

抽油机系统优化设计分析 与MATLAB应用

任 涛 / 著

石油工业出版社

抽油机系统优化设计分析 与 MATLAB 应用

任 涛 著

本书由

西安石油大学优秀著作出版基金

陕西省科技统筹创新工程计划项目(2015KTZDGY06-02)

陕西省工业科技攻关项目“新型高效节能抽油机的研究与应用”(2015GY110)

联合资助



石油工业出版社

内 容 提 要

本书以采油工程中最重要抽油机系统为对象,全面系统地论述了抽油机的优化设计和抽油机系统分析。全书共分三章,首先重点介绍了 MATLAB 语言最实用的功能和使用方法;其次详细论述了目前油田常用的抽油机运动学和动力学分析、优化设计方法、抽油机运行分析、抽油机平衡调节、抽油机系统效率分析、抽油机系统工况诊断等,建立了相应的数学模型,并应用 MATLAB 实现了程序设计。

本书适合石油院校采油专业和机械专业学生,以及油田采油厂和抽油机制造厂工程技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

抽油机系统优化设计分析与 MATLAB 应用/任涛著.
北京:石油工业出版社,2015.8
ISBN 978-7-5183-0890-3

I. 抽…

II. 任…

III. Matlab 软件-应用-抽油机-系统优化-系统设计

IV. TE933-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 212737 号

出版发行:石油工业出版社

(北京市朝阳区安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www.petropub.com

编辑部:(010)64250091 图书营销中心:(010)64523633

经 销:全国新华书店

排 版:北京苏冀博达科技有限公司

印 刷:北京中石油彩色印刷有限责任公司

2015 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:12.5

字数:320 千字

定价:50.00 元

(如出现印装质量问题,我社图书营销中心负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

有杆抽油系统是国内外石油工业传统的机械采油方式,由抽油机—抽油杆—抽油泵(机杆泵)组成的有杆抽油系统在实际应用中占绝对主导地位。有杆抽油系统肩负着将原油从地下提升至地面的重要使命,因此,其性能的优劣将决定了原油的开采效率。有杆抽油系统性能的优劣不仅体现在抽油机的设计上,而且体现在有杆抽油系统的运行状态上。传统的抽油机设计所采用的图、表等常规设计已经无法满足人们对抽油机优异性能的追求,随着计算机与计算工具软件的快速发展,先进的设计方法学应用得以实现,因此,设计满足不同井下工况的优异性能抽油机成为可能。我国油田开始由不计成本的“资源推动型”模式向成本控制的“经济效益型”模式转变,油井的精细化管理和数字化管理的要求日益受到重视,因此有必要形成一套完整的抽油机运行分析、平衡状态分析、采油工况诊断、能耗分析、系统效率评价等数学分析模型及实现方法,这对控制油井成本、降低油井能耗、提高油井效率、提升油井产量、减少油井故障等都具有重大的现实意义。

MATLAB 是一种基于矩阵(Matrix)算法的高级语言,代表了当今世界科学计算软件的先进水平,其内置了数十种工具箱函数,可以解决目前数学分析计算、控制系统、系统仿真、信息处理、图像处理、数理统计、人工智能、神经网络等多领域的分析、仿真和设计工作。本书所有的设计模型都是应用 MATLAB 实现。

全书共分为 3 章。第 1 章主要介绍了 MATLAB 最基本和最实用的功能,包括基本数学函数、向量和矩阵运算、程序设计、图形函数和优化工具箱函数。第 2 章详细论述了抽油机的运动学和动力学分析、优化目标函数选择、设计变量选择、约束条件的建立,并对油田上常用的游梁式抽油机进行了优化实例计算。第 3 章建立了抽油机运行分析、抽油机平衡状态分析与调节、有杆抽油系统效率分析及百米吨液耗电量、抽油机系统工况诊断数学模型,并实现了数学模型的 MATLAB 程序设计。

本书第 1 章、第 2 章和第 3 章第一节由任涛撰写,第 3 章后四节由孙文撰写。

本书的出版得到了西安石油大学优秀著作出版基金、陕西省科技统筹创新工程计划项目“基于有杆抽油装备的智能油井系统开发与应用”(2015KTZDGY06-02)、

陕西省工业科技攻关项目“新型高效节能抽油机的研究与应用”(2015GY110)的共同资助。在此,要特别感谢上述有关基金委员会和陕西省科技厅对笔者在抽油机系统优化设计分析方面的研究工作提供的资助;还要特别感谢西安索贝软件科技有限公司,在他们的配合下,我们共同完成了智能油井系统的研发工作。

由于水平有限,书中难免有不妥之处,敬请各位专家、同行和广大读者批评指正。

任 涛

2015 年 5 月于西安

目 录

1	MATLAB 语言应用基础介绍	1
1.1	MATLAB 主要特点	1
1.1.1	交互式程序设计	1
1.1.2	工具箱函数	1
1.1.3	内部函数	1
1.1.4	图形功能	1
1.2	用户界面和菜单功能	2
1.2.1	用户界面	2
1.2.2	菜单功能	3
1.2.3	通用操作命令	4
1.3	运算符和数据类型	4
1.3.1	运算符	4
1.3.2	数据类型	6
1.4	常用数学函数	10
1.4.1	三角函数	10
1.4.2	指数和对数函数	11
1.4.3	复数函数	11
1.4.4	求整和求余函数	11
1.4.5	数据分析函数	11
1.5	向量、矩阵、数组及其运算	12
1.5.1	向量及其运算	12
1.5.2	矩阵及其运算	13
1.5.3	数组及其运算	16
1.5.4	数组和矩阵元素的操作	18
1.6	输入与输出	19
1.6.1	input 函数	19
1.6.2	menu 函数	19
1.6.3	save 函数	20
1.6.4	load 函数	20
1.6.5	disp 函数	20

1.6.6	fprintf 函数	21
1.6.7	type 函数	23
1.6.8	fopen 和 fclose 函数	23
1.7	程序设计	24
1.7.1	M 文件程序设计	24
1.7.2	M 文件的控制结构	26
1.8	图形功能	30
1.8.1	图形窗口与坐标系	30
1.8.2	二维绘图	32
1.9	常用的计算方法	39
1.9.1	多项式运算	39
1.9.2	数据插值	43
1.9.3	方程求解	45
1.9.4	函数的导数和数值微分	50
1.9.5	函数的积分	52
1.10	优化设计	53
1.10.1	优化工具箱的主要功能	54
1.10.2	线性规划问题求解	54
1.10.3	无约束非线性规划问题求解	57
1.10.4	有约束非线性规划问题求解	58
1.10.5	有约束多目标规划问题求解	59
2	抽油机优化设计	61
2.1	概述	61
2.2	游梁式抽油机类型和基本参数	62
2.2.1	游梁式抽油机基本参数	62
2.2.2	游梁式抽油机类型与型号	62
2.3	游梁式抽油机的运动学和动力学分析	64
2.3.1	悬点运动规律分析	65
2.3.2	抽油机动力学分析	98
2.4	抽油机优化设计	105
2.4.1	抽油机动力性能主要影响因素分析	106
2.4.2	优化目标函数	108
2.4.3	设计变量和约束条件	110
2.5	优化实例	111
2.5.1	常规型和异相型游梁式抽油机	111
2.5.2	双驴头抽油机	119

2.5.3 下偏杠铃型游梁式抽油机	131
3 有杆抽油系统运行分析	138
3.1 抽油机运行分析	138
3.1.1 运行分析数学模型	138
3.1.2 运行分析实例	140
3.2 抽油机平衡状态分析与调节	145
3.2.1 抽油机平衡状态分析	145
3.2.2 抽油机平衡调节	146
3.2.3 平衡调节实例	147
3.3 有杆抽油系统效率分析及百米吨液耗电量	154
3.3.1 有杆抽油系统效率分析模型	154
3.3.2 百米吨液耗电量计算公式	156
3.3.3 应用实例	157
3.4 抽油机系统工况诊断	159
3.4.1 泵功图的获取	160
3.4.2 泵功图的识别与诊断	164
3.4.3 工况诊断实例	168
3.5 智能油井软件系统介绍	183
3.5.1 智能油井软件系统	184
3.5.2 手机客户端油井信息系统	190
参考文献	191

1 MATLAB 语言应用基础介绍

MATLAB 是一种基于矩阵(Matrix)的算法开发、数据分析计算、可视化编程的高级语言和交互式运行环境,其内置了大量的数学模型和计算方法,从而可以实现数学分析计算、控制系统、系统仿真、信息处理、图像处理、数理统计、人工智能、神经网络等多领域的分析、仿真和设计工作。

1.1 MATLAB 主要特点

1.1.1 交互式程序设计

MATLAB 采用了交互式程序设计语言编辑模式,克服了其他高级语言的编译、连接、执行等非交互式程序设计模式,代表了当今世界科学计算软件的先进水平。用户在命令窗口内输入需要执行的命令语句,即可获得计算结果。命令语句的语法错误同时显示在命令窗口。MATLAB 通过建立 M 文件的方式实现程序方式工作。

1.1.2 工具箱函数

工具箱是 MATLAB 函数(M 文件)的全面综合,这些文件把 MATLAB 的环境扩展到解决特殊类型问题上。MATLAB 工具箱函数包含航空航天、生物信息学、通信系统、计算机视觉系统、控制系统、全局优化、仿真、车载网络、神经网络等几十种专业工具箱。强大的内置工具箱函数可以完成众多领域的多目标、多要求的设计任务。

1.1.3 内部函数

MATLAB 提供了丰富的数百个内部函数,涵盖了矩阵及运算、数值计算、符号运算、概率统计、绘图及图形处理等函数。基于矩阵的 MATLAB 已经将很多复杂的数学问题转化为了简单的内部函数形式,这些函数可以很方便地解决许多复杂的数学问题,如 diff 函数用于求解函数 f 的 n 阶导数、trapz 用于数值积分、linsolve 用于求解线性方程或方程组的解析解等,如果应用其他高级语言实现上述计算,必须要编写相应的子程序。因此, MATLAB 丰富的内部函数可以为用户节约大量的编程时间和精力。

1.1.4 图形功能

MATLAB 的绘图库函数具有强大的绘图功能,它提供了丰富的绘图和图形处理函数,用户根据设计参数可以绘制需要的图形,这类函数称为高层绘图函数。高层绘图函数可实现二维和三维的图形绘制。此外, MATLAB 还提供了直接对图形句柄(如坐标轴、图线、文字等)进行操作的低层绘图操作。

1.2 用户界面和菜单功能

1.2.1 用户界面

在 Win7 64 位操作系统下完成 MATLAB R2012a 软件安装,R2012a 为 64 位软件,在 Win7 桌面上点击 MATLAB 图标,启动 MATLAB 系统进入到用户操作界面,如图 1.1 所示。



图 1.1 MATLAB 的用户界面

用户界面主要窗口功能体现在以下五个方面。

1.2.1.1 命令窗口(Command Windows)

命令窗口是 MATLAB 最基本的窗口,它和 MATLAB 编译器连接,主要功能包括输入命令、函数、数学表达式、矩阵等,显示执行结果和 M 文件运行结果。MATLAB 的命令语句和 M 文件语法逻辑错误也在该窗口显示。

1.2.1.2 命令历史窗口(Command History)

命令历史窗口用于记录命令窗口运行过的所有指令、函数、数学表达式和矩阵等信息,可在该窗口重复执行,执行结果显示在命令窗口内。

1.2.1.3 工作空间窗口(Workspace)

工作空间窗口用于存储当期状态下 MATLAB 命令语句和 M 文件运行变量参数的名称、大小和类型。所有命令语句和 M 文件共享一个工作空间所有的变量。如果不清除这些变量,它们将一直驻留在内存中。初学者应注意,当需要运行一个新 M 文件时,应首先清除工作空间内存中驻留的变量,以避免变量发生赋值错误。清除命令是 clear。

1.2.1.4 当前目录窗口(Current Folder)

默认状态下,当前目录窗口显示 bin 目录下的所有文件和文件夹。用户可以按照窗口上方的路径栏来查找所需要的文件夹。

1.2.1.5 帮助窗口(Help)

MATLAB 提供的帮助有两种方式,一是按内容(Content)查找;二是按关键词查找。如查找 plot 命令格式,系统会显示:

```
plot
2-D line plot( 二维绘图)
syntax( 语法)
plot( Y)
plot( X1, Y1, . . . , Xn, Yn)
plot( X1, Y1, LineSpec, . . . , Xn, Yn, LineSpec)
plot( . . . , 'PropertyName', PropertyValue, . . . )
plot( axes_handle, . . . )
h = plot( . . . )
description( 描述:plot 命令中的参数)
( . . . )
examples( 举例)
plot a sine curve. ( 画正弦曲线)
x = -pi:.1:pi;
y = sin( x)
```

因此,对任何的命令或函数都可以通过 Help 查找其标准的命令格式。这对初学者来说非常方便。

1.2.2 菜单功能

MATLAB 主菜单栏提供了 File、Edit、View、Debug、Parallel、Desktop、Windows 和 Help 八个基本菜单功能。常用的菜单功能见表 1.1。

表 1.1 常用的菜单功能

File 文件	New 创建新文件	Open. . . 打开文件	Close Current forder 关闭目前目录窗口	Import Data. . . 输入数据
	Save Workspace. . . 保存工作空间信息	Set Path. . . 设置路径	Preferences. . . 工作状态	Pape Setup. . . 页面设置
	Print. . . 打印	Exit MATLAB 退出 MATLAB		
Edit 编辑	Undo 停止	Redo 重复执行	Cut 剪切	Copy 复制
	Paste 粘贴	Paste to Workspace 粘贴到工作空间	Select All 全选	Delete 删除
	Find. . . 查找	Find Files. . . 查找文件	Clear command Windows 清除命令窗口	Clear command History 清除命令历史窗口
	Clear Workspace 清除工作空间			

续表

View 浏览	Show Size 显示文件大小	Show Data Modified 显示数据修改时间	Show Type 显示文件类型	Show description 显示文件描述
	Sort By Type 按类型排序	Sort By Name 按名称排序	Sort By Size 按大小排序	Sort By Data Modified 按数据修改时间排序
	Group By Type 按类型分组	Group By Name 按名称分组	Group By Size 按类型和大小分组	Group By Data Modified 按类型和修改时间分组
Desktop 桌面	Minimize Current Forder 最小化当前目录窗口	Maximize Current Forder 最大化当前目录窗口	Undock Current Forder 目录窗口嵌入桌面	Move Current Forder 移动当前目录窗口
	Resize Current Forder 重新设置当前目录窗口大小	Desktop Layout 桌面显示方式	Save Layout 保存桌面显示方式	Command Window 命令窗口
	Command History 命令历史窗口	Current Forder 目录窗口	Workspace 工作空间	Help 帮助窗口
	Profiler 仿真窗口	Editor 文件编辑窗口	Figures 图形窗口	
Windows 窗口	Next Tool 下一个窗口	Previous Tool 先前窗口		
Help 帮助	Products Help 产品帮助	Function Browser 函数浏览器		

1.2.3 通用操作命令

MATLAB 语言的操作命令大部分可以通过主菜单栏来实现,部分操作命令可以通过编写命令来实现,这对管理程序的运行环境有很大的帮助,常用的操作命令见表 1.2。

表 1.2 常用的操作命令

命令	含义
clc	清除命令窗口
clear	清除工作空间的所有变量,释放系统内存
clear all	清除工作空间的所有变量和函数,释放系统内存
clf	清除图形窗口
who	工作空间变量列表
whos	工作空间变量列表,包括字节数和变量类型
save name	保存工作空间变量到 name.mat 文件中
save name x y	保存工作空间变量 x、y 到 name.mat 文件中
load name	调入 name.mat 文件的变量到工作空间

1.3 运算符和数据类型

1.3.1 运算符

MATLAB 语言运算符主要为算术运算符、关系运算符和逻辑运算符,还包括一些特殊运算符。

1.3.1.1 算术运算符

算术运算符分为矩阵运算和数组运算两类。矩阵运算是按线性代数的运算法则运算,而数组运算是 对数组元素的运算。矩阵算术运算符见表 1.3,数组算术运算符见表 1.4。

表 1.3 矩阵算术运算符

运算符	名称	示例	运算法则说明
+	加	$A = B + C$	加法法则: $A(m,n) = B(m,n) + C(m,n)$
-	减	$A = B - C$	减法法则: $A(m,n) = B(m,n) - C(m,n)$
*	乘	$A = B * C$	乘法法则: $A(m,n) = B(m,s) * C(s,n)$
/	右除	$A = B / C$	$B * C = A$, 求 B , $B = A / C$, 矩阵列相同
\	左除	$A = B \backslash C$	$B * C = A$, 求 C , $C = B \backslash A$, 矩阵行相同
^	乘方	$A = B^n$	$A = B * B * \cdots * B$ (共 n 个 B)
'	转置	$A = B'$	A 是 B 的共轭矩阵

表 1.4 数组算术运算符

运算符	名称	示例	运算法则说明
.*	数组乘	$A = B .* C$	$A(m,n) = B(m,n) .* C(m,n)$
./	右除	$A = B ./ C$	$A = B(m,n) ./ C(m,n)$
.\	左除	$A = B .\ C$	$A = B(m,n) .\ C(m,n)$
.^	乘方	$A = B.^n$	数组元素的 n 次幂
'	转置	$A = B'$	数组的行列转换

1.3.1.2 关系运算符

关系运算用于比较两个同维数组或同维向量的对应元素,结果为一个同维的逻辑判断结果数组。常用的关系运算符见表 1.5。

表 1.5 关系运算符

运算符	名称	示例	运算法则说明
<	小于	$A < B$	(1) A, B 均为标量, 判别结果真为 1、假为 0; (2) A, B 为标量和数组, 标量和数组元素逐一比较, 判别结果真为 1、假为 0; (3) A, B 均为数组, 行列数必须相同, A, B 对应元素比较, 判别结果真为 1、假为 0
<=	小于等于	$A <= B$	
>	大于	$A > B$	
>=	大于等于	$A >= B$	
==	相等	$A == B$	
~=	不相等	$A ~= B$	

1.3.1.3 逻辑运算符

MATLAB 提供了两种类型的逻辑运算:一般逻辑运算和捷径运算。为提高运算速度, MATLAB 针对标量定义了“先决与”和“先决或”运算。“先决与”运算是当该运算符的左边为真时,需要与该符号右边的量做逻辑运算。“先决或”运算是当运算符的左边为真时,不需要继续与该符号右边的量做逻辑运算,而立即得出该逻辑运算结果为真;否则,就要继续与该符号右边的量运算。

表 1.6 关系运算符

运算符	名称	示例	运算法则说明
&	与	A&B	(1) A、B 均为标量,判别结果真为 1、假为 0; (2) A、B 为标量和数组,标量和数组元素逐一比较,判别结果真为 1、假为 0; (3) A、B 均为数组,行列数必须相同,A、B 对应元素比较,判别结果真为 1、假为 0
	或	A B	
~	非	A~B	
&&	先决与	A&&B	
	先决或	A B	

1.3.1.4 特殊运算符

除上述运算符外,MATLAB 还定义了特殊运算符(表 1.7)。

表 1.7 特殊运算符

运算符	说明	运算符	说明
[]	生成数组或矩阵	,	分隔矩阵下标和函数参数
{ }	给单元数组赋值	;	在括号内结束行;禁止表达式显示结果
()	在算术运算中优先计算;封装函数参数;封装向量或矩阵下表	:	创建矢量、数组下标;循环迭代
=	用于赋值语句	%	注释;格式转换定义中的初始化字符
'	两个'之间的字符为字符串	@	函数句柄
.	域访问	...	续行符

1.3.2 数据类型

MATLAB 基本数据类型有七大类。

(1)数值类型(Numeric),包括双精度类型(Double)、单精度类型(Single)和整数类型(Integer)。MATLAB 提供了八种整数类型,包括带符号整数类型(int8、int16、int32、int64)和无符号整数类型(uint8、uint16、uint32、uint64)。

```
>> X = int8( -3.14)
X =
    -3
>> Y = uint8( -3.14)
Y =
     0
```

- (2)字符类型(Char)。
- (3)逻辑类型(Logical)。
- (4)结构类型(Structure)。
- (5)细胞类型(Cell)。
- (6)Java 对象(Java)。
- (7)函数句柄(function handle)。

1.3.2.1 数值

MATLAB 数值类型包括整数(带符号、无符号)和浮点数(单精度、双精度)。在缺省(默

认) 状态下, MATLAB 的计算和存储都是双精度格式。

1. 整型数运算法则

相同类型整型数之间的运算, 结果为同类型整型数; 不同类型整型数之间不能进行运算。整型数可以和自然数进行运算, 运算过程为浮点精度, 结果为整型数。

```
> > X = int8( -3.14) * int8(2)
X =
    -6
```

2. 浮点数运算法则

浮点数包括单精度 (4bit) 和双精度 (8bit), MATLAB 默认为双精度。浮点数运算法则见表 1.8。

```
single(x);    % 转换 x 为单精度值
double(x);    % 转换 x 为双精度值
```

表 1.8 浮点数运算法则

类型	单精度	双精度	字符	逻辑
单精度	单精度	单精度	单精度	单精度
双精度	单精度	双精度	双精度	双精度

MATLAB 常量见表 1.9。

表 1.9 MATLAB 常量

常量	含义
pi	圆周率, 近似值为 3.1415926
eps	浮点相对精度 10^{-52}
realmax	最大正浮点数 1.7977×10^{308}
realmin	最小正浮点数 2.2251×10^{308}
ans	当没有指定输出变量时, MATLAB 软件会自动创建一个 ans 变量
inf	返回正无穷大
nan/NaN	非数值的值
i, j	基本的虚数单位, 表示 $\text{sqrt}(-1)$

3. 空数组

空数组是指数组中某一维数为 0 的数组, 空数组不是指元素为 0 的数组。可以用 isempty 来判断数组是否为空。

空数组的创建:

```
> > A = []
A =
[]
```

空数组可用于修改数组的大小, 可以删除数组的某一行、列。

```
> > A = reshape(1:20,4,5)
A =
     1     5     9    13    17
     2     6    10    14    18
```

```

3    7    11    15    19
4    8    12    16    20

```

```
>>%删除第2、3行
```

```
>>A([2 3],:)=[]
```

```
A =
```

```

1    5    9    13    17
4    8    12    16    20

```

4. 数据显示控制

针对数据的显示形式控制,MATLAB 中有专用命令 `format`, 但该命令不影响数据的储存形式和计算精度。常用的数据显示控制命令见表 1.10。

表 1.10 常用的数据显示控制命令

命 令	含 义
<code>format</code>	设置显示格式输出
<code>format long</code>	双精度显示小数点后 15 位数字,单精度显示小数点后 7 位数字
<code>format short</code>	显示小数点后 4 位数字
<code>format short e</code>	浮点格式,显示小数点后 4 位数字
<code>format long e</code>	浮点格式,双精度显示小数点后 15 位数字,单精度显示小数点后 7 位数字
<code>format hex</code>	按十六进制显示

```
>>format short
```

```
>>pi
```

```
ans =
```

```
3.1416
```

```
>>format long
```

```
>>pi
```

```
ans =
```

```
3.141592653589793
```

1.3.2.2 字符串

高级程序语言中字符和字符串的运算是非常重要的,MATLAB 具有强大的字符运算功能。在 MATLAB 中字符串是以向量的形式存储,一个字符占 2 字节内存。

1. 字符串的创建

1) 用单引号创建字符串数组

```
>>A='a b c d'
```

```
A =
```

```
a b c d
```

空格算字符内容,也是字符数组的一个元素。

```
>>[m,n]=size(A);
```

```
>>n
```

```
n =
```

```
7
```


含空格共 7 个元素。

2)用 char 命令创建字符串数组

```
>> country_nam = char('China','Korea','USA')
country_nam =
China
Korea
USA
```

2. 字符串的的运算

字符串的运算主要是通过逻辑运算来判断两个字符串是否相等。符号逻辑判断运算符见表 1.11。

表 1.11 符号逻辑判断运算符

运算符	名称	运算法则说明
<	小于	用运算符来判断字符串数组是否相等,是依据对比字符的 ASCII 码来进行对比的,满足运算符逻辑时,判断为真,返回值为 1,判断为假,返回值为 0
< =	小于等于	
>	大于	
> =	大于等于	
= =	相等	
~ =	不相等	

```
>> A = 'ABCDefgh';
>> B = 'AbcDeFGh';
>> A == B
ans =
1 0 0 1 1 0 0 1
```

同一字符的大小写分别为两个不同的数组元素。

3. 字符串与数值之间的转换

在 MATLAB 语言中提供了不同类型的函数来实现不同类型的字符串和数值之间的转换。

1) num2str 函数,用于将数字转换为字符串

```
str = num2str(A); %将数组 A 转会为字符串 str
str = num2str(A,precision); %将数组 A 转会为 precision 精度的字符串 str
str = num2str(A,formatSpec); %将数组 A 转会为 formatSpec 显示格式的字符串 str
>> str = num2str(pi)
str =
3.1416
```

2) str2num 函数,用于将字符串数组转换为数值数组。

```
A = str2num('str'); %将字符串数组 str 转会为数值数组 A
>> str = ['1 2';'3 4']
str =
1 2
3 4
>> A = str2num(str)
```