

基于 VB 的点误差椭圆的绘制方法研究

张红娟 吴鑫洋

保定理工学院 河北 保定 071000

摘要: 导线网作为平面控制网的一种布设形式得到了广泛应用。为了解决实际工程中导线网精度估算人工计算工作量大、计算过程繁琐易错等问题, 本文以 VB 为开发工具, 开发设计了适用于导线网精度估算的程序。文中研究了误差椭圆的绘制方法的基本思路和绘制方法等。通过实例验证, 可知基于 VB 的点误差椭圆的绘制方法是可行有效的, 可作为其他编程的参考。

关键词: VB; 误差椭圆; 绘制方法

1 前言

测量平面控制网精度估算或平差计算后进行精度评定时, 点位中误差虽然可以用来评定待定点的点位精度, 但是它却不能代表该点在某一任意方向上的位差大小^[1]。通过误差椭圆可以求得待定点在任意方向上的位差, 这样就可以较精确地、形象而全面地反映待定点点位在各个方向上误差的分布情况^[2]。

Visual Basic (简称 VB) 是一种面向对象、结构化、模块化、可视化的程序设计语言, 即可用于编写小型软件, 也可开发数据库等大型软件。它对开发人员的技术要求不高, 具有用户易接受、界面友好等特点^[3-7]。为了解决点位误差椭圆绘制的问题, 基于 VB 语言, 本文误差椭圆的绘制方法, 满足控制网设计和测量平差的需要, 该程序将有相当高的实际应用与推广价值。

2 数学模型的建立

2.1 误差椭圆的含义

点位误差曲线不是一种典型的曲线, 作图也不方便, 因此降低了它的使用价值。但由于其形状与以位差的极大值 E 和极小值 F 为长短半轴的椭圆很相似。因此在实际应用中常常是使用该椭圆来代替点位误差曲线, 此椭圆称为点位误差椭圆。有了点位误差椭圆我们就可以求得该点在任意方向的位差。

2.2 误差椭圆的要素

误差椭圆是描述待定点位在任意方向上的误差分布规律的图形。在点位误差椭圆上可以图解出任意方向 φ 的点位误差 σ_φ 。误差椭圆由 3 个要素来确定, 分别是极大值 E、极小值 F 和极大值方向 φ , 计算公式分别为^[1]

$$\tan 2\varphi = \frac{2Q_{xy}}{Q_{xx} - Q_{yy}}, E^2 = \frac{1}{2}(Q_{xx} + Q_{yy} + \sqrt{(Q_{xx} - Q_{yy})^2 + 4Q_{xy}^2}), F^2 = \frac{1}{2}(Q_{xx} + Q_{yy} - \sqrt{(Q_{xx} - Q_{yy})^2 + 4Q_{xy}^2})$$

3 程序实现

3.1 绘制方法研究

点位误差曲线不是一种典型的曲线, 作图也不方便, 因此降低了它的使用价值。但由于其形状与以位差的极大值 E 和极小值 F 为长短半轴的椭圆很相似, 因此在实际应用中常常是使用该椭圆来代替点位误差曲线, 此椭圆称为点位误差椭圆。有了点位误差椭圆我们就可以求得该点在任意方向的位差。椭圆的长轴 E、短轴 F 和长轴的方位角 φ_E 称为点位误差椭圆的参数。

在 VB 中, 绘制图形有两种方法, 一种是使用绘图控件, 如 Line 控件、Shape 控件等, 这种绘图方法适用于绘制一些简单的图形; 另一种是使用绘图方法, 即编写代码来实现图形的绘制。本程序设计到绘制导线网以及各点上的误差椭圆, 如果使用第一种方法, 要用到很多绘图控件会增加程序编写的困难。考虑实际情况, 本程序采用绘图方法来绘制导线网和点位误差椭圆。在 VB 的容器中, 只有窗体和图片框控件有绘图方法, 支持曲线的绘制^[8]。

窗体和图片框的绘图方法都有坐标参数, 坐标系是一个二维网格, 可以用来定义屏幕上、窗体中或其它容器中的位置, 所以坐标系对于绘图来说是很重要的。坐标系包括原点位置、坐标单位以及坐标轴的方向等三个重要方面。在窗体和图片框中绘图时, VB 提供了 7 种标准坐标系供选用。此外, 还可以使用自定义坐标系。在 VB 的绘图控件中, 标准坐标系的坐标原点位于控件的左

上角, 水平向右为 x 轴, 竖直向下为 y 轴。这与测量坐标系 (水平向右为 y 轴, 竖直向上为 x 轴) 是不同的, 绘图时要注意到不同坐标系下坐标的转换^[5-7]。

3.2 代码实现

该程序有一个标准模块, 该模块用来编写导线网精度估算中常用得到的一些函数如坐标反算函数等。下面对模块中的主要函数及过程进行介绍。

(1) 坐标反算函数

在进行测量内业计算时, 已知 A、B 两点的坐标, 当要计算这两点连线的方位角时, 使用以下坐标反算公式:

$$\alpha_{AB} = \begin{cases} \tan^{-1} \frac{\Delta y}{\Delta x} + 2\pi & : \text{当 } \Delta x > 0, \Delta y < 0 \\ \tan^{-1} \frac{\Delta y}{\Delta x} + \pi & : \text{当 } \Delta x < 0 \\ \tan^{-1} \frac{\Delta y}{\Delta x} & : \text{当 } \Delta x > 0, \Delta y > 0 \\ \pi/2 & : \text{当 } \Delta x = 0, \Delta y > 0 \\ \frac{3}{2}\pi & : \text{当 } \Delta x = 0, \Delta y < 0 \end{cases}$$

式中:

$$\Delta x = X_B - X_A, \Delta y = Y_B - Y_A$$

Public Function DirectAB(xa#, ya#, xb#, yb#) As Double

Dim detX#, detY#, tana#

detX = xb - xa: detY = yb - ya

If Abs(detX) < 0.000001 Then

If detY > 0 Then

DirectAB = Pi / 2

Else

DirectAB = Pi * 3 / 2

End If

Else

tana = detY / detX: DirectAB = Atn(tana)

If detX < 0 Then

DirectAB = DirectAB + Pi

ElseIf detX > 0 And detY < 0 Then

DirectAB = DirectAB + 2 * Pi

End If

End If

End Function

(2) 点位误差椭圆绘制

本程序使用 VB 中的自定义坐标系, 可以使用 Scale 方法设置一个自定义坐标系:

Object. Scale (x1, y1) — (x2, y2)

其中 (x1, y1) 是绘图区左上角在新的自定义坐标系下的坐标, (x2, y2) 是绘图区右下角在新的自定义坐标系下的坐标。例如, 下面语句可以将图片框的坐标系设置为 y 轴向上为正, 左下角为坐标原点, 宽和高都是 100 个单位。

```

Picture1.Scale (0, 100)-(100, 0)
自定义坐标系部分的代码如下:
CoXMin = Min(xx()); CoXMax = Max(xx())
CoYMin = Min(yy()); CoYMax = Max(yy())
AddX = CoXMax - CoXMin; AddY = CoYMax - CoYMin
If AddX >= AddY Then
    CoYMax = CoYMin + AddX
Picture1.Scale (CoYMin - AddX / 6, CoXMax + AddX / 6)-(CoYMax +
AddX / 6, CoXMin - AddX / 6)
Else
    CoXMax = CoXMin + AddY
Picture1.Scale (CoYMin - AddY / 6, CoXMax + AddY / 6)-(CoYMax +
AddY / 6, CoXMin - AddY / 6)
End If
Picture1.AutoRedraw = True

```

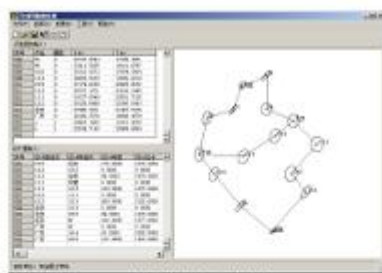
在由测量坐标绘制点位误差椭圆时, 只需将测量的 x 和 y 坐标互换即可。自定义坐标系, 可以减少很多坐标换算的工作。

点位误差椭圆的绘制采用点绘方法, 即每隔一个很小的角度绘制一点, 这样绘制的很多点可以绘制成误差椭圆。也可以采用很小的直线段来绘制, 当两点间的间隔角度很小时, 两种绘图方法的差别不会很大, 所以, 本程序采用点绘方法。使用 PSet 方法画点:

```
Object.Pset [step](x, y)
```

3.3 程序的测试

再研发导线网精度估算的程序时, 其中一个模块的任务是绘制导线网各待定点的点位误差。为了验证以上编写代码的可靠性和可行性, 选择了国家四等导线网作为验证实例。该控制网为由 2 个节点组成的导线网, 4 个已知点, 13 个待定点, 共计 17 各点, 导线网总长 33.6km, 平均边长 1.8km。程序绘制出的误差椭圆如图 1 所示, 能够满足控制网设计的需要。



误差椭圆示意图

4 结束语

本文介绍了绘制误差椭圆的一种基本思路, 基于 VB 语言编写绘制任意方向点位误差椭圆的程序代码, 通过程序设计绘制出了符合要求要求的点位误差椭圆来, 可供编程时参考。

参考文献:

- [1] 丁建阔, 杜铮, 孙国庆. 基于 VB 的导线网测量平差程序设计研究[J]. 煤炭科学技术, 2016, 44(11): 173-178.
- [2] 雷步云. 导线网的精度估算[J]. 华东交通大学学报, 1990, (1): 65-71.
- [3] 周淑波. 三角形导线网的精度估算[J]. 石家庄铁路工程职业技术学院学报, 2004, 3(4): 53-75.
- [4] 李冠青. 引入陀螺方位角的导线网精度估算[J]. 测绘通报, 2004, (增): 205-208.
- [5] 尹相宝, 陈鹏, 张恩. 地铁地下导线测量精度指标的估算与实例分析[J]. 城市勘测, 2018, (6): 143-148.
- [6] 武汉大学测绘学院测量平差学科组. 误差理论与测量平差基础[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2003.
- [7] 张红娟, 张卓彤, 朱增辉. 基于 MATLAB 的测量控制网精度估算及实现算法[J]. 测绘与空间地理信息, 2018, 41(9): 128-131.

基金项目: 河北省创新创业教育教学改革研究与实践项目(2023cxxy387)

作者简介: 张红娟(1984-), 女, 讲师, 硕士, 研究方向: 测绘工程专业教学与科研。