



西安交通大学
XIAN JIAOTONG UNIVERSITY

数学实验

数学与统计学院 吴慧卓

wuhz@mail.xjtu.edu.cn

什么是数学实验？

数学实验，简单地讲就是利用计算机和数学软件平台，一方面，对数学学习过程中的某些问题进行实验探究、发现规律；

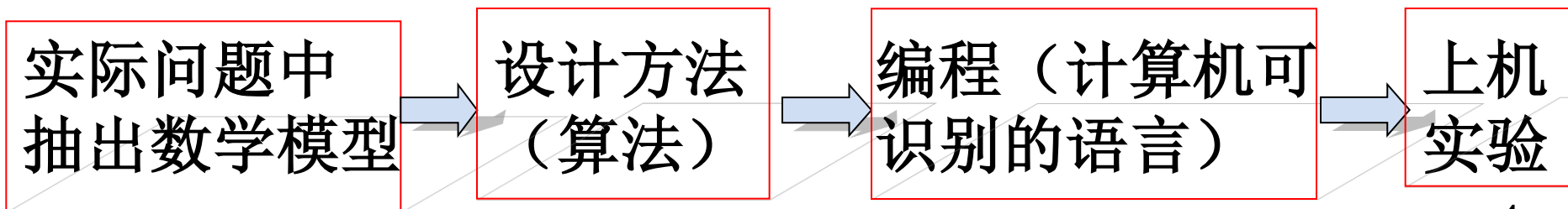
另一方面，结合已掌握的数学（微积分、代数与几何等）知识，去探究、解决一些简单实际问题，从而熟悉从数学建模、解法研究到实验分析的科学研究的方法。

什么是数学实验？

- 对数学进行折腾
- 连蒙带猜找规律
- 从问题出发
- 学生自己动手、动眼、动脑
- 借助于计算机（成千上万次折腾）
- 尝试数学的探索、发现和应用

为什么要开设数学实验？

学校给出的数学题目都是有答案的，已知什么、求证什么都是很清楚的，题目也一定是做得出的。但是大多数的实际问题是预先不知道答案的，甚至不知道是否会有答案。这就要求学生培养创造能力，学会处理各种实际问题的方法。



课程内容

- **课程的教学分为三步：**

- 1) 通过介绍数学软件-MATLAB，使学生学会数学软件的基本操作与使用；
- 2) 利用数学软件对数学课程中的一些数值计算数值方法进行上机实验；
- 3) 通过简单的实际问题，运用学过的数学知识由学生建立数学模型、选择方法并上机实现。

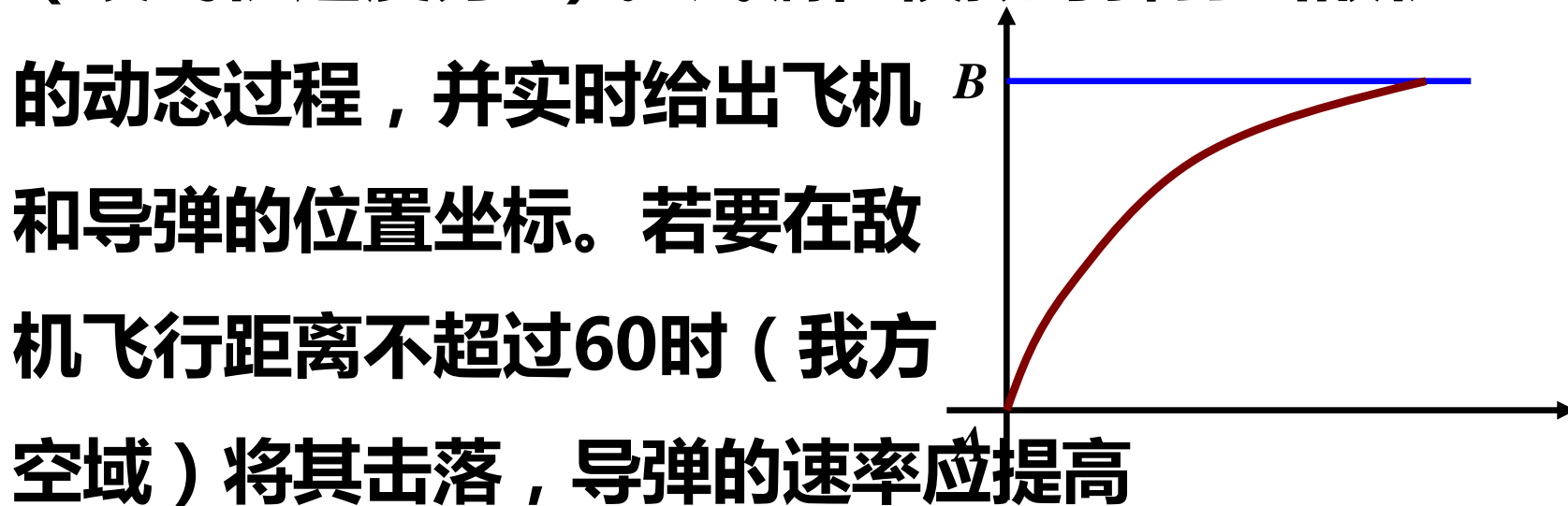
例1. 数列极限 $\lim_{n \rightarrow \infty} (1 + \frac{1}{n})^n$ 动态显示

MATLAB程序:

```
hold on                                % 图形迭加
axis([0,100,2,3]);                    % 设置坐标轴
grid                                   % 加坐标网格
for n=1:90                             % 循环操作
    an=(1+1/n)^n;                      % 计算数列值
    plot(n,an,'r*');                   % 画出坐标点
    pause(0.05);                       % 暂停0.05秒
    fprintf('n=%d   an=%.4f\n',n,an); % 显示坐标位置
end
```

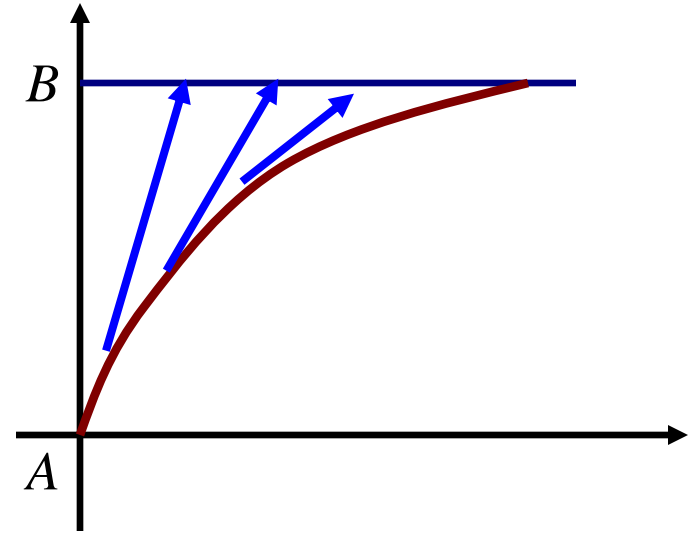
例2. 导弹打击过程仿真

设 $A(0,0)$ 为一导弹发射点，发现位于 $B(0,100)$ 处一架敌机沿水平方向逃离，随即发射一枚导弹予以打击，现已知导弹时刻对准敌机，且速率为飞机速率的两倍（设飞机速度为1）。试编程模拟导弹打击敌机的动态过程，并实时给出飞机和导弹的位置坐标。若要在敌机飞行距离不超过60时（我方空域）将其击落，导弹的速率应提高到多少？



MATLAB程序：

```
k=0;
A=[0,0];           %导弹初始位置
B=[0,100];         %飞机初始位置
v=1;
dt=1;              %离散时间改变量
d=100;             %相距距离
while d>0.5
    plot(A(1),A(2),'r'); %画导弹位置
    hold on
    plot(B(1),B(2),'b*'); %画飞机位置
    pause(0.2);
    k=k+1;
    B=B+[v*dt,0];       %飞机移动位置
    e=B-A;              %导弹指向飞机向量
    d=norm(e); e0=e/d;  %取向量方向（单位化）
    A=A+2.0*v*dt*e0;    %导弹追击位置
    fprintf('k=%0.0f A(%0.2f,%0.2f) B(%0.2f,100) d=%0.2f\n',k,A(1),A(2),B(1),d);
end
```



《数学实验》课程的考核

上机考试1次，占期末总成绩的10%。

教材：《数学实验》，李继成主编，高等教育出版社。

正版MATLAB软件下载

交大主页—组织机构—行政部门—网络信息中心



点此注册，记住密码
以后升级，更新都要邮
箱和密码

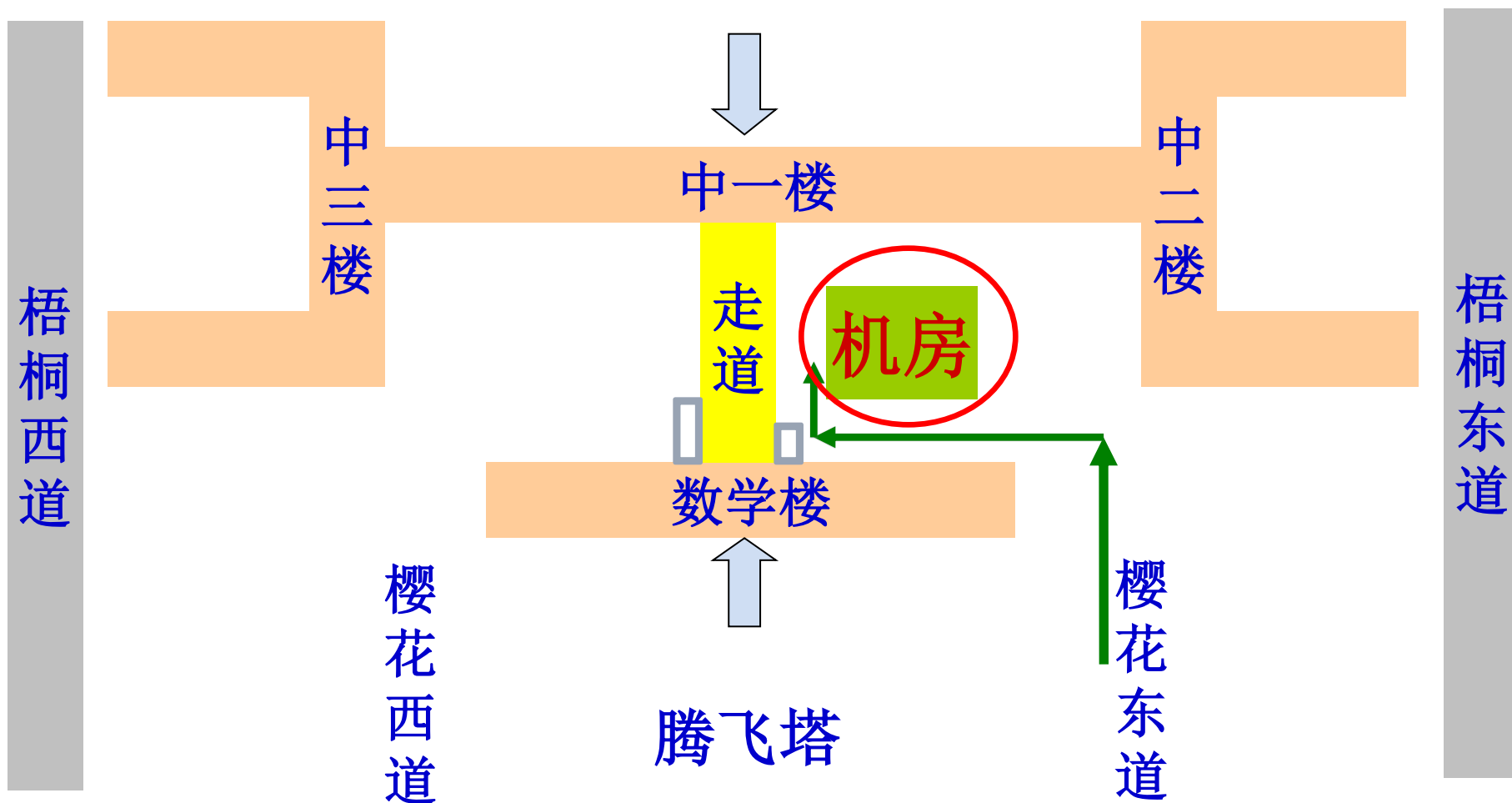
下载到电脑，
安装

MATLAB—“矩阵实验室”

- **MATLAB**基本操作和基本命令
- **MATLAB**符号计算
- **MATLAB**数值计算
- **MATLAB**图形处理
- **MATLAB**程序设计
- **MATLAB**实际应用

上机地点：数学学院机房

—— 校北门 ——



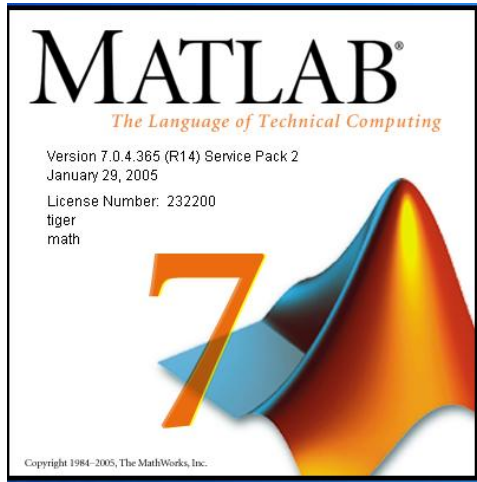
Matlab的发展史

■ **MATLAB**名字由**MATrix**和 **LABoratory** 两词的前三个字母组合而成。那是**20**世纪七十年代，时任美国新墨西哥大学计算机科学系主任的**Cleve Moler**出于减轻学生编程负担的动机，为学生设计了一组调用**LINPACK**和**EISPACK**矩阵软件工具包库程序的“通俗易懂”的接口，此即用**FORTRAN**编写的萌芽状态的**MATLAB**。

■ **1984**年由**Little**、**Moler**、**Steve Bangert**合作成立**MathWorks**公司，并把**MATLAB**正式推向市场。从这时起，**MATLAB**的内核采用**C**语言编写，而且除原有的数值计算能力外，还新增了数据图视功能。

■ **1997**年仲春，**MATLAB5.0**版问世，紧接着是**5.1**、**5.2**，以及和**1999**年春的**5.3**版。现今的**MATLAB**拥有更丰富的数据类型和结构、更友善的面向对象、更加快速精良的图形可视、更广博的数学和数据分析资源、更多的应用开发工具。

Matlab 简介



□ **Matlab**是一种广泛应用于**工程计算**及**数值分析**领域的新型高级语言，自**1984**年推向市场以来，历经二十多年的发展与竞争，现已成为国际公认的最优秀的工程应用开发环境。

□ 在欧美各高等院校，**Matlab**已经成为线性代数、数值分析、数理统计、自动控制理论、数字信号处理、时间序列分析、动态系统仿真、图像处理等课程的基本教学工具，已成为大学生必须掌握的基本技能之一。**Matlab**功能强大、简单易学、编程效率高，深受广大科技工作者的欢迎。

Matlab 的特点与功能

□ Matlab 是一个交互式软件系统

☞ 输入一条命令，立即就可以得出该命令的结果

□ Matlab 具有很强的数值计算功能

✓ Matlab 以矩阵作为数据操作的基本单位，但无需预先指定矩阵维数（动态定维）

✓ 提供十分丰富的数值计算函数，方便计算，提高效率

✓ Matlab 命令与数学中的符号、公式非常接近，可读性强，容易掌握

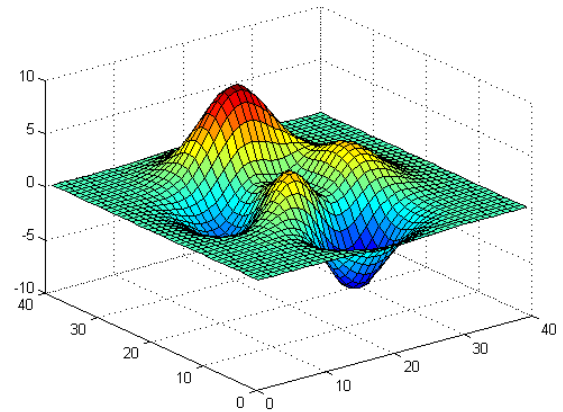
Matlab 的特点与功能

□ Matlab 符号计算功能

Matlab 和著名的符号计算语言 Maple 相结合

□ Matlab 的绘图功能

Matlab 提供丰富的绘图命令，
很方便实现数据的可视化



□ Matlab 的编程功能

Matlab 具有程序结构控制、函数调用、数据结构、输入输出、面向对象等程序语言特征，而且简单易学、编程效率高。通过 Matlab 提供的编程语言进行编程完成特定的任务

Matlab 的特点与功能

□ Matlab 丰富的工具箱 (toolbox)

根据专门领域中的特殊需要而设计的各种可选工具箱

Symbolic Math

Signal process

Control System

PDE

Image Process

System Identification

Optimization

Statistics

... ..

□ Matlab 的 Simulink 动态仿真集成环境

提供建立系统模型、选择仿真参数和数值算法、启动仿真程序对该系统进行仿真、设置不同的输出方式来观察仿真结果等功能

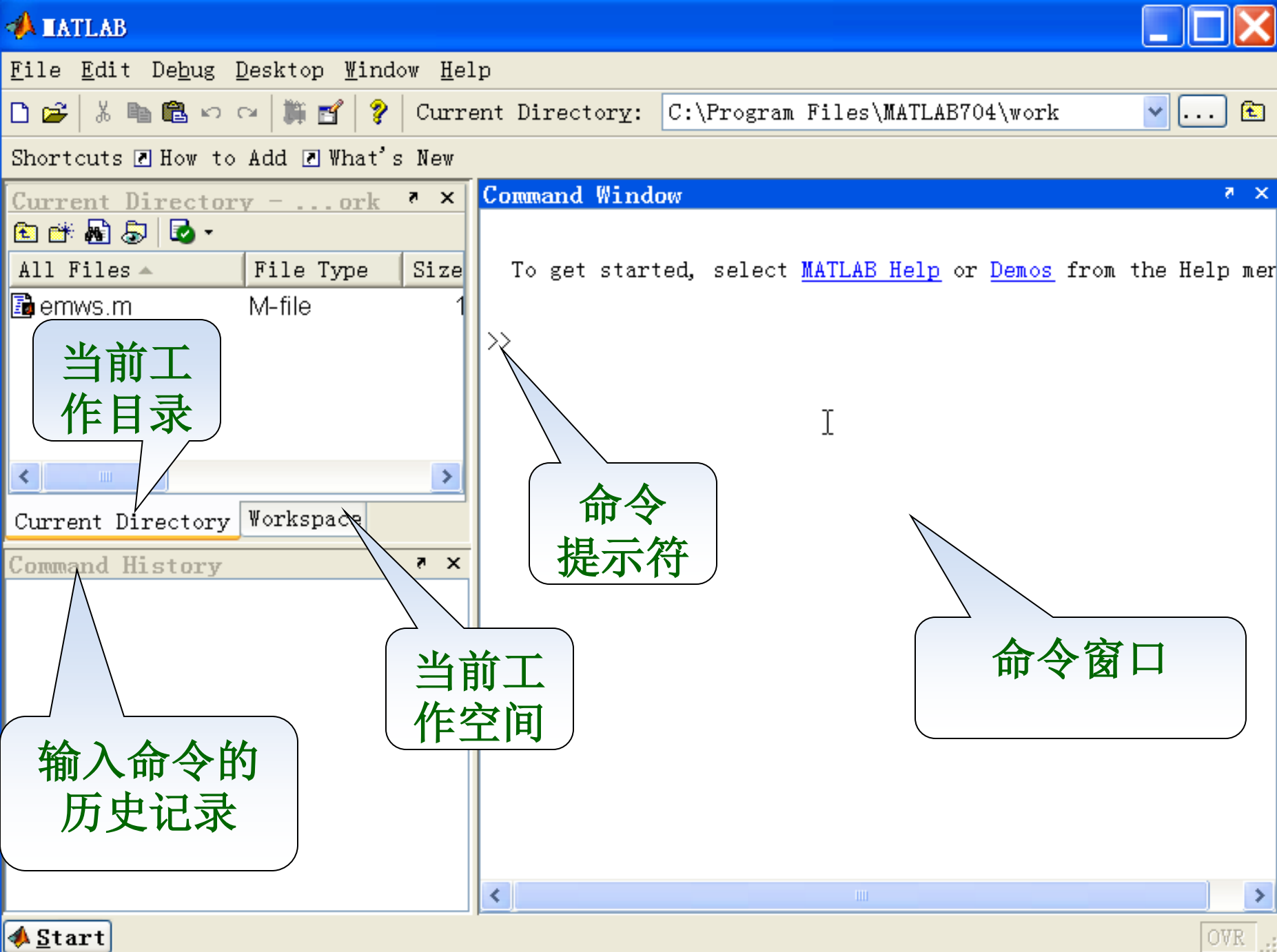
1. Matlab 启动与退出

□ Matlab 系统的启动

- ✓ 使用 Windows “开始” 菜单
- ✓ 运行 Matlab 系统启动程序 matlab
- ✓ 双击 Matlab 快捷图标

□ Matlab 系统的退出

- ✗ 在 Matlab 主窗口 **File** 菜单中选择 **Exit Matlab** 命令
- ✗ 在 Matlab 命令窗口输入 **exit** 或 **quit** 命令
- ✗ 单击 Matlab 主窗口的 “关闭” 按钮 



运行MATLAB创建一个或多个窗口

- a) 命令区(**Command Window**)是用户使用的主要场所, 此时, 可以输入变量、数组及运算命令, 进行一些简单的运算; 用↑↓←→键搜索、修改以前使用过的命令操作, 用**clc**清除窗口,**clear**清除内存变量;

命令窗口主要用于显示结果, 也可当计算器用。

- b) 编辑区(**Editor\Debugger Window**)编制各种M-文件, 存盘(**Save**)、运行 (**Run**) 等.F5热键

3. 文件及变量命名

MATLAB变量命名的规则是：

- ①以**字母**开头，后面可以跟字母、数字或下划线。
- ②不超过**63**个字符。
- ③字符间不可以留空格。
- ④区分大小写。
- ⑤不要同名与系统变量名和特殊函数名。

Matlab 变量

□ 系统预定义变量

- ◆ **pi** 圆周率 π ，其值为 `imag(log(-1))`
- ◆ **inf/Inf** 无穷大
- ◆ **nan/NaN** 一个不定值，如 `0/0`或`inf/inf`
- ◆ **eps** 浮点运算相对精度，即系统运算时所确定的极小值。
- ◆ **i/j** 虚部单位，即 $\sqrt{-1}$

应尽量避免给系统预定义变量重新赋值！

□ 特殊变量 **ans**

4. 命令窗口中常用的命令

参看教材P5-6

5. MATLAB中基本代数运算符

运算	符号	举例
加法	+	5+3
减法	-	5-3
乘法	*	5*3
除法	/	48/4
乘幂 a^b	^	5^2=25

MATLAB算术运算

使用MATLAB进行数学式的计算就像用计算器进行数字运算一样方便.例如

```
>> 65-25+3/2
```

```
ans =
```

```
41.5000
```

运算结果保存在默认变量名ans中

```
>> x=65-25+3/2
```

```
x =
```

```
41.5000
```

运算结果保存在变量x中

```
>> x=2, y=3, z=x+y
```

```
x =
```

```
2
```

```
y =
```

```
3
```

```
z =
```

```
5
```

```
>> x=2;y=3;z=x+y
```

```
z =
```

```
5
```

注意：语句后面“;”与“,”及空格的区别。

例1 计算 $[12+2\times(7-4)]\div 3^2$

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

```
ans =
```

```
2
```

例2 计算 $5!$,并把结果赋给变量 y .

```
>> y=5*4*3*2*1
```

```
y =
```

```
120
```

6. MATLAB中的逻辑与判断操作

& 与、和

| 或

~ 否、非

逻辑真，运算结果为1

逻辑假，运算结果为0

逻辑判断运算符

运算符	说明	运算符	说明
<	小于	<=	小于或等于
>	大于	>=	大于或等于
==	等于	~=	不等于

逻辑运算表

执行操作命令	执行结果
3&0	0
3&4	1
0&0	0
~1	0
~0	1

输入 **c=2>3**

执行操作命令	执行结果
0/1	1
2/1	1
0/0	0
(3&2)/(0&1)	1

显示运算结果 **c=0**

matlab的逻辑运算符优于赋值运算

逻辑关系函数

指令	含义	指令	含义
xor	不相同就取1，否则取0	isequal	相等取1，否则为0
any	只要有非0就取1，否则取0	ismember	两个矩阵是属于关系取1，否则取0
all	全为非0取1，否则为0	isempty	矩阵为空取1，否则为0
isnan	为NaN取1，否则为0	isletter	是字母取1，否则取0
isinf	为inf取1，否则为0	isprime	是质数取1，否则取0
isfinite	有限大小元素为1，否则为0	isreal	实数取1，否则取0
ischar	是字符串取1，否则为0	isspace	空格字符取1，否则取0

7. MATLAB常用符号

运算符	名称	含 义
:	冒号	有多种运算功能，用于定义行向量、截取指定矩阵中的部分
=	等号	赋值
;	分号	分隔矩阵行、屏蔽显示等
.	小数点	域访问等
%	百分号	注释语句
...	续行符号	续行，注意：...前面有个空格
,	逗号	分隔矩阵列、函数参数等
'	单引号	矩阵转置运算、复数的共轭值、字符串定义符等
!	感叹号	在 MATLAB 中调用操作系统命令
[]	方括号	创建和表示矩阵
()	圆括号	函数调用和指定运算顺序

8. 常用数学函数

函数名	含义	函数名	含义
abs(x)	x 的绝对值	atan(x)	x 的反正切
sqrt(x)	x 的平方根	cot(x)	x 的余切
exp(x)	e 的 x 次方	acot(x)	x 的反余切
sin(x)	x 的正弦	log(x)	x 的自然对数
cos(x)	x 的余弦	log10(x)	x 的常用对数
asin(x)	x 的反正弦	sinh(x)	双曲正弦
acos(x)	x 的反余弦	cosh(x)	双曲余弦
tan(x)	x 的正切		

9. 特殊函数

函数名	含义	函数名	含义
mond(m,n) rem(m,n)	计算m除以n的余数	ceil(x)	取超过x的最近整数
round(x)	取距离x最近的整数	fix(x)	取x的整数部分
floor(x)	取不超过x的最近整数		

10. 矩阵输入法

matlab以矩阵为基本运算对象.

数值可看成 1×1 矩阵, 数组可看成 $1 \times n$ 或 $n \times 1$ 矩阵

a(n)表示数组**a**的第**n**个元素;

(1)直接输入法

- **MATLAB**的变量及数组均是以**向量或矩阵**方式存储的,输入时遵循以下原则:
 - (1) 所有矩阵元素用 “[]”括起来;
 - (2) 同行的不同元素之间用空格或逗号 “,” 间隔;
 - (3) 行与行之间用分号 “;” 或回车符分隔;
 - (4) 元素可以是数值、变量、函数、表达式.

```
x=[1,2,3,4,5]
```

%以向量（数组）方式给x赋值

```
y=sqrt(x)
```

%每个元素开方

```
z=(x(3)+x(5))/2*x(4)
```

%调用x中的元素

```
A=[1,2,3;4,5,6;1,0,1]
```

```
B=[-1 2 0
```

```
1 1 3
```

```
2 1 1]
```

(2)命令生成法

步长输入方式

A=1:10

X=(0:0.1:2)*pi

y=1:2:8

线性等分输入方式 **linspace(a,b,n)**

X=linspace(0,pi,11)

(3) 利用函数创建方式

参看教材**P12**

eye(5)

ones(3,4)

rand(4,5)

4.利用矩阵编辑器

参看教材P12-13

示例7-9

11. 数组、矩阵基本运算符

指令

含义

加法: $\mathbf{a} + \mathbf{A}$, $\mathbf{A} + \mathbf{a}$

\mathbf{a} 与矩阵 \mathbf{A} 中的每个元素相加

减法: $\mathbf{a} - \mathbf{B}$, $\mathbf{B} - \mathbf{a}$

\mathbf{a} 与矩阵 \mathbf{A} 中的每个元素相减

乘法: $\mathbf{a} * \mathbf{A}$

\mathbf{a} 与矩阵 \mathbf{A} 中的每个元素相加乘

$\mathbf{a} * \mathbf{A}$

同上

除法: $\mathbf{a} ./ \mathbf{A}$ ($\mathbf{A} ./ \mathbf{a}$)

\mathbf{a} 分别被 \mathbf{A} 的元素除

$\mathbf{a} * \text{inv}(\mathbf{A})$

\mathbf{A} 的逆乘 \mathbf{a}

运算

意义

加法: $A+B$

两矩阵相加,数与矩阵相加

减法: $A-B$

两矩阵相减,数与矩阵相加

乘法: $A*B$

两矩阵相乘,数与矩阵相乘

$A.*B$

两矩阵对应元素相乘

除法: A/B ($A\backslash B$)

$A*\text{inv}(B)$ ($\text{inv}(A)*B$)

$A./B$

两矩阵对应元素相除,矩阵A除以矩阵b中每个元素

幂: A^n

矩阵的幂

$A.^n$

矩阵的每个元素的幂

$\exp(A)$

以e为底, 分别以A的元素为指数求幂

$\log(A)$

对A的各元素取自然对数

$\text{sqrt}(A)$

对A的各元素开平方

12. 文件的编辑、存储、执行

- (1) 文件编辑
- (2) 文件存储
- (3) 程序执行

13. MATLAB软件帮助

(1) help

只要在命令窗口输入**help+**查询的对象，回车可获得帮助信息.

(2) lookfor

当用户不能确定命令的拼写或命令是否存在时，用**lookfor**可获得帮助.

本次上机任务：

1. 熟悉键盘；实践书上的示例。
2. 完成教材P17练习1。
3. 带上u盘，将练习题的程序及运行结果拷贝到word文档

；