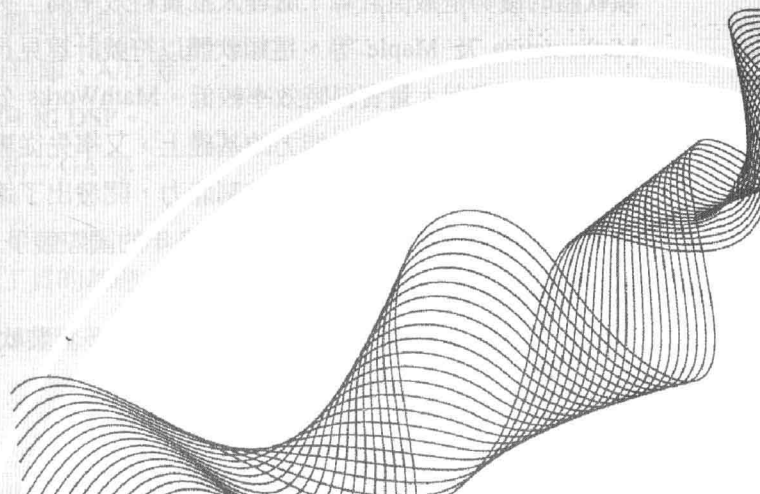


MATLAB 概述

經過 20 多年的不斷改進，MATLAB 已經成為一個包含眾多科學、工程計算的龐大系統，是目前世界上最流行的電腦軟體之一。

學習重點

- 1.1 MATLAB 的發展歷程和應用
- 1.2 MATLAB 的特點
- 1.3 MATLAB 的工具箱
- 1.4 MATLAB 的工作環境





1.1 MATLAB 的發展歷程和應用

20 世紀 70 年代中期，Cleve Moler 博士和其同事在美國國家科學基金的資助下開發了呼用 EISPACK 和 LINPACK 的 FORTRAN 副程式庫。EISPACK 是特徵值求解的 FORTRAN 程式庫，LINPACK 是解線性方程的程式庫。當時，這兩個程式庫代表矩陣運算的最高水準。

20 世紀 70 年代後期，身為美國新墨西哥大學（New Mexico）電腦系系主任的 Cleve Moler，在為學生講授線性代數課程時，想教學生使用 EISPACK 和 LINPACK 程式庫，但發現學生用 FORTRAN 編寫介面程式很費時間，於是他開始自己動手，利用業餘時間為學生編寫 EISPACK 和 LINPACK 的介面程式。Cleve Moler 將這個介面程式取名為 MATLAB，該名為矩陣（Matrix）和實驗室（Laboratory）兩個英文單字的前三個字母的組合。數年後，MATLAB 成為多所大學所使用的教學輔助軟體，並廣為流傳成大眾的免費軟體。

1983 年春，Cleve Moler 到 Stanford 大學講學，MATLAB 深深地吸引了工程師 John Little。John Little 覺察到 MATLAB 在工程領域的廣闊應用前景。同年，他和 Cleve Moler，Steve Bangert 共同合作，用 C 語言開發了第二代專業版。第二代的 MATLAB 語言同時具備了數值計算和資料圖示化的功能。

1984 年，Cleve Moler 和 John Little 成立了 MathWorks 公司，正式把 MATLAB 推向市場，並繼續進行 MATLAB 的研究和開發。

在當今 30 多個數學類科技應用軟體中，就軟體數學處理的原始內涵而言，可以分為兩大類。一類是數值計算型軟體，例如 MATLAB，Xmath 及 Gauss 等，這類軟體的優勢是數值計算，處理大批資料效率高；另一類是數學分析型軟體，如 Mathematica 及 Maple 等，這類軟體以符號計算見長，能執行解析解和任意精確解，缺點是處理大量資料時效率較低。MathWorks 公司順應多功能需求之潮流，在卓越的數值計算和圖示能力的基礎上，又率先從專業水準上開拓了符號計算，文字處理，視覺化建模和即時控制能力，開發出了適合多學科及多部門要求的新一代科技應用軟體 MATLAB。經過多年的國際競爭，MATLAB 已經佔據了數值軟體市場的主導地位。

在 MATLAB 進入市場前，國際上的許多套裝軟體都是直接以 FORTRAN 及



C 語言等編程語言開發的。這些套裝軟體的缺點是使用面窄、介面簡陋、程式結構不開放以及沒有標準的基庫，很難適應各學科的最新發展，因而很難推廣。MATLAB 的出現，為各國科學家開發學科軟體提供了新的基礎。在 MATLAB 問世不久的 20 世紀 80 年代中期，原先控制領域裏的一些套裝軟體紛紛被淘汰或在 MATLAB 上重建。

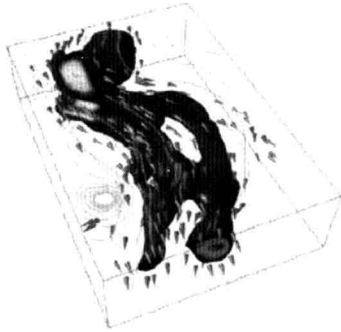
MathWorks 公司 1993 年推出了 MATLAB 4.0 版，1995 年推出 4.2C 版（for Windows 3.x），1997 年推出 5.0 版，1999 年推出 5.3 版。MATLAB 5.x 較 MATLAB 4.x 無論是介面還是內容都有很大的進展，主要在幫助資訊採用超文本格式和 PDF 格式，在 Netscape 3.0 或 IE 4.0 及以上版本，Acrobat Reader 中可以方便地流覽。

時至今日，經過 MathWorks 公司的不斷完善，MATLAB 已經發展成為適合多學科，多種工作平臺的功能強大的大型軟體。在國外，MATLAB 已經經歷了多年的考驗。在歐美等高校，MATLAB 已經成為「線性代數」、「自動控制理論」、「數理統計」、「數位信號處理」、「時間序列分析」及「動態系統模擬」等課程的基本教學工具；成為攻讀學位的大學生、碩士生及博士生必須掌握的基本技能。在設計研究單位和工業部門，MATLAB 被廣泛用於科學研究和解決各種具體問題。在工程界，無論你從事工程方面的哪個學科，都能在 MATLAB 裏找到適合的功能。

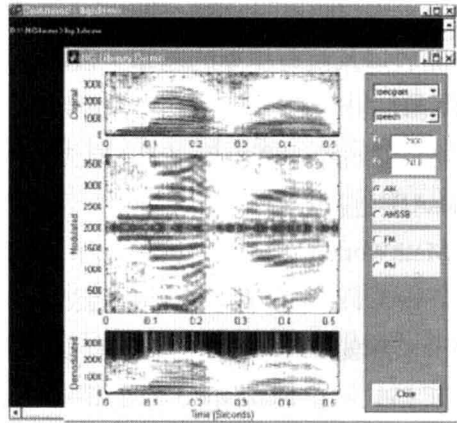
MATLAB 的應用領域是非常廣泛的，能運用在以下的幾個方面：

- ▶▶ 基本的資料處理。
- ▶▶ 最佳化和解方程。
- ▶▶ 即時的和非即時的動態過程模擬。
- ▶▶ 資料來源：Excel、資料庫、A/D 等。
- ▶▶ 嵌入式的控制：Pc/104 和 DSP。
- ▶▶ 神經元網路、小波分析、GA 等。
- ▶▶ 虛擬實境模擬。

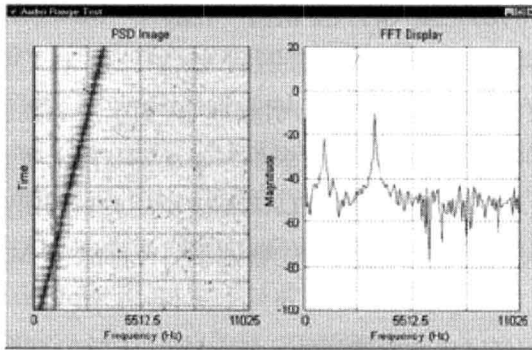
MATLAB 也是所有系統工具的基礎，如圖 1-1 所示為 MATLAB 模擬示意圖。



a) 使用函數生成的風的等值面圖



b) 生成風的模擬實驗

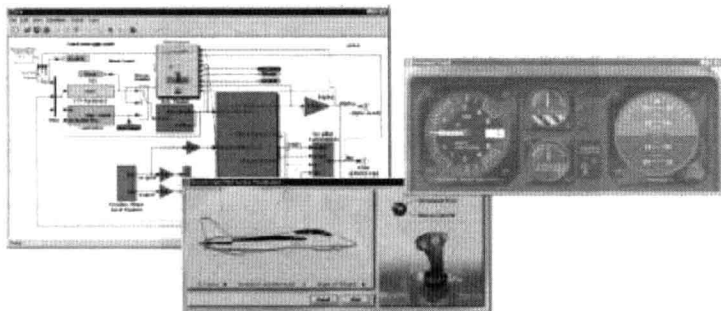


c) 音效卡訊號顯示成 PSD 圖形及 FFT 顯示

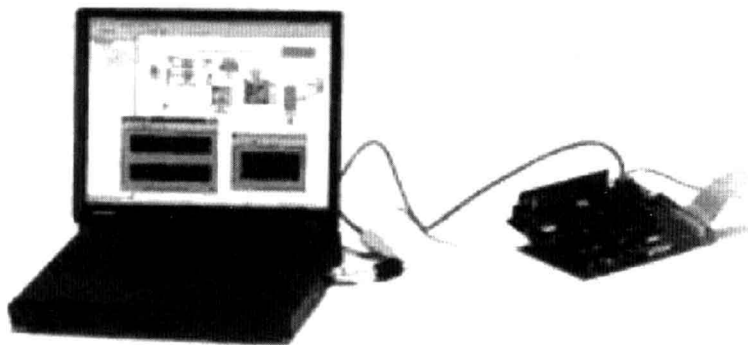
圖 1-1 MATLAB 模擬示意圖



如圖 1-2 所示為設計自動化工具。



a) 即時工作站 (Real-Time Workshop) 自動生成 Simulink 模型代碼



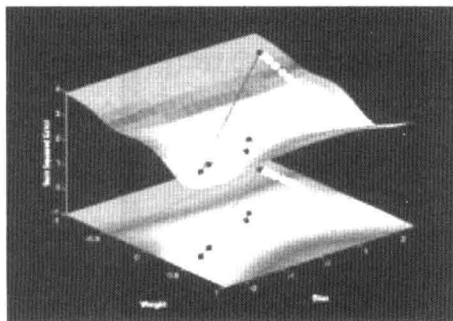
b) 自動控制原理模擬實驗

圖 1-2 設計自動化工具

如圖 1-3 所示為一般用途的工具。



a) 修復模糊圖片

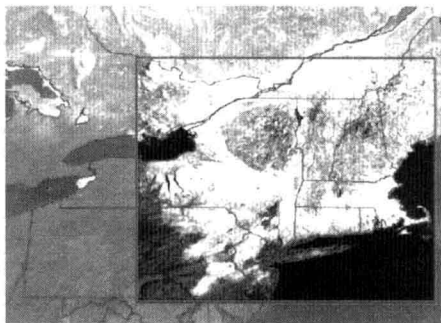


b) 反向傳播和 Levenberg-Marquardt 比較

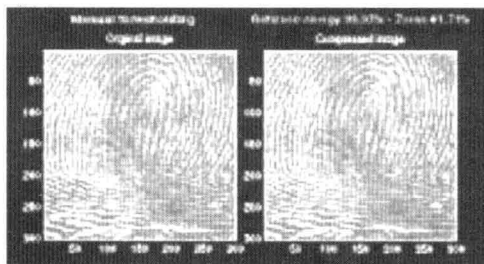
圖 1-3 一般用途的工具



如圖 1-4 所示為訊號和影像處理。



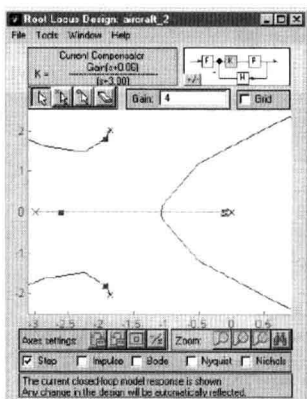
a) 影像做增強處理



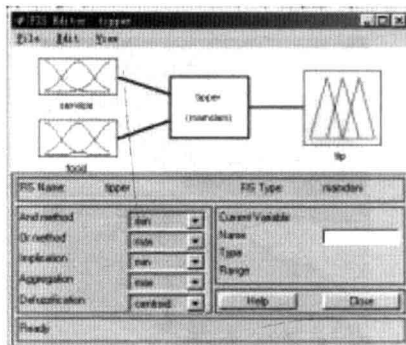
b) 影像做壓縮處理

圖 1-4 訊號和影像處理

如圖 1-5 所示為控制系統設計和分析。



a) 根軌跡分析和極點配置



b) 即時控制模擬實驗

圖 1-5 控制系統設計和分析



1.2 MATLAB 的特點

被稱為第四代電腦語言的 MATLAB，具有豐富的函數資源，能提高程式設計人員解決繁瑣的程式碼的能力。

MATLAB 特點：

1. 簡單易學。MATLAB 是一種應用科學與工程計算的高階語言，語法特徵與 C++ 類似，但更加簡單，更能符合科技人員對數學運算式的書寫格式，允許使用數學形式的語言編寫程式。
2. 能與其他語言編寫的程式相結合，具有輸入／輸出格式化資料的能力。
3. 移植性和開放性好。MATLAB 適合多種平臺，可跨平臺應用；除了內部函數以外，所有的核心檔案和工具箱檔案都是公開的，都是可讀／寫的原始檔案，用戶可以經由對原始檔案的修改和自己編程構成新的工具箱。
4. 語言簡單。MATLAB 最突出的特點就是簡潔，使用更直觀的，符合人們思維習慣的代碼，代替 C 和 FORTRAN 語言的冗長代碼。MATLAB 給用戶帶來的是最直觀及最簡潔的程式開發環境。
5. 程式設計容易、效率高。從形式上看，MATLAB 程式檔案是一個純文字檔案，副檔名為 .m，用任何文字處理軟體都可以對其進行編寫和修改，因此程式易調試，人機交互性強。
6. 有強大的繪圖功能。
 - ▶ 有一系列繪圖函數，可以方便地輸出複雜的二維及三維圖形。
 - ▶ 高級圖形處理，如色彩控制、控制碼圖形及動畫等。
 - ▶ 圖形用戶介面（GUI）製作工具，可以製作用戶功能表和控制項。使用者可以根據自己的需求編寫出滿意的圖形介面。
7. 具有豐富的數學功能。
 - ▶ 包括矩陣各種運算，如正交變換、三角分解、特徵值及常見的特殊矩陣等。
 - ▶ 括各種特殊函數，如貝塞爾函數、拉建傑函數、伽碼函數、貝塔函數及橢



圓函數等。

- ▶▶ 包括各種數學運算功能，如數值微分、數值積分、插值、求極值、方程求根、快速傅立葉變換（FFT）及常微分方程的數值解等。

8. 可以直接處理聲音和圖形檔。

- ▶▶ 音效檔案，如 WAV 文件（wavread 及 sound 等）。
- ▶▶ 圖形檔，如 bmp、gif、pcx、tif 及 jpeg 等檔案。

9. 具有良好的輔助功能。

- ▶▶ 提供詳細的輔助檔（PDF、HTML 及 demo 檔）。
- ▶▶ 聯機查詢指令：help 指令（help elfun、help exp 及 help simulink）和 lookfor 關鍵字（lookfor 及 fourier）。

1.3 MATLAB 的工具箱

MATLAB 工具箱可以分為學科工具箱和功能性工具箱。學科工具箱包括控制工具箱、訊號處理工具箱、通訊工具箱等專業性較強的工具箱；功能性工具箱能用在多種學科中，主要用於擴充 MATLAB 的視覺化建模模擬、文字處理、符號計算與硬體即時交互等功能。

下面簡要介紹在科學計算中常用的工具箱。

1. 統計工具箱

- ▶▶ 機率分佈和亂數生成。
- ▶▶ 多變數分析。
- ▶▶ 迴歸分析。
- ▶▶ 主變數分析。
- ▶▶ 假設檢驗。

2. 最佳化工具箱

- ▶▶ 線性規劃和二次規劃。



- ▶▶ 求函數的最大值和最小值。
- ▶▶ 多目標優化。
- ▶▶ 約束條件下的最佳化。
- ▶▶ 非線性方程求解。

3. 符號數學工具箱

- ▶▶ 符號運算式和符號矩陣的創建。
- ▶▶ 符號微積分、線性代數及求解方程。
- ▶▶ 因式分解、展開和簡化。
- ▶▶ 符號函數的二維圖形。
- ▶▶ 圖形化函數計算器。

4. 樣版工具箱

- ▶▶ 分段分項式和 B 樣條。
- ▶▶ 樣版的構造。
- ▶▶ 曲線擬合及平滑。
- ▶▶ 函數微積分。

1.4 MATLAB 的工作環境

MATLAB 為用戶提供了非常友好的工作環境，熟悉這些工作環境是使用 MATLAB 的基礎。

1.4.1 MATLAB 的啟動與退出

1. 啟動

可以利用功能表、快捷鍵或檔案夾三種方式進入 MATLAB 工作視窗。最基本並且最容易的方法是通過目錄選項，點擊 MATLAB 目錄選項上的圖示。以上方法都可以啟動 MATLAB 的主視窗，如圖 1-6 所示為 MATLAB 主窗口。

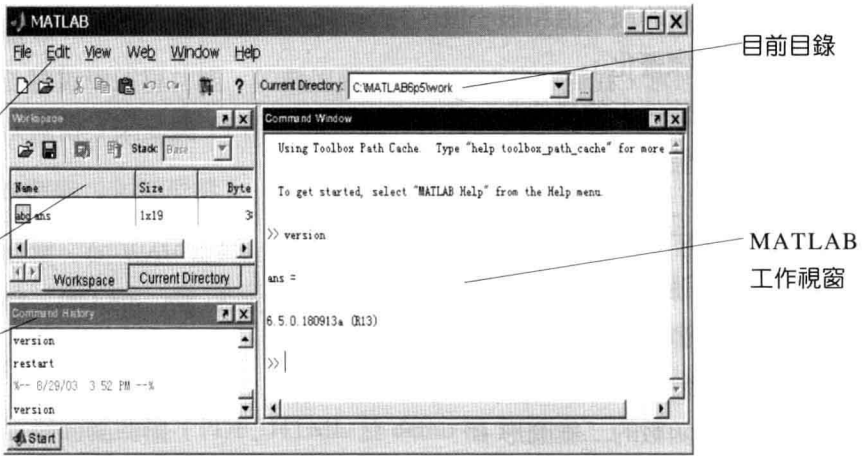


圖 1-6 MATLAB 主窗口

2. 退出

退出 MATLAB 系統有三種方法：

- 1) 單擊 File 主功能表或同時按下快捷鍵〈Alt+F〉，選擇 Exit MATLAB。
- 2) 滑鼠單擊視窗右上角的關閉圖示。
- 3) 同時按下快捷鍵〈Ctrl+Q〉。

1.4.2 MATLAB 主功能表及功能

1. File 主目錄選項

點擊 File 主目錄選項或者同時按下快捷鍵〈Alt+F〉，彈出如圖 1-7 所示的下拉目錄選項。

- 1) New：建立新的 .m 檔案、圖形、模型和圖形使用者介面。
- 2) Open：打開檔案，也可使用快捷鍵〈Ctrl+Q〉實現此操作。
- 3) Close Command Window：關閉命令視窗。
- 4) Inport Data：從其他檔案導入資料。
- 5) Save Workspace As：將工作空間的資料保存到相應的路徑中。
- 6) Set Path：設置工作路徑。
- 7) Preferences：設置命令視窗屬性。



- 8) Page Setup：頁面設置。
- 9) Print：設置列印屬性。
- 10) Print Selection：對選擇的檔案資料進行列印設置。
- 11) Exit MATLAB：退出 MATLAB。

2. Edit 主目錄選項

點擊 Edit 主目錄選項或者同時按下快捷鍵〈Alt+E〉，彈出如圖 1-8 所示的下拉目錄選項。

- 1) Undo：撤銷上一步操作，也可使用快捷鍵〈Ctrl+Z〉實現此操作。
- 2) Redo：重做上一步操作。
- 3) Cut：剪切選中物件，也可使用快捷鍵〈Ctrl+W〉實現此操作。
- 4) Copy：複製選中物件，也可使用快捷鍵〈Alt+W〉實現此操作。
- 5) Paste：黏貼剪切板上的內容，也可以使用快捷鍵〈Ctrl+Y〉實現此一操作。
- 6) Paste to Workspace：打開 Import Wizard（輸入嚮導）對話方塊，將剪貼板上的數值黏貼到 MATLAB 的工作空間中。
- 7) Select All：選擇全部內容。
- 8) Delete：刪除所選物件，也可使用快捷鍵〈Ctrl+D〉實現此一操作。
- 9) Find：查尋所需對象。
- 10) Find Files：查尋所需檔案。
- 11) Clear Command Window：清除命令視窗區的物件。
- 12) Clear Command History：清除命令視窗的歷史記錄。
- 13) Clear Workspace：清除工作區物件。

3. Debug 主目錄選項

單擊 Debug 主目錄選項或者同時按下快捷鍵〈Alt+B〉，彈出如圖 1-9 所示的下拉目錄選項。



圖 1-7 File 下拉目錄選項

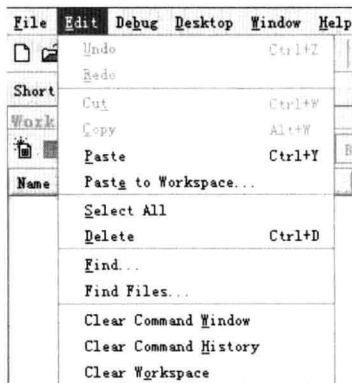


圖 1-8 Edit 下拉目錄選項

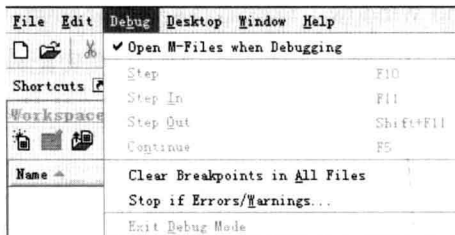


圖 1-9 Debug 下拉目錄選項

- 1) Open M-Files when Debugging：調試時打開 M 文件。
- 2) Step：單步調試程式，也可使用快捷鍵〈F10〉實現此一操作。
- 3) Step In：單步調試進入子函數，也可使用快捷鍵〈F11〉實現此操作。



- 4) Step Out：單步調試從子函數中跳出，也可使用快捷鍵〈Shift+F11〉實現此一操作。
- 5) Continue：程式執行到下一中斷點，也可使用快捷鍵〈F5〉實現此一操作。
- 6) Clear Breakpoints in All Files：清除所有打開檔案中的中斷點。
- 7) Stop if Errors/Warnings：在程式出錯或報警處停止繼續執行。
- 8) Exit Debug Mode：退出調試模式。

4. Desktop 主目錄選項

單擊 Desktop 主目錄選項或者同時按下快捷鍵〈Alt+D〉，彈出如圖 1-10 所示的下拉目錄選項。

- 1) Undock Command Window：將命令視窗變為全屏顯示，並設為目前活動視窗。
- 2) Move Command Window：根據需要將命令視窗在桌面平台中進行移動。
- 3) Resize Command Window：根據需要將命令視窗在桌面平台中重新設置界面的大小。
- 4) Desktop Layout：控制整個桌面的種不同顯示方式。
- 5) Save Layout：保存當前桌面視窗設置。
- 6) Organize Layouts：管理保存的桌面視窗設置。
- 7) Command Window：在桌面系統中顯示／不顯示命令視窗。
- 8) Command History：在桌面系統中顯示／不顯示歷史視窗。
- 9) Current Directory：在桌面系統中顯示／不顯示當前路徑流覽器。
- 10) Workspace：在桌面系統中顯示／不顯示工作空間。
- 11) Help：在桌面系統中顯示／不顯示輔助介面。
- 12) Profiler：在桌面系統中顯示／不顯示模仿介面。
- 13) Toolbar：在桌面系統中顯示／不顯示工具欄。
- 14) Shortcuts Toolbar：在桌面系統中顯示／不顯示快捷列。
- 15) Titles：在桌面系統中顯示／不顯示標題欄。

5. Window 主目錄選項

單擊 Window 主目錄選項或者同時按下快捷鍵〈Alt+W〉，彈出如圖 1-11 所示的下拉目錄選項。



圖 1-10 Desktop 下拉目錄選項

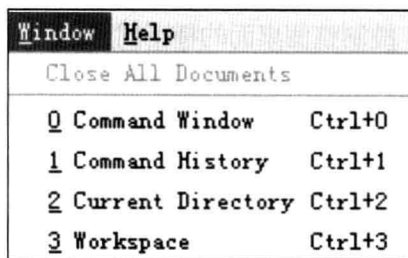


圖 1-11 Window 下拉目錄選項

- 1) Close All Documents：關閉所有文檔。
- 2) 0 Command Window：選定命令視窗為當前活動視窗，也可使用快捷鍵〈Ctrl+0〉實現此一操作。
- 3) 1 Command History：選定命令歷史視窗為當前活動視窗，也可使用快捷鍵〈Ctrl+1〉實現此一操作。
- 4) 2 Current Directory：選定當前路徑視窗為當前活動視窗，也可使用快捷鍵〈Ctrl+2〉實現此一操作。



5) 3 Workspace：選定工作空間視窗為當前活動視窗，也可使用快捷鍵〈Ctrl+3〉實現此一操作。

6. Help 主目錄選項

單擊 Help 主目錄選項或者同時按下快捷鍵〈Alt+H〉，彈出如圖 1-12 所示的下拉目錄選項。

- 1) Full Product Family Help：顯示所有 MATLAB 產品的輔助資訊。
- 2) MATLAB Help：啟動 MATLAB 輔助。
- 3) Using the Desktop：啟動 Desktop 輔助。
- 4) Using the Command Window：啟動指令視窗的輔助。
- 5) Web Resources：顯示 Internet 上一些相關的資源網址。
- 6) Check for Updates：檢查軟體是否更新。
- 7) Demos：呼叫 MATLAB 所提供的範例程式。
- 8) About AMTLAB：顯示有關 MATLAB 的資訊。

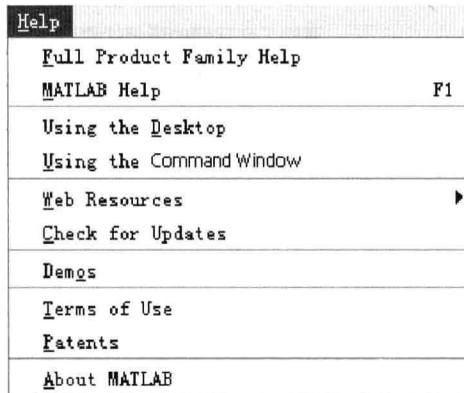


圖 1-12 Help 下拉目錄選項

1.4.3 MATLAB 指令視窗

MATLAB 指令視窗如圖 1-13 所示。

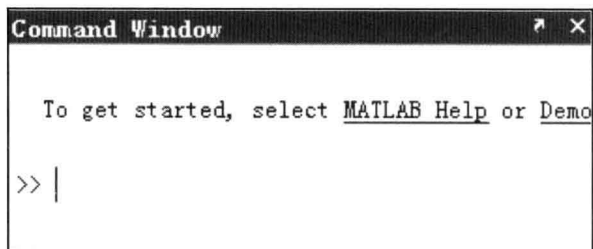


圖 1-13 指令視窗

MATLAB 指令視窗具有以下兩個主要的功能：

- 1) 使用者可以透過此視窗輸入命令和資料。
- 2) 指令執行完以後，使用者可以透過該視窗看到命令執行的結果。

MATLAB 命令視窗中常用的指令及功能見表 1-1。

表 1-1 MATLAB 指令視窗中常用的命令及功能

指令	功能
cls	清除一頁命令視窗，游標回螢幕左上角
clear	清除工作空間中所有的變數
clear all	從工作空間清除所有變數和函數
clear 變數名	清除指定的變數
clf	清除圖形視窗內容
delete <檔案名>	從磁片中刪除指定的檔案
help <指令名>	查詢所列命令的輔助資訊
which <檔案名>	查找指定檔案的路徑
who	顯示當前工作空間中所有變數的一個簡單列表
whos	列出變數的大小、資料格式等詳細資訊
what	列出當前目錄下的.m 檔案和.mat 檔案
load name	下載 name 檔案中的所有變數到工作空間
load name x y	下載 name 檔案中的變數 x, y 到工作空間
save name	保存工作空間變數到檔案 name.mat 中
save name x y	保存工作空間變數 x, y 到檔案 name.mat 中
pack	整理工作空間記憶體
size (變數名)	顯示當前工作空間中變數的尺寸
length (變數名)	顯示當前工作空間中變數的長度
「↑」或「Ctrl+P」	調用上一行的命令



表 1-1 (續)

命令	功能
「↓」或「Ctrl+N」	調用下一行的命令
「←」或「Ctrl+B」	退後一格
「→」或「Ctrl+F」	前移一格
「Ctrl+←」	向左移一個單字
「Ctrl+→」	向右移一個單字
Home 或「Ctrl+A」	游標移到行首
End 或「Ctrl+E」	游標移到行尾
Esc 或「Ctrl+U」	清除一行
Del 或「Ctrl+D」	清除游標後字元
Backspace 或「Ctrl+H」	清除游標前字元
「Ctrl+K」	清除游標至行尾字
「Ctrl+C」	中斷程式執行

1.4.4 MATLAB 工作空間

1. 工作空間常用指令

MATLAB 中常用的工作空間操作指令有 who、whos、clear、size 及 length。

- ▶▶ who：顯示當前工作空間中所有變數的一個簡單列表。
- ▶▶ whos：列出變數的大小、資料格式等詳細資訊。
- ▶▶ clear：清除工作空間中所有的變數。
- ▶▶ clear 變數名：清除指定的變數。
- ▶▶ size(a)：獲取向量 a 的行數與列數。
- ▶▶ length(a)：獲取向量 a 的長度，並在螢幕上顯示。如果 a 是矩陣，則顯示的參數為行數中的最大值。

2. 工作空間的資料存取函數

(1) save 函數

save 指令將 MATLAB 工作空間中的變數存入到磁片中，格式如下。

- ▶▶ save：將當前工作空間中所有變數以二進位格式存入 matlab.mat（內建檔案名）的檔案中。