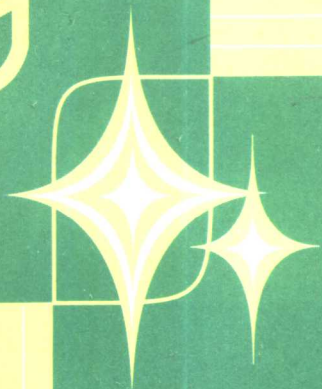




全国高等农业院校教材



草地分析 与生产设计

● 王辉珠 主编

● 草原 畜牧专业用

中国农业出版社

12
91

全国高等农业院校教材

草地分析与生产设计

王辉珠 主编

草原 畜牧专业用

中国农业出版社

全国高等农业院校教材
草地分析与生产设计
王辉珠 主编

责任编辑 李锦明
出版 中国农业出版社
(北京市朝阳区农展馆北路2号)
发行 新华书店北京发行所
印刷 通县曙光印刷厂

* * *

开本 787mm×1092mm16 开本
印张 13.75 字数 310 千字
版、印次 1997 年 5 月第 1 版
1997 年 5 月北京第 1 次印刷
印数 1—2,000 册 定价 13.40 元

书号 ISBN 7-109-04505-6/S • 2796

ISBN 7-109-04505-6



9 787109 045057 >

主 编 王辉珠 (甘肃农业大学)
编 者 刘存琦 (甘肃农业大学)
张永亮 (哲里木畜牧学院)
汪 玺 (甘肃农业大学)
审 稿 刘德福 (内蒙古农牧学院)
胡自治 (甘肃农业大学)

前 言

草地畜牧业是一个宏大的系统工程。其生产要素的多样性及其功能机制的复杂性，要求草地科技工作者必须采用一切有效的理论方法于本专业的研究领域，以揭示其内在的规律性，并应用这些规律性于指导草地畜牧业生产的实践，从而使其潜在的生产力得以充分发挥。

近代科技的迅猛发展和相互渗透，特别是系统论、信息论、运筹学等系统工程理论方法的引入和计算机技术的普及应用，使草地科学研究的内容和规模，在无论是宏观的、还是微观的，是定性的、还是定量的方面都取得了令人瞩目的进展。

另一方面，由于目前我国农业院校对于草地和畜牧专业设置的分科性，常使即将走向生产实践的在校学生，甚至是已从事草地畜牧生产多年的科技人员，当面对极其复杂多样的生产实际，在进行具体的生产设计时颇感犯难，而迫切需要有一本用系统分析的理论方法阐明草地畜牧业生产原理、进行草地分析与生产设计的教学参考书。基于这一情况，我们向农业部教育司提出了编写“草地分析与生产设计”的申请，经全国高等农业院校教材指导委员会审议通过纳入规划教材。

本教材按主编负责制由下列人员协作完成：王辉珠（绪论、第一、二、三、五章），王辉珠、刘有琦（第七章），刘存琦（第六、八章），张永亮（第九、十、十一章），汪玺（第四章）。

该书的编写得到了我尊敬的导师——任继周院士和农业部高等农业院校教材指导委员会畜牧学科组的热情支持和指导。西北农业大学李震钟教授，新疆八一农学院许鹏教授对本教材的命题、编写大纲的修定，以及编写班子的组成等均提出了重要的意见。

内蒙古农牧学院刘德福教授，甘肃农业大学胡自治教授，在审定书稿的过程中，从内容编排、文字组织、甚至是数据、符号、计量单位等都一一过细地作了审定，并提出了极其宝贵的修改意见，对保证书稿质量作出了有益的贡献。借此书成之际，我们将非常感激地对各位师长的热情支持和指导给予深深的谢忱！同样，我们将对曾经参与誊稿、绘图等烦杂工作的甘肃农业大学草原系“91级”同学，以及曾给予过我们以热情鼓励、支持和多方面帮助的同志，特别是王琪同学、金新中同志和康天福同志，致以至诚的感谢！

草地分析与生产设计所涉及的内容相当广泛，而新理论方法的应用及其具体生产设计又必须十分周详和精细，这就使本教材的编写具有很大难度。由于笔者等水平所限，错误、疏漏之处在所难免，诚请读者不吝批评指正，以便能有幸再版时修改。

编 者

1995年12月

目 录

绪论	1
一、草地分析与生产设计的目的、任务	1
二、草地分析与生产设计的理论基础	2
三、草地分析与生产设计的主要内容和学习方法	8
第一章 草地资源的因素分析	10
第一节 光能资源基本分析	10
一、光辐射基本分析	10
二、光辐射的气候计算	12
三、计算总辐射的经验公式	13
四、建立经验公式时的注意点	14
五、我国草地的光合有效辐射	15
第二节 草地的光能平衡及生产潜力	19
一、草被层的能量平衡	19
二、草地的光能利用率	21
三、草地的光能生产潜力	22
第三节 草地的温度条件分析	25
一、草地植物的三基点温度	25
二、草地型的界限温度和积温	28
三、温度条件与植被产量	32
第四节 草地的水分条件分析	35
一、草被层的水分平衡	36
二、牧草作物需水规律	39
三、水分保障与牧草产量	41
第五节 草地的土地条件分析	41
一、土地条件的量化表征	42
二、草地的养分平衡	43
三、土壤肥力与牧草产量	46
第二章 草地植被分析	48
第一节 草地植被的结构与组分分析	48
一、结构分析	48
二、组分分析	50
第二节 草地植被的种间关联、相似性和排序	54
一、种间关联的测定	54
二、相似性系数	56
三、草地植被群落的排序	57
第三节 草地植被的演替分析	63
一、演替方式	63

二、稳定性测定	66
三、演替度分析	67
第四节 草地的产量形成	68
一、单一草层的产量形成	68
二、天然及混播草被层的产量形成	70
三、青饲轮供体制的草被层产量形成	70
第三章 草食家畜生产分析	72
第一节 草食畜的一般生长模式及经济利用期限	72
一、草食畜的一般生长模式	72
二、草食畜经济利用期的确定	72
第二节 草食畜的群体增长	73
一、畜群统计的基本参数	73
二、草食畜的群体增长	73
第三节 草食畜的生产潜力与提高途径	76
一、草食畜的生产潜力	76
二、影响草食畜生产能力的因素及其提高途径	78
第四章 草地系统能流分析	80
第一节 草地系统能流概述	80
一、草地系统能流的基本模式	80
二、草地生产系统的种类及其能流特点	81
第二节 草地系统能量转化与产品形成	82
一、草地系统能量转化的一般形式与产品形成	82
二、草地系统能量转化中应说明的问题	84
第三节 草地系统能量转化效率	85
一、草地系统各级转化阶的能量	85
二、草地系统各级能源与产品能量的测定	85
三、草地生产系统中各级能量转化效率的计算方法	89
四、影响草地系统能量转化效率的因素	91
第五章 草地系统物质流分析	92
第一节 草地系统物质流概述	92
一、草地系统物质流的意义	92
二、草地系统物质流的构成要素	92
第二节 草地系统物质流的基本形式	93
一、循环性物质流	93
二、污染性物质流	97
第六章 天然放牧地及人工草地的生产设计	100
第一节 天然放牧地的生产设计	100
一、放牧地的概念及基本特点	100
二、天然放牧地生产设计的方法步骤	101
第二节 人工草地的生产设计	106
一、人工草地的概念及基本特点	106
二、人工草地生产设计的基本原则	107
三、人工草地生产设计的具体方法	108

第七章 草食家畜生产设计	113
第一节 草食家畜生产设计的基本原则	113
一、综合平衡的原则	114
二、因地制宜的原则	114
三、适宜规模的原则	114
四、草畜平衡的原则	114
五、营养匹配的原则	115
六、效率效益原则	115
七、流通的原则	115
第二节 草食家畜的生产设计	115
一、搜集基础资料	116
二、基本设计	116
第三节 集约养殖模式设计	120
一、季节畜牧业模式	120
二、生态工艺模式	122
三、草地农业模式	126
四、大农业结合模式	127
第八章 草地畜牧业生态经济系统分析	128
第一节 草地畜牧业生态经济系统的一般属性	128
一、草地畜牧业生态经济系统的概念	128
二、我国草地畜牧业生态经济系统的特点	128
第二节 草地畜牧业生态经济系统的结构与功能	130
一、草地畜牧业生态经济系统是开放的有序的耗散结构	130
二、草地畜牧业生态经济系统自我调节的反馈系统	130
三、我国草地畜牧业的经济结构	131
第三节 草地畜牧业生态经济系统的物质生产过程及其效率	133
一、物质生产过程	133
二、生产效率	134
第四节 草地畜牧业生态经济系统的分析方法与优化调控	143
一、家畜需草量的计算	143
二、牧草供给量和累积牧草供给量的计算	143
三、牧场管理中草地载畜量与载畜密度的计算	144
四、牧场管理中放牧压力与放牧指数的计算	145
五、放牧管理的最优调控方法	145
第九章 草地牧业生产优化设计	149
第一节 草地牧业生产优化模型及其应用	149
一、土地资源最佳利用模型	149
二、畜种组合优化模型	151
三、种群结构优化模型	154
四、饲料配方优化模型	157
五、饲料最优生产模型	161
六、作物布局优化模型	162
七、草地牧业生产结构优化模型	164
八、投资分配优化模型	164

九、草地放牧管理优化模型	169
第二节 优化模型的灵敏度分析	170
一、价值系数 c_j 发生变化时的灵敏度分析	171
二、资源参数 b_i 发生变化时的灵敏度分析	171
三、技术经济系数 a_{ij} 发生变化时的灵敏度分析	171
第十章 草地牧业生产系统动态仿真设计	173
第一节 系统动力学概述	173
一、系统动力学的基本概念及原理	173
二、系统动力学的研究对象及其特点	173
三、系统动力学在系统分析和设计中的作用	174
四、系统动力学仿真研究的基本步骤	175
第二节 草地牧业生产中的因果关系	176
一、因果关系的表示形式	176
二、因果反馈回路	177
三、因果关系图的绘制	177
第三节 草地牧业生产中的系统动力学流图	178
一、变量类型	178
二、流图符号	178
第四节 DYNAMO 语言简介	179
一、DYNAMO 语言的功能及其特点	180
二、DYNAMO 语言的基本规则	180
三、DYNAMO 语言中的语句	181
四、DYNAMO 语言中的函数	184
第五节 草地牧业生产系统动态仿真设计示例	185
一、系统研究的目标	185
二、系统现状分析	186
三、系统边界确定	186
四、系统因果关系与反馈回路分析	186
五、系统动态流图模型的建立	187
六、模型参数的确定	188
七、系统动态仿真模型的建立	188
八、仿真模型程序的调试	190
九、仿真试验与结果分析	190
第十一章 草地牧业生产设计中的参数预测技术	192
第一节 参数预测的意义与参数类型	192
一、参数预测的意义	192
二、参数类型	192
第二节 一元回归预测	192
一、一元线性回归模型	193
二、逻辑斯谛 (Logistic) 模型	193
三、一元多项式回归模型	196
第三节 指数平滑预测	197
一、一次指数平滑	197
二、二次指数平滑	198

三、三次指数平滑	198
第四节 灰色预测	199
一、灰色预测的 GM (1, 1) 模型	200
二、带有残差函数的 GM (1, 1) 模型	204
第五节 技术进步测定模型	205
一、技术水平 $A_{(t)}$ 的计算	206
二、技术进步速度 a 的计算	206
三、技术进步、资金、劳力对经济发展速度贡献率的计算公式	207
四、应用实例	207
主要参考文献	209

绪 论

一、草地分析与生产设计的目的、任务

草地是地球陆地表面生长着以饲用草本植物为主的、可用以放牧或作为刈草地的天然或人工的大面积陆地植被。作为一种宝贵的自然资源和特殊的生产资料,其在国民经济中的重要性正日益受到重视。

草地,一经成为人类有目的性经济活动的对象,其内在规律性的探讨便成为草地科学研究的主要内容。早期的草地学理论,着重于从定性的角度对草地的发生与发展提出探讨,并为进一步的定量研究奠定了基础。其代表性者有前苏联学者B. H. 苏卡乔夫(1940—1942)等的内因演替(植物群落内部)与外因演替(环境条件)论,美国草原学家桑普森(A. W. Sampson, 1952)的“六项因素说”(植物生产、动物生产、土地经营、土地利用及规划、环境影响及草原资源),英国草原学家威廉姆·戴维斯(W. Davis)的“三位一体说”(土壤、植物、动物),王栋先生(1955)的“雨量地形成因说”及任继周等(1961)的“四项因素说”(大气、土地、生物、生产劳动)等。

科学的认识越是深入,事物的本来面目便越是显然明晰。草地的概念已不仅限于作为资源和生产资料的品格,而是由草地生物(植物、动物、微生物、人)与其环境(包括光、水、气、无机营养、土地条件等)构成的具有自然稳定性和经济生产性的功能系统。草地现象的一切品质属性(包括生产)均毫无例外地是其特征功能的表现。草地之不同于其他任何非生物矿产资源的地方也正于此。人们从事草地生产,必须在不违反这一功能体内在规律性的前提下才成为合理。因此,用定量的方法深刻揭示草地系统的内在规律性,使之成为可控和优化,将成为现代草地科学研究的重要课题之一。《草地分析与生产设计》适应这一命题,其主要任务是:

(一) **提供有价值的资料** 在对草地系统具有一般定性认识和总体经验性规划知识的基础上,着眼于草地的物质生产,对与草地牧业生产有关的光能、温度、水分、土地肥力、植被、家畜、物流、能流等要素的生产特征属性进行量化分析,以对具体的生产设计提供有价值的资料。

(二) **生产设计的基本原则和模式** 根据草地生态学及植物和草食家畜生产学原理,明确进行草地生产设计的基本原则和模式;

(三) **实现草地牧业生产全过程智能化控制** 对具体的生产单位,能进行优化设计,建立数学模型,以实现草地牧业生产全过程的智能化控制;

(四) **揭示草地生产更深层次的内在规律** 根据已有知识资料,建立仿真模型,以开展草地生产过程的实验研究,并通过模拟验证,找出影响草地各生产要素之间的更精确和更有实质意义的关系式,以揭示草地生产更深层次的内在规律;

(五) **掌握并应用参数预测技术** 为草地生产决策者提供科学预见,并同时为科学的决

策提供可靠的依据和可供选择的多种方案。

因此,草地生产的因素分析将为草地生产设计奠定理论依据,而生产设计则把这种理论依据通过一定的数学规划和建模转变为可望获得实际效益的执行方案。草地生态经济系统的功能状态及其生产性能,是其内各组成要素、各结构单元、各流程回路和多种联络运行机制相互作用、共同协调的结果,故综合权衡、整体优化,始终是我们追求的目标。

二、草地分析与生产设计的理论基础

把对草地的认识由单纯的生产资料或自然资源看作是具有一定结构功能的生态经济系统,这是草地学发展的一个具有划时代的重大进展。从此,草地科学的研究在广度和深度上是大大向前推进了一步。它不仅要研究牧草、家畜这种具有产品性能的生产规律,而且还要探讨系统内物质、能流及信息流的运转规律,以及前初级生产、后次级生产的经济学规律;不仅是为着一时获得更多的畜产品,而是为着长远、经久和永续地获得,必须考虑到对这一资源的合理利用和有效保护。显然,传统的理论方法已很难胜任如此复杂系统的研究,而必须采用新的理论方法以求新的突破和进展。

草地分析及生产设计将主要以草地生态学、草地生态经济学和系统分析的理论方法作为理论基础。

(一) 草地生态学的理论观点成为草地分析与生产设计的理论基础

1. 生物因素与环境因素辩证统一的观点 生物因素是草地系统中最积极、最精彩、最具能动作用的因素。它不仅为环境所创造,且同时给环境以重大影响。草地生物直接反映着草地系统的基本特征和生产面貌,决定着草地生产的基本格局和生产潜势,因此,在草地发生与发展诸因素中居核心地位。但草地生物绝对不可以孤立存在。从根本上讲,它是环境物质历经亿万斯年自然演化的产物,是一类以草地生物为核心的特化了的物质运动形态,无时无刻不受到环境因素的强大而具决定性的影响。作为统一的草地生态系统,生物与环境是密不可分的,彼此互为存在的条件。没有环境条件的生物是不可思议的,但没有草地生物的环境也不成其为草地生态系统。我们之所以强调生物与环境辩证统一的观点,不仅是在尊重着一个基本的事实,而且还在于从系统分析的角度出发,以求以草地生物为核心,探讨其相关因素的内在规律性,从而为草地的生产设计提供依据。

2. 生态因素相互联系的观点 构成草地系统的生态因素——光、热、水、气、肥等,彼此交互,相互影响,构成着极其复杂的关系。光辐射产生着温度效应,温度影响到湿润度状况,而水分供给又直接影响到土地肥力潜能的发挥和草地植被产量的形成;另一方面,植物产量的高低,又对环境条件产生影响。植被完好的草地,水土流失量小,肥力维持水平高,系统的稳定性高,光能利用率相对也高。生物因素之间的竞争、共生、寄生、腐生关系,各肥力元素之间的协促、拮抗作用等,构成了一幅极其多样、有序的系统关系图。

3. 生态因素主导性的观点 构成草地系统的生态因素,尽管各有着不可替代的生态学作用,但对于草地的生态平衡和经济生产性的影响力方面,光温和水分条件常具有主导性的作用。光温和水分条件使草地类型呈明显的地带性分布规律,也构成了草地生产的基本特征,并从根本上决定着一定草地类型的生产潜力。其他一些生态因素,如大气中的氧气

和二氧化碳等，一方面由于具有均匀分布和不受限制的缘故，另一方面则难于做到人为调控，因此，常不致于像光温和水分那样对草地产生深刻而有实质性的影响。草地生产的实质是绿色植物（牧草）通过太阳光能，将水分和无机盐类转化为生物有机产品，即光能和水分因素直接参与着草地的生产过程，于是，在诸多的草地生态学因素中，便自然成其为主导性因素。

4. 生态因素综合性的观点 在草地发生与发展的总进程中，各生态因素的影响力，最终都表现为综合效应力。任何单项的措施和努力，都必须考虑到综合效应的后果。这便是生态因素的综合性观点。这种观点对于草地的分析和生产设计、以及从事实际的草地生产都是至关重要的。持这种观点，不仅有利于对各单项因素进行深入探讨，而且有利于将各单项因子效应联系起来进行综合分析，这样会更符合草地现象的本质，也更有利于草地生产的优化设计。

5. 生态因素发展变化及动态平衡的观点 同任何运动的物质形态一样，草地系统中的诸生态因素，也同样无不处于一种运动的状态之中。无论是光温、还是水分，也不论是土地肥力，还是天气条件，年际间总有变差存在。不过这种变差，在自然状态下，其幅度是草地系统本身可以接受的，即不危及系统的持续稳定性。但若这种变化超过某一限度，则会引起一系列严重恶化的后果，最终导致系统崩溃。这样的例子并不罕见。超载过牧、滥肆垦种所引起的草原退化、沙化，即因人的不合理利用行为而致生态环境因素发生逆向剧变的必然结果。了解草地生态因素发展变化的基本规律，并运用这些规律及草地系统本身所提供的生态信息，及时地给予人为的调控和优化，对于维护草地的动态平衡和持续生产是十分必要的。草地生产的持续性特点，要求草地的分析与生产设计必须特别注重这一观点，因为长久的生态效益即为持续的经济效益和社会效益。

草地生态学的观点为草地分析与生产设计奠定重要的思想方法，而草地生态系统的基本特征及其规律性则为其提供最基本的理论依据。因此，在进行具体的草地分析与生产设计时，谙熟草地生态系统的基本特征及其规律性的知识将显得同样十分必要。草地生态系统的基本特征及其规律性可归纳为：

(1) 特定的环境：作为生态系统，一定的草地是存在于一定的环境之中的。尽管从生态学角度出发，环境和草地是密不可分地成一体，但从系统分析的观点看，草地系统是可以被分作为草地群落和环境条件两个基本部分而加以研究的，因为毕竟生命的物质与非生命的环境条件总是有质的区别。

(2) 特定的空间界面：草地生态系统是一种特殊的存在实体，其理论上的界限范围常常是模糊的，例如环境条件中的光辐射具有无限远的特征，大气成分的流动性和土壤养分的迁移性等，决定着草地生态系统开放性的特点，但实际的研究和生产设计又必须要求有一定的界面规定。这就使草地生态系统的界面规范具有很大的独特性和可变性，可因研究目的及设计要求是有形的，也可着重从功能上考虑而表现为极大的不确定性。

(3) 特定的组分：草地生态系统的组分，可因不同目的而确定，如按营养物质流特征有无机环境条件、生产者、消费者和分解者之分；而从生产经营学角度有土地条件、植被成分、家畜种类等基本组分等。但无论哪种划分，草地生态系统组分的确定却总是以维系着该系统基本功能这一要求为前提的。在这一前提下，系统的组分可以相对简单，也可以

相当复杂。特定的组分决定着各具特色的草地系统特征，是草地分析与生产设计必须考虑和研究的基本内容之一。

(4) 特定的物质、能量和信息网络：物质转化、能量流动、信息联络是草地生态系统的最基本的功能特征。正由于此，具有极其复杂组分的草地生态系统，在结构状态上是和谐有序的，在资源属性上是再生永续的，在生产经营上是可控的。这就为人们行为的可加性奠定了基础，从而使目的性努力成为可能，也是草地分析与生产设计这一命题赖以提出的基本依据。物质、能量和信息，既有概念上的区分，又有形态上的联系。物质形态常成为这种网络结构的基础，能量与信息流总是依附于一定的物质形态而表现其特征性的。与一般物理学现象类似，在草地系统中，离开物质形态的能流与信息流是不存在的；而能流和信息流又常成为表征草地物流和监测草地状态的有效量化指标之一。这里，随着系统营养级的增加，一般营养物质呈“金字塔”形式地递减和某些难分解有毒有害化学物（农药）的呈“倒金字塔”形式的聚积现象，将特别具有实际价值。它常成为生产决策和拟采取生产措施的重要依据。

(5) 特定的反馈机制：反馈机制是一般功能体的重要特征。草地生态系统也毫不例外地具有这一功能特征。反馈即对施加行为的一种回答响应，从这种回答响应上又可以对行为的合理性进行检点和调控。这是反馈机制最可宝贵的特性之一。草地系统的许多内在规律性都是借助其反馈机制的实验而得以揭示的。同样，草地生产设计方案的优化，也必须经生产实践的反馈验证方可确认。自觉地运用反馈机制是取得优化设计的基本途径。

(6) 特定的外延通路：草地生态系统的开放性使其必然具有特定的外延通路。人类生产活动的参与使这种通路具有更为广阔和明显的特征。资源性质的草地系统已经转变为与社会经济系统有着广泛联系和相互影响的生态经济系统。这种扩大了的外延通路，一方面使草地生态系统的内涵更为丰富，另一方面，则使其更易受社会经济作用力的影响。显然，在理智决策的情况下，草地系统会始终维持在良好的功能状态上。

(7) 特定的组合单元：这是构成草地功能系统可分性、层次性和稳定性的重要特征。这一性质意味着在必要的情况下，一定的草地系统可进而分解为结构较为简单的功能单元进行深入研究。同时由于各组合单元的自维持机制，使整个草地生态系统的稳定性大为增强。这对于维护草地生态系统的动态平衡及其进行持续的草地生产的意义是显然的。

(8) 特定的生产潜势：一定的草地系统具有一定的生产潜势。这是由资源量的有限性决定的。所谓理论生产潜力，是在各生产要素具佳状态下的一种产量上限。进行草地分析与生产设计，所追求的也正是这一目标。

无疑，了解草地生态系统的这些基本特征和性质，将非常有助于草地的分析和生产设计。

(二) 草地分析与生产设计必须符合生态经济学的基本原理 草地生态经济学首先必须考虑处理好草地生产的生态效益、经济效益和社会效益这几个基本问题。生态效益于人类的长远生存具有重要价值，并包含着实质的社会效益和经济效益。用生态学的观点和理论来指导实际的草地生产，应是草地生态经济学的基本出发点。在这种基础上，社会和经济效益的追求才会有意义。草地分析与生产设计的最终目的也正是要求得到这三种效益的完美结合。在处理好生态效益的基础上，力求最佳的经济效益以满足社会的多方面需求，是

草地生态经济学所必须遵循的基本原则。

草地生态经济具有自然再生产和社会再组织的特点。其效益出自草地生产流程的每一个环节，任一环节的疏漏和漫不经心都终将影响到草地生产的直接效果。从生态经济学的观点出发，草地生产的基本过程可分为如下四大环节或基本层次：

1. 前初级生产层 是生产始发期的资源贮备状况（水、肥、气、热、土地等）、资料准备程度（草种、肥料、家畜、棚圈、饲料加工、饮水点等）及社会经济基础（包括资金、生产服务及流通体系等）和科技保障实力（包括生产计划的制定，管理体制的建立，草、畜种质的繁育和卫生保健等）。这一层次并不进行生产，却为实际生产奠定基础；不能得到任何产品，却能反映一定地区的生产水平。随着科技长入生产成分比重的提高，这种间接反映实际生产水平的可靠性将越来越高。这一阶段的中心工作是基于对一定草地生态经济系统分析基础之上的生产设计。设计方案的优劣将直接影响到实际生产水平。因此，这一层次对于生产的重要性并不亚于后续的实际生产环节，必须给以足够重视。

2. 初级生产层 是围绕着以光合成过程，即牧草植物通过借助太阳能将二氧化碳、水分和无机营养转化为草产品这一过程为核心的一系列加工、管理和投入经营活动。这一环节的经营策略是在确保环境质量和一定效率水平允许的情况下，力争最大的牧草植物产量，为次级生产奠定物质基础。

3. 次级生产层 是经由草食动物把牧草营养物质转变为畜产品的过程。这一层次的生产状况常与牧草产品的数量和质量、家畜品种的生产性能、年龄结构、体质状况、饲养技术、管理水平、经营方式等密切相关。作为这一层次主要对象的草食动物，因经营目的而有产品和资料双重性的特点。这完全取决于受生态经济学影响的人为安排而定，作为产品，即时收益率可能最好；作为生产资料，能再创造出更多的产品价值。

4. 后生物生产层 草业畜牧生产部门对于草、畜等初成品，当其达到经济成熟期后，并不主要以廉价粗产品的形式进入市场，而是经进一步技术追加投入的精加工，使之成为具有高附加值的畜产品之后再进入市场，从而创造出更高的利润价值，一则为补偿此一生产过程的投入，二则为下一周期的再生产积累充足的资金。这一生产过程，应由牧业生产部门通过牧、工、商的形式力争纳入自己的系列化生产体系之内，以便能更直接地起到补偿、增强和壮大的涵养作用。这不仅是为着本部门的经济效益，更重要的是为着对全社会始终有贡献的草地系统的生态平衡上。

由上可见，草地牧业生产是以草地生态系统为对象的系列化生产过程，牵涉的因素极其复杂，构成的生产环节又相当有序。这就要求必须从草地生态经济学的角度出发给予精细地组织。如此，这样一些原则将显得特别重要：

（1）综合平衡：即草地系统的生态因素和生产因素等都能相处在一种相互和谐、彼此照应的良好状态上，这是生态平衡和持续生产的基本前提。

（2）因地制宜：即根据生态适宜性和社会经济适宜性进行生产设计和安排的一种策略。它取决于一定生态经济区域的诸多因素的相关规定性，实际上是对生产设计优化方案的一种努力和探讨。

（3）营养匹配：草地牧业生产的最终产品是具有使用价值的畜产品。而要获得畜产品，总是以饲养家畜开始。因此家畜营养学原理将显得十分重要。必须结合家畜生产特点供给

适宜的饲料。是产奶和役用畜，则以能量饲料为主；是生长幼畜或产肉及多繁母畜，则应提供高蛋白饲料，即为营养匹配的原则。

(4) 适度规模：草地生产应考虑到一定的规模数量。这里不仅是草畜平衡的问题，还要考虑到经营管理的能力和经济效益，同时更重要的还必须考虑到所经营的生产项目在区域经济中的地位和影响力。无市场预测观点盲目发展某种畜产品，有时会造成抑价伤农的挫折；而如果经营规模过小，不仅在管理经济上不合算，而且因不能形成产业优势，很难得到长足发展。

(5) 效率效益：所谓效率即经营成本的经济有效性，也即从事生产必须有利可图，这样才能刺激生产者的积极性，使草地生产持续进行。所谓效益，即通过生产而获得多方面的好处。这里主要指生态、社会及经济效益的结合。

(6) 草畜平衡：这是草地牧业生产必须考虑到的一个最基本问题。牧草生产的季节性和家畜生产营养需求的相对稳定性，要求任何畜牧生产设计者得首先处理好这一问题，不能超载过牧，不能单纯追求家畜数量，否则给草地和家畜都会招致不必要的损失。

(7) 积极流通：草地牧业生产的产品，在市场经济导向的社会里，毫无疑问应视作商品看待，积极参与到流通领域中来。只管生产，不问流通，是不符合草地生态经济学基本原理的。草地生产的劳动付出是否能得到合理补偿，生产方案的选定及经营管理的科学性是否有效，都要在市场经济的基本运行规律中得到验证。由生产部门积极主动地参与流通，比经由其他社会经济部门被动地引入市场，对草地生产会获得更多、更实际的好处。特别是在工、农产品存在严重“剪刀差”的情况下，这种参与实在是太必要了。通过流通可调整和增强草地生产自身的实力基础，从草地生态经济学的角度出发，显然是态度越积极越好。

(三) 系统分析构成草地分析与生产设计的基本理论方法 系统分析的理论方法，已成为研究草地这一复杂生态系统最有效的方法之一。与许多生态学家的看法不同，系统分析是以一种系统的、科学的方法对复杂问题求解，其中肯定地要大量涉及到一系列应用数学技术和概念，但它绝不是一种数学技术，也不是一类数学技术，而是一种广义的研究工作策略。它是用整体的观点和综合的方法来研究问题，旨在帮助提供决策人选择一种合理路线的思路，预测一种或几种合乎决策人意图的行动路线的选择方案。在特别有利的情况下，由系统分析所指出的行动路线应是在某些特定或确定的方式中“最佳”的选择。

系统分析的理论主要包括运筹学、信息论和控制论等内容。其中运筹学内容较为丰富，包括规划论、决策论、对策论、网络论、排队论、库存论、搜索论、系统模拟、系统预测等问题，是应用分析、试验、量化的方法对经济管理系统中人力、物力、财力等资源进行统筹安排，为决策者提供可选择的最优方案，以实现最有效管理。

信息论研究信息的特征、信息的产生、传输和处理问题。草地生态经济系统中，存在着大量的信息源和信息通道。任何特征变量都可看作是一种信息，表现为一种运动的物质形态，如传粉昆虫与花香色彩、季相与物候期、环境条件与生产潜力、天气状况与产量预测、草地的质量与家畜体质，以及土地养分、枯枝落叶腐殖质层积累、草地的承载能力、水土保持状况、家畜的各种生产行为等等，均给我们以大量的判知信息，并因此奠定了控制论的基础。

草地生态系统中,信息的传输与物质和能流的传输途径紧密联系,呈一多通路的网络结构;信息的容量常与系统结构的复杂性相一致。一个相对稳定有序的草地系统,其信息流的通道和容量也相对正规稳定,反之则扰动紊乱、无序可控。信息的反馈性为草地优化管理和生产设计提供了重要依据。

控制论是研究包括人在内的生物系统和包括工程在内的非生物系统、以及与二者有关的社会经济系统内部通信、控制、调节、组织、平衡、稳定、计算及其与周围环境相互作用或反馈的各种自然科学和社会科学的统一的科学方法论。草地科学的“边缘化”和“交叉性”,使其很容易接受控制论的唯物辩证思想方法。控制论认为一切控制论系统都可以通过不断改进的信息传输加以认识,通过适当的手段加以控制。这正是草地分析与生产设计所着手的基本问题。控制论使有可能把草地生态系统中的物质因素和非物质因素、有生命形式和无生命过程的动态并联起来加以整体研究。

控制论在本质上并不依赖于物理定律和物质的性质,虽是一种机器理论,但研究的不是物件而是其动作方式。

控制论的产生并不意味着发现物质运动的某种特殊形式,与一般系统论相似,它不是把物质运动本身作为对象,而是把代表物质运动的事物因素之间的动态关系当作对象。在此,有些关系是直接的,有些关系并不直接,而要通过信息通道,表现为信息。

控制论是研究某种过程的新方法,功能方法本身是其对象。其着眼点在于这些系统中的信息和管理的过程。

控制论采用了系统和动态的观点、结构和功能的观点、行为和目标的观点,以及信息与控制的观点。所有这些观点均统一在认识和把握自然与经济系统的各种现象与进展过程的基础上。其重点是分析系统行为和被研究对象的信息—调节方面。控制论研究的是控制论系统,而草地生态经济系统完全具备控制论系统的基本特征属性,表现在:

1. 受控性 即系统的可调节性和稳定性。这是草地生态系统的基本属性之一。草地的周期性再生产和持续利用,集中地体现了这一特性。力求草地生态平衡正是利用着这一宝贵特性。作为一开放的受控系统。对草地系统的任何外界激励和干预,都会引起系统的响应,意味着可以找到改变系统内部状态或外部行为(响应)的控制(输入)变量(即手段)。草地生产经营的一切措施及手段的应用,莫不以此为基础。

2. 目标性 即行为的目的性。草地系统的目的性特征,主要表现在在控制作用的影响下,能改变自身的原有状态而进入某种目的状态。对系统进行控制是为了保证系统能在变化着的外部条件下完成某种有目的的行为,草地控制论系统有多种多样的行为,如预测、计划、生产、管理、工程、科研、流通、消费行为等。所有这些行为都力求按系统的某种目的、以某种方式执行某种功能。广义的控制目的是:

保持系统的原有状态,一旦发生偏离,就要使它复原;

引导系统的状态使它变到一种新的预期的状态。

草地系统的控制目的无非是要达到各种行为目的“最优”。如实现生态平衡、有效利用资源、降低生产成本等。系统的目标性,常通过在各种可能的允许控制方案中选择合理的目标函数来实现。而这首先要求必须得具备丰富的专业知识和经验才能作出。

3. 因果性 即功能系统中各客体间所存在着的一种回答性因果关系。由于系统各组分