



教育部高等职业教育示范专业规划教材

(通信类专业)

信号与系统 理论和实训

XINHAO YU XITONG LILUN HE SHIXUN

任利华 初玲 主编



- 系统性强，可操作性强
 - 实验内容典型，具有代表性
- 实践性突出，实用性强
体系清晰，方便教学



cmpqu@163.com
010-88379564

赠电子课件等



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

教育部高等职业教育示范专业规划教材
(通信类专业)

信号与系统理论和实训

主 编 任利华 初 玲
副主编 董艳艳 齐巧梅 纪丽凤
参 编 郭三华 唐国锋 李晓艳 孙君君



机械工业出版社

本书在认真总结“信号与系统”课程以往的理论教学与实训教学的基础上精心编写,以培养一线高级技术应用型专门人才为目标,更好地体现了高等职业技术教育的特点。本书结合高等职业技术教育教学改革的经验,通过实训练习,使高职高专学生更好地掌握所学内容,达到提高实践操作能力的目的。

本书全面介绍了信号与系统相关实训内容,共分为11章,包括实验设备及Matlab介绍、信号的基本知识、连续信号的时域分析、线性时不变系统、连续系统的时域分析、连续信号的频域分析、连续系统的频域分析、连续系统的复频域分析、离散系统的时域分析与 z 域分析、系统特性测量和反馈系统。

本书可用做电子信息类和通信类等专业的实训教材,特别适合作为高职高专的教材使用。各院校可根据专业特点、实训教学时数等具体情况对其内容进行适当调整和增减。

为方便教学,本书配有免费电子课件等,凡选用本书作为授课教材的学校,均可来电(010-88379564)或邮件(cmpqu@163.com)索取。有任何技术问题也可通过以上方式联系。

图书在版编目(CIP)数据

信号与系统理论和实训/任利华,初玲主编. —北京:
机械工业出版社, 2010. 5

教育部高等职业教育示范专业规划教材. 通信类专业
ISBN 978-7-111-34067-6

I. ①信… II. ①任…②初… III. ①信号系统—高等
职业教育—教材 IV. ①TN911. 6

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第078084号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:曲世海 责任编辑:曲世海 王琪 版式设计:霍永明

责任校对:陈延翔 封面设计:马精明 责任印制:杨曦

北京市朝阳展望印刷厂印刷

2012年7月第1版第1次印刷

184mm×260mm·7.25印张·176千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-34067-6

定价:16.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

“信号与系统”是电子信息工程技术、无线电技术、通信技术等专业的一门重要专业基础课。该课程核心的基本概念、基本理论和分析方法非常重要，而且系统性、理论性很强。为此在学习本课程时，开设必要的实验能加深学生对基本理论和分析方法的理解，培养学生分析问题和解决问题的能力，使抽象的概念和理论形象化、具体化，对增强学生的学习兴趣有极大的好处。

本书是根据“信号与系统”课程的教学要求而编写的，着力体现当前高职高专教学改革的特点，以培养高素质、应用型人才为目标，从实际出发，强化技能培训，突出了针对性、适用性和实用性。本书的特点包括：

1. 系统性强，可操作性强

本书按照从信号到系统，从时域分析到频域分析，从连续信号到离散信号的顺序安排实验内容，学生只要掌握信号与系统的基本知识，便可进行实际操作。

2. 实验内容典型，具有代表性

本书共分为 11 章，包括硬件实验和 Matlab 仿真实验。内容包括实验设备及 Matlab 介绍、信号的基本知识、连续信号的时域分析、线性时不变系统、连续系统的时域分析、连续信号的频域分析、连续系统的频域分析、连续系统的复频域分析、离散系统的时域分析与 z 域分析、系统特性测量和反馈系统。

3. 实践性突出，实用性强

本书在编写过程中，参考了企业专家和工程师的意见，每个实验项目都有详细的步骤，帮助学生提高实践能力。实验项目中的很多系统模块都可为后续课程的学习奠定基础。

4. 体系清晰，方便教学

全书采用课题形式，将全部内容分成硬件部分和软件部分，层次分明、语言简练。每个实验项目都配有一定的练习，方便教学。

本书由任利华、初玲担任主编，董艳艳、齐巧梅和纪丽凤担任副主编，郭三华、唐国锋、李晓艳和孙君君参编，由任利华统筹策划全书。任利华编写了第 1、2、3、4 章，董艳艳编写了第 5、6、7 章，初玲编写了第 8、9 章，齐巧梅编写了第 10、11 章，郭三华、唐国锋和孙君君分别参与了第 5、6、7、8 章的编写。纪丽凤和李晓艳也参与了本书的编写。

在本书的编写过程中，许多专业技术人员和老师提出了很好的意见和建议，在此表示衷心的感谢。同时，作者参考了许多文献资料，在此向各文献资料的作者表示感谢。

鉴于编者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请使用本书的读者批评指正。

目 录

前言

第1章 实验设备及 Matlab 介绍 1

1.1 ACCC-ⅢA 型实验平台 1

1.2 信号产生模块 2

1.3 Matlab 相关知识 4

1.3.1 Matlab 介绍 4

1.3.2 Matlab 集成环境 4

1.3.3 Matlab 编程基础 4

第2章 信号的基本知识 15

2.1 信号的基本概念 15

2.2 常用信号的分类与观察 15

2.2.1 信号的分类 15

2.2.2 实验部分 17

2.3 用 Matlab 描述常用信号 19

第3章 连续信号的时域分析 23

3.1 信号的基本运算 23

3.1.1 理论介绍 23

3.1.2 实验部分 25

3.2 信号的分解与合成 27

3.2.1 信号分解与合成的基本知识 27

3.2.2 信号分解与合成实验 28

第4章 线性时不变系统 30

4.1 系统的概念和分类 30

4.2 线性时不变系统的基本性质 30

4.3 线性时不变系统的验证 31

第5章 连续系统的时域分析 33

5.1 零输入响应与零状态响应分析 33

5.1.1 零输入响应与零状态响应的 相关知识 33

5.1.2 零输入响应与零状态响应实验 34

5.2 Matlab 用于连续系统的时域分析 35

5.3 微分方程求解的电路仿真 37

第6章 连续信号的频域分析 39

6.1 用 Matlab 求信号的傅里叶变换 39

6.1.1 信号的傅里叶变换 39

6.1.2 用 Matlab 求信号的傅里叶 变换实验 41

6.2 用 Matlab 分析信号的频谱特性 43

6.2.1 信号的频谱特性 43

6.2.2 用 Matlab 分析信号的频谱 特性实验 47

6.2.3 Matlab 用于系统函数的频率 分析实验 50

第7章 连续系统的频域分析 54

7.1 一阶电路和二阶电路 54

7.2 串并联谐振的基本知识 55

7.2.1 串联谐振电路 55

7.2.2 二阶串联、并联谐振电路 实验 57

7.3 模拟滤波器 60

7.3.1 模拟滤波器基础知识 60

7.3.2 模拟滤波器实验 61

7.4 信号的调制与解调 68

7.4.1 信号调制与解调的基本知识 68

7.4.2 AM 调制与解调实验 68

7.5 频分多路复用 70

7.5.1 频分多路复用的基本知识 70

7.5.2 频分多路复用实验 72

7.6 信号的采样与恢复 74

7.6.1 信号采样与恢复的基础知识 74

7.6.2 信号的采样与恢复实验 75

第8章 连续系统的复频域分析 78

8.1 连续时间信号的拉普拉斯变换 78

8.1.1 拉普拉斯变换的相关知识 78

8.1.2 用 Matlab 求连续时间信号的 拉普拉斯变换 79

8.2 Matlab 方法用于系统函数零、 极点分析 81

8.2.1 系统函数的零、极点分析	81	10.2 二阶系统特性测量	93
8.2.2 系统稳定性判定	81	第 11 章 反馈系统	96
8.2.3 实验部分	82	11.1 反馈与控制	96
第 9 章 离散系统的时域分析和 z 域分析	85	11.1.1 控制系统的分类	96
9.1 基于 Matlab 的离散系统时域分析	85	11.1.2 闭环控制系统的分类	97
9.2 基于 Matlab 的离散系统 z 域分析	87	11.2 反馈系统与系统频响特性实验	97
第 10 章 系统特性测量	91	11.3 RC 振荡器特性测量	99
10.1 一阶系统特性测量	92	附录	101
		参考文献	110

第1章 实验设备及 Matlab 介绍

1.1 ACCC-ⅢA 型实验平台

图 1-1 是本书中硬件实验所采用的信号与系统实验平台。

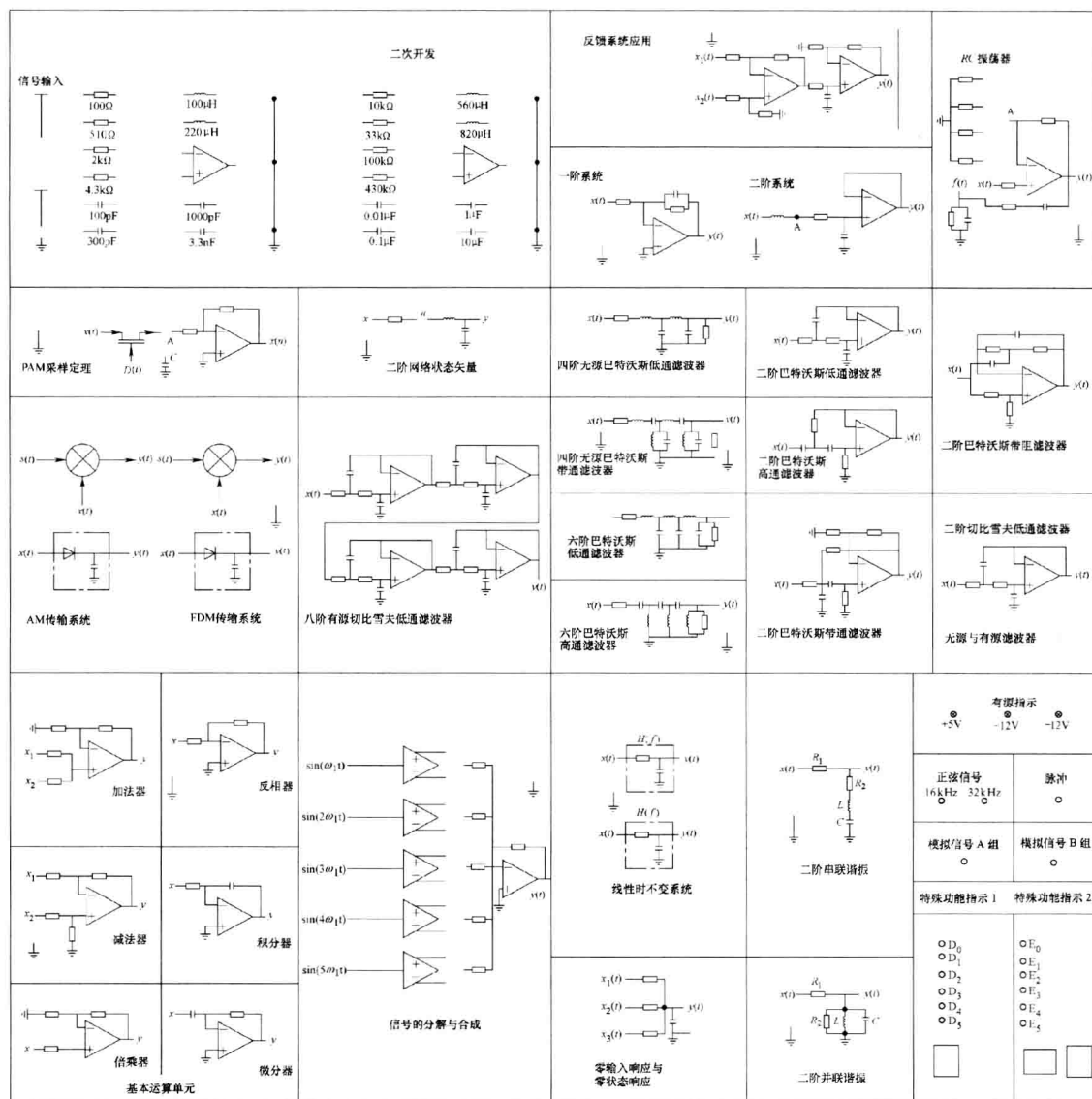


图 1-1 ACCC-ⅢA 型实验平台

该实验平台由基本运算单元、信号的分解与合成、线性时不变系统、零输入响应与零状态响应、二阶串联谐振、二阶并联谐振、无源与有源滤波器、AM 传输系统、FDM 传输系统、PAM 采样定理、RC 振荡器、一阶系统、二阶系统、反馈系统应用、二次开发和信号产生等模块组成。

1.2 信号产生模块

在信号与系统实验平台的右下方有一信号产生模块，如图 1-2 所示。

下面对 ACCC-Ⅲ A 型实验平台中信号产生模块的使用进行说明。

1. 信号指示灯的分类

在 ACCC-Ⅲ A 型实验平台中有以下三类指示灯。

- 1) 电源指示灯(绿色)。
- 2) 模式指示灯(红色)。
- 3) 信号输出指示灯(黄色)，共有两组，分别用于模拟信号 A 组与模拟信号 B 组。

2. 电源指示灯的含义

信号产生模块的最上面是三个电源指示灯，从左到右分别表示 5V、12V、-12V，以指示电源是否正常。

3. 模式指示灯的含义

ACCC-Ⅲ A 型实验平台的模式指示灯有两个，用来指示当前信号产生模块的工作模式。ACCC-Ⅲ A 型实验平台的信号产生模块工作于四种模式，模式指示灯的状态、模式及产生的信号类型见下表 1-1。

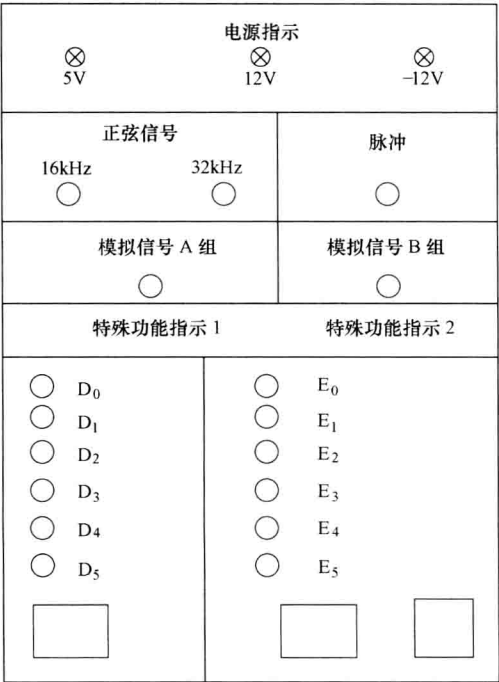


图 1-2 信号产生模块

表 1-1 模式指示灯的状态、模式及产生的信号类型

指示灯状态	模式类型	产生信号类型
● ●	00	用于产生信号合成实验所需的 6 种信号： f_0 、 $2f_0$ 、 $3f_0$ 、 $4f_0$ 、 $5f_0$ 、 $6f_0$ 。在该模式下，不产生其他信号输出，按键可以控制信号输出指示灯，但此时信号输出指示灯没有任何含义
● ☼	01	在正弦信号 16kHz、32kHz 输出端产生相应的输出信号，同时在模拟信号 A 组产生 800Hz 信号输出，在模拟信号 B 组产生 125Hz 信号输出，同时在脉冲端产生脉冲幅度调制(PAM)所需的抽样时钟信号。在 01 模式下，不产生其他信号输出，按键可以控制信号输出指示灯，但此时信号输出指示灯没有任何含义
☼ ●	10	在模拟信号 A 组、模拟信号 B 组输出有一定时间间隔的信号，输出信号的类型由相应的信号输出指示灯指示。在 10 模式下，按键可以控制信号输出指示灯，随着信号输出指示灯的改变，相应的输出信号也将改变。同时在该模式下，在脉冲信号输出端产生 35ms 的方波信号

(续)

指示灯状态	模式类型	产生信号类型
	11	在模拟信号 A 组、模拟信号 B 组输出连续信号，输出信号的类型由相应的信号输出指示灯指示。在该模式下，按键可以控制信号输出指示灯，随着信号输出指示灯的改变，相应的输出信号也改变了。按信号输出指示灯的含义输出为连续信号方式

注：● 表示灯灭， 表示灯亮。

4. 信号输出指示灯的含义

在模式 10 与模式 11 状态下，模拟信号 A 组对应 6 个信号输出指示灯，编号为 D₀、D₁、D₂、D₃、D₄、D₅；模拟信号 B 组对应 6 个信号输出指示灯，编号为 E₀、E₁、E₂、E₃、E₄、E₅。信号输出指示灯的含义见表 1-2。

表 1-2 信号输出指示灯的含义

D ₅ 、D ₄ 、D ₃ 、D ₂ 、D ₁ 、D ₀ 或 E ₅ 、E ₄ 、E ₃ 、E ₂ 、E ₁ 、E ₀	二进制编码	输出信号类型
● ● ● ● ● ●	000000	指数衰减信号
● ● ● ● ● 	000001	复指数信号虚部(余弦,正频率)
● ● ● ●  ●	000010	复指数信号实部(正弦,正频率)
● ● ● ●  	000011	复指数信号虚部(余弦,负频率)
● ● ●  ● ●	000100	复指数信号实部(正弦,负频率)
● ● ●  ● 	000101	150Hz 正弦信号
● ● ●   ●	000110	1200Hz 正弦信号
● ● ●   	000111	Sa(t) 信号
● ●  ● ● ●	001000	钟形信号(高斯信号)
● ●  ● ● 	001001	连续正负脉冲信号
● ●  ●  ●	001010	三角波信号
● ●  ●  	001011	1 - x ² 信号
● ●   ● ●	001100	梯形信号
● ●   ● 	001101	间隔正负脉冲信号
● ●    ●	001110	正负指数衰减脉冲串信号
● ●    	001111	正负指数衰减脉冲串信号的积分信号
●  ● ● ● ●	010000	全波检波信号
●  ● ● ● 	010001	半波检波信号
●  ● ●  ●	010010	锯齿信号
●  ● ●  	010011	阶梯信号

(续)

D ₅ 、D ₄ 、D ₃ 、D ₂ 、D ₁ 、D ₀ 或 E ₅ 、E ₄ 、E ₃ 、E ₂ 、E ₁ 、E ₀	二进制编码	输出信号类型
● ☼ ● ☼ ● ●	010100	正负锯齿信号脉冲串
● ☼ ● ☼ ● ☼	010101	升余弦信号频谱分解信号 1
● ☼ ● ☼ ☼ ●	010110	升余弦信号频谱分解信号 2
● ☼ ● ☼ ☼ ☼	010111	升余弦信号频谱信号

注：● 表示灯灭，☼ 表示灯亮。

5. 按键的操作方式

在 ACCC-ⅢA 型实验平台有两个按钮，主要用来选择信号产生模块的工作模式与输出信号。具体使用方法如下：

(1) 工作模式选择 按下任一键不放，直到变换状态为止，模式指示灯在 00、01、10、11 四个状态之间变化，若为所需状态，则松开按键即可。

(2) 输出信号选择 对模拟信号 A 组与模拟信号 B 组的输出信号进行选择，按相应键即可，时间不要大于 1s。

1.3 Matlab 相关知识

1.3.1 Matlab 介绍

Matlab 是由 MathWorks 公司于 1982 年推出的一套高性能的数值计算和可视化数学软件。Matlab 编程运算与人进行科学计算的思路和表达方式完全一致，不像学习其他高级语言如 Basic、Fortran 和 C 等那样难于掌握。Matlab 的基本元素是矩阵，具有强大的数值计算和图示能力，具有丰富的工具箱(Tool Box)。

1.3.2 Matlab 集成环境

当 Matlab 安装完毕并首次启动时，展现在屏幕上的界面为 Matlab 的主界面，如图 1-3 所示。

Matlab 主界面是 Matlab 的主要工作界面。它除了包括命令窗口、工作空间窗口、当前目录窗口和命令记录窗口外，还包括菜单栏和工具栏。Matlab 可以同时打开多个窗口，方法是单击菜单栏中的【view】，打开各个窗口。

1.3.3 Matlab 编程基础

1. 符号变量的创建

在 Matlab 中，变量和常量的标识符最长允许 19 个字符。变量的第一个字符必须为英文字母，变量名可以包含下划线、数字，但不能为空格符、标点，并且区分大小写。

符号变量的定义可用 sym/syms，其中 sym 表示定义一个符号变量，如定义符号变量 u ，

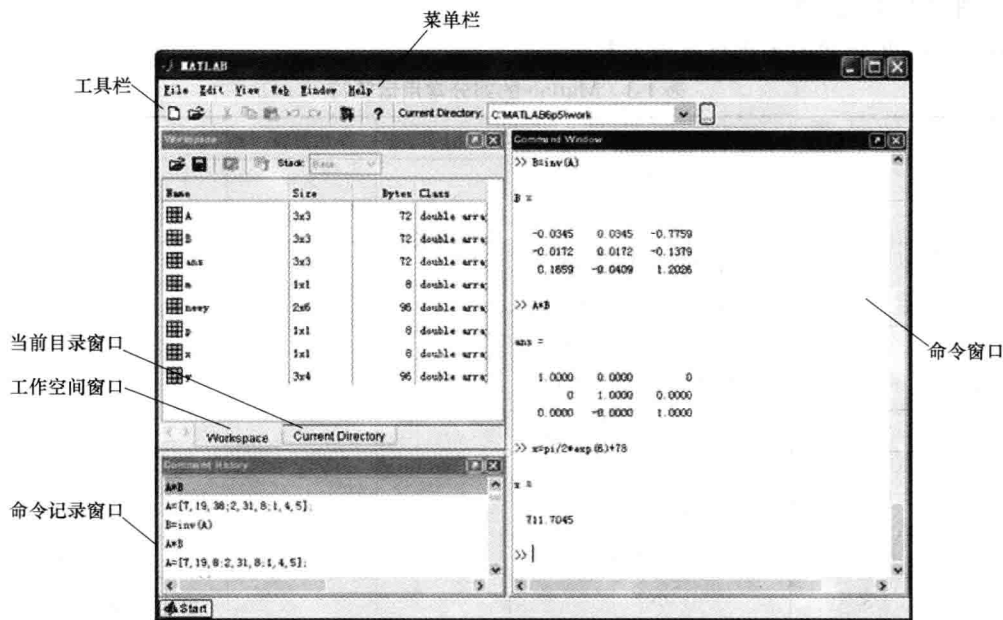


图 1-3 Matlab 主界面

即 $\text{sym}(u)$; syms 表示定义多个符号变量, 如 $\text{syms}(u, x)$ 。

2. 向量与矩阵的创建和访问

(1) 向量的创建 要创建一个向量, 在命令窗口下输入 $t=0:1:10$ 。

(2) 矩阵的创建 例如, 创建一个 3×3 的矩阵, 输入 $a=[1\ 2\ 3;4\ 5\ 6;7\ 8\ 9]$, 则屏幕输出:

```
a = 1  2  3
     4  5  6
     7  8  9
```

(3) 访问矩阵的某一个元素 例如上面的 3×3 矩阵中, 输入 $a(3,2)$, 则 $\text{ans}=8$ 。

(4) 访问矩阵某行(列)的所有元素 例如, $a(3,:)$, $a(:,2)$ 分别表示第 3 行和第 2 列的所有元素。

(5) 特殊变量和常量

ans 表示预设的计算结果的变量名;

eps 表示浮点数的相对误差;

pi 表示 3.1415926;

i 和 j 表示虚数单位;

inf 表示无穷大;

nan 表示非数值;

realmax 为系统所能表示的最大数值;

realmin 为系统所能表示的最小数值;

nargin 为函数的输入参数个数;

nargout 为函数的输出参数个数。

3. 部分常用运算符

Matlab 的部分常用运算符见表 1-3。

表 1-3 Matlab 的部分常用运算符

分类	运算符	含 义	分类	运算符	含 义
算术运算符	+	加	关系运算符	> =	大于等于
	-	减		= =	等于
	*	乘(包括标量乘、矩阵乘、标量与矩阵乘)		~ =	不等于
	/	除(包括标量除、矩阵除标量、数组除标量)	逻辑运算符	&	与
	^	矩阵求幂(矩阵必须为方阵)			或
	.*	数组相乘		~	非
	./	数组相除	其他常见符号	=	变量赋值
	.^	数组求幂		%	注释符
关系运算符	<	小于		'	共轭转置符
	< =	小于等于		:	冒号运算符
	>	大于		n: s: m	产生 $n \sim m$, 步长为 s 的序列, s 可以为正、负或小数, 默认值为 1

4. Matlab 程序设计

(1) Matlab 的工作方式 Matlab 的工作方式有两种, 现介绍如下。

1) 交互式的指令操作方式。该操作方式中, 用户在命令窗口中输入命令并按下回车键后, 系统执行该指令并立即给出运算结果。

2) m 文件的编程方式。m 文件是由 Matlab 语句构成的文件, 文件名必须以“.m”为扩展名, 如 example.m。用户可以用任何文件编辑器来对 m 文件进行编辑。

(2) 文件的创建、保存 选择【File】菜单下【New】子菜单中的【M-File】命令, 打开 Matlab 的 m 文件编辑器窗口。m 文件编辑器窗口如图 1-4 所示。

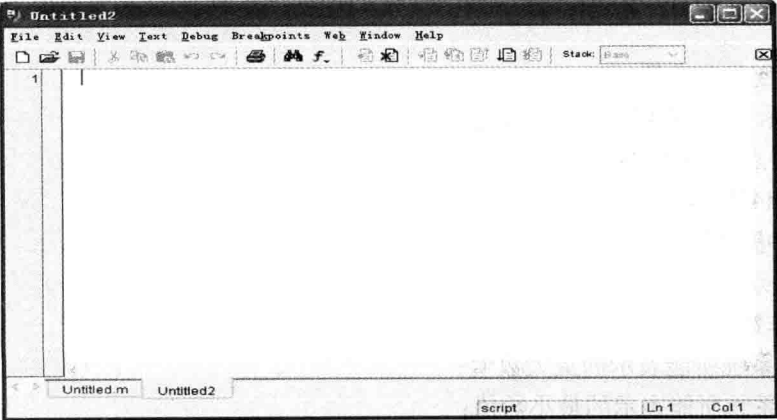


图 1-4 m 文件编辑器窗口

单击 m 文件编辑器窗口工具栏中的【Save】图标，打开保存对话框。m 文件保存对话框如图 1-5 所示。



图 1-5 m 文件保存对话框

(3) 文件的打开 选择【File】菜单下的【Open】命令，打开 Matlab 的已有 m 文件。

(4) 程序流程控制

1) 顺序结构：Matlab 从上到下依次执行各语句，该结构最简单。

2) 循环结构：允许多次执行一系列的语句。循环结构有两种基本形式：for 循环和 while 循环。两者之间的最大不同在于代码的重复是如何控制的。在 for 循环中，代码的重复次数是确定的，在循环开始之前，就知道代码重复的次数；在 while 循环中，代码的重复的次数是不能确定的，只要满足用户定义的条件，重复就进行下去。

① for-end 循环，用于循环次数事先确定的情况，格式如下：

```
for i = n:s:m  
    语句体  
end
```

其中，s 为步长，可以为正数、负数或小数。

② while-end 循环，用于循环次数不能事先确定的情况，格式如下：

```
while 表达式  
    语句体  
end
```

3) 分支结构：在计算中常会遇到要根据不同的条件来执行不同语句的情况，当某些条件语句满足时只执行其中的某一条或某几条命令。这种情况下就要用到分支结构。Matlab 提供了两种分支结构，一种是 if-else-end 语句，另一种是 switch-case-end 语句。

① if-else-end 语句的格式如下：

```
If 表达式  
    语句体  
else  
    语句体
```

```
end
② switch-case-end 语句的格式如下：
switch 选择判断量
case 选择判断值 1
    选择判断语句 1
case 选择判断值 2
    选择判断语句 2
    .....
otherwise
    判断执行语句
end
```

(5) 基本数学函数 Matlab 提供了很多数学函数，基本数学函数及其含义见表 1-4。

表 1-4 基本数学函数及其含义

序号	基本数学函数	含 义
1	$\text{abs}(x)$	标量的绝对值或向量的长度
2	$\text{angle}(z)$	复数 z 的相角
3	$\text{sqrt}(x)$	开平方
4	$\text{real}(z)$	复数 z 的实部
5	$\text{imag}(z)$	复数 z 的虚部
6	$\text{conj}(z)$	复数 z 的共轭复数
7	$\text{round}(x)$	四舍五入至最近整数
8	$\text{fix}(x)$	无论正负，舍去小数至最近整数
9	$\text{rat}(x)$	将实数 x 化为分数表示
10	$\text{rats}(x)$	将实数 x 化为多项分数展开
11	$\text{sign}(x)$	符号函数。当 $x < 0$ 时， $\text{sign}(x) = -1$ ；当 $x = 0$ 时， $\text{sign}(x) = 0$ ；当 $x > 0$ 时， $\text{sign}(x) = 1$
12	$\text{exp}(x)$	自然指数
13	$\text{pow2}(x)$	2 的指数
14	$\log(x)$	以 e 为底的对数
15	$\log_2(x)$	以 2 为底的对数
16	$\log_{10}(x)$	以 10 为底的对数
17	$\sin x$	正弦函数
18	$\cos x$	余弦函数
19	$\tan x$	正切函数
20	$\text{asin} x$	反正弦函数
21	$\text{acos} x$	反余弦函数
22	$\text{atan} x$	反正切函数
23	$\min(x)$	向量 x 的元素的最小值
24	$\max(x)$	向量 x 的元素的最大值
25	$\text{mean}(x)$	向量 x 的元素的平均值

(续)

序号	基本数学函数	含 义
26	<code>length(x)</code>	向量 x 的元素个数
27	<code>sort(x)</code>	对向量 x 的元素进行排序
28	<code>diff(x)</code>	向量 x 的相邻元素的差
29	<code>std(x)</code>	向量 x 的元素的方差
30	<code>sum(x)</code>	向量 x 的元素总和
31	<code>norm(x)</code>	向量 x 的欧氏长度
32	<code>cumsum(x)</code>	向量 x 的累计元素总和
33	<code>eye()</code>	产生对角线元素为 1, 其他元素为 0 的单位矩阵
34	<code>eye(n)</code>	产生一个 $n \times n$ 阶单位矩阵
35	<code>eye(m,n)</code>	产生一个 $m \times n$ 阶单位矩阵
36	<code>zeros()</code>	产生全 0 矩阵
37	<code>zeros(n)</code>	产生一个 $n \times n$ 全零矩阵
38	<code>zeros(m,n)</code>	产生一个 $m \times n$ 全零矩阵
39	<code>ones()</code>	产生全 1 矩阵
40	<code>ones(n)</code>	产生一个 $n \times n$ 全 1 矩阵
41	<code>ones(m,n)</code>	产生一个 $m \times n$ 全 1 矩阵

(6) 基本绘图指令 Matlab 提供了强大的图形绘制功能。在大多数情况下, 用户只需要指定绘图的方式, 提供绘图数据, 利用 Matlab 提供的丰富的二维、三维图形函数, 就可以绘制出所需的图形。

1) 二维图形的绘制。Matlab 中最常用的绘图函数是 `plot`, `plot` 的命令格式有以下几种:

① `plot(y)`: 当 y 为一向量时, 以 y 元素的值为纵坐标, y 的序号为横坐标值绘制曲线; 当 y 为一实矩阵时, 则以其序号为横坐标, 绘制每列元素值相对于其序号的曲线, 如

$y = 5, 4, 6, 7, 9, 2$

`plot(y)`

运行后的结果如图 1-6 所示。

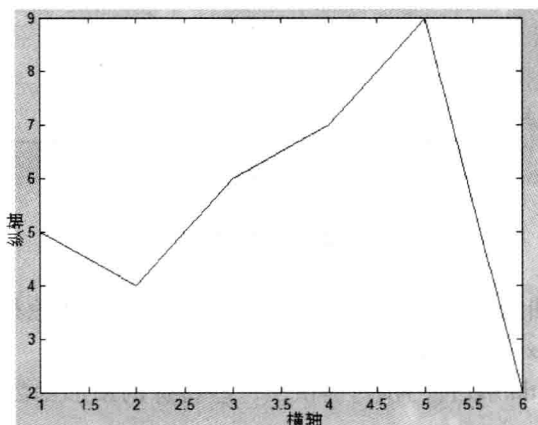


图 1-6 向量 $y = 5, 4, 6, 7, 9, 2$ 的曲线

② $\text{plot}(x,y)$: x 、 y 均为向量时, 以向量 x 作为 X 轴, 向量 y 作为 Y 轴绘制曲线。

③ $\text{plot}(x_1, y_1, x_2, y_2, \dots, x_n, y_n)$: 在该语句中, “ $x_1, y_1, x_2, y_2, \dots, x_n, y_n$ ” 分别为向量对。每一对向量 x - y 可以绘出一条曲线, 这样就可以在一张图上画出多条曲线。每一组向量对的长度可以不同, 在其后面可加线型标志符。例如, 同时绘制指数和正弦信号, 要求指数信号用蓝色虚线表示, 正弦信号用红色实线表示。程序如下:

```
a = 0.1;
x1 = -10:0.5:3 * pi;
t = -3 * pi:0.5:3 * pi;
y1 = exp(a * x1);
y2 = sint;
figure(1);
plot(x1, y1, 'b', t, y2, 'r');
grid on;
xlabel('横轴');
ylabel('纵轴');
title('指数和正弦信号');
title({'string1', 'string2'});
legend(y1, 'str1', y2, 'str2');
```

运行结果如图 1-7 所示。

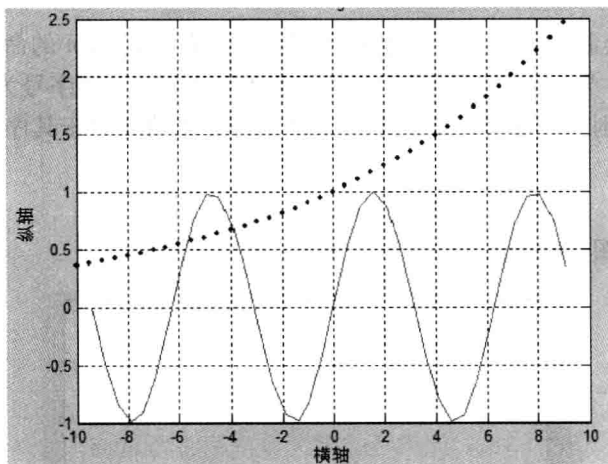


图 1-7 正弦信号和指数信号曲线

④ $\text{plot}(x,y,'s')$: 曲线属性设置格式, 字符串 s 设定曲线颜色和绘图方式。命令格式也可以写为 $\text{plot}(x_1, y_1, 's_1', x_2, y_2, 's_2', \dots)$ 。 s 的标准设定值见表 1-5。

⑤ 图形的标注。Matlab 软件为用户提供了一些特殊的图形函数, 用于修饰已经绘制好的图形。

表 1-5 s 的标准设定值

字母	表示的颜色	数据点标记	线型	数据点标记	线型
<i>y</i>	黄色	○	圈线	<	小于号
<i>m</i>	粉红	×	× 线	<i>s</i>	正方形
<i>c</i>	亮蓝	+	+ 字线	<i>x</i>	叉号
<i>r</i>	大红	—	实线	<i>p</i>	五角星
<i>g</i>	绿色	*	星形线	>	大于号
<i>b</i>	蓝色	:	点线	--	虚线
<i>w</i>	白色	- ·	点画线	<i>d</i>	菱形
<i>k</i>	黑色	—	—	—	—

`grid on(/off)`: 给当前图形标记添加(取消)网格;

`xlabel('string')`: 标记横坐标;

`ylabel('string')`: 标记纵坐标;

`zlabel('text')`: 给 *Z* 轴添加标注;

`title('string')`: 给图形添加标题;

`title({'string1','string2'})`: 给图形加多行标题;

`text(x,y,'string')`: 在图形的任意位置增加说明性文本信息;

`gtext('string')`: 利用鼠标添加说明性文本信息;

`axis([xmin xmax ymin ymax])`: 设置坐标轴的最小最大值;

`legend(str1,str2,str3)`: 给图形加上图例。

例 1: 给正余弦信号加上标注。

程序如下:

```
x = (0:0.01:2) * pi;
```

```
y1 = sin(x);
```

```
y2 = cos(x);
```

```
plot(x,y1,'r');% 绘制正弦信号为红色实线
```

```
hold on;% 在上面窗口中添加下面的图形
```

```
plot(x,y2,'b--');% 绘制余弦信号为蓝色虚线
```

```
grid on;% 给当前图形添加网格
```

```
legend('正弦曲线','余弦曲线');% 为图形添加“正弦曲线”和“余弦曲线”的图例
```

```
title({'函数曲线的绘制','格式设置示例'});% 为图形添加标题
```

```
xlabel('横轴');% 为 X 轴添加标注“横轴”
```

```
ylabel('纵轴');% 为 Y 轴添加标注“纵轴”
```

运行的结果如图 1-8 所示。