

基于 VB 的高斯投影坐标换带程序实现研究

冯弟飞¹, 胡圣武²

(1. 中国电建集团 贵阳勘测设计研究院有限公司, 贵州 贵阳 550081;
2. 河南理工大学 测绘与国土信息工程学院, 河南 焦作 454000)

摘 要: 在 VB 可视界面下, 基于高斯投影坐标正反算公式实现了高斯投影换带计算。介绍了转换原理及其实现的主要程序。利用实例进行了在北京 54 坐标系和西安 80 坐标系下 6 度带向 6 度带、6 度带向 3 度带及 3 度带向 3 度带坐标的转换。实例结果证明: 编制的程序是正确的, 完全可以实现高斯投影坐标换带, 而且转换精度较高。

关键词: 邻带换算; 坐标正算; 坐标反算; VB
中图分类号: TP311.1 **文献标识码:** A

在我国大于等于 1:50 万的地图所采用的投影是高斯投影。高斯投影在我国的应用非常广泛^[1-2]。为了限制投影变形, 高斯投影主要采用了分带投影。一般采用的分带有 3 度带、6 度带, 有时工程上也采用 1.5 度带^[3-5]。带与带之间存在坐标换带计算的问题。随着计算机的广泛应用, 目前已广泛应用高斯投影坐标正、反算公式进行换带计算编程, 它具有精度高、通用和便于计算等优点^[6-8]。

目前, 在高斯投影坐标邻带换算的方法中, 使用较多的是应用高斯投影正、反算公式进行邻带换算。根据此方法已开发出多种应用程序, 例如: 基于 Excel 高斯投影的换带计算程序、基于 EXCEL 和 VB 的邻带换算程序、基于 TGO 软件的坐标换带程序^[9-11]。本文利用高斯投影坐标正反算公式实现了基于 VB 的高斯投影坐标换带程序。

1 基本原理

(1) 平面坐标换带计算的流程如图 1 所示。

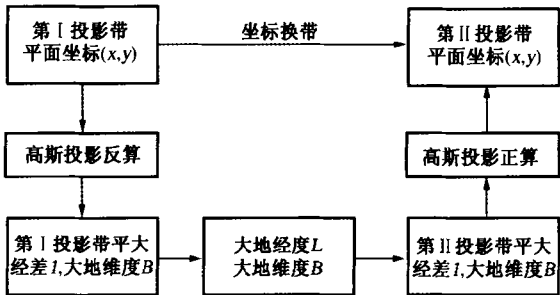


图 1 平面坐标换带计算的流程

收稿日期:2015-05-23
基金项目:国家自然科学基金委员会-河南省人才培养联合基金(U1304401)
作者简介:冯弟飞(1976-),男,贵州贵阳人,高级工程师。

(2)高斯投影坐标正算的流程如图 2 所示。

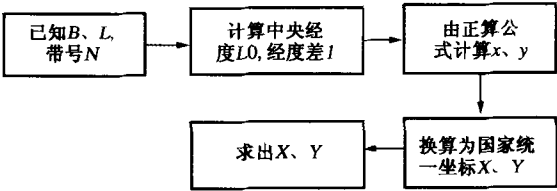


图 2 高斯投影坐标正算的流程

(3)高斯投影坐标反算的流程如图 3 所示。

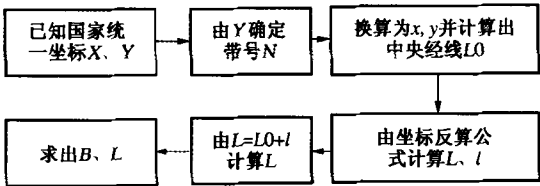


图 3 高斯投影坐标反算的流程

2 程序的实现过程

2.1 定义的主要变量

程序中定义的主要变量如表 1 所示。

表 1 主要变量及其含义

序号	变量名	含义
1	<i>rou</i>	角度与弧度之间转化的参数, <i>rou</i> = 206 265
2	<i>X1</i> , <i>Y1</i>	换带计算源坐标, 为通用坐标
3	<i>X2</i> , <i>Y2</i>	换带计算目标坐标, 为通用坐标
4	<i>L01</i>	第 1 带的中央子午线经度
5	<i>L02</i>	第 2 带的中央子午线经度
6	<i>huB</i>	维度的弧度形式
7	<i>mB</i>	维度的角度形式
8	<i>hdxiaoL1</i>	经差的弧度形式
9	<i>mxiaoL1</i>	经差的角度形式
10	<i>mL</i>	经度的角度形式

2.2 核心子程序

2.2.1 北京 54 坐标系下的 6 度带邻带坐标换算程序

(1)由原带坐标(*X1*, *Y1*)反算该点的大地坐标(*B*, *L*)。

```
Private Sub Command1_Click()
```

```
Dim rou,x1,y1,L01,beta,bf,nf,z,b2,b3,b4,b5,huB,hdxiaoL1,mB,mxiaoL1,mL As Double '坐标反算中的变量
```

```
rou = 206265
```

```
x1 = Val(Text2.Text)
```

```
y1 = Val(Text3.Text) - 500000 '将通用坐标转换成自然坐标 (1)
```

```
L01 = 6 * Val(Text1.Text) - 3 '求原带的中央子午线经度 (2)
```

```
beta = x1/6367558.4969
```

$$bf = \beta + (50221746 + (293622 + (2350 + 22 * \cos(\beta)^2 * \cos(\beta)^2) * \cos(\beta)^2) * 10^6 - 10) * \sin(\beta) * \cos(\beta)$$

$$nf = 6399698.902 - (21562.267 - (108.973 - 0.612 * \cos(bf)^2) * \cos(bf)^2) * \cos(bf)^2$$

$$z = y1 / (nf * \cos(bf))$$

$$b2 = (0.5 + 0.003369 * \cos(bf) * \cos(bf)) * \sin(bf) * \cos(bf) \quad (3)$$

$$b3 = 0.333333 - (0.166667 - 0.001123 * \cos(bf)^2) * \cos(bf)^2 \quad (4)$$

$$b4 = 0.25 + (0.16161 + 0.00562 * \cos(bf)^2) * \cos(bf)^2 \quad (5)$$

$$b5 = 0.2 - (0.1667 - 0.0088 * \cos(bf)^2) * \cos(bf)^2 \quad (6)$$

$$hdB = bf - (1 - (b4 - 0.12 * z^2) * z^2) * z^2 * b2$$
 'hdB 表示纬度 B 的弧度形式

$$hdxiaoL1 = (1 - (b3 - b5 * z^2) * z^2) * z$$
 'huxiaoL1 表示经差 xiaoL1 的弧度形式

$$mB = hdB * rou$$
 '弧度形式的维度转化为角度形式

$$mxiaoL1 = hdxiaoL1 * rou$$
 '弧度形式的经度转化为角度形式

$$mL = L01 * 3600 + mxiaoL1$$
 '经度的总秒数

$$Text4.Text = Int(mL / 3600)$$
 '输出经度的度

$$Text5.Text = Int((mL - Val(Text4.Text) * 3600) / 60)$$
 '输出经度的分

$$Text6.Text = Format(mL - Val(Text4.Text) * 3600 - Val(Text5.Text) * 60, "##.0000")$$
 '输出经度的秒

$$Text7.Text = Int(mB / 3600)$$
 '输出纬度的度

$$Text8.Text = Int((mB - Val(Text7.Text) * 3600) / 60)$$
 '输出纬度的分

$$Text9.Text = Format(mB - Val(Text7.Text) * 3600 - Val(Text8.Text) * 60, "##.0000")$$
 '输出纬度的秒

(2) 由该点的大地坐标(B,L)经过坐标正算计算该点的新带坐标(X2,Y2)。

Dim L02, hdxiaoL2, coBpf, N, a0, a3, a4, a5, a6, X2, Y2 as double '坐标正算中的变量

$$L02 = 6 * val(text10.text) - 3$$
 '目标带的中央子午线经度 (7)

$$hdxiaoL2 = (mL - L02 * 3600) / rou$$
 '将经差转化为弧度形式

$$coBpf = (\cos(hdB))^2$$
 '纬度 B 的余弦的平方

$$N = 6399698.902 - (21562.267 - (108.973 - 0.612 * coBpf) * coBpf) * coBpf \quad (8)$$

$$a0 = 32140.404 - (135.3302 - (0.7092 - 0.004 * coBpf) * coBpf) * coBpf \quad (9)$$

$$a4 = (0.25 + 0.00252 * coBpf) * coBpf - 0.04166 \quad (10)$$

$$a6 = (0.166 * coBpf - 0.084) * coBpf \quad (11)$$

$$a3 = (0.3333333 + 0.001123 * coBpf) * coBpf - 0.1666667 \quad (12)$$

$$a5 = 0.0083 - (0.1667 - (0.1968 + 0.004 * coBpf) * coBpf) * coBpf \quad (13)$$

$$X2 = 6367558.4969 * hdB - (a0 - (0.5 + (a4 + a6 * hdxiaoL2^2) * hdxiaoL2^2) * hdxiaoL2^2 * N) * \sin(hdB) * \cos(hdB)$$

$$Y2 = (1 + (a3 + a5 * hdxiaoL2^2) * hdxiaoL2^2) * hdxiaoL2 * N * \cos(hdB)$$

text11.text = X2

text12.text = Y2 + 500000 '将自然坐标转化为通用坐标

2.2.2 北京 54 坐标系下的 6 度带向 3 度带坐标换算程序

在代码(1)和代码(2)之间加入 1 行代码。

t = val(text1.text) * 2 - 1 '将 6 度带号转化为 3 度带号

将代码(2)改为 $L01 = 3 * t$ '原带的中央子午线经度

将代码(7)改为 $L02 = 3 * val(text10.text)$ '目标带的中央子午线经度

其它代码同 2.2.1。

2.2.3 北京 54 坐标系下的 3 度带向 3 度带坐标换算程序

将代码(2)改为 $L01 = 3 * Val(Text1.Text)$

将代码(7)改为 $L02 = 3 * val(text10.text)$

其它代码同 2.2.1。

2.2.4 西安 80 坐标系下的高斯投影坐标换带程序

西安 80 坐标系与北京 54 坐标系所对应的参考椭球不同,所以西安 80 坐标系下高斯投影坐标换带程序只需要在北京 54 坐标系下高斯投影坐标换带程序的基础上稍加改动即可。

将代码(3)改为 $b2 = (0.5 + 0.00336975 * Cos(bf) * Cos(bf)) * Sin(bf) * Cos(bf)$

将代码(4)改为 $b3 = 0.333333 - (0.1666667 - 0.001123 * Cos(bf)^2) * Cos(bf)^2$

将代码(5)改为 $b4 = 0.25 + (0.161612 + 0.005617 * Cos(bf)^2) * Cos(bf)^2$

将代码(6)改为 $b5 = 0.2 - (0.16667 - 0.00878 * Cos(bf)^2) * Cos(bf)^2$

将代码(8)改为 $N = 6399596.652 - (21565.045 - (108.996 - 0.603 * cobpf) * cobpf) * cobpf$

将代码(9)改为 $a0 = 32144.5189 - (135.3646 - (0.7034 - 0.0041 * cobpf) * cobpf) * cobpf$

将代码(10)改为 $a4 = (0.25 + 0.00253 * cobpf) * cobpf - 0.04167$

将代码(11)改为 $a6 = (0.167 * cobpf - 0.083) * cobpf$

将代码(12)改为 $a3 = (0.333333 + 0.001123 * cobpf) * cobpf - 0.1666667$

将代码(13)改为 $a5 = 0.00878 - (0.1702 - 0.20382 * cobpf) * cobpf$

2.3 程序界面

高斯投影坐标换带计算程序界面如图 4~图 6 所示。



图 4 程序主界面

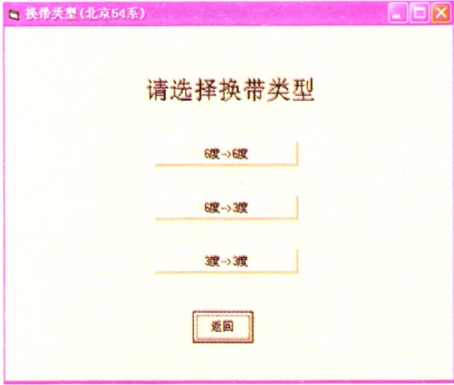


图 5 换带类型界面

3 转换精度的检验

3.1 检验方法

将某一点坐标($X1,Y1$)从一个带转换到另一个带($X2,Y2$),仅改变了它的平面直角坐标值,其大地坐标不变。首先利用高斯投影坐标反算公式得到该点的大地坐标($B1,L1$),然后利用高斯投影正算公式计算出该点在另一带的平面直角坐标($X2,Y2$),最后通过高斯投影坐标反算公式再次计算出该点的大地坐标($B2,L2$)。通过比较 2 组大地坐标的差值即可得出转换精度。

3.2 检验实例

(1)北京 54 坐标系下 6 度带坐标在相邻投影带之间换算(6 度带到 6 度带)。

某点 P 在北京 54 坐标系下 6 度带的平面直角坐标为 $X1 = 3\ 589\ 644(m)$ 、 $Y1 = 20\ 679\ 136(m)$,求 P 点在 6 度带第 21 带的平面直角坐标($X2,Y2$)。

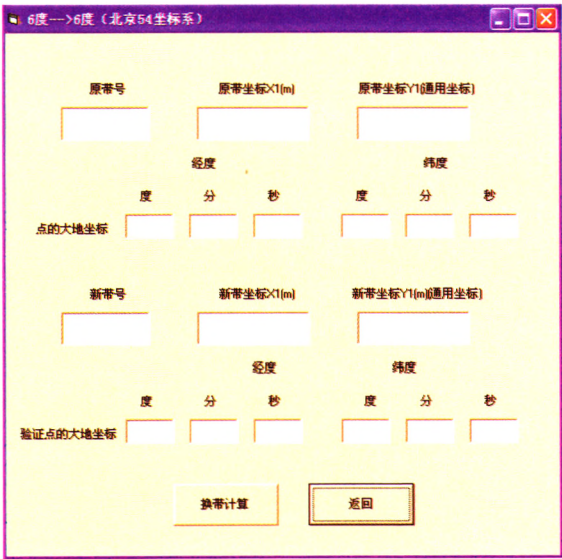


图 6 换带计算及转换精度界面

在图 4 所示的界面中选择北京 54 坐标系,然后在图 5 所示的界面中选择 6 度带到 6 度带,最后在图 6 所示的界面中输入相应数据,点击“换带计算”按钮,结果如图 7 所示。

由图 7 可以得出 $X1 = 3\ 595\ 440.147$ 、 $Y2 = 114\ 588.333$ 、 $B1 = 32^{\circ}24'57.7528''$ 、 $L1 = 118^{\circ}54'15.2101''$ 、 $B2 = 32^{\circ}24'57.7531''$ 、 $L2 = 118^{\circ}54'15.2101''$ 、 $\Delta B = -0.0003''$ 、 $\Delta L = 0$ 。

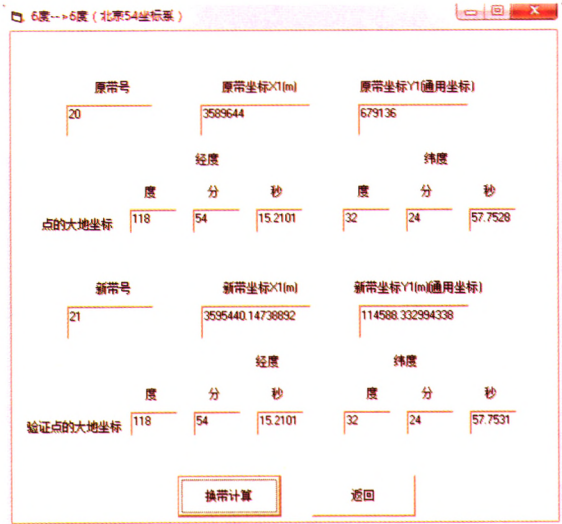


图 7 北京 54 坐标系下 6 度带坐标在相邻投影带之间的换算

(2) 西安 80 坐标系下 6 度带坐标换算成 3 度带坐标(6 度带到 3 度带)。

某点 P 在西安 80 坐标系下 6 度带的平面直角坐标为 $X1 = 3\ 589\ 644(m)$ 、 $Y1 = 20\ 679\ 136(m)$ 。求 P 点在 3 度带第 40 带的平面直角坐标($X2, Y2$)。

在图 4 所示的界面中选择西安 80 坐标系,然后在图 5 所示的界面中选择 6 度带到 3 度带,最后在图 6 所示的界面中输入相应数据,点击“换带计算”按钮,结果如图 8 所示。

由图 8 可以得出: $X2 = 3\ 588\ 514.279$ 、 $Y2 = 396\ 924.376$ 、 $B1 = 32^{\circ}24'57.7528''$ 、 $L1 = 118^{\circ}54'15.2101''$ 、 $B2 = 32^{\circ}24'55.7399''$ 、 $L2 = 118^{\circ}54'15.2988''$ 、 $\Delta B = 2.0129''$ 、 $\Delta L = -0.0887''$ 。

(3) 西安 80 坐标系下 3 度带坐标在相邻投影带之间的换算(3 度带到 3 度带)。

某点 P 在西安 80 坐标系下 3 度带的平面直角坐标为 $X1 = 3\ 589\ 644(m)$ 、 $Y1 = 40\ 679\ 136(m)$ 。求

P 点在 3 度带第 41 带的平面直角坐标(X_2, Y_2)。

在图 4 所示的界面中选择西安 80 坐标系,然后在图 5 所示的界面中选择 6 度带到 3 度带,最后在图 6 所示的界面中输入相应数据,点击“换带计算”按钮,结果如图 9 所示。

由图 9 可以得出: $X_2 = 3\ 588\ 514.279$ 、 $Y_2 = 40\ 396\ 924.376$ 、 $B_1 = 32^\circ 24' 57.7528''$ 、 $L_1 = 121^\circ 54' 15.2101''$ 、 $B_2 = 32^\circ 24' 55.7399''$ 、 $L_2 = 121^\circ 54' 15.2988''$ 、 $\Delta B = 2.0129''$ 、 $\Delta L = -0.0887''$ 。

通过以上 3 个算例可以看出此程序的计算精度较高。

图 8 西安 80 坐标系下 6 度带坐标换算成 3 度带坐标

图 9 西安 80 坐标系下 3 度带坐标在相邻投影带之间的换算

4 结语

坐标换带计算是分带带来的必然结果,是生产实践的需要。本文应用高斯投影正、反算公式进行邻带换算,它具有精度高、通用和便于计算等优点。由于传统的计算方法计算量大,所以本文开发了一个基于 VB 的高斯投影坐标换带程序,它可以实现在北京 54 坐标系和西安 80 坐标系中进行 6 度带到 6 度带、6 度带到 3 度带和 3 度带到 3 度带的坐标换带计算。该程序操作简单、计算速度快。通过实例验证,此程序的精度可以满足生产实践的需要。

参考文献

- [1] 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,2010.
- [2] 胡圣武,肖本林.地图学基本原理与应用[M].北京:测绘出版社,2008.
- [3] 欧龙,陈性义,欧阳平.高斯投影正反算与换带计算 True Basic 程序[J].铁道勘察,2006(5):12-15.
- [4] 官建,刘小永,路新.投影带的选择及邻带坐标换算[J].科技信息,2011(21):63-64.
- [5] 胡圣武.对高斯投影分带的研究[J].地理空间信息,2012,10(1):54-57.
- [6] 梅熙.高斯投影变形对高速铁路线路设计的影响[J].铁道工程学报,2010(10):52-57.
- [7] 赵俊生,刘雁春,王克平,等.关于高斯投影长度变形的探讨[J].海洋测绘,2007,27(3):9-11.
- [8] 余代俊,蒲朝旭,朱道贤.基于 AutoCAD 二次开发的高斯投影转等积割圆锥投影[J].测绘通报,2013(7):71-74.
- [9] 尤孝岩,吕博,苏富强.基于 Excel 的高斯投影换带计算程序设计[J].科技向导,2014(6):210-211.
- [10] 曾绍炳.基于 EXCEL 和 VB 的邻带换算方法[J].测绘科学,2008,33(2):155-157.
- [11] 耿蕊,宋中华,董韬,等.TGO 软件在测绘数据处理坐标换带计算中的应用[J].地理空间信息,2012,10(2):132-134.

(下转第 53 页)

Water resources vulnerability evaluation of Henan province based on PSR theory

LI Qian¹, LI Lun²

(1. Henan Radio & Television University, Zhengzhou 450003, China; 2. Irrigation and Water Conservancy Technology Extending Stations, Water Resources Department of Henan Province, Zhengzhou 450008, China)

Abstract: This paper takes Henan province as the research object based on the analysis of the concept of vulnerability of water resources and its influencing factors and the "Pressure-State-Response" theory to establish the evaluation index system of water resource vulnerability. By using the improved entropy-weight method to calculate index weight, and evaluate the water resources vulnerability in Henan province with comprehensive evaluation method. The results show that the water resources system in Henan province is in moderate vulnerable position. It is mainly due to destruction of ecological environment caused by unreasonable exploitation and utilization of water resources. Suggestions are given to reasonably control the development and utilization of water resources, actively develop non-conventional water, intensify protection of water resources and improve the ecological environment, etc.

Key words: water resource vulnerability; PSR theory; entropy-weight method; comprehensive evaluation method

(上接第 23 页)

Requirement of Jinshui District's roadside space

FENG Yan

(Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Questionnaire is used to screen 10 roads within Zhengzhou City, namely Dongfeng Road, Jinshui Road; combined with field observations and measurement methods, 11 evaluation indexes are suggested such as factors affecting the quality of green space, street widths, traffic convenient degree, walking track width, traffic, etc., and the classified comparison is made between the roads and paths, the factors are found affecting the different nature of the street edge space.

Key words: Jinshui District of Zhengzhou; street edge space; spatial elements; road function

(上接第 43 页)

Program realization of Gauss projection coordinate zone exchange based on VB

FENG Di-fei¹, HU Sheng-wu²

(1. Guiyang Engineering Co., Ltd., China Electric Power Construction Group, Guiyang 550081, China;

2. School of Surveying and Landing Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454000, China)

Abstract: This paper achieves zone transformation of Gauss-Kruger coordinates based on the principle of coordinate normal calculation and coordinate counter calculation in VB. It introduces the principles and the main programs in detail. This program can realize the transform between six degrees zoning coordinates and six degrees zoning coordinates, six degrees zoning coordinates and three degrees zoning coordinates, three degrees zoning coordinates and three degrees zoning coordinates. The results show that the program is correct and can realize fully Gauss projection coordinate zone exchange with higher transform accuracy.

Key words: zone transformation; coordinate normal calculation; coordinate counter calculation; Visual Basic