

农牧业系统管理

马凤阳 罗庆成主编 金玉岭 安志云副主编

浙江大学出版社

**NONGMUYE
XITONG
GUANLI**



前 言

我国著名科学家、“世界级科技与工程名人”钱学森教授说：“中央领导同志多次指出，我们现在不但科学技术水平低，而且组织管理水平也低，后者影响前者。要解决组织管理水平低的问题，首先要认识这个问题，要认识这个问题的严重性。只有充分认识我们的管理水平低、管理工作存在着混乱的情况，我们才能够切实地总结经验教训，不但学习和掌握先进的科学技术，而且要学习和掌握合乎科学的先进的组织管理方法。否则，我们会继续浪费时间、人力和资金，就不能完成我们在本世纪内要完成的宏伟任务。”^①

为了促进农牧业组织管理水平的提高，帮助农牧业工作者学习和掌握适用于农牧业的先进的组织管理方法，上海经济区灰色系统研究会浙江分会和绍兴县政府组织有关专家学者，在系统总结实际经验、吸取新的研究成果的基础上编著了这本书。全书分为三部分：一是“基础篇”，浅显地介绍了系统理论、系统管理和系统模型的基本知识；二是“方法篇”，通俗地讲述了网络分析、价值分析、边际分析、投入产出、结构优化和系统动态模拟等方法，并进行了实用案例分析；三是“过程篇”，突出了系统管理过程为“三步曲”的思想，强调系统信息和预测是前提，系统决策（包括可行性论证）是关键，系统控制是保证。

本书由马凤阳、罗庆成担任主编，金玉岭、安志云担任副主编，参加编著者有：

^①钱学森等著：《论系统工程》，1982年，湖南科技出版社，第7页。

吉林省通化市畜牧局马凤阳；

吉林省辉南县农业区划办公室金玉岭、李长林、张淑华；

杭州市农业局安志云、罗惠良、吕志福；

豫西农业专科学校李光忠、王占彬；

浙江省农科院畜牧兽医研究所徐士清；

浙江农业大学经济管理系罗庆成、张若健、费建良。

我们在编著时考虑到农牧业工作者的目前情况，尽量把难懂的现代数学方法写得通俗些。本书适合于农牧企业与有关部门同志阅读，或供农业院校、有关培训班作教材。

由于系统管理是一门“杂交”性新学科，无论在理论和方法上均有许多地方有待进一步研究和开拓。现在我们把她作为“引玉之砖”奉献给读者，恳切希望得到批评指正。

马凤阳 罗庆成

1989年6月11日

目 录

基 础 篇

第一章 系统理论浅释

- § 1 系统含义与分类..... (1)
- § 2 系统的特征与描述..... (5)
- § 3 一般系统论..... (8)
- § 4 非平衡系统论..... (9)
- § 5 灰色系统理论..... (12)

第二章 系统管理综述

- § 1 系统管理的含义和特点..... (16)
- § 2 系统管理的方法..... (19)
- § 3 系统管理的意义..... (21)

第三章 系统模型化概论

- § 1 什么叫系统模型化..... (26)
- § 2 农牧业系统模型分类..... (28)
- § 3 农牧业系统模型化的特点和意义..... (30)
- § 4 农牧业系统模型化的过程..... (33)

方 法 篇

第四章 网络分析法

- § 1 网络分析法的实际意义..... (35)
- § 2 怎样绘制网络图..... (37)
- § 3 如何进行网络分析..... (42)
- § 4 用于时间——资源优化实例..... (45)

第五章 价值分析(成本控制)法

- § 1 什么叫价值分析..... (48)
- § 2 价值分析的内容..... (50)
- § 3 价值分析的步骤..... (51)
- § 4 用于成本控制的实例..... (55)

第六章 边际分析法

- § 1 概 述..... (57)
- § 2 用于确定资源投入 适 量..... (59)
- § 3 用于合理分派 资 源..... (61)
- § 4 用于最优生产 组 合..... (63)

第七章 投入产出法

- § 1 概 述..... (65)
- § 2 “参数库”——投入产出 参 数..... (73)
- § 3 “望远镜”——系统 预 测..... (76)
- § 4 “远景图”——制定 规 划..... (79)
- § 5 “平衡仪”——总体 协 调..... (84)
- § 6 “分析器”——系统 分 析..... (85)

第八章 线性规划法

- § 1 线性规划的共同 特 征..... (89)
- § 2 畜牧业生产结构 优 化..... (92)
- § 3 饲料配方 优 化..... (95)
- § 4 灰色投入产出 优 化..... (100)
- § 5 嵌套式灰色系统结构 优 化..... (107)
- § 6 漂移式系统结构 优 化..... (112)

第九章 系统动态模拟法

- § 1 系统模拟 概 述..... (117)
- § 2 SD 的特点和步 骤..... (120)
- § 3 绘制 SD流 图..... (123)
- § 4 SD 方程与 DYNAMO 语 言..... (125)

§ 5 SD 源程序实例	(127)
--------------	---------

过 程 篇

第十章 信息保证

§ 1 什么叫信息	(129)
§ 2 为什么要有信息保证	(132)
§ 3 如何建立信息保证	(134)
§ 4 浅谈“决策支持系统”	(138)

第十一章 系统预测

§ 1 概 述	(140)
§ 2 单序列残差辨识法	(144)
§ 3 灰色系统预测模型	(154)
§ 4 后验标准差检验	(163)

第十二章 可行性论证

§ 1 概 述	(167)
§ 2 投资项目效益论证的方法	(172)
§ 3 综合评价法	(178)
§ 4 投资项目管理	(180)

第十三章 系统决策

§ 1 系统决策的特点与类别	(190)
§ 2 系统决策的原则和方法	(192)
§ 3 多目标模糊决策	(194)
§ 4 灰色局势决策	(202)

第十四章 系统控制

§ 1 系统控制的意义	(209)
§ 2 系统控制的原理和方法	(212)
§ 3 农业系统控制实例	(217)

参考文献	(220)
------	---------

基 础 篇

第一章 系统理论浅释

§ 1 系统含义与分类

一、系统的含义

人们对“系统”(System)这一概念并不陌生,在讲话、写文章时常用它。特别是系统论问世之后,这个术语成为各门学科竞相研究的范畴,也深深扎根于日常生活之中。

我国古代《申鉴·时事》中曾记载过这样一个故事:有个人到森林中看见别人布网捕雀,捕到的雀都是一个鸟头钻进一个网眼。这个人回家后,用短绳结成许多互不联结的小绳圈。他想,既然一只雀只钻一个网眼,用小绳圈网雀岂不比织大网省事吗?不言而喻,这是个笑话。

在这则笑话里蕴藏着“系统”思想的真谛。网虽然是由网眼组成的,但在质和功能上都有别于单个的小绳圈。因为网中的各个网眼都不是孤立存在的,而是互相联系、相互制约地联结在一起,所以它才具有单个小绳圈所不具有的网雀功能。这样的网就是一个“系统”,每个网眼就是这个系统的有机组成部分,称之为系统的要素。

系统工程所要研究的“系统”,有它特定的含义。用我国著名科学家钱学森同志的话来说,就是“由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合成的具有特定功能的有机整体,

而这个‘系统’本身又是它必从属的一个更大系统的组成部分”。

农牧业是一个由“自然环境-生物-人类社会”相互交织在一起的复杂系统。它的特定功能就是通过生物转化生产人们需要的食物、工业原料、生物能源（如沼气）；同时，又通过生物本身的存在（如牲畜粪便、草地），进一步改造自然，创造一个人类和生物本身所需要的适当环境。如果把我们的社会主义大农业看成是一个总系统（如图 1-1），那末种植业、林业、畜牧业、工副业、渔业、其它业（虫业和微生物业等）就是农业这个总系统的分支系统。而这些分支系统，又是由若干细分系统、子系统、小系统结合而成。在这些复杂多变的大系统中，层次分明、等级森严，通过各层系统逐级的组合，而形成越来越高级，越来越庞大的系统。

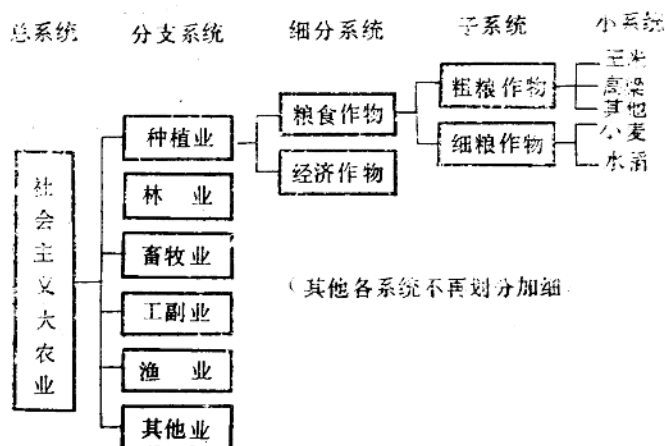


图1-1 农业系统层次结构

任何系统，都是大系统包含小系统，即母系统包含子系

统，同时也是小系统从属于大系统，即子系统从属于母系统。就拿农业来说，种植业这个分支系统，是整个农业的一个子系统；同时，又是粮食作物、经济作物这些细分系统的母系统，而整个社会主义大农业这个总系统，对种植业等分支系统来说，它是一个很大的母系统；对整个国民经济这个更大系统来说，它就是一个子系统，而从属于“国民经济”这个母系统。我们懂得了“系统”这一概念，就能更自觉地履行“局部服从全部”这个原则了。

“系统”这一概念，来源于人类的社会实践。朴素的系统概念，不论是在中国或者西方很早就出现了。古中国和古希腊的朴素唯物主义思想家，把自然界当作一个统一体，就是这种朴素的系统思想的反映，不过，这种认识还不完全、不深刻，随着科学技术的不断发展，人类在宏观世界和微观世界的进军中，逐步揭示出客观事物的发展规律，提出了系统理论。

二、系统的类别

在我们现实生活中，到处都是系统。一个人是一个复杂系统，它包括神经系统、呼吸系统、循环系统、消化系统、排泄系统、生殖系统、内分泌系统和运动系统等若干子系统。一个县也是大系统，它不仅包括农业系统、工交系统、基建系统、商业系统、文教系统等经济方面的子系统，而且还包括党政系统、工会系统、农会系统、共青团系统、少先队系统、妇联系统和民兵武装系统等若干社会方面的子系统。总之，系统无处不有，无时不在，形形色色，千差万别。根据系统的形态、性质，从不同角度出發，进行以下各种分类。

1. 自然系统与人工系统 自然系统是自然力生成的自

然物的集合体。例如，生物系统。人工系统是为了达到人类的某些要求，而由人工设计、改造、建造起来的各种要素集合体。例如农牧业生产系统、农村运输系统、农业经营管理系统。这是从系统的生成来分类。

2. 封闭系统与开放系统 系统与外界环境之间没有任何物质、能量、信息交换的系统，称之为孤立系统；只有物质、能量交换，而没有信息交换的系统，称之为封闭系统；具有物质、能量、信息三种交换的系统，称之为开放系统。这是从系统与环境的关系来分类。

3. 静态系统与动态系统 所谓静态系统，是指反映其特征的状态变量不随时间而变化的系统。所谓动态系统，是指系统状态取决于状态变量，而状态变量随时间变化的系统。也就是说，系统的状态变量是时间的函数（函数就是“决定于”或“因……而变化”的意思）。即系统的状态“决定于”时间或“因时间的变化而变化”。这是从系统状态来分类。

4. 实体系统和概念系统 实体系统的组成元素是具有实体的物质。例如，由农机具、种籽、能源、生物等所组成的系统。而概念系统则是由原理、原则、方法、制度、程序、概念等组成的系统。例如，农牧业系统开发总体设计，就是概念系统。后者为前者提供服务，而前者是后者的服务对象。这是从系统元素来分类。

5. 复合系统 实际上，大多数农牧业系统，都是复合系统。它们既是自然系统，又是人工系统；既有实体系统，又有概念系统；它们与环境有着密切的联系，而且是不断发展变化的。因此，农牧业系统管理研究的系统，往往都是复合系统。

§ 2 系统的特征与分类

一、系统的特征

农牧业系统管理所研究的系统，是具有以下基本特征的系统。

(1) 整体性。指农牧业系统是由两个以上元素组成的整体。这里说的元素，也是多种多样的，但归结起来不外乎“物资、能量、信息”这三个方面。各元素具有不同的性能和作用，它们之间的相互关系及元素与系统之间的关系，必须以整体功能最佳为原则进行协调，统一为一个有机整体。如果各个元素不能整体协调、有机统一，即使每个元素再好，也只不过是一盘散砂，故不能称为系统。

(2) 相关性。指农牧业系统各要素之间相互作用、相互依赖的特定关系。如农业系统的农、林、牧、副、渔、虫、微生物、工商服务等各业之间，就是相互依存、互相促进的关系。因此，发展社会主义大农业决不能搞“以粮为纲，一刀砍光”。

(3) 目的性。指农牧业系统要有明确的目的。我们设计、开发任何一个农业系统，都是为了获得它的某些功能，达到某一些预定的目的。如设计一个防护林系统，是为了防风固砂，保持水土，恢复并保持生态平衡。

(4) 层次性。指任何农牧业系统都是层次分明的。第一个层次是总系统，第二个层次是分支系统，第三个层次是细分系统，第四个层次是子系统，第五个层次是小系统。系统内部划分多少层次，应从实际出发。各个层次，都有自己不同的运动（发展变化）形式、功能和属性。

(5) 适应性。指农牧业系统离不开社会、经济、自然

环境，并与之相适应的程度。农牧业系统只有适应环境，才能生存、发展，不断地“良性循环”；同时，农牧业系统也只有能动地维护和改善环境，才能有生命力，并能“永续利用”。

对于农牧业这样复杂的大系统来说，除了具有上述基本特征之外，还有以下几大特点。

(1) 大型性。不仅规模大，而且层次多，元素多。

(2) 多目标性。不能只有一个目的，而应兼顾各种目标，如社会效益、经济效益、生态效益等目的。

(3) 复杂性。系统内部各元素之间、元素与系统之间及各层次系统之间的关系是错综复杂，真是“牵一发而动全身”。因此，农牧业系统开发必须兼顾各种关系。

(4) 模糊性。农牧业系统难以绝对地定义它的内涵（即概念所反映的对象的特有属性、本质属性）和外延（即概念所反映的对象的总和），难以度量，失误和隐患不易觉察。

二、系统的描述

1. 用集合描述系统 所谓集合，就是由具有某种共同点的个体构成的集体。这里必须注意两点：第一，集合是指某一类事物的全体，而不是指其中的个别事物；第二，集合中包含的事物存在着一种确定的隶属关系。

集合，通常用大写英文字母A、B、X、Y……表示。它的元素，用小写英文字母a、b、x、y……表示。用集合的概念可以描述复杂的系统。

例1 x是A系统的一个元素，记为

$$x \in A$$

读作x属于A（“ $\in$ ”表示前者属于后者）。

例2 以 a_1, a_2, a_3, a_4 为元素的系统, 可记为

$$A = \{ a_1, a_2, a_3, a_4 \}$$

$$= \{ a_4, a_2, a_3, a_1 \}$$

含有元素相同, 前后顺序不同, 仍表示同一系统(集合)。这种方法直观, 但只能表示有限集(即集合成员有限的集)。

例3 以属于 R 的元素 $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ 构成的系统, 记为

$$A = \{ a_i \mid a_i \in R, i = 1, 2, 3, \dots, n \}$$

式中, A 表示系统;花括号 $\{ \}$ 表示集合(系统)的构成; a 表示构成系统的元素; i 表示构成系统的元素的数量; $\in$ 表示前者属于后者; R 表示定义域(即系统存在的范围); $|$ 竖表示左边的 a_i 必须符合右边的条件。

2. 用韦恩图描述系统 所谓韦恩(Venn)图, 就是圆、矩形等封闭图形。用韦恩图描述系统, 比较直观。

例如, 有 A, B 两个系统, A 的元素是1, 3, 5三种作物; B 的元素是1, 2, 3, 4, 5, 6六种作物。则可表示为图1-2。

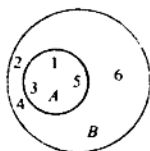


图1-2 韦恩图

图1-2表示“ $A \subset B$ ”, 即 A 包含于 B 中, 也就是 A 的元素1、3、5包含在 B 这个系统中。换句话说, 就是 B 系统包括 A 系统的所有元素。

3. 用框图描述系统 农业系统的框图如图1-3所示。图中, S 表示农业系统状态与系统处理; $\bar{S}$ 表示农业系统的

环境。

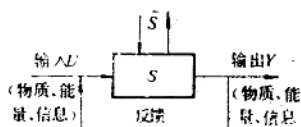


图1-3 框图

图1-3表示,这个农业系统是具有输入和输出功能的有机整体,它的发展变化过程是:输入物质、能量、信息后,经过系统内进行处理,输出新的物质、能量、信息。在发展变化过程中,要利用反馈(这些概念见“控制篇”)进行有效控制;同时,它与环境进行物质、能量、信息的交换。

4. 用数学模型描述系统(见第三章)。

§ 3 一般系统论

系统论、信息论和控制论是本世纪40年代形成和发展起来的,统称为“老三论”,是系统工程的重要理论基础。

系统论,也称普通系统论。是1947年美籍奥地利生物学家路·冯·贝塔朗菲首先提出的一门逻辑和数学领域的科学。

贝塔朗菲提出了下列三个基本观点:

(1) 系统观点。一切有机体都是一个系统(整体),是由部分有机结合而成的整体,而机械论却以“简单相加”来描述有机体。

(2) 动态观点。一切有机体本身都处于积极的运动状态,而机械论则把生命现象简单地比作“机器”。

(3) 等级观点,各种有机体都是按严格的等级组织起

来的，层次分明，而机械论则认为有机体不是通过各层系统逐级组合的。

普通系统论（General Systems Theory）主张从整体上、从系统单元的普遍联系上去综合考察客观世界。它的原理对自然界和人类社会具有普遍意义。

有关信息论、控制论，请见“过程篇”。

“老三论”同中有异。其共同点是把对象作为包含信息流和控制机制的有机整体来考察，并有共同的研究方法。它们的研究对象分别是一般系统、通讯系统和控制系统。著名科学家钱学森主张“三论归一”，即归为系统论。

§ 4 非平衡系统论

“老三论”的思想是符合唯物辩证法的，因为它提出了系统的基本观点和特征，并把系统的层次性、有序性同系统结构稳定性联系起来。所谓有序性，就是不可逆性。只有“有序”，系统结构才能稳定。种植庄稼必须经过整地、下种、田间管理，最后收割。这个不可逆的过程，就叫有序性。

那么，系统的这种有序性及其结构的稳定性是怎么产生的呢？“老三论”没有作出满意的回答，而非平衡系统论（即“新三论”）作出了满意的回答。

一、耗散结构（Dissipative Structure）

耗散结构理论，是比利时布鲁尔学派的领导人、物理学家普里高津（I·Prigogine）教授，花费了近20年的心血研究不可逆现象，建立起来的非平衡系统理论。他认为，一个开放系统在远离平衡状态时，可能出现新的有序结构。这种

远离平衡状态的有序（稳定）结构，就叫耗散结构。一个系统形成耗散结构，至少需要四个条件：

1. 必须是开放系统 一个孤立系统，将自发地趋于无序，代表无序程度的物理量（熵）就自发地趋于极大。历史经验证明，一个国家长期闭关锁国，必然处于停滞和落后状态。

一个开放系统，可以通过与外界交换物质和能量，从外界引入负熵流来抵销自身熵（无效能）的增加，使系统总熵减少甚至出现负熵，才能从无序走向有序。我们要建设有中国特色的社会主义，必须坚持对外开放、对内搞活这一根本政策，吸收外国先进的科学技术和管理经验（即负熵），才能加快现代化建设的步伐。当然，对外开放也可能流入一些“精神鸦片”（正熵），促进社会向无序化方向退化。这是应当注意的。

2. 必须远离平衡态 一个系统如果不再随时间变化，就叫“平衡态”。这时的系统，处于熵极大的混沌无序状态。如果系统处于离平衡态不远的近平衡区，即使与外界交换物质和信息，也不会产生新的有序结构。只有处于远离平衡态的系统，才能形成新的有序结构。因此，普里高津认为“非平衡是有序之源”。一种自封、僵化的社会系统，只能是停滞、落后，最后被历史淘汰。党的十一届三中全会以后，打破了“大锅饭”，改变了绝对平均主义的经济政策，鼓励劳动致富，一部分人先富带动大家共同富裕，就是这种远离平衡态所形成的稳定的有序结构。

3. 必须存在着非线性的相互作用，即协同作用（相干效应）。一个开放系统，即使引入负熵流，如果不存在非线性的相互作用，也不可能产生新的有序结构。一个国家或一

个单位,如果内部不团结协作,即使从外界引入先进的科学技术(负熵流),也不可能消化吸收和创新。只有协同作用,才能使系统向有序化方面不断发展。

4. 必须通过“涨落导致有序” 涨落是指系统中某个变量和行为,对平均值发生的偏离,它使系统离开原来的状态和轨道。系统处于不同状态,涨落的作用不同。当系统处于稳定状态时,涨落是一种干扰,导致无序。此时,系统具有抗干扰的能力,迫使涨落逐步衰退。当系统处于不稳定状态时,涨落能使系统跃进到一个新的有序状态。

二、协同学(Synergetics)

协同学是西德的理论物理学哈肯(H. Haken)及其学派建立起来的一门新学科。它导源于现代物理学、应用统计学和动力学,是研究和比较不同领域中多元系统元素之间合作效应的理论。它揭示出不同系统间存在着的从无序到有序,从不稳定到稳定,都具有目的性的相似特征,并把耗散结构理论从远离平衡态的开放系统推广到平衡态的封闭系统,从而使系统论不仅能解释生命现象,还能解释非生命现象。

把协同学引入社会经济研究,考察社会、经济系统在外界条件的影响和在内部各子系统间的协同作用(即非线性的相互作用)下,如何对外开放、对内搞活,促进系统良性循环,建立稳定的有序结构。

三、突变论(Catastrophe)

突变论是60年代中期,法国数学家托姆(R. Thom)首先提出的。它是研究系统性态突然变化,描述系统从一种稳定态到另一种稳定态的专门理论。在自然界和人类社会中,存在着两种突变。一种是破坏性、灾难性突变,如船舶