

文章编号: 0494-0911(2013)05-0084-05

中图分类号: P208

文献标识码: B

AutoCAD 地形图数据规整入库的研究与应用

袁源琳 张新长 黄健锋 郭泰圣

(中山大学 地理科学与规划学院, 广东 广州 510275)

Research and Application of AutoCAD Topographic Map Data Regularizing and Transformation to GIS Spatial Database

YUAN Yuanlin, ZHANG Xinchang, HUANG Jianfeng, GUO Taisheng

摘要: 提出一套在 AutoCAD 环境下对地形图数据进行规整的流程, 阐述这一过程中地物编码、图形检查和拓扑检查的方法。介绍 AutoCAD 数据转换为 GIS 数据的原理与方法, 并且通过编程开发实现两种数据的直接转换。试验结果显示, AutoCAD 地形图可以通过本系统进行规范整理并无缝转到 GIS 空间数据库中, 实现异构数据的同化, 具有较高的应用价值。

关键词: AutoCAD; 地形图规整; 数据转化; 异构同化

一、引言

AutoCAD 具有强大的绘图功能, 在测绘地理信息部门的制图系统中, 大多是利用 AutoCAD 作为软件的开发平台。目前, 我国大多数城市的地形图数据以 AutoCAD 的数据格式(*.dwg) 存储。为充分利用已有的数据资源, 必须有一个切实可行的处理方法, 将已有的 AutoCAD 数字地形图数据转换为适用的 GIS 数据, 以便更高效地建立城市基础地理信息数据库^[1]。张叶^[2] 提出基于 Geoway 实现 CAD 数据到 GIS 数据的转换, 鉴于 AutoCAD 地形图数据不规范(如编码不规范、地物拓扑关系错误等) 转换结果不理想。由于生产模式和数据规范不断完善^[3], 导致数据标准不一致, 同时由于内业制图不严谨, 需要对数据进行统一整理与加工。本文研究如何将 AutoCAD 地形图数据进行规范整理并转换到 GIS 空间数据库中去。

二、AutoCAD 地形图规整

1. 地形图数据标准规范

由于现有数据往往是不同时期采集的, 人工操

作多, 数据输入操作不严谨^[4], 一般存在以下质量问题: ① 地物编码问题(包括缺编码、非法编码、编码与符号线型不一致); ② 地形图分层不规范, 甚至含垃圾图层; ③ 编辑操作中地物要素分错层, 或有不明地物; ④ 拓扑错误(如面状地物不封闭、线线非法交叉等); ⑤ 地物描述问题(包括图层及地物颜色不规范、点状地物符号错误、块名称与编码不一致等)。因此, AutoCAD 地形图规范整理内容主要有地物编码分类、分层, 编码属性检查, 空间拓扑关系检查等。

本文的地形图数据规范要求参考《东莞市 1:500、1:1000、1:2000 矢量地形图数据标准》, 主要有图层分层设色标准、不同类别地物属性表、块文件符号表、地形图要素信息及编码对照表等。其中, 地形图要素信息及编码对照表是标准规范的核心, 其内容主要包括地物类型、CAD 编码、GIS 编码、CASS 编码、CAD 图层、GIS 图层、GIS 图层几何类型、块文件的参考名、线宽、线型、注记字高等相关信息, 见表 1。

表 1 地形图要素信息及编码对照表(部分地物)

地物类型	CAD 编码	GIS 编码	CASS 编码	CAD 图层	GIS 图层	几何类型	块参考名	线型	线宽	字高
高程点	1610000	8310000	202101	GCD	GC_D	点				
高程注记	1610098	8310090	202111	GCD	GC_Z	注记			2	
地下室面	2100100	2110620		JMD	JMD_M	面		X5		
学校	3460000	3460000	154600	DLDW	GK_D	点	GC136			
小路	4430000	4430010	164300	DLSS	DL_X	线		X3	0.3	

收稿日期: 2013-03-05

基金项目: 国家自然科学基金(41071246); 高等学校博士点专项基金(20120171110030)

作者简介: 袁源琳(1991—), 男, 江西赣州人, 硕士生, 主要研究方向为城市地理信息系统。

其中,每个地物的 CAD 编码、GIS 编码、CAD 图层、GIS 图层、几何类型都不可缺少,这些属性关系到地物的分类以及在 CAD 和 GIS 库中的分层。CAD 中点状地物由默认点或块参照表示,用块参照表示的需要其参考名信息;线状地物含有对应的线型、线宽信息;面状地物轮廓线一般也有线型信息;注记类地物含有字高信息。

2. AutoCAD 中实体属性数据的存储

AutoCAD2000 以后的版本提供 4 种表述图形属性数据的方式:块属性数据、扩展图元数据、扩展词典和图形词典^[5]。考虑到后期编程开发将数据导入 GIS 中更便捷,本文采用扩展词典进行存储,将实体的属性存储在其对应的扩展记录中,其存储结构如图 1 所示。

图形实体 Entity 创建扩展字典;再在扩展字典中创建自定义字典,命名为“DXTD”;然后在该自定义字典下新建扩展记录 Xrecord,以图形的字段名进行命名,扩展记录的 Data 属性存储该字段的属性值。要存储信息包括实体的 GIS 编码及其他属性字

段,如房屋类地物一般包括房屋面积、房屋楼层等信息。

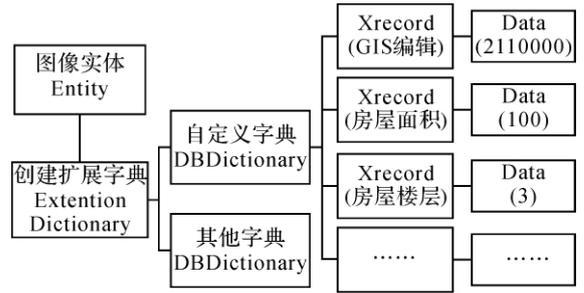


图 1 AutoCAD 中 Entity 的属性存储结构

3. AutoCAD 地形图规整流程及关键技术

为了提高地形图数据的转换效率与质量,需先对地形图数据进行规范整理,只有符合技术规程及相关作业标准的数据才能正确进行入库操作^[6]。AutoCAD 地形图规整步骤主要包括地物编码、编码检查、拓扑检查与编辑、属性编辑等,其规整流程如图 2 所示。

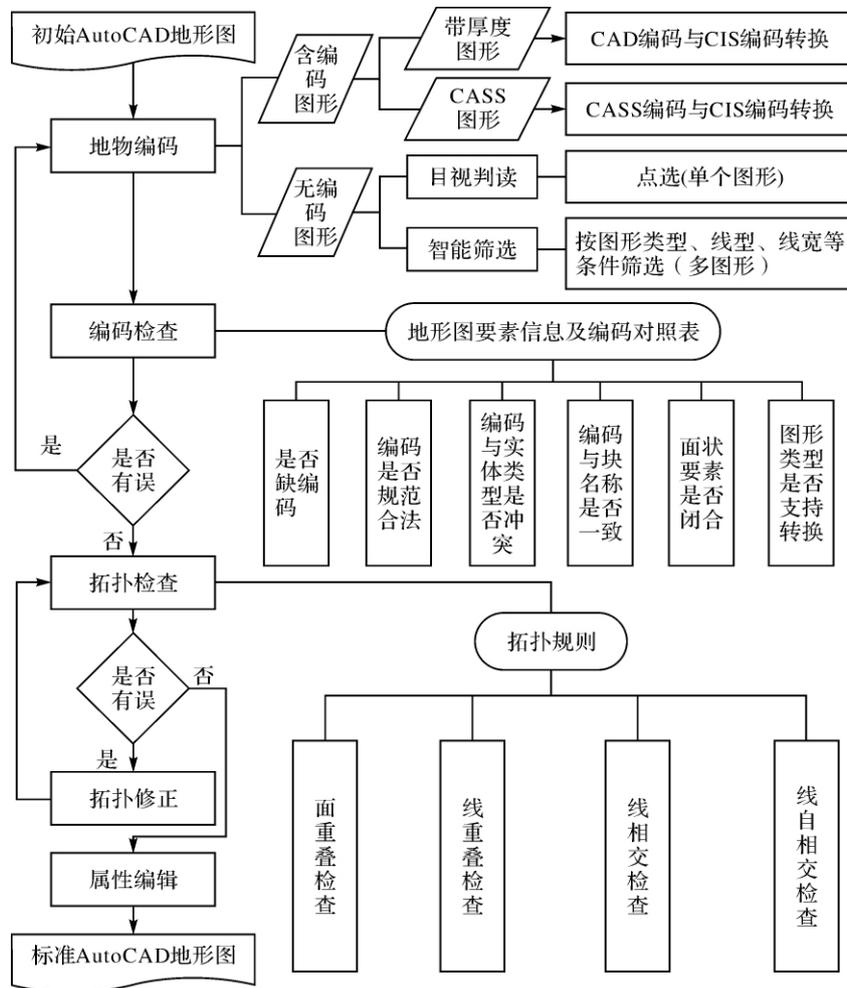


图 2 AutoCAD 地形图规整流程

(1) 编码赋值

对地形要素赋编码是将要素的地理要素编码赋予要素的属性项中,以便唯一地标识地理要素和进行空间分析^[7]。本文通过存储地形要素的 GIS 编码来进行标识。要素的手动编码赋值是一项工作量很大的工作,因此宜采用程序进行自动赋值。

通过对实测地形图的调查研究发现,不少数字地形图由 CASS 软件编辑而成。由 CASS 软件编辑的图形一般存储有 CASS 编码及编码意义,一部分图形对应的 CAD 代码值存储在该图形的厚度属性中。因此,将所有待规整的图形分为两类:含编码图形和无编码图形。针对这两类图形,本文分别设计了相应的地物编码自动转换方法。

含 CASS 编码的图形,读取 CASS 编码,通过地形图要素信息及编码对照表查找到对应的 GIS 编码,完成编码转换与存储;含厚度值的图形,读取厚度值(即 CAD 编码),通过地形图要素信息及编码对照表查找到对应的 GIS 编码,完成编码转换与存储。

无编码的图形通过目视判读及图形筛选赋值的方式完成地物编码赋值。智能筛选是通过图形类型、图层、线型、线宽、注记内容等条件将同一类的地物筛选出来,进行多图形集体赋值。对于地物类型数量较少的地物采用直接目视判读的方法,通过手动选择图形进行赋值。

(2) 编码检查与图形查错

完成地物编码流程后,需要对编码进行检查,直到修改无误为止。检查的内容包括:① 实体是否缺编码;② 实体存储编码是否规范合法(在地物编码表中);③ 编码对应的几何类型与实体类型是否冲突,如若某个 DBText 类型的实体被赋予了点、线、面类型的编码则会产生冲突;④ BlockReference 类型的实体其块名称和编码是否一致;⑤ 面要素是否闭合(这是以编码查图形,如果编码对应的是面状要素,需进行构图);⑥ 图形类型是否支持转换,因为后续的转换暂时只支持 BlockReference、DBPoint、Polyline、Polyline2d、Arc、Spline、Line、Circle、DBText 等基本图形,因此不符合类型的实体需修改。

(3) 拓扑检查与编辑

张叶^[6]、谢祖明^[8]是基于 Geoway 软件进行拓扑检查;王蔚^[9]、邵华^[10]等是将拓扑检查放在入库后。由于 GIS 软件对于图形的编辑功能不如 AutoCAD,因此本文在 AutoCAD 环境下基于 ArcGIS Engine 对图形建立拓扑规则,然后将涉及拓扑错误的图形在 AutoCAD 中列出来,利用 AutoCAD 的编辑功

能修改拓扑错误。拓扑查错包括面重叠、线重叠、线相交、线自相交检查。

三、CAD 数据与 GIS 数据的转换

1. 转换流程

在完成 AutoCAD 数据的规整之后,即要进行 AutoCAD 数据与 GIS 数据的转换,以建立 GIS 空间数据库。进行 CAD 数据与 GIS 数据的转换,不仅要了解两种数据文件的转换,还要了解两者数据概念与内容的转换。在剖析了二者数据模型的基础上,采用直接转换的方式,将 AutoCAD 地形图数据转换为 ArcGIS (*.mdb 格式)的标准 GIS 空间数据,其转换流程如图 3 所示,步骤如下:

1) 建立规范的 GIS 空间数据库,根据 GIS 数据库中的分层要求,建立各个专题的点、线、面、注记图层,并根据图层的属性要求添加相应的属性字段。

2) 将标准 AutoCAD 地形图中的所有实体依据存储的编码按照 GIS 分层要求进行分类,然后按类别对实体逐类进行转换,并存储到对应的 GIS 图层中,直至全部类别实体转换完成。在转换过程中,根据该类实体所要转为 GIS 中的不同几何类型图层,选用相应的点、线、面、注记转换模型进行转换,转换内容包括地物实体的图形信息及属性信息。

2. 转换模型说明

(1) 图形转换

CAD 中常见的用于描述地物的实体类型有 Block Reference、DBPoint、Polyline、Polyline2d、Arc、Spline、Line、Circle、DBText 等,地物一般以专题内容进行分层;而在 GIS 中是按照几何类型进行分层的,一般有 Point、Line、Polygon、Annotation 几种类型的图层。在 CAD 图形中,Block Reference、DBPoint 等类型的图形实体在 GIS 中用 Point 类型来表示,需要根据图形的编码信息通过点转换模型转到相应的点图层中;DBText 类型的图形实体在 GIS 中用 Annotation 类型来表示,需要根据图形的编码信息通过注记转换模型转到相应的注记图层中;Polyline、Polyline2d、Arc、Spline、Line、Circle 等类型的图形实体在 CAD 中既可以表示线也可以表示面,应根据其编码进行判断,表示线实体的通过线转换模型转到对应的线图层中,表示面实体的通过面转换模型转到对应的面图层中。

点转换模型较为简单,对于 Block Reference、DBPoint 类型的实体,通过读取坐标信息,在 GIS 中基于 X、Y 坐标信息进行构点,然后通过 Geometry 进行转换。

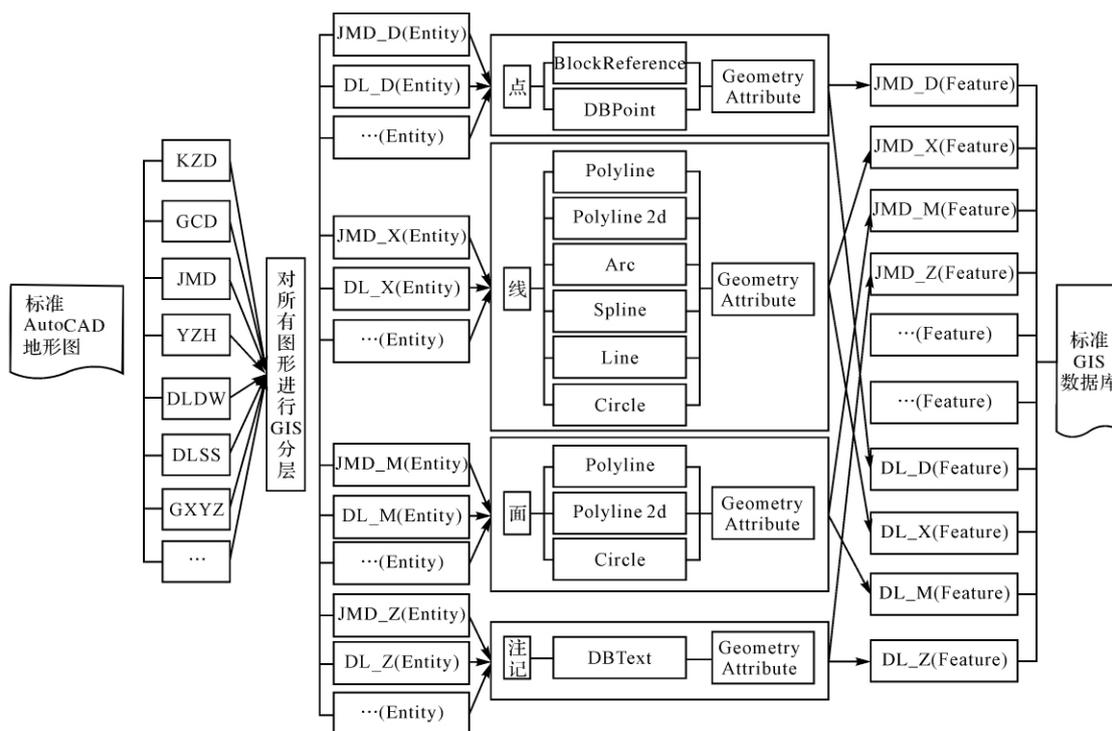


图 3 CAD 数据转换为 GIS 数据流程图

线转换模型涉及的图形类型较多,其基本原理是读取图形的各个节点信息,然后以点构线。有的类型较简单(如 Line)通过读取起点和终点坐标即可直接构线;有的类型相对复杂(如 Arc),需要通过读取起点和终点坐标、Arc 的起始角度及总角度、弧长等信息构弧上的点,然后进行构线。

面转换模型主要涉及 Polyline、Polyline2d、Circle 3 种类型的实体,其基本原理是通过读取图形的节点等相关信息,进行构线及构面。如对于 Circle 类型,通过读取圆心的坐标及半径信息,在 GIS 中通过圆进行构面。

注记转换模型主要涉及 DBtext 类型实体,其基本原理是通过读取文字的坐标及内容,在 GIS 库中的 Annotation 图层中进行重绘。

(2) 属性转换

在规整中,图形的属性信息存储在其扩展字典下自定义字典的扩展属性中,在转换过程中,先通过 CAD 读取存储在实体中的属性信息,然后通过属性字段进行匹配,最后将属性值写入到 GIS 中 Feature 对象的对应属性中。

四、规整入库应用实例

为验证本文的研究思路和方法,在 Windows 环境下,以 Microsoft Visual Studio 2008 为开发工具,基于 C# 和 AutoCAD 2008、ArcGIS Engine 9.3 平台开

发了 AutoCAD 地形图数据规整入库系统。不仅实现了对初始 AutoCAD 地形图的规范整理,即地形图要素分类编码、拓扑检查与修正、属性编辑等功能,同时实现了 AutoCAD 数据与 GIS 数据之间的异构同化。

本文以 1:1000 地形图实测数据进行测试,数据包括 Polyline2d (4)、Line (405)、Arc (2)、Polyline (1765)、DBPoint (7)、Circle (1)、DBtext (754)、BlockReference (964) 等共计 3992 个图形要素,并通过系统对该数据进行规整,然后转入 GIS 数据库中。初始的 AutoCAD 数据与 GIS 数据符号化之后的对比如图 4 所示。

五、结束语

本文提出了 AutoCAD 地形图数据的规整要求与步骤,设计了一套规整方法,在地物编码方面,提供了一些自动化编码赋值工具,并在 AutoCAD 环境下实现了拓扑检查;在剖析了 AutoCAD 地形图模型与 GIS 数据模型的数据结构的基础上,设计了 AutoCAD 数据模型直接无缝转换为 GIS 数据模型的方法;最后通过自主开发的 AutoCAD 地形图规整入库系统,以 1:1000 地形图数据进行实例验证。试验证明,通过本系统能够有效地对 CAD 地形图进行规范整理,并转入 GIS 空间数据库。系统已经在东莞市城乡规划局投入使用,本研究具有较高的推广应

用价值。

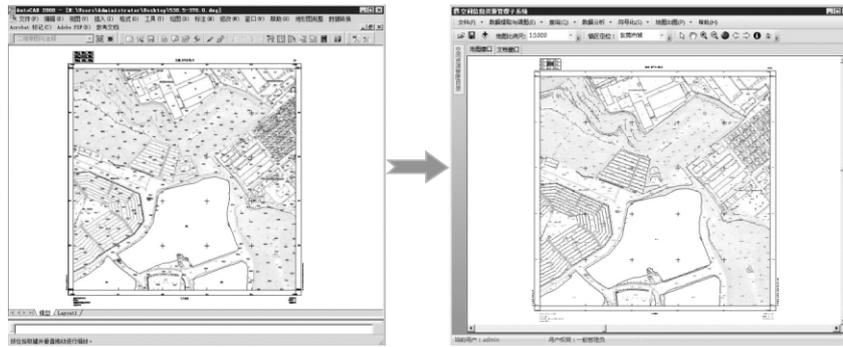


图4 实例转换对比图

虽然本文提出的 AutoCAD 地形图规整入库方法有较好的应用效果,但由于 AutoCAD 数据图形复杂,地形图数据错误种类多样,一些新的质量控制工具有待增加;鉴于转换模型中考虑的 CAD 图形类型有限,为不在转换模型中将图形类型遗漏,还需要进一步优化;转换模型目前仍借助 ArcGIS Engine 将转换模型封装成独立模块是下一步的工作任务。

参考文献:

[1] 陈能,施蓓琦. AutoCAD 地形图数据转换为 GIS 空间数据的技术研究与应用 [J]. 测绘通报, 2005(8): 11-14, 34.
 [2] 张叶,孙毅中,陈年松. CAD 城市基础数据到 GIS 数据转换的有关问题探讨 [J]. 测绘与空间地理信息, 2007, 30(1): 94-97.
 [3] 赵建辉,薛萍. 1:10 000 基础地理信息数据库建库数据加工整理模式的探讨 [J]. 测绘标准化, 2011(5): 42-43.

[4] 丁建勋,程效军,石如文,等. 浅谈珠海市基础空间数据检查与建库预处理 [J]. 地理空间信息, 2005(2): 30-32, 35.
 [5] 刘德儿,闫国年,兰小机,等. 城市基础地理数据库更新机制研究 [J]. 大地测量与地球动力学, 2010(1): 155-159.
 [6] 刘志辉,肖海威,梁子震. 浅析城市信息化地形图的入库数据质量检查 [J]. 城市勘探, 2012(5): 53-56.
 [7] 施一军. 数字地形图向 GIS 数据转换处理方法的探讨 [J]. 江苏测绘, 2000, 23(4): 44-46.
 [8] 谢祖明. 基于 CAD 数据生产 ArcGIS 制图数据的研究与应用 [J]. 测绘与空间地理信息, 2012, 35(8): 121-123, 126.
 [9] 王蔚,陈明锐. AutoCAD 数据向 GIS 空间数据转换机制的研究 [J]. 热带农业科学, 2010, 30(11): 48-52.
 [10] 邵华,王建力,杨圆鉴. 基于 ArcInfo 的 CAD 数据到 GIS 数据转换初探 [J]. 科学技术与工程, 2009, 9(10): 2778-2780, 2785.
 [11] 周勇前. GIS 与 CAD 数据交换 [J]. 武测科技, 1996(3): 16-18.

(上接第 75 页)

四、结束语

本文采用常规测量获取建筑物关键部位坐标,经过一次多项式趋势面拟合、B 样条曲线拟合、基于特征的关键点解算等步骤完成施工放样。通过以体育馆为例验证得出本文提出的基于图形解算的支柱施工测量新方法,与常规方法相比具有更可靠的实用价值和更广阔的应用前景。

参考文献:

[1] 秦长利. 国家大剧院施工测量方法与实践 [J]. 测绘通报, 2006(8): 69-70.

[2] 王维,高俊强,陶建岳. 玻璃幕墙安装施工测量及其控制技术 [J]. 测绘工程, 2008, 17(3): 57-61.
 [3] 董伟东. 国家体育场斜柱 3 维定位模型与测设 [J]. 测绘通报, 2006(5): 33-37.
 [4] 郝亚东,李聚方,王栋. 双曲线形特殊工程施工放样研究 [J]. 建筑技术, 2010, 41(10): 956-957.
 [5] 樊敏,刘耀林,杨啸灏,等. 城镇土地利用时间变化的趋势面分析 [J]. 测绘通报, 2008(8): 25-27.
 [6] 李少峰,张转,杨红利,等. 基于 GIS 与 Surfer 的陕西省农用地分等趋势面分析 [J]. 测绘技术装备, 2010, 12(1): 39-43.
 [7] 徐建华. 现代地理学中的数学方法 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2002: 98-105.