

DEM 构建过程质量控制

尹黎明, 姜小三, 胡续礼, 潘剑君

(南京农业大学资源与环境科学学院, 南京 210095)

摘要:提高 DEM 精度, 控制其质量是 DEM 构建者和使用者共同关心的问题。从如何减少 DEM 构建过程中的人为误差入手, 对数字化过程中容易出现的人为误差进行了总结, 指出相应的改进方法, 并提出一种简便易行的快速检查 DEM 中错误的办法, 对于指导生产实践有一定意义。

关键词:DEM; 人为误差; 地形地貌; 质量控制

中图分类号:TP79

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2006)03-0099-03

Quality Control During Building DEM

YIN Li-ming, JIANG Xiao-san, HU Xu-li, PAN Jian-jun

(College of Resources and Environmental Sciences, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: It is a mutual concerned problem for producers and users to improve DEM precision and control its quality. The authors begin with reducing personal error, conclude personal errors during digitize and point out corresponding correct methods. At the same time, a new method is advanced to check out DEM errors quickly. To some degree, the article can conduct the production.

Key words: DEM; personal error; landscape and geography; quality control

1 前言

数字地形模型是地形表面形态属性信息的数字表达, 是带有空间位置特征和地形属性特征的数字描述。数字地形模型中地形属性为高程时称为数字高程模型(DEM, Digital Elevation Model)^[1]。DEM 是计算影响水土流失强度的地形因子的基础数据, 它的精度会对水土流失定量监测结果产生重大影响。因此, 构建高精度的 DEM 对于水土保持定量监测非常重要。

DEM 的实际精度主要由原始数据的采集误差和高程内插误差两方面决定^[2]。数据采集误差又包括原始资料的误差、采点设备误差、人为误差等。原始资料误差、采点设备误差以及内插误差很难消除, 而最容易消除, 但又经常被忽视的是人为误差。数字化过程中对点、线高程的错误赋值以及对一些特殊地形、地貌的错误描述很常见, 这些错误对 DEM 精度构成很大影响。为了保障数据精度, DEM 的建立必须根据地形的特点进行一定特殊处理, 例如, 增加高程控制点、在地形结构线上进行加密布点、改进高程数据内插的算法等, 同时也要能够及时发现错误, 进行改正。

前人在该领域进行了诸多卓有成效的研究。邱卫宁^[3]、余鹏^[4]等分别研究了利用等高线和地形图建立 DEM 的方法; 陈秀忠^[5]、刘宝玲^[6]、张荣群^[7]、王东华^[8]等从不同侧面就 DEM 的生产工艺方法进行了研究; 赵帮元^[9]等对不同地形特征条件下消除“平三角”进行了研究; 唐新明、杨晓云分别对 DEM 的精度评估进行了研究; 汤国安^[10]提出了 DEM 地形描

述误差, 并以此为基础进行 DEM 精度评估; 卜兆宏等^[11]提出了由像元坡度评价法和数值评价法组成的 DEM 精度评价新方法。但是, 以对各种条件下地形、地貌的正确描述, 并发现其中错误为研究的着眼点, 进行探讨, 还是空白。

本文正是基于此, 探索出在不同地形、地貌区建立 DEM, 以及快速发现错误的技术要点和方法, 对于减少人为误差, 提高工作效率以及 DEM 精度具有一定的意义。

2 构建 DEM 过程中常出现的人为误差

本研究以淮河流域鲁山县境内二郎庙(等高距为 10 m)的 1:5 万地形图为例, 在 ArcGIS8.1 中由 GRID 模块和 TIN 模块生成 DEM。

2.1 输入误差

2.1.1 漏输或错输高程注记点

矢量化过程中由于要在效果并不太好、密密麻麻的底图上寻找大量高程注记点及其高程值, 很容易使矢量化人员错输或者漏输山头上的高程注记点, 这样造成的影响是产生许多错误地形, 如平顶山。如图 1 左 A 处由于错输了注记点高程值, 使得建成后的 DEM 表现为凹地, 但实际地形为一个小山包(A)。B 处由于漏输了高程注记点, 在 DEM 中表现为“平顶山”, 但实际地形为一个山头(B)。因此, 在数字化过程中要特别留意对高程注记点的全面、正确赋值。

2.1.2 等高线赋值误差

等高线赋值误差是一个比较常见的问题。如图 2 左将 A、B 两条等高线的值由 200 和 250 错赋值为 1 000 和 750,

使得原来平缓的山坡(图 2 右)变为有陡崖,地形非常复杂的山坡。将等高线 C 由 280 错赋值为 100,使得原来凸出来的台地(图 2 右)变为凹下去的台地(图 2 左)。这种对实际地

形、地貌的错误描述严重影响 DEM 的精度。减少这种误差除了需要加倍仔细外,提高识图技能,掌握必要的地形、地貌知识也是很重要的。

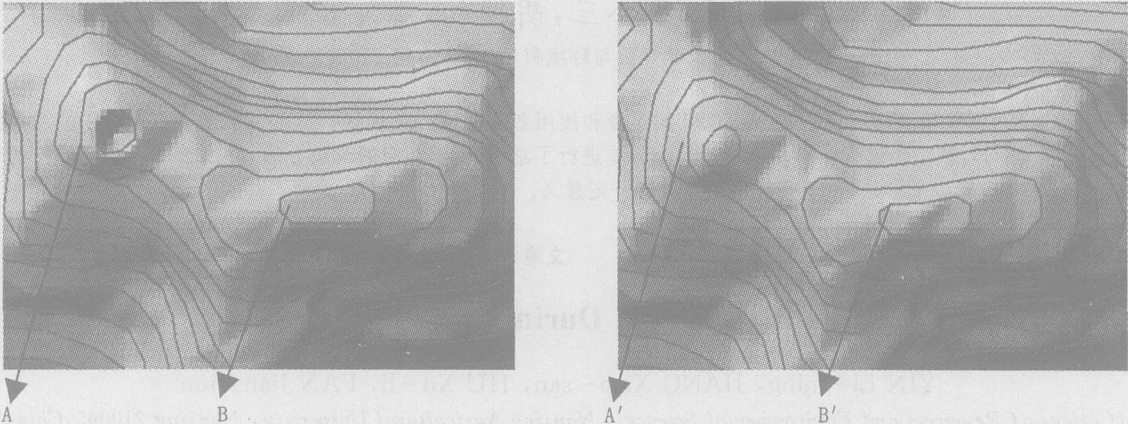


图 1 利用 DEM 生成的山体阴影图

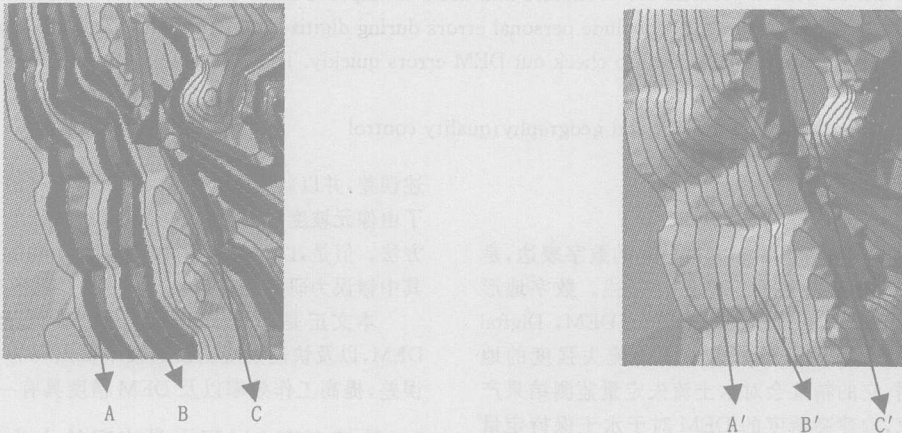


图 2 利用 DEM 生成的山体阴影图

2.2 在 DEM 构建过程中

对于一些特殊地形、地貌并没有输入错误,但是也可能出现较大误差。对于这种情况,必须实施一些专业的技术处理。

2.2.1 对“陡崖”地貌的表示

遇到陡崖的时候,地形图上一般都会有特定的符号表示。这种情况若按照地形图上等高线的画法来数字化等高线,即使将等高线正确赋值、没有遗漏,也不能够把实际地貌表现出来。必须对陡崖出现的地方进行专业化处理,把断掉的等高线按照实际走向连接起来,并且密集一些。至于陡崖符号,只是一种表示符号,不能把它当作等高线连接起来。如图 3 左为按照底图数字化,建成后的 DEM 并不能反应实际地貌,而经过专业处理后的右图 A 则能够正确反映实际的陡崖地貌。

2.2.2 消除“平顶山”

地形图中有一些山头有高程注记点,但是仍然有许多小山包没有加高程注记点,遇到这种情况应该人为添加高程值不超过一个等高距的高程注记点,或者借用大比例尺地形图上的有效高程点,否则插值得出的 DEM 会出现如图 1 左 B 所示的平顶山。

2.2.3 河道中的小洲

河道中的等高线相对简单,但是也不能够大意。其中有些地形还是比较容易疏忽。如图 4 中 A 处为河中一个小洲,但是如果将这根闭合的等高线忽略掉,那小洲就表现不出来

了,如图中 A 处所示。此外,河道中若是两条等高线间距很远,应该在这两条等高线中间位置增加一条等高线,并赋半个等高距的值。

3 DEM 的质量检查和精度评价

3.1 快速检查出 DEM 中错误的方法

在这里提出一种简便、易行的检查 DEM 中错误地的方法。具体办法:第一,对矢量化数据在 ArcMap 中运用“Select by Attributes”工具选择出高程为 0 或超出地形图高程范围的等高线及高程注记点进行重新赋值。第二,生成坡度图。由于“平三角”所构建地面坡度一般 $< 3^\circ$,因此,“平三角”的消除可以反映在地面平均坡度的增大,山区、丘陵区小于 3° 坡面的减少^[9]。运用“Select by Attributes”选择工具选择出 $< 3^\circ$ 的坡面,并且与原构建等高线、高程注记点、地形图进行叠加显示,看其是否符合实际地形地貌。同时选择出坡度较大的区域与矢量等高线层、高程注记点层、地形图叠加,看是否与实际地形地貌相符。对与实际地形、地貌不相符合的等高线、高程点层进行改正。更改完成之后,再次生成坡度图,在 ArcMap 中再次与等高线、高程注记点进行叠加显示。当观察到山川体的山脊坡度皆变缓、较小和白色相连,山谷线也是如此且与山脊成犬牙交错之势,而山谷两侧山坡则以红色或深红色显示为较大坡度,并且与等高线的疏密十分一致时,就可以得到该 DEM 为能用的结论^[11],反之应继续进行修改。

3.2 精度评价

DEM 生产出来后需要对其精度进行评价,卜兆宏等^[11]研究发现 1:5 万图幅用 28 个或“不少于 20 个”“均匀分布”检测点的质检规定,是难以作出确切的、可重现的 DEM 精度评价,至少应利用地形图上的所有高程注记点数和多于 20 个山脊、山谷和鞍部无高程注记的特征点,才能获得较切

实的、大部可重现的 DEM 精度评价结果。本研究选取所有高程注记点和 20 个地形特征点,将它们栅格化后与所建 DEM 进行叠加,得到各检测点的高程差,再计算出中误差,经过比较后发现其达到了国家测绘局 DEM 生产技术规定(暂行本)^[12]的 1:5 万平地允许中误差 4 m、丘陵地为 7 m、山地为 11 m、高山地为 19 m 的精度要求。

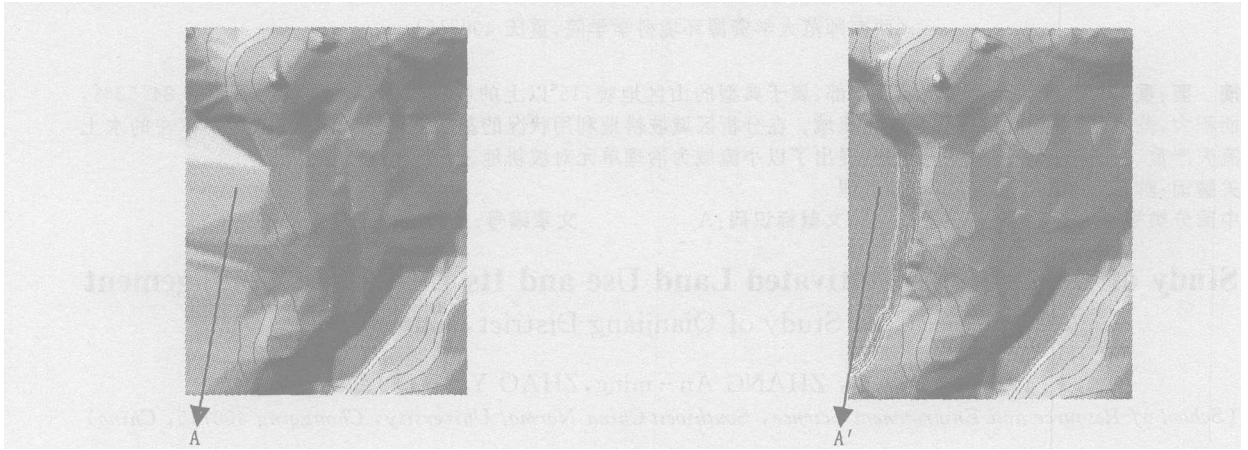


图3 利用 DEM 生成的山体阴影图

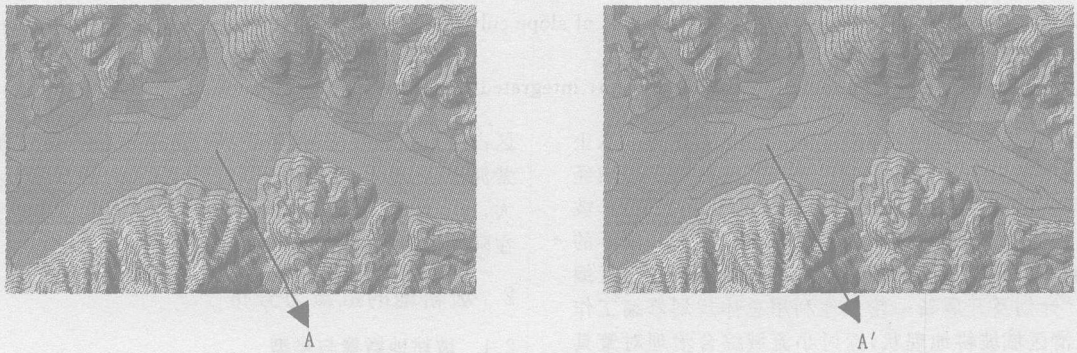


图4 利用 DEM 生成的山体阴影图

4 结论与讨论

(1) 减少 DEM 构建过程中人为误差,即减少数字化过程中错输、漏输的等高线和高程注记点,并且正确表示一些特殊地形、地貌,能够提高 DEM 精度。

(2) 提出一种简单、易行、快速检查 DEM 中错误的方法,在生产实践中具有一定意义。

(3) 数字化过程看似一个非常简单、枯燥的工作,但实际并非如此,完成一幅高质量的数字化矢量图不是一件容易的

事情,这在很大程度受到操作者的专业知识、实际经验的影响,一般人员很难胜任这项工作。因此在实际工作中,只有重视这项工作,才能够为获得高质量的 DEM 打下坚实的基础。

(4) 在精度评价中,本文只考虑了 DEM 的高程精度,忽略了水平位置精度对高程精度的影响。在以后的研究中希望通过编程再结合具体的精度评价模型,将平面精度和高程精度结合起来同时进行评价,这样才能够更加客观、实际的反映 DEM 的精度。

参考文献:

- [1] 郭伦,刘瑜,张晶,等.地理信息系统——原理、方法和应用[M].北京:科学出版社,2001.
- [2] 李志林,朱庆.数字高程模型[M].武汉:武汉大学出版社,2001.
- [3] 邱卫宁.根据等高线建立数字高程模型[J].武汉测绘科技大学学报,1994,(3):80-83.
- [4] 余鹏,刘丽芬.利用地形图生产 DEM 数据的研究[J].测绘通报,1998,(10):16-18.
- [5] 陈秀忠.数字地面模型的建立及应用[J].新疆农业大学学报,1994,(4):46-48.
- [6] 刘宝玲.1:50000 数字高程模型(DEM)生产中有关问题初探[J].东北测绘,2000,(4):37-39.
- [7] 张荣群,严泰来,武晋.数字高程模型 DEM 的建立与应用[J].计算机与农业,2000,(6):62-64.
- [8] 王东华,刘建军,商瑶玲,等.全国 1:25 万数字高程模型数据库的设计与建库[J].测绘通报,2001,(1):27-29.
- [9] 赵帮元,汤国安,马安利,等.不同地貌类型区 1:25 万比例尺 DEM 的建立方法[J].水土保持通报,2002,22(2):45-54.
- [10] 汤国安,龚健雅,陈正江,等.数字高程模型地形描述精度量化模拟研究[J].测绘学报,2001,30(4):361-365.
- [11] 卜兆宏,杨晓勇,王库,等.水土流失定量监测中的 DEM 精度评价新方法[J].土壤学报,2004,41(5):661-668.