

生态系统与生态保护

一、生态学的含义

二、生态系统概述

1、概念 2、组成 3、结构 4、功能

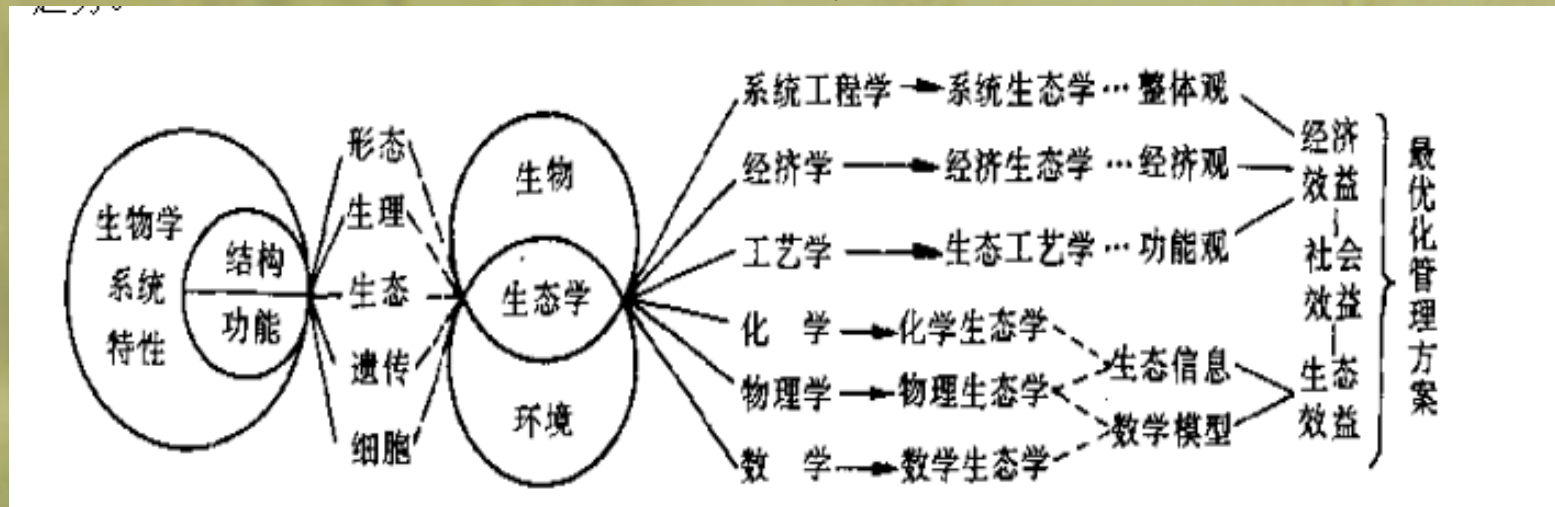
5、生态系统分类 6、生态平衡与生态破坏

三、生态学一般规律

四、生态学原理在环境保护中的应用

五、生态系统保护与生态文明建设

一、生态学的含义



- 生态学是环境科学的理论基础。
- 生态学是一门研究**生命系统**与**环境系统**之间相互作用的规律及机理的科学，是生物学的主要分科之一。
- 生态学以一般生物为对象，环境科学以人类为主要对象。

返回

二、生态系统概述

2.1 生态系统的概念

2.2 生态系统的组成

2.3 生态系统的结构

2.4 生态系统的功能

2.5 生态平衡与生态破坏

组成  结构  功能

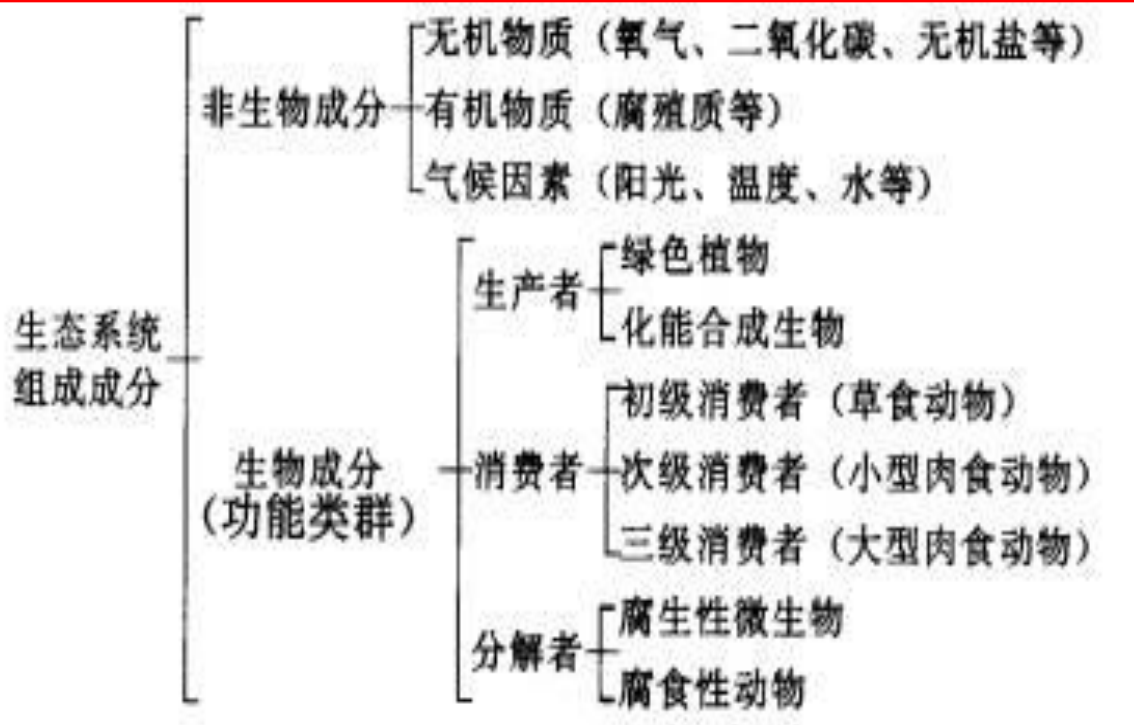
2.1 生态系统的概念

- 生态系统概念：在一定时间和空间内，共同栖居着的所有生物（生物群落）与其环境之间由于不断地进行物质循环和能量流动过程而形成的统一整体。
- 生物圈是一个最大的生态系统。
- 生态系统概念的提出，为研究生物与其生活环境之间的关系提供了新观点，生态系统逐渐成为研究生物和环境相互关系的基础。

2.2、生态系统的组成

(一) 生态系统的基本组成

- 生态系统由 **非生物成分** 和 **生物成分** 两部分组成。



2.3 生态系统的结构

- 组成要素在时间、空间和功能上分化与配置形成的有序系统。生态系统功能的基础。
- 物种结构
- 时空结构
- 层级结构
- 营养结构

1.生态系统的物种结构

- 概念：根据各生物物种在生态系统所起的**作用和地位**分化不同而划分的生物成员型结构。
- 除了优势种、建群种、伴生种及偶见种等群落成员型外，还可根据不同物种在生态系统所起的**作用与地位**不同，可分为关键种和冗余种等。
- **关键种**：有一些珍稀、特有、庞大的物种，对环境的影响与其生物量**不成比例**。它们在维护生态系统的生物多样性、结构、功能及稳定性方面起着重要的甚至**决定性的**作用。如果这样的物种**消失或减弱**，整个生态系统或生物群落就可能**发生根本性的变化**。这样的物种被称为关键种。

- **冗余种**：生态系统或生物群落中的某些在生态功能上与同一**生态功能群**中其它物种有相当程度的重叠，在生态需求性上相对过剩而生态作用**不显著**的物种。

——在某些群落中有些物种是多余的，这些物种的去留不会引起群落中其它物种的变化，对整个群落的结构和功能不会造成太大的影响。这样的物种被称为冗余种。

——**生态功能群**：指生态系统中一些具有相同功能的物种所形成的集合。

补充优势种、建群种、伴生种、偶见种

- 优势种：对群落的结构和群落环境的形成有明显控制作用的物种称为优势种（dominant species），它们通常是个体数量多、投影盖度大、生物量高、体积较大、生活能力较强，占有竞争优势，并能通过竞争来取得资源的优先占有地位。
- 建群种：群落的不同层次可以有各自的优势种，比如森林群落中，乔木层，灌木层，草本层和地被层分别存在各自的优势种，其中乔木层的优势种，即优势层的优势种常称为建群种（constructive species）。
- 伴生种：群落的常见物种，它与优势种相伴存在，但在决定群落性质和控制群落环境方面不起主要作用。
- 偶见种（罕见种）：那些在群落中出现频率很低的物种。有些偶见种的出现具有生态指示意义，可能是入侵种，也可能是衰退中的残遗种。

2.生态系统的时空结构

- 概念：指生态系统中组成要素或其亚系统在**时间和空间**上的分化与配置所形成的结构。
- **垂直结构**：指生态系统中各组成要素或各种不同等级的亚系统在**空间上的垂直分布和成层现象**。如，森林生态系统从上到下依次为乔木层、灌木层、草本层和地被层等层次。
- **水平结构**：指生态系统内的各种组成要素或其亚系统在**水平空间**上的分化或镶嵌现象。如，水平空间上形成带状分布、同心圆式分布和镶嵌分布等。
- **时间结构**：指生态系统中的物种组成、外貌、结构和功能等随着时间的推移和环境因子的变化而呈现的各种**时间格局**。

时间结构

- **生态系统中的物种组成、外貌、结构和功能等随着时间的推移和环境因子的变化而呈现的各种时间格局。**
- 一般可用三个时间段来量度：
- 一是长时间量度，以生态系统进化为主要内容；
- 二是中等时间量度，以群落演替为主要内容；
- 三是以昼夜、季节和年份等短时间量度的周期性变化，此种变化较为普遍，包括日周期、月周期、年周期和多年周期。
- 如绿色植物一般在白天阳光下进行光合作用，夜晚进行呼吸作用。生态系统短时间结构的变化，反映了植物、动物等为适应环境要素的周期性变化，从而引起整个生态系统外貌上的变化。这种生态系统结构的短时间变化往往反映了生态环境质量高低的变化。

3.生态系统的层级结构

- 生态系统的层级结构是基于层级（等级）理论而确立的有序结构体系。
- 该理论认为任何系统都属于一定的层级，并具有一定的时间和空间尺度。
- 地球表面的生态系统是具有多重层级的复杂系统。按照各系统的组成特点、时空结构、尺度大小、功能特性、内在联系以及能量变化范围等多方面特点，可将地球表层的生态系统分解为如下若干个不同的层级。即：

- 生物圈/全球、洲际大陆/大洋、国家/地区、
- 流域/景观、生态系统/群落、
- 种群/个体、器官/组织、细胞/亚细胞、基因/生物大分子等多个不同的层级。

——个体以下为微观层级，个体至景观和流域水平的为中观层级，区域以上的为宏观层级。

- 微观层级：主要以实验生态系统为研究对象，研究范畴主要为分子生态、遗传生态、生理生态等。
- 中观层级：主要以自然生态系统或人工生态系统为研究对象，研究范畴为自然生态和人工（干扰）生态。
- 宏观层级：主要以自然-经济-社会复合生态系统和全球生态系统为主，研究范畴为经济生态、环境生态和社会生态。

4.生态系统的营养结构

- 概念：指生态系统中各种生物成分之间或生态系统中各生态功能群——生产者、消费者和分解者之间通过吃与被吃的食物关系以营养为纽带依次连接而成的食物链网结构以及营养物质在食物链网中不同环节的组配结构。

2.4 生态系统的功能

- 生物生产：初级生产、次级生产
- 能量流动：生产者→消费者→分解者
- 物质循环：生物 $\leftarrow \rightarrow$ 环境
- 信息传递：包括营养信息、化学信息、物理信息和行为信息等，构成信息网。

返回

（一）生物生产

- 生物生产包括初级生产和次级生产两个过程。
- 初级生产是生产者（主要是绿色植物）通过光合作用源源不断地把太阳能转变为化学能的过程，为植物性生产。
- 次级生产是消费者（主要是动物）的生命活动将初级产品转化为动物能的过程，为动物性生产。
- 在一个生态系统中，这两个生产过程彼此联系，进行能量和物质交换，但又是分别独立进行的。

生产量、生产力、初级生产量

- 植物光合作用积累的能量是进入生态系统的基本能量，初级生产过程也就是这种能量的积累过程。
- 被植物积累的有机物质称作生产量。
- 有机物质积累的速率称作生产力。
- 绿色植物光合作用的生产量是能量贮存的最基本的形式，所以绿色植物的生产量称作初级生产量。

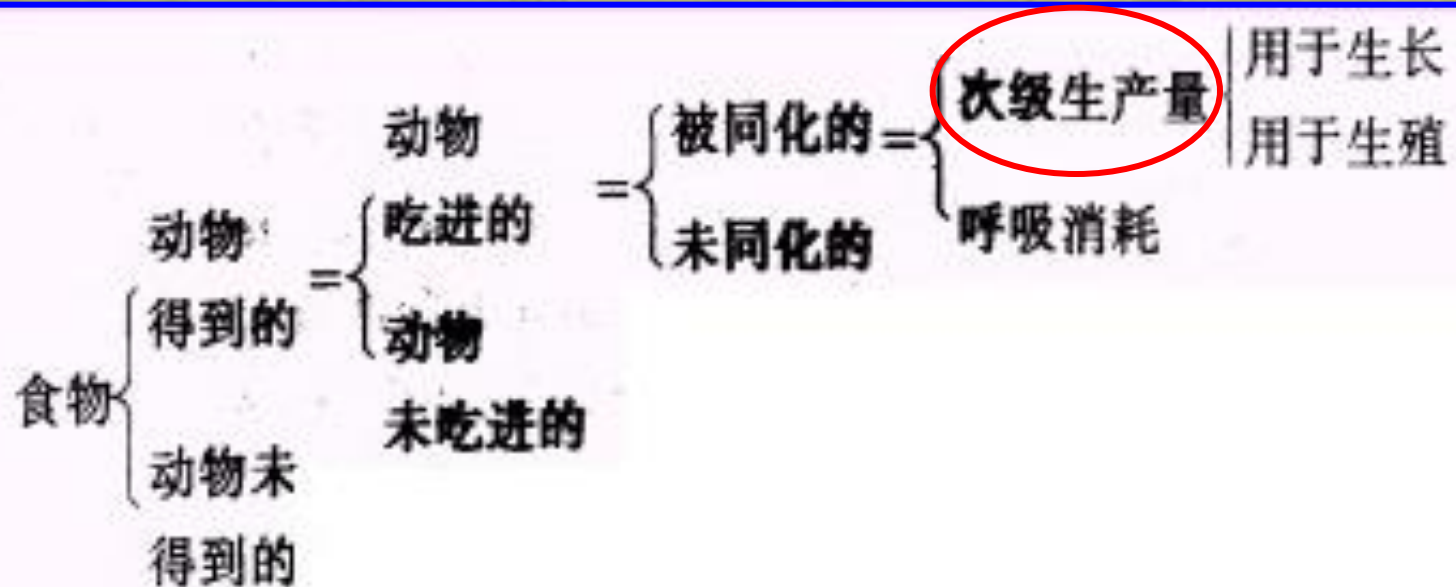
总初级生产力、净初级生产力、净生态系统生产力、净生物群落生产力

- **总初级生产力** (Gross primary production, **GPP**) : 地表单位面积、单位时间内植物光合作用生产有机物质的数量称作单位 $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 或者 $\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 。 全球陆地生态系统100–120Gt
- **净初级生产力** (Net primary production , **NPP**) : 绿色植物为了维持自己的生存也需要呼吸, 呼吸作用和光合作用正好相反, 呼吸作用要消耗一部分光合作用过程中产生的有机物质, 除去消耗的部分, 剩下的有机物质才是积累形成的“生物量”。
NPP=GPP-植物自养呼吸 全球陆地生态系统50–60Gt
- **净生态系统生产力** (net ecosystem production , **NEP**) : 指净第一生产力中再减去异养呼吸 (在土壤微生物和小动物参与下, 土壤表面枯落物和土壤有机物氧化分解释放出的二氧化碳的过程) 所消耗的光合产物。
NEP=NPP-异养呼吸 全球陆地生态系统10Gt
- **净生物群落生产力** (net Biome production, **NBP**) : 净生态系统生产力减去人为或自然破坏损失的碳 L_d 。
NBP=NEP- L_d

(2) 次级生产过程

- 次级生产是消费者和分解者利用初级生产物质进行同化作用生产自身和繁衍后代的过程。
- 从理论上讲，净初级生产量可以全部被异养生物所利用，转化为次级生产量，但实际上任何一个生态系统中的部分净初级生产量都有可能流失到这个生态系统以外的地方去，还有很多植物生长在动物根本无法到达的地方，因此也无法被利用。即使是被动物吃进体内的植物，也会有一部分通过动物的消化道被原封不动地排出体外。因此，初级生产量总是有相当一部分不能被利用。

- 一部分被吸收的能量用于动物的呼吸代谢来维持自身生命的需要，这一部分能量最终以热的形式散失到环境中；剩下的另外一部分能量才能用于动物各器官组织的生长和繁殖新的个体。



生态系统中能量流动的特点：

- (1) 生产者即绿色植物对太阳能的**利用率很低**，只有**1.2%**左右。
- (2) 能量**只朝一个方向**流动。
- (3) 能量流动过程中**能量逐渐减少**，每经过一个营养级都有能量以**热的形式**散失掉。
- (4) 各级消费之间能量**利用率也不高**，平均约10%——能量传递的“十分之一定律”。因此，**营养层次变多或食物链的层次**增加时，**净产量就会急剧下降**。（一般食物链的层次不超过四级？人类以植物为食比以动物为食经济的多？）
- (5) 只有当生态系统**生产的能量与消耗的能量平衡**时，生态系统的结构和功能才能保持动态平衡。

研究生态系统能量流动的意义：

- ◆ 可以帮助人们合理地调整生态系统中的能量流动关系，使能量持续高效地流向对人类最有益的部分。
- ◆ 在一个草场上，如果放养的牲畜过少，就不能充分利用牧草所能提供的能量；如果放养的牲畜过多，就会造成草场的退化，使畜产品的产量下降。根据草场能量流动的特点，合理确定草场的载畜量，就可保持畜产品的持续高产。
- ◆ 在农业生态系统中，如果把作物秸秆当燃料烧掉，人类就不能充分利用秸秆中的能量，如果将秸秆作饲料喂牲畜，让牲畜粪便进入沼气池，将发酵产生的沼气作燃料，将沼气池中的沼渣作肥料，就能实现对能量的多级利用，从而大大提高能量的利用效率。

（三）物质循环

- 生态系统中的物质循环又称为生物地球化学循环。
- 生物地球化学循环：生态系统从大气、水体和土壤等环境中获得营养物质，通过绿色植物吸收，进入生态系统，被其他生物重复利用，最后再归还于环境中的过程。这一过程包括生物与非生物二者的参与，同时也包含一些地质与地理作用在内，因此称为生物地球化学循环。

生物地球化学循环的三种类型：

- 水循环：
- 气体型循环
- 沉积型循环

水循环

- 生态系统中所有的物质循环都是在水循环的推动下完成的，**没有水的循环，根本无从谈起生态系统其他物质的循环流动，生命也将难以维持。**

气体型循环

- 在气体型循环中，物质的**主要贮存库**是**大气和海洋**，其循环与**大气、海洋**密切相关，具有**明显的全球性，循环性能最完善**。
- 属于气体型循环的物质，其**分子或某些化合物**常以**气体**的形式参与循环过程，主要有氧、二氧化碳、氮、氯、溴以及氟等。
- 气体型循环**速度比较快**，物质来源**充足**，并且**不会枯竭**。

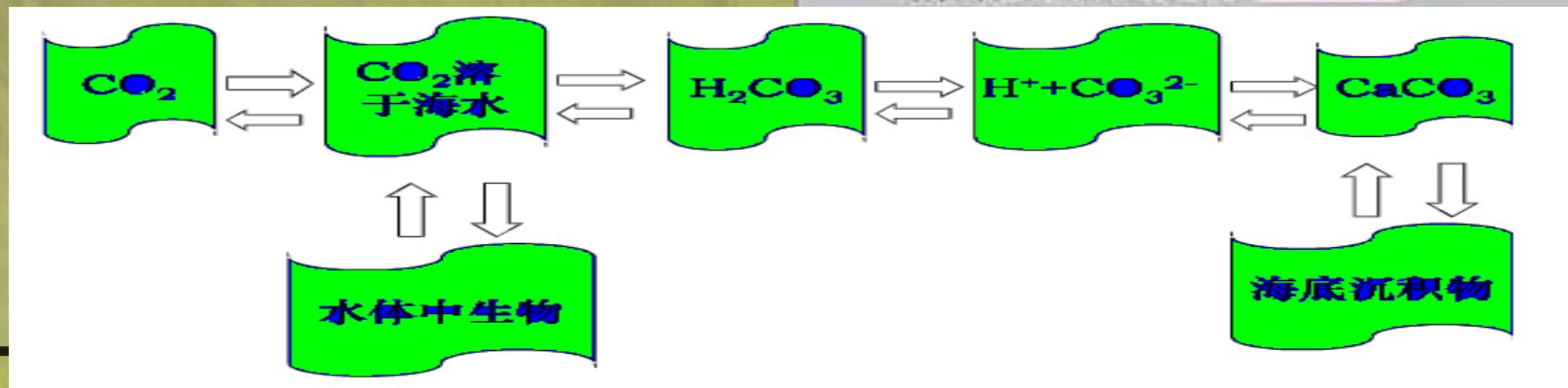
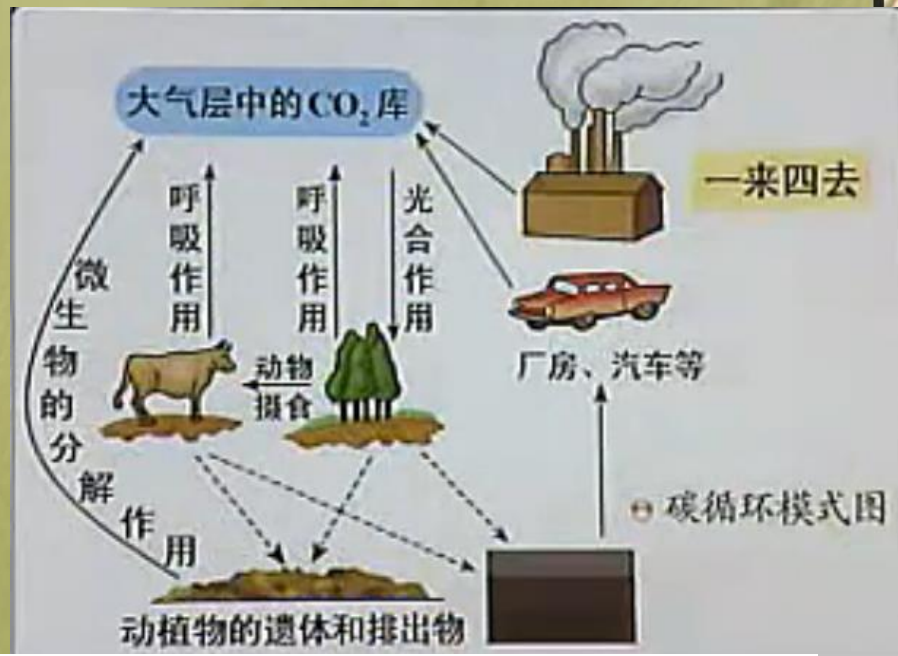
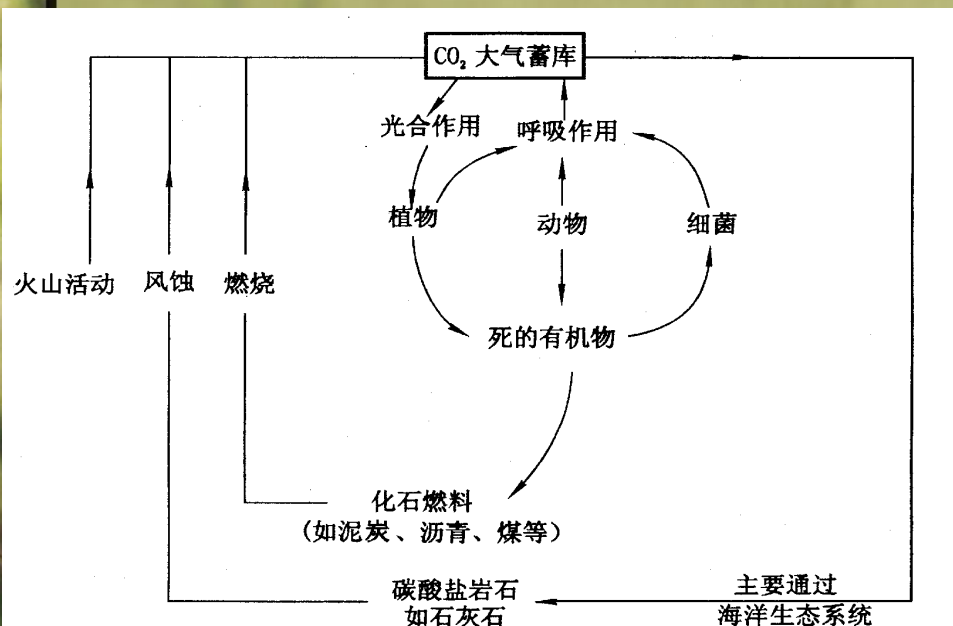
沉积型循环

- 沉积型循环物质的**主要贮存库**是**土壤、沉积物和岩石**，属于这类循环的物质有磷、钙、钾、钠、镁、铁、锰、碘、铜、硅等，其中**磷**较为**典型**，来自**岩石**，最后又**沉积在海底**，转变成**岩石**。
- 沉积型循环**速度比较慢**，参与沉积循环的物质，其**分子或化合物**主要通过**岩石的风化**和**沉积物的溶解**转变为**可被生物利用的营养物质**；而海底沉积物转化为岩石圈成分则是相当长的、缓慢的、单向的物质转移过程，时间要以千年计算。
- 沉积型循环物质**无气体状态**。因此沉积型循环的**全球性不如气体型循环**，循环性能也很不完善（因为矿质元素通过岩石的风化等作用释放出来参与循环，又通过沉积等作用进入地壳时，暂时脱离循环）。

生物体内全部原生质中约有97%的物质由**碳、氧、氢、氮、磷**五种元素组成的。

碳循环的途径

- 碳的主要循环是在空气、水（溶解的二氧化碳和碳酸盐两种形式）与生物体之间进行的。



- 绿色植物借助光合作用吸收空气中的水和二氧化碳转换成有机物质，动物通过取食植物得到碳；同时，植物和动物又通过呼吸作用放出二氧化碳到空气中；它们死亡的遗体经过微生物分解破坏，最后被氧化变成二氧化碳、水和其他无机盐类；动物、植物呼出的二氧化碳又被植物直接利用而进入生态系统。
- 化石燃料是在漫长的地质年代，由植物固定的碳素变成的，当它们被人类燃烧时，释放出CO₂。
- 大气中的CO₂有很大一部分被海水吸收，逐渐转变为碳酸盐沉积海底，形成新的岩石使一部分碳较长时间贮藏在地层中，火山爆发时，又可以使地层中的一部分碳回到大气层。

近百年来，由于化石燃料燃烧量急剧增加，使其固定的有机碳被氧化重返大气层，致使大气中CO₂含量增多。其结果会改变地面的热量平衡，从而导致全球气候发生变化。

氮循环的途径

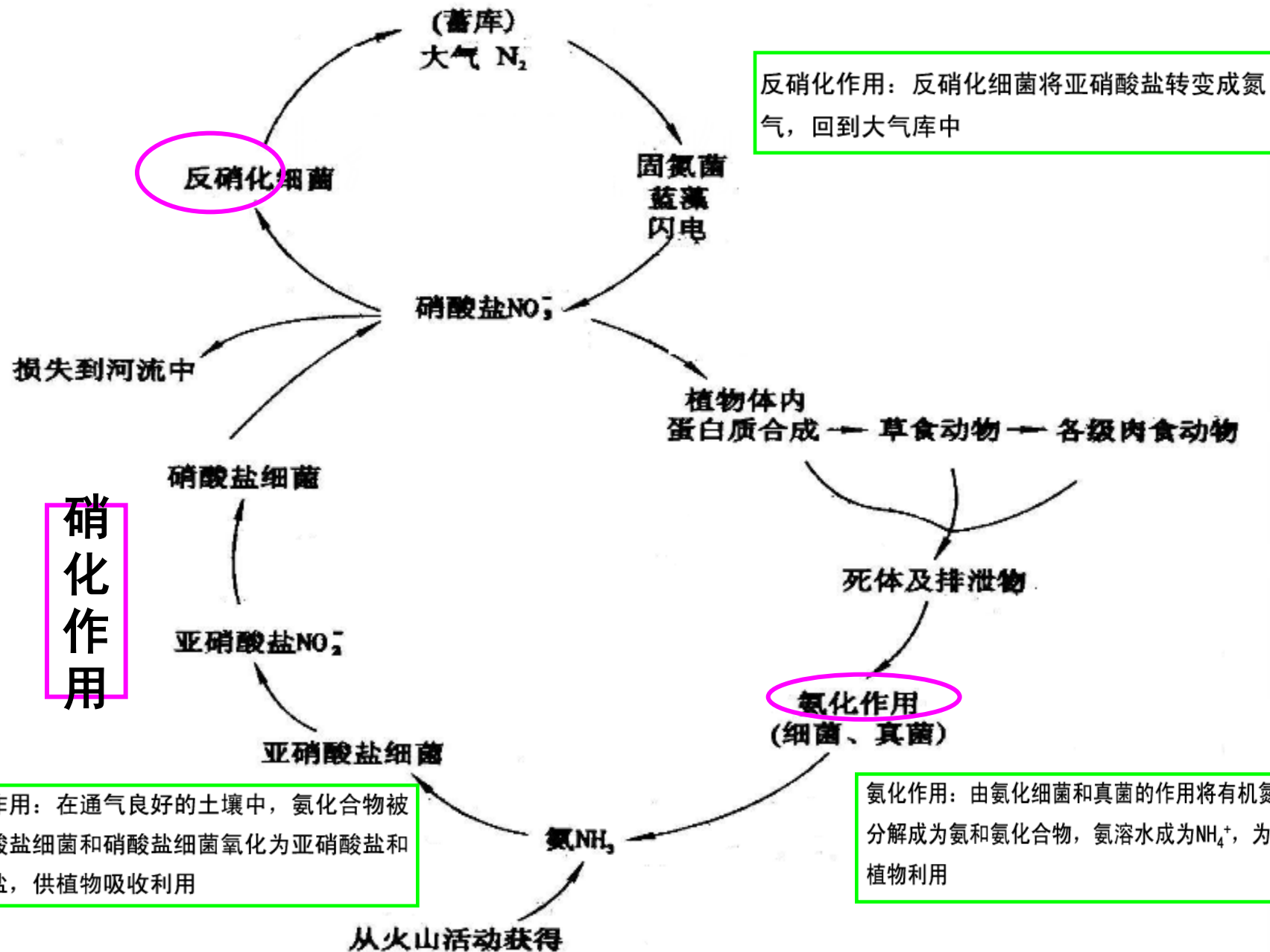
- 氮也是构成生物体的重要元素之一，是各种**氨基酸、蛋白质和核酸**的主要组成部分。**大气中含有大量的氮**（约占空气总量的79%），但是大气中的**单质氮**不能被绿色植物或动物直接利用。

大气中的**氮**进入生物有机体内主要有以下四种途径：

- **生物固氮**：豆科植物和其他少数高等植物能通过**根瘤菌**固定大气中的氮供给植物利用。
- **工业固氮**：通过**工业手段**，将大气中的**氮气**合成**氨**或者**铵根离子**供植物利用。
- **非生物固氮**：火山喷发时，喷射出的**岩浆**可以固定一部分氮。雷雨天发生的**闪电**形成**电离**作用，可使氮气转化成**硝酸盐**并经**雨水**带进土壤。
- **大气固氮**：

• 氮循环过程

- 土壤中的氨气和铵根离子经硝化细菌的硝化作用，形成亚硝酸盐或硝酸盐，被植物利用，在植物体内与复杂的含碳分子结合成各种氨基酸，构成蛋白质。所以，氮是生物体内蛋白质、核酸等的主要成分。
- 动物直接或间接以植物为食，从植物体中摄取蛋白质，作为自己蛋白质组成的来源。
- 动物在新陈代谢过程中将一部分蛋白质分解，形成氨、尿素、尿酸等排入土壤。动植物遗体在土壤微生物作用下，分解成氨气、二氧化碳、水，其中氨气也进入土壤。
- 土壤中的氨气形成硝酸盐，一部分重新被植物所利用，另一部分在反硝化细菌作用下分解成游离态氮进入大气，从而完成了氮的循环。



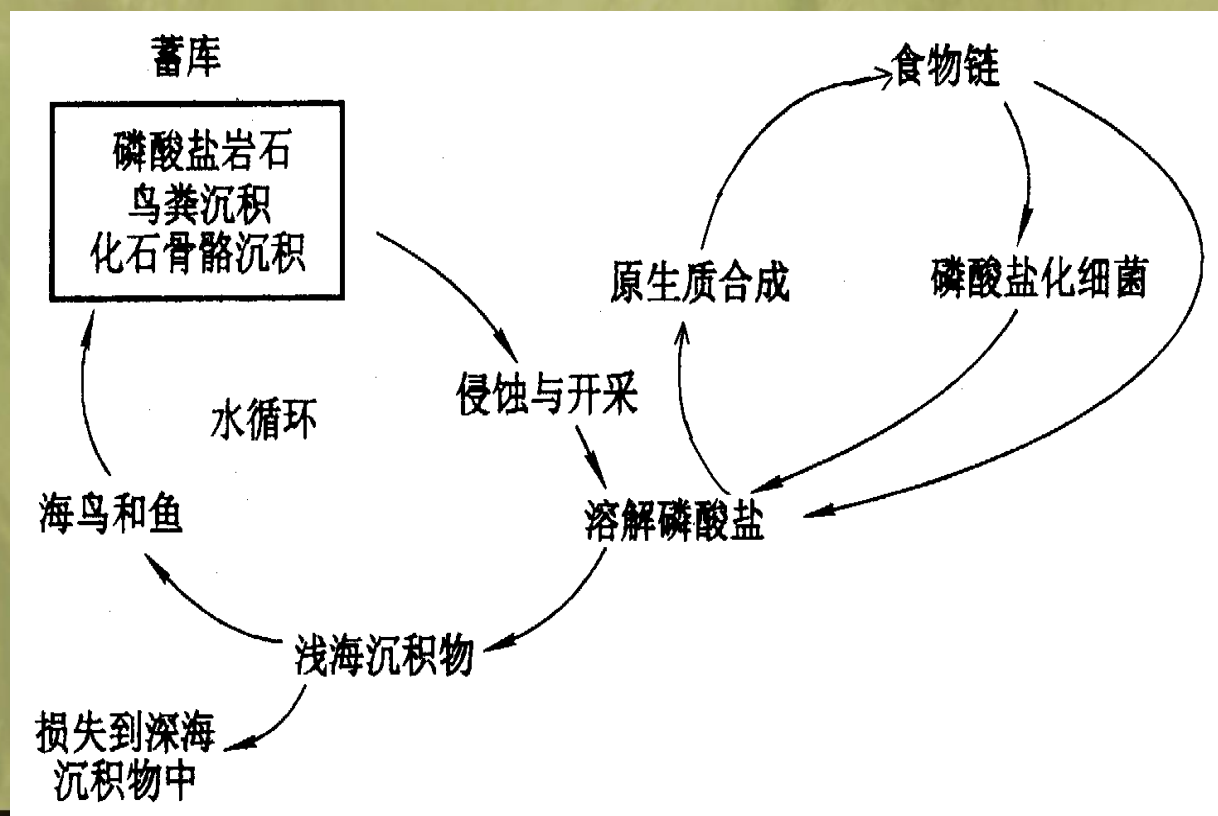
生态系统中氮循环

磷循环的途径

- 磷是维持生命所必需的另一重要元素，生物在新陈代谢过程中都需要磷，生物体中的能量物质三磷酸腺苷（ATP）和遗传物质核酸（DNA或者RNA）中都有磷的存在。磷不存在任何气体形式的化合物，所以磷是典型的沉积型循环物质。
- 生态系统中磷的循环属于典型的沉积循环。

- 磷的主要来源是磷酸盐岩石以及鸟粪层和动物化石的天然磷酸盐矿床，它需要变为可溶性的磷酸盐才能进入循环。
- 磷通过天然侵蚀或人工开采，形成可溶性的磷酸盐，被植物吸收，进而进入食物链被一系列消费者利用；生态系统中的各级消费者将其含磷的废料、有机化合物归还到土壤，最后通过一系列的分解作用，这些含磷物质转变为可溶性磷酸盐，再供有机体使用；
 - 溶解性磷酸盐，也可随着水流，进入江河湖海，并沉积在海底。其中大部分磷流失在深海沉积层中，只有一小部分通过浅海的鱼类和鸟类又返回到陆地上，形成新的地壳，风化后再次进入循环。这样，磷在生物圈中只是进行较小部分的循环。

- 在陆地生态系统中，**有机磷**被细菌还原为**无机磷**，其中**一部分**被植物吸收开始新的循环，**一部分**变成植物不能利用的化合物，**剩下的一部分**随水流入湖泊和海洋。在**水体中的无机磷**，很快为**浮游植物**所利用，同样在食物链中传递，**还有一部分**沉积在水底而**离开了循环**。
- 因此，磷的循环大部分是**单向流动**过程，致使磷成为一种**不可更新的资源**。



（四）信息传递

- ✚ 生态系统中种群间、种群内各个个体之间都存在着信息传递。
- ✚ 生态系统中各生命成分之间存在的信息传递称为“信息流”。
- ✚ 生态系统中信息传递与联系的方式是多种多样的，信息传递把生态系统各组成成分联系成一个整体，并具有调节系统稳定性的作用。
- ✚ 通常，生态系统的信息可以分为物理信息、化学信息、营养信息和行为信息。

(3) 营养信息

- 在生态系统中，食物链和食物网也代表着一种信息传递系统即生物的营养信息系统，各种生物通过营养信息关系组成一个相互依存和相互制约的整体。食物网中各营养级上的生物要有一定的比例关系，即前一营养级上的生物数量反映出后一营养级上的生物数量。
- 由生态系统的营养关系可以得出，在放牧区，草原上的载畜量必须根据牧草的生长量而定，使牲畜数量与牧草产量相适应。假如不顾牧草提供的营养信息，过度放牧，就会因牧草饲料不足而使牲畜生长不良并引起草原退化。

——当生产者的数量减少时，动物就会离开原生活地，去其他食物充足的地方生活，以此来减轻同种群的食物竞争压力。

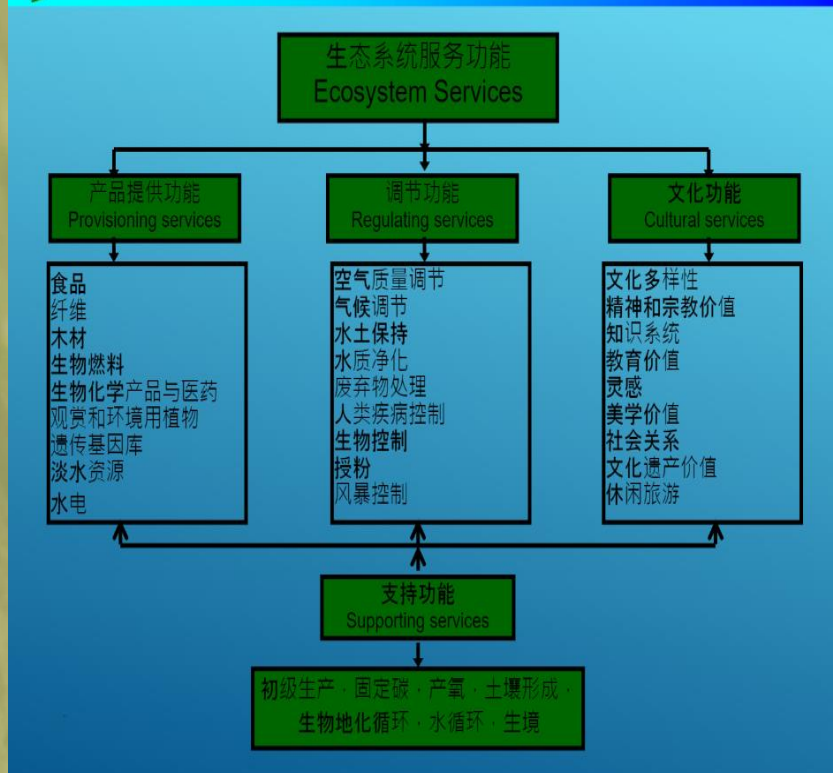


生态系统的服务功能

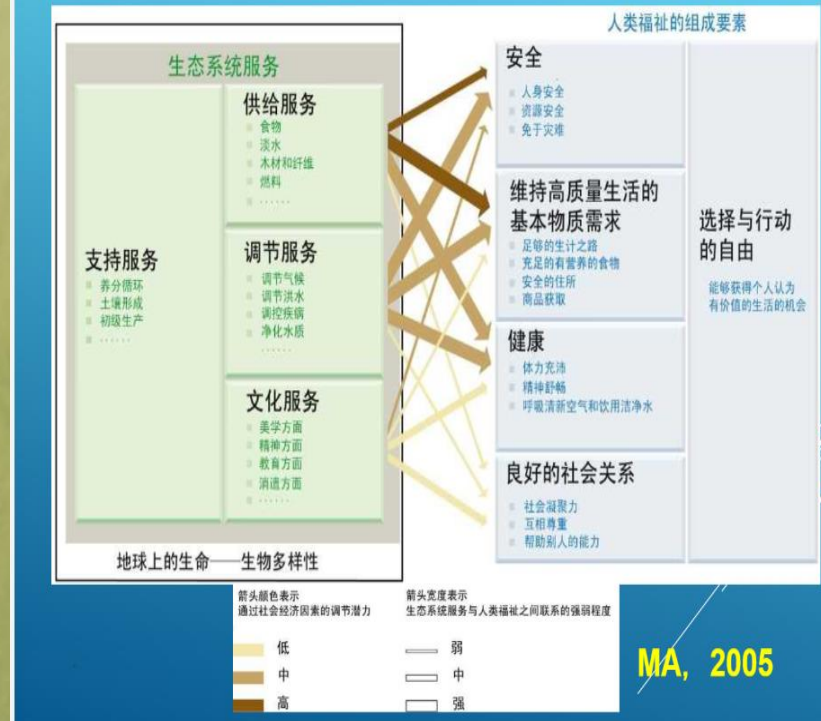
生态系统与生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的环境条件与效用 (Daily1997)

2000年, 联合国秘书长安南提出了评估人类对环境的影响的评估项目——千年生态系统评估 (Millennium Ecosystem Assessment)。生态系统服务功能是人类从生态系统中获得的利益。(MA, 2003)

生态系统服务功能

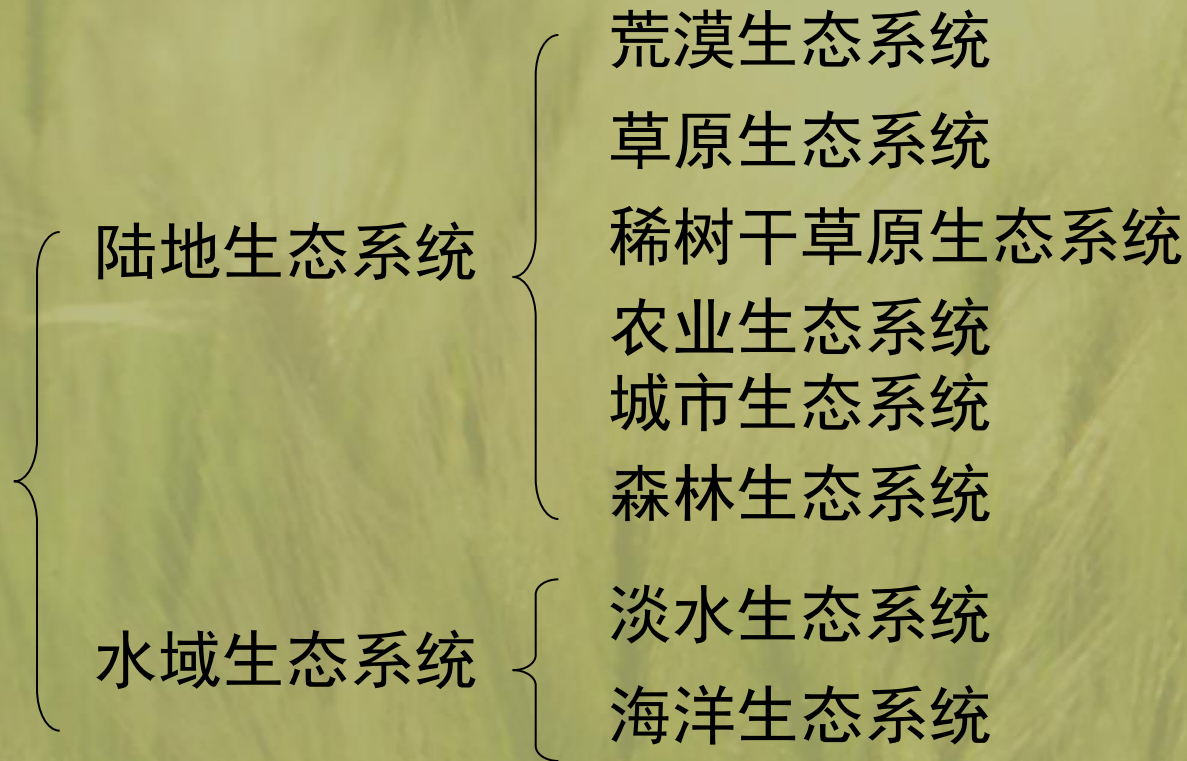


生态系统服务功能与人类福祉



2.5生态系统的分类

1) 按照生态系统**非生物成分**的特征划分为：



2) 按照**是否有人类活动的干预**，将生态系统划分为**自然生态系统**和**人工生态系统**。

2.6生态平衡与生态破坏

- (一) 生态系统动态**
- (二) 生态演替**
- (三) 生态系统的稳定性**
- (四) 生态平衡**
- (五) 生态破坏**

（一）生态系统动态

- 生态系统并不是固定不变的，而是在不断变化，不断发展的。换句话说，它是一个动态系统。
- 生态系统的动态包括两方面内容：生态系统进化和生态系统演替。

(二) 生态演替

- 生态系统并不总是稳定的，它随着时间而发生变化，它也像有机体一样，有从幼年期到成熟期的发育过程。
- **生态演替**：在某一地区中，生态系统有向着稳定的顶级状态发展的有顺序的演变过程，称为生态演替。

生态演替

即使没有人类的影响，生态系统也会不停地变化。有些变化进行得很慢，比如冰河时期冰川的发展与退化。另一些变化快得多，例如飓风和森林火灾。灾害破坏了生态系统，大自然会慢慢使它恢复。在生态演替过程中，各种物种进入生态系统，直到物种发展平衡。

条件下植被演替过程 (引自Cunningham等, 2002)

杉树, 冷杉, 桦树

落叶阔叶林
云杉, 松树



生态演替的分类

- 按演替发生的**起始**条件，可将生态系统演替分为**原生演替**和**次生演替**。



(三) 生态系统的稳定性

- 生态系统具有**保持或恢复**自身结构和功能**相对稳定**的能力，叫生态系统的稳定性。
- 生态系统的稳定性来自**抵抗力稳定性**和**恢复力稳定性**两个方面。

1.抵抗力

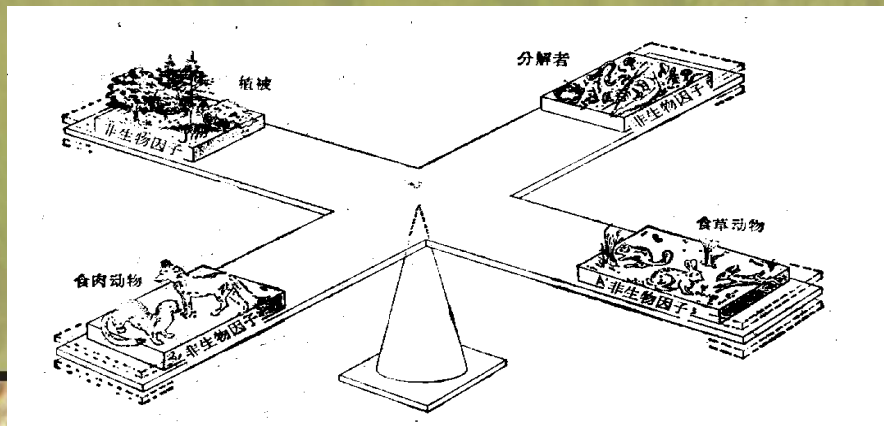
- 生态系统**抵抗**扰动和维持系统结构和功能保持原状的能力。
- 生态系统之所以具有**抵抗力稳定性**，是因为生态系统内部**具有一定的自动调节能力**。
- 生态系统的自动调节能力有大有小，因此，抵抗力稳定性有高有低。一般地说，生态系统的成分越单纯，营养结构越简单，自动调节能力就越小，抵抗力稳定性就越低。反之，越高。

2. 恢复力

- 生态系统在遭受到扰动以后，系统**恢复**到原状的能力。
- 恢复得越快，系统就越稳定。
- **恢复力强**的生态系统，生物的生活世代短，结构**比较简单**。如杂草生态系统遭受破坏后恢复速度要比森林生态系统快得多。

(四) 生态平衡

- 在一个功能正常的生态系统中能量流动和物质循环总是不断地进行着。
- 在一定时期和一定范围内，生产者、消费者和分解者之间保持着一种动态的平衡状态，物质和能量的输入和输出在较长时间趋于相等，也就是系统的能量流动和物质循环较长时间保持稳定状态，生态系统的结构和功能长期处于稳定状态，这种稳定状态就叫生态平衡。



生态平衡是**相对**的平衡、**动态**的平衡。

在系统各组分之间、生物与环境之间不断的物质、能量与信息的流动，使得生态系统中**旧的平衡不断打破，新的平衡不断建立**。只有这样，地球才会由一片死寂变得生机盎然。**绝对的平衡**则意味着**没有发展和变化**。但这种变化如果太快，则系统各组分之间**不可能**有一个**相对稳定**的相互关系，会产生一系列严重的问题，生物**不能适应**这种变化则导致**物种大量灭绝**。

（五）生态破坏

- 由于自然因素或人为因素的干扰，使自然环境剧烈变化，或进入自然生态系统中的有害物质数量过大，超过了自然生态系统的调节能力或生物与人类可以忍受的程度，生态平衡遭到破坏。

引起生态平衡破坏的因素：

(1) 自然因素：地震、海啸、火山、泥石流等

(2) 人为因素：过度采伐、放牧、捕猎等

例如：黄土高原过去不仅有茂密的森林，还有茂密的草原。但是，经过几百年的掠夺式开发，盲目砍伐森林和滥垦草原，结果植被破坏殆尽，引起水土流失，因而成为一片荒山秃岭。



三、生态学的一般规律

- (一) 相互依存与相互制约规律
- (二) 物质循环转化与再生规律
- (三) 物质输出输入的动态平衡规律
- (四) 相互适应与补偿的协同进化规律
- (五) 环境资源的有效极限规律

生态学家 马世骏

（一）相互依存与相互制约规律

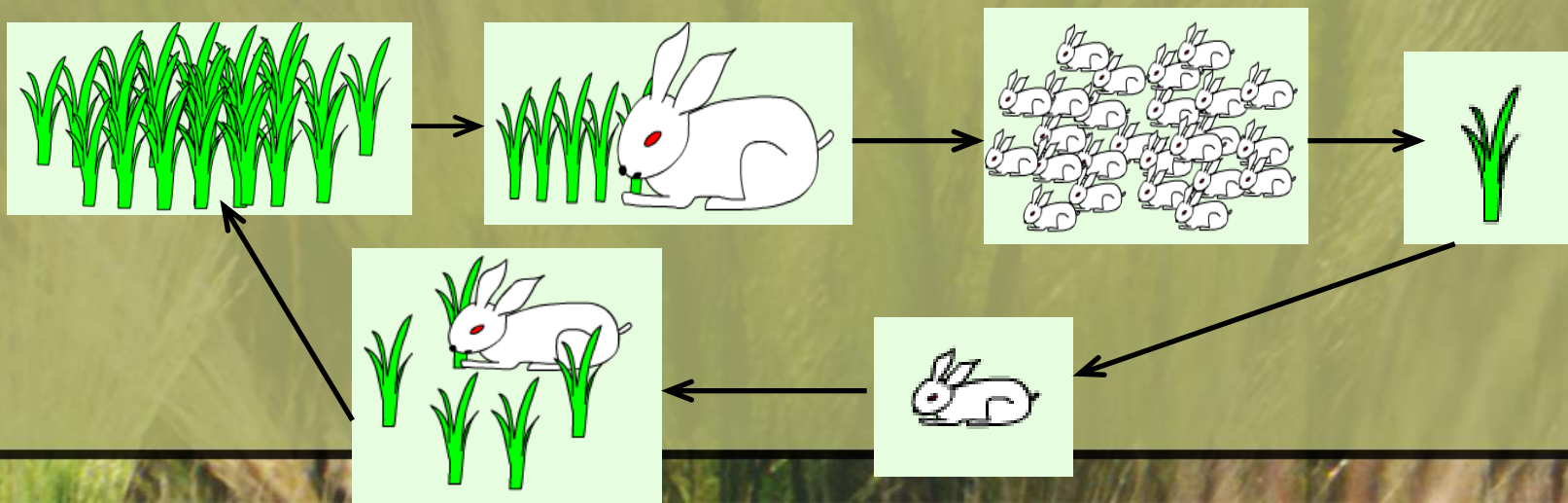
- 是构成生物群落的基础，主要有两个方面：
- （1）普遍的依存与制约，也叫物物相关规律，人类的任何活动需要查明事物间的关系，全面考虑影响。
- （2）通过“食物”而相互联系与制约的协调关系，也叫相生相克规律。使得生物保持数量上的相对稳定。

1. 食物链



在食物链中，居于**相邻环节**的两物种的**数量比例**有保持**相对稳定**的趋势。

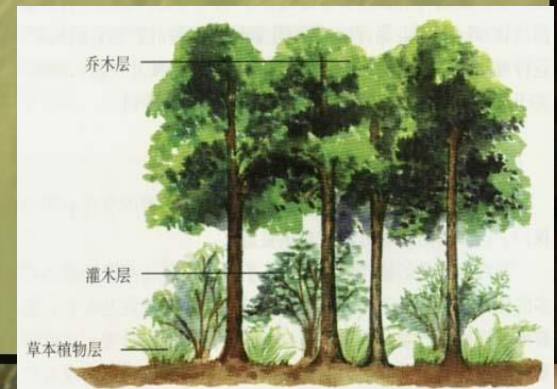
捕食者的生存**依赖于**被捕食者，其数量受到被捕食者的**制约**；而被捕食者的生存和数量也同样受捕食者的**制约**。



2. 竞争

- 物种间常因利用同一资源而发生竞争：如植物间争光、争空间、争水、争土壤养分；动物之间争食物、争栖息居地等。
- 在长期进化中，竞争促进了物种生态特征的分化，使竞争关系得到缓和，并使生物群落具有一定的结构。

例如森林中既有高大喜阳的乔木，又有低矮耐阴的灌木，各得其所；林中动物有昼出和夜出之分，或有食性差异，互不相扰。



3. 互利共生

- ◆ **地衣中菌类藻类相依为生**（藻类进行光合作用提供养分给菌类，菌类提供水分和无机质给藻类。如果把地衣中的藻类和菌类分开，两者都不能独立生活。）
- ◆ **大型草食动物胃、肠道中寄生的微生物帮助草食动物消化**
- ◆ **白蚁和肠内鞭毛虫**（白蚁以木材为食，但是它本身不能消化纤维素，必须要依靠肠内鞭毛虫分泌的消化纤维素的酶，才能将纤维素分解，分解后的产物供双方利用。）

豆科植物和菌瘤根



食物链、竞争、互利共生等几种关系使生物群落表现出复杂而稳定的结构，即生态平衡；而平衡的破坏常可能导致某种生物资源的永久性丧失。

——生物入侵是一个很典型的生态平衡被破坏的例子。



渡渡鸟



大颅榄树

生物入侵的概念

- **外来种**：一种生物以任何自然或人为作用的方式传入其原产地以外的国家或地区，并在那里繁殖，建立自然种群，这种生物被称为外来种。
- **生物入侵**：如果外来种在当地适宜气候、丰富的食物供应和缺少天敌抑制的条件下，得以迅速增殖，并形成对本地物种的生存威胁，就称为生物入侵。

（二）物质循环转化与再生规律

- 物质循环和能量流动是生态系统中的两个基本过程。
- 物质循环使得有毒物质进入系统中易形成生物富集；
- 能量流动要求充分利用能量，设计能量利用率高的系统。

生物富集的概念

- 生物个体或处于同一营养级的许多生物种群，从周围环境中吸收并积累某种元素或难分解的化合物，导致生物体内该物质的浓度超过环境中浓度的现象，称为生物富集，又称生物浓缩。

（三）物质输出输入的动态平衡规律

- 又称协调稳定规律，对于稳定的生态系统来说，无论是生物还是环境，物质的输入和输出总是相对平衡的。
- 当生物体输入不足，影响作物生长；
- 污染物质进入生物体内的富集，使得输入大于输出，造成中毒；
- 环境系统，如湖泊富营养化。

（四）相互适应与补偿的协同进化规律

- 生物与环境之间存在着作用与反作用的过程。
- 如，地衣植物



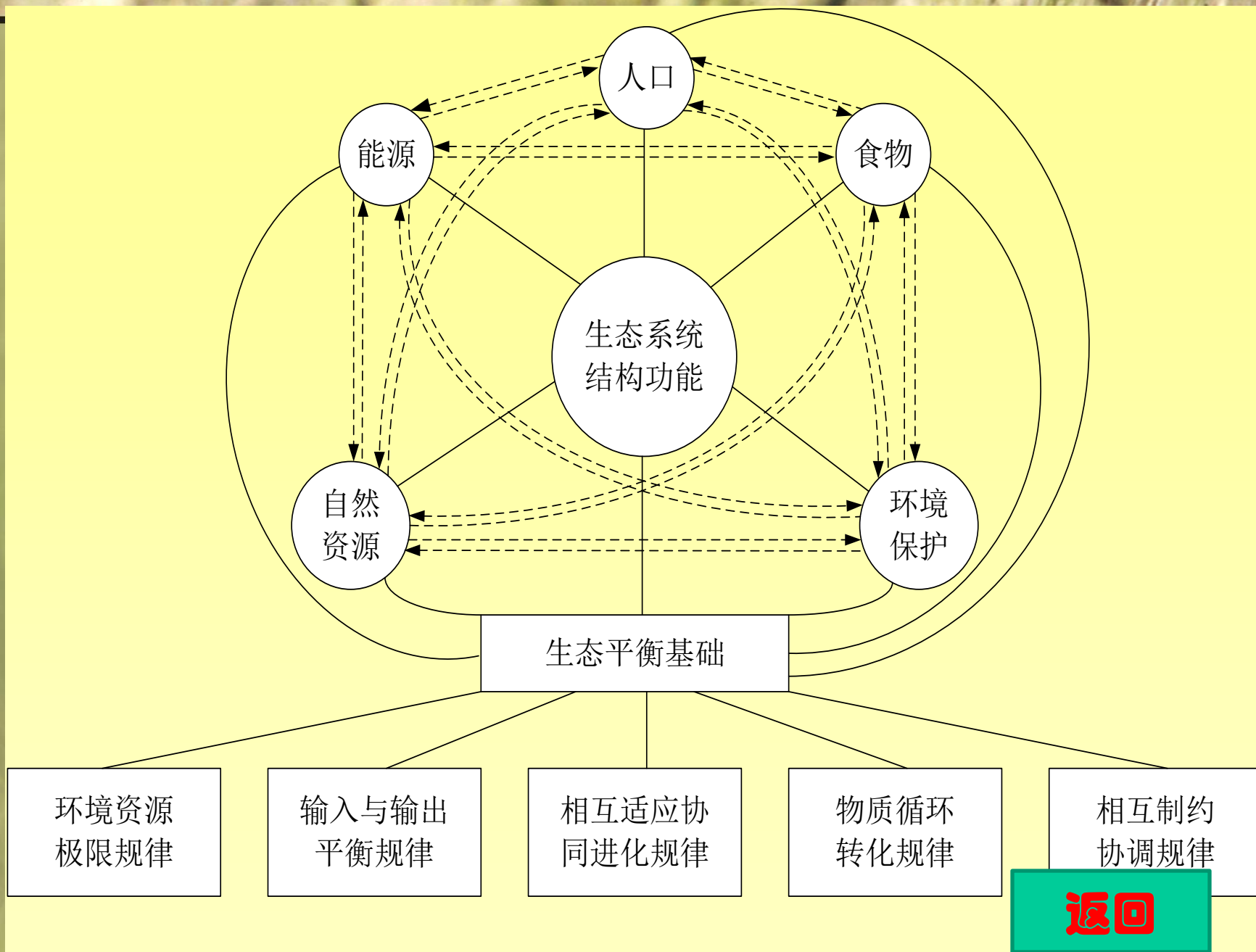
新疆盐生植物



盐生植物根系分布

（五）环境资源的有效极限规律

- 任何生态系统中作为生物赖以生存的各种环境资源，在质量、数量、空间和时间等方面，都有其一定的限度，不能无限制的供给，因而其生物生产力通常都有一个上限值，每一个生态系统对外来干扰都有一定的忍耐极限，超过极限时生态系统会损伤、破坏。如过度放牧、过度砍伐，排污等等。



生态平衡与五大环境问题的关系示意图

四、生态学原理在环境保护中的应用

- (一) 全面考察人类活动的环境影响**
- (二) 充分利用生态系统的自净能力**
- (三) 编制生态规划**
- (四) 设计生态工程**
- (五) 生物监测与生物评价**
- (六) 构建人工生态系统**

（三）编制生态规划

- 生态规划又称环境规划，是指在编制国家或地区的发展规划时，不是单纯考虑经济因素，而是把它与地球物理因素、生态因素和社会因素等紧密结合在一起进行考虑，使国家 and 地区的发展能顺应环境条件。

“多规合一”：是将国民经济和社会发展规划、城乡规划、土地利用规划、生态环境保护规划等多个规划融合到一个区域上，实现一个市县一本规划、一张蓝图，解决现有各类规划自成体系、内容冲突、缺乏衔接等问题。

生态保护红线划定

- 生态保护红线是我国环境保护的重要制度创新。
- **生态保护红线**是指在自然生态服务功能、环境质量安全、自然资源利用等方面，需要实行严格保护的空间边界与管理限值，以维护国家和区域生态安全及经济社会可持续发展，保障人民群众健康。
- "生态保护红线"是继"18亿亩耕地红线"后，另一条被提到国家层面的"生命线"。
- 2014年环境保护部出台《国家生态保护红线--生态功能基线划定技术指南(试行)》，将内蒙古、江西、湖北、广西等地列为生态红线划定试点。

三线一单

- **生态保护红线:**指在生态空间范围内具有特殊重要生态功能、必须强制性严格保护的区域，是保障和维护国家生态安全的底线和生命线，通常包括具有重要水源涵养、生物多样性维护、水土保持、防风固沙、海岸生态稳定等功能的生态功能重要区域，以及水土流失、土地沙化、石漠化、盐渍化等生态环境敏感脆弱区域。按照"生态功能不降低、面积不减少、性质不改变"的基本要求，实施**严格管控**。
- **环境质量底线:**指按照水、大气、土壤环境质量不断优化的原则，结合环境质量现状和相关规划、功能区划要求，考虑环境质量改善潜力，确定的分区域分阶段环境质量目标及相应环境管控、污染物排放控制等要求。
- **资源利用上线:**指按照自然资源资产"只能增值、不能贬值"的原则，以保障生态安全和改善环境质量为目的，利用自然资源资产负债表，结合自然资源开发管控，提出的分区域分阶段的资源开发利用总量、强度、效率等上线管控要求。
- **生态环境准入清单:**指基于环境管控单元，统筹考虑生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线的管控要求，提出的空间布局、污染物排放、环境风险、资源开发利用等方面禁止和限制的环境准入要求。

五、生态系统保护与生态文明建设

(一) 生物多样性保护

(二) 二十大报告中的生态文明建设

(三) 生态文明的内涵

(四) 生态文明制度体系

（一）生物多样性保护

- 根据《生物多样性公约》，生物多样性指所有来源的活的生物体中的变异性，这些来源包括陆地、海洋和其他水生生态系统及其所构成的生态综合体；这包括物种内、物种之间和生态系统的多样性。
- 根据《中华人民共和国生物多样性保护和行动计划》，生物多样性指地球上所有的生物、植物、动物和微生物及其所构成的综合体。

生物多样性（*biodiversity*）是指一定范围内多种多样活的有机体(动物、植物、微生物)有规律地结合所构成稳定的生态综合体。这种多样包括动物、植物、微生物的物种多样性，物种的遗传与变异的多样性及生态系统的多样性。

由遗传（基因）多样性、物种多样性和生态系统多样性三个层次组成。

遗传（基因）多样性：

生物体内决定性状的遗传因子及其组合的多样性。它代表生物种群之内和种群之间的遗传结构的变异。各个种群由于突变、自然选择或其他原因，往往在遗传上不同。这些遗传差别使得有机体能在局部环境中的特定条件下更加成功地繁殖和适应。具有较高基因多样性的种群及某些个体能忍受环境的不利改变，并把它们的基因传递给后代。环境的加速改变，使得基因多样性的保护在生物多样性保护中占据着十分重要的地位。基因多样性提供了栽培植物和家养动物的育种材料，使人们能够选育具有符合人们要求的性状的个体和种群。

物种多样性（关键）：

- 物种多样性是指地球上动物、植物、微生物等生物种类的丰富程度。
- 物种多样性包括两个方面：一方面是指一定区域内物种的丰富程度，可称为区域物种多样性；另一方面是指生态学方面的物种分布的均匀程度，可称为生态多样性或群落多样性。
- 物种多样性是衡量一定地区生物资源丰富程度的一个客观指标。

生态系统多样性：

- 是指生物圈内**生境**、**生物群落**和**生态过程**的多样性。其中，**生境**是指生物的**个体**、**种群**或**群落****生活地域**的环境。**生境的多样性**是生态系统多样性形成的**基础**，**生物群落**的多样性可以反映生态系统**类型**的多样性。
- **生物圈**是最大的生态系统。生物圈中的生态系统有**森林**生态系统、**草原**生态系统、**海洋**生态系统、**淡水**生态系统、**湿地**生态系统、**农田**生态系统、**城市**生态系统等等。



生物多样性的意义

- 生物多样性对人类生存和发展的价值是巨大的。它提供人类所有的食物和许多诸如木材、纤维、油料、橡胶等重要的工业产品。中医药绝大部分来自生物。人类生存与发展，归根结底，依赖于自然界各种各样的生物。
- 生物多样性的生态功能价值也是巨大的，它在自然界中维系能量的流动、净化环境、改良土壤、涵养水源及调节小气候等多方面发挥着重要的作用。
- 千姿百态的生物给人美的享受，是艺术创造和科学发明的源泉。人类文化的多样性很大程度上起源于生物及其环境的多样性。



生物多样性的危机

• 生物多样性面临的问题

- 生物灭绝的速度不断加快；
- 大量物种遭受灭绝的威胁；
- 家养动物和栽培作物的多样性也在下降；
- 生态系统的大量退化和瓦解。



生物多样性丧失的原因

(1) 生境的破坏

目前我国自然生态环境形势是相当严峻的。如，当今热带雨林的大面积毁坏已成为一个极具灾难性的因素。森林覆盖率低（中国森林覆盖率16.5%，世界平均26.6%），草场过度放牧，质量下降，退化、沙化加剧；长江、黄河等大江大河源头生物多样性丰富地区的自然生态环境呈恶化趋势，沿江重要湖泊、湿地日趋萎缩；北方地区江河断流、湖泊干涸、地下水下降现象严重；全国主要江河湖泊水体受到污染。



生物多样性丧失的原因

(2) 掠夺式的利用生物资源

滥捕、滥猎、滥渔是典型的资源过度利用，森林、鱼类和野生动物资源由于过度开发而天绝的案例更是不胜枚举。表面看来，过度开采资源使许多人在短期间致富，但是像这样的“杀鸡取卵”、“竭泽而渔”是再愚蠢不过的事！长远看来，它还会降低生态系统保持养分、水分和表土的能力，破坏生态系统为人类服务的能力。过度收获往往造成地方性的灭绝，引起一连串的生态灾难。

生物多样性丧失的原因

(3) 环境污染

- 这与全球的工业化、城市化的进程以及化学农业的兴起密切相关。
- 如现代工业所排出的废气使大气中的二氧化碳含量迅速增高，导致全球性的温室效应。气温的升高往往使陆地沙漠化扩大，生态系统失调，自然环境恶化，从而使一些物种失去原有的生存条件而灭绝。

生物多样性丧失的原因

(4) 物种的引入与外来物种入侵

- 人类任意**引入物种**以满足某种需求，已造成局部地区物种灭绝、农业、林业**品种单一化**等问题。
- 据有关专家初步调查，在IUCN不久前公布的世界上100种危害最大的**外来入侵物种**中约有一半已入侵了中国。松材线虫、湿地松粉蚧、松突圆蚧、美国白蛾等森林入侵虫害和稻水象甲、马铃薯甲虫、非洲大蜗牛等农作物入侵害虫，每年发生灾害面积约300万公顷。入侵我国的豚草、薇甘菊，紫茎泽兰、飞机草、大米草等，已大肆蔓延，造成了生物多样性破坏、沿海红树林死亡、堵塞航道等极大的危害和损失。



生物多样性丧失的原因

(5) 全球气候变化

- 在未来一百年内全球气温将升高1.5至6摄氏度、海平面将升高15至95厘米、沙漠将更干燥、气候将更恶劣、厄尔尼诺现象将更严重，全球变暖将直接或间接影响数以亿计人们的生活。
- 联合国环境计划《我们的星球》发表的一份研究报告指出，由于全球气候变暖引发的自然灾害正在日益增加，到2050年它每年给世界造成的损失将超过3000亿美元。全球气候变暖造成的灾害损失包括更为频繁的热带龙卷风、海平面上升使得土地减少和农业、渔业的经常性减产。



1948年，由联合国和法国政府创建了世界自然保护联盟；

1961年，世界森林生态系统野生生物基金会成立；

1971年，由联合国教科文组织提出了著名的“人与生物圈计划”；

1980年，由IUCN等国际自然保护组织编制完成《世界自然保护大纲》；

1992年6月，全世界150个国家的首脑在巴西里约热内卢联合国环境与发展大会上共同签署了全球《生物多样性公约》，并与1993年12月29日起生效；

《生物多样性公约》（Convention on Biological Diversity）

- 是一项保护地球生物资源的国际性公约，于1992年6月1日由联合国环境规划署发起的政府间谈判委员会第七次会议在内罗毕通过，1992年6月5日，由签约国在巴西里约热内卢举行的联合国环境与发展大会上签署。公约于1993年12月29日正式生效。常设秘书处设在加拿大的蒙特利尔。联合国《生物多样性公约》缔约国大会是全球履行该公约的最高决策机构，一切有关履行《生物多样性公约》的重大决定都要经过缔约国大会的通过。

1994年联合国大会通过议案，决定将每年的12月29日定为“**国际生物多样性日**”；

1995年11月在**印度尼西亚首都雅加达**召开的“生物多样性公约缔约国大会第二次会议”（COP2）通过II/5号决议，确定制定《**生物安全议定书**》；

2000年1月24~29日在**加拿大蒙特利尔**召开的《生物多样性公约》缔约国大会特别会议续会上达成《**生物安全议定书**》**最终文本**；

2004年2月，《生物多样性公约》缔约方第七次部长级会议在**吉隆坡**举行，会议通过《**吉隆坡宣言**》。

中国于1993年加入《生物多样性公约》，随机发布《中国生物多样性保护行动计划》，并成立了由24个相关部门组成的中国履行《生物多样性公约》工作协调组，至今已经完成了《中国履行<生物多样性公约>第四次报告》。

2009年，根据新的情况开始修订《中国生物多样性保护战略与行动计划》，

2010年2月23日，环境保护部审议并原则通过了《中国生物多样性保护战略与行动计划》。修订后的《战略与行动计划》确定了34个优先保护区域。

中国共产党第二十届全国代表大会

（二）二十大报告中生态环境保护取得的成就

- 坚持绿水青山就是金山银山的理念；
- 坚持山水林田湖草沙一体化保护和系统治理
- **生态文明制度**体系更加健全
- 生态环境保护发生历史性、转折性、全局性变化；
- 祖国天更蓝、山更绿、水更清。

(三) 生态文明的内涵

- ◆ 广义的角度：人类的一个发展阶段，是人类社会继原始文明、农业文明、工业文明后的新型文明形态。**
- ◆ 狭义的角度：社会文明的一个方面，是与物质文明、政治文明和精神文明并列的现实文明形式之一。**
- ◆ 发展理念：与“野蛮”相对，指的是在工业文明已经取得成果的基础上，用更文明的态度对待自然。**
- ◆ 制度属性的角度：是社会主义的本质属性。**

生态文明遵循的原则

坚持六个原则

重点解决损害群众健康的突出环境问题

一是

坚持人与自然和谐共生，坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主的方针。

四是

山水林田湖草是生命共同体，要统筹兼顾、整体施策、多措并举。

二是

绿水青山就是金山银山，贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念。

五是

用最严格制度最严密法治保护生态环境，加快制度创新，强化制度执行。

三是

良好生态环境是最普惠的民生福祉，坚持生态惠民、生态利民、生态为民

六是

共谋全球生态文明建设，深度参与全球环境治理。



(三) 生态文明制度体系



- 生态文明制度体系主要包括：
 - 源头严防
 - 过程严管
 - 后果严惩
- 三个方面。

- 《全国主体功能区规划》按开发方式，将国土空间划分为**优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域**。这是新中国成立以来中国第一个全国性国土空间开发规划。

图4 全国主体功能区示意图



空间规划

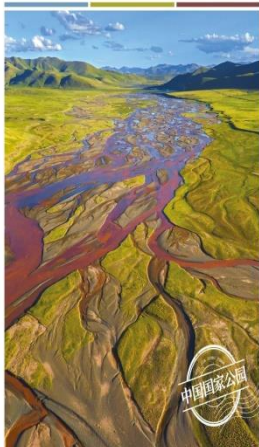
- 2017年1月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《省级空间规划试点方案》。《方案》提出，要以主体功能区规划为基础，全面摸清并分析国土空间本底条件，划定城镇（生活空间）、农业（生产空间）、生态空间以及生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界（简称“三区三线”），注重开发强度管控和主要控制线落地，统筹各类空间性规划，编制统一的省级空间规划，为实现“多规合一”、建立健全国土空间开发保护制度积累经验、提供示范。

《建立国家公园体制总体方案》

- 国家公园是指由国家批准设立并主导管理，边界清晰，以保护具有国家代表性的大面积自然生态系统为主要目的，实现自然资源科学保护和合理利用的特定陆地或海洋区域。

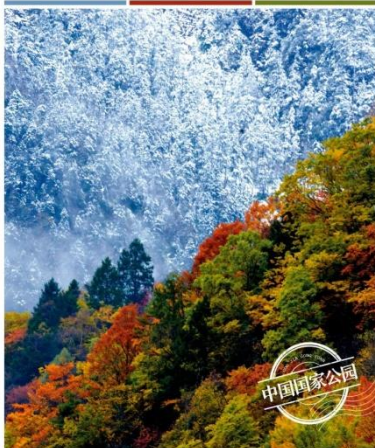
三江源国家公园

地处青藏高原腹地，是长江、黄河、澜沧江发源地，素有“中华水塔”、“高寒生物种质资源库”之称。拥有冰川雪山、高海拔湿地、茂密戈壁、高原草甸等多样生态系统，是国家重要的生态安全屏障。



大熊猫国家公园

保存了大熊猫栖息地面积1.5万平方公里，占全国大熊猫栖息面积的58.48%，分布有野生大熊猫1340只，占全国野生大熊猫总量的71.89%，是世界生物多样性热点区。



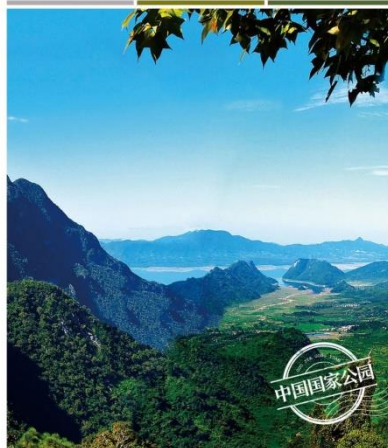
东北虎豹国家公园

地处亚洲温带针阔混交林生态系统的中心地带，是我国境内规模最大且唯一具有繁殖家族的野生东北虎、东北豹种群定居和繁育区域。



海南热带雨林国家公园

拥有我国分布最集中、类型最多样、保存最完好、连片面积最大的大陆性岛屿型热带雨林，是海南长臂猿的全球唯一分布地，也是热带生物多样性的宝库。



武夷山国家公园

世界文化与自然双遗产地，拥有同纬度保存最完整、最典型、面积最大的中亚热带森林生态系统，以及特色丹霞地貌景观和丰富的历史文化遗产，是世界著名的生物模式标本产地。



中国共产党第二十届全国代表大会

中国式现代化特征之一：人与自然和谐共生的现代化

推动绿色发展，促进人与自然和谐共生



一 加快发展方式绿色转型



二 深入推进环境污染防治



三 提升生态系统多样性、稳定性、持续性



四 积极稳妥推进碳达峰碳中和

实施全面节约战略，发展绿色低碳产业，倡导绿色消费，推动形成绿色低碳的生产方式和生活方式。

持续深入打好蓝天、碧水、净土保卫战，基本消除重污染天气，基本消除城市黑臭水体，加强土壤污染源头防控，提升环境基础设施建设水平，推进城乡人居环境整治。

加快实施**重要生态系统保护和修复重大工程**，实施**生物多样性保护重大工程**，推行草原森林河流湖泊湿地休养生息，实施好长江十年禁渔，健全耕地休耕轮作制度，防治**外来物种侵害**。

立足我国能源资源禀赋，坚持先立后破，有计划分步骤实施碳达峰行动，深入推进能源革命，加强煤炭清洁高效利用，加快规划建设新型能源体系，积极参与应对气候变化全球治理。