

VB 6.0 和 Surfer Automation 技术开发土方量计算程序

韩奎峰^{1,2}, 孟 峰²

(1. 徐州师范大学 测绘学院, 江苏 徐州 221116; 2. 中国矿业大学 环境与测绘学院, 江苏 徐州 221008)

摘 要:用 Visual Basic 6.0 引用 Surfer 软件开发实现了功能强大的土方量计算程序, 满足了工程需要, 有很好的应用效果。

关键词: Visual Basic 6.0; Surfer; ActiveX; 土方量

中图分类号: TU198; TP399

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)05-0417-03

To Develop an Earthwork Calculating Program with VB 6.0 and Surfer Automation Technology

HAN Kui-feng^{1,2}, MENG Feng²

(1. School of Geodesy and Geomatics, Xuzhou Normal University, Xuzhou, Jiangsu 221116, China; 2. School of Environment Science and Spatial Informatics, China University of Mining and Technology, Xuzhou, Jiangsu 221008, China)

Abstract: To realize the function formidable earthwork computational procedure with Visual Basic 6.0 by quoting the Surfer software, has met the project needs, and with very good application effect.

Key words: Visual Basic 6.0; Surfer; ActiveX; earthwork

进入 20 世纪中叶, 伴随着计算机技术、现代数学和计算机图形学等的发展, 各种数字的地形表达方式得到了迅猛的发展, DEM 就是运用计算机通过严密计算和快速演绎而来的一种描述地形的有力工具。DEM 的数据建模有多种形式, 目前最流行的有 TIN 模式和规则格网模式, 其中规则格网模式更有利于计算机程序算法的设计和编码。DEM 一面世就受到了广大工程技术人员和科研人员的重视, 这和它的功用是分不开的, 目前, DEM 已经在地球学科和与其相关的工程技术领域得到广泛的应用。土木工程是 DEM 应用的最早的领域^[4], 开发出自动计算土方量的计算机程序已经成为土方量计算的主流方法, 已经代替了繁琐的手工计算。很多工程人员根据工作需要开发了多种土方量计算程序, 满足了自己工作的需求。Surfer 软件是美国 Golden Software 公司研制的基于 Windows 操作系统的世界上公认的高质量三维图形绘制工具。广泛应用于地质、地理、测绘、水利、气象和国土资源等领域^[1,2]。从 Surfer 7 开始, 软件增加了 Automation 技术, 并支持多种高级语言的二次开发, 例如 Visual Basic、Visual C++ 和 Delphi 等, 这些高级语言都是通过 Active 技术来自调用 Surfer 来实现某些操作的。Surfer 软件可以对测量工作得到的高程散点数据进行插值生成高质量的 DEM, 并且提供了对 DEM 的一系列操作, 比如: 转换、提取、白化和体积等等。本文就运用这些功能实现了运用 Visual Basic 6.0 编程控制 Surfer 软件自动计算土方量。

1 计算程序设计实现

1.1 软件功能设计

本程序是运用 VB 调用 Surfer 软件完成土方量计算的, 所以首先要非常熟悉 Surfer 软件是如何进行土方量计算的, 还要熟悉 Surfer 软件的 Automation 技术, 以便更好的运用 VB 进行对 Surfer 软件的更好控制。另外, 还要熟悉土木工程的工程实际, 对土方量的计算需求有全面的把握。土木工程实际工作当中, 土方量计算工作大致可分为以下几类: 一是规则区域的土方量计算; 二是不规则区域的土方量计算; 三是线路土方量计算。以上三种类型都是求取根据工程现有的地形到设计地形时的土方量, 其中包含挖方量和填方量以及施工零线的分别求取。所谓规则区域就是正交的矩形区域, 不规则区域和线路区域就是根据设计确定的由某多边形确定的区域, 其实工程实践中大部分是不规则区域和线路区域^[3,5]。Surfer 软件在确定不规则区域和线路区域是要用到“白化”的方法, 所谓白化方法就是运用一个边界文件“*.bln”来确定一个区域, 然后在已知的 DEM 中把该区域的 DEM 提取出来。白化文件的建立与使用请见下文。Suerfer 软件中运用 DEM 计算土方量其实就是求两个同一区域的上下位置的 DEM 的体积差。工程实践中对上位置的 DEM 的形状要求大致可以分为: 曲面 DEM、倾斜平面 DEM 和水平平面 DEM, 而下位置 DEM 也分别为曲面 DEM、倾斜平面 DEM 和水平平面 DEM, 土方量计算就是分别计算上述各种

收稿日期: 2006-10-12

基金项目: 徐州师范大学校基金项目(06XLB15)

作者简介: 韩奎峰(1975-), 男, 山东夏津人, 讲师, 在读硕士, 主要从事数字测图技术和 GIS 研究。

情况的组合下的体积差。例如上表面是曲面 DEM 下表面分别可以为曲面 DEM、倾斜平面 DEM 和水平平面 DEM, 这样就有 9 种土方量计算的情况。Surfer 软件生成曲面 DEM 其实就使运用测量得到的高程散点进行插值生成规则格网 DEM, 生成倾斜平面 DEM 可以用格网函数的方法实现, 而水平平面 DEM 就是一个常数。

1.2 土方量计算方法选择

Surfer 软件提供了 3 种体积计算模型: 一是扩展的梯形法则(Extended Trapezoidal Rule); 二是扩展的辛普生法则(Extended Simpson's Rule); 三是扩展的辛普生 3/8 法则(Extended Simpson's 3/8 Rule)。本文采用扩展的辛普生 3/8 法则。辛普生 3/8 法则具体计算 DEM 体积的算法为:

$$A_i = \frac{3\Delta x}{8} [G_{i,1} + 3G_{i,2} + 3G_{i,3} + 2G_{i,4} + \dots + 2G_{i,nCol-1} + G_{i,nCol}]$$

$$Volume \approx \frac{3\Delta y}{8} [A_1 + 3A_2 + 3A_3 + 2A_4 + \dots + 2A_{nCol-1} + A_{nCol}] \quad (1)$$

式中: $\Delta x, \Delta y$ ——X、Y 方向的格网 DEM 的列行间距; $G_{i,j}$ ——各节点的高程值。

1.3 VB 对 Surfer 对象的引用

ActiveX 是微软公司提供的基于 COM 技术的在 windows 环境下统一管理和协调不同的应用程序, 准许这些应用程序之间相互沟通、相互控制的技术。它通过在两个程序间安排对话, 达到一个程序控制另一个程序的目的。要使 Auto CAD 实现对 Surfer 软件的控制, 就要让 VB 引用 Surfer 对象^[2]。点击 VB 开发环境中“工程”下拉菜单中引用项, 弹出“引用”对话框, 然后在对话框列表中选择“Surfer 8 TypeLibrary”项, 这样使 VB 在调用 Surfer 软件时可以使用 Surfer 软件提供的各种库, 实现对 Surfer 软件的全面控制, 使其按照指令完成各种操作。

1.4 数据文件准备

Surfer 软件生成曲面 DEM 时使用的数据是结构化数据, 默认格式是“Surfer Worksheet”格式, 但也可以是文本文件, 但 Surfer 软件对文本文件有一定要求, 如果格式不匹配 Surfer 软件将出错。其实格式也非常简单。这里举例进行说明, 下面列出该格式的文本文件的样例数据。

```
“Easting”“, Northing”“ , Elevation”
53414. 28, 31421. 88, 39. 555
53387: 8, 31425. 02, 36. 8774
53359. 06, 31426. 62, 31. 225
.....
```

Surfer 软件生成倾斜平面 DEM 要通过一个插值函数($z = f(x, y)$)设计的过程, 笔者运用空间解析几何的知识, 推出倾斜平面 DEM 的函数为:

$$z = z_1 - (((y_2 - y_1) \cdot (z_3 - z_1) - (z_2 - z_1) \cdot (y_3 - y_1)) \cdot (x - x_1) + ((z_2 - z_1) \cdot (x_3 - x_1) - (x_2 - x_1) \cdot (z_3 - z_1)) \cdot (y - y_1)) / ((x_2 - x_1) \cdot (z_3 - z_1) - (y_2 - y_1) \cdot (x_3 - x_1)) \quad (2)$$

式中: x_i, y_i, z_i ——计算工作需要提供的确定空间倾斜平面的 3 个已知点。

白化文件的准备。白化文件是 Surfer 软件自定义的一

种固定格式的文本文件, 以下为示例:

```
5,0
1. 568178, 5. 4802655
7. 997613, 4. 785887
7. 8433065, 0. 748202
1. 1052585, 1. 10825
1. 568178, 5. 4802655
```

上例中: 第一行中“5”表示白化边界为 4 个点所构成的一个封闭区域, “0”表示为取白化边界以内的 DEM, 如果为“1”表示为取白化边界以外的 DEM。2~5 行是 4 个边界点的平面坐标。本白化文件要求技术人员在土方量计算前根据需要手工编写, 确定计算土方量的区域, 后缀为“*. bln”。

1.5 编 码

根据功能设计, 设计出交互性能友好的窗体, 然后给所用控件添加代码, 本文仅对关键代码进行介绍。Dim srf As Object

’定义对象变量。

```
Set srf = CreateObject(“surfer. application”) Srf. Visible = False
```

’调用 Surfer 软件, 并使它不可见。

’以下生成曲面 DEM

```
Srf. GridData DataFile: = indata, xCol: = 1, yCol: = 2, zCol: = 3, Algorithm: = srf Kriging, Show Report: = False, SearchEnable: = True, KrigStdDevGrid: = srf. Path + “\Samples\StdDev. grd”, Out Grid: = outgrid + “\temp1. grd”, Out Fmt: = srf GridFmtS7
```

’控制 Surfer 软件用克里金插值法对指定数据进行插值, 并把 GRD 文件存储到指定位置。

’式中: indata 是指定的要插值的数据文件, srf Kriging 说明插值方法是采用克里格法。

’以下生成倾斜平面 DEM

```
SurferApp. GridFunction Function: = “z = z1 - (((y2 - y1) \cdot (z3 - z1) - (z2 - z1) \cdot (y3 - y1)) \cdot (x - x1) + ((z2 - z1) \cdot (x3 - x1) - (x2 - x1) \cdot (z3 - z1)) \cdot (y - y1)) / ((x2 - x1) \cdot (z3 - z1) - (y2 - y1) \cdot (x3 - x1))”, xMin: = XMIN, xMax: = XMAX, xInc: = 0. 1, yMin: = YMIN, yMax: = YMAX, yInc: = 0. 1, Out Grid: = outgrid + “\dgrid1. grd”, Out Fmt: = srf GridFmtS7)
```

’式中: XMIN, XMAX, YMIN, YMAX 是确定生成 DEM 的矩形范围, xInc, yInc 指定生成规则格网 DEM 行列间距为 0. 1 m, 本项可以根据实际进行调整。

’以下完成上下表面 DEM 的“白化”

```
SurferApp. GridBlank InGrid: = topqgrd, BlankFile: = fbln, Out Grid: = Outtop Grid, Out Fmt: = srf GridFmtS7
```

```
SurferApp. GridBlank InGrid: = btmqgrd, BlankFile: = fbln, Out Grid: = OutbtmGrid, Out Fmt: = srf GridFmtS7
```

’以下是经白化后上下位置 DEM 的体积即土方量

Dim Result s() As Double

```
srf. GridVolume Upper: = topqgrd, Lower: = btmgrd,
```

```

presults:=Results,ShowReport:=False
'以下是观察土方量计算结果代码
Dim simpson3/8rule As Double
Simpson3/8rule=Results(srf GVSimp38Vol)
Lable1.caption="土方量计算结果为:"+Simpson3/8rule
'以下是显示挖方结果代码
Dim srf GVPos As Double
srf GVPos=Result s(srf GVPosVol)
Lable2.caption="挖方量为:"+srf GVPos
'以下是显示填方结果代码
Dim srf GVNeg As Double
srf GVNeg=Result s(srf GVNegVol)
Lable3.caption="填方量为:"+srf GVNeg
'以下生成零开挖线
.SurferApp.GridMath Function:="C=A-B",InGridA:=topgrd,InGridB:=btmgrid,Out GridC:=outgrd,Out Fmt:=srf GridFmtS7
Dim plotdoc,Map Frame,ContourMap As Object
Dim Shapes As Object
Set plotdoc=srf.Document s.Add(srfDocPlot)
Set Shapes=plotdoc.Shapes
'控制 Surfer 软件绘制等值线。
Set Map Frame=Shapes.AddContourMap(Grid File Name:=outgrd)
Set ContourMap=Map Frame.Overlays(1)
'控制 Surfer 软件绘制等值线,并把等值线以 DXF 格式存储到指定位置。
ContourMap.ExportContours FileName:=outdxf,Format:=srfConFormatDefault
上述代码控制 Surfer 软件将生成的零开挖线输出到 AutoCAD 接口文件 *.dxf,可以在 AutoCAD 环境下经过简单处理得到零开挖线,并把零开挖线插入到设计图件中去[2]。

```

2 应用实例

笔者在徐州矿务局垓城煤矿土地复垦工作中运用了本程序进行土方量计算,取得了很好的应用效果,同时得到了总土方量差额、挖方量和填方量,还得到了零开挖线,为工程的顺利开展提供了很好的帮助。首先根据工程实际通过常

规测量建立了塌陷区的 DEM,然后根据土地复垦工作设计确定土方量计算的区域,这里项目部把整个塌陷区划分为若干个土地整理单元,然后分单元计算土方量和绘制零施工线。本例是利用土地复垦方法的挖高垫浅平整土地的方法,现根据设计确定土地平整标高为 35 m,然后计算施工土方填挖量,并在区域内绘出施工零线。在 AutoCAD 环境下采集边界节点坐标并生成白化文件 A-5-35. bln,将白化文件存储在指定位置,执行白化操作提取计算所需 DEM,使用程序计算出土方填挖量。计算结果:

挖方 & 填方体积:挖方 [Cut]: 761310. 640742 m³; 填方 [Fill]: 830353. 402921 m³; 挖方-填方: -69042. 762179 m³。

根据 DEM 的叠加功能,其实就是 DEM 的高程统一减去一个常数,这里是 35 m,然后重新生成 DEM,此时 DEM 的 0 等值线就是施工零线。

3 总结及建议

(1)运用此程序实现了土方量工作的各项计算,提高了工作效率,本程序使用了 VB 控制 Surfer 软件进行 DEM 的生成,计算结果可靠,而且性能稳定,不容易出现意外。满足了实际工作的需要。

(2)本程序运用的是 Visual Basic 6.0 开发程序的 ActiveX 技术,计算程序是通过控制 Surfer 软件来完成的,所以本程序运行需要计算机上同时安装 Surfer 软件,并且要求应用用户对 Surfer 软件有一定的应用基础。

(3)笔者在工程测量实践及教学工作中大量运用了本程序,取得了很好的应用效果,

(4)本程序在功能方面还有扩充的空间。

参考文献:

- [1] 杨朝辉. 基于 Surfer Automation 对象的 DEM 应用开发技术[J]. 北京测绘, 2003, (3): 28-31.
- [2] 于平. 应用 ActiveX 技术实现 Surfer 自动绘制等值线图[J]. 广东气象, 2006, (3): 61-63.
- [3] 胡五生, 潘庆林. 土木工程测量(第二版)[M]. 南京: 东南大学出版社, 2002. 151-157.
- [4] 李志林, 朱庆. 数字高程模型[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2001. 260-263.
- [5] 胡振琪, 高永光, 等. ERDAS 在土地整理土方量计算中的运用[J]. 中国土地科学, 2002, 20(1): 50-54.