

以等高线为数据源进行地形剖面的绘制

庞学琴¹, 马隆文²

(1. 广东省封开县城乡建设规划局, 广东 封开 526500; 2. 广西国土资源厅信息中心, 广西 南宁 530023)

[摘要] 文章研究和总结了在 MAPGIS 地理信息系统和 CASS5.0 测绘软件中以等高线为数据源进行地形剖面绘制的方法, 并对这两个系统的高程数据转换进行了探讨。

[关键词] 数字高程模型; 等高线; 剖面图

随着计算机数据处理能力的提高, 数字测量仪器广泛应用以及计算机制图技术的发展, 数字地面模型(DTM)的应用也日渐普及。该模型(DTM)主要利用实地采集的碎部点数据或从已有地形图上获取三维坐标并经过专业处理产生, 然后利用计算机自动产生各类专业地图件并进行各类专业分析。其中, 以 DTM 模型生成剖面就是其主要应用之一。

一般, 以 DTM 模型生成剖面线的步骤如下: 首先, 对带有高程值或异常值的原始离散数据点进行 DTM 建模。建模的方式主要有两种: 栅格网(GRD)和不规则三角网(TIN)。所谓 GRD 模型是对原始离散数据进行网格化处理; 而 TIN 模型, 实质上是将原始离散数据点, 按一定规则连接成 Delaunay 三角形, 即建立三角剖分。对于地形高程模型, 常用不规则三角网(TIN)建模。建好 DTM 模型之后, 用剖面基线与 DTM 数据模型进行 Z 坐标轴方向的相交分析, 计算出基线与 DTM 网线的交点坐标(X,Y)及交点处的高程值(Z), 然后以交点到基线始点的距离为二维点(X0,Y0)的 X0, 交点的高程值(Z)为 Y0, 再进行二维平面投影, 即可绘出剖面线。通常在二维平面投影之前, 还对剖面坐标点进行插值处理。

DTM 模型的建模数据为离散高程点数据。然而, 在实际工作中我们会发现, 不管是地形图数据库, 还是纸介质地形图, 高程点数据在信息量、表现力、利用率方面都远比不上等高线, 在很多情况下我们更多使用等高线而非高程点。因此, 怎样以等高线为数据源进行地形剖面的绘制也一直是地学工作者和工程设计人员所关心的课题。笔者以地学领域广泛应用的 MAPGIS 地理信息系统和测绘部门普遍使用的 CASS5.0 为软件环境, 阐明这两个系统各自以等高线为数据源进行地形剖面绘制的方法以及两者间高程数据的交换, 最后简单介绍二次开发的以等高线为数据源进行地形剖面绘制的程序。

1 MAPGIS 与 CASS 软件简介

MAPGIS 是武汉中地公司开发的工具型地理信息系统软件平台, 功能强大, 它提供了图形输入编辑、库管理、空间分析、图像分析、输出及实用服务功能, 其应用广泛, 许多单位如地矿、土地管理、城市规划、测绘、水利等部门都配置了 MAPGIS 软件。其中, MAPGIS 的数字地面模型子系统提供

[作者简介] 庞学琴(1971-), 男, 1995年毕业于南京建筑工程学院, 主要从事测绘及 3S 集成应用研究工作, 工程师。

◆ ke ji yuan di ◆

DTM 建模、高程剖面分析功能。

CASS5.0 是南方测绘仪器公司在 AutoCAD 上开发的数字化地形地籍绘图软件,其主要特色是面向 GIS,彻底打通了数字化成图系统与 GIS 的接口,在测绘行业应用相当广泛。CASS5.0 也集成了 DTM 建模及剖面绘制等功能,由于它的数据格式是 DWG 或 DXF,因此更能得到普遍使用 AutoCAD 的设计部门的接受。

2 地形剖面绘制方法

2.1 在 MAPGIS 系统中以等高线为数据源进行地形剖面绘制的方法

在 MAPGIS 系统中,通过以下步骤实现以等高线为数据源进行地形剖面绘制。

2.1.1 等高线赋高程值

等高线必须赋有高程值。在 MAPGIS 系统中,等高线是用二维线来表现,即只有 XY 两个坐标分量数据,没有 Z 坐标轴分量数据。其高程值通过其属性的一个浮点型或双精度型字段进行存储。等高线赋高程值的步骤如下:在 MAPGIS 编辑子系统中,编辑等高线的属性结构,添加一个浮点型或双精度型字段,用于存储等高线高程值。运行“矢量化”下拉菜单中的“高程自动赋值”功能,沿等高线坡度方向用鼠标画“橡皮筋”线段,在弹出的高程增量输入对话框中分别输入“当前高程”、“高程增量”、“高程域名”3 个参数值之后,按“确定”按钮即可给与橡皮筋线段相交的等高线赋上高程值。

2.1.2 从等高线中提取高程点值

这一步是实现线高程数据转换成离散点高程数据过程。运行 MAPGIS 数字地面模型子系统,在“文件”下拉菜单中选择“打开数据文件→线数据文件”,打开待处理的等高线文件。然后点击“处理点线”菜单中的“线数据高程点提取”功能,在弹出的“设置线抽稀提取高程数据点参数”对话框中分别输入“抽稀系数”、“曲率因子”、“线属性高程数据域”参数之后,确定即可。窗口用户区显示提取的高程数据点。特别提一下,这里显示的高程点是 TIN 工作区的数据,并非点工作区(WT)的数据,在此不能直接保存为点文件(*.WT)。

2.1.3 建立 TIN 模型

以等高线为数据源建立 TIN 模型的方法有两种:

一种是利用 2.1.2 步骤中从等高线中提取的高程点数据进行建模。理论很复杂,操作却很简单。在 2.1.2 步骤完成之后,直接点击“TIN 模型”菜单中的三角剖分功能即可。

另一种是直接利用等高线进行建模。具体操作如下:首先在 MAPGIS 数字地面模型子系统,打开待处理的等高线文件。然后点击“处理点线”下拉菜单中的“高程点→线三角化”功能,在弹出的对话框中选择“等高线高程属性项”即可。

2.1.4 高程剖面绘制

在建立了 TIN 模型之后,便可以进行高程剖面的绘制。在 MAPGIS 数字地面模型子系统中,点击“模型应用”下拉菜单中的“高程剖面分析”,我们发现其中的“交互造线”功能在建立了 TIN 模型之后变为可选。如果用户打开了线文件,另一个“分析指定线”功能也变为可选。亦即,用户造剖面时输入剖面基线的方式有两种:一种通过鼠标输入,前提是建立了 TIN 模型;另一种通过选取现有线方式输入,前提是建立了 TIN 模型并且线工作区有数据。若以“交互造线”方式造剖面,鼠标输入剖面基线折点时会同步出现二维分量 XY 坐标输入对话框,以便用户以更精确的基线折点数字输入。基线输入后会弹出是否保存基线的对话框,用户可以根据自己需要自行决定。最后在剖面线分析参数对话框中设置 XY 坐标轴向标注的间距值、标注的格式、字体、XY 坐标分量的缩放比例、剖面插值步长、基线折点处标注等参数,点击“仅处理剖面”即可生成高程剖面图。以“分析指定线”方式造剖面的操作与上基本相同,不同的是选取现有线作为剖面基线,还有一点不同的是:最后生成剖面线时多了一个选择,“与线相交”生成剖面,其实与“仅处理剖面”生成的剖面图相同,只不过在剖面线上添加了基线与等高线交点的位置。

2.2 CASS5.0 结合 MAPGIS 实现以等高线为数据源进行地形剖面绘制的方法

CASS5.0 中等高线为 3D 线,其高程值就是其 Z 轴向分量值。绘制剖面图是通过对高程数据文件(.dat)进行建模完成。目前,系统中还没有对等高线进行高程值提取功能,因此,怎样提取等高线高程值形成高程数据文件(.dat)是 CASS5.0 系统中实现以等高线为数据源进行地形剖面绘制的关键。下面介绍一种行之有效的方法:首先通过 DXF 文件格式实现 CASS5.0 向 MAPGIS 系统的数据转换,然后利用功能强大的 MAPGIS 数字地面模型子系统提取等高线高程值,形成明码格式的 MAPGIS 高程数据(.dat),略加转换便形成 CASS5.0 高程数据文件(.dat)。该方法的优点是实现了 MAPGIS 和 CASS5.0 的高程数据共享。

2.2.1 DXF 文件数据转换

DXF (图形交换文件格式)是 Autodesk 公司专为 AutoCAD 与其他程序之间交换图形信息而开发的图形数据格式,已经成为一种工业数据格式标准,几乎所有的矢量数据生产、应用、分析系统都提供了 DXF 数据的输入输出接口。在此,将 CASS5.0 环境下的等高线另保存为 DXF 格式文件,运行 MAPGIS 系统的“文件转换”模块,点击“输入”下拉菜单中的“装入 DXF”功能,选择 DXF 格式的等高线文件,转换后保存为 MAPGIS 格式的线文件(.WL),系统自动将 CASS5.0 中

的等高线的高程值(Z值)保存在 MAPGIS 线文件(.WL)中的一个名为“高程值”的双精度属性字段中。

2.2.2 从等高线中提取高程点值

运行 MAPGIS 数字地面模型子系统, 打开等高线文件(.WL)。然后点击“处理点线”菜单中的“线数据高程点提取”功能, 在弹出的“设置线抽稀提取高程数据点参数”对话框中分别输入“抽稀系数”、“曲率因子”、“线属性高程数据域”参数之后, 点击“确定”按钮。高程数据提取完后, 点击“文件”下拉菜单中的“输出高程数据”功能, 将 TIN 工作区中的高程数据保存为 MAPGIS 高程数据文件(.dat)。

2.2.3 高程点数据文件格式转换

这一步进行 MAPGIS 高程数据(.dat)与 CASS5.0 高程数据(.dat)的转换, 以实现两者的高程数据共享。这两种数据的格式都是明码格式, 主要数据描述为 XY 坐标及高程值。

MAPGIS 高程数据格式(.dat)如下:

NotGrid

X, Y, 高程

.....

CASS5.0 高程数据格式(.dat)如下:

总点数 N

1 点点名, 1 点编码, 1 点 Y(东)坐标, 1 点 X(北)坐标, 1 点高程

.....

N 点点名, N 点编码, N 点 Y(东)坐标, N 点 X(北)坐标, N 点高程

可以看出, 这两种数据格式很简单, 作者使用 C 语言的文件格式读写函数, 实现两者之间的相互转换。

2.2.4 高程剖面绘制

至此, CASS5.0 的用户就可以跟传统方式那样绘制剖面图了。一种方法是, 启动 CASS5.0, 打开 DWG 图形或 CASS 的 DWT 模板, 打开“计算与应用”下拉菜单, 选择“绘断面图 → 图面生成 → 根据坐标文件”, 选择剖面基线, 再选择高程数据文件(.dat), 在命令行依次输入采样点间距、横向比例、纵向比例之后, 即可绘出剖面图。另一种方法是先将高程数据(.dat)进行展点, 然后根据图上高程点绘制剖面图。操作如下: 打开“绘图处理”下拉菜单, 选择“展点 → 高程点”, 选择高程数据文件(.dat)进行展点; 打开“计算与应用”下拉菜单, 选择“绘断面图 → 图面生成 → 根据图上高程点”, 选择剖面基线, 再选择图上参与计算的高程点, 然后在命令行依次输入采样点间距、横向比例、纵向比例, 即可绘出剖面图。这两种方法的优缺点是: 前一种剖面基线的输入较为盲目, 但操作步骤相对较少; 后一种则刚好相反。

2.3 作者二次开发以等高线为数据源进行的地形剖面绘制程序

在实际工作中, 笔者发现大部分的工作人员不会用或者根本不用以上方法绘制剖面图。原因是对软件不熟悉, 且其理论知识复杂, 操作步骤繁多, 不能在同一系统实现, 即使在同一系统实现也不能在同一模块中实现……他们希望的是: 在等高线地形图(计算机矢量图)上画一条线(与等高线相交的线段), 剖面图便自动生成出来。为此作者以 VC++ 为编程语言, 以 MAPGIS_SDK6.6 为开发平台进行二次开发以实现此功能。由于程序源代码较多, 不宜在此列出, 因此, 这里主要阐述程序的编程思路以及编程过程中的一些关键技术。

编程思路: 用光标画线段, 求线段与等高线的交点, 以交点到线段始点的距离为 X 轴分量数据, 相交的等高线高程值为 Y 轴分量数据, 把所有这样的数据组作为线折点数据投影到 XY 平面后即可绘出剖面线。

编程关键技术: 通过继承交互性扩展工具类 BaseGisTool 实现光标画线操作, 通过窗口坐标到实际坐标的转换函数 _WinXY_FactXY1() 实现光标的窗口坐标到图形坐标的转换, 通过在对话框中创建列表框来显示等高线的属性结构, 通过 _GetLinAtt() 函数提取等高线的高程字段数据, 编写两线段相交类 CCrossPnt 实现线段与等高线相交计算, 利用 _AppendLin() 函数向线工作区添加剖面线数据。

此程序最大的优点是不需要建立 DTM 模型, 而且可以直接集成到编辑子系统中, 操作非常简单, 真正实现所见即所得。若想了解此程序的详情请发邮件至 email:mlw3@163.com。

3 结 论

综上所述, 我们可以看出, 以等高线为数据源进行地形剖面绘制的过程其实是在常规绘制过程的基础上增加了一个步骤: 预先对等高线进行高程值提取, 形成离散点高程数据。上述的 3 种地形剖面绘制方法, 可以说是行之有效的方法, 但并不是快捷有效易用的方法。前两种方法需要建模, 步骤较多, 需要有一定专业知识的人员才会使用; 后一种方法不用建模, 简单易用, 但缺少模型使得它只能作简单的剖面绘制, 缺乏科学应用性。因此, 怎样研究开发出一块快捷有效易用的在建模基础上绘制剖面的方法, 还需要我们进一步去努力和探索。

【参考文献】

- [1][美]Richard C.Lernchker & Tom Archer. Visual C++ 6 宝典[M]. 北京: 电子工业出版社, 2001.