

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net

群落生态学（上）

郑 华

中国科学院生态环境研究中心
城市与区域生态国家重点实验室

完整版，请访问www.kaoyancas.net 科大科院考研网，专注于中科大、中科院考研

2016年11月

内容提纲

- 群落的概念、特征和群落生态学
- 群落的组成、结构和动态
- 物种间相互作用
- 群落演替
- 群落的分类与排序
- 生物群落的分布及影响因子
- 生物多样性与稳定性

一、群落的概念、特征和群落生态学

- 群落的概念
- 群落的基本特征
- 群落生态学

■ 群落 (community)

- 在同一时空中存在的所有生物(植物、动物、微生物)的集合。

■ 植物群落 (plant community, phytocoenosium, phytocommunity)

- 由一些植物在一定生境条件下所构成的一个相互影响、互为关联的总体。

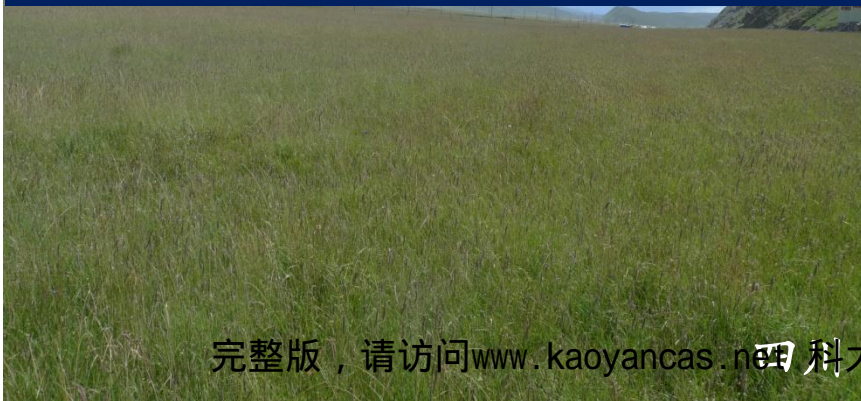
鸟类在树上筑巢、蜜蜂为植物传粉、昆虫啃食树叶、蕨类在植物下生长、蜘蛛扑捉昆虫：**密切生活在一起并发生相互关系的物种的总和。**

群落的概念、特征和群落生态学

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程 访问：www.kaoyancas.net



自然界植物的分布不是杂乱无章的，而是遵循一定的规律而集成群落，每个群落都有其特定的外貌，它是群落对生境因素的综合反应（状态因子假说）。

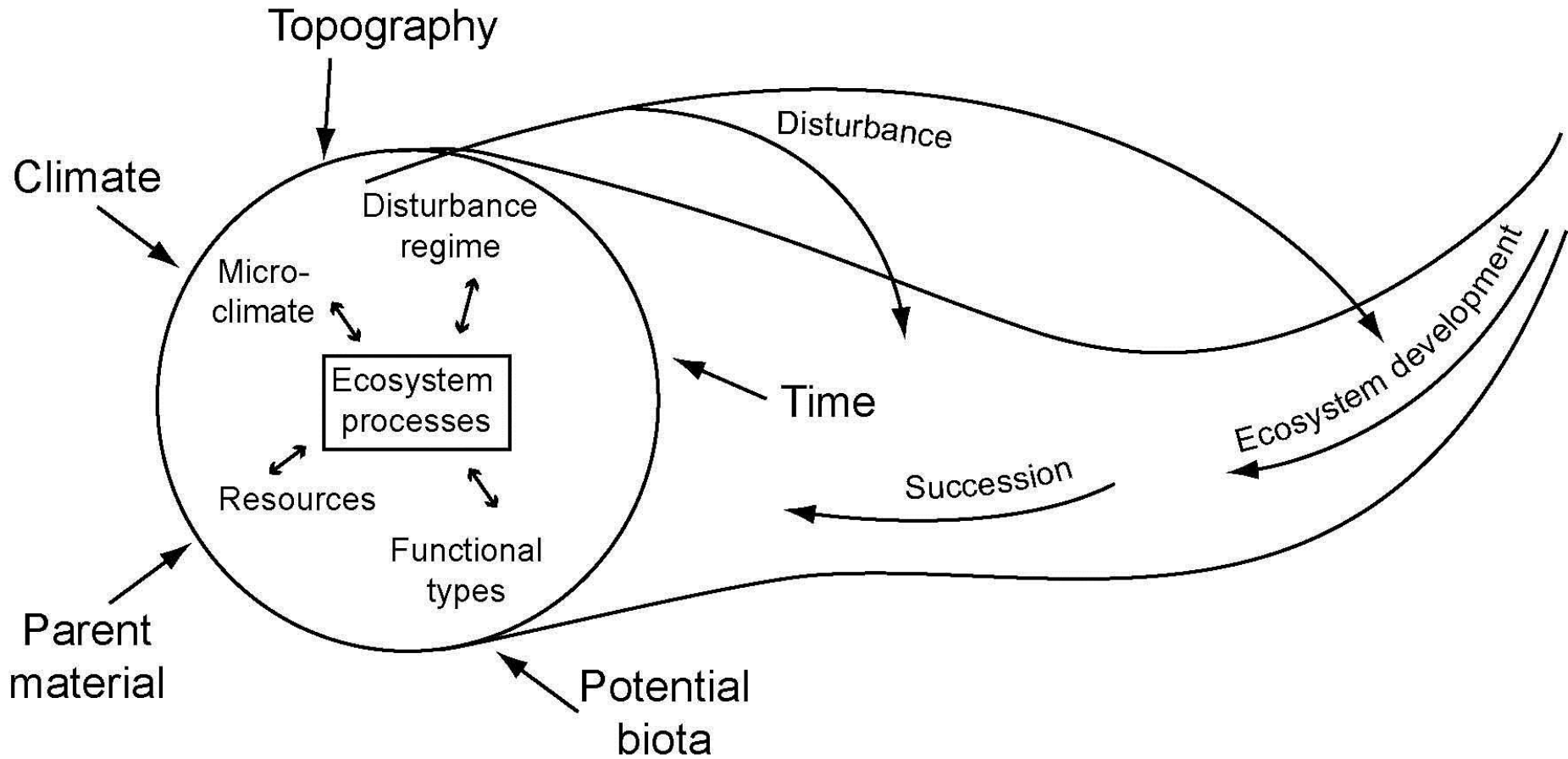


完整版，请访问www.kaoyancas.net 四科大科院考研网，专注于中科大、中科院考研

内蒙

群落的概念、特征和群落生态学

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程 访问：www.kaoyancas.net



群落的基本特征

■ 具有一定的种类组成（多样性）

- 种类组成是区别不同群落的首要特征。每个群落都是由一定的植物、动物、微生物种群组成的，一个群落中**种类成分的多少**及**每种个体的数量**，是度量群落多样性的基础。

■ 群落中各物种之间是相互联系的

- 一个群落的形成和发展必须经过生物对环境的适应和生物种群之间的相互适应。
- 能够组合在一起构成群落的种群具备两个先决条件：**第一**，必须共同适应它们所处的无机环境；**第二**，

群落的基本特征

■ 群落具有自己的内部环境

- 生物群落对其居住环境产生重大影响，并形成群落环境。

■ 具有一定的结构

- 包括：**形态结构，生态结构与营养结构**。如生活型组成，种的分布格局，成层性，季相，捕食者和被食者的关系等。
- 结构常常是松散的，称之为松散结构。

群落的基本特征

■ 具有一定的动态特征和稳定性

- 生物群落都有发生、发展、成熟、衰败与灭亡阶段。运动形式包括季节动态，年际动态，演替与演化。
- 生物群落具有抵制变化并在受干扰后恢复其原有物种组成的能力。稳定性依赖于群落类型以及干扰性质。

■ 具有一定的分布范围

- 任一群落都分布在特定地段或特定生境上，不同群落的生境和分布范围不同。
- 全球、区域角度，不同生物群落都按一定规律分布。

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net



完整版，请访问www.kaoyancas.net 科大科院考研网，专注于中科大、中科院考研

暖温带落叶阔叶林

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net



完整版，请访问www.kaoyancas.net 科大科院考研网，专注于中科大、中科院考研

云南热带雨林

群落的基本特征

■ 群落的边界特征

- 有些群落具有明显的边界，可以清楚地加以区分；有的则不具有明显边界，而处于连续变化中。
- 多数情况下，不同群落之间都存在过渡带，被称为**群落交错区 (ecotone)**，并导致明显的边缘效应。

■ 群落中各物种不具有同等的群落学重要性

- 不同物种对群落的结构、功能及稳定性的影响和贡献不同。
- **优势型的植物**决定着栖息在群落中的动物类型。

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net



完整版，请访问www.kaoyancas.net 科大科院考研网，专注于中科大、中科院考研

新疆

群落的基本特征

- 具有一定的种类组成（多样性）
- 群落中各物种之间是相互联系的
- 群落具有自己的内部环境
- 具有一定的结构
- 具有一定的动态特征和稳定性
- 具有一定的分布范围
- 群落的边界特征
- 群落中各物种不具有同等的群落学重要性

群落生态学(Community Ecology)

■ 以生物群落为对象，研究群落的下述特征的生态学分支。

研究群落的：

- 组成与结构
- 性质与功能
- 动态与演替
- 分类与排序
- 种间关系与个体关系
- 丰富度、多样性和稳定性
- 分布格局与环境的关系

群落生态学的发展历史

- **19世纪以前** – 强调格局的描述.
- **1832 - Hewett C. Watson.** “Outlines of the Geographical Distribution of British Plants” – 比较了多种植物的海拔地带性分布.
- **1832 - William MacGillivray.** “Remarks on the vegetation of the River Dee” – 讨论了海拔和地形对高山植物分布的影响.
- **1859 - Charles Darwin.** “The Origin of Species...” – 清楚地描述了自然界复杂相互关系，提出了物种为了生存而发生的生存竞争—即自然选择.

群落的概念、特征和群落生态学

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程 访问：www.kaoyancas.net

- **1896 - Johannes Eugenius Bulow Warming.** "Oecology of plants: an introduction to the study of plant communities" –
- **提出了群落学研究的问题：**
 - 为什么每个物种有自身的栖息地？
 - 物种是怎样聚合形成群落的？认识到了优势种 & 亚优势种的作用，火对群落物种组成 & 演替的影响以及物候的重要性。他认为土壤在对群落(植被)的影响中比对气候的影响更为强烈
- **1899 - Henry Chandler Cowles.** "The ecological relations of the vegetation on the sand dunes of Lake Michigan" – 研究了Michigan湖从 1898 至1911年间的演替，强调了植被的动态特征.

群落的概念、特征和群落生态学

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程 访问：www.kaoyancas.net

- **1913 - Josias Braun-Blanquet.** “Remarques sur l'étude des groupements de plantes” – 法瑞学派代表。发展了植物群落取样的方法，强调区系组成和特征种的概念。
- **1916 - Frederick E. Clements.** “Plant succession: an analysis of the development of vegetation” – 把植物群落定义为有机体，提出了演替概念，将裸地到演替顶级划分为群落的几个阶段
- **1926 - Henry Gleason.** “The individualistic concept of the plant association” – 指出每个群落都是独特的，植物群落是环境对物种的选择而进入这个栖息地的，这个观点是群落演替连续体(continuum)的理论基础。

群落的概念、特征和群落生态学

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程 访问：www.kaoyancas.net

- **1935 - Arthur Tansley.** “The use and abuse of vegetational concepts and terms” – 提出了“生态系统”的概念 ecosystem, 指出气候、植物 & 动物都是生态系统的组成部分, 各组分在功能上紧密相连。强调群落的演化特征。
- **1942 - Raymond Lindeman.** “The trophic-dynamic aspect of ecology” – 拓展了生态系统的概念, 强调群落内部的能量 & 养分循环。
- **1957 - Howard Odum.** “Trophic structure and productivity of Silver Springs, Florida” – 首次利用 one of Lindeman’s 营养动态的概念, 引入了能量流图解。

群落的概念、特征和群落生态学

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程 访问：www.kaoyancas.net

- **1959 - G. Evelyn Hutchinson.** “Homage to Santa Rosalia or why are there so many kinds of animals?” – 提出物种多样性是复杂营养组织结构和生态位多样性的函数，讨论了多样性与稳定性和异质性(heterogeneity)的关系。

- 组成与结构
- 性质与功能
- 动态与演替
- 分类与排序
- 种间关系与个体关系
- 丰富度、多样性和稳定性
- 分布格局与环境的关系

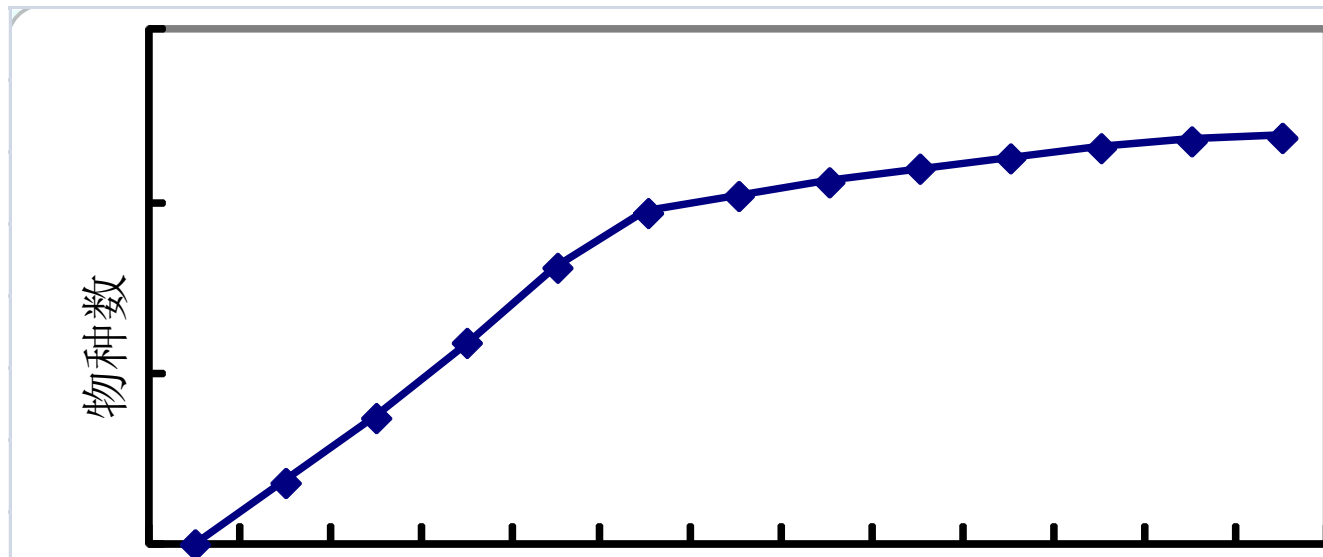
二、群落的组成、结构和动态

- 群落的组成
- 群落结构
- 群落动态

种类组成是决定群落性质最重要的因素，也是鉴别不同群落类型的基本特征。群落学研究一般都从分析种类组成开始。

■ 种类组成的性质分析

- **最小面积：**基本能够反映出某种群落所包含的植物种类的最小面积。最小面积可以通过绘制种-面积曲线的方法获得。



群落的组成、结构和动态

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net

群落的种类组成情况在一定程度上反映出群落的性质。然后，根据各个种在群落中的作用而划分群落成员型：

- **优势种和建群种**：对群落的结构和群落环境的形成有明显控制作用的植物种称为**优势种(dominant species)**，它们通常是那些个体数量多、投影盖度大、生物量高、体积较大、生活能力较强，即优势度较大的物种。控制性影响
- 优势种和建群种群落的不同层次可以有各自的优势种，如森林群落中，乔木层，灌木层，草本层和地被层分别存在各自的优势种，其中乔木层的优势种，即优势层的优势种常称为**建群种(constructive species)**。
- 生态学上的优势种对整个群落具有控制性影响

完整版，请访问www.kaoyancas.net 科大科院考研网，专注于中科大、中科院考研

群落的组成、结构和动态

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net

如何判断物种在群落中的重要性？Whitlaker(1975)认为以下三者是一致的：

- 一个物种占据群落中的生态位超维空间的分数
- 该物种所利用的群落资源(如光、水、食物等)的分数
- 它所实现的群落生产力的分数

基于三者的等价关系，只要测出其中的一个分数，就可以比较各个物种在群落中的重要性。生产力是最可靠的比较标准。

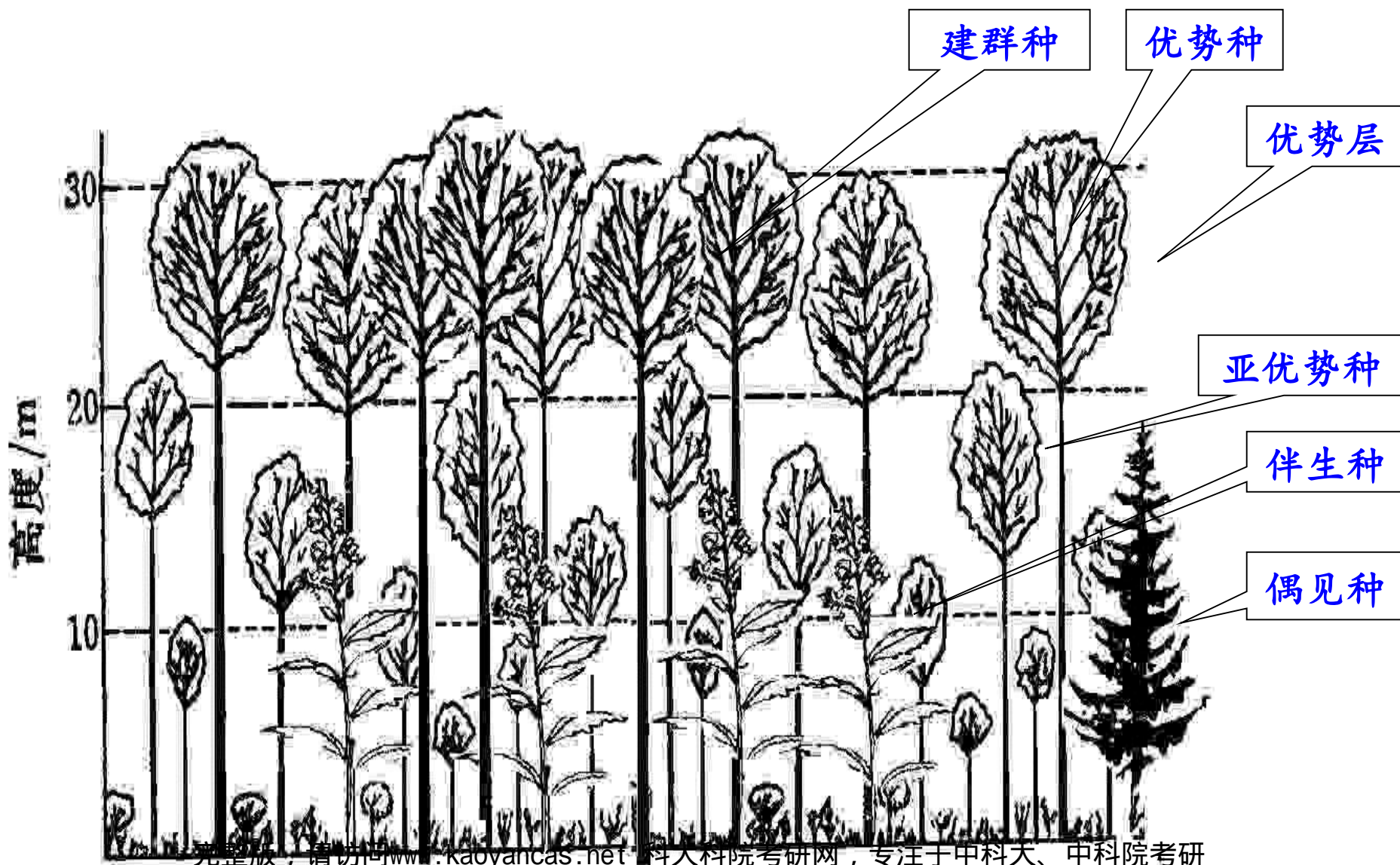
群落的组成、结构和动态

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net

- **亚优势种(subdominant species)**：个体数量与作用都次于优势种，但在决定群落性质和控制群落环境方面仍起着一定作用的植物种。在复层群落中，它通常居于下层，如大针茅草原中的小半灌木冷蒿就是亚优势种。
- **伴生种(companion species)**：群落的常见种类，它与优势种相伴存在，但不起主要作用。
- **偶见种或罕见种(rare species)**：在群落中出现频率很低的种类，多半是由于种群本身数量稀少的缘故。
- **同一种植物在不同的群落中可表现为不同的群落成员型。**

群落的组成、结构和动态

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net



群落的组成、结构和动态

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net



■ 种类组成的数量特征

- 明确群落中物种，需进一步研究不同种数量关系，说明群落特征
- **多度(abundance)**：对物种个体数目多少的一种估测指标，多用于群落野外调查。国内多采用Drude七级制多度，即：

✓ Soe (Sociales) 极多，植物地上部分郁闭

✓ Cop (Copiosae)³ 数量很多

✓ Cop₂ 数量多

✓ Cop₁ 数量尚多

✓ Sp (Sparsal) 数量不多而分散

✓ Sol (Solitariae) 数量很少而稀疏

完整版，请访问www.kaoyancas.net 科大科院考研网，专注于中科大、中科院考研

✓ Un (Unicum) 个别或单株

■ 种类组成的数量特征

- **密度(density)**：单位面积或单位空间内的个体数。一般对乔木，灌木和丛生草本以植株或株丛计数，根茎植物以地上枝条计数。
- **相对密度(relative density)**：样地内某一物种的个体数占全部物种个体数的百分比。
- **密度比(density ratio)**：某一物种的密度占群落中密度最高的物种密度的百分比。

■ 种类组成的数量特征

- **盖度(cover degree, 或coverage)**: 植物的地上部分垂直投影面积占样地面积的百分比,即投影盖度。
- **基盖度**: 植物基部的覆盖面积。对于草原群落,常以离地面1英寸(2.54cm)高度的断面计算;对森林群落,则以树木胸高(1.3m处)断面积计算。基盖度也称真盖度。乔木的基盖度特称为显著度(dominant)。
- 盖度可分为**种盖度(分盖度)**, **层盖度(种组盖度)**、**总盖度(群落盖度)**。林业上常用郁闭度来表示林木层的盖度。通常,分盖度或层盖度之和大于总盖度。
- 群落中某一物种的分盖度占有所有分盖度之和的百分比,即**相对盖度**。某一物种的盖度占盖度最大物种的盖度的百分比称为**盖度比(cover ratio)**。

■ 种类组成的数量特征

- **频度(frequency)**：某个物种在调查范围内出现的频率。常按包含该种个体的样方数占全部样方数的百分比来计算，即： $\text{频度} = \text{某物种出现的样方数} / \text{样方总数} \times 100\%$
- 除此之外，还有高度、重量、体积等个体指标。

➤ 多度(Abundance)

➤ 密度 (Density)

➤ 盖度(Coverage)

➤ 频度(Frequency)

➤ 高度(Height)

➤ 重量(Weight)

➤ 体积(Volume)

■ 种类组成的数量特征

➤ **重要值(important value)**：用来表示某个种在群落中的地位 and 作用的综合数量指标。重要值是美国的Curtis和R.P.McIntosh(1951)首先使用：

重要值(IV) = 相对密度 + 相对频度 + 相对优势度(草原群落用相对盖度)

➤ **重要值的意义：**

- ✓ 反映种群大小、多少和分布状况的综合性指标；
- ✓ 反映种群在群落中的地位和作用；
- ✓ 可确定群落优势种，表明群落性质；
- ✓ 可推断群落所在地的环境特点。

■ 种的多样性

- **生物多样性：**生物的多样化和变异性及物种生境的生态复杂性。
- 生物多样性一般有三个水平：
 - ✓ **遗传多样性：**地球上生物个体中所包含的遗传信息之总和；
 - ✓ **物种多样性：**地球上生物有机体的多样化，包括种的丰富度和种的均匀度；
 - ✓ **生态系统多样性：**生物圈中生物群落、生境与生态过程的多样化。

■ 种的多样性

➤ 多样性的涵义：

- **种的数目或丰富度(species richness)**：一个群落或生境中物种数目的多少。
- **种的均匀度(species evenness or equitability)**：一个群落或生境中全部物种个体数目的分配状况，它反映的是各物种个体数目分配的均匀程度。
 - ✓ 例如，甲群落中有100个个体，其中90个属于种A，另外10个属于种B。乙群落中也有100个个体，但种A、B各占一半。那么，甲群落的均匀度就比乙群落低得多。

■ 种的多样性

- **多样性指数**：丰富度和均匀性的综合指标。主要2个：
- **辛普森多样性指数(Simpson's diversity index)**
 - 在无限大小的群落中，随机取样得到同样的两个标本，以它们的概率得出多样性指数。
 - 辛普森多样性指数 = 随机取样的两个个体属于不同种的概率 = 1 - 随机取样的两个个体属于同种的概率。
- **香农-威纳指数 (Shannon-Weiner index)**
 - 信息论中熵的公式原来时表示信息的紊乱和不确定程度的。香农-威纳指数即按此原理设计物种多样性：
 - $$H = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net

High

rock, snow, and ice

Altitude

tundra

coniferous forest

deciduous forest

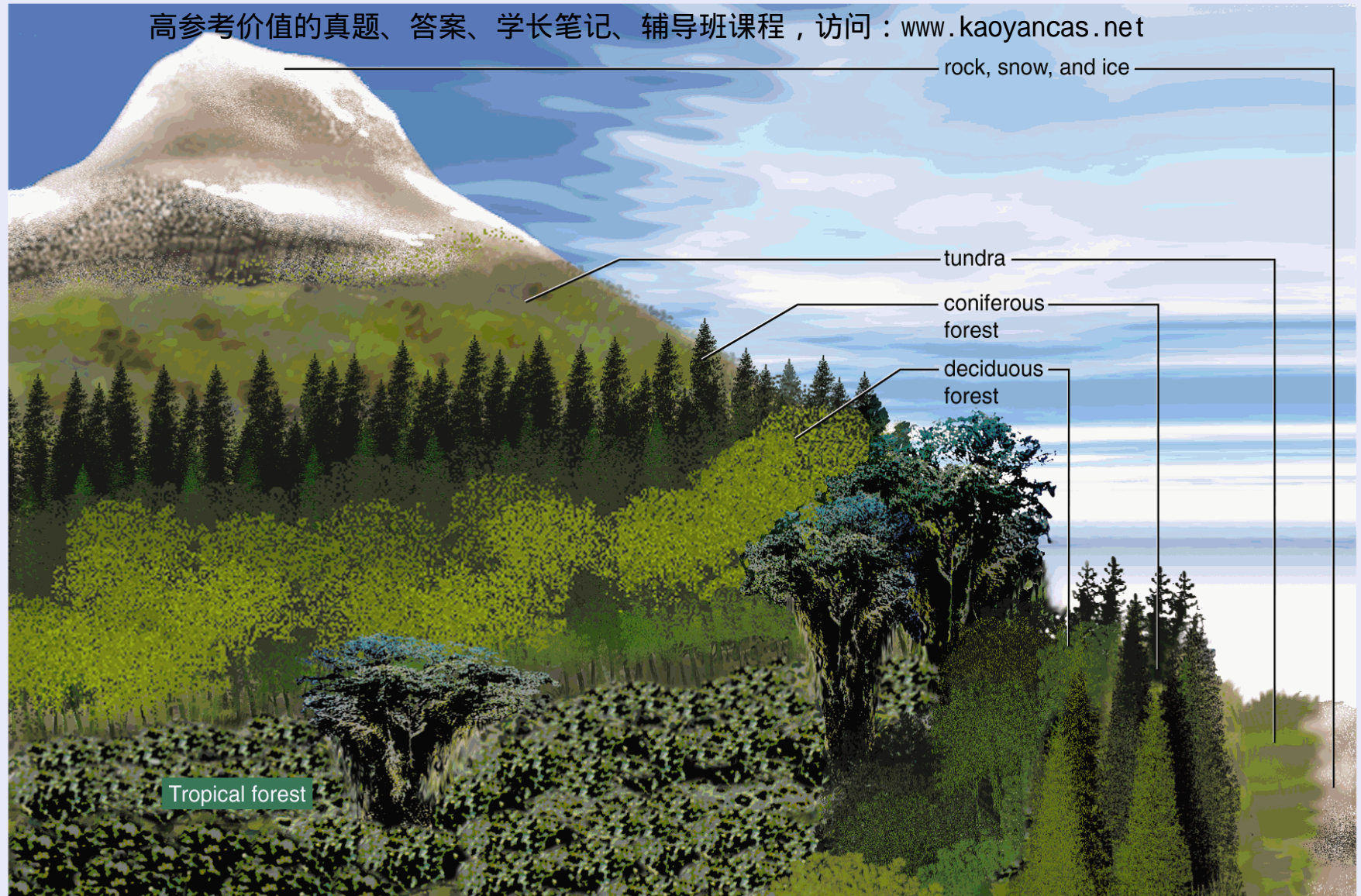
Tropical forest

Equatorial regions

Latitude

Polar regions

Low



完整版 www.kaoyancas.net 中科院考研

植被分布随纬度和海拔的变化

■ 群落的结构

- 群落结构是群落中相互作用的种群在协同进化中形成的，其中生态适应和自然选择起了重要作用。
- 群落结构特征包括：种类组成、空间结构及其生态内涵。
- **群落空间结构**决定于两个要素，即群落中各物种的**生活型（lifeform）**及相同生活型的物种所组成的**层片(synusia)**，它们可看做群落的结构单元。
- 生物群落空间形态结构的分化有利于资源的利用。

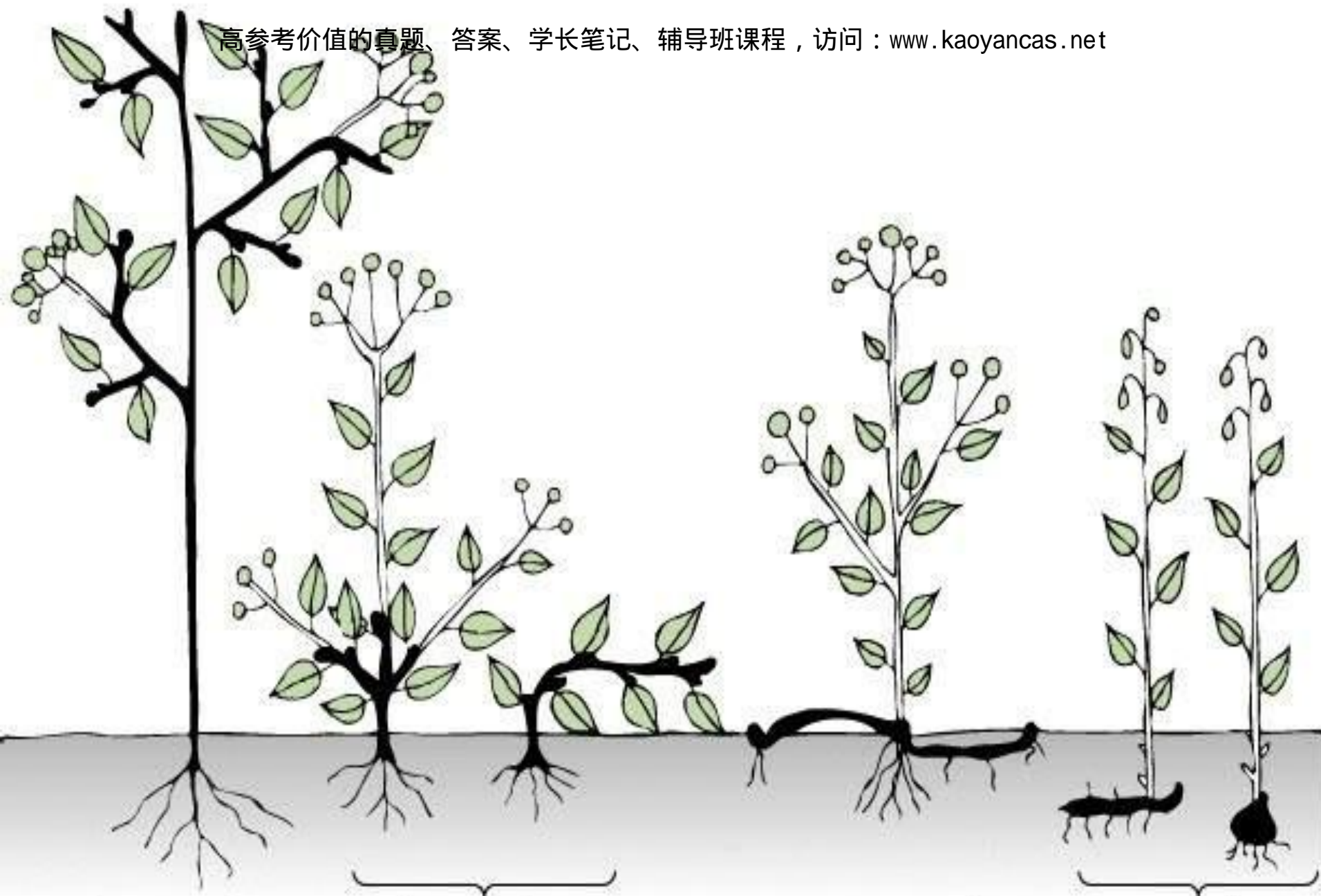
群落的组成、结构和动态

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net

■ 群落的结构单元

- **生活型(life form)**：生物对**外界环境**适应的外部表现形式。同一生活型的生物，不但体态相似，而且在适应特点上也相似。
 - ✓ **高位芽植物(phanerophytes)**：休眠芽位于距地面25cm以上。分为四个亚类，即大高位芽植物(高度>30m)，中高位芽植物(8~30m)，小高位芽植物(2~8m)与矮高位芽植物(25cm~2m)。
 - ✓ **地上芽植物(Chamaephytes)**：更新芽位于土壤表面之上，25cm之下，多为半灌木或草本植物。
 - ✓ **地面芽植物(Hemicryptophytes)**：又称浅地下芽植物或半隐芽植物，更新芽位于近地面土层内，冬季地上部分全枯死，即为多年生草本植物。
 - ✓ **隐芽植物(Cryptophytes)**：更新芽位于较深土层中或水中，多为鳞茎类、块茎类和根茎类多年生草本植物或水生植物。
 - ✓ **一年生植物(Therophytes)**：以种子越冬。

完整版，请访问www.kaoyancas.net 科大科院考研网，专注于中科大、中科院考研



Phanerophytes Chamaephytes Hemiepiphytes Cryptophytes

群落的组成、结构和动态

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net

生活型 群落名称(地点)	高位芽植物	地上芽植物	地面芽植物	地下芽植物	一年生植物
热带雨林（云南西双版纳）	94.7	5.3	0	0	0
亚热带常绿阔叶林（滇西）	74.3	7.8	18.7	0	0
温带落叶阔叶林（秦岭北坡）	52.0	5.0	38.0	3.7	1.3
寒带暗针叶林（长白山西坡）	25.4	4.4	39.6	26.4	3.2
温带草原(东北)	3.6	2.0	41.0	19.0	33.4
亚高山草甸(云南东北部)	6.0	0	74.0	13.0	7.0
高山冻荒漠(云南西北部)	0	30.0	54.0	16.0	0

完整版，请访问www.kaoyancas.net 科大科讯考研网，专注于中科大、中科院考研

■ 群落的结构单元

- **层片(synusia)**：层片一词系瑞典植物学家H.Gams(1918)首创。他将层片划分为三级：第一级层片是同种个体的组合，第二级层片是同一生活型的不同植物的组合，第三级层片是不同生活型的不同种类植物的组合。
- 前苏联著名植物群落学家B. H. 苏卡乔夫(1957)指出：“层片具有一定的种类组成，这些种具有一定的生态生物学一致性，而且特别重要的是它具有一定的小环境，这种小环境构成植物群落环境的一部分”。现在一般定义：**层片是指由相同生活型和相似生态要求的种组成的功能群落（functional community）**。

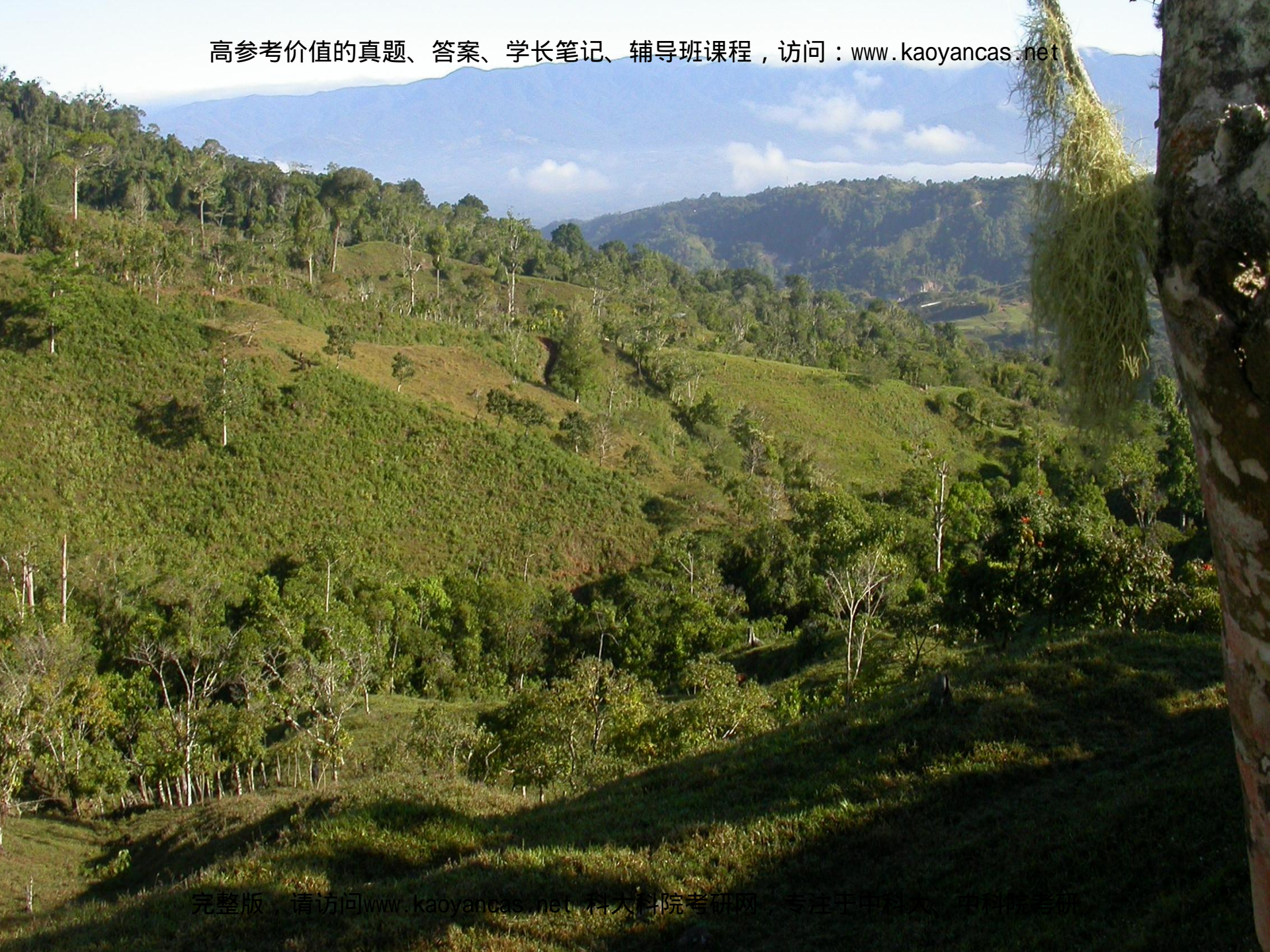
高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net

完整版，请访问www.kaoyancas.net 科大科院考研网，专注于中科大、中科院考研

■ 群落的水平结构

- **群落的水平结构：**群落的配置状况或水平格局，有人称之为群落的二维结构。主要特征是镶嵌性 (mosaic)：两个层片在二维空间中的不均匀配置，使群落在外形上表现为斑块相间。
- 每一个斑块就是一个小群落 (microcoense)，它们彼此组合，形成了群落的镶嵌性。
- 群落内部环境因子的不均匀性，例如小地形和微地形的变化，土壤湿度和厚度的差异以及人与动物的影响，是形成群落镶嵌性的主要原因。

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net

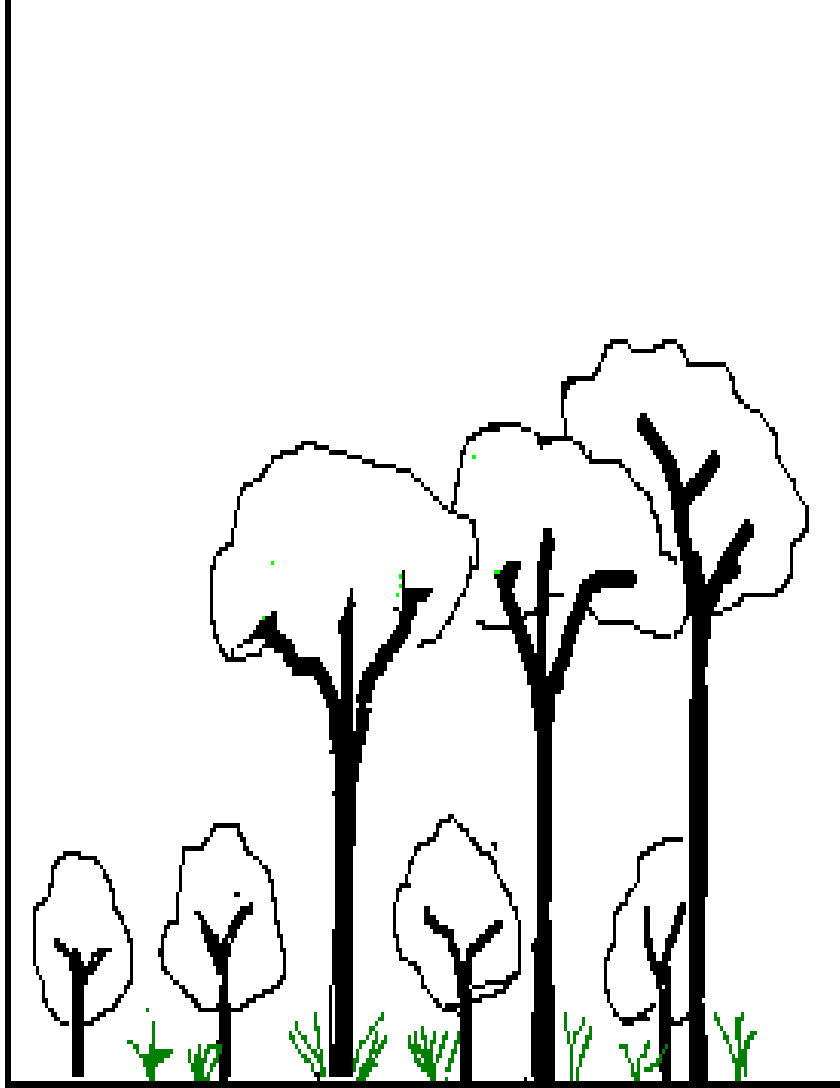


完整版，请访问www.kaoyancas.net 科大科院考研网，专注于中科院、中科院考研。

■ 群落的垂直结构

- **群落的垂直结构**：指群落分层现象。陆地群落的分层，与光的利用有关：林冠层，下木层，灌木层，草本层、活地被层和枯枝落叶层。
- **层(layer)的分化主要决定于植物的生活型**。也可以说，陆生群落的垂直结构是不同高度的植物或不同生活型的植物在空间上垂直排列的结果。
- 温带常绿阔叶林的地上成层现象最为明显，寒温带针叶林的成层结构简单，而热带雨林的成层结构最为复杂。
- 生物群落的分层包括地上分层和地下分层。地上分层可以充分利用阳光和空间。地下分层由不同植物的根系在土壤中深度不同引起，充分利用土壤中的营养和水分。
- **成层结构显著提高了生物利用环境资源的能力**。

成层结构是自然选择的结果



群落的组成、结构和动态

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net

动物群落的垂直成层性：栎林鸟类在不同层次的相对密度

种名	林冠层 高于11.6米	乔木层 5—11.6米	灌木层 1.3—5米	草本层 1—1.3米	地面
林鸽	<u>333</u>	3	3	—	—
茶腹	<u>34</u>	<u>34</u>	1	—	—
青山雀	<u>150</u>	<u>264</u>	196	24	6
长尾山雀	122	<u>183</u>	136	18	9
旋木雀	32	<u>75</u>	27	17	—
煤山雀	45	<u>108</u>	78	20	—
沼泽山雀	15	111	<u>155</u>	81	7
大山雀	25	74	<u>197</u>	103	2
栽菊	2	10	<u>33</u>	14	—
乌鸫	2	7	25	<u>89</u>	47
红胸 勺 鸟	—	—	29	<u>32</u>	19
鹪鹩	—	—	20	<u>140</u>	20

注：数字下划线表示某种鸟最喜好栖息的层次

完整版

请访问

www.kaoyancas.net

中科院考研网

专注于中科大、中科院考研

■ 群落的时间结构

- 不同植物种类的生命活动在时间上的差异，就导致了群落的结构在时间上的相互更替，形成了群落的时间结构。
- 群落的时间结构包括植物群落周期性变化以及动物的季节性变化。（春夏秋冬）
- 时间结构变化是种群动态特征之一：
 - ✓ 自然环境因素的时间节律所引起的群落各物种在时间结构上相应的周期变化；
 - ✓ 群落在长期历史发展过程中，由一种类型转变为另一种类型的顺序变化-群落的演替。

■ 群落交错区与边缘效应

- **群落交错区(ecotone)**: 又称生态交错区或生态过渡带，是两个或多个群落之间(或生态地带之间)的过渡区域。是相邻生态系统之间的过渡带，其特征是由相邻生态系统之间相互作用的空间、时间及强度所决定的。
- 群落交错区是一个交叉地带或种群竞争的紧张地带，在这里群落中种的数目及一些种群密度比相邻群落大。群落交错区种的数目及一些种的密度增大的趋势被称为**边缘效应(edge effect)**。
- 群落交错区往往包含两个重叠群落中所有的一些种以及交错区本身所特有的种，这是因为群落交错区的环境条件比较复杂，生物多样性更为丰富。

群落的组成、结构和动态

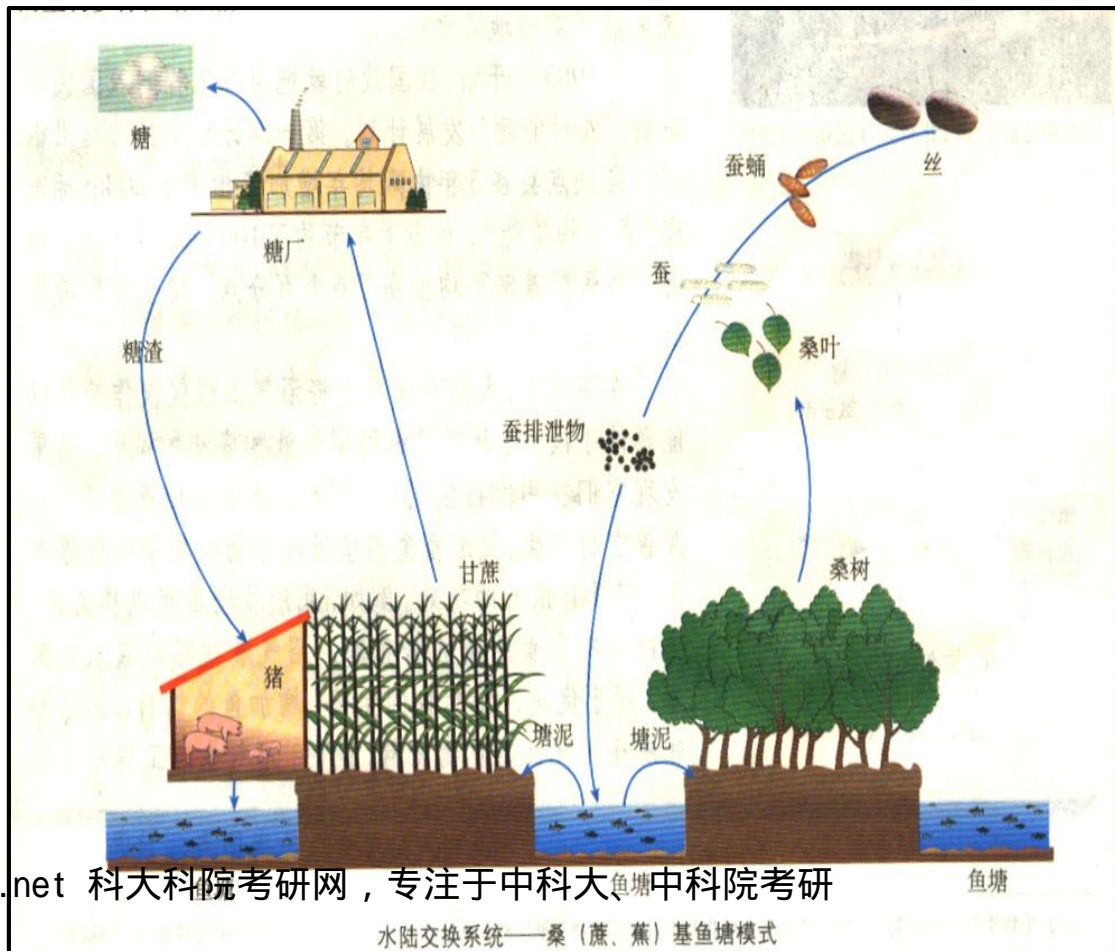
高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net

■ 开拓有用的边缘

- 人类生存环境的布置
- 城市分布
- 农作物间作套种
- 桑基鱼塘

■ 控制有害边缘

- 蝗虫的控制



完整版，请访问www.kaoyancas.net 科大科院考研网，专注于中科大、中科院考研

群落的组成、结构和动态

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net

■ 岛屿效应：隔离与独立性



完整版，请访问www.kaoyancas.net 科大科院考研网，专注于科大、中科院考研

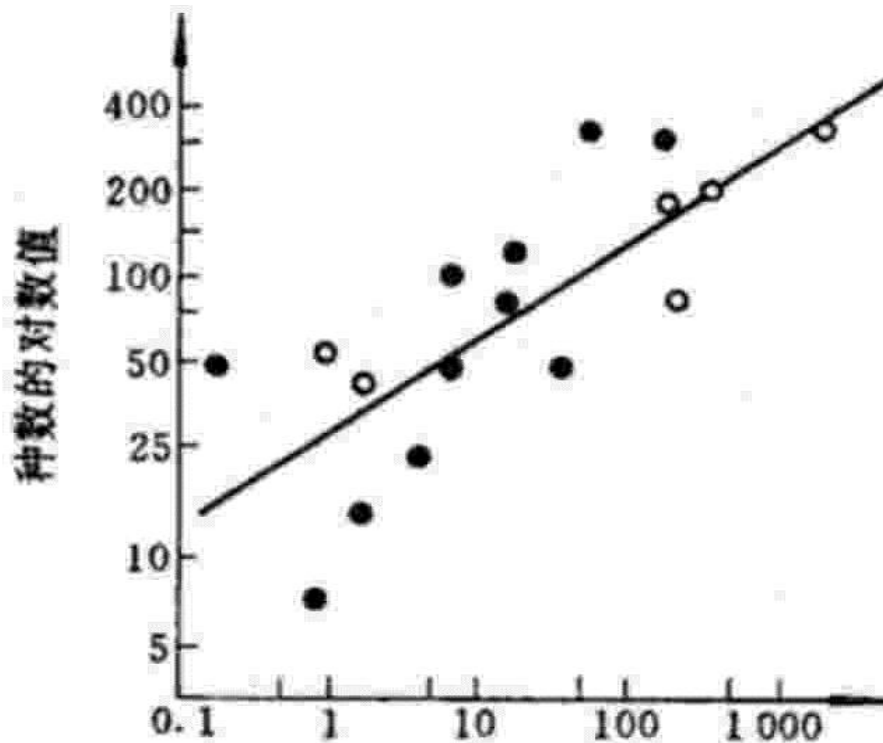
群落的组成、结构和动态

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net

- **岛屿效应：** 面积越大，容纳生物种数越多的效应

$$S=cA^z$$

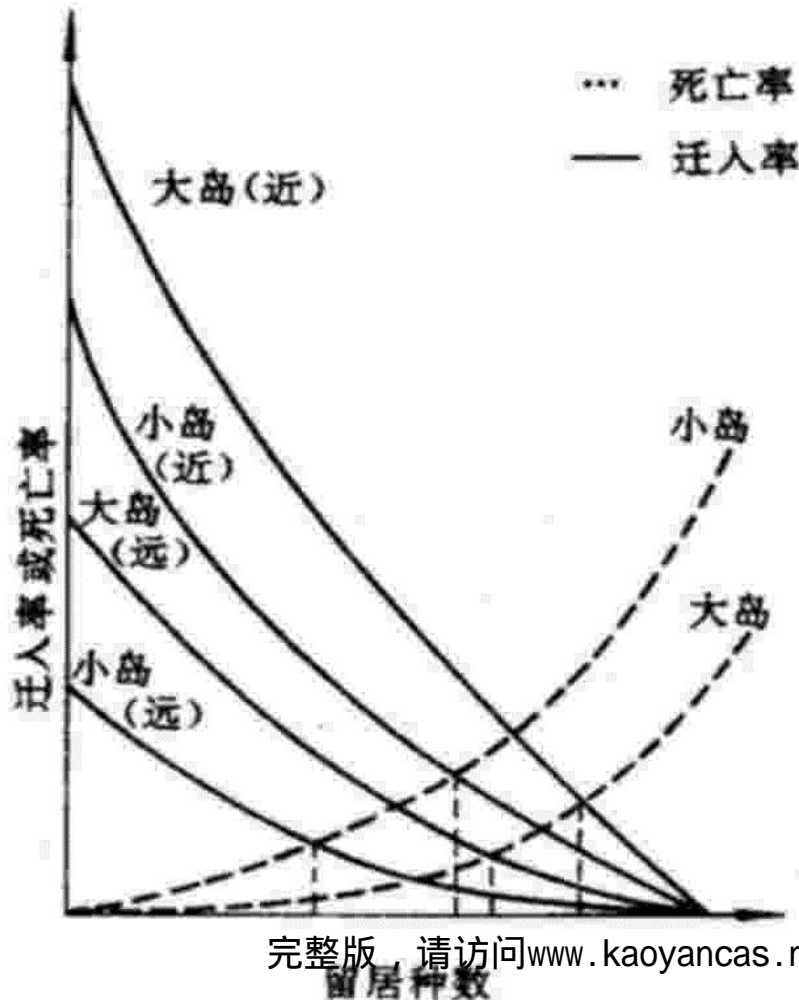
$$\lg S=\lg c+z(\lg A)$$



群落的组成、结构和动态

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net

■ 岛屿效应：MacArthur 的平衡说



迁入率曲线与死亡率曲线交点上的种数，即为该岛上预测的物种数。根据平衡说，可说明下列四点：

- 岛屿上的物种数不随时间而变化；
- 这是一种动态平衡，即灭亡种不断地被新迁入的种所代替；
- 大岛比小岛能“供养”更多的种；
- 随岛距大陆的距离由近到远，平衡点的种数逐渐降低。

■ 岛屿效应：自然保护应用

同样面积，大保护区好还是若干小保护区好？取决于：

- 若每一小保护区内都是相同的一些种，那么大保护区能支持更多的种；
- 从传播流行病看，隔离的小保护区有更好的防止传播作用；
- 如果在一个相当异质的区域中建立保护区，多个小保护区能提高空间的异质性，有利于保护物种多样性；
- 对密度低、增长率慢的大型动物，为了保护其遗传性，较大的保护区是必需的。保护区过小，种群数量过低，可能由于近交使遗传特征退化，也易于因遗传漂变而丢失优良物种的特征。
- 在各小保护区之间建立“通道”或走廊，有助于减少物种被灭亡的风险，细长的保护区，有利于迁入。

**影响群落结构的主要因素有：
生物因素、干扰、空间异质性等。**

■ 中度干扰假说

- 干扰是自然界的普遍现象，是指平静的中断，正常过程的打扰或妨碍。生物群落不断经受着各种随机变化的事件。有些学者认为干扰扰乱了顶极群落的稳定性，使演替离开了正常轨道。而近代多数生态学家认为干扰是一种有意义的生态现象，它引起群落的非平衡特性，强调了干扰在群落结构形成和动态中的作用。
 - ✓ 在一次干扰后少数先锋种入侵缺口，如果干扰频繁，则先锋种不能发展到演替中期，因而多样性较低；
 - ✓ 如果干扰间隔期很长，使演替过程能发展到顶极期，多样性也不高；
 - ✓ 只有中等干扰程度使多样性维持高水平，它允许更多的物种入侵和定居。

■ 群落的动态

- **生物群落动态(dynamics):** ①群落的内部动态(包括季节变化与年际间变化); ②群落的演替; ③地球上生物群落的进化。
- 群落的内部动态
 - ✓ **生物群落的季节动态:** 环境条件(特别是气候)周期性变化引起生物群落的季节变化, 并与生物种的生活周期关联。群落的季节动态是群落本身内部的变化, 并不影响整个群落的性质, 称为群落的内部动态。随气候季节交替, 群落出现的不同外貌成为群落的季相。
 - ✓ **生物群落的年变化:** 在不同年度之间, 生物群落常有明显的变动。这种变动也限于群落内部的变化, 不产

■ 群落的动态

➤ 群落的内部动态

- ✓ 群落的波动多数是由气候条件的不规则变动引起，特点是群落区系成份的相对稳定性，群落数量特征变化的不定性以及变化的可逆性。3种类型：
- ✓ **不明显波动：**群落各成员的数量关系变化很小，群落外貌和结构基本保持不变。这种波动可能出现在不同年份的气象、水文状况差不多一致的情况下。
- ✓ **摆动性波动：**群落成份在个体数量和生产量方面的短期变动(1~5年)，它与群落优势种的逐年交替有关。
- ✓ **偏途性波动：**是气候和水份条件的长期偏离而引起一个或几个优势种明显变化的结果。通过群落的自我调节作用

虽然群落波动具有可逆性，但这种可逆是不完全的，而只是向平衡状态靠近。

三、群落物种间相互作用

- 物种相互作用类型
- 生态位内涵、测度及意义

内容提纲

■ 物种间相互作用

- **中性**：两个种群没有利害关系。
- **竞争**：接触时双方受损；分开时皆无影响。
- **偏害共生**：接触时一方受损，另一方无影响；分开时皆无影响。
- **寄生、捕食**：接触时一方有利，另一方受损；分开时一方受损，另一方无影响。
- **偏利共生**：接触时一方有利，另一方无影响；分开时一方受损，另一方无影响。
- **互利共生**：接触时双方有利，如果没有对方的存在，自然条件下不能生存。
- **原始合作**：接触时双方有利，分开时皆无影响。

■ 种间竞争(Competition)

- **种间竞争**：指两物种或更多物种共同利用同样的有限资源时产生的相互竞争作用。竞争往往是一种主动的过程，其结果通常是不对称的。
- **竞争排斥原理**：在一个稳定的环境内，两个以上受资源限制的、但具有相同资源利用方式的种，不能长期共存在一起，也即完全的竞争者不能共存，势必有一方要被排挤。在不完全竞争的情况下，竞争双方可以形成一定条件下的平衡，但是，双方所处的地位和所占的资源不可能相同。
- **生态反应 (e. response)**：生物物种的竞争能力或生态适应(e. adaptation)能力。主要通过生态幅表现出来。例：欧洲赤松在没有其他乔木竞争的情况下，在各种肥力的土壤中均能很好地生长；但在有其他阔叶树种竞争情况下，它只能极端贫瘠的土壤或沼泽中生长。

■ 种间竞争(Competition)

➤ 竞争类型

- ✓ **资源利用性竞争**：仅通过损耗有限的资源竞争，而个体不直接相互作用；
- ✓ **干扰性竞争**：通过竞争个体间直接的相互作用。典型例子：动物为了竞争领地或食物而进行的打斗。
- ✓ **负竞争**：自然界某些生物在一定的数量范围内，随着种群数量增加反而有利于加速繁殖和个体的生长发育。
例：海鸥哺育后代的成功率与种群密度成正比，因为大量的海鸥数量能集体防御其他海鸟的侵害（数量过多，竞争会加强）。

■ 种间竞争(Competition)

➤ 竞争的一般特征

- ✓ 竞争结果的不对称（起点不同；个体之间具有不平等性；造成的负面影响大小也不同）。
- ✓ 对一种资源的竞争能影响对另一种资源的竞争结果（具有关联性）。
- ✓ 竞争的耗能会限制生物个体潜能的发挥。

■ 偏害共生（amensalism）

➤ 相互接触时，一方受损，另一方几乎无影响。

植物之间的“化感作用”就属于该情况。

例：在加利福尼亚有一种白叶鼠尾草，在其生长地周围的10厘米范围内，其他草本植物基本不能生长（Muller, 1969）。

■ 寄生（parasitism）

- 在相互关系中，一方获益一方受损。前者称寄生物（parasite），后者称宿主（host）。
- 寄生者除动物和微生物外，还可以是植物。如：菟丝子属、列当属、蛇菰属、无根葛属、大花草属、肉苁蓉属、独角金属等。
- 另有半寄生植物（只吸取宿主体内的水和无机盐，自己可进行光合作用）。如：桑寄生属、槲寄生属、鞘花属、马先蒿属、小米草属、山萝花属等。

■ 偏利共生(Commensalism)

- 两个物种接触时，其中某一方获利的现象。如：许多附生植物（epiphytes），藻类、菌类、地衣、蕨类、兰科、天南星科、凤梨科、萝藦科、仙人掌科、杜鹃花科、苦苣苔科、野牡丹科、茜草科等。
- 某些藤本植物也可看成偏利共生，如番荔枝科、紫葳科、豆科、防己科、旋花科、无加科、木通科、茜草科、无患子科、百合科、百部科、薯蓣科、天南星科、海金沙科等。

■ 原始协作(Protocooperation)

- 两个物种生活在一起，双方获益，各自分开时，都能独立生活。
- 某些植物之间的连生现象属于该种关系。已知有160多种植物有连生现象，如桦-美洲榆；桦-糖槭；檀香-番樱桃等。

■ 互利共生(Mutualism)

- 双方形成非常紧密的关系，缺失时彼此受损，或至少一方受损。
 - ✓ 行为上的互利共生(动物)；
 - ✓ 种植和饲养的互利共生；
 - ✓ 有花植物和传粉动物的互利共生；
 - ✓ 动物消化道中的互利共生；
 - ✓ 高等植物与真菌的互利共生--菌根；
 - ✓ 其他如地衣、根瘤、满江红等。

■ 生态位(Niche)

- 一个种群（或个体）在自然生态系统中的功能关系和所占据的时、空上的特殊位置。可分为**空间生态位**（space n.）、**营养生态位**（trophic n.）以及**多维空间生态位**（hyperspace n.）。
- ✓ **生态位宽度**（N. breadth）：指生物物种（或个体）所能利用的各种资源的总和。
- ✓ **生态位重叠**（N. Overlap）：指不同物种（或个体）所利用的同一资源。
- ✓ **生态位分离**（N. separation）：生活在同一生境中的各物种（或个体）所占资源有明显不同的现象。

■ 生态位宽度的测定

- Simpson-Yule指数： $B_i = 1/\sum N_{ij}^2$ (Simpson指数倒数)
- Shannon-Wiener指数： $W_i = -\sum P_{ij} \log P_{ij}$

P_{ij} 表示种*i*在资源*j*中的个体数占该种在整个资源状态中总个体数的百分数。

当种*i*的个体数量在所有的资源梯度平均分配时， B_i 和 W_i 趋于最大化，即该种具有最大的生态位宽度，也称泛化；反之，仅集中于某个资源梯度上称特化。

■ 同资源种团 (guild)

- 同资源种团(guild)：生态学特征很相似(以同一方式利用共同资源)的生物所构成的物种集团。例如，热带食花蜜的许多蜂鸟就可称为一个同资源种团。
- 生态位分化常常与资源分离或资源利用密切相关。
- 生态等值 (ecologically equivalent) 物种：在不同的地理区域占据相似的生态位的生物。在临近区域它们趋于具有密切的分类学相关性，在相隔较远的区域其分类位置就不那么相近。

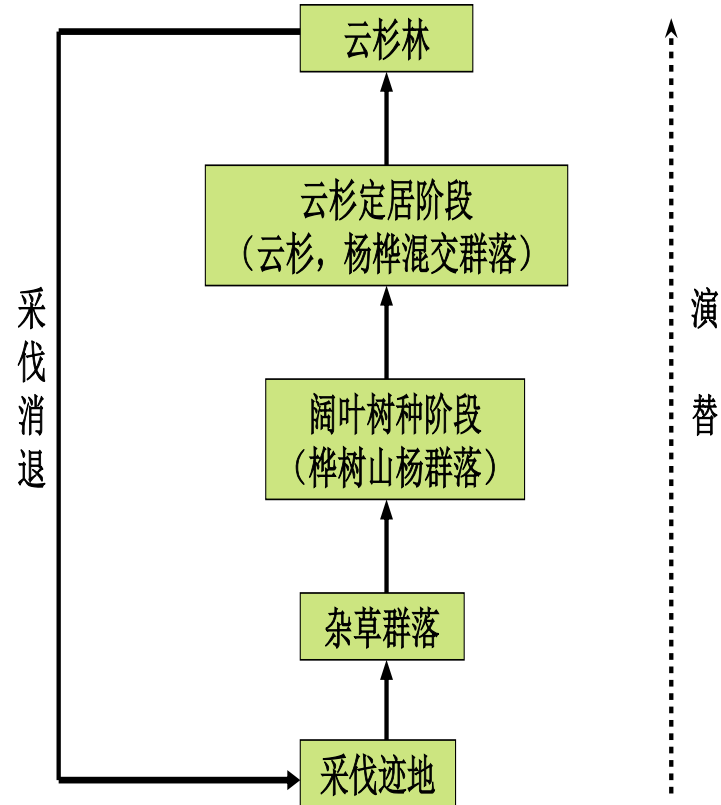
四、群落演替

- 演替的概念与特征
- 演替的过程
- 演替的类型
- 控制演替的因素
- 演替方向
- 演替顶级学说

■ 演替的概念

生物群落演替

(succession): 在某一地段上的生物群落发生变化的过程中，由低级到高级、由简单到复杂、一个阶段接着一个阶段、一种生物群落被另一种生物群落所取代的自然演变现象。



云杉林被采伐后的演替阶段

■ 演替的特征

- 群落演替是有一定方向、具有一定规律的，随时间而变化的有序过程。
- 演替是生物和环境反复相互作用，发生在时间和空间上的不可逆变化
- 物理环境一定程度上决定着演替的类型、方向和速度，但演替是群落本身所控制的
- 当群落演替到与环境处于平衡状态时，演替就不再进行，以相对稳定的群落为发展顶点。

■ 演替的过程

在演替过程中的不同阶段，各种过渡性群落所出现的时期，称为系列期。

- 系列期内物种也不断更替，早期出现的物种称**先锋物种**；
- 中期出现的物种称**过渡种或演替种**；
- 演替发展到最后出现在顶极群落中的物种称**顶极种**。

■ 演替的过程

群落演替的过程也是物种不断入侵、定居、进化或灭亡的过程。就某一物种而言，一般在演替中的相互关系经历以下四个阶段：

- **互不干扰阶段：**这是群落演替中从无到有的最初阶段，也是入侵阶段，此时物种数目少，种群密度低，在对自然资源的利用上没有什么竞争。
- **相互干扰阶段：**这主要是指物种间的竞争。在竞争中的物种入侵后，能定居下来进行繁殖，而另一些物种则被排斥而趋于消失，所以也称定居阶段。

■ 演替的过程

- **共摊阶段：**在这个阶段那些能很好利用自然资源而又能在物种相互作用中共存下来的物种得到发展，他们从不同的角度利用共摊自然资源，也称发展阶段。
- **进化阶段：**物种的协同进化使自然资源的利用更加合理和有效，群落结构更趋合理，物种组成及数量维持一定比例。有的物种在竞争中若不能适应改变了的环境则可能被新入侵的物种所取代。

■ 演替的基本类型

- 按照演替发生的时间进程：
 - ✓ 世纪演替：一般以地质年代计算
 - ✓ 长期演替：几十年到几百年
 - ✓ 快速演替：延续几年或十几年
- 按演替发生的起始条件：
 - ✓ 原生演替(primary succession)：开始于原生裸地或原生荒原(完全没有植被并且也没有任何植物繁殖体存在的裸露地段)上的群落演替。
 - ✓ 次生演替(secondary succession)：开始于次生裸地或次生荒原(不存在植被，但在土壤或基质中保留有植物繁殖体的裸地)上的群落演替。

■ 演替的基本类型

- 按基质的性质可划分为：
 - ✓ 水生演替（hydrorarch succession）：演替开始于水生环境中，但一般都发展到陆地群落。如淡水湖或池塘中水生群落向中生群落的转变过程。
 - ✓ 旱生演替（xerarch succession）：演替从干旱缺水的基质上开始。如裸露的岩石表面上生物群落的形成过程。
- 按引起演替的主导因素：
 - ✓ 群落发生演替
 - ✓ 内因生态演替
 - ✓ 外因生态演替

■ 演替的基本类型

➤ 水生演替系列（淡水湖）

- ✓ 自由漂浮植物阶段——沉水植物阶段——浮叶根生植物阶段——直立水生植物阶段——湿生草本植物阶段——木本植物阶段。

➤ 旱生演替系列

- ✓ 地衣植物群落阶段——苔藓植物群落阶段——草本植物群落阶段——灌木群落阶段——乔木群落阶段。

■ 控制演替的主要因素

- 生物群落的演替是群落内部关系（包括种内和种间关系）与外界环境中各种生态因子综合作用的结果。
- 植物繁殖体的迁移、散布和动物的活动性：植物繁殖体的迁移和散布是群落演替的先决条件。
- 群落内部环境的变化：群落本身的生命活动引起演替。由于群落中植物种群特别是优势种的发育而导致群落内光照、温度、水分状况的改变，也可为演替创造条件。如：云杉林采伐后—喜光草本植物—喜光的阔叶树种—耐阴草本—云杉。

■ 控制演替的主要因素

- **种内和种间关系的改变：**组成一个群落的物种在其内部以及物种之间都存在特定的相互关系，这种关系随着外部环境条件和群落内环境的改变而不断地进行调整。如：当密度增加时，而竞争能力弱的种群则逐步缩小自己的地盘，甚至被排挤到群落之外。
- **与群落发育有关的直接或间接的生态因子成为演替的外部因素。**气候、地表形态(地貌)、大规模的地壳运动(冰川、地震、火山活动等)、小范围的地表形态变化(如滑坡、洪水冲涮)、土壤的理化性质的改变、火等都是群落发生演替的刺激因素。
- **人类的活动：**促进，抑制，改造和建设生态关系；建立人工群落。

■ 演替方向

- 生物群落的演替方向以分为：**进展演替**（progressive succession）和**逆行演替**（regressive succession）
- **进展演替**：结构由简单到复杂；资源利用由不充分到充分；生产力逐步增高；环境逐步中生化；群落对外部环境的影响逐步加强。
- **逆行演替**：结构简单化；资源利用由不充分；生产力逐步下降；环境逐步旱生化；群落对外部环境的改造轻微。

■ 演替顶极学说

- 演替的顶极学说(climax theory)是英美学派提出的有关演替顶极理论主要有3种：单元顶极论、多元顶极论和顶极—格局假说。
- 单元顶极论(monoclimax hypothesis) Clements指出：演替就是在地表上同一地段顺序地分布着各种不同植物群落的时间过程。任何一类演替都经过迁移、定居、群聚、竞争、反应、稳定6个阶段。到达稳定阶段的植被，就是与当地气候条件保持协调和平衡的植被。这是演替的终点，这个终点就称为演替顶极(climax)。

■ 演替顶极学说

- 在同一气候区内，无论演替初期的条件如何，植被总是趋向于减轻极端情况而朝向顶极方向发展，从而使得生境适合于更多的生物生长。
- 演替可以从各种地境上开始，在演替过程中植物群落间的差异会逐渐缩小，逐渐趋向一致。
- 因而，水生型和旱生型的生境，最终都趋向于中生型的生境，并均会发展成为一个相对稳定的气候顶极(Climatic Climax)。

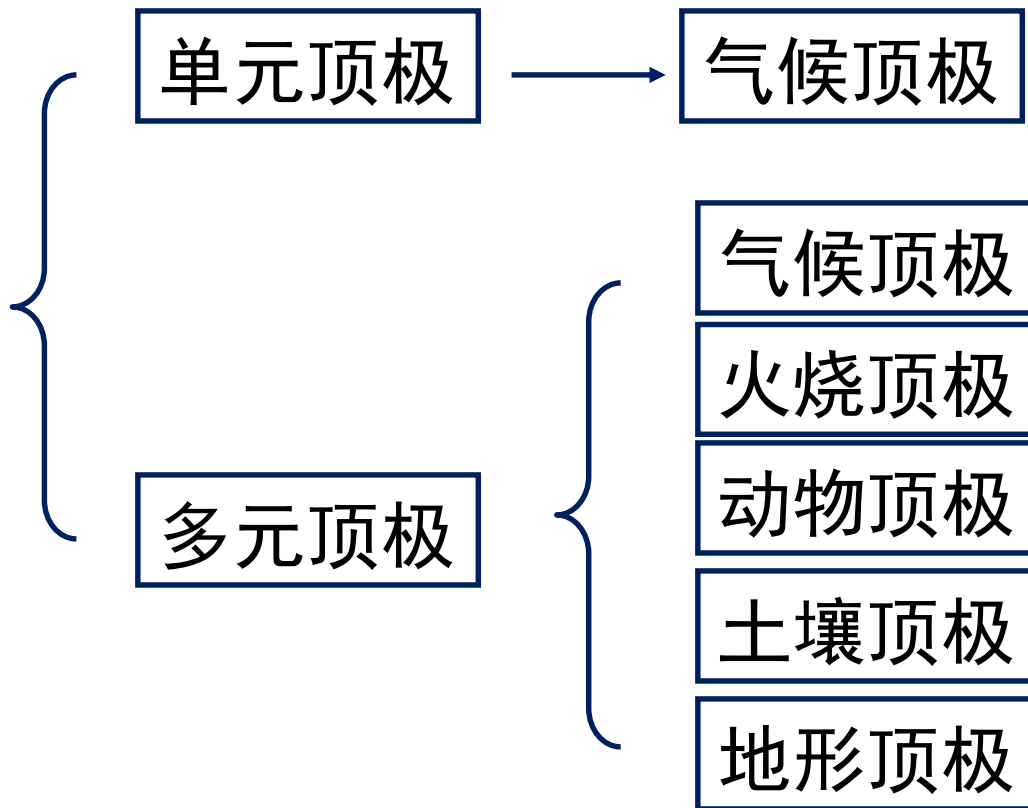
■ 演替顶极学说

- 多元顶极论(polyclimax theory) 英国的A.G. Tansley(1954)认为：如果一个群落在某种生境中基本稳定，能自行繁殖并结束它的演替过程，就可看作顶极群落。在一个气候区域内，群落演替的最终结果，不一定都汇集于一个共同的气候顶极终点。
- 除了气候顶极之外，还可有土壤顶极、地形顶极、火烧顶极、动物顶极；同时还可存在一些复合型的顶极，如地形—土壤顶极和火烧-动物顶极等等。
- 一个植物群落只要在某一种或几种环境因子的作用下在较长时间内保持稳定状态，都可认为是顶极群落。

■ 演替顶极学说

- 不论是单元顶极论还是多元顶极论：
 - ✓ 都承认顶极群落是经过单向变化而达到稳定状态群落；
 - ✓ 顶极群落在时间上的变化和空间上的分布，都是与生境相适应的。
- 两者的不同点在于：
 - ✓ 单元顶极论认为，只有气候才是演替的决定因素，其他因素都是第二位的，但可以阻止群落向气候顶极发展；多元顶极论则认为，除气候以外的其他因素，也可以决定顶极的形成。
 - ✓ 单元顶极论认为，在一个气候区域内，所有群落都有趋同性的发展，最终形成气候顶极；而多元顶极论不认为所有群落最后都会趋于一个顶极。

■ 演替顶极学说



■ 演替顶极学说

- 顶极—格局假说(climax-pattern hypothesis) Whittaker1953年提出：在任何一个区域内，环境因子都是连续不断地变化的。
- 随着环境梯度的变化，各种类型的顶极群落，如气候顶极、土壤顶极，不是截然呈离散状态，而是连续变化的，因而形成连续的顶极类型，构成一个顶极群落连续变化的格局。
- 在这个格局中，分布最广泛且通常位于格局中心的顶极群落，叫做**优势顶极(prevaling climax)**，它是最能反映该地区气候特征的顶极群落，相当于单元顶极论的气候顶极。

■ 演替的趋势

能量	生物量、有机质增加，净生产量减少，呼吸量增加，生产量与呼吸消耗趋于相等
物质循环	物质循环封闭，保持养分能力加强
群落组成和结构	生物数目多样化，结构复杂化，生态位分离化，K对策生物逐渐取代R对策生物，成为优势种
稳定性	稳定性增强

五、群落的分类与排序

- 生物群落的分类
- 生物群落的排序

■ 生物群落分类认识

A. 机体论：

群落是客观存在的实体，是一个有组织的生命系统，像有机体与种群那样，是一个有机整体。而且可以重复出现，其出现是必然的，有特定的组成、结构和特征。认为群落是自然单位。

理论依据：

- 任何一个植物群落都要经历一个从先锋阶段(Pioneer stage)到相对稳定阶段的成长过程。
- 在群落中，有些种群具有强烈的依附性，只能在一定的群落中而不能在别的群落中生长。
- 它们和有机体一样具有明确的边界，而且与其他群落是间断的、可分的，它们独立存在，可重复出现，可以像物种那样分类。

■ 生物群落分类认识

B. 个体论：

群落并非自然界的实体，而是生态学家为了便于研究，从一个连续变化着的植被连续体中，人为确定的一组物种的集合。

理论依据：

- 群落的存在、组成及结构依赖于特定的生境与物种的选择性，但环境条件在空间与时间上都是不断变化的，由于环境变化而引起的群落差异性~~是连续的~~。所以，**群落是连续的，群落之间不具有明显的边界。**
- 在自然界没有任何两个群落是相同或相互密切关联的，人们研究的群落单元是连续群落中的一个片段。
- 不连续的间断情况仅仅发生在不连续的生境，如地形、母质、土壤条件突然改变。**通常情况下，生境与群落都是连续的。**

■ 生物群落的分类

- 生物群落分类是生态学研究领域争论最多问题之一
- **一般认为：**生物群落的存在既有连续性的一面，又有间断性的一面。排序适于揭露群落的连续性，分类适于揭露群落的间断性，如果排序的结果构成若干点集的话，也可达到分类的目的，如果分类允许重叠的话，也可以反映群落的连续性。
- 分类原则与系统各不相同，我国陆地植物群落分类：
 - ✓ 植物群落分类原则、系统和单位
 - ✓ 以群落本身综合特征为分类依据，群落的种类组成、外貌和结构、地理分布、动态演替等特征及其生态环境在不同的等级中均作相应的反映。

■ 生物群落的分类

- 主要分类单位分三级：植被型(高级单位)，群系(中级单位)和群丛(基本单位)。
- 每一等级之上和之下各设一个辅助单位和补充单位。
- 高级单位的分类依据侧重于外貌，结构和生态地理特征，中级和中级以下的单位则侧重于种类组成。
- 系统如下：

植被型组

植被型

植被亚型

群系组

群系

群丛组

亚群系

群丛

亚群丛

■ 生物群落的分类

- **植被型组(vegetation type group)**: 建群种生活型相近而且群落外貌相似的植物群落联合为植被型组。这里是指较高级的生活型。如针叶林，阔叶林、草地，荒漠等。
- **植被型(vegetation type)**: 在植被型组内，把建群种生活型(一级或二级)相同或相似，同时对水热条件的生态关系一致的植物群落联合为植被型。如寒温性针叶林，夏绿阔叶林，温带草原，热带荒漠等。
- **植被亚型(vegetation subtype)**: 植被型的辅助单位。在植被型内根据优势层片或指示层片的差异来划分亚型。这种层片结构的差异一般由于气候亚带的差异或一定的地貌，基质条件的差异而引起。例如温带草原可分为三个亚型：
完整版本，请访问www.kaoyancas.net 科大科院考研网，专注于中科院、中科院考研
草甸草原(半湿润)，典型草原(半干旱)和荒漠草原(干旱)。

■ 生物群落的分类

- **群系组(formation group)**: 在植被型或亚型范围内，根据建群种亲缘关系近似(同属或相近属)、生活型(三级和四级)近似或生境相近而划分的。如草甸草原亚型可分出：丛生禾草草甸草原，根茎禾草草甸草原和杂类草草甸草原。
- **群系(formation)**: 凡是建群种或共建种相同的植物群落联合为群系。例如，凡是以大针茅为建群种的任何群落都可归为大针茅群系。如果群落具共建种，则称**共建种群系**，如落叶松、白桦混交林。
- **亚群系(subformation)**: 在生态幅度比较广的群系内，根据次优势层片及其反映的生境条件的差异而划分亚群系。如羊草草原群系可划出：羊草+中生杂类草草原(也叫羊草草甸草原)，羊草+旱生丛生禾草草原(也叫羊草典型草原)，羊草+盐中生杂类草草原(也叫羊草盐湿草原)。

■ 生物群落的分类

- **群丛组(association group)**: 凡是层片结构相似，而且优势层片与次优势层片的优势种或共优种相同的植物群落联合为群丛组。如在羊草+丛生禾草亚群系中，羊草+大针茅草原和羊草+丛生小禾草就是两个不同的群丛组。
- **群丛(association)**: 植物群落分类的基本单位。凡是层片结构相同，各层片的优势种或共优种相同的植物群落联合为群丛。如羊草+大针茅这一群丛组内，羊草+大针茅+黄囊苔草原和羊草+大针茅+柴胡草原都是不同的群丛。
- **亚群丛(Subassociation)**: 群丛范围内，由于生态条件的某些差异，或因发育年龄上的差异往往不可避免地在区系成分、层片配置、动态变化等方面出现若干细微的变化。亚群丛就是用来反映这种群丛内部的分化和差异的，是群丛内部的生态—动态变型。

■ 生物群落的分类

- 中国植被分为10个植被型组、29个植被型、560多个群系，群丛则更多。
- 分类 (Classification): 根据取样单位(实体)相似性将其分组。
- 多个途径：
 - 单元和多元：根据一个或整个矩阵分类
 - 单向或双向：仅仅进行样方分类或对样方和种分类
 - 聚合或分化：从单个样方聚合或从总体向下分
 - 等级或非等级：树状图、类群及其样方
 - 重叠或非重叠：前者指某一样方可以从属于多个类群，后者只属于某个类群。
 - 内在或外在：物种组成的数据分类或结合环境因子分类

■ 生物群落的分类

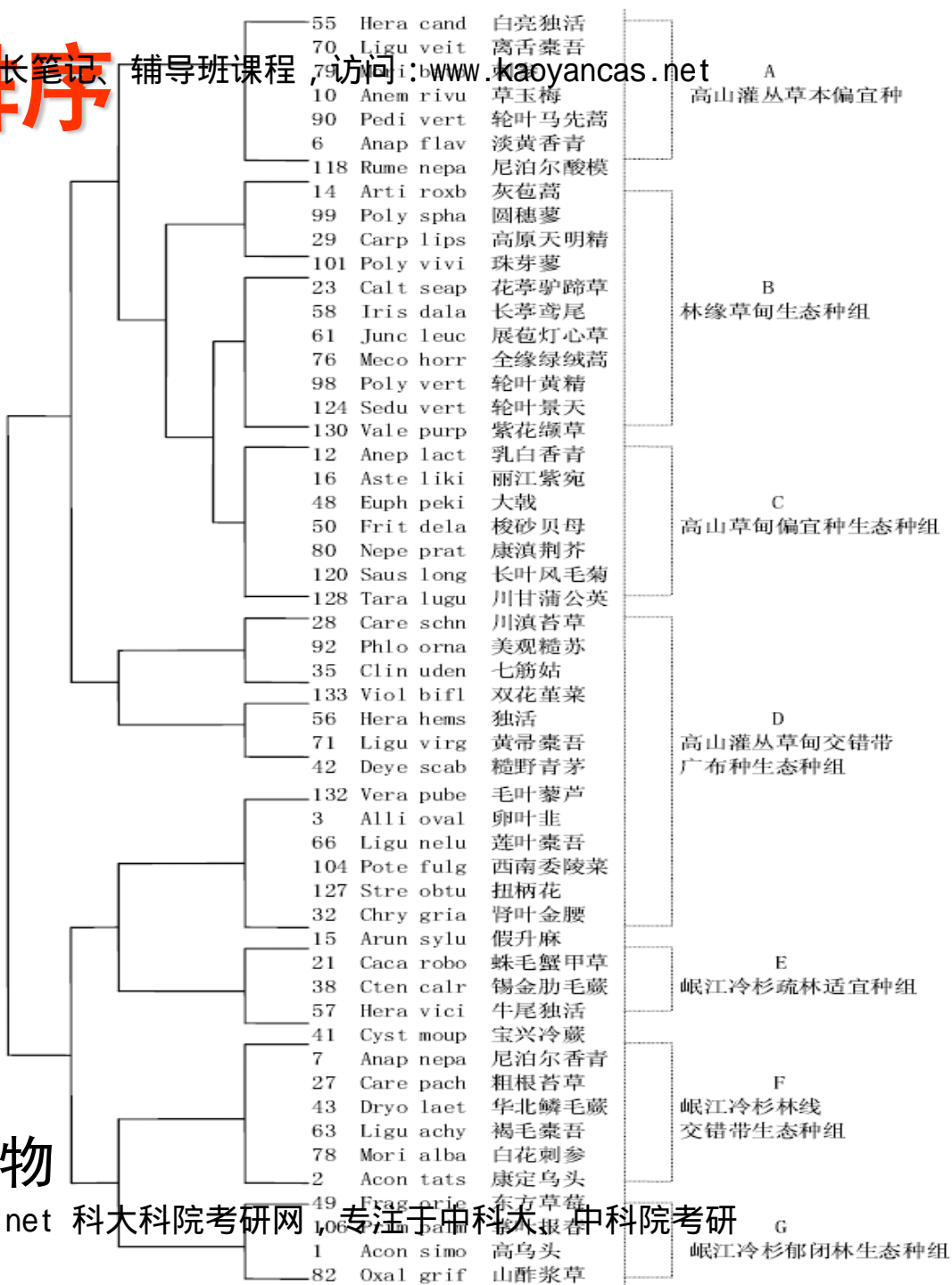
➤ 关联分析

- ✓ **单元划分法**：划分的标准是寻找所分出的类别种种间关联尽可能小。
- ✓ **双向指示种分析(TWINSPAN)(Hill, 1979)**：同时对样方和种进行分类，将种类和样方排列成为一个矩阵，同时反应出种类和样方之间的关系以及环境梯度，与Braun—Blanquet排表法相似。

群落的分类与排序

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程

方向: www.kaoyancas.net



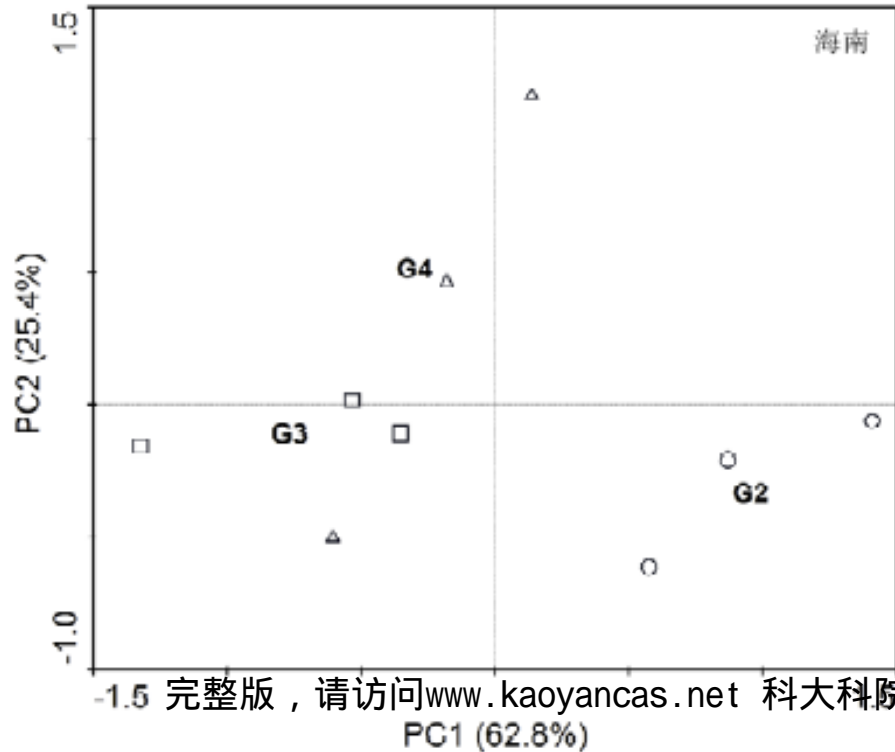
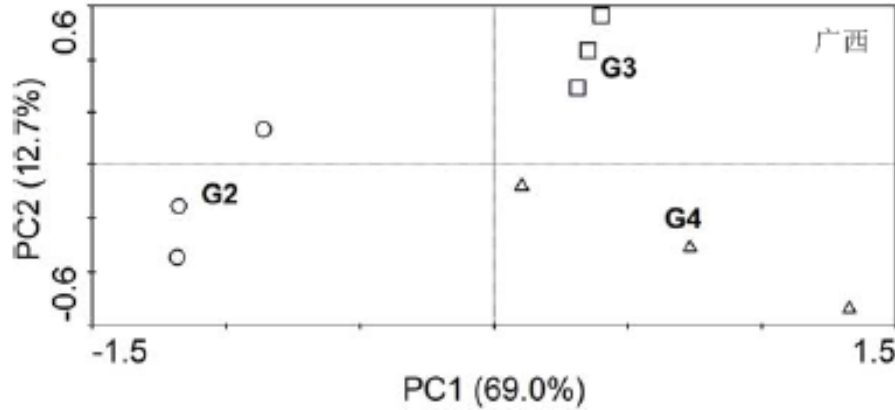
岷江冷杉林线交错带草本植物

生态种组 TWINSpan 分类

完整版, 请访问 www.kaoyancas.net 科大科院考研网 专注于中科院, 中科院考研

群落的分类与排序

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net

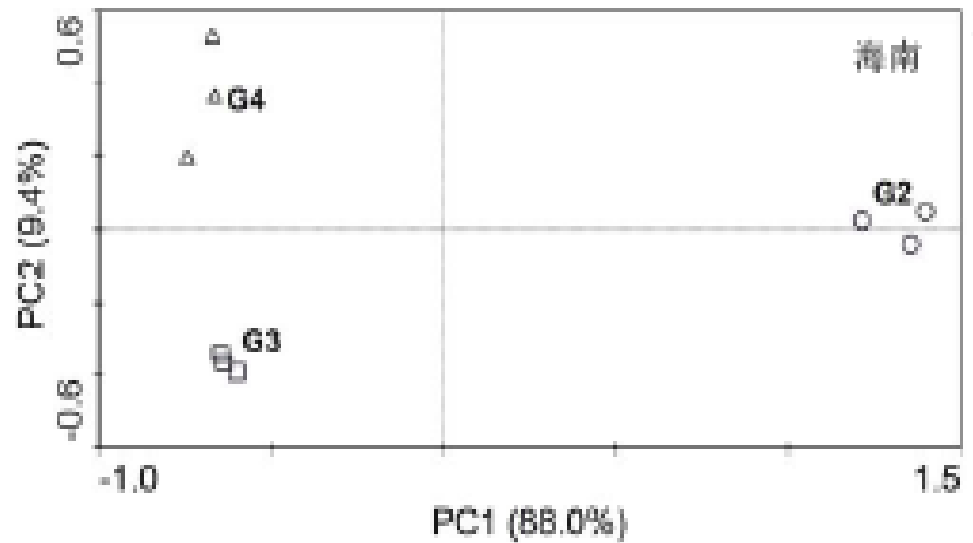
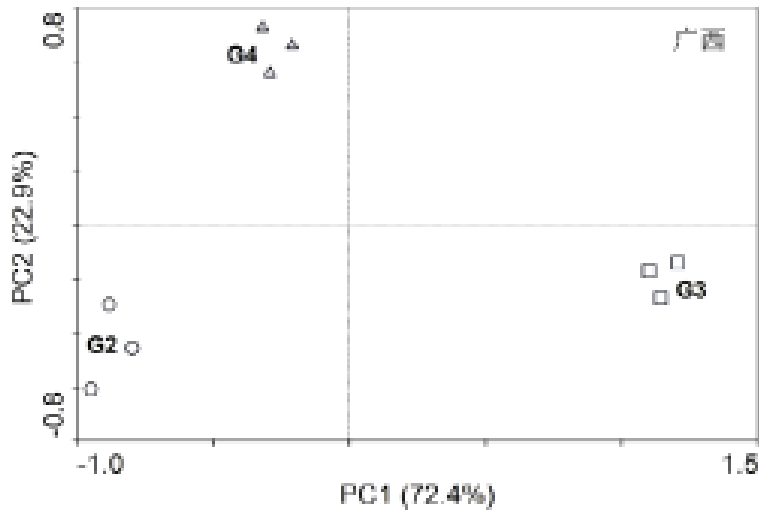


土壤微生物群落PLFA组成PCA分析

完整版，请访问www.kaoyancas.net 科大科院考研网，专注于中科大、中科院考研

群落的分类与排序

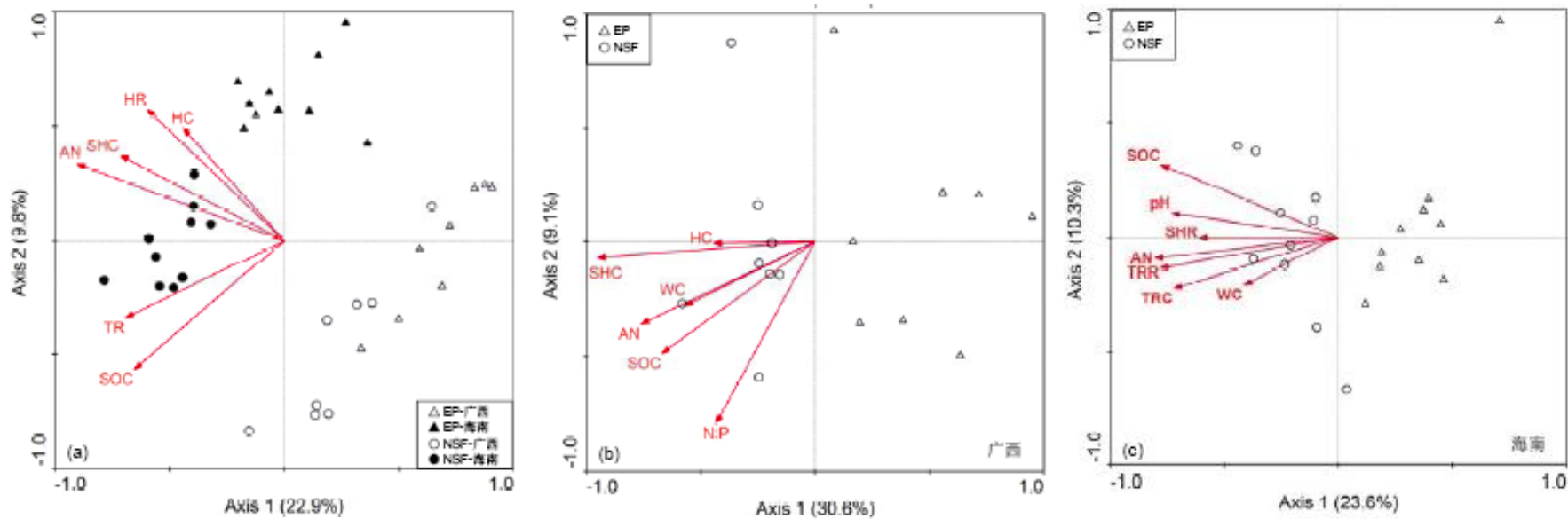
高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net



土壤微生物群落碳源利用PCA分析

群落的分类与排序

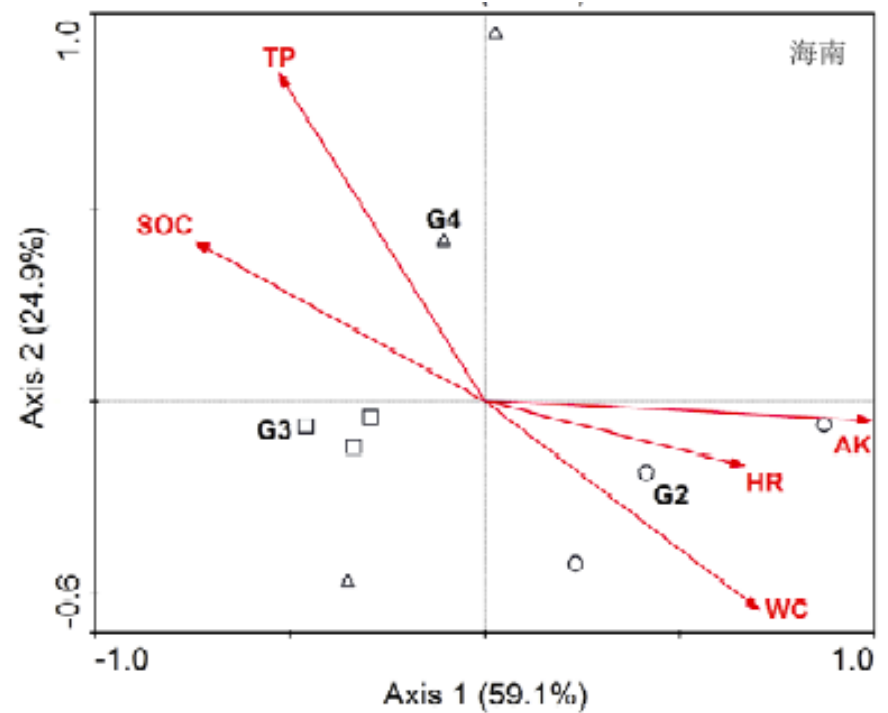
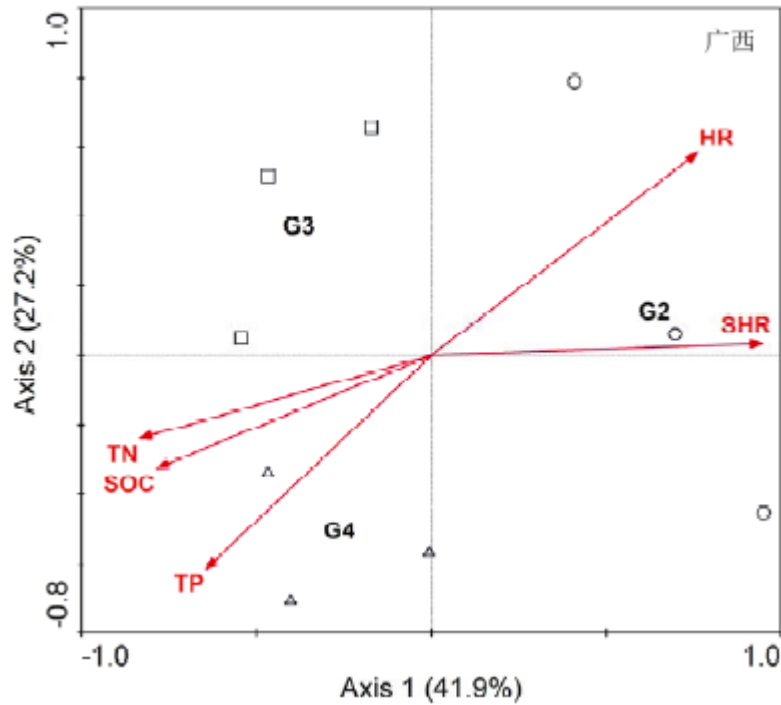
高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net



土壤微生物群落碳源利用与环境因子关系RDA分析

群落的分类与排序

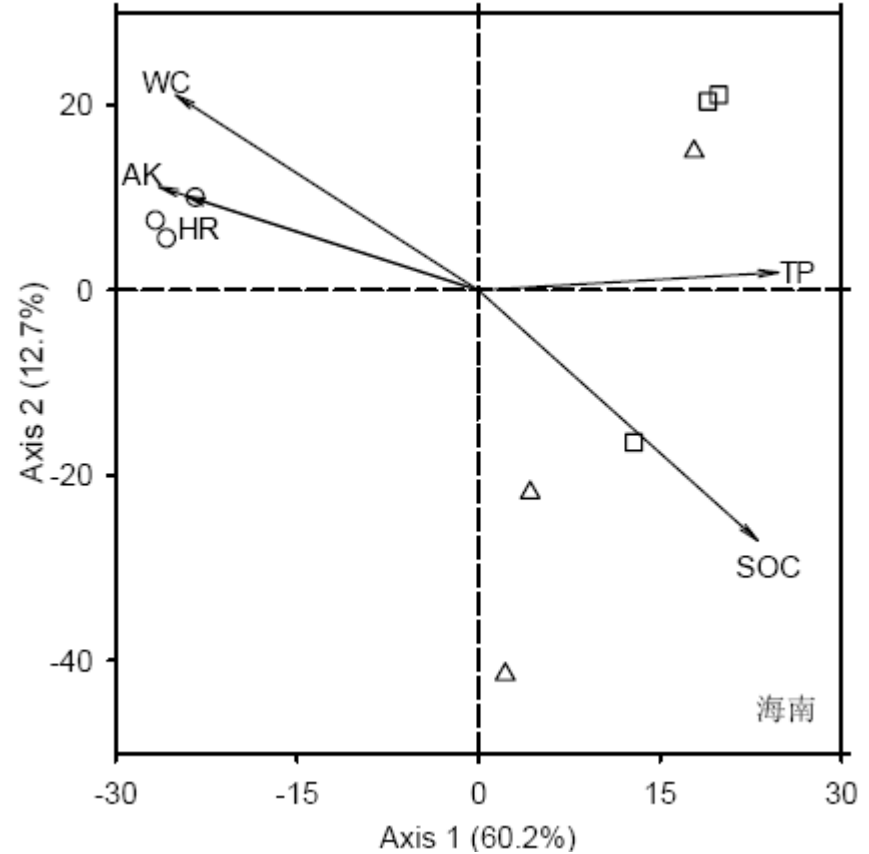
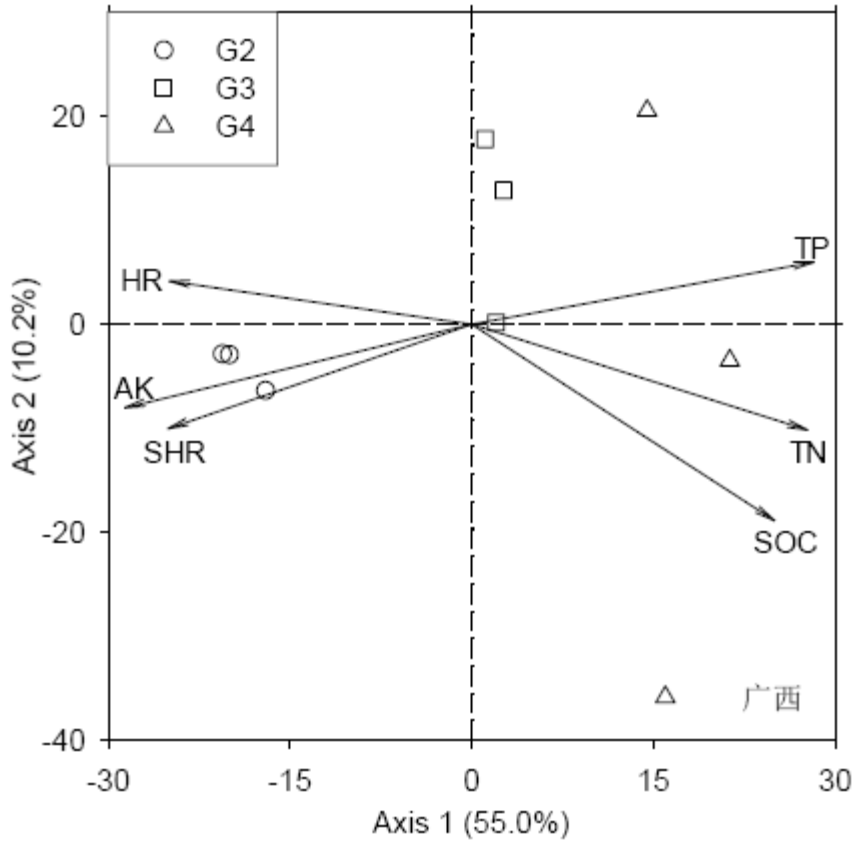
高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net



土壤微生物群落PLFA组成与环境因子关系RDA分析

群落的分类与排序

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net



土壤微生物群落功能基因组成与环境因子关系RDA分析



谢谢！