

# 第二十三章 生态系统

一、生态系统的组成和结构

二、生态系统的能量流动和物质循环

三、生态系统的稳定性和平衡

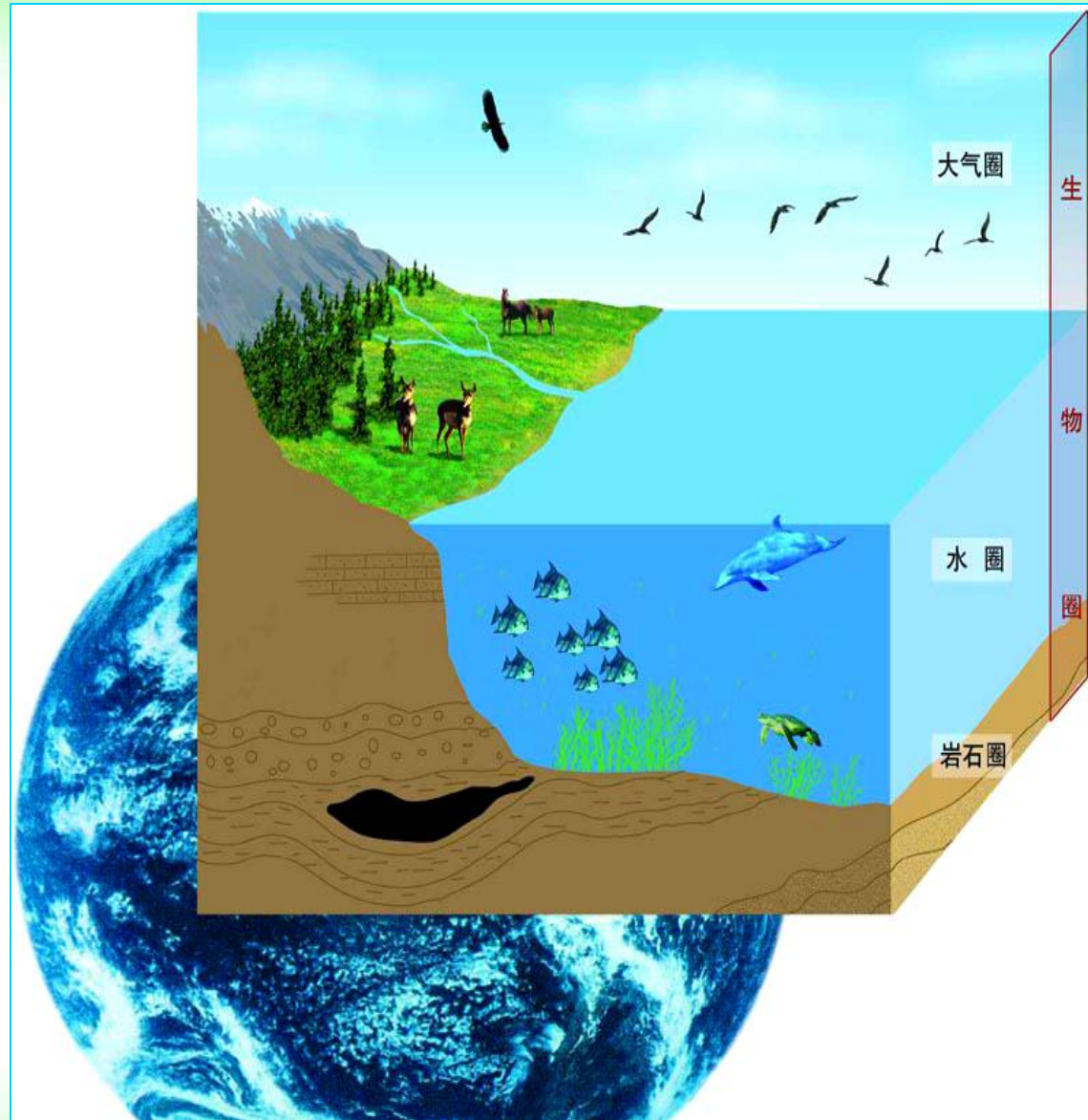
# 一、生态系统的组成和结构

## (一) 生态系统的基本概念

**生态系统(ecosystem)**是指在一定的时间和空间内，由生物群落与其环境组成的一个整体，各组成要素间藉助物种流动、能量流动、物质循环、信息传递和价值流动，而相互联系、相互制约，并形成具有自调节的复合体的一个生态学功能单位。



## 生态系统示意图



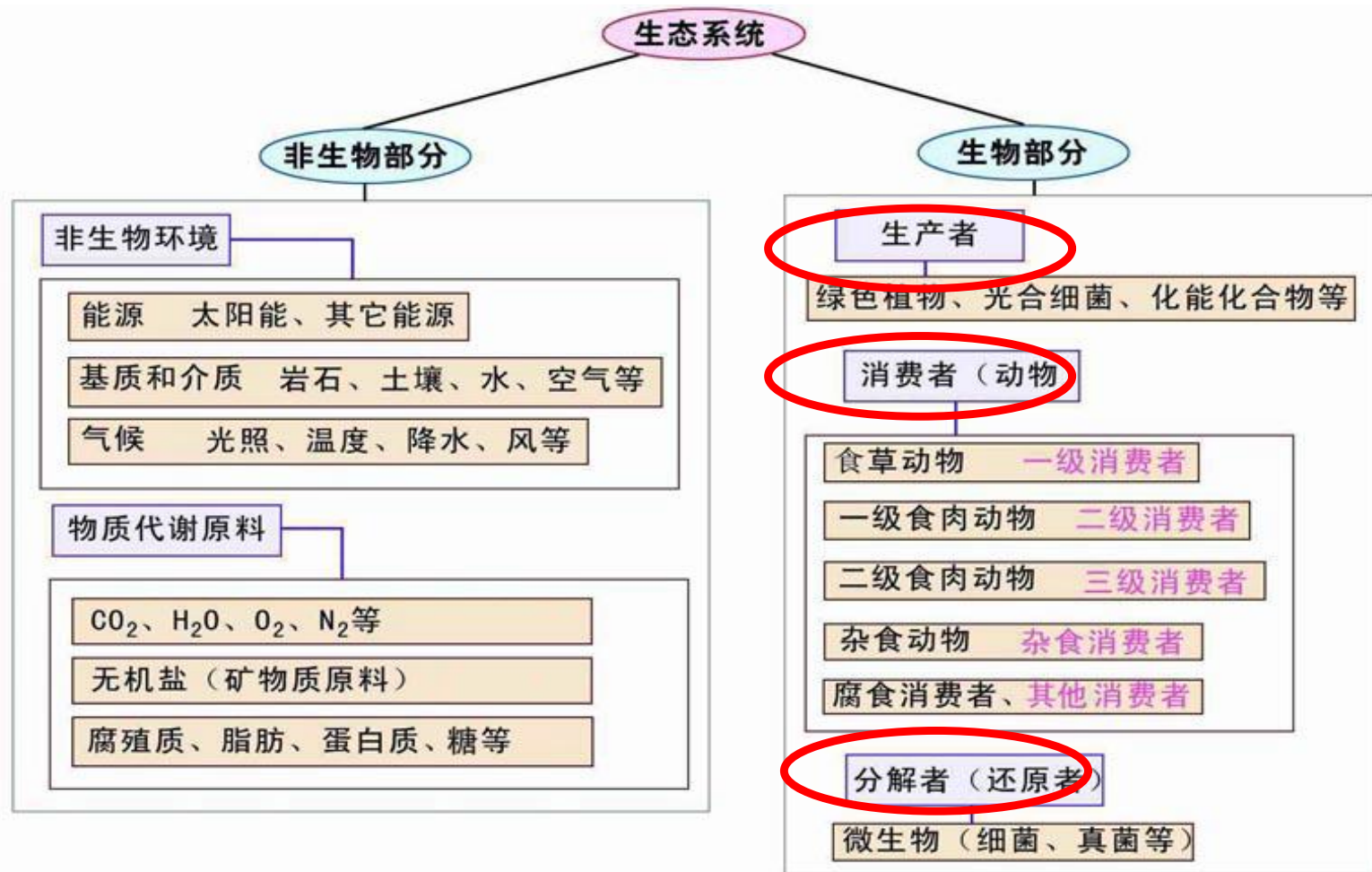
## 生物圈 (Biosphere)

地球上的全部生物  
及生活领域的总称，  
是最大的生态系统，  
是一切生态系统的  
总和。

## (二) 生态系统的基本特征

1. 具有时间和空间特性
2. 具有一定的外力破坏负荷力
3. 有明确功能和公益服务性功能
4. 有自维持、自调控功能
5. 有动态的、生命的特征
6. 有可持续发展特性

# (三) 生态系统的组成要素



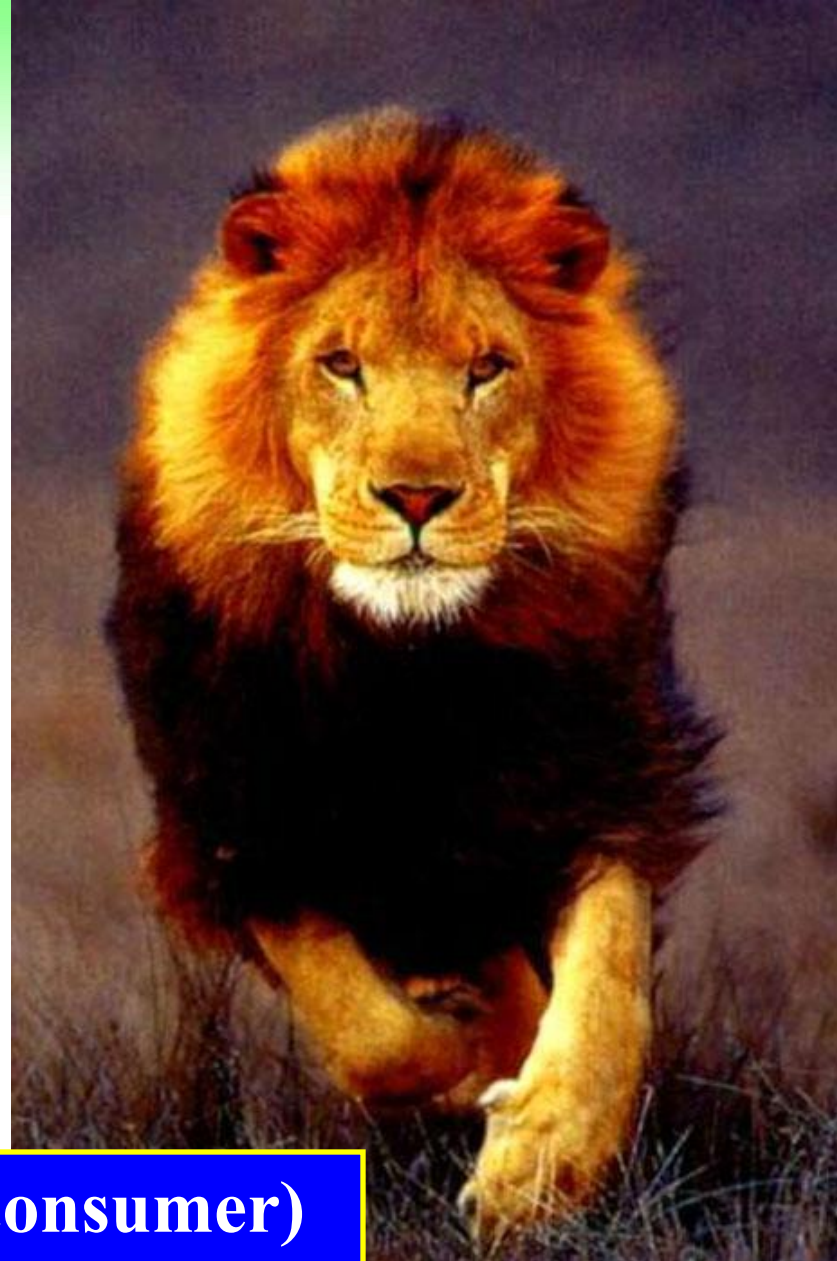


## 攀枝花苏铁



生产者 (producer)





## 消费者 (consumer)



## 香菇



分解者(decomposer)

## (四) 生态系统的营养结构

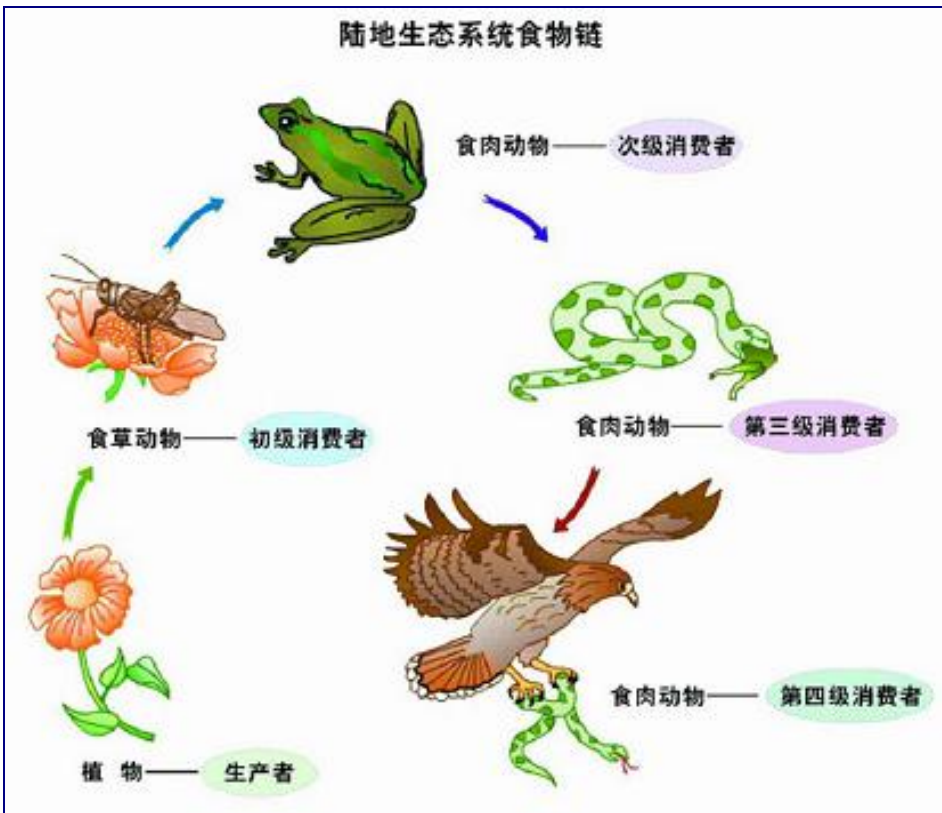
**食物链 (food chain)** 是指生态系统内不同生物之间通过彼此间吃与被吃的关系联结而成的一环套一环的链条式营养关系结构。

自然生态系统主要有三种类型食物链：

①牧食食物链；②碎屑食物链；③寄生食物链。

不同的生态系统具有其特有的食物链。

# 陆生生态系统食物链



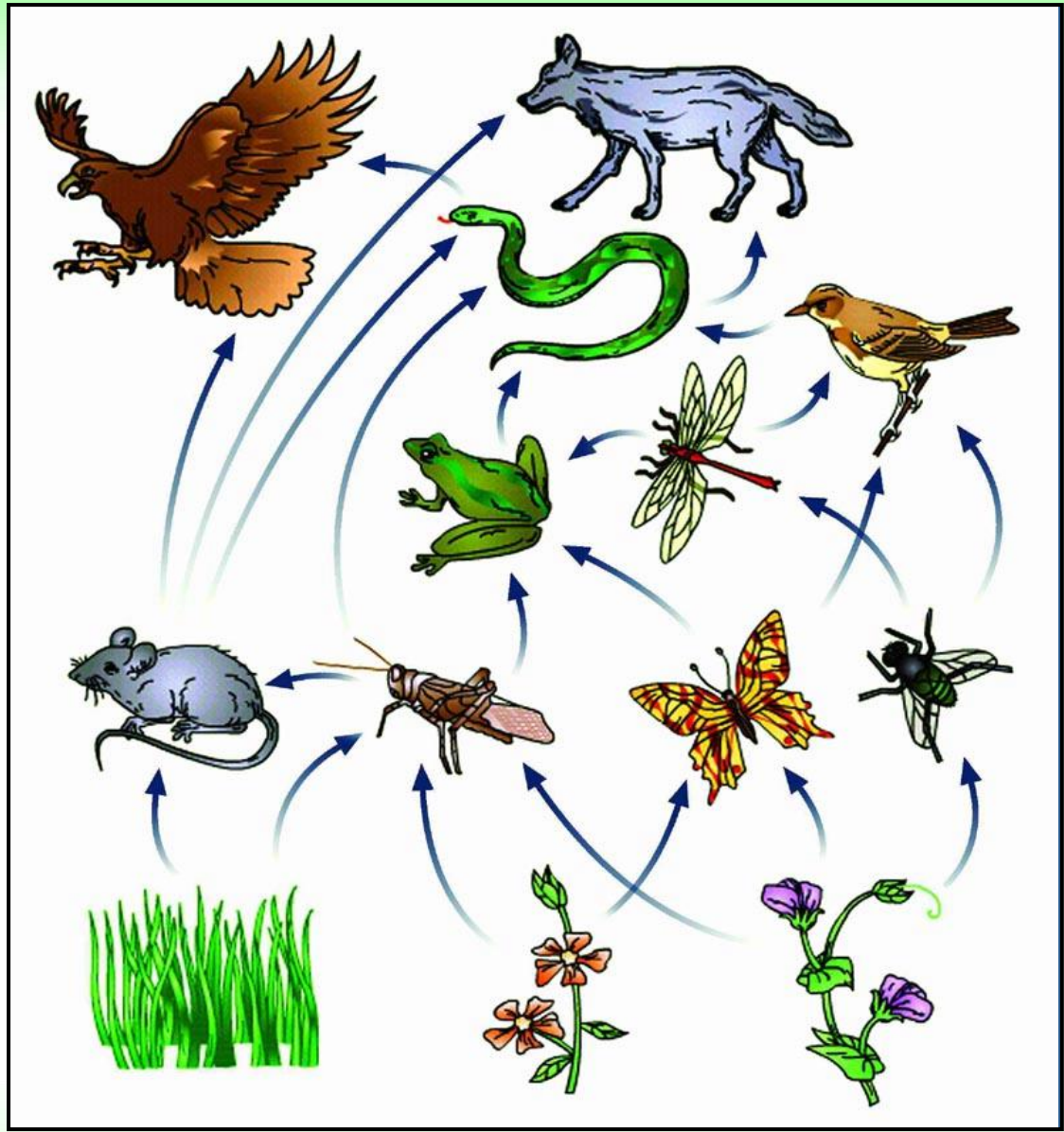
# 海洋生态系统食物链

**食物网（food web）**——生态系统中的食物链很少是单条、孤立的出现，它们往往是交叉链索，形成复杂的网络式营养关系结构。

食物网越复杂，生态系统就越稳定；食物网越简单，生态系统就越容易发生波动或遭受毁灭。



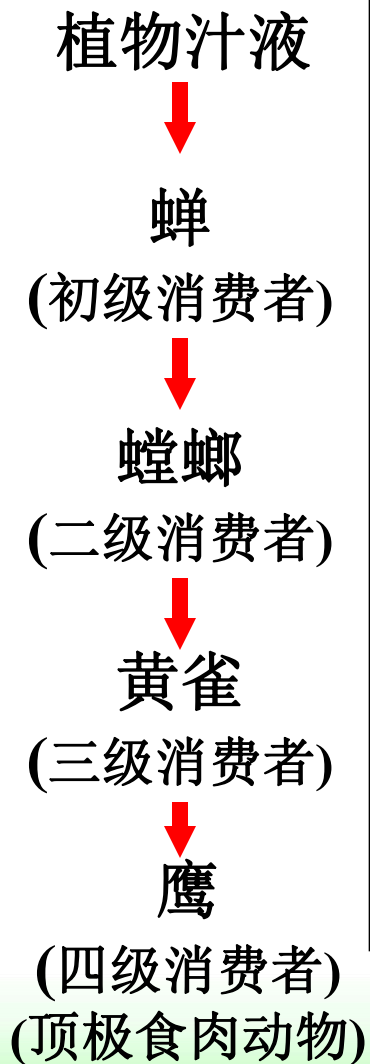
食物网示意图



生态学上把生态系统中具有相同取食习性和营养方式的生物归为同一营养级，**一个营养级是指处于食物链某一个环节的所有生物种的总和。**

- 绿色植物和所有自养生物构成了第一个营养级；
- 所有以生产者为食的动物都属于第二个营养级；
- 第三个营养级包括所有以植食动物为食的肉食动物；
- 依此类推，还可以有第四个营养级和第五个营养级等。

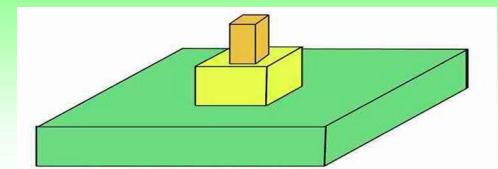
# 一个食物链的例子 “螳螂捕蝉，黄雀在后”



生态金字塔（ecological pyramids）是指各个营养级之间的数量关系，这种数量关系可采用生物量单位、能量单位和个体数量单位，采用这些单位所构成的生态金字塔就分别称为生物量金字塔、能量金字塔和数量金字塔。

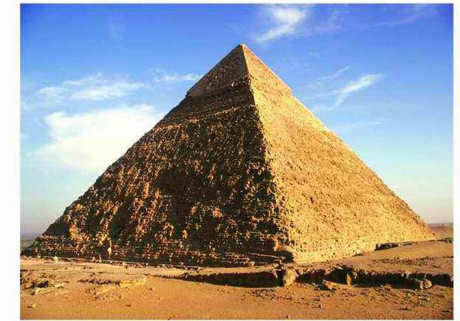


由于通过食物链后能量的逐级损失，食物链中的能量由下向上呈现下宽上窄的金字塔型，称为**能量金字塔**。

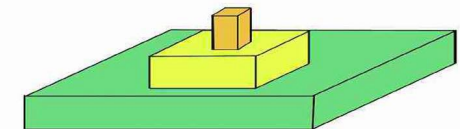


草地生态系统

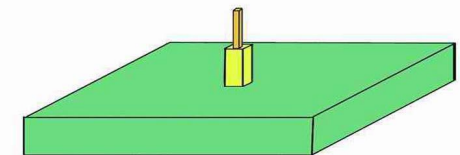
- 次级消费者
- 初级消费者
- 生产者



金字塔

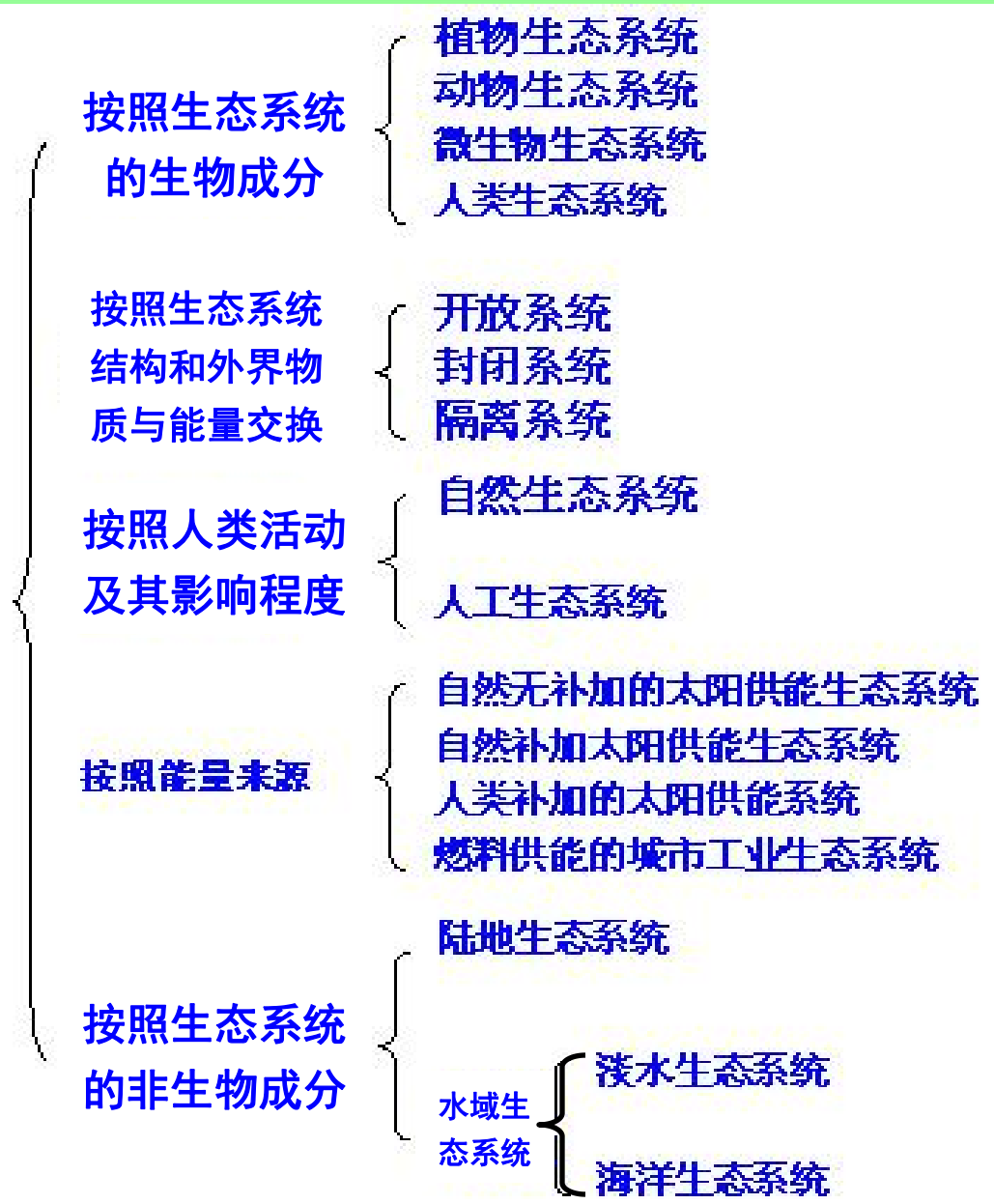


海洋生态系统



# (五) 生态系统的类型

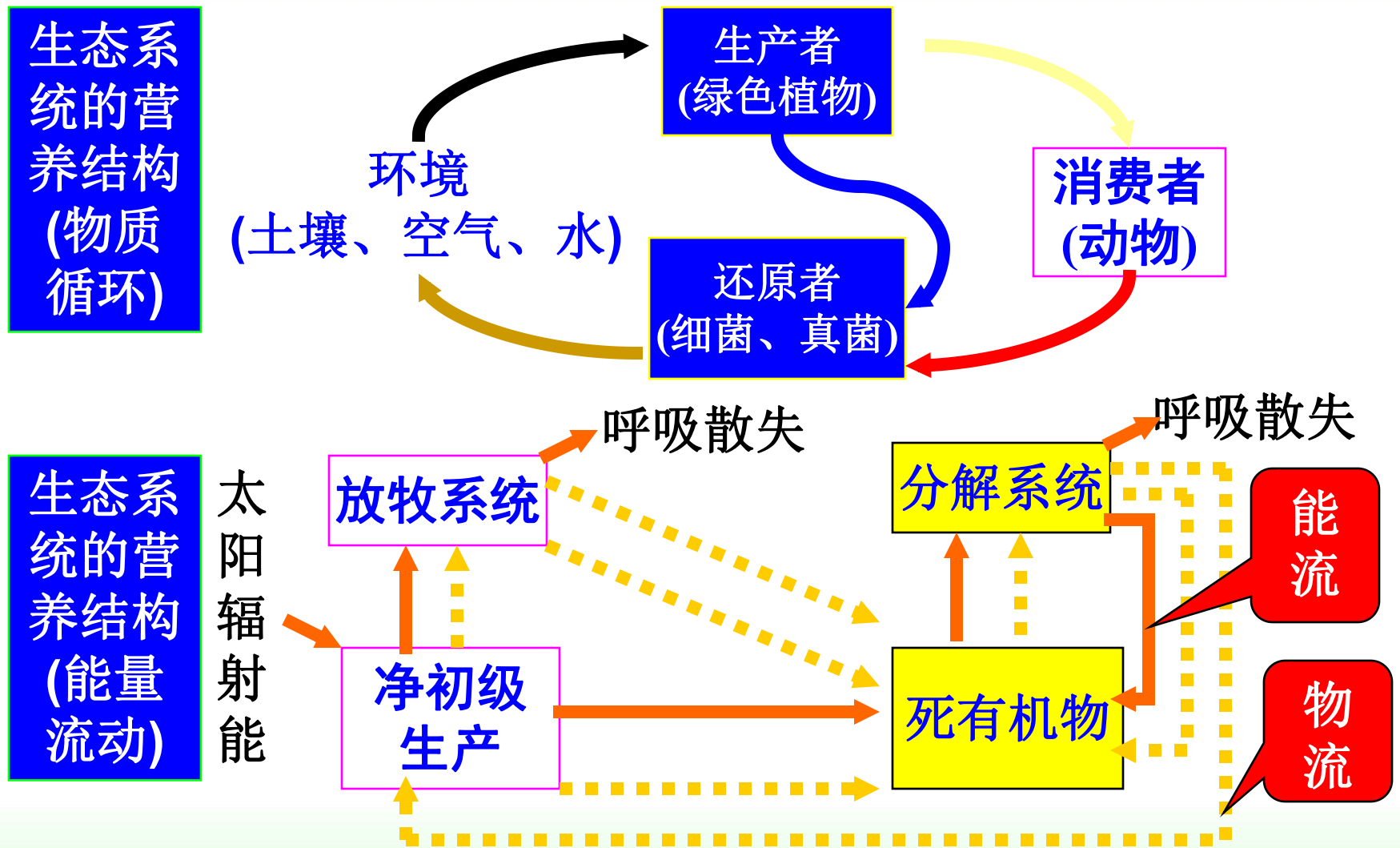
根据不同的研究对象  
具有不同的分类类型，  
常见类型有：



## 二、生态系统的能量流动和物质循环

地球上生命的存在完全依赖于生态系统的能量流动和物质循环，二者不可分割，紧密结合为一个整体，成为生态系统的动力核心。

# 生态系统的营养结构及能流和物流间的关系





## (一) 生态系统的能量流动具有以下几方面的特点

- ①生态系统中的能量流动是严格遵循热力学第一定律和第二定律。
- ②生态系统中能量是单向流动的。
- ③能量在生态系统内流动的过程就是能量不断递减的过程(十分之一定律)。
- ④能量在流动，能的质量在提高。
- ⑤能量流动的速率不同。

**生态系统的生物生产 (biological production)** 是指生态系统中的生产者或消费者在其代谢过程中吸收和利用生态系统中的能量与物质制造新的有机物质和贮存能量的过程。它是生态系统重要的功能之一，也是生态系统中能量流动和物质循环的基础。

**生产力 (productivity)** 生态系统中单位面积或体积内的生物在单位时间内所生产有机物质或所固定的能量。

## (二) 生态系统中的初级生产和次级生产

1. 初级生产 (**primary production**) 又称第一生产, 是指绿色植物和某些细菌的生产。即把无机物转化为有机物的生产过程

2. 次级生产 (**secondary production**) 是指生态系统初级生产以外的生物有机体生产。次级生产是异养生物的生产, 动物的肉、蛋、奶、毛皮、体壁、骨骼等都是次级生产的产物。

### (三) 物质循环的特点

生态系统中的物质循环又称为生物地化循环 (biogeochemical cycle)，是指营养元素在生态系统之间的输入和输出、生物间的流动和交换以及它们在大气圈、水圈、岩石圈之间的流动。

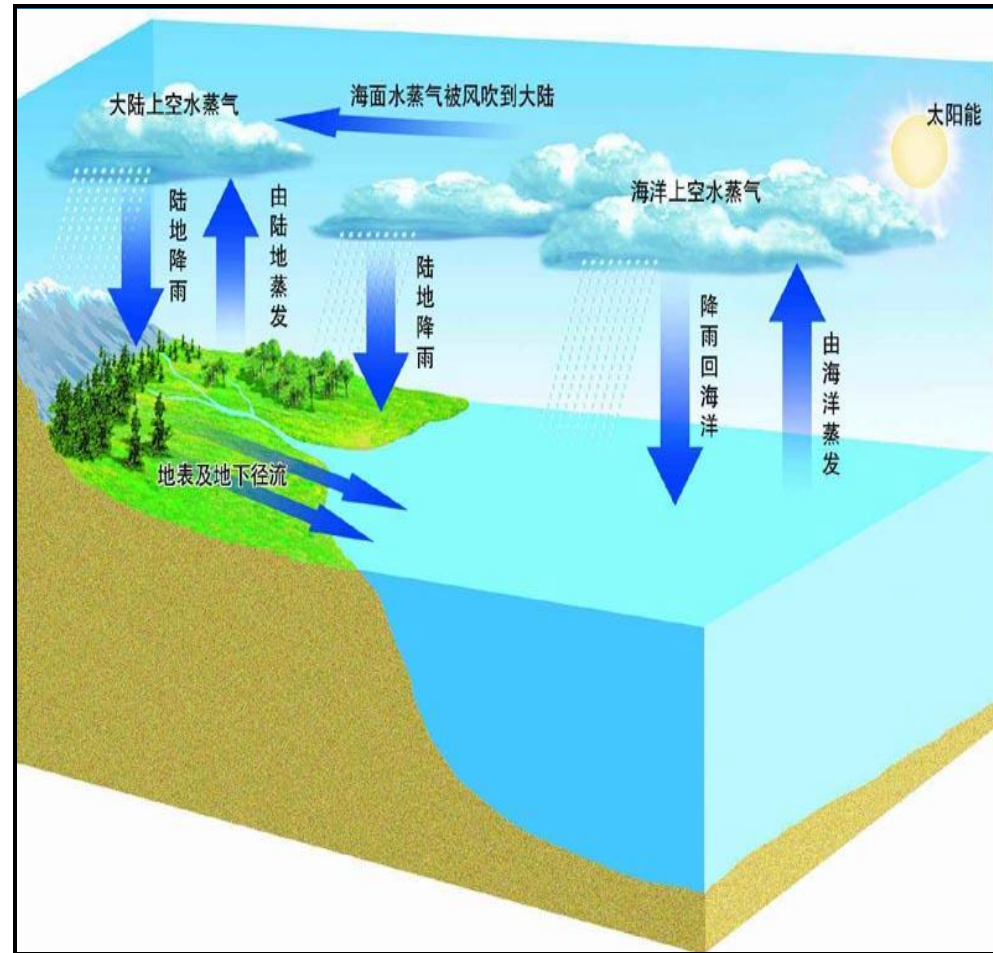
物质循环的流动是循环式的，各种物质都能以可被植物利用的形式重返环境。



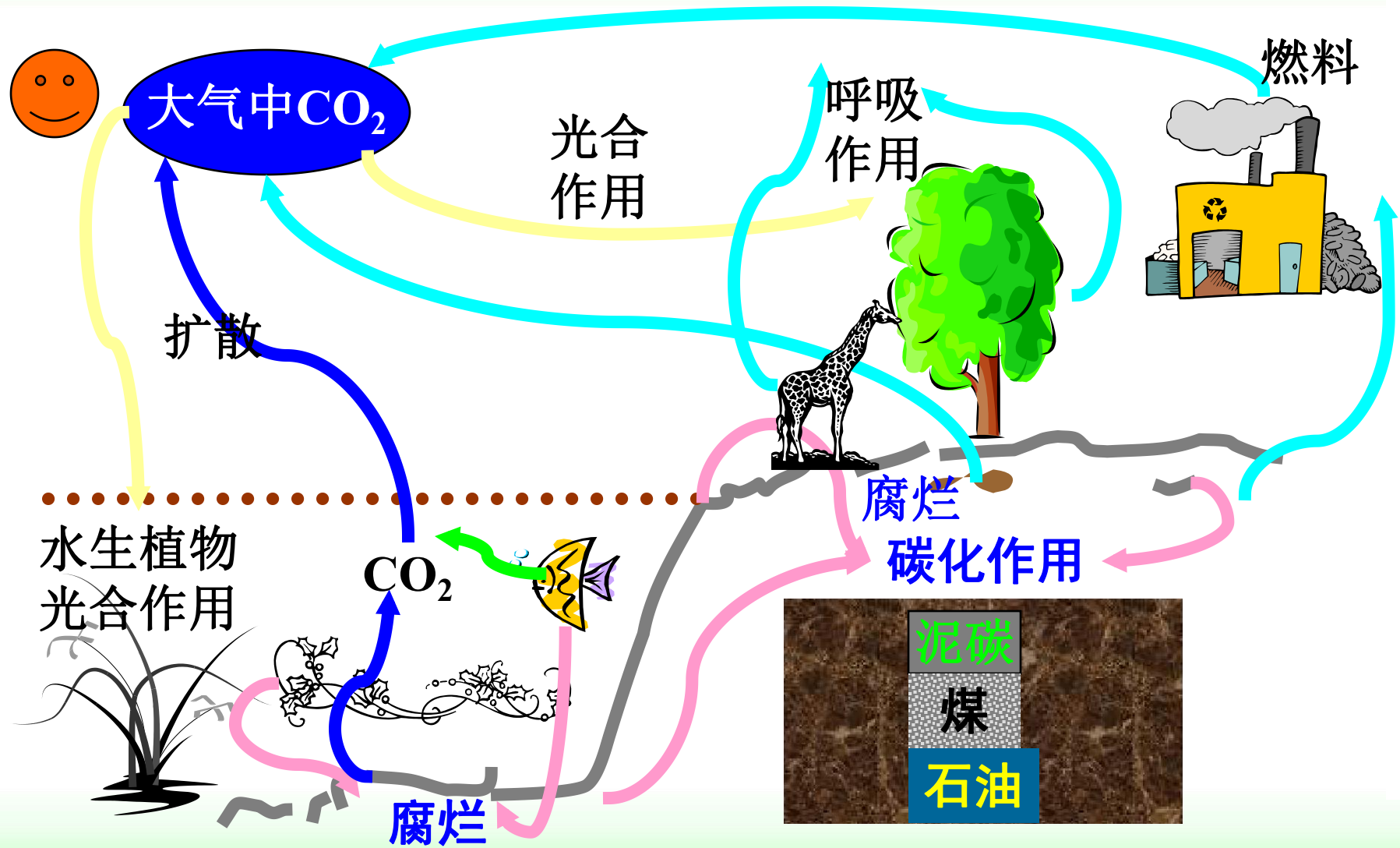
## (四) 几个主要的物质循环

### 水的循环 (aquatic cycle)

从陆地上看，凡是水的  
循环越活跃的地方，生  
命的活动就越活跃

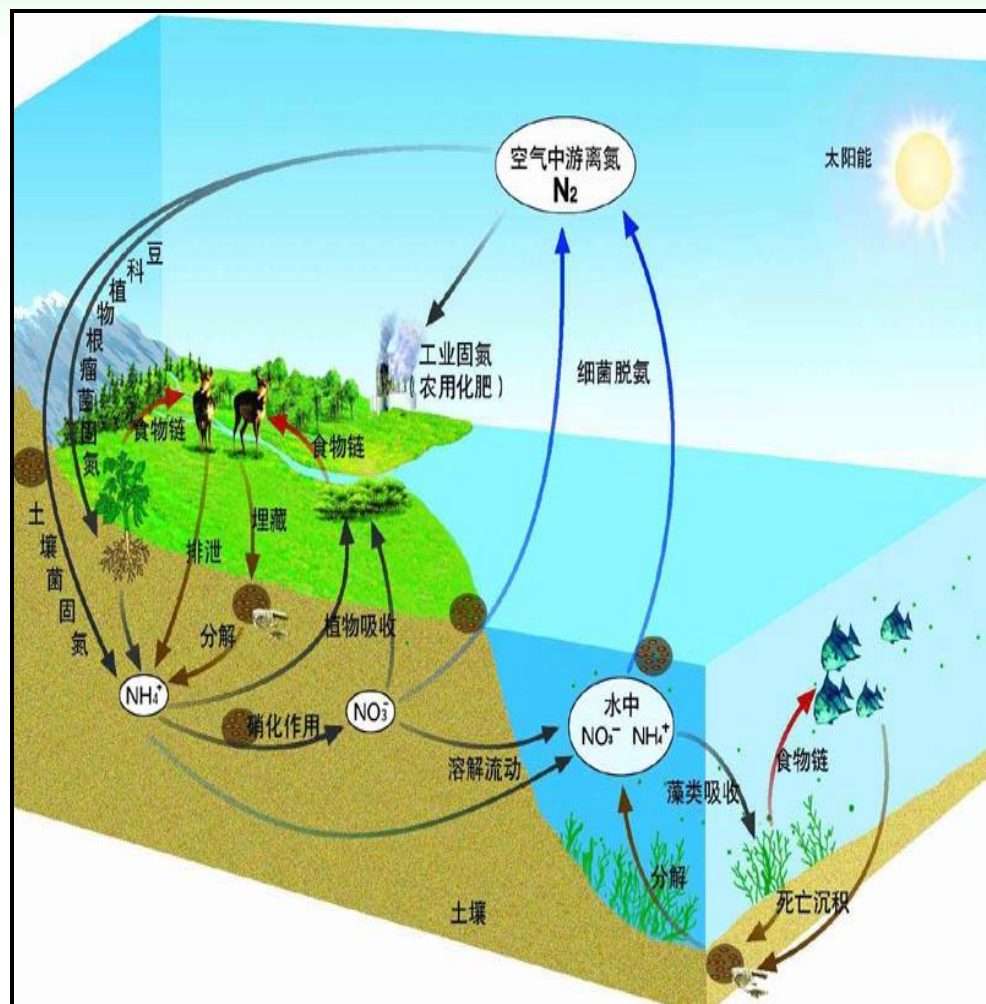


# ➤碳循环(carbon cycle)



# 氮循环 (nitrogen cycle)

✓ 自然界的氮总是不断的流动的，是最大的氮库，通过**高能固氮**、**生物固氮**和**工业固氮**三种途径进行固氮作用。



## (五) 有毒物质的富集作用

生物富集作用 (biological magnification) 是指某些物质元素或难分解的化合物通过食物链在有机体内逐级累积起来，并随着食物链中营养级越高，累积剂量越大的现象。





# 三、生态系统的稳定性和平衡

## (一) 生态系统稳定的概念

生态系统中的生物有出生和死亡、迁出和迁入，其无机环境也在不断的变化，因此生态系统总是在发展变化的。生态系统发展到一定阶段，它的结构和功能能够保持相对稳定。生态系统所具有的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**。



# 生态系统的稳定性包括抵抗力稳定性和恢复力稳定性

1. 抵抗力稳定性(resistant stability)是指生态系统抵抗外界干扰并使自身结构和功能保持原状的能力。

- ❖ 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。
- ❖ 生态系统中各个营养级的生物种类越多，营养结构越复杂，自动调节能力就越大，抵抗力稳定性就越高。

**2. 恢复力稳定性(resilient stability)**是指生态系统在遭到外界干扰因素的破坏以后恢复到原状的能力。

❖ 对一个生态系统来说，抵抗力稳定性与恢复力稳定性之间往往存在着相反的关系。抵抗力稳定性越高的生态系统，恢复力稳定性就较低，反之亦然。

## (二) 生态系统的反馈调节与生态平衡

在一定时间内，生态系统内的生物种类与数量相对稳定，它们之间及它们与环境之间的能量流动、物质循环与信息交流也保持稳定，达到统一协调的状态，这种平衡状态就叫**生态平衡**。

生态系统保持平衡经常依靠反馈作用来维持。

**反馈(feedback)**——当生态系统中某一成分发生变化时，它必然会引起其他成分出现一系列的相应变化，这些变化最终又反过来影响最初发生的那种成分，这个过程就叫**反馈**。

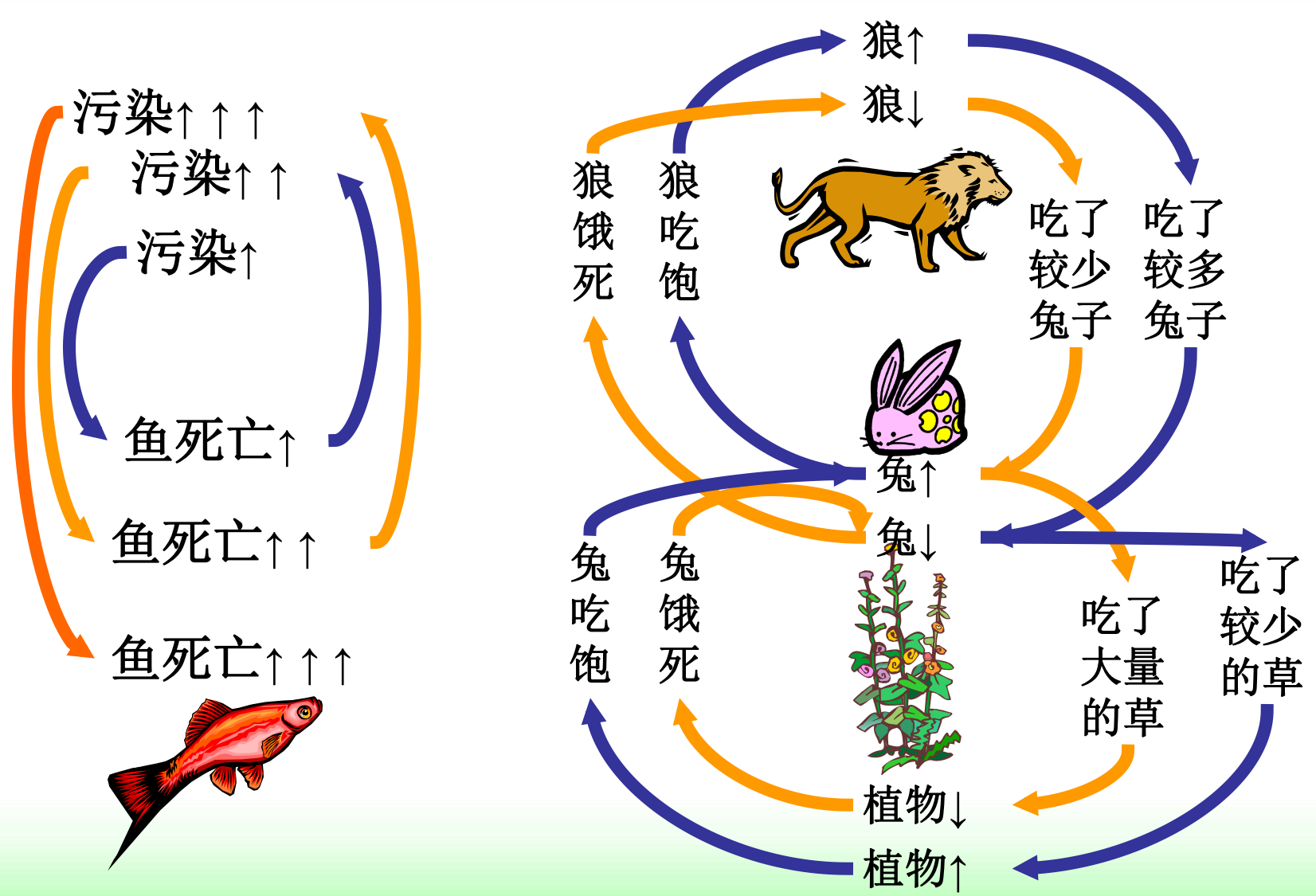
**反馈有两种类型：即负反馈和正反馈。**

❖ 负反馈的作用是能够使生态系统达到和保持平衡或稳态，反馈的结果是抑制和减弱最初发生变化的那种成分所发生的变化。

❖ 正反馈的作用刚好与负反馈相反，即生态系统中某一成分所引起的其他一系列变化，反过来不是抑制而是加速最初发生变化的成分所发生的变化，因此正反馈的作用常常使生态系统远离平衡状态或稳态。

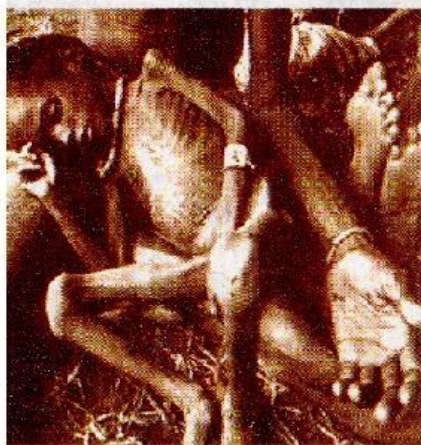


# 生态系统中的反馈：正反馈（左）和负反馈（右）

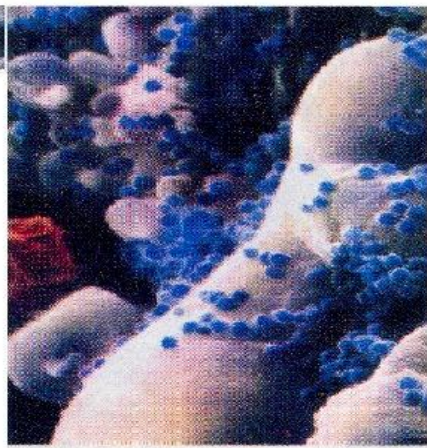


### (三) 生态平衡的保持

**生态平衡失调：**生态系统是一个反馈系统，具有自我调节的机能。但是，这种机能是有一定限度的。在不超过系统的生态阈值和容量的前提下，它可以忍受一定的外界压力，当压力解除后，它能逐步恢复到原有的水平。相反，如果外界压力超过该生态的“生态阈值”，它的自我调解能力便会降低，甚至消失，最后导致生态系统衰退或崩溃，这就是人们常说的“生态平衡失调”或“生态平衡破坏”。

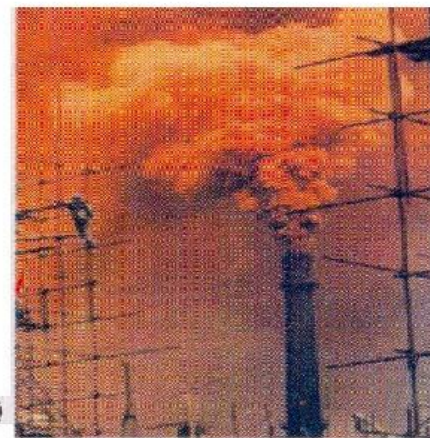


粮食短缺

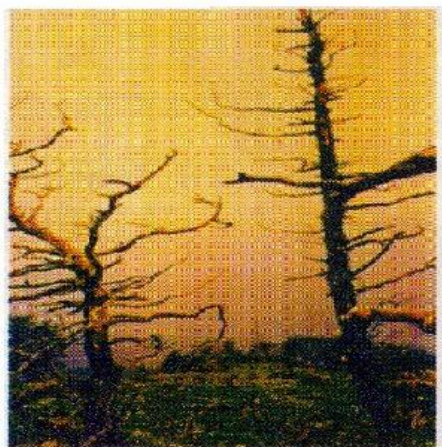


疾病危害(AIDS 病毒感染)

(引自 Claude A. Villee *et al.*, 1989)



环境污染



生态平衡被破坏



人口膨胀

## 生态 失衡

## 生态平衡失调机理：

1. 损坏生态系统的结构，导致系统的功能降低；
2. 引起生态系统的功能衰退，导致系统的结构解体。

## 生态平衡失调的原因：

- ❖ 人为因素：滥伐森林、开垦草原、围湖造田、乱捕滥猎、涸泽而渔等。
- ❖ 自然因素：如火山爆发、台风、地震、海啸、暴风雨、洪水、泥石流、大气环流变迁等。





地震



火灾





台 风



洪 水