

普通高中课程标准实验教科书  
生物必修3

普通高中课程标准实验教科书

# 生物 ③

必修

## 稳态与环境

人民教育出版社 课程教材研究所 生物课程教材研究组 编  
人民教育出版社 北京



人民教育出版社

经全国中小学教材审定委员会  
2004年初审通过

普通高中课程标准实验教科书


# 生物 ③

必修

## 稳态与环境

人民教育出版社 课程教材研究所 编著  
生物课程教材研究开发中心



 人民教育出版社

普通高中课程标准实验教科书


# 生物 ③

必修

## 稳态与环境

人民教育出版社 课程教材研究所 编著  
生物课程教材研究开发中心



 人民教育出版社

普通高中课程标准实验教科书

生物 3

必修

稳态与环境

人民教育出版社 课程教材研究所  
生物课程教材研究开发中心 编著

\*

人民教育出版社 出版发行

(北京沙滩后街 55 号 邮编: 100009)

网址: <http://www.pep.com.cn>

北京人卫印刷厂印装 全国新华书店经销

\*

开本: 890 毫米×1 240 毫米 1/16 印张: 8.75 字数: 180 000

2004 年 5 月第 1 版 2004 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 7-107-17687-0 定价: 11.30 元  
G·10776 (课)

著作权所有·请勿擅用本书制作各类出版物·违者必究  
如发现印、装质量问题,影响阅读,请与出版社联系调换。  
(联系地址:北京市方庄小区芳城园三区 13 号楼 邮编: 100078)

## 主 编

朱正威 赵占良

## 编写人员

张志文 顾咏梅 包春莹 谭永平  
赵占良 施 忆 王德利 刘 真

## 责任编辑

谭永平

## 美术编辑

林荣桓

## 插图绘制

刘 菊 王国栋 林荣桓 张傲冰 姜吉维

## 设计排版

大洋立恒设计有限公司

## 摄影或提供照片

朱 京 孙儒泳 朱正威  
郭 耕 包全虎 原瑞伦

新华社摄影部 中国图片网 浙江省绍兴市第一中学  
广东省佛山市顺德区档案馆 等

# 目 录

科学家访谈 生物与环境是统一的整体



第1章 人体的内环境与稳态 .....	1
第1节 细胞生活的环境 .....	2
第2节 内环境稳态的重要性 .....	7
科学史话 稳态概念的提出和发展 .....	11



第2章 动物和人体生命活动的调节 .....	15
第1节 通过神经系统的调节 .....	16
与生物学有关的职业 神经外科医生 .....	22
第2节 通过激素的调节 .....	23
科学·技术·社会 评价应用激素类药物的利与弊 .....	30
第3节 神经调节与体液调节的关系 .....	31
科学·技术·社会 拒绝毒品, 慎用心理药物 .....	34
第4节 免疫调节 .....	35
科学·技术·社会 艾滋病——威胁人类的免疫缺陷病 .....	41



第3章 植物的激素调节 .....	45
第1节 植物生长素的发现 .....	46
第2节 生长素的生理作用 .....	50
第3节 其他植物激素 .....	53

第4章 种群和群落 .....	59
第1节 种群的特征 .....	60
科学家的故事 从治蝗专家到生态学巨匠 .....	64

第2节 种群数量的变化 .....	65
与生物学有关的职业 植保员 .....	70
第3节 群落的结构 .....	71
科学·技术·社会 立体农业 .....	77
第4节 群落的演替 .....	78
与生物学有关的职业 林业工程师 .....	83



第5章 生态系统及其稳定性 .....	87
第1节 生态系统的结构 .....	88
第2节 生态系统的能量流动 .....	93
科学·技术·社会 生态农业 .....	99
第3节 生态系统的物质循环 .....	100
与生物学有关的职业 景观设计师 .....	104
第4节 生态系统的信息传递 .....	105
第5节 生态系统的稳定性 .....	109
科学·技术·社会 恢复生态学及其应用 .....	113



第6章 生态环境的保护 .....	117
第1节 人口增长对生态环境的影响 .....	118
第2节 保护我们共同的家园 .....	123
科学·技术·社会 关注生态伦理道德 .....	129



# 生物与环境是统一的整体

——与孙儒泳院士一席谈



孙儒泳  
中国科学院院士、生态学家

孙儒泳院士 男，浙江宁波人。1951年毕业于北京师范大学生物系。1958年在前苏联国立莫斯科大学获副博士学位。1993年当选为中国科学院院士。他从事生态学教学和科研50多年，在鼠类和鱼类生理生态、鼠类冷适应研究上有重要成就，对我国高校动物生态学教学作出了重大而较全面的贡献。

2003年11月3日，孙儒泳院士接受了本书编者的采访。

问：您是怎样走进生态学研究领域的？

答：纯属偶然。我出生于浙江宁波，家境一般。小时候也淘气，刚上小学时成绩并不出众，喜欢逮蟋蟀、捉螃蟹、钓鱼玩。不过，这样的童年生活使得我与大自然比较亲近。师范学校毕业后，在小学当了两年教员。这时，想考大学。当时师范大学免学费，于是

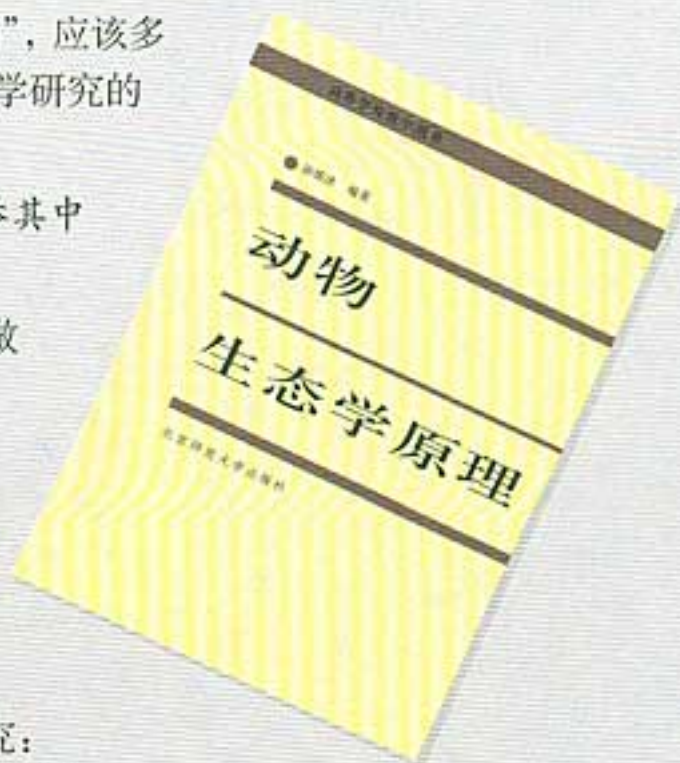
就选择了北京师范大学。为了增加考取的把握，又选择了当时比较冷的专业——生物学。当然，对于当时所做的选择，以后并没有后悔。在大学学习期间，当时的生物学界非常强调生物与环境的关系，自己也觉得“生物是活的”，应该多到野外去研究生物。在前苏联留学时，又受到从事生态学研究的老师影响，因此就选择了生态学作为自己的研究领域。

问：您在这个领域内取得了许多成果，能给我们举其中的一两项吗？

答：我想从两个方面来说。首先是教学方面，我做了50多年的教师：大学毕业就留校当老师，留学回国后又继续当老师至今。在从事生态学教学期间，根据自己多年的积累和长期思考、总结，在1987年出版了《动物生态学原理》一书。

编者：这本书在生态学界影响非常大，是我国的生态学权威教材之一，其影响几乎扩大到整个华文圈。

至于科研方面，我想举在前苏联留学时所做的研究：我的研究证明，在莫斯科省南北相距仅110公里的两个田鼠



《动物生态学原理》封面





冬天的莫斯科

种群间，存在着能量代谢方面的差异，这可以作为兽类地理物种形成假说的生理生态学方面的证据。

问：这项研究工作是怎样开展的呢？

答：先在野外安放捕鼠笼子取样，再将捕到的田鼠带回实验室进行研究——主要是通过测定耗氧量来计算能量代谢的强度。

问：莫斯科省的冬天非常寒冷，野外取样工作很艰苦吧？

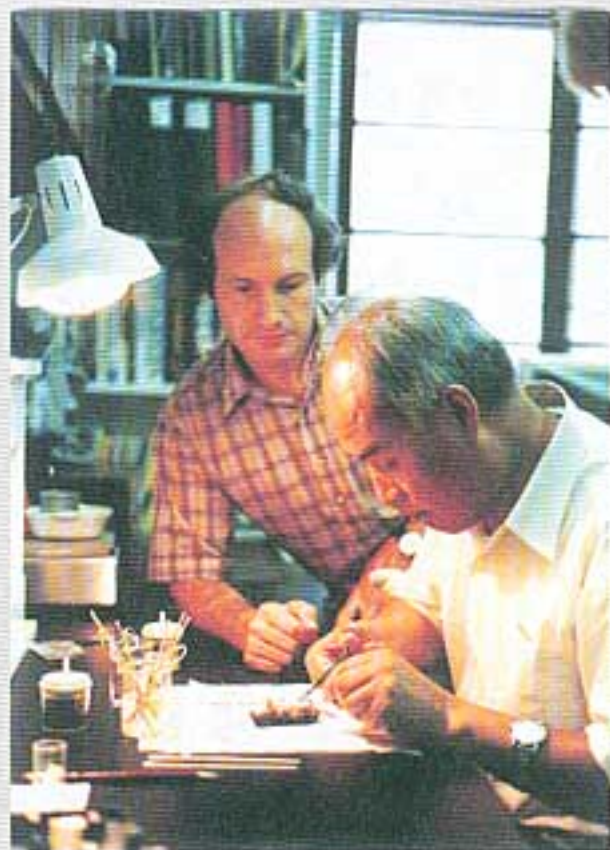
答：冬天的莫斯科省，地面积雪很厚。取样时，我需要先从积雪中掏出一个洞来，再在雪底下安放捕鼠笼子。

问：条件这么艰苦，应该有不少困难吧？当时觉得苦吗？

答：困难肯定是存在的。例如，在积雪底下放好了捕鼠笼子后，一天要在雪地里来回查看好几次，因为需要用活田鼠做实验。如果不勤看一点，笼子里的田鼠就可能被冻死了。不过，我后来想了一个办法，就用不着这么辛苦了：在捕鼠笼子里装一个小窝，窝里铺上保暖的棉絮，同时放一点食物，捕到笼子里的田鼠就不容易被冻死了。在做这项研究工作的时候，我非常有兴趣，因此没有觉得苦。

问：您能不能给我们谈一谈在科学研究过程中印象最深的一两件事？

答：还是在前苏联留学期间，有一次，我在教研室里汇报自己的初步研究结果：南北两个取样地点的田鼠，存在能量代谢方面的差异。但是，教研室里有一位老师提出了反对意见：这种差异，可能是个体差异，就像人有高矮胖瘦一样，而不是种群水平上的差异。这使得我需要进一步检验自己的结论是不是可靠。在寻找新证据的过程中，我使用了生物统计学方法，并且所得到的结论也更加精确、可靠了。这使我认识到，无论是做科学研究，还是在生活中，都要多听意见，尤其是要听得进反对意见。兼听则明！道理虽简单，但要做到却不容易。



孙儒泳（右）在解剖田鼠



孙儒泳（右）在进行野外工作

问：生态学研究对于人类解决一些目前遇到的难题非常有意义，您能就此谈一谈吗？

答：人类的生存和发展，需要有良好的生态环境和可以持续利用的自然资源。生物圈虽然具有自我维持稳态的能力，但这种能力是有限度的。人口剧增、环境污染、资源枯竭等问题，正在给人类的生存和可持续发展带来威胁。要实现人与自然的和谐发展，需要生态学发挥积极作用。当然，仅仅依靠生态学并不能完全解决这些问题。解决这些问题，需要全社会共同努力。生态学家所

能做的，是发现问题、提出问题，并和其他学科专业的研究者一起为解决问题提供决策依据。

问：在紧张的学习和研究之余，您有什么业余爱好吗？

答：我比较喜欢音乐。工作或学习累了，就听听音乐或歌曲。在音乐声中，觉得全身都可以得到放松。我曾学过钢琴。平时在家里，也经常用风琴给孩子们伴奏娱乐。

我最想对高中生说的话是：

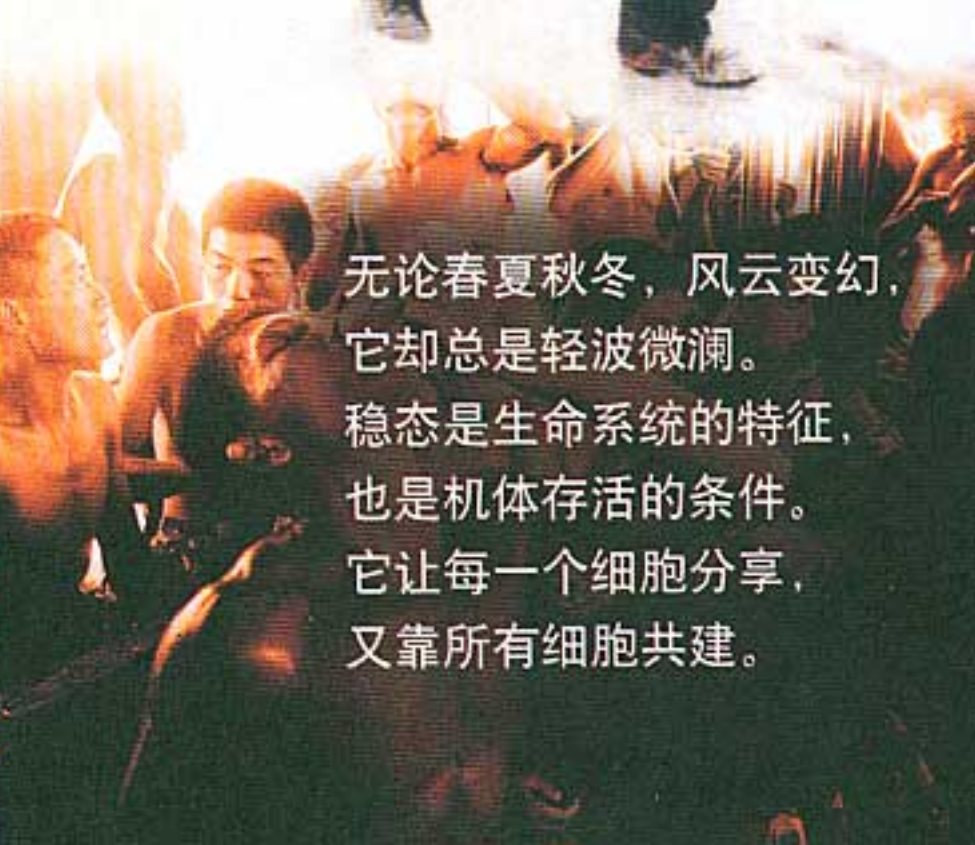
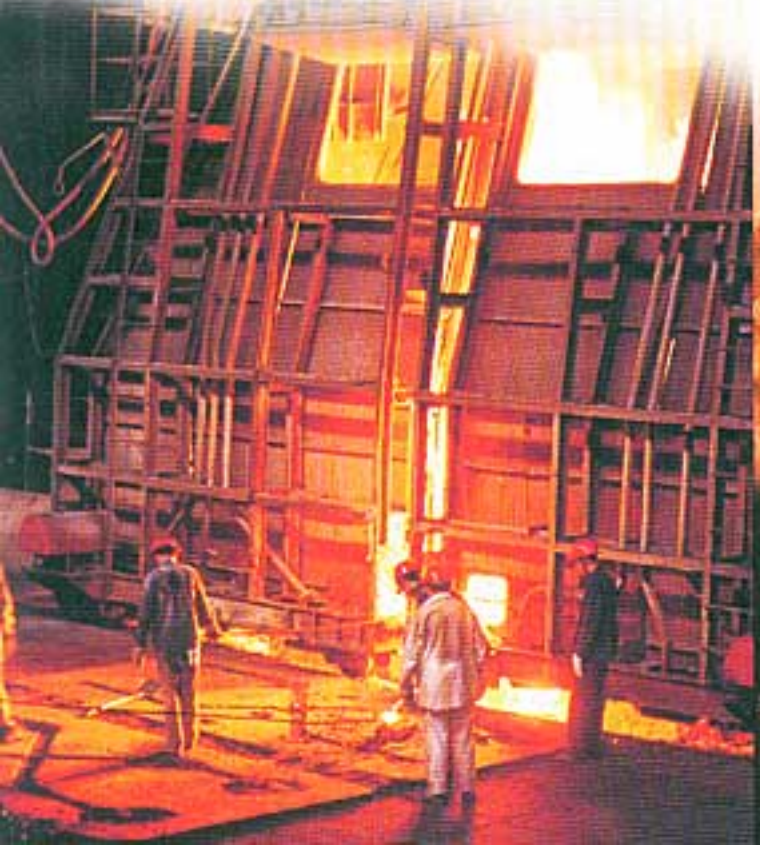
韶光易逝，劝君惜取少年时！

孫儒泳

# 第1章 人体的内环境与稳态

无论是在冰天雪地的边防线上巡逻的战士，还是在炼钢炉前挥汗如雨的工人，体温都是 $37^{\circ}\text{C}$ 左右，这是为什么？大量出汗或严重腹泻时，需要及时补充含盐的水，比如喝电解质饮料，这又是为什么？

在外界环境发生剧烈变化的情况下，人体仍能通过自身的调节作用，维持内环境的相对稳定，从而使体内的细胞拥有稳定而适宜的存活条件。



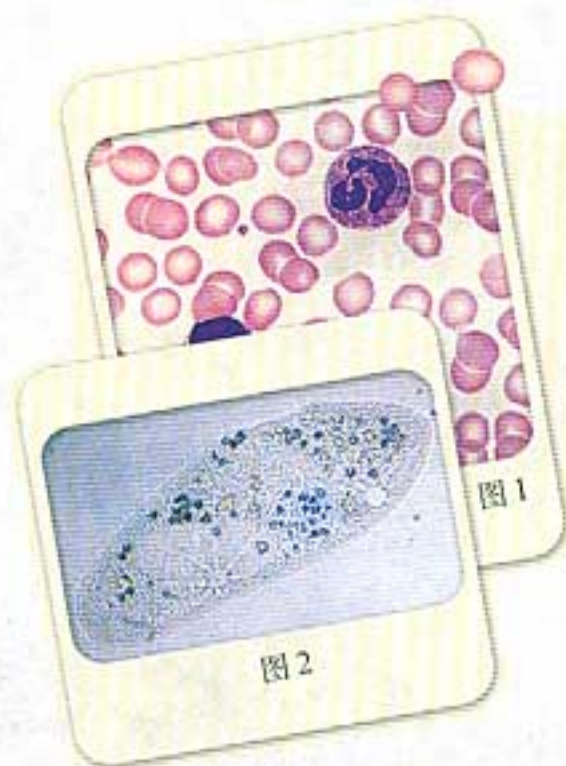
无论春夏秋冬，风云变幻，它却总是轻波微澜。稳态是生命系统的特征，也是机体存活的条件。它让每一个细胞分享，又靠所有细胞共建。

# 第1节 细胞生活的环境

## 问题探讨

### 讨论:

1. 图1和图2中各是什么细胞?请说出细胞的名称。
2. 它们分别生活在什么样的环境中?两者的生活环境有何异同?



### 本节聚焦

- 什么是内环境?
- 内环境具有哪些理化特性?
- 人体细胞如何与外界环境进行物质交换?

### ► 相关信息

成年男性体内含水量大约是体重的60%,成年女性体内含水量大约是体重的50%。出生一天的婴儿,体内含水量大约是体重的79%。

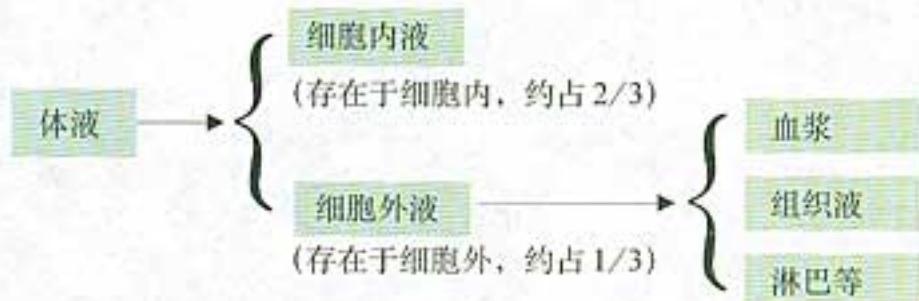
所有的生命系统都存在于一定的环境中,与环境之间不断进行着物质和能量的交换。细胞作为最基本的生命系统,也是如此。

生活在水中的单细胞生物(如草履虫),可以直接从水里获取生存所必需的养料和氧,并把废物直接排入水中。这些单细胞生物只能在水环境中生活,如果水体干涸,它们就会休眠或者死亡。

组成我们躯体的绝大多数细胞没有直接与外界环境接触,不能直接与外界环境进行物质交换。这些细胞直接生活的环境是什么呢?

### 体内细胞生活在细胞外液中

《红楼梦》中有句名言:“女人是水做的。”其实,不论男性还是女性,体内都含有大量以水为基础的液体,这些液体统称为体液(body fluid)。体液中除含有大量的水以外,还含有许多离子和化合物。



说到体液，你首先想到的可能是血液。其实，血液并不全是体液，这是因为血液中除了液体部分——血浆(plasma)外，还有大量的血细胞。血浆是血细胞直接生活的环境。

动脉中的血浆沿动脉流入毛细血管的动脉端，其中的许多物质会透过毛细血管壁进入组织液(tissue fluid)。组织液是存在于组织细胞间隙的液体，又叫细胞间隙液。绝大多数组织的细胞都浸浴在组织液中，与组织液进行物质交换，因此，组织液是体内绝大多数细胞直接生活的环境(图1-1)。

组织液为组织细胞提供营养物质，细胞的代谢产物也透过细胞膜进入组织液。组织液中包括细胞代谢产物在内的各种物质，大部分能够被毛细血管的静脉端重新吸收，进入血浆；小部分被毛细淋巴管吸收，成为淋巴液，也叫淋巴(lymph)。毛细淋巴管内的淋巴汇集到淋巴管中，经过淋巴循环由左右锁骨下静脉汇入血浆中，进入心脏，参与全身的血液循环。淋巴中混悬着大量的淋巴细胞和吞噬细胞等，可以协助机体抵御疾病，对这些细胞来说，淋巴就是它们直接生活的环境。

### ► 相关信息

手和脚有时会磨出“水泡”，“水泡”中的液体主要是组织液。

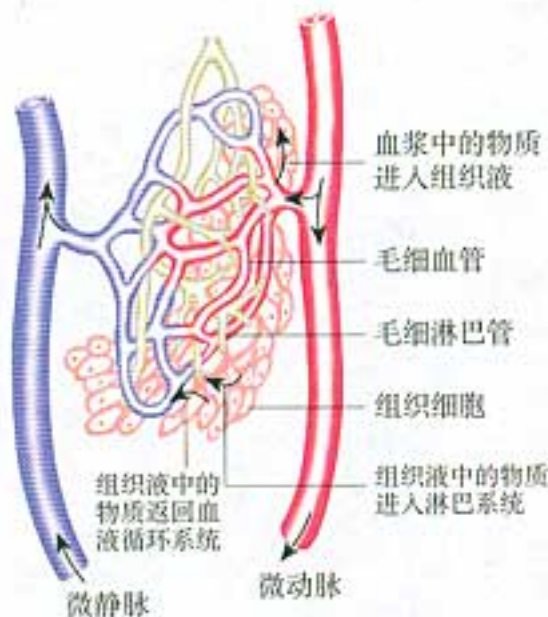


图1-1 组织液、血浆、淋巴液之间的关系



### 思考与讨论

1. 为什么说细胞外液是细胞直接生活的环境?
2. 组织液、血浆和淋巴有什么异同?
3. 组织液、血浆和淋巴之间有什么内在联系? 能不能说全身的细胞外液是一个有机的整体?

血浆、组织液和淋巴通过动态的有机联系，共同构成机体内细胞生活的直接环境。为了区别于个体生活的外界环境，人们把这个由细胞外液构成的液体环境叫做内环境(internal environment)。

假如将你身体的一个细胞或一块组织拿到体外，如果不提供特殊的环境条件，它很快就会死亡。而在内环境中，体内细胞却能正常地生活。

内环境与外界环境有哪些差别呢?

## 细胞外液的成分

细胞外液中含有哪些化学成分呢？下面以血浆的化学成分为例来进行探讨。



### 资料分析

### 血浆的化学组成

科学家用化学分析的方法，测得人体血浆化学组成的平均值如下：

成分	含量 (%)	成分	含量 (%)
水	90.7	卵磷脂	0.2
血清白蛋白	4.4	胆固醇	0.22
血清球蛋白	2.1	Na <sup>+</sup>	0.38
纤维蛋白原	0.4	K <sup>+</sup>	0.02
氨基酸氮	0.005	Ca <sup>2+</sup>	0.01
尿素氮	0.012	Mg <sup>2+</sup>	0.003 5
其他非蛋白氮	0.025	Fe <sup>2+</sup>	0.000 1
葡萄糖	0.08	Cl <sup>-</sup>	0.36
乳酸	0.025	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.01
各种脂肪酸	0.38	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.001
脂肪	0.14	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.17

注：非蛋白氮是非蛋白质类含氮化合物的总称，是蛋白质代谢的产物，包括尿素、尿酸、肌酸、肌苷、氨基酸、多肽、胆红素和氨等。

### 讨论：

1. 如何将表中物质按化学性质进行归类？
2. 除表中所列成分外，血浆中还可能含有哪些物质？
3. 在组成血浆的离子中，哪些离子的含量较多？它们可能起什么作用？
4. HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>、HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>可能起什么作用？
5. 任选其中一种成分，分析它的来源和去路，并说明这与人体的哪些系统有关。

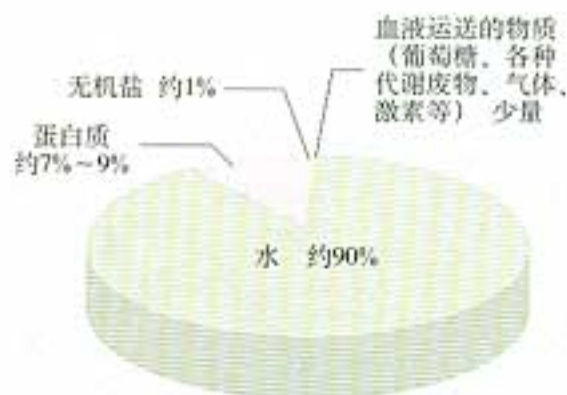


图1-2 血浆的主要成分

研究表明，血浆中约90%为水；其余10%分别是：无机盐（约1%），蛋白质（7%~9%），以及血液运送的物质，包括各种营养物质（如葡萄糖）、各种代谢废物、气体、激素等（图1-2）。组织液、淋巴的成分和含量与血浆相近，但又不完全相同，最主要的差别在于血浆中含有较多的蛋白质，而组织液和淋巴中蛋白质含量很少。概括地说，细胞外液本质上是一种盐溶液，类似于海水。这在一定程度上反映了生命起源于海洋。

## 细胞外液的渗透压和酸碱度

你已经知道,将红细胞放在清水或浓度很低的溶液中,细胞会由于吸水过多而破裂;将红细胞放在浓度较高的溶液中,细胞会由于失水过多而死亡。此外,在过酸、过碱或温度过高、过低的条件下,细胞也不能正常生活。

在细胞外液中细胞会出现这种情况吗?

这就要分析细胞外液的理化特性。渗透压、酸碱度和温度是细胞外液理化性质的三个主要方面。

所谓溶液渗透压,简单地说,是指溶液中溶质微粒对水的吸引力。溶液渗透压的大小取决于溶液中溶质微粒的数目:溶质微粒越多,即溶液浓度越高,对水的吸引力越大,溶液渗透压越高;反过来,溶质微粒越少,即溶液浓度越低,溶液渗透压越低。血浆渗透压的大小主要与无机盐、蛋白质的含量有关。在组成细胞外液的各种无机盐离子中,含量上占有明显优势的是 $\text{Na}^+$ 和 $\text{Cl}^-$ ,细胞外液渗透压的90%以上来源于 $\text{Na}^+$ 和 $\text{Cl}^-$ 。在 $37\text{ }^\circ\text{C}$ 时,人的血浆渗透压约为 $770\text{ kPa}$ ,相当于细胞内液的渗透压。

正常人的血浆近中性,pH为 $7.35\sim 7.45$ 。血浆的pH之所以能够保持稳定,与它含有 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{HPO}_4^{2-}$ 等离子有关。人体细胞外液的温度一般维持在 $37\text{ }^\circ\text{C}$ 左右。

### 内环境是细胞与外界环境进行物质交换的媒介

细胞作为一个开放系统,可以直接与内环境进行物质交换:不断获取进行生命活动所需要的物质,同时又不断排出代谢产生的废物,从而维持细胞正常的生命活动(图1-3)。

内环境又是如何与外界环境进行物质交换的呢?

生理盐水的浓度是多少?为什么医院里给病人输液时必须使用生理盐水?

### 学科交叉 与化学的联系

溶液酸碱度(pH)是指溶液中自由氢离子浓度的负对数,即 $\text{pH}=-\lg[\text{H}^+]$ 。

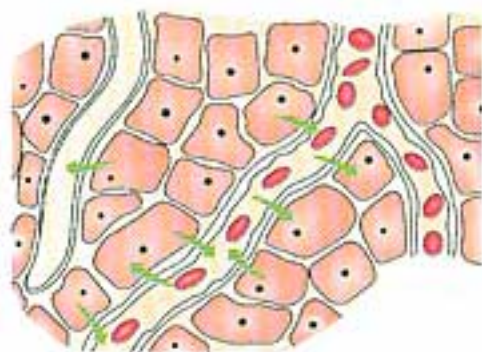


图1-3 细胞直接与内环境进行物质交换



### 思考与讨论

结合初中学过的人体消化、呼吸、循环、排泄等知识,和同学讨论以下问题:

1. 维持渗透压的 $\text{Na}^+$ 和 $\text{Cl}^-$ 以及葡萄糖、氨基酸等物质是经过哪些途径进入内环境的?
2. 参与维持pH的 $\text{HCO}_3^-$ 是怎样形成的?这与体内哪些系统的活动有关?
3. 细胞外液的温度能够保持稳定的根本原

因是什么?试推测哪些器官和系统参与了体温的维持?

4. 体内细胞产生的代谢废物,如尿素和 $\text{CO}_2$ 是怎样从内环境排到体外的?

5. 通过以上讨论,是否增进了你对本章首页题诗的理解?

通过讨论可以看出，内环境与外界环境的物质交换过程，需要体内各个器官系统的参与，同时，细胞和内环境之间也是相互影响、相互作用的。细胞不仅依赖于内环境，也参与了内环境的形成和维持。



### 技能训练

## 构建人体细胞与外界环境的物质交换模型

联系必修1所学过的细胞内物质的输入和输出的内容，以及初中所学过的消化、呼吸、循环、泌尿系统等知识，尝试以图解或计算机制作

演示文稿、flash动画等不同形式，用模式化的方法模拟和展示人体细胞与内环境、内环境与外界环境进行物质交换的大致过程。

## 练习

### 一、基础题

1. 人体的体液是指：

- A. 细胞外液和消化液；
- B. 细胞内液和血液；
- C. 细胞内液和细胞外液；
- D. 血浆、组织液、淋巴。

答 [ ]

2. 下列选项中，与其他三个选项的含义都有很大差别的一项是：

- A. 细胞外液；
- B. 细胞内液；
- C. 血浆、淋巴、组织液；
- D. 内环境。

答 [ ]

3. 下列物质中，不属于人体内环境组成成分的是：

- A. 钙离子；
- B. 呼吸酶；
- C. 葡萄糖；
- D. 血浆蛋白。

答 [ ]

4. 毛细血管壁细胞和毛细淋巴管壁细胞的直接生活环境是由哪些细胞外液构成的？

### 二、拓展题

右图表示人体内的细胞与外界环境之间进行物

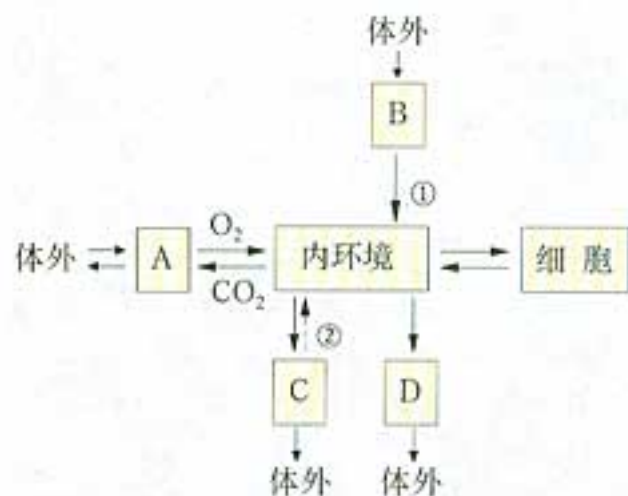
质交换的过程。A、B、C、D表示直接与内环境进行物质交换的四种器官，①②是有关的生理过程。据图回答：

(1) 内环境与A交换气体必须通过的结构是\_\_\_\_\_。

(2) B内的营养物质通过①过程进入内环境，①表示的过程是\_\_\_\_\_。

(3) ②过程表示\_\_\_\_\_作用。

(4) D表示\_\_\_\_\_。





## 第2节 内环境稳态的重要性

### 问题探讨



在进行常规体检时，通常要做血液生化六项的检查，以了解肝功能、肾功能、血糖、血脂等是否正常。左图是某人的血液生化六项检查的化验单。

#### 讨论：

1. 为什么血浆的生化指标能反映机体的健康状况？
2. 每种成分的参考值（即正常值）都有一个变化范围，这说明什么？
3. 从化验单上可以看出哪几种成分超出正常范围？这可能会对人体造成什么不利影响？

随着外界环境因素的变化和体内细胞代谢活动的进行，内环境的各种化学成分和理化性质在不断发生变化。内环境会因此而剧烈变动吗？

### 内环境的动态变化

我们可以通过下面的体温测定活动来了解内环境动态变化的特点。

#### 本节聚焦

- 什么是内环境稳态？
- 内环境稳态的重要意义是什么？
- 稳态调节的机制是什么？



#### 调查

### 体温的日变化规律

课前完成家庭成员一日内体温（腋窝温度，精确到小数点后一位）变化调查表。

成员	6:00	9:00	12:00	15:00	18:00	21:00	睡前	平均温度
母亲								
父亲								
自己								

思考以下问题，得出结果和结论。

1. 不同家庭成员的体温完全一致吗？这说明了什么？
2. 和其他同学交流调查结果，比较班级中

同一年龄同一性别同学的体温数据，可以得出什么结论？

3. 将体温变化情况与当地实际气温日变化大致情况进行对比，结果如何？

### ▶ 知识链接

关于体温是如何调节的，请看本书第2章第3节。

可以看出，正常情况下，不同人的体温，会因年龄、性别等的不同而存在着微小的差异；同一个人的体温在一日内也有变化，但一般不超过 $1^{\circ}\text{C}$ 。尽管周围的气温波动范围较大，但健康人的体温始终接近 $37^{\circ}\text{C}$ 。

像体温的变化情况一样，健康人的内环境的每一种成分和理化性质都处于动态平衡中。这种动态平衡是通过机体的调节作用实现的。生理学家把正常机体通过调节作用，使各个器官、系统协调活动，共同维持内环境的相对稳定状态叫做稳态（homeostasis）。

稳态是怎样实现的呢？

### 对稳态调节机制的认识

人体各器官、系统协调一致地正常运行，是维持内环境稳态的基础（图1-4）。如果某种器官的功能出现障碍，就会引起稳态失调。例如，肾脏是形成尿液的器官，当发生肾功能衰竭时，就会出现尿毒症，最终会引起死亡。

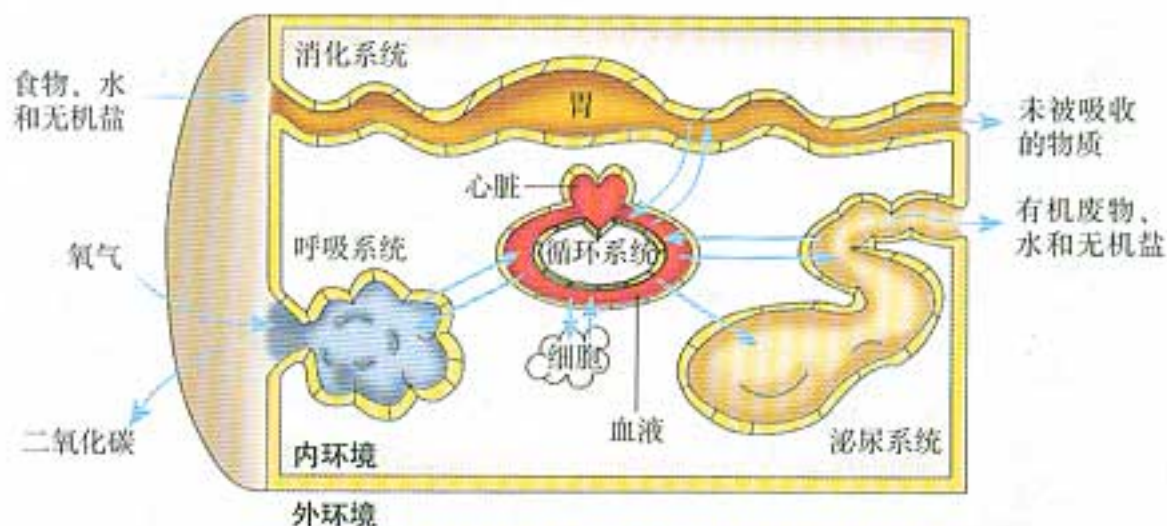


图1-4 内环境稳态与消化、呼吸、循环、排泄系统的功能联系示意图

机体内各个器官、系统，为什么能保持协调一致呢？

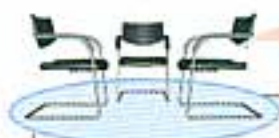
最初，法国生理学家贝尔纳（C. Bernard, 1813—1878）曾推测，内环境的恒定主要依赖于神经系统的调节。后来，美国生理学家坎农（W. B. Cannon, 1871—1945）提出了稳态维持机制的经典解释：内环境稳态是在神经调节和体液调节的共同作用下，通过机体各种器官、系统分工合作、协调统一而实现的。

免疫系统曾一直被认为是机体的防御系统。随着分子生物学的发展，人们发现，免疫系统也起着重要的调节作用：它能发现并清除异物、外来病原微生物等引起内环境

波动的因素。

因此,目前普遍认为,神经—体液—免疫调节网络是机体维持稳态的主要调节机制。

内环境的稳态会不会出现失调的情形呢?



### 思考与讨论

1. 你有过发高烧的经历吗? 谈谈高烧最严重时的感受。体温过高时为什么要采取物理降温或药物降温的措施?

2. 大量出汗或严重腹泻后,如果只喝水,不补充盐,内环境的渗透压会出现什么变化? 这

会带来怎样的后果?

3. 有人到青藏高原后会出现头痛、乏力、心跳加快甚至血压升高等症状,为什么? 这说明外界环境与内环境稳态之间有什么关系?

人体维持稳态的调节能力是有一定限度的。当外界环境的变化过于剧烈,或人体自身的调节功能出现障碍时,内环境的稳态就会遭到破坏。

**与社会联系** 夏天使用空调可以帮助你摆脱酷热的煎熬,但是长时间使用容易引起“空调病”。请你从内环境稳态失调的角度,分析“空调病”的原因。

### 内环境稳态的重要意义

细胞的代谢过程是由细胞内众多复杂的化学反应组成的,完成这些反应需要各种物质和条件。例如,细胞代谢需要依靠氧化分解葡萄糖来提供能量,只有血糖浓度和血液中的含氧量保持在正常范围内,才能为这一反应提供充足的反应物。细胞代谢的进行离不开酶,酶的活性又受温度、pH等因素的影响。只有温度、pH等都在适宜范围内,酶才能正常地发挥催化作用。由此可见,内环境稳态是机体进行正常生命活动的必要条件。



### 实验

### 生物体维持 pH 稳定的机制

细胞代谢会产生许多酸性物质,如碳酸等,人和动物吃的食物中有时会含有一些酸性或碱性物质,这些酸性或碱性物质进入内环境,常使

pH 发生偏移,但一般情况下,机体能使 pH 稳定在一定范围内,这是为什么呢?

### 目的要求

通过比较自来水、缓冲液(如 $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 、 $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 等的溶液,在加入酸或碱时,能使pH的变化减弱)和生物材料在加入酸或碱后pH的变化,推测生物体是如何维持pH稳定的。

### 材料用具

4副防护手套、50 mL烧杯1个、50 mL量筒1个、彩色铅笔、pH计或万用pH试纸、镊子1把、自来水、0.1 mol/L HCl(盛于滴瓶中)、0.1 mol/L NaOH(盛于滴瓶中)、生物材料(肝匀浆、马铃薯匀浆、用水5:1稀释的鸡蛋清、黄瓜匀浆)、pH=7的磷酸缓冲液。

### 方法步骤

1. 以4人为一组。在记录本中,画一个如下表所示的记录表。

2. 将25 mL自来水倒入50 mL烧杯中。

3. 用pH计或pH试纸测试起始的pH,并作记录。

4. 一次加一滴0.1 mol/L HCl,然后轻轻摇动。加入5滴后再测pH。重复这一步骤直到加入了30滴为止。将pH测定结果记入表中。

注意:盐酸有腐蚀性。应避免它与皮肤和眼睛接触,也不要入口。若有酸洒落或溅出,要立即用水冲洗15 min,并告诉老师。

不同实验材料pH变化记录表

	加入0.1 mol/L HCl							加入0.1 mol/L NaOH						
	加入不同数量液滴后的pH							加入不同数量液滴后的pH						
	0	5	10	15	20	25	30	0	5	10	15	20	25	30
自来水														
缓冲液														
生物材料1														
生物材料2														

5. 充分冲洗烧杯并向其中倒入25 mL自来水。测定并记录起始的pH。再如步骤4,一滴一滴地加入0.1 mol/L的NaOH,测定并记录pH。

注意:氢氧化钠也有腐蚀性,注意事项同前。

6. 充分冲洗烧杯,用缓冲液代替自来水,重复步骤2至步骤5,记录结果。

7. 充分冲洗烧杯,选两种生物材料分别代替自来水,重复步骤2至步骤5,记录结果。

8. 根据所得数据,以酸或碱的滴数为横轴,以pH为纵轴,画出自来水pH变化的曲线。以实线表示加入酸后pH的变化,虚线表示加入碱后的变化。再用其他颜色的线条分别表示生物

材料、缓冲液pH的变化情况,也同样以实线和虚线分别表示加入酸、碱后的变化。

### 结论

根据实验结果,说出不同实验材料pH变化的特点。

### 讨论:

1. 就加入HCl或NaOH后pH的变化来说,生物材料是更像自来水还是更像缓冲液?

2. 分析缓冲液的pH变化情况为什么与自来水的不同。

3. 尝试对生物材料维持pH稳定的机制进行解释。



## 练习

### 一、基础题

1. 下列有关稳态的叙述中, 正确的是:

A. 稳态是机体通过消化、呼吸、循环、排泄这四个系统的协调活动来维持的;

B. 稳态是机体在神经系统的调节下, 通过各器官、系统的协调活动来共同维持的;

C. 在正常情况下, 内环境的各项理化性质是保持不变的;

D. 在正常情况下, 内环境的各项理化性质经常处于变动之中, 但都保持在适宜的范围内。

答 [ ]

2. 当内环境的稳态遭到破坏时, 必将引起:

A. 酶促反应速率的加快; B. 渗透压下降;

C. 细胞代谢紊乱; D. 糖尿病。

答 [ ]

3. 关于内环境稳态调节机制的现代观点是:

A. 神经调节;

B. 体液调节;

C. 神经—体液调节;

D. 神经—体液—免疫调节。

答 [ ]

4. 为什么说内环境的稳态是人体进行正常生命活动的必要条件?

### 二、拓展题

有一位科学家进行了以下实验: 用高浓度的糖溶液饲喂一只动物, 在接下来的 3 h 内, 每隔 30 min 检查该动物血液中葡萄糖的浓度。结果如下表所示。

食用糖后的时间 / min	血液中葡萄糖的浓度 / $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$
0	0.75
30	1.25
60	1.10
90	0.90
120	0.75
150	0.75
180	0.75

请利用表中数据绘制血液中糖的浓度随时间推移而变化的曲线图, 并尝试解释血糖浓度为什么会出现这样的变化。



## 科学史话

### 稳态概念的提出和发展

1857年, 法国著名生理学家贝尔纳提出: 动物的生活需要两个环境——机体细胞生活的内环境和整个有机体生活的外环境。由组织液、血浆、淋巴构成的内环境是稳定的, 这是生命能独立和自由存在的首要条件。



贝尔纳

1926年, 美国生理学家坎农提出稳态的概念: 稳态不是恒定不变, 而是一种动态的平衡。内环境的任何变化, 都会引起机体自动调节组织和器官的活动, 使内环境的变化限制在狭小的范围内。



坎农


近几十年来, 生物科学飞速发展, 使

人们能更详细地揭示稳态的机制。现在认为,机体的调节系统主要有三个,即神经系统、内分泌系统和免疫系统,三者具有共同的“语言”——信息分子。这三大调节系统互相联系,形成完整的调节网络,共同维持机体的稳态。

随着科学的发展,稳态概念也在不断发展。人们发现,许多生命活动都有类似

于内环境稳态的特性。例如,在分子水平上,存在基因表达的稳态;在器官水平上,存在心脏活动(血压、心率)的稳态等。在宏观水平上,种群数量的消长存在稳态现象,最大的生态系统——生物圈也存在稳态。可见在生命系统的各个层次上,都普遍存在着稳态现象。稳态已经成为生物学的一大基本概念。

## 本章小结



人体细胞生活在由组织液、血浆、淋巴等细胞外液共同构成的液体环境——内环境中。内环境中含有水、无机盐、各种营养物质和代谢废物等,具有一定的渗透压、酸碱度和温度。内环境不仅是细胞生存的直接环境,而且是细胞与外界环境进行物质交换的媒介。内环境的各种理化性质总是在不断变化,但正常情况下,借助机体的调节作用,这种变化保持在一定范围内。生理学家把正常机体通过自身的调节作用,使各个器官、系统协调活动,共同维持内环境的相对稳定状态叫做稳态。内环境的稳态是机体进行生命活动的必要条件。稳态的实现,是机体在神经—体液—免疫调节下,各器官、系统协调活动的结果。

稳态概念源于对内环境的研究,后来逐渐发展成为适用于整个生物科学的基本概念。这从一个侧面反映出生物科学从分析走向综合、由分支走向统一的发展趋势。

每一个人的健康都与内环境的稳态有关。学习有关内环境稳态的知识,有助于养成自我保健的意识和习惯,还可以运用这方面的知识关爱家人和亲友。

# 自我检测

## 一、概念检测

### 1. 判断

- (1) 体液是指细胞外液。 ( )
- (2) 体内细胞通过内环境就可以与外界环境进行物质交换。 ( )
- (3) 内环境稳态是指内环境的成分和理化性质恒定不变。 ( )
- (4) 免疫系统既是机体的防御系统，也是维持稳态的调节系统。 ( )

### 2. 选择

- (1) 下面不能构成人体内环境的是：  
A. 淋巴； B. 细胞外液；  
C. 血浆； D. 细胞内液。  
答 [ ]
- (2) 在下列物质中，属于人体内环境组成成分的是：

- ① 血红蛋白    ② 葡萄糖    ③ 二氧化碳  
④ 钠离子    ⑤ 血浆蛋白  
A. ①②③；    B. ①④⑤；  
C. ①③④；    D. ②③④⑤。

答 [ ]

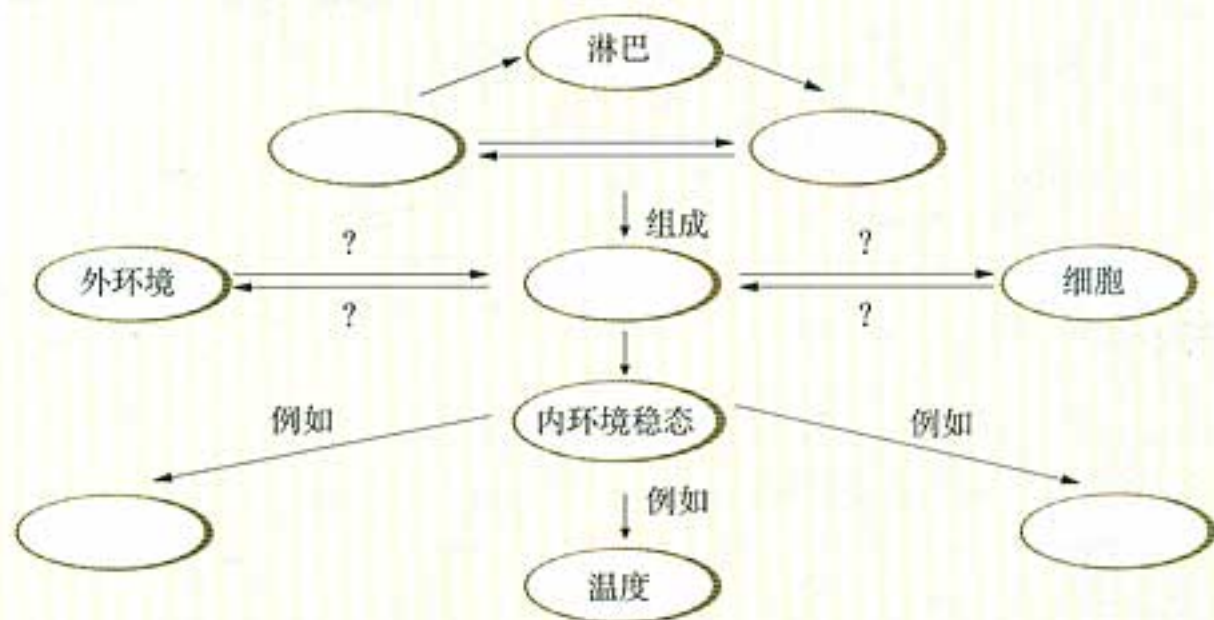
(3) 血浆中的水来自：

- A. 组织液；  
B. 组织液、消化道；  
C. 淋巴、组织液；  
D. 消化道、组织液、淋巴。

答 [ ]

### 3. 画概念图

在下图空白框和问号处填写适当的名词。



## 二、知识迁移

医生建议：老年人每天早晨起床后，应喝一杯水，以降低血液黏稠度，预防脑溢血的发生；平常生活中，应注意定时饮水，不要等渴了再喝水，因为口渴表明内环境已经缺水了。

(1) 水对于人体的生命活动具有哪些重要作用？

(2) 喝水多，尿就多；喝水少，尿就少。这一现象说明什么问题？

## 三、技能应用

19世纪流行这样一种理论：动物血液中的糖都是直接从食物中来的。血液中糖的多少取决于所吃糖的多少。为了检验这种理论，贝尔纳用狗做了以下实验。他用糖和肉分别喂狗，几天之后，发现它们的血液中有大量的糖分。这种现象引起了他的深思。进一步实验和研究终于促使他提出内环境及其恒定的概念。请针对贝尔纳的实验，回答下列问题：

(1) 贝尔纳观察到的实验现象是否支持当时流行的理论？

(2) 如何解释这种实验现象？

## 四、思维拓展

2003年10月15日，我国神州5号载人飞船成功发射并顺利返回，航天员杨利伟胜利完成任务。太空环境是一个高真空环境，人必须穿上特制的航天服，乘坐专门设计的载人航天器，才能在太空中安全地生活和工作。这是因为航天器和航天服都具备生命保障系统，为宇航员提供了一个类似于地面的环境。请搜集有关资料，分析这套生命保障系统中有哪些是为维持内环境的稳态设计的。



航天员杨利伟走出飞船

### 网站登录

<http://www.pep.com.cn/zhxsw/index.htm>

<http://www.sw-sj.com/rwdata/wang/gzsw-xcdx7.htm>

<http://www.cbe21.com/subject/biology/>

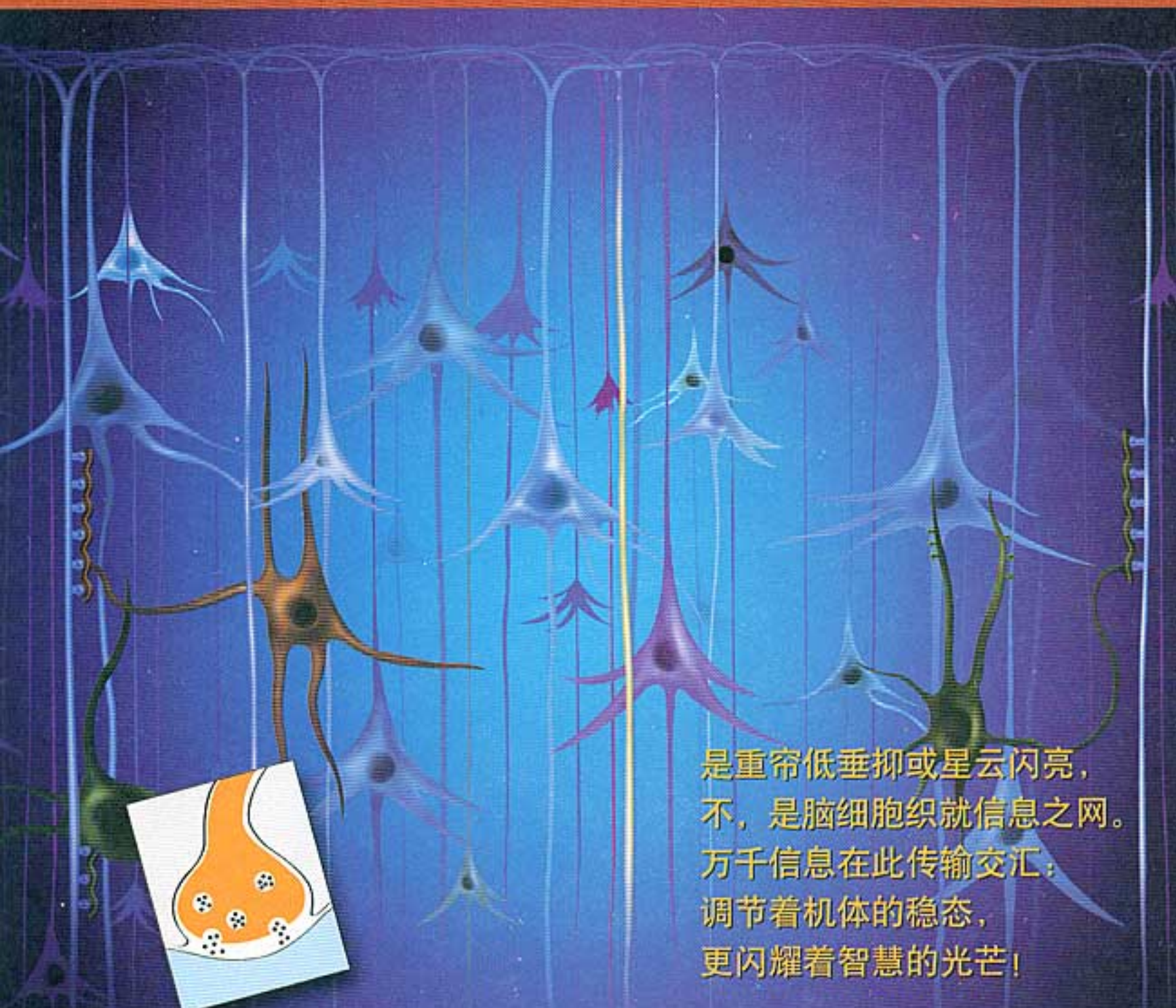


# 第2章 动物和人体生命活动的调节

你的身体作为一个开放的系统，与外界不断进行着物质的交换、能量的转换和信息的传递，体内又有成千上万种化学反应在同时进行，但是内环境却能维持相对稳定。这是为什么？

打球、游泳、骑自行车……不论你从事什么运动，全身各个器官都能够保持高度的协调一致。这又是为什么？

内环境稳态的维持，各器官之间功能的协调，以及对外界刺激作出适当的反应，都是通过复杂而精巧的调节实现的。



是重帘低垂抑或星云闪亮，  
不，是脑细胞织就信息之网。  
万千信息在此传输交汇：  
调节着机体的稳态，  
更闪耀着智慧的光芒！

# 第1节 通过神经系统的调节

## 问题探讨

足球比赛的胜负很大程度上取决于队员之间的配合，配合要靠信息的传递。

### 讨论：

1. 队员之间是如何传递信息的？
2. 队员通过眼、耳获得的信息，是如何经过自身的处理，并迅速作出反应的？
3. 队员要有良好的表现，身体的各个器官同样需要协调配合，这又是如何实现的？



足球比赛

## 本节聚焦

- 反射弧包括哪几个组成部分？
- 神经冲动是怎样产生和传导的？
- 神经系统的分级调节体现在哪些方面？
- 人脑有哪些高级功能？

动物和人体都是开放的系统，要维持内环境的稳态并与外界环境相适应，都离不开生命活动的调节，神经系统在其中扮演了主要角色。

## 神经调节的结构基础和反射

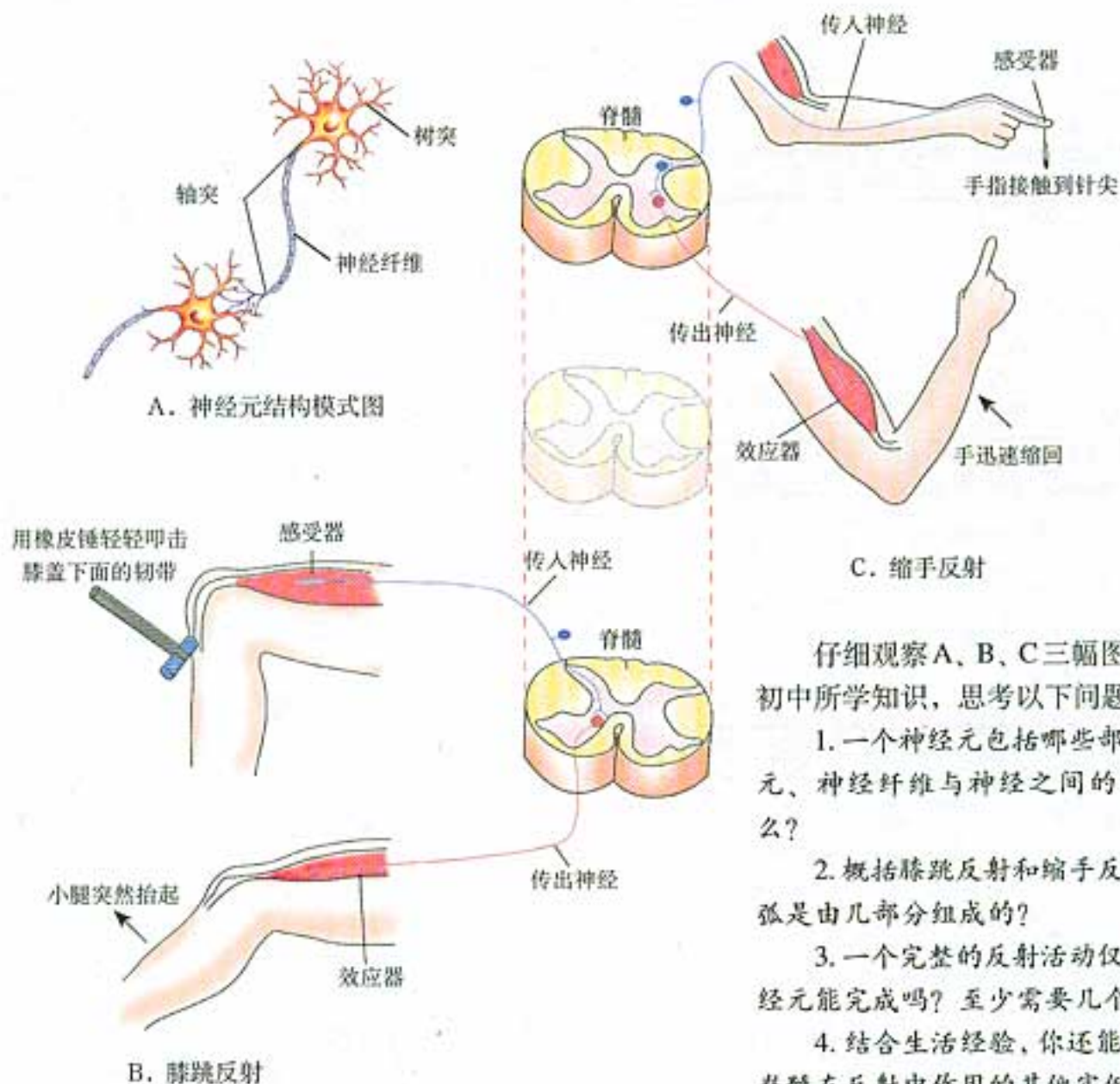
神经调节的基本方式是反射(reflex)，它是指在中枢神经系统参与下，动物体或人体对内外环境变化作出的规律性应答。完成反射的结构基础是反射弧(reflex arc)。

反射弧通常由感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器(传出神经末梢和它所支配的肌肉或腺体等)组成。反射活动需要经过完整的反射弧来实现，如果反射弧中任何环节在结构或功能上受损，反射就不能完成。

感受器接受了一定的刺激后，产生兴奋(excitation)。兴奋是指动物体或人体内的某些组织(如神经组织)或细胞感受外界刺激后，由相对静止状态变为显著活跃状态的过程。感受器的兴奋沿着传入神经向神经中枢传导；神经中枢随之产生兴奋并对传入的信息进行分析和综合；神经中枢的兴奋经过一定的传出神经到达效应器；效应器对刺激作出应答反应。这就是反射的大致过程。

## 思考与讨论

### 反射弧的基本结构



仔细观察A、B、C三幅图，并回忆初中所学知识，思考以下问题。

1. 一个神经元包括哪些部分？神经元、神经纤维与神经之间的关系是什么？
2. 概括膝跳反射和缩手反射的反射弧是由几部分组成的？
3. 一个完整的反射活动仅靠一个神经元能完成吗？至少需要几个？
4. 结合生活经验，你还能举出说明脊髓在反射中作用的其他实例吗？

### 兴奋在神经纤维上的传导

有人做过这样的实验：在蛙的坐骨神经上放置两个电极，连接到一个电表上。静息时，电表没有测出电位差，说明神经表面各处电位相等（图2-1，1）。当在图示神经的左侧一端给予刺激时，可以看到，靠近刺激端的电极处先变为负电位，接着恢复正电位（图2-1，2）；然后，另一电极处变为负电位，接着又恢复为正电位（图2-1，3、4）。

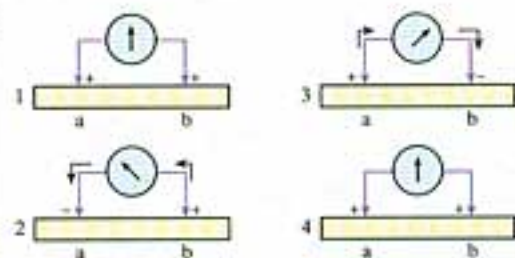
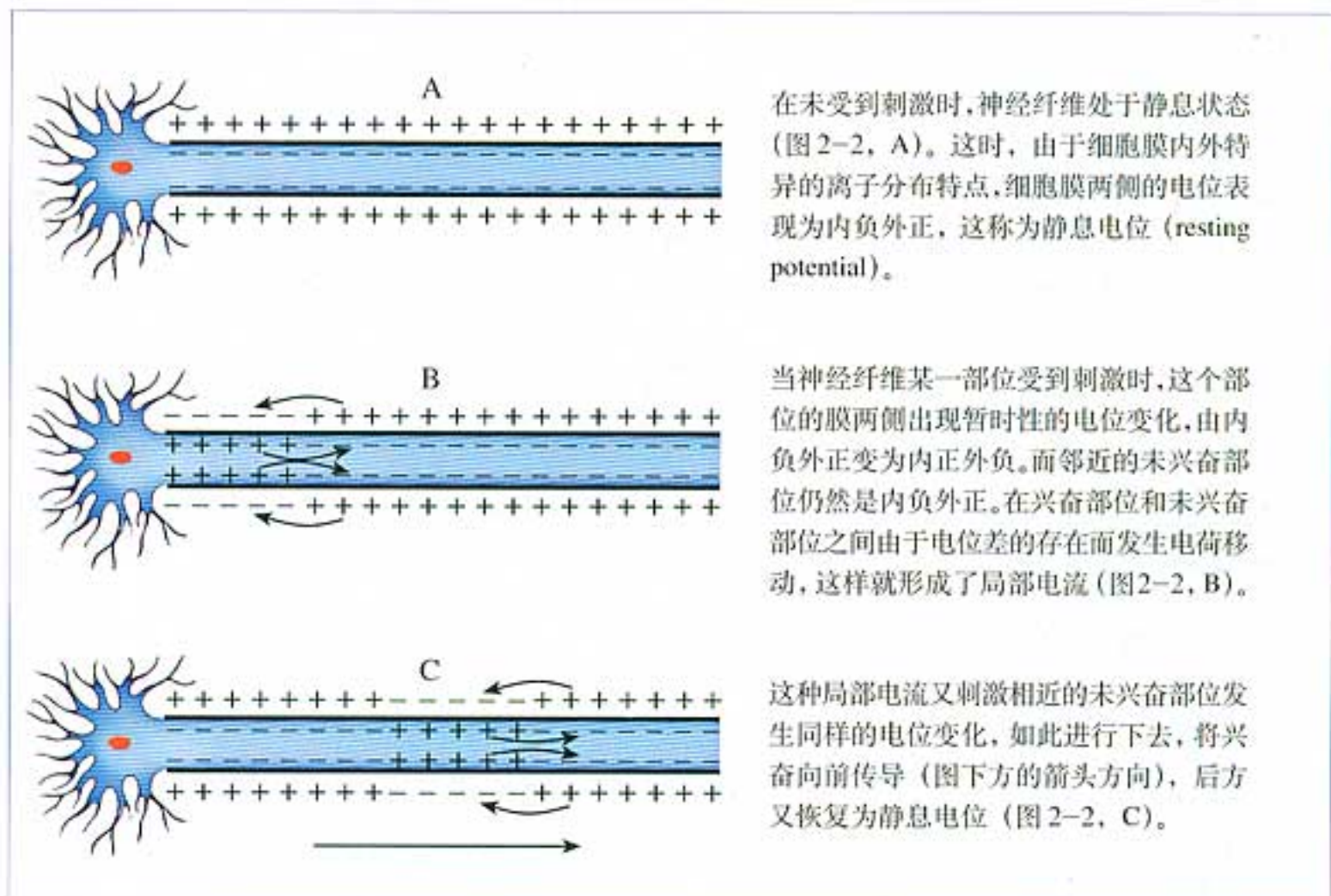


图2-1 神经表面电位差的实验示意图

这说明在神经系统中，兴奋是以电信号的形式沿着神经纤维传导的，这种电信号也叫神经冲动（neural impulse）。

神经冲动在神经纤维上是怎样产生和传导的呢？



在未受到刺激时，神经纤维处于静息状态（图2-2，A）。这时，由于细胞膜内外特异的离子分布特点，细胞膜两侧的电位表现为内负外正，这称为静息电位（resting potential）。

当神经纤维某一部分受到刺激时，这个部位的膜两侧出现暂时性的电位变化，由内负外正变为内正外负。而邻近的未兴奋部位仍然是内负外正。在兴奋部位和未兴奋部位之间由于电位差的存在而发生电荷移动，这样就形成了局部电流（图2-2，B）。

这种局部电流又刺激相近的未兴奋部位发生同样的电位变化，如此进行下去，将兴奋向前传导（图下方的箭头方向），后方又恢复为静息电位（图2-2，C）。

图2-2 神经冲动在神经纤维上传导的模式图

神经细胞内 $K^+$ 浓度明显高于膜外，而 $Na^+$ 浓度比膜外低。静息时，由于膜主要对 $K^+$ 有通透性，造成 $K^+$ 外流，使膜外阳离子浓度高于膜内，这是大多数神经细胞产生和维持静息电位的主要原因。受到刺激时，细胞膜对 $Na^+$ 的通透性增加， $Na^+$ 内流，使兴奋部位膜内侧阳离子浓度高于膜外侧，表现为内正外负，与相邻部位产生电位差。

### 兴奋在神经元之间的传递

在完成一个反射的过程中，兴奋要经过传入神经和传出神经等多个神经元，相邻的两个神经元之间并不是直接接触的。

信息是怎样由前一个神经元传到后一个神经元的呢？

神经元的轴突末梢经过多次分支，最后每个小枝末端膨大，呈杯状或球状，叫做突触小体。突触小体可以与其他神经元的细胞体或树突相接触，共同形成突触(synapse)。图2-3是根据电子显微镜下看到的突触结构绘制的模式图。

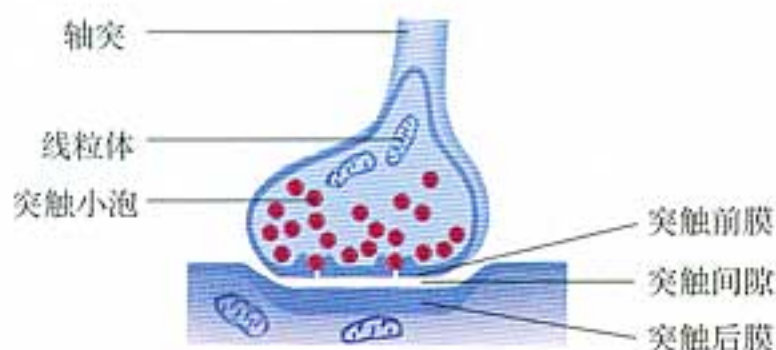


图2-3 突触的亚显微结构示意图



### 思考与讨论

根据图2-3推测：兴奋在神经元之间还能以神经冲动的形式进行传递吗？如果不能，可能是怎样传递的？

神经元之间的信息传递如图2-4所示。

当神经末梢有神经冲动传来时，突触前膜内的突触小泡受到刺激，就会释放一种化学物质——神经递质(neurotransmitter)。神经递质经扩散通过突触间隙，然后与突触后膜(另一个神经元)上的特异性受体结合，引发突触后膜电位变化，即引发一次新的神经冲动。这样，兴奋就从一个神经元通过突触传递到了另一个神经元。

由于神经递质只存在于突触前膜的突触小泡中，只能由突触前膜释放，然后作用于突触后膜上，因此神经元之间兴奋的传递只能是单方向的：例如，从一个神经元的轴突传到下一个神经元的细胞体或树突。在特定情况下，突触释放的神经递质，也能使肌肉收缩和某些腺体分泌。

### 神经系统的分级调节

脊椎动物和人的中枢神经系统包括位于颅腔中的脑(大脑、脑干和小脑)和脊柱椎管内的脊髓，它们含有大量的神经元，这些神经元组合成许多不同的神经中枢，分别负责调控某一特定的生理功能(图2-5)。

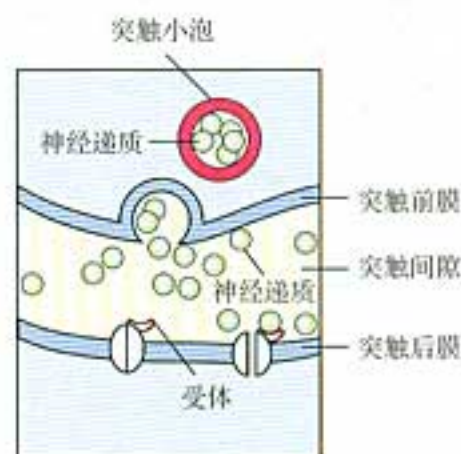


图2-4 神经元之间通过突触传递信息图解

### ▶ 相关信息

目前已知的神经递质种类很多，主要有乙酰胆碱、多巴胺、去甲肾上腺素、肾上腺素、5-羟色胺、氨基酸类(如谷氨酸、天冬氨酸、甘氨酸等)、一氧化氮等。

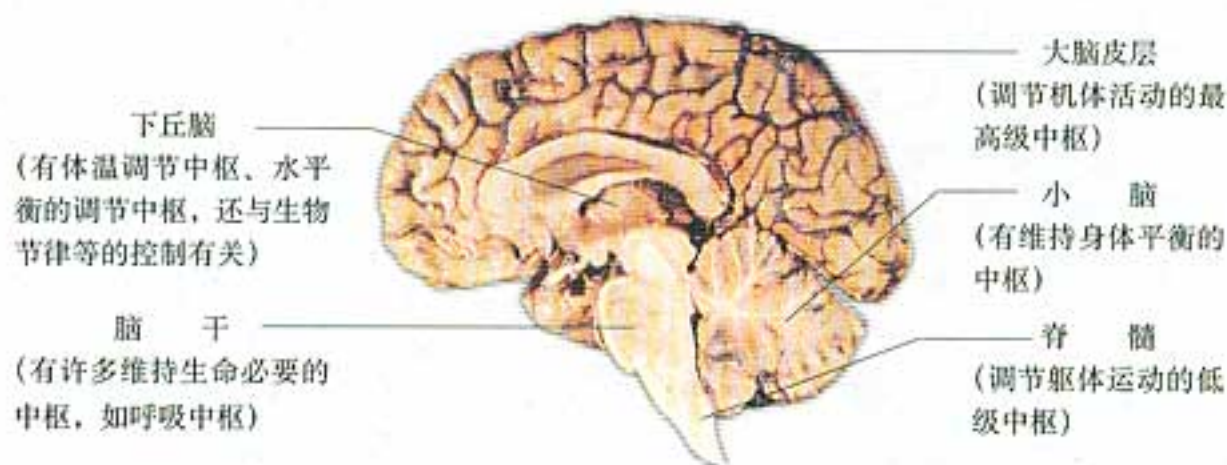


图 2-5 各级中枢示意图

这些神经中枢是各自孤立地对生理活动进行调节的吗?



### 资料分析

## 神经系统不同中枢对排尿反射的控制

资料1: 尿在肾脏不断生成, 经输尿管流入膀胱暂时贮存。当膀胱储尿达到一定程度时, 引起尿意。控制排尿的初级中枢在脊髓。

资料2: 一般成年人可以有意识地控制排尿, 即可以“憋尿”, 在适宜的环境下才排尿; 但婴儿经常尿床。

资料3: 有些人由于外伤等使意识丧失, 出现像婴儿那样尿床的情况。

资料4: 在医院做尿检时, 在没有尿意的情

况下也能排出尿液。

### 讨论:

1. 成人可以有意识地控制排尿, 婴儿却不能, 二者控制排尿的神经中枢的功能有什么差别?

2. 有些患者出现资料3所提到的不受意识支配的排尿情况, 是哪里出现了问题?

3. 这些例子说明神经中枢之间有什么联系?

由此可以看出, 神经中枢的分布部位和功能各不相同, 但彼此之间又相互联系, 相互调控。一般来说, 位于脊髓的低级中枢受脑中相应的高级中枢的调控, 这样, 相应器官、系统的生理活动, 就能进行得更加有条不紊和精确。

## 人脑的高级功能

位于人大脑表层的大脑皮层, 有140多亿个神经元, 组成了许多神经中枢, 是整个神经系统中最高级的部位。它除了对外部世界的感知以及控制机体的反射活动外, 还具有语言、学习、记忆和思维等方面的高级功能。

语言文字是人类社会信息传递的主要形式，也是人类进行思维的主要工具。语言功能是人脑特有的高级功能，它包括与语言、文字相关的全部智力活动，涉及到人类的听、写、读、说。

这些功能与大脑皮层某些特定的区域有关，这些区域称为言语区（图2-6）。

大脑皮层言语区的损伤会导致特有的各种言语活动功能障碍。例如，当图示中的S区受损伤，患者可以看懂文字、听懂别人的谈话，但自己却不会讲话，不能用词语表达思想，称为运动性失语症。



图2-6 人类大脑皮层（左半球侧面）的言语区



### 思考与讨论

观察图2-6，推测：如果某人听不懂别人的讲话，但却可以讲话，可能是哪个区出现问题？

学习和记忆是脑的高级功能之一。学习是神经系统不断地接受刺激，获得新的行为、习惯和积累经验的过程。记忆则是将获得的经验进行贮存和再现。学习和记忆相互联系，不可分割。人类的记忆大致可以分为图2-7所示的几个连续过程。

揭示记忆的奥秘，是近百年来神经科学家孜孜以求的奋斗目标。研究发现，学习和记忆涉及脑内神经递质的作用以及某些种类蛋白质的合成。短期记忆主要与神经元的活动及神经元之间的联系有关，尤其是与大脑皮层下一个形状像海马的脑区有关。长期记忆可能与新突触的建立有关。学习和记忆更深层次的奥秘，目前仍是有待于进一步探索的难题。

由于人脑的结构和功能极其复杂，需要从分子、细胞、局部回路、全脑和行为等不同层次进行研究，因此，揭示脑的奥秘是21世纪人类最有挑战性的工作之一。

1997年，由美、英、法、德、日等19国共同参与、以“认识脑、保护脑和创造脑”为目标的人类脑计划正式启动。我国于2001年9月正式成为参与人类脑计划研究的第20个国家。

脑科学对人类神经和精神疾病的研究，以及神经网络计算机和信息科学的发展，都具有重要的意义。



图2-7 不同形式记忆的关系

在学习过程中，老师经常强调要动用各种器官，反复复习。这有什么道理？



## 练习

### 一、基础题

1. 如果支配左腿的传入神经及中枢完整, 而传出神经受损, 那么该左腿会:

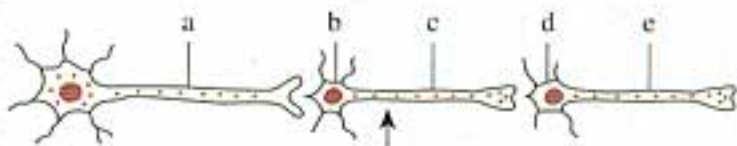
- A. 能运动, 针刺有感觉;
- B. 不能运动, 针刺有感觉;
- C. 能运动, 针刺无感觉;
- D. 不能运动, 针刺无感觉。

答 [ ]

2. 饮酒过量的人表现为语无伦次、走路不稳、呼吸急促。在小脑、脑干和大脑三个结构中, 与有关生理功能相对应的结构分别是\_\_\_\_\_。

### 二、拓展题

1. 下图表示三个通过突触相连接的神经元。若在箭头处施加一强刺激, 则能测到膜内外电位变化的位置是\_\_\_\_\_。



2. 神经冲动在神经纤维上的传导, 与电流沿导线的传导有什么异同?



## 与生物学有关的职业

### 神经外科医生

神经外科医生诊治的疾病, 包括脑内肿瘤、脑部损伤、脑血管疾病、脊柱及脊髓病变等。

神经外科手术需要借助于各种技术和仪器。非创伤性检查诊断技术——计算机X线体层扫描(CT)和核磁共振成像技术(MRI)的应用, 极大地提高了神经外科诊断和治疗的水平。光学显微镜的应用使手术的一个个禁区被打破; 后来, 电子显微镜、立体定位仪与放射线的结合, 使医生可以准确地确定颅内的病变位点, 并利用小剂量的放射线( $\gamma$ 刀等)定点消除病变, 极大地降低了手术的危险性。

在脑手术以后, 多数病人由于脑部的创伤, 会出现内环境稳态的失调, 如水盐平衡失调等, 因此需要调理较长时间, 这

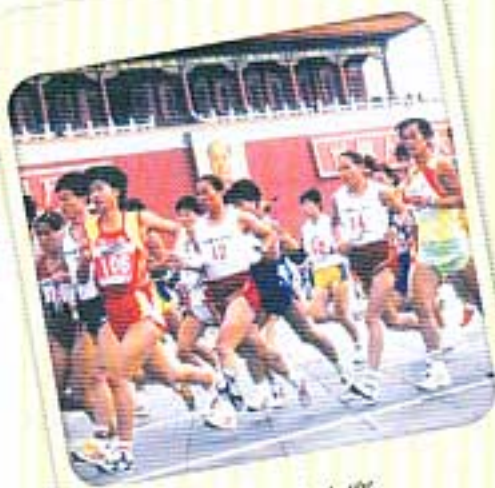


就需要神经外科医生必须懂得机体内各种调节的协调作用。



## 第2节 通过激素的调节

### 问题探讨



马拉松比赛

马拉松长跑是赛程超过40 km、历时2 h以上的极限运动，运动员每小时至少要消耗300 g糖类。

血糖（血液中的葡萄糖）可以补充肌肉因运动而消耗的糖类。正常人的血糖含量是0.8~1.2 g/L（80~120 mg/dL），全身的血量大约为5 L。

◆ 计算：如果仅靠血液中的葡萄糖，运动员能跑多长时间？

◆ 讨论：长跑过程中大量消耗葡萄糖，会导致血糖含量下降吗？为什么？

人和动物体内血糖的含量，体液的pH、温度以及水和无机盐的含量等都处于不断的变化中，在变化中又可以维持相对稳定。这种相对稳定是通过复杂的调节实现的。

### 激素调节的发现

在20世纪之前，“激素（hormone）”这一概念还没有被提出，学术界普遍认为，人和动物体的一切生理活动都是由神经系统调节的。在这种情况下，探寻其他的调节方式，就意味着向权威观点提出挑战，而这需要有勇于探索和创新的精神。

### 本节聚焦

- 激素的发现过程带给你什么启示？
- 血糖的平衡是怎样维持的？激素对维持内环境的稳态有什么作用？
- 激素的分泌是怎样调节的？
- 激素调节有什么特点？



### 资料分析

### 促胰液素的发现

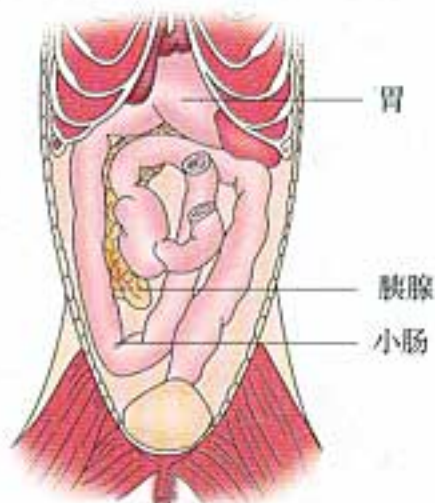
这是一个可以给我们很多启迪的故事。

#### 1. 囿于定论的沃泰默

胰腺能分泌胰液。胰液通过导管注入小肠，

其中的酶用来消化食物。胰液的分泌是如何调节的呢？在19世纪，学术界普遍认为，胃酸刺激小肠的神经，神经将兴奋传给胰腺，使胰腺分

泌胰液。法国学者沃泰默 (Wertherimer) 做了这样一个实验: 把稀盐酸注入狗的上段小肠肠腔内, 会引起胰腺分泌胰液。若直接将稀盐酸注入狗的血液中则不会引起胰液的分泌。他进而切除了通向该段小肠的神经, 只留下血管, 再向小肠内注入稀盐酸时, 仍能促进胰液分泌。他对这一结果的解释是: 这是一个十分顽固的神经反射。之所以说它顽固, 是由于小肠上微小的神经难以剔除干净。你同意他的解释吗?



狗的胃、小肠和胰腺的位置

## 2. 另辟蹊径的斯他林和贝利斯

英国科学家斯他林 (E. H. Starling, 1866—1927) 和贝利斯 (W. M. Bayliss, 1860—1924) 读了沃泰默的论文, 却大胆地作出另一种假设: 这不是神经反射而是化学调节——在盐酸的作

用下, 小肠黏膜可能产生了一种化学物质, 这种物质进入血液后, 随血流到达胰腺, 引起胰液的分泌。

1902年, 为了验证这一假设, 他们把狗的一段小肠剪下, 刮下黏膜, 将黏膜与稀盐酸混合加砂子磨碎, 制成提取液。将提取液注射到同一条狗的静脉中, 发现能促进胰腺分泌胰液。这证明他们的假设是正确的。他们把小肠黏膜分泌的这种化学物质称做促胰液素。

## 3. 巴甫洛夫的感慨

俄国生理学家巴甫洛夫 (I. P. Pavlov, 1849—1936) 是近代消化生理学的奠基人、诺贝尔奖获得者。他和他的学生们在消化腺的神经调节方面做了大量研究, 他们也曾认为小肠中盐酸导致胰液分泌属于神经反射。斯他林和贝利斯的发现与他们的结论大相径庭, 于是他们做了重复实验, 结果却与斯他林和贝利斯的一模一样。巴甫洛夫对学生深表遗憾地说: “自然, 人家是对的。很明显, 我们失去了一个发现真理的机会!”

## ◆ 讨论

1. “机遇只偏爱那种有准备的头脑”。是哪些因素使斯他林和贝利斯抓住了成功的机遇呢?

2. 斯他林和贝利斯获得的科学发现包括哪些内容?

## ► 科学方法

提出新的假说往往需要大胆的质疑和丰富的想像。有时, 不同的假说都能在一定程度上解释某一科学事实, 哪一个假说能够成为公认的理论, 取决于进一步的观察和实验。

促胰液素是人们发现的第一种激素。这一重要发现使人们认识到, 人和动物体的生命活动, 除了受神经系统的调节外, 还存在着另一种调节方式——由内分泌器官 (或细胞) 分泌的化学物质进行调节, 这就是激素调节 (hormonal regulation)。此后, 科学家又陆续发现了许多种激素, 弄清了这些激素的来源 (图 2-8) 和作用。

激素是什么物质呢? 研究发现, 不同的激素化学组成不同。例如, 胰岛素是一种含 51 个氨基酸的蛋白质, 而性激素主要是类固醇。

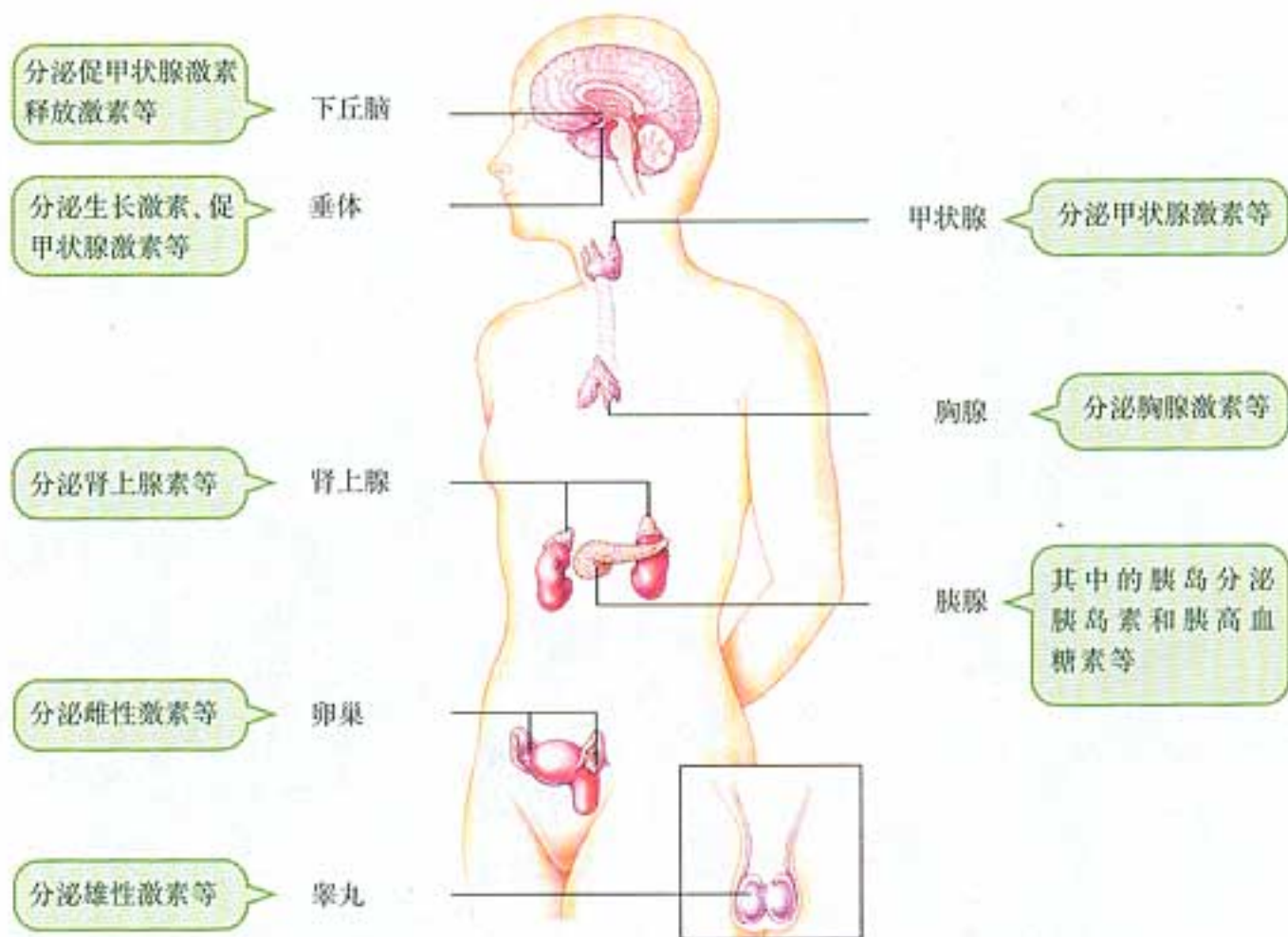


图 2-8 人体主要内分泌腺及其分泌的激素

## 激素调节的实例

激素是怎样调节生命活动的呢？让我们一起来分析两个实例。

### 实例一：血糖平衡的调节

要想知道血糖平衡是如何维持的，首先需要分析血糖的来源和去向（图 2-9）。



图 2-9 血糖的来源和去向（正常情况下）

### 思考与讨论

1. 马拉松运动员在比赛过程中，血糖不断被消耗，但它的含量仍然稳定在  $0.9 \text{ g/L}$  左右。血糖可以通过哪些途径得到补充？

2. 饭后，大量的葡萄糖吸收到体内，但是正常人的血糖含量只有短暂的升高，很快就恢复正常。这是为什么？

## 批判性思维

既然血糖是提供能量的,血糖越多,能量供应就越充足,血糖含量不是越高越好吗?对此你持什么观点?你的论据是什么?

通过上面的分析可以看出,肝脏和肌肉细胞中糖原分解或合成的快慢,细胞吸收和利用葡萄糖的速率,等等,都可能影响血糖的含量。研究发现,机体是通过一些特定的激素来调节这些代谢速率的,其中最主要的是胰岛分泌的胰高血糖素 (glucagon) 和胰岛素 (insulin) (图 2-10)。

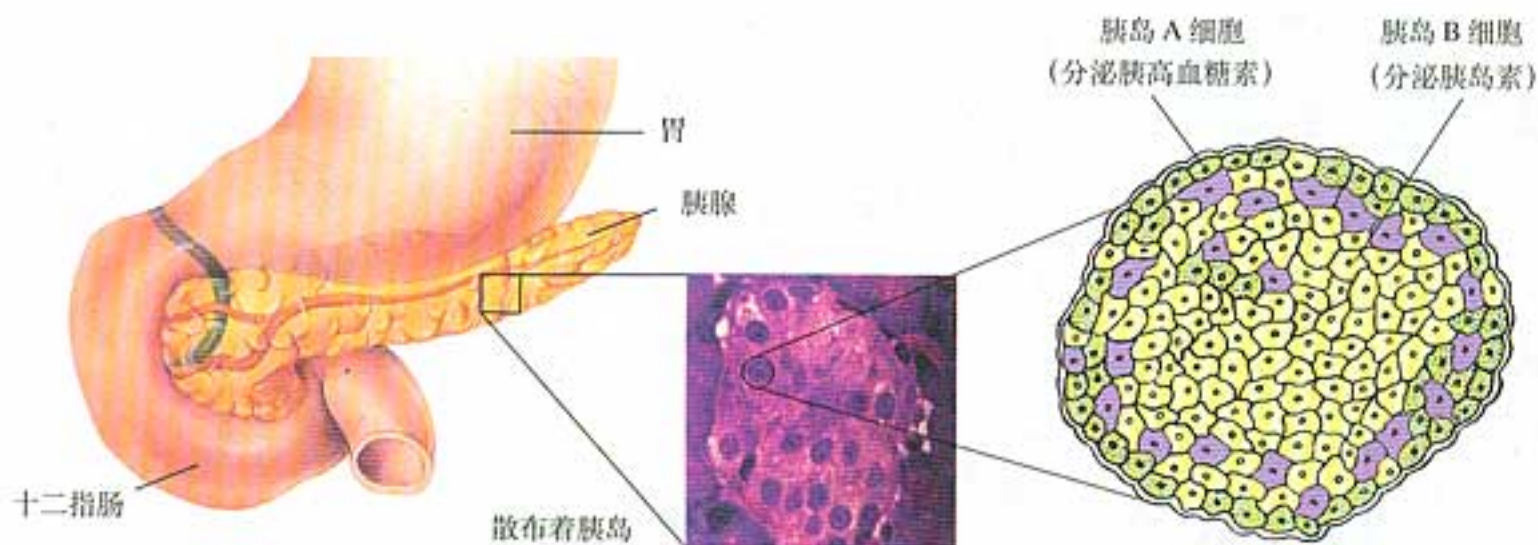
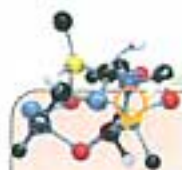


图 2-10 胰岛 A 细胞和 B 细胞以及它们分泌的激素

胰岛素和胰高血糖素究竟是怎样对血糖水平进行调节的呢? 我们通过以下活动来进行探索。



## 模型建构

### 建立血糖调节的模型

胰岛素和胰高血糖素的生理功能分别是:胰岛素能促进组织细胞加速摄取、利用和储存葡萄糖,从而使血糖水平降低;胰高血糖素能促进糖原分解,并促进一些非糖物质转化为葡萄糖,从而使血糖水平升高。

#### 模拟活动

体内血糖的调节机制非常复杂,以下模拟活动对这个过程进行了简化和模式化的处理,以便突出其主要特点。

#### 活动准备

1. 3 人一组,分别简称为甲、乙、丙。
2. 准备 3 张不同颜色的纸和一把剪刀。

3. 用某种颜色的纸剪出 15 张卡片。卡片正面写上“每 1L 血液中的 0.1 g 葡萄糖”,背面写上“糖原”。这些是“糖卡”,翻转过来则代表葡萄糖转化为糖原,再翻回去就代表糖原分解为葡萄糖。“糖卡”是否翻转及怎样翻转需要严格依照步骤 4、5 来进行。

4. 用另一种颜色的纸剪出 2 张卡片,并在上面写上“胰岛素”。每张“胰岛素卡”能使 1 张糖卡由正面翻到背面。

5. 用第 3 种颜色的纸剪出 2 张卡片,并写上“胰高血糖素”。每张“胰高血糖素卡”能使 1 张糖卡由背面翻到正面。

6. 将 9 张“糖卡”正面朝上放在桌子上,

代表正常血糖水平 (0.9 g/L)。甲拿着2张“糖卡”(正面朝上)。丙拿着剩下的4张“糖卡”(正面朝下),代表储存的糖原。乙保管“胰岛素卡”和“胰高血糖素卡”。

#### 活动步骤

1. 模拟吃饭后的反应。甲将2张“糖卡”放到桌子上。讨论该怎样做才能恢复正常血糖



模拟活动的场景

水平,并由乙、丙尝试用卡片进行操作。

2. 模拟运动时的反应。甲从桌子上拿走1张正面朝上的“糖卡”。讨论这时又该怎样做才能恢复正常血糖水平,并由乙、丙尝试用卡片进行操作。

#### 分析与结论

1. 乙代表什么器官?

2. 当血糖水平升高时,胰岛是怎样反应的? 反应的结果怎样? 当血糖水平降低时呢?

请根据活动中所理解的体内对血糖水平进行调节的机制,用自己的语言说出胰岛素和胰高血糖素是怎样调节血糖含量的。画出血糖调节的图解式模型。如果有条件,可以在计算机上制作出具有动态效果的模型。

#### 交流

与其他小组交流构建模型的过程和结果,相互借鉴,并就活动过程中发现的问题进行讨论。

#### 应用模型进行分析

当身体不能产生足够的胰岛素时,将会发生什么情况?

通过以上活动可以看出,胰岛素和胰高血糖素的相互拮抗,共同维持血糖含量的稳定。同时,在血糖调节的过程中,胰岛素的作用结果会反过来影响胰岛素的分泌,胰高血糖素也是如此。像这样,在一个系统中,系统本身工作的效果,反过来又作为信息调节该系统的工作,这种调节方式叫做反馈调节(feedback regulation)。反馈调节是生命系统中非常普遍的调节机制,它对于机体维持稳态具有重要意义。

你能举出日常生活中一两个反馈调节的实例吗?

#### 知识链接

生态系统的稳定性也是受反馈调节的,参见本书第109页。

**与社会的联系** 糖尿病在现代社会中的发病率越来越高。想一想,这与人们的饮食状况和生活方式的变化有没有关系?为什么?怎样防治糖尿病?



图2-11 甲状腺激素分泌的分级调节示意图

## 实例二：甲状腺激素分泌的分级调节

当你在寒风中瑟瑟发抖时，你身体内几乎所有的细胞都被动员起来，共同抵御寒冷。起动员作用的是神经冲动和激素，甲状腺分泌的甲状腺激素(thyroxine)在其中起着重要作用。甲状腺激素随血液运到全身，几乎作用于体内所有的细胞，提高细胞代谢的速率，使机体产生更多的热量。

甲状腺分泌甲状腺激素的多少，又受到垂体和下丘脑的调节。

当身体的温度感受器受到寒冷等刺激时，相应的神经冲动传到下丘脑。下丘脑就会分泌促甲状腺激素释放激素(TRH)，TRH运输到垂体，促使垂体分泌促甲状腺激素(TSH)。TSH随血液运输到甲状腺，促使甲状腺增加甲状腺激素的合成和分泌。

当血液中的甲状腺激素含量增加到一定程度时，又反过来抑制下丘脑和垂体分泌相关激素，进而使甲状腺激素的分泌减少，这样体内的甲状腺激素含量就不至于过高(图2-11)。可见甲状腺激素的分级调节，也存在着反馈调节机制。

## 激素调节的特点

不同激素的化学组成不同，但它们的作用方式却有一些共同的特点。

**微量和高效** 美国学者肯德尔(E. C. Kendall)从3t新鲜的动物甲状腺中才提取出0.23g的甲状腺激素。在人体血液中甲状腺激素的含量只有 $3 \times 10^{-5} \sim 14 \times 10^{-5} \text{ mg/mL}$ ，而1mg甲状腺激素可使人体产热增加4200kJ。

**通过体液运输** 内分泌腺没有导管，分泌的激素弥散到体液中，随血液流到全身，传递着各种信息。因此，临床上常通过抽取血样来检测内分泌系统的疾病(图2-12)。

**作用于靶器官、靶细胞** 众多的激素分子弥散在全身的体液中，是不是对所有细胞都起作用呢？研究发现，甲状腺激素几乎对全身的细胞都起作用，而促甲状腺激素只作用于甲状腺。能被特定激素作用的器官、细胞就是该激素的靶器官(target organ)、靶细胞(target cell)(图2-13)。激素一经靶细胞接受并起作用后就被灭活了，因此，体内需要源源不断地产生激素，以维持激素含量的动态平衡。

Test Code	Result	Units
T3	1.4	ng/mL
T4	2.3	ng/mL
TSH	2.4	uIU/mL
FT4	1.4	ng/dL

图2-12 检查血液中甲状腺激素水平的化验报告单

(手写体为正常范围。TSH项反映促甲状腺激素水平，其余各项都是反映甲状腺激素水平的指标。)

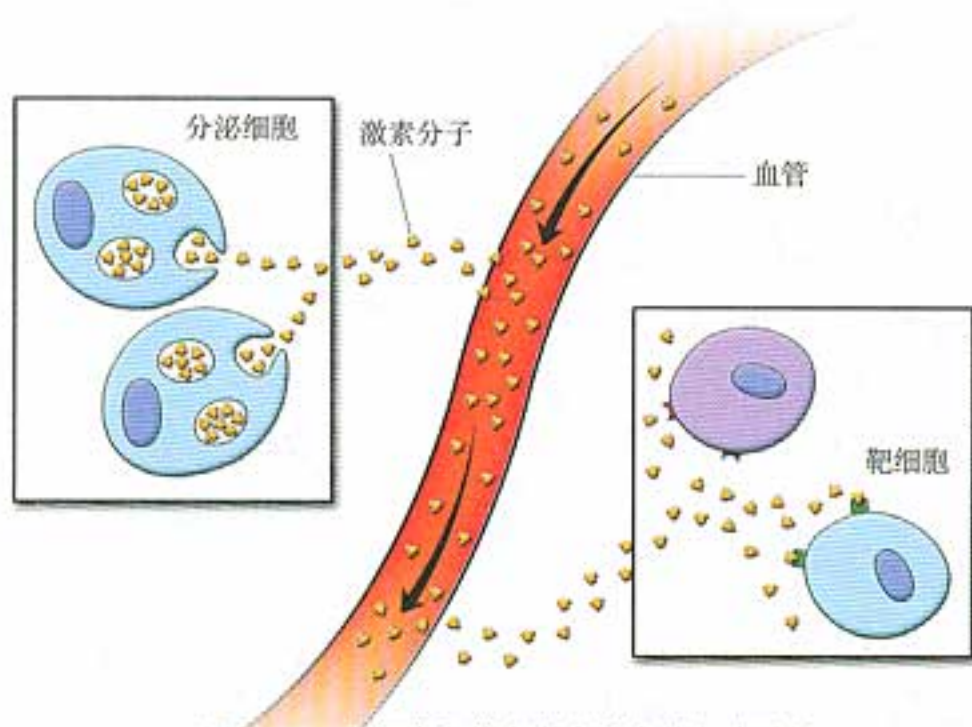


图2-13 靶细胞和特定激素结合的方式示例

► 想像空间

假如没有发明广播和电视，人们只靠电话和通信远距离传递信息，将会对人类的社会生活有什么影响？这对你理解神经调节和激素调节的作用特点有什么启示？

激素种类多、量极微，既不组成细胞结构，又不提供能量，也不起催化作用，而是随体液到达靶细胞，使靶细胞原有的生理活动发生变化。因此有人说激素是调节生命活动的信息分子，你赞成这一说法吗？



## 练习

### 一、基础题

1. 下列关于激素的阐述，不正确的选项是(多选)：

- A. 激素是有机分子；
- B. 激素是信息分子；
- C. 激素直接参与细胞内多种生命活动；
- D. 激素只运输给相应的靶器官、靶细胞。

答 [     ]

2. 下丘脑分泌的抗利尿激素，能提高肾脏集合管对水的通透性，促进水的重吸收。请填写下表。

填完后想一想，激素的分泌和机体内外环境的关系是怎样的？这对动物适应环境的变化有什么意义？

	抗利尿激素分泌量	集合管对水的通透性	重吸收水量	排尿量
饮水多	少			
缺水	多			

3. 举例说明反馈调节对生命活动的意义。

## 二、拓展题

1. 胰岛B细胞在合成和分泌胰岛素时, 可能需要细胞中哪些结构的参与? 大致的过程是怎样的?

样的?

2. 假设你是一位工程师, 要为胰岛素分泌不足的糖尿病患者设计一个随身携带的“人工胰岛”(已有这类产品), 请写出你的设计思路, 指出要解决的主要问题。



## 科学·技术·社会

### 评价应用激素类药物的利与弊

科学的发现, 总会导致实践上的应用, 影响到人们生活的方方面面, 有关激素的发现也是这样。下面是一些具体事例, 既可助你拓宽视野, 也为你评价激素应用的利与弊提供素材。

1. 因病切除甲状腺的患者, 需要长期服用甲状腺激素。许多糖尿病患者可以通过按时注射胰岛素来治疗。

2. 在养殖青、草、鲢、鳙四大家鱼时, 人们给雌、雄亲鱼注射促性激素类药物, 就能促使亲鱼的卵和精子成熟, 从而进行人工授精和育苗。

3. 某些人给猪饲喂激素类药物, 以提高瘦肉率。

4. 昆虫的生命活动也受到许多种激素的调节, 其中有一种激素是保幼激素。如果在家蚕作茧之前数日, 在桑叶上适量喷洒人工合成的保幼激素类似物, 蚕吃后能推迟几天作茧, 就能多吃几天桑叶而使绢丝腺更饱满, 从而可以吐更多的丝。

5. 有些运动员服用人工合成的睾酮衍生物(兴奋剂的一种), 来促进肌肉的生

长, 增强肌肉的力量, 提高比赛成绩。

6. 美国生物学家平卡斯(G. G. Pincus)和中国生物学家张明觉, 发明了可抑制妇女排卵的口服避孕药——人工合成的孕激素类药物, 用于计划生育、控制人口。

7. 1992年, 丹麦科学家首次报道: 大量的统计数字显示, 从1940年到1990年的50年间, 男性的精子数明显减少。还有报道说, 一些动物的生育也受到了影响。工业废弃物、杀虫剂、除草剂等, 在分解过程中能产生与性激素分子结构类似的物质, 称为环境激素或内分泌干扰物, 可能对人和动物的内分泌功能产生不良影响。这一问题正引起人们的高度关注。对环境激素的研究和检测还在进行中。

通过分析上述事例, 你对人们在生产和生活中应用或接触激素类似物的利和弊有什么看法? 请你就此话题与同学讨论和交流。

要想获得更多的资料, 请点击 <http://www.pep.com.cn>。



# 第3节 神经调节与体液调节的关系

## 问题探讨



在游乐园乘坐过山车，头朝下疾驰时，不少人感到心怦怦直跳，并狂呼乱叫。如果此时检测血液，发现能使心跳和呼吸加快的肾上腺素含量也明显升高。

### 讨论：

1. 既然知道坐过山车是安全的，为什么心跳还加速呢？
2. 在这个例子中，人体所作出的反应，哪些与神经调节有关？哪些与激素调节有关？你能说出两者之间的关系吗？

## 神经调节和体液调节的比较

激素等化学物质（除激素以外，还有其他调节因子，如 $\text{CO}_2$ 等），通过体液传送的方式对生命活动进行调节，称为体液调节。激素调节是体液调节的主要内容。

单细胞动物和一些多细胞低等动物只有体液调节，但在人和高等动物体内，神经调节和体液调节都是机体调节生命活动的重要方式，二者有着不同的特点（表2-1）。

表2-1 神经调节和体液调节特点的比较

比较项目	神经调节	体液调节
作用途径	反射弧	体液运输
反应速度	迅速	较缓慢
作用范围	准确、比较局限	较广泛
作用时间	短暂	比较长

## 神经调节和体液调节的协调

神经调节和体液调节的结构基础和作用方式都不一样，但二者又是相互协调地发挥作用的。

## 本节聚焦

- 神经调节和体液调节各有什么特点？
- 神经调节和体液调节是如何相互协调的？
- 体温和水盐平衡是如何保持的？

神经调节和体液调节是怎样协调的呢？

以下两个例子可以帮助你理解这一问题。



### 资料分析

## 人体的体温调节和水盐调节

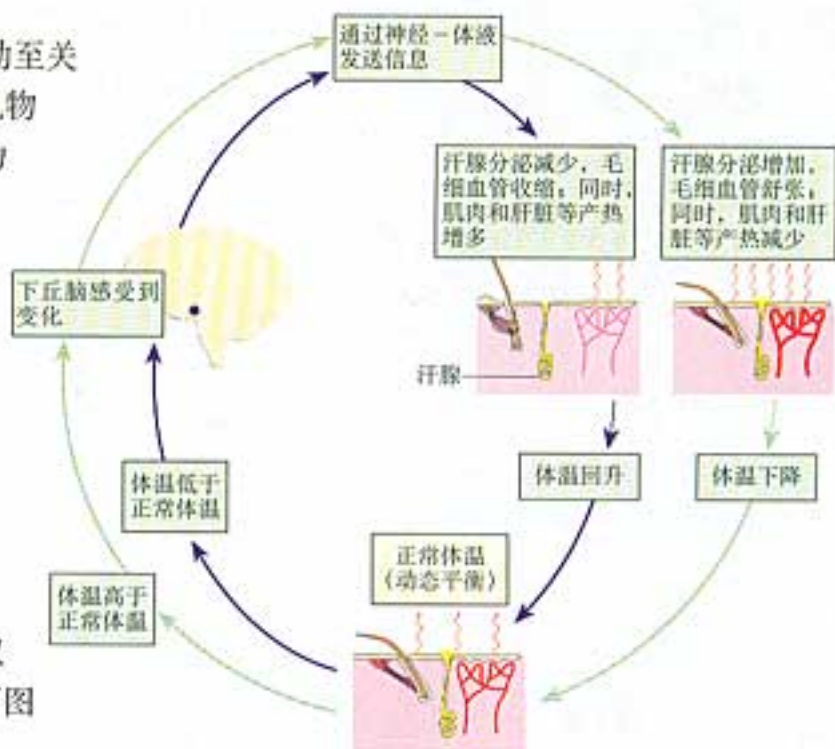
### 实例一：体温恒定的调节

体温的恒定对于人体正常的生命活动至关重要，人体热量的来源主要是细胞中有机物的氧化放能（尤以骨骼肌和肝脏产热为多），热量的散出主要通过汗液的蒸发、皮肤内毛细血管的散热，其次还有呼气、排尿和排便等。

人体体温调节机制如右图所示：

### 实例二：人体水盐平衡的调节

人体每天都要从饮食中获得水和各种无机盐，同时又要通过多种途径排出一定的水和无机盐，以维持内环境的稳态。水盐调节的机制非常复杂，涉及多种激素和神经的协调作用。下面仅以抗利尿激素及相关神经调节为例（如下图所示），来探讨水盐平衡的维持。



体温调节图解



水盐平衡调节图解

### 讨论：

1. 请根据人体体温调节机制简图解释，极地和高温车间的工作人员是怎样调节体温的？这种调节能力是有限的，因此还应分别采取哪些措施？

2. 根据水盐平衡和尿量调节机制简图，试说明在饮水过多的情况下，人体是怎样保持水和无机盐的平衡的。

3. 请用实例一和实例二进一步阐明神经调节和体液调节的关系。

神经调节和体液调节之间的关系可以概括为以下两个方面。一方面,不少内分泌腺本身直接或间接地受中枢神经系统的调节,在这种情况下,体液调节可以看做神经调节的一个环节。另一方面,内分泌腺所分泌的激素也可以影响神经系统的发育和功能,如幼年时甲状腺激素缺乏(如缺碘),就会影响脑的发育;成年时,甲状腺激素分泌不足会使神经系统的兴奋性降低。

总之,动物体的各项生命活动常常同时受神经和体液的调节。正是由于这两种调节方式的协调,各器官、系统的活动才能协调一致,内环境的稳态才得以维持,细胞的各项生命活动才能正常进行,机体才能适应环境的不断变化。



## 练习

### 一、基础题

1. 判断下列表述是否正确:

- (1) 跳水运动员在很短的时间内作出复杂的动作,只是通过神经调节来完成的。( )
- (2) 神经系统的某些结构也能释放激素。( )

2. 某同学上学时,为减少上厕所的次数而很少喝水,你认为这种做法好吗?为什么?

### 二、拓展题

1. 激素传递的信息和神经传导的兴奋在传输速度上有没有差别?试说明理由。

2. 肾上腺的髓质分泌肾上腺素,它的分泌活动受内脏神经的直接支配。在恐惧、严重焦虑、剧痛、失血等紧急情况下,肾上腺素的分泌增多,人表现为警觉性提高、反应灵敏、呼吸频率加快、心率加速等特征。请分析这个例子中,神经调节和体液调节之间的联系。



## 拒绝毒品，慎用心理药物

### 什么是毒品？

我国《刑法》规定的毒品是指鸦片、海洛因、甲基苯丙胺（冰毒）、吗啡、大麻、可卡因以及国务院规定管制的其他能够使人形成癖瘾的麻醉药品和精神药品。



吗啡



大麻



海洛因

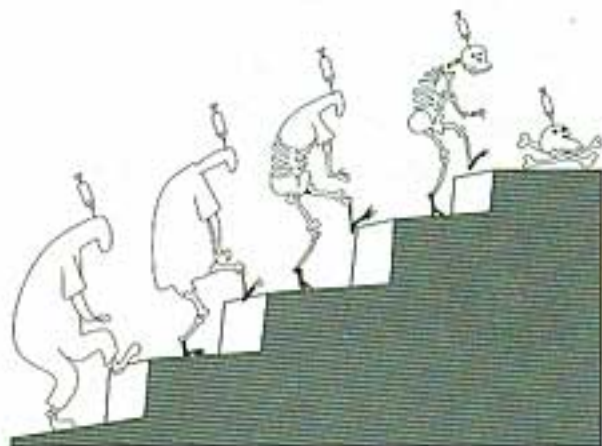
### 为什么要远离毒品？

一旦吸食毒品，就会成瘾。一旦成瘾极难戒治。吸食毒品的目的是为了捕捉和感受一种短暂的强烈快感或兴奋。快感过后，取而代之的是一种严重抑郁、疲劳和激怒，这是一种痛苦的体验，这种痛苦与再次寻味“快感”的强烈欲望相交织，导致强迫性用药行为。周而复始，剂量越用越大，使用越来越频繁，会使吸食者倾家荡产、家破人亡，坠入自我毁灭的深渊。

多数吸毒者所采用的静脉注射方式可引起多种感染，包括肝炎、细菌性心内膜炎和艾滋病等。

### 为什么要慎用心理药物？

心理药物可以分为三类：兴奋剂、镇



静剂和致幻剂。

兴奋剂如咖啡因、尼古丁、吗啡类药物等，可以刺激中枢神经系统，使中枢神经系统、心脏及其他器官保持较长时间的兴奋状态。这类药物具有严重的毒副作用，可能导致细胞和器官功能异常、损害免疫力等。

镇静剂包括各种安定药类等。这类药物可以消除焦躁不安和情绪紧张等，还可治疗失眠。但这类药物又能冲淡感受外界事物的情绪，使人表现出冷淡、消极，肌肉活力下降，精神萎靡不振。

大麻等致幻剂会使人产生幻觉，并出现类似精神分裂症的症状。

大多数心理药物是成瘾性的。上瘾之后，就会像吸毒一样造成恶性循环。因此，一定要慎用心理药物。



# 第4节 免疫调节

## 问题探讨

能使人生病的细菌、病毒等几乎无处不在，我们的身体无时无刻不处在病原体的包围之中。但是，通常情况下，我们却并未感到不适。

### 讨论：

1. 神经系统能够感觉到病原体的存在吗？人体能够靠反射对细菌或病毒作出反应吗？
2. 人体能靠激素来直接杀灭病原体吗？
3. 病原体侵入机体后，会影响内环境的稳态吗？



神经调节和体液调节对维持内环境的稳态具有非常重要的作用，但是并不能直接消灭入侵的病原体；也不能直接清除体内出现的衰老、破损或异常细胞。对付病原体和体内出现的异常细胞，要靠免疫调节。免疫调节是依靠免疫系统（immune system）来实现的。

### 免疫系统的组成

当我们体内有炎症时，扁桃体会肿大，有时颌下等部位还出现淋巴结肿大。你知道这是为什么吗？

伤口感染后会化脓，脓液是什么呢？要弄清这些问题，需要先了解免疫系统的组成。

### 本节聚焦

- 免疫系统的主要功能是什么？
- 特异性免疫是怎样起作用的？
- 怎样预防艾滋病的传播？
- 器官移植在临床运用上主要面临什么问题？



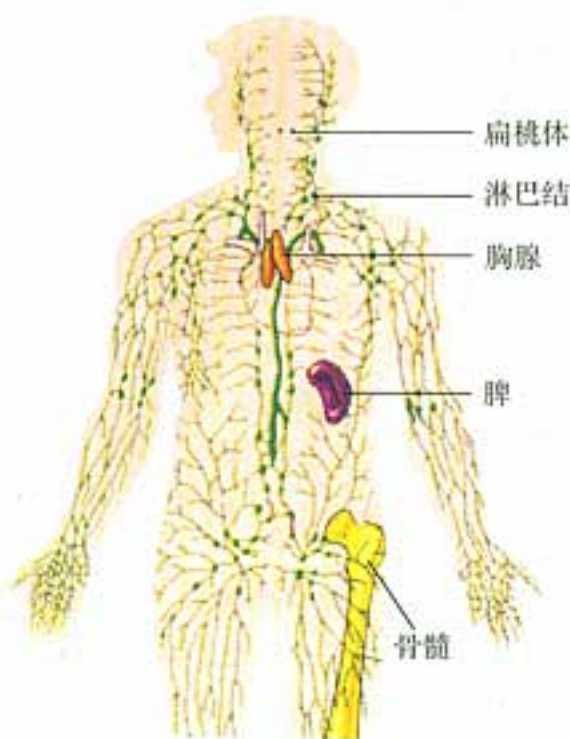


图2-15 人体内的免疫器官

免疫系统是由免疫器官（图2-15）、免疫细胞和免疫活性物质组成的。

### 免疫系统的防卫功能

我们知道，抵御病原体的攻击，人体有三道防线。皮肤、黏膜是保卫人体的第一道防线；体液中的杀菌物质（如溶菌酶）和吞噬细胞是保卫人体的第二道防线。这两道防线人人天生就有，也不针对某一类特定病原体，而是对多种病原体都有防御作用，因此叫做非特异性免疫。多数情况下，这两道防线可以防止病原体对机体的侵袭。

如果这两道防线被突破，人体的第三道防线就发挥作用了。第三道防线主要是由免疫器官和免疫细胞借助血液循环和淋巴循环而组成的。

人体的第三道防线起什么作用呢？



### 资料分析

#### 艾滋病死因和免疫系统受损的关系

艾滋病是一种免疫缺陷病，又叫获得性免疫缺陷综合症（AIDS），是由人类免疫缺陷病毒（HIV）引起的，死亡率极高。艾滋病病人的直接死因，往往是由念珠菌、肺囊虫等多种病原体引起的严重感染或恶性肿瘤等疾病。下图表示

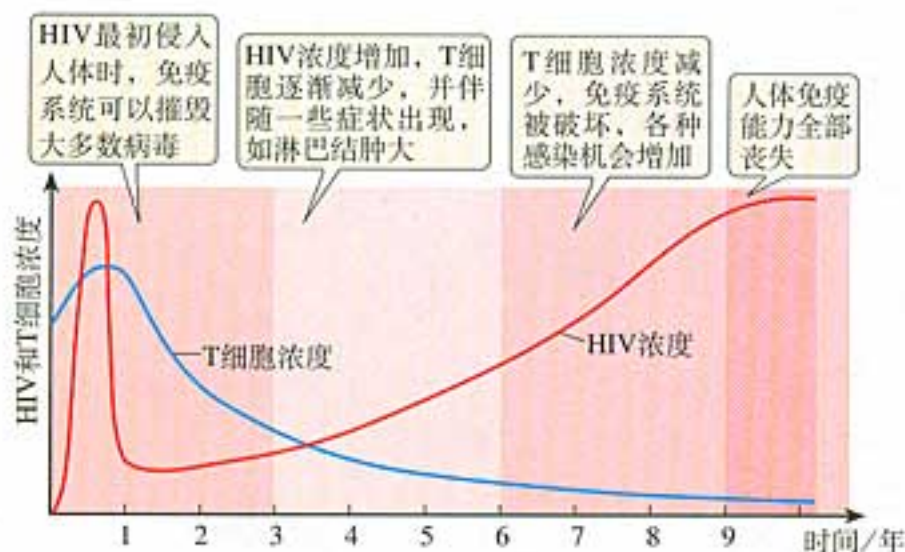
HIV 感染人体后，体液中 HIV 浓度和人体内主要的免疫细胞——T 细胞数量的变化过程。

#### 讨论：

1. T 细胞的多少和 HIV 浓度之间有什么关系？

2. HIV 浓度升高、人体免疫能力丧失和艾滋病的直接死因有什么关系？T 细胞在人体内可能发挥什么功能？

3. 据图分析，艾滋病患者如不进行治疗，大约能生存几年？2003 年，我国现存艾滋病感染者的人数约 84 万。你如何看待防治艾滋病的紧迫性？



以上资料表明，人体的第三道防线在抵抗外来病原体和抑制肿瘤等方面具有十分重要的作用。

第三道防线是怎样起作用的呢？

病原体突破前两道防线后，第三道防线的“部队”就会紧急动员起来，用专门对付这种病原体的“武器”进行战斗，也就是产生特异性免疫，比如产生专门抗击这种病原体的蛋白质——抗体（antibody）。能够引起机体产生特异性免疫反应的物质叫做抗原（antigen）。病毒、细菌等病原体表面的蛋白质等物质，都可以作为引起免疫反应的抗原。

第三道防线的“作战部队”主要是众多的淋巴细胞。其中B细胞主要靠产生抗体“作战”，这种方式称为体液免疫；T细胞主要靠直接接触靶细胞“作战”，这种方式称为细胞免疫。

体液免疫的大致过程如图2-16所示：大多数病原体经过吞噬细胞的摄取和处理，暴露出这种病原体所特有的抗原，将抗原传递给T细胞；T细胞将抗原传递给B细胞。少数抗原直接刺激B细胞。B细胞受到刺激后，开始一系列的增殖、分化，大部分分化为浆细胞，产生抗体，小部分形成记忆细胞。抗体可以与病原体结合，从而抑制病原体的繁殖或对人体细胞的黏附。在多数情况下，抗原、抗体结合后会进一步的变化，如形成沉淀或细胞集团，进而被吞噬细胞吞噬消化。记忆细胞可以在抗原消失后很长时间内保持对这种抗原的记忆，当再接触这种抗原时，能迅速增殖分化，快速产生大量的抗体。

病毒会侵入机体细胞，有一些致病细菌如结核杆菌、麻风杆菌等，是寄生在宿主细胞内的，而抗体不能进入宿主细胞。那么，消灭这些病原体是通过什么途径呢？这就要靠细胞免疫。

细胞免疫的大致过程如图2-17所示。T细胞在接受抗

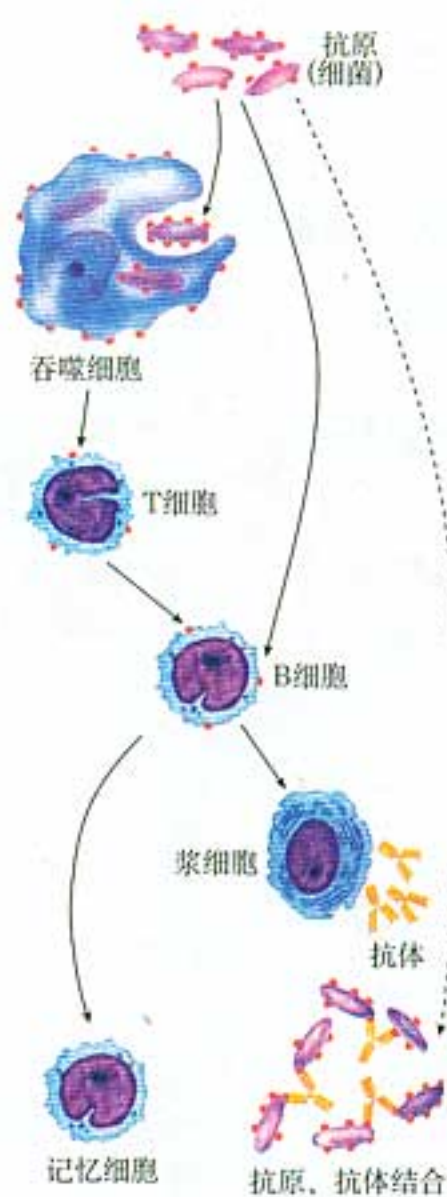


图 2-16 体液免疫示意图

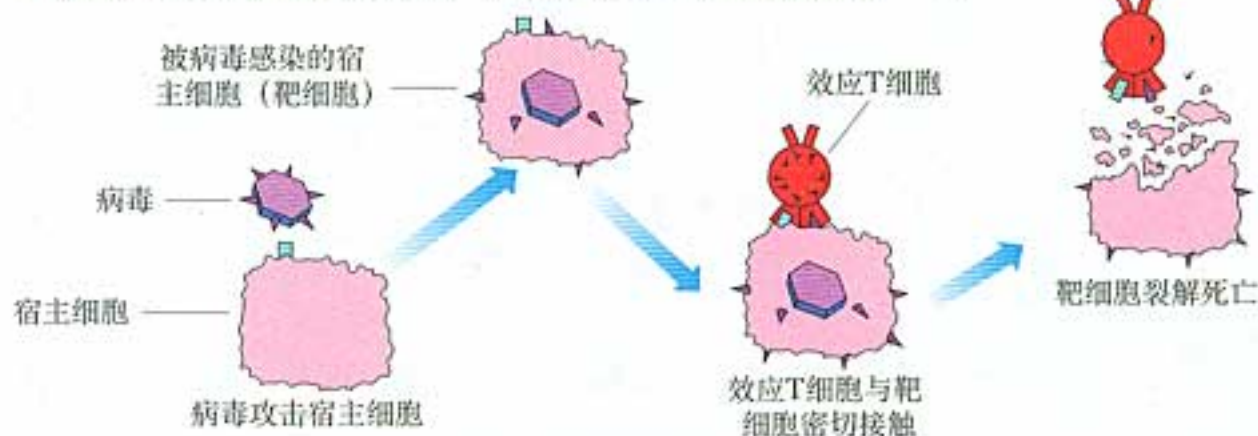


图 2-17 细胞免疫示意图

## ▶ 想像空间

有人说，如果把人体比作一座城堡，非特异性免疫就像是厚厚的城墙，特异性免疫就像是城中巡逻的警察。你认为这个比喻恰当吗？



图 2-18 系统性红斑狼疮患者

## ▶ 相关信息

引起过敏反应的抗原物质叫做过敏原，如花粉、室内尘土、鱼、虾、牛奶、蛋类、青霉素、磺胺、奎宁、宠物的皮屑、羽毛、棉絮等。

原的刺激后，通过分化形成效应T细胞，效应T细胞可以与被抗原入侵的宿主细胞密切接触，使这些细胞裂解死亡。病原体失去了寄生的基础，因而能被吞噬、消灭。

免疫系统的防卫功能是不是越强大越好呢？

事实不是如此。例如，类风湿性关节炎、系统性红斑狼疮（图 2-18），就是由于免疫系统异常敏感、反应过度，“敌我不分”地将自身物质当作外来异物进行攻击而引起的，这类疾病就是自身免疫病。日常生活中，有人接触了某些花粉而引起皮肤荨麻疹，或吃了海鲜而呕吐、接触了动物的毛屑而出现过敏性鼻炎，等等，都是由于免疫系统对外来物质（过敏原）过度敏感引起的过敏反应。

什么是过敏反应呢？

过敏反应是指已产生免疫的机体，在再次接受相同的抗原时所发生的组织损伤或功能紊乱。反应的特点是：发作迅速、反应强烈、消退较快；一般不会破坏组织细胞，也不会引起组织损伤；有明显的遗传倾向和个体差异。

可见免疫功能过强或过弱，都会引起机体功能紊乱。

## 免疫系统的监控和清除功能

在艾滋病患者中，许多是由于缺少免疫力而死于细菌感染，也有不少是死于癌症。这是为什么？

免疫系统受损可能会引发癌症吗？

免疫系统除了具有防卫功能外，还有监控和清除功能：监控并清除体内已经衰老或因其他因素而被破坏的细胞，以及癌变的细胞。我们体内每天都可能产生癌细胞，免疫系统时刻监视着突变了的“自己”成分，并将它们及时清除。艾滋病病人由于免疫功能缺失，所以恶性肿瘤的发病率大大升高。

免疫系统正是通过它的防卫功能、监控和清除功能，实现它在维持稳态中的作用。一旦免疫系统出现障碍，机体的内环境就会受到破坏，表现为各种各样的免疫系统疾病。

## 免疫学的应用

随着人类对免疫系统认识的深入，免疫学得到了广泛的应用。以下是其中的几个方面。

疫苗（vaccine）的发明和应用，是现代医学最伟大的成就之一。例如，在历史上，天花（由天花病毒引起的烈

🔍 接种疫苗可以预防所有的传染病吗？为什么？



性传染病)曾经导致许多人死亡。天花疫苗的发明和使用,则根除了这种传染病的发生。

在各种疾病的临床检测和科学研究中,根据抗原能和特异性抗体相结合的特性,用人工标记的抗体对组织内的抗原进行检测,可以帮助人们发现体内组织中的抗原。

器官移植所面临的问题得以解决,也涉及免疫学的应用。



### 资料分析

## 器官移植所面临的问题

资料1:人类很早就尝试做器官移植以挽救一些病人。1901年,法国医生卡雷尔在给一位朋友的信中写道:“肾脏移植这种手术,在同种异体之间从来还没有成功过”。1952年,法国另一位医生为一位16岁的患者移植了患者母亲的一颗肾脏,然而这颗凝结着伟大母爱的肾脏只存活了22天。

资料2:一些药物,如类固醇、环孢霉素A等,可以使T细胞的增殖受阻,从而使免疫系统暂时处于无应答或弱应答状态。这些药物的运用,使心脏移植的5年生存率提高到80%左右,肾移植的5年成活率可达90%以上,肝移植的5年成活率在60%左右。

资料3:我国器官移植面临供体短缺问题。以下是其中几方面的事例。

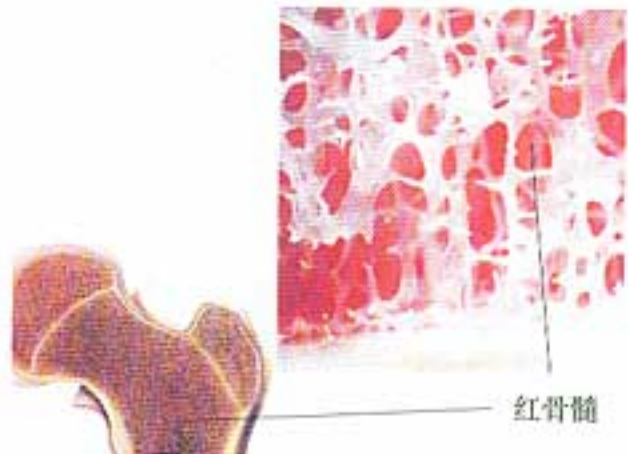
我国大约有几百万白血病患者挣扎在死亡线上,对于他们中的大多数人来说,骨髓移植是有效的治疗方法,其前提是在骨髓库中找到配

型相合的骨髓,而我国大陆目前骨髓库中仅有约5万余份登记资料。



我国患角膜病的500万人中,大约有400万可经角膜移植重见光明,但每年只有几百个角膜供体。

我国目前有一百多万尿毒症患者,患者数量还在不断增加。每年约有50万患者等候肾移植,而每年全国可供移植的肾源仅有5000个左右。



红骨髓

### 讨论:

1. 最初进行的器官移植,为什么总是不成功呢?


2. 在进行器官移植时,运用免疫抑制剂可以提高成活率。但这些药物会使淋巴细胞减少,反而容易患感染性疾病。这一

问题该如何解决?

3. 仅靠医疗技术的改进,能解决器官移植所面临的所有问题吗?

4. 根据这3份资料,你对于科学、技术与社会的关系有什么新的认识?

进行器官移植手术后,免疫系统会对来自其他人的器官当做“非己”成分而进行攻击,这就是早期器官移植失败的原因。免疫抑制剂的应用,大大提高了器官移植的成活率,给需要进行器官移植的患者带来了福音。然而,供体器官短缺的问题却不是免疫学的发展所能解决的,目前最需要的是更多的人唤醒潜藏于心灵深处的爱心。



## 练习

### 一、基础题

1. 判断下列表述是否正确:

(1) 吞噬细胞只在非特异性免疫中发挥作用。  
( )

(2) 只要接触一次某种抗原,记忆细胞就能长期记住该抗原的特征。  
( )

(3) 机体自身的组织和细胞不可能成为抗原。  
( )

2. 产生抗体的细胞是

- A. 吞噬细胞;      B. 靶细胞;  
C. T细胞;          D. 浆细胞。

答 [     ]

3. 为什么免疫系统能够成功地抵御大多数病菌,却不能抵御艾滋病病毒?

4. 牛痘疫苗是用取自牛的牛痘(一种天然的轻型病毒性传染病)脓液中的浆液制成的。1961年

以后,我国由于推广了新生儿接种牛痘疫苗的措施,天花已在我国终止传播了。请根据本节所学过的内容,简述其中的原理。

### 二、拓展题

1992年,中国红十字会创建了中华骨髓库,但在接下来的10年间,库存资料还不足3万份。在社会各界的支持下,从2001年4月起,中国红十字会重新启动了这项计划,更名为“中国造血干细胞捐献者资料库”,并在北京等11个省、自治区、直辖市建立起分库。

你关注过有关报道吗?建立骨髓库或造血干细胞捐献者资料库有什么意义?你愿意捐献造血干细胞吗?



## 艾滋病——威胁人类的免疫缺陷病

艾滋病(AIDS)是由人类免疫缺陷病毒(HIV)引起的。HIV侵入人体后与T淋巴细胞相结合,破坏T淋巴细胞,使免疫调节受到抑制,并逐渐使人体的免疫系统瘫痪,功能瓦解,最终使人无法抵抗其他病菌、病毒的入侵,或发生恶性肿瘤而死亡。

艾滋病被认为是20世纪的瘟疫,它的传染性极强。从1981年美国发现第1例艾

医学研究表明,艾滋病主要通过性接触、血液和母婴三种途径传播。共用注射器吸毒和性滥交是传播艾滋病的主要危险行为。因此要拒绝毒品,洁身自爱。

讨论:

1.“相互关爱,共享生命”是2002—2003年世界艾滋病运动的口号。请谈谈你对这个口号及下图红丝带标志的看法。我们应该如何对待艾滋病病人?



HIV 攻击 T 细胞



艾滋病病毒模式图



**live and let live**

World AIDS Campaign

2002—2003

滋病人起,到2003年11月底,全球已有6000多万人感染了HIV,2003年,全球有300万人死于艾滋病,另有500万人新感染上艾滋病,达到了历年来的最高峰。

我国从1985年开展艾滋病监测工作。2003年,我国现有的HIV感染者约为84万(不含香港、澳门特别行政区和台湾省,下同;不包括已经死亡的人数),31个省、市、自治区都有分布。我国已经进入艾滋病快速增长期。如果不采取有效措施,估计到2010年,HIV感染者将达到1000万,形势非常严峻。艾滋病正在威胁着我们每一个人 and 每一个家庭。

2. 讨论以下行为是否可以传染艾滋病,并分析为什么:

(1) 与艾滋病病人共同进餐; (2) 静脉吸毒者共用一个针管; (3) 在运动中撞到艾滋病患者; (4) 与艾滋病患者拥抱; (5) 与艾滋病患者共用纹身、纹眉器械; (6) 触摸艾滋病患者摸过的门把手; (7) 输入含有HIV的血液; (8) 叮咬过艾滋病患者的蚊蝇叮咬正常人; (9) 与艾滋病患者共用冲水马桶; (10) 与艾滋病病人共用剃须刀。

## 本章小结

内环境的稳态需要机体的调节机制——神经调节、体液调节、免疫调节共同发挥作用。神经调节的基本方式是反射，完成反射的结构称为反射弧。神经元接受到内、外环境的刺激会产生兴奋。在同一个神经元内，兴奋以神经冲动的形式传导。不同神经元之间，兴奋通过突触以神经递质的方式传递。脑和脊髓中有控制机体各种活动的中枢，这些中枢的分布部位和功能各不相同，但彼此之间又相互联系，低级中枢受高级中枢的控制。大脑还具有语言、学习和记忆等高级功能。

体液调节主要是指激素调节。内分泌腺所分泌的激素通过血液循环被运送到全身各处，微量的激素就可以显著影响靶细胞的生理活动。激素分泌的调节，存在着下丘脑—垂体—内分泌腺的分级调节和反馈调节。

神经调节和体液调节紧密联系、密切配合，相互影响。例如，体温和水盐平衡的调节等，都是神经调节和体液调节协调一致作用的结果。

免疫调节在维持稳态的过程中也具有重要作用，并与神经调节和体液调节构成完整的调节网络。免疫系统具有防卫功能、监控和清除功能，特异性免疫主要通过淋巴细胞发挥作用。

模型方法是现代科学方法的核心内容之一。模型包括物理模型、数学模型和概念模型等类型。本章“建立血糖调节的模型”，模拟活动本身就是在构建动态的物理模型，之后，再根据活动中的体会构建概念模型。

促胰液素是人们发现的第一种激素。它的发现过程告诉我们，在科学探索过程中，不能迷信权威，应当大胆探索、勇于创新。

科学的发现，总会发展为实践上的应用，激素的应用就是这样。对于激素应用的利和弊应当客观地评价。

艾滋病是由HIV所引起的免疫缺陷病。艾滋病病人是HIV的受害者，他们应当得到的不是偏见和歧视，而是来自社会和个人的关爱。

# 自我检测

## 一、概念检测

### 1. 填空

(1) 人在饥饿时遇到寒冷刺激, 会表现出面色苍白, 全身颤抖。这说明体内血糖浓度\_\_\_\_\_, 细胞产热不足以维持正常体温, 所以通过\_\_\_\_\_方式加速热量的产生, 全身颤抖。另一方面通过\_\_\_\_\_方式, 减少热量散失, 所以面色苍白。参与上述调节的组织和器官, 在神经系统中有大脑皮层、\_\_\_\_\_和垂体, 内分泌腺有\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_等。

(2) 神经系统调节人体呼吸频率的中枢位于\_\_\_\_\_。

(3) 器官移植难以成活, 主要原因是外来器官对接受移植的人体来说是\_\_\_\_\_。

(4) 某学生一参加打扫卫生活动, 就会打喷嚏、流鼻涕, 甚至喘不过气来, 离开现场后症状就会消失。该同学的表现叫做\_\_\_\_\_反应; 引起该反应的物质叫\_\_\_\_\_, 引发该反应的物质可能是\_\_\_\_\_。

### 2. 选择

(1) 在特异性免疫中发挥作用的主要细胞是  
A. 红细胞;    B. 吞噬细胞;  
C. 淋巴细胞;    D. 血小板。

答 [    ]

(2) 在制备抗蛇毒毒素血清时, 需将减毒的蛇毒注入家兔体内, 引起免疫反应, 这一免疫反应和所用的蛇毒分别是

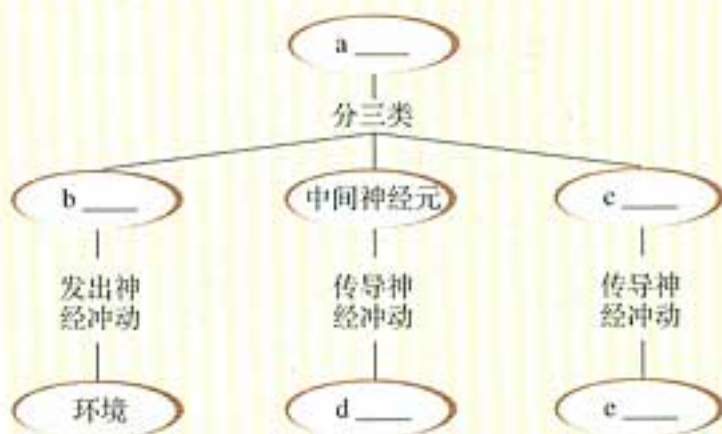
A. 非特异性免疫, 抗原;  
B. 特异性免疫, 抗体;  
C. 非特异性免疫, 抗体;  
D. 特异性免疫, 抗原。

答 [    ]

### 3. 画概念图

(1) 在下面这张概念图上, 填上相应神经细胞

的名称及其功能。



(2) 用概念图的形式表示免疫、非特异性免疫、特异性免疫、细胞免疫、体液免疫等概念之间的关系。

## 二、知识迁移

1. 某人因为交通事故脊髓从胸部折断了, 一般情况下:

A. 膝跳反射存在, 针刺足部有感觉;  
B. 膝跳反射不存在, 针刺足部有感觉;  
C. 膝跳反射不存在, 针刺足部无感觉;  
D. 膝跳反射存在, 针刺足部无感觉。

答 [    ]

2. 新生儿在出生后六个月内一般不易生某些传染病, 这是因为:

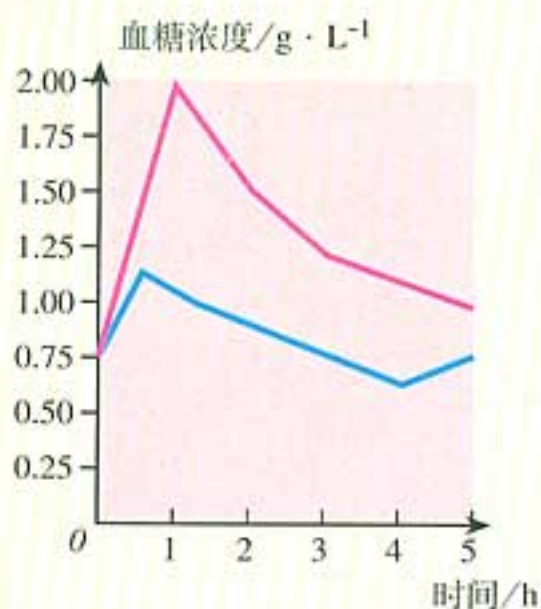
A. 病原体不感染新生儿;  
B. 新生儿的皮肤、黏膜有极强的杀菌力;  
C. 新生儿体内免疫系统十分健全;  
D. 在胎儿期从母体血液中就获得了抗体。

答 [    ]

## 三、技能应用

下图中的曲线分别表示两个人饭后血糖变化

的情况。请分析该图回答：哪一条曲线是糖尿病患者的？为什么？



#### 四、思维拓展

各种电子计算机无论大小，其硬件基本上都是由运算器、存储器、输入设备、输出设备和控制器五个部件组成的，这是否类似于人脑呢？电脑和人脑都有贮存、检索和处理信息的功能，它们传递信息的载体有什么不同？电脑和人脑的区别还有很多，你能说出一二吗？



电脑和电脑主机内部结构照片

#### 网站登录


<http://www.pep.com.cn/zhxsw/index.htm>

<http://jpkc.yzu.edu.cn/course/dongwushenglixue/maincont9/9-1.htm>

[http://myweb.yzu.edu.cn/mcji/chapter10/10\\_1.htm](http://myweb.yzu.edu.cn/mcji/chapter10/10_1.htm)

# 第 3 章 植物的激素调节

与高等动物相比，植物的形态结构要简单得多。它们没有神经系统，对外界刺激的反应自然就不如动物灵敏。那么，植物体能不能对自身的生命活动进行调节呢？



唤醒沉睡的种子，  
调控幼苗的生长。  
引来繁花缀满枝，  
瓜熟蒂落也有时。  
靠的是雨露阳光，  
离不开信息分子。

# 第1节 植物生长素的发现

## 问题探讨

图中是一株放在窗台上久不移动的盆栽植物。

### 讨论:

1. 图中植株的生长方向有什么特点?
2. 可能是哪种环境刺激引发了这株植物生长方向的变化? 这种变化有什么适应意义?
3. 这种生长方向的变化, 是发生在植物的幼嫩部分还是成熟部分?



向着窗外生长的植株

## 本节聚焦

- 植物向光性的原因是什么?
- 生长素是什么物质?
- 什么是植物激素?

为什么要分别遮盖胚芽鞘顶端和它下面一段呢? 胚芽鞘弯曲生长的是哪一部分? 感受单侧光刺激的又是哪一部分? 你怎样解释这一结果?

在单侧光的照射下, 植物朝向光源方向生长的现象叫做向光性 (phototropism)。许多人可能对这种现象熟视无睹, 然而, 正是对向光性的研究, 引导着人们揭示植物生命活动调节的奥秘。

## 生长素的发现过程

19世纪末, 达尔文(C. Darwin, 1809—1882) 注意到了植物的向光性, 并设计了实验来探讨其中的原因(图3-1)。

实验发现, 在受到单侧光照射时, 金丝雀蕨草(音yi, 一种禾本科植物) 的胚芽鞘会向光弯曲生长; 如果去掉胚芽鞘的顶尖, 或者用锡箔罩子把尖端罩上, 则不发生弯曲; 如果罩上顶尖下面的一段, 那么, 胚芽鞘还会弯向

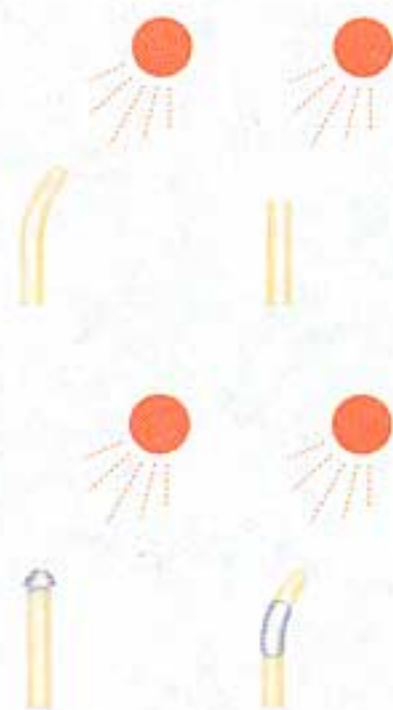


图3-1 达尔文的实验示意图



光源生长。

达尔文根据实验提出，单侧光照射使胚芽鞘的尖端产生某种刺激，当这种刺激传递到下部的伸长区时，会造成背光面比向光面生长快，因而出现向光性弯曲。

科学重视实证。达尔文注意到人们熟视无睹的现象，并且设计了简单而又富有创造性的实验来研究，而不是凭主观臆测来解释。

这种“刺激”究竟是什么？在达尔文之后，先后有多位科学家通过进一步的实验继续探索。

1910年，詹森（B. Jensen）的实验证明，胚芽鞘顶尖产生的刺激可以透过琼脂片传递给下部（图3-2）。

#### ▶ 相关信息

单子叶植物，特别是禾本科植物胚芽外的锥形套状物叫做胚芽鞘，它能保护生长中的胚芽。种子萌发时，胚芽鞘首先钻出地面，出土后还能进行光合作用。

顶端产生的刺激能传到下部，那么它为什么能使得伸长区两侧生长不均匀呢？

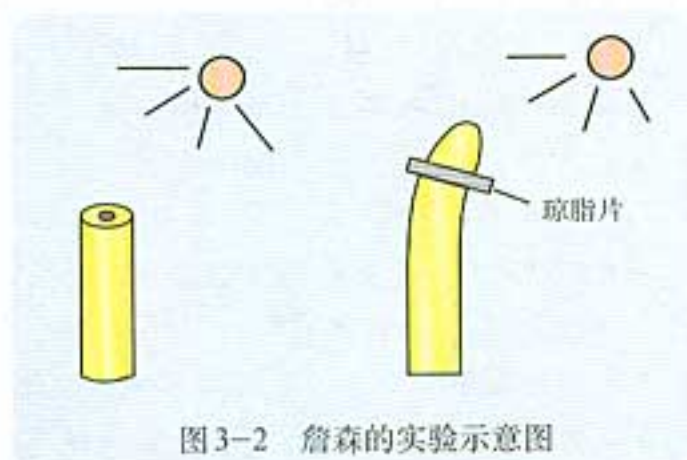


图3-2 詹森的实验示意图

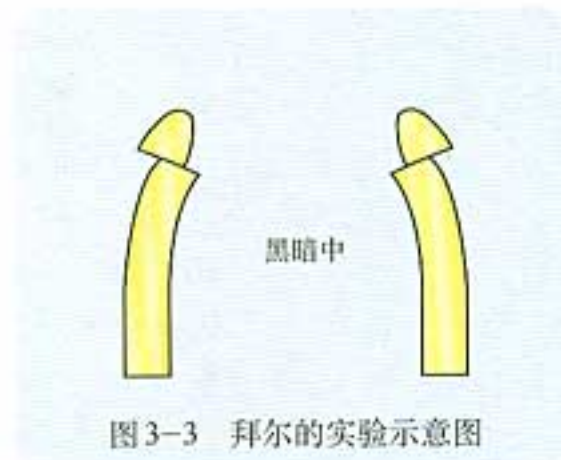


图3-3 拜尔的实验示意图

1914年，拜尔（Paal）的实验证明，胚芽鞘的弯曲生长，是因为顶尖产生的刺激在其下部分布不均匀造成的。（图3-3）。

这些实验初步证明顶尖产生的刺激可能是一种化学物质，这种化学物质的分布不均匀造成了胚芽鞘的弯曲生长。

1928年，荷兰科学家温特（F. W. Went）做了以下实验：把切下的燕麦尖端放在琼脂块上，几小时后，移去胚芽鞘尖端，将琼脂切成小块。再将经处理过的琼脂块放在切去尖端的燕麦胚芽鞘一侧，结果胚芽鞘会朝对侧弯曲生长（图3-4）。但是，如果放上的是没有接触过胚芽鞘尖端的琼脂块，胚芽鞘则既不生长也不弯曲。

温特的实验进一步证明造成胚芽鞘弯曲的刺激确实是一种化学物质。温特认为这可能是一种和动物激素类似的物质，并把这种物质命名为生长素（auxin）。

生长素究竟是什么？1934年，科学家首先从人尿中分离出具有生长素效应的化学物质——吲哚乙酸（IAA，

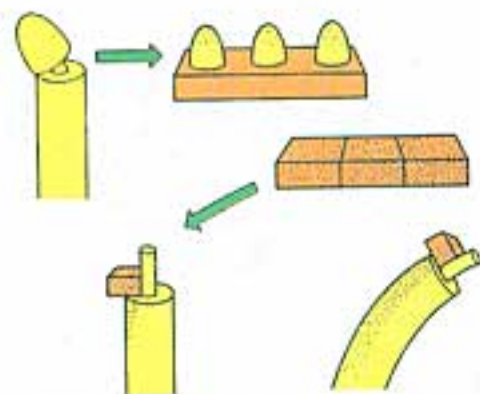


图3-4 温特的实验示意图

温特提出植物体内存在生长素时，有没有提取出这种物质？他是怎样作出这一推测的？

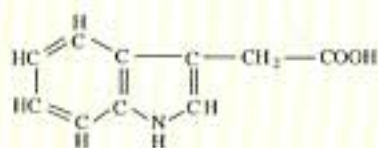


图 3-5 吲哚乙酸化学结构

图3-5)。但是,由于生长素在植物体内含量极少,直到1942年人们才从高等植物中分离出生长素,并确认它就是IAA。进一步研究发现,植物体内具有生长素效应的物质,除IAA外,还有苯乙酸(PAA)、吲哚丁酸(IBA)等。

生长素的发现使人们认识到,植物的向光性是由于生长素分布不均匀造成的:单侧光照射后,胚芽鞘背光一侧的生长素含量多于向光一侧,因而引起两侧的生长不均匀,从而造成向光弯曲。

继发现生长素之后,人们又陆续发现了赤霉素、细胞分裂素、脱落酸和乙烯等植物激素。人们把这类由植物体内产生,能从产生部位运送到作用部位,对植物的生长发育有显著影响的微量有机物,称作植物激素。

人类的许多科学发现,就是像这样经过一代又一代人的探索,才一步一步地接近事实的真相。每一位科学家所取得的进展可能只是一小步,众多的一小步终将汇合成科学前进的一大步。

20世纪80年代,有学者根据一些实验结果提出,植物的向光性生长,是由于单侧光照射引起某些抑制生长的物质分布不均匀造成的。他们用向日葵、萝卜等作实验材料,结果发现,因单侧光照射而弯曲生长时,向光一侧和背光一侧的生长素含量基本相同,而向光面的生长抑制物质却多于背光一侧。

目前,有关植物向光性原因的探究还在继续。科学往往就在类似这样的争议中不断发展。

### 生长素的产生、运输和分布

生长素主要的合成部位是幼嫩的芽、叶和发育中的种子。在这些部位,色氨酸经过一系列反应可转变成生长素。

生长素是如何从合成部位运输到植物体全身的呢?研究表明,在胚芽鞘、芽、幼叶和幼根中,生长素只能从形态学上端运输到形态学下端,而不能反过来运输,也就是只能单方向地运输,称为极性运输(polar transport)。极性运输是细胞的主动运输。在成熟组织中,生长素可以通过韧皮部进行非极性运输。

生长素在植物体各器官中都有分布,但相对集中地分布在生长旺盛的部分,如胚芽鞘、芽和根顶端的分生组织、形成层、发育中的种子和果实等处。



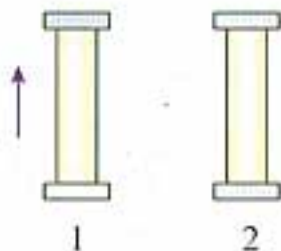
## 技能训练

### 评价实验设计和结论

科学结论都是依据一定的证据得出的,实验结果是非常重要的证据。实验的设计、从实验结果推导出结论的逻辑,都要非常严密才能有说服力。请分析以下实验和结论之间的逻辑关系。

#### 实验

取一段玉米胚芽鞘,切去顶端2 mm,使胚芽鞘不再产生生长素。在上端放一块有生长素的琼脂,下端放一块不含生长素的琼脂(如右图1所示,胚芽鞘形态学上端朝上)。过一段时间检测,发现下端的



琼脂块逐渐有了生长素(图2所示)。

#### 结论

1. 下端琼脂块上的生长素来自上端的琼脂块。
2. 生长素在胚芽鞘内只能由形态学的上端运输到形态学的下端。

#### 讨论:

1. 这个实验的设计是否严密?
2. 从实验结果到结论之间的逻辑推理是否严谨?
3. 如果要验证上述结论是否正确,应该对实验方案如何改进?



## 练习

### 一、基础题

在居室内养花,花盆往往要放在窗户附近有阳光处。有的书上建议应该每星期将花盆旋转1/4周。这个建议有什么科学道理?

### 二、拓展题

根据本节所学过的有关原理,设计一个塑造造型独特的盆景的方案。如果有条件,可以依照设计的方案进行操作,并在适当的时候将盆景展示给老师和同学。

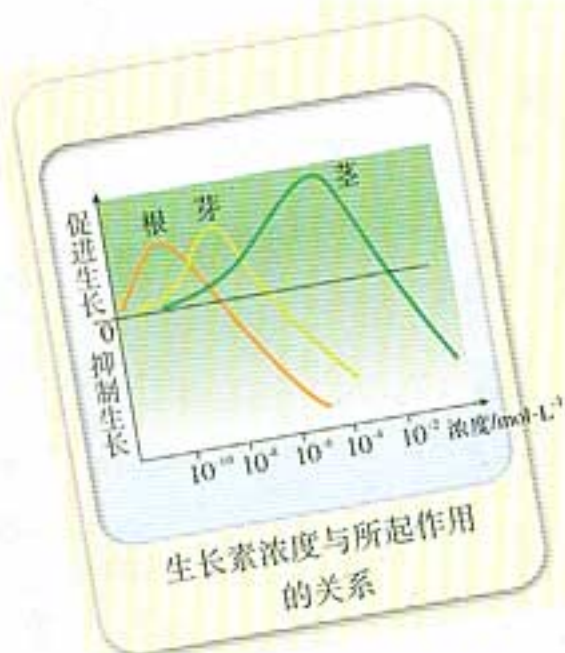
## 第2节 生长素的生理作用

### 问题探讨

左图是科学家研究不同浓度生长素对植物不同器官的作用所得到的结果。

#### 讨论:

1. 对于不同的器官来说,生长素促进生长的最适浓度相同吗?
2. 对于同一器官来说,生长素的作用与浓度有什么关系?



### 本节聚焦

- 生长素的生理作用是什么?
- 生长素在植物体内发挥生理作用时有什么特点?

从上节的内容看,生长素起着促进细胞生长的作用;但是从“问题探讨”的材料看,却又不是那么简单。

### 生长素的生理作用

生长素在植物体内起作用的方式和动物体内的激素相似,它不直接参与细胞代谢,而是给细胞传达一种调节代谢的信息。

研究发现,生长素的作用表现出两重性:既能促进生长,也能抑制生长;既能促进发芽,也能抑制发芽;既能防止落花落果,也能疏花疏果。生长素所发挥的作用,因浓度、植物细胞的成熟情况和器官的种类不同而有较大的差异。

一般情况下,生长素在浓度较低时促进生长;在浓度过高时则会抑制生长,甚至杀死植物。幼嫩的细胞对生长素敏感,老细胞则比较迟钝;不同器官对生长素的反应敏感程度也不一样。例如,顶芽产生的生长素逐渐向下运输,枝条上部的侧芽附近生长素浓度较高。由于侧芽对生长素浓度比较敏感,因此它的发育受到抑制,植株因而表现出顶端优势。去掉顶芽后,侧芽附近的生长素来源暂时受阻,浓度降低,于是抑制就被解除,侧芽萌动、加快生长(图3-6)。



图3-6 顶端优势(左)及其解除(右)

在认识到植物生长素的生理作用后，有关科学道理在农业、园艺等方面获得了广泛的应用。例如，农民会适时摘除棉花的顶芽，解除顶端优势，以促进侧芽的发育，从而使它多开花、多结果。由于植物体内的生长素含量非常少，提取困难，人们在多年的研究和实践中，发现一些人工合成的化学物质，如 $\alpha$ -萘乙酸(NAA)、2,4-D等，具有与IAA相似的生理效应，称为生长素类似物。这些化学物质，可用于防止果实和叶片的脱落、促进结实、获得无子果实、促使扦插枝条的生根等(图3-7)。



图3-7 2,4-D对黄瓜幼苗生长的影响  
(1. 处理; 2. 对照)

### 尝试运用生长素促进插条生根

适宜浓度的生长素可以促进生根，农业生产上常用的是生长素类似物。生长素类似物的生理作用，也与浓度具有很大的关系，因此，在农业生产上应用时，寻找最佳的浓度范围就非常有意义。



#### 探究

### 探索生长素类似物促进插条生根的最适浓度

#### 问题

所选定的生长素类似物促进某种植物插条生根的最适浓度是多少呢?

#### 材料器具

当地主要绿化树种或花卉(也可以选择本地区的市花、市树)生长旺盛的一年生枝条，或者你们小组想要研究的其他植物的枝条；蒸馏水；花盆；细沙；常用的生长素类似物：NAA、2,4-D、IPA、IBA和生根粉等，可选其中的一种；所用药品包装说明上所列的其他材料。

#### 设计实验

提示：

1. 生长素类似物处理插条的方法很多，以下2类方法比较简便。浸泡法：把插条的基部浸泡在配制好的溶液中，深约3 cm，处理几小时至一天。处理完毕就可以扦插了。这种处理方法要求溶液的浓度较小，并且最好是在遮荫和空气湿度较高的地方进行处理。沾蘸法：把插条基

部在浓度较高的药液中蘸一下(约5 s)，深约1.5 cm即可。

2. 可以参考本节“问题探讨”中曲线图反映的规律，或查找有关资料，确定应设计什么样的浓度梯度。如果对要研究的植物有关情况所知不多，可以先设计一组梯度比较大的预实验进行摸索，再在预实验的基础上设计细致的实验。

#### 预实验

在进行科学研究时，有时需要在正式实验前先做一个预实验。这样可以为进一步的实验摸索条件，也可以检验实验设计的科学性和可行性，以免由于设计不周，盲目开展实验而造成人力、物力和财力的浪费。预实验也必须像正式实验一样认真进行才有意义。

3. 控制无关变量非常重要。例如,如果要研究的是不同浓度药液的影响,处理的时间长短应该一致;同一组实验中所用到的植物材料,也应该尽可能做到条件相同。

#### 🔥 进行实验

按照小组设计的实验方案进行实验,并设计表格,记录探究结果。

#### 🔥 分析结果

根据小组实验获得的数据,以生长素类似物的浓度为横坐标,以根的数目为纵坐标,绘制曲线图。联系已学过的数学知识,小组内讨论如何根据实验数据和曲线图确定最适浓度范围。

#### 🔥 结论和应用

1. 你们小组的结论是:对于\_\_\_\_\_植物来说,促进插条生根的这种生长素类似物\_\_\_\_\_的最适浓度是\_\_\_\_\_。

2. 你们小组认为在施用生长素类似物促进插条生根时,要考虑的因素有哪些?

#### 🔥 表达和交流

1. 根据本小组的实验结果,写出实验报告。  
2. 与其他小组交流你们的结果和结论,共享你们小组的成果,并认真听取其他小组的汇报。不妨尝试引用其他小组的结果和结论,将本小组的研究报告补充得更全面。

3. 根据你们的研究结果,尝试对当地农林业生产中使用生长素类似物的情况提出一些建议。

#### 🔥 进一步探究

你们小组所研究的生长素类似物促进这种植物生根的最适浓度,会因为季节的变化和枝条的老幼而有差异吗?



## 练习

### 一、基础题

1. 扦插时,保留有芽和幼叶的插条比较容易生根成活,这主要是因为芽和幼叶能:

- A. 迅速生长;    B. 进行光合作用;  
C. 产生生长素;    D. 储存较多的有机物。

答 [    ]

2. 在农业生产上,2,4-D可用于麦田除草,其原理是:

- A. 高浓度时促进杂草衰老;  
B. 高浓度时抑制杂草生长;  
C. 低浓度时促进杂草衰老;  
D. 高浓度时促进小麦生长。

答 [    ]

### 二、拓展题

1. 将幼小植株在适宜条件下横放,一段时间

以后,茎弯曲向上生长,根弯曲向下生长(如图所示)。一般认为,这是因为重力作用使得生长素分布不均匀,而且与根、茎对生长素的敏感程度不同有关。你能对这种现象提出合理的解释吗?

如果这株植物在太空中的空间站中生长,情况会是怎样的?

2. 我国宋代著作《种艺必用》中,记载了一种促进空中压条生根的方法:“凡嫁接矮果及花,用好黄泥晒干,筛过,以小尿浸之。又晒干,筛过,再浸之。又晒又浸,凡十余次。以泥封树枝……则根生。”

请你运用已学过的知识,分析其中的科学道理。



## 第3节 其他植物激素

### 问题探讨



“红柿摘下未熟，每篮用木瓜三枚放入，得气即发，并无涩味”（宋·苏轼《格物粗谈·果品》）。这种“气”究竟是什么？人们一直不明白。到20世纪60年代，气相层析技术的应用使人们终于弄清楚，是成熟果实释放出的乙烯促进了其他果实的成熟。

#### 讨论：

1. 乙烯在植物体内能发挥什么作用？
2. 你听说过用乙烯利催熟香蕉等水果的做法吗？

你同意这种做法吗？

除生长素外，植物体内还存在赤霉素、细胞分裂素、脱落酸、乙烯等植物激素。

### 其他植物激素的种类和作用

1926年，科学家观察到，当水稻感染了赤霉菌后，会出现植株疯长的现象，病株往往比正常植株高50%以上，并且结实率大大降低，因而称为恶苗病。科学家将赤霉菌培养基的滤液喷施到健康水稻幼苗上，发现这些幼苗虽然没有感染赤霉菌，却出现了恶苗病的症状。1935年，科学家从培养基滤液中分离出致使水稻患恶苗病的物质，称之为赤霉素（简称GA）。此后，科学家又陆续发现了细胞分裂素等其他植物激素。

赤霉素、细胞分裂素、脱落酸、乙烯等植物激素的主要生理作用如图3-8所示。

### 本节聚焦

- 除生长素以外，植物体内还有哪些植物激素？
- 各种植物激素是孤立地发挥作用的吗？为什么？
- 植物生长调节剂在生产上有哪些应用？



图 3-8 其他植物激素的合成部位、分布和主要作用

植物激素自身的合成也受基因组控制吗?

近 20 年来,科学家还发现,除了以上 5 类植物激素外,植物体内还有一些天然物质也在调节着生长发育过程,如油菜素(甾体类化合物)等。

在植物的生长发育和适应环境变化的过程中,各种植物激素并不是孤立地起作用,而是多种激素相互作用共同调节。例如,科学家在对黄化豌豆幼苗切段的实验研究中发现,低浓度的生长素促进细胞的伸长,但生长素浓度增高到一定值时,就会促进切段中乙烯的合成,而乙烯含量的增高,反过来又抑制了生长素促进切段细胞伸长的作用。

激素调节在植物的生长发育和对环境的适应过程中发挥着重要作用,但是,激素调节只是植物生命活动调节的一部分。植物的生长发育过程,在根本上是基因组在一定时间和空间上程序性表达的结果。光照、温度等环境因子的变化,会引起植物体内产生包括植物激素合成在内的多种变化,进而对基因组的表达进行调节。

### 植物生长调节剂的应用

人工合成的对植物的生长发育有调节作用的化学物质称为植物生长调节剂。生长素类似物也是植物生长调节剂。



植物生长调节剂具有容易合成、原料广泛、效果稳定等优点。人们成功地合成了多种植物生长调节剂，它们在生产上得到广泛的应用，并产生了一些人们原来没有预料到的影响。



### 资料分析

## 评述植物生长调节剂的应用

以下是植物生长调节剂应用的一些事例。

事例1 天然状态下的凤梨（菠萝）开花结果时期参差不齐，一片凤梨田里需要分五六次收获，费时费工；晚上市还卖不出好价钱。到了冬季，由于气温低、日照弱，果实成熟慢，品质差。用乙烯利催熟，就可以做到有计划地上市。



凤梨

事例2 芦苇是我国主要的造纸原料，但多数芦苇的纤维短、品质较次。如果在芦苇生长期用一定浓度的赤霉素溶液处理，就可以使芦苇的纤维长度增加50%左右。

事例3 用传统方法生产啤酒时，大麦芽是不可缺少的原材料。利用大麦芽，实质

是利用其中的 $\alpha$ -淀粉酶。用赤霉素处理大麦，可以使大麦种子无须发芽就可以产生 $\alpha$ -淀粉酶，这样就可以简化工艺、降低成本。

事例4 在蔬菜水果上残留的一些植物生长调节剂会损害人体健康，例如，可以延长马铃薯、大蒜、洋葱贮藏期的青鲜素（抑制发芽）就可能有致癌作用。我国的法规禁止销售、使用未经国家或省级有关部门批准的植物生长调节剂。

请你自己进一步查找以下三方面的资料：

1. 新的植物生长调节剂不断被发现和使用，应用范围更加广泛，在生产中发挥着越来越重要的作用。你可以从农业技术用书或比较可靠的网站进一步获取资料，也可以搜集一些植物生长调节剂的使用说明书，以了解有关信息。

2. 由于植物生长调节剂的使用效果与浓度、使用时期、使用方法等都有密切关系，如果使用不当，不仅达不到预期目的，反而会造成损失。试举一两个事例。

3. 试列出几种我国法规禁止使用的植物生长调节剂及其危害，或者举一两个因植物生长调节剂指标不合格而引起的对外农产品贸易纠纷。

### 讨论：

1. 你知道哪些农产品在生产过程中使用了植物生长调节剂？

2. 哪些水果在上市前有可能使用了乙烯利？

3. 生产过程中施用植物生长调节剂，会不会影响农产品的品质？

4. 如果你是水果销售员，面对半青不熟的水果，你认为应当使用乙烯利催熟吗？作为一个消费者，你又怎么看？

在农业生产上，施用生长调节剂时，要综合考虑施用目的、药物效果、药物毒性、药物残留、价格和施用是否方便等因素。在施用时，还要考虑施用时间、处理部位、施用方式、适宜的浓度和施用次数等问题。

要进一步了解有关情况，请点击<http://www.pep.com.cn>。

## 练习

### 一、基础题

1. 下列化学物质中，不是植物激素的是：

- A. 乙烯；            B. 吲哚乙酸；  
C. 吲哚丁酸；      D. 2,4-D。

答 [     ]

2. 以下是两种关于植物激素的叙述：

- A. 植物激素几乎控制着植物所有的生命活动。  
B. 在植物的生长发育过程中，几乎所有生命

活动都受到植物激素的调节。

这两种说法中，哪一种更准确？为什么？

3. 在下表空格中填入适当的文字。

植物激素种类	主要作用
生长素	

4. 各种植物激素在对植物生命活动进行调节时，是孤立地发挥作用的吗？试举例说明。

### 二、拓展题

1. 许多研究表明，脱落酸在高温条件下容易降解。在自然界中存在这样一种现象：小麦、玉米在即将成熟时，如果经历持续一段时间的干热之后又遇大雨的天气，种子就容易在穗上发芽。请尝试对此现象进行解释。

2. 以下是几幅有关植物生长调节剂使用注意事项的页面，它们来自比较专业的网站。如果有条件，请进一步搜集当地主要农作物种植过程中，使用生长调节剂应注意的事项的资料，并对这些资料进行分析和总结，写成一篇初中文化水平的农民可以看懂的说明文。



## 本章小结

植物激素是一类由植物体内产生，能从产生部位运送到作用部位，对植物的生长发育有显著影响的微量有机物。

植物激素主要有生长素、赤霉素、细胞分裂素、乙烯和脱落酸等5类。它们对植物各种生命活动起着不同的调节作用。同一种激素，在不同情况下作用也有差别。例如，生长素随浓度不同、植物细胞的老幼和器官的种类不同，而在发挥的作用上有差异：既能促进生长，也能抑制生长；既能促进发芽，也能抑制发芽；既能防止落花落果，也能疏花疏果。

发现生长素的过程，是由达尔文注意到植物向光性并对此进行研究开始的。在习以为常的现象中，可能蕴涵着深刻的科学道理。达尔文注意到了这一现象，并且设计了简单而又有创造性的实验来进行探索，而不是主观臆测。在达尔文之后，先后有多位科学家设计了几个关键的实验来进一步探索，通过一代又一代科学家的努力，逐渐接近事实的真相，并在进一步的探索中继续发展。

达尔文设计的实验从原理上看很简单——排除法，让一部分“缺席”，研究这时系统的反应，但第一次设计出这个实验又是充满创造性的。对实验结果的分析，既需要有严密的逻辑推理，也需要丰富的想像力。

尽管人们在发现植物的激素调节时，并没有想到会带来经济利益，但是，植物激素调节的科学道理很快就被应用于生产实践，并给人们带来了许多好处。然而，如果植物生长调节剂应用不当，也会带来一些负面影响。

\* \* \* \* \*

本书第1章至第3章的内容，都是从个体水平来研究生命活动的稳态和调控。事实上，任何生物个体的生存和发展，离不开同种或不同种的其他生物个体，更离不开由生物和无机环境形成的生态系统。以下章节将涉及群体水平上的稳态和调控。

### 网站登录

<http://www.phytohormones.com/>  
[http://database.cpst.net.cn/popul/farms/shops/  
artic/30715173401.html](http://database.cpst.net.cn/popul/farms/shops/artic/30715173401.html)

# 自我检测

## 概念检测

### 选择

1. 下列关于植物激素的说法不正确的是:

- A. 植物激素是一类化学物质;
- B. 植物激素在植物体内含量很少;
- C. 植物激素不直接参与细胞内的代谢活动;
- D. 植物激素促进植物生长。

答 [ ]

2. 生长素的生理作用特点是 (多选):

- A. 只在低浓度时起作用;
- B. 既能促进生长, 也能抑制生长;
- C. 既能疏花疏果, 也能防止落花落果;
- D. 既能促进发芽, 也能抑制发芽。

答 [ ]

3. 园林工人为使灌木围成的绿篱长得茂密、整齐, 需要对绿篱定期修剪, 其目的是:

- A. 抑制侧芽生长;
- B. 抑制其开花结果;
- C. 抑制向光性;
- D. 促进侧芽生长。

答 [ ]

## 知识迁移

用适宜浓度的生长素处理未受粉的番茄雌蕊柱头, 可以得到无籽番茄, 这种果实细胞中的染色体数目为:

- A. 与卵细胞染色体数目一样;
- B. 与体细胞中染色体数目一样;
- C. 比受精卵染色体数目多一倍;
- D. 与受精极核染色体数目一样。

答 [ ]

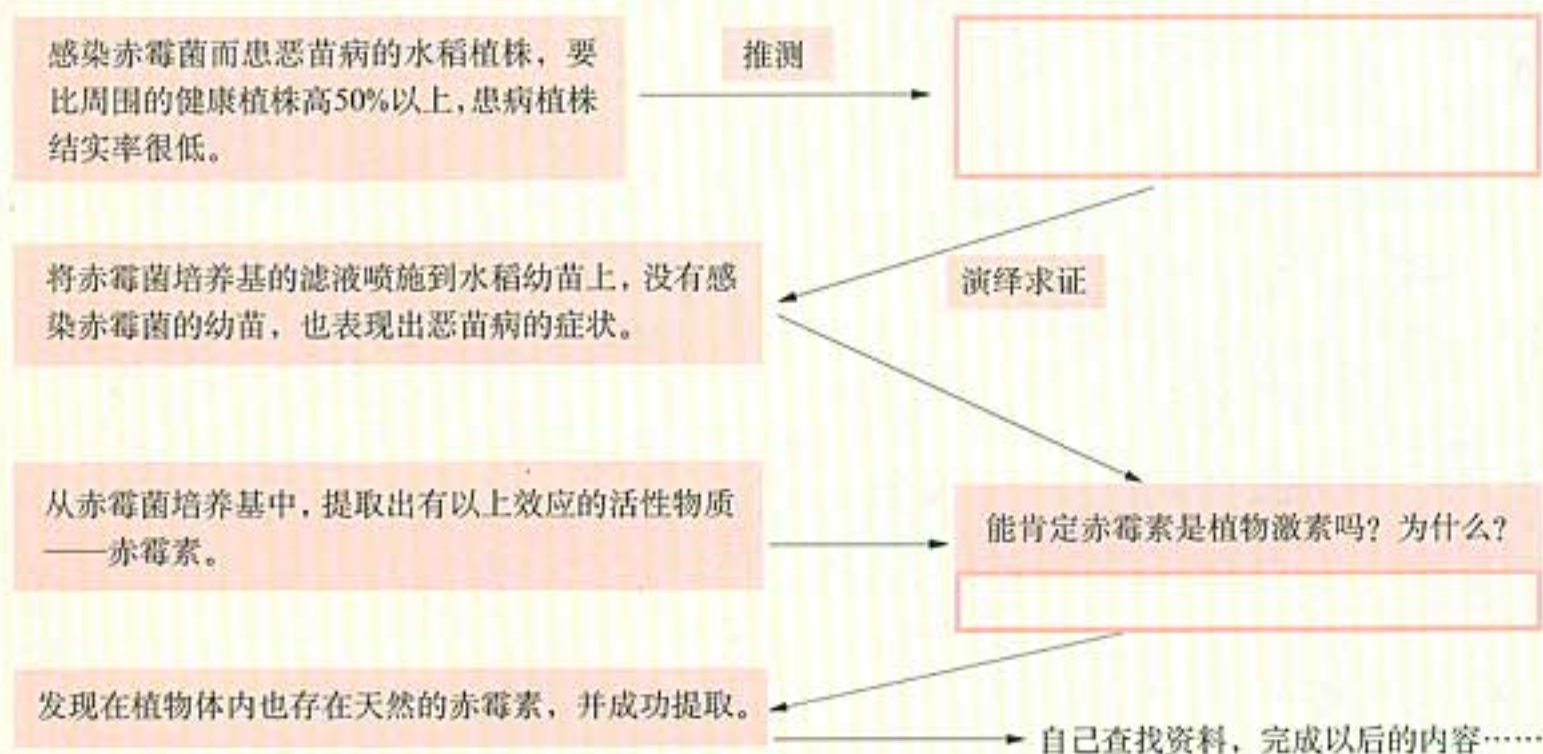
## 技能应用

假如现有一种用于麦田除草的除草剂刚刚研究出来。作为厂里的工程师, 你的任务是研究这种除草剂在麦田除草时的浓度要求。请列出你的研究思路。

假如让你来设计这个产品的说明书, 你认为除了浓度参考范围外, 还应该在这个说明书中写些什么。

## 思维拓展

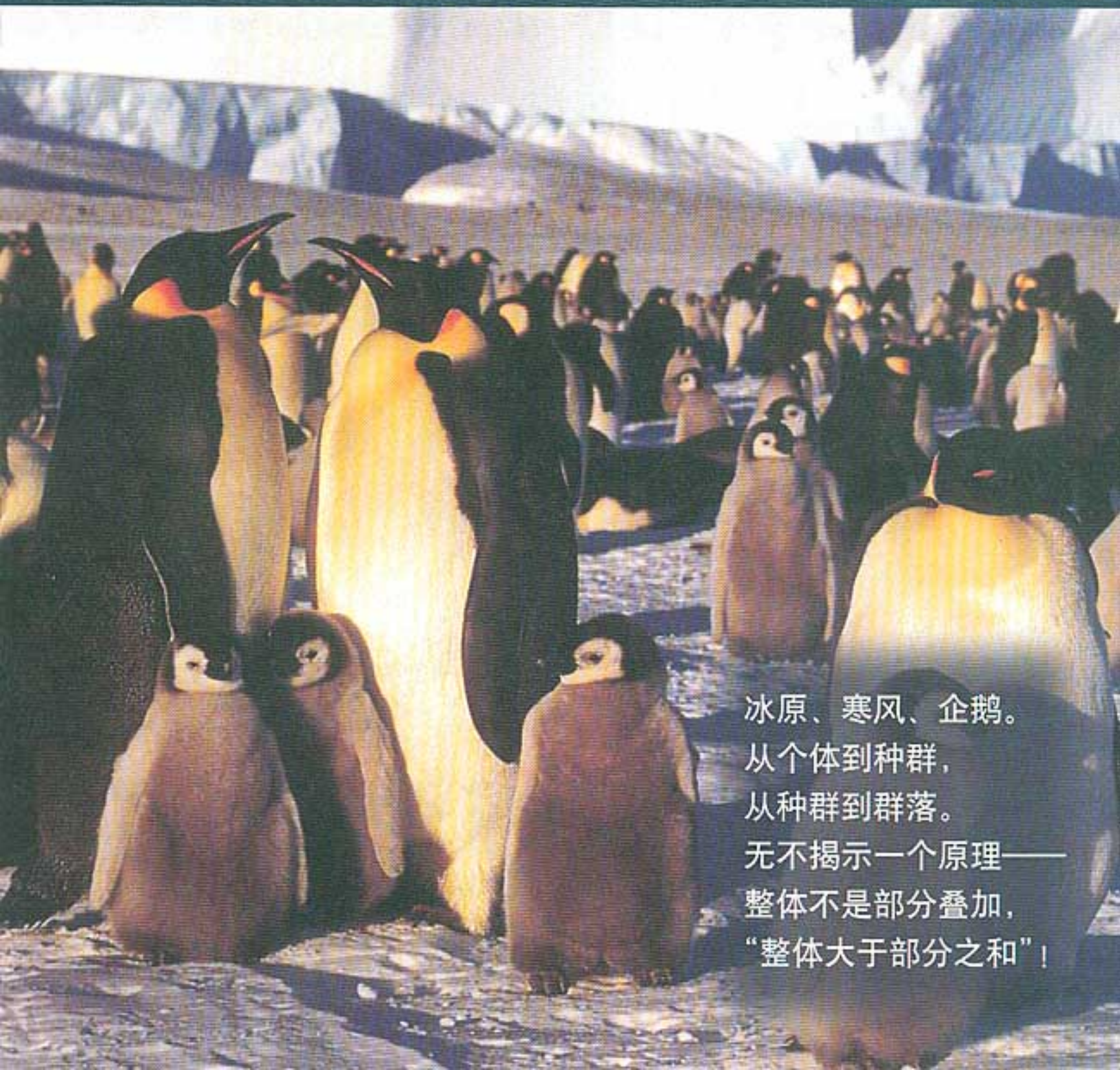
分析下列图解, 在空白框内填写适当的内容, 并回答有关问题。



# 第4章 种群和群落

从个体水平看，生物能通过自身的调节作用维持稳态，完成生长、发育和繁殖等生命活动。而在自然界，任何生物都不是孤立存在的。在一定的自然区域内，同种生物的全部个体形成种群；同一时间内聚集在一定区域中各种生物种群的集合，构成生物群落。

从种群和群落的水平看，生命系统具有什么特征？它们又是怎样发展变化的呢？



冰原、寒风、企鹅。  
从个体到种群，  
从种群到群落。  
无不揭示一个原理——  
整体不是部分叠加，  
“整体大于部分之和”！

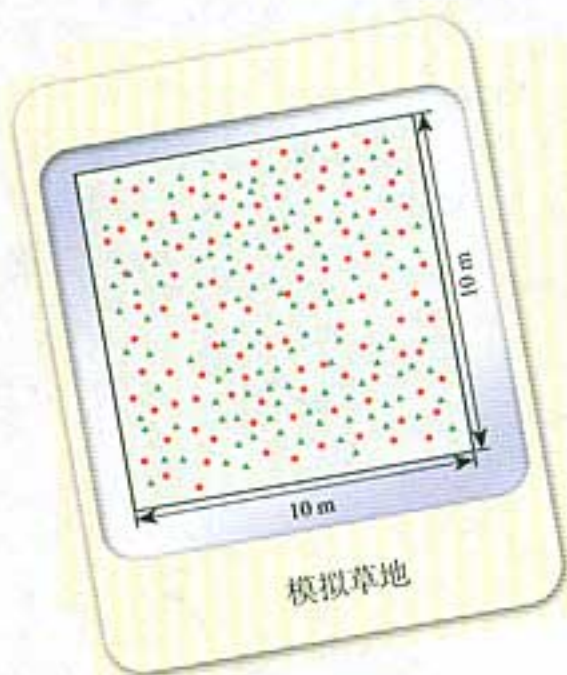
# 第1节 种群的特征

## 问题探讨

假设左图为一块面积为 $100\text{ m}^2$ 的草地。图中每个红色圆点代表一株蒲公英，绿色三角代表其他植物。

### 讨论：

1. 怎样估算这块草地中蒲公英的数量？
2. 按讨论确定的方法进行估算，再逐个计数，将两种方法求得的数值进行比较。估算的结果误差大吗？如果误差较大，请讨论改进的方法。



### 本节聚焦

- 怎样估算种群的密度？
- 种群的数量特征有哪些？

假设你发明了一种新型除草剂，为了检测除草效果，在两块农田中做了对照实验。现在，你需要对这两块农田中杂草的数量进行统计。怎样才能既简便又准确地获得统计数据呢？

### 调查种群密度的方法

种群在单位面积或单位体积中的个体数就是种群密度 (population density)。种群密度是种群最基本的数量特征。农林害虫的监测和预报、渔业上捕捞强度的确定等，都需要对种群密度进行调查研究。

在上面的问题探讨活动中，你已经尝试了估算种群密度的方法。在调查分布范围较小、个体较大的种群时，可以逐个计数。但是，在多数情况下，逐个计数非常困难，需要采取估算的方法。

**样方法** 估算种群密度最常用的方法之一是样方法：在被调查种群的分布范围内，随机选取若干个样方，通过计数每个样方内的个体数，求得每个样方的种群密度，以所有样方种群密度的平均值作为该种群的种群密度估计值。



## 探究

### 用样方法调查草地中某种双子叶植物的种群密度

单子叶草本植物常常是丛生或蔓生的，从地上部分难以辨别是一株还是多株。而双子叶草本植物则容易辨别个体数目。单子叶植物的叶片一般呈条形或披针形，叶脉一般是平行脉，双子叶植物的叶脉一般是网状脉。

#### 问题

你可以调查同一块地中不同双子叶植物的种群密度，也可以调查不同地块中一种或几种双子叶植物的种群密度。通过小组讨论，确定要探究的问题\_\_\_\_\_。

#### 制订计划

1. 结合自己的生活经验，想一想什么地方适合做这样的调查。在老师指导下确定调查地点和范围。

2. 确定调查时间。
3. 讨论需要携带哪些材料用具，列出清单。
4. 讨论确定小组成员间的分工。

#### 实施计划

1. 准备：来到调查地点后，先大致观察一下地形，分析有没有安全隐患，提出安全注意事项。

2. 确定调查对象：观察该地段中有哪些双子叶草本植物，记录下这些植物的名称。确定本小组要调查的种群。

3. 观察调查对象的分布状况和地段的形状，根据观察结果，结合下面的提示，讨论确定样方的多少、样方大小和取样方法。

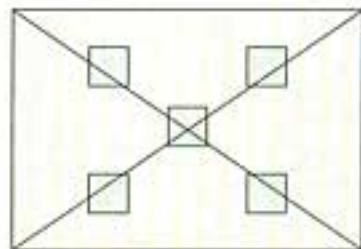
样方的大小一般以  $1\text{ m}^2$  的正方形为宜。如



划定样方

果该种群个体数较少，样方面积可适当扩大。

取样的关键是要做到随机取样，不能掺入主观因素。下图所示的五点取样法和等距取样法都是常用的取样方法，可供参考。



五点取样法



等距取样法

4. 计数：计数每个样方内所调查植物的数量，做好记录。
5. 计算种群密度。

调查时做到爱护植被，不攀折花木，不践踏草坪，不毁坏庄稼。

#### 结论

分析调查结果，得出结论。将结论写在记录本上。

#### 讨论：

1. 实地调查与本节课“问题探讨”活动中的模拟调查有什么异同？
2. 为什么要强调随机取样？
3. 样方的多少会影响调查结果吗？
4. 比较各小组对同一种群的种群密度的调查结果，就发现的问题进行讨论。
5. 讨论调查过程中发现的其他问题。

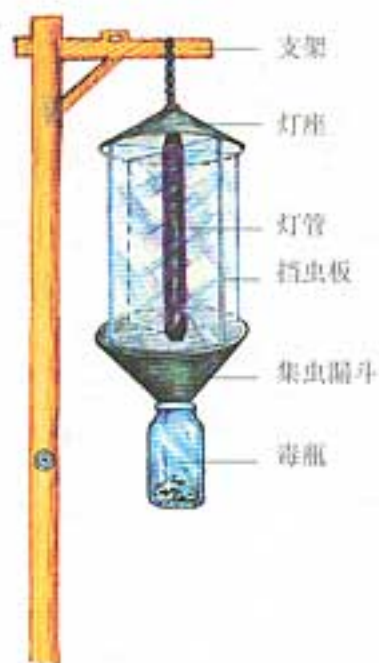


图4-1 黑光灯

#### ▶ 学科交叉 与数学的联系

在对某种鼠的调查中，调查范围为1公顷，第一次捕获并标记39只鼠，第二次捕获34只鼠，其中有标记的鼠15只。请运用数学方法估算这个种群的种群密度(单位为只/公顷)。

调查某种昆虫卵的密度、作物植株上蚜虫的密度、跳蝻的密度等，也可以采用样方法。对于有趋光性的昆虫，还可以用黑光灯进行灯光诱捕的方法调查它们的种群密度(图4-1)。

**标志重捕法** 许多动物的活动能力强，活动范围大，不宜用样方法来调查它们的种群密度。常用的方法之一是标志重捕法。也就是在被调查种群的活动范围内，捕获一部分个体，做上标记后再放回原来的环境，经过一段时间后进行重捕，根据重捕到的动物中标记个体数占总个体数的比例，来估计种群密度。

种群密度反映了种群在一定时期的数量，但是仅靠这一特征还不能反映种群数量的变化趋势。要想知道种群数量的消长，还需要研究种群的出生率(birth rate)和死亡率(death rate)等其他数量特征。

#### 出生率和死亡率

为什么东北虎、大熊猫等动物在人为保护措施下，种群数量仍不能迅速增长；而田鼠、蝗虫等动物，尽管人们采取各种防除措施，却仍然数量繁多，屡屡为害？原因固然是多方面的，繁殖能力的差别是重要原因。繁殖能力强的种群出生率高，种群增长快。

出生率是指在单位时间内新产生的个体数目占该种群个体总数的比率。例如，1983年，我国平均每10万人中出生1 862个孩子，我国人口在这一年的出生率就是1.862%。死亡率是指在单位时间内死亡的个体数目占该种群个体总数的比率。

**与社会联系** 随着生活水平的提高和医疗条件的改善，我国人口的死亡率在不断降低。要控制人口过度增长，必须降低出生率。因此，我国已经把计划生育列为一项基本国策。



图4-2 冬季某城市乌鸦种群(部分)

#### 迁入率和迁出率

如果观察城市中的乌鸦种群(图4-2)，就会发现，每年总有一些乌鸦从外地飞到这个城市生活，又有一些乌鸦飞离这座城市。许多生物的种群都存在着个体迁入和迁出现象。对一个种群来说，单位时间内迁入或迁出的个体，占该种群个体总数的比率，分别称为迁入率(immigration rate)或迁出率(emigration rate)。如果你研究一座城市人口的变化，迁入率和迁出率更是不可忽视的因素。



## 年龄组成和性别比例

种群的年龄结构 (age structure) 是指一个种群中各年龄期的个体数目的比例, 大致可以分为右图所示三种类型 (图 4-3):

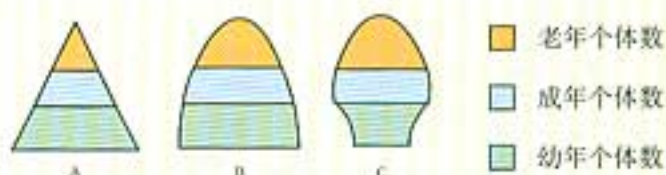


图 4-3 种群年龄组成的三种类型



### 思考与讨论

1. 图 4-3 中 A、B、C 三种年龄组成的种群, 哪种类型的种群数量会越来越大, 属于增长型? 哪种类型的种群数量会越来越小, 属于衰退型? 哪种类型的种群数量会在一段时间内保

持稳定, 属于稳定型? 为什么?

2. 年龄组成为稳定型的种群, 种群数量在近期一定能保持稳定吗? 年龄组成为衰退型的种群呢?

性别比例 (sex ratio) 是指种群中雌雄个体数目的比例。性别比例对种群密度也有一定的影响。例如, 利用人工合成的性引诱剂 (信息素) 诱杀某种害虫的雄性个体, 破坏了害虫种群正常的性别比例, 就会使很多雌性个体不能完成交配, 从而使该种害虫的种群密度明显降低。

### 种群的空间特征

组成种群的个体, 在其生活空间中的位置状态或布局叫做种群的空间特征。观察下列三幅图片, 说一说这三个种群的空间特征有什么区别?



水稻的空间分布



某种杂草的空间分布



瓢虫的空间分布



## 练习

### 一、基础题

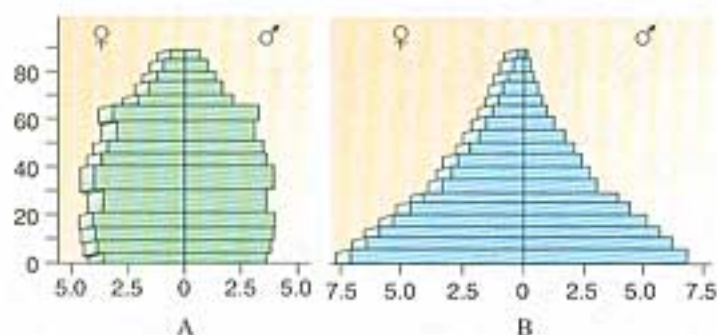
1. 在某池塘中, 第一次捕获鲫鱼 106 条, 做上标记后放回, 第二次捕获鲫鱼 91 条, 其中有标

记的 25 条。请估算这个池塘中共有鲫鱼多少条?

2. 假如要调查一块农田中某种鼠和蚯蚓的种群密度, 你将分别采用什么方法? 说说你做出选择

的理由。

3. 下图A、B为两个国家人口的年龄组成图，纵轴示年龄，横轴示各年龄段人口占总人口的百



分比。请根据此图回答，哪一个国家未来的人口增长率高？

## 二、拓展题

1. “整体大于部分之和”。比较种群特征和个体特征的不同之处，谈谈你对这句话的理解。

2. 目前我国60岁以上的老年人达1.32亿，占总人口的10%以上，已经步入老年型国家的行列。你认为我国人口中老年人所占比例还会升高吗？现行的计划生育政策应当调整吗？



## 科学家的故事

### 从治蝗专家到生态学巨匠

——我国生态学家马世骏

马世骏院士是蜚声中外的生态学家，是我国生态学研究的奠基人之一。他在国内的生态学研究是从蝗灾的防治开始的。

1952年初，刚从国外留学归来不久的马世骏，接受了国家给他的第一个科研任务：解决我国千百年来不能根治的蝗灾问题。马世骏和助手们深入飞蝗发生地，调查了蝗区的自然环境特点、飞蝗种群的数量动态和迁移扩散行为，又结合我国上千年来蝗灾的记录，终于搞清了蝗灾形成的过程和原因。他提出从系统的整体调控着眼，运用“改治结合、根除蝗害”的战略，一方面通过化学防治和生物防治降低蝗虫

密度，一方面改造飞蝗发生地，如修筑堤坝、控制水位、耕垦湖滩荒地等。这样就成功地打开了飞蝗综合防治的大门，使大面积的蝗害在中国大地上得以防治。



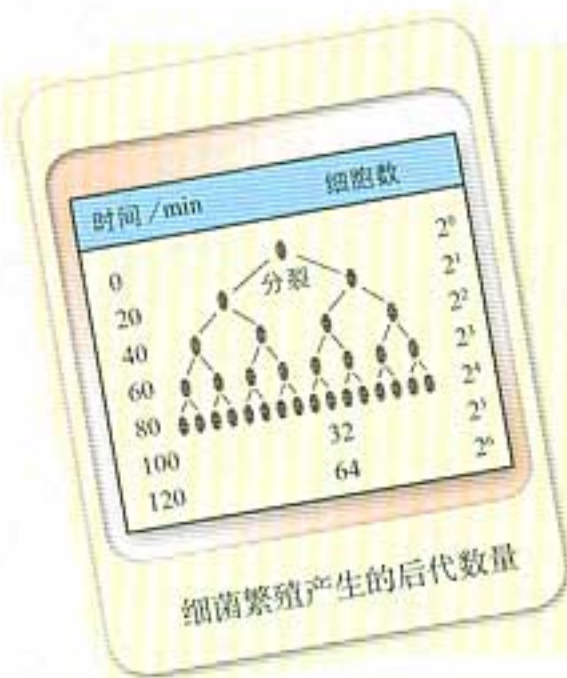
马世骏

此后，马世骏先生在生态学研究领域取得了一系列重要成果。这些研究的共同点都是从系统、综合、整体的观点和方法去认识对象、把握过程。正如他后来高度概括的，生态学的实质就是协调生物与环境或个体与整体间的辩证关系，协调的实质是综合，是平衡，是和谐，是对立的统一。基于这样的思想，他提出了“生态经济学”设想、“生态工程”以及“社会—经济—自然复合生态系统”等一系列新的观点。他提出的许多论点与原则受到人们广泛的赞许，并且在经济建设和社会发展中发挥了显著的作用。



## 第2节 种群数量的变化

### 问题探讨



在营养和生存空间没有限制的情况下,某种细菌每 20 min 就通过分裂繁殖一代。

#### 讨论:

1.  $n$  代细菌数量的计算公式是什么?
2. 72 h 后, 由一个细菌分裂产生的细菌数量是多少?
3. 在一个培养基中, 细菌的数量会一直按照这个公式增长吗? 如何验证你的观点?

描述、解释和预测种群数量的变化, 常常需要建立数学模型。在上面的问题探讨活动中, 你已经在尝试对某种细菌种群的数量变化建立数学模型。

### 建构种群增长模型的方法

#### 本节聚焦

- 怎样建构种群数量增长的模型?
- 种群的数量是怎样变化的?
- 什么是环境容纳量?
- 影响种群数量变化的因素有哪些?

**数学模型** 数学模型是用来描述一个系统或它的性质的数学形式。建立数学模型一般包括以下步骤 (以“问题探讨”中的素材为例):

#### 研究实例

细菌每 20 min 分裂一次

在资源和空间无限多的环境中, 细菌种群的增长不会受种群密度增加的影响

$N_n = 2^n$   
 $N$  代表细菌数量,  $n$  表示第几代

观察、统计细菌数量, 对自己所建立的模型进行检验或修正

#### 研究方法

观察研究对象, 提出问题

提出合理的假设

根据实验数据, 用适当的数学形式对事物的性质进行表达

通过进一步实验或观察等, 对模型进行检验或修正

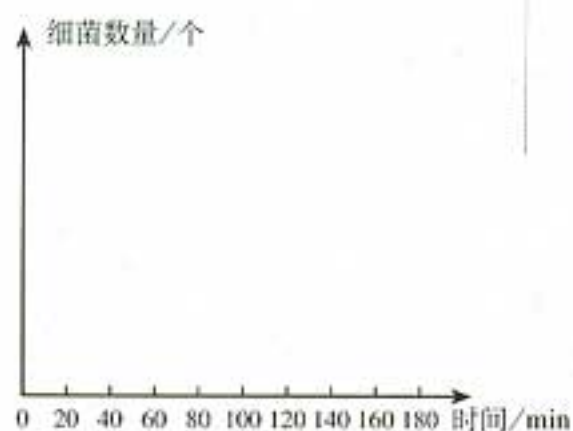


图 4-4 细菌种群的增长曲线

下面请你算出一个细菌产生的后代在不同时间（单位为 min）的数量，并填入下表，然后以时间为横坐标，细菌数量为纵坐标，画出细菌的种群增长曲线（图 4-4）。

时间	20	40	60	80	100	120	140	160	180
细菌数量									

这样的曲线图是数学模型的另一种表现形式。同数学方程式相比，它能更直观地反映出种群数量的增长趋势。

你所得出的公式和增长曲线，只是对理想条件下细菌数量增长的推测。在自然界中，种群的数量变化情况是怎样的呢？

同数学方程式相比，曲线图表示的模型有什么局限性？

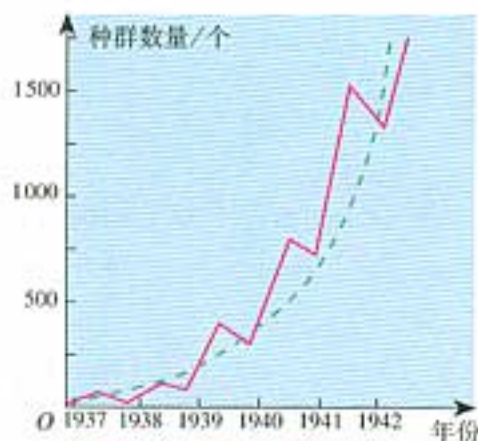


图 4-5 某岛屿环颈雉种群数量的增长

### 种群增长的“J”型曲线

**实例：**1859 年，一位英国人来到澳大利亚定居。他带来了 24 只野兔。让他没有想到的是，一个世纪之后，这 24 只野兔的后代竟达到 6 亿只以上。漫山遍野的野兔与牛羊争食牧草，啃啮树皮，造成植被破坏，导致水土流失。后来，人们引入了黏液瘤病毒才使野兔的数量得到控制。

类似的事情还发生在其他国家。在 20 世纪 30 年代，人们将环颈雉引入美国的一个岛屿。在 1937—1942 年期间，这个种群数量的增长如图 4-5 所示。

通过上述两个实例可以看出，自然界确有类似细菌在理想条件下种群数量增长的形式，如果以时间为横坐标，种群数量为纵坐标画出曲线来表示，曲线则大致呈“J”型。

这两个实例中，种群呈“J”型增长的原因有哪些？

**与社会的联系** 查一查历年来世界和我国人口增长的数据，分析人口增长是否呈“J”型曲线？

### “J”型增长的数学模型

**模型假设：**在食物和空间条件充裕、气候适宜、没有敌害等条件下，种群的数量每年以一定的倍数增长，第二年的数量是第一年的  $\lambda$  倍。

**建立模型：** $t$  年后种群数量为： $N_t = N_0 \lambda^t$

**模型中各参数的意义：** $N_0$  为该种群的起始数量， $t$  为时间， $N_t$  表示  $t$  年后该种群的数量， $\lambda$  表示该种群数量是一年前种群数量的倍数。

“J”型增长能一直持续下去吗?

## 种群增长的“S”型曲线

自然界的资源和空间总是有限的,当种群密度增大时,种内竞争就会加剧,以该种群为食的动物的数量也会增加,这就会使种群的出生率降低,死亡率增高。当死亡率增加到与出生率相等时,种群的增长就会停止,有时会稳定在一定的水平。

有实例证明吗?

生态学家高斯(G.W.Gause)曾经做过这样一个实验:在0.5 mL培养液中放入5个大草履虫,然后每隔24 h统计一次大草履虫的数量。经过反复实验,得出了如图4-6所示的结果。从图中可以看出,大草履虫的数量在第二天和第三天增长较快,第五天以后基本维持在375个左右。像这样,种群经过一定时间的增长后,数量趋于稳定的增长曲线,称为“S”型曲线。

不论哪种生物的种群,总是生活在一定的环境中。在环境条件不受破坏的情况下,一定空间中所能维持的种群最大数量称为环境容纳量(carrying capacity),又称K值。上述大草履虫种群的K值是375个。

大熊猫栖息地遭到破坏后,由于食物的减少和活动范围的缩小,其K值就会变小。这是大熊猫种群数量锐减的重要原因。因此,建立自然保护区,给大熊猫更宽广的生存空间,改善它们的栖息环境,从而提高环境容纳量,是保护大熊猫的根本措施。

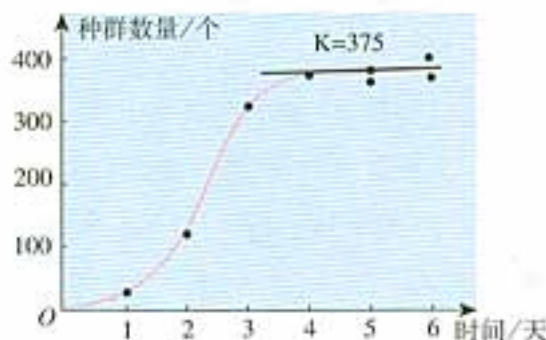


图4-6 大草履虫种群的增长曲线

同一种群的K值是固定不变的吗?



### 思考与讨论

对家鼠等有害动物的控制,应当采取什么措施?从环境容纳量的角度思考,能得到什么

启发吗?注意,家鼠的繁殖力很强,种群数量每天可增加1.47%。

种群数量达到K值时,都能在K值维持稳定吗?

## 种群数量的波动和下降

在自然界,影响种群数量的因素有很多,如气候、食物、天敌、传染病等。因此,大多数种群的数量总是在波

动中(图4-7):在不利的条件下,种群数量还会急剧下降甚至消亡。

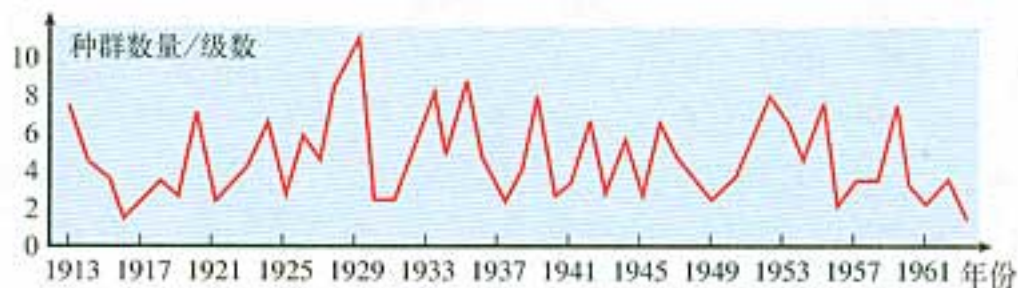


图4-7 东亚飞蝗种群数量的波动

第二次世界大战时,捕鲸业停了下来,鲸的数量恢复到较高的水平。战后捕鲸船的吨位不断上升,鲸的捕获量越来越大,导致许多鲸的种群数量急剧下降,有的鲸濒临绝灭。

**与社会的联系** 随着人口的增长,科技水平的提高,人类活动范围的扩大,人类活动对自然界种群数量变化的影响越来越大,有时甚至成为决定性的因素。研究种群的变化规律以及影响种群数量变化的因素,对于有害动物的防治、野生生物资源的保护和利用,以及濒危动物种群的拯救和恢复,都有着重要意义。



### 探究

## 培养液中酵母菌种群数量的变化

酿酒和做面包都需要酵母菌。这些酵母菌可以用液体培养基(培养液)来培养。培养液中酵母菌种群的增长情况,与发酵食品的制作有密切关系。

### 问题

培养液中酵母菌种群的数量是怎样随时间变化的?

### 作出假设

根据前面所学知识,针对这一问题作出假设:\_\_\_\_\_

### 讨论探究思路

探究所需要的菌种和无菌马铃薯培养液或肉汤培养液、试管、血球计数板(2 mm × 2 mm 方格)、滴管、显微镜等,都由老师提供。

在制订计划前,你需要思考以下问题,并与同学讨论。

### 1. 怎样进行酵母菌的计数?

提示:对一支试管中的培养液(可定为10 mL)中的酵母菌逐个计数是非常困难的,可以采用抽样检测的方法:先将盖玻片放在计数室上,用吸管吸取培养液,滴于盖玻片边缘,让培养液自行渗入。多余培养液用滤纸吸去。稍待片刻,待细菌细胞全部沉降到计数室底部,将计数板放在载物台的中央,计数一个小方格内的酵母菌数量,再以此为根据,估算试管中的酵母菌总数。

盖玻片下的培养液厚度为0.1 mm,请推导出将一个小方格范围内的酵母菌数,换算成10 mL培养液中酵母菌总数的公式。

2. 从试管中吸出培养液进行计数之前,建议你先将试管轻轻震荡几次。这是为什么?



## 练习

### 一、基础题

1. 种群的“J”型增长和“S”型增长,分别会在什么条件下出现?你能举出课本以外的例子加以说明吗?

2. 20世纪初,人们将驼鹿引入加拿大密执根湖的一个孤岛。该种群从1915年到1960年的数量变化情况如下表。

(1) 用曲线图表示该种群数量自1915年至1943年的消长情况。

(2) 从1915年到1930年,该种群数量不断增

加,可能的原因有哪些?

(3) 该种群的数量后来急剧下降,可能的原因有哪些?

3. 举例说明什么是环境容纳量。

### 二、拓展题

假设你承包了一个鱼塘,正在因放养多少鱼而困惑:放养密度过大,鱼竞争加剧,死亡率会增加;放养密度过小,水体的资源和空间不能充分利用。如何解决这个难题呢?请查阅有关书籍或网站,如 [www.9e.net.cn/pindao/shuichan/](http://www.9e.net.cn/pindao/shuichan/) 等。

年份	1915	1917	1921	1925	1928	1930	1934	1943	1947	1950	1960
驼鹿种群数量	200	300	1 000	2 000	2 500	3 000	400	170	600	500	600

3. 本探究需要设置对照吗?如果需要,请讨论对照组应怎样设计和操作;如果不需要,请说明理由。

4. 需要做重复实验吗?

5. 怎样记录结果?记录表怎样设计?

6. 如果一个小方格内酵母菌过多,难以数清,应当采取怎样的措施?

7. 对于压在小方格界线上的酵母菌,应当怎样计数?

#### 制定计划

在小组讨论的基础上,写出探究方案,方法步骤应当具体,并且是可操作的。确定小组同学间的分工。向老师汇报本小组的探究计划,以求得老师的指导。

#### 实施计划

首先通过显微镜观察,估算出10 mL 培养液中酵母菌的初始数量( $N_0$ ),在此之后连续观察7天,分别记录下这7天的数值。

#### 分析结果,得出结论

将所得数值用曲线图表示出来,分析实验结果是否支持你所做的假设。

探究的结论是\_\_\_\_\_。

#### 表达和交流

1. 向全班汇报本小组7天的数据,算出每一天全班各组数据的平均值,根据平均值重新画酵母菌种群数量的增长曲线。将这个增长曲线与本小组的曲线进行比较,分析其相似程度,并做出合理的解释。

2. 根据各组平均数据画出的增长曲线有没有什么总趋势?如果有,请作出说明。

3. 影响酵母菌种群数量增长的因素可能是什么?

#### 进一步探究

根据你对影响酵母菌种群数量增长的因素作出的推测,设计实验进行验证。



## 与生物学有关的职业

### 植保员

“本报讯 近日，记者从市植保站获悉：目前，大豆蚜虫已在我市大豆田点片发生，农民朋友应引起注意，尽早防治。由于近期气温高、降雨少、田间比较干旱，气象条件非常有利于大豆蚜虫的繁殖。据测报站7月3日调查，大豆百株蚜量1436头，有蚜株率58%，卷叶率8%……上述调查结果表明：今年大豆蚜虫在我市发生早，且比常年同期发生量大。同时，因今年大豆苗小、抗虫能力弱，这也利于蚜虫加重危害。为此，各县植保站及广大农户要尽早深入田间查田治虫，对达到防治指标的地块，应及时进行防治……”

“目前我市夏蝗已经出土，黄骅植保站5月5~6日在黄灶东洼发现一龄蝗蛹6头；南大港植保站5月6日在张洼口夹荒地发现一龄蝗蛹31头；海兴植保站5月5日在杨呈水库发现一龄蝗蛹5头，小山东洼夹荒地发现一龄蝗蛹3头；沧县植保站5月7日在东关镇旧州农田夹荒地发现一龄蝗蛹5头。

我市今年夏蝗始见出土时间为5月5日，较去年晚3天，去年5月2日在南大港水库始见一龄蝗蛹。原因是今年春季气温回升缓慢，3~4月份平均气温为10.9℃，而去年同期平均气温为12.2℃，这对蝗卵的发育有一定影响，所以蝗蛹出土较晚。

近期随着气温的升高，夏蝗将很快

进入出土盛期。根据蝗蛹出土情况及挖卵调查，预计今年我市夏蝗出土盛期为5月16日。因此，各蝗区县、市、场植保站务必搞好夏蝗出土监测，积极组织力量开展拉网式普查……”

读了以上两则报道，相信你对植保员所从事的工作已经有了一定认识。我国是一个农业大国。省、市、县都设有植保站，很多乡镇也有专门的植保员，形成了一个全国性的植物保护网络。成千上万的植保员活跃在田间地头，对农作物的病虫害进行监测和预报，并对广大农民进行防治病虫害的技术指导。通过这两则报道还可以看出，做一个优秀的植保员，需要掌握调查种群密度的方法，掌握害虫种群数量的增长规律，并且要研究环境因素对种群数量增长的影响。植保员保护的不只是农作物，还有广大农民的利益、国民经济的命脉。



植保员在做田间调查



# 第3节 群落的结构

## 问题探讨



左图展示了在池塘水面、水中、水底生活的多种生物。

### 讨论:

1. 这个池塘中至少有多少个种群?
2. 假如池塘中的肉食性鱼大量减少,池塘中其他种群的数量将会出现什么变化?

当你把一个池塘中的全部生物作为一个生命系统来研究时,这个池塘中的每个种群就成为系统的组分,就像你在研究种群时,将种群中的个体作为系统的组分一样。同一时间内聚集在一定区域中各种生物种群的集合,叫做群落 (community)。

### 群落水平上研究的问题

在群落水平上研究的问题与在种群水平上研究的有什么不同? 研究群落有什么意义呢?

### 本节聚焦

- 不同群落在物种组成上有哪些差别?
- 种间关系主要有哪几种类型?
- 群落的空间结构是怎样的?

**研究群落** 种群是一个系统,种群水平的研究集中于种群的数量动态,包括出生率、死亡率、年龄组成、性别比例等。群落是更高层次的系统,在群落水平上研究的是另外一些问题。

池塘中有多少种群? 哪些种群在数量上占优势?

池塘中各个种群之间的相互关系是怎样的?

池塘中群落的演替情况是怎样的?

研究池塘群落

池塘中的生物群落具有怎样的空间结构?

池塘中各个种群分别占据什么位置?

池塘的分布范围和边界如何?

分析上图可以看出,研究种群是研究群落的基础;在群落水平上进行研究,又会发现新的问题,获得新的认识。

## 群落的物种组成

要认识一个群落，首先要分析该群落的物种组成。群落的物种组成是区别不同群落的重要特征。图4-8和图4-9所示的两个森林群落，你能从物种组成上说出二者的主要差别吗？

### 部分物种名录

苦槠

青钩栲

武夷杜鹃

毛杆玉山竹

武夷铁角蕨



图4-9 福建武夷山的常绿阔叶林

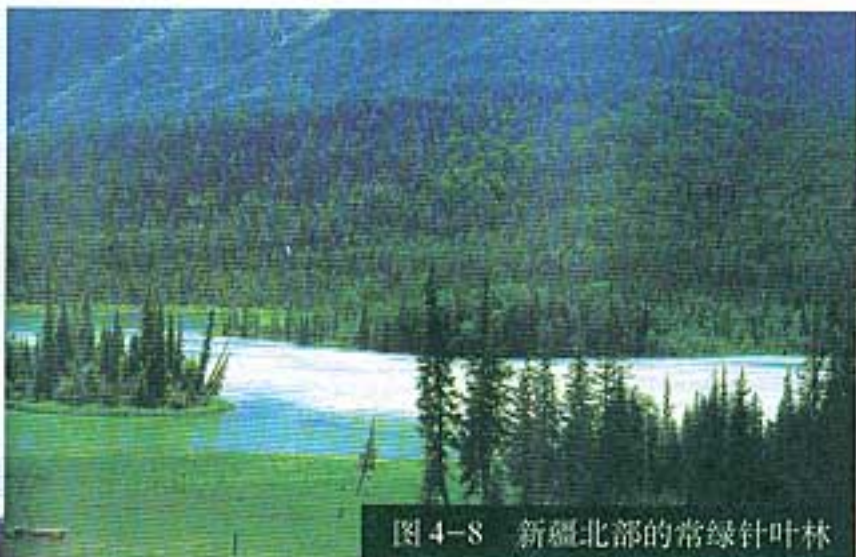


图4-8 新疆北部的常绿针叶林

### 部分物种名录

西伯利亚红松

西伯利亚冷杉

西伯利亚云杉

### ▶ 相关信息

西伯利亚泰梅尔半岛冰原上，只有670种低等植物、139种高等植物、约1000种动物；福建武夷山共有低等植物840种、高等植物2888种，已知动物约5000余种，其中脊椎动物475种。

不同群落的物种数目有差别。群落中物种数目的多少称为**丰富度** (species richness)。科学家研究了我国从东北到海南的木本植物的丰富度，发现越靠近热带地区，单位面积内的物种越丰富。

### 种间关系

一个群落中的物种不论多少，都不是随机地聚集在一起的，而是通过复杂的种间关系，形成一个有机的整体。研究群落的结构，不仅需要研究物种的组成，还需要研究不同物种之间的关系。



### 资料分析

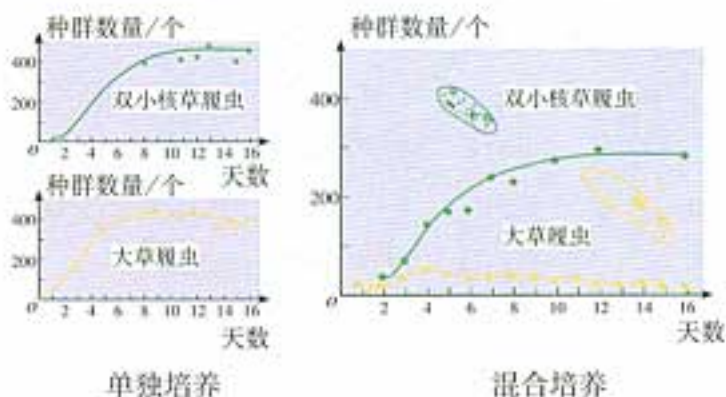
#### 反映种间关系的实例

##### 资料1

1934年生态学家高斯选用了两种形态和习

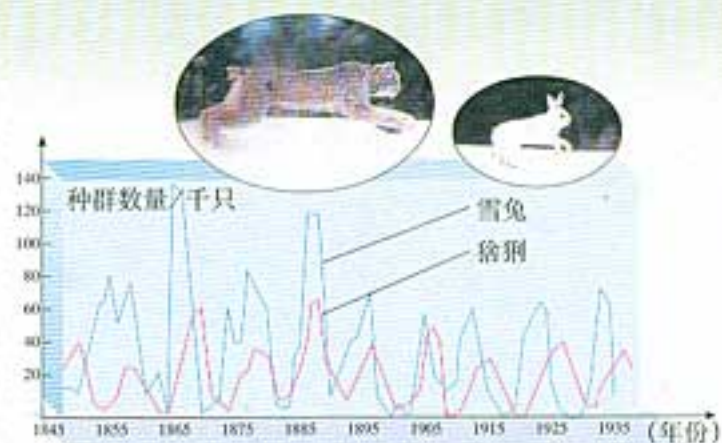
性上很接近的草履虫进行了以下实验：取相等数目的双小核草履虫和大草履虫，用一种杆菌

为饲料，放在某个容器中培养。结果发现：开始时两个种群的数量都有增长，随后双小核草履虫个体数继续增加，而大草履虫个体数下降，16天后只有双小核草履虫存活。这两种草履虫都没有分泌杀死对方的物质。



#### 资料2

生活在加拿大北方森林中的猞猁捕食雪兔。研究人员在90多年的时间里，对猞猁和雪兔的种群数量作了研究，结果如右上图所示。

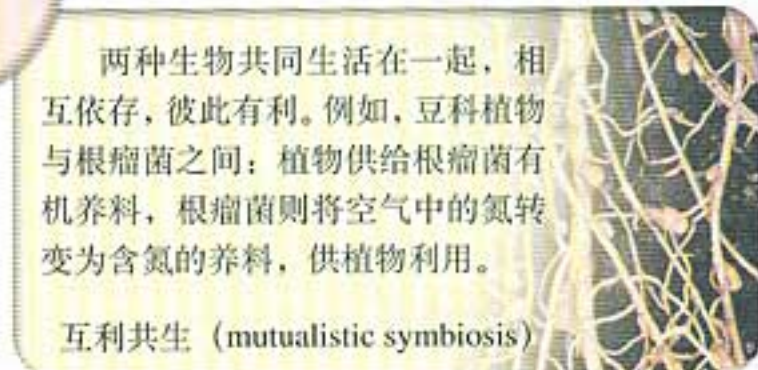
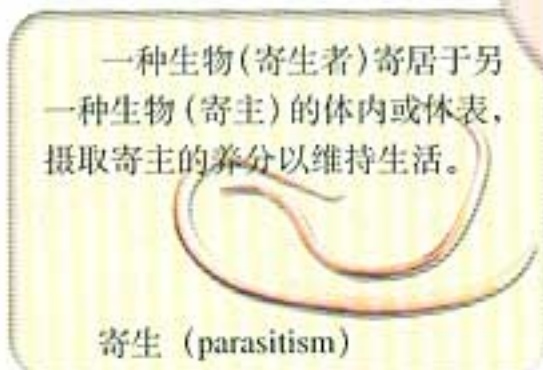


猞猁和雪兔种群数量的变化曲线

#### 讨论：

1. 如何解释资料1中的实验结果？
2. 分析猞猁和雪兔种群数量的波动情况，你能发现什么规律？
3. 猞猁的存在对整个群落的稳定可能起什么作用？
4. 资料1和资料2中，两个种群之间的相互作用结果有什么不同？

种间关系包括竞争、捕食、互利共生和寄生等(图4-10)。



### 种间关系

图4-10 种间关系

关于种间关系，你还能举出其他例子吗？

### 群落的空间结构

在群落中，各个生物种群分别占据了不同的空间，使群落形成一定的空间结构。群落的空间结构包括垂直结构和水平结构等方面。

**垂直结构** 在垂直方向上，大多数群落都具有明显的分层现象。例如，森林中自下而上分别有草本植物、灌木和乔木，形成群落的垂直结构（图4-11）。森林植物的分层与对光的利用有关：群落下面各层要比上层的光照弱，不同植物适于在不同的光照强度下生长。这种垂直结构显著提高了群落利用阳光等环境资源的能力。

#### 想象空间

你能想象一下某个森林群落通过自然选择形成分层结构的大致过程吗？

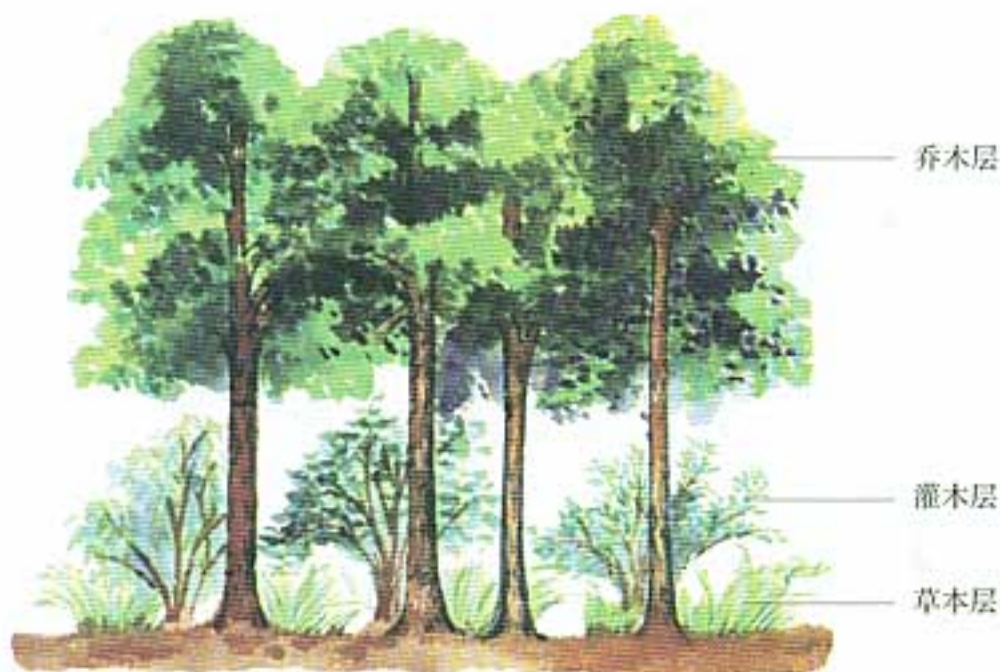


图4-11 森林植物的分层现象

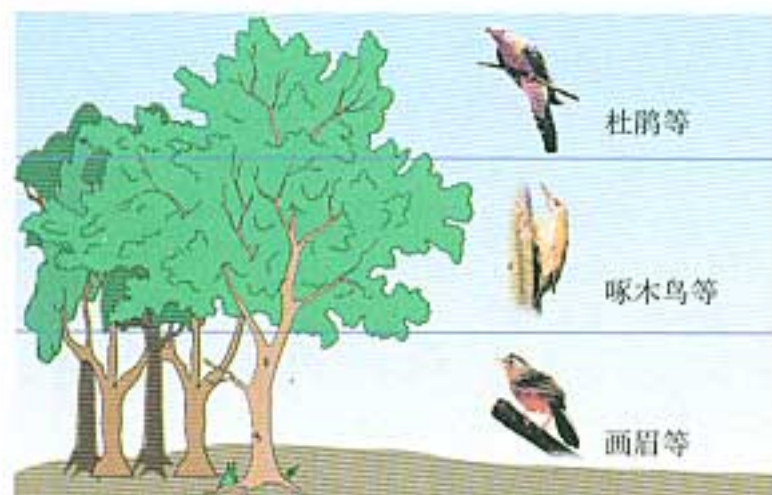


图4-12 某森林中鸟类的分层现象示意图

群落中植物的垂直结构又为动物创造了多种多样的栖息空间和食物条件，因此，动物也有类似的分层现象。例如，某森林中栖息着多种鸟类，虽然大多数鸟类可同时利用几个不同的层次，但每一种鸟都有一个自己经常活动的层次：林冠层栖息着鹰、伯劳、杜鹃、黄鹂等；中层栖息着山雀、莺、鹁、啄木鸟等；林下层则生活着画眉、八色鸫等（图4-12）。

**水平结构** 群落的结构特征不仅表现在垂直方向上，也表现在水平方向上。例如，某草地在水平方向上，由于地形的变化、土壤湿度和盐碱度的差异、光照强度的不同、生物自身生长特点的不同，以及人与动物的影响等因素，不同地段往往分布着不同的种群，同一地段上种群密度也有差别，它们常呈镶嵌分布（图4-13）。



图4-13 某草地群落的水平结构



### 探究

## 土壤中小动物类群丰富度的研究

土壤是无数小动物的家园。常见的小动物有蜘蛛、鼠妇、蜈蚣、马陆、蚯蚓，以及多种多样的昆虫，等等。大多数土壤动物实在太小了，所以我们很少注意它们。然而，这些小动物对动植物遗体的分解起着重要的辅助作用。

许多土壤动物有较强的活动能力，而且身体微小，因此不适于用样方法或标志重捕法进行调查。在进行这类研究时，常用取样器取样进行采集、调查的方法。即用一定规格的捕捉器（如采集罐、吸虫器等）进行取样，通过调查样本中小动物的种类和数量来推测某一区域内土壤动物的丰富度。

丰富度的统计方法通常有两种：一是记名计算法；二是目测估计法。记名计算法是指在一定面积的样地中，直接数出各种群的个体数目，这一般用于个体较大，种群数量有限的群落。目测估计法是按预先确定的多度等级来估

计单位面积上个体数量的多少。等级的划分和表示方法有：“非常多、多、较多、较少、少、很少”等等。

### 问题

可依据自己的兴趣，并考虑可行性，经小组讨论后，确定要探究的问题。例如，可以调查某处土壤中小动物类群丰富度；也可以通过调查来比较不同土壤中小动物类群的丰富度；还可以考虑在不同时间（如白天与晚上）或不同空间（如不同深度土层）作调查。

你们小组要探究的问题：\_\_\_\_\_

### 制定探究计划

依据本章第一节“探究”中制定计划的要点，用列表的方法，制定一份本小组的研究计划，如下表所示。

研究计划表

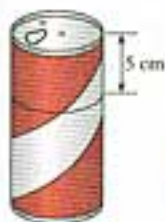
步骤	时间	地点	内容	方法	备注
第一步	×年×月×日		环境考察	观察与测量	带温度计、干湿计、记录本
第二步					
……					

## 实施计划

### 1. 准备

(1) 制作取样器。可选择直径为5 cm的硬质金属饮料罐，在高度为5 cm处剪断。这样的取样器容积约为100 mL。

注意：断口处很锋利，操作时要注意安全。



(2) 记录调查地点的地形和环境的主要情况。提出安全注意事项。

注意：取样时尽量不要破坏环境，并应事先取得有关部门的同意。



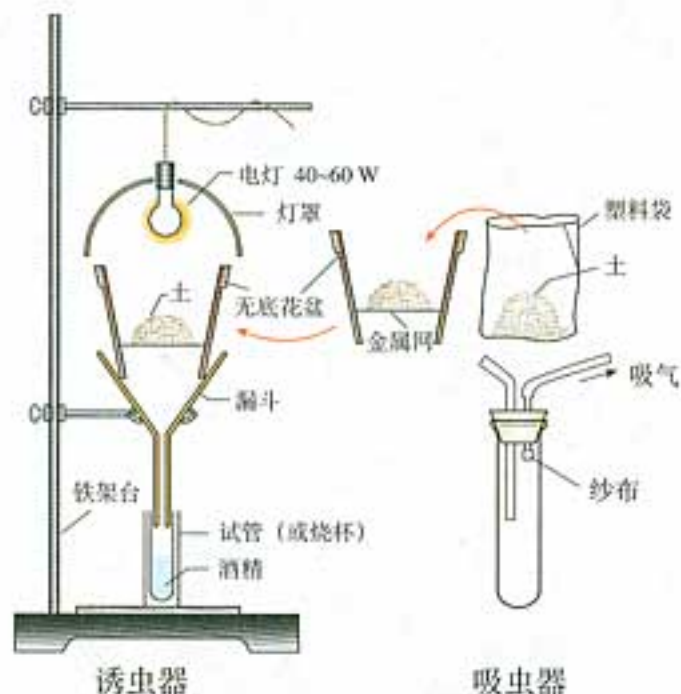
### 2. 取样

选择取样地点，将表土上的落叶轻轻拨开，用手来回旋转罐子，将其按入土中，按压到罐底与地表几乎齐平，用花铲将罐内的土连同罐子一起挖出。将罐子中的土壤倒入塑料袋中。

注意：塑料袋上应标明取样的地点和时间等。

### 3. 采集小动物

在去底花盆中放一个金属网，将取到的土壤样品放置在金属网上。为了使空气流通，土壤与花盆壁之间要留一定的空隙。然后，将花盆放置在诱虫器上，打开电灯（如下图所示）。



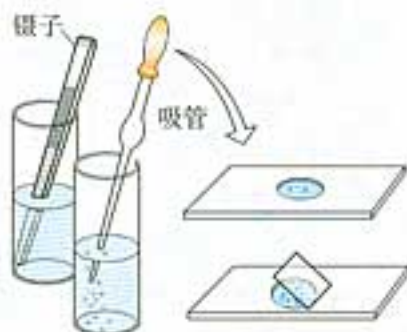
也可以采取以下简易采集法：将取到的土壤样品放在瓷盆内（要注意防止小动物逃走），

用解剖针拨找小动物，同时用放大镜观察，发现体型较大的小动物，可用包着纱布的镊子取出来，体型较小的则可以用吸虫器采集。

采集的小动物可以放入体积分数为70%的酒精溶液中，也可放入试管中。

### 4. 观察和分类

可借助有关的动物图鉴查清小动物的名称，并进行分类。有些小动物用肉眼难以识别，可用镊子或吸管取出，放在载玻片上，借助放大镜、实体镜进行观察。应一边观察一边做好记录。



如果还是无法知道小动物的名称，可记为“待鉴定××”，并记录下它们的特征。

说明：观察时最好用实体镜。如用普通显微镜，可在4倍的物镜和5倍的目镜下进行观察。

### 5. 统计和分析

请根据前面介绍的丰富度统计方法，设计一个数据收集和统计表，分析所搜集的数据，完成一份研究报告。

### 讨论：

1. 在班级内交流各自的研究报告，比较研究结果，就发现的问题进行讨论。

2. 如果要调查水中小动物类群的丰富度，应如何对研究方法进行改进？



## 练习

### 一、基础题

1. 森林中的鸟类有垂直分层现象。这种现象主要与下列哪一因素有关:

- A. 光照强度;      B. 食物种类;  
C. 湿度;          D. 温度。

答 [    ]

2. 在一个水族箱中生活着两种原生动动物, 假设种群A捕食种群B。它们之间用一屏障隔开, 经

过一段时间的养殖后, 两个种群的种群数量都达到最大值。这时将屏障撤掉。预期两个种群的数量可能会怎样变化? 请用曲线图表示出来。

### 二、拓展题

1. 请你设计一个实验, 来探究某几种植物的根系之间是否存在竞争现象。

2. “螟蛉有子, 蜾蠃负之”(《诗经·小雅·小宛》), 这两种生物之间存在怎样的种间关系?



## 科学·技术·社会

### 立体农业

立体农业是运用群落的空间结构原理, 为充分利用空间和资源而发展起来的一种农业生产模式。以下是两个立体农业的例子。

**1. 果树—草菇结构** 该结构就是利用果树种群下微弱的光照、较高的空气湿度和较低的风速等特殊环境条件, 在果树下加入一个人工栽培的草菇种群。草菇利用这种适宜的环境条件生长发育。栽培草菇剩下的基质, 又给果树提供了营养。类似的结构还有玉米—食用菌结构或甘蔗—食用菌结构等。

**2. 桉树—菠萝结构** 海南省某林场在桉树幼林里栽培菠萝, 通过精心管理取得了桉树、菠萝两旺, 提高了经济效益。桉树是一种深根性树种, 而菠萝的绝大部分根系分布在地表10~20 cm的范围内。两种植物根系深浅搭配, 合理地利用了不同层次土壤内的水分和养分。同时, 由于菠



果树—草菇结构

萝地上部分的覆盖作用, 一方面有效地截留了降水, 降低了水土流失, 另一方面又减少了地表蒸发。幼桉树一般高度在2 m左右, 而菠萝高度多在1 m以下, 桉树喜光, 菠萝属于半阴性植物。两种植物高矮结合, 充分利用了不同层次的光能。

如果你生活在农村或城郊, 你那里可能还有一些其他的立体农业模式, 可以介绍给大家。如果你生活在城市, 是否也可利用有关道理, 设计立体绿化呢?

# 第4节 群落的演替

## 问题探讨

1883年8月7日，印度尼西亚喀拉喀托火山爆发，炽热的岩浆滚滚而出，所到之处生物全部死亡，成了一片裸地。几年之后，地面上稀稀疏疏长出了小草，还出现了一种蜘蛛。到了1909年，已有202种动物生活在这块新的土地上了。1919年动物增加到621种，1934年增加到880种。在此期间植物逐渐繁茂起来，形成了小树林。

### 讨论：

1. 生物是如何一步步地定居在新土地上的？
2. 这一地区有可能恢复原来群落的结构吗？



喀拉喀托火山爆发的情景

## 本节聚焦

- 群落演替有哪些类型？演替的大致阶段如何？
- 人类活动对群落演替有什么影响？
- 我国为什么要实行退耕还林、还草、还湖？

群落是一个动态系统，它是不断发展变化的。如果群落结构受到干扰或破坏，一些生物的种群消失了，就会有其他一些生物的种群来占据它们的空间，再过一段时间，又会有另一些生物的种群兴起，最后，群落会达到一个相对稳定的阶段。像这样随着时间的推移，一个群落被另一个群落代替的过程，就叫做演替（succession）。正如问题探讨中所描绘的，从光裸的岩地上最终也会演替出森林。

## 演替的类型

光裸的岩地上是怎样长出森林的呢？

这是一个漫长而艰难的演替过程，大致要经历以下几个阶段（图4-14）。

## 思考与讨论

仔细分析图4-14，思考并讨论以下问题。

### 讨论：

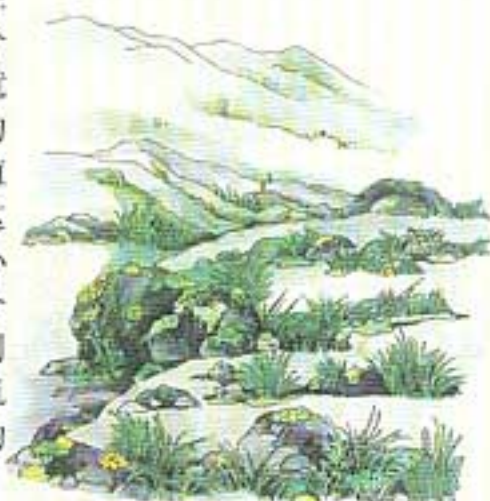
1. 光裸的岩地上首先定居的生物为什么不是苔藓和草本植物，而是地衣？
2. 地衣阶段为苔藓的生长提供了怎样的基础？为什么苔藓能够取代地衣？
3. 在森林阶段，群落中还能找到地衣、苔藓、草本植物和灌木吗？





裸岩阶段

**草本植物阶段** 在土壤能保持一定水分时,草本植物的种子就能够萌发生长。竞争的结果是较高的草本植物逐渐占据了优势。这时,各种昆虫和其他小动物开始进入到这个地区。在动植物的共同作用下,土壤中的有机物越来越丰富,土壤的通气性越来越好。



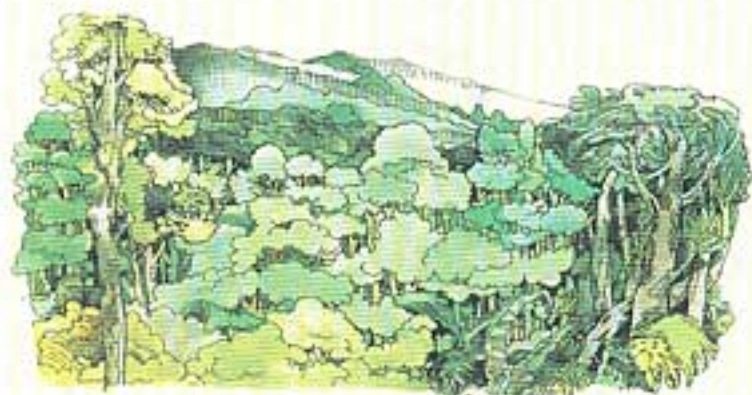
**灌木阶段** 灌木和小树开始生长。灌木比草本植物更为高大,“剥夺”了草本植物的阳光,逐渐取代了部分草本植物。灌木的生长起到了遮阴、避风等作用,同时提供了更为丰富的食物,于是成为许多鸟类的栖息地。物种的多样化使得群落的结构较为稳定,抵御环境变化的能力增强。



**地衣阶段** 地衣首先在裸岩上定居。地衣分泌的有机酸可加速岩石风化形成土壤的过程。于是,土壤颗粒和有机物逐渐增多。



**苔藓阶段** 在地衣开拓的基础上,苔藓便能生长起来。苔藓比地衣长得高,在与地衣争夺阳光的竞争中处于优势,于是就逐渐扩展。苔藓的生长会进一步使岩石分解,土层加厚,有机物增多,土壤中微生物的群落也越来越丰富。



**森林阶段** 在灌木群落所形成的湿润土壤上,各种乔木的种子萌发出来。乔木比灌木具有更强的获得阳光的能力,因而最终占据了优势,成为茂盛的树林。树林的形成进一步改善了生物生存的环境,物种进一步多样化,生物与环境之间的关系变得更加丰富多样,于是群落演替到了相对稳定的森林阶段。

图 4-14 发生在裸岩上的演替

在弃耕的农田上，也会发生群落的演替（图4-15）。这种演替和发生在裸岩上的演替过程完全相同吗？



农田被弃耕以后，很快就会长满一年生的杂草。在杂草的覆盖下，土壤条件会得到改善，一些多年生的杂草会接踵而至。土壤表层有机物质逐渐增多，保水能力也逐渐增强，这将更有利于植物的生长，几年后，一些小灌木便会生长起来，并成为灌木丛。再经过一段时间，乔木开始出现。高大的乔木占据了更多的空间，灌木逐渐减少，乔木逐渐蔚然成林。

在气候条件适宜的情况下，从弃耕的农田演替出树林，需要数十年时间。如果是在干旱的荒漠地区，群落的演替就很难形成树林，或许只发展到草本植物阶段或稀疏的灌木阶段。

图4-15 弃耕农田上的演替

上述两个例子代表了演替的两种类型——初生演替（primary succession）和次生演替（secondary succession）。初生演替是指在一个从来没有被植物覆盖的地面，或者是原来存在过植被、但被彻底消灭了的地方发生的演替。例如在沙丘、火山岩、冰川泥上进行的演替。次生演替是指在原有植被虽已不存在，但原有土壤条件基本保留，甚至还保留了植物的种子或其他繁殖体（如能发芽的地下茎）的地方发生的演替，如火灾过后的草原、过量砍伐的森林、弃耕的农田上进行的演替。

## 人类活动对群落演替的影响

你是否留意过图 4-16 所示的现象?



图 4-16 践踏对草地群落的影响



### 思考与讨论

离小路远近不同的地方,杂草的分布和种类是不一样的:经常被踩踏的地方生长着茎秆低矮的车前草等植物;几乎不被踩踏的地方,生长着茎秆较高的狗尾草等植物;轻度踩踏的地方,生长着茎秆高度介于二者之间的狼尾草等植物。

#### 讨论:

1. 你能解释小路周围杂草的这种分布与人类活动的关系吗?
2. 如果小路废弃后,会出现“远芳侵古道,晴翠接荒城”(白居易,《赋得古原草送别》)的景象吗?

在现实生活中,人类的许多活动正在影响着群落的演替。观察图 4-17、4-18、4-19,分析这些活动对草原、森林、水域生物群落的影响。



图 4-17 密集的羊群



图 4-18 顺流而下的木材



图 4-19 废水排入河流

人类可以砍伐森林、填湖造地、捕杀动物,也可以封山育林、治理沙漠、管理草原,甚至可以建立人工群落。人类活动往往会使群落演替按照不同于自然演替的速度和方向进行。

## 退耕还林、还草、还湖

我国是一个农业大国。千百年来人们一直视土地如生命。为了扩大耕地面积,不惜毁林开荒、围湖造田。以牺牲环境为代价的垦殖活动,造成严重的水土流失,并且成为洪涝灾害频繁发生的重要原因。

为处理好经济发展同人口、资源、环境的关系,走可持续发展道路,我国政府明确提出退耕还林、还草、还湖,退牧还草,颁布了《退耕还林条例》,自2003年1月20日起施行(图4-20)。这项浩大的生态工程已经在全国24个省(直辖市、自治区)的1580个县全面启动。预计到2010年,长江上游、黄河中上游等地区75%的坡耕地和46%的沙化耕地将被林草覆盖,湖泊面积明显扩大,调节气候和洪水流量的功能将大大增强,这些地区的生态环境有望得到明显改善。

为什么大面积围湖造田是洪灾频繁发生的原因之一?



图4-20 《退耕还林条例》

## 练习

### 一、基础题

- 判断下列表述是否正确:
  - 如果时间允许,弃耕农田总能形成树林。 ( )
  - 在群落演替过程中,最先出现的动物是植食性动物。 ( )
- 演替过程中灌木逐渐取代了草本植物,其主要原因是:
  - 灌木繁殖能力较强;
  - 草本植物寿命较短;
  - 草本植物较为低等;
  - 灌木较为高大,能获得更多的阳光。答 [ ]
- 下列有关人类活动对群落演替影响的表述,哪一项是正确的:
  - 人类活动对群落的影响要远远超过其他所有自然因素的影响;
  - 人类活动对群落的影响往往是破坏性的;
  - 人类活动往往使群落按照不同于自然演替的方向和速度进行演替;
  - 人类活动可以任意对生物与环境的相互关系加以控制。答 [ ]
- 一个湖泊经历了一系列演替阶段以后,可以演变为一个森林。演替过程大体经历从湖泊到沼泽、湿地,到草原,最后到森林这几个阶段。请参

照从裸岩演替到森林的过程,描述从湖泊演替到森林的大致过程。

## 二、拓展题

1. 收集你所在地区不同年代的地图,比较湖泊、沼泽或林地的今昔面积,试分析变化的原因。

2. 外来物种入侵会对当地群落的演替产生严重的影响。水葫芦(凤眼莲)疯长是大家所熟知的实例。你还知道我国有哪些外来物种入侵的实例?请结合当地实际情况,进行调查或收集有关资料,以“警惕外来物种入侵”为题,写一篇科普文章。



水葫芦疯长



## 与生物学有关的职业

### 林业工程师



**就业单位** 林业科学研究单位、林场、林业站、自然保护区、森林公园等。

**主要任务** 从事森林培育、森林资源监测、森林防火、森林病虫害防治、森林

植物检疫及林业技术的推广等。

**工作方式** 经常深入林区,用自己的智慧和汗水培育和保护着森林资源。

**教育背景** 林学或其他相关专业大专以上学历。

**须具备的素质** 首先要热爱美丽的森林,珍视森林的巨大价值。要想更好地为森林服务,还必须系统地掌握植物、动物及生态系统等方面的知识,掌握本专业的技术标准、技术规范等;熟悉《森林法》、《〈森林法〉实施条例》等有关的法律和法规。具备较强的观察能力将有助于及早发现病虫害的苗头或火灾隐患,从而及时进行防治。当然,还必须拥有强健的身体,能够在茂密的森林中长时间跋涉。

**职业乐趣** 沐浴着森林中的阳光和空气,有助于身心健康。人类不能没有森林,作为森林的培育者和守望者,值得骄傲和自豪。

## 本章小结

种群是由同种生物的个体在一定自然区域内组成的群体，并出现个体层次上所没有的一系列特征。其中，种群密度是种群最基本的数量特征。在理想条件下，种群数量增长的数学模型为： $N_t = N_0 \lambda^t$ ，呈“J”型曲线。然而，正常情况下，自然界中一定空间存在一定环境容纳量，种群数量增长会呈“S”型曲线。影响种群数量的因素很多，因此种群的数量常常出现波动，在不利条件下，种群数量会急剧下降甚至消亡。

在自然界，多种生物的种群共同生活在一定时间和区域内，相互之间通过直接或间接的关系构成群落。同一群落的物种通过复杂的种间关系形成统一的整体。不同群落间，物种组成和物种的丰富度差别很大。群落的空间结构包括垂直结构和水平结构。群落会发生演替。演替可以分为初生演替和次生演替。人类为了一定目的开发利用自然资源，发展工农业生产，往往会使群落演替按照不同于自然演替的方向和速度进行。在我国，退耕还林、还草、还湖，退牧还草是一项功在当代、惠及子孙的生态工程。

调查种群密度的方法有样方法和标志重捕法等。描述、解释和预测种群数量的变化，常常需要建立数学模型。科学研究中建立数学模型有着重要意义，它可以帮助人们理解自然现象和规律，揭示自然界事物的数量特征和数量变化规律是科学研究追求的目的之一。

生命系统具有从细胞到生态系统的多个层次。种群和群落是其中的两个层次，都是从“群体”的视角来观察和研究生命系统。从不同的层次研究生命系统，会发现不同的问题，得到不同的认识。人类活动会对种群、群落的存在和发展产生重大影响，追求人与自然和谐发展是人类付出沉重代价后得出的教训。

网站登录

<http://www.pep.com.cn>

<http://e888.8u8.com/newpage/ppt/zhqshentai.ppt>

# 自我检测

## 一、概念检测

### 1. 判断

- (1) 调查某片树林中一种鸟的种群密度, 需要采用样方估算的方法。 ( )
- (2) “S”型增长曲线一般表示种群数量停止增长。 ( )
- (3) 捕食关系对维持群落的稳定有重要作用。 ( )
- (4) 群落中植物的种群越多, 动物的种群也一定越多。 ( )
- (5) 演替是原有物种的恢复。 ( )

### 2. 选择

(1) 下列叙述中符合种群密度概念的是:

- A. 某地区灰仓鼠每年新增的个体数;  
B. 一亩水稻的年产量;  
C. 每平方米草地中杂草的数量;  
D. 某湖泊每平方米水面鲫鱼的数量。

答 [ ]

(2) 下列关于群落的叙述不正确的是:

- A. 植物群落垂直分层现象与光照有关;  
B. 动物群落垂直分层现象与植物有关;  
C. 植物群落水平分布现象与地形有关;

### 3. 连线

用连线将左列中各概念分别与右列中最相关的现象或事件相连接。

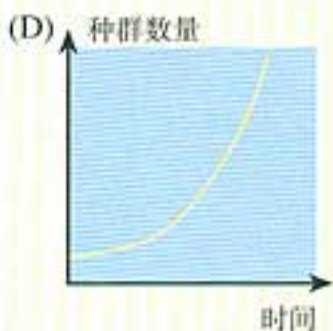
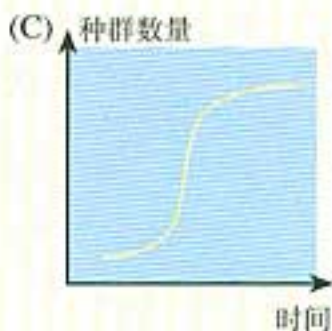
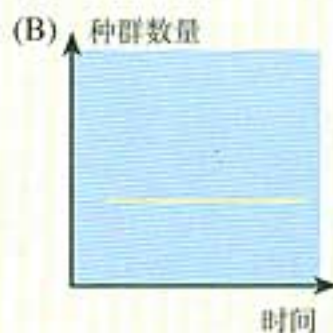
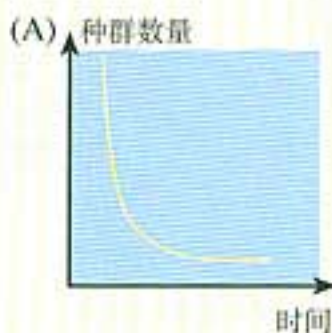
- |       |                          |
|-------|--------------------------|
| 物种丰富度 | 在海洋中捕捞某种鱼时最需要获得的信息之一     |
| 迁入率   | 调查池塘中鲫鱼的数量               |
| 种群    | 由于百灵的排挤, 云雀不得不让出已占据的领域   |
| 竞争    | 调查池塘中有多少种鱼               |
| 演替    | 一周内飞入某区域内的飞蝗占该区域飞蝗总数的60% |
| 种群密度  | 一座倒塌的寺院几年后淹没在杂草和灌木丛中     |

D. 动物群落水平分布一般都是均匀的。

答 [ ]

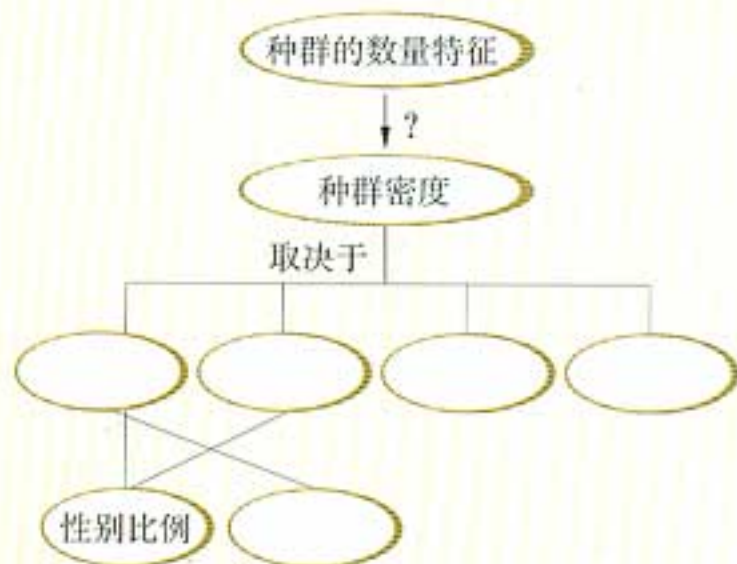
(3) 用酵母菌酿酒的主要阶段为: 加料→接种→通气培养→密封发酵。从接种后到密封前这一阶段, 酵母菌种群数量变化的曲线图为:

答 [ ]



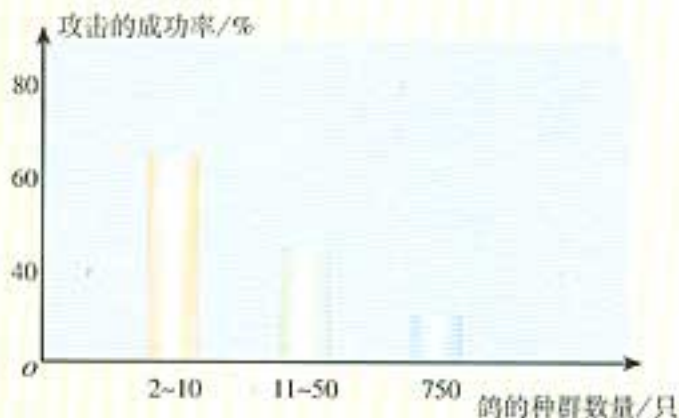
#### 4. 画概念图

在下面的空白框和问号处填写适当的词语。



#### 二、知识迁移

1. 研究发现，鹰对不同种群数量的鸽群发起攻击的成功率是不同的（见下图所示）。



(1) 鹰攻击的成功率与鸽的种群密度有何关系？如何解释这一现象？

(2) 如果鹰的数量下降，鸽的种群数量可能会出现什么变化？

2. 种植过大片草莓的农田，闲置数年后被柳

等木本植物覆盖，成片的草莓不见了。请解释其中的原因。为什么草莓不能和柳等木本植物共同繁盛呢？

#### 三、技能应用

下图所示为某校园的草坪。如果要让你估算该草坪上蒲公英（绿色小点）的种群密度，你应该选择下图中哪一个方形区作为整个蒲公英种群的最有代表性的样方呢？请解释你选择的依据。倘使多取几个样方，怎样做能使结果更准确一些呢？



#### 四、思维拓展

我国南方某地的一个稻田群落，近30年来发生了显著的变化：原来种群密度较高的青蛙，现在已经很少；原来有大量的泥鳅、鳊鱼、田螺等动物，现在几乎绝迹。

1. 试分析该稻田群落的物种组成发生变化的原因。

2. 上述变化对农业生产有什么影响？对农民的收入会有影响吗？

3. 按此趋势发展下去，再过30年，稻田群落还会发生怎样的变化？

4. 现在有些地区在发展稻田养鱼，建设“稻—萍—鱼”立体农业。你认为这是人类的创造还是对大自然本来面貌的回归？



# 第5章 生态系统及其稳定性

生态系统是当今最受人们重视的研究领域之一，全球所面临的资源与环境问题的解决，都有赖于对生态系统的结构与功能、多样性与稳定性等诸多方面的研究。



碧水、青草、牛羊……  
地平线之外一片苍茫。  
“小小寰球”在宇宙中旋转，  
承载着它的生命之网。

# 第1节 生态系统的结构

## 问题探讨



土壤的结构和化学性质决定着什么植物能够在它上面生长，什么动物能够在其中居住。植物枝叶的遮蔽作用和根系的固着作用，能大大减缓土壤的侵蚀过程。动物粪便和动植物遗体残骸，经过细菌、真菌的分解而变为土壤中的腐殖质，使土壤更肥沃，为植物根系的发育提供了各种营养物质。

### 讨论：

用关键词、方框、线段和箭头等，建构生物与非生物之间关系的图示模型，并在小组内交流各自建构的模型。

## 本节聚焦

- 如何理解生态系统的整体性？
- 生态系统有哪些主要组成成分？它们是如何构成生态系统的？
- 生态系统具有怎样的营养结构？

从群落的演替可以看出，一定区域内无机环境的状况，决定了哪些生物能够在这一区域定居和繁衍；生物群落的存在又改变着无机环境。在环境条件大体相同的地方，群落的外貌和结构往往也相近或相似。这些都说明生物群落与无机环境有着密不可分的联系。

## 生态系统的范围

由生物群落与它的无机环境相互作用而形成的统一整体，叫做生态系统（ecosystem）。

生态系统的空间范围有大有小。一个池塘、一片草地、一块农田、一片森林、一条河流等，都可以各自成为一个生态系统。地球上的全部生物及其无机环境的总和，构成地球上最大的生态系统——生物圈（biosphere）。

生态系统类型众多，一般可分为自然生态系统和人工生态系统两大类。自然生态系统又可分为水域生态系统和陆地生态系统。水域生态系统可进一步分为海洋生态系统、淡水生态系统等；陆地生态系统可进一步分为森林生态系统、草原生态系统、荒漠生态系统、冻原生态系统等。人工生态系统又可分为农田生态系统、人工林生态系统、果园生态系统、城市生态系统等。

动物园里饲养着各种动物，也栽培了多种植物。一个动物园中的全部动物是一个系统吗？全部动物和植物是一个系统吗？

## 生态系统具有一定的结构

为什么说生态系统是一个整体呢？我们首先来分析生态系统的组成成分，以及各组分之间的关系。



### 思考与讨论

在森林、草原、农田、湖泊、池塘等类型的生态系统中，挑选你和本小组同学都比较熟悉的一个生态系统，讨论以下问题：

1. 这个生态系统中有哪些生物？尽可能多地列出它们的名称。

2. 分析这些生物之间的食物联系，你能画出多少条食物链（food chain）？与其他同学画出的食物链进行比较，分析各自画出的食物链是否需要修改，共同完成该生态系统的食物链和食物网。

3. 这个生态系统中，在食物链之外还有哪些成分？它们对这个生态系统来说是不可缺少的吗？为什么？

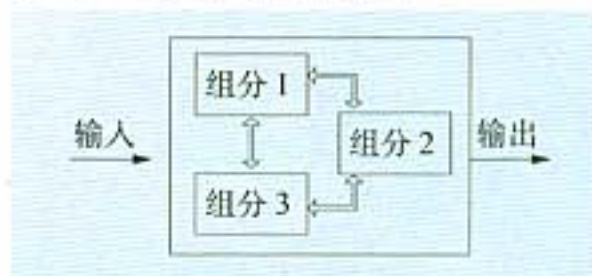
4. 每一个生物体的生存都离不开物质和能

量。这些生物都是怎样获得物质和能量的？不同种类的生物获取物质和能量的途径一样吗？

5. 按照不同种类生物的营养方式和它们在生态系统中的作用，将生物进行归类。

6. 联想其他生态系统的组成，对其中的生物是否也能做相同的归类？

7. 参照下图所示一般系统的结构模式图，尝试画出生态系统的结构模型。



## 生态系统的组成成分

图 5-1 是一个池塘生态系统的示意图。下面就以池塘生态系统为例来分析生态系统的成分。

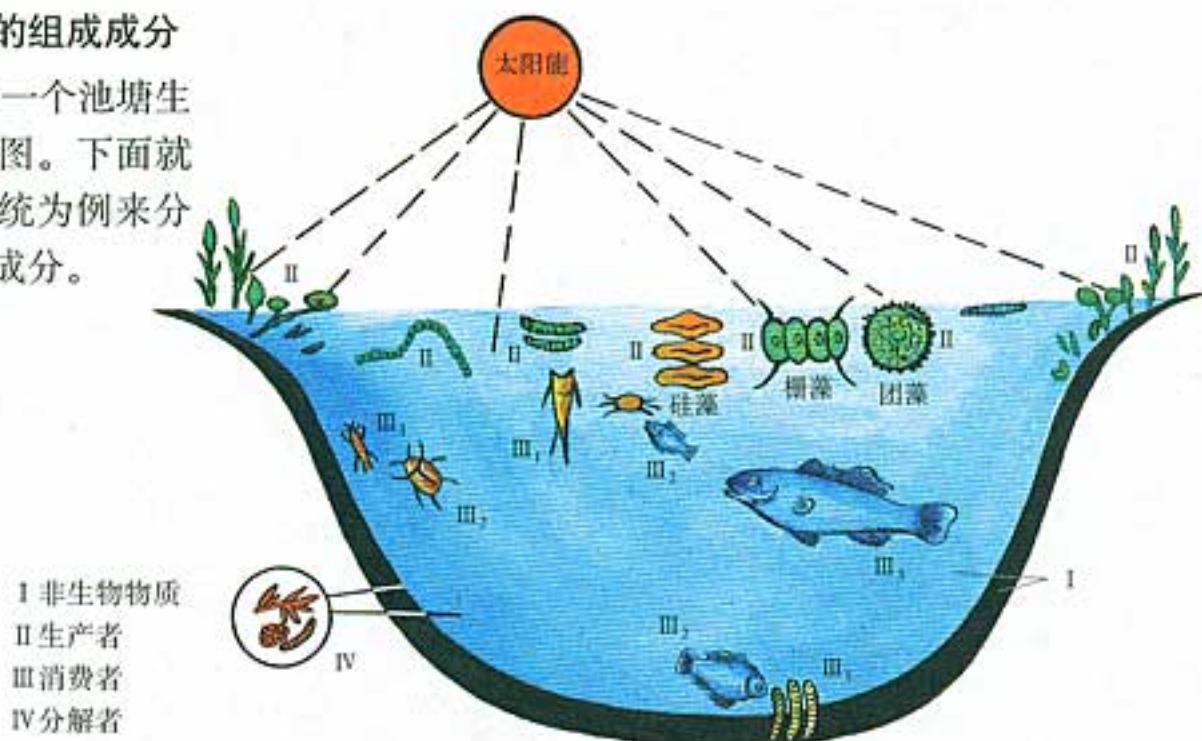


图 5-1 池塘生态系统图解

从图 5-1 可以看出，生态系统包括以下组成成分：

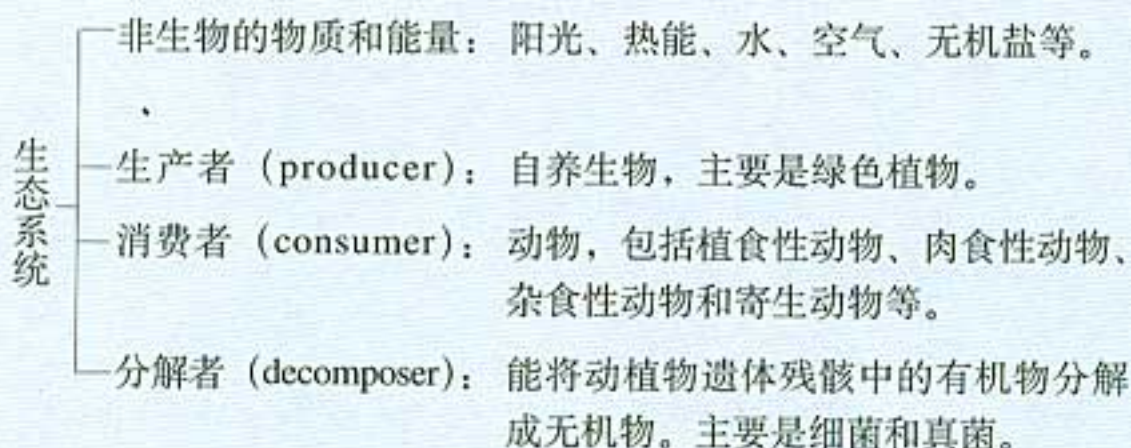


图 5-2 生产者、消费者和分解者的关系

在生态系统中，生产者通过光合作用，把太阳能固定在它们所制造的有机物中。太阳能变成化学能，从而可以被生物所利用，因此，生产者可以说是生态系统的基石。消费者通过自身的新陈代谢，能将有机物转化为无机物 ( $\text{CO}_2$ 、水、氨等)，这些无机物排出体外后又可以被生产者重新利用。可见，消费者的存在，能够加快生态系统的物质循环。此外，消费者对于植物的传粉和种子的传播等具有重要作用。分解者能将动植物遗体和动物的排遗物分解成无机物。如果没有分解者，动植物的遗体和动物的排遗物会堆积如山，生态系统就会崩溃。因此，生产者、消费者和分解者是紧密联系，缺一不可的 (图 5-2)。

正是由于生态系统中各组成成分之间的紧密联系，才使生态系统成为一个统一整体，具有一定的结构和功能。生态系统多种多样，但是在结构上有许多共同点，这可以用图 5-3 所示模型来表示。

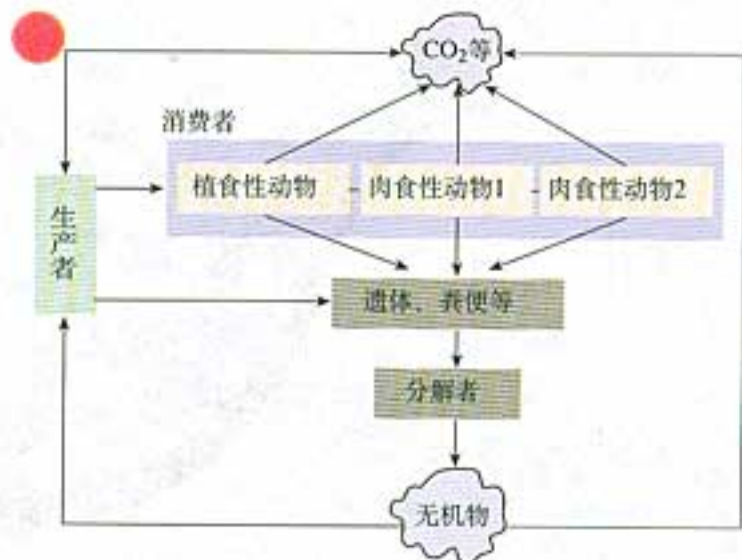


图 5-3 生态系统结构模型

## 食物链和食物网

图 5-4 是草地或农田生态系统中常见的一条食物链。从营养物质的流动来看，这条食物链共有五个环节，也就

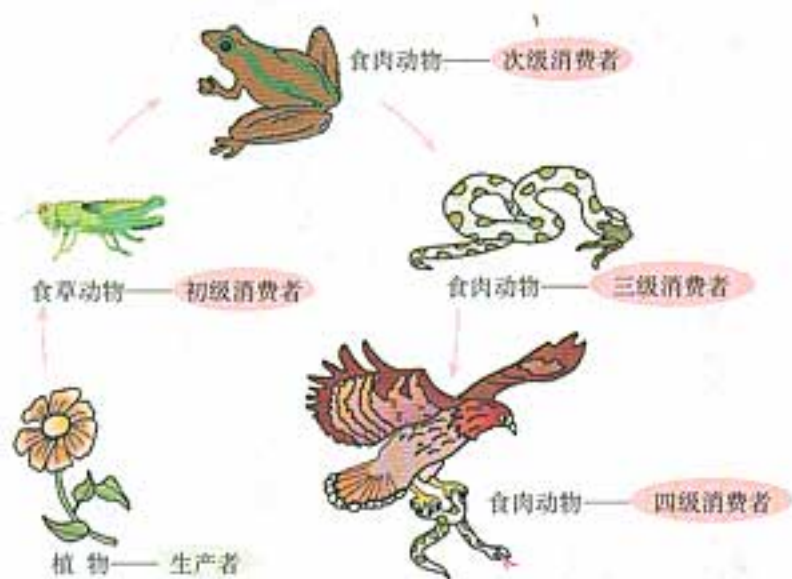


图 5-4 某食物链上的营养级

是有五个营养级：生产者——绿色植物属于第一营养级；直接以植物为食的昆虫是初级消费者，属于第二营养级；次级消费者——青蛙属于第三营养级；三级消费者——蛇属于第四营养级；四级消费者——鹰属于第五营养级。绿色植物所固定的太阳能，能通过食物链由一个营养级向下一个营养级传递。各种动物所处的营养级并不是一成不变的。例如，图中的鹰若以青蛙为食时，它就属于第四营养级了。

食物链上一般不超过五个营养级，想一想，这是为什么？

在生态系统中，一种绿色植物可能是多种植食性动物的食物，而一种植食性动物既可能吃多种植物，也可能被多种肉食性动物所食。许多食物链彼此相互交错连接成的复杂营养结构，就是食物网（food web，图 5-5）。

### ▶ 想像空间

想像一个森林生态系统中，多条食物链之间相互交叉的动态情景。

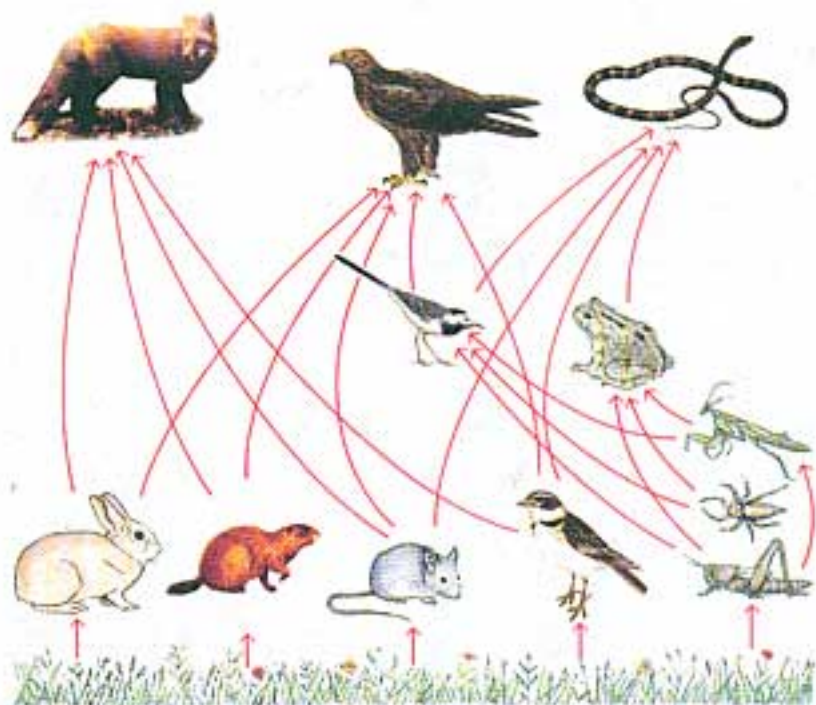


图 5-5 某陆地生态系统的食物网

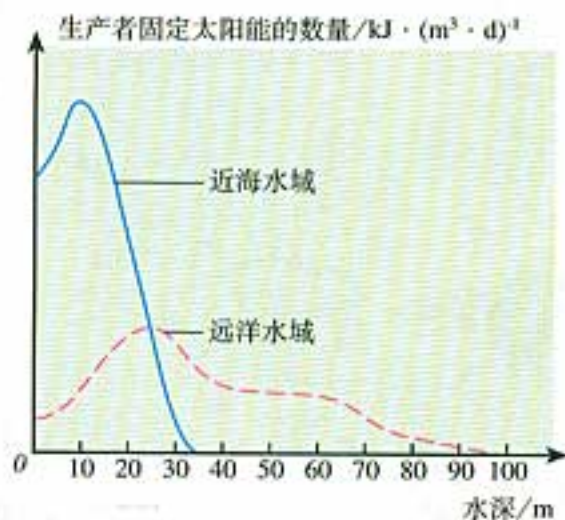
错综复杂的食物网是生态系统保持相对稳定的重要条件。如果一条食物链上某种生物减少或消失，它在食物链上的位置可能会由其他生物来取代。一般认为，食物网越复杂，生态系统抵抗外界干扰的能力就越强。

食物链和食物网是生态系统的营养结构，生态系统的物质循环和能量流动就是沿着这种渠道进行的。

## 练习

### 一、基础题

1. 下图是某海洋生态系统中，生产者固定太阳能与水深关系的曲线。



请据图回答以下问题：

(1) 在远洋水域，从水深 30 m 处开始，随着水深增加，固定太阳能的数量逐渐减少，影响这一变化的主要非生物因素是什么？

(2) 近海水域水深为多少时，生产者的数量最多？

(3) 生活在水深 100 m 以下的生物，从生态系统的组成成分看，主要是什么成分？

2. 食物网具有的特征是：

- A. 每一种生物都被多种生物捕食；
- B. 有很多互有联系的食物链；
- C. 每一种动物可以吃多种植物；
- D. 每一种生物都只位于一条食物链上。

答 [ ]

3. 在生态系统中，以植食性动物为食的动物称为：

- A. 第二营养级；
- B. 三级消费者；
- C. 次级消费者；
- D. 初级消费者。

答 [ ]

### 二、拓展题

一般来说，一个生态系统的食物链越多，食物网越复杂，这个生态系统抵抗外界干扰的能力与保持自身稳定的能力越强。在农田、果园等人工生态系统中，人们可以通过增加或延长食物链来提高生态系统的稳定性，同时获得更多的产品吗？

## 第2节 生态系统的能量流动

### 问题探讨



大洋中的荒岛

假设你像小说中的鲁宾逊那样，流落在一个荒岛上，那里除了有能饮用的水以外，几乎没有任何食物。你随身尚存的食物只有一只母鸡、15 kg 玉米。

讨论：你认为以下哪种生存策略能让你维持更长的时间来等待救援：

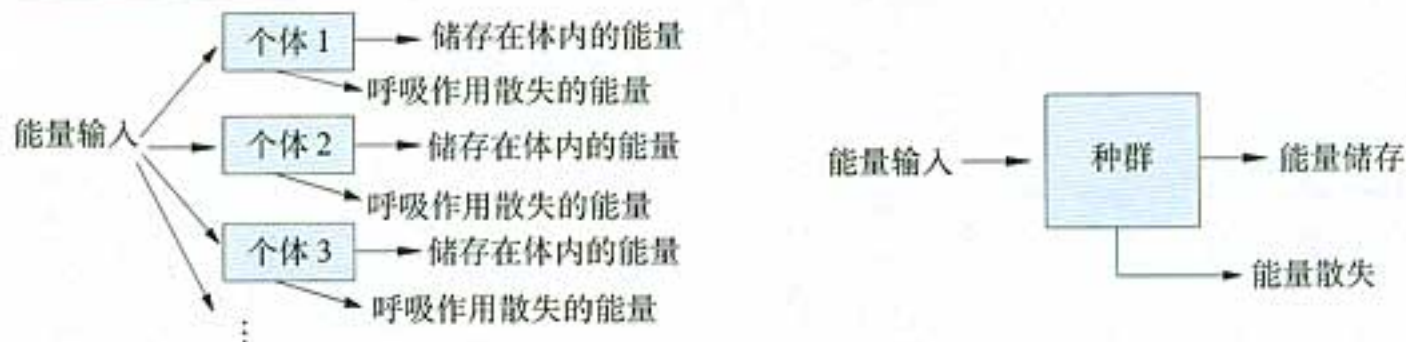
1. 先吃鸡，再吃玉米。
2. 先吃玉米，同时用一部分玉米喂鸡，吃鸡产下的蛋，最后吃鸡。

### 本节聚焦

- 怎样研究生态系统的能量流动？
- 生态系统中的能量流动有什么特点？
- 什么是能量金字塔？

一切生命活动都伴随着能量的变化。没有能量的输入，也就没有生命和生态系统。生态系统中能量的输入、传递、转化和散失的过程，称为生态系统的能量流动。

**能量流动的分析** 能量流经一个种群的情况可以图示如下：



如果将这个种群作为一个整体来研究，则左图可以简化成右图形式，从中可以看出分析能量流动的基本思路。

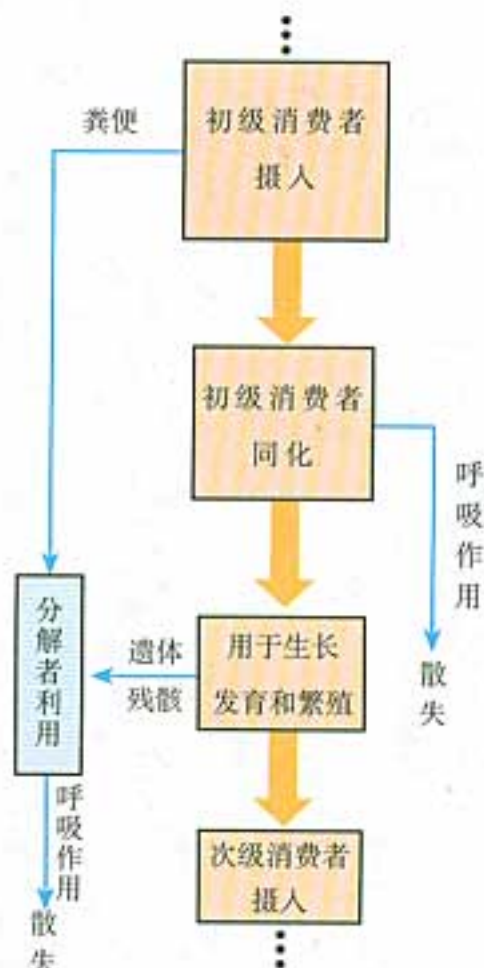


图5-6 能量流经第二营养级示意图

## 能量流动的过程

地球上几乎所有的生态系统所需要的能量都来自太阳。太阳每天输送到地球的能量大约为 $1 \times 10^{19}$  kJ。这些能量绝大部分都被地球表面的大气层所吸收、散射和反射掉了，大约只有1%以可见光的形式，被生态系统的生产者通过光合作用转化成为化学能，固定在它们所制造的有机物中。这样，太阳能就输入到了生态系统的第一营养级。

输入第一营养级的能量，一部分在生产者的呼吸作用中以热能的形式散失了；一部分用于生产者的生长、发育和繁殖等生命活动，储存在植物体的有机物中。构成植物体的有机物中的能量，一部分随着残枝败叶等被分解者分解而释放出来；另一部分则被初级消费者摄入体内，这样，能量就流入了第二营养级。能量流入第二营养级后，将发生图5-6所示的变化。能量在第三、第四营养级的变化，与第二营养级的情况大致相同。

生态系统中的能量流动过程，可以概括为图5-7所示：

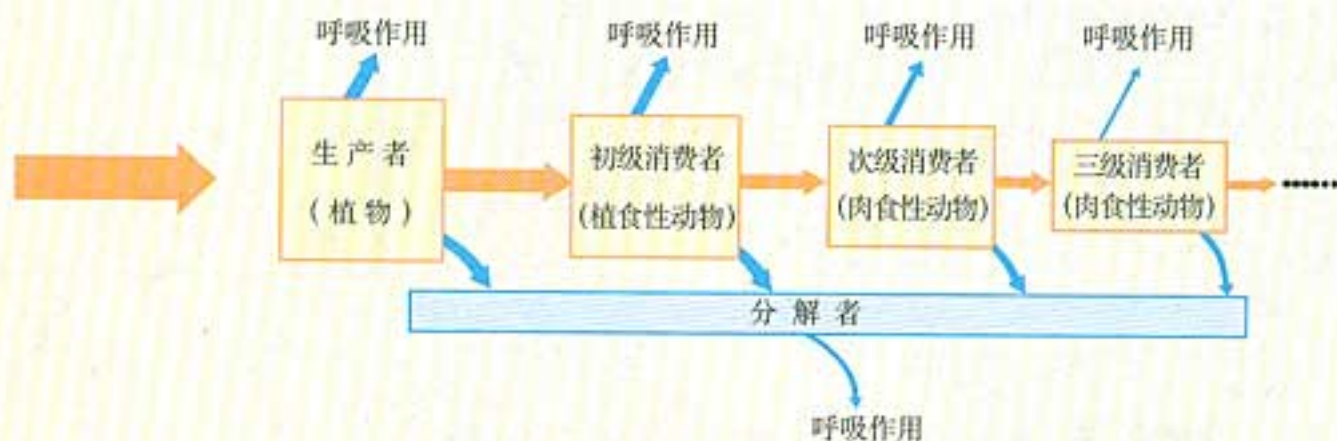


图5-7 生态系统能量流动示意图

## 思考与讨论

1. 生态系统中的能量流动和转化是否遵循能量守恒定律？为什么？

2. 流经某生态系统的能量能否再回到这个生态系统中来？

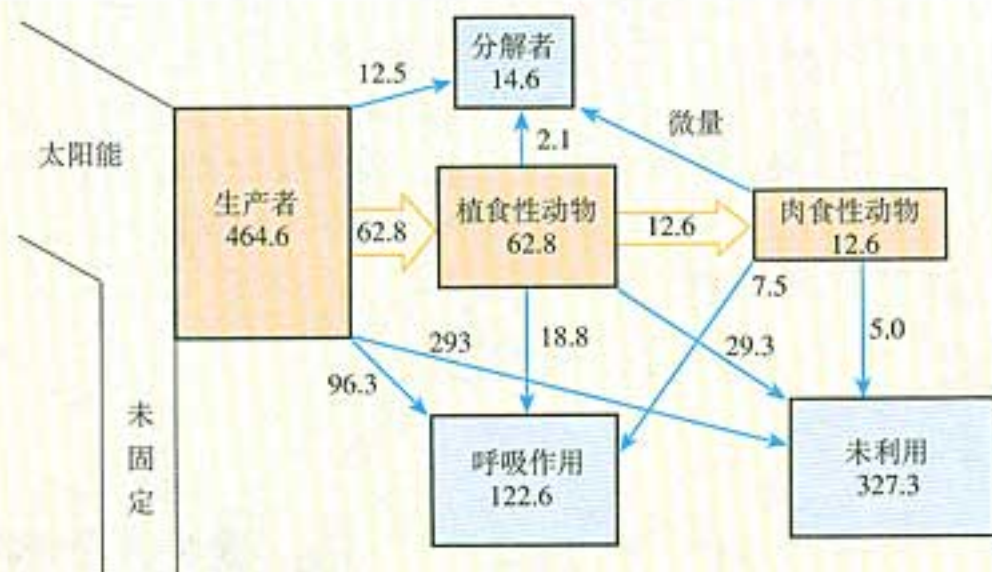


## 能量流动的特点

为了研究能量流经生态系统的食物链时，每一级的能量变化和能量转移效率，美国生态学家林德曼（R.L. Lindeman, 1915—1942）对一个结构相对简单的天然湖泊——赛达伯格湖的能量流动进行了定量分析，得出了图 5-8 所示的数据：

### ▶ 学科交叉 与物理学的联系

根据热力学第二定律，在封闭系统中，随着时间的推移无序性将增加。生命系统是开放系统，可以通过获取能量来维持系统的有序性。



(图中数字为能量数值，单位是 $J/(cm^2 \cdot a)$ （焦每平方米年）。图中“未固定”是指未被固定的太阳能，“未利用”是指未被自身呼吸作用消耗，也未被后一个营养级和分解者利用的能量。为研究方便起见，这里将肉食性动物作为一个营养级。)

图 5-8 赛达伯格湖的能量流动图解

### 资料分析

## 生态系统的能量流动特点

根据上图所提供的数据，完成以下分析：

1. 用表格的形式，将图中的数据进行整理。例如，可以将每一营养级上的能量“流入”和“流出”整理成为一份清单（“流出”的能量不包括呼吸作用散失的能量）。

2. 计算“流出”该营养级的能量占“流入”该营养级能量的百分比。

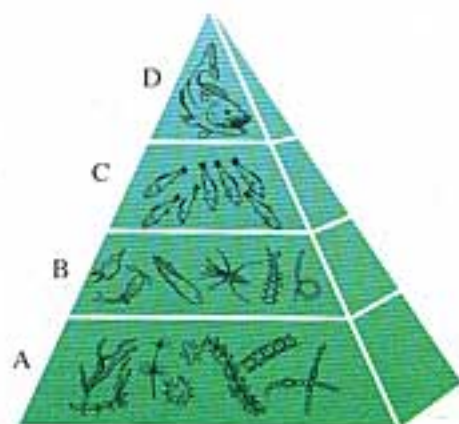
3. 流入某一营养级的能量，为什么不会百分之百地流到下一个营养级？

4. 通过以上分析，你能总结出什么规律？

林德曼的研究发现，生态系统的能量流动具有两个明显的特点：

1. 生态系统中能量流动是单向的。在生态系统中，能量流动只能从第一营养级流向第二营养级，再依次流向后面的各个营养级，不可逆转，也不能循环流动。

2. 能量在流动过程中逐级递减。输入到一个营养级的能量不可能百分之百地流入下一个营养级，能量在沿食物链流动的过程中是逐级减少的。一般来说，在输入到某一



A. 第一营养级 B. 第二营养级  
C. 第三营养级 D. 第四营养级

图5-9 某一个湖的能量金字塔

个营养级的能量中，只有10%~20%的能量能够流到下一个营养级，也就是说，能量在相邻两个营养级间的传递效率大约是10%~20%。

如果将单位时间内各个营养级所得到的能量数值，由低到高绘制成图，可形成一个金字塔图形，叫做能量金字塔(图5-9)。从能量金字塔可以看出，在一个生态系统中，营养级越多，在能量流动过程中消耗的能量就越多。生态系统中的能量流动一般不超过4~5个营养级。

任何生态系统都需要不断得到来自系统外的能量补充，以便维持生态系统的正常功能。如果一个生态系统在一段较长时期内没有能量(太阳能或现成有机物质)输入，这个生态系统就会崩溃。

### 研究能量流动的实践意义

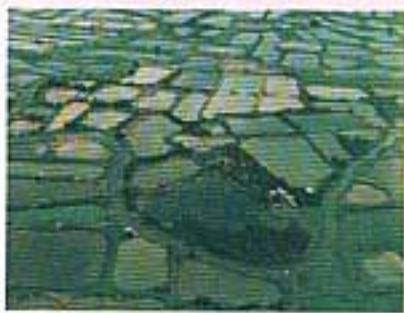
如果把各个营养级的生物数量关系，用绘制能量金字塔的方式表达出来，是不是也是金字塔形？如果是，有没有例外？

#### 思考与讨论

我国古代就已发展出“桑基鱼塘”生产方式：利用桑叶喂蚕，蚕沙(蚕粪)养鱼，鱼塘泥肥桑，在桑、蚕、鱼之间形成良性循环。古人在设计这种农业生产方式时，不一定清

楚其中的科学道理。请从生态系统能量流动特点出发，分析这种设计的合理性。

桑基鱼塘



研究生态系统的能量流动，可以帮助人们科学规划、设计人工生态系统，使能量得到最有效的利用。例如，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；如果将秸秆做饲料喂牲畜，让牲畜粪便进入沼气池，将发酵产生的沼气做燃料(图5-10)，将沼气池中的沼渣做肥料，就能实现对能量的多级利用，从而大大提高能量的利用率。“桑基鱼塘”也基本体现了这个原理。

研究生态系统的能量流动，还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。例如，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。只有根据草场的能量流动特点，合理确定草场的载畜量，才能保持畜产品的持续高产。



图5-10 沼气池



## 调查

### 调查当地农田生态系统中的能量流动情况

#### 一、目的要求

1. 调查当地的农田生态系统，明确它的组成成分。
2. 分析农田生态系统中能量流动的情况，并作出评价。
3. 对所调查的农田生态系统提出能量流动方面的改进建议。

#### 二、活动建议

农村的同学要进行实地调查，城市的同学可以通过询问亲友、电话访谈、搜集资料、走访农业部门等方式进行调查。

调查过程中要注意对以下问题进行分析：

1. 当地农田生态系统中生产者的主体是什么，还有哪些种类的生物是生产者？农民是用什么方法抑制其他生产者的数量的？
2. 初级消费者有哪些？其中哪些是对农业生产有益的？哪些是有害的？对这些初级消费者，农民分别采取了哪些措施？

3. 次级消费者有哪些？它们与农作物是什么关系？

4. 养殖动物的饲料来源是怎样的？

5. 农民对作物秸秆是如何处理的？

6. 人们通过什么方式来提高光能利用效率？

7. 怎样才能使该生态系统中的能量得到更充分的利用？

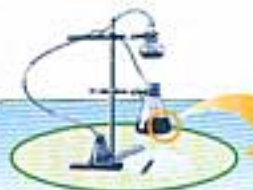
#### 三、撰写调查报告

整理调查结果，尽可能详尽地画出该农业生态系统的食物链和食物网，写一篇有关农业生态系统能量流动情况的调查分析报告。

#### 四、交流

就调查报告的主要内容与农民进行交流。农民对你们的建议持什么态度？如果实施你们的建议，他们有什么现实困难？

根据和农民沟通交流的情况，对调查报告作进一步修改。



## 技能训练

### 分析和处理数据

1926年，美国一位生态学家研究了一块玉米田的能量流动情况，得到如下数据。

1. 这块田共收割玉米约10 000株，质量为6 000 kg。通过对玉米植株的化学成分进行分析，计算出其中共含碳2 675 kg。
2. 据他估算，这些玉米在整个生长过程中通过细胞呼吸消耗的葡萄糖共2 045 kg。
3. 1 kg 葡萄糖储存 $1.6 \times 10^7$  kJ 能量。
4. 在整个生长季节，入射到这块玉米田的太阳能总量为 $8.5 \times 10^{12}$  kJ。

请根据以上数据计算：

这些玉米的含碳量折合成葡萄糖是多少？  
这些葡萄糖储存的能量是多少？

这些玉米呼吸作用消耗的能量是多少？

这些玉米在整个生长季节所固定的太阳能总量是多少？呼吸作用消耗的能量占所固定太阳能总量的比例是多少？

这块玉米田的太阳能利用效率是多少？

#### 处理数据

根据计算结果，画出能量流经该玉米种群的图解，图解中应标明各环节能量利用和散失的比例。

# 练习

## 一、基础题

1. 调查得知某河流生态系统的营养结构共有4个营养级(以a、b、c、d表示)。经测定,一年中流经这4个营养级的能量分别为:

营养级	能量 ( $J \cdot m^{-2}$ )
a	$141.10 \times 10^5$
b	$15.91 \times 10^5$
c	$0.88 \times 10^5$
d	$871.27 \times 10^5$

该生态系统中初级消费者是:

- A. a;                      B. b;  
C. c;                      D. d.

答 [     ]

2. 流经某一生态系统的总能量是:

- A. 照射到该生态系统中的全部太阳能;  
B. 该生态系统中所有生产者、消费者、分解者体内的能量;  
C. 该生态系统中生产者体内的能量;  
D. 该生态系统中生产者所固定的太阳能。

答 [     ]

3. 在一定时间内,某生态系统中全部生产者固定的能量值为a,全部消费者所获得的能量值为b,全部分解者所获得的能量值为c,则a、b、c之间的关系是:

- A.  $a=b+c$ ;                      B.  $a>b+c$ ;  
C.  $a<b+c$ ;                      D.  $c=a+b$ 。

答 [     ]

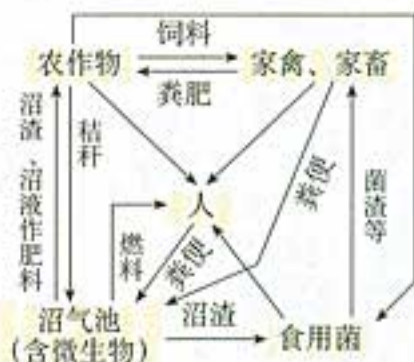
## 二、拓展题

1. 下图是两个农业生态系统的模式图。图a中农作物为人类提供的食物量、为家禽和家畜提供的饲料量,都与图b相同。

(1) 分析这两幅图,完成这两个生态系统的能量流动图解。



图a

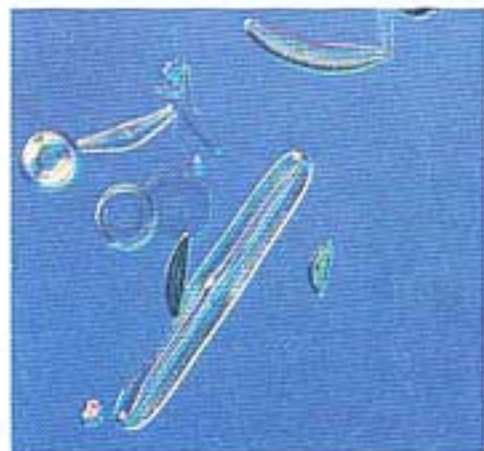


图b

(2) 哪个生态系统的能量能够更多地被人类所利用? 为什么?

2. 将一块方糖放入水中,方糖就会立即溶解,消失得无影无踪。溶解在水中的方糖还能再自行变回原来的形状吗? 为什么?

一类名叫硅藻的小生物,生活在水中。它们能利用溶解在水中的硅化物制造自己绚丽精致的外壳,而通常情况下水体中硅化物的含量极为微小,仅有百万分之几,这远比方糖溶解后水中的含糖量低得多。



硅藻依靠什么力量筑造自己的精美小屋呢? 通过这一实例,你对能量在生态系统中的作用是否有进一步的认知?



### 生态农业

生态农业是指运用生态学原理,在环境与经济协调发展的思想指导下,应用现代科学技术建立起来的多层次、多功能的综合农业生产体系。

生态系统中能量多级利用和物质循环再生是生态学的一条基本原理。在生态系统中,能量流动和物质循环主要是通过食物链来完成的。食物链既是一条能量转换链,也是一条物质传递链,从经济上看还是一条价值增值链。因此,遵循这一原理,就可以合理设计食物链,使生态系统中的物质和能量被分层次多级利用,使生产一种产品时产生的有机废弃物,成为生产另一种产品的投入,也就是使废物资源化,以便提高能量转化效率,减少环境污染。

北京大兴区留民营村,在发展生态农业之前,全村以种植业为主,主要依靠大量施用化肥来提高农作物的产量,经济效益很低。该村农田每年生产的1000 t作物秸秆,除部分用做燃料外,大部分被丢弃,秸秆还田率很低。1983年,这个村开始发展生态农业。为了充分利用作物的秸秆,这个村大力发展饲养业,建立了奶牛场、鸡场、鸭场、猪场和渔场,同时还建立了饲料加工厂、面粉加工厂及食品加工厂等,并且开发了沼气等能源,形成了种、养、加工等多种经营的生产结构。

在留民营村,作物秸秆和粮食加工产生的米糠、麸皮作为饲料送到饲养场,牲畜的粪便和部分秸秆进入沼气池,产生的沼气供农民做饭和照明用。沼气池中产生

的沼渣和沼液,一部分送到池塘养鱼,一部分送到农田作肥料,还有一部分经过加工处理成猪的饲料。豆制品厂的下脚料用来喂奶牛和猪,鸡粪既可以用做肥料,经过发酵除臭后,又是猪的好饲料。就这样,通过对农业生态系统中物质循环再生利用和能量的多级利用,使整个生态村的上述各业生产相互依存、相互促进,形成了一种良性循环。生态农业的建立不仅减少了化肥的用量,净化了环境,而且增加了经济效益,降低了人和家畜、家禽的发病率。

像留民营村这样的发展生态农业的实例,在我国还有很多。这些生态农业建设单位,不仅在国内起到了实验和示范作用,在国际上也赢得了很高的赞誉。联合国环境规划署曾先后授予我国北京市留民营村、浙江省萧山市山一村、浙江省奉化市滕头村、浙江省鄞县上李家村、江苏省泰县河横村、安徽省颖上县小张庄村、辽宁省大洼县西安生态养殖场等单位环境保护“全球500佳”的称号。

生态农业在我国大地上方兴未艾。



留民营村生态农场一角

# 第3节 生态系统的物质循环

## 问题探讨

生态系统依靠太阳不断地提供能量，而生态系统中的物质却都是由地球提供的。

讨论：为什么维持生态系统所需的大量物质，例如氧、水、氮、碳和许多其他物质，亿万年来却没有被生命活动所耗尽？



热带雨林生态系统

### 本节聚焦

- 生态系统中物质循环的过程如何？
- 什么是生物富集？
- 物质循环与能量流动的关系是什么？

呼一口气，许多二氧化碳分子就离开你的身体，进入大气中。你能想像这些二氧化碳分子的去向吗？有的分子可能进入你身边一棵小草的叶肉细胞，有的可能随着大气环流飘向异国他乡。再想一下，这些二氧化碳分子中的碳元素和氧元素，是怎样来到你体内的？进入你体内之前存在于什么物质中？可以看出，这两种元素在生物群落和无机环境之间是不断循环的。

### 碳循环

碳是构成生命有机体的重要元素之一。图5-11描绘了碳循环的大致过程。

### 思考与讨论

1. 碳在自然界以什么形式存在？
  2. 碳是如何分别进生产者、消费者、分解者各个环节的（以什么形式、通过哪种生命活动、形成哪些产物等）？
- 请用关键词、线段、箭头、方框等表示讨论的结果。

碳在生物群落与无机环境之间的循环主要是以二氧化碳的形式进行的。大气中的二氧化碳能够随着大气环流在全球范围内流动，因此，碳循环具有全球性。

实际上，组成生物体的C、H、O、N、P、S等元素，都不断进行着从无机环境到生物群落，又从生物群落到无机环境的循环过程，这就是生态系统的物质循环。这里所说的生态系统，指的是地球上最大的生态系统——生物圈，其中的物质循环具有全球性，因此又叫生物地球化学循环。

通过上面的分析可以看出，生态系统的物质循环和能量流动具有不同的特点。在物质循环过程中，无机环境中的物质可以被生物群落反复利用；能量流动则不同，能量在流经生态系统各营养级时，是逐级递减的，而且是单方向的流动，而不是循环流动。

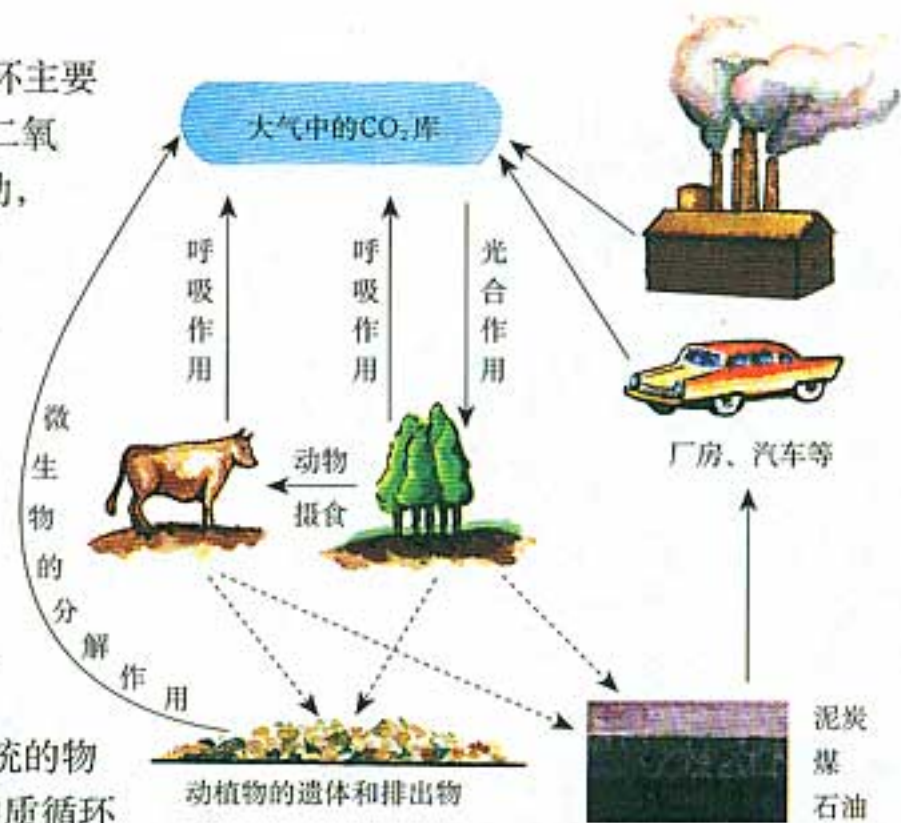
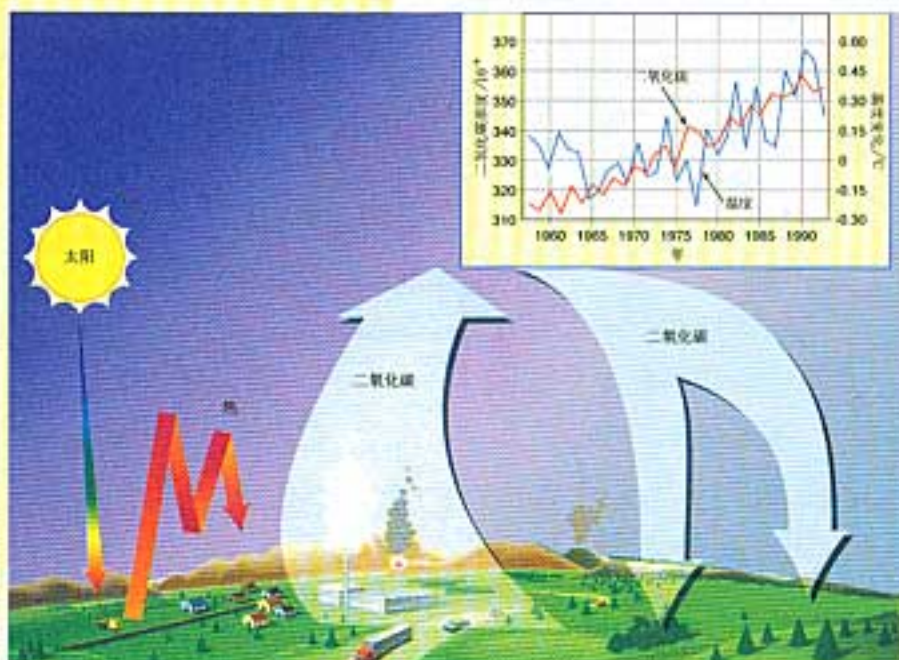


图5-11 碳循环模式图

**与社会的联系** 在自然生态系统中，植物通过光合作用从大气中摄取碳的速率，与通过生物的呼吸作用和分解作用而把碳释放到大气中的速率大致相同。

随着现代工业的迅速发展，人类大量燃烧煤、石油等化学燃料，使地层中经过千百万年而积存的碳元素，在很短的时间内释放出来，打破了生物圈中碳循环的平衡，使大气中二氧化碳含量迅速增加。大气中二氧化碳浓度的增加，形成温室效应，导致气温升高。温室效应会加快极地和高山冰川的融化，导致海平面上升，进而对人类和其他许多生物的生存构成威胁。大气中二氧化碳含量的持续增长，还将给地球的生态环境带来什么后果，是当前人们最关心的问题之一。

大力植树造林，是否会对温室效应起到缓解作用？



温室效应示意图



## 探究

### 土壤微生物的分解作用

土壤中生活着肉眼看不见的细菌、丝状真菌和呈放射状的放线菌，这些生物的数量是极其繁多的。例如，一茶匙表层土可能就含有亿万个细菌。

由于各地气候与环境等因素不同，落叶在土壤中被分解的时间也是不同的。一般在温暖、湿润的环境中，落叶分解需要1至数月时间。

#### 提出问题

在本小组内交流平时观察到的有关现象，比如冬天和春天树林中落叶层的厚度有没有差别，春耕时从土壤中翻出的花生果实是什么模样，还能不能吃，等等。提出自己感兴趣的问题，在小组内讨论，确定本小组要探究的问题。

对提出的问题分析，说说关于这一问题你具备哪些相关的知识，比如，花生果实可能是收获时遗漏的，也可能是田鼠储藏的；不同厚度落叶层的内部温度和湿度可能不同，等等。

通过上述交流，你会更加明确自己想探究的是什么问题，进而确认实验的变量。

#### 作出假设

根据自己的已有知识和生活经验，尝试对提出的问题进行解释或回答。

#### 设计实验方案

自然界存在着许多不可控制的因素，它们可能影响你的判断。因此，有关分解者作用的探究，最好在实验室进行，这样可以更好地控制实验变量。

下面是两个探究案例，分析这两个案例，可能对你设计实验有所帮助。

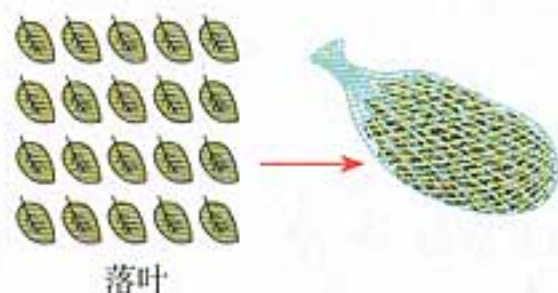
##### 参考案例1

落叶是在土壤微生物的作用下腐烂的吗？

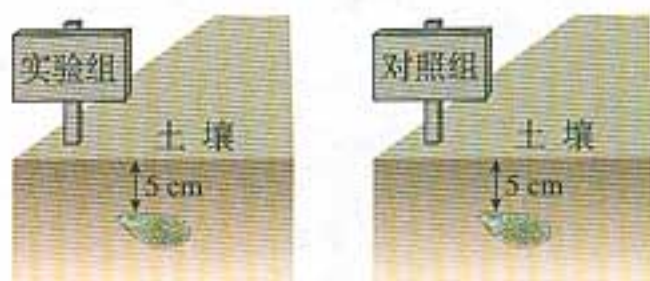
以带有落叶的土壤为实验材料。采用对照实验的办法，设计实验组和对照组。对照组的土

壤不做处理（自然状态）；实验组的土壤要进行处理，以尽可能排除土壤微生物的作用，同

想一想，实验组应当怎样处理？



落叶



时要尽可能避免土壤理化性质的改变（例如，将土壤用塑料袋包好，放在60℃恒温箱中1h灭菌）。

##### 参考案例2

探究土壤微生物对淀粉的分解作用

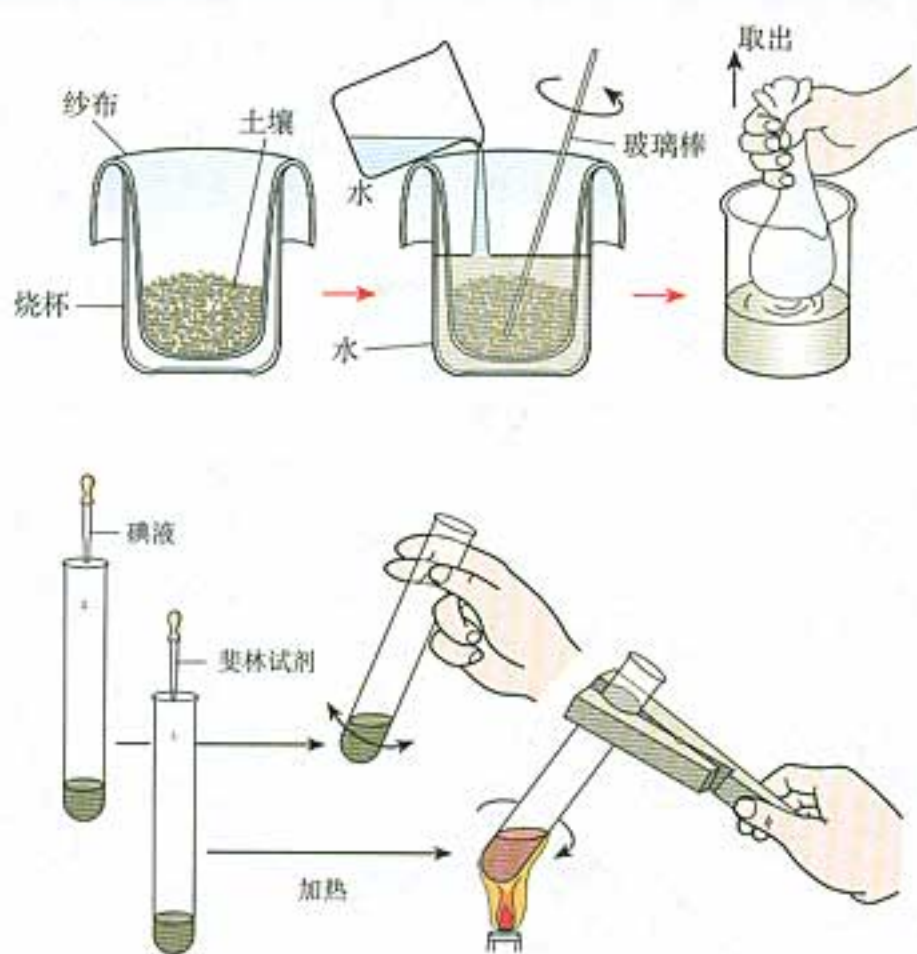
1. 将取自农田、林地或花盆等处的土壤放入里面垫有厚纱布的烧杯中，加水搅拌，然后将纱布连同土壤一起取出。将留在烧杯中的土壤浸出液静置一段时间备用。

2. 另取两只烧杯，编号为A、B，放入等量淀粉糊。在A烧杯中加入30 mL土壤浸出液，B烧杯中加入30 mL蒸馏水。

3. 在室温（20℃左右）下放置7天后，分别取A、B烧杯中的溶液20 mL，各放入两支试管中，分别编号为A1、A2，B1、B2。

4. 在A1、B1中加入碘液，在A2、B2中





加入斐林试剂。

5. 观察试管中溶液的颜色变化，记录实验结果。

通过小组讨论，确定本小组的实验方案。

#### 进行实验

实验过程中要注意控制变量，让实验组和对照组除自变量以外的条件保持一致。本实验可能要等几天甚至几周以上的时间才出结果，因此要有计划地观察和记录。

#### 分析结果，得出结论

实验结果是否支持所作的假设？实验结论是\_\_\_\_\_

#### 表达和交流

完成实验报告，在班级内进行交流，听取其他同学的质疑，对本小组的实验进行解释和说明。如果有必要，应对实验方案进行修改和完善。

## 能量流动和物质循环的关系

能量流动和物质循环是生态系统的主要功能，二者是同时进行的，彼此相互依存，不可分割。能量的固定、储存、转移和释放，都离不开物质的合成和分解等过程。物质作为能量的载体，使能量沿着食物链（网）流动；能量作为动力，使物质能够不断地在生物群落和无机环境之间循环往返。生态系统中的各种组成成分，正是通过能量流动和物质循环，才能够紧密地联系在一起，形成一个统一的整体。

## 练习

### 一、基础题

1. 判断下列表述是否准确:

(1) 物质循环发生在生物群落与无机环境之间。 ( )

(2) 能量流动和物质循环是两个相对独立的过程。 ( )

2. 在生态系统中, 碳元素在无机环境和生物群落间循环的主要形式是:

- A. 二氧化碳; B. 碳酸盐;  
C. 碳酸; D. 碳水化合物。

答 [ ]

3. 在生态系统中, 将二氧化碳释放到大气中的过程是:

- A. 光合作用; B. 呼吸作用;  
C. 蒸腾作用; D. 异化作用。

答 [ ]

4. 生物圈是不是一个在物质上自给自足的系统? 为什么?

### 二、拓展题

同碳元素一样, 氮元素在生物群落和无机环境之间也是不断循环的。为什么还要往农田中不断地施加氮肥呢?

## 与生物学有关的职业

### 景观设计师



某花园城市一角

这样赏心悦目的景观, 就有景观设计师的贡献。

景观设计是关于土地的分析、规划、恢复的科学和艺术。与建筑设计师从事单个建筑的设计不同, 景观设计师要解决一切有关户外空间设计中的问题, 比如户外

空间中建筑与建筑、建筑与植物、建筑与人、人与植物等关系问题, 包括生物多样性的保护、湿地的恢复和保护等, 都是景观设计要考虑的问题。景观设计在西方已有百年发展历史, 其涉及的范围有: 区域景观设计、城市设计、社区设计、风景旅游区设计、自然保护区设计等诸多方面。

2003年, 北京大学景观设计学研究院成立, 成为我国第一家专门培养景观设计师的学院。

景观设计师是一种新兴的职业。随着我国经济的快速发展和城市化步伐的加快, 这一职业前景广阔。

# 第4节 生态系统的信息传递

## 问题探讨



1967年,荷兰一位生物学家在研究蜜蜂时,发现蜜蜂在找到蜜源后,可以通过跳圆圈舞或摆尾舞向同伴传递蜜源信息:圆圈舞表明蜜源较近,大约在距蜂箱百米以内;摆尾舞的意思是,蜜源在百米之外的远处,究竟距离多远与摆尾的速度有关。

### 讨论:

1. “100 m 以内”,对于我们来说这几个字的含义就是信息。同样的信息内容,蜜蜂是怎样传递的?
2. 你还能举出生物间传递信息的其他例子吗?

人类已经进入“信息时代”,信息在现代社会中十分重要。那么,什么是信息呢?日常生活中,一般将可以传播的消息、情报、指令、数据与信号等称作信息(information)。事实上,信息也广泛存在于生态系统中,而且时常发挥着奇妙的作用!

### 生态系统中信息的种类

你是否注意过这样的场景呢?一只昆虫撞上了蜘蛛网,引起了蜘蛛网的振动;昆虫挣扎,蜘蛛网振动得更厉害了。这时,一只蜘蛛爬来……

蜘蛛网的振动频率,对于蜘蛛来说就是信息(图5-12)。

生态系统中的光、声、温度、湿度、磁力等,通过物理过程传递的信息,称为物理信息(physical information)。上述蜘蛛网的振动频率就是一种物理信息。动物的眼、耳、皮肤,植物的叶、芽以及细胞中的特殊物质(光敏色素等),等等,可以感受到多样化的物理信息。物理信息的来源可以是无机环境,也可以是生物。

### 本节聚焦

- 生态系统中的信息有哪些类型?
- 生态系统中的信息传递起着什么作用?



图5-12 蜘蛛网的振动频率对于蜘蛛来说就是信息



图5-13 孔雀开屏就是一种行为信息

生物在生命活动过程中,还产生一些可以传递信息的化学物质,诸如植物的生物碱、有机酸等代谢产物,以及动物的性外激素等,这就是化学信息(chemical information)。科学实验表明,昆虫、鱼类以及哺乳类等生物体中都存在能传递信息的化学物质——信息素(pheromone)。

动物的特殊行为,对于同种或异种生物也能够传递某种信息,即生物的行为特征可以体现为行为信息(behavior information)。动物的行为信息丰富多彩,前面提到的蜜蜂跳舞就是典型的行为信息。一些鸟类在求偶时的行为更独特,通常雄鸟会进行复杂的“求偶炫耀”(图5-13)。



### 思考与讨论

如果留心观察就会发现,身边的猫、狗等动物的生活,就离不开信息的传递,其中既有物理

信息,也有化学信息和行为信息。请就每一种信息各举一两个例子,并说明这些信息传递的作用。

### 信息传递在生态系统中的作用

生态系统中含有各种各样的信息,这些信息的传递对于生物具有什么意义呢?



### 资料分析

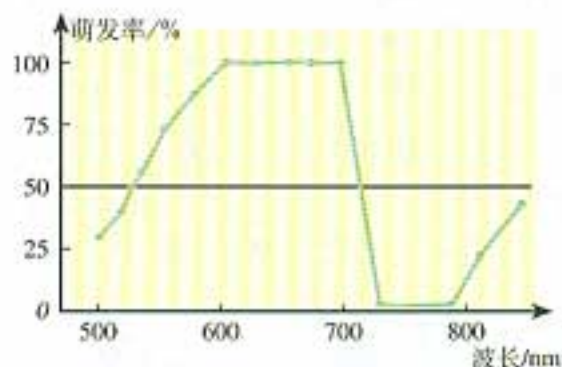
#### 生态系统中信息传递的重要性

1. 蝙蝠对周围环境的识别、取食与飞行,几乎完全依赖声波。蝙蝠通过自身发出声波,对目标进行“回声定位”。



蝙蝠的回声定位

2. 有些植物,像莴苣、茄、烟草的种子必须接受某种波长的光信息,才能萌发生长。



莴苣种子萌发率与光的波长的关系

3. 自然界中, 植物开花需要光信息刺激, 当日照时间达到一定长度时, 植物才能够开花。许多动物都能在特定时期释放用于吸引异性的信息素。经过科学家的收集、分离和测定, 现已



确定了200余种昆虫信息素的化学结构和性质, 其中大部分是用来传递性信号的。

4. 2001年, 科学家们在研究植物与草食性昆虫之间的关系时, 发现一个有趣的现象: 当烟草植株受到蛾

幼虫攻击后, 能够产生和释放一种可挥发的化学物质。尽管目前还不清楚这种化学物质的成分, 但是可以确定它是一种信息素。因为烟草植株释放的这种化学物质, 白天可以吸引蛾幼虫的天敌——捕食者, 夜间又能够驱除夜间活动的雌蛾, 使它们不能停留在叶片上产卵。

#### 讨论:

1. 根据资料1和资料2, 分析信息传递与生命活动的正常进行有什么关系?
2. 信息传递在种群的繁衍过程中起什么作用?
3. 资料4中的信息素能够将几种生物联系起来?
4. 烟草释放的信息素, 在白天与夜间是否都使它本身受益?
5. 请根据这些资料, 总结出信息传递对于生物生存的重要性。

由此可见, 生命活动的正常进行, 离不开信息的作用; 生物种群的繁衍, 也离不开信息的传递。

此外, 生态系统中, 食物链上的相邻物种之间存在着“食”与“被食”的关系, 相邻物种的某些个体行为与种群特征为对方提供了大量的有用信息。例如, 在草原上, 当草原返青时, “绿色”为食草动物提供了可以采食的信息; 森林中, 狼能够依据兔留下的气味去猎捕后者, 兔同样也能够依据狼的气味或行为特征躲避猎捕。可见, 信息还能够调节生物的种间关系, 以维持生态系统的稳定。

信息在生态系统中的作用可能还有很多, 有的信息尽管我们用肉眼看不到, 却可以用科学方法去揭示。如果有兴趣, 你可以进一步去探究。

### 信息传递在农业生产中的应用

信息传递在农业生产中的应用有两个方面: 一是提高农产品或畜产品的产量; 二是对有害动物进行控制。

人类种植农作物, 有许多是要收获果实。而动物的传

### ▶ 相关信息

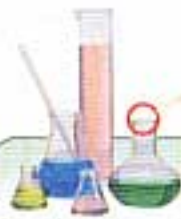
在苹果园里放置一个电子仪器。这个电子仪器能够产生与蜜蜂跳圆圈舞和摆尾舞相同的频率或声音。当蜜蜂感受到电子仪器发出的声信息后，就会受到诱惑，飞到苹果园去采蜜。这就有助于苹果更好地传粉，从而提高苹果的产量。



图 5-14 播放的结群信号录音引来了鸟类

粉对于许多农作物的结实不可缺少。实际上，地球上许多被子植物的传粉都是由动物完成的。如果能利用模拟的动物信息吸引大量的传粉动物，就可以提高果树的传粉效率和结实率。

世界上每年有大面积的农田、草原和森林遭受病虫害、鼠害、鸟害。目前控制动物危害的技术大致有化学防治、生物防治和机械防治等。这些方法各有优点，但是目前人们越来越倾向于利用对人类生存环境无污染的生物防治。生物防治中有些就是利用信息传递作用。例如，利用音响设备发出不同的声信号诱捕或驱赶某些动物，使其结群或远离农田（图 5-14）；利用昆虫信息素诱捕或警示有害动物，降低害虫的种群密度。人们还可以利用特殊的化学物质扰乱某些动物的雌雄交配，使有害动物种群的繁殖力下降，从而减少有害动物对农作物的破坏。



### 课外实践

设计实验，证明雌蛾能分泌性外激素吸引雄蛾前来交尾。



## 练习

### 一、基础题

下列各项，属于物理信息的是（ ）；属于化学信息的是（ ）；属于行为信息的是（ ）。

- (1) 哺乳动物的体温；
- (2) 鸟类鸣叫；
- (3) 红外线；
- (4) 萤火虫发光；
- (5) 植物分泌的化学物质；
- (6) 电磁波；
- (7) 昆虫发出的声音；

- (8) 昆虫的性信息素；
- (9) 植物开花；
- (10) 蓟的刺；
- (11) 紫外线；
- (12) 蜜蜂跳舞。

### 二、拓展题

如果你是一个农场经营者，种植了一些粮食作物，栽培了多种果树，同时还饲养着优质的家禽、家畜等。你将利用哪些与信息传递有关的措施来提高各类农畜产品的产量？（需要至少答出三项。）

# 第5节 生态系统的稳定性

## 问题探讨



地球上，亚马逊森林，欧亚大陆草原，以及极地附近的苔原，都已经存在至少上千万年了，这些自然生态系统尽管经常遭受洪涝、火烧、虫害，也遭受人类的砍伐与放牧等活动的干扰，但是现在依然基本保持着正常的森林、草原与苔原景观，仍能维系生态系统的正常功能。

### 讨论：

为什么这些生态系统在受到干扰后，仍能保持相对稳定呢？

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，叫做生态系统的稳定性(stability of ecosystem)。生态系统之所以能维持相对稳定，是由于生态系统具有自我调节(self-regulating)能力。

### 生态系统的自我调节能力

说明生态系统具有自我调节能力的实例很多。例如，当河流受到轻微的污染时，能通过物理沉降、化学分解和微生物的分解，很快消除污染，河流中的生物种类和数量不会受到明显的影响。

又如在森林中，当害虫数量增加时，食虫鸟类由于食物丰富，数量也会增多，这样，害虫种群的增长就会受到抑制。这是生物群落内部负反馈调节的实例。负反馈调节在生态系统中普遍存在，它是生态系统自我调节能力的基础。

### 本节聚焦

- 什么是生态系统的自我调节？
- 怎样理解生态系统的抵抗力稳定性和恢复力稳定性？

你还能举出说明生态系统中负反馈调节的其他实例吗？

### 思考与讨论

经小组讨论后，用文字、箭头，构建一个食虫鸟种群与害虫种群之间负反馈调节的概念模型。如果有条件，可以在计算机上用Flash动画来模拟这种调节过程，构建动态的模型。

不仅生物群落内部是这样，生物群落与无机环境之间也存在负反馈调节。例如，一场火过后（图5-15,左），森林中种群密度降低，但是由于阳光充沛、土壤中无机养料增多，许多种子萌发后，迅速长成新的植株（图5-15,右）。

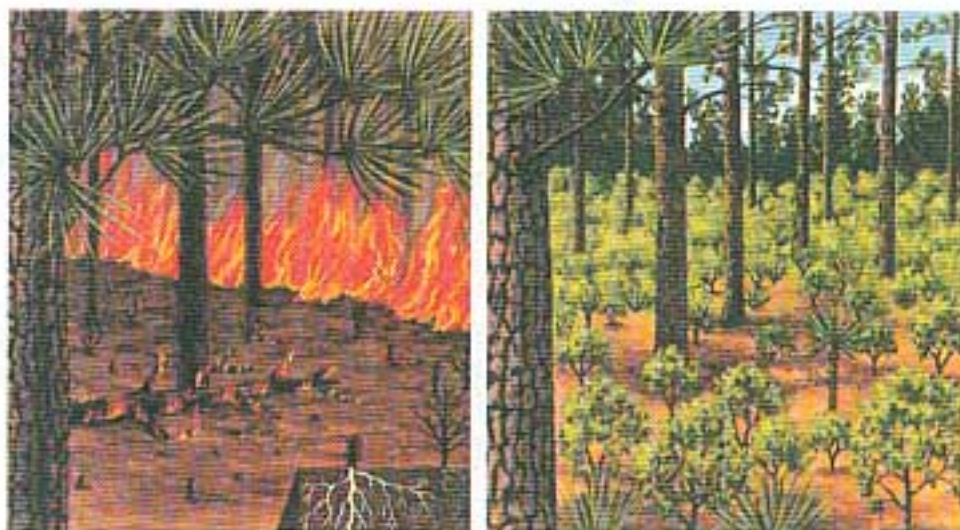


图5-15 森林火灾（左）和火烧后的恢复（右）



图5-16 黄土高原由于植被破坏造成水土流失

#### ▶ 想像空间

想像你每时每刻都在被病菌攻击的情景。平时不得病是由于你的抵抗力，得病后能够恢复健康靠的是恢复力。这对你理解生态系统的稳定性有帮助吗？

但是，生态系统的自我调节能力不是无限的。当外界干扰因素的强度超过一定限度时，生态系统的自我调节能力迅速丧失，生态系统就到了难以恢复的程度。我国西北的黄土高原（图5-16），就是原有森林生态系统崩溃的鲜明例子！

### 抵抗力稳定性和恢复力稳定性

正是由于生态系统具有自我调节能力，生态系统才能维持相对稳定。这种稳定性表现在两个方面：一方面是生态系统抵抗外界干扰并使自身的结构与功能保持原状（不受损害）的能力，叫做抵抗力稳定性（resistance stability）；另一方面是生态系统在受到外界干扰因素的破坏后恢复到原状的能力，叫做恢复力稳定性（resilience stability）。

例如，当草原遭受蝗虫的采食后，草原植物就会增强其再生能力，尽可能减缓种群数量的下降；当森林遭遇持续的干旱气候时，树木往往扩展根系的分布空间，以保证获得足够的水分，维持生态系统正常的功能。这些都反映出生态系统本身对外界干扰具有一定的抗性。

**与社会联系** 在林业生产上，如果采用科学合理的间伐，使森林依然能够保持持续的更新能力，就可以长期维持稳定的生产。



生态系统遭到一定程度的破坏后，经过一段时间，可以恢复到原来的状态，这是由于生态系统具有恢复力稳定性，如前述的森林局部火灾后，森林仍能逐步恢复原状。

不同生态系统在这两种稳定性的表现上有着一定的差别。一般来说，生态系统中的组分越多，食物网越复杂，其自我调节能力就越强，抵抗力稳定性就越高。例如，在北极苔原生态系统中，动植物种类稀少，营养结构简单，其中生产者主要是地衣，其他生物大都直接或间接地依靠地衣来维持生活(图5-17)。假如地衣受到大面积破坏，整个生态系统就会崩溃。相反，在热带雨林中，动植物种类繁多，营养结构非常复杂，假如其中的某种植食性动物大量减少，它在食物网中的位置还可以由这个营养级的多种生物来代替，整个生态系统的结构和功能仍然能够维持在相对稳定的状态。

生态系统在受到不同的干扰(破坏)后，其恢复速度与恢复时间是不一样的。如果河流与土壤被有毒物质轻微污染，通过自身的净化作用，可以很快恢复到接近原来的状态；如果被有毒物质重度污染，自身的净化作用已不足以消除大部分有毒物质，这些河流或土壤的恢复力稳定性就被破坏了。同样，热带雨林在遭到严重的砍伐，草原受到极度放牧后，恢复原状的时间漫长，难度极大！

### 提高生态系统的稳定性

提高生态系统的稳定性，一方面要控制对生态系统干扰的程度，对生态系统的利用应该适度，不应超过生态系统的自我调节能力；另一方面，对人类利用强度较大的生态系统，应实施相应的物质、能量投入，保证生态系统内部结构与功能的协调。例如，如果要使单一作物的农田生态系统保持稳定，需要不断施肥、灌溉，以及控制病虫害；还可以人工建造“生态屏障”。我国在东北、华北和西北地区已经建造了大规模的“三北防护林”，防护林可以有效地防风阻沙，保护了这些地区的草原和农田(图5-18)。

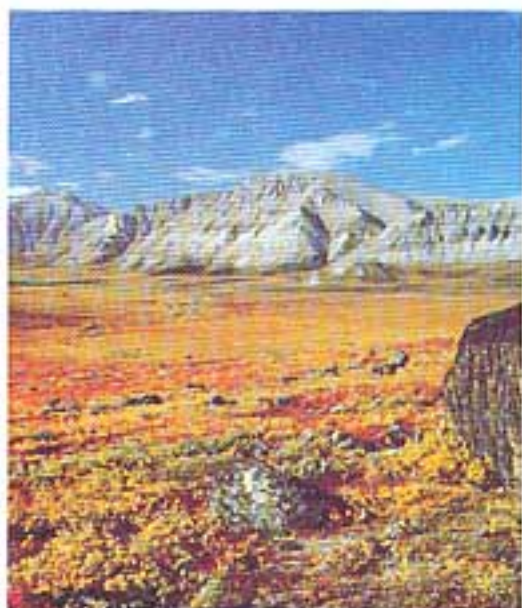


图5-17 北极苔原生态系统



想一想，研究不同生态系统在抵抗力稳定性和恢复力稳定性两方面存在的差别，对自然生态系统的利用和保护有什么意义？



图5-18 农田防护林



## 制作

### 设计并制作生态缸，观察其稳定性

#### 目的要求

设计一个生态缸，观察这一人工生态系统的稳定性。

#### 基本原理

在有限的空间内，依据生态系统原理，将生态系统具有的基本成分进行组织，构建一个人工微生态系统是可能的。要使人工微生态系统正常运转，在设计时还要考虑系统内不同营养级生物之间的合适比例。应该注意，人工生态系统的稳定性是有条件的，也可能是短暂的。

#### 实验材料

蚯蚓8~10条，蜗牛5~7个，小乌龟2~3只。

浮萍、水草、蕨类植物和一些低矮杂草，仙人掌或仙人球2~3株。

玻璃板4~5 m<sup>2</sup>，粘胶足量，沙土8~10 kg，含腐殖质较多的花土40~50 kg，自来水足量。

#### 方法步骤

按100 cm × 70 cm × 50 cm的标准制作生态缸框架。

在生态缸内底部铺垫沙土和花土，花土在下，一边高，一边低；沙土在上，沙土层厚5~10 cm。在缸内低处倒进水。将收集或购买的动物和植物放在生态缸中，其中浮萍、水草与小乌龟放在水中，仙人掌或仙人球移植到沙土上，蕨类植物和杂草移植到花土上，蚯蚓与蜗牛也放

置在花土上。

封上生态缸盖。将生态缸放置于室内通风、



生态缸

光线良好的地方，但要避免阳光直接照射。

每一个星期观察一次生态缸内的生物种类与数量变化，并且进行记录。

#### 结果和结论

根据观察结果完成实验报告。

#### 讨论：

1. 设计时要考虑的生态系统各组成成分有哪些？
2. 生态缸经过多长时间才能达到比较稳定的状态？
3. 达到稳定状态后，生态缸内的生物种类与数量有无变化？如有，是怎样变化的？



## 练习

### 一、基础题

1. 判断下列表述是否准确：

(1) 温带针阔混交林比热带雨林的抵抗力稳定性低。 ( )

(2) 同等强度干扰下，草原生态系统比沙漠生态系统恢复的速度慢。 ( )

(3) 不同的生态系统，抵抗力稳定性和恢复力稳定性不同。 ( )

2. 地球上有许多类型的生态系统。以下是其中的一部分:

- (1) 森林生态系统;
- (2) 草原生态系统;
- (3) 荒漠生态系统;
- (4) 湖泊生态系统;
- (5) 苔原生态系统;
- (6) 农田生态系统;
- (7) 果园生态系统;
- (8) 海洋生态系统;
- (9) 池塘生态系统;
- (10) 湿地生态系统;
- (11) 人工林地生态系统;
- (12) 高山草甸生态系统。

上述各种类型的生态系统中,

自我调节能力最强的两个生态系统是 ( );

人的作用突出的生态系统有 ( );

陆地生态系统中抵抗力稳定性较强的是 ( ), 较弱的是 ( );

水域生态系统在遭到较严重破坏后, 恢复较快的是 ( ), 恢复较慢的是 ( )。

## 二、拓展题

举例说明生态系统的复杂程度与生态系统的稳定性的关系。



## 科学·技术·社会

### 恢复生态学及其应用

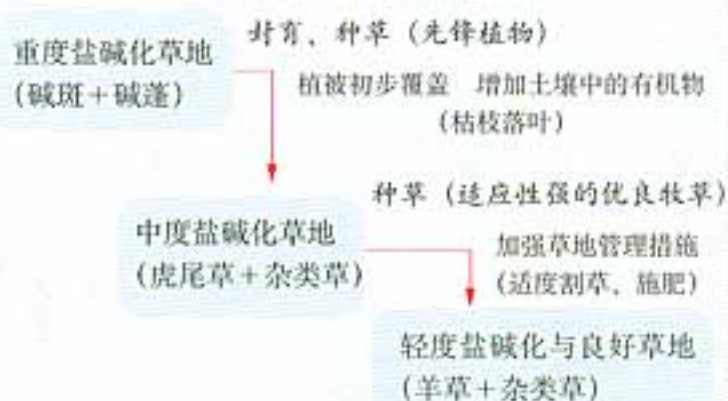
自然生态系统是人类生存的环境基础。目前, 自然生态系统几乎都受到了不同程度的干扰, 一些森林、湿地、草原等自然生态系统逐渐退化, 甚至被破坏。为了有效遏制生态系统的退化, 恢复生态系统的正常功能, 维持生态系统的生产, 保证人类生存环境的稳定, 就需要利用恢复生态学的理论和技术。

恢复生态的目标是, 重建某一区域历史上曾有的植物和动物群落, 使这一区域生态系统的结构与功能恢复到 (或接近) 受干扰前的原状。

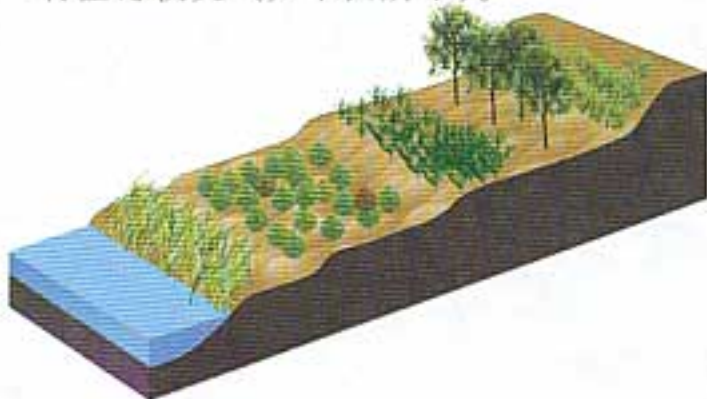
恢复生态学主要利用的是生物群落演替理论, 特别强调生态系统的自我调节能力与生物的适应性, 充分依靠生态系统自身的能力, 并辅以有效的人为手段 (物质、能量的投入), 从而尽快使生态系统从受损的退化状态恢复到正常的健康状态。

人们可以采用许多恢复生态学技术来治理退化的生态系统。例如, 利用植物群落演替规律, 在不同阶段种植不同植物,

以改造盐碱化草原。下面是一个简化的技术流程:



在破坏严重的区域, 例如洪水冲刷后的河川, 可以采用恢复生态学技术对两侧坡面进行设计, 并采用生态工程的办法进行生态恢复 (如下图所示)。





## 技能训练

### 运用术语准确表达

生命是什么？这是一个古老而又充满哲理的问题。总结从细胞到生态系统多层次生命系统的共同特征，对你认识生命的本质会有帮助。这个活动，需要你综合运用已经学过的知识，甚至还需要你自己去进一步查找资料，获取更准确的信息，并用准确的术语表达。

1. 生命系统与环境的关系。与一般的非生命系统相比，生命系统的复杂程度高，而且任何生命系统都不能孤立地存在，而是与周围环境时刻进行着物质和能量的交换。

生命系统应该是什么样的系统？

2. 生命系统的结构。生命系统尽管结构复杂，但都是由各个组成部分构成的统一整体，组织性强。

生命系统的结构特征是：

3. 生命系统的功能。和非生命系统相比，生命系统能够不断地从外界环境获取物质和能量，形成新的组织结构，也能不断地排出物质，散失热能，等等。

细胞、个体，都能形成新的细胞、个体。  
生命系统具有什么功能？

4. 生命系统的历史。分析生命系统的由来，追寻生命系统的历史，也是理解生命是什么的关键。

从历史的角度看，生命系统\_\_\_\_\_

## 本章小结

生态系统是在一定空间中生物群落与其无机环境相互作用而形成的统一整体。生态系统的结构包括两方面的内容：生态系统的成分、食物链和食物网。生态系统含有生产者、消费者、分解者和非生物的物质与能量等基本成分。生态系统中，进行着物质循环、能量流动和信息传递过程，其中物质是可以被循环利用的，物质的循环带有全球性；能量流动则是单向和逐级递减的。生态系统中，各种各样的信息在生物的生存、繁衍和调节种间关系等方面起着十分重要的作用。

生态系统的稳定性包括抵抗力稳定性和恢复力稳定性。生态系统具有自我调节能力，这是生态系统稳定性的基础。生态系统中组成成分越多，食物网越复杂，抵抗外界干扰的能力就越强。当今全球出现的诸多环境问题，就与生态系统稳定性遭到破坏有关。

对系统内的组分和种种过程进行分析时，数学方法有着广泛而重要的应用。

整体的观点、相互作用的观点、动态平衡的观点等，是随着对生态系统的分析探讨而加深理解的，这些观点也是认识和理解其他许多问题的基础。

# 自我检测

## 一、概念检测

### 1. 判断

- (1) 生态系统中存在着物质循环和能量流动两个相对独立的过程。 ( )
- (2) 太阳能只有通过生产者才能输入到生态系统之中。 ( )
- (3) 植食性动物一定是初级消费者。 ( )
- (4) 在草→昆虫→青蛙→蛇→狐→豹这条食物链中，豹是第五营养级。 ( )
- (5) 抵抗力稳定性高的生态系统，恢复力稳定性可能比较低。 ( )

### 2. 选择

- (1) 下列哪一种方法能增加生态系统的抵抗力稳定性：
- A. 减少该生态系统内捕食者和寄生生物的数量；
- B. 增加该生态系统内各营养级生物的种类；
- C. 使该生态系统内生产者和消费者在数量上保持平衡；
- D. 减少该生态系统内各营养级生物的种类。

答 [ ]

- (2) 与生态系统自我调节能力大小有关的主要因素是：

- A. 生态系统的无机环境；
- B. 生态系统的气候环境；
- C. 生态系统的成分；
- D. 生态系统的地理位置。

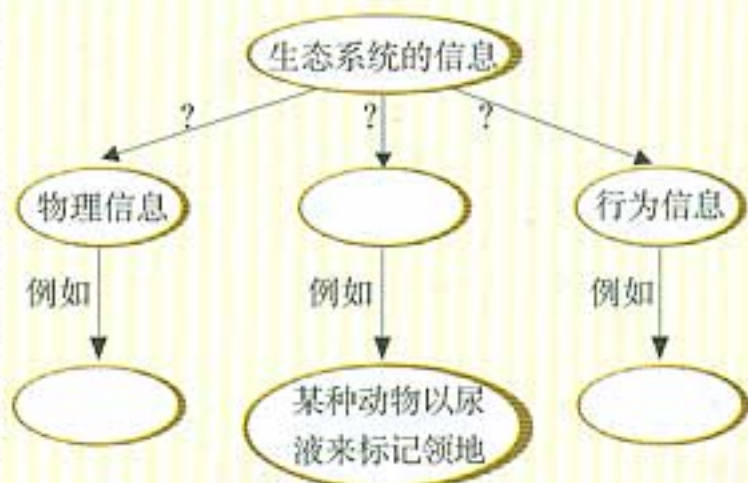
答 [ ]

### 3. 画概念图

- (1) 将以下概念之间的关系用概念图的形式表示出来。

生态系统、食物链、食物网、生产者、消费者、分解者、生物群落、初级消费者、次级消费者、三级消费者、第一营养级、第二营养级、第三营养级、第四营养级。

- (2) 在以下概念图的问号和空白框内填写适当的词语。



### 4. 填表

- 填表比较能量流动、物质循环与信息传递的特点，并阐述三者之间的关系

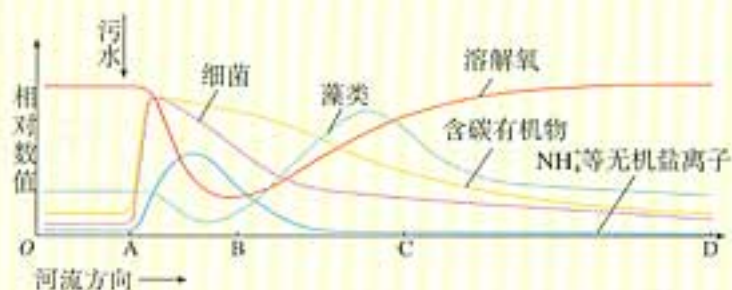
比较项目	能量流动	物质循环	信息传递
特点			
范围			
关系			

## 二、知识迁移

1. 现提供以下种植、养殖物种和其他一些生产因素（见下表），请你选择种植、养殖物种各两种，设计一个符合生态学原理的农业生产系统（用文字、方框、箭头、线段等表示）。

种植物种	玉米、小麦、棉花、苹果
养殖物种	猪、鸡、牛、鸭
肥料、农药	农家肥、化肥、农药适量
虫害	玉米螟、黏虫、棉铃虫

2. 下图是河流生态系统受到生活污水(含大量有机物)轻度污染后的净化作用示意图。



请根据图回答:

(1) 在该河流的AB段上,溶解氧大量减少的主要原因是什么?

(2) 在该河流的BC段上,藻类大量繁殖的主要原因是什么?

(3) 水中溶解氧含量逐渐恢复的主要原因是什么?

(4) 若酿造厂或味精厂将大量含有有机物的废水排入该河流,对河流生态系统可能造成的最严重的后果是什么?

### 三、技能应用

1. 某同学在探究落叶在不同土壤中的变化时,提出了新的问题:缺氧环境中的土壤是否也能分解落叶呢?请你帮助他完成实验设计。

2. 某地农业部门在防治棉铃虫问题上,提出了两种方案:一种是喷洒高效农药;一种是放养棉铃虫的天敌——赤眼蜂。前者可以比较迅速地杀死

棉铃虫,但却会同时杀死其他动物,包括赤眼蜂,还可能造成环境污染;后者不能彻底消灭棉铃虫,但是能将棉铃虫的种群数量控制在较低的水平,而且不会造成环境污染。请评价哪种方案有利于提高农田生态系统的稳定性?为什么?

### 四、思维拓展

1977年,科学家在深海中的火山口周围发现了热泉。热泉喷出的海水温度超过 $300^{\circ}\text{C}$ ,并且富含硫化氢和硫酸盐。令人惊奇的是,在这样的海水中,竟发现大量的硫细菌。这些细菌通过氧化硫化物和还原二氧化碳来制造有机物。在热泉口周围还发现多种无脊椎动物,如大海蛤、蟹、管水母以及没有口也没有消化道的管居环节动物等。近30多年来,人们不断在深海发现这样的热泉生态系统。有些科学家认为热泉口的环境与地球上早期生命所处的环境类似。

请根据以上资料回答:

(1) 上述硫细菌是自养的还是异养的?

(2) 与一般生态系统相比,深海热泉生态系统有哪些特殊之处?

(3) 研究深海热泉生态系统有什么意义?



### 网站登录

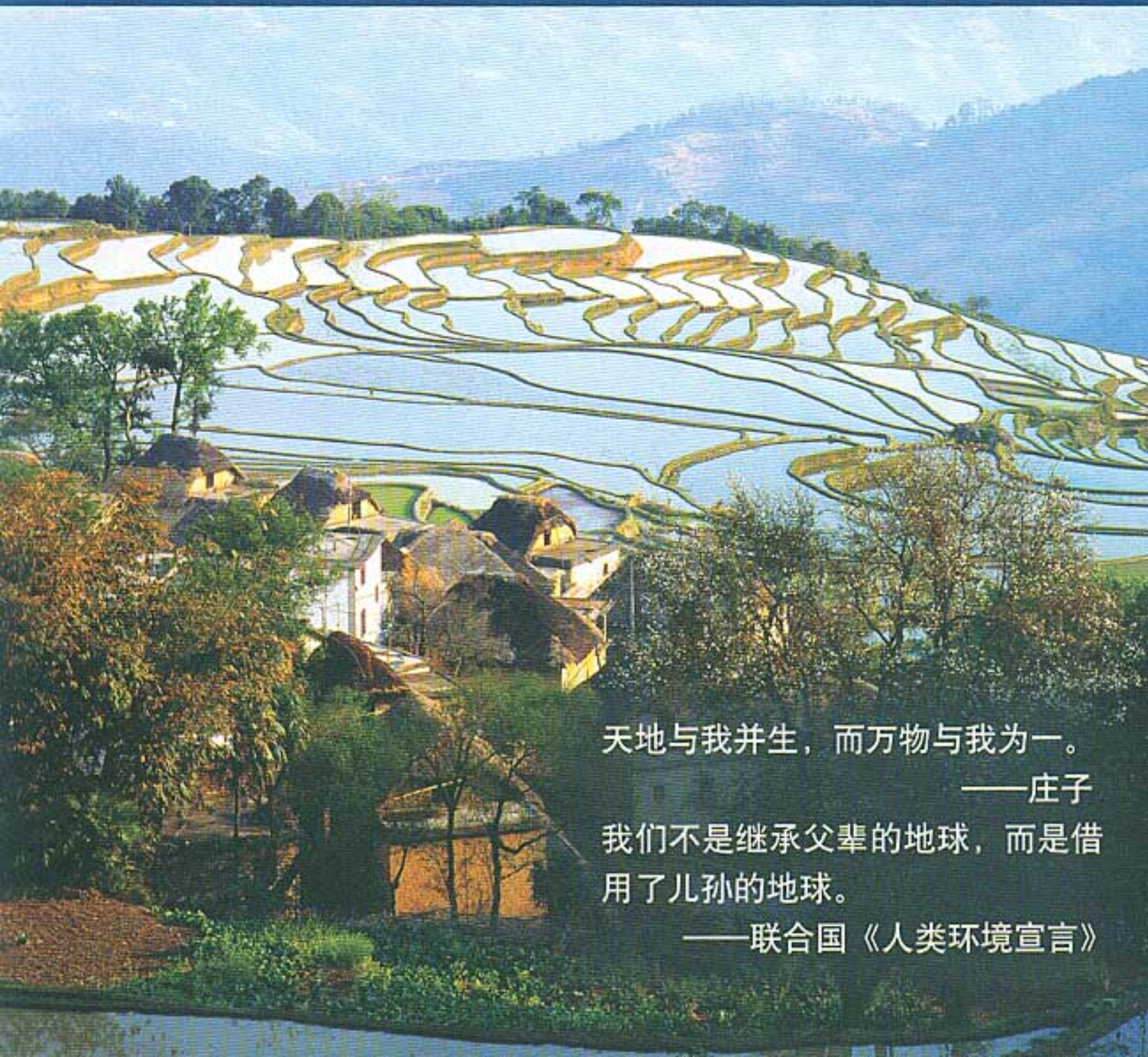
<http://www.eco-w.org/mainpage.asp>

<http://www.9802cn.com/green/type.asp?typeID=14>

# 第6章 生态环境的保护

地球是人类赖以生存的唯一家园。数十亿年生命的演化，不断改变着地球的环境，使地球从荒芜不毛之地，逐渐演变成生命的乐园。然而，随着人类的出现和人口的增多，人类的活动在很大程度上改变了地球的环境，使这个星球上许多生物的生存受到严重威胁，并且危及人类自身的生存和发展。

在对待地球家园的问题上，人类再也不能只知索取，不知保护；更不能只图眼前利益，不顾长远利益。只有正确处理人与资源和环境的关系，走可持续发展之路，才是人类唯一正确的选择。



天地与我并生，而万物与我为一。

——庄子

我们不是继承父辈的地球，而是借用了子孙的地球。

——联合国《人类环境宣言》

# 第1节 人口增长对生态环境的影响

## 问题探讨



拥挤的人群

### 讨论:

1. 你见过左图所示的情景吗? 假如你正置身于这样拥挤不堪的人群中, 你会有什么样的感觉和想法?

2. 造成人群如此拥挤的可能的原因是什么?

3. 有人说, 整个地球也已经“人满为患”, 也有人说人口膨胀已经使地球超载, 你同意这样的说法吗? 说出你同意或反对的理由。

## 本节聚焦

- 目前我国人口的现状怎样? 发展前景如何?
- 人口增长对生态环境有哪些影响?
- 怎样协调人口与环境的关系?

1999年10月12日, “地球村”第60亿位公民降生。这是人口增长过快的又一声警钟。随着全球人口的持续增长, 对环境的压力越来越大。我国是一个人口大国, 处理好人口增长和环境、资源的关系更为重要。

## 我国的人口现状与前景



## 资料分析

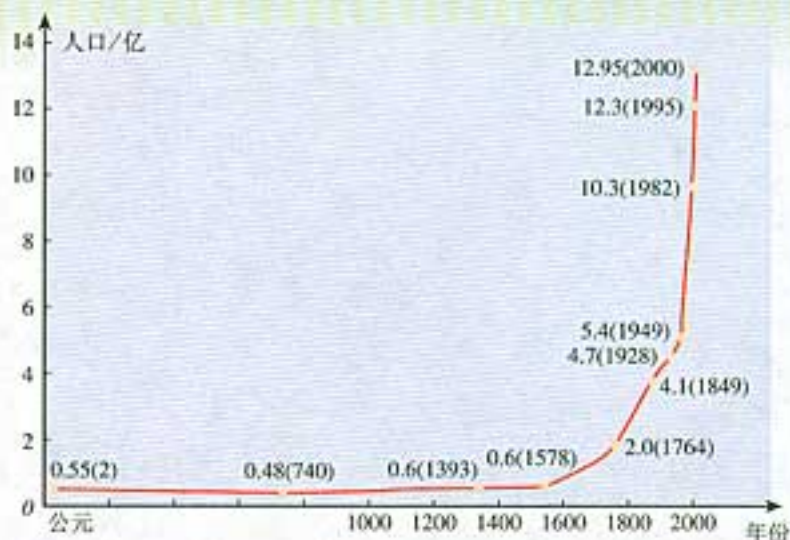
### 我国人口增长的情况

右图所示为我国历年来人口增长情况。

### 讨论:

1. 我国人口近几百年来为什么会明显增多?

2. 生物种群消长的规律完全适用于人口增长的情况吗?





20世纪70年代以来,我国全面推进了计划生育(family planning)工作。1982年,我国将计划生育确定为一项基本国策;2001年,我国颁布了《中华人民共和国人口与计划生育法》(图6-1),从而把计划生育的方针政策 and 制度措施等用法律的形式确定下来。经过30多年的努力,我国人口增长过快的情况得到了有效的控制,人口出生率和自然增长率明显下降<sup>①</sup>,目前已进入了低生育水平国家的行列。

由于人口基数大,我国人口仍将在较长的时期内持续增长。我国人口发展的目标是:2005年,人口总数(不包括香港、澳门特别行政区和台湾省,下同)要控制在13.3亿以内;2010年,人口总数要控制在14亿以内;21世纪中叶,人口总数达到峰值(接近16亿)以后,将开始缓慢下降,从而基本实现人口与经济、社会、环境和资源的协调发展。

### 人口增长对生态环境的影响

人的生存离不开食物,因此,也就需要耕地。人口增长往往促使人们过度利用耕地和开垦出更多的农田(图6-2)。请分析下图,你能对这个模型进行补充和完善吗?



图6-1 《中华人民共和国人口与计划生育法》及部分宣传材料

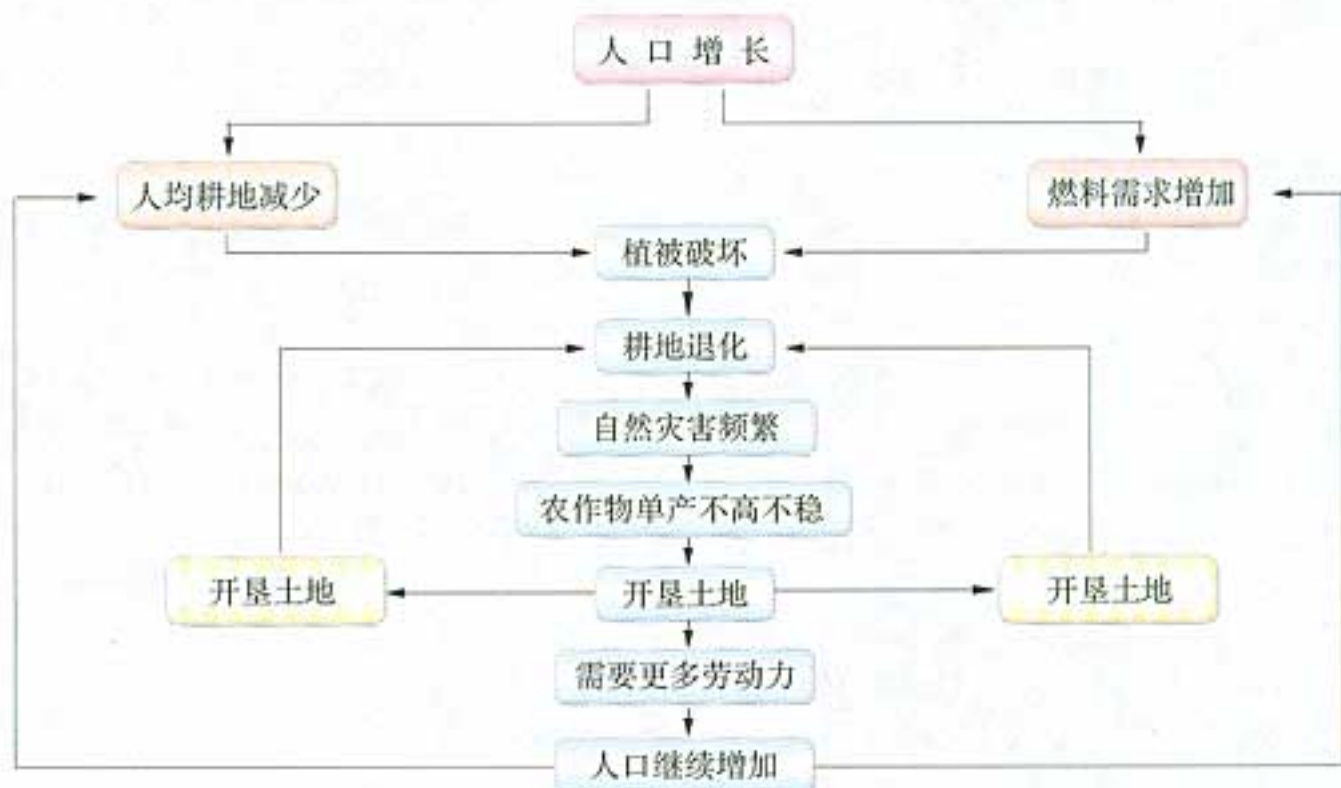


图6-2 人口增长和开垦土地之间的关系

<sup>①</sup> 我国人口出生率和自然增长率分别由1970年的33.43‰和25.83‰,下降到2002年的12.86‰和6.5‰。

除了需要粮食等各种农产品以外，人类还有多种物质和精神需求（图6-3）：



需要粮食。因而需要一定的耕地。

需要森林、草原、燃料和矿物等多种自然资源以及一定的生存空间。

需要水。除饮用以外，农业、工业以及生活的各个方面都离不开水。

精神需求。科学、教育、文学、艺术和体育等。

图 6-3 人的多种需求举例

随着社会的发展和进步，人类的各种消费水平还将不断提高。这就对生态环境造成了更大的压力。



### 资料搜集与分析

## 人口增长过快给当地的生态环境带来哪些影响？

探讨人口增长过快给生态环境造成影响的问题，可以搜集你所在的农村或城市人口增长和环境变化的相关资料，进行分析。

#### 提示：

1. 如果你目前在农村生活，可以围绕以下问题展开活动。

(1) 了解本村几十年来人口增长的情况。有关资料应该可以在村委会或乡政府有关部门找到。

(2) 当地30年前、20年前、10年前以及今年人均耕地面积的变化情况。如果能从村委会找到有关资料，可以根据耕地面积/人口数量来进行计算；也可以找长辈咨询，作大致的了解。

(3) 当地的森林覆盖情况，可以了解几十年来森林面积的变化情况，也可以根据人口变化情况，计算出30年前、20年前、10年前、今

年的人均值。

(4) 找长辈咨询，了解当地大型野生哺乳动物的种类几十年来有没有变化，种群数量有没有变化。

(5) 找长辈咨询，了解当地河流、湖泊几十年来水质变化情况如何，地下水的深度变化情况如何；了解几十年来，当地有没有围湖造田的情况，如果有，可以查找村委会或乡政府的有关记录，了解这些活动使得水域面积缩小的数字。

(6) 如果你认为人口增长过快还给当地带来了其他影响，请补充。

2. 如果你现在在城市生活，可以围绕以下问题展开活动。

(1) 从图书馆或当地人口统计部门了解：你所生活的城市几十年来人口增长的情况，以及人口增长的主要途径。这些人口中，有多少是从

农村转移来的。最好能进一步了解近些年来你所在的城市流动人口的大致数量。

(2) 可以从环保部门了解：当前市区河流、湖泊的水质情况，空气质量状况。这些环境问题可能和城市的工业发展有关。请分析这和人口增长有没有关系。

(3) 可以从环卫部门了解：当地居民一年产生多少生活垃圾，这些垃圾是否都能做到无害化处理。

(4) 你认为还要补充的其他内容。

3. 既应了解当地环境和资源问题严重性方面的资料，也应了解已经取得的进展，以及有关问题的解决办法。

4. 在分析资料时，应注意以下两方面：

(1) 本地的人口增长除了影响当地外，是否还会对其他地区的资源和环境造成影响？

(2) 农村人口增长与城市有什么关系？城

市人口增长又与农村地区有什么关系？

5. 小组内讨论：

(1) 除了提示所给出的获取资料的方法，还可以通过哪些途径更快捷地获取可靠的信息？

(2) 在向政府部门的官员、村里的长辈等咨询时，要注意哪些人际交往的基本礼仪？

(3) 收集来的资料可能非常繁杂，有些资料之间甚至可能相互矛盾。如果遇到这种情况，应该怎样处理？

(4) 在对资料进行分析时，有些重要的数据应该绘制成更直观的图表，应讨论选取哪些数据，又该以哪种图表来呈现？

(5) 小组内成员应该怎样分工合作，以使得资料搜集和整理的效率更高？

🔥 根据所搜集的资料，在仔细分析的基础上，自拟题目，写出一篇报道。

无论局部地区，还是全国乃至全球，人口的环境容纳量都是有限的。人口众多对于我国的生态环境已经产生了沉重的压力。

我国在发展中遇到的困难和问题，许多都与人口众多有直接的关系。例如，在114个国家有关土地面积、草地面积、森林面积以及淡水总量等6项自然资源总量综合排序中，我国排在第8位，并且其中有几项还名列前茅，但是人均占有上述各项自然资源的数量就明显退居后位。又如，我国人均耕地不足世界人均耕地的1/3；由于水土流失和沙漠化严重，以及随着人口的增长和城市化的发展，人均耕地还将继续减少，因此，国家已严令保护基本农田。再如，我国的人均淡水占有量只是世界人均的1/4，缺水的农村和城市多，南水北调的浩大工程已经启动。

人口增长过快，还在消耗大量自然资源的同时，加剧了对环境的污染，增加了治理的成本和难度。

为此，我国在控制人口增长的同时，还加大了保护资源和环境的力度，如植树种草，退耕还林、还草、还湖，防治沙漠化（图6-4）；

#### ▶ 想像空间

假如你所在学校的学生人数增加了两倍，而教师以及各种教学设备都没有增多，这将会出现什么情况？



图6-4 因治理沙漠化成效显著而荣获“全球500佳”称号的宁夏沙坡头村

监控、治理江河湖泊及海域的污染；加强生物多样性保护和自然保护区建设，以及推进生态农业（图6-5）等。我国在保护生态环境、统筹人与自然和谐发展方面正在取得重大的进展。

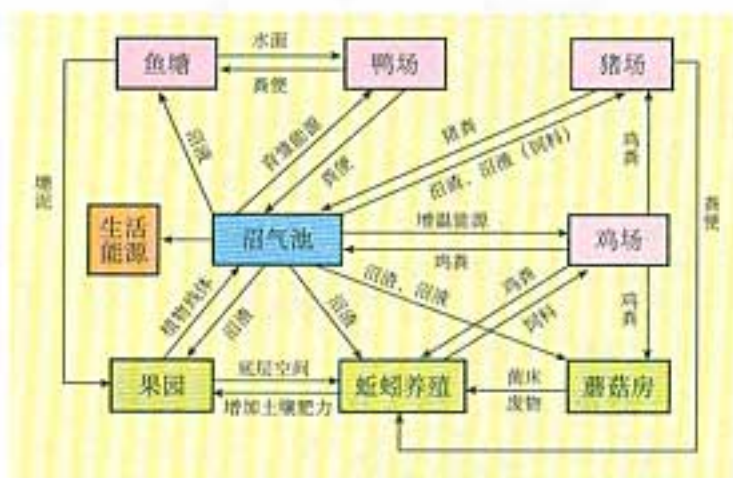


图6-5 南京古泉生态农场（左）及该农场物质循环利用示意图（右）



## 练习

### 一、基础题

1. 2005年，我国人口总数要控制在：  
 A. 13亿以内；      B. 16亿以内；  
 C. 14亿以内；      D. 13.3亿以内。

答 [     ]

2. 我国先秦时期的重要著作《韩非子》中说：“今人有五子不为多，子又有五子，大父未死而有二十五孙。是以人民众而财货寡，事力劳而供养薄。”请你用现代的语言诠释这两句话，指出其中的含义，也可以结合已有知识对这段话进行

评述。

### 二、拓展题

1. 通过报刊、杂志、网络等媒体，调查近5年来“世界环境日”的主题各是什么，分析它们是否与人口增长有关。
2. 有些企业的生产造成严重的环境污染，但缺乏资金进行技术改造，停产又将影响职工的收入和产品的供应。这样的两难处境，是现实生活中常见的。请你查阅有关资料，找一找摆脱这类困境的办法。

## 第2节 保护我们共同的家园

### 问题探讨



高温引发南欧的森林大火

2003年的夏季,世界上许多地方出现了异常高温,一些地区引发了森林大火。炎热还影响人们的生活和工农业生产。对出现异常高温的原因,众说纷纭。而一些气象专家则预言,“再过50~100年,像这样的夏天可能是司空见惯的了”。

#### 讨论:

1. 气象学家的预言有根据吗?
2. 当地近些年来的气候是否有突出的变化?你认为这可能与什么原因有关?

我们只有一个地球,它是人类共同的家园。

北京和纽约,惠灵顿和奥斯陆,相距万里。然而生态环境问题不会终止在国或洲的边界。大气污染物四处飘散,水污染物流入海洋。1986年,前苏联切尔诺贝利核电站爆炸产生的核辐射粒子云,被风送到了2 000 km外的北欧……

“天涯若比邻”。生态环境问题具有全球性,需要全人类的关注与合作。

### 关注全球性生态环境问题

全球性生态环境问题主要包括全球气候变化、水资源短缺、臭氧层破坏、酸雨、土地荒漠化、海洋污染和生物多样性锐减等。这些全球性的生态环境问题,对生物圈的稳态造成严重威胁,并且影响到人类的生存和发展。

分析图6-6,想一想,这些环境问题会不会影响我们个人的生活?反之,我们个人的行为,对这些环境问题的形成有没有影响?

### 本节聚焦

- 全球性生态环境问题主要有哪些?
- 为什么要保护生物多样性?怎样进行保护?
- 为什么说可持续发展是人类的必然选择?

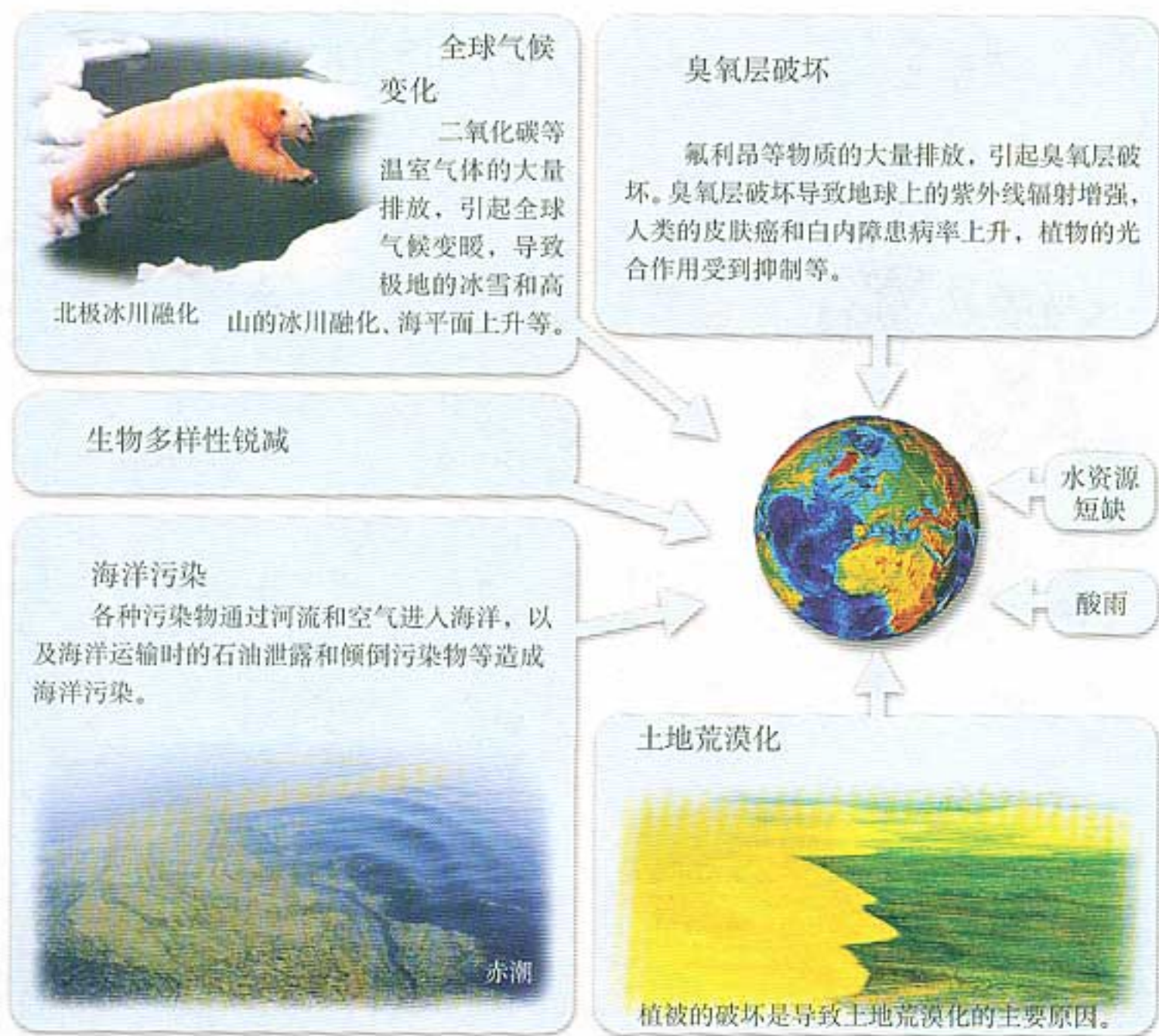


图6-6 全球性生态环境问题

### 保护生物多样性

生物多样性锐减，也是全球性生态环境问题之一。生物圈内所有的植物、动物和微生物，它们所拥有的全部基因以及各种各样的生态系统，共同构成了生物多样性(biodiversity)。生物多样性是数十亿年生物进化的结果。在生物进化过程中，既有新物种的形成，也有物种的绝灭。近几个世纪以来，由于人类的活动范围和影响强度不断增大，致使物种绝灭的速度大大加快，许多生态系统遭到了干扰和破坏。

**生物多样性的价值** 表面看，一个生态系统里有50种还是有1000种生物，似乎和普通人没有多大关系。果然是这样的吗？



## 思考与讨论

我们先分析以下两个实例，了解生物多样性的价值。

**实例1** 在我国，红树林原广布于福建、广东、海南沿海的潮间带，既是海岸的天然防护林，又是潮间带多种贝类、甲壳类、鱼类的栖息繁衍地，也是多种水鸟营巢繁殖的处所。由于人类的围海造地和人工养殖以及建筑、薪柴之需，其面积日益缩小。



红树林

**实例2** 大面积种植水稻、玉米或小麦等，给人类带来了粮食的丰收。但是，栽培品种大多抗病性差。而它们的祖先，野生的水稻、玉米或



野生水稻

小麦等，在基因组成上与栽培品种有着一定的差别。

### 讨论：

1. 红树林的消失，将会影响多少生物的生存发展？又将怎样影响周边的其他生态系统？这对人们的生活又有怎样的影响？

2. 如果你是一位育种工作者，你将怎样利用栽培作物野生种的基因？你知道育种专家袁隆平利用了野生水稻的什么基因吗？

3. 从上述两例能说明生物多样性的哪些价值？你还有其他更好的实例吗？

关于生物多样性的价值，科学家一般概括为以下三方面：一是目前人类尚不清楚的**潜在价值**；二是对生态系统起到重要调节功能的**间接价值**（也叫做生态功能，如森林和草地对水土的保持作用，湿地在蓄洪防旱、调节气候等方面的作用）；三是对人类有食用、药用和工业原料等实用意义的，以及有旅游观赏、科学研究和文学艺术创作等非实用意义的**直接价值**。需要指出的是，直到近几十年来，人类才认识到生物多样性的间接价值明显大于它的直接价值。

表6-1是科学家对全球一些生态系统多样性价值的估价：

表 6-1 生态系统多样性的价值 (估计)

生态系统	面积 ( $10^6 \text{ hm}^2$ )	单位面积价值 (美元 / $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ )	全球价值 ( $10^{12}$ 美元 / a)
海洋	33 200	252	8.4
热带雨林	1 900	2 007	3.8
其他森林	2 955	302	0.9
草地	3 898	232	0.9
湿地	330	14 785	4.9
农田	1 400	92	0.9

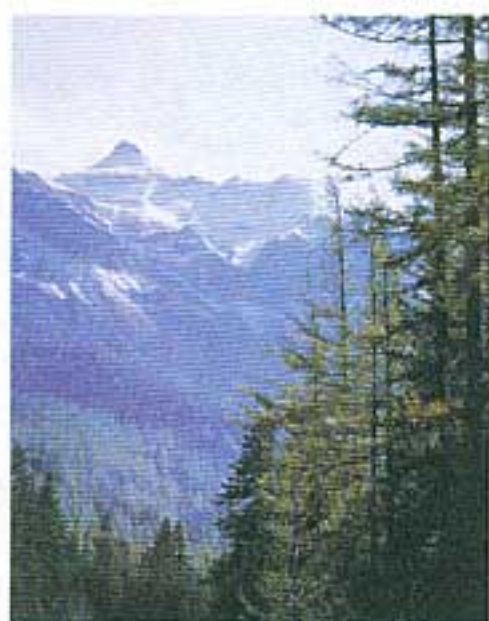


图 6-7 长白山自然保护区

**保护生物多样性的措施** 我国生物多样性的保护,可以概括为就地保护 (in situ conservation) 和易地保护 (ex situ conservation) 两大类。就地保护是指在原地对被保护的生态系统或物种建立自然保护区 (natural reserve, 图 6-7) 以及风景名胜区等,这是对生物多样性最有效的保护。易地保护是指把保护对象从原地迁出,在异地进行专门保护。例如,建立植物园、动物园以及濒危动植物繁育中心 (图 6-8) 等,这是为行将灭绝的物种提供最后的生存机会。一旦人工繁育成功,就可以将这些野生生物回放野外 (图 6-9)。此外,建立精子库、种子库等,利用生物技术对濒危物种的基因进行保护,等等,也是对濒危物种保护的重要措施。近些年来,我国科学家还利用人工授精、组织培养



图 6-8 北京南海子麋鹿繁育中心



图 6-9 回放野外的野马



和胚胎移植等生物技术,加强对珍稀、濒危物种的保护,取得了可喜的成绩(图6-10)。



人工授精后产下的大熊猫



科学家从精子库中取出大熊猫精子

图6-10 人工授精的大熊猫成功产下幼仔

保护生物多样性,关键是要协调好人与生态环境的关系,如控制人口的增长、合理利用自然资源、防治环境污染等。保护生物多样性,还要加强立法、执法和宣传教育,使每个人都理性地认识到保护生物多样性的意义,自觉形成符合生态文明的行为和习惯。

保护生物多样性只是反对盲目地、掠夺式地开发利用,而不意味着禁止开发和利用。例如,保护海洋生态系统并不是完全禁止捕鱼;相反,适时地、有计划地捕捞成鱼,不仅能获得渔业产品和经济效益,而且有利于幼鱼的生长发育,从而有利于对海洋生态系统的保护。这正是“合理利用就是最好的保护”的科学道理。我国近些年来规定禁渔区和禁渔期,大力开展退耕还林、还草、还湖,变草原放牧为圈养(图6-11,图6-12)等措施,已经开始显现出保护生物多样性的成效。



图6-11 禁渔期停泊在港内的渔船群

热带雨林的木材,源源不断地运往别国;非法猎杀、买卖的野生动物跨越了国界;千里迁徙的候鸟找不到栖息

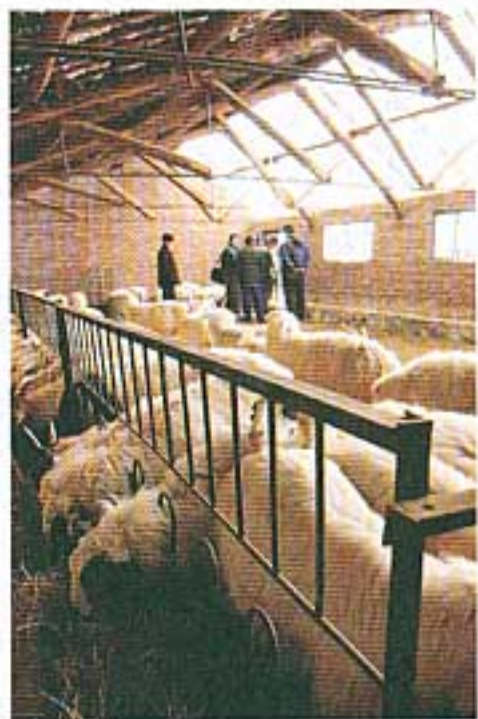


图6-12 圈养的羊群

地；有些国家还在捕杀珍贵的鲸类……保护生物多样性也需要全球合作。

### 可持续发展——人类的必然选择

我国战国时期的思想家孟子（约前372—前289）、庄子（约前369—前286）等，曾提出了“天人合一”的哲学观念，这种观念体现出追求人与自然协调一致的美好理想。今天，可持续发展（sustainable development）观念已是针对全球性生态环境等问题形成的新思维。可持续发展的含义是“在不牺牲未来几代人需要的情况下，满足我们这代人的需要”，它追求的是自然、经济、社会的持久而协调的发展。

人类只是“地球村”中的成员之一，人类只有深刻认识自己与其他成员之间相互关联、依存和制约的关系，保护生物多样性，保护环境和资源，建立起人口、环境、科技和资源消费之间的协调与平衡，才能实现可持续发展。

## 练习

### 一、基础题

1. 将左、右两侧的词句，按对应关系画线连接起来：

潜在价值	芦苇是一种重要的造纸原料
直接价值	每个物种都维系着它们所在的生态系统的结构和功能
间接价值	海洋和森林等生态系统能陶冶情操、激发创作的灵感
	鲁班通过观察某种叶片的叶缘得到启示，研制出了木工用的锯
	蝉蜕是一种动物性药物
	某种不知名的昆虫

2. 1997年在日本京都，各国代表通过了削减温室气体排放的《京都议定书》。你知道《京都议定书》落实中的困难和争议是什么吗？为了少排放二氧化碳等温室气体，你有哪些建议？

### 二、拓展题

我国春秋时期著名的思想家老子说过，“故道大，天大，地大，人亦大。域中有四大，而人居其一焉”。请你用现代的语言诠释这段话，指出其中的含义，并结合学习本章的体会阐述自己的见解。

### 课外实践

#### 搜集我国利用生物技术保护生物多样性的资料

利用报纸、期刊、书籍、广播电视以及互联网等，搜集我国有关利用生物技术保护生物多样性的资料。

同学之间可以分工，每个同学可以就其中1~2项生物技术展开比较广泛而深入的资料搜集工作，并就了解的信息向小组同学作介绍。



### 关注生态伦理道德



青藏铁路路基上专供野生动物行走的涵洞

伦理是指人与人之间应当遵循的道德关系，所以，伦理与道德经常合起来使用。过去认为只要对人讲伦理道德就可以了，对于其他生物和自然界则没有必要。现在认识到，面对各种各样的生态环境问题，为了保护好我们的“地球村”，需要把伦理道德的对象扩大到其他生物以至整个自然界，这就是生态伦理道德。

其他生物同人类一样，都有各自存在的价值和生存权利，因此同样是值得人类尊重和保护的。虽然人类位于生物圈内巨大食物网的顶层，但是人类不是“地球村”的中心，更不是其他生物和自然界必须臣服的“主宰者”和“巨无霸”。我们必须学会与其他生物和整个自然界保持和谐与平衡的关系。因为这种关系一旦破裂，人类所依赖的食物网就会分崩离析，其他生物无法生存下去，人类自身的生存也会受到严重的威胁。想一想，有的人爱吃野生动物，这种做法符合生态伦理道德吗？遇到青蛙和蛇，我们知道要保护它们，遇到不知名的动植物，我们应当怎样对待呢……

我国在兴建举世瞩目的青藏铁路过程中，为了尽量不干扰藏羚羊等野生动物的

繁殖研究所。想一想，这些做法说明经济建设与生态伦理道德观念

可以是怎样的一种关系呢？

生态伦理道德观念认为，其他生物不是为了人类的需要，更不是为了这一代人的需要才生存的。正如著名美国科普作家蕾切尔·卡森夫人（Rachel Carson, 1907—1964）在1962年出版的《寂静的春天》一书里所说的，“我们要与其他生命共享我们的地球”。

生态伦理道德也涉及到人与人之间的利益关系。例如，过量开采和利用资源的做法，就没有顾及到子孙后代的利益。正如联合国《人类环境宣言》中所说的，“我们不是继承父辈的地球，而是借用了子孙的地球”。是的，当我们将“地球村”归还给子孙时，它应当是完好无损的。

正常生活，决定在一些路基下修建专供它们行走的涵洞，并规定火车行驶中一律不鸣笛。我国在兴建葛洲坝水利枢纽工程时，考虑到拦江筑坝会破坏中华鲟的生殖洄游，有可能使它们“断子绝孙”，为此专门设立了长江中华鲟



人工辅助繁殖的中华鲟幼鱼

## 本章小结

拥有良好的生态环境，是人类社会持续协调发展的基础。人口增长过快造成了人与资源和环境之间的尖锐矛盾，因此，必须有效地控制人口的增长。我国将计划生育定为一项基本国策，每位公民都必须清楚国家制定的人口发展目标，恪守有关的法律规定。

近些年来，日益严重的全球性生态环境问题引起全人类的关注。全球性气候变化、臭氧层破坏、酸雨、海洋污染、土地荒漠化和生物多样性锐减等，其危害具有全球性。这些问题的产生与人口增长过快有关，不合理的生产和生活方式也是重要原因。解决这些问题既需要国家和个人的努力，也需要全球合作。

生物多样性是生物进化的结果，它既有人类可以直接利用的价值，又有维持生态系统的稳定性等间接价值，还有人类目前尚未明确认识的潜在价值。但是，由于长期以来人类的不合理利用，生物多样性正在以惊人的速度锐减。

正是在全球性生态环境问题日益突出的背景下，有识之士提出了新的发展观：“在不牺牲未来几代人需要的情况下，满足我们这代人的需要”，这就是可持续发展观。这一观念日益深入人心，已经成为人类的必然选择。

### 网站登录

<http://www.pep.com.cn>

<http://www.zhb.gov.cn>

<http://www.ep.net.cn>

# 自我检测

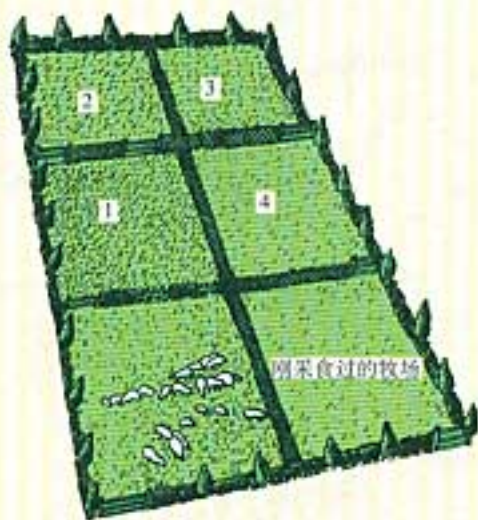
## 一、概念检测

### 1. 判断

- (1) 人口增长率决定于出生率。 ( )
- (2) 利用潮汐发电和利用生物能, 如修建沼气池, 有利于解决全球气候变暖的问题。 ( )

### 2. 选择

(1) 下图是某牧场划区轮牧的示意图(黑点密度代表草的长势)。你认为图中有利于保护草地资源和生态环境的轮流放牧顺序是:



- A. 1、2、3、4;      B. 4、3、2、1;  
C. 1、3、2、4;      D. 2、1、3、4。

答 [    ]

(2) 在大量使用1(化肥)、2(农药)、3(普通洗衣粉)、4(石油)和5(高含硫煤炭)这几种物质中, 能促使赤潮发生的是:

- A. 1和2;      B. 3和1;  
C. 2和4;      D. 3和5。

答 [    ]

## 二、知识迁移

举出海洋石油开采的三个可能的好处和三个可能的问题, 并分析如何避免出现这些问题。

## 三、技能应用

下表显示某地哺乳动物和鸟类生存受到威胁的各主要原因及其比例。

原因	哺乳动物	鸟类
偷猎	31%	20%
丧失栖息地	32%	60%
生物入侵	17%	12%
其他原因	20%	8%

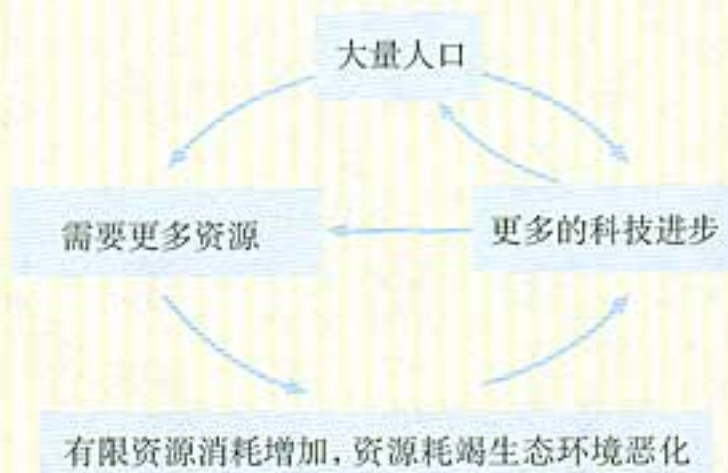
(1) 请根据这些数据绘制柱形图, 横轴表示每类动物受威胁的各种原因, 纵轴表示数值。

(2) 分析这两类动物生存受到威胁的主要原因各是什么。

## 四、思维拓展

有的科学家说, 人类总是如下图所示, 依靠科技的进步, 使自身更加适应环境。然而, 人口也会随之明显增长, 并使生态环境进一步遭到破坏, 如消耗更多的资源、生物多样性锐减和产生更多的废弃物和污染物, 从而形成一种恶性循环。

你认同这种观点吗? 你认为人口、科技进步和资源与环境之间应当是一种什么样的关系? 你能否将这种关系也用示意图的形式表达出来?



## 后 记

根据教育部制订的普通高中各科课程标准(实验),人民教育出版社课程教材研究所编写的各学科普通高中课程标准实验教科书,得到了诸多教育界前辈和各学科专家学者的热情帮助和大力支持。在各学科教科书终于同课程改革实验区的师生见面时,我们特别感谢担任教科书总顾问的丁石孙、许嘉璐、叶至善、顾明远、吕型伟、王梓坤、梁衡、金冲及、白春礼、陶西平同志,感谢担任教科书编写指导委员会主任委员的柳斌同志和编写指导委员会委员的江蓝生、李吉林、杨焕明、顾泠沅、袁行霈等同志。并在此感谢所有对本套教材提出修改意见、提供过帮助和支持的专家、学者、教师和社会各界朋友。

在本书编写过程中,北京师范大学郑光美院士、中国农业大学何仲佩教授、中国社会科学院余谋昌研究员、中国人民大学段成荣教授、人民教育出版社王志刚副编审等专家,分别审阅了有关章节的初稿。浙江省绍兴市第一中学等单位为本书中探究活动的设计和论证做了大量的工作。在此一并表示衷心的感谢!

我们还要感谢使用本套教材的实验区的师生们。希望你们在使用本套教材的过程中,能够及时把意见和建议反馈给我们,对此,我们将深表谢意。让我们携起手来,共同完成教材建设工作。我们的联系方式如下:

电 话: 010-64016633-6484

E-mail: jcfk@pep.com.cn

人民教育出版社 课程教材研究所  
生物课程教材研究开发中心