

MATLAB

实例精品系列丛书

MATLAB 7.0

在数字信号处理中的应用

罗军辉 罗勇江 等编著
白义臣 庞娜

离散信号处理

数字滤波器设计

线性预测滤波器

统计信号处理

雷达信号处理仿真



机械工业出版社
China Machine Press

MATLAB 实例精品系列丛书

MATLAB 7.0 在数字信号处理中的应用

罗军辉 罗勇江 白义臣 庞娜 等编著



机械工业出版社

数字信号处理技术广泛应用于通信、信号处理、生物医学、自动控制等领域。MATLAB 作为一种仿真工具，广泛应用于这些领域。本书主要针对数字信号处理领域，在简要介绍信号处理基本概念的基础上，详细介绍 MATLAB 7.0 信号处理工具箱的函数和具体应用，并结合雷达信号处理，详细讲解了如何利用 MATLAB 7.0 进行雷达信号处理仿真。本书结构紧凑，仿真实例丰富，应用性强，程序完整，对从事信号处理的读者具有很高的参考价值。

本书主要面向广大从事数字信号处理的电子工程设计人员，大专院校通信工程、电子工程等专业熟悉信号处理的教师、研究生和高年级学生，也可作为教材或者工程辅导之用。

图书在版编目 (CIP) 数据

MATLAB 7.0 在数字信号处理中的应用/罗军辉等编著. -北京: 机械工业出版社, 2005.5
(MATLAB 实例精品系列丛书)

ISBN 7-111-16502-0

I. M… II. 罗… III. 数字信号-信号处理-计算机辅助计算-软件包,
MATLAB-教材 IV. TN911.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 041580 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 王金航 版式设计: 俞小红

北京蓝海印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·14.5 印张·357 千字

0001-5000 册

定价: 23.00 元

凡购本图书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话: (010) 68326294

封面无防伪标均为盗版

前 言

近几年来,由于超大规模集成电路的出现,数字信号处理在理论和应用方面又有了惊人的发展,在越来越多的应用领域中迅速替代了传统的模拟信号处理方法,并且还开辟出许多新的应用领域。目前,数字信号处理技术已经广泛应用于通信、信号处理、生物医学、自动控制等领域,几乎渗透到人类生活的各个方面。

MATLAB 作为一种面向科学与工程计算的高级语言,是当今国际上科学界(尤其是自动控制领域)最具影响力、也是最有活力的软件。它具有强大的科学运算能力、灵活的程序设计流程、高质量的图形可视化与界面设计、便捷的与其他程序和语言接口的功能。因此, MATLAB 一经推出,就得到了各个领域的广泛关注,成为各国高等院校和研究机构的主流仿真软件。

本书针对数字信号处理领域,在简要介绍信号处理基本概念的基础上,详细介绍了 MATLAB 7.0 提供的信号处理工具箱函数及其使用。在结构编排上,立足于信号处理的某个具体应用领域,并结合信号处理工具箱,以大量的程序仿真为依托,讲解了工具箱的具体应用,对从事 MATLAB 仿真工作的读者具有较高的实用价值。

全书共分 5 章。第 1 章简要介绍 MATLAB 语言的发展与特点,对 MATLAB 7.0 版本的新增特点和新增函数进行了较为详细的说明;第 2 章对数字信号处理领域的基本知识和基本理论进行了深入浅出的分析,并结合 MATLAB 函数,对信号的产生方法、信号的基本运算和信号的空域、频域变换作了详细的说明,并给出了 MATLAB 仿真实现;第 3 章详细介绍了模拟滤波器和数字滤波器的设计及其 MATLAB 实现,对自适应滤波和信号的抽取与插值也作了详细的仿真说明;第 4 章对线性预测滤波器和功率谱估计方面的知识和 MATLAB 实现作了一定的介绍;最后一章针对 MATLAB 在雷达信号处理中的应用,结合工具箱函数,详细介绍了脉冲雷达整个处理过程,对雷达回波信号与杂波信号的 MATLAB 仿真也作了详细的分析。此外,还仿真分析了雷达数字信号处理的一些关键技术,如雷达脉冲压缩技术、固定目标对消技术、动目标显示技术 MTI、动目标检测技术 MTD、恒虚警处理和脉冲积累等。全书内容充实,针对性强,对从事信号处理的读者具有较高的参考价值。

本书结构紧凑,仿真实例丰富,同时也力求图文并茂,文字流畅,使之成为学习和使用 MATLAB 7.0 进行数字信号处理仿真研究的有价值参考书。当然,在编写过程中,错误或疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

作者在此要对关心、支持本书出版的所有人表示谢意!参加此书编写的人员还有王林、唐艾宾、邢思远、李良群、宋骊平和黄健斌。

编 者

目 录

前言

第 1 章	MATLAB 7.0 简介	1
1.1	MATLAB 7.0 语言简介	1
1.1.1	MATLAB 的发展历程	1
1.1.2	MATLAB 7.0 语言特点及工作环境	2
1.2	MATLAB 7.0 基本操作及新增功能	3
1.2.1	基本操作	3
1.2.2	MATLAB 7.0 新增功能	6
1.3	信号处理工具箱函数及其新增功能	9
1.3.1	信号处理工具箱函数	9
1.3.2	信号处理新增功能介绍	10
第 2 章	数字信号处理基本理论及 MATLAB 实现	22
2.1	数字信号处理基本知识	22
2.1.1	时域离散信号	22
2.1.2	时域离散系统	23
2.2	信号的表示和产生	24
2.2.1	MATLAB 信号表示和产生方法	24
2.2.2	MATLAB 信号生成函数	31
2.3	离散信号的基本运算	38
2.4	离散信号的数学变换及 MATLAB 实现	42
2.4.1	离散傅里叶变换 (DFT)	42
2.4.2	傅里叶变换 (FFT)	52
2.4.3	Z 变换	54
2.4.4	离散余弦变换 (DCT)	56
2.4.5	离散希尔伯特变换 (Hilbert)	58
2.4.6	Chirp Z 变换 (CZT)	60
第 3 章	滤波器设计及 MATLAB 实现	63
3.1	滤波器设计基本概念	63
3.1.1	模拟滤波器	63
3.1.2	数字滤波器	65

3.1.3 线性变换.....	67
3.2 模拟滤波器设计.....	68
3.2.1 模拟滤波器原型设计.....	68
3.2.2 模拟滤波器频率变换.....	75
3.2.3 模拟滤波器最小阶数选择.....	79
3.2.4 基于完全设计函数的模拟滤波器设计.....	82
3.3 数字滤波器设计.....	87
3.3.1 数字滤波器结构.....	87
3.3.2 IIR 滤波器设计.....	91
3.3.3 FIR 滤波器的设计.....	99
3.3.4 IIR 和 FIR 滤波器的比较.....	115
3.4 自适应滤波器设计.....	116
3.4.1 自适应滤波器原理.....	116
3.4.2 自适应滤波器应用.....	118
3.5 信号抽取与插值.....	121
3.5.1 整数倍抽取.....	121
3.5.2 整数倍插值.....	122
3.5.3 取与插值的 MATLAB 实现.....	124
3.6 MATLAB 滤波器可视化设计与分析工具.....	128
第 4 章 线性预测滤波器和功率谱估计.....	133
4.1 线性预测滤波器.....	133
4.1.1 线性预测滤波器模型.....	133
4.1.2 线性预测滤波器设计.....	136
4.2 统计信号处理和功率谱估计.....	140
4.2.1 随机信号的自相关与协方差.....	140
4.2.2 经典功率谱估计.....	144
4.2.3 MUSIC 法功率谱估计.....	149
第 5 章 MATLAB 雷达信号处理仿真.....	156
5.1 雷达信号的产生.....	157
5.1.1 脉冲幅度调制.....	157
5.1.2 线性调频信号 (LFM).....	158
5.1.3 相位编码信号 (PSK).....	161
5.1.4 相位编码脉内线性调频混合调制信号.....	162
5.2 噪声和杂波的产生.....	164
5.2.1 随机热噪声.....	164
5.2.2 杂波的模拟和实现.....	169

- 5.3 数字化正交解调和脉冲压缩处理..... 184
 - 5.3.1 数字化正交解调..... 184
 - 5.3.2 脉冲压缩处理..... 187
- 5.4 雷达信号处理数字处理技术..... 197
 - 5.4.1 固定对消..... 197
 - 5.4.2 动目标显示（MTI）和动目标检测（MTD）..... 198
 - 5.4.3 恒虚警处理（CFAR）..... 205
 - 5.4.4 积累处理..... 211
- 附录 雷达系统仿真 218
- 参考文献 224

第1章

MATLAB 7.0 简介

1.1 MATLAB 7.0 语言简介

20 世纪 80 年代, 美国 MathWorks 公司推出了一套高性能的集数值计算、矩阵运算和信号处理与显示于一体的可视化软件 MATLAB, 它是英文 MATrix LABoratory (矩阵实验室) 的缩写。经过十余年的不断改进, 现今已推出 Windows 98/Me/NT/2000/XP 等多种操作系统下的不同版本, 目前已经发展到 7.0 版。新版本集中了日常数学处理中的各种功能, 包括高效的数值计算、矩阵运算、信号处理、图形生成和处理等功能, 并增加了基于给定嵌入式微处理器 (DSP 等) 的适时仿真。

在 MATLAB 环境下, 用户可以集成地进行程序设计、数值计算、图形绘制、输入输出和文件管理等各项操作。此外, MATLAB 还提供了一个人机交互的数学系统环境, 其基本数据结构仍是矩阵, 所设变量无须指定类型。

与 C 语言等高级语言相比, 利用 MATLAB 可以节省大量的编程时间。在许多数理工科院校, MATLAB 语言已经成为必学科目, 同时在工程技术界, 也广泛采用 MATLAB 解决一些实际工程课题, 如自动控制、数字信号处理和数字图像处理等。目前, MATLAB 已成为国际控制界公认的标准计算软件, 并随着各应用领域的发展而不断完善和发展。

1.1.1 MATLAB 的发展历程

MATLAB 语言的首创者是美国教授 Cleve Moler。1980 年前后, 他在讲授线性代数课程时, 发现用其他高级语言编程极为不便, 便构思开发了 MATLAB, 即矩阵实验室。该软件利用了当时代表数值线性代数领域最高水平的 EISPACK 和 LINPACK 两大软件包, 并用 Fortran 语言编写了最初的一套交互式软件系统, 即 MATLAB 的最初版本。

早期的 MATLAB 由于是用 Fortran 语言编写的, 只能作矩阵运算; 绘图也只能用原始的描点方法, 内部函数只有几十个, 功能十分简单, 但是当它作为免费软件出现以后, 仍然吸引了大批的使用者。

Cleve Moler 和 John Little 等人成立了一个名叫 MathWorks 的公司, Cleve Moler 任该公

MATLAB 7.0 在数字信号处理中的应用

司的首席科学家，该公司于 1984 年推出了第一个 MATLAB 商业版本，并用 C 语言全部作了改写，其后又增添了丰富的图形图像处理、多媒体功能、符号运算和与其他流行软件的接口功能，使 MATLAB 的功能越来越强大。

MathWorks 公司于 1992 年推出了具有划时代意义的 MATLAB 4.0 版本，并于 1993 年推出了其微机版，可以在 Windows 平台下使用，从而使其应用范围越来越广。1994 年推出的 4.2 版本扩充了 4.0 版本的功能，尤其在图形界面设计方面更提供了新的方法。1997 年推出的 MATLAB 5.0 版提供了更多的数据结构，如单元数据、数据结构体、多维矩阵、对象与类等，使其成为一种更方便编程的语言。1999 年初推出的 MATLAB 5.3 版在很多方面又进一步改进了 MATLAB 语言的功能。2000 年 10 月底推出了其全新的 MATLAB 6.0 正式版 (Release12)，在核心数值算法、界面设计、外部接口、应用桌面等诸多方面有了极大的改进。2003 年推出了 MATLAB 6.5 (Release13)，除了界面有所改观之外，其新内容主要是通过与其 Infineon、Motolora 以及 TI 等公司的合作，增加了基于具体微控制器的实时仿真功能，而在信号处理工具箱方面主要是增加了窗操作的内容和函数，以及一些特殊的处理工具。2004 年 5 月又在 MATLAB 6.5 的基础上推出了最新版本 MATLAB 7.0，它为分析数据、开发算法及应用提供了 VC/C++ 等高级语言的开发环境，提高了编码效率、绘图、可视化、算术运算和文件输入输出等功能。

虽然 MATLAB 语言是计算数学专家倡导并开发的，但其普及和发展离不开工程领域学者的贡献，许多具有代表性的成就都与控制界的要求与贡献分不开。经过不断的发展和改进，MATLAB 具有强大的数学运算能力、方便实用的绘图功能及语言的高度集成性，它在其他科学与工程领域的应用也是越来越广，并且有着更广阔的应用前景和无穷的潜力。

1.1.2 MATLAB 7.0 语言特点及工作环境

MATLAB 7.0 与其他高级语言相比，有其自身的特点：

(1) 易学易用的语言体系。MATLAB 是高层次的矩阵/数组语言，具有条件控制、函数调用、数据结构、输入输出、面向对象等程序语言特性，初学者容易理解掌握，利用它既可以进行小规模编程，完成算法设计和算法实验等基本任务，也可以进行大规模编程，开发复杂的应用程序。

(2) 交互式的工作环境。它能对工作空间中变量数据的输入输出方式和方法进行有效管理，并提供了开发、调试、管理 M 文件的各种工具，方便了使用者。

(3) 多层面的图形图像处理系统。提供了实现 2D 和 3D 数据图示、图像处理、动画生成、图形显示等功能的高层命令，也提供了对图形图像对象进行特性控制的低层命令，以及开发 GUI 应用程序的各种工具。

(4) 丰富高效的 MATLAB 工具箱。函数库是对 MATLAB 使用的各种数学算法的总称。包括各种初等函数的算法，也包括矩阵运算、矩阵分析等高层次数学算法。

(5) 便利的应用程序接口 (API)。它是一个函数库，使用户能够在 MATLAB 环境中使用 C 语言程序或 Fortran 程序，包括从 MATLAB 中调用面向对象程序 (动态链接)，读写 MAT 文件的功能。

(6) 应用领域广泛。MATLAB 包含丰富的工具箱，随着应用领域的拓宽，其自身不断完善。MATLAB 7.0 增加了几种工具箱，且在原有工具箱的基础上，增加了许多功能，使之更加完善。

(7) 嵌入了面向对象编程语言。从属性和代码的生成，MATLAB 7.0 都提供了优化的程序接口，同时也提供了用户代码分析器，以帮助用户进行程序代码优化，提高程序运行效率，同时对 HTML、C/C++ 和 Java 提供链接支持。

以下为新增工具箱或者内容进一步完善的工具箱。

- Communications Toolbox (通信工具箱)
- Control System Toolbox (控制系统工具箱)
- Data Acquisition Toolbox (数据采集工具箱)
- Excel Link (电子表格链接)
- Filter Design Toolbox (滤波器设计工具箱)
- Financial Derivatives Toolbox (财务衍生工具箱)
- Financial Time Series Toolbox (财务时间系列工具箱)
- Image Processing Toolbox (图像处理工具箱)
- Instrument Control Toolbox (仪表控制工具箱)
- Mapping Toolbox (绘图工具箱)
- Neural Network Toolbox (神经网络工具箱)
- Optimization Toolbox (最优化工具箱)
- Signal Processing Toolbox (信号处理工具箱)
- Spline Toolbox (样条工具箱)
- Statistics Toolbox (统计工具箱)
- Virtual Reality Toolbox (虚拟现实工具箱)
- Wavelet Toolbox (小波工具箱)

MATLAB 7.0 的运行环境与以前版本稍有不同，硬件要求是 Intel Pentium 系列 PC 机及其兼容机，硬盘空间 5GB 以上，内存空间 64MB 以上。当然配置越好的 PC 机，其运行速度越快，其优点越能充分展现出来。操作系统可以是 Windows、Linux、Solaris 和 Macintosh。在 Windows 系统下，要求运行于 Windows 2000/XP 及以上版本，低于此版本的 Windows 系统不能安装完全。

1.2 MATLAB 7.0 基本操作及新增功能

1.2.1 基本操作

为方便使用与操作，下面首先对几个重要的操作命令进行介绍。

1、help

在命令窗口直接输入 help 命令，不带任何参数，将显示下面的信息。在每一行中左边

MATLAB 7.0 在数字信号处理中的应用

显示出目录名, 右边显示对应有关解释信息, 使用者可以从这个清单中对 MATLAB 有一个总体的了解, 而且方便查找。

```
>> help
HELP topics:
matlab\general      - General purpose commands.
matlab\ops          - Operators and special characters.
matlab\lang         - Programming language constructs.
matlab\elmat        - Elementary matrices and matrix manipulation.
matlab\elfun        - Elementary math functions.
matlab\specfun      - Specialized math functions.
matlab\matfun       - Matrix functions - numerical linear algebra.
matlab\datafun      - Data analysis and Fourier transforms.
matlab\audio        - Audio support.
matlab\polyfun      - Interpolation and polynomials.
...
```

另外, 也可以对某个具体的命令或者函数使用 **help** 帮助, 其命令格式是:

help 目录名/命令名/函数名/符号

通过此命令可以显示出具体目录所包含的命令和函数, 或者具体的命令、函数和符号的详细信息。例如:

```
>> help fft
FFT Discrete Fourier transform.

FFT(X) is the discrete Fourier transform (DFT) of vector X. For
matrices, the FFT operation is applied to each column. For N-D
arrays, the FFT operation operates on the first non-singleton
dimension.

FFT(X,N) is the N-point FFT, padded with zeros if X has less
than N points and truncated if it has more.

FFT(X,[],DIM) or FFT(X,N,DIM) applies the FFT operation across the
dimension DIM.

For length N input vector x, the DFT is a length N vector X,
with elements

$$X(k) = \sum x(n) \exp(-j \cdot 2 \cdot \pi \cdot (k-1) \cdot (n-1) / N), \quad 1 \leq k \leq N.$$

The inverse DFT (computed by IFFT) is given by N

$$x(n) = (1/N) \sum X(k) \exp(j \cdot 2 \cdot \pi \cdot (k-1) \cdot (n-1) / N), \quad 1 \leq n \leq N.$$

See also IFFT, FFT2, IFFT2, FFTSHIFT.

Overloaded methods
help gf/fft.m
help qfft/fft.m
help iddata/fft.m
```

2. demo

在命令窗口输入 **demo** 命令, 将弹出如图 1.1 所示的窗口, 可以通过此帮助打开有关

MATLAB 窗口操作演示程序, 以及各种工具箱示例程序, 还可以直接登录到网站上查看示例程序。

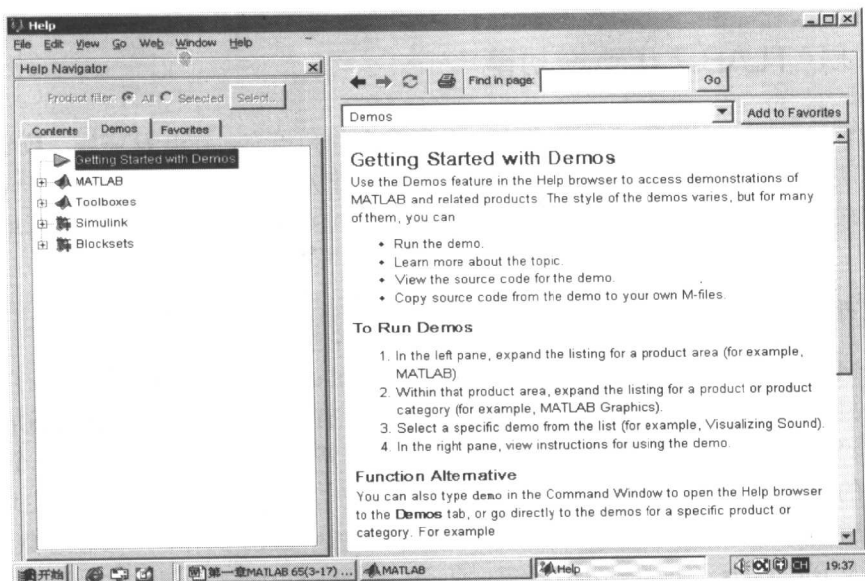


图 1.1 MATLAB 7.0 帮助界面

3. lookfor

在命令窗口输入 lookfor 命令, 可以列举显示包含所查找关键字的命令、函数、文件以及示例程序等。其调用格式为:

look for 关键字

4. who 和 whos

who 命令列出当前变量, 而 whos 命令则列出变量的详细信息。例如以下命令:

```
>> a=1;
>> b=2;
>> who
    Your variables are:
    a  b
>> whos
      Name      Size      Bytes  Class
      a         1x1         8  double array
      b         1x1         8  double array

Grand total is 2 elements using 16 bytes
```

5. what 和 which

what 命令列出 M、MAT、MEX 文件所保存的目录, 而 which 命令则定位函数和文件。

6. clc

此命令清除命令窗口的所有显示，光标返回到命令窗口左上角。

1.2.2 MATLAB 7.0 新增功能

MATLAB 7.0 在以前版本的基础上，进行了完善和扩充，在开发环境、数学运算、编程和数据类型、外部接口、图形和图形用户接口创建方面增加了新功能。由于 6.5 版本发布的时间较近，为了方便读者，本书将结合 MATLAB 6.5 和 MATLAB 7.0 新增功能进行介绍。

1. 开发环境

- MATLAB 可以运行于 Windows、Linux、Solaris 和 Macintosh 平台下。
- 桌面上增加了 Start 按钮，可以快速访问所有工具，且在窗口的左下角新增加了“开始”按钮。启动 MATLAB 后，在操作界面的左下角可以看到一个标有 Start 的图标，这是 MATLAB 7.0 版本新增的按钮。单击该按钮之后会出现如图 1.2 所示的菜单，其中上半部分的子菜单包括 MATLAB 操作、工具箱总集、Simulink 及 Blocksets，下半部分包括桌面工具、访问公司网站、帮助文件、演示程序等。

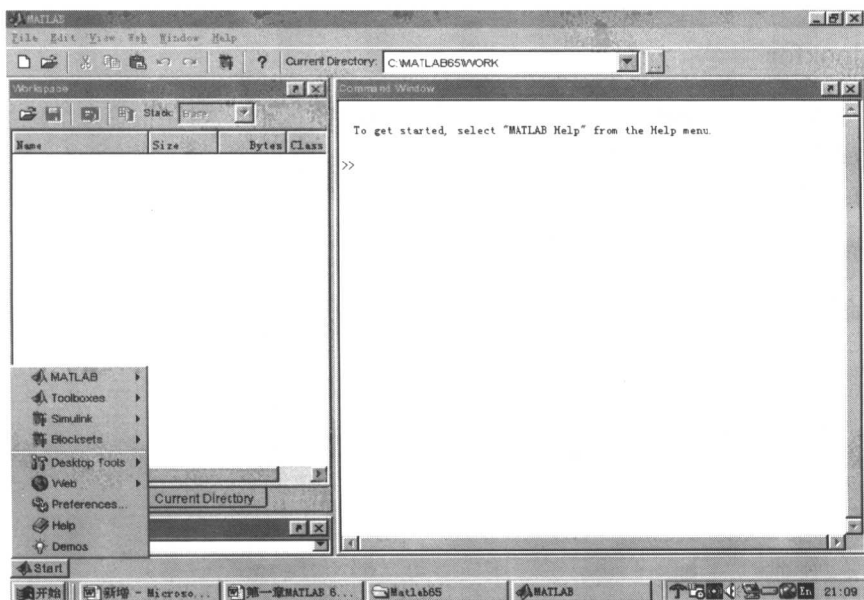


图 1.2 快速启动

- 在命令窗口菜单 Edit 项里还增加了 Find 对话框，可以在命令窗口、历史命令窗口、当前 M 文件目录、所选择文件的当前目录、整个 MATLAB 路径中搜索该关键字。

- 打印功能。选择 File→Page Setup 选项，可选择打印命令窗口的哪一部分，以及字体等，如图 1.3 所示。

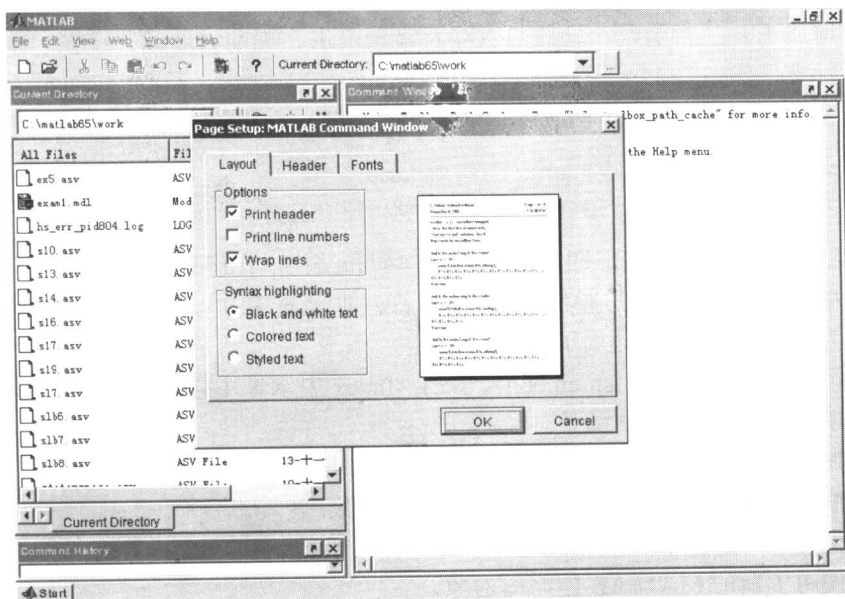


图 1.3 打印窗口设置

- 对于命令窗口的优选项，增加了 Keyboard 和 Indenting 优选项。Command line key bindings 有两个选项——Emacs (MATLAB standard) 或者 Windows，如果选择 Emacs，快捷键 Ctrl+F 的功能是光标向前移动一个字符；而选择 Windows，Ctrl+F 的功能是打开 FIND 对话框。在此菜单中，对于历史命令窗口和编辑器增加了自动存盘选项。
- 在命令窗口，选择文本，然后单击鼠标右键并选择 Open Selection 选项可以在工作区中打开一个变量，或者在编辑窗口打开一个文件或者函数。
- 编辑器可以显示行数、列数和当前函数。
- 新增加了一些文件系统操作函数，如 movefile、ZIP 函数和 E-MAIL 函数等。

2. 数学运算

- 可以解常数延迟项的微分方程。
- 可以解决单边值 ODE 求解问题，实现此功能的函数是 bvp4c。
- 体积积分问题，即可以求三重积分，实现此功能的函数是 triplequad。
- 求解 GAMMA 函数的对数导数，实现此功能的函数是 pis。

3. 编程和数据类型

- MATLAB 的 JIT 加速器。加快了 M 文件应用中函数和脚本的执行速度。性能加速部分增加了如何利用 JIT 加速器和怎样利用 MATLAB PROFILER 优化性能等

内容。

- 支持规则的表达式。利用 `regexp`、`regexpi` 和 `regexprep` 函数实现对规则表达式进行查找和替换字符。
- 增加了一些新函数。这些函数涉及错误产生、规则表达式、排序、整数变换和进行文件操作等 17 个函数。
- 增加了新的警告和句柄属性。`error` 和 `warning` 函数的参数可以是一个或者更多，如

```
error('File %s not found', filename);  
warning('Ambiguous parameter name, "%s".', param)
```

- 动态的结构字段名，即矩阵、单元阵列和结构，在运行时可以变化。
- 增加了两个新的“与”和“或”操作符，即 `&&` 和 `||`，用于计算混合逻辑表达式。
- 为 `ismember` 函数增加了一个新的输出。
语法：`[tf, index] = ismember(A,S,...)`，`index` 表示 `S` 中包含 `A` 的最大索引值。
- 增加了 `true` 和 `false` 函数。
- 循环中的中断。可以利用快捷键 `Ctrl+C` 中断循环，返回到命令窗口。
- 修改了 `copyfile`、`mfilename` 和 `mkdir` 函数。
- 支持 64 位整数，并增加了 64 位文件处理函数。
- 使用了新的 MATLAB 定时器对象。
- 增强了音频功能。

4、图形

- 增加了 `Colormap editor`，可以编辑图像的色彩。
- 增加了新的文本属性，可以控制文本的背景色彩。

5、外部接口

- 增加了几个新的 MATLAB 接口函数。
- 具有更可靠的存储器管理功能。
- 增加了事件句柄的灵活性。
- 有可列举的属性值，且可以增加用户常用属性。
- 图形属性和方法接口。
- 可以自动改变文件标签，可以更新 `CALLBACK` 和 `M` 文件代码。
- `FILE-EXPORT`，无须 `FIG` 文件就可以把 GUI 导出为一个单个的 `M` 文件。
- 工具条上的 MATLAB Editor 图标使访问编辑器更加容易。

6、创建 GUI

- 新的结构用于产生 `M` 文件，更易于理解和编程。
- `GUIDE` 快速启动对话框和模板。

1.3 信号处理工具箱函数及其新增功能

1.3.1 信号处理工具箱函数

信号处理工具箱函数按照功能进行分类, 如表 1.1 所示。

表 1.1 信号处理工具箱函数一览表

分 类	功 能	函数或者工具
滤波器分析	滤波器的频率响应的计算	abs、angle、fregs、freqspace、freqz、fvtool、grpdelay、impz、phazedelay、phasez、stepz、unwrap、zerophase、zplane
滤波器实现	滤波器的设计	conv、conv2、deconv、fftfilt、filter、filter2、filtfilt、filtic、latcfilt、medfilt1、sgolayfilt、sosfilt、upfirdn
FIR 数字滤波器的设计	各种 FIR 滤波器的设计	convmtx、cremez、dfilt、fir1、fir2、fircls、fircls1、firgauss、firls、firrcos、intfilt、kaiserord、remez、remezord、sgolay
IIR 数字滤波器的设计	各种 IIR 滤波器的设计	butter、cheby1、cheby2、dfilt、ellip、maxflat、prony、stmcb、vulewalk
IIR 滤波器阶估计	计算巴特沃斯、契比雪夫等 IIR 滤波器的阶次	buttord、cheblord、cheb2ord、ellipord
模拟低通滤波器原型	各种模拟低通滤波器的原型	besselap、buttap、cheb1ap、cheb2ap、ellipap
模拟滤波器的设计	设计贝塞尔、巴特沃斯、契比雪夫和椭圆模拟滤波器	besself、butter、cheby1、cheby2、ellip
模拟滤波器变换	模拟低通、高通、带通和带阻滤波器之间的转换	lp2bp、lp2bs、lp2hp、lp2lp
滤波器离散化	把模拟滤波器转换成数字滤波器	bilinear、impinvar
线性系统变换	线性系统的滤波器参数、传递函数和状态空间之间的转换	latc2ft、polystab、polyscale、residuez、sos2ss、sos2ft、sos2zp、ss2sos、ss2ft、ss2zp、tf1atc、tf2sos、tf2ss、tf2zp、tf2zpk、zp2sos、zp2ss、zp2tf
窗函数	计算各种窗	barthannwin、bartlett、blackman、blackmanharris、bohmanwin、chebwin、flattopwin、gausswin、hamming、hann、kaiser、nuttallwin、parzenwin、rectwin、sigwin、triang、tukeywin、windows
变换	Z 变换、离散傅里叶变换和快速傅里叶变换	bitrevorder、czt、dct、dftmtx、fft、fft2、fftshift、goertzel、hilbert、idct、ifft、ifft2、ifft2
Cepstral 分析	对数倒频率分析	cceps、icceps、rceps
统计信号处理和谱分析	计算互相关矩阵、自相关系数、互谱密度和功率谱密度	cohere、corrcoef、corrmtx、coy、csd、pburg、pcov、peig、periodogram、pmcoy、pmtm、pmusic、psdplot、pwelch、pyulear、rooteiq、rootmusic、tfe、xcorr、xcorr2、xcov

(续)

分 类	功 能	函数或者工具
参数化模型	计算 AR 等模型参数	arburg、arcov、armcov、arule、ident、invfreqs、invfreqz、prony、stmcb
线性预测	序列、多项式以及谱频率等之间的变换	ac2poly、ac2rc、is2rc、lar2rc、levinson、lpc、lsf2poly、poly2ac、poly2lsf、poly2rc、rc2ac、rc2is、rc2lar、rc2poly、rlevinson、schurrc
多维信号处理	改变采样率	decimate、downsample、interp、interp1、resample、spline、upfirdn、upsample
波形产生	产生线性调频、辛克、三角波、方波等各种波形	chirp、diric、gausplus、gmonopuls、pilstran、rectpuls、sawtooth、sinc、square、tripuls、vco
专用操作	其他操作	buffer、cell2sos、cplxpair、demod、dpss、dpsscLEAR、dspssdir、dpssload、dpsssave、egtfLength、modulate、segperoid、sos2cell、specgram、stem、strips、udecode、uencode
图形用户接口	打开一些图形分析的可视化工具	fdatool、fvtool、sptool、wintool、wvtool

1.3.2 信号处理新增功能介绍

MATLAB 7.0 信号处理新增功能主要集中在离散滤波器的对象操作和窗操作方面，特别是窗操作部分增加内容较多，如在数字滤波、窗操作、窗设计和分析工具、窗可视化工具 wvtool 和窗对象方面增加了新功能，提供了新的分析函数 grpdelay、stepz 和 digitrevorder，同时对 fdatool 和 fvtool 进行了功能扩展。下面将详细讲解。

1. 数字滤波新增功能

利用 dfilt 离散时间滤波器对象，增加了创建、浏览和修改离散时间滤波器的方法。对于 dfilt 对象，可以利用面向对象编程方法，调用 constructors 创建具体类型的滤波对象，使用 get 察看滤波器属性和用 set 改变滤波器属性。

dfilt 对象的创建方法如下：

```
Hd = dfilt.structure(input1,...)
```

其中，structure 指定滤波器的结构形式，表 1.2 列出了 structure 可取的各种形式。

表 1.2 离散滤波器结构

dfilt.structure	说 明
dfilt.dfl	直接 I 型
dfilt.dflsos	直接 I 型、二阶级联
dfilt.dflt	反向的直接 I 型
dfilt.dfltsos	反向的直接 I 型、二阶级联
dfilt.df2	直接 II 型