了违禁药物，他所创造的新世界纪录也被取消，同时并收回金牌。约翰逊用不正当的手段欺骗了国际舆论，玷污了奥林匹克精神，他受到了惩罚和谴责。

违禁化合物大部分是有机化合物，其种类繁多、组成复杂。目前国际奥委会规定的违禁药物共有五大类 99 种。它们是：兴奋剂、麻醉剂、合成类固醇、利尿剂和 β 阻断剂。70% 的运动员服用的兴奋剂是合成类固醇。

服用了类固醇能增强耐力、增长肌肉，增大运动量训练和加速训练后的恢复，在比赛中宜取得良好成绩。但此类药物对身体健康的危害性很大，不但损伤肝脏，还是导致肝癌的因素，而且可以使泌尿系统发生癌变，并给血管、心脏带来危害。为维护运动员的身体健康、维护奥林匹克原则，1968 年，奥委会公布并完全禁止运动员服用违禁药物。

人工降雨

常言道：“天有不测风云”。然而随着科学技术的不断发展，这种观点已成为历史。几千年来人类“布云行雨”的愿望，如今已成为现实。而第一次实现人工降雨的科学家，就是著名的美国物理化学家欧文·朗缪尔。

欧文·朗缪尔，1881年1月31日诞生于美国纽约市布鲁克林。朗缪尔从小就对自然科学和应用技术特别感兴趣。年轻时他就有一个伟大的理想：实现人工降雨，使人类摆脱靠天吃饭的命运。

朗缪尔非常理解干旱季节时农民盼雨的心情。面对茫茫无际的蓝天，面对农民求雨的目光，作为一名科学家他进行了理智而科学的探索。朗缪尔经过深入地研究，终于搞明了其中的奥秘。

原来，地面上的水蒸气上升遇冷后凝聚成的团便是“云”。云中的微小冰点直径大约有0.01毫米，能长时间地浮在空中，当它们遇到某种杂质粒子（称冰核）便形成小冰晶，而一旦出现冰晶，水汽就会在冰晶表面迅速凝结，从而使小冰晶长成雪花，而许多雪花粘在一起成为雪片，当雪片的重量比空气重时就从高空滚落下来，这就是降雪。若雪片在下落过程中碰到云滴，云滴凝结在雪片上，便形成不透明的冰球称之为雹。如果雪片下落到温度高于0℃的暖区就会融化成水滴，下起雨来。

但是，有云未必就要下雨。这是因为云中的冰核并不充

沛，冰晶数目太少了。

当时，在人们心中流行着一种这样的观点：雨点是以尘埃的微粒为“冰晶”，如果要下雨，空气中除有水蒸气以外还必须要有尘埃微粒。这种流行观点严重地限制着人们对人工降雨的研究与实验。因为要在阴云密布的天气里扬起满天灰尘谈何容易。

朗缪尔是个注重实践、治学严谨的著名科学家。当时他是纽约州斯克内克塔迪通用电气公司研究实验室的副主任。在他的实验室里存有人造云，这便是充满在电冰箱里的水蒸气。朗缪尔想方设法，使冰箱中的水蒸气与下雨前大气中水蒸气情况相同。他还不断地调整温度，加进各种尘埃进行实验研究。

1946年7月的一天，骄阳当空，酷热难熬。朗缪尔正在实验室紧张地进行实验，忽然不知电冰箱因何处设备出现故障而停止制冷，致使冰箱内温度降不下去。他决定采用干冰降温。固态二氧化碳气化热很大，在 -60°C 时为 87.2卡/克 。常压下能急剧转化为气体，吸收外界环境热量而制冷，可使周围的温度降到 -78°C 左右。当他刚把一些干冰放进冰箱的冰室中时，出现了一幅奇妙无比的图景：小冰粒在冰室内飞舞盘旋，霏霏雪花从上落下，整个冰室内寒气逼人，人工云变成了雪和冰。

朗缪尔分析这一现象认识到：尘埃对降雨并不是绝对必要，干冰具有独特的凝聚水蒸气的作用，即作为“种子”的云中冰核或冰晶。降低温度也是使水蒸气变为雨的重要因素之一，他不断调整加入干冰的量和改变温度，发现只要温度降到零下 40°C 以下，人工降雨就有可能成功。朗缪尔发明的干冰布云法是进行人工降雨研究中的一个突破性的发现，它脱离了旧观念的束缚。但有趣的是，这个突破性的发明，是在炎热的

夏天中在电冰箱内取得的。

朗缪尔决心将干冰布云法实施于人工降雨的实践中。1946年时他虽已是年过花甲的老人，但他依然像年轻人一样燃烧着探索自然奥秘的热情。1946年的某一天，在朗缪尔的指挥下，一架飞机腾空而起飞行在云海上空。试验人员将重 207 千克干冰撒入云海，就像农民将种子播到田间一样。半个小时后，狂风骤起，倾盆大雨洒向大地。首次人工降雨试验获得成功。

朗缪尔开创了人工降雨的新时期。根据过冷云层冰晶成核作用的原理，科学家们又发现也可以用碘化银 (AgI) 等作为“种子”，进行人工降雨。而且从效果上看，碘化银比干冰更好。碘化银可以在地上撒播，利用气流上升的作用，从而飘浮到空中的云层里，比干冰降雨更简便易行。

“人工降雨”行动在战争中作为一种新式的“气象武器”已习空见惯。美越战争时期，由柬埔寨通往越南的“胡志明小道”车水马龙，国外援助越南人民抗击美帝侵略者的作战物资，就是靠这条惟一的通道源源不断地送往前线。但那里常常出现暴风雨，特大洪水，毁坏堤坝，冲断桥梁，大批运输车辆在泥泞的山路上挣扎，严重的堵塞了交通，其破坏程度不亚于轰炸。开始越方对这种突如其来的暴雨一无所知，后来，经多方侦查才知道，这是经美国总统约翰逊亲自批准并实施了长达 6 年之久的秘密气象行动，即美国在那条路的上空进行了“人工降雨”行动。

变幻的色彩

我国是世界文明古国之一。绘画颜料的使用也有着悠久的历史。从河南省浚县仰韶村挖掘的著名彩陶中，就绘有黑红相间的彩色图案，证实我们的祖先在五千多年以前就已经懂得用彩色颜料画画了。经证实，当时使用的那种黑色颜料是炭粉，而红色颜料是赤铁矿（主要成分是 Fe_2O_3 ）古人把它称为“红赭石”。

后来人们在大自然中又发现了一种新的红色颜料——朱砂，它比红赭石的颜色更鲜艳。朱砂的化学成分是硫化汞（ HgS ）由于它色彩美丽，经久不变，所以一直倍受画家的珍重。在书画上盖的印章，所用的印泥也是用朱砂制成的。古老的字画，由于年代久远，其画纸已经变色泛黄，但是画上面的印章依然是红艳艳的。

我国著名的敦煌壁画上那婆娑起舞的飞天，堪称为世界艺术珍品。可是，那些仙女的面肌肤和庞大都是灰黑色，这真是件怪事！

原来，这些画面上的灰黑色物质是硫化铅（ PbS ）。可最初涂上去的并非硫化铅，而是一种十分有名的白色颜料——铅白，即碱式碳酸铅。它有特别强的覆盖力，涂抹之处，真可谓白得耀眼，由于长期受空气中微量硫化氢气体的腐蚀（煤燃烧、动植物腐烂时都有硫化氢产生），所以渐渐由白色变成灰黑色。



(白色)

(黑色)

博物馆里，摆放的油画，时间久了，白色画面也渐渐变得黯然无光，也是同样的道理，当遇到这种情况，不要着急，请你取一块软布，蘸上双氧水，然后在画面上轻轻擦拭，就可以使画面旧貌换新颜，重新恢复青春。因为具有强氧化性的双氧水能把黑色的硫化铅氧化成为白色的硫酸铅。



(黑色)

(白色)

不过，为了保持古代文物的最初面貌，我们一般不这样做。

同样的现象也发生在欧洲的美术博物馆中，意大利的博物馆里，收藏着许多文艺复兴时期的名画，参观者惊奇地发现，有的画面上的天空不是我们常见到的蔚蓝色，而是翠绿色。

原来，古代画家所使用的蓝色颜料是一种名叫“铜蓝”的矿石，它的化学成分是硫化亚铜 (Cu_2S) 和硫化铜 (CuS)，这两种硫化物的化学性质极不稳定，在空气中的二氧化碳和水蒸气作用下，天长日久，能慢慢的变成绿色碱式碳酸铜 ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$)，于是“蓝色天空”就渐渐变成了我们今天看到的“绿色天空”。

更奇怪的一幅画是艺术大师米开朗琪罗花了数年精心制作的巨幅壁画《创世纪》。就在这幅奇珍异宝般的壁画中，有一幅除了和其他壁画一样，具有无穷艺术魅力外，还有一种“特异功能”；它能相当准确地预示天气的变化。当地人发现，当壁画中人物服饰处的淡红色逐渐隐退并转变为艳丽的蓝色，那么，那时云雾缭绕、阴云密布，出门时也可放心地不带雨具；反之，若是壁画人物服饰处的蓝色变成淡红色时，则预示

着大雨要来临。

这幅壁画为什么能预报天气呢？化学家经过研究终于找到了问题的答案，原来，在米开朗琪罗所用的颜料之中，偶然混进了二氯化钴。含有结晶水的二氯化钴呈红色，而无水二氯化钴则呈蓝色。每当天将要下雨的时候，空气中湿度上升，画中蓝色的无水氯化钴便吸收空气中的水分，从而形成淡红色的水合二氯化钴，而颜料中水合二氯化钴里的结晶水渐渐蒸发掉，恢复最初的颜色，则是空气干燥，天将放晴的明证。



淡红色

蓝色

英国的一位建筑师在给外墙面粉刷的水泥中加进了一些二氯化钴，别出心裁地将色彩原理结合变色原理，绘画了一幅“季节”随天气变化而变化的风景画。每当秋高气爽时，天气干燥，二氯化钴水合物就失去了水分，由红变蓝，蓝色与水彩颜料中的黄色互补成为绿色，为人们贡献出已经逝去的盎然春色。而当春夏季节来临时，湿度较大，二氯化钴又重新吸收水分，由蓝色转变成红色，黄色与红色融为一体，风景画又为人们带来象征丰收的秋天所特有的一片橙色。

多彩的生活

天空为什么是蓝色的？树为什么是绿色的？我们生活在五彩斑斓的大自然中，颜色是组成大自然最重要的一部分。颜色不仅影响到几乎所有动物的生活，而且对人类生活也有很大影响。可以想象一下，如果我们周围只有单调乏味的颜色，那么你一定感到阴郁、烦闷，毫无生气。各种各样的颜色使我们周围的一切变得五彩缤纷，给人以美的享受。

那么，到底什么是颜色呢？颜色实际上是由射入我们眼睛不同波长的光刺激视网膜细胞而给予我们神经的最终感觉，人可以看见的光波波长的范围大约为 400~700 毫微米。视网膜中有一种圆锥细胞，它含有三种基本色素——蓝、绿、红。不同波长的光可以将这些色素激活，从而引起神经兴奋使我们感觉到这些颜色。400~500 毫微米波长的光可以激活蓝色素，并产生蓝色的感觉；500~600 毫微米的光波可以激活绿色素，从而产生绿色的感觉；600~700 毫米的光波则激活红色素，产生红色的感觉。其他的各种颜色不过是由这三种基本颜色混淆的结果。3 种颜色全混合则组成白色，3 种颜色全被吸收则是黑色。

辨色本领并不限制于人。许多爬行动物、两栖类、鱼、鸟类甚至昆虫都具有分辨颜色的本领，只是它们的视觉范围一般与人不同而已。只有猿、猴等少数动物的视觉范围和人一样。

生物界中的保护色

动物常利用颜色来达到它们的目的，其中最明显的例子是动物的保护色。动物常运用与周围环境相似的颜色来隐藏自己，免于被敌害发现。在森林中生活的动物常随季节以及周围植物颜色的变化而改变自己身上皮毛的颜色。

英国有一种胡椒蛾就是适应环境，选择保护色的一个例子。我们采集到这种蛾的标本，在普通光照条件下是黑色的。因为当 19 世纪英国工业刚刚发展起来时，烧的燃料主要以煤为主，这种蛾习惯生活在住宅区树丛中，就要借助于黑色，来使自己隐身在周围的煤烟氛围中。在这种黑色的背景下，那些浅颜色的蛾很容易被鸟类发现而捕食掉。现在，英国工业区中近 90% 的蛾都是深颜色的。近些年，随着环境污染被有效地控制，现在浅色蛾又飞回来了。

然而，自然界中有许多动物是浅色的甚至是色泽鲜艳的。这些鲜艳的颜色有一个共同的目的就是恐吓其他动物。肉味难吃或有毒的动物常用浅色或鲜艳的颜色加上易于辨别的图形标记，用以警告那些食肉动物，千万不要吃它们。食肉动物就根据这些颜色来避开它们，所以颜色对二者均有利。

在许多动物追求配偶时，颜色也起着非常重要的作用。颜色常常是起着恐吓敌害又能吸引配偶的双重作用。如雄的孔雀和知更鸟就用其羽毛美丽的颜色来吸引雌鸟。这里应该指出的是，在人类流传的童话传说中及其舞台上，常用美丽的孔雀

其他色泽美丽的动物来代表漂亮的姑娘，但是，在大自然中往往情况相反，雄性动物都是美丽动人的，而雌性动物却常常是显得丑陋不堪。

颜色加上图案的伪装就更有效了。其中最为突出的是蝴蝶。有的蝴蝶翅膀上长着像大眼睛一样的花纹。当它展翅飞翔时，会让那些鸟或其他食肉动物看后心惊胆战。一些热带鱼也同样用鲜艳的颜色来吓巨鲷鱼之类的“海上霸王”。浅黄色的枯叶蝶当双翅合起时很像一张干枯的叶子，很容易迷惑住它的敌害。总之，动物正是在进化过程中利用颜色的变化来适应环境而生存下来的。

人类与色彩

人类运用颜色的历史可以追溯到 15 ~ 20 万年前，当时原始人用黄色或红色的粘土涂抹身体，用来吓唬野兽并向同伴显示自己的美丽。原始人也用牙齿和烧骨头来制造黑色的颜料，或者用矿石来制作其他颜色的无机颜料。常用的原料是铁矿石、铜矿石和铅矿石，有机颜料则来源于动、植物。从石灰和白垩中得到白色，红色则取自茜草的根和某些雌性的干昆虫的身体（鲜红、胭脂红），有时也用硫化汞。蓝色取自铜矿和植物靛草。通常将这些作为颜料的物质浸洗并晒干后再混入油中，用于陶工、涂漆或纺织。

有一种叫作泰尔红紫的颜料，在西方盛行一时。这种好看的红紫色与靛蓝关系十分密切。它是由东地中海中一些软体动物的氧化分泌物制备的。据报道说，仅一晒（28.4 克）这种染料就需要 24 万个这样的海洋动物作原料。总而言之，这种颜料是十分昂贵的，每晒约要 7500 美元。所以，人们常将这种颜料与高贵联系在一起。因此，在英语中有一句用“出身红紫（born to the purple）”来表示“出身高贵”。妒忌多疑的罗马统治者为了维护这种显示高贵的颜色甚至宣告了这样一条残酷的法令：“宫廷以外的任何入如果穿紫色长袍就要处以死刑。”这种颜料为成立腓尼基的古代贸易中心立下了不朽的功勋。

在古代，连颜色都有一定的宗教和迷信色彩，古希腊人就是用颜色来表示他们所认为的四种基本元素的：土（用蓝色代

表)、水(用绿色代表)、火(用红色代表)和气(用黄色代表)。而纹章学(Heraldry)则创立于12世纪的德国,随后又传到英国,它就用这些颜色作为特定的标志:蓝色代表忠孝,红色代表勇气,金黄色代表名誉。今天在西方的大学中还用不同颜色披肩的长袍代表着一个人的特定的学术地位。中国古代帝王则以明黄色来代表他们至高无上的权力。

近代科学研究告诉我们,颜色能使人产生一定的心理作用:白色的清静,黑色的寂静,红色的热情,绿色的凉爽。而且颜色还能给人以味道的感觉。人们总是觉得黄色的甜,绿色的酸,茶色的苦,红色的咸。人们甚至运用颜色的这种作用来给人治病:紫色的环境可使孕妇感到安慰,淡蓝色的环境对高烧病人有退烧作用,赭石色的环境有助于低血压患者提高血压;而蓝色和白色的环境则可使患高血压者降低血压;黄色和红色的环境能促进血液循环。病人如果住在以绿色、淡蓝色或米黄色为主的房间里,就可以更快地恢复健康。红色可使人脉搏跳动加快,蓝色则使人脉搏跳动变慢。蓝色或绿色的食物和环境会使人的食欲减退,而黄色或橙色则可以增加食欲。根据以上的特点,人们可以在不同的环境下粉刷不同的颜色,使人处在这种环境中感到更加舒适。

第一个制成合成染料的人是英国的威廉·亨利·珀金(William Henry Perkin)。他在1856年或者更早些时候就提出过制造合成染料的想法,而那时还是天然的靛蓝和茜素统治市场。这些颜料需要大量的天然植物制取,已远远不能够满足当时工业发展的需求了。年仅18岁的珀金在自己的后院小屋里试图合成奎宁,当他将重铬酸盐与硫酸苯胺混合时得到一种红紫色的产物——苯胺紫。实际上,这种染料是一些构成相象的化合物。从此以后合成染料得到迅速的发展,其中最主要的是

苦味酸、品红、玫红酸。今天，合成染料已作为一种重要的化工产品被广泛地应用于肥皂、造纸、纺织及去污剂和塑料工业。

颜色使我们周围的世界变得绚丽多姿，使我们的生活丰富多采。当我们了解颜色形成的原理及如何合成各种颜料、染料后，就更可以有意识地美化我们身边的环境，生产出更多品质优异，色泽鲜艳的染料，使我们的工作效率更高，生活更加舒适，精神更加愉快。

生物界中的嗅觉

20 多年以前在美国的加利福尼亚州发生了一件奇怪的事：在一个放养鱼苗的鱼栏中，竟然发现了一条长 35 分米，重达 0.5 千克的鲑鱼。这些鱼一般情况下是生活在太平洋深处的冷水中。令人吃惊的是这个鱼栏与外部水源相通的仅有一条迷宫似的出水管，中间还有 75 厘米高的铁丝网和栏栅。人们简直无法想象这位不屈不挠的“勇士”是怎样历尽艰险穿越所有的障碍物而到这里的。为了表扬它的光辉业绩，人们便在鱼池边树起一座 5 吨重的红木雕像以供后世瞻仰。到底是什么东西为它这次长途曲折的旅行导航的呢？人们详细地研究了鲑鱼回游的习性后，知道年幼的鲑鱼生活在小溪中，每条溪流流经的地区地质环境不同，溪流中的水生植物及岸边傍水生长的植物也不一样，从而使每条溪流的味道也不同。这些气味穿过鱼的鼻孔，在它头部的嗅球处留强烈的记号，使它们经久不衰。所以生活在深海的成年鲑鱼，依旧凭借这种记忆力劈波斩浪不辞辛劳地回到自己的故乡。

鲑鱼是个嗅觉灵敏的瞎子。长期居住在浊水中，使它几乎双目失明，但它却能凭借嗅觉毫不费力地为自己找寻食物。鲑鱼的这种嗅觉还控制着它的群居生活，它可以利用嗅觉来判断对方的身份、年龄、性别和种类。由于嗅觉的作用，通常可以看到大量的鲑鱼拥挤在一个有限的区域内而不致发生互相争斗。

和鱼一样，昆虫、爬行动物乃至更高级的哺乳动物在它们周围的许多信息中也主要是凭借嗅觉，有时气味还被动物用作通讯的手段。因此对于许多动物来说，嗅觉是它们生活的钥匙。

爬行动物中有一种盲蛇，它就可以根据蚂蚁留下的气味追踪到蚁穴从而猎取蚂蚁。同时它自己也分泌出一种有气味的物质，这种气味有这样几个作用：对付可能对它攻击的工蚁；告诫其他食虫的蛇，这里的蚁穴已归我所有，不要再来抢食；还可以通过这种气味找到自己的同伴。

哺乳动物的嗅觉同样也很敏感。许多动物主要是依赖气味来寻找食物，或用嗅觉来发现敌兽，从而及时逃避开。尤其是那些素食动物，视力一般都不太好。所以在预防敌兽和寻找食物方面更依赖于它们敏锐的嗅觉了。有的哺乳动物像盲蛇一样在自己生活区域的灌木、草丛上留下特殊气味作为记号，这等于向同种动物发布告示：此地已被占领。从而避免了争夺地盘的格斗。这些气味通常是动物的尿或动物的内分泌腺发出来的。例如羚羊、麝和獾就有这种特殊的分泌腺。

狗的嗅觉是异常惊人的。据研究，牧羊狗鼻腔中有 2200 万个嗅觉细胞，覆盖面积达 120 厘米²，而人的鼻腔中只有 50 万个嗅觉细胞，覆盖面积只有 6.25 厘米²。难怪比起狗的嗅觉本领来，人是望尘莫及的。所以人们很早就懂得训练狗来侦察罪犯的行迹。狗能在案情发生几个小时后，凭借罪犯留下的气味追踪几公里甚至更长的距离把他捉住。

昆虫这些低等动物就更强烈地依赖于化学信息而生存了。例如，当一些昆虫受到外来者进攻或威胁时，它们可以施放一种化学物质来报警，用以通知巢穴里的同伴们，并召集它们来进行自卫。这些是易于挥发的化学物质。昆虫的死亡也是用化

学物质的气味来通告的：当死蚂蚁的尸体分解时，能放出一种特殊的物质，可以被其他蚂蚁分辨出来。

昆虫有一种更加神奇性诱素作用。例如，蜂王分泌一种性诱素：9—酮基 α —壬烯双酸（或称 9—氧代 2—十一碳烯二酸）。它的气味能阻止普通的工蜂发育成蜂王。在白蚁群中的蚁王也可以分泌出一些类似的物质，阻止工蚁发育成蚁王。昆虫的性欲行为更加深受性诱素影响。雄蛾的对雌蛾性感觉的灵敏程度是异常惊人的：它可以发现 2 千米以外的雌蛾。这样高的灵敏度是人类的各种分析仪器无法达到的。

对于最高级的动物——人来说，嗅觉似乎显得不像低级动物那么重要。而且嗅觉的灵敏程度也远远比不上那些较低级的动物。但是比起其他一些感觉器官的灵敏程度来说，嗅觉还是首屈一指的。人们可以在空气中嗅出浓度仅有 $1-10^{-7}$ ppm（百万分之一为 1ppm）的某些气味。这么微量的物质是“明察秋毫”的眼睛根本无法看见的。所以，有许多微量物质看不见摸不着，但我们却可以凭借嗅觉来发现它们的存在。有些狩猎民族，如南非的布须人和澳大利亚的土著人还是用他们敏锐的嗅觉去发现和追踪猎物。

人体的分泌物中同样含有各种化学物质，能引起人或动物的嗅觉。人汗中最主要的气味是丁酸（ $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$ ）如出汗时有 1% 的丁酸渗入到鞋底的话，每个脚印至少能留下 2×10^{11} 个丁酸的分子。这些分子是人类嗅觉最低限度的 100 倍，本来人是可以嗅出，只是出于习惯而使嗅觉这种丁酸的效率降低的缘故，几乎全部人都闻不出人汗的气味。另外，由于人类生活习惯、年龄、饮食、性别、生活环境及新陈代谢功能等方面的差异，导致分泌出各种化学物质的成分也不一样。嗅觉敏锐的狗就把将每个人身上散发出的不同的气味区

别开来 分清哪个是它的主人 哪个是要追捕的罪犯。而人汗中的乳酸 甾赖氨酸和族类激素等物质挥发出现的气味则吸引了蚊子。有的医生还能根据某些疾病与气味的联系去嗅味辨病。例如 分辨出苹果的香味是糖尿病酸中毒患者的特征 身上如果发出新鲜烘黑面包的酵母气味的人则表明患的是伤寒病；神经分裂症患者在他病危期间常发出一种强烈的人体香味，于是精神病理学家就将这种气味作为判断患者病情的依据。

嗅觉的特点

早在两千多年以前，人们就已经刚刚研究嗅觉的语言了。古罗马哲学家留克利希阿斯 (Lucretius) 就提出过好闻的气味是平滑的、圆的“原子”产生的结果，而“粗糙”气味则是由“生刺”的原子引起的。两千多年来这种观点没有根本的改变。1756 年杰出的瑞典分类学家奈 (Linnaeus) 提出 7 个基本的气味级，以后人们又相继提出更多的分类级别。阿莫 (Amoore) 搜集了包括人所不能嗅出的各种气味在内的许多气味的各种数据，将它们分成 62 种不同的类别。他认为这种分类是多余的。对于人来说，原始气味只有 20—30 种。当今被大多数人所接受的理论恐怕是由美国农业部研究实验室提出的立体化学理论。这个理论指出感受器官与气体分子的体积和形状是基本适应的，即只有当一定几何形状的气体分子适宜感受器官的特殊形状时，才能够引起嗅觉。就像一种塞子仅能塞紧一种口径的瓶子一样。按这个理论每个感受器官必须与一种原始的气味相谐调，这显然是不可能的。因而不管这个理论能解释许多现象，但也还是受到人们的怀疑。

研究人员发现，嗅觉比味觉在分辨力上和感觉上都要灵敏得多。因为动物常把气味作为早期警戒的信息，所以对它特别敏感。做化学研究的人能够嗅出一定物质的气味，哪怕这种气体只有 10^{-14} 克也能够嗅出，这比实验室里的仪器所能检出的极限还低得多。

目前人们普遍认为，一种物质如果要具有气味，就必须具备两个条件：第一，这种物质是挥发性的，可以将它的分子释放到空气中。第二，它必须微溶于水，只有这样它才能够穿过覆盖在嗅觉感受器官上的粘膜。有人还提出这些物质还必须溶于类脂化合物，这样它才能够通过感受器官的类脂细胞膜。我们平常能闻到的各种气味，如臭蛋的硫化氢 (H_2S)、氨水气味 ($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 以及各种水果散发的香味——香蕉味的乙酸正丁酯 ($\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$) 梨香味的乙酸异戊酯 ($\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}$)；菠萝香味的丁酸甲酯 ($\text{CH}_3\text{H}_7\text{COOCH}_3$) 橙香味的乙酸正辛酯 ($\text{CH}_3\text{COOC}_8\text{H}_{17}$)；苹果香味的异戊酸异戊酯 ($\text{C}_4\text{H}_9\text{COOC}_5\text{H}_{11}$) 等都具有上述两个特征。根据前面的立体化学理论我们了解到物质的气味不但取决于这些物质的化学成分，而且还与它的立体结构有关。此外，人们的浓度对气味也有影响，如粪臭素浓的时候是使人作呕的恶臭味，极稀时则变成令人愉快的气味了。

嗅觉系统一个明显的特点是，它的感觉细胞直接与脑相连，实际上是可以把它看作一种特殊的神经细胞。而其他的感觉系统，包括味觉在内，则要通过中间介质才能抵达中枢神经系统。另外一个有趣的事实是，大脑皮层能提供较高级的记忆力和思维能力，而脑垂体则可以被看作是从原始大脑的嗅觉器官进化而成的。所以，气味实际上有时也能引起一些记忆。

在陆地上生活的动物，嗅觉与味觉是大相径庭的。气味是散发在空气中，味道则存在于溶液中。水栖动物的差异就不大了，因为化学刺激物都被溶于溶液中。

嗅觉的应用

人类早就开始生产各种产品来刺激人的嗅觉了。尽管生物进化到人类的现今这个高级阶段，有了语言，思维已无须依靠嗅觉去传递。但几千年前在古代的中国，人们洒衣服和烧的香的香料恐怕是人类最早生产的用来刺激嗅觉的芳香物质。在古罗马和希腊也广泛地使用香水。圣经中的贤人经常带着黄金、福兰克香料（蓝丹）和没药，后两种是用作香料的树胶。当十字军由阿拉伯世界带香料回到欧洲时，欧洲才首次学会制香料。

随着生产的发展，人们对香料的需求在成倍增长。19世纪末合成香料投产后，香料的品种和产量就不断增加。最初香料是用花或植物的其他部分进行加工后而得到香精油。加工的方法可以用蒸气蒸馏或用苯、乙醇等挥发性溶剂及油脂来萃取；或者用压榨的方法榨取。由于香精油在植物中含量很少，所以产量很低。每吨玫瑰花大约只能生 1kg 玫瑰油。香精油的主要成分是萜烯。松节油中含有大量的萜烯，因此，松节油是生产香料的主要原料。如其中的牻牛儿醇中就有玫瑰香味。也有少量的香料是取自一些动物的分泌腺，例如取自加拿大海獭的海狸香，取自美洲香猫的香猫酮，取自麝香鹿的麝香酮。龙涎香则是鲸鱼（抹香鲸）分泌的一种蜡状的高级香料。香水通常指的是：香精油、动物香料和化学添加剂混合在醇中调制而成。应该指出混合成的香水化学性质必须稳定，但也不能过于

稳定。而且对普通人来说，气味及对皮肤的酸碱度都要适中。手艺高超与嗅觉敏锐的专家可以将各种香料调制成令人陶醉的高质量香精。这些专家在调剂香料时全凭他们多年的非凡的嗅觉和实践经验。所以，嗅觉迟钝的人是不能担负此项工作的。

除了香水以外，大量的商品也用香料制成令人愉快的气味，如化妆品、刮脸膏就属这类。而香纸手帕、卫生纸、尿布等则处理成不太明显的香味，甚至于在洗碗水、洗手肥皂、家用清洁剂、洗涤剂中人们也常加入松木或柠檬的香味。

自然界中还存有一些难闻的气味。腐烂肉的污秽气味和粪便散发的气味主要是由于有粪臭和尸胺（ $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_5-\text{NH}_2$ 5-二氨基戊烷）腐胺（ $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_4-\text{NH}_2$ 4-二氨基丁烷）素这些化合物的缘故。这些物质是组成蛋白质的氨基酸分解的产物。这些奇臭异常的气味也是有用的。它可以帮助我们识别腐败变质的食物，还可以将这些气体加进无嗅的天然气中，使我们很容易地检查出天然气管道的泄漏。

在日常生活中我们总是厌恶那些难闻的气味。那么怎样才能抵御这些气味，不让它们刺激我们的嗅觉器官呢？一种方法是化学反应或用表面吸附剂的方法来清除掉恶臭气味的分子；另一种方法则是用较强烈的香味去掩住难闻的气味；第三种方法则是减弱或麻醉嗅觉神经末梢，这时臭味虽然还存在，但却不至于引起嗅觉神经的反应了。

近些年来，对嗅觉的研究和应用最重要的恐怕应该算是对昆虫性诱素的研究了。前面已经谈到昆虫的生活主要依赖它们敏锐的嗅觉，只需极微量的性诱素就能对昆虫发生作用。昆虫体内的性诱素的含量是很少很少的，因此要将它们分离出来并且弄清它们的特性和结构就是一件极其困难的工作了。但是人们考虑到昆虫对庄稼以及其他农作物带来的危害所造成的巨大

经济损失，以及人工控制一些有益昆虫的行为有可能给人类带来的经济效益，使科学家来克服种种困难从事性诱素的研究工作。1959 年，人类首次分离并鉴定出昆虫性诱素——蚕蛾性引诱剂。这项工作是由一组德国工人用了几年时间，剪裁了 50 万只以上未交配的雌蛾腹尖而取得的。这次得到的纯的性诱素产物还不足百分之一克，命名为蚕醇 [$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_8-\text{CH}_2\text{OH}$]。有的性引诱剂，例如吉卜赛蛾的性引诱剂，已被人工合成，并且作为一种新型杀虫剂而被广泛地使用。这些引诱剂只需施用极小量，就能把几千米外的大量公蛾引诱来，然后再用药物将它们杀死。也可以施放浓度相似的引诱剂让公蛾迷乱，阻止它们交配，使这些害虫断子绝孙。由于这种杀虫剂用药量极少，很经济，而且不会造成环境污染，所以已越来越引起人们的广泛重视。

经过对这些性诱素的深入研究，发现昆虫使用性诱素是有很高的特异性的。所谓特异性，就是我们通常说的：“一把钥匙开一把锁”，每种性诱素仅对某种昆虫的某个行为起作用，这样在自然界中才能减少混乱。蚕醇是雌蛾施放来引诱公蛾的；而庚酮则是蚂蚁施放出来向同伴们报警的。人们已研究用它来驱避蚊、蚁对人畜的侵扰。昆虫用于警戒性的性诱素分子一般都比较小，只有这样它才能很快挥发，迅速见效，而且无须很高的种类特异性。因此，有些驱避蚊、蝇的药物同样也可以赶走蚂蚁。

现在我们对嗅觉的研究才刚迈出第一步，或者说我们才掌握“鼻子语言”的几个单词，因此对这种语言所表达的意思我们还未确切地了解。随着科学技术的不断发展和我们不懈地努力，相信总有一天会彻底揭开嗅觉之谜。

肥皂与合成洗涤剂

人们为了美观、整洁就要经常将衣服、被褥及其日用餐具、茶具进行洗涤。因此，肥皂与各种各样的洗涤剂就和我们结下了不解之缘。

肥皂的发明要比洗涤剂早得多，据说早在三千多年以前，在罗马城外的圣波山上，就被人们无意中制作出来了。在这座圣山上，当人们燃烧贡品时，油脂顺势滴落到草木灰上，就成为最原始的肥皂，这些肥皂渗入到四周的粘土中。人们奇怪的发现，当他们坐在这些粘土上，衣服沾上这些粘土后反而比以前更容易洗干净。人们开始奉为圣土，后来才知道这是人们无意中的劳动成果。

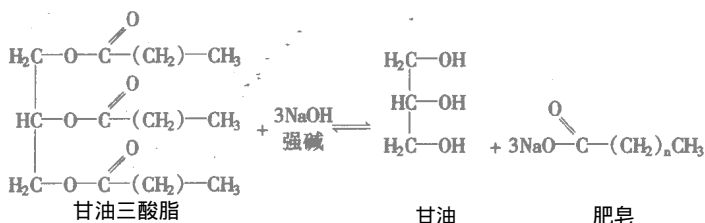
公元 70 年，罗马学者蒲林尼（Pliny）描述了用柴灰和山羊油脂制造肥皂的过程。在这个过程中要加入另一种东西——海盐。它能使肥皂浮在混合液上面，这便是我们今天所说的盐析作用。这个记载可能是对肥皂工业最早的描述了。由于当时的产量很低，因而只能供有钱的人使用，是污秽者的奢侈品。1791 年法国的化学家尼考尔斯·莱布兰兹（Nicolas Leblanc）用氯化钠水溶解电解制得氢氧化钠，反应方程式是：



从此以后，肥皂才成为平民百姓也用得起的东西。然而，并非每个人都明白肥皂是什么东西。从 1811 ~ 1823 年柴夫卢尔

(ME Chevreul) 对肥皂产品进行研究后，令人满意地解释了什么是肥皂以及制作肥皂的化学反应。随着科学家搞清肥皂去污原理后，各式各样的合成洗涤剂也就应运而生了。

肥皂实际上是长链有机羧酸的钾、钠或三乙醇胺 $[\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{OH}]_3$ 的盐。其他羧酸的这些盐同样也是工业肥皂，但它们没有清洁、去污作用。由于三乙醇胺的盐可溶解于有机溶剂，能作干洗剂。制造肥皂的方程式是：



上面的反应就可以解释古罗马人制造肥皂的过程。作祭品的动物脂肪中含有甘油三酸酯，柴灰的水解物中含有氢氧化钠或氢氧化钾，当它们一同被加热时脂肪就被分解生成少量的肥皂和甘油。

在制造肥皂的粘稠混合液中加些盐，肥皂就会浮在液面上。这个过程，工业上称之为盐析。然后就可以将它刮下来。这样得到的肥皂含 50% ~ 60% 的水，糊状的。把它继续加热脱水，当剩下约 30% 水时就可以制成固体、糕状的棒，然后再把它风干到只剩下 10% ~ 15% 水分时，就可将它切成块。再进一步干燥到含水仅 5% ~ 10% 时能可作成粉末。

天然原料制成的肥皂使用 4 种脂肪：牛油、棕榈油、椰子油和橄榄油。

有机酸想要有洗涤本领就必须含有 9 个碳以上的长链，而且洗涤本领会随着碳链的增长而增强。然而，分子含 18 个碳

以上的肥皂是不溶于水的，即使是在热水中也不溶解。油酸（恰好含 18 个碳）是非常好的洗涤剂，由于它的顺式双链在第九和第十个碳原子之间，即在分子的正中间。

所以，含 18 个碳的肥皂具有十分好的洗涤本领，而分子含 12 个碳的肥皂在水中的溶解性也就增强了。由含 18 个以上碳的长链分子组合成的肥皂只用作擦洗的填充剂。这种擦洗剂需要有去污本领而无须溶解性。

自从肥皂去污原理被人们了解之后，人们就试图改进它们的性能。因为肥皂存在不少的弊病。例如，它在冷水中溶解得不好，只有在热水中才能较好地溶解，在酸性溶液里它不能很好地发挥洗涤作用，由于它在酸性溶液中会分解成不溶性的酸性肥皂还和脂肪酸的团块。另外，肥皂会与水中的钙、镁、铝及铁等元素反应（生成所谓金属皂）。这就是为什么盆、桶盛了肥皂水后会出现环状污垢，织物用肥皂洗后会出现一层不明显的薄膜的原因。肥皂在软水中是相当好的清洗剂。但遗憾的是在我们日常生活中使用的水，特别是广大农村所用的水常常是硬水。

要改进肥皂的洗涤性能，化学家们就必须先弄明白肥皂能去污的原理。去污的过程是用很薄的膜除去油污和脏物——这层薄膜把脏物带到溶液里，乳化或呈悬浮状除去。此外，作为洗涤剂要能降低水界面的表面张力，从而使洗涤液能渗入到织物细小的间隙中，从而加快织物湿润的过程。

事实上，大有机洗涤剂都制成了偶级分子，分子是由 12 ~ 18 个碳原子组成的长链。一端则含疏水基团（排斥水的），另一端是亲水基团（吸引水的）。那么，洗涤和肥皂剂是怎样去污的呢？

一个物质要具有去污能力，首先必须能降低溶液的表面张

力。纯水的表面张力为每（厘米）²⁷² 个达因。但是作为有效的洗涤剂必须把表面张力降低到每（厘米）³⁰ 达因，把表面张力降低到这个值只需很少洗涤剂就足够了。

作用在一个水分子上的典型的作用力，能使水面上的分子进入溶液中——这便产生了表面张力。肥皂的分子被加到水中时，它会浮在水面上，因为在有机物的另一端（疏水的）受极性的水分子所排斥。由于肥皂分子在水表面受水分子排斥，从而产生了一个对抗水分子相互吸引的力，其结果就减少了表面张力。当将肥皂水加到织物纤维中时，那些附在织物表面的油就聚成小油滴并离开织物表面。肥皂中有机物的那一端就溶解在油中并使它离开织物纤维。同时，水在下面不断蠕动，便加快了油滴离开的速度。在棉纤维中的极性基团（如纤维素中的羟基 -OH）能吸引水，从而使水扩散（渗透）整个织物。

总而言之，除污去垢的反应大体上是相似的。然而，当由于污物可能是电中性的，带负电荷的或带正电荷的。所以，对这个简单的理论进行一些修正也是必要的。

虽然肥皂是非常好的洗涤剂，但化学家们还是想改进它。最早的尝试是在 1860 年进行的，科学家将蓖麻油磺化成磺化蓖麻油（土耳其红油）。

因为第一次世界大战时德国油脂短缺，促使科学家们必须研究新的洗涤剂。弗里斯·肯德（Fritz Gunter）发明了 1, 4 - 二异丙基萘 - 6 磺酸和二丁基萘磺酸钠。虽然它们都不是十分理想的洗涤剂，但是足以能满足当时德国工业上对洗涤剂的需求。

在 1933 年，卡马波（Gamble）和波罗特（Procter）创制出第一个家庭使用的合成洗涤剂。这种合成洗涤剂渗入到被弄脏的织物中的面积要比肥皂大得多，也不会留下干扰染色的薄

膜。而且它在冷水中也能溶解，硬水和硬性溶液对它根本没有影响。

从此以后，随着合成纤维工业的迅速发展及妇女从家务劳动中解放出来的呼声逐渐增强，合成洗涤剂工业也就应运而生，并迅猛发展起来。现在，家用洗涤剂一般包括下列成分中的一部分或全部：合成洗涤剂；除去镁、钙离子的助洗剂；乳化剂；漂白剂；软化剂；抗板结剂；抗腐蚀剂；染料；香料；有的还有少量酶。

合成洗涤剂 合成洗涤剂的分子结构与肥皂的相似，都含有憎水基团和亲水基团。亲水的一端可以是阴离子、阳离子或非离子型的。

因为大部分织物在洗涤过程中都需带上了负电荷，所以市售的洗涤剂中绝大多数都是阴离子型的洗涤剂。而阳离子型洗涤剂则应用于工业，例如，洗涤装饮料的瓶子和酿酒用的各种器皿。非离子型的洗涤剂则多用在洗衣机中，因为用洗衣机洗衣物时总希望产生的泡沫少些，因为过多的泡沫会影响波轮的转动和降低清洗能力。把 2-乙基己烷硅酮或 2-辛醇硅酮加入到阴离子洗涤剂中，也可以达到减少泡沫的目的。

助洗剂（增效剂）它是用来络合那些致使水质变硬的离子（主要是钙、镁离子还有铁、铝等离子），使它们渗入到溶液中，从而使脏物在溶液中悬浮，阻止它们沉淀下来。同时助洗剂还可以使洗涤水有适当的碱性，从而有助于溶解酸性污物。最常用的助洗剂是磷酸盐，但有时也用碳酸盐、硅酸盐或硼酸盐。最好的助洗剂是焦磷酸钠（ $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ）和三聚磷酸钠（ $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ ）。碳酸钠（ Na_2CO_3 ）不能将钙、镁络合进入溶液中，反而生成颗粒状碳酸盐沉淀，从而沉积在洗衣机底部。这点在高中的化学课上已谈到了。

乳化剂 它的作用是阻止污垢的颗粒重新又沉积在织物上，使污垢悬浮在水中漂走。最常见的乳化剂是羧甲基纤维素，其结构是：纤维— $\text{OCH}_2\text{COO} - \text{Na}^+$ ，它可以使污垢的颗粒带上一个负电荷，从而使污垢互相排斥，也使它们与普通负电荷的织物纤维互相排斥。因此它们既不聚集形成沉淀，也不易沾在织物上。

漂白剂 当衣服中的颜料暴露在太阳、氧气以及空气的污染物中时，它们的化学结构就会发生变化，从而导致衣物变暗或褪色。但次氯酸的钙盐 $[\text{Ca}(\text{ClO})_2]$ 或钠盐 $[\text{NaOClO}]$ 在水中能够产生氯气，氯气可以使颜料维持原来的色泽。所以，这些次氯酸盐常用作漂白剂。

抗腐蚀剂 硅酸钠 ($\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$) 是一种防水剂，它能在金属表面形成一层不渗水的薄膜，从而防止了这部分金属被腐蚀。如果将它加到洗涤剂中，它可以保护洗衣机、金属钮扣和拉链等金属部件不被腐蚀。硅酸钠不仅具有抗腐蚀作用，同时它也是一种助洗剂。当然，它也保护了我们的资源。因为有了它，洗衣机的生命延长了，我们就无须再生产更多新的洗衣机。

抗板结剂 如果洗涤剂在贮存过程中受潮而板结，使用时就会加大洗涤剂的用量。这不仅是由于结块的洗涤剂不易完全溶解，同时也因它易于沉淀在织物上。这样既造成了洗涤剂的浪费，同时又缩短了织物的寿命。一般，加入少量硫酸钠 (Na_2SO_4) 就可以有效地制止板结。

软化剂 大部分软化剂是阳离子型的物质。织物在洗涤时纤维常会带上负电荷。这样，当阳离子试剂加入后就有与织物纤维相结合的趋势。它又有一条长的有机物链状“尾巴”，其作用像润滑剂一样让人产生柔软的手感。软化剂还有乳化作

用，并能保持水分，从而减少静电荷在织物表面上的聚集。因此，改善了手感性能。

着色剂和香精 如果将洗涤剂和肥皂全部制成白色的，消费者必然会感到很枯燥乏味。如果我们将少量颜料加进去，会使这些洗涤剂呈现浅蓝色、粉红色，消费者就会觉得比较舒服。另外，肥皂和洗涤剂存放时也会发生缓慢的化学反应，从而生成令人不愉快的气味。为了抵御这些气味就要加进些香精。

酶 几年前国内市场上开始出现一种含酶的洗涤剂。使用这种洗涤剂时，我们通常要把衣服在温水中浸泡一会儿。因为酶在热水中是不活泼的。酶是蛋白质类的化学反应催化剂，它能把蛋白质和碳水化合物这样的大分子打破，从而使洗涤剂洗涤的速度加大。污渍多的衣物特别适合用含酶的洗涤剂。一般用的是分解淀粉的淀粉酶和用于降解蛋白质的胰酶。

曾经有一段时期，由于这些酶引起一些人的皮肤严重过敏，致使含酶的洗涤剂一度从市场上消失殆尽。现在，由于克服了这些缺点，同时因它具有非常好的洗涤能力，所以，它又重新回到市场上，并深受广大消费者的欢迎。

发泡剂 泡沫可以使悬浮的污垢或油浮于水面上而被清洗掉。一般来说，只要表面张力降低就会增加泡沫，非离子型洗涤剂发泡是不大理想的。有一类不起发泡作用的非离子型化合物它们产生泡沫的时间很短。当含有这种洗涤剂的溶液流入到沟渠时，泡沫便消失了。有些发泡剂加入只是为了符合消费者的心理。因为消费者一直认为洗涤水如果没有泡沫就没有洗涤能力。这个观点对肥皂来说是对的，而对合成洗涤剂来说就未必尽然了。

去污剂 人们发现当玻璃器皿经洗液洗涤后，上面的污渍

便被漂洗干净了。这些污渍是由漂洗水中少量的不溶性盐引起的。若洗涤剂中含有用磷酸三钠与氯气反应生成的氯化磷酸三钠，由于它可以溶解那些不溶性的盐，从而使玻璃器皿干净得闪闪发亮。

近年来，合成洗涤剂与肥皂的使用量日渐增加。在美国平均每人每年消费的肥皂和洗涤剂重达 28 磅之多。在我国近年来除了日常洗衣粉之外，香浴液、洗发膏、洗洁精等各种新型的洗涤剂不断涌入市场。这就产生了一个新问题——环境污染问题。

使用最早的阴离子合成洗涤剂特别是烷基苯磺酸钠 (ABS) 存在这个污染问题。因为它的分子中烃基是有支链的，所以它很难被细菌分解（又称降解）。因此在污水处理厂的污水中这种洗涤剂的浓度往往非常高。

1965 年美国宣布：生产出的合成洗涤剂必须能被生物降解，直链型的烃易被细菌分解或者只含两个碳的短链，有支链的烃就很难被细菌分解成只含两个碳的短链，有支链的烃就不易被细菌分解。目前平常使用的是线型烷基苯磺酸钠 (LAS)。LAS 洗涤剂比 ABS 便宜，而且可以从石油副产品中制得。

由于阴离子型合成洗涤剂能够杀死细菌，所以得到广泛使用，但是它的污水处理却成为了一个令人头痛的事。污水中的洗涤剂常用活性污泥里的细菌将它们降解。当阴离子洗涤剂的浓度为 150 至 200ppm 时就有致命的危险。幸而普通废水处理厂中它的浓度很少高于几个 ppm，这个浓度可以将那些令人讨厌的肠型细菌杀死，还可以还原下水道中的污泥残渣，这样就清洁了下水管道，使水畅通无阻。

此外，洗涤剂中所含的助洗剂焦磷酸钠和三聚磷酸钠是相

当好的化学肥料，它可以促进藻类等水生植物的快速生长。这叫水质的“富营养化”。然而，物极必反，水生植物的疯狂生长会阻塞湖汊、河道，严重地影响水上交通，另外，大量水生植物死亡时会吸收水中的氧气，并释放出甲烷、硫化氢等有毒气体毒化水质，致使鱼类和其他水生动物无法生存。据美、英等国统计城市污水中磷的含量有 30% ~ 70% 来源于洗涤剂。“富营养化”的结果使生机勃勃的水域变成“阴沟”、“死湖”。

总的说，随着人们生活水平的不断提高，各种新型的洗涤剂不断投入市场。这些产品不但丰富了我们的生活，还给我们带来了舒适、干净、整洁的环境。但与此同时，我们必须对洗涤剂造成的水质污染问题引起足够的重视，并防患于未然。

铅污染与防治

古罗马帝国曾称霸一时。然而，自鼎盛时期的一个多世纪后，古罗马帝国的状况越来越糟糕，在外侵内乱的形势下很快走向灭亡。近年来对曾显赫一时的古罗马帝国为什么会很快走向衰亡的研究，已超出了单纯历史学的范畴。

有些学者发现，古罗马人的遗骸中含有大量铅，据此得出结论：古罗马帝国是铅污染的牺牲品。因为古罗马贵族惯用含铅化合物的化妆品和铅制器皿（壶、杯、瓶等），从而导致慢性中毒死亡。

古罗马的百姓也并非与铅无缘。虽说他们无法享用高级铅器皿，也不需要化妆品，但请别忘记古罗马曾拥有古代人类最先进的给、排水系统，可是那时输送饮水的水管是用铅制成的。一方面，铅离子会直接进入人体；另一方面，古罗马人的饮水中含有大量二氧化碳，它和铅反应生成可溶于水的酸式碳酸铅，然后进入人体与骨骼中的钙发生置换反应，因此就引起慢性疾病。

铅不仅导致了古罗马帝国的毁灭，而且还危害当今人类。巴黎市东北郊区密布着一大片建于 1948 年前的陈旧住宅，里面的居民绝大部分是城市贫民和来自北非等地的移民。住在这些陈旧楼房内的小孩，突然惊厥、昏迷、乃至稀里糊涂死亡的怪事经常发生。

前不久，法国卫生部门对上面所提到的地区的 102 处住宅

进行了调查。当他们检查到这些住宅里儿童的血液时，发现差不多有 30% 的儿童血液中铅的浓度高达每升 150 微克。而按照标准，血液中铅浓度达到每升 100 微克，就算是严重铅中毒！

那么，这些儿童血液中的铅毒又源于何处呢？人们发现，他们居住的房屋都有四五十年以上的历史，潮气袭人，年久失修，墙上的油漆早已疏松剥落。可悲的是，这些儿童经常用指甲挖下油漆碎片放到嘴里咀嚼，认为这玩意有一股甜腻腻的味道。他们哪里知道，这些油漆中均含有铅的成分，正是这些铅化合物，会产生一点甜味。

铅对人的毒害是十分严重的，对儿童的毒害更加严重。因为铅对神经系统有很强的亲合力，儿童的神经系统处在发育期，更容易受到损害，常常导致终身疾患，如智力发育不良、癫痫、肌肉麻痹等。此外，由于铅在体内的代谢与钙差不多，可以取代钙而贮存在骨骼中，处于生长发育时期的儿童本需要大量的钙，被铅“浑水摸鱼”进入骨骼中，就会造成铅蓄积，成为隐患。

为防止这样的悲剧重演，根本的办法是在油漆中取消铅的成分，如不用铅丹、铅白来制取红、白油漆。目前世界上已有许多国家这样做了。如英国早在 1981 年，就立法禁止在油漆制造时添加铅成分。

不过，目前对人的危害面最广泛的铅污染，并不是来自油漆，而是来自汽油。

汽油发动机中的燃料在点火前必须进行压缩。压缩程度越高，发动机工作效率也就越高。但人们常常得不到特别高的工作效率，因为燃料压缩到一定程度时，不等点火就会自爆。鉴于此，人们请来了一种叫四乙基铅的化合物来帮忙：每升汽油中只需加入不到 1 克的四乙基铅，就能防止燃料过早起爆。

四乙基铅有毒，因此人们在配了四乙基铅的汽油里加入些颜料，使它变成了橙色、玫瑰色、绿色、或其他别的颜色以示区别。但问题是掺入汽油中的铅其本身并不能燃烧，只能是随着汽车尾气的排放飘落到大气中。

为了改变含铅汽油污染环境的状况，人们早已开始寻找四乙基铅的替代物，并已取得成果。日本从 70 年代初就开始生产无铅汽油。汽油无铅化在 1975 年终于研制成功并正式开始使用。美国从 1975 年开始生产无铅汽油，到 1988 年实现汽油无铅化。美国国会还在 1990 年 11 月立法规定：严禁在美国区域使用含铅汽油。欧洲经济共同体也于 1991 年颁布了汽车使用无铅汽油的规定。到 1994 年，世界上就已有 99% 的国家禁止使用含铅汽油了。

1991 年，中国石油部门颁布了“无铅车用汽油”的国家级标准；1992 年，在北京海淀区的双榆树，出现了中国首家挂有绿色标志的无铅汽油加油站。

室内环境污染

一代英杰拿破仑在滑铁卢战败后，被囚禁在南大西洋上的圣赫勒拿岛，在 1821 年突发急病死去。有些病理学家考证他是砷中毒而导致死亡，因为他的看护医生有“拿破仑在生命的最后阶段，头发脱落，脸色灰白，牙齿露出了齿龈，双脚浮肿，心脏剧烈跳动而死去”的记录，这种症状完全像砷中毒的症状。

到了本世纪 60 年代，传来了一个令人难以想像的消息：发现了一绺拿破仑的头发！原来，拿破仑死时，他的臣仆为了保存他的遗容，采用了石膏制模的方法，也就是先把头发剃去，用石膏浆复在脸上取得阴模，然后翻成面模。此时，一名贴身侍卫为了永久的纪念，虔诚地把拿破仑的一绺头发珍藏了起来。

这消息让一些对拿破仑死因感兴趣的科学家大为振奋：揭开这历史之谜有希望了！因为，头发里藏有人体全身的秘密。每根头发中大概含有 2 万多个细胞，含有多种化学元素，因为所含元素的浓度高，因而化验的准确性、灵敏度均超尿、血检验。所以，这些年来，准确简便的“毛发诊断学”发展迅速。

英国科学家史密斯用于中子活化分析技术分析了几根头发后，判定他死于砷中毒，因为他头发里砷的含量为正常人的 13 倍。可是，致死的砷又从哪里来呢？一些历史学家经过分析后得出的结论是：来自拿破仑居室的墙纸

此时，圣赫勒拿岛拿破仑居室墙上粘贴的是绿色墙纸。当时的绿色颜料成分中即含有砷的化合物。通常情况下，这种砷化物还比较稳定，不至于害人。但在圣赫勒拿岛潮湿的环境里，墙纸逐渐受潮发霉，霉菌将这些砷化合物转化为挥发性物质弥散在室内，冬去春来，年复一年，最终导致拿破仑因慢性砷中毒而死亡。

谜底竟是如此残酷：室内装潢引起的污染导致了一代英杰之死！不过，可能让人更震惊的是，现代人类受到的室内环境污染之害，绝对不逊色于拿破仑时代！

1994 年 7 月的一天，南京一位 38 岁的女工激动地给江苏省中医院血液科送去一面锦旗，感谢医生又给了她第二次生命。这位女工搬入了新装潢的居室，油漆一新的家具与经过喷塑处理的墙面，使她感受到了现代生活的温馨。可是，一个月后她即感到乏力头昏，随即全身皮肤出现许多出血点，血液检查白细胞、血小板、血色素均下降，被诊断为“再生障碍性贫血”。四方求医疗效甚微，后来竟要靠每周输血来维持生命。还好中医院血液科的医师及时找出了病因，对症下药，才使她恢复健康。

该科医师认为，使这名女工得了血液病的，正是那些曾经给予她温馨的喷塑墙面和油漆家具。所谓喷塑，实际上是一种新颖的多彩内墙涂料，从这点上来说，它和油漆并没有多大区别，均是用高分子树脂原料添加溶剂后制成的。通常来说，所用的树脂原料自身并无毒性，问题是有些溶剂和其他添加剂毒性颇强。在涂饰到墙体和家具上后，溶剂及添加剂慢慢挥发，就会危害人的健康。如喷塑的溶剂二甲苯、油漆的溶剂苯都有毒性，人如在涂饰时间不长的居室中生活，可能就会慢性中毒。

室内环境污染还来自其他一些因素。现代家具几乎全以刨花板、纤维板、胶合板等人造板材料制成，它们会在居室内放出相当浓厚的甲醛气味。甲醛是一种无色的刺激性气体，浓度高时可引起恶心呕吐、肺气肿、气喘，还能诱发皮肤癌。化纤地毯、塑料贴面板、地板革等材料，也会释放出甲醛的异味。通常认为，在充斥新式家具的现代装璜住宅中，甲醛是家庭最广泛的污染物。

现在，为了消灭蟑螂、臭虫、蚊蝇等害虫，许多家庭都备有杀虫剂。近来使用较多的是喷雾杀虫剂，多为筒装，带喷嘴，使用时只需将喷头轻轻一按，就可喷出气雾，十分方便。这类杀虫剂的化学结构就像除虫菊素，叫做拟除虫菊酯类杀虫剂，氯氰菊酯等均属于这一类。此类杀虫剂对昆虫毒性较高，而对人毒性较低，但并非绝对无毒。这类杀虫剂多不易溶于水，易溶于丙酮、甲苯等有机溶剂，也常常有一定毒性。筒内装入的低沸点气雾载体，如氟利昂等，毒性也是不容忽视的。

美国科学家于 80 年代末的一项调查报告中，揭示了室内有毒物质污染比室外严重，有的甚至高达 100 倍。我国有关部门在 1994 年进行的一次调查中也发现，我国城市室内空气的污染程度比室外严重 56 倍。

氡气的危害

“白血病！”面对4名大学生同样的诊断结论，某大学的系主任惊呆了。更让他吃惊的是：4名学生住的居然是同一宿舍！系主任感到此事有点蹊跷，于是便请来一些医生化学专家，到宿舍里勘查。

宿舍管理员被找来了，一问才得知，原来这幢宿舍楼已使用很多年了。这间宿舍位于底层，紧挨着厕所。由于厕所的下水道长时间泄漏，宿舍的水泥地面和靠厕所的那堵墙，被弄得污迹斑斑、臭不可闻。为此，在一年半前的暑假期间，学校对这间宿舍及厕所进行了大整修，修好了下水道，重砌了宿舍与厕所之间的隔墙，重铺了水泥地面。

“看来，毛病就出在这里。”专家略有所悟，因为这些学生正是一年半前入学的，一入学就住到这间才修好的宿舍中，专家们凿下一些水泥、砖块回去化验，终于水落石出：重修中使用的这些建筑材料中含有放射性物质，它们能释放出氡气，导致人体发生恶性病变。大学生们正是遭到氡这个无形“杀手”的谋杀才致病的。

专家们对氡很熟悉，正是人们在对放射性物质的研究中发现了它。可以说，自发现那一天起，人们就对氡抱有戒心了。

1899年初，英国科学家卢瑟福与他的合作者欧文斯在研究钍化合物的放射性。一回，欧文斯偶然将实验室的门打开，正巧有一阵风吹过，实验人员注意到钍制品的辐射强度突然下

降。刚开始，他们忽略了这件事。但后来经过多次类似的情况使他们注意到，略有空气流动就会消失钷的绝大部分放射性。卢瑟福和欧文斯据此确定钷不断放出一种气态的放射性物质，他们称它为钷射气。

1900 年，居里夫妇在研究镭化合物的时候，也发现镭的化合物放置在空气中后，空气自身也变成具有放射性的了。当年，德国的德比纳和道恩也从镭中发现有放射性气体放出。他们把这种现象称为镭射气。1903 年，德比纳又从钋中发现了钋射气。

1908 年，英国科学家拉姆赛确定这些射气本身是一种新元素，和已经发现的一些惰性气体一样，是一种惰性气体。于是，元素周期表中增加了一位新的成员——88 号元素氡。

氡是放射性元素镭、钋等蜕变的产物，它的出现是科学史上的一个重大事件。因为这不仅是发现了一种新元素，还发现了自然界中一种元素可以转变为另一种元素。这为科学家提供了用人工方法把一种元素变成另一种元素的可靠依据。

虽说氡的发现意义重大，但对于人类却有害。因为氡能经过衰变而转化为钋，接着钋又衰变为铋和铅粒子。如果人们吸入过量氡气后，氡在衰变中产生的铋和铅粒子便会积蓄在人体肺气管和支气管壁上，损害人的细胞，诱发细胞的癌变。在相当发达的国家里，氡气是仅次于吸烟的导致肺癌发病的因素。

因氡导致的环境事件在我国也是有披露的。杭州湾的一个山村陆家浜，年近六旬的赵老汉建造了两上两下的新房。可住进去没多久，先是 80 多岁的老母被肺癌夺去了生命，继而一向身体硬朗老伴卧床不起，最后赵老汉也病倒了。有些迷信的人认为这是一幢“鬼屋”，但赵老汉烧香拜佛也无济于事。后来有一支勘测队借赵老汉的房子存放仪器，偶然发现这幢房子

氡含量严重超标，这才解开“鬼屋”之谜。

有人认为，我国目前的科学普及水平相当低，如细细探查的话，可能许多莫名其妙的死亡和致病事件，都可能从氡那里找到答案。

还要说明的是，能产生氡的，不仅仅是一些建筑材料，地壳中含有放射性元素的岩石总是不断向四周扩散出在它里面所形成的一些氡气，使地下水中老是或多或少含有一些氡气。强烈地震前，地应力活动加强，氡气运移加快，含量也会发生异常变化。如果地下含水层在应力的作用下发生形变，就会加速地下水的运动，增强氡气的扩散作用，导致氡气含量的增加。因此测定地下水中氡气含量的变化是一种重要的地震监测方法。

氡气进入室内还有别的途径。氡在岩石中产生后，有一部分会通过岩层中裂缝，升向地表，然后渗入土壤。会从房屋的地基隔层或地板缝隙进入室内，还可通过地下管道进入室内。由于来不及稀释和衰变，氡气在室内聚集，浓度加大就会成为“杀手”。美国前环境局长托马斯说，美国家庭住所的氡气浓度达到危害边缘的已有几百万户。而人类目前所接受的放射性污染中，大概有 54% 来自氡。

防毒卫士“活性炭”

在俄国科学家泽林斯基的故居，有一个防毒面具，让人感到惊奇的是在这个防毒面具上还挂着一枚金质勋章。说起它的来历还得从第一次世界大战说起。

1915 年春天，在第一次世界大战的欧洲西部战场，正当德国军队同英法联军在比利佛兰德地区大战的时候，德军为了打破战场上的僵局，突然于 4 月 22 日向英法联军的阵地施放了 180 号毒气——氯气。带有浓厚的刺激性黄绿色气体导致英法联军 15000 人中毒，5000 人死亡。

科学家在战场调查中发现，在毒气袭来时，有一只猪也在当场。开始，毒气把它熏得无法忍受，于是它就拼命地用嘴巴拱土，然后把大嘴巴埋在松软的泥土里。出乎意料的是，这只猪竟然成了这场毒气战中的幸存者！这件事引起了科学家的极大兴趣。经初步研究，发现在猪把嘴巴埋在泥土里时，土壤颗粒把空气中的毒气阻拦并吸附了。也就是说，松软的泥土充当了过滤毒气的作用，猪吸人体内的空气是无毒气体了。于是，科学家设计了一种最原始的防毒面具——装上泥土小颗粒的口罩。后来，又依据硫代硫酸钠和碳酸钠能与氯气反应的原理：



研制了浸过这两种物质溶液的棉布防毒口罩。可是效果并不理想，一是棉布口罩吸附性较小，二是充其量只能防御氯气而无

法对付其他有毒气体。

俄国派往前线的是非常有名的化学家泽林斯基教授。泽林斯基经过认真地分析，认为：泥土和棉花有吸收气体的能力，是因为暴露在固体表面的分子只受到内层及左右两旁分子的吸引，而吸引力并没有完全抵消掉，还存在剩余吸引力可以吸引来到它近旁的气体分子。固体表面存有的剩余吸引力对任何一种气体都能够发生吸附作用。气体的分子量越大，而固体表面分子对它的吸引力也越大，也就是越容易吸附。因为各种毒气的分子量都是相当大的。所以，泥土和棉花对各种毒气均有较强的吸附作用。

于是，泽林斯基得出结论：完全用不着为任何一种毒气去找它们的防御品，因为固体表面的分子对任何一种毒气都有吸附作用，只要选择一种比泥土或棉花有更大的固体表面，也就是有更大的吸附气体能力的物质，就可以应付所有的毒气了。

经过实验，泽林斯基选择了普通的木炭做吸附剂。早在 1785 年，就已有人发现木炭具有吸附气体的奇妙作用，只是没有人利用木炭的特长去发挥作用而已。泽林斯基的实验证明，木炭本身不仅可以吸附气体，而且因为它有多孔的结构，又能使新鲜空气畅通无阻。

泽林斯基为了增强木炭吸附化学物质的能力，经过不断的研究，终于于 1917 年得到了一种特殊的物质——“活性炭”。

“活性炭”是坚强的防毒卫士，它可以把有毒的气体截获住，只让氧气和别的无害气体通过。活性炭是用木材、硬果壳（例如核桃壳）中兽骨干馏制成的。干馏就是在隔绝空气条件下进行加热处理。经过干馏，木材中的木质素、纤维素全变成了炭；同时水分及大量挥发性的物质不断逸出，在炭中留下了无数的孔隙，还要把干馏制成的炭在 800~900 的高温蒸汽下

进行处理，以清除这些堵塞物。这样制成的活性炭，具有质轻、多孔、疏松的特点。一克就有几百平方米的表面积，由于吸附气体能力非常强，所以防毒效果更好了。

泽林斯基在一位俄国工程师的协助下，又设计成功了防毒面具。也就是在一个面罩前安有一短粗的罐子，正好罩在鼻子上。罐子里装有“活性炭”。当袭来的毒气通过活性炭时，毒气被滤掉。新鲜空气充分供应。

当防毒面具送往前线以后，通过实践考验，得到了肯定和称赞，它曾在第二次世界大战中拯救了成千上万个士兵的生命，难怪人们要为防毒面具戴上军功章。

“活性炭”在日常科学技术和生活中上也大放异彩。当你因受冷或饮食太多引起腹痛、腹泻时，医生通常会给你服用一些药用炭（活性炭）。药用炭能吸附肠内的杂物，降低这些杂物对肠粘膜的刺激，起到止泻、止痛的作用。

在糖厂里，活性炭也是一个重要的角色。不过，在这儿它是一种脱色剂。颜色呈暗红色含糖约 96% 的粗糖，经过活性炭脱色还有真空浓缩、结晶等加工，就制成了白得耀眼的含蔗糖 99.7% 以上的精糖——高级白糖。

还值得一提的是，宇宙飞船在宇宙空间航行时，须有一套单独的生态系统，空气是补充适量的氧气后循环使用的，宇宙航行者呼出的气体，必须经过化学物质吸收二氧化碳，并经过活性炭吸收，除去臭味和其他物质，然后才能补充氧气，循环使用。装在活性炭中的化学物质是过氧化钠，其中氧气是通过如下反应实现的：



生活中的化学常识

食品

食品的色、香、味

食品的颜色，大部分是人工着色，制作时添加了食用色素。一些食物的颜色是因为本身含有某种天然色素。如青菜的茎叶和西红柿的红色是蕃茄色素，未成熟的水果所呈现的绿色是叶绿素，虾蟹的外壳含有蛰蛄红素，遇热后能呈现红色。

食品的香气来源于醛类、醇类、酯类、酮类等挥发性物质。蛋、肉、鱼里都含有丰富的蛋白质，蛋白质自身并无鲜味，可是煮熟后，水解成了多种氨基酸，氨基酸具有鲜美的味道。在氨基酸中，要数谷氨酸的味道最鲜美了。“味精”就是谷氨酸的钠盐。蔗糖用水冲稀到 200 倍，甜味就感觉不到了，而味精用水稀释到 3000 倍，依旧能尝到鲜味！近来又研制出一种由肌苷酸钠与谷氨酸钠混合制成的强力味精，其鲜味是味精的 40 倍。蟹、虾、蛤、螺的体内含有大量琥珀酸，故有被人们所喜爱的独特鲜味。桂皮的香气是因为含有桂皮醛，曲酒的香气则来自发酵过程中产生的酯类和杂醇。柑桔的香气来自所含的橙花醇，香蕉的香气是挥发出来的乙酸异戊酯。至于糕点、糖果的香味，则由于加了人造果味香精。

在我国，人们习惯于把味道划分成酸、甜、苦、辣、咸

“五味”。

酸味是各有机酸电离出来的氢离子所致，酸味的大小决定于氢离子浓度的强弱。食醋中大概含有 3%~5% 左右的醋酸，酸菜中含有乳酸，糖果、水果或饮料中的酸味，它们来源于组成它的酒石酸、柠檬酸，苹果酸还有维生素 C 等成份。

甜味是葡萄糖、果糖、蔗糖、乳糖、麦芽糖等糖类物质引起的。制作饼干、糕点、冰淇淋、冰棍时，还经常加入适量糖精，以使甜度加大。糖精的化学名称叫邻磺酰苯甲酰亚胺，它的甜度是白糖的 500 倍左右，不过它没有营养价值，只能刺激人的食欲。

含有生物碱的物质大部分具有苦味，比如可可、黄连等。茶叶中含有 5% 咖啡碱，茶水越浓，其味越苦。

大葱、大蒜中含有蒜素，辣椒含有辣椒素，萝卜和芥末的辣味来自芥子油，生姜中含姜油酮，胡椒含有胡椒碱。

众所周知，食盐是咸的，当化合物里同时含有一价阳离子和一价酸的阴离子时都有咸味。例如钠的氯化物、钾、碘化物、溴化物等。对于不能食用盐的肾脏病患者，可食用能产生咸味的苹果酸钠盐来代替。

除了这“五味”之外，味道中还有一种，就是涩味，一些水果如李子、柿子中由于含有鞣酸而具有涩味。

总之，味道是食物里含有物质对味觉神经的化学—物理刺激作用，而引起的不同感觉。

食品的色素和香精

食品色素是用于饮料和食品着色的染料，通常是有机化合物。

食品色素有两类：一类是天然色素，它是直接从动植物体中提取出来的。如从胡萝卜中可以提取黄色的胡萝卜素。从红

苋菜中可以获得一种称为苋菜红的紫红色素。从胭脂虫的身体和它的分泌物中提取红色素。还有一类是用化学方法制造的人工合成色素，这类色素大多数是以煤焦油为原料合成。

一般说来，天然色素比合成色素优点多，很多天然色素都有一定的医疗价值和营养价值，譬如姜黄是从中药姜黄的根、茎中提取的，具有散淤、活血、解郁、舒肝的作用。胡萝卜素在体内能转化为维生素 A。但从动植物体内提取天然色素是非常困难的，产量低。且天然色素的稳定性差，不耐高温，怕遇上酸、碱，颜色容易消失和改变。而合成色素则克服了以上缺点，使用方便，性质稳定，成本也低，但人工合成的色素多数为分子很大的芳香族化合物，人吃了通常不能消化，也没有什么营养价值，只起到增色的作用，给人一种美的感受。

食品中加入香精，能使食品产生让人喜爱的香气，增加人们的食欲。

食品香精按其来源也可分为天然食品香精和合成食品香精两大类。天然食品香精主要是由天然果实中提取。如可可、咖啡、菠萝、桔子、杏仁、杨梅等。这种天然香料能直接添加入罐头、汽水、果汁中去，其香气与天然果香相同，惹人喜爱。

但是，天然香料由于受到数量、来源的影响，已远远不能满足需要。为了适应各种方面的不同的用途，满足人们日益增长的各种需求，近代的食物加香技术已发展到一个更新、更高的领域。人们借助各种精密仪器，分析研究各种食物的香味，鉴定出其中的发香物质，确定它们的化学结构，这样就完全能够人工模仿、合成它们。然而，各种食物的香味各不相同，成份也相当复杂。譬如苹果中被鉴定的香气成份有 81 种以上。西瓜香味中的香料成份也有 80 种之多。鱼、肉、鸡等食物的香味就更复杂了。所以，人工合成各种食物香精是一件十分细

致、复杂的工作 这种调香技术也是科学与艺术的结合。食品调香工艺师能够把多种合成香料、天然香料还有适当的调和剂、辅助剂等调配出名目繁多、香味逼真的各种食品香精。

食品香精和食品色素是随食品来到人体的，所以它们的卫生、无毒问题非常重要。

“味精”的食用

“味精”的味道特别鲜美，做汤、炒菜时，大家都喜欢放点味精。

“味精”是用那些原料做的？对人体有那些好处？食用多少合适？吃多了是否有毒？

“味精”也被称做“味素”，化学名称叫谷氨酸钠。它是一种白色晶体，常用大豆或面筋为原料经化学加工制成。面筋、大豆都是富含蛋白质的食物，人们把它们加入到稀盐酸中煮沸数小时，让所含蛋白质水解，变成各种氨基酸，然后把溶液在低压下蒸发、浓缩，加入碳酸钙和适量的石灰，除去过剩的盐酸，再加入酒精，这时谷氨酸就以氯化钙和谷氨酸钙的复盐形式沉淀出来。把沉淀分离，溶解于水，再加入碳酸钠，蒸浓，于是就得到白色谷氨酸钠结晶体——味精。

谷氨酸钠可以水解成谷氨酸，谷氨酸是氨基酸中的一种，它具有强烈的鲜味。据实验，味精用水稀释 3000 倍后，依就有鲜味。谷氨酸是人体蛋白质的主要成份，因此味精有较高的营养价值。做汤、炒菜时加点味精，会使汤、菜更加鲜美，因此能使人增添食欲，诱发消化液分泌，有利于食物的吸收和消化。所以味精还有补充营养之功。

有人认为味精吃多了会中毒，这是没有科学依据的。联合国粮食及农业组织、世界保健组织和联合国食品添加剂专家委员会早已确认，长期食用味精不会中毒。人的大脑组织能氧化

谷氨酸，所以食用味精有利于维持和改进大脑的机能，使精神振作。对神经衰弱以及改善神经有缺陷的儿童智力，都有一定疗效。味精又可作为药剂来使用，医疗上通常用口服或静脉滴入的办法，治疗肝昏迷病人。由于谷氨酸钠和血液中过多的氨结合成谷氨酰胺，能使肝昏迷病人症状迅速好转，血氨值下降，很快恢复到清醒状态。

不过，使用味精时应特别注意温度，注意烹饪方法。烧菜时，不要过早地放入味精，如果烹调加热到 120°C 以上，谷氨酸钠就会发生化学变化变成焦谷氨酸钠，不仅鲜味减退，还有轻微的毒性。所以炒药、做汤时，在临出锅时加入是最佳时间，且不要把它放在加有小苏打或碱的菜中，以免味精中的谷氨酸钠变成谷氨酸二钠而失去鲜味。

至于味精的用量，通常情况下，每人每天食用味精不宜超过 6 克，否则，也许产生发热、恶心、头痛等症状。过量食用味精也可能导致高血糖。另外，味精并非是越多越鲜，炒菜、做汤时，放适量味精，能起到增鲜作用就可以了。味精放多了，反而会感到舌头发麻，产生一种似涩非涩、似咸非咸的怪味。

吃糖的学问

糖是人们生活的必需品，还是人体维持正常生活必不可少的营养成分，吃了糖能够补充人体消耗的能量。糖非常容易为人体所吸收。据分析检验 吃糖后 3 分钟，就可增加血液中的血糖含量。因此食糖是儿童、老人和病人的一种非常好的保健食品。糖虽然不能用于合成蛋白质，但能起节约蛋白质的作用，在糖供应充足，糖代谢正常的情况下，有利于组织内蛋白质的合成。反之，当糖缺乏或糖代谢失常，蛋白质分解速度就会增强，会出现氮的负平衡状况。在这种情况下，则不利组织

内蛋白质的合成。

白糖营养价值虽高 但不可忽视科学食糖

吃糖的最佳时机 ①洗澡之前：洗澡时会大量出汗和消耗体力，需要补充能量和水，吃糖可防止虚脱。 运动之前：运动时也会出汗和消耗体力，糖能比别的食物更迅速地提供热量。 饥饿疲劳时：糖能比其他食物更快地吸收入血，快速提高血糖。 头晕恶心时：吃些糖可使血糖升高，稳定情绪，利于恢复正常。⑤呕吐腹泻时：因消化功能失调、脱水、营养不足，吃些糖或喝少许加盐的糖水，等于口服补液。

不宜吃糖的时候 ①饭前：吃糖会使食欲下降。②睡前：糖遗留在口腔里，利于细菌繁殖，变成酸性物质，腐蚀牙齿表面的珐琅质，形成龋齿。 饱食后：这时再吃糖，会导致人发胖，促发糖尿病。 有牙病者：吃糖会诱发牙痛，加重病情。

糖吃多了害处大 白糖吃进入人体后，就转变成葡萄糖和果糖。葡萄糖再变成丙酮酸。白糖吃得过多，丙酮酸就会迅速增加，便呈酸性血液。而人体血液必须保持弱碱性，才能使身体健康。于是，人体就要动用体内的钙等碱性物质去中和过量的酸，便导致人体缺钙。据研究，钙的摄取量跟癌的发病率成反比例，钙愈少，患癌的机会愈多。老人缺钙能导致骨质疏松，脆弱易折；儿童缺钙易患软骨病。

吃糖过多还有下面一些害处：

(1) 容易变成脂肪贮存起来，变得肥胖，增加胆固醇，从而容易诱发动脉硬化等心血管病。所以糖果、点心应少吃。

(2) 儿童长期过量吃糖，易患龋齿。

(3) 孕妇吃糖过多，会夺走胎儿体内的钙，导致胎儿头盖骨变软，分娩时通不过产道，有时还能引起脑内出血或因脑性麻痹种下残疾的祸根。

对于患有肥胖病、冠心病、糖尿病的人，应控制吃糖，因为糖能诱发血液中三羧酸甘油酯、胆固醇增高，促进高血脂的发展，能引起动脉粥样硬化。

食盐的用途

食盐的最大用途是食用。除此之外，食盐是重要的工业原料，可用于制造盐酸、火碱、纯碱、聚氯乙烯塑料等。电解熔融的氯化钠可制取金属钠。农业上用食盐溶液来选种，以保证种子有较高的发芽率，生长强壮，提高产量。在大城市里，环卫工人用喷洒食盐水的方法使道路上的积雪融化，以保障车辆和行人安全。在医院里，可用食盐水代替消毒剂清洗伤口，由于食盐的浓溶液能强烈吸收细菌体内的水，使其新陈代谢作用紊乱而死亡。

在日常生活里，食盐的用途也非常广泛，你若能巧妙地利用它，会给你带来许多方便。譬如，洗衣服时放点儿盐，衣服就不易退色。染衣服时放点盐，能使色泽光亮、牢固。做油炸食品时，锅内放点盐，尤其是在炸鱼时候，在鱼肉上洒点儿盐，能防止热油外溅。夏天，把食盐洒在鲜肉、鲜鱼上，能防止肉、鱼腐烂。早晨起床喝一杯盐开水，能清理肠胃，使大便畅通。经常用盐水漱漱口，能保持口腔卫生，预防疾病。用 15% 的食盐水浸泡瓜果 20 分钟，可以起到消毒杀菌作用。食盐于醋中煎服，可止泻、止吐；热水烫红了皮肤，擦点儿食盐可以减轻疼痛。

食盐是人们的生活之友，用食盐水洗头，可以防止头发脱落。新买来的玻璃器皿或瓷器，先用食盐水煮一下，就不易破裂；把刀放在食盐水里泡半小时，磨起来既省力，又易磨得锋利；破了壳的鸡蛋，放在食盐水里煮，可使蛋白不易流出来；茶具上的茶垢，用布沾食盐擦，即可去掉；花瓶里养花，往水

中加少量食盐，能使花朵保鲜时间长；向浆糊里加点儿食盐，可以防止腐败，加大浆糊的粘度；用食盐擦拭家具，可使家具光洁明亮……。

食盐在自然界的蕴藏是非常丰富的。浩瀚的大海是食盐憩居的主要场所。如果把海水里的食盐统统提取出来，铺在地球表面就能形成一个厚大概有 40 米的大“盐被”，把地球整个覆盖起来。现在，全世界每年差不多生产海盐 1 亿吨，按照这个数量生产下去，食盐可供人类使用 5 亿年！

食盐与健康

食盐是日常生活中必不可少的调味品，酸、甜、苦、辣、咸五味中，咸味是最基本的，饭食、汤、菜中如果少了它，就会淡而无味。更重要的是，人体要维持正常的生理机能，不能没有食盐。

人的血液中大概含有 0.6% ~ 0.9% 的食盐，在此情况下，肌肉才能保持刺激感应性，心脏才能正常跳动，人体大量失水时，与此同时也会有大量食盐的损失，医生常用静脉或皮下输入生理食盐水（0.9% 的氯化钠水溶液）的方法进行治疗。食盐在人的新陈代谢过程中常随汗液排出，从事高温作业的工人，或在紧张的体力劳动、剧烈的体育锻炼之后，要注意喝些盐开水，使食盐在身体内的含量得到补充。人体缺少食盐会感到头晕、倦怠、全身无力，使学习和工作效率降低，长期缺盐易患心脏病，也可“低钠综合症”。那么，是不是多食一些食盐才好呢？不是。如果人体摄入的食盐过多，会影响新陈代谢的正常进行，导致酸碱平衡失调。吃盐太多，容易产生钠的滞留，而钠的长期滞留，会引起高血压病和肾脏病，现代医学研究证明，常年坚持淡食可以使人长寿。

人体缺少食盐不好，因为人体所需要的钠元素主要来源就

盐；食盐过多也不好，因为摄入过多的食盐会引起一些疾病。那么，一个人每天只需到底摄入多少食盐合适呢？据研究证实，成年健康人每天吃食盐 2~6 克就足够了。当然，繁重体力劳动和大量出汗的人可适量增加一些，但也不宜过多。一般说来，每人每日吃 5 克食盐是有益无害的。

前苏联医学科学院营养研究所最近研究出一种含钠量低的食盐配方，这种食盐配方中用可以维持心肌正常工作的钾及镁来代替钠。配方分为两种：一种是供一般人食用的盐，其中 30% 的钠由钾及镁取代；另一种是医疗用食盐，其中 6% 的钠由钾及镁取代。这两种盐都作为食用盐使用。

饮 料

科学饮茶

茶是我们生活中的常用饮料。我国是茶树的故乡，也是世界上最先饮茶的国家。

茶总的可分为绿茶、红茶、乌龙茶和花茶四大类。

绿茶是采集新鲜的茶叶，经过杀青、揉捻、干燥等多种工序制成，因未经过发酵，叶绿素未受破坏，仍保持原来的本色，故称绿茶。

红茶是用鲜茶经过萎凋、揉捻、发酵、干燥等工序加工精制而成。茶叶因叶绿素在氧化酶的氧化下而变成红黑色，所以被称为红茶。

乌龙茶是半发酵的制品，性质介于红、绿茶之间。

一般平常饮用的茉莉花茶，它是芳香浓郁的茉莉花和绿茶熏制而成的。它既有芬芳的香气又有清凉的茶味。

根据现代科学分析：茶叶中含有 320 余种化学成分，其中

最主要的是茶多酚，差不多占干燥茶叶的 20% ~ 30%。经试验证明：茶叶对大肠杆菌和葡萄球菌均有一定的抑制作用，所以饮茶具有灭菌消炎作用，这与茶多酚物质有关。

茶叶中大约含有 5% 的生物碱，其中主要是咖啡碱（茶精），它具有促进新陈代谢、兴奋神经中枢、增强肾脏和心脏的作用。因此当我们在疲倦时喝一杯茶，会感到精神清爽。它能刺激膀胱排尿，因此茶叶是非常好的利尿剂。

茶叶里含有芳香族化合物，它能溶解脂肪，帮助消化。所以丰餐盛宴之后，喝上一杯清茶，可解油腻。

茶叶中还含有 2% ~ 3% 的矿物质、8% 左右的蛋白质和一些糖分以及多种维生素。譬如维生素 C、维生素 B₁、维生素 B₂、维生素 P 等。这些维生素都是人体必需的营养物质，并对一些严重危害人类健康的疾病起到预防作用。例如维生素 P，它可降低血脂，软化血管，增加血管的弹性和韧性，因此有预防脑溢血作用，对早期动脉硬化也有一定疗效。

茶叶的含氟量较高，每千克干茶大概含氟 75 ~ 100 毫克，因此，经常饮茶能够摄入足够的氟，以满足人体对氟的需求，这对于保护牙齿健康，防止龋齿有一定好处。

茶叶还具有中和由于偏食蛋白质或脂肪过多而导致的酸性中毒。牧区人们常喝奶、食肉，更是一日不可无茶。

近年来研究发现，茶叶中的鞣质能捕集放射性锶，因此能防治一些放射性物质对人体的损害。

茶叶如果泡得时间隔夜或太久，尤其是在夏天，很容易变质发馊，如果再饮，那是对人体健康有害的。

喝热茶比喝凉茶有益。热茶入胃能使食物软化，加强胃壁收缩，促进胃液分泌，有助于消化所食物质。热水易被人体吸收，满足各组织器官对水的需要，因此喝热茶比凉茶更解渴。

另外，茶叶中的各种有效成分在热水中的溶解度高，浓度大，因此喝热茶能够充分发挥茶叶的功效，有助于品尝茶叶的味和香。

人们喜欢喝茶，对于茶具亦非常讲究。茶具的材质对于茶的味质有一定的影响。实践证明，泡茶用制作精细的陶器茶具最好。因陶器具有一定的微细小孔，有一定的透气性，传热适中，保温性适合于茶叶的有效成分的浸泡，泡出的茶水色、香、味都非常好。茶叶的芳香油，遇高热就要挥发，因此茶叶不宜用沸水泡，更不可以煮。

茶叶中含有棕榈酸和萜类化合物，这两种物质具有吸收其他气味的特点。人们把茶叶加工成具有各种香型的花茶，如茉莉花茶、玉兰花茶、珠兰花茶等，正是利用它们容易吸收其他气味的这一特性。也因为茶叶有这一特征，因此茶叶容易串味，不能与其他的东西存放在一起。

然而，过多或不适量地饮茶也会带来很多不良后果。茶叶中的鞣酸、茶碱对胃肠道有刺激，多饮浓茶特别是空腹饮茶可引起胃部不适、胃痛，诱发和加重十二指肠或胃溃疡。茶叶中的鞣酸有收敛作用，易引起便秘。因为鞣酸在肠道内会与铁生成不溶性的鞣酸铁盐，使铁的吸收受到影响，所以过多饮茶可引起贫血。茶碱、咖啡因能使心跳加快，大量饮茶对有早搏、房颤的冠心病患者有诱发、加重心律失常的危险。

酒中的化学

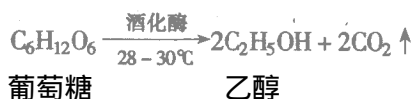
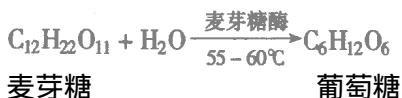
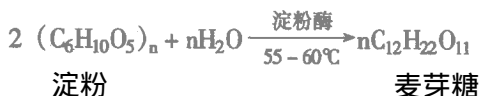
酒是含有乙醇的一种饮料。

两千多年前，我们的祖先就懂得用有丰富淀粉的甘薯、马铃薯、谷物为原料经过发酵来制酒了，19世纪，这种方法传到了欧洲。直到现在，人们还在一直使用它。

用淀粉发酵酿酒是一个非常复杂的生物化学过程，其化学

变化大体上可分为糖化和酒化两个阶段。

糖化阶段：



许多人都喜欢吃江米酒，江米的发酵过程同上述过程是相同的。做江米酒用的“酒药”里面就含有酒化酶、麦芽糖酶、淀粉酶等菌种。做江米酒的时候，先把江米（或质量好的大米）蒸得半熟、放凉，然后加上酒药末拌匀，在 $25 \sim 30^{\circ}\text{C}$ 的温度下进行发酵，酒化酶、麦芽糖酶、淀粉酶就会大量繁殖起来，促进乙醇的生成。三四天后，又甜又香，别具风味的江米酒就这样做成了。

我们饮用的各种酒，含乙醇的量均不相同，啤酒含乙醇 3%~5%，葡萄酒含乙醇 6%~20%，黄酒含乙醇 8%~15%，白酒含乙醇最多，大概为 50%~70%，因为各种酒含乙醇的量不同，因此有的酒不易醉人，有的酒易醉人。

啤酒是用啤酒花制成的。啤酒里含有 CO_2 , CO_2 对胃壁有微弱的刺激作用, 能增加食欲。啤酒里还含有多种维生素、麦芽糖、蛋白质和磷酸盐, 营养丰富, 故有“液体面包”的美称。

啤酒、黄酒、葡萄酒暴露在空气中，过不了多久就会变酸，特别是在气温高的夏季更是如此，这是什么原因呢？因为

这几种酒的“度数”不高，也就是含乙醇较少，空气中的醋酸菌钻到酒里不能被酒精杀死，在里面捣乱、繁殖，使乙醇氧化成了乙酸。



而白酒里含乙醇多，醋酸菌一钻进去就会被杀死了，因此白酒不易变酸。

俗话说酒越陈越香。因为酒里除含有乙醇以外，还含有杂醇油（多种高级脂肪醇的混和物）和多种有机酸，杂醇油气味很难闻，饮用时感到辛辣刺喉，酒在长时间的贮存中，有机酸与杂醇油能慢慢作用形成多种带有芳香气味的酯类：



高级脂肪酸 杂醇

酯类

所以酒贮存的时间越长，醇香味就越浓郁。中外著名的茅台酒，做好以后，要把酒坛密封起来，埋在地儿，几年后才销售，这是很有科学道理的。

饮酒的利弊

节假日，亲朋好友欢聚一堂，以酒助兴，开怀畅饮。

饮酒究竟有益还是无益？对此，人们众说纷纭、毁誉不一。喜欢饮酒的人对其推崇备至，美其名曰“玉液”、“琼浆”，讨厌酒的人把它说得一无是处，甚至斥责为“致疾败行，乱性伤身”。但也有不少人认为，不能笼统地说饮酒有益还是无益，重要的是要注意科学饮酒。

啤酒的营养价值非常高，有“液体面包”的美称；葡萄酒中含有维生素 B_1 、 B_2 和 C ，还含有治疗恶性贫血的维生素 B_{12} ；黄酒中含有 17 种氨基酸，饮些黄酒对身体健康也有好处；白酒的酒精含量较高，对人体有较大的毒害，就营养价值来说也

比不上葡萄酒、黄酒和啤酒，但也含有对人体有益的成分，并常用它制成补酒、药酒。据美国哈佛医学院研究证明，每天饮用白酒在 100 克以下，能够降低冠心病患者死亡的危险。

酒也有损害身体健康的一面，无论酒精还是它的代谢物乙醛，对人体都是有害无益的。为防止饮酒伤人，要注意以下几点：

(1) 不要过量。饮酒过量，发生酒醉（即急性酒精中毒），轻则悲笑无常、语无伦次、言行失态、昏睡不醒、呕吐、头晕、耽误工作，重则损害身体，甚至会因严重酒精中毒引起脑神经麻痹而丧失生命。因此，饮酒要宁少勿多，切忌贪杯不舍。那种在众人面前起哄、逞能，炫耀自己“海量”或强迫别人多饮的做法是不可取的。

(2) 不要空腹饮酒。因为空腹饮酒能使酒精直接刺激胃粘膜，造成对胃的伤害。空腹饮酒还会使酒精过快地进入血液和肝脏，那些未来得及代谢的酒精，就要随着血液流向脑部和其他器官，因而易于发生酒醉，造成对身体器官的伤害。因此在饮酒时要边饮酒边吃菜肴，或吃一些主食，延缓酒精吸收的速度。

(3) 饮酒要有选择。以葡萄酒、黄酒、啤酒等酒精含量较少，而营养成分又比较多的酒为宜。若饮白酒，要选择刺激性不强、无杂味、无怪味，品质优良的低度白酒为宜。

(4) 不要嗜酒成癖。现代科学研究证明，嗜酒成癖是造成肝、胃疾病的重要原因之一。酒精能毒害所有细胞，损害身体好多器官，并伤害神经系统，导致人智力迟钝。妇女酒后受孕，还易出现畸胎。唐代大诗人李白的绝妙诗句流芳千古，但因嗜酒成癖，结果“酒后入水捉月”而死。

还有些人习惯在临睡前喝上两盅，贪图昏沉好睡，其实这

是一种非常不好的习惯。明代医学家汪颖在《食物本草》中说：“酒，人知戒早饮，而不知夜饮更甚，既醉既饱，睡而就枕，热壅伤心伤目，夜气收敛，酒以发之，乱其清明，劳其脾胃，停湿生疮，动火助欲，因而以致病者多矣。”

顺便提一句，身体肥胖的人更不宜经常饮酒。因为白酒、啤酒都是粮食做的，果酒又含较多糖分，因此通常酒类都含有较多热量。啤酒还有开胃、增加食欲的作用。同时，喝酒时一般都要吃很多的菜肴和肉食，食盐摄入量也明显加大，因此造成营养和热量在体内过剩而发胖。

众所周知，肥胖是高血压、糖尿病、冠心病等多种严重疾病的诱发因素之一，如果长时间饮酒，其结果是胖上加胖。因此，专家们建议肥胖者应比一般人更要少饮，切莫贪杯。

总之，饮酒是人们生活中的普遍现象，我们要防止酒醉伤害身体，需要做到科学饮酒。

人体

人体中的微量元素

铁 正常成年人体内含有铁为 3~4 克，相当于一根小铁钉的重量，差不多占人体体重的 0.004%，其中 60%~70% 和血液中血红蛋白相结合，担负给各器官、组织输送氧的重要任务并带走二氧化碳。有 20%~25% 的铁储存于脾脏、骨髓、肝脏和胃肠粘膜上皮中，以备需要时使用；此外大概有 5% 与蛋白质结合贮存于肌肉中。在血浆里也含有较少铁；维持人体正常活动的酶也含有少量的铁。最常见的营养性贫血就是因为铁供给不足造成的，含铁较多的食物有黑木耳、动物肝脏等。

锌 人体中锌含量也是非常少的，约占人体体重的

0.003%。锌在人体内有着特殊的作用，它是大量酶的组成成分与活化剂。另外，在胰岛素组成中就有锌，当人体缺乏锌时，生长发育和性成熟就会受到抑制，大脑的发育也会受到影响，味觉和嗅觉也出现异常。譬如有的小孩喜欢吃泥土、煤渣，吃起来还津津有味，面对肉、鱼等却厌食，这就是医学上所称的“异食癖”，实际就是缺锌引起的，只要多吃些含锌多的食物即可治疗，如贝壳食物中的蚌、蛤蜊等。

钙 人体中钙含量差不多占人体体重的 1.5%~2.2%。钙在人体内分布很不均匀，有 99% 以上以磷灰石形式存在于牙齿和骨骼中，其余的钙主要分布于体液中。在血液中的钙主要分布于血浆中，在血浆中钙的含量与磷的浓度和蛋白质浓度有关。在血浆中钙、磷乘积正常为 40，也就是说每 100 毫升血浆中钙与无机磷的毫克数相乘为 40，当少于 30 时也许会患有软骨病，那就需要从食物中加以补充。钙离子有抑制神经肌肉应激性的功能。在血浆中每 100 毫升含钙为 8.5~11.5 毫克，当它少于 7 毫克时就会发生抽搐现象。

镁 镁在人体中含量约为体重的 0.05%，其中 70% 存在于骨骼中，其余分布于各种软组织中和体液内。血液中的镁主要存在于血球中，镁能抑制神经的兴奋性，其效能大于钙，当血液中镁的含量增高到 20 毫克时，中枢神经受抑制而发生麻醉现象。

钠和钾 钠钾分别占人体体重的 0.15% 和 0.32%，它们在人体内完全呈离子态，存在于全部组织的体液中。其中钠主要分布于细胞外液中，而钾主要存在于细胞内液中，这样的分布表示细胞具有一定程度的选择透过性。钠的主要作用是调节体内渗透压及酸碱平衡，钾也有一定的影响。此外，钠和钾的酸式磷酸盐和碳酸盐是人体内的主要缓冲剂。它们与蛋白质一

起维持体液的 pH 值恒定，保证正常的生理作用所必需的环境。

铜 铜含量约占人体体重的 0.00015%，其量是极少的，但它却是不可缺少的。人体如果缺少了铜，也会像缺铁那样引起贫血。这主要是因为铜在人体内是参与造血过程的一份子，铜可以促进无机铁变为有机铁，有利于铁的吸收。铜还会促使铁由贮存场所进入骨髓，加快血红蛋白的合成。在体内缺铜的情况下，采用补铁治疗是无济于事的。铜普遍存在于动植物中，豆类、蔬菜和肉类中都富含铜元素。据一些科学家介绍，微量铜元素能止血和预防感冒，儿童常用铜盆洗脸能防治眼病。

铬 铬是我们非常熟悉的一种元素，瓦圈、自行车把，桌椅的钢管常在表面镀一层铬，以防止钢铁锈蚀，并光亮美观。铬也是我们人体所必需的一种微量元素，在幼年时较多而成年人就少些。人体中如缺少了铬就会造成动脉粥样硬化。在一般粗粮、果汁、贝类、瘦肉和鱼中都含有较多的铬。

钴 钴也是人体内的微量元素，它是维生素 B_{12} 的主要成分，故维生素 B_{12} 又叫钴素，它是惟一含有金属元素的维生素。大家知道如果维生素 B_{12} 缺乏时，就会造成恶性贫血。

碘 人体中含碘大概是 20~50 毫克，其中 40% 以上存在于靠近喉头的甲状腺内，它是合成甲状腺激素的重要原料。甲状腺激素能增加人体新陈代谢能力，促进人体对蛋白质、糖和脂肪的利用。当碘摄入量少时，甲状腺激素分泌失常，人的脖子就会肿起来，这就是患了甲状腺肿的疾病。通常认为环境缺碘，人体不能从饮食中得到足够的碘是发病的主要原因，目前重要措施就是服用碘盐加以治疗。

牙膏的成分与作用

我们每天起床后，第一件事便是刷牙、洗脸。经过一夜，口腔里非常难受，甚至还会有不良的气味。这是什么缘故呢？主要是因为口腔里的湿度、温度都非常适合细菌的繁殖，吃进去的食物残渣，嵌在牙缝里发酵腐败造成的。食物腐败时，还会产生酸液腐蚀牙齿，因此，必须吃饭后马上漱口、刷牙才卫生，并能使口腔感到舒适。

刷牙必须使用牙膏，因为残留在口腔中的食物能够牢固地附着在牙齿的表面，必须借助于牙膏中的洗涤剂 and 摩擦剂才能把牙刷干净，让牙齿变得光亮美观，用牙膏刷牙，还能够清除口臭和防治口腔疾病。牙膏为什么有这些作用呢？这得从牙膏的成份谈起。

牙膏是由有机物和多种无机物组成的，它包括粘合剂、洗涤泡沫剂、摩擦剂、芳香剂、甜味剂、保湿剂和水分。近些年来，在牙膏中还加入了各种药物，制成多种药物牙膏。一支好的牙膏，只需轻轻一挤，就冒出洁白润滑的膏体。它应有高雅的香味，适度的甘甜，细腻的口感和充分的泡沫。

摩擦剂是牙膏的重要组成部分，常用的摩擦剂有碳酸钙 (CaCO_3)、磷酸氢钙 ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)，用量在 30% ~ 55% 之间。为了加大去污效果，里面还需加入洗涤泡沫剂十二醇硫酸钠 ($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{Na}$)，用量在 2% ~ 3%。牙膏能洁白牙齿主要靠这两种成份的作用。摩擦剂具有一定的摩擦力，洗涤泡沫剂具有发生泡沫和洗涤的功能，二者结合起来加上牙刷的作用，就能把牙齿表面的污垢刷去，使牙齿洁白如玉。

牙膏中添加香料（如留兰香、薄荷等），不光在使用时有清爽芳香之感，还有杀菌作用，清除口腔中的细菌，防止膏体腐败。为了让牙膏有非常好的口感，还得加些糖精作甜味剂。

这样，刷牙之后，口腔就会感觉凉爽舒适，并伴有甜丝丝的芬芳。

选用什么牙膏为好呢？这得根据各人情况而异。如果牙齿坚固、洁白，选用牙膏通常从香型上考虑；如果牙齿的白度不理想，或者有牙锈和喜欢喝茶、吸烟的人，适合用以天然碳酸钙作摩擦剂的牙膏，或者用加酶牙膏和含磷牙膏；有口臭的人，宜用叶绿素或美加净牙膏；如果防治牙病，那就要对症选用适宜的药物牙膏，譬如龋齿，最好用含氟化钠、氟化锶的牙膏；牙齿遇冷热酸甜感到酸麻不适的，可选用防酸脱敏牙膏；牙齿常肿痛出血，宜选用具有消炎止痛作用的中草药牙膏等。药物牙膏既有清洁牙齿和口腔的作用，还能起到预防和治疗牙病的作用，因而受到消费者的普遍欢迎，产量亦居首位。我国中草药种类繁多、资源丰富，用以配制药牙膏，药性平和，很少有副作用，是得天独厚的。

虽然牙膏可以清洁口腔，如果再养成良好的卫生习惯，饭后用清水漱口，特别是在睡觉前刷一次，把牙缝里残存的食物清除掉，以免食物残渣夜间在口腔内腐败而产生气味和腐蚀牙齿，避免牙垢的沉积，那就更合乎卫生要求了。

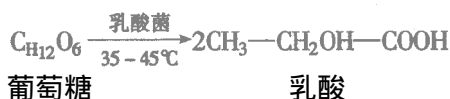
氟与牙齿

氟在人体中主要集中在牙齿和骨骼，尤其是牙齿，含氟达2%。

牙齿是我们的咀嚼器官，对身体健康起着重要作用。当食物被牙齿嚼碎后，进入胃部，才能被胃很好地消化，使食物中的营养能很好地被吸收。而且在咀嚼过程中，口腔内会分泌大量唾液，在唾液酶的作用下，食物被分解，转变成易被人体吸收的营养物质。研究表明，进食时细嚼慢咽，将会有60%以上的食物被分解。反之，吃饭时狼吞虎咽，或因牙齿不好进而

不能把食物嚼碎，就使食物进入胃部，不仅增加了胃的负担，也使食物不能很好地被胃、肠消化和吸收。许多人，尤其是儿童和青少年，对牙齿只使用而忽略保护或保护不当，致使牙病猛增，如龋齿是最常见的牙病。

造成龋齿的主要原因是牙齿不清洁。进食后，在牙齿缝隙中遗留大量残渣，尤其是糖类物质。这些残留物质被口腔中的细菌分分产生乳酸：



乳酸能使牙齿的硬组织牙釉质及牙本质、牙骨质中的无机物脱钙，有机物分解，这样，牙齿表层的珐琅质就失去了保护作用，使牙齿易受酸性物质侵蚀，牙齿自身没有自行修复能力，久而久之，便逐渐形成了龋洞。

预防龋齿要做到晚睡前刷牙，饭后漱口，养成良好的卫生习惯。除此外，使用防龋型药物牙膏也十分重要。这类牙膏中含有单氟磷酸钠、氟化锶（ SrF ）、氟化钠（ NaF ）等含氟化合物。氟离子（ F^- ）具有抗酶、抗酸作用，能抑制糖发酵和乳酸菌孳生，降低乳酸的生成；在刷牙过程中，氟离子还能与牙釉质浅层的钙质结合生成难溶的氟化钙，其对乳酸杆菌有十分强的抑制能力，对龋齿有一定的治疗和预防效果。使用这些药物牙膏时，如能让牙膏在口腔中停留的时间长一点，效果更佳。但使用后必须要把口腔中残留牙膏漱净。

近年来，我国好多医学预防学家提出了通过饮茶预防龋齿。这是因为茶叶对环境中氟有十分强的富集作用，含氟量较高。我国人民有传统的饮茶习惯，它有提神、消腻、养身之功效，茶叶中含有大量人体所需要的氨基酸和蛋白质以及无机微

量元素，但是就其富氟量来说，它既能“治病”，又能“致病”适量饮茶可以预防因身体缺氟而患牙病 对少年儿童也大有裨益。

日常生活

烧水的化学知识

烧水，是日常生活里的小事，殊不知，其中也有很多化学知识哩。

农村饮用的井水，城市里的自来水，均溶有少量二氧化碳和氧气。烧水的时候，随着水温的升高，气体的溶解度降低，形成大量小气泡，从水里冒出，烧水时冒气泡还有其他原因，壶底被加热时，一些水分子获得能量，变为气化分子，随着温度的升高，气化分子越来越多，形成许多气泡从水里涌出。另外，自然界里的水，由于跟岩石、土壤接触，里边溶解了碳酸氢钙、碳酸氢镁等酸式碳酸盐，这些盐不够稳定，被加热后，容易分解出二氧化碳。例如：



烧水的时候，能听到“嘶嘶”的响声，随着温度的升高，响声由小变大，但当水被烧开时，响声却又突然变小了，这是什么原因呢？

实验证明，水从常温被加热到 75℃ 时，壶里上层和下层水的温差约为 1℃，在该温度范围内水的对流速度非常快，壶体温度能很快地传递给水，结果壶体的温度和水的温度相差不大，这时响声就几乎消失了。当水温升高到 75℃ 以上时，我们会听到“嘶嘶”的响声了，并且随着水温升高，响声越来越

越大。这是因为壶底温度已超过 100°C ，壶内水温也高，水分子运动加速，而对流速度慢，壶中上层和下层水的温差差不多在 3°C 左右。一些水分子从壶底获得较高的能量，成为气化分子，形成气泡，逸出水层，撞击壶体，发出声响。当水温达到沸点时，因为水气泡的翻腾，促使沸水与壶体各部分温度均衡响声便突然减小了。俗话说：“响水不开，开水不响”就是这个道理。

水烧开后，如果把它浇在地面上，因为水分子的迅速蒸发会起“气垫”的作用，从而发出沉闷的“噗噗”声，用这种方法，可以判断水是否烧开了。

溶解在水里的碳酸氢镁、碳酸氢钙在加热煮沸时，发生分解，产生二氧化碳的同时，还形成白色的难溶物氢氧化镁和碳酸钙。



生成的 MgCO_3 进一步发生水解反应，生成更难溶的 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ：



用总的化学方程式来表示



碳酸钙、氢氧化镁沉积于壶底，附着在壶壁，形成水垢（俗称“水碱”）。水垢的传热性非常差，水壶便积存了水垢，水不易烧开。水垢增厚 1 毫米，燃料消耗增加 5%。大型锅炉里积存了水垢，还有引起爆炸的危险。用什么办法消除壶里的水垢呢？可用食醋浸泡一夜，醋酸能够溶解碱性物质氢氧化

镁 醋酸的酸性比碳酸强 所以能使坚硬的水垢变得松弛 清除起来非常容易。热水瓶里积存了水垢 影响保温效果 清除热水瓶胆里的水垢，可用比醋酸酸性更强的盐酸，效果会更佳。



谈谈“煤气罐儿”

随着我国石油工业的飞速发展，在城市里，很多家庭都使用了“煤气罐儿”。“煤气罐儿”似乎可以顾名思义——里边装的是煤气。其实则不然，里边装的并不是“煤气”，而是“液化石油气”。“液化石油气”跟“煤气”是不一样的，煤气是用煤制造的，它的主要成分是一氧化碳、甲烷和氢气。煤气在煤气厂里制造出来之后，通过煤气管道，输送到家家户户。而液化石油气是开采石油或炼制石油的副产气，它的主要成分是丙烷、丁烷、丙烯和丁烯等。人们利用这些气体易液化的特点，把它们降温、加压，使之液化，液化后，其体积可缩小到气态时的 $1/250 \sim 300$ ，再装入耐压钢瓶里，这样贮存、运输、使用都十分方便。可见，从来源和成分这两方面看，液化石油气和煤气都是不同的。也就是说，把盛装液化石油气的钢瓶叫做“煤气罐儿”就名不符实了。

液化石油气在空气里的爆炸极限是 $2\% \sim 9\%$ ，微弱的火星就可引起爆炸，而当液化气的浓度超过爆炸上限时，遇明火就会燃烧起火。所以在使用液化气时，要经常检查灶具的各联接部位是否漏气。液化石油气比空气重，泄漏时，不容易挥发掉，而是像水一样沿着地面扩散，并会停滞在低洼处，很容易达到爆炸浓度。如果人呆在漏有液化气的厨房，可燃气体不仅能附着在皮肤、衣服上，甚至会吸入肺中，一遇到明火则会

发生内外遭焚的严重后果。液化石油气有一股不好闻的特殊气味，容易察觉，一旦发现漏气，应马上打开门窗通风。

使用液化石油气时，要使钢瓶离火源远一点（通常应在 1 米以外）。钢瓶要直立存放，不能倾倒，以防液化气外溢。到了冬季，气温下降，液化气的气化速度减慢，有人用火去烘烤，这是非常危险的。因为，烘烤能使气化速度聚增，钢瓶内气体压强急剧变大，有引起钢瓶爆炸的危险。也不要将钢瓶内残留液倒出留做它用。目前，城镇居民中使用液化石油气已较为普遍，因设备发生故障或者使用不当而造成失火的情况也屡有发生。火灾一旦发生，最简便易行的方法是：迅速地用一条围裙、抹布或毛巾盖住钢瓶护栏，并马上关闭角阀，火即可熄灭。

从液化气燃烧的化学反应来看：



丙烷



丁烷



丙烯



丁烯

1 体积丙烷完全燃烧需要 5 体积氧气，氧气占空气体积的 20%，所以需要空气的体积大概是丙烷体积的 25 倍，同时放出 3 倍于丙烷体积的二氧化碳。依同法能够分别计算出燃烧 1 体积丁烷、丙烯、丁烯所需空气和释放出二氧化碳的量。通过

计算很容易看出，液化石油气燃烧时需要大量空气，并产生大量二氧化碳。如果灶具上的风板调节得不好，空气供给不充足，液化气就不会完全燃烧，火焰便呈现黄色，甚至冒黑烟，不仅散发的热量少，还会产生有毒的一氧化碳，所以使用液化石油气要保持良好的通风。

值得一提的，液化石油气对家用电器是有害的。由于液化石油气燃烧后能产生一定数量的二氧化硫，二氧化硫遇空气中的氧气、水蒸气能形成腐蚀性非常强的硫酸液滴，这些硫酸液滴附着在家用电器上，就会使其遭受腐蚀。因此，摆放组合音响、彩电和录音机的房间，要尽量与厨房隔离。对洗衣机、电饭锅等在使用之后，不要仍放在厨房，应用水擦净移放到另外房间里去。组合音响、录音机、彩电等，在不使用时宜用质地较密，较厚的布料罩将其套好，以防受灰尘和有害气体的侵蚀。

煤气中毒

煤的主要成分是碳。碳在燃烧的时候，因为反应条件不同，所以能生成两种不同的产物。充分燃烧时生成二氧化碳：



不充分燃烧时生成一氧化碳：



一氧化碳是可燃性气体，炉子添加新煤，或关闭炉子下方的风挡时，因为温度不高或氧气供给不充足，所以有较多的一氧化碳产生。在煤炭上方能看到飘飘呼呼的蓝色火焰，这就是燃烧形成的一氧化碳。

一氧化碳是一种有毒气体，吸入人体后，能与血液里的血红蛋白化合，生成“碳氧血红蛋白”。一氧化碳与血红蛋白的结合能力比氧气跟血红蛋白的结合能力大 200~300 倍，因此，

一氧化碳进入血液后，氧气就不易再跟血红蛋白结合。血液失去了输送氧气的能力，导致身体缺氧，这就是发生了一氧化碳中毒，通常叫“煤气中毒”。

按体积计算，空气中一氧化碳的含量达到 1‰ 时就会出现恶心，头疼等中毒症状，一氧化碳的含量若达到 1% 仅要 10 分钟，就能造成死亡。

一氧化碳无色无味，不易被人察觉，预防一氧化碳中毒最有效的方法是要注意室内的通风换气。

到了冬天，我国北方有很多家庭用煤炉取暖，北风凛冽，寒气逼人，关上门窗是必要的，但要警惕这种看不见、嗅不到的气体对我们悄悄的、非常危险的袭击。当居室内安装炉子的时候，要注意检查炉子、烟囱有没有漏气的地方，注意室内通风；封火时把炉门打开，千万不要把一氧化碳憋在室内。特别是在夜间，更要注意室内通风，窗户上要留有通气口。万一发生了煤气中毒事故，要立即把病人放到通风的地方，注意别着凉，严重的，要及时送医院抢救。

有人说，在炉子上放一盆水，就能预防煤气中毒，这种说法是错误的，因为一氧化碳不溶于水，不能与水发生化学变化，水起不到吸收一氧化碳的作用。还有人说，发生了煤气中毒，喝点儿醋或酸菜汤便能解毒，这也是没有道理的，因为一氧化碳并不能跟醋里的醋酸或酸菜里的乳酸发生反应，所以消除不了一氧化碳对身体的毒害。

现代科学技术的发展，使煤气中毒者有了救星——高压氧。在医院里，给病人输入压力极高的氧气，不仅能迅速缓解病人的缺氧症状，而且还能加速一氧化碳和血红蛋白的解离。据测定，在 1 个大气压下碳氧血红蛋白的半衰期为 520 分钟，而在 3 个大气压下，呼吸纯氧，其半衰期只有 23 分钟。

怎样提高氧气的压力呢？这需要一个坚固密封的特殊房间，把氧气压入，使室内氧的压力达到 1 个、2 个、3 个或者更高的大气压。病人在这个高压氧环境中自由呼吸。这种密闭的房间像个船舱那样，故称高压氧舱。据临床观察，不用高压氧舱治疗，煤气中毒的死亡率降低到 11% ~ 15%，而使用高压氧舱治疗，严重煤气中毒死亡率为 4% ~ 6%。据报道，使用高压氧舱治疗，曾将一位昏迷 36 天煤气中毒病人救活。

工业制造

鞭炮的制造与污染

你知道鞭炮里的黑色火药是用什么制成的吗？鞭炮为什么会发生爆炸？焰火又为什么能放出五彩缤纷的有色光呢？

俗话说，黑火药的成分是“一硝二黄三木炭”。对，但要知道这里所说的“一、二、三”是黑火药的成分一是硝酸钾、二是硫磺、三是木炭，但这三种成分的质量比并不是 1:2:3。实际上，黑火药是按下列比例配制成的：硝酸钾 75%，硫磺 15%，木炭 10%。

当黑火药点燃时，硝酸钾分解放出氧气，使硫磺、木炭剧烈燃烧，释放出大量的热，生成大量的气体。



因为气体体积的急剧膨胀而引起爆炸时，爆炸产生的硫化钾微粒形成浓烟。有的爆竹里黑火药分成两层盛装，第一次爆炸产生的气体，借助于空气的反作用力将另一部分推向高空，在高空发出清亮的爆炸声，这就是“双响”。

制造焰火的原料也是黑火药，不一样的是，为了使焰火发

出有色光，又加了其他化学药品。譬如，加入碳酸锶，便能放出红光，加入硝酸钡便放出绿光。

随着环境科学的发展，人们对燃放鞭炮造成的环境污染越来越重视。燃放鞭炮对环境污染主要表现为两方面：

化学污染

鞭炮的化学成分非常复杂，主要是硫磺、木炭和硝酸钾。按其作用，鞭炮的成分可分为氧化剂（氧酸钾、硝酸钾等）、可燃物（硫磺、木炭粉、红磷、镁粉等）、火焰染色剂〔如钡盐（火焰呈绿色）、钠盐（火焰呈黄色）、锶盐（火焰呈红色）等〕。鞭炮里的火药被引燃后，这些物质便发生一系列复杂的化学变化，产生大量气体，放出大量热，因此就引起爆炸，发出声响。

鞭炮爆炸时就会释放出一氧化碳、二氧化碳、二氧化硫、氮的氧化物等有害或有毒气体，并产生金属氧化物、碳粒等颗粒烟尘，这些气体和烟尘弥漫于空气中，使空气浑浊，让人窒息，同时也会刺激人的呼吸道粘膜，伤害肺组织，以致诱发呼吸道疾病。

物理污染

大量鸣放鞭炮会产生强烈的噪声和压力冲击波。据测定，其声级单位能达到 137 分贝。对单个鞭炮的近场声级测定的结果是：大青鞭 125 分贝，闪光雷 130 分贝，都超过了高射机枪发出的噪声。这些噪声对人的听觉和神经系统都有特别强的刺激作用。另外，鞭炮噪声还具有脉冲声的特点，即峰值高、爆发快，因此能引起耳聋和惊悸，使神经衰弱、心脏病和高血压患者病情加剧，对老年人、儿童和体弱者尤为不好。此外，燃放鞭炮带来的其他危害也是不小的，炸伤手指、眼睛，引起火灾，甚至酿成终生残废等事故也多有发生。鞭炮爆炸后，大量

的碎纸屑散落于大街小巷对环境卫生影响也不小。

五光十色的霓虹灯

当夜幕降临之后，在繁华的闹市区，商店的橱窗里，随处可见闪耀着鲜艳色彩的霓虹灯，非常美丽动人。

世界上第一盏霓虹灯是在 1910 年由法国化学家克劳德发明的。那时灯里填充的是氖气。我们中国人喜欢把这种灯称为“霓虹灯”。

霓虹灯是一种气体放电光源。在灯管两头，装上两个用铁、铜、铝或镍制成的电极，灯管里充入少量气体。通电后，在电场的激发下，气体原子中处于离核近的能级上的电子被激发到较远的高能级上去。但是处于高能级上的电子是不稳定的，能非常快自动跳回到原来的能级，在这同时，把受激发时从电源获得的能量以电磁波辐射的形式释放出来。当气体原子辐射出来的电磁波正好在可见范围内时，我们的眼睛就能看到某种颜色的辉光，这就是霓虹灯的发光原理。

对不同的气体原子来说，原子结构是不一样的，电子受激发后跳回原来能级时所释放的能量也不一样。相对应的辐射电磁波的频率也就不同，这样我们看到的光的颜色就各不相同了。例如氖气产生红光，氙气能射出浅蓝色的光，氦气能射出淡红色的光。如果充进水银蒸气，则能放射出绿紫色的光。若在灯管内壁涂上荧光物质，就可以得到更多种颜色。例如，管壁涂以蓝色荧光粉，充氖气后产生粉红色；充氙气和水银蒸气产生鲜蓝色。而管壁涂以绿色荧光粉充入氙和水银蒸气产生翠绿色光等。只要选择合适的气体，适当的荧光粉及弯制成各种形状的灯管，就能制做出色彩斑斓的五光十色的霓虹灯来。

奇妙的“干冰”

众所周知，冰是由水凝结成的，可是，还有一种与水无关

的冰 这就是“干冰”。干冰是由二氧化碳气体凝结成的。

如果把二氧化碳装在一个钢筒里加压，它便能变成水一样的液体。如果温度再低一些，那它就能变成宛如冬天雪花一样的白色固体，这就是干冰。不过，它比雪花更细，并且千万不能直接用手去拿，因为它的温度低至 -78.5°C ，手会被冻伤。冻伤后，皮肤上出现黑色的斑点，几天后就开始溃烂。

在美国得克萨斯州，曾经发生过一件怪事。有一天，几个地质勘探队员用钻探机往地下打孔，钻到很深的地方，突然，地下的某种气体以超过 900 千克的压强从钻孔中喷出，并且很快在钻孔中积聚起一大堆白色的“雪花”，这就是干冰。勘探队员好奇的用手去摸它，结果，手上不是起了泡就是变黑了。在地层深处，有的地方聚集了大量的二氧化碳，在地壳的巨大压力下，变成液态，钻孔机打到那个地方，高压气体便迅速喷出，液态二氧化碳急剧气化，吸收很多热量，一部分二氧化碳就变成了干冰。

干冰气化时吸收的热量是同质量冰吸收热量的二倍，用它做冷冻剂，其效果比普通的冰要好得多。干冰气化生成的二氧化碳气体更使细菌难以生存，因此防腐效果也比普通的冰要好。

干冰有“呼风唤雨”的本领，用飞机把干冰洒入空中，干冰迅速化气，向云层夺取大量的热，使云层冷却到 -40°C 。每千克干冰化气后，能在云层里形成 1 亿亿个小晶粒，周围云雾碰到了小冰晶，就凝聚其上，变为大水滴，化做雨点落下。从撒布干冰起，不到 20 分钟，便下了一场好雨。一时雨过天晴，干渴的庄稼在明媚的阳光下，在湿润的空气里，又欣欣向荣了。

在电影、电视、戏剧舞台上，我们可以看到仙女在云雾缭绕的天堂翩翩起舞，神通广大的孙悟空在白云翻滚的天空中腾

云驾雾，这还是干冰的出色“表演”。在舞台上撒些干冰，它突然气化、吸收大量的热、空气温度骤然下降，水蒸气凝结，形成大量的白雾，舞台上便会出现云雾缭绕，白云翻腾的奇妙景象。此外，用干冰表现崇山峻岭间的飞瀑流泉，或河堤决口，洪水泛滥等特殊场景，效果也很好。

抗菌素

多种多样的抗菌素今天已是医院、药房乃至家庭常备的药物。人们利用它们战胜各种威胁着人类健康的穷凶极恶的病菌。曾几何时那些不可一世的猖獗的链球菌、结核菌等病菌所引的细菌性肺炎、脑膜炎、肺结核等疾病还被人们看成必死无疑的不治之症。自从抗菌素问世后，在那些濒死边沿的病人身上出现了“妙手回春，药到病除”的奇迹，把许多病人从死神身边拉了回来。过去，曾是身价比黄金还贵的“仙丹”，今天只需花一毛几分就可买到了。它们不但可以被广泛地用来杀菌治病，还可以用来作家禽和家畜的饲料添加剂，减少家禽和家畜的疾病，刺激家畜长大长肥。这样的灵丹妙药是上帝恩赐的吗？，答案是否定的，它们是在地球上“土生土长”的，并且为了找寻和制取它们，人们曾付出了艰辛的劳动。现在这个家族还不断有新的成员加入，成为医药工业上一支异军突起的新军。

同许多其他药物一样，抗菌素的使用比它的发现要早得多。也就是说在人们尚未认识它的真实面目之前，就已经懂得利用它了。在两千多年前我国汉朝，人们就懂得利用豆腐上的霉来治疗皮肤上的疮疖。在一千四百多年以前，北魏贾思勰的《齐民要术》中记载治疗腹泻、下利的神曲，三百多年前《天工开物》中提到的丹曲，就是最早的抗菌素药物了。

抗菌素的发现是从青霉素开始的，这里还有一个非常有趣

的故事。

世界上第一个用自制显微镜看到肉眼看不见的细菌的是虎克——17 世纪末，荷兰德夫特市政府的一位看门老人。从此微生物的秘密被人类揭开了。但是直到 19 世纪中期法国的生物学家在研究了大量的材料后才第一次指出某些肉眼看不见的细菌就是导致传染病的罪魁祸首。同时他们也发现一些物质能抑制细菌，指出正是“生命抑制了生命”。1889 年法国化学家第一次用抗生（菌）素这个词来命名这类物质。

早在 1897 年，爱尼斯·杜切斯就用从盘尼西林 G 真菌中培养的中间体给患有鼠疫病的老鼠注射，证实了抗菌素可以抑制动物中的传染病。虽然作实验的老鼠被救活了，但他的发现并没有继续认真深入地探讨下去，很快就被人遗忘了。两年后又有人用一种叫脓毒酶的粗制抗菌素来医治白喉病，但由于种种原因这些试验却未能进行下去。

1927 年英国的细菌学家亚历山大·佛莱明，在研究葡萄球菌时，标本不小心被含腐殖质的土污染了，从而长出了绿色的霉菌。奇怪的是这些绿色霉菌所到之处，葡萄球菌就消失得无影无踪了。在绿色霉菌周围出现了一圈空白区域——称为抑制圈。佛莱明并没有忽视这个偶然的发现，对这个现象进行了仔细地观察、认真深入地研究。他最后确认一定是这种青霉菌分泌了一种物质有强大的杀菌能力。他和他的助手把青霉菌接种在肉汤培养液里，让它旺盛地繁殖。然后小心地过滤这些液体，最后得到一小瓶澄清的滤液。他发现即使把这些滤液稀释几百倍也能杀死肺炎菌和葡萄球菌，甚至穷凶极恶的链球菌也被它制服了。他把这种由青霉菌分泌的物质称作“青霉素”。英文的译音就是盘尼西林。

然而佛莱明的发现和研究没有引起人们足够的重视。因为

这些滤液中青霉素的含量实在太少了。一个病人如果用这种青霉素治病至少需要数万毫升的滤液，这就需要一个池塘那么多的培养液。因而这个实验就只能停留在试管中。

11 年后，英国牛津大学的豪尔德·法劳来在寻找抗菌治病的新药时读到了佛莱明的论文，引起了他的兴趣。他与化学家恩斯特·秦恩合作开始了制造青霉素的艰巨工作。秦恩费尽心思，改进了提纯青霉素的方法，但改进后这个工作仍是艰苦。一个比人还高大的培养罐中的全部培养液只能提取出针尖大小的青霉素，而且它又是特别“娇嫩”。稍微加热即会分解；酸碱度稍微改变就会失效。在他们的研制过程中第二次世界大战爆发了。连实验所需要的大量玻璃器皿也供不应求了。他们把所有可以被用的容器甚至人的便盆都利用来培养青霉菌。

经过几个月的努力，他们才制得了一小撮棕黄色的青霉素粉。他们选择了嘴角生疮，被细菌感染已经生命垂危的一名警察来作试验。当给他注射了青霉素后，病人创口的脓液明显地减少了，神志开始清醒。但由于人体新陈代谢，青霉素在体内消失得非常快，仅一小时所有未起作用的青霉素就从尿液中排泄干净。这时法劳来不得不一边给病人注射青霉素，一边收集病人排出的每滴尿液送给秦恩，让他从这些尿液中提取比黄金还珍贵的青霉素。到第五天病人的病情已基本好转了，可惜此时青霉素已用完了，哪怕连针尖大小的青霉素也没有了。将要绝迹的病菌又迅速地繁殖，重新向身体还很虚弱的病人发起进攻，最后夺去了他的生命。虽然这次实验以失败告终，但却使人们看到了希望。

为了提高青霉素的产量必须改善培养液和寻找产量高的青霉菌菌种。第二次世界大战爆发后，成千上万的伤病员从战线上被抬到后方医院治疗，法劳来和他的伙伴们也来到大后方的

美国，继续研究青霉素。1942 年一些飞行员接到了一个奇怪的命令，要求他们从世界各地机场附近收集一小块泥土带回美国。原来他们想从世界各地的土样中筛选出产量高的菌种。从世界各地收集来的泥土，甚至发霉的食物、瓜果皮都集中到实验室。最后，他们还是从一块发霉的甜瓜皮上找到了理想的菌种（来自皮奥里亚市场）——第 832 号霉菌。同时用乳糖和玉米粉代替了以前的葡萄糖和肉汤的营养液，使青霉素菌产量数十倍地提高。1943 年初生产的青霉素仅够医治十几个病人。然而两年后，青霉素已经很普遍，在普通药房就可以买到。1944 年美国细菌学家华斯曼又从上万种土壤标本中筛选出可以杀死结核菌的链霉菌，并从中分离和提纯出链霉素。科学家们又研究了数千种土样后取得金霉素。收集了上千万个土壤标本，才分离出土霉素。从此，抗菌素的家族就不断壮大。

要从成千上万的霉菌样本中确定哪种霉菌对某些细菌是否有抑制作用，并把这些霉菌筛选出来，的确是件繁琐而艰巨的工作。

首先要对无数可培养真菌并具有杀菌价值的无数土样作有条理地筛选。通常是把冲稀的土壤悬浊液倒在有营养介质的代替氏培养皿中，培养几天后，所有的微生物都繁殖起来、培养皿中就出现各种颜色的菌落，将它们逐个鉴定和分离。然后，再将它们转移到倾斜的琼脂上进一步培养。

如何确定你所得到的霉菌能否分泌杀死病菌的抗菌素呢？这就要把上面所得到的霉菌进一步培养。将盛有这种霉菌的小口容器倒置在一个大培养皿中，培养皿中盛着接种了致病细菌的培养液，这时抗菌素在小口容器中繁殖并从塞子中渗入培养皿。如果它有杀死那种致病细菌作用，瓶口周围就会出现了一个致病细菌不能生存的清晰的圆圈——抑制圈。科学家们利用

这种方法已经发现了上千种抗菌素，但其中只有几百种具有较好的特性 现在被广泛应用的还不到 50 种。

琼脂是从海藻中提取出来的一种多糖，它是培养细菌的理想材料。当它被加热熔成液体时，它可以同各种营养物质均匀地混合，冷凝后就变成冻胶状固体。所以它既可以根据细菌繁殖的需要混入各种养料，又使细菌在固定的区域繁殖不致混杂，易于分离。为了增大与空气的接触面，通常把液态的琼脂倾斜放置，凝固后成为斜琼脂。

下一步工作就是对有培养前途的霉菌进行测定，确定它的分泌物的活性光谱——用来确定它对病原体的抗病作用。这些病原体包括立克次氏体，细菌酵母和一些被称作病毒而其实非病毒的东西。抗菌素主要是用来抵抗细菌的，一般的抗菌素对真正的病毒是无能为力的。

当我们弄清楚所培养的抗菌素的活性光谱后，就可以将它与目前已知抗菌素的光谱进行比较，看它是不是新的抗菌素。如果这种抗菌素是新发现的，而且又的确有显著的抗病作用，就可以将它进一步分离、提纯。为了保险起见，还要试验它对人畜的毒性，因为抗菌素通常有副作用。然后才用于工业生产。

要在工业生产中提高抗菌素的产量有两种途径：一是改变培养基的成分；二是采用新的高产品种来代替原来低产的菌种。高产品种可以取自自然界中的样本，也可以用紫外光、X—射线照射或化学致变剂作用使菌种发生变异而获得。

筛选出具有杀菌能力并且产量高的霉菌后，就可以用来生产抗菌素了。现今抗菌素主要还用发酵法生产。整个生产是分若干阶段进行。

以金霉素（氯四环素）的生产为例。首先要进行纯化，将

有生存能力的孢子保存在无菌土壤中。然后再用试管进行培养，试管中盛有含营养物丰富的琼脂。再把这步繁殖所得的菌落洗进盛有培养基的烧瓶扩大培养。培养基通常是含有蔗糖、淀粉或其他可提供碳的糖类，还有像鱼粉、酪朊、玉米浸出液这些能提供氮的物质。这些营养物质在霉菌繁殖过程中被渐渐消耗。有时为了在抗菌素中加入某种特定的活性基团，也把一些含有这些化学基团的拌料加入烧瓶中。例如，在青霉素生产中加入苯基醋酸，可以将苯基导入青霉素分子，从而产生活性颇高的青霉素。

下一步是把烧瓶中的菌转移到大瓶子中再扩大培养。然后把大瓶中的菌种接种到发酵桶中进行生产。每一步所使用的容器都必须进行严格地消毒，发酵桶和其中的管道也要用高温高压的蒸汽进行消毒，这样才能保证产品的纯净。

主要的生产还是在发酵桶中进行的。反应过程中必须严格地控制桶内的酸碱度和温度。通常是用加入酸或碱的方法来控制 pH 值。桶内有螺旋状的冷却器，管内流着冷却水用来控制桶内温度，防止发酵过程中产生的大量热使桶内温度过高而烧死霉菌。为了使桶内温度均匀，在桶中装有搅拌器，进行机械搅拌。为了防止发酵过程中产生的大量泡沫将溶液同空气隔绝开，使溶液中的霉菌缺乏空气而“窒息”，有时还要加入无菌猪油之类的防沫剂。发酵过程完毕后，可以从霉菌或培养液的结晶中得到产品。通常每升发酵液可制得几克抗菌素。

虽然抗菌素的益处是显而易见，毋庸置疑的，但仍有些问题是必须注意的——副作用和产生抗体。抗菌素所产生的副作用从轻度皮疹到严重地贫血，乃至休克、死亡。对于任何一种灵丹妙药来说，它对病人的危险性应该能被它对病人的益处所抵消掉。一些药物副作用比较大，这些药物通常只用于治疗那

些危险性较大的感染。

一种副作用是引起机体细胞变态。对某些细胞来说由于它们变态界限很高，可能一些抗菌素永远不能使它们变态。然而某些细胞则可能当其他细胞还处于正常状态时，就被抗菌素导致变态了。正因为与抗菌素接触的每个机体细胞都有变态的可能，抗菌素剂量越大，细胞变态的可能性也就越大。因而使用抗菌素时切忌过量。

抗菌素的另外一个副作用是会产生和发展有抗药性的菌种。有些抗菌素比其他抗菌素更易于诱发细菌产生缺本，而有些细菌对这些抗菌素又特别敏感。实际上问题是很复杂的，细菌的抗体可以传递，不但在同种细菌中抗体可以从这一代传给下一代，有时在不同种的细菌中也会传递抗体。例如，在肠道中普通的一种无害细菌就可能传递遗传讯息给一种危险的致病细菌，使其产生抗体。对付这种副作用的办法是发展新的抗菌素。然而，细菌同样会对这些新的抗生素产生抗体。

同时，有些医生对目前过度使用和滥用抗菌素的现象十分担忧。鲍尔·斯脱利和亨利·西蒙斯在《美国医学联合会月刊》上发表文章，指出抗菌素目前已被作为最普通的药物用于临床治疗，大约有 15% 至 20% 的处方中有抗菌素药。他们发现有些处方中用抗菌素根本就是多余的。有许多处方中开抗菌素只不过用于防止细菌感染。其实只有儿童病毒性中耳炎症必须预防细菌感染，因为细菌感染可能会导致死亡，这时才必需用抗菌素作预防不可。西蒙斯和斯脱利一致认为处方上绝大多数以预防为目的地开抗菌素是多余的。有一份材料指出约 20% ~ 30% 的感冒病患者，医生为他们开了抗菌素，事实上抗菌素对感冒病是没有任何作用的。

在一期刊中，有一篇署名 C·T 昆宁的文章指出，处方上

的抗菌素往往是一些病人打电话要求医生开的，他们以为这样可以达到速效治疗的目的。在美国，因为如果患者自己去找医生进行详细的检查，则要花去医生一些宝贵的时间。所以一些医生就干脆用电话来敷衍患者。作者指出这种不负责任的医疗态度是应该予以指责的。抗菌素必须对患者进行认真检查后，确认某种抗菌素对导致患者感染的病源是惟一特效的，这时才可以使用这种抗菌素。

西蒙斯和斯脱利说，产生有抗药性的细菌是最为危险的。对革兰氏阴性细菌来说，会十分显著地改变这类细菌的生态习性。这种抗药菌体的产生必将导致要使用更大剂量的抗菌素或广谱性的抗菌素来对付它们。有材料表明，凡是在医院中采用增加抗菌素的使用剂量来预防手术感染的话，必然会导致革兰氏阳性细菌感染机率的提高。所以，西蒙斯和斯脱利建议医院成立监督使用抗菌素的咨询委员会。

遗憾的是，西蒙斯和斯脱利的统计数据以及由此得出的结论却遭到了许多人的反对，美国的医学会简称 AMA 的一些医生同意对抗菌素的使用应该作进一步的研究后才下结论。而实际上，AMA 在 70 年代中期就决定检查医院中使用抗菌素的情况。同时还拟订一个计划收集抗菌素使用的情况，并教育医生使用抗菌素要适量。

抗菌素通常是作为治病的药，但人们在使用时意外地发现它们有促进动物生长的作用。这是在第二次世界大战期间发现的，因为当时鱼和其他动物蛋白饲料短缺，不得不用植物蛋白来替代动物蛋白来饲养家禽畜。但西方的农民对此很不习惯，尽管科学分析证明植物蛋白中所含氨基酸成分和动物蛋白是基本相同的，但植物蛋白却不能使家禽畜长得像喂动物蛋白那么快。按理来说，动物蛋白中必定含有某种植物蛋白中所缺乏的

东西。现在，已弄清楚动物蛋白中这种神秘的东西是动物的蛋白因子称 **APF**。

美国农业部的科学家发现动物的肝脏中存在 **APF**，从鸡粪、牛粪甚至没有喂过动物蛋白的鸡粪中也发现了 **APF**。然而，西方的鸡舍是用铁丝网，隔网架空饲养鸡的，而不让它们在地上随意啄食，显然 **APF**可能是由它们自身产生的。

但是，使科学家们迷惑不解的是，为什么鸡自身会产生这种刺激生长的物质而又将它作为无用的粪便排出体外呢？问题找到了答案，原来这种物质并不由鸡的身体产生的，而是在温暖的鸡舍中被细菌发酵的粪便中产生的。

遗憾的是由于 **APF** 的量太少，分离它很困难。最后还是由墨克公司的一个科研小组和英国的一个科研小组用不太理想的方法分离出来了。他们从肝脏中分离出寻求已久的抗恶性贫血因子，也就是 **B₁₂**，他们想知道维生素 **B₁₂**是否就是 **APF** 中的活性成份。他们已经知道 **APF** 存在于肝脏中。最后，通过实验，他们证实了 **B₁₂**可以促进动物生长。

为了制造 **B₁₂**，他们对各种发酵方法进行调查，然后发现这种维生素是由几种有机体其中包括已用于生产链霉素的链霉菌产生出来的。不久他们就用链霉菌发酵生长出可供人使用的纯 **B₁₂** 和不太纯可用于喂动物的 **BB₁₂**。

其他制造商接着就寻求这种维生素潜在的市场，并寻求合成这种维生素的新方法。例如，列德列尔实验室就是利用制造金霉素的生金菌来制造 **B₁₂** 的。随之，他们又有一个惊人的发现：喂鸡吃这种抗菌素的培养物比单纯喂 **BB₁₂**，长得更快。很明显，一定是在这不纯的物质中有什么东西可以快速生长动物。最后他们得出结论：微量的抗菌素，例如金霉素，哪怕仅有体重的百万分之几也足以促进动物生长。后来，制药商发现

青霉素、土霉素和杆菌肽等抗菌素也有同样的效果。

现在，抗菌素已作为重要的动物饲料添加剂，被加到动物的饲料中。1973年，仅美国被用于做饲料添加剂的抗菌素就售出 8840 万美元。但至今人们还没有弄清抗菌素是如何刺激动物生长的。一般认为，这是因为抗菌素改变了那些寄居在动物体内的大肠杆菌的成分而导致的结果。另外一种理论则认为是抗菌素降低了动物得病的可能性。这种理论的依据是，家禽、家畜总是不断地同各种病原体作斗争。即使这些病原体在健康动物的机体中已消失，但随时可能有新的病原体向机体进攻。正由于抗菌素降低了家禽家畜得病的机率，从而使它们长得更快更壮。

无论是哪种机理，使用抗菌素的结果是无庸置疑的，它使家禽家畜很快达到上市所需的体重需节省一定量的饲料。例如，给猪喂少量的抗菌素，那么它们只需要比一般不喂抗菌素的猪 85% 的饲料就可达到同样的出栏体重，并且前者的生长速度比后者快 30%。在喂鸡和小牛时也有同样的效果。这里存在着一个问题：连续不断地在饲料中加入抗菌素，结果是否会产生有抗体的细菌侵害禽畜体，从而会导致病禽畜使用抗菌素时无效呢？然而，到目前为止，还没有发现因饲料中使用抗菌素而引起这种副作用的迹象。目前看来饲料中添加抗菌素的益处显然地超过它可能潜在的危险性。

抗菌素是一种应用很广泛并且不断发展的新药物，只要我们谨慎地使用，扬长避短，它定会在战胜疾病的斗争中发挥出巨大的威力。

煤

马可·波罗在他的《东方见闻记》一书中有这样一段文字：“中国的燃料不是木头，也不是干草，却是一种黑石头……在中国，到处都有黑色的石头。它们是从山上开采出来的，像矿石一样，它可以燃烧，燃起来火力比木头还要猛烈，能够连续烧一整夜，一直到第二天早晨。因此，居民就把黑石头当木头烧。它的价格比木头便宜，而且又能把树木保存了下来……”马可·波罗所说的可燃的“黑石头”就是煤。事实上，中国人开始用煤作燃料，大约是在他见到之前 1000 多年前的事了。

在沈阳发掘的新石器末期的遗址中，曾出土过用“煤玉”（一种特殊的煤）雕琢成圆环的造型生动的动物。这就说明我们的祖先早在六七千年前，就已发现了煤这种矿物并利用它。后来，在西安、宝鸡出土的西周墓葬里，在河南陕县的汉墓中，都发现过煤玉的雕刻制品，说明这种矿物在各地均有发现，历代均有应用。事实上，我国北方的一些产煤区至今仍可见到这种煤雕工艺品，这几乎就是我国最为古老的传统工艺品了。

目前已知的最早利用煤的文字记载是《汉书·地理志》：“豫章郡出石，可燃为薪。”豫章郡在今江西南昌一带，那里至今还在出产煤，在辽宁抚顺发掘出的汉代居住遗址中，也在煮饭的火坑内发现烧过的煤炭。

煤的名称，在古代有很多，如石炭、石涅、灰炆、乌金

石、乌薪、樵石、墨金、墨脂石、燃石、矿炭等。“煤”字的本义是指烟尘凝在器具上的烟炆，用来制墨的烟炆也称煤，人们大概是看这种矿物漆黑，尤如烟炆，所以才称它为“煤”吧。

煤的火力比木炭强而持久，能得到更高的温度，炼出更好的铁来。煤的使用无疑会扩大铁的生产规模，近代在山东平陵发掘汉初炼铁遗址时发现过煤炭，又在河南巩县铁生沟西汉末年的炼铁遗址中，发现了未烧完的煤炭和用煤粉、粘土制成的煤饼。后来，用煤炼铁的技术也是从中原传到西部边陲的。北魏酈道元的《水经注》中说：“屈茨（今新疆库车）北二百里，有山，夜则火光，昼旦但烟。人取此山石炭，冶此山铁，恒充三十六国用。”看来，当时采煤炼铁的规模还很大的。在唐朝许多诗人的诗句中，不时可见到“石炭”字样的出现，可见那时煤炭已是人们常见之物了。到了北宋，陕西、山西、河南、山东、河北等地，煤的开采和应用更为广泛，煤已取代柴草成为一些城镇居民的主要燃料。元代以后，人人都知道煤炭，简直已成为“很不值钱”的东西了。

中国人不仅用煤最早，而且在技术上竖井采煤的方法也是中国人最早创造的。明末著名学者宋应星在《天工开物》里就详细的记载了古代采煤法。

中国古代在用煤史上的另一成就是焦炭的烧制。《天工开物》中曾经提到过的“铁炭”，有人考证就是焦炭。明末的其他著作中更有明确提到焦炭的。据实物的考证，更可证明远在明朝以前，焦炭就已问世了。1961年，在广东新会发掘大约1270年前后的南宋末年炼铁遗址时，除找到炉渣、石灰石、铁矿石外，还找到了焦炭。就目前所知，这是世界上冶炼用焦炭的最早实例。

当中国人已在用煤加工产品焦炭时，欧洲人还不知煤为何物，英国宫廷大臣对煤的了解还不如中国的乡村妇孺多。而今，当欧洲人早已放弃传统的燃煤方式，进行煤的深加工和综合利用时，中国大部分地方还和 2000 年前一样在烧煤。历史与现实的这种对比固然有点滑稽，但更能发人深思。

在俄罗斯苏尔古特的煤炭博物馆里，你会看到一些形态各异的煤块。有的就像一段粗大的树干，只不过好像被涂上了墨汁而已；有的被截开的煤块，依稀可见树木年轮似的圆圈；个别的煤块还有金黄色的琥珀夹杂在中间。这些煤块仿佛是在告诉我们：“我过去曾是树木 现在变成煤了。”

远古，在地球上的低洼而潮湿的沼泽地带，生长着茂密的森林。高大的树木生长到一定年限就会死去，或因衰老而枯死，或因风暴和雷电的袭击而倒下。一般情况下，它们会在微生物的作用下，在空气中烂掉。但是，如果它倒在了水里或陷到地底的淤泥里，由于接触不到充足的空气，缺乏氧原子，而会慢慢地碳化，不会完全腐烂。这种情况，同木头燃烧时中间部分的情形几乎相同，也就是说，会慢慢形成一种外观和性质都与木炭非常相象的黑色物质。森林里还生长着灌木和草丛，沼泽里还会有芦苇、蒲草等，这些植物的化学成分和树木相似。死后，也沉积到了沼泽的淤泥里，同树木一样走着这一碳化过程。

树木及其他植物在不断地倒下、死去，后者压在前者之上，使它们越陷越深。日久天长，一层层地大量堆积，渐渐将沼泽填满。现如今，人们有时可以在一些洼地里挖出一些黑色的腐殖质物质，这种物质叫泥炭。泥炭形成年代较短的只有数万年，有时肉眼还可以看到存在的藓类的踪迹。

泥炭中的碳原子比鲜木里的多，因它里面的一些氢原子已

被置换出去。鲜木中有大约 50% 的碳，而泥炭中可达 60% 左右。不过，泥炭的热值太低，用途不大。

严格说，泥炭还称不上是煤，只能说是处在植物变成煤的准备阶段。如果因地壳运动，泥炭田被挤压到了深处，那么，在地层持久高压和地下高热的作用下，泥炭会继续发生变化。它变得越来越致密结实，原来所含的氧、氮及其他挥发性物质都慢慢地散去了，碳逐渐增加。当含碳量增到 70% 左右，泥炭形成煤的过程初步完成，这种煤叫褐煤。

由原始植物变为泥炭，由泥炭变为褐煤的过程至少也得几十万年。褐煤是煤的初级阶段，它略带些褐色，易碎光泽，燃烧时生出难闻的气味，烟也比较多。

在地下深埋藏的褐煤，受高温高压的作用，还会继续进行变化——不断脱去水分和挥发性成分，进一步提高含碳量。使之高达 85% 左右时，称它为“烟煤”。

最成熟的煤是无烟煤含炭量高达 95% 以上。这种煤燃热值高，燃烧时放出炽红的光，几乎不产生烟，而且最后可以全烧光，几乎没有煤渣，像木炭一样只留下白色的灰烬。为此，人们也叫它为“白煤”。自然，它最受欢迎。只有在那些压力很大的少数地区才能形成无烟煤，它在世界煤炭储量中的比例也很小。绝大多数的煤是烟煤，在地球上烟煤的储藏总数约 8 万亿吨。

当地球表面的地层发生变化时，地下的岩层也随着被挤压或被挤得断裂开，一部分地面隆起形成山脉；另一些地方却沉陷下去。与此同时，地表下的煤层也被挤得有高有低，有些煤层被埋藏到更深；有些却被挤得离地表更近几百米、几十米、几米，甚至露出地面。这些煤便是最早被人们发现的。

根据史料记载，在欧洲，荷兰人是第一个应用煤的。马可

·波罗的《东方见闻记》在欧洲广为流传，荷兰受过教育的人几乎都读过这本书。在欧洲英国大概是第二个开始应用煤的国家，因为英国与荷兰隔海相望，有着大量的贸易往来。当英国人发觉荷兰人已经找到了中国人那种神奇的黑石头后，也慌忙开始在自己的海岛上寻找起来了。在英国找煤并不困难，因为实际上这是个煤的蕴藏量丰富的国家。很快地，采煤业快速发展起来。到 1660 年，英国的煤开采量达到 200 多万吨。这个数量占了当时全世界煤的总产量 80% 还多。

不久后，蒸汽机问世，这是煤有了更大的用武之地，燃烧的煤把水变成蒸汽推动蒸汽机欢快地运转，奏响了工业革命的进行曲。英国之所以成为第一个实行了工业革命的国家，其原因，与它那蕴藏丰富的煤是密不可分的。美国和德国在 19 世纪末期也实现了工业化，原因之一也在于两国境内储藏大量的煤。

从 20 世纪起，俄国工业化进程也开始了。这也是一个煤的储量丰富的国家。在俄罗斯，已探明煤的总储量高达 5700 亿吨。

遗憾的是，最早用煤的中国，此时对煤的开采和应用却发展缓慢，成为影响工业化进程的重要原因之一。

随着煤的需求量增加，开采技术也随之有很大改进。人类最初采煤时，都是先开采露出地面上的矿苗，然后逐层地往下挖，采出的煤用竹筐等容器往外搬运，或从斜井中拉出，或用辘轳从竖井中绞上来，劳动强度很大。大约到 19 世纪中期，英国才在矿井内使用一种装有 4 个小轮的矿车拉煤，英日合办的日本高岛煤矿于 1868 年，第一次在井下铺上铁轨，将矿车放在铁轨上向前推，这使采掘工作矿车机械化迈出了一大步。现在，这些矿车已采用电动机车或绞车牵引了。最早，人们是

用铁镐、铁锹一点一点向下刨的。到 19 世纪 30 年代，开始用“炮采”的方式来采煤，即先在煤壁上打出一些深孔，然后装上火药放炮，将煤块崩落下来。以后，又出现了机械化采煤的先进方法。后来，还出现了一种高压水采煤的方法，叫水力采煤。与之相匹配，人们还发明了“管道运输法”。

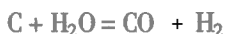
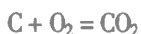
18 世纪下半叶，有一种新的燃料——煤气闯入了人们的生活中。煤气，顾名思义，自然来源于煤。将煤先变成煤气，再作为能源使用，实在是人类用煤方式上的重大进步。

据说，煤气最早是人们无意之中发现的。在 1667 年，英国一位乡村教师雪莱，在他任教处威甘，发现了一个奇怪的池塘。池水中常冒出气体，多的时候池水好似沸腾一样，晚间用火一点，竟会像油锅起火似的，在池面上掠起一阵蓝莹莹的火焰。雪莱发现池底有厚厚的泥炭层，他猜测气体是由泥炭分解后释放出来的。1670 年，雪莱的朋友克莱顿用实验证实了雪莱这一想法。他挖了些泥炭，放在密闭的容器中加热，得到了一些气体，并充进气囊里。他的小女儿好奇地用针把气囊刺了一个小孔，用蜡烛焰去接近逸出的气体。顿时，蓝色的火焰窜得高高的，一会儿把气囊里的气体烧得无影无踪了，这也许就是人类第一次制得和使用煤气吧。

后来，英国有人用泥炭的不完全燃烧，制得了发生炉煤气。这就是克莱顿方法的工业生产。不过，从真正的煤中获得煤气，是克莱顿以后 100 多年的另一个英国人默多克。默多克小时候很爱玩火，一次少年默多克把一块油页岩放在水壶里加热，壶嘴里冒出了气体，他划了根火柴去点，气体烧着了。1972 年，青年默多克用煤块代替了油页岩重复了儿时的游戏，他用一根 21 米长的镀锡铁管把气体引到自己的住室内，气体点燃后，将屋内照耀得如同白昼。这可以说是煤气第一次用于

照明，也是煤气的第一次实际应用。后来，默多克成立了一家煤气公司，专门提供照明煤气。

现代人们使用的煤气，通常是利用煤的不完全燃烧得到的。煤气发生炉的种类很多。有一种鲁奇炉是座高大的直立钢筒，内壁砌着耐火砖。炉顶是煤的进口，炉身下部有鼓进空气和蒸汽的管道，炉渣从底部排出。点火后，下层的煤燃烧发出大量的热，使上面的煤层热到炽红的程度。燃烧产生的二氧化碳随热气上升，当它通过上部又厚又炽热的煤层时，就起反应生成了一氧化碳。通进去的蒸汽还会与炽热的煤发生另一种反应，生成一氧化碳和氢气。上述变化可概括成 3 个反应式：



制得后的煤气被引进煤气贮罐。这是一个完全用钢板焊接而成的庞然大物，远看上去像一座巨大的圆房子，有 20 层楼那么高。这个巨大的煤气贮罐会随着煤气存量的增减而升降，煤气多了，就把一层层的“房子”鼓得高高的，煤气少了，“房子”就会矮下去。煤气贮罐靠着钢筒的压力，将煤气压送出去。如果输送路程较远，人们还会在沿途装上压力调节器，以保证压力，使远近的用户都能正常使用。

人们开采的煤绝大多数是烟煤。这种煤用来冶炼钢铁是不行的，因为温度不够高时它的燃烧情况就不理想。于是，人们要先将烟煤炼成焦炭后再使用。焦炭和木炭的结构差不多，在它里面布满了许多肉眼看得见和看不见的细密的小孔，空气可以进去，使它猛烈燃烧。

炼焦时，人们将煤装在一个密闭的大容器——焦炉里，隔

绝空气加强热。当温度高到 600 时，煤就变成了“半焦”，还生成了煤焦油和煤气，如果将温度升到 1000℃ 以上，这时煤就真正变成了焦炭。这时，人们打开炉门，用推焦机将烧成火红色的高温焦炭推出炉门，再进行炼焦的最后一道工序熄焦——用水或氮气使它降温熄火。

最初，人们炼焦采用的是露天烧炼方式。后来，中国人约在 13 世纪发明了半密闭的方箱式炼焦炉，欧洲人则迟至 19 世纪初才应用焦炉炼焦。

可是，人们却厌恶焦炉留给我们的煤焦油。这种东西又黑又粘，毫无用处。一开始，人们把它抛到河里，结果使河水变黑了，鱼儿也纷纷死去，人们只好把它搬到那些沼泽地里去，或挖个大坑埋掉。后来，有人尝试利用这些废物，想用它作道路的粘结料、涂在布上作雨具、用于木材的防腐等。再后来，化学家对煤焦油进行了分析，发现这里面有着不少有用的化学物质。以后，人们从煤焦油中分离出一批有用的物质如：1819 年，英国化学家基德分离出了萘，可做成卫生丸放在衣箱里防蛀虫；1834 年，德国化学家龙格分离出了苯胺、喹啉和酚等。这些东西成为日后制取药物和塑料等的原料；1842 年，德国化学家霍夫曼分离出了苯，它是有机化学工业中非常重要的原料……

人们利用煤焦油分离物还合成了许多种有机染料。这些人工合成染料比之天然染料的品种多、持久、鲜艳、产量大、价格更便宜，使我们的生活变得更加多姿多彩了。

1879 年，俄国科学家法利德别尔格在美国巴尔的摩大学实验室，进行煤焦油分离物合成芳香族磺酸化合物的实验。一

天，他觉察到家里的菜肴都有了甜味，他想可能是自己一不小心将某些物质混入了菜肴中。后来，他终于发现，甜味来自一种叫邻磺苯酰亚胺钠的化学物质，这就是今天我们称之为“糖精”。