

# 一种新的建立三角形DTM网络的理论

西南交通大学 朱庆

## 提 要

在机助成图过程中,等高线地貌的自动综合是最复杂工作。特别是大比例尺地形图机助成图过程中,传统的DTM理论正面临如何充分地、有效地处理大量的地形特征信息。笔者从地貌学的理论出发,设想了一种新的建立三角形DTM网络的理论,为建立大比例尺、高精度的DTM提供了一条有效的途径。

## 一、概述

众所周知,在机助成图过程中,等高线地貌的自动综合是相当复杂的过程。因此,在众多的机助成图软件包中均忽略了这一重要方面,或者只是作些简单的处理。这已不能适应机助成图方法越来越广泛的应用。笔者认为关键在于传统的数字地面模型(以下简称DTM),包括DTM的信息内容和网络结构,不能适应新的需要。特别是在大比例尺测图中,随着大量地形特征信息的引入,传统的DTM理论正面临有效地处理这些信息的挑战。按照DTM的结构来分,DTM理论主要有两大类,即采用规格网结构的DTM内插理论和采用随机三角形网络体系的DTM建网理论。由于前者不能直接利用各种信息,而需要经过复杂的内插处理,对各种地形没有灵活性。因此,在机助成图领域中人们已转向对后者的研究。传统方法建立随机三角形DTM网络的理论主要有以下几种方法〔1〕Delaunay法、RSA、yoëli法和Elfick法。

## 二、几种传统方法

1. Delaunay法即建立控制点周围最紧密相连的双重格网(亦称梯森 Thiessen多边形法)的一种方法。虽然该法理论严密,且三

角网是唯一的,但这只是从数学和图论的角度来考虑,该法没有顾及三角网的不同联接对地貌综合的影响。显然,如果要在建网中考虑各种地形特征信息,则会破坏其完整性,而失去理论上的严密性。

2. RSA法即辐射扫描法(Radial Sweeping Algorithm)。该法包含两层意思,即建立稀疏的辐射三角形和对三角形进行图形调整,其中,三角形的调整工作是大量的,特别是在既要顾及图形条件又要考虑地形因素时。如果引入地形附加信息,由于没有严密的客观标准,难免会出现三角形穿入地下或越过地面的现象,从而歪曲真实地形。

3. Yoëli法的基本点是利用未被使用过的线段根据“最小距离和”的法则选择顶点建立三角形,并允许“间断线”存在。由于该法避免大量的数据处理和重复数据的存储,因而对计算机提出了较高的要求,如果同时要处理比较多的地形特征信息(如地形比较复杂、破碎),此法也难实现。

4. Elfick法是在既有三角形的基础上进一步建立三角形的方法。该法很讲究算法与技巧。比如在有“间断线”出现的区域则使用线性内插法增加额外数据点,以形成较密的三角形,但此法一般只用于要求不高的地形分析中。

### 三、建立三角形DTM网络的新方案

上述四种理论对地形特征信息的处理都不十分理想，因而DTM在有效地表达地形形态特征方面就有很大局限性。根据地貌学的理论，地貌为连续分布在地球表面上的地形要素。任何类型的地貌都是由大小和空间位置各异的基本面（或称斜坡面）组成的。地貌结构线（山脊线和山谷线）则是地形的骨架。如果将整个区域地貌分割为若干基本面，再建立每个基本面的数字模型。这样，一方面由于一个较大的区域被分割成若干较小的子区域，从而达到了简化计算、节省存储单元的目的；另一方面由于每一个基本面均是连续的、坡度变化均匀的，从而在每个基本面上利用简单的处理模式即可有效地表达地形量测特征和形态特征，这使得高精度的数字模拟成为可能。当然，这些基本面的边界除了山脊线、山谷线外，还可以是各种地形断裂线、地物边界线，如河流、道路等。

基于上述思想，笔者设计了一种建立三

角形DTM网络的方法，其步骤是：

1. 根据成图区域确定处理单元的矩形范围，并从数据资源中提取属于该单元的所有信息。（如图1）

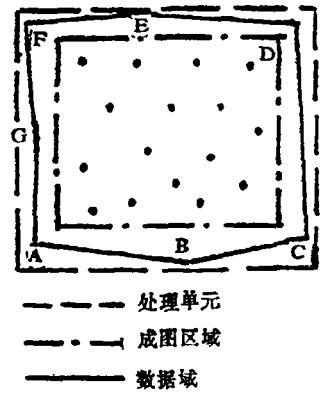


图 1

2. 建立数据域实际的多边形边界（A, B, C, ..., G）。

3. 提取该单元内对地形有重要影响的若干种特征线信息，并进行预处理。

4. 用这些特征线分割实际的数据域，得到彼此相邻的若干子区多边形边界。

5. 分别从每个子区多边形边界出发建立三角网。建网的基本要求是：（如图2）

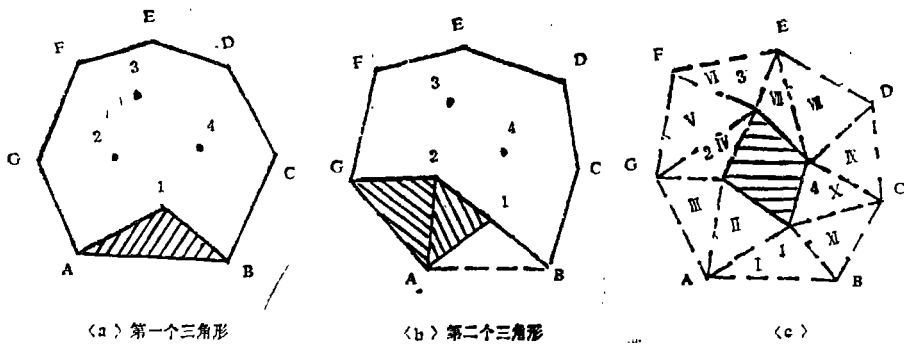


图2 三角形的形成

〈1〉在多边形边界上任选一点（如A）作为起点，与起点相连的一条边为基边（如AB）。

〈2〉根据一点到基边两端点距离之和最小的原则，在相应子区中选择一点作为三

角形的顶点（如1）。一旦形成一个三角形，记下三角形的三个顶点，并调整边界序列，以使新的边界不包含已有三角形区域。（如图2（b））

〈3〉将起点和三角形的顶点的连线作

为新的基边(如A—1), 同样又可形成一个三角形。如此执行下去, 直到三角形的顶点为多边形边界上的点为止。

(4) 依次在边界上取点作为新的起点(如G), 通过与前类似的处理, 一旦所有边界点均被用作过起点, 则又形成了新一轮多边形边界(1, 2, …)。很显然, 多边形边界所包围的区域是越来越小。(如图2(c))

(5) 重复执行前面的处理, 直到多边形边界收缩为一个三角形、一条边或一个点为止。

当所有子区都已建立起三角形格网, 由于这些子区彼此间是紧密相邻的、连续的, 整个单元的三角网自然就形成了。

几点说明:

1. 特征线信息的预处理包括将信息进行归类, 建立特征点的信息检索地址表; 进行特征线的延拓以及去掉线与线之间的交叉等。

2. 提取子区边界按“逐级法”进行。对整个数据区域边界来说, 总可以找到一条或由若干条组成的两端点均在边界上的特征线或者特征线链, 整个区域即被这条“特征线”分割为相邻的两部分, 这样可以得到两个多边形边界。再分别从这两个多边形边界出发, 这样一级一级的分下去, 直到不能再分为止。

3. 由于子区边界主要由特征线组成, 因而保证了这些特征线段将成为三角形的边。

4. 关于建网理论的严密性。首先, 从图2可以看出, 由于每形成一个三角形, 相应的区域将不再考虑, 因而不可能出现三角形重复的现象。另外, 由于是顺次从边界上取点, 加之采用“最小距离和法则”, 保证了选取相互邻近的数据点组成三角形。因此三角形也不可能遗漏。如图3所示, 如果i—B—A—j为边界的一部分, 以A—B为基边建立三角形, 只要在阴影的范围内选点作为顶

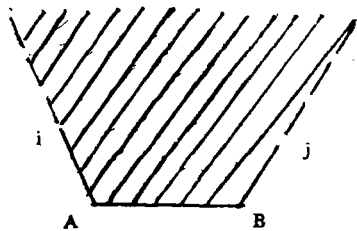


图 3

点, 即可防止三角形发生交叉。可见, 使用该法构网可保证三角形不重复、不遗漏、不交叉。

5. 如果在一些子区内不允许有等高线穿过, 则可根据提供的信息决定在该子区不建立三角网。对整个区域网来说, 好比在该子区所限定的范围出现了一个空白区。

## 四、建立三角形DTM新方案

### 的特点

笔者认为该理论主要有以下特点:

1. 该法将特征线段作为三角形的边来处理, 所建立的DTM具有很好的地形断裂特征和地貌结构特点, 各种特征信息从而可以直接用于地形分析, 有利于充分利用信息资源, 有效地进行高精度的地貌综合。

2. 该法所生成的每一个子区域都可视为一个基本面, 相应的每一个三角形的斜度即反映了相应地面的坡度。因而, 采用比较简单的处理模式即可充分表达地形的量测特征和形态特征。

3. 该法所进行的分区处理, 有利于建立大规模的DTM, 而且为利用各种微型计算机进行机助成图提供了理论保证。

4. 该法构网的理论是严密的、有效的。

5. 该法引入“空白区”的概念, 可以很简便地实现等高线遇多边形地物自动断开。

最后, 在本文写作过程中, 得到了马德言副教授的精心指导, 谨致以最衷心的感谢。

### 参考资料

[1] 朱庆, 李志林“建立三角形DTM网络的理论综述”, 《铁路航测》, 1988年3期。