

# 清华山维在地形图等高线自动生成中的运用初探

王政玮

辽宁百特测绘地理信息有限公司

**摘要:** 本文对自动生成等高线的基本算法进行介绍,并以清华山维 EPSW2005 为例,从 TIN 模型的生成以及 TIN 对等高线生成的影响两个角度出发,阐述等高线自动生成的应用方法,最后通过实例分析的方式,对等高线自动生成以及高级编辑的措施进行探究,力求使等高线的绘制精度得到显著提升。

**关键词:** 清华山维; 地形图; 自动生成

## 引言

在以往大比例尺地形测量中,等高线的绘制难度较大,尤其对于较为复杂的地形来说,需要借助专业化的制图软件,以便自动生成等高线。作为测绘数据采集系统,清华山维软件能够在数据库的基础上自动生成等高线,功能十分强大,可在多领域中广泛应用。

### 一、软件自动生成等高线

通过数据库平台技术的应用,可利用相关软件的高程点自动生成等高线,使以下三个技术类问题,分即:构网、内插高程点、内插点排序,得到有效解决。现阶段,测绘市场中应用频率较高的软件中,自动生成等高线的基本算法主要有两种,一种为网格法,另一种为 TIN 模型法。其中,前者主要由一些长方形排成矩阵式网格,每个网格的高程以不规则数据点为参考,利用距离加权平均法计算而得;后者是直接将不规则数据点作为参考,构建三角网,利用拟合方式使其自动生成等高线。

### 二、清华山维在等高线自动生成中的应用

#### (一) 应用原理

在野外地形探测中,通常将不规则分布数据点作为地貌特征点,在此基础上可利用网格法或者 TIN 模型法对等高线进行绘制。其中, TIN 法的利用能够有效精简规则格网中的数据冗余情况,具有精度优势较强、三角网形态优良、分辨率可灵活变化等优点,充分体现出对不规则地貌的形态特征。因此,本文将从 TIN 角度对清华山维在等高线生成中的应用进行阐述。

在 TIN 模型中,主要包括众多“质点”,它是根据测量地特征采集到的点。遵循就近原则,将整个其余各点连接起来形成相互独立的三角形。在数据结构方面,模型主要包括三角形与点两个方面,其中点表中包括全部节点信息,且每条信息中均记录着节点的坐标与标号。三角形表的主要作用在于体现三角形与存储点之间的拓扑关系,包括三角形标号、顶点标号以及附近三角形的标号三个方面。按照相关规定,三角形的三边、三顶点均应按逆时针顺序排列,每边均与相邻三角形对应。TIN 模型构建直接由不规则数据点构成三角形网,不受其他条件的制约,利用数字高程模型对地表复杂关系进行表示,并在形成三角形网后,根据一定高程寻找等值点,探索等值点,判别起始点,最终绘制出准确的等高线。

#### (二) 具体应用

现阶段,在三角网的构建中,大多采用离散地形点的方式,单纯考虑数据中的任意点,所得的结果必然需要得到足够密度的点的支持,否则生成的模型将无法准确地反映地表的复杂情况,也无法满足实际续期。因此,应构建无约束数据三角网,并将约束线段加入其中,以此促进三角网的顺利生成,从而构建出准确的高程模型。

##### (1) TIN 模型的生成

清华山维软件能够有效接触山用地性线问题,使 TIN 模型得到灵活控制。在约束控制中,主要可将山类划分为两种类型:一种为坎坡类,另一种为自然形态。对于坎坡类来说,主要包括坎、坡、沟、悬崖等内容。在 TIN 模型构建中,对于坎顶点与非坎下点、坎下点与非坎顶点之间不可直接连接,需要对坎下点、坎顶点之间的连线条件进行明确,才可使地性线得到充分体现;

对于自然形态的山体来说,通常将山用等高线的形式表示,等高线可通过 TIN 模型的形式体现出来。在构建 TIN 模型时,山谷线、山脊线、山脚线等均可看成是地性线,可对山体特征进行充分展示<sup>[1]</sup>。

##### (2) TIN 影响等高线生成

在实际工作中,不可避免地会遇到一些无法绘制的地性线或者被忽视的地性线;但是在 TIN 模型中,上述情况与其特性相背离,需要在实际应用中进行处理。本文根据实际地形情况,将异常三角形准确地寻找出来,通过手动方式对特征点进行增删或者修改,使构网中存在的异常三角形得以有效处理和优化。通过清华山维对异常三角形进行成功修改后,对三角网进行保存,重新生成等高线,该等高线与实际地形的相似度更高。

### 三、清华山维在等高线生成与编辑中的实际应用

#### (一) 项目概况

某水库在承担 175m 的蓄水后,需要对库区直流水道地形进行测量,总面积约为 133km<sup>2</sup>,由于测量区域属于水库蓄水后的覆盖区,水中最深处达到 140m,地形较为复杂,且地形起伏较小,无水流冲刷。由于该地地形具有较强的特殊性,需要利用清华山维软件对等高线自动生成后,再利用内插法对生成的等高线进行高级编辑,使其中存在的错误、不合理、相互交叉等处得到有效的纠正和完善。

#### (二) 应用方法

首先,在自动生成基础上,将首曲线删除,对计曲线进行纠正。在此过程中,保持原有计曲线不变的同时,将相同高程的点纳入其中,使等高线的拟合度更加良好;在修正时,应根据地形起伏情况选择最佳等高线走向,严格控制测点之间等高线的比例关系;在加点的过程中还要保持间隔的一致性,在使用辅助线内插的过程中,建立均匀的模型,并在首次曲线插入时,使曲线不会发生较大的变形;在水涯线与相邻计曲线之间,应对标码进行修改,使其成为计曲线标码,然后选取所需插入的曲线数量,在插入结束后,将标码更换为原来标码。

其次,在应用过程中,可一次性插入两组或者多组首曲线,按照每行高程点对插入线的数量、位置的准确性进行判断,对于不合理处及时修改,使等高线的编辑效率显著提升。但是,每次所插入的等高线并非越多越好,最多不可超过 4 组,否则容易产生错误和漏洞。在插入曲线后,不能立即对曲线标码进行更换,以便为后续曲线修改、检查提供便利。<sup>[2]</sup>

最后,在利用内插法完成等高线的生成后,通过人工修改的方式使等高线图得以优化,通过人机交互的方式,使地形得到良好的控制,让等高线更加平滑美观、走向正确,且大部分无需人工修改。值得注意的是,在内插法应用过程中,主要是根据两条相邻曲线之间平均分配的方式插入,但事实上,两条曲线的分布并非完全平均,因此应对插入点的准确性进行分析,如若发现与点线不符之处,应立即进行修改。每次插入等高线并修正完毕后,可用选择集方式对修改后的曲线标码进行更换,使其恢复为首曲线标码。

### 四、结论

本文对三角网等高线自动生成的原理进行分析,以此为基础探究清华山维在实际工作中对地性线的绘制与修改,使三角网得到有效的优化,等高线更加平滑美观,地图的绘制精度得到显著提升,从而在实际工作中发挥出更大作用。

#### 参考文献:

- [1] 高伟光. 基于 MATLAB 和 VRML 的军事等高线地图三维重建系统的研究和实现 [D]. 山东大学, 2017.
- [2] 姚连钰, 齐丽君, 张伟, 等. 基于地图等高线的视景数据库的生成 [C]. 全国仿真器学术会, 2016.