



第14讲 草原生态系统

罗建川

中国科学技术大学生命科学学院

注：本PPT仅供学习使用，请勿上传至网络或另作他用。

主要内容

- 一、草原生态系统概况
- 二、草原的多样性与多功能性
- 三、全球草原主要类型及分布
- 四、草原的利用及保护

一、草原生态系统概况

(一) 什么是草原？

草原是世界上陆地面积最大的生态系统



- 我国于2013年6月修订通过的《中华人民共和国草原法》中所称草原，是指天然草原和人工草地。天然草原包括草地、草山和草坡，人工草地包括改良草地和退耕还草地。
- **植被学定义：**草原是以旱生多年生草本（有时为旱生小半灌木）组成的植物群落，与森林(Forest)、荒漠(Desert)、草甸(Meadow)、沼泽等并列，使用范围较窄，仅指半湿润半干旱区的地带性植被，如欧亚大草原或典型草原(Steppe)、北美普列里草原(Prairie)、非洲南部的维尔德草原(Veld)等。
- **生态学定义：**草原是生长草本植物为主，或兼有灌丛稀疏乔木，包括林间草地及栽培草地的多功能土地-生物资源，陆地生态系统的重要组成部分，具有生态服务、生产建设、文化承载等功能。英文翻译为Rangeland，与草地(Grassland)同义，但后者更广泛和通用。

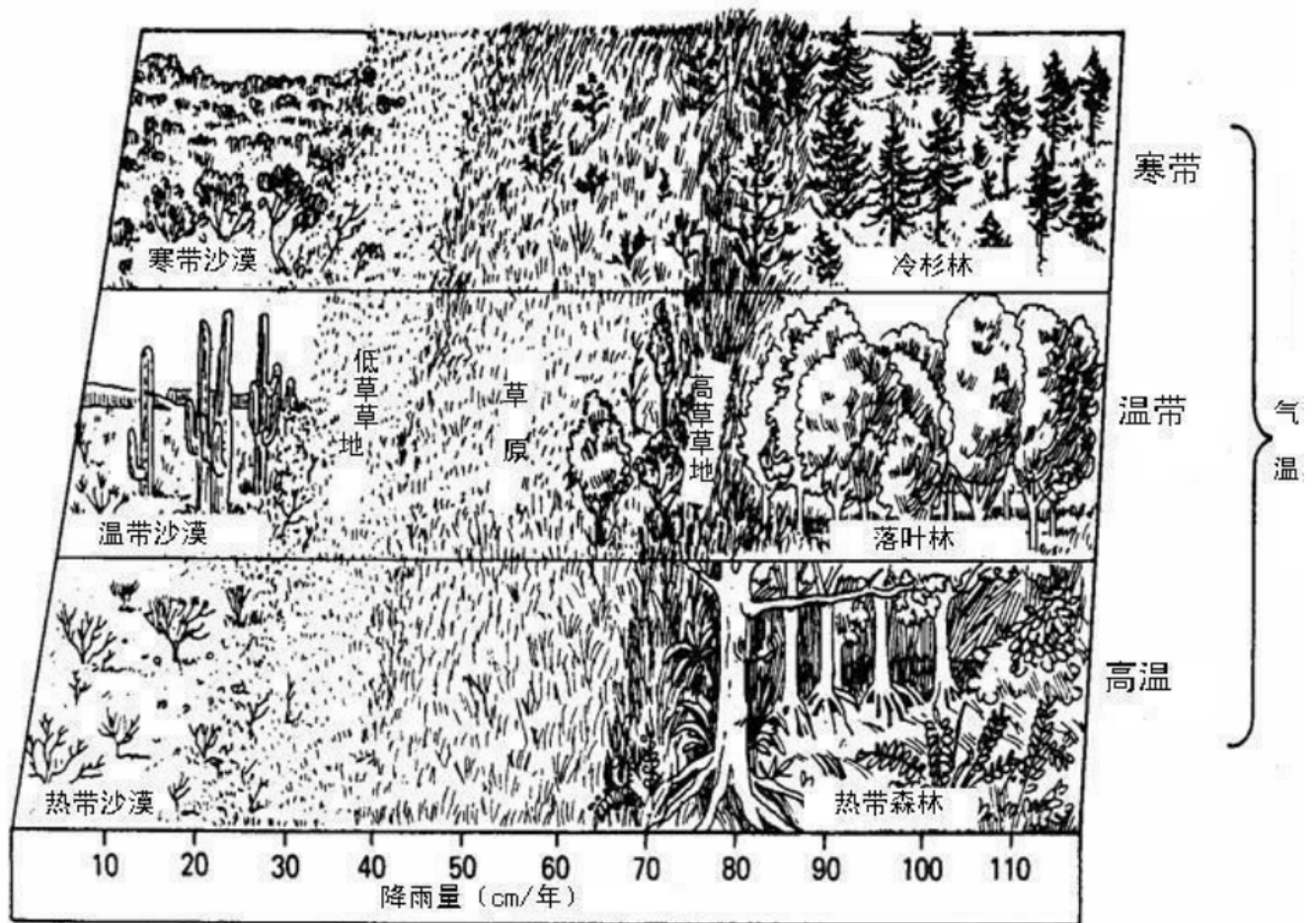
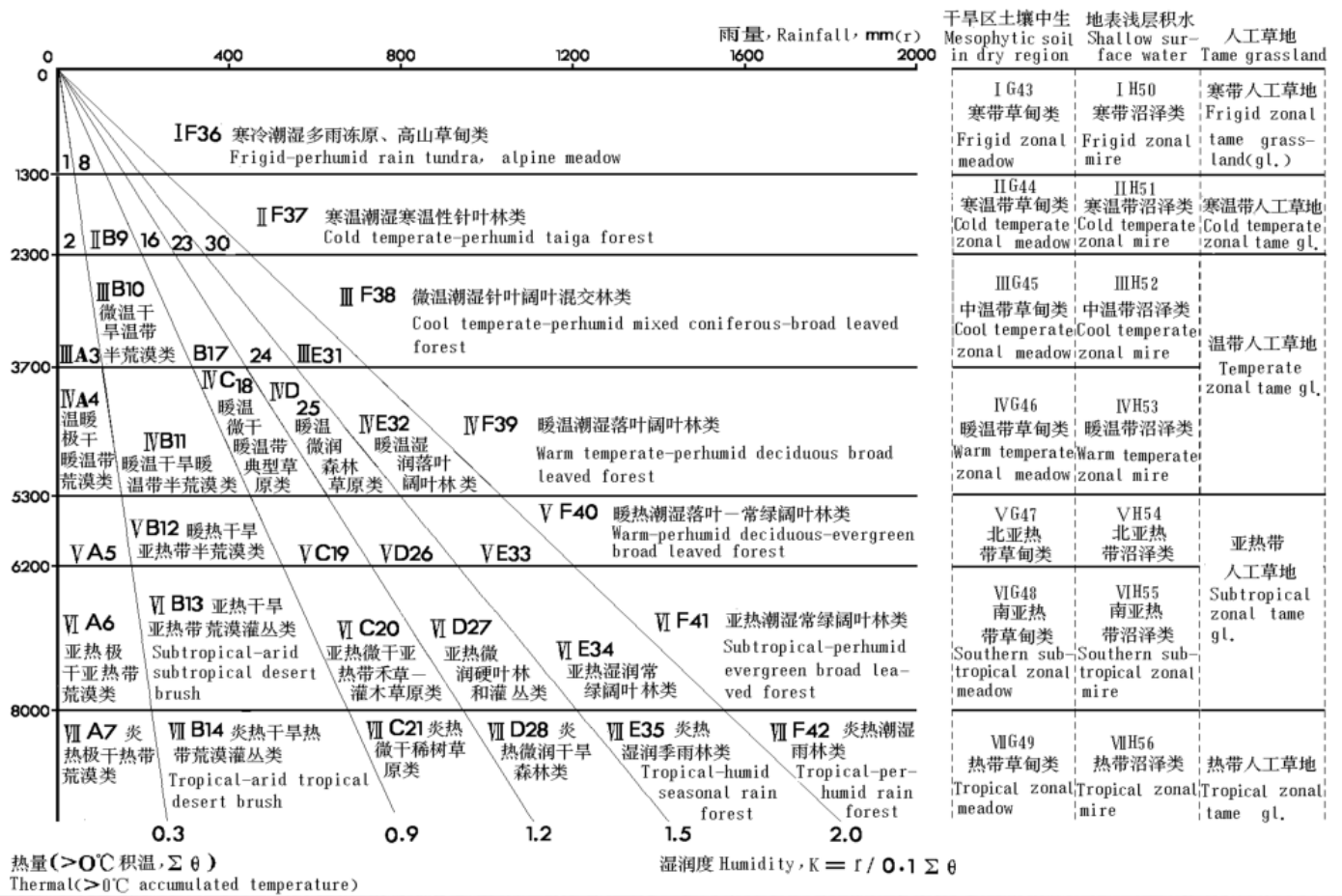


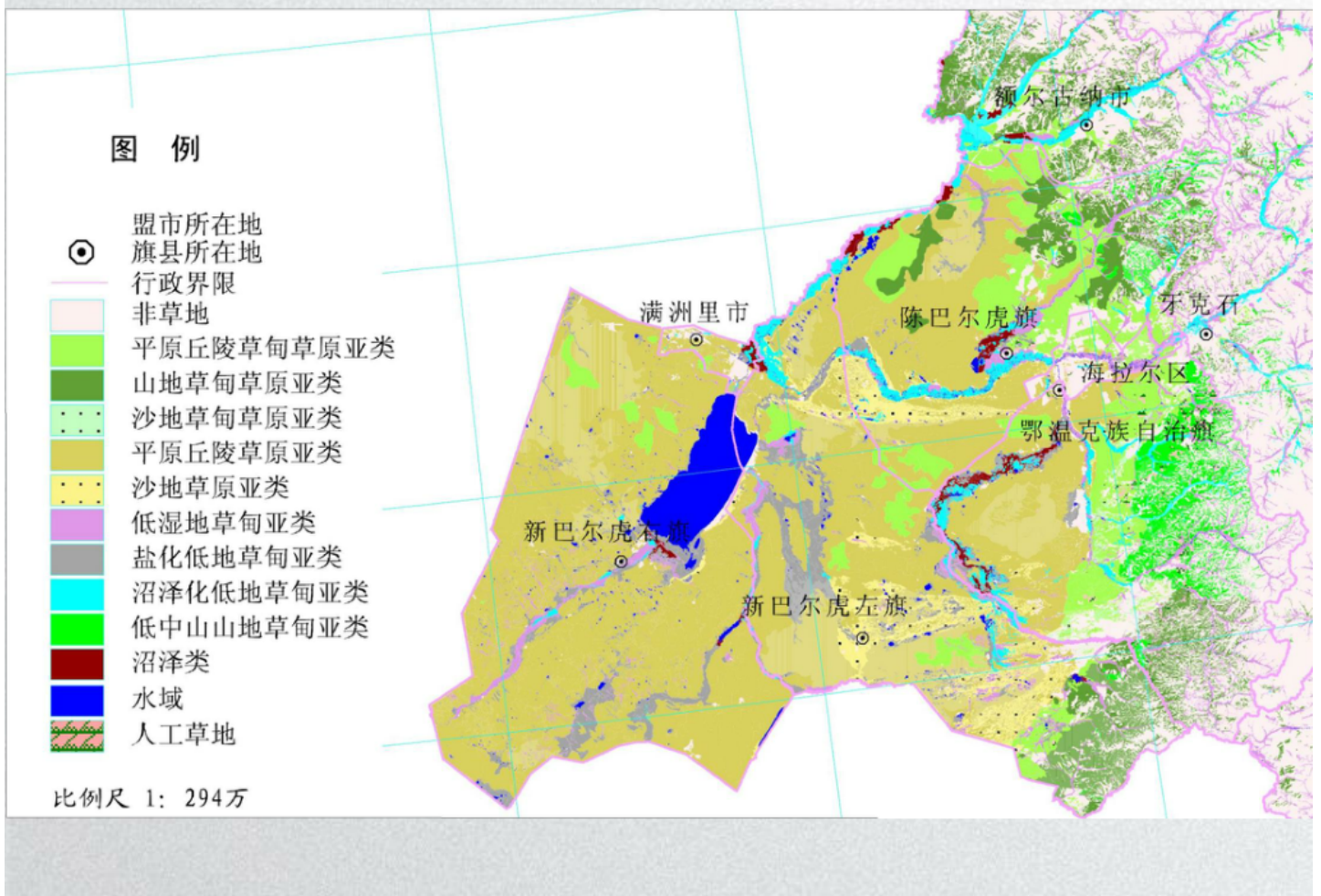
图3-3-1非生物因素决定在一个地区形成的生态系统的类型 (Nebel 1981)

(二) 草原生态系统的类型

- 在众多影响植被的气候因子中，表征热量的温度，表征水分条件的降水，表征水热组合状况的可能蒸散及干燥度和湿润度，是用来进行气候植被分类的主要气候指标。
- 任继周院士和胡自治教授（1963）提出用全年降水量（ r ）和 $>0^{\circ}\text{C}$ 年积温（ $\Sigma\theta$ ）之比，作为划分草原类型的湿润度（ K ）指标，其模型表述为： $K = r / 0.1 \Sigma\theta$



以水热综合作用为主要指标的植被分类





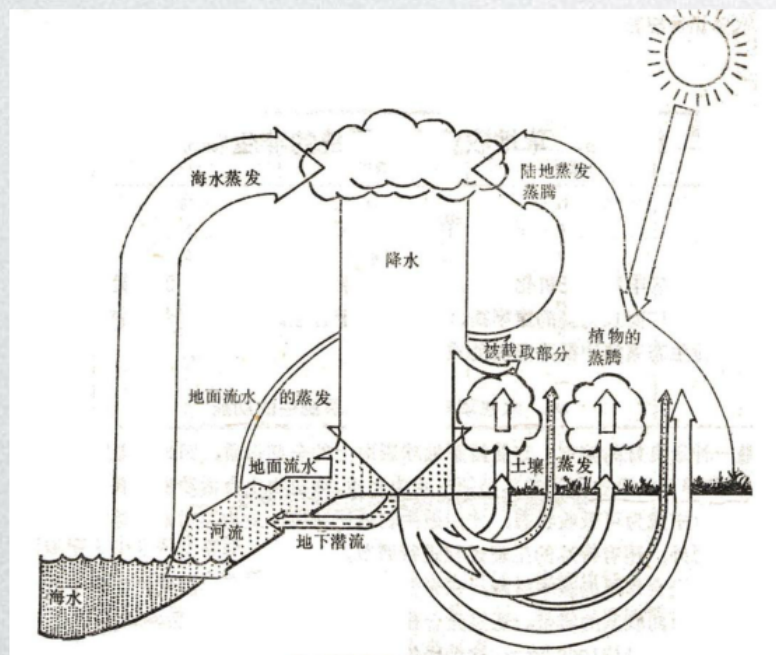
典型草原



草甸草原

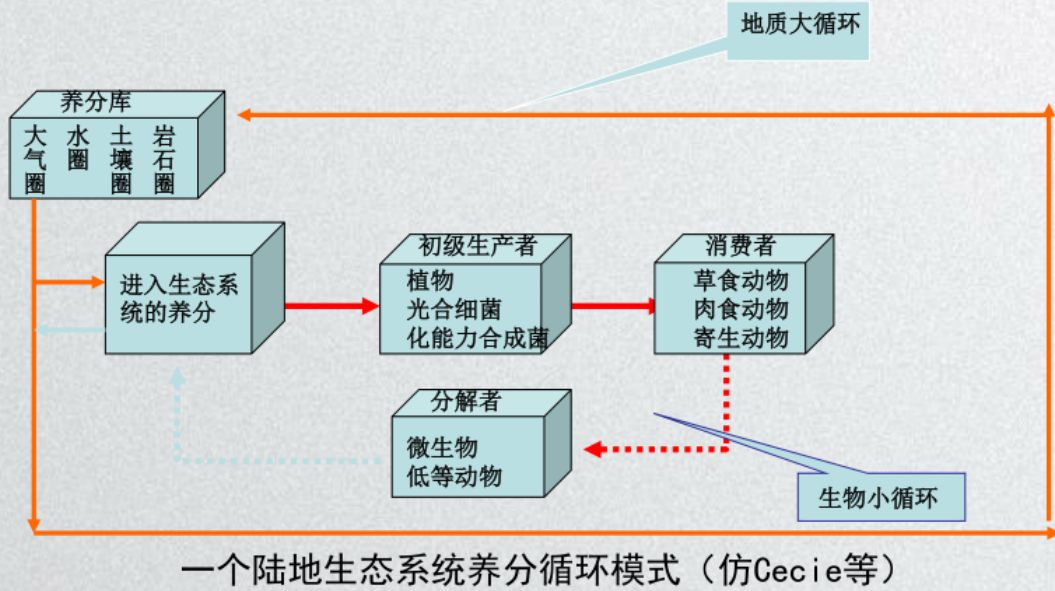
(三) 草原生态系统的非生物亚系统

1. 水在草原生态系统中的循环

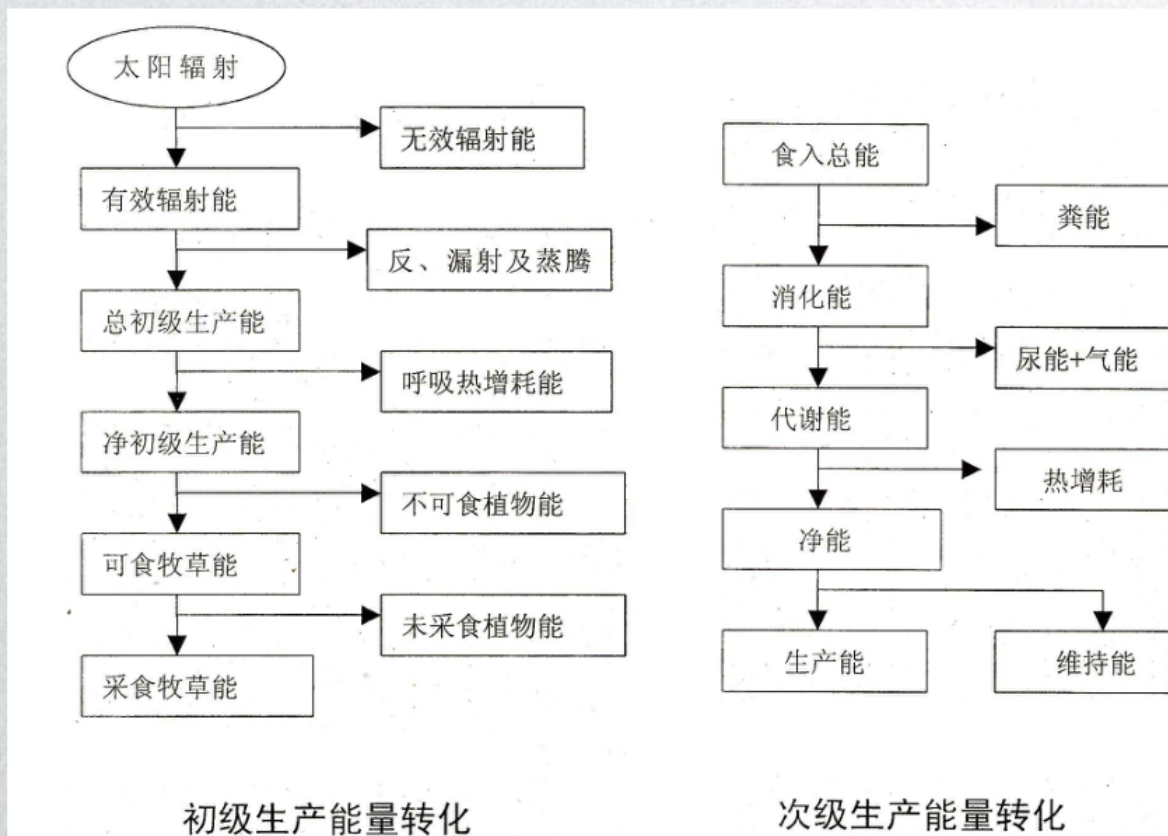


2. 元素在草原生态系统中的循环

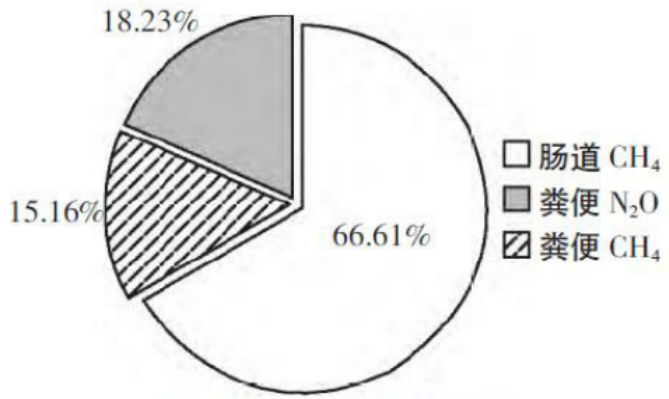
参与地质大循环和生物小循环。在草地农业系统中重点了解C、N、P、K、S、Ca、Mg的循环模式。



3. 能量在草原生态系统中的流动及转化



中国畜牧业温室气体排放现状



A 不同来源温室气体排放比例

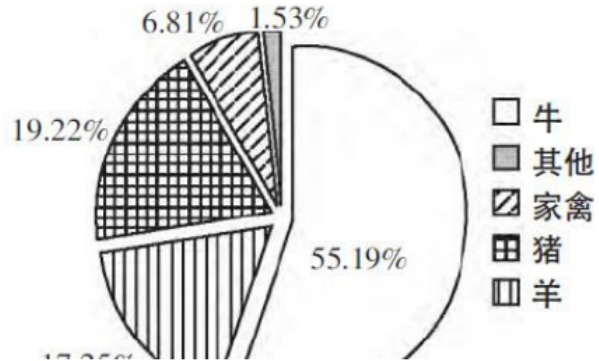


表 1 各畜禽温室气体排放因子 (kg·头⁻¹·a⁻¹)

(农业环境科学学报, 2017)

Table 1 Emission factors from different livestock (kg·head⁻¹·a⁻¹)

排放源	奶牛	非奶牛	水牛	绵羊	山羊	猪	家禽	马	驴/骡	骆驼
肠道 CH ₄ 排放因子	92.23	68.70	79.10	8.13	8.33	1.00	0.00	18.00	10.00	46.00
粪便 CH ₄ 排放因子	6.49	2.82	5.11	0.28	0.30	3.46	0.02	1.37	0.75	1.60
粪便 N ₂ O 排放因子	1.675	0.766	0.977	0.085	0.085	0.197	0.007	0.330	0.188	0.330

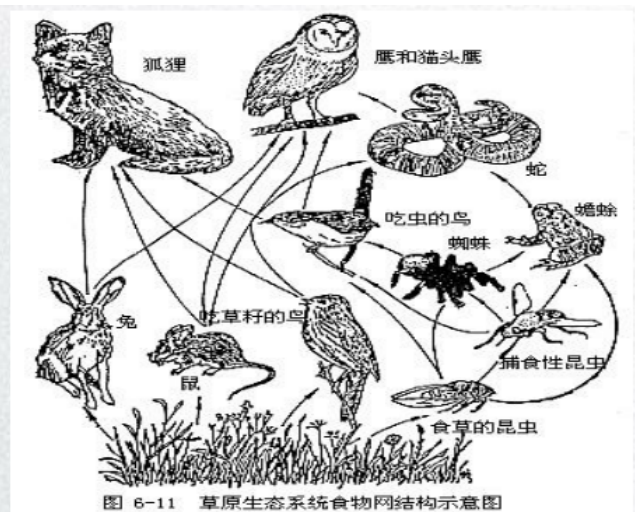
(四) 草原生态系统的生物亚系统

1. 初级生产次亚系统

- 前初级生产中植物的作用：生态、景观、休闲、运动
- 初级生产：生产各类植物产品，明确光合效率、植物量、总初级生产力、净初级生产力
- 影响初级生产的因素：气候、土地、种及配置、管理
- 提高初级生产的途径：水热土资源利用、种质、技术措施、管理和利用。

2. 小草食动物次亚系统

- 小草食动物及其分布
- 小草食动物的生物量
- 影响小草食动物量的因素
- 小草食动物对草地农业系统的作用



3. 大草食动物次亚系统

- 大草食动物及其分布：各自然带，反刍动物：牛、羊、驼、鹿，非反刍：马、骡、驴
- 大草食动物的作用：乳肉皮毛，转化饲草，影响草地农田土壤
- 大草食动物的牧食行为：觅食、采食、静牧、反刍、卧息、游走
- 次级生产量及其积累，提高大草食动物生产的途径

高原鼠兔对青藏高原高寒草地生态系统的多种益处

- 它们的洞穴为当地独特的物种如鸟类提供了必要的繁殖栖息地。
- 高原鼠兔是青藏高原多种捕食者的重要食物来源。
- 高原鼠兔和家畜具有不同的生态位和不同的食物资源范围。
- 高原鼠兔的洞穴增加了水分的渗透率，减少了夏季暴雨后的土壤侵蚀。



高原鼠兔
(*Ochotona curzoniae*)



高原特有鸟类
(*Montifringilla ruficollis* Blanford)



藏狐 (*Vulpes ferrilata*)



山地秃鹰 (*Buteo hemilasius*)

4. 肉食动物次亚系统

- 肉食无脊椎动物次亚系统
- 肉食脊椎动物次亚系统

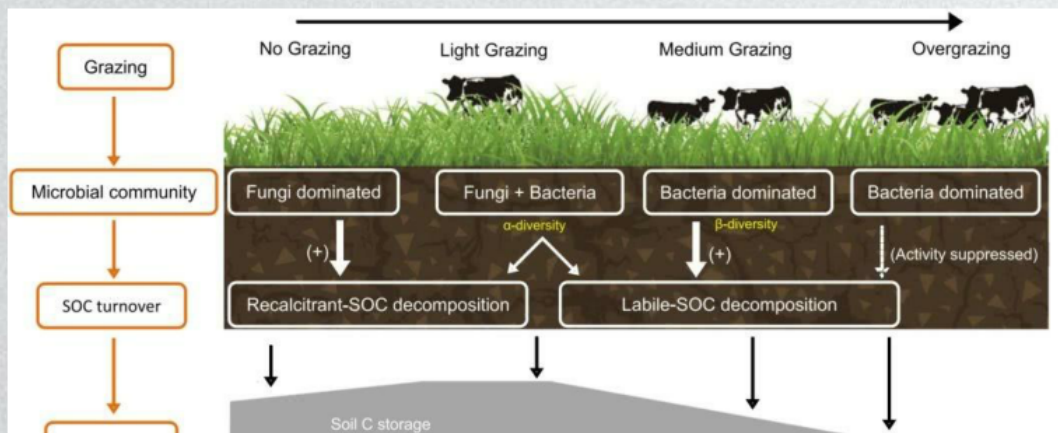


雪豹 (*Panthera uncia*)

5. 分解者次亚系统

- 分解者次亚系统的结构和功能
- 凋落物的有机质消失率

放牧对土壤微生物群落和土壤生产力的影响



Xun et al.
Microbiome, 2018

二、草原的多样性与多功能性

(一) 草原物种的多样性

- 植物多样性

草原植物物种多样性与森林、湿地的对比

	草原植物	饲用植物资源	森林植物	湿地植物
科	254	246	187	225
属	4000	1545	1200	815
种	15000	6704	8000	4220
数据来源	全国草地资源普查	全国草地资源普查		第二次湿地资源调查

- 动物多样性

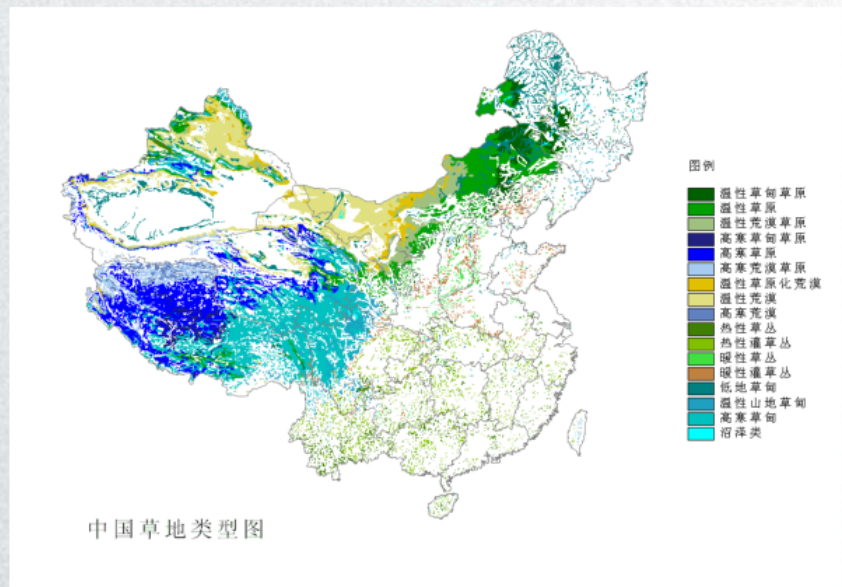
草原动物物种多样性与森林、湿地的对比

	草原	森林	湿地
种	2000余种	1800余种	2312种
一级保护动物	14	70 (类)	12
二级保护动物	48	80 (类)	44
饲喂家畜品种	250余种		

(二) 草原生态系统多样性

依据我国通用的草地/草原分类系统，我国草原有18类。

- 温性草甸草原类
- 温性草原类
- 温性荒漠草原类
- 温性草原化荒漠类
- 温性荒漠类
- 温性山地草甸类
- 高寒草甸类
- 高寒草甸草原类
- 高寒草原类
- 高寒荒漠草原类
- 高寒荒漠类



- 暖性草丛类
- 暖性灌草丛类
- 热性草丛类
- 热性灌草丛类
- 干热稀树草丛类
- 低地草甸类
- 沼泽草甸类

（三）草原的多功能性

草原是集生态、经济、社会、文化功能于一体的战略资源。

- 生态功能：水源涵养、水土保持、固氮储碳、维护生物多样性……
- 经济功能：草原畜牧业，草原药用植物、花卉植物，草原旅游……
- 社会功能：维护民族团结和谐、维护边疆稳定安宁……
- 文化功能：游牧文化、蒙古长调、那达慕、祭敖包……

草原是我国重要的生态系统和自然资源，在维护国家生态安全、边疆稳定、民族团结和促进经济社会可持续发展、农牧民增收等方面具有基础性、战略性作用。《国务院办公厅关于加强草原保护修复的若干意见》（国办发〔2021〕7号）

中蒙边境



中俄边境



2016年7月，拍摄于呼伦贝尔

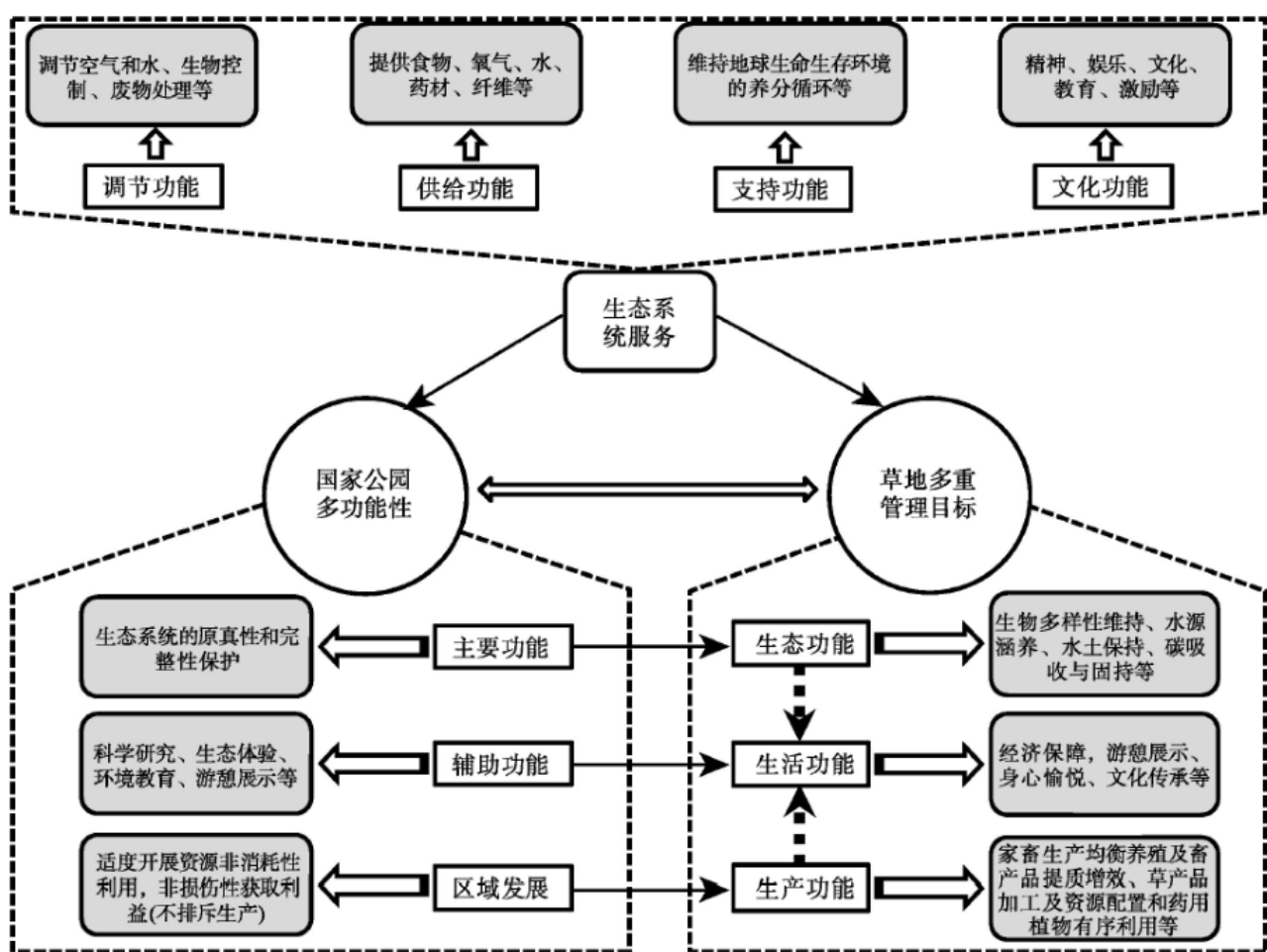


图1 三江源草地多功能性 赵亮等, 资源科学, 2020

Figure 1 Multi-functionality of grassland in the Sanjiangyuan region

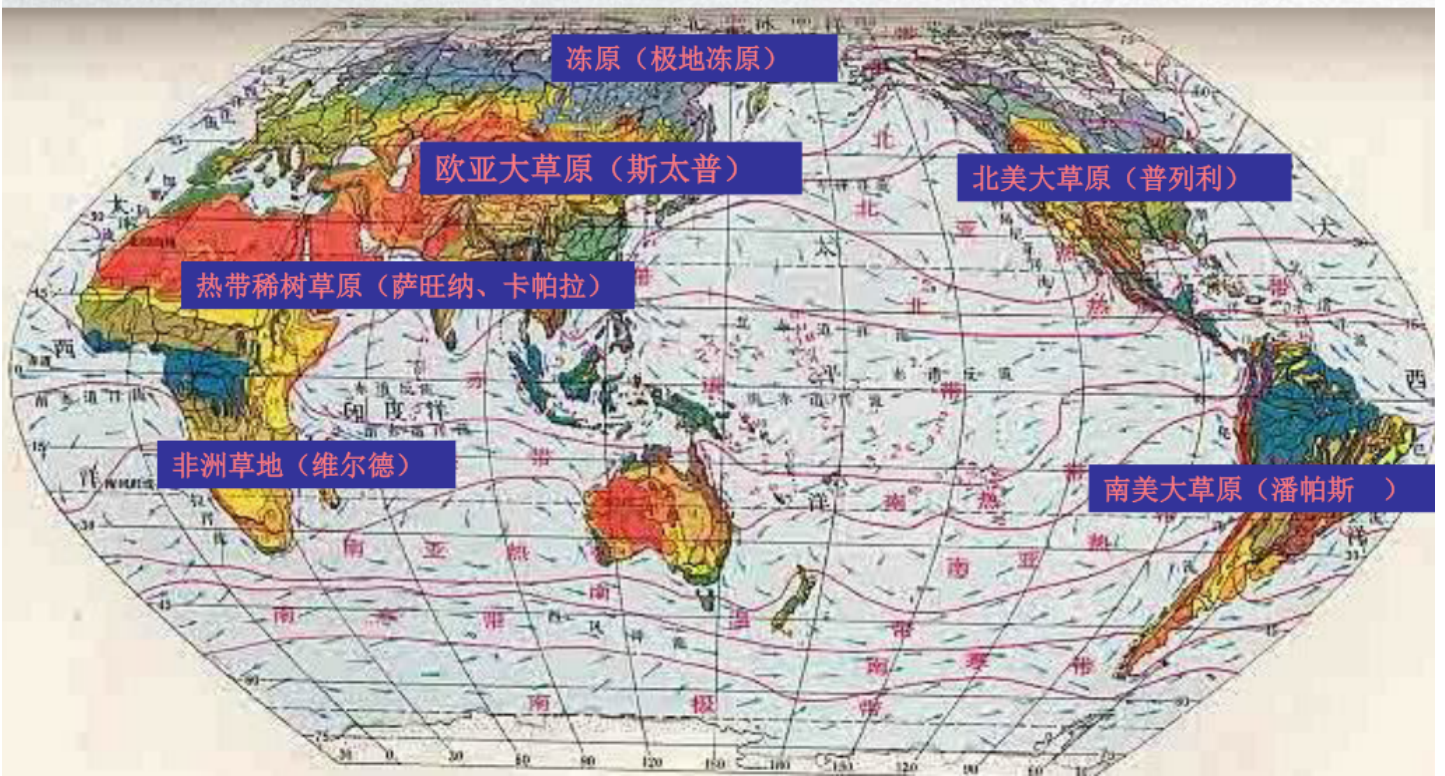
三、全球草原主要类型及分布

(一) 全球草地资源总量与分布

- 全球草地总面积约67.58亿hm²，占陆地总面积的50%。这里所述的草地是指以草木植物为主体的植被类型，也包括一些可作为放牧利用的灌木地和疏林地。
- 目前，全球最为完整的统计是由联合国粮农组织（Food and Agriculture Organization, FAO）按照放牧地原则计算的。据估计全球67.57亿hm²的草地是由32.11亿hm²的永久放牧地、17.70亿hm²的疏林草地和21.76亿hm²的其它类型土地构成的。

表 14—1 世界草地资源分布

地 区	永久牧地(亿公顷) ^a	疏林草地和其它草地(亿公顷) ^b	总面积(亿公顷)	占土地总面积(%)
北美洲	2.74	6.44	9.18	50
欧洲	0.83	0.69	1.52	32
独联体国家	3.72	4.80	8.52	38
中美洲	0.94	0.50	1.44	38
南美洲	4.78	3.67	8.45	48
非洲	7.93	11.55	19.48	66
亚洲	6.78	6.15	12.93	48
大洋洲	4.39	1.66	6.05	72
世界	32.11	35.46	67.57	50



世界主要草地分布

(二) 全球天然草地的类型

1. 温带草地

(1) 欧亚大陆

- 欧亚大陆的草原面积最大，超过其它草原面积的总和，东西跨100个经度，南北跨28个纬度。
- 称为“普斯塔”（puszta）草原，分布在罗马尼亚、前苏联、蒙古，并直达中国境内，有干草原（steppe）之称。
- 我国的草原是欧亚大陆草原的一部分，从东北到西北都有分布。



锡林郭勒草原

(2) 北美洲

- 北美大陆草原，分布也极辽阔，规模仅次于欧亚大陆，在北美洲中部东西跨20个经度，南北跨30个纬度。北起加拿大南延美国得克萨斯州，叫“普列里”草原（prairie）；
- 草原的东部气候比较湿润，生有高草Prairie，相当于草甸草原。草原的西部气候干旱，生有矮草Prairie，矮草Prairie与欧亚大陆典型的Steppe比较类似。



(3) 南美洲

- 其它大陆的草原面积比欧亚大陆和北美洲要小得多，其中南美洲的草原规模相对比较大。
- 南美草原主要分布在阿根廷中部平原，位于阿根廷北部和乌拉圭一带，称为“潘帕斯”草原（pampas）。这些地区夏季温和，冬季寒冷，春季或晚夏有一明显的干旱期。由于低温少雨，草群低矮，其地上部分高度多不超过1m，耐寒旱生禾草占优势。



2. 热带、亚热带草地

- 分布于旱季干燥而漫长地区的旱生群落，植物种类差不多，且都有很多的类型，合并统称为稀树草原或者“萨王纳”（savanna），以高大禾本科植物（常达2-3m）为主，其中常散生一些不高的乔木和灌木。这些地区终年温暖，降水量常达1000mm以上。土壤受到高温多雨的影响，强烈淋溶，以砖红壤化过程占优势，比较贫瘠。一年中存在一个到两个干旱期。
- 热带稀树草原包括热带地区除了密林和荒漠之外的广大地区，即有干湿季节交替的热带地区，在非洲、美洲、澳大利亚及亚洲南部都分布有热带稀树草原及热带疏林和刺灌丛。



非洲

萨王纳草原



澳大利亚

- 由于有明显的季节变化，动物有季节性迁徙的习惯，最著名的是非洲塞伦盖蒂高原以角马为主的动物群一年一度的迁徙，是非洲最壮观的景致之一。
- 萨王纳雨季和旱季的景色迥然不同，雨季时一派欣欣向荣，旱季时则一片荒凉。



坦桑尼亚塞伦盖蒂壮观的角马群

四、草原的利用及保护

（一）草原的利用——草业

- 1982年郎业广先生在陕西临潼召开的第二次全国草原学会学术讨论会上提交了“论中国草业科学”一文，最早提出了草业一词。
- 1984年6月28日《内蒙古日报》第四版科学家钱学森教授提出创立知识密集型草业产业问题。——“立草为业”
- 1985年6月撰文《中国的草业产业》中指出：以草原为基础，利用日光能量合成牧草，然后用牧草通过兽禽、通过生物，再通过化工、机械手段，创造物质财富的产业。我们要看到21世纪，创立农业型知识密集的农业产业、林业产业、草业产业、海业产业、沙业产业。

1. 什么是草业？

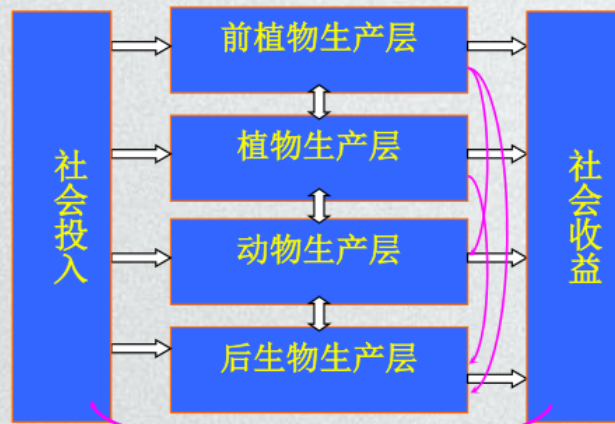
• 狭义

以天然草原为基本生产资料，通过自然再生产，以获取野生牧草为目的，放养草食家畜为主要生产形式，或辅之以简单的加工，达到饲养牲畜为目的。

• 广义

以保护、利用天然草原、培植利用人工草地等措施，通过保护、建设、生产、加工、利用、交换等手段，达到合理利用草资源、草产品及其加工品等创造财富或改善环境，提供旅游服务，创建生态屏障等方面发挥其功能，产生综合效益的产业。

- 任继周院士（1984）提出了草地农业系统的概念，论证了草业发生与发展（1985），1990年提出草业生产的四个生产层的论点，并在《草地农业生态学》（1995）和其他论著中完整地论述草地农业生态系统。



草地农业生态系统的基本结构

(1) 前植物生产层

天然草原和人工草地在生产初级产品的牧草和次级产品的畜产品之前，主要以其景观和环境效应产生价值（环境生产层），如自然保护区、水源涵养，水土保持、防风固沙、风景旅游、草坪绿化、净化空气等，既有经济价值，更有环境效益和生态服务功能。



那拉提草原



那拉提景区：国家5A级风景区

(2) 植物生产层

草原牧草等植物生产，牧草除供家畜和野生动物采食外，还可生产牧草种子，生产、制做各种草产品。

(3) 动物生产层

草原的家畜、野生动物及其产品生产，是对植物生产层的利用与转化。——肉、蛋、奶、皮、毛等。



(4) 后生物生产层

对植物生产层、动物生产层的草、畜产品的加工、流通、交换和增值，潜力和效益巨大。



2. 草地资源利用面临的问题

大部分草地生态系统相对来说都比较脆弱，例如干旱、半干旱地区，冻原和高山草甸群落生态系统，它们对于遭受破坏后的恢复弹性能力较低。草地退化始终是全球草地资源利用中的最突出的问题，特别是干旱地区草地是草地退化的敏感区。在干旱地区，天然草地植物生长缓慢，极易陷入干枯沙化过程。

(1) 草地荒漠化

荒漠化是在人类作用的影响下，干旱、半干旱地区环境变化成为类似荒漠的景观过程。受荒漠化威胁的地区，都与降水量低，以及人类和动物的双重压力下所形成的多种因素综合作用有关。

草地荒漠化

由于草地往往都是处于干旱等严酷的自然条件下，过度放牧是荒漠化的主要原因。



草地沙化

(2) 草地退化

草地退化有多种表现形式。除荒漠化与沙化外，主要是**草地生产力的下降**。轻度的退化草地通过一段时间的休闲或能量物质的输入等管理措施可以恢复，而退化严重的草地则需要高额的技术投入，有些甚至形成了不可逆转的生态环境恶化，超过了能被经济地恢复土地利用条件的程度。



(二) 草原的保护

1. 自然保护地

2019年6月16日，中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见》。

以国家公园为主体的自然保护地体系

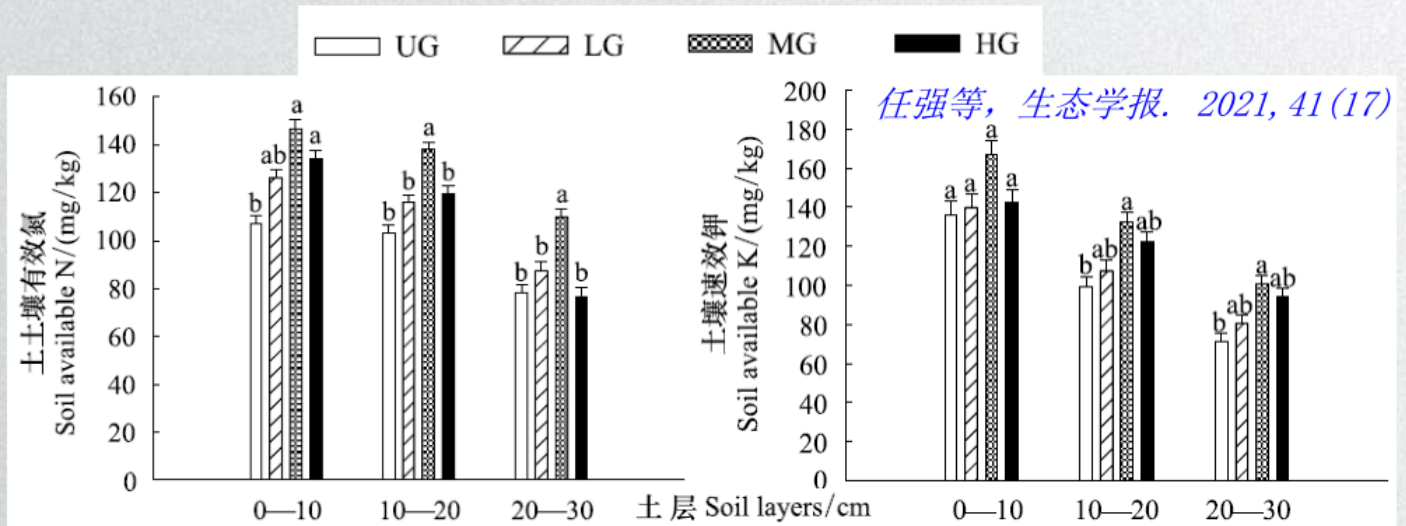
国家公园	保护 具有国家代表性 的自然生态系统为主要目的，实现自然资源科学保护和合理利用的特定陆域或海域，是我国自然生态系统中最重要、自然景观最独特、自然遗产最精华、生物多样性最富集的部分，保护范围大，生态过程完整，具有全球价值、国家象征，国民认同度高。
自然保护区	保护 典型的自然生态系统 、珍稀濒危野生动植物的天然集中分布区、有特殊意义的自然遗迹的区域。具有较大面积，确保主要保护对象安全，维持和恢复珍稀濒危野生动植物种群数量及赖以生存的栖息环境。
自然公园	保护 重要的自然生态系统、自然遗迹和自然景观 ，具有生态、观赏、文化和科学价值，可持续利用的区域。确保森林、海洋、湿地、水域、冰川、草原、生物等珍贵自然资源，以及所承载的景观、地质地貌和文化多样性得到有效保护。包括森林公园、地质公园、海洋公园、湿地公园等各类自然公园。

2. 合理的放牧制度

- (1) 草原游牧
- (2) 多元化放牧利用
- (3) 适宜的放牧强度

根据气候特点、草地状态、放牧家畜及利用时间等因素，设置适宜的放牧强度，提高草地生产力。

不同强度牦牛放牧对青藏高原高寒草地土壤有效氮、速效钾的影响



3. 人工种草生态修复

人工种草是通过天然草地补播和人工草地建植，提高草地生产力，恢复草地生态功能所采取的一系列技术措施。

4. 我国草原修复项目

据不完全统计，2000-2020年，中央财政累计投入资金约2400亿元，开展草原保护修复。