目录

[1. 北太天元概述 1](#_Toc2606)

[1.1. 北太天元简介 1](#_Toc19125)

[1.2. 北太天元软件技术优势 1](#_Toc3371)

[1.3. 为什么选择北太天元 1](#_Toc31705)

[1.4. 友好的用户体验 1](#_Toc1807)

[2. 认识北太天元 2](#_Toc13147)

[2.1. 北太天元主要功能 2](#_Toc2464)

[2.1.1. 开发算法 2](#_Toc26244)

[2.1.2. 分析和访问数据 2](#_Toc7478)

[2.1.3. 数据可视化 2](#_Toc2993)

[2.1.4. 数值计算 2](#_Toc22646)

[2.1.5. 发布结果 2](#_Toc31157)

[2.2. 北太天元的安装与启动 2](#_Toc20162)

[2.2.1. 北太天元的安装 2](#_Toc30448)

[2.2.2. 北太天元的启动 2](#_Toc21333)

[2.2.3. Desktop操作界面简介 2](#_Toc7818)

[2.3. Command Window运行入门 2](#_Toc15915)

[2.3.1. 命令行的使用 2](#_Toc13373)

[2.3.2. 数值、变量和表达式 2](#_Toc2328)

[2.3.3. 命令行的特殊输入方法 2](#_Toc897)

[2.3.4. Command Window的显示格式 2](#_Toc3784)

[2.3.5. Command Window的常用快捷键与命令 2](#_Toc3362)

[2.4. Command History窗口 2](#_Toc17012)

[2.5. Current Folder窗口 2](#_Toc7819)

[2.6. Workspace和Variable Editor窗口 2](#_Toc11924)

[2.6.1. Workspace窗口 2](#_Toc2111)

[2.6.2. Variable Editor窗口 2](#_Toc14810)

[2.7. 命令行辅助功能 2](#_Toc5474)

[2.8. 帮助系统 3](#_Toc27953)

[2.8.1. 在Command Window中查询帮助 3](#_Toc2718)

[3. 矩阵和数组 4](#_Toc29)

[3.1. 矩阵的创建与合并 4](#_Toc1069)

[3.1.1. 创建简单矩阵 4](#_Toc7940)

[3.1.2. 创建特殊矩阵 4](#_Toc7000)

[3.1.3. 矩阵的合并 4](#_Toc14850)

[3.2. 矩阵的寻访与赋值 4](#_Toc29829)

[3.2.1. 矩阵的标识 4](#_Toc19758)

[3.2.2. 矩阵的寻访 4](#_Toc1931)

[3.2.3. 矩阵的赋值 4](#_Toc13467)

[3.3. 进行数组运算的常用函数 4](#_Toc23911)

[3.3.1. 函数数组运算规则的定义 4](#_Toc17851)

[3.3.2. 进行数组运算的常用函数 4](#_Toc19588)

[3.4. 查询矩阵信息 4](#_Toc268)

[3.4.1. 矩阵的形状信息 4](#_Toc12348)

[3.4.2. 矩阵的数据类型 4](#_Toc1542)

[3.4.3. 矩阵的数据结构 4](#_Toc15749)

[3.5. 数组运算与矩阵运算 4](#_Toc931)

[3.6. 矩阵的重构 4](#_Toc26086)

[3.6.1. 矩阵元素的扩展与删除 4](#_Toc29175)

[3.6.2. 矩阵的重构 4](#_Toc803)

[3.7. 稀疏矩阵 4](#_Toc1457)

[3.7.1. 稀疏矩阵的存储方式 4](#_Toc6470)

[3.7.2. 稀疏矩阵的创建 4](#_Toc5243)

[3.7.3. 稀疏矩阵的运算 5](#_Toc10733)

[3.7.4. 稀疏矩阵的交换与重新排序 5](#_Toc6552)

[3.7.5. 稀疏矩阵视图 5](#_Toc11010)

[3.8. 多维数组 5](#_Toc17457)

[3.8.1. 多维数组的创建 5](#_Toc1102)

[3.8.2. 多维数组的寻访与重构 5](#_Toc1318)

[3.9. 多项式的表达式及其操作 5](#_Toc21125)

[3.9.1. 多项式的表达式和创建方法 5](#_Toc103)

[3.9.2. 多项式运算函数 5](#_Toc25525)

[4. 数据类型 6](#_Toc9761)

[4.1. 数值型 6](#_Toc16455)

[4.2. 逻辑型 6](#_Toc6724)

[4.2.1. 逻辑型简介 6](#_Toc27890)

[4.2.2. 返回逻辑结果的函数 6](#_Toc1315)

[4.2.3. 运算符的优先级 6](#_Toc13646)

[4.3. 字符和字符串 6](#_Toc32326)

[4.3.1. 创建字符串 6](#_Toc3044)

[4.3.2. 比较字符串 6](#_Toc2728)

[4.3.3. 查找与替换字符串 6](#_Toc13301)

[4.3.4. 类型转换 6](#_Toc12784)

[4.3.5. 字符串应用函数小结 6](#_Toc19025)

[4.4. 结构数组体 6](#_Toc2662)

[4.4.1. 结构数组的创建 6](#_Toc11756)

[4.4.2. 结构数组的寻访 6](#_Toc22972)

[4.4.3. 结构数组域的基本操作 6](#_Toc3605)

[4.4.4. 结构数组的操作 6](#_Toc6365)

[4.5. 元胞数组 6](#_Toc21376)

[4.5.1. 元胞数组的创建 6](#_Toc23383)

[4.5.2. 元胞数组的寻访 6](#_Toc639)

[4.5.3. 元胞数组的基本操作 6](#_Toc24366)

[4.5.4. 元胞数组的操作函数 6](#_Toc26652)

[5. 数值计算 7](#_Toc28685)

[5.1. 因式分解 7](#_Toc12536)

[5.1.1. 行列式、逆和秩 7](#_Toc24880)

[5.1.2. Cholesky因式分解 7](#_Toc16400)

[5.1.3. LU因式分解 7](#_Toc15234)

[5.1.4. QR因式分解 7](#_Toc3301)

[5.1.5. 范数 7](#_Toc27073)

[5.2. 矩阵特征值和奇异值 7](#_Toc19346)

[5.2.1. 特征值和特征向量的求取 7](#_Toc15012)

[5.2.2. 奇异值分解 7](#_Toc30415)

[5.3. 概率和统计 7](#_Toc4442)

[5.3.1. 基本分析函数 7](#_Toc21250)

[5.3.2. 概率函数、分布函数、逆分布函数和随机数 7](#_Toc7901)

[5.4. 数值求导与积分 7](#_Toc31425)

[5.4.1. 导数与梯度 7](#_Toc4839)

[5.4.2. 一元函数的数值积分 7](#_Toc18547)

[5.4.3. 二重积分的数值计算 7](#_Toc27021)

[5.4.4. 三重积分的数值计算 7](#_Toc19954)

[5.5. 插值 7](#_Toc25301)

[5.5.1. 一维数据插值 7](#_Toc21094)

[5.5.2. 二维数据插值 7](#_Toc23479)

[5.5.3. 多维插值 7](#_Toc20388)

[5.5.4. 样条插值 7](#_Toc15468)

[5.6. 曲线拟合 8](#_Toc29656)

[5.6.1. 最小二乘原理及其曲线拟合算法 8](#_Toc3579)

[5.6.2. 曲线拟合的实现 8](#_Toc4428)

[5.7. 微分方程 8](#_Toc6495)

[5.7.1. 常微分方程 8](#_Toc30080)

[5.7.2. 偏微分方程 8](#_Toc17604)

[6. 北太天元编程基础 9](#_Toc10739)

[6.1. M文件 9](#_Toc18337)

[6.1.1. M文件编辑器 9](#_Toc29778)

[6.1.2. M文件的基本内容 9](#_Toc21698)

[6.1.3. 脚本式M文件 9](#_Toc22748)

[6.1.4. 函数式M文件 9](#_Toc4475)

[6.2. 流程控制 9](#_Toc14663)

[6.2.1. 顺序结构 9](#_Toc11163)

[6.2.2. if语句 9](#_Toc15207)

[6.2.3. switch语句 9](#_Toc11228)

[6.2.4. for循环 9](#_Toc15968)

[6.2.5. while循环 9](#_Toc20701)

[6.2.6. continue命令 9](#_Toc6709)

[6.2.7. break命令 9](#_Toc24304)

[6.2.8. return命令 9](#_Toc1257)

[6.2.9. 人机交互命令 9](#_Toc29496)

[6.3. 函数的类型 9](#_Toc4493)

[6.3.1. 主函数 9](#_Toc7411)

[6.3.2. 子函数 9](#_Toc8443)

[6.3.3. 私有函数 9](#_Toc21994)

[6.3.4. 嵌套函数 9](#_Toc6399)

[6.3.5. 重载函数 9](#_Toc31560)

[6.3.6. 匿名函数 9](#_Toc7748)

[6.4. 函数的变量 9](#_Toc12922)

[6.4.1. 变量类型 10](#_Toc11847)

[6.4.2. 变量的传递 10](#_Toc16837)

[6.5. 函数句柄 10](#_Toc8714)

[6.5.1. 函数句柄的创建 10](#_Toc25257)

[6.5.2. 函数句柄的调用 10](#_Toc10100)

[6.5.3. 函数句柄的操作 10](#_Toc1106)

[6.6. 串演算函数 10](#_Toc28270)

[6.6.1. eval函数 10](#_Toc26278)

[6.6.2. feval函数 10](#_Toc28745)

[6.6.3. inline函数 10](#_Toc31410)

[6.7. 内存的使用 10](#_Toc10990)

[6.7.1. 内存管理函数 10](#_Toc7041)

[6.7.2. 高效使用内存的策略 10](#_Toc14051)

[6.7.3. 解决“Out of Memory”问题 10](#_Toc2720)

[6.8. 程序调试和优化 10](#_Toc5678)

[6.8.1. 使用Debugger窗口调试 10](#_Toc13794)

[6.8.2. 在命令窗口中调试 10](#_Toc19356)

[6.9. 错误处理 10](#_Toc14366)

[6.9.1. 处理错误和从错误中恢复 10](#_Toc1272)

[6.9.2. 警告 10](#_Toc21755)

[7. 数据可视化 11](#_Toc14384)

[7.1. 绘图的基本知识 11](#_Toc28682)

[7.1.1. 离散数据和离散函数的可视化 11](#_Toc21121)

[7.1.2. 连续函数的可视化 11](#_Toc16827)

[7.1.3. 可视化的一般步骤 11](#_Toc21022)

[7.2. 二维图形 11](#_Toc24818)

[7.2.1. 基本绘图函数 11](#_Toc9710)

[7.2.2. 曲线的色彩、线型和数据点型 11](#_Toc11844)

[7.2.3. 坐标、刻度和网格控制 11](#_Toc19537)

[7.2.4. 图形标识 11](#_Toc22057)

[7.2.5. 双坐标图和子图 11](#_Toc12566)

[7.2.6. 双轴对数图形 11](#_Toc3072)

[7.2.7. 特殊二维图形 11](#_Toc18714)

[7.3. 三维图形 11](#_Toc19594)

[7.3.1. 绘制三维曲线图 11](#_Toc15279)

[7.3.2. 绘制三维曲面图 11](#_Toc17619)

[7.3.3. 特殊三维图形 11](#_Toc7389)

[8. 数据文件I/O 12](#_Toc5331)

[8.1. 处理文件名称 12](#_Toc23908)

[8.2. 北太天元支持的文件格式 12](#_Toc8263)

[8.3. 导入向导的使用 12](#_Toc14344)

[8.4. MAT文件的读写 12](#_Toc27898)

[8.4.1. MAT文件的写入 12](#_Toc16689)

[8.4.2. MAT文件的读取 12](#_Toc29779)

[8.5. Text文件的读写 12](#_Toc28872)

[8.5.1. Text文件的读取 12](#_Toc2638)

[8.5.2. Text文件的写入 12](#_Toc24512)

[8.6. Excel文件的读写 12](#_Toc19788)

[9. 北太天元优化问题应用 13](#_Toc32560)

[9.1. 北太天元优化工具箱 13](#_Toc28001)

[9.1.1. 北太天元求解器 13](#_Toc31972)

[9.1.2. 极小值优化 13](#_Toc20230)

[9.1.3. 多目标优化 13](#_Toc27088)

[9.1.4. 方程组求解 13](#_Toc27732)

[9.1.5. 最小二乘及数据拟合 13](#_Toc6351)

[9.2. 模式搜索法 13](#_Toc12604)

[9.3. 模拟退火算法 13](#_Toc8330)

[9.3.1. 模拟退火算法简介 13](#_Toc12884)

[9.3.2. 模拟退火算法的应用 13](#_Toc389)

[9.3.3. 关于计算结果的说明 13](#_Toc23345)

[9.4. 遗传算法 13](#_Toc14753)

[9.4.1. 遗传算法简介 13](#_Toc22629)

[9.4.2. 遗传算法的应用 13](#_Toc6289)

[9.5. Optimization Tool简介 13](#_Toc25240)

[10. 北太天元基础计算技巧 14](#_Toc1299)

[10.1. 北太天元数组创建与重构技巧 14](#_Toc31582)

[10.2. 北太天元数据类型使用技巧 14](#_Toc8438)

[10.3. 北太天元数值计算技巧 14](#_Toc29105)

[10.4. 北太天元文件读取操作技巧 14](#_Toc27177)

[10.5. 北太天元绘图技巧 14](#_Toc29493)

[11. 北太天元编程技巧 15](#_Toc10600)

[11.1. 北太天元编程风格 15](#_Toc22710)

[11.1.1. 命名规则 15](#_Toc17228)

[11.1.2. 文件与程序结构 15](#_Toc3965)

[11.1.3. 基本语句 15](#_Toc26300)

[11.1.4. 排版、注释与文档 15](#_Toc20085)

[11.2. 北太天元编程注意事项 15](#_Toc11290)

[11.3. 内存的使用 15](#_Toc32045)

[11.4. 提高北太天元运行效率 15](#_Toc4766)

[11.4.1. 提高运行效率的基本原则 15](#_Toc9278)

[11.4.2. 提高运行效率的示例 15](#_Toc30137)

[12. 北太天元在数学建模中的应用 16](#_Toc14755)

[12.1. 北太天元蒙特卡罗模拟 16](#_Toc8834)

[12.1.1. 蒙特卡罗方法简介 16](#_Toc28927)

[12.1.2. 蒙特卡罗方法编程示例 16](#_Toc13675)

[12.2. 北太天元灰色系统的理论与应用 16](#_Toc14057)

[12.2.1. GM(1，1)预测模型简介 16](#_Toc27357)

[12.2.2. 灰色预测计算示例 16](#_Toc30638)

[12.3. 北太天元模糊聚类分析 16](#_Toc8547)

[12.3.1. 模糊聚类分析简介 16](#_Toc5430)

[12.3.2. 模糊聚类分析应用示例 16](#_Toc660)

[12.4. 北太天元层次分析法的应用 16](#_Toc19687)

[12.4.1. 层次分析法简介 16](#_Toc12248)

[12.4.2. 层次分析法的应用 16](#_Toc5560)

说明

教材内容主要围绕北太天元软件已支持的功能编写，主要将内容非为以下3类：

A：完全支持，使用黑色标注

B：部分支持，按实际情况编写，使用蓝色标注

C：暂不支持，近期计划中，使用红色标注

# 北太天元概述

## 北太天元简介

## 北太天元软件技术优势

## 为什么选择北太天元

## 友好的用户体验

# 认识北太天元

本章主要介绍北太天元软件的主要功能、开发算法、安装启动、以及相关基本界面基础操作等，对北太天元软件进行总体概括。

## 北太天元主要功能

北太天元是一套功能强大的工程计算软件，被广泛的应用于数值分析、数值和符号计算、数理统计、自动控制、机械设和流体力学等数学和工程领域。工程技术人员通过使用数值计算通用软件提供的工具箱，可以高效的求解复杂的工程问题，并可以对系统进行动态的仿真，用强大的图形功能对数值计算结果进行显示。数值计算通用软件是必备的计算与分析软件之一，也是研究设计部门解决工程计算问题的重要工具。

### 开发算法

高效的数值计算及符号计算功能，能使用户从繁杂的数学运算分析中解脱出来。北太天元软件语言是一种面向科学与工程计算的高级语言，允许用数学形式的语言编写程序，且比C语言等更加接近我们书写计算公式的思维方式，用数值计算通用软件编写程序犹如在演算纸上排列公式与求解问题。因此，也可通俗地称北太天元软件语言为演算纸式科学算法语言。由于它编程简单，所以编程效率高，易学易懂。

### 分析和访问数据

北太天元软件为用户提供了良好的数据分析和访问环境，对于数据分析，北太天元提供主要包括矩阵分析、数值计算函数、极值点查找、多项式曲线拟合、多项式根的求解等；对于数据访问，北太天元软件主要提供csv文件和mat文件的访问。

### 数据可视化

北太天元软件具有方便的数据可视化功能，以将向量和矩阵用图形表现出来，并且可以对图形进行标注和打印。高层次的作图包括二维和三维的可视化、图象处理、动画和表达式作图。可用于科学计算和工程绘图。

### 数值计算

北太天元软件包含了大部分常用的数学函数，北太天元提供有以下类型的函数，用于进行数学运算和数据分析。北太天元软件的数据类型主要包括：数字、字符串、向量、矩阵、单元型数据及结构型数据。矩阵是数值计算通用软件语言中最基本的数据类型，从本质上讲它是数组。向量可以看作只有一行或一列的矩阵（或数组）：数字也可以看作矩阵，即一行一列的矩阵：字符串也可以看作矩阵（或数组），即字符矩阵（或数组）；而单元型数据和结构型数据都可以看作以任意形式的数组为元素的多维数组，只不过结构型数据的元素具有属性名。

### 发布结果

利用北太天元软件的对于数据的处理，可导出为可视化存储文件或完整的报表。可以将可视化存储导出为各种常见的图片格式，然后应用到其它不同的文件中。

## 北太天元的安装与启动

本小节主要讲述了北太天元软件在Windows平台和Linux平台上的安装步骤。

### 北太天元的安装

#### Windows平台

下面以在Windows10下安装北太天元软件2.0.5版本为例。

（1）首先下载好北太天元软件。

文本

描述已自动生成

（2）双击打开安装包应用程序进入安装页面。

图形用户界面, 应用程序

描述已自动生成

（3）点击下一步进行进入许可证协议页面。

图形用户界面, 文本, 应用程序, 电子邮件

描述已自动生成

（4）点击我接受进入安装路径选择页面，程序安装默认路径为C:\baltamatica, ，您可以选择其他路径进行安装，配置好安装路径后，点击下一步。

图形用户界面, 文本, 应用程序, 电子邮件

描述已自动生成

（5）进入安装页面后，点击安装。

图形用户界面, 文本, 应用程序, 电子邮件

描述已自动生成

（6）进入安装完成页面，点击Finsh完成安装，安装完成会在桌面北太天元软件的快捷方式。

图形用户界面, 应用程序, Word

描述已自动生成

#### Linux平台

下面以Ubuntu20.04操作系统下安装北太天元软件2.0.5版本为例。

1. 首先下载好北太天元软件deb包。
2. 打开Ubuntu终端窗口并切换至北太天元软件deb包所在目录。
3. 在终端中输入sudo dpkg -i baltamatica\_2.0.5\_ubuntu20.04\_amd64\_\_1\_.deb。
4. 安装完成后，终端进入/usr/bin目录，输入baltamatica.sh。

### 北太天元的启动

Windows系统下双击快捷方式进行启动，Linux下终端输入bash /usr/bin/baltamatica.sh进行启动。

### Desktop操作界面简介

#### UI界面

北太天元软件安装完毕后，启动北太天元软件，即会看到软件的主页面，如图2.2.3.1，主要由标题栏、菜单栏、工具栏、地址导航栏窗口、脚本编辑器窗口、命令行窗口、和工作区窗口等组成。

图形用户界面, 应用程序, Word

描述已自动生成

图2.2.3.1 北太天元软件主页

#### 标题栏和菜单栏

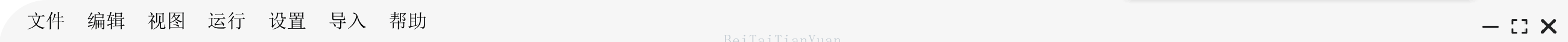


图2.2.3.2 标题栏(右)和菜单栏(左)

在标题栏中，右侧的3个按钮，用于控制工作界面的显示。其中，![图标

中度可信度描述已自动生成](data:image/png;base64,iVBORw0KGgoAAAANSUhEUgAAADYAAAAyCAIAAACYtr+cAAAAAXNSR0IArs4c6QAAAQBJREFUaEPt10EKglAYBOAURMGtW8FDVBexKyTYXfIY6kmqo3gCdSNm7Wvm0S8YjNt/mPfzvbfR6/t+t+3P3/Z6r+20osUdSVGKFgIWHXqLUrQQsOjQW5SihYBFh96iFC0ELDo8p3+XeZ6nafr9XP/9kT0OK9Z1c62qcRzJ6i+xIAiK4nwpS6bKYcX94TgMA1PKZBbFx/0WxzEMs9pLUZqmsI4PJEkSRRGTd1Dsuq5pW6e3+2mDMAxPeZ5lmfGKTN0aGYeLXuN4plMrMkooI0UkxMylyCihjBSREDOXIqOEMlJEQsxciowSykgRCTFzKTJKKCNFJMTMpcgoocwfKD4Br48wViwd5N8AAAAASUVORK5CYII=)为最小化显示工作界面功能按钮；为最大化显示工作界面功能按钮；为关闭工作界面功能按钮。

提示：

在命令行窗口中输入“exit”或“quit”命令，或按快捷键Alt+F4同样可以关闭北太天元软件。

#### 地址导航栏

地址导航栏如图2.2.3.3所示。

图片包含 表格

描述已自动生成

图2.2.3.3 地址导航栏

#### 脚本编辑窗口

脚本编辑窗口如图2.2.3.4所示。用于编辑脚本。

文本, 信件

描述已自动生成

图2.2.3.4 脚本编辑窗口

#### 命令行窗口

命令行窗口如图2.2.3.5所示。用于输入交互式指令。

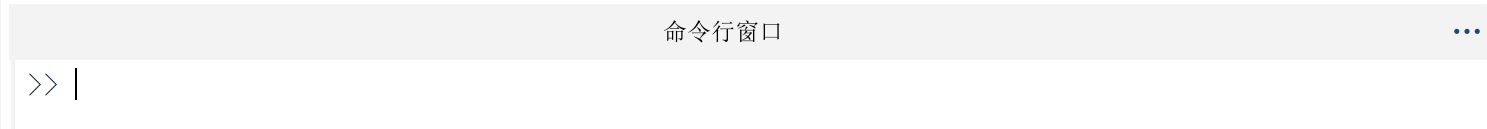


图2.2.3.5 命令行窗口

#### 工作区窗口

工作区窗口如图2.2.3.6所示。用于展示变量名，变量值及其相关属性

表格

中度可信度描述已自动生成

图2.2.3.6 工作区

#### 地址导航栏

工具栏如图2.2.3.7所示。用于对文件和脚本的操作。

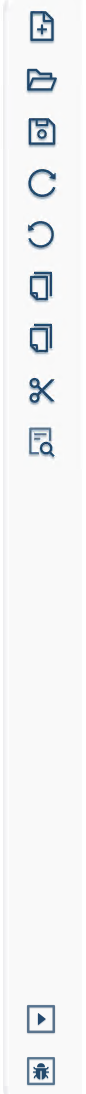


图2.2.3.7 工具栏

## Command Window运行入门

本章节用于展示命令行窗口的基本使用方法。

### 命令行的使用

（1）例1 矩阵输入示例

在命令行窗口输入如下命令：



输入指令后，按下回车键即可得到如下结果。

图片包含 图形用户界面

描述已自动生成

（2）例2 基本运算示例

在命令行窗口输入如下命令：



输入指令后，按下回车键可得到运算结果。

图形用户界面

低可信度描述已自动生成

（3）例3 绘图示例

在命令行窗口输入如下指令

图片包含 文本

描述已自动生成

该段代码的功能是绘制，x区间为[-2π，+2π]的正弦函数图，按下回车后，会自动执行脚本内容，执行结果如图2.3.1。

图表

描述已自动生成

图2.3.1 程序执行结果

### 数值、变量

本小节主要对变量相关规定进行介绍。

#### 数值类型

1. 整型

整型数据是不包含小数部分的数值型数据，用字母I表示。整型数据只用来表示整数，以二进制形式存储。下面介绍整型数据的分类。

* char：字符型数据，属于整型数据的一种，占用1个字节。
* Unsigned char：无符号字符型数据，属于整型数据的一种，占用1个字节。
* short：短整型数据，属于整型数据的一种，占用2个字节。
* Unsigned short：无符号短整型数据，属于整型数据的一种，占用2个字节。
* int：有符号整型数据，属于整型数据的一种，占用4个字节。
* Unsigned int：无符号整型数据，属于整型数据的一种，占用4个宇节。
* long：长整型数据，属于整型数据的一种，占用4个字节。
* Unsigned long：无符号长整型数据，属于整型数据的一种，占用4个字节。

实例：显示十进制数字

1. 浮点型

浮点型数据只采用十进制，有两种形式，即十进制数形式和指数形式。

* 十进制数形式：由数字0～9和小数点组成，如0.1、.45、0.19、3.212、300、-267.8230。
* 指数形式：由十进制数，加阶码标志“e”或“E”以及阶码（只能为整数，可以带符号）组成。其一般形式为：

aEn

其中，a为十进制数，n为十进制整数，表示的值为

例如，5.56E10等于

下面介绍常见的不合法的实数

* 345：无小数点
* E7：阶码标志E之前无数字。
* -5：无阶码标志。
* 53.-E3: 负号位置不对。
* 2.7E：无阶码。

浮点型变量还可分为两类：单精度型和双精度型。

* float：单精度说明符，占4个字节（32位）内存空间，其数值范围为3.4E-38～3.4E+38,

只能提供7位有效数字。

* double：双精度说明符，占8个字节（64位）内存空间，其数值范围为l.7E-308～

1.7E+308，可提供16位有效数字。

1. 复数类型

把形如(a,b均为实数）的数称为复数。其中，a称为实部（real part），记作Rez=a;b称为虚部（imaginary part），记作Imz=b;i称为虚数单位。

当虚部等于0（即b=O），这个复数可以视为实数；当z的虚部不等于0，实部等于0（即a＝O且b-:/-0）时，z=bi，常称z为纯虚数。

复数的四则运算规定如下：

* 加法法则：
* 减法法则：
* 乘法法则：
* 除法法则：

实例： 复数的显示

#### 变量

变量是任何程序设计语言的基本元素之一，北太天元软件语言当然也不例外。与常规的程序设计语言不同的是，北太天元软件并不要求事先对所使用的变量进行声明，也不需要指定变量类型，北太天元软件语言会自动依据所赋予变量的值或对变量所进行的操作来识别变量的类型。在赋值过程中，如果赋值变量己存在，则数值计算通用软件将使用新值代替旧值，并以新值类型代替旧值类型。在北太天元软件中变量的命名应遵循如下规则：

1. 变量名必须以字母开头，之后可以是任意的字母、数字或下划线。

2. 变量名区分字母的大小写。

3. 变量名不超过31个字符，第31个字符以后的字符将被忽略。

与其他的程序设计语言相同，在北太天元软件语言中也存在变量作用域的问题。在未加特殊说明的情况下，北太天元软件语言将所识别的一切变量视为局部变量，即仅在其使用的M文件内有效。若要将变量定义为全局变量，则应当对变量进行声明，即在该变量前加关键字global。一般来说，全局变量均用大写的英文字符表示。

北太天元软件语言本身也提供了一些预定义的变量，这些特殊的变量称为常量。表 2-3-2-2 给出了数值计算通用软件 语言中经常使用的一些常量。

表2-3-2-2 北太天元软件中的常量

|  |  |
| --- | --- |
| 常量名称 | 说明 |
| ans | 数值计算通用软件中的默认变量 |
| pi | 圆周率 |
| e | 自然常数 |
| eps | 浮点运算的相对精度 |
| inf | 无穷大 |
| NaN | 不定值，如0/0、 |
| i,j | 复数中的虚数单位 |
| realmin | 最小正浮点数 |
| realmax | 最大正浮点数 |

**实例**：显示自然常数e

本实例演示如何显示自然常数e的默认值。

操作步骤：

在命令行窗口提示

### 命令行的特殊输入方法

同一行内输入多个函数



结果为

图片包含 聊天或短信

描述已自动生成

命令行中，同一行内多个函数an找从左至右的顺序依次被执行。

### Command Window的显示格式

一般而言，在 数值计算通用软件 中数据的存储与计算都是以双精度进行的，但有多种显示形式。在默认情况下， 若数据为整数 ， 就以整数表示： 若数据为实数，则以保留小数点后 4 位的精度近似表示。用户可以改变数字显示格式 。 控制数字显示格式的命令是 format，其调用格式如表 3-6 所示。

表2-3-2-3 format调用格式

|  |  |
| --- | --- |
| 调用格式 | 说明 |
| format short | 5位定点表示（默认值） |
| format long | 15位定点表示 |
| format short e | 5位浮点表示 |
| format long e | 15位浮点表示 |
| format short g | 在5位定点和15位浮点中选择最好的格式表示，数值计算通用软件自动选择 |
| format long g | 在15位定点和15位浮点中选择最好的格式表示，数值计算通用软件自动选择 |
| format hex | 十六进制格式表示 |
| format + | 在矩阵中，用符号+、-和空格表示正号、负号和零 |
| format bank | 用美元与美分定点表示 |
| format rat | 以有理数的形式输出结果 |
| format compact | 变量之间没有空行 |
| format loose | 变量之间有空行 |

### Command Window的常用快捷键与命令

为了方便用户快速使用，表2-3-5-1和表2-3-5-2列出了一些在命令行中的常用操作指令。

表2-3-5-1 常用快捷键

|  |  |
| --- | --- |
| 快捷键 | 具体功能 |
| ⭡ | 调出前一个输入的命令 |
| ⭣ | 调出后一个输入的命令 |
| ⭠ | 光标左移一个字符 |
| ⭢ | 光标右移一个字符 |
| Ctrl+⭠ | 光标左移一个单词 |
| Ctrl+⭢ | 光标右移一个单词 |
| Home | 光标移至行首 |
| End | 光标移至行尾 |
| Esc | 清除当前行 |
| Del | 清除光标所在位置后面的字符 |
| Backspace | 清除光标所在位置前面的字符 |
| Ctrl+c | 中断正在执行的命令 |
| Alt+, | 快速注释 |
| Alt+. | 取消注释 |

表2-3-5-2 一些常用的操作命令

|  |  |
| --- | --- |
| 命令 | 含义 |
| cd | 设置当前目录 |
| clf | 清除图形窗口 |
| clc | 清除命令窗口的显示内容 |
| clear | 清除工作区中变量 |
| dir | 列出指定目录下的文件和子目录清单 |
| whos | 显示工作空间中的所有变量信息 |
| exit/quit | 退出软件 |

## Command History窗口

北太天元软件为了提高用户的工作效率，方便用户对历史命令的查看及复用，可使用方向键⭡和⭣进行历史命令浏览，如下图所示

背景图案

描述已自动生成

图2.4 命令历史窗口

使用Enter键进行选中确认。

## Current Folder窗口

北太天元软件都是从当前文件目录下进行文件加载，Current Folder窗口为地址导航栏，如图2.5所示，对于地址导航栏，可进行隐藏、悬浮、停靠等操作，用户可根据自己的习惯进行调整。如图2.5所示。

图形用户界面, 应用程序

中度可信度描述已自动生成

图2.5 地址导航栏操作

北太天元软件默认是从安装目录文件夹打开，地址导航栏中目录位置可由工具栏中的更改当前路径。

## Workspace和Variable Editor窗口

### Workspace窗口

北太天元是一套功能强大的工程计算软件，对于数据的处理是必不可少的。因此，必须有一个专门的内存管理空间即北太天元软件的工作区。在工作区中将显示所有目前内存中的MATLAB变量的变量名、数学结构、字节数以及类型，不同的变量类型分别对应不同的变量名图标。用户可查看变量名，变量类型和值，工作区内的变量可以随时被调用。此外，对于工作区的位置可以随时拖动，也可设置悬浮、隐藏和停靠。

### Variable Editor窗口

对于工作区中的变量如图2.6.2.1，可以双击工作区中的变量名，可以使用鼠标左键双击或者鼠标右键进行选择打开，打开后会出现一个变量区窗口如图2.6.2.2，对于变量区窗口中的数据可以进行各种编辑操作。

图形用户界面, 文本, 应用程序

描述已自动生成图形用户界面, 应用程序

描述已自动生成

图2.6.2.1 工作区窗口 图2.6.2.2变量区窗口

## 命令行辅助功能

北太天元为了方便初学者的学习。加入了Tab辅助功能帮助用户的在命令行窗口的查询、输入函数。

北太天元可以帮助用户完成已知命令的输人，这样用户就可以减少拼写错误，并减少查询帮助和其他书籍的时间。北太天元可以帮助用户完成以下内容的输人：在当前目录下或者搜索路径中的函数或者模型；文件名和目录，包括面向对象编程组和类目录；工作区中的变量，包括结构数组。

用户需要做的就是输人函数或者对象的前几个字母，然后按Tab键。在北太天元编辑器中也可以使用Tab键完成输人。下面举例说明在命令行中如何使用Tab键来完成输人。

如果工作区中有变量correct\_num，那么在命令行中只需要输人：

图片包含 徽标

描述已自动生成

然后按Tab键，会弹出提示，根据提示选择要调用的变量或函数名即可自动完成变量名字的输入，显示为：



之后用户可以在此基础上添加其他的运算符、变量、函数等，完成表达式之后按回车键即可运行相应的命令。

如果在变量空间中还有一个变量名为correct\_string，那么在输人correct并按Tab键之后，则会出现两个候选提示，只要通过使用上下键移动光标或者鼠标单击就可以完成输人，具体操作如图2.7所示。

图形用户界面, 文本, 应用程序

描述已自动生成

图2.7 Tab键使用示例

## 帮助系统

对于任何一位北太天元的使用者，都必须学会使用北太天元的帮助系统，因为北太天元中包含了大量的指令，每个指令函数都对应着一种不同的操作或者算法，没有哪个人能够将这些指令都清楚地记忆在脑海中，而且北太天元的帮助系统是针对北太天元应用的最好的教科书，讲解清晰、透彻，所以养成良好的使用北太天元帮助系统的习惯，对于

### 在Command Window中查询帮助

用户可以在命令窗口下使用help命令查询帮助。

（1）使用help获取帮助

在命令行窗口输入help，显示当前的帮助系统中所包含的所有项目，主要包含：内核提供的命令、脚本提供的命令、插件提供的命令、list\_plugins, plugin\_help("插件名") 等命令获取相应帮助关键词，如图2.8.1所示。

表格

描述已自动生成

图2.8.1 help指令输出结果

（2）使用help获得指令

在北太天元中，可以直接使用help获得指令的使用说明。比如想要准确地知道所要求助的主题词或指令名称，那么使用help是获得在线帮助的最简单有效的方式。如使用size的在线求助，在命令行窗口输入help size，输入如图2.8.2所示。

手机屏幕截图

描述已自动生成

图2.8.2 help size指令输出结果

# 矩阵和数组

## 矩阵的创建与合并

### 创建简单矩阵

### 创建特殊矩阵

### 矩阵的合并

## 矩阵的寻访与赋值

### 矩阵的标识

### 矩阵的寻访

### 矩阵的赋值

## 进行数组运算的常用函数

### 函数数组运算规则的定义

### 进行数组运算的常用函数

## 查询矩阵信息

### 矩阵的形状信息

### 矩阵的数据类型

### 矩阵的数据结构

## 数组运算与矩阵运算

## 矩阵的重构

### 矩阵元素的扩展与删除

### 矩阵的重构

## 稀疏矩阵

### 稀疏矩阵的存储方式

### 稀疏矩阵的创建

### 稀疏矩阵的运算

### 稀疏矩阵的交换与重新排序

### 稀疏矩阵视图

## 多维数组

### 多维数组的创建

### 多维数组的寻访与重构

## 多项式的表达式及其操作

### 多项式的表达式和创建方法

### 多项式运算函数

# 数据类型

## 数值型

## 逻辑型

### 逻辑型简介

### 返回逻辑结果的函数

### 运算符的优先级

## 字符和字符串

### 创建字符串

### 比较字符串

### 查找与替换字符串

### 类型转换

### 字符串应用函数小结

## 结构数组体

### 结构数组的创建

### 结构数组的寻访

### 结构数组域的基本操作

### 结构数组的操作

## 元胞数组

### 元胞数组的创建

### 元胞数组的寻访

### 元胞数组的基本操作

### 元胞数组的操作函数

# 数值计算

本章将用较大的篇幅讨论若干常见的数值计算问题：因式分解、特征值、数据统计、积分、插值、曲线拟合、傅立叶变换、微分方程等。本章的重点在于如何使用北太天元这一优秀的计算软件来进行常用的数值计算。至于相应的计算原理，请读者参阅相关的书籍，本书因篇幅有限不再赘述。本章节各小节没有依从关系，读者无需按照文章顺序进行阅读，可结合自身的实际需要自行选择相关的内容进行阅读。

## 因式分解

本节介绍线性代数的一些基本操作，包括行列式、逆和秩，LU分解和QR分解，以及范数等。其中LU分解和QR分解都是使用对角线上方或者下方的元素均为0的三角矩阵来进行计算。使用三角矩阵表示的线性方程组，可以通过向前或者向后置换很容易地得出结果。

### 行列式、逆和秩

首先在北太天元中创建矩阵A1，A2，A3。

图形用户界面

中度可信度描述已自动生成

1. det求解矩阵行列式

det(A)可求解矩阵A的行列式，注意A此时只能为方阵。

下面给出实例：

文本, 信件

描述已自动生成

本例在求解矩阵A3的行列式时报错，是因为A3不是方阵。

1. inv求解矩阵的逆。

inv(A)可求解方阵A的逆，如果A是奇异矩阵或者近似奇异矩阵，则会给出一个错误。

下面给出实例：

文本

中度可信度描述已自动生成

从中可以看出A1的逆矩阵行列式等于1/det(A1)，并且求解逆的矩阵只能为方阵。

1. pinv求解矩阵的伪逆

### Cholesky因式分解

### LU因式分解

### QR因式分解

### 范数

## 矩阵特征值和奇异值

### 特征值和特征向量的求取

### 奇异值分解

## 概率和统计

### 基本分析函数

### 概率函数、分布函数、逆分布函数和随机数

## 数值求导与积分

### 导数与梯度

### 一元函数的数值积分

### 二重积分的数值计算

### 三重积分的数值计算

## 插值

### 一维数据插值

### 二维数据插值

### 多维插值

### 样条插值

## 曲线拟合

### 最小二乘原理及其曲线拟合算法

### 曲线拟合的实现

## 微分方程

### 常微分方程

### 偏微分方程

# 北太天元编程基础

## M文件

### M文件编辑器

### M文件的基本内容

### 脚本式M文件

### 函数式M文件

## 流程控制

### 顺序结构

### if语句

### switch语句

### for循环

### while循环

### continue命令

### break命令

### return命令

### 人机交互命令

## 函数的类型

### 主函数

### 子函数

### 私有函数

### 嵌套函数

### 重载函数

### 匿名函数

## 函数的变量

### 变量类型

### 变量的传递

## 函数句柄

### 函数句柄的创建

### 函数句柄的调用

### 函数句柄的操作

## 串演算函数

### eval函数

### feval函数

### inline函数

## 内存的使用

### 内存管理函数

### 高效使用内存的策略

### 解决“Out of Memory”问题

## 程序调试和优化

### 使用Debugger窗口调试

### 在命令窗口中调试

## 错误处理

### 处理错误和从错误中恢复

### 警告

# 数据可视化

## 绘图的基本知识

### 离散数据和离散函数的可视化

### 连续函数的可视化

### 可视化的一般步骤

## 二维图形

### 基本绘图函数

### 曲线的色彩、线型和数据点型

### 坐标、刻度和网格控制

### 图形标识

### 双坐标图和子图

### 双轴对数图形

### 特殊二维图形

## 三维图形

### 绘制三维曲线图

### 绘制三维曲面图

### 特殊三维图形

# 数据文件I/O

## 处理文件名称

## 北太天元支持的文件格式

## 导入向导的使用

## MAT文件的读写

### MAT文件的写入

### MAT文件的读取

## Text文件的读写

### Text文件的读取

### Text文件的写入

## Excel文件的读写

# 北太天元优化问题应用

## 北太天元优化工具箱

### 北太天元求解器

### 极小值优化

### 多目标优化

### 方程组求解

### 最小二乘及数据拟合

## 模式搜索法

## 模拟退火算法

### 模拟退火算法简介

### 模拟退火算法的应用

### 关于计算结果的说明

## 遗传算法

### 遗传算法简介

### 遗传算法的应用

## Optimization Tool简介

# 北太天元基础计算技巧

## 北太天元数组创建与重构技巧

## 北太天元数据类型使用技巧

## 北太天元数值计算技巧

## 北太天元文件读取操作技巧

## 北太天元绘图技巧

# 北太天元编程技巧

## 北太天元编程风格

### 命名规则

### 文件与程序结构

### 基本语句

### 排版、注释与文档

## 北太天元编程注意事项

## 内存的使用

## 提高北太天元运行效率

### 提高运行效率的基本原则

### 提高运行效率的示例

# 北太天元在数学建模中的应用

## 北太天元蒙特卡罗模拟

### 蒙特卡罗方法简介

### 蒙特卡罗方法编程示例

## 北太天元灰色系统的理论与应用

### GM(1，1)预测模型简介

### 灰色预测计算示例

## 北太天元模糊聚类分析

### 模糊聚类分析简介

### 模糊聚类分析应用示例

## 北太天元层次分析法的应用

### 层次分析法简介

### 层次分析法的应用