引文格式：房晓亮,王沐晨,童纯清,等. 基于ArcGIS Engine的城市地下管网数据转换处理方法[J]. 地理空间信息, 2023, 21(12): 63-65. doi:10.3969/j.issn. 1672-4623.2023.12.014

基于ArcGIS Engine的城市地下管网数据转换处理方法

房晓亮[1]，王沐晨[2]，童纯清[1]，黄文衡[1]，张云菲[2]
（1. 中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司，湖南 长沙 410014；
2. 长沙理工大学 交通运输工程学院，湖南 长沙 410114）

摘　要：为满足智慧管网系统的数据存储、管理和可视化的要求，通常需要将常用的CAD管网数据格式转换为更加符合智慧管网系统需求的GIS数据格式。因此，提出一种基于ArcGIS Engine的城市地下管网数据转换处理方法，实现地下管网数据的拓扑关系构建、属性信息关联和流向计算等自动处理，利用海口市地下管网数据进行综合验证，说明该方法可有效提高地下管网数据转换、运维和管理效率。

关键词：地下管网；CAD；ArcGIS Engine；数据转换
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）12-0063-03

Data Conversion and Processing Method for Urban Underground Pipeline Network Based on ArcGIS Engine

FANG Xiaoliang[1], WANG Muchen[2], TONG Chunqing[1], HUANG Wenheng[1], ZHANG Yunfei[2]
(1. Zhongnan Engineering Co., Ltd., PowerChina, Changsha 410014, China;
2. School of Traffic and Transportation Engineering, Changsha University of Science and Technology, Changsha 410114, China)

Abstract: It is usually necessary to convert the data format of pipe networks from commonly-used CAD to GIS-domain data format in order to meet the requirements of data storing, management and visualization in an intelligent pipe network system. Hence, we proposed a data conversion method for urban underground pipe network and developed a data processing system for pipe network data conversion based on ArcGIS Engine. The developed system realized automatic processing of topological relationship construction, attribute information linking and flow direction calculation of underground pipe network data. The experiment shows that the proposed method can effectively improve the efficiency of underground pipe network data conversion, operation and management.

Key words: underground pipe network, CAD, ArcGIS Engine, data conversion

当前，大多数城市地下管网数据都是以AutoCAD格式进行存储[1-3]。在CAD数据格式中，管点、管线图层与相应的注记图层独立存储，部分特征属性还以图形符号的方式呈现[4]。在智慧管网系统建设中，需借助GIS技术实现地下管网的统一管理、查询分析以及规划设计。因此，将管网CAD数据格式转换为GIS数据格式是智慧管网建设的重要内容。

目前主流的商业软件能实现数据格式的直接转换，但是存在部分特征无法转换或者转换操作复杂、难以推广等问题。为了实现CAD管网数据与GIS数据内容互操作，特别是管径、流向等管网属性信息的相互传递共享，同时建立管网内部拓扑关系以便于空间分析，本文提出一种基于ArcGIS Engine的城市地下管网数据转换处理方法，实现地下管网数据的拓扑关系构建、属性信息关联和流向计算插值等自动处理功能[5-6]。

1　地下管网数据转换处理方法

1.1　管网拓扑构建

在CAD管网数据中，管网数据表现为注记、点和线3种数据形式。通过GIS软件进行格式转换之后，得到3个shp图层，分别是注记图层、点图层以及线图层。注记图层中包含管点编号、管径信息等；点图层包括管点图形数据；线图层包括管线、流向等图形数据。本文所需管点数据、管线数据、管径信息、流向信息均可从上述3个图层中根据属性字段进行筛选

收稿日期：2022-07-28。
项目来源：湖南省自然科学基金资助项目（2022JJ30590）。
第一作者简介：房晓亮（1986—），硕士研究生，高级工程师，研究方向为三维地理信息、空间数据管理与更新、三维时空数据分析等，E-mail：02282@msdi.cn。

获取。

结合管线与管点的关联特征，此特征表现为管线由2个节点组成，此节点与点图层中包含的管点数据的几何特征完全一致，但缺乏属性信息。本文通过对管线数据行拓扑构建，快速获取管线与管点的拓扑关系。通过构建的拓扑数据反算管点，最大限度地避免了管点与管线不统一的问题。

具体流程为，通过ArcGIS Engine提供的FeatureclassToCoverage将管线数据转换为Coverage，再通过ICoverage.Build生成Node和Arc图层，其中Node图层为管点数据，Arc图层为管线数据，这2个图层是后续工作开展的基础。

1.2 管网属性关联

1.2.1 管径信息提取

根据绘图原则，将距离管线最近的注记作为该管线的管线注记信息[4]。通过对管线要素与管线注记点进行位置判断，将距离管线最近的注记点信息赋予管线要素。如图1为将管线注记的相关属性赋予对应的管线要素。

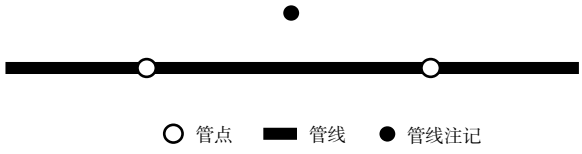


图1 管线注记与管线位置关系判断

1）读取管线数据和标注数据分别存储在IFeatureClass pFeatClsLine、IFeatureClass pFeatClsInfo中，新建字典Dictionary<string, string> dictDiameter，用于存储管线编号和对应的属性信息。

2）遍历管线数据pFeatClsLine的各管线要素，从标注数据pFeatClsInfo中找到与该管线要素距离最近的注记点，为了提高处理的效率，采用构建缓冲区筛选出位于缓冲区内的注记点，通过每个注记点的坐标计算注记点至管线要素的欧氏距离，距离最近者即判断为该管线的标注，进而读取该注记中的管线信息写入对应管线要素属性表中。

3）在CAD数据中，管线要素与管线注记可能不是一一对应，上述处理后部分管线要素可能没有找到对应的管线注记，需根据管线连通关系及前后连接管线的已知属性信息对匹配到管线注记的要素进行属性赋值。

1.2.2 管点信息关联

将注记图层与构建拓扑生成的Node图层进行空间关联，主要方法是通过遍历Node图层中的管点要素，针对每个要素做缓冲区，通过缓冲区筛选管点附近的注记，如果存在多个注记点，则取距离最近的注记点作为当前管点的注记信息，并将这些信息写入属性表中。

1.3 管网流向计算

1.3.1 流向符号计算

管线的流向信息在CAD数据中是以箭头符号进行表示，需要根据箭头方向进行流向判断。对管线要素与管线流向符号进行关联，实质上是对流向符号的线坐标与管线空间位置关系的判断。图2为流向符号与管线位置关系。

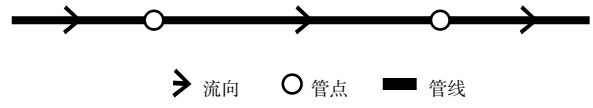


图2 流向符号与管线位置关系

1）读取管线数据和流向数据分别存储在IFeatureClass pFeatClsLine、IFeatureClass pFeatClsDir中，新建字典Dictionary<string, int> dictDir用于存储管线编号及其流向信息。

2）遍历管线数据pFeatClsLine的各管线要素，从流向数据pFeatClsDir中找到与该管线距离最近的流向符号，筛选出位于缓冲区内的流向符号线，并计算流向符号线与管线要素的欧氏距离，距离最短者即为该管线的流向符号。

3）判断管线流向与实际流向是否一致，若一致，赋流向值为1，若不一致，赋流向值为0，将流向值写入至管线属性表。

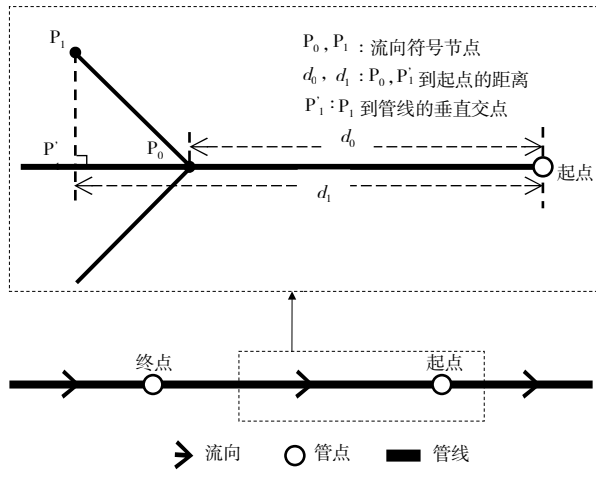


图3 流向判断示意图

流向符号方向判断方法如图3所示，通过IPolyLine.QueryPointAndDistance函数计算点与管线的垂点及与管线起始点的路线距离，将位于管线左侧流向符

号上的点P_0和P_1作为输入点，输出与管线起始点的路线距离分别为d_0和d_1。当$d_1>d_0$时，说明管线流向与图形符号流向一致，流向属性值为1；当$d_1\leqslant d_0$时，说明管线流向与标注流向相反，流向属性值为0。

1.3.2　流向属性计算

经过上一步处理，仍然存在部分管线没有流向赋值的情况，需要进行流向计算。一般情况下，如果管线的起点和终点具有高程信息，则可根据管线起点高程和终点高程的高差，确定管线流向属性，或者根据管线连通关系，对流向属性进行赋值。

2　系统实现与结果分析

2.1　系统功能介绍

基于Microsoft Visual Studio C#与ArcGIS Engine开发平台，实现地下管网数据自动转换处理系统。通过需求分析，设计开发了数据预处理、属性数据转换和地图展示三大功能模块。其中，数据预处理包括格式转换、构建拓扑、管网编号功能，属性数据转换包括基础信息转换、管径属性转换、流向属性转换、流向属性计算4个功能；地图展示包括地图显示、地图缩放漫游、右键菜单、符号修改、图层属性浏览等功能。

2.2　实验结果分析

本文使用海口市地下管网数据进行数据转换综合实验。经过系统转换处理后的管点属性表和管线属性表如表1和表2所示。从结果中可以看出，管径、流向等相关参数已经添加进管线属性数据；并且管线流向明确，可供后续空间分析；转换后的各要素都有其属性信息，便于对整体管线进行统计分析与管理。

表1　管点属性表

管线点号	X坐标	Y坐标	地面高程	特征	附属物
GSP1	502 244.111	3 166 301.795	437.35	二通	雨水井
GSP2	502 202.79	3 166 286.136	437.04	二通	检修井
GSP3	502 237.549	3 166 282.166	437.34		雨水井
GSP4	502 237.887	3 166 281.388	436.8	二通	
GSP5	502 228.219	3 166 278.622	437.34		雨水井
GSP6	502 187.633	3 166 278.251	437.78	二通	雨水井
GSP7	502 228.497	3 166 277.796	439.04	二通	雨水井
GSP8	502 220.587	3 166 274.774	442.01	二通	
GSP9	502 269.344	3 166 273.473	444.74	二通	
GSP10	502 213.188	3 166 271.973	443.03		雨水井
GSP11	502 213.535	3 166 271.244	445.89	二通	检修井
GSP12	502 268.329	3 166 271.132	447.27	二通	检修井

表2　管线属性表/m

管线标识	起始管线点号	终止管线点号	起点高程	终点高程	管线长度	管径	流向
GSL0	GSP2195	GSP2223	437.35	438.35	11.34	SS PE DN200	1
GSL1	GSP2223	GSP2243	437.04	437.64	5.91	SS PE DN200	1
GSL2	GSP2264	GSP2259	437.34	438.34	5.45	SS PE DN200	1
GSL3	GSP2243	GSP2259	436.8	436.9	6.32	SS PE DN200	1
GSL4	GSP2264	GSP2280	437.34	437.74	7.06	3SS416	0
GSL5	GSP2280	GSP2326	437.78	438.78	15.41	SS PE DN200	0
GSL6	GSP2326	GSP2401	439.04	439.64	35.25	SS PE DN200	0
GSL7	GSP2401	GSP2426	442.01	442.41	17.59	SS PE DN200	0
GSL8	GSP2426	GSP2453	444.74	444.74	23.13	3SS415	1
GSL9	GSP2453	GSP2455	443.03	443.93	19.81	3SS416	0
GSL10	GSP2455	GSP2450	445.89	446.89	19.97	3SS416	1
GSL11	GSP2450	GSP2447	447.27	447.27	10.03	SS PE DN200	1

为检验本方法的转换效果，对转换成果进行抽样检测，随机抽取实验管线的管径数据、流向数据等属性信息与标注数据进行比对分析，得出随机抽样的检测结果。随机抽取管线共600个，管线注记共300个，流向注记共300个。人工判读600个管线，其中正确匹配596个，错误匹配4个。错误原因是进行管径信息提取时，读取了其他管线的注记点信息。通过对属性信息转换结果检验，属性信息和实体对象基本匹配并实现管线信息自动传递。

3　结　论

本文通过对地下管网数据转换后标注符号数据与管网图形数据的对应关系研究，提出一种基于ArcGIS Engine的城市地下管网数据转换处理方法，实现了地下管网数据的拓扑关系构建、属性信息关联和流向计算等功能，可以为地下管网数据转换和管理提供技术参考。

参考文献

[1] 胡步清,管娜,赵礼剑. 基于时空数据库的管网三维场景构建方法研究[J]. 地理空间信息,2020,18(8):19-21

[2] 李国梁. 不同平台地下管网空间数据无缝转换研究[J]. 地理空间信息,2019,17(9):34-37

[3] 谢亚坤,冯德俊,李强,等. 地下管网CAD数据到SHP文件转换的方案研究[J]. 测绘与空间地理信息,2019,42(1):119-122

[4] 耿继军,刘荣,吴聪聪,等. 从CAD到ArcGIS格式数据转换的精度改进[J]. 测绘科学,2016,41(11):175-177

[5] 王雪平,党星海,郝君明,等. 在ArcGIS中CAD文件转换方法实现[J]. 矿山测量,2011(6):25-27

[6] Simmons T,Johnson C,Lehman S,et al. GIS-CAD Interface Enhances Asset Management[J]. Opflow,2009,35:20-21

[7] 贾仁学. 供水管网数据智能转换技术的研究与实现[D]. 大连:大连理工大学,2021