

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

世界科技全景百卷书 (70)

生态种种

 **eBOOK**
内容资料 中国版

生态种种

学点生态知识

地球上的生物圈

地球上浩繁的生物种类，你随口就能说出天上飞的、地上跑的、水中游的种种动物，还能说出高山的雪莲、悬崖的青松、沙漠里的绿洲种种植物。因此，你会说，地球上的任何地方都有生命。其实不然，地球上的生物只占据了地球薄薄的一层，这一层承载了全部生命及其活动的领域称为“生物圈”。

我们知道，地球在它漫长的形成过程中，分化出了大气圈、水圈和岩石圈。当原始大气圈和原始水圈在早期地球上出现时，地球只是一个荒寂的、死气沉沉的世界。生命在原始海洋中出现以后，即参与了对大气圈和水圈的改造。原始蓝藻改变了大气的成分，为生命登陆做了最初的准备。经过漫长的演化，生物终于登上并占领了陆地，又进一步对岩石圈施加影响，从而促进了地球表面的万物更新，乃至逐步形成了分布于地球“三圈”之中的生物圈。生物圈中生命以其巨大的生命力占据了地球上的广阔空间，从炎炎赤道到寒冷的两极；从干旱的沙漠到蓝色的海洋；从土壤深层到海拔几千米的高空，山川、平原、江河、湖海，无处不有生命的足迹。但是，绝大多数的生物分布，却限于地球表面高度 100 米以内。当然也有“一代枭雄”可占领更高的空间或钻入更深的地下。如鹫鹰可扶摇直上 7000 米；喜马拉雅山海拔 6000 米处仍有一些绿色植物匆匆走过，每年留下它们的种子；甚至某些昆虫也可被气流带到 22000 米的大气层；在 5000 米的深海中可以找到乌贼，人类捕鱼的最深记录曾达 8350 米；在深深的石油层，也有能耐受高达 3000 大气压的微生物。然而，包括这些生物中的佼佼者，其生命活动的极限也只不过上达 15—20 公里高空，下至 10 公里的海底，这对于半径为 6000 多公里的地球，如同是一只苹果的果皮。芸芸众生就在这薄薄的一层果皮中生息繁衍，一代又一代，已达 35 亿年之久。当然，这得益于我们地球所处的特殊宇宙位置，同时，也感谢在我们之前来到这个地球上的一切生命体给我们创造了这个环境。

至今，人类还没有发现有生命存在的其他天体。因此，我们乘坐的这只小小的宇宙飞船在茫茫的宇宙中孤立无助地飞行。如果我们的宇宙条件发生了变化，如果我们破坏自身生存的环境，如果我们耗尽了几十亿年原始生物给我们留下的宝贵资源，那么等待着我们的将是什么呢？

太阳与生命

我们的地球有幸占据了太阳系九大行星的第三“跑道”，这是一个优势跑道。这个特殊的位置决定了太阳对地球的特殊恩赐，同时也决定了地球对于太阳的给予以特殊的方式接受。

我们常说：“万物生长靠太阳”。然而，40 亿年前的年轻地球，恰恰是以阻挡了太阳的强烈辐射而孕育了它早期的生命。原始大气中的水蒸汽聚为云层，挡住了太阳的毒焰，才使地球逐渐变冷，原始海洋的诞生改变了地球的命运，而最初的生命又恰恰是能够吸收和利用太阳能的藻类。

现今地球上形态万千的绿色植物都是由单细胞藻类进化而来的。阳光对

绿色植物在地球上的分布可说起着决定性作用。在海洋里，阳光透过海水，随着深度的增加，光量越来越少，到 200 米以下的黑暗带，需进行光合作用的植物就难以生存；在陆地上，强光照射下的植物和阴暗处生长的植物也有很大的区别。地球上绿色植物的光合作用是地球对太阳能接受的重要方面，这是我们早已知道的：绿色植物中的叶绿素分子吸收了光能，并将其转化为生物化学能，固定在它利用二氧化碳和水而制造的有机化合物中。它们有的直接供给人们的需要，如粮食、蔬菜、水果、木材、棉花等等，有的则转化为动物的身体后才被人们利用，如畜产品、禽蛋、鱼虾等等。但是人们往往更多的注意光合作用是一个制造食物的过程，事实上，光合作用的副产品——游离氧，更是改变地球旧生物种类，并维持这些生物生存的重要条件。绿色植物不仅为各种动物直接或间接地提供食粮和氧气，同时，将其贮藏的太阳能伴随着自身的遗体埋藏于地下，供给我们这些在地球上迟到的人类以能量。人类目前使用的能源，主要是煤炭、石油、天然气，这些物质直接或间接都是远古时代的动植物遗体或残骸在高温高压下经过许多世代变成的，也就是说，人们今天使用的能源主要是亿万年前通过植物的光合作用在漫长地质时代蓄积起来的太阳能。

但太阳对地球上的生命的作用远不止于此。

由于地球的特殊位置，使得它的自转和绕太阳公转速度适中，而保证昼夜更替和春夏秋冬的四季循环的周期适中，从而维持了地表温差适当的变化范围，这对于地球上的生物生长、发育、繁殖是十分重要的，因为动植物的机能代谢、行为和地理分布都直接或间接受到昼夜和季节的影响。太阳对地球上的水的固态、气态、液态的转化也起着重要的作用，从而使地球上的大气圈、水气圈维持稳定并保护了地表生物免受来自宇宙恶劣条件的侵袭。

太阳将它的万道金光洒给了忠实地围绕它旋转的几颗行星，给它们送去了光和热，而唯独我们居住的地球，得天独厚地受到了偏爱，不温不火，不冷不热。地球上的万物在阳光普照下得以生息繁衍，直至我们今天的万木争荣，一派盎然。

水与生命

如果有人告诉你，地球表面积的 71% 均为海水覆盖，你一点儿也不会奇怪，因为在小学的地理课上你就学习到了。我们从墙上挂着的世界地图或从地球仪上就可以看到蓝色的海洋在我们这个星球上所占据的范围。但是，我们的古人站在他们的脚下的那块大地上极目四望，只见那无际的黑土地，于是就将我们居住的星球起名为“地球”。这是我们的祖先犯的一个错误，我们的星球实实在在应该叫做“水球”。

地球的确是多水的，而水的特性好像明明白白是为了使生物存在而设计的。例如，在一切固态和液态物质中，水的热容量最大，足以使地球上的海洋成为一座巨大的蓄热库。不管夏季烈日曝晒，还是冬季寒风扫荡，水的存在，可以使地球表面的温度不致过高。而水的固态——冰，一反其他物质固态收缩的特点，反而膨胀。这一特点就使水结冰后，不仅不会沉于水下，反而浮在水上。这样一来，就可以接受阳光的照射，而不至于无限的扩展。你看，南极巨大的冰库下和北冰洋的深层，仍然是温暖的液态海水，从而使各种海洋生物得以生存。水又是良好的溶剂，各种生命必须的无机盐和氧都可

以溶解在其中，因此水又是新陈代谢的重要媒介，没有水，生物体内的一系列生化反应就无法进行。

由于阳光的照射，每天有亿万吨水蒸发为气而浮入大气层。水的不同形态，影响着地球规律的运行，推动着季节周期的更替，调节着地球的气候变化，维持着包括人类的各种生物的生存环境。

也许是巧合，地球是一个水球，而组成地球上的生物体的成分中大部分也是水，绝大部分动、植物体内的含水量在 60% ~ 80%，人体内的含水量为 70%，这与地球表面 71% 的汪洋大海是多么一致。生命诞生于原始海洋，海洋是生命的摇篮，从生命诞生那一天起，水与生命就息息相关：水是生命的赋予者，没有水就没有生命。

人类的生存及文明的发展更是离不开水。翻开人类的文明史，几乎都与水有着不解之缘。著名的古巴比伦与幼发拉底河及底格里斯河的兴衰息息相关；举世闻名的埃及金字塔自然也离不开世界第一大河流——尼罗河；而黄河，几乎与中华民族几千年的文明相提并论，那一条条大河就是人类的大动脉，江河中流淌的就是人类的血液。

温度与生命

除了光与水对生命有着重要的意义，温度对生命的存在也是十分重要的。温度对生命活动有什么影响呢？我们先来做一个小实验，看看青蛙对温度的变化有什么反应？

在一只大广口瓶底铺上约一寸厚的细砂子，并向瓶中注入水至瓶口约一厘米处，将青蛙放入瓶中；将盛蛙的瓶放入一洗脸盆中，测量瓶内温度并记录下来，然后在盆中放入冰块将广口瓶围住。测量瓶内温度的变化及下降的速度。随着温度下降，记录青蛙活动的变化。当青蛙停止活动后约一分钟，将瓶从水中取出，放在温暖的地方，使其温度自然上升（注意不要给予加热），并观察随温度变暖时青蛙逐渐活跃的情况。

以上实验说明，温度对动物的活动影响是很大的。

宇宙间温度变化的幅度是极大的，从绝对零度（—273）到几千摄氏度高温。但生物能够生存的温度范围是很狭窄的，大多数生物生活在 20 ~ 50 左右的温度范围内。

动物遇到恶劣的温度可以改变自己的活动方式，但耐受也是有一定限度的。

对于低温，有此动物可以通过降低代谢活动来应付，这就是我们所说的冬眠，蛙就是这样的一种动物。当外界温度降至 19 以下，蛙就潜伏在稻田沟渠，池塘深处的淤泥里，进行冬眠。这就是在刚才的实验中看到的蛙在温度降低时开始掘细砂，并最终停止活动。很多哺乳动物也有冬眠的现象，如：一种地松鼠，在冬眠时心脏跳动每分钟只有二三十下，其体温也降至 4.2。松鼠不仅有冬眠的习性，与酷暑到来时，有些身体蜷缩起来，钻进用叶铺成的窝中酣然大睡，它们的体温可随着代谢的降低而变得冰凉，直至酷暑消退，气温渐凉的时候，这些小动物才醒过来活动。

鱼的季节洄游和鸟的迁徙也受环境温度的影响。海洋的水温随季节的变化，鱼类随不同季节水温的变化成群地向着适合它们生活的区域游去。如，鳕鱼在春季向北方游，深秋向南方游。

温度在植物的生命活动中也有着重要的作用。任何一种植物要在一定的温度下才能生长发育，并要求一定的温度范围，超过或低于这个范围的临界温度，都会使植物受到伤害。但植物对低温和高温也有其生态的适应性。如，冬小麦在没有积雪覆盖的情况下，能够在零下 15 度到 20 度的条件下生活；雪莲在冰雪高原能昂首怒放；大多数一年生植物在越冬时自己死亡，仅留下繁衍后代的种子；多年生植物的树皮有发达的木栓组织，植物对高温的耐受力一般在 35℃，有些可达 45~55℃。植物可以通过强大的蒸腾降低体温或以休眠状态度过高温盛夏。

此外，温度对植物在地球上的分布也起十分重要的作用。地球上的水平温度变化是沿着赤道向两极递减。以我国东部地区为例，随纬度增高温度逐渐降低，植物分布也出现不同类型的热带雨林、常绿阔叶林、落叶阔叶林、落叶针叶林。

地球上的温度不仅随纬度变化，而且随海拔的升高而降低，因此，也引起不同高度的植物的垂直变化。以珠穆朗玛峰不同的高度的植物分布可以看出温度对植物垂直分布的影响。

生态系统自动调节平衡的能力

生态系统自动调节平衡是通过系统的自身反馈来实现的。

当某一草原上的鼠类成灾时，植被受到严重的破坏，就会造成食物短缺，因无食物，鼠类的数量就会下降。同时，鼠类成灾时，也为食鼠的动物提供了丰富的食物，这类动物的数量就会增加，鼠类就会大量被食，数量也会下降，最终草原会得以恢复。这个事例说明在生态系统能量流动与物质循环中，每一种因素发生变化，其结果又会反过来影响和限制变化的因素本身。“变化”就是一种反馈，“限制”就是一种调节，“恢复”就是自身调节的结果。任何生态系统都有这种自动调节平衡的能力。但是这种调节的能力是有限度的。超过了一定限度，生态系统就会失去调节的能力而发生生态危机。

生态危机

生态系统自动调节平衡的能力是有限的，特别是当外来干扰因素超过了生态系统调节平衡的限度，生态系统就会失去平衡，发生紊乱，这就是生态危机。

从以下森林遭受破坏，生态系统严重失调的事实中，我国人民已经尝到了破坏生态平衡、发生生态危机的苦果。早在数千年前，我国森林广布中华大地。以岷江上游为例，元代时森林覆盖率为 50%，建国时已下降为 30%，由于乱砍滥伐，盲目开采，本世纪 50 年代，仅四川省就下降到了 19%，现在已经下降为 13.3%，大约减少了 1/3。云南省 50 年代森林覆盖率为 50%，西双版纳为 70%，1980 年云南却下降为 24.9%，西双版纳下降为 26%。截止 1978 年底，我国采伐森林面积为 588.5 万公顷，而更新面积为 332.6 万公顷，采伐后未更新的面积是 225.9 万公顷，过去的森林地区已变成荒山秃岭。生态系统自身已没有能力再恢复昔日的平衡，于是生态危机发生了，大自然的报复就接踵而来。1981 年四川发生特大洪水，导致土地裂隙，山体滑坡，泥石流横冲直撞达 4 万余处，遍及 80 余县，冲毁房屋 38000 余间，被

毁农田 4 万亩，10 万人无家可归。长江流域四川一省一年水土流失 36 万平方公里，造成河床增高，舟楫不通。从 1470~1950 年的 480 年间，云南大旱 50 余次，平均 9.6 年发生一次。由于生态危机的发生，1950~1978 年的 28 年间，大旱发生 9 次，平均 3.2 年发生一次，频率加快了 3 倍。我国工业排放烟尘 14000 万吨，平均每平方公里 1.5 吨，超过世界平均排放量的一倍。1980 年 2 月 6 日，有关部门在北京市中心对大气进行了一次抽测，结果是每立方米空气中含有污染物 150 微克，是国家规定的安全标准的 6 倍，我们就生活在这样的空气中。面对如此触目惊心的事实，你应该知道生态系统为什么会失去自动调节的能力而发生生态危机了吧！生态危机就是指人类盲目的活动所导致生态系统局部或整体结构、功能遭到不应有的破坏，从而威胁到人类的生存。

重建生态平衡

人类是大自然的产物，也是自然界最强大的生灵。人类来自大自然、生存于大自然中。如果一个人生活 60 岁，那么他一生中要从大自然中摄取空气 324 吨，水 54 吨，食物 32.4 吨，同时要排出差不多相等的废物。人类生活的总目标简单的说是——好。那么新鲜的空气、清洁的淡水、充足且没有污染的食物是必不可少的生命所需。人类对生态平衡的大规模破坏活动，使人类很难实现自己的生活目标。然而人类却一定要实现那个美好的愿望，为此人类必须限制自己的破坏活动，用自己勤劳而智慧的双手来重建生态平衡。

美国的沃德和杜波斯曾写过一本书是《只有一个地球》。在这本书中他们说过：我们人类生存在两个世界里，一个是水、空气和动植物组成的自然界，另一个是人类用自己的双手建立起来的社会物质文明世界。我们每一个人都有两个祖国，一个是自己的国家，一个是地球这个行星，因为我们都是地球的居民。的确，当我们的生存环境遭受我们自己破坏，当大自然已经用报复的手段来警告我们的时候，我们人类必须端正自己的行为，重建自己的生存空间，就必须重建生态平衡。我们决不能再以征服大自然的英雄自居而为所欲为，必须严格按自然规律办事，控制人口，合理开发资源，减少污染，保护一切野生生物，提高生态意识，使生态科学的发展走在人类生产和生活的前面。无论几代人都要挑起这副重担，因为这是人类生存的责任。

意想不到的生态平衡

北宋诗人黄庭坚在《拙轩颂》中有一句“弄巧成拙，画蛇添足”，说的是古代楚国的故事，大意是人多酒少，就定下规矩，大家在地上画一条蛇，谁先画好，就可喝酒。果然，有一人先画好，他拿酒将喝，由于得意非凡，顺手在已画好的蛇身上添了两条足，这样，弄巧成拙，蛇不成其蛇，酒也因此喝不成了。以后，“弄巧成拙”成了一句成语，它比喻一些人卖弄聪明，结果反而把事情弄糟了。在现实生活中，人们由于没有掌握某些事物的规律，自作聪明，做出了不少蠢事。

雷鸟，是鸡家族中的一个成员，属于松鸡科。雷鸟肉质细嫩，味道鲜美，低脂肪，高蛋白，营养非常丰富；雷鸟羽披美丽，冬季羽色变白，浑身洁白如雪，仅眼有一道黑羽，羽绒柔软丰厚，商品价值很高。因此，雷鸟是一种

经济价值很高的鸟类。挪威盛产雷鸟，挪威政府为了保护和提高雷鸟的数量，在 19 世纪末期，组织全国动物学家和有关人士进行讨论和研究，大家认为应该给雷鸟创造最好的生活环境，冬季大雪覆盖地面，增大了雷鸟觅食困难，因此在冬季应该给雷鸟人工投放饵料，帮助雷鸟过冬。雷鸟的天敌不少，一些猛禽，如老鹰，野兽如狐、鼬等都捕食雷鸟，应该给予消灭。经过多次研究和讨论，最后制定了一个保护雷鸟的行动计划。挪威政府不惜投下大量财力、物力和人力实施计划，采用重金奖励捕杀雷鸟的天敌。计划实施后，开始几年，雷鸟的数量果然逐年增加，可是，好景不长，再过几年，雷鸟的数量不再增长，反而有所下降。到了 20 世纪初期，雷鸟发生一次又一次的大量死亡，以致雷鸟的数量反而大大低于计划实施之前。挪威政府震惊了，赶紧召集全国动物学家和各方人士进行讨论和研究，找出雷鸟大批死亡的原因主要是球虫病和其他疾病在雷鸟中广泛流传。球虫病是一种原虫病，由某些球虫寄生在鸟类消化道及其附属器官的上皮细胞内引起，危害性极大，球虫卵随粪便排出，在体外完成其发育阶段，再传染给别的鸟。那么，为什么这些传染病在《保护行动计划》实施之前没有大量发生，而在计划实施之后一次又一次地大发生呢？科学家们不得不重新审议这个《保护行动计划》。在冬季人工投放饲料，帮助雷鸟解决觅食困难，使雷鸟在冬季不致挨饿，体质加强了，有利于抗病，这一措施无论如何也找不出错处。问题是出在消灭雷鸟的天敌上，在生态系统中，雷鸟和它的天敌鹰、狐等的关系是被捕者和捕食者之间的关系，对被捕食者雷鸟来说是如何逃避捕食者的追杀，有病的雷鸟和健康的雷鸟相比，无论在行动的灵敏性或速度上都比不上健康的雷鸟。因此先被捕食者捕捉到的大多数是体质较弱的病雷鸟，这样鹰和狐等捕食者就起到了消灭病雷鸟、从而减少雷鸟传染病的病源的作用。也就是说所谓“清道夫”的作用。人们把雷鸟的天敌消灭了，带病的雷鸟在病菌潜伏期间混杂在雷鸟群中，到处排粪，传播疾病，雷鸟疾病就会频频发生，数量又哪有不减少之理呢？这时，挪威政府才恍然大悟，消灭天敌是导致雷鸟传染病大发生的主要原因，干了一件蠢事，于是当机立断，马上修改计划，禁止捕杀雷鸟天敌，一改捕杀受奖为受罚，同时积极地招引一些老鹰、狐和鼬等雷鸟天敌。新的行动计划执行之后，经过数年，雷鸟的数量果然逐步上升，恢复正常。

同样的弄巧成拙的事例在其他国家也有发生。白尾鹿是一种美丽的具有很高经济价值的鹿类，美国盛产这种鹿。1905 年以前美国亚利桑那草原的白尾鹿种群保持在 4000 头左右，1907 年美国为了发展鹿群，也制定了保护行动计划，也为白尾鹿创造适宜的生活环境，并开始捕杀白尾鹿的天敌美洲狮和狼等。起初，白尾鹿数量上升，到 1918 年发展到 40000 头，这时，草原已开始呈现损耗过度的迹象，但并没有引起美国政府的注意，到 1925 年白尾鹿数量高达十万头，草原极度损耗了，大批的白尾鹿得不到足够的食物，体质衰弱了，抗病力也随之下降了，繁殖率也开始下降。白尾鹿种群数量急剧下降，仅过两个冬季就减少了 60%，以后又降低到一万头左右。幸亏美国政府发现问题的严重性，及时改变措施，停止捕杀美洲狮和狼等，白尾鹿的数量才免于继续下降。这也说明美洲狮和狼等捕食者对白尾鹿的种群中淘汰劣弱白尾鹿的确起着重要的调节作用。

克里西等在一个孤岛上做试验，捕杀榛鸡的天敌，结果是榛鸡营巢期雏鸟的成活率提高了，但是，秋季的榛鸡种群密度并没有增高。也就是说，消

灭捕食者，并不能增加榛鸡的数量。

由此可见，在自然界，捕食者和被捕食者的相互关系非常微妙。这种复杂的关系是在生态系统的长期进化过程中形成的，往往发展成相互依赖、彼此相对稳定的系统。捕食者对被捕食者个体来说，确实是有害的，因为它被杀害了。但是，对于被捕食者的群体来说，就不一定是有害的了，因为捕食者起到“清道夫”以及调节被捕食者种群数量的作用，作为天敌的捕食者已成为被捕食者群体复壮的不可缺少的生存条件。

适者生存

丰富多彩的各种生物在大自然中生存，无不打上生活的烙印。你是否观察到，动植物的体形构造明显地带有与其生活环境相适应的标记。如，鱼类的流线形体和用鳃呼吸是适应水中生活的；陆地生活的动物用肺呼吸和有能行走或奔跑的四肢；树叶的片状结构和向上生长的枝条呈辐射状展开是争取阳光的表现，等等。生物学上把这种生活标记，即生物体的形态结构与生活环境相一致的现象称为“适应”。形形色色的生物呈现出形形色色的适应现象。

生物学中适应最典型的实例就是工业区桦尺蛾“黑化”的现象。桦尺蛾是生活在欧洲的一种蛾类。正常的桦尺蛾的体色是灰白色的，它夜晚活动，白天栖息在树干上，其体色与树干上的地衣颜色十分相似，不易被它的天敌鸟类所发现。19世纪英国工业化造成严重污染，大烟囱排出的大量煤烟，杀死了树干上浅灰色的地衣，把原先密被地衣的树干变为黑色。从而改变了桦尺蛾的栖息环境，原本具有的保护色，在新的环境中变为显露的。于是，灰白色的桦尺蛾变得容易被鸟发现并捕食，而原来容易被发现的黑色品种却得到了掩护。在自然选择的作用下，黑色类型逐渐代替了浅色类型。在工业黑化的作用下，黑色的桦尺蛾适应了新的环境而被保留下来，自从1850年人们发现了第一只黑色桦尺蛾，到19世纪末，黑色类型占95%以上，而浅灰色类型从99%降到5%以下。由此可见，生物对环境的适应，是使其生存的重要保证。人们所说的保护色、警戒色、拟态都是生物环境适应的种种表现。

大自然是千变万化的；适应是相对的；在一个环境下的适者，在另一个环境下可能成为不适者而被淘汰。

猛犸是一种已经灭绝了的哺乳动物，它生存于更新晚期的欧亚大陆北部的北美洲北部的寒冷的干旱地区。它的身体庞大犹如大象，身披棕色长毛，所以又叫“毛象”。它的体型及生理习性都适应于干冷少雪的气候。而第四纪冰期到来时，地面被又软又深的积雪所覆盖，猛犸这种庞然大物在茫茫的白雪围困中不能自拔，食物断绝，终于被这冰天雪地所吞没，而在地球上消失。

我们所熟悉的恐龙，曾是中生代的“统治者”，它们称霸于陆地、海洋、天空，在地球上生存了一亿三千多万年，但不知为什么，这些世界的“主宰者”竟在地球上绝灭了。关于恐龙的灭绝原因，在科学界有种种的假说和论述。有人认为是中生代末期的造山运动，使地壳结构出现巨大的变化而引起恐龙生境的改变；有人认为是白垩纪后期小行星与地球相撞爆炸引起的地球上光照，气温的骤然变化而导致恐龙生活环境的改变；也有人认为是种间竞争和种内竞争的结果，使这种体态庞大头脑简单的恐龙失去生存优势，等等。

但是不论哪种说法，归根结底是恐龙适应不了当时变化的环境，而最终灭绝。

生物在生存竞争中与其生存环境相适应，就能免受敌害或不良条件的侵袭而得以繁殖和延续。如果不能适应变化的环境，最终只能是被淘汰，猛犸、恐龙的灭绝就是最好的实例。

生态系统中的基本物质循环

我们先做一个小小的实验：用一个玻璃瓶，底下铺些细沙，里面有肉眼直接看不见的微生物，然后注满清水，再放些水藻和活的小鱼虾，最后将瓶子密封起来，放在有阳光照射的地方。这就构成了一个小小的生态系统。不需要投放食物和更换空气，里面的动、植物均可维持生命。

如果将这玻璃瓶的内容看作是地球上的大生态系统的缩影，那么不难看出：植物进行光合作用需要的二氧化碳，一部分是由动植物呼吸释放出来，还有一部分是微生物分解动植物尸体及其排泄物产生的；而植物合成蛋白质所需要的氮很难由大气提供，因为植物是没有本事直接“吃”氮气的，因此只好依赖于一些微生物的“固氮作用”，将大气中的氮提供给植物，或是由一些微生物分解动植物尸体及排泄物，将有机氮转化为无机氮，才能被植物“吃掉”。

由此看来，在生态系统中，不仅动物依赖于植物，植物也同样离不开动物和微生物。

生物所需要的营养物质在整个生态系统中不断循环，这样有限的物质才能源源不断地供应繁殖不息的生物，并维持生物与环境的生态平衡。

非洲草原的生态平衡

提起非洲，你一定会想到撒哈拉沙漠。其实，非洲的大草原也是十分美丽壮观的：一望无垠的绿洲，四处游荡的牛群，健壮的非洲狮和奔跑的野豹，以及翱翔在空中的秃鹫，还有那在草地上滚动的屎壳螂及肉眼直接看不见的微生物……但是你知道吗？正是这些和善与凶残、谦恭与贪婪之间的微妙关系，维系着草原的生态平衡。

在牛群从一块草地向另一块草地的迁徙途中，豹等凶残的家伙总是在一旁窥视，伺机捕杀它们中的掉队者，一旦得逞，便疯狂地撕扯、咀嚼。岂不知，此时，秃鹫与鬣狗早就躲在一边静静地等候，待狮豹吃饱离去时，它们就扑上去，啃食残尸剩肉。

牛群被狮、豹追赶着不得不时时更换地方，从而使草原的每一块草地从来不被过分啃食而被保护下来；同时，体弱病残者被淘汰，稳定了牛群的数量，并保证了牛群的质量。秃鹫和鬣狗为草原清除了腐尸；微生物将残渣分解；还有那小小的“清洁工”——屎壳螂，清理了粪便并给草原施了底肥。

你看，多么巧妙的合作。非洲草原就是在这些生物的互相制约、互相依附中维系着生态平衡。

从老鹰捉小鸡看食物链

你大概做过“老鹰捉小鸡”的游戏吧？那么你一定知道：老鹰吃小鸡；

那么，小鸡吃什么呢？你一定会说：小鸡吃虫子；可虫子又吃什么呢？它可能是吃草或菜叶或某种树叶。

所有的动物为了自身的生存，都必须吃东西，不吃食物的动物是没有的，这是它们最主要的共性。动物都吃什么呢？这是一个再简单不过的问题。它们的食物绝大部分是生物。以植物为食的叫食草动物，以动物为食的叫食肉动物，两者兼食的为杂食性动物。

由此可见，每种动物都在寻找食物，而自己又可能被当做其他动物的食物。你看那小鸡，到处抓呀，刨呀，如果两只鸡同时发现了一条虫子，一定会争起来。岂不知它们自己就要成为俯冲下来的老鹰口中的美餐。

你也许还会看到，蚜虫吞食小麦，同时又被瓢虫所吃，而瓢虫又常常成为山雀的美味佳肴；山雀呢？又难免被老鹰所捕食。

这些“吃”与“被吃”的关系，就好像一条链锁将“草 虫子 小鸡 老鹰”或是“小麦 蚜虫 瓢虫 山雀 老鹰”联系起来。

生物之间由于摄食关系所形成的一种联系，就叫做“食物链”。食物链上的每一个环节，就是一个营养级。处在第一营养级的往往都是绿色植物，由于它们都能进行光合作用，将太阳能转化为化学能，同时制造有机养料，所以，绿色植物又叫“生产者”；而第二营养级都是以植物为食的动物，这些食草动物就成为“初级消费者”，依次下去是“次级消费者”、“三级消费者”……

如果你进一步观察就会发现，一种动物并不只是被一条食物链拴住，它们往往可以吃几种食物，同时又被多种动物所吃。如山雀不仅吃瓢虫，也吃蚱蜢、毛虫等昆虫；而它自己，不仅被老鹰所吃，也可能成为山猫的美味佳肴。

看来，生态系统中很多的食与被食，不限于简单的直线链状，实际上，各条食物链互相交织在一起，形成一个错综复杂的食物网。而在这个食物网中，某种动物可能占据两个或三个营养级。如狐狸在“草 兔子 狐狸”这条食物链上占据第三营养级；而在“草 蚂蚁 蜥蜴 狐狸”这条食物链上占据第四营养级，它还可在“草 蛴螬 蚂蚁 蜥蜴 狐狸”这条食物链上处于第五营养级。

巨大的海洋生态系统

海洋，以她那无与伦比的壮阔占据了我们这个星球 71% 的领域。这个古老的、从原始海洋进化到今天这般雄伟壮观的海洋，不仅仅是生命的摇篮，而且她拥有着巨大光合生产能力的植物类群并包容了现存的各门类的动物。她本身就是一个巨大的海洋生态系统。

由于这个生态系统的复杂与庞大，随着它距离海岸的远近以及地形、深度的变化，又将它分为几个不同的生态区域：与陆地交界的海岸带；水深 200 米以内的浅海带；从海洋深处过渡到光亮区的上涌带；巨大开阔海域的远洋带；还有一些是以藻类和腔肠动物共生的珊瑚礁生态系统。

海岸带是海洋与陆地交界的地带。由于这个地带受潮水涨落的影响，又叫潮汐带。它包括低潮面以外的浅海地带和现代海岸线以上狭窄的近海的陆地地带。

海岸带生态系统的主要生产者是许多营固着生活的大型植物。如：大叶

红藻、海带、昆布、褐带菜。消费者是许多植食性的挠足类动物及以固着生活为主的贝类，它们大多靠滤食碎屑食物为生。

浅海带主要是大陆架，即从低潮线开始以缓慢倾斜延至海底坡度显著增大的地方。这是大陆周围的浅水地带，岛屿周围的这类地带称为“岛架”。世界上的大陆架占海洋总面积约 7.5%，水深 0~200 米，宽度 10 公里~100 公里以上。大陆架上生物资源非常丰富。浮游植物是主要生产者，如硅藻、褐甲藻；植食性的动物如虾、挠足类的水蚤等为初消费者；鲱鱼、鳕鱼以及海鸥等为肉食性动物。

上涌带是从海洋深处过渡到光亮区的海洋地带，这里有着巨大的海洋生产者，主要是群居生活的硅藻。消费者主要是以海藻为食的贝类。因此上涌带的食物链大都较短。

远洋带是占有最大面积和极深海水的广阔水域，因此，它拥有的动物种类极多，不仅有游速极快的飞鱼，凶猛残忍的鲨鱼，还有固着生活或栖息海底的种种动物。所以，远洋带的食物链从生产者到各级肉食者，可达 5~6 级之长；典型的食物链是“极小浮游生物 大浮游动物 鱼 大肉食类动物”。

生态金字塔

你见过金字塔吗？那是古埃及帝王死后的陵墓。在非洲的尼罗河畔，这种方锥形的建筑宏伟壮观，由于它形似汉字中的“金”字，因此被称为“金字塔”。其中开罗近郊吉萨的金字塔是公元前 26 世纪古埃及第四王朝法老胡夫的陵墓，其塔基为边长 232 米的正方形，高约 146 米，用 230 万块巨石造成。塔内有通道、石阶、墓室等设施，是迄今最大的金字塔。它作为一种伟大的建筑艺术和文化遗产，令世人瞩目，惊叹。

然而有一种更为神奇，更为巨大的金字塔就在你的脚下。或许，你就站在那高高的塔尖上，而你却全然不知，它就是“生态金字塔”。下面有一条食物链，可以帮助你看到在一个海洋中的生态金字塔。

座头鲸是生活在热带海洋中的中型鲸。它体长 13 米~15 米，以鱼、虾为食。它的一顿“饭量”是多少呢？说起来怪吓人的。如果以鲱鱼计算，大约需要 5000 条鲱鱼才能填饱座头鲸的肚子。鲱鱼是一种以甲壳动物为主要食物的小型鱼，体长约 20 厘米。别小看这么小的鱼，它要饱食一顿则需要 6000~7000 只小甲壳动物。当然，这些甲壳动物也能饿着肚子，一只甲壳动物的一顿食量是 13 万条硅藻。你如果认真算一算，就不难看出，要让一条中等身材的座头鲸饱餐一顿，在“硅藻 甲壳动物 鲱鱼 座头鲸”这条食物链中，能通过光合作用制造有机养料的硅藻是一个庞大的基础。食物链上的生物个体由小到大，而每一级的生物数量则由多到少，也就是说，众多的“生产者”以自己的身体，喂养一批数量较少、形体较大的生物，而后者又要用自己的身体去喂养一些数目更少、体形更大的生物。

如果你注意一下自然界食物网中的每条食物链，如“草 兔 鹰”或者“草 昆虫 鸟 山猫”，还有更多更多……你就会发现，几乎所有的食物链都有这样一个共同的特征：把食物链上各营养级按其拥有的个数和能量绘成一个图，那就是下宽上窄的锥体形。你看，它就和那尼罗河畔古埃及帝王的陵墓那宏伟的金字塔一个形状。这就是被我们踩在脚下的那个巨大的无形

的但却有数的生态金字塔。

金字塔的基都是那些能够为我们捕捉太阳能，并制造营养物质的绿色植物，而站在塔尖上的动物是食物链中最高的一级消费者，它们通常是一些肉食性的大型动物，如狮、虎、鹰、鲨鱼等等，甚至还有我们人类。如果没有金字塔基部那些绿色植物和中间的许多层动物支持它们，它们就难以维持生命。

生态系统中的能量流动

地球上所有的生态系统需要的能量都来自太阳，生态系统中的能量流动是以绿色植物即生产者把太阳能固定在体内以后开始的。

生产者所固定的太阳能叫做初级生产量。生产者在自身的新陈代谢中要消耗一部分能量，这部分能量叫呼吸量。初级生产量除去呼吸量，其余的部分贮藏在自己体内，作为自身的物质形态表现出来。以草为食的初级消费者的能量来源就是固定在植物体内的能量。食草动物获得的能量除了新陈代谢消耗的呼吸量，其余贮藏在自己体内用于自身的生长、发育，同样以物质形态表示。肉食性的次级消费者又以同样的方式从初级消费者身上获取能量，除去一部分呼吸量，都贮藏在体内以自身的物质形态表示。

由此看来，生态系统的能量流动是通过食物链而逐渐传递下去的。由于各个营养级的生物，通过代谢而消耗很大一部分，因此，所有能量在逐级的流动中是递减的。食物链中能量从低级向高一级的转化过程中究竟有多少可以传递下去呢？经过科学家的研究发现，其转化率大约是 10% ~ 20%。这就是所谓的生态系统百分之十的能量传递定律。

根据这条规律，我们不难得出：一吨的草只能供养 100 斤的食草动物所需的能量。按照这样的定律，越是接近食物链末端的高级消费者，其数量越少，相应的群体贮存的太阳能也越少。

有人做过这样的计算：如果一个人以鱼为食，那么他要增加一公斤体重，就需要 10 公斤鱼提供；而 10 公斤鱼所需的能量从哪里来呢？它需要 100 公斤浮游动物或小虾提供；再进一步向塔的基部需要能量，则要 1000 公斤浮游植物提供。换句话说，坐落在金字塔尖上的人，增加一公斤体重，需要由海洋为他提供一吨的植物。而一个 60 公斤重的成年人，则需要 60 吨的植物来供养他成长起来。我们地球上的几十亿人需要向地球索取多少物质呀！

人类是杂食性动物。因此，人类可以通过改变食物类型来选择自己在食物网中的地位，同时改变在金字塔上的营养等级，从而以较少的能量需求来谋求生存。

从能量在生态系统中的流动过程，我们可以知道，绿色植物对于人类乃至整个生物界是多么的重要。人类赖以生存的最根本的物质和能量基础，就来源于绿色植物这个巨大的金字塔的基部。

相克相生

在美国的开巴高原上生活着一种以草为食、以温柔和善良著称的鹿群，常常受到凶残的狮子和狼的袭击。人类一向有同情弱者之心，为了保护鹿群，当地人采取了捕杀狮子和狼的措施。不久，人们几乎将狮子和狼全部消灭。

于是，鹿由于没有了捕杀它们的敌害而迅速的繁殖起来。人们为能够用自己的力量保护鹿群而自豪。

然而，人们良好的愿望却适得其反。由于鹿群毫无控制的大量繁殖，以至于当地的植物不能满足鹿的需要，它们大量地啃食植物的茎，刨食植物的根，毁坏了当地的植被，使得这些植物失去了再生的能力。由于食物的匮乏，鹿群饥饿而体质下降，瘟疫开始在鹿群中传播，几年后，鹿群中就有大批鹿死亡。

人们开始反省：为什么狮、狼被消灭，不仅没有使鹿得到保护，反而使当地植被受到破坏，鹿群因此而失了食源？由此看来，保护一种动物，并不能只靠消灭它的天敌。捕食者的存在对于被食者的存在也是一个十分重要的条件。狮、狼可以控制鹿的数量不至过高，从而鹿的食源——绿色植物可以年年更新，同时，由于狮、狼捕食的大多是鹿群中的病弱者，优良素质的鹿被保存下来，从而提高了鹿的质量。生存竞争尽管激烈，但每一种生物在大自然中都有自己“拿手”的进攻和防御本领，总会有一些个体被捕食，但又不能全部吃光，从而保存了生物的优良物种，并使自然界维持着一定的平衡。

狮和鹿的关系说明，人为地消灭一个物种会导致生态平衡的破坏，那么，人为地增加一个物种又会怎样呢？19世纪中叶，澳大利亚引进了几只家兔。但是在澳大利亚这块土地上，没有以家兔为食的猛兽，于是家兔就肆无忌惮地繁殖起来。20多年间，这些家兔已成为占据澳大利亚三分之二土地的野兔。农田受到它的践踏，植被受到它的破坏，给当地人民带来了灾难性的后果，以至于政府不得不动员人们围剿兔子。

不仅动物如此，随意引进植物也会酿成意想不到的后果。18世纪末，一种叫做圣约翰的野草被移民从欧洲传播到美洲。由于美洲没有能吃这种野草的动物——美洲的动物吃了它会中毒——于是这种野草疯狂的在美洲蔓延。到20世纪初，它已占领了美国1500多万亩草场。直到人们认识到它的危害，才进行考察研究，这种草之所以没有酿成大祸，是由于这种草的故乡有它自己的天敌。直到美国从欧洲又引进了以圣约翰草为食的昆虫，这种野草才逐渐得到控制。

大自然在它自己漫长的演变中，使各种生物形成了一种相生相克的稳定平衡状态。如果没有生物间的相互控制，任何一种生物都可能独霸地球，而最终自己也要毁灭，作为“主宰”一切的人类，难道不能从中得到某些启发吗？

动物与生态

不讲情面的弱肉强食

大自然中的芸芸众生，并不是都能平安地生活在自己的大家庭中。它们之中的绝大多数都时时受到自己天敌的威胁。每一种动物为了生存都要去“吃”食，同时，它自己又成为食物被其天敌所吃。你只要看看非洲大草原上的一幕，就会知道生存竞争是多么残酷：正在草原上嬉戏、吃草的羚羊发现了狮子，撒腿就跑，狮子并不是长跑能手，只要羚羊跑出100米，狮子一般就难以追上。然而这只被突然追击的羚羊懵昏了头，一下子竟然跑进了狮子群里。刹那间，它吓得缩成一团。然而，狮子并无半点儿怜悯之心，几只狮子飞扑上去，一阵尘土飞扬过后，狮子们已将可怜的羚羊连骨头也一起嚼碎咽下去了。

在这里，没有任何的情面，有的只是血腥。

其实，狮子、虎、豹等猛兽的捕食本领都是跟猫“学”的。因此，它们都属于猫科动物。猫捕老鼠的时候，就是靠着足底的弹性肉垫，在毫无声响的掩护下，毫不留情地猛扑上去。大多数的猫科动物都是靠着这样的本事去捕食的。

狼则不同了，它们是长跑健将，因此狼在捕食时，多采用“穷追”的方式，大有“不到黄河不罢休”的劲头儿，直到将猎物追得精疲力尽，而最终束手就擒。

豺是诡计多端又凶狠残忍的坏家伙，它既有“穷追不舍”的耐性，又善于耍花招。当它捕食比它还小的动物时，就紧追不放，直到将猎物捉到。但当它面对比它还大得多的动物时，它会尽“坏点子”。豺的个子比狼还小。但是它在袭击牛群的时候，首先凑到牛的屁股后面，轻轻搔挠，迫使牛竖起尾巴，说时迟，那时快，它迅速用前爪伸进牛的肛门，扯出牛的肠子，死死地拽住并将牛的肠子缠绕在树桩上。直到牛疼得用力挣脱时，将大肠小肠全部拖拽出来，最后倒地而死。这时，豺才冲上前去，将这头比自己大几倍的牛作为美餐。看，多么坏的家伙！

大自然不仅是美丽的，而且也是残酷的。

你死我活的较量

如果说，狮子捕羊、猫捕鼠、豺捕牛只是种间斗争中的肉弱强食的“吃”与“被吃”的关系，那么鹰与毒蛇的搏斗则是种间斗争中你死我活的较量。鹰是一种大型肉食性鸟类，它凶猛异常，提起毒蛇更是让人胆战心惊。鹰与毒蛇谁更厉害呢？它们之间谁也不服谁，两者交锋各有胜负。老鹰在天空盘旋，当它看到毒蛇，便俯冲下来，靠着自已灵活和强悍的利爪抓住蛇身，猛啄蛇头置蛇于死地而获胜；但有时候，毒蛇也会缠住老鹰，并伺机噬咬。如果老鹰被毒蛇咬着，则遭灭顶之灾，很快，鹰会中毒坠落，蛇免遭一死而逃跑。

敢于和毒蛇较量的，除了有老鹰之外，还有一种叫做獾的兽类。獾是哺乳纲，肉食目，灵猫科的动物，有些地区把它叫做蒙哥。它四肢短小，身体细长，大约30厘米~60厘米。这么小的家伙它竟然不怕毒蛇。獾与毒蛇的

搏斗一点儿不亚于鹰与毒蛇的搏斗。獾见了毒蛇，浑身的毛立即竖了起来，它的身子好像加长了。毒蛇也张开大口，怒目横睁。獾看准机会猛地咬住毒蛇的头部，然后敏捷的身体立即跳开，如此重复的攻击，不让毒蛇有任何可趁之机。最后，獾用尖锐的牙齿死死咬住蛇头而不松口，终于制服了这可怕的毒蛇。

类似的大战在水中也时常发生。一种生活在热带海洋中的獾鱼，身体如蛇状，它有着锐利的牙齿。当它遇到生着八腕的肉食性章鱼时，两者必有一场恶斗。当章鱼比獾鱼大时，獾鱼会把章鱼的腕一根根地咬断。

大王乌贼与抹香鲸的厮杀更是惊心动魄。这是最大的无脊椎动物与最大的脊椎动物的较量。两者“决斗”时，撕扯在一起的鲸与乌贼，一会儿从水中跃起十几米高，一会儿又重重地摔入海水深层。随着刺耳的啸声，海水被血水染红。真是一曲悲壮的乐章！

动物群的自我调节

1993年6月上旬，我国新疆北部阿勒泰草原上发生了一件使当地哈萨克牧民惶恐不安的事：在阿勒泰、塔城两地区的草原上突然鼠尸遍地，在福海县布伦托海，不仅湖边草滩上有大量的死鼠，而且湖面上也漂浮着大量死鼠，在和布克赛尔县的一水闸口处就捞起死鼠30000只。新疆自治区畜牧部门和防疫部门对此十分重视，迅速派大批技术人员到现场调查，结果报告是这次大量自毙的野鼠叫黄兔尾鼠，主要以草籽和草根为食，是一种草原害鼠，自毙鼠死前行动缓慢，表情呆滞，有的甚至成群结队跳入湖、河溺死，现场解剖死鼠未发现有明显病变。牧羊犬天天食死鼠也没有不良反应。在鼠死多发地区也没有发现人、畜患病或死亡。目前，死鼠的数量已明显减少，上述地区草原上的黄兔尾鼠数量也急剧下降。原来到处可见的活动鼠，现在几乎绝迹。牧民们的生活又恢复了往日的平静。据新疆有关部门分析，这次黄兔尾鼠大批死亡，极有可能是种群内部以流行性疾病方式实现种群数量的自我调节。一些报刊对此事以《阿勒泰草原野鼠集体自杀》的标题作了报道。

其实，野鼠又怎么会自杀呢？蝼蚁尚且贪生，在自然界除了人类思想复杂，有时想不通会自寻短见外，其他动物是不会自杀的。确切地说新疆这些黄兔尾鼠生前非但没有自杀的念头，而是想活命而活不成。类似新疆黄兔尾鼠短期内大批死亡的现象，在自然界早有发生。典型事例如北欧斯堪的那维亚国家里的旅鼠，这种小鼠通常生活在高山上，在大发生年代，由于旅鼠的数量增加超出了环境的承载力，食物不足，隐蔽场所缺乏，迫使它们成群结队地山高山迁出到低地觅食。在短时期内，该旅鼠种群就会崩溃。随着，当地以旅鼠为生的食肉动物种群也因此而缩小。几年后，高山上被吃掉的覆盖植被重又生长起来，使少数残存的旅鼠得以藏身，同时，旅鼠的天敌国旅鼠减少而减少，给旅鼠的威胁也随之减少。此时为数不多的旅鼠已能取得足够的食物，在此适宜的情况下，旅鼠群很快得到增长，于是新的循环开始，这种现象在种群生态学上叫种群数量的自我调节，种群就是在一定空间内同种个体的集合，种群是由众多的个体组成的，因此密度就是种群的特征之一，种群密度就是测定单位面积内所存个体数目，单位面积内个体数目多，密度也就大。在某一定特定的生态系统里，一些种群可能在发展，另一些种群却在衰亡，这取决于种群数量的变动，常称为种群动态。在自然界中，种群动

态很大程度取决于该种群的出生率、死亡率和迁移率（迁出和迁入）之间的比率，出生率和迁入是使种群增加的因素。死亡率和迁出是使种群减少的因素，如果年复一年，出生率大于死亡率，种群便增长；如果死亡率大于出生率，种群便衰退。如果出生率与死亡率大致相等，则种群保持稳定。在自然界中，由于环境的变化影响着出生率和死亡率两者之间的比率，所以出生率和死亡率一般都不可能保持不变。任何一种动物如果持续在一个理想的环境中，都能活到生理寿命的终点。那么，只要繁殖几十代，其种群就能迅速增长，甚至布满全球。以图表示这种情况下的种群增长线应是直线上升，即呈几何级数增长，但是，在自然界中，这种持续理想条件并不存在，种群不可能长期持续地呈几何级数增长，当种群在一个有限的空间中增长时，随着种群密度的上升，出现食物短缺，栖息地不足，过分拥挤以及遭受天敌的捕杀和疾病，都会使种群丧失越来越多的成员，使种群存活率下降，这种情况使雌雄动物体质越来越差，出生率开始下降，迁移率也开始增加，从而降低种群的实际增长率，最后，若出生率和死亡相接近时，种群密度就会稳定在某一水平上。所以，在很长一段时间里，种群增长图线常以“S”型出现，也就是所谓的逻辑斯缔曲线。

新疆阿勒泰草原的黄兔尾鼠从 1990 年以来鼠密度一直在上升，于 1992 年秋天达到极限，当种群数量大增超过其环境的承载力时，由于食物不足，导致身体虚弱，出生率降低，幼仔发育不良，抗病力也随之降低，死亡率就会增高。在这种恶劣的形势下，以往生活的乐土已不能满足黄兔尾鼠生存的需要，黄兔尾鼠不会坐以待毙，更不会自杀，而是大批结群迁移到别处去求生，实际上就等于是逃荒。在迁移过程中遇到不利情况，如前有 大湖挡路，也会奋不顾身地往前抢渡。一些黄兔尾鼠由于体力不支，便丧生湖上，体力较好的幸存者继续前进，不久也会全军覆灭。等过几年后，草原上被破坏掉的覆盖植被重又生长起来，使少数残存的黄兔尾鼠得以藏身，也能取得足够的食物，到那时黄兔尾鼠的种群又会增长，开始新的循环。当然，流行疾病也能造成大量黄兔尾鼠死亡，但这次经鼠体解剖，并未发现有任何明显病变，当地人畜也未受到感染，因此，病死不可能是主要原因，而可能是黄兔尾鼠短时间内大量自然死亡为种群自我调节又添了一个典型例证。

动物的互利关系

猴子和鹿是好朋友。一天，它们发现小河对岸有一片果树，熟透的果子挂满枝头。它们高兴极了，都想吃到果子，但是，猴子不会游泳，站在河边，急得呱呱大叫。鹿便让猴子伏在自己背上，带着它一起游过河去。不一会，俩个就来到果树下，鹿不会上树，尽管昂起头，努力往上跳都无法够着挂在树枝上的果子。这时，猴子三下两下就爬上树去，很快就采到很多果子，扔下地来，同鹿一起分享。这则童话的寓意是与人和睦相处，互相帮助，就能相互得益。在自然界，两种动物和睦共处，双方得益的事例确实有很多。

白蚁是一种对人类极有害的昆虫，尽管非洲有些人把它作为美食，但是，白蚁以木质纤维为食物，又是过社会性群居生活，数量大，能蛀空木材，对枕木、桥梁和房屋建筑危害极大。因此，世界各大城市都设有白蚁防治机构，耗费了大量人力和财力消灭白蚁。白蚁怎么消化坚硬的木头呢？原来在白蚁的消化道内有一种原生动物，由于它有很多鞭毛，因此又叫做披发虫。披发

虫能将木质纤维素分解成葡萄糖，这样白蚁就能吸收了；如果用 40 的高温处理白蚁，它肠内的披发虫都死了，而白蚁却仍然活着照样吃木头。但是，白蚁本身没有能分解木材纤维所需的酶，所以不久也就“饿死”了。可见白蚁和极发虫之间有一种紧密的关系，只有彼此生活在一起，才能大家得到好处，否则连生命都保不住。披发虫对白蚁来说，可说是“相依为命”，而对人来说，真可说是“助纣为虐”。

在非洲可以见到一些鸟，如牛背鹭和小白鹭经常同长角牛或大象在一起。几只牛背鹭或栖身在它们的背上，或在它们的脚跟前转来转去，长角牛和象都不会驱逐这些“小朋友”，因为牛背鹭在长角牛和象身边转，只不过是等着啄飞来停在伙伴身上的蝇类、小虫和体外寄生虫。要知道长角牛和象对这些小虫的干扰是非常厌恶的。如果没有牛背鹭在它们身旁，它们就只得不停的左右摆动尾巴驱赶蚊蝇，或是将身体滚上一层薄泥以抵御蝇虫，虽然也能起到一些作用，又哪能抵得上朋友在时那样逍遥舒服呢！而且牛背鹭视觉灵敏，当远处出现敌害时，就会突然惊飞，这就等于唤醒长角牛的警觉，早作准备。

有一种小鸟常喜与犀牛为伴，所以叫做犀牛鸟。犀牛也喜欢这种小鸟的到来，因为小鸟帮助它们消除病患。犀牛凭着它那巨大的身躯和一身蛮力，兼加头上的硬角，可说是无所畏惧的。就连狮、虎也不敢惹它。但是，英雄只怕病来磨。犀牛的皮厚且皱褶多，容易积存污垢，滋生寄生虫，而且犀牛在生活中难免碰伤，而蝇类又喜欢在伤口处产卵生蛆。这些都使犀牛容易感染痼疾，痛苦不堪。此时，犀牛鸟帮助犀牛从伤口中剔出寄生虫作为美餐，而犀牛鸟在犀牛的身边，安全度大大增加，因为没有哪种对犀牛鸟有威胁的动物敢靠近犀牛。

寄居蟹，又称寄居虾，是一种甲壳纲的节肢动物。成体寻找空的螺壳作为栖居寓所。头部能伸出螺壳外在海滩上或海底爬行，遇敌时可将整个身体缩入壳内。在螺壳的表面还常常附着贝螭，这种腔肠动物有刺细胞。刺细胞向外一端有一刺针，向内有一个刺丝囊，囊中有细长而中空的刺丝。当刺针受刺激时，刺丝可由内向外翻出。并把毒液射入猎物或敌害体上，起麻醉作用。寄居蟹居住在螺壳中，而贝螭成体过固着生活，不能自由移动，附着在螺壳上，它的楼下房客可背着它四处活动，这就大大地扩大了它的捕食范围。而寄居蟹可得到楼上房客刺丝胞的保护。又如海绵动物成体也过固着生活，所以别的动物都不愿意吃它。因此，在它的中央腔内，常有甲壳动物、软体动物甚至小鱼躲藏着，这些房客把它作为避难所。有一种皮海绵也常固着在寄居蟹的螺壳表层上生长，以后逐渐溶化了螺壳，这样寄居蟹就直接居住在皮海绵的中央腔内了。皮海绵可以随寄居蟹到处活动，扩大了生活范围，而寄居蟹也可因为它的“房东”不受别的动物欢迎而得到庇护。

在生态学上，两种动物的个体在一起生活，彼此相互依存，共同得到利益的关系，称为互利关系。

动物中的相互依赖

有一则寓言：凶猛的老虎捕食野兽，捉到一只狐。狡猾的狐对老虎说：“你不可吃我，因为我是天帝任命掌管百兽的长官，你吃了我，就是违抗天帝的旨意，如果你不相信，尽可让我走在前头，你在后面跟着，看看百兽见

到我有谁敢不回避的。”老虎同意了，便跟着狐走，果然野兽们见了都纷纷逃避。老虎以为野兽们真是见到了狐害怕得逃走，而不知其实是野兽们害怕狐后面的自己才逃跑的。以后，人们常用狐假虎威这句成语来比喻仗别人的威势来吓唬人。

在自然界，狐假虎威是当然不会发生的。然而，类似狐假虎威的现象却是确实存在，事例还不少呢！

如果说老虎是兽中之王，那么鲨鱼可以称为鱼中之霸了。鲨鱼是食肉软骨鱼类，游速极快，行动敏捷。虽然是主要噬食鱼类，但是凡能被鲨鱼捕获到的，包括海龟、海鸟、海兽和人，可说无所不食。鲨鱼凶残成性，特别嗜血，航海者都可能这个经验，如果海水中一有血腥，不久就会招来鲨鱼。鲨鱼非常贪婪，常常咬毙比自己食量还要大的生物。所以海洋中的动物都非常惧怕鲨鱼，见之远避。但是海洋中有一种硬骨鱼——鲫鱼就敢主动与鲨鱼为伍，并且从中得到好处。这种鱼身体细长，头背部长有一个吸盘，是第一背鳍特化而成的。吸盘椭圆形，上面有11~24对阔的横条软肉。横条的后缘根据需要可以竖立起或放低。当鲫鱼悄悄地靠近鲨鱼腹面，用吸盘吸附时，将横条后缘竖起，形成吸盘内一部分真空，便将自身吸附在鲨鱼腹面下。鲨鱼没有受到任何损伤，毫无觉察。鲫鱼把鲨鱼充当交通工具，毫不费力地随着海中霸王到处巡游，海中动物见到鲨鱼纷纷逃避，鲫鱼自身的安全度因此大大提高。这同寓言中的狐假虎威何其相象！鲫鱼的高明更在于当鲨鱼捕到猎物，饱餐后，鲫鱼将吸盘横条后缘放低，悄悄地脱离鲨鱼去享受鲨鱼吃剩的残屑。有时，鲫鱼也自行猎食。附着对象当然也不仅限于鲨鱼，鲸、海龟以及船舶常被光顾。

鲫鱼和鲨鱼的这种关系在生物学上称为共栖。指两种生物生活在一起，彼此之间，一方受益，另一方谈不上有多少益害的一种关系。共栖有很重要的生物学意义，在自然界，找寻食物同时又要避免自身被其他动物所食是动物生存的重要条件。因此就会有不少动物与其他动物共栖，并从中得到益处，包括食物、庇护、空间、基底和携带等。一般来说，依附者是主动的，被依附者是被动的。共栖的形式可有多种多样，除鲫鱼临时依附在鲨鱼体表这种形式外，还有依附者生活在被依附者身旁或体内的，也有依附者永远固着在被依附者身上等形式。

在我国南海分布有一种少女鱼。身体很小，嘴唇很厚，头和体侧有4条横带，色彩艳丽，行动活泼，这种小鱼常和海葵生活在一起。海葵是海产的腔肠动物，身体圆筒形，下端附着在固体上，游离的上端中央有口，口周称口盘，四周有许多触手，伸长开来，形状像葵花，故名海葵。口的下面有口道通消化腔。触手上有许多刺细胞，能放出刺丝将猎物麻醉。触手非常灵敏，一触马上就会收缩，同时放出刺丝。但是，令人惊异的是少女鱼在海葵触手间来回穿梭，海葵触手竟会毫无反应。少女鱼色艳夺目十分招摇，常被一些鱼类捕追。当危急时，它会巧妙地躲进海葵体内。而尾随而来的追捕者稍微触碰一下，海葵触手马上收拢，放出刺丝将它麻醉，送入消化腔中消化，少女鱼则安然无恙。由此看来，似乎少女鱼无意中也给了海葵一点报酬。

有一种热带小鱼，称作光鱼，全身透明，体型较细长，背鳍和臀鳍都延长，没有腹鳍，很适合钻窟活动。光鱼喜欢同海参生活在一起。海参是著名的海鲜，属于棘皮动物，长圆形的身体，体表有许多棘状突起，口和肛门各在身体两端，消化道较长，肛门通入一个很大的排泄腔。海参过海底生活，

通常将身体埋入海底泥沙中，仅露出两端。光鱼常常在日间从海参的肛门钻入到排泄腔，把那里当作休息室或避难所，夜间再钻出来活动。有时一条海参的排泄腔可容纳几条光鱼。这些“房客”进进出出的打扰，还看不出对海参会带来什么好处，但是海参对此竟然没什么反感。这是一个利用空间的共栖例子。

藤壶是一种过固着生活的节肢动物，外形有些像一只倒盖的碗，身体外面包有石灰质的硬壳板，常成群地固着在海岸、礁石、码头船坞的木桩、绳缆和船底上。如果船底附着许多的藤壶，航速势必会减慢。因此，造船业不得不花费财力和人力去解决藤壶固着问题。就是这种藤壶也常常固着在鲸的体表或一些软体动物的贝壳上，利用它们的身体作为固着基底。这样可以随着被固着者的移动，大大地增加自己的生活范围。无疑可得益匪浅。对被固着者来说，如果是鲸一类海兽，一般不会像非生物的船只那样容忍成群的藤壶固着。至于几只小藤壶固着在鲸那样大的身体上是不会有多大感觉的，如果是软体动物贝壳上固着有藤壶，除了加重一些负担外，如同披上一件盔甲，倒也可以起到一些保护作用。藤壶的共栖是一种基底共栖，也是一种携带共栖。

中国艾鼬国外立功

1996年6月22日，《光明日报》发表记者陈凯里的报道：中国艾鼬，越洋为“师”。这使人想起，1978年8月24日，我国博物学家黎先耀在《人民日报》发表文章：《螳螂南行》。这两篇文章分别介绍美国和澳大利亚引进我国动物物种，去重建那里的生态平衡。这是很有意思的。

艾鼬是一种细毛哺乳动物。人们用一个美好的名字“艾虎”称呼它。按我国民俗，端午节人们佩戴艾虎，即用艾做成的虎。希望它可以辟邪除秽。有诗云：“钗头艾虎辟群邪，晓驾祥云七宝车”。产于我国东北的艾鼬，性情凶猛，野外适应能力很强，是捕鼠能手，和美国的黑足鼬有很近的亲缘关系。

黑足鼬是分布在北美洲西部的一种珍贵动物。80年代野生黑足鼬已经灭绝。美国动物保护专家人工繁育了18只，使这种珍贵物种得以幸存。科学家试图将它们放归大自然，重建黑足鼬野生种群。但是，人工饲养长大的黑足鼬已经不再捉老鼠，把它放归大自然后，不是被饿死，就是被猛禽吃掉。他们已经失去了自我生存的本领。

美国科学家想到了中国东北的野生鼬，并同中国科学家进行这两种动物的比较生态学研究。中国工程院院士马建章教授主持了这项研究。他们采用最先进的无线电追踪技术和生物化学手段，在内蒙古自治区八达尔湖农场40平方公里的范围内，对艾鼬展开全面研究。经过4年多的努力，弄清了该区艾鼬的昼夜活动规律，它的食物结构和天敌分布等生态学特征。

中国科学家不仅对美国提供了这方面研究的全部技术资料，并且赠送12只我国东北野生艾鼬。美国科学家根据中国专家提供的资料，有针对性地对黑足鼬进行夜间捕食和天敌躲避等一系列野外生活训练，特别是有中国送去的12只中国艾鼬的“言传身教”，终于帮助美国黑足鼬重新获得了野外生存的本领。它的种群很快发展为500多只。北美大草原重新出现黑足鼬野生种群，在抑制鼠害保护草原中“建功立业”。

螳螂，是一种昆虫，俗称“屎壳郎”，专门以食牛羊粪便为生。

在茫茫的大草原上，每当夜幕降临时候，草原上就有成千上万的螳螂出来活动，把牛羊排出的粪便运走并埋藏起来。它们是草原的有效的清扫者，草原生态平衡的维护者。试想，要是没有它们的“服务”，粪便堆积起来，不仅会把草地弄得又脏又臭，而且还要覆盖大片的草场，最后就没有长草的地方了。

螳螂的活动，首先是把粪便搓成球。它搓的粪球比它们的身体还大许多倍。粪球搓好后，它们把粪球推出几米远，找到一个适宜埋粪球的地方，以便把粪球埋起来。在推粪球时，雄虫用头抵着地，后足拉动粪球，雌虫爬在粪球上。如果雄虫拉不动，两者就一前一后，通力合作，直到把粪球拉到适于埋藏的地方。到了目的地，雄虫挖掘埋粪的洞，挖好后雌虫和粪球一起落入洞内。粪球埋好后，它们均以此粪球为食并进行交配，雌虫产卵一粒。它们吃剩的粪球是幼虫的食料，能够保证幼虫发育所需的食物和水分。

为了完成这些活动，螳螂发育有强大的腿，有像铲子一样的前胚节，并呈球拍状，适于把粪便拍成球形；后两腿细长而向外弯，适于奔走和能围抱住粪便以利于做成球；后腿的胚节有向后的刺，便于在向前推进时得到良好的推动力；它的头部迎面有像推土机似的推土铲，这样就使得它的全部活动配合得十分和谐，因而有较高的效率。

澳大利亚有广阔的草原，饲养有几千万头牛羊，是畜牧业很发达的国家。这些牛羊每天排出几亿堆粪便，要覆盖成百万亩草场。而且牛粪还滋生蝇类，成为一个很大的问题。

为了发展畜牧业，建设草场的生态平衡，1978年澳大利亚从我国进口螳螂，让它们去那里吃牛粪，打扫澳大利亚的牧场。

难道那里就没有“屎壳郎”吗？

有的。但是本地的“屎壳郎”只吃袋鼠的粪，不问津牛粪。他们那里没有吃牛粪的螳螂。

为什么澳大利亚没有以牛粪为食的螳螂呢？

这里有地质史和生物进化史两方面的原因。

在古老的地质时代，澳大利亚与欧亚大陆相连。只是到了一亿多年前，由于地壳运动引起大陆漂移，澳大利亚才脱离大陆，渐渐地漂移到它现在所在的地方。

那时，动物进化处于哺乳动物的早期阶段。地球只有鸭嘴兽和袋鼠等低等哺乳动物。澳大利亚离开欧亚大陆以后，限制了哺乳动物在当地环境继续演化。现在澳大利亚的马、牛、羊是人们从欧洲、亚洲带去的。虽然牛带去了，但是，吃牛粪的螳螂却没有带去。因此那里没有专吃牛粪的“屎壳郎”。

澳大利亚引进我国的螳螂，让它们去打扫那里的牧场。螳螂的活动还可以疏松土壤，把粪便转化为肥料，培肥土壤，从而促进牧草的生长。因此，中国螳螂远渡重洋到澳大利亚，将在那里建立对人有利的新的生态平衡，促进当地畜牧业的顺利发展，这是一件好事。

自然界的状态是生态平衡。这是大自然的重要特征。但是，由于自然界的物质运动可能导致生态平衡破坏，特别是人类活动导致自然平衡破坏，这是非常普遍的。自然本身具有调节生态平衡的机制。也就是说，自然界有能力重建生态平衡。同样，人类活动也可重建生态平衡。

我国艾鼬远涉重洋到北美洲，帮助美国黑足鼬重新学会在野外生存的本

领，这是人类努力重建北美大草原的生态平衡；中国螳螂远涉重洋到澳大利亚落户，这也是人类努力重建澳大利亚大草原的生态平衡。

这里，中国两种很不起眼的小动物，成为大自然重建生态平衡的“明星”。但是，这是在人的参与下和帮助下才达到的。

斑马的条纹

大家知道，斑马身上有黑色条纹（实际上，它是淡黄色的）。这种条纹分布在斑马的全身，从头到脚，甚至在尾巴上也有这种条纹。它不仅很好看、有趣，而且也很有用。

斑马的条纹有什么用呢？

人们普遍认为，这种条纹是一种隐身术。那就怪了，有这种条纹不是很显眼更容易被发现吗？是的，对于同类来说，这是一种颜色语言。斑马和其他动物混在一起吃草，黑白相间的条纹容易引起注意，一旦出现危险，例如狼和狮、虎出现，只要头马一动，所有斑马很快能够一起逃跑。也就是说，这种条纹对同类来说有引起注意的作用。

但是，它对于猎食者来说，能起隐身作用。科学家发现，眼睛对黑白两种颜色的感光程度有差异。正是由于有这种差异，斑马奔跑的速度又很快，捕食者很难迅速地测定它的距离。当捕食者测定距离时，它早就逃之夭夭了。因而这是斑马的一种隐身术。

最近有人在报上写文章，说对斑马条纹的作用有了新的解释。科学家的实验结果表明，斑马的条纹是为了防止刺刺蝇的叮咬。刺刺蝇是双翅目昆虫。它常常叮咬羚羊等颜色单一的动物，并传播一种睡眠病。但是，斑马在同样的环境下则不被叮咬，得以安静地生活，也用不着不停地摇晃自己的头部和尾巴去驱赶蚊蝇。

动物学家在斑马生活的地方做实验，把小铁桶分别染成黑色、白色和黑白相间三种，然后在这些铁桶上通上电流，放在灌木丛中，凡是落在小铁桶上的刺刺蝇统统全被电击而死。实验结果发现，染成黑白相间颜色的小铁桶上被杀死的刺刺蝇数量最少。

也许这都是真的，斑马的条纹既有防止蚊蝇叮咬的作用，又起隐身的作用。

这是动物在环境的压力下，为适应环境而产生的变化。这种变化使得它们有利于保护自己，有更多的存活机会。这是生物的适应性进化形成的一种生态平衡状态。

类似斑马的情况在自然界是非常普遍的。如鲸鱼，它是一种哺乳动物，是海洋中的兽类。它不像鱼儿那样以产卵繁育后代，而是直接产仔，通常每胎产一仔。初生下来的鲸鱼仔就有 8 米长，6 吨重。这是很难想象的。而且，小鲸仔吃母鲸的奶，一昼夜就长 100 公斤。鲸鱼是世界上最大的动物。人们捕捉到的最大的鲸鱼，长 33 米，体重 150 吨。比较一下，一条鲸鱼相当于 30 只大象，或者 150 头牛的重量。它的心脏 700 公斤，有一匹马的重量；肾脏有 1000 公斤，舌头 2000 公斤，比两匹马还重。它的胃宽 3 米，比一个房间还大。真是庞然大物！

鲸鱼在海洋中生活是可以想象的。要是在大陆，哪有这样大的场所，可以让它自由地施展呢？

据说，鲸鱼在数百万年前曾是陆地上的动物。它原有四条腿，曾经在陆地耍威风。科学家在埃及的地层中发现古鲸腿的化石。那时古鲸的大腿约 25 厘米长，小腿 35 厘米，同现在鲸这庞然大物相比，显然是小了些。

现在，鲸鱼生活在海水里，当然就用不着脚啦，而长出了游泳时用的鳍。外表看去，鲸是没有脚的，但它的身体里藏有两块很长的后股骨骼残余。它的后肢已完全退化了。但个别出现“返祖现象”的鲸，有两条类似后腿的东西长出体外，就像两条小腿。

鲸为适应海洋的生活，用鳍代替了腿，而且全身无毛。为了保温和减少身体比重，皮肤下有一层很厚的脂肪。虽然，它与陆地哺乳动物一样用肺呼吸，但已练出了特殊的本领，在水面吸气一次，潜入水中潜泳可达 10~45 分钟。它也许能称得上是潜泳的冠军了。

在生命世界，成功的标准是种的生存。有许多物种灭绝了，是因为它们不适应变化了的环境，只有适应性强的物种才生存下来。

生物适应环境，这是生态平衡的一条重要的规律。适应作为生物生存的重要因素，是生物生存的一种机制。这就是面对环境的变化，生物需要不断地调节自身的生理、形态等的结构，使自己与环境的变化相一致，以便有更多的生存机会。

人也是这样的。科学家发现，人到了高山地区，例如在青藏高原，呼吸、心血管造血系统等的活动，会发生数十种变化，包括血液系统的成分、生理化学和功能的变化。如造血功能增强，红血球生成增多，血红蛋白分子改变形状，血液中的氧容量增加，肺通气增强，心率输出增加等等。人身体内的这些变化是适应高海拔低气压而产生的。当回到低海拔的地区后，又会恢复到原来的状态。

科学家指出，生物有机体在生活环境发生变化时，以自身的变化作出反应，以适应环境，主要是细胞水平的适应，通过细胞水平的改组去实现适应。例如在高海拔缺氧的情况下，细胞水平的适应包括：（1）对氧的争取，提高氧的利用率和酶的活力，以及提高活性物质含量；（2）对低氧的适应，降低氧的消耗，刺激能量交换中缺氧的过程；（3）提高细胞的非特异性的抵抗力，增加细胞原浆蛋白质结构的抵抗力，提高控制细胞反应过程的效能，以完成适应过程。

生物必须适应环境才能得以生存。生物体广泛存在变异现象，这是适应的生理基础。环境资源可以养活很多各种各样的生物，但是，当环境发生激烈的变化时，那些不适应环境变化的生物被淘汰，只有适应环境变化的生物生存下来。因为它以自身的变异去适应变化了的环境，而且，它能把变化的基因传递给后代，从而促成了生物的进化。

生命经历这样的适应 进化的路线，达到生物体与环境的协调，达到生态平衡。这是生命的价值，或生命生存的路线。

旅鼠大逃亡

旅鼠，身长 15 厘米左右，生活在北欧的挪威、瑞典等国，平时栖息在深山中，吃树根和草苔。

旅鼠的繁殖速度很快，到一定的时候，由于大量繁殖，吃尽了当地的食物，便要闹饥荒。这是它们过量繁殖所造成的生态失调。这时，旅鼠便成群

结队，进行转移大进军。有时多达几十万只，甚至几百万只，浩浩荡荡，出现在大路上。

在进军途中，它们吃光所走过地方的植物和农作物，越过高山，渡过河川。有时，旅鼠的尸体塞满小河、池塘，而后来的旅鼠则越过它们同伴的尸体，一往直前。就是遇到了捕食者如狼和鹫鹰等的袭击，它们还是照样前进，越过平原、河谷、山地，一直奔向大海。最后全部被淹死在海里，情景是非常悲壮的。

旅鼠大进军时，有一小部分留在山中。因为它的繁殖速度很快，幼仔六周便可成熟，成熟后一年产仔6至10次，经过四五年时间，又达到极大的数量，一般10至20年，又要进行一次大进军，以避免造成生态根本失调。

自然界的生命不断地进行自动调节，这是生命存在的一种特征。

上述旅鼠大逃亡，并成群结队地跳到海里淹死，这种自动调节过程，是在过量繁殖造成生态失调的时候，以大量个体自我牺牲的形式，达到种的自我保持。也就是说，它的集体自杀的大行军，是旅鼠为了保存后代的一种方法。它们的自我牺牲是它们的种的自我生存的一种形式。

我国也有蛤蟆大逃亡的报道。例如1987年2月9日，安徽省宿县双庆河，出现3万多只癞蛤蟆集体过路的壮观景象。过路时，前头有一只特大的蛤蟆领路，后边大多数蛤蟆身上背着小蛤蟆，队伍成“人”字形，浩浩荡荡地翻越公路，向南边河沟爬去。那天，从下午1点多钟，一直到下午4点多钟，队伍仍未过完，围观的群众达二三千人。蛤蟆为什么结队过路，未见报道，估计也是种群自动调节的一种形式。

自然界生命的自动调节有多种多样的形式。大多数生物受捕食者（“天敌”）控制。天敌还有它的天敌。例如狼捕食鹿群，这是调节鹿群数量的形式。鼠类因为繁殖的速度很快，当天敌不足时，会由于过量繁殖造成食物短缺，在生态失调的情况下，老鼠的头儿会发出一种信息素，这种信息素能调节其他老鼠的交配，甚至抑制其他老鼠的生育能力，从而使鼠群的数量控制在一定的范围内，就同人类的计划生育一样。

一般来说，由于自然因素，如上面说的动物掠食，不至造成植被的根本破坏。如果土地森林没有受到人类过度的砍伐和垦殖根本破坏，在没有变成沙漠或石漠的情况下植被可以重新出现。

例如，许多植物的种子很小很轻。如山杨树的种子1万粒还不到1克重。有一种兰科植物，50万颗种子才重1克。柳树、蒲公英等种子也很轻，在蒲公英的种子上还长有翅膀一样的翼。这些种子可以顺风传播。而且，大多数植物有大量的种子。只要具备适当的条件，便可以扎根生长。此外，有些植物的种子，在被鸟儿吃下去之后，不会被消化。它随鸟儿粪便排出，也可以传播到很远的地方。

红树，称为胎生植物。它同其他植物一样，开花、授粉、受精、结籽。但是它的种子成熟后却与其他植物不同，种子不离开母体，仍在母体吸收母体的营养而萌发。当红树开花结果的时候，便可看到树上结满几寸长的“角果”。但这些角果并不是红树的果实，而是一株株已由种子萌发的幼苗。幼苗长成后靠重力脱离母体。它落在海滩时，能直接插入淤泥中，扎根生长为一株小树。如果遇到大潮，它落到海里，还可以漂浮在海上。因为它有粗大的下胚轴，里面有大量的通气组织，可以任其漂在海上。由于它在母体上就形成耐海水盐渍的性能，可以长期在海上漂泊。一旦海潮把它送到海滩上，

几小时便可长出侧根，迅速扎根生长。红树幼苗一旦扎下根，每小时长高一寸，到四尺高时便开花结果。一株幼苗不过几年间，便可以造成一片红树林。

椰树，虽然它不是胎生植物，但它的果壳有一层不透水的外表皮，里面有充满空气的纤维组织，一旦落入海中，也可漂浮在海面上，任风吹浪打，可被海潮带到遥远的地方。当海浪把它推到岸上，又可扎根生长出一棵大树。

总之，由于种种原因，例如旅鼠繁殖过剩，或者地震、火山爆发、严重的气象灾害等等，自然界生态平衡失调的情况是经常发生的。但是，自然界的生命不断地进行自动调节。正是由于生命本身具有自动调节的功能，各种自然原因造成的生态失调，在自然状态下，才不会产生永久性的生态危机。

动物之间和平相处

鳄是一种善于游泳，性情凶恶的大型爬行动物。它常常栖息在水边捕食。它的食域很广：各种鱼类、蛙类、鸟类，它都不放过，甚至有时袭击人畜。因此，大多数的小动物都避开它。但是有一种小鸟却从不躲避它，甚至钻进它的口腔中。这种小鸟叫鳄鸟，它是鳄的朋友，它们友好地生活在一起，有时鳄鸟钻进鳄的口腔里，鳄突然闭上嘴巴。不过你不要担心，只要鳄鸟在里面轻轻叩击鳄的上下颚，鳄就会张大嘴巴让鳄鸟飞出。鳄为什么不吃飞进它嘴里的鳄鸟呢？原来，鳄鸟可以细心地剔出鳄齿间的食物残渣，并啄食寄生在其中的小蛭。鳄的口腔得以清洁，鳄鸟也可以得到丰盛的美餐，并得到鳄的保护。

像鳄和鳄鸟这样两种都能独立生存的动物生活在一起，互助互利的现象，生态学上称为共栖。

共栖关系也是生物界普遍存在的一种现象。

很多动物在它的生活中都会交上一些“异种”朋友。凶猛的鲨鱼也会有一些小伙伴，这些小鱼叫拟狮鱼。它们常常在鲨鱼身旁来回穿梭，去吞食鲨鱼吃剩的残屑。鲨鱼为什么能容忍这种“无视”它权威的小鱼呢？原来，这些小鱼不仅在它前面帮助导航，以找到鱼群集结的地方，而且还常常游到鲨鱼的嘴里帮助鲨鱼剔牙，这种登上门来的“牙医”和“向导”，鲨鱼还能拒绝吗？

当然，自然界也有些只对一方有利，但又不伤害对方的“片利共栖”现象。海洋中有一种叫牧鱼的小鱼，是依靠躲到水母那张开巨大的“伞”下，为自己找到一个安全的领地。在这个“保护伞”下，它可以躲过敌害的进攻。而由于牧鱼能精心地为它的“保护伞”剔除身上的小寄生虫，因此，牧鱼能够免于水母触手上刺细胞的伤害、因此，牧鱼与水母之间也建立了一种默契的共栖关系。

不同环境塑造不同的形态

提起鲸，你一定会想到那终年生活在海洋中的庞然大物，它的体形像鱼，于是人们常常叫它“鲸鱼”。其实，鲸不是鱼，而是生活在海洋中的一种哺乳动物。它们的外形是海洋中的环境塑造出来的，但它们的内部器官和生殖行为仍然保持着哺乳动物的特点：胎生、哺乳、用肺呼吸、心脏有四个腔室等等。

哺乳动物大都生活在陆地上，如我们知道的兔、鼠、象等。但是在长期的进化中，它们逐渐朝向占领自然界各种环境分化，鲸长期适应水中生活，因而身体有着鱼一般适于游泳的线形，后肢特化为鳍状。我们较为熟悉的生活在海洋中的哺乳动物，还有海豚、海豹、海狮，它们都有着鳍状附肢。哺乳动物不仅有水中游的，还有空中飞的。如，蝙蝠就是能够飞翔的哺乳动物，适于它飞翔生活特征的是，它的前肢及尾间生有薄而柔韧的皮膜，形成了能够飞翔的两翼。

有着血缘关系的生物，由于生活在各种不同的环境中，因而在形态及生活习性上有着完全不同的适应性。这种现象叫辐射适应。

不同的环境塑造不同类型的动物。在黑暗的地下靠前肢挖洞的鼯鼠，其眼小，耳退化，前肢粗短，掌心向外翻转，有着粗大的长爪；在草原上奔跑的羚羊，趾端特化为蹄，其余各指均退化；在密林中攀援的长臂猿，其拇指与其他四指相对，以利于紧握树枝。

这些特征都是它们被自己占领的环境所塑造的。

辐射适应在鸟类中也是十分显著的：善于飞翔的信天翁其翼可超过3.4米；善于在沙地上奔跑的鸵鸟身体巨大，双翼衰退，两腿刚劲有力，它的足几乎特化为适于奔跑的“蹄”；水中游泳的野鸭趾间有蹼，好似划水的桨。

辐射适应导致同一类生物产生多样化的生态类型，因此不利于这类生物占领不同的生态环境，从而充分利用环境中的自然资源及能量。

相似的环境造成相似的形态

我们都知道，青蛙是两栖动物，鳄是爬行动物，而河马是哺乳动物。它们之间会有什么联系的地方呢？

青蛙、鳄、河马尽管在分类上血缘关系很远，它们的内部解剖及生理机制也不尽相同，生殖方式更是相差甚远。然而，它们都有着用肺呼吸，这样相同的与外界交换气体的方式，又都过着可以栖息水陆的生活习性，因此，它们的生活环境很是相近。如果画出它们的侧面图，我们可以看到，它们的鼻孔和眼睛都生长在头部上方的同一个水平。这样的特点，可以使它们将身体最大程度地浸在水中，而使鼻、眼突出水面，从而保证了呼吸，和对水面环境的观察。这些相同形态特征的形成，是由于它们生活在相似的环境中并逐步适应环境的结果。

很多生物，尽管它们的分类地位不同，但由于生活环境相同，可以产生相似的形态结构，这是生物对相同生态条件产生相近的适应的结果。因此，把这种现象称为“趋同适应”。

在生物界中，趋同适应的例子很多。

如：鱼纲中的鲨，爬行纲的鱼龙，哺乳纲的海豚，由于都生活在海洋中，因此，它们的形态都产生了对海洋生活的适应性；流线形的体形和适于划水的器官——鳍或鳍状附肢。生活在极地的海豹和企鹅，体内都有一层厚厚的脂肪来抵御严寒。这些都是趋同适应的结果。

植物中的趋同适应也是显见的。如，水生植物莲、狐尾藻、金鱼藻，虽然在分类地位上亲缘关系很远，但是由于都受水中的环境影响，因此，它们有着相似的特点：都有发达的通气组织，根系发育较弱等等。

白色的北极熊，黑色的狗熊

北极熊和狗熊都是哺乳动物纲熊科的动物。生活在东北山林里的狗熊，身着黑色的“礼服”，一副“绅士”风度，经常“光顾”守林员的小木屋；但生活在地球北极圈内冰天雪的北极熊，却身裹厚厚的白色皮袄，对刺骨的寒风无所畏惧。

为什么都是熊，而颜色上有这样大的差别？

为了说明这个问题，我们先做一个小游戏。在一片绿色的草坪中，分散着很多黄、绿两色的小草棍，现在你们分头去寻找它们。几分钟以后，看看你们找的草棍大多是什么颜色的？这个道理很简单，在绿色的草地上，绿色的草棍被掩盖了，而黄色的草棍更容易暴露。因此，你找到的草棍大多数是黄色的。如果你留心一下你的周围，就会发现，大多数动物的体色与它所栖息的环境是相近的：菜青虫的颜色与青菜相同；青草里的蚱蜢为青色，枯草里的蚱蜢为黄褐色。

动物所有的与它栖息环境相似的颜色叫保护色。动物的保护色既可以保护自己免受敌害，又可以伪装自己偷袭猎物。

现在，你应该知道为什么终年生活在冰雪覆盖环境下的北极熊的身体是白色的，而生活在遮天蔽日的深山老林里的狗熊的身体是黑色的了。

绝大多数动物都有自己的保护色：生活在水中的鱼，背部是黑灰色的，而向腹部逐渐变为白色，这是适应水中环境的一种保护色。有一种被称为“变色龙”的爬行动物，学名避役。它的真皮内有多种色素细胞，能随时增减，并根据周围的环境变化体色。当它爬在树干上时，身体呈现树皮色，而爬到树叶上时，马上变成绿色。乌贼的“变色术”也不亚于避役，它的基本体色是无色或半透明的，以至体内的墨囊隐隐可见。但它在海洋游泳时，身体可出现斑马身体上的斑条纹，随着海水的波澜而使自己被淹没在其中；可是当它在阳光照耀的砾石上时，背部则显现灰棕色斑点，好似阳光下的砾石闪闪发光；当它在沙滩上栖息，体色又变为沙黄色；如果将它放到白色的大理石上，其体色很快又变为乳白色，这千姿百态的体色变化，才称得上是真正的“变色龙”。

动物的保护色，也是适应错综复杂的生态环境的结果。

从过度繁殖到生存竞争

鳕鱼是一种生活在海洋中的大头鱼。体长约 50 厘米，平时栖息底层，生殖季节向沿岸洄游。鳕鱼的年产卵量是 500 万粒。有人计算过，如果鳕鱼所产的卵全部能孵化长大成鱼，那么不出 6 年，整个大西洋就会被鳕鱼塞满。

其实，不仅鳕鱼，大多数动物、植物都有强大的生育能力。如，每条雌鲫鱼一年所产的卵可以受精的，大约有 3000 个可以孵化成小鱼，照此计算，一对鲫鱼经过 3 年，可以繁殖出 67.5 亿条鲫鱼；即使是繁殖力很弱的大象，如果一对一年只生 6 头小象，那么经过 750 年，这对象的后代可达 1900 头，至于繁殖力更强的生物，其后代数量之巨大就可想而知了。

面对生物这样强大的生殖能力，不仅大西洋、太平洋、印度洋以至于整个地球的水域，就连大陆都算上，恐怕也得塞得满满的，排得紧紧的。然而，你不必担心，每一种动物都不会无节制地繁殖、发育、生长。自然中的生存

竞争使一种动物以其他植物或动物为食，而自己又会成为另外的动物的食物，比如鳕鱼，它以海洋中的中小型鱼类的无脊椎动物为食，同时，它自己以及它所产生的卵也大量地被其他海洋动物所吞食。事实上，只有极少一部分鳕鱼卵能够孵化发育并长成大鱼。因此，鳕鱼永远也不会塞满大西洋。

在自然界，从肉眼看不见的单细胞生物，到生活在海洋中巨大的鲸，其种类繁多，分布之广是难以想象的。每一种生物都需要食物来维持自身的生存，因此，无论是浩瀚的大海，茂密的森林，还是辽阔的草原，以至高山、深谷，捕食者与被食者，捕食者与捕食者之间都存在着激烈的斗争。当你们在溪边散步时，当你们在林中嬉戏时，你是否注意到，在你的周围时时都在进行着一些生死存亡的斗争？瓢虫专吃蚜虫，食量惊人；螳螂静静地窥视前方，它会突然用长长的利刀般的前肢抓住猎物。

物种间的竞争不仅仅表现在“吃”与“被吃”上，生活在某一区域的不同动物时常为争取有限的食物、生存空间或其他需要发生的竞争，往往优胜者生存，失败者被淘汰。

一位生态学家高斯曾做过这样的实验：选取两种草履虫，一种是金草履虫，一种是尾草履虫。这两种草履虫分别在同等的条件下培养，生活的都很正常。如果将两种草履虫混放在一起，并且给予食物限量，半个月后，只有金草履虫生活下来，并生长良好，而尾草履虫则由于得不到足够的食物而死亡。实验表明，两种草履虫为了争取食物而发生了竞争。

“在同一环境中，不同物种如果要求的生态环境相近的话，则一定发生种间斗争，终有一个物种被排斥。”这就是生态学中的“高斯法则”。

自然界中的生存竞争是极其强烈的，也是千变万化的，甚至是巧妙的。这种竞争是自然界的普遍现象，它对于维持个体生存，种族的繁衍，生物进化和生态平衡都是十分有意义的。

益鸟维持生态平衡

鸟类生活过程中需要不断地摄取食物，从食物中取得能源进行各种生理活动。

碳水化合物是鸟类的主要热源，鸟类的体温比人类高，而且鸟类不停地飞翔、跳跃、捕食，也要消耗大量的热量，所以需要补充大量的饲料，否则影响鸟类的生长与育雏。

鸟类需要脂肪，如各种油料作物的种子：菜籽、葵花籽、芝麻、松子等。脂肪可以维持鸟类的体温，保护内脏及保持羽毛的光泽等。

一些鸟类是杂食性的，也有的鸟专吃虫子，它们对保护生产及人类健康起着很大的作用。一窝大山雀在半个月的育雏期间约可吃 2000 个昆虫；一窝燕子，一个月可吃 1200 个蝗虫；一只啄木鸟一天可以消灭上百条藏在树干中的害虫，还可以保护它周围 90 亩森林免遭虫害。燕鸟、大山雀和杜鹃也能消灭大量的鼠类。

鸟类资源是国家的巨大自然财富，它对保持生态平衡有重要作用。如果农林益鸟减少，就会造成虫害与鼠害，就会危害农业林业，给人类的生活、生产带来严重的危害，所以爱护益鸟，人人有责。

种群的整体相对稳定

整体稳定是与其特征分不开的。

种群密度：指单位面积或容积内的个体数量。种群密度会导致生存条件的剧烈竞争及疾病的暴发。

年龄结构：种群内各种年龄个体的比例称年龄结构。一般指幼体、成体及老年个体三种成分的分布，由于各种年龄结构组所具有的繁殖力和死亡率有很大差异，了解种群的年龄结构可以预测其数量动态。

出生率：出生率是指在单位时间内一种群所产后代个体的平均数。出生率的大小与性成熟的速度、胚胎发育所需的日期、每窝卵或幼仔的数目以及每年繁殖的次数有关。

死亡率：指单位时间内种群内的个体死亡的平均数。影响动物种群死亡的主要原因有气候、食物条件，疾病及人类的经济活动的影响等因素。

种群内的个体不断地繁殖、死亡、移入和迁出，但作为种群整体却是相对稳定的，这是借助出生率、死亡率、年龄比、密度等加以调节的。如种群密度增大而引起食物不足，又影响生殖力下降及传染病的流行，从而使密度下降，抑制了种群的增长。

昆虫与生态

利他行为

如果说损人利己的行为被千夫所指的话，那么舍己为人的行为就是有口皆碑的了。每当荧屏或银幕上出现战士们扑在铁刺网上或用身体堵住枪眼，战友冲上去夺取胜利等镜头时，往往被感动得流下了眼泪。在动物世界中，类似这种为了集体或种族，不顾自身安危，甚至牺牲自己的行为，在生物学上称为利他行为。在动物界尤其在一些过社群生活的动物中普遍存在。一般人都知道马蜂窝是捅不得的，除非有防护设备。因为这些蜂类的工蜂尾部有毒针，人被螫刺后会红肿，疼痛难忍。人和动物惊动了蜂窝，数以万计的工蜂就会蜂涌而来，只只奋不顾身，追着螫刺来犯者。由于螫针由产卵器变成，并生有倒刺，刺入物体后，不易拔出。螫刺后，往往拔出时，连自己腹部内脏也随之带出来。这只工蜂也就活不成了。工蜂为了保存集体，宁愿牺牲自己。蚂蚁打仗，不同集群或不同种的蚂蚁凭嗅觉和味觉能分清敌我，两军混战，双方不断增援兵力，战争可持续十几个小时，个个奋勇杀敌，没有贪生怕死的，宁愿全军覆灭，也绝不后退，为了各自群体，结果横尸遍野，真可谓可歌可泣。非洲有一种蚁的幼虫，将工蚁喂它的食物转化成脂肪，贮存在体内形成特别的突起，当食物短缺时，它可以分泌出脂肪供工蚁舐吸，这些蚁为了集体利益，甘心情愿把自己充作“罐头”。在白蚁王国里有千万只个体，蚁后除了产卵外，什么也不做，它的吃喝全部是由工蚁侍奉，蚁王除了同蚁后交配外，整天游手好闲，也靠工蚁供养，但是，蚁后和蚁王绝非白吃，它们对王国的贡献就是使王国“人丁兴旺”。上颚非常发达的兵蚁平时生活所需全部由工蚁负担。但是，一旦外敌来犯，它们就奋不顾身为保卫王国而战，甚至为国捐躯，真可谓“养兵千日，用兵一时”。这样看来，工蚁就成了王国的公仆，除了不能生育外，王国中的大小事务，如服侍蚁后和蚁王，供养兵蚁，照料蚁卵以及不断出生的蚁弟和蚁妹们，搜集食粮，营筑蚁巢，

一旦战争发生还充当民兵，协助兵蚁抗敌。凡此等等都由工蚁来承担，它们整天任劳任怨为蚁民服务，由此可见，白蚁王国中每一成员都是在为国出力，似乎它们懂得“人人为我，我为人人”，离开王国就不能独立生活。

与蚁王不同，鹿王就没有那样惬意。鹿王是鹿群中最健壮的公鹿，在群体中享有至尊无上的权威，它肩负保护它的臣民不受欺侮和领地不受侵犯的职责。一天，鹿王带着鹿群在一片丰盛的草地上进餐，一头美洲狮已在不远处出现，鹿王立即发出信号，让鹿群逃离现场，而自己竟站在原地，摆好架势，用坚强的双角抵向美洲狮，它全然忘却了恐惧，全神贯注地注视美洲狮的举动，只要敌人稍向前移，便用角顶上去。美洲狮几次试图扑上去，都被顶了回来，就在周旋之际，鹿群已逃到安全地带，最后，美洲狮无奈，只得悻悻退却了。鹿王这一行为，且不去讨论它是否为了自己的威望在群体中不受损害等，事实上是对鹿王不利的，随时都有被咬死的可能，然而鹿群就因此而脱险。

动物的利他行为在护幼时表现得更为突出，大多数鸟兽都有保护幼仔的行为。在野外，有时会见到近处有一只小鸟，低垂翅膀注视着你，好像受了伤一样，激发你产生却捉住它的念头，如果你向它走去快要接近时，它扑跌着飞出不远又落地，使你觉得这只小鸟真的受伤了，飞不远。于是，又向前去，刚要靠近，它又朝前飞了一点，你不甘心，继续向前走去，不知不觉越跟越远，最后，当小鸟一振翅膀，完全正常地飞出时，你才发觉自己上当了，被小鸟牵着鼻子走了好长一段路。如果你走回去，又会见到这只小鸟故技重演，尽管方向可能改变。为什么会这样呢？原来，你见到的小鸟近处有它的巢，窝中多半有雏鸟或卵，母鸟使用调虎离山计将你引开，离它的巢远一些。母鸟的这种行为并不是万无一失的，因为，其他捕食者的动作往往比人敏捷。有人说小鸟见到蛇吓得呆了，或是蛇有魔力能镇住小鸟等，小鸟乖乖地被蛇吞食，这是一种误解。其实，可怜的母鸟为了子女，在诱敌离巢时，稍不小心，就遭毒手。

动物的利他行为不同于人类那样有意识。当时一些动物未必知道自己会有不测。它们的利他行为是出于本能，也是长期自然选择的结果。动物的利他行为对个体来说虽然可能不利，但是，对群体有利，它可以保全后代，使种群得以维持。很多动物行为学家都在研究它的原因。史密斯提出“亲缘选择”的概念，它是指对一个家族中有亲缘关系的成员所起的自然选择。主要是对支配行为的基因起作用，它所增进的是个体内在的适合度，内在适合度是指一个个体在后代中传播自身基因的能力大小。能最大限度地把自己基因传给后代的个体，具有最大的内在适合度。“亲缘选择”选择那些内在适合度最大的个体，而不管这个个体的行为对自身存活有利无利。如果这些行为能导致足够数量的后代存活，那么这个利他基因在子代基因库中的频率就会增加，这样利他个体因自身死亡而损失的基因非但得到补偿，而且还会使其基因频率增加。因此，这种利他行为也就能被自然选择所保存下来。

不过，完全说动物利他行为没有意识也很难解释一些事实。因为有一些动物不能说完全没有意识。常言犬通人性。众所周知人和犬在分类学上，除了同是哺乳纲外，根本谈不上有什么关系，何况某个人和某条犬。但是，当一条犬同它的主人建立了感情后，它是会为主人牺牲生命的。古今中外，义犬救主的事实在不少。

蚜虫的敌友

蚜虫分布很广，有的有翅，有的无翅，它具有刺吸式口器，这种口器像一个空心的针管，可吸食植物的汁液，对植物的幼嫩部分危害严重，是农作物、果实等严重的害虫。

在昆虫中也有很多肉食性昆虫（如瓢虫、草蛉、食蚜蝇等）和寄生性昆虫（如赤眼蜂等），它们都是蚜虫的天敌。

瓢虫（主要是七星瓢虫和异星瓢虫）以蚜虫为食。草蛉也捕食蚜虫。蚜茧蜂是产卵在蚜虫体内，蚜虫因而失去繁殖能力（叫僵蚜）；当幼蜂从蚜虫体壁钻出后，蚜虫就死亡了。

蚜虫除了天敌外，还有保护者：有时可以见到蚂蚁把蚜虫从植物叶子上“赶下来”，保护起来的情景。这是因为蚂蚁以蚜虫的“蜜露”——排泄物为食，因此，人们常说蚜虫是蚂蚁的“奶牛”。

用农药杀害蚜虫对人畜及农作物是有害的，而用生物防治既不伤害其他有益生物，也不会造成污染。所以我们要保护蚜虫的天敌——几种瓢虫与草蛉；也要控制蚜虫的保护者——蚂蚁的繁殖。

种群数量变动的原因

种群是指在一定地域（空间）的一群同种个体的自然组合。

动物种群的数量变动取决于一系列复杂因子，其中两个基本因子是出生率和死亡率。出生率的大小与性成熟的速度、胚胎发育所需的日期、每窝卵或幼仔的数目及每年繁殖的次数等有关。影响死亡率的重要方面有气候、食物条件、疾病以及人类经济活动等。

除此以外，动物的行为（例如扩散、聚集和迁徙）也会影响着种群的数量。

当种群数量上升时，各种因子开始起作用，导致生存斗争激烈、死亡率上升、出生率下降、迁出增加，起着“负反馈”的调节作用。

例如青蛙的蝌蚪能从肠道排出一种有毒物质，如果池塘里蝌蚪密度过大，这种有毒物质增多，就会抑制蝌蚪的生长和发育，从而使幼小蝌蚪的死亡率增加。又如大多数鸟类在一年之中的任何一个地区，鸟类的种类经常会有些变化。每年到了一定季节，有些鸟飞来了，有些鸟飞走了。鸟类的这种随季节不同而变更生活地区的习性也影响了种群的数量。人类的乱捕滥猎，砍伐森林，污染水源，也能破坏种群的自然平衡。所以应保护生态环境，以免造成种群灭绝的恶果。

巧妙的伪装

生物在生存竞争中不仅仅学会了用保护色来乔装打扮，而且还练就了各种各样的“模拟”环境的本领。

当你在小树林中玩耍，眼前飞过一只美丽的蝴蝶，你一定会情不自禁地挥手去扑它。然而，只见它忽地一闪不见了。明明看见它落在一株枯树枝上，可是只见枝条上几片摇曳的枯叶瑟瑟随风抖动。你可能气恼地摇摇那枯枝，几片枯叶随即飘落在地。你终于扫兴而去。但是那飘落的“枯叶”突然又展

开美丽的翅膀飞去。原来，它就是你刚刚欲捉不着的蝴蝶。由于它能成功地模拟树叶的样子，所以人们叫它“枯叶蝶”。枯叶蝶的翅膀的正面颜色鲜艳美丽，而反面的颜色暗淡无光，就像一片枯萎的叶片，翅膀上的条纹又极像叶脉，当它静止在树枝上时，两翅合拢，酷似一片枯叶。即使就在敌害的眼前，也难辨别。

枯叶蝶这种模拟枯叶，混淆敌害视觉，以避免遭受敌害捕食的本领在生态学上称为“拟态”。这是某些动物在进化过程中形成的外表形态或色泽斑纹与其他生物或非生物环境异常相似的本领。

拟态在昆虫中最常见。南方竹林中生活着一种竹节虫，它不仅在颜色上，而且在组织细节上都极像竹节。竹节虫对它所栖息的竹节极为成功的拟态，可以在众目睽睽之下，使它的天敌视而不见。

伪装最为出色的要数“尺蠖”，它是一种叫做尺蛾的蛾类幼虫。它栖息在树枝上一动不动，就像“钉”在那里一样，那样子简直就是树干上长出的一个树枝叉。以致使食虫鸟对它连看都不看一眼，从而得到了极大的安全。

某些鱼也有拟态的本领，有一种生活在美洲的鲈鱼，体形和颜色都极像漂落在河水上的腐叶。它生活在绿荫掩映下的河流中，当遇到敌害时，它就“装扮”成落入水中的腐叶，随那些枯枝败叶一起顺河水漂流，而保持身体一动不动，以此来逃脱捕杀者的目光。

不要以为“拟态”只是动物的“专利”。植物中也不乏乔装打扮者。生活在非洲沙漠地区的一种叫做生石花的植物，它没有明显的茎，两片肥厚的肉叶子对生，里面储藏了大量的汁液，能抵御沙漠的干旱。它的样子特别像静卧在沙漠中的一块石头。这种巧妙的伪装可以骗过动物的眼睛，以免遭被食的厄运。

看来，在激烈的你死我活的竞争中，各种生物不练就一手防身的“绝招”，是难以生存下去的。

瓢虫身穿艳丽的服装

人们都以为最好的防身本领是隐蔽。隐蔽的方式可以是随环境而改变体色的保护色或模仿栖息物的拟态。然而有些昆虫的体色不仅不与其生活环境不同，反而披着绚丽醒目的“外衣”，这样的外衣不但不能使它们得到隐蔽，反而使它们更加显眼，而这样的昆虫却偏偏没有受到敌害的攻击。比如，披着红底黑点艳丽袍衣的瓢虫，却偏偏爱在青色的菜地里吞食蚜虫，而自己却不怕被敌害发现。这是为什么呢？原来，这种瓢虫有一种难闻的味道，它们大概曾经使吞食过它的敌人大倒胃口、于是，它那件艳丽的外衣就成为一象征，好像在警告敌人：“别吃我，否则叫你恶心！”

某些具有恶臭或毒刺的动物所具有鲜艳的色彩或醒目的斑纹，这在生态学中称为警戒色。如果不能隐蔽，最好的自卫办法莫如对敌人做出警告：你敢动我，就会得到报复！反正每种生物都得有自己生存的“拿手好戏”。

有一种毒蛾的幼虫，具有鲜艳的色彩和花纹，但身上长着毒毛。如果哪只鸟胆敢吞食它，它的毒毛就会刺伤鸟的口腔粘膜。捕这种虫的鸟类尝过苦头后，就再也不敢吞食这种虫子了。于是毒蛾幼虫的这种鲜艳色彩对鸟类就构成了一种警告。黄蜂腹部黑黄相间的条纹也是一种警戒色，被黄蜂螫过的鸟可以记忆几个月，从此再见到黄蜂会立即躲开。

大自然无奇不有，对于警戒色也有“假冒伪劣”者。例如，有一种飞蛾，并没有螫针，也不会螫人或其他鸟类，但却能模仿黄蜂那黑黄相间的体色，从而在“以假乱真”中得到生存。有些昆虫是“多面手”，既有着能隐蔽的保护外衣，又会“装模作样”做出恐吓的样子。例如一种舟蛾毛虫，它的体色与它栖息的青绿色环境相似，可以躲过敌害的目光。但是，如果敌害偶然间触动了它，它会立即舍弃伪装，跷起头尾。它的头部涨得发红，好像警告色一般，它的尾部有两根类似螫针的东西，似乎要准备螫它的敌人，其实它不过是吓吓敌人，而本身并无任何攻击的本领。

警戒色的特点是色彩鲜艳，这是生物进化过程中，在同种个体多次被食的基础上，逐渐在体色上形成的一种保护性适应。

帮助角 诱捕食物

在 2700 米深的海洋中，生活着一种奇特的鱼，它的身体近似椭圆形，在身体的背部有一条细长的触手，一直伸向它的头顶前方，就像一根钓鱼竿。有趣的是，这是一根名符其实的“钓鱼竿”。因为竿的顶端是一盏发光的“小灯”。在黑暗的海洋深处，那盏头顶的小灯一闪一闪的，吸引着很多小鱼，小虾，自动跑到它那张开的大嘴巴里。因此，人们称那细长的触手为“钓鱼灯”，角 头顶上的“钓鱼灯”是怎样发光的呢？

原来，在那细长的触手的顶端，藏着很多发光的细菌。这些发光细菌聚集起来，就像一盏闪闪发光的小灯。也许你以为这些细菌真是“助人为乐”？其实，它才没有那么“大公无私”。这些发光细菌是寄生在鱼的触手顶端的，它们可以从鱼体中吸取维持自己生命的营养。而角 呢？当然也不会白白地养活它们，它巧妙地利用了发光细菌的照明，为它诱捕食物。这样，它们之间就形成了相互依赖、彼此有利的关系。如果彼此分开，各自都难以独立生存。生态学上把这种关系称为“共生”。

海洋中，特别是在黑暗的深水中，这种共生发光现象很普遍。有一种耳乌贼，在它的墨腺旁边，由于外套膜内陷而形成了“发光器”。发光细菌就栖居在发光器的中央；还有一种生活在海洋中层的鲈鱼，叫灯鲈鱼。它的眼睛下方有一个发光器，里面栖息着能够发光的细菌。而且这种鱼的“眼皮”还会上下移动，好似眨眼一般，这与一般鱼类眼睑并不活动的特性不同。但它的眼睑并不是遮盖眼睛的，而是用来调节发光强度的。

昆虫与植物的默契

动物“吃”植物是天经地义的，而植物“吃”动物的现象也有很多。但是，植物与动物并不都是天生敌对的，它们之间也是相互依存，生死与共的。动物与植物间的互惠互利有着许多美丽动人的故事。

有一种丝兰花，产于美国西南部，它的繁殖离不开昆虫。为它传播花粉的是丝兰花蛾。丝兰花蛾用它特有的口器，从丝兰花的花蕊上采集粘粘的花粉，然后把花粉球带往另一朵丝兰花，并将花粉塞进这朵花的柱头管内，在传粉的同时，以保证它能受粉。但丝兰花蛾并不白白地为丝兰花传粉，在传粉的同时，它将自己尖尖的产卵器刺入花壁产卵。待到丝兰花的种子成熟时，丝兰花蛾幼虫也正好孵出来。靠着这些花籽幼虫得以生存。秋天，幼虫从花

中钻出，落在地上，钻进土里就变成蛹。同时，它吃剩下的花籽也落地。春天来了，丝兰花籽萌发了，丝兰花蛾也从蛹里钻出来了，又去寻找新的丝兰花，双亲一代的“友谊”又传给了下一代。

你看，它们合作的多么巧妙！如果没有丝兰花，丝兰花蛾不仅没有食吃，也不能生育幼虫；反过来，如果没有丝兰花蛾，丝兰花也不能传粉、受精，繁殖新一代。这真是一部共生的协奏曲。

大凡靠昆虫传粉的花，都有着美丽的花冠，或浓烈的香气。这吸引着无数“好色”的昆虫采蜜传粉。

有一种叫做马兜铃的植物，虽然它的花是没有什么“姿色”的绿色管状物。然而它的花朵深处能发出一种奇异的香味，吸引着昆虫向着这个管状物里爬。里面是一个宽敞的腔室，着生着雌蕊。奇特的是，管状物上部内侧着生着斜向里侧的茸毛，昆虫爬进去后，被茸毛挡住退路，就不能再退出来。因此，昆虫在这个腔室内急的“抓耳挠腮”，乱爬乱撞，伺机寻找出路。这正中马兜铃下怀，昆虫在挣扎中，将它身上的花粉涂到了雌蕊的柱头上，待到受精完成，雌蕊柱头枯萎后，雄蕊才开始成熟，这个昆虫身上又沾满了新的花粉。等到花管口茸毛凋落，小昆虫得以飞出，又会钻入另一朵花中继续“坐牢”，但它却可得到香甜可口的花蜜。

种内互助的典范

同种动物为了生存，大多过着群居的生活。群聚的动物在其捕食、御敌和应付不良环境中表现出良好的合作。同种动物之间的相互帮助，在生态学上称为“种内互助”。

蚂蚁是社会性的昆虫，它们有着严密的组织，严格的分工，依靠集体的力量克服了严酷的大自然带给它们的大数灾难和危险，顽强地生存、繁衍，以至成为动物界鼎盛的“蚂蚁王国”。因此，它们可称得上是“种内互助”的典范。

身躯庞大的蚁后是蚂蚁王国的核心由于她担负着种族延续的重任，因此有至高无上的权力。可不要羡慕那顶王后的桂冠，那是经历了感情上的“痛苦”和肉体上的折磨，才得到的。能够成为蚁后的雌蚁，首先经受的是“丧夫”的痛苦。带着双翅的雌蚁和雄蚁在空中飞舞交配，新婚燕尔，雄蚁留下了雌蚁终生使用的精子便悄然死去。从此雌蚁开始了艰难的爬向蚁后的宝座的历程。她要自己挖洞筑巢，为自己设置“产房”；产卵并孵出第一批幼虫。雌蚁是用分解自己发达的胸肌转化的营养液来喂养这第一批幼儿的，当她的身躯将要耗尽时，第一批工蚁才成熟。它们立即破巢而出，为母亲寻找食物，抢救它们奄奄一息的母亲。做母亲的终于有了出头之日，直至在工蚁的精心护理下，一批批卵产下来，一批批工蚁出世，并为它们的母亲重新建造“皇宫”。雌蚁这才真正登上了蚁后的宝座。

也许是为了报答母恩，众多工蚁对蚁后言听计从。它们担负除繁殖以外的全部内勤、外勤以及冲锋陷阵的工作。但它们的分工精细，坚守职责，并在工作中表现了卓越的合作。如，有专门喂养母后的工蚁，有专门营造“殿堂”的工蚁，有清扫垃圾的工蚁，这是负责内勤工作的；在外勤工作中，负责侦探的工蚁发现猎物立即回巢报告，并根据猎物的大小，带领足够搬运的一队工蚁向目标列队前进。“向导”走在最前面，为避免后面的工蚁掉队，

还不时地停下来，等待后面的工蚁跟上。如果一只工蚁遇到危险或遭难，立即释放一种“报警激素”，让周围的工蚁迅速逃跑，当蚁穴出现危险时，现场的工蚁也会释放一种报警物质，招呼其他工蚁前来抢修或保护蚁后安全转移。在遇到敌情时，负责作战的兵蚁会奋不顾身的冲锋陷阵。蚂蚁的常规武器是头下的一对大颚，有的蚂蚁还生有毒刺，或可以喷射毒液，毒液的成份是蚁酸，有很强的刺激性和腐蚀性。当遇到敌害时，它们或是挥舞大颚，或是举起毒刺，或是喷射毒液，英勇奋战，甚至不惜牺牲自己的生命。有一种叫做“自爆蚁”的蚂蚁，它们的工蚁在遇到强大的敌人时，腹部立即膨胀，并很快爆破，腹腔内迸流出粘稠的浆液，将敌人粘住不能动弹，它们就是这样依靠自我牺牲来掩护“战友”脱险的。

损人利己的寄生行为

人们常把靠剥削别人劳动成果，不劳而获，坐享其成的生活斥之为过寄生生活。在动物种间关系中，有一种损人利己的特殊形式，这就是寄生关系。这是指一种动物生活在它种动物身上，从中吸取营养而使它种动物受到损害的一种关系，前者叫寄生者，后者叫寄主或宿主。寄生现象普遍存在于动物之中。可以说在自然界中很难找到一种不被其他寄生者寄生的动物。寄生关系非但形式多样而且非常复杂。按寄生的部位可以分为体内寄生和体外寄生。如蛔虫寄生在寄主体内就是体内寄生；跳蚤、虱、蜱和螨等寄生在寄主体表就是体外寄生。一种寄主的体内或体外被一种寄生动物寄生的现象叫单寄生。这种寄生事实上不多见，因为，在自然界一种动物常被多种寄生动物寄生共生。例如一只蝙蝠的毛皮上可以发现蜱、螨等多种体外寄生动物，在它体内的器官中同时也可发现线虫等多种体内寄生动物。更复杂的是复寄生或叫重寄生：如甲种昆虫可被乙种昆虫（一级寄生动物）所寄生，而乙种昆虫又可被丙种昆虫（二级寄生动物）所寄生，甚至可多达四五级。

人们习惯把寄生者叫寄生虫。其实寄生者并不一定限于虫。还有很多不是虫的动物，甚至高等脊椎动物也有过寄生生活的。

疟疾是一种全球性的疾病。50年代，当时全世界25亿人口中有半数以上人受到疟疾的威胁。法国内科医生拉弗兰从病人血液中鉴定出寄生物，指出病因是一种原生动物叫疟原虫寄生在人体红细胞和肝脏的实质细胞中所致。一位在印度的英国外科医生罗斯指出是按蚊传播这种疾病。我国最为常见的间日疟原虫的生活史中有两个寄主：一个是人，另一个是按蚊。感染疟原虫的雌蚊叮人时，疟原虫的子孢子随蚊子的唾液进入人体，在肝细胞和红细胞中进行无性繁殖，分裂成很多裂殖子，一些裂殖子可继续侵入新的红细胞，不断循环裂体生殖，每一循环周期为48小时，所以病人每48小时出现一次发冷发热，俗称“打摆子”。最后有一些裂殖子形成配子母体。当雌蚊叮病人时，配子母体进入蚊体，在蚊胃中完成雌配子和雄配子的结合生成合子，完成有性繁殖，最后形成千万个子孢子。

扁形动物中具有吸盘的种类全部过寄生生活：如对人类危害很大的华枝睾吸虫。人被感染后，肝肿大，胆囊发炎，并可并发原发性肝癌。它有2个中间宿主和1个终末宿主。成虫寄生于人、猫和狗等的胆管内，进行有性繁殖，虫卵随粪便排出，被第一中间宿主沼螺吞食，在螺体中发育成尾蚴。离螺体入水，侵入第二中间宿主淡水鱼体，形成卵圆形的蚴。如果人吃了没有

煮熟的带有蚴的生鱼，囊蚴进入肝中，一个月后就形成成体，其寿命可长达15~20年。

曾经威胁过我国江南水乡人民的日本血吸虫，也是一种扁形动物。儿童被寄生，不能正常发育，成为侏儒；成人则丧失劳动力，妇女不能生育，甚至丧失生命。它有一个中间宿主和一个终末宿主。成体寄生于人、牛、猫等肠系膜的静脉血管中，雌体在肠壁产卵，有的卵由肛门静脉入肛，有的卵随粪便排出，在水中孵化出毛蚴，进入中间宿主钉螺、发育成尾蚴，离开螺体在水中游动，经人的皮肤而入人体。

寄生动物更换寄主的现象是由于与寄生主们在进化过程中相互关系形成的，在系统发展过程中较早出现的种类就是最早的寄主，后来寄生动物的生活史才扩大到较后出现的类群中去。这样较早的寄主就成为中间宿主，而最后的寄主便成为终末寄主。此外，寄生生物大量的无性增殖是对寄生生活的一种适应，只有大量增殖才能使寄生动物繁衍，尤其是需要更换主的种类以使得得到寄主的机会增加。否则，就会在进化的过程中被淘汰。

人疥螨是一种蛛形纲的小动物，寄生于人体皮肤内，形成疥疮。有些人患了酒糟鼻，影响了形象美，也是一种螨类寄生所造成的。蚤类把一些动物的疾病传播给人，造成难以想象的后果。由鼠疫杆菌引起的鼠疫一般先在鼠类中流行，由鼠类叮咬而传染给人。据史载，欧洲在古代和中世纪发生过12次由鼠疫形成的浩劫，最大的一次是14世纪鼠疫的流行，漫延到世界上很多地方。在牛津大学当时每3位学生就有2个因此而死亡。在农村和城镇人口减少。结果从经济上的衰退导致政治和宗教上的混乱。以后虽然再也没有如此大的流行，但威胁尚存。在近代，1941年美国洛杉矶就发生过一次。1947年我国东北也发生过一次鼠疫，这是日本军国主义者于1937~1945年的8年间，丧心病狂地在我国各地实施细菌战，导致鼠疫流行的结果，百姓遭殃，受害者达3万人。

七鳃鳗是一种圆口纲的水栖动物，它是现代脊椎动物中构造相当原始的类群。过暂时性的寄生生活，常用它的口吸盘吸在鱼体上，用角质齿和舌锉破皮肉，吸食血肉，给渔业造成很大危害。有一种深海鱼叫角，雄鱼居然用口吸附在雌鱼身上，吸取养料，完全过寄生生活，在生物学上叫性寄生。许多种杜鹃，以及黄莺科和指示鸟科的一些鸟类，自己不筑巢，而把卵产在别的鸟巢中，并由别的鸟代为孵育，在生物学上称为社会寄生也叫巢寄生。

有些科学家认为寄生现象起源于共栖，以后发展成体外寄生，然生再进而形成体内寄生。

人们对动物寄生关系的研究主要着眼于两个方面：一是消灭和防治对人畜有害的寄生虫，如防治血吸虫病的关键措施是消灭血吸虫的中间宿主——钉螺和沼螺，使血吸虫不能完成其整个生活史。以及在感染区注意个人防护，不要让皮肤直接与可能有血吸虫尾蚴的水接触。防治疟疾最主要是消灭蚊子，防治人体蛔虫是饭前便后洗手，粪便不能随处乱倒。因为蛔虫的传染途径是虫卵经口而入人体的，生吃瓜果要去皮或用高锰酸钾等消毒液加以消毒。二是利用寄生关系进行生物防治有害的昆虫，如世界各国都采用赤眼蜂防治玉米螟、地老虎和棉铃等害虫。因为赤眼蜂产卵于这些虫的卵中，整个发育过程都在被寄生的卵内完成，这样就可达到害虫为害之前就把它们消灭的目的。

在生物防治上特别注意重寄生现象，例如舞毒蛾的一级寄生蜂的幼虫有

复寄生昆虫 35 种，其中两种还有三级寄生昆虫。如果用寄生蜂防治舞毒蛾，就要解决二级寄生物寄生在寄生蜂上的问题，可以利用三级寄生物来防治有害的二级寄生物。

植物与生态

从绿色植物说起

绿色植物是地球生态平衡的基础。

上面我们说到过，绿色植物是地球的拓荒者。原先的地球大陆是没有生命的蛮荒世界，那真正是赤地千里。植物从海洋向大陆进军，它登陆成功，才完全改变了世界的面貌。

虽然那时它非常弱小，但登陆成功创造了生命向大陆拓荒的条件。它从藻类和菌类，发展到苔藓和地衣，再发展为开花植物（种子植物），高大的乔木，成为地球上关键的物种。

植物拓荒成功，从此使地球变为绿色。

为什么绿色植物是生态平衡的基础呢？

生态平衡是生命的表现形式，生命的所有表现形式都是同能量分不开的。生命的本质是新陈代谢和自我繁殖。它的生长、物质合成和繁殖，必须有一定的能量作为动力。没有能量和能量转化，生命和生态系统的发展是不可能的。

地球上所有生命形式的运动，能量都来自太阳能。但是在所有生命中，只有植物能直接利用太阳能，所有其他生物都不能直接利用太阳能，而是完全依赖植物转化的太阳能为生。

这是因为只有植物具有光合作用的能力。

植物利用太阳能，通过光合作用，把水和二氧化碳合成为碳水化合物，并以废料的形式释放出氧气。人和其他生命依靠植物生产的有机物质为生。也就是说，植物是所有生命生存的基础。或者，绿色植物固定太阳能，这是生物圈中食物链能量流动的基础。

植物制造有机物，因而被称为生物圈的第一生产力，或初级生产力。它的产品不仅供养着整个地球的生命，而且补充地球的生态潜力，调节全球生态平衡，维持生物圈结构和功能的健全。

就像一个社会消费与生产的关系，虽然消费是目的，但消费是由生产决定的。生物圈也是这样，物质和能量运动是由绿色植物的生产决定的。

作为生物圈第一生产力的植物，它生产多少有机物，关系到其他一切生物。美国著名生态学家奥德姆指出，生物圈中，生产多于消费，对于人和其他动物来说，这是幸运的。他说：“就生物圈的整体而言，不管是什么样的生物和非生物过程，决定生产和分解的，最重要的是总生产率和分解率的比例。这两个相反功能的相互作用，控制着我们的大气圈和水圈。到目前为止，是生产超过分解。这对于人类和大量消耗氧的机器来说是幸运的。但是，人类今日‘取走的比送回的还多’，并且已达到了威胁生命必须的平衡的程度，因此，异养生物在完全地利用自养代谢产物上总是落后，这是生态系统的一个最重要的特征。”

这段话对于说明地球生物圈的生态平衡，以及如何维护生态平衡，是十分重要的。下面对这段话作一些解释。

（1）决定生物圈过程，最重要的是生产和消费（与分解）的比率。生产超过消费，这是生物圈的生态潜力的表现。

绿色植物，它作为第一生产力，一年生产多少有机物质呢？

科学家告诉我们，照射在绿色植物上的太阳辐射，有 50% 反射回太空，另有 50% 被植物吸收。但被植物利用的能量中，绝大部分用于水分的蒸腾和维持植物的呼吸与排泄，只有较小的一部分用于光合作用转化为化学能，用于植物的生长和新陈代谢，大约只有 1% 左右转变为植物的有机物质。但是，地球上不适合于光合作用的冬天，还有许多不长植物的沙漠和植物很少的荒漠，因而照射到地球表面的太阳能大约只有 0.2% 转变为植物初级产品。

这样的植物初级产品有多少呢？经过科学家的估算，植物一年生产的有机物质所含碳的总量约为 1.5×10^{11} 吨。

植物每年生产 1500 亿吨碳，这对于人和其他生物的消费是足够的。这是幸运的。

(2) 人类今日“取走的比送回的还多”，例如，人类大举砍树，每年减少森林 2000 万公顷。过分开发利用土地，每年流失土壤 250 亿吨。每年有 600 万公顷土地变为沙漠，另有 2000 万公顷土地变为生产力很低的荒漠化土地。此外，草原放牧的牛羊过多，破坏了草场；水中的鱼虾捕捞过多，破坏了水产资源。

虽然人类也开始大规模的植树造林，改造沙漠，进行水产养殖。但是，总的比例是“取走的比送回的还多”，已经达到威胁生命必须的平衡的程度。

有的资料报告说，人类现在利用的植物初级生产的产品已占它的总产品的 40%。这是一个危险的数学。因为植物生产的产品，不仅供人类消费，还有几百万乃至几千万种其他动物，也必须靠消费植物生产的产品才能生存。动物是人类的朋友，它们与人类共同享受地球的生态资源。

这个数学如果发展下去，如果异养生物（人和动物）利用自养生物（植物），消费总量超过生产总量（而不是落后），那就要出现生物圈生态平衡破坏，乃至生态系统瓦解，从而使地球不适宜生命生存。

(3) 怎么办呢？如何使“异养生物在完全利用自然代谢产物上总是落后”，即保持生态系统的这个最重要的特征呢？

当然，人类必须利用植物初级产品。保持生态系统的上述特征，维护生态平衡，不是通过减少人类的消费的办法。随着社会发展，要不断提高生活水平，要不断改善生活质量，因而要增加消费。所以人们解决这个问题的主要途径是，运用现代科学技术提高植物的光合作用效率，扩大地球表面的绿色植被。例如建设生产力比较高的农田、森林、草地和渔场。挖掘它的潜力是巨大的。

例如，过去人们不把水面当作土地，这是不正确的。水面阳光普照，许多植物在那儿生长，光合作用照样在那里进行。可实际情况是，现在水面生产力基本上没有开发利用。

再如，人们只重视平原和大片土地，对广大的山地丘陵和小块土地不重视，让它们在那里荒着，宝贵的阳光、土地和水热资源白白地浪费了，这是很可惜的。

地球是绿色的，绿色是生命的源泉。保护绿色植物，让地球更绿，这是人类的幸福之源。

沙漠也是一种生态平衡

沙漠，是堆满沙子的荒漠，或是渺无边际的沙海，或者在风力推动下，

形成的连绵不断的沙丘。这里最常见的景象是满眼黄沙，上不见飞鸟，下不见寸草，好像是一片死寂的世界。

虽然，沙漠的环境条件非常严酷，但是，那里还生活着许多植物。它们构成一种特殊的生态系统：沙漠生态系统。

沙漠的气候特征是异常的干旱，有的甚至终年不下一滴雨；而且天气非常炎热，地表气温有时高达 60~70℃，昼夜温差高达 50℃，那才真是“早穿棉袄午穿纱”的地方。就地理条件来说，这里没有水，没有土壤，很少有生物，只有沙子。

但正是这种恶劣的环境，造就出具有特殊本领的生物。例如沙生植物，它经过同风沙干旱作斗争，产生特殊的适应性。它们有发达的根系，根可以深扎入到地下深处的含水层。常常碰到这样的景象，在几十米高的沙丘顶上，长着挺拔的红柳枝条，绿得非常可爱。沙包往上长，它也往上蹿，并在沙包顶上开出艳丽的小花。据说，如果扒开一个沙包，能挖出三大车红柳根茎，盘根错节地缠绕在一起。牧民常把它作为上等的柴禾。沙生植物为了减少植物水分的蒸发，大都是叶面很小，甚至完全退化，或具有特殊的肉质器官，如仙人掌，它的叶子已退化成针刺状；霸王鞭，叶子长成肉质状，表层长一层白色光滑的蜡质层，既反射强烈的阳光，又可减少水分蒸发；红柳、梭梭草和胡杨叶儿长成鳞状。许多一年生的沙漠植物，以种子阶段度过干旱期，有的发展成“短命植物”。它只有在偶然下雨的时候，迅速发芽，长叶，开花，结果，能够在 10 多天时间里完成它的生命周期，并在结籽以后，以种子或地下块根、根茎的形式休眠，度过漫长的干旱期。

同时，沙漠还造就出特有的动物。骆驼被称为“沙漠之舟”，它适应干旱的能力是非常完美的。科学家发现，它的血液内含有一种特殊的蛋白质。这种蛋白质特殊的功用在于，当骆驼体内水分明显耗尽时，它能保持住血液内的水分，使血液不会变稠，从而使血液循环畅通无阻。这样，骆驼可以连续 17 天不喝水，甚至在干热的情况下，脱水达 27% 时，仍然能奇迹般地继续前进在戈壁滩上。过去人们以为，骆驼耐旱是由于它的胃里有一水囊。

除了骆驼，还有野驴。它们以骆驼刺、梭梭草、红柳枝叶等沙漠植物为生，是沙漠里的大型哺乳动物。此外，还有许多小型哺乳动物、爬行动物和昆虫。如鼠类、野兔和蜥蜴等。它们为了躲避炎热高温，大多数穴居，并在夜间活动，白天躲在洞穴内，夜间天气凉快了才四出觅食。

也就是说，沙漠也是有生命的。而且，这里生态系统的结构和功能相当稳定。它的物质和能量的输入输出相对平衡。按照上述关于生态平衡的定义，沙漠也是一种生态平衡状态。

沙漠虽然处于生态平衡的状态，但由于缺水，它的生产力是很低的。

沙漠生态系统平衡，这对于沙生生物来说是好的；但是对于人类和湿生生物来说，它并不好，因为它的生产力太低，资源太少。于是要破坏这种平衡，建立起对人有利的平衡。这就是改造沙漠的斗争。人们想方设法引水，或抽取地下水，在沙漠上植树种草。这是打破原有的平衡，创造更有益于人的生态平衡。

因而，认为唯有生态平衡是好的，并从而提出“返回自然”的口号，这是对生态平衡的一种误解。其实，第一，“返回自然”不见得好。有谁愿意舍弃现代生活，去过那种茹毛饮血的原始人的生活呢？第二，这也是不可能的。世界进步是主要潮流，怎么能够倒退到过去呢？

打破不利于人的生态平衡，建立有益于人的生态平衡，这是进步而不是退步。

而且，生态平衡不是唯一的，不平衡和生态平衡破坏也是常有的。

如果具体地分析生态系统的物质运动，我们便会知道，生态系统的物质运动，是生态平衡和平衡破坏建立新的平衡，这两种情况不断交替的过程。用哲学的话来说，这是运动与平衡的统一。生态系统的物质，总是处于不断的运动、变化和发展中，既不平衡，又有平衡破坏，两者互相转化。

不仅运动是重要的，它推动事物前进；平衡也是重要的，它也推动事物前进。恩格斯说过：“在地球上，运动分化为运动和平衡的交替；个别运动趋向于平衡，而整体的运动又破坏个别的平衡。”他又说：“物质相对静止的可能性，暂时的平衡状态的可能性，是物质分化的根本条件，因而也是生命的根本条件。”

平衡“是生命的根本条件”，把平衡对生命的作用说到点子上了。平衡又不是固定的。当生态系统的某些因素，特别是它的重要因素的改变，例如人类这一重要因素参与改造沙漠的行动，这种因素达到足够程度时，就会打破旧的平衡和建立新的平衡。

例如，地球上人类的产生，人以自己的智慧和劳动，在自然生态系统的基础上，建立人工生态系统，如高产农田，人造森林，畜牧场和渔场，等等，每一步都是打破旧的平衡，建立新的平衡。这里，人工生态系统比原有的系统往往有更高的生产力。

但是，人类对自然的的活动也往往出现既不利于人，也不利于其他生物生存的情况。例如环境污染，使河流和湖泊里的生物全死了，成了一种死寂的平衡。

因此，生态系统的发展，生态平衡发展或生态平衡破坏建立新的平衡，有两种不同的趋势：一是向生态系统稳定性，提高它的生产力的方向发展；二是破坏它的稳定性，向降低它的生产力的方向发展。

我们的任务是：保护对人类有利的生态平衡；避免对人类不利的生态平衡，使生态过程向着它的不断进化的方向发展，避免向退化的方向衰败。

人类不可能不干预自然过程。人类干预自然，也可能破坏对人有利的生态平衡。但这不是必然的。人类行为以生态观点作指导，使它符合生态规律，就完全可以做到保护生态平衡，或者打破对人不利的平衡，建立对人有利的生态平衡。这是我们努力的方向。

仙人掌的刺

提起仙人掌，你一定会想到那是一种绿色身体上生长着许多外刺的植物。如果你认为那绿色的部分是它的肥厚的叶子，那可就大错特错了。仙人掌绿色的身体是它的茎，它可以代替绿叶进行光合作用，制造养料，而原本应该制造养料的绿叶却退化为针刺，变得细长而坚硬。为什么仙人掌会长成这种奇特的形状？这还要从仙人掌的“老家”说起。仙人掌原产墨西哥沙漠地带，那里干旱少雨。一般的植物是很难在那里生存的。但仙人掌以它独特的身躯适应了那里的环境。有人做过这样的实验：将一棵 37.5 公斤重的球状仙人掌放在屋子里不浇水，过了六年，再称它的重量，只蒸腾了 1.1 公斤水分。这是由于胖乎乎的掌状茎，蓄含了足够它生理活动的水份，而针刺状

的叶，将蒸腾面积减少到最小程度。而且那又尖又硬的针刺可以有效地防止被沙漠里的动物吃掉。

大自然是严酷的。各种生物为了生存，不仅要学会获到食物的本领，还要和它的天敌做斗争；不仅要和自己的“兄弟姐妹”团结一致抵御敌害，还常常为争取生存、繁衍的机会而“六亲不认”；不仅为逃避敌害而“乔装打扮”，还要学会“故作姿态”蒙混过关。总之，这一切的一切都是生物为“活”下去而进行的残酷斗争。然而，时时威胁着各种生物生存的不仅仅是生物因素，还有一种因素在不断地影响着各种生物，那就是非生物的环境因素。地球上并不是每天都是阳光明媚，和风细雨，温暖如春。有冰雪覆盖的极地世界，有干旱少雨的沙漠地带，有海拔入云的高原荒漠，有险象环生的热带雨林。严酷的大自然使生长在它怀抱中的各种生物非适应它而不能“活”下去，特别是植物由于本身不能运动而不得不“固守”在阵地上，从而形成了自己特有的适应环境的本领。仙人掌不仅从外部形态上形成了一副适应干旱的模样，而且在生理上也具备了干旱环境的生活本领：它的气孔，一反正常植物的生物钟，偏偏在不能进行光合作用的晚上开放。这是为了尽量减少水份的蒸腾，而利用夜晚使足够的二氧化碳进入体内，以便“关起门来”自己制造养料。

对环境的适应几乎是各种生物的本领。特别是恶劣的条件下生长的植物表现的最为典型。如，非洲撒哈拉沙漠中的菊科植物齿子草，采取的是一种“速战速决”的生存方针，即充分利用沙漠地区仅有的短短的潮湿季节，迅速生长繁殖，然后死亡，其生长周期不过个把月。等到雨季过后，沙漠被骄阳烘烤之时，它已完成了自己的使命，留下自己的种子，以期第二年雨季的到来。松是生在北方严寒地带的常绿乔木，在严冬到来时，它为什么能做风雪，抗严寒？这是因为它的针叶叶面有一层厚厚的蜡质，表皮角质化，气孔内陷很深，同时还有抗寒的松脂，这种结构是对严寒环境的适应。

植物的“绞杀”行为

在种间斗争激烈的战场上，人们往往把目光集中在那些能够自由运动的动物之间。的确，它们有伶牙利爪者，有穷追不舍者，有疯狂掠夺者，还有略施小计者。但是，你不要以为那些表面无声无息，默默无闻，又不能自由运动的植物就那么宽宏大度，那么厚厚道道。它们虽然不动声色，却暗暗“勾心斗角”，为了争夺生活空间中的“寸金”，“寸土”，也在激烈、残酷的竞争着。

在热带雨林中，植物种类繁多。在这遮天蔽日的环境中，各种树木都力求往高处生长，以得到“生死攸关”的阳光。那些粗大的树木自不必说，就是那些纤细的植物也常常死死地缠住“别人”拼命地往上爬，有的则靠“吸食”其他树木的营养生活。我国热带雨林中的一种榕属植物，就是以绞杀其他树木而站住“脚跟”进而争得阳光的树木。这种格树的果实被鸟啄食后，没有消化的种子随粪便一起排出体外。由于鸟经常在树木上栖息，所以种子就常常被排在树杈上。种子落在哪棵树上，哪棵树就算是降临了一颗“灾星”。当格树的种子在寄主树的枝杈间发芽后，幼苗可以长出两种根。一种根缠绕着寄主的枝条或树干，用以固定自己，另一种根像绳索一样悬于空中，这种根叫气生根。气生根不断地向地面生长。在它到达地面以前，这“无赖”只

是靠附生在寄主树的根从树缝中获取少量水分和养料。但是，一旦它的气生根垂落到土壤，它养料供应的来源就大大增加，植株就迅速生长，直到寄主树干完全被它的气生根所包围，它的繁茂的树冠遮住了本该寄主得到的阳光。最为恶毒的是，它的根紧紧地捆裹住寄主，直到最后将寄主活活的勒死。我们看到的那高大的榕树，其实是骑在别人脖子上的“寄生虫”。那看似粗大的树干，实际上是它的气生根。这就是为什么大多数榕树都是“空心”的原因。

植物中靠卑劣残杀寄主而“洋洋自得”生活的种类很多。生活在热带的常绿乔木檀香树，生活在北方的小灌木槲寄生，都是靠着寄生树上吸取寄主的营养而过活的树木。

有些植物为了争夺自己的势力范围，还会分泌或释放一些有毒的化学物质，从而抑制其他植物的生长，以消除自己竞争的对手。如：大麦田里杂草较少的原因是由于大麦的根能分泌大麦芽碱和芦竹碱，致使它的周围其他植物的生长受到抑制；铃兰是一种百合科多年生草本植物，它可以释放一种具有挥发性的萜类化合物，这种有毒的气体，可以使丁香“中毒”，很快凋萎死亡。

水葫芦制造麻烦

水葫芦（学名凤眼莲）是一个世纪前作为观赏植物引进非洲的。它的墨绿色的叶片，紫色的小花为人们倾倒。维多利亚湖地区开始出现水葫芦大约是 10 年前。在湖中大量污水为它提供养料，使它迅速生长，迅速蔓延。

湖区三个国家 3000 万人口，不仅依靠维多利亚湖为饮用水的水源，而且依靠它灌溉，作电力来源和运输物资。现在，由于水葫芦繁殖过旺，就像一块绿色地毯遮住了湖面的阳光，逐渐窒息了其他各种形式的生命，其他的植物死了。这些植物腐烂过程中消耗大量的氧，缺氧又导致鱼类、藻类和无脊椎动物的死亡。湖区几十万直接靠维多利亚湖谋生的渔民，他们世代在这里捕捉著名的罗非鱼等几十种鱼类。现在，或者密密麻麻地缠绕在一起的水葫芦根茎使渔民的小船无法通行，或者干脆就捕不到鱼，鱼已经死了。丛生的水葫芦使湖水流不进欧文瀑布坝的涡轮机，导致乌干达很大一部分地区断电。这种植物还堵塞了泵站，使经处理的清洁水难以流入城市和村镇。

而且，不仅维多利亚湖发生了这场生物灾难，赞比亚的卡富埃河也未能避免。在这条河的一些河段水葫芦蔓延长达 6 公里，船只无法通行，并威胁着向首都卢萨卡供电的发电站。

此外，在世界其他地区，如美国、日本和韩国，河流和湖泊中水葫芦也在迅速蔓延。人们采用多种方法试图控制它的蔓延，如喷洒除草剂，用铲草机清除等，但都收效甚微。

法国的《科学与生活》月刊 1996 年 6 月号发表文章说，准备让在法国不受人喜爱的象虫，远征维多利亚湖，让这种昆虫将乌干达等国的人民，从一场生物灾难中拯救出来。据说，这种象虫喜欢食水葫芦的叶和茎，自 1993 年以来，一项利用这种昆虫制服水葫芦的生物战，在另一个受灾区——乌干达的基奥湖的试验取得进展。因而人们希望象虫能制服维多利亚湖的水葫芦。但是，科学家指出，最少需要 10 年才能感受到象虫是否有能力扑灭这场生物灾难。

类似的例子发生在 100 多年前。但那时的主角是另一种水生植物——风信子。

风信子，又称洋水仙，是百合科多年生草本植物。它碧绿的莲座叶片浮在水面上，地下生长球形鳞茎，花茎顶端开放兰花般的花朵儿，有红、黄、白、蓝、紫各种鲜艳的颜色，是人们十分喜爱的观赏植物。它的原产地在南非等地。

1884 年，在美国新奥尔良举办世界棉花展览会，委内瑞拉人把风信子带到会上。参观的人为它的美丽所打动，纷纷剪枝带回到自己的池塘、溪流种植。日本人也把风信子花籽作为礼物送给参观者。

当时谁也没有料想到，这种美丽而且繁殖极快的植物后来在北美、南美、亚洲、非洲、澳洲各地，竟变成了一个大难题。

在美国，路易斯安那州和佛罗里达州的河流、湖泊及运河，有 8 万多公顷水面被风信子覆盖，影响了原木运输，致使木材加工部门发出求援的呼吁。

在非洲，刚果河内风信子蔓延 1600 公里，堵塞河道，引起水灾，阻碍水力发电和灌溉水渠的运转。

巴拿马运河，风信子侵入和繁茂地生长，工程师们发出呼吁，如不加以控制，运河将无法通航。

印度拉贾斯坦河的大型水利丁程，因风信子堵塞渠道，导致干旱的土地颗粒无收。

整个南部世界（它适宜热带生长），到处发出呼救的信号。人们用大型疏浚机船割除风信子，但只收到暂时之效。为清除刚果河的风信子，动用船艇和飞机撒放化学除草剂，耗资上百万美元，但也难以对付它迅疾的生长速度，收效甚微。

后来，人们发现海牛对控制风信子生长，保护自然界的平衡，能发挥重要的积极作用。

海牛是一种水兽。在风信子泛滥而到处求救时，人们发现它具有清除水草，开辟航道的惊人的本领。实际上，从 50 年代末开始，圭亚那就已有近百头海牛从事水道除草工作。例如在乔治敦城，一条长 600 米，宽 12 米的水道曾被风信子堵塞，影响整个城市供水。后来放进两条海牛，水道很快就疏通了。它的能力的确是惊人的。一条海牛一次能吃掉 40 多公斤水草。而巨，它工作的时候，活动非常规则，总是沿着河道一片一片地清除水草，在它游过的地方，把所有水草都吃个精光。海牛是非常理想的清道夫。人们利用海牛的惊人能力，使风信子过量繁殖造成的自然平衡的失调得以控制。

水葫芦和风信子，都是异常美丽的水生植物。人们把它们作为可爱的观赏植物引进到新的地方，由于没有同时引进控制因素，当它们跑到野外成野生状态时，快速的繁殖和蔓延，打破了原有的自然平衡，给人们宁静的生活出了个大难题。但是，人们动用最现代化的机械手段或化学武器，并未解决这个难题。最后，人们还是引进它们的天敌，如海牛和象虫，才有可能得以重建生态平衡。

最后我们要指出，水葫芦和风信子，它们不仅是非常美丽可爱的植物，而且是非常有用的植物，特别是它们都是净化废水的“能手”。在废水环境中，它们充分利用污水中的养分，快速生长，在出水的地方污水就成为清洁水了。

上面我们在“污水——水葫芦”的生态模式中，利用水葫芦净化污水的

能力，同时为人类创造了巨大的经济利益。

据报道，美国航天局利用风信子净化污水的能力，解决美国航天基地加州圣迭戈市的食用水问题。那里水源紧缺，特别是随着大工业的发展，饮用水短缺日趋严重，90%的食用水要靠外地供应。后来，人们发现风信子净化污水的能力，建设了风信子净化污水系统。它由6个长12米、宽5米、深1.2米的水池组成。水池底部铺上几厘米厚的塘泥，种上风信子。废水先经过传统过滤器初步过滤，后陆续通过6个生长茂盛的风信子和少许浮萍的水池。风信子不仅能吸收营养盐类，硝酸盐、磷酸盐等，而且能吸收水中有毒的重金属，如铅、汞、镉等。污水作为风信子营养剂被它们吸收利用之后，从第4个水池开始，每个水池除了风信子外，养殖动物蜗牛、螯虾、食蚊鱼等，它们进一步过滤污水。经过这个净化系统流出来的水，比用传统净化器处理的水干净3至4倍。这种水再经过沙层过滤后，便可用于灌溉，再进一步处理便可供给城市居民食用了。

大桉榄树绝处逢生

广阔的非洲土地上分布着许多珍稀的物种。毛里求斯有两种特有的生物，一种是渡渡鸟，另一种是大桉榄树。渡渡鸟虽然有翅膀，但早已在陆地行走生活中退化，不仅不能飞，而且行动迟缓，靠地面上的食物为生，身体硕大。大桉榄树是一种珍贵的树木，树干挺拔，木质坚硬。渡渡鸟喜欢在大桉榄树树林中生活，在渡渡鸟生活过或者经过的地方，大桉榄树总是枝叶繁茂，幼苗茁壮。

16世纪至17世纪时，欧洲人踏上毛里求斯的土地。身体硕壮，行动迟缓，肉肥味美的渡渡鸟很快便成为他们肆意捕食的对象。在来福枪的射杀和猎犬的追捕下，渡渡鸟自由自在生活的乐土再也不复存在了。渡渡鸟的数量急剧减少，到1681年，最后一只渡渡鸟被杀死。从此，地球上再也见不到那自由漫步在大桉榄树丛林下憨态可掬的渡渡鸟了。

奇怪的是，渡渡鸟灭绝以后，大桉榄树也日渐稀少，似乎患了不育症。到本世纪80年代，整个毛里求斯也只剩下13株大桉榄树。这种名贵的树眼看就要从地球消失了。

1981年，美国生态学家坦普尔来到毛里求斯。这一年正好是渡渡鸟灭绝300周年，而这些幸存的大桉榄树的年龄正好也是300年。就是说，渡渡鸟灭绝之时，也正是大桉榄树绝育之日。一天，他找到了一只渡渡鸟的骨骸，伴有几颗大桉榄树的果实。他想，也许渡渡鸟与大桉榄树种子的发芽能力有关。现在渡渡鸟是没有了，但像渡渡鸟那样不会飞的大鸟还存在着有吐绶鸡。于是，他让吐绶鸡吃下大桉榄树的果实。几天后，从吐绶鸡的排泄物中找到了大桉榄树的种子。这些种子外壳由于吐绶鸡嗉囊的研磨已不像原先那么坚厚了。坦普尔把这些经过吐绶鸡“处理”过的大桉榄树种子栽在苗圃里。不久，居然绽出了绿油油的嫩芽。这，不就是在地球上停止萌发了300年的大桉榄树的树苗吗。大桉榄树的不育症被治好了，这种宝贵的树木终于绝处逢生。

原来，渡渡鸟与大桉榄树相依为命，构成了巧妙的生态关系。鸟以果实为生，鸟又为树催生。它们一荣俱荣，一损俱损。杀灭了渡渡鸟，实际上也就扼杀了大桉榄树的生机。

亲爱的读者朋友，当你看完这个故事，你一定也感到生态的保护、生态环境的平衡是多么重要吧。让我们一起来保护我们人类赖以生存的生态环境，让地球亿万年来形成的珍贵物种能自由自在地延续下去。

人类与生态

人与有害昆虫的战争

有人说：“昆虫是人类争夺本行星统治权的主要对手。”

有害昆虫，它毁坏人类的农作物，常常使水稻、玉米、小麦、棉花、油菜、甘蔗、马铃薯等作物绝收，被称为“无烟的火灾”，导致大片森林、果园和其他经济林木成为枯木，或严重减产；它传播人类和牲畜家禽的大多数传染病；它毁坏建筑木料，使堤坝、枕木、家具、衣服受到严重损害等等。它是人类的大敌。

人类憎恨这些昆虫，又常常感到无限的恐惧或无奈。人类发动对它们的战争，但又常常束手无策。

19世纪，一种原来无害的小甲虫，在沙漠里生活时吃被称为“水牛刺”的植物，后来改吃多汁的马铃薯，一两年的时间里，这种甲虫便席卷美国，从西海岸直到东海岸。1877年，它在西欧莱茵河畔马铃薯地里出现，并迅速蔓延，威胁数百万以吃马铃薯为生的人。

蝗虫，它是更大的“灾星”。它铺天盖地而来的时候，就像一片乌云一样遮天蔽日。5000多万只集群的蝗虫便可遮住一平方公里的天空。它所过之处，全部农作物化为乌有，最快的速度每天达150公里。一个蝗虫群，一天就可能吞噬几十万吨的谷物。

我国解放前的中原地区，有所谓“黄蝗汤”三大害之说。“黄”指黄河缺口，水灾泛滥；“蝗”是指蝗虫灾难；“汤”是国民党将领汤恩伯，代表国民党对人民的压迫和剥削。一种小小昆虫，同严重的水灾和反动暴政相提并论，足见它对人民正常生活威胁的严重性。

现在，虽然在我国和大多数发达国家已控制了蝗灾；但是在非洲，它仍然蹂躏苏丹、乍得、尼日尔、马里、塞内加尔各国。它被称为巨大的生物“炸弹”，卷土重来，引起全世界的恐慌。联合国粮农组织每年要拨款3.5亿美元，拯济由蝗灾造成劫难的发展中国家人民。

鉴于有害昆虫对人类健康和社会财产的严重危害，人类发动了一场历史悠久的抵御害虫的战争。这场战争有文字记载的历史已有4000多年。虽然人类在这场战争中已经取得了许多辉煌的胜利，但也遭受过许多惨重的失败。虽然在这场战争中，人类使用了最现代化的化学武器，但是至今仍然没有决出谁胜谁负。1996年6月，在香山科学会议上，中国科学院院士陈述彭教授讲了这样一个故事：他说有一天，他请教中科院外籍院士李政道教授：“你认为，在人与蚂蚁的战争中，是人消灭蚂蚁还是蚂蚁消灭人？或者，是人消灭人，蚂蚁消灭蚂蚁？”他们讨论了很长时间，但仍不得其解，很难作出结论。直到最后，李政道院士说：“我看还是人消灭人，蚂蚁消灭蚂蚁。”

这是世界级科学家的讨论。也许，有人对李政道教授的结论会有不同的看法，但是这并不妨碍关于人与昆虫的战争是一种全球规模的战争这样的看法。

在这场战争中，人虽然用现代化武器武装起来，但是就对付个别种的昆虫，如蝗虫、棉铃虫、松毛虫、小甲虫、蚂蚁等，在一对一的战争中也做不到决战；何况地球上数百万种昆虫呢？虽然这几百万种昆虫中有许多是对人类有益的；有更多对人类利益影响不大，但在地球生态平衡中起着重要作

用的，只有少数昆虫是对人类有害的。如果所有的昆虫联合起来向人类进攻，那么人类肯定失败无疑了。当然，这种假定是不可能出现的。因为各种昆虫都是单独地采取自己的对策的。地球上只有人类有可能联合其他物种，如增育有害昆虫的天敌，共同对付敌人。

昆虫的最成功的对策是：（1）惊人的繁殖速度。例如苍蝇，一二月换一代，雌蝇几乎是产卵机器，一对苍蝇在适宜条件下，它们的子孙后代，一年内便可充斥世界，以 14 厘米厚的蝇层覆盖整个地球表面。当然，这种情况是不会出现的。因为它受到它的天敌的控制。（2）惊人的快速生长。大多数昆虫以极高的速度生长。例如蚕，在它生长发育的 50 天里，自身的重量增加 5.6 千倍。这与它们的食量惊人有关。例如有的昆虫的幼虫，一昼夜吃 200 次。它老是在吃东西，所吃的食物大大超过它的体重。在大草原上，一种螟蛾，体重只有 0.025 克，但是它的子孙后代，到夏末的一个发育期，要吃掉 9 吨重的青饲料，相当于 3 头母牛 1 年所需的饲料。它这些子孙的体重加起来有 225 公斤。根据科学家估算，在适宜生存的大草原上，每公顷昆虫生物量 100 至 300 千克；在同样的面积上，鸟类生物量为 300 至 550 克；啮齿动物（如老鼠）的生物量 3 至 5 千克；草食哺乳动物（如牛羊）从 1 千克到 10 至 15 千克。（3）它的强大的扩散率，能迅速地扩大生存空间。昆虫的这些对策的成功运用，是人类难以控制它的根本原因。

人类对有害昆虫的战争，采取了种种手段。至今为止最强大的武器是化学除虫剂。开始的时候，化学除虫剂使用的效果是明显的、神奇的。它从虫口中挽救了成亿吨的谷物。但是它所带来的问题也接踵而来，第一，它不具有选择性毒效，作为一种致死毒物，不能专一地杀死人们希望除去的害虫，甚至连带把害虫的天敌也杀死了。第二，在使用一段时期之后，害虫获得抗药性。第三，化学农药大量使用造成严重的环境污染。

例如印度尼西亚，由于杀虫剂对农作物提供的保护，1986 年实现水稻产量的自给自足。但是，两年之后，1988 年稻田几乎被稻褐飞虱蚕食殆尽。稻褐飞虱原来只是一种次要的害虫，但是它的天敌被杀虫剂消灭殆尽之后，大举重来，发生大爆发，一年之内使印度尼西亚的水稻生产损失 10 多亿美元，吞噬了足以供 300 万人一年食用的稻谷。

为了达到对害虫的控制，全球杀虫剂生产数量增加，如 1982 至 1988 年农药生产和使用量，美国 37 万吨，前苏联 53 万吨，中国 16 万吨，80 年代中期东亚农药市场达 250 亿美元。1994 年是全球杀虫剂生产和使用增长最快的一年。为了对付害虫抗药性问题，又不得不开发新的杀虫剂。但是，新杀虫剂的研究开发，需要约 10 年的时间，既跟不上害虫抗药性的发展，又耗费大量资金。例如许多大型化工公司云集的欧洲，每种新杀虫剂开发的成本，从 1975 年的 2500 万欧洲货币单位 增加为 1992 年的 1.25 亿欧洲货币单位。这成为不堪重负的投资。

这样就迫使人类与有害昆虫的战争走向一个新阶段：综合防治害虫的阶段。

生态学告诉我们，不能把同人类竞争的所有昆虫都视为害虫，而只是它们的数量足够大时才成为害虫。因而防治害虫，是指控制它们的数量，而不是消灭它。

实际上，人们早就发现，某种昆虫大爆发，并成为危害严重的害虫，只是发生在大面积单一树种，或大面积单一作物的地方。在未受干扰的森林、

荒漠、沼泽地等荒野地区，害虫爆发的情况是罕见的。因为这里各种生态因素相互作用相互制约，不会出现某一个物种处于支配地位的情况。各种生态因素相互制约，这是一种重要的自然界力量。对昆虫的真正有效的控制是由自然界完成的。从防治害虫的视角，主要是开发和保护害虫天敌的作用，利用自然界的自我调节能力，实现对害虫的控制。

最近报道，英国牛津大学的科学家发现，蝗虫分泌出一种泡沫状物质，它起某种化学信号的传导作用。这种作用能使上 10 亿只蝗虫聚集到一起；而且，雌性蝗虫群体在一起的时间只要达到 4 小时，它产下的卵以后就会变成具有群居性的幼虫，但如果将雌虫产卵地的泡沫状化学物质除去，幼虫日后就会发展成独居的成虫。

这种发现可能为人类控制蝗虫爆发提供新途径。因为蝗虫有群居和独居两种生存形式，只有群居的蝗虫才会形成巨大的灾难，独居的蝗虫会造成麻烦。人们在确定那些泡沫状化学物质的性质后，就有可能把它产卵地的这种物质除去，从而使全部幼虫长成独居昆虫；或者利用它向蝗虫传递化学信号，误导蝗虫在没有谷物生长的季节过早聚集，从而使它们饿死。

但是，无论如何，昆虫将同我们人类一起，共同生活在同一个地球上。它们是人类的伙伴和朋友。

人类对昆虫的总对策应该是：第一，培育对人类有益昆虫的生存条件，发展有益昆虫；第二，控制对人类有害的昆虫的数量，减少它们对人类利益的损害；人类的目标不是消灭它们，在一定的限度内要容忍它们；第三，保护全部现在对人无利害关系的昆虫。它们的存在对维护地球生态基本过程和保护生态平衡是非常重要的，是不可缺少的。

科学家告诉我们：“绿色植物、微生物、各种默默无闻的小动物和昆虫，它们构成了地球的生命。正是它们的生存，创造并维持地球适宜生存的条件。”“各种昆虫和节肢动物，它的重要性大到这样的程度，如果它们被消灭的话，人类就只能存活几个月。”

人类对昆虫需要采取尊重和谨慎的态度。

人与细菌的竞争

人与细菌的战争，就同人与有害昆虫的战争那样，虽然人类使出浑身解数，但至今也只是打个平手。

虽然细菌是地球上出现最早的生物，它已有 30 亿年的历史；虽然我国人民利用细菌为自己造福已有数千年的历史。例如 2000 多年前就有记载：“若作酒醴，尔惟曲蘖”。“蘖”是指谷物，“曲”是经发酵富有微生物的“起子”。这里说的是，酒是谷物经过微生物发酵以后酿造出来的。又如，公元一千年，我们的祖先就知道以种牛痘来预防天花。这是用微生物来保护人体健康。

但是，细菌是“小小精灵”。一个普通细菌细胞，它的体积约占 1 立方微米，1000 个细胞堆在一起，才有一粒米那么大。因而人的肉眼看不见。直到 1675 年，荷兰人列文虎克发明显微镜，当他利用自己制造出来的能放大 200 倍的显微镜，观察污水和腐烂的有机物时，看见许多活的小动物。1676 年在加大显微镜放大倍数后他看见了细菌。也就是说，它们的存在条件虽然有 30 亿年，但人们看见它却只有 300 年的历史。

人类从产生那一天起就同细菌竞赛。因为细菌无处不在。例如在人的肠道里有细菌 100 种，数量达 100 亿个，构成庞大的菌种群落。在这里人与细菌的竞争是共生性质的，即双方各蒙其利。又有报道说，一个成人的身上有 100 万亿个细菌，总重量达 1.5 公斤，人吃下去的营养物质，有 30% 被它们享用了，同时它们帮助人类消化食物。

虽然细菌向人类进攻是从人一产生就开始的。但人发起对细菌的战争，却是从 1928 年英国科学家弗莱明发现青霉素才开始的。

地球上现存已知的细菌约有 4000 种。其中大多数是对人类有益的，只有少数对人类有危险性，如沙门氏菌、链球菌、葡萄球菌、大肠杆菌……它们导致人生病或死亡，如肺结核、肺炎、脑膜炎、天花、霍乱、痢疾……几乎人类的所有疾病都是由致病的细菌引起的。因而人们称它们为“机灵的小魔鬼”。

抗菌素发现之前，人类对感染病菌而引起的疾病，往往束手无策，眼巴巴地望着病人死去。例如肺结核，在 19 世纪至 20 世纪初，是一种不治之症，被称为“白色瘟疫”；肺炎球菌引起的肺炎，死亡率达 85%；霍乱、脑膜炎等等，不知夺去了多少人的生命。

运用抗菌素，首先是青霉素，接着不断地发现新的抗菌素。现在它们的数量达 100 多种，在人对细菌的战争中，人处于胜利者的地位。如结核菌、细菌性肺炎、败血症、梅毒和其他细菌性传染病基本上被征服了。医生们说：“80 年代人们的看法是我们已征服了几乎所有的传染病。”

但是，到 90 年代中期，人们提出了相反的看法：“医疗界所谓战胜传染病已变成一个幻想”。世界卫生组织 1996 发表的报告说，传染病仍然是人类第一杀手。1995 年，全世界有 5200 万人死去，其中 1700 万人死于各种传染病，其中多数是婴幼儿，全世界 57 亿人口中约有半数受到传染病的威胁。

这是怎么回事呢？

这同人类用化学杀虫剂除虫一样，当人们服用抗菌素杀灭有害细菌时，连带把那些有益细菌也杀死了，从而降低了人体的抗病能力；更严重的是，现在每一种致病细菌都有好几种变体。新的抗菌素药物的研制，跟不上新细菌突变体的出现；而且，大多数细菌对抗菌素产生了抗药性。例如，1979 年沙门氏菌感染病例中，有 16% 对一种以上的抗菌素有抗药性；10 年之后，这个数字上升到 32%。现在许多细菌对 100 多种抗生素至少有一种有抗药性，有些对所有抗菌素有抗药性。这样常常使医生们束手无策。

致病细菌这种“机灵的小魔鬼”，要比人们想象的聪明得多，厉害得多。当人们用青霉素或其他抗菌素杀灭它们时，可能把大多数细菌杀死了。但是会有少数细菌由于产生了变异而没有被杀死。它们幸运地活了下来，获得抗药性基因。而且，这种变体能把抗药性基因传递给后代。一个细菌在 24 小时内能留下 1677 万个后代。更可怕的是，这具有抗药性的基因变体，与其他细菌分享抗药性成就。科学家报告说，获得抗药性的细菌变体，能渗出一种诱感性化学物质，吸引另一种细菌，当两者接触时，它们就各自开一个孔儿，交换一个 DNA 环，通过这种交换，那种细菌也就获得了抗药性了。这样就加速细菌抗药性的蔓延。一位科学家说：“抗生素的使用引起了生物学史上有记载以来史无前例的进化改变。”

这样，在人们与细菌的战争中，又从优势转变为劣势，神奇的抗生素正在失去疗效。

例如，肺结核病的流行与死亡，在半个世纪里曾得到有效的控制。但现在有死灰复燃之势。世界卫生组织 1996 年 6 月报告说，被称为 19 世纪“绝症”的肺结核病，在 20 世纪曾得到控制，21 世纪可能成为“疑难杂症”。4 年前，纽约首次发现抗药性肺结核病人，用现有的治疗药物（过去作为特效药的药物）均告无效，接着又在其他地方相继发现；而且抗药性肺结核菌的传染性很强，目前还没有找到对付这种肺结核病菌的办法。世界卫生组织估计，目前全球约有 1/3 的人感染过结核杆菌，每年新病倒 800 万人以上，年死亡人数 300 万人；今后 10 年，将有 9000 万人死于肺结核，特别是发展中国家将受到最沉重的打击。

于是有的医生说：“微生物眼下就在取胜。它们的年龄比我们大得多，也比我们聪明得多。”

如何对付这些“机灵的小魔鬼”？

医学专家劝告我们，要明智而慎重地应用现有的抗生素，如轮流使用抗生素，让某些抗生素得到一次完全的休息，以击退细菌的抗药性；通过允许抵抗力弱的细菌自行恢复力量，提高人体抗病能力；制造和应用能攻击细菌的新疫苗等。此外，干扰素的应用，把基因工程用于治疗等，可能成为控制传染病的新途径。

总之，同人类与有害昆虫的战争一样，在人与细菌的竞争中，在对致病细菌的战争中，我们做不到消灭传染疾病细菌或病毒，但要努力控制对人的危害，在不断的前进和后退中寻求一种平衡，通过各种途径，保护人体健康。

人与自然的对策

大自然的平衡可以由自然界进行自我调节。同样，生态平衡也可以由人类活动加以调节。但是，自然界有自然界的对策，人类有人类的对策，这两种对策常常是矛盾的。

怎么说自然界有“自然界的对策”？

美国著名生态学家奥德姆说：“生态系统发展的原理，对于人类与自然的相互关系，有重要的影响：生态系统发展的对策是获得‘最大的保护’，即力图达到对复杂生物量结构的最大支持；而人类的目的则是‘最大生产量’，即力图获得最高可能的产量。这两者是常常发生矛盾的。”

自然界生态演化，不断地向最稳定的群落——顶极群落发展形成生物与环境相适应的动态平衡的稳定状态。演替的初期，植物很少，生物生产力很低。随着河流不断地向湖内输送养料和泥沙，生物数量增加，浮游植物和有根植物出现，开始有较高的生产力。接着，植物大量生长，并露出水面，有机物质残体在湖底堆积。这些堆积形成泥炭层，湖水变浅，湖岸植物带向湖心推进，演进成暂时性池塘和草原。最后，森林生态系统形成，枫树、榉树等高大的乔木，进入它的顶极群落阶段。在这种发展中，生态系统的对策是，获得最大的保护，生物种的数量增加，总的生产量或生物量增加，以及总生物量与总生产量成高比值状态，并要求这种状态获得保护。

但是，人类活动是为从自然界中取得尽可能高的产量，如谷物、油料、纤维、水果蔬菜、肉蛋奶、木材，等等，随着需要的增加，不断地加剧对资源的开发利用；而且，人类生活不仅需要足够的食物和纤维，还需要维持自然界的氧平衡、碳平衡、水平衡和气候均衡等等，还需要在保护良好的自然

景观情况下的娱乐和审美需要，等等。

但是，长期以来，人类实施对自然界的对策，人类活动的主要努力是取得食物、纤维等的最高的产量，但又误以为这些需要是自然界能确保的，地球有限的供给能力总是能保持氧平衡、碳平衡、水平衡，以及种种营养物质循环，使美丽的自然景观不受损害。

事实表明，在全球人口数量不多和生产水平较低的情况下，实施人类的上述对策，还可以维持全球性平衡；但是在世界人口增加，特别是生产力发展的情况下，人类为了获得最高的产量，大举向自然进攻，向荒野进攻，土地，森林，河流，湖泊，海岸带，沼泽地……使自然界发生了根本性的变化，生态平衡受到破坏。

这迫使我们作出调整。虽然人类力图从自然界获得最高可能的产量，这是提高和改善人的生活质量必需的。但是，要把这种努力限制在一定的界限内，以不致造成生态破坏。

上面说的生态系统的策略是从总体上说的。其实，每个物种的生存，都有其相应的对策。例如植物，为了能长期地生存在山坡上，它发展出发达的根茎叶系统，以及极高的繁殖率。

植物发达的根系，是为了深扎地下吸收水分和养料。一株黑冬麦，根的总长达 80 公里。有的植物的根有 600 至 1200 公里，总面积超过它的茎和叶的总面积的 100 多倍。根须的尖端可分泌化学物质，使之能穿透石块，扎入深土层。

植物粗壮的茎枝，使它能固着在大地上，树枝向各个方向伸展，而且分枝的排列非常科学，这种排列能使所有的叶片总是处于获得阳光的十分良好的位置上。树皮的韧皮部分发育许多管状细胞，它上下连接成筛管，成为输导有机物质的通道；树皮里白色木质部分，分布运输水分的导管，起着输送水分和养料以及贮存养料的作用。

繁茂的叶片，是进行光合作用的器官。为了便于接受阳光，植物有大量叶片，如一株中等大小的桦树有 20 万个叶片，总面积达 1200 平方米，而且，叶片具有向光性，叶片互不遮盖，便于平均地接受阳光。沙生植物还发育了特殊的叶片，既反射强烈的阳光，又减少水分蒸发。

植物美丽鲜艳的花朵，是吸引昆虫传粉的信号，它含营养丰富的花蜜，有丰富蛋白质的花粉，都是为了吸引昆虫从而达到繁衍后代的目的。靠风传播的花粉的植物，能产生大量花粉，它的种子籽粒分量轻，表面光滑，适宜风吹播。初春，白杨开花时，是先开花后长叶，这时没有密集的叶片，便于花粉传播，提高受粉率。

所有这些对策：保持植物的生存，以及它的高增长率，强大的扩散率和繁殖率，都是为了保证它生存的成功。

动物的结构和行为对环境的适应性更为精巧，如它们的摄食和营养，它们的生殖与防卫，它们的生理结构特征，都是令人叹为观止的。就拿动物舌头来说，例如猫舌上长肉刺，为的是便于把骨头上的残余肉渣全部剥下来，并可以用来梳理身上的毛；鸟的舌头附有角质外壳，啄木鸟的长舌又直又细，长有倒钩，长度几乎等于身长，可以伸到远处捉到昆虫；蛇的舌头还兼做听觉器，它一伸一展时是在探听四周的动静；青蛙的舌，舌根在嘴边，舌尖向喉侧生长，当遇到昆虫时，能迅速翻出其上的粘液，快速把昆虫粘住卷到嘴里；长颈鹿的舌头有 60 厘米长，增加了它吃树上叶片的高度；狗的舌头在天

热时伸出体外，起着散发体热和调节体温的作用。

自然界生态系统的对策，所有的物种的生存对策，都以获得最大的保护为目标。它们的生存表示它的对策的成功。认识这种对策的生态基础，是我们科学地对待生态平衡的第一步。

生物的危害

种庄稼，就会有害虫吃庄稼，防治害虫常用的办法就是喷洒农药。的确农药很见效，显著地减少了一系列的不良后果，但在同时，它又带来了不可避免的危害。首先是造成环境污染。如使用农药 D . D . T，它在土壤中可以残留 10 ~ 15 年之久，还可以通过空气、水以及各种动、植物向全球扩散，目前已知北极的鲸、南极的企鹅和太平洋的鸟类等，在它们的体内都发现了 D . D . T 杀虫剂。其次是总使用一种农药杀虫，虫对农药就会增生抗药性，如我们常用 D . D . T 毒杀苍蝇，经过 30 代后，苍蝇对 D . D . T 的抗药性增加 30 倍，因而杀虫效果不断下降。再有，用农药杀害虫，同时益虫也被杀掉。因此，像 D . D . T、六六六等杀虫剂已禁止使用了。

不用农药怎么防治害虫呢？我们利用某些生物来防治对人类有害生物的方法，这叫生物防治。利用生物防治害虫，在我国有悠久的历史，早在公元 304 年，《南方草木状》一书中已经有利用惊蚁防治柑桔叶甲虫的记载。生物防治方法是多方面的，例如利用天敌防治害虫。什么叫天敌呢？一种动物（甲）被另一种动物（乙）所捕食或寄生而致死亡时，动物乙就是动物甲的天敌。大草蛉是棉蚜的天敌，成虫一生平均捕食棉蚜 2200 个左右，每天可吃棉蚜约 260 个，俗称花大姐的七星瓢虫，每天平均吃棉蚜 100 个左右。

利用寄生性天敌昆虫防治害虫，赤眼蜂的身体极小，大约 0.36 ~ 0.9 毫米，是世界广泛利用的一种寄生蜂。每一雌蜂产卵 10 余枚，它的卵产在玉米螟、蔗螟和松毛虫等主要害虫的卵中，每个卵里产卵一枚，赤眼蜂的卵约经过 10 天左右便孵化出幼虫来。寄生蜂种类很多如姬蜂、小茧蜂、金小蜂、卵蜂、细蜂等都能防治害虫。

另外，利用蜘蛛或脊椎动物中的鱼、蛙、蟾蜍、鸟等也能防治害虫。

总之，生物防治对人、畜、植物安全无毒，不会污染环境，天敌资源丰富，便于发掘利用。防止农业害虫不能单采用药物，最好配合生物防治和其他各种方法，才能达到预期的效果。

美国的行动

1996 年夏初，美国夏威夷行政长官贴出通缉布告，称“不论是死的还是活的”都不要放过。一群群“捉拿罪犯”的志愿者已经组成和开始行动；警报声响彻整个州。他们捉拿的不是抢劫犯，也不是偷牛贼，而是一种被称为“绿色癌症”的植物。

这不是第一次了。10 年前，美国人把葛藤这种植物称为“绿色恶魔”，就曾对这种“绿魔”宣战。

葛藤起源于中国，后来传到日本。日本人在博览会上介绍葛藤，宣传说，葛藤中的液汁可以做糖浆，又可提炼葛粉，还可以用来治疗胃病、酒醉、发烧和感冒；花儿可供蜜蜂采蜜，枝叶作饲料可喂养牛羊，纤维可用于编结和

造纸，焚烧后的气味还可以驱蚊。它几乎每一部分都有用处。而巨，它有强有力的根，是控制表土流失的植物。这使美国人大开眼界。

1930年，美国从日本引进葛藤，首先是为了控制水土流失而在南部种植。这里气候温和，雨水充足，即使在冬天，葛藤的枝条也不会被冻死。它一到春天迅速生长，枝条长15至30米，隔不远结一个瘤结并长出根扎入地下，又从这里长出枝条。50年代中期，就生长为7千万枝葛藤。它对防止土壤流失、肥沃土壤、饲养牲畜、美化山坡等起了很大的作用。但是，由于没有严冬来阻止葛藤生长，没有天敌抑制，它的枝条一天长30厘米，一枝葛藤的主根就达300多磅重，能长出四、五十个主根。它根叶繁茂，很快排挤了其他植物。80年代初，在佐治亚州、亚拉巴马州、密西西比及邻近各州，已覆盖700万英亩土地。在它占据的土地上，其他植物干枯死亡，葛藤成为无法收拾的怪物。农场主不仅不再种植它，而且要费很大力气把它连根铲除。在亚拉巴马州，栽种葛藤成为非法。美国南部各州发起向葛藤开战运动。我们没有看到这场战斗中谁胜谁负的后续报道，估计人们的努力收效甚微。

让我们看看夏威夷人捉拿“绿魔”的情况吧。Miconia Calvescens在园圃里是妖媚动人的植物。它的茎叶是深绿色的，根部是紫色的，有巨大的叶片。它精美好看造型，成为一个具有招徕力的观赏“明星”。

这种植物是在巴西丛林中同其他植物竞争中进化出来的，在灌木丛中可以长到15米高。60年代，它作为一种观赏植物引进夏威夷。现在已在大约1万英亩天然森林中的36个地方出现。面积最大的在毛伊岛，达5000英亩。这种植物生长很快，5年内达到成熟期。它结出的果实很小，每个果实有数百粒种子，鸟儿吃了它的果实不被消化，会把种子传播到四面八方。

这种植物在夏威夷没有天敌。在夏威夷热带自然保护区，它已失去控制，成片地消灭和取代本地土生土长的天然森林。它的90厘米长的心形叶片，形成稠密的树荫，又遮挡了土生土长的低矮植物所需的阳光，毁灭了森林地带集水区的地被植物。这些地被植物是保持夏威夷人赖以生存的水的重要因素。而且，植物的这些变化，导致这个岛上土生土长的鸟类和许多独特动物的灭绝。

这种植物在夏威夷已成为一种严重的威胁。科学家迄今还没有找到同它作斗争的成功生物手段。官府只好发出“通缉”令，劝告居民摧毁在他们家庭园子里发现的这种植物。志愿者分队在与森林毗连的郊区，形成扇形攻势，向这种“绿色癌症”进攻。这种进攻能获胜吗？

人们有意或无意引进某一个物种，让这个物种占据新的生态位。但是，引入地如没有控制它的因素，它的过量繁殖会使人们陷入困境。这种事例是非常多的，不仅有植物，也有动物。

1984年秋天，科学家们新疆作科学考察，在博斯腾湖看到了类似的景象。

博斯腾湖位于新疆中焉耆盆地的中央，海拔1048米。它是新疆最大的淡水湖，也是我国最大的内陆湖，湖水面积980平方公里，湖汉沼泽地400平方公里。天山雪峰的冰川积雪融化后，雪水通过开都河、清水河、黄水河和乌什塔拉河注入湖中。美丽的孔雀河又从此发源，滋润着库尔勒绿洲，最后消失在塔克拉玛干大沙漠之中。

博斯腾湖以美丽和富饶著称于世。考察时，科学家们想目睹一下盛产在这里的大头鱼和尖嘴鱼。据说它们肉嫩味美，小则几公斤，大则10公斤。但

是，科学家们大失所望。渔民们捕捞上来的没有一条是这里土生土长的鱼，清一色是称为“五道黑”的鱼（身上有五个黑白相间的条纹，就像斑马的条纹一样）。科学家们感到诧异，便问当地渔民，为什么只有这种鱼。渔民说：这种鱼味道鲜美，是从外地引进的；但是它是凶猛鱼类，是吃鱼的鱼，现在土生土长的鱼都给它吃光了，于是便只剩下这种鱼了。

再如，中美洲引进獾去消灭老鼠，酿成灾难，又是一个典型事例。

中美洲牙买加和古巴等地盛产甘蔗。但是蔗田受老鼠严重危害。为了消灭老鼠保护蔗田，1872年引进肉食性哺乳动物——獾。开始的时候，獾繁殖很快，并大显身手，在10多年内，几乎把老鼠消灭光了。但是，它在消灭老鼠的同时，破坏了岛上的动物区系的平衡。因为消灭老鼠后胃口越来越大，开始捕食岛上其他野生动物，后来偷袭家畜家禽，甚至向猪、牛、羊发起攻击。而且，后来的进展产生了人们料想不到的事情。

当然不可能消灭所有的老鼠，幸存的老鼠为了逃避獾的攻击，选择了树栖生活的适应。獾没有能力攻击树上的老鼠。别的吃老鼠的动物又又被獾吃掉，从而完全解除了对老鼠的控制。这样，有了新的本领的老鼠反而更大量地繁殖起来，使蔗田遭受更大的损失。

这类例子还可以列举很多。有人把引进生物种造成生态平衡破坏，称为“生态学错误”。为了控制水土流失引进一种植物，反而造成水土流失；为了消灭老鼠引进獾，反而使老鼠更多。这是一种生态失误。生态学告诉我们，每一种生物在生态系统中占有特定的位置，起着特殊的作用。经过长期演化，生态系统的各种物种互相联系、相互作用、相互依赖、相互制约，从而形成并维持生态系统的稳定性，即生态平衡。这时，如果引进外来物种，引进的物种在原来的生态系统中没有位置，结果是两种情况，一是它不能生存而被排挤；二是由于没有控制因素而使种群大爆发。但是，为了维护生态系统中能量关系平衡，一些物种大爆发，必然使另一些物种消失，而造成生态失调。

当然，这决不意味着不可引进新的物种。上面说的是引进物种失败的事例。同样，也有引进物种成功的事例。这种事例也是很多的。

引进物种成功或者失败，取决于这种引进是否符合生态规律，以便让引进的物种，既在生态系统中占有位置，有符合它的生存条件；又有制约它的因素，从而形成相互依赖和相互制约的稳定关系，即生态平衡的状态。这是我们在引进物种时所必须注意的。

中国“除四害”运动

50年代，我国进行了一场著名的“除四害”运动。从城市到农村，全民总动员，采用人海战术，向“四害”——苍蝇、蚊虫、老鼠、麻雀宣战。这在古今中外都是绝无仅有的。

那时的人们都参加了同“四害”的斗争。学生们全不上课了，拍苍蝇，除蚊虫，捉老鼠，打麻雀。各人手持一个苍蝇拍，走遍大街小巷；人们用放鞭炮的声响，或敲锣打鼓，击打脸盆，再杂以鼎沸的人声，轰得麻雀满处飞，不得歇息，最后使它疲劳至死。

苍蝇在消费粪便之后飞来飞去，嗡嗡叫，带着病菌落在食物上，传播种种疾病，人们都非常讨厌它。

蚊子，嗡嗡叫着落在人的身上，尖嘴深深扎入肉中，搅得人不得安宁，

吸人的血，也传播疾病。

老鼠，每年都要被它吃掉大量粮食，毁掉大批庄稼、森林、家俱、衣物和书籍，以至毁坏水坝，造成巨大灾难，人们对它的仇恨，乃至“过街老鼠人人喊打”。

麻雀，因为它偷吃谷物，被列入“四害”之中，成为打击的主要对象。但在人们心目中，它是可爱的小精灵。它喳喳地叫着飞着，落在地上时总是非常机警地左顾右盼。人们拿一个大簸箕，用一根木棍儿支着，拴上一条长线，下面放些粮食，手持长线的另一端，躲起来。用这个小机关有时能捉到麻雀，便把它关在小笼子里。但是，它宁可饿死，也不吃人喂给他的食物。真可谓是宁死不屈！后来人们知道，麻雀虽然也偷吃谷物，但它主要是吃各种农作物的害虫。它所吃的粮食比它保护的要多得多。因而把它列入“四害”，这是“冤枉”它了。

虽然这场运动过去 40 年了。事实表明，人类不论如何全民总动员，采用有何等威力的人海战术，“四害”是消灭不了的。

用生态学和生态平衡的观点来看，所有的生物物种，经过长期的演化，发展出非常良好的生理结构和行为特征，形成对环境的完善的适应。它们在生态系统中占有一定的位置，在生命物质循环中起着重要的作用。

例如，令人讨厌的苍蝇。它是双翅目食腐昆虫，地球上有 30 多万种。我们最常见的是家蝇。苍蝇有许多惊人的特性。例如：苍蝇呈拱形的大眼睛，它的复眼由 3000 个六边形的视囊组成，可以使它眼界开阔，看到物体的全貌；而且还有 3 个单眼，单眼对光线的变化非常敏感。

苍蝇拥有厚实的胸甲，滴滴涕等杀虫剂很难渗入其体内发挥作用。而且它的繁殖力很强，平均 3 个星期便可繁衍出新的一代，3 个月后产生的第 5 代苍蝇，便会对药物产生抗药性。

虽然家蝇飞行速度每小时只有 8 公里，它的运动速度是人的运动速度的 10 倍。而且，它的飞行技巧很高，通过其良好的传感器，它的胸腔收缩，每秒钟振动翅膀 300 次，尾部有副翼起平衡作用，能灵活地掌握飞行速度。因而人们扑打到苍蝇是很不容易的。

苍蝇的腿和脚生长有味觉和传感神经，通过腿和脚探知和品尝食物。在确信是可食的东西后，它便用尖嘴把食物吸进肚内。

苍蝇也并不像人们想象的那样肮脏。而且，即使它取食粪便并在粪便上产卵，出入于肮脏之处，置身于细菌之中，但它并不会感染疾病。因为科学家发现，它体内有一种抗菌蛋白。这种蛋白免疫杀菌力比青霉素强千百倍。因而它有良好的防御机能，能抵抗病菌的侵袭。

苍蝇在生态系统中占有重要地位，在生命物质循环中起重要作用。例如，它是动物粪便的主要消费者之一。家蝇还可吃掉屋内废弃的腐烂物品，帮助净化室内空气。它还帮助传授花粉，为燕子、老鼠等动物提供食物。在人自然的生物链条中，它是一个不可缺少的环节。

著名经济学家于光远教授提倡“笼养苍蝇”，并把苍蝇与黄金相提并论。他说：黄金与苍蝇，一个是光辉夺目，令人爱不释手的贵金属；一个是令人厌恶，挥之不去的虫看。但是，从“笼养苍蝇”可以取得重要的经济效益。它又可以同黄金相比。蝇的蛆蛋白质含量占 31.3%，脂肪占 15%，钙、镁、磷的含量也很丰富。如果 1 亿头猪的粪使用来喂养苍蝇，2 头猪的粪便每天可生产 1 斤鲜蛆，用于作饲料，4 斤鲜蛆相当于 1 斤秘鲁鱼粉，鱼粉按 0.6

元 1 斤计算，仅蛆一项，一年可获得 26 亿元的收入；而且它使猪、鸡和蛋增产，它的收益是可以和黄金相提并论的。况且，开采黄金还要减少黄金这种宝贵的非再生资源。

因此，如果我们对 40 年前的“除四害”运动作出评价，应当说动机是良好的，是为了保护人的身体健康，保护社会财产免受损害。但是，它的效果是不大的。除了应为麻雀恢复名誉，不应当把它放入“四害”之列外，对有害动物和昆虫作出评价时，一不能完全以人的好恶来衡量；二不能仅仅以人的利益为尺度；同时，还要看到，它们在生态系统中处于一定的位置，在大自然平衡中发挥的重要作用。

所谓“害虫”，这是有关价值评价的概念。它之所以称为“害”是以人的利益为尺度进行评价的。因为它侵害了人的利益。而在自然系统中，它们并不存在利和害的问题。因为它们按照生态学规律存在和发挥作用。这时只能说，它处于一定的生态位，在复杂的自然网络中，它是必要的。

我们在这里需要注意的是，在“害虫”的定义中，构成害虫之危害者，必须有该种群的一定的密度和数量。如果它没有达到一定的种群数量，任何害虫也不足以使人的利益造成危害。或者，害虫是由于它的天敌不到位才成为害虫的。因为在自然食物链中，所有所谓害虫都受它的天敌控制，例如马蜂、真菌等都是苍蝇的敌人。如一种厩蜂，可消灭全部苍蝇。蝇也会遭殃。因而在天敌到位的情况下，它构不成危害。

因此，所谓消灭害虫，是指控制它的种群密度和数量。无论是使用化学杀虫剂，或者培育和释放天敌，都是为了达到这个目的，而不是一劳永逸地消灭某一害虫这个物种。这是做不到的。在人类与昆虫的战争中，人类还不曾消灭过哪一种害虫的物种，而只是控制它的种群的数量，只求不致造成严重危害。

在“四害”中，老鼠是哺乳动物，麻雀是鸟类，苍蝇蚊子是昆虫。且不说麻雀，把它除外，其他“三害”，都是人类难以摆脱的、令人非常讨厌的家伙。但是，我们不得不同它们结成“伙伴”关系，长期共同存在下去。当然，不是让它们任意泛滥，而是培育它们的天敌，控制它们的种群数量，减少乃至避免它们对人的利益的损害。而且，随着对它们的科学研究的深入，例如从苍蝇身上提取出它的有很强杀菌力的球蛋白，并成批制造这种抗菌蛋白，人类将进入一个新的抗菌素时代。这对人类健康是大有益处的。这样，苍蝇不仅变黄金，而且变宝贝了，不仅能从它身上开发出高蛋白食物、高蛋白饲料，而且开发出强有力的药物。这样，令人讨厌的“害虫”，就成了为人谋利益的“宝物”。

生态系统是人类源泉

人类和生态系统息息相关。人类在一定的社会生产方式下进行活动，也一时一刻离不开生态系统。

1. 人类是生态系统的产物。人类就是在生态系统中诞生的，近代科学证明，人体中的各种化学元素都是与地球的各种化学元素相适应的。正如马克思所说：“生命是蛋白体的生存方式，这个存在方式的基本元素在于和它周围的外部自然界的不断的新陈代谢。”

2. 生态系统为人类生存、发展提供了物质基础。阳光、空气、淡水及动

植物等是人类出现后赖以生存、发展的不可缺少的物质，人类既是生态系统的产物，在一定意义上讲，也是生态系统的塑造者。人类通过自己的发展活动作用于环境，而环境在人类的作用影响下，又不断改变其供应能力，提供人类生活所必需的资源。

3. 生态系统也为人类提供了活动场所和劳动对象，如耕地、牧地、林地等土地资源；煤、石油、天然气等燃料；各种金属、非金属矿物以及可供通航与发展水产的江河湖海等。

人类和生态系统是一个对立统一体。自有人类以来，人类和生态系统的相互作用、相互影响就在不断进行着。因此，我们一定要认识人类发展对生态系统的制约作用，也要重视生态系统对人类发展的影响。

人类对生态环境的改造

人类与一般动物有本质的不同，一般动物只能以自身的存在及其生命活动适应生态环境，而人类在生态环境面前不是无所作为，而是能够认识并正确适应生态规律，有目的地利用、改造生态环境，使之向更有利于人类生产和生活的方向发展。

在人类发展的历史长河中，为了生存和繁衍后代，就必须把原始的自在生态改造成人工生态。原始社会时，地球上三分之二的土地被森林覆盖，在旧石器时代，世界人日有几百万人。如果仅靠采集、狩猎为生，只能养活1000万人。后来人们通过发展种植、饲养牲畜，生活相对就好得多，这就有必要破坏一些森林和草原，把它改造成耕地。就是说，要打破原来的森林生态系统，将其改造成农田生态系统。因此，我们不能一律反对打破生态平衡。如果打破原来的生态平衡，带来的是生态系统的良性循环，收到了良好的效益，那么，这种打破不仅不能反对，而且是必要的。我们提倡维护生态平衡，但不是消极地追求“平衡”，更不能理解为恢复到原始自然状态。我们追求的是能动地改造生态系统，使其向更有利于人类的方向发展。从生态学的观点看，一部人类文明史就是不断打破旧的生态平衡，建立新的生态平衡的历史。

在生态系统中，人是最活跃最积极的因素。人是生态系统中的一员，又是生态系统的主人。在生态系统面前，人既不是无能为力的、只能等待大自然的恩赐，也不能因为是“主人”而可以为所欲为。既要反对那种认为生态环境出现以后就一成不变的形而上学观点，又要反对那种认为可以漠视生态规律、任意破坏生态平衡、不计后果地违背科学的做法。人们在活动中，必须遵守生态规律，才能使生态系统向良性循环方面发展，持久地为人类造福，从而不断创立一个更适合于人类生活的美好环境。随着社会经济的发展，人类必将越来越深刻地改变生态系统的面貌。人类就是在不断改变原有的生态平衡和建立新的生态平衡中前进。

