

# 电子图书



信息技术的结晶

人类文明的载体

网络的基本资源



## 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(H<sub>2</sub>O)，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？

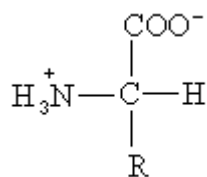
让我们先来看看我们身边的生命世界吧！打破一个生鸡蛋，透明的粘稠的蛋清便流淌出来；滴到锅中的开水中，蛋清很快就煮熟了，变成了细嫩可口的白色的凝固体——蛋白，这便是最常见最显眼的生命的一种蛋白质。在我们人体身上，指甲、毛发、皮肤、肌肉、软骨等都是蛋白质构成的，动物的毛皮、犄角是由蛋白质堆砌而成的，就连讨厌的蛛网、柔软光亮的蚕丝都离不开蛋白质……一切动物、植物、微生物病毒等等，一切的细胞内的原生质、蛋白质都是其中的重要成分。在一切的有机生命体里，和核酸一样，蛋白质都是不可缺少的物质，在活的机体的生命过程中，它构成了生命细胞的骨架，还起着许多重要的生理功能效用，难怪第一次于 1838 年从生物体内提纯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。

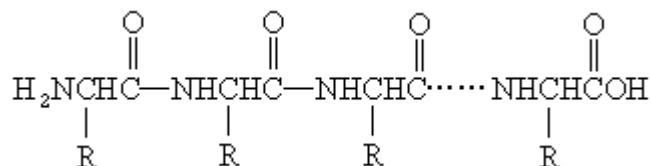
这些元素的原子并不是随意地杂乱无章地堆砌起来的。主要的碳、氢、氧、氮、硫等元素，先按一定的方式组成了蛋白质的基本结构单元——氨基

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（-NH<sub>2</sub>）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？

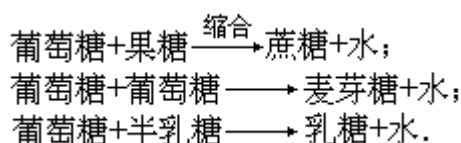
其实，我们知道的甜食糖果，它们含的只是自然界中的几种简单的糖，如葡萄糖、果糖、蔗糖，麦芽糖等，这些简单的糖，分子量很小，可以溶解在口里的水中，让我们舌头上的味觉感受到它们的甘甜。实际上，大自然中还有一大批没有甜味的物质，如大米、面粉、玉米、土豆、水果等中所含有的淀粉，还有棉花，亚麻甚至所有蔬菜中含有的细长的纤维——纤维素等，它们都属于糖类，只是分子量很大，不溶解而难以觉察出它们的味道而已。它们与小分子的甜糖一样，都是由碳（C）、氢（H）、氧（O）三种主要的元素组成的，绝大多数的分子式也可以用  $C_n(H_2O)_n$  来表示，只是不像甜的糖类那样  $n$  只是 1 或 2，而是成百上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