

DOI :10.3880/j.issn.1006-7647.2010.02.020

河道地形数据 GIS 入库方法

丁龙远¹, 聂时贵¹, 陶冬冬², 赵崇亮²

(1. 江苏省基础地理信息中心, 江苏 南京 210013; 2. 河海大学水文水资源学院, 江苏 南京 210098)

摘要 针对 CAD 河道地形数据的空间分析能力弱、使用范围窄等特点, 采用 GIS 技术对 CAD 河道地形数据进行转换和入库。在数据转换和入库过程中对涉及的高程点数据获取、等高线高程确定、高程数据粗差探测等方面进行研究, 实现了在少量人工质量控制的前提下高效率地将 CAD 河道地形数据向 GIS 数据自动转换与入库。该高程数据提取方法具有准确、快捷和实用的特点。

关键词 AutoCAD 河道地形数据 GIS 数据转换 数据入库 数据误差

中图分类号 P228 **文献标识码** B **文章编号** 1006-7647(2010)02-0079-03

Import of river terrain data into GIS database//DING Long-yuan¹, NIE Shi-gui¹, TAO Dong-dong², ZHAO Chong-liang²
(1. Fundamental Geomatics Center of Jiangsu Province, Nanjing 210013, China; 2. College of Hydrology and Water Resources, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract With regard to the deficiencies of weak spatial analysis capacity and narrow application scope of CAD river terrain data, the CAD river terrain data were converted and imported by use of the GIS technology. The processing method to import the CAD river terrain data into the GIS database was studied, including the data acquisition of elevation points, the determination of elevation contours and the check of data errors. The automatic conversion and import of the CAD river terrain data into the GIS database were realized under the quality control by a little manual work. The proposed method to extract elevation data is accurate, fast and practical.

Key words AutoCAD, river terrain data; GIS; data conversion; data input; data error

河道地形数据在江河沿岸经济建设、水资源开发利用、防洪减灾、河床演变研究等领域是不可或缺的基础信息,是江河整治和水利工程规划建设的依据。我国河道地形测量历史悠久,资料丰富。一方面,几十年来大江大河和河道测图堆积如山,另一方面,随着现代 GPS 定位测量技术的发展,以及水下地形扫测系统问世,河道测量的速度加快、测次频繁,大量乃至海量河道测量信息不断涌现,因此需要对河道地形信息进行计算机管理,并进行深度开发与利用^[1],拓宽原 CAD 河道地形数据的使用范围。

目前,河道地形数据主要是在 AutoCAD 环境下制图。AutoCAD 作为强大的图形编辑软件在图形数据的采集、编辑方面有着独特的优势,现有的许多地形数据的成果都采用 CAD 格式,CAD 技术在工程勘测、设计和规划管理部门有着广泛应用。但是 CAD 技术难以支持测量信息的时空管理和更高层次的信息资源开发利用,这是因为在 CAD 环境中地形对象与其属性分离,不支持空间分析。由于 GIS 可以对已有的数据进行理解、分析和管理,将信息与相应的

地理位置相关联,在建立数据库方面有其得天独厚的优势,而传统的 CAD 地形数据在河道地形分析方面存在不足。采用 GIS 技术进行河道地形信息建库,有利于河道的相关地形分析。

本文利用 ArcGIS 软件以及部分基于 ArcEngine 的程序,对在 CAD 河道地形数据转换入库(GIS)过程中涉及的高程点数据的获取、等高线高程的确定、高程数据粗差探测等方面进行研究。

1 河道地形数据转换入库

河道通常较长,河道地形数据来自不同的测量单位以及同一单位不同的测量年份,其测图与成图方式有可能不同,有必要对 CAD 数据源进行分析,采用最合适的方法提取相应数据,特别是等深(高)线与高程点数据,作为河道 DEM 生成的高程数据源。在进行数据提取之前,首先要进行数据预处理,保证高程点数据与等高线数据在对应的层上,确定平面坐标空间参考与高程点基准面是否正确^[2]。

1.1 CAD 数据转换入库

AutoCAD 地形图的数据格式有 DWG 和 DXF 2 种,本文的数据源为 DWG 格式。利用 ArcGIS 的 ArcToolBox 模块的转换工具 ArcToolBox-ConversionTools-To Geodatabase-Import from CAD,将 DWG 文件转换为 File Geodatabase。转换得到的 File Geodatabase 中包含有 Point,Line,Area 和 CadDoc 4 个图层以及 XtrProp, XData, TxtProp, MSLink, Entity, CadLayer,Attrib 等属性表。可以在 ArcGIS 中直接浏览空间图形以及转换后相应的属性表。这些属性表和空间图形要素是由 EntID 字段关联的。本文研究所需要地形数据(等高线、等高点)就包含在 Point 和 Line 2 个图层中。

经过转换后数据中每个要素通过 EntID 字段可以在对应的属性表中找到对应的所有属性,其中字段 Txt 值即为注记的文本值。正是通过这种一一对应关系,可以分别将高程点和注记点从 Point 层中提取出来,将等高线从 Line 层中提取出来。其他空间信息的整理与转换不在本文的范围内,在此不作研究。

1.2 地形数据分析

1.2.1 高程点

地形图中高程点与高程点注记一般有 2 种情况 ①高程点包括在注记对象中 ②高程点与注记点分离。

a. 高程点包括在注记对象中。包括 2 种情况: ①前面是整数部分文本对象,中间是点对象,后面是小数部分文本对象。3 个对象独立分布,点对象代表高程点,如图 1(a)所示。②只有一个数值对象,小数点对应的坐标就是高程点的坐标,如图 1(b)所示。

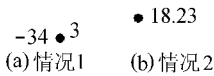


图 1 高程数据点的 2 种不同样式(单位:m)

b. 高程点与注记点分离。高程信息一般是由高程点和注记点 2 个部分组成。其中高程点本身不带属性,高程信息由对应的注记点表示,高程点和注记点在空间位置上比较接近,得到了注记点的数值也就得到了高程点的高程,因此主要讨论注记值的获取。注记一般有 2 种情况 ①由多个对象组成,包括整数部分、小数点和小数部分,几个部分彼此独立 ②只有单个对象,可以直接获得完整的高程信息。

1.2.2 等高线

在河道地形数据中,等高线占有很重要的地位,

但是在实际 CAD 地形图中由于各类要素的相互交错或者覆盖,等高线中不连续(存在大量断点)的情况普遍存在。这是由于作图人员是从出图效果考虑的,忽视了数据的完整性,从而破坏了等高线的连续性,无法满足 GIS 系统中等高线应完整且闭合的要求,因此需要对这些断线进行连接。

1.3 地形数据的提取方法

1.3.1 高程点的提取

a. 对于图 1(a)的情况,CAD 中高程点经转换提取后在 GIS 数据中的表现如图 2 所示。1 个注记就分成了 3 个部分(3 个单独的点):整数部分、小数点、小数部分。中间点的坐标就是高程点的坐标。由于在 CAD 中注记以块的形式表现,虽然被分成了 3 个单独的点,但是在空间位置上这 3 个点是在 1 条直线上的。同时,这 3 个点可以通过属性标记区分,分别为 ZX(整数)、SX(小数)、DAIMA(代码),可以将整数点、小数点和高程点分别从注记点层中分离出来,然后从高程点以一定半径做缓冲区,加上共线这个规律就能将整数和小数部分组合到高程点中,如图 3 所示。

图 2 提取后的注记点(单位:m)

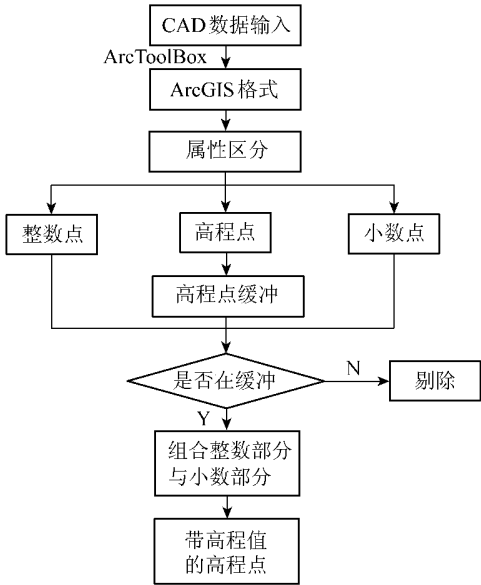


图 3 高程点提取赋值过程

b. 对于图 1(b)的情况,经程序转换后得到的注记点坐标就是高程点坐标,并且包含高程值,无需处理。

c. 对于 1.2 节中 b 的第①种情况,注记部分处理类似 1.2 节 a,但是与 1.2 节 a 的区别在于:中间点坐标为注记点坐标,高程点与注记点分离,高程点和注记点坐标在空间位置上相邻且比较接近。首先用 1.2 节 a 中提到的方法将整数部分和小数部分整

合到注记点上,然后从高程点以一定半径做缓冲,在缓冲区内一般只有 1 个点,即为高程点对应的注记点,如果超过 1 个点,取最近的注记点,最后将注记点的文本属性赋给高程点即得到高程点高程。

d. 对于 1.2 节中 b 的第 ② 种情况,类似 1.3.1 节中的 c,从高程点处开始以一定半径做缓冲,取最近的注记点,将注记点的文本属性赋给高程点即得到高程点高程。

1.3.2 等高线的提取

CAD 中等高线经转换后在 GIS 数据中的表现如图 4 所示。等高线为虚线,且不连续,需要将等高线进行连接。

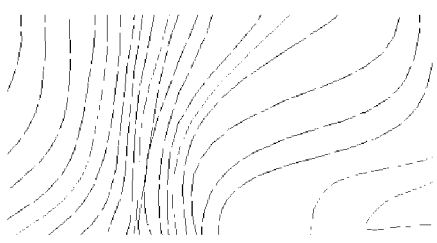


图 4 转换后的等高线(没有高程属性)

通过分析可以发现 相邻等高线段之间距离不是很远,而且原来在一条等高线上的线段走向都是一致的。因此首先从某条等高线段开始以距离为约束条件,找到离搜索线最近的线对象。具体过程如下 以每条线的某个端点做缓冲,判断其余线落入缓冲区的条数,当多于 1 条线时减小半径,没有线对象落入缓冲区时增加半径,直到搜索到唯一的 1 条线^[3]。

但实际中距离搜索线最近的并不一定是应该连接的线对象,因此在距离约束的同时还需要加入角度约束条件,即连接线起始 2 点连线的方向与搜索线最后 2 点连线的延长线方向的夹角应为最小。因此应该设置一个用于判断连接线是否满足角度的约束条件,否则错误率比较高^[3]。

在所有等高线连接完成后需要给等高线赋值。由于等高线分为首曲线、计曲线、间曲线与助曲线,在提取等高线的时候属性中是带有等高线性质字段的,因此在赋值的时候要根据等高线的性质区别对待。给等高线赋值的方法是给最高、最低点人工赋值,其余的自动赋值。具体过程如下:分别在最高、最低等高线上取 1 点,使连接的直线与所有的等高线基本垂直。由于等高线是闭合的曲线,因此这条直线与最高、最低等高线之间的所有等高线都会有一个交点,这个交点又位于直线上,在直线上与等高线相交的地方分别插入节点,这样按节点顺序(即按照等高线高程的高低顺序)遍历直线的节点,每个节点可以获得 1 条等高线,在确定等高距的情况下即

可对所有等高线赋值。其中间曲线按 1/2 等高距赋值,助曲线按 1/4 等高距赋值。处理结果如图 5 所示。

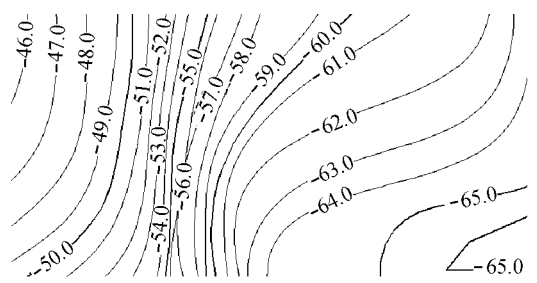


图 5 连接赋值后的等高线(单位:m)

2 地形数据检查

在等高线与高程点的提取过程中,不可避免地会带来数据误差,所以必须对提取的数据进行检查。数据误差包括原始资料误差、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即粗差。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。如高程点负号的丢失、位数的不一致,等高线数据高程值的赋值错误等,除可以采用人工对比法以外,还可以采用多种算法进行高程粗差剔除,如基于不同大小窗口的移动曲面拟合法^[5]、基于坡度剔除粗差的方法、基于三维可视化的方法、各种插值方法值的对比等。对于河道突然的隆起与深坑旋涡的地貌进行敏感性分析,排除假性地貌。其中基于三维可视化的方法比较简单实用,在具体工作中可利用高程点、等高线数据生成 TIN 数据,对突变地貌与原始数据进行比对。如图 6、图 7 所示,就是运用三维可视化方法发现数据中的 1 处错误(-33.7 被解释为 33.7,负号丢失)。

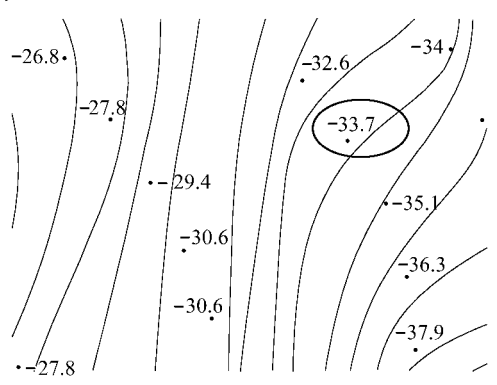


图 6 原始高程点错误处(单位:m)

DEM 是河道地形数据入库后的主要表达形式之一,当高程点、等高线数据提取并检查以后,就可以进行 DEM 的构建。(下转第 86 页)

[12] 朱映新. 苏州市降雨径流关系及下垫面变化对径流量影响研究[D]. 南京: 河海大学, 2007.

[13] 郭元裕. 农田水利学[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2002: 34-39.

[14] 徐志红. 靖江市水稻大田种植期非点源氮污染负荷计算及控制对策[D]. 南京: 南京理工大学, 2002.

[15] 宋孝玉, 康绍忠, 沈冰, 等. 黄士区不同下垫面农田降雨入渗及产流关系的数值模拟[J]. 农业工程学报, 2005, 21(1): 1-5.

[16] 黄新会, 王占礼, 牛振华, 等. 水文过程及模型研究主要进展[J]. 水土保持研究, 2004, 11(4): 105-108.

[17] 张书函, 康绍忠, 蔡焕杰, 等. 天然降雨条件下坡地水量转化的动力学模式及其应用[J]. 水利学报, 2009, 40(4): 55-62.

[18] 代俊峰, 崔远来. 基于 SWAT 的灌区分布式水文模型: I 模型构建的原理与方法[J]. 水利学报, 2009, 40(2): 145-152.

[19] 王船海, 王娟, 程文辉, 等. 平原区产汇流模拟[J]. 河海大学学报: 自然科学版, 2007, 35(6): 627-632.

[20] 吴伟, 王雄宾, 武会, 等. 坡面产流机制研究刍议[J]. 水土保持研究, 2006, 13(4): 84-86.

(收稿日期 2009-06-09 编辑 高建群)

(上接第 69 页)

建议取减压井的间距为 12 m, 井径为 0.8 m, 底高程为 -10.00 m, 沿堤岸边坡排水沟布置。

5 结 语

根据稳定渗流基本理论, 采用等效连续介质模型建立某分洪道典型区段的三维有限元模型, 分析了堤体及地层的渗流特性, 在渗透坡降超出允许值的情况下, 采用减压井措施, 并通过计算确定合理的减压井间距。

- a. 在开挖分洪道过程中, 部分区段弱透水性地层全部或部分被挖除。这些区段失去了表面弱透水性地层的“铺盖”作用, 使得下卧中等透水性地层直接面临分洪道内的洪水, 从而导致渗流出口(排水沟附近)的渗透坡降增大, 超出了相应土体的允许渗透坡降。
- b. 采取减压井作为减小渗透压力的工程措施, 减压井间距应不超过 15 m。建议取减压井的间距为 13 m, 井径为 0.8 m, 底高程为 -10.00 m, 沿堤岸边坡排水沟布置。此时最危险剖面的最大坡降可减小至

0.60 以下。

参考文献：

[1] 刘铁龙. 堤防渗流控制特点及其设计[J]. 西北水电, 2004(4): 36-38.

[2] 李宁新. 双层堤基渗流与防渗问题分析[J]. 水利规划设计, 2000(2): 44-47.

[3] 速宝玉, 沈振中, 赵坚. 用变分不等式理论求解渗流问题的截至负压法[J]. 水利学报, 1996, 27(3): 22-29.

[4] 沈振中, 毛春梅. 稳定渗流场流网的计算与自动化绘制[J]. 河海大学学报: 自然科学版, 1994, 22(5): 75-77.

[5] 张秀勇, 曹陈, 刘汉龙, 等. 潮汐对南通长江堤防渗流影响试验分析[J]. 水利水电科技进展, 2005, 25(2): 26-28.

[6] 周志芳, 汪斌. 蚌埠闸减压井减压效果分析评价[J]. 水利水电科技进展, 1999, 19(2): 29-31.

[7] 张伟, 许继军, 吴昌瑜. 可拆换过滤器减压井的应用研究[J]. 人民长江, 2009, 40(3): 81-83.

[8] MANSUR S I, POSTOL G, SALLEY J R. Performance of relief well systems along Mississippi River levees[J]. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 2000, 126(8): 727-738.

(收稿日期 2009-06-24 编辑 高建群)

(上接第 81 页)

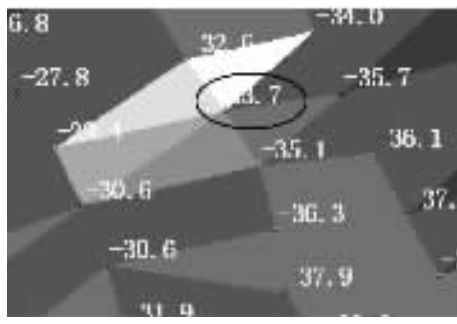


图 7 TIN 中发现错误处(单位: m)

3 结 语

河道地形数据的应用和需求相当广泛, 地形数据是构建高精度 DEM 的基础。笔者对在 CAD 河道地形数据转换入库(GIS)过程中涉及的高程点数据的获取、等高线高程的确定、高程数据粗差探测等方

面进行研究, 实现了在少量人工质量控制的前提下高效率地将 CAD 河道地形数据向 GIS 数据自动转换与入库。该高程数据提取方法具有准确、快捷和实用的特点。

参考文献：

[1] 丁贤荣, 王文, 杨涛, 等. 河道数字地形信息系统与长江镇扬河段 GIS 研制[J]. 河海大学学报: 自然科学版, 2001, 29(4): 116-119.

[2] 许捍卫, 何江, 柯红军, 等. 长江江苏段河道 DEM 建立方法研究[J]. 测绘工程, 2006, 15(4): 33-36.

[3] 蒋淼, 张琴. 基于 ArcGIS Engine 的水下间断等高线自动连接研究[J]. 现代测绘, 2008, 31(3): 32-34.

[4] 杨晓云, 顾利亚, 岑敏仪, 等. 基于不同大小窗口的移动曲面拟合法探测不规则 DEM 粗差的一种方法[J]. 测绘学报, 2005, 34(2): 148-153.

(收稿日期 2009-05-05 编辑 高建群)