

# 第1章

什么是生物多样性

一般认为生物多样性是一个地区内基因、物种和生态系统多样性的总和，基因、物种和生态系统三个层次的划分，只是为了研究和讨论问题的方便，并不是说生物多样性只表现在这三个层次上。事实上，生物多样性表现在生物各个方面。

物种是生物分类的基本单位，它是具有一定形态、生理特征和一定自然分布区的生物个体的集合。同一物种的个体，共享同一遗传物质库即基因组。不同物种的个体间或者不能交配产生后代，或者即使能够交配产生后代其后代也没有繁殖能力。

生物系统学或分类学是对生物物种进行分类的学科。生物的科学分类可以为生物多样性资源的开发利用、有害生物的防治提供依据。分类时每一种生物除了有本国的俗名外，还有一个各国通用的学名。学名使用1753年瑞典植物学家林耐(C. Linnaeus)提出的双名法并用拉丁语命名，它由两部分组成，第一部分是属名，用名词表示，第一字母应大写，第二部分是种加词(种名)用形容词表示。任何一种生物的学名都是惟一的。

林耐根据植物花的雄蕊数目及着生情况

说甚天堂！  
你侮辱大地。

亨利·梭罗

等形态特征，人为制订标准进行分类，他使用的术语规则和分类范畴沿用至今。19世纪中叶，达尔文认识到物种外部形态的相似程度可以显示它们的亲缘关系，建立了进化学说，开始了对植物的自然分类。近年来，生理学、血清学、生态学、遗传学、生物化学、数学的发展为分类学提供了更多方法。分子生物学的发展给分类学研究方法带来了深刻的变化。

在很长的一个时期里，人们把生物分成植物和动物两个界，发现了大量的微生物后，细菌和真菌被放进了植物界，即使它们并不能进行光合作用。1959年，美国康奈尔大学的生态学家惠特克(R. Whittaker)把所有生物分成原核生物、原生生物、植物、真菌、动物等五界。从细胞结构看，原核生物没有细胞核，核物质DNA集中在细胞原生质中一定区域。另外四界都是真核生物，真核生物有细胞核，细胞核由核被膜、染色体或染色质、核仁组成。真核生物又被分为原生生物、真菌、植物、动物四个界。动物和植物在界以下依次划分门、纲、目、科、属、种等几个主要的分类阶元，根据生物学特征的异同，任何一个已知的动物或植物都不例外地在这几个阶元之中有一个确定的位置。

现在许多生物学家认为林耐的分类惯例不仅过时，而且常引起误解。林耐系统把生物放进一个特定的属，再一级一级地组织起来。生物是通过进化历史建立关系的，而林耐对进化一无所知，他的术语规则和分类范畴——种、属、科、纲、目、门等没有任何生物学意义。结果，现有分类方法将混淆物种间的进化关系。因为有时划分于不同分类阶元的物种有共同的祖先，在同一分类阶元中的物种有时祖先又不相同，于是有的生物学家试图发起一场运动改变林耐分类系统。还有人建议不使用等级，而用家系名词重新定组，比如把鸟划为爬行动物类更容易让人接受，因为它们的祖先相同。反对意见却说，尽管这样是合理的，但要把成千上万种生物都重新分类，将混乱不堪。

地球上从平原到高山 从河流到海洋 从赤道到南北极，各种环境中都生长着植物。植物的个体大小，从小到以微米（ $10^{-6}$ 米）计的单细胞藻类，到北美产的高达 142 米的世界爷树——巨杉；既有能进行光合作用的大量绿色植物，又有会捕食昆虫的狸藻或猪笼草等异养植物；世界爷树可以活到 5 000 岁以上，一些荒漠植物则可在雨量较多的年份里几个星期就完成发芽、生长、开花、结果的

假如你真要  
瞻望死的灵魂，你  
当对生的肉体大大  
地开展你的心。因  
为生和死是一件事  
，如同江河与海  
洋也是一件事。

纪伯伦

生活周期。

所有的植物，可按进化程度的高低，分成低等植物和高等植物两类。低等植物包括藻类和地衣两个门，它们没有根、茎、叶分化，常生活于水中或潮湿地方，生殖器官为单细胞，有性生殖形成的合子不经过胚直接萌发为新植物体。高等植物包括苔藓、蕨类、裸子和被子植物四个门，它们一般有根、茎、叶分化，有性生殖形成的合子经胚阶段再发育成植物体。蕨类、裸子和被子三个门的植物，因为具有维管系统，故又称为维管植物，其中被子植物的进化程度最高。世界上现有被子植物 544 科 (按哈钦森系统), 12 500 属, 225 000 种。被子植物与裸子植物统称为种子植物，但它们繁殖体的结构仍有明显差异。

动物是异养生物，它们只能从摄取的食物中获得生命活动所需的能量和其他营养物质。地球上的高山、平原、江河、湖泊、沼泽、海洋都有动物生活。动物中有显微镜下才看得见的单细胞原生动物如草履虫、变形虫，有大到数吨重的大象和 150 吨重的抹香鲸。大多数动物自由生活，却又有如血吸虫、绦虫这样的寄生动物。一般动物生活于常温之下，但最近科学家在深海中央海嶺的火山口周围高温的水中，发现 1 / 3 米长的蛤和

3米长的蠕虫。

常用的分类系统把地球上生存的 150 万种动物分为原生、海绵、腔肠、扁形、纽形、假体腔、棘头、环节、星虫、软体、节肢、苔藓、腕足、寡虫、棘皮、毛颚、须腕、半索及脊索等门。数量最多的是节肢动物门，约 100 万种以上，其中主要是昆虫。物种数最少的是寡虫和毛颚动物，分别只有 20 和 50 余种，其余各门的数目为数千数万不等。除脊索动物门外，其他各门动物常被称为无脊椎动物，这是因为这些动物的身体中轴没有由脊椎骨构成的脊柱。

脊索动物中的脊椎动物是最高等的类群，约有 4.5 万种，它们有鱼、两栖、爬行、鸟和哺乳动物。鱼类约有 2.4 万种，生活于各类水体中。鲨、鳐、鲛等软骨鱼无鳔，必须随时游泳避免下沉。硬骨鱼如鲤、鲢、金枪鱼等有鳔。两栖动物是脊椎动物从水生到陆生的过渡类型，大约有 2.5 万种，幼体用鳃呼吸，成体用肺和皮肤呼吸。蝶螈、大鲵等有尾两栖类大多终生生活于水中，蛙、蟾蜍等无尾两栖类，平时生活于陆地，繁殖时排卵、受精、胚胎发育、蝌蚪期都必须在水中。现存爬行动物约 6 000 种，如蜥蜴、龟、鳖、蛇、鳄等，多数为陆生动物，少数水生。这类动

地球上生命的历史一直是生物及其周围环境相互作用的历史。

蕾切尔·卡逊

物体外具鳞甲，可防水分蒸发，繁殖中有羊膜卵，于是受精和胚胎发育都脱离了水环境。鸟纲动物全身覆盖羽毛，体温恒定，前肢特化为翼，长骨中空，坚硬而轻，适于飞翔生活。约 8 700 种。最大的鸟是鸵鸟，重达 35 千克，不能飞翔，但奔跑速度很快，可达 60 千米 / 小时。最能飞翔的鸟是大型海洋性鸟——信天翁环志，记载有的信天翁可迁飞 8 000 千米，并有环球飞行的记录。最小的是闪绿蜂鸟，其体型比黄蜂还小。哺乳类动物共 4 200 种，除鸭嘴兽等为卵生外，其余为胎生，多数有胎盘，有高度发达的神经和感觉器官，体温高而恒定，能在陆地上快速运动，这些特点使哺乳类能适应地球上各类生境，分布遍及全球，如陆生的鼠、象，穴居的穿山甲，飞翔的蝙蝠，水生的鲸。

微生物并不是分类学中自然类群的生物的总称，而是对细菌、放线菌、真菌、病毒等的总称。它们形体微小，常见的大肠杆菌宽约 0.6 微米，长约 1.5 微米，球径的直径 0.2 ~ 2 微米。它们结构简单，一般是单细胞的原核或真核生物，甚至没有细胞结构。它们数量巨大，1 克沃土中细菌的个数就是地球上人口总数的好几倍。它们的分解作用维持着生物地球化学循环的平衡。微生物的能

源来自光，或是氧化有机物或无机物。

20世纪70年代科学家对各大类生物进行了分子生物学研究，尤其是沃斯（Woese）对16SrRNA核苷酸序列的同源性进行测定后，惠特克和马古利斯（Margulis）提出了崭新的三原界学说，他们认为在生物进化过程的早期，存在着一类各生物的共同祖先，由它分三条进化路线形成了古细菌原界、真细菌原界和真核生物原界等三个原界。

古细菌包括有栖居在湿地、水体沉积物反刍动物肠道中的甲烷细菌，地球上这类细菌每年共生产约  $2 \times 10^{10}$  千克甲烷气（沼气的主要成分）对全球碳循环有重要作用。嗜酸热菌可生活于海底火山口  $200 \sim 300^{\circ}\text{C}$  的热泉或酸性土壤中。

真细菌中自养型的代表有生活于较浅淡水水体的蓝细菌、深层水体的光合细菌、土壤中的硝化细菌和硫化细菌，它们都能自身合成有机物。真细菌中异养型有腐生和寄生两大类，腐生菌由死亡的动植物残体提供营养，它们对生物体内物质的释放并参与循环有重要作用。寄生菌以活的动植物为宿主，并以其中的有机物质为营养，如引起人类结核病的结核杆菌。

人可是在一个大错底下劳动的啊。

亨利·梭罗

真菌是一大类不分根、茎、叶和不含叶

绿素的真核细胞型异养微生物，有单细胞的酵母，多细胞丝状的霉菌，大型的蘑菇。真菌多为腐生，也有寄生的。酵母是人类使用最早的真菌。霉菌则是真菌的主要代表，常见的有引起有机物霉变的根霉，能产生毒素（如黄曲霉产生的黄曲霉素）或用于食品和医药工业的曲霉，能产生青霉素的青霉等。

病毒是一类非细胞型生物，只有在电子显微镜下才能看清楚它的结构。病毒可引起动植物和人的许多疾病，它仅含一种核酸，即DNA或RNA。病毒寄生于活细胞，离开活体为无生命的大分子状态。常见的有侵染细菌的噬菌体，如白喉杆菌感染了温和噬菌体后分泌毒素引起白喉病。人类的天花、流感、肝炎、脊髓灰质炎、艾滋病均与病毒有关。病毒变异很快，常引起疾病的大流行。有1000多种植物的疾病由蚜虫、叶蝉、飞虱传播的病毒引起。

遗传多样性是生物多样性的另一个主要层次，它是指种以下水平遗传物质的多样化。1865年孟德尔在他的《植物杂交试验》论文中，提出了遗传因子的概念，但当时的生物学家们无法说明遗传因子的物质基础和生物体内什么位置。

后来生物学家通过显微镜观察到细胞内

的细胞核与细胞质是不一样的，同时还观察到易被碱性染料着色的丝状或棒状小体，这就是染色体。真核生物的细胞中，染色体存在于细胞核内，每种生物的染色体数目恒定。多数高等动植物体细胞内的染色体成对存在，故称为二倍体。如人类有 23 对（即 46 条）染色体，黑猩猩有 24 对，樱桃有 16 对，水稻有 24 对。

孟德尔在豌豆试验中所提到的控制生物不同遗传性状的遗传因子后被丹麦植物学家约翰逊叫做基因。每种生物的染色体数目不多，而控制生物遗传性状的基因却为数巨大。诺贝尔奖获得者摩尔根和他的学生们以果蝇为试验材料，证实了遗传的染色体理论，发现了基因位于染色体上，且同一染色体上的基因呈直线排列，基因在染色体上的位置相对固定。

高等生物的染色体由蛋白质和脱氧核糖核酸 DNA 组成。基因的物质基础是 DNA。DNA 能自我复制，基因也同时复制。细胞分裂时，复制了的染色体和其上面的基因传于后代，使后代保持上一代的遗传特征。同一物种不同个体的染色体结构和数目的变化，使基因也随之变化，从而导致遗传信息的改变。染色体结构的变化包括缺失、重复、倒

水呀，真急，  
真急，桥墩后有几  
条小鱼……

顾 城

位和易位四种类型，而其数目可有整数倍和非整数倍的变化。这些变化为进化新颖性提供了遗传基础，因此是遗传多样性产生的源泉。基因存在于染色体的DNA分子上，通过转录和翻译，基因传递遗传信息，决定生物性状。

物种以下基因的变化反映在亚种间、种群间、染色体间、DNA核苷酸顺序间的多样化上，因此遗传多样性应当包含这几个层次的多多样性。

亚种是分类学上种以下的分类单位，种内的一些种群具有不同的地理分布，在形态、生理、基因频率、染色体结构或数目上都有差异。这些差异使它们与该物种其他个体有较大差异而形成亚种，但又同属一个物种，不同亚种间个体可以交配，产生有生殖能力的后代。这种现象在动物中较为常见，有的多型种有着丰富的亚种分化。食肉目猫科的虎共九个亚种，现生存的有东北虎、印度虎、孟加拉虎、华南虎、苏门虎，已灭绝的有中国的西北虎、华北虎，国外的爪哇虎、巴厘虎。狐狸有35个亚种，树鼯有43个亚种，环颈雉有32个亚种。植物马先蒿属的一些种，也有不少亚种。显然，亚种的存在，反映了生物在种和种群之间的一种多样性。

无论是种还是亚种，都是由地理分布区不同的一定数目的种群所组成，有的种群为适应各自的环境，在长期的进化过程中，形态、生理、生态都可能发生变化，这就是种群层次的多样性。当同种植物的不同种群分布和生长在不同的环境中时，由于环境条件长期的影响，植物在适应过程中，可能发生种群间的变异和分化，它们在形态、生理、生态上的差异明显，且变异已在遗传上被固定。有人从一个种的分布区内各个不同地区、不同生境中取来同一种植物的材料，种在同一块田里，该种植物在开花早迟、株高、直立与否、叶子厚度等方面都表现出了差异。显然这是同种植物表现出的有遗传基础的形态、生理、生态分化，可视为在种群水平上表现出的遗传多样性。气候、土壤和授粉昆虫的差异都可能造成植物遗传学上的差异，人们把这种现象称为同种植物的不同生态型。生态型首先表现在植物形态、生理生化的差异上。当然，有的生态型只有某一方面（如形态）的差异，而无遗传组成的不同。

让我与你的  
沉默交谈，沉默明  
亮如灯，简朴如  
环。

聂鲁达

现代动物遗传学证明：除了孤雌生殖和同卵双生、克隆生物体外，即使是同一种群中的个体也很难找到两个动物个体是完全相同的。这反映了生物个体水平上的多样性。

在染色体水平上，一般地一个物种的核型特征即染色体数目、形态及行为的稳定是相对的，但在许多种内可看到多态性，如穿山甲的染色体可以有 36、38 或 40 对，雌性黑麂的染色体为 8 对，雄性为 9 对。这种多态性即细胞或染色体层次上的多样性。

同样地，除孤雌生殖、同卵双生、克隆生物体外，没有两个个体的基因组是相同的。基因组是指一种生物全部遗传物质的总和，其大小常用全部 DNA 碱基对总数来表示。如人类基因组的长度为  $3 \times 10^9$  个 DNA 碱基对，大约含  $5.0 \times 10^4 \sim 1.0 \times 10^5$  个基因，显然两个人的基因组完全相同的概率趋近于零。有人运用蛋白电泳技术分析云南四个地区牛的血红蛋白，有六种基因型，运铁蛋白有九种不同基因型。从分子水平看，使用多态性 DNA 限制性片断长度的经典技术，和最近的小卫星 DNA、微卫星 DNA 和 DNA 序列分析等方法，更成功地揭示了生物在分子水平上的遗传多样性。

动物的行为也有多样化的特征，比如生活于不同地方的同一物种的鸣鸟，鸣叫声带有地方特点，动物行为学家把它称为鸣鸟的方言。黑猩猩行为的多样性表现最为明显。1999 年动物行为学家惠腾 (A. Whiten) 等

人系统分析了迄今为止世界上七个研究时间最长的黑猩猩行为资料，这些资料累积起来达 151 年之久。他们的结果揭示黑猩猩的行为模式最为丰富，仅次于人类。黑猩猩的行为总共可以归类于 39 种模式，如使用工具、梳理毛发、求偶等。通过遗传或者是社会学习的方式，行为可在各代之间传递，生物学上把这种现象叫做文化的传递（文化人类家认为文化必须通过语言媒介传递），每一个黑猩猩社群都有一套自己独特的行为模式。因此生物多样性也表现在动物行为的多样性上。

在一个特定的空间尺度上所有生物的结合叫做生物群落，生物群落存在于环境（也叫栖息地）中且与环境相互作用，从而产生各种各样的生态学过程，我们把生物群落与它们的环境一起称作生态系统。空间尺度的大小，随我们要研究的问题确定。生态系统层次上的多样性指生物圈内栖息地、生物群落和生态学过程的多样化。

我们把地球上所有居住有生物的地方总称为生物圈，生物圈首先可以分成陆地和水体两大类型。处于地球陆地上不同地理位置，其纬度、经度、海拔都不一样。首先，太阳高度角与季节变化因纬度而不同，于是太阳辐射量及与其相关的热量也因纬度而异。从

大自然除了  
能为人提供物质需  
求以外，还能满足  
一项更崇高的需  
求，亦即满足人的  
爱美心理。

爱默生

赤道向两极，每一纬度对应的地面距离约为111千米，纬度每升高一度，年平均气温降低 $0.5 \sim 0.7^{\circ}\text{C}$ 。由于空气总是由高压流向低压，力图使各地的气压、气温、湿度趋于一致，于是形成大范围的气流运行，即大气环流。沿纬度圈的这种环流，使沿纬度出现了晴、阴、风、雨、雪等各种天气现象，形成与纬度有关的各种气候带。从经度上看，由于海陆分布格局和大气经圈环流，在北美和欧亚两块大陆从东到西，环境逐渐从湿润到半湿润到干旱到极干旱。从海拔上看，一般地高度每升高100千米，气温下降 $0.6^{\circ}\text{C}$ 。这样，从全球范围来看，纬度、经度和海拔的差异，以及气候、地形、土壤的不同，造成了陆地上不同的环境，不同的环境中有不同的生物群落，同时也产生了多种多样的生态学过程。

另一方面，我们讨论问题的空间尺度可以是大陆、区域、局部地区，或一小片森林、草原，甚至一个暂时性的小水坑，在这样的空间尺度上生物群落与它们的环境及生态学过程组成了生态系统。显然，由于纬度、经度、地形、地貌、气候、土壤的差异，生物群落和生态学过程千差万别，从而形成生物圈以下各空间尺度的生态系统多样性。

从结构上看，任何一个生态系统都由生

物群落和它们的环境所组成。生物群落中的生物又可以划分成三种类型。第一种类型是能利用简单的无机物（二氧化碳、二氧化硫等）制造食物的自养生物，它们有各种绿色植物、藻、光合细菌，它们是生态系统中的生产者。第二种类型是只能以其他生物为食的各种动物，又叫异养生物，它们是生态系统中的消费者。第三种类型是分解动植物残体、粪便和各种复杂的有机化合物的异养生物，如细菌、真菌、原生动物、蚯蚓，还有白蚁、秃鹫等大型食腐动物。

生物群落的环境也包括三大类。第一类是气候因素，如温度、湿度、气压、风、降水（雨或雪）等。第二类是无机物如氧、氮、二氧化碳、水和各种无机盐。第三类是有机化合物，如蛋白质、糖类、脂类、腐殖质等。

太阳能是地球上各类生态系统最主要的能量来源。植物通过光合作用固定的太阳能，经过一系列食和被食的食物链关系在生态系统中传递。按热力学第一定律，能量每传递一次，其形式都有改变。如植物中的碳水化合物（含有化学能）被食草动物取食后，为该动物提供活动所需能量。能量传递效率不是百分之百。因此，食物链一般不会太长，常由4~5个结点组成，如鹰捕蛇、蛇吃小鸟、小鸟吃

一个人所造的东西很快就开始腐烂，而他所种植的东西则马上开始生长和完善。人在种植中比在建造中承诺着一种更持久的快乐。

威廉·巴特姆

昆虫、昆虫吃草。最简单的食物链由三个结点构成，如狐狸吃兔、兔吃草。事实上生态系统中生物食与被食的关系常成网状，即所谓食物网。生物间食与被食的关系本质是生态系统中能量沿食物链的流动，它是生态系统主要的功能特征之一。

食物在沿食物链传递时，还包括水和有机物中碳、氧、氮、硫等各种常量、微量和痕量元素在各种生物间流动。不过，能量流动是单方向的，物质的流动却是循环的。能量通过呼吸过程被释放出来维持生物生命时，该有机化合物也同时被分解为较简单的物质形式重新释放到环境中。环境中的元素或简单化合物又可以被植物利用，重返生物体内。生态系统中的物质在生物与生物之间、生物与环境之间的循环，是生态系统另一个主要的功能特征。

地球上的生态系统分为陆地生态系统和水体生态系统，以及介于两类之间的湿地生态系统。陆地生态系统有森林、草地、荒漠和苔原，水体生态系统有海洋、湖泊和河流，湿地生态系统有沿海的潮间沼泽、红树林、永久浅水海域、河口水域等，还有内陆的各种沼泽、湖泊、泥炭地等。

地球上森林生态系统的主要类型有热带