

第三版


教育农业部“十二五”规划教材
农林院校“十二五”规划教材



IANXING DAISHU

线性代数

魏福义◎主编

 中国农业出版社

高等教育农业部“十二五”规划教材
全国高等农林院校“十二五”规划教材

线 性 代 数

第 三 版

魏福义 主编

中 国 农 业 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

线性代数 / 魏福义主编. —3 版. —北京: 中国农业出版社, 2012. 2

普通高等教育农业部“十二五”规划教材 全国高等农林院校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-109-16278-5

I. ①线… II. ①魏… III. ①线性代数-高等学校-教材 IV. ①0151.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 270185 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 100125)

策划编辑 朱 雷 魏明龙

文字编辑 魏明龙

北京通州皇家印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2003 年 2 月第 1 版 2012 年 2 月第 3 版

2012 年 2 月第 3 版北京第 1 次印刷

开本: 720mm×960mm 1/16 印张: 11.75

字数: 195 千字

定价: 20.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本教材是普通高等教育农业部“十二五”规划教材，同时也是全国高等农林院校“十二五”规划教材。内容包括：矩阵、向量与线性方程组、矩阵的特征值与特征向量、向量的内积与二次型、线性空间与线性变换、Matlab 软件的应用、实验报告。为了适应时代对创新人才的要求，每章添加了实例介绍或历史回顾，增加了学生学习的兴趣。各章配有适量的习题(含有选择题和填空题)，书末附有习题答案。

本教材在第二版的基础上做了一些修改，在满足基本要求的前提下，把部分理论证明改为选讲内容，调整了部分例题与习题，增加了工业、农业、经济和管理方面的较多实例。还编写了与之配套的《线性代数学习指导》。全书以矩阵为主线，以线性方程组为应用背景进行论述，要求学生在掌握线性代数理论的同时，对数学建模和 Matlab 软件有一定的了解，能用其求解线性代数中的相关问题。

本教材可作为高等院校非数学类各专业学生的线性代数教材或参考书，也可作为教师的教学参考书。其相应的《线性代数学习指导》可以作为考研学生的指导书。建议学时：理工科(含计算机)专业，40~48 学时；农林医、水产及经济管理专业：28~38 学时(不含*部分)。

第三版编写人员名单

主 编 魏福义

副主编 曾文才 侯建文 石仁淑

参 编 赵立新 宋建成 王福贵

主 审 郭正光 崔克俭

第二版编写人员名单

主 编 魏福义 黄燕苹
副主编 曾文才 崔克俭 刘建慧 张立石
参 编 廖 霞 侯建文 颜亭玉 孔素然
主 审 郭正光 刘金山

第一版编写人员名单

主 编 魏福义 黄燕苹

副主编 刘建慧 刘海南 张立石 崔克俭

参 编 廖 霞 方桂英 魏辽榕 侯建文

曾文才

主 审 张国权 安幼山

第三版前言

本教材第一版是全国高等农业院校“十五”规划教材，2003—2006年已经印刷6次，并于2005年获得全国高等农业院校优秀教材奖。第二版是全国高等农林院校“十一五”规划教材，从2007年至今已经印刷7次，并于2008年再次荣获全国高等农业院校优秀教材奖。

《线性代数》是普通高等院校非数学类专业最重要的基础课程之一。为了更好地指导学生学好这门课程，加深对所学内容的理解和掌握，我们编写了全国高等农林院校“十二五”规划教材《线性代数》（第三版）以及配套使用的辅导教材。本教材由华南农业大学、山西农业大学、延边大学、西南民族大学四所高等院校多年从事线性代数教学的老师联合编写而成，是编者长期教学实践经验的积累。本教材适合于理工、农林医及水产类院校各专业作为教材使用。

在编写过程中，我们多次交流，广泛交换意见，结合使用过第一版、第二版的读者和同行提出的一些意见和建议，在众多方面达成共识。这次修订，在满足基本要求的前提下，把部分理论证明改为选讲内容，调整了部分例题与习题；本教材以矩阵为主线，以线性方程组为应用背景进行论述，增加了许多应用实例，加强了数学建模内容。同时，引入了逆序数的概念，完善了行列式的定义；对逆矩阵的性质重新进行了归纳；规范了通解的概念，归纳了齐次方程组的求解步骤等。各章配有适量的习题（含有选择题和填空题），

书末附有习题答案和实验报告。特别是编写了与教材配套使用的辅导教材《线性代数学习指导》，每章将内容归纳为教学目的与要求、内容与方法、练习与解析、综合题解四个方面，最后附有十二套模拟试题。可供高等院校各专业的广大学生使用，也可供相关专业教师教学参考。

参加本教材编写的人员为：魏福义(华南农业大学)、曾文才(华南农业大学)、侯建文(山西农业大学)、石仁淑(延边大学)、赵立新(华南农业大学)、宋建成(西南民族大学)、王福贵(山西农业大学)，最后由魏福义统一定稿。

在编写过程中得到华南农业大学、山西农业大学、延边大学、西南民族大学数学系全体教师的热心帮助，他们对本教材提出了许多宝贵建议，在此表示衷心的感谢。

衷心感谢华南农业大学的郭正光教授和山西农业大学的崔克俭教授，是他们在百忙之中为本教材审稿，提出许多指导意见和修改建议。

由于编写人员水平所限，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2011年11月于广州

第二版前言

本书第一版从 2003 年至今已印刷 6 次，并获 2005 年全国高等农业院校优秀教材奖。期间使用本书的读者和同行提出了一些指导意见和建议，在此向关心本书的同志们表示感谢。

本书是全国高等农林院校“十一五”规划教材，由华南农业大学、西南大学、北京农学院、山西农业大学、大连水产学院这 5 所高等院校中多年从事《线性代数》教学的老师编写而成，适合于理工、农林及水产院校（特别是非重点院校）各专业作为教材使用。

这次修订，在内容上以矩阵为主线进行论述，淡化了行列式的计算部分，加强了数学建模和数学实验的训练，加入了 Matlab 软件基本知识的介绍，把数学软件在行列式、逆矩阵、矩阵的秩、特征值、特征向量、解线性方程组、标准二次型、正交矩阵等方面的应用作为必修内容。在方法上要求学生在掌握线性代数理论的同时，对 Matlab 软件有一定的了解，能用 Matlab 软件求解线性代数中的相关问题。在例题中配有较多的工业、农业、经济管理、生活方面的案例，同时给出了基础实验和综合实验的两个实验报告实例。使学生在掌握数学建模的基本思想的同时，进一步加深了对数学概念、理论和方法的理解，从而增强他们分析问题和解决问题的能力，提高他们的数学素养。在习题方面增加了选择题和填空题，便于学生适应标准化考试。

我们衷心感谢华南农业大学的郭正光教授和刘金山教授，是他们在百忙中为本书审稿，并提出了许多指导意见和建议；感谢中国农业出版社对本书的关心和扶植。

由于编者水平所限，本书中难免有错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2007年3月于广州

第一版前言

线性代数是一门基础数学课程，它的基本概念、理论和方法具有较强的逻辑性、抽象性和应用性。由于计算机科学的飞速发展，计算机技术和数学软件的广泛普及，使得线性代数成为理工、农林、水产、经济、管理各专业本科学生以及科技、管理人员必修的重要课程。

本教材是全国高等农林院校“十五”规划统编教材，由华南农业大学、西南农业大学、北京农学院、江西农业大学、山西农业大学、大连水产学院这六所高等院校中多年从事线性代数教学的老师编写而成，适合于农林、水产院校各专业作为教材使用。

在内容上以矩阵为主线进行论述，行列式作为矩阵的性质给出，淡化了数值计算部分，加强了数学建模的训练，加入了 Matlab 软件基本知识的介绍，把它在行列式、逆矩阵、矩阵的秩、特征值、特征向量、解线性方程组、标准二次型、正交矩阵等方面的应用作为必修内容。在方法上要求学生在掌握线性代数理论的同时，对 Matlab 软件基本了解，能熟练运用 Matlab 软件求解线性代数中的相关问题。在例题上有较多的工业、农业、经济管理、生活方面的实例，使学生掌握数学建模的基本思想。在习题方面增加了选择题和填空题，便于学生适应标准化考试。从而加深学生对数学概念的理解，对数学思想和方法的掌握，培养学生认识问题和解决问题的能力、逻辑推理能力和创新能力，提高学生的数学素养。

我们衷心感谢华南农业大学的张国权教授和北京农学院的安幼山教授，在百忙中为本书审稿，提出了许多指导意见和具体的修改建议。

由于编者水平所限，本书中难免有错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2002年12月于广州

目 录

第三版前言

第二版前言

第一版前言

第 1 章 矩阵	1
1.1 矩阵及其运算	1
1.1.1 线性方程组和矩阵	2
1.1.2 矩阵的运算及其性质	4
1.1.3 分块矩阵及其运算	7
1.1.4 逆矩阵及其性质	10
1.2 初等变换与初等矩阵	11
1.2.1 初等变换	11
1.2.2 初等矩阵及其性质	12
1.2.3 初等变换与逆矩阵	15
1.3 行列式	16
1.3.1 行列式的概念	16
1.3.2 行列式的性质	20
1.3.3 行列式的计算	26
1.4 行列式和逆矩阵的应用	29
1.4.1 克拉默法则	29
1.4.2 行列式与逆矩阵	31
1.4.3 矩阵方程	34
* 1.5 数学建模实例	36
习题 1	39
第 2 章 向量与线性方程组	43
2.1 向量及其运算	44

2.2	向量的线性关系	45
2.3	向量组与矩阵的秩	49
2.4	齐次线性方程组	56
2.5	非齐次线性方程组	63
* 2.6	数学建模实例	68
2.6.1	多元线性回归方程	68
2.6.2	投入产出模型	69
	习题 2	71
第 3 章 矩阵的特征值与特征向量		76
3.1	方阵的特征值与特征向量	77
3.1.1	特征值与特征向量的概念	77
3.1.2	特征值与特征向量的性质	80
3.2	矩阵的对角化	83
3.2.1	相似矩阵及其性质	83
3.2.2	矩阵的对角化	84
* 3.3	数学建模实例	88
	习题 3	91
第 4 章 向量的内积与二次型		95
4.1	向量的内积	95
4.1.1	向量的内积与模	95
4.1.2	两个向量的夹角与距离	97
4.2	正交向量组与正交矩阵	99
4.2.1	正交向量组	99
4.2.2	正交矩阵与正交变换	102
4.3	实对称矩阵	104
4.4	二次型	109
4.4.1	二次型及其矩阵表示	109
4.4.2	二次型的标准形	111
4.4.3	正定二次型	115
* 4.5	数学建模实例	118
	习题 4	120

* 第 5 章 线性空间与线性变换	124
5.1 线性空间的概念与性质	124
5.1.1 线性空间的概念	124
5.1.2 线性空间的性质	125
5.2 基、维数与坐标	126
5.2.1 有限维线性空间的基与向量的坐标	126
5.2.2 基变换与坐标变换	127
5.3 线性变换	128
5.3.1 线性变换的概念与性质	128
5.3.2 线性变换的矩阵表示	131
习题 5	133
* 第 6 章 Matlab 软件的应用	135
6.1 Matlab 软件简介	135
6.1.1 Matlab 的命令窗口	135
6.1.2 Matlab 的基本操作	137
6.1.3 矩阵的输入方法	138
6.1.4 矩阵的基本运算	141
6.2 Matlab 在矩阵和线性方程组中的应用	143
6.2.1 Matlab 在矩阵中的应用	143
6.2.2 Matlab 在线性方程组中的应用	144
6.3 Matlab 在特征值、特征向量、二次型中的应用	147
6.3.1 Matlab 在特征值和特征向量中的应用	147
6.3.2 Matlab 在二次型中的应用	148
习题 6	150
实验报告	153
习题答案	155
主要参考文献	168

