



博学厚德
尚美健行

沈阳师范大学
SHENYANG NORMAL UNIVERSITY

课程教案



课程名称: 景观生态学

课程代码: 02200166

学时及学分: 45 学时 3 学分

课程类别: 专业必修课

授课专业及年级: 环境生态工程专业二年级

授课教师: 施拓

教学单位: 生命科学学院

2024 年 12 月 修订

课程介绍

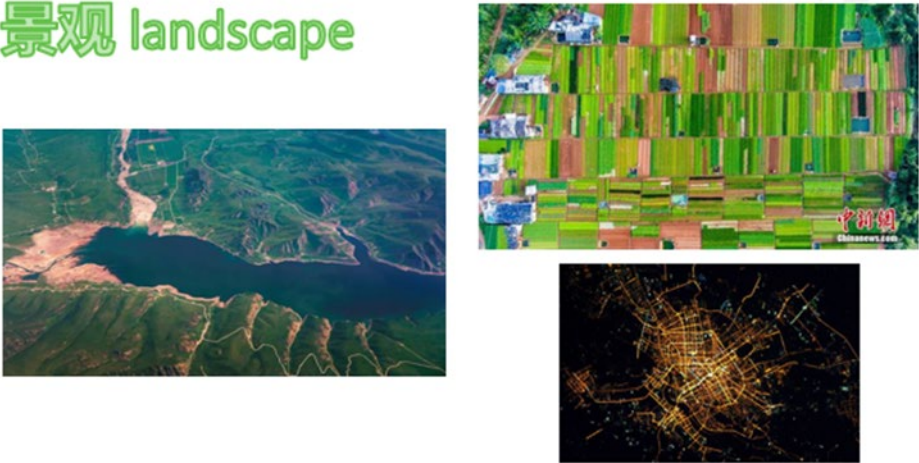
课程基本情况	课程名称	景观生态学	课程代码	02200166
	授课对象	环境生态工程专业 二年级	课程性质	专业必修课、专业主干课
	学时	45	学分	3
教材分析	<p>教 材：肖笃宁. 景观生态学. 第 2 版[M]. 科学出版社, 2010.</p> <p>参考书：</p> <p>[1] 邬建国. 景观生态学: 格局, 过程, 尺度与等级 (第二版)[M]. 高等教育出版社, 2007.</p> <p>[2] 傅伯杰. 景观生态学原理及应用. 第 2 版[M]. 科学出版社, 2011.</p> <p>资源共享课：赵斌, 景观生态学, 复旦大学</p> <p>课堂授课、期末考试、学生复习等环节所涉及的知识点均以教材中内容为基准, 参考书目作为课程知识点的补充材料使用。资源共享课作为学生课前预习、课后拓展及知识巩固等目的使用。</p>			
学情分析	<p>《景观生态学》课程在第四学期开课, 授课对象为环境生态工程专业二年级学生。学生在之前的学期中, 已完成《普通生态学》《普通生态学实验》等先修课程的学习, 了解并掌握一定的生态学理论基础和实验流程及方法。</p> <p>通过在课堂教学中, 对学生观察发现, 这一年级的学生在面对高度理论性的知识点时, 兴趣相对薄弱, 而学生对案例学习通常表现出较高的热情。因此, 我们认为学生偏好在具有现实背景的情境中学习。</p>			
课程目标	<p>课程目标 1: 学生通过系统学习景观生态学, 掌握基本概念、基本原理、研究方法, 并具有使用景观生态学理论初步分析实际生态环境问题的能力, 能够应用专业知识解决实际问题。</p> <p>课程目标 2: 学生通过景观生态学课程的系统学习, 提高其对于生态环境保护的热爱, 深化可持续发展理念, 并增强环境意识和安全意识, 理解相关的职业伦理, 能在实际工作中展现出强烈的社会责任感, 为保护和改善生态环境贡献自己的力量。</p> <p>课程目标 3: 学生通过了解景观生态学发展史、前沿发展动态、科研成果的发现和应用, 树立崇尚科学的精神, 具有创新意识、探究精神、合作意识, 以及具有终身学习和专业发展意识。</p>			
教学	《景观生态学》的教学策略旨在通过多元化的教学方式和行为, 促进学生深入			

策略	理解景观生态学的理论与实践。这些策略包括结合课堂讲授与案例分析，以增强学生对基础理论知识的掌握；运用互动讨论和小组合作，鼓励学生主动思考和交流不同观点；融入信息技术手段，如地理信息系统和遥感技术应用，提升学生的空间分析与问题解决能力；以及设置项目式学习任务，引导学生将所学知识应用于解决实际生态问题，从而培养其综合应用能力和创新思维。				
学习评价	<p>考核方式为期末闭卷考试与平时过程性考核相结合。严格考核学生出勤、课堂表现和作业等任务的完成情况，达到学籍管理规定的旷课量取消考试资格。</p> <p>总评成绩构成：</p> <p>总评成绩=70%×期末考试成绩+30%×平时成绩（出勤+课堂表现+作业）</p> <p>注：出勤评分原则为满勤不加分，无故旷课则在平时成绩中扣分（缺席一次扣5分）</p>				
章次	内容	总课时	理论课时	实践课时	支撑课程目标
第一章	景观生态学的一般概念	4	4	0	课程目标 1
第二章	景观生态学的理论框架	4	4	0	课程目标 1
第三章	景观空间结构与景观异质性	6	6	0	课程目标 1、3
第四章	反映景观功能的生态流	4	4	0	课程目标 1、2
第五章	景观变化与景观动态模型	6	6	0	课程目标 1、2、3
第六章	景观生态分类与评价	4	4	0	课程目标 1、2
第七章	景观数量化研究方法与研究手段	6	6	0	课程目标 1、3
第八章	景观生态规划	4	4	0	课程目标 1、2、3
第九章	景观生态学应用	4	4	0	课程目标 1、2、3
第十章	景观与文化	2	2	0	课程目标 1、2

第一章 景观生态学的一般概念

授课题目	1.1 景观生态学的源流发展与学科特色	学时数	2 学时
教学目标	<p>□ 知识目标</p> <p>1. 掌握景观生态学的源流与发展。学生需要了解景观生态学的起源、发展过程以及重要事件。</p> <p>2. 理解并掌握景观、景观生态学的学科定义。</p> <p>□ 能力目标</p> <p>学生能够根据景观生态学的历史发展，了解景观生态学的研究现状及重点，分析其未来的发展趋势和研究重点。</p> <p>□ 素养目标</p> <p>1. 培养跨学科思维：景观生态学是一门交叉学科，需要学生具备跨学科的知识背景和思维方式，能够将地理学、生态学、系统科学等多学科的知识融合到景观生态学的研究中。</p> <p>2. 增强环保意识：通过学习景观生态学，学生应增强环保意识，理解景观生态在生态保护中的重要作用，并能够在日常生活中实践环保理念。</p>		
教学重点 &难点	<p>□ 教学重点</p> <p>景观、景观生态学的学科定义。</p> <p>□ 教学难点：</p> <p>欧美两大景观生态学学派的特点，以及受其影响下我国的景观生态学研究特点。</p>		
教学方法	讲授法、案例法、讨论法		
教学手段	课件、板书、超星学习通		
教学过程及授课内容			教学活动
<p>【课程导入】</p> <p>什么是景观？ landscape</p>  <p>图 1. 相似的景观及不同类型的景观图片</p>			<p>【提问】首先，展示左侧四幅“蓝天-草地-大树”图片，让同学谈一谈图片的特点及观赏的感受；</p> <p>之后，展示右侧一系列四幅“草甸”、“雪山”、“森林”、“红海滩”图片，再次让同学思考这四幅图的特点。</p>

景观 landscape



再次，展示遥感视角下的“森林-水体”、“农田”、“城市”景观，让同学们观察景观的特点和差异。

图 2. 不同景观类型的遥感图片

通过图片展示，引发学生思考“什么是景观？”，引出本节课对景观及景观生态学的学科内涵和定义的介绍。

【探究新知】

一、景观的定义

□ 不同学科视角下的“景观”

美学、地理和生态等不同学科的研究者，从不同立足点和角度对景观有不同的理解，定义各不相同。景观生态学中侧重强调景观的异质性，不同生态系统的空间格局及其相互关系。

表 1. 不同学科对景观的理解和主要关注点

学科	含义	侧重点
美学	风景。如由草地、树木、村庄河流组成的风景画	美学价值
地理	地形。是地貌土壤气候生物等的综合体，类似生物群落	形态形成
生态	空间上的若干生态系统聚合而构成的异质性区域	生态关系

□ “景观”概念的提出与发展

C. Troll 将景观的概念引入生态学。他在研究东非土地利用时，首次(1939)提出“景观生态”一词，希望将地理学家采用的表示空间的“水平”分析方法和生态学家使用的表示功能的“垂直”分析方法结合起来。

此后，诸多学者阐述了对景观概念的定义：

- Naveh（1984）：景观是自然、生态和地理的综合体，包括所有的自然与人为格局和过程。
- Haber（1990）：景观是为生物或人类所综合感知的土地，而不考虑其单个成分。
- Forman（1986）：景观是由相互作用的生态系统空间镶嵌组成的异质区域。

综合诸家之所长及近年的发展，我们对景观给出如下定义：

➢ 肖笃宁：景观是一个由不同土地单元镶嵌组成，具有明显视觉特征的地理实体；它处于生态系统之上，大地理区域之下的中间尺度；兼经济、生态和文化的多重价值。

➢ 《生态学名词》：人类尺度上、具有空间可量测性，由不同生态系统类型所组成的异质性地理单元。

□ 景观的分类

【说明】从美学、地理学、生态学角度对景观的涵义展开讲解，加深学生对景观，尤其是生态学视角下“景观”的内涵的认识。

【说明】打开导航软件（百度地图/高德地图），也请同学们打开手机软件，结合遥感影像，给同学们解释概念中提及的“镶嵌”、“异质性”等景观名词，帮助同学对景观概

<p>景观生态学家 Forman 按照景观塑造过程中的人类影响强度，对景观划分了几种类型。</p> <div data-bbox="339 286 1123 797"></div> <p>图 3. Forman 提出的景观分类</p> <p>根据同学的回答，详细讲解和说明各个类型中代表性的景观类型。</p> <ul style="list-style-type: none">• 自然景观：原始景观——原始森林等；轻度人为活动干扰的自然景观——许多森林、湿地景观；一些自然保护区中的核心区和缓冲区大致相当于以上两类景观。• 经营景观：人工自然景观——表现为景观的非稳定成分，即植被的被改造，如经营林场；人工经营景观——表现为景观中较稳定的成分，即土壤的被改造，如各类农田、果园。• 人工景观：自然界原先不存在的景观，如城市景观、工程景观等。 <p>二、景观生态学的定义</p> <p>景观生态学定义的最简单的表述是：<u>研究景观的结构、功能和变化。</u></p> <div data-bbox="252 1344 1201 1491"><p>➤ 结构：斑块间的空间关系；</p><p>➤ 功能：空间要素间的相互作用；</p><p>➤ 变化：结构和功能随时间的改变。</p></div> <p>•Golley(1995)：景观生态学发展了两个中心问题：一是连接自然地理和生物地球化学，描述和解释尺度为几千米的陆地表面格局；二是连接生物生态学，研究生物与环境（物理与生物环境）间的相互作用。景观生态学要研究的是景观格局怎样控制或影响过程。</p> <p>•Wiens(1998)：景观生态学是这样一门学科，它将景观格局及其随时间的变化与景观功能和过程相连接，并研究这种空间关系怎样作用于生态和环境系统的功能，及其怎样受人类活动的影响。同时，它还研究怎样运用景观的知识来预测景观价值（自然、文化和经济方面）的变化。</p> <p>•Pickett 和 Cadenasso(1995)：景观生态学是一门研究空间格局对生态过程影响的科学，他将空间异质性作为生态系统的重要因素，并视空间动态与研究系统时间变化的生态学同等重要。许多生态现象对空间异质性及空间镶嵌体内的各种流很敏感，作为一门关注空间动态变化（含有机体能、物质流和能量流），关注异质性的景观内对各种流控制生态过程的新方法。</p> <p>•国际景观生态学会 (IALE, 1998)：景观生态学是对于不同尺度上景观空间变化的研究，包括对景观异质性生物、地理及社会原因的分析。无疑，它是一门连接自然科学和有关人类学科</p>	<p>念的理解。</p> <p>【提问】请同学针对图中不同景观类型，进行举例！</p> <p>【导入】“景观生态学”作为一门学科，关注哪些方面和研究内容呢？</p>
---	--

的交叉学科(interdisciplinary)。景观生态学的核心主题包括：景观空间格局（从自然到城市），景观格局与生态过程的关系，人类活动对于格局、过程与变化的影响，尺度和干扰对于景观的作用。

基于以上，我们提出一种比较简明的景观生态学定义：

- **景观生态学乃是研究景观空间结构与形态特征对生物活动与人类活动影响的科学。**



图 4. 草原景观及其生态过程示意图

图中草地、河流及远处的森林的空间镶嵌结构构成了景观的空间结构，图中流动的河流，在流动过程中水体运输营养物质、种子、化学元素等，进一步影响景观的空间格局。同时，图中人类活动——放牧，也是影响景观动态变化的主要驱动力；在不同的时间尺度下，河流流动、放牧等生态过程均会造成景观的动态变化。

三、景观生态学的学科地位

景观生态学具有多向性和综合性，不同学科背景的研究者对其学科定位有所不同。大多数景观生态学家都承认，就景观生态学的本质而言，可称为**空间生态学**，它以**生态系统的空间关系为研究重点**，关注尺度的重要性和时空异质性；对**格局与过程空间联系**的研究，可应用于不同的组织层次和分辨尺度。同样，大多数景观生态学家也承认，景观生态学跨越了生物生态学与人类生态学。景观生态学以人类活动对于景观的**生态影响**作为研究重点，注重景观管理、景观规划和设计的研究。地理学家大多数认为，景观生态学也是景观科学的一个组成部分。

由此可见，景观生态学与生物学、生态学、地理学等诸多学科之间存在紧密的关联。

在景观生态学建立和发展的过程中，全球范围内出现了很多重要的研究学派，它们的发展方式、研究侧重、技术方法都各不相同，以下**重点介绍欧洲、北美两大主要景观生态学学派**，以及受其影响下我国的景观生态学研究特点。

【讨论】请同学们根据“景观生态学”的概念，说明图 4 中涉及的景观的“结构”“功能”和“变化”。

- “土地管理、土地适宜性评价、土地规划”
- 地理学
- 多学科理论与方法的应用
- “以人类为核心”

欧洲学派



- 单一学科对自然景观的研究
- 生态学
- “以野生动物生境为核心”
- 定量研究和模型模拟；
- “格局、过程关系” “尺度分析”

北美学派



图 5. 欧洲和北美景观生态学学派的特点

中国的景观生态学研究人员受欧洲和北美两大主流学派影响，较好地融合了“地理学”和“生态学”两方面的优点。这是由于：

我国东部历史悠久的人类文明史，与欧洲有许多相似之处；而西部现存大面积的无人区，与美国西部也很相似。中国从近乎原始的纯自然景观，到具有高度现代文明的大都市，丰富的景观类型为中国的景观生态学研究提供了良好的素材。

【本课小结】

本节课系统地介绍了景观生态学的源流发展及学科定义。需要同学们重点掌握景观及景观生态学的定义，了解景观生态学所关注的研究领域和科学问题。掌握景观生态学发展过程中的主要景观生态学学派及特点，以及中国景观生态学研究与之联系和特点。

【作业、思考与练习】

思考题：请结合一个全球性的生态问题（如气候变化）或者身边的生态事件（如城市扩张、城市内涝），思考其中所涉及到的“格局-过程”关系。

【板书设计】

第一章景观生态学的一般概念

第一节 景观生态学的源流发展与学科特色

一、什么是景观

定义※

分类

二、什么是景观生态学

定义※

三、景观生态学的学科地位

欧洲、北美学派特点

我国景观生态学特点

联系※

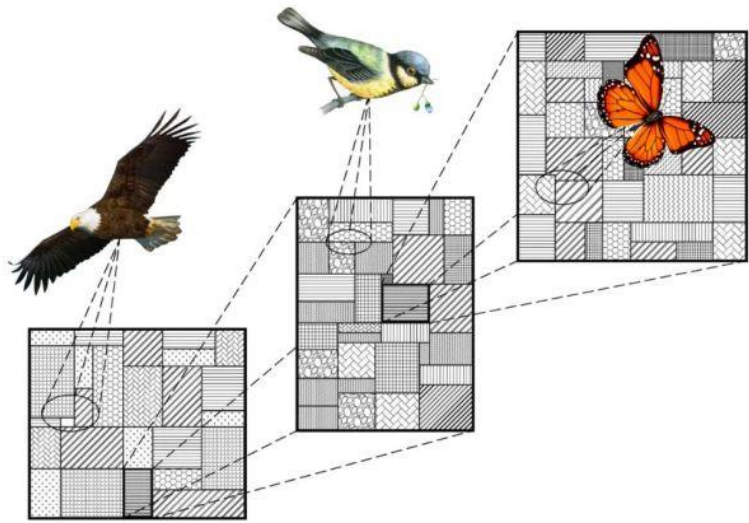
【思考】请同学们思考，为什么中国的景观生态学研究可以综合两大学派的特点？这与我国的地理特征和特点有什么联系？

教学反思

本节课系统地讲解了景观生态学的学科定义，尽可能多地结合实际案例的分析和互动，激发学生的学习兴趣 and 参与度。

然而，课程在时间分配上略显紧张，部分深入讨论环节未能充分展开；并且感觉学生对一些相对抽象的概念仍需要进一步消化，即时的反馈效果较差。

改进措施：优化课程结构，详略得当，突出重点，给教学重、难点留出更多的教学时间。设计课后作业或线上测验，针对课堂讲解的抽象概念设置具体问题，鼓励学生通过查阅资料、小组讨论等形式完成，以巩固所学知识，提升学习效果。

授课题目	1.2 景观生态学的主要概念	学时数	2 学时
教学目标	<p>□ 知识目标 掌握景观生态学的主要概念。包括尺度、空间异质性、格局和过程、景观多样性、景观连接度、景观边界与边缘效应、干扰等。</p> <p>□ 能力目标 学生应能够将景观生态学主要概念联系于实际问题的分析和解决中。</p> <p>□ 素养目标</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 生态环境保护意识：培养强烈的生态环境保护意识，认识到人类活动对景观格局与过程的影响，以及维护景观生态平衡的重要性，促进可持续发展理念的形成。 2. 终身学习与自我提升：鼓励持续学习景观生态学及相关领域的新知识、新技术，保持好奇心和探索精神，不断提升个人专业素养，适应快速变化的环境科学领域。 		
教学重点 &难点	<p>□ 教学重点 尺度的概念及尺度研究的目的。</p> <p>□ 教学难点：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 异质性和同质/均质性的相对关系； 2. 景观连接度与景观结构； 3. 干扰的性质。 		
教学方法	讲授法、案例法、讨论法		
教学手段	课件、板书、超星学习通		
教学过程及授课内容			教学活动
<p>【课程导入】</p> <p>通过上节课对景观及景观生态学发展及学科定义的学习，同学们已经对景观及其研究重点有了初步的认识。本节课将对景观生态学中所涉及的主要概念作以介绍，加深同学们对于景观生态学所关注的科学问题及研究内容的理解。</p> <p>展示下面图片并提问，引出本节课中关于尺度相关概念的讲解。</p>  <p style="text-align: center;">图 1. 不同物种活动时适宜的空间尺度</p> <p>✓ 鹰：作为大型猛禽，它飞翔于高空，能够俯瞰广阔的景观。它关注的是大</p>			<p>【提问】请同学们观察左侧图片并提问：鹰、鸟和蝴蝶，如果想分别对它们的生存环境和行为开展研究，我们应该选择怎样的观察尺度？</p> <p>【总结】不同物种对景观的空间分辨率和感知</p>

范围的空间格局，比如森林的分布和开阔的觅食区域。

- ✓ 鸟：体型较小，活动范围局限于局部区域。它可能更关注树丛中的栖息地和觅食点。
- ✓ 蝴蝶：作为小型昆虫，它的视角更加微观，关注的可能是某一片叶子或花丛中的食物资源。

【探究新知】

本节课将介绍的景观生态学主要概念包括：尺度、空间异质性、格局与过程、景观多样性、景观连接度、景观边界与边缘效应和干扰。

一、尺度

尺度本质上是自然界所固有的特征或规律，而为生物有机体所感知。

- 其中固有的特征/规律，可以理解为研究对象的本征尺度；
- 生物有机体所感知，可以理解为研究者的观测尺度。

因此，尺度研究的根本目的在于通过适宜的观测尺度来揭示和把握本征尺度中的规律。

尺度的概念如下：

- 尺度通常是指研究客体或过程的空间维和时间维，也可以用于信息收集 and 处理的时、空单位，常用分辨率与范围来表达。

尺度又可具体分为时间尺度和空间尺度。关于尺度，涉及三个描述或反映尺度的概念——**粒度**、**幅度**和**范围**。

- **粒度(grain)**：空间分辨率的最小单位；
 - **幅度(extent)**：表示研究区域的大小或需要考虑的时间长度；
 - **范围(scope)**：通常为幅度与粒度之比，其结果为无量纲化数据。
- 在实际研究中，通常用粒度和幅度来表述尺度的特征。

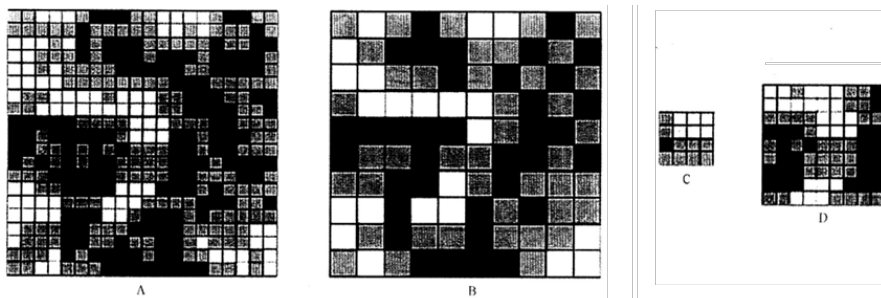


图 2. 不同粒度、幅度的示意图

以不同时空尺度进行生态、环境研究时，其内容很不相同。尺度复杂性是地表自然界等级组织和复杂性的反映，自然界的发展演化是一个系统性的复杂过程。因而在研究中也构筑相应的尺度体系（图 3）。

范围有不同需求。这背后正是尺度概念在生态学中的核心体现。本节课将以尺度的概念为切入点，讲解景观生态学的主要概念。

【提问】比较左侧 A-D 四幅图，请问它们的粒度和幅度有什么差异。

【答案】

粒度：

$A=C=D<B$

幅度：

$C<D<A=B$

【讨论】想象一下，你是一名生态学家，需要研究森林火灾对森林生态系统的影响。你更关注短时间内（几天或几周）的树木损失，还是更长时间内（几十年）的植被恢复？

【答案】无论时短期还是长期研

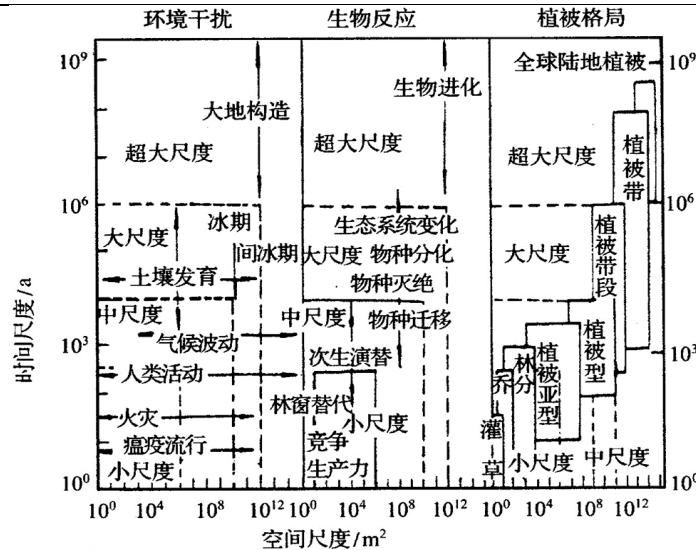


图 3. 生态学研究的不同时空尺度

这幅图展示了生态系统中不同过程（干扰、生物响应、植被格局）在时间和空间尺度上的分布，提醒我们：

- ❑ 生态学现象是尺度依赖的，研究不同问题需要选择合适的时间和空间尺度。
- ❑ 小尺度和短时间的现象与局部动态有关（如竞争和干扰），而大尺度和长时间的现象涉及更宏观的生态系统变化（如进化和气候影响）。
- ❑ 通过多尺度的研究，我们可以更全面地理解生态系统的动态和机制。

二、空间异质性

异质性（heterogeneity）是景观生态学的一个重要概念。是指由不相关或不相似的组分构成的系统（定义）。

异质性作为一种景观结构特性，对景观的功能和过程有重要影响。异质性与抗干扰能力、恢复能力、系统稳定性和生物多样性有密切联系。

由于时间异质性的生态学研究已经很广泛（如植被演替），因此在景观生态学中对异质性的探讨主要集中于空间异质性。

异质性和同质性二者是相对的概念。景观生态学强调空间异质性的绝对性和空间同质性的相对性。即某一尺度的异质空间内部，比其小一尺度的空间单元（如斑块）可视为同质的。当我们扩大所研究的空间单元面积时，其内部的景观异质性增加，而各个空间单元所组成的景观异质性程度降低。（结合百度地图，通过改变观测尺度时所看到的斑块异质性特征进行解释和说明）

空间异质性在生态学研究具有重要意义，可总结如下：

- ① 满足物种不同生态位的需要，有利于不同物种存在于空间的不同位置，从而允许物种共存；
- ② 影响群落的生产力和生物量；
- ③ 导致群落内物种组成结构的小尺度差异；
- ④ 控制群落物种动态和生物多样性的基本因子；
- ⑤ 对生态稳定性有重要作用。

究，都有其适合的研究目标。比如，短时间尺度更关注植被个体的变化、局地环境的变化（土壤养分）等；长时间尺度更关注植被演替、碳循环、生态系统功能等。

【举例】异质性与抗干扰能力：森林中人工开辟的森林防火隔离带。恢复能力：洪水后，海拔较高的斑块未被淹没，为物种提供种源，促进受灾物种组成的快速恢复。系统稳定性：多样化农田景观可分散病虫害风险，避免单一作物全损导致系统崩溃。生物多样性：河流景观中的草地、树林和湿地为多种物种提供生境，支持生物多样性。

简言之，**空间异质性是指生态学过程和格局在空间分布上的不均匀性和复杂性。可理解为空间斑块性和梯度的总和。**

- (1) 斑块性强调斑块的种类组成特征及其空间分布与配置关系，比异质性更具体；（具有较明显的边界，突变）
- (2) 梯度是指沿某一方向景观特征有规律地逐渐变化的空间特性。（边界不明显，渐变）

三、格局和过程

空间格局是生态系统或系统属性空间变异程度的具体表现，它包括**空间异质性、空间相关性和空间规律性**等。

熟知的空间格局有均匀布局、聚集布局、现状布局、平行布局等。



图 4. 农田、村落、河流水系景观

生态过程包括生物生产力、生物地球化学循环、生态控制以及生态系统间的相互关系等。

影响生态过程的空间格局参数如下：

- (1) **斑块大小**：影响单位面积的生物量、生产力、养分储存、物种多样性、内部种的移动和外来种的数量。通常认为，大的自然斑块在景观中可以发挥多种生态功能，起着关键作用。
- (2) **斑块形状**：影响生物种的发育、扩展、收缩和迁移。
- (3) **斑块密度**：影响通过景观的“流”的速率。
- (4) **斑块的分布构型**：影响干扰的传播和扩散。

关于格局和过程的关系，我们将在后续的课程章节进行更详细的说明。这也是景观生态学关注的核心问题之一。

四、景观多样性

景观多样性通常指景观单元**结构**和**功能**方面的多样性，反映景观的**复杂程度**。景观异质性强调的是景观的变异程度，类似于**景观类型的多样性**；而**景观多样性**可包括**斑块多样性、类型多样性和格局多样性**。

- **斑块多样性——斑块数量、大小、形状等方面特征的多样性和复杂程度；**
- **类型多样性——景观类型的丰富度和复杂性；**
- **格局多样性——景观类型空间分布的多样性及景观空间格局（如林地、草地、农田和裸地的不同配置）对径流、侵蚀和元素迁移的影响不同。**

三方面的多样性之间存在关联。在教材第九章第一节中，我们会进一步通过“景观多样性与物种保护”案例，详细说明斑块、类型和格局多样性间的关

【举例】列举实际的景观图片，帮助同学更直观的认识和理解空间格局。

【说明】请同学阅读教材 P12 的关于斑块、类型和格局多样性对生态过程影响的具体案例。

【强调】根据“景观连接度”字面

联。

五、景观连接度

➤ **景观连接度：是对景观空间结构单元相互之间连续性的量度，侧重于反映景观的功能，是描述景观生态过程的参数。（定义）**

根据度量方法不同，景观连接度可分为结构连接度和功能连接度两类。

- 结构连接度用各种指数来描述景观的空间连续性，往往具有较低的生物相关性；
- 功能连接度基于物种所感知或响应的尺度，与生物及生态学过程密切相关。

“廊道”则是反映景观连接度的重要景观要素之一。

➤ **廊道：是指两个生境斑块间狭长、连续的条状生境。**

廊道这一结构可以促进生物体在残留生境斑块间的迁移，增加局域种群间的基因流动，从而缓解生境破碎化的负面效应。



图 5. 青藏铁路及生态廊道

以上图为例，青藏铁路无疑可以被视作一种廊道，其空间结构呈现出鲜明的狭长条带状特征。在功能上，它极大地促进了人类在不同空间位置上的物流、能流以及信息流的顺畅流动。同时，我们注意到在青藏铁路的下方，存在着人为修建的涵洞结构，这些便是我们所说的“生态廊道”。尽管它们在结构上并不具备狭长条带的形态，但在功能上却发挥着至关重要的作用——解决因铁路设施建设而可能阻隔野生动物的生物流问题，从而确保了生态环境的连续性和生物多样性的有效保护。

六、景观边界与边缘效应

边缘效应（edge effect）由 Leopold 于 1933 年提出，最初是指生态过渡带内的物种数目与相邻群落之间的差异。

Wiens 等(1985)将其发展为景观边界（landscape boundary）的概念，定义为**相对均质的景观之间所存在的异质景观**，这个过渡带成为可控制生物与非生物要素迁移的“半透膜”。

意思，容易将其误认为是描述空间格局的参数，请大家注意并做标注！

【提问】请同学们举例，在日常生活中或自然环境中，有哪些常见的廊道结构？进一步引出“青藏铁路及生态廊道建设”的案例。

【课程思政】该案例强调在经济发展过程中，必须尊重和保护自然生态，实现人与自然的和谐共生。这不仅是环境生态工程专业的核心理念，也是新时代生态文明建设的重要要求。

➤ **景观斑块的边缘效应指斑块边缘部分由于受到外围环境的影响而表现出与其中心部分不同的生态学特征。**

这是由于斑块中心和边缘部分在气象条件、物种组成和生物地球化学循环等方面的差异。

一般而言，当生境总面积增加或减少时，核心区的面积增长或缩小要快于边缘区。

【解释】

■ **核心区与边缘区的特性：**

- **核心区：**通常是生物种群密度最高、生物多样性最丰富、生态功能最重要的区域。由于资源集中，生物体在此区域的生存和繁衍条件较为优越。
- **边缘区：**与核心区相比，边缘区的资源相对匮乏，生物种群密度较低，且更容易受到外界干扰和破坏。

■ **生境总面积增加时：**

- **核心区**是生物活动频繁和资源集中的区域，新增资源首先被核心区利用，因其资源利用效率高，所以核心区面积扩张快。
- **边缘区**虽也扩张，但因资源匮乏和生物活动少，扩张速度慢于核心区。

■ **生境总面积减少时：**

- **核心区**生物种群密度高、生物多样性丰富，资源匮乏时竞争加剧，可能导致核心区面积快速缩小。
- **边缘区**资源原本就少，生物种群密度低，更易适应资源匮乏环境，或资源依赖程度低，所以面积缩小速度较慢。

七、干扰

干扰是自然界中无时无处不在的一种现象，直接影响着生态系统的演变过程。

干扰与灾难、胁迫的区别：

- **干扰不同于灾难**，不会产生巨大的破坏作用，但经常发生，使物种没有充足的时间进化；
- **干扰也不同于胁迫**，胁迫源自生理学，指不利环境条件对生物体新陈代谢或其他生理过程的直接影响；生态学上的胁迫指生态系统在结构未受到直接损伤时功能被影响的情况。
- **干扰直接改变生态系统结构、而胁迫则直接改变其功能。**

（一）干扰的类型

□ **按干扰产生的来源可分为：自然干扰和人为干扰；**

- a) **自然干扰：**无人活动介入的自然环境条件下发生的干扰，如火、风暴、火山爆发、地壳运动、洪水泛滥、病虫害等；
- b) **人为干扰：**在人类有目的的性为指导下，对自然进行的改造或生态建设，如烧荒种地、森林砍伐、放牧、农田施肥、修建大坝、道路等；

□ **按干扰的功能可分为：内部干扰和外部干扰；**

【提问】请同学们思考原因？基于已有的生态学知识，做出推测。

【提问】三个相近的词“干扰”、“灾难”、“胁迫”三者有什么区别？

【提问】请同学就各种干扰的类型进行举例。

<p>a) 内部干扰：在相对静止的长时间内发生的小规模干扰，也可视为自然过程的一部分；</p> <p>b) 外部干扰：短期内的大规模干扰，打破了自然生态系统的演替过程；</p> <p>□ 按干扰的机制可分为：物理干扰、化学干扰、生物干扰；</p> <p>a) 物理干扰：土壤侵蚀、土地沙漠化；</p> <p>b) 化学干扰：土地污染、水体污染、大气污染引起的酸雨；</p> <p>c) 生物干扰：病虫害、外来种入侵；</p> <p>□ 按干扰传播特征：局部干扰和跨边界干扰。</p> <p>a) 局部干扰：干扰仅在同一生态系统内部扩散；</p> <p>b) 跨边界干扰：干扰可以跨越生态系统边界扩散到其他类型的斑块。</p> <p>(二) 干扰的性质</p> <p>□ 多重性和相对性；</p> <p>□ 尺度性；</p> <p>□ 对生态演替过程的再调节；</p> <p>□ 经常是不协调的。</p> <p>【案例】森林火灾：</p> <p>1) 干扰的多重性和相对性：火灾对不同物种和生态过程的影响不同。一些植物适应火灾，甚至依赖火灾促进种子萌发，而其他物种则可能面临灭绝。</p> <p>2) 干扰的尺度性：火灾的影响因规模不同而异。小规模低强度火灾可能影响局部生态，而大规模高强度火灾会摧毁整个生态系统，恢复时间可能很长。</p> <p>3) 对生态演替过程的再调节：火灾清除老旧植被，促进先锋植物生长，为生态系统的重建提供机会，是生态演替的一部分，帮助维持多样性和结构的动态平衡。</p> <p>4) 经常是不协调的：火灾的时空不确定性和对物种的不同影响会打破生态系统的协调性，某些物种适应火灾，而其他物种则受到极大影响，生态过程常常不同步。</p> <p>(三) 干扰的生态学意义</p> <p>□ 干扰与景观异质性</p> <p>景观异质性是不同时空尺度上频繁发生的干扰的结果。</p> <p>低强度干扰可以增加景观异质性（提高对比度），而高强度干扰会降低景观异质性（降低对比度），如不同大/小规模森林火灾。</p> <p>□ 干扰与景观破碎化</p> <p>干扰对景观破碎化的影响比较复杂。主要有两种情况：</p> <p>1. 小规模干扰导致景观破碎化，例如频繁发生的火灾。</p> <p>2. 当火灾足够强时导致景观均质化，因为强大的干扰毁灭了景观中的异质性斑块。</p>	<p>【案例】举森林火灾的案例，解释干扰的性质。</p>
--	-------------------------------------

<div><div><div>□ 干扰与物种多样性</div><div><div>• 物种敏感性</div><div>不同物种对于同样的干扰条件具有明显差异的反应。</div><div>• 适度干扰</div><div>中度干扰假说：适度干扰下生态系统具有较高的物种多样性，因为生境不断受到干扰，群落中优势种始终不能形成。</div><div>• 人类干预</div><div>人类对自然干扰的再干扰，会导致生物多样性减少，以及社会、经济、文化等人文景观多样性的减少。如防洪</div></div></div></div>	
<div><div>【本课小结】</div><div>本节课全面地介绍了景观生态学的主要概念，包括尺度、空间异质性、格局和过程、景观多样性、景观连接度、景观边界与边缘效应、干扰等。需要同学们重点掌握 1) 尺度的概念及尺度研究的目的，2) 基于格局和过程关系，哪些空间格局参数会影响生态过程？3) 相关概念的定义。</div><div>【作业、思考与练习】</div><div>阅读中国科学院官方科普微平台“科学大院”公众号文章——《火促进了松树家族的繁盛？》，加深理解火干扰对特定物种的影响。</div><div>【板书设计】</div><div><div><div>第一章景观生态学的一般概念</div><div>第二节 景观生态学的主要概念</div><div>一、尺度</div><div><u>粒度和幅度</u></div><div>二、空间异质性</div><div>异质性与同质/均质性</div><div>三、格局和过程</div><div>影响生态过程的格局参数</div><div>四、景观连接度</div><div><u>生态过程参数</u>、廊道</div></div><div><div>五、景观边界与边缘效应</div><div>核心区与边缘区的生态特征</div><div>六、干扰</div><div>干扰的类型、性质和意义</div></div></div></div>	
<div>教学反思</div> <div><p>本节课围绕景观生态学的主要概念进行了讲解，通过理论阐述与案例相结合的方式，旨在帮助学生全面理解并掌握这些核心概念。</p><p>本节课内容较为丰富，概念较多，通过课上提问也发现，尽管已经通过实例努力使抽象概念具体化，但仍有部分学生对某些概念理解不够，即时反馈显示出一定的理解障碍。</p><p>改进措施：精简内容，突出重点。精简非核心部分，确保有足够的时间深入讲解关键概念，增强学生的理解和记忆。强化课后巩固。设计讨论题目而非直接的名词解释，考察学生对知识点的理解程度，加深对课堂所学概念的应用，同时进行及时的反馈和指导，帮助学生巩固知识，提升学习效果。</p></div>	

第二章 景观生态学的理论框架

授课题目	2.1 景观生态学的相关理论	学时数	2 学时
教学目标	<p>□ 知识目标</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握景观生态学核心理论框架。理解等级理论、岛屿生物地理学理论、复合种群理论、渗透理论、“源-汇”理论的核心内涵。 2. 理解理论的应用领域。明确不同理论在景观格局分析、物种保护、生态系统管理等具体应用场景。 <p>□ 能力目标</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 理论分析与应用能力。能够运用相关理论解释景观结构与功能的关系，分析具体景观格局的生态效应。 2. 批判性思维能力。能辩证理解和评价不同理论的局限性，鼓励对现有理论改进和完善提出自己的看法。 <p>□ 素养目标</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 系统思维与跨学科视野。形成多尺度、多要素联动的系统观，理解景观生态学理论对解决人地关系复杂问题的指导意义。 2. 科学探究精神。培养从景观格局动态中发现科学问题的敏感性，形成基于实证的科研态度。 		
教学重点 &难点	<p>□ 教学重点</p> <p>等级理论、岛屿生物地理学理论、复合种群理论、渗透理论、“源-汇”理论的概念及核心理论框架。</p> <p>□ 教学难点：</p> <p>相关理论的生态学意义及应用领域。</p>		
教学方法	讲授法、案例法、讨论法		
教学手段	课件、板书、超星学习通		
教学过程及授课内容			教学活动
<p>【课程导入】</p> <p>通过上一章对景观生态学一般概念的学习，相信同学们对景观生态学这门课程已有初步的了解。本章节课程我们将继续对景观生态学的理论框架进行学习。</p> <p>首先，请同学们结合已有的生态学知识和对自然现象的观察与理解，思考这样的问题“为什么某些物种在特定的景观中繁盛，而在其他景观中稀少？”</p> <p>接下来，我们带着这一问题开始本节课课程的学习，并在课程的最后，结合相关理论，再来谈一谈对这一问题的理解。</p> <p>【探究新知】</p> <p>一、等级理论</p> <p>根据已有的知识，我们知道自然界中的景观和生态系统均表现出明显的等级结构（hierarchical structure），这种层级性反映了不同空间尺度、时间尺度和功能单元之间的相互作用。例如，个体、种群、群落、生态系统、景观乃</p>			<p>【提问】请同学们思考上述问题，并邀请同学补充。</p> <p>【思考】请同学们思考和补充自然界中存在的等级结构。</p>

至生物圈，这就是一个由低到高的等级结构；再比如，森林景观中，从一棵树到一片森林，其生长情况、健康标准或研究方法等都存在差异，也体现了森林景观的等级结构。

接下来，从背景、理论内涵和应用领域等方面详细介绍“等级理论”。

□ 背景

Weaver 在 1948 年提出的三种复杂性分类是基于系统结构的性质，以下是每种复杂性分类的举例说明：

- **有组织简单性 (Organized Simplicity) :**

例子：钟表。一个钟表由许多小部件组成，如齿轮、发条和指针，但这些部件之间的相互作用形式相对简单。每个部件都有其特定的功能和位置，它们以有序的方式协同工作，以显示时间。尽管钟表是一个制造品，但类似的组织简单性也可以在自然系统中找到，如某些简单的生物体或细胞内的分子机制。

这类问题可通过传统数学和物理学方法。这类问题涉及的变量数量少，变量之间的关系明确且多为线性关系，可以使用传统的数学分析方法和物理学定律进行研究。

- **有组织复杂性 (Organized Complexity) :**

例子：生态系统。一个生态系统，如森林，包含了多种生物（植物、动物、微生物）和非生物成分（土壤、水、空气）。这些成分之间存在着复杂的相互作用和依赖关系，形成了高度组织化的网络。生态系统中的每个物种都有其独特的生态位，通过食物链和能量流动相互关联。尽管生态系统非常复杂，但它们表现出一定的稳定性和自组织能力。

有组织复杂性问题涉及的变量数量可能适中，但变量之间的关系复杂且多为非线性关系。这类问题无法用简单的数学公式或统计方法充分把握，需要采用系统科学的方法进行研究。系统科学方法强调过程与动态，注重研究系统内部的反馈机制和非线性相互作用，以揭示系统的整体行为和演化规律。

- **无组织复杂性 (Disorganized Complexity) :**

例子：气体分子在容器中的运动。在一个封闭容器中，气体分子以高速随机运动，它们之间的相互作用频繁且复杂。每个分子都遵循物理定律（如牛顿运动定律），但整体上，分子的运动看起来是混乱和无序的。尽管单个分子的行为可能相对简单，但大量分子的集体行为导致了无法预测的复杂性。这种类型的复杂性也常见于其他物理系统（如液体和固体的微观结构）以及某些社会和经济系统（如股票市场）。

这类问题可通过统计方法。无组织复杂性问题涉及的变量数量巨大，且变量之间缺乏明确的因果关系或组织性。这类问题通常无法追踪每个变量的具体行为，但整体系统却表现出一定的统计规律。因此，可以通过统计方法来研究这类问题，如计算平均值、方差、概率分布等，以揭示系统的整体特性。

而生态系统、景观的问题正是属于第二类——有组织复杂性的系统。为了解决这类系统问题，我们需要对系统进行“简化”。

等级系统中的每一层次都是由不同的亚系统或亚整体所组成，每一级组成单元相对于低层次表现出整体特性，而对于高层次则表现出从属性或受制约

【举例】列举一些其他案例，帮助学生更好地理解这三类复杂性的问题：欧姆定律、牛顿第二定律——简单性问题；保险公司的风险评估——无组织复杂性；金融市场、经济系统——有组织复杂性。

<p>性。</p> <p>根据等级理论，复杂系统可以看作是具有离散性等级层次组成的等级系统，这种离散性反映了自然界中各种生物与非生物过程往往有特定的时空尺度，从而可以对复杂系统的描述和研究进行简化。——生态学意义</p> <p>通常，高等级层次上的生态过程往往是大尺度、低频率、慢速度（如全球植被变化），而低等级层次的过程则表现为小尺度、高频率和快速度（如局地植物群落中物种组成的变化）。</p> <p>等级系统具有垂直和水平两种结构。前者指等级系统的层次数目、特征及其相互作用关系；后者指同一层次上亚系统数目、特征和相互作用关系。</p> <div><p>➤ 等级结构的特征——松散耦联（loose coupling）</p><ul style="list-style-type: none">■ 松散——可分解■ 耦联——抵制分解</div> <p>□ “等级理论”在生态学研究中的应用【举例】：</p> <ul style="list-style-type: none">• 动物社会等级 <p>社会等级在生态学中指动物群体内部个体地位的有序排列，基于支配与服从的基本行为模式，即支配-从属关系。这种等级制度的形成，有助于减少群体内部的争斗，提高资源利用效率，从而有利于种群的生存和繁衍。</p> <p>【实例】</p> <p>在许多鱼类、爬行类、鸟类和兽类中，都存在社会等级制度。例如，某些鱼类种群中，优势个体能够优先获得配偶和繁殖场所，从而提高繁殖成功率。</p> <p>在某些鸟类种群中，社会等级的形成有助于减少群体内部的争斗和能量消耗，使有限的资源得到更合理的利用。</p> <ul style="list-style-type: none">• 生态系统结构与功能 <p>生态系统可以分解为不同的等级层次，每一高层次的系统都由多个低层次系统组成，高等级层次对低等级层次有制约作用，低等级层次为高等级层次提供机制与功能。</p> <p>【实例】</p> <p>在研究森林生态系统时，可以将森林视为一个高层次的系统，它由树木种群、灌木层、草本层、土壤微生物等低层次系统组成。通过了解这些低层次系统之间的相互作用和反馈机制，可以更好地理解整个森林生态系统的结构和功能。</p> <ul style="list-style-type: none">• 河流健康评价 <p>流域是等级系统的一个典型例子，一个河流盆地由次级盆地构成，每一个次级盆地则由更小的盆地组成。</p> <p>【实例】</p> <p>在河流健康评价中，可以运用等级理论来构建多尺度模型，评估不同等级层次上的河流健康状况。</p> <p>二、空间种群理论</p> <p>空间种群理论包含“岛屿生物地理学”和“复合种群”两个理论，两者之</p>	<p>【拓展】请同学们思考并举例自然界还存在哪些“等级理论”。</p> <p>【总结】等级理论在生态学研究中具有广泛的应用价值，它不仅有助于我们更好地理解生态系统的结构和功能，还为生态保护和管理提供了重要的理论支持和实践指导。</p>
--	---

间既有联系又有区别。

1. 岛屿生物地理学理论

1967 年 MacArthur 和 Wilson 研究了海洋岛屿的生物多样性，系统发展了岛屿生物地理学平衡理论。认为，岛屿上物种丰富度取决于两个过程，即物种迁入 (immigration) 和灭绝 (extinction)。

对于某一岛屿而言，迁入率和灭绝率将随岛屿中物种丰富度的增加而分别呈下降或上升趋势；当两者相等时，岛屿物种丰富度达到动态平衡，虽然其中的组成可不断更新，但丰富度数值保持不变。

就不同的岛屿而言，种迁入率是资源群落（种迁入源）之间距离的函数，而灭绝率是岛屿面积大小的函数。

这种离大陆越远的岛屿的物种迁入率越小，被称为距离效应。

岛屿的面积越小其灭绝率越大，被称为面积效应。

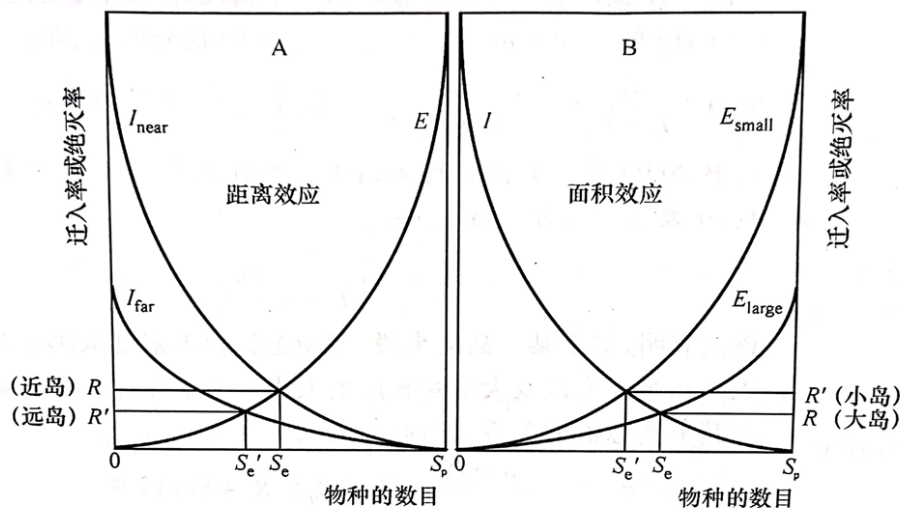


图 1. 岛屿生物地理学理论图示(引自 Wu 和 Vankat 1995)

岛屿上的物种数目由两个过程决定:物种迁入率和绝灭率;离大陆越远的岛屿的物种迁入率越小(距离效应,A);岛屿的面积越小其绝灭率越大(面积效应,B)。因此,面积较大而距离较近的岛屿比面积较小而距离较远的岛屿的平衡态物种数目(S_e)要大。而面积较小和距离较近的岛的分别比大而遥远的岛屿的平衡态物种周转率(R)要高。I, 迁入率;E, 绝灭率;R, 平衡点物种周转率; S_e , 平衡点的物种数目; S_e' , 定居库中的物种数目

➤ 面积较大而距离较近的岛屿比面积较小距离较远的岛屿的平衡物种数目要大。

岛屿生物地理学理论促进了人们对生物物种多样性地理分布与动态格局的认识和理解；由于景观斑块与海洋岛屿之间存在某种空间格局的相似性，因而大大启发了景观生态学家对生态空间的研究。——生态学意义

2. 复合种群理论

传统的种群理论以“均质种群”为对象，但实际上绝大多数种群是生存在充满斑块的破碎化景观中。

因此，美国生态学家 Levins 在 1970 年提出“复合种群”(meta

【提问】一个岛屿上的物种丰富度由什么因素决定？加深同学对理论的理解和记忆。

【提问】如果我们把岛屿的大小和距离两个因素综合考虑进来，会得到怎样的结论呢？

population) 一词, 表示“由经常局部性绝灭, 但又重新定居而再生的种群所组成的种群”。

- 复合种群是指由空间上彼此隔离, 功能上互相联系的两个或两个以上亚种群(subpopulation)或局地种群(local population)斑块系统。
- 更为广义的复合种群概念: 所有占据空间上非连续性生境斑块的种群集合体, 只要斑块之间存在个体(对动物而言)或繁殖体(对植物而言), 不管是否存在局部的种群定居、灭绝动态, 都可称为复合种群。

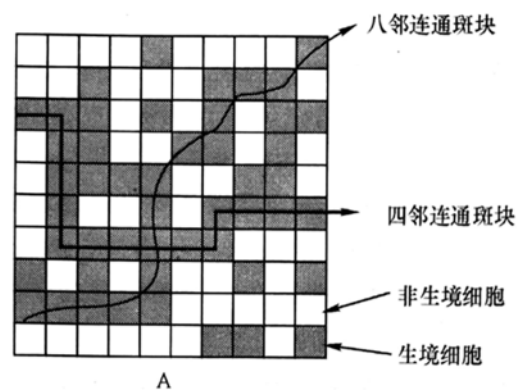
岛屿生物地理学与复合种群理论, 两者的联系与区别:

- 两者共同的基本过程是生物个体迁入并建立新的局部种群, 以及局部种群的灭绝过程;
- 但岛屿生物地理学更注重格局研究, 是从群落水平上研究物种的变化规律, 对物种多样性的保护更具意义;
- 复合种群理论强调过程研究, 是从种群水平上研究物种的消亡规律, 侧重遗传多样性, 因而对濒危物种的保护更有意义。

三、渗透理论

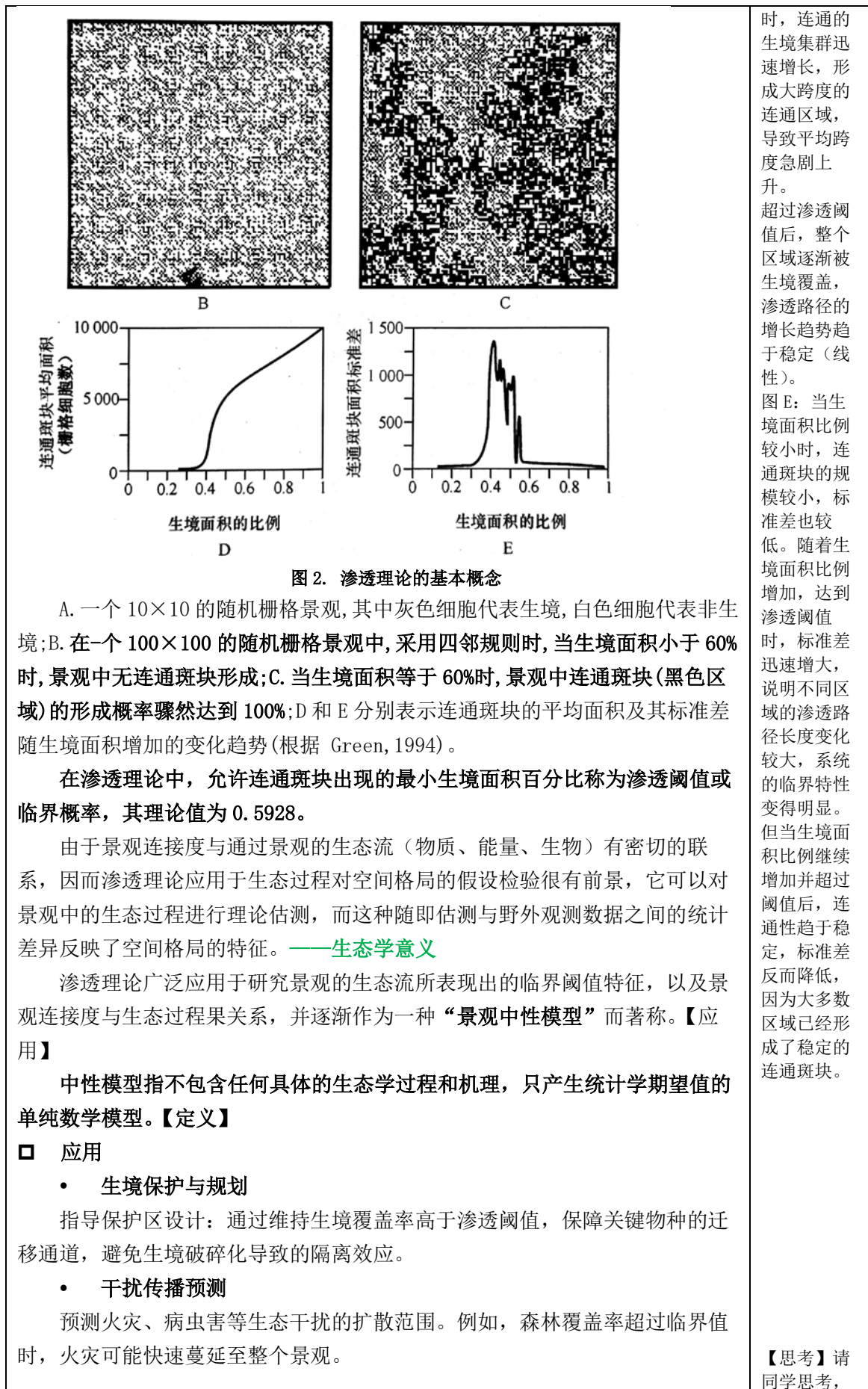
景观生态学中的渗透理论(percolation theory)源于物理学和数学, 用于研究物质或能量在复杂介质中的传播规律, 后被引入生态学领域以分析景观结构(如生境斑块)的空间连通性及其对生态过程的影响。该理论认为当介质密度达到某一临界值时, 渗透物突然能够从介质的一端到达另一端。

这种因为影响因子或环境条件到达某一阈值而发生的从一种状态过渡到另一种截然不同状态的过程被称为临界阈现象。显示出由量变到质变的特征。



【提问】教材中将“岛屿生物地理学”和“复合种群”两个理论统称为“空间种群理论”? 请同学思考, 这两者间有什么联系和区别?

【解释】重点解释图中的D和E。图D: 当生境面积比例较小时, 生境细胞较为零散, 不易形成大规模连通斑块, 因此跨度较小。当生境面积比例接近渗透阈值(约0.6)



<div data-bbox="367 300 566 338">• 物种扩散与入侵</div> <div data-bbox="367 338 1212 430">评估入侵物种的潜在传播路径，或濒危物种的扩散可行性，为生态廊道规划提供理论依据。</div> <div data-bbox="367 430 456 465">□ 意义与局限</div> <div data-bbox="367 465 1212 560">渗透理论强调了景观格局的临界阈值效应，为理解生态过程的非线性变化提供了量化工具。但其简化假设（如斑块随机分布）可能与实际景观异质性存在差异，需结合具体空间格局分析进行修正。</div> <div data-bbox="367 560 496 595">四、源-汇系统理论</div> <div data-bbox="367 595 1212 687">在地球表层系统普遍存在的物质迁移运动中，有的系统单元是作为物质迁出源（source），而另一些系统组成单元则作为接纳迁移物质的聚集场所，称为汇（sink）。源-汇共同组成了一个物质迁移系统。</div> <div data-bbox="367 687 1212 781">在生态学研究​中，通常将出生率高于死亡率并且迁入率低于迁出率的种群称为源种群，反之当种群的出生与死亡之间为负平衡，幼体的出生无法补偿成体的死亡，这样的种群称为汇种群。</div> <div data-bbox="367 781 1212 873">在景观生态学，源-汇模型作为一种种群统计模型，将包含源种群的生境视为源斑块，而将汇种群所占据的生境作为汇斑块。</div> <div data-bbox="367 873 1212 965">“源”、“汇”景观针对生态过程而言。“源”景观是指那些促进生态过程发展的景观类型；“汇”景观是指那些能阻止、延缓生态过程发展的景观类型。</div> <div data-bbox="367 965 414 1003">【举例】</div> <div data-bbox="367 1003 678 1039">城市建筑、农田、裸露的地表</div> <div data-bbox="367 1039 592 1077">城市绿地、湿地、森林</div> <div data-bbox="367 1077 1212 1169">*注意：通过一些新兴技术，城市建筑可能也会作为某些过程的“汇”景观（如雨水花园、节能建筑），因此应辩证地、具体地对景观的类型做出分析。</div> <div data-bbox="367 1169 1212 1261">源-汇景观理论的提出主要是基于生态学中的生态平衡理论，从格局和过程出发，将常规意义上的景观赋予一定的过程含义，通过分析源-汇景观在空间上的平衡，来讨论有利于调控生态过程的途径和方法。——生态学意义</div> <div data-bbox="367 1261 577 1299">源-汇系统理论的应用</div> <div data-bbox="367 1299 831 1335">①源-汇景观格局设计与非点源污染控制</div> <div data-bbox="367 1335 775 1373">②源-汇景观格局与生物多样性保护</div> <div data-bbox="367 1373 860 1411">③源-汇景观格局设计与城市热岛效应控制</div> <div data-bbox="367 1411 414 1447">【本课小结】</div> <div data-bbox="367 1447 1212 1538">本节课我们系统地介绍了等级理论、空间种群理论、渗透理论以及源-汇系统理论。需要同学们重点理解各个理论的内涵并掌握其核心概念，了解各理论的生态学意义及应用。</div> <div data-bbox="367 1538 525 1576">【作业、思考与练习】</div> <div data-bbox="367 1576 1212 1668">通过本节课对景观生态学主要理论的学习，请同学们分别用等级理论、空间种群理论、渗透理论、源-汇理论分别来回答开始时提出的问题：</div>	<div data-bbox="842 300 1283 374">渗透理论在指导实际的生态学研究时有哪些局限？</div> <div data-bbox="842 965 1283 1187">【提问】举一些常见的生态学问题中的景观类型，请同学判断其源/汇属性。</div>
--	--

<p>“为什么某些物种在特定的景观中繁盛，而在其他景观中稀少？”</p> <p>参考答案：</p> <p>1. 等级理论</p> <p>尺度与组织结构匹配：某些物种对微观尺度和宏观尺度都有较高要求。在那些具备良好层次结构、既能提供细微栖息条件又兼顾大尺度连通性的景观中，这类物种更容易形成优势群体。</p> <p>信息与能量流动：各层级之间的信息和能量交换效率不同。景观中若存在自上而下的有效调控，就更容易满足物种对资源、庇护所和繁殖场所的综合需求，从而促使种群稳定甚至扩增。</p> <p>因此，在具有合理层次组织和嵌套结构的景观中，物种往往能充分利用各层级优势，而在结构简单或层次不明显的景观中，这种适应性较强的物种可能难以发挥优势。</p> <p>2. 空间种群理论</p> <p>生境斑块的大小与分布：若景观中的生境斑块足够大且质量较高，则局部种群容易维持并具有较低灭绝率；同时，斑块之间若有良好连通性，则个体迁移和再定居也较为顺畅，从而形成稳定的复合种群。</p> <p>局部动态与区域连通：在斑块分布较为离散、连通性较弱的景观中，局部种群更易因随机事件而灭绝，且难以从其他斑块获得足够的移民补充，导致整体种群数量低、局部个体稀少。</p> <p>因此，景观中斑块的空间结构、质量和连通性决定了种群的局部维持能力和区域再定居效率，从而影响某一物种在特定景观中的繁盛程度。</p> <p>3. 渗透理论</p> <p>临界阈值效应：在生境比例或连通性较低的景观中，生境斑块孤立，个体难以跨越不适宜区域，导致局部种群难以壮大。</p> <p>连通网络的形成：当景观中的生境比例超过渗透阈值后，大尺度的连通集群迅速形成，这为物种提供了畅通的迁移通道，有利于种群扩散、基因交流和资源共享，从而使得物种在该景观中迅速繁盛。</p> <p>反之，若景观中的生境碎片化严重、连通性不足，则物种难以建立连续种群，往往呈现稀少分布。</p> <p>4. 源-汇理论</p> <p>源斑块的重要性：在景观中如果存在优质源斑块，这些区域能够产生足够多的个体，不仅维持自身种群，还向周围汇斑块进行输出。</p> <p>汇斑块的依赖性：若景观中缺乏足够的源斑块，或源斑块与其他区域之间的连通性不足，则难以通过外部补充维持稳定种群，从而物种数量较少。</p> <p>因此，在源斑块明显且彼此联系紧密的景观中，物种能够通过“源”的支撑在更大区域内维持和扩增；而在缺乏良好源斑块或的景观中，物种则难以获得持续的外来补充，从而表现为局部稀少。</p> <p>【板书设计】</p>	
---	--

<div>第二章 景观生态学的理论框架</div> <div><div>第一节 景观生态学的相关理论</div><div><div>一、等级理论</div><div>背景、规律、意义、应用</div><div>二、空间种群理论</div><div><div>1. 岛屿生物地理学理论</div><div>2. 复合种群理论</div><div>区别和联系</div></div></div><div><div>三、渗透理论</div><div>临界阈现象、中性景观模型、应用</div><div>四、源-汇理论</div><div>源和汇得概念、应用</div></div></div>	
<div>教学反思</div> <div><p>本节课围绕景观生态学的主要理论进行了讲解，内容联系实际，可以帮助同学更好地分析和解释生态学问题，但个别理论相对抽象，需要对学生的理解和掌握情况做进一步评价，并对教学内容做适当调整。</p><p>改进措施：通过增加实例分析、图表或动画等直观的教学资源、补充的学习资源等措施，辅助学生理解景观生态学的抽象理论，提高教学效果和学生的学习质量。</p></div>	

授课题目	2.2 景观生态学的基本原理	学时数	2 学时
教学目标	<div><div>□ 知识目标</div><p>理解并掌握景观生态学基本原理的核心概念与内涵。</p><div><div>□ 能力目标</div><p>应用原理分析实际的生态问题。能够运用景观生态学基本原理分析实际的生态学问题；使用基本原理作为方法论工具，辅助开展景观生态规划、生态修复等实践。</p><div><div>□ 素养目标</div><div><div>1. 培养系统思维与跨学科视野</div><div>形成综合分析景观生态问题的能力，理解自然与社会经济系统的耦合关系；增强对地理学、生态学、规划学等多学科交叉融合的认知，适应复杂生态问题的解决需求。</div><div>2. 树立生态伦理与可持续发展观</div><div>基于景观生态学原理，反思人类活动对生态系统的干预限度。倡导“人与自然和谐共生”“生态文明”“两山理论”等理念。</div></div></div></div></div>		
教学重点 & 难点	<div><div>□ 教学重点</div><p>景观生态学基本原理所涉及的核心概念与内涵。</p><div><div>□ 教学难点：</div><div><div>1. 格局与过程的关系；</div><div>2. 尺度分析的意义。</div></div></div></div>		
教学方法	讲授法、案例法、讨论法		
教学手段	课件、板书、超星学习通		
教学过程及授课内容			教学活动
<div><div>【课程导入】</div><p>人类活动不断改变着地表格局，位于意大利的帕尔马洛城（Palmanova）便是这一现象的鲜明例证。从遥感卫星影像中，我们可以观察到其独特的星形布局，这与我们熟知的城市构型差异巨大，呈现极大的趣味性。我们不禁好奇为什么这座城市会选择这种建造形式呢？这种城市布局有什么优势呢？</p><div></div><p>图 1. 意大利帕尔马洛城（Palmanova）遥感影像</p><p>本节课我们将共同学习景观生态学的基本原理，探讨景观生态学如何帮助</p></div>			<div><div>【提示】</div><p>帕尔马洛城（Palmanova）始建于1593年，由威尼斯共和国设计和建造，作为防御奥斯曼帝国的军事要塞。</p></div>

<p>我们理解景观的特征、形成过程、相互作用机制等，以及如何通过科学方法保护和优化我们的生态环境。</p> <p>【探究新知】</p> <p>综合已有的研究成果，考虑今后景观生态学的发展方向，本书将景观生态学的基本原理归纳为以下 7 个方面。</p> <p>一、景观系统的整体性与异质性原理</p> <p>来自于不同学科的景观生态研究者，尽管经常使用不同的方法来解决不同的问题，但他们面临的研究对象——景观系统是共同的，对于景观系统“整体性”的认识是景观生态学得以整合的理论基础。</p> <p>在第一章中，我们已经对于景观的定义进行了比较详细和全面的介绍，简言之，景观是由景观要素有机联系组成的复杂系统，含有等级结构，具有独立的功能特性和明显的视觉特征，是具有明确边界、可辨识的地理实体。</p> <p>景观系统同其他非线性系统一样，是一个开放、远离平衡态的系统，也具有自组织性、自相似性、随机性、有序性等特征。</p> <p>景观的形成体现为地貌过程、生态过程和文化过程。作为自然-文化综合体的景观复杂性为景观综合研究提供了广阔的舞台，而这种综合方法正是基于整体论、感知论和进化论。其中整体论解释了结构与功能的相互作用以及尺度的重要性。因而，景观生态学不是去研究单一的景观组分（地貌、土壤、植物、动物），而是强调研究作为自然综合体或自然-文化综合体的景观的整体及其空间异质性。景观生态学研究不是分别寻求景观的经济价值、生态价值和文化价值，而是致力于发挥其综合价值。——整体性的体现</p> <p>景观是由异质要素组成，因为异质性同抗干扰能力、恢复能力、系统稳定性和生物多样性有密切关系，景观异质性一直是景观生态研究的基本问题之一。——异质性的体现</p> <p><u>景观系统的整体性和异质性并不是两个对立面，而是描述景观要素和景观系统两方面的属性，是辩证统一的关系。</u></p> <p>二、格局过程关系原理</p> <p>结构和功能，格局与过程之间的联系与反馈是景观生态学的基本命题。</p> <div><p>➤ 景观格局，一般是指其空间格局，即大小和形状各异的景观要素在空间上的排列和组合，包括景观组成单元的类型、数目以及空间分布与配置。</p></div> <p>例如，不同类型的斑块可在空间上呈随机型、均匀型或聚集型分布，景观格局是景观异质性的具体体现，又是各种生态过程在不同尺度上作用的结果。</p>	<p>【提问】景观的定义是什么？通过提问，回顾景观的要点！</p> <p>结合遥感影像进行说明</p>
---	---



图 2. 均匀、随机和聚集型分布图示

举例：

- 随机型：沙漠化景观中的残余森林斑块、平原农田中随机散布的油井或村庄；
- 均匀型：平原上的棋盘状农田、灌溉农田中均匀分布的田埂网络；
- 聚集型：丘陵地区的村庄、城市中的商业区。

➤ 景观过程强调事件或现象发生、发展的动态特征。

景观生态学涉及的生态学过程通常包括：种群动态、种子或生物体的传播、捕食者-猎物相互作用、群落演替、干扰传播、物质循环、能量流动等。

景观格局与生态过程的相互关系是景观生态学理论研究的核心部分。主要包括：

- ❑ 景观结构的时间变化规律；
- ❑ 景观格局的控制要素；
- ❑ 景观格局对干扰扩散的影响；
- ❑ 利用景观格局指标度量其生态功能；
- ❑ 利用模型模拟预测景观变化；
- ❑ 景观的尺度转化规律等。

三、尺度分析原理

关于格局与过程的时空尺度化是当代景观生态研究的热点之一。

➤ 尺度分析一般是将小尺度上的斑块格局经过重新组合而在较大尺度上形成空间格局的过程，此过程伴随着斑块形状由不规则趋向规则以及景观类型的减少。

尺度效应则表现为随尺度的增大，景观出现不同类型的最小斑块，最小斑块面积逐步增大；而景观多样性指数随尺度的增大而减小。

景观模型和 GIS 技术，可以帮助选择最佳研究尺度，以及尺度的转换。（在 7.4 景观模型方法部分做详细介绍）

不同尺度上，生态过程也有差异：尺度性与持续性有着重要的联系，细尺度生态过程可能会导致个别生态系统出现激烈波动，而粗尺度的自然调节过程可提供较大的稳定性。（**小尺度，波动；大尺度，稳定**）

景观和区域都处在“人类尺度”上开展研究，即在人类可辨识的尺度上分析景观结构。把生态功能置于人类可感受的范围内进行表述，这尤其有利于了解景观建设和管理对生态过程的影响。在时间尺度上，人类世代即几十年的尺度是景观生态学关注的焦点。

【提问】现实中有哪些呈现“随机型、均匀型和聚集型”的景观？

【举例】结合参考文献，逐一解释格局与过程关系的相关研究。

【重点讲解】解释景观多样性，包含斑块、类型和格局三个方面的多样性。景观多样性指数随尺度的增大而减小，主要是

四、景观结构镶嵌性原理

自然界普遍存在**镶嵌性 (mosaic)**，即一个系统的组分在空间结构上互相拼接而成为一个整体，通常可分为生物镶嵌性和非生物镶嵌性，后者即环境镶嵌性【定义】。

景观和区域的空间异质性有两种表现形式，即**梯度**与**镶嵌**。镶嵌的特征是对象被聚集，形成清楚的边界，连续空间发生和**中断和突变**。**土地镶嵌性是景观和区域生态学的基本特征**，Forman 于 1995 年提出的“**斑块-廊道-基质模型**”解释对此的一种理论表述。



图 3. “斑块-廊道-基质”模型示意图

景观结构即**斑块-廊道-基质**的组合或空间格局是景观功能流的主要决定因素，而这些景观形态结构又是更早的流（过程）所产生。

作为镶嵌体的景观按其所含的斑块粒度——用**斑块平均直径**量度，可区分为粗粒和细粒景观。

而**梯度**是指某种特征在空间上**连续变化**的情况，通常表现为**渐变过程**。例如，在山脉地区，随着海拔的升高，温度和降水条件逐渐变化，导致植被类型从山脚的常绿阔叶林逐渐过渡到山顶的高山草甸。

五、景观生态流与空间再分配原理

➤ **生物物种与营养物质和其他物质、能量在各个空间组分间的流动被称为生态流 (ecological flow)，是景观生态过程的具体体现。**

按照系统化能量消耗最小化原理，系统间的物流和信息流将选择最小的能耗路径运行，需要通过克服空间阻力来实现对景观的覆盖与控制。

景观中的**能量、养分和物种**，都可以从一种景观要素迁移到另一种景观要素，这些运动或流动取决于**5 种主要媒介物或传输机制**：风、水、飞行动物、地面动物和人。在景观水平上有**3 种驱动力**：**扩散、传输和运动**。

- **扩散**：它与景观异质性有密切联系；是一种低能耗过程，仅在小尺度上起

因为随着观察尺度的扩大，较小的斑块被合并或忽略，导致斑块形状更规则和分布复杂性的降低。

【提示】通过介绍“**斑块-廊道-基质模型**”，解释“**镶嵌性**”，并提示该结构会在第三章中重点讲解。

【提示】请注意度量斑块粒度的指标为**斑块的平均直径**！

【补充】介绍**最小累积阻力模型**的原理，并提

<p>作用。</p> <ul style="list-style-type: none">• 传输（物质流）：即物质沿能量梯度（在空间上程镶嵌状分布）流动；水流的侵蚀、搬运与沉积是景观中最活跃的过程之一。• 运动：即物质通过消耗自身能量从一处向另一处移动。飞行动物、地面动物和人传输多数物质的力。 <p>物质流和运动是景观尺度上的主要作用力。<u>运动可在景观中形成最明显的簇聚格局，物质流居中，扩散最少。</u></p> <p>六、景观演化的人类主导性原理</p> <p>景观演化的动力机制有自然干扰和人为活动影响两个方面。通过对变化方向的改变和速率的调控可实现景观的定向演变和可持续发展。</p> <p>人类活动对生物圈持续作用的两个重要表现——景观碎片化、土地形态改变。</p> <ul style="list-style-type: none">• 景观破碎化包括：斑块数目、形状和内部生境的破碎化三个方面。例如，灌渠和道路将大片农田分割成独立的小块。• 土地形态的改变包括：土地属性的改变、或者人为活动导致土地发生灾害造成的形态改变等。例如，森林被开垦为农田，湿地被填成城市，过度开垦造成的土地荒漠化等。 <p>人类主导的景观变化也有积极性的体现：</p> <p>例如，景观生态建设，指一定地域、跨生态系统、适用于特定景观类型的生态工程，它以景观单元空间结构的调整和重新构建为基本手段，改善受胁迫或受损伤生态系统的功能，提高其基本生产力和稳定性，将人类活动对于景观演化的影响导入良性循环。【定义】</p> <p>【课程思政】案例：浙江安吉余村生态转型（“两山理论”发源地）</p> <p>背景：</p> <p>安吉余村曾是浙江湖州典型的“矿山经济村”，20 世纪末因开采石灰岩导致山体破坏、环境污染，生态严重退化。2005 年，时任浙江省委书记习近平考察余村时提出“绿水青山就是金山银山”理念（“两山理论”），推动余村关停矿山和水泥厂，转向绿色发展。</p> <p>措施与成果：</p> <p>生态修复：通过矿山修复与山体复绿、水体治理与生态河道建设、生物多样性恢复、农业面源污染治理、空气与土壤污染防控等措施。</p> <p>产业转型：发展生态旅游、农家乐、白茶种植等绿色产业，打造“中国美丽乡村”示范村。</p> <p>修复成效：</p> <p>森林覆盖率：从矿山关停前的 60%提升至目前的 96%，核心区实现“无裸露山体”。</p> <p>水质指标：河道水质从Ⅳ类（工业废水污染）恢复至Ⅱ类（饮用水源标准）。</p> <p>生物多样性：野生动物种类增加 30%，包括国家一级保护动物中华秋沙鸭等。</p>	<p>示会在 GIS 课程中对该模型进行实例操作。</p> <p>【提问】请同学们思考，在三种驱动力的作用下，形成的景观会有什么差异？</p> <p>【思考】请同学们思考，人类活动对景观的影响都是消极的吗？是否有积极的一面？</p>
--	--

<p>核心理念体现：</p> <p>余村通过系统性生态修复（矿山-水体-生物-农田协同治理）和绿色产业升级，将“绿水青山”转化为乡村旅游、生态农产品等“金山银山”，成为“两山理论”的鲜活样板。其技术路径强调自然恢复为主、人工修复为辅，充分尊重生态系统内在规律，体现了“人与自然和谐共生”的深度实践。</p> <p>景观系统的演化方式有正反馈和负反馈两种。</p> <p>正反馈：使输出起到与输入相似的作用，使系统偏差不断增大，使系统振荡，可以放大控制作用；</p> <p>负反馈：使输出起到与输入相反的作用，使系统输出与系统目标的误差减小，系统趋于稳定；</p> <p>负反馈有利于系统的自适应和自组织，保持系统的稳定，是自然景观演化的主要方式；不稳定则与正反馈相联系。</p> <p>从自然景观向人工景观的转化以正反馈居多，如围湖造田、毁林开荒与城市扩张等。</p> <p>七、景观多重价值与文化关联原理</p> <p>由不同土地单元镶嵌组成的景观大多具有明显视觉特征，从而使其兼具经济、生态和美学价值。多重价值判断是景观规划和管理的基础。景观的价值、产生的功能以及对人类活动和行为产生的影响：</p> <ul style="list-style-type: none">• 经济价值：主要体现在生物生产力和土地资源开发等方面；• 生态价值：主要体现在生物多样性与环境功能等方面；• 美学价值：范围广泛、内涵丰富，比较难以确定的问题。 <p>美学质量的量度可从人类行为模式和信息处理理论等方面进行分析。</p> <ul style="list-style-type: none">• 行为模式：人类偏爱含有植被覆盖和水域特征，并具有视野通透性的景观。• 信息处理：提供探索性和神秘性的景观，连续有序和易于理解的景观。 <p>通过展示一系列国内外的不同景观的影像及图片，比较、分析不同文化对景观差异的影响。</p> <p>【本课小结】</p> <p>本节课全面介绍了景观生态学的七个主要的基本原理，揭示了景观系统的复杂性和动态性。首先，景观系统的整体性与异质性原理强调景观是一个相互关联的整体，景观的结构具有空间异质性。其次，格局过程关系原理指出景观的空间格局和生态过程相互作用，影响系统的功能。尺度分析原理则表明景观特征在不同尺度上表现不同，需综合考虑局部与区域尺度。景观结构镶嵌性原理描述了景观由不同斑块和廊道组成的镶嵌结构，影响物种分布和迁移。景观生态流与空间再分配原理强调物质、能量和信息在景观中的流动及其对资源分配的影响。景观演化的人类主导性原理指出人类活动是景观变化的主要驱动力，需考虑其影响。最后，景观多重价值与文化关联原理强调景观的生态、经济和文化价值，需综合保护与利用。这些原理为理解、管理和优化景观生态系</p>	<p>【思考】请同学思考，景观有哪些价值和功能呢？不同的景观会对人类的活动和行为产生怎样的影响呢？</p>
--	--

<p>统提供了理论基础。</p> <p>【作业、思考与练习】</p> <p>思考题：如何在城市规划中平衡发展需求与生态保护？请结合景观生态学的基本原理进行分析。</p> <p>【板书设计】</p> <div><div><div>第二章 景观生态学的理论框架</div><div>第二节 景观生态学的基本原理</div><div>一、整体性与异质性原理</div><div>整体性——等级结构、总体功能和价值</div><div>异质性——景观的结构</div><div>二、格局过程关系原理</div><div>格局:定义、常见构型——随机、均匀、聚集</div><div>过程:生态过程;</div><div>格局和过程的相互关系;</div><div>三、尺度分析原理</div><div>尺度分析、尺度效应</div></div><div><div>四、景观结构镶嵌性原理</div><div>镶嵌性:梯度和镶嵌</div><div>斑块-廊道-基质模型</div><div>五、景观生态流与空间再分配原理</div><div>媒介、驱动力</div><div>六、景观演化的人类主导性原理</div><div>景观碎片化、土地形态改变</div><div>七、景观多重价值与文化关联原理</div></div></div>	
<p>教学反思</p> <p>本节课我们围绕七个核心原理进行了系统讲解，通过案例分析和互动帮助学生理解复杂的生态学概念。课程内容全面，案例贴近实际，有效激发了学生的兴趣和参与度。然而，时间安排稍显紧凑，部分原理未能深入展开，会导致部分学生理解不够透彻。此外，课堂互动中部分学生参与度较低，影响了整体学习效果。</p> <p>改进措施：后续的课程中，我将优化时间分配，确保每个原理都有充足的时间进行详细讲解和讨论。同时，采用多样化的互动方式，如小组合作，以提升每位学生的参与感。此外，引入更多学习资源和实际案例，增强课堂的趣味性和直观性，帮助学生更好地理解和应用所学知识。</p>	

第三章 景观空间结构与景观异质性

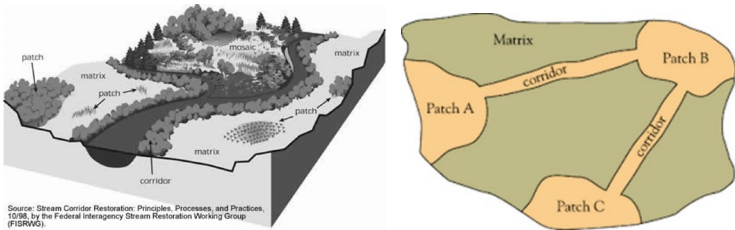
授课题目	3.1 景观空间单元	学时数	2 学时
教学目标	<div><div>□ 知识目标</div><div>1. 掌握景观空间单元的核心概念。理解斑块、廊道、基质的定义和分类。</div><div>2. 掌握景观空间单元的划分依据。根据斑块、廊道、基质的特性，掌握其在景观生态学中的划分依据。</div><div>□ 能力目标</div><div>理论分析与应用能力。能够根据理论知识，识别实际景观中的空间单元属性，并能够运用相关指标对空间单元进行量化。</div><div>□ 素养目标</div><div>1. 生态伦理与可持续发展观。理解景观空间单元理论在国土空间规划、生态修复中的应用价值，强化生态保护责任感。</div><div>2. 实践创新意识。通过案例研讨，提升将理论转化为生态保护行动的创新能力。</div></div>		
教学重点 & 难点	<div><div>□ 教学重点</div><div>1. 斑块、廊道和基质的定义和分类依据；</div><div>2. 区分不同成因机制所形成的斑块和廊道的类型；</div><div>□ 教学难点：</div><div>不同景观空间单元所影响的生态过程。</div></div>		
教学方法	讲授法、案例法、讨论法		
教学手段	课件、板书、超星学习通		
教学过程及授课内容			教学活动
<div><div>【课程导入】</div><p>在上一节 2.2 景观生态学的基本原理中，我们介绍了“景观结构的镶嵌性”，曾提及 Forman（1995）提出的“斑块-廊道-基质模型”。他认为景观中任何一点都是属于它们构成的景观基本空间单元。斑块-廊道-基质的组合是最常见、最简单的景观空间格局构型，是景观功能、格局和过程随时间发生变化的主要决定因素，也是进行景观生态学研究的基础，通过描述这些基本单元的组合结构特征，可对景观格局进行分析和量化，进而与生态过程相联系，研究格局与过程之间的相互作用、相互影响的机理。</p><p>本节课将对这一模型做详细展开，介绍包括斑块、廊道、基质的定义、分类及划分标准等，并进一步分析不同景观空间单元所影响的生态过程。</p><div><div>【探究新知】</div><div><p>Source: Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices, 1998, by the Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG).</p></div></div></div>			<div><div>【提问】</div><div>回顾景观镶嵌性的主要内容。</div></div>

图 1. “斑块-廊道-基质”模型示意图

结合上述两幅图，初步认识并理解，所谓的“斑块-廊道-基质”模型所描述的空间结构。之后，对这一模式的每个空间单元进行详细介绍。

一、斑块 (patch)

✓ 斑块是在外观上不同于周围环境的非线性地表区域 (Forman 和 Godron, 1986)。

斑块可以是有生命的，如动植物群落，也可以是无生命的，如裸岩、土壤或建筑物等；可能是自然的，也可能是人工的。

大小

形状

生物类型

数量

组合

距离不同

大小不同

形状差异

生物类群差异

起源差异

规则分布

随机分布

聚集分布

正相关

负相关

树枝状分布

线状分布

环状分布

○ 残余型

○ 引进型

【解释】该图是理想化和图形化后的景观斑块类型及其空间组合形式。可以发现，斑块存在大小、形状等空间特征，也有不同的属性和类型，同时可以通过数量表征斑块的多少。基于以上基本特征对斑块进行组合又可以形成不空的空间组合形式。

图 2. 景观斑块的特征及其组合形式

斑块的主要成因机制或起源包括干扰、环境异质性和人类种植，与之相应可分为：

1. 干扰斑块

干扰斑块主要由于基质内的局部干扰引起的，如森林火烧、采伐，草原过牧、烧荒以及局部植物爆发病虫害等。

特点：干扰发生的频率和影响范围往往难以预料，持续时间也不同，因此造成的后果也有所不同。

一般来说，干扰的发生可能会引起斑块内物种组成、相对丰度和变化速率与基质之间产生明显差异。例子：P38——黄河改道。

干扰斑块通常是寿命最短的一类斑块，一般会随干扰的消失而消失，但如果干扰反复发生或持续时间过长，或干扰过重，超过原生态系统恢复能力极限，这种斑块往往能持续很长时间。如，毁林开荒、长期过牧、人工采石等形成的斑块。

图 3. 干扰斑块——森林砍伐斑块

2. 残存斑块

残存斑块是由于基质受到广泛干扰后残留下来的部分未受干扰的小面积区域，其成因机制与干扰斑块正好相反。典型例子就是火烧后留下的小片植被，或严冬过后在背风区留下的一些草木群落，以及免遭蝗虫袭击的小片农田等。



图 4. 残存斑块——草原残存斑块

✓ 残存板块和干扰斑块之间的相似之处：

- ① 都起源于自然或人为干扰；
- ② 都有较高的物种周转率；
- ③ 种群大小、迁入和灭绝的速率都在干扰发生之初变化较大，随后进入演替阶段；
- ④ 当基质和斑块融为一体时，两者都将消失。

残存斑块很难保持未受干扰前的基质状况。在景观基质受干扰后，某些物种会迁移至残存斑块，有的甚至定居下来，从而改变了这里原来的物种组成。随着基质演替，残存斑块内物种会发生一系列变化，最终与基质融为一体，但新景观可能与干扰前的景观大相径庭。

3. 环境资源斑块

环境资源斑块是一种相当稳定且与干扰无关的斑块，主要是由于环境条件或资源的不同，斑块内的生物与周围基质有所不同。这种斑块由环境资源在空间上的异质性引起。例如，沙漠中的绿洲、火山口处的天池及海洋中的岛屿。



图 5. 环境资源斑块——沙漠绿洲

4. 引进斑块等

由于人为活动将某些物种（动物、植物或人类自身）引进某一地区时所形成的斑块，实际上也是一种干扰斑块，只不过其分布广量大，遍及全球，影响深远，故单独划为一类。它主要包括种植斑块和聚居斑块两大类。

【提问】干扰斑块和残存斑块都是由干扰而形成的，那么两者之间有什么差异？又有什么联系？

- 种植斑块主要由人类引种植物形成。如稻田、果园、人工红松林等。——这类斑块寿命取决于人类管理活动。种植斑块的形成缘于有目的的人类活动，因此人类种植之后一般会采取措施防止自然演替的发生，如除草、杀虫、修剪、翻耕、施肥、灌水等。将某些动物引进某一区域也会形成动物引进斑块。例如，鱼塘、虾塘、蟹塘等都可认为是动物引进斑块。
- 聚居斑块由人类定居形成，大到城市、郊区，小到村落、庭院及其毗邻环境，持续时间往往较长，短则数年，长则几十年，甚至几世纪，取决于人类管理的程度和恒定性。聚居地内的自然生态系统几乎全部被破坏，代之以人工建筑物和人工种植、养殖的物种，或者自然富集的一些伴人物种，以及异地迁入物种。聚居地斑块大小相差悬殊。



图 6. 引进斑块——种植斑块（左）和聚居斑块（右）

斑块的**度量指标**大致包括：斑块大小、斑块形状、内缘比、斑块数量和构型等。

1. 斑块大小

斑块大小即斑块面积，通常以平方米或公顷为单位来度量。

一般来说，斑块内的物质、能量与斑块面积大小呈正相关，但这种相关并非线性的。而是如图所示的曲线，开始时物种随斑块面积的增大而增加很快，但这种增加会越来越慢，最终停滞。

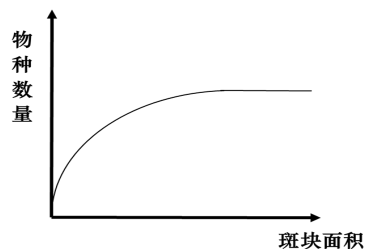


图 7. 斑块大小与物种数量之间的关系示意图

斑块可以看作是基质内的一系列岛屿，就此而言，岛屿生物地理学说对研究斑块的物种动态具有一定的指导意义。**斑块面积大小在自然保护区设计中具有重要意义。**设立保护区的目的在于保护较高的当地物种多样性，保护稀有种和濒危种以及维持稳定的生态系统。因此，针对重点保护目标的栖息地斑块大小的设定是十分重要的！

2. 斑块形状

斑块形状指数 S (shape index) 用斑块实际长度与同等面积圆周长的比值表示：

$$S = \frac{L}{2\sqrt{\pi A}}$$

【解释图 7】斑块面积增大初期，资源总量和多样性快速增加，支持更多物种；但资源分布趋于稳定后，新增生态位有限，物种数增长放缓。

【解释】

因此, S 越高, 斑块形状越复杂。

面积加权的斑块形状可以体现不同类型景观斑块的边界特征。



图 8. 农田和水体斑块的遥感影像示意图

斑块形状分析可了解物种动态(物种分布是稳定、扩展、收缩、还是迁移甚至以了解迁移路线); 斑块的形状对生物的散布和觅食具有重要作用; 斑块的形状与环境变化及更新过程有关。——**生态学意义**(这部分请同学参看 P44, 做以了解)

3. 内缘比

内缘比是指斑块内部和外侧边缘带的面积之比。



图 9. 斑块内缘比示意图(最右斑块全部由边缘带构成)

内缘比的**生态学意义**在于, 斑块内部与边缘在生境条件上(如光照、湿度、食物、天敌等等)有所区别, 进而造成物种组成的差异。一般情况下, 较高的内缘比可促进某些生态过程, 而较低的内缘比则会增强另外一些过程。

【举例】

- 较高内缘比: 维持较高的内部物种、种群遗传结构的稳定性更好、抗干扰能力较高、更容易形成顶级群落等……
- 较低的内缘比: 物种多样性更高、有利于物种的扩散和迁移、易于入侵物种扩散、种间竞争更活跃……

值得注意的是: 内缘比这一指标具有很强的主观性, 因为斑块的边缘宽度终究是根据研究的对象和尺度, 由人为确定。

4. 斑块数量和构型

景观是由许多斑块共同构成的一个镶嵌体, 其中同类斑块的数量和面积往往决定着景观中的物种动态和分布。景观中斑块数目可根据: ①每种群落类型的斑块数目②斑块的起源和成因③斑块的大小④形状来确定。

景观中同类斑块集中分布与分散分布带来的影响是不相同的。

干扰与斑块构型之间存在一种负反馈机制。相邻的类似斑块越多, 干扰越容易扩散; 干扰越容易扩散, 斑块越少。反之, 斑块越少, 干扰越不容易扩散; 干扰越不容易扩散, 斑块就越加发育。

例如, 农田斑块的形状比较规则, 接近矩形, 边界比较平滑, 而自然植被、小型水体的形状则比较复杂。

【讨论】请同学们思考、讨论, 这句话中较高和较低的内缘比会促进哪些过程?

二、廊道 (corridor)

廊道是指不同于两侧基质的狭长地带，它既可以呈隔离的条状，如公路、河道，也可以与周围基质呈过渡性连续分布，如某些更新过程中的带状采伐迹地。

几乎所有的景观都被廊道分割，又被廊道联系在一起。因此，具有通道和隔离的双重作用。例如在 1.2 中介绍过的青藏铁路下修建的生态廊道的案例。

廊道按起源也可以分为干扰廊道、残存廊道、环境资源廊道、种植廊道、再生廊道等。

- ✓ 干扰廊道：是由各种带状干扰所形成的廊道，例如线性采伐作业、道路的修建以及某些断层区域；
- ✓ 残存廊道：一般是由基质内干扰所形成的带状区域，如森林砍伐后留下的带状林带，穿越农牧交错带大片农田两侧所形成的特殊植被带均是残存的植被群落；
- ✓ 环境资源廊道：是由环境资源的空间线性异质性特征所形成的廊道，如河流廊道或山脊线等；
- ✓ 种植廊道：由人类特殊目的的种植活动而形成的廊道，如农田防护林和道路两边的植被带等；
- ✓ 再生廊道：是指受到干扰地区再生的植被所形成的廊道，例如沿着一些栅栏或铁丝网形成的特殊廊道类型。

廊道按结构也可以分为线状廊道、带状廊道和河流廊道等。

- ✓ 线状廊道：全部由边缘物种占优势的狭长条带，如道路、堤坝、灌渠、输电线、树篱等。
- ✓ 带状廊道：是指具有丰富内部物种的内部环境的较宽条带，如森林防火隔离带、公路林带、防护林带。
- ✓ 河流廊道：指沿河流分布而不同于周围基质的植被带。包括河流本身，及其两侧的河漫滩、堤坝和部分高地，宽度随河流大小而变化。

廊道的度量指标主要包括：连接度、环度、曲度和间断。

1. 连接度 (γ 指数)：廊道与系统内所有结点的连接程度称为网络连接度；
2. 环度 (α 指数)：连接网络中现有结点的环路存在程度。
3. 曲度：即廊道的弯曲程度，对景观中的物流能流起重要作用。
4. 间断：连续分布的廊道沿线往往有一些断开区，通常用单位长度上的间断数目来表示。

三、基质 (matrix)

基质是景观中面积最大、连接性最好的景观要素类型，如广阔的草原、沙漠，连片分布的森林等。

判定标准有三个：相对面积、连接度、动态控制。

● 相对面积：

当景观的某一要素所占的面积比其他要素大得多时，这种要素类型可能是基质，它控制着景观中主要的流。

【提问】

根据定义，有哪些结构可以被归类为廊道呢？

【提示】

请同学重点掌握，有关基质的判定标准。

如果某种景观要素占总面积的 50%以上,那么很可能是基质。但在异质性很强的镶嵌景观中,可能任何一种要素都不会超过 50%。

● 连接度:

如果景观中某一要素连接得较为完好,并环绕所有其他现存景观要素时,可以认为是基质。

一般具有三个方面得作用:

- ① 该要素可起一种分隔其他景观要素得物理屏障得作用;
- ② 当以细长条带相交形式连接时,景观要素可起一组廊道得作用,便于物种迁移和基因交换。
- ③ 该要素可环绕其他景观要素而使其形成孤立得“生物岛屿”。

● 动态控制:所谓动态控制即某一景观要素对景观整体变化和发展的主导性或影响力。

如果景观中某一要素对景观动态的控制程度较其他要素类型大,也可以认为是基质。

基质具有以下特征及作用:

(1) **基质连接度。**在具有高连接度的基质里,物体穿越基质时不受屏障的阻拦。为降低连接度,山林建立防火带;为保护内部种,有时需要提高连接度。在基质连接度较高的地方,遗传变异和种群差别小。

(2) **景观阻力。**减少物体流动速度的所有景观结构特征都可以统称为景观对运动的阻力。一般来说,突变边界比渐变边界更能有效地阻止动植物迁移。

(3) **狭窄地带。**基质有些部分可能较窄,以致于影响到物体沿基质的运动速度。狭窄地带对流动的物体很重要,如果在狭窄地带有几只大型的肉食动物,则许多草食动物就很难通过。在景观规划和管理中,狭窄地带有特殊意义,需要特别关注。

(4) **孔隙度 (porosity) 与斑块间的相互作用。**孔隙度是景观基质中所含斑块密度的度量。只是计算基质中具有斑块的数量即被基质中具有封闭边界的斑块的数目,是景观斑块密度的量度。但不考虑斑块的大小,为了解不同大小的斑块的在景观中的作用,有必要鉴别不同尺度的斑块数量。

(5) **影响范围。**指一个特定结点或斑块所影响的基质区域。这种影响强度随距离斑块的远近而有所不同。在人口密集的地区,影响范围可能是指交通运输网、当地新闻媒体、大气污染或疾病传播所影响的范围。

(6) **半岛的交错结合。**树枝状根据是多数景观中最常见的形式之一,如河流廊道、交叉的山脊等,两种景观要素以半岛交错结合。物种穿越半岛交错结合地区的速度随流的方向明显不同。一般来说,平行于树枝状廊道的运动较快,而垂直于指状廊道运动较慢。

(7) **与流有关的空间方向。**斑块形状对景观的若干生态特征和斑块内现有物种都有影响。这种相互影响的关键要素是与物流有关的景观结构的空

【思考】

考虑到“基质”无论在面积、连接度还是动态控制方面都体现出更突出的影响,那么基质的具体特征有哪些呢?

态学意义。

(8) **距离**。连接两点间的直线是其最短距离(几何距离)。研究两点间的物流时,往往对运动速度最快的线路较为关注。直线距离通常是最快的路线,但沿线常有运动障碍,这时物流就需绕道而行。

【本课小结】

本节系统介绍了景观生态学的核心分析框架——斑块-廊道-基质模型。斑块是外观上不同于周围环境的非线性地表区域,是景观中相对均质的空间单元;廊道是不同于两侧基质的狭长地带,是连接斑块的线性结构;基质则是景观中面积最大、连接性最好的景观要素类型。课程中还对各个类型的划定标准进行了界定并学习了不同景观单元影响下的生态过程。该模型的生态学意义在于揭示景观格局对诸多生态过程的影响,体现格局影响过程这一方面,理解这一模型,可为生态系统管理与国土空间规划等景观生态学实践提供科学依据。

【作业、思考与练习】

请同学检索、查阅文献和资料,了解什么是 SLLOSS debate,并思考这一理论与本节课的联系。

【板书设计】

第三章 景观空间结构与景观异质性

第一节 景观空间单元

一、斑块(patch)

*定义

*分类:干扰、残存、资源、引进

度量指标:斑块大小、形状、内缘比、数量和构型

二、廊道(corridor)

*定义、分类、度量指标

三、基质(matrix)

*定义、*判定标准、特征和作用

教学反思

课程以景观生态学核心模型“斑块-廊道-基质”为主体,通过对各空间单元的定义解析、分类举例、划分标准及生态意义等内容的逐步展开,并结合实际案例进行分析。案例与实际生态学问题和实践结合紧密,小组讨论激发学生兴趣,列举的图示很好地辅助抽象概念理解。不足之处在于学生接触实际景观生态学问题较少,可能会存在理解的偏差。

改进措施:利用 GIS 软件、地图软件等平台更加直观地操作和演示景观结构,帮助同学更好地理解课程内容;对学生的理解程度和学习情况做及时监测,动态调整教学策略。

授课题目	3.2 景观粒度与对比度 3.3 景观边界与生态交错带	学时数	2 学时
教学目标	□ 知识目标 1. 掌握核心概念。理解景观粒度（粗粒/细粒景观）的定义，明确景观对比度的内涵。 2. 掌握景观边界与生态交错带的定义、结构特征、功能、类型、边界形状和度量指标。 □ 能力目标 理论分析与应用能力。能基于遥感影像或地图数据，识别不同景观粒度与对比度的空间格局；理解景观边界的生态学意义，能根据相关理论，针对性地提出景观优化策略。 □ 素养目标 1. 系统思维与生态意识。强化人地协调理念，认识维持适度景观对比度和生态交错带完整性对生物保护的重要性。 2. 科学探究与责任感。培养严谨的科学研究习惯，尊重自然边界的动态性与复杂性，避免机械式生态设计。		
教学重点 &难点	□ 教学重点 1. 景观粒度（粗粒/细粒）的定义及其生态意义； 2. 景观边界的时空特征及功能。 □ 教学难点： 1. 景观粒度与景观对比度所反映的景观属性差异； 2. 景观边界的判定方法。		
教学方法	讲授法、类比法、案例法		
教学手段	课件、板书、超星学习通		
教学过程及授课内容			教学活动
【课程导入——景观粒度与对比度】 首先，请同学们比较我们日常生活中常见的两种道路路面——柏油马路（左）与水泥路面（右），柏油马路也称沥青混凝土铺面道路，顾名思义由粒料、碎石、沥青等构成，粒料和碎石大小不一。而水泥路面也称混凝土路面，是指以水泥混凝土为主要材料做面层的路面，水泥砂浆颗粒均一；相较柏油路面，水泥路面看起来更加均匀光滑。  图 1. 两种路面形式——柏油马路（左）与水泥路面（右） 【探究新知】 一、景观粒度 类比水泥地面和柏油马路给我们的印象。水泥路面比较光滑、均匀，由很			【提问】 请同学们结合图片和日常生活的理解，对比柏油马路与水泥路面有什么不同？

细小的沙砾组成，而板油马路则非常**粗糙**，由**大小不同的石子**组成。

如果我们把这种粗细不同的表面异质性推广到景观尺度上，就有了粗粒与细粒景观之分。**例如，在大兴安岭林区，尤其人工林分布比较集中的地方，可以认为是细粒景观，而在林地与草甸、农田过渡的地方，可以认为是粗粒景观。**



图 2. 粗粒和细粒景观示例图

而粗粒或细粒是相对而言的，依据观察尺度的不同。

景观镶嵌体的粒度可用现存所有斑块的平均直径来量度。

粗粒结构景观多样性高（例如农田比城市要多样），但局部地点的多样性却低（从一点移动到另一点，土地利用方式几乎没多大变化）。

含有细粒区域的粗粒景观最有利于获得大型斑块带来的生态效益，也有利于包括人类在内的多生境物种生存，并能提供比较全面的环境资源和条件（在旅游区划定方面的应用）。**带有细粒区域的粗粒景观，是最佳的景观结构（Forman, 1995）。**

这是因为，这样的景观结构可以为保护水源或内部特有物种提供大型自然植被斑块，或者为工业区提供大面积的建筑场地，却不利于多生境物种的生存，因为需要移动很长的距离才能实现从一种生境到另一生境的转移。

二、景观对比度

✓ **景观对比度是指（邻近的）不同景观单元之间的相异程度。如果相邻景观要素间差异甚大，过渡带窄而清晰，为高对比度的景观；反之则为低对比度的景观。**

- 高对比度——水热条件不同、人为活动，如山地植被带的垂直分布；
- 低对比度——自然条件相对均一，如热带雨林地区、温带草原等；
- 大部分人为活动会引起景观对比度的增加。

景观对比度只是描述景观外貌特征的一个指标，其高低、大小无绝对的优劣之分。

景观对比度也存在季节上的差异，尤其在季节分明的地区。因此，**在运用遥感影像研究景观时，应注意选取强对比度时期影像，便于判读和识别。**

【本课小结】

这部分内容聚焦在景观粒度和对比度的生态学内涵。景观粒度通过斑块大小与分布影响生态过程，而对比度则表征斑块间属性差异，二者共同决定物质、能量的循环和流动与生物多样性维持能力等。请同学们在理解概念的基础上，能够区分粗粒、细粒景观，理解不同景观对应的生态过程差异；理解不同

【讨论】请同学们讨论这一观点的理论依据！

【提示】重点理解教材中提及的高、低对比度景观的案例。

<p>对比度景观形成背后的机制。</p> <p>【课程导入——景观边界与生态交错带】</p> <p>从这一章开始我们集中于学习景观的空间结构，无论是斑块-廊道-基质的划定，还是景观粒度与对比度的识别，其核心前提在于对景观单元边界的精准界定。</p> <p>那么大家是否注意过森林与草原的交界处？在遥感影像上，也许我们可以识别出相对清晰的边界线，但根据我们的生态学知识可知，这里实际上既不属于纯粹的森林，也不是完全的草原，却孕育着独特的生物群落。接下来，我们进一步探索这些‘生态过渡区’的神秘面纱。</p> <p>【探究新知】</p> <p>一、定义</p> <div><p>✓ 景观边界（landscape boundary） 在特定的时空尺度下，相对均质的景观之间所存在的异质性过渡区域。</p><p>✓ 生态过渡带（ecotone） 相邻生态系统之间的过渡区，往往也是尺度较大的不同景观类型之间的边界地带。</p></div> <p>如沙漠边缘、海陆交错带、山地与平原的交错地带。两者在实际含义上没有严格的区分，在特征上都要受到时间和空间尺度，以及相邻生态系统之间作用强度的影像。因此生态过渡带和景观边界在景观生态学领域里已基本通用。</p> <p>景观边界的时空特征：</p> <p>■ 异质性</p> <p>在一定的空间尺度上，景观边界具有相邻景观的部分特点，因此异质性强。相邻景观通过边界相互渗透、连接和区分。边界内还具有自身特有组分-边缘种，因此增加了其异质性。</p> <p>■ 动态性</p> <p>在一定的时间尺度上，景观边界具有脆弱、敏感和不稳定等一系列动态特征。种间竞争取代了种内竞争，协调共存。一旦受干扰后易于发生突变和渐变，表现为非线性（突发干扰）和线性（生态梯度）。</p> <p>■ 宏观性</p> <p>在一定时空范围内，景观边界是一个景观功能单元，因此景观边界是一个景观尺度上的生态实体。</p> <p>■ 尺度性</p> <p>景观边界对观察尺度的反应敏感，在某一尺度上观察到的景观边界，会在较小或更大的尺度上消失。因此，在景观边界的研究中，必须说明所采用的空间尺度。在斑块水平上的景观边界最为清晰直观。</p> <p>景观边界的功能：</p> <p>■ 通道或廊道</p> <p>景观中的流沿景观边界流动时，此时的边界相当于廊道。</p>	
<p>【补充】结合遥感影像进行说明。</p> <p>【提问】请同学们思考生态边界在空间结构和时间动态上具有哪些特征？</p> <p>【提问】作为特定尺度上景观的空间结构，景观边界具有什么样的功能？</p>	

■ 过滤或屏障

穿越景观边界的流在质、量和速度上大都会受到不同程度的影响，此时边界相当于一个半透膜。

■ 源

景观边界两侧物质和能量水平的差异，导致生态流自景观边界向相邻景观净流动，起到源的作用。

■ 汇

景观边界可以聚集生态流。边界附近的物种丰度往往较高。

■ 生境

景观边界有其特有的物种和环境特征，因此也可以成为一种栖息地类型。

二、类型

景观边界由于研究尺度的不同，类型的划分也有所不同。牛文元（1989）在宏观尺度上归类为以下几种类型：

(1) 水陆交错带——自然作用力

由于液相与固相物质的互相交换，出现一个不同于水体或陆地的特殊地带，其受力方式和强度，以及频繁的侵蚀和堆积等，使得这一交界带呈现不稳定的特征。

(2) 干湿交错带——气候条件差异

从比较湿润向比较干燥变化的过渡带。由于气候条件差异，热量、水分平衡的状况产生了不同的生态效果，与此相应的植被类型、土壤类型和景观类型均有较显著的差异。

(3) 农牧交错带——人类活动

由于生产条件、生产方式以及生产目标的不同，在农业地区以及牧业地区的衔接处，形成一个过度的交界带。

(4) 森林边缘带——生态环境质量评价的重要指标

森林边缘所承受的环境压力及社会经济压力，不同于森林内部，也不同于非森林的自然景观。因此该边缘带的形态和演变常成为生态环境质量评价的重要指标。

(5) 沙漠边缘带——内因外因共同作用

由于物质组成、外营力和地表景观的显著差异，沙漠地带与非沙漠地带之间形成明显的生态环境脆弱带。

(6) 城乡交错带——变化迅速和不稳定

指从城市向乡村的过渡带。由于人口数量……因素的影响，其变化迅速且不稳定。

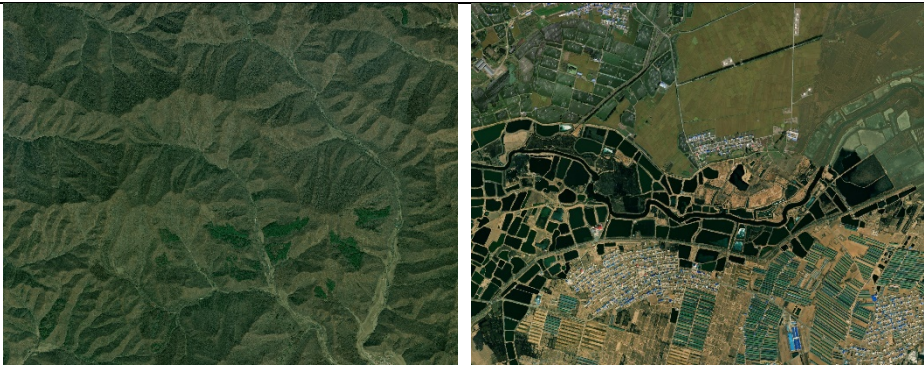
(7) 梯度联合带

主要由于重力梯度（高度）、浓度梯度（污染物）、硬度梯度（抗侵蚀能力）等的明显存在，产生了在侵蚀速率、污染程度、坡面形态变化等方面的过渡区。

(8) 地表水/地下水过渡带

这是垂直方面的过渡带，往往被人们所忽略，但在重要性上不亚于上述过

<p>渡带。</p> <p>关于景观边界的确定通常有以下几种方法：</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 用系统网格人为切割； ■ 随着一两种土地属性的自然间断，尽量顺其自然的划分多边形； ■ 判别分析； ■ 移动窗口分析法； <p>通过设定固定大小的滑动窗口遍历景观数据，计算窗口内统计量（如斑块类型多样性、对比度指数），生成空间分布图。边界判定基于统计值的突变。</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 空间自相关分析。 <p>利用 Moran's I 等指标，量化景观属性（如植被盖度、物种丰度）在空间上的聚集或离散模式。显著负自相关区域（属性值突变）提示潜在边界，如 Moran's I 散点图中离散点集中区。</p> <h3>三、边界形状</h3> <p>由于景观要素间的边界可对动物的行为起到过滤器或半透膜的作用，所以边界形状对基质与斑块间的相互作用至关重要。</p> <p>根据边界形状不同，可以区分出扩展要素（沿凸面边界向周围扩展）和残遗要素（处于收缩状态，有凹面边界）。</p> <p>周长与面积比较小的圆形边界（凸面，更远）有助于保护能量、物质或有机体等资源；相反周长与面积比较大的回旋边界（凹面，更近）就是另一种系统，该系统的能量物质与有机体与外界环境进行大量交换。</p> <h3>四、度量指标</h3> <p>常用于描述景观边界的度量指标包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 边界密度：单位面积内景观边界的长度，通常用 km/km^2 来表示。 ■ 边界对比度：边界两侧景观要素的相异程度。这一指标是定性的。 ■ 边界均匀度 (EDE)：主要用来度量景观中不同类型边界分布的均匀程度（或相对多样性）。 <p>【本课小结】</p> <p>这部分内容集中对景观边界-交错带系统作以介绍。景观边界/生态交错带作为特定尺度上的景观结构，具有多重时空特征，并影响着边界两侧景观类型间生态流的流动过程；针对不同的景观类型间的边界也可以划分为多种类型，其成因和特征各不相同。掌握以上原理，对于同学们理解景观结构，开展景观生态规划、生态修复等实践是十分重要且必要的。</p> <p>【作业、思考与练习】</p> <p>请同学们使用高德或百度地图的卫星图图层，在同一个尺度上分别找到粗粒和细粒景观，并截图上传作业，并简单阐述理由。</p> <p>举例：</p>	<p>【补充】</p> <p>针对上述方法，结合教材、文献和资料，逐一介绍，重点讲解移动窗口分析、空间自相关分析法。</p>
--	---



【板书设计】

第三章 景观空间结构与景观异质性	
第二节 景观粒度与对比度	第三节 景观边界与生态交错带
一、景观粒度	一、定义
度量——平均直径	时空特征、生态功能
<u>带有细粒区域的粗粒景观——最佳结构</u>	二、类型
二、景观对比度	三、边界形状
高对比度——水热条件不同	四、度量指标
低对比度——自然条件均一	

教学反思

本节课重点讲解了景观粒度与对比度的内涵、景观边界与生态交错带的概念、特征及功能等内容。这部分为学生理解景观空间结构对生态过程的影响十分重要。教学过程中的不足之处可能在与实际案例结合方面不够充分，部分学生对理论知识的应用方面的理解可能不足。

改进措施：将理论与实际案例间构建更紧密的联系，加强学生对知识的应用能力培养，同时考察学生对知识点的理解情况。

授课题目	3.4 网络 3.5 景观异质性及其测度	学时数	2 学时
教学目标	<p>□ 知识目标</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握核心概念。理解景观网络的组成要素及其结构特征；明确景观异质性的定义、类型及其与生态过程的关系。 2. 熟悉测度方法与理论依据。掌握景观网络、异质性的关键测度指标及其计算方法。 3. 理解网络与异质性的生态意义。理解景观网络结构、景观空间异质性对生态过程的影响机制及调控作用。 <p>□ 能力目标</p> <p>综合分析与问题解决能力。能结合网络理论和异质性测度，量化并分析实际景观的空间格局。</p> <p>□ 素养目标</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 系统思维与整体观培养。形成“格局-过程-功能”的系统认知框架，理解景观要素的相互作用及其生态效应。 2. 生态伦理与社会责任感。强化对景观规划中生态优先原则的认同，重视网络连通性对生物多样性保护的意义；反思人类活动对景观异质性的影响，倡导可持续土地利用理念。 		
教学重点 &难点	<p>□ 教学重点</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 景观网络的组成要素及结构特征； 2. 景观空间格局的构型及异质性的常用量化指标。 <p>□ 教学难点：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 网络的度量指标的理解； 2. 异质性测度指标的内涵及计算。 		
教学方法	讲授法、案例法、讨论法		
教学手段	课件、板书、超星学习通		
教学过程及授课内容			教学活动
<p>【课程导入——网络】</p> <p>在之前的课程中，我们探讨了景观中重要的线性空间单元——廊道。无论是蜿蜒的河流、纵横的道路，还是绵延的防护林带，这些廊道都像“生态血管”一样，承载着物质流动与生物迁移的使命。但自然界中，廊道往往不是孤立存在的——它们交织、分叉、闭合，形成了一张复杂的“生态网”。</p> <p>例如，长江水系的主干与支流构建了庞大的水文网络，城市道路的立交桥与地下隧道组成了多维交通网。这些网络的结构（如连通性、节点分布）如何影响生态功能？一条河流的断流或一座桥梁的拆除，是否会导致整个网络的崩溃？</p> <p>本节课，我们将详细学习网络的组成要素及空间结构特征，并理解其对生态过程的影响及作用。</p> <p>【探究新知】</p> <p>一、网络中的结点</p>			

网络中的交叉点或终点又称为结点，其连接类型是网络中一个重要结构特征。结点通常起到中继站（点）的作用，而不是迁移的目的地。结点上常出现对流的某种控制，如扩大或加速物流，以及提供临时的储存地。

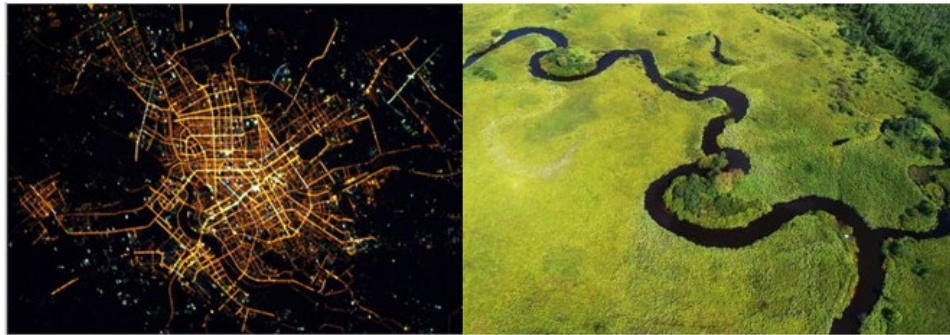


图 1. 常见的网络结构——道路网络（左）和水系网络（右）

二、网眼大小

大部分树篱或防护林网络呈矩形网格状。网络内景观要素的大小、形状、环境条件、物种丰富度和人类活动等因素对网络本身都有重要影响。由于物种在完成其功能（觅食、护巢、繁殖）时对网络线间的平均距离或面积相当敏感，因此网眼大小或粒度也就成了网络的一个重要特征。——生态学意义

网眼大小可以用网络线间的平均距离或网络所环绕的面积来度量。

- 不同物种对网眼大小的反应不同。
- 道路网络的网眼大小对一些野生动物的觅食、筑巢和迁移起着重要的作用。
- 网眼大小在采伐作业和农业经济方面有一定的意义。

三、网状格局

相互连接并含有许多环路的线状地物可构成网状格局。为沿其迁移的物种提供了一些环路和可选择的路径。

网络的形状对两点间沿廊道迁移速度产生很大的影响。

廊道与系统内所有结点的连接程度称为网络连接度，是网络复杂程度的指标，常用 α 和 γ 来表示。

网络连接度的 γ 指数为该网络的连接线数与其最大可能连接线数之比。最大可能连接线数通过计算出现结点的多少来确定。具体公式如下：

$$\gamma = \frac{L}{L_{\max}} = \frac{L}{3(V-2)} \quad (V \geq 3, V \in \mathbb{N})$$

式中， L 为连接线数； L_{\max} 为最大可能连接线的数目； V 为节点个数。 γ 指数的取值范围为 0（即各结点之间互不连接）~1（每个结点都与其他各点相连接）。

网络连接度 α 指数又称环度，是环通度的量度，也就是连接网络中现有结点的环路存在的程度。环度可定义为能为物流提供选择性路线的环线，以网络中实际环路数与最大可能出现环路数之比表示，即

$$\alpha = \frac{\text{实际环路数}}{\text{最大可能环路数}} = \frac{L-V+1}{2V-5} \quad (V \geq 3, V \in \mathbb{N})$$

该指数变化范围为 0（网络无环路）~1（网络具有最大环路数）。

提示：上述指数是以拓扑空间（各空间数据的相互关系）为基础的，主要

【互动】请同学打开百度/高德地图，显示道路路况图层，我们会发现，道路结点附近的路段往往存在拥堵的情况，这非常直观的解释了网络节点对控制生态流的作用。

【提问】找同学朗读一下教材 60-61 页的例子。

【提示】这就是 3.1 廊道部分提及的连接度和环度。

【练习】结合教材 P62 图 3-11，请同学们练习计算 α 和 γ 指数。

揭示结点和连接线的关系，并不能反映实际距离、线性程度、方向和确切位置，而这些因素在实际景观中也是十分必要的。

【本课小结】

这部分主要介绍了景观网络的构成及空间特征，需要同学们在掌握结构特征的基础上，理解网络结构对生态过程的影响；了解网状格局的测度指标以及其适用性和局限性。

【课程导入——景观异质性及其测度】

除了廊道和结点形成网络景观，自然界中还有很多的景观格局，例如，由森林、农田、湿地等碎片拼贴的“马赛克”、一片自然保护区内，茂密的森林斑块与开阔草原交错分布，河流蜿蜒切割地形，形成空间异质性；而四季更替中植被枯荣的色彩变化，又赋予其时间异质性。这种“杂乱”并非无序，反而暗藏生态规律：斑块的大小影响物种栖息，边界的形状调控物质交换。

但如何量化这种复杂性？若将一片被城市扩张割裂的湿地与原始雨林对比，仅凭肉眼难以判断两者的异质性差异。本节课，我们将细分反映景观异质性的空间格局，并学习对异质性进行量化的方法和指标。

【举例】通过图片举例自然界中存在的不同景观格局。



图 1. 不同类型的景观格局示意图

【探究新知】

一、景观异质性

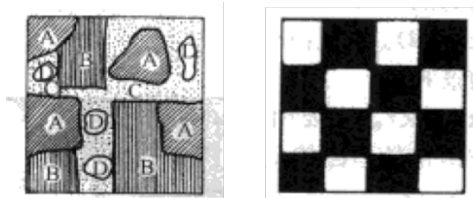
不同大小和内容的斑块、廊道、基质、网络共同构成了异质景观。景观的**总体结构影响景观过程，过程又反作用于结构。**

常见的空间格局构型包括：

(1) 镶嵌格局 (mosaic)

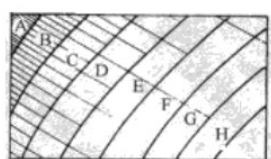
由大小相差不多，形状基本规则的斑块组成。

如棋盘格式格局，多见于平原耕作田块。

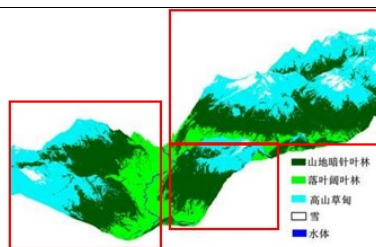


(2) 带状格局 (zonation)

由平行带状分布的要素组成。如全球尺度上的气候带，中尺度上由气候或湿度造成的山地自然带。

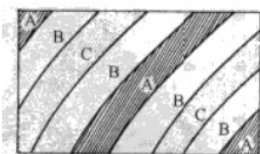


(e) 带状格局

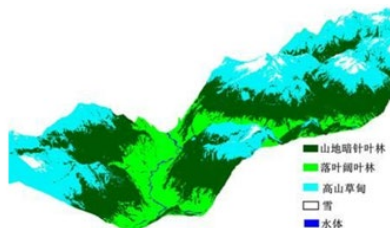


(3) 交替景观 (alternation)

反复交替出现的带状格局，如连续沙丘和平行山脉地区重复出现的带状格局。



(f) 交替格局



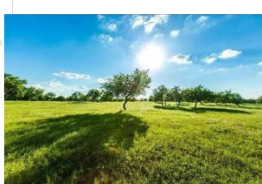
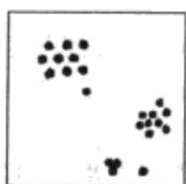
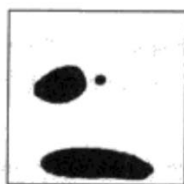
(4) 交叉格局 (或称指状格局, interdigitated)

不像交替格局那样斑块之间边界较直，而是呈现不规则状，从而使得景观组分之间出现交叉。如有些具有复杂结构的景观，大的景观梯度与其他小的、垂直于大梯度延伸方向的梯度结合在一起（如遭受切割的山坡、受破坏的林缘）。



(5) 散斑格局 (scattered patch)

少数组分出现在优势的基质内。如有沙漠化斑块或残余林地，或者两者兼有的遭到破坏的土地；自然的疏林草原景观。

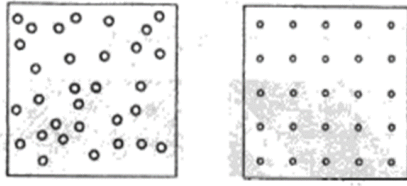


(6) 散点格局 (dot)

由点缀在基质里的点状地物构成。如平原上的村庄，散布的农田、苇田里的油井等。

(7) 点阵格局 (dot-grid)

规则分布的点状格局。如果园里的果树以及许多人工种植形成的景观。

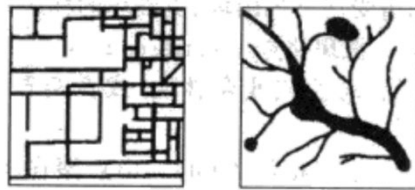


(8) 网状格局 (network)

主要有现状要素构成，规则分布。如农田防护林，道路格局。

(9) 水系格局 (drainage)

是一种特殊的网状格局，也是一种重要的地物要素，在地貌分类中具有重要的意义。它连接了景观，还是识别土地单元的依据。



上述格局无优劣之分，只有生态功能的不同。Forman(1995)年按“**集中与分散相结合原则**”设计了一种理想的景观格局模式，其中心思想是将相似的用地类型集中起来，但在建成区保留一些自然廊道和小的自然斑块，在大型自然植被斑块的边缘也布局一些小的人为活动斑块。

其结构具有如下特点：

- ① **包含大型自然植被斑块。**保护水源，为多种野生动物提供栖息地，缓冲干扰。
- ② **粗粒与细粒要素结合。**粗粒有利于大型内部种的生存，细粒有利于广生境物种活动。集中的建成区和农业区便于进行大规模的工农业活动。
- ③ **风险分散。**为了分散可能的风险，如大风或病虫害，可以多布局几个大型的农业或自然斑块。
- ④ **基因变异。**小斑块内可能发生的基因变异可以使某些物种在大斑块遭到破坏时幸存部分个体，从而为生态系统的恢复提供可能性。
- ⑤ **边界过渡带。**主要用地类型之间的边界过渡带往往最有利于布局碎斑块，这样不至于使周围的大斑块显得支离破碎。此外，弯曲的边界与自然边界具有相似之处，有利于自然过程的进行。
- ⑥ **小的自然植被斑块。**在建成区和农业区具有非常重要的意义，对大型自然植被斑块的有益补充，其作用包括：1. 作为物种扩散的踏脚石；2. 为局地灭绝的物种提供栖息地和落脚点；3. 提高基质异质性，减弱风速和水土流失；4. 包含大密度种群的边缘种；5. 具有较高的物种密度。
- ⑦ **廊道。**有两种类型，一种是自然植被廊道，对物种流动和地表径流具有重要意义；一种是不同用地类型大斑块之间的边界过渡带，这里聚集了许多细小斑块，有利于多生境物种的生存。

二、景观异质性的测度方法

在景观生态学上，常用的方法有两种，一种是样线调查，另一种是从景观斑块入手，对景观中的各类斑块及其总体进行统计分析。

【补充】在课件中补充一些真实的遥感影像、图片或照片，辅助学生理解景观格局类型。

【讨论】请同学们思考并讨论“**集中与分散相结合原则**”背后的理论依据。

(1) **样线调查**：将样线分成长度相等的数条线段（或一组线状样地），然后统计各种景观要素出现的频率。样线调查有助于分析景观的总体功能和异质性。

(2) **景观斑块调查**：主要是应用一些景观生态学指数，从不同侧面来描述景观的异质性程度。

目前，最常用的测度景观异质性的方式主要应用一些**景观生态指数**（landscape indices），从不同角度来描述景观的异质性程度。

结合教材中 P66-69 常用景观指数和指标，逐一进行讲解。重点讲解：斑块密度、多样性、聚集度、破碎化等指数及其反映的景观异质性特征。

常见的计算景观指标的工具具有**美国俄勒冈大学设计的 FRAGSTATS 程序**。

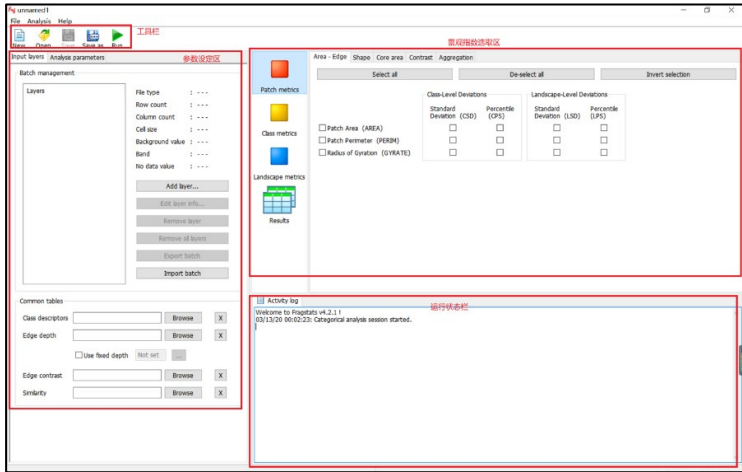


图 2. Fragstats 操作界面

三、景观指标的分类及对生态过程的描述能力

第二部分所介绍的景观指标大致可进行如下归类

表 1. 景观指标分类系统

I 级分类	II 级分类	举例
描述景观要素的指标	描述单个要素的指标	斑块面积、周长、形状，廊道长度
	描述同类型要素之间关系的指标	斑块密度、斑块平均大小、面积方差
	描述不同要素之间关系的指标	斑块与廊道的邻近距离
	描述不同类型要素之间关系的指标	斑块距离
描述景观总体特征的指标	基于景观要素的景观总体特征指标	优势度、聚集度
	基于景观构型的景观总体特征指标	散斑状、网络状、棋盘状等定性指标

请同学们结合指标的具体意义，理解上表的分类，做到可识别各指标使用的水平及类型。

【举例】

- 某自然保护区需要评估内部森林斑块的形状复杂程度；
描述单个要素的指标

【补充】对 fragstats 操作界面及输出结果做补充介绍。并结合操作手册中的景观指数做补充讲解。

【提问】举一些例子，请同学回答应该选择什么类型的景

<div><ul style="list-style-type: none">分析某农业景观中农田斑块的分布密集程度； 描述同类型要素之间关系的指标规划城市生态廊道时，需量化湿地斑块与规划廊道之间的空间邻近性； 描述不同要素之间关系的指标对比两个区域景观，判断其整体布局更接近“散斑状”还是“网络状”； 基于景观构型的总体特征指标探究某区域内森林斑块与农田斑块的平均距离； 描述不同类型要素之间关系的指标<p>在定量研究景观格局特征时，应本着简单性、代表性和统一性的原则，在全面了解所选指标生态意义的前提下，力求以尽量少的指标来描述有关景观格局信息。</p><p>【本课小结】</p><p>通过本课内容，我们系统学习了景观异质性的核心理论与应用。在知识层面，需要同学们掌握常见的景观格局类型，了解常用的景观指数内涵和原理及其反映的景观异质性特征，能够根据研究目标选择适合的景观指数。</p><p>【作业、思考与练习】</p><p>使用百度/高德地图卫星影像模式，截取一个典型区域。用箭头标出至少 3 种景观类型（如道路、河流、森林、农田等）。根据课程内容，判断该区域属于哪种空间格局构型（如镶嵌格局、带状格局、网状格局、散点格局等），并说明判断理由。</p><p>【板书设计】</p><div><div><div>第三章 景观空间结构与景观异质性</div><div>第四节 网络</div><div>一、网络中的结点</div><div>中继站点</div><div>二、网眼大小</div><div>生态学意义</div><div>三、网状格局</div><div>α 和 γ 指数</div></div><div><div>第五节 景观异质性及其测度</div><div>一、景观异质性</div><div>空间格局构型</div><div>集中与分散相结合原则</div><div>二、景观异质性的测度方法</div><div>景观指数、fragstats</div><div>三、景观指标的分类及对生态过程的描述能力</div></div></div></div>	
<div>观指数进行计算。</div>	
<div>教学反思</div>	
<p>本节课通过介绍景观网络的概念，深入探讨了景观网络的组成要素、空间结构及其对生态过程的影响；通过对常见景观空间构型的介绍，结合景观异质性测度方法的讲解，细化了景观异质性的描述。教学流程清晰，互动性较强。将理论结合实际，通过图示和案例加深理解。不足在于部分理论和方法需要结合实际研究案例，学生理解有一定难度。</p> <p>改进措施：增加实例分析和课堂讨论，同时利用 GIS 平台，提高课堂互动性，演示的直观性，以更好地促进学生理解和掌握。</p>	

第四章 反映景观功能的生态流

授课题目	4.1 流的产生机制和林带的影响 4.2 相邻景观要素间的无机流	学时数	2 学时
教学目标	<div><div>□ 知识目标</div><div>1. 掌握景观生态学中的“流”概念。掌握生态流的产生机制及其驱动因素。</div><div>2. 理解相邻景观要素间的无机流机制。着重理解无机流中水流和养分流在景观中的作用机制。</div><div>□ 能力目标</div><div>1. 分析与应用能力。能通过案例分析，解释景观要素间物质流动的生态效应。</div><div>2. 问题解决能力。针对具体生态问题，提出基于景观格局优化（如林带配置、缓冲带设计）的无机流调控方案。</div><div>□ 素养目标</div><div>生态伦理与责任意识。培养对景观生态过程复杂性的敬畏心，理解人类活动对自然环境造成的负面影响，树立可持续干预的生态伦理观。</div></div>		
教学重点 &难点	<div><div>□ 教学重点</div><div>1. 流的产生机制及驱动因素；</div><div>2. 林带对流的调控作用；</div><div>3. 相邻景观要素间无机流的作用机制。</div><div>□ 教学难点：</div><div>无机流作用机制的解析</div></div>		
教学方法	讲授法、案例法		
教学手段	课件、板书、超星学习通		
教学过程及授课内容			教学活动
<div>【课程导入——流的产生机制和林带的影响】</div> <div><p>There is a constant renewal of material and energy in the landscape, in natural cycles and in one-way transformations and movement. Settlements and land use have to some extent been adapted to meet nature's conditions. But the increasing density of settlements, technological progress and changes in our life style greatly affect these processes, resulting in various environmental problems.</p><p>图 1. 常见的生态流</p><p>生态学所说的“流”通常指能流、物流、物种流、信息流等，实际上是物质、能量、物种和信息的流动过程。而我们常说的另一个词——生态过程，所</p></div>			<div>【提问】请同学们观察左图，结合已有的生态学知识和理解，谈谈什么是“生态流”？</div>

<p>包含的内容更广，如生态系统的演替，风、火、地质和人为因素的干扰过程，景观空间格局和生物多样性的变化过程等。一个景观过程往往伴随着许多种流的发生。景观生态过程的具体体现就是各种形式的流。本节课，我们将从媒介物与力、防护林与树篱的生态效应两大方面对流与产生机制和林带的影响进行介绍。</p> <p>【探究新知】</p> <p>一、媒介物和力</p> <p>流的产生需要借助于媒介和外力，例如，风力驱动空气搬运沙尘形成风沙流，而林带可通过改变风速和涡旋结构，削弱这种流动。以下介绍生态流中涉及的常见媒介物与作用力：</p> <p>1、媒介物</p> <p>景观中物质、能量和物种的传播或迁移主要取决于 5 种媒介物：风、水、飞行动物、地面动物和人。</p> <ul style="list-style-type: none">• 风：能量、水分、污染物、尘埃颗粒、雪、种子、孢子以及许多小型动物、昆虫等；• 水：包括地表水、地下水等，输送矿质养分、盐分、种子、昆虫、泥沙和肥料等；• 飞行动物：鸟、昆虫，携带种子、孢子、花粉等；• 地面动物：利用毛皮和肠道；• 人：植物的种植、移植；动物的驯养、放牧；交通工具等。 <p>2、力</p> <p>最主要的驱动力主要有扩散作用、重力作用和行为作用。</p> <p>a) 扩散</p> <p>扩散原指分子运动，从高浓度区向低浓度区的运动，即溶质物质或悬浮物质由高浓度区向低浓度区的移动，物质通过自身的布朗运动作无规则的运动。</p> <p>例：将香水洒在屋子的一角，满屋都是香水味； 山区的水泥加工厂的粉尘扩散； 烟囱排放、水体污染等。</p> <p>在较小尺度上起主要影响，容易形成随机空间格局。</p> <p>b) 重力</p> <p>是地球引力造成的，地球上许多物体的运动都与重力作用有关，如水流、水土侵蚀、泥沙沉积、种子落地等；</p> <p>例：在陡坡地，重力搬运所起的作用是相当大的，从土壤蠕动、滑坡、泥石流、雪崩和冻融循环等引起的周期性运动等过程，都与重力作用有着密切关系。</p> <p>水流是一种重要的运动形式；对景观种物质的传输和再分配起着不可替代的作用。水流可搬运较重物体，如石块、树枝等，因此成为景观的重要塑造者。</p> <p>崩塌、滑坡及果实落地等的影响规模虽然较小，但对局部景观中的物质和物种重新分配起到比较重要的作用。</p>	<p>【补充】除此之外，豆荚崩开、冻融作用也会在一些尺度上作为流的传播媒介。</p> <p>【说明】这部分和 2.2 中介绍的三</p>
---	--

<p>c) 行为</p> <p>动物的自主行为也是一种传输动力，而且可以进行定向传输，其能量来自于动物本身的有机化合物。</p> <p>动物作为捕食者，其对迁徙目的地的选择具有重要的生态特征，使其形成的空间格局高度集中。</p> <p>扩散形成最少的聚集格局，重力居中，运动可形成最明显的聚集格局。</p> <p>二、防护林与树篱的生态效应</p> <p>防护林是与风有着密切关系的一种景观要素。在农业上，其作用包括：固沙保土、防风保苗、改变气流、引起湍流、保温等。</p> <p>防风林的结构对风速减弱的作用体现在：</p> <p>树高排列、疏密程度、林带宽度、树种（枝下高、林带高、叶密度）……</p> <p>树篱与毗邻景观要素间的相互作用也是景观生态学研究较多的内容之一。主要有农田、自然植被和村庄。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 树篱对农田的影响类似于农田防护林，可以改变农田小气候，尤其是风速； • 在丘陵地，树篱对防止土壤侵蚀、保护农田养分，改善附近河流特征也有重要作用； • 树篱还能作为一些农田捕食者的栖息地，这些捕食者可以抑制害虫种群的波动，从而减少农作物损失； • 树篱与自然植被的关系更加密切，可以为一些鸟类、小型哺乳动物提供迁移路径。 <p>【本课小结】</p> <p>这部分我们重点学习了生态流产生和传递过程中所涉及的媒介物及驱动力，这是我们理解生态流作用机制的基础；同时，以林带结构为例，探讨了景观结构对生态过程的影响（网络结构对物质流、物种流等方面的作用）。</p> <p>【课程导入——相邻景观要素间的无机流】</p> <p>在学习本节内容之前，请同学思考这样一个问题：雨后，水流携带冲刷和溶解的养分涌入河流，但为何有的河段清澈富饶，有的却浑浊贫瘠？</p> <p>这与本节课介绍的无机流的作用机制密切相关。接下来我们将针对自然界中最主要的无机流类型——水流和养分流展开介绍。</p> <p>【探究新知】</p> <p>一、水流</p> <p>水在重力作用下以物质流的形式流动，同时携带一些物质。水流的方向是固定的，即向下流动，因此可预测，但流速不固定，从陡峭的山区到平缓的平原，流速变化很大，所形成的流路也大相径庭。</p>	<p>种驱动力：扩散、传输和运动是一致的。传输主要涉及物质流，与这里重力作用下产生的流动过程相一致。</p> <p>【举例】请同学阅读教材 P74，防护林结构对风速影响的相关研究。</p>
---	---



图 2. 不同的水流示意图

相邻景观要素间的水流速度主要取决于以下三个因素：

- ① 水输入量及其时间；
- ② 土壤结构，特别是土壤空隙度；
- ③ 土壤对水携带物质的过滤作用，包括土粒对物质的物理吸附和化学吸附。

水流所携带物质可分成两类：

- 一类：颗粒物质，如细菌、孢子、腐烂的泥沙树叶等；
- 二类：溶解质，如腐殖质、尿素、硝酸盐、可溶性盐等。

其中，溶解质可与其他有机物质或无机物质（包括土壤中的黏粒和流经土壤的物质）发生化学结合和吸附，这种过程在土壤过滤过程中具有重要意义。

而水量与颗粒物质的流量呈指数关系。下雨时颗粒物质几乎不动，雨量增加 1 倍，颗粒物流量可增加 4 倍。

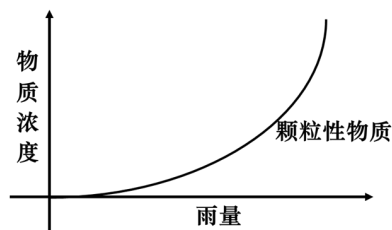


图 3. 雨量与颗粒物流量的关系

一般来说，溶解物质的浓度和水流速度之间呈线性关系。总搬运量与水流速度成正比。但多数情况，随水流速度增加，溶解物质的浓度有所降低。一次降水过程的不同阶段，水中溶解物质的浓度也会呈现先高后低的变化，主要因为最初的雨水遇到了前一场雨所累积的大量物质，随后这些物质被冲刷掉，后来水流溶解物质就会降低。

水蚀就是通过流水冲去土壤表面颗粒物质的过程。

侵蚀大多发生在：

- ① 农田，特别是耕地或除草剂用量过度的农田；
- ② 践踏或过度放牧区；
- ③ 进行采伐、修筑道路和其他干扰活动的陡坡。

主要原因包括：

- ① 地上植被的伐除，使地表不能截留降水；
- ② 枯枝落叶层和腐殖质清除后，矿质土壤裸露，更利于侵蚀发生；
- ③ 由于根系枯死，结合土粒的主要力量消失，侵蚀过程加快。

【思考】相邻景观要素之间有哪些因素会影响水流速度呢？

【思考】水流冲刷颗粒物，这与生态现象有什么关系？

【提问】哪些类型的地表，更容易发生水蚀过程？

<p>因此，土壤流失方程可描述主要的侵蚀因素</p> $A=f(R,K,L,S,C)$ <p>A——土壤侵蚀量；R——降水强度；K——土壤可侵蚀性；L——坡长；S——坡度；C——植被盖度。</p> <p>通过引种植物，侵蚀过程一般可以中止，甚至逆转。但这一过程十分漫长，且在根系完全枯死的土地上几乎不可能完成。</p> <p>二、养分流</p> <p>养分流主要是以溶解质的形式随水流而迁移的，属于土壤流的一部分。</p> <p>养分来源：</p> <ul style="list-style-type: none">① 岩石和土壤中的无机物风化、溶解；② 有机物的分解。 <p>流向：</p> <ul style="list-style-type: none">① 被植物吸收，进入食物链，在景观中实现再分配，或者迁移到更远的地方；② 就地反复循环利用；③ 随地表或地下径流进入河湖海洋，参与更大范围的物质循环。 <p>景观种最为活跃的相互作用就是水陆相互作用，尤其是河流与陆地间的相互作用。河流质量与陆地状况之间紧密联系，流域内植被的覆盖情况，人类活动的强度和方式都直接或间接地影响着河水水质的好坏。</p> <p>由高地进入河流廊道的矿质养分可能有三种途径：</p> <ul style="list-style-type: none">① 直接进入河流；② 被机械阻挡，累积在土壤中，沉积于谷底；③ 随植被生长而被廊道植物吸收，成为生物量的一部分。 <p>【本课小结】</p> <p>这部分内容，我们对水流和无机流的相关性质和特点进行了重点介绍，包括水流的流速及作为媒介携带物质的特点。同时以水蚀这一生态过程为例，对影响生态过程的环境要素进行了讲解。养分流部分，着重讲解了养分流的来源及流向，以上内容为我们理解生态过程中的物质循环提供了重要的理论基础。</p> <p>【作业、思考与练习】</p> <p>请同学们结合本课内容，思考并回答“雨后，水流携带冲刷和溶解的养分涌入河流，但为何有的河段清澈富饶，有的却浑浊贫瘠？”的原因。</p> <p>参考答案：</p> <p>1. 水流侵蚀与沉积差异</p> <p>浑浊河段：通常位于坡度陡峭、地表裸露的区域，暴雨后地表径流速度快，水流机械冲刷力强，携带大量泥沙，导致水体浑浊；若下游无缓冲带拦截，泥沙持续悬浮。</p> <p>清澈河段：多分布于坡度平缓或存在植被缓冲带的区域，水流速度减缓，泥沙因重力沉积被截留，水体透明度提高。</p> <p>2. 养分流迁移与截留</p>	<p>【补充】水流除了冲刷颗粒物，也会溶解养分，这就是所谓的养分流。</p>
---	---

<p>富饶河段：养分（如氮、磷）以溶解态随水流迁移时，若经过植被覆盖的界面，植物根系和土壤微生物会吸附吸收养分，将其转化为生物量，减少进入河流的养分总量，避免富营养化，维持水体清澈与生态平衡。</p> <p>贫瘠/浑浊河段：若农田与河流直接相连（无缓冲带），溶解态养分直排入河，刺激藻类暴发（富营养化），导致水体浑浊缺氧；同时，沉积的泥沙掩埋河床底栖生物，进一步破坏生态。</p> <p>【板书设计】</p> <div><div><p>第四章 反映景观功能的生态流</p><p>第一节 流的产生机制和林带的影响</p><p>一、媒介物和力</p><p>媒介物：风、水、飞行动物、地面动物、人</p><p>力：扩散、重力、行为</p><p>二、防护林与树篱的生态效应</p><p>结构-作用</p><p>与周围景观的关系</p></div><div><p>第二节 相邻景观要素间的无机流</p><p>一、水流</p><p>水流速递——影响因素</p><p>携带物质：</p><p>颗粒物——侵蚀</p><p>溶解质——养分流</p><p>二、养分流</p><p>来源、去向（生态学意义）</p></div></div>	
<p>教学反思</p> <p>本节课从生态流的产生机制引入，逐步探讨媒介物与力、防护林与树篱的生态效应，再到无机流的具体分析。教学内容全面，理论与实例结合紧密，有助于学生理解。不足之处在于部分理论讲解较为抽象，学生可能理解不深。</p> <p>改进措施：增加更多互动环节，如小组讨论、案例分析，以加深学生理解；同时，可考虑引入一些可操作性的小实验或实验视频，让学生直观感受生态流的影响。</p>	

授课题目	4.3 动植物在景观中的运动 4.4 流与景观结构	学时数	2 学时
教学目标	□ 知识目标 1. 理解动植物运动的生态机制。掌握物种流中动植物扩散和传播的方式及规律。 2. 理解生态流与景观结构之间的反馈机制。理解景观结构会影响流的传递，同时流的发生也在改变着景观的结构。 □ 能力目标 流-结构协同分析能力。通过案例分析并解释景观结构与流之间的作用机制和规律。 □ 素养目标 生态保护与系统思维。培养对生物多样性保护的使命感，认识人类活动对景观结构和生态流的深远影响，倡导可持续景观管理。		
教学重点 &难点	□ 教学重点 1. 物种流中动物的运动模式及范围特征； 2. 景观结构对流的影响。 □ 教学难点： 景观中对生态流起关键作用的结构		
教学方法	讲授法、类比法、案例法		
教学手段	课件、板书、视频、超星学习通		
教学过程及授课内容			教学活动
<p>【课程导入——动植物在景观中的运动】</p> <p>上次课我们介绍了关于相邻景观要素间的无机流。作为另外一种重要的流——物种流，即动植物在景观中的运动规律和特征如何呢？</p> <p>从种子随风扩散的随机性，到狼群穿越森林廊道的策略性；从高速公路对青蛙迁徙的致命切割，到湿地公园为候鸟搭建的“服务区”。理解这些运动规律，有助于我们全面的解析景观对物种流的影响，对生物多样性保护工作的开展十分重要。</p> <p>【探究新知】</p> <p>一、运动方式</p> <p>物种流即动、植物穿越景观的运动。大体可分为两种模式：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 连续运动：加速、减速和匀速运动； ● 间歇运动：一次或几次的停歇。 <p>物种的运动模式与景观异质性程度有很大关系。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 当景观异质性较低时，有利于某一物种做相对匀速的运动； ● 当穿越适宜性不同的异质区域时，运动速度往往会发生改变； ● 景观要素边界的作用与运动模式——界面通过频率。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>✓ 界面通过频率：某一客体穿越景观时前进单位距离所越过的边界数量。</p> </div> <p>动物在较高均质性的空间中运动时具有较低的界面通过率。</p> <p>物种在景观中的运动更多地表现为间歇运动，如运动过程中停歇、觅食，</p>			<p>【提问】为什么会存在不同的运动模式呢？</p>

<p>植物种子在风或水流作用下的跳跃式传播等。</p> <p>间歇运动的重要作用在于所疏散的物体与在停留处的物体间经常有很重要的相互作用。如：动物在停留地啃食嫩草、践踏场地、四处便溺、修筑巢穴或被捕食。</p> <p>对应的两种停留类型：休息站和暂住处。</p> <ul style="list-style-type: none">● 休息站：当一些动物个体到达某地，作短暂停留后再继续运动；或个体可能在休息站长时间停留而不繁殖；● 暂住处：物种到达该处后能够成功地生长和繁殖，从而可以通过繁殖后代来扩大其分布，给物种的进一步扩散提供了新的种源。 <p>二、物种流的扩散类型</p> <p>动物的运动范围可以分为：</p> <p>(1) 巢域内运动</p> <p>巢域或领地是指它们进行繁殖、取食及其他日常活动的场所，一般以“家”（巢、穴、窝）为中心。</p> <p>(2) 疏散运动</p> <p>疏散是指接近成年的动物个体从其出生地向新巢域扩散的单向运动。新巢域通常远离其源地，距离可达其巢域直径数倍之遥。</p> <p>(3) 迁徙运动</p> <p>迁徙是动物于不同季节在相隔地区间进行的周期性运动。例如，鸟类秋季迁往南方越冬，春季返回北方繁殖。</p> <p>植物不像动物可以靠翅膀和四肢到处运动，但可以通过其他方式迁移，其中最重要的一种就是通过繁殖体扩散。<u>一种植物只有在一新生境成功定殖后，才被认为是传播。</u></p> <p>根据繁殖体传播的媒介类型，可将植物分为：</p> <p>①风播植物，如蒲公英；②水播植物，如柳树，多生活在江河湖海岸边；③动物传播植物，如带有可黏附的结构；④重力传播植物，如坚果类；⑤自传播植物，如荚果爆裂；⑥靠地下根茎扩散，如竹类、芦苇等。</p> <p>【本课小结】</p> <p>本节课程中，我们学习了动植物在景观中运动形式——物种流传播的方式。重点内容包括：动物的运动方式、运动范围对应的类型，以及植物繁殖体对应的不同媒介类型。请同学理解并区分不同的传播方式。</p> <p>【课程导入——流与景观结构】</p> <p>前面的课程中，我们介绍了林带结构对空气流、物种流等方面的影响，其实这正是景观结构对流产生作用和影响的一个案例。本节课，我们将从理论角度详细展开介绍流与景观结构之间的关系。</p> <p>【探究新知】</p> <p>一、景观结构对流的影响</p> <p>景观空间格局与生态过程的关系是景观生态学研究的核心问题之一。</p>	<p>【提示】休息站和暂住处的主要区别在于动物个体是否在此地繁殖后代。</p> <p>【类比】这里我们将人的活动与之类比，方便大家记忆：巢域内运动类似我们只在家附近散步、买菜等，不使用额外的交通工具而能够活动的范围；疏散运动类似我们成年独立后拥有自己的住房，搬离原有的居住地而产生的单向运动；迁徙运动则类似于一些东北人喜欢在冬季前往海南过冬的行为。</p>
--	--

种群动态、生物多样性和生态系统的一般过程都会不可避免地受到景观空间格局的制约或某种程度的影响。

结合教材中 P82-83 的案例，我们来理解一下，景观结构对流的影响：

● 景观格局与洪水水流

补充视频介绍[水利工程——都江堰](#)

主要结构包括：

1. 鱼嘴分水堤——分流与分沙

分水：利用岷江弯道地形，将江水按四六比例自动分流至内江（灌溉渠）与外江（主河道），旱季优先保障灌溉，洪水期外江泄洪。

分沙：弯道离心力使表层清水流入内江，底层含沙水流偏向凸岸（外江），减少内江淤积（弯道动力学原理）。

2. 飞沙堰——排沙与限流

排沙：内江水流经狭窄宝瓶口加速，形成横向漩涡，将沙石从飞沙堰抛回外江（涡流排沙），年排沙量超 90%。

限流：洪水期超量水流从飞沙堰溢出至外江，避免成都平原洪涝（自动溢洪设计）。

3. 宝瓶口——控水与引水

控水：凿穿玉垒山形成的狭窄缺口（宽 20 米），利用喉道效应限制内江入水量，确保灌溉渠安全流量。

引水：通过地形高差，引导内江水自流灌溉成都平原，形成无坝引水的可持续模式。

● 湿地景观结构对营养物质的截留

辽河三角洲苇田湿地对氮磷的截流

● 扩散形式

扩张扩散、移位扩散等

生境结构对动物行为的影响也是十分普遍的。下图给出了一些简单的生境组合示意图。

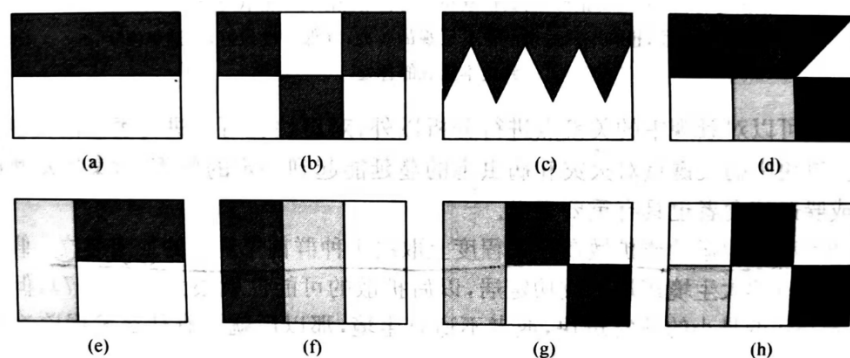


图 1. 生境组合结构示意图，分别表示不同的生境分散、相邻和交会情况 (Forman, 1995)

图 b 的生境比图 a 更分散；图 b 和图 c 具有相同的边界长度，前者的生境更分散。图 e 和图 f 的分散程度相同，但图 f 中深色生境与浅色生境之间的边界长度比在图 e 中要长些；与图 e 相比，图 g 中的生境更分散些。

我们把与三类或三类以上生境相邻接的点称为交会点。交会点对某些动物

【视频】播放都江堰水利工程视频，讲解其构成中的主要结构是如何控制水流，进而影响整个区域景观的。

【讲解】讲解并比较左图中生境面积、分布格局等差异，帮助学生更好地理解景观的空间结构。

往往具有非常重要的意义，其周围生境的布局不仅提供多样化的资源，而且在困难时期可以提高种群的稳定性。但交会点本身的稳定性往往较低，因为附近物种很容易侵入，从而使它丧失独特性，而成为新板块发展的核心。

二、景观中对流起关键作用的结构

景观中的关键点：

①具有重要内容或源地效应的部位（如大型自然植被），或者不寻常的地物（如沙漠中的河流）；②变化较多的区域，特别是生态敏感区，以及那些一旦受到干扰就长时间得不到恢复的区域；③各种形式的流交会的地方。

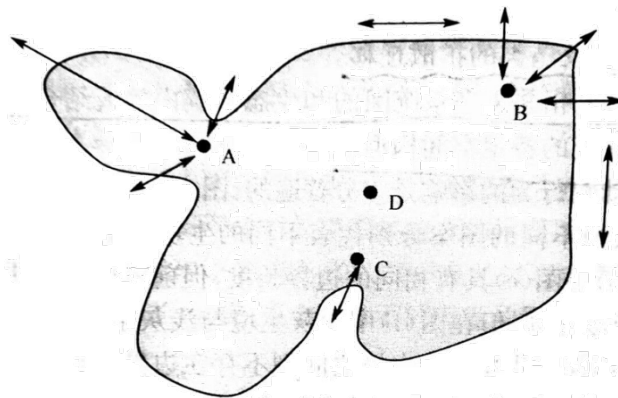


图 2. 景观中的关键点 (Forman, 1995)

图中 A 点能够最好地控制来自其他景观的物流和能流, 便于通往其他景观; B 点前往其他景观的总体通达性最好, 对其他景观中的运动控制性最好; C 最便于到达主要的弯曲部位, 也利于从这里前往本景观的各处; D 保护性最好, 从这里便于到达本景观的各处。

物种种群的运动或扩散在很大程度上取决于种群首先达到的景观部位。假如首先在适宜的大生境斑块上成功定居, 以后扩散的可能性就很大, 但如果首先到达的是小的适宜斑块, 或者不适宜生境, 那以后就没有什么发展前途可言了。

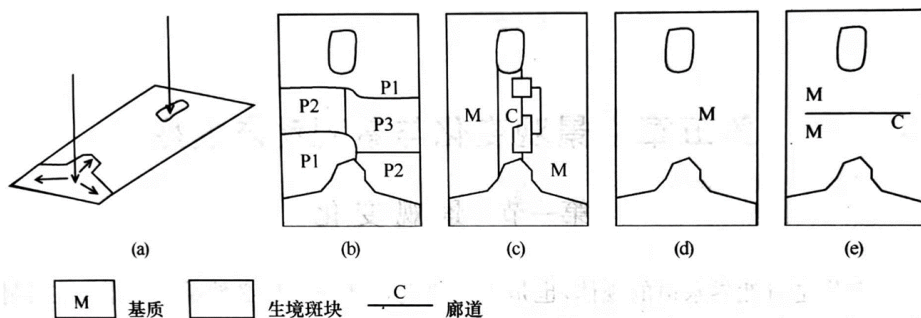


图 3. 物种种群在异质性景观中的侵入和扩散

(a) 物种侵入某区域的两处, 其中一处全为不适宜生境所环绕, 另一处则为生境斑块所环绕; (b) 物种在生境斑块之间的扩散需要跨越一片异质性区域 (图中 P1, P2, P3 分别表示友好程度不同的生境斑块); (c) 物种在生境斑块之间的扩散需要通过廊道网络来实现; (d) 物种在生境斑块之间的扩散直接通过基;

【提问】请同学描述图示 b-e 中物种在两个生境斑块间会如何扩散?

<p>(e) 物种经基质扩散时要越过一条相当于屏障的廊道。</p> <p>【本课小结】</p> <p>本节课我们主要通过案例分析的形式，学习景观结构如何影响生态流的传播，包括景观结构对水流、养分流和物种流的影响；并且对景观中对生态流起关键作用的结构进行了归纳。希望同学们能够理解景观结构对流的有影响规律，并分析和解释相关的作用机制。</p> <p>【作业、思考与练习】</p> <p>请同学们自行阅读下面文献，详细了解景观格局对养分流的影响。</p> <p>李秀珍, 肖笃宁, 胡远满, 等. 辽河三角洲湿地景观格局对养分去除功能影响的模拟[J]. 地理学报, 2001, (01): 32-43.</p> <p>【板书设计】</p> <div><div><p>第四章 反映景观功能的生态流</p><p>第三节 动植物在景观中的运动</p><p>一、运动方式</p><p>运动模式：连续运动、间歇运动</p><p>停留类型：休息站、暂住处</p><p>二、物种流的扩散类型</p><p>(动) 运动范围：巢域内、疏散、迁徙</p><p>(植) 风播、水播、动物传播、重力传播、自传播、地下根茎扩散</p></div><div><p>第四节 流与景观结构</p><p>一、景观结构对流的影响</p><p>景观格局与水流、养分流、物种流</p><p>二、景观中对流起关键作用的结构</p><p>关键点</p></div></div>	
<p>教学反思</p> <p>本节课从动植物在景观中的运动引入，逐步探讨物种流的方式、扩散类型，再到景观结构对流的影响，内容丰富且逻辑清晰。着重通过案例分析，使抽象理论具体化，有助于学生理解。不足之处在于课堂互动较少，学生参与度有待提高。</p> <p>后续改进措施：包括增加小组讨论环节，鼓励学生就景观结构对流的影响发表见解；同时，可引入更多实地直观案例，让学生更实际地体验景观生态学的魅力，增强学习兴趣。</p>	

第五章 景观变化与景观动态模型

授课题目	5.1 景观变化 5.2 景观稳定性	学时数	2 学时
教学目标	<p>□ 知识目标</p> <p>1. 掌握景观变化的量化方式。包括描述景观变量变化的参数及景观格局总体变化的指标。</p> <p>2. 掌握景观稳定性的内涵。理解景观稳定性的概念，明确景观稳定性的本质。</p> <p>□ 能力目标</p> <p>分析与应用能力。能够使用相关参数及指标对实际景观变化案例进行描述与分析；能够使用相关理论解释和分析不同景观类型稳定性差异的本质。</p> <p>□ 素养目标</p> <p>动态发展观与生态伦理意识。树立“变化是常态，稳定是动态平衡”的景观认知观；理解人类活动对景观稳定性的双重性，培养“干预有度”的责任意识。</p>		
教学重点 &难点	<p>□ 教学重点</p> <p>1. 描述景观变量变化的参数；</p> <p>2. 判断景观格局总体变化的定性指标；</p> <p>3. 景观稳定性的本质。</p> <p>□ 教学难点：</p> <p>使用平衡态热力学理论和耗散结构理论解释景观稳定性的本质。</p>		
教学方法	讲授法、案例法、讨论法		
教学手段	课件、板书、超星学习通		
教学过程及授课内容			教学活动
<p>【课程导入——景观变化】</p> <p>图 1. 景观土地利用变迁过程</p>			<p>【说明】这幅图展示了一个区域从自然状态到城市景观的演变。最初是覆盖着森林和湖泊的自然景观，随后人类活动逐渐出现，农业和居住地开始形成，经过各个历史时期的土地改革和农业发展，最终演变成了高度城市化的景观，包括住宅区、公园等设施。这一过程反映了人类活动对自然环境的影响以及城市化进程的演变。</p>

变化是自然界永恒的定律，也是人类改造自然的一种必然结果。景观在时刻发生变化。景观的变化有长期的，也有短期的。本次课我们将详细学习“景观变化”。

【探究新知】

一、景观变量的变化

凡是在景观中能够随时间变化的量均可被称为**景观变量**，包括：

1. 格局变量（斑块形状、面积和边缘等）
2. 静态过程变量（生物量、营养元素含量、生物多样性等）
3. 动态过程变量（生产力、景观要素间的流、演替速率等）

Forman 和 Godron(1986)总结了景观变量随时间变化的 12 条曲线，景观变量随时间变化的趋势可以从三个参数进行描述：

1. 变化的总趋势（上升、下降和水平趋势）；
2. 围绕总趋势的相对波动幅度（大范围和小范围）；
3. 波动的韵律（规则或不规则）。

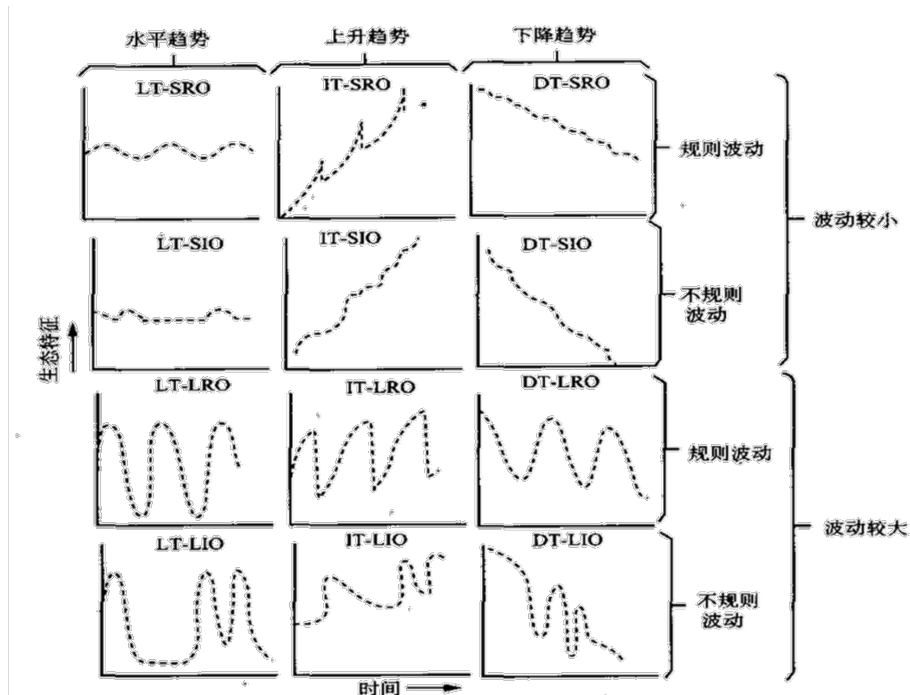


图 2. 景观变量随时间变化的 12 条曲线

值得注意的是，上述曲线形式并未涉及具体的时间幅度，而作具体分析和判断时，**时间幅度却非常重要！**

- 在较大时间幅度上，整体趋势水平、规律性波动，可认为整体变化稳定；
- 在小时间幅度上，通常需要事先确定该变量的常见曲线，以此为参照，再将所测定曲线与之比较分析。

二、景观格局总体变化

Forman 和 Godron(1986)年提出三个判断景观格局**总体变化**的定性指标：

1. **基质变化**：某一新的景观要素相对面积最大、连通性最好，新的基质

【说明】图中的英文字母为三个独立参数的缩写：
趋势：L—水平 level; I—上升 increasing; D—下降 decreasing
波动：S—小 small; L—大 large
规律：R—规则 regular; I—不规则 irregular

代替原来的基质；

2. 景观空间格局改变：几种景观组分类型所占景观的百分比发生了很大变化，引起景观格局改变；
3. 产生新的景观要素类型：景观内产生了一种新的景观组分，并达到一定的覆盖范围。

景观格局总体变化在自然和人工环境中均普遍存在。植被的演替、城乡的变化、土地覆盖的变化等均可直接引起景观格局的总体变化。

以 1958–1988 年沈阳西郊景观格局研究为例，分析景观格局总体变化。

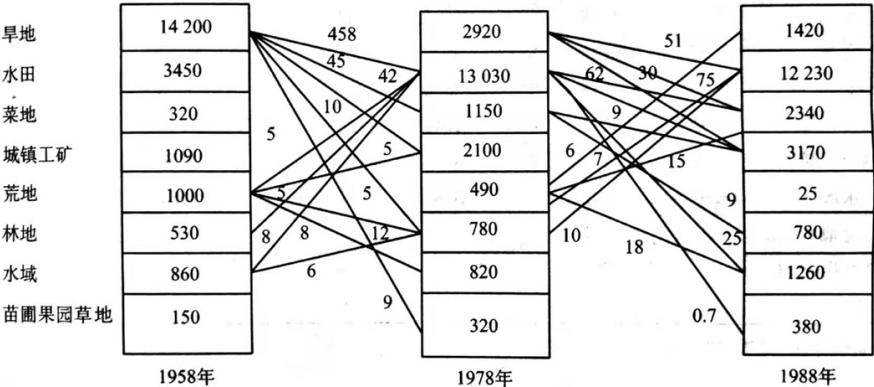


图 3. 三个时期沈阳西郊景观中各类型斑块的转化状况

表 1. 三个时期沈阳西郊景观各类镶嵌体的优势度

年份 Year	1958				1978				1988			
	Rd%	Rf%	Lp%	Do	Rd%	Rf%	Lp%	Do	Rd%	Rf%	Lp%	Do
旱地 Non-irrigated field	基质Matrix 大Biggest				14.83	75	13.5	0.2821	8.72	58.33	6.57	0.1894
水田 Paddy field	9.29	62.5	15.98	0.2594	基质Matrix 大Biggest				基质Matrix 大Biggest			
菜地 Vegetable field	7.65	50	1.47	0.1515	11.0	58.33	5.32	0.1899	18.5	87.5	10.83	0.3192
林地 Forest land	6.56	45.83	2.47	0.1433	4.31	33.33	3.62	0.1122	6.69	45.83	3.63	0.1495
苗圃 果园 草地 Nursery, Orchard, Meadow	4.37	29.17	0.72	0.0875	9.90	45.83	1.48	0.1447	10.62	54.17	1.78	0.1709
城镇-工矿 City-Factory mine	40.44	100	5.03	0.3763	35.89	100	9.72	0.3883	31.89	100	14.69	0.4032
水域 Water	10.93	70.83	3.97	0.2243	15.79	87.5	3.80	0.2772	22.83	91.67	5.81	0.3153
荒地 Unused land	20.77	70.83	4.61	0.2521	9.09	62.5	2.25	0.1902	1.18	12.5	0.12	0.0348

Rd: 相对密度 Relative density, Rf: 相对频度 Relative frequency, Lp: 景观比例 Landscape proportion, Do: 优势度 Dominance

表 2. 三个时期沈阳西郊景观多样性和均匀性的变化

斑块类型	1958 年			1978 年			1988 年		
	景观比例 P_i	M_i	H_{max}	景观比例 P_i	M_i	H_{max}	景观比例 P_i	M_i	H_{max}
旱地	65.75	0.3978	3	13.5	0.3900	3	6.57	0.2581	3
水田	15.78	0.4228	3	60.31	0.4400	3	56.61	0.4647	3
菜地	1.47	0.0895	3	5.32	0.228	3	10.83	0.3473	3
林地	2.47	0.1319	3	3.62	0.1734	3	3.63	0.1737	3
苗圃果园	0.72	0.0513	3	1.48	0.0897	3	1.78	0.1034	3
城镇工矿	5.03	0.217	3	9.72	0.3269	3	14.69	0.4065	3
水域	3.97	0.1848	3	3.80	0.1794	3	5.81	0.2385	3
荒地	4.61	0.2047	3	2.25	0.1223	3	0.12	0.0115	3
多样性指数 H	1.70			1.95			2.00		
均匀性	0.57			0.65			0.67		

- 1985 年，旱地是基质，所占面积最大，但到 1978 年后，水田面积大幅增

【说明】景观格局的描述，通常使用景观指数进行表征。

【讨论】请同学们根据上述三方面的指标，尝试描述和分析这一研究案例。

<p>长并成为基质；</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1985 年，荒地占有很大面积，而到 1988 年已基本被开发利用； • 城镇工矿用地在景观中的相对重要性有所下降，而菜地和水域面积有所增加； • 斑块总数逐年增加，由 183 增至 254 块； • 每个斑块的平均面积在逐渐减小，说明景观逐渐破碎化。 <p>【本课小结】</p> <p>本节课我们对景观变化进行了详细的介绍，从景观变量的变化和景观格局总体变化两个方面进行了介绍和解读。请同学们重点理解：1. 描述景观变量随时间变化趋势的相关参数（做到可以利用相关参数对研究结果进行描述）；2. 掌握判断景观格局总体变化的定性指标。</p> <p>【课程导入——景观稳定性】</p> <p>景观稳定性是与变化相对的。上一节我们介绍了“景观变化”，那么与之对应的就涉及到“景观稳定性”。本节课我们将对景观稳定性的相关概念和内涵进行介绍。</p> <p>【探究新知】</p> <p>一、景观稳定性的概念</p> <p>1. 平衡</p> <p>Pickett (1994) 指出生态系统平衡范式的 6 个特征：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 本质上是封闭的； • 可自我调控； • 具有稳定点或稳定的循环平衡； • 有确定的动态； • 本质上无干扰； • 与人类影响无关。 <p><u>生态学范式从平衡观点向非平衡观点的转变是在 20 世纪逐渐形成的。</u></p> <p>与平衡范式相对，非平衡范式认为，生态系统是开放的，受内部和外部因子的控制，缺乏稳定的平衡点，非确定的，兼容干扰，允许人类影响。这些观点代表了生态思想的基本转变 (Turner et al., 2001)。</p> <p>实际生态学系统能够表现出一系列动态，平衡只是某个时空尺度上的一种特殊状态，在该状态下所有引起变化的因子被平衡。对于生态系统来说，通常只有动态平衡，而不存在绝对平衡。动态平衡总体上处于稳定状态，但存在内部变化。</p> <p>总体可包括景观中物种的数量、单个物种的密度、立木的生物量、演替阶段的相对比例等；内部可指一段时间内的局部点，内部空间分布等。</p> <p>比如下图中，森林景观在不同演替阶段的林龄组成在比例上基本一致，但各林龄的林分在空间分布上却存在差别。</p>	<p>【思考】这种观点大家是否认同？</p>
--	------------------------

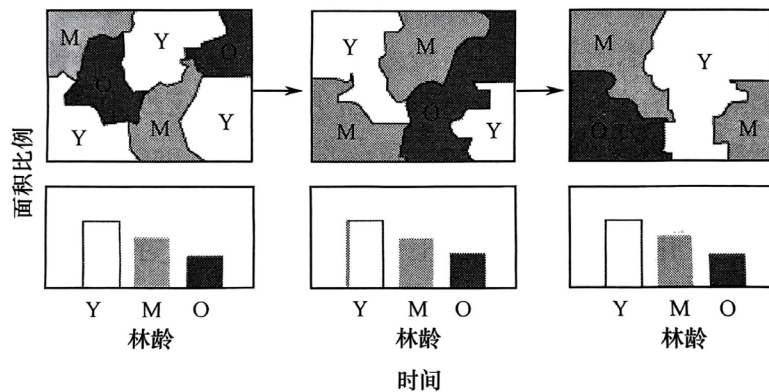


图 4. 动态平衡概念举例

图中 Y 表示幼龄林；M 表示成熟林；O 表示老龄林

2. 稳定性

不同的学者对景观稳定性的理解不同，用法不一，十分混乱，目前还没有统一的看法。在谈到景观稳定性时，多是借用生态系统的一些概念。

景观统稳定性包括了两方面的含义：

1. 对干扰的反应

- 系统受到干扰后恢复原有状态的能力（恢复性或弹性）；
- 系统保持其原有状态的能力，即抗干扰的能力（抗性、抵抗力或阻力）。

2. 景观变化的形式

持久性表示系统或某些成分和状态的保持时间（即“是否存在”）。如果景观的某一特征在一定时间内保持不变（或在一定时间内变化，但在统计上，仍基本稳定），那么景观的稳定性就强。

从第一方面（即抗干扰）认识稳定性，是基于稳定平衡点存在的假设；而第二种则基于非平衡态假设。

3. 非稳定性

如果系统由于某种原因（如受到干扰），改变原来围绕中心位置上下波动的状态，出现一条新的轨迹线，那么该系统就表现出非稳定性。

总体趋势、波动幅度、
韵律、周期性

非稳定性可能以两种形式存在：

- 系统发生变化后，达到新的可预测的波动状态，形成一种新的复合稳定平衡；
- 旧的平衡被打破后，并没有新的可预测的波动状态出现。比如：干旱的草地一经耕垦，就会不稳定。

4. 复合稳定性

生态系统的稳定性与非稳定性的关系基本上是辩证统一的，稳定性总是暂时的。复合稳定性并非介于稳定性和不稳定性之间的一种状态，而是两者的结合，具有新的特性。

【提示】通常未明确说明时，稳定性常指抗性或恢复性。

例。

例：我们假设景观包含有 16 种物种，将景观分成不同的斑块，抽象化为几种特殊的类型。用上述公式来计算景观的熵值。

16

(a)

8

8

(b)

4

4

4

4

(c)

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

(d)

图 6. 不同的景观格局示意图

最终结果中图 a 的熵值最高。

在相同的物种情况下，斑块数越多，景观结构的异质性越高，熵值越低，景观越不稳定。

根据这一结论中提及得景观异质性、斑块数等规律，可以用来比较不同景观类型或演替阶段之间得稳定性。

表 3. 不同类型或演替阶段得景观得稳定性对比

景观类型	草地景观/人工建筑景观	灌木-草地景观/农业景观	森林景观/自然景观
斑块数量	最多	少	最少
斑块结构	小斑块	大斑块	较均匀分布
水平结构的异质性	高	较低	最低
熵值	低	较高	最高
无序度	小	大	最大
有序度	大	小	最小
稳定性	较弱	较强	最强

这很好地解释了为什么演替得终极景观（乔-灌-草组合）的稳定性更强，森林景观/自然景观中物种分布均匀，景观结构呈现更均质的特征，熵值最大，因此稳定性更强。

以上结论基于经典的平衡态热力学理论对景观稳定性问题进行解释，将景观近似为孤立的系统：系统通过内部因素自我调控；演替具有自发性，无干扰作用；仅从景观结构上考虑；考察景观的物理稳定性。

然而，近代生态学思想认为景观实际上总是处于耗散状态，景观系统本质上是开放的，与外界有不断的物质和能量交换；演替会受到干扰作用；即考虑景观结构，也考虑生物量；考察景观的生物稳定性。

耗散理论基于贝纳德对流实验，实验结果认为：当上下板温差达到某一临界点时，原来表面看起来静止的流体会突然出现许多规则的六角形对流格子！这时，分子好像被组织起来了，用规则有序的对流方式替代了之前的均匀，混乱，无序的热运动！系统通过与外界进行能量交换使熵降低，无序程度降低，进而达到稳定。

从耗散理论来考虑，景观稳定性大小与其负熵流（如，吸收太阳能、人类投入）多少密切相关。森林景观的生物量最高，所吸收的太阳能也最多，负熵流最多，使得熵值最低，有序度最高，稳定性也最高。

景观稳定性的本质从耗散理论应从两方面说明：

1 外部条件（物流和能流的交换）：物流和能流的输入量要达到一定程度

【提问】根据这一结果，可以得出怎样的结论呢？

【说明】耗散理论提出的背景——贝纳德对流实验。

才能使景观保持一定的复合稳定性，而输入量的大小决定于系统本身的特性。

- 2 内部条件（自组织）：系统原本处于无序状态，在外界条件下，自发形成有组织行为。自组织系统是系统中不同组分结构和过程能彼此互相增强的系统。景观的自组织可促进系统在受到外力作用时能尽快恢复起原有的特征。

【本课小结】

本次课我们介绍了景观稳定性的内涵，详细讲解了平衡、稳定、非稳定和复合稳定的概念。更主要的是，基于热力学平衡理论和耗散理论两个角度对景观稳定性的本质及不同景观类型稳定性的原理进行了详细的分析和解释。需要同学们掌握如何利用两种理论解释森林景观的稳定性最强这一生态学问题。

【作业、思考与练习】

从经典平衡态热力学和耗散结构理论两种观点解读为什么不同类型或演替阶段的景观中“森林景观”的景观稳定性最高？

参考答案：

根据经典平衡热力学理论公式计算结果认为，在相同的物种情况下，斑块数越多，景观结构的异质性越高，熵值越低，无序度和均匀度低，景观越不稳定。森林景观与其他类型景观相比，其斑块数量最少、均匀度和无序度最高，因此其景观稳定性最高。

从耗散结构理论来考虑，景观稳定性大小与其负熵流（如，吸收太阳能、人类投入）多少密切相关。森林景观的生物量最高，所吸收的太阳能也最多，负熵流最多，使得熵值最低，有序度最高，稳定性也最高。

【板书设计】

第五章 景观变化与景观动态模型

第一节 景观变化

一、景观变量的变化

景观变量？

参数：趋势、幅度、规律

二、景观格局总体变化

指标：1. 基质变化 2. 格局改变 3. 新的

景观要素

沈阳西部案例*

第二节 景观稳定性

一、景观稳定性的概念

平衡、稳定、非稳定、复合稳定

二、景观稳定性的尺度问题

时间、空间

三、景观稳定性的本质*

平衡态热力学

耗散理论

教学反思

本次课程主要讲解景观变化的两个方面，即变量的变化和总体变化两方面的参数和指标，以及景观稳定性的内涵及本质。教学流程清晰，通过理论讲解与案例分析相结合的方式，有助于学生理解复杂概念。不足之处在于教学内容较多，时间安排略显紧凑，导致部分学生难以充分消化。

改进措施：合理调整教学节奏，安排课前预习及测验，课上更加突出重难点，做到详略得当，确保学生有足够时间思考和讨论，以提高教学效果。

授课题目	5.3 景观变化的驱动力	学时数	2 学时
教学目标	<p>□ 知识目标</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握景观变化的本质。掌握景观变化的机制，即作用力及其强度对景观变化的影响。 2. 掌握变化的驱动力及作用机制。理解并掌握常见的景观变化的驱动力，并能够分析和解释其作用机制。 <p>□ 能力目标</p> <p>分析与应用能力。能够运用景观生态学理论，识别和分析景观动态变化的驱动力和机制；能够应用景观生态学原理分析实际生态学问题。</p> <p>□ 素养目标</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 激发学生对景观变化的好奇心，培养对自然科学的探索欲。 2. 认识到景观生态学在环境保护和可持续发展中的重要作用，树立环境保护意识；培养学生的责任感和使命感，认识到自己在保护和改善生态环境中的社会责任。 		
教学重点 &难点	<p>□ 教学重点</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 作用力强度及景观的响应； 2. 常见的景观变化驱动力及作用机制。 <p>□ 教学难点：</p> <p>干扰与景观变化的作用机制</p>		
教学方法	讲授法、类比法、案例法、讨论法		
教学手段	课件、板书、视频、超星学习通		
教学过程及授课内容			教学活动
<p>【课程导入】</p>  <p>图 1. 2019 年澳大利亚森林火灾发生前后的遥感影像</p> <p>从图中我们可以清晰的看到，同一地点的景观变化，林火正是驱动这一变化发生的作用力。景观变化是景观生态学关注的重要内容之一，而引起景观变化的作用力是多方面的，本节课我们将从景观变化的作用力及其强度、常见的景观变化驱动力及案例等方面对景观变化进行详细学习。</p> <p>【探究新知】</p>			<p>【说明】左图为 2019 年澳大利亚森林大火发生前后的遥感影像。</p>

一、景观变化的作用力及其强度

(一) 景观变化的作用力

来自景观系统内部和外部的作用力首先影响某个或多个景观要素，进而通过这些要素各自作用和综合作用影响景观变化。

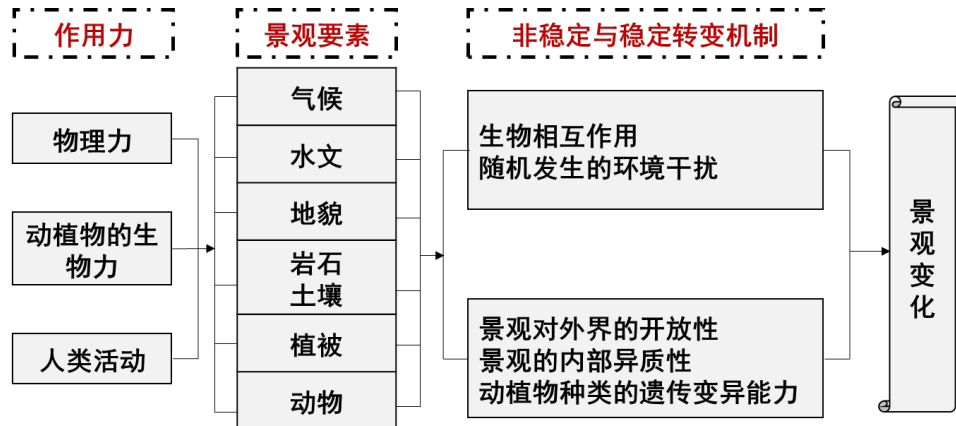


图2. 景观变化的作用力和机制

(二) 景观变化的作用力强度

景观变化是景观遭受作用力时发生的现象，类似于物理系统遭受作用力时被压缩或拉伸的情形。

类比：金属棒在张力作用下被拉伸时会出现两个极限，即断裂点（R）和弹性限度（D）。

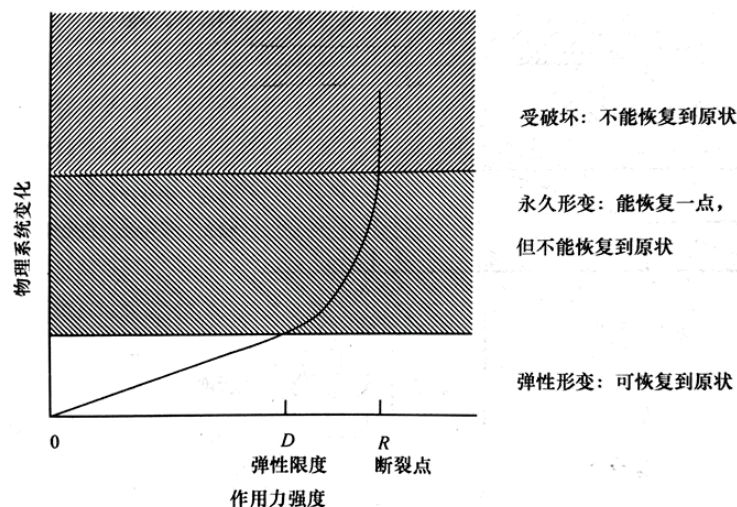


图3. 不断增加的作用力对物理系统的影响(Forman & Godron, 1986)

1. 当作用力小于弹性限度D时，金属棒可完全恢复原状；
2. 当作用力介于弹性限度D和断裂点R之间时，金属棒发生永久形变或非弹性形变，即使作用力取消，金属棒并不能恢复原状；
3. 当作用力大于断裂点R时，金属棒将会折断。

类似的，对于景观系统来说，不同程度的作用力对其也会产生不同的影响效果。

【说明】图2直观地展示了景观变化的作用机制。首先，不同的作用力作用于景观要素，并受景观本身的稳定性、开放性等性质的制约，最终景观的响应不同，而产生不同的变化。

【讨论】请同学们思考、讨论，金属棒在外力作用下有如此响应规律。那么，景观系统会有怎样的变化呢？

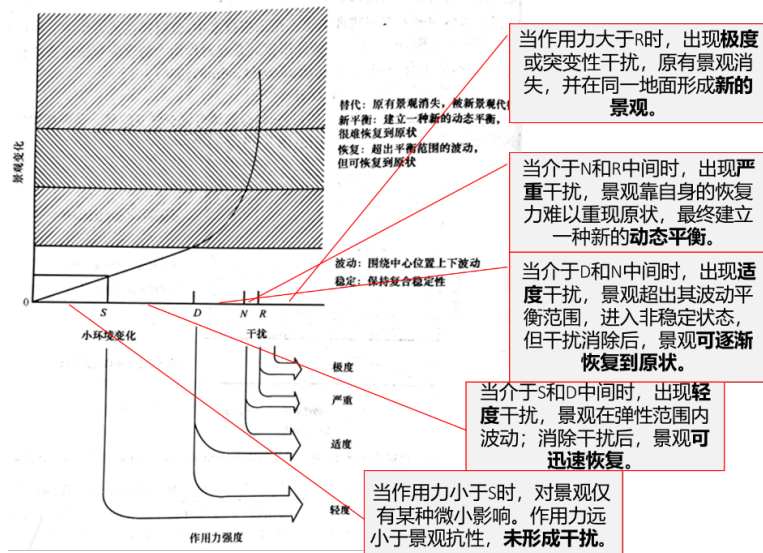


图 4. 不断增加的作用力对景观系统的影响(Forman & Godron, 1986)

以下, 我们从气候变化, 地貌形成, 土壤稳定性, 水文过程, 植被动态, 动物活动, 干扰, 人类活动, 介绍八个常见的影响景观变化的驱动力及景观的变化。

二、气候变化与景观变化

- 气候对景观的影响, 包括**时间**和**空间**上的。

时间上——周期性和不规则变化

例如: 季节性变化、昼夜变化等 (周期性)

气候变化、极端天气、自然灾害等 (不规则)

由于气候周期性变化使景观维持常态, 所以提及气候变化对景观变化的影响时, 通常考虑**不规则变化**的影响。

空间上——地带性大气候和隐域性或地带内小气候变化

例如: 气候带—植被带—土壤。

不同地形、地貌特征对应的小气候差异。

- 景观的响应:

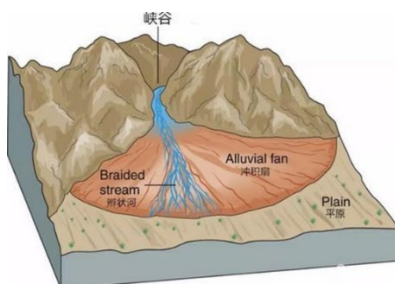
植被分布发生明显变化; 生物资源丧失; 生物多样性减少; 水循环过程受到影响

三、地貌形成与景观变化

有 4 个过程可使地表自然地貌发生变化:

- 风和水流: 是塑造地貌最重要的外动力, 外动力使得景观变化十分明显。

例如: 冲积扇和洪积扇



【补充】不同于上图, 这里补充了一个 S 点。因为对于生态系统来说不同于金属棒在无外力作用下的静止状态, 变化才是生态系统的常态。而小于 S 点的作用力小于景观本身的抗性, 景观可能只是轻微的波动, 并未造成变化。在 D 和 R 中间补充了一个 N 点, 认为当作用力小于 N 时, 干扰结束后, 景观仍朝原状恢复; 但当作用力大于 N 时, 即使干扰结束, 景观难以恢复原状, 而是建立新的动态平衡。

图 5. 冲积扇形成的示意图

- 重力作用：指坡面上的岩层、岩体、岩屑或土体在重力作用下，有一定的水分参与，发生不同形式的位移而产生的独特地貌。



图 6. 土壤侵蚀示意图

- 冰川运动：包括冰川的侵蚀和搬运，是改造地球表面形态的巨大动力，可以形成冰蚀地貌、冰碛地貌和冰积地貌。
- 地壳构造运动：即地壳在地球内营力作用下，本身的物质和能量不断发生循环和转化，造成其表面形态不断发生变化。如地震、海啸、火山等。

四、土壤稳定性与景观变化

气候是决定植被的主要因素，植被可以改变土壤，而土壤又可以改变植被。因此这部分主要考虑气候-植被-土壤间的作用及变化。

- 植被覆盖：土壤与植被之间形成反馈机制，景观要素较稳定；
- 无植被覆盖：土壤的抗侵蚀能力极弱，风蚀、水蚀过程加速对土壤性状的改变。

五、水文过程与景观变化

水既是景观中较为活跃的组成要素，又是对景观的变化最具影响力的作用力或干扰因素。水的稳定性最差，变化难以预测。

- 水的有无对景观有极大的影响

水—气候条件—植被—生物之间的响应机制

- 水文过程的改变可以使河流和湖泊干涸

自然过程、人为影响—水文特征改变—生态系统响应

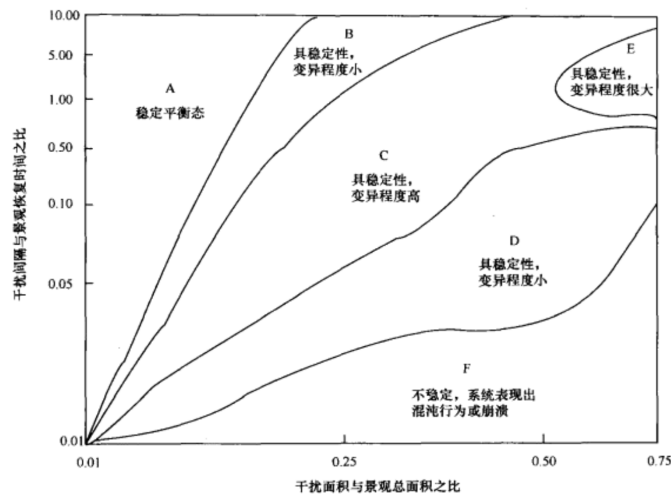
【课程思政案例】：塔里木河引水工程

塔里木河引水工程是水文过程驱动景观演变的典型案例，生动诠释了水作为关键生态因子对区域景观格局的重构作用。历史上因过度开发导致塔里木河下游断流，引发胡杨林退化、湿地萎缩等生态危机，凸显了水文循环中断对于干旱区景观的毁灭性影响。2000 年起实施的生态输水工程通过人工调控重现自然径流过程，逐步恢复了下游河道的地表-地下水联系。这一水文驱动力的修复促使沿岸地下水埋深从 8 米回升至 4 米，胡杨林幼苗更新面积增加 46%，台特玛湖湿地重现 300 平方公里水域，形成“河道复流—地下水位抬升—植被复苏—生物多样性恢复”的链式景观响应。该案例融入课程思政内涵，启示学生深刻理解“山水林田湖草沙是生命共同体”的系统观，彰显了生态文明建设思想的前瞻性。工程实践中科技工作者扎根边疆、科学治水的奋斗精神，更是新时代青年践行“把论文写在祖国大地上”的生动教材，引导学生在专业学习中树立生态报

【提示】以上三点都可以认为是景观变化作用力中的传输作用或物质流或重力作用所产生的影响。

【视频】塔里木河引水工程

<p>国志向，强化人水和谐发展的责任担当。</p> <p>六、植被动态与景观变化</p> <p>在景观变化中起主要作用的因子应属植被。无论是土壤稳定性还是水文过程与景观变化之间，植被都参与其中。其在景观要素中的生命周期相对较短，表现活跃，易受干扰和破坏，受外力作用首先发生改变。</p> <ul style="list-style-type: none">● 时间动态上：植物进化、年内、年际等周期性变化。● 空间动态上：大范围植被动态对景观变化的影响。 <ol style="list-style-type: none">1 植被分布的边界由于周期性的环境变化或异常变化而发生变动，表现为植被分布面积的扩大或缩小。2 长期的环境变化使得部分植物种类趋向灭绝、适应或迁移。3 当一个物种到达一个新的地区，由于有适宜的生境，并缺少相应得限制因素，该物种便能发生大量繁殖和扩散，构成外来物种入侵。 <p>七、动物活动与景观变化</p> <ul style="list-style-type: none">● 景观中的动物多数情况下作为干扰因素出现；● 动物还可以作为景观中“流”的重要传递媒介和作用力；● 河狸修水坝——动物活动直接改变景观的案例。 <p>【案例】为什么河狸修筑水坝？</p> <p>北美河狸修筑水坝的核心动机源于其生存需求：通过蓄水形成深水域躲避陆地捕食者，同时在静水区储存冬季食物并构建安全巢穴。这类水坝主要由树枝、泥石等材料交错堆砌，底部宽度可达 3-5 米，顶部呈弧形延伸形成阶梯式挡水结构，能够拦截 60%-90%的河道径流。这种动物工程显著改变景观格局——坝体上游形成串珠状堰塞湖，淹没区土壤含水率提升 200%引发沿岸森林向湿地转型；中游沉积的有机质催生苔草、香蒲等挺水植物群落；下游因水流减缓形成冲积扇，发育出赤杨-柳树河岸林带。典型监测数据显示，单个河狸坝能使 0.5 平方公里内的水域面积扩大 8 倍，吸引涉禽、两栖类等 62 种动物栖息，同时通过碳埋藏作用使单位面积碳储量增加 15 吨/公顷，最终塑造出多层次、高异质性的湿地景观镶嵌体。</p> <p>八、干扰与景观变化</p> <ul style="list-style-type: none">● 干扰包括人为和自然干扰。 <p>飓风、龙卷风、火山爆发、地壳运动、洪水泛滥；</p> <p>外来物种入侵、病虫害、病原体爆发等；</p> <p>火烧既有非生物成分，也有生物成分，被认为是最重要的自然干扰，既改变景观格局，又影响景观演替。</p> <ul style="list-style-type: none">● 影响景观动态的因素有干扰机制和景观本身的特征，两者构成的空间模型可描述和预测景观动态。● 4 个主要因子：干扰频率、景观恢复时间、干扰事件的空间幅度和所研究景观的大小。	<p>【补充】基于我的理解，与其说植被动态是景观变化的驱动力，它更像是景观变化的直观表现！</p> <p>【视频】为什么河狸修筑水坝？</p>
--	---



【提示】请同学重点理解图7中不同区域的景观变化特征及背后机制。

图7. 景观稳定性是干扰在时间和空间上相对尺度的函数(Turner et al., 1993; 郭建国, 2007)

- **A 区：**处于稳定平衡状态的景观，具有较小而不频繁的干扰及较快的恢复，如较小面积的林火干扰；
- **F 区：**不稳定系统，具有较大而频繁的干扰及较慢的恢复。系统有可能被毁灭或分离，形成一个性质不同的系统，如经常的较大面积的林火干扰；
- **C 区：**具有较高变异性的稳定系统，其干扰面积和频率居中，恢复速率也居中；
- **E 区：**具有很大变异性的稳定系统，其干扰面积较大，但干扰频率较低，恢复较快。系统没有形成适应机制，一旦发生干扰，景观就发生很大的变化，如极少但较大面积的放牧；
- **B 区：**具有较低变异性的稳定系统。干扰面积居中或较小，且干扰频率很低，恢复很快。景观中的大部分仍然由成熟植被所占据，如偶尔的较小面积的林火；
- **D 区：**具有较低变异性的稳定系统。干扰面积居中或较大，且干扰频率较高，恢复速率居中，景观已适应了干扰的影响。景观处于早期演替阶段，如经常的较大面积的放牧。

八、人类活动与景观变化

人类是景观中的一个有机组成部分，最复杂又最具活力。

- **土地利用/覆盖变化：**具体可表现为森林和草地退化、农业开垦、住宅建设和城市扩张等；
- **生境破碎化：**强调生境斑块的数量、面积、形状、斑块之间的隔离程度，内部生境的破碎化，内缘比等几方面的变化

例如：森林斑块数量增加而面积减小；形状趋于不规则；内部生境面积减小；边缘增多，内缘比减小；生态流被廊道切断；斑块间的隔离度增大，形成森林岛屿。

【本课小结】

本次课我们学习了景观变化的作用力本质及强度，并结合案例，介绍了八个常见的驱动力及作用机制。本节课内容有助于同学们深入理解景观变化及作用规律，对开展景观生态学研究、解决实际生态学问题十分重要。

【作业、思考与练习】

请同学结合课程内容，参考教材 P105-117 内容论述：影响景观变化的常见驱动力有哪些，通过举例简述其作用机制？

参考答案：

影响景观变化的驱动力主要包括：气候变化，地貌形成，土壤稳定性，水文过程，植被动态，动物活动，干扰和人类活动等。①气候变化的影响。包括时间和空间上的。例如：时间上，季节性变化、昼夜变化、气候变化、极端天气、自然灾害等；空间上，地带性大气候和隐域性或地带内小气候变化影响植被带和土壤差异。②地貌形成。如水流在重力作用下，携带颗粒物造成土壤发生侵蚀过程，表现为地表土壤结构不良、大面积裸露等变化。③土壤稳定性。土壤稳定性与植被发育情况关系密切，两者之间复杂的反馈机制影响景观变化。如有植被覆盖的地表土壤稳定性较好，景观变化不显著，而无植被覆盖或植被生长不良的地表，土壤的稳定性较差，容易产生变化。④水文过程。水的有无，例如，水—气候条件—植被—生物之间的关系，会影响景观变化；又如，人为或自然因素影响水文过程的改变可以使河流和湖泊干涸，进而影响景观变化。⑤植被动态。时间上，如生态系统的演替；空间上，植被分布边界的变化、物种入侵等均可导致景观变化；⑥动物活动。动物活动可作为景观中流的传播媒介，直接影响景观变化；也可作为干扰因素影响景观的变化等。⑦干扰。自然或人为因素的干扰机制的不同会影响景观变化，景观会因为干扰频率、恢复时间、干扰时间的空间范围及景观的大小而产生不同的响应。⑧人类活动。例如城市建设，城市的扩张会快速改变城市的土地覆被变化；或者人类活动造成生境的破碎化等。

【板书设计】

第五章 景观变化与景观动态模型

第三节 景观变化的驱动力

一、景观变化的作用力及其强度

(一)作用力 —— P102 图 5-8

(二)作用强度 —— 金属棒

二、常见驱动力及作用机制

√ 气候变化 —— 时间和空间,周期性变化和 irregular 变化

√ 地貌形成 —— 风和水流、重力作用、冰川运动、地壳构造运动

√ 植被动态 —— 物候变化、空间动态“流”的载体、

√ 动物活动 —— 干扰因素、“河狸水坝”

√ 干扰 —— 干扰机制 —— 4 个因子

√ 人类活动 —— 土地利用变化、景观破碎化

教学反思

本次教学围绕景观变化的作用力及其常见驱动力展开，通过引入实例和案例分析，帮助学生深入理解景观变化的复杂过程。教学流程清晰，结合实例增强了理论知识的实际应用性。然而，由于教学内容较多，时间安排略显紧凑，部分学生可能难以充分消化和吸收。

改进措施：将视频内容设置为课前预习的内容，减少占用课上的理论讲解时间，增加互动讨论和案例分析，以帮助学生更好地掌握景观变化的规律和机制。

授课题目	5.4 景观变化的空间过程与空间模式 5.5 景观变化时空动态模型	学时数	2 学时
教学目标	□ 知识目标 1. 理解景观变化的空间过程与模式。掌握景观变化的典型空间过程及其驱动机制；理解空间模式的形成条件及其生态意义。 2. 理解景观模型的核心原理。理解景观动态模型的类型及其适合的生态学问题。 □ 能力目标 分析与应用能力。能够根据理论识别实际案例中的景观模式并分析其形成的空间过程机制；能够根据实际的科学问题，选择适合的景观模型开展分析研究。 □ 素养目标 系统思维与批判性思维的培养。培养系统思维，理解景观变化的多维性和复杂性；树立正确的科学认知，批判性地看待模型与现实之间的矛盾，认识到模型存在的局限性，避免过度依赖模型结果开展决策。		
教学重点 &难点	□ 教学重点 1. 景观变化的空间过程与形成的空间模式； 2. 各类景观模型的原理。 □ 教学难点： 1. 景观变化的空间过程与空间模式的联系； 2. 各类景观模型的适用场景。		
教学方法	讲授法、案例法、讨论法		
教学手段	课件、板书、视频、超星学习通		
教学过程及授课内容			教学活动
【课程导入——景观变化的空间过程与空间模式】 变化是自然界不变的规律，这一观点在本章开始就不断提及。一座城市不断蔓延扩张，吞噬农田与森林；一片湿地悄然萎缩，留下支离破碎的“绿色孤岛”。这些变化绝非随机涂鸦，而是暗藏空间的密码。本节课我们将系统学习景观变化的空间过程及形成的空间模式。 【探究新知】 一、景观变化的空间过程 在自然过程和人类活动的作用下所产生的景观变化包括五种空间过程： <ul style="list-style-type: none"> ● 穿孔(perforation)：穿孔是景观开始变化时的最普遍形式。例如，一大片森林由于伐木而产生的空地； ● 分割(dissection)：是用宽度相等的带来划分一个区域，如我国三北防护林网络；——一种特殊的破碎化 ● 破碎(fragmentation)：是将一个生境或土地覆被类型分成小块生境或小块地； ● 缩小(shrinkage)：研究对象规模的减小，如森林的一部分被用于耕种或建造房屋，林地面积减少； ● 消失(attrition)。 			【提问】 请同学分别对这 5 种空间过程的实际生态过程进行举例。






空间过程	斑块数量	斑块平均大小	总的内部生境	区域中的连接性	边界总长度	生境丧失	生境孤立
 穿孔	0	-	-	0	+	+	+
 分割	+	-	-	-	+	+	+
 破碎化	+	-	-	-	+	+	+
 缩小	0	-	-	0	-	+	+
 消失	-	+	-	0	-	+	+

图 1.景观变化中的主要空间过程及其对空间属性的效应
+表示增加；-表示减少；0 表示无变化

景观破碎化不同空间过程生态效应：

- 穿孔、分割和破碎化过程影响整个景观，亦可影响其中的一个斑块；
- 缩小和消失过程影响单一斑块和廊道；
- 内部生境的总数量随上述 5 种空间过程的增强而减少；
- 在连续的廊道或基质中，整个景观的连接性随分割和破碎化过程的增强而减少。

土地转化过程的五种过程重要性差异：

- 土地转化初期，穿孔和分割过程相对重要；
- 而破碎化和缩小过程在景观变化的中间阶段更为重要；
- 消失过程是景观变化的最后阶段。

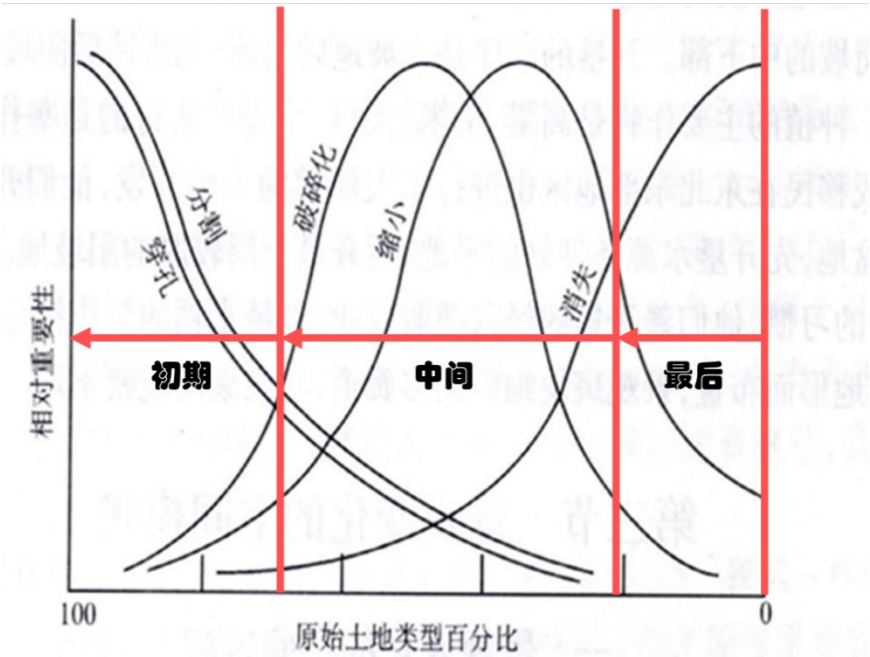
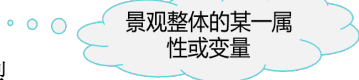


图 2. 景观变化不同阶段中 5 种空间过程的相对重要性

二、景观变化的空间模式

不同原因所产生的景观空间格局变化是不同的。景观变化的空间模式主要有 6 种：

<ul style="list-style-type: none"> ● 边缘式：是指新的斑块类型从景观的一个边缘单向地呈平行带状蔓延 例：森林由边缘向内部砍伐、城市扩张 ● 廊道式：是指新的廊道在初始时将原来的景观一分为二，从廊道的两边分别向外扩张 例：建设道路、沟渠 ● 单核心式：是从景观中的一点或一个核心处蔓延 ● 多核心式：指从景观中的几个点蔓延 ● 散布式：指新的斑块广泛散布 ● 随机式：新的斑块发生的位置是随机的且不确定的 <p>此外，还包括均匀式、瞬间式、网状式和选择性的带状式。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>✓ 景观变化的空间过程与其空间模式有关：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 穿孔过程多出现在散布模式中，亦出现在单核心和多核心模式中； ● 分割过程和破碎化过程多出现在廊道模式； ● 所有模式都有缩小过程，且在最后阶段才出现消失过程。 ● 只有随机模式才会同时出现这 5 种空间过程。 </div> <p>【本课小结】</p> <p>本节课我们对景观变化的空间过程及模式进行了介绍，请同学们重点理解各空间过程的形成机制，能够判断不同过程所属的类型；理解并掌握空间过程对应的空间模式。</p> <p>【课程导入——景观变化时空动态模型】</p> <p>景观生态学研究通常涉及较大的空间尺度，在这一尺度上进行试验或观测研究往往难度较大、难以实现；在小尺度上开展研究的结果又难以进行尺度外推。模型方法不仅可以解决以上问题，而且可以帮助我们建立格局与过程在多尺度上的相互关系，也是预测景观动态变化的最有效工具。本次课，我们将对常用的景观变化模型进行介绍。</p> <p>【探究新知】</p> <p>景观模型的重要性和必要性：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 充分利用和推广所得的有限数据 2 通过模型模拟来帮助解决重复性研究的问题 3 对于景观空间结构和生态学过程在动态变化现象的理解和预测方面就必须借助于模型 4 景观模型可以综合不同时间和空间尺度上的信息，成为环境保护和资源管理的有效工具 <p>景观动态模型与其他生态学模型的主要区别：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 在模型中考虑研究对象的空间分异规律，并涉及较大的空间尺度。 ● 在空间动态分析模型的基础上引入生态学理论和原理； ● 在生态学模型中引入空间坐标变量。 <p>根据景观变化的集合程度可将景观变化模型分为：</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> ● 景观整体变化模型 	<p>【讨论】请同学们思考，景观变化的空间过程和最终形成的空间模式间有联系吗？</p>
--	---

● 景观分布变化模型

各个变量的分布变化
(概率/数量), 无位置
和构型信息

● 景观空间变化模型

最重要的一类模型,
包含数量变化和位置、
构型变化

Turner 等 (2001) 认为, 空间模型在以下三种情况下很重要:

- ① 预测所研究特征的空间格局及其随时间的变化。
空间格局本身的变化问题
- ② 研究一些生态反映变量是如何随景观要素构型的变化而变化的。
格局影响过程的问题
- ③ 涉及产生格局的一系列过程或生物相互作用。
过程影响格局的问题

一、空间概率模型

马尔柯夫 (Markov) 预测方法是基于数学家马尔柯夫的随机过程理论而形成的一种特殊的随机运动过程。通过计算不同状态的初始概率以及状态间的转移概率关系, 确定景观格局随时间变化的趋势, 最终达到景观格局变化预测的目的。传统 Markov 模型只能表示数量关系, 而不能反映空间位置。

具体做法: 就是把所研究的景观根据其异质性特点**分类**, 并用**栅格网表示**, 每一个栅格网细胞属于 m 种景观斑块类型之一。根据**两个不同时期**的景观图**计算从一种类型到另一种类型的转化概率**。然后, 在整个栅格网上采用这些概率以预测景观格局的变化。

应用: 描述植被演替、群落空间结构变化、土地利用变化等。

二、元胞自动机模型

一个具有离散、有限状态的元胞组成的元胞空间, 并按照一定的邻域规则, 在离散的时间维上演化、在系统水平上产生复杂结构和行为的动力学系统。

假设空间单元 i 的值记作 a_i , 以 r 表示相邻单元之间的距离 (例如 $r=1$ 表示只把紧靠单元 i 两边的单元作为相邻者考虑)

一维细胞自动机的数学表达式:
$$\alpha_i^{(t+1)} = \varphi(\alpha_{i-r}^{(t)}, \alpha_{i-r+1}^{(t)}, \dots, \alpha_i^{(t)}, \dots, \alpha_{i+r}^{(t)})$$

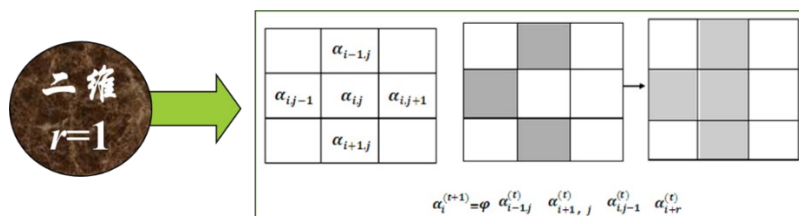


图 3. 元胞自动机模型示意图

【核心要点】

- 网格划分: 景观被离散为相同大小的方格 (如 $1\text{km} \times 1\text{km}$)。
- 状态定义: 每个格子有明确状态 (如森林/农田/城市)。
- 邻居关系: 通常采用 “冯·诺依曼邻居” (上下左右) 或 “摩尔邻居” (八邻域)。

【提问】哪些问题需要使用景观模型来开展研究呢?

【视频】马尔柯夫模型的原理。

【视频】元胞自动机模型

【说明】补充解释说

<div><ul style="list-style-type: none">更新规则：基于当前状态和邻居状态，按规则决定下一时刻状态（如“若周边 3 个以上格子为城市，则本格转为城市”）。示例：模拟城市扩张时，农田格子根据邻近城市格数量、交通距离等规则，逐步“变成”城市。<div>三、景观过程模型</div><p>景观过程模型也称景观机制模型，是从机制出发来模拟生态学过程在景观空间中的动态（发生、发展和传播）。这些过程和机制包括动物个体行为、种群动态和控制、干扰扩散过程、生态系统物质循环以及能量流动等。</p><p>景观过程模型主要有 2 种：</p><div><div>① 空间生态系统模型 —— 基于栅格</div><div>② 空间明晰化斑块动态模型(或空间斑块模型) —— 基于斑块</div></div><div>①空间生态系统模型</div><p>该模型是用来研究环境因子与景观空间异质性是如何影响生态系统过程的；换言之，其重点在于格局对过程的影响，但缺乏过程对格局的反馈作用。</p><div><div>一般数学表达式：$\frac{\partial S_i}{\partial t} = f_i(S, F) + \nabla \cdot (D_i \nabla S_i)$</div><p>式中：Si 表示某一生态学变量(如养分含量、种群密度、干扰面积)，F 表示环境因素的影响(如温度、水分、光照、风)，Di 是表示所研究过程的空间扩散或传播力的系数，∇ 表示空间梯度(可以是一维、二维或三维的)。</p><p>例：EPPML 模型</p><p>LANDIS</p></div><div>②空间明晰化斑块动态模型</div><p>该模型与空间生态系统模型的不同之处在于：</p><ul style="list-style-type: none">将整个景观视为大小、形状以及内容上不同的斑块组成的动态镶嵌体；明确地将斑块作为模拟单元，研究斑块的空间格局、占有情况及其形成、演化与消亡过程；研究空间格局与生态学过程之间频繁的相互作用；斑块动态至少同时涉及斑块和景观两个尺度，空间格局动态与生态学过程在多尺度上直接耦合。<div><div>【概括】三类模型的适用场景：</div><div><div>1. 马尔柯夫模型</div><div>适用问题：</div><div>预测无空间依赖性的景观类型随时间变化的概率趋势（如土地利用类型转移：森林→农田的概率）。</div><div>特点：</div><div>仅关注时间维度上的状态转移（如 A 类型土地 5 年后转为 B 类型的概率）；忽略空间邻域关系，适合大尺度趋势预测或作为其他模型的辅助工具。</div></div><div><div>2. 元胞自动机模型</div><div>适用问题：</div><div>模拟空间邻近效应驱动的局部规则如何引发全局变化（如城市扩张、火灾</div></div></div></div>	<div>明。</div> <div>【补充】归纳、概括一下这三大类模型的适用场景。</div>
--	--

<p>蔓延、传染病扩散)。</p> <p>特点：</p> <p>基于网格单元，状态更新依赖邻居状态与简单规则（如“若周围 3 个单元为城市，则本单元城市化”）；</p> <p>擅长刻画自组织现象和空间显式过程，但规则需人为预设。</p> <p>3. 景观过程模型</p> <p>适用问题：</p> <p>解析具体生态机制（如水文循环、物种迁徙）对景观格局的驱动作用（如气候变化如何通过降水变化影响湿地分布）。</p> <p>特点：</p> <p>整合生物物理过程（如蒸散发、种子传播）的数学表达；</p> <p>适合多因子耦合分析（如地形+气候+人类活动），需大量参数与数据支撑。</p> <p>【本课小结】</p> <p>本节课我们介绍了景观变化的动态模型，主要包括马尔柯夫模型、元胞自动机模型和景观过程模型，各种模型的适用场景并不相同，请同学们在理解模型原理的基础上，掌握模型的适用条件，能够根据具体的科学问题选择适合的模型开展研究。</p> <p>【作业、思考与练习】</p> <p>请查阅资料了解目前常用的景观模拟和预测模型有哪些？比如适合城市、森林、水文等不同类型的研究？适合不同空间尺度研究的模型？等等。</p> <p>【板书设计】</p> <div><div><p>第五章 景观变化与景观动态模型</p><p>第四节 景观变化的空间过程与空间模式</p><p>一、景观变化的空间过程</p><p>穿孔、分割、破碎、缩小、消失</p><p>二、景观变化的空间模式</p><p>边缘式、廊道式、单核心式、多核心式、</p><p>散布式、随机式</p><p>空间过程与空间模式的关联*</p></div><div><p>第五节 景观变化时空动态模型</p><p>一、空间概率模型</p><p>马尔柯夫模型</p><p>二、元胞自动机模型</p><p>三、景观过程模型</p><p>空间生态系统模型</p><p>空间斑块动态模型</p></div></div>	
<p>教学反思</p> <p>本次教学围绕景观变化的空间过程、空间模式及动态模型展开，内容充实且结构清晰。通过实例和图示，帮助学生直观理解了景观变化的复杂过程与模式，同时介绍了三种重要的景观动态模型，拓宽了学生的视野。然而，教学内容较为密集，部分学生可能对模型原理和应用场景的理解不够深入。</p> <p>改进措施：增加有关模型应用的案例分析，以加深学生对模型的理解和应用能力，同时适当精简内容，确保学生有足够时间消化吸收。</p>	

第六章 景观生态分类与评价

授课题目	6.1 景观生态分类	学时数	2 学时
教学目标	<div><div>□ 知识目标</div><div>1. 掌握景观分类的概念及原则。</div><div>2. 理解主要景观分类系统的分类原则。</div><div>□ 能力目标</div><div>分析与应用能力。能够基于景观分类原则对景观进行生态分类；能够根据相关原则，识别和判断景观的类型。</div><div>□ 素养目标</div><div>系统思维与整体性认识。能够通过景观分类理解“格局-过程-功能”的关联性，形成从局部特征到区域生态系统的整体性视角，理解分类结果对生态管理决策的深远影响。</div></div>		
教学重点 & 难点	<div><div>□ 教学重点</div><div>1. 景观生态分类的概念及原则；</div><div>2. 主要景观分类系统的设定原则。</div><div>□ 教学难点：</div><div>分类原则的讲解，以及对景观类型的划分</div></div>		
教学方法	讲授法、案例法、讨论法		
教学手段	课件、板书、超星学习通		
教学过程及授课内容			教学活动
<div><div>【课程导入】</div><div></div><div>图 1. 山体不同坡向的植被特征截然不同</div><div>为何长江上游陡峭峡谷以水土保持为核心功能，下游冲积平原却成为粮仓与湿地交织的生命网络？答案藏在景观生态分类的逻辑中，景观生态分类将看似混沌的自然“解码”为有序的类型系统。这节课，我们将在学习景观分类原则的基础上，对主要景观分类系统进行介绍。</div><div>【探究新知】</div></div>			<div><div>【提问】同一片山丘，为何一面郁郁葱葱，而另一面生长低矮的灌木？</div></div>

- ✓ **景观生态分类：根据景观生态系统内部水热状况的分异、物质与能量交换形式的差异以及反映到自然要素和人类活动的差异，按照一定的原则、依据、指标，把一系列相互区别、各具特色的景观生态类型进行个体划分和类型归并，揭示景观的内部格局、分布规律、演替方向。**

结构是功能的基础，功能是结构的反映。景观生态分类实际就是从功能着眼，从结构着手，对景观生态系统类型的划分。

通过分类系统的建立，全面反映一定区域景观的空间分异和组织关联，揭示其空间结构与生态功能特征，以此作为景观生态评价和规划管理的基础。——**意义**

一、景观生态分类的原则

一般而言，景观生态分类的原则包括：

- **综合性原则：**景观是区域综合体，因而对其分类应体现出综合体的特征；
- **主导因子原则：**景观分类要反映出控制景观形成过程的主导因子，并要根据与研究内容有关的所要考虑的主要因子来划分景观；
- **实用原则：**对景观类型的划分，应因其实用目的而定；
- **等级原则：**景观和其它系统一样都存在着等级，在每一种类型的景观下面又可根据实际划分出更细的亚景观类型。例：景观纲—景观目—景观科—景观属—景观。

二、主要景观分类系统介绍

1. 生态土地分类

IALE 首任主席，荷兰生态学家 Zonneveld(1995)认为，土地是特殊的生态系统，综合反映了景观的形成和发展，因而可视为景观的中心。他将土地自下而上分为 4 个级别：

立地——土地面——土地系统——景观

基于此，20 世纪 80 年代初我国编制了土地类型图

- ✓ **20 世纪 80 年代初编制的《中国 1: 100 万土地类型图》进行了三级分类：**
- **土地纲（主要依据水热条件和生物气候带，12 个）**
 - **土地类（依据地貌类型，125 个）**
 - **土地型（依据植被和土壤指标），土地型总数过千。**
- ✓ **这些土地型相当于景观生态类型，但只考虑了自然属性，未考虑人为活动所产生的土地利用变化，显然不能全部反应多样的景观类型。**

2. 景观性质分类

Westhoff(1978)按照由植被和土壤特征所反映的景观自然度，将主要景观类型划分为：

- 自然景观
- 亚自然景观
- 半自然景观
- 农业景观

【补充】景观生态分类的概念其实已经将分类的基本原则进行了较全面的阐述，这里有一些重点的短语需要注意！

【补充】Ecotope 立地：一般指的空间范围是从几平方米到几十公顷。它主要用于描述具有特定自然特征的小区域。
Land facet 土地面：它具有某种特定的地形、地貌或土地利用特征。换句话说，是根据地形的一些显著特点来划分的区域。

显然，城市景观并未包括在内。

Marrel 将栽培植物的级别差异包括在内，对该系统进行了补充。

- 自然景观
- 近自然景观
- 半（农）自然景观
- 农业景观
- 近农业景观
- 文化景观

3. 按照生态流的景观分类

Naveh 和 Lieberman (1993) 根据能量、物质和信息把景观分为自然景观、半自然景观、半农业景观、农业景观、乡村景观、郊区景观和城市工业景观。

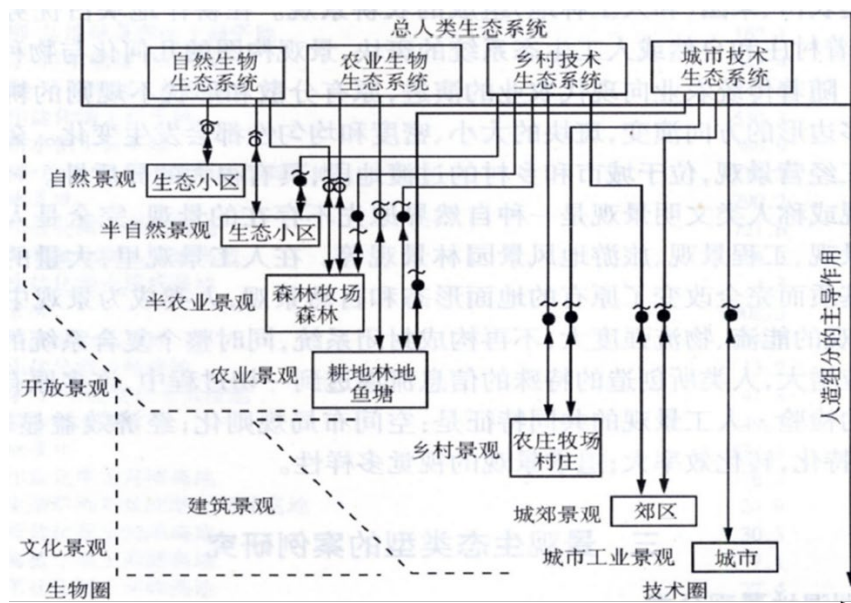


图 2. Naveh 提出的景观分类系统(Naveh & Lieberman, 1984)

4. 根据人类影响强度的景观分类

Forman 和 Godron (1986) 根据人类对自然景观的干扰程度，将景观分为 5 类。

- 自然景观：没有明显得人类影响，如赤道地区的原始热带雨林景观。即人类的干扰没有改变自然景观的性质；
- 经营景观：人类可以收获的林地、草地、养殖塘等；
- 耕作景观：种植的农田及与之相伴的村庄、树篱、道路、水塘等形成的景观；
- 城郊景观：城镇和乡村地区，并交错分布有住宅区、商业中心、农田、人工植被和自然地段；
- 城市景观：密集的建筑群，零星分布公园等绿地。

【补充】——LUCC (land use covers and changes)

目前，LUCC 分类系统受到全球大多数景观及自然地理学者的使用和认可，该系统的分类如下，请大家做简要了解：

【讨论】请同学们先自行研究图 2 的划定原则，解释该分类系统的详细情况。

【提示】请同学重点理解这一分类系统，能够根据类型举例，也能判断景观类型的分类。

表 1. LUCC 分类系统					
一级分类		二级分类		三级分类	
编号	名称	编号	名称	编号	名称
1	耕地	11	水田	111	山区水田
				112	丘陵区水田
				113	平原区水田
				114	>25° 坡度水田
		12	旱地	121	山区旱地
				122	丘陵区旱地
				123	平原区旱地
				124	>25° 坡度旱地
2	林地	21	有林地		
		22	灌木林地		
		23	疏林地		
		24	其他林地		
3	草地	31	高覆盖度草地		
		32	中覆盖度草地		
		33	低覆盖度草地		
4	水域	41	河渠		
		42	湖泊		
		43	水库、坑塘		
		44	冰川永久积雪		
		45	海涂		
		46	滩地		
		51	城镇		
5	城乡、工矿、居民用地	52	农村居民点		
		53	工矿建设用地		
		61	沙地		
6	未利用土地	62	戈壁		
		63	盐碱地		
		64	沼泽地		
		65	裸土地		
		66	裸岩石砾地		
		67	其它未利用地		

【本课小结】

景观生态分类是景观生态学研究开展的基础。本节课我们在学习景观生态分类原则的基础上，介绍了主要的景观分类系统。请同学们再掌握景观分类的概念及原则基础上，理解主要景观分类系统的分类原则，能够基于景观分类原则对景观进行生态分类；能够根据相关原则，识别和判断景观的类型。

【作业、思考与练习】

请同学自主学习教材 P141-144 的景观生态分类案例研究

1 黄河三角洲湿地景观分类

2 毛乌素沙地景观类型的划分

【板书设计】

第六章 景观生态分类与评价

第一节 景观生态分类

一、景观生态分类的原则

二、主要景观分类系统

综合性原则

1. 生态土地分类

主导因子原则

2. 景观性质分类

实用原则

3. 按照生态流的景观分类

等级原则

4. 根据人类影响的景观分类*

教学反思

本次教学围绕景观生态分类展开，流程清晰，内容全面。但存在课堂互动不足，部分内容复杂难以全面掌握的问题。

后续改进措施：一是增加互动环节，设计小组讨论或案例分析题，让学生积极参与，通过合作加深理解；二是简化内容，突出重点，对复杂分类系统简略介绍，对比不同分类系统异同，帮助学生记忆。

授课题目	6.2 景观生态系统的价值评价	学时数	2 学时
教学目标	<div>□ 知识目标</div> <div>1. 理解景观生态系统价值的多维性。景观生态系统在生产力、生态服务、美学和文化等多个维度发挥着重要的功能和价值。</div> <div>2. 了解价值评价的量化方法。理解不同价值类型的评价指标及数据来源。</div> <div>□ 能力目标</div> <div>价值评估实践能力。能通过案例核算特定景观单元的多维价值。</div> <div>□ 素养目标</div> <div>可持续发展观的塑造。树立“自然资本”理念，批判“经济至上”思维，理解生态价值对人类社会可持续发展的不可替代性。</div>		
教学重点 & 难点	<div>□ 教学重点</div> <div>1. 景观生态系统多维价值的概念；</div> <div>2. 价值量化的方法；</div> <div>□ 教学难点：</div> <div>抽象价值的理解、区分和量化</div>		
教学方法	讲授法、案例法		
教学手段	课件、板书、超星学习通		
教学过程及授课内容			教学活动
<div>【课程导入】</div> <p>同学们，当一片森林被砍伐改造成农田，我们常常只计算木材卖了多少钱、庄稼能产多少粮，却很少问：失去的森林能为空气净化贡献多少？为多少鸟类提供家园？又为下游减少多少洪水风险？景观生态系统的价值评价，就是帮我们全面“算清这笔账”——不仅算眼前的经济收益，更要算长远的生态损失和社会代价。这节课，我们要学习如何科学评估景观生态系统的多重价值，具体包括生产力、服务功能、健康和文化美学价值。</p> <div>【探究新知】</div> <div>一、景观生态系统的生产力评价</div> <div>（一）自然景观生态系统的生产功能</div> <p>自然景观的生产能力体现为植被的净第一性生产力（NPP）和次级生产力。——基本原则</p> <ul style="list-style-type: none">● 净第一性生产力（Net Primary Productivity, NPP）：又称净初级生产力，是绿色植物在单位时间和单位面积上所积累的有机干物质（植物通过光合作用所吸收的碳除植物自身呼吸的碳损耗所剩的部分）。● 次级生产力（Secondary Productivity）：第一性生产力以外的生物有机体的生产（消费者和分解者利用初级生产所制造的物质和贮存的能量进行新陈代谢，经过同化作用转化形成自身的物质和能量的能力）。 <div>【生态学意义】：</div> <p>植被生产力是生态系统能量流动和物质循环的基础。其中，NPP 等与生态</p>			<div>【说明】涉及生产功能的生态系统包括自然景观和农业景观两类。</div> <div>【说明】补充生态学意</div>

<p>系统碳汇直接相关，并能够用来定量估算地球系统的支持能力和评估生态系统的可持续发展水平，受到广泛关注并成为国际研究计划的核心内容之一。</p> <p>NPP 研究成果在生态资产评估、生态审计、生态风险评估、生态保护对策模拟与分析等环境管理领域的研究工作和应用具有重要意义。</p> <p>净第一性生产力的计算模型 估算 NPP 的方法主要有三种：</p> <ul style="list-style-type: none">● 以植物干物质生产测量为基础的方法；● 以植物的不同部分长度限定的异速生长相关为基础的异速生长方法；● 以干物质生产和气候因素相关关系的气候方法。 <p>其中计算植物气候生产力的模型主要有：</p> <p>(1) 迈阿密 (Miami) 模型法</p> <p>自然景观生态系统植被净第一性生产力受到环境气候的制约，其中影响最大的是温度和降水。Lieth 根据全世界五大洲 50 个地点的 NPP 的实测资料及相应的年均温和年降水资料，用最小二乘法建立了生产力的模型。</p> $NPP_t=3000[1+e^{1.315-0.1196t}]$ $NPP_r=3000[1-e^{-0.000664r}]$ <p>两者都以干物质产量表示，单位均为 $g/(m^2 \cdot a)$</p> <p>(2) 桑斯威特 (Thornthwaite) 纪念模型</p> <p>Lieth(1974)在潜在蒸发研究的基础上，提出这一模型。</p> <p>蒸散包括蒸发和蒸腾，蒸发是水热条件的综合表现，蒸腾与植物光合作用有关。一般地，植物蒸腾越强，光合作用越强，植物的生产力就越高。它不仅体现了太阳辐射、温度、降水、气压和风速等因素的影响，而且体现了不同植物的差异。</p> $NPP=3000[1-e^{-0.0009695(E-20)}]$ <p>E 为年实际蒸散量；3000 为 Lieth 统计得到的地球上自然植物在每年每平方米面积上的最高干物质的产量 (g)</p> <p>(2) Chikugo 模型</p> <p>Cannel 等 (1982) 年利用太阳净辐射和辐射干燥度来计算净第一生产力，其模型为</p> $NPP=0.29e^{-0.216(RDI)^2}R_n$ $RDI=R_n/L_r$ <p>RDI 为辐射干燥度；Rn 为陆地表面所获得的净辐射；L 为蒸发潜热；r 为年降水量。</p> <p>该模型是一种半经验公式，综合考虑了许多因素，因此是估算自然植被净第一生产力的一个较好方法。</p> <p>我国学者根据植物的生理学特点并结合能量平衡方程和水量平衡方程及区域蒸散模式，对 Chikugo 模型加以改进，提出了如下的植物第一性生产力模型：</p> $NPP = RDI \frac{rR_n(r^2 + R_n^2 + rR_n)}{(R_n + r)(R_n^2 + r^2)}exp(-\sqrt{9.87 + 6.25RDI})$ <p>(二) 农业景观生态系统的生产力评价</p> <p>农业景观具有自然景观和人工景观的双重特点。</p>	<p>义的说明。</p> <p>【说明】这三个气候模型所关注的气候因素并不相同。</p>
---	---

<div><ul style="list-style-type: none">● 一方面，保留自然景观要素，如林带、草地、河流等；● 另一方面，人工建筑景观呈斑块或廊道状。<p>农业景观生态系统的生产力可用其生产潜力来表征。这是在不考虑作物品种和田间管理的条件下，只考虑光、热、水、肥（土壤肥力）4个因素所决定的作物产量的理论值。——基本原则</p><p>（1）光合生产潜力</p><p>在其他因子处于最佳状况下，完全由光合有效辐射量决定的生产潜力就是光合生产潜力。</p>$Y_p = \frac{666.7 \times 10^4 \times 15}{C \times 10^3} \times E \times F \times Q$<p>$Y_p$为光合生产潜力（kg/hm²）；C为能量转换系数，不同的作物其值不同，平均为0.178×10⁵J/g；F为光能利用率，一般为5-6%；E为经济系数，其值因作物的不同而异；Q为太阳的总辐射量。</p><p>（2）光温生产潜力</p><p>由光和温度两个因子所决定的生产潜力，就是光温生产潜力。</p>$Y_T = Y_p f(T)$$f(T) = \begin{cases} 0 & (T < T_1 \text{ 或 } T > T_3) \\ \frac{T}{T_2} & (T_1 \leq T \leq T_2) \\ 2 - \frac{T}{T_2} & (T_2 < T \leq T_3) \end{cases}$<p>$f(T)$是温度对光合生产潜力的订正系数；T是月均温（℃）；T_1、T_2、T_3分别为作物在光合作用下的下限温度、最适温度和上限温度。</p><p>（3）气候生产潜力</p><p>气候生产潜力是由光、热、水共同决定的生产潜力。</p>$Y_C = Y_T f(w)$$f(w) = 1 - K_y \left(1 - \frac{E_a}{E_m} \right)$<p>$Y_C$为光照生产潜力；$Y_T$为温度生产潜力；$f(w)$为水分对光温生产潜力的订正系数；$E_a$为作物的实际蒸散量；$E_m$为潜在蒸散量。</p><p>（4）土地生产潜力</p><p>土地生产潜力是景观实际的生产潜力，也就是说当光、温、水充足的前提下，不加入人工投入，仅由土壤天然肥力决定的生产潜力。</p>$Y_L = \frac{N_c V W_{ch} T_{ch}}{NR}$<p>$N_c$为土壤中的代表性养分（mg/kg）；$V W_{ch}$为耕层容重（g/cm³）；$T_{ch}$为耕层厚度（cm）；NR为作物每100kg产量需要的养份量（kg）。</p><h2>二、景观系统的生态服务功能及其评价</h2><h3>（一）景观系统的生态服务功能</h3><p>20世纪70年代以来，生态系统服务功能开始成为一个科学术语及生态学与生态经济学研究的分支。</p><p>以Daily主编的《生态服务：人类社会对自然生态系统的依赖性》标志着生态系统服务功能研究的兴起。</p></div> <div>【提问】对自然景观和农业景观生态系统的生产力评价应从哪些方面考虑？</div>

<p>生态系统服务功能是指生态系统与生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用，不仅包括直接产品，还包括创造与维持地球生命支撑系统，形成了人类生存所必需的环境条件。</p> <p>傅伯杰等（2001）提出，生态系统服务功能分为 4 个层次：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 生态系统的生产（包括生态系统的产品及生物多样性的维持） ● 生态系统的基本功能（传粉、传播种子、生物防治、土壤形成等） ● 生态系统的环境效益（调节气候、减缓干旱和洪涝灾害、净化空气等） ● 生态系统的娱乐功能（休闲娱乐、文化、美学等） <p>（二）景观生态系统服务功能的价值评估</p> <p>1. 生态系统服务功能价值分类</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 一是直接利用价值，可用产品的市场价格来估计； ● 二是间接利用价值，指无法商品化的生态系统服务功能； ● 三是选择价值，就是人们为了将来能直接与间接利用某种生态系统服务功能的支付意愿； ● 四是存在价值，又称内在价值。人们为确保生态系统服务功能继续存在的支付意愿。 <p>【举例】</p> <p>以下案例分别属于生态系统服务功能中的哪类价值？</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 森林生态系统具有净化空气、调节气候等功能。——间接价值 ● 湿地生态系统通过净化水质、防洪抗旱等功能。——间接价值 ● 人们为了将来能继续从某片森林中获取木材、草药等资源，或者享受其带来的休闲、审美等非物质收益，而愿意支付一定的保护费用。——选择价值 ● 保护濒危物种、维护生物多样性。——存在价值 <p>2. 生态系统服务功能价值的评估方法</p> <p>欧阳志云等（1999）提出，生态系统服务功能价值评价方法可分为两类：一是替代市场技术；二是模拟市场技术。</p> <p>（1）费用支出法</p> <p>以人们对某种生态系统服务功能的支出费用表示其经济价值。</p> <p>例如：自然景观的游憩效益可用游憩者支付的费用总和表示游憩的经济价值。</p> <p>（2）市场价值法</p> <p>以生态系统提供的商品价值为依据，适用于没有费用支出但有市场价格的生态服务功能价值评估。</p> <p>例如，木材、渔业、农产品等。</p> <p>（3）替代市场价格法</p> <p>当一项生态系统服务不存在市场价格时，可以用“影子价格”和消费者剩余来表达。</p> <p>（4）条件价值法 ——应用最广</p>	<p>【提示】请同学重点理解并掌握生态系统服务功能的 4 各层次！</p> <p>【提问】请同学判断以下案例属于哪方面的价值？</p>
---	---

又称调查法和假设评价法。适用于缺乏实际市场和替代市场交换商品的价值评估。假设市场法，即通过直接询问人们对某种公共商品的支付意愿，来获得公共商品的价值。

(5) 生产成本法

生产成本就是为恢复、保护或重建这些生态环境而需要花费的费用。包括机会成本和影子工程法等。

三、景观生态系统的健康评价

1. 生态系统健康的内涵

生态系统健康是生态系统内的物质循环和能量流动未受到损害，关键生态组分和有机组织保存完整，且缺乏疾病，对长期或突发的自然或人为扰动能保持弹性和稳定性，整体功能表现出多样、复杂性、活力和相应的生产率。

2. 生态系统的健康评价要点

(1) 生态系统的健康评价不应建立在单个物种的存在、缺失或某一状态为基础的标准上；

(2) 应能反映人们对生态系统可能发生的相应变化的认识；

(3) 最佳的评价健康度量应该是简单的，可以系列化、有可分辨的变化状态；

(4) 健康的度量应该具有统计学属性并与观察到次数不具相关性。

四、景观系统的文化、美学评价

1. 文化与景观

文化是指任何社会的总体生活方式，可分为 3 个层次：

- 物质文化（人类的一切物质产品）、精神文化（人的思想、意识形态和传统）和行为文化（是物质和精神文化的统一）。
- 自然景观和文化景观。
- 农业景观、乡村景观和城市景观都是不同程度的文化景观。

文化与景观的关系是相互的。

文化建造景观，就是人们根据自己对环境的感知、认识、美学评价准则、信念等文化背景来建造各种景观。

景观反映文化。中国传统文化特征与中国的自然环境特点密切相关。中国的地理位置居于北半球，为高山、大漠和海洋所包围，因而显得相对封闭和孤立。中国传统文化具有典型的内向特征，与流动、开拓、冒险岛游牧文化显著不同。

2. 景观的文化与美学功能

作为自然景观的文化美学价值主要表现在以下几方面：

(1) 自然景观是艺术创作的来源之一；

(2) 自然景观可陶冶人的情操，激起人对自然的热爱，增强环保意识；

(3) 自然景观是人类学习的源泉。人类的生活、生产方式就是从自然学习而发展起来的。

文化景观保留了历史时期内人类活动的遗迹，人类可从中获得各种信息，加工形成丰富的社会精神财富。

3. 景观系统的文化与美学评价

【提问】什么样的生态系统是健康的呢？体现在哪些方面？

<p>Antrop(1997)认为以下特征可作为景观的正面美学特征：</p> <ul style="list-style-type: none">(1) 合适的空间尺度；(2) 景观结构的适量有序化；(3) 多样性和变化性，即景观类型的多样性和时空动态的变化性；(4) 清洁性，即景观系统的清新、洁净与健康；(5) 安静性，即景观的静谧、幽美；(6) 运动性，包括景观的可达性和生物在其中的自由移动性；(7) 持续性和自然性。 <p>【本课小结】</p> <p>本节课我们学习了景观生态系统的价值评价，包括生产力、生态服务功能、健康和文化美学。其中生产力评价部分，介绍了自然景观和农业景观评价的要点，请同学重点掌握；生态系统服务功能的内涵、分类及评价方法；判断景观健康与否的标准等，以上几点请同学们重点理解并掌握。</p> <p>【作业、思考与练习】</p> <p>1. 扩展阅读：请同学们自行学习以下文献，了解生态系统服务价值评价的实例。</p> <p>辛琨, 肖笃宁. 盘锦地区湿地生态系统服务功能价值估算[J]. 生态学报, 2002, (08): 1345-1349.</p> <p>2. 请论述：对自然景观和农业景观生态系统的生产力评价应从哪些方面考虑？</p> <p>【板书设计】</p> <div><div><div>第六章 景观生态分类与评价</div><div>第二节 景观生态系统的价值评价</div><div>一、景观生态系统的生产力评价</div><div>(一) 自然景观生态系统的生产功能</div><div>NPP</div><div>(二) 农业景观生态系统的生产力评价</div><div>光、热、水、肥</div></div><div><div>二、景观系统的生态服务功能及其评价</div><div>(一) 生态服务功能的内涵</div><div>(二) 景观生态系统服务功能的价值评估</div><div>直接、间接、选择、存在</div><div>三、生态系统的健康评价</div><div>四、景观系统的文化、美学评价</div></div></div>	
<p>教学反思</p> <p>本节课内容涵盖了景观生态系统的多重价值评价，包括生产力、生态服务功能、健康和文化美学等方面。在教学过程中，我注重引导学生理解并掌握各个评价要点的核心概念和方法。通过具体案例和模型的介绍，使学生更加直观地理解了生态系统服务功能的价值分类和评估方法。但在课堂互动中发现，有些方法较为抽象，部分学生理解存在困难。</p> <p>后续改进措施：理论讲解过程中要及时对重点内容做强调，便于学生理解和消化知识点；要结合最新政策、文献等对理论和方法做更新和补充，确保学生掌握最新的研究动态。</p>	

第七章 景观数量化研究方法与研究手段

授课题目	7.1 野外调查与观测 7.2 景观尺度分析	学时数	2 学时
教学目标	<p>□ 知识目标</p> <p>1. 掌握景观野外调查的研究方法。掌握野外调查的流程及各个环节的原则。</p> <p>2. 理解景观尺度分析的理论框架。掌握景观尺度分析的内涵，了解尺度分析常用的统计量及方法。</p> <p>□ 能力目标</p> <p>分析与应用能力。能够设计并开展景观野外调查；能够根据实际问题，选用适合的指标和方法开展景观尺度分析。</p> <p>□ 素养目标</p> <p>科学严谨性与求真精神。认识到生态学研究的基础离不开数据，在野外调查中应坚持客观真实；理解尺度分析结果的适宜范围，切忌盲目将研究结论跨尺度应用，避免对研究结果的过度解读。</p>		
教学重点 & 难点	<p>□ 教学重点</p> <p>1. 景观野外调查的基本流程；</p> <p>2. 景观尺度效应的内涵及尺度分析的方法。</p> <p>□ 教学难点：</p> <p>景观尺度效应的表现或景观特性</p>		
教学方法	讲授法、案例法、讨论法		
教学手段	课件、板书、超星学习通		
教学过程及授课内容			教学活动
<p>【课程导入——野外调查与观测】</p> <p>野外调查和观测是生态学和景观生态学研究不可缺少的方法。Zonneveld (1988)将野外调查方法划分为 4 种类型：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 传统的野外调查方法，不用遥感技术； ● 以航片为主的方法，从野外工作开始，形成有限的、稍加描述的解译图例，然后再进行真正的航片解译； ● 以航片为指导的野外调查，在调查中，手持航片作为野外地图（有着相对大量的信息）； ● 以景观为指导的方法，从航片解译开始，在后期野外工作中用来指导采样分区。 <p>可以看到生态学研究离不开野外调查数据作为基础。本节课，我们将对目前最常用的景观生态学野外调查与观测方法的流程来进行介绍。</p> <p>【探究新知】</p> <p>目前最常用的野外调查研究方法需要结合遥感方法，图 1 显示了研究方法的整个过程。其中“图像解译”一词应解释为对任何遥感图像的解译。当队调查区需要概括观察和系列观察时，卫星遥感就显得更加重要。</p> <p>以下对野外调查各流程的主要内容开展介绍。</p>			<p>【说明】</p> <p>Zonneveld 为荷兰景观生态学家</p> <p>【提示】是“解译”不是“解释”，请同学们注意！</p>

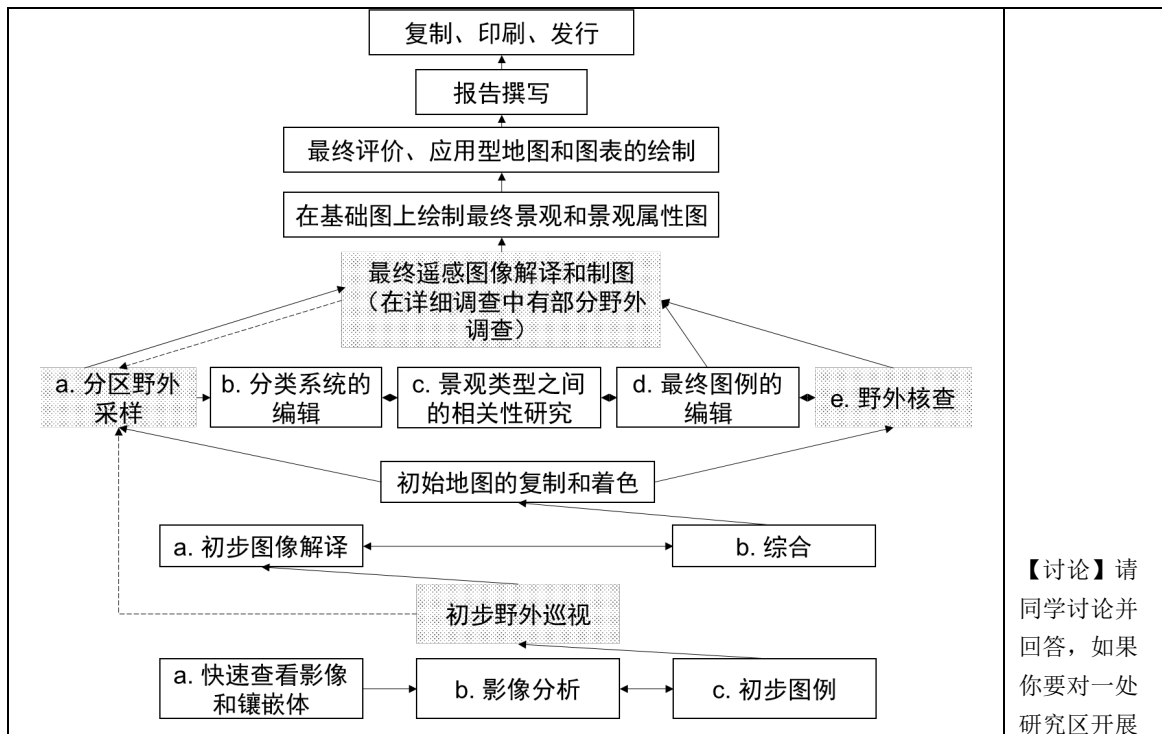


图 1. 景观遥感调查的过程

一、定位和对参考资料的研究

在调查之前, 应进行**总体的定位**, 收集**地形图**和**专题地图**, 对调查区及其周围环境的各种地理学和生态学**文献**进一步加以研究。

最后，还应做一个总的、合理的计划，最好连野外调查时间也确定下来。

二、航片（卫片）浏览、分析，初步图例准备

关键工作包括:

1. 对航片或其他遥感图片的快速浏览，以对航片（卫片或其他遥感图片）镶嵌体的粗略研究为基础，将研究区分成几个主要的景观单元；
2. 航片分析，包括影像数据的处理；
3. 为航片（卫片）的解译设计一个概括性的初步图例。

研究对象：在质地、阴影和颜色上有差别的图像，而不是野外的实际情况。

三、初步影像解译和综合

分析过程是为了熟悉遥感影像上一些主要的地物类型，而这一步，调查人员要试图想象图像的景观生态学意义了！

在对影像解译过程中，应该用不同颜色、线型等区分不同地类。如：

蓝色——流水； 红色——景观边界； 黄色——道路；

绿色——植被；棕色——地貌要素；其他……

确定合适的比例尺, 进一步确定解译的详细程度。

四、野外调查与采样

为了进行统计处理,一般采用随机采样方法来收集数据。减少样本量的方法是以图像解译结果为基础,进行分层采样(在各解译的分区内进行随机采

【讨论】请同学讨论并回答，如果你要对一处研究区开展野外调查，你会做怎样的准备？又会做怎样的调查设计呢？

【提示】这一阶段的研究对象为遥感图像，并未涉及真的野外景观。

样)。

五、最终景观图的绘制

地图上的每一个图斑都要有一种颜色和一个图形符号。

六、评价

评价一般包括：

1. 对遥感影像解译精度的评价；
随机选取若干样点，然后进行野外核查；
2. 对制图单元描述的准确性。

【本课小结】

本节课我们介绍了景观生态学研究景观野外调查与观测的方法，重点介绍了调查方法中的各个环节，可以发现方法的运用过程中大量结合了遥感和GIS手段，请同学们注意理解并掌握调查的基本流程。

【课程导入——景观尺度分析】

同学们，当我们用手机地图时有没有发现：放大了能清晰看到家门口的小路，缩小了只能看到整个城市的轮廓？景观尺度分析就像这“地图缩放”一样——想要搞懂一片森林，得先想清楚：你是要看一棵树生长情况，还是整片森林的健康状况？这节课，我们就来系统的学习景观的尺度分析，包括景观的尺度效应、尺度效应影响下景观特征的变化以及主要的研究方法。

【探究新知】

尺度问题 (scale issue) 是所有生态学研究的基础，主要涉及三个方面：

- 尺度概念
- 尺度分析 (scale analysis)
- 尺度推绎 (scaling)

尺度问题在诸多生态学研究都有所涉及，如景观结构、土地利用、土地覆被的分类和制图、植物生态学和植被分析、景观动态、栖息地分析、动物生态学、生物多样性、生物地球化学循环、全球变化、景观规划设计和管理等。

【举例】：局地观测发现某草原退化（小尺度），但区域尺度分析发现其向高海拔扩展（中尺度），全球模型预测北方森林北移（大尺度）。

一、尺度效应分析

当观测、试验、分析或模拟的时空尺度发生变化时，系统特征也随之发生变化，这种尺度效应在自然系统和社会系统中普遍发生。——定义

然而这一问题在除景观生态学以外的其他生态学研究并没有受到更多的关注。通常的错误是将一个尺度上的结果直接外推到另一个尺度，这可能是我们对不同尺度上生态过程特征产生误解的原因之一，即“生态学谬误”。

在景观生态学中，尺度往往以粒度和幅度来表达。

- 空间粒度是景观中最小可辨识单元所代表的特征长度、面积或体积。
- 时间粒度是某一现象或事件发生的（或取样的）频率或时间间隔。
- 幅度是研究对象在空间或时间上的持续范围或长度。

在进行景观尺度效应分析时，一般需要考虑以下变量/因素：


1 景观格局或过程变量的统计分布

【提示】现在评价遥感解译精度可以使用 ENVI 等遥感软件直接计算得到。

【举例】全球变暖与植被响应。

<p>研究尺度将影响景观或过程变量的统计关系，如平均值、方差、多变量之间的关系等。</p> <p>2 景观空间格局</p> <p>研究尺度将影响对景观空间格局的检测，如空间异质性类型、空间分布、平均斑块大小和各向异性显著程度等。</p> <p>3 生态过程及其控制因素</p> <p>重要生态过程的发生及其控制因素表现出尺度效应。</p> <p>4 景观特性</p> <p>一些景观特性也表现出尺度效应。如，景观的开放性，景观的可预测性等。</p> <p>二、多尺度空间格局分析</p> <p>多尺度空间格局分析是进行尺度效应分析的基础。总的来说有三大类分析方法：</p> <p>1 空间统计学方法</p> <p>半方差分析、空隙度指数、尺度方差分析、小波分析</p> <p>2 景观指数法</p> <p>景观单元特征指数、景观异质性指数；斑块、类型、景观等不同尺度</p> <p>3 分维分析法</p> <p>分形物体在小尺度与大尺度上的格局特征具有相似性，而且这些特征值是尺度的幂函数。</p> <div><p>原理：</p><p>若在某尺度域内，分维数 D 不变，即过程的行为与尺度无关，则指示该过程具有分形结构；相反，若在某尺度域内，D 发生较大变化，即过程的行为依赖于尺度，则指示该过程可能具有等级结构，而发生变化的转折点指示不同等级水平上的特征尺度。</p></div> <p>三、尺度推绎</p> <p>尺度推绎（也成为尺度转换或尺度变换）是不同时空尺度或组织层次之间的信息转换。【定义】</p> <ul style="list-style-type: none">● 小尺度上的信息推绎到大尺度——尺度上推● 大尺度上的信息推绎到小尺度——尺度下推 <p>尺度推绎有两大类途径：</p> <ul style="list-style-type: none">● 基于相似性的尺度推绎途径● 基于动态模型的尺度推绎途径 <p>尺度推绎仍然是景观生态学一个难以解决的难题，感兴趣的同学可补充阅读中国科学院大学张娜老师的两篇论文《生态学中的尺度问题——内涵与分析方法》《生态学中的尺度问题——尺度上推》。</p> <p>【本课小结】</p> <p>景观生态学对尺度问题的关注是在以往生态学研究中所忽略的问题。不同的研究尺度，对应的研究结果可能截然不同，这恰恰体现了尺度的重要性。本</p>	<p>【说明】扩大尺度后，所包含的生态过程变多；不同尺度上占主导的生态过程不同等。</p> <p>【说明】补充解释这两种尺度推绎途径：基于相似性的尺度推绎途径：根据景观结构或过程本身在尺度上呈现的相似性规律，对研究结论进行跨尺度应用；</p>
---	---

<p>节课，我们学习了景观尺度分析的内涵及尺度效应作用下的景观特性（重点掌握），请大家了解常用的景观尺度分析及尺度推绎方法。</p> <p>【作业、思考和练习】</p> <p>扩展阅读：请同学们自行学习以下文献，加深对景观尺度效应的理解。</p> <p>[1]张娜. 生态学中的尺度问题——尺度上推 [J]. 生态学报, 2007, (10): 4252-4266.</p> <p>[2]张娜. 生态学中的尺度问题:内涵与分析方法 [J]. 生态学报, 2006, (07): 2340-2355.</p> <p>【板书设计】</p> <div><div>第七章 景观数量化研究方法与研究手段</div><div><div>第一节 野外调查与观测</div><div>一、定位和对参考资料的研究</div><div>二、航片（卫片）浏览、分析，初步图例准备</div><div>三、初步影像解译和综合</div><div>四、野外调查与采样</div><div>五、最终景观图的绘制</div><div>六、评价</div></div><div><div>第二节 景观尺度分析</div><div>一、尺度效应分析</div><div>定义、尺度效应下景观变化特征</div><div>二、多尺度空间格局分析</div><div>空间统计方法、景观指数法</div><div>分维分析法</div><div>三、尺度推绎</div></div></div>
--

授课题目	7.3 地统计学方法 7.4 景观模型方法	学时数	2 学时
教学目标	<p>□ 知识目标</p> <p>1. 掌握地统计学方法的核心原理。理解空间自相关、变异函数、逻辑斯蒂回归等概念，明确地统计学在分析景观空间异质性方面的应用逻辑。</p> <p>2. 理解景观模型方法的基本框架。理解景观模型的分类及适用条件。</p> <p>□ 能力目标</p> <p>分析与应用能力。能够利用软件进行空间地统计学分析，包括空间自相关性分析、空间插值、逻辑斯蒂回归等；能够根据具体的研究问题，选择合适的景观模型开展研究。</p> <p>□ 素养目标</p> <p>科学严谨性与生态责任。在空间数据分析中坚持客观性，理解数据质量对结论的基石作用；理解模型的局限性，避免对模型结果的过度依赖和解读；探索新兴技术在景观分析中的潜力，保持技术敏感性；在模型成果应用于政策制定时，优先考虑生态保护需求，平衡科学工具与社会责任的冲突。</p>		
教学重点 &难点	<p>□ 教学重点</p> <p>1. 地统计学原理；</p> <p>2. 景观模型的原理。</p> <p>□ 教学难点：</p> <p>1. 常用的地统计学方法原理及应用；</p> <p>2. 景观模型的适用条件。</p>		
教学方法	讲授法、案例法、讨论法		
教学手段	课件、板书、超星学习通		
教学过程及授课内容			教学活动
<p>【课程导入——地统计学方法】</p> <p>同学们，假如你是一名地质队员，要在荒山里找矿——不可能把整座山挖开，怎么办？通常的做法是随机选择样地钻孔取样，但如何通过这些零散的“点”，看清地下矿藏的“面”？地统计学方法就是干这个的！比如，根据几个钻孔的数据，预测整片矿脉的走向和储量。</p> <p>本节课我们就来介绍一种景观生态学中常用的空间统计学方法——地统计学，具体包括概念及特点、常用方法及应用案例。</p> <p>【探究新知】</p> <p>一、地统计学的概念及特点</p> <p>地统计学 (Geo-statistics)，在 20 世纪 50 年代初步形成，后来在法国统计学家 Georges Matheron 的大量理论工作的基础上，于 60 年代真正称为统计学的一个分支，它首先是在采矿学和地质学中发展和应用的，用于解决矿脉估计和预测等实际问题，因此得名地统计学。</p> <p>在景观生态学研究，主要用到的是地统计学中的空间局部插值法，以区域化随机变量理论为基础，研究自然现象的空间相关性和依赖性。</p>			<p>【提问】请同学思考，回答关于探矿的问题，请同学畅所欲言谈谈自己的设想。</p>  <p>【提问】请</p>

- 区域化随机变量：根据其在域内的位置取不同的值；
- 普通随机变量：取值按某种概率分布而变化；

区域化随机变量是普通随机变量在域内特定位置上的特定取值，它是随机变量与位置有关的随机函数！

二、地统计方法简介

地统计学已经成为研究事物空间分布的最重要的方法，常用的有空间自相关分析、半方差分析和逻辑斯蒂回归分析等。

①空间自相关分析

空间自相关是指在地理空间中，某空间单元与周围单元间，就事物或其某种特征在空间上的相似程度，用以分析这些空间单元在空间上的分布特征（如随机、聚集、规则分布等）。规律：在空间上越靠近的事物或现象，空间自相关性越大。最常用的自相关系数有——**Moran's I**

Moran's I 系数介于-1~1，大于 0 为正相关，小于 0 为负相关，且值越大表示空间分布的相关性越大，即空间上有聚集分布的现象。反之，值越小代表空间分布相关性越小，而当值趋于 0 时，即代表此时空间分布呈随机分布的情形。

同学思考，地统计学与传统统计学有什么不同呢？

【补充】补充 Moran's I 莫兰指数的原理及实操途径。

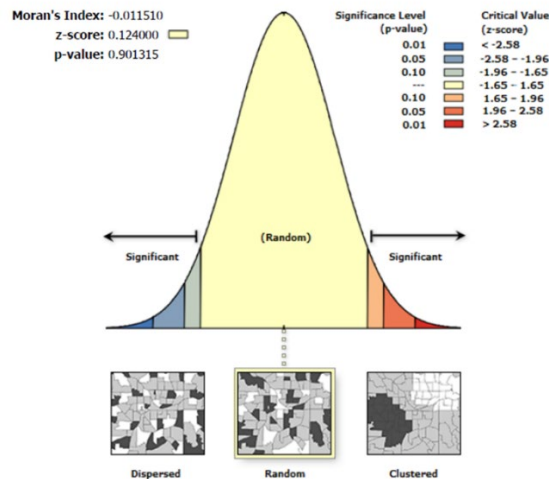


图 1. 莫兰指数(Moran's I)原理示意图 (来自 ArcMap)

②半方差分析

半方差分析又称为变异矩或变异函数分析，主要用于描述和识别格局的空间结构、空间局部最优插值。

变异矩分析的结果通常用空间变异曲线图来表示。

【说明】简单解释图 2 半方差函数在空间插值中通过分析空间数据的变异性来建立预测模型。通过模型构建预测表面，并展示标准误差

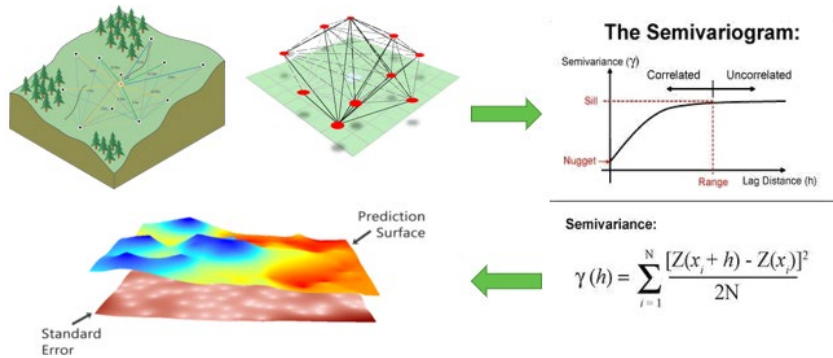
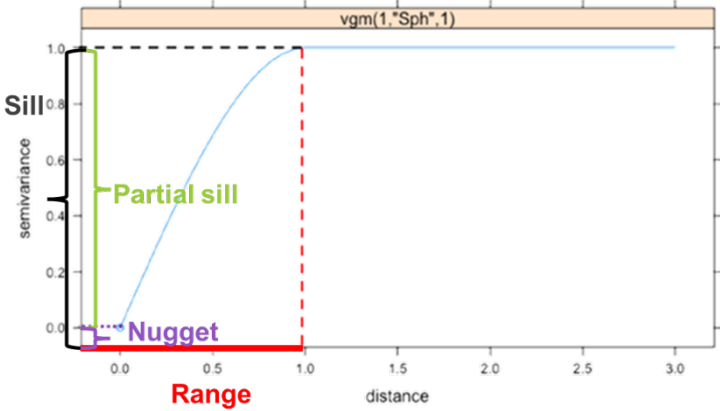
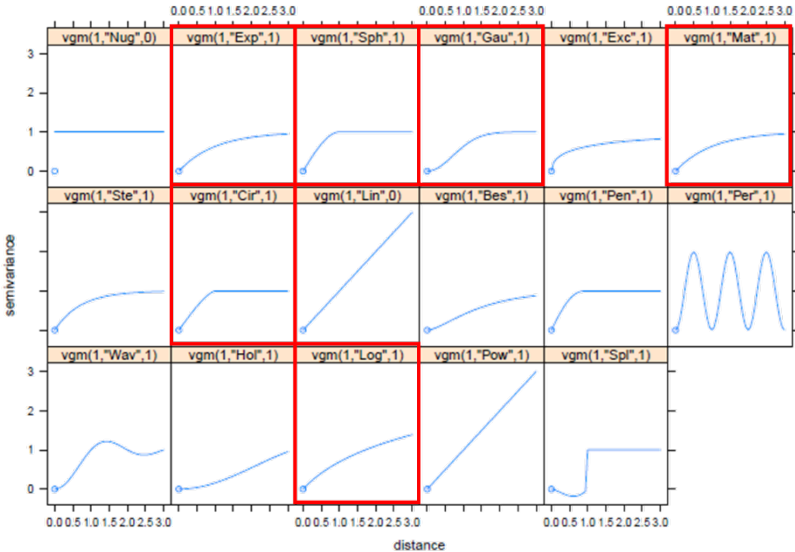


图 2. 半方差函数在空间插值方面应用的原理

<div><p>【补充】半方差函数基本参数</p><ul style="list-style-type: none">● 块金值 (Nugget): 块金值表示在半变异函数中，当空间距离为 0 时，即两个样本点重合时的半变异函数的值。理论上，当两个样本点完全重合时，它们的差异应为 0，但由于测量误差和微观变异等原因，块金值通常大于 0。块金值的大小反映了这些误差和微观变异的程度。● 基台值 (Sill): 基台值是半变异函数达到平稳状态时的值，即随着样本间距离的增大，半变异函数的值趋于稳定时的值。基台值反映了变量的最大变异程度。基台值减去块金值为偏基台值。● 变程 (Range): 变程是半变异函数达到基台值的距离。在变程之内，样本间的空间自相关性强，即它们的值相互影响。而在变程之外，样本间的空间自相关性弱，可以认为它们的值是相互独立的。</div> <div></div> <p>图 3. 半方差函数结构</p> <p>空间变异函数的曲线可以用数学模型来进行拟合，常见的变异矩数学模型有：球体模型 (Sph)、指数模型 (Exp)、线性模型 (Lin)、高斯模型 (Gau)、对数模型 (Log)。</p> <div></div> <p>图 4. 常用的半变异函数拟合模型</p>	<p>以量化预测不确定性。这种方法在空间数据分析和插值中广泛应用，有助于准确预测和映射空间现象。</p> <p>【说明】补充说明，最常用的数学模型包括图中红框标出的几种。</p>
--	--

<p>③逻辑斯蒂回归分析 (logistic regression)</p> <p>逻辑斯蒂回归的目的是寻求最适合的生态学上合理的自变量和因变量的相互关系。</p> <ul style="list-style-type: none"> 逻辑斯蒂回归模型与线性回归模型的区别在于：因变量一般为二元数据。 例如，在采样点上，我们只知道被研究现象的存在与否，而无从知道因变量的大小。 逻辑斯蒂回归的结果表明在未采样空间上被研究现象存在的概率，可用来预测空间上被研究现象出现的可能性。 例如，林火发生的可能性等。 <p>三、地统计学方法应用实例</p> <p>教材 P178-183 地统计学的应用案例：</p> <ul style="list-style-type: none"> 土壤养分的空间分布——半方差分析——空间插值 森林景观空间异质性——半方差分析 长白山自然保护区历史森林景观重建——逻辑斯蒂回归模型 气候变化对森林景观的影响——逻辑斯蒂回归模型 地下水特征的空间变异——半方差分析——空间插值 <p>【本课小结】</p> <p>本节课我们学习了地统计学方法。这种统计学方法区别于传统统计学，将数据的空间位置及关系考虑进来，对空间数据的测能力较好，景观生态学研究中有广泛的应用。重点介绍的方法包括空间自相关分析、半方差分析和逻辑斯蒂回归分析。请同学们掌握以上方法的原理及应用，并注意对书中案例的理解，能够在理解相关方法的基础上，自主选择研究方法开展科学研究。</p> <p>【课程导入——景观模型方法】</p> <p>景观模型是景观生态学研究的重要方法，在景观变化预测、预案模拟、景观对气候变化的反应等方面发挥了重要的作用。其中，景观动态模型已在第五章做过介绍，本节课我们将对更广泛的景观模型做补充讲解。</p> <p>【探究新知】</p> <p>一、中性（零假设）景观模型</p> <p>中性景观模型是指在所有影响景观结构的生物和非生物因素不存在的情况下，产生的假设景观，它的主要功能是研究真实景观的参照物或基准线，进行景观分析和检验景观假说，简单的随机地图是景观分析中最有效的中性模型。</p> <p>【案例】</p> <p>研究来源：Li X Z, He H S, Wang X, et al. 2004. Evaluating the effectiveness of neutral landscape models to represent a real landscape. <i>Landscape and Urban Planning</i>, 69: 137-148</p> <p>主要内容：</p> <p>本研究以中国东北大兴安岭森林图强林业局为研究区，基于 2000 年遥感影像获取景观数据，评估了中性景观模型（Rule 和 SimMap）在模拟真实森林景观</p>	<p>【补充】逻辑斯蒂回归与线性回归的区别。</p> <p>【讨论、提问】请同学们讨论并回答以下研究案例最适合适用哪种地统计学研究方法？</p> <p>【提问】在 2.1 景观生态学相关理论课程中，在介绍渗透理论时提到过“中性模型”，请同学们回答，什么是中性模型？</p>
--	---

空间结构中的有效性。研究区面积约 900 平方公里，以针叶林和阔叶林为主，受 1987 年特大火灾影响后经历自然恢复与人工干预，形成复杂的景观格局。研究旨在通过对比中性模型生成景观与真实景观的景观指标，检验中性模型作为零假设的适用性，并探讨其局限性。

研究采用 Rule 和 SimMap 分别生成不同聚集度的景观图，匹配真实景观中各土地类型的面积比例，利用 APACK 软件计算总斑块数、平均斑块面积、聚集指数、分形维数等景观指标。结果显示，中性模型在部分指标（如总斑块数、总周长、聚集指数）上与真实景观存在一致性，尤其在景观整体水平上，SimMap ($p \approx 0.43$) 和 Rule ($H \approx 0.23$) 可近似模拟真实景观结构。但小面积的景观类型在模型中易被过度聚集，且双对数分形维数等指标区分能力有限。此外，模型难以体现真实景观中地形驱动的类型邻接规则。研究表明，中性模型虽能生成可重复的基准情景，但因忽略实际生态过程与空间逻辑，无法完全替代真实景观分析，但其可控性和高效性仍为景观规划提供了多情景模拟的实用工具。

二、空间直观景观模型

指在异质景观中模拟景观尺度上生态过程的空间直观模型。【定义】

这里包含三方面主要内容：

- 景观异质

景观模型的最基本特点。

- 景观尺度生态过程的模拟

景观尺度 ($10^4 \sim 10^6 \text{ hm}^2$) 的生态过程。

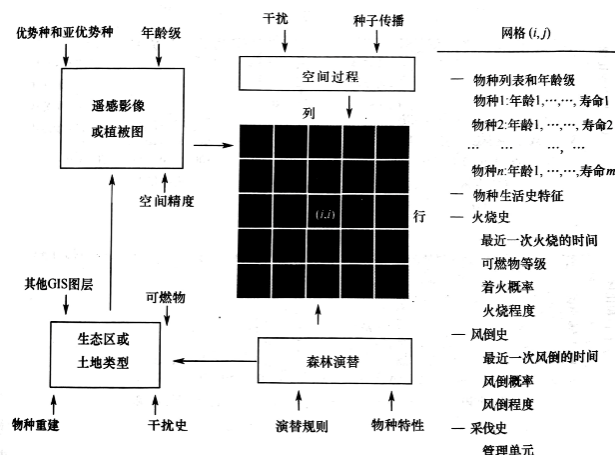
- 空间直观

不同空间位置的生态过程及个体间的相互作用是不一致的，不同的空间格局会产生不同的结果。模型结果一般以地图形式输出，结果代表空间变量的瞬时状态。

三、空间直观模型的应用实例

LANDIS 模型

由威斯康星大学麦迪逊分校开发的，用于模拟森林景观干扰、演替和管理空间直观景观模型。同时它还综合了种子传播、火、风倒、采伐、可燃物处理和病虫害干扰等各种景观过程。



【说明】讲解 LANDIS 模型的结构

图 5. LANDIS 模型结构	和工作原理。
<p>LANDIS 模型通过多层次和动态的方式来模拟森林的演变和物种分布。模型的工作原理如下：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 数据输入：模型接收多种输入数据，包括遥感影像或植被图、生态区域和土地类型、以及其他 GIS 图层。这些数据用于确定初始的物种分布、年龄结构、空间精度等信息。 • 物种和年龄结构：根据输入的遥感影像和生态数据，模型识别优势种和亚优势种，并为其分配年龄级。每个物种具有特定的年龄级和寿命。 • 空间过程：模型通过空间过程模拟干扰（如火灾、风倒、采伐）和种子传播。这些过程会影响物种的分布和森林结构。 • 森林演替：在每次干扰后，模型根据演替规则更新森林结构。这包括物种重建、可燃物等级、着火概率等参数。 • 输出分析：模型输出各种动态变化的森林属性，如物种分布、年龄结构、干扰历史等，用于进一步的分析和决策。 <p>总之，LANDIS 模型通过整合多源数据和动态模拟，提供了对森林生态系统和物种分布的详细预测和分析。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 灭火对森林景观演替的长期影响模拟 2 灭火对火干扰状况的长期影响模拟 3 采伐对森林景观格局的长期影响 4 森林可燃处理对火干扰状况的影响模拟 5 气候变化对森林景观的影响模拟 <p>【本课小结】</p> <p>景观模型方法为大尺度的景观格局和过程研究提供了重要的研究手段。本节课我们介绍了景观中性模型和景观空间直观模型，请同学们重点掌握两类模型的原理及应用范围。其中景观空间直观模型属于热门研究方法，请大家结合案例对 LANDIS 模型工作原理及适用研究做重点理解。</p> <p>【作业、思考与练习】</p> <p>扩展阅读：请同学们自行学习以下文献，深入理解中性景观模型的应用。</p> <p>Li X, He H S, Wang X, et al. Evaluating the effectiveness of neutral landscape models to represent a real landscape[J]. <i>Landscape and Urban Planning</i>, 2004, 69(1): 137-148.</p> <p>【板书设计】</p> <div style="background-color: #2c4e64; color: white; padding: 10px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>第七章 景观数量化研究方法与研究手段</p> <p>第三节 地统计学方法</p> <p>一、地统计学的概念及特点</p> <p>地统计学与统计学的区别</p> <p>二、地统计方法简介</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 空间自相关分析 2) 半方差分析 3) 逻辑斯蒂回归分析 <p>三、地统计学方法应用实例</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>第四节 景观模型方法</p> <p>一、中性（零假设）景观模型原理、大兴安岭研究案例</p> <p>二、空间直观景观模型</p> <p>定义</p> <p>三、应用</p> <p>LANDIS 模型</p> </div> </div> </div>	

教学反思

本节课通过介绍地统计学和景观模型方法，引导学生深入理解了景观生态学中的空间分析方法。课堂上，学生对地统计学的概念、特点及应用表现出浓厚兴趣；在景观模型部分，LANDIS 模型的工作原理及应用实例让学生直观感受到模型在森林景观研究中的强大功能。但同学对相关方法的实际适用程度有限，部分同学的理解情况不好。后续改进措施考虑结合GIS 平台，通过实际操作，加深同学对地统计方法和模型方法的理解。

授课题目	7.5 3S 技术及其在景观生态学研究中的应用	学时数	2 学时
教学目标	<p>□ 知识目标</p> <p>1. 掌握 3S 技术的基本原理，了解其在景观生态学中的应用。掌握遥感方法常用数据及特征，了解该方法在景观中的应用；掌握 GIS 的结构、原理及应用。</p> <p>2. 掌握遥感分类基本流程。掌握遥感分类方法的基本流程。</p> <p>□ 能力目标</p> <p>分析与应用能力。能够根据实际生态学问题，选择合适的数据和 3S 技术，开展相关分析。</p> <p>□ 素养目标</p> <p>系统思维与跨学科协作能力。通过 3S 技术整合多要素数据，包括自然数据和社会经济数据等，培养“人地系统”综合分析思维；融合物理学、地理学、生态学、计算机科学等多学科理论，理解 3S 技术对生态文明建设的支撑作用，探索其在景观生态学中的创新应用场景。</p>		
教学重点 & 难点	<p>□ 教学重点</p> <p>3S 技术的核心原理和主要应用</p> <p>□ 教学难点：</p> <p>1. 遥感数据的特征；</p> <p>2. 遥感分类的技术流程。</p>		
教学方法	讲授法、案例法		
教学手段	课件、板书、超星学习通		
教学过程及授课内容			教学活动
<p>【课程导入】</p> <p>首先，什么是 3S 技术？</p> <p>遥感 (Remote Sensing)</p> <p>地理信息系统 (Geographic Information System)</p> <p>全球定位系统综合称为 3S 技术 (Global Positioning System)</p> <p>综合称为 3S 技术。</p> <p>之前的课程中，我们介绍了结合遥感技术的景观野外调查和观测方法，其中包含遥感技术的 3S 技术为景观生态学的发展提供了极其重要的研究手段，也大大促进了景观生态学的发展。本节课我们来介绍 3S 技术原理及其在景观生态学研究中的主要应用。</p> <p>【探究新知】</p> <p>一、遥感方法</p> <div> <p>✓ 广义遥感指通过任何不接触被观测物体的手段来获取信息的过程和方法。</p> <p>✓ 狭义遥感指从远距离、高空，以至外层空间的平台上，利用可见光、红外、微波等遥感器 (Remote Sensor)，通过摄影、扫描等各种方式，接收来自地球表层各类地物的电磁波信息，并对这些信息进行加工处理，从而识别地面物质的性质和运动状态的综合技术。</p> </div>			<p>【提问】什么是 3S 技术？</p> <p>【补充】介绍遥感的定义和类型。</p>

按照不同的分类原则，遥感可以被进行多种类型的划分：

遥感平台

- 航天遥感
- 航空遥感
- 地面遥感
-

研究对象

- 资源遥感
- 环境遥感

光谱波段

- 可见光 / 反射红外遥感
- 热红外遥感
- 微波遥感
-

应用的空间尺度

- 全球遥感
- 区域遥感
- 城市遥感

传感器工作方式

- 主动遥感
- 被动遥感

资料记录方式

- 成像遥感
- 非成像遥感

图 1. 遥感分类

以下将对景观生态研究中常用的遥感数据源及特征做重点介绍。

(一) 数据类型及特点

● 美国陆地卫星（LANDSAT）系列

美国陆地卫星（LANDSAT）系列卫星由美国航空航天局（NASA）和美国地质调查局（USGS）共同管理。自 1972 年起，LANDSAT 系列卫星陆续发射，是美国用于探测地球资源与环境的系列地球观测卫星系统，曾称作地球资源技术卫星（ERTS）。

在陆地卫星 1-3 号上装载的传感器有反束光导管摄像机(RBV)、多光谱扫描仪(MSS)。在陆地卫星 4、5 号上，除装载多光谱扫描仪(MSS)外，还装载专题制图仪(TM)；在陆地卫星 7 号上，只搭载了增强型专题制图仪(ETM+)，Landsat8，携带有 OLI 陆地成像仪和 TIRS 热红外传感器。

前三颗陆地卫星上装载的 RBV，因为这种传感器容易出故障，回收的图像很少；7 号卫星自 2003 年起因故障而导致数据质量下降，所以之后使用最多的数据来自 landsat5 和 landsat8。

表 1. Landsat 系列卫星传感器参数

	Landsat 8	类型	波长（微米）	分辨率/米
OLI 传感器	Band1	海岸波段	0.433-0.453	30
	Band2	蓝绿波段	0.450-0.515	30
	Band3	绿波段	0.525-0.600	30
	Band4	红波段	0.630-0.680	30
	Band5	近红外	0.845-0.885	30
	Band6	短波红外 1	1.560-1.660	30
	Band7	短波红外 2	2.100-2.300	30
	Band8	微米全色	0.500-0.680	15
	Band9	卷云波段	1.360-1.390	30
TIRS 传感器	Band10	热红外 1	10.6-11.2	100
	Band11	热红外 2	11.5-12.5	100

简单解释不同波段的用途：

Landsat 卫星的多个波段就像给地球拍照时用的“不同滤镜”，每个滤镜专门捕捉特定类型的反射光，帮助我们看到肉眼看不见的信息：

【提问】卫星这么多波段有什么用处？

109

<p>可见光波段（蓝、绿、红）</p> <p>类似人眼看到的颜色，用于识别水体、建筑、裸地等基础地物。比如蓝光穿透水体能力强，可观察水下地形。</p> <p>近红外波段</p> <p>植物健康检测器：健康植物强烈反射近红外光，枯萎植被反射弱。通过对比红光和近红外光，可计算植被指数（如 NDVI），快速评估农田或森林长势。</p> <p>短波红外波段</p> <p>水分侦察兵：对土壤湿度、植物含水量敏感。干旱区域反射强，湿润区域反射弱，可用于监测旱情或区分雪和云。</p> <p>热红外波段</p> <p>地表温度计：通过热辐射反演温度，用于监测城市热岛效应、火山活动或农作物蒸散发。</p> <p>多波段组合使用：</p> <p>例如“假彩色合成”（近红外+红+绿，5+4+3），让植被显示为鲜红色，便于快速识别森林覆盖。</p> <p>就像用不同颜色的手电筒照地图，每种光揭示不同秘密，组合起来就能全面解读地表特征！</p> <p>● 地球观测实验卫星 (SPOT)</p> <p>地球观测实验卫星 (SPOT) 是以法国空间中心为主设计制造的，由法国国家地理院负责图像处理。</p> <p>每颗 SPOT 卫星上都装有两个性能相同的光学成像传感器，对 SPOT 1、2、3 卫星是 HRV (High Resolution Visible)，对 SPOT 4 卫星是 HRVIR (High Resolution Visible InfraRed)。对 SPOT 5 卫星是 HRG (High Resolution Geometry) 传感器，替代 SPOT 4 的 HRVIR 传感器。HRG 有以下新的特征：更高的地面分辨率，以 5 米或 2.5 米的分辨率替代全色波段 10m 分辨率的数据，波段范围调整到从 0.61-0.68 微米调整到 0.49-0.69 微米；以 10 米分辨率替代多光谱波段 20 米的数据；而对短波红外波段，仍维持 20 米的地面分辨率。SPOT 卫星是目前国际上最优秀的对地观测卫星之一。</p>		
图 2. SPOT 卫星波段参数		
波段序号	波段	主要应用领域
1	绿色	以叶绿素反射曲线的次高峰（0.55 微米）为中点，可区分植被类型和评估作物长势，对水体有一定的穿透深度，在干净水域能够穿透 10~20 米的深度，可区分人造地物类型。
2	红色	与 TM-B3 很接近，在晴朗天气下，该波段的大气透过率为 90%，是叶绿素反射曲线的低谷区，据此可以识别农作物类型，对城市道路、大型建筑工地反映明显，可用于地质解译。
3	近红外	与 TM-B4 接近，可以检测作物长势，区分植被类型。可绘制水体边界。还可用来探测土壤含水量。
4	短波红外	用于探测植物含水量及土壤湿度，区别云与雪。
5	全色	可用于调查城市土地利用现状、区分城市主要干道、识别大型建筑物，了解城市发展状况。
● IKONOS		
IKONOS，一颗为遥感领域作出关键而重要的贡献的卫星，它的发射被称为		

<p>空间时代发展史上最重要的发展之一。它是全球第一颗分辨率达 1m 的商业遥感卫星！它的成功发射，开启了高分辨率商业遥感卫星的新时代，同时它建立了商业化卫星影像的标准！</p> <p>原本，该卫星所属的公司 Orbimage 要发射的是 IKONOS-1 和 IKONOS-2 两颗星，构建双子星星座，并计划分别于 1999 年 4 月和 2000 年 1 月发射这两颗卫星。</p> <p>但 IKONOS-1 星在 1999 年 4 月 27 日发射时，运载火箭出现问题，卫星未能进入预定轨道，落入大气层。故该公司将 IKONOS-2 卫星直接更名为 IKONOS，并将其提前发射。1999 年 9 月 24 日，IKONOS 卫星成功发射！</p> <p>2000 年 1 月 1 日起，该卫星数据开始提供影像数据。当时它的用户主要为美国军事图像情报部门——NGA（美国国家地理空间情报局）。</p> <ul style="list-style-type: none">● QuickBird 卫星 <p>QuickBird 卫星于 2001 年 10 月 18 日由美国 Digital Globe 公司在美国范登堡空军基地发射，是目前世界上最先提供亚米级分辨率的商业卫星，卫星影像分辨率为 0.61m。谷歌地球、地图产品的遥感图像均采用此数据。</p> <ul style="list-style-type: none">● MODIS 中分辨率成像光谱仪(Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer) 系列产品 <p>为了加强对地球大气、海洋和陆地的综合观测研究，美国国家宇航局（NASA）于 1991 年发起了一个综合性项目，称为地球科学事业（ESE），其主要目的是通过卫星及其它工具对地球进行更深入的研究。</p> <p>Terra、Aqua 以及 Aura 卫星是该项目主要发射的三颗太阳同步极轨卫星，MODIS 是 Terra 和 Aqua 卫星上搭载的主要传感器之一，两颗星相互配合每 1-2 天可重复观测整个地球表面，得到 36 个波段的观测数据。</p> <ul style="list-style-type: none">● 高分系列卫星 <p>中国高分系列卫星是国家高分辨率对地观测系统的核心组成部分，目前已形成包含至少十余颗卫星的观测网络。这些卫星通过多类型传感器协同工作，实现对地球表面的全天候、多维度监测。其核心技术原理在于利用不同光谱段（可见光、红外、微波等）和传感器（光学相机、合成孔径雷达、高光谱成像仪等），捕捉地物反射或辐射的电磁波信息，经数据处理后生成高精度遥感影像。</p> <p>高分卫星主要服务于国土资源普查、环境动态监测、灾害应急评估、农业估产等领域。例如，光学卫星可识别 1 米级地物细节以支持城市规划，雷达卫星穿透云层监测地质灾害，高光谱卫星通过数百个窄波段分析作物生长状态。卫星数据通过宽幅成像与敏捷机动技术实现快速覆盖，结合地球同步轨道凝视观测，形成从宏观动态追踪到微观精准识别的立体监测体系。该系列显著提升了我国在全球资源管理、生态保护及应急响应中的自主数据支撑能力。</p> <p>遥感数据的记录方式一般有两种：</p> <ul style="list-style-type: none">● 胶片格式；（现在已基本被更新淘汰）● 计算机兼容的数据格式。 <p>(二) 遥感在景观生态学中的应用领域分析</p>	<p>【补充】介绍我国的对地观测卫星——高分系列</p> <p>【说明】除了以上成像卫星之外，一些气象卫星、大气成分监测卫星等，也会应用在景观生态学研究 中，相关信息请同学自行学习了</p>
--	---

<p>景观生态学的迅速发展，得益于遥感技术的发展及其应用。遥感能为景观生态学提供哪些信息呢？</p> <ul style="list-style-type: none">● 植被类型及其分布● 土地利用类型及其面积● 生物量分布● 土壤类型及其水分特征● 群落蒸腾量● 叶面积指数● 叶绿素含量等 <p>以 NDVI 为例，做重点介绍。</p> <p>NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) 归一化植被指数，是应用最广的植被指数之一。在生物量估测、资源调查、植被调查、植被动态监测、景观结构和功能以及全球变化研究中发挥了重要作用。</p> <div><p>NDVI = (近红外波段 - 红波段) / (近红外波段 + 红波段)</p><p>Landsat8: NDVI = (band5 - band4) / (band5 + band4)</p><p>Sentinel2: NDVI = (band8 - band4) / (band8 + band4)</p><p>Modis: NDVI = (band2 - band1) / (band2 + band1)</p><p>ETM/TM: NDVI = (band4 - band3) / (band4 + band3)</p><p>AVHRR: NDVI = (CH2 - CH1) / (CH2 + CH1)</p></div> <p>邬建国（2000）将遥感在景观生态学中的应用归纳为三类：</p> <p>(1) 植被和土地利用分类</p> <p>(2) 生态系统和景观特征的定量化：</p> <p>①不同尺度上斑块的空间格局。②植被的结构特征、生境特征和生物量。③干扰的范围、严重程度和频率。④生态系统中生理过程的特征（光合作用、蒸发蒸腾作用、水分含量等）</p> <p>(3) 景观动态和生态系统管理。</p> <p>①土地利用的时间和空间上的变化。②植被动态（包括群落演替）。③景观对人为干扰和全球气候变化的反应。</p> <p>(三) 景观遥感分类的基本方法</p> <p>景观遥感分类一般包括：分类体系的建立和实现分类两部分。利用计算机进行景观遥感分类，一般分为 5 个步骤：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 数据收集和预处理2. 选择训练样区与 GPS 定位3. 遥感影像分类4. 分类结果的后处理5. 分类精度评价 <p>二、地理信息系统方法</p> <p>1967 年，世界上第一个真正投入应用的地理信息系统由联邦林业和农村发展部在加拿大安大略省的渥太华研发。</p>	<p>解。</p> <p>【提示】请同学重点理解并掌握遥感技术在景观生态学中的研究内容。</p> <p>【说明】结合数据下载平台、处理软件等进行演示讲解。</p> <p>【说明】因为我们在另一门地理信</p>
--	--

罗杰·汤姆林森博士开发的这个系统被称为加拿大地理信息系统 (CGIS)，用于存储，分析和利用加拿大土地统计局收集的数 (使用的 1:50,000 比例尺，利用关于土壤、农业、休闲，野生动物、水禽、林业和土地利用的地理信息，以确定加拿大农村的土地能力)，并增设了等级分类因素进行分析。



息系统课程中已经对其原理做了讲解，这里做快速的回顾，不再详细讲解。

(一) 地理信息系统的基本概念

地理信息系统，是在计算机支持下，对空间数据进行采集、存储、检索、运算、显示和分析的管理系统。

数据类型包括：地图、遥感数据和统计数据，共同特点是都具有确切的空间位置。

空间数据是各种地理特征和现象间的符号化表示，包括**空间位置、属性特征和时态特征**三部分。

(二) 地理信息系统的数据结构

在数据库中数据组织的结构称为数据结构，它有效地表达各数据间的关系。

在地理信息系统数据库中有以下**三种数据结构**：

- 矢量数据
- 栅格数据
- 层次结构

(三) 地理信息系统的功能

- 空间数据的录入
- 空间数据的查询
- 空间数据的分析
- 空间数据的更新与显示
- 空间数据的打印输出
- 其他功能

举例——“市区择房”，以此为例对上述过程进行讲解和演示！

需求：

- 距离主要道路 200m 外，以减少噪音污染；
- 在商业中心服务范围之内；
- 距重点高中 750m 之内，方便上学；
- 距城市绿地 500 米之内，力求人居环境优越。

【本课小结】

本次课我们对 3S 技术在景观生态学中的应用进行了介绍。主要介绍了遥感和 GIS 技术。请同学们重点理解并掌握两种技术的原理和应用，掌握遥感数据的适用条件及遥感分类流程；掌握 GIS 的概念、流程，结合软件操作，掌握 GIS 的常规操作技术。

<div>【作业、思考与练习】</div> <div>请同学自行查找文献或资料，了解还有哪些常用的遥感数据或产品可用于景观生态学研究？</div> <div>【板书设计】</div> <div><div>第七章 景观数量化研究方法与研究手段</div><div>第五节 3S 技术及其在景观生态学研究中的应用</div><div><div>一、遥感方法</div><div><div>(一) 数据类型及特点</div><div>(二) 遥感在景观生态学中的应用领域分析</div><div>(三) 景观遥感分类的基本方法</div></div><div><div>二、地统计方法简介</div><div><div>(一) 地理信息系统的基本概念</div><div>(二) 地理信息系统的数据结构</div><div>(三) 地理系统的功能</div></div></div></div></div>	
<div>教学反思</div> <div><p>本节课主要介绍了 3S 技术中的遥感和 GIS 技术在景观生态学中的应用，重点讲解了遥感数据源的特征、分类方法以及 GIS 的基本概念和功能。课程内容丰富，结构清晰，通过实例演示增强了学生的理解。然而，在介绍遥感数据源时，内容较为繁多，部分学生表现出兴趣不大，理解消化存在困难。</p><p>改进措施：今后应精简遥感数据源的介绍，突出重点，同时增加互动环节，如让学生分组讨论不同数据源的应用场景，以提高他们的参与度和理解力。</p></div>	

第八章 景观生态规划

授课题目	8.1 景观生态规划概述 8.2 国外景观生态规划 8.3 景观生态规划预案研究	学时数	2 学时
教学目标	□ 知识目标 1. 掌握景观生态规划的概念及原则； 2. 了解国内外景观生态规划主要理论； 3. 掌握景观生态规划预案研究的原理。 □ 能力目标 规划方案分析与设计能力。能够结合具体区域，应用景观生态规划原则，初步制定兼顾生态保护与人类需求的规划框架；能够通过案例分析，比较不同理论的适用性，并提出规划建议。 □ 素养目标 系统思维与可持续发展观。树立“山水林田湖草沙生命共同体”理念，避免片面追求经济效益的短视决策；理解规划干预的长期性与不确定性，在预案设计中预留弹性空间，应对气候变化等不可控因素。		
教学重点 &难点	□ 教学重点 1. 景观生态规划的概念及原则； 2. 国外景观生态规划理论的主要构成； 3. 预案研究的原理。 □ 教学难点： 景观生态规划的主要流程，及各个环节的要点。		
教学方法	讲授法、案例法、讨论法		
教学手段	课件、板书、超星学习通		
教学过程及授课内容			教学活动
【课程导入——景观生态规划概述】 同学们，如果让你规划一片土地，你会怎么安排农田、河流、森林和村庄的位置？是把所有农田连成一片方便耕种，还是让河流自然弯曲、留出湿地缓冲洪水？景观生态规划就像一场“大地拼图”——既要考虑人的需求（比如种粮、盖房），也要照顾自然规律（比如动物迁徙、水土保持）。比如，为什么有些地方年年防洪却总发大水？可能是因为河道被硬化，没了湿地这个“天然海绵”；为什么有些动物越来越少？可能是公路和农田切断了它们的迁徙路线。这节课，咱们就学学怎么给土地“画图纸”：用生态廊道把破碎的森林、湿地重新连起来；用缓冲带保护河流，让水和鱼都能自由流动，规划好每一块土地的用途。 从第八章开始，我们将开始学习景观生态学的应用篇。首先介绍景观生态规划。 【探究新知】 一、景观生态规划的特点与原则 1. 景观生态规划的特点			【思考】 请同学们思考这些问题。

景观生态规划是指运用景观生态学原理，以区域景观生态系统整体优化为目标，在景观生态分析、综合和评价的基础上，建立区域景观生态系统优化利用的空间结构和模式。——定义

强调景观空间格局对过程的控制和影响，并试图通过格局的改变来维持景观功能流的健康和安全。——核心内涵

景观生态规划的主要对象是土地利用，以区域系统为具体的规划单位，以国土最优化发展为目标，即在维持区域生态良好的状态下对土地的合理布局 and 配置进行优化研究。

景观生态规划始终将某些景观作为一个整体来加以考虑，从整体上来协调人与环境、社会经济发展与资源环境、生物与非生物环境、生物与生物以及生态系统与生态系统之间的关系。景观生态规划不再将单个的景观元素作为规划设计的对象，而是把构成景观的所有要素都作为景观生态规划的目标和变量来进行研究，最终使景观系统的结构和功能达到整体优化。

景观生态规划与景观规划和生态规划有着密切联系和差异：

景观规划与设计	生态规划	景观生态规划
<ul style="list-style-type: none">• 小尺度工程• 人居环境• 城市公园、广场、校园、居住区、道路系统等。	<ul style="list-style-type: none">• 大地综合体• 土地利用规划中的生态问题• 侧重评价和分析• 空间定位分析稍显不足	<ul style="list-style-type: none">• 景观单元之间的生态流• 整体性、综合性、联系性

图 1. 景观规划与设计、生态规划和景观生态规划的区别

【举例】

- 规划设计一个社区内的休闲广场，包括绿化植被和步行道系统。景观规划与设计
- 规划设计某区域生态廊道，以促进野生动物迁徙和基因交流。景观生态规划
- 评估某特大城市及郊区土地利用变化对区域生物多样性的影响。生态规划
- 规划新建住宅区的绿化带、儿童游乐场和社区花园布局。景观规划与设计
- 研究跨流域的水资源分配与湿地生态保护协同策略。景观生态规划

2. 景观生态规划的原则

- 整体优化原则

根据景观生态学的基本定义，它是一个整体，故应将其作为一个整体单位来管理，使其规划目标达到整体最优，而不是局限于局部的优化。

- 异质性、多样性原则

异质性和多样性的特征对景观的稳定性和生物多样性的维持具有重要的意义。

- 景观个性原则

规划要因地制宜，体现当地景观的特征。

- 自然优先、遗留地保护原则

【提问】举例，请同学回答，以下案例属于什么规划范畴？

<p>保护自然资源，维持自然景观过程及功能。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 生态关系协调原则 指人与环境、生物与环境、生物与生物、社会经济发展与资源环境、景观利用的人为结构与自然结构以及生态系统与生态系统之间的协调。 ● 针对性原则 不同地区的景观有不同的结构、格局和生态过程，规划的目的不尽相同。 ● 综合性原则 景观时自然与人文的载体，结构复杂，景观生态规划需要多学科合作，确保规划的科学性和可应用性。 <p>二、景观生态规划的发展</p> <p>20 世纪 60 年代，景观生态规划来源于捷克斯洛伐克。</p> <p>20 世纪 80 年代以后，西方的生态学家开始将预案研究作为规划与决策的一种工具，以可持续发展为目标的区域规划和环境管理的实践中。</p> <p>20 世纪 90 年代，荷兰的景观生态学家发展了景观生态决策与评价支持系统 (Landscape ecological decision evaluation support system, LEDESS)，成为反推式预案研究的主要工具。</p> <p>LEDESS 模型较适用于已置于人类管理、经济活动相对频繁的地地区的景观生态规划及其评价。其构建的理论依据为区域的植被动态，是一个取决于自然生态单元、区域景观生态规划和管理措施的过程，而动物生境的适宜性则取决于植被结构。</p> <p>LEDESS 模型由数个模块构成：立地演替模块、植被演替模块、生境适宜性模块和动物扩散模块。</p> <p>在运行 LEDESS 模型前，首先需要输入相应的、由用户定义的空间图形数据和知识库系统。之前，还需预先定义相应的格式和类型，包括：自然生态小区、植被结构、景观目标、措施、生境、动物指示种和类群等。</p> <p>知识库系统包括区域景观要素间相互作用及与植被演替的关系、植被与物种生境适宜性的关系、实现规划目标应采取的措施等。</p> <p>【本课小结】</p> <p>本节课我们学习了景观生态规划的基本原理，请同学们重点理解并掌握景观生态规划的特点和原则，注意区分其与景观规划设计、生态规划的区别和联系。</p> <p>【课程导入——国外景观生态规划】</p> <p>通过对景观生态规划发展的介绍，我们了解到景观生态规划一词最初来源于捷克斯洛伐克，并且通过不断的发展形成今天的景观生态规划模式。本节课我们将对国外景观生态规划的主要理论思想进行详细讲解，进一步理解有关规划的流程。</p> <p>【探究新知】</p> <p>一、前捷克斯洛伐克景观生态规划</p> <p>景观生态规划 (LANDEP) 强调评价景观时要将景观作为一个自然现象和过程的基础上，人为和社会活动于其中的一个区域。</p>	
--	--

<p>包括景观生态数据和景观利用最优化两部分：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 景观生态数据对非生物和生物成分进行调查和评价，对当前的景观结构、生态现象和过程以及人为活动对该景观的作用后果进行评定； ● 景观利用最优化将各空间单元与特定区域的要求和发展需要相比较。 <p>LANDEP 的基本点就是面临土地利用的各种要求，以既定区域生态能力来支持所设计的土地利用项目。为此要解决某一景观的生态性质是否适应土地利用的功能要求、现有的人为利用对区域生态的影响，以及某一景观当前的稳定性等问题。最后通过逐步评价，找出在既定的区域最有助于功能发挥的人为活动类型，或是为某些带来不利影响的活動找到规避或减缓的措施。主要步骤包括以下方面。</p> <p>（一）区域景观生态数据和社会经济数据采集</p> <p>最常用的分析指标包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 划定研究区域的界线，包括区域的行政边界和自然地理边界； ② 区域地质基础，包括地质历史、地壳构造（工程地质、水文）和承载能力等； ③ 成土母质、土壤和地下水； 地形（破相、坡度、坡形等）； ④ 水文（集水区的大小和形状）； ⑥ 气候条件； ⑦ 潜在和现状植被； ⑧ 动物区系和生境； ⑨ 现代景观结构，经济活动和自然因素的共同作用结果。 ⑩ 社会经济状况，与工业、城市发展、交通、农业、住宅建设、娱乐、自然资源和自然保护等相关。 <p>（二）景观生态数据的解释</p> <p>要将基本的景观生态学指数转为可服务于优化过程的特征值，必须依赖对景观生态数据的解释，进而掌握有关景观功能的一系列特性。包括有效性、可耕种性、积水性、土壤营养作用、基质承载能力、地形隔离程度、物质传输动态、植被和景观的人为影响的变化、景观的人工化程度以及居住的适宜度等。</p> <p>（三）优化 ——LANDEP 的核心所在，包括评价和建议</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 评价 <p>基本目标是土地系统（景观生态类型）对人类活动的适应能力和景观特性对人类活动的忍受极限。</p> <p>主要对不同的景观类型对一个既定的人为活动的适宜性做出判断。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 建议 <p>寻找出对一个既定的景观生态类型来说，其最适合的人为活动是什么，才能使区域景观生态特征与当地的社会经济发展相协调。</p> <p>【讨论】在主要建成区外规划生态友好的新城区</p> <p>第一步：需要收集哪些数据？</p> <p>（提示：从生态、地理、社会经济三方面思考）</p>	<p>【讨论】</p> <p>计划在现有城区外扩展建设一个“生态新城”，需统筹居住、产业与生态保护功能。请讨论以下问题：</p> <p>第一步：需要收集哪些数据？</p> <p>生态数据</p> <p>第二步：需要开展哪些分析？</p>
--	--

<div><ul style="list-style-type: none">生态数据： 现有植被类型（森林、湿地、草地）和野生动物栖息地分布； 河流、湖泊等水体位置及水质状况； 土壤类型（如沙土易渗透、黏土易积水）和地质灾害风险区（如滑坡）。地理数据： 地形图（坡度、坡向影响建筑布局和排水）； 气候数据（年降水量、风向影响绿道和通风廊道设计）； 现有土地利用（农田、荒地、村庄）。社会经济数据： 规划人口规模及分布； 产业类型（工业、农业、服务业）及用地需求； 交通网络现状及规划（道路、铁路对生态切割的风险）。<div>第二步：如何分析这些数据？ (提示：通过空间叠加、指标计算和情景模拟支持规划决策)</div><ul style="list-style-type: none">生态敏感性分析： 叠加水体、坡度、植被数据，划定禁止开发的生态保护区（如陡坡、湿地）； 识别关键野生动物迁徙廊道（如森林斑块间的连接区域）。土地适宜性分析： 评估不同区域的建设适宜性（如平坦且远离湿地的区域优先用于居住）； 分析农田保护与城市扩张的冲突区域。情景模拟与影响评估：模拟两种规划方案： 方案 A：高强度开发，压缩绿地空间； 方案 B：保留生态廊道，分散组团式开发。 预测各方案对生态的影响（如生物多样性损失、热岛效应加剧）。<div>二、德国的景观生态规划</div><p>其景观生态规划的基本任务主要有三个方面：</p><ul style="list-style-type: none">按照受影响的生态系统的敏感性来鉴别、降低及缓和环境影响；维持或加强区域的景观多样性；保护稀有的和较敏感的生态系统组合。<p>规划分为土地利用类型、空间格局、环境影响敏感性的调查、空间连锁和环境影响结构等步骤。</p><div>三、日本的景观生态规划</div><p>“自然-空间-人类系统”为核心的城乡融合系统设计模型。</p><p>主要思想，三个方面：</p><ul style="list-style-type: none">国土资源经济价值与公益价值协调一致的扩大再生产；国土资源利用管理合理化；最适定居的社会建设（自然-空间-人类系统设计）。<div>【补充】——我国的国土空间规划理论</div></div> <div><div>【补充】介绍我国的国土空间规划理论主要内容。</div></div>
--

我国国土空间规划理论是以生态文明理念为核心，通过统筹协调生态保护、农业生产、城镇发展三大空间功能，构建全域全要素空间治理体系的战略性框架。该理论以“多规合一”为改革方向，整合了主体功能区规划、土地利用规划、城乡规划等传统规划体系，形成具有中国特色的空间治理模式。

其理论框架包含三大核心维度：

空间层级维度（五级体系）

建立**国家、省、市、县、乡镇**五级联动的规划传导机制，其中国家级规划侧重战略引领与底线管控，省级规划强化空间格局与区域协调，市县层级聚焦空间落地实施，乡镇层级突出操作性和实施性，形成纵向传导、横向协同的规划网络。

规划类型维度（三类协同）

总体规划：确定区域主体功能定位，划定生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界三条控制线，明确国土空间开发强度等核心指标

详细规划：在城镇开发边界内建立地块级管控体系，在乡村地区推行实用性村庄规划，实现精细化空间管控

专项规划：针对交通、能源、生态保护等特定领域编制跨区域、跨层级的实施性方案，需与总体规划实现技术对接

实施保障维度（四维支撑）

构建**法规政策、技术标准、编制审批、监测评估**四个子系统，其中创新性引入国土空间基础信息平台 and “双评价”技术体系（**资源环境承载能力评价与国土空间开发适宜性评价**），通过数字化治理实现规划动态监测和实时预警。

【本课小结】

本节课我们详细学习了国外的景观生态规划模式。请同学们重点理解并掌握前捷克斯洛伐克提出的 LANDEP 模式中涉及的主要步骤，包括数据采集所涉及的数据类型，对生态数据进行解释以及最终优化建议。

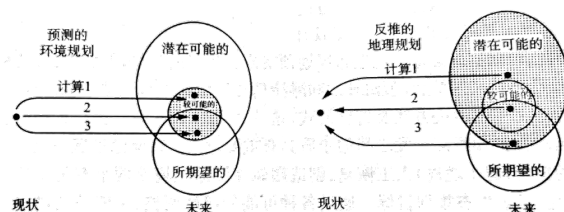
【课程导入——景观生态规划预案研究】

在介绍景观生态规划发展时，提到 20 世纪 90 年代，荷兰的景观生态学家发展了一种反推式预案研究的规划方法。本节课我们将对其原理及相关案例进行介绍。

【探究新知】

一、景观生态规划预案

预案（scenario）对现状、未来存在的可能性，决策者对未来所期待的状态的描述，以及相关的系列时间，经由这些事件可将现存状态导向未来的目标。因此，预案研究着重对未来各种可能性的探索寻求实现的途径，而不仅是对未来的预测。



【课程思政】我国国土空间规划理论体现的课程思政内涵：用规划实践传递“人与自然共生”“发展为了人民”的价值理念。

【讨论】请同学观察、分析和讨论图 2，解释一下两种预案的区别。

图 2. 预测性预案（左）和反推式预案（右）

预案研究的关键是要在**潜在可能的**(possible)、**较可能的**(probable)和**所期望的**(desirable)这三种范畴中寻找解决途径。

反推式预案的三个步骤：

1 预案的设计

2 返回现状

一种反推的过程，以寻找并描绘从现状到“所期望的”未来的实现途径；

3 对规划与设计的评估

生态后果、经济投入等。

二、辽河三角洲滨海湿地景观生态规划的预案研究

（一）预案的设计

规划目的是协调辽河三角洲湿地稻田开发、水产养殖、建成区扩展，苇田开发和滩涂鸟类生境保护对土地资源需求的冲突，并寻找合理的空间解决方案及管理模式。

在滩涂地区发展苇田及采取一定的措施人工恢复、创造翅碱蓬滩涂生境是两个有关生境保护与生境补偿的景观生态规划目标。

考虑的因素：

- 1 区域农业开发的强度及其限制；
- 2 生物保护、生境补偿的防治及其限制；
- 3 与规划目标相关的自然生态单元的适宜性及其被改变的可能性；
- 4 所有与目标物种生境需求有关的生境类型；
- 5 所有有利于实现规划目标的生境管理方式；
- 6 空间策略及其分布格局。

三种预案：详见教材 P231 表 8-5 8-6

A 湿地调整

B 生境管理

C 农业开发

（二）预案规划目标所需措施的确定

区域景观要素的分类和**用户知识库的构建**，是确定景观生态规划目标所需措施的基本条件；景观要素的分级分类是分析判定生境适宜性的基础。

为确定景观生态规划目标所需措施的知识库，主要通过对**比景观生态规划目标与当前的自然生态单元类型**而建立。将规划目标与现状进行反复比较，最终就可以确定实现规划目标所需的措施，并以空间明晰化的方式予以表达。

【本课小结】


预案研究在于对研究区现状的判断、对未来的预测以及格局未来情境对现状的反推式规划。请同学理解并掌握预案规划的原理及步骤。

【作业、思考与练习】

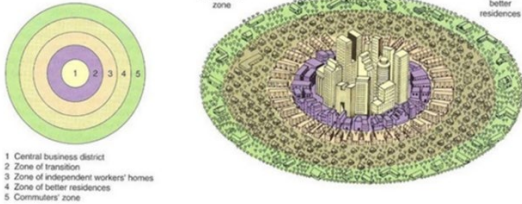
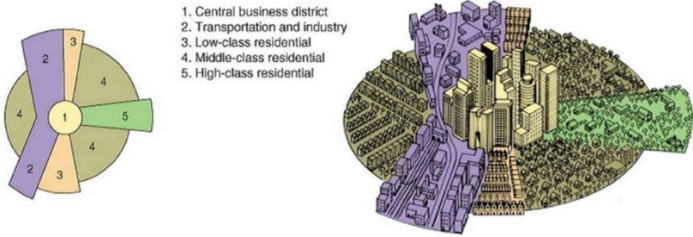
某乡村计划利用周边山林、溪流和农田资源，开发生态旅游项目，需平衡游客活动与生态保护。请回答以下问题：

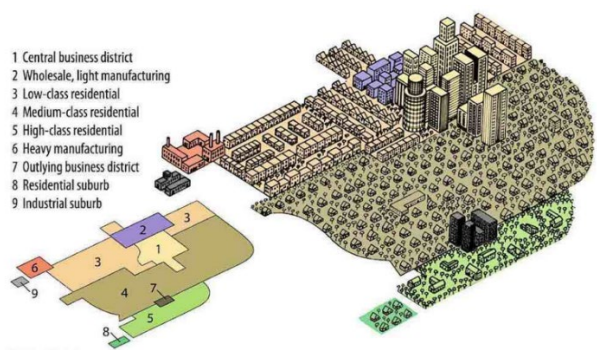
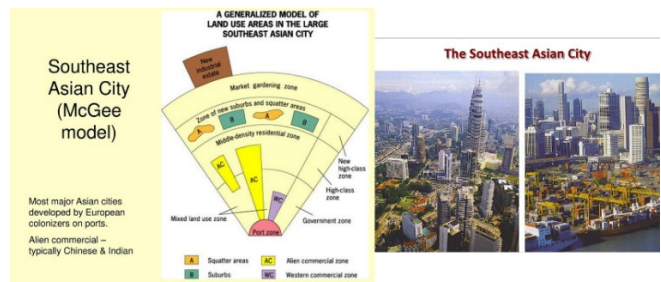
需要收集哪些数据？如何分析这些数据？

<p>参考答案：</p> <p>数据：</p> <p>自然数据：</p> <p>森林类型、溪流水质、重点保护植物/动物分布（如鸟类栖息地）； 地形坡度（判断步道建设的可行性）、土壤稳定性（预防滑坡）。</p> <p>人文数据：</p> <p>现有村庄位置、农田分布及作物类型； 游客容量预估（避免过度拥挤）、本地文化特色（如传统建筑、节庆活动）。</p> <p>数据分析：</p> <p>生态敏感性分析：</p> <p>叠加森林、水源地、动物活动区数据，划定“禁止开发的核心保护区”； 用坡度图筛选可建设步道的缓坡区域（坡度<15%）。</p> <p>游客活动适宜性分析：</p> <p>将农田、平坦林地标注为“农耕体验区”“露营区”； 避开动物繁殖期（如春季鸟类筑巢），设计季节性游览路线。</p> <p>冲突协调：</p> <p>对比游客步道规划与动物迁徙路径，调整路线减少干扰； 预留缓冲区，隔离农田与游客活动区，避免污染和踩踏。</p> <p>【板书设计】</p> <table><tr><td>第八章景观生态规划</td><td>二、德国的景观生态规划</td></tr><tr><td>第一节 景观生态规划概述</td><td>三、日本的景观生态规划</td></tr><tr><td>一、景观生态规划的特点与原则</td><td></td></tr><tr><td>与景观规划设计、生态规划的区别</td><td>第三节 景观生态规划预案研究</td></tr><tr><td>原则</td><td>一、景观生态规划预案</td></tr><tr><td>二、景观生态规划的发展</td><td>预测性、反推性预案的区别</td></tr><tr><td>第二节 国外景观生态规划</td><td></td></tr><tr><td>一、前捷克斯洛伐克景观生态规划</td><td></td></tr><tr><td>数据收集、数据解释、优化</td><td></td></tr></table>		第八章景观生态规划	二、德国的景观生态规划	第一节 景观生态规划概述	三、日本的景观生态规划	一、景观生态规划的特点与原则		与景观规划设计、生态规划的区别	第三节 景观生态规划预案研究	原则	一、景观生态规划预案	二、景观生态规划的发展	预测性、反推性预案的区别	第二节 国外景观生态规划		一、前捷克斯洛伐克景观生态规划		数据收集、数据解释、优化	
第八章景观生态规划	二、德国的景观生态规划																		
第一节 景观生态规划概述	三、日本的景观生态规划																		
一、景观生态规划的特点与原则																			
与景观规划设计、生态规划的区别	第三节 景观生态规划预案研究																		
原则	一、景观生态规划预案																		
二、景观生态规划的发展	预测性、反推性预案的区别																		
第二节 国外景观生态规划																			
一、前捷克斯洛伐克景观生态规划																			
数据收集、数据解释、优化																			
<p>教学反思</p> <p>本节课主要介绍了景观生态规划的基本原理、国外景观生态规划模式以及预案研究方法。优点在于内容全面，涵盖了景观生态规划的核心概念和实践应用。不足之处在于，介绍规划理论时，有些内容较为抽象，学生兴趣不大，理解消化情况不佳。为改进此问题，未来教学中应增加更多具体案例和互动环节，适当删减一些过于陈旧的内容，减少理论讲解时间，让学生参与性更强，增强学生对重点内容的消化和理解。</p>																			

授课题目	8.4 农区景观生态规划 8.5 城市景观生态规划 8.6 山地景观生态规划	学时数	2 学时
教学目标	<div>□ 知识目标</div> <div>1. 了解农业景观的发展和变化，掌握农村景观生态规划原则；</div> <div>2. 理解城市景观特点、结构，掌握城市景观规划原则；</div> <div>3. 理解山地景观结构，掌握山地景观规划原则。</div> <div>□ 能力目标</div> <div>规划方案分析与设计能力。能够结合具体景观类型及特点，应用景观生态规划原则，初步制定兼顾生态保护与用地功能的规划框架。</div> <div>□ 素养目标</div> <div>可持续发展观。通过农区、城市、山地三类典型景观的生态规划教学，培养学生尊重自然本底的可持续发展观；“因地制宜、向绿而行”的职业伦理，使其成为国土空间治理中“懂生态、惠民生、守底线”的践行者。</div>		
教学重点 & 难点	<div>□ 教学重点</div> <div>农业、城市、山地景观的结构和特点；</div> <div>□ 教学难点：</div> <div>不同类型景观的规划原则。</div>		
教学方法	讲授法、案例法、讨论法		
教学手段	课件、板书、超星学习通		
教学过程及授课内容			教学活动
<div>【课程导入】</div> <div>在理解了景观生态规划基本原理的基础上，本节课将以三个景观类型为例，对特定景观的结构和特点，以及景观生态规划的原则进行梳理。首先，我们将对农区的景观生态规划进行介绍。</div> <div>【探究新知】</div> <div>➤ 农业/农村景观生态规划</div> <div>一、农业景观的发展和变化</div> <div>农业是对自然景观影响重大的一种人为活动，火和工具的使用使人类改变自然的能力大大加强。</div> <div>种植斑块成为自然景观转变为农业景观的重要标志。</div> <div>种植斑块最明显的特征是其几何形状，即线性和多边形特征。</div> <div></div> <div>图 1. 种植斑块</div> <div>种植斑块是由人引进植物的斑块，其内部物种动态主要取决于人类的维护管理。</div>			<div>【思考】请大家思考，农业景观有什么特点？</div>

<p>其动态变化可分为三个阶段：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 首先是一个伴随着干扰和种植而发生显著变化的短暂初期阶段； • 再是一个在维护活动期间相对稳定和较长的中期阶段，包括除草、灭虫、翻土、施肥和灌溉等； • 最后是被抛荒和自然演替的短暂的后期阶段。 <p>农业景观发展的另一个重要特点是居住斑块的出现。村庄的出现，使区域中的廊道和网络增加，景观趋向于破碎，连通性下降。</p> <p>农业的发展会造成一些不利影响：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 现代农业发展使大面积的集约化农田出现，景观变得单调，生产量上升的代价是景观多样性的下降，当地生物物种的减少和土壤侵蚀的增加。农药化肥：土地板结、水土流失、水体污染、物种濒危等 • 现代农业的发展使各种生物群落被扰乱，造成物种减少，生物栖息地丧失。传统牧场多达 40 种有花植物，而改良的高产草地则只有一种牧草。 <p>二、农村景观生态规划</p> <p>理想的农村景观生态规划应能体现出农村景观资源提供农产品的第一性生产、保护和维护生态环境以及作为一种特殊的旅游观光资源等三个层次的功能。</p> <p>农村景观是在原有地貌、气候与生物等自然属性的基础上注入新的人类文化特征后形成的。核心是保护和增加景观中的天然植被斑块，通过景观空间结构的调整，使耕作斑块、居住斑块和自然斑块大集中、小分散，确立景观的异质性来实现生态保护(Forman, 1995)。</p> <p>我国的农村景观规划建设：</p> <p>首要的问题是协调提高人口承载力与维护生存环境之间的关系，生态保育必须结合经济开发来进行，通过人类活动有目的的进行生态建设。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 建设高效人工生态系统，实行土地集约经营，保护集中的农田斑块； 2 重建自然植被斑块，因地制宜地增加绿色廊道和分散的自然斑块，补偿和恢复景观的生态功能； 3 控制建筑斑块盲目扩张，节约工程及居住用地，塑造环境优美、与自然系统相协调的人居环境与宜人景观。 <p>➤ 城市景观生态规划</p> <p>一、城市景观特点及其演变</p> <p>城市景观是指城市地域内的景物或景象。</p> <p>与自然景观、农业景观不同的是，城市景观是在一定区域内以从事第二产业和第三产业为主的高密度人群、人工建筑体的集合，是由人类建设起来的人造景观。</p> <p>引发的问题：人口密度过高、住房紧张、城市基础设施设置建设滞后和环境污染等，如大气和水体污染、热岛效应、城市绿地稀缺等。</p> <p>城市景观的特点：</p>	<p>【讨论】结合第六章的内容，请大家思考，农业/农村景观这种类型具有哪些价值，或可以提供哪些功能？</p> <p>【补充】这一观点与 3.2 中景观粒度部分提到的“粗粒+细粒”相结合的规划原则其实是一致的！</p> <p>【提问】区别于农村景观，城市景观有什么特点？</p>
---	---

<div><ul style="list-style-type: none">● 以人为主体的。 受人为活动影响和干扰● 城市景观具有很大的不稳定性。 城乡过渡带、城市生态系统● 城市具有较低的景观多样性。 自然和半自然景观占比少，多为人工景观● 城市景观具有较高的破碎性。 网络结构● 城市景观具有梯度性。 城市中心到城市边缘<div>二、城市景观结构</div><p>城市景观中的斑块主要是指城市中的各个不同功能分区，其间为道路、河流、绿带等廊道所分割，相互之间呈连续或岛状镶嵌分布的格局。</p><p>城市景观结构模型有：同心圆模式、扇形模式、二元经济结构模式和多核心模式。</p><div><ul style="list-style-type: none">● 同心圆模式<p>同心圆模式的阐述仅仅是基于城市均质性的平面而加以推论。现代交通不仅会影响城市内部的易达性，而且也影响土地价值及土地利用形式。</p><div><p>图 2. 同心圆模式的城市景观结构</p></div><ul style="list-style-type: none">● 扇形模式<p>保留了同心圆模式的经济地租机制，加上了放射状运输线路的影响，使城市向外扩展的方向呈不规则形。住宅区、贫民住在环绕工商业土地利用的地段，而中产和富人则居住在环境和交通都较好的地段。当人口增多，贫民区不能朝中产阶级和高级住宅发展时，就会朝阻力小的方向做放射状发展，因此城市各土地利用功能区的布局呈扇形。</p><div><p>图 3. 扇形模式的城市景观结构</p></div><ul style="list-style-type: none">● 多核心/中心模式<p>前两种模式的城市内部结构均为单中心，忽略了重工业对城市内部结构的影响和市郊住宅区的出现。</p></div></div>	<div>【提问】在座的同学大多来自不同的城市，你家乡的城市布局（结构），和沈阳一样吗？有什么区别？</div>
--	--

<p>多中心模式：假定城市内部结构除主要经济区，还有次要经济区散布在整个体系内。各土地利用功能区的布局并无一定序列，大小不一，空间布局富有弹性。</p>  <p>图 4. 多核心模式的城市景观结构</p> <p>● 二元经济结构</p> <p>二元经济结构：有两种不同的商业中心。</p> <p>一类为西式商业中心，以国际贸易为主，零售商店出售的以进口高档货为多，其后是高级住宅；另一类为外来移民的商业中心，从事当地的货品买卖为主，前面是港口，后面是住宅。</p> <p>介于其间的是混合性土地利用，其后是当地居民住宅区。新建的工业区多位于旧城以外的空间。</p>  <p>图 5. 二元经济结构的城市景观结构</p> <h3>三、城市景观生态规划</h3> <p>意义：在于通过对城市空间环境的合理组织，营造一个符合生态良性循环、与外部空间有机联系、内部布局合理、景观和谐的城市生态系统，以促进城市的可持续发展。</p> <p>城市景观生态规划的基本原则：</p> <ol style="list-style-type: none">1 协调人与自然关系，保持文化特色；2 在人工环境中努力显现自然，增加生物多样性；3 发挥景观的视觉多样性；4 合理安排城市空间结构，相对集中开敞空间，组织和谐的土地利用；5 保持和恢复景观生态过程与格局的连续性，维护自然斑块之间的联系；6 以绿色生态空间体系建设为中心的绿化、美化与净化；7 保护环境敏感区，对不得已的破坏要加以补偿；8 居住环境-生活质量-城市文化的相互促进，环境管理与生态工程相结合。	
	<p>【提问】你觉得沈阳市是什么结构的？为什么？</p> <p>多核心模式</p> <p>【思考】除</p>

<p>对城市空间环境的规划，根据其性质不同可分为：自然生态空间与人文生态空间。</p> <ul style="list-style-type: none">● 自然环境的特点将决定城市的布局形态，城市的规模及城市工业区的位置等，发挥自然景观对提高城市环境质量的贡献。● 城市人文生态空间包括文化、社会、建筑和艺术环境。尽量保留城市的历史文化风貌，突出城市的自身特点，使城市建设具有地方特色和时代特征。 <p>城市景观生态规划的层次：宏观和中观</p> <ul style="list-style-type: none">● 宏观是城市土地利用的规划，对城市内部的土地利用类型的布局进行规划和评估；● 中观是对城市内某一景观类型进行规划，如环境敏感区、绿色生态空间和城市廊道等。 <p>环境敏感区是城市地区对人类具有特殊价值或具有潜在天然灾害的地区，往往会因为人类的不当开发活动而导致环境负效应。分为生态敏感区、文化敏感区和天然灾害敏感区。</p> <ul style="list-style-type: none">● 生态敏感区：河流水系、滨水地区、山丘林地、特殊或稀有植物群落和野生动物栖息地。● 文化敏感区：城市景观中具有特殊重要历史、文化价值的地区，如文物估计、革命遗址等。● 天然灾害敏感区：城市中可能发生水患得滨水区、地质不稳定区、空气严重污染区等。 <p>对道路廊道的规划既要保持城市中各种景观之间的物质流动和传输的畅通，又要最大限度地降低对自然环境的破坏。</p> <p>其形态特征应综合考虑其功能、经济条件、地形地貌和生态特征。</p> <p>水体廊道和植被廊道是城市廊道的重要组成部分。</p> <p>➤ 山地景观生态规划</p> <p>一、山地景观结构与变化</p> <p>山地景观主要包括：人为干扰较少的自然景观、人为干扰较大的耕作景观、部分城郊景观和建筑景观。</p> <p>人类活动通过增加或降低景观斑块的复杂性而改变景观结构，使景观变得单调、破碎。</p> <p>引发的问题：景观变得单调、破碎；空间结构与功能退化；一系列的环境问题（大气和水污染、水土保持能力降低、生物资源破坏）。</p> <p>二、山地景观生态规划</p> <p>分 4 部分功能区：①保护区；②耕作区；③生活区；④调和区</p> <p>保护区：远离人类活动集中地带，应作为保护濒危物种、水源涵养、提高植被覆盖度和协调、维护整体生态系统的景观核心地带。</p> <p>耕作区：由于发展林地的耗费较高，且对于人类的开发不敏感，可作为景观主要的农业耕种区。</p>	<p>了上述理论性较强的规划原则，如果我们从城市内的空间性质、空间尺度、生态属性等角度考虑，有哪些需要注意的原则呢？</p> <p>【说明】区别于前面两种景观类型是以用地属性进行划分的，山地景观是根据地形地貌划分的，空间属性上既可能是城市、农村，也可能是耕地。</p>
---	--

<p>生活区：是景观中基本农田和人类居住、生活的主要集中地，应促进景观利用的集约化程度，使其成为景观中人类活动的核心地带。</p> <p>调和区：通过景观的空间格局和增强自然栖息地间生态联通程度，使景观维持在一个较高质量的水平之上。可作为保护区的生态缓冲区，耕地生态缓冲带，也可作为各种过渡带。</p> <p>廊道：是增强源地之间的连通度、维护景观整体生态功能的有效途径。最小耗费通道”</p> <p>除此之外，山地景观中以下几种“关键地段”应予以格外重视：</p> <p>①能使两个或多个保护区通过缓冲区直接相连的最小耗费地段；②多条廊道或扩散路径的交汇处，经过该点的廊道数目越多，其重要性越大；③生态廊道与道路、水系的交汇处；④生态廊道穿越阻力高值区的地段。</p> <p>【本课小结】</p> <p>本次课以农业、城市和山地景观类型为例，着重介绍了各种景观类型的特点及结构，请同学在理解理论的基础上，掌握各种景观类型的规划原则。</p> <p>农业景观生态规划应注重保护原有自然斑块，保护现有农田，通过调整景观空间结构，实现生态保护，控制建筑斑块扩张等。</p> <p>城市景观生态规划则致力于营造一个生态良性循环的城市生态系统。规划原则强调协调人与自然关系、增加生物多样性、合理安排城市空间结构、保持景观生态过程与格局的连续性等。</p> <p>山地景观生态规划需划分不同功能区，通过增强源地连通度维护整体生态功能。规划中还应重视保护区之间的连通性，关注廊道交汇处等生态流动性较强的关键地段。</p> <p>【作业、思考与练习】</p> <p>扩展阅读：请同学自行阅读以下文献，加深对城市、农村和山地景观规划原则的理解。</p> <p>[1]肖笃宁,高峻,石铁矛. 景观生态学在城市规划和管理中的应用 [J]. <i>地球科学进展</i>, 2001, (06): 813-820.</p> <p>[2]肖笃宁,高峻. 农村景观规划与生态建设 [J]. <i>农村生态环境</i>, 2001, (04): 48-51.</p> <p>[3]张惠远,王仰麟. 山地景观生态规划——以西南喀斯特地区为例 [J]. <i>山地学报</i>, 2000, (05): 445-452.</p> <p>【板书设计】</p> <div><div><div>第八章 景观生态规划</div><div>第四节 农区景观生态规划</div><div>一、农业景观的发展和变化</div><div>种植斑块、居住斑块</div><div>二、农村景观生态规划</div><div>协调：自然植被、农田、建筑</div><div>第二节 城市景观生态规划</div><div>一、城市景观特点及其演变</div><div>二、城市景观结构</div></div><div><div>同心圆、扇形、二元经济结构、多核心模式</div><div>三、城市景观生态规划</div><div>第三节 山地景观生态规划</div><div>一、山地景观结构与变化</div><div>二、山地景观生态规划</div></div></div>	<p>【说明】最小耗费通道也成为最小累计阻力法，我们将在GIS课上详细讲解和操作。</p>
<p>教学反思</p>	

本节课主要介绍了农业、城市和山地三种景观类型的特点及结构，并阐述了各自的生态规划原则。优点在于内容全面，涵盖了景观生态规划的主要方面。不足之处在于规划原则部分理论性较强，学生可能难以完全理解和记忆。

为改进教学，应更多地引导学生分析和理解景观本身的特点和属性，通过具体案例，使学生在掌握景观特点的基础上，更好地理解 and 记忆规划原则，提高教学效果。

第九章 景观生态学应用

授课题目	9.1 自然保护 9.2 森林与湿地景观生态学研究 9.3 农业景观生态学研究与农区生态建设	学时数	2 学时
教学目标	<p>□ 知识目标</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 理解景观生态学在自然保护方面的作用和意义。理解景观多样性对物种保护方面的作用，以及人类活动在景观多样性变化方面的影响，了解并掌握基于生物多样性保护的景观生态规划与设计原则； 2. 了解森林和湿地类型的景观生态学研究重点； 3. 了解农业景观生态学的研究进展及农区景观生态建设模式。 <p>□ 能力目标</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 分析与评价能力。能够运用景观生态学原理分析区域景观格局与生物多样性的关系，评估人类活动对景观多样性的影响；能够结合案例，制定基于生物多样性保护的景观生态规划与设计方​​案，提出针对性保护策略。 2. 综合应用能力。能够针对森林、湿地等典型生态系统，识别其景观生态学研究的关键问题，并提出科学保护建议；能够结合农业景观特征，设计农区景观生态优化模式，推动农业可持续发展。 <p>□ 素养目标</p> <p>生态伦理与责任意识。树立人与自然和谐共生的生态价值观，理解保护景观多样性的伦理意义；关注生态学前沿和热点，增强对生态环境保护的保护责任感。</p>		
教学重点 &难点	<p>□ 教学重点</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 景观生态学在自然保护方面的作用； 2. 森林和湿地景观生态学的研究重点； 3. 农区景观生态建设模式。 <p>□ 教学难点：</p> <p>景观生态学理论的应用与实践途径</p>		
教学方法	讲授法、案例法、讨论法		
教学手段	课件、板书、超星学习通		
教学过程及授课内容			教学活动
<p>【课程导入】</p> <p>想象一下，如果你生活在一座孤岛上，周围被海洋隔绝，资源有限，同伴稀少——这样的环境能支撑多少生命存活？这正是许多野生动物在人类开发中面临的困境：森林被公路切割成“碎片”，湿地被农田包围成“孤岛”。这些栖息地就像陆地上的“岛屿”，而岛屿生物地理学告诉我们：岛屿面积越小、离大陆越远，能存活的物种就越少。</p> <p>景观生态学正是用这样的视角看待自然保护：当一片森林变成零散的“绿色岛屿”，当河流湿地被大坝阻断成“死水池塘”，物种的灭绝风险就会像孤岛上的生命一样。但景观生态学理论告诉我们，我们可以通过设计“生态廊道”连接破碎的栖息地，用“踏脚石”斑块为迁徙动物提供中转站——就像在岛屿之间架起桥梁，让生命重新流动起来。</p>			<p>【提问】请同学回答“岛屿生物地理学理论”主要内容。</p>

<p>在前面的课程中我们介绍了景观异质性、景观多样性等景观生态学原理，这些景观生态学原理对自然保护及保护区规划具有重要的指导意义。本次课我们将学习景观生态学在自然保护、森林与湿地、农业景观与农区建设方面的应用。</p> <p>【探究新知】</p> <h3>9.1 自然保护</h3> <h4>一、景观多样性与物种保护</h4> <div><p>□ Aldo Leopold 在《野生生物管理》中写道：</p><p>“任何一种动物每天都要在关键的各种生境地域活动，因此在一个给定地块所能承养的最大种群数量不仅依赖于它的环境类型或组成，而且依赖于这些环境类型在动物活动领域内的空间分布。因此，生境组成和空间分布将成为决定动物领域内物种丰富程度的主导因素，动物生境管理主要在于确定物种对环境的需求和物种可能活动的范围，通过控制土地单元上各种生境类型的组成和分布，从而提高物种的数量。”</p></div> <p>下面我们来回顾一下景观多样性的内容：</p> <p>景观多样性是指景观在结构、功能和时间变化方面的多样性，反映了景观的复杂程度，是景观水平上生物组成多样化程度的表征。</p> <p>根据景观多样性的研究内容可将其划分为三种类型，即斑块多样性、类型多样性和格局多样性。其中，类型多样性最为重要，是景观异质性的度量，决定了景观的格局和斑块多样性。</p> <ul style="list-style-type: none">✓ 斑块多样性 景观中斑块的数量、大小和斑块形状的多样性和复杂程度。✓ 类型多样性 景观中类型的丰富度和复杂度。✓ 格局多样性 景观类型空间分布的多样性、各类型之间以及斑块之间的空间关系和功能联系。 <h4>二、人类活动与景观多样性变化</h4> <p>人类活动与景观多样性之间的关系非常密切。既能使景观多样性降低，也能使其增多。这与景观类型差异及人类改造的目标有关。</p> <ul style="list-style-type: none">• 山地景观 改变斑块面积、形状、数量、内缘比• 城市景观 上海市——填海造城、景观类型趋于单一、斑块形状更趋复杂、景观格局趋于复杂、结构不稳定性提高、自我组织和调节能力削弱• 湿地景观 景观多样性下降而优势度增高、破碎化程度加深、景观类型退化或消失• 流域景观 景观结构趋于简化、斑块复杂性和景观异质性程度降低、自然斑块更加	<p>【说明】生物多样性保护主要取决于生境多样性的保护，即景观多样性。</p> <p>【提问】回顾“景观多样性”包含哪三个方面的多样性特征？</p> <p>【提示】 斑块→空间载体（资源供给）； 类型→功能互补（风险分摊）； 格局→过程保障（连通协同）。</p> <p>【举例】说明以下景观类型在人类活动影响下景观多样性的变化</p>
--	---

<p>分离</p> <ul style="list-style-type: none"> • 复合生态系统 <p>那么如何通过人类活动提高城市景观多样性？</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 保护城市景观中的环境敏感区； 2 完善城市景观结构，保证景观结构的完整； 3 城市绿地规划与设计应符合生态学规律； 4 增加绿地斑块内部的异质性，增加内部形式的多样化。 <p>三、生物多样性保护的景观生态规划与设计</p> <p>不论景观是均质还是异质的，其中都存在着某种潜在的空间格局，它们由景观中一些关键性的局部、点及位置关系所构成，构成景观生态安全格局，对维护和控制景观中某种生态过程起着关键性的作用。</p> <p>联合国教科文组织实施的“人与生物圈”计划中对生物圈保护区制定了功能区的标准，即一个生物圈保护区应有核心区、缓冲带和过渡区三个功能区。</p> <p>我国的自然保护区也分为核心区、缓冲带（或缓冲区）和实验区。</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 核心区 <p>具有明确保护目的，受到严格保护的、典型的自然生态系统，或受最低限度干扰的典型的自然生态系统，其数目可以是多个。绝对保护。</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 缓冲区/缓冲带 <p>其功能是保护核心区的生态过程和自然演替，减少外界活动的干扰。只允许进入从事科学研究观测。</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 实验区 <p>缓冲区的外围可划为实验区，可以进入从事科学实验、教学实习、参观考察、旅游以及驯化、繁殖珍稀、濒危野生动植物等活动。</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 廊道 <p>主要作用是将孤立的栖息地斑块与大型的种源栖息地相连接，由利于物种的持续和增加生物多样性，但廊道也为外来物种的入侵提供了可能。</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 增加异质性 <p>景观异质性或时空的斑块特性有利于物种的生存和连续及整体生态系统的稳定。</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 恢复栖息地 <p>栖息地的恢复关键在于引进乡土栖息地斑块，作为孤立栖息地之间的“跳板”，或增加一个适宜于保护对象的栖息地。</p> <p>四、四川卧龙自然保护区的景观结构设计</p> <p>结合教材 P257 案例讲解利用景观生态学原理指导自然保护区规划设计。</p> <p>景观适宜性评价主要选取了三个因子：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 食物来源 <ul style="list-style-type: none"> ■ 熊猫对竹子的种类有喜好差异，根据竹子类型划定空间位置，进行权重赋值； • 地形高度 <ul style="list-style-type: none"> ■ 不同海拔高度范围出现熊猫的频率明显不同； 	<p>【讨论】结合我们 GIS 课程中学习的空间分析知识，技术上的处理流程如何？</p>
--	---

<div><ul style="list-style-type: none">● 地形坡度<ul style="list-style-type: none">■ 大熊猫一般喜欢在坡度小于 20° 的地方活动和觅食；当地形坡度大于 40°，不再适宜大熊猫生活。</div> <div><h3>五、景观视觉环境的评价与保护</h3><p>景观视觉环境质量的研究不但兼顾了视觉美学意义上的景观，即风景的美学研究，而且还注重了环境生态的美学评价以及景观价值的评价。</p><p>符合可持续发展观的景观，应该是融合自然美、社会美和艺术美的有机整体。</p><p>景观的视觉环境是由客观环境和主观感知共同构成的。</p></div> <div><h2>9.2 森林与湿地景观生态学研究</h2><h3>一、森林景观生态学</h3><p>森林景观生态学是以森林景观作为研究对象，其主要任务是研究以森林生态系统为主体的景观结构、功能及其变化，并将其生态学原理应用于森林资源的开发和管理等方面。</p><p>具体研究集中于以下两方面：</p><div><div>1. 森林景观格局与生态过程</div><div>格局——植被空间分布及其动态</div><div>过程——环境变化、干扰（林火干扰是一个森林景观研究中一个重要的主题）</div></div><div><div>2. 森林景观质量控制与管理</div><div>森林管理、林业经营、政策制定、规划等</div></div></div> <div><h3>二、湿地景观生态学</h3><p>湿地是地球上水陆相互作用形成的独特生态系统，是重要的生存环境和自然界最富生物多样性的生态景观之一。</p><div><div>1. 湿地景观格局与生态过程</div><div>由静态到动态，探寻影响变化的驱动力</div></div><div><div>2. 湿地生态系统服务价值</div><div><div>1) 提供多样生境，保护生物多样性，丰富物种资源</div><div>2) 调蓄径流，涵养水源，防止自然灾害</div><div>3) 截流、降解污染，改善水质</div><div>4) 平衡温室气体，调节区域小气候</div><div>5) 湿地的其他方面功能</div></div></div><div><div>3. 湿地景观健康与保护</div><div>“动态平衡”，频繁而较小的扰动，而能从较大的干扰下快速恢复平衡</div></div></div> <div><h2>9.3 农业景观生态学研究</h2><h3>一、农业景观生态学研究进展</h3><p>与其他类型景观研究的核心内容一样，格局、过程和动态仍是其研究的基本内容。</p></div>	<div><p>【说明】可以看到无论哪种景观类型，最基本的科学问题仍然离不开“格局-过程”的研究主题。</p><p>【提问】“湿地”的定义？</p><p>【提问】湿地有哪些生态系统服务功能？</p></div>
---	---

研究尺度包括：**农田、农村、流域或区域农业景观。**

我国开展的农业景观生态学研究主要集中在：**农区景观格局变化、农业景观规划设计、农区景观生态建设的研究和应用方面。**

二、我国的农业景观生态建设模式

我国具有 8000 多年的农业历史，劳动人民在长期生产实践中创造了多种多样的景观生态模式。

1. 湿地基塘体系景观模式

珠江三角洲：水陆交互作用、生态良性循环

基塘体系是当地人民利用该地雨量丰沛、地势低洼、河流经常泛滥的自然条件而创造出来的一种特殊土地利用形式，是典型的水陆相互作用、生态良性循环的农业景观。



图 1. 基塘景观

2. 沙地田、草、林体系景观模式

东北平原西部存在大片固定沙地，这里属于温带半湿润地区，年降水量 400–500mm，平地居多，土壤水分条件较好。自然植被黄榆–山杏群落与草原植被一起构成森林草原景观。由于沙地的过度开垦和不合理利用，农林争地、农牧征地的矛盾愈演愈烈，沙地上旱地广种薄收，产量很低。

东北平原西部沙地：林带、林网——豆科牧草——耕地

林带、林网以控制沙化，同时在已经沙化的土地上种植豆科牧草沙，形成使干扰不断减弱的负反馈机制。

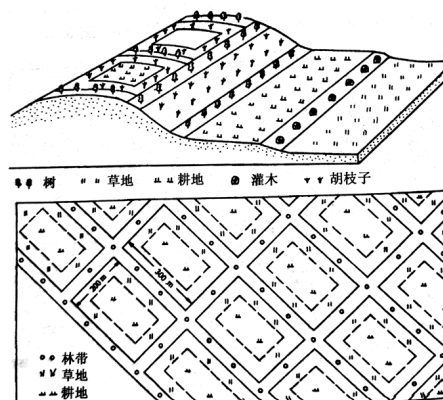


图 2. 沙地田-草-林景观设计模式

3. 平原区农田防护林网络体系景观模式

松嫩平原：15 万个网格，400 万 hm^2 农田

【说明】科尔沁沙地、松嫩沙地、内蒙古的哲里木盟和赤峰、辽宁铁岭、吉林四平和白城、黑龙江齐齐哈尔均有这种结构的农业景观



图 3. 农田防护林网

4. 南方丘陵区多水塘系统景观模式

南方：丘陵、水田为适应亚热带季风气候雨量不均不稳特点，依据丘陵地形和水田耕作需要所建成的田间工程系统。



图 4. 丘陵水田

5. 黄土高原农、草、林立体镶嵌景观模式

黄土高原生态环境的改善和农业发展的核心问题，是控制发范围、高强度、占全球首位的水土流失问题。涉及陕西、甘肃、宁夏、山西、内蒙古 5 省。

黄土高原：“坡修梯田、构筑坝地、发展林草、立体镶嵌”，以提高系统生产力和减少水土流失为目标。



图 5. 黄土高原农、草、林立体镶嵌景观

6. 东北黑土侵蚀区县域景观生态建设模式

黑龙江省拜泉县是我国黑土侵蚀与综合治理的典型代表。经历了 20 世纪垦荒初期环境优美、土地肥沃，20 世纪 70 年代后期水土流失严重、生态恶化，80 年代以来大规模生态治理、环境明显改善的发展过程。

建设原则：

平原区——农田林网建设

丘陵区——小流域综合治理



图 6. 东北黑土侵蚀区农业景观

【本课小结】

本节课系统探讨了景观生态学在自然保护、森林、湿地以及农业景观中的应用。在自然保护领域，重点解析了景观多样性（斑块、类型、格局多样性）对物种生存的多维度影响；同时，强调人类活动对景观的双重作用。以森林和湿地为例，其景观格局与生态过程的动态关系是研究核心，需通过森林质量精准调控、湿地健康评估等手段最大化生态服务价值。

在农业景观部分，课程聚焦其异质性、人工主导等特点，梳理了生物多样性维持、生态流调控等研究热点，并归纳了我国六类典型农业景观模式，强调通过空间优化协调生产与生态目标。请同学节课课程案例，深入理解并掌握上述内容。

【作业、思考与练习】

结合课程中提及的农业景观模式，请结合辽宁省地形地貌、气候条件、水文特征等一系列因素，查阅资料回答，辽宁省的农业景观模式属于哪种模式呢？

参考：辽河平原主要为农田防护林网模式；辽东辽西丘陵区存在水土流失问题，采用立体种植的模式；环渤海盐碱区域有其特有的种植模式。

【板书设计】

第九章 景观生态学应用	第二节 森林与湿地景观生态学研究
第一节 自然保护	一、森林景观生态学
一、景观多样性与物种保护	格局-过程、森林管理
斑块、类型、格局多样性	二、湿地景观生态学
二、人类活动与景观多样性变化	格局-过程、生态系统服务、湿地健康
山地、城市、湿地、流域、复合景观	第三节农业景观生态学研究
三、生物多样性保护的景观生态规划与设计	生态建设
核心区、缓冲区、实验区、廊道	一、农业景观生态学研究进展
四、卧龙保护区规划案例	二、我国的农业景观生态建设模式
五、景观视觉环境的评价与保护	

教学反思

本节课通过系统的讲解和案例分析，深入探讨了景观生态学在自然保护、森林、湿地及农业景观中的应用。教学主要过程流畅，能够引导学生逐步理解景观多样性的重要性及人类活动对景观的影响。优点在于结合了丰富的实例，使理论知识更加生动具体。不足之处在于课堂互动较少，学生参与度有待提高。改进措施包括增加小组讨论环节，鼓励学生结合本地实际分析农业景观模式，以增强学生的实践能力和学习兴趣。

授课题目	9.4 城市景观生态学研究与城市生态建设 9.5 矿区生态恢复与重建 9.6 生态旅游与区域开发	学时数	2 学时
教学目标	<p>□ 知识目标</p> <p>1. 理解并掌握城市景观特征，了解城市景观生态学研究基本内容与热点；</p> <p>2. 了解矿区景观的特点，掌握矿区生态恢复与重建原则；</p> <p>3. 了解生态旅游区开发与建设原则，掌握生态旅游区规划的景观格局特点。</p> <p>□ 能力目标</p> <p>综合应用能力。能够针对城市景观类型，识别其景观生态学研究的关键问题，并提出生态建设建议和策略；能够运用景观生态学原理，为矿区生态恢复与重建、生态旅游开发建设提供针对性的规划方案。</p> <p>□ 素养目标</p> <p>生态伦理与责任意识。树立“与自然共生”的价值观，保护生态用地，保障生态功能；在矿区恢复中强化“污染者付费，开发者修复”的责任观，抵制以短期经济利益牺牲生态安全的行为；在区域开发中践行“山水林田湖草生命共同体”理念，拒绝盲目扩张式的开发与利用。</p>		
教学重点 &难点	<p>□ 教学重点</p> <p>1. 城市景观特征，城市景观生态学研究主要内容及热点；</p> <p>2. 矿区景观的特点；</p> <p>3. 生态旅游的概念。</p> <p>□ 教学难点：</p> <p>1. 城市景观生态建设的原则；</p> <p>2. 矿区恢复与重建的原则；</p> <p>3. 生态旅游开发的模式。</p>		
教学方法	讲授法、案例法、讨论法		
教学手段	课件、板书、超星学习通		
教学过程及授课内容			教学活动
<p>【课程导入】</p> <p>当我们穿行于被高楼挤压的闷热街区，或是途经裸露着“生态伤疤”的废弃矿区，甚至因游客蜂拥而失去宁静的自然景区，是否想过：这些空间本可以更宜居、更生机盎然？景观生态学正是解决问题的钥匙——它教会我们为城市编织“绿网”来对抗热浪，让废弃矿坑变身湿地或农田，为生态旅游设计“不打扰”的规则。</p> <p>本节课我们将对景观生态学研究在城市景观生态建设、矿区恢复与重建以及生态旅游开发方面的应用进行介绍。</p> <p>【探究新知】</p> <p>9.4 城市景观生态学研究与城市生态建设</p> <p>一、城市景观特征</p> <p>城市物质形态的空间发展以向外部扩展和内部重组的方式进行，形成新的城市形态结构来适应城市现代化发展的需求。</p>			<p>【提问】根据你的观察，城市景观有哪些特征？</p>

<div><ul style="list-style-type: none">● 空间上向外扩张● 城市中心的区位优势性● 三产结构● 功能分区<p>城市景观的特征：开放、非线性、高度不可预测的；具有高度空间异质性、镶嵌性和等级结构。</p><p>二、城市景观生态学研究 ——热点</p><div><div><p>1 景观格局及其动态变化——景观生态学的核心问题</p><p>城乡交错带及城市扩张</p><p>动态模拟与预测——模型</p><p>2 城市景观格局演变及其生态环境效应</p><p>城市热岛、水循环过程、大气环境</p><p>3 新手段</p><p>3S 技术</p><p>4 新方法</p><p>模型</p><p>5 应用领域</p></div><div>}</div><div>新方向</div></div><p>城市景观生态学研究的基本内容可归纳为以下几个方面：</p><div><p>1 城市空间结构</p><p>格局——城市用地、廊道、资源、城乡交错带</p><p>2 城市生态过程</p><p>能源、水资源、物资、人口、自然生态系统</p><p>3 城市生态建设</p><p>绿色空间、人居环境、环境污染、清洁生产</p><p>4 城市景观规划</p><p>城市规模与环境容量、环境敏感区、风景园林、公共空间</p><p>5 城市景观风貌</p><p>视觉、艺术、文化等</p></div><p>三、城市景观生态建设</p><p>城市景观与农村景观的差异对比：</p><p>城市为人工景观，农村为人工-自然景观：</p><div><div><p>□ 空间结构上，城市景观属于紧密汇聚型，斑块组成大集中、小分散；农村景观则表现为一种离散空间的镶嵌格局，斑块组成小集中、大分散；</p><p>□ 功能上，城市景观表现为高能流、高容量，信息流的辐射传播以及文化上的多样性；而农村景观表现为低能流密度与低容量，信息的波动传递以及生态上的多样性；</p><p>□ 景观变化的速率上，城市景观变化快速，而农村景观变化相对缓慢。那么，城市景观的生态建设主要从哪几方面？</p></div><div><p>1 城市绿地景观建设</p></div></div></div>	<div><p>【提示】城乡交错带属于景观边界的一种，是城市变化中十分活跃的地带</p></div> <div><p>【提示】教材 P281, 请同学们注意理解并掌握！</p></div> <div><p>【讨论】请同学们思考、讨论，城市进行生态建</p></div>
---	--

<div>空间格局——斑块、类型、格局，三类在城市中的格局</div> <div>人居环境——考虑可达性、各种生态环境效应等</div> <div>2 城市景观廊道建设</div> <div>自然廊道的存在有利于吸收、排放、降低和缓解城市污染，城市中心区人口密度和交通流量。——生态作用</div> <div>9.5 矿区生态恢复与重建</div> <div>一、矿区景观的特点</div> <div>矿业废弃地是矿区有别于其他区域景观的重要特征之一。矿业废弃地通常是指因人为采矿活动所破坏的，非经济治理而无法使用的土地。</div> <div>矿区产生的生态环境影响：</div> <div><ul style="list-style-type: none">● 矿业废弃地破坏景观，大量侵占农田；● 塌陷地表，破坏人类生存空间；● 大面积陆地生态环境退变为水生生态环境。</div> <div>二、矿区生态恢复与重建</div> <div>根据矿业废弃地自身被破坏情况以及不同景观类型生态恢复要求，一般可以总结出以下几种类型：</div> <div>1 农业耕作</div> <div>非积水和季节性积水已稳定塌陷地适合发展农业耕作。</div> <div>2 渔农林综合发展</div> <div>地下水位较高的塌陷区 “挖深垫浅”</div> <div>3 水产养殖或水上乐园</div> <div>常年深积水的稳定塌陷地</div> <div>4 生态保护</div> <div>适合化工、有色金属、煤矸山、粉煤灰矿山等难以发展农业生产的废弃地，一般以植被恢复为生态重建方向保护生态环境，消除和减轻污染。</div> <div>5 城镇建设</div> <div>非积水已稳定塌陷地</div> <div>【提示】可以进行耕作、农林渔业恢复的矿区类型：</div> <div>无污染且地形平缓的露天采矿坑，例如黏土矿、石灰岩矿等非重金属矿种废弃地；地下水位稳定的沉陷区，可改造为湿地农业或渔业养殖区，如部分采煤沉陷区经治理形成鱼塘或水稻田；低污染排土场，经客土置换、生物修复降低污染物浓度后，可种植耐性作物或牧草，逐步恢复农业功能。</div> <div>含铅、镉等有毒重金属污染的尾矿废弃地；含铀矿、砷矿等放射性物质、有毒化合物的废弃地不能够恢复为耕地或养殖业的矿业废弃地类型*</div> <div>9.6 生态旅游与区域开发</div> <div>一、生态旅游与生态旅游区开发</div> <div>生态旅游：有目的的了解自然区的自然和文化，注意不破坏生态系统的和谐，同时为自然资源的保护和当地居民的福利创造经济条件。【定义】</div>	<div>设，需要考虑哪些因素？</div> <div>【提问】针对恢复和重建的内容，大家是否有疑问吗？</div>
---	--

<p>生态旅游区的空间格局也可以用景观生态学的“斑块——廊道——基质”模式加以解释。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 区域生态旅游开发的基本模式如下： <ol style="list-style-type: none"> 1 生态旅游区环境本底值及环境承载力调查 2 生态旅游区景观生态格局的设计 3 道路系统的生态化设计 4 基础设施建设应突出环保 5 生态旅游区的生态恢复与 CQE 工程——指基于质量管理理念在生态修复与建设工程中的系统性应用，核心是通过全过程质量控制、问题分析与持续改进机制，保障生态修复项目（如污染治理、矿区复垦、湿地恢复等）的科学性与长效性。CQE 工程强调以客户（即生态环境需求）为导向，运用 8D 问题解决法、风险评估等工具，协调多部门协作，确保生态工程的设计、施工与运维环节符合生态学原理及可持续发展目标，最终实现生态功能恢复与人类需求的动态平衡。 <p>二、生态旅游区的景观格局分析</p> <p>生态旅游区景观格局的基本面貌：</p> <p>点、线、面的分布状态。旅游景点或景区以空间斑块的形式镶嵌于具有不同地理背景的称为旅游区的基质上，旅游路线则是用以连接景点或景区之间，以及对外交通的廊道，廊道之间通常相互交叉形成网络。</p> <p>生态旅游区通过开发建设后，是否能达到预期目标，主要应考虑以下特性：</p> <p>多样性、自然性、特有性、稳定性、功效性、通达性、安静性、和谐性、开阔行、观赏性。</p> <p>三、旅游区规划的景观生态学评估</p> <p>通常选用以下指标，从以下几方面进行评估：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 斑块的优势度； ● 斑块大小； ● 廊道宽度 ● 景观多样性 ● 均匀度 ● 连续性 <p>四、旅游区规划设计的景观生态学途径</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 规划 <ol style="list-style-type: none"> 1 调查阶段； 2 分析阶段，旅游资源、景观评价和空间格局分析； 3 规划阶段，确定旅游区开发的景观适宜度。 ● 设计 <p>微观层次</p> <p>建设活动应考虑当地的地形地貌、植被、水体湿地、土壤等。</p> <p>【本课小结】</p>	<p>【说明】补充解释 CQE 工程。</p> <p>【提示】注意对 P296 内容的理解和掌握。</p>
---	---

<p>本节课系统探讨了城市、矿区及生态旅游区的景观生态研究，及景观生态学理论在城市生态建设、矿区恢复与重建、生态旅游开放中的应用。在城市景观生态学部分，重点解析了城市景观的异质性、热岛效应等特征，对比城乡景观功能差异，并梳理了城市生态建设趋势；矿区生态恢复部分聚焦采矿活动引发的土壤退化、地形破坏等影响，结合典型案例阐释了地形重塑、植被重建等关键技术路径；生态旅游开发部分则从景观格局视角切入，强调通过承载力评估、廊道设计平衡旅游开发与生态保护，例如依托“斑块-廊道”模型优化游客活动区与核心保护区的空间配置。</p> <p>【作业、思考与练习】</p> <p>1. 请对比城市景观与农村景观的差异？</p> <p>2. 请从景观生态学角度描述生态旅游区景观格局的基本面貌。</p> <p>参考答案：</p> <p>1. ①首先，城市为人工景观，农村为人工-自然景观；②空间结构上，城市景观属于紧密汇聚型，斑块组成大集中、小分散；农村景观则表现为一种离散空间的镶嵌格局，斑块组成小集中、大分散；③功能上，城市景观表现为高能流、高容量，信息流的辐射传播以及文化上的多样性；而农村景观表现为低能流密度与低容量，信息的波动传递以及生态上的多样性；④景观变化的速率上，城市景观变化快速，而农村景观变化相对缓慢。</p> <p>2. 点、线、面的分布状态。旅游景点或景区以空间斑块的形式镶嵌于具有不同地理背景的称为旅游区的基质上，旅游路线则是用以连接景点或景区之间，以及对外交通的廊道，廊道之间通常相互交叉形成网络。</p> <p>【板书设计】</p> <table><tr><td>第九章 景观生态学应用</td><td>第五节 矿区生态恢复与重建</td></tr><tr><td>第四节 城市景观生态学研究</td><td>一、矿区景观的特点</td></tr><tr><td>一、城市景观特征</td><td>侵占农田、地表塌陷、生态环境退化等</td></tr><tr><td>空间上向外扩张、城市中心的区位优势、三产结构、功能分区</td><td>二、矿区生态恢复与重建</td></tr><tr><td>二、城市景观生态学研究</td><td>第三节 生态旅游与区域开发</td></tr><tr><td>基本内容——格局-过程</td><td>一、生态旅游与生态旅游区开发</td></tr><tr><td>热点——格局变化与生态环境效应、新手段、新方法</td><td>二、生态旅游区的景观格局分析</td></tr><tr><td>三、城市景观生态建设</td><td>点——景观；线——廊道；面——自然背景</td></tr></table>		第九章 景观生态学应用	第五节 矿区生态恢复与重建	第四节 城市景观生态学研究	一、矿区景观的特点	一、城市景观特征	侵占农田、地表塌陷、生态环境退化等	空间上向外扩张、城市中心的区位优势、三产结构、功能分区	二、矿区生态恢复与重建	二、城市景观生态学研究	第三节 生态旅游与区域开发	基本内容——格局-过程	一、生态旅游与生态旅游区开发	热点——格局变化与生态环境效应、新手段、新方法	二、生态旅游区的景观格局分析	三、城市景观生态建设	点——景观；线——廊道；面——自然背景
第九章 景观生态学应用	第五节 矿区生态恢复与重建																
第四节 城市景观生态学研究	一、矿区景观的特点																
一、城市景观特征	侵占农田、地表塌陷、生态环境退化等																
空间上向外扩张、城市中心的区位优势、三产结构、功能分区	二、矿区生态恢复与重建																
二、城市景观生态学研究	第三节 生态旅游与区域开发																
基本内容——格局-过程	一、生态旅游与生态旅游区开发																
热点——格局变化与生态环境效应、新手段、新方法	二、生态旅游区的景观格局分析																
三、城市景观生态建设	点——景观；线——廊道；面——自然背景																
<p>教学反思</p> <p>本节课系统介绍了城市景观生态学、矿区恢复与重建及生态旅游开发的景观生态学研究内容。教学主要过程清晰，理论讲解与概念阐述较为全面。优点在于框架结构合理，知识点衔接顺畅。不足之处在于结合具体实例较少，学生理解起来可能有一定难度。改进措施是在后续教学中补充近年来的实际案例，如城市绿地建设成功案例、矿区生态恢复实践等，以辅助学生更好地理解和掌握所学知识。</p>																	

第十章 景观与文化

授课题目	10.1 景观的文化性 10.2 文化景观的基本特征 10.3 地域文化景观与生态系统维持	学时数	2 学时
教学目标	<p>□ 知识目标</p> <p>1. 理解景观文化性的核心内涵，掌握文化景观的特征及其与自然生态系统的相互作用机制；</p> <p>2. 掌握地域文化景观对生态系统服务的调控作用。</p> <p>□ 能力目标</p> <p>分析与评价能力。能够根据实际案例，分析解释景观生态学中的文化属性。</p> <p>□ 素养目标</p> <p>树立“文化遗产与生态保护共生”的责任意识，理解乡土知识在景观管理中的当代价值；培养对文化多样性的尊重与包容，批判性反思“景观同质化”开发模式。</p>		
教学重点 &难点	<p>□ 教学重点</p> <p>1. 景观的文化性与文化景观；</p> <p>2. 文化景观的基本特征；</p> <p>3. 地域景观的生态系统维持。</p> <p>□ 教学难点：</p> <p>1. 文化景观的内涵；</p> <p>2. 文化趋同与文化分异</p>		
教学方法	讲授法、案例法		
教学手段	课件、板书、超星学习通		
教学过程及授课内容			教学活动
<p>【课程导入】</p> <p>不同文明在与自然共处的漫长岁月中，塑造出各具特色的景观印记。农耕文明在山间开垦梯田，用纵横沟渠构建水系网络，既收获粮食，也守护水土；游牧文明随季节迁徙，以转场路线维系草原生态，让牧场永续轮休；航海文明沿岸修建港口，借红树林消减风浪，在滩涂上书写贸易与防御的篇章。这些景观差异不仅是生存方式的投射，更是人类适应自然、解读自然的智慧结晶。</p> <p>本次课，我们将学习景观与文化的关系，包括景观的文化性、文化景观的特征以及地域文化景观与生态系统维持。</p> <p>【探究新知】</p> <p>10.1 景观的文化性</p> <p>一、景观的文化性与文化景观</p> <p>景观生态学以人类活动对于景观的生态影响为研究热点，以人类对于环境的感知作为景观评价的出发点，构筑了一座从生物生态学到人类生态学之间的桥梁。</p>			<p>【提问】同学们是否可以提供景观与文化间关联的例子？</p>

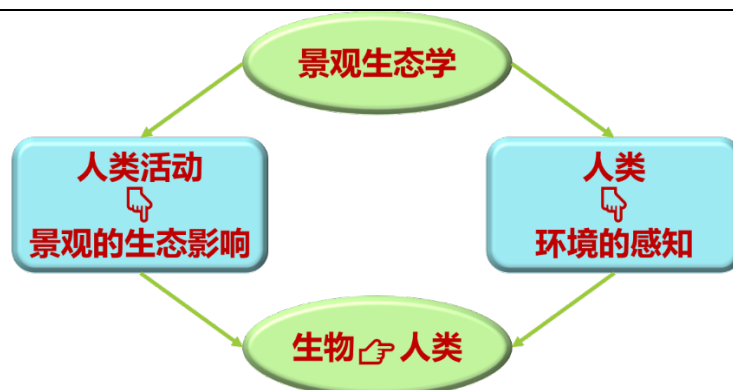


图 1. 景观生态学成为生物生态学向人类生态学之间的桥梁

● 文化对景观的影响：

不论是半自然的农村景观还是全人工化的城市景观，都是不同程度文化景观的体现。反映了人类在自然环境影响下对生产和生活方式的选择，同时也反映了人类对精神、伦理和美学价值的取向。

文化景观具有**自然和人为**两大组成因素：

1) 自然因素

为人类物质文化景观的建立和发展提供了基础。自然环境本身具有地带性规律，也使得文化景观的许多人文因素也具有明显的地带性。

如，建筑风格、农业模式、农田类型……

1) 人文因素

物质和非物质因素。

物质因素是文化景观的最重要体现，包括聚落、人物、服饰、交通、栽培植物、驯化动物等。**非物质因素**主要包括思想意识、生活方式、风俗习惯、宗教信仰、审美观、道德观、政治因素、生产关系等。

二、文化景观的起源与发展

文化景观起源于一定的自然环境背景，它制约了人们的生产生活方式。但文化景观的形成主要是由于人类活动的影响，其变化也主要取决于人类活动。

● 文化景观演替——相继占用——P306 美国新英格兰地区

内部因素

外部环境

文化景观的变化主要表现在聚落形式、土地利用类型和建筑等方面。

● 聚落景观

是反映区域文化景观差异的显著标志。

● 土地利用类型

被视为景观格局变化推动下去许多自然和社会经济因素互动的结果。

● 建筑物

将人类的各种地域文化表现在建筑物上。

案例——客家围龙屋

【提问】在你的家乡，是否有文化驱动下特殊的景观形式？



图 2. 客家围龙屋形式

三、区域文化景观的变迁

上海文化景观的变迁：

1. 江南水乡小镇景观（1290 年前）

唐代华亭县以青龙镇为商贸中心，上海浦因航道优势发展为新兴港口集镇（“上海镇”）。元代松江府时期，上海镇依托漕运崛起为江南巨镇，航运与商业推动聚落中心迁移。

2. 上海老城厢景观（1290~1840 年）

1292 年设上海县，明清时期形成以河道为主线的水乡城市格局：城内河巷纵横，道路沿水而建，三座水门连通城濠与外河。

典型江南市镇形态（如角直、周庄），用地约 186.73 公顷，今人民路、中华路为原城墙范围，部分道路由填浜形成。

3. 现代上海城市景观（1840 年后）

1843 年开埠以后，上海的土地陆续被列强瓜分，从此上海发生了突飞猛进、天翻地覆的变化，从滨江普通小城发展成中国经济、文化中心，一跃成为中国最大的城市，跻身国际大都市之列。最初的租界选址经西方殖民者和上海道台协商后定在城北荒野，与老城厢相隔甚远。这个位置无疑对以后的发展是极具潜力和开拓性的，过了直至上百年都没有动摇过。由于租界的建立和扩张，上海的城市性质、结构和形态都发生了巨大的转型。城市主要特点：1. 城市性质，从封闭型县城转化为外向型通商港城。2. 空间结构，重心北移，城市跨过苏州河，沿黄浦江发展。3. 城市形态，由圆形的封闭的老城厢，发展成为开放的，沿江发展的近代都市。

四、中国人的理想景观模式

①边缘结构和边缘效应

生境多样化——有利于采集和狩猎食物

②闭合结构

有利于避免潜在威胁

③豁口与走廊结构

当部落人口增加或内部资源枯竭时，便于空间向外延续和发展。

背山面水，冬季阻挡北面寒风，夏季迎来南来的的凉风以及处在良好的光照状态中。

【提问】同学们一定都听过一个字“风水”，同学对这个词有什么认识或理解？



图 3. 理想的景观模式

10.2 文化景观的基本特征

一、文化景观的空间和非空间性

- 文化景观包涵两个方面：
- ①人们为满足自身生产和生活的需要而对地球表面的自然景观实施的改造利用，它通常以各种土地利用方式和生产方式来体现，如农、牧、林业居住聚落和交通等；
 - ②包括人们依附于这种自然环境和生产方式所表现的生活方式，如饮食、服饰、宗教等。
- 狭义的景观，更多关注具有空间形态的文化景观。
- 一个区域的文化景观的形成是在当地的自然环境背景下产生的，是人们长期对自然适应的结果；
 - 人们适应的结果是产生了以当地自然环境为背景的各种景观类型。

二、文化景观的分异与趋同

- 定义：
- ✓ **文化景观分异：**指一个地域中各类文化景观各自独立发展，相互差异性不断增强，且不断产生新的文化景观类型的过程；
 - ✓ **文化景观趋同：**指地域上各文化景观的类型相互渗透、融合、同化，其景观类型不断趋于单一的过程。

三、文化景观的稳定与变化

与景观稳定性相对应的，文化景观也存在稳定与变化。从时间序列上看，文化景观具有鲜明的时代特征，一个区域常常成为不同时代特征文化景观的镶嵌体。而单一文化景观虽然稳定性好，但缺乏创造力，容易受到其他文化的冲击。

10.3 地域文化景观与生态系统维持

一、土地利用与区域生态系统维持

- 农业生产
- 刀耕火种、梯田景观、风水林
- 【刀耕火种】

又称“火耕”或“迁移农业”，是一种古老的农业生产方式，广泛存在于热带雨林、亚热带山地等生态脆弱区。其核心流程为：砍伐森林植被→焚烧成灰

【提问】什么是刀耕火种和风水林，请同学百度一下，来和大家分

<p>→播种作物→短期耕作后弃耕→自然恢复植被（休耕期）。这一过程虽看似原始，却蕴含着复杂的生态互动关系。</p> <p>【风水林】</p> <p>是中国传统人居环境规划中基于风水理论营造或保留的特定林木区域，常见于村落、墓地、寺院周围，具有调节局部气候、维护生态平衡、改善居住环境等多重功能。其结构布局遵循“藏风聚气”理念，通过人工培植或保护天然植被形成生态屏障，是古代朴素生态智慧与现代科学原理的融合。</p> <p>结构与类型</p> <p>挡风林（水口林）：位于村落入口或山口，通过密集植被削弱强风、阻挡沙尘，降低风蚀与噪音污染。例如福建闽西南村落后的古老树林，形成天然屏障，稳定局地微气候。</p> <p>龙座林（靠山林）：分布于村落后山或建筑背侧，利用根系固土防止水土流失，同时调节温湿度。安徽祁门县松潭村的风水林即通过百年林木保护坡地，减少暴雨引发的滑坡风险。</p> <p>下垫林（朝山林）：种植于河流、湖泊沿岸或建筑前方，通过植被截留降水、减缓径流，缓解洪水冲击。福建南靖乐土村将河岸林定为风水林，有效维护水体生态并提升景观层次。</p> <p>生态系统功能</p> <p>物质循环与能量流动</p> <p>风水林通过凋落物分解与根系活动促进土壤有机质积累，维持养分循环。焚烧残留物（如部分传统管理中）可短期提升土壤肥力，而长期保护则形成稳定腐殖层，增强碳汇能力。</p> <p>生物多样性保护</p> <p>严格保护的古老风水林（如福建南靖国家自然保护区）为乡土物种提供避难所，形成独特的“生态岛”效应。乔木-灌木-草本多层结构支持鸟类、昆虫及小型哺乳动物栖息，维系食物网完整性。</p> <p>灾害调控与生态服务</p> <p>防风固沙：挡风林降低风速 30%-50%，减少农作物倒伏与表土流失。</p> <p>水文调节：根系网络增强土壤渗透性，削减洪峰流量 20%-40%，同时过滤污染物改善水质。</p> <p>气候缓冲：冠层蒸腾作用降低周边温度 2-3℃，缓解热岛效应，提升人居环境舒适度。</p> <p>文化-生态协同机制</p> <p>风水信仰通过乡规民约禁止砍伐，使林木保护内化为社区共识。例如广东客家人将榕树、樟树等长寿树种视为“龙脉”，世代维护形成半自然林，兼具生态价值与文化传承功能。</p> <p>二、文化景观资源的保护</p> <p>云南哈尼梯田</p> <p>各个类型的地域文化景观是如何维持其生态系统稳定并得以长期保存，书中通过举例包括“刀耕火种、梯田景观和风水林等”讲解其中蕴含的生态学原</p>	<p>享。</p>
--	-----------

<p>理，请同学们自行阅读教材内容，加深理解。</p> <p>【本课小结】</p> <p>本节课系统地探讨了景观的文化属性及其生态关联，聚焦文化对景观格局的塑造机制。重点解析了文化景观的特征，并通过案例，阐释文化趋同与文化分异的辩证关系。同时，揭示了中国传统理想景观模式（如“背山面水”风水林）中蕴含的生态智慧——通过植被配置调节小气候、利用地形分级管理水土资源，体现古人“人地共生”的可持续理念。学习旨在理解文化驱动下的景观演变规律，掌握生态功能与文化价值协同优化的分析框架。</p> <p>【作业、思考与练习】</p> <p>扩展阅读：请同学自行阅读文献《可持续发展的景观设计：“天人合一”的中国哲学内涵》，加深理解中国人理想的景观模式。</p> <p>Chen X, Wu J. Sustainable landscape architecture: implications of the Chinese philosophy of “unity of man with nature” and beyond[J]. Landscape ecology, 2009, 24: 1015-1026.</p> <p>【板书设计】</p> <table><tr><td>第十章 景观与文化</td><td>第二节 文化景观的基本特征</td></tr><tr><td>第一节 景观的文化性</td><td>一、文化景观的空间和非空间性</td></tr><tr><td>一、 景观的文化性与文化景观</td><td>二、文化景观的分异与趋同</td></tr><tr><td>文化与景观间的相互影响</td><td>定义*</td></tr><tr><td>文化景观两大因素：</td><td>三、文化景观的稳定与变化</td></tr><tr><td>自然、人为</td><td></td></tr><tr><td>二、 文化景观的起源与发展</td><td>第三节 地域文化景观与生态系统维持</td></tr><tr><td>三、 区域文化景观的变迁</td><td>一、土地利用与区域生态系统维持</td></tr><tr><td>四、 上海市</td><td>刀耕火种、风水林</td></tr><tr><td>五、 中国人的理想景观模式</td><td>二、文化景观资源的保护</td></tr></table>		第十章 景观与文化	第二节 文化景观的基本特征	第一节 景观的文化性	一、文化景观的空间和非空间性	一、 景观的文化性与文化景观	二、文化景观的分异与趋同	文化与景观间的相互影响	定义*	文化景观两大因素：	三、文化景观的稳定与变化	自然、人为		二、 文化景观的起源与发展	第三节 地域文化景观与生态系统维持	三、 区域文化景观的变迁	一、土地利用与区域生态系统维持	四、 上海市	刀耕火种、风水林	五、 中国人的理想景观模式	二、文化景观资源的保护
第十章 景观与文化	第二节 文化景观的基本特征																				
第一节 景观的文化性	一、文化景观的空间和非空间性																				
一、 景观的文化性与文化景观	二、文化景观的分异与趋同																				
文化与景观间的相互影响	定义*																				
文化景观两大因素：	三、文化景观的稳定与变化																				
自然、人为																					
二、 文化景观的起源与发展	第三节 地域文化景观与生态系统维持																				
三、 区域文化景观的变迁	一、土地利用与区域生态系统维持																				
四、 上海市	刀耕火种、风水林																				
五、 中国人的理想景观模式	二、文化景观资源的保护																				
<p>教学反思</p> <p>本节课主要围绕景观的文化性、文化景观的特征及地域文化景观与生态系统维持进行了深入讲解，通过上海文化景观变迁等案例，使学生理解了文化对景观的塑造作用。教学优点在于内容丰富、逻辑清晰，能够引发学生的思考。不足之处在于部分案例不够直观，学生可能难以形成深刻印象。为改进不足，考虑补充一些相关的视频资料，如上海市景观变迁、风水林、哈尼梯田的视频，以增强教学的直观性和生动性。</p>																					