



全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教材指导委员会审定



# 草地农业生态学

● 任继周 主编

● 草原和畜牧专业用

中国农业出版社

(京)新登字060号

全国高等农业院校教材

**草地农业生态学**

任继周 主编

\* \* \*

责任编辑 李锦明

中国农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号)  
新华书店北京发行所发行 中国农业出版社印刷厂印刷

787×1092mm16开本 12印张 268千字  
1995年5月第1版 1995年5月北京第1次印刷

印数 1—1,000册 定价 7.00元

ISBN 7-109-02963-8/S·1885

全国高等农业院校教材

# 草地农业生态学

任继周 主编

草原和畜牧专业用

**主 编** 任继周 (甘肃农业大学、甘肃草原生态研究所)  
**副主编** 胡自治 (甘肃农业大学)  
**编 者** 牟新待 (甘肃农业大学)  
姜润萧 (甘肃农业大学、新疆草原饲料研究所)  
葛文华 (甘肃草原生态研究所)

## 前 言

草地农业系统是广泛分布于世界各地的一种农业系统，对发达国家尤其如此。草地农业是植物生产与动物生产相结合；草地与农田、林地相结合的一种生态农业系统。它有下列的特点。

一、人工草地与天然草地应是这一农业系统不可分割的部分，并占有一定比重。一般天然草地与人工草地面积不少于农业用地的25%。

二、动物生产在农业生产总量中占有较大比重，一般不少于50%。在建设、发展过程中可能比重较小，但发展模式，应取向于50%左右或更多。

三、草地农业系统从生态系统的农业化的全过程来看，应包含前初级生产层(含风景、旅游、自然保护区等)，次级生产层(含牧草、作物、林果等)，次级生产层(含家畜、野生动物及其产品等)，后次级生产层(含产品的初加工及流通等)，是个多层次的农业系统。

四、草地农业系统应以系统内的能量、元素及信息流程为框架，通过社会的农业化投入，亦即对该系统的农业生产活动，使它形成自己的结构、功能与机制，保持其农业生态系统优化趋势，也就是不断取得更高的生态效益和经济效益的永续利用模式。

上述各项特点及其内部联系，就是《草地农业生态学》所要研究的内容。

因此《草地农业生态学》具有较特殊的内容。它既非个体生态学，又非群体生态学。它是具有明确的农业特征的农业生态系统(agro-ecosystem)的科学。这可能就是今天在农业大学中设立的草原(科学)专业的科学内涵的逻辑表述。

草地农业系统所包含的四个生产层，是西方传统农业系统土一草一畜系统的完善和发展。它标志着草原科学进入了独立成为一业的草业时代。这四个生产层涉及广泛的方面。我们面临一系列新问题：现代草地农业系统的开放特征，已发展为系统的外延趋势，从而建立了区域间的、国际的、洲际的系统结合，这与中国传统的“自给自足”的封闭型战略目标完全相反。打开国门，面对这样一个广大的世界，我们振奋欣喜之余，难免有些陌生；对草地农业生态系统力能学的特殊规律的研究，已经提上议事日程，其间有许多“灰色”或“黑色”区，有待进一步认识开发；系统内的及系统间的优化处理已经成为本学科的常规工作，但如何以系统工程的方法正确处理草地农业系统全部四个生产层的关系，本书列举了一些已经使用过的方法，但不能说它们都是同样成熟的。从整体看，仍然处于十分薄弱的阶段。上述各个方面都还需要艰难地探索。

这种探索，是生产和科学本身发展的需要，也是生产和科学发展过程中提出的命题。自然也是近年来我们草业科学工作者经常思考的问题。我国草原专业及草原科学研究所已经有了30多年的历史，并且已经制订了草原科学整套的教学计划和教育方案。但是现在草原科学的内涵，已不再仅仅是若干有关学科的综合，而是历史向我们展示的整个“草业”

的恢宏巨构。也许“草业”科学终将从“草原”科学蜕变而出。这门学科所涉及的广泛的学科领域，复杂的生产层次和众多的研究手段，是过去从未经历过的。说起来千头万绪，我们想归结到一点，主要是草原生态系统的农业化目标和农业化过程。即给草地资源以农业输入，并在不同的层次上取得产品，在使得这一生态系统在均衡发展的同时，取得尽可能多的产品。

《草地农业生态学》应该为这样的要求提供理论框架和简要阐述。

正如前面所说的，在本学科领域内，还有许多需要进一步探索或未曾探索的领域。

《草地农业生态学》这门课程，从1981年起，在甘肃农业大学开设以来，历时十年，分别在几所大学讲过12遍；与此同时还在我国四个实验站上进行着草地农业系统的定位研究工作，以加深对这一领域的理解。十年来，边教边改，未敢懈怠，直到今天，在各位同志的帮助之下，才得脱稿，但仍然觉得交了稿，并未竣工。新材料、新方法、新观点还是不断涌来，令人眼花缭乱，意犹未尽，很不满足。不过作为对这个学科识认的一个阶段，也只好如此了。除了作者水平的限制以外，也许这就是人类认识事物的历史局限性了。

希望广大读者给以批评、指正和帮助。

本书执笔人：

任继周：第一章，第二章，第四章的第二、三、四、五节，第五章(姜润萧参加)，第六章第一节。

牟新待：第四章第三节(任继周参加)。

胡自治：第三章，第四章第一节，第六章第二节、第三节，第八章。

葛文华：第六章第四节。

姜润萧：第七章(任继周参加)。

任继周识于兰州

1992年6月13日

# 目 录

第一章 绪论	1
第一节 草地农业生态学的涵义	1
第二节 草地农业生态学的基本内容	3
一、环境各因素之间的关系	3
二、生物各组分之间的关系	3
三、各生物组分与环境之间的关系	4
四、生产劳动因素在上述各因素之间居关键地位	4
第三节 草地农业生态学产生的时代背景与发展过程	5
第四节 研究草地农业生态学的意义	6
一、草地资源具有世界意义	6
二、草地资源蕴藏着巨大的生物量	7
三、草地农业生态系统是保持水土、国土治理的重要手段	8
第二章 草地农业生态系统概述	9
第一节 生态系统的基本概念	9
一、生态系统是一系列和可以划分为许多互相联属的大小不等的生态单位	9
二、生态系统一般由四个组成部分构成,即生存环境、生产者、消费者和分解者	9
三、生态系统处于不断演替之中,并逐渐趋于成熟	9
四、种群是基本的功能单位	10
五、每一种群都处在一定的生态位或生态场	10
六、种群不断波动	10
七、在一定环境中能量固定,对任何生态系统来说都是有极限的	10
八、生态系统有其历史阶段	10
第二节 草地农业生态系统的基本特征	10
一、有一定的环境	10
二、有一定的界面	11
三、有一定的空间	11
四、有一定的时间阶段	11
五、有一定的组分	11
六、有一定的组合单元	11
七、有一定的能量、元素和信息流程	12
八、有外延趋势	12
九、有特定的生产格局	12
十、有一定的生产潜能	12
第三节 草地农业生态系统的基本功能	12
一、开放的功能	12

二、适应的功能	13
三、排序的功能	13
四、反馈的功能	13
第四节 草地农业生态系统的基本结构	14
一、前初级生产层	14
二、初级生产层	14
三、次级生产层	15
四、后次级生产层	15
第五节 草地农业生态系统的管理和外延	16
一、不同管理水平可使草地农业生态系统在一定非生物条件和生物条件之下,表现出不同类型的草地农业生态系统	16
二、草地农业生态系统的外延功能的利用	18
第三章 草地农业生态系统的非生物亚系统	19
第一节 水流次亚系统	19
一、水在草地农业生态系统中的功能	19
二、水在草地农业生态系统中的流程	19
三、草地农业生态系统中水资源的利用	20
第二节 能流次亚系统	22
一、能在草地农业生态系统中的作用	22
二、能在草地农业生态系统中的流程	23
三、草地农业生态系统中能资源的利用	28
第三节 元素次亚系统	29
一、元素在草地农业生态系统中的作用	30
二、元素在草地农业生态系统中的循环	31
三、草地农业生态系统中元素资源的利用	41
第四节 水流和能流交叉(水热交叉)的综合作用	43
一、水热交叉与草地农业生态系统的类型	43
二、水热交叉与元素的利用	48
三、水热交叉与草地净初级生产力	48
第四章 草地农业生态系统的生物亚系统	51
第一节 初级生产次亚系统	51
一、前初级生产中植物的作用	51
二、初级生产	51
三、影响初级生产的因素	56
四、提高初级生产水平的途径	57
第二节 小草食动物次亚系统	59
一、小草食动物及其分布	59
二、小草食动物的生物量	60
三、影响小草食动物量的因素	60
四、小草食动物对草地农业生态系统的作用	62
第三节 大草食动物次亚系统	63
一、大草食动物及其分布	63



二、大草食动物的作用 .....	64
三、大草食动物的牧食行为 .....	66
四、次级生物量及其积累 .....	72
五、提高大草食动物生产的途径 .....	73
第四节 肉食动物次亚系统 .....	74
一、肉食无脊椎动物次亚系统 .....	74
二、肉食脊椎动物次亚系统 .....	78
第五节 分解者次亚系统 .....	79
一、分解者次亚系统的结构和功能 .....	80
二、凋落物的有机质消失率 .....	83
<b>第五章 草地农业力能学及其效应 .....</b>	<b>85</b>
<b>第一节 概述 .....</b>	<b>85</b>
一、生物力能学 .....	85
二、生产力能学 .....	87
三、草地农业力能学 .....	89
<b>第二节 初级生产层的力能学效应 .....</b>	<b>91</b>
一、植物力能学 .....	92
二、初级生产力能学 .....	94
三、初级生产层力能学分析 .....	95
<b>第三节 次级生产层的力能学效应 .....</b>	<b>97</b>
一、动物力能学 .....	97
二、次级生产力能学及其分析 .....	98
<b>第四节 草地农业力能学分析实例 .....</b>	<b>100</b>
一、实例一 云贵高原草业力能学初探 (以灼国示范牧场为例) .....	100
二、实例二 宁夏盐池四墩子草地农业生态系统力能学研究 .....	102
三、实例三 景泰草地农业力能学研究 .....	105
<b>第五节 草地农业生态系统效价评定 .....</b>	<b>106</b>
一、效价评定需要掌握的内容 .....	107
二、几个不同类型的草地农业生态系统的能流结构分析 .....	108
三、草地农业生态系统的效价评定方法及其增值过程 (或放大) .....	109
<b>第六章 草地农业生态系统的效益评价 .....</b>	<b>112</b>
<b>第一节 前初级生产层的评价 .....</b>	<b>112</b>
一、自然保护区的评价 .....	112
二、水土保持区的评价 .....	113
三、水源涵养区的评价 .....	114
四、旅游地的评价 .....	114
五、运动场草坪的评价 .....	115
六、狩猎地的评价 .....	115
七、城市绿地的评价 .....	116
<b>第二节 初级生产层评价 .....</b>	<b>116</b>
一、概述 .....	116
二、评价项目 .....	116

第三节 次级生产层评价	121
一、概述	121
二、单项评价	121
三、总体评价——畜产品单位的评价	123
第四节 后次级生产层评价	125
一、技术方案的评价	125
二、动物产品深度加工增值系数(K)	125
三、产品加工增值量	126
四、年最终产品数量或年加工产品价值总量	126
五、投入产出率或投入产出纯增量	126
六、投资回收期	126
七、资金利税率	126
八、全员劳动生产率	127
九、工资赢利率	127
十、最终产品社会增长率(R)	127
十一、产品市场预测	127
十二、产品市场转移预测	127
第七章 草地农业生态系统分析与设计	129
第一节 草地农业生态系统分析与设计的原则	130
一、界面要清晰	130
二、资料占有完备	130
三、参数确定要合适	130
四、问题确定要准确	131
五、目标选择要适当	131
六、方法选择要正确	132
第二节 线性规划法	132
一、线性规划问题的数学形式	133
二、线性规划实例	134
第三节 综合速率方法(IRM)	139
一、IRM原理简介	140
二、IRM应用实例	142
第四节 草地农业生态系统分析与设计的其他方法	147
一、子系统提取分析法	147
二、模糊论	148
三、灰色理论	149
第八章 世界主要草地农业生态系统	153
第一节 概述	153
第二节 热带草地农业生态系统	154
一、萨王纳草地农业生态系统	154
二、热带次生草地农业生态系统	158
三、卡帕拉草地农业生态系统	158
第三节 温带草地农业生态系统	160

---

一、斯太普草地农业生态系统	160
二、普列里草地农业生态系统	161
三、潘帕斯草地农业生态系统	164
四、维尔德草地农业生态系统	164
五、温带次生草地农业生态系统	165
第四节 寒带和高山草地农业生态系统	166
一、冻原草地农业生态系统	166
二、高山草地农业生态系统	168
第五节 荒漠草地农业生态系统	171
一、热荒漠灌丛草地农业生态系统	172
二、冷荒漠灌丛草地农业生态系统	174
参考文献	177



# 第一章 绪 论

## 第一节 草地农业生态学的涵义

草地农业生态学是农学的一个分支。它研究草地资源的各种非生物因素（如气候、土地等），生物因素（如动物、植物、微生物）和社会生产劳动因素之间的相互关系，着重探讨在一定水热条件下，以土壤—植物—动物这一能量，元素转化系统为主干的基本规律，并运用这一规律在保持草地资源不受破坏的同时，不断提高其整体农业生产效益。

草地农业生态学上述涵义可作如下的理解：

它既然是农学的一个分支，它当然应为农学的一般特性所制约。农学的特性似可概括为：研究有生命的物质再生产的科学。也就是利用生物自我增殖的特性进行生产以取得产品。其中包含两方面的含义，一个是自然的再生产，一个是社会的再生产（有经济意义的再生产）。自然的再生产，如一块草地，一定的生物种群增殖，这种生产是农业的基础，但不是农业生产。在这种生产的基础上，只有经过人们的加工，形成产品，产生经济效益的这一过程，也就是自然生态系统的农业化（agriculturized）过程，才是农业生产。所以农业是有生命物质的再生产，既包含自然生产的内核，又包括人对自然再生产的加工和利用，使它进入更高级的生产水平。草地农业生态学不仅仅是自然科学，生态平衡也不仅仅是维持或恢复原生植被，使之达到较稳定的顶极群落。它既然是农学的一个分支，就应该受经济规律的支配，就必须有社会效益。自然规律和经济规律相结合是草地农业生态学的特点，二者不能割裂。进行农业生产的目的是取得生产效益。为了取得应有的效益，当然必须遵守经济规律，但它同时也不能违背自然规律。应该以自然规律为基础，用经济规律驾驭自然规律，满足自然规律，保护自然资源的同时达到农业生产的目的。生产的社会性是草地农业生态学不可缺少的一个环节和组成部分。过去我们搞大寨田是有成绩的。但如果在坡度过大的地方搞“小平原”，就可能违背了经济规律，得不到应有的经济效益；再就是为了提高生产，投入过多，违背了生态系统的效率原则，投入越高，亏损越大，结果出现“高产穷队”。这些问题的产生，说明农业生产必须注意自然规律和经济规律的密切结合。草地农业生态学作为农学的一个分支，也必须遵循这一原则。

非生物因素，生物因素和社会生产劳动因素要有一个一定的关系。生物因素是草地农业生态学探讨的核心，研究清楚各生物组分本身的生物学规律和各组分之间的相互关系，在生产上是至关重要的，但这不能取代草地农业生态学本身。对非生物因素本身的研究属于地学的范畴，我们应用地学规律，而不是把它作为草地农业生态学的研究任务。在草地农业生态学中，生物因素和非生物因素必须与劳动生产因素相结合，用社会的生产劳动来改造生物因素和非生物因素，组织生物因素和非生物因素使之农业化，形成一种生产力。现在有一种相当普遍的误解，有人往往把生态问题中单纯生物因素作为草地农业生态学问

题的全部，取消了其农学特性。有时看起来言之有理，实际上没有认识草地农业生态学的实质。比如生态平衡，恢复到顶极群落比较稳定，但这种自然生态平衡，生产能力不高， $1\text{km}^2$ 只能养活0.8人，这样的生态平衡不可能解决当前人类社会所面临的种种问题，且不说这样的平衡是一个难以满足农业生产要求的漫长的过程。草地农业生态学的目的是在社会生产劳动干预之下，达到一种更高水平的平衡。尽管这种平衡没有顶极群落稳定和长久，但它符合社会发展的要求。

它是在一定水热条件下，以土壤—植物—动物—社会产品为主干，以能量和元素转化网络为主体的农业生态系统。生态学的研究范畴是非常广泛的，它小到一滴水，一个小水池，一块草地，一片林地，大到整个生物圈。但这些不一定是草地农业生态学的研究对象。草地农业生态学的研究是围绕土壤—植物—动物—社会产品这一条线索展开的，并研究与这一线索有关的因素。美国《Range Ecology》(1962年)是第一本草原生态学，很有贡献，但它没有把土壤—植物—动物—社会产品这一过程作为主线，仅仅根据一般生态学所遵循的方法，将气候、土壤、植物、动物等各个生态因素作为各自独立的部分，加以论述，是各项因素及其研究方法的堆砌，没有形成自己的体系，因此在理论上缺乏精密系统的阐述，对生产尤其难以起到指导作用。

在农业系统里，从来没有一个系统像草地农业生态系统这样完整而漫长。从日光能、土壤开始，到植物、动物，最终到社会产品。种植业是从播种到收获；畜牧业是从家畜饲养到繁殖；林业是育林及林产加工的全过程。而草地农业生态系统就复杂得多。从土壤到植物就可产生作物、牧草、木材等产品，这些产品在草地农业这个生态系统中如何认识？如何利用？需要探讨。动物生产这一阶段其中包括家畜、狩猎动物、观赏动物等，此外还包含了生态问题和经济规律，至于作为草地农业生态系统所具有的景观价值，以及植物、动物产品的进一步的生产过程，也是生态系统所应适当涉及的问题。这就包含了多层次的整体的结构、功能和机理等复杂过程。草地农业生态系统的每一个环节，都会影响到系统的总体效应，必须紧紧抓住主线来研究它。例如过去我们保护老牛，认为牛不到一定年龄不生病，就不能杀，非养着不可而不管其效益。这就是在社会产品这一层次有了毛病。一只羊到1岁，3岁，7岁，其转化效率大不相同，应选择最佳淘汰期，使其尽快变成产品，加快周转速度。既然草地农业生态学有自己的特色，那么在方法论上应该有自己的独特之处，不能简单移植其他科学领域的现成方法。如营养金字塔，营养级每上升一级，大约损失90%的能量，这叫作十分之一定律。这在自然生态系统中无疑是正确的。可是在农业系统内，把农业措施加入后，就不尽然了。一般5个单位的饲料出1个单位的畜产品，也有2个多单位的饲料出1个单位畜产品的动物。因此，经过经济活动，可在一定程度上改变金字塔的形态，能量转化效率可以达到 $1/3$ — $1/2$ 的高效率水平，而且经过一级一级的加工，向深度转化，经济效益越来越大，甚至可以得到一个“倒金字塔”。

保证草地资源不受破坏的同时，不断提高其农业生产效益。这是草地农业生态学的核心。既要考虑经济效益，又要考虑生态效益，不能只顾一面。例如土壤，是农业生产的基础，土壤的形成是多年积累的历史产物。我们开发为农业用地时，必须在取得农产品的同时不断提高土壤肥力，而不是掠夺式开垦。否则短时期内经济效益提高了，但资源破坏了，不能维持久远；如只强调生态效益而不注意经济效益，一般情况下难以在群众中普遍

推广，最终生态效益也发挥不了。过去我们在经济效益与生态效益之间的关系处理不好，吃了不少亏，应该吸取教训。

## 第二节 草地农业生态学的基本内容

任何生态学都是研究生物体与环境的关系的学科。草地农业生态学也不例外，它包含这样几个内容。

### 一、环境各因素之间的关系

环境由很多因素构成，如大气因素、土地因素。大气中的日照、降雨，温度、湿度以及风等；草地农业生态学研究生物与环境的关系，首先对环境所包含的各种因素之间的关系要有个基本了解，如大气因素之间的关系，若温度提高 $1^{\circ}\text{C}$ ，降水不增加就会相对干旱。生物圈内 $\text{CO}_2$ 增加了，会使大气温度升高，产生温室效应。另外，还要搞清楚各种土地因素之间的关系，大气因素和土地因素之间的关系等。

土地因素包括土壤和地形两个方面。在土壤方面，土壤的质地是最本质的方面。不同的土壤粘粒和砂粒形成不同的土壤质地，影响土壤的结构和由此而表现的理化性状，如透水性、通气性、土壤养分状况等。有机质含量的多少及起伏动态，可指示生态环境之顺向或逆向演变，具有环境指示剂的作用。李洋（1987）依据有机质含量的多少及动态，作为该地的“生态指数”土壤的pH值，盐分含量及其成分也是草地农业生态条件的重要方面。pH值的高低，可以影响土壤微生物及土栖昆虫区系，及植物群落的结构。土壤的盐分含量及其成分，则影响土壤pH值和水分渗透压，从而发生比pH值更为显著的影响。我们往往通过施肥，以增加土壤有机质，调节土壤pH值。

土地因素的另一方面为地形。地形主要通过高度、坡向与坡度影响生物因素。在一定高度范围内，地势每升高100m，气温降低 $0.5-0.6^{\circ}\text{C}$ ，海拔越高，气温降低幅度越大。在西藏高原可达 $0.8^{\circ}\text{C}$ ，孤立山峰与高原相比，其降温效应较为显著。根据K值<sup>(1)</sup>原理，湿度为温度的函数，温度降低，必然引起湿度升高。同一原因，坡向和坡度，影响太阳辐射量，因而影响大气温度，特别是土壤温度，从而进一步影响蒸发蒸腾，出现湿度效应。通常同一山地的阳坡与阴坡，其湿润度可以相差一个级别，如阳坡为D级，阴坡则为E级。当然因为海拔高度之不同，太阳辐射波长也有差异。高海拔地区因大气含水汽及尘粒较少，紫外线等短波光较多，对动、植物发生广泛的生理生态影响。如植物发生矮化现象，垫状、莲座状植物增加等。

### 二、生物各组分之间的关系

草原生物包含植物、动物、微生物。它们之间以其错综复杂的关系，构成生态系统的网络。

植物利用光能和无机盐及 $\text{CO}_2$ 构成最初的有机物质，而动物直接利用（草食动物）或

(1)  $K = \frac{r}{0.1 \sum \theta}$ ，r为全年降水量mm， $\sum \theta$ 为全年 $>0^{\circ}\text{C}$ 积温

间接利用（如肉食动物、腐食动物等）这些有机物质为食物，进行了动物性生产。由于动物生产（Pa）对植物生产（Pp）的依赖性，因此Pa的产品的质、量及可提供的时间动态显然受Pp的制约，亦即： $P_a = f(P_p)$

微生物可使植物性产品及动物性产品分解为元素返回土壤，释出CO<sub>2</sub>返回大气，可供植物重新利用，以完成生态系统的全过程。

在植物生产活动的内部，又有不同的生态型、生活型植物，以不同的生理特性互相依存。一般有四形式：（1）光照特性不同，喜光植物和耐荫植物、喜荫植物互相依存。乔木、灌木、草本植物不同的空间分层，即属这一类型；（2）因需水特性不同，旱生、中生、湿生、水生植物可以互相补充，以充分利用不同空间、不同时间的各种水分条件；（3）因对温度的要求不同，有冷性、暖性及中性植物，以适应不同的空间、不同时间的各种温度条件；（4）因对养分需要之不同，不同植物可以生于同一生境，而充分利用其养分条件。当然，如果某些植物对光照、水分、温度、营养等生理特性完全相同或近似，将表现为相互竞争的关系。

在动物生产层内部，也表现为相互依存和相互竞争的关系。如a动物以b动物或其排泄物为食料，如草食动物为肉食动物的猎获物，或某些腐食昆虫以草食动物的粪便为食料，成为不同营养级结构，则表现为a对b的依存关系。如两种动物采食同一食物，则出现食料生态位的重叠，这时其关系表现为互相竞争。我们经常利用不同动物食物生态位的差别或不同营养级结构，以提高草地农业生态系统的生产效益。如不同食性的动物混合放牧，至于被捕食动物于天敌的消长关系，更是大家熟知，并经常加以利用的。

### 三、各生物组分与环境之间的关系

动物、植物、微生物等生物组分与生存环境有极其复杂的依存关系，这是众所周知的。但生物因素作为一个整体，它们与环境之间存在的复杂关系有许多有待研究的领域，如生物对水体、大气、土地的相互作用；环境对农业生物群落的演替的作用，往往要借助计算机加以分析，才能加深理解，而且这种相互作用，无时无刻不在变化之中，对它们的动态监测，已经成为文明社会必不可少的工作。在草地农业生态学中这也是不可忽视的一个方面。目前较为引人注目的问题是不良的种植业和过度放牧和采樵，导致植被破坏，发生沙漠化及水土流失问题；工业废气导致酸雨，损害农、林生物及土壤肥力问题；水体被污染，使水生生物群落衰亡问题等。

### 四、生产劳动因素在上述各因素之间居关键地位

环境因素、生物因素内部及它们之间的关系是草地农业生态学基本规律的重要组成部分，但是只有当它们在生产劳动因素的干预下，才能表现出草地农业生态系统的农学特性。因此不同的生产劳动因素对它所发挥的作用，应是草地农业生态学研究的本质的特点。特别是在一定农业经营体系之下，对多组分的作用具有重要的科学意义和生产意义。主要表现为土地利用的优化组合方案，农业植物群落的人工干预，如间作套种，牧草混播，草地农业系统，森林农业系统的建立；不同经营管理体系，如粗放经营或集约经营，放牧管理体系等方案的制定；以及水利、施肥、除莠、灭虫、防治疫病等各种农业技术的



实施。劳动生产因素是改造自然生态系统，使其“农业化”的必要保证。

综上所述，可以认为草地农业生态学就是草原科学的辩证法，或者叫做草原科学的哲学。它不是探讨一个一个单纯的自然规律，当然也不是单纯探讨这些自然规律的整体，而是最后要把这些规律装配起来，达到一个目的，取得农业生产经济效益和生态效益。

### 第三节 草地农业生态学产生的时代背景与发展过程

任何学科的发展，都遵循这一模式：微观←中观→宏观

中观，就是人类凭借生活和生产经验，所能够直接感知或推导认识的知识层次。这几乎是一切学科的出发点。

但随着科学水平和生产的发展，草原科学从生产实践的要求出发，一方面以生物学、地质学等学科的成就为基础，向微观方向发展的同时，还以生态学及农业科学为基础向宏观方向发展。当然在宏观与微观发展的过程中，又会对中观产生影响。草地农业生态学就是草原科学宏观发展的重要成果。它经历了漫长过程。

第一个过程：自发地了解生物与周围环境的关系阶段。这一阶段的特点是，对草原进行分门别类的单项研究，如研究牧草生态环境，研究草地生态环境（研究它的生存、变化规律、演替过程等）。研究工作往往是借用别的学科的手段，用别的学科的概念来理解草原学科。基本上没有把草原作为一个整体来研究。

第二个过程：把草原作为一个整体开始研究，但它主要将上述的方法做了一些组合，实质的变化不多。这一阶段有所进步，但没有多少突破。例如对草地植物学成分的测定与改造；土壤特性的测定与改造；动物资源及其生产过程等，这一时期产生了不少对草原工作者有重要参考价值的植被的、土壤的、动物区系的等有关资料，具有更高的宏观性质，但它们之间的联系，仍较少深入开发。

第三个过程：是将草原作为一个生态系统来研究。生态系统是 A. G. Tansley 1935 年提出的。它逐渐受到人们的重视，首先受到生物界的重视，然后被农学界认识并接受。生态系统的基本观点是生物有机体与其周围环境有不可分割的关系，并由此而构成一个完整的系统或体系。不久，苏联科学院士 B. H. Сукаев 在 1946 年提出了生物地理群落的概念，即在一定的地理环境有一定的生物群落。这个涵义与生态系统的涵义差不多。由于生态系统强调了系统性，便被人们所接受和使用。

Tansley 认为，生态系统有各种类型和大小，它们形成宇宙一系列不同等级的各种各样的自然系统；生物圈也是由各种各样的生态系统构成的，每个生态系统都可分为若干等级。譬如说，大系统包含若干个小系统、营养级等都是等级。英国的斯佩丁 (C. R. W. Spedding) 所写的《草地生态学》(《Grassland Ecology》) 就贯穿着这一原理。可以说，斯佩丁是现代草地生态学的真正奠基人，在他以前，还没有人明确地把生态系统用在草地生态学上。他认为“草地生态学是一门独立的科学，具有生物的、农学的和社会学的重要意义”，第一次提出草地生态具有农学的意义。并认为“草地生态学必须包括动物和植物两个方面，这乃是充满着困难的综合，但是要知道非作这样的综合不可”。这是对现代草原科学的一个肯定和发展。长期以来草地生态学被分割成为植物生态和动物生态两个部分，它们之