

2008 届本科生 毕 业 设 计（论文）

中文题目：基于 MATLAB 的坐标转换程序设计

**English Title: Based on the MATLAB coordinate conversion
program design**

姓 名：t h e o r y

专 业：测绘工程

学 号：080131...

指导老师：徐

专 业：测绘工程

二零一二年五月

摘 要

本文主要阐述了基于MATLAB的坐标转换程序设计与实现的问题。论述以MATLAB为开发平台和编程语言,设计出解决工程测量中常见的坐标转换问题的程序。坐标转换一直是专业性强且不易解决的问题,针对目前坐标转换软件功能单一、操作不方便等问题,采用窗口、菜单、控件的操作方式,实现了所见即所得的人性化界面设计。程序的设计主要从两个方面进行,其一保证程序有较高的转换精度,其二是友好的界面设计。程序的运行能满足工程测量人员对坐标转换运算和坐标数据分析的需要,程序实现了不同参考椭球情况下七参数和四参数的计算过程、不同坐标系统的坐标转换和换带计算程序化。论文还诠释了测量坐标转换的含义和内容,针对坐标转换基本模型的选用、转换参数的解算、转换计算的方法、转换计算中值得注意的问题加以研究和探讨,以便实现在测量实践和理论中各类不同坐标之间的转换计算。

关键词:坐标转换, 换带, 参考椭球, MATLAB, 图形用户界面

Abstract

This article expatiates the design and implementation of a computing program for coordinate conversion, operation of MATLAB. With programmed language, the article designs the program of solving the common coordinate conversion problems in the engineering survey, which regards MATLAB as an exploitation basis. coordinate conversion is a professional problem which is difficult to solve, to solve the existed problems , the operating modes of windows, menus and widgets are adopted. Moreover, the WYSWYG humanized program designs are realized. The program designs come from two aspects. Firstly, the powerful operation function of the program is guaranteed. Secondly, the visualization is designed. The program operation meets the needs which engineering survey personnel need to have the coordinate conversion operation and data analysis. Meanwhile, the program designs the coordinate conversion function, including coordinate conversion among different coordinate systems and between two projection zones, realizing the computation of 4 parameters as well as 7 parameters under the coordinates among different coordinate systems. Above all, the article includes the meaning and content of transformation, basic model selection of coordinates transformation, calculation of transformation parameters, calculation method of transformation and problems existing in transformation. Calculation are researched and discussed in this paper in order to measure transformation calculation of different coordinate in practice and theory.

Key words: Coordinate conversion, Stripe exchange, Reference ellipsoid, MATLAB,GUI

目 录

前 言.....	1
1 MATLAB 程序设计基础.....	2
1.1 MATLAB 程序设计基础 ^[4]	2
1.1.1 MATLAB 系统概述.....	2
1.1.2 MATLAB 程序设计的基本原则.....	2
1.1.3 MATLAB 中的变量和常量.....	2
1.1.4 矩阵运算基本操作及操作技巧	3
1.1.5 MATLAB 的文件类型及常用函数.....	3
1.2 数据文件的输入和输出	4
1.2.1 文件的打开与关闭	4
1.2.2 文件读写命令函数	4
1.3 MATLAB 图形用户界面设计.....	4
1.3.1 菜单设计	4
1.3.2 对话框设计	5
1.3.3 图形用户界面设计工具	5
2 坐标转换的基本理论	8
2.1 坐标系的分类	8
2.1.1 坐标系的分类.....	8
2.1.2 常用的坐标系统.....	9
2.1.3 地球椭球的基本几何参数及其相互关系	11
2.2 高斯投影的基本概念	15
2.2.1 基本概念	15
2.2.2 高斯投影坐标正算	17
2.2.3 高斯投影坐标反算	18
2.3 地方独立平面坐标系	19
2.3.1 工程测量中几种可能采用的直角坐标系	20
3 坐标转换的数学模型	22
3.1 坐标系变换	22
3.1.1 空间直角坐标系与空间大地坐标系间的转换	22
3.1.2 空间坐标系与平面直角坐标系间的转换	23
3.2 基准转换	24
3.2.1 七参数转换公式	24
3.2.2 四参数转换公式 ^[13]	26
3.3 坐标转换基本模型在测量实践和理论中的应用及分析	27
3.3.1 同一基准下坐标转换计算	27
3.3.2 不同基准下坐标转换计算	27
4 坐标转换程序设计	30

4.1 程序整体设计	30
4.1.1 参数设计	30
4.1.2 坐标转换模块	31
4.1.3 程序功能设计图	32
4.2 利用 MATLAB 实现坐标转换的函数	32
4.2.1 程序基本函数	32
4.2.2 坐标转换类函数	32
4.2.3 GUI 程序代码.....	32
4.2.4 基于 GUI 程序界面设计	33
结 论.....	40
致 谢	错误！未定义书签。
参考文献.....	42
附 录.....	43

前 言

随着现代测绘科学技术的发展,常规大地测量方法已逐渐被卫星大地测量方法所取代。借助于卫星大地测量可在一个三维地心坐标系中测定和表述地面点的空间位置,即可表示为三维空间直角坐标,也可表示为相应于某一椭球面的大地经纬度、大地高,因此空间大地直角坐标系及其各种转换关系在现代大地测量中具有现实意义。我国近年来已有很多城市采用 GPS 技术来建立和改造平面控制网,由于过去多年来积累的成果成图资料数量巨大,并仍具有宝贵的利用价值,必须考虑数据资料的连续性和相对稳定性。而且许多城市控制网质量较高,并采用的坐标系经过科学论证,设置合理,因此须将 GPS 测量数据归算到原有控制网的平面坐标中去,并用 GPS 技术来扩展和改善原有的地面控制网。工程施工过程中,常常会遇到不同坐标系统间,坐标转换的问题。施工坐标系与测量坐标系往往不一致,在计算测设数据时需要进行坐标换算。

坐标转换一直是专业性强且不易解决的问题,能够开发出一套既运算速度快又能保持高精度的坐标转换软件,将会给经济建设、科学技术和国防提供便利、高效的服务。针对复杂的坐标转换计算过程,作者利用 MATLAB 实现了不同坐标系统的转换,使用户能够简单、方便地实现不同坐标系统中单点、批量点的坐标转换。针对目前坐标转换软件功能单一、操作不方便等问题,采用窗口、菜单、控件的操作方式,实现了所见即所得的人性化界面设计。程序的设计主要从两个方面进行,其一保证程序有较高的转换精度,其二是友好的界面设计。

本程序设计实现了不同参考椭球情况下七参数和四参数的计算过程、不同坐标系统的坐标转换和换带计算程序化。不仅阐述了程序的坐标转换功能设计、可视化设计,还对坐标转换的理论基础进行了探讨,诠释了测量坐标转换的含义和内容,论述了坐标转换的数学模型及运算理论,针对坐标转换基本模型的选用、转换参数的解算、转换计算的方法、转换计算中值得注意的问题加以研究和探讨,以便实现在测量实践和理论中各类不同坐标之间的转换计算。并叙述了程序的功能、实现方案及实现过程,给出了实现一些运算功能的流程及相应的部分重要语句和代码。经过实例论证,程序的运行能够满足工程测量人员对坐标转换运算和坐标数据分析的需要。

1 MATLAB 程序设计基础

1.1 MATLAB 程序设计基础^[4]

1.1.1 MATLAB 系统概述

MATLAB 是英文“矩阵实验室”——Matrix Laboratory 的缩写，全部用 C 语言编写。其具有一下特点：

(1) 以复数矩阵作为基本编程单元，矩阵运算如同其他高级语言中的变量操作一样方便，而且矩阵无需定义即可采用。

(2) 语言书写简单。

(3) 语句功能强大。

(4) 有丰富的图形功能。

(5) 提供了许多面向应用问题求解的工具箱函数。

(6) 有丰富的外部程序接口，可以实现多种语言共享资源，在实践中可充分发挥各种语言的优越性。

1.1.2 MATLAB 程序设计的基本原则

突破以往其他程序语言经常采用的循环思想，尽量用 MATLAB 矩阵式语言书写程序，使得程序简洁，执行效率高。在程序设计中尽量避免重复的脚本代码，多用 MATLAB 提供的函数。系统中的函数要比用一般代码编的函数执行效率高很多。在编写比较大的程序时，应该对各个细节以函数或子过程方式处理，避免矩阵混淆。

在程序编制过程中，各个功能部分尽量封装在函数中，这样不但可以减少全局变量个数，而且对各个函数的修改要比对整个程序的修改方便得多。

1.1.3 MATLAB 中的变量和常量

在 MATLAB 中，变量名可由字母 A-Z、a-z、数字和下划线“_”组成，但第一个字符必须是字母。

注意：MATLAB 是区分大小写字母的，如矩阵 a 和 A 是不一样的。

在变量使用之前，用户不需要指定一个变量的数据类型，也不必声明变量。MATLAB 有许多不同的数据类型，这对决定变量地大小和形式是有价值的，特别适合于混合数据类型、矩阵、细胞矩阵、结构和对象。

变量有局部变量和全局变量两种。

局部变量 (local) 是存在于函数空间内部的中间变量，产生于该函数的运行过程中，其影响范围也仅限于函数本身。

全局变量 (global) 是在不同的工作空间以及基本工作空间中可以被共享的变量。必须用 global 逐个对具体变量加以专门定义，没有 global 定义的函数和基本空间，将无权享用全局变量。

1.1.4 矩阵运算基本操作及操作技巧

(1) 矩阵的输入

直接输入：行元素间用空格或逗号 (,) 隔开；行与行之间用分号 (;) 或回车；整个元素列表用 [] 括起。

(2) 通过下标

扩充矩阵；拆分矩阵。

(3) 矩阵元素的换位

1.1.5 MATLAB 的文件类型及常用函数

(1) 文件类型

M 文件：用于存储函数过程；

Figure 文件：用于显示、存储图形；

Module 文件：用于进行仿真 (Simulink) 操作及存储；

GUI 文件：用于编辑，存储程序界面。

在 MATLAB 中，最常用的是 M 文件。MATLAB 是一种解释性语言，用户发出的指令需要送到 MATLAB 系统内解释，而 M 文件实际上就是记录指令的文本，用以统一将命令送入系统内解释。M 文件的语法与 C 语言的很相似，对一定变成基础的用户来说，掌握 MATLAB 的编程不是一件难事。

M 文件有命令式 (Script) 和函数式 (Function) 两种形式。命令式文件就是 MATLAB 内部命令的简单叠加，MATLAB 会按顺序执行文件中的命令，这种方式常用来形成主函数。函数式文件用以解决参数传递和函数调用的问题，每个具体的功能一般用此方式实现，它的第一句以 Function 语句为引导。

(2) MATLAB 中的常用函数

求逆函数 `inv(x)`，求和函数 `sum(x, dim)`，常用矩阵：`ones(M, N)`、`zeros(M, N)`、`eye(M, N)`、`rand(M, N)` 求矩阵的维数 `B=size(X, dim)` 判断矩阵是否为空 `isempty(X)` 改变矩阵大小 `reshape(X, M, N)` 寻找矩阵中的非零元素 `[I, J]=find(X)`。

1.2 数据文件的输入和输出

1.2.1 文件的打开与关闭

(1) `fopen: fid=(FILENAME, PERMISSION)`, `PERMISSION` 常设的参数如下：‘r’ 为只读；‘w’ 为写文件（如果需要则创建新文件）；‘a’ 为在文件后添加（如果需要则创建新文件）；‘r+’ 为读写文件；‘a+’ 为读和添加文件（如果需要则创建新文件）。在默认情况下，以上几种方式打开的二进制文件，如果要打开文本文件，需要在字符串中增加 ‘t’，例如 ‘rt’，‘wt’ 等，以读方式打开一个文件时，如果在当前目录中找不到指定的文件，`fopen` 会自动搜索路径中查找这个文件；如果成功地打开了一个文件，则得到文件句柄（一个整型数），否则返回 -1。`fid = 1` 的文件是标准输出（standard output），`fid = 2` 的文件是标准出错（standard error）。

(2) `fclose: ST = fclose(fid)`。关闭 `FID` 对应的文件，若成功，返回 0，否则，返回 -1。其中如果 `fid= 'all'`，则关闭所有文件。

1.2.2 文件读写命令函数

(1) `fscanf`：从文件中读入格式化后的数据。

`[A, COUNT] = fscanf(fid, FORMAT, SIZE)`

(2) `fprintf`：向文件中写入格式化数据。

`COUNT = fprintf(fid, format, A)`

(3) `feof`：判断是否到达文件尾。

(4) `uigetfile`：打开文件的标准文件对话框。

`[FILENAME, PATHNAME, FILTERINDEX] = uigetfile(FILTERSPEC, TITLE)`

1.3 MATLAB 图形用户界面设计

1.3.1 菜单设计

建立用户菜单：要建立用户菜单可用 `uimenu` 函数，因其调用方法不同，该函数可以用于建立一级菜单项和子菜单项。

建立一级菜单项的函数调用格式为：一级菜单项句柄=uimenu(图形窗口句柄，属性名 1，属性值 1，属性名 2，属性值 2，...)

建立子菜单项的函数调用格式为：子菜单项句柄=uimenu(一级菜单项句柄，属性名 1，属性值 1，属性名 2，属性值 2，...)

菜单对象常用属性：菜单对象具有 Children、Parent、Tag、Type、UserData、Visible 等公共属性，除公共属性外，还有一些常用的特殊属性。

1.3.2 对话框设计

(1) 对话框的控件

在对话框上有各种各样的控件，利用这些控件可以实现有关控制。

按钮(Push Button)、 双位按钮(Toggle Button)、 单选按钮(Radio Button)、 复选框(Check Box)、 列表框(List Box)、 弹出框(Popup Menu)、 编辑框(Edit Box)、 滑动条(Slider)、 静态文本(Static Text)、 边框(Frame)。

(2) 对话框的设计

① 建立控件对象

MATLAB 提供了用于建立控件对象的函数 uicontrol，其调用格式为：

对象句柄=uicontrol(图形窗口句柄，属性名 1，属性值 1，属性名 2，属性值 2，...)

其中各个属性名及可取的值和前面介绍的 uimenu 函数相似，但也不尽相同，下面将介绍一些常用的属性。

② 控件对象的属性

MATLAB 得 10 种控件对象使用相同的属性类型，但是这些属性对于不同类型的控件对象，其含义不尽相同。除 Children、Parent、Tag、Type、UserData、Visible 等公共属性外，还有一些常用的特殊属性。

1.3.3 图形用户界面设计工具

(1) GUI 设计模板

在 MATLAB 主窗口中，选择 File 菜单中的 New 菜单项，再选择其中的 GUI 命令，就会显示图形用户界面的设计模板。

MATLAB 为 GUI 设计一共准备了 4 种模板，分别是 Blank GUI(默认)、GUI with

Uicontrols(带控件对象的 GUI 模板)、GUI with Axes and Menu(带坐标轴与菜单的 GUI 模板)与 Modal Question Dialog(带模式问话对话框的 GUI 模板)。

当用户选择不同的模板时,在 GUI 设计模板界面的右边就会显示出与该模板对应的 GUI 图形。

(2) GUI 设计窗口

在 GUI 设计模板中选中一个模板,然后单击 OK 按钮,就会显示 GUI 设计窗口。选择不同的 GUI 设计模式时,在 GUI 设计窗口中显示的结果是不一样的。

GUI 设计窗口由菜单栏、工具栏、控件工具栏以及图形对象设计区等部分组成。GUI 设计窗口的菜单栏有 File、Edit、View、Layout、Tools 和 Help 6 个菜单项,使用其中的命令可以完成图形用户界面的设计操作。

(3) GUI 设计窗口的基本操作

在 GUI 设计窗口创建图形对象后,通过双击该对象,就会显示该对象的属性编辑器。例如,创建一个 Push Button 对象,并设计该对象的属性值。

对象属性查看器

利用对象属性查看器,可以查看每个对象的属性值,也可以修改、设置对象的属性值,从 GUI 设计窗口工具栏上选择 Property Inspector 命令按钮,或者选择 View 菜单下的 Property Inspector 子菜单,就可以打开对象属性查看器。另外,在 MATLAB 命令窗口的命令行上输入 inspect,也可以看到对象属性查看器。

在选中某个对象后,可以通过对象属性查看器,查看该对象的属性值,也可以方便地修改对象属性的属性值。

(4) 菜单编辑器

利用菜单编辑器,可以创建、设置、修改下拉式菜单和快捷菜单。从 GUI 设计窗口的工具栏上选择 Menu Editor 命令按钮,或者选择 Tools 菜单下的 Menu Editor 子菜单,就可以打开菜单编辑器。

菜单编辑器左上角的第一个按钮用于创建一级菜单项。第二个按钮用于创建一级菜单的子菜单。

菜单编辑器的左下角有两个按钮,选择第一个按钮,可以创建下拉式菜单。选择第二个按钮,可以创建 Context Menu 菜单。选择它后,菜单编辑器左上角的第三个按钮就会变成可用,单击它就可以创建 Context Menu 主菜单。在选中已经创建的 Context Menu 主菜单后,可以单击第二个按钮创建选中的 Context Menu 主菜单的子菜单。与下

拉式菜单一样，选中创建的某个 Context Menu 菜单，菜单编辑器的右边就会显示该菜单的有关属性，可以在这里设置、修改菜单的属性。

菜单编辑器左上角的第四个与第五个按钮用于对选中的菜单进行左移与右移，第六与第七个按钮用于对选中的菜单进行上移与下移，最右边的按钮用于删除选中的菜单。

（5） 位置调整工具

利用位置调整工具，可以对 GUI 对象设计区内的多个对象的位置进行调整。从 GUI 设计窗口的工具栏上选择 Align Objects 命令按钮，或者选择 Tools 菜单下的 Align Objects 菜单项，就可以打开对象位置调整器。

对象位置调整器中的第一栏是垂直方向的位置调整。对象位置调整器中的第二栏是水平方向的位置调整。在选中多个对象后，可以方便的通过对象位置调整器调整对象间的对齐方式和距离。

（6） 对象浏览器

利用对象浏览器，可以查看当前设计阶段的各个句柄图形对象。从 GUI 设计窗口的工具栏上选择 Object Browser 命令按钮，或者选择 View 菜单下的 Object Browser 子菜单，就可以打开对象浏览器。例如，在对象设计区内创建了 3 个对象，它们分别是 Edit Text、Push Button、ListBox 对象，此时单击 Object Browser 按钮，可以看到对象浏览器。

在对象浏览器中，可以看到已经创建的 3 个对象以及图形窗口对象 figure。用鼠标双击图中的任何一个对象，可以进入对象的属性查看器界面。

（7） Tab 顺序编辑器

利用 Tab 顺序编辑器 (Tab Order Editor)，可以设置用户按键盘上的 Tab 键时，对象被选中的先后顺序。选择 Tools 菜单下的 Tab Order Editor 菜单项，就可以打开 Tab 顺序编辑器。例如，若在 GUI 设计窗口中创建了 3 个对象，与它们相对应的 Tab 顺序编辑器。

2 坐标转换的基本理论

一个完整的坐标系是由坐标系和基准两方面要素所构成的。坐标系指的是描述空间位置的表达形式，而基准指的是为描述空间位置而定义的一系列点、线、面。在大地测量中的基准一般是指为确定点在空间中的位置，而采用的地球椭球或参考椭球的几何参数和物理参数，及其在空间的定位、定向方式，以及在描述空间位置时所采用的单位长度的定义。

2.1 坐标系的分类

2.1.1 坐标系的分类

所谓坐标系指的是描述空间位置的表达形式，即采用什么方法来表示空间位置。人们为了描述空间位置，采用了多种方法，从而也产生了不同的坐标系，如直角坐标系、极坐标系等。在测量中，常用的坐标系有以下几种：

(1) 空间直角坐标系

空间直角坐标系的坐标系原点位于参考椭球的中心， Z 轴指向参考椭球的北极， X 轴指向起始子午面与赤道的交点， Y 轴位于赤道面上，且按右手系与 X 轴呈 90° 夹角。某点在空间中的坐标可用该点在此坐标系的各个坐标轴上的投影来表示。（见图 2.1）

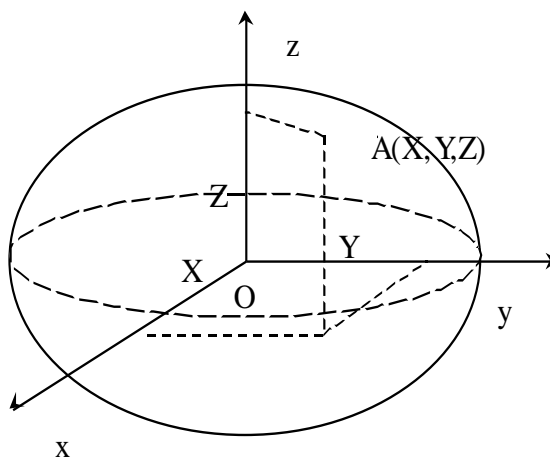


图 2.1 空间直角坐标系

(2) 空间大地坐标系

空间大地坐标系是采用大地经、纬度和大地高来描述空间位置的。纬度是空间的点与参考椭球面的法线与赤道面的夹角，经度是空间中的点与参考椭球的自转轴所在的面与参考椭球的起始子午面的夹角，大地高是空间点沿参考椭球的法线方向到参考椭球面的距离。

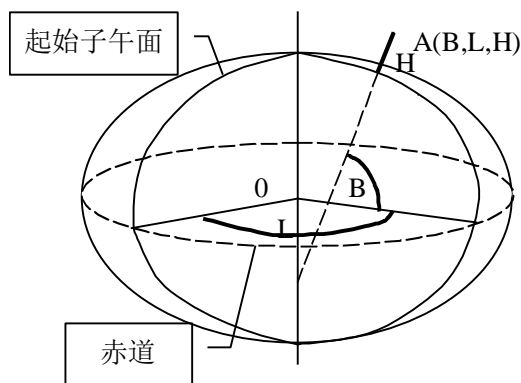


图 2.2 空间大地坐标系

(3) 平面直角坐标系

平面直角坐标系是利用投影变换，将空间坐标（空间直角坐标或空间大地坐标）通过某种数学变换映射到平面上，这种变换又称为投影变换。投影变换的方法有很多，如 UTM 投影、Lambuda 投影等，在我国采用的是高斯-克吕格投影，也称为高斯投影。

2.1.2 常用的坐标系

(1) WGS-84 坐标系

WGS-84 坐标系是目前 GPS 所采用的坐标系，GPS 所发布的星历参数就是基于此坐标系统的。

WGS-84 坐标系统的全称是 World Geodical System-84（世界大地坐标系-84），它是一个地心地固坐标系统。WGS-84 坐标系统由美国国防部制图局建立，于 1987 年取代了当时 GPS 所采用的坐标系统—WGS-72 坐标系统而成为 GPS 的所使用的坐标系统。

WGS-84 坐标系的坐标原点位于地球的质心，Z 轴指向 BIH1984.0 定义的协议地球极方向，X 轴指向 BIH1984.0 的起始子午面和赤道的交点，Y 轴与 X 轴和 Z 轴构成右手系。

WGS-84 系所采用椭球参数为：

$$\begin{aligned}
 a &= 6378137m \\
 f &= 1/298.257223563 \\
 \bar{C}_{20} &= 7.292115 \times 10^{-5} \text{ rad} \cdot s^{-1} \\
 GM &= 398600.5 \text{ km}^3 \cdot s^{-2}
 \end{aligned}
 \tag{2.1}$$

(2) 1954 年北京坐标系

1954 年北京坐标系是我国目前广泛采用的大地测量坐标系。该坐标系源自于原苏联采用过的 1942 年普尔科夫坐标系。

建国前，我国没有统一的大地坐标系统，建国初期，在苏联专家的建议下，我国根据当时的具体情况，建立起了全国统一的 1954 年北京坐标系。该坐标系采用的参考椭

球是克拉索夫斯基椭球，该椭球的参数为：

$$\begin{aligned} a &= 6378245m \\ f &= 1/298.3 \end{aligned} \quad (2.2)$$

遗憾的是，该椭球并未依据当时我国的天文观测资料进行重新定位，而是由前苏联西伯利亚地区的一等锁，经我国的东北地区传算过来的，该坐标系的高程异常是以前苏联 1955 年大地水准面重新平差的结果为起算值，按我国天文水准路线推算出来的，而高程又是以 1956 年青岛验潮站的黄海平均海面为基准。

1954 年北京坐标系建立后，全国天文大地网尚未布测完毕，因此，在全国分期布设该网的同时，相应地进行了分区的天文大地网局部平差，以满足经济和国防建设的需要。局部平差是按逐级控制的原则，先分区平差一等锁系，然后以一等锁环为起算值，平差环内的二等三角锁，平差时网区的连接部仅作了近似处理，如有的仅取两区的平差值，当某些一等锁环内的二等网太大，在当时的计算条件下无法处理时，也进行了分区平差，连接部仍采用近似处理的方法。

由于当时条件的限制，1954 年北京坐标系存在着很多缺点，主要表现在以下几个方面：

① 克拉索夫斯基椭球参数同现代精确的椭球参数的差异较大，并且不包含表示地球物理特性的参数，因而给理论和实际工作带来了许多不便。

② 椭球定向不十分明确，椭球的短半轴既不指向国际通用的 CIO 极，也不指向目前我国使用的 JYD 极。参考椭球面与我国大地水准面呈西高东低的系统性倾斜，东部高程异常达 60 余米，最大达 67 米。

③ 该坐标系的大地点坐标是经过局部分区平差得到的，因此，全国的天文大地控制点实际上不能形成一个整体，区与区之间有较大的隙距，如在有的接合部中，同一点在不同区的坐标值相差 1-2 米，不同分区的尺度差异也很大，而且坐标传递是从东北到西北和西南，后一区是以前一区的最弱部作为坐标起算点，因而一等锁具有明显的坐标积累误差。

(3) 1980 年西安大地坐标系

1978 年，我国决定重新对全国天文大地网施行整体平差，并且建立新的国家大地坐标系，整体平差在新大地坐标系中进行，这个坐标系就是 1980 年西安大地坐标系。1980 年西安大地坐标系所采用的地球椭球参数的四个几何和物理参数采用了 IAG 1975 年的推荐值，它们是

$$\begin{aligned}
a &= 6378140m \\
GM &= 398600.5 \times 10^{14} m^3 \cdot s^{-2} \\
J_2 &= 1.08263 \times 10^{-3} \\
\omega &= 7.292115 \times 10^{-5} rad \cdot s^{-1}
\end{aligned} \tag{2.3}$$

椭球的短轴平行于地球的自转轴（由地球质心指向 1968.0 JYD 地极原点方向），起始子午面平行于格林尼治平均天文子午面，椭球面同似大地水准面在我国境内符合最好，高程系统以 1956 年黄海平均海面为高程起算基准。

2.1.3 地球椭球的基本几何参数及其相互关系

(1) 地球椭球的基本几何参数

地球椭球：在控制测量中，用来代表地球的椭球，它是地球的数学模型。

参考椭球：具有一定几何参数、定位及定向的用以代表某一地区大地水准面的地球椭球。地面上一切观测元素都应归算到参考椭球面上，并在这个面上进行计算。参考椭球面是大地测量计算的基准面，同时又是研究地球形状和地图投影的参考面。

地球椭球的几何定义： O 是椭球中心， NS 为旋转轴， a 为长半轴， b 为短半轴。

子午圈：包含旋转轴的平面与椭球面相截所得的椭圆。

纬圈：垂直于旋转轴的平面与椭球面相截所得的圆，也叫平行圈。

赤道：通过椭球中心的平行圈。

地球椭球的五个基本几何参数：

椭圆的长半轴 a

椭圆的短半轴 b

椭圆的扁率：

$$\alpha = \frac{a-b}{a} \tag{2.4}$$

椭圆的第一偏心率：

$$e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a} \tag{2.5}$$

椭圆的第二偏心率：

$$e' = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{b} \tag{2.6}$$

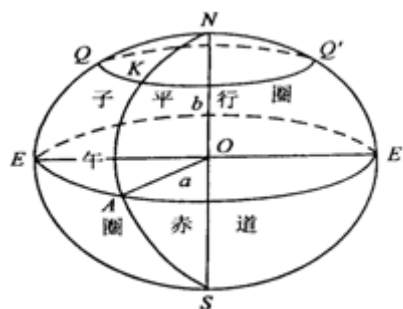


图 2.3 地球椭球的定义

其中 a 、 b 称为长度元素；扁率 α 反映了椭球体的扁平程度。偏心率 e 和 e' 是子午椭圆的焦点离开中心的距离与椭圆半径之比，它们也反映椭球体的扁平程度，偏心率愈大，椭球愈扁。

两个常用的辅助函数， W 第一基本纬度函数， V 第二基本纬度函数：

$$\begin{aligned} W &= \sqrt{1 - e^2 \sin^2 B} \\ V &= \sqrt{1 + e'^2 \cos^2 B} \end{aligned} \quad (2.7)$$

我国建立 1954 年北京坐标系应用的是克拉索夫斯基椭球；建立 1980 年国家大地坐标系应用的是 1975 年国际椭球；而全球定位系统 (GPS) 应用的是 WGS-84 系椭球参数。

表 2.1 几种常见的椭球体参数值

Tab. 2.1 Several familiar parameters of the spheroid

	克拉索夫斯基椭球体	1975 年国际椭球体	WGS-84 椭球体
a	6378245.000000000 (m)	6378140.000000000 (m)	6378137.000000000 (m)
b	6356863.018773047 (m)	6356755.288157528 (m)	6356752.3142 (m)
c	6399698.901782711 (m)	6399596.651988010 (m)	6399593.6258 (m)
α	1 / 298.3	1 / 298.257	1/298.257223563
e^2	0.006693421622966	0.006694384999588	0.0066943799013
e'^2	0.006738525414683	0.006739501819473	0.00673949674227

(2) 地球椭球参数间的相互关系

其他元素之间的关系式如下：

$$\left. \begin{aligned} a &= b\sqrt{1+e'^2}, \quad b = a\sqrt{1-e^2} \\ c &= a\sqrt{1+e'^2}, \quad a = c\sqrt{1-e^2} \\ e' &= e\sqrt{1+e'^2}, \quad e = e'\sqrt{1-e^2} \\ V &= W\sqrt{1+e'^2}, \quad W = V\sqrt{1-e^2} \\ e^2 &= 2\alpha - \alpha^2 \approx 2\alpha \end{aligned} \right\} \quad (2.8)$$

$$\left. \begin{aligned} W &= \sqrt{1-e^2} \cdot V = \left(\frac{b}{a}\right) \cdot V \\ V &= \sqrt{1+e'^2} \cdot W = \left(\frac{a}{b}\right) \cdot W \\ W^2 &= 1 - e^2 \sin^2 B = (1 - e^2)V^2 \\ V^2 &= 1 + \eta^2 = (1 + e'^2)W^2 \end{aligned} \right\} \quad (2.9)$$

式中， W 第一基本纬度函数， V 第二基本纬度函数。

2.1.4 子午线弧长和底点纬度的计算

(2) 子午线弧长计算公式

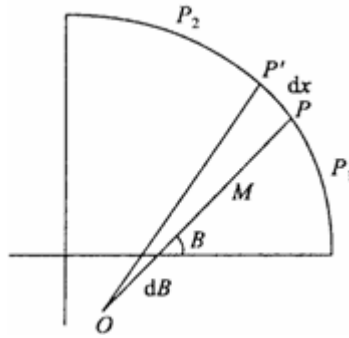


图 2.4 子午线弧长的计算

子午椭圆的一半，它的端点与极点相重合；而赤道又把子午线分成对称的两部分。

如图所示，取子午线上某微分弧 $PP' = dx$ ，令 P 点纬度为 B ， P' 点纬度为 $B + dB$ ， P 点的子午圈曲率半径为 M 于是有：

$$dx = MdB \quad (2.10)$$

从赤道开始到任意纬度 B 的平行圈之间的弧长可由下列积分求出：

$$X = \int_0^B M dB \quad (2.11)$$

式中 M 可用下式表达:

$$M = a_0 - a_2 \cos 2B + a_4 \cos 4B - a_6 \cos 6B + a_8 \cos 8B \quad (2.12)$$

其中:

$$\left. \begin{aligned} a_0 &= m_0 + \frac{m_2}{2} + \frac{3}{8}m_4 + \frac{5}{16}m_6 + \frac{35}{128}m_8 + \cdots \\ a_2 &= \frac{m_2}{2} + \frac{m_4}{2} + \frac{15}{32}m_6 + \frac{7}{16}m_8 \\ a_4 &= \frac{m_4}{8} + \frac{3}{16}m_6 + \frac{7}{32}m_8 \\ a_6 &= \frac{m_6}{32} + \frac{m_8}{16} \\ a_8 &= \frac{m_8}{128} \end{aligned} \right\} \quad (2.13)$$

经积分, 进行整理后得子午线弧长计算式:

$$X = a_0 B - \frac{a_2}{2} \sin 2B + \frac{a_4}{4} \sin 4B - \frac{a_6}{6} \sin 6B + \frac{a_8}{8} \sin 8B \quad (2.14)$$

为求子午线上两个纬度 B_1 及 B_2 间的弧长, 只需按上式分别算出相应的 X_1 及 X_2 , 而

后取差: $\Delta X = X_2 - X_1$, 该 ΔX 即为所求的弧长。

克拉索夫斯基椭球子午线弧长计算公式:

$$X = 111134.861B^\circ - 16036.480 \sin 2B + 16.828 \sin 4B - 0.022 \sin 6B \quad (2.15)$$

$$X = 111134.861B^\circ - 32005.780 \sin B \cos B - 133.929 \sin^3 B \cos B - 0.697 \sin^5 B \cos B \quad (2.16)$$

1975 年国际椭球子午线弧长计算公式:

$$X = 111133.005B^\circ - 16038.528 \sin 2B + 16.833 \sin 4B - 0.022 \sin 6B \quad (2.17)$$

$$X = 111133.005B^\circ - 32009.858 \sin B \cos B - 133.960 \sin^3 B \cos B - 0.698 \sin^5 B \cos B$$

(3) 底点纬度计算

在高斯投影反算时，已知高斯平面直角坐标 (x, y) 反求其大地坐标 (B, L) 。首先 X 当作中央子午线上弧长，反求其纬度，此时的纬度称为底点纬度或垂直纬度。计算底点纬度的公式可以采用迭代解法和直接解法。

① 迭代法

在克拉索夫斯基椭球上计算时，迭代开始时设

$$B_f^1 = X / 111134.8611 \quad (2.19)$$

以后每次迭代按下式计算：

$$B_f^{i+1} = (X - F(B_f^i)) / 111134.8611 \quad (2.20)$$

$$F(B_f^i) = -16036.4803 \sin 2B_f^i + 16.8281 \sin 4B_f^i - 0.0220 \sin 6B_f^i \quad (2.21)$$

重复迭代直至 $B_f^{i+1} - B_f^i < \varepsilon$ 为止。

在1975年国际椭球上计算时，也有类似公式。

② 直接解法

1975年国际椭球：

$$\beta = X / 6367452.133 \quad (2.22)$$

$$B_f = B + \{50228976 + [293697 + (2383 + 22 \cos^2 \beta) \cos^2 \beta] \cos^2 \beta\} \times 10^{-10} \times \sin \beta \cos \beta \quad (2.23)$$

克拉索夫斯基椭球：

$$\beta = X / 6367588.4969 \quad (2.24)$$

$$B_f = \beta + \{50221746 + [293622 + (2350 + 22 \cos^2 \beta) \cos^2 \beta] \cos^2 \beta\} \quad (2.25)$$

2.2 高斯投影的基本概念

2.2.1 基本概念

如图 2.5 所示,假想有一个椭圆柱面横套在地球椭球体外面,并与某一条子午线(此子午线称为中央子午线或轴子午线)相切,椭圆柱的中心轴通过椭球体中心,然后用一定投影方法,将中央子午线两侧各一定经差范围内的地区投影到椭圆柱面上,再将此柱面展开即成为投影面,如图 2.6 所示,此投影为高斯投影。高斯投影是正形投影的一种。

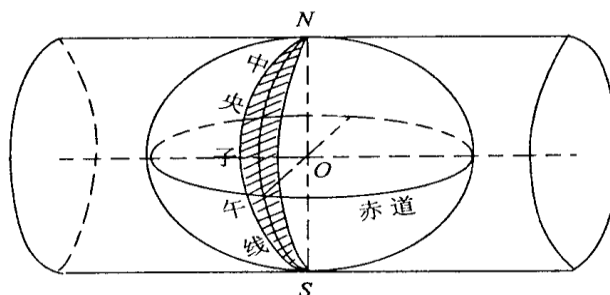


图 2.5 高斯投影

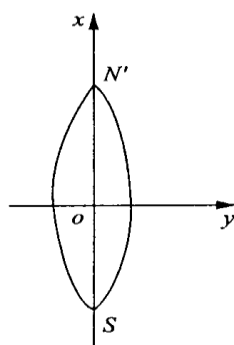


图 2.6 投影平面坐标系

高斯投影 6° 带: 自 0° 子午线起每隔经差 6° 自西向东分带, 依次编号 1, 2, 3, ...。我国 6° 带中央子午线的经度, 由 75° 起每隔 6° 而至 135° , 共计 11 带 (13~23 带), 带号用 n 表示, 中央子午线的经度用 L_0 表示, 它们的关系是 $L_0 = 6n - 3$, 如图 3 所示。

高斯投影 3° 带: 它的中央子午线一部分同 6° 带中央子午线重合, 一部分同 6° 带的分界子午线重合, 如用 n' 表示 3° 带的带号, L 表示 3° 带中央子午线经度, 它们的关系 $L = 3n'$ 。我国 3° 带共计 22 带 (24~45 带)。

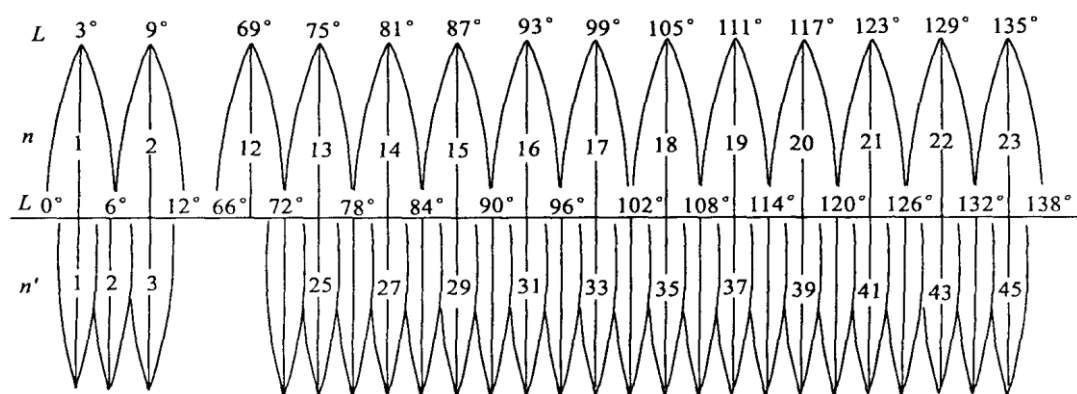


图 2.7 分带投影

(1) 高斯平面直角坐标系

在投影面上，中央子午线和赤道的投影都是直线，并且以中央子午线和赤道的交点作为坐标原点，以中央子午线的投影为纵坐标 X 轴，以赤道的投影为横坐标 Y 轴。

在我国 x 坐标都是正的， y 坐标的最大值（在赤道上）约为 330km。为了避免出现负的横坐标，可在横坐标上加上 500 000m。此外还应在坐标前面再冠以带号。这种坐标称为国家统一坐标。

(2) 高斯平面投影的特点

- ① 中央子午线无变形；
- ② 无角度变形，图形保持相似；
- ③ 离中央子午线越远，变形越大。

2.2.2 高斯投影坐标正算

高斯投影正算：已知椭球面上某点的大地坐标 (B, L) ，求该点在高斯投影平面上的直角坐标 (x, y) ，即 $(B, L) \Rightarrow (x, y)$ 的坐标变换。

投影变换必须满足的条件

- ① 中央子午线投影后为直线；
- ② 中央子午线投影后长度不变；

投影具有正形性质，即正形投影条件。

③ 投影过程

在椭球面上有对称于中央子午线的两点 P_1 和 P_2 ，它们的大地坐标分别为 (B, L) 及 (B, l) ，式中 l 为椭球面上 P 点的经度与中央子午线 (L_0) 的经度差： $l = L - L_0$ ， P 点在中央子午线之东， l 为正，在西则为负，则投影后的平面坐标一定为 $P'_1(x, y)$ 和 $P'_2(x, -y)$ 。

2.2.3 高斯投影坐标反算

(1) 高斯投影反算：已知某点的高斯投影平面上直角坐标 (x, y) ，求该点在椭球面上的大地坐标 (B, L) ，即 $(x, y) \Rightarrow (B, L)$ 的坐标变换。

(2) 投影变换必须满足的条件

① 坐标轴投影成中央子午线，是投影的对称轴；

② 轴上的长度投影保持不变；

③ 投影具有正形性质，即正形投影条件。

(3) 投影过程

根据 x 计算纵坐标在椭球面上的投影的底点纬度 B_f ，接着按 B_f 计算 $(B_f - B)$ 及经差 l ，最后得到 $B = B_f - (B_f - B)$ 、 $L = L_0 + l$ 。

2.3.4 高斯投影相邻带的坐标换算

(1) 产生换带的原因

高斯投影为了限制高斯投影的长度变形，以中央子午线进行分带，把投影范围限制在中央子午线东、西两侧一定的范围内。因而，使得统一的坐标系分割成各带的独立坐标系。在工程应用中，往往要用到相邻带中的点坐标，有时工程测量中要求采用 3° 带、 1.5° 带或任意带，而国家控制点通常只有 6° 带坐标，这时就产生了 6° 带同 3° 带（或 1.5° 带、任意带）之间的相互坐标换算问题，如图 2.8 所示：

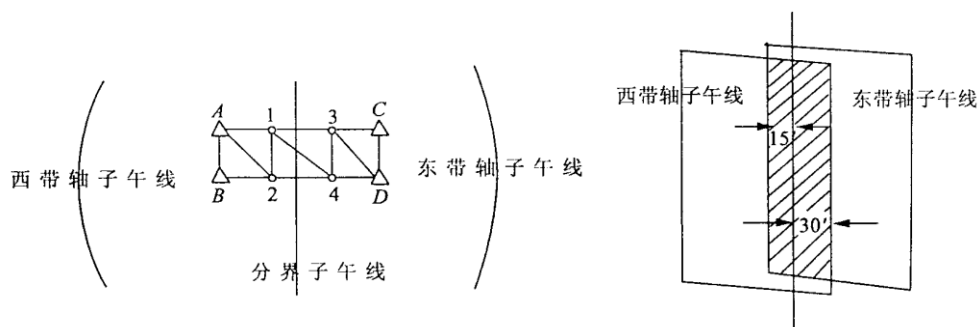


图 2.8 换带计算

(2) 应用高斯投影正、反算公式间接进行换带计算

① 计算过程

把椭球面上的大地坐标作为过渡坐标。首先把某投影带（比如 I 带）内有关点的平面坐标 $(x, y)_I$ ，利用高斯投影反算公式换算成椭球面上的大地坐标 (B, l) ，进而得到 $L = L_0^I + l$ ；然后再由大地坐标 (B, l) ，利用投影正算公式换算成相邻带的（第 II 带）的平面坐标 $(x, y)_{II}$ 。在这一步计算时，要根据第 II 带的中央子午线 L_0^{II} 来计算经差 l ，亦即此时 $l = L - L_0^{II}$ 。

② 算例

在中央子午线 $L_0^I = 123^\circ$ 的 I 带中，有某一点的平面直角坐标 $x_1 = 5728374.726\text{m}$ ， $y_1 = +210198.193\text{m}$ ，现要求计算该点在中央子午线 $L_0^{II} = 129^\circ$ 的第 II 带的平面直角坐标。

第一，根据 x_1 ， y_1 ，利用高斯反算公式计算换算得到 B_1 ， L_1 ， $B_1 = 51^\circ 38' 43.9024''$ ， $L_1 = 126^\circ 02' 13.1362''$ 。

第二，采用已求得的 B_1 ， L_1 ，并顾及到第 II 带的中央子午线 $L_0^{II} = 129^\circ$ ，求得 $l = -2^\circ 57' 46.864''$ ，利用高斯正算公式计算第 II 带的直角坐标 x_{II}, y_{II} 。

第三，为了检核计算的正确性，要求每步都应进行往返计算。

2.3 地方独立平面坐标系

平面坐标转换是二维坐标转换，其任务是把一个坐标系的坐标通过某种投影变换，得到另一种坐标系的坐标，习惯上投影变换的数学表达称为坐标转换模型，把投影变换的特征参数的确定过程叫模型求解，把一个坐标系的坐标通过模型计算出另一种坐标系

的坐标的过程叫坐标转换。

为满足小范围、大比例尺地形图精度的需要，通过在特定区域范围内建立起一个本地基准点而创建适用于本地的独立坐标系，它通常由专门测绘部门测定建立，，它可以用坐标换算公式对四参数或七参数的正确设置与地理坐标系等进行转换，但必须首先取得该独立坐标系换算所用的中央经线值。

2.3.1 工程测量中几种可能采用的直角坐标系

(1) 国家 3° 带高斯正形投影平面直角坐标系

当测区平均高程在 100m 以下，且 y_m 值不大于 40km 时，其投影变形值 Δs_1 及 Δs_2 均小于 2.5cm，可以满足大比例尺测图和工程放样的精度要求。，在偏离中央子午线不远和地面平均高程不大的地区，不需考虑投影变形问题，直接采用国家统一的 3° 带高斯正形投影平面直角坐标系作为工程测量的坐标系。

(2) 抵偿投影面的 3° 带高斯正形投影平面直角坐标系

在这种坐标系中，依然采用国家 3° 带高斯投影，但投影的高程面不是参考椭球面而是依据补偿高斯投影长度变形而选择的高程参考面。在这个高程参考面上，长度变形为零。令

$$s \left(\frac{y_m^2}{2R_m^2} + \frac{H_m}{R} \right) = \Delta s_2 + \Delta s_1 = \Delta s = 0 \quad (2.26)$$

于是，当 y_m 一定时，可求得：

$$\Delta H = \frac{y_m^2}{2R} \quad (2.27)$$

则投影面高为：

$$H_{\text{投}} = H_m + \Delta H \quad (2.28)$$

(3) 任意带高斯正形投影平面直角坐标系

在这种坐标系中，仍把地面观测结果归算到参考椭球面上，但投影带的中央子午线不按国家 3° 带的划分方法，而是依据补偿高程面归算长度变形而选择的某一条子午线作为中央子午线。这就是说，在 2.26 式中，保持 H_m 不变，于是求得

$$y = \sqrt{2R_m H_m} \quad (2.29)$$

但在实际应用这种坐标系时，往往是选取过测区边缘，或测区中央，或测区内某一

点的子午线作为中央子午线，而不经上述的计算。

(4) 具有高程抵偿面的任意带高斯正形投影平面直角坐标系

在这种坐标系中，往往是指投影的中央子午线选在测区的中央，地面观测值归算到测区平均高程面上，按高斯正形投影计算平面直角坐标。由此可见，这是综合第二、三两种坐标系长处的一种任意高斯直角坐标系。显然，这种坐标系更能有效地实现两种长度变形改正的补偿。

(5) 假定平面直角坐标系

当测区控制面积小于 100km^2 时，可不进行方向和距离改正，直接把局部地球表面作为平面建立独立的平面直角坐标系。这时，起算点坐标及起算方位角，最好能与国家网联系，如果联系有困难，可自行测定边长和方位，而起始点坐标可假定。这种假定平面直角坐标系只限于某种工程建筑施工之用。

3 坐标转换的数学模型

在 GPS 测量中，经常要进行坐标系变换与基准变换。所谓坐标系变换就是在不同的坐标表示形式间进行变换，基准变换是指在不同的参考基准间进行变换。

3.1 坐标系变换

3.1.1 空间直角坐标系与空间大地坐标系间的转换

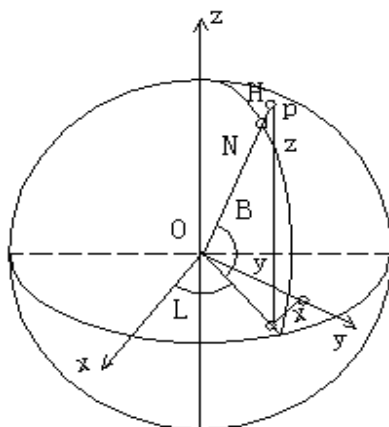


图 3.1 空间直角坐标与大地坐标间的转换

(1) 在相同的基准下，空间大地坐标系向空间直角坐标系的转换方法为：

$$\left. \begin{aligned} X &= (N + H) \cos B \cos L \\ Y &= (N + H) \cos B \sin L \\ Z &= [N(1 - e^2) + H] \sin B \end{aligned} \right\} \quad (3.1)$$

其中：

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 B}} \quad (3.2)$$

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} \quad (3.3)$$

a 为地球椭球长半轴；

b 为地球椭球的短半轴。

(2) 在相同的基准下，空间直角坐标系向空间大地坐标系的转换方法为：

$$\left. \begin{aligned} L &= \arctan\left(\frac{Y}{X}\right) \\ B &= \arctan\left\{\frac{Z(N+H)}{\sqrt{(X^2+Y^2)[N(1-e^2)+H]}}\right\} \\ H &= \frac{Z}{\sin B} - N(1-e^2) \end{aligned} \right\} \quad (3.4)$$

在采用上式进行转换时，需要采用迭代的方法，先将 B 求出，最后在确定 H。

3.1.2 空间坐标系与平面直角坐标系间的转换

空间坐标系与平面直角坐标系间的转换采用的是投影变换的方法。在我国一般采用的是高斯投影。

(1) 高斯正算计算公式

$$\left. \begin{aligned} x &= X + \frac{N}{2\rho''^2} \sin Bl''^2 + \frac{N}{2\rho''^4} \sin B \cos^3 B (5-t^2+9\eta^2)l''^4 \\ y &= \frac{N}{\rho''} \cos Bl'' + \frac{N}{6\rho''^3} B(1-t^2+\eta^2)l''^3 + \frac{N}{120\rho''^5} \cos^5 B (5-18t^2+t^4)l''^5 \end{aligned} \right\} \quad (3.5)$$

当要求转换精度精确至 0.001m 时，用下式计算：

$$\left. \begin{aligned} x &= X + \frac{N}{2\rho''^2} \sin Bl''^2 + \frac{N}{24\rho''^4} \sin B \cos^3 B (5-t^2+9\eta^2+4\eta^4)l''^4 + \\ &\quad \frac{N}{720\rho''^6} \sin B \cos^5 B (61-58t^2+t^4)l''^6 \\ y &= \frac{N}{\rho''} \cos Bl'' + \frac{N}{6\rho''^3} \cos^3 B (1-t^2+\eta^2)l''^3 + \\ &\quad \frac{N}{720\rho''^5} \cos^5 B (5-18t^2+t^4+14\eta^2-58\eta^2t^2)l''^5 \end{aligned} \right\} \quad (3.6)$$

(2) 高斯反算计算公式

$$\left. \begin{aligned} B &= B_f - \frac{t_f}{2M_f N_f} y^2 + \frac{t_f}{24M_f N_f^3} (5+3t_f^3+\eta_f^2-9\eta_f^2 t_f^2) y^4 - \\ &\quad \frac{t_f}{720M_f N_f^5} (61+90t_f^2+45t_f^4) y^6 \\ l &= \frac{1}{N_f \cos B_f} y - \frac{1}{6N_f^3 \cos B_f} (1+2t_f^2+\eta_f^2) y^3 + \\ &\quad \frac{1}{120N_f^5 \cos B_f} (5+28t_f^2+24t_f^4+6\eta_f^2+8\eta_f^2 t_f^2) y^5 \end{aligned} \right\} \quad (3.7)$$

当要求转换精度至 $0.01''$ 时，可简化为下式：

$$\left. \begin{aligned} B &= B_f - \frac{t_f}{2M_f N_f} y^2 + \frac{t_f}{24M_f N_f^3} (5 + 3t_f^2 + \eta_f^2 - 9\eta_f^2 t_f^2) y^4 \\ l &= \frac{1}{N_f \cos B_f} y - \frac{1}{6N_f^3 \cos B_f} (1 + 2t_f^2 + \eta_f^2) y^3 + \\ &\quad \frac{1}{120N_f^5 \cos B_f} (5 + 28t_f^2 + 24t_f^4) y^5 \end{aligned} \right\} \quad (3.8)$$

3.2 基准转换

3.2.1 七参数转换公式

不同坐标系统的转换本质上是不同基准间的转换，不同基准间的转换方法有很多，其中，最为常用的有布尔沙模型，又称为七参数转换法。

七参数转换法是：

设两空间直角坐标系间有七个转换参数：3 个平移参数、3 个旋转参数和 1 个尺度参数。

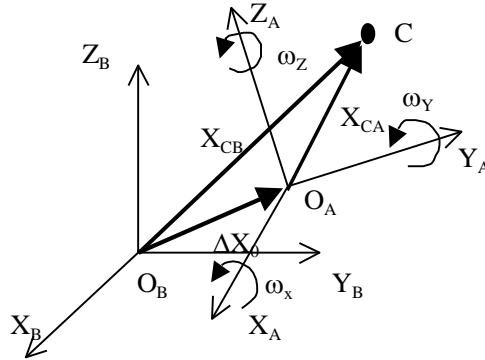


图 3.2 七参数转换

若：

$(X_A, Y_A, Z_A)^T$ 为某点在空间直角坐标系 A 的坐标；

$(X_B, Y_B, Z_B)^T$ 为该点在空间直角坐标系 B 的坐标；

$(\Delta X_0, \Delta Y_0, \Delta Z_0)^T$ 为空间直角坐标系 A 转换到空间直角坐标系 B 的平移参数；

$(\omega_x, \omega_y, \omega_z)$ 为空间直角坐标系 A 转换到空间直角坐标系 B 的旋转参数;

m 为空间直角坐标系 A 转换到空间直角坐标系 B 的尺度参数。

则由空间直角坐标系 A 到空间直角坐标系 B 的转换关系为:

$$\begin{bmatrix} X_B \\ Y_B \\ Z_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta X_0 \\ \Delta Y_0 \\ \Delta Z_0 \end{bmatrix} + (1+m)R(\omega) \begin{bmatrix} X_A \\ Y_A \\ Z_A \end{bmatrix} \quad (3.9)$$

其中:

$$R(\omega_x) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \omega_x & \sin \omega_x \\ 0 & -\sin \omega_x & \cos \omega_x \end{bmatrix} \quad (3.10)$$

$$R(\omega_y) = \begin{bmatrix} \cos \omega_y & 0 & -\sin \omega_y \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \omega_y & 0 & \cos \omega_y \end{bmatrix} \quad (3.11)$$

$$R(\omega_z) = \begin{bmatrix} \cos \omega_z & \sin \omega_z & 0 \\ -\sin \omega_z & \cos \omega_z & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.12)$$

一般 ω_x 、 ω_y 和 ω_z 均为小角度, 可以认为:

$$\cos \omega \approx 1$$

$$\sin \omega \approx \omega$$

则有:

$$R(\omega) = R(\omega_z) \cdot R(\omega_y) \cdot R(\omega_x) = \begin{bmatrix} 1 & \omega_z & -\omega_y \\ -\omega_z & 1 & \omega_x \\ \omega_y & -\omega_x & 1 \end{bmatrix} \quad (3.13)$$

也可将转换公式表示为:

$$\begin{bmatrix} X_B \\ Y_B \\ Z_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta X_0 \\ \Delta Y_0 \\ \Delta Z_0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_A \\ Y_A \\ Z_A \end{bmatrix} + K \begin{bmatrix} \omega_X \\ \omega_Y \\ \omega_Z \\ m \end{bmatrix} \quad (3.14)$$

$$K = \begin{bmatrix} 0 & -Z_A Y_A & X_A \\ Z_A & 0 & -X_A Y_A \\ -Y_A & X_A & 0 & Z_A \end{bmatrix} \quad (3.15)$$

3.2.2 四参数转换公式^[13]

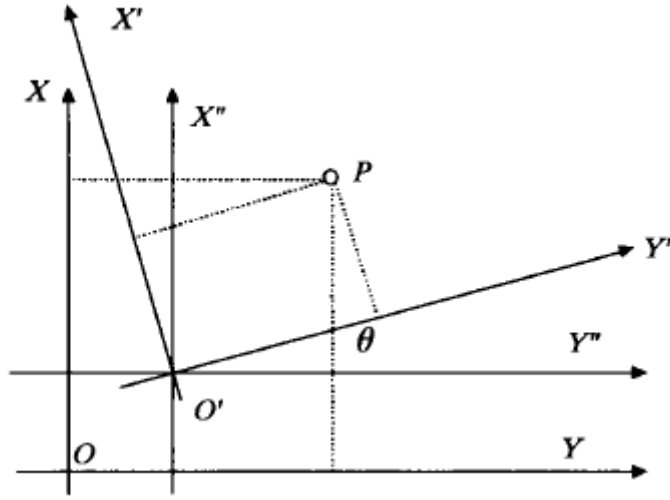


图 3.3

设 $[x, y]_S^T$ 为转换前原坐标, $[x, y]_T^T$ 为转换后的新坐标, a 、 b 、 c 、 d 为未知的坐标转换临时变量, 当有 n 个已知公共点时, 按间接平差原理, 则法方程式为:

$$\left. \begin{aligned} na + [x_S]c + [y_S]d - [X_T] &= 0 \\ nb + [y_S]c - [x_S]d - [Y_T] &= 0 \\ [x_S]a + [y_S]b + [x_S^2 + y_S^2]c - [x_S X_T + y_S Y_T] &= 0 \\ [y_S]a + [x_S]b + [x_S^2 + y_S^2]d - [y_S X_T - x_S Y_T] &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (3.16)$$

令:

$$\left. \begin{aligned} x_m &= [x_S]/n & y_m &= [y_S]/n & x_S' &= x_S - x_m & y_S' &= y_S - y_m \\ X_m &= [X_T]/n & Y_m &= [Y_T]/n & X_T' &= X_T - X_m & Y_T' &= Y_T - Y_m \end{aligned} \right\} \quad (3.17)$$

则：

$$\left. \begin{aligned} c &= ([x_s' X_T' + y_s' Y_T'] / ([x_s'^2 + y_s'^2]) \\ d &= ([y_s' X_T' - x_s' Y_T'] / ([x_s'^2 + y_s'^2]) \\ a &= x_m - x_m c - y_m d \\ b &= y_m - y_m c + x_m d \end{aligned} \right\} \quad (3.18)$$

$$\kappa = \sqrt{c^2 + d^2} - 1 \quad (3.19)$$

$$\Delta\varepsilon = a \sin(d / (1 + \kappa)) * 180 / \pi \quad (3.20)$$

$$\Delta x = a / (1 + \kappa) \quad (3.21)$$

$$\Delta y = b / (1 + \kappa) \quad (3.22)$$

3.3 坐标转换基本模型在测量实践和理论中的应用及分析

3.3.1 同一基准下坐标转换计算

同一基准下坐标转换问题实质上是不同表达形式坐标之间的转换，直接利用相应的转换模型就可以实现转换计算。

(1) 测量实践中的坐标正反算。数学上讲，这是极坐标和平面直角坐标之间的换算，应可实现两点间边长、方位角和坐标的相互换算，正算的关键是推算方位角，反算的关键是判断方位角所属象限。

(2) 换带计算。换带计算是相同基准下不同投影带的高斯平面直角坐标之间的转换计算，目前换带计算均采用高斯投影正、反算公式来完成，具体步骤为：由第一投影带的高斯平面直角坐标 (x, y) 按3.6式求出该点在椭球面上的大地坐标 (B, L) ，再根据第二投影带的轴子午线经度以及该点反算出的 (B, L) 按3.8式，求出该点在第二带的高斯平面直角坐标 (x, y) 。

3.3.2 不同基准下坐标转换计算

先要利用控制网中的多于必要个数的重合点，采用最小二乘严密平差解算转换参数，这些重合点具有可靠性、精度高，在控制网中分布均匀、覆盖的范围大，建立具体的转换模型，进而实现其它控制点的转换计算，并用和重合点的距离定权对公共点加以

配置，解决转换前后坐标不完全一致的矛盾。

(1) 54国家大地坐标、80国家大地坐标、WGS—84地心大地坐标之间的转换计算。这是不同基准下的坐标转换。直接采用国家54系统克拉索夫斯基椭球 E_0^{54} 、国家80系统定位定向后75椭球 E_0^{80} ，WGS-84椭球 E_0^{84} 的相互间旋转、平移、比例、长半轴以及扁率因子9个参数，它是建立国家大地基准时确定的权威系统参数，然后按3.14式实现换算。

(2) 54参心、80参心、WGS-84地心空间直角坐标之间的转换计算。54参心、80参心、WGS-84地心空间直角坐标之间的转换属于不同基准下的坐标转换。在实际工作中根据不同的精度要求可以采用三点法、多点法、严密平差法先求出旋转、平移、尺度因子共7个参数，然后应用3.14式实现转换计算。

(3) 一地方独立平面坐标与另一地方独立平面坐标之间换算。在实践中利用多个重合点采用最小二乘法解求出旋转、平移、尺度因子共4个参数，然后应用3.19-3.22式实现其它点的转换计算。

(4) GPS网在WGS-84坐标系中的三维平差结果到实用地面参心坐标的换算…。无论取重心基准还是单点定位值作为位置基准，由于GPS单点定位精度不高，因此，GPS网在WGS-84坐标系中平差后各个GPS点在WGS-84坐标系中的坐标值精度也较低，但相对于网的位置基准则具有相当高的精度。为此，转换时不能使用已知的系统转换参数，而必须应用三点法、多点法、严密平差法解求转换参数确定转换模型，再求全网其它GPS点的实用地面参心坐标。

(5) GPS点在 E_0 椭球上的大地坐标到 E_1 椭球上的大地坐标计算。实际上属于不同大地坐标系统之间的转换的一种特殊情况。

$$\begin{bmatrix} B_1 \\ L_1 \\ H_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_0 \\ L_0 \\ H_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e^2 \sin 2B_0 / 2(M_0 + H_0) \sqrt{1 - e^2 \sin^2 B_0} \\ 0 \\ 1 / \sqrt{1 - e^2 \sin^2 B_0} \end{bmatrix} \quad (3.23)$$

(6) 54国家高斯平面坐标到80国家高斯平面坐标的转换计算

如果已知两坐标系统的大地坐标改正数 dB, dL ，则第1步用把 $(x, y)_{54}$ 换成 $(B, L)_{54}$ ；第2步计算 $(B, L)_{54} + (dB, dL) = (B, L)_{80}$ ；第3步按3.6式，把 $(B, L)_{80}$ 转换成 $(x, y)_{80}$ 。

(7) 国家高斯平面坐标和地方独立平面坐标之间换算。已知起算点 P_1, P_2 的国家高斯平面坐标 $(X_G^1, Y_G^1), (X_G^2, Y_G^2)$ 和 P_1, P_2 的地方独立平面坐标 $(X_D^1, Y_D^1), (X_D^2, Y_D^2)$ 。

第1步：应用3.8式计算出 P_1, P_2 在 E_0 椭球下对应的大地坐标；第2步：应用3.23式计算出 P_1, P_2 在 E_1 椭球上对应的大地坐标；第3步：应用3.6式计算 P_1, P_2 在 E_1 椭球下的高斯平面坐标；第4步：由 P_1, P_2 的在 E_1 椭球下的高斯平面坐标和地方独立平面坐标计算平移、旋转参数；第5步：应用3.19-3.22式实现其它任意点 P_i 在椭球下的高斯平面坐标和地方独立平面坐标之间的换算；第6步：应用3.8、3.23式分别计算出 P_i 在椭球下 E_1, E_0 大地坐标；第6步：应用3.6式计算出任意点 P_i 在 E_0 椭球下的高斯平面坐标。

4 坐标转换程序设计

4.1 程序整体设计

4.1.1 参数设计

(1) 参数设计模块

此模块包括参考椭球设置、四参数设置和七参数设置。不同的坐标系不同的参考椭球间进行转换时，其相对应的参考椭球半径、偏心率等参数也不同。

系统提供了西安 80 坐标系、北京 54 坐标系、WGS-84 坐标系等参考椭球参数的选择设置四参数设置是用于不同高斯平面之间的进行转换；七参数转换是用于不同的空间直角坐标系的转换，用户以根据实际情况进行选定设置

(2) 参数计算模块

① 七参数计算

当空间直角坐标在不同的参考椭球之间进行转换时，通常采用三参数法和七参数法，当这些参数未知的情况下，可以利用原椭球和目标椭球下的三对空间直角坐标进行计算当两个坐标系的轴部平行，且坐标原点不重合时，利用三参数法进行转换；当两个坐标系的轴不平行，且坐标原点不重合时，用七参数法转换。三参数法是七参数法的特殊情况。 dX_0 、 dY_0 、 dZ_0 、 θ_x 、 θ_y 、 θ_z 、 d_λ 为两个坐标系之间的变换参数，分别为坐标平移量、角度旋转量和变换尺度。

② 四参数计算

当平面直角坐标在不同的参考椭球下进行转换时可以利用四参数法来实现，参数未知的情况下，可以通过原椭球和目标椭球条件下两个坐标系的两对坐标利用最小二乘法计算求得， dX_0 、 dY_0 、 θ_x 、 d_λ 为两个坐标轴之间变换参数，分别为坐标平移量、角度旋转量和变换尺度。

(3) 转换方式模块

此模块包括坐标转换采用单点转换方式还是文件转换方式。如果是单点转换，用户在界面上输入原坐标以后按“转换”按钮，则可在另一文本框中得到转换后的坐标。文件转换是对转换前后坐标数据、转换参数采用文件化管理，用户可以将一种转换作为一个文件保存下来，下次使用时从文件菜单中选择打开这个文件来调用所有已有的转换参

数，也可以自己设置文件格式。

(4) 坐标换带模块

坐标换带模块首先要进行参数设置，包括坐标换带前后的基准纬度、中央子午线经度、参考椭球及换带类型进行设置。然后把原坐标利用高斯坐标反算函数转换成大地坐标。再利用大地坐标的纬度、新的中央子午线经度与计算出的经度之和利用坐标正算函数，得到新投影带下的坐标。同时应考虑坐标是通用值还是自然值的情况。

4.1.2 坐标转换模块

此模块包括不同平面直角坐标系之间的转换、空间直角坐标系向大地坐标的转换、不同大地坐标之间的转换、不同高斯平面直角坐标系之间的转换和不同坐标投影带之间的转换

(1) 高斯平面直角向平面直角坐标转换：当参考椭球不变时，坐标转换前后不变；当参考椭球变化时，则根据不同的参考椭球参数和四参数转换参数对坐标进行转换。

(2) 高斯平面直角坐标向大地坐标转换（高斯反算）：当参考椭球不变时，可利用高斯坐标反算公式进行转换。参考椭球变化时，要根据不同的参考椭球参数和四参数首先把高斯平面直角坐标转换成目标参考椭球下的平面直角坐标，然后再利用高斯反算公式将它转换成目标椭球下的大地坐标。

(3) 高斯平面直角坐标向空间直角坐标系转换：当参考椭球不变时，首先将平面直角坐标转换成大地坐标，然后把大地坐标转换成空间直角坐标。当参考椭球变化时，则首先把平面直角坐标转换成大地坐标，然后转换成空间直角坐标以后，根据不同的参考椭球参数和七参数转换参数把空间直角坐标转换到目标参考椭球下的空间直角坐标

(4) 大地坐标向大地坐标转换：当参考椭球不变时，转换前后坐标值不变；参考椭球变化时，首先大地坐标转换成空间直角坐标；再利用七参数转换成目标椭球下的空间直角坐标，然后再转换成目标椭球下的大地坐标

(5) 大地坐标向空间直角坐标转换：当参考椭球不变时；可直接运用公式对坐标进行转换；当参考棉球变化时，要首先把大地坐标转换成原椭球下的空间直角坐标，然后利用七参数转换成目标椭球下的空间直角坐标

(6) 大地坐标向平面直角坐标转换（高斯正算）；参考椭球不变时；利用高斯坐标正算公式直接进行转换。当参考椭球变化的，首先将大地坐标转换成原椭球下的空间直角坐标再利用七参数转换到目标椭球下的空间直角坐标，然后转换成目标椭球的大地坐标。最后利用坐标正算公式进行坐标转换。

(7) 空间直角坐标转换成空间直角坐标：当参考椭球不变对，转换前后坐标不变；

当参考椭球变化时，应利用七参数法把坐标转换成目标椭球下的空间直角坐标。

(8) 空间直角坐标转换成大地坐标：当参考椭球不变时；直接把空间坐标转换成大地坐标；当参考椭球变化时，首先把空间直角坐标利用六参数转换成目标椭球下的空间直角坐标，然后转换成目标椭球下的大地坐标

(9) 空间直角坐标转换成平面直角坐标：当参考椭球不变时，空间直角坐标首先转换成大地坐标，然后利用高斯坐标正算公式转换成平面直角坐标；当参考椭球变化时，空间直角坐标首先要经过七参数转换成目标椭球的空间直角坐标，然后转换成目标椭球下的大地坐标，再利用高斯坐标正算公式转换成平面直角坐标

4.1.3 程序功能设计图

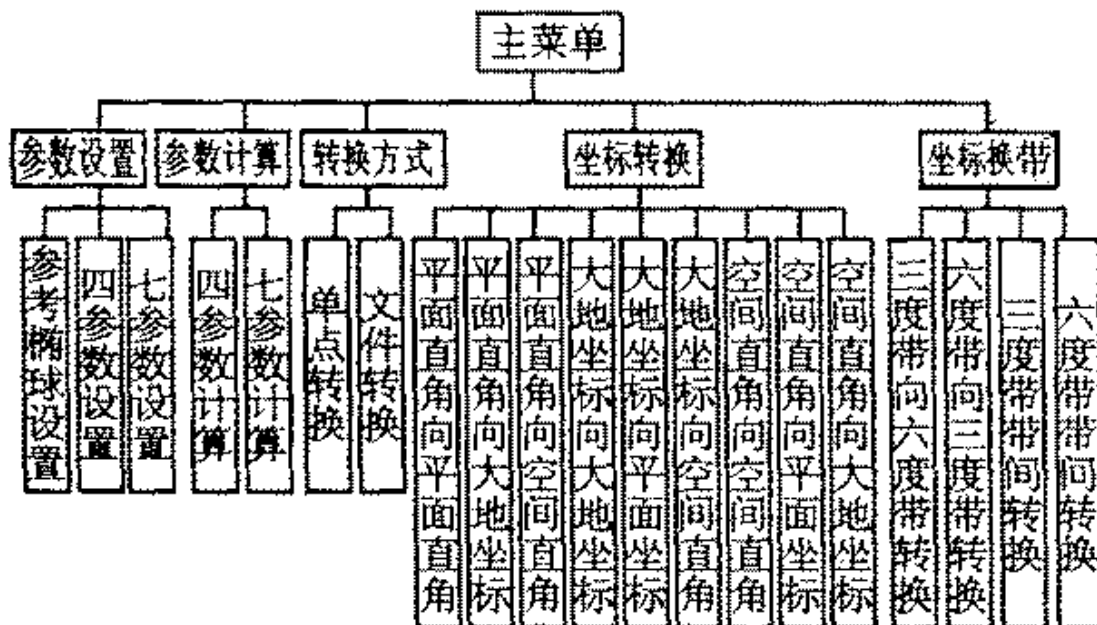


图4.1程序功能设计图

4.2 利用 MATLAB 实现坐标转换的函数

4.2.1 程序基本函数

见附录

4.2.2 坐标转换类函数

见附录

4.2.3 GUI程序代码

见附录

4.2.4 基于GUI程序界面设计

(1) 同一基准下坐标转换计算程序设计框图

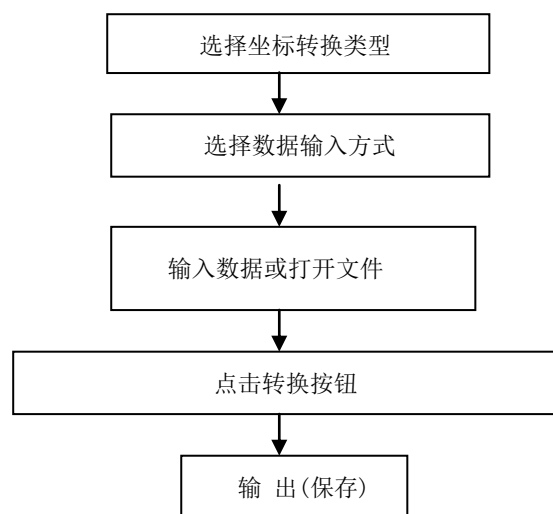


图 4.2 程序设计框图

(2) 算例

① 选择坐标源类型和目标类型



图 4.3 初始界面

② 选择坐标转换类型

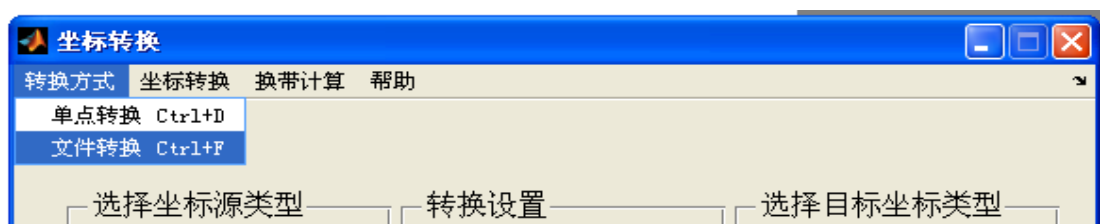


图 4.4 选择坐标转换类型

③ 打开文件



图 4.5 打开文件对话框

④ 点击转换按钮

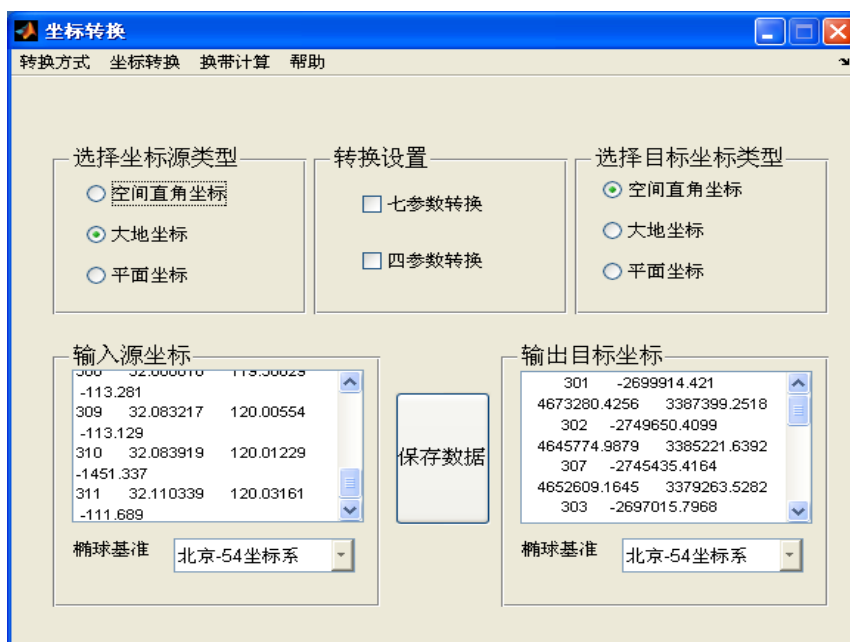


图 4.6 转换后界面

⑤ 保存数据

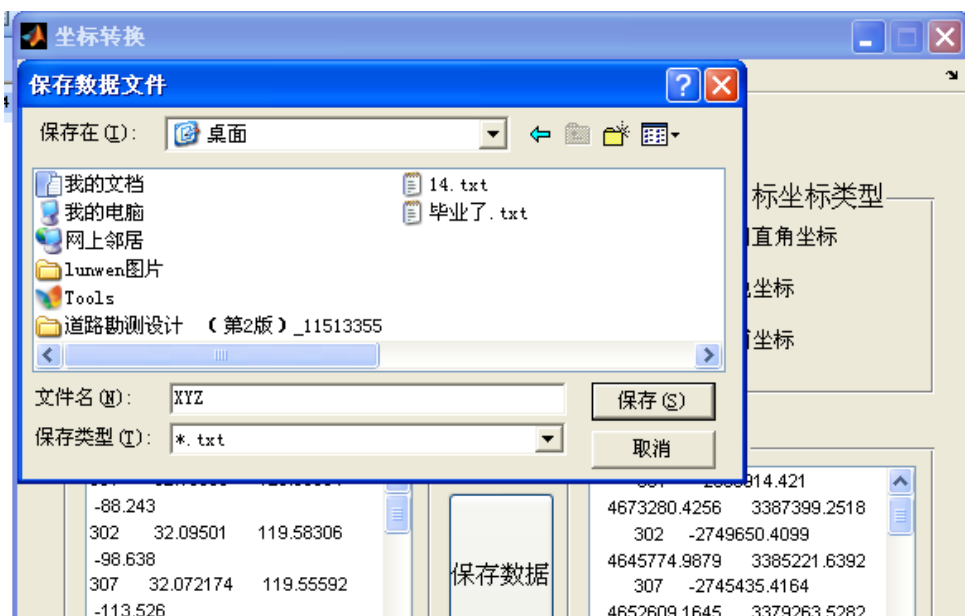


图 4.7 保存文件对话框

(3) 不同基准下坐标转换计算程序设计框图

(4)

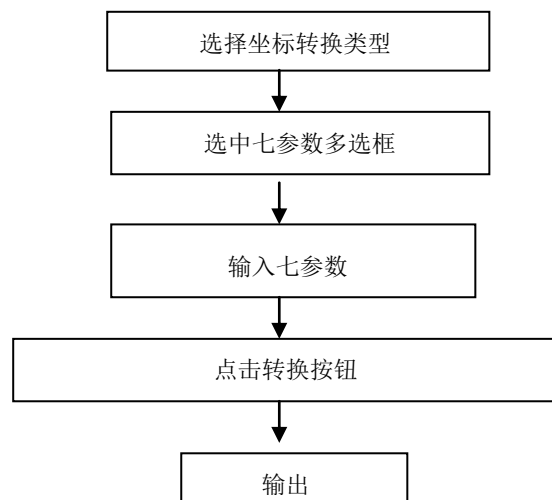


图 4.8 程序设计框图

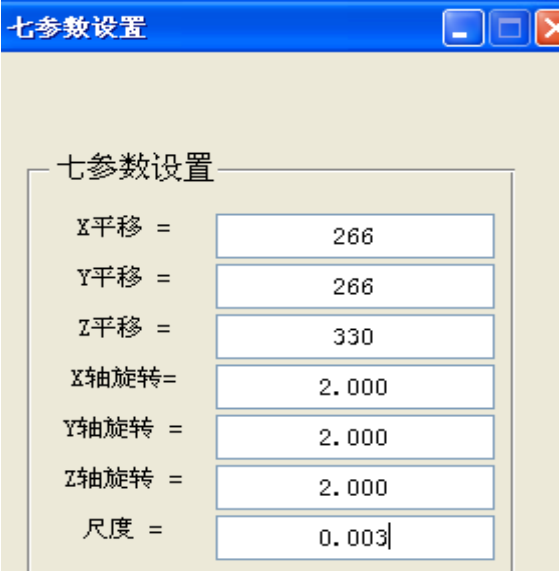
(5) 算例

① 选择坐标转换类型



图 4.9 选择坐标转换类型

②输入七参数



七参数设置

X平移 =	266
Y平移 =	266
Z平移 =	330
X轴旋转 =	2.000
Y轴旋转 =	2.000
Z轴旋转 =	2.000
尺度 =	0.003

图 4.10 七参数设置窗口

③输入原始坐标，点击转换



坐标转换

转换方式 坐标转换 换带计算 帮助

选择坐标源类型

☒ 空间直角坐标

☐ 大地坐标

☐ 平面坐标

转换设置

☒ 七参数转换

☐ 四参数转换

选择目标坐标类型

☒ 空间直角坐标

☐ 大地坐标

☐ 平面坐标

输入源坐标

X = -2703200.78130234

Y = 4678971.01792896

Z = 3376976.80390753

椭球基准 北京-54坐标系

输出目标坐标

X = -2665596.2119

Y = 4905512.1669

Z = 3129751.3266

椭球基准 北京-54坐标系

坐标转换

图 4.11 转换结果窗口

(6) 反算七参数，算例

① 点击计算七参数

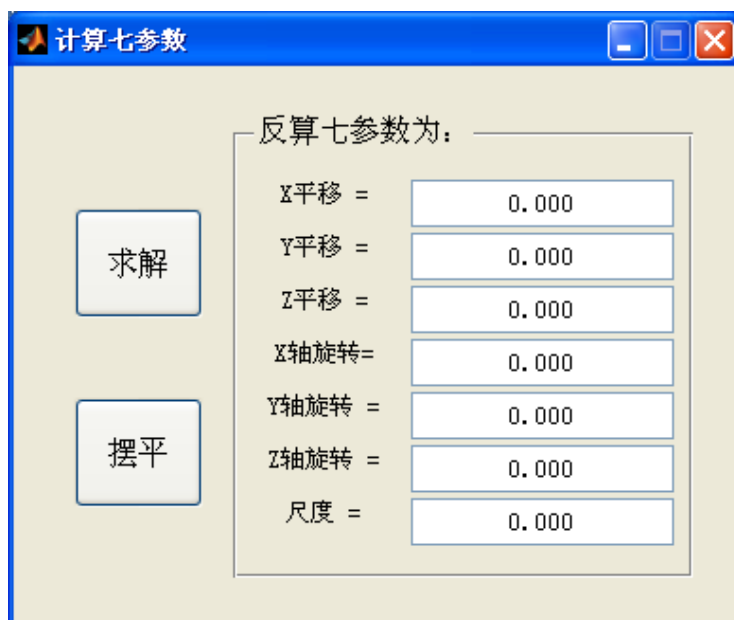


图 4.12 计算七参数窗口

② 输入公共点坐标数据



图 4.13 选择公共点坐标数据对话框

③得到结果

计算七参数

求解

摆平

反算七参数为:

X平移 =	2.21878
Y平移 =	-5.92806
Z平移 =	-33030.2
X轴旋转 =	57.1754
Y轴旋转 =	-21.1128
Z轴旋转 =	44.0416
尺度 =	-0.0001017

图 4.14 运算结果界面

(7) 坐标换带计算，算例

输入原投影参数和目标投影参数，然后输入源坐标，点击转换，得到结果。

换带计算

原投影参数

中央子午线=	117.0000
Y常数 =	500000

目标投影参数

中央子午线=	120.0000
Y常数 =	500000

输入源坐标

x =	3564881.3491
y =	784207.2871
h =	-88.243

转换

输出目标坐标

x =	3599609.8121
y =	503327.6661
h =	-88.243

图 4.14 运算结果界面

结 论

通过本文的研究,利用 MATLAB 软件进行应用性开发,开发出了工程测量很关键的坐标转换软件。程序解决了工程测量技术人员在运算方面所能遇见的一些常见的坐标转换计算和数据分析处理问题。程序的运算功能设计合理,界面友好,用户使用方便,操作简易。该程序能帮助工程技术人员、科研人员从繁琐的数据运算和数据分析处理中解脱出来,同时也避免了为解决坐标转换问题而专门花精力,大大减轻了用户的工作量,使用户有更多的精力用在其它方面。

坐标转换一直是专业性强且不易解决的问题,开发出一套既运算速度快又能保持高精度的坐标转换软件,将会给经济建设、科学技术和国防提供便利、高效的服务。针对复杂的坐标转换计算过程,利用 MATLAB 实现了不同坐标系统的转换,使用户能够简单、方便地实现不同坐标系统中单点、批量点的坐标转换,针对目前坐标转换软件功能单一、操作不方便等问题,采用窗口、菜单、控件的操作方式,实现了所见即所得的人性化界面设计。

由于时间紧再加个人能力的限制,本程序开发得还不够深入全面,未来需要进一步开展的工作,可以从下面几个方面来开展:

- (1) 现在的程序需要在 MATLAB 环境下才能运行,下一步需要研究将系统转换成在 Windows 环境下能运行的程序。
- (2) 对运算结果的显示输出中,是用文本文件输出,下一步要研究将其改进为 GPS 或是全站仪支持的数据格式进行输出,使用户直接进行工程测量工作。
- (3) 在系统的功能方面,各坐标基准转换精度有待加强,下一步需要研究进一步解决。

解决了以上问题,才能真正满足目前施工一线测量人员的需求。这是我今后工作学习生活中应不断努力的,争取能够早日完善它。

参考文献

- [1] 刘亚静,毛善君,郭达志等.基于 VC++的坐标系统转换设计与实现[J].湖南科技大学学报(自然科学版).2006.9(3):61-64.
- [2] MATLAB 联机文档
- [3]王沫然.MATLAB 与科学计算[M].北京:电子工业出版社,2004.2.
- [4]姚连璧,周小平.基于 MATLAB 的控制网平差程序设计[M].上海:同济大学出版社,2006.4.
- [5]边少锋,柴洪洲,金际航.大地坐标系与大地基准[M].北京:国防工业出版社,2005.5.
- [6]孔祥元,郭际明,刘宗泉.大地测量学基础[M].武汉:武汉大学出版社,2006.1.
- [7]李开友.基于 MATLAB 的工程运算可视化系统的设计与实现:(硕士学位论文).昆明理工大学,2006.
- [8]董钧祥,杨德宏.测量坐标转换模型及其应用[J].昆明理工大学学报(理工版).2006.4(3):1-4.
- [9]刘大杰,施一民.全球定位系统(GPS)的原理与数据处理[M].上海:同济大学出版社,1996.
- [10]孔祥元,梅是义.控制测量学(下)[M].武汉:武汉大学出版社,2002.
- [11]施一民.现代大地控制测量[M].上海:同济大学出版社,2003.6.
- [12]陈清礼,胡家华.大地坐标转换程序[J].江汉石油学院学报.1998.3(1):45-49.
- [13]范新云.利用 GPS 测定地方坐标系转换的四参数法[J].海洋测绘.2005.7(4):35-37.
- [14]Bowring B. R.. Transformation from Spatial to Geographic Coordinates. Survey Review. No. 181, 1987
- [15]Paul, M. K.. A Note on Computation of Geographic Coordinates. Bulletin Geodesique. No. 108, 1978

附 录

```
% -----
% -----
椭球参数 tqcs.m
% -----
global cs% 定义cs为全局变量
cs=[6378245 1/298.3
6378140 1/298.257
6378137 1/298.257223563]; %三个常用的坐标系的长半轴、扁率
% -----

度分秒转化为弧度d2r.m
% -----
function y=d2r(x)
    D=fix(x);
    M=fix(100*(D-fix(x)));
    S=10000*(x-D-M/100);
    y=(D+M/60+S/3600)*pi/180;
% -----

弧度转化为度分秒d2r.m
% -----
function y=r2d(x)
    D=fix(x*180/pi);
    M=fix((x*180/pi-D)*60);
    S=fix((x*180/pi-D-(M/60))*3600);
    y=D+M/100+S/10000;
% -----

空间直角坐标转换为大地坐标转换函数 kj2dd.m
% -----
function BLH=kj2dd(a,B1,XYZ)
format long g
global BLH
BLH=[];
for i = 1 :size(XYZ,1)
    X=XYZ(i,1);Y=XYZ(i,2);Z=XYZ(i,3);%将输入数据分配给变量
    b=a*(1-B1);
    e=sqrt(a^2-b^2)/a;
    L=atan(Y/X);%求大地经度
    if L<0
        L=L+pi;
    end
    B(1)=atan((Z/sqrt(X^2+Y^2))*(1+e^2));
    for i=1:4%迭代求大地纬度
```

```

B(i+1)=atan((1/sqrt(X^2+Y^2))*(Z+(a*e^2*tan(B(i))/(sqrt(1+(1-e^2)*tan(B(i))))))));
end
Bn=B(i+1);
H=sqrt(X^2+Y^2)*cos(Bn)+Z*sin(Bn)-a/sqrt(1-sin(Bn)^2*e^2)*(1-sin(Bn)^2*e^2)
;%求大地高
Bn=r2d(Bn);
L=r2d(L);
BLH=[BLH;Bn L H];
End
% -----
% -----
大地坐标转换成空间直角坐标函数 dd2kj.m
% -----
function XYZ=dd2kj(a, Bl, BB)
format long g
global XYZ;
B=BB(:, 1);L=BB(:, 2);H=BB(:, 3); %将输入数据分配给变量
b=a*(1-Bl);
e=sqrt(a^2-b^2)/a;
B=d2r(B);
L=d2r(L);
N=a./sqrt(1-sin(B).^2.*e^2);
X=(N+H).*cos(B).*cos(L);
Y=(N+H).*cos(B).*sin(L);
Z=(N.*(1-e^2)+H).*sin(B);
XYZ=[X Y Z];
% -----
% -----
大地坐标向高斯平面直角坐标转换函数 dd2ty.m
% -----
function xyh=dd2ty(a, Bl, v, Y0, ML, BB)
global xyh
B=BB(:, 1);L=BB(:, 2);H=BB(:, 3);
B=d2r(B);l=d2r(L-ML);
b=a*(1-Bl);
e=sqrt(a^2-b^2)/a;%e为第一偏心率
e2=sqrt(a^2-b^2)/b;%e2为第二偏心率
N=a./sqrt(1-sin(B).^2*e^2);
%简化替代符号表示
c=a^2/b;
t=tan(B);
g=e2.*cos(B);

```

```

Itp = (e2 .* cos(B) ). ^ 2;
%高斯投影坐标正算公式
if v==1
X=111134.861.*r2d(B)-32005.780.*sin(B).*cos(B)-133.929.*sin(B).^3.*cos(B)-0
.697.*sin(B).^5.*cos(B);%克拉索夫椭球元素值
else
X=111133.005.*r2d(B)-32009.858.*sin(B).cos(B)-133.960.*sin(B).^3.*cos(B)-0
.698.*sin(B).^5.*cos(B);%1975年国际椭球元素值
end
m=cos(B).*1;
x = X + N .* t .* m.^ 2 / 2 + N .* t .* (5 - t.^2 + 9 * Itp + 4 * Itp.^2) .*
m.^ 4 / 24 + N .* t .* (61 - 58 * t.^ 2 + t.^ 4 + 270 * Itp - 330 * t.^ 2 .*
Itp) .* m.^ 6 / 720 + N .* t .* (1385 - 3111 * t.^ 2 + 543 * t.^ 4 - t.^ 6) .*
m.^ 8 / 40320;
%x=X+N.*t.*((0.5+((5-t.^2+9.*g.^2+4.*g.^4)./24+((61-58.*t.^2+t.^4)..*m.^
2./720))..*m.^2)..*m.^2)..*m;
y = N .* m + N .* (1 - t.^2 + Itp) .* m.^ 3 / 6 + N .* (5 - 18 * t .* t + t.^
4 + 14 * Itp - 58 * Itp .* t .* t) .* m.^ 5 / 120 + N .* (61 - 479 .* t.^ 2
+ 179 * t.^ 4 - t.^ 6) .* m.^ 7 / 5040;
%y=500000+N.*((1+((1-t.^2+g.^2)/6+(5-18.*t.^2+t.^4+14.*g.^2-58.*g.^2.*
t.^2)..*m.^2/120))..*m.^2)..*m;
y= Y0 + y;
xyh=[x y H];
% -----
% -----
高斯平面直角坐标向大地坐标转换函数 ty2dd.m
% -----
function BLH=ty2dd(a,B1,v,Y0,ML,xyh)
global BLH
x=xyh(:,1);y= xyh(:,2);h=xyh(:,3);
x = x * 0.000001;
y = y - Y0;
if v==1
bt= x /a
Bf = 9.04353301294 * x - 0.00000049604 * x.^ 2 - 0.00075310733* x.^ 3 -
0.00000084307* x.^ 4 - 0.00000426055* x.^ 5 - 0.00000010148* x.^ 6;
else
Bf = 9.04369066313 * x - 0.00000049618 * x.^ 2 - 0.00075325505* x.^ 3 -
0.0000008433* x.^ 4 - 0.00000426157* x.^ 5 - 0.0000001015* x.^ 6;
end
b=a*(1-B1);
e=sqrt(a^2-b^2)/a;%e 为第一偏心率
e2=sqrt(a^2-b^2)/b;%e2 为第二偏心率
Bf = d2r(Bf);

```

```

w1 = sin(Bf);
w2 = 1.0 - e^2 .* w1.^2;
w = sqrt(w2);
w3 = cos(Bf);
w4 = a^2.*w3.^2 + b^2.*w1.^2;
Mf = a*(1-e^2)./w.^3;
tf=tan(Bf);
Nf = a^2 ./ sqrt(w4);
Vf=Nf./Mf;
gf=e2^2 .* w3.^2;
B=Bf-(1/2). *Vf.^2.*tf.*((y./Nf).^2-((5+3.*tf.^2+gf.^2-9.*gf.^2.*tf.^2).*(y./Nf).^4/12)+((61+90.*tf.^2+45*tf.^2).*(y./Nf).^6)/360);
B=r2d(B);
l=(1./cos(Bf)).*((y./Nf)-(1+2.*tf.^2+gf.^2).*(y./Nf).^3/6+(5+28.*tf.^2+24*tf.^46.*gf.^2+8.*gf.^2.*tf.^2).*(y./Nf).^5);
l=r2d(l);
L=ML+l;
BLH=[B L h];
% -----
% -----
七参数计算函数 burse.m
% -----
function y = burse(X)
global dX
X1=X(:,1);Y1=X(:,2);Z1=X(:,3);
X2=X(:,4);Y2=X(:,5);Z2=X(:,6);
N=size(X1);
n=N(1);
B=zeros(3*n,7);
for i=1:n
%V(3*i:3*(i+1),1)=[VX2(i) VY2(i) Vy3(i)];
B((3*i-2):3*i,1:7)=-[1 0 0 X1(i) 0 -Z1(i) Y1(i)
0 1 0 Y1(i) Z1(i) 0 -X1(i)
0 0 1 Z1(i) -Y1(i) X1(i) 0];
%dX=[dX0 dX0 dX0 a1 a2 a3 a4]';
L(3*i-2:3*i,1)=[X2(i) Y2(i) Z2(i)]';
end
P=eye(3*n);
dX=-inv(B'*P*B)*B'*P*L;
% -----
% -----
四参数计算函数 jd4cs.m
% -----
function y = jd4cs(XY)

```

```

global dY
xs=XY(:,1);ys=XY(:,2);XT=XY(:,3);YT=XY(:,4);
n=size(XY,1);
xm=ssum(xs)/n;ym=ssum(ys)/n;dxs=xs-xm;dys=ys-ym;
Xm=ssum(XT)/n;Ym=ssum(YT)/n;dXT=XT-Xm;dYT=YT-Ym;
c=ssum(dxs.*dXT+dys.*dYT)/ssum(dxs.^2+dys.^2);
d=ssum(dys.*dXT-dxs.*dYT)/ssum(dxs.^2+dys.^2);
a=xm-xm*c-ym*d;
b=ym-ym*c+xm*d;
K=sqrt(c*c+d*d)-1
de=asin(d/(1+k))*180/pi
x0=a/(1+k)
y0=b/(1+k)
dY=[x0,y0,de,K]
% -----
% -----
主窗体 mainf.m
% -----
function varargout = mainf(varargin)
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',   gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @mainf_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',  @mainf_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',   [] , ...
                  'gui_Callback',    []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end
if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
function mainf_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
handles.output = hObject;
movegui(gcf,'center');
guidata(hObject, handles);
global v
v=1;
function varargout = mainf_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
varargout{1} = handles.output;
function checkbox1_Callback(hObject, eventdata, handles)
if get(hObject,'value')==1

```

```

msgbox('请在七参数设置窗口中输入七参数');
end
function checkbox2_Callback(hObject, eventdata, handles)
if get(hObject,'value')==1
msgbox('请在四参数设置窗口中输入四参数');
end
function tqjz1_Callback(hObject, eventdata, handles)
global v
v=get(hObject,'value');
set(handles.tqjz2,'value',v);
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
global a B1 XYZ BLH ML Y0 v xyh dx dy dz ex ey ez k XYZN x0 y0 de K XY
tqcs;
tqval=get(handles.tqjz1,'value');
switch tqval
    case 1
a=cs(1,1);B1=cs(1,2);
    case 2
a=cs(2,1);B1=cs(2,2);
    case 3
a=cs(3,1);B1=cs(3,2);
end
format long
if get(handles.r2,'value')==1 & get(handles.r5,'value')==1
    XX=get(handles.e1,'string');
    YY=get(handles.e2,'string');
    ZZ=get(handles.e3,'string');
    set(handles.e4,'string',XX);
    set(handles.e5,'string',YY);
    set(handles.e6,'string',ZZ);
end
%空间直角坐标转大地坐标
if get(handles.r1,'value')==1 & get(handles.r5,'value')==1
    X=str2num(get(handles.e1,'string'));
    Y=str2num(get(handles.e2,'string'));
    Z=str2num(get(handles.e3,'string'));
    if X~=0 | Y~=0 | Z~=0
        XX=[X,Y,Z];
        kj2dd(a,B1,XX);
        B=BLH(1);
        L=BLH(2);
        H=BLH(3);
        if Z>0
            NF='N';

```

```

        else
            NF=' S' ;
        end
        if Y>0
            EW=' E' ;
        else
            EW=' W' ;
        end
        B=strcat(num2str(B), NF);
        L=strcat(num2str(L), EW);
        set(handles.e4, ' string', B);
        set(handles.e5, ' string', L);
        set(handles.e6, ' string', H);
    end
end
if get(handles.r1, ' value')==1 & get(handles.r6, ' value')==1
    XX=get(handles.e1, ' string');
    YY=get(handles.e2, ' string');
    ZZ=get(handles.e3, ' string');
end
%大地坐标转空间直角坐标
if get(handles.r2, ' value')==1 & get(handles.r4, ' value')==1
    B=str2num(get(handles.e1, ' string'));
    L=str2num(get(handles.e2, ' string'));
    H=str2num(get(handles.e3, ' string'));
    if B~=0 | L~=0 | H~=0
        BBB=[B L H];
        dd2kj(a, B1, BBB);
        X=num2str(XYZ(1));
        Y=num2str(XYZ(2));
        Z=num2str(XYZ(3));
        set(handles.e4, ' string', X);
        set(handles.e5, ' string', Y);
        set(handles.e6, ' string', Z);
    end
end
%大地坐标转换为高斯投影坐标
if get(handles.r2, ' value')==1 & get(handles.r6, ' value')==1
    if ML==0
        msgbox(' 请先设置好投影参数', ' Warning', ' warn');
        return;
    end
    B=str2num(get(handles.e1, ' string'));
    L=str2num(get(handles.e2, ' string'));

```

```

H=str2num(get(handles.e3,'string'));
if B~=0 | L~=0 | H~=0
BBB=[B L H];
dd2ty(a, Bl, v, Y0, ML, BBB);
x=num2str(xyh(1));
y=num2str(xyh(2));
h=num2str(xyh(3));
set(handles.e4,'string',x);
set(handles.e5,'string',y);
set(handles.e6,'string',h);
ML=0;
end
end
%高斯投影坐标转换为大地坐标
if get(handles.r3,'value')==1 & get(handles.r5,'value')==1
    if ML==0
        msgbox('请先设置好投影参数','Warning','warn');
        return;
    end
    x=str2num(get(handles.e1,'string'));
    y=str2num(get(handles.e2,'string'));
    h=str2num(get(handles.e3,'string'));
    if x~=0 | y~=0 | h~=0
        xy=[x y h];
        ty2dd(a, Bl, v, Y0, ML, xy);
        x=num2str(BLH(1));
        y=num2str(BLH(2));
        h=num2str(BLH(3));
        set(handles.e4,'string',x);
        set(handles.e5,'string',y);
        set(handles.e6,'string',h);
        ML=0;
    end
end
end
%不同基准的空间直角坐标间转换（七参数转换）
if get(handles.r1,'value')==1 & get(handles.r4,'value')==1
    if get(handles.checkbox1,'value')==0
        msgbox('请选中“七参数转换”多选框')
        return
    end
    X=str2num(get(handles.e1,'string'));
    Y=str2num(get(handles.e2,'string'));
    Z=str2num(get(handles.e3,'string'));
    if X~=0 | Y~=0 | Z~=0

```

```

XX=[X, Y, Z];
qcszh(dx, dy, dz, ex, ey, ez, k, XX);
X=num2str(XYZN(1));
Y=num2str(XYZN(2));
Z=num2str(XYZN(3));
set(handles.e4, 'string', X);
set(handles.e5, 'string', Y);
set(handles.e6, 'string', Z);
end
end
%不同基准的平面直角坐标间转换（四参数转换）
if get(handles.r3, 'value')==1 & get(handles.r6, 'value')==1
    if get(handles.checkbox2, 'value')==0
        msgbox('请选中“四参数转换”多选框')
        return
    end
    X=str2num(get(handles.e1, 'string'));
    Y=str2num(get(handles.e2, 'string'));
    if X~=0 | Y~=0
        XX=[X, Y];
        scszh(x0, y0, de, K, XX);
        X=num2str(XY(1));
        Y=num2str(XY(2));
        set(handles.e4, 'string', X);
        set(handles.e5, 'string', Y);
    end
end
function m1_1_Callback(hObject, eventdata, handles)
set(handles.e7, 'visible', 'off')
set(handles.e8, 'visible', 'off')
set(handles.e1, 'string', '0.000')
set(handles.e2, 'string', '0.000')
set(handles.e3, 'string', '0.000')
set(handles.e4, 'string', '0.000')
set(handles.e5, 'string', '0.000')
set(handles.e6, 'string', '0.000')
set(handles.t1, 'visible', 'on');
set(handles.t2, 'visible', 'on');
set(handles.t3, 'visible', 'on');
set(handles.t4, 'visible', 'on');
set(handles.t5, 'visible', 'on');
set(handles.t6, 'visible', 'on');
set(handles.e1, 'visible', 'on');
set(handles.e2, 'visible', 'on');

```

```

set(handles.e3,'visible','on');
set(handles.e4,'visible','on');
set(handles.e5,'visible','on');
set(handles.e6,'visible','on');
set(handles.pushbutton1,'enable','on')
set(handles.pushbutton2,'visible','off')
set(handles.pushbutton3,'visible','off')
set(handles.pushbutton1,'visible','on')
function m1_2_Callback(hObject, eventdata, handles)
set(handles.pushbutton1,'visible','off')
set(handles.pushbutton3,'visible','off')
set(handles.pushbutton2,'visible','on')
set(handles.pushbutton2,'enable','on')
set(handles.e7,'string','')
set(handles.e8,'string','')
set(handles.e7,'visible','on');
set(handles.e8,'visible','on');
[fn,pn,FILTERINDEX]=uigetfile({'*.txt'; '*.dat'; '*. *'}, '选择数据文件');
if (FILTERINDEX==0)
    return;
end
fid=fopen(strcat(pn,fn),'rt');
if(fid==-1)
    errordlg('Open file error!','Open error');
    return;
end
M=fscanf(fid,'%f',1000);
a=size(M,1);
X=reshape(M,4,a/4);
Y=num2str(X);
set(handles.e7,'string',Y);%输出文件数据到文本框中
set(handles.pushbutton1,'enable','on')
function m2_1_Callback(hObject, eventdata, handles)
set (mainf,'visible','off');
set (tysz,'visible','on');
function m2_2_Callback(hObject, eventdata, handles)
set (mainf,'visible','off');
set (qcysz,'visible','on');
function m2_3_Callback(hObject, eventdata, handles)
set (mainf,'visible','off');
set (scysz,'visible','on');
function m2_4_Callback(hObject, eventdata, handles)
set (mainf,'visible','off');
set (jsqcs,'visible','on');

```

```

function m2_5_Callback(hObject, eventdata, handles)
set (mainf,'visible','off');
set (jsscs,'visible','on');
function m4_1_Callback(hObject, eventdata, handles)
msgbox(['作者: 孔宁'],...
    ['单位: 土木工程系'], ...
    ['学号: 040712307'], ...
    ['Email: kongning3813@163.com'], ...
    ['水平有限, 程序简陋'], ...
    ['不足之处, 敬请原谅']
    ),'作者信息','help');
function r1_Callback(hObject, eventdata, handles)
set(handles.t1,'string','X =');
set(handles.t2,'string','Y =');
set(handles.t3,'string','Z =');
function r2_Callback(hObject, eventdata, handles)
set(handles.t1,'string','B =');
set(handles.t2,'string','L =');
set(handles.t3,'string','H =');
function r3_Callback(hObject, eventdata, handles)
set(handles.t1,'string','x =');
set(handles.t2,'string','y =');
set(handles.t3,'string','h =');
function r4_Callback(hObject, eventdata, handles)
set(handles.t4,'string','X =');
set(handles.t5,'string','Y =');
set(handles.t6,'string','Z =');
function r5_Callback(hObject, eventdata, handles)
set(handles.t4,'string','B =');
set(handles.t5,'string','L =');
set(handles.t6,'string','H =');
function r6_Callback(hObject, eventdata, handles)
set(handles.t4,'string','x =');
set(handles.t5,'string','y =');
set(handles.t6,'string','h =');
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
global cs BLH XYZ ML Y0 v xyh dx dy dz ex ey ez k XYZN x0 y0 de K XY
tqcs;
tqval=get(handles.tqjz1,'value');
switch tqval
    case 1
a=cs(1,1);Bl=cs(1,2);
    case 2
a=cs(2,1);Bl=cs(2,2);

```

```

        case 3
a=cs(3,1);Bl=cs(3,2);
end
format long
%文件转换空间直角转大地
if get(handles.r1,'value')==1 & get(handles.r5,'value')==1
    X=str2num(get(handles.e7,'string'));
    if X~=0
        YY=X(:,1);
        XX=X(:,[2 3 4]);
        kj2dd(a,Bl,XX);
        BLH=[YY,BLH];
        BLH=num2str(BLH);
        set(handles.e8,'string',BLH);
    end
end
%文件转换大地转空间直角
if get(handles.r2,'value')==1 & get(handles.r4,'value')==1
    X=str2num(get(handles.e7,'string'));
    if X~=0
        Y=X(:,1);
        X=X(:,[2 3 4]);
        dd2kj(a,Bl,X);
        XYZ=[Y,XYZ];
        XYZ=num2str(XYZ);
        set(handles.e8,'string',XYZ);
    end
end
%文件转换大地坐标转高斯投影坐标
if get(handles.r2,'value')==1 & get(handles.r6,'value')==1
    if ML==0
        msgbox('请先设置好投影参数','Warning','warn');
        return;
    end
    X=str2num(get(handles.e7,'string'));
    if X~=0
        Y=X(:,1);
        X=X(:,[2 3 4]);
        dd2ty(a,Bl,v,Y0,ML,X);
        xyh=[Y,xyh];
        xyh=num2str(xyh);
        set(handles.e8,'string',xyh);
    end
end
ML=0

```

```

end
%文件转换高斯投影坐标转大地坐标
if get(handles.r3,'value')==1 & get(handles.r5,'value')==1
    if ML==0
        msgbox('请先设置好投影参数','Warning','warn');
        return;
    end
    X=str2num(get(handles.e7,'string'));
    if X~=0
        Y=X(:,1);
        X=X(:,[2 3 4]);
        ty2dd(a,B1,v,Y0,ML,X);
        BLH=[Y,BLH]
        BLH=num2str(BLH);
        set(handles.e8,'string',BLH);
    end
end
ML=0
end
%文件转换不同基准的空间直角坐标转换（七参数转换）
if get(handles.r1,'value')==1 & get(handles.r4,'value')==1
    if get(handles.checkbox1,'value')==0
        msgbox('请选中“七参数转换”多选框')
        return
    end
    X=str2num(get(handles.e7,'string'));
    if X~=0
        Y=X(:,1);
        X=X(:,[2 3 4]);
        qcszh(dx,dy,dz,ex,ey,eZ,k,X)
        XYZN=[Y,XYZN];
        XYZN=num2str(XYZN);
        set(handles.e8,'string',XYZN);
    end
end
%文件转换不同基准的平面直角坐标转换（四参数转换）
if get(handles.r3,'value')==1 & get(handles.r6,'value')==1
    if get(handles.checkbox1,'value')==0
        msgbox('请选中“四参数转换”多选框')
        return
    end
    X=str2num(get(handles.e7,'string'));
    if X~=0
        Y=X(:,1);
        X=X(:,[2 3]);

```

```

scszh(x0, y0, de, K, X);
XY=[Y, XY];
XY=num2str(XY);
set(handles.e8, 'string', XY);
end
end
set(handles.pushbutton2, 'visible', 'off');
set(handles.pushbutton3, 'visible', 'on');
function pushbutton3_Callback(hObject, eventdata, handles)
[fn, pn, FILTERINDEX]=uiputfile({'*.txt'; '*.dat'; '*.*' }, '保存数据文件');
if (FILTERINDEX==0)
    return;
end
    fid=fopen(strcat(pn, fn), 'wt');
if(fid==-1)
    errordlg('Open file error!', 'Open error');
    return;
end
    X=str2num(get(handles.e8, 'string'));
fprintf(fid, '%5d%15.3f%15.3f%15.3f\n', X);
fclose(fid);
set(handles.pushbutton3, 'visible', 'off');
function m3_1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to m3_1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
set (mainf, 'visible', 'off');
set (hdjs, 'visible', 'on');
% -----
% -----
椭圆设置窗口 tysz.m
% -----
function varargout = tysz(varargin)

gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',   gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn',   @tysz_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',    @tysz_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',    [], ...
                  'gui_Callback',     []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

```

```

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
function tysz_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
handles.output = hObject;
movegui(gcf, 'center');
guidata(hObject, handles);
function varargout = tysz_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
varargout{1} = handles.output;
function pbl_Callback(hObject, eventdata, handles)
global ML Y0
ML=str2num(get(handles.e1, 'string'));
Y0=str2num(get(handles.e4, 'string'));
set(tysz, 'visible', 'off');
set(mainf, 'visible', 'on');
function tysz_CloseRequestFcn(hObject, eventdata, handles)
delete(hObject);
set(mainf, 'visible', 'on');
% -----
% -----
七参数设置窗口 qcysz.m
% -----
function varargout = qcysz(varargin)
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',   gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @qcysz_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',  @qcysz_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',   [] , ...
                  'gui_Callback',    []);
if nargin & isstr(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end
if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
function qcysz_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
handles.output = hObject;
movegui(gcf, 'center');

```

```

guidata(hObject, handles);
function varargout = qcysz_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
varargout{1} = handles.output;
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
global dx dy dz ex ey ez k
dx=str2num(get(handles.e1, 'string'));
dy=str2num(get(handles.e2, 'string'));
dz=str2num(get(handles.e3, 'string'));
ex=str2num(get(handles.e4, 'string'));
ex=d2r(ex);
ey=str2num(get(handles.e5, 'string'));
ey=d2r(ey);
ez=str2num(get(handles.e6, 'string'));
ez=d2r(ez);
k=str2num(get(handles.e7, 'string'));
set(qcysz, 'visible', 'off');
set(mainf, 'visible', 'on');
function qcysz_CloseRequestFcn(hObject, eventdata, handles)
delete(hObject);
set(mainf, 'visible', 'on');
% -----
% -----
四参数设置窗口 scysz.m
% -----
function varargout = scysz(varargin)
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',   gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @scysz_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',  @scysz_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',  [], ...
                  'gui_Callback',    []);
if nargin & isstr(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end
if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
function scysz_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
handles.output = hObject;
movegui(gcf, 'center');
guidata(hObject, handles);

```

```

function varargout = scssz_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
varargout{1} = handles.output;
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
global x0 y0 de K
x0=str2num(get(handles.e1,'string'));
y0=str2num(get(handles.e2,'string'));
de=str2num(get(handles.e3,'string'));
de=d2r(de);
K=str2num(get(handles.e4,'string'));
set(scssz,'visible','off');
set(mainf,'visible','on');
function scssz_CloseRequestFcn(hObject, eventdata, handles)
delete(hObject);
set(mainf,'visible','on');
% -----
% -----
计算七参数窗口 jsqcs.m
% -----
function varargout = jsqcs(varargin)
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',   gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @jsqcs_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',  @jsqcs_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',   [] , ...
                  'gui_Callback',    []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
function jsqcs_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
handles.output = hObject;
movegui(gcf,'center');
guidata(hObject, handles);
function varargout = jsqcs_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
varargout{1} = handles.output;
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
global dX
[fn,pn,FILTERINDEX]=uigetfile({'*.txt'; '*.dat'; '*. *'}, '选择数据文件');

```

```

if(FILTERINDEX==0)
    return;
end
    fid=fopen(strcat(pn,fn),'rt');
if(fid==-1)
    errordlg('Open file error!','Open error');
    return;
end
M=fscanf(fid,'%f',1000);
a=size(M,1);
X=reshape(M,7,a/7);
Y=X';
Y=Y(:,[2 3 4 5 6 7]);
burse(Y);
dx=dX(1);
dy=dX(2);
dz=dX(3);
ex=r2d(dX(4));
ey=r2d(dX(5));
ez=r2d(dX(6));
k=dX(7);
set(handles.e1,'string',dx);
set(handles.e2,'string',dy);
set(handles.e3,'string',dz);
set(handles.e4,'string',ex);
set(handles.e5,'string',ey);
set(handles.e6,'string',ez);
set(handles.e7,'string',k);
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
set(handles.e1,'string','0.000');
set(handles.e2,'string','0.000');
set(handles.e3,'string','0.000');
set(handles.e4,'string','0.000');
set(handles.e5,'string','0.000');
set(handles.e6,'string','0.000');
set(handles.e7,'string','0.000');
function figure1_CloseRequestFcn(hObject, eventdata, handles)
delete(hObject);
set(mainf,'visible','on');
% -----
% -----
计算四参数窗口 jsscs.m
% -----
function varargout = jsscs(varargin)

```

```

gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',   gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn',   @jsscs_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',    @jsscs_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',    [] , ...
                  'gui_Callback',     []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end
if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
function jsscs_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
handles.output = hObject;
movegui(gcf,'center');
guidata(hObject, handles);
function varargout = jsscs_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
varargout{1} = handles.output;
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
global dY
[fn,pn,FILTERINDEX]=uigetfile({'*.txt'; '*.dat'; '*. *'}, '选择数据文件');
if (FILTERINDEX==0)
    return;
end
fid=fopen(strcat(pn,fn),'rt');
if(fid==-1)
    errordlg('Open file error!','Open error');
    return;
end
M=fscanf(fid,'%f',1000);
a=size(M,1);
X=reshape(M,5,a/5);
Y=num2str(X');
Y=Y(:, [2 3 4 5]);
jd4cs(Y);
x0=dY(1);
y0=dY(2);
de=r2d(dY(3));
k=dY(4);
set(handles.e1,'string',x0);
set(handles.e2,'string',y0);

```

```

set(handles.e3,'string',de);
set(handles.e4,'string',K);
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
set(handles.e1,'string','0.000');
set(handles.e2,'string','0.000');
set(handles.e3,'string','0.000');
set(handles.e4,'string','0.000');
function figure1_CloseRequestFcn(hObject, eventdata, handles)
delete(hObject);
set(mainf,'visible','on');
% -----
% -----
坐标换带计算窗口 hdjs.m
% -----
function varargout = hdjs(varargin)
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',   gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @hdjs_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',  @hdjs_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',   [] , ...
                  'gui_Callback',    []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end
if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
function hdjs_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
handles.output = hObject;
movegui(gcf,'center');
guidata(hObject, handles);
function varargout = hdjs_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
varargout{1} = handles.output;
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
global a B1 v BLH xyh
tqcs;
if v == 1
a=cs(1,1);B1=cs(1,2);
end
if v == 2
a=cs(2,1);B1=cs(2,2);

```

```

else
    a=cs(3,1);Bl=cs(3,2);
end
ML=str2num(get(handles.e7,'string'));
Y0=str2num(get(handles.e8,'string'));
x=str2num(get(handles.e1,'string'));
y=str2num(get(handles.e2,'string'));
h=str2num(get(handles.e3,'string'));
if x~=0 | y~=0 | h~=0
    xy=[x y h];
    ty2dd(a,Bl,v,Y0,ML,xy);
    ML=str2num(get(handles.e9,'string'))
    Y0=str2num(get(handles.e10,'string'))
    dd2ty(a,Bl,v,Y0,ML,BLH)
    x=num2str(xyh(1));
    y=num2str(xyh(2));
    h=num2str(xyh(3));
    set(handles.e4,'string',x);
    set(handles.e5,'string',y);
    set(handles.e6,'string',h);
    ML=0;
end
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
set(handles.e1,'string','0.000');
set(handles.e2,'string','0.000');
set(handles.e3,'string','0.000');
set(handles.e4,'string','0.000');
set(handles.e5,'string','0.000');
set(handles.e6,'string','0.000');
set(handles.pushbutton1,'visible','on');
set(handles.pushbutton2,'visible','off');
function figure1_CloseRequestFcn(hObject, eventdata, handles)
delete(hObject);
set(mainf,'visible','on');
% -----

```