

引文格式: 杨娜娜, 张新长, 黄健锋. CAD 规划成果数据 GIS 建库的技术与研究 [J]. 测绘通报, 2015(6): 44-48. DOI: 10.13474/j.cnki.11-2246.2015.0175

CAD 规划成果数据 GIS 建库的技术与研究

杨娜娜^{1,2}, 张新长¹, 黄健锋¹

(1. 中山大学地理科学与规划学院, 广东 广州 510275; 2. 佛山市禅城区国土城建与税务局, 广东 佛山 528000)

The Technology and Research on Regularization and Transformation of CAD Planning Data for GIS Spatial Database

YANG Nana, ZHANG Xinchang, HUANG Jianfeng

摘要: 提出了一套较为完善的 CAD 规划成果数据 GIS 建库的方案和技术实现流程。该技术使用 AutoCAD.NET API 组件和 ArcGIS Engine 二次开发组件, 在 AutoCAD 软件平台中开发规划数据的规整工具和格式转换器。基于统一的要素编码规则和图形扩展字典存储属性数据的方法, 有效地实现了 CAD 图形和属性信息的一体化管理, 并最终完成了 CAD 数据到 GIS 数据的无缝转换, 真正实现了异构数据的同化。试验结果证明, 该技术具有良好的实用性和平台通用性。

关键词: 规划成果数据; GIS 建库; 格式转换; 异构同化; AutoCAD.NET API

中图分类号: P208

文献标识码: B

文章编号: 0494-0911(2015)06-0044-05

一、引言

规划成果数据是城市规划 GIS 数据库建设最重要的数据, 以 GIS 作为规划成果数据管理的基础平台, 为城市 GIS 的专题信息提取、空间分析、决策管理、信息共享提供了良好的平台, 是数字城市和智慧城市建设的有效手段^[1]。目前大部分规划成果数据采用 AutoCAD 软件绘制, 其与 GIS 数据结构的差异性及图属一体化表达的薄弱性, 导致原始积累的大量规划成果数据无法快速建库, 是制约 GIS 系统深入应用的瓶颈所在^[2]。因此, 探讨和解决规划成果数据 GIS 建库的问题已经成为规划行业信息化建设的重难点之一。

规划成果数据 GIS 建库需要解决以下技术问题: ①制定规划成果数据建库标准与编码规则; ②图形和属性信息一体化管理; ③设计数据规整流程和工具; ④实现数据之间的无缝转换。目前, 许多学者提出了各自的解决办法, 陈明辉^[2]探讨了规划成果数据建库的方法与思路, 开发了规划成果数据建库软件 Xmap, 然而其平台通用性不高, 数据转换功能略为简单。王警^[3]和李勇平^[4]采用了 XDATA 扩展实体数据方法实现了图形和属性信息的关联。张雪松^[5]分析了传统 CAD 和 GIS 数据相互转换方法的不足, 给出一种可行的数据解译器组成结构, 但仅以地籍数据为重点, 类似的还有利用 Geoway 作为中间件实现数据的转换^[6-7], 该类技术灵活性不足, 且程序复杂。另外, 关于 CAD 地形图数据 GIS 建库的研

究^[8-10]可借鉴于规划数据建库的问题中。本文在总结和改进前人工作的基础上, 提出了一套完善的 CAD 规划成果数据规整入库的解决方案, 并顺利应用在佛山市规划成果数据库的建设中, 从真正意义上解决了异构数据同化的难题。

二、规划成果数据 GIS 建库标准与编码规则

佛山市规划成果数据主要分为 5 类: 总体规划成果、分区规划成果、控制性详细规划成果(以下简称控规数据)、修建性详细规划成果、专题规划成果, 以 CAD 文件格式(*.dwg)为主。各类规划数据包含相应的专题图, 尽管每种专题图突出的重点不一, 但存在辅助信息重复的现象, 如果将每个专题图的内容全部导入数据库, 将导致数据库的存储冗余, 因此需对规划成果数据进行严谨的分类分层、要素编码规则制定等, 使其结构清晰, 内容丰富。

1. 规划成果数据分类分层框架

按照统一的地理坐标对地理实体要素进行分层叠加是数据组织的基本思路^[2]。根据规划空间数据的特点, 本文依照“数据库—子库—专题分类—图层”的框架构筑规划空间数据库, 其组织及层次结构如图 1 所示。

该结构基于 Geodatabase 数据模型, 各类规划数据分别建立子库组成城市规划成果 GIS 数据库, 子库中按专题分类建立要素集, 而各要素集下也有表征不同特征类型的图层, 即要素类。数据分层除按

收稿日期: 2014-06-21

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(41431178); 高等学校博士点专项科研基金(20120171110030)

作者简介: 杨娜娜(1989—), 女, 硕士生, 主要研究方向为城市 GIS 与空间信息服务。E-mail: luckyangna@163.com

内容划分外,为满足制图和GIS数据检索分析的需求,应按不同抽象特征类型进行严格分层,每层只允

许存储点、线、面和注记一种实体要素。

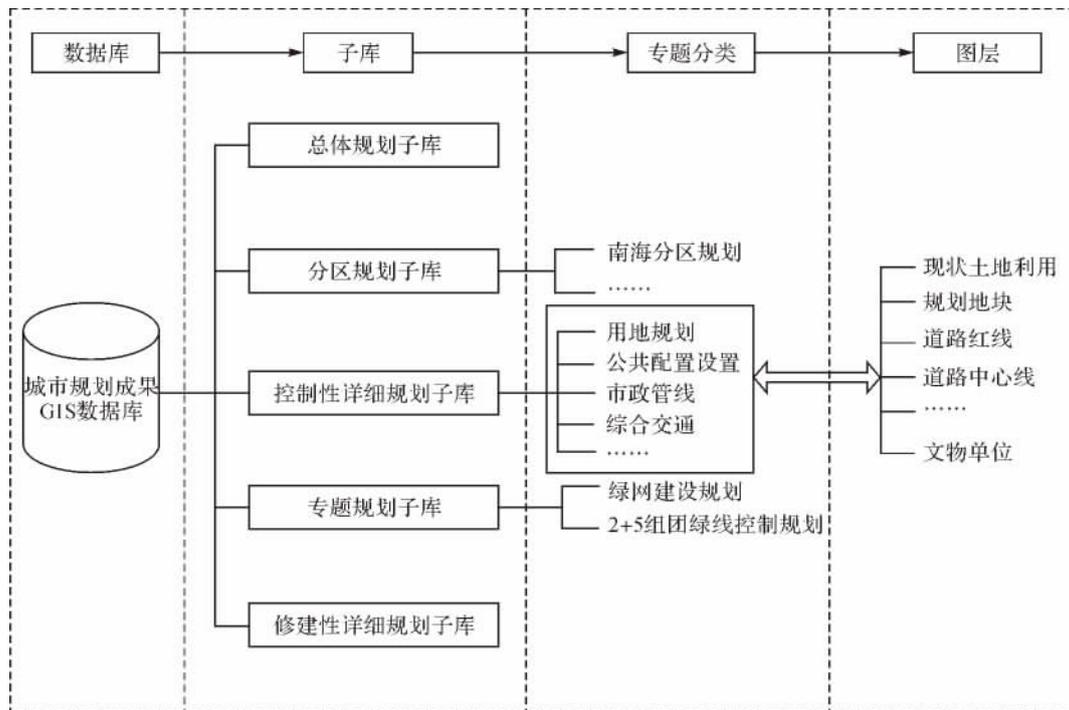


图1 规划成果GIS数据库组织及层次结构

2. 要素编码规则制定

各规划成果类型的专题分类较为类似,即要素在图形表现上基本一致,可统一制定一套编码规则^[11]。编码规则主要按照分类要素集的内容进行设计,编码方式以4段分组,共7位数字,如下所示:

XX+XX+XX+X

大类码+细类码+要素代码+类型码

1) 大类码:按照专题分类划分,分为用地规划、综合交通、市政管线、公共配套设施、绿地水体、文物保护几类。占两位编码。

2) 细类码:按照大类中的细类划分。如综合交通可划分为道路、铁路轨道、交通站场和交通设施等。占两位编码。

3) 要素代码:按照细类的各种图层划分,即同一图层所有要素具有相同编码,如道路细类可划分为道路红线、道路中线、道路附属线和道路交叉口等。占两位编码。

4) 类型码:按照实体几何类型来划分。1表示点,3表示线,7表示面,9表示注记。占一位编码。

要素编码用于区分各类规划图形数据,可依据编码的不同将数据存储到所属分层中。数据规整的目的是为了给图形赋予正确的编码和属性,而数据转换的实现则依赖于要素编码。

三、规划成果数据规整

在满足规划数据GIS建库标准的前提下,需选取合适的操作平台对CAD数据进行规范化整理,以便于数据格式的转换。本文利用Visual Studio 2008和AutoCAD.NET API组件在AutoCAD 2008软件平台上开发了CAD数据的规整工具和操作面板。AutoCAD.NET API组件有助于开发者利用更多不同的编程语言(本文使用C#编程语言)和环境访问CAD格式数据,通过调用其封装好的对象属性和方法,便捷地获取用户所需信息,大大降低了程序开发难度,增强了规整工具的平台通用性。

CAD规划数据规整主要包括编码赋值、编码检查、拓扑检查、属性赋值、数据标准化等操作,具体规整流程如图2所示。

1. 编码赋值

编码赋值实现入库图形数据的编码标识,根据要素编码规则,同一层所有图形数据具有相同的要素编码。赋值过程若仅用目视识别的方法,其工作量将会非常大,应提供更多智能筛选的功能。本文设计的编码赋值辅助工具主要包括编码赋值面板、图层控制面板和图形筛选面板。

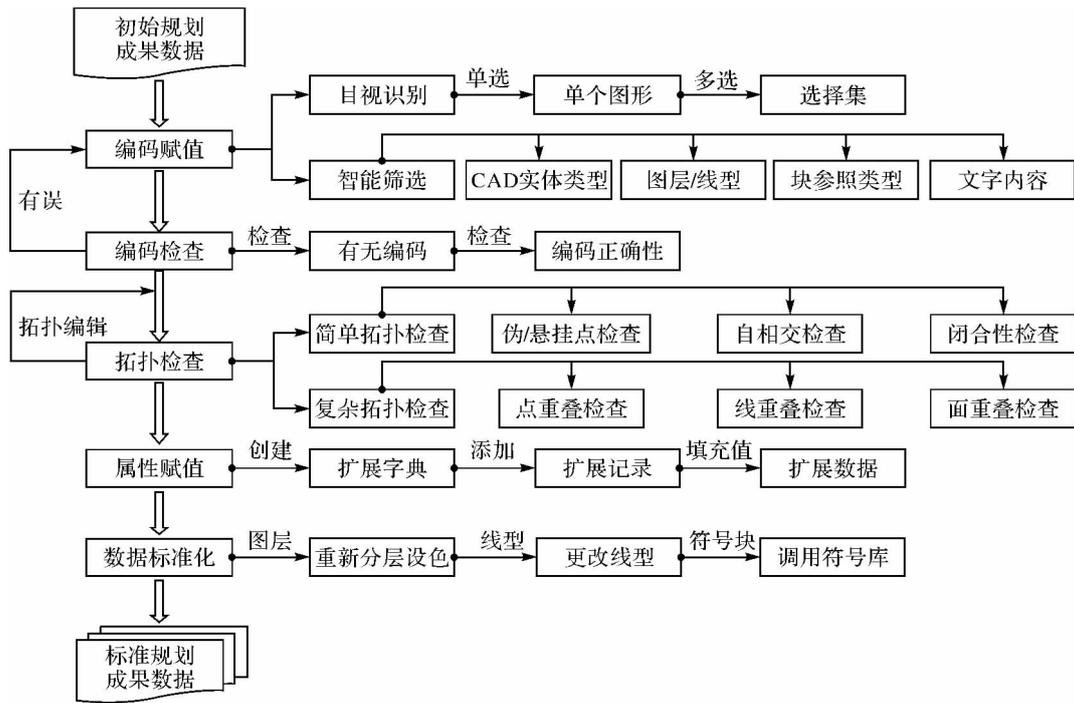


图2 AutoCAD地形图规整流程

编码赋值面板用于选择单个或多个图形数据，并对选取的数据进行编码赋值，其中编码值写入图形的自定义扩展字典中，相关概念将在属性赋值流程中介绍。

图层控制面板实现CAD图层的显示控制，包括图层打开和关闭、冻结和解冻、锁定和解锁，并可依照图层名称、颜色、线型等特性筛选图层。

图形筛选面板可进一步检索同类型图形，如多段线、二维多段线、点、块参照、闭合线、非闭合线等，以提高工作效率。

2. 编码检查

编码检查过程首先判断图形的编码值是否存在，其次是图形的编码是否正确。如果要素编码表中不存在该编码，说明用户使用了错误的赋值方法。另外，还要检查编码对应图形几何类型与图形的实际几何类型是否符合，如注记编码值不能赋到几何图形中，线编码不能赋值在块参照里。

3. 拓扑检查

结合ArcGIS Engine二次开发组件，首先将CAD图形转换到临时个人地理数据库中，然后建立拓扑规则，最终检测并修改存在拓扑错误的图形。拓扑检查功能包括图形是否闭合、是否存在悬挂点、线段是否重叠或自相交等。为修改拓扑错误的图形，规整工具提供了几种拓扑编辑功能，如地块自动闭合、线段自动连接等。

4. 属性赋值

规划成果数据各专题内容对属性的要求不同，其对应的属性字段也不相同。本文采用图形的扩展字典(extension dictionary)进行属性存储，将地物对应的属性字段名称存储在字典的扩展记录(Xrecord)的Name属性中，而属性值则记录在扩展记录(Data)值内，从而实现图形数据和属性信息的无缝集成。相对于以往直接存储属性信息在图形实体的XDATA方法，本方法既能满足属性存储的要求，又大大提高了其可扩展和易读性。具体的属性存储结构如图3所示。

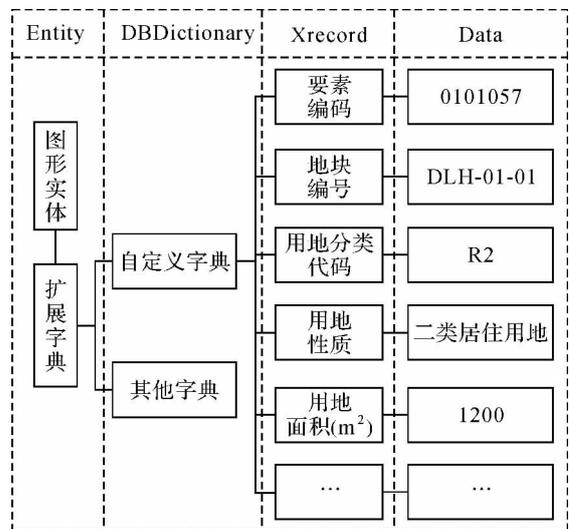


图3 规划成果数据属性存储的结构

5. 数据标准化

由于各个单位的工作人员都可能编辑过未经审核的规划数据,导致CAD图纸上存在很多不满足规划绘图要求的错误和疏漏,如图层的名称、颜色、线型、线宽、符号块等不符合绘图规范。数据标准化就是利用要素编码值重新绘制图形的过程,既然要素编码是唯一的,其对应的CAD图层和图形特性也应是唯一的,因此笔者利用编码值获取图形对应的特性,重新绘制图形数据,使CAD规划数据得到规范化处理。数据标准化包括图层重命名、分层设色、线型更改、符号块更改等流程。所有操作程序均可自

动完成。

四、规划成果数据转换及其关键技术

数据规整后,将进行CAD数据向GIS数据的转换。本文在研究二者数据格式、图形几何特性及二次开发技术的基础上,结合AutoCAD.NET API组件和ArcGIS Engine组件实现GIS数据的创建和入库。在格式转换过程中,由于CAD实体图形种类繁多,应针对常见的各类实体的特性构建正确的转换算法,避免出现几何或属性信息的丢失,以便最有效地实现数据格式的无损转换。其流程如图4所示。

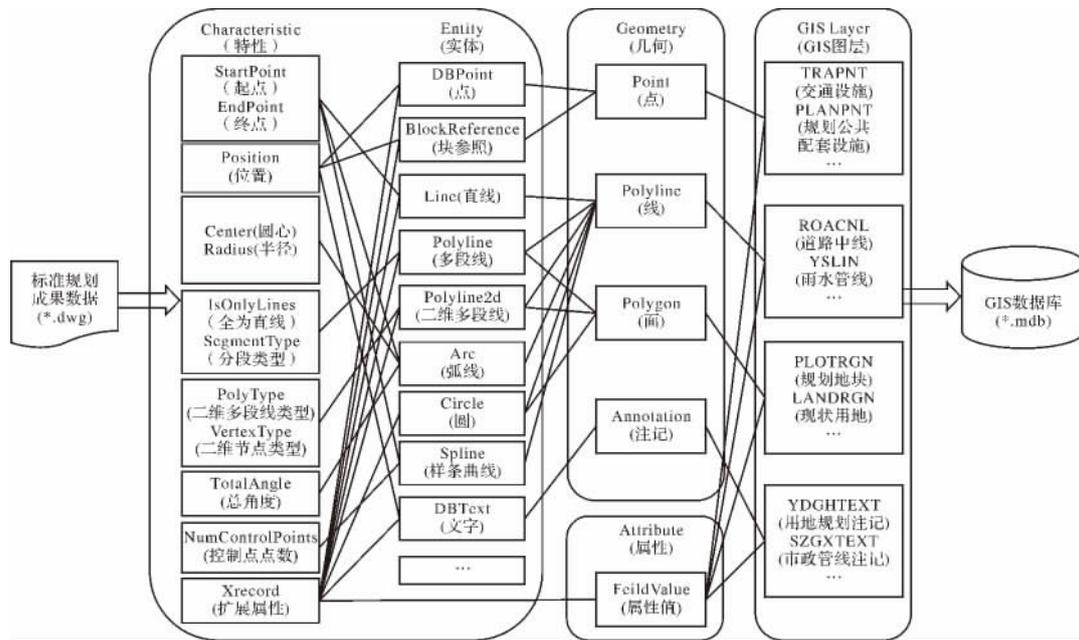


图4 CAD数据转GIS数据流程

1. 创建个人地理数据库

首先创建一个用于存储转换后数据的个人地理数据库,按规划成果数据的类型创建相应的要素集(IFeatureDataSet),以及其包含的所有点(Point)、线(Polyline)、面(Polygon)和注记(Annotation)图层,并依据入库标准添加相应的图层属性字段。

2. 图形转换

图形转换是转换流程中最容易产生信息丢失的一个环节,其关键是坐标信息的提取与重新组合,由于CAD实体(Entity)形式多样,其坐标提取较为复杂。常见的几类CAD实体图形包括点(DBPoint)、块参照(BlockReference)、直线(Line)、圆(Circle)、弧线(Arc)、样条曲线(Spline)、多段线(Polyline)、二维多段线(Polyline2d)和文字(DBText)。针对这些实体图形,需要读取其相关的特性信息,以提取或换算坐标。

1) 对于点和块参照实体,提取其位置(Position)的X和Y坐标即可,使用ArcGIS Engine接口IPoint记录坐标信息。

2) 对于直线实体,提取其起点(StartPoint)和终点(EndPoint)的位置,使用ArcGIS Engine接口IPolyline记录两对坐标。

3) 对于圆形实体,在获取其圆心(Center)位置和半径长度后,使用ArcGIS Engine接口ICircularArc构建几何圆,并最终封装成IPolyline或IPolygon类型;而对于弧线实体,一般为圆的一部分,还需获取其对应的圆心角(TotalAngle)、自身的起点和终点位置,并使用相同的ArcGIS Engine接口进行转换。

4) 对于样条曲线实体,由几何知识可知,获取其起点、终点以及控制点数量,运用样条曲线的生成公式,即可得到拟合的坐标串,最后使用ArcGIS Engine接口IPolyline封装坐标串。

5) 对于多段线实体,一般由直线(Line) 和弧线(Arc) 分段构成,应根据其分段类型(SegmentType) 逐段获取坐标信息,如为直线,使用方法 2) 的坐标提取方法;如为弧线,则使用方法 3) ,最后封装成 IPolyline 或 IPolygon 类型。

6) 对于二维多段线实体,其线段类型(Poly2dType) 包括 SimplePoly、CubicSplinePoly、QuadSplinePoly、FitCurvePoly 4 种,根据线段类型,坐标提取时只读取相应节点类型(VertexType) 的坐标值,最后封装成 IPolyline 或 IPolygon 类型。

7) 对于文字实体,本文为了实现数据的无损转换以及保证数据的可读性,将其转换成注记类型。转换过程中除了读取文字的位置信息外,还需额外获得其旋转角度和字体高度。使用 ITextElement 和 IFDOAttributeConversion 等接口完成注记的生成。

3. 属性转换

图形的属性信息存储在实体扩展字典的扩展记录中,转换时先读取这部分的属性信息,最后存储到对应图层的相应属性字段(IField) 中。

4. 要素创建与入库

遍历 CAD 数据的所有图形实体,根据规整时赋予的编码值判断出实体需转换成的几何类型及所属的 GIS 图层,依照步骤 2 和步骤 3 得到的几何信息和属性信息创建 GIS 要素(IFeature) ,并插入到所属 GIS 图层中。直至所有实体转换完成,转换过程方可结束。

五、应用实例

利用设计好的规划成果数据 GIS 建库标准、编码规则、规整工具及转换程序,可解决规划数据 GIS 建库的难题。为验证该技术的有效性和实用性,以佛山市规划成果数据的入库为试验案例,图 5(a) 是原始的 CAD 规划成果数据,图 5(b) 是转换并入库的规划成果数据在 ArcMap 平台上的显示效果。通过比较可以发现,原始 CAD 规划成果数据与 GIS 中的图形要素保持良好的一致,证明了本技术方案的

可行性。

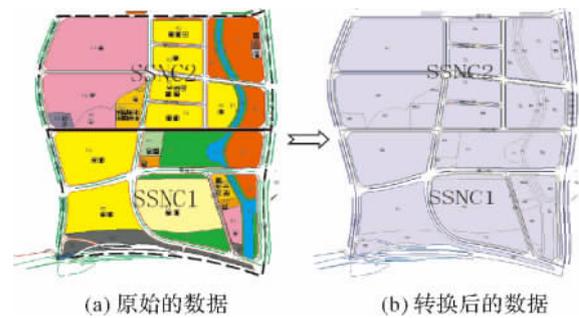


图 5 实例转换对比图

参考文献:

- [1] 卢新海.多源城市规划数据的融合与集成方法[J].测绘与空间地理信息,2005,28(4):47-49.
- [2] 陈明辉,欧阳南江,高益忠.浅谈规划成果数据建库的方法及实现[J].城市勘测,2006(1):14-17.
- [3] 王警.控规编制中空间数据与属性数据的一体化研究[D].上海:同济大学,2007.
- [4] 李勇平.DWG 到 SHP 数据的一种实用转换方法[J].国土资源信息化,2010(3):29-32.
- [5] 张雪松,张友安,邓敏.AutoCAD 环境中组织 GIS 数据的方法[J].测绘通报,2004(11):45-48.
- [6] 王波,张亮,孙霞.CAD 向 GIS 数据的转换入库[J].地理空间信息,2011,9(3):24-26.
- [7] 张叶,孙毅中,陈年松.CAD 城市基础数据到 GIS 转换的有关问题探讨[J].测绘与空间地理信息,2007,30(1):94-97.
- [8] 袁源琳,张新长,黄健锋,等.AutoCAD 地形图数据规整入库的研究与应用[J].测绘通报,2013(5):84-88.
- [9] 文学东,钟文军,祝方雄,等.基于 Geodatabase 的 CAD 到 ARCGIS 数据入库研究[J].测绘科学,2006,31(6):100-102.
- [10] 申胜利,李华.基于 ArcEngine 的 ArcGIS 与 AutoCAD 数据转换研究[J].测绘通报,2007(2):41-43.
- [11] 刘世伟.基于 GIS 平台的城市规划管理数据的组织研究[D].上海:同济大学,2008.