



# 奶牛营养需要

Nutrient Requirements of Dairy Cattle

第7次修订版(2001年)

[美]国家科学研究委员会 组织修订

孟庆翔 主译

中国农业大学出版社

# 奶牛营养需要

## Nutrient Requirements of Dairy Cattle

第7次修订版(2001年)

Seventh Revised Edition, 2001

[美]国家科学研究委员会 组织修订

孟庆翔 主译

中国农业大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

奶牛营养需要/[美]国家科学研究委员会组织修订,孟庆翔主译. —北京:中国农业大学出版社,2002.8

ISBN 7-81066-504-9/S·363

I. 奶… II. 美… III. 孟 IV. 乳牛-合理营养 V. S823.95

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 060209 号

出版外国图书合同登记号 图字:01-2002-2074 号

出 版 中国农业大学出版社  
发 行 新华书店  
经 销 新华书店  
印 刷 涿州市星河印刷厂  
版 次 2002 年 8 月第 1 版  
印 次 2003 年 4 月第 2 次印刷  
开 本 16 开 印张 34.25 千字 837  
规 格 787×1 092  
印 数 4051~8050  
定 价 60.00 元(平装) 85.00 元(精装)

---

图书如有质量问题本社负责调换

社址 北京市海淀区圆明园西路 2 号 邮政编码 100094

电话 010-62892633 网址 [www.cau.edu.cn](http://www.cau.edu.cn)

资助翻译出版：

美国 IMC 公司  **IMC**

中国农业大学动物科学技术学院

主译 孟庆翔

译校 赵广永 张晓明 朱伟云 刘建新 李胜利 高 巍 闵晓梅  
常 影 夏兆刚 赵遵阳 许曾曾 李 斌 闫贵龙 参木有  
鲁 琳 曹兵海 周 勃 徐炜玲 刘庆平 孟庆翔

版权引进 宋俊果

封面设计 郑 川

责任编辑 宋俊果 晓 辉

**Nutrient  
Requirements  
of Dairy Cattle  
Seventh Revised Edition, 2001**

Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition  
Committee on Animal Nutrition  
Board on Agriculture and Natural Resources  
National Research Council

National Academy Press, Washington, D. C.

## **SUBCOMMITTEE ON DAIRY CATTLE NUTRITION**

JIMMY H. CLARK, *Chair*, University of Illinois  
DAVID K. BEEDE, Michigan State University  
RICHARD A. ERDMAN, University of Maryland  
JESSE P. GOFF, USDA/ARS/NSDC, Ames, Iowa  
RIC R. GRUMMER, University of Wisconsin  
JAMES G. LINN, University of Minnesota  
ALICE N. PELL, Cornell University  
CHARLES G. SCHWAB, University of New Hampshire  
TREVOR TOMKINS, Milk Specialties Company  
GABRIELLA A. VARGA, Pennsylvania State University  
WILLIAM P. WEISS, The Ohio State University

## **COMMITTEE ON ANIMAL NUTRITION**

GARY L. CROMWELL, *Chair*, University of Kentucky  
MARY E. ALLEN, National Zoological Park  
MICHAEL L. GALYEAN, Texas Tech University  
RONALD W. HARDY, University of Idaho  
BRIAN W. McBRIDE, University of Guelph  
KEITH E. RINEHART, Perdue Farms Inc.  
L. LEE SOUTHERN, Louisiana State University  
JERRY W. SPEARS, North Carolina State University  
DONALD R. TOPLIFF, West Texas A&M University  
WILLIAM P. WEISS, The Ohio State University

### *Staff*

CHARLOTTE KIRK BAER, *Program Director*  
NORMAN GROSSBLATT, *Editor*  
STEPHANIE PADGHAM, *Project Assistant*  
MELINDA SIMONS, *Project Assistant* \*

## **BOARD ON AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES**

HARLEY W. MOON, *Chair*, Iowa State University  
DAVID H. BAKER, University of Illinois  
MAY R. BERENBAUM, University of Illinois  
CORNELIA B. FLORA, Iowa State University  
ROBERT T. FRALEY, Monsanto Company, St. Louis, Missouri  
ROBERT B. FRIDLEY, University of California, Davis

W. R. (REG) GOMES, University of California

PERRY R. HAGENSTEIN, Institute for Forest Analysis, Planning, and Policy,  
Wayland, Massachusetts

GEORGE R. HALLBERG, The Cadmus Group, Inc. , Waltham, Massachusetts

CALESTOUS JUMA, Harvard University

GILBERT A. LEVEILLE, McNeil Consumer Healthcare, Denville, New Jersey

WHITNEY MACMILLAN, Cargill, Inc. , Minneapolis, Minnesota (retired)

WILLIAM L. OGREN, U. S. Department of Agriculture (retired)

NANCY J. RACHMAN, Novigen Sciences, Inc. , Washington, District of Columbia

G. EDWARD SCHUH, University of Minnesota

JOHN W. SUTTIE, University of Wisconsin

THOMAS N. URBAN, Pioneer Hi-Bred International, Inc. , Des Moines, Iowa (retired)

ROBERT P. WILSON, Mississippi State University

JAMES J. ZUICHES, Washington State University

*Staff*

WARREN MUIR, *Executive Director*

DAVID L. MEEKER, *Director*

CHARLOTTE KIRK BAER, *Associate Director*

SHIRLEY B. THATCHER, *Administrative Assistant*

《奶牛营养需要》由美国国家科学研究委员会(National Research Council, NRC)下属的动物营养委员会奶牛营养成分委员会修订。自1944年出版第1版《奶牛营养需要》以来,已经修订了7次。上一次修订版出版时间为1989年,12年以后,第7次修订版于2001年问世了。

本版本《奶牛营养需要》(2001)综述了国外奶牛业科研和管理方面的最新研究成果,特别是近十年奶牛科学和生产领域的最新知识与技术。与第6次修订版相比,第7次修订版的内容增加了2倍以上,这也从一个侧面反映了世界奶牛生产和科学研究飞速发展的现状。本书在三个方面与过去版本相比有明显的不同:一是新体系和新指标的采用,如利用代谢蛋白质规定奶牛蛋白质营养需要量,将饲料蛋白质划分为更为详细的组分和将碳水化合物区分为结构和非结构(或非纤维)碳水化合物,奶牛氨基酸营养需要等等;二是从营养与环境关系的角度探讨奶牛营养需要问题,不仅使奶牛营养需要量的制定更加科学,而且提出了奶牛场为降低过剩营养物质排放量应当采取的营养技术措施;三是采用计算机模型对营养需要进行管理,是目前惟一能全面考虑多种可能因素准确确定奶牛营养物质需要量的方法。本书还着重讨论了奶牛营养的独特性问题(第9章),其可读性和实用性代表了本书的精彩内容之一。

由于本书各章内容多,不同的层次在英文原文中用不同字号和斜体等进行处理比较方便,但改用中文后层次区分比较困难。为此,我们在各章、节和小节前都加了相应数字,以示区别。在使用的计量单位方面,本书采用了许多英美制单位,虽然我们在翻译时试图将英美制转换为国际单位制,但由于涉及许多方程式的复杂转换计算,所以最后保持原样译出。

对本书原文中有关不清楚的知识背景和产品的翻译,译者尽量与原文撰写者联系,核实后准确译出。对于原文的个别错误之处,在反复核实的基础上进行了修正,并对原因进行了简短说明。鉴于译者较多,每人翻译的用词和表达风格各异,最后的名词术语统一、规范表达和统稿等工作由中国农业大学动物科技学院孟庆翔教授完成。

为了本书的翻译出版,美国 Chinese Connection Agency 的 M. Yao 女士和 Chandler Crawford Agency Inc. 在简体中文翻译版权的申请方面做了大量工作;美国 IMC 公司提供部分翻译出版资助,IMC 公司亚太总部刘庆平博士在百忙中抽暇审校部分译稿;美国奶牛营养分委员会主席、依利诺大学教授 Jimmy H. Clark 博士特意为中文《奶牛营养需要》的出版做序。对此,我们表示衷心的感谢!此外,本书的翻译出版,也是中国农业大学、南京农业大学、浙江大学从事反刍动物营养研究和教学的多位老师、硕士和博士研究生共同努力的结晶;并承蒙中国农业大学动物科技学院、中国畜牧兽医学动物营养学分会和养牛学分会、中国奶牛协会、中国农业大学出版社的大力支持;在本书插图的重新扫描加工、表格绘制、编辑出版等方面,闵晓梅、常影、高巍等同志做了大量工作。在此,我们表示诚挚的谢意。

由于本书从获得版权到完成翻译出版工作,前后只用4个月时间,加之译者水平有限,有翻译不当或错误之处,敬请读者批评指正。

译者

2002年5月20日



## 中文翻译版序

由奶牛完成的乳业生产是全球食品生产的一个重要组成部分。奶牛种类很多,其产奶量不尽相同,奶的营养组成也有差别。不同种类奶牛要求不同的饲养环境。为了生产更多的牛奶和保证奶牛的福利,在饲养时应当对它们的营养需要给予充分考虑。在牛奶生产过程中,为满足奶牛最佳营养需要而提供优质的饲料是牛场最大的一笔开支。因此,牛场主应当优化奶牛的饲喂程序,以实现在最低成本下满足动物的营养需要。

为了达到这个目标,美国奶牛营养分委员会在国家科学研究委员会(NRC)农业与自然资源学部下设的动物营养委员会指导下,于1997年组织修订了新一版《奶牛营养需要》。分委员会期望通过这份报告,为广大用户提供一部能够概括近十年来关于奶牛营养领域最新知识和在科学文献与实践经验方面具有准确、全面和实用价值的科学总结。

在这份报告中,奶牛营养分委员会不仅提供了以生物学为基础预测奶牛营养需要的书面描述,而且也通过软盘提供了计算机模型,用以预测泌乳牛、非泌乳牛、生长牛和青年母牛的营养需要。本报告的一些用户可能更喜欢使用基于平均数的营养物质需要量表,所以我们尽量提供这类表格。虽然应用模型来预测营养需要通常具有不确定性,但分委员会相信,我们有责任通过在大量数据积累的基础上以建立计算机模型的方式来推动科学技术的进步。毫无疑问,这个模型是建立在国家科学研究委员会以往工作的基础之上。前人的工作使得奶牛营养需要量的估测变得不是那样难以琢磨,因而推动了科学的进步。奶牛营养分委员会发现,自上一版《奶牛营养需要》1989年发行以来,新的科学知识大量涌现,而我们对奶牛营养许多方面的了解还相当不完善。在我们知识基础以外的许多方面,还值得我们去探索。

在撰写这篇报告的过程中,分委员会考虑到当今奶牛生产中影响营养需要和饲养管理的许多问题。通过新版《奶牛营养需要》的颁布,我们力图把焦点集中在建立营养需要的诸多考虑和标准上,这点与旧版本相比明显不同。

本版《奶牛营养需要》的完成,是奶牛营养分委员会共同努力的结晶。我们自1997年开始到2000年完成,历时3年时间,到2001年出版了这份报告。

奶牛营养分委员会祝贺来自中国农业大学、南京农业大学和浙江大学的科学家组成的翻译小组,是他们通过非常专业性的翻译将我们的报告《奶牛营养需要》由英文译成了中文。我们相信中国的用户将会发现本报告会对他们的奶牛业发展有益,而且本报告在中国也会像在美国一样以特有的热心和爱戴被广大用户所应用。我们也希望这份报告在奶牛营养需要和奶业生产的信息和技术等方面,为中国奶牛业、世界奶牛业和全球食品生产业架起一座美好的桥梁。

NRC 奶牛营养分委员会主席 Jimmy H. Clark

夏兆刚译

奶牛生产是食品工业的重要组成部分。营养是决定奶牛生产性能、健康和福利的一个关键因素。由于奶牛类型的巨大差异和它们所处环境条件的不同,奶牛业者必须不断增加对优化饲养计划的重视程度。

为此目的,1997年由国家科学研究委员会下属的动物营养委员会提议和任命的奶牛营养分委员会开始了制订新版“奶牛营养需要”这一具有历史意义的工作。随着这项工作的完成,我们热切期望它为业内人士提供的不仅是具有准确、详实和实用的科学文献综述,而且还包括过去十年来凝结最新奶牛营养知识的实际生产经验总结。

我们选择两种方式提供奶牛营养需要,一是通过文字方式介绍预测奶牛营养需要的生物学基础,二是通过在一张压缩光盘内的计算机模型来介绍如何估测泌乳期、非泌乳期、生长期和幼龄奶牛的营养需要。本届分委员会了解到,本次修订版的一些用户更喜欢使用基于平均数的营养需要量表,所以我们也尽力提供这样的表格。虽然应用模型方法估测奶牛营养需要经常会有不确定性,但我们坚信推动科学向前发展是我们的责任,所以,我们在占有大量科学数据的基础上构建了计算机应用模型。我们相信,本模型的建立离不开往届科学研究委员会的卓越工作,他们的工作使得营养需要量的估测变得不是那样难以琢磨,因而推动了科学的进步。我们发现,自上一版《奶牛营养需要》出版以来,新科学知识日新月异,层出不穷,而我们在奶牛营养很多方面的了解,还相当欠缺。我们不选择冒险,但为了获取知识我们必须去冒险。

在撰写这篇报告过程中,分委员会充分考虑了当前奶牛生产中存在的影响营养需要和饲养管理的诸多问题,包括最新人们关注的有关奶牛饲养与环境保护等焦点问题。在这次修订版中,我们试图把重点更多地放在影响养分需要的因素和评定标准方面。

本版《奶牛营养需要》的完成,是奶牛营养分委员会全体成员团结协作、共同努力的结果。我们自1997年开始,经过为期3年的努力,到2000年胜利完成了任务。我们期望本版《奶牛营养需要》以其对同行特有的热心和爱戴能够对大家有所裨益。

NRC 奶牛营养分委员会主席 Jimmy H. Clark

孟庆翔译

# 致 谢

本卷篇幅巨大的 NRC《奶牛营养需要》是很多人合作努力的结晶。奶牛营养分委员会向所有那些贡献智慧和知识、并为本书成功而辛勤工作的人们致以谢意。我们首先要感谢在过去若干年间所有参加由“全美乳业科学学会”组织的公开或专门会议的人们。

经反复讨论和协商,分委员会请教了几个人并请求他们特别帮助,这些人毫不吝惜地拿出他们的时间来帮助我们完成任务。特别感谢伊利诺大学(University of Illinois)的 Carl Davis、Jim Drackley、Gale Bateman;康奈尔大学(Cornell University)的 Danny Fox;食品与药物管理局(Food and Drug Administration)的 Brain Garthuaite 以及俄亥俄州立大学(Ohio State University)的 Normand St. Pierre。我们对他们致以诚挚的谢意。另外,早期我们还寻找并得到加利福尼亚大学戴维斯分校(University of California, Davis)的 R. Lee Baldwin;普瑞纳饲料公司的 Mark Hanigan;马里兰大学(University of Maryland)的 Rick Kohn 以及美国农业部(U. S. Department of Agriculture)的 Dale Waldo(已退休)的指导。

非常感谢康奈尔大学(Cornell University)的 Vajesh DurDal 的专门技术。他帮助编制了计算机模型程序。如果没有他的技能和耐心,我们不可能完成好这些工作。

分委员会感谢国家科学研究委员会(NRC)的工作人员,他们卓越的工作保证了我们任务的进度和质量。通过 Charlohe Kirk Baer 女士的贡献、指导和技能,把我们口述的想法和不完美的书面草稿转变为一份综合报告。在我们项目的最后阶段,Stephanie Padgham 提供了尽可能的帮助和我们所需的动力。在项目的早期,Melinda Simons 愉快并有效地支持我们大家。在准备出版报告的工作中,Laura Boschini 贡献了她的才华。

根据 NRC 报告评审委员会(NRC's Report Review Committee)认可的程序,邀请一些具有丰富见解和专业知识的专家以书面形式对这个报告进行了评审。该独立评审的目的是为了获得坦诚并富有批评性的意见,这将帮助组织单位使它的出版报告尽趋完善,并确保该报告满足组织单位提出的客观、真实和无愧项目投入的要求。为了保护评审过程的可靠性,对该评审意见和手稿严格保守秘密。我们要感谢下列专家对该报告的评审:加利福尼亚大学戴维斯分校(University of California, Davis)的 R. Lee Baldwin;Chandler 协会(Chandler Associates)的 Paul Chandler;康奈尔大学(Cornell University)的 Larry Chase;宾夕法尼亚州立大学(Pennsylvania State University)的 Jud Heinrichs;肯塔基大学(University of Kentucky)的 Rodger Hemken;国际农业品牌委员会(Agric. Brands International)的 Alois Kertz;美国农业部奶牛粗饲料研究中心(U. S. Department of Agriculture Dairy Forage Research Center)的 David Mertens;明尼苏达大学(University of Minnesota)的 Jerry Olson;衣阿华州立大学(Iowa State University)的 Leo Timms;康奈尔大学(Cornell Universi-

ty)的 Michael Van Amburgh;佛罗里达大学(University of Florida)的 Harold Van Horn 和密执安州立大学(Michigan State University)的 Michael VandeHaar。虽然上面提到的评审者提出了许多富有建设性的意见和建议,但是没有请求他们赞同本报告的结论。在本报告出版之前,他们也没有看到本报告的最终书稿。动物营养委员会任命的德克萨斯理工大学(Texas Tech University)的 Michael Galyean 和农业与自然资源学部任命的密西西比州立大学(Mississippi State University)的 Robert Wilson 监督对本报告的评审。这些个人有责任确保该报告的评审是根据组织单位的要求独立进行的,并保证所有评审意见都已经被认真加以考虑。关于本报告的最后定稿内容应由写作本报告的奶牛营养分委员会和组织单位全权负责。

闵晓梅译

自1944年以来,美国国家科学研究委员会已经组织出版了《奶牛营养需要》的6个修订版本。《奶牛营养需要》(2001)选用了当前奶牛生产领域中最新的信息和技术,是《奶牛营养需要》的第7次修订版。本书对影响营养需要量的管理和环境等因素作了更为详细的描述,并且从更广泛的角度探讨了不同生理阶段和生产水平的营养需要水平,反映了奶牛生产和奶业科学飞速变化的现状。预测营养需要量的改进方法增加了使用者的责任,要求他们准确了解估计营养需要量所需的动物、饲料和管理条件。本方法在强调责任的同时,也带来了一定好处,它让使用者能够根据更多的信息进行决策。

使决策能力提高的重要因素是采用了计算机模型对营养需要量进行估计。计算机模型是唯一能够将影响动物的各种因素全部考虑在内的有效方法。与静态数据不同,本书中提供的计算机模型能够描述动物不同生理阶段的营养需要量。模型能够将不同饲料原料对营养物质吸收的差异和对动物生产性能造成的潜在影响均考虑在内,这些都会影响动物的营养需要量。本书中出现的模型以友好的界面为实际应用和特定情况提供了大量信息。

第1章讨论了有关干物质采食量方面的内容,包括影响干物质采食量的因素和干物质采食量的预测方法。奶牛饲料、环境和生理性代偿的特点以及管理问题也被作为影响因素加以考虑。对预测干物质采食量的现有方程式进行了简单描述后,本章继续对书中推荐的干物质采食量预测方程式进行探讨,最后以泌乳期采食量的数据和图表结束。

第2章探讨了能量问题,对能量单位进行了定义,并且明确了饲料能量价值的测定、评估和表达方法。本章讨论了维持、泌乳、生长、妊娠的能量需要量,并且对体组织的动员与沉积以及环境因素对能量需要量的影响进行了探讨。在本章的最后,是一段关于体况评分的内容。

第3章涉及了脂肪的消化率和能量价值,包括脂肪对瘤胃发酵的影响以及在泌乳期饲料中添加脂肪的相关信息,并且给出了常用脂肪和油脂中脂肪酸组成的列表。

第4章对碳水化合物的营养进行了详细的总结。本章讨论了非结构性碳水化合物和结构性碳水化合物的营养差异,并且重点讨论了中性洗涤纤维(NDF)和酸性洗涤纤维(ADF)的营养需要量问题。

第5章涉及了奶牛蛋白质和氨基酸营养方面的所有知识。本章列举了大量关于建立预测方程式的文献报道,并且对如何预测维持、妊娠、泌乳和生长过程中可代谢蛋白质的需要量进行了详细的解释。与上一版相比,本版营养需要量中关于氨基酸营养的内容有了相当大的改进,并且为读者提供了关于氨基酸进入小肠的途径以及赖氨酸和蛋氨酸需要量预测方程方面的讨论。

第6章包括了常量和微量矿物元素的需要量以及有毒矿物质的相关内容。常量和微量矿物质都包括许多种元素,对每种元素进行的论述都包括了它们的功能、生物学价值、不同种类奶牛的需要量、中毒和缺乏症。

第7章以类似的格式对维生素的营养进行了探讨,把它们划分为脂溶性维生素和水溶性

维生素两大类。与第6章矿物质一样,这一章在动物的层面上讨论了与采食维生素相关的因素。本章内容包括各种维生素的来源、生物学价值、功能、动物对维生素缺乏症和中毒症状、需要量以及影响需要量的因素。

第8章探讨了水的代谢和需要量。这一章系统阐述了造成环境和水体污染的影响因素,这些因素对动物的采食量也会造成一定影响。水中的营养物质以及细菌和藻类在本章中有所涉及。

第9章着重讨论奶牛营养的独特性问题。本章主要涉及了围产期奶牛的营养、代谢障碍(例如乳房水肿和产乳热),以及改善奶牛生产性能的调节剂(例如缓冲剂和直接饲喂微生物)。

第10章和第11章分别讨论了犊牛营养需要的独特性以及青年母牛的生长、成熟和体贮沉积问题。

本版最重要的一个特点,就是探讨了奶牛饲养对环境的影响。第12章回顾总结了人们对营养物质的担忧问题,并且提出了畜牧场管理者为降低营养物质排放量正面临着应用新科学技术的挑战。

第13章提供了饲料化学和饲料加工的相关知识。文章描述了饲料的分析方法,并且总结了饲料加工方法对饲料能量的影响。

第14章列出了奶牛营养需要量表。这些表格的数据是由计算机模型产生的。这些数据分别提供了小体型和大体型两种奶牛不同泌乳期的营养需要量。

第15章提供了各种饲料的营养成分表,并对如何使用该成分表进行了解释。这些表格包括了各种奶牛饲料中的常用饲料和非常用饲料的营养成分细目表。

第16章对计算机模型进行了评价。《乳业科学杂志》中发表的一个用100种不同的饲料进行连续饲养试验的试验结果被作为评价数据输入到了计算机中,随后得到了数据分析的结果和计算机程序中使用的预测方程式。在用户指南中对本书使用的计算机模型进行了介绍。

为了方便读者使用和理解,本书的最后是书中涉及的专业术语汇编。

尽管本版中归纳预测营养需要量的科学理论基础已经比上一版详尽得多,但是在某些方面仍有不足,尤其是不同年龄和生产水平的动物营养需要量的独特性方面。在使用本书时,读者应该充分理解本书涉及的所有原理和假设,因为这对于正确使用书中各种数据表格和内容以及计算机模型和分析结果至关重要。

在文中作为范例给出的不同种类动物的营养需要量估测值,仅供专业人员在制作饲料配方时参考使用。由于实际生产条件下影响动物营养需要量的因素很多,所以本书提供的数据并不能把所有影响因素都考虑在内,也并不是在所有条件下都可以正确应用的。

<b>第 1 章 干物质采食量</b> .....	(1)
1 预测 DMI 的方程式 .....	(2)
1.1 泌乳奶牛 .....	(2)
1.2 青年母牛 .....	(5)
2 与泌乳奶牛干物质采食量相关的营养与饲养管理因素 .....	(6)
2.1 饲粮水分含量 .....	(6)
2.2 中性洗涤纤维 .....	(7)
2.3 饲粮粗料与精料比例 .....	(7)
2.4 脂肪 .....	(8)
3 影响奶牛饲料采食量的动物行为、管理和环境因素 .....	(8)
3.1 采食习惯和奶牛行为 .....	(8)
3.2 气候 .....	(10)
3.3 饲喂方法——全混合日粮与饲粮成分分开饲喂的对比 .....	(10)
3.4 饲喂频率 .....	(10)
3.5 饲喂次序 .....	(11)
3.6 与饲料的接触时间 .....	(11)
参考文献 .....	(11)
<b>第 2 章 能量</b> .....	(16)
1 泌乳奶牛和妊娠奶牛的能量需要 .....	(16)
能量单位 .....	(16)
2 饲料的能值 .....	(16)
2.1 维持水平时饲料 TDN 的估测 .....	(17)
2.2 饲料消化能的估测 .....	(19)
2.3 根据实际采食量估测消化能 .....	(20)
2.4 根据实际采食量估测代谢能 .....	(21)
2.5 根据实际采食量估测泌乳净能 .....	(21)
2.6 用于维持和增重饲料净能的估测 .....	(22)
2.7 新版 $NE_L$ 值与 1989 版的比较 .....	(22)
2.8 注意事项 .....	(23)
3 能量需要 .....	(23)
3.1 维持需要 .....	(23)
3.2 泌乳需要 .....	(23)
3.3 活动需要 .....	(24)

3.4 环境因素	(26)
3.5 妊娠需要	(26)
3.6 泌乳期和干奶期组织动用恢复	(26)
3.7 体况评分	(29)
参考文献	(31)
<b>第3章 脂肪</b>	<b>(35)</b>
1 消化与吸收	(35)
2 脂肪的消化率和能值	(36)
3 脂肪对瘤胃发酵的影响	(37)
4 饲料中脂肪的利用	(38)
5 泌乳期饲料中的脂肪	(38)
参考文献	(40)
<b>第4章 碳水化合物</b>	<b>(43)</b>
1 非结构碳水化合物	(43)
2 结构碳水化合物	(45)
2.1 NDF 推荐量	(46)
2.2 根据 NDF 性质调整推荐量	(48)
2.3 ADF 需要量	(50)
参考文献	(51)
<b>第5章 蛋白质与氨基酸</b>	<b>(55)</b>
1 蛋白质与氨基酸营养的重要性的目标 与以前版本的主要差别	(55)
2 蛋白质	(56)
2.1 饲料中粗蛋白质的化学	(56)
2.2 瘤胃蛋白质降解的机理	(57)
2.3 瘤胃蛋白质降解的动力学	(59)
2.4 氮的溶解度与蛋白质降解的关系	(61)
2.5 微生物生长对 N 源底物的需求	(62)
2.6 CP、RDP 和 RUP 对动物生产性能的影响	(63)
2.7 瘤胃蛋白质和碳水化合物消化的同步化:对微生物蛋白质合成的影响	(68)
2.8 瘤胃保护性蛋白质	(70)
2.9 微生物蛋白质的流量预测	(71)
2.10 预测瘤胃非降解饲料蛋白质的流量	(75)
2.11 瘤胃非降解饲料蛋白质的消化率	(80)
2.12 内源蛋白质流量的预测	(83)
2.13 评价预测 N 组分流量的模型	(84)
2.14 预测代谢蛋白质的流量	(87)
3 代谢蛋白质需要量	(87)
3.1 代谢蛋白质的维持需要量	(87)



3.2	妊娠的蛋白质需要量	(88)
3.3	泌乳的蛋白质需要量	(89)
3.4	生长的蛋白质需要量	(89)
4	氨基酸	(89)
4.1	必需氨基酸(EAA)与非必需氨基酸(NEAA)	(90)
4.2	限制性必需氨基酸	(93)
4.3	到达小肠氨基酸量的预测	(97)
4.4	泌乳牛对 MP 中 Lys 和 Met 的需要量	(107)
4.5	瘤胃保护性氨基酸	(112)
	参考文献	(113)
<b>第6章</b>	<b>矿物元素</b>	<b>(150)</b>
1	常量元素	(151)
1.1	钙	(151)
1.2	磷	(155)
1.3	钠	(165)
1.4	氯	(168)
1.5	钾	(171)
1.6	镁	(176)
1.7	硫	(179)
2	微量元素	(181)
2.1	钴	(181)
2.2	铜	(182)
2.3	碘	(186)
2.4	铁	(188)
2.5	锰	(190)
2.6	钼	(191)
2.7	硒	(192)
2.8	锌	(194)
2.9	铬	(197)
2.10	铝、砷、镍、硅、锡、矾	(198)
3	有毒矿物元素	(199)
3.1	镉	(199)
3.2	氟	(200)
3.3	铅	(201)
3.4	汞	(201)
	参考文献	(202)
<b>第7章</b>	<b>维生素</b>	<b>(227)</b>
1	脂溶性维生素	(227)
1.1	维生素 A	(227)