




# 系统动物营养学导论

AN INTRODUCTION TO  
SYSTEMS-NUTRITION OF ANIMALS

卢德勋 著

Lu De-Xun

 中国农业出版社

国家科学技术学术著作出版基金资助出版

# 系统动物营养学导论

AN INTRODUCTION TO  
SYSTEMS – NUTRITION OF ANIMALS

卢德勋 著

Lu De – Xun

中国农业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

系统动物营养学导论/卢德勋著. —北京: 中国农业出版社, 2004.5

ISBN 7-109-08857-X

I. 系... II. 卢... III. 动物-营养(生物)  
IV. S816

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 039976 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 薛允平

---

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月北京第 1 次印刷

---

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 29.25 插页: 1

字数: 670 千字 印数: 1~3 000 册

定价: 100.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

# 序

本书是卢德勋博士 10 多年前，在国内首先倡导将系统科学的原则和方法应用于动物营养学的研究领域，即提出“系统动物营养学”（Animal Systems-Nutrition）发展战略以来介绍该新学科的一本“导论”性学术专著。本书已获 2003 年度国家科学技术学术著作出版基金的资助，并被列为中国农业出版社本年度重点图书出版计划。本书的出版将对我国动物营养学发展产生重要影响，并对我国动物营养科学的研究走向世界有重要促进作用。

卢博士及其共同工作者 10 多年来在不断探索与实践中，不断提出了一系列新的理论，新的概念和新的技术，诸如，他提出“动物营养系统”，“动物自我营养调控功能”等新的概念和新的理论概括，为在动物营养学研究中利用系统科学原理与方法奠定了基础。又如，他在动物营养调控理论方面，提出了国际上先进的“系统整体营养调控理论和技术”。根据这个“理论与技术”，他在反刍动物饲料工业中间提出了开发营养调控型饲料产品系列的发展战略。他带领内蒙古畜牧科学院动物营养研究室，在过去 10 多年中不断深化科研体制改革，积极实施知识创新和成果转化工程，建立产、学、研一体的工程中心发展模式，这些都已在生产中产生了显著的效益，做出了突出的贡献。

目前，这个“系统整体营养调控理论和技术”已被列入全国“动物营养学”的教材，并在应用中间取得了明显效果。

综观本书目录，第一篇绪论，是作者为系统动物营养学的研究对象、性质及其产生和发展，作了一个概括性的介绍；第二篇及第三篇十分重要，是本书的核心内容，即“动物营养系统及其调控”和“系统动物营养学研究技术”。

实现营养调控是系统动物营养学主要研究目标。作者首次提出“动物营养系统”这个新概念，为系统动物营养学确定了研究对象。

作者首次提出的“动物机体自我调控功能”的新概念，为揭示动物机体本身固有的营养调控功能的本质和人类利用这一生命功能进行营养调控奠定了理论基础。

还有，作者首次提出“系统整体营养调控理论和技术”，它使系统动物营养学真正成为一门以控制科学论为基本特征的现代科学奠定了理论基础。

第四篇动物营养工程，作者首次提出了动物营养工程技术这一系统集成型的技术模式，为改造传统技术，将动物营养理论真正运用于饲养实践提供了科学有效的技术

## 序

手段。它为大力开展营养调控型产品的研制和开发，推进产业化进程确立了科学理论基础。

为此，“系统动物营养学”的出版，应该说是在我国动物营养学界的一件开创性工作。全书内容也是在充分吸取了国际上“系统生理学”、“系统生态学”和“生物控制论”等新学科的发展经验，以国际上最新的研究成果为营养源而取得富有创新精神的成果。

本书在理论创新上有特色。全书提出的“动物营养系统”、“动物自我营养调控功能”、“系统整体营养调控理论”和“营养工程技术”等学术见解，都属于我国学者原创性的科学研究成果。该书的出版对提高我国畜牧科学和家畜科学饲养水平有重要应用价值。

杨 胜

2004年2月于中国农业大学

# 前 言

动物营养理论是动物养殖业科学饲养的理论和技術基础。迄今为止，动物营养科学已经走过了210多年的历史发展进程，经过历代科学家的不懈努力，已逐步形成一门以实验事实为依据，以周密观察和严密的逻辑体系相结合为特征的完整的现代学科体系。随着养殖业集约化的不断发展和生物科学的飞跃进步，现在世界范围内整个动物营养学的面貌正在发生着巨大而深刻的变化。这些变化可以概括为两个方面，一是动物营养学正处于一个由以描述为主的科学阶段向控制科学阶段的战略转变时期；二是动物营养学不再是一门纯理论的科学，已成为一门以现代理论研究为基础的生物技术科学。从根本上讲，动物营养学的学科整体思维方式当前正在经历着由“分析时代”向“系统时代”的历史转变。这种转变必将对动物营养学学科体系、研究内容和研究方法带来极其深刻的影响。世界动物营养学正面临着改革和发展两大课题。

面对世界动物营养学这一不可抗拒的历史发展潮流，我这个在动物营养学领域苦苦耕耘了40多载的老兵，一直在思考着这样一个问题：未来的动物营养学会是一个什么样子？我国动物营养学的研究如何从整体走向世界，才能无愧于我们这个伟大的民族，无愧于这个伟大的时代？通过长期的学习和实践，我慢慢悟懂了一个道理：创新是任何一门学科的灵魂和永葆生机的发展源泉。实践没有止境，创新也就没有止境。坚持与时俱进是一个科学工作者毕生坚持的治学之道。在动物营养学领域坚持与时俱进就是要体现时代性，富于创造性，在科学实践基础上坚持理论创新和技术创新。坚持与时俱进，不断创新迫切要求我们动物营养科学工作者要有巨大的理论勇气，善于总结动物营养科学和技术新成果和新经验，善于继承传统动物营养学的一切有益成果，在理论上不断扩展新视野，做出新概括。只有这样，才能把动物营养学的发展水平不断提高到新高度。为了动物营养学理论的“与时俱进”，我几乎花去了大半生的宝贵时光在不懈地苦苦探索、探索……。我第一次接触动物营养学理论还是在20世纪50年代，随着学习的深入，我对传统动物营养学中间纷繁复杂的学术矛盾感到困惑。我从青年时代起一直酷爱哲学。当时我试图从哲学的角度来解开这些谜团，但是这一努力失败了。我当时所掌握的动物营养学的知识实在太肤浅了，根本不具备解开这些谜团的基本素质和条件。到20世纪80年代初，我有幸在澳大利亚攻读博士学位，在学习中间接触到了世界动物营养学研究的前沿，再一次唤起了我进入这个诱人而又令人困扰的领域的兴趣。四年多的海外求学使我意外地发现，我国动物营养学科与国外最大的差距还在研究思路；深切地体验到了世界动物营养学学科思维方式正由“分析时代”进入“系统时代”这一股不可阻挡潮流的涌动。1986年底回国后，我即开始了在动物营养学中应用系统科学理论和方法的苦苦探索。我的探索曾得到了张子仪院士、杨胜教授、杨诗兴教授等多位老一辈动物营养学家的热情关怀和支持。他们曾经多次给予指导。在关键时刻，这些鼓励、支持和帮助是何等珍贵啊！在本书写作过程中，张子仪院

## 前 言

士曾给予大力支持和鼓励，并提出了许多宝贵意见。杨胜教授亲自为本书做序。在此，对两位先生表示最衷心的感谢。

现在摆在读者面前的这部近四十万字的学术专著凝结了我和我的同事、学生们 20 多年在动物营养学领域应用系统科学理论和方法苦苦探索的结果。由于本书所涉及的领域几乎包括对传统动物营养学学科体系、研究内容和研究方法等各个方面，接触到了世界动物营养学的几乎所有的前沿领域。有些观点还带有研究性和探讨性；有些方法还有待于更多的科学实践。因此，该书不是提供最后结论，而是为新的思考和探索提供线索，希望能吸引更多的有志之士来进行新的开拓。这是我这个动物营养学界老兵为系统动物营养学的发展奉上的一颗永远年轻的心。年轻人努力呵！希望在你们身上。

该书的酝酿和写作几乎经历了十五个年头。如果没有中国农业出版社李锦明和薛允平编辑的支持和帮助，该书的出版几乎是不可能的。在最后的十个多月的写作阶段，我曾获得过我的许多同事、学生们和院领导的大力支持和帮助。这里，特别要提到的是刘永志院长、吴志瑞书记、高民博士、牛文艺、张博、李亚奎和董晓玲、任彩霞等同志，在这里我对所有为此书的出版做出贡献的人们一并表示最衷心地感谢。十个多月来，我的女儿卢媛为全书的排版、制图付出了巨大的心血，妻子冯允义默默地为我的写作给予支持和鼓励。我在事业上每前进一步，都浸透了她们对我深深的爱，我为她们感到骄傲和自豪。

卢德勋

2003 年 10 月 21 日于呼和浩特

# 目 录

序  
前言

## 第一篇 绪 论

<b>第一章 系统动物营养学的研究对象和性质</b> .....	1
<b>第一节 系统动物营养学的定义和性质</b> .....	1
一、动物营养系统是系统动物营养学的研究对象 .....	1
二、现代系统科学思维方式是系统动物营养学学科整体思维方式 .....	2
三、实现营养调控是系统动物营养学的主要研究目标 .....	3
四、系统动物营养学边缘科学性质 .....	3
<b>第二节 系统动物营养学与传统动物营养学的区别</b> .....	3
一、研究对象 .....	4
二、学科整体思维方式 .....	4
三、学科体系和研究内容 .....	4
四、研究方法 .....	5
<b>第二章 系统动物营养学的整体思维方式</b> .....	7
<b>第一节 学科整体思维方式的重要性</b> .....	7
<b>第二节 系统动物营养学整体思维方式的特点</b> .....	8
一、传统动物营养学的思维方式 .....	8
二、系统动物营养学的思维方式 .....	9
<b>第三章 系统动物营养学的产生和发展</b> .....	11
<b>第一节 系统动物营养学产生的历史背景</b> .....	11
一、动物营养学发展历史概述 .....	11
二、系统动物营养学诞生于动物营养发展的关键时期 .....	13
<b>第二节 系统动物营养学的发展和展望</b> .....	13

## 第二篇 动物营养系统及其调控

<b>第四章 动物营养系统分析</b> .....	15
<b>第一节 动物营养系统的基本概念</b> .....	15
一、系统的概念 .....	15
二、动物营养系统定义和特征 .....	17
三、动物营养学研究对象的战略性转变 .....	19
<b>第二节 动物营养系统的结构</b> .....	20



## 目 录

一、结构的一般概念 .....	20
二、动物营养系统的结构组成分析 .....	21
三、动物消化道在动物营养系统结构中的特殊位置 .....	22
四、肝脏在动物营养系统中间的核心位置 .....	29
<b>第三节 动物营养系统功能 .....</b>	<b>30</b>
一、能量流动和利用 .....	30
二、营养物质的循环、转化和利用 .....	33
三、信息传递 .....	35
<b>第五章 动物营养系统内营养物质转化和利用 .....</b>	<b>37</b>
<b>第一节 含氮物质 .....</b>	<b>37</b>
一、消化道层次 .....	37
二、肝脏 .....	40
三、肝外组织 .....	43
<b>第二节 葡萄糖和短链脂肪酸 .....</b>	<b>46</b>
一、消化道层次 .....	46
二、肝脏 .....	47
三、肝外组织 .....	50
<b>第三节 脂类的转化和利用 .....</b>	<b>51</b>
一、消化道层次 .....	51
二、肝外组织 .....	53
<b>第四节 水的循环 .....</b>	<b>54</b>
一、动物营养系统内水的来源 .....	55
二、动物营养系统水排出渠道 .....	56
三、动物营养系统内水平衡的调控 .....	57
<b>第五节 矿物质的转化和利用 .....</b>	<b>58</b>
一、钙 .....	59
二、磷 .....	60
三、钠 .....	61
四、钾 .....	62
五、氯 .....	62
六、镁 .....	62
七、硫 .....	63
八、微量元素 .....	64
<b>第六节 动物营养系统内各种营养物质转化和利用的整体观 .....</b>	<b>66</b>
一、各种营养物质转化和利用的特点 .....	67
二、各种营养物质转化和利用的协调 .....	67
三、各种营养物质转化和利用的调节 .....	68
<b>第六章 动物机体自我营养调控功能 .....</b>	<b>70</b>

第一节 动物机体自我营养调控功能的概念及其生理意义 .....	70
一、动物机体自我营养调控功能的提出及其概念 .....	70
二、动物营养系统自我营养调控功能的运行特征 .....	72
三、动物机体自我营养调控功能的生理意义 .....	73
第二节 采食调控 .....	74
一、择食性 .....	75
二、采食量调控 .....	76
三、采食调控机制理论概述 .....	80
第三节 营养物质代谢的稳衡控制 .....	83
一、前言 .....	83
二、蛋白质营养代谢的稳衡控制 .....	84
三、脂肪营养代谢的稳衡控制 .....	89
四、碳水化合物营养代谢的稳衡控制 .....	90
五、矿物质营养代谢的稳衡控制 .....	96
第四节 营养物质的谐调分配 .....	99
一、前言 .....	99
二、在动物不同生理状况下营养物质谐调分配 .....	101
三、营养物质谐调分配的调节机制 .....	106
第五节 抗营养性应激调控 .....	109
一、动物应激时营养物质代谢变化 .....	110
二、补偿生长 .....	111
三、抗冷热应激 .....	113
<b>第七章 动物营养系统的调控</b> .....	119
第一节 动物营养调控理论的历史发展 .....	119
一、营养调控的概念 .....	119
二、动物营养调控理论的历史发展 .....	119
第二节 消化道营养调控理论的基本内容 .....	120
一、消化道营养调控理论的提出 .....	120
二、消化道营养调控理论的基本内容 .....	123
三、消化道营养调控理论的应用 .....	125
第三节 系统整体营养调控理论的基本内容 .....	128
一、营养调控的对象和范围 .....	128
二、系统整体营养调控理论特征 .....	128
三、营养调控原则 .....	129
四、营养调控内容 .....	129
五、与消化道营养调控理论比较 .....	130
第四节 反刍动物营养调控 .....	131
一、采食量调控 .....	131

## 目 录

二、瘤胃功能调控	132
三、进入动物体内营养物质平衡的调控	136
四、体内营养物质分配的调控	142
五、抗环境应激调控	143
第五节 猪的营养调控	145
一、采食量调控	145
二、促进养分吸收的调控	146
三、消化道微生态系统调控	147
四、促生长和控制增重成分的调控	148
五、抗环境应激调控	151
第六节 家禽营养调控	151
一、前言	151
二、采食调控	152
三、促进养分消化、吸收调控	154
四、以生产功能蛋 (functional eggs) 为目标的营养调控	155
五、提高禽肉品质的营养调控	157
六、抗环境应激调控	161

## 第三篇 系统动物营养技术概述

第八章 动物营养技术的现代观	164
第一节 动物营养技术的历史演变	164
一、动物营养技术发展的重大转折	164
二、动物营养技术的发展趋势	165
三、传统动物营养学黑箱研究方法的历史评价	168
四、时代呼唤动物营养技术的现代化	170
第二节 系统动物营养学的技术体系	170
一、应用技术体系	171
二、研究技术体系	173
第九章 动物营养模拟	179
第一节 动物营养模拟的涵义和特性	179
一、系统模拟概述	179
二、动物营养模拟	180
第二节 体外动物营养模拟方法评述	181
一、反刍动物两级离体消化法	181
二、酶法离体消化法	182
三、用粪便作为离体消化法培养的微生物来源	183
四、猪两级离体消化法	184
五、猪的全消化道消化过程模拟	184

六、人工瘤胃法	186
七、产气法	187
八、应用体外动物营养模拟技术的实例	189
<b>第三节 动物营养模型化——动物营养数字模拟技术</b>	193
一、前言	193
二、反刍动物营养的数学模型化	198
三、猪营养的数学模型化	207
四、家禽营养数学模型化	212
<b>第十章 动物营养预测</b>	217
<b>第一节 概论</b>	217
<b>第二节 常用的定量预测模型</b>	218
一、回归预测模型	218
二、平滑预测模型	220
<b>第三节 动物采食量预测</b>	220
一、乳牛采食量预测	221
二、肉牛采食量预测	222
三、绵羊采食量预测	224
四、山羊采食量预测	225
五、猪的采食量预测	226
六、家禽采食量预测	227
<b>第四节 动物生产性能预测</b>	229
一、乳牛产乳性能预测	229
二、生长牛日增重预测	231
三、生长绵羊日增重预测	232
四、生长猪日增重预测	233
<b>第十一章 动物营养检测</b>	234
<b>第一节 动物营养检测技术历史回顾和展望</b>	234
<b>第二节 动物营养障碍</b>	235
一、概述	236
二、动物营养代谢紊乱或失调	238
三、营养缺乏症	240
四、营养中毒	245
<b>第三节 动物营养检测技术方案</b>	250
<b>第四节 放牧家畜营养检测示例</b>	251
一、放牧绵羊能量和蛋白质营养状况检测	251
二、放牧绵羊矿物质营养状况检测	254
<b>第五节 动物营养检测指标分析</b>	257
一、能量代谢状况检测指标	257

二、蛋白质营养检测	259
三、矿物质营养检测指标	260
四、维生素营养检测指标	263
五、其他检测指标	265

## 第四篇 动物营养工程

<b>第十二章 动物营养工程技术总论</b>	266
第一节 动物营养工程技术定义及其特征	266
第二节 动物营养调控技术	267
一、日粮营养结构平衡技术	267
二、具有特殊营养调控功能的营养管理技术	275
三、营养调控剂使用技术	278
第三节 饲料间和营养措施间的组合效应	286
一、饲料间组合效应	287
二、营养措施之间的组合效应	292
三、动物营养技术与其他养殖技术的系统集成	292
<b>第十三章 乳牛营养工程技术</b>	295
第一节 总论	295
一、中国现行乳牛饲养模式分析	295
二、乳牛营养工程定义和运行模式	299
三、乳牛营养工程技术所涉及营养调控技术	300
四、乳牛营养工程技术的系统集成步骤——乳牛优化饲养设计	304
五、乳牛营养检测技术	305
六、乳牛营养工程技术的应用	308
第二节 以稳定乳牛瘤胃内环境为目标的营养工程技术	308
一、饲养决策目标	309
二、配套营养调控技术	309
三、营养检测技术	311
第三节 以提高乳牛干物质采食量为目标的营养工程技术	311
一、饲养决策目标	311
二、配套营养调控技术	312
三、营养检测技术	313
第四节 以提高乳固体物为目标的营养工程技术	313
一、饲养决策目标	313
二、配套营养调控技术	313
三、营养检测技术	315
第五节 以获得和保持适宜体况为目标的营养工程技术	315
一、体况分析简介	315

二、饲养决策目标	316
三、配套营养调控技术	316
四、营养检测技术	318
第六节 以提高乳牛繁殖率为目标的营养工程技术	318
一、饲养决策目标	318
二、配套营养调控技术	319
三、营养检测技术	320
第七节 乳牛保健营养工程技术	320
一、饲养决策目标	320
二、配套营养调控技术	321
三、营养检测技术	322
第八节 抗热应激营养工程技术	324
一、饲养决策目标	324
二、配套营养调控技术	324
三、营养检测技术	325
第九节 以大量利用低质粗饲料为目标的营养工程技术	325
一、饲养决策目标	326
二、配套营养调控技术	326
三、营养检测技术	327
第十节 乳牛围产期营养工程技术	328
一、饲养决策目标	328
二、配套的营养调控技术	330
三、利用营养检测技术进行检控	332
第十一节 高产乳牛营养工程技术	333
一、饲养决策目标	334
二、配套的营养调控技术	335
<b>第十四章 肉牛生长肥育营养工程技术</b>	<b>338</b>
第一节 概述	338
一、肉牛生长育肥营养工程技术的调控内容	338
二、生长肥育肉牛营养调控技术	346
三、优化饲养设计——肉牛营养工程技术的系统集成	353
四、肉牛营养检测技术	354
第二节 犊牛生长育肥营养工程技术	354
一、饲养决策目标	354
二、营养调控技术措施	355
第三节 青年牛育肥营养工程技术	363
一、饲养决策目标	363
二、营养调控技术措施	364

## 目 录

<b>第十五章 绵羊营养工程技术</b> .....	372
<b>第一节 总论</b> .....	372
一、绵羊营养工程技术所涉及的营养调控内容 .....	373
二、绵羊营养调控技术措施 .....	384
三、绵羊营养检测技术 .....	389
<b>第二节 绵羊放牧补饲营养工程技术</b> .....	392
一、放牧绵羊主要营养限制因素的剖析 .....	392
二、放牧补饲效应分析 .....	396
三、饲养决策目标 .....	397
四、绵羊放牧补饲营养工程技术的运行模式 .....	398
五、绵羊放牧补饲营养工程技术所涉及的补饲技术方案 .....	399
<b>第三节 肥羔营养工程技术</b> .....	405
一、饲养决策目标 .....	406
二、肥羔营养调控技术措施 .....	407
<b>第十六章 绒山羊舍饲营养工程技术</b> .....	413
<b>第一节 绒山羊营养生理特点和重要营养参数</b> .....	413
一、绒山羊的营养生理特点 .....	413
二、绒山羊舍饲所涉及的重要营养参数 .....	416
<b>第二节 绒山羊舍饲营养工程技术概论</b> .....	422
一、绒山羊舍饲营养工程技术定义和运作模式 .....	422
二、饲养决策目标 .....	423
三、优化饲养设计 .....	424
<b>第三节 舍饲绒山羊营养调控技术措施</b> .....	425
一、日粮营养素平衡技术 .....	425
二、特殊营养调控剂使用技术 .....	426
三、具有营养调控功能的营养管理技术 .....	427
<b>第四节 绒山羊营养检测技术</b> .....	428
一、初级检测 .....	428
二、二级检测 .....	428
<b>参考文献</b> .....	432

# 第一篇 绪 论

## 第一章 系统动物营养学的研究对象和性质

系统动物营养学是一门新兴的学科。它的研究对象是什么，它的性质，包括它是属于什么类型的科学，它有哪些特点，以及它与传统动物营养学的关系等，这些都是系统动物营养学学科体系建设中的基本问题。这些问题在整个系统动物营养学发展中具有重要的意义。只有弄清这些问题，才能使我们深刻认识这门学科的理论意义和实践意义。

### 第一节 系统动物营养学的定义和性质

简单地说，系统动物营养学是一门应用系统科学的理论和方法进行研究的动物营养学。为了更清楚地说明这一新兴学科的内涵和特点，作者曾给它赋予以下定义：“系统动物营养学是一门以系统科学的理论和方法为指导，应用现代科学技术手段来研究动物营养系统或动物营养——经济复合系统的规律，在微观分析和整体综合的辩证统一的基础上。实现以营养控制为目标，进行科学预测和优化饲养决策，组织营养工程的生物科学（卢德勋，1997）。”

系统动物营养学是顺应生物科学，乃至整个自然科学，应用系统科学理论和方法，改变传统的思维方式和研究方法这样一个历史潮流而产生的。它的提出不是什么标新立异，而是反映了世界范围内动物营养学历史发展的必然趋势，是动物营养学实现由描述科学阶段向控制科学阶段战略转变的鲜明标志。它是跨世纪的动物营养学。

系统动物营养学的定义清楚地表述了它如下四个方面的学科性质：

#### 一、动物营养系统是系统动物营养学的研究对象

把动物营养学的研究对象由以“实物”为中心提高到以系统为中心。这是系统动物营养学最鲜明的特征。

动物营养系统是作者把“系统”概念引入了动物营养学领域而提出来的新的科学概念（卢德勋，1993）。动物营养系统这一科学概念巧妙地体现了动物营养系统的系统内部结构与功能活动、局部与整体以及动物机体与环境的辩证统一。我们研究任何动物营养问题，只要能坚持把动物营养过程当做一个系统来考察、认识和理解，以动物营养系统为研究对象，在这样广阔背景下，用系统科学方法来加以研究和分析，我们就能获得满意的结



果。

系统动物营养学除了以动物营养系统为主要研究对象外，还要涉及动物营养——经济系统的研究。动物营养——经济系统是由动物营养系统和经济系统相互交织、相互作用、相互耦合而成的复合系统。动物营养系统是进行养殖业的物质基础，而经济系统是人类自身的社会经济活动场所。由两者耦合而成的动物营养——经济系统是一个结构更为复杂、功能更为综合的更高一个层次的系统。从学科系统来看，系统动物营养学是一门自然科学，是生物科学的一个分支。但是，作为一个应用科学来说，它又必然具有动物营养学与经济学一体化的特征。

## 二、现代系统科学思维方式是系统动物营养学学科整体思维方式

学科整体思维方式是决定任何一门学科发展方向和水平的先导。

从整个生物科学来看，从16世纪下半叶开始才发展成为一门以实验科学为基础的自然科学。从此，它一直在生物还原论指导下，不断向前发展和不断取得进步。所谓“生物还原论”就是认为包括生物机体在内的宇宙万物是由局部小单元所构成，生命体的一切活动都可以还原为组成生命体的物质的分子和原子的运动；通过对小单元的性质、相互关系，以及它的物理、化学变化规律的研究和了解，就能逐步掌握整体；认为懂得了生物大分子、核酸、蛋白质，就可以理解生命。把复杂的生命机体的高级运动形式归结为机械的、物理的和化学的等较低级运动形式，用这些较低级的运动形式的规律解释生命机体的规律。随着现代科学的发展，应用还原方法对生命体进行的研究由宏观向微观不断深入，从系统、器官、组织、细胞、亚细胞达到了分子、量子层次。这些分析性研究使我们逐渐认识了生命现象的复杂多样性，认识到“孤立的各组成部分性质和方式加起来，不能说明高一级的活动性质和方式”。生命有机体的生命活动一刻也不能离开机械的、物理的、化学的过程；然而认识到、了解清楚生物的这些过程并不等于了解了生命本身。要了解生命的本身，尚需把握生命运动形式所特有的基本特征和规律。在现实面前，人们清楚地认识到，生命不能简单地归结于分子与分子之间的相互作用。对动物机体的了解和控制，也不能简单地归结为对组成整体的各层次、各部分的了解和控制。如果只停留于“局部”而不进行整体的综合，把活的、运动的、相互联系的东西看成是静止和孤立的东西，等于把对动物机体的知识撕成碎片。

生命机体是一种高层次、多方位、多形式的物质系统。生命是以整体运动的形式存在的。它的性质更突出地表现在构成整体的各组成成分之间的相互关系上。因此，就要求生物学建立全新的思维方式。根据这种全新的思维方式既要研究动物机体的生物物理和生物化学的变化规律进行深入分析，又要从整体联系的角度对生物学规律进行综合研究。只有这样，对动物机体的生物学特征的把握才能更全面和有效。这种思维方式要求既精于微观的还原、分析，又善于宏观的抽象与综合：在分析和综合，局部和整体相结合的基础上，全面把握生命活动的规律。

系统科学思维方式是一种“自上而下”，“由总到细”，“先宏后微”的分析方式。它不只是着眼与个别元素或子系统的局部效益，而是要求巧妙地利用元素或子系统的联系与制约关系，使整个系统的效果得到大大的改善与提高。这种思维方式与还原论的分析归纳方