

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

中小学课堂学习新广角  
——生物演义



## 生物演义

## 第一回

### 求本溯源 生命产生夜漫漫 追根问底 物种起源众说纷纭

大千世界，芸芸众生。世间万物，纷繁名异。生生死死，花开花落。越过悠悠岁月之河，我们看到了什么？兰第一缕生命之火燃起，照亮的是整个宇宙。人类对自身和自然的认识从幼稚走向成熟。

大约在 60 亿年前，地球刚刚形成，由于种种原因和各种力的作用，地球表面温度很高，即使一些金属也会熔化，更不用说生物能在这种环境下出现、生存。然而现在地球上存在着如此繁多的生物，这些生物是如何出现的呢？

地球表面温度随着时间的渐渐流逝而逐渐降低，当地球表面温度降到一定值时，地球内部温度仍然很高，由于地壳极不稳定，地球上就不断发生地震火山等现象，在火山喷发过程中溢出大量的气体，其中包含有水蒸汽。这些水蒸汽在地球上空冷却后形成雨水，降到地球表面，一方面加速地温下降，另一方面由于地壳运动而使地球表面凹凸不平，水流入凹处而逐渐形成原始海洋。正是原始海洋的存在为物种的出现创造了有利的前提条件，原始生命出现于原始海洋。

然而，由于构成生命的物质是很复杂的，加上原始资料的贫乏以及科学研究的水平和手段的限制，这个问题困惑了许许多多的科学家。

起初，有不少科学家相信一种学说叫“自然发生说”，认为低等生命物质可以从无生命物质中自然产生出来，这是因为他们看到了腐肉中会生出蛆来，放久的粮食中能生出蛀虫，在我国古代也有“腐草化为萤”的说法。当时一些大科学家如笛卡儿（1596—1650）、牛顿（1642—1727）等都对这个学说深信不疑。

然而到底还是有些人对自然发生说产生怀疑，到 1668 年，意大利一名医生叫雷迪（1626—1687），做了一个实验，他把一块块肉放入一个容器中，有的外面包上纱布、有的不包。结果证明，只有不包纱布被苍蝇叮过的肉才生蛆，包有纱布的肉没有生蛆。

后来随着科学的发展，显微镜的出现，人们可以通过显微镜看到一些微生物，于是有人又认为，至少微生物可以从非生命物质中产生，所以，在雷迪实验以后一个世纪里，微生物的自然发生说一直盛行不衰。

1765 年，意大利一位博物学家斯帕朗扎尼（1726—1799）对这种说法又产生了怀疑。于是，他又做了一个实验，他用两组瓶子，一组盛入肉汤后敞口，让空气可以自由出入，另一组瓶子盛入肉汤煮沸后封口，结果观察到，头一组瓶子里肉汤上长满霉菌，而封口的一组瓶子里仍然清新，因此他认为，即使是微生物的自然发生说也不能成立。

但是到 19 世纪中叶，仍然有为数不少的科学家相信微生物的自然发生说，即使连当时的德国生物学家、进化论的拥护者海克尔，也认为自然发生说对生命物质的来源是最自然的一种解释。

至 1860 年，法国化学家、生物学家巴斯德（1822—1895）也做了和斯帕朗扎尼相类似的实验，证实了微生物是普遍存在的，对微生物的研究作出了贡献。

然而，巴斯德是否定自然发生说进而否定生命物质是从非生物物质发展而来的观点的，认为生物只能来自于生物。这样一来，关于地球上生命的起

源问题还是没有得到解决。于是，又有人提出了“宇宙生命说”，说地球上的生命物质是从宇宙空间输入而来的，如果这种说法成立则关于生命起源的一切争端就很容易解决了。对于这个问题，1907年，还有一个科学家在一本书里提出，宇宙中一直存在着生命，生命就在宇宙空间里活动，并不断降落到一些星球上，它们是以孢子的形式在空间游动，依靠太阳光的辐射推动，由于当时地球上条件已适宜，所以生命降到地球后就很快发展起来了。但是不久科学家们发现，太阳光里的紫外线能杀死孢子，更不用说宇宙空间里的强大的破坏性射线了。于是，孢子从天外飞来的假说也就破产了。

随着现代科学的不断发展和科研水平的提高，关于生命起源问题，虽然一些细节还没有搞清楚，但大致答案已经得出了。

原来，原始生命物质还是来自无生命物质。但这和我们前面提到的自然发生说却没有一点共同之处。因为原始生命物质是从无生命物质经过一系列的化学变化而形成的。

那么，无生命的物质怎么能变成有生命的物质呢？由分析物质成分过程而衍生出的化学这门学科可分为无机化学和有机化学这两部分。无机化学是研究无生命的矿物质的，有机化学是研究构成生物体的物质或者生命活动中所产生的复杂物质，以前人们普遍认为，无机物和有机物之间存在着一道不可逾越的鸿沟。

1828年，德国化学家维勒（1800—1882）首次用无机物在一定条件下制成了有机物——尿素。而这种有机物是动物体内排出的一种物质，这样，就打破了无机物和有机物之间存在一道不可逾越的鸿沟的说法，证明了有机物并不是生物所特有的。维勒利用他的实验向世人宣称：“我能够制出尿素而不需要肾脏。”自此以后，又有许多有机物都能直接通过无机物来合成了。

随着科学技术的发展，特别是对有机化学和生物化学的深入研究，人们对生命物质有了更广泛的认识。原来构成生命物质的主要成份的两种有机物是蛋白质和核酸，这两种物质都是高分子物质（分子量较大的物质），而蛋白质分子又是由一系列的低分子物质——氨基酸所构成。核酸又是由一系列低分子物质——核糖核苷酸构成，这些低分子的有机化合物又是由无机物合成的。

于是有人推断，在原始地球上，可能就是先由无机物合成这些低分子的有机物，进而再形成原始的生命物质的。

1953年，美国一位研究生名叫米勒做了一个实验，他模拟原始地球上的大气成份用容器盛了一些由甲烷、氨、水蒸汽和氢气组成的混合气体，在一定的条件下，制成了几种氨基酸。

后来，人们又在米勒实验的基础上用氰化氨、水蒸汽做原料，在加热的条件下，制成一些有机碱，即嘌呤类和嘧啶类，而核糖核苷酸就是由这些有机碱、糖和磷酸组成的。

这样就为解决地球上生命起源问题提供了有力的实验证据。

现在，科学家们普遍认为，大约在地球形成之后的10亿到20亿年中，地球上发生了一系列的化学变化，而地球上现在这繁多的生命就是地球上这些化学变化的产物，如果说现在的生命是白天里的烈日，那么这一系列的化学变化就是黎明前的曙光。

蛋白质和核酸的存在对于生命的出现具有决定性的作用，有了它们，生命的一些重要活动才能进行。

我们前面提过的原始海洋，它是生命诞生的摇篮。

生命的化学进化是在原始海洋里进行的，原始海洋盐份很少，和今天的大淡水湖相类似，经过极长时间的化学进化过程，蛋白质、核酸、多糖、类脂等形成，并在原始海洋中存在。而原始海洋由于日照蒸发使得这些物质在原始海洋中的浓度越来越高，再通过团聚、吸附、冷冻等作用使它们更加浓缩，进而形成一种由多分子在一起组成的体系——多分子体系。

多分子体系的出现是向有生命力的细胞进化的关键性一步，多分子体系在海水和空气的共同作用下，形成一层最原始的膜，它可以把海水和内部物质分开，从而成为一个独立的体系。这层最原始的膜我们称之为界膜，通过这层界膜，多分子体系从外部把它所需要的物质吸收进来，把本身产生的废物排出去，这种物质交换被称为最原始的新陈代谢。这种有界膜的体系通过物质交换，从中获取本身所需要的能量，不仅使它可以继续的保存下去，而且能进一步进行自我繁殖，这样就形成了最初的生命。尽管它在结构上还很简单，不具有现代生物细胞的结构，但它却是生命进化史上的一次质的飞跃。

再说，地球上原始生命的出现大约在四五六亿年前，此时，地球上的大气仍然处于缺氧状态下，所以这样的原始生命只能在无氧状态下进行着简单的新陈代谢，它们悬浮在海水中，从周围海水中取食也只能通过简单的渗透作用进行。

当时，地球的环境还很恶劣，不断地地震和火山爆发，喷出的岩浆可以把大片大片的海水煮沸，特别是强大的宇宙射线，对原始生命的威胁更大。为何如此恶劣的环境条件没有把原始生命扼杀呢？这是因为当时原始海洋的面积已占地球的 1/10，且这些原始生命在海洋中悬浮，有的处于上层，有的处于中层，也有的处于下层。而处于中层的这些原始生命可以说得天独厚，它们可以不受海面上的各种射线和海底的放射性喷出物的影响。后来，又由于大自然的雷击闪电和太阳光紫外线的作用产生了臭氧，在地球周围离海面约 20 到 25 公里的高空形成了一层臭氧层，便阻止了宇宙射线对原始生命的杀伤作用，进而为生物的进化开创了良好的条件。

大约在三四十亿年前，原始生命经过极其漫长的演化过程，其内部的矛盾运动和外界条件相结合，原始界膜内的物质结构也日趋复杂化，并逐渐产生了细胞膜代替了原始的界膜，从而对内外的物质交换的控制作用又更加完备，于是出现了简单的细胞。细胞的出现是生物进化史上又一次决定性的质的飞跃。

细胞虽已出现，但与现代生物细胞相比较其结构还是非常简单的。它还没有细胞核，不能称为真正的细胞。我们称这种细胞叫原核细胞，因为它还没有真正的细胞核，其核中物质和细胞之间还没有明显的核膜结构，且膜系结构还处在极其简单的水平。然而细胞出现后，地球上生命的化学进化就转变为生物进化过程了，也就是开始了由单细胞生物向多细胞生物的进化，从简单的原始生物向复杂的高等生物进化。

然而，生物虽然进入细胞水平，但此时地球上仍然没有氧气，所以这些原核细胞也仍然只能在缺氧的条件下进行一系列的生命活动，它们只能靠发酵来获取能量。又经过好几亿年的进化，其中的一些细胞中产生了色素，如我们现在植物绿叶里的叶绿素就是一种细胞色素，它可以利用太阳光进行光合作用，而光合作用能产生氧气。从此，地球上便出现了氧气。以后才出现了喜氧的细胞，因为利用氧气进行呼吸要比无氧状况下进行发酵产生更多的

能量。这就促使生物进一步地向高等进化了。

大约在 15 到 14 亿年前，地球上才出现具有真正细胞核的细胞，叫真核细胞。真核细胞的出现，无论在结构或代谢能力方面都大大地超越了原核细胞。真核细胞的构成较为复杂，有完整的细胞膜、细胞质和在细胞内独立存在的细胞核。且膜系结构已较为复杂，在细胞质和细胞核之间有了明显的膜结构。

真核细胞的出现是生物进化史上又一里程碑，真核细胞的蓬勃发展，使我们的地球进入了一个生机勃勃的新时代，今天世界上的生物除细菌和低等藻类及蓝藻外，其它更高等的植物和动物都是由真核细胞衍生和发展而来的。

那么人们究竟是怎么认识细胞的呢？就这个问题，笔者在此只想作一些简单的叙述。

“细胞”这个词的出现，最早是在 1665 年英国化学家胡克的《显微图谱》一书中。当时胡克在显微镜中研究了软木片的切面，他发现“软木片上充满了气孔，是个多孔的结构，形如蜂房，……”软木片中除了围绕气孔的四壁或者说除了形同小盒的“细胞”外，几乎什么物质都没有，胡克所看到的细胞其实也就是我们现在知道的细胞壁的结构。胡克当时所画的刺荨麻叶的叶腹面的显微图谱也同样清楚地显示了细胞壁轮廓，之后格鲁又把植物结构的研究推进了一步。

直到 19 世纪 30 年代，德国植物学家施莱登和动物学家施旺通过更高级显微镜的观察才建立了真正的细胞学说，他们所观察到的细胞才是具有完整结构的细胞。而现在我们所用的“细胞”这一名词并非胡克当时所指的只有细胞壁的细胞，只是沿用胡克所提出的名词。细胞学说指出：“一切生物皆由细胞构成，细胞是生物体的结构和功能单位。”但当时施莱登和施旺所提出的细胞学说也仍然有缺陷，如关于形成自由细胞的概念。关于细胞原浆的概念。此后，普金叶使用“原生质”这一术语来描写细胞中的物质。总之，在细胞学说建立后的一段时间里，又经过许多科学家和学者的修改、完善和发展才成为现在被人们公认的细胞学说这一完整的理论系统。在这一过程中很多学者为此付出了艰辛的劳动和卓越的贡献。

关于生命起源问题的探讨，至此大概可以告一段落了。然而说到什么是生物？它和其它非生命物质究竟有什么区别？它又有何特点？研究生命起源、进化等过程中所有有关的问题，这门科学又称为什么？怎样用一个确切的名词去定义它们？要解答这些问题，还需从朦胧的生物学的诞生开始。

何为生物？作为生物，它必须要具备哪些独有的特征？下面就这些问题作一简单叙述。

#### 1. 具有新陈代谢的能力

因为无论是何种生物，它都要不断地从周围环境获取其生命活动过程中所必需的氧气和养料，并把体内在代谢过程中所产生的废物排出体外，这样才能保持具体内环境的相对稳定。

#### 2. 应激性

也就是对外界的刺激产生一定的反应。

#### 3. 繁殖后代的能力

生物只有能繁殖后代，才能使其物种在地球上生生不息地延续下去。

#### 4. 生长发育

现在我们知道，每种生物在出生后，无论从其形体大小、生活能力、适应能力等方面来看都是很弱的，只有在生活过程中不断长大体形，增强生活能力和适应能力，才能继续生活下去。

#### 5. 遗传和变异

生物必须要在继亲代的优良特性的基础上进行一定的变异，因为周围环境是不断变化的，要能更好地适应这种变化的环境，就必须随着环境的变化使自身有所变化，以此来适应变化了的环境。

#### 6. 适应性

生物如不能适应周围环境，则不能在这种环境中生活下去。

#### 7. 生物都是由细胞构成的

无论是什么生物，即使是最古老的单细胞原核生物，或者是具有完整细胞结构的真核生物，它们都是由细胞构成的，它们的一切生命活动都是细胞进行本身生命活动的具体表现，它们的一切能力也是细胞功能的体现。

什么是生物学？简单地说就是：研究关于生命物体的科学。它对人类的生存和发展是极其重要的。

《生物学》这个术语是在 19 世纪初首次被提出的。在法国动物学家、进化论奠基人拉马克和德国博物学家特雷维拉努斯的著作中都出现过。

按照拉马克的定义，生物学是：

地球上物质科学的三个大分支之一，它研究所有有生命的物体，特别是研究它们的组织与发展的过程，研究有生命活动的延续性造成的结构复杂性，研究有生命物体形成某些特殊器官以及把活动集中于某个中心而把这些器官分离出来的趋势，等等。

19 世纪 30 年代，法国社会学家孔德（1798—1857）把生物学说成是实证哲学的一门主要科学，并且详细说明了生物学家是唯一“有能力把物理学理论成功地应用于生理学问题并作出合理解释”的人。

生物学对人类贡献是极其巨大的，诸如：医学、农业、畜牧养殖业及在国防科技中应用的仿生学等等都是与生物学分不开的。

生物既然对人类如此重要，那么生物具体是怎么划分的？现在世界上大约有多少种生物？要回答这些问题，还必须首先搞清楚单细胞生物及较为复杂的现代生物界的。

前面我们已说过地球上原始生命是在原始海洋中诞生的，因为那时地球上还没有氧气，所以这些原始生命只能靠发酵来分解食物而从中获取生命活动所需要的能量，这类生物从其对氧气的需求和营养结构上来说，它们属于异养、厌氧型生物。又过了很久，在一些生物细胞内出现了一些色素，如现在绿叶中的叶绿素，这样就可以进行光合作用，而光合作用的本质就是消耗二氧化碳、制造有机营养物质、放出氧气，所以自此以后，地球上的生物大致可分为自养型和异养型两类。在生命演化史上，凡是能进化成现代植物的这一类单细胞生物就是自养型，它们不从周围环境中获取营养物质，而是从周围环境中吸收二氧化碳，利用太阳光的作用，靠叶绿素来合成有机物，这些有机物一部分供其在新陈代谢中使用，多余的部分则以高分子形式贮藏在本身体内。异养型生物就是能进化成现在动物的这类单细胞原生生物，它们本身体内没有叶绿素，不能直接合成有机物，只能取食的形式是从周围环境中摄取，而摄取的部分恰恰又是那些自养型生物合成有机物中多余的部分。随着地球上氧气的出现，厌氧型生物中的一部分逐渐开始利用氧气，因为利

用氧气来分解有机物，则有机物分解得更充分、更彻底，而从中所获得的能量也更多。由于这类生物在所有生物中及在生物进化史中占有更加有利的地位，所以这类生物以后在地球上得以蓬勃发展，以致现代绝大多数生物都是需氧型的。

生物在其进化史中，方向并不是单一的，而是复杂多样的。随着时间的延续，现代生物共可分力五门，即动物、植物、微生物、真菌和病毒。

在这几门中，动物界占有所有生物的绝大部分，而动物又分为有脊椎和无脊椎两类，无脊椎动物又占动物总量的 97%。所以动物界几乎就是无脊椎动物的世界，动物门类中一般都是异养型，因为它自身不能合成有机物，只能靠从外界环境中获得营养，以维持正常的生理代谢。

植物是地球上最宝贵的财富，因为只有植物才能进行光合作用，才能贮存养料，作为人类及其他异养型生物的营养来源，如果没有植物，地球上也不可能发展到现今繁荣的生物界。

微生物在地球上存在很广泛，即使一些其他生物不能适应的环境，也有微生物的存在。

在分类学上，有的微生物也被作为植物列入菌类，如细菌、放线菌、霉菌、酵母菌等。

其实，微生物大都处于动物和植物还没有分化的阶段，或者兼有两者的特征，而实际上两者的特征又都不典型。

微生物大多是单细胞生物，即使是复杂一些的，也只是单细胞集成的群体；即使是一些多细胞的微生物，其细胞也没有多大在功能上的分工，而且还有一部分微生物并没有细胞结构。

微生物的生殖方式也是很简单的，大多为无性生殖，即以二等分裂方式来进行繁殖。

微生物种类在生物界所占的比例也很小，目前已获知的微生物种类大约只有 1350 种。

细菌的结构较为简单，一般由细胞壁、细胞膜和细胞质构成，没有细胞核，所以它属于原核生物。有的细菌外面有鞭毛，可以作各种运动。

细菌的繁殖速度很快，在适宜条件下，每 20 到 30 分钟可以完成一次分裂，且在分裂过程中消耗能量很少。所以一个菌体能在 24 小时内分裂成二二百万亿个细菌，甚至更多个体，所以细菌虽然种类不多，但在地球上存在很广泛。

细菌在营养类型上一般分为自养型和异养型两类，异养型细菌不能用无机物来直接合成有机物，只能从体外吸取有机物养料和维持自身的生命活动。在这类细菌中，又可分为寄生和腐生两类。寄生细菌大多对动、植物和人类有害，腐生细菌一般生存在腐烂的腐植质中，它对现存生命世界里的物质循环有利，如果没有腐生细菌，人类现在也不能生活在地球上。因为自地球上生物以来已有几十亿年的历史，如动物死后其尸体不能被腐化分解，则现在地球表面也不知要堆积多高的尸山。这种有机物又不能返回到无机物，绿色植物也没有无机物可利用，所以腐生菌虽然个体小种类少，但其作用却特别大。

自养型细菌就是吸收二氧化碳作为其碳素营养，在细胞中合成有机物，这类细菌又可分为两类：

一类是有氧化无机物的能力，借助氧化作用所释放的能量，把二氧化碳



合成有机物，这类细菌叫化能合成细菌，这种由无机物合成有机物的过程叫化能合成作用。如铁细菌、硫细菌、硝化细菌皆属此类。下面列举硫细菌化能合成作用过程：

硫细菌能利用硫化氢，把硫化氢氧化成硫，再进一步氧化成硫酸。因它可以分解空气中的有害成份硫化氢，这样对环境保护也起到相当重要的作用。

另一类细菌含有色素叫菌绿素，在阳光下能进行光合作用，但它又不同于一般绿色植物的光合作用，绿色植物光合作用是吸收二氧化碳，合成有机物并放出氧气，而这类细菌虽也是吸收二氧化碳，合成有机物，但不放出氧气。

细菌的呼吸方式，多数是需要氧气的，但是也有些细菌在无氧条件下也能呼吸，而在有氧条件下生命力却没有在无氧条件下旺盛，这类细菌叫厌氧细菌，如破伤风梭状杆菌就属此类。在日常生活中，人们身体的某部位要是被碰破，如伤口较浅，不会引起破伤风，但是，如果伤口较深，而又感染到破伤风杆菌，则就要到医院或防疫站打破伤风针，否则将引起破伤风疾病。这是因为如伤口较深，氧气不能直接作用于此，则破伤风杆菌在无氧条件下生命力极其旺盛，繁殖速度很快，而在有氧条件下其生命力较低，几乎没有繁殖能力，所以日常生活中如遇到铁钉或树桩刺破身体，且伤口较深，就一定要到医院治疗。这类细菌的呼吸作用实际上是通过发酵，利用发酵把复杂的有机物分解，并释放一部分能量，来维持其生命活动。

真菌其实就是我们前面提到的腐生菌，它是由菌系发育而成的，一般在腐植质较丰富的地方容易找到，如灵芝、猴头菇、平菇等皆属此类，这些菌类营养价值很高，特别是灵芝中的一种叫血灵芝，其颜色鲜红如血，其营养价值极高，现被列入高级补品之列。而平菇和香菇现在也是人们家常食用菜类，由此可见，真菌对人类贡献也是不可磨灭的。

病毒是结构最简单的一种微生物，它只是由蛋白质构成的外壳，内部包着核酸，构成简单的生命，但它不能独立生活，只有进入一定种类的活细胞里才能进行正常的生命活动和繁殖。

病毒还有一个奇怪的特征，这就是能结晶。我们知道结晶是矿物质的基本特性，和生命的一般形态是对立的。

病毒能结晶，又加上它在没有进入活细胞前就没有新陈代谢的机能，因此有人认为病毒不能算是生物。

但是我们知道，病毒毕竟含有蛋白质和核酸两种生命活动所必需具有的物质，病毒进入活细胞后能由它的核酸作为遗传物质来进行自我繁殖，而没有一种非生物的物质可以进行自我繁殖的，所以病毒还应算是生物，只不过是简单的生物罢了。

我们通过前面阅读已知道，原始生命是由蛋白质和核酸构成，那么病毒从生命进化的系统来看，是不是属于生命的最原始的阶段呢？

关于这一层，现在还没有一致的看法，大约有三种不同的意见。

第一，认为病毒是处于非生命向生命转化的中间阶段，它刚刚具有部分的生命特征。这也就是认为它是属于最原始的阶段。

第二，认为病毒是某些较为复杂的微生物退化以后的产物。

第三，认为病毒是由细胞里的某些遗传物质如脱氧核糖核酸转变而来的。

但无论怎么说，就整个生物界来说，它毕竟是属于生物中最低等的生命类型，是在动植物还没有分化前的原始生命类型。

当然我们在这里并不是说，我们今天的微生物种类都是在生命的原始阶段(距今三四十亿年前)形成以后就一直保持着原来的结构形态而直到现在。它们本身在漫长的三四十亿年里也在不断的变化和演变中，有些原始的种在很久以前产生，以后随着环境的变化又被淘汰了，而在这个过程中通过遗传和变异又有很多的新物种出现。如今天就有不少作物病害产生抗药性，或者是人体疾病产生抗药性，往往是由于病毒微生物通过变异产生了耐药性的新类型，如甲型流行性感胃是由一种病毒引起的，这种病毒一共有甲、乙、丙三种类型，其中甲型病毒常出现新的亚型，使人们免疫力缺乏，从而引起流行性感胃大流行，而甲型病毒这种新亚型就是由于甲型病毒发生显著变异的缘故。这些都说明，病毒及其微生物也不是停滞不变的，而是在不断的进化和演变着的。

人们在大自然中生活，不断地接触和认识生物，为了使人类能有更好的生活环境，人们更要不断地进一步地去研究生物，因为生物对人类的作用太大。作为一个人口众多的以农业为主的大国——更要重视对生物的学习和研究，医学的发展和农业的进步都是生物所研究的课题。

毛主席说过：“中国是个人口众多的农业大国，农业是根本。”作为占全世界人口 1/5 的中国，粮食问题是最突出的问题，也是最根本的问题，以占世界耕作面积 6% 的土地养活占世界人口 1/5 的人口，当然是一项十分艰巨的任务，所以我国必须着重发展粮食生产。而粮食生产要想搞上去，一是提高土地的有效使用面积，二就是要开发高产稳产的新品种，前者在达到极限情况后就只有依靠后者了。目前在我国粮食生产上，一些生物学家和一些农业专家已作了很大的贡献，各种粮食作物不断地有新品种出现，提高和丰富了人们的物质生活水平。

在病虫害防治方面，通过对病虫害的研究能准确地预测和预报病虫害的发生情况，就可以达到及时预防的作用。同时可以生产一些人工合成的昆虫激素，引诱昆虫前来而捕杀之。

在养殖业上，这里我们就以鸡为例。原先品种单一，生长速度和产蛋率都很低，而现在鸡的品种多样，生长速度快。如提供人们肉食的肉鸡，它可以在 3 个月之内从雏鸡长到几斤重的成品鸡。而蛋鸡每年产蛋可以高达 280—300 个，这样从不同层次、不同角度满足人们需要。

对生物的研究是大有价值的，无论是从经济价值和实用价值来讲都是很重要的。目前，据发现和已经了解掌握的生物种类大约有 155 万种，动物有 100 多万种，占生物总量的绝大部分。

“生物学”这个术语产生仅在 19 世纪初，所以它属于一门比较年轻的学科，但以地球上生物出现来说距今已有几十亿年的历史，从这方面来说，生物学又是一门很古老的学科。在“生物学”这个名词还没出现时人们对生物已有初步认识和了解，并尽力地去利用生物来为人类服务。所以说，生物学在很早以前就存在了，只是当时人们还没有用一个确切的内容去描述和定义它。如动物的驯养和种植业的发生和发展，大家知道地球上出现生物后，每种生物都是野生的，都生存在适合它们的环境中，以后又怎么能被人们家养了呢？在人类出现初期，为了能生存下去，就要不断地去劳动和捕猎，这样就出现了分工，通过思想交流，一部分人去采摘果实和一些能食用的植物，

另一部分身强体壮的男人去捕猎。当时人类祖先已能站立，大脑也较从前发达，他们有时劳动成果很少，这样平均分而食之就会受饿，有时能获得很多果实和猎到更多的动物，他们就可以第二天甚至一连几天不必出去猎食。长此以往，在他们头脑中就形成一种想法，如果能把食物贮藏起来，以后即使出去猎食不到食物或不出去捕猎，也有食物来源。但怎样去贮存这些食物呢？果实贮存由于条件有限几天或一段时间以后就会腐烂变质，被打死的猎物几天就会变质发臭。经过长时间的劳动探索，人们发现，把采集来的果实或种子种到地上，或本年或来年就会有更多的果实或更多的种子可以收获，而狩猎时为把捕到的活猎物打死，而把它们放到笼子里去，每天给它们一些青草之类的食物，它们就可以存活很长时间，什么时候缺少食物，随时可以杀而食之，久而久之种植业和养殖业也就随之发展起来。

开始人们可能有意无意地把种子丢到地上，来年得到收获，但产量较低，后来人们发现如果把土地挖松，再适量施些肥料可使收获增加，以后又发现倒水、通风、阳光等条件也能使收成增加，就这样农业一步一步逐渐得以发展并进一步发展到现在的品种改良等方面。

人们就是这样在不断的生产劳动中积累经验，发展生产，创造更多的财富。

生物学既是一门最古老的，也是一门最年轻的学科，它博大精深，包含着最引人入胜的科学领域，有古生物学、遗传学、分子生物学发育和分化、细胞学、进化和生态学，以至现代的环境保护学、遗传工程，甚至于地质学也有较深的涉及。对于生物学的研究，目前还处于一个较低的水平。大家皆知，任何生物都是由细胞构成，但到目前为止，人们对细胞的认识还很肤浅，即使连最外层结构最简单的细胞膜也不能完全透彻地去了解和掌握它，更无需说其内部的细胞质和处于中心位置的细胞核了，所以要发展生物科学，利用生物来造福人类，还有待于人们去作进一步的努力，更加深入地去研究和探讨。

再说在人类起源之初，古文明还处于朦胧时期，由于科学技术的低下，那时人们使用着加工极其简陋的生产工具，克服和认识自然界的能力也极其有限，人们在当时还不会去探索自己的起源问题。

经过漫长的时期，人们在劳动中不断去与周围的事物接触，逐步提高自己的认识能力，对周围存在的各种事物和现象，不仅有了较为深刻的感受，而且开始产生了极其简单的观念。但对自然界中所发生的一些怪现象，如：夏天为什么会热？冬天为什么会冷？怎么会有震撼山河的雷鸣，而且还可以击杀生灵，可以使原始大森林起火？天上为什么会下雨？这些雨水是哪里来的？人们在海里捕鱼，有时会遇到台风、海啸以及有时遇到地震，等等。这些现象，都使人们感到惊异、害怕，无力去克服它，也不能正确去解释它，便逐渐在自己幼稚的想象中，加以主观臆测，以为是在周围的世界里冥冥中存在着人们还不知道的强大的能力在支配着大自然，主宰着人类和大自然中的一切。

原始人类也和现代人一样，他们也会做梦，可是当时他们还不了解自己身体的构造，也不知梦是怎么回事，因此在梦境中所出现的一切人的活动，便使原始人类产生了一种错觉，以为世界上还存在着一种平常看不见的东西——“灵魂”，当人还活着时，它们寄存在人的身体内能在梦中出现，也可暂时离开人体到外面去游动，梦中所见的景象就是灵魂在出游时所见的景

象，当灵魂永远地离开人体后，人也就死了，这样灵魂也就升天了。原始人类甚至推测，认为周围许多事物都是有“灵魂”的。

这些“神物”、“灵魂”，被原始人类奉为至高无上的东西，即“神灵”，并逐渐赋予它们以具体的形象，使得它们越来越具有似人的性质。因此，人类按照自己的形象创造了神。

原始人类不仅把太阳、月亮、星星、雷、电看作是“神灵”，甚至把有些种类的动物和植物也当作“神灵”来崇拜，这就是“万物有灵”，也是原始宗教的萌芽。它是长期以来一直统治人类的神创论的起因。

原始人类不仅幻想借助“神灵”的威力来保障他们自己的生存，还企图通过它来解释自然现象，说明万物的来源，他们甚至把自己部族跟自然界中的某种生物联系起来，认为自己便是它们的后代，把它们也当作神一样来供奉，这就形成了早期关于人类起源的一种最初的也是极幼稚的见解，以后它们又经过后人的渲染和加工，逐步变成了非常有趣的传说，一直流传至今。

随着原始社会的物质水平和文化水平的不断进步，人们在征服自然的过程中取得了巨大的成就。在生产劳动中，产生了不少要求征服自然的原始神话，也孕育着一些关于解释世界万物起源的神话故事。

随着生产水平的提高，手工业也逐渐发展起来了，人们学会了用粘土制作各种日常用品，因而原始神话中认为最早的人也是神用泥土塑成的。

在我国古代有个神话故事一直流传至今，就是女蜗传（tuán）土造人的神话。

传说在很久很久以前，盘古开天地之后地面上到处长满了各种植物，千姿百态，也有各种飞禽走兽，它们生活得也非常自在，陆地上有斑马、长颈鹿、犀牛、兔子等；天空中有各种鸟类，诸如燕子、老鹰、麻雀等；水里也生存着各种鱼类。看起来是个非常优美的境界，但如仔细观察就会发现这世界没有灵气，也就是说虽然有这许多植物和动物，但没有人类，这地球上总是不完善的。于是，天神女蜗就用地上的黄土，用水和拌后，揉成团然后捏成一个个小小的人形，并分成男、女，最后将生命的气息吹进它们的体内。于是，地球上便出现了人类，世界上也显得生机盎然。

但是，大地是非常博大辽阔的，在有人类的地方有了生气，而大部分地区照样还没有人类，要想到处有人烟，光凭双手这样捏是不顶事的，于是女蜗便想出一个法子来：用一条长藤插进泥潭里搅拌泥浆，然后抽出藤条往地上一摔，能溅到泥点的地方居然也出现了人类。由于当时女蜗没有考虑到给他们做衣服，所以这些原始人群就只有取一些树叶或兽皮来御寒和遮体。而藤条摔出来的人有的落在环境较好的地方就生存下来，如落入大海或极高的高山，则被淹死或冻死。这样一来，地球上终于布满了人迹。

在亚洲西部的世界上最古老的国家之一巴比伦，曾经进行过大规模的考古发掘，从古城的废墟中找到了许多用粘土制成的“书”。“书”中还蒐集了6000年前这一带流传的许多神话故事，虽然这些神话是原始人类编制的，属于荒谬的无稽之谈，但从另一方面看，这些神话也不是没有现实生活的影子的。

就以女蜗用黄土造人的神话来说，对女蜗的颂扬，也反映了妇女在母系社会中地位的崇高，这是因为妇女在采集和原始农业的经济生活中起着主要的作用。另外，当时人们只知其母而不知其父，所以当时妇女在全氏族内部受到普遍的尊敬。

另外，人每天都在不停地进行着生产劳动，无时无刻不与尘世接触，所以总要粘上一些泥土，然后用手一搓就会出现不少泥条条，这样就自然引起黄土造人的联想了。所以在物种起源问题上，我们也可以看出不同的历史阶段有着不同的内容。

在阶级社会里，女娲造人就被统治阶级用来作为愚弄和欺骗劳动人民的借口。因为当时女娲造人时一部分是用手亲自捏出来的，统治阶级就说他们属于这类人，是富贵的；而用藤条摔出的人则是低下的，要求劳动人民心甘情愿地接受他们的剥削和压迫，因为女娲在造人时就分出了等级。

基督教《圣经》中也说了一个神创论的典型例子。它说：上帝用了6天的时间创造了天地、万物和人类，上帝按照自己的模样创造了人，先造了一个男人，并取名叫亚当，放到自然界中，后来，亚当觉得他一个人生活在这世上太孤独，就要求上帝再多造些人和其它的一些什么生物来陪伴他。上帝觉得亚当说的也有道理，于是按照亚当的意思又造了万物和一个女人叫夏娃，夏娃是用亚当身上的一条肋骨造成的，并且上帝还下达旨意让亚当和夏娃结成夫妻。此后人类和其它生物就不断地繁衍，随着时间的推移，逐渐地球上的每个角落都充斥着人类和其它生物。一天，上帝出游，无意中发现地球上人类及各种生物拥挤不堪，才发现是由于自己的一时疏忽没有考虑到生物皆有繁殖能力而造成地球上物满为患的现象。结果一怒之下，下令雨神向地球降雨要淹死所有生物。结果雨神一连下了几十天的大雨，使地球上变成一片汪洋，被淹死的生物不记其数，这样上帝又动了恻隐之心，认为这样太悲惨，于是命令一个叫诺亚的，让他造一个长135米、宽23米、高14米的方舟下界去拯救生灵，因为考虑到方舟的容积，所以每种生物各选一对，放入方舟。从此方舟上的人和生物就是现在地球上人类和其它各种生物的祖先。

与此同时神创论者还宣扬物种不变论和目的论。所谓物种不变论就是上帝创造了多少物种，地球上就存在多少物种，它们不会增多，也不会减少。所谓目的论，就是说上帝每造一个物种都是有目的的，他们认为自然界的一切事物都是合乎一定的目的或者被一定的目的所决定和支配的，例如，猫被造出来是为了吃老鼠，而老鼠造出来就是为了给猫吃，等等。

神创论在世界上存在极为广泛，几乎遍布世界各地，即使是同一个神创论观点，他们各有各的说法。由远古流传至今，神创论已物化到具体的组织中，如现在世界各地存在的各种教会就是它们的代表和替身，诸如基督教、佛教、伊斯兰教、印度教等等。他们各自按照自己的说法来编制他们的话题，各自信奉一种物来作为他们崇拜的对象或作为他们心中的真主去敬奉。但无论是什么教义，它们的宗旨都是头上三尺有神灵。人类和世界上万物皆由上帝创造并受上帝的制约。

神创论在欧洲的代表组织就是基督教，随着封建制度的建立和发展，基督教教会发展成为政治上的一股不可抗拒的强大势力，也成为封建统治阶级的强有力的支柱，是精神和思想上的绝对权威。

宗教神学和教会就是这样回答生命从哪里来的这个问题。这在历史上给科学的发展带来了极大的阻碍作用，当时教会垄断了社会生活的各个方面，科学只是教会的恭顺的婢女，它不得超出宗教信仰所规定的界限；而宗教神学则大肆宣扬上帝的万能，一切生物包括人类，都是上帝创造的产物，上帝创造的一切都是永恒不变的。它禁锢了人们的头脑，遏制了科学的进步，这

种“神创论”的思想在一个很长时期内占着绝对的统治地位。

人和世界上万物既然是上帝创造的，那么按照“教义”人和世界万物就是上帝的奴隶，人决不能违抗上帝的意念——实际上也就是当时统治者的意志。一切现存的秩序，包括统治阶级对广大劳动人民的压迫和剥削，也都是由上帝安排的，万万不可触犯的。因此，千百年来，不论是中国还是外国，宗教的“教义”强烈地束缚着人们的思想，使人类起源的问题不仅得不到科学的解决，而且还成为维护剥削阶级反动统治的舆论工具。

在这段时期内，有很多的科学论证得不到认可，又有很多的科学家和学者受到它们的迫害而被迫放弃自己的观点。

法国学者布丰（1707—1788），他从实践中观察到生物有自己“逐步推移”的历史，认为它们不可能是一创造出来就是现在这个样子的，他提出生命起源于海洋，以后慢慢发展到陆地，在不同的环境条件下，生物的器官也会发生变化。这种认为生物是逐渐进化的观点虽然还不成熟，但是在当时已经是个很了不起的发现，已向正确的方向迈出了一大步。

然而后来在教会势力的压力下，布丰不得不放弃自己的进化观点，只有昧着良心声称：“我没有任何反对《圣经》的意图，我是坚决地信仰《圣经》上所说的关于神创造世界上万物包括我们人类在内的时间和事实的。”

以上关于生物进化思想的天折，完全是迫于教会的压力。像布丰这样放弃自己的事业只是许多新生事物的成长遭受挫折的一个典型事例罢了。

但是不屈服于教会势力压迫的也大有人在，如法国的生物学家、无脊椎动物学的创始人、进化论的先驱者拉马克（1744—1829），他和布丰的关系很要好，在布丰的影响下，经过长期的实践观察，逐渐形成了他的生物进化论的思想。

在拉马克的重要著作《动物学哲学》一书中，他提出：世界上所有的生物都不是上帝创造的，而是进化来的，物种是随环境的变化而变化的；人工饲养能使物种发生巨大的变化，能产生出和野生祖先完全不同的品种。他还提出：生物在适应环境中，器官使用就发达，不用就退化，这就是用进废退。他还用“获得性遗传”的观点来解释生物进化，并用长颈鹿来做例子说明这一点。他认为，长颈鹿原来是一种形体像羚羊一般大小的动物，靠吃树叶生活，在吃光低处树叶之后，不得不拚命去吃高处树叶，为此就得伸长脖子，舌头和前腿，这些器官由于“用进废退”，而逐渐变长。这些特征，又由于“获得性遗传”传给子孙，而子孙又进一步伸长脖子，这样一代传一代，长颈鹿的祖先就进化变成长颈鹿了。

尽管拉马克关于“获得性遗传”的观点后来在解释许多问题时遇到了困难，而且以后被证明是不正确的。但在当时，他的生物进化观点不仅是一种了不起的卓见，而且表现了敢于向宗教神学提出挑战的精神。

后来，不但他的学说遭到了压制，他本人也受到教会顽固势力的迫害，拉马克晚年双目失明，贫困潦倒，但是他一直没有停止过跟神创论的斗争。

1909年，在拉马克的《动物学哲学》一书出版100周年的时候，人们为纪念这位不屈不挠的进化论先驱者，建造了一座纪念碑，供后人瞻仰。

在当时何止这几位科学家遭到迫害。诸如哥白尼、伽尼列等皆在受迫害者之列。

关于生物起源的问题，历来都是人们的热门话题，在史话传说中除了神创论外，还存在着一种自然论。例如：说人是从月亮里掉到地面上来的。也

有人说，有只怪鸟生了一个蛋，人是由蛋中孵化出来的，所以人曾经在大树上生活过。在新西兰马尔启兹群岛上，当地居民由于靠近火山，所以对火山活动情况非常重视，很古老的时候就有关于人和他们所需的食物——鱼的传说，说人和鱼是从火山里喷出来的。热带地区有些部落则盛行着另外几种古老的说法：人是由雨水湿透的泥土里产生的，或由池沼中产生的。当然这些古老的传说显然跟他们远祖各自的生活经历是密切相关的。

在我国春秋战国时期，管仲也提出人是由水产生的。管仲认为水是世界万物生存之根本，一切生物的发生和发展都离不开“水”，人是水中最精华部分凝结而成的，人的“七窍五虑”都是从“水”中产生的，甚至人的体质容貌，性情和品德也是由“水质”的不同来决定的。

大约在同一时期，古希腊也有人提出地球之初是液体状，以后干涸，万物繁殖，出现了动、植物。它们先是在水中生存，以后才移到陆地，人类先是鱼形的，身披甲壳，以后渐渐变化，露出水面，脱去甲壳，来到陆地，变成人形。

等等诸如此类的种种说法，都是与他们的生活环境离不开，也是没有根据的，但无论如何都是对神创论提出疑议，这无疑也是一种进步行为。

关于生命起源的问题到此可以搁笔了。地球上出现生物之后，其形式是极其简单的，那么生物又怎么能发展到我们目前如此繁荣的景象呢，生物还将要如何去发展，生物对人类到底能有多大贡献，人怎样去更好地利用生物、开发生物界来为人类服务。欲知后事如何，且听下回分解。

## 第二回

### 步履维艰 神创论说陷危谷 旁证博引 生物进化显实据

地层为页，化石为字，大地是一本奇妙的史书，把远己的记忆留给后人去想象去考证。始祖鸟在茫茫天地间飞翔，始祖马在无垠草原上奔驰。哪里有生物哪里就有进化，从简到繁，从低到高。

话说地球上生物出现以后，只不过是些结构和功能都极其简单的生命，而现代的生物界又是极其纷繁复杂的，那么地球上生命是怎么从简单的过渡到复杂的呢？

生物是如何进化的？这个过程早已消失在遥远的过去，现在我们已经看不到了。然而有一本书可以告诉我们，不过这本书不是我们现在所看到的任何一本，而是一本很奇妙的“书”——大地！

“大地”这本书它没有现在的书页和文字，它的眼页不是以毫米到厘米来论，而是以米或千米来论，它的眼页就是“地层”，而“文字”也不是我们每个普普通通的人所能认识的，它的“文字”就是“化石”。

这本“书”上记载着地球上生命的发展史，能读懂这本“书”的人是那些地理学家和古生物学家。有了这本“书”，我们就可以了解生命的遥远的过去了。

在我们还没有看这本“书”前，我们首先要搞懂它的“书页”——地层的形成。

我们在被雨水冲刷过的山崖或河岸的陡坡旁可以看到，岩石是一层叠着一层堆积起来的，它们有的是由石头和泥沙胶结而成，有的是连绵的比较致密的岩块。有的很牢固、很坚硬，也有的胶结不好，比较疏松，这层层重叠的泥沙或岩石我们便称之为“地层”。

研究“地层”是靠地理学来完成的，它是专门用来研究地球的一门科学，它主要研究地球中地壳的发展历史。在地理学中又有一门分支叫地层学，而它的研究对象就是地壳里的各个地层。

古生物学是一门介于生物学和地质学之间的一门科学，它研究的对象是埋在不同地层中的古生物化石，地理学特别是它的分支地层学和古生物学存在着不可分割的联系，所以要研究生物是如何进化的，就必须懂得古生物学和地层学。

地球一共由三个部分组成。在地球最外层也就是我们平时能看到（也有看不到）的这层叫地壳，地壳下层叫地幔，地球中心这一层叫地核，化石就存在于地壳这一层里。

地球形成以后，由于内部作用和外部因素的影响，它们处于不停息的运动，如火山、地震、地壳的上升和下沉等。地球表面不断地发生着变化，虽然这种变化极其缓慢，几十年、几百年以至几千年里几乎都察觉不出来，但日积月累，也会使地面发生显著的变化。我国古代有句成语叫“沧海桑田”，以此来比喻确不为过。比如处于我国与印度交界的世界最高的地区有座山叫喜马拉雅山，据考古发现这一地区在 2500 年前还是一片浅海，今天却变成地球之巅。而发生许多飞机和轮船失事的神秘的北大西洋上的百慕大三角地区，原来却是一片陆地，由于地壳运动逐渐下陷而被海水淹没，成为海洋的一部分。



地层的形成，就是在这永恒的变动中，地球上地势较高的地方岩石由于不断地被风化、水的侵蚀而遭到破坏，产生大量的泥沙和碎石，也有些地方由于地壳不牢或内部压力太大而造成火山爆发，产生大量的火山灰、岩屑，这些物质由于流水、冰川的移动及风的作用而被搬到较低的地方，在江湖河海中或一些地势较低的岩洞的洞穴中沉积下来，充填其间，并逐渐增厚。层层积压，压力增加，温度升高，又在长时间内逐渐脱水而胶结，含有矿物质的地下水再渗透进来，其中所含的矿物质又不断地填充沉淀到岩层的空隙中，慢慢使其胶结硬化，最后形成坚硬的岩石，这就是地层。各时期的沉淀物又是变化的，所以地层的特征是有层理性，可以清楚地区分开来。在地层的沉积物中又挟带着许多生物的遗骸。

那么化石是怎么形成的呢？这些动、植物遗骸被埋到地层中就是化石了吗？

化石的形成过程是这样的。

原来古代生物的遗骸在沉积过程中被埋到地层中后，其软体部分不久就腐烂而被破坏掉了，而动物的牙齿、骨骼，贝壳，植物的茎、叶及果壳这些硬质部分因坚硬、含矿质较多，不易分解，但其中所含的有机成份也会腐烂而破坏掉，这样在它们中就会留下空隙，再经过地下水里矿物质的填充和交换，慢慢矿化成为坚如石头的东西，这样就形成了化石。由于在这个过程中只是矿物质的浸入而不破坏其外形，所以其形状与原状基本上保持不变。

当然化石的种类很多，这类化石只不过是常见的最多的一种罢了，还有一些化石是由动物的遗迹或遗物形成的，如在我国四川省境内发现了恐龙脚印化石和恐龙蛋的化石就属于动物遗迹和遗物形成的化石。动物的足迹如昆虫的爬痕，也可以形成化石，这也属于遗迹化石。

除了以上说到因沉积而使动、植物的尸体埋入地层可形成化石外，还有一些条件也可形成化石。

如，一种是动物生前陷进了沼泽、湖边、河滩的松软泥沙中而不能自拔被掩埋起来。

一种是封闭，如琥珀里的昆虫化石就是这样形成的。它们生前被树胶包裹起来，后来随森林倒坍而埋入地下，森林变成了煤、树胶变成了琥珀。昆虫就被严密地封存在琥珀里，整个地保存下来，因此常常可以见到翅足完整的、栩栩如生的化石。

一种是冷藏，如在西伯利亚冻土层里发现的猛犸象就是由冷藏而得以保存成为的化石。

一种是洞穴堆积。因为洞穴是动物的天然住宅，如洞穴遇到强烈地震或者其它什么原因而倒坍，生活在洞内的生物也随之被埋在里面。洪水暴发时，洞穴位置又低，大量的泥沙涌进洞内，也会把洞穴里的生物的遗体，遗物或遗迹掩埋起来，这样也可形成化石，等等。总之，形成化石的因素很多，原因也是多种多样的。

我们上面讲到的化石都是零散的，如果是大的原始森林，在环境变化时而被整片的掩埋则内部化石就很丰富。还有就是珊瑚也能形成大量的化石，因为珊瑚虫生活条件十分苛刻，水温要求在摄氏 25 到 29 度，最低不可低于 18 度，水深不能超过 100 米，海水中盐份深度不可太高，而且光线要求充足，海水要清澈。否则，如果环境变坏，则珊瑚就会集体死亡而形成大量化石。

由此可见，化石也不是能轻易形成的，也不是每个动物死后都能变成化

石，化石其实是在很偶然的会里才能形成。

在一般情况下，生物死去以后，遗体就会腐烂或被风化掉了，要使生物遗体形成化石，就必须防止外界的破坏和风化，需要一个被隔绝起来的环境条件。

古生物学家对古代生物的研究就是从地层——这不同的书页里去寻找古生物的化石，来研究古代生物的形态、生活环境和进化过程的。

化石存在也较广泛，但至今完整的化石发现还很少。目前，在我国发现比较完整的动物化石：有四川合川县马门溪的马门溪龙，它属一种巨型的植食性爬行动物化石；有四川永川县的永川龙，它属一种凶猛的肉食性爬行动物化石；还有甘肃合水县的黄河象化石，这些都是极其难得的珍贵化石。

我们前面说过地层是由地球表面的流物沉积而形成的，所以它存在着先后顺序，如果地层没有受到太大的地球内、外力的作用而使其发生褶皱、倒转、断裂等现象，则应该是越下部的地层越古老，越上部的地层年代越新，地球这本记载着生物进化历史的巨著，应该是一本按年代顺序来编排的纪年史。

可是，实际上地层经常是因为受到各种力的作用而被破坏得支离破碎，面目全非的，所以，有时在同一高度的地层里的化石，却不是同一年代的沉积物。

地层破坏主要可分为三种类型：

一是发生褶皱，这是因为成层的岩石受力的作用而发生波状弯曲，使原来是水平的地层变得倾斜，但没有遭到连续性破坏，还是可以分出顺序来。但如是受力过大而发生倒转式褶皱使原来在上层的地层翻转到下层，而下层则翻转到上层，这就像书一样把第十五页装订到第十页位置而把第十页订到第十五页的位置一样，像这样一本书就不堪卒读了。

二是发生断裂，这就是地层遭到连续性破坏，并且沿着断面发生明显的相对移动，这就使断面两边的地层，虽然在同一深度，却非同一年代，恰好一本书被拦腰撕断，在拼凑时却错开几页，如第十五页的上半页和第二十页的下半页连在一起，如此等等。

三是由于岩浆的侵蚀，使原来的地层成份都改变了，把原来所含的化石也破坏了，这就好似原来一本书上沾上的墨迹，把原来的字迹也掩盖了。

我们上面所讲述的这些都是为我们下面所要研究的化石作铺垫，只有通过化石的发掘和研究，才能帮助我们了解今天世界上种类繁多的生物是怎样从原始类型发展来的。保存在地层中的古代生物及生物的活动遗迹、遗物等，则是研究古生物起源和发展过程的直接证据。

如果在地层没有发生变动的情况下，低等生物所形成的化石应该最早，应该在位置较低，也就是时代较早的地层中，而高等生物的化石则只能从位置较高，时代较晚的地层中去寻找了。

如果我们将一个局部地区内不同时代的地层与它们所包含的化石情况研究清楚了，就可以将这个地区作为地层时代对比的“标准地点”，只要其他地区能找到化石，把这些化石跟“标准地点”的化石进行比较研究，就可以知道它们所在地的相对年代了。

对于相对年代来说，它只能告诉我们这个地层的时代是早还是晚，但它不能具体回答究竟距今有多少年，要搞清这个问题，就必须了解绝对年代。

近些年来，随着科学技术的发达，已可以运用地层中的化石或其他物质所含放射性同位素来测定化石到底距现在有多少年，这就是根据这些放射性同位素的衰变速度来测定的，至于怎样利用放射性同位素衰变的方法来测定地层的时间，这里我们就不赘述了。

因为化石是保存在地层中的，而地层又是地球在演变过程中经过几百万年的日积月累而形成的，所以要弄清化石的年代就必须首先要弄清这个化石所保存在这个地层的年代，也即首先要弄清地球的变化史。

经科学家们多方面的研究和归纳，将地球的历史过程分为如下许多单位：

- 太古代：开始时间距今约 45 亿年，持续时间约 21 亿年。
- 元古代：开始时间距今约 24 亿年，持续时间约 18.3 亿年。
- 古生代：开始时间距今约 5.7 亿年，持续时间约 3.4 亿年。
- 古生代中的寒武纪，开始时间距今约 5.7 亿年，持续时间约 7000 万年。
- 奥陶纪：开始时间距今约 5 亿年，持续时间约 2000 万年。
- 志留纪：开始时间距今约 4.4 亿年，持续时间约 4000 年。
- 泥盆纪：开始时间距今约 4 亿年，持续时间约 5000 万年。
- 石炭纪：开始时间距今约 3.5 亿年，持续时间约 6500 万年。
- 三叠纪：开始时间距今约 3.58 亿年，持续时间约 5500 万年。
- 中生代：开始时间距今约 2.3 亿年，持续时间约 1.6 亿年。
- 中生代中的三叠纪，开始时间距今约 2.3 亿年，持续时间约 3500 万年。
- 侏罗纪：开始时间距今约 1.95 亿年，持续时间约 5800 万年。
- 白垩纪：开始时间距今约 1.37 亿年，持续时间约 7000 万年。
- 新生代：开始时间距今约 6700 万年，持续到现在。
- 新生代中第三纪开始时间距今约 6700 万年，持续时间约 6450 万年。
- 新生代第四纪开始时间距今约 250 万年，持续到现在。

实际上，地质年代的划分，一方面固然是根据不同岩石形成的先后顺序，也就是说根据不同地层的年代，同时也考虑到不同地层里的古生物化石，亦即是考虑到地质史上一些重要生物门类的兴衰，因此，地质年代不仅仅是地质史研究中所用的年代，也是生物进化史上所用的年代。

现在，我们在研究生物进化史中所用的年代，一般都不是说距今多少年前，而是用地质年代来表示，比如说某一种或一类生物出现在哪个地质年代，在哪个地质年代繁盛，又到哪个地质年代趋于灭绝，等等。

以上我们讲到的地质年代等一切都是为我们识别和研究化石的年代做准备的，那么怎样才能找到化石，又怎么去识别它，如何去估计它的年龄呢？

通过以上内容我们知道，化石是深埋在地层中的，不是在地表可以随意找得到的，化石的发现只是一些有心人在极偶然的时机里才能实现。如果你不了解它，即使出现在你的眼前，你也会把它当作一块无用的石头而错过一个难得的机会。

如何去认识化石呢？化石，顾名思义它是一个石化了的动、植物的遗体、遗迹或遗物，是什么东西的化石其外形就像哪种东西，只不过质地变成像石头一样罢了。如一块象牙的化石，其形状就和象牙一样，只不过是象牙在地层中久埋，其中的有机成份腐化而被一些无机物所代替，又如一种植物叶的化石，其实它也是一块石头，不过在这块石头上清楚的印着和原来的叶一样的叶脉而已。

通过以上介绍,我们对化石有了初步的了解,那我们又怎样去发掘它呢?

寻找化石是项很艰苦的工作,除非地层受到大力发生移动或开山、开矿等,一般化石是不会自动露出地表的。寻找化石一般要到一些断崖(山的断面)或采石场或矿区内。这一带出现化石的机会较大,如发现化石,还要找到这个化石所埋的地层,以便确定化石的年代。

上面介绍的是关于化石的识别和发掘的一些情况。下面我们就通过对几个在不同时期发掘出的不同生物的化石的研究,来进一步证明生物进化的过程。

### 一、鸟类的祖先——始祖鸟

大家可能很难想象得出那样恐怖而毒辣的蛇和婉啾鸣唱的美丽的小鸟,它们竟然还拥有相似的祖先,乍一看来,好象是天方夜谭,很难设想有如此差异的两种动物,它们的祖先会是同一类伙伴。

如果你通过仔细的观察和比较,就不难发现,其实鸟类本身从身体结构和生理功能上来看,和爬行类具有非常相似的特征,所以有人把鸟类叫做“美化了的爬行类”。

说鸟类是从爬行类发展来的,并不只是从构造、生理上分析而推测的结果。而是已经找到了从爬行类向鸟类转变的过渡类型的化石。

1861年,在法国巴伐利亚省索伦霍芬的上侏罗纪的石板石灰岩的地层中,找到3份化石标本,从骨骼构造上看,它属于爬行动物。这份化石被埋在细粒的石灰质沉积物里,不仅骨骼保存得很好,而且岩石上还有十分清晰的羽毛痕印。它不但前肢(翅膀)上和尾部有羽毛,连躯干上也有羽毛,显然,这不是一般的爬行类动物,而是带羽毛的、有翅膀会飞行的爬行类动物。实际上,它已经跨过了由爬行类向鸟类进化的界限而成为现在鸟类的最早代表即现代鸟类的祖先。故这种鸟类被命名为始祖鸟。

从始祖鸟的化石看,它一方面仍然保留了爬行类许多特征:如它的嘴里有牙齿,它有一条由21节尾椎骨组成的长尾,前肢有三个分离的趾头,趾端有爪,前胸狭窄。另一方面它也具有现代鸟类的一些特征,如前肢已变成翅膀,全身被覆羽毛,后肢三趾在前一趾在后,尾部也有排列整齐的羽毛。

那么始祖鸟又是由什么动物进化而来的呢?有人根据始祖鸟的骨骼构造和虚骨龙非常近似,认为始祖鸟来源于虚骨龙。但一般认为始祖鸟的祖先不是虚骨龙,因为虚骨龙是已经从槽齿类里分化出来的一个分支,而始祖鸟的祖先却是直接从槽齿类主干里分化出来的另一支。但它们的骨骼构造怎么又那么相似呢?这是因为它们都是从槽齿类分化出来的,所以它们的骨骼构造都承袭槽齿类。

不过这里还有一个问题,一般认为槽齿类爬行动物是在三叠纪就已经灭绝了,而始祖鸟属晚侏罗纪的动物,这中间有一段时间间隔表明从槽齿类分化出来到演变成始祖鸟的过程中应该还有一些过渡类型,但到现在还没有找到任何化石来证明这中间的过渡类型。

由于始祖鸟适应飞行的各方面构造还很不完善,所以据推测它可能只适应于低空滑翔。

### 二、现代马的祖先——始祖马

在全部动物进化史中,没有比马类的进化史了解得更多的了,这是因为马类的化石记录得最为完整。

由马类一系列的化石表明,在距离现在大约6000万年前的古代——这个

令人无法想象的古老年代，恐龙时代才刚刚结束，哺乳类时代也仅仅开始，不用说此时地球上还根本没有人类存在。一种叫作始祖马或者称始马的体型很小很小的马，开始在美国和欧洲出现。它们肩高只有 25 厘米，身长只有 55 厘米，顶多只不过像现在的狐狸那样大小。

头小脖子短，脊背弯成弓形，前肢生有 5 个脚趾，只有一个退化不着地，后肢只有 3 个脚趾，嘴里长有 44 个牙齿，牙齿既小又低，门牙呈铲状，适合于吃嫩的、多水分的植物。

始祖马生活在热带性森林中的潮湿地带，主要吃树上的嫩叶和嫩芽，象这样小的马进化到现在这样高大的马，真是不可思议，那么它们又是怎么进化的呢？

大约到了 4000 万年这一时期，这在地质年代中处于新生代中渐新世时期，所以这时的马被称为渐新马，这时的马体格变大，和现在的一只羊那么大。此时它的腿也变长了，前后肢的脚趾都变成 3 个，中趾要比其它两个趾大得多，不过走起路来还是脚底的肉着地，还是吃树叶和幼嫩的植物。

在最早的始祖马生存的始新世时期，地球上绝大部分地区还都像亚热带那样的气候，但是到了渐新纪，地球上的气候逐渐变得凉爽和干燥，所以森林的面积逐渐缩小，而草原的面积却日益扩大。

这样，随着地球上自然状况发生的变化，在大约 2500 万年前这一时期也逐渐出现了适应于草原生活的马，我们称它们叫草原古马。

随着生活环境的改变，草原古马在一些构造上也随之发生变化。为了把草嚼碎，要求牙齿升高牙冠来代替短的牙齿，而且在牙上还出现了耐磨损的釉质褶皱，为了躲避其它肉食性动物的袭击，适合于在草原上奔跑，腿也变长了，体型变得象现在的小马那么大，原来的三个脚趾变成只有强壮的中趾着地，而其它两趾逐渐开始退化了。

到中新世末，从草原古马又分出两支：一支叫三趾马，一支叫上新马。此后三趾马逐渐灭绝，到上新世末期，从上新马又演化出两支：一支是南美马，在更新世的冰期中灭绝了，另一支是现代马。

现代马也是在北美洲起源的，在更新世初期迁移到其他大陆，成了分布全世界的动物。但是在它起源的新大陆，反而在几千年前就灭绝了，而在旧大陆，它却一直生存到现在，而且又分化出了许多种，如斑马、马和驴。

现代马即是真正的马，蹄子变得大而强壮，白齿也变得很长。

马的化石，到现在已经知道的大约有 300 种，就这样，马的类群自 6000 万年前在地球上出现以来，腿逐渐变长，脚趾中只有中趾发达起来，牙齿变得越来越长，终于长成体型高大且只有一个趾的现代马了。

### 三、曾到地球作客的庞大家族——恐龙

我们在此提到恐龙这个名字，大家可能并不陌生，因为现在电视、电影画面中也经常出现，但是你究竟对恐龙有多少了解呢？下面就为大家简单地介绍一下有关这方面的内容。

“恐龙”这一名称，早在 1842 年由美国学者理查法·欧文勋爵提出并给在中生代这一时期的地层中陆栖的大型爬行类动物命名的。它的希腊语的意思是“恐怖的蜥蜴”。

恐龙的种类繁多，它是大约从 2.2 亿年三叠纪初期到 7000 万年前白垩纪末期生存在地球上的一个庞大家族。

大家如果从电视或电影画面上乍一看可能会认为它们都属于同一类，其

实恐龙一共分为两大类，一类是蜥臀类，另一类是鸟臀类，它们的区别就在坐骨和耻骨的角度和长度上有差异，地球上所有的恐龙皆属于这两类中的某一类。

既然恐龙生活在离我们如此遥远的年代，我们又是怎么发现它们的呢？要回答这一问题，还必须从恐龙的化石发现开始。

在离现在大约是 170 多年前的 1822 年，一位美国的古生物学者叫基法曼·曼特尔博士的夫人象往常一样，到一个采石场去采集化石，在采集过程中，突然她从白垩纪前期的地层中找到了几颗某种动物的奇怪的牙齿，这就是后来被发现的恐龙牙齿的化石，因为当时谁也不知道什么叫恐龙，所以当时她怎么也看不出来这是什么动物的牙齿，回来后，她又把这几颗牙齿化石拿给曼特尔博士看了，但曼特尔博士也不明白。

后来，他又把这些牙齿化石寄给了几个地质学家、解剖学家和生物学家，试图让他们鉴定一下，但都没有理想的答案。于是，从此曼特尔就专心致志地将标本与其他标本作比较来进行研究，最后得出结论是：这种动物属于一种新类型的大型爬行类，具有与现今的鬣蜥的牙相类似的牙齿。

因此，他给这个动物取名叫恐龙，这就是世界上首次对恐龙的化石给予正式的学术命名的经过。恐龙的发现，为生物工作者提出了又一个研究课题。

2 亿年前在地球上恐龙是普遍存在的，它们有大有小，有大到体长达 30 米，体重达 80 吨的巨龙，也有小到身体不足 1 米的小恐龙。

由此可见，恐龙来到地球是生物进化的心然，虽然它们像作客一样，现在又不复存在，但在地球上毕竟留下了它们宝贵的足迹，在相当长的一段时期内它们是陆地生物的主要统治者，也曾称霸一时，作为地球上一个主要物种存在过，现在人们在一些史纪录片中让它们亮相，是人们为了追忆在生物进化史这一历史长河中也曾有过这么一页。

当然，目前我们对恐龙的认识同它们当时在地球上盛极一时且极为庞大的家族相比还是远远不够的，要想更多地去了解它，还需要我们好几代以至几十代人的不懈努力。

#### 四、象的祖先——始祖象

提起象来，大家自然会想到它那玉笄般的牙齿、扇子似的耳朵、柱子一样的腿和墙一样的身体。现在的象已经只剩下可怜的几个种类了，但是，在古代却也有一个较为庞大的象族，大约有 350 多种象定居在这个地球上，象的家族曾经在地球上繁盛过一时，以后却逐渐衰落，到了现在，只剩下两种——印度象、非洲象，在热带地区生存下来。

说来真怪，最古老的象类都是在埃及和它附近发现的，始祖象的骨骼化石是在埃及尼罗河下游的第三纪始新世（大约 6000 万年前）末期的地层中发现的，它形体很小，大约和猪差不多，肩高约有 60 厘米，脑袋细长，在突出伸长的嘴巴前端长着一付朝天鼻，和现在的牛和马的鼻孔恰好在同一位置上，眼睛和耳朵都长在头的上方。据猜想，可能是像河马一样，在潜入水中时，将耳朵和眼睛都露出水面。

但是头骨很小，还没有象牙，不过，上颚的第二个门牙形状稍大，已经露出变成象牙的迹象，通过对它的牙齿的观察和研究，显示出素食性动物的特征。

作为大型动物的代表，受到人喜爱的大象的始祖，原先就是这样一个小而又奇妙的动物。

在始祖象后期，又出现始乳齿象，体型较始祖象稍大，肩高1~1.3米，鼻子突出伸长，下颚的六齿向前伸出，呈扁平铲型，头骨显著特征是鼻孔后退，比始祖象更接近于现代象。头部低矮、细长，身躯也细长，腿短。

再稍后又出现了古乳齿象，身高2~2.4米，鼻子呈变长的样子，它们在森林中用鼻子把树枝扯下来，吃叶和嫩芽。

大象已经历6000万年这样漫长岁月的演变，如果将它的同类的历史加以整理、归纳，就会了解它的进化具有以下的趋势：

1. 身体逐渐变大了。
2. 腿骨变长，趾骨变宽变短。
3. 头盖骨变得非常大。
4. 头变短了。
5. 鼻子长长了。
6. 大象牙越来越发达了。
7. 臼齿变大，具备了适应于素食生活的各种各样的形状。

由于大象的牙齿十分珍贵，所以我们在此对其牙齿再多说两句。

象牙是由原始象的臼齿演化而来的，它随着时间的推移而逐渐变大。

象换牙也和人一样，人换牙时是新出的牙从下面将旧牙顶掉，而从长颚乳齿象开始到现在的象，则是新长出的臼齿，从后面向前把旧牙顶出去，这也是一种有趣的换牙方式。

前面我们所列举的皆是陆地生物进化过程，下面我们再列举一个从水生到陆生的进化过程。

#### 五、“海军陆战队”，进军大陆的开路先锋——总鳍鱼类

从前，人们都认为陆生脊椎动物的祖先是肺鱼。

肺鱼是既有肺又有鳃可以进行双重呼吸的鱼类，现在在澳洲，南美和非洲的一些河流中均可找到，特别是澳洲肺鱼与三叠纪时期的肺鱼很相似，但通过对肺鱼和陆地爬行动物作多面比较，则认为肺鱼不是陆地脊椎动物的祖先，那么陆地脊椎动物的祖先又是谁呢？

通过人们研究和观察发现，可以进行双重呼吸的除肺鱼外还有一种就是总鳍鱼。通过对总鳍鱼的化石和现代陆生爬行动物的骨骼的构造结构相比发现，总鳍鱼的头骨、肉鳍中的骨骼等很多地方都与现在陆生爬行动物的构造很相似。

总鳍鱼虽然已经具备了爬上陆地的身体结构条件，但是如果它们没有遇到被迫离开水的压力，它们还是宁愿留在水里。

这正是由于泥盆纪的地壳上升、气候干旱使地面上原先布满着浅窄的小河和池塘一到旱季就会干涸见底，那时候刚刚上陆不久的植物也大多生长在水边，残枝败叶落在水里，腐烂发臭，并且大量地消耗着水里的氧气，这样就使生活在水里的鱼类不是搁浅就是缺氧。

在这种情况下，有很多鱼类由于无法适应这恶劣的环境而先后死亡以至灭绝了，但总鳍鱼由于除鳃以外还有肺来进行呼吸，且鳍中又孕育着脚，所以就能在干旱的困境中打开一条出路，吃力地爬上陆地，来尝试真正的陆地生活。

不过同时作登陆尝试的可能还有肺鱼或其他一些鱼类，但是由于它们身体构造的差异，即使能暂时爬上陆地，也不能进一步地去适应陆上生活，有的暂时度过一段干旱时期，一遇到雨水就又回到水里，最后没有能够摆脱水

的束缚。

只有登陆成功的那一支，度过那段初上陆的艰苦岁月，以后又进一步建立起适应陆上生活的形态结构。它们在不断的爬行

中使鳍里的骨路构造进一步地向脚发展，还长出了趾，变得越来越像脚而不像鳍，且支持四肢的整个骨架逐渐加强，在生存竞争过程中有了骨化程度越来越高的块状脊椎骨。经过陆上呼吸的长期锻炼和适应，鳃的机能和结构也逐渐消失，逐渐演化成了更适应陆上生活的两栖类了。

根据现在所发现的化石证据，最早的两栖类叫鱼石螈，它的化石是在格陵兰和北美洲的上泥盆纪的地层中找到的。

通过对鱼石螈化石的研究发现，当时它已长出四肢，有强有力的肩带和腰带，能用四肢支持着身体在地面上爬行，它前肢的肩带已不像鱼那样与头部牢固地接在一起，这表明它的头部已经能够活动，这些进步的特征表明它已经发展到了两栖类，应该算是两栖类最古老的祖先，也就是最早上陆的脊椎动物。

以上都是通过化石来证明生物进化的历程，至此，生物进化是否可以告一段落了呢？不，下面我们再以一种较新的学说——胚胎学来证明生物是进化的，即胚胎学证据。

生物从简单的门类发展到复杂的门类，生命在地球上起源以后演变到现在的整个过程，叫生物的系统发育。意思就是生物界整个自然系统的发育过程。系统发育也指生物的一个类群形成的历史。

对于一个多细胞生物个体来说，它也存在着一个个体发育过程，即由受精卵一直发育到长成一个完整的幼体以前的阶段叫胚胎发育。

我们知道动物在个体发育初期，都要经过几个不同形态的阶段，而这几个阶段恰恰是该物种系统发育中几个重要阶段的重演，由此可见生物的个体发育初期，也即胚胎发育时期重演了生物系统发育的全过程，那么我们可以简单地说：生物个体发育的胚胎时期是生物系统发育的浓缩，或者说是生物系统发育的缩影。

例如，以人的胚胎来说，它在发育过程中依次出现了低、高级动物的各种形态特征，如原肠、脊索、尾巴、鳃裂和体毛等。而鳃裂这种构造在鱼类胚胎里以后就发育成鳃，而在鸟类和哺乳类胚胎里的鳃裂到后期就自然消失了，这表明鸟类和哺乳类胚胎里的鳃裂是它们祖先鱼类的特征的重演。

对此，许多科学家和学者在他们长期的实验中和观察中也得出相同的结论。如：

法国解剖学家梅克尔曾设想，一个物种可能从另一个物种进化而来，而高等动物的胚胎在生长过程中在构造上和生理上重演了这一物种的进化历程。

法国胚胎学家冯·贝尔也发现，所有脊椎动物的胚胎在构造上都有一定程度的相似性，在分类上亲缘越近，其胚胎的相似程度越大。

在达尔文进化论发表以后，法国生物学家海克尔发展了梅克尔的思想，提出了生物发生律，也叫重演律。认为生物的个体的胚胎发育过程经历了它的种的进化的几个主要阶段。或者简单地说，生物的个体发育是它的种的系统发育的重演。

我们以上所说的化石和胚胎学两种证据充分的证明了生物的种不是一成不变的，而是在不断地进化的，并且它还遵循着一个原则，即，由简单到复



杂、由低级到高级的有规律的发展。

现在我们可以概括地把生物进化的过程和地质年代联系起来，按地质年代的先后顺序，对生物的发展及其阶段进行一下粗线条的描述。

太古代，这一时期，地球上还处于生命孕育的阶段，但也有人发现在距今 35 亿年前的地层中已经有细胞群体的化石，在距今 32 亿年前的地层里已经有细菌存在，一般认为在太古代晚期有细菌和低等蓝藻类存在。

元古代中细菌和蓝藻已经开始繁盛，且出现了原生动物，到末期，一些如海绵、水母和水螅这样的低等动物已经出现。

从古生代起，地球上的生物界开始迅速发展，此时由于地球形成时间较长，地壳也相对稳定，浅海面积增大，生物以藻类和水生无脊椎动物三叶虫为主。

到奥陶纪，某些水生无脊椎动物繁盛，原始脊椎动物甲胄鱼类出现了。

志留纪后期由于发生强烈的造山运动，植物界出现了原始陆生植物裸蕨，末期原始鱼类开始繁盛。

泥盆纪时期，地球表面出现了高山和平地之分，气候随之变得干燥炎热。动、植物开始由水生向陆地发展，出现了大森林，原始的两栖类和节肢类动物昆虫开始兴起，同时鱼类也得到极大发展。

石炭纪，气候湿热，蕨类植物发展很快，陆地上出现大片森林，两栖类动物和昆虫类十分繁盛，末期出现了原始爬行类动物。

三叠纪，地壳运动剧烈，气候干热，植物界裸子植物开始发展。动物界仍然以两栖动物为主。

动物中两栖类的一个旁支总鳍类的硬骨鱼由于上一纪气候干燥而适应自然环境的变化，经过由量变到质变的飞跃，由肺囊代替了鳃而成为主要的呼吸器官，由偶鳍而变成四肢，逐步爬上了陆地，成为两栖动物，完成了脊椎动物上陆的第一次飞跃。不过这类两栖动物虽然能在陆地上生活，但还必须生活在离水源不远的潮湿的地方，如现代的青蛙，就是一个很好的例子。

中生代，地壳又恢复稳定，气候温暖而潮湿，植物中裸子植物繁茂，而动物中的两栖动物由水中进行生殖已过渡到可以用羊膜卵(蛋)来进行繁殖，这样就完成了由两栖类到爬行类的过渡而形成真正陆地上的爬行动物。

爬行动物是真正的陆上动物，一经出现便迅速发展，并分化出许多分支，在距今 2.25 亿年到 7000 万年前之间的中生代特别发展，尤其是其中有一部分演化成为各种各样陆上生活的“恐龙”，更是盛极一时，地球上一度成了“龙的世界”。不过我们这里所说的“恐龙”是指中生代一类爬行动物的总称，现已灭绝，与传说中的“龙”是两回事，其实传说中的“龙”根本不存在。

三叠纪，裸子植物更加发展，爬行类动物恐龙逐渐兴盛，并出现了最原始的哺乳动物，哺乳动物的出现是陆地动物特别是脊椎动物发展史上最重要的飞跃。

侏罗纪，裸子植物继续发展，恐龙在动物界占统治地位，有巨型的植食性恐龙和凶恶异常的肉食性恐龙。末期，从原始的爬行类中还分化出一个分支，它们前肢逐渐变成有羽毛的翅膀，骨骼变细并中空，适宜于在空中活动而成为鸟类。

白垩纪，被子植物出现，动物界中爬行类恐龙由于自身条件和外界环境的变化而衰落，并处于绝灭的边缘，哺乳动物开始兴起。

新生代，地壳又趋于活动，且较为剧烈，导致海陆重新分布，气候逐渐变冷，植物界被子植物迅速发展，动物界鸟类和哺乳动物也得到更大发展。

第三纪，被子植物继续发展，形成原始大森林，哺乳动物由于可以适应各种不同的生活环境，出现更多的不同类型。

第四纪，地球上出现大冰川，植物和动物在地理分布上有了很大变化，为了生存的需要迁移的幅度和频率也很大，人类在大自然中诞生，并逐渐主宰地球。

目前，人类对史前生物的研究已经进入到新的一页，但是我们试想，如果没有进化论的出现，如果没有先驱者在同宗教势力进行不懈斗争的同时追求真理、追求科学，我们现在可能还在前人的脚步间徘徊，所以，我们这里还必须要提到两位在进化论中作出过重大贡献的生物学家拉马克和达尔文。

拉马克，进化论的先驱者，法国生物学家。在当时宗教势力统治全人类，神创论在人们脑海中根深蒂固的时候，他提出：生物在适应环境的进程中，器官随着生存环境的变化而变化。即：器官用则发达，不用则退化。虽然这一理论在以后被证明是不正确的，但他为人们指出了一条正确解释物种起源的路。

达尔文，英国生物学家，进化论的奠基人。他的不朽著作《物种起源》的问世，给生物学带来了光明。

达尔文从小热爱大自然，爱好打猎，饲养动物，钓鱼和收集各种生物标本。由于他对学校的那种死板的教学不感兴趣，学习成绩一直比较差，曾被校长公开斥为“二流子”。老师和他父亲也认为他是一个很平庸的孩子，远在普通智力之下。

后来，他父亲送他到剑桥大学学神学，但他对枯燥无味的神学课程也毫无兴趣，而把注意力集中到博物学上面，并常去听地质学和生物学课程，收集和研究的昆虫，进行地质调查，发掘和鉴定化石等。到 22 岁，剑桥大学毕业后，达尔文并没有象他父亲希望的那样成为一名牧师，而是走上了一条截然相反的路。

达尔文成功的关键在于他于 1831 年乘坐了一艘名叫“贝格尔号”的船进行了为期 5 年的环球旅行，在这次旅行中，他历尽千辛万苦，克服了难以忍受的晕船，经历了无数次惊险，顽强地作了大量的地质调查，搜集了各种生物标本，并对有些生物还作了解剖、画了图，把观察和了解到的各种生物的特征及生物习性作了详细的记录。

这 5 年环球旅行对于达尔文以后事业上的成功起了决定性的作用。他自己说过：“贝格舰上的旅行是我一生当中最重大的事件，并且决定了我的全部研究事业。”

达尔文是带着《圣经》上的观点登上“贝格尔号”的，而且出发前已经获得了牧师的头衔，那么，在这次旅游中是什么事实使他改变了信仰，确立了进化论的思想的呢？

第一，他在南美洲发现一种巨大的古代动物化石和今天仍然生活在那里的犰狳很相似，但从化石骨骼上看其体形要比现代犰狳大得多，且他在澳洲也发现过类似情况，这表明现代生物和过去生物并不是完全没有关系的。

第二，在南美洲大陆上看到在相邻的地区分布着极其相近的物种，从北到南出现一系列这种相近的物种，其区别随着两地距离的增大而增大，这表明，地理间隔和物种变化有联系。

第三，也是最使达尔文惊奇的，他发现在太平洋里的加拉帕戈斯群岛上的生物竟同远离在 1000 公里以外的南美洲上的生物有相类似的特征 特别是在这个群岛上有一种叫莺的小鸟，每个岛上都有它的变种，据统计有 13 种之多，彼此相似，但又有细微差异。这更表明，生物变种是和地理间隔密切相关的。

达尔文所看到的这些事实，都是神创论和灾变论所无法解释的。因而他抛弃了旧的传统观念，对生物进化有了初步认识。

以后达尔文又从人对动、植物的选种中去搜集资料，他发现“在创造有用的动、植物品种上，人类成功的关键在于选择”，即人工选择的原理。之后他又对生物在自然界里的生存斗争进行研究，从人工选择原理中得到启发，提出了自然选择的原理。并用自然选择原理对很多现象进行了解释，最后把多年搜集到的有关生物进化的资料加以整理，终于写成了《物种起源》这一划时代的论著，戳穿了上帝创造自然的无稽谎言。

通过以上一些证据的证明，我们都知道了现代生物是由古代生物进化而来的，也许有的人会提出这样一些问题：如生物进化是不是按照一个方向发展的呢？现代生物会不会再进化到以前的生物种类呢？生物又为什么会进化的呢？等等诸如此类的问题。

一、我们说生物进化不是按照一个方向发展的，当然生物进化的总趋势是向上的，也就是朝着适应环境，也就是更有利于自身生存这个方向发展的。但在进化过程中，常常是多枝齐头并进的，既有纵向的阶段性的突破，也有横向分枝性的扩散，纵向是发展水平的提高；横向是由少到多的分化。

所以，生物进化的另一个趋向是多样性。正是由于这样，地球才出现古今生物繁多的种类。

二、现代生物不会进化到以前生物。因为生物进化存在着不可逆性，在进化中退化了的器官不会再发达，消失了的器官不会再产生，即使把现代生物再放回到它祖先的生活环境中去，它也只能用其他的器官来改造或代替已退化的器官，例如现在生存在海里的鲸类，它是哺乳动物，它回到祖先鱼类生活的海洋环境中去，虽然也变成了鱼形，但是器官构造同鱼有着根本区别，为了适应水中生活，它把前肢变成了偶鳍，而不是恢复鱼类的偶鳍，而把后肢和尾变成尾鳍，也不是像鱼一样来恢复尾鳍。

三、生物进化原因很多，归结起来不外乎两点，即内在因素和外界环境因素。

内在因素也就是生物的遗传和变异。遗传是继承和保留原来性状，反映物种的稳定性；而变异是引起物种变化，它们是相互对立的，也是相互统一的，变异是量的积累过程，当变化到不能与原来物种进行繁殖时，新物种就出现了。

外界环境因素就是外界环境条件对生物体的选择，如果这种生物进化种类能适应于这样的外界条件，就能被保留下来，如果不适应环境条件，就要被淘汰掉。

现在随着科学技术水平的提高，生物进化有着十分充分的证据，进化论也可以解释自然界中所发生的一切生物现象。人们对生物进化认识也越来越深刻。

随着科学技术的进步，近年来，对化石的研究已发展到利用电子显微镜进行研究的水平，利用电子显微镜已从地层中发现了大小在 5% 毫米以下这

样极小的微生物化石，估计将来还会持续发现细菌的一些化石。

到目前为止，究竟在地球上最早出现的生命是像病毒或细菌那样的东西呢？还是类似某些藻类的植物呢？或是像鞭毛虫那样介于植物和动物之间的类型呢？还不甚清楚。因为当时的生命至今还没有在那么古老的地层中发现，也不知是否留下化石，即使留下化石，其形体又极小，也不能以寻找其它化石的方法去寻找，也就很难发现。

目前，我们通过利用电子显微镜这种方法对化石进行调查，所能了解到的，只能是在6亿年以前的古老时代的地层中，除了细菌和藻类等以外，还发现了许多种相当高级的动物化石，因此，可以认为，在那个时代，进化的分支已经发展到相当可观的程度了。

从这种意义上说，将来利用这种水平对化石的研究，即使得到进一步发展，若想通过化石来解答生命诞生的问题，看来也是很困难的。

但是，科学在日新月异地突飞猛进，化石的研究也是一样，相信在不久的将来，或再过三五十年，人类对于30亿年前的生命诞生时期的历史，会了解得更加细致透彻吧。

在科学技术高度发展的今天，神创论就更加没有了立足之地，再也没有人去相信什么上帝创造世界及万物了。不过，现在世界各地的各种教义还仍然存在，但这不过是对以前的一种沿袭，对现今人们的生活已无任何左右。人们对于它的存在只不过是某种形式上的寄托，实无其存在的实际意义了。

生物进化的规律是不变的，以后生物还将会如何进化，在对生物学的研究方面，中外的学者和科学家又作出了什么样辉煌的成绩和贡献，等等。欲知后事如何，且听下回分解。

### 第三回

世界领先 华夏哲人先贤博闻强记  
后来居上 西域巨匠大师上下求索

生物分类在甲骨文中已有记载，进化论思想萌芽于春秋战国。沈括见落花生而生遐想，《梦溪笔谈》形象描绘化石形成背景；李时珍行程万里，《本草纲目》成为扛鼎之作。拉马克首先提出生物学概念。

话说地球上生物历史已经很是遥远了，而人类的出现也只是在二三百萬年前，这样相对来说，人类世界的历史毕竟太短了，而且有文化的人类历史才仅仅只有 5000 年。地表层所记录着的生物进化史，由于年代的久远，加上各种原因，现在所保存下来的已经是很不全面了。对于生物进化这部浩繁史册的研究，几千年来，人类一直是沿着一条坎坷不平的道路前进的。

远古时代，由于生产能力极为有限，为了生存，人们只有依赖大自然的恩赐，不断地接触自然界，从自然界中获取生存所必需的营养物质，而这些营养物质又是直接来源于同人类共同生存在地球上的生物界，在这样不间断的接触过程中而逐渐认识生物界。

却说，古人类当时在科学技术上可以说是一碗净水，所以对周围所发生的一些神秘而怪异的现象无法解释，他们只有常常借助于神秘的色彩去想象，因而产生许多传说和神话故事。中国无数神话传说，往往产生于氏族社会，女娲造人的神话故事大约就是那时候产生的。神话式的传说虽然都是子虚乌有，但却反映出古代人类誓与大自然抗争的精神和力量及无穷的想象力和艺术天才。在人类出现后，大约有 170 多万年的时间是在原始社会度过的，可惜当时几乎无任何的文字记载，因而也无法追溯当时的历史背景，我们也只能从一代一代相传下来的传说和神话去了解或推测当时的一些情景。通过对古代人类的研究表明，在当时山顶洞人对自然界的想象力是非常丰富的，他们用红色的赤铁矿粉撒在死去的同伴身上，以寄托对死者的哀悼和怀念。因为人身内的血液也是红色的，他们把红色看成是生命的象征。

人类自从进入奴隶社会后，由于人们要经常在一起进行思想交流和比以前更多的社会活动，文字由此而产生了，因而人类对大自然的认识开始有较为简单的文字记载，即使如此也因年代久远而难以整理和理解。但是，通过古今中外对进化理论的各种认识和研究，已向我们展示了一个事实：自从奴隶社会开始之后奴隶主为了统治奴隶的需要，开始利用早期人类对自然界那些幼稚的遐想和神秘的幻想，大肆散布和宣扬什么“生死有命，富贵在天”之类的谎言，把科学的东西引向歧途，因此神话也就失去了原来的魅力，成了统治者压迫和剥削人民的御用工具，但是，自然发展的规律不是能凭空想象出来的，更不是什么神所能创造的。在科学的道路上，无数的学者和科学家以他们卓越的研究成果，同神创论者进行了不懈的斗争，在艰苦的斗争进程中，许多科学家甚至献出了自己宝贵的生命。

再说，历史还告诉我们，进化论的产生和发展，也和其他科学一样，是在人类社会的发展过程中产生和发展的，并在其过程中不断地完善。在生物进化史的认识上，不论中国还是外国，也不管是现代还是古代，都同样存在着两种不同的看法。近来由于科学技术的迅猛发展，证实生物是进化的。我们相信，随着对生物进化研究的不断深入，将来，生物演化的史程一定会被人们揭开。

我们伟大的祖国是具有 5000 年光辉灿烂的文明史的古国。我国人民在每种科学研究的领域中，已对人类作出了无数应有的贡献。远在 2000 多年前，我国春秋战国时期有关生物进化论的思想已经开始萌芽。如对化石的记载就比国外早 700—800 年，并对化石的成因及古地理特征和生物进化的认识也有十分精辟的论述。

春秋战国时期，社会生产力获得比较大的发展，许多科学集中和发扬了我国劳动人民在生产实践中的经验和智慧，把科学技术提高到一个新的高度，数学、天文、历史、农业、医学等获得前所未有的发展，生物进化论的思想也达到一个相当高的水平。

春秋末期，著名的思想家老子（又称老聃，原名李耳），在他所注《老子》一书中就主张：各种事物都存在着对立面，并提出“道生一，一生二，二生三，三生万物”的辩证唯物的史观。

战国后期，出生于赵国的著名思想家荀子（荀况）是先秦诸子百家中最重要学者之一。他善于用科学的自然观来观察事物，他认为各个星球的运行，日、月对大地的普照和一年四季的变化，以及世界上的万物都是按照它的发展规律而形成和发展的。

我国奴隶社会的古代思想家，往往以寥寥数语阐明了十分深奥的含意，是我们现在绝非容易索解的。许多著作都阐明了极其深妙的进化思想。在《洪范》一书中曾经记载着金、木、水、火、土等构成世界万物之本的自然史观。由于当时科学技术水平还比较低，因而使他们在对生物进化的认识上还不成熟。

王充是东汉初年会稽上虞人，古代的杰出哲学家。在他的自然篇《论衡》一书中，系统地阐明了许多进化思想和许多科学知识，指出了潮汐现象与月亮运行的关系，解释了地壳运动及风和水的搬运作用。他认为“气”是万物的本源，唯物地解释了自然界和人类的关系：“天地合气”孕育万物，“夫妇合气”孕育子女，自然界中生物的发生和发展与“天”没有丝毫关系。这就是说，在两千年前，王充已经认识到，在生物进化的过程中，存在着种族的进化和个体的进化。

在我国古代对动植物的分类方面的认识，我国现存的最古老的文字资料是在河南安阳殷墟发现的甲骨卜辞，甲骨文都是一些比较原始的象形文字。从这些甲骨卜辞里提到的动植物名称的象形文字来看，可以推知那时候人们已经能够按照动植物的内部形态的异同来作为分类的标志。例如犬和狼都从犬形，表示它们属同一类；鹿和麋都从鹿形，表示它们同属另一类。另外，甲骨文中羊、牛、马、豕、犬、狼、鹿、麋、豹等字形又有共同特征，显示它们有四足这一内部形态，说明它们属一大类，都是具有四足的动物，也就是我们现在所谓的兽类。甲骨文中雉、鸡、雀、凤等字都从体形显示它们有羽翼这一外部形态，说明同属鸟一类，都是羽翼动物，也就是我们现在所称的鸟类。甲骨文中有几个字从虫形，表示它们属另一类动物虫类。

植物的名称，有同从禾形的禾、秫、麦、黍等字，同从木形的松、柏、桑、栗等字，表示他们把植物分成了禾类和木类这两大类，相当于我们现在的所谓草本植物和本本植物。

通过以上内容我们知道，从甲骨文中反映出在我国古代对最古老的传统的生物分类的认识，就是把植物和动物分成草、木、虫、鸟、兽等几类。这种分类思想比较完整地表达在我国最早一部词书里，这部词书叫做《尔雅》。

《尔雅》一书从战国时期起就开始汇集，到西汉初叶才告完成。在这部词书里，有释草、释木、释虫、释鱼、释鸟、释兽和释畜等篇。前六篇正是把植物和动物分成草、木、虫、鱼、鸟、兽六类，而最末一篇畜类又把饲养动物和野生动物区别开来。《尔雅》一书里动植物名称的排列也是很有顺序的。从排列顺序不难看出，它们在大类中还有比较精细的分类。如，植物中把韭、葱、薤、蒜等排列在一起，表示它们同属葱蒜类。另外，植物中还有桃李类、松柏类、桑类、榆类等。在动物中把不同种类的蝉排列在一起，表示它们同属蝉类。另外，动物中还有甲虫类、蚁类、蜂类、蚕类、贝类、蚊类、蛙类、雉类、鸱枭类、鹿麋类、虎豹类等等。

在我国春秋末年，记述手工业生产技术的著作《考工记》里，还把动物分成大兽和小虫，所谓大兽包括脂、膏、羸、鱼、鳞五类。根据和《考工记》差不多同时期的《周礼》、《管子》及战国末年的《吕氏春秋》和西汉初年的《淮南子》等书里的有关记载，知道所谓这五类大兽就是羽、毛、鳞、介、羸、羽、毛就是前面所说传统分类中的鸟、兽。鳞、介是从传统分类中的鱼类分化出来的（鳞是指象蛇类、介是指龟鳖类）。至于羸，根据考证，当是指人类。羸就是裸，因为人类既无羽毛，又无鳞介，生下来是裸体的。这五类大兽相当于现在的所谓脊椎动物，而小虫相当于传统分类中的虫，也即相对于现代的所谓无脊椎动物。这是我国古代分类认识上的一个发展。

我国古代把生物按草、禾、虫、鱼、鸟、兽的分类思想和把动物按羽、毛、鳞、介、羸的分类思想源远流长，两者相互补充。随着时代发展，人们对分类要求更准确、细致、实用。

我国北宋时期有一位伟大的自然科学家——沈括，他所著的《梦溪笔谈》也是我国古代一部伟大的著作。它对天文、地理、地质、生物、算法、钟律、文学、史学等都有极其精辟的科学论述。这本伟大的著作具体地记载了宋代劳动人民的科学结晶和智慧，是我国古代自然科学史上和世界自然科学史上的宝贵遗产。

在他的名著《雁荡山》中，沈括以科学的论述阐明了流水的侵蚀作用，而正是由于这种侵蚀作用形成了那千峰竞秀的雁荡诸峰和黄土高原的地貌。并且他还以华北平原为例，论述了流水的搬运和沉积作用。他这一论述比美国著名的地质学家郝屯提出的流水侵蚀作用学说要早 700 多年。

不但如此，他对化石也有一定的观察和研究，当他在永宁关（现在的延川县）看到，由于洪水的冲刷而暴露出来原头埋在数十米深的岩层中的“竹笋”（一种古代植物化石——芦木）时，就指出那是一种化石，并形象地描述当时化石形成的背景。他还用科学的观点解释了当地的古气候和古地理特征。此外，他还认为动物的习性是可以通过训导而改变的。

在任何时候，这位自然科学家都十分注意观察和研究自然界的一切现象。有一次，当他在高山上游览并欣赏桃花盛开时美丽的景色时，忽然想到山下的桃花早已因为时令的变化而凋谢了，这一普通的现象使他联想起唐代伟大诗人白居易在《游大林寺诗》中给人们存留下的“人间四月芳菲尽，山寺桃花始盛开”的诗句。为什么在自然界中会存在着这种现象？博学的自然科学家沈括通过认真的研究和分析认为高山和平原原来是存在着气候和温度的差异，因而产生开花时间的差别，得出不同的气候环境因素可以影响植物的开花和结果的时间，他这一精辟的判断和现代研究成果是相符的。

对于石油，现在的人们大概都不陌生了，但你可知道石油这名称的来历

吗？那已经是离现在 900 多年前的事情了。1080 年的仲夏，当沈括带兵路过陕北永宁关的时候，看到当地的人们在收集从地下涌出的一股股黑色的石油泥浆，用它来点灯照明，他也兴致勃勃地参加了采集，并细心观察这种油泥浆在燃烧时所发出滚滚浓烟的情况，然后收集油泥浆燃烧时所冒出的浓烟形成的灰，兑制成墨。在《梦溪笔谈》中，他就把这种油泥浆称为石油。

李时珍，我国明代的自然学家和医学家。他年幼时体弱多病，多亏他当医生的父亲的悉心调理和医治才逐渐健康起来。由于这个原因他从小就热爱医学，并立志将来要成为一名医生，为人民解除病魔缠身的疾苦。随着年龄的增长，他经常跟随父亲上山采药，认真攻读古代各种医药书籍，并以自己的亲身体会加以验证。

他一生中行程万里，四处行医，并虚心向民医请教，搜集各种药方。经过 30 年的刻苦研究，他终于写下了数百万言的笔记，用他辛勤的汗水铸成了举世闻名的医药巨著《本草纲目》。李时珍的《本草纲目》不但是我国一部伟大的药物学巨著，而且对生物的分类也作出了重大的贡献。

《本草纲目》共分 16 部，包含动物、植物、矿物及其他药物类等 4 大类。以科学的分类把植物分成 9 类，这一植物分类比瑞典著名的植物分类学家林奈类似的分类还要早 100 多年。他把动物分为成虫（昆虫）、鳞（鱼类）、介（软体动物）、禽（鸟类）、兽（哺乳类）和人类 6 类。由于这一分类法具有进化论的先进思想，甚至英国进化论的创始人达尔文也曾经受到这本书的影响，达尔文称这本书是“中国古代百科全书”。

在封建社会中，“龙”曾被描绘成能够翻江倒海、腾云驾雾、呼风唤雨的神，各封建王朝的皇帝也把自己称为“龙”，把他们用的一些东西都在前面加上个“龙”字，如衣服被称为“龙袍”、座椅被称为“龙椅”，手杖被称为“龙杖”等等。但在李时珍的著作里，根据当时传说中龙的特征，把它划为鳞类动物，而不是神。

达尔文认为生物的种是通过生存斗争来选择的，当然生物种的选择是与生存斗争分不开的，但达尔文过分地强调了这一点。而李时珍就观察到，生物不仅存在着生存斗争，也存在着和睦的共存关系，否则，它们也将为自然界所摒弃。他曾在描绘人们所熟知的海蜇时说：海蜇“大者如床，小者如斗”，“下有物如悬絮，群虾附之，啗其涎沫”；“以虾为目，虾动蜇沉”。寥寥数语，深刻而又绝妙地说明了海蜇与虾的共存关系。我们知道，因为海蜇属于低等动物，没有眼睛，因此它对是否有其他生物来侵害自己一无所知。可是海蜇却又和一种很小的大肚虾及牧鱼的关系十分和睦，它们在长期的自然选择过程中形成了一种奇特的共生关系。它们相依为命，每当海蜇用触手捕食海藻或其他什么微生物时，它食剩的微生物体就成了大肚虾及牧鱼的美味佳肴；如一旦有敌人向海蜇靠拢，这些小虾、小鱼就急忙躲到海蜇的细丝中，好像是在向海蜇发出报急警报，海蜇也就尽快地收起它那美丽的伞，缩小身体，遁身海底。除此之外，这些小虾、小鱼还吞食海蜇身上有害的微生物，还是海蜇的“义务清洗工”呢！它们就这样结成了终生的伴侣，使它们能够在自然选择斗争中存留下来，代代相伴。

《本草纲目》不仅在生物学上显示了它一定的地位，更在医学上为中国人民乃至世界人民作出了重大贡献。但在当时，为了把这宝贵的遗产保留下来，已年过七旬的李时珍，千里迢迢从湖北赶到当时的出版中心南京来求人刻版印刷，而被唯利是图的商人们所拒绝，它的价值到数年后才被当时南



京的一位书籍收藏家所常识，并出资赞助刻印出版，但此时，这位时代巨人——《本草纲目》的作者李时珍却已逝世多年了。

我国古代的许多科学家和哲学思想家，遗留给我们的很多有关自然发展规律的宝贵遗产不但反映了我国古代先进的科学文化水平和对人类所作的卓绝贡献，而且在过去的生产中也得到广泛的应用。如此丰富的宝贵遗产是中国人民智慧的结晶，也是中国人民的骄傲和世界人民的财富。

中国是世界上四大文明古国之一，具有 5000 年的文明史。中国在进化和分类方面所取得的成就是有目共睹的，但是由于旧中国在封建社会所停留的时间太长，即使取得一些成就也并非进行这方面研究的专业人才，而只是些博学强记的自然科学家们，他们并没有什么对生物学发展起着划时代作用的专门论著留世。而在这一方面，后起的一些西方国家，特别是 18 世纪西方文艺复兴之后，欧洲的一些科学家，他们后来居上，给人类在生物学这方面的发展和研究敲开了大门。

亚里士多德，古希腊出类拔萃的科学家。他学识广博，对许多科学都有研究，尤其是对生物学曾作过巨大的贡献。

由他所著的有《动物的历史》、《论动物的结构》和《论动物的产生》等有关生物学的著作，在《动物的历史》一书中，对比较解剖学、生理学、发生学，动物的习性和地理分布及动物之间的相互关系等问题，都有过精辟的论述。

亚里士多德虽然是一位杰出的科学家，但由于时代的局限，在一些问题上的看法还存有许多欠缺的地方。例如在生命起源问题上，虽然他已经看到了生命和非生命的之间存在着区别，但他却在物质运动之外去寻找原因，给生命带来了神秘的色彩。他相信生命是自然发生的，生物是可以从无机界或可以从另一种截然不同的生物中自然产生的。

他曾对尼多斯附近的一个完全干枯的泥塘进行长时间的观察，发现在雨后不久，积水的泥塘中出现了许多小鲰鱼。他认为，大多数鲰鱼是由卵发育来的，然而他又说有些是由淤泥及砂砾发育而成的，它们通过自然发生而存在。昆虫也有类似的产生形式，有些是来自同类，但有些又不是来自活的亲代，而是出自腐叶上的露水、树干、干燥的木材、动物的毛或腐肉。他认为，所有的生物，都是在大自然创造人类的过程中产生的，他承认生物有一定的自然系统，生物之间有等级的差别而又存在中间的过渡类型。由此可见，亚里士多德在科学上的巨大贡献。即使如此，但他仍未理解生物是由低等向高等的进化过程，而是认为生物之间同时并存，不存在系统的关系。

后来，自然发生说遭到了意大利生物学家雷迪和法国生物学家巴斯德的强烈反对。

林奈，18 世纪的一位著名的科学家，他在 1766 年发表的《自然系统》在自然科学史上具有极为深刻的影响。

林奈从小就对自然科学有特别的爱好和兴趣，但对学校的功课却兴味索然，因此在中学时成绩十分低劣。后来由于他对自然界的特殊爱好，而引起一位医生的注意，并资助他进入大学学习。最后终于成为 18 世纪最有名望的科学家，几乎与牛顿的名字共存。

在古希腊时期，曾经有人提出物种是可以改变的说法，但被罗马帝国吞并后一直到 18 世纪中叶，物种不变论一直成为对自然界认识的总的思潮，而且几乎支配着整个自然科学的思想领域。林奈就是在这个困避时期，经过大

量的考察和细心的研究，描述了 4000 多种动物，首次把动物和植物划分为两大界，并把它们进行了系统的分类，从而结束了生物分类上的紊乱状态，对人类在生物学上的探求和研究作出了伟大的贡献。

对于这样一位杰出的科学家来说，由于当时受宗教和出身的影响，也在歧途上走了相当一段路程。他在生物进化论的思想基础上，仍然保持着“创世主创造而成的物种数目是始终不变的”哲学思想。对他来说，这不能不算是巨大的损失，直到晚年，当他看到许多学者发现物种之间的亲缘关系之后，才勉强的承认“有机体在人类活动影响下是能够变异”的思想。但他还坚持变异是有一定范围的，而且仅局限于某个界限之内。

18 世纪中叶到 19 世纪初，生物进化理论在欧洲这块土地上，各种不同思想体系展开了激烈的争论，而且主要是围绕着物种是进化的还是永恒不变的这一问题展开论战，使生物进化上的问题成为生物学的一个争论的焦点。

很是巧合，我们这里提到的法国的生物学家布丰是和林奈同时于公元 1907 年诞生的，不过，在风云变幻的时代中，他们所走的道路却截然不同。

布丰，虽出身贵族，但他以勤奋好学和刻苦钻研的精神换来了渊博的知识，他以毕生的精力搜集了欧洲、美洲和非洲所能发现的所有物种，同时研究它们的生命现象、形态特征和生活环境。他发现，迁居于美洲的动物，因为其生活环境发生改变而发生了一系列变异。因此，他主张物种是在不断变化的。这位著名的科学家虽然在科学研究的道路上知难而进，强调观察和科学实验的重要意义，并发出了生物是可变的正确呼声，但最终却违背了自己所走的道路，屈服于教会的压力，被迫写出悔过书，宣布了放弃物种进化的观点。

但是科学是不屈服于任何势力的，此后，布丰的嫡系门生——法国的博物学家、无脊推动物学的创始人拉马克，继承和发扬了他的导师布丰的思想，而且能在腐朽的时代潮流中逆流而上，第一次提出和阐明了生物学的概念。

《动物的哲学》和《无脊推动物分类志》是他最杰出的著作，他首次把动物划分成脊推动物和无脊椎动物，把动物界的划分提高到一个新的境界。他的进化思想，为生物的进化理论写下了光辉的一页。也正是因为他的不懈的努力和不屈的斗争精神，才使他登上了进化论奠基人的宝座。

乔治·居维叶，比较解剖学和古脊椎动物学创始人，他对大自然有着特殊的酷爱之情，爱好收集各式各样的生物标本。1792 年，他发表了《帽贝属软体动物解剖学》，得到当时著名科学家圣·伊利的高度评价，他一生中解剖过无数的脊椎动物，对比较解剖学、古生物学和动物分类学造诣颇深。

在研究化石方面，他主张不但要研究化石的本身，而且还要和研究地球历史的理论结合起来，他阐明了许多有关生物的遗传、变异和选择的思想，发现生物各器官之间存在着相关的关系的基本原理，提出器官相关定律。这个定律表明，生物体是一个完整而严密的有机体，任何一部分的改变都要引起另一部分的变化。并应用这一定律，认为可以根据那些从地层中发掘出来的动物残骸，来恢复它生前的形态，判定它的种类和用来推测它们的生活方式和生存环境。

1796 年，居维叶在巴黎附近发现现象的遗骨。事过不久，他和他的同事们又发掘出许多更令人惊奇的在巴黎附近已绝迹的动物，如猛犸、熊及其他许多野生动物。居维叶细心地把那些动物的遗骸分类整理出来，并一一恢复它们过去的形象。他还发现，不同地层中发掘出来的动物遗骸性质和多寡也各

不相同，他说这是由于不同时期和环境造成的，应用那些动物的遗骸、居维叶向人们解释当时在巴黎生活过的古代动物活生生的形象，描绘古巴黎盆地海陆变迁的情况，他那出神入化的描绘，把巴黎古代迷人的景色展现在人们面前。

居维叶在对化石研究中还发现，保存在越古老的地层中的化石就越简单，由此本来应该能推论出生物进化的真理。可是居维叶走到了真理的大门前面，却不去打开它，反而提出了与《圣经》相符的“灾变”学说。

居维叶认为，地球表面曾发生过周期性的生物大灾难，在每次灾变之后，生物几乎被毁灭殆尽，此后上帝又重新创造出新的动物。他把灾变的原因归溯于上帝的力量。

居维叶在研究中还发现，那些曾经生存在地球上的某些生物种在某一地层位中突然消失了，而另一些新的物种又突然出现在某一地层中，生物种的变化和地层中的矿质成分、结构和构造的变化存在着密切的关系，这些现象是无法用均变论（渐变论）来解释的，可能正是因为这一发现的缘故，才使他推出“灾变学说”。

地球上亿万年的生物史中是否发生过灾变呢？经过 100 多年对生物进化和古生物学的研究和争论，现已得出明确的结论。在地球史中的确曾发生过多次的生物灾变时期，它主要出现于各时代地层的界线上。例如，震旦纪、寒武纪、泥盆纪、二叠纪及白垩纪等时代结束的时候，许许多多曾经繁盛的生物在突然间消失了，这一现象及引起这一现象的原因已经引起越来越多科学家的兴趣。

为什么曾经发生过多次数在某一短暂的地史时期中，不是某些生物的物种，而是许许多多属以上的生物类群突然消失呢？这就是居维叶提到的多种生物群的集体灭绝。研究证明，这种成群的绝灭一般都是发生在比较大的地层时代界线上，这往往是生物发展史中生死攸关的锁链。一个特点是，在事件发生的过程中植物和动物或不同类群的动物表现也不一样，陆生植物的绝灭要比陆生动物的早半个纪。再一个特点是，在这种大的绝灭之后，往往又发生许多新兴生物的繁衍。是什么原因使生物类群突然死亡殆尽的呢？在此，我们就暂告一段落，如果篇幅允许，我们将在后面和大家谈一谈。

居维叶在生物研究领域有着很大贡献，特别是他的灾变论可以说是生物进化理论研究上的一大进步，它开辟了一条研究生物进化的新途径，但“灾变论”还不能完善的解释发生灾变的原因，而且使灾变论蒙上了神秘的色彩。这是他的欠缺之处，不过，随着人们研究的不断深入，也将会进一步认识灾变论的真正价值。

我们前面讲到原始人类对生物学分类和进化方面的认识。除此以外，他们也关心到自己的身体状况和医疗技术。

从有文字记载的资料来看，古代生物学正是由继承了原始人类生物学的这两方面发展而来的。如果说我们以上讲古代的生物学的思想是描述动、植物的形态、生理的某种程度的概括和总结，古代的人们在人体的生理解剖和医学方面的发展却占有更加重要的地位。

这里我们依照上面顺序仍然先从我国的古籍说起。

我国现在最古的医学典籍叫做《内经》，在《内经》里包含有不少人体解剖方面的知识，比如书里讲到：“若夫八尺之士，皮肉在此，外可度量切循而得之，其死可解剖而视之，其脏之坚脆，腑之大小，谷之多少，脉之长

短，血之清浊，气之多少，……皆有大数。”这就是说，通过对人体的量度和尸体的解剖，可以得知脏腑的坚脆、大小等。

我国另一部医学经典名著，后人托名为战国时期名医扁鹊所著的《难经》还具体地记述了人体肠胃的长短，对经和容量，比如说胃大一尺五寸，经五寸，长二尺六寸，回肠大四寸，经一寸半，长二丈一尺，等等。书中列举的数字现在看虽不可靠，但是表明那时候医学已经注意到脏腑的量度，重视解剖中的客观数据，这是难能可贵的。

《内经》里还提到“心主身之血脉”，“经脉流行不止，环周不息。”这表明古人已经认识到心脏和血脉之间的关系，并且有了血液在体内循环的观念。虽然那时候人们还不能用实验来确证血液在体内循环，但是这种血液循环的观念并不是毫无根据的猜测。当时还把血脉区分做经脉、络脉和孙脉，说“经脉者，常不可见也，……脉之见者，皆络脉也，”“经脉为里，与而横者为络，络之别者为孙。”这相当于现在的动脉、静脉和微血管，这些虽然不见得都有精确的实验根据，但是看来还是建立在对人体结构和生理的细致、深入的观察基础上而得出的。

在西方，在古希腊，阿尔克梅翁、赫罗菲拉斯和埃拉西斯特拉塔等，通过对动物和人的尸体的解剖获得了许多解剖学知识。比如说，赫罗菲拉斯和埃拉西斯特拉塔发现脑是全部神经系统的中枢，注意到脑质直接和神经相联系确认脑是思维的器官、智慧的器官，除此之外，埃拉西斯特拉塔还发现了心脏的瓣膜，并且预言动脉和静脉分支到可见的境界之后，还有微血管的存在。

亚里士多德对解剖学也有贡献，他正确地区分了神经和腱的概念，并且确定全部动脉都是一个从心脏发出的被叫做主动脉的主干的分枝。

西方这些早期的解剖学的记载都是很有价值的。但是集古代解剖之大成的，还是古罗马的医生——盖仑。

盖仑是当时罗马皇帝的宫廷医生，有非常好的条件。他曾用狗、猴子和其他动物作实验材料，取得许多解剖学的知识。他是当时最伟大的解剖学家。

盖仑发现骨骼的结构有不同的类型，如长骨、扁骨、短骨等，并且区分出动关节和不动关节。用实验查明脊椎的作用也是盖仑出色的解剖成就。他用不同的哺乳动物进行实验，发现如果在第一和第二颈椎之间的水平面上切断脊髓，会引起动物立即死亡；而在第三和第四颈椎骨之间切断，会引起呼吸的中断；如果伤口在第六椎骨或更下一些，那么就会引起胸部运动的麻痹或下肢膀胱和肠的一部分麻痹。他就是这样验明了脊髓在动物身体里的重要的功能。

盖仑在解剖学方面的贡献很突出。除此以外，盖仑还用结扎血管的实验证明，在动物的一生中血液始终是沿着动脉流动的，纠正了在他以前认为动脉里充满着空气的错误看法。

即使如此，他在关于血液运行的总观念中却也存在错误看法。他认为血液是肝脏制造的，形成后就存在于静脉里。静脉里的血有一部分由静脉本身输送到全身，另一部分就流入右心室，通过中隔到左心室，再流经动脉传到全身各部分。这样，在盖仑的血液运行的观念中，存在着两个血流系统：动脉和静脉。动脉和心脏的左半边相联系，而静脉和心脏的右边相联系。每个系统都有周期性的来潮和退潮，它时而流向心脏，时而由心脏流出。因此血液在血管里象潮汐涨落那样来回运动，这样也就无所谓血液循环了。除此之

外他关于器官和功能的目的论观念也是错误的。在盖仑看来，每一个器官或任何一个器官的每一部分都具有用最好方式来完成它的功能的结构，而且这种结构完全是为目的的产生和存在的，不会有任何改进。这当然是荒谬的。

盖仑的解剖学实验主要是在狗和猴子等动物身上做的，他从未解剖过人的尸体，因此，当他把这些动物身上研究出来的结果直接类推到人身上的时候，有时就陷入了十分可笑的地步了。如，他确定人的肝也像狗的一样是五叶的，而我们知道实际上人的肝只有两叶。

但无论如何，盖仑的解剖学工作充实了古代解剖学，并且使古代解剖学所得到的事实系统化从而奠定了古代解剖学的基础。从这一点上看，他的成就和贡献是巨大的。

在我国，人体解剖学方面也曾经有过不小的成就，到公元 2 世纪曾有这一段辉煌时期。即我国东汉时期名医华佗，当时他已能运用麻醉术施行腹腔外科手术，只可惜后来失传了。所以一直到西方的近代人体解剖学已经产生之后，我国清朝的名医王清河才撰著《医林改错》一书，纠正了过去在人体解剖学方面沿袭下来的不少错误。

古代的人们在对生物分类和进化以及对人体解剖学方面研究的同时，必然要涉及到生物遗传的现象。人们很早就注意到“类生类”的现象。俗话说“种瓜得瓜，种豆得豆”，讲的就是遗传的现象。

人们在认识遗传现象的同时，也认识到生物还同样存在着变异。

我国是一个农业古国。在长期的农业生产实践中，人们对于生物品种的培育积累了丰富的经验，生物品种的培育就是利用了生物的变异性。我国古籍里关于生物变异的记载是很多的。

此如，早在 2000 多年前的《周礼》一书里就记载了谷子有成熟期比较长的“穞”和成熟期比较短的“穧”。《尔雅》里记载关于生物变异就更多，只说马就有 36 种之多，并且还描述了它们的差异。如马的毛色就有黑白杂毛和红白杂毛等。

北魏农学家贾思勰在他的《齐民要术》里指出：“凡谷成熟有早晚，苗秆有高下，收实有多少，质性有强弱，米味有美恶，粒实有息耗。”

明朝学者宋应星在《天工开物》一书里说“凡粮食米而不粉者，种类甚多，相去数百里则色味形质随方而变，大同小异，千百其名。”这里都提到了环境条件对于生物变异的影响。

李时珍在他的《本草纲目》里也记述了许多有关生物变异的资料。例如，书里说到金鱼有鲤、鲫、鳅、四个种类，其中鲤、鲫比较多，而鳅、比较少；并且说鲫鱼起源于宋朝，到后来才发生很多变种。

在西方，对于遗传也有过很多猜测，比较合理和具有代表性的还是亚里士多德，他在他的论生物繁殖的著作里也谈到过遗传问题。他着重指出雌雄两性在遗传中的作用是不同的。他认为雄性代表形式、运动，是活动性的；雌性代表质料、潜力，是被动的，它通过形式而达到实现。古代的遗传观念合理地解释了孩子的性状一般地表现出他双亲的中间性的现象。根据双亲特性往往在子代中混杂出现的事实，人们常常把遗传解释成双亲的遗传性或者双亲的“血”（按照古代观念，精液是血液形成的）在子代中混杂的结果。

古人对动、植物这样一些能看得见的生物进行了一系列的研究，并有了初步认识。那么对于日常生活中看不见的一些生物是否也有一定的认识和利用呢？回答是肯定的。

古代人们在没有发明显微镜前，对于微生物的存在当然是无法直接认识到的，只能从宏观上对微生物进行一定程度的利用。作为古代生物学的一个方面，我们简单地回顾一下在微生物利用上的一些成就。

在微生物的利用方面，我国作为一个文明古国，有着许多独到之处。

首先，我国所具有的独具一格的制曲和酿酒技术。

在我国殷墟出土的甲骨文中，就有酒字。不仅如此，在殷墟里还发现了酿酒作坊遗址。在记述殷商历史的古籍里，提到制酒用到曲蘖的话，曲就是生长微生物的谷物，孽就是发芽的谷物。这说明我国最早酿酒是同时用曲和孽的。在这里孽起对淀粉糖化的作用，曲起对酒精发酵的作用。

但是到了后来，随着酿酒经验的丰富和在长期实践中的摸索，酿酒过程和工艺也相应缩短。大约到汉朝前期，我国酿酒已经只用曲而不用蘖了。当时由于制曲的时候利用了某些有利条件，使曲里含有大量混杂生长的霉菌和酵母，分别起着对淀粉糖化和酒精发酵的作用，使糖化和酒精发酵两个过程既连续而又交叉地进行。这种方法现在被称做复式发酵法，是我国独特的酿酒方法。

在西方，古代一直用麦芽酿酒。直到今天，西方各国用谷物酿酒也仍然用麦芽糖化后再加入酵母进行酒精发酵的两道程序，还一直没有达到我国的复式发酵法的先进水平。

从我国的古籍里知道，我国古代对曲蘖酿酒的长期观察已经很全面、周到，虽然当时人们还不知道微生物的存在及微生物在酿酒过程所起的作用，但是对曲里微生物的生命活动已经有一定程度的认识，在酿酒技术已经相当进步的同时，我国在发酵技术方面也有许多创造。如用酸浆调节发酵、加热以预防酒变质，加蜡或加油用以消除泡沫等。

至迟到公元 10 世纪的宋朝，我国还发明了用特殊方法处理大米以培养具有耐酸、耐热、耐缺氧特性兼具糖化和酒精发酵能力的红曲米酿酒。

在我国古代，在制曲酿酒技术的漫长发展过程中，还分化培养出酿醋、制酱和腌制食品的各类曲，且都有相当悠久的历史了。

当然，我们上面所述皆是我们在微生物方面的应用，对于微生物应用的实用技术，古代各文明国家在不同程度上也都有一定的成就，只不过我国在这方面的技术更全面，更先进一些罢了。

古代人们对于微生物的利用也不限于酿酒酿醋、制酱等方面，在用腐烂的杂草和沤粪制肥等过程中，实际上也在跟微生物打交道。我国古代许多农书中都记载了这方面的经验。另外，在种植豆科植物来增加土壤肥力和利用青草作为绿肥方面，我国也有悠久的历史。这过程实际上也是在利用豆类植物根部的根瘤菌这种微生物和绿色植物在一些微生物的作用下腐烂这方面的知识。而且我国农民很早就知道把多年种过豆科植物的土壤移到新种植豆类的田里去，这也可以说是接种根瘤的一种措施。我们上面所述古代人们对于微生物的认识和利用，当然主要是停留在技术和经验上。即使对于微生物的生命现象有一定程度的认识，也只是在表面现象上。

而真正微生物学的诞生却是在显微镜发明之后，以法国微生物学家巴斯德的有关微生物的实验来作为标志，当然这已经是相当晚的事了。

对于古生物学来说，一般都局限在直接观察和在长期实践中摸索出的经验上。我们前面所讲到的分类思想、人体解剖知识、遗传和变异现象的认识、微生物的认识和利用可以说都是属于这一性质。至于系统的理论，基本上还

谈不上。

但是，虽然缺少建立在实际材料基础上的系统理论，在生物进化的问题上，却已经有过不少属于猜测性的思想，也有些可以说是通过长期的留心观察而带有一定的理论色彩。如我们在前面讲到我国宋朝的一位自然科学家沈括对于化石的认识和对地质变化及对某地很久以前气候的测定等方面，皆属如此。对于研究古生物学，我们这里有必要去对生物进化观作一些简明的阐述。

在上面我们已经提到沈括对生物进化的一些认识。在我国古代还有一些学者在这一方面也有一些认识和见解。如我国战国时期的著名学者庄周说过：“青宁生程、程生马，马生人。”庄周的这种论述虽显粗浅，甚至有些神秘，但他多少已经表达出生物可变的观点。

西汉的政治家、文学家贾谊也有生物进化的思想。在他看来，通过阴阳作用而产生的万物是在不断地变化着的。他说：“且夫天地为炉兮，造化为工；阴阳为炭兮，万物为铜。合散消息兮，安有常则；千载万化兮，未始有极；忽兮为人兮，何足控搏；化为异物兮，又何足患！”

比沈括稍晚的朱熹也同沈括有类似的见解。他说：“常见高山有螺蚌壳，或生石中，此物即旧日之土，螺蚌即水中之物，下者却变而为高，柔者变而为刚。此事思之至深，有可验者。”

在欧洲，对化石的正确认识要晚得多。到公元 15 世纪，意大利的学者达·芬奇才把化石当作古代生物的遗体来认识。他认为化石是水底还没有腐烂的蚌壳，由于泥沙沉积而被包藏在里头变硬形成的。

认识到化石是古代生物的遗骸，并且把它同当时的气候、地质等条件联系起来，这对于生物进化思想的确定，是有很大作用的。

在古希腊时代，有关生物进化思想的萌发也很早。许多哲学家，如泰勒斯、阿那克西曼德、恩培多克勒等都有生物进化的观念。比如泰勒斯设想万物都是从水产生出来的，他认为水是万物的始基。又如阿那克西曼德深信生物是在太阳光的作用下从水元素产生出来的，而高级动物是从低级动物发展起来的。他说：“生物是从太阳蒸发的湿元素产生的。人开始和另一种动物鱼一样。”

亚里士多德根据当时的知识，曾经把整个生物界排列成一个连续的逐级上升的阶梯。在亚里士多德的阶梯中，最低级的一等是非生物体，它后面依次是植物、植虫（如珊瑚、海葵）、低等动物、高等动物（呼吸空气的动物），最后是人类。在这些阶梯之间还存在着许多中间类型的生物，使阶梯层次成为不容易规定的连续无间的链条。例如蝙蝠和鸵鸟被看做是鸟类和四足类动物之间的中间类型，而海豹是水生动物和陆生动物的中间类型，等等。虽然在亚里士多德看来生物不是自然历史的产物而是事先既定目的的实现，但是他的生物阶梯却多多少少在客观上反映了生物界进化发展的图景。

古代生物进化思想都是十分朴素的，在今天看来，许多观点还是幼稚可笑的，但是它们的可贵之处在于，认为生物是有发生和发展的历史的，而不是不变的，有的甚至更进一步阐述了这些变化是合乎自然规律的。

再说人类在地球上出现已经有二三百万年的历史，在这漫长的时间内，原始人类对自然的认识一开始只能是凭直观的感性认识，对生物的认识也不例外。起初他们对于各个不同的现象还缺乏相互联系的观点。所以说：这时即使在他们意识中存在着生物学的观念，这样的生物学也只限于十分低下

的水平。

原始人类的生物学知识虽然十分有限，但是这一阶段延续的时间却相当长。如果说人类的历史有二三百万年，那么自从有文字以来的古代生物学延续的时间还不到 1 万年，算短到可怜。如果说在有文字前的生物学水平十分低下，那么自从有文字以来的古生物学的水平比原始人的生物学已经就高出太多了。我们前面所讲的古代生物学的几个方面也就是古代生物学的一个大概的轮廓了。

但是古代生物学的发展总的来说还是比较缓慢的。这是多方面的因素决定的，一方面从生物学本身特点来说，是由于生命运动的复杂性。另一方面是由于当时社会环境条件的制约和限制，其研究手段十分低下，所以长期以来，生物学基本上仍然是停滞在直接的观察和描述和经验的运用阶段。

古代生物学的发展缓慢，虽然其影响因素是多方面的，但从根本上说，是和整个社会的发展状况分不开的。在我国古代史的一个显著特点是长期停滞在封建社会里，生产和研究的技术水平一直很低下，虽然曾经也有一段灿烂的文化史，但还是缺乏产

生近代自然科学的条件。而在西方，中世纪的基督教的长期统治

更阻滞了近代自然科学的产生。诚如恩格斯在《自然辩证法·导言》中所说：“基督教的中世纪什么也没有留下。”

至此，我们可以说，自从地球上有人类出现开始，朦胧的生物学就伴之而诞生了。然而从现代科学发展水平和实际运用上讲：生物学还属于一门最为落后的学科。即使在近百年来经过一些从事生物学研究并对生物学发展作出贡献的先驱者的努力，但离生物为我们人类所提供的相比较还是显得太远，太远。随着科学的发展，人们应当知道，我们人类的一切活动如今更是离不开生物学。我们不妨撇开人们日常生活中的衣食住行不谈，就各门科学领域，特别是现代高速发展的尖端技术也是离不开生物学。诸如：在医学上对各种疾病的预防和治疗；对各种资源的开发利用；模仿各种生物的特异功能，等等。

总之对生物学的研究的重要性和必要性超乎于其它任何一门自然科学。当然，我们这里并不是说其它各门学科就不重要，因为任何事物都是一分为二的。各门学科相辅相承，共同发展，如果生物学发展太慢、太落后，势必也会影响其他学科的发展。

在我国，特别是十年动乱时期已经给生物发展造成巨大损失，且我国目前对于生物学还没有足够的重视。所以从我国目前生物学发展水平来看，已落后于世界先进国家很多。但中华民族是个勤劳的民族，只要我们不懈怠，我相信：不远的将来我们一定会赶上或超过他们的。

古生物学的发展及各国科学家和自然学家对生物学发展的贡献就简略地介绍这些，生物对人类的重要性是不容置疑的。但怎样才能更多地去了解生物，更深入地研究各种生物的特异性并利用其来造福人类呢？欲知后事如何，且听下回分解。



## 第四回

### 趣味生物千姿百态 仿生学科奥妙无穷

这是一个神奇的世界：聪明的海豚、灵敏的蝙蝠、永不迷途的鸽子、用肺呼吸的鲸……这是一片有趣的天地：生物可以发光，也可以发电，植物“吃”动物。仿生学应运而生。

话说现今生物界如此繁盛，种类也极其多样。据现在的不完全统计，目前世界上为人们所发现的生物种类大约近 200 万种之多，而且现在仍以每年一千多新物种被发现的速度在递增。估计如果世界上的生物种全被发现的话，将远远的超过目前所认识的数字。

在现今被人们所发现的物种中，动物占了绝大部分，植物种类次之，微生物只占有极少一小部分。

大家，对于如此繁多的生物，你了解多少？你想知道更多的千奇百怪的生物界吗？下面就让我们来简单地读读这纷繁复杂的生物界中所存在的一些奇闻怪事。

光，是人们再熟悉不过的了，在日常生活中，谁也离不开它。太阳光照到地球上，万物才得以生长，人类也才能生存。夜晚，太阳光没有了，拉开开关，电灯泡又能发光，人们可以在灯下学习、工作。在太阳光照射不到的矿井下，矿工们可以凭借着矿灯为祖国开采无尽的宝藏，等等。由此可见，光对人类和其它生物的生存是多么重要了。

除了太阳光和灯光外，沸腾的钢水、节日的焰火、夏季的闪电等都可以发光，如果你再注意些观察就会发现，这些发光现象都有一个共同的特点，就是在发光的同时伴随着热量的放出。比如，太阳光能给我们带来温暖，电灯泡发光久了就会烫手等。因此，人们就把这种光叫做“热光”。

但是，世界上还有一种发光现象和热光不一样，这种光在发光的时候不放出热量，人们把这种光叫作“冷光”，生物所发生的光就属于冷光。

提起生物发光，人们不禁会想起那美丽的夏夜，在点点繁星下的夜空，一只只萤火虫带着黄绿色的闪光，在低空中翩翩起舞。

萤火虫又怎么会发光的呢？我们知道，任何发光物体其背后都有能量维持，如电灯发光要有电能，太阳发光其内部是存在大量向外辐射的能量等。萤火虫发光也是由能量来维持的吗？是的。在任何生物的身体内部存在着一种供应能量的高能物质，叫三磷酸腺苷，在三磷酸腺苷内存在着三个含有大量能量的化学键，如果一个三磷酸腺苷上脱下一个磷酸根，就断掉一个高能键，那么在这个高能键上所贮存的能量就同时被释放出来，以供应该生物的生命活动过程中所需要的能量，萤火虫就是因为在其体内存在着大量的萤光细胞在三磷酸腺苷所释放能量的作用下而发出光来的。

陆地上生物发光的现象不常见，除了少数的昆虫、细菌和真菌外，能发光生物就极少了。可是在海洋里却是另一幅情景。那里的发光的生物之多，发光现象之普遍，已经达到令人惊异的地步。

在海洋中能发光的生物种类很多，有动物、细菌，甚至还有一些植物也会发光。

在一些海区，常常会看到因航行的船只，游动的鱼群或因为风浪而游起的一片片乳白色或蓝绿色的“火光”，这就是由于大量会发光的浮游生物密

集地生活在一起所引起的。渔民们把这种生物光叫做“海火”。

上面我们所讲的是海中浮游生物的发光，在海洋深处也有很多会发光的生物。如果你乘坐一艘深水潜艇到几百米的深海去观察，就会看到形形色色的动物都“点燃”起各自的“灯光”，在黑暗的海水中游来游去，活象一架架开着信号灯在夜空中航行的飞机。

在海中看到的发光生物，有的是自身发光，也有的是其他一些能发光的微生物附着在不会发光的动物身体上。所以有时可以看到，有些海洋动物死后，仍然可以在黑暗处闪闪发光。

发光的海洋植物，主要是一类叫做“甲藻”的单细胞植物，虽然甲藻体型很小，只有用显微镜才能看到它们，但如果它们数量很多，又集中地生活在一起，就可以发出十分明亮的光。我们上面说到的“海火”主要就是由这些发光的甲藻引起的。

发光的海洋动物种类很多，从单细胞的低等原生动物到各种比较高级的鱼类。据现今不完全统计，大约有 10 个门、35 个目的动物包含有发光的种类。海洋中发光的动物不但种类多，而且分布也很广泛，尤其在海洋中层和半深海层，发光现象最为普遍。因为在这样一个深度的海层中，阳光几乎已透射不到而比较黑暗，生活在这里的鱼类，几乎 90% 多都是可以发光的，它们借助本身所发出的光来寻找食物。如灯笼鱼、银斧鱼、圆罩鱼、发光金眼鲷、角、蛭鱼等。

上面我们讲到生物发光，但它们发光的方式也有所不同。一般来说，生物发光可以分成三种类型，一种是细胞外发光，另一种是细胞内发光，第三种是和其它生物共同生活在一起的细菌发光。

细胞外发光是指生物把发光物质排出体外而引起的发光现象。如海萤，它属于一种小型的甲壳类动物，体型很小，体长不到半毫米，只有在显微镜下才能看清楚。它身披两瓣甲壳，外型很象河蚌，在它口部附近的上唇有发光物质的分泌腺，受刺激时，腺体就把发光物质排入海水而产生蓝绿色的闪光。还有磷沙蚕也是属于细胞外发光的动物，它的分泌发光物质的分泌腺几乎分布全身。所以，在黑暗的海水中仍然可以看到它身体的轮廓。

另外，还有一些生活在海水深处的动物如一些深水乌贼，深水小虾，它们的细胞外发光就更加引人入胜了。

大家都知道，乌贼有一种特殊的防御外敌的本领，那就是当外敌侵入时，它可以施放烟幕而借此逃脱。但是，对于生活在深水这样黑暗环境中的深水乌贼来说，施放烟幕完全是徒劳无益的。要在这样的环境中生存，就要与这种环境相适应，所以生活在这里的深水乌贼不是喷放墨汁，而是喷放一些发光的液体，在海水中形成“光幕”。这样正在追猎的凶猛的海生动物就会被这种突如其来的“火云”弄得晕头转向，而这些深水乌贼就会乘此机会逃之夭夭了。

除了深水乌贼，还有一些深水小虾也有类似的防御本领。

细胞内发光一般是指其发光过程在细胞内或在体内进行，发光物质并不排出体外。如某些细菌、夜光藻、栉水母等它们都是属于细胞内发光。

栉水母的发光是发光物质沿着八条子午管一起喷射出来。所以，当它发光时，整个栉水母就变成了一个光彩夺目的彩球。

我们上面讲到的生物发光现象，无论是细胞内发光，还是细胞外发光，只是生物体产生一些发光物质，从其结构上看还是非常简单的。而有些较为

高等的动物如有些乌贼、磷虾、深水小虾和鱼类，它们不仅限于细胞内发光，而且已经形成了结构较为复杂的发光器官，有了固定的发光器。如有些生物体已形成了反射光线的反光层，聚焦光线的聚焦透镜，过滤光线的滤光色素层以及吸收光线、防止光线射入体内的吸光色素层，进而已经形成发光器的，其发光往往受动物的神经系统来控制了。

第三种类型发光是属于共栖细菌的发光。就是我们在上面提到过的有些动物它本身不能发光，但是它们形成专门的器官来窝藏发光细菌。细菌从这种动物体吸收以维持生命活动所必需的营养，而动物则利用细菌发光来照明或寻食。因此，它们之间并不是简单的寄生与被寄生的关系，而是相互依赖，互为有利的共栖或共生关系了。

有一种动物叫耳乌贼，它不仅有墨囊，而且还有发光器。在墨囊旁边，由于内套膜的内陷而形成的发光器，有反光层和聚光“透镜”，发光细菌就栖居在发光器的中央。还有一种动物叫长尾鳕，在其肛门附近的皮肤下面也有发光器，里面也窝藏着发光细菌，依靠肌肉的收缩，长尾鳕能把发光细菌从发光器的开口处排出体外，从而达到照明的作用。

角 那盏小钓鱼灯里也是窝藏着一些发光细菌，它们相互依赖、相互利用，角 利用细菌发光来捕食，而细菌则吸取角 身体内的营养来维持生命。

生物发光现象早已引起人们的注意，并在生产实践中加以应用。

在《古今秘苑》一书中就曾记载过我国渔民用萤火虫发光来捕鱼的故事，人们把羊膀胱揉薄吹胀，装入大量的萤火虫，沉入水下，以吸引鱼虾，然后聚而捕之。这是我国古代的利用灯光捕鱼的新技术。

有些渔民还把发光细菌涂在钓饵上，结果大大地增加了鱼的吃钓率。这种钓鱼方法实际上是把灯光诱鱼和钓鱼结合在一起了。

“海火”是渔民寻找鱼群的线索。在发生强烈的“海火”的地方，必然浮游生物密集，那里往往有较大的鱼群出没。

人们在捕鱼上利用灯光，在军事上人们也可以根据敌舰在夜航时游起的“海火”发现和跟踪敌人。

我们在前面提到过的萤火虫发光是由于有高能物质三磷酸腺苷来提供能量的，如果把萤火虫体内的发光物质取出，随着三磷酸腺苷浓度的减小，光便会越来越弱，最后以至完全熄灭。根据这一原理，科学家们已把萤火虫的发光物质作为高能物质三磷酸腺苷的浓度指示剂，用来测定细胞或组织提取物中三磷酸腺苷的含量。

由于生物发光不仅效率高，而且光色也十分柔和，人们正努力地去模仿生物发光的原理来制造新的人工光源——化学光源。

世界上著名的科学家赫劳特等经过近十年的研究和探索，终于制成了一种人工化学光源，已作为商品投放国际市场，使化学人工光源的研究进入到实用阶段。

这种化学光源是由四种物质复合配置而成的，即双草酸酯、萤光剂、过氧化氢和催化剂。反应机理是双草酸酯被过氧化氢氧化释放大量能量，这些化学能被传递到萤光剂上使其发光。催化剂的作用是加快反应速度，使其发光强度变大。

生物发光是一个十分迷人的研究领域，研究生物发光，对于水产捕捞、国防科技和科学研究等很多领域都有非常重要的作用。目前，对于生物发光

现象的种种原因人们已有一定的认识和了解，但在一些问题上还没有被完全攻破，要使生物发光为人类作出更多的贡献，科学工作者们还要继续努力，作更深入的研究。

生物发光种种至此已告一段落，在生物界中存在着许多迷人的现象。如生物发电也是其中之一。

人类早已惊奇地发现，在很多生物身上都存在着或大或小的电源，对于电器已发展到如此程度的今天，人们对于电这方面的知识大概也不会怎么陌生了吧。我们知道，要想发电，就必须首先形成一种电势差，使两边电势不等而一边比另一边高，就好像要想形成水流，必须要有高低不同的地势一样，有了高低地势，水才能由地势高的地方流向地势较低的地方，如此才能产生水流。

世界上最早的电池是由意大利的物理学家伏打发明的。他把两块不同的金属板——铜板和锌板放入盛有稀硫酸的器皿中，结果在两板之间就形成了一定的电势，再用电线把两板连接起来，就能使小灯泡发光。如果电板越多，则它们之间的电势就越大，小灯泡就越亮。现在我们常用的铅蓄电池也是根据伏打原电池原理制造而成的。

那么动物是怎么发电的呢，它们身体内也有这样像伏打原电池这样的一些电板吗？至于这个问题，大家且莫心急，继续往下看就会了解其中奥妙。

生物电有强有弱。如在人体内存在的神经的电传导即属于脑电；又如心电，肌肉的电作用，它们都属于细胞的电位，即使是动作电位也都是比较微弱的，只有用精密的电子仪器才能测量得到。但是世界上也有一些能发出很强的电的动物——鱼类。

在非州的一些河流里生存着一种鱼——电鳐，它发出的电、电压高达 350 伏。在美洲有种叫电鳗的鱼，其电区还要高，最大电压竟可达到 882 伏。

海洋里的电鳐也制发电能手。它发出的电虽然电压不太高，只有 50 至 80 伏，但电流却很大，在太平洋北部发现的一种大电鳐，电流可达 50 安培，如果以电压 60 伏来计算，这种电鳐的电功率就可以达到 3000 瓦。如此大功率的电击，足以一击而致一条大鱼死命。

电压和电流都如此之大的电鳐、电鳗和电鳐，它们显然把“电击”作为一种攻击性的武器，用于进攻其它生物和防御其它生物的入侵。

大家是否知道鱼所发出的如此强大的电是怎么产生的呢？原来，这些鱼它们本身都已有专门的发电器官。

电鳗的发电器官在身体两侧，从胸鳍开始一直延伸到尾部。

电鳐的发电器官在身体中部的两侧。

电鳐的发电器官分布在占身体 2/3 的皮肤下面。电鳗、电鳐、电鳐它们虽然都可以发电，但是在发电时它们的电流流向却各有不同。电鳗的电流是从尾部流向头部，电鳐的电流是从头部流向尾部，而电鳐的电流则是从腹部流向背部的。

电鱼的发电器官结构是怎样的呢？通过解剖、研究，我们知道，它们的发电器官也是由许多“电板”组成的。一块电板就是一个特化了的细胞。且大多数电鱼的电板都是由肌肉细胞特化演变而来的。在这里，这些肌肉细胞已不再行使它们的收缩机能了，而是用来集累电荷，进行放电。所以，由于功能的不同，它们的形状也完全改变了，由原来的细长形变成了扁平形的电板，其厚度只有 7 到 10 微米，而直径已特化到可达 4 到 10 毫米。

电板的一面是比较光滑的，有神经和它连接。而另一面却是凹凸不平的，这里没有任何神经和其相连。

电板和原来的肌肉细胞一样具有静息电位，膜外带正电荷，膜内带负电荷。

这些电板由于都有一面与神经相连，它们的放电与否皆受神经控制，当需要放电时，从神经传来一个信号，电板中受神经支配的这一面就要放电，即产生动作电位，使膜内外的电性反转，电板的另一面，由于不受神经控制，仍然保持原来的静息状态。这样，电板两侧的电荷就不对称了，于是形成了电流，从而产生了放电现象。

当然，一块电板放电时的电压和电流是微不足道的，但大量的电板串联和并联后，其放电时的功率就相当可观了。通过研究已经知道大电鳐的发电器官大约有 1000 块电板串联成柱状，又由 2000 个电板柱并联起来，电板总数可达 200 万块，所以它能发出强功率的电。电鳐的电板数比电鳐还要多，大约有 500 万块，可想它放电时电功率将会更大。

我们以上所讲的都是放电时电功率很大的鱼类，任何事物都是一分为二的。在鱼类中，并不是所有的电鱼都能发出很强的电。如裸臀鱼、裸背鳗、长吻鱼、吻电鳗、鳍电鳗以及某些鳐鱼都

只能发出较弱的电脉冲，它们的发电器官很小，电功率也很低，不足以用电来死或击昏其它动物，这样就不能把电作为武器。但它们把电作为一种工具用来探索环境和寻找食物，就好像我们人类用雷达来监视天空一样。这些鱼的发电器官只是一部很精巧的“水下雷达”。

裸臀鱼的体型细长，象鳗鱼一样，但它并不是鳗，由于它的尾巴没有尾鳍，是光裸裸的，所以人们称它为“裸臀鱼”。

裸臀鱼的发电器官只由 800 多块电板所组成。它放电时只能发出电压为 3 到 7 伏，频率为 300 周每秒的连续电脉冲，只能用其对周围环境进行一定量的探测，那么这部“水下雷达”的性能究竟如何呢，下面就让我们来看看裸臀鱼的表演吧。

我们把裸臀鱼放养在一个大水族箱里。在两个具有许多微孔，但不透明的瓶子里分别装入导电性能略有差别的物质。例如，在一只瓶子里装入水族箱里的水。另一只瓶子除了装这种水外，再放入一根直径只有 2 毫米的玻璃棒，然后把两只瓶子同时沉入水中。奇怪的现象出现了，别看只有如此微小的差异，裸臀鱼却很快地就把它们区别开来。

裸臀鱼凭什么来辨别它们呢？要知道，这两个瓶子的大小、形状和颜色都是完全相同的。且瓶子又不透明，使它不能看到瓶内的东西。再说放入瓶中的玻璃棒也没有气味，如此就排除了用嗅觉和味觉来辨别的可能性。看来裸臀鱼只有依靠它那部现成的“活雷达”来区分了。

玻璃棒和水的导电能力是不相同的，但两者相差无几，再说被放入的玻璃棒也很细，差别就更加小了。有人曾计算过直径为 2 毫米的玻璃棒，对裸臀鱼所产生的电场的干扰，只能在它头部形成 0.003 微微安培（即  $3 \times 10^{-15}$  安培）的电流。这部活雷达的灵敏度之高，即使是很高明的雷达设计师也会自叹弗如。

大家可能要问，这个计算是否可靠呢？科学家们已用直接的实验来验证它。他们在水族箱里安放两个电极，使其产生每厘米 0.15 微伏（1 亿分之 15 伏）的电场，结果事实证明，裸臀鱼确实能感觉到它。这么小的电场在头部

形成只有 0.001 微微安的电流，比起直接为 2 毫米的玻璃棒的干扰而在其头部所形成的电流还要小 3 倍，如果 2 毫米直径的玻璃棒在其头部所形成的电流 0.003 微微安要是准确的话，那么放再细一点的玻璃棒也还是同样逃脱不出裸臀鱼的监测，由此可见，裸臀鱼的这部“活雷达”的灵敏度是不容置疑的了。

雷达总是怕干扰的，且越灵敏的雷达抗干扰的能力越小。如果把一把刚刚在干燥空气中梳过头的梳子放入水中，就足以使裸臀鱼的雷达失效，因为用梳子梳头时，梳子上已经带有了少量的电荷。

在观察裸臀鱼捕食时也发现，当它向着被捕食的目标前进时，总是采用比较谨慎的游泳方式，把身体挺得笔直，只依靠背鳍的波浪式的运动来推动身体前进，似乎它也懂得，身体的剧烈摆动是会影响它的那部雷达的。

既然裸臀鱼能用“雷达”来探测目标，那么它身上就应该有接收雷达回波的天线，现在人们发现，在它身上存在着许许多多这样的“天线”——电感受器。

通过更进一步的研究还表明，这些“天线”还带有电子学家们所说的“带通滤波器”的性能。它能把高频和低频电波都过滤掉，只让它所需要的频率带通过。经实验测量得知，裸臀鱼的最敏感的电波频率是 2.5 到 15 周每秒。

裸臀鱼电感受器的这种滤波特性，显然是有其对环境适应的意义的。因为地磁场的存在而产生电流，那么低频电流就可以排除缓慢变化的地电流的干扰。而高频滤波，看来是为了避免自己所发出的高频电波的影响，也就是说，它自己感觉不到本身能发出的电波，而只能感受到回波的作用。

生物电与人工电，虽然其产生的方法不一样，但它们的性质却是完全相同的，人类既然能自如地运用人工电，那么生物电是否也能加以利用呢？

实践证明，生物电是可以被人类利用的。如果用电线把电鱼身体上的电引出来，可以使灯泡发光。即使是老鼠身上的微弱电流，也可以用来开动微型的无线电发报机。这就是说，生物电可以用来开动人造机器，随着对生物电的不断研究和逐渐深入，人类已开始能用生物电来为自己服务了。

目前，人们已经发明了一种由脑电来控制的人造假肢。只要大脑下达一个“握手”的指令，假手就会立即把手指握起来。如果一个上肢残废的人，戴上这种假肢，就可以完成一些自我服务性的简单动作。

这种听起来像神话般的技术，实际上只是对生物电最初步的应用。原来，假手有两个电极，分别接在上臂的两块肌肉外面，用来接受从大脑传来的电信号。这种电信号经过放大，又去推动假手里面的一个微型电动机，于是假手就动作起来了。

既然生物电可以用来开动人造机器，那么人工电能不能用来开动“生物机器”呢？当然可以。心脏起搏器就是一个例子。

人的心脏之所以能够有规律的跳动，是因为心脏本身有一部微型“发电机”——窦房结的缘故。窦房结总是每隔不到 1 秒钟的时间发出一次电脉冲，从而引起心脏的一次收缩。如果窦房结损坏，或者由于心电的传导系统发生故障，心脏就不能正常的工作了。

现在人们根据窦房结的工作原理制成了心脏起搏器，它每分钟发出 70 次左右的电脉冲，在心脏停止跳动的情况下，通过电极去刺激心脏，引起心脏的收缩，这样心脏起搏器就代替了窦房结的功能，从而挑起了指挥心脏工作的重要任务。

对于生物电的应用，早在 2000 多年以前，罗马的医生就知道电鳐会发电，并且用这种电来治疗精神病。后来这种“生物电疗法”逐渐被人工电所代替了，并成为一种专门的治疗技术，被称为“电疗技术”。目前，电疗技术已在临床上广泛的应用。

生物电的应用是十分广泛的，它不限于以上几种，在驱赶凶猛动物方面目前也得到较普遍的应用。

我们知道，任何生物的感觉器官都不能忍受过于强烈的刺激，如眼睛就不能在强烈的电弧光下进行长期的工作，耳朵也害怕在强的噪声中长期使用，否则都会遭到不同程度的损害，而影响其健康。鲨鱼的电感受器也是同样不能忍受强电刺激的。根据这一原理，科学家们发明了“电子驱鲨器”，它每秒钟发出 1~3 个电脉冲，就可以把凶猛的鲨鱼驱赶到 7—10 米以外的地方。如果潜水员在水下前背上这种仪器，在海洋中就可以避免受到凶猛鲨鱼的攻击。

临床医生还把生物电作为诊断疾病的一种生理指标。例如，根据脑电图和心电图来判断脑和心脏的机能是否正常等等。

电子学家早已对生物电发生兴趣，他们想从神经细胞和神经网络中得到更多的启示，学到一些更新的知识，以便设计出更加精巧的电子元件和电子线路，特别是电子计算机的设计人员对人脑这部思维“机器”佩服得五体投地。他们多么想了解大脑的秘密，从而制造出类似于人脑那样的“电子脑”。

除了生物发光和生物电以外，生物界中还存在着其它很多具有特异功能的生物，如我们大家所熟悉的善于结网的蜘蛛。

蜘蛛虽然体型较小，但你不要看不起它，它具有人类目前还无法比拟的一种功能——拉丝。

平常我们经常可以看到一个小小蜘蛛在不停地结网，就好像渔民们捕鱼一样，网是它们捕食猎物所必须的工具，蜘蛛结出来的网不但有粘性，借以粘住撞到网上的一些飞虫，而且这网还有坚韧无比的特性。据有人观察和计算，它可以经得住一只雌蜂以每小时 50 公里速度的撞击而不破裂、拽断，因而从容的捕杀撞到网上的猎物，这样的细丝能经受如此强大的冲击力而不断，这是人类目前所能够制造出的每一种丝所不能比拟的。如果人类能够将其结构研究透彻，制造出如此坚韧的丝来织成布，做成防弹衣，那么在战场上或在防暴斗争中我们的解放军叔叔和警察叔叔就会大大地减少伤亡，从而更有力地打击敌人和一些不法的匪徒。

各种不同的生物皆有它们的特殊功能，前面我们讲到水里游的，陆地上爬的，下面我们再举一个天空中飞的动物，即鸟类中的一种——鸽子。

随着生物的进化和分支，现在鸽子的种类也很多，但被科学家们重视和研究比较多的还是能为人们传递信息的信鸽。

在交通和通讯都不发达的时期，能为人们传递信息最快的一种工具就是信鸽，那么信鸽怎么能从很遥远的地方把信息传递到你投到的地方呢？当然这开始时是要经过一定的训练，但即使是经过一定的训练，它在如此遥远的征途中又怎么会不迷失方向的呢？要回答这一问题，我们还得从信鸽具有这种识别方向的功能的特殊结构说起。

信鸽识别方向的特殊结构是存在于其脚上的一个小的球体，通过长期的研究人们惊奇地发现，它脚上的小球体能敏锐地感觉到地球所产生地磁场的强度、方向及地轴自转时所产生的科里奥利力（即地球自转中出现的一种

惯性力)的细微差别,地磁场和科氏力是由于人们的适应而感觉不到的,可是信鸽不但能清楚自己居住地的地磁场强度和科氏力的大小,并且能随时识别地磁场强度和科氏力的变化的细微差异。它就是凭借着这种特殊本领,准确无误地飞回到指定的地方。

大家对动物以植物为食的现象是习以为常了,你们知道世界上还有植物“吃”动物的吗?当然,这样的怪现象并不是随处可见的,这种罕见的现象确实存在。在非洲就有一种叫食人树的植物,这种植物虽名字叫树,但它并不像我们常见的树那样有一根主于挺直向上,而是由于捕食动物的需要,没有主干,只蔓延的生长着许多藤状枝条,覆盖面积很大。其枝条也不似我们常见到的一些树的枝条,本身不能随意的改变形状,而它的枝条则可以随意伸屈。当动物或人无意中碰到枝条,就会立即被其紧紧地缠住,而其它枝条也逐渐向这个中心围拢,以至把这个动物或人全部包裹起来,然后渐渐地向树的中心部位收缩。与此同时,各枝条开始分泌消化液,最后就把动物或人完全消化,作为其本身的营养物质而被吸收。

食人树既然可以捕食动物和人,哪么其结构就一定有适应其功能的特点,它枝条柔韧,有弹性,如果动物或人碰上进而被其缠住,就难逃被消化的恶运。

与食人树相类似的另一种捕食动物的植物生长在不列颠群岛的东部沿海地带,这种植物有着强劲而美丽的雄蕊,开花季节,它绽开雄蕊,以美丽的色彩吸引众多的昆虫前来采蜜,当昆虫飞临花心采蜜的时候,这种花的雄蕊就立即开始收缩,把昆虫紧紧地包裹在花心的中央,并且分泌消化液把这只馋嘴而倒霉的昆虫消化掉,然后再次伸展开雄蕊,重新布下陷阱,故技重演,等待下一个昆虫前来送死。然而它也并不是每次都是这么走运,如果有一只将来能羽化成羽形蛾的幼虫进入其花心,也就是它恶运来临之时。这种毛毛虫虽然也能被其雄蕊所包裹,但不能消化它,反而被这只毛毛虫食尽其花蕊,最后在其花枝上化蛹羽化为成虫。但无论如何,它也不失为一个捕食动物的植物。

这种毛毛虫羽化为成虫后,其形态与其它昆虫不同,其它昆虫羽化为成虫后其翅膀一般是一扇或几扇,它们每扇翅膀都是一个整体,没有分裂,且质地一般为胶质。而这种毛毛虫的成虫其翅膀由一根主基构成,两边长出很多羽毛状的细丝,故名叫羽形蛾。

在千奇百怪的生物界中,无论是动物或植物,它们一般都是各自占有一定的领地独立生存,但在动物和微生物中出现了寄生和被寄生的现象,如我们人体消化道内就经常有蛔虫或 虫的寄生,猪、马、牛、羊、狗等动物体内也经常出现类似现象,这些现象大家可能是司空见惯了,但有些植物也营寄生生活,这就是不常见的现象了,如菟丝子、葫寄生皆属寄生植物。

大家可能会问,植物一般都是由根、茎、叶这三方面构成,很是扎入地下,负责从地下吸收水份和无机盐;茎主要是起运输作用并贮存剩余营养物质;叶主要起进行光合作用和呼吸等作用。根、茎、叶对于植物来说是缺一不可,相互依赖。而对于寄生植物来说,它只具有茎和叶,没有根。至此,你们可能要问,植物没有根怎么能生存呢?大家莫急,且听我一道道来。

原来,既然是寄生,也就像动物一样,它的营养是直接来源于被寄生物体内。菟丝子是专门寄生在豆类植物特别是大豆植物体内的,菟丝子植物在其茎的下部形成一种锥状,刺入大豆植物茎内,且一直伸到木质部,从大豆



植物体内直接获取其生命活动所需的营养物质。其生命年龄和大豆植物相同，直到大豆植物死后而菟丝子缺乏营养来源后才随之死亡。

菟丝子虽是寄生，但它也和其它植物一样也结有一些种子，待到来年，大豆生长以后又再萌发。如同从前一样寄生到大豆植物的体内又开始其寄生的生活。

寄生植物的另一种槲寄生是专门寄生在槲栎树等植物上的，也和菟丝子一样从被寄生的植物上吸取营养。但在其种子的传播上存在着独有的特色。

槲寄生的种子是乳白色的小粒，在其种子的外面包裹着一层胶质粘性的物质，这样被鸟类吞食后，外面包裹着的胶状粘性物质就可以保护内部的种子不被消化，随着鸟粪被排出，由于粘性物质的作用而使种子在极大可能的情况落到树上，如此，种子不但不被鸟类所食，反而可以随着鸟的飞行传播到较远的地方，更便于槲寄生的繁衍。但如此并不是说槲寄生的种子便可万无一失地不被鸟类所吞食，当遇到一种叫大山雀的鸟时，它外面的粘性物质和坚硬的壳也无能为力了，大山雀由于喙的坚硬而经常使槲寄生的种子难逃被吞食的恶运。生物界中不仅存在着寄生现象，而且还存在着两种生物共同生活在一起，相互依赖、相互利用，一方都不能离开另一方而独立生存，这种相互依存对双方皆有利的现象。这种现象叫做共生。如地衣植物、白蚁等皆属此类。

地球上生物的开路先锋——地衣，它可以在其它生物皆不能正常生活的恶劣环境下顺利地生存，虽然我们说地衣植物，但地衣并不只是一种简单的植物，它是由两种生物组合起来的，即由真菌和藻类共同组成的复合体。真菌通过其菌丝从地上获取水分和无机盐类等营养物质，藻类则可以通过其光合作用合成有机养料，它们之间互通有无，从而两者都得以正常的生存。

白蚁是生活在木质的物体上的，主要是以粗纤维为食，但其本身却不能直接消化被其所吞食的粗纤维，而必须要通过寄生在其肠道内的鞭毛虫的作用，才能把粗纤维消化而从中获取其必需的营养物质。在这里鞭毛虫和白蚁不简单的是寄生和被寄生的关系，而是复杂的相互利用的共生关系。

下面我们可以通过一个小小实验来证明这一点。

我们把白蚁取来，通过一定的条件使白蚁在能正常生存的条件下处死其肠道内的鞭毛虫，然后再把这些经过处理的白蚁放回到它们原来能正常生存的木质中去，经过观察发现白蚁照常可以吞食木材，尽管一切正常，但长期下来，白蚁却因缺少寄生在其体内的鞭毛虫而被活活饿死。由此可见，鞭毛虫虽然是寄生在白蚁身体的肠道内，但它们却是互为利用，其同生存，任何一方如果离开另一方都不能独立地生存下去。

生活在地球上的绝大部分生物（有些来营寄生生活的生物除外）都必须要进行呼吸，生活在陆地的高等动物一般都是用肺来呼吸，而生活在水中的鱼则是用鳃来呼吸的。然而你可知道，即使生活在水中的一些动物，它们的主要呼吸器官也是肺而不是鳃。它们不仅在呼吸方式上不同于鱼类，而且在生殖方式和其它一些方面也存在着很大的差别。

鲸，是陆地上的爬行动物过渡到哺乳动物后又彻底地返回海洋中生存的一种哺乳类动物。鲸类返回海洋后，开始适应辽阔海洋的生活，这表现在它们的体型变化上，它们的身体变成像鱼一样的适应水中生活的流线型，皮肤也形成光滑的表面，且能分泌粘液，发展出一个水平的尾鳍作为主要的推进器，一个肉质的背鳍作为平衡器，前肢变化成起划浆作用的浆鳍，后肢已完

全退化，这些特征都适应在水中生存。

却说鲸类的呼吸还是保留着其原始祖先时的用肺呼吸的特征，但它的一部分呼吸器官也有相应的一些改变，它的鼻孔已由头的前方移到头顶上，在鼻孔的边缘长有强有力的瓣膜，瓣膜可以启闭，潜水时，瓣膜紧闭，以防海水灌入鼻孔。当它需要呼吸时，身体浮到海面，开启瓣膜，把肺中带有大量水蒸气的二氧化碳由鼻孔排出，由于气压较大，又废气中水汽较多，喷出后水汽凝结成大量小水珠，所以远远望去好像喷泉一样。然后吸入大量的空气再潜回海水里，由于它的肺容量很大，吸一次气后可在水中停留很长时间才需要再次换气。

现代的鲸共分为两类。一类是有牙齿的叫齿鲸；另一类是没有牙齿的叫须鲸。

齿鲸类以抹香鲸形体最大，体长最大的可达 20 米，体重可达 100 吨。头部特别发达，可占体长的 1/3 到 1/4，所以又名叫巨头鲸，属肉食性动物，主要以鱼类、海豹和海豚等为食。因有牙，属进攻型动物。

须鲸类数量较少，但是它们的个体却是现今动物界中最大的。须鲸中以蓝鲸个体最大，体长可以达到 30 多米，体重竟可达 170 吨，相当于 600 多头成猪体重的总和。真可谓当今生物界中之庞然大物了。因它没有牙齿，不属于攻击型动物，只能以一些漂游生物和一些小鱼小虾为食，由于口径大，捕食时也不需费多大劲，只需张着嘴在海中任意游动，海水连同一些食物就游入其口中，海水从鳃滤出，食物则被留下，供它美美的饱餐一顿。

鲸类虽生活在水中，但它除了呼吸方式上与鱼不同外，其它的如生殖和哺育幼子方面也不同于鱼类。

在水中生活的鱼类是把卵先排入水中，被排出的卵在水中受精，孵化成幼鱼，它们虽然产仔率较高，但成活率却很小。经常在排卵和孵化的过程中遭到其它的鱼类吞食。而鲸类是哺乳动物，雌鲸具有象陆生哺乳动物一样的子宫，它的产卵、受精以及幼体的发育这一系列过程全部都是在体内完成，幼鲸在母体内发育成熟后被产出体外。因幼鲸本来就具有一种特殊的适应于水中生活的能力，所以幼鲸一旦离母体就能够顺利地在水中生存。但幼鲸开始也像陆生哺乳动物一样，还不能依靠自身能力来捕食，还必须依赖母体的乳汁来喂养长大，鲸类也有一定的哺乳期，哺乳期后幼鲸就开始独自生活了。

在鲸类中，有一种在上新世以后发展出来的新的小型齿鲸，叫海豚类。

海豚的牙齿数目很多，具有简单的刺状，靠吃鱼生活，它游泳速度很快。人们曾模仿海豚皮肤的光滑性造出一种人造海豚皮装到一种潜水器械上，发现其在水中的速度远远低于海豚速度，如果要想达到海豚的速度，就要有超过海豚体力较大的动力才行。这样，人们又对海豚进行了重新仔细的的研究，发现，海豚不但皮肤光滑，且皮肤外层有许多小管，充满海绵状物质，极富弹性，可以随着水流做起伏波动，这样就大大地减小了在游泳中水的阻力。

海豚不仅是个游泳能手，而且在其它很多方面都有其独特的功能，如海豚是个很聪明的动物。长期以来，人们一直认为黑猩猩是最聪明的动物，但在训练海豚时发现，海豚其实更聪明。有人做过这样的试验，用同样的办法去训练黑猩猩和海豚，让它们用头部去推动一个电源的开关，这个动作黑猩猩要用几百次才能掌握，而海豚只要 20 多次就能学会，其中有一只海豚，只训练了 5 次就能够比较熟练地掌握了。

还有在一些海洋公园里，人们经常可以看到海豚的精彩表演。在训练人

员的指挥下，海豚能够跳出水面，钻过一个圆圈；也能够一跃而起，去顶一个离开水面有四五米高的彩球；它还会算算术，会驮一个人一起游泳。更有趣的是它还会把大半个身子直立在水面上，向前或向后游动，有时几条海豚凑在一起，甚至可能组织一场别有风味的“水球比赛”。

大家不禁要问，海豚为什么会这么聪明呢？经过解剖发现，海豚的脑子容量很大，比人脑还要重一些，如果按照脑子重量占身体重量的百分比来计算，人脑的重量占体重的 2.1%，海豚脑子重量占体重的 1.7%，而黑猩猩的脑子重量只占到体重的 0.7%。另外，除此重量的优势之外，海豚脑子的形状像核桃仁一样，有许多的深沟。人之所以是现代生物界中智力最高的高级动物，也就是因为人脑表面存在着很多的沟与网的原因。因此，有不少人认为，这就是海豚特别聪明的一个重要原因。

更令人惊奇的是，不论是在伸手不见五指的黑夜，还是在异常混浊的水中，都不会对海豚的游泳和捕捉食物的速度有丝毫影响，这是为什么呢，是因为它眼睛特殊吗？不是的，经过反复实验，科学家们发现，海豚在探测方向和捕捉食物时不是依靠它的眼睛，而是依靠它那特有的声纳。

至于声纳，我想和大家多聊几句，首先我们先来谈谈什么是声纳。简单地说，声纳就是通过一定的媒介利用回声来定位、测距和探测目标的一种设备。早期的声纳是在第二次世界大战期间发明出来的。在第二次世界大战中发挥了它应有的作用，当时在太平洋战场上，英国和美国在同日本争夺海上控制权方面，美国就是借助于声纳击毁了许多艘日本潜艇，从而控制了太平洋上一些海域的主动权，赢得了第二次世界大战的胜利，从而加速了侵略者的灭亡。当时的声纳还是比较简单的，它主要有一个发射换能器，它能够发射出一束短促的超声波。超声波在水中传播，当碰到潜艇等物体时，就会发射回来，被声纳接收器接收，在指示器上就可以显示出潜艇的方位和距离来。现在，声纳已受到人们极大的重视，已经成为潜艇的重要耳目，在反潜艇上起到极其重要的作用，在空中探测、航海和海洋开发等方面都成为不可缺少的工具。

人们发现海豚的声纳是 40 年代的事，当时科学家们对海豚的声纳做了大量的实验和研究。比如，当时有人做过这样的试验：在畜养海豚的池子里，安放很多根柱子，柱子之间留有很小的距离，然后再把海豚的眼睛蒙上使其视觉丧失，让它游动，这时人们发现，海豚仍然可以灵活迅速地在柱子中间来回穿行，而不会撞到柱子上。也有人做过这样的试验：在海豚的前方，放置几种不同类型的障碍物，比如鱼网，透明和不透明的障板，以及有洞的障板等等，拦住海豚的去路。人们发现，海豚会毫不犹豫地从小洞钻过去，而不会去碰撞鱼网和透明的障板。

海豚的声纳探测能力究竟有多强呢？实验证明，海豚能够在几米以内发现 0.2 毫米粗的金属丝、1 毫米粗的尼龙绳或是 10 毫米长的小鱼。另外，海豚的声纳还有一个突出的特点就是能够识别被探测目标的性质。人类的声纳在这方面可差许多了，在第二次世界大战中，人们依靠声纳在探测敌人潜艇中，就不只一次地把鲸和大鱼群误认为是潜艇而误杀了很多的海洋生物。

在海豚声纳的探测能力方面，人们也曾多次试验过，如在海豚的前方，并排地放着一条真鱼和一条用塑料做成的假鱼。海豚就会一直向真鱼游去，而不理会那条塑料鱼。果在海豚前面并排放着一条它爱吃的小鱼和一条它不爱吃的大鱼。这时海豚马上就会冲向那条它爱吃的小鱼，而对那条大鱼却置

之不理。

此外，海豚的声纳还具有很强的抗干扰能力。人们做过这样的试验，在畜养海豚的池子里，用水声换能器，也就是“水下喇叭”发出一束噪音，发现这对海豚毫无影响，它照样能够探测目标，回避障碍物和捕捉食物。

为了进一步了解海豚对相同信号的抗干扰能力，人们用录音机把海豚发出的叫声录下来然后再把它施放到海豚生活的水中去，结果发现，它对海豚的活动同样也毫无影响。

这到底又是怎么回事呢？原来，当把录制的海豚的叫声施放到水里的时候，海豚一经发现，就马上会改变它原来叫声的频率，从而巧妙地把自己的叫声跟我们录制下来的叫声区别开来。

当然，海豚的声纳与我们应用于空中和水里的现代化的大型远距离声纳相比较，还是极其微小的。但是，海豚在角度的分辨、目标的识别以及抗干扰方面，都有它独到之处，是目前人类还无法比拟的。

经过长期的研究和大量实验证明，海豚发达的大脑是海豚声纳的一个重要部件。有人认为，海豚脑子里储存的信息及其运算能力，甚至已超过了高速的电子计算机。海豚很有可能是把它所收到过的各种回波信号统统记忆下来，以后每次当它收到目标回波信号的时候，就能够马上跟原来的信号相比较，从而判断出是什么目标反来的回波。这就好象人们能凭借听到的讲话声判断是什么人讲话的一样。

科学家们还发现，海豚的声纳用的是超声波，频率大约在 100 千赫左右，有很高的分辨能力，人们发现，在海豚的额头上，长着一个鼓包，叫做“额隆”，经过解剖观察，这个鼓包里有一种油质样的东西，它起着“声透镜”的作用，就象“光透镜”能够聚光一样，这种声透镜也可以汇聚声波，把海豚发出的超声波汇聚成一个狭窄的波束，所以，海豚的声纳具有很高的分辨能力。

人类在不断的与生物的联系中，模仿生物特征，向生物学学到了很多对人类有益的东西，这就是近代才发展起来的一门重要的边缘科学——仿生学。

什么是仿生学呢？简单地说，仿生学就是模仿生物建造新技术设备的科学。仿生学作为一门独立的科学是在 1960 年 9 月在美国召开的第一届仿生学会议上正式诞生的，这次会议还为仿生学确定了一个有趣而形象的符号，即一把解剖刀和一把电烙铁被数学中的一个积分符号连接在一起，这个图形生动地表明：仿生学是生物学、数学和工程技术科学之间的边缘科学。

仿生学的任务是研究生物系统的各式各样的优异特征以及产生这些特征的原理，并且把所获得的知识运用到生产技术中去。如，人们根据海豚的声纳制成人工声纳系统。而与海豚声纳相类似的蝙蝠也是利用超声波的回波来探测前方的目标的，人们由此启发而发明了雷达监控器，根据天空中飞鸟发明了飞机，根据青蛙眼睛发明了动体监视器等等。

蝙蝠有活雷达之称，那是因为蝙蝠的喉头可以发出超声波，再通过双耳接收回波信号来判断障碍物或小虫的方位和距离。它眼睛全盲只有通过超声波的回波来测定，因此它甚至能在完全黑暗中任意飞行，既能灵活的躲开障碍物，又可捕捉空中的飞虫，而且准确无误。

人们根据蝙蝠回声定位原理，采用发射电脉冲的方法制出了雷达。不仅如此，人们又发现蝙蝠对回波的接收有极高的灵敏度，它可以在环境噪音比回声信号强大 2000 倍的情况下，探测出从蚊虫身上返回来的声波。由此人们

得到启示，又仿制出雷达的抗干扰装置，使得雷达的工作效果更提高一步。

蝙蝠的双耳为什么有如此高的工作效率呢？这与蝙蝠的耳朵里的特殊结构有着不可分割的联系：蝙蝠的耳朵里也像人类耳朵里一样有三个小小的听骨，且在三块听骨间有着极其灵敏的肌肉，当声波十分尖锐时，它就可以紧紧地收缩，以此来调节听骨，使其耳朵不受伤害，也能及时开放耳管接收本身声波的回波，因而不影响其双耳的正常功能。

在大自然中，万鸟行空，鸽翔千里，这些生机勃勃的生物界现象，自古以来就促使人们去思索这样一个问题：人能不能像鸟类那样在天空中飞翔呢？在许多神的画像中，神的背上都有着一对翅膀。由此可见，飞翔是人类自古以来美好的理想和向往自由的象征。

在古代，人们热爱大自然，向往自由自在的生活，曾多次在自己的身上扎上翅膀做飞翔试验，但是，由于人体的构造不是为飞翔而设计的，且重量又大，所以一直没有成功。但即使如此，人们对于飞翔的愿望却越演越烈，并先后制成降落伞，气球等。最后，终于在1903年发明了飞机，实现了人类自古以来飞上天空的愿望。以后，随着科技的发展和提高，飞机在速度和高度及其他许多方面都超过了鸟类。但飞机的出现毕竟时间还较短，而鸟类在1亿年以前就飞上天空，所以在一些技巧方面飞机还存在着许多不如鸟类的地方，因此继续对鸟类飞行进行更深入的研究，并以此来改进人类的航空技术是很有必要的。

大家对青蛙大概都很熟悉了，可是你注意观察过青蛙捕食的特点吗？青蛙伏在水田里，不论是低飞而过，还是在附近稻叶上爬动的小害虫，都逃脱不过青蛙的卷舌。但是，如果在离它很近的一片稻叶上，有一只又肥又大的蛾子一动也不动地伏在那里、在阳光下清晰可见，而青蛙却毫无反应。如果这样保持再长时间，蛾子也不会有被吞食的危险，但是，如果那静伏的蛾子突然起飞了，就在这一瞬间，青蛙却也随之跳起来把蛾子用卷舌吞食掉，这是为什么呢？原来青蛙只能看见正在运动的物体，对于静止的东西，尽管又近又大却视而不见。人们根据青蛙的这种视觉特点，研制出一种叫电子蛙眼的装置，把它安装在飞机场上，可以监视起落的飞机，以免在空中相撞，也可以用来自动跟踪和监视导弹和人造卫星。

生物界中千奇百怪的现象简直是数不胜数，人类要向生物界学习的东西也是太多太多，生物界中的奥妙无穷无尽，人类只有不断地去探索，更深入地去研究，才能创造出更加美好的未来。

将来，人类又会得到生物何种启示，创造出什么更先进的东西来为人类服务呢？欲知后事如何，且听下回分解。

第五回  
责无旁贷 平衡生态功荫当代  
居安思危 保护环境福泽千秋

在冈比亚，每户需要一个妇女一整年时间去搜集柴薪维持一日三餐。目前地球上近 1/4 的陆地处在沙漠化的危险中。南国春城昆明，已禁止春节燃放烟花爆竹达 10 年。

话说地球上的生物界经过了几十亿年的选择和进化，形成了纷繁复杂的现今生物界，各种生物依赖着地球的恩赐，不断的繁衍生息。

据现代的先进科学技术探明，在宇宙间众多的星球中，唯有地球，才是提供生物维持生命活动的唯一场所。对于大自然为我们提供如此宝贵的环境，我们应该更加的珍惜。然而，现今我们人类却对如此厚重的恩赐并不十分珍惜，而是只顾自己目前的利益，对周围环境过度的掠取，使得地球以及生活在地球上的其他生物逐步走向被毁灭的边缘。这个问题目前已经到了不容忽视进而要更加警觉的程度，应该提到相当的高度来重视。对此，现今国际最高组织联合国各个成员国以及一些团体、组织都制定了一定的法律和制度，以此对为我们提供生活环境的地球及周围环境予以更加有效的保护。为此，于 1980 年 3 月 5 日，世界各国同时公布了《世界自然资源保护大纲》。

地球随着时间的推移在不断衰老，这是自然规律，就像各种生物都有着一定的寿命一样，是人们所无法改变的。但是，对于一些人为的因素造成的地球环境的恶化却是有药可医的。

影响人类生存的周围环境的因素很多，但归纳起来主要表现在以下几点。

一、自然资源的过度性掠夺。主要表现在：

- 由于乱砍滥伐而使森林面积的减少；
- 野生物种的减少；
- 海洋生物的过度捕捞；
- 水土流失而使土地贫瘠化延续。

二、由于现代工业化程度的提高而使大气臭氧层的洞穿及二氧化碳浓度的升高。

三、沙漠化的蔓延，等。

对于上述可能会对生活在地球上的生物带来毁灭性灾难的危险这个问题面前，我们作为生物中高智慧的生物——人类来说，是保护自然、拯救世界、拯救地球，还是等待灾难呢？

地球是宇宙中已知唯一能维持人类生存的地方。但是人类的活动中心在逐渐地使这个行星不适于人类生存了。目前，世界上有大约 1/4 的人要求继续消费全世界 2/3 的资源，1/2 的人仅仅要求能维持活命就行。这些要求正在破坏着全人类赖以生存和繁荣的资源，各处的肥田沃土，不是盖上建筑物，就是被冲刷到海里或者就是被修路占有；另外，可更新资源的开发超过了它的恢复能力，污染物在不断地改变着气候，使气候不断地恶化，其结果是，正当人类成员增多，日益需要从地球获取越来越多的消费物质时，地球维持人类生存的能力却正在不可逆转的衰弱下去。

据一些调查和不完全统计表明，自然资源在地球上的损耗量已达到令人吃惊的地步，下面我们简单地列举一些数据来加以说明。

我国境内的喜马拉雅山山谷的肥沃土壤正在被迅速地冲刷而流失，以致现在孟加拉湾正在形成一个新的岛屿。如果原来的土地经营得当的话，这些土壤是仍可继续生产粮食的。另外，土地的侵蚀也在发达国家中蔓延发展，例如，美国衣阿华州，开垦 100 年来，表土层丧失了一半。

如果土地贫瘠化按目前的速度继续下去。世界 1/3 的耕地将在短短的 20 年内消失，沙漠正以每年几乎 6 万平方公里（相当于两个比利时的面积）的速度在扩展。现在还有急待拯救的相当于两个加拿大面积的土地（2000 万平方公里）正处于沙漠化的边缘。

由于森林被破坏和土地管理不当，每年有大量的肥沃土壤损失：哥伦比亚每年损失 4 亿吨，埃塞俄比亚每年损失 10 亿吨，印度每年损失 60 亿吨。即使在世界上土壤保护工作规模最大的美国，也已丧失了大量的土壤，使这个国家的粮食生产潜力减少了 10% 到 15%，也许多至 35%。

随着现代化建设的需要，建筑和修路也使肥沃土地受到损失，特别是一些先进和较发达的国家如美国和加拿大，每年由于建筑房屋、修路和修建水库，共损失将近 5000 平方公里良田。

在发展中国家，亿万村民由于贫困和通货膨胀，不得不毁坏他们能赖以生存的资源，他们在村庄的四野砍伐树木，用来作燃料，使得原先周围的青山变成了荒山秃岭，以后在柴禾不足的情况下不得不烧一些牲畜的粪便和秸秆，如此，村民们每年所烧掉的约 4 亿吨牲畜的粪便和秸秆，正是恢复极易受到侵蚀的土壤所非常急需的东西。由于以上行为而造成的土壤不断地恶化及土壤由于失去植物的保护而大量的流失所造成的损失是不可估量的。

目前世界上有些地区和国家，由于开始不合理的乱砍滥伐，已经到了柴火短缺的地步。如，冈比亚，现在的薪柴就异常缺乏，每户一年需要一个妇女将近整整一年的时间去到处搜集薪柴用来维持一日的三餐。即使有柴草出售，一些生活较为贫困的家庭也买不起。

在南朝鲜的高原地区，做饭和取暖费要占家庭开支的 15% 以上；在安第斯山脉和非洲沙喀尔的贫困地区，这种费用的比例高达 1/4 的惊人程度，由于价格太高，许多家庭只好根本不买燃料了。

由于对土壤和森林没有采取保护措施，为提供基本消费品和服务所需的能源投资也越来越多，在全世界，特别是在发展中国家，由于砍伐森林和土地管理不善造成的泥沙淤积，使水库供水和发电的寿命缩短，有的往往缩短到只有原来的一半寿命。为了对付泥沙淤积，不得不拿出大量的资金来疏通码头和港口，由于土地保护措施不力和森林被砍伐后固土能力的降低，每年雨季洪水毁坏住宅和庄稼，在印度，每年因洪水所造成的损失竟达 1.4 亿到 7.5 亿美元。

目前，除以上种种原因，影响环境的还有一个极为重要的因素就是绿化面积的减少，除小面积的天然或人工森林被破坏而毁灭外，就连大自然给我们遗留下来的原始森林这样的宝贵财富也遭了殃，特别是热带雨林的迅速减少和沿海渔业维持系统被污染或完全丧失，工业的主要资源基础也正在缩小。按照目前的采伐速度，到本世纪末，剩下未采伐的生产性森林的面积将减少一半。据估计，热带雨林（地球上遗传基因最丰富的陆地环境）被砍伐或烧掉的速度是每年 1100 万公顷，或每分钟 20 公顷左右，按这样速度，所有热带雨林将在 85 年内在地球上消失。然而热带雨林并不都是一样的，所以它们消失的速度也不同，低地雨林是最有价值 and 物种最丰富的热带雨林，因

此，它们被毁坏的速度比其他雨林要快得多。某些地方的森林，像西非的森林和马来西亚、印度尼西亚、菲律宾的低地森林，它们的存在似乎不可能超过本世纪末。

过度的捕捞已经使人们失去了数以百万吨计的海味，渔业维持系统的毁坏，现在也像过度捕捞一样在发展，为数众多的海岸湿地和浅滩，是世界 1/3 渔业的维持系统，但是由于疏浚、倾倒垃圾、污染或海岸“改造”，它们早已离退或正在遭到破坏。在美国，由于这些原因而造成的渔业损失，估计每年达 8600 万美元。

由于环境的不断恶化，大约 25000 种植物及 1000 多个种和亚种的哺乳动物、鸟类、爬行动物和鱼类受到灭绝的威胁。这些数字还不包括不可避免要丧失的小型动物种，特别是无脊椎动物，像软体动物、昆虫和珊瑚，它们的栖息地正在整片整片的被毁坏，实际上，如果把这些小动物的损失也包括在内，到本世纪末估计有 50 万种到 100 万种的生物将会被地球所遗弃。我国是一个历史悠久的文明古国，自古以来就有保护生物资源的优良传统。据《史记》记载，舜曾让伯益管理“上下草木鸟兽”，是为“虞”，实际上就是环境与自然保护的官职。商汤曾令一个四面张网捕鸟的人撤去三面的网让大部分的鸟逃走。周代就有禁采鸟卵和禁用毒箭狩猎的命令。《国语》记载一个叫里革的人，撕坏在鱼产卵季节去泗水捕鱼的鲁宣公的鱼网，鲁宣公接受了里革的批评，令将破网妥为保存，以永远记取教训。伟大的古代思想家荀子对生物资源保护更有深刻的见地，他指出：“草木荣华兹硕之时，则斧斤不入山林，不夭其生，不绝其长也。黿鼉鱼鳖孕育之时，罔罟毒药不入泽，不夭其生，不绝其长也。”他主张制定法令，如“修火宪，养山林藪泽草木鱼鳖百素，以时禁发。”在秦律中，在汉、唐、宋历代的法令中都有过保护生物资源的规定。到明代，曾因灾荒，弛禁过某些山林。清代以后，由于垦植、战乱等原因，对生物资源的破坏很大。民国时大军阀张敬尧因私围洞庭湖，破坏了生态平衡，受到人民的谴责。解放以后我国政府十分重视生物资源的保护工作，先后于 1958、1962 和 1973 年几次发布保护自然资源的法令，1979 年又公布了《环境保护法》暂行条例，有力地推动了环境保护和自然资源保护工作的发展。

生态平衡的失调是历史上的种种原因造成的，要想恢复它，决非一朝一夕能取得成功的。由于种种原因，我国生物资源破坏的状况还没有得到很好的改善，甚至某些方面还进一步加重，这是必须要重视的。

土地是立国之本。我国虽有 960 万平方公里的面积，但可耕地却极为有限。解放初，人均耕地面积 0.18 公顷，目前人均耕地只有 0.1 公顷，预计到 2000 年，将只有 0.08 公顷，我国的沙漠化面积近半个世纪扩大了 500 万公顷，其中 90% 是由于滥垦滥伐、过度放牧等人为因素造成的。目前沙漠化面积已达 109.5 万平方公里，占全国土地总面积的 11.4%。

现在，世界上规定森林覆盖率达到 30% 才达到正常的环境标准，而我国的森林覆盖率据 1963 年统计才只有 12.7%，在世界各国中居第一百二十位。在近几十年中，由于党和政府的大力号召，每年都种植很多树木并规走了 3 月 12 日为国家植树节。虽然如此，但还有为数不少的人在滥砍滥伐，使得我国森林覆盖率并未有多大程度的增加，仍然处于较低的水平。但是，历史上我国的森林并不少，黄土高原曾经是森林茂密，气候湿润的好地方，现在却成了水土流失的重点地区。黄河每年带走的泥沙有 16 亿吨，全国每年水土流



失量达 50 亿吨，相当于全国耕地面积减少平均 1 厘米厚的土层，而这样厚的土壤层要是自然形成却需要 400 年以上的時間，这是多么大的浪费啊。肥料损失量每年达几千万吨。有人说，黄河带走的是中华民族的血液！这一切还不能引起全民的警觉吗？四川大水再次告诉我们，长江变成第二条黄河的可能性也不是不存在的！

我国是个地大物博的国家，自然资源非常丰富，有长达 1.8 万多公里的海岸线，水深 200 米以内的大陆架渔场有 150 万平方公里，浅海滩涂近亿亩，可供水产养殖的面积有 740 万亩，内陆水面约 3 亿亩，可供养殖的水面约 7500 万亩，海、淡水经济鱼类 100 多种。但是，由于人们盲目的围海造田，不适当的拦河筑坝、围湖造田和污染，我国鱼产量锐减，如比目鱼、大黄鱼、小黄鱼、鲷鱼 1979 年的产量分别只有 50 年代后期的 2%、47%、32%、9%。由于捕捞进港产卵的鱼，使种群中幼鱼的比例由 1963 年的 40% 下降到 1977 年的 1 %。

我国不仅地大物博，而且物种也十分丰富。就脊椎动物而言，有兽类 414 种，鸟类 1175 种，两栖类 196 种，爬行类 315 种，鱼类 2300 种。然而，由于一些天然因素或人为因素的影响，目前，我国有很多物种个体已非常之稀少，如大熊猫、丹顶鹤、朱鹮、金丝猴等 30 多种珍稀动物已经或将要面临灭绝的危险；植物中，银杉、水杉、珙桐、望天树、铁力木、龙脑香等都处于濒危状态。对此，我国政府有关部门为保护这些物种，使其避免灭绝的危险做出了一定努力，把这些动植物分别列为几类被保护的范畴来加以保护，并规划了很多自然保护区。

下面我们就先谈一谈对物种的保护的重要意义及如何保护物种的措施。

自人类出现以来，一直与生活在周围的生物有着密不可分的关系，因为人类要生存就必须不断地从周围环境中去获取营养物质，而这些营养物质又是直接来自于其他各种生物体。从现代来看，人类的衣食住行每一样都离不开其他生物，即使是人们用于治疗疾病的药物，它们的绝大部分也是来自于生物界中的其他生物或生物体内的提取物。

保护物种，它主要表现在维持生物种类的多样性上，生物种类的多样性目前已被联合国的环境保护组织列为现今环境保护的三大重要问题之一，由此可知生物种类多样性在环境保护中的重要地位。

在地球表面，存在着岩石圈、水圈和大气圈，在这三个圈层中，生存着生物的那个圈层叫做生物圈，简单地说，生物圈就是地球上的全部生物及其生存环境的总称。在生物圈中有比较小的单位叫生物群落，生物群落就是生活在一定的自然区域内，相互之间具有直接或间接关系的各种生物的总和，而生物群落及其无机环境相互作用的自然系统就叫做生态系统。

生态系统有大有小，生物圈就是最大的生态系统。在一个生态系统中，生物群落越丰富则这个生态系统就越稳定，弹性就越大，就越不会因外界环境的影响而遭到破坏。例如，在一个生态系统中存在着多种某种昆虫喜爱吃的植物，且其数量也较庞大，那么如果某年发生这种虫灾，这些植物因为种类和数量都多的缘故而不会灭绝；如果另外一个生态系统中只有极少的一种或两种植物是某种昆虫喜爱吃的，那么当发生这种虫灾时，这些植物就会因种类和数量的不足被昆虫吃光而使其物种灭绝，由于这些植物的灭绝，原先在这个生态系统中以这些植物为食的草食性动物也一定会随之减少或灭绝，而以这种草食性动物为食的肉食性动物也会随之减少或灭绝，这样就形成了

一连串的恶性反应，究其原因就是该生态系统的弹性小而承受不起外界因素的太大影响。

生态系统中群落的简单不仅表现在野生物种，近年来由于科技进步，培育出一些高产品种，为了能在相同时间内获得更大的收益，农民依赖的农作物品种越来越少，由于集中地选用单一高产的优质品种，许多现代食物生产的基因基础危险地缩小了。如：仅 4 种小麦品种生产了加拿大 75% 的谷物，一半以上小麦地只种单一品种。美国 72% 的土豆生产仅依靠 4 个品种，豌豆生产只依靠两个品种。在巴西几乎每一棵咖啡树都是从一棵咖啡树遗传下来的，整个美国的大豆生产也仅仅来源于亚洲同一个地方的 6 棵大豆。

所有这些农作物和其他处境类似的农作物很容易受到暴发性病虫害的袭击。而且像这样连续的耕作也极易爆发一种或一类的病虫害，并且极易在生长良好的状况下突然发生不利的变化。不幸的是，能改变这种状况的手段（农作物及其近新品种的多样性）正在受到破坏。农作物像小麦、水稻、玉米、谷子、豆类、山药、西红柿、马铃薯、椰子、香蕉、酸橙和桔子等的许多品种早已永远消失，更多的品种正在步它们的后尘，处于被灭绝的危险之中。

农作物如此，一些有用的家畜品种也面临着危机，在欧洲和地中海地区的 145 种家畜中，有 115 种受到灭绝的威胁，而且跟农作物一样，许多传统品种对育种有着重大价值，如英格兰约克夏绵羊完全是一种地方性品种，现存数量已非常少了。尽管它被现代商业上更加良好的品种所排挤，但它某些特性现在在育种上仍具有重大价值。它生长迅速，羊毛质地优良，最主要的是它非常耐热，所以它能跟未改良的亚热带绵羊杂交。原始的绵羊品种完全不生长绒毛，只有粗毛皮，但它跟约克夏绵羊杂交后，其后代是一种羊毛优质的耐热绵羊。

大家至此可能会发出疑问，对于农作物和传统家养地方性品种的保护是无可异议的，然而现在提出的环境保护中也包括对野生动植物的保护。这一点，我们在前面讲到生态系统时已讲到野生动植物的作用，下面我们再列举一些事例来说明对野生动、植物保护的意义。

人类利用动、植物的历史表明，拯救濒危物种是非常要紧的，同时还证明正在消失和原始感觉用处不大的物种会出乎意料地突然变得有用和重要起来，如野牛，在短短的半个世纪时间里，就被移居北美的白种人和印第安人从 6000 万头消灭到不足 600 万头，他们毁灭的不仅是世界上一种大型的野生观赏动物，而且也是一种无与伦比的商品。

当现在荒野中的野牛被消灭干净，而在一些保护区和一些国家公园里仅存总共不超过 10 万头时，人们却竞相争购，售价抬高到每头 700 美元。这是为什么呢，因为在贫瘠的土地上野牛比普通菜牛产值高，而且喂养省事，到成熟宰时，一头野牛大约比一头菜牛重 50%，且野牛皮好。如就整个牛头说，野牛的商业利用率高（野牛可利用 65%，普通菜牛为 55%）。野牛比较容易营养，它能适应草原上严酷的冬季条件，可以自己寻找草和庄稼茬吃，不像家牛那样必须进行照料和喂养。此外，野牛肉的味道很像菜牛，而蛋白质含量却比菜牛高 25%，胆固醇含量则比菜牛低 20%。野牛肉不会引起变态反应，甚至为癌症治疗的研究提供了线索，因为它似乎与癌症无缘。

就植物来说，野生原始品种的继续存在，是人类防治作物病虫害的重要保证。如，在 19 世纪 20 年代，寄生在葡萄树根上的一种长虫，叫葡萄虫，从北美传到欧洲，结果产生了一场大灾难。欧洲大陆的所有葡萄园几乎都被

毁灭了，后来，人们发现美洲土生的葡萄树不受葡萄虫的影响，以后就把欧洲葡萄树嫁接到美洲葡萄树的砧木上，才挽救了欧洲葡萄酒的生产，这一措施一直到现在还在使用。

对生物物种的保护，其意义不仅表现在以上两个方面，它还表现在有些物种具有较高的观赏价值，如，朱鹮、金丝猴和被称为国宝的大熊猫，它们不仅珍奇异常，而且目前数量很少，已濒临灭绝。

扬子鳄、野生貂等，它们的皮张的经济价值极高，人们对它们猎取的欲望也更大，为了使它们不致于因过度的捕猎而灭绝，所以必须要加以保护。

此外，生物物种对人类的贡献还在于它们在医药上有极高的价值，它们可直接用来生产药物或作为原料来合成药物，帮助人们提高生物学和医学的知识。一项分析报告认为，美国每年的处方中，至少 40% 都有一种天然来源的药物——高等植物（25%）、微生物（13%）或动物（3%）。这个报告说，来自高等植物的药物价值仅在美国大约每年为 30 亿美元。在从植物获得的 76 种主要药用化合物中，仅有 7 种能在竞争价格下进行人工合成。例如，利血平在用天然原料制备时，大约每支 0.75 美元，而人工合成，每支却要 1.25 美元。

现在，一些发展中国家建立起自己的制药工业，以便以公众所能接受的价格提供必要的药物，为此，联合国的一个工作小组编辑了一部亚洲、非洲、拉丁美洲所使用的药用植物表。在列出的 90 种植物中，有 40 多种是只有野生的，另外有 20 种虽然是人工栽培的，但仍来源于野生的，因此，保护这些物种及其产地是维护国家制药工业的先决条件。

许多主要的医药产品是以动物为原料的。蛇常用来制作非嗜好性镇痛剂；蜂毒用于治疗阑尾炎；取自绿头苍蝇幼虫的阿兰申，可用来治疗深度创伤、鳕鱼肝油和庸鲈鱼肝油可用于治疗维生素 A、D 缺乏症，治疗创伤、烧伤药膏中也有鳕鱼肝油，等等。总之，从动、植物体可提取的用于治疗疾病的物质很多，这里就不一一列举了。况且，目前世界上的动、植物中用于医疗方面用途的还是极少的一部分，就已对人类已作出如许贡献，可以想象，当将来生物学和医学发展到极其辉煌的那一天，人类还有什么病可称为是疑难杂症呢，又还有什么病能说是无药可医的呢！

对于医学来说，目前生物界还存在着一种现象是人类至今还没有完全弄清的一个问题，即有些动物有着异常强的休眠功能，也就是当环境恶劣到基本上不能正常生存的时候，它们会不吃、不喝、不拉、不尿地一睡就是几个月，有的时间长的甚至可达两年。而这种现象对于我们人类来说是望尘莫及的。常言道，人是铁饭是钢，一顿不吃饿得慌。人不可一顿无食，而这些动物却能通过长期的睡眠来越过对它们不利的环境，当它们休眠时，它们的心律呼吸、心跳都减慢，血压也降低，氧气消耗量减少，甚至有些器官完全停止工作，当它们在条件适宜的情况下醒来后，这些器官还如同往常一样，行使它们正常的功能而不受任何损伤。科学家们通过研究认为，这些动物惊人的休眠能力可能是因为它们血液分泌一种物质或体内产生某种激素，正是由于这些物质或激素的存在而控制着它们的休眠方式。

且说从事这方面研究的科学家和学者们，正在进行不断的探索，试图找出这样的一些物质或激素，并把它们试用到人体。如果成功到至少可以在一些大型的外科手术中使病人的新陈代谢减缓，从而赢得更充分的手术时间，就不必要担心会因手术时间过长造成病人的其它一些器官特别是脑组织的损

伤。

我们上面所谈的是为什么要保护野生物种的几个方面，这样的保护只是指在一个或几个种群中进行，是属于小范围的，而现在环境的破坏所造成的生态不平衡的现象却不只限于小范围，而是影响较大的大范围的。所以对森林及生活在森林内的野生动物的保护就显得更重要。如果大片森林因滥砍滥伐被毁灭，原先生活在森林内的那些生物将会因环境的改变不能继续生存下去了。

人们常常把洪水、旱灾和虫灾等环境灾害归罪于自然或上帝，好像人对这些灾害毫无办法，或它们的出现与人无关。然而恰恰相反，大自然倒是灾害的强有力的阻止和缓冲因素。只是由于人们粗暴地对待自然环境，在生活中做了很多与自然规律相忤逆的事，使自然环境变得越来越恶劣了，才引起了越来越多和越来越严重的洪水、干旱和其他灾难。

森林作为环境的缓冲因素，对人类的繁荣和发展有着重大的贡献。森林可以影响着局部和区域的气候，一般是使气候变得温和，森林可以保证干净的水流不致枯竭。流域上的森林是非常重要的，因为它能保护着土壤覆盖层使下游免受洪水或干旱之害。破坏流域上的森林，会使人类遭受很大的损失。森林植被起着类似海绵的作用，保持并缓慢地释放水分，如果失去植物，水流就会变化无常、造成洪水或干旱，而洪水的形成又会冲走土壤，带走土壤中原有的养分，同时泥沙会使水库、灌溉系统河道、码头淤塞，更有甚者可以覆盖海洋中的珊瑚礁。

森林不仅可以调节局部气候，还可以净化空气，使大气中的二氧化碳减少，氧气含量增加。因为树木在其生长过程中主要是吸收二氧化碳，通过叶片的光合作用来合成有机养料，同时释放出氧气。森林被破坏，碳循环途径受阻，大气中的二氧化碳浓度随着现代化工业的发展日益增高，就会造成地球温度的升高。碳浓度达到一定值时，由于地温升高而使地球两极的冰山融化，就可以使现在的海平面升高 1 米，这样，现今存在于海洋中的一些岛屿和岛国将会面临灭顶之灾。

再说，森林除了保护人类免受各种自然灾害外，还向人类提供各种有用的物品和材料，如：建筑、墙壁、门、窗和家具所用的木材和木板；矿用木材和铁路枕木；柴薪、饲料、水果、野味、蜂蜜、药物、纤维、树脂、树胶、染料、兽皮、蜡和油；供装饰和娱乐用的一些物品等。森林对商业和工业有着无可置疑的重要性。全世界每年林产品价值超过 1155 亿美元，国际贸易总值每年约为 400 亿美元。有 30 个国家，每年从林产出口中各获得 1 亿多美元，其中 5 个国家每年各得 10 多亿美元。

对于发展中国家，森林和林地的最大用途是供给燃料和供耕种的耕地。在这些国家中，有 15 亿人依靠木材来做饭和取暖，他们每年消费的木材估计达 10 亿立方米以上，超过发展中国家木材总用量（不包括出口）的 80%。

在非洲，木柴占总能源用量的 58%，在东南亚和南美洲分别为 42% 和 20%。

由于这样强烈的需求，大面积的林地必然遭到滥伐。

然而，为了发展农业生产和获得燃料而砍伐森林，以及由于过度放牧和乱修道路，使得流域森林遭到大规模的破坏。这样，结果往往要付出巨大的代价。如阿根廷每年要花费 1000 万美元来疏浚巴拉特河口淤积的泥沙，以维持布宜诺斯艾利斯的航运，每年使港口受到堵塞威胁的 1 亿吨泥沙中，就有

80%来自于只占流域面积 4%的流域盆地，那是在贝尔梅霍河汇水区上距河口 1800 公里的一块过度放牧的地区。

森林被过度砍伐或整个毁灭，其后果是相当严重的。

其一它可以造成泥沙淤积，使水库、水电站和灌溉系统的工作年限大为缩短。如印度的尼扎姆萨加尔水库的蓄水能力已减少了一半以上，从近 9 亿立方米减少为不到 3.4 亿立方米。因此，现在已经没有足够的水来灌溉原设计灌溉的 11 万公顷的稻田和甘蔗地，以致没有足够的甘蔗供给当地的糖厂。在菲律宾北吕宋岛，破坏森林使安布克劳水库迅速被泥沙淤积，以致它的使用寿命由 60 年减为 32 年。这类问题并不只在发展中国家发生，即使在水土保持措施较理想的美国，它的主要水库每年的淤积量估计超过 10 亿立方米。全世界用于清除淤积，疏浚河流，重修灌溉系统的费用以及水坝这类耗资巨大的工程的投资损失等，其数目都是极其巨大的。

其二是因为森林的破坏是引起洪水灾害的主要原因。仅印度每年防治洪水费用就达 1.4 亿美元到 7.5 亿美元。这种灾害的典型例子是 1970 年印度雨季时，阿拉卡曼达河泛滥事件，它是该河首次发生的灾难性的洪水，在历史上未曾有过。许多村庄被整个地冲走，大量泥沙在下游淤积，破坏了印度北方平原上的灌溉系统。据当时记者报道说：河堤被冲垮，支流挟带的泥沙在与干流的汇合处淤积起来，造成巨大的天然坝，当河水的压力增加时堤坝倒塌，导致山洪暴发。这个事例使世界各国当能借以为鉴，这样教训当可以成为人们大规模地破坏当地流域森林的充分证据。

其三可以引起水源短缺。

在亚洲的一些地方，森林砍伐和土地管理的不善，造成了河川径流量的剧烈波动，使高产的水稻田不是水量太多就是水量太少，以致产量下降，森林砍伐和其他不适当的环境处置（像开挖过多的渠道），也很可能是严重的洪水泛滥的原因。近年来，由此引起的洪水泛滥使美国和菲律宾这样不同的国家都受到了打击，在哥伦比亚有过这样的报道，“由于广泛的砍伐森林，一些大城市……不得不实行限额配电。”

巴拿马支河可能是拙劣的流域管理的最大牺牲品。森林砍伐对这条运河的威胁很大，以致美国农业部热带雨林研究所所长弗兰克·沃兹沃思博士断言，在巴拿马从美国接管巴拿马运河之前，“这条运河也许已经变成一条没有任何价值的濠沟，一个错误管理的庞大的纪念品。”

由于大量的砍伐森林，巴拿马运河的森林覆盖率从 1952 年的 85% 减少到 1980 年的 35%。其结果是阿拉胡埃拉湖的湖底淤积了一层很厚的肥沃土壤，水深减少了 25 英尺，容量减少了 5%。按目前的土地利用趋势发展下去，估计到 2000 年，湖水容量将减少 40%，这样将严重地影响水力发电和洪水，并降低运河的通航能力。早在 1977 年，有些船只曾被迫卸下部分货物通过陆运到另一侧海岸再装上船，一些散装货物的发运人，甚至租用大货船走绕过智利的合恩角的航线而不通过巴拿马运河。

且说一些零散森林的严重砍伐所造成的危害已如此巨大，如果大面积的原始森林或热带雨林遭到严重毁坏又将是什么重果呢？下面我们先了解一下热带雨林正在消失的情况。

不合理地利用森林的现象，没有比热带雨林更加明显的了。热带雨林是一种宝贵的可再生的资源，是遗传基因丰富的储存库，在经营恰当、合理，不破坏其正常生态环境的情况下，它能源源不断地供应林业产品，并有助于

恢复土壤肥力，保护土壤免受侵蚀，防止下游地区的洪水灾害和泥沙淤积，调节气候，并可提供游览场所。然而，如果在开发热带雨林时不照顾它的特点（一般情况下往往是如此），那么它们就不能自行恢复。

现在，由于种种原因，热带雨林面积正在迅速地缩小，据估计，热带森林正以每年 11 万平方公里的速度在减少，按照这个速度，这种森林将在 85 年内全部消失，而最有价值和品种丰富的低地雨林的毁坏速度则显得更快。

在地球的生物进化中，热带雨林是物种最多、保持时间最长的场所，任何其他陆地环境中都没有这么多的植物和动物物种。例如，一公顷温带雨林，一般有 10 种直径在 10 厘米以上的树木，在一公顷内，即使是物种最多的非热带森林，如北美东海岸的阿巴拉契亚山脉或美国东南部的南卡罗来纳州河湾森林，树种也不超过 25 种，但每公顷热带雨林却一般有 100 种以上的大树树种。如此对比之下它们存在着很大的悬殊，物种非常丰富的地区，如马来半岛和亚马逊河的低地雨林据说有 200 多种。

热带雨林中动植物物种的数量是相当惊人的，在东南亚的森林中，估计有 2.5 万多种有花植物，在已记载的种群中，49% 的物种在别的地区没有发现过，已知或推测在马来半岛繁殖的鸟类有 660 种，其中 444 种只是在热带雨林中才有。

世界离不开热带森林，它和热带森林的命运紧密相连。这不仅仅因为热带雨林能影响气候，而且还有许多更为直接的原因，雨林直接或间接为人类提供的产品比比皆是，在医院、商店及家庭里，就连马路上都有。如果没有热带雨林提供的产品，许多工业的成本将远远超出现今的状况，某些工业也许会完全崩溃。日常的许多欢乐也只能成为往事的回忆。

每当我们喝咖啡，吃巧克力、香蕉和果仁时，或使用天然橡胶制品时，这一切都是在享用着热带雨林的贡献。巴西的胡桃、坚果、西香莲果、木瓜、鳄梨、可可和香蕉也统统都是热带雨林为人类奉献的丰厚的礼物，如果非洲森林消失，那么所有的野生香蕉品种也就没有了。如果中美洲和南美洲的森林消失，那么所有的野生可可、橡胶、鳄梨和坚果品种也就没有了，野生的巴西胡桃也就没有了。这样，所有此类的种植园将会倒闭，所有依赖于这方面生计的人们将会无所依托而流离失所。

热带雨林往往被描写为充满危险的地方，然而，它们的许多产品却被人们用来治疗疾病。重大的外科手术要用箭毒或一些类似的物质作为麻醉药。箭毒是美洲印第安人发现的，它是从只在南美洲热带雨林才有的植物中提取的，由于他们科技的落后，捕猎时只会运用弓箭或一些长矛类的工具，这样简单的工具往往一次杀不死被捕的猎物而促使他们在长期的寻找中发现了这种毒药。另一种重要的外科药品依色林（毒扁豆硷），来自生长在西非热带森林中的加拉巴豆。在做心脏手术时，为保持心脏的跳动，要用东南亚热带森林中生长的蛇根木。

萝夫长属植物对许多人来说是一种福音，它的一种活性成分阿吗灵，可促进心脏有规律的跳动；另一种成分利血平，可降低高血压。在印度医药中，用蛇根木来治疗蛇咬、痢疾、霍乱、发烧、神经错乱已有 4000 年之久的历史。在 20 世纪 40 年代后期，西方医药界发现这种植物能降低高血压和减轻早发性痴呆证，到 50 年代中期，利血平已成为镇定药的主要成份而得到普遍利用。

另外，热带雨林的破坏将毁灭掉数千种物种。据估计，世界上半的陆

地物种只生长在热带雨林中。如：我们前面讲到的马来半岛上马来西亚的植物区繁殖的鸟，大约有 260 种之多，其中就有 70% 多的种类是内陆森林鸟，仅 18% 既生活在开阔的乡村山生活在森林中。在马来亚本土繁殖的鸟有 25% 只生活在内陆森林中。同样，马来亚土地上的哺乳动物，有 53% 只栖息在原始低地雨林中，加里曼丹的绝大多数蛙及其他两栖动物也只生存于原始森林中。

但是热带雨林并不都是一个样子的，不同大陆上的雨林有很大的区别，即使在一个大陆中也有明显的地方性的差异。龙脑香树基本上只生长在东南亚地区（约有 500 种），只有一小部分在非洲，而美洲则一种也没有；寄生菠萝（菠萝属植物，生长在其他植物上，但并不依靠被寄生树提供养分），只生长在美洲（有 1800 至 2000 种），仅有一种在非洲，而亚洲一种也没有。

在鸟类中，三种戴胜鸟只存在于非洲森林中，有一些鹤开目鸟则只生活在南美洲的东北部，园亭鸟只有新几内亚的山地森林中才有。物种的地方差异也是非常明显的，它们随着高度、湿度、土壤以及其他的一些因素而异。甚至在土壤和气候相类似的地方，也会有不同的植物和动物物种交错地分布着。因此，如果错认为它们的来源很多而毁坏一个雨林地区的话，对于一个国家或整个地球来说，极其珍贵的一部分遗产就将永远地消失了。

再说一些热带雨林已在地球存在了几百万年了，如在婆罗洲沿海发现的属上新世晚期的花粉化石，它和今天生长在马来西亚的柔佛沼泽地森林的树是同属，所以在东南亚一些地区森林从有花植物开始出现时就存在了，其历史一直延续至今，因此，现在我们人类对一种有数百万年之久的原始森林的破坏，是地球历史上一个重大的事件，更是我们人类的一大灾难。如果人类不采取适当的措施，对这些物种及对地球气候有较大影响的大片森林加以保护，而任其毁灭的话，这样的损失将是不可补救的。

再说，随着工业的飞速发展，世界各国工业化程度的加大，不仅陆地资源正在日趋紧张，而且水生的特别是海洋资源也同时受到很大的威胁。这里主要存在的就是污染和过度捕捞这两个突出的问题。

污染作为首要问题，率先被提出，这是因为工业生产所产生的废气、废水和废渣这“三废”不经过任何处理而直接排放到自然界中，只要有工业的国家或多或少都存在这样的一些厂家只顾当前利益，向周围环境无休止的排放未经任何处理的“三废”，使周围的生态遭到极大的破坏。在我国，前不久焦点访谈中讲到一个外资企业，在没有领取卫生合格证的情况下，自行开工，进行制革生产。一年后周围方圆几里之内空气混浊，附近的鱼塘被废水污染得一片漆黑。还有一些规模较大的国营企业的厂家由于生产工业用品，所排放的废水废气使得周围方圆几公里内庄稼生长受到严重的危害，周围生活的居民用水已成为极大的问题，而厂家每年以赔偿周围居民每人一些损失费的名义来进行一些小小的补偿。这种现象是不可取的，也是国家所不能允许的。目前，国家有关部门对上述这些现象已作出明确的反应，对于诸如这样的厂家或企业，进行限时限期责令其改装设备，否则即勒令停产。

这种现象在发展中国家存在，而在一些发达的资本主义国家却更为突出。他们的污染已不止在国内，而且已经对全人类造成危害。如日本是世界上有名的工业大国，现在他们的废水和废气的污染已波及超过日本本土几倍面积的海域，且不断处于上升势头。1970 年每年污染事故不到 400 起，但自从 1972 年以来，每年污染事故达 2200 起以上，其最大的污染源就是油船排

泄石油、工业污染物和生活污水等。

污染对日本的渔业生产造成很大影响。首先是产量降低，经济收入减少，而更重要的是其品质的下降。据 1973 年的一个调查披露日本的几个主要的渔业生产的海湾，如水俣湾、德山湾、鹿儿岛湾等均有占 20% 左右的鱼种，其体内含汞量超过正常规定的标准。

在其他国家的沿海和海域也存在着同日本相类似的现象。如，在大西洋中部海岸笼罩着直接杀害鱼类和其他海洋生物的阴影。纽约湾大量的经常性的污染造成各季比目鱼鱼鳍腐烂病和美国龙虾及石蟹“壳病”的发病率非常高。由于反复缺氧，也就是大量的城市污水的排放给水体输入过多的污染物，造成溶解氧的严重减少，从而引起鱼的大量死亡。无数生物包括龙虾、浪蛤、蟹、狗鳕、冬比目鱼和海鲈，在这种缺氧的条件下被闷死，其他鱼的死亡是由于城市和工业废水的排放所造成的。1973 年在弗吉尼亚州的一次偶然事件中，由于流出的废物废水的过氯化作用，使 750 万条鱼死亡，在这个地区，被杀死的鱼、甲壳动物和软体动物的总价值估计每年为 1450 万美元。

在世界的其他地方，这此问题同样也很严重。地中海的面积只占世界海洋面积的 1%，但在地中海里石油和沥青飘浮量估计占世界的 50%。不仅沾污了许多鱼和软体动物，且已开始影响鱼类种群。突尼斯海域的多刺龙虾已经被石油杀死，土耳其海域鲑鱼和鲭鱼的产卵地已经受到影响。

再说由于工业污染物的不断排放和石油的污染，不仅使海洋中鱼类遭到毒杀，就连海洋中的微小生物珊瑚虫也难免遭殃。

珊瑚礁是海中的热带雨林，珊瑚群落像雨林一样，清扫腐物并把营养物贮藏在贫瘠的环境中，并创造了一个奇妙多样的生物世界。在发现和发展新的医学方面，它们可能是作用日益增加的动物。同时，珊瑚礁对成千上万的沿海居民的生计和生活有更直接的贡献。它们为鱼类提供了关键的栖息地，这些栖息地是许多鱼类所依赖的。它们也保护了海岸。的确，如果没有珊瑚虫和其他建造珊瑚礁的生物体活动，那么，现今的 400 多个岛屿也就不存在。

且说建造珊瑚礁的珊瑚虫只能在浅海滩清洁的水体中生存。只有在这种条件下，阳光才能充分照射，以满足跟它共存的藻类进行光合作用。这些藻称做动物内生小黄藻，它生活在珊瑚动物的组织里，并帮助珊瑚贮藏碳酸钙，这些碳酸钙覆盖在珊瑚的身体上，形成珊瑚礁。如果珊瑚虫长期失去内生小黄藻时，珊瑚虫就会因失去能量来源而死去。

珊瑚虫不仅要求阳光充足，而且对水质的要求也相当高，因为现今大多数海域的污染都相当严重，所以对珊瑚礁和正在生长的珊瑚礁也形成了严重的威胁。倾倒的废物和疏浚也引起了不可恢复的损害。在法国玻利尼西亚的大规模疏浚使细小沉淀物增加、使水体长期浑浊不清，毁坏了珊瑚礁的重要部分。

珊瑚礁象其他许多敏感的沿岸环境一样，日益遭到生活污水的污染，最有名的例子是夏威夷群岛奥胡岛的卡内奥赫湾。这里在半个世纪以前曾被描述为最利于珊瑚生长的场所，但现在它的海峡端 99% 以上的珊瑚，已被每天进入海湾的 11.1 万立方米的生活污水所杀死。

对于上述种种现象，全人类已到该惊觉的时候了。目前虽然还不知道究竟有多少物种正在被我们灭绝，这其中一定还有很多物种没有被评价过，许多物种在还没有被描述和认识之前就已灭绝，这对我们人类来说又是多么大的损失啊。故此，国际自然和自然保护同盟在《红皮书》上规定关于全世界



濒临灭绝的脊椎动物及濒临灭绝的植物共 2600 多种。然而，保护物种，维护物种的多样性，是全人类的头等大事，仅仅只依靠一些组织或团体的发动还远远不够，必须全民动员，人人以此为己任，责无旁贷，才能拯救濒临灭绝的生物。

我国在拯救濒临灭绝的物种及环保方面也做了很多的工作，如对许多种类珍稀的和濒临灭绝的动、植物划分不同的类别规划了很多的自然保护区加以保护。并在中央电视台开办了《人与自然》的栏目，以此来提高全民族保护物种的意识。目前，我国的许多城市规定，即使在喜庆的日子也禁止燃放烟花炮竹，争取为迁徙而来的鸟类及其他动物创造一个优美而舒适的环境。这里有个典型的例子，在被称为南国春城的昆明，已禁止春节燃放烟花炮竹达 10 年之久，就是因为每到冬季约 11 月份就有一大群一大群的鸥类（红嘴鸥、绿嘴鸥）到这个城的水域来越冬，现在每到冬天，成千上万的海鸥或在水中游戏，或在空中飞翔，已成为当今春城冬季的一大景观。

前面我们谈的是对物种的保护。然而，就人类生存而言，对无机环境的保护则显得尤为重要，离开环境，则无以言物种保护了。

且说人类生存在地球上，农田的存在是必不可少的。而目前，由于水土管理的不善和耕作的粗放等原因，农田正在以惊人的速度退化以至丧失。

土地是活命的根本，是非常重要的生命维持系统，因为大部分的食物都是依靠土地生产出来的，土壤的侵蚀和流失是一种天然的和连续的过程。但一般来说，只要有足够的植被条件，土壤就能维持其稳定性。

再说，环境保护不仅在于保护土壤，现在联合国环保组织提出的环境保护中三大问题之一的防止地球沙漠化已成为目前人类急待解决的重要课题。

目前地球上有些还有植被的地区，由于土壤和植被的严重破坏，使得近 3800 万平方公里（占世界陆地面积近 1/4）的土地处在沙漠化的危险之中，新的沙漠区正大规模的产生。人们在地球上正忙于把已经困难的生活变得更加困难。他们正在把半沙漠地变成沙漠地，把沙漠地变成极端沙漠地，把勉强能生产的土地变成完全没有生产能力的寸草不生之地。宝贵的土壤或是从地上被夺走而送到海洋里，或填塞水库或由于盐碱化而不能种植庄稼，地球上昨天还能生产两株玉米或两棵草，而今天却只能生长一株玉米或一棵草的地方太多了。

干旱地区是最容易遭灾的地区，干旱地区雨量少，蒸腾量高，这类地区约占地球陆地表面的三分之一。如果再不精心管理使用，这些地区很容易沙漠化，并且它们是生态问题最突出的地区。

目前，可能变成沙漠化的地区面积很大。共分为如下几种类型：

一、严重沙漠化类型是指如果不改变目前的情况的话，将会迅速地变成沙漠的地区，其面积达 300 万平方公里。

二、重沙漠化危险地区类型是指如果不改变目前状况的话，将会较快的变成沙漠化地区，其面积有 1650 万平方公里。

三、中等沙漠地区是指如果不改变目前情况的话，将会逐渐变成沙漠地区，其面积有 1800 万平方公里。

中等沙漠化危险、重沙漠化危险和严重沙漠化危险地区，加上 800 万平方公里的天然严重沙漠化地区，总面积占地球陆地表面的 30%，如此广大的区域不是已变成沙漠或正在变成沙漠，就是处在沙漠化的危险之中，这是对生存在地球上的生物，特别是人类的一种极大的威胁。人类要想不受沙漠的

侵袭而长期生存在地球上，就必须采取适当的措施来阻止沙漠的扩展和蔓延。

再说为了制止沙漠化，1977年9月，联合国沙漠化大会通过了一项给人深刻印象的行动计划，这个计划要求在合理利用土地，包括保护和增加生物资源和水资源的基础上，通过国际援助，对一些沙漠危险程度较大的国家给予一定的支持，从而达到制止沙漠蔓延的目的。

且说，随着现代化工业的飞速发展，不断地向大气中排放对生态环境有害的气体，特别是现代工业中用途广泛的氟里昂，对地球表面大气层外围的臭氧层有严重的侵蚀和破坏作用。不久前，经先进的科技探明，现在地球两极上的臭氧层已出现了空洞。

臭氧层，作为一种保护层，对生存在地球上的各种生物具有很重要的保护作用，它可以阻挡太阳光中的紫外线和其他一些宇宙中杀伤性很强的射线，以使生活在地球上的一切生物体的组织免受强大射线的作用而受损伤。欲知后事如何，且听下回分解。

## 第六回

### 生命代谢 历史不回头 物种更新 进化无止境

恐龙的灭绝和哺乳动物的兴起，这是生物界的一种进步。而早期生物由缺氧到有氧、由厌氧到喜氧，这又是一场革命性的转变。早期的生物的自养与异养、合成与分解，形成一个完整的生命系统。

话说新陈代谢作为宇宙间普遍的永远不可抵抗的规律，生命的历史就是一部新陈代谢的历史，地球上现今生存的物种，都是曾经生存的物种的后代。新的兴起，旧的灭亡，过去的物种被现今的所代替，现今的物种亦将被未来的所代替。一切物种都是历史的过客，“流水前波让后波”，种类代谢是进化的必然规律。

种类代谢是新旧的变化，但同时亦表现为数量的变化，我们讨论代谢问题，总不免要联系到数量的问题。地球上自从生命产生以来，究竟有过多少物种？生存的多少？灭绝的多少？在生命的整个历史过程中，物种的数量究竟发生了怎样的变化？

据目前所知，生存的物种已经科学鉴定，规定以学名命名，纳入分类系统的，约有 150 万种，一般估计，这只占现有物种的半数左右，这就是说，生存的物种该有 300 万，还有一半左右未经调查记载。

对于不同物种，我们掌握的资料水平很不相同，鸟类调查已接近完成，但对于昆虫，还差得很远，特别是热带丛林中的极其丰富的区系还知道得很少。基于这种情况，目前对生存物种的估计出入很大。有人认为生存的物种不过 200 万，因为已经鉴定的物种并不完全可靠，不少物种的一种被误定为多种。当然，也存在着不同的物种被误定为同种的，所以连同未发现的物种在内，估计不过 200 万左右，这是一个保守的数字。

另一方面，有些人又认为 300 万的数字太小，离实际很远，因为热带地区生活着大量的种类还有待调查鉴定，已知的物种可能只占实有物种的十分之一二。大家可想而知，这种估计显然是太夸大了。我们于是采取了一个折中数字，估计现今生存的物种大约在四五百万。

再说对灭亡种类的估计。大家知道对于灭亡种类的估计，要比现存的物种估计困难得多，因为这方面的资料很难掌握，和现代生物比较来看，只能说是一些零零星星的记录。

20 多年前，国外有些生物学家曾经提出过两个估计，这两个估计包括历史上已经灭亡的和现生的全部种类，每一个估计都有最低、最高和中间三个数字。

第一个估计中，最低数字是 5000 万种，中间数字为 3.4 亿种，而最高数字是 40 亿种。

第二个估计中，最低数字为 1700 万种，中间数字为 1.5 亿种，最高数字为 8.6 亿种。

以上两个估计有一个共同的特点，就是最低和最高两种数字之间差距很大，在第一个估计中，差距为 80 倍，第二个估计中，差距为 50 倍，这就充分地反映了研究问题的困难情况。

然而有些情况还是可以合理推想的，按照生物从少到多的发展规律，我们可以得出这样一个推论：现今生存的物种数字是历史上的最高数字，生命

历史上任何一个时期的生存着的种类，都是少于现代生存着的生物的。

同时，我们还可以得到另外一个推论，那就是，在生物从低级到高级的进化过程中，总的来说，发展的速度是前慢后快，步步上升的。真核生物快于原核生物，多细胞生物又快于单细胞生物，高级生物又快于低级生物。地质记录证明，从内垩纪到现代，最近的1亿多年来，随着被子植物和哺乳动物的兴起，是生命史上发展最快的时期，也是种类增加最多的时期。

生命的历史是系统发育的历史，又是空间发展的历史，系统发育和空间发展是统一的。由此，我们又可得出又一个推论，即：在生物进化过程中，生存范围扩展愈大、愈复杂，进化的速度就愈快。

历史上的许多事实证明了4亿多年前，从水生到陆生的发展，是生命史上的一个重大转折，生物的机体水平由此空前提高，种类数量空前增加，就现知的生存种类来说，在大约150万个物种中，被子植物和昆虫就有100万左右，占全部的2/3。这两大物类都是上陆后发展的，在水生时期所不可能出现的。虽没有具体数字用作水陆区系的全面比较，但就此两类而言，就可知水陆种类数量差异之大了。

地理的隔离是物种分化的重要条件，按照大陆漂移学说，在2亿多年前的古生代，地球只是一块陆地，称为泛大陆，周围是一片广阔的海洋，称为泛大洋。大约2亿年前，在中生代的三叠纪中期，泛大陆开始分裂、漂移，一直漂移到现在的位置。泛大陆分成为几个大陆和若干岛屿，泛大洋分为几个大洋和若干小海。分隔的大陆、岛屿和海洋，促进了种类的地理分化。

于是，我们又得出一个推论：大陆漂移是生物种类增长的一个重要因素，特别是白垩纪中期以后，最近1亿年来，大陆分裂到了一定程度，起着有效的隔离作用，是生物史上种类分化最盛的时期。

生物界中一个突出的事实是，昆虫的种类特多，有记录的已达七八十万。昆虫只是动物的许多门类中的一个纲，可是这个纲的种类却占着全部生物的半数，这又是怎么回事呢？看来主要原因在于昆虫的特殊机体结构，它的水平较高，变异的潜能大，而且体型细小，使它能占领和适应种种生活环境。例如，一棵树从根部、株干、茎，叶以至花、果、种子，生活着不同的昆虫。甚至哺乳动物的粪便，作为一种生境，也居住着不同的昆虫。所以昆虫种类特别繁庶，是有其一定的条件和根据的。有翅昆虫兴起于石炭纪的沼泽森林内，随着白垩纪被子植物的发展而达到目前的繁荣境界。

因此，我们得出了第五个推论：昆虫的兴起和繁荣发展，是生物种类增大的一个重大事件，它使整个的种类数量翻了一番。

总之，分析以上事实，大家可知历史上物种数量的变迁情况。假定生命起源于30亿年前，最初的十几亿年是原核阶段，大约在七八亿年前才出现真核生物。到10亿年前才产生多细胞生物，五六亿年前才有大量化石，4亿多年前才开始登陆，植物是先锋，动物是后继。

我们可以把历史上的物种数量分为四个计算级别：千位级、万位级、十万位级和百万位级，以此估计增长的过程。原核阶段不超过千位数，因目前生活环境远较那时复杂，而现代原核生物已知不过数千种，据此推测，可见早期种类必然增长很慢，真核生物的出现，特别是有性生殖的产生是一大跃进，加快了种类的增长，到10亿年前左右，看来已进入万位级数。到了4亿年前奥陶纪的后期，水域区系达到了空前繁荣，这时的种类数字显然已超过了10万，甚至超过很多。其后，3亿多年前的石炭纪后期，随着陆地植被

的昌盛发展和有翅昆虫的大量出现，物种数量又大为增加，登上了数十万的阶梯。若要进入百万位级，则要到白垩纪。1 亿多年前，被子植物的兴起，为现代区系的形成奠定了基础，从而使物种数量很快跃进到百万位级，逐渐发展到目前水平。

以上是对物种数量发展的大致估计。回到上面提出的问题“地球上究竟产生过多少物种？”要作出详细具体答案，还得考虑一个问题，即物种的寿命问题。

物种的寿命长短变化很大，最近在澳大利亚北部发现的，大约 16 亿年前的一批微化石中，有两种蓝藻，据研究，它们和早先在该洲中部发现的大约 9 亿年前的苦泉层中的两个蓝藻系属同种。如果这个鉴定属实，这两个物种的寿命至少已达 7 亿年之久。较高等的动植物种，亦有寿命很长的。例如现今的海豆芽和它 4 亿多年前的祖先十分相似，而现今的银杏和 1 亿年前的化石标本显然属于同种，这些都是长寿的记录。一般来说，高级的、近代的哺乳动物进化较快，物种寿命亦较短，它们的平均年龄不过数十万年，因为在 100 万年前的化石中，已很少有和现今同种的了，其它类别的物种寿命一般较此为长。

按照最近五六亿年来的化石资料，我们估计物种的平均寿命大概介乎 100 万年到 500 万年之间。鉴于这段时期正是物种增长的最旺盛时期，以前的历史虽长，但实际种类不多，20 多亿年的产品，看来还不及最后五六亿年的 1/10。因此，我们回答“多少”的问题，主要应考虑这几亿年中的数字，然后再适当地加上前期的数字。

这几亿年可以分为三个时期：第一个时期从距今 6 亿年到 3 亿年前，这期内的物种平均数估计为 15 万；第二期从 3 亿年前到 1.3 亿年前，物种平均数估计为 50 万，第三期从 1.3 亿年前到现在，物种平均数估计在 200 万左右。

根据这三个时期所包含的年代和物种平均数，再以物种的平均寿命，按 500 年和 100 年两级分别计算，最后加上所设想的生命早期的数字，可以得出最低和最高两种估计，具体如下：

8500 万种（最低估计）——4.2 亿万种（最高估计）。

由于增长的速度以最近 1.3 亿年为最快，这个时期的物种平均寿命可能接近 100 万年，或在一二百万年之间；因此，一个最可能的数字，即中间数字，应为 3 亿种左右。

下面且说种类代谢，大家知道进化既是系统发育，又是空间发展，种类代谢正是表现在这两个方面，呈现为两种形式的。

每种生物都有自己的历史，自己的祖先。新种总是在旧种的基础上产生的。新种的产生，旧种的灭亡，后起的子种代替了原种的祖种，这就叫做“种系代谢”。

每一个物种都有自己的地盘，保证它的空间存在。进化是适应环境和占领环境的过程，是争夺地盘的斗争过程。在这个斗争过程中，一些物种胜利了，取得了地盘；另一些物种失败了，丧失了原有的地盘，退出了生命的舞台。这种空间的种类代谢叫做“生态代替”。

生态代替的要害是空间地位的转移，失去地位的种类没有留传后代，其结果是种系的断绝灭亡。种系代谢的要害是系统地位的转移，前代的物种让位于后代，其结果是种系的绵延发展。系统发展与空间发展是统一的，系统发育伴随着空间发展；因此，反过来讲，物种空间地位的丧失，亦必然导致

物种系统的中断而终止进化。

地球上现存的物种都是种系代谢的产物，可是化石资料还很少给我们提供具体的事例。北京猿人是现代人的祖先，目前古人类学上把这两个时期的人类区分为不同的物种，前者叫做“直立人”，后者叫做“智人”。如这个分类是正确的，我们可以得知种系代谢的一个具体例子——前代物种直立人让位于后代物种智人。

全部历史事实说明，进化是通过物种的演化而进行的，系统发育是种系代谢的过程。

再说那些没有留下后代的物种，其种系被中断。据化石资料，已知的古动物约有 2500 个科，其中 2/3 已经灭亡，科的平均年龄是 7500 万年。鉴于化石资料的支离不全，灭亡的科应远远超过这个数字，而其中绝大部分没有留传下来。

生物史上经常进行着生态更替，三叶虫和硬骨鱼便是最显著的例子。

三叶虫曾经是古生代早期的海洋主人，种类十分繁多，但从寒武纪后期起就逐渐衰退，在泥盆纪末期已十分稀少，到二叠纪结束时完全灭绝。随着兴起的是硬骨鱼类，它们发生于泥盆纪末期，正是三叶虫凋零衰落的时候，它们乘机崛起，从少到多，不断增长，最终取代了三叶虫的地位。

同样地，陆地上也进行着区系演变和生态代替。最突出的事例，在植物是裸子植物的衰退，苏铁、种子蕨的绝灭和被子植物的兴起；在动物是爬行动物的衰退，恐龙的绝灭和哺乳动物的兴起，这是现代动植物区系形成的重要过程。关于许多种类的绝灭情况，我们前面已有所介绍。

为什么许多物群，象苏铁和种子蕨、三叶虫和恐龙，曾经繁荣一时，而终究不免于绝灭？特别是象恐龙这类超级大动物，曾经是中生代的霸王。它们的绝灭最引人注意，成为古生物学上的一个百家争鸣的课题。

绝灭是进化论的一个难题，进化论说明了生物进化的道理，可是对许多种类终止进化的原因却很少理解。每一物类的绝灭都是有其特殊原因，但特殊性中存在着普遍性，绝灭又必然有其普遍的规律。

生物史上曾有大量的物种灭亡，生命有史以来曾经产生过大约 8500 万到 4.2 亿种，而现今生存着的约有四五百多万。灭亡超过生存的至少几十倍，甚至上百倍，而且其中绝大部分是绝灭的了，没有留传后代。这里，问题的要害在于“大量”。自然选择根据是大量生殖，结果是少量生存，即个体的大量淘汰。物种大量绝灭和个体大量淘汰，都是选择作用的表现，只是种内和种间的不同。

种内选择的结果是物种演变，种系代谢、种间选择的结果是物种绝灭、生态替代。大量生殖和大量物种是自然选择的根据，进化是在大量淘汰和绝灭的基础上进行的，这是一条普遍规律，是自然选择学说所阐明的最基本的原理。

变异，众所周知，是进化的源泉，每一物种均适应于一定的环境，环境在变，物种亦必须能变，才能战胜变化的环境，形成新的适应。生物在向空间发展的过程中不断占领新的环境，占领的前提也是在于能变，因为只有能在能变的前提下，才能摆脱其原先适应的束缚，跳出旧框框，适应新环境。为什么是总鳍鱼而不是其他鱼类成为脊椎动物登陆的始祖？这就是因为总鳍鱼具有登陆的条件，又能在登陆过程中不断地演变，从而能够摆脱其原有的束缚，而发展成陆生动物。

同样地，桦尺蛾的黑色突变型发生在正常环境是被淘汰的不适者，但在工业污染区域，却转化为适者而使它占领新的环境。果蝇的残翅突变型在其正常环境内亦是被淘汰的不适应者，但发生在高山草原或海洋小岛，如果其他条件适宜，亦可转化为适者而进入新的环境。

大家知道适应是进化的因素，它同时也是进化的束缚，历史上曾经有鱼类上陆，但一般鱼类并不能上陆；工业污染区域已有不少蛾类黑化，但并不是一切蛾类都能黑化，一定方向的适应，往往会阻碍其他方向的发展而成为进化的束缚。

生命史上的大量物种灭绝，总的来讲，就在于没有摆脱这种束缚——系统变了，旧的框框未能摆脱，新的环境未能适应，原先的适者又沦为不适者而被淘汰，被新兴的更适者所取代。

再说种间斗争，一些物种失去了地盘，一些物种获得了地盘，这就是生态代替的过程。许多物种的灭绝，原因十分复杂，涉及种内、种间以及种与无机环境等方面的问题，而其中中心环节则是种间斗争。裸子植物曾经在中生代盛极一时，但到白垩纪末期，随着被子植物的繁荣发展而大趋衰落。后起的被子植物战胜了原先的裸子植物，占领了它们的地盘。爬行动物是中生代的霸王，鱼龙、恐龙和翼龙曾经垄断了海陆空三界的领域，但到中生代末期却全部灭绝。随着兴起的是哺乳动物，取代了它们的空间地位。在这里似乎和植物的情况不同，据现有地质资料，爬行动物灭绝在前，哺乳动物兴起在后，两件事并非同时发生，但即使如此，仍然是种间斗争的一种表现，正是爬行动物的昌盛繁荣，抑止了哺乳动物的发展，动物的生存依靠植物，一定时代的动物依存于同时代的植物。中生代爬行动物的盛衰和裸子植物的盛衰呈现为相关的平行现象，而被子植物的兴起，则为哺乳动物的兴起铺平了道路。所以生态代替包含着复杂的种间关系和种间斗争，是种间斗争的结果。

以上三点，归根结底，还是变异与选择的问题——进化的原因正是灭亡的原因，这是自然选择的两个方面，被选择的对象有两种命运：一种是“入选”，一种是“落选”。没有入选就无所谓落选，反之亦然，入选与落选相辅相成。入选是发展的因素，落选是灭亡的因素，自然选择是入选和落选的统一过程，进化是发展和灭亡的统一过程。进化在灭亡的基础上进行，没有灭亡便没有新生，种类代谢是历史的规律。

进化是不可逆的，历史也是不走回头路的，已经演变的种类不可能回复祖型，已经灭亡的种类不能再重新出现。上面指出，现代马是从始祖马、渐新马、中新马演变而来的；但是，已演变的马不能再回返到原先的祖型，反过来讲，已灭亡的祖马，如始祖马、渐新马、中新马等，也决不能东山再起，重登历史舞台。

无数的种类灭亡了，过去了，不可能重新产生。没有人会设想，象三叶虫、恐龙之类的动物，或苏铁、种子蕨之类的植物，会在自然界再度出现，它们都已成为历史陈迹，一去不复返了。历史的车轮是决不会倒退的。

人类的祖先是猿类，猿类的祖先是猴类，人类不能再回返到猿类时代，猿类亦不能回返到猴类时代，因为历史不走回头路。但是，现代的猿猴能不能变成人类呢？人们常常提出这个问题，回答是不能。理由很简单，因为历史的条件变了。

古猿大约生活在一二千万年前的热带和亚热带森林内；从这个共同祖先，分支分化，发展为现代的猿类和人类。可是现在条件变了，现代的猿类

不是古猿，现代的环境亦不是一二千万年前的环境，今后猿类继续要变，但不能变成人类，因为变化的内因根据和外因条件都已不同。基于同样原因，现代的猴子也不能变成古猿和人类。

值得注意的是，自从人类出现以来，已经消灭了不少的动物种类，我们的祖先北京猿人和山顶洞人都是猎人，在他们的捕猎活动下，许多大型动物如剑齿象、乳齿象、猛马象、剑齿虎、披毛犀、穴熊、巨鹿等都已灭种。最近几千年来，由于农业的发展、森林的破坏、城市的建设等，改变了动植物的生存条件，又使许多种类趋于灭绝。现代工业污染对生命造成了更大威胁。这些都是人为的因素，不是自然的发展。据调查，人类消灭的动物至少已有四五百种，它们都是长期进化的产物，可是一朝灭绝，便不可能再生。人类已成为动植物灭种的一个新的因素，这是我们必须警惕的事情。当然，我们要消灭那些有害种类，但亦必须保护那些稀有的、珍贵的种类。

目前我国许多珍贵动物如大熊猫、金丝猴、东北虎、大象、丹顶鹤、锦鸡、原鸡、扬子鳄等，都已十分稀少，濒临灭绝。有关部门已经采取了自然保护的措施，我们相信，人类既能消灭种类、也必然能保护种类。自然资源是人民的宝贵财富，我们决不能让许多珍贵动物在祖国大地上消失。

然而更重要的是，人类是改造生物和创造新种的因素。人类自从开始驯养动物和栽培植物以来，已经育成了无数的动植物新种，以前，育种的主要手段是人工选择、杂交选种和诱变选种。随着生产事业和科学技术的进展，新的途径正在不断出现，人们已开始研究在分子水平上控制基因，改变遗传物质，即所谓的基因工程，这将在后面的章回中详细说明。

与此同时，一些生物种类还将被消灭，特别是有害的种类。消灭和育新，是人类在地球上出现后所造成的新的生态代替，是人力干预下的生态代替。

却说达尔文的进化论是只承认渐变，而不承认飞跃的。他在《物种起源》内一再提到“自然界没有飞跃”。他是这样说的：“自然选择只利用微细而连续的变异，从来不取大步而突然的飞跃”，物种是通过微细阶段而逐渐演变的。”按照这个观点，达尔文认为种与种间正像种与变种之间一样地界限难分。

当达尔文考虑到地球上形形色色的生物种类时，一般都是界限分明的，没有中间类型存在，这是他的学说的最大困难。

早期的进化论者，为了证明进化，必然强调物种渐变，以证明历史连续，而否定特创论的物种不变观点，这是当时历史条件下的必然逻辑。渐变与飞跃的问题，焦点亦在于此。因为渐变体现连续，飞跃体现间断，只见渐变就是只见连续，不见间断。但是，从辩证观点，物种的形成不管通过什么方式，总是一次质变，一种飞跃。渐变与飞跃是统一的，进化是渐变，又是飞跃，是渐进的过程，又是跃进的过程。

进化是在灭亡的基础上进行的，它是不断更新的过程，亦是不断创新的过程。每一新种的形成都是一次更新，每一新类型的产生都是一个创新。在生物整个发展史上，曾经有过多次的重大创新，表现为进化的巨大突破。进化是渐进中不断跃进、不断创新的过程。下面，我们对历史上的几个重大的创新，作一大致的检阅。

且说生命的起源是无机到有机的过程。生命是地球演化过程中的自然产物，当地球发展到一定阶段，化学进化进展到一定水平，生命就随着停止。这大概是 30 亿年前的事。



生命的产生，在地球演化史上是一个最大的创新，一次最大的突破。由于产生了生命，使地球历史从化学进化阶段推进到生物进化阶段，把地球面貌从无机世界改变为有机世界。生命的产生，对整个生物史来说，更是开天辟地的第一件大事，没有这个开创，便根本没有这部历史。

生命是地球上最大的创新——“新”，究竟表现在哪里呢？

生命的“新”主要表现在以下三个方面：

第一，它不断新陈代谢；

第二，它进行自我繁殖；

第三，它实行自动控制。

新陈代谢是同化与异化的统一过程。生命活动需要从周围环境吸取营养物质，通过分解的合成，不断地进行同化与异化，从而不断的自我更新。

一切生命活动都是代谢的过程，一切生命物质都是代谢的产物。新陈代谢是“生”的特征，一旦新陈代谢停止，生命就随着产生。正如恩格斯所指出：“生命是蛋白质的存在方式，这个存在方式的基本因素在于和它周围的外部自然界的不断的新陈代谢，而且这种新陈代谢一停止，生命就随之停止，结果便是蛋白质的分解。”新陈代谢是一种自我完善的过程。

自我繁殖是遗传与变异的统一过程。一切生物都能自我“复制”，繁殖其类，这就是遗传。但子代和亲代又往往不完全相像，而是有所不同，有所“改制”，这就是变异。上面我们已从遗传物质的两个层次，分子结构和亚细胞结构，说明遗传与变异的双重机制。

由此可见，自我繁殖，从上代到下代的传衍，是遗传与变异的统一过程，它使生物在又变又不变的矛盾中不断繁殖，不断演变，不断进化。

遗传与代谢，表现为核酸与蛋白质之间的关系，又是相互依存、相互制约的。核酸的遗传信息决定蛋白质的性质，蛋白质的催化作用又控制着核酸的代谢活动。一切生命活动都是新陈代谢的过程，新陈代谢都要有酶的催化，所有的酶都是蛋白质。核酸密码的复制、转录、翻译等过程，都需要有关的酶参加，没有酶，核酸便不能有所作为。所以核酸决定蛋白质的性质，蛋白质控制核酸的代谢，两者之间的相互作用，形成一个自动控制体系，是生命活动的主要内容。

因此，可以得出这样的结论：生命活动是两个对立统一形成一个自动体系。这就是生命的“新”，生命的特殊的运动形式。

最重要的是，生命物质的特殊结构和特殊运动形式使它既是高度的稳定性，又有无限的可变性，使它能够在生存斗争中不断适应环境和占领环境，不断演变和不断前进。

再说细胞的起源是从非细胞到细胞结构，最初的生命应是非细胞形态的生命。可以推想，在细胞出现之前，必然有个“非细胞”或“前细胞”的阶段。

现今生存的病毒不是一类非细胞形态的生物，只是关于它们的来历，是原始类型，还是次生类型，目前还未有定论。可以设想，病毒是原始生物，是早期进化的产物，它们生活在“原始汤”内，最初的细胞是由这类原始的、自由生活的原病毒演变产生的，现今的病毒则是那些未变细胞的原病毒在胞出现以后，随着“原始汤”的逐渐消失，而后适应于寄生生活的。

按照这个假设，在现今的病毒之间，必然有亲缘关系可溯。建议病毒学者对此作一尝试，以分析亲缘，探讨病毒的起源之谜。此外，还有两种假设，

主张病毒是次生类型：一种认为病毒是退化生物，是由细菌逐渐退化而来。一种认为病毒是逃逸生物，是细胞内逸出的染色体物质或核酸片段。

按照这两种假设，非细胞阶段的生命类型看来已经灭绝，没有留下后代。

无论如何，早期的生命总得经过一个非细胞阶段，而非细胞阶段的生命，其生活场所必受限制。大家知道，在水溶液内，当物质依靠渗透作用通过半渗透膜时，总是从浓度高的一边流向浓度低的一边。原始生物所处的环境，如果溶液浓度较高，则有流出物质的危险，如果浓度较低，又有进水泡胀的危险。

因此，我们推想当初的非细胞生命，它们的生命场所大概限制在一定的水溶液内，这种溶液，看来就是它们所出生的，因而也就是它们所适应的“原始汤”。直到细胞的出现，生物体才筑起了一道有效的界膜——细胞膜，由于它的特殊结构，能够控制物质的进出，让养料流入和废物排出，才使生命从“原始汤”内解放出来。

大家知道生命不仅是自然体系，又是开放体系，它和周围环境既要进行物质交流，又要保持独立和稳定。生命有机体只有进展到细胞形态，才能保持独立和稳定，才有发展前途。现代生物都是以细胞形态存在的，非细胞形态的病毒亦必须侵入细胞，才能繁殖。细胞是生命的结构单元、功能单元和生殖单元，是生命史上的一个巨大创新。没有细胞，早期的生命是否能长期延续。便很成问题了。因此细胞形态的出现是早期进化的第二件大事。

却说早期进化的第三件大事是异养到自养的演变过程。

生命是在一定的条件下产生的——那时地球还是由缺氧的大气包围着的，紫外线辐射是化合作用的重要能源；缺氧使合成的有机分子不受氧化破坏，化学进化就在这样的条件下不断进行，终于产生了生命。

最初的生物构造简单，它们以周围环境的有机物质为养料，依靠无氧呼吸获得能量。它们是厌氧生物，又是异养生物。但原始海洋内有机物的生产究竟有限度，当生产和消费达到一定平衡，异养生物就很难发展下去。可是生命物质具有无限的变异潜能，随着细胞的出现，原核生物的产生，它们不断分化，不断创新，终于又出现了具有叶绿素的蓝藻，能够利用光能，进行光合作用，从无机物合成有机养料，从而突破了环境的限制，解决了“食”的问题。

自养生物的产生，使早期的生物界具备了自养与异养、合成与分解的两个环节，形成一个完整的生态环境。自养的蓝藻是合成者，它们把无机物质合成有机物质，供应自身需要，又供应异养生物。异养的细菌是分解者，它从蓝藻得到食料供应，又把有机食料分解为无机物质，反过来为蓝藻供应生产原料。这样，蓝藻和细菌，作为生物界的合成者和分解者，组成了物质循环的两个基本环节，形成一个统一的生态系统。这是早期进化的又一次重大创新和巨大跃进，它使生物突破了外界环境的营养控制，在前进道路上扫除了一个最大的障碍。

藻菌生态系统是很早形成的。近来有人怀疑，在非洲南部三十一二亿年前的元古代地层中发现的细菌和蓝藻化石可能被污染，不一定可靠。即使如此，估计这个生态系统的出现不会太晚，显然早于 25 亿年前，甚至接近 30 亿年前。

在进化过程中，从厌氧到好氧的过程是一个很重要的阶段。光合作用放出氧气，因此，随着蓝藻的产生和发展，大气中的氧气浓度不断增加，缺氧

变成有氧，又由有氧产生臭氧，在高空形成了臭氧层，吸收了短波紫外线。光合生物改变了自然面貌，改变了整个生物种群的生态环境。

新的生态环境导致新的矛盾产生。生命是在无氧的条件下产生的，原始生物适应于无氧的环境，它们是厌氧者，氧气对它们起一定的破坏作用，是生存的一种威胁。光合作用给进化开辟了新的途径，同时又给生存带来新的威胁。怎样解决这个矛盾呢？

有氧呼吸解决了这个矛盾，大气中的氧气是逐渐增加的，环境是变化的；但是，环境在变，生物在变，在这相关变化中，早期的生物，通过变异和选择，终于出现了又一个巨大创新——有氧呼吸，使它们从厌氧发展到好氧，把有害转化为有利，实现了生命史上的又一次巨大突破。

大家知道，有氧呼吸俘获能量的效率要比无氧呼吸高得多。所以有氧呼吸大大地提高了新陈代谢的效能，为生命的进一步发展提供了极其有利的条件。

此外，喜氧生物由于克服了氧气的威胁，同时又由于光合的放氧作用，逐渐减轻了紫外线辐射的威胁，在有氧的大气下，它们能向更大的空间发展，不断地扩大生境。

所以说，早期进化的第四件大事是能量代谢的提高。

细胞结构进一步复杂化是原核细胞进化到真核细胞的关键点，而原核生物到真核生物是生物进化从简单到复杂的一个转折点，一个大跃进。

一切高等的多细胞生物都是真核生物，都以真核细胞为基本单元，而所有原核生物，包括蓝藻和细菌，却始终停留在原始的单细胞阶段，没有向前发展。

真核生物的最早化石记录发现于 13 亿年前的地层内，它们实际出现的时间显然还早，甚至可能在十七八亿年前。假定生命起源于 30 亿年前，那末，在其漫长的历史过程中，有 10 多亿年的时期停留在原核阶段。

真核细胞是怎样起源的？关于这个问题，目前尚无定论。下面要了解的是：为什么只有在真核细胞出现以后，生物才能向高级水平发展。

原核和真核是两类很不相同的细胞，结构水平相差很大，原核细胞没有核膜，没有细胞器，结构简单。真核细胞具有核膜，整个细胞分化为细胞核和细胞质两个部分：细胞核内具有复杂的染色体装备，成为遗传中心；细胞质内进行蛋白质合成，成为代谢中心。后者还有复杂的细胞器结构如线粒体、叶绿体、内质网、高尔基体等。

上面指出，由核酸与蛋白质所组成的自动控制体系，是生命活动的基本特征。所以，真核细胞比其他原核细胞，至少在两个方面显示出巨大进展：第一是细胞结构的变化；第二是控制体系的变化。由于结构变化，增强了变异性，是真核细胞种类分化的有利条件。但更重要的是控制体系的变化，这是真核生物之所以能向高级类型发展的基本原因。

高等生物的构造特点是细胞分工，也就是细胞分化。多细胞生物，一般说来，每个体细胞都含有整套遗传信息，分化的关键在于代谢的不同。我们如果把整套遗传信息比作一本书，那么每个细胞都掌握有这本书，只是它们并不同时表达出来，而是“各取所需”，各自“选用”其中的有关章节或有关信息。因此，细胞分化的原因不是基于“核”内遗传物质不同，而是由于“质”内所接到的遗传信息不同，因而所合成的蛋白质不同。整个“选用机理”极其复杂，而且目前还知道得很少，这里不作介绍。

再说真核细胞的出现，无疑地是进化史上的一个重大突破，一个划时代的创新，它标志着生命历史从早期阶段进入到中期阶段，从原核时代过渡到真核时代。它是生物类型多样化和复杂化发展的根据，它推动了历史的三大进展：

第一，有性生殖的出现——变异机制的发展。

第二，动植物的分化——三极生态系统的形成。

第三，多细胞体型的产生——生物机体的复杂化。

连同真核细胞本身的产生，堪称为生物中期进化的四件大事。

诸位知道，变异和遗传是进化的基本动力；但是，只有在有性生殖出现以后，通过两组染色体的分离组合，生物的变异潜能才能充分发挥出来。因此对进化动力来讲，有性生殖是一个最大的创新和最大的突破。

有性生殖的最早记录见于澳大利亚中部的苦泉黑色燧石中，人们在这里发现有四分孢子的化石，这是植物减数分裂的结果，是有性生殖的证据。岩石的年龄约为 9 亿年，估计有性生殖实际出现的时间应当更早，可能在真核生物产生后不久。

有性生殖是真核细胞出现后的自然发展。真核细胞生物进行有丝分裂，而有性生殖的特点是通过减数分裂产生配子，而减数分裂实质上是有丝分裂的一种特殊形式。两者的差别主要在于：在有丝分裂中，染色体各自独立行动，每增殖一次，细胞分裂一次，因而，在一般情况下，子细胞得到与亲代相等的遗传信息；在减数分裂中，染色体首先要配对，然后复制增殖一次，细胞分裂两次，结果第一次分裂是染色体拆对，第二次分裂是染色体减数。至于减数分裂究竟怎样起源，怎样从有丝分裂发展而来，这个道理目前还不清楚，是需要我们研究的一个课题。

另一个问题，有性生殖在生物界只有一个起源还是有几个起源？更具体地说，就是它究竟起源于动植物分化之前还是之后？在前一种情况下，动植物的有性生殖该是一个起源；在后一种情况下则是不同起源。由于目前我们对单细胞真核生物的生殖资料掌握不多，因而对这个问题很难作出判断。值得考虑的是，减数分裂的过程相当复杂，而在动植物却又基本上相同。根据这一事实，我们倾向于一个起源，即起源于动植物分化之前。当然，这只是一种推测，并不排除有分别起源的可能性。

原核生物如细菌，也有局部的遗传物质交流，在一定的意义上也可视为有性现象，但由于原核细胞构造简单，没有细胞核，也没有纺锤体，不进行有丝分裂，因而不可能发展为两组染色体配对的有性生殖。

有性生殖提高了物种的变异性，它使同种个体个个不同，代代不同，有利于“应付”环境的变化，适应和占领新的环境。如果把生命的 30 亿年历史，按无性和有性划为两个时期，那末，这部历史的前期，将近 20 亿年之久是无性生殖生物的历史，生命长期处在单细胞阶段，进化缓慢；直到最近 10 来亿年前，有性生殖出现，进化才加速步伐，呈现出丰富多彩的面貌。

地球上现今生存的生物已知约 150 万种，其中原始的无性生殖的生物不过百分之一二，有性种类占着压倒优势。这个简单的事实，有力地说明了有性生殖机制对加速进化的重大意义。

尽管如此，在这个问题上仍然有可能产生误解，在此笔者不得不作些补充说明。第一是关于内因和外因的问题。在前面讨论的历史上物种数量增大的原因中，我们得知，生物登陆和大陆飘移分离亦是加速进化的重要因素。

那么，究竟什么是加速进化的根本原因呢？是外界条件还是内部根据？这就涉及内因和外因的关系。有性生殖提高了变异机制，对加速进化来讲是内因，是根据，而陆地环境则是外因，外因通过内因而起作用，没有一定的内因为根据，任何外界条件无从发生作用。肯定内因的同时，并不排斥外因；同时分析外因，也绝不能本末倒置，以此贬低内因，甚至于抹煞内因的根本作用。

第二是关于发展的不平衡现象，众所周知进化是不平衡的，原始的原核生物和高级的动植物同时存在，但没有人会因此而否定进化。同样地，有性物种或物类的进化也是不平衡的：有的快，有的慢，有的不断演变，有的趋于灭绝。据此现象，我们是否可以否定有性生殖的进化意义呢？当然是不能的。

以上两点，道理很清楚，但有时不免使人误解，故特作此补充说明。在本章所讲的十大创新中，很多地方涉及内因问题，而有性生殖的出现，从提高变异机制来讲，是最根本的内因，这里，内因是指种内关系，因为物种是进化的基本单位，但内因的范围视情况而异。如下面所讲的三极系统，三极之间的相互关系是内因，而对各极来讲，则以营养方式为内因，它决定动植菌三极的不同的发展方向以及发展水平。

曾经有很长一个时期，地球是原核生物的世界，由异养的细菌和自养的蓝藻组成为一个两极的生态系统。随着真核生物的出现，特别是动植物的分化发展，一个新的三极系统形成了，代替了原来的两极系统。新的三极包括动物、植物和菌类，它们在生物圈中各占一定的地位：

绿色植物是自然界的生产者。它们通过叶绿素进行光合作用，把二氧化碳和水合成为碳水化合物，并从土壤中吸取无机氧和矿物质合成蛋白质。它们不仅自养，而且养人，供应一切其它生物。没有植物，一切其他生物也将不能存在。

细菌和真菌是自然界的分解者。植物利用光能合成有机物，放出氧气，供应一切生物的需要。没有原料供应，异养生物就不能生存。但如果只有合成而没有分解，原料不久便将用尽。动植物的呼吸作用可以释放一部分，但主要是依靠细菌和真菌的分解活动，因此，菌类依靠植物而生活，植物又依靠菌类而生存。

动物是自然界的消费者，它是地球上最后出现的一类生物。没有动物，植物和菌类仍然可以存在，因为它们已经具备了自然界物质循环的两个基本环节，完成循环过程中合成与分解的对立统一。但是，没有动物，生物界就不可能像目前那样的丰富多彩，而将长期停留在低级水平。

再说生物机体的复杂化，从单细胞到多细胞是生物机体结构从低级到高级发展的又一重要过程，代表进化史上的一个极其重要的阶段。前面提到，有性生殖提高了物种的变异性，加速了生物的进化步伐，多细胞体型正是在这个基础上产生的，它的出现给进化开辟了新的途径，进入到高级的阶段。

一切高等生物都是多细胞体型的发展，发展是不平衡的，植物的水平远远低于动物，它们的前进速度远较缓慢。在历史上的水生时代，整个植物界停留在藻类阶段，其中只有低级的多细胞结构，呈现初步的组织分化和器官的分化。

动物的机体构造代表生物界的最高水平，它们的基本特点是体型对称。长形的、两侧对称的体型最有利于行动，长形使身体分前后两端，前端集中了感觉和取食器官而成为头部。头和对称的体型是动物机体复杂化的一个最重

要关系，一切高等动物，包括人类，都是在这种体型基础上发展起来的。

生命产生于原始海洋，在很长一段时期内曾停留在水中，直到 4 亿多年前才登上陆地。登陆是生命历史后期的一件大事，它改变了地球的整体面貌，产生了现代的动植物区系。

被子植物是最成功的现代植物，它种类繁多，超过全部植物的 4/5。陆地上的整个植被，山区平原，草本木本，都以被子植物为主要成份，它是现代生物区系的基干，昆虫和恒温动物直接间接都是靠被子植物提供生存条件，没有被子植物，不可能产生现代的昆虫区系和动物区系，更不可能产生人类。

昆虫的出现远远早于恒温动物和被子植物，在石炭纪后期，有翅昆虫已相当繁多。但是，现代的昆虫区系，正如现代的被子和恒温动物一样，都是在白垩纪或更后时期发展起来的。在整个进化过程中，三大类群之间存在着不可分割的密切关系。

昆虫和植物存在着密切关系。大家知道，显花植物和传粉昆虫是关联进化的，它们相互依存，相互制约，平行发展。被子植物的许多多倍体物种，更是通过虫媒和风媒杂交形成的，反过来讲，一株植物可给昆虫提供许多生境，它的根、干、枝、叶、花、果、种子，供养着不同的种类。所以在进化道路上，昆虫与植物存在着极其密切的关系。鸟兽与植物、鸟兽与昆虫，同样存在着密切关系。例如，昆虫是鸟类的主要猎物，鸟类的视觉和昆虫的拟色与拟态，都是在捕食与反捕食的斗争中发展起来的。鸟兽、昆虫和植物，作为现代陆地区系的优势种群，关系十分复杂，这里不再一一举例说明。

陆地上最前进的类型无疑地应推恒温动物。生命有机体是一个自动控制体系，生命活动要求内境稳定，温度控制是稳定内境的一个重要环节。大家知道，代谢活动是在常温中进行的，温度太低或太高都不利于代谢，太低会抑止酶的活动，太高会破坏酶的活动。可是陆地的气候变化很大，一切变温动物，如昆虫、两栖类、爬行类等，它们的代谢活动受到季节变化的很大限制，一般都要进行冬眠，有的甚至进行夏蛰。只有恒温动物，保持一定的正常体温，进行经常的代谢活动，才是真正的陆地动物，真正地占领了陆地。

从变温到恒温是生物史上的又一大创新，它提高了生命的代谢活动，从而提高了生命的整个活动能力，推动了进化的前进，所以恒温动物虽然种类不多，但最有发展前途，特别是哺乳类；因为鸟类具翅，已经特化，很少有其他道路可走，只有哺乳动物，才有最大的前途，由此产生了人类。

人类是最年青的产物，进化的最新成果，他的出现，给生命历史展开了最壮丽的一幕，产生了巨大的质变。

人类起源于猿类，他是动物，又不完全等同于动物。他是动物，因为从亲缘关系来讲，他是动物的一支，是古猿的后裔，他的身体构造与生理机能和猿类有很多相同之处。他又不是动物，因为从生活关系来讲，他在自然界的作用和猿类及一切其他生物根本不同，其他生物只能以其自身的存在改变环境、影响环境，而人类则以有意识的劳动创造去改造世界，干预进化。人类与动物有着本质的不同。

人类的起源和发展，有其自己的规律，不同于其他生物。恩格斯曾说：“人是唯一能够由于劳动而摆脱纯粹的动物状态的动物。”劳动在从猿到人的转变过程中起着决定性的作用。

地质记录证实了恩格斯的光辉论断。近年来，从世界各地新出土的化石

材料中，可见人类很早就知道制造工具，从事生产劳动。例如：在我国发现的生活在 170 万年前的元谋猿人，已使用多种石器；在非洲肯尼亚发现的生活在二百万年前的更早猿人，也已有简单的石器。一切说明，人类是在劳动中进化的。正是在劳动过程中，人体的四肢分化发展，形成了直立行走的足和灵活多能的手。

劳动是和思维分不开的。原始人在制造工具的时候，哪怕是最粗糙的石器，也必然是经过思考，有其一定的目的性的。劳动是有意识的劳动，思维是人脑的特性。在这个意义上，思维的产生和发展，标志着人类的产生和发展。劳动又使人与人之间产生了新的关系——社会。劳动、思维和社会三位一体，人类的劳动总是有意识有目的的社会劳动。人类在社会劳动中起源，又在社会劳动中发展，不论过去和现在，凡是有人类的地方，就有社会，社会活动又是人类所特有的运动形式。

人类和动物有本质的不同，马克思说：“人的本质并不是单个人所固有的抽象物，在其现实性上，它是一切社会关系的总和。”对于每一个人来讲，他的知识和才能总是来自社会实践，是后天获得，不是先天赋予的。世界上从来没有“生而知之”的天才，更不可能用细胞核移植来“复制天才”。

劳动改造世界，人类的出现给进化带来了巨大影响，在猿人时期，狩猎活动就开始消灭动物，随着生产事业的发展，地面环境发生了巨大的改变，许多生物失去了原来的生境而趋于灭亡。但另一方面，人类创造了许多动植物新种，从而大大地改变了地球上的动植物面貌。人类对动物进化的影响是巨大的。今后，随着人剥削人制度的消灭、生产和科学事业的不断发展，这种影响也必将越来越大。世界将不断地改造，人类将更有计划地创造种类和消灭物种，进化将在人类的大力干预下进行，人类本身作为一个动物物种，在生物学的意义上，也将不断演变，不断进化。欲知后事如何，且听下回分解

## 第七回

### 遗传保持现代性状 变异促使生物进化

DNA 螺旋结构模型的建立，可说是 20 世纪以来生物学最伟大的发现。病毒之所以能够繁衍，乃是施展了“借腹怀胎”的伎俩。变异既可能产生优良品种，也可能产生劣质品种。

话说自从 19 世纪中叶达尔文发表了《物种起源》以来，“物种”这一概念就被提到研究前列，物种是生物的繁殖单元，生物通过种类繁殖而世代相传，同时，物种又是生物进化的单元，生物通过种间间断而隔离发展。现今地球上的生物种类，尽管外部形态上千差万别而实质上却是近亲远戚的关系，他们都渊源于共同的祖型，是同一祖型的分支。

什么是物种？物种概念的标准又是什么？物种又是如何形成的？这些有种物种的基本问题是彼此关联、互相引申的，当我们肯定物种是变化的、是进化的单元时，我们必须解决这些相关的基本问题，才能得出其实质性的概念。物种，对每个人来讲，是认识生物、区分生物的单元，地球上的生物形形色色，但它们却只是有条不紊地属于不同的种，例如我们平时所说的这种或那种鸟、这种或那种虫，日常生活中的这种认识方法是分类学的实践和理论依据。

却说物种的区分不仅有其日常生活中的实践根据，还有其分类学上常用的鉴定根据——形态特征。号称现代分类学奠基人的林奈认为物种是由形态相似的个体所组成，同种个体永远保持同一的类型，这是形态标准的理论依据。当然，形态标准并不总是可靠的，因为形态差距在不同种类间并不等价，有时种内变异很大、同种个体变异很大，同种个体被区分为异种；有时种间差异不明显，异种个体又会被误认为同种。

早在 17 世纪，林奈的先驱者雷约翰就曾明确地指出，物种是繁殖的单元。在 18 世纪中叶，人们按照这一标准，进行了不少杂交试验，特别是植物杂交试验，把杂交后可育的类型列为同种，不育的列为异种。

进化论者，如拉马克、达尔文，他们认为物种在自然界是不存在的，只是人们为了方便起见而设立的分类单元。

且说进化论和分类学均提出物种概念后，就产生了物种概念上的矛盾：进化论证明了物种是变化的，变化中的物种在理论上否定了其本身的存在，分类学者肯定了物种是存在的，存在的理论根据却是不变概念，人们接受了进化思想，肯定了变的观点，老的物种问题的争论焦点在于“变不变”，物种是变的还是不变的呢？新的物种问题的争论焦点在于“有没有”，即自然界有没有物种的存在。

首先，我们必须肯定变的观点，世界上无物不变，一切皆然，同时，我们又必须肯定不变的观点，各物种的本质特征被连续地遗传下来，于此，我们可以理解，物种的变与不变的问题，即是物种的变异和遗传的问题。

下面我们说说有关遗传的问题。

遗传是通过一定的遗传物质将亲代的性状延续给后代的现象，有俗语为证：种瓜得瓜、种豆得豆，又有：龙生龙、凤生凤、老鼠生儿会打洞，这都是说明物种的延续过程中不变的现象，即遗传现象。那么，遗传的物质基础到底是什么呢？即什么样的遗传物质使得亲代的性状得以在下代表达并延续



下去的呢？

科学的研究证明，千奇百怪的生物无论它是多么婀娜或何等怪诞，都毫不例外地是由碳氢化合物构成的，以蛋白质形式存在，在细胞中含有核酸和它的两个组成部分 DNA 和 RNA，核酸则是遗传的物质基础。

自从达尔文确立了科学的进化论，完成了生物学的第一次革命以来，遗传学在生物学的发展中就越来越起着带头作用或者说是主导作用。现在，我们来回顾一下遗传学的发展情况。

1900 年，在遗传学发展史上是值得纪念的一年，在这一年里，荷兰的德弗里斯，德国的柯伦斯和奥地利的西马克，他们在各自的工作中重新发展了孟德尔定律：基因的重组和交换定律。

德弗里斯等人用不同的实验材料重复孟德尔的试验，得到了相同的实验结果。并且他们用同样的语言来解释，认为在两个非此即彼的性状中，杂种总是只表现其中的一个，得到表达的即称作为显性性状，对这个性状来说，杂种同它的一个亲本是无法区别的，在形成花粉和卵细胞期间，这两个非此即彼的特性，是遵照通常的概率定律来分离的，这个科学历史事实充分证明孟德尔定律具有普遍意义，是科学的真理。

另外，那时候的细胞学的发展也为孟德尔的遗传因子假说提供了可靠的证据。从此以后，孟德尔的工作才被世人所接受，他也被认为是现代遗传学的奠基人，所以一般认为遗传学是从 1900 年开始的。

20 世纪初，遗传学的研究主要围绕孟德尔定律进行，像前面提到的德弗里斯的突变论和下面要说的约翰逊的纯分学说，都从不同角度证明遗传因子的假说是正确的。

1903 年，丹麦生物学家约翰逊用严格的自花授粉的莱豆做材料，作了有名的纯分实验，结果证明在同一纯分（指一个个体自体受精所得的后代）里，种子间的差异是表面的，性状是受遗传因子制约的。尽管在同一纯分里种子的轻重不同，但是把它们分别种植，所得后代种子的平均重量是相同的。可见，同一纯分里种子有轻有重不是遗传因子带来的，而是环境影响的结果，所以是不遗传的。

1909 年，约翰逊用“基因”一词代替了孟德尔的遗传因子，他认为遗传因子是一个普通用语，不够准确，而“基因”则是较为恰当的字眼。

约翰逊提出的“基因”一词一直沿用下来，以后在经典遗传学中，基因作为存在于细胞里有自我繁殖能力的遗传单位，它的含义包括三个内容：第一，在控制遗传性状发育上是功能单位；第二，在产生变异上是突变单位；第三，在杂交遗传上是重组或者交换单位。

在发展孟德尔定律方面，工作做得最多，贡献最大的要算是美国的遗传学家摩尔根（1866—1945），摩尔根原来是搞实验胚胎学的，偏重于用描述和比较的方法，通过类比和推论引出相应的结论。但是，后来他摒弃了这种形态学所特有的推论和思辨的方法，转向用实验的方法来研究遗传学问题。

从 1910 年开始，摩尔根用果蝇作材料进行遗传实验，通过雄、雌性果蝇的白眼或红眼性状，进行杂交或自交。实验结果表明，杂种二代的白眼果蝇全都是雄性个体。这使摩尔根想到，红眼和白眼这两种基因很可能总是同决定性别的染色体联系在一起，因此，他把这种伴随着决定性别的染色体而遗传的现象，叫做伴性遗传或性环连。

1926 年，摩尔根在他的《基因论》中，概括了当时遗传学的研究成果，

提出了基因学说，在摩尔根的著作中，基因也还是看不见的假想实体，但摩尔根的论据是令人信服的。

1937年，美国遗传学家杜布善斯基（1900—1975）出版了《遗传学和物种起源》一书，论述了遗传学在说明物种起源中的作用，把遗传学的知识同达尔文的自然选择理论结合起来，完成了进化理论的现代综合，被人们叫做现代达尔文主义。

从1940年开始，遗传学家比德尔和美国的生物学家塔特姆合作，用红色面包酶做材料进行研究。经过研究，比德尔和塔特姆发现，在红色面包酶的生物合成中，每一阶段都受到一个基因的支配，当这个基因因为突变而停止活动的时候，就会中断这种酶的反应。这说明在生物合成过程中酶的反应是受基因支配的，也就是说，基因和酶的特性是同一序列的。

于是，比德尔和塔特姆在1946年提出了“一个基因一个酶”的理论，用来说明基因通过酶控制性状发育的观点。1961年，法国生物学家雅各布和莫诺在研究大肠杆菌半乳糖代谢的调节机制的时候，提出了操纵子学说，操纵子学说对于了解基因怎样通过酶的作用控制性状的发育问题，是很有帮助的。

按照他们的见解，必须对三种不同的基因加以区分。一是结构基因，它包含有关于蛋白质结构的信息；

二是调节基因，它有调整结构基因活性的作用，能制约一种在正常情况下抑制结构基因活性的阻遏物的形成，即调节基因对于整个操纵子来说，起“开、关”的作用。

三是操纵基因，它能协调比较多的基因活性，也可能是比较多的基因的搭接部分。

此外，还有一个启动基因，它是接受RNA聚合酶的地方。

所谓操纵子，就是指一系列在作用上密切相关而排列在一起的结构基因和一个操纵基因及启动基因的总和。

且说米歇尔虽在19世纪中就在细胞核中找到了核酸，但是他并不了解核酸的结构和它的生物学功能，因此他的经验的发现还不能对生物学的发展产生任何明显的影响。

过了半个多世纪，沃森和克里克又应用物理、化学的新技术和生物学的新成果，运用综合的观点研究DNA的结构，建立了DNA分子双螺旋结构模型，使人们进一步了解到DNA在生物界的生物学作用和意义，从而使经验的发现能够上升到理论的说明。因此，DNA螺旋结构模型的建立，可以说是20世纪以来生物学最伟大的发现，具有划时代的意义。

大家现在清楚，DNA双螺旋结构模型已经是整个科学界所熟知的事情了。它使经典遗传学的基因概念发生深刻的变化。我们知道，经典遗传学的基因概念是抽象的、不可分的遗传单位，被定义成DNA的一个带有遗传功能的片段，这个片段通常带有为蛋白质以及其它核酸编码的一个遗传信息单位。

按照这样的概念，不仅完全可以理解经典遗传学所能解释的一切，而且还能解释经典遗传学所难以解释的一些现象。

例如：经典遗传学解释不同的性状差异的原因，只能用“不同的基因”来回答，而现在却能用DNA链顺序怎样改变，导致产生不同的蛋白质来说明。

还有突变，不但可以解释做基因的变化，而且还可以用DNA链的重新排

列和它的效应来说明。

再有经典遗传学不能做出回答，基因为什么能一次又一次地复制，而现在，都可以用 DNA 自体复制来说明。

除此以外，从分子遗传学观点来看，不能被互换进一步分割的，或者负责突变的 DNA 的量可能只包括一对核苷酸，所以在功能单位内可以进行互换，而发生突变的可能只涉及到功能单位的一个小区段，如：点突变。

以上所有这些，都大大地深化了人们对基因的认识，也就是说，能够从分子水平上来阐明的基因的行为，用精确得多的知识来定量地描述遗传和变异这一重要的生命现象。

DNA 双螺旋结构的阐明，开始了分子生物学的新时代。1961 年，国际科学联合会在报告书中明确地把分子生物学和基本粒子物理学并列在一起，因此，可以毫不夸张地说，正是 DNA 双螺旋结构的阐明，把生物学的研究放置到完全定量的基础上来，使生物学在精密科学的行列里找到自己的位置。

所以，人们把这一成果看作是继达尔文进化论以后生物学所面临的又一次革命的标志。

讨论了遗传学的发展，再说遗传密码。

本世纪 40 年代，当人们认识到 DNA 是遗传物质而蛋白质是基因的产物的时候，就开始研究这两种生物大分子之间的联系。

1954 年，美籍俄国科学家加莫夫第一次发表了遗传密码的方案，认为在 DNA 多核苷酸链上，相邻的三个核苷酸碱基作为一种氨基酸的密码，这种三联体密码是有重叠的，因此，一个氨基酸可以有几个同义的密码子。

虽然加莫夫的方案是纯理论的探索，并没有实验作为依据，但是其中有些设想还是合理的，从加莫夫所提出的密码方案来看，遗传密码的问题，实质上就是核酸中的碱基次序如何决定蛋白质中 20 种氨基酸次序的问题。

早在 50 年代，布拉舍特和卡斯帕森就提出 RNA 控制蛋白质合成的论点。后来证明，蛋白质的合成是在核糖体上合成的。并不受细胞核中 DNA 的直接干预，因此设想 DNA 是通过细胞质中的 RNA 来控制蛋白质的合成的。

1955 年，克里克发现核酸通过和氨基酸的直接结构的相互作用，为蛋白质合成编制程序，因此，他提出适配器的学说，认为适配器分子能作为氨基酸和核酸之间的中介物。

1957 年，美国生物化学家霍格兰发现了运载 RNA ( tRNA ) 分子。

1958 年，克里克根据实验所提供的事实提出中心法则，认为遗传信息只能从核酸流向蛋白质，传递是单方向进行的。

DNA RNA 蛋白质

进入 70 年代以来，在深入研究 RNA 病毒致癌机理过程中，美国科学家特明和巴的摩尔等人，分别在 RNA 肿瘤病毒中发现和证实有一种反转录酶的存在，因此，克里克又把他的中心法则图式改为：

{ewc MVIMAGE, MVIMAGE, !07300320\_0159\_1.bmp}

亲本的性状就是通过中心法则图式这样的方式传递给后代，并通过蛋白质来表达的。

物种在不断的发展演化过程中又是变化的，即存在着变异的现象。大家知道，适者生存是自然选择学说的主要观点，而自然选择既是进化论的核心，也是生物进化的主要因素。自然选择是通过遗传，变异和生存斗争对选择的作用而发生的。

人们很早观察到，动植物的体形构造明显地带有生活标记：鱼类的流线体形和用鳃呼吸是适应于水中生活的标记；兽类的四肢构造和用肺呼吸是适应于陆上生活的标记；树叶的片状结构和着生在枝茎上四向展开，是争取光照适应于光合作用的标记。

东汉时期的著名学者王充在《道虚篇》内说：“能飞天之物，生有羽毛之兆；能驰走之物，生有蹄足之形。”这就是对动物生活标记的一种生动的描述。

大家知道生物学上把这种生活标记通称为适应现象。形形色色的生物，呈现出形形色色的适应现象。从阐明适应起源、到阐明物种如何演变，进化如何进行，在这个意义上，拉马克学说和达尔文学说是两种不同的适应起源学说。

拉马克是现代进化论的最初奠基者，他提出了第一个科学的进化理论，发表于1809年的《动物哲学》，即达尔文诞生的一年，他指出生命是连续的，物种是变化的，环境变动是物种变化的原因。

拉马克认为环境的影响以两种方式表现出来：

第一，对于植物和低等动物，环境条件能给予直接的影响，首先是引起生理机能的改变，然后引起形态结构的相应改变。第二，对于具有发达神经系统的高等动物，外界条件会引起行为、习性的改变，使某些器官加强活动而得到发展，另一些器官减少活动而趋于退化——这就是“用进废退”的原理。拉马克举出许多例子来说明他的用进废退原理。最常引证的例子是长颈鹿。长颈鹿是动物界的高个子，据拉马克推想，它的祖先生活在非洲干旱地区，那里青草很少，只有高树的叶子可以为食。这些动物为了生存，不得不用力地伸长颈子来吃树上的叶子。这样，由于经常的使用，前肢和颈便逐渐伸长，而伸长的颈子和前肢又传给后代，于是，形成为现代的长颈鹿。

拉马克学说的中心概念是：环境引起变异生理先于形态。例如：长颈鹿对环境条件的反应及其随后形成的特殊体形，是和引起反应的外界条件相适应的。

因此，按照拉马克学说，变异和适应是一回事，用进废退是变异产生的原因，又是适应形成的过程，获得性性状可以遗传给后代。

再说和拉马克的用进废退、获得性遗传不同的另一种学说，即达尔文的自然选择学说，这个学说，简言之，就是适应是自然条件对变异的生物进行选择的结果。

自然选择学说自问世以来，得到广泛的承认和接受，取得了辉煌的胜利，有以下的事实作为其根据并导致了两个推论的产生。

事实一，大量生殖：生殖的速度快得惊人。一对苍蝇，从春初到秋末，所产生的后代如果都能生存繁殖，可以达到  $1.9 \times 10^{20}$  的天文数字。赫胥黎对植物生殖作过如下估计：假计地球上 5100 万平方里的面积可供生物居住，假定在每平方呎内可以生长一株植物，再设想每株植物每年能产 50 粒种子，每粒种子均能发芽生长发育，那么，到第九年终，共能得到  $1.9 \times 10^{15}$  株，就是说，地球上已无它们的容身之地了。

事实二，少量生存，每种生物都有大量繁殖的潜力，如果条件适宜，大有占尽整个地面之势。可是这种事情并不发生。每个人都观察到，自然界各种生物的数量，在一定时期内一般保持相对稳定，没有多大变化，虽然大量生殖，结果只有少量生存。

对此，达尔文提出了这样一个推论：每一种生物，为了生存繁殖，都要进行斗争，或是争取食料、光线、地盘，或是抵御敌害，对抗不良环境。由于生存斗争，导致大量死亡，因而结果只有少量生存。

事实三，普遍变异，即变异和遗传是生物界的普遍现象，同种个体一般总是有所不同，变异是普遍存在着的，而且许多变异是可以遗传给后代的。

由此可见，生存斗争是在不完全相同的个体之间进行的，那末，凡是具有适应环境较好的有利变异的个体，在斗争中将有较多的机会得到生存繁殖，而适应力较差的个体则将被自然淘汰，达尔文把这个过程称为“自然选择”。

和拉马克的学说不同，达尔文的自然选择学说并不企图解答变异的问题，只是以变异的普遍存在作为选择的前提，按照这个学说，变异和适应是两回事，适应是“变异+选择”的结果。而按照拉马克学说，变异和适应则是一回事，适应是直接形成的，用进废退既是产生变异的过程，又是形成适应的过程，这里没有选择这个概念。

然而，对于具有社会性行为的蜂群和蚁群中的工蜂、工蚁、兵蚁、蜜蚁，它们具有特殊的形体构造和习性行为，但是它们一般不能生育，不能把自己的特性传给后代，根据拉马克学说，这些特性的来历便难以解释。

然而这些现象，对达尔文学说来讲，却可以解释。因为自然选择学说并不企图解答变异的起源，所以，按照达尔文学说，适应是定向选择的结果；而按照拉马克学说，则是定向变异的结果。

自然选择以变异为根据，没有变异就无所谓选择。变异是进化的源泉，变异问题是进化论的根本问题。

变异和遗传是一对矛盾，两者相互依存，相互转化，谈变异时，必然涉及到遗传方面的内容，而谈遗传时，也不可避免地谈到变异问题，恰恰是这对矛盾导致生物不断地进化。

变异和遗传是极其复杂的问题，全面介绍不大可能，这里，只作此必要的说明。

生物界已知有两种基本的遗传机制：

- (1) 通过核酸分子复制与改制；
- (2) 通过染色体的拆对与配对。

早在 20 年代，人们在豌豆杂交中观察到性状的分离现象，当时称之为“返祖现象”。大家清楚地知道，此现象尽管当时称之为“返祖现象”，但事实上那只不过是显性性状在后代中得以表达，而不同于现代概念中的“返祖现象”，到了 60 年代中期，孟德尔用同样材料，得到类似结果，才提出“遗传因子”的假说。遗传因子就是我们如今所说的基因，它的主要成分是 DNA。DNA 是由核苷酸组成，核苷酸上有四种碱基，以串珠状的形式排列在染色体上。在 DNA 分子上，存在着一套完善的遗传密码（或称遗传信息），遗传就是那些密码的复制过程。

在一般情况下，DNA 可以复制的方式传递给后代以保持物种的稳定性，这就是遗传。

另一方面，因为核苷酸具有无限的变异潜力，一旦遗传密码发生重新编排的时候，遗传密码编码的氨基酸就会发生相应的改变，这样导致组成的蛋白质在结构上变异，从而进一步导致个体某一性状的变异。

前面说过，只有好的变异才被选择保存下来，这就是“择优汰劣”。在

印度洋的克尔盖伦群岛，它是在中生代从茫茫的海洋中诞生出来的，就像一串珍珠散落在洋面上一样。由于此地与其他大陆隔绝了，岛上生活的 35 种昆虫生存在这个窄小的环境中，无须也不可能作长途活动，因而它们都退化成无翅的或仅有弱翅的昆虫类。

在我国的西藏高原的山峰上，大风使得生活在那里的蝴蝶无法自由飞翔，它们在这种情况下，逐渐养成紧贴地上的习惯。然而，在新的环境下，它们不能向新的方向演化，也不可能恢复到它们祖先的形态。

由此，我们知道，一个生物体，一个器官甚至于器官的某一部分构造，一旦在演化中发展或退化，即使它的子孙后代产生某种返祖现象，也不可能恢复到原来祖先的本来面目。

自然选择中的适应性，是生物生存的基础，也是生物演化的奥秘。亘古至今，大陆一直在不断地漂移，大洋像屏障一样使全球分成 6 个不同的生物区系，每个生物区系中的不同生态环境又对生物的生存和变异有着直接的影响。环境一旦发生变化，就会迫使那里的生物在自然界中寻找新的生存途径，它的身体构造、功能等生理机制要适应新的变化、新的食物，新的敌人，还要与在自然选择中获得新生的生物结为伴侣，来保持新的生态平衡，否则将会被自然界所淘汰。生物的生态关系是在漫长的地史中通过自然选择而演化形成的。

再说变异和选择的关系。

进化的要害是变异，选择的根据也是变异，生物界的两级遗传体制为变异提供了无限可能。

一方面，遗传物质的分子机制——DNA 分子上的碱基序列的变化是无穷的。

另一方面，双亲遗传的染色体机制——基因组合的变化又是无穷无尽的。

无穷的变化潜能是生物多样化和复杂化的根据，是进化的永不枯竭的源泉。地球上现今生活着数以百万计的生物种类，然而曾经生存的种类却是更多，至少以千万计，更可能以亿计。同种个体之间，特别是有性物种，又普遍地呈现着变异，其数量之大，更是难以想象。

假定一种昆虫，寿命几百万年，每年繁殖两代，每代产生子体几十亿个，这一物种，在它整个生存过程中，所产生的变异的个体就得以亿亿来计算。

生物又有无限的繁殖潜能。每一生物的后代，如果不受限制，都能生存繁殖，如此代代积累，其可能产生的个体数量亦是无限的。这样，两个“无限”的相互结合，是生物进化的根本保证。无限的变异潜能通过无限的生殖潜能而发挥出来。大量生殖的意义是大量变异，大量变异为自然选择提供大量依据。

“大量”又含有“多样”的意义。“多样”同时又含有“方向不定”的意义，因此人们把变异分为“一定”和“不定”两类，“一定变异”系指产生的变异是和它所引起的条件相适应的，这也就是拉马克的学说所讲的那种变异：“不定变异”就是指产生的变异不一定和它所引起的条件相适应，是方向不定的。

应该告诉各位，不定变异不等于没有规律也不等于不受环境影响，“不定”亦不排除“一定”。进化是生物向空间发展的过程，不定的多样化变异是生物多样化发展的根据。但是，对某一种特定的生物来说，当它处于一个

新的环境，形成新的适应时，亦必须有其“一定”的适应前提，作为先决条件。

适应是相对的，这一条件下的适者，在另一条件下可以成为不适者而被淘汰。例如，果蝇中不时会产生一种残翅的突变类型，它的翅膀短小不全，不能飞行。在正常环境下，这种残翅类型显然是不适应者，应该被淘汰掉。可是当人们把它和具有发达翅膀的正常类型混合饲养，并把饲养笼放在风力强大的迎风处所时，残翅类型便成为适者而逐渐增加，正常类型则成为不适者而相应减少。达尔文在航海环球考察途中曾经注意到海洋小岛上的无翅昆虫特别多，他认为这是由于强大的海风经常把有翅型吹落海中，起了选择作用的结果。这个实验支持了达尔文的早期观察，同时又说明了适应的相对意义，适者不一定是强者，进化也可以是退化。

不少实验都证明了不同条件下的适者生存。先说说关于昆虫保护色的作用。有人用螳螂做材料，选用若干绿色和褐色的个体，用线把它们缚在绿色和褐色的草上，然后让鸟来吃。结果，褐色草上的绿色个体和绿色草上的褐色个体大部分被鸟吃掉，而褐色草上的褐色个体和绿色草上的绿色个体却只是很少一部分被鸟吃掉。

大家也许听说过关于工业区域的蛾子黑化现象。在此，笔者作些简要介绍。

桦尺蛾，是一种夜晚活动的蛾子，白天栖息在树干上。体呈灰色（白底黑斑），和树干的颜色十分相似，不易被鸟类所发现。1850年间，在英国的工业中心曼彻斯特地区，第一次捉到一只全身黑色的蛾子，从此以后，这种黑色的桦尺蛾就越来越多，到了19世纪末年，已在当地占极大优势，其出现频率达95%以上。在本世纪50年代，据英国各工业区调查，原来的浅色尺蛾几乎全被黑色的天蛾所代替，浅色尺蛾已成为十分罕见的类型了。

探其原因，原来是工业污染造成这一变异。工业污染对动植物的影响很大，大烟囱内喷出的大量煤灰杀死了树干上的地衣，把原先密布着地衣的灰色树干变为黑色，原本具有保护色的浅灰色桦尺蛾，在此情况下便成为显而易见的类型，而原先易暴露的黑色类型却借此隐身，这样一来，原先的适者成为不适者。而原先的不适者转而成为适者。这样，在自然选择的作用下，黑色类型便逐渐代替了浅色类型，这个现象一般简称为“工业黑化”。

分析上面所说的桦尺蛾黑化的例子，可使我们对自然选择的作用得出一些概念。

第一，正如上面所指出的那样，适应的意义是相对的，适者不等于强者。大家知道，桦尺蛾的黑色类型，从其生活力来讲显然是强者，但是在一个特定的环境条件下，强者才能成为适者，否则仍然会被自然淘汰掉。

第二，“适者生存”实际上应是“适者繁殖”。个体如果仅仅生存却没有繁殖后代，从进化的意义来讲，它仍然是被淘汰者，只有能够繁殖后代，才具有进化的意义。

第三，自然选择不仅导致适者繁殖，同时又导致种内分化。

第四，适者繁殖的过程表现为繁殖频率的变化。1850年，在曼彻斯特地区第一次捉到一只黑色蛾子，当时视为稀有珍品。可见在该地区的桦尺蛾居群中，那时浅色类型还占着极大优势，黑色类型显然极少，其发生频率低于3%。可是事情发展很快。到了19世纪末年，黑色类型已占当地桦尺蛾居群的95%以上。由此可见，由于环境条件的改变，成为适者的黑色类型繁殖频

率不断上升，而陷于不适者的浅色类型则相应下降，选择过程对两种类型来说，表现为繁殖频率和存活能力的相对变化。

第五，繁殖频率的变化，不管其速度快慢如何，从其本质来讲，是一种渐变的过程，也是又变又不变的过程。我们可以看出，在选择的过程中，桦尺蛾的群居内存在着相互对立的浅黑两种类型，并不是一种类型压倒另一种类型，而是两者同时存在，这属于其不变的一方面。通过频率的变化而逐渐转变，这属于其变的一面。这就是说，居群是在又变又不变的过程中演变的。

大家还曾记得笔者在前面提到的摩尔根，他被誉为遗传学的明星，在遗传和变异方面的研究确是有十分巨大的贡献。

摩尔根教授原是专攻实验胚胎学的，后转为从事遗传学的研究。其实，他原来并不相信孟德尔学说，可是，后来竟变成了孟德尔的追随者。

1905年，摩尔根率领一批有志气的研究生，把显微镜对准果蝇的细胞，终于发现了一个奇迹：虽然雌果蝇和雄果蝇的细胞里都是4对染色体，但是，两种性别的染色体又大不一样。在雌蝇中，4对染色体，每对两两相同，而在雄蝇中，其中3对与雌蝇相同，唯独另外一对，却一长一短，短的一条和雌体中的一样。为了研究方便，摩尔根把这种与性别有关的染色体叫做性染色体，而把其它与性别无关的叫做常染色体。

摩尔根教授的这一发现，不仅为果蝇的性别找到了细胞学基础上的证据，同时也为遗传学染色体理论的进一步发展打下了坚实的基础。为了进一步阐明染色体和性别的关系，摩尔根在实验室里培养了许多纯种的红眼果蝇，这样繁殖了几十代，奇迹终于出现了。

一天，摩尔根突然发现，在他培养的红眼果蝇中，竟出现了一只白眼果蝇。真奇怪，这究竟是怎么回事呢？是从外面飞进来的吗？那怎么可能呢？因为实验动物学家的实验室是“戒备森严”的，任何果蝇休想出入，后来才知道，这是突变的。

摩尔根发现了这只白眼果蝇之后，如获至宝，给了它特别优厚的待遇。他鉴定出这是一只雄蝇后，首先给它找了个“爱人”。当时，在教授的实验室里，只能“娶”到红眼雌蝇为“妻”。因为再没有第二只白眼果蝇了。接着，为它们布置“新房”，使之脱离群居，过上“一夫一妻”的安逸生活。这对“夫妻”和睦相处，不久就“生育儿女”了。使白眼父亲失望的是，孩子们的长相全随母亲，都是红眼。不过，这对于卓越的摩尔根教授来说却有非凡的意义，诱使这位学者开始了新的设计。

接着，教授安排所有子蝇“兄妹通婚”。结果在第二子代中，却出现了白眼果蝇，从比数来看，红：白=3：1；就性别而论，白眼的全是雄蝇，这样一来，摩尔根不得不改变对孟德尔理论的怀疑态度，并从而开始考虑萨顿的染色体学说。

根据孟德尔原理，摩尔根教授假定：红眼基因为显性基因，用W表示，而白眼基因则为隐性基因，用w表示；同时假定这对控制眼色的基因位于X染色体上，尽管Y染色体亦为性染色体，但Y染色体上并不存在控制眼色的基因。

经过长期实验和分析，完全证实了孟德尔定律和萨顿关于遗传的染色体学说是完全正确的，同时证明了控制果蝇眼色的基因是在X染色体上。这就将前人的理论通过实验的事实加以说明，并为后来的基因定位迈出了坚实的第一步。



随着对基因定位的不断研究，遗传学家们发现：人类的色盲、血友病的遗传同果蝇的白眼的遗传方式一模一样。也就是说，不仅人类的性别决定也属于 XY 类型，即女人的性染色体是 XX，男人的性染色体是 XY，而且，这两种遗传病的基因也在 X 染色体上，因此，无论是色盲还是患血友病的男人，同白眼果蝇的白眼性状一样，其病征绝不直接传给子女，即不在子代表现出来，而是通过女儿传给外孙。也就是说，有上述遗传病的男性与没有这类病史的女性婚配时其外孙将有一半的可能性表现出其外祖父的遗传病。

却说细菌是单细胞生物，它的主要构成是细胞壁、细胞膜、细胞质；大家注意，细菌没有特征明显的细胞核，即没有核膜。但它的遗传物质与细胞没有特定的膜隔开，其遗传物质是裸露的 DNA 分子，而不是和核蛋白结合的染色体。

这样说来，大肠杆菌株是没有染色体的，那么，它有性别吗？如果有，是由什么决定其性别的呢？

为了揭开这个谜底，1952 年，海瑞斯改进了利得伯格的实验。他首先将大肠杆菌的两个品系之一用链霉素进行处理，在这里，链霉素的作用并不是杀死细菌，而是阻碍它们的分裂。假定菌株 A 和菌株 B，用链霉素处理菌株 A，却不处理菌株 B，然后把处理过的菌株 A 和未处理过的菌株 B 混合，然后涂布在基本培养基上，结果表明，有细菌生活下来，形成菌落。反之，用处理过的 B 菌与未处理的 A 菌株混合，则在基本培养基上不能形成菌落。

上面的两个实验及其两种实验结果，正好说明一个问题，那就是：在第一个实验中，肯定不是菌株 A 形成的菌落，因为它的细胞分裂由于受到链霉素的处理而受到抑制，所以，菌落是由 B 菌株形成的；在第二个实验中，A 未受处理，所以仍具有分裂能力，但是，却没有形成菌落。由此，海瑞斯得出这样一个结论：在大肠杆菌中，遗传物质是单方向转移的，同时定义像菌株 A 那样能够转移基因的为供体菌，像菌株 B 那样，接受供体菌基因的叫受体菌。细菌的这种特征，就和真核生物的有性生殖一样，所以，细菌是具有性别的。

再说细菌的性别是由什么决定的？经过仔细研究，原来在供体菌中，除了自身的一条环状染色体以外，还有一个更小的 DNA 环，称作 F 因子，具 F 因子的细菌称代体菌，没有 F 因子的称受体菌，F 因子能自我复制，也能转移到受体菌中去。

下面接着谈谈更微小的生物——病毒的繁殖，病毒没有细胞结构，是结构组成最简单的生物，其结构只是蛋白质外壳和 DNA 分子，病毒是专门钻进其它生物体的细胞里营寄生生活的微小生物。

病毒的种类很多，形态各异，病毒的构造虽然非常简单，但由于其极其微小，所以必须用高倍显微镜下才能看到它们的“真面貌”。

讲到这里，读者也许会产生这样一个疑问：都是具有一定结构的物质，为什么有的称之为生物？为什么有的称为非生物？要知道，生物与非生物的区别，关键在于两条：一是有没有新陈代谢，或者说能不能以周围环境的物质为原料，组成自身物质。二是能不能繁殖，也就是能不能传宗接代。

病毒既没有性染色体，又没有执行繁殖能力的 F 因子，那它是怎样繁殖后代的呢？原来它之所以能够成为生物界的一个大类群繁衍至今，乃是施展了“借腹怀胎”的伎俩。不过，它在选择宿主时，却是很挑剔的，一种病毒只能寄生在一种或个别几种宿主细胞中。

其“借腹怀胎”的过程简要如下：病毒接近宿主细胞，将蛋白质外壳留在细胞外，而将 DNA 分子侵入宿主细胞内，利用宿主细胞中的有关原料合成病毒自身的蛋白质，病毒的 DNA 分子在宿主细胞内复制、转录、翻译，完成自己的繁育。

大家现在都很清楚地知道，基因位于染色体的 DNA 分子上，但这个问题曾经困惑着许多伟大的科学家，他们弄不清楚基因到底位于染色体的蛋白质上还是 DNA 分子上。科学家们曾一度把基因这顶桂冠授给蛋白质，其主要原因是蛋白质的多样和由其导致的多功能性引诱了科学家们。

可是，随着对蛋白质认识的逐步深入，科学家们发现，从很多方面来看，它都不配戴这顶桂冠。

通过实验，在真凭实据面前，科学家们肯定了遗传物质是 DNA。

大家知道，子女之所以像父母，不是因为父母把性状直接遗传给后代，而是父母把控制这些性状形成的基因传给子女的缘故。即子孙接受的是遗传信息，而表现出来的却是性状。那么遗传信息是怎样表现为性状，信息和性状表现之间有什么样的联系呢？

大家是否记得前面提到的中心法则，下面我们就以一种遗传病——“白化病”来说明性状和基因的关系。

我们正常人的皮肤，在太阳的照射下会产生黑色素，呈现褐色，黑色素是一种氨基酸在一种酶的作用下产生的，而白化病患者的控制合成黑色素的基因发生变化，从而不能形成黑色素，这种人的皮肤即使经常晒太阳，也不会变成褐色，所以他们不怕见阳光。

信息转变成性状，必须经过转录和翻译过程，转录就是以 DNA 的一条链为模板，按碱基互补配对原理形成信息 RNA，然后，根据信息 RNA 翻译成蛋白质。具体过程如下：

DNA 在执行控制生产蛋白质的任务时，它的双链首先拆开，接着，以其中一条链为模板合成 RNA。假定 DNA 一条链上的碱基排列是 CGATGC，那么，以此链为模板合成的 RNA，按碱基互补配对原则，应为 GCUACG。

大家大概注意到，DNA 链上的核苷酸碱基为 A.T.C.G. 而 RNA 链上的核苷酸碱基为 A.U.C.G. 可见，DNA 和 RNA 是有区别的，DNA 是螺旋状双链分子。这是由英国物理学家克利克和美国生物化学家沃森，对一些化学分析结果和一些物理分析结果进行了详细研究，于 1953 年提出的 DNA 分子的双螺旋模型，发表在英国《自然》杂志上。

根据克利克和沃森的双螺旋模型，DNA 分子是由两条平行的多核苷酸链组成的。这两条长链外侧由脱氧核糖和磷酸相互连接而成，内侧是由两条平行的多核苷酸链组成的。这两条长链外侧由脱氧核糖和磷酸相互连接而成，内侧的碱基相互配对并由氢键连接。不过，碱基是按照互补配对原则组成的。

而 RNA 分子是单链分子，是由核糖和磷酸以用户碱基组成，同时，RNA 上没有胸腺嘧啶（T），是以尿嘧啶（U）代替 T 执行功能的。

DNA 分子被转录形成信息 RNA 分子后，接着就进行翻译，大家注意，DNA 上的遗传信息并不是全部被转录成信息 RNA，还有的被转录成转运 RNA 和核糖体 RNA，而只有信息 RNA 被翻译成蛋白质，表达特定的性状。

翻译则是将信息 RNA 上的信息转变为蛋白质，若将翻译过程比作建筑一座大厦，则是最恰当不过的了。其间，信息 RNA 充当设计师的角色，它确定了以后的氨基酸组成和顺序，即决定翻译蛋白质的结构和功能。转移 RNA 充

当的是搬运工的角色，由于它具有两个特异结构，一是它一端的反密码子与信息 RNA 上的密码能相互识别配对。二是能携带氨基酸的部位，tRNA 具有特定性，不同的 tRNA 识别携带不同的氨基酸，所以，这样看来，有多少种氨基酸就至少有多少种 tRNA 来执行搬运任务。

蛋白质合成的基地又是什么呢？科学家们进而研究得知，把 mRNA 翻译成蛋白质的场所是核糖体。核糖体是由 RNA 和几种蛋白质组成的一种微小颗粒，它里面有空间，形状好象两个大小不等的糖葫芦串在一起，蛋白质就是在这串“糖葫芦”上合成的。

却说蛋白质的合成过程中，DNA、mRNA、tRNA，氨基酸是怎样协作进行的呢？前面说过，合成细胞所需要的各种蛋白质，好比建造一座大厦，那么，在建造这座大厦时，“设计工程师”、“搬运工”它们之间是怎样协作的呢？

位于细胞中心——细胞核中的 DNA，是负责设计该合成什么类型蛋白质的工程师，DNA 的碱基顺序就是合成蛋白质的一张“蓝图”，将要合成什么样的蛋白质，完全是由这份“蓝图决定的。

“蓝图”是非常宝贵的，因为它仅有一份，心须留在细胞核中，而不能带到施工现场去。但为了使现场有章可循，只好把蓝图进行拷贝然后用拷贝去指导施工。这个拷贝就是信息 RNA，信息 RNA 相当于施工图的作用，DNA 和信息 RNA 代表合成同一蛋白质的信息，从 DNA 到信息 RNA 的过程就是前面所讲的转录，信息 RNA 被转录形成后，就从细胞核中通过核孔进入细胞质中，到达合成基地——核糖体，并与之结合，指导现场施工。

大家知道，建筑一座大厦的基本材料是砖块，那么，合成蛋白质的基本材料是什么呢？那就是氨基酸。但怎样把氨基酸按信息 RNA 上的遗传密码顺序井井有条地搬进核糖体呢？这就得求助于搬运工——搬运 RNA 了。

tRNA 的搬运工作一般分三步进行：

第一步，当核糖体从 mRNA 的左端穿进时，其大小恰可占据 mRNA 的两个密码子了，与 mRNA 上的密码子相对应的 tRNA 携带着相应的氨基酸进入核糖体，形成肽键而生成二肽。

第二步，核糖体在 mRNA 上向右移动一个密码子位置，这样，核糖体结合的 mRNA 部分就又结合携带一个相应氨基酸的 tRNA 分子。

第三步，核糖体再向右移动一个密码子，一定的 tRNA 载着一定的氨基酸进入核糖体，这个新运进的氨基酸与二肽结合形成三肽。

如此这样，不断重复上述过程，肽链就被不断延长，当核糖体走完整个信息 RNA 的密码子路程时，蛋白质合成即告完结，所以，可以这样说，tRNA 不仅是一个搬运工，同时它又是一名翻译员，是脑力劳动和体力劳动密切结合的典范。

俗话说“一母生九子，九子皆不同”。这就是在遗传基础上发生变异的生动写照，没有遗传基础上的变异，我们人类就不可能进化为现代的具有发达大脑的人。

根据达尔文的记载，一位农夫在他的羊群里发现一只短腿羊，即使较矮的圈栏也不能逃出，由这只羊为种，以后逐渐培养出一种短腿长背的新品种——安康羊，这种羊就是在普通羊的基础上通过变异产生的。

又如，日本东京农业大学的一个育种研究所，在鸡的进化中发现一只没有翅膀的小鸡。这只鸡长得快，产蛋早，以后也培育出一个新品种。鸡的有翅和无翅，也是变异。

那么，生物发生变异的原因是什么呢？

研究表明，某些外界因素，如紫外线、X 射线等物理因素和亚硝酸、杀虫剂、致癌物等化学物可引起遗传信息的改变，进而引起蛋白质和生物性状的变化，基因的这种改变，称为点突变。

基因内的一个密码子发生的改变，就可能导致突变的发生，这种突变甚至是生死攸关的，一个密码子的改变，可引起整个遗传信息的改变，也可能只导致一个氨基酸的改变，即使是一个氨基酸的差异，也会给人带来极大的灾难。真可谓：“差之毫厘，谬以千里”。

根据大量的科学实验，我们得知，不同部位的细胞内的基因都是完全相同的。那为什么各种细胞表现出的功能都又是不同的呢？原来各细胞中的基因虽然相同，但并不是所有的基因都在工作，也就是，不同部位的细胞，其中处于工作状态的基因是不同的。这好比一个单位的电路里有许多灯泡，但不是需要所有的灯同时都亮，只是用得着的那部分都亮，这个控制机构是电路中的开关。

同样，生物细胞里的基因是否工作，也是通过类似电路开关的结构来控制的。大家知道的是植物营养繁殖的例子。

一根柳树枝条，在树上时永远是枝条，绝不会成为一棵独立的柳树，一旦截下把它插在土壤中，有合适的水分、温度等条件，就会生根、发芽，最后长成一棵柳树。这说明枝条的细胞里有长根基因，只不过长在树上时它处于休眠状态，一旦条件满足就又复苏。

可见，一定的性状是否表现是由内部基因和外界条件共同作用的结果，两者缺一不可。这里，外界条件即为控制基因工作的“开关”。欲知后事如何，请听下回分解。

## 第八回 珊瑚小虫无愧装饰师 节肢动物堪称大家族

澳大利亚的大堡礁，就是由珊瑚堆积而成，总面积 8 万平方公里。这些神奇的建筑师，创造出多么辉煌的成就。而雌雄鲎则“恩爱如初”，如果一方受到伤害，另一方绝不“苟且偷生”。

话说一望无际的海洋表面上非常平坦，但海水掩盖着的却是另一番世界，其大致面貌和陆地十分相似，有山峦起伏，有怪石嶙峋，还有各种各样、千奇百怪的生物。

且说海洋中的生物包括水生植物和水生动物，下面主要说说水生动物中的重要一支——腔肠动物。

大家不知是否吃过海蜇皮？海蜇皮是海蜇的伞部经过盐和明矾等处理之后，再加工而成的。海蜇属于水母类海生生物。在现代的海洋中，有一种身体巨大的霞水母，它把自己的伞状体染上十分鲜艳的色彩和图案，是钵水母类中最大的“冠军获得者”。它的伞状体一般都有 1.5—2 米，最大的有 2.4 米，在它周围的触手有 20—30 米长，最长的竟达 36 米，相当于 10 层楼的高度呢！

钵水母类绝大多数成员都在海洋中过着随波逐流、萍迹无踪的漂泊流浪生活，在它们的生活史中，大部分时间为水母型，与水螅类的水母型的体态大致相同，不过它们的水螅型世代不明显，有的甚至完全退化。这种退化现象，许多科学家认为大概与钵水母远离海岸、过着漂泊不定的流浪生活有关。它们的身体大多呈回辐对称，身体内的含水率极高，达 97—99%，而且没有硬体骨骼，因此很难保存成化石。在地质史中，只有一些钵水母在岩石上的印痕，或者由泥沙填充到它的体腔中从而形成的内核化石。

水母动物是一种十分古老的腔肠动物，它不但对生物的发展史的研究具有十分重要的意义，而且对人类也有很高的经济价值。同时，在仿生学方面也有很大的研究价值，如，在水母的触手囊里，有许多呈球状的感觉球，球内有一种由硫酸钙和磷酸钙组成的平衡石，它是水母聆听四方的“耳朵”，能觉察到人类听不到的 8—13 赫兹的次声波，能够提前 10 多个小时的时间，预报即将来临的海上风暴。现代科学已经成功地研制出与这种平衡石器官相类似的仪器，用来接收次声波，预报侵害人类的暴风骤雨。

再说构成海底千姿百态、秀丽景色的珊瑚。珊瑚——人们曾赋予它为海洋石花的美称；同时，它无愧为洋底的装饰师，它是一种重要的海洋造礁生物，与有孔虫、水螅动物及其他海生生物，共同建成美丽迷人的、火树银花般开放着的珊瑚礁。它既是海洋中各种水生生物的安乐园，也是令人神往的海洋奇观。

在澳大利亚东北部的浅海海域中，大约有 500 多座由珊瑚礁筑成的著名岛群——大堡礁，那里的珊瑚礁已经向大海夺取了总面积为 8 万平方公里的地盘，人们不禁为珊瑚和它的共生者的伟大力量而赞叹。

珊瑚是腔肠动物中最重要的成员之一，由于一些珊瑚形似菊花，所以珊瑚又有花虫之称。珊瑚只有水螅型的世代，不过，它的身体构造要比水螅型复杂得多。

海葵是常被用来说明珊瑚动物基本构造的，没有骨骼的单体水螅型珊瑚

类。它喜爱栖居于温暖的浅海海域中，而且又常常群生在海岸地带，用它的基盘牢牢地固着在岩石之上。海葵的身体五光十色、色彩斑斓，所以，由于它的存在，海岸常被打扮成一片姹紫嫣红的动人景色，其美丽壮观胜似百花盛开的花园。但这些美丽的“海花”的口周围，却长着许多触手，触手的数目和隔膜数目总是相同，且都是6的倍数。

花儿，人见人爱，站在百花丛中，有时情不自禁就想伸手抚摸一下美丽的花朵，甚至还会采下一朵仔细观赏，嗅一嗅那诱人的芬芳气息。然而，大家可要注意，我们刚才所说的那种“海花”，可是千万摸不得的。它不但没有花的馨香，而且在它的触手上还长满了许多有毒的刺细胞，如果你像见到陆地上的花朵那样情不自禁，你将后悔不已，甚至疼痛难忍。正因为海葵具有这种奇特的功能和本领，海洋中的许多生物对它都敬而远之，只有少数动物，如寄居蟹才是和它患难与共的朋友。

大家从前面叙述中可知，腔肠动物是过着流浪汉的生活的，没有固定的“家”。海葵也不例外，所以海葵本身在潮汐滩上无法生存，因为这里的强大的海浪常常把它冲击得前仰后合，歪歪倒倒，使它没有立足之地，但是，当它与寄居蟹交上朋友之后，就以这个朋友的“家”为立足地，毫不客气地把基盘牢牢地固着在寄居蟹所寄居的螺类的贝壳上，这样，它便可以利用寄居蟹，让这位忠心耿耿的朋友背负着它随着潮汐往返活动在潮汐带上，捕食新鲜美味的食物。然而，它的这位朋友是否傻乎乎地整天背着它而不计较任何报酬呢？事实并非如此，原来它们俩都很老奸巨滑，它们之间是相互利用的关系。前面不是说过海葵有带毒的刺细胞吗？寄生蟹整天背着海葵正是利用海葵的刺细胞来“借刀杀人”的，它们在漫长的年代中，已经建立了相互依存、生死与共的关系，从而使它们能够在严酷的自然选择过程中演化和生存下来。

珊瑚体内有一个消化腔，腔内有许多隔壁把消化腔分成许多房室，在珊瑚体的口部有一个大的口盘，口的两侧有1—2条口道沟，这些表现了生物由辐射对称向两侧对称演变过程的性质。珊瑚虫的中胶层中，又有由外胚层分离出来的间细胞，这就是原始的中胚层的萌芽。珊瑚虫大多数是雌雄同体，具有有性生殖和无性生殖两种生殖方式。在有性生殖时，受精卵在消化腔内发育成具有触手的幼体之后，才被排出体外，进入水中。幼体经过一段时间的自由游泳，在适合于它生存的地方固着下来，而逐渐生长成一个新的个体，有性生殖大多数是单体珊瑚。无性生殖则是以纵分裂或出芽的方式产生新的珊瑚体，所以这种方式常形成群体珊瑚。

在珊瑚的演化过程中，最主要的特点表现在隔壁的发生、排列和它的变化。从珊瑚动物的系统发生证明了它们大部经过具有6个原生隔壁的幼年时期。6个原生隔壁被分成3对，在排列形式上呈两侧对称性，从生物发生学的研究知道，生物个体发育过程中所表现的不同阶段，常常反映出它们在系统演化过程中不同时期祖先的特征，这种规律称做生物重演律。根据这一规律，可以认为具有6个隔壁的形式应该反映出珊瑚动物原始祖先的基本形式。因此，它的幼虫形态可能和某些具有6个隔壁和6个触手的纯感珊瑚类成虫相似，并且由它发展演化成两个分支：一支向隔壁不对称、数目不定的纯胶珊瑚基系演化；另一支向隔壁不成对、数目固定为8个的入射珊瑚以及具有6对一级隔壁及成对次级隔壁的菟海葵珊瑚类演化。

皱壁珊瑚属于菟海葵珊瑚亚纲，它最基本的特点是隔壁的排列是回辐对

称的，隔壁的数目以 4 的倍数增长，所以又叫回射珊瑚。

在地质史中，皱壁珊瑚最早出现在中奥陶纪，最终绝灭于二叠纪末，所以今天人们所能看到的皱壁珊瑚，全部是亿万年前硬体化石的部分。经科学家的研究，发现皱壁珊瑚一般可分成三种骨骼组合形式：单带型、双带型、三带型。这些形式对研究皱壁珊瑚的地质时代分布特点、演化等有比较重要的意义。

**单带型**——仅有隔壁和横板。大家知道，隔壁是纵向排列于珊瑚体消化腔内的片状构造；而横板则是珊瑚虫在生长时，由于不断向上生长而放弃它下面曾经住过的房室，当它住在上面时，就会分泌出一种横向的隔板把新、老两个房室分开来。单带型珊瑚最早出现于中奥陶纪，地质史中比其他类型要出现得早，它绝灭于二叠纪末。例如，扭心珊瑚和速壁珊瑚就属于单带型珊瑚。

**双带型**——除隔壁和横板外，还具有类似于鱼鳞状的鳞板边缘带。双带型珊瑚分布于志留纪至二叠纪。如杯珊瑚，有一种特殊的双带型，它的边缘带由许多大小泡沫状的鳞板组成，所以隔壁的发育不完全或没有隔壁。这种类型的珊瑚时代分布于志留纪至泥盆纪，如泡沫珊瑚。另有一种双带型的特殊形式是，仅有隔壁、横板而无鳞板带，但体腔的中部有轴部构造，如费伯克珊瑚。**三带型**——除隔壁、横板、鳞板外，在珊瑚的中部还有轴部构造。轴部构造有的是由隔壁延伸到中部形成的中轴，有的是由隔壁向上隆起的横板部分组合而成的比较复杂的中柱。这类珊瑚仅见于石炭纪至二叠纪。郎士德珊瑚和多壁珊瑚都属于这一类。

另一方面，我们从珊瑚个体的发育过程中还可以看到，一个三带型珊瑚一生中以单带型向三带型演变的情况。它最早只有原生隔壁而无横板、鳞板或轴部构造，但在生长过程中，隔壁不断增多，横板、鳞板和轴部构造也相继出现。这一过程不但反映了三带型珊瑚个体发育的特点，而且也反映出皱壁珊瑚在地质时代中演变的总趋向。

皱壁珊瑚在中奥陶纪出现时，已经有了比较复杂的变化。因此人们推测，皱壁珊瑚的祖先应在中奥陶纪之前就已出现。至于皱壁珊瑚自身从中奥陶纪开始到二叠纪末绝灭这段时间的演变，根据科学家的研究，大致有以下的趋势：由边缘隔壁厚结带向鳞板带和隔壁不发育的鳞板带发展，横板演变的趋势是由完整的大横板向小横板分化，轴部构造从无到有，从简单到复杂。此外，皱壁珊瑚隔壁内部的微细构造——羽柄的排列也随着地质史的发展而渐趋复杂。上面这些特征，反映了皱壁珊瑚各种主要构造在地质史上演变的总方向。不过某些类型不是按照这种规律演变的，而是朝着与上述相反的方向——轴部构造退化或隔壁变短，横板也变平坦。

在一个珊瑚体中，它的隔壁不是同时形成的，不同类型的隔壁是随着珊瑚体从幼年到成年的生长过程中陆续发生的。在它生长的初期，只有一条隔壁把珊瑚体分成两侧对称，其后这一隔壁断开而变成主隔壁和对隔壁，在主隔壁的两侧产生侧隔壁之后，才在主隔壁的两侧生长出对侧隔壁。从此以后，在主隔壁和对侧隔壁的两侧同时各生长出二个隔壁，此后隔壁的增长数目以此类推。但是，在主隔壁的一侧，是沿着主隔壁的方向增长的，在对隔壁的一侧则沿着远离对隔壁的方向增长。这种隔壁的生长方式，我们很容易从一个珊瑚体的幼年期到成年期的连续切片过程中看到，皱壁珊瑚这种隔壁生长的顺序，反映了它的回辐对称的性质，只是在隔壁的数目很多的时候，隔壁

的边缘相互靠得很近，才显出辐射对称的性质。

我们已经在“腔肠动物的祖先”一节中介绍过腔肠动物的组织分化较海绵动物进步，另一方面，生物从低等向高等的演变过程中，有一个重要的转折。然而从地质分布的情况以及皱壁珊瑚的回辐对称性来看，一些科学家推测，回辐对称似乎应是珊瑚类最初的体制形式，这种形式也可能是腔肠动物有机结构体制的祖型。

现代海洋中水深不超过 50 米，水温高于 20 的热带浅海区，是造礁珊瑚的主要栖身之地。造礁珊瑚依靠它坚硬的钙质骨骼，在海洋中经受着横行无忌的洋流和滚滚海浪的撞击，强烈的动荡环境使它们把自己骨骼较坚实的一面迎向大洋，像英雄一样保护着后方的脆弱的同伴，因而它们常常筑成水下环形的围墙，以利于在复杂的环境中生存。它们还有很强的繁殖能力，即使它身体的一部分被击落水中，这一部分也能够很快在海底固着，并生长成新的珊瑚群体。现代海洋中的石珊瑚类，就是珊瑚礁和珊瑚岛的主要建筑师，它是四射珊瑚中一个重要的分支。

四射珊瑚包括射海葵目、珊瑚形海葵目和石珊瑚目，它们全部是海洋中的居民。除了那些造礁“建筑师”之外，在现代各种深度和温度的海洋里都有它的踪迹，不过大多数是喜欢生活在温暖的海区的。四射珊瑚的单体类型如海葵没有骨骼，因而不容易保存成化石，而群体的类型，最早发现于三叠纪，是中生代以来重要的造礁生物之一。

四射珊瑚的隔膜和触手都是六辐对称的，这是它的基本特点。它的原生隔壁有 6 个，并且它的数目一般也是以 6 的倍数增加的，除隔壁增长的数目与皱壁珊瑚不同之外，四射珊瑚的隔壁是轮生的。在生长出六辐对称的 6 个原生隔壁之后，在每两个原生隔壁之间，同时长出第一轮次级隔壁，以后都以同样的方式增加，所以它每轮生一次，其隔壁数总是与先前生长出的隔壁总数相等。

如果我们比较一下皱壁珊瑚和四射珊瑚隔壁发生的情况，就会发现皱壁珊瑚的回辐对称，是在 6 个原生隔壁固定下来之后产生的，以后才以 4 的倍数递增。因此，有些科学家认为四射珊瑚是由皱壁珊瑚早期呈躺卧式生长，朝着直立的方向发展而发生隔壁的轮生，才进化为四射珊瑚的。

中生代初期大多数四射珊瑚隔壁的微细构造——羽楸，在隔壁的中部呈羽状排列，而在两侧呈层状结构，这种情况和石炭纪、二叠纪常见的一种满珊瑚的隔壁微细结构也是十分相似的。

四射珊瑚是否就是由皱壁珊瑚演变成功的，迄今没有完善的结论。有些科学家认为，皱壁和四射珊瑚的隔壁排列形式，在对称性的差别上仍然是很大的，而且组成它们体壁的矿物成分也不同：皱壁珊瑚是由方解石组成的，而四射珊瑚是由霏石组成的。所以，他们认为四射珊瑚可能起源于裸露的海葵式祖先。海葵没有坚硬的骨骼，然而它的基本构造和四射珊瑚存在着许多共同的特点，它们的隔膜、触手都是四射对称的。

从低等的原生动物向高等的原生动物发展演化的过程中，由辐射对称向两侧对称的变化是演化中的一个重要转折点。当然，这个演变的过程以及通过何种过渡性的动物来完成这一演变，必然会引起科学家的注意。

在无脊椎动物中，从腔肠动物之后，动物学家又把它们分为原口动物和后口动物。从腔肠动物发展演变到最原始的原口动物——扁形动物过程中，身体的许多特征都发生了巨大的变化：由二胚层演变为三胚层，中胚层能产



生间质并充满体内的间隙。间质细胞不但有新陈代谢的作用，而且也有促进器官发生变化和产生新器官的能力，体形由辐射对称演变为两侧对称，两侧对称的产生，使动物的身体结构发生前、后，左、右和背、腹之分，生活方式也发生根本的变化，从固着、漂浮演变为能够自由爬行和游泳，因而开辟了使动物界从水生向陆生生活发展的新前景。

扁形动物只有口而缺乏肛门，大家也许会产生这样的疑问：难道它只吃进而不排出吗？原来它外部的排泄器官也是口，扁形动物体内的排泄器官为原肾器，内部器官都埋在柔软的组织之中，所以它是一种比较原始的动物，也是两侧动物中最原始的动物。

有些科学家研究认为，栉水母类是一种从辐射对称向两侧对称演变的过渡型动物。它的身体体制的基本特点还是辐射对称，所以有些科学家把它归在腔肠动物中。另一方面，栉水母也具备了一些两侧对称的特点，它的卵分裂呈两侧对称，所以有人称它是两辐对称的动物。在它的中胶层中具有游离的间质、细胞，在口面的相对面——反口面还有一个集中的感觉器官。

概括上述特点，现代许多生物学家认为栉水母是一个独立的门类，它既不同于腔肠动物，也不属于扁形动物。栉水母的这种特点，反映出从辐射对称向两侧对称演变的趋向。

再说无脊椎动物中构成海陆空大军的节肢动物。节肢动物以其种类众多、数量庞大而遍及于全世界，无论是海洋、湖沼或陆地，都有它的成员。它也是唯一能够征服天空自由飞翔的无脊椎动物，因此，它所占有的空间，是任何一个动物门所望尘莫及的。在动物界中，它的物种多得惊人，占全部动物界物种总和的 $\frac{3}{4}$ 。

节肢动物和环节动物的身体特征有些相似，因为它们的身体都具有许多体节，有附肢。但它们之间存在着相当大的区别，环节动物的体节是同律分布的，而节肢动物绝大多数是异律分布的。节肢动物已经有头、胸、腹三个明显的部分之分，附肢是由许多关节彼此相连的，节肢动物和环节动物在胚胎的初期都具有体腔囊，但节肢动物在发育过程中不是形成身体的中央体腔，而是分别形成心脏、生殖腔和排泄器官，它的神经节因为身体体节分成头、胸、腹三个部分而合并。它还具有两种特别的眼睛：单眼和复眼，单眼有感光的能力，复眼能够感受外界物体的形状和运动，是它真正的视觉器官。此外，在节肢动物的身上，还“披”有较厚的骨骼。

大家不知是否看过这种现象产生：当你不小心拉断一个蚱蜢的一条腿后，并看不到一般的“鲜血”，为什么蚱蜢受伤后没有血流出？是根本没有血液还是什么机制导致血液流不出来？实验研究证明后者是原因，蚱蜢的循环系统是开放式的，血流速度极慢，所以，受伤后看不到血液的流出。应该补充一句，那就是节肢动物是有血动物，不过它的血液并非红色，由于血液中的金属离子不是三价铁离子，所以不呈现红色。

如果将节肢动物和环节动物的多毛类进行一下详细的对比，不难发现两者之间有许多相近的特征，所以有不少科学家认为，节肢动物的祖先形态，应该是具有较厚的外骨骼，有关节附肢分布的蠕虫状动物。在地质史中，为人们公认的属于真正的节肢动物，最早见于寒武纪，物种的数量极其丰富。从这一方面看，节肢动物的祖先，可能在寒武纪之前就早已诞生了，并且在跨进寒武纪的时候，由于新的环境有利于生物的发展，因而它们分头朝着不同的方向演变：一支仍然保持着水生生活的道路，因而以鳃呼吸，头上具

触角，这类节肢动物在分类上属有鳃类，如三叶虫；另一过渡类型，具备鳃书或肺书做为呼吸器官，因而适应于水生和陆生两种生活的特点，在它的身上没有触角，但有螯肢，所以叫螯肢类，如鲎、蝎子和蜘蛛等；第三支演变成适应于陆生生活的类群，一般具有完善的呼吸器官，叫有气管类，如蜻蜓等。

大家可知，我国是世界上最早发现和记录三叶虫的国家，不过在很早以前不叫三叶虫，而是把产有三叶虫的石料叫“蝙蝠虫”。

清代初年诗人王士禛，曾在《池北偶谈》中记载过这样一个故事：在崇禎丁丑年的三月，正当春暖花开之际，有个叫张华东的人到泰山去游玩，当他路过河滨的时候，忽然看到河水中闪出光芒，他感到非常奇怪。仔细一看，原来在水中有一块一尺左右大小的石块，石块的上面有一只“蝙蝠”，还有一只“蚕腹”。他把石块翻过来，哇！石块的另一面竟有百来只“蝙蝠”，有的婷婷若飞，有的伏在石头上休息。似乎它们都长有翅膀和肌肉，“蚕”也像活的一样，在这石块上，有个小坑可以盛水，下方还可以磨墨。因而张华东把它制成砚，名曰“多蝠砚”。今天已经知道，多蝠砚上的“蝙蝠”，不是现在那些在夜空神出鬼没捕虫觅食的蝙蝠，而是属于 5 亿多年前晚寒武纪的一种三叶虫——蝙蝠虫。

三叶虫属于节肢动物有鳃类的原始类型，是一种古老的海生节肢动物，自从它在 5.7 亿年前诞生在地球上之后，曾经繁生了大约 2.8 亿年的历史，然而这个大约有 1 万多个物种的大家族，绝灭于二叠纪的末期。

三叶虫具有节肢动物共同的特点，有脊、腹和头、胸、尾之分。整个身体多数只有 2—7 厘米长，小的不及 6 毫米，最大的有 75 厘米，因为它从头到尾有两条纵向的沟把身体分成中间的轴部和在两侧的肋部共三个叶，所以叫三叶虫。

三叶虫都是海生动物，绝大多数生活在海底，并且多喜欢在泥质或分比较高的浅海区，所以我们今天看到的三叶虫的遗体化石，绝大多数产自泥质的沉积岩或泥质含量比较高的石灰岩中。

三叶虫的爬行速度不快，也没有类似于鱼类那样的“方向舵”——鳍来掌舵，因而自身不能控制它爬行的方向，当它用附肢在海底爬行或用外肢在海水中游动的时候，就显得十分笨拙，甚至由于洋流的影响而随波逐流。

三叶虫是卵生的古无脊椎动物，在其一生中，要经过许多次“脱胎换骨”——脱壳的过程。正因为它是依靠脱壳而生长的，所以即使在漫长的地质史中，组成三叶虫体的许多部分如肌肉、血管、神经或消化器官等没有在化石中保存下来，但却给人们留下它一生演变的许多特征。科学家就是应用三叶虫在不同时期脱下来的“外衣”，来研究和了解不同三叶虫类个体发育的情况的。

一般地说，三叶虫的个体发育过程主要有三个时期：幼年期、中年期和成年期。幼年期的虫体呈次圆形，头部和尾部难以分辨，没有胸节；中年期能够明显地分出头部和尾部，它的胸节不断地增多，直到比成年期少一节为止；成年期是指虫体的胸节增加到最大数目之后的生活期，这时期虽然胸节不再增加，但虫体仍然在增大，尾节还能增多。

再说甲壳动物中比较微小的一类——介形类，介形类绝大多数身体很小，一般只有 0.5—2 毫米，用肉眼看不清楚，最大的也不过 40 毫米左右，这是生活在古生代的类型，现代的介形类很小，它们的身体大多呈肾形、半

圆形、椭圆形。它们都是水生生物，有些可以栖居在各种淡水水域；甚至可以在稻田、水沟、温泉或地下水中生存，但它们绝大多数生活在淡水湖泊或浅海区里，因为介形类的生态环境要求不高，所以在世界上的分布相当广。介形类把它的整个身体包裹在两瓣甲壳内，双壳依靠铰合构造和闭壳肌来联系着，在时代比较新的地层中发现的介形类化石或者是现代的介形类标本上，常常可以看到闭壳肌和大颚肌附着在壳上的肌痕。

介形类壳的外表有的光滑，有的有刺、瘤、槽、脊、网纹、凹坑等装饰，把壳面打扮得维妙维肖。在多数情况下，生活在水底的淤泥中的介形类，多数壳面光滑无饰，浮游的类型或在动荡的水环境中生活的介形类，一般具有各种类型的装饰。

介形类的身体不分节，头部有十分发达的附肢，附肢的分工十分明确：触角是它在水中运动的工具，大家别看它身体很小，却是游泳的能手，速度相当快。大颚和小颚是用来捕食的。在它的胸部有三对肢体：第一对足有咀嚼功能，所以又称颚足；第二对足末端具有强大的爪，有爬行、登攀和掘穴功能，又称步足；第三对足主要用来清洁肢体内部的脏物，所以又称清洁足。

现代的介形类几乎分布于各种水域中，那是介形类在漫长的地质史中演化成功的结果。随着地质时代的演变，介形类在长期的自然选择过程中，也在不断演变着。人们发现，同一动物类别的介形类中，在不同地质时期中个体大小演变的趋势是由大到小的。其中介形类的铰合构造，在地质史中的演变趋势是由简单到复杂的，其中，古生代绝大多数介形类一般是直铰合构造，仅两双瓣上分别有一简单的槽或脊，所以叫无齿型。

却说上面提到的和海葵生活在一起的寄居蟹，它在分类上属于甲壳纲软甲亚纲，和介形类有较近的亲缘关系，但和它具有最近的“亲戚”关系的还是龙虾、螃蟹等，这个家族早在泥盆纪已经出现，所以说它们也是一群古老的动物。

寄居蟹生活在海边，在海潮退去的时候，它总是背着看对它负担沉重的螺壳，在海滩上四处爬行。各式各样的螺壳在泥沙滩上飞快地爬行，往往会引起人们的好奇。大家知道，“寄居蟹”不是生来就居住在螺壳里的，它的这个螺壳并不是自己建筑起来的，也不是从娘胎里面带来的，那么，它为什么要钻到螺壳里，背着重量比自身体重大得多的螺壳到处爬行呢？原来，寄居蟹的这个怪麻，正是它在进化上成功的表现。

寄居蟹的幼体和其他蟹类的幼体一样，都具有六肢，也是两侧对称，它的幼体从小就过着独立的生活。在海里到处游动，过着自由浪漫的游泳生活。不过这样的时期很短，一般只有4至5天，随后身体沉入海底，寻找对它合适的螺壳作为住房。在进入螺壳的时候，它把尾部伸进去，头部朝向外面，也就是从这时开始，它的身体开始发生变化：肝脏、生殖器官、排泄器官等，都由胸部转向尾部，身体的左、右两只螯的大小发生变化，它那不分节也无硬壳的腹部弯向大螯的一侧，腹部上的肢体开始退化，最后两对胸足也不发达了，这样就使它发育成为一个两侧不对称的怪模怪样的生物了。

寄居蟹的这种变相的过程，不是因为它钻进螺壳生活才能发生的，即使它没有找到合适的螺壳，也同样会变相。从寄居蟹的个体发育过程来看，它祖先的身体，应该是两侧对称的，由于它的祖先走上了借居螺壳的生活道路，螺旋形的住房使它在漫长的地质史中，逐渐改变自身的体态，因此，这种形体状态的变化，也是它对环境适应的结果。

上面曾说过寄居蟹和海葵的共栖关系，下面再说说寄居蟹的近亲——一种蟹子和红海葵之间的一种特殊的关系，它时刻抓着红海葵不放，一旦敌人来侵犯时，这种蟹子的双螯便把红海葵高高举起，好像在用两朵色彩鲜艳的红花来迎接敌人。但这两朵“红花”可不是好惹的，它们身上那些“毒剑”对来犯的敌人是丝毫不“怜香惜玉”的，这样，就使那些以蟹为食的动物望而生畏。红海葵为什么甘当这种蟹子的武器呢？原来，这种蟹子进食时不同于其他蟹类，它绝不使用那对紧握“鲜花”的双螯，却是用第二对螯进餐。这时候，红海葵同时在收集蟹子剩下的食物，和蟹子共进美餐哩。有一种蟹子还能“种花”，它用大螯拔来许多海草放到身体的背部，让海草在身上繁生，把自己打扮得像一座小小的能够活动的盆景，以此来掩护自己不被敌人发现。寄居蟹和蟹子的这些防御天敌的本事，使得它们能够在自然选择中繁衍和生存下来。

却说鲎，是节肢动物的一种久负盛名的动物，不在海边生活的人们，也许对它不怎么熟悉。在我国东南沿海一带，盛产鲎，在北美、中美的东海岸，也有鲎的踪迹，鲎以其奇特的外貌和浓香的鲎肉而久负盛名。

鲎的头脑部披有坚硬而宽阔的马蹄形脊甲，它的腹部也披有一件近六边形的鲎甲，在它的末端还有一支长长的尾剑。鲎的一生大部分时间是在泥沙中过着隐居的生活。当退潮的时候，鲎常雌雄成双地在海滩上蹒跚地散着步，活像披戴盔甲的丑陋武士在海岸上巡逻。雌、雄鲎在生物界算得上罕见的“恩爱夫妻”，在春、夏的生殖季节里，雄鲎常伏在雌鲎的背上，用它的脚须钩住雌鲎，双双在海中游泳取乐，即使在惊涛骇浪中也不分离。一旦雄鲎被捕，雌鲎也绝不逃生，若雌鲎被捕，成为鳏夫的雄鲎也将因郁郁寡欢而死去。这一对对“海里鸳鸯”共同在海边沙滩上寻找合适的地方产卵。雌鲎产卵后，雄鲎才排精在卵上，此后，它们又成双回到海洋里，这对“狠心”的父母就再也不回来看望它们的亲生子女了。

鲎为剑尾类动物的代表，是用鳃来呼吸的。它的鳃位于腹部附肢的后面，每个鳃由许多片鳃叶组成，叠在一起像一本书一样，所以叫鳃书。鲎的头胸部腹面有6对附肢。附肢的分工明确，前4对附肢的基部有基节包围着，基节有切碎食物的功能，第二对附肢叫脚须，雄鲎就是用它钩住雌鲎游泳的，最后一对附肢的基节扁平，用以打扫身体。腹部的腹面还有6对板状的附肢，是游泳和搅动水流帮助鳃进行呼吸的工具。

鲎的头胸部前部有一只单眼，但它并不是“独眼龙”，两侧的中部各有三只复眼，原来它是一只眼，复眼是由大约1000个小眼组成的。由于鲎的这些复眼个头比较大，神经纤维比较粗，比其他生物便于研究，因而鲎的眼睛是现代电子仿生学研究的重要对象。

鲎是以蓝色的血液著称的，它的蓝色血液是由一种多功能的变形细胞构成，这种变形细胞和细菌的毒素相接触时，能释出可凝性蛋白质使血液迅速凝胶化，所以科学家从鲎的血液中提取鲎试剂。鲎试剂可用于检测细菌的内毒素，是70年代国外检热原（内毒素）的新技术，它操作简单，快速灵敏，重现性好，因而应用于临床快速检测人体内内毒素：如血症、菌尿、早期肝硬化、革兰氏阴性杆菌脑膜炎等以及用于药品、生产制品、放射性药物，疫苗类的检测。鲎的这种具有独特功能的蓝色血液，具有高等动物血液中不同血细胞的各种功能。也正是因为这一点，使鲎类自泥盆纪诞生以来到今天，没有很大的变化。

成年的鲎大约在 60 厘米左右。不过刚从受精卵孵化出来的幼鲎只有七八毫米，小鲎在出世的头一年要经过五六次蜕壳的过程。以后每年还要更换两次“外衣”，总共要经过 13 次“更衣”才能成年。鲎的幼虫腹部共 8 节，但只有 4 对附肢，没有尾剑，整个身体的壳很软，在纵向上被分为中轴和两个侧部。它的长相和三叶虫十分相似。所以科学家根据对鲎幼虫的研究，认为它和三叶虫有一定的亲缘关系。三叶虫可能是鲎的祖先。

“小小诸葛亮，独坐中军帐，布下八卦阵，生擒飞来将。”大家大概会脱口而出谜底——蜘蛛。提起蜘蛛，可谓家喻户晓，童叟皆知，它到处拉丝结网，几乎任何一幢房子，任何一角落都有它的足迹。蜘蛛固然常见，但比较全面地了解和观察它的人却很少，例如，很少有人知道它属于节肢动物。

具体来说，蜘蛛属在螯肢亚门的蛛形纲，和蝎子属同一大类，两者有很近的亲缘关系。蜘蛛的家史十分古老，它的祖辈最早发现于志留纪晚期到泥盆纪中期的地层中。大约在 3 亿年前的晚石炭纪，这个家族已经相当繁荣昌盛了，据现在已经描述的晚石炭纪的蜘蛛，已有 150 个物种以上。

蜘蛛的身体分为头胸部和腹部。头胸部和腹部之间有一个很细的小梗相连，虽然梗十分细小，却是消化道、动脉、气管和神经的交通枢纽。前体节有 6 对附肢，腹部分节不十分清楚，共有 18 节，肺书和气管是它的呼吸器官。蜘蛛一般具有毒液，开口在螯肢末端的一个尖齿上。绝大多数蜘蛛的毒液对人类无害，但有些有害，有一种蜘蛛名叫“黑寡妇”，它的毒液毒性相当强，受其害的人不但会产生剧疼，甚至还会有生命危险。

蜘蛛的外貌和到处拉丝结网确实令人生厌，但它却有许多本事，是现代仿生学研究的对象。大家知道，蜘蛛是结网的能手，大部分蜘蛛织出来的网是近圆形的，此外还有圆锥形、三角形或垂于某一平面拉丝。蛛网是它居住的场所，也是通讯、跑道、陷阱、餐厅、婚床和育儿的场所。

蜘蛛虽然不懂数学，但却能轻而易举地、得心应手地应用“对数螺线”的无穷曲线这种高级几何曲线的原理，结成结构相当复杂的网：近似圆形的蛛网中间有一个圆心，从圆心向外辐射的若干蛛丝所夹的同心角大体相等，而连接相邻两条辐射线的蜘蛛丝，却并不是同心弧，而是平行的直线。每一条平行的直线，越近于圆心，就越密，人们若不借助于精密工具，要作出这条几何曲线，却不是一件很容易办到的事。

大家知道，蜘蛛总是躲在暗处，那么它又怎么知道有“食物”送上门来呢？原来，它“安装”了一条蛛丝网的中心也是它的“暗室”，它就是应用这根细长的蛛丝的振动，来获得情报的。它还有十分敏锐的味觉，绝不吃不合口味的食品。

蜘蛛的腿里没有一丁点肌肉，却充满着一种奇特的液体。这种液体不但使它自己不致于被粘性很强的蛛网粘住，并且还能自己调节液体的压强，来控制腿在网上的自如运动。这种方法在物理学上叫液压传动。对它的应用可使机械手、机器人的“关节”灵活得像蜘蛛那样。

蜘蛛的“吐丝”是由 4 至 8 个位于腹部后端的纺绩器来工作的。每个纺绩器上有许多孔，总共有 1000 多个。当它拉丝结网的时候，从孔中喷出一种液态的骨蛋白并随风硬化成丝，而许多条丝又绕成一条空心管，管内充满着粘液。

有人曾将一只大约蚕豆大小的蜘蛛麻醉之后，从纺绩器抽出 100 多米长的蜘蛛丝。法国有位叫卜翁的科学家，曾经取用蜘蛛的骨蛋白液拉丝制成了一

双手套。1897年，有一位法国传教士在马达加斯加发现一家用蜘蛛丝织布的小作坊，里面养着3万只名叫“沙拉别”的蜘蛛。

到目前为止，马达加斯加有好几家蛛丝织布厂，据说，用“沙拉别”的蛛丝织出来的布质地柔软，结实耐用。当然，一般的蛛丝不怎么耐用，蜘蛛也难于用人工饲养，因而要大规模地用蛛丝来生产纺织品也是困难的，不过，蜘蛛的纺绩器却是现代人造纤维喷丝头的“图纸”和“样板”。

蜘蛛身上的种种妙趣横生的功能，是它们在自然选择过程中产生的。在演化上，蜘蛛的祖先现在还不得而知，从它的形态上的研究来看，无疑和蝎类有比较近的亲缘关系，它和鲎在进化上关系比较密切，这不仅是因为它们在形态上相似，而且也从血清反应得到证明。人们还发现，用不同类型动物血清注射的方法，可以看到不同动物的沉淀反应也不同，亲缘关系越近，它的反应就越强烈。用血清反应检验出蜘蛛和鲎的关系是比较密切的。

却说高度分化的昆虫与植物的关系，体现出来的现象就是“花儿为什么这样红”的问题。众所周知，那些在百花丛中飞舞的昆虫，无疑是为显花植物的传播和繁荣立下汗马功劳的大功臣。

在地史中正当显花植物开始繁荣昌盛的时候，也正是昆虫繁衍的时期。花儿用它那美丽鲜艳的色彩和芬芳的馨香吸引着昆虫，并用它那甜蜜的露汁向昆虫提供美味佳肴，昆虫也为这些植物的传播和繁殖尽心竭力。它们就是这样在漫长的地史发展过程中，结下了相依为命、协同进行的不解之缘。达尔文早就证明，如果显花植物不是代代有杂交的机会，它后代的生命力就会逐渐减退。

昆虫的身材一般不大，但这个家族中的物种和个体的数量，在动物界中却独占鳌头，它的物种总数占动物界的3/4左右。据统计，仅仅蚂蚁的个数，就已经比所有动物的总数还要多。除了海洋、沙漠和极地比较稀少外，地球上其他地方每平方公里的地面和上空，平均竟有10多亿个昆虫。科学家研究昆虫动物所发表的文献，约占研究整个动物界文献的1/4。

昆虫分布的范围非常广，几乎占据地球上一切生命可以生存的环境，许多昆虫能够在空中自由自在地展翅飞翔，而且它们还善于开拓新的生态环境，在无脊椎动物中，昆虫是唯一具有真正的翅膀和征服天空的使者。

昆虫的形态变化万千，但却有着共同的特点：身体分头、胸、腹三个部分。头部是其感觉和捕食器官的中枢：具有一对复眼、三个单眼、一对触角和三对组成口器的上颚、下颚和下唇。胸部是运动的枢纽：有三对分节的足和两对翅膀，有些只有一对翅或无翅。腹部是新陈代谢和生殖的中心，包含各种内脏器官，腹部一般没有附肢，附肢已经退化，只留下一对尾须和生殖器官。

各种昆虫的食性差异很大。大半以植物为食，有些还捕食其他动物，有少数则寄生在其他动物体内营寄生生活，甚至粪便、尸体、腐烂的植物、石油、铅版都可能成为某些昆虫的美味佳肴。昆虫的食性范围因类型而异，这些动物食性的专门化，也是它们在自然选择过程中形成的。研究证明，这种特性，对动物之间能够和谐共生，保持自然界的生态平衡和演化都有十分重要的意义。

在长期的自然选择过程中，许多昆虫学会了各种各样适应环境的本领，其中，拟态就是许多昆虫所擅长的技艺之一，并且把这种防御敌人的本领毫无保留地传给了它们的后代，使它们能够在各种严酷的环境中生存下来。达

尔文曾发现，昆虫美丽的体色在有些时候比打胜仗还具重要性，凡是具有优美色泽的雄性昆虫，都是那些最能赢得雌性青睐的优胜者。

尺蠖，又名竹节虫，当它停留在植物体上时，往往支起身体，使其自身的形态活像植物上的一个小枝条，从而使它能在敌人面前瞒天过海。蚱蜢是通过改变自身的体色来躲避敌人的，在绿色草丛中的蚱蜢，体色像绿草那样碧绿；在柘草丛中的蚱蜢又把自身的颜色变得像枯草一样灰白。另外一些“手无寸铁”的昆虫，还能把自己“打扮”得像那些具有防御武器的昆虫那样，用以迷惑敌人。

少数昆虫，如蜜蜂、蚂蚁等，过着令人瞠目结舌的社会性生活。在他们的家庭中，每一成员都有详细的分工，某些昆虫能以它们高超的技术，为后代修建住房、储备粮良；某些昆虫对外界的刺激具有高度的条件反射和高等的记忆力。总之，昆虫的这些惊人的本领，并非一日之功，而是经过漫长的进化过程和为在复杂的环境中生存和繁衍下来而练就的。

大家常可听说数以百计的蝴蝶或蝗虫迁飞犯境的消息并感到惊奇。而那些盛夏常在湖畔上空以轻盈潇洒的姿态飞翔的蜻蜓，同样是远航的专家，它的飞行速度之快也令人惊讶，时速可达 50 公里以上。每年夏季都有成群结队的蜻蜓从英国的东海岸飞渡到多佛海峡，到法国去游泳。有一种身长只三四厘米的褐色海蜻蜓，竟能够往、返飞行在澳大利亚大陆和相距 500 公里的澳大利亚海湾上空，行程达 1000 公里。蜻蜓自古以来就有如此高超的飞行技艺吗？不是的，这也是亿万年进化的产物。

蜻蜓是一种十分古老的动物，最古老的蜻蜓发现于晚石炭纪时期，这种古老蜻蜓的各种构造和功能，没有现代的蜻蜓那么轻巧玲珑。它的形体很大，而且笨拙。

古老的有翅昆虫和现代有翅昆虫不一样，它的胸部有前、中、后胸三部分，除了中、后胸各有一对翅膀外，前胸也有一对小小的侧翼。两对大翅的形状和大小也基本上相同，在翅上有许多纵行排列的翅脉，纵脉间又有许多横脉。纵、横的翅脉使翅膀形成网格状的花纹。这种翅脉的类型在昆虫分类上叫右网翅脉，所以用这种翅膀弄装起来的昆虫就叫“右网翅类”。形状、大小相近的两对翅膀以及网状翅脉，都是比较原始的有翅昆虫的标志。

古蜻蜓类的翅膀，总是平伸在身体的两侧，它不能够像现代有翅昆虫那样把翅膀收拢在自己的背部。因而最早的有翅昆虫，不可能像现代昆虫那样能在空中轻盈地飞舞，它只能借助翅膀上、下的拍动，来增加身体在空气中的浮力，以加速身体飞行的速度或滑翔。

昆虫翅的存在，使它能够远走高飞，向空中进军，从而开拓了广阔的生活天地。另一方面，也促使昆虫的肌体发生了巨大的变化，复杂的环境促使昆虫的神经系统获得高度的锻炼和发展，这就是昆虫为什么自从翅产生之后，能迅速发展和广泛分布的重要因素之一。

昆虫的翅膀不但是生物学和古生物学的研究对象，也是现代仿生学研究的内容，为了研究昆虫的飞行特点并加以应用，科学家们曾付出巨大的劳动。大家知道，飞机在飞行时，机翼会产生一种震颤的现象，它对飞机的危害很大，会使飞机在高速飞行时折断机翼而坠落。经研究发现，昆虫在振动飞行时，有一种防止震颤的装置。例如，大多数蜻蜓在每片翅膀的前缘上方，有一块深色的角质加厚翼眼，如果人为地去掉这个翼眼，蜻蜓就无法在空中飞翔。根据这一原理，人们在机翼的前缘装上一种装置，就可以清除在高速飞

行时有害的震颤。为什么飞机的机翼要装成“ ”字形？原来，这种形式和甲虫飞行时两侧鞘翅的模式相同，可以保证在飞行中的稳定。

前面曾简单提到昆虫的社会性生活，昆虫的社会性生活一直是昆虫动物的一个十分有趣的科学之谜。

近百万种昆虫动物中有极少数昆虫过着高度分工的社会性生活，如蜜蜂、白蚁等，它们社会性分工的高度发展，表现在不同个体的形态和机能的高度专门化上。

且看白蚁是一个什么样的社会大家庭，白蚁大多数生活在热带、亚热带。它的大多数类群以木材为主要食粮。白蚁的生性十分贪婪，对纤维素有极强的消化能力，所以它常常是大型植物最主要的敌害之一。然而在一定意义上说，它对森林中的生态平衡也起着一定的作用，因为有些白蚁仅啃食死去的树木，应该说是清洁工呢。

大多数白蚁是在土中或堆土来建筑“宫殿”的。热带地区的一些白蚁可以堆起6米高的蚁塔，相当于两层楼的高度呢！这对于身体那么小的白蚁来说，不能不说是规模宏大的建筑物了。

白蚁是见不得阳光的，那是因为它的“皮肤”生来十分娇嫩，干燥的空气会使它们“皮肤”失水，失去水分就不能生存。因此白蚁活动的范围、交通要道都修筑在木材堆、阴沟、隧道等阴湿黑暗的场所。

一群白蚁的数量有几万个或几百万个家庭成员，如此庞大的家庭，却只有一只雄的蚁王和一只雌的蚁后支撑着。它们是一家之主，并长期共栖。它们能够掌管大权16年之久，这一点和一般的蚂蚁不同，蚂蚁是一个以母系为中心的社会家庭，一旦蚁后和蚁王交尾之后，蚁王就离开世界，仅留雌的蚁后产卵繁殖。白蚁后的体形在蚁群中最大，它长年闭居在蚁巢中心一间专为它建筑的王室里。它有很强的繁殖能力，一生可产卵数百万粒。除了某些温带地区的白蚁之外，绝大多数蚁群中白蚁后的食物，都是职蚁专送的，就是它产的卵也由职蚁抱出王室抚养。

工蚁是白蚁社会中的劳动者，它夜以继日地觅食和运输。在工蚁中虽有雌、雄之分，但都因为生殖器官发育不全而无生殖能力。它无翅、也无眼睛，有些没有工蚁的白蚁社会中，那些有生殖能力的白蚁幼虫，则担任着工蚁的角色。

兵蚁也没有生殖能力，也没有翅膀，但却有特别发达的大颚，是它坚强的武器，因而能武善战，是白蚁群的卫士。

在昆虫世界中，昆虫的社会分工和组织纪律曾使无数科学家折服，而且某些昆虫的智慧也令人惊叹不已。下面我们来看看蚂蚁社会中的一些富有情趣的真实故事。

蚂蚁社会分工情况近似于白蚁，此外，某些蚂蚁善于“经营”、“储备”或“种植”粮食、“饲养家畜”等。

在印度和斯里兰卡，有一种热带蚂蚁，它不但能为家庭建造住房，而且在“工地”上又是那样井井有条，一丝不乱：一群蚂蚁用嘴咬着叶片一步步后退，使两片叶子靠拢，然后另一些蚂蚁各自衔着一只幼虫，把它放在两叶的交换处，并开始像挤牛奶一样挤压着幼虫的腹部，使它排出一种粘性的液体，把相邻的叶片粘合在一起，它们就是这样把许多叶片粘合在一起筑成独特的家园。有的蚂蚁能把蚜虫赶在一块，并建筑一个大约半米的“畜栏”来“饲养”被它们赶来的“家禽”。原来这些蚜虫的分泌物是蚂蚁的高级食物。



某些南美的蚂蚁不但能饲养介壳虫，并且当蚁后从老巢中分出另造新居时，还随身带走介壳虫，就像嫁妆一样，以此来保证儿女有“奶”喝。

印度有一种蚂蚁还是农艺师呢，它能够贮存大量的种子，等到种子萌芽时就搬到巢外去种植，待到成熟结果时又来“收割”种子储存起来。

在欧洲，有一种褐蚁专事打劫奴隶来为自己筑巢、觅食和抚养后代，即使是工蚁也不例外地过着那种奴隶主式的寄生虫一般的生活方式。更有趣的是那些“奴隶”对主人殷勤照顾，从不表现出劳累。

科学家还发现，各种白蚁之间都可以通过身体的一种内分泌物质来相互传递信息，尤其是蚁后，这种分泌物既是它们相互联系的特殊“化学语言”，而且也是同一群白蚁成员之间的舐食物质，因此推测，这种食物的交换现象，可能是构成昆虫动物组成群落且具有高度社会分工的原因。

昆虫社会分工的历史和起源之谜的研究已经取得了一些进展，同时也提出了一些假说，但要真正揭开它们的奥秘，还需要经过一段相当艰辛的劳动历程。欲知后事如何，且听下回分解。

## 第九回

适者生存 花草树木和平相处  
物竞天择 豺狼虎豹弱肉强食

鲜花烂漫，绿时青青，在属于自己的领地上，植物们同享阳光雨露。干戈纷起，杀机四伏，从诞生那天起就注定要去迎接生存的挑战，胜者为王败者寇，动物界就是如此。

话说地球上自从出现生命以来，一直在遗传和变异中不断地发展进化，从而形成现在种类繁多的植物界和动物界。

且说现今生物界虽然种类繁多，形态多种多样。但它们具有相同的结构单位，即都是由细胞构成，细胞是一切生物体的结构和功能单位。而细胞又是由细胞膜、细胞质和细胞核（除低等原生生物）构成。植物细胞在细胞膜外比动物细胞多了一层由纤维素构成的细胞壁，且在细胞质中还比动物细胞多出一个或几个在显微镜下显透明状的液泡。安徽宿县地区的砀山梨为什么驰名中外，这不仅因为它糖分含量大，更主要的是它细胞壁薄且细胞间质中所含的硅、钙质少和它具有较多而大的液泡，水分充足。因此，吃起来有酥而脆的爽口的良好感觉。

从肉眼看不见的直到高达几丈乃至几十丈的参天大树，从无花的到有花的，从由孢子进行繁殖的到由种子进行繁殖的，大凡能进行光合作用并可从光合作用中直接获得生命活动所需能量的这类生物，皆被称做植物。

低等的单细胞植物或由这些细胞团聚在一起的多细胞植物，它们一般都是生存在水中。除由光合作用合成的营养物质外，其它的营养物质如水和无机盐等则是直接从它们所生活的环境水中来获取。

较高等或高等的植物一般都是由很多细胞构成。且这些细胞又因分化而形成不同种类的细胞，这些不同种类的细胞具有不同的功能、功能和结构相似的细胞形成不同的组织和器官。

多细胞的植物一般是由根、茎、叶这三部分构成。

根，在植物体的下部，生在土壤中，主要是吸收水分和溶解在水里的无机盐，并起固着植物体的作用。

正常的根一般分为主根和侧根，主根是由种子中胚根直接发育而成的，通常直向地下生长，入土较深。在直根周围生长着很多较细的根，叫侧根。另外，还有一些植物如甘薯、空心菜、草莓等，由于它们的茎是藤状，贴着地面生长，在茎的一些部位又生长出一些很细的小根，叫不定根。

植物都生有很多的根，而这些根的总和被称为根系。不同的植物具有不同的根系。如棉花、大豆等它们皆属于直根系。主根发达长得粗而长，侧根比较细，主根和侧根之间有明显的区别。在植物中，一般双子叶植物大多是直根系。至于什么是双子叶植物，我们将在后面讲到种子时，再跟大家详细交代。

须根系是主根生长很不发达，而由不定根占主要地位的根系。如小麦、水稻、玉米等一些单子叶植物大多是须根系。

直根系主根生长显著。如棉花的主根，其长度可达地上茎长度的几倍，而须根系的植物的根，一般入土较浅。

根的生长一般具有两种特性：一是它具有向地性，二是它具有向水性，如果我们挖开土壤，仔细地去观察根系的生长状况，将会发现：如果这株植

物附近有水源的话，它的根系在靠近水源的一侧生长得旺盛，而在远离水源的一侧根系则生长缓慢。

我们上面讲的是正常的根。另外还有一些植物，它们的根发生了一定的变态，这样的根叫变态根。它们有如下几种类型。

一、贮藏根，如胡萝卜、萝卜和山芋，它们的膨大部分都属于根。这些植物在光合作用过程中合成大量的有机养料都贮存在这些根的薄壁细胞中，故叫贮藏根。这些贮藏根所贮藏的养分，供越冬后第二年春暖花开时植物重新生长的需要或被人们作为营养物而取食。

二、支柱根，有些植物其地下部分的根系不发达或因其地上部分枝叶茂盛、茎不能单独支撑而从枝条上生出许多的不定根，直达地面，并伸入土中，以此支撑着庞大的树冠，兼从土壤中吸取一些营养物质。如玉米茎的基部生出的不定根和在南方生长的榕树枝干上生出的不定根。

三、寄生根，在我们后面将要讲到的动物中存在着很多不劳而获的寄生虫，而在植物中也存在着像动物中一些寄生虫一样的一些寄生植物，它们叶片退化，不能进行光合作用，它们维持正常生活的营养物质是依靠它们茎上生长许多的不定根插入其它植物茎中而直接从其它植物体内获取的。如寄生在豆科植物体内的菟丝子茎上生出的不定根。

根具有从土壤中吸收水分和无机盐等营养物质的本领是与它本身的结构分不开的。

根是由根冠、生长点、伸长区和根毛区这四部分构成的。

根冠是存在于根的顶尖端，像帽子一样保护着根尖生长点，属保护组织。

生长点是在根冠内，被根冠保护着的具有分裂能力的排列紧密的一群体积小细胞，它是根生长的源泉，属分生组织。

伸长区是在生长点稍后根毛区以前的这部分，使根不断的伸长，已能够吸收一些水份和无机盐。

根毛区是根部主要吸收水分和无机盐等营养物质的地方。由于它表皮的一些细胞向外凸起，呈细毛状，故称这部分叫根毛区。

我们在对植物进行移栽时，一般要求要在根部多带些土，这样植物就容易成活或者说植物的成活率要高些，这是因为多带土可以减少对植物根部的破坏性，因为植物的一些小的须根以及根毛容易折断，而影响其移栽后从土壤环境中吸收水分和无机盐的能力。

在这里我们还要讲到在日常的农业生产中，农民有时因不慎，对一些还处在幼苗期的庄稼多施了一些肥料而引起这些幼苗枯黄以至死亡的现象，这种现象被农民习惯地称为“烧苗”。对植物幼苗多施肥料，为什么会出现烧苗现象呢？

大家在日常生活中都常常可以见到，相同的物种在不同的土壤中，它们的生长状态往往存在着很大的差异。如同样是小麦，如果把它们种植在肥沃的土中，它们的生长就非常旺盛；如果把它们种植到贫瘠的土壤中，它们生长得就很瘦弱，产量相应也就很低。这是什么原因呢？至此，大家可能会说：这是因为它们所生长的环境的肥力不同而引起的。不错，那么肥力不同的土壤为什么会对植物生长有影响？在肥力足的土壤中生长得好，在肥力不足的土壤中生长得差。这里就要讲到植物在它们的生长环境中对无机盐的需求和吸收方面的问题。

就好像人一样，营养充足，身体长得就很健壮；缺乏营养甚至难以维持

生计的人身体就很瘦弱。植物也是如此，在生长过程中也需要不断的有营养供给，植物的营养主要就是水和无机盐。而农民朋友给植物幼苗施肥，就正是补给植物在生长过程中土壤所提供植物营养的不足。植物对无机盐的吸收并不是把土壤环境中的无机盐一下子吸收到体内，然后再慢慢利用的，而是要不断地从周围土壤中吸收。如果一次施肥过多，这样就使植物根部周围的土壤环境中的无机盐浓度过大，从而降低甚至阻碍了植物对水分的吸收。这就好像人在严重而长期的腹泻的情况下而脱水致死一样而最终导致植物死亡。

在这里大家可能会问，植物的吸水不是每时每刻都在进行的吗？为什么施肥过多会降低或阻碍植物的吸水能力呢？要说明以上问题，必须先搞清楚植物是怎么从土壤中吸水的。

植物吸水是由于在植物根部细胞内有液泡的存在。当液泡中的物质浓度大于外界环境的浓度时，水就由浓度小的外界通过细胞膜进入植物的细胞内。如果当外界环境中的浓度大于细胞中液泡的浓度，那么，植物不但不能从土壤中吸水，相反，植物体内的水份还要向土壤中渗出，也就是说，植物体吸收水分是可逆的，而无机盐是不可逆的。正是由于这样才可能导致烧苗现象。总之，水总是由低浓度的一方向高浓度的一方转移。由此，如果人们一次性给植物幼苗施了过多的肥料后，要想不使植物出现烧苗现象，唯一的方法就是向这些幼苗多浇水，从而降低植物根部周围土壤中无机盐的浓度。

我们日常生活中也常见到一些参天大树，而这些树之所以高大，就是我们这里所要讲的植物的另一种器官——茎的发达的缘故，一般乔木类植物都是这种茎。我们把这种茎叫做直立茎。如杨、柳、桃等。另外，还有一些农作物如棉花、玉米、小麦等，这种茎直立生长，强劲有力，支持着其上部的枝和叶。

然而，植物并不都是直立、高大的，有些植物的茎，它们本身细长而柔软，不能够直立只能缠绕在其他物体上向上生长，这种茎叫缠绕茎。如牵牛花、金银花的茎。

另外，还有一些植物如黄瓜、葡萄等，它们的茎虽然也是细长、柔软的，但它们既不能直立生长，也不能缠绕到别的物体上，而它们却可以借着茎上生出的卷须盘卷在别的物体上从而使茎能向高处生长，这种茎叫攀缘茎。

匍匐茎。甘薯和草莓的茎都是匍匐茎，它既不能直立生长，也没有任何依附于别的物体上的特殊结构而使其向上生长，但它可以平贴着地面向四周蔓延生长。

我们上面所讲的这些类型的茎还不能代表整个茎的家族。有些植物的茎在形态、结构和功能上都发生了很大的变化，这种茎叫变态茎。

地上的变态茎有下列几种：

枝刺：如洋槐的枝条，山楂的枝条。它们枝条上叶腋里都长有针状的刺，从它的着生位置上看，这些刺属于枝条的变态。

茎卷须：如黄瓜的茎上长有卷须，且卷须是生长在叶腋内，所以从其着生部位来看，它也是由变态的茎发育而成的。

肉质茎：如仙人掌科的植物，由于叶的变态而失去其光合作用的功能，然后茎又通过变态成为肥厚多汁并贮存着大量的水分和有机养料，这样的茎叫做肉质茎。

变态茎不仅地上存在，而且有些植物，它们的茎在形态、结构和功能上

也都发生了很大的变化，也属于变态茎，但它们着生在地下，因此属于地下变态茎，其类型如下几种：根状茎：藕和莲的地下部分，形态像根，但具有茎的一些基本特征，顶端有顶芽的存在，节与节之间有明显的节间，节上有叶，只不过这种叶已不像正常的叶，而是变态成为鳞片状，叶腋里有侧芽的存在。这种茎叫根状茎。

通常状况下，以蔬菜身份出现的马铃薯是生长在地下的，但它不是根，而是块状茎，因为在马铃薯上，有很多小的凹陷存在，在每个凹陷里都有芽，这里凹陷叫做芽眼，在芽眼的下部，着生着一片很小的鳞片叶，芽眼着生在叶腋里，所以马铃薯不是块根，而是块茎。生长在地下的姜块也属块茎。

球茎：生长在地下的荸荠是球茎。呈球状，在球茎上有明显节的存在，在节的周围有鳞片叶和侧芽，顶端有顶芽。故也被称为茎。平时被用来煮着或蒸着吃的毛芋或称芋头的也是球茎。

鳞茎：洋葱具有鳞茎，茎上生有肥厚的鳞片叶，叶腋里有侧芽，顶端有顶芽。

地下茎中也有一种，如芦苇和竹，地下茎与地上部分的茎形态上极其相似，有明显的节和节间，节上有鳞片状叶、并生有侧芽，这些皆是茎的特征，所以被称为地下茎。

上面我们所谈的是茎的各种类型。然而，无论什么茎，它都起着连接根和叶的桥梁的作用，并在根和叶之间不停地传送着营养物质。那么，这些营养物质是怎么传送的，又是靠什么来传送的呢？

粗略地看，茎是由外面的表皮和内部的木质部这两个部分构成。

在表皮内部的木质部中，存在着一种输送营养物质的管状结构——导管，它连接着根、茎、叶。主要是把根部从土壤环境中吸收来的水和无机盐等营养物质向上运输，供给叶进行光合作用时合成有机营养物质的需要。

通常我们计算在温带地区木本植物的年龄是通过木质部来表现的，因为在温带地区，植物的生长受四季气候变化的影响很大。在春季，气候转暖，营养充足，植物生长就快。入秋后，气温逐渐降低，植物生长速度也随之降低而变慢。到植物落叶后，气候寒冷，植物几乎停止生长。这样年复一年，在植物木质部的横断面上就呈现出由于生长速度不同而形成的同心圆环。通常，每一个圆环是在一年里形成的，这样的圆环就叫做年轮。判断木本植物的生长年龄就是通过年轮来表现的。

在植物的表皮中，存在着另一种管道——筛管，它主要的功能是把叶部通过光合作用所合成的有机养料向下运输。如果树皮遭到破坏，最明显的是树皮一周被割断（一般指其深度达到木质部）很长时间以后，就可以看到，在被割断的切口上方的树皮会膨大隆起而形成积瘤。这就是由于叶制造的有机养料向下运输的通道被切断而积存在切口上方的树皮里，使那里的细胞分裂和生长的速度加快的缘故。所以我们平时要爱护树木，更不要轻易地去破坏树皮。

我们平时在书中或一些文章中经常可以看到这样的一些对大自然或景物的描写：“春姑娘来了，大地开始复苏，万木争荣，到处呈现出一派生机勃勃的景象”；“秋天来了，万木凋零，一片萧条”，等等。

在这里，春天之所以到处呈现一派生机勃勃的景象是因为出现了新绿，而这一点新绿，将来又会成长出片片绿叶。

叶是植物体另一个主要器官。它着生在茎上，伸展在空中，叶的主要功

能是通过光合作用制造有机养料和蒸腾水分。

大家平常可能见到过很多种不同形态的叶，但总的来说，叶只有两类：一是正常叶，另一类是变态叶。正常叶中，从形态差异上来划分主要有针叶和阔叶。变态叶中有叶刺、叶卷须和鳞片叶。只有正常叶才能行使其特有的功能，而变态叶则已失去了它原有的功能。

我们在前面讲到叶具有制造有机养料和蒸腾水分的功能。虽然植物的叶片从外形上讲是多种多样的，但由于它们具有相同的功能（除变态叶），所以它们的内部结构基本上都是相似的。叶的结构主要由表皮、叶肉和叶脉三部分构成。

**表皮：**叶的表皮是由一层排列紧密而又无色透明的细胞构成，且表皮细胞向外一面的细胞壁上还有一层不易透水的角质层，有些植物叶表皮表面还有一层蜡质层，所有这些结构就保证了叶在能进行正常的光合作用情况下，不过多的散失水分和不受外来因素的伤害。另外，在叶的表皮层上，还有由两个月牙形保卫细胞所形成的叶的气孔，它是内外气体交换的门户。气孔的张开或关闭，是由保卫细胞所控制的。

**叶肉：**能进行光合作用的叶绿体就存在于叶肉细胞中，且含有大量叶绿体的细胞皆靠近叶的上表皮（迎着太阳光那面的表皮），这样便于充分地利用太阳光来进行光合作用。

没有任何一种植物的种子是绿色的，也就是说：在植物的种子中本来是没有叶绿素存在的，为什么种子在播种以后长出幼苗时，它的幼茎和叶子都呈绿色，也就是说在它们的幼茎和叶子中都有叶绿素存在，这说明叶绿素是在种子长成幼苗后形成的。长期的生活实践和经验告诉我们，叶绿素的形成是有条件的，第一个条件是阳光，另外一个条件是温度。下面我们举几个事例来说明这两个条件存在的必要性。

在日常生活中，经常能成为人们桌上佳肴的有韭黄、蒜黄和其茎被土埋着的芹菜。韭黄和蒜黄露天生产时，当它们还没有长出芽来就用东西严密覆盖，隔绝阳光。一段时间后，打开覆盖物，就可见颜色呈淡黄色的韭黄和蒜黄了。如果在它们发芽时不加任何覆盖，长成后就是韭菜和蒜了。从芹菜茎上也可以看到，没有被土埋到的部分呈绿色，而被土埋到的部分呈白色。另外，还有一个事例也能说明这个问题。马铃薯是在地下生长的块茎。如果在其生长中，把它的一部分露出地面，一段时间后发现，露出的部分变成了绿色。这些事例都充分证明了叶绿素的形成需要光。

在温带地区还可以看到一种现象，就是原来的树叶都是绿色的，怎么到了深秋后就逐渐变成黄色的了，这是什么原因呢？原来，温带地区存在着一年四季。春天，植物发芽后一直到夏末，温度一直都比较高的。而立秋后，气温开始逐渐转凉，绿叶中原有的叶绿素逐渐受到破坏，而新的叶绿素在还没有形成时，就又遭到破坏，这样叶绿素就会逐渐消失，而呈现出原来叶子里就含有的叶黄素的颜色。至于有些植物（如枫树、黄栌）的叶子到了秋季后却变成红色，是由于叶绿素受破坏后，其细胞液中又形成了一种新的色素——花青素，而花青素又呈红色的缘故。

**叶脉，**主要是起运输营养物质（包括水、无机盐和有机养料）和支持叶片的作用。

人们的生活每天都离不开植物，植物之所以对人类有如此巨大的贡献，其主要功劳还在植物叶子的身上，如果叶子不能进行光合作用，也就谈不上

营养物质的合成和贮藏，更谈不上对人类的贡献了。

另外，叶子在光合作用中，合成营养物质的同时，还放出氧气，供人类和其它动物呼吸。由此可知，植物的光合作用对人类是何等的重要，所以要求人们要爱护身边的一草一木。

人每时每刻都需要进行着呼吸，呼吸停止了，也就意味着生命活动的终结。经常有一些同学说，植物吸进二氧化碳，放出氧气。这只讲出了植物体光合作用的部分机理，却忽视了植物的呼吸作用。呼吸作用对于任何生物体来说都是非常之重要的，对植物体也不例外。如果植物因为水灾而被淹没，不能进行正常的呼吸作用，一段时期后，即使水被排掉，以后这些植物也会因长时间失去呼吸作用而不能继续存活。还有些不适应在多水地区生活的植物，如果长期的在水中生存（植物上部露出水面）也会因为烂根而死亡。如小麦、花生等。因为这些植物的根部在水中长期接触不到氧气进行无氧呼吸，从而产生大量的酒精在根部积累，导致植物根部腐烂。

大家可能会提出这样问题，有的植物为什么能长期处于多水的环境而不会死亡呢？如水稻、莲藕等。是的，这些植物不但不会因水而受害，而且是喜水的，这是因为这些植物有良好的通气设备。如上面提到的两种植物，它们地上部分的茎或叶柄叶面有大量的通气管道，可以把氧气运输到植物根部或地下茎，从而使它们的地下部分或浸在水中的部分能进行正常的有氧呼吸。另外，水稻的根由于长期的适应能够忍受长期的无氧呼吸。

不同的植物的呼吸强度不同。同一种植物不同生长期的呼吸强度不同。同种植物的不同器官的呼吸强度也不同，这是因为它们的新陈代谢的快慢而引起的差异。

且说无论是植物的光合作用，还是呼吸作用，它们的气体交换都是通过气孔来完成的。在植物的蒸腾作用中水份的散失也是通过叶面上的气孔来进行的。

植物的蒸腾作用在植物的生长过程中是非常重要的。

一、植物蒸腾水分时，水吸收大量的热，变成水蒸汽，可以降低叶面的温度，从而避免因阳光强烈而使组织灼伤。

二、促进植物体内水和无机盐的运输。一棵高大植物，体内水份和无机盐能到达几丈乃至几十丈的树冠，就是由植物蒸腾作用提供的动力。

三、促进植物根部对土壤中水和无机盐的吸收。

植物进行蒸腾作用，其蒸腾量是很大的。所以在移栽幼苗时，除了要尽量减少根部损伤以保证根的吸水功能以外，还应该设法降低蒸腾作用，以此来维持植物体内的水份平衡。故一般采取在阴天或傍晚进行移栽，或移栽后去掉一部分枝叶，勤给植物浇水等措施。

一株正常的高等植物在其营养生长期内就只由根、茎、叶这三部分构成。如果它的营养生长期过后而进入生殖生长期，植物就不仅具有根、茎、叶这三部分，还另外包括有花、果实和种子这三种器官。

花、果实和种子这三种器官不仅对于植物很重要，而且对人类的贡献也十分巨大。如果没有花，人类将失去一段五彩缤纷的世界；如果没有果实和种子，人类目前至少要有二分之一的人不会存在于这个地球之上，地球上的生物界也不可能发展到现在如此繁荣的地步。这三种器官为何有如此举足轻重的作用呢？这是由它们的性质和功能决定的。

花，具有鲜艳的颜色，不仅可以满足人们欣赏的需要，而且还可以借此

来招惹昆虫传播花粉，增加植物的受粉率。

果实和种子是花受粉后的结果，被子植物还由于双受精作用的存在，使得它在整个的植物界中占据极有利的地位。果实和种子为地球上很多种动物、特别是人类提供绝大部分的食物来源。有些植物的果实以味美、汁甜而惹人喜爱，也有一些果实更成为人们日常生活中餐桌上的佳肴。

果实从外形上青多种多样，为其繁殖的需要，有些植物的果实鲜美可口，而不具有这种特性的种子则挂身长满钩刺或其他一些特殊结构，以利于种子的传播。

我们前面介绍的几乎全是开花的高等植物。其实，低等的菌类植物也十分丰富，对人类的贡献也不亚于有花植物，如酿酒工业上用到的酵母菌；制酱用到的霉菌；还有医药上的青霉素来自于青霉菌；链霉素来自于链霉菌等。这些菌类植物虽然体型很小，在不借外界帮助而只靠肉眼的环境下，几乎是看不见的，但它们却具有极其重要的作用。还有现在越来越被人们所重视和喜爱的真菌，它们都具有极高的营养价值和医药价值，它们的生殖十分简单，生殖细胞是孢子，数目很多，一个孢子飘落到某处，不需要通过受精作用，只要条件适宜，就能生长成一个完整的菌体。

由上面我们介绍的内容可知，各种植物体都能进行光合作用，它们彼此之间相安无事，互不干涉，不会因为食物而你争我夺，各自按照自己的生活方式，在属于自己的那片土地上繁衍生殖。而动物因没有叶绿素而不能直接合成有机养料，所以如果动物要维持本身正常的生命活动，就必须不断地从外界环境中直接获取营养物质。

动物群体庞大，占世界生物总量的 70% 以上。然而，它也如植物一样，存在着低等和高等之分。下面就让我们先从低等动物谈起。

在动物界中，原生动物属最低等的，它是单细胞，生活在有机物丰富，水流速度缓慢的池塘或水沟里。如草履虫具有红色眼点，但不具有视觉能力，只能对外界光线有感应作用，草履虫虽然结构简单，但已可对外界环境的刺激发生反应。这也是动物区别于植物的主要特征，即是动物具有神经组织而植物没有，草履虫依靠着本身具有简单的神经网络，在游动中避开挡在它面前的障碍物。还有如变形虫也属于原生动物门中的代表动物。

原生动物门中的动物因属于单细胞生物，所以生殖作用比较简单，一个细胞分裂成两个细胞，这两个细胞各自发育成一个生物体，从而完成其生殖作用。

在低等动物中，存在着一类辐射对称的动物。它们属于腔肠动物门。如水螅生存在环境清洁且富有水草的池塘或小河中，形体很小，一般要在放大镜下才能显示清楚。身体呈圆筒状，伸展开约 1 厘米长，附着在物体上的一端称为基盘，另一端有口，口周有触手，触手能捕捉食物，身体呈辐射对称，是较原始而又低级的体型。体型有内、外两个胚层，中间是消化腔。食物由口摄入在消化腔中消化，不能被消化的或消化后的残留物也从口中排出体外。

水螅的生殖方式很简单，在外界环境条件适宜的情况下，在水螅的身体上会长出一些芽体，芽体逐渐长大后从母体脱落，成为新的水螅体，这种生殖方式叫出芽生殖。这种生殖方式属无性生殖。如果在环境条件不良的情况下则进行有性生殖。

腔肠动物门中还有海葵、海蜇、珊瑚等其他动物，它们不是生存在淡水



中，而是生存在海水里。

在低等动物中、存在着很多种营寄生生活的种类，它们主要寄生于人和其它一些高等动物的身体或肠道内，过着不劳而获的营生。如扁形动物门中的绦虫，线形动物门中的蛔虫等。因它们都是营寄生生活，所以它们身体的结构也发生了与寄生生活相适应的一些变化。如，都有吸盘，视觉器官、消化器官几乎已完全退化，而生殖器官特别发达。因它们寄生的是肠道，所以它们的虫卵大多存在于人和动物的粪便中，而粪便又常被人们作为肥料，施到庄稼或一些蔬菜上。所以为了避免这些疾病的发生，要求饭前便后要洗手。另外，熟菜和生菜要分开弄，以免虫卵混进食物中。

这里我们特别要提到的是猪肉绦虫，它体形长，成虫约 20—40 厘米，生命力强，正常情况下寄生于人体肠道内的绦虫可活 20 至 30 年左右。由于其结构独特，头部前方有一个吸附力很大的吸盘，吸盘周围有很多的小钩，大吸盘四周还有四个小型吸盘，所以固着能力极大。目前还没有任何药物可杀死它，如果一个人被绦虫在肠道中寄生，也只有通过外科手术的方法来去除。

通过绦虫的生活史可知，绦虫的幼虫主要存在于猪的肌肉中，这样的猪肉在切割时，有很多粒状颗粒脱落，这种猪肉被称为“米猪肉”或“豆猪肉”。人吃了没有经过暴煮的这种猪肉就会成为绦虫的寄主。所以，大家在日常生活中要特别注意饮食卫生。

蚯蚓、水蛭是在土壤、水田或水沟中常见的小动物，由于它们的身体是由许多环节所构成的，所以被称为环节动物。

环节动物不仅身体结构消化器官等比以前动物复杂得多，神经系统比以前动物也发达得多，已具有明显的神经节。

另外，环节动物具有根强的再生能力，如果身体一部分由于损伤而断去后，能长成一个完整的生物体。前面讲到的腔肠动物水螅等也具有根强的再生能力。

大家是否注意到，在蚯蚓身体的前半部，有一段在外部形态上与其它体节完全不同的结构，这一节就叫做环带。很久以前，在民间流传着一个关于蚯蚓这个环带来历的传说。

传说在很久很久以前，在一个深山中有个很古老的寺庙，这座山叫龙山，这个庙叫龙山寺。在寺中有位得道高僧，法号普渡，人们平常称之为普渡大师，他只有一个徒弟，法号慧源，与寺庙相比邻的有个山洞，里面有个修炼了很多年的蚯蚓精。不知从哪天起，这个蚯蚓精每天大约在四更天左右就开始鸣叫，久而久之，每次当蚯蚓精鸣叫时，普渡大师就把慧源叫起来做功课。就这样，小和尚每天要按时起来，半点偷懒不得。因此，慧源对这位不知身份的鸣叫者很是恼怒，决走要找个机会处死它。于是一天早晨，他很早就起来了，从寺中拿了一把方便铲，来到山洞里，等到四更天蚯蚓出来鸣叫时杀死它以泄心头之愤，约四更天左右，蚯蚓精像往常一样出来鸣叫，当即被慧源用方便铲断成两截。这天普渡大师因没有蚯蚓精的鸣叫而起得很迟。普渡大师很感意外，于是他来到山洞，想查看是什么原因，结果发现这条蚯蚓精不知何时已被杀伤成两段。当即这位得道高僧摸出身上仅带有的用以捆香的纸带，把蚯蚓的两截身体捆在一起，这条蚯蚓精因得到普渡大师的及时救治而得以重生，而这条纸带在蚯蚓精的身体上永久的存留下来。所以，现在的蚯蚓身体上就出现了那条很似捆香用的纸带的一条环带。

其实，从现代科学研究表明，蚯蚓身体前部的环带是具有生殖功能的生

殖带。蚯蚓属雌雄同体，但同一条蚯蚓的精子 and 卵细胞不能相遇，它们是异体受精，在蚯蚓的生殖作用过程中，生殖带起着决定性作用。

在动物界中，有一类动物不同于其它动物，它们的骨骼生长在身体的外部，身体内因没有骨骼而十分柔软，故称软体动物，如田螺、河蚌、蜗牛等。软体动物生长时，由类似于外骨骼而形成的贝壳也随着长大。在壳体上有一条条的环纹，叫生长线。河蚌生活越久，生长线也越多，河蚌贝壳上的生长线与温带植物本质部的年轮相类似，根据生长线大约可以判定河蚌的年龄。

如果把河蚌的贝壳打开，可以看到贝壳的内表面非常光亮，它是由与贝壳内面紧贴的外套膜分泌的珍珠质构成的。在河蚌生长过程中外套膜如果受到砂粒或其它异物的刺激，就会不断地分泌出珍珠质，把砂粒或其它异物等层层包裹起来，久而久之，就形成了珍珠。但是，对于自然生活的河蚌，这种机会是很小的，人们可用这种原理，人为地放置一些异物到它的外套膜内，进行珍珠的人工培植，以增大河蚌养殖的经济效益。

在软体动物中，还有一种生长结构非常奇特的动物——乌贼，它的头和足生长在一起，且它的足不是用来爬行或游泳，而只是用来捕捉食物。另外，它的运动方式也很奇妙，向后运动，当遇到敌害时，可以喷出浓稠的墨汁把周围的海水染黑而趁机逃脱。

在我们的意识中，一般都认为动物的骨骼是生长在动物体的内部，起支持和保护作用，而在骨骼上再生附着皮肉，起着运动和保护内部组织的作用。而我们这里将要讲到的是一类骨骼生长在体表的一类动物，因为它们的身体也象环节动物一样是由很多的体节构成，但存在外骨骼，且有很多明显的肢，故被称为节肢动物。节肢动物类群很庞大，存在也最广泛，空中、陆地、水中无处不有。因此，它们的食性也很杂，有以植物为食的，如蝗虫、粉蝶、蜜蜂；有以动物为食的，如蜈蚣等，也有既吃植物又吃动物的，如虾、蟹等。

且说内脏对于人类或其它高等动物来说是至关重要的，如果内脏中的任何一个器官受损伤或坏死，都会直接威胁到生命，然而，在动物界中却存在着一种把自己的内脏当作儿戏的随时随地都可以任意拿出来招待其它动物的动物，它就是在海洋中生活的棘皮动物门中的海参。

海参一般生活在海藻茂盛的海底岩石缝里或浅海底部的泥沙里，身体呈暗褐色，体壁柔韧，背部长有很多的刺，但是肉质好，全身没有任何防御性武器，当有敌害入侵时，它只有把大部分内脏从肛门排出，以此来转移敌害的注意力而得以逃避敌害，但它也不是那么大方的，因为它的内脏存在着惊人的再生能力，一段时间后又可以重新长出一副新的内脏来。

我们以上所谈到的这些动物都是比较低等的，它们的神经组织不发达，只有一些简单的神经网络或神经节。下面我们再谈一谈在动物分类中最高等的一门动物——脊索动物门。

在脊索动物中，文昌鱼是最低等的一种，形体很小，只有约 5 厘米的长度，头部不明显，没有上、下颌之分，身体呈半透明状态，有时在海水中游动，但大多数时间却把身体的下半部藏入海底的泥沙中，只露出头部在外面摄取海水中的某些浮游生物，是研究动物进化和胚胎发育难得的实验材料。

在脊索动物门中，除文昌鱼等一些低等的头索动物外，其它动物都具有完整的脊椎。脊椎动物的形态结构复杂，适应能力和运动能力都很强。因此，它们分布得很广泛，在江河湖海的水域中，从平原到高山的山地上，在辽阔的空中，无处不存在它们的身影，也无处不留下它们的踪迹。

脊椎动物在水中生存的主要是鱼类和一些水生哺乳类。

鱼类是脊椎动物中最低等的类群，全世界鱼的种类大约有 2 万多种，由于生存环境不同，分淡水鱼和咸水鱼。凡生活在江、河、湖泊中的鱼类，统统是淡水鱼。凡生活在海洋的鱼是咸水鱼。

因为鱼长期在水中生活，所以体形及很多器官都与水生相适应。如为在游泳时减小水的阻力，身体一般呈梭形或流线形，且体表覆盖着一层粘滑的液体。身体两侧有两行由鳞片上小孔组成的侧线，小孔内有丰富的感受神经，可以感知水流的方向和速度。有各种保持身体平衡的鳍（背鳍、胸鳍、腹鳍、臀鳍）和推动身体前进的强大尾鳍，鱼类的主要呼吸器官是鳃，呈栉状，由很多鳃丝构成，鳃丝内有丰富的毛细血管，水不断由口流入，再由鳃流出时完成鳃丝内毛细血管中的气体交换，如果水中含氧量过低，鱼则会因为缺氧而致死，所以在养鱼时，要特别注意鱼的放养密度，在运输鱼苗时，一般密度都很大，所以必须要间断地向水中通入一些氧气，或使水不断地大幅度波动以维护水中氧气的含量。

另外，在鱼的体腔内有一种调节鱼本身比重，可以使鱼在不同水层中停留的结构叫鳔，而这种鳔在有些鱼体内，还可以作为一种呼吸器官，如肺鱼。

肺鱼因其鳔具有肺的功能而得名，目前在澳大利亚、非洲、南美洲还存在。肺鱼通常也是在水中生活，用鳃呼吸。但当水干涸后，它就可以用鳔来维持一段时期的呼吸，但如果条件太过恶劣，肺鱼则可以通过休眠的方式来度过这般恶劣的时间，它休眠的时间是随着环境来决定的，最长休眠时间可达两年。

在脊椎动物中，鱼的种类最多，所以从食性、结构和生活方式上看也是五花八门。

如海洋中的比目鱼，它的幼鱼时期的结构同其他鱼类无异，而成鱼则变成扁平、眼转移到身体的一侧，常以身体的一侧贴在海底，等待食物，游泳速度慢，为不使敌害轻易发现，它的体色和身体上的图案可不断地随着环境的变化而变化，这种体色的变幻在生物学上叫保护色，而图案的变化则属于拟态。这也是它对生活环境的适应。

游泳冠军——剑鱼。剑鱼向来以游泳速度快而著称，它最高时速可达 100 多公里，因在它头前部有个很像剑的长骨刺而得名，其骨刺可在它的高速游泳中穿透 4 至 5 寸厚的木板。

海洋中的霸主——鲨鱼。鲨鱼以其游泳速度特别是仗其锋利的牙齿而横行海洋，以各种鱼类为食，有时还攻击海豚、海豹和鲸这样的一些水生哺乳动物，甚至攻击在海中游泳或在海洋中工作的人。

射击冠军——水枪鱼。一般在水中生活的鱼类，只能以水生动、植物为食，而水枪鱼则不然，它可以用嘴喷射出水箭，来射落河岸旁植物上正在休息的昆虫作为食物，而且眼线很准，几乎百发百中。

水质监测员——象鼻鱼。在非洲黑水河中生长着一种具有根长的吻的鱼类，因为它具有长吻，故被称象鼻鱼，在它身体尾部附近可以发出一种电波，且水质不同，发出电波的频率也不同。人们可以根据象鼻鱼身体上所发生电波的频率，对不同地区水域的水质进行监督。

两栖类。比鱼类稍有进化的一种类群。它们身体的结构不但适应在水中生存，更有先进的呼吸器官肺，使它们也适应于陆地生存。如青蛙、娃娃鱼等。

爬行类。生存和生殖已完全脱离水。其中有些种类也可以在水中生存，如扬子鳄、龟鳖等，但不能在水中呼吸。它们都属于冷血动物，也称变温动物。全身披满鳞片或角质化的甲，无尿液，这些特征主要作用是为了减少体内水分的散失。它们的生殖方式一般是卵生，也有少数是胎卵生，它们中有些种类的营养价值极高，如鳖蛇。也有些种类具有极高的经济价值，如扬子鳄，它的皮张是极好的制革材料。虽然从目前看爬行类动物种类和数量都不太多，但在地球的中生代，却是它们极其鼎盛时期，如已绝灭的恐龙和巨型蜥蜴。

鸟类。在高等动物中，唯一能依靠自己的力量，在空中飞行的一个庞大类群。由于地球上各地气候的改变，有的鸟类的栖息地也不断改变，这种鸟类称候鸟。如天鹅、燕子等。不随气候的变化而改变栖息地的，这类鸟称留鸟如麻雀、山雀等。鸟类身体的结构是流线型、骨骼中空，充气，体腔内有很多气囊和肺相通，不论是吸气还是呼气，肺内都进行着气体交换，不产生尿液，身体内只产生尿酸随粪便一起由泄殖腔排出体外，所有这些特征，都是与鸟类飞行相适应的。不同的鸟类，由于食性的不同，生活环境的差异，它们的结构特点也存在着一定的差异，如丹顶鹤属于水禽，以小鱼小虾为食，所以，为涉水并从水中捕食的需要，它有比其它非水禽的鸟类更长的腿和更长的喙。啄木鸟，以树孔中的小虫为食，有锋利的爪、坚硬的尾部及坚硬有力的长喙。老鹰是大家都很熟悉的凶禽，以一些小型动物或鸟类、蛇类为食，所以它生有强有力的翅膀，可以拖着一只小羊羔飞上天空，锐利的眼神，可以从 1000 多米的高空看到陆地上的兔子。最小的鸟类——蜂鸟，个体只和蜜蜂的个体差不多，有与彼采蜜的花的支气管形状一致的长喙，由于采花蜜时，需要在空中停留，所以在它翅膀上有与停留时振动相适应的关节。在鸟类中存在着一些种群，它们雌雄是整日在一起，终生不分离，相当于人类一夫一妻式的家庭，如果有一方死亡，则另一方也不能单独存活，这样的鸟类如鸳鸯、天鹅等。我们说鸟类都是在天空中飞翔的，但还有一种鸟，它终身不能飞行，只靠双腿奔跑，如鸵鸟。鸵鸟体型很大，一般生活在沙漠或荒漠中，属于奔跑冠军，它最高的奔跑时速可达 100 多公里每小时。但仅此速度还是不够的，如果遇到凶猛的敌害，被追得无可奈何时，它就把头一下子插进沙中，竖起尾巴，这时它的形态极像一棵在沙漠中生长的小树，借此来躲避追杀。在动物界中，大家可能认为，除人之外，其它的动物一般都是不会使用工具的，但在鸟类中，也有一种在沙漠周围生存的鹰会使用工具，这种鹰如果要是遇到一个鸵鸟蛋，想吃而又弄不开它时，鹰就会用嘴衔来一些石头，用石头砸鸵鸟的蛋直到把它砸开，再把喙插进被砸开的孔中吸取其中的营养。

鸟类种类也比较繁多，但无论是什么鸟，它们的生殖都是卵生的。而且不同的鸟类，它们的雏鸟出壳后的形态也不同，如鸡、鸭等，雏鸟出壳后，全身就长满绒毛，可以自己站立和觅食，这叫早成鸟。如麻雀、燕子等，它们的雏鸟出壳后，全身无毛，不能站立，食物来源依靠成鸟来供给，这样的鸟叫晚成鸟。无论是早成鸟还是晚成鸟长大后，都是全身披满角质的羽毛，羽毛的作用是用来调节体温和增加浮力等。

在脊椎动物中，最高等的一类应该算是哺乳类动物。

哺乳动物种类繁多，然而，就其食性而言，归纳起来大概只有这么几类：一是草食性哺乳动物，二是肉食性哺乳动物，三是杂食性哺乳动物。

一、草食性哺乳动物的种类也很多，如马、兔、牛、羊等等。

它们一般主要以野草，野菜及植物的幼嫩枝叶等为食，但它们的结构也不尽相同。

如兔，它们是多趾着地，门齿发达，由于体型小，易被捕食，为适应环境得以生存，它们的听觉十分灵敏，且可以转动耳廓方向来收听音波。

牛和羊是两趾着地，中上颌没有门齿，只有坚硬的齿龈来代替门齿，且胃生四室，前三者只能暂时贮存和软化食物，经四室才起到真正消化作用，具有反刍现象。

马只有一趾着地，其它趾全部退化，胃只有一室，不反刍，善奔跑。

总之，草食动物育肠都较发达，因植物中粗纤维含量较多，只有在盲肠中才能被完全消化。

二、肉食性哺乳类动物如，豺、狼、狗、狮、虎等，它们主要以草食性动物为食，有发达的犬牙，听觉和嗅觉都非常敏锐，四肢强健，善奔跑，性凶残。根据它们结构特点的不同，在分类上，它们所属的科目也有所不同。在动物界中，弱肉强食的现象，通常是在食肉目的哺乳动物和草食性动物中得以表现。

在哺乳动物中，最高等的应该算是灵长类动物了，它们一般都是植食性，也有些是杂食性的。人类又是灵长类动物中最高等的一类，具有复杂的思维能力和操作能力。能利用复杂的思维创造出很多的财富，如果说在中生代爬行动物已成为陆地的统治者，那么，更确切的说，现今的人类才是地球的真正主人。

生物进化到已有人类出现的今天，已经历了漫长的时期，生物以后还将如何发展，若干年后，地球上是否还能再出现比人类更为有智慧的生物。欲知后事如何，且听下回分解

## 第十回

### 细胞学说勃发无限生机 遗传工程展示广阔前景

生物学实验乃法成果辉煌，对生命现象认识大步前进。细胞学说确立具有划时代意义，孟德尔的发现奠定了现代遗传学的基础。基因工程成为热门领域，胰岛素人工合成梦想成真。

话说生物学的发展和其它学科一样，也是经历了漫长的时期，通过不断地观察、实验、研究，日积月累而形成的。

且说原始社会生物学的状况，原始人为了谋求自己的生存和发展，就必须不断地跟严酷的自然环境作斗争，在斗争过程中，他们逐渐认识到人类和自然界的关系。所以，一般认为原始生物学就是从对植物和动物的观察开始的。原始人对自然的认识一开始主要是凭直观的感性认识，对生物学的认识也不例外。原始人的认识水平十分低下，所以，原始人的生物学知识也是十分低下的。

原始人的生物知识虽然少得可怜，但这一阶段延续的时间却相当长，如果说人类的历史有二三百万年，人类处于原始社会的时间也差不多二三百万年，文字发明后，对生物学的认识有了文字记载，并流传下来，我们通过这些资料，可以知道古代生物学是怎样发展的。

古代生物学的发展也是很缓慢的，从根本上来说，和整个社会的发展有关。我国古代史的一个显著的特点就是长期停滞在封建社会中，虽然也曾有过灿烂的文化，但是缺乏产生近代自然科学的条件。在西方，基督教的黑暗统治更阻滞了近代自然科学的产生。但是西方到了 15 世纪下半叶，终于开始了一个新的时期——文艺复兴时期。在这一时期，产生了近代自然科学，其中包括近代的生物学。

近代自然科学在最初一个时期里的主要工作是掌握手边现有的材料。这一时期一直延续到 18 世纪，当时的人们主要还是从事于搜集和初步整理已有的大量材料，不仅仅是植物学和动物学的材料，而且还有解剖学和生理学方面的材料。至于各种生命形成的相互比较，它们的地理分布和气候等生活条件的研究，还几乎谈不到。到这一时期末，只有植物学和动物学由于瑞典博物学家林奈而达到一种近似的完成。这里所指的就是林奈创立了一种科学的生物分类方法和原则。

近代自然科学不同于古代零散的发现，这和科学的分类系统的采用有关。而近代的自然科学的另一特点是不同于古代的天才的自然哲学的直觉，这在很大程度上和科学实验方法的采用有关。

用实验方法揭示自然规律，用实验去证明古代学者在直观认识基础上所提出来的许多有关自然现象的思辨原理，也是自然科学发展本身的要求。因为凭直接观察很难得出明确的原则来说明事物的本质，所以人们要求在有控制的、人为的环境条件下进一步研究各种自然现象的真谛，以把握自然界的规律。实验是一切自然现象研究工作所必须遵循的方法。

倡导实验方法的科学思想不仅有助于思辨原理的阐明，而且也正是它促进人们从宗教神学教条的束缚下解放出来，对近代自然科学的发展产生不小的作用。从此，自然科学在各方面以比过去大得多的速度发展起来。

到 18 世纪，物理学特别是机械力学已经得到相当程度的发展，化学特别

是气体化学也有相当的进步。这些自然科学的成就大大推动了生物学的研究，出现了实验生物学的先驱，并且有许多新的发现。

下面，我们就分别来说说生物学在这一时期里应用实验方法取得的一些主要成就。

文艺复兴时期在生物学上的发展，有一个重要的方面是改造了人体解剖学。正是在倡导实验方法的科学思想指导下，人体解剖学的研究冲破了古代盖仑著作的束缚，而且不顾当时教会不准解剖人的尸体的禁令，从实地的人体解剖获得了许多重要知识。

著名学者、艺术家达·芬奇由于绘画的需要，就曾经解剖大量的尸体，获得了丰富的人体解剖的材料，他还提出要尽可能研究人体结构上的变异。

对人体解剖学的改造作出最大贡献的，是公元16世纪的比利时医生维萨里，他可以说是近代解剖学的创始人。

维萨里还在求学期间就突出地表现出他要以亲身的观察来获得解剖学知识的决心。他经常在深夜到郊外无主墓地或刑场去盗取残骨或尸体。他的这种做法被人发现以后，不得不离开祖国。

后来他到意大利的帕多瓦任教。他坚持进行解剖实验，积累了丰富、详实的实践知识，因此，他在讲课的时候能广泛的采用图画、骨架和实体标本来指出关节、肌肉和其他器官的轮廓，对正确传授解剖学知识起了重要作用。

维萨里不仅是一个杰出的解剖学家，还是个艺术家，他的书里的许多附图都是他亲自绘制的。他绘制的骨骼图，每一根骨头都会使你感到具有生命力，而肌肉图更富有生气。文艺复兴时期冲破了中世纪的宗教神学的精神束缚，但这付出了很大的代价。经过一系列残酷的斗争，维萨里以大无畏的精神冲破当时教会的禁令，向当时的权威和教条挑战，但他本人的结局是十分悲惨的。

维萨里的《人体的构造》一书出版后，一些守旧的“权威”们就十分震怒。他们咒骂维萨里是疯子，攻击他渎神。特别是教会当时还有很大的势力，它诬蔑维萨里，迫使他前往“圣地”那路撒冷去朝圣赎罪，在旅途中船只失事，维萨里就这样不明不白地死去了。

维萨里虽然被教会迫害死去了，但是他一生的光辉的业绩，他的著作《人体的构造》，却是教会所抹杀不了的。继维萨里之后，在人体解剖学方面，意大利的解剖学家布里修斯和西班牙医生塞尔维特等都有许多新的发现，并且逐步从解剖学的观察转到研究机体的生理活动上来。特别是心脏和血液流动的问题引起了许多人的注意。

塞尔维特抛弃了当时盛行的关于“圣子、圣父、圣灵三位一体”的教义，否认人体里存在三种灵气的说法，认为血液里只有一种灵气，这就是人的灵魂。虽然在今天看来“灵魂”是不科学的说法，但这在当时已经是一种“离经叛道”的思想了。塞尔维特的发现触犯了当时被教会封作权威的盖仑著作，褻渎了“三位一体”的教义，被看成是异端邪说，在1553年被宗教法庭判处火刑，就这样被活活地烧死在火刑柱上。

但是教会的迫害阻止不了科学的进步。17世纪初期，英国医生哈维发现了血液循环，哈维在前人研究的基础上，通过他自己的科学实验，明确地提出了血液在人体里通过心脏而循环进行的见解。

哈维的发现是破旧立新的创举，需要有很大的勇气才能做到。哈维的这个重要发现不是靠思辨，也不是靠先验的推理，而是靠一系列的实验，因此

它有说服力地纠正了盖仑关于血液循环的错误论断，确定了现在大家公认的科学的血液循环观念。

17 世纪后期，由于显微镜的发明和应用，更加证实了哈维的重要发现和他提出的预言——动脉和静脉之间有极细小的血管分枝来连系的科学预见。

15 世纪后半期，化学从原始形成——炼金术进入到一个新的时期——制药时期，这一时期延续到 17 世纪。

制药时期，德国的著名医生西尔维斯曾试图进一步用化学来解释动物的活动。他认为生命现象可以从化学的观点来解释，一切生命活动都可以用酸和碱或酵素的作用来表述。在他看来，生理的发酵和把酸倾注在铁屑上所发生的沸腾现象是同类的，按照这样的观点，他把消化和呼吸都解释成纯化学的过程，并且用胃液、唾液等作实验，增进了人们对消化过程的了解。

16 世纪到 18 世纪，不仅人体和动物方面确立为科学，有很重要的进展，在植物生理学方面进展也是不小的。

早在 16、17 世纪，就陆续出现了对植物生理现象的研究，并且取得了某些有价值的成果。

比利时化学家、医生赫尔孟特有一个著名的“柳树实验”，阐明水是生成植物的真正元素。他在一只装有 200 磅泥土的盆里，种了一根 5 磅重的柳树截枝，并且不断给它浇水。5 年以后，这根柳树长成一棵 169 磅重的柳树，而盆里的泥土重量没有什么变化。因此，赫尔孟特得出结论说，既然盆里只加进了水，那么柳枝重量的增加必定是由于吸收了水分造成的，说明水分是植物必需的营养物质。

17 世纪以后，由于显微镜的发明和应用，在发现细胞和各种微生物的同时，列文虎克和德格拉夫等相继发现了动物的精子和卵子。后来意大利博物学家斯帕郎札尼又揭示出精子在卵子发育中的作用，他把狗的精液加以过滤，剩下的滤去精子的滤液不能使狗受精，这样就得出精子参与卵子发育的结论，明确了动物的性过程。

显微镜下的生物学研究既然发现了细胞，发现了复杂的有机体是由一个简单的细胞发展而成的，很自然地吸引许多学者试图用显微镜去观察生物的个体是怎样发生的，去探索怎样从一个简单的细胞发展成为复杂的有机体。

18 世纪出现的“生物变化说”继承而且发展了古代朴素的生物进化思想，但是它仍然不是科学的进化论。因为它只局限于物种转化这样一个简单的思想，没有发展到关于物种历史发展的观点。也就是说，生物变化说虽然承认物种的变异性，但是它常常不考虑变异的历史继承性，认为物种的变异是没有方向的，可以向任何方向发展。

当时法国著名的哲学家狄德罗在《达兰贝尔和狄德罗的谈话》这部著作里有句话很好地表达了这种思想。

近代生物学从 15 世纪下半叶开始，到 18 世纪这一段时期里，如前所说，人们主要还是从事于搜集和初步整理大量的材料。通过整理动植物材料，提出了科学的分类法，使植物学和动物学达到了一种近似的完成。在解剖学方面，由于实验方法的应用，发生了重大的变革。由于物理学和化学在这一期间有了初步发展，它们开始影响到生物学的研究。显微镜的发明为生物学研究提供了有效的工具，使它开始进入微观领域。化学知识又为动物学和植物学的深入研究奠定了一定的基础。而生物进化论的思想虽仍然缺少科学的论证，但是已经比古代朴素的全属思辨性的进化思想大大前进了一步。



在这一时期里，在生物学的知识上，以至在材料的整理上，都高过了古代，但是在理论地掌握这些材料上，在一般自然观上，却反而低于古代。

如果说 18 世纪的生物科学还是停留在研究生命活动的各种表面现象、集中在搜集和积累事实资料方面，还不能对有机界历史发展的观点加以科学的确定，那么，到了 19 世纪，人们对生命现象的认识就大踏步地前进了。这具体表现在寻找各种生命现象之间的历史联系，并且对积累起来的事实资料作出现实理论的概括。如生物学、比较解剖学、比较胚胎学、细胞学说和科学进化论等都是 19 世纪的产物，孟德尔遗传定律也是在这个世纪发现的。

生物学上的这些重大成果说明，在 19 世纪，生物学也同其他自然科学一样，正处在一个走向成熟的黄金时代。

19 世纪以后，由于显微技术的改进，特别是 1830 年相差显微镜的应用，很适于观察没有经过染色的活细胞的结构，才使过去多半是简陋、粗糙、片面的死细胞的研究，进步到多样、精细、全面的活细胞的研究上来。早在 1809 年，法国植物学家米尔伯，在用显微镜观察细胞构造的时候，就发现细胞空腔中有一种均匀的物质。1831 年，英国植物学家布朗用改进了的显微镜观察植物表皮细胞，第一次看到了细胞核。接着，1835 年，法国学者杜扎当在观察活的根足虫等原生动物的时候，发现它们是由一块柔软的物质块所组成，它能改变形状伸出伪足用来捕捉食物或者移动位置。他把这样的一种细胞内容物叫做“肉浆”。差不多同时，捷克人普金奇用显微镜观察了母鸡卵中的胚核，发现动物的组织在胚胎中是由紧密裹在一起的细胞质块组成的，并且使用“原生质”一词来表达细胞里面基本的没有分化的物质。1846 年，冯·莫尔也把这种细胞膜以内可以区分出液状的中心部分，叫做原生质或细胞质。

在发现细胞以后的很长一段时间里，虽然人们积累了不少观察材料，但是还不能对它们作出理论的概括，特别是在当时盛行的形而上学思想的束缚下，生物学家一般还习惯于旧有的宏观解剖学的研究方法，把有机体分解成系统、器官组织来研究它们的结构和机能，认为“组织”是有机体的组成单位，还没有深入到细胞个性的研究。

1838 年，德国植物学家施莱登在他的《有关植物发育的资料》一文里，描述了植物的胚囊细胞，并且对当时所积累的实际资料加以总结，得出一个重要的结论：一切植物有机体都是由细胞发展出来的；它们的一切组织上的构造只有从细胞出发才可以解释。

1839 年，德国动物学家施旺把施莱登的这个重要结论推广到整个世界。他在《关于动物和植物在构造和生长上相适应的显微研究》专著中，对前人和他自己观察到的有关动植物有机体显微构造的资料进行了系统的理论概括。他说：植物外部类型虽然是极其多样的，“可是实际上处处都是同一的东西——细胞所构成的”。从这以后，动植物界有机结构的统一性就不再是哲学的论断，而是自然科学的事实了。

细胞学说的确立在生物学发展史上是具有划时代意义的事件。它不仅用有机体的显微构造证明了有机界的统一，揭示了动植物的共同起源，从而在细胞层次上打开了形而上学的自然观的一个缺口，促进了人们对自然过程相互联系的认识；而且，有了这个发现，有机的、有生命的自然产物的研究才获得了巩固的基础。

自从 17 世纪显微镜被应用于生物学的研究以来，在相当长的一段时间

里，显微镜技术没有什么重大的进展。当时显微镜存在的问题是镜片的色差。一个没有色的东西在显微镜下观察会闪烁着各种颜色，象彩虹一样，以致对观察结果往往产生许多误解。

1827年，意大利的阿米奇和其他人制成了改进的消色差显微镜，即相差显微镜，为生物学的研究开创了新的局面。用这种相差显微镜能观察透明或半透明的活细胞。由于相差显微镜的应用，能更深入地窥探细胞的内部结构，所以相继发现了细胞核和原生质，以及种种过去不知道的细胞内部的构造和生理过程。

由施莱登所概括的细胞学说，是近代生物学的理论基石之一。它揭示了有机界的一个普遍的规律，就是有机体的各部分不论怎样不同，都是由细胞构成的。细胞是有机体发育的起点，是整个有机界形态形成的基础。

在细胞学说的启迪下，人们认识到研究细胞的结构和生理是阐明各种生命现象的途径。于是，细胞水平的生物学的研究进展很快，有不少新的发现。19世纪40年代初期，雷马克在观察青蛙发育的时候，认识到蛙卵是一个细胞，通过分裂而形成新的细胞。1848年，德国植物学家霍夫迈斯特在花粉母细胞里看到了核的分裂现象。1873年，另一位科学家许乃德尔观察到马蛔虫卵有丝分裂的一些重要阶段，第一次描述了有丝分裂的过程。后来，他们的发现被弗莱明所证实，阐明了细胞的有丝分裂方式。接着，在19世纪70年代，赫特维奇和斯特拉斯伯格等人还发现在动植物受精过程中，精卵细胞的原核融合现象；80年代，范贝纳登和布维里等进一步把注意力集中在核染色体上，发现同一物种所有个体的染色体对数是相同的、稳定的，并且许多生物体同一个核内不同染色体对的大小、形态也有明显的区别，从而提出了染色体的个体性和连续性的假设。同时他们还发现在性细胞形成过程中，染色体有减数分裂的现象。减数分裂是有丝分裂的一种，在生殖细胞成熟的时候，都发生减数分裂。经过减数分裂，生殖细胞中的染色体数目减少一半，此外，范贝纳登、布维里和高尔基等又相继发现了中心体、线粒体和高尔基体等各种细胞器，并且初步认识到它们跟细胞的一些生理活动有关系。这些细胞学的成就，为以后生物学研究集中到细胞上来而打下了牢固的基础。

进化论思想渊源很早，古代就已经有关于生物进化的观念，但是它是建立在直观基础上的对自然界的朴素认识，变化很大，还没有定型。

直到19世纪初，进化论才有比较系统的表达，具有了稍微确定的形式，正如恩格斯所指出的，“和康德攻击太阳系的永恒性差不多。”同时，卡·弗·沃尔弗在1759年对物种不变进行了第一次攻击，并且宣布了种源说。但在他那里不过是天才的预见的东西，到了奥肯、拉马克、贝尔那里才具有了确定的形式，而在整整100年之后，即1859年，才被达尔文胜利地完成了。”这以后，相继出现法国著名生物学家拉马克的“用进废退”和“获得性遗传”、达尔文的自然选择学说。达尔文胜利地完成了科学进化论，但这只是相对而言的，实际上，在达尔文以前有许多学者有生物进化的思想，达尔文学说中的缺陷或不完善是存在着的。这和当时的科学发展水平有关系，当时细胞学说虽然已经建立，但是研究有机体遗传和变异规律的科学还没有发展起来，人们对于支配遗传的定律还不很了解，对有机体个别变异原因的认识也很肤浅，因此，达尔文在表述他的进化论时，只强调了个别个体的变异怎样得到保存和发展，而对引起个别个体发生变异的原因研究得不够或解释不够全面。

随着遗传学的进展，到 20 世纪三四十年代，人们已经有可能把遗传学的成果同达尔文的自然选择学说有机地结合起来，使生物进化的理论提高到一个新的水平，出现了综合进化论或叫做现代达尔文主义。达尔文在确立他的进化论的时候，也接触到遗传和变异的问题。他首先肯定变异的普遍性和遗传的累积作用，并且把变异区分成一定变异和不定变异，认为不定变异是自然选择的主要对象，是生物进化的主要材料。到 19 世纪后半叶以后，同细胞学的发展相适应，遗传学的研究明显地同细胞学联系起来，大致沿着两个方向发展。一个是侧重外界环境的作用，发展了拉马克关于环境条件在生物进化中起主导作用的观点；另一个是认为变异主要取决于有机体内部的遗传物质的变化。

在 19 世纪的后半叶，欧洲一些生物学家对遗传奥秘的探索是引人注目的，对遗传学的发展起过一定的作用。但是，这些关于遗传理论的解释所做的尝试有一个共同的弱点，那就是缺乏可靠的实验作为依据，只是偏重于理论的探索，而在这方面真正做出重大贡献的还是 19 世纪末奥地利的遗传学家孟德尔。

孟德尔通过豌豆杂交实验得出遗传因子即基因重组的理论，奠定了现代遗传学的科学基础。孟德尔研究生物遗传现象时，把杂交试验的结果跟统计学的方法紧紧结合起来，从分析实验结果，揭示出隐藏在数字后面的规律，为现代遗传学奠定了坚实的科学基础。可以说，孟德尔的发现同样是生物学发展史上一个重要的里程碑。

沿着孟德尔所开创的遗传学道路前进，20 世纪以后遗传学得到了惊人的进展，并极大地丰富了生物学的内容，推动了现代生物学的发展，下面我们将作一简要的介绍。

20 世纪初生物学的巨大变革，是同 19 世纪末物理、化学上的一系列发现分不开的。新技术在生物学领域的应用所起的作用不是单方面的，而是互相影响的。这些新技术在解决生物学问题的同时，也促进了它们本身的提高和发展。

却说病毒是在 19 世纪末发现的一种微生物。1892 年，俄国细菌学家伊凡诺夫斯基在研究烟草花叶病的时候，发现把病叶的液汁滴在健康的烟叶上，能使它得病。但是这种病毒很小，能通过孔隙很小的滤器。当时，他认为滤器有毛病，让细菌通过了。1897 年，荷兰著名的细菌学家贝杰林克重复这个实验，他断定这种病菌能通过滤器，把它叫做滤过性病毒。

1935 年，美国生物化学家斯坦莱和英国生物化学家鲍登首次提纯烟草花叶病毒，还得到了它的结晶体。从此以后，病毒的研究进展很快，取得了越来越多的成就。目前已经有病毒学专门研究病毒的形态、构造、增殖、遗传、变异等生物学特性，以及病毒发生、发展的规律。根据现有资料，不论是动物病毒、植物病毒还是细菌病毒，它们都没有典型的细胞结构，形态很小，而且结构简单，外面是由蛋白质组成的外壳，里面包含有核酸。病毒是在细胞内寄生的，离开了细胞，病毒没有任何生命表现，好像是一个无生命的颗粒。因为病毒本身没有一套完整的酶系统，也没有建造新病毒所需要的原料。

但是病毒一旦进入细胞，它就能够利用细胞的原料，改变细胞的代谢途径，使细胞不再合成细胞本身的原生质，而产生病毒。

本世纪以来，随着生物化学、生物物理学和分子生物学等学科的进展，对大脑机能的研究逐步深入到内部机制，找到了和外部表征相应的内在物

理、化学过程。早在 18 世纪 80 年代，意大利的学者伽伐尼最早观察到离体的蛙腿肌肉的电现象。他发现，如果用金属导体在已经制成标本的蛙腿肌肉和神经之间建立通路，那么肌肉如同莱顿瓶通过放电的时候那样发抖，这就是我们平时所说的“生物电”的表现，从此开辟了电生理学的研究。

由于生物电现象是十分普遍的生理现象，生理学家就常常把它作为指标来研究各种器官，特别是神经系统的活动方式。

大家也许已发觉现代生物学的面貌和过去的生物学有很大的不同。在过去生物学的研究中，由于研究手段的限制，多半停留在描述性和思辨性阶段，而对于生物体内发生的物理、化学变化，以及对亚细胞结构和生物大分子的研究，却很难深入下去。

本世纪以来，特别是第二次世界大战之后，随着物理学和化学的进展，以及新技术在生物学中的广泛应用，才克服了过去研究中的许多困难，使生物学得以迅速地向纵深发展。此外，在新的条件下，不少原来从事物理学或化学研究的科学家，纷纷涌向生物学领域，把物理学和化学的学术思想和实验方法带到生物学中来，启发人们从生物大分子体系的结构、能量和信息三方面去探索生命的奥秘，使研究生命的科学思想发生很大的变革，开创了生物学研究的新局面。

从本世纪 50 年代以来，围绕着蛋白质和核酸的结构和功能的遗传学研究，分子生物学应运而生。分子生物学是一门在分子水平上研究生命现象的物质基础的科学。它主要是指蛋白质和核酸的结构、功能的研究，也涉及到对各种生命过程深入到分子水平的物理化学分析过程。

分子生物学的诞生对于生物学的发展、影响是十分深远的。分子生物学兴起的时间并不算长，但是它已经渗透到生物学的各个领域，并且产生了一系列的新兴生物学科，如分子遗传学、分子细胞学、分子神经生理学和分子分类学，等等，使整个生物学的面貌发生了惊人的变化。

伴随着分子生物学的诞生，在生物学中出现了一种新的思潮，认为一切生命现象最终都可以分解或者还原到分子水平甚至电子水平，进行物理、化学的分析；物理学和化学是阐明一切生命现象的基础。现在，人们已经越来越多地把生命现象当作物理学和化学那样用科学方法来处理，并且更多地把生物学的思想转向了解生命基础的种种物理学和化学的程序方面来。

在对生命的共性、本质有了更多了解的基础上，从本世纪三四十年代起，特别是 60 年代以来，人们常常用“生命科学”一词来代替“生物学”。生命科学作为一门研究、利用和改造生命的科学，它更加突出和强调了这门科学是研究维持生命现象的本质。这是过去的生物学研究所不能比拟的。

从微观领域研究生命现象，这只是现代生物学研究的一个方面，现代生物学研究的另一个方面，是不断地深入和扩大对宏观领域的研究。种群、群落、生态系统，甚至生物圈和宇宙空间都是现代生物学研究的范围。

在现代生物学的微观领域中，基因工程已成为一个非常热门的领域，现举一例——胰岛素的生产。

什么是胰岛素？它是由人或动物的胰岛郎氏细胞产生的一种激素。第一个被确定的是牛胰岛素的分子，胰岛素的人工合成，在分子生物学理论上具有重要意义；而它的生产，在实际生活中，也居于难以想象的重要地位。

胰岛素在生理上的功能是降低血糖的浓度，缺乏时就会发生糖尿病。所以，胰岛素一向是医学上治疗糖尿病的特效药。据统计，在美国，约有 200

万人患这种病，而且，此病的死亡率仅次于癌症和心脏病，居第三位。可见，生产足够数量的胰岛素是于人们健康所必须的。

虽然人工合成胰岛素是具有重大意义的科研成果。但是，它的造价相当昂贵。如，要合成仅供用于分析它的组成和性质这样少量的胰岛素，所需经费竟可与登上月球的经费相比拟，可见，靠人工合成胰岛素，怎么可能治愈如此众多的糖尿病患者呢？所以，现在世界上都是从牛、羊或者猪的胰脏中来提取。即使如此，50 公斤胰脏也只能提取出 1 克成品。仍然是成本高而数量有限。因此，对于为数众多的不幸患者，还是无济于事。

为造福于人类，一些遗传学家正夜以继日地紧张地工作着，企图通过基因工程解决这一迫切的现实问题。令人兴奋的是，这项攻关已获初步成功。1977 年 6 月，美国加州大学的阿雷等人，用大鼠胰岛细胞的 mRNA 作模板，通过反转录技术，获得了胰岛索基因，进而与载体重组，引入大肠杆菌，建立起无性繁殖系。紧接着，1978 年 9 月，埃特库拉等，利用化学方法合成人胰岛素基因；引入大肠杆菌后，分别成功地合成了胰岛索的两个链，每个细胞大约有  $10^5$  个分子之多。经化学方法剪切、提纯后，获得了具有 21 个氨基酸的 A 链和具有 30 个氨基酸的 B 链。再经进一步处理，构成一个完整的胰岛素。如果说，在大肠杆菌中产生出人脑激素是基因工程的第一次成功，那么，人胰岛素在大肠杆菌中合成，则是继它之后基因工程的又一重大突破。

此项研究的成功，为利用大肠杆菌进行胰岛素生产迈出了可喜的一步。它不仅震动科学界，而且，引起一些先进国家首脑和实业家的高度重视。美国已经成立了基因公司。至于建厂投产，只是指日可待的了。

由此可知，小小的细菌竟能给人们带来神话般的福音，实际上全靠质粒引入的胰岛素基因。它靠的是外源基因来合成胰岛素，这真是“借花献佛”了。

胰岛素的人工制造的实现，无非只是闪烁了一下基因工程的一点火花而已。遗传工程的前景将是十分灿烂辉煌的。

随着遗传工程的理论逐渐完备，技术不断得以改进，生物学不仅仅是学院式的基础理论，遗传工程更不是好奇的科学家们的试管里的秘密了。大家也许早已注意到，它将会给人类的生活、生产带来广泛而深远的影响。如果说，从 70 年代以来，以大规模的集成电路为基础发展起来的计算机、电脑技术以及光导纤维通信、卫星通信所构成的信息技术影响最广泛的话，那么，可以预测，到下一个世纪，由遗传工程带动起来的生物技术，将会导致生产体系以及经济结构飞跃的变化。

大家也许会产生疑问，真会产生这么大的威力吗？

要回答这个问题，我们必须先来谈谈当今社会日益突出的问题。

由于工业化的发展，机械、化工等先进技术给人类的物质生活带来了兴旺和繁荣。可是，随着工业化的发展，农药、杀虫剂的广泛使用，塑料产品充斥市场，将使环境和食品造成严重污染；工厂废气、废水的排放，将会带来灾难性的后果。难怪，仅在美国，化学工业竟投资 10 亿美元用于控制污染或研究预防措施。这是其一。

半个多世纪以来，能源的开发，主要集中在化石燃料的开发。可是，就世界来讲，化石贮备总是有限的，人类已经预感到，化石能源枯竭这灾难的一天正在逼近。因此，寻找新的取之不尽而又不污染环境的生物能源，是一项迫不及待的任务。这是其一。

食品短缺是人类长期以来没能解决的严重问题。特别是占世界人口总数70%的发展中国家，人口还在增长，据估计，到本世纪末，将占总人口的85%左右。因此，从现在到21世纪初，粮食生产至少每年需要增加3%左右，否则，食品短缺的状况不会有明显的改善。

可见，从发展的眼光来看，环保、能源、食品三大危机已构成全球性的社会问题。人们也已经充分认识到了，利用化石能源和化学工业科学的新技术，不会给人类带来持久性的繁荣，而生物工程新技术将成为今后的重要出路之一。

那么，遗传工程究竟会给人们带来些什么呢？下面我们分别从医学和食品方面看看它所展示的魅力。

我们在前面谈过，胰岛素的合成的实现，这不仅预示着激素生产有可能实现工业化，更令人欢欣鼓舞的是，他们选中了单细胞的大肠杆菌作合成新药的“工程师”。正象美国科学院院长汉德勃高兴地称颂一样，“这是科学史上头等重大的胜利”。鉴于这一成就，美国在鲍伊尔博士领导下，已经成立了基因公司，正在着手建厂投产。

激素的生产，过去一直靠从动物的器官中提取。来源困难，产量极低，价格昂贵。大约从1万头羊中仅能提取1毫克脑激素的成品。科学家们估计，他们第一次分离得到的促甲状腺素释放因子，每毫克的成本比阿波罗十三号从月球上带回来的1公斤岩石还要贵上2至5倍（阿波罗探月计划共花去美元20亿）。现在，用大肠杆菌来生产生长抑制因子，1公斤大肠杆菌培养液中得到的产品可代替50万只羊。再说人类脑生长素，如果用含这种基因的微生物进行生产，从450升发酵液中获得的产品，竟相当于来自6万具尸体的全部产量。不难看出，基因工程的成就，确实是医药生产中的一个重大突破。

干扰素，大家大概听说过，不过，这个名词往往给人一个误解：干扰，不就是捣乱吗？所以常常被人们理解成只起消极作用。如果你要是也这么想，那可就大错特错了。我们这里所说的干扰，是指抗拒病毒，对病毒的生活产生破坏性作用。干扰素是受病毒感染的细胞的基因转录、翻译出来的一种蛋白质，专门用来对付病毒的。也可以说，因为它能干扰病毒在细胞内的生活而得名。

干扰素虽在1957年就被发现，由于得不到足够的数量，致使在临床上的价值长期没有确切的结论。如今，利用基因工程已能较大量地生产，其临床效果正在测试之中。干扰素的类别有三种，即、和。现在已获悉，一干扰素对某些癌症有作用，经研究，有希望用来预防感冒。一干扰素可治疗带状疱疹。——干扰素，人们对它寄予厚望，体外试验证明，它能抑制癌细胞。目前，人们正在试验三种干扰素混合使用的效果。

癌症，曾被视为“不治之症”。每年世界上死于癌症的有200至300万人。一提起癌症，人们便如惊弓之鸟，甚至毛骨悚然。的确，它对人类的健康造成了严重的威胁。

那么，什么是癌症呢？所谓癌症，就是恶性肿瘤。世界上，每年有1%的人患肿瘤。一般来说，肿瘤可以分成良性和恶性两大类。所谓恶性，由于肿瘤细胞发展迅速，引起其他疾患，从而导致死亡。癌症的种类，细分起来有上百种，在医学上，由于起源的部位不同，又给它们不同的名字，起源于上皮组织的叫癌，起源于间叶组织的叫肉瘤，血液细胞的癌变常称作白血病。由于癌比肉瘤更多见，所以，一般就把恶性肿瘤统称为癌。

现代科学研究表明，成癌的原因有三个：环境因素、病毒和遗传因素。分子生物学的研究证明，凡是引起基因突变的因素，都能引起癌变。致癌病毒在动物中已经发现的有 100 多种，它们的遗传物质以 RNA 为多数，如：白血病毒就是含有单链 RNA 的病毒。

那么，遗传工程究竟又与癌症的探索有多少关系呢？现举两例说明。

美国学者柯皮洛斯基和盖拉德用猿猴的被空泡病毒感染的细胞做了实验。这种细胞是从莱许氏综合症患者身上取得的，该细胞的特点是缺少次黄嘌呤鸟嘌呤磷酸核糖转移酶，因此使人致病，患者症状是智力迟钝和脑麻痹，往往自毁容貌，因而又称自毁容貌综合症，它是属于隐性遗传病。患者的这种细胞，由于缺乏次黄嘌呤鸟嘌呤磷酸核糖转移酶，所以，在细胞培养时，它不能在次黄嘌呤、氨基嘌呤和胸腺嘧啶核苷的培养基中生活。研究者利用细胞融合技术，使这种细胞与小鼠细胞融合，不过，这种小鼠细胞是缺乏胸腺嘧啶核苷激酶的，它在上述培养基中也不能生活，但是，当这两种细胞融合形成杂种细胞后，却能在上述培养基中生活。显然，实验证明，小鼠细胞缺失的酶能从人细胞中得到，而人细胞中缺失的酶也能从小鼠细胞中得到。

他们的实验结论是什么呢？那就是猿猴空泡病毒能把人的正常细胞转化成癌细胞。

另一个实验是美国宾州医校的布伦斯特斯和费城癌症研究所的埃勒门斯所做的。他们把一种灰鼠的细胞注射到黑鼠的胚泡内。这里用的灰鼠细胞是一种叫做畸胎瘤的细胞；黑鼠细胞是完全正常的。

同样，他们也给这个注入瘤细胞的小鼠胚胎找了个“养母”。就是说，把它用外科手术方法移植到另一个小鼠的子宫里。“养子”出生以后，研究者对它进行了分析，它的细胞有两种来源，一是灰鼠的瘤细胞，一是黑鼠的正常细胞。令人感兴趣的是某些基因的产物，如血红蛋白和免疫球蛋白，都是灰鼠的。可是，“养子”并未长瘤。这是为什么呢？实验说明，畸胎瘤的发生，并不是基因的突变，而是基因功能的改变。因为，它在适宜的条件下又恢复正常了。

遗传工程对癌症的研究帮了大忙。它使我们了解到：突变细胞之所以具有无限增殖的能力，以至成瘤，有几个原因：一、控制增殖的结构基因发生突变，因而使调节基因对它失去控制；二、调节基因发生突变，不能产生有效的阻遏物，于是，控制增殖的结构基因不间断地进行转录和翻译；三、致癌剂、病毒等作用于调节基因形成的阻遏物，使其失效，结果也导致细胞无限增殖而成瘤。

大家可以看出，遗传工程已成为分析肿瘤病因的强有力的工具。特别是，通过遗传工程看到，癌细胞具有逆转为正常细胞的可能性，例如猿猴空泡病毒引起的小鼠肿瘤细胞，在温度高时可逆地转为正常细胞，使人们坚信，癌症的治疗无疑是可能的。

在医学上，直接造福于人类的莫过于提高人们的健康水平。

曾经说过激素的生产，是着眼于治疗或预防。但是，事实上，有些疾病是先天的，其中，许多是遗传病。

目前，已经了解的遗传病就有 3000 来种，遗传病发病率之高，更是惊人的。在美国，患遗传病住院的人数，约占病床总数的 1/4。在我国情形如何呢？建国以来，由于卫生事业的发展，政府大力加强对传染病和流行病的预防和控制，使这些病的发病率大大下降，有的几乎消灭。相比之下，遗传病

的相对发病率就显得逐年增高。从北京市对 15 岁以下儿童五种主要疾病的调查资料来看，先天畸形竟占 23.5%，成为第一位；恶性肿瘤占 8.2%，居第四位。仅此两项就占全部死因的 1/3。可见，遗传病已经成为当代医学面临的一个严重问题。

那么，遗传工程将怎样为遗传病的防治做出贡献呢？自然，这也是遗传学家致力于研究的重要领域。还在遗传工程发展的早期，就有人提出对遗传病进行“基因治疗”的问题。

在此，我们再通过一例——半乳糖血症，来介绍一下遗传工程与遗传病治疗前景的关系。

半乳糖血症，从遗传学上来讲，是由隐性基因控制的一种代谢障碍疾病，由常染色体遗传。发病原因是由于患者不能合成一种叫半乳糖磷酸尿苷转移酶的蛋白质，这种酶的作用是使半乳糖进行正常代谢。因此，婴儿出生后，进食不久即发病。因为婴儿吃奶时，奶中含乳糖，乳糖在体内进一步被分解成葡萄糖和半乳糖。由于患者恰恰缺乏转变半乳糖的酶，致使半乳糖代谢发生障碍。其临床表现是，哺乳数周后即出现呕吐、腹泻，接着可发现肝肿大，发育不良，再严重可以产生白内障，智力低下，如不及时治疗婴儿通常夭亡。

对于这种遗传病，科学家们利用基因工程的方法，进行了各种探索。1971 年，美国国立精神病研究所米瑞尔作了这样一项研究，他把噬菌体插入大肠杆菌染色体乳糖操纵子附近。然后，让获得的这种噬菌体去感染半乳糖血症患者的离体培养细胞。结果，在以后的培养中，发现这种细胞的半乳糖苷酶达到了正常水平，并且确实能代谢半乳糖。

米瑞尔的实验，使大肠杆菌的乳糖发酵基因转入人体细胞获得成功。1975 年，德国弗斯特等人做了同样实验，他们的实验结果与米瑞尔的结果一致。

现在的问题是，这种获得正常酶活性的细胞还没有放回到患者身体中去；再者就是如何遗传下去的问题。不过，随着遗传工程的发展，“基因治疗”作为一种可能的方法，是很有希望的。

随着人民生活的改善，人口的增长，食品工业的重要性日益突出。技术的发展，工艺的改进，必将促进产品在质和量两方面更多地满足社会的需求。与此同时，在生物界各个领域涌现出了一批“能工巧匠”。这项资源开发的成果，毫不例外地应归功于遗传工程。

1976 年，在英国建造了这样一个大锅炉，说是要做吃的。炉身高 60 米，直径 8 米，容量 150 立方米，好一个庞然大物！帝国工业公司的举动究竟是要干什么呢？原来是准备进行单细胞蛋白质的生产。

蛋白质是人类食品或牲畜饲料中最重要而又普遍短缺的成分。长期以来，人们一直在积极开发这一重要资源，以便获得高蛋白质食品。生物技术的发展告诉人们：单细胞蛋白质即是这一资源的主要方向之一。

远在 60 年代，英、美、日、意等国就曾利用石油副产品培养微生物，从中提取单细胞蛋白，由于种种原因，到 70 年代后，唯有苏、英两国发展较快，自 1976 年开始建造的这个大锅炉就是生产这种单细胞蛋白的“连续发酵塔”。

发酵塔建成以后，经 177 次动物实验证明：产品不仅没有毒性，而且质量极佳。塔内操作、监测等工艺全部由电脑控制，1983 年已正式投入生产。仅此一个发酵塔，年产单细胞蛋白质 15 万吨。

上述关于单细胞蛋白质的生产，只是遗传工程的初步运用。它还可以通



过细胞器的移植，来实现“粮食”生产的工厂化。

植物之所以能通过光合作用来制造有机营养物质，主要是在植物体的叶片中，存在着叶绿体这种细胞器，光合作用主要是在叶绿体中的叶绿素上进行的。同时它还具有独立的遗传体系，如果我们把植物中的叶绿体植入无叶绿体的细胞中，经过培养后它们仍具有正常的生理功能。如此，粮食生产就可以在工厂里进行而且不需要根据气候条件，常年生产。可见，这方面的研究如果获得成功，对农业生产的变革将产生多么重大的贡献。

在工业原料生产方面的运用。

在现实生活中，用布做衣服是每人所必需的，而丝绸面料又是布中的骄子，而制作丝绸面料的原料则是蚕化蛹时吐出的丝。在没有经过任何处理和筛选的情况下，雌蚕和雄蚕皆可化蛹吐丝。而雌蚕所吐的丝质量没有雄蚕吐的丝好，且雌蚕对桑叶的利用率也不高，所以理想上当然是只要更多的雄蚕化蛹吐丝。而阻止将来发育成雌蚕的卵发育。但在一般情况下，蚕的雌卵和雄卵皆没有特殊的标记。然而通过遗传工程的运用，可以使控制生物性状的染色体的结构发生改变。

在家蚕中的常染色体（与性别控制无关）上有一对基因（Bb）是控制卵壳颜色的，基因B控制黑色，b控制白色，当有B存在时b就不能表现出它所控制的白色性状，这样如果我们把基因B与控制雌卵的性染色体（控制性别的染色体）连锁在一起，那么只要是雌卵它们中必有B基因，也即卵壳颜色必是黑色，这样就可以很容易认出什么卵将来一定发育成雄蚕，什么卵将来一定发育成雌蚕了。

现在，遗传学家利用射线处理蚕蛹，把常染色体上的B基因打下来，并接到控制雌卵的性染色体上，从而实现了上面的要求和目标。这样，在生产上，就可以让b控制的白色将来发育后成为雄蚕的卵孵化，在质量上，使丝绸工业得到更进一步提高。

遗传工程是在分子生物学、生物化学、细胞生物学、生化工程及计算机等各部门科学迅速发展的基础上成长和发展起来的一门新兴的综合性技术的科学。从目前来看，它的运用十分广泛，前景也十分远大。因此也引起了世界各国有关专家的高度重视。生物学虽然是门很年青的科学，但发展速度之快，是其它任何一门自然科学所不及的。特别是近来遗传工程的发展和应用，将会为人类创造出不可想象的财富。大家重视生物吧，它会给你带来更美好的明天！

## 附 录

### 附录一 冷血动物的血是“冷”的吗？

在日常生活中，大家可能经常听到有人说一些无情无义的人是“冷血动物”，其实这种说法是错误的，他们最多只能说是冷漠无情。这里可能有人会说，人不是动物，即是冷漠无情，也不能说是“冷血动物”。如果有人有这样认识也是错误的，其实人是动物，只不过是属于有智慧的高等动物罢了，那末，什么样的动物才是冷血动物呢，冷血动物的血是否就“冷”呢？

大家一定经常可以看到，有些动物身体的某处被碰破后，就会有红色血液流出；而另外也有些动物，它们即使是身体被整个撕烂，也看不到有红色血液出现。因此，在很久以前，有些对生物有兴趣或对生物进行过简单的观察和研究的人们，如古希腊的自然哲学家德漠克里特等，就把动物按照它们有无血液而分成有血动物（脊椎动物）和无血动物（绝大多数无脊椎动物）两类。当然，从现代生物学发展到如此高度来看，这种分类的方法是错误的。但是，在当时科学不发达，人们的思想还处于蒙昧时期，对于生物的认识还只处于表象的年代，这种分类方法多少对人们去如何认识生物给予了一定的启迪。其实，动物（除一些极低等的动物）一般都是有血液的，只是有些动物的血液并非是红色，而人们常见的血液都是红色而已。但在动物界中，确实存在着有“冷血动物”和“热血动物”之分。热血动物又称恒温动物，这是指它们可以通过自身调节而使体温恒定。冷血动物又称变温动物，也即它们的体温随着外界环境温度的变化而变化。如，所有的爬行类动物都是冷血动物，讲到爬行动物，大家可能会立刻想到在日常生活中经常能见到的狰狞而又恶毒的蛇。许多人都知道古代有一则“农夫和蛇”的寓言故事，它说的是“有一条毒蛇，在路边冻僵了。一个善良的农夫看到它，觉得它很可怜，于是便把它拿起来放到自己的胸口上，用自己的体温来温暖它。等那条毒蛇暖和并苏醒过来以后，恢复了它原来的本性，反而咬死了它的恩人”。这个故事主要告诫人们不要怜惜像毒蛇一样的恶人，然而，它又另外告诉了我们一个常识：蛇是怕冷的，它的体温是受外界环境的温度影响而改变的。现代的爬行动物由于体温不恒定，所以，只能生活在热带、亚热带和温带地区，纬度越高的地区，也即越向地球两极，则种类和数量也就越少。如果天气很冷，而它们又没有适当的措施来保护自己，就会很快地被冻死。同样，如果天气太热，它也必需要躲到树荫下或水里等其它避暑的地方。否则会不能忍受高温而死亡。所以，大家在天气较热的情况下，很容易见到蛇，而到冬天，或者在摄氏 10 度以下的天气里，就根本看不到蛇及其它一些爬行类动物了。

由此，大家当可知道，冷血动物的血在不同的温度下温度也不同。当外界环境温度较高时，它的血也是热的；只有当环境温度很低时，它的血是冷的。当然，这里的冷和热也没有一定的标准。如果我们把摄氏零度作为标准来衡量的话，即使天气是零下摄氏 10 度，由于爬行动物都有自己一定的藏身之处，而使自己体温维持在摄氏零度以上。那么，我们也可以说冷血动物的血总是“热”的了。

### 附录二 恐龙的灭绝之谜

现今地球上的人类，可能没有一个人看到过真正的恐龙。然而，通过古生物学家对从地层中发掘出来的化石的研究，确实证明了这类爬行动物在地球上生活过，而且在很古的年代里的一个时期内，曾经繁盛过一时，成为地球上的统治者。而且从发掘恐龙化石的地层所属的地质年代得知，它们出现在二叠纪末、三叠纪初，到中生代的白垩纪末期。在以后时间的地层中就没有恐龙的化石了。这就说明：恐龙的灭绝是集中在白垩纪末期的，是什么原因造成这么庞大群体的爬行动物，在这样短短的时期内集体走向灭绝的呢？科学家们对这个问题曾进行过一定的探讨，并提出了几种不同的假说。

有人认为，中生代末期的地壳运动使海陆变迁、气候变冷、植物减少，对于草食性动物来说，可能成为引起巨大变化的原因。

恐龙身体庞大、动作迟缓，多半象现代爬行类一样，也是冷血的变温动物，对于变温动物恐龙来说，气候发生了变化就等于出现了不能活动的季节和不能活动的时间。而素食的大型恐龙，由于躯体庞大，需要吃大量的植物，这时，一方面食物大量的减少，另一方面恐龙这种变温动物随气候改变而活动时间减少和运动的迟钝性，致使植食性恐龙首先遭殃。随之肉食性恐龙也因食物渐少而逐渐断粮，于是就纷纷灭绝。

也有人从这些巨大爬行动物的身体内部去找原因。认为它们长得这么庞大，而且生着一副十分奇特的形象。这种现象就生物本身来说就是一种病态的发展，是内分泌失调的产物，结果越演越烈，新陈代谢及神经系统都发生了紊乱，最终造成死亡。也有人认为，在当时恐龙的种类和数量都很庞大，各种恐龙的生活空间也就相应的变得狭窄、生存密度大，且还存在着各种肉食性恐龙。这样，如果有一种流行传染病，就会很快地蔓延开来，致使恐龙在不长的时期内突然灭绝。在现在发掘的恐龙化石中，有的确实残留着患有骨髓炎的痕迹的证据。

从中生代末期的一具恐龙的骨髓中测出了大量的放射能这一例上看，又有人从天外来找原因：认为中生代末，天外有突如其来的强大宇宙射线，杀死这些庞然大物。并还解释说角龙在短短的白垩纪后期的一段时期内，居然发展出这么众多的奇怪类型，可能也是由于宇宙射线的增强，它们的遗传基因中的遗传密码被打乱，从而导致出各种变异的结果。

随着种种推测的出台，继后又有人从天外来找原因。认为是天外来的小行星的碰撞，说在距今大约 6500 万年前，有一颗小行星猛烈撞击地球，产生了一片尘云，遮住了地球达 5 年之久，这样，不仅在撞击现场周围的生物没有一个能幸存，而且由于尘云蔽日，气温下降，植物死亡，使全球范围的巨大生物，即爬行类也先后绝灭。

但是，以上种种假说或推测，无论哪一种都不能圆满地解释中生代巨大爬行类动物的绝灭问题，因为，虽说巨大爬行动物恐龙类灭绝了，但现在还存在着一些小型的爬行动物如晰蜴、蛇等，说明它们可以渡过中生代到达新生代，如果说生存竞争，那末，这些小型爬行动物是只可能与它们食性相同的肉食性恐龙或其他哺乳动物进行竞争的。在当时，哺乳动物的结构有先进性和对环境有更强的适应性。小型爬行动物是没有条件和它们竞争的，所以小型爬行动物只有和与它们食性相同的恐龙来竞争，但从能力上，小型爬行动物似乎不及。如果从身体结构上去看，小型爬行动物似乎又比大型恐龙更适应环境变化，但恐龙也有大、小之分。如果说大型恐龙被淘汰，那么，体长只有 1 米左右的小型恐龙，它们的体长等各方面也只能和现今的鳄鱼差

不多，又为什么不能生存下来呢？

促使恐龙灭绝的因素或许是多方面的。然而，首先我们必须考虑到它本身在进化系统中的地位及本身结构和生理功能。我们知道在进化系统中，爬行动物是属于比较低等的脊椎动物，且身体结构和生理功能也存在着许多原始特征，如脑子小，和巨大的躯体很不相称，循环系统的不完整；没有能调节体温的汗腺、没有能阻止热量散失的脂肪和毛皮；消化系统的欠缺，繁殖方式的低下，卵被产出体外后就让它自己孵化发育，算是靠天收。特别是它们发展到后期，形态和功能上退化成只适应于某种特殊的生活环境，它们巨大的躯体成为极大的负担。所以，当环境一旦稍有改变，它们将会因不能适应而死亡。

这里环境的改变，可能就是巨大爬行动物绝灭的一个重要外因。因为在中生代后期最主要的环境变化就是地壳运动而造成水陆变迁和气候变化。

在中生代，地球上雨水充沛，全球的气候几乎是热带气候，这样就给植食性动物提供了大量的食物，而植食性动物繁盛又为肉食性动物提供充足的食物来源。到中生代末期，由于地球上环境的变化而引起植物界发生了巨大变化，当时裸子植物衰亡，被子植物兴起，这样，植食性动物首先受到伤害，肉食性动物也随之衰亡，再说气温变冷，各类爬行动物的卵的孵化也受到严重影响，这就更加快了它们的绝灭过程。

总而言之，身体结构和功能过度适应于中生代而又不会随机应变的恐龙，不堪忍受新的环境，数目逐渐减少，终于走向灭绝。

### 附录三 植物体内的化工厂

植物体制造有机物（这里主要指蛋白质）最主要的外界条件是水、二氧化碳、肥料中的氮和能量。其中，二氧化碳在空气中是取之不尽的，而且可以一文不花，能量来源是太阳能，也不需要投资，只满足自然光照即可，水可以通过灌溉或降雨解决，只有氮元素的来源，需要靠施肥解决。为此，人们不得不建造大量化肥厂，据估计，在本世纪内，随着对粮食的需求，如果单靠发展氮肥工业来支持，最少还要支付相当于 200 亿美元的资金，且不说投资巨大，重要的是，长此以往，土地板结，酸、碱化程度增加，环境污染则成为难以解决的另一问题。因此，在遗传工程中，最诱人的课题就是固氮工程。

目前，一个鼓舞人心的目标就是把固氮基因转移到主要生物中去，让小麦、水稻等能自己固氮，从而不再施肥。我们知道，一些豆科作物，不要施肥即可高产，这是因为其根部生有根瘤，其中的根瘤菌具有固定大气中氮素的能力，如果能把根瘤菌引入其他作物根部或将其固氮的基因引入小麦等作物中，使之能够直接利用大气中的氮，以代替施用化肥，既可减少投资、又不污染环境，一举两得，岂不诱人！

当前，科学工作者们有的利用细胞工程，有的在基因水平上攻关。1972年，英国苏塞克斯大学遗传学家戴柯森等，成功地把一种能固氮的细菌：肺炎克氏杆菌的固氮基因转移到大肠杆菌细胞内。1974年，加拿大和奥地利同时使豌豆根瘤菌在小麦、雀麦和愈伤组织中定居并建立了共生关系获得固氮特性。1976年，美国人用内切酶把带固氮基因的质粒切开，接在另一质粒上，进行了固氮基因的转移。1977年，在美国召开了第一次“固氮遗传工程”讨

论会，在这次会议上，学者们就固氮基因的组成、功能、调控以及固氮机制等多方面进行了讨论，极大地推动了日后的工作。

这些年来，无论是基础理论还是操作技术都有了很大进展，然而，要创造出能够固氮的小麦、水稻，还需要进行大量而又艰苦的工作，还有一系列理论问题和技术问题要解决。但是只要人们不懈的努力，一旦成功，将是对人类莫大的贡献。

总之，遗传工程不仅在农业上应用，在其他很多领域，也有极光明的前景。从速度上讲，它将打破常规，产生人们难以想象的巨大影响。如果仅从生物新类型的出现来比较，常规育种就比进化快 1 万倍，而遗传工程的运用则把上述速度又提高 1 亿倍到 10 亿倍。

