

基于 GIS 的通信管道可视化模型

杨立法

(西安邮电学院 计算机系, 陕西 西安 710061)

摘要: 基于面向对象 GIS 建模技术提出了一种有效的多层复合通信管道地理模型, 并且在 Map-Info 平台, 通过 MapBasic 编程已完全实现. 该模型不仅满足视觉要求, 而且设计的用户操作简便、易用, 为实现对市话管线资源的高效、可视化管理提供了一条有效的途径.

关键词: 地理信息系统; MapInfo; 空间数据模型; 电信资源管理系统

中图分类号: TP311 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2003)01-0080-05

On the Visual GIS - based Model of Communication Pipes

YANG Li-fa

(Computer Department, Xi'an Institute of Posts & Telecom, Xi'an 710061, China)

Abstract: The author proposes a new kind of GIS - based communication pipe model, called Integrated Communication Pipe Model (ICPM) and turns it into reality on MapInfo with MapBasic program. The ICPM not only meets the visual requirements, but also greatly simplifies the end user's operations on pipes. The ICPM is one of most important models in Telecom Data System (TDS) and its realization will facilitate the popularization process.

Key words: GIS (geographical information system); MapInfo; spatial data model; Telecom Data System (TDS)

0 引言

在建立地理信息系统的过程中, 根据应用需要和选择的开发平台, 合理地划分地理实体并构造与应用相适应的空间数据模型是最基本的工作. 这项工作直接影响到系统处理地理应用的方式, 决定该系统是否易于理解和易于操作, 是最终导致该系统是否成功的决定性因素.

许多作者^[1-3]以不同方式阐述了基于对象的空间数据建模技术. 概括起来, 该技术主要包含三方面: 实体划分、特征提取、行为描述. 模型评价指标也可概括为三方面: 可视化、易操作、低冗余.

但是, 在实际开发具体应用系统时, 如何根据上述技术构造满足指标要求的实用模型, 并不存在现成方案. 许多地理信息系统的开发由于缺乏有效的模型半途而废^[4], 更进一步说明了建模的难度和复杂性. 本文作者多年致力于“电信资源管理系统”的研究和开发, 在空间数据建模方面做了一些探索^[5-7], 已经取得的成果得到了用户的认可. 目前开发工作尚在进行. 本文主要介绍其中通信管道的建模过程.

1 管道模型设计要求

“电信资源管理系统”TDS(Telecom Data System)是基于 GIS 的市话管线资源可视化综合管理系统, 其设计目标是在符合电信工程技术规范的前提下, 既能提供电信资源分布的整体信息, 也能在任意需要的级别上提供各类资源的细节, 并且使普通用户无须培训就能轻松完成单个或批量管线资源数据的维护工作.

电信资源种类繁多^[6,7], 通信管道是其中重要的电信支撑设备之一. 且管道位于地下, 管理和维护存在诸多不便. 因此, 按电信工程设计规范的要求, 必须对管道进行全方位描述, 包括:

收稿日期: 2002-09-30.

作者简介: 杨立法(1964~), 男, 博士, 副教授; 主要研究方向: 地理信息系统及应用开发.

- (1) 管道总图:用于观察管道整体分布,适用于小比例尺情形(比例尺 < 1:3 000);
- (2) 管道详图:用于观察管道走向,适用于大比例尺情形(1:500 > 比例尺 > 1:3 000);
- (3) 管道剖面图:用于观察管道内管块组合形式以及电缆占孔情况,与管道详图配合使用;
- (4) 人孔展开图:用于观察井内电缆连接和布置情况(比例尺 > 1:50);
- (5) 管道高程图:用于观察管道起伏以及与障碍(即其他地下管线)之间的相对位置,与管道详图配合使用.

随着电信业的发展和城市改造的加快,管道本身以及管孔占用情况几乎每天都在发生变化,包括新增管道、拆除管道、扩充管道、从原管道中间引出新管道、敷设电缆、拆除电缆等等,这些行为都要在上述五个视图中同步反映出来.如何适应管道变化,为用户提供一套便捷的信息管理和维护工具,正是管道模型设计需要解决的问题.在许多类似的应用系统中,在处理管道时过分强调与设计图纸的一致性 or 干脆把管道设计与管理混为一谈,忽视了管道维护的特殊需要,其结果要么不符合电信工程设计规范,要么操作过于复杂和凌乱,使整个系统的实用价值大打折扣.

2 管道模型

2.1 管道构成

作者在设计管道模型期间,阅读了大量的管道设计图纸并深入现场实地考察,与设计人员和资料管理员多次沟通,了解他们的真正需求.分析发现,管道的五个视图是用户认识和表达管道的主要渠道,但不是构成管道的基本要素.管道的基本要素包括三个方面:

- (1) 人孔(或手孔):管道观察点;
- (2) 管道线:管道路由,人孔之间的连线;
- (3) 管块:电缆载体,也是构成管道的物理介质.

管道详图是在中等比例尺下由有形状人孔和管道线构成的地理分布图,可同时伴有管道剖面图和/或管道高程图.而管道总图则是在小比例尺下忽视人孔形状,代之以统一的无形状人孔符号得到的管道整体分布图.管道剖面图与人孔展开图的基本信息是一致的,都是管块组合图,所不同的是前者需要放大管块尺寸后在中等比例尺下与管道详图一起观察,而后者为大比例尺下站在人孔中心向外同时观察与之相连

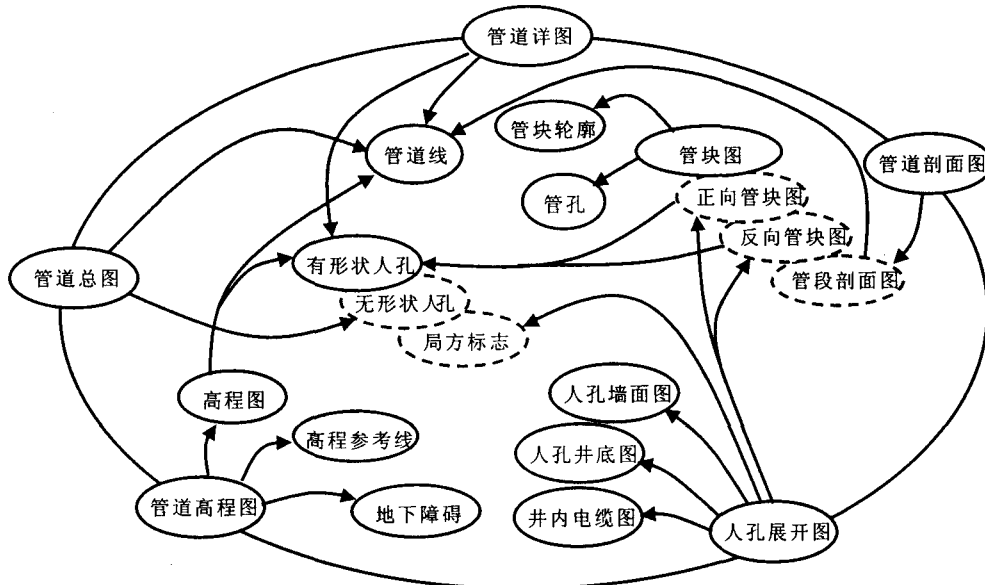


图 1 管道视图及其构成

的多条管道的管块原始尺寸图.

在管道的三个基本要素中,人孔和管道线具有严格的地理属性,需要据实绘制.而管块依附于管道,只

具有相对地理属性,并允许在一定限度内自由移动.为了适应管道视图要求,管块必须以三种不同的形态并存:原始尺寸正向管块图、原始尺寸反向管块图、放大尺寸正向管块图(又称管段剖面图),前两个用于人孔展开图,最后一个用于管道剖面图.

除了上述三个基本要素之外,还需要一些辅助要素才能构成管道的五个视图,如图1所示.

图中,箭头所指为视图构成要素或信息来源.虚线表示要素的其他形态.至于每个要素的图形符号见下节,或参考电信工程设计规范.

2.2 管道要素的数据结构

管道的每个要素除包含几何信息外,还需要大量的属性信息进行精确描述,如表1所示.

表1 管道要素数据结构

要素名称	几何特征	属性特征	显示范围
有形状人孔	点符号	Well_ID, 编号, 局号, 局名, 类型, 形状, 坑底标高, 地面标高, 所连管道数	中比例尺
管道线	线段	Pipe_ID, Well_ID1, 编号1, Well_ID2, 编号2, 局号, 局名, 类型, 长度, 前端沟底标高, 后端沟底标高, 管道高度	各种比例尺
无形状人孔	点符号	Well_ID, 编号	小比例尺
正向管块轮廓	矩形	Pipe_ID, 管块编号, 类型	大比例尺
正向管孔	圆	Pipe_ID, 管块编号, 管孔编号, 所经电缆数	大比例尺
反向管块轮廓	矩形	Pipe_ID, 管块编号, 类型	大比例尺
反向管孔	圆	Pipe_ID, 管块编号, 管孔编号, 所经电缆数	大比例尺
局方标志	点符号	Well_ID, 编号	大比例尺
人孔墙面	矩形	Well_ID, 序号	大比例尺
人孔井底	四边形	Well_ID	大比例尺
井内电缆	折线	缆别, Cable_ID, CableSeg_ID, Well_ID	大比例尺
管道剖面图管块轮廓	矩形	Pipe_ID, 管块编号, 类型	中比例尺
管道剖面图管孔	圆	Pipe_ID, 管块编号, 管孔编号, 所经电缆数	中比例尺
管道电缆表	无	缆别, Cable_ID, CableSeg_ID, Pipe_ID, 管块编号, 管孔编号	
高程图	多边形	高程ID	中比例尺
高程参考线	线段	高程ID, 高程	中比例尺
地下障碍	区域	高程ID, 类型	中比例尺

表中每个要素对应一个 MapInfo 表,而每个 MapInfo 表对应一个图层.表中只列出一些主要属性.

管道模型的另一个重要特征是对图层顺序的规定,即:人孔位于管道之上;管孔总在管块轮廓之上;在人孔展开图中,管块位于墙面之上;管块位于管道图之上;高程图位于管道图之上.

2.3 管道操作

数据结构决定系统的信息量以及可视化程度,而操作设计是应用系统实用化的关键一环.管道图是诸多电信资源中图形最为复杂的一种,如果不能提供面向业务、简单易用的操作,视觉效果再好,用户也不会接受.与管道视图对应,设计的管道操作分为以下几类:

(1) 针对管道详图的操作,如添加人孔、连接人孔成管道、变更人孔/管道属性、查找管道、管道统计、删除人孔/单段管道、删除整条管道、在原管道插入新人孔等.由于管道总图与管道详图完全对应,故不单独操作.

(2) 针对人孔展开图的操作,如打开展开图、调整墙面、添加管块、移动管块、旋转管块、删除管块、调整井内电缆布置、关闭展开图等.管块的添加、删除、移动均在正向管块图上进行,由程序控制反向管块图同步变动.而一旦正向管块图发生变动,立即删除相应的管道剖面图.当用户再次显示管道剖面图时,启用新的管块图.

(3) 针对管道剖面图的操作,如显示单段管道剖面图、显示整条管道剖面图、平移剖面图、删除剖面图、向前复制管道剖面图、关闭单段管道剖面图、关闭整条管道剖面图、关闭所有管道剖面图等.其中,平

移、删除管道剖面图并不影响该管道的正向管块图.而复制管道剖面图是一个复杂的操作,它包括复制管道正向、反向管块图和剖面图并恰当定位.

(4) 针对管道高程图的操作,如创建/显示高程图、添加障碍、删除障碍、删除高程图、关闭高程图等.

3 管道操作的实现

管道操作较多,这里介绍两个较有特点的操作及其实现机制.

3.1 调整人孔墙面图

按照电信工程技术规范,在表示人孔展开图时,必须环绕人孔中心画出四个底边相连、高度相同、展开方向与管道走向一致的墙面,并将相应管道的正向或反向管块组合图置于相应的墙面内,如图2所示.中心箭头尾部表示局方.

如果直接画出四个矩形,然后使用通常制图的方法将它们按要求拼接在一起,拼接过程之复杂是一般用户无法忍受的.为此,作者设计了一种高效的墙面绘制方法,要点如下:

(1) 增加井底层,初始为正四边形;

(2) 以井底四边形的每个边为底、井深为高向外生成四个矩形作为四个墙面的初始图形;

(3) 调整井底四边形的顶点,重新生成四个墙面.重复此步,直至每个墙面展开的方向与管道方向一致.

前两步在添加人孔时自动生成.用户要做的事情只有最后一步,即拖动井底四边形的某个顶点至合适的位置,其他的事情均由系统自动完成.用户拖动带有较大随意性,因此系统对操作结果施加限制如下:

① 如果操作结果使井底四边形不再包含局方标志,则视为无效操作;

② 如果操作结果使井底四边形不再保持凸四边形,则视为无效操作.判断条件为凸四边形对角线中心必位于四边形之内.

这种墙面绘制方法不仅操作简单,而且可以适应任何管道方向.

3.2 移动管块

管块图以三种形式存在,即正向管块图、反向管块图和管道剖面图,而以正向管块图为基础形式,其他两种形式则视为派生图.添加、删除、移动管块的操作限制在正向管块图上进行,反向管块图随正向管块图同步变动.这里以移动管块的操作为例介绍管块处理的内在机制.

管道的正向管块图位于管道后端(近局端)人孔展开图,而反向管块图位于管道前端(远局端)人孔展开图,如图3所示(注意该图忽略了人孔展开图的其他部分).

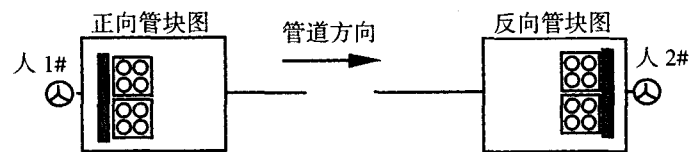


图3 管道正向、反向管块图

移动管块是生成管块组合图的基本操作.管块种类繁多,尺寸不同,实际施工中组合形式因地形或需要而有多种形式,必须允许用户根据施工结果自由选择管块并予以组合.

管块包含两层,即管块轮廓层和管孔层,并且管块的底边始终垂直于管道方向,正向管块的高度方向与管道方向相同,反向管块的高度方向与管道方向相差180度.对管块的操作放在轮廓上,管孔随轮廓同步变动.移动管块的原理如下:

假设用户选择并拖动正向管块轮廓在地图上移动,位移量为 $(\Delta x, \Delta y)$.

(1) 将位移量 $(\Delta x, \Delta y)$ 换算为沿管道方向和垂直于管道方向的位移量 $(\Delta \xi, \Delta \eta)$;

(2) 将位移量 $(-\Delta \xi, \Delta \eta)$ 重新换算为地图上的位移量 $(\Delta x', \Delta y')$;

(3) 按位移量 $(\Delta x, \Delta y)$ 移动所选管块的所有管孔;

(4) 按位移量 $(\Delta x', \Delta y')$ 移动对应的反向管块轮廓及其管孔.

为了保证移动的合理性,对用户操作做出如下限制:

- ① 如果用户移动管块轮廓时,轮廓发生变形,则视为无效操作;
 - ② 如果用户移动管块轮廓超出了某个合理的范围,则视为无效操作。
- 管道的其他操作虽然计算量较大,但是根据常识很容易实现,故不在此详述。

4 结束语

空间数据模型是地理信息系统的灵魂,与之相关的操作方法的设计和实现是关乎应用系统成败的关键。本文描述的通信管道模型是“电信资源管理系统”模型的重要组成部分,在 MapInfo 平台通过 MapBasic 编程已经完全实现。由于充分考虑多个管道视图的内在联系并最大限度地发挥 MapInfo 强大的空间数据处理能力,管道处理过程表现出高度的智能,得到用户的肯定。该模型为整个系统的成功奠定了基础,为实现对市话管线资源的高效、可视化管理提供了一条有效的途径。

致谢 本文的研究工作得到陕西北方邮电设计院刘云孝高级工程师、西安电信局金花分局贾选忙工程师的大力协助,并受到西安邮电学院计算机系 2000 届隆波、沈斌、潘美冰同学毕业设计期间开拓性工作的启发,特此致谢。

参考文献:

- [1] 陈述彭,鲁学军,周成虎. 地理信息系统导论[M]. 北京:科学出版社,2000. 107~116.
- [2] 贺建忠. 面向对象 GIS 的空间数据模型研究:[博士论文][D]. 北京:北京大学,1998. 48~83.
- [3] 赵东,刘就女. 基于特征建模的地理可视化数据模型研究[J]. 工程图学学报,2001,(3):44~49.
- [4] 国家遥感中心. 抓国产地理信息系统软件应用示范工程,促地理信息系统软件应用和产业化[J]. 遥感信息,2002,(2):2~5.
- [5] 杨立法. MapInfo 二次开发方法研究[J]. 昆明理工大学学报,2001,26(6):18~21.
- [6] 杨立法,王文浪,孟彩霞等. 本地网通信线路管理模型研究[J]. 西安邮电学院学报,2001(1):37~41.
- [7] 杨立法. 基于智能操作的市话电缆可视化地理模型设计[J]. 昆明理工大学学报,2002,27(5):7~10.

(上接第 79 页)

4 结论

本文针对机理建模复杂和辨识建模实验数据难以获得的问题,提出了使用机理建模和辨识建模相结合的方法建立钢坯温度场预报模型. 并采用 VRML 虚拟现实建模语言实现了钢坯温度场的可视化,使对整个温度场的变化过程进行动态观察分析成为可能. 仿真研究表明此钢坯温度模型能满足工业要求,具有很高的工程价值。

参考文献:

- [1] 蔡乔方. 加热炉[M]. 北京:冶金工业出版社,1996. 15~26.
- [2] 田宏伟. 加热炉钢坯温度场智能预报系统研究:硕士研究生学位论文[D],2000. 40~49.
- [3] 张乃尧,阎平凡. 神经网络与模糊控制[M]. 北京:清华大学出版社,1998. 10~18.
- [4] 吴小华,姜安德,周玲. VRML 从入门到精通[M]. 北京:国防工业出版社,2002.
- [5] 王中杰,关守平,柴天佑. 加热炉自适应钢坯温度场预报模型开发[J]. 钢铁研究学报,1999,11(2).