

运筹学实验指导及 MATLAB 程序设计

杨鑫刚 / 主编

运筹学实验指导 及 MATLAB 程序设计

主 编 杨鑫刚
副 主 编 单彩虹
参 编 范宇晨 秦汉圣

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书主要包含6章内容:运筹学理论基础、MATLAB应用基础、MATLAB数据与函数的可视化显示、运筹学常见方法及MATLAB实现、运筹学中MATLAB常规优化实例、运筹学中MATLAB智能优化实例。每一章节都给出了大量具体实例,并给出了每个实例的MATLAB运行代码,供读者上机参考使用。建议在上完运筹学的理论课程和基本了解MATLAB求解运筹学模型实验的基础上进一步提高使用。

本书内容丰富、概念清晰、实用性强,可用作本科教材,也可以作为报考研究生及在读研究生课程学习的辅导教材。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

运筹学实验指导及MATLAB程序设计 / 杨鑫刚主编. —北京:北京理工大学出版社,2020.7
ISBN 978 - 7 - 5682 - 8646 - 6

I. ①运… II. ①杨… III. ①Matlab 软件 - 应用 - 运筹学 - 实验 IV. ①O22 - 39

中国版本图书馆CIP数据核字(2020)第112949号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)

(010)82562903(教材售后服务热线)

(010)68948351(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 涿州市新华印刷有限公司

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 11.5

字 数 / 270千字

版 次 / 2020年7月第1版 2020年7月第1次印刷

定 价 / 42.00元

责任编辑 / 王玲玲

文案编辑 / 王玲玲

责任校对 / 刘亚男

责任印制 / 李志强

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前 言

运筹学是用定量分析技术为管理决策提供科学依据的一门新兴学科,是管理类专业本科生、研究生和 MBA 研究生的学位课程。我国多数理工科院校将其列为经济管理或系统工程专业学生的必修课程。

国内目前流行的运筹学教材很多,内容和表述方式大同小异。笔者在长期的教学实践中发现,由于运筹学属于数学的分支,早期的运筹学教材大多注重运筹学的数学原理和方法的论述,不适合工科及管理类等非数学类专业学生使用。基于此,我们编写了本书,旨在更好地突出运筹学的应用性,将复杂的计算交给计算机软件处理,从而更好地提高学生对运筹学的应用能力。

在表述方式上,本书力求深入浅出,尽可能采用通俗的语言说明模型的基本原理,强调运筹思想、分析方法和实际应用,不追求严格的数学证明,以适应非数学专业学生的特点和要求。

本书特点:

(1)由浅入深,循序渐进。本书首先从 MATLAB 应用基础知识讲起,接着详细讲解 MATLAB 求解的各种优化问题,帮助读者尽快掌握使用方法。

(2)步骤详尽,内容新颖。本书在借鉴前人的研究基础之上,结合作者多年的应用,对优化算法的分析及 MATLAB 的实现方法和函数应用进行详细讲解。

(3)实例典型,轻松易学。书中对许多经典案例进行了细致、透彻的讲解,并给出了具体代码,更有利于读者在课下自己巩固提高。

本书由杨鑫刚任主编,单彩虹任副主编,范宇晨、秦汉圣参编。

由于编者水平所限,书中难免有不当之处,恳请读者不吝指正。

编者

第1章 运筹学理论基础	(1)
1.1 运筹学简介	(1)
1.2 运筹学的起源和发展历程	(1)
1.3 运筹学的研究对象及特点	(2)
1.3.1 运筹学的研究对象	(2)
1.3.2 运筹学的特点	(3)
1.4 运筹学的分支和研究思路	(3)
1.4.1 运筹学的主要分支	(3)
1.4.2 运筹学的研究思路	(5)
1.5 运筹学的发展和应用	(5)
第2章 MATLAB 应用基础	(7)
2.1 MATLAB 简介	(7)
2.2 MATLAB 的基本语法	(7)
2.2.1 语句形式及使用技巧	(7)
2.2.2 变量及赋值	(8)
2.3 矩阵的相关运算	(10)
2.3.1 矩阵的初等运算	(10)
2.3.2 关系和逻辑运算	(22)
2.4 MATLAB 程序设计基础	(24)
2.4.1 m 文件	(24)
2.4.2 数据的输入与输出	(25)
2.4.3 选择结构	(26)
2.4.4 循环结构	(28)
2.4.5 函数文件	(31)
2.4.6 全局变量和局部变量	(32)
2.5 MATLAB 中的优化工具箱	(33)
2.5.1 fminbnd 函数	(33)
2.5.2 linprog 函数	(34)
2.5.3 fminsearch 函数	(35)
2.5.4 quadprog 函数	(36)
2.5.5 fgoalattain 函数	(36)



2.5.6	fminimax 函数	(37)
第3章 MATLAB 数据与函数的可视化显示		(39)
3.1 二维显示		(39)
3.1.1	plot 绘图函数简介	(39)
3.1.2	contour 绘图函数简介	(43)
3.1.3	gradient 与 quiver 绘制二维梯度场	(43)
3.2.4	二维绘图的经典应用	(45)
3.2 三维显示		(50)
3.2.1	plot3 绘图绘制三维曲线	(50)
3.2.2	绘制曲面	(51)
3.2.3	三维等线绘制	(53)
3.3 简捷的绘图指令		(53)
第4章 运筹学常见方法及 MATLAB 实现		(55)
4.1 数学规划		(55)
4.1.1	线性规划的单纯形法求解	(55)
4.1.2	二次型规划问题	(63)
4.1.3	最小的极大值问题	(64)
4.1.4	多目标规划问题	(65)
4.1.5	动态规划的最短路径问题	(67)
4.2 层次分析法		(70)
4.2.1	基本介绍	(70)
4.2.2	基本计算步骤	(70)
4.2.3	实例应用	(72)
4.3 博弈论		(73)
4.3.1	纳什均衡的定义	(73)
4.3.2	纯策略纳什均衡	(74)
4.3.3	混合策略纳什均衡	(75)
4.4 灰色系统理论应用		(77)
4.4.1	灰色关联度分析	(77)
4.4.2	灰色预测	(79)
第5章 运筹学中 MATLAB 常规优化实例		(83)
5.1 一维搜索		(83)
5.1.1	黄金分割法	(83)
5.1.2	进退法	(87)
5.1.3	沃尔夫算法	(91)
5.2 无约束优化		(94)
5.2.1	相关知识说明	(94)
5.2.2	牛顿算法	(94)
5.2.3	模式搜索法	(99)
5.2.4	无约束多元函数最小值	(101)



5.3 约束优化问题	(103)
5.3.1 有约束的一元函数的最小值	(103)
5.3.2 有约束的多元函数最小值	(104)
5.3.3 半无限有约束的多元函数最优解	(107)
5.4 最小二乘最优问题	(111)
5.4.1 约束线性最小二乘	(111)
5.4.2 非线性数据(曲线)拟合	(112)
5.4.3 非线性最小二乘	(114)
5.4.4 非负线性最小二乘	(115)
5.5 非线性方程(组)求解	(116)
5.5.1 非线性方程的解	(116)
5.5.2 非线性方程组的解	(116)
5.6 非线性规划	(118)
5.6.1 非线性规划标准形式	(118)
5.6.2 非线性规划实例	(119)
第6章 运筹学中 MATLAB 智能优化实例	(127)
6.1 免疫优化算法	(127)
6.1.1 基本概念	(127)
6.1.2 人工免疫系统	(128)
6.1.3 免疫遗传算法	(135)
6.2 粒子群优化算法	(142)
6.2.1 基本概念	(142)
6.2.2 算法的 MATLAB 实现	(143)
6.2.3 粒子群算法的权重控制	(154)
6.3 遗传优化算法	(161)
6.3.1 遗传算法概述	(161)
6.3.2 基本遗传算法	(162)
6.3.3 自适应遗传算法	(167)
参考文献	(173)

第 1 章

运筹学理论基础

1.1 运筹学简介

运筹学是一门应用数学与形式科学跨领域研究的学科，其利用统计学、数学模型和算法等方法，去寻找复杂问题中的最佳或近似最佳的解答。运筹学经常用于解决现实生活中的复杂问题，特别是改善或优化现有系统的效率。运筹学的基础知识包括矩阵论、随机过程、离散数学和算法基础等。在应用方面，其多与仓储、物流、算法等领域相关。因此，运筹学与应用数学、工业工程、计算机科学等专业密切相关。

运筹学是包含多种学科的综合性学科，是最早形成的一门软科学。它把科学的方法、技术和工具应用到包括一个系统管理在内的各种问题上，以便为那些掌管系统的人提供最佳的解决问题的办法。

1.2 运筹学的起源和发展历程

人们一般认为，运筹学起源于第二次世界大战初期。当时，英国（随即是美国）军事部门迫切需要研究如何将非常有限的人力和物力分配并使用到各种军事活动的运行中，以达到最好的作战效果。在第二次世界大战期间，德国已拥有一支强大的空军，飞机从德国起飞 17 min 即到达英国本土。在如此短的时间内，如何预警和拦截成为一大难题。1935 年，为了对付德国空军力量的严重威胁，英国在东海岸的鲍德西成立了关于作战控制技术的研究机构。1938 年，鲍德西科学小组负责人把他们从事的工作称为运筹学（可译为“作战研究”）。因此，人们把鲍德西作为运筹学的诞生地，将 1935—1938 年这一段时间作为运筹学产生的酝酿时期。但是，关于运筹学的思想和方法的产生，还可以追溯到更早。例如，丹麦电气工程师埃尔朗关于用概率论理论来研究电话服务的论文（运筹学中排队论的早期论文）发表于 1909 年；美国数学家冯·诺尔曼和摩根特斯恩所著《对策论与经济行为》（运筹学中对策论的创



始作)一书成书前的一系列论文在1928年就开始刊出;苏联数学家康托洛维奇的《生产组织与计划中的数学方法》一书出版于1939年。

第二次世界大战结束时,世界各国的运筹学工作者已超过700人,这些人主要来自英国、美国和加拿大,其中一部分人力图将他们在战争中进行运筹学研究取得的经验和知识转用到民用生产中去。在英国,首先出现了一个“运筹学俱乐部”,1950年出版了第一份运筹学杂志,并于1953年成立了英国运筹学学会;在美国,则于1952年成立了美国运筹学学会;此后,于1959年成立了国际运筹学联盟(International Federation of Operational Research Societies, IFORS)。

运筹学实际上起源于20世纪初的科学管理运动。泰罗和吉尔布雷斯夫妇等首创的时间和动作研究、甘特发明的“甘特图”及丹麦数学家厄兰1917年对丹麦首都哥本哈根市电话系统排队问题的研究等,应当看成是最早的运筹学。第二次世界大战中,为了适应战争的需要,发展出了现代运筹学的一支最成熟的分支——线性规划。随后,随着计算技术的进步和计算机的普及,像非线性规划、动态规划、整数规划、图论、排队论、对策论、库存论、模拟等一系列重要分支也逐渐发展和完善起来。20世纪50年代和60年代是运筹学研究和应用的鼎盛时期,但也有一些管理学家对运筹学的作用提出了怀疑。

在中国,1956年中国科学院即组织开展了运筹学研究。1964年,借鉴《史记·汉高祖本纪》中“夫运筹帷幄之中,决胜于千里之外”一语,把“Operations Research”译名为“运筹学”。中国运筹学学会成立于1980年,1982年加入IFORS,并于该年创办了《运筹学杂志》,1997年改名为《运筹学学报》。

1.3 运筹学的研究对象及特点

1.3.1 运筹学的研究对象

运筹学主要研究经济活动和军事活动中能用数量来表达的有关策划、管理方面的问题。当然,随着客观实际的发展,运筹学的许多内容不但研究经济和军事活动,而且已经深入日常生活中。运筹学可以根据问题的要求,通过数学上的分析、运算,得出各种各样的结果,最后提出综合性的合理安排,以达到最好的效果。

运筹学作为一门用来解决实际问题的学科,在处理问题时,一般有以下几个步骤:确定目标、制订方案、建立模型、制订解法。

虽然不太可能存在能处理极其广泛对象的运筹学,但是在运筹学的发展过程中,还是形成了某些抽象模型,并能应用于解决较广泛的实际问题。

随着科学技术和生产的发展,运筹学已渗入很多领域,发挥了越来越重要的作用。运筹学本身也在不断发展,包括线性规划、非线性规划、整数规划、组合规划、图论、网络流、决策分析、排队论、可靠性数学理论、库存论、博弈论、搜索论、模拟等。

运筹学有着广阔的应用领域,它已渗透到诸多服务、搜索、人口、对抗、控制、时间表、资源分配、厂址定位、能源、设计、生产等方面。

运筹学是软科学中“硬壳”较大的一门学科,是系统工程学和现代管理学中的一种基础理论和不可缺少的方法、手段和工具。运筹学已被应用到各种管理工程中,在现代化建设中

发挥着重要作用。

1.3.2 运筹学的特点

运筹学具有下面几个明显的特点：

- ①它是以研究事物内在规律，探究如何把事情办得更好的一门事理科学。
- ②它是在有限资源条件下，研究人机系统各种资源利用最优化的一种科学方法。
- ③它是通过建立所研究系统的数学模型，进行定量分析的一种分析方法。
- ④它是多学科交叉的解决系统总体优化的系统方法。
- ⑤它是解决复杂系统活动与组织管理中出现的实际问题的一种应用理论与方法。
- ⑥它是评价比较决策方案优势的一种数量化决策方法。

⑦运筹学已被广泛应用于解决工商企业、军事部门、民政事业等研究组织内的统筹协调问题，其应用不受行业、部门的限制。

⑧运筹学既对各种经营进行创造性的科学研究，又涉及组织的实际管理问题，它具有很强的实践性，最终应能向决策者提供建设性意见，并应收到实效。

⑨以整体最优为目标，从系统的观点出发，力图以整个系统最佳的方法来解决该系统各部门之间的利害冲突。对所研究的问题求出最优解，寻求最佳的行动方案，所以它也可以看成是一门优化技术，提供的是解决各类问题的优化方法。

总之，科学性、综合性、系统性和实践性是运筹学这门学科的四大大特点。

1.4 运筹学的分支和研究思路

1.4.1 运筹学的主要分支

运筹学的具体内容包括规划论（包括线性规划、非线性规划、整数规划和动态规划）、图论与网络分析、排队论、决策论、对策论、可靠性理论等。

(1) 规划论

数学规划是运筹学的一个重要分支，它包括线性规划、非线性规划、整体规划和动态规划等。它是在满足给定约束要求下，按一个或多个目标来寻找最优方案的数学方法。它的适用领域十分广泛，在工业、农业、交通运输业、军事、经济规划和管理决策中都可以发挥作用。

数学规划的研究对象是计划管理工作中有关安排和估值的问题，解决的主要问题是在给定条件下，按某一衡量指标来寻找安排的最优方案。它可以表示成求函数在满足约束条件下的极大值或极小值问题。数学规划和古典的求极值的问题有本质上的不同，古典方法只能处理具有简单表达式和简单约束条件的情况，而现代的数学规划中的问题目标函数和约束条件都很复杂，并且要求给出某种精确度的数学解答，因此算法的研究特别受到重视。

这里最简单的一种问题就是线性规划。如果约束条件和目标函数都呈线性关系，就叫作线性规划。要解决线性规划问题，从理论上讲，都要解线性方程组，因此，解线性方程组的方法，以及关于行列式、矩阵的知识，就是线性规划中非常必要的工具。

线性规划及其解法——单纯形法的出现，对运筹学的发展起了极大的推动作用。许多实际问题都可以化成线性规划来解决，而单纯形法又是一个行之有效的算法，加上计算机的出



现,使一些大型复杂的实际问题的解决成为现实。

非线性规划是线性规划的进一步发展和继续。许多实际问题如何设计、经济如何平衡等问题都属于非线性规划的范畴。非线性规划扩大了数学规划的应用范围,同时,也给数学工作者提出了许多基本理论问题,使数学中的数值分析等也得到了发展。还有一种规划问题和时间有关,叫作动态规划。近年来,它在解决工程控制、技术物理和通信中的最佳控制问题过程中,已经成为经常使用的重要工具。

(2) 图论与网络分析

图是研究离散事物之间关系的一种分析模型,它具有形象化的特点。因此,比仅用数学模型更容易被人们理解。由于求解网络模型已有成熟的特殊解法,因此,它在解决交通网、管道网、通信网等的优化问题上具有明显的优势。其应用领域也不断扩大。最小生成树问题、最短路问题、最大流问题、最小费用流问题、中国邮递员问题、旅行推销员问题、网络计划等,都是网络分析中的重要组成部分并且应用也很广泛。

(3) 排队论

排队论是运筹学的又一个分支,它又叫作随机服务系统理论。它的研究目的是回答如何改进服务机构或被服务的对象,使得某种指标达到最优。比如一个港口应该有多少个码头、一个工厂应该有多少维修人员等。

排队论起源于20世纪初丹麦工程师埃尔朗关于电话交换机的效率研究,在第二次世界大战中,为了对飞机场跑道的容纳量进行估算,它得到了进一步的发展,其相应的学科更新论、可靠性理论等也发展起来。

因为排队现象是一个随机现象,因此,在研究排队现象时,以研究随机现象的概率论作为主要工具。此外,还有微分和微分方程。排队论把它所要研究的对象形象地描述为顾客来到服务台前要求接待。如果服务台已被其他顾客占用,那么就要排队。另外,服务台也时而空闲、时而忙碌,这就需要通过数学方法求得顾客的等待时间、排队长度等的概率分布。

排队论在日常生活中的应用是相当广泛的,比如水库水量的调节、生产流水线的安排、电网的设计等。它是一种研究公共服务系统的运行和优化的数学理论与方法。它通过对随机服务现象的统计研究,找出反映这些随机现象的平均特性,从而研究提高服务系统水平和工作效率的方法。

(4) 决策论

它是为了科学地解决带有不确定性和风险性决策问题所发展的一套系统分析方法,其目的是提高科学决策的水平,减少决策失误的风险。它广泛地应用在经营管理工作的中高层决策中。

(5) 存储论(又称库存论)

它是研究经营生产中各种物资应当在什么时间,以多少数量来补充库存,才能使库存和采购的总费用最少的一门学科。它在提高系统工作效率、降低产品成本方面有重要的作用。

(6) 对策论(又称博弈论)

它是一种研究在竞争环境下决策者行为的数学方法。在社会政治、经济、军事活动中,以及日常生活中都有很多竞争或斗争性质的现象。竞争双方为了达到自己的利益与目标,都必须考虑对方可能采取的各种行动方案,然后选择一种对自己最有利的行动方案。对策论就是研究双方是否都有最合乎理性的行动方案,以及如何确定合理行动方案的理论与方法。

(7) 搜索论

搜索论是由于第二次世界大战中战争的需要而出现的运筹学分支。其是主要研究在资源

和探测手段受到限制的情况下,如何设计寻找某种目标的最优方案,并加以实施的理论和方法;是在第二次世界大战中,同盟国的空军和海军在研究如何针对轴心国的潜艇活动、舰队运输和兵力部署等进行甄别的过程中产生的。搜索论在实际应用中也取得了不少成效,例如20世纪60年代,美国寻找大西洋失踪的核潜艇“打谷者号”和“蝎子号”,以及在地中海寻找丢失的氢弹,都是依据搜索论获得成功的。

1.4.2 运筹学的研究思路

- ①从现实生活场合抽出本质的要素来构建数学求解模型。
- ②探索求解方法和求解过程。
- ③从可行方案中寻求系统的最优解。

1.5 运筹学的发展和应用

运筹学发展到现在,虽然只有五十多年的历史,但其内容已相当丰富,所涉及的领域也十分广泛。以《运筹学国际文摘》收集的各国运筹学论文的内容为例,按技术分类就有50多种。现在这门新兴学科的应用已深入国民经济的各个领域,成为促进国民经济多、快、好、省、健康协调发展的有效方法。

运筹学在管理领域的应用涉及以下几方面:

(1) 市场销售

主要应用在广告预算和媒介的选择、竞争性定价、新产品开发、销售计划的制订等方面。如美国杜邦公司在20世纪50年代起就非常重视将运筹学用于研究如何做好广告工作,以及产品定价和新产品的引入。通用电力公司对某些市场进行模拟研究。

(2) 生产计划

其在总体计划中主要用于总体确定生产、存储和劳动力的配合等计划,以适应波动的需求计划,节省10%的生产费用。还可以用于生产作业计划、日程表的编辑等。此外,还有在合理下料、配料问题、物料管理等方面的应用。

(3) 库存管理

主要用于管理多种物资库存量,确定某些设备的能力或容量,如停车场的大小、新增发电设备的容量大小、电子计算机的内存量、合理的水库容量等。美国某机器制造公司应用库存理论后,节省18%的费用。目前国外新动向是将库存理论与计算机的物资管理系统相结合。如美国西电公司,从1971年起用5年时间建立了西电物资管理系统,使公司节省了大量物资存储费用和运费,并且减少了管理人员。

(4) 运输问题

这涉及空运、水运、公路运输、铁路运输、管道运输、场内运输。空运涉及飞行航班和飞行机组人员服务时间安排等。为此,在国际运筹学协会中设有航空组,专门研究空运中的运筹学问题。水运有船舶航运计划、港口装卸设备的配置和船到港口后的运行安排。公路运输除了汽车调度计划外,还有公路网的设计和分析、市内公共汽车路线的选择和行车时刻表的安排、出租汽车的调度和停车场的设立等。铁路运输方面的应用就更多了。



(5) 财政和会计

这里涉及预算、贷款、成本分析、定价、投资、证券管理、现金管理等。用得较多的方法是统计分析、数学规划、决策分析。此外，还有盈亏分析法、价值分析法等。

(6) 人事管理

这里涉及6个方面：第一是人员的获得和需求估计；第二是人才的开发，即进行教育和训练；第三是人员的分配，主要是各种指派问题；第四是各类问题的合理利用；第五是人才的评价，其中包括如何测定一个人对组织、社会的贡献；第六是工资和津贴的确定等。

(7) 城市管理

这里有各种紧急服务系统的设计和运用，如救助站、救护车、警车等分布点的设立。美国曾用排队论方法来确定纽约市紧急电话站的值班人数；加拿大曾研究一个城市的警车的配置和负责范围、出事故后警车应走的路线等。此外，还有城市垃圾的清扫、搬运和处理，以及城市供水和污水处理系统的规划等。

第 2 章

MATLAB 应用基础

2.1 MATLAB 简介

MATLAB 是矩阵实验室之意。其除了具备卓越的数值计算能力外，还提供了专业水平的符号计算、文字处理、可视化建模仿真和实时控制等功能。

MATLAB 的基本数据单位是矩阵，它的指令表达式与数学、工程中常用的形式十分相似，故用 MATLAB 来解决问题要比用 C、Fortran 等语言完成相同的事情简捷得多。在新的版本中，也加入了对 C、Fortran、C++、Java 的支持。用户可以直接调用，也可以将自己编写的实用程序导入 MATLAB 函数库中方便以后调用。此外，许多 MATLAB 爱好者都编写了一些经典的程序，用户直接下载就可以使用，非常方便。

MATLAB 的基础是矩阵运算，但是由于它的开放性，并且也吸收了像 Maple 等软件的优点，使其成为一个强大的数学软件。当前流行的 MATLAB，包括拥有数百个内部软件的主包和三十几种工具包（Toolbox）。工具包又可以分为功能工具包和学科工具包。功能工具包用来扩充 MATLAB 的符号计算、可视化建模仿真、进行文字处理及实时控制等。学科工具包是专业性比较强的工具包，控制工具包、信号处理工具包、通信工具包等都属于此类。

开放性使 MATLAB 广受用户欢迎。除内部函数外，所有 MATLAB 主包文件和各种工具包都是可读可修改的文件，用户可以通过对源程序进行修改或加入自己编写的程序来构造新的专用工具包。

2.2 MATLAB 的基本语法

2.2.1 语句形式及使用技巧

MATLAB 的一般语句形式为：



```
>> 变量 = 表达式;% 注释
```

其中，“=”，将表达式的值赋予变量。当按 Enter 键时，该语句被执行。语句执行之后，窗口自动显示出执行结果。

“;”，结果不被显示，但它依然被赋值并在 MATLAB 工作空间中分配了内存。

“%”，其后为注释，不执行。

2.2.2 变量及赋值

1. 标识符与数

标识符：是标识变量名、常数名、函数名、文件名的字符串的总称。标识符的第一个字符必须是字母；长度不超过31个；区分大小写。

变量：分为数值变量和字符变量。变量中不能有标点符号；变量可以直接参与运算。

常量：计算过程中不变的量。如 i , j , π , NaN (不确定), Inf (无穷大)。

字符变量：将字符串作为变量，有3种表达方式：①用引号 (')；②用函数 sys(); ③用命令 sysbs。

变量名、常量名小于19个字符，如变量 x ，常量 π 。

函数名、文件名小于8个字符，如查看数据类型的 whos 函数。

由英文字母 (区分大小写)、阿拉伯数字和下划线组成；第一字符必须为英文字母。

数据格式：双精度二进制。

输出格式：8种。如 format long 指令的含义是用15位数字表示数据的输出格式。

2. 矩阵及其元素赋值

```
a = [1 2 3; 4 5 6; 7 8 9]
x = [-1.3 sqrt(3)(1+2+3)/5 * 4]
x(5) = abs(x(1)) a(4,3) = 6.5
a(5,:) = [5,4,3]
b = a([2,4],[1,3])
a([2,4,5,:]) = [ ]
a/7
```

元素之间用逗号、空格分开。不同行以分号隔开。语句结尾按 Enter 键或使用逗号，会显示结果；如果不想显示结果，用分号。元素下标用括号 () 中的数字来注明，一维用一个下标，二维用两个下标，用逗号分开。如果赋值元素的下标超过原来矩阵的大小，矩阵的行、列会自动扩展。全行赋值，用冒号。提取交点元素、抽取某行元素，用空矩阵。

3. 复数的表达

```
c = 3 + 5.2i
z = [1 + 2i, 3 + 4i; 5 + 6i, 7 + 8i]
z = [1,3; 5,7] + [2,4; 6,8] * i
f = sqrt(1 + 2i)
f * f
w = z' (共轭转置)
```

```
u = conj(z) (共轭)
```

```
v = conj(z') (转置)
```

复数的虚数部分用 i 或 j 表示，如曾用过 i 、 j 作变量，则用 `clear i, j`。

复数矩阵有两种赋值方法：①将其元素逐个赋予复数；②将其实部和虚部矩阵分别赋值。

z' 表示复数矩阵共轭转置：行列互换，各元素的虚部反号。

共轭函数 `conj(z)`：只把各元素的虚部反号。

转置函数 `conj(z')`：行列互换。

4. 变量检查

```
who
```

检查工作空间中的变量。

```
whos
```

变量的详细特征。

```
inf
```

无穷大，如 $1/0$ 。

```
NaN
```

非数 (Not a Number) $0/0$ 、 inf/inf 、 $0 * \text{inf}$ 。

5. 基本赋值矩阵

```
f1 = ones(3,2)
```

全 1 矩阵。

```
f2 = zeros(2,3)
```

全 0 矩阵。

```
f3 = magic(3)
```

魔方矩阵：元素由 1 到 $n \times n$ 的自然数组成，每行、每列及两对角线上的元素之和均等于 $(n^3 + n) / 2$ 。

```
f4 = eye(2)
```

单位矩阵是 $n \times n$ 阶的方阵，对角线上的元素为 1。

```
f5 = linspace(0,1,5)
```

线性分割函数。

```
fb1 = [f1,f3,f4,f2]
```

```
fb2 = [fb1;f5]
```

大矩阵可由小矩阵组成，其行列数必须正确，恰好填满全部元素。

6. 运算符

例 2.1

```
>> (12 + 2 * (7 - 4)) / 3^2
```

```
ans = 2
```

```
+ addition, - subtraction
```



```
* multiplication, / division, \left division
^ power
relational operators: >, <, >=, <=, ==
logical operators: & (and), | (or), ~ (not), xor(异或)
```

2.3 矩阵的相关运算

2.3.1 矩阵的初等运算

1. 矩阵的生成

MATLAB 中数据的结构形式就是一个矩阵。矩阵的建立方法如下:

- ①直接输入法;
- ②冒号法;
- ③函数法;
- ④矩阵的编辑。

例 2.2

```
>> a = [1,2,3;4,5,6;7,8,9]
a =
     1     2     3
     4     5     6
     7     8     9
```

直接输入小矩阵,其中同一行用逗号或空格分开,不同的行用分号分隔,整体用中括号[]括起。

例 2.3

```
>> ones(3)
ans =
     1     1     1
     1     1     1
     1     1     1
```

对一些特殊矩阵,用相关命令生成,如单位阵、全0阵、幻方阵、全1阵等。

例 2.4

```
>> a = [1,2,3;4,5,6;7,8,9]
a =
     1     2     3
     4     5     6
     7     8     9
```