

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

中小學生課堂故事博覽

幻化的生命

—生命化學的故事



前言

我们赖以生存的地球，乃至整个宇宙都是由物质构成的世界。在人类文明史上，这个由百种元素构成的形形色色的物质世界，已经掀开了她神秘的面纱，展现了她绚丽多姿、千变万幻的面容……

生命，从我们人类自身，到我们的远亲猿猴，到水中的游鱼和天上的飞鸟，到山上的花木和海中的水藻，甚至到我们“视而不见”的微小病菌，也是由物质构成的。生物的生命力来自于和我们的生存环境几乎一样庞大的元素家族，有名声显赫的碳(C)、氢(H)、氧(O)、氮(N)等元素，占了生命体的98%，含量巨大；而硫(S)、磷(P)、氯(Cl)、钙(Ca)、钠(Na)、钾(K)、镁(Mg)、铁(Fe)等元素，则仅占了生命体的约2%不到；尤其是铜(Cu)、锌(Zn)、钴(Co)、锰(Mn)、钼(Mo)、碘(I)、氟(F)等元素。在生命体内含量更是微乎其微，但它们却是生命的存在和发展必不可少的，因此我们称它们是微量元素。

当然，这些元素并不是像积木玩具一样简单堆砌混和就形成了你、我、他、它，在生物体内，我们极少见到它们的本来面目，见到的往往是它们形形色色的化合物。有小小的无机分子或离子，如水(H₂O)，盐等小不点，有组成特异的有机物分子，更有形状特异、功能特殊的天然高分子，如核酸、蛋白质、糖类等……生命便是这些化学物质按照自然规律的导演，在不同的时间和不同的地点幻化出不同的角色，而这些纷繁复杂的变化又协调成一个整体，从无到有，从简单的生命到复杂的生命，从产生到发展再到衰亡……在人类无尽的探索中，我们渐渐在幻化无穷的生命中认清了它们的形体，辨出了它们在生命故事中扮演的种种角色。生命，从化学物质的角度上，也在人类的智慧面前掀开了它神秘的面纱……

然而，认识自己并不像认识别人那么容易，简单生物体的生命之谜完全揭开尚需时日，“高人一等”的我们人类自己，未解之谜尚层出不穷，生命的陷阱——疾病又时时威胁着我们短暂的生命。认识生命，是为了让生命之花更加绚丽；我们期望的，不正是在不久的将来，我们能生活在像童话世界一般美好的阳光下么？于是，一方面依靠着人类与病魔的几千年抗争中积累的经验，一方面又充分利用着当今最新的科技发明和理论成果，药物化学家们在生命的特殊领域里向生命的误区发起了强劲有力的冲锋。生命之花盛开不败，也在这场人与病魔的斗争中看见了一线曙光，虽然仅仅是有限的一线，却蕴含了人们对生命美好的无限希望……

什么才算生命

物质是普遍存在的，天上的浮云、尘土，地下的土壤、岩石，有形的砂粒、石块，无形的空气、氢气，各种各样的形体，多种不同的物理状态，还有七彩缤纷的颜色，各种特别的变化，这些便是物质在运动变化中显示出来的形式的多样性。在人类对物质的认识过程中，一度也曾为这些多变的形式所迷惑，不过人类最终抓住了它的宏观微观的本质：质量、原子与分子组合，从而由宏观到微观都建立了物质的完整认知体系。

什么是生命？这个问题与“什么是物质”一样，有一个从变化中寻找规律，从形式中寻求本质，从表面的宏观的深入到微观的过程。人类是生命体，可是人类虽有组织器官等形体上的大同之处，但同样有性别、年龄、肤色等巨大的差别；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、衰老及消亡的生长历程。然而不说人类与渺小得“视而不见”的微生物无法寻觅共同之处，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较，人类与我们的近亲猿猴比较，差异巨大，这，又能告诉我们生命究竟是什么吗？

生命也是普遍存在的，生命的现象也是丰富多采形式多样的。人类从古自今追寻着生命的足迹，也与大自然进行着生存斗争，然而，一样又一样，一批又一批各种各样的东西进入了“生命”的范畴，生命现象也愈发幻化出多姿多彩，“生命到底是什么”的问题却始终未能得到完满的回答。

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，近代科学技术的发展，终于使人类对生命本质的寻觅从宏观转变为微观研究成为可能。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。就在这时，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，终于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涂在别的正常生长的烟叶上时，花叶病便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，便用细菌过滤器过滤了病叶的汁液，去除所有细菌，然后再涂抹正常烟叶，结果新叶还是得了花叶病。花叶病的病原是比细菌还小的生物，伊万诺夫斯基意识到了这一点，然而受当时科学技术水平的限制，这种神秘的小魔鬼未能在他的视觉里显露原形。后来，许多细菌学家相继发现天花病、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，它们逃脱了当时的显微镜的追踪，一时“逍遥法外”。科学家们便给这种“隐形”的细小生物体取名为“病毒”。

1935年，美国生物化学家斯坦利将上吨重的染有花叶病的烟草磨碎后，

经过无数次的提取和提纯，最终得到一小匙东西。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。当他将少许溶液涂抹健康烟叶上几天后，这烟叶竟得了花叶病，而且“病情”与磨过的烟叶一模一样！难道，这晶体就是烟草花叶病的病原？是！难道这晶体就是烟草花叶病的病毒？不错！那么，生物体竟能结晶么？怪哉也！可以传染、繁殖、生长、变异的活生生的生命体，居然可以像冰晶、食盐这些毫无生机的物质那样形成漂亮的结晶！

为了解开这个不可思议的谜，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作了细致的研究，结果发现它只含有 95% 的蛋白质和 5% 的核酸这两种化学物质，其它的化学物质竟一点也没“入侵”这个病毒！在这里，核酸、蛋白质这两种已知的化学物质，它们结晶的特性向人们解释了烟草花叶病毒结晶的秘密，同时也向全世界宣告：烟草花叶病毒只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”中跨越了“生命”与“非生命”的鸿沟！

紧接着的一些重要科研成果对此给予了强劲有力的支持。又一些病毒被提纯了，化学成分的分析结果是只含有核酸和蛋白质，要么是，脱氧核糖核酸（DNA）与蛋白质汇融成细小的生命体，要么就是核糖核酸（RNA）与蛋白质构成的核酸蛋白被赋予了生命的意义！再来看对病毒的身份的再认识吧，核酸与蛋白质构成的核蛋白大分子，可以像无生命的大分子一样独立存在于空气、土壤等自然环境中，一点也不表现出生命的活力；而一定的寄主送上门来时，它们便毫不客气地入侵寄主的生活细胞，将寄主的细胞里的营养成分视为己有，复制核酸，合成蛋白质再组装起来，从而完成了自己的复制的繁殖，滥用着别生命来表现着自己作为生物体的生命现象。这便是它大分子化学物质兼微小生物体的双重身份。当世界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第一次观察到了烟草花叶病毒的真实面目：圆杆状的，极其细小，直径约 15 毫微米，长约 300 毫微米，加长 13 万倍才有一根小火柴棒那么长，这就难怪它在光学显微镜下不会原形毕露了！正是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，一切都豁然开朗了。虽然人、动植物等复杂的高等的生命必须要有核酸、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许多的细微结构更包含着许多种化学物质，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，显出球形或圆杆状，就这样便赋予了自己生命的意义与权利。核酸与蛋白质这两种生命体最基本最重要的化学物质有了，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结，那只是同一本质下的形式的不同，仅此而已！

代代相传的生命蓝图

生命，不仅仅是某一个个体的出生、生长、成熟、衰老以及消亡的过程，生命的意义也不仅仅在于它的存在。生物体在一代一代的繁殖更替，生命也就由此而得以延续；在这里，生殖与遗传便成了生命现象中的非常重要的环节。很早很早以前，在人类的社会生产与生活中，人们便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衍，是因为人类饲养了它们，并从它们一代一代的生长与繁殖中获取了自己生命所需的营养；粮食、瓜果，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衍后代，了解了这些，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；由于认识水平的限制，人类也渐渐留下了不少关于这方面的深刻的疑问：

种瓜得瓜，种豆得豆，这是为什么？

一母生九子，九子各不同，这又是为什么？

生命，是因为什么而得以在一代代的繁衍中相互继承，又是因为什么而逐渐有所发展？

随着人类对生命本质问题的思考一步一步走向成熟，人们对生命遗传的思考也一步步聚焦。1838年，荷兰化学家米德尔第一次从生物体内提纯了蛋白质，并且通过一系列的对生命现象的研究，发现蛋白质是有机体不可缺少的物质，并在生命的机体内起着许多重要的作用。这一发现，不禁让人们联想到生命的延续，如此重要的蛋白质，它们就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仅形式、作用相近，就是微观的结构也极其相似，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极为流行。

到了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助手时，注意到了实验室附近一家医院丢弃的绷带上的脓液。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”带回了实验，经过蛋白水解酶“消化”处理后，惊奇地发现脓细胞变小了，剩下了一个未被分解的细胞核！细胞核内的物质不是蛋白质！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化学物质都高，性质也和蛋白质完全相异。由于这种有机质在细胞核中被发现，他就把它称之为“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异常地高。几十年后，又从一些细菌和动物中分离出了不含蛋白质的核素，并且发现核素具有较强的酸性，于是就改称为“核酸”。核酸就这样被发现了。后来又发现一切的生物体、动物、植物、微生物及至病毒除了含有蛋白质外，还含有核酸，它要么是脱氧核糖核酸，简称DNA；要么是核糖核酸，简称RNA，分子结构极其复杂。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有少量的 DNA 存在；RNA 则分散地居住在细胞的基质中。更奇怪的是，病毒不像别的生物体那样含有 DNA 和 RNA，它们有的只含 DNA，有的则只含有 RNA，因而又被生物学家们分成了两大类。然而，这些研究成果并没有威胁到蛋白质的遗传物质身份。

真正为核酸分子正名的，是生物学史上两个极为著名的实验——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，毒性极强，很容易使动物感染发病，一种则是体外没有荚膜的，毒力极弱，几乎不使动物感染受损。在正常情况下，把有荚膜的肺炎球菌注射进入老鼠体内，老鼠很快就会被感染而死亡；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！这个意外的结果引起了格里菲斯的极大关注。他又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混合在一起，经过培养，结果无荚膜的毒力极弱和肺炎球菌竟有的变成了有荚膜的致命的肺炎球菌。这是怎么回事呢？

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。他将有荚膜的肺炎球菌的核酸——脱氧核糖核酸(DNA)提取出来，加入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化，由无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，在它的控制下使无荚膜的肺炎球菌长出了荚膜。这个实验，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 的结构当时尚未探明，人们对此依然是将信将疑。

后来，科学家们又进行了一个极为著名的实验。噬菌体病毒，其微观结构极为简单，就是 DNA 盘在中间呈螺旋状，外面则是一层蛋白质头盔和外套。科学家们观察了它侵染细菌的全部过程。只见它靠近细菌后便将基片——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，它脱掉了它的蛋白质外衣，只将核酸注射入小孔，而将蛋白质外衣丢弃在细菌体外。进入细菌中的 DNA 毫不客气地将细菌里的营养成分据为己有。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，便形成了一代新的病毒。可怜细菌被收刮一空后还逃不脱最终的厄运。新病毒们释放出化学物质使细菌完全破裂而身心俱毁，它们便高唱凯歌一拥而出，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 的遗传物质身份也丝毫不容置疑了。

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关注。生命有简单的，像病毒和细菌等，但也有复杂的，最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，若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，这许多信息，怎么贮藏在细胞里的小小细胞核中的呢？DNA 又如何携带这如此重要的生命蓝图，又如何传递生命的信息呢？

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。经过长时间的不懈努力，科学家们渐渐知道了在核酸 DNA 分子里，含有三种类型的化学物质。一种是糖，一般由 5 个碳原子与许多氢、氧原子组成，形成一个环状。DNA 与 RNA 的区别就在于它们所含的糖不同，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，人们总是发现碱基 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两两配对的，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 都只能形成两个氢键，G 和 C 都可以形成三个氢键，所以 A 就和 T、G 就和 C 形成了一对一的固定搭档，这就难怪 $A+G=T+C$ 总是成立了。这个规律称为碱基配对法则，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，为了了解 DNA 分子结构中核糖、磷酸根以及碱基对的相互关系，准确测定 DNA 的分子结构，四位科学家——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 的探索。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，并拍摄了极具价值的 DNA 分子的 X 射线衍射照片，从中经过仔细深入的分析，终于确定了 DNA 分子的模型：“双螺旋结构模型。”

在这个 DNA 分子双螺旋结构模型中，脱氧核糖和磷酸根交替相连，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形的楼梯，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含量搭配，这些梯级恰如其分地布满了两条链之间的空间，形成了 DNA 分子的十分完整而又合理的天然结构。这个结构具有良好的平衡性，很牢固，是一个很好的螺旋体。

在庞大的 DNA 分子里，梯级的数目大约是数万个，人体的细胞里有 46 条染色体，便共约有数十万甚至上百万个“梯级”。而由于碱基对的不同，“梯级”就像具有 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千千万万首动听的歌曲；26 个简单的字母，可以组合成无数个英语单词；四种不同的碱基酸对再分排列几十万个位置上，同样代表着近乎

无限的生命意义。这应该是不难理解的了。

无论哪一种生物，它们的生命的信息都在 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 的遗传而代代相传。细胞中染色体的数目和染色体上碱基数目的不同，决定了种的遗传，故而龙只生龙，凤只生凤，种瓜得瓜，种豆得豆；而同一种物种内，DNA 分子中碱基对排列方式的不同，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，也只有你一个独特的你！

生命的基石

“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。”

这一段话，是恩格斯于 1878 年在《反杜林论》中作出的一个著名论断。这一光辉的论断，提出了蛋白体是生命的物质基础，生命是物质运动的特殊形式，是蛋白体的存在方式，而且还指出这种存在方式的本质就是蛋白体与其外部自然界不断的新陈代谢。

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

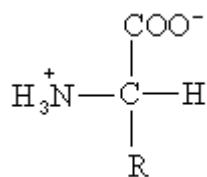
让我们先来看看我们身边的生命世界吧！打破一个生鸡蛋，透明的粘稠的蛋清便流淌出来；滴到锅中的开水中，蛋清很快就煮熟了，变成了细嫩可口的白色的凝固体——蛋白，这便是最常见最显眼的生命的一种蛋白质。在我们人体身上，指甲、毛发、皮肤、肌肉、软骨等都是蛋白质构成的，动物的毛皮、犄角是由蛋白质堆砌而成的，就连讨厌的蛛网、柔软光亮的蚕丝都离不开蛋白质……一切动物、植物、微生物病毒等等，一切的细胞内的原生质、蛋白质都是其中的重要成分。在一切的有机生命体里，和核酸一样，蛋白质都是不可缺少的物质，在活的机体的生命过程中，它构成了生命细胞的骨架，还起着许多重要的生理功能效用，难怪第一次于 1838 年从生物体内提纯了蛋白质的荷兰化学家米尔德，他给蛋白质取名为 protein，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是很容易证实的，德国著名的生物学家、化学家李比希的对照实验便极具说服力。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，而后组动物却很快死去了。这是为什么呢？原来生命是离不开蛋白质的，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，于是蛋白质在体内得不到补充，生命之花也就因此而枯萎了。这个实验，不仅说明了蛋白质在生命过程中的必要性和重要性，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近 10 年的努力，对生物体和各种蛋白进行了化学成分的分析测定，结果发现与糖和脂肪不同，蛋白质除了含有约 50% 的碳元素，7% 的氢元素，23% 的氧元素外，还含有约 16% 的氮和少量的约 23% 的硫及少量磷，有的还含有铁、碘、铜、锌、钼等微量的元素成分。这一分析结果，也说明了蛋白质是糖和脂肪等所不能替代的生命物质，因为糖和脂肪等并不具备除了碳、氢、氧之外的别的必需元素。

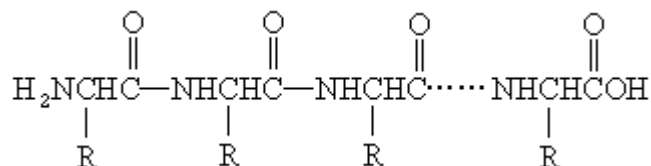
这些元素的原子并不是随意地杂乱无章地堆砌起来的。主要的碳、氢、氧、氮、硫等元素，先按一定的方式组成了蛋白质的基本结构单元——氨基

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。就人类而言，人们身体可以自己合成其中的 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，特别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极为重要的。

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，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。这么高的分子量，便是由为数众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，多的则是成千上万个。

在这里，另一个疑问也可以迎刃而解了。像人类这样的复杂的生命，各种生命结构和生命现象都有对应的蛋白质来体现；这些种类繁多的蛋白质，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不同的排列方式组合而成，蛋白质的可能种类便是数目庞大，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表现的特殊性质研究尚处于开始阶段。在体外，我们对蛋白质的性质有了初步的了解。

首先，由于氨基与羧基的存在，蛋白质具有一定的酸碱性质，而且氨基酸与氨基酸的化学结合在一定的环境中可以被打断，从而蛋白质能够发生水解反应，被断裂成许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为明显的。我们吃进去的蛋白质，在胃、小肠等不同的部位，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吸收，成为实际上进入人体循环系统的营养成分。除了这些性质之外，我们还知道透明的粘稠的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地团在一起的肽链在加热过程中，分子结构变得松散，一条条长链相互交织在一起，从而形成了紧密的网，也就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性质，我们称为变性。不仅是加热可以使蛋白质发生变性凝结，紫外线照射、高压、有机试剂，过酸过碱都容易引起蛋白质变性，使它的结构发生变化。生物活性丧失，一些物理化学性质也会发生相应的变化。利用这个变性性质，我们可以用加热或某些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，煮熟的食物容易消化，也是因为分子结构在变性后变得松散，容易被消化液水解消化。

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巨大的差异。尤其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密切关系的，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，现在的科学家对蛋白质的生理功能的研究，往往在生命环境或模拟生命环境中进行，从而得到了更加科学的结果。我们期待着有一天，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，生命的奥秘将不再是那么神秘，因为我们可以说：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，有许许多多的植物蛋白或动物蛋白、这是由植物或动物利用它们各自吸收的营养成分合成的。这些植物蛋白或动物蛋白，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段，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，就分解成了单个的各种常见的氨基酸。只有这些小分子的氨基酸才可以被小肠的壁吸收，从而真正进入人体的循环系统。血液将这些营养成分运送到需要它们的地方，我们的组织细胞再将这些氨基酸原料合成为我们需要的具有各种复杂生理功能的新的蛋白质。而我们体内原有的蛋白质就被分解了，变成别的物质，比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，也就是它自身的新陈代谢过程。

蛋白质的新陈代谢也就是生命的发生、发展、成熟和衰老直到消亡的过程。生长阶段里的生命，摄入体内的营养成分形成的新的蛋白质远多于身体消耗分解的旧的蛋白质，所以我们的身体才能长大，生命力才能更加旺盛，生命活动也就更加强烈。成熟阶段，生命摄入的蛋白质与消耗的蛋白质总量大致平衡，生命也就得以保持旺盛。当摄入体内的蛋白质少于消耗量时，我们的生命也就进入了衰老甚至消亡的过程。这也正是印证了恩格斯的光辉论断：

“生命，是蛋白体的存在方式，这种存在方式的本质上就在于这些蛋白

体的化学组成部分的不断自我更新！”

破译生命的密码

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极其短暂的一瞬间，不过，正是由这无数的一瞬间相互接力，才有了物种的生命的延续，以及生命的完善与进化。

生物体在它短暂的一生中，都承担着繁殖下一代，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”，这便是因为上一代的“父”与“母”在发育成熟之后，将自身的 DNA 分子复制了一模一样的另一份 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，形成两条分开的模板链。然后，根据 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，逐个连接，最后形成了新的子代 DNA 分子双链。新的 DNA 分子中，各有一条链是来自父代的旧链，而另一条是互补的新链，这样子代 DNA 分子上的碱基序列与父代的 DNA 分子的碱基序列完全相同，生命的信息便在这 DNA 分子的复制与遗传中得到了继承和发展。

DNA 是遗传的，然而，对于生命活动具有重要的功能的蛋白质却无法直接由父代传给子代。生命的性状要求蛋白质来体现，父代的生物性状是怎样通过 DNA 的遗传来达到下一代的蛋白质呢？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 分子自我复制与遗传让子代继承了下来。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——核糖体生产出各种各样的蛋白质，例如各种组织蛋白、纤维蛋白、蛋白激素、蛋白抗体、酶蛋白，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，种类成千上万，各自表达着自己独立的物种的个性特征。这个由父代 DNA 直到子代的生物性状的过程，可以表示如下：

复制 DNA $\xrightarrow{\text{转录}}$ mRNA(信使 RNA) $\xrightarrow{\text{转运 RNA (tRNA)}}$ 蛋白质 $\xrightarrow{\text{表达}}$ 生物性状

子代细胞核中 DNA 分子上的遗传信息，便是由可以穿过核膜的信使 RNA 传递到细胞质中的。它进入核后，将 DNA 分子上的关于如何合成蛋白质的指令转录下来，然后穿过核膜，来到细胞质中的核糖体这个蛋白质工厂中，传递着遗传信息。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时，都是根据 mRNA 中传递来的这些信息，由转运 RNA 运来合适的氨基酸，再相互结合而成为蛋白质的。这个过程，由 DNA 的碱基顺序变为蛋白质的氨基酸顺序，因而称为“翻译”过程。

翻译？把 DNA 的碱基顺序“翻译”为蛋白质的氨基酸顺序？这中间是怎

样一种必然的联系呢？

我们知道，在世界上的不同地区生活的人们，他们有着不同的信息记录方式，有着不同的语言。如果要相互交流信息，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，根据这种联系来对两种语言进行相互的翻译。像我们学习的英语，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，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。我们写好电文交给报务员，报务员则根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明白我们所讲的事情了。

事实上，在自然界里，DNA 分子中的碱基排列顺序也是一份密码。英语里，单词由 26 个英文字母的若干个排列而成，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相互对应的关系。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——即一般说的基因片段，则对应着由若干氨基酸组成的特定蛋白质，这一种对应关系，也就是生命的密码了。

人们经过长期的研究，逐渐积累了无数的经验性结论，终于，到了 20 世纪的 60 年代中期，生命的全部遗传密码被成功地破译了，并且编制出了遗传密码表。

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为遗传密码，与英语单词长短不定不同，遗传密码固定由 3 个碱基构成一个密码单位，对应种氨基酸，因而称为三联体密码。4 种碱基任取 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常常不止对应一种三联体密码，有“一词多义”的现象。例如，DNA 基因上的 AAT 和 AAC 两个片段转录到 mRNA 上后，变成了 UUA 和 UUG，实际上这都是亮氨酸这个氨基酸的密码。

这样，遗传密码便使 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。不过值得注意的是，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完全相同，但这些，仅仅是遗传信息在表达过程中的形式上的一致。生物界的各个物种，生物特性各有千秋，遗传信息的内容千差万别，虽然都是由生物界的通用语言和通用密码方式来表达，但表达出来的内容却各有奇妙之处，因而才构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 传递给了新的生命体，而构成新生命的结构与功能物质——蛋白质也在 DNA 分子上的基因片段的指导下由细胞合成。于是，一架精巧的高级机器，便由蓝图变成了实实在在的存在，日夜运转散发生命的光辉也就成为了可能。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，都需要不断地适时地补充动力。对于人来说，情形也同样如此。我们说话的时候，肌肉收缩。发出的声音都需要能量，走路或奔跑，会作大量的机械功，就需要消耗更多的能量，因此，走多了或跑久了，我们会浑身发热，甚至大汗淋漓；即使我们躺在床上安静地睡觉时，我们的心脏仍在一刻不停地律动着，肺也仍在有节奏地呼吸着，体温也需要维持在 37℃，这也需要能量。所以，我们人类从生到死，生命都是一架日夜转个不停的高级机器，能量在大量消耗，我们需要补充动力。

开动的蒸汽机车，动力来源是煤，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。我们的生命的动力来源正是食物，所以我们需要每天吃几次食物，而且食物缺乏时便会浑身没劲。不过，并不是食物中所有的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。

提起糖，我们恐怕立即就会想到那些各式各样的五颜六色的甜食糖果。糖果店里，有小巧精致的水果糖、奶糖等，还有并不以糖为名字的各种品牌的巧克力；在家中，调味用的有各种白糖、红糖、冰糖等，这些不同颜色不同质地不同形状的糖，香甜可口，放在嘴里，甘甜直沁心脾，因而对小孩子们来说，甜的糖永远是一个极大的诱惑。不过，说食物中含有生命的主要动力来源糖类，这可真有点让人不好理解。我们都知道，我们吃的大部分食物，如果没加糖调味品的话，是很难有那种诱人垂涎的甘甜的味道的，这怎么会含有糖呢？

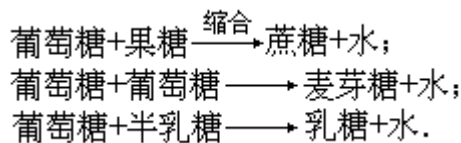
其实，我们知道的甜食糖果，它们含的只是自然界中的几种简单的糖，如葡萄糖、果糖、蔗糖，麦芽糖等，这些简单的糖，分子量很小，可以溶解在口里的水中，让我们舌头上的味觉感受到它们的甘甜。实际上，大自然中还有一大批没有甜味的物质，如大米、面粉、玉米、土豆、水果等中所含有的淀粉，还有棉花，亚麻甚至所有蔬菜中含有的细长的纤维——纤维素等，它们都属于糖类，只是分子量很大，不溶解而难以觉察出它们的味道而已。它们与小分子的甜糖一样，都是由碳（C）、氢（H）、氧（O）三种主要的元素组成的，绝大多数的分子式也可以用 $C_n(H_2O)_n$ 来表示，只是不像甜的糖类那样 n 只是 1 或 2，而是成百上千的天然高分子物质。值得注意的是，好多糖分子中氢和氧原子数之比正好是 2 : 1，刚好与水的分子式中氢氧原子数的比例相同，因而最初人们误以为糖类就是碳和水的化合物，称之

为“碳水化合物。”后来发现好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；只是沿用已久，人们也只好习惯于称糖为“碳水化合物”了。

在生物界中，糖是一类分布很广，含量很多的有机物质。几乎所有的动物、植物、微生物体内都含有糖，像植物体干重中糖占 80%，含量最高；微生物体内含糖约占干重的 10%~30%；动物体则含有干重的不到 2% 的糖，它们或者单独以糖的形式存在，或者与蛋白质、脂类结合成复合糖蛋白、糖脂的形式存在。这些不同形式的糖，我们根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，又可以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，如核酸中的核糖和脱氧核糖是五碳糖，而葡萄糖、果糖、半乳糖等则是六碳糖。

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 $C_{12}H_{22}O_{11}$ ，如植物体内的蔗糖、麦芽糖，动物体内的乳糖等都是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：



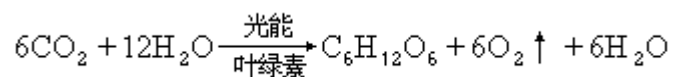
其中蔗糖是植物体内有机物运输的最主要的形式（约占 99%），也是植物体内糖类物质贮藏和积累的主要方式。像甘蔗，甜菜等含糖高的植物，体内蔗糖含量分别高达 11%~17% 和 14%~26%。蔗糖还是食品工业中主要的甜味剂，具有令人愉快的甘甜舒爽的味道。另外，乳糖则是存在于哺乳动物的乳汁中的唯一双糖。牛乳中含有 4%~5% 的乳糖，人乳中含有 6%~8% 的乳糖，不过由于它几乎没有味道，所以我们喝牛奶时并不觉得甜，除非你另外加了糖进去。

还有一类糖就是高聚糖，也叫多糖，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 可以代表成百上千甚至上万的不同数值。它们是由许多单糖（主要是葡萄糖）分子缩合失去相应数目的水分子而形成的，如植物体内的淀粉，纤维素等，还有动物体内的肝糖元和肌糖元。淀粉是能量物质的一种贮存形式，植物不仅用它来备荒，更重要的是为下一代生命的诞生而准备好丰富的食粮。在玉米、小麦、水稻等粮食作物的种子里，主要的成分就是淀粉。马铃薯、藕、山芋等依赖块根、块茎及其它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 ”值大约是 300~400，这几百个葡萄糖有的手挽手连接成长长的直链，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，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，如棉花、亚麻、棕榈树等植物的细长的纤维，便是由它构成，在植物中，纤维素是构成植物细胞壁的主要材料，含量很大，对植物身体起着支撑和保护的功能。“n”值大约为300~2500的数目众多的葡萄糖分子，通过特殊的化学键首尾相接，环环相扣，形成化学稳定性强，机械强度大的直链，再多条链相互缠绕成细小的纤维丝，因此显得非常坚韧。在动物中，多糖只有糖元这一种形式，也是动物储存能量的形式，有“动物淀粉”的俗称，主要分布在各种动物的肝脏和肌肉里。

如此种类繁多的糖类，它们是怎样形成的呢？在生物体内它们之间有着什么样的联系？这，还得从太阳讲起。

我们知道，当太阳灿烂的阳光普照大地的时候，也就是它将自己的能量以光能的形式传送给地球上万事万物的时候。地球上的生命体，除了受到阳光的恩泽时感觉到温暖和光明，其中的绿色植物和某些细菌还能将光能转变为化学能贮藏在体内的物质里。特别是绿色植物，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），并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变为化学能贮存起来，供给生命体作为能量的来源。这个过程便是著名的光合作用过程，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，因而对生命的存在具有极其重大的意义。

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外，大部分都缩合成了高聚糖和纤维素、淀粉等，其中的淀粉便主要贮存了绿色植物制造的能量。当动物们食用了含有大量淀粉的绿色植物的果实、种子等能量聚集部位时，能量便通过食物链传递到了各种动物身上。以我们人类为例，我们吃的大米、面粉等主要营养成分便是绿色植物通过光合作用合成的淀粉，当它进入人的消化系统时，首先在口中进行了初步的消化。咀嚼时，食物中的一部分淀粉在唾液中淀粉酶的催化下，分解成含有两个葡萄糖的麦芽糖（因此我们可以感觉到一点甘甜），然后进入消化道的别的部分。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，从而彻底分解成单个的葡萄糖分子，经肠壁吸收而进入人体的循环系统。在正常情况下，人体每100ml血液中保持含有80~20mg葡萄糖，运送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高于适当的范围时，血糖便“化零为整”，在肝脏、肌肉组织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，糖元便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。

到这里，糖类，特别是葡萄糖在生命体内的重要作用已经不言而喻了。一架从生到死运转不停的生命机器，正是在糖类这种能源物质的作用之下，才拥有了生生不息的动力之源。不过糖类在生命体中的作用，还不仅仅在于氧化分解释放出大量的能量供给生命的需要，它还能转化为脂肪，氨基酸等其它的生命所必需的物质。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——糖蛋白更是与生物体的分子及细胞识别的标记，这些，更说明了糖对于生命活动的重要性。不过，最主要的，我们必需记住：糖是生命的动力之源。

小屋与燃料库

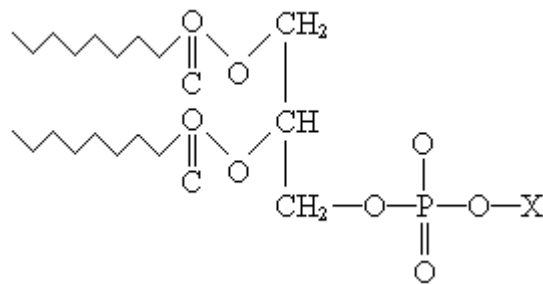
生命的发展过程是一个从简单到复杂的漫长的过程，从非细胞结构的病毒到原核细胞生物，生命便开始寄托在一个相对封闭的内环境中；由原核细胞到真核细胞，再由单细胞生物到多细胞生物，生命现象逐渐变得加倍的复杂，不过，这些复杂是由众多的生命体的基本结构单位——细胞来共同协同作用的结果，每一个细胞的生命活动，都可以在一定的角度上去反映整个的生命。

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，因而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，将细胞里的别的好些物质都婉拒于门外。细胞核外是细胞质，这是一个原生质实体，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，各司其职，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；还有重要的一项，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它部分的产品，这项功能，便是细胞与外界的交流。由于细胞质是由细胞膜包裹着的，它便使细胞形成了一间相对独立相对封闭的小屋，里面的物质就再也不能随便开小差溜号，外面的东西，也就不能轻易冒犯这间屋子的主人。细胞膜使细胞这间小屋对物质的交流有了主动的选择性，谁进谁出都不再是随意的，自发的，而是听从命令的，自觉的，因而，这堵墙围成的小屋，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。

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：细胞膜究竟是由什么物质构成的呢？它的奇特的功能来自于什么样的一种奇妙的结构？经过多年的努力，科学家们终于发现这原来是由磷脂这种物质引起来的。

磷脂，其实是一类范围很广的物质——脂类中的一种。它与其它脂类在化学组成和化学结构上有很大的差异，不过，它也具有脂类物质的共同特征：不溶于水，易溶解于乙醚、苯、氯仿等非极性溶剂中，可以被这些溶剂从细胞和组织中萃取分离出来，正是由于科学家们发现细胞在这些溶剂中失去了小屋的建筑结构而破裂，他们才得以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，从而构成了磷脂的极性头部；甘油的另外两个羟基则与有着长长的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，正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构成的。无数的磷脂分子，头挨着头，尾并着尾，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。不过，由于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，都只是磷脂的极性头部。这样的磷脂双层膜，很致密，有弹性和流动性，保证了细胞的内部成分和细胞形态的稳定性，使细胞的内含物与外环境分开，具有了恒定的、动态的内环境，从而使整个细胞活动有条不紊，协调一致地进行。

不过，要有物质交换的功能，只有这么一层磷脂双层膜是不够的，于是细胞在磷脂膜构成的小屋的墙上装上了门和窗——载体蛋白质，它们为物质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全了。

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很多化学反应的有序进行和整个生命体的“区域化”提供了必需的结构基础，从而具有极其重要的生物学意义，成为脂类物质中倍受关注的明星。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，脂肪便是脂类对生命的又一杰出贡献。

说到脂肪，人们头脑中也许有一种“多余废物”的不以为然的想法。不是吗？听听这么一则广告词吧：要想身材苗条、活力充沛未必人人都能作得到，学我啦！服用×××营养素，它能有效调节人体免疫力，分解吸收多余脂肪，让您又苗条又健康！如此之多的减肥广告，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，一时之间，风声鹤唳，营养学界也往往对高脂含量、高固醇含量的食物大加指责，于是乎，脂肪似乎对生命的存在不仅仅是多余的，还是有所危害的了。

对拥有温饱保障，随时可以补充高等能量来源，甚至有些营养过分的人类而言，脂肪的重要性也许的确并不那么重要。超过那并不太多的需要量，它也许真的不只是给人类带来形体上的不雅，还对人类的正常生命有所损害。不过，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吧。身体笨重的大熊，本来形态就已经万分不雅，不过，眼看冬天的气息一天天靠近它们，它们也就再也不敢顾念形体之美，放开胃口大吃大嚼起来，恨不能一口吞尽天下所有的美味。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？其实都不是。颇有些愚笨的大熊，对世界的末日是毫无概念的，不过，它们对身边天气的变化却还能敏感一些。飞雪的冬天，寒气袭人，它们除了身上的皮毛，还需要一层特别的“防寒服”；另外，寒冬里万物凋零，以大熊们的本事，要想找到足够的食物，还真不那么容易，难怪它们要提前“备荒”了。不过，像松鼠这类动物过冬时，是提前准备足够的食物储存起来，而大熊却是秋吃冬粮，这是怎么回事呢？原来，大熊们将食物消化吸收后，转变为脂肪这种物质存放在皮下组织中，不几天便能存下厚厚的一层。这层脂肪不仅是大熊们过冬御寒的高级防寒服，还能在它缺乏能量的时候，氧化分解，释放出能量来供给大熊生命活动的需要。这样，皮下脂肪层便成了大熊的燃料库房，而脂肪这种脂类物质，也就成了备用燃料了。

在生物界中，其实油脂不仅仅是生命的备用燃料。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贮存形式和运输形式之外，还不停地进行着氧化分解，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，为生命活动大约提供了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，实在不能因为人体中的某些情况而抹杀，油脂，实在并不多余。

除了磷脂和油脂，脂类物质还以多种形式存在于生命过程中，分别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很重要的调节功能，这一切的一切，都足以证明，除了糖类，蛋白质之外，脂类，也不愧为生命体中又一大光荣家族。

生物催化剂与密码锁

在宽敞明亮的教室里，一堂生动有趣的化学课正在热烈的气氛中进行着。老师先拿了一个烧杯，然后在烧杯里倒进了一些无色透明的液体——双氧水。这双氧水看上去与普通的水可真没有什么区别，而且还能通过化学反应变成普通的水，并释放出氧气：



不过，在通常的情况下，你可别指望像开水那样气泡会喷涌而出，因为，这时反应进行得很慢很慢，以致于看起来就跟完全不反应一样。老师先让学生们仔细看了看平静的烧杯，然后从另一个小瓶里取了点黑色的粉末样固体物质，告诉学生们仔细观察，然后，他轻轻地把那点儿黑色粉末倒进了双氧水中。立即，像魔术一样，那杯水立刻“沸腾”了起来，大量的气泡争先恐后地冲破液体的重围，飞快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，竟也奇妙地自动燃烧起来。看来，气泡真是氧气；那么，刚才还一点也没有动静的双氧水，怎么突然又剧烈地反应起来了呢？

原来，作怪的正是老师加进去的那点毫不起眼的黑色粉末，那是二氧化锰（ MnO_2 ），它能加快双氧水的分解反应，使一般情况下慢得难以觉察到的反应突然显得如此迅猛，而且它本身在反应后还跟加进去时一模一样！它所起的加快反应的作用，我们知道正是被称为催化作用，而像它这样具有能加快反应而自身又不发生变化的特性的物质，我们称之为催化剂。好的催化剂，一般都能上百上千倍地加快反应的速度，让我们看起来，好像本来难以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，它神奇的催化作用，也与“沸腾”的双氧水一起深深地印入了我们的头脑中。

不过，当你因为擦破了手背而进入医务室时，你也许没想到又一个神奇的场面在等待着你。你肯定会奇怪大夫会拿出一个带“双氧水”标签的棕色瓶来，从里面蘸了些像水一样的液体涂在你的伤口上。当你还没来得及向大夫说出你心中的疑问时，伤口上的现象一定会把你“震”住了；白色的泡沫，仿佛从天而降，还不到眨眼的功夫，已经完全盖住了伤口，甚至溢满了整个手臂！这是怎么回事呢？

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没聚成氧分子，这时氧有杀菌作用。不过这里大夫可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得多，难怪你根本来不及分辨清楚气泡是怎样一涌而出的了。

在人体以及其它众多生命体内，时时刻刻都在进行着各种不同的化学反

应：氧化、还原、转移、水解、裂合、异构化以及合成等等，反应过程相当复杂，我们的机体是一个日理万机的化学反应工厂，因为在每一天里，我们必须把吃进来的复杂的食物一一消化，吸收进入循环系统送到各种组织细胞里后，还得将小分子的简单营养成分合成为我们自己的东西：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……这一系列活动，都是通过化学反应来完成，可见生命体的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！值得注意的是，这些复杂、快速的化学反应都是在极其普通极其温和的条件下进行的，温度是体温，压力是常压，酸碱性也很温和，完全不似一般化工厂里那种高温高压强酸或强碱的苛刻条件，由此看来，体内这些反应所用的催化剂，也是完全有别于一般工业用催化剂，而必定是一种特异的高效催化剂了。

的确，体内有着这么一些高效催化剂，那便是像过氧化氢酶这样的一类特殊蛋白质——酶。酶是一种催化本领极强的生物催化剂，它不仅有着极高的催化效率，比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，只以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这生物催化剂的特性，使得体内的无数化学反应，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，便对酶有了一定的认识。我国在几千年前，已经懂得了制作发酵的饮料和食品，夏禹时代，就已经懂得酿酒，周代已经能制作怡糖和酱食，古埃及人在用面粉调制面团烤饼的过程中，偶尔有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许多，而且用这样的面团烤成的饼不仅松软可口，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了广泛的应用。

那么，发酵是怎么回事呢？原来，像面团这些东西里，有许许多多的微小得、肉眼根本看不见的微生物——酵母菌，它们从空气中进入面团，在暖洋洋的阳光下迅速繁殖，而且还分泌出一种特殊的物质，将面团中的一些淀粉转变为酒精，还散发出二氧化碳，在面团中形成一个个小气泡，面团也就松软而且有酒的清香了。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阐述，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，后人还根据这些酶对热及其它现象上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，它能像已知的脲酶一样快速地将尿素分解为二氧化碳和氨，进一步的分析出现它正是脲酶，并通过一系列实验确证了酶就是一类特殊蛋白质，为揭开生命现象的奥秘作出了杰出贡献。

由此，他获得了 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赖的各种酶的奇异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，已经阐明了多种具有重要生理功能的酶的化学组成和结构，从而也在酶的催化作用机理方面取得了相当引人注目的成果。

一把钥匙开一把锁，人们常常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，在生命活动中一般只对一种化学反应起催化作用，像唾液淀粉酶只能催化淀粉分解为麦芽糖的反应，脂肪酶只能催化脂肪分解为甘油和脂肪酸的反应，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，锁便迅速地开启；若不配对，像淀粉酶对脂肪，那便休想叫锁自动开启。

其实，科学家们在研究中发现，每一种酶的三维立体结构都极为特殊，表面上都留有特殊形状的空隙，它们才真正是一只只密码锁。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，恰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的“钥匙”，只有它才能开启这个密码锁，从而引起一系列生理反应，酶便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的特殊的专一性，对生命活动的正常进行有着极其重要的影响。人体内的化学反应是不会缺少的，不过，酶既然是一种蛋白质，那么若是基因在指挥这种蛋白质的合成时不慎失误，导致酶的缺失，那么岂不是某种化学反应之锁没有了配对的钥匙，那岂不是很麻烦了吗？

不错。医学上有一种病叫“白化病”，病人从毛发到皮肤全是白色的，这便是因为体内缺少了一种酶——酪氨酸酶。没有这种酶，有关化学反应便无法进行，细胞就无法通过化学反应来合成人体所需的黑色素，于是头发、汗毛、皮肤便变成白色的了。这种酶的缺乏，正是因为病人从他们的父母那里继承来的遗传物质 DNA 中，不慎缺失了负责指挥酪氨酸酶的合成的蓝图——相应的基因片段，人体就无法制造酪氨酸酶，某些化学反应也就无法进行，于是特定的症状便表现出来了。这种因为遗传物质 DNA 的改变而造成的疾病称为遗传病，是一大类无法用普通的药物来治疗的。到现在为止，人类已发现了大约 1000 多种遗传病，大部分便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失有关。不过，随着遗传工程的发展，人们也许在不久的将来，能够对遗传物质 DNA 进行修补，当人体内缺少某种酶时，便可以给人体细胞补上一份相关的基因蓝图，丢失的钥匙便可以重新制造出来，遗传病也就不再会永远留传后代了。

酶的化学结构，酶在生命活动过程中的作用机制都是极为复杂的。由于这种生物催化剂和密码锁在生命活动中神奇的功能和不可缺少的必要性，科学家们已经对它们进行了极为深入的研究。相信随着科技手段的进一步发展，酶的研究水平也将发生新的飞跃，它在生命活动中尚未发掘的奥秘，也

将很快完全展示世人们的面前。到那时，生命的复杂现象将再一次为人类的认识所征服；人类也将有更加强有力的手段，来更好地把握生命。

神秘的使者

地球上的各种生物，都按着各自的形式进行着生命活动。这些生命活动，过程极其纷繁复杂，多个生理过程同时进行是每时每刻都有的，而好多的生理过程又一个接一个紧密衔接，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，一刻不停地进行着，有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十分和谐地统一在一起。

是什么使得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？是哪一位杰出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，组成了人体内极为广泛的通讯网络。任何对神经末梢的刺激，都可以迅速地传导给中枢神经系统；中枢神经系统的命令，也很快发布下来，于是，反应就产生了，人体便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，但并不是唯一的。人体对自己生命活动的调节，还有一个极其重要的方式——体液调节。体液（血液、组织液、淋巴）中，许多种特异的物质，对生命活动的某些特定过程有着十分有效的调节功能。像几步连续的反应： $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow \dots \rightarrow E \rightarrow F$ ，产物F或中间产物（例如E）的数量增加时，若到了一定的程度，便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之内。这便是特定物质的反馈调节。又如一些小分子的有机物或多肽片段，可以携带某种特定的信息到达特定的作用部位，通过与受体的相互作用而引发特定的生理的反应，这也是体液调节中的一种，而这种物质便被称为“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，与特定的受体分子相结合并作用，从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，通过体液运送到特定作用部位，从而引起特殊的激动效应（如调节控制各种物质代谢或生理功能）的一群微量化合物，正是由于它们奇特的功能，它们可以被看作是生物体内的“化学讯息”。在人体里及动物体内，多个内分泌腺专职负责激素的合成与分泌。人体的主要内分泌腺有：脑垂体、松果体、甲状腺、甲状旁腺，胸腺、胰岛、肾上腺及性腺等，分泌的激素有各种促激素、褪黑激素、生长激素、甲状腺素、甲状旁腺素、胸腺素、胰岛素、肾上腺素、性激素等数十种激素。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，带给某些器官和组织。

对激素的科学研究，是从20世纪初激素的发现开始的。1906年，英国

的斯塔林最先提出了“激素”这个词语，随后的几十年里，内分泌学对各种激素的功能作了详尽的研究。人体内的几种常见激素，在人的正常生命活动中起着重要的调节功能，使我们的细胞、组织及器官能有效地分工合作，形成统一的整体。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；甲状腺素可以促进智力与体质的发育，增加基础代谢；肾上腺素可以促进糖元的分解，从而使血糖浓度升高；胰岛素则可以降低血糖浓度，促进脂肪、蛋白质的合成等等。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亢进或减退，就会打破这种平衡，扰乱正常代谢及生理功能，从而影响机体的正常发育和健康，甚至危及生命。像巨人症、侏儒症及肢端肥大症便是由于生长激素失调而引起，当甲状腺素分泌过多时，人容易患上甲亢，基础代谢增加，食量大然而身体却日渐消瘦，神经也极易过敏；若甲状腺素分泌不足，则容易影响婴幼儿的智力与体质发育，智力低下，身体弱小，行动呆笨而缓慢，如此种种，均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极为严重的影响。

在这里，不能不重点地来看一下胰岛和胰岛素的独特情况，在这方面的研究中，加拿大的两位科学家，1923年诺贝尔生理学 and 医学奖获得者班丁和麦克劳德为人类健康作出了杰出的贡献。

班丁1916年从医学院毕业后，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，常在业余研究糖尿病。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，虽然每天在食物中吃进大量糖类，依然不能满足人体正常的能量需要，因而倍受折磨。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，并把这一分泌物称为“胰岛素”。不过，人们利用动物胰腺来治疗糖尿病的种种尝试，均未收到预期的效果，这是为什么呢？

班丁认为，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，使它根本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，通过注射直接进入了血液，来观察血糖及尿糖浓度的变化。实验的结果，完全成功地证明了提取出来的胰岛素有降低血糖和尿糖的作用，并很快由实验推广到了批量提取生产胰岛素来供临床治疗，为广大糖尿病人解决了痛苦。

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摄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。这样血糖这个“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着流向水源，水当然就会减少了，血糖浓度也当然会降低。因而，胰岛素缺乏时，血糖浓度会居高不下，糖便从尿中流失而引起糖尿病；不过，胰岛素分泌太多时，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，分离提取法一直难以保证供应充足，人们也一直在寻求提高工业生产胰岛素的有效方法。20世纪70年代，基因重组技术问世，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首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入了商品市场。这个基因工程生产胰岛素的方法，可以从少量的原料中生产出更多的产品，工作量小，成本也不高，而且人胰岛素对人体比动物胰岛素更为安全可靠了。

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相当的了解。众多激素按它们各自的化学本质被分成了三大类：含氮激素（包括蛋白激素、多肽激素、氨基酸衍生物激素等），甾醇类激素，脂肪酸衍生物激素。对于人们研究得较多的胰岛素，科学家们不仅发现它是由51个氨基酸组成的多肽类激素，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。在众多科学家尝试用氨基酸通过人工合成的方法获得胰岛素结晶的不懈努力中，我国科学家们领先了一步，经过六年零九个月的艰苦攻关，于1965年在世界上首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年又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”，永远值得我们为之自豪。在这个过程中，蛋白质化学的理论研究也大大地前进了一步。

在长期的细致观察和实验中，科学家们惊讶地发现：除了高等动物以外，昆虫体内也有激素存在。它们小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。昆虫主要有脑激素、保幼激素、脱皮激素、滞育激素等，这些激素的过量与缺失，同样会对昆虫产生特殊的影响。因此，人们就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，由此获得了良好的经济效益，此外，昆虫还能在特定的时间与场合，向体外释放具有挥发性的外激素、如性外激素、聚集外激素、警告外激素、追踪外激素等，用来引诱、通知、警告同伴，达到特定的目的。这使奇妙的昆虫世界里又增添了神秘的色彩。

其实，不仅是高等动物与昆虫有激素，植物同样有激素——植物激素。像生长素、赤霉素、细胞分裂素、脱落酸、乙烯等五大类，虽然在植物体内含量极少，却能促进细胞的生长和分裂，生根发芽、开花结果、催熟、防衰老、落叶、休眠等植物生理活动，有着显著的调节和控制植物生长发育的功

能。

生长素能够促进细胞生长，比如扦插植物时用它处理后可以大大提高存活率。另外，如果你注意观察的话，会发现窗台上的盆栽花的枝和叶总是向着窗外光线充足的方向生长的，这就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。为什么植物的枝和叶会主动朝着向光面生长呢？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，细胞生长较快，这样，枝条就向生长慢的向光一侧弯曲。植物的向光性使植物能够得到充足的光照，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较多，而背地一侧分布较少，由于同样的生长过程，靠近地面的一侧长得比背地一侧快，因而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发育，防止落花落果。不过，它的用量浓度可不能太高，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，往往把吲哚环变为更稳定更容易得到的萘环，即成为结构与吲哚乙酸相似的萘乙酸，它在低浓度使用时，可以防止棉花及果树过早落花落铃。

如果将一块刚收获的马铃薯种到地里，是不会立即发芽的，因为马铃薯有休眠期。而赤霉素就有打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。赤霉素还能大大增加植物植株的高度，矮玉米经赤霉素处理后可长得跟正常玉米一样高大。因而它具有跟生长素类似的促进生长的作用。

俗话说：“秋风扫落叶”，其实树叶并不是被无情的秋风刮落的，而是植物体内的脱落酸在起作用。脱落酸能促进叶柄的衰老和脱落，这是植物在长期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，植物脱去叶片，表面积大大减少，从而有效地防止水分大量蒸发，使芽处于休眠状态，抵御寒冷的侵袭。

一箱水果中，只要有一只成熟的果实，就能引起整箱水果很快地成熟，这是为什么呢？原来，这是因为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，乙烯还能促进雌花的发育。乙烯的催熟作用的发现，是一个有趣的故事。传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很容易被忽视的奇怪现象，经过多次的研究实验和思考，终于发现这是因为路灯散发出来的乙烯在作怪，从而发现了乙烯这个分子结构（ $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ ）极为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，可望在农业生产中更合理地利用这些激素来提高作物产量，为人类提供更加

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。

兵贵精良

人类，以及其它的动物，为了维持自己正常的生命活动，每天都需要吃进充足的食物。我们的生命活动，举手投足之间，呼气吸气之间，乃至静卧沉睡之时，都要消耗能量，从而也需要从食物中大量补充进能量物质，如糖类，脂类等；我们身体内的结构物质——蛋白质，每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，在动态平衡中保持着生命活动的正常，因而我们也需要从食物中摄取大量的蛋白质，供给己用。不过，你是否了解，食物中还有一类含量极少，但作用却极为重要的物质，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少的一丁点儿，但倘若食物中恰好缺乏了这一丁点儿，那么，生命常青之树将为此而付出极大的代价，倍受折磨与煎熬，甚至生命之花早早枯萎。这种物质，便是这个故事的主角。

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，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，双眼发干，产生干眼病；而且一到黄昏光线昏暗时，病人便如同盲人，成为夜盲症患者。治疗的方法很简单，给病人补充天然食物，如乳制品、禽蛋类、动物肝脏以及红辣椒、胡萝卜、菠菜、苜蓿等有颜色的蔬菜，怪病自动痊愈。

病例二：在日本海军里，一批批经过严格选拔与体检的海军健儿，只要登上军舰在海上生活一段时间，便有莫名的灾难降临头上。身体消瘦得快，下肢变得又沉重又麻木，触觉、痛觉异常，有的甚至感到健忘、不安、易怒和忧郁。这便是脚气病，但始终没找到引起这种脚气病的病菌，因而也不是传染病，治疗的方法依然简单：用大麦、鱼、肉、炼乳等为主食，代替精白米主食，海军脚气病之苦很快烟消云散。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，表现为毛细血管脆弱，皮肤上出现小血斑，牙龈发炎出血，牙齿松动，严重时还危及生命，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，客死他乡，如 1498 年一艘绕好望角航行的船上，160 名船员竟有 100 人为此而魂归天国。印第安人用桉树叶煎汁便治好了这种坏血病，后来又发现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，雾都、烟都竞相挂名。随着，大多数儿童都得了以前少见的怪病——佝偻病：身体畸形、头又方又大，胸部突出像鸡胸脯一样，两腿弯弯，走起路来歪歪扭扭；严重时，全身惊厥，并发肺炎，肝脾肿大、腹泻、贫血等症状，甚至引起死亡。

后来发现，阳光充足的地方很少发生佝偻病，每天食用一点儿鱼肝油，竟也有同样神奇的疗效。

这一桩桩怪病，无形之中倏然而至，救治之时却又无需用药，食物合适即大有起死回生之效，这里面，有着什么样的秘密？

二、拨云见天，精兵显形

1886年，荷兰医生艾克曼企图找出引起脚气病的细菌，但未获成功；不过，他在用鸡作进一步的实验时，发现了与脚气病症状极为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，将弃去的米糠加回米饲料中即可治愈。于是，他认为米糠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蛋白质、脂肪、糖类和矿物质的纯化饲料喂养大鼠，大鼠不能存活；如果在纯化饲料中加极微量的牛奶后，大鼠就能正常生长。于是，他得出结论，正常膳食中除蛋白质、脂肪、糖类和矿质外，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因子物质，命名为Vitamin，并提出了维生素假说，认为维生素是人类生命活动必不可少的微量营养成分。在体内复杂的生化反应中，酶是高效专一的生物催化剂，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，这类辅助物质即称为“辅酶”。大多数的维生素本身就是这类辅酶，或者是辅酶的重要组成部分，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——糖、脂类、蛋白质、水分、无机盐、维生素之一；而且由于只有少数维生素可以在体内或者由肠道细菌产生，故大部分必须从食物中摄取。

后来，多种维生素相继被提取和分离，并对其功效进行了研究，种种怪病的起因终于被人类所破解，而在神奇疗效的“怪药”中起着关键作用的精兵良将们，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。另外，维生素A还是维持人体上皮组织健康所必需的物质。当维生素A缺乏时，视紫红质合成就会减慢，甚至不能合成；还损伤皮肤、呼吸道粘膜、泪腺上皮等上皮组织，于是夜盲症及其它症状便随之产生。而动物体的脂肪，如乳制品、禽蛋类、动物肝脏中含有活性维生素A，植物体如红辣椒、胡萝卜、菠菜、苜蓿等有颜色的蔬菜中含有胡萝卜素，可以被小肠壁转化为维生素A，所以，食物中若有这些成分，即使每天摄取很少的一点，也足以克制夜盲症等维生素A营养缺乏症了。

脚气病则是因为缺乏维生素B（即硫胺素）。维生素B，是所有动物和许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。如果缺乏了，则酶无法单独催化反应，引起

糖代谢的中间产物——丙酮酸在体内堆积，引起神经炎，出现脚气病等多种症状。而谷胚、谷糠、绿色植物、乳类、蛋黄等中含有较丰富的维生素 B，猪肉、酵母中亦含量较多，人的肠道细菌也可以少量合成维生素 B₁。由于正常状态中维生素 B，需要量很小，正常成年人身也仅为每天 2mg，所以，米糠，麦糠中含有的微量维生素 B₁，已经足以解除众多海军士兵的患病之苦。

坏血病则是由维生素 C 缺乏而引起的，维生素 C 在西红柿、橙、柑、鲜枣、辣椒、山楂、新鲜松针、香菜、杨梅、菠萝、青豆、柿子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，是由于人体内缺乏维生素 D 而引起的，维生素 D 能促进肠道对钙、磷的吸收，使血液中钙和磷的浓度增加，有利于促进骨组织的钙化和生长。成人缺乏它，会引起骨质软化症，小儿缺乏则会产生佝偻病。维生素 D 在鱼类肝脏和鱼体脂肪中含量最多，故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变为维生素 D，故人接受阳光照射，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，各司其职

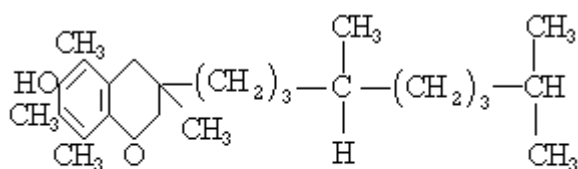
从 20 世纪初到现在已经又差不多走过了一个世纪，在这个各种科技都飞速发展的世纪里，维生素科学的研究也取得了长足的进展。到现在，已经提取了 14 种全世界公认的维生素，它们都是生命过程中必不可少的微量营养物质。这些维生素中，有些种类可以溶解到脂肪中，有些种类则在水中拥有良好的溶解性而不溶于脂肪中，根据这一性质，这 14 种维生素被分为脂溶性维生素和水溶性维生素两大类：

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，泛酸、烟酸、维生素 B₆，生物素、叶酸、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明，合成工作也大有成效，像维生素 C 等便早已在 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深入细致的研究，阐明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各怀绝艺，都具有特定的生理功能，因而，在生命过程的各项战线上，它们各司其职，忠于职守，在体内虽然兵微将寡，但个个精强，微少的含量却起着重大的必不可少的生理作用，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摄取的维生素。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其他许多生理活动都具有重要作用。动物实验表明：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必不可少的，因而被称为生育酚。植物油，特别是小麦、黄豆、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。

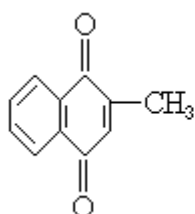


α -生育酚

1929 年丹麦博士达姆，利用小鸡作为材料进行生化研究。无意中发现，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，这种疾病与血凝时间过长有关。在以后的 5 年时间内，他进行了无数次尝试，就是找不到出血的原因。直到 1934 年夏天，他改变了饲料的配方，才使患病的鸡都康复了。进一步的研究发现：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，皮肤创伤通常引起出血，但一般的小伤口一会儿便自动止血了。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，我国和埃及的古代医书中都有关于产妇分娩时因出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造成死亡。

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，通过研究，人们从苜蓿和腐败的鱼肉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 结构稍有不同，从绿叶植物中提取的为维生素 K_1 ，由细菌腐败获得的为维生素 K_2 ，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 K_3 、维生素 K_4 等。



2-甲基-1,4-萘醌

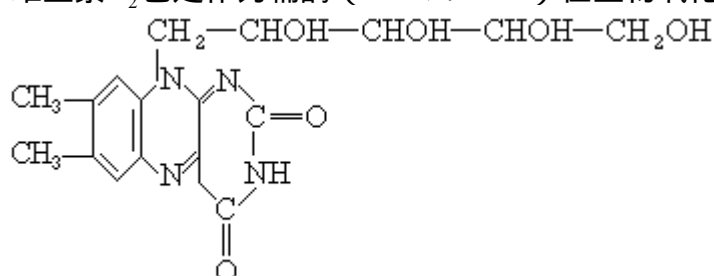
由于人的肠道细菌能够合成维生素 K，所以成人对维生素 K 的需要量很少，较少出现维生素 K 缺乏症，只有在大量、长期服用抗菌素时可出现维生素 K 缺乏症。人乳中由于维生素 K 含量较少，故新生儿和早产儿较易患维生素 K 缺乏症。通常绿色植物含有丰富的维生素 K，为人类提供了充足的来源。

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 、 、 、 有关。缺乏维生素

K，就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。直到现在，这一方法还在医院里普遍地应用着。

差不多同时代，英国化学家布鲁斯发现：牛奶的乳清中含有一种发现黄绿色光的未知物质，他取名为“乳黄素”。多年以后，英国科学家波莱耶和卡尔曼发现：这种乳黄素不仅存在于牛奶中，一切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，它是细胞新陈代谢不可缺少的物质。因此，“乳黄素”便被改名为“核黄素”。可核黄素究竟是什么，人们还一无所知。直到1933年，柯恩等化学家才从牛奶、蛋黄中提取到了黄色结晶体——维生素B₂（核黄素）：

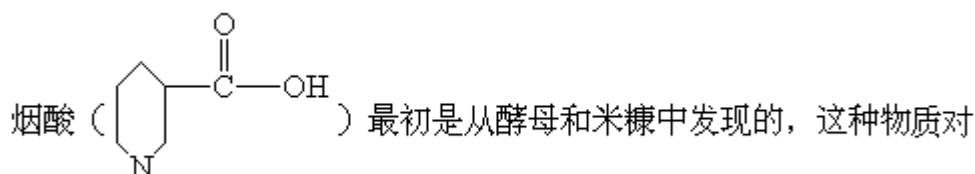
维生素B₂也是作为辅酶（FMN·FAD）在生物氧化过程



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B₂。缺乏维生素B₂会引起舌炎和唇炎。维生素B₂的最好来

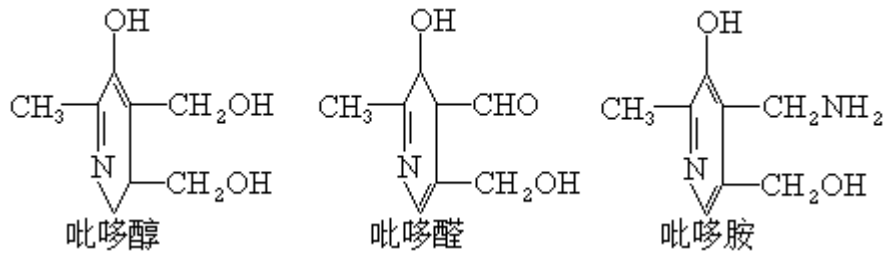
源是心、肝、肾、肌肉、蛋、乳、绿叶菜、酵母和谷类等，人体肠道中的寄生菌也可合成一部分。健康成人每天的需要量1.5毫克左右，维生素B₂易溶于水，在碱性和高温条件下易被破坏。因此在烹调时，要注意火候，尽量多地保留维生素B₂，减少损失。

紧接着，科学家们还相继发现了烟酸、维生素B₆、维生素B₁₂、泛酸、叶酸生物素等B族维生素。



在西班牙、意大利、法国、美国等地区流行的糙皮病有良好的疗效。糙皮病与以玉米为主食有关。患者因缺乏烟酸而使体内的代谢受阻，出现皮炎、贫血、心脏损害、中枢神经系统功能紊乱等症状。人类每天的需要量约20毫克。烟酸在茶、咖啡、啤酒等饮料中含量较高，肝、肾上腺、鱼、酵母等中含量也比较丰富。

维生素B₆有三种：吡哆醇、吡哆醛、吡哆胺：



主要与蛋白质结合存在。在酵母和米糠中含量较丰富。维生素B₆在人体蛋白质的代谢过程中起着重要作用。一般人的维生素B₆日需要量为2毫克。其它B族维生素如叶酸的需要量为1毫克，泛酸为10毫克，维生素B₁₂为2毫克。

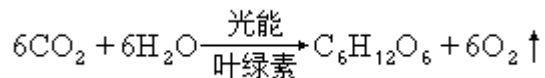
B族维生素的共同特点是易溶于水，都以辅酶的形式参与催化机体的新陈代谢。当饮食中摄取的量超过需要量时，便会由肾脏排出，不会像脂溶性维生素那样在体内积累起来而引起中毒。可一旦缺乏，便会影响正常的代谢，从而使机体的某些系统出现功能紊乱。它们虽然不像蛋白质、脂肪、碳水化合物需要得那么多，但却是必不可少的。

坏血病的克星在17、18世纪，许多海员常会因为患上了坏血病而丧生旅途，客死异乡。而柠檬和桔子却能很容易地医治好这种病。于是各国科学家花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。以后其它国家也纷纷投入工业生产，使维生素C成为目前产量最高的维生素。由于维生素C具有显著地抗坏血病的功效，因此被称为“抗坏血酸”。

自然界中碳的循环

太阳，从诞生起，一刻不停地向宇宙空间散发着金色的光——一种电磁波。地球作为太阳的近邻，从而也获得了 20 亿分之一的太阳光。这些阳光不仅给我们带来了光明和温暖，还带给整个地球孕育无限生机的能量。

在无穷的变化中，有一种化学变化，发生在植物的绿叶中，植物中的叶绿素，能够利用阳光提供的能量，将无机物 CO_2 和 H_2O 合成有机物质 ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)；



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

17 世纪 40 年代，一位名叫范·海尔蒙特的医生把 200 磅（约 90.8 千克）干土放在陶盆里，用水把土浇湿后，在盆里栽上一株 5 磅（2.27 千克）重的柳树，每天他只给柳树浇一些水。5 年以后，范·海尔蒙特从盆中移出柳树，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赖于他所浇的水。这一观点一直持续到 18 世纪 70 年代。

1771 年，英国化学家普里斯特利发现，绿色植物在白天能使由于蜡烛燃烧和动物呼吸而变浊的空气“复原”，或变得清新。也就是说绿色植物逆转了呼吸和燃烧的化学作用，在被绿色植物更新过的空气中，蜡烛又能燃烧，动物又可呼吸。但是，普里斯特利那时还不知道氧气以及氧气在这些实验中的作用。

在同一时期，奥地利医生英根豪茨也对植物进行了研究，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吸收二氧化碳和水，也不释放氧气，而仅仅进行呼吸，即吸进氧气，把二氧化碳和水作为废物排出。但他并没有认识到，植物在阳光下除进行光合作用外，还要进行呼吸。

1837 年发现了叶绿体，光合作用的研究又迈出了一大步。叶绿体因为含有叶绿素而呈绿色，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怎样利用光、叶绿素、水和二氧化碳来制造食物和氧气的。1938 年，英国化学家希尔发现，植物在光合作用中释放出的氧来自它们所吸收的水分子。

20 世纪 30 年代后，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。现在普遍认为，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，并把它转化为化学能；

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结合在一起，也就是化学能被葡萄糖分子所捕获。

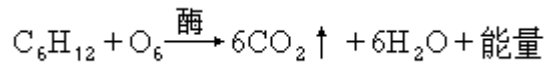
植物通过光合作用制造有机物的规模是非常巨大的。据粗略的估计，地球上的绿色植物每年约转化 2×10^{11} 吨碳素，如果以合成的碳水化合物计算，那么整个地球上每年转化的碳素相当于4~5千亿吨有机物质。因此人们常把绿色植物比喻为巨大的合成有机物的绿色工厂。绿色植物合成的有机物质，直接或间接地成为人类乃至整个动物界的食物，如粮、油、糖、牧草、饲料等；还为某些工业提供了原料，如棉、麻、橡胶、淀粉等。也就是说，今天人类所吃的食物和某些工业原料，都是直接或间接地通过光合作用获得的。

植物在进行光合作用的同时，把太阳能转变成了化学能，贮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，还为人类的活动和营养提供了能量。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^{22} 焦耳的能量，而1970年全世界的能量消耗约是 3×10^{20} 焦耳，仅仅是光合作用贮存能量的1/10！这真是一个巨大的数字！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——煤炭、石油、天然气等，归根结底，都是由亿万年前植物通过光合作用形成的。

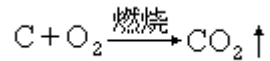
煤是地质史上的陆生植物在沼泽中大量沉积而成的。在中生代和新生代，气候温暖湿润，植物生长茂盛，这些植物不断地生长和死亡，遗体堆积起来，使水面变浅，慢慢变成了沼泽。植物的枯枝在浅水和沼泽中腐烂分解，转变成泥炭；在地壳逐渐下沉时，泥炭被泥砂覆盖。随着泥砂的沉积，压力逐渐变大，泥炭逐渐失去水分，再加上缺氧，腐烂作用减弱直到终止，形成了最低级的煤——褐煤；随着温度、压力的继续作用，褐煤的物理、化学性质都发生变化，腐殖质消失，褐煤变硬，最后形成无烟煤。

至于石油和天然气，一般公认的是“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，生物种类繁多，数量巨大，据统计，总重量超过100万亿吨。特别是低等微生物，繁殖速度惊人。例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。这些微生物和浮游生物死亡后的尸体在较平静的海湾、湖泊等水域和泥砂一起沉积到水底后，因为与空气隔绝，不被氧化而保存在淤泥中，这样年复一年，沉积物越来越多，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，即石油和天然气。

在自然界中，与光合作用合成有机物的过程正好相反的是呼吸作用。微生物、植物、动物都必须经过呼吸作用，才能分解体内的有机物，在消耗氧气的同时，获得能量。



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 。



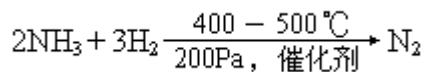
据统计，全世界生物呼吸和燃烧消耗的氧气量平均为 10000 吨 / 秒，以这样的速度计算，大气中的氧气在 3000 年左右就会用完。但是绿色植物广泛地分布在地球上，在进行光合作用时吸收二氧化碳，释放氧气，使得大气中氧气和二氧化碳含量比较稳定。光合作用每年释放的氧气大约有 5.35×10^{11} 吨，大气中一部分氧会转化成臭氧（ O_3 ），在大气上层形成一个屏障，滤去太阳光线中对生物有强烈破坏作用的紫外光，使生物可在陆地上生存。从清除空气过多的 CO_2 和补充消耗掉的 O_2 的角度来看，绿色植物还是一个大型的自动空气净化器。但近年来由于森林的大面积破坏、人类的工业化生产大量地燃烧碳化物和其它原因，本世纪内大气中二氧化碳的浓度逐渐增大，1900 年约为 300ppm，1970 年为 320ppm，预计 2000 年将达到 375 ~ 400ppm，这种增长带来了“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

植物、动物、人等生物有机体，都是由许许多多细胞构成的，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。归根到底，没有氮就没有蛋白质，也就没有生命。

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！可惜动、植物都不能直接靠从空气中吸收氮来生活，例如，动物为了维持生存，必须捕食其它弱小的动物或用植物来充饥；而植物则完全依靠吸取土壤里的营养物质来生长、繁殖。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。因为空气中的氮是一种非常“懒惰”的气体，它不容易与别的元素结合，而高等植物只能利用固定状态的氮化物，如硝酸盐（ NO_3^- ）和铵盐（ NH_4^+ ），最常见的有硫酸铵（ $(NH_4)_2SO_4$ ）、硝酸铵 NH_4NO_3 、碳酸氢铵 NH_4HCO_3 、尿素 $CO(NH_2)_2$ 等化学肥料。必须在一定的条件下，分子氮才能与其它物质进行化学反应，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约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，约有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，称为生物固氮。生物固氮的规模非常宏大，它对农业生产和自然界的氮素平衡，都具有十分重大的意义。

生物固氮的主力部队都在地球表面的土壤中，所以有些人就称它为“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。与工业上合成氮比较起来，这些固氮微生物只需在常温、常压下，就能吸收空气中的氮，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，形成根瘤，所以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，据估计，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（ $(NH_4)_2SO_4$ ），而且根瘤菌所固定的氮化物不仅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，因此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由于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，欧洲才第一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研究和探索，逐渐揭开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，被称为铁蛋白；另一种蛋白质含有铁和钼，叫做钼铁蛋白，这两种蛋白同时存在时，就能行使固氮酶的作用了。固氮作用的最终产物就是氨。

但是固氮微生物只能在旱地中活动，对于通气不良的水田，其作用就显得微弱。正好，有一种低等植物——蓝藻，弥补了这一不足。

蓝藻是一种分布广、繁殖力强、具有固氮能力的水生植物。如果把蓝藻放在稻田里大量繁殖，通过它们的固氮作用，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。蓝藻的生活力很强，条件合适时，即使不播种，它也能在水田里自然繁殖，成为理想的“万年肥”。

概括起来，大气中的氮可以经过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及其他固氮细菌固定大气中的氮，使氮素进入生物界； 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：当火山喷发时喷射出的岩浆，可以固定大气中部分的氮； 大气固氮：雷雨天气的闪电，通过电离作用，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，经过硝化细菌的硝化作用，形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，作为自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，也可再被分解成氨、二氧化碳和水。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作用下，分解成游离氮，进入大气，完成氮的循环。

上帝不敢贪功

环顾广阔的自然界，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，察觉到生命的活动。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，生命的形式却是多种多样的、形形色色，各个物种之间是千差万别，就是同一物种的不同个体之间也绝不雷同，这便是生命现象的多样性、复杂性。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，却是最简单、最原始的。地球上各种生物，都是由那种最简单，最原始的生命类型逐渐演变而来，因而地球便是由无数的“远亲近戚”，由相互之间具有不可割裂的亲缘关系的物种构成的一个超级大家庭，是在漫长的生命历史中逐渐进化与分化形成的。那么，地球上最初的生命又从何而来？是从天而降？还是从最简单的非生命物质中逐渐孕育而后诞生的？

在基督教的教义《旧约全书·创世纪》中说道：生命是上帝创造的。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，光称为昼，暗称为夜，天地便有了昼夜之分；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，称为海，旱地就从水中露了出来，称为地，上帝又让地发生了青草和结种子的蔬菜，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、日子、年岁，并要发光在天空，普照在地上，于是上帝造了日月，分管昼夜，又造众星，摆列在天空中，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，又造出了各种飞鸟；第六天，上帝在地上造出活物来，牲畜、昆虫、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，以及地上所爬的一切昆虫；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、万物乃至一切生命，包括我们人类，真的是由万能的上帝在短短的一周里造就的吗？其实，伟大的达尔文在他的《物种起源》一书里所阐述的以生存竞争、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观点：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，直接的论据便是腐肉生蛆。汗水生虱等。后来，微生物学所发现的我们“视而不见”的众多生命的存在，指出这些都是看不见的微生物的活动引起的，如果有机液体未受微生物的污染，就不会白白地生出任何生命来。

那么，生命，最原始最简单的生命究竟是从何而来的呢？在近代科学发展史上，综合了天文学、地球化学、地质学、宇宙考察等各方面的材料，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”

便是尤为杰出的代表。这个理论指出：生命的起源必然是通过化学的途径实现的，生命起源的化学进化过程经历了约十几亿年的时间，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（如 NH_3 、 H_2O 、 H_2S 、 H_2 、 HCN 、 CH_4 等）

由于地球引力而逐渐增大密度，在自然界中的宇宙射线，紫外线，闪电等的作用下，就可能自然合成出氨基酸，核苷酸，单糖等一系列比较简单的小分子物质，通过雨水的作用，流经湖泊与河流，最终汇集到原始海洋中，从而完成了化学进化的第一步，也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论证：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有机物，从而在一定程度上给予了化学进化过程以极大的支持。

2. 由有机小分子物质形成有机高分子物质。氨基酸、核苷酸的出现为有机高分子物质的产生奠定了基础。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，生成蛋白质、核酸长链，从而准备了生命体必不可少的基本成分。这些有机高分子的出现，标志着化学进化过程的一次重大飞跃。

3. 由有机高分子物质组成多分子体系。在这一阶段，由于蛋白质、核酸等有机高分子在原始海洋中的不断累积，浓度不断升高；而水分的蒸发和粘土的吸附作用等过程又使它们逐渐浓缩而分离出来。它们相互作用，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，构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，显示出某些生命现象，因而是原始生命的萌芽。

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、最具有决定意义的过程。有些多分子体系经过长期的、复杂的演变，特别是由于蛋白质和核酸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，尤其是新陈代谢作用，更是原始生命诞生的重要标志。

由此可见，最初的原始生命，是在极其漫长的时间里，由非生命的无机分子物质经过极其复杂的化学过程，逐步演变而成的。原始生命形成以后，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，从简单的生命到复杂的生命，最终形成了今天的丰富多采的生命世界。这个化学进化与生物进化过程，是受自然规律支配进行的，上帝实在不敢贪得半分功劳。

生命的乐趣

生命，是一个由萌芽到初生、由成长而成熟、由衰老而消亡的过程。它似一首乐曲，起音空灵，继以活泼欢畅，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，正如乐曲一样，高潮蜂涌时固然令人神情激荡，就是那沉沉的尾音，也同样令人心旷神怡。因而，生命之花能盛开不败，生命之水能欢畅长流，这是每一个生命体的企望，生命的价值与乐趣，也就在欢畅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独艳群芳，也不能似寒梅那样傲立风雪，哪怕只是最平凡最不起眼的一棵，当它的生命尚在孕育之中时，它也有它的生命的企盼：能够茁壮成长，给世界增添一丝绿意；能够花蕾怒放，给周围增加几许色彩，多上那么些淡淡的暖意；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……虽然只是平凡的一生，它也希望能有实现这一切，那么，生命的乐趣与价值都有了，它也不枉了这一趟生命的旅程。

一只平凡的小动物，即使没有山中之王的雄威，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，也一样企盼着生命旋律的欢快奔流。树林中、水底下奇妙的世界，它们总是看不够；在空中、在水里，它们总还嫌飞得不够高远、游得不够酣畅……生命的种种乐趣，它们希望着能有机会尽情品尝，以慰生命之旅中的无尽艰辛与凶险。

我们人类自己呢？伟大的人们，总是期望着能有充足的生命日程来实现他们永无止境的梦想，体现他们人生的价值，并体验生命的乐趣。生活的艰辛，是对他们的意志与毅力的磨炼，从硝烟中突围而出的他们，将更加坚韧与刚强；事业的挑战，他们笑颜相迎，一次次失败与挫折中孕育了最终的成功，他们纵情放歌，因为他们的生命的意义已经展现于世人面前，生命的乐趣，也在体验失败与成功的同时，得到了最为刻骨铭心的品尝。就算是一个平凡的小市民，或者是一个一辈子在狭小的天地中脸朝黄土背朝天的农民，他们也有着他们对生命的意义与乐趣的理解和体验。做好本分的工作，在地里收获更多的农产品，生活的富足与安定，娇妻幼子的舒心的笑颜，以及以后子女的顺利成长与成家立业，这虽然太过平凡，但确也是他们生命的全部重要意义所在。虽然没有什么惊人的思想，没有骄人的业绩可以留传青史，但如果命运之神能给他们充足的时间与机会，他们的生命之花，便在这平凡之中绽放开来。

然而，生命之水欢畅奔流，生命之花常开不败，这仅仅只是我们每一个生命体对生命的企盼。在欢快奔放的生命旋律之中，总是免不了几个刺耳的杂音，给流畅加上不和谐的阻滞，有些情况下甚至弦断曲终，生命之花早早

枯萎。为什么？难道是天意不满于这生命之旅的完美，故意加诸生命以身体和精神的折磨？不是！这是人类的天敌——疾病在作恶。它们肆无忌惮地破坏生命的欢快，抹杀生命的乐趣，甚至扼杀生命。让生命存在的价值与意义消失于尚未露出一线希望之时，或者让执著于生命的意义的我们，半途撒手，空自遗恨人寰……

大自然的笔误

伟大的自然力，在我们人类的生活环境中塑造了多姿多彩的大自然，从古至今，我们人类的文明史，便是一部认识自然，利用自然，改造及征服自然的通史。大自然给了我们赖以生存的无数的东西：土地、粮食、衣物、水、空气等等，使我们的生命得以生存和发展，使我们得以品尝生命的苦与乐，得以在生命之旅中追寻生命意义的足迹。不过，我们也在大自然中发现了时时威胁着我们的身体健康，威胁着我们生命的存在的许多东西，毒品，以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。

说到毒品，我们不能不想到鸦片；说到鸦片，我们不能不想到中国近代史上那场犹自震动华夏儿女心魂的战争。英国政府和不法商人为了牟取暴利，满足他们的穷奢极欲的挥霍，大量偷运鸦片进入中国。上亿俩的白银大量外流，人民的血汗财富付之东流，而上了鸦片瘾的国人，成了精神萎靡、骨瘦如材的大烟鬼，这更是对中华民族精神上的摧残。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，使大清帝国逐渐沦为半殖民地半封建社会，我们的民族也开始了一百多年的反压迫与抗争的近代史。鸦片战争的罪魁是丧失人伦的侵略者，但助纣为虐的鸦片，也是十恶不赦。

鸦片也叫大烟，是从罂粟科植物罂粟中提取到的。这种原产于小亚细亚，有着美丽而鲜艳的花朵的植物，果实分泌出来的浆汁经加工可制成黑色膏状物，这就是鸦片。本来，鸦片可以治疗腹泻，还可用来止痛，但吸食鸦片可以引起愉快的梦幻般的感觉，虽可以使体内的疼痛消失，却也容易产生依赖性而上瘾。瘾君子们身体的健康状况将大受影响。一旦没有鸦片可供吸入，就会又流鼻涕又淌泪，瞳孔散大，全身出现鸡皮疙瘩，背部和腿部剧痛，双脚抽动，甚至会在床上缩成一团，长期如此则更是痛苦不堪。于是意志薄弱者便丧失天良，不顾道德与责任，甚至卖儿卖妻也想再入“天堂”，因而鸦片严重危害生命与社会。

除了鸦片外，还有可卡因、大麻等也是较为流行的毒品。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，但也极易上瘾，瘾君子为了纵乐而长期大量用药，会身心两损，体重锐减，皮肤剧疼，还容易引起各种感染，因而滥用可卡因也是一个严重的社会问题。大麻则是植物大麻的叶子和花中提取的树

脂样物质，主要成分是四氢大麻酚。大量服用大麻，可以使人的意识与知觉发生变化，引起幻觉，大脑中原有的各种客观现实的印象以及一些想象、欲望，在大脑中杂乱纷呈，造成大脑功能紊乱、神经系统失调，甚至类似于精神病的发作，社会责任心与上进心也就极易丧失，对身心危害极大。

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，只是容易上瘾这么一道笔误，使生命体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，毒品们改恶从善的希望与日俱增，这无疑对生命的安全不啻一道天大的福音。

冷面杀手

在生命体的日常生活活动中，各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，仿佛持有特定的“身份证”似的，各自在体内可以互相识别，并不会引起某些危害性的生理反应过程，不过，在我们生活的环境中，有着许许多多的化学物质，它们不是我们身体所特有的，因而是外源性物质，这些外源性物质如果进入体内，有的并不会对身体起多大的危害作用便已经被排出体外，不过，更多的化学物质进入体内时，却往往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”，能够使身体中毒的物质，我们称之为“毒物”。这些有毒物质对人体的危害性一般都比较剧烈，对生命体来说堪称“无情”的冷面杀手。

这些形形色色的冷面杀手，为害人间已经有相当长的历史了。在古代，“毒若蛇蝎”这句话用来形容人心的狠毒，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）有了相当的认识。古代的人们，还在品尝异常鲜美的山中香蘑菇的同时，也尝到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，人类更加全面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。无机的氰化物，重金属盐、硫化物、磷化物、一氧化碳等，还有众多的有机化学物质（包括大量有机合成药物）。它们有的能引起细胞的损伤及死亡，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诱发肿瘤病。

2. 生物来源有毒物质。这些有毒物质来自于各种异体生物，特别是细菌等微生物，它们能引起细菌性食物中毒、中毒性痢疾、败血病等疾病，同时大多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。肝以及其它一些器官和组织，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。主要的是把它们转化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导致了生物体的中毒。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。在一般情况下，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减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破坏，冷面杀手也就开始在体内肆意为恶，诱发各种疾病反应，甚至导致生命体的迅速死亡。

在过去的三四十年中，通过科学家们的不懈努力，很多有机化合物的中毒机制、解毒机制逐渐为人所知，对各种有毒物质毒性的衡量标准也已经确立，人们在毒物面前的自我防护方法也已经广泛推广，这些对抵御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，科学的了解对手是必不可少的。为此，人类正在迈出积极的步伐。

肆虐的病毒

你患过流行性感冒吗？我猜，每个人的回答都是肯定的。对于流感造成的鼻塞、流涕、淌眼泪、寒颤不适、甚至头痛发热，每个人都深有体会。因为我们都不止一次地患过流感。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，高峰在冬季，通常每隔3~5年大流行一次。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，致使疾病迅速传播。这次大流行中，全世界的患者约有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，流感先在香港暴发，然后迅速蔓延到全世界，仅在美国就有近3000万人患病，近20000人死亡。

流感一再暴发，使我们不仅产生了疑问，为什么患过天花或只要种过牛痘以后就能终身免疫，而流感却一患再患呢？难道引起流感的病原体与天花、牛痘这类病原体不一样吗？

是的，流感病原体确实与众不同。虽然天花、牛痘、流感的病原体都是病毒，但流感病毒的遗传物质——核酸，不是通常的双股DNA，而是单股的RNA，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。由

于流感病毒有分节段的基因组，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。每一次基因重组或突变都会导致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，病毒至少含有 20 种以上不同的抗原，流感病毒多次感染人体，就是因为发生了抗原漂移。它每次都以新的面貌出现，而体内上次感染产生的抗体无法发挥作用，使人又一次患病。有人也尝试过用注射流感疫苗的方法来预防，但效果实在不能令人满意，它只能提供短暂性保护，因为流行的流感病毒抗原不断地发生变化。有人认为，如果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，能代表所有已知的流感抗原，但是抗原漂移是无法预见的，因而流感控制的前景实际上是没有把握的。对于预防流感，人类在很大程度上依旧是听天由命。看来，一个健康的免疫系统也不能无限地保护机体。

如果免疫系统本身出了故障，有机体会陷入怎样的境地呢？这似乎是不可思议的事情。但近年来流行的一种新的疾病——后天获得性免疫缺乏综合症，使人类有机会目睹了这一无法想象的事件。

也许你没有听说过“后天获得性免疫缺乏综合症”这个名称，但你一定知道“艾滋病（AIDS）”吧。它们指的是同一种疾病。这种病的最早报道见于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远远超过了癌症。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引起的，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，使体细胞不再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需要的蛋白质。只要细胞活着，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，然后也一分为二，病毒的遗传物质也发生同样的变化，并一起进入新的细胞。因此，不仅首先受感染的细胞是具有传染性的，而且他们的后代细胞也是有传染性的。推而广之，受感染的动物和人也总是有传染性的。

现在已经清楚，艾滋病是由非洲的绿色长尾猴传染给人类的。这种猴体重 10 千克左右，居住在中非、东非和西非的森林和大草原中。在调查中发现，被捕获的健康野生猴 42% 在血液中带有抗猴艾滋病病毒的抗体，但却没有找到一只生病的绿色长尾猴。这种猴作为艾滋病病毒的寄主，尽管受到感染，仍能保持完全健康。一旦病原体传给人类时，则提高了病毒的危险性。对猴没有危险的病毒，有可能在人类猎取、肢解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工作的途径，以及艾滋病病毒侵入人体后免疫系统损伤的情况，我们可见本文的插图和说明，那是足以使你“不寒而 ”的。

人类生活在一个充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，其最后的结局只有灭亡。最早报道的 5 位患艾滋病的年轻美国人，年龄都只在 29 ~ 36 岁之间，发病前都很健康，却都因微不足道的卡氏肺囊虫、巨细胞病毒、霉菌的感染，不久都相继去世了。艾滋病患者几乎没有一个活过三年以上，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。一旦我们战胜了，就像在很多年前发现了抗菌素一样，人类在生存斗争中无疑又前进了一大步。

攻克癌症

与以往相比，人类的寿命已经大大延长了。在古代麻疯、天花曾是可怕的疾病；中世纪的欧洲流行过“黑死病”，至今人们还记忆犹新。19 世纪，随着抗生素的发现，许多传染病被得到了有效的防治。而癌症，依然使人们胆战心惊，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，癌症并不是现在才出现的疾病。古病理学家曾经在恐龙骨骼上发现过癌损害的残迹；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，许多肿瘤（如胃癌、子宫癌等）都有了记载，古希腊医生希波克拉底还用了“癌”这个词，来指那些扩散和危害生命的肿瘤。这些都说明：地球上癌症的存在已经有悠久的历史了。

癌症是一类疾病的总称，各种各样的癌不下于 100 种。它们有一个共同的特点就是：细胞的生长不受控制和调节。

在正常机体内，每种细胞都按一定的速度和各自的方式生长，像成熟的脑细胞很少分裂，甚至根本不分裂；而有些细胞，例如红细胞却经常在分裂。

机体内很多细胞通常处在“休息”状态，只有必要时才分裂和繁殖。例如，当我们的皮肤不小心被割破时，伤口处的细胞便开始分裂繁殖，形成修复组织；当伤口愈合后，细胞也就停止生长，再次进入“休息”状态。当机体重新发生需要新细胞的信号时，它们又能分裂出大量的细胞。

但是癌细胞不同，癌细胞对身体环境中的控制信号，不能正确地作出反应，而是任性地分裂繁殖，毫无节制地快速生长。越是恶性的肿瘤，生长得越快。癌细胞越长越多，形成肿块，压迫四周的组织，妨碍组织的血液供应，并且侵入到周围的组织内，破坏正常组织的结构和功能。

有时，癌细胞还会离开自己的原发部位，随血液和淋巴液到处游荡，在

别处落脚，并长成继发性的肿瘤，这个过程称为转移。当癌生长到一定程度时，都可能发生转移。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手术或X射线治疗完全消除后，这种继发性肿瘤还在生长，并可再次转移，最后夺走患者的生命。

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逐渐有了了解。

遗传理论认为：肿瘤的发生，是由于细胞所含的遗传信息发生了变化，如遗传信息的增加、减少或其他改变等。证据是：一些引起癌症的致癌病毒可将自己的遗传信息（DNA片断）插入到人类细胞的DNA链上，使遗传信息增加；而化学物质的渗入以及幅射都会使DNA链上的遗传信息发生改变。无论是致癌病毒的感染，还是接触某些特定的化学物质或辐射，都使癌症的发生率增加。

另外，长期以来，人们对癌细胞的基因作了大量研究后发现，将癌细胞的某个基因激活后转导到正常细胞内，可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不发挥其作用，所以不致癌；当癌基因被各种致癌因素激活以后，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，至今已发现有六十多种。它们与细胞和器官的发育增殖都有关，并能促进胚胎期细胞和器官的发育、增殖。因此，癌基因是刺激细胞生长的基因。

近半年还发现，正常细胞内还存在着另一类基因——抑癌基因，这种基因具有抗癌作用。一旦抑癌基因由于遗传或环境因素而丢失或失活时，抗癌作用会消失或减弱，人体就容易患癌症。已发现抑癌基因有10多种，其作用是抑制细胞的生长和繁殖。

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

（1）手术疗法。手术切除局部的肿瘤，使早期的癌症极有希望被根治。

（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、中子束等对处于增殖期的癌细胞有显著的杀伤作用，而对正常细胞的杀伤作用相对较弱；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。用化学药物氨甲喋吟、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。它们或干扰某些癌细胞的正常代谢，或通过渗入癌细胞而破坏癌细胞，对于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，注入到患者体内，这些细胞因子可杀死肿瘤细胞，提高患者对自己体内癌症的抵抗力。

这四种疗法的用途，可以用一个简单的比喻来比较说明：如果在一块牧草（正常细胞）地里长出了一棵杂草（局部肿瘤），可以把它拔掉（手术疗

法)或摧毁掉(放射疗法);如果野草在牧草里蔓延开了(转移性癌症),这时如果把它拔掉或摧毁掉会破坏整个草地,可选择在草地上喷洒除草剂(化学疗法),有选择地杀死野草,而不伤害牧草;如果草地中零星地散布着野草,则可施加化肥(免疫疗法),促进牧草的生长,使牧草长得比野草更快,将野草闷死。

在治疗癌症时,还常常运用综合疗法,而不是单独地用上述的四种方法。针对某一种特定的癌症或特定的病人,医生们精心地制订出治疗方案,使各种方法之间互相取长补短,更有效地治疗癌症。

例如手术和放射疗法并用,放射疗法可以破坏手术后还可能留在淋巴结和周围组织的少量癌细胞,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,减少肿瘤转移的机会;放射疗法与化学疗法、免疫疗法结合,可有效地治疗那些已经转移的或是复发率较高的癌症患者。

癌症的早期诊断和治疗是20世纪人类面临的一个医学难题。许多人对这一难题作了长期深入的研究,进行了许多尝试,也取得了令人欣慰的效果。但是,我们至今与彻底解决这一难题仍有很大距离。无数生命科学家、医学家们仍在继续努力,以求攻克这一难关,像以往战胜种种疾病那样,再次为人类的健康带来福音。

不懈的斗争

生命是宝贵的,身体健康更是每一个生命体的一笔巨大的无可代替的财富。我们并不惧怕死亡,但是,如果当我们还是含苞待放的花蕾时,死亡的阴影就已经开始笼罩着我们,我们的生命的乐趣尚未品尝,大有希望的事业尚未开创,生命的意义尚未明了,生命的价值还没有体现,就离开这美好的世界,我们的确心有不甘。不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,他们也期望着能有更多的时间去发挥余热,期望着看到这个他们倾注了毕生的心血的世界的美好明天,他们也期望着生命之花能常开不败。

为了这个美好的愿望,人类在他们的历史刚开始起步之始,就同人类的天敌——各种疾病进行了坚贞不屈的长期的斗争。一部人类文明的历史,同时也成了一部可歌可泣的与众多病魔勇作无畏抗争的英雄史。

远古时代,人类对病魔的侵袭近乎于一种听天由命、无可奈何的状态。不过,随着病魔一次次地肆虐人间,一次次劫难后的幸存者,便对各种病魔有了或多或少的认识,对于可以用来抵御病魔为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修正和创新。几千年人类与各类病魔的抗争中,人们积累了相当丰富的医学、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,像以望闻问切为主的诊断手段,以多种天然药物活性的植物、动物及矿

物为主体的中草药，以及针灸、药膳、中医经络理论系统等，这些都是中华传统医学的文化瑰宝，在现代生活中也越来越显出它们的活力。随着现代医学及生物、化学的迅速发展，生物活性天然产物、药物构效关系以及其它以基因工程为主的科学知识为人类的生命健康打开了广阔的新天地，更有现代电子信息科技的帮助，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添了新的希望。相信随着人类对疾病的认识的增加，我们将会有更强有力的手段来与病魔相抗争，并取得最终的胜利。

抗原的天敌

天花，曾经是一个有人类历史以来就存在的可怕疾病。天花死亡率极高，即使一些病人幸免于死，他们的脸上也会永远留下疤痕，还有许多人甚至丧失听觉、双目失明或者染上结核病。任何国家，任何民族都无法逃脱天花的侵袭。

公元前 1000 年保存下来的古埃及本乃伊尸体上就有类似天花的疤痕。相传曾经不可一世的古罗马帝国就是因为天花肆虐而衰亡了。公元 846 年，在入侵巴黎的诺曼人中间突然流行起天花，诺曼人的首领惊慌失措，那些久经沙场毫无畏惧的士兵也毛骨悚然。因为每 4 名天花患者中就会有 1 人死亡，另外 3 人也会留下丑陋的疤痕。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病人和看护。现在看来，这方法太残酷了。可在当时，这也许是阻止天花病流行的唯一办法了。18 世纪，欧洲天花蔓延，死亡人数达到 1 亿 5 千万人以上。

而中国早在 16 世纪明朝隆庆年间，就已经开始用种痘术来预防天花了。人们采用较轻的天花病人的痘痂，用棉花浸蘸以后塞入鼻孔，这样就能预防感染上严重的天花了。这种方法在预防天花上取得了很好的效果。

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

18 世纪，英国医生琴纳发明了接种牛痘预防天花的方法。原来天花不仅危害人类，也同样袭击牛群，几乎所有的奶牛都出过天花。但天花在牛身上的发作比较平和，没有什么危险，当挤奶人接触到天花病牛身上的脓浆时，就会感染上牛痘，手指尖上长出小脓疱，并且感到不舒服，但是不久就好了，也不会留下任何不良的后果。而此后人体内也就产生了抵抗天花的防护力量。看来，人只要得过天花，不论是严重，还是反应很轻微的牛痘，都可以预防天花的发生。

我们在日常生活中，难免会与各种病菌接触。病菌通过口、鼻或皮肤的伤口，侵入到我们的身体内部，于是引起了疾病。有的时候，当我们生过某一种病之后，许多年甚至一辈子都不会再生这种病了。是不是生过了某一种病以后，病菌就再也不能侵入我们的身体了呢？不是的，仍还是会沾染上病菌，并且通过各种可能的途径侵入体内，只是并没有得病，我们毫无所知罢了。这是身体内的蛋白质在起作用。当一些病菌侵入我们身体内部的时候，就会刺激人体，在这种情况下便会迅速形成一种特别的蛋白质——抗体（刺激机体产生抗体的病菌就称为抗原）。

抗体的形状很像病菌的模子，病菌和抗体常能一一嵌合，嵌合后病菌就失去了活性，身体也就可以康复，而这种特别的蛋白质——抗体，就长期地留在血液里。过了几个月、几年，有的甚至几十年，如果再有同样的病菌侵入人体，这些抗体就会一马当先去迎战病菌，病菌一旦与抗体嵌合，就不再

对人体产生危害。这样，我们便不会因又一次被这种病菌感染而患病了。

不过，各种传染病的病菌所刺激产生的抗体，在血液里存在的时间并不一致，有几个月的，有几年的，也有伴随人终身的。因此，我们患病后，有的数个月，有的几年，有的甚至一辈子都不会再患这种病了。

一般情况下，儿童比成人更易得病，人们常认为那是因为儿童的抵抗能力低。而实际上是因为儿童感染过的病菌种类少，体内形成的抗体种类相应地也少，抵抗不了各种新的病菌的侵袭；而成年人则“身经百战”，体内已准备了许许多多抗体，兵来将挡，水来土掩，足以抵抗入侵的多种病菌。对于一些传染病，人们只要患过一次而侥幸活下来，就可以产生抗体，而获得抵抗这些病菌再次侵入的能力——免疫力。

受琴纳发现牛痘的启发，使人们开始寻找和制备既能刺激人体产生抗体，又不危害人体健康的无毒性或毒性较小的病菌（这类病菌称为疫苗）。如伤寒菌疫苗、霍乱菌疫苗、脊髓灰质炎疫苗、卡介苗等。这类疫苗进入人体后，除了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，为人的健康立下汗马功劳。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。对于细胞的深入研究发现：抗原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脂类和多糖结合而成的脂多糖，动物细胞的细胞外被通常是粘多糖（糖脂和糖蛋白）。

由于每种生物的细胞外都带有特定种类、特定结构的脂多糖或粘多糖，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

青霉素是大家都熟悉的一种药物，在药房都能买到各种青霉素的药膏、药片、针剂等。这是再平常不过的一种药物了。可是在 50 多年前青霉素还没有问世的时候，有的灾难还未被解除。青霉素的作用还远远不止于此，它作为消炎剂可治疗许多疾病，特别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，直到用它服务于人类，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，他一直在苦苦追索着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，天天不停地忙碌着。

1928 年秋开始，弗来明的研究工作转向了葡萄球菌。这是一种圆形小点样的细菌，常常聚集成串，就像串串葡萄一样，因此被称为葡萄球菌。这种病菌是人类许多疾病的祸首。

弗来明将各种养料配制成培养基，置于培养皿中，然后将葡萄球菌接种在培养基上，调节至适宜的温度保温培养。每天早晨，他都耐心地打开一个个培养皿，沾上一点细菌菌落涂在玻璃片上，小心地染上颜色，在显微镜下观察并作好记录。日复一日，弗来明在重复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，碰巧会有在空气中飘浮的另一种细菌或生活力很强的霉菌会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，妨碍了正常实验的进行。这种情形几乎在每一个细菌实验室里都曾经发生过，一般不是将它挑开就是连同整个培养基倒掉了事。但是，对新事物敏感的弗来明，却没有轻易地放过这现象。

1928 年的秋天来到了。一天早晨，弗来明像往常一样，从许多个培养皿中，逐个地取出培养皿挑取葡萄球菌进行观察。这时，弗来明的目光停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仔细地观察着，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都消失了，留下了一圈空白的区域。弗来明不愧是一个很有素养的微生物学家。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。而现在看到的绿色霉菌，具有比溶菌酶强得多的杀菌能力，这深深地吸引了他。他立刻着手培养这种霉菌，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，葡萄球菌就“全军覆没”了。弗来明还将培养液稀释，直到稀释 800 倍，还具有良好的杀菌作用。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。

古代人们就知道一些发霉的东西能消炎解毒。我国在 2000 多年以前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，人们进一步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，发现青霉素对引起许多严重疾病的葡萄球菌、链球菌、肺炎

球菌确有效果。但由于缺乏化学知识，弗来明无法将液体培养基中的青霉素提取出来，从而走到了山穷水尽的地步。他自己也清楚地认识到：只要纯品青霉素不能从青霉菌培养液中提取出来，它就无法在实际中应用。青霉素的发现永远只能停留在基础研究阶段。但他实在舍不得丢弃这株青霉菌，于是就耐心地把它在培养基上定期传代，这工作一干就是 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。磺胺类药物在治疗创伤感染和传染病方面渐渐显出了不足。牛津大学病理学院的弗洛里教授，这位同样也是在寻找抗菌物质的科学家，在查阅抗菌物质的文献时发现了弗来明 10 年前发表的关于青霉素的良好抗菌作用。于是他联合了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。他们的工作受到了美国洛克菲勒基金会的资助。

经过一年多的努力，他们终于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，在代谢过程中能与肽酶竞争结合，破坏粘肽的交叉结构，使细菌无法形成细胞壁。弗洛里和钱恩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强大的杀伤效力，经过多次反复的试验，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。

大自然的恩赐

当我们降生到人世间的时候，我们还只是一个无知的生命幼芽；降生世界所必然遭受的苦难，我们无从明白，不过面对完全陌生的环境中的一切，因为无知，我们多多少少地在潜意识里感觉到了一些来自外界的恐怖。小孩子们总是惧怕漆黑的夜晚，因为他们总是认为黑夜的阴影里有着许许多多张牙舞爪的恶魔，从而尤其希望父母的陪伴来驱散黑魔，这便是我们潜意识里对无知的环境中的“苦痛”的反应。随着生命的成长与壮大，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，我们生活的环境居然越来越有可爱之处：夜晚，也不再是黑魔的舞台而成了心灵休憩的港湾……

不过，驱散了无知环境的阴云，正当人类的生命之火在旺盛地燃烧的时候，人类与其它一切生命的天敌——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，完全毁灭了生命的存在。植物还只能默默地承受，动物牲畜们则只能以动物世界特有的哀嚎和种种痛苦的表情来向同类们传递生命的无奈。人类，作为有意识也有行动能力的最高级的生命存在，不甘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，人类的抗争手段几乎软弱得近于可怜，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想尽一切办法来抵御病魔。这时，人类赖以生存的大自然又一次帮助了它柔弱无助的孩子们。一些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，才得以逃脱劫难。于是，在欣喜若狂并虔诚地感谢上天之时，他们也将大自然恩赐的“圣药”一代代留传了下来。我国的中草药，便是在与各种病魔的殊死搏斗中，积累了几千年，才达到了现在的较为完善的诊断，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。

不过，在古代和近代，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，某一种动物、植物或矿物药品，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主要攻击作用还是辅助恢复作用，或者这种药治病时采取的是外敷还是水煎剂内服方式等等，这是从历代的积累中得到的药物经验；而药物对疾病者的作用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不少不确定的因素。好在由于天然药物与生病的生物体的某些天然相通性，虽然这没有得到深入的科学的解释，天然药物却仍能对疾病显示出奇妙的攻克或抑制

效用，毒副作用也极为轻微。

随着科学技术的进一步发展，人类对自然界事物的认识也从宏观现象与结果转而深入到微观结构与作用过程。由于对保证人类及人类的朋友们的身体健康的需要，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洗礼，而是主动地揭示药物与疾病因子的详细作用过程，从分子水平上展示了奇妙的生理变化。在这个过程中，化学、细胞生物学以及分子生物学显示了极为重要的意义。

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土的宁、奎宁、阿托品等多类天然生物活性物质，从而使天然药物的应用在质量上出现了新的飞跃，研究方法也日益完善化、系统化。天然药物研究的一般程序为：

1. 药用生物的确切及其有效成分的提取与分离。在这个过程中还需要进行活性筛选试验，从而确保提纯的纯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，确定其化学结构，并进行结构与功能的药物构效关系研究，争取阐明它与疾病生物体细胞的结合及作用机制。

3. 进行生物合成、化学半合成及化学全合成研究，鉴定合成产物与天然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局部结构改造或修饰，并对产物进行活性筛选，以力求找到更有疗效，来源更广、成本更低、结构更稳定更合理、毒副作用更低的新药。这是当前药物开发的重要课题，对生命的健康保证意义极为重大。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，显示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，还是对化学合成的药物，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，效果理想再药剂化并进行临床试验，再次过关的才能进入工业化生产。这对保证用药病人的生命安全是必要的。试想未经严格的动物试验，新药若直接用给病患者，一旦毒副作用失控，那责任极为重大。

我国传统中草药已经为世代代的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，相对于毒副作用的日益突出的西方合成药物，中药等天然药物的神奇功效更加突出。我国天然药物资源极为丰富，1982 年的全国中药资源调查显示，我国动植物药物资源共达 12727 种，其中确定的天然药物在《新华本草纲要》中收集了 6000 种，日常应用的就达 600 种之多。在老一辈科学家的辛勤探索中，在几类主要疾病的天然药物方面都取得了不少重大成果。抗癌药方面：在 60 年代中期从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，秋水仙碱、美登素、云芝多糖等抗癌和免疫活性物质的研究也已深入开展。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明显。另外防治寄生虫病，抗菌消炎等病症也有了相应的高效天然药物。我们有理由相信，我国丰富的天然药用生物资源加上几千年的传统中草药应用基础，以及科研人员们应用高新技术进行有效的研究工作，大自然恩赐给我们的天然活性物质必将为生命之花的盛开作出更大的贡献。

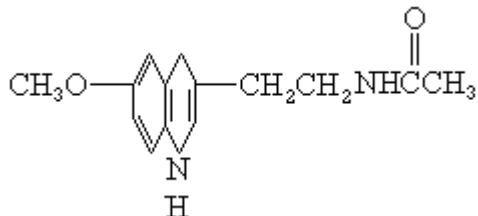
值得一提的是，天然活性物质的国际明星——紫杉醇，已经在治疗人类最危险的病魔——癌症方面，显示出了极大的潜力。经过全世界科学家们更进一步的努力。癌症会不会在大自然的恩赐与人类智慧的共同结晶面前全线溃散呢？

“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它部分都还很不完善。因而在好多方面都还不能去有意识地去调控我们对环境的生理及心理反应。不过，在白天灿烂在阳光下，我们总是情不自禁地想跑啊，跳啊、叫啊、嚷啊，只想动个不停，却很少有想瞌睡的念头；而到了漆黑幽静的夜里，我们却又不自觉地安静下来，往往一不留神便睡倒在妈妈的怀里。还有到了春天，我们总是在暖和的春风里心情舒畅，而深秋的落叶，也莫名其妙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什么小精灵躲在里面发号司令，指挥着我们对环境作出心理反应；只是我们并不知觉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指挥我们幼小躯体的小精灵，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，长着一个神秘的内分泌腺体——松果体。少儿时期，孩子们的松果体不断地分泌出一种极小量的化学物质——Melatonin。就是这种化学物质，在我们大脑尚不健全的时候，不仅自作主张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，告诉他们昼夜的变化和寒暑季节的交替，同时，还往往使小孩子们长得白白胖胖的，极惹人喜爱，因此，在中文里，Melatonin 又被称为褪黑激素。现在的研究成果表明，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重要的应用价值，涉及到生物钟节律调节。性腺功能的稳定、抗炎、镇痛、抗氧化及维持神经系统的正常活动等多个方面，肿瘤、精神病、老年痴呆、衰老、肝炎等疾病也可能与褪黑激素的调节失衡有关。

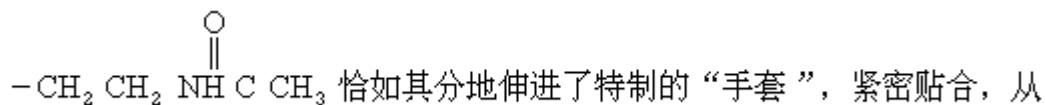
如此神奇的小精灵，却是一个结构相当简单的化学物质，不信吗？化学家们将它提纯后，采用现代有机波谱法等先进的结构分析手段，已经将它的结构完全展示于世人的面前。用化学结构式表示为：



它的名称是 N-乙酰基-5-甲氧基吲哚乙胺，左边的主要部分是一个甲氧基吲哚环，右上方小的部分则是 N-乙酰乙胺。其实，进入人体细胞内的微观世界，我们会发现“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作用的地方，蛋白质与其它分子装配在一起，形成了一个奇特的“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；口的形状很奇特，又很小，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立即发生了作用：吲哚环上连着的“手”——




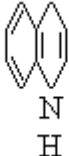
恰如其分地伸进了特制的“手套”，紧密贴合，从而启动了作用开关，发动了一连串的生理作用过程；而这时，吲哚环只能被拒于门外起辅助的作用。这便是科学家们揭示的生理作用机理，这当中，


身体内的蛋白质与其它分子构成的“手套”被称为“受体分子”，而药物分子的关键部分官能团： $-\text{CH}_2\text{CH}_2\overset{\text{O}}{\parallel}\text{NHCCH}_3$ 则成了开启生理大门的神奇之“手”。也正是有了这部分关键的结构，药物分子才可能与受体分子发生“手”与“手套”的作用，药物也才有了这种独特的效果。

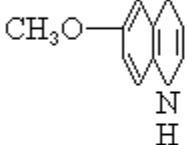
这便是药物化学中官能团与受体分子的结合作用过程：特定的“手”与“手套”的贴合过程；这当中显示的，便是药物的结构与功效的关系。“手套”是定作好的，药物分子只有具备一只特殊形状与尺寸的“手”才可能与它结合而产生生理作用；“手”大了或形状不符，结构错了，便不会具有这种特殊的生理功效。

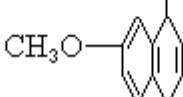
在这里，我们还只看了起决定作用的关键结构— $\text{CH}_2\text{CH}_2\overset{\text{O}}{\parallel}\text{NHCCH}_3$ 部分。吲哚环不是决定性的，但它的辅助作用却也不能忽视。它使整个分子形成了相对稳定的一个整体，可以在人体内的运输等过程中保持整个分子的形状与结构，“手”也正是长在了吲哚环这个“人”身上才具有了“手”的功能。因而，它们所形成的整体结构与它独特的功效并不能“完全”分离，科学家们对这个药物的研究，也没有忽略这个“人”的整体。想象力在这里又一次给化学家们提供了广阔的天地：“手”的结构定了，要是长在另一个相似的“人”身上，还会有这种生理功能吗？

替换吲哚环，对药物进行结构改造！化学家们在实验室里又忙碌了起来。

萘环  与吲哚环  是相近的结构，萘环却比吲哚环更具有化学稳定性，从这一点出发，化学家们给褪黑激素的身体进行了骨架重组手术：

躯体骨架变成了萘环，甲氧基则装在相似的部位，那么 CH_3O — 就与

 形同兄弟了；再装上那只奇特的手— $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCOCH}_3$ ，

药理学家们把新的“人”  $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCOCH}_3$ 送进了细胞。

“手”顺利进入“手套”！“手”与“手套”像原来那样紧密贴合！“手”成功开启生理按钮！成功了！科学家们喜又不禁，但也没忘记对新“人”与旧“人”作更为完整的比较；效果极为接近；副作用几乎相同，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，人体细胞自己设计的褪黑激素不得不眼睁睁地看着被新一代人工合成的“假药”以假乱真了；也难怪，人家又稳定，又价廉，公平竞争之下当然胜券在握了。

其实，这只是人类在与病魔的斗争中以假乱真的一个很普通的例子。在人与病魔的殊死搏斗中，为了保护生命免遭病魔蹂躏，为了生命之花常开不败，人们不仅仅努力寻找可以抵抗疾病侵袭的药物，还往往更加深入地去寻找药效更好的、来源更丰富的新药。大自然给予了人类莫大的恩赐，很多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肆无忌惮。药物学家们感谢大自然，历尽千辛万苦去环境险恶的大自然中寻觅抵御病魔的药方；但他们并不满足，因为生命仍然受着日益巨大的威胁，我们只有依靠自己的智慧去创造更好的良药，才可以最终摆脱生命的危机。在大自然创造的种种生物活性天然产物的启发下，药物学家们利用最新的科技成果，深入研究了天然产物结构以及受体分子的结构，仔细分析了它们互相作用产生生理作用的过程，从而积累了关于药物结构功能效用之间的密切联系的大量知识，创立了相当完善的药物构效关系的理论。药物化学家们不仅凭着经验以及想象力，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和修饰，通过增减次要官能团或重组骨架，来寻找更稳定、来源更丰富、成本更低或更有效用的新药；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结构优化，以期获得较之于大自然的设计作品结构更合理的，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，展现出一片崭新的蓝色的天空。

虾米的大钳与小钳

在奇妙的水下世界里，一只只小小的虾米，静悄悄地开始了它们幼小的生命。它们那娇嫩的身躯，看起来是多么的纤小；它们那一双双十分惹眼的大钳子，也显得并不是那么的强劲有力。不过，你仔细瞧瞧，这种小虾米们的一双双大钳子是多么的漂亮呀！晶莹如玉，小巧玲珑，噫！它们怎么还是一样大小的一对钳子呢？我们见过的虾米，不都是有一只大钳和一只小钳么？这可真奇怪呀！

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，挥舞着它的一双小巧玲珑的钳子，追逐着猎取食物，美美地饱餐了一顿。然后，它得意洋洋地挺着它们，一会儿在水草森林里悠闲地往来散步，抑或是装着十分严肃的样子来回巡逻，一会儿又与伙伴们嬉戏逗乐，一会儿竟又大胆地仿佛是为了证明它的勇猛无畏，参加了一场场也许并不十分认真的“战斗”。

哎呀！它的一只大钳怎么突然折了！瞧它疼得那么厉害，伤心地哭着，垂头丧气地向它的妈妈奔去。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，一边竟然还不太在乎地微笑着，而小虾米一会儿后竟然也破涕为笑了。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加漂亮的钳子来，像叔叔伯伯那样，新长的钳子和原来的钳子长成一小一大的一对，这是因为虾米的家族里有特殊的再生能力。听了妈妈的话，小虾米放心了。不久以后，小虾米又长出了一只漂亮的小钳子，小虾米也渐渐地长大了。学会了好多好多新的东西。

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，不过，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修复了，这便是虾米的再生。好多动物或植物，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”。好多好多的生命体都有再生的功能，而这个现象在生活中也很容易观察到。一条蚯蚓，不小心被弄成了两段，其中主要的一段就能进行修复性的再生，把失去的那一段身体再长出来，从而又长成了条完整的蚯蚓。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，小树的生长很快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，海星就像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；好多蠕虫也具有这样的让整个整个的器官再生的特异功能。而别的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。

我们人类具有再生功能吗？有！小刀不小心划破了手指头，虽然会很疼，也会流出不少的血来，不过小伤口很快就可以自动封住，不几天就长得几乎跟以前一模一样了。这是人的再生现象。不过，千万得小心些。如果不小心划了又长又深的一条大伤口，或者不小心整个儿地失去了手指头、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个漂亮的小指头，一只的胳膊或腿，因为，我们人类也跟绝大多数生物一样，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蛋白质构成的，伤口要愈合，新的组织或器官要修复，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，必定也是基因！不错，正是不同的基因，奉命注视着我们的身体状况。哪一部分损伤了，消息很快就可以传到相应的基因片段那里，这段基因便成了“救灾指挥部”，发动一切力量来修复损伤部位，合成需要的蛋白质，尽职尽责，直到抢修任务完全成功，它便又转入了待命的状态。

在人的身体里，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，那为什么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。近年来，根据对某些生命现象的细致观察，再相互联系全面思考，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，除了含有 DNA 分子外，还含有与 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 的相应基因片段往往被这些蛋白质所覆盖包裹，两者互相紧密结合。人体器官如四肢、内脏、皮肤的大的损伤，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，就无法激活而组成临时“救灾指挥部”了。人便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 结合蛋白产生了浓厚的兴趣。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，在外科手术中也有着极为诱人的广阔前景。

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，利用人体细胞内的相应 DNA 片段，我们可以再生培育出一只新的手、新的腿或者一个新的内脏器官。人们的器官缺损了，就可以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，人不能再生，一直是用移植皮肤来治疗，但这并不完全成功，伤痕也极为明显，总是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：伤口愈合不会再留下伤痕，新长的皮肤说不定更光滑白净呢！

这些，都得解决一道难题：去除 DNA 分子的基因片段上的“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，已经开始对它进行特别的研究，以便作到知己知彼，方能百战不殆。我们热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有一双灵巧的手，让他们的生命之花不要在意外的损伤里早早枯萎！

