

MAPGIS 管网开发平台的设计

曾文,张德津

(中国地质大学信息工程学院,湖北武汉 430074)

摘要:设计了一个通用的管线信息系统开发平台.该开发平台构筑于大型 GIS 基础软件 MAPGIS 之上,具有完备的数据模型,强大的数据包容能力.采用多层次体系结构,包含网络数据管理与网络分析、管网工作区管理、专业管网工作区管理、管网工程管理、管网实用服务工具包、管网管理类库和控件库等多个模块.该开发平台同时支持 API 和组件接口,二次开发便利灵活,可以较好地满足管网应用系统的开发需要.在该平台基础上已开发出多个成功的管网信息系统,证明它具有广泛的应用前景.

关键词:地理信息系统;MAPGIS;管线管理;开发平台.

中图分类号: TP311.52 **文献标识码:** A

文章编号: 1000-2383(2002)03-0250-05

作者简介:曾文(1969—),男,讲师,1994 年毕业于暨南大学计算机系,获硕士学位,现主要从事地理信息系统及计算机图形学的教学科研工作.

经过十多年的探索和实践,管线信息系统必须以地理信息系统(GIS)为基础的观念已经深入人心.在众多 GIS 基础软件中,专家们普遍看好国产系统在中国管线信息化中的前景^[1].大型国产 GIS 软件平台 MAPGIS 研发成功后,管线信息系统就成为它最先拓展的应用领域之一.通过深入研究管线管理的数据特点和应用需求,笔者设计实现了基于 MAPGIS 的管线信息系统开发平台,通过这一平台,可以进一步开发出面向各类市政管线和企业内部管网的最终应用系统.

行政区域内的阀门数目,就要同时参照管网数据和行政区划数据;要生成一定范围的三维景观,则要同时处理更多层次上的数据.为此,笔者设计了管网工程来集中管理方方面面的数据.管网工程是对 MAPGIS 图形工程(.mpj 文件)的拓展,除了点、线、面图形数据类型之外,它还可以包容管网、地形图库、MAPGIS 数据库表等数据类型.从使用者的观点来看,管网工程是一个数据集,将管线管理的全部数据以数据层的方式组织在一起,统一管理,如图 1 所示.使用管网工程,用户面对的就是作为一个

1 数据模型分析与设计

1.1 管网工程

管线管理涉及多方面的复杂数据,除管网本身的数据之外,还包括地形图(可能有属于不同比例尺的多种地形图,可以是矢量地图,也可以是影像图)、高程数据、行政区划、单位地名分布、办公数据和概貌图等.只有有效组织和管理这些数据,使它们构成一个整体来相互补充和参照,才能充分发挥数据的作用,便于查询、分析和辅助决策.例如,要统计某一

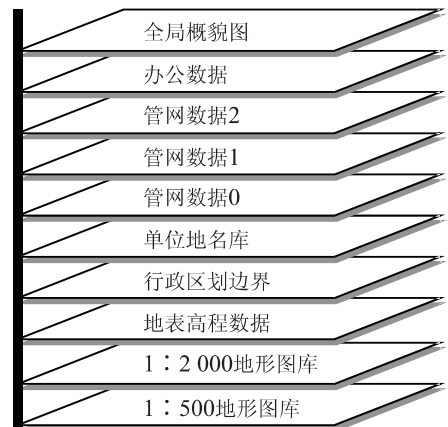


图 1 管网工程的数据组织

Fig. 1 Data framework of pipeline project

收稿日期: 2001-11-16

基金项目: 国家“九五”重中之重科技攻关项目(No. 96-B02-03-05).

整体的数据,更便于理解和使用。针对每一个数据层,工程文件存储数据来源(数据文件名或数据库表名)、类型、描述、显示控制信息(显示比例界限、还原显示标志等等)、开关标志等信息。

1.2 管网工作区

在管网工程的各个层次数据中,对于管线管理应用而言,管网数据是核心。为了提高管理效率,便于实施分析查询,将不同种类的管线,如煤气管道、供水管道、通信电缆等在工程中分为不同的数据层。对于每一层管线,扩展了 MAPGIS 工作区的概念,以“管网工作区”包容全部数据。

管网工作区把管网中的实体(统称为管件)分为 4 种类型,即管点、管段、管线和管井。管点代表点状设备,如阀门、水表、三通、堵头等,其空间位置由单个坐标(x, y)决定;管段代表连接 2 个管点的管道或线缆,其空间位置由多个(经常是 2 个)坐标组成的序列决定;管线则由顺序相连的管段构成,用于代表具有统一特性(通常管径和材质是一致的)的连贯成线的管段序列,它的空间位置由其中的管段所决定;管井是由空间上聚集在一起的若干管点构成的集合,可以有自己的中心位置。如图 2 所示。

将线状实体区分为管线和管段 2 个层次,将点状实体区分为管井和管点 2 个层次,这种做法在管线管理中是一个创造。管线体现了 GIS 中拓扑的思想,在组织形式上类似于多边形(区)^[2],但一般说来它并不是围成一个封闭区域,而是向两端充分延展,而不被管点所中断。例如,在某条大街上铺设的一条煤气干管可以在其中多处经由三通等设备引出支管,笔者仍然可以将这条干管当作整体来管理,赋予它单一的属性记录。管段两端连接着管点,并顺序连接构成管线,一方面它是现实设备的代表,可以有独立的属性和参数;另一方面它也是拓扑关系建立的

关键因素。管井也可以看作是管点的拓扑,体现了管点间的聚集关系,在现实中常常代表容纳一个或多个管点的井或小室,如阀门水表井、三通阀门井等。

在管线管理的实际中,经常要进一步了解管点的细部构造和内部连接方式。为此笔者为每个管点配备了大样图数据,允许把任意复杂度的点线面要素存放于其中,在显示和出图时,只要把比例放大到一定程度(可调节),就可以看到管点的细部结构。所以,就点状设备的管理而言,实际上存在着管井、管点和管点大样图这 3 个数据层次。另外,在管线管理中经常涉及管偏,即管道端点与它所连接的设备或井的中心并不完全重合,为了如实表现这种状况,同时又不破坏管网实体间的拓扑关系,笔者引入“管段偏移”的概念,在管网工作区中记录管段端点与其拓扑连接点间的可能存在的相对偏移,从而较好地解决了空间坐标精确度的要求与拓扑完整性保持间的矛盾。这样,就线状设备的管理而言,实际上也存在着管线、管段和管段偏移这 3 个数据层次。

除了各类管件的空间位置和图形、属性、拓扑数据之外,为了满足管线管理的实际需要,管网工作区中还包含着管件标注信息、管网设计任务、高程字段指派等数据,另外,管网工作区还提供一个开放的扩充数据区,应用开发者可以把多个任意大小的数据块设置到工作区中并保存起来,数据块的含义由开发者来解释。

总之,通过对管网特点和应用需求的全面分析,设计的管网工作区数据模型包容了对点状和线状设备数据的多层次管理,极大地丰富和完善了 GIS 平台对管网管理的支持,凸显出管网开发平台对于管网管理的重要价值。

2 模块结构设计

笔者设计的管网开发平台由依层次组织的 6 个模块组成,结构如图 3 所示。管网应用系统的开发者可以根据需要,在开发平台的任何一个层次上进行开发。

2.1 网络数据管理与网络分析

这一模块基于 MAPGIS 网络数据模型,用于处理 MAPGIS 平台的网络数据,维护网络正确的拓扑,并提供基本的网络分析功能,如路径分析、资源分配、追踪等^[3]。管网工作区是在 MAPGIS 网络工作区的基础上扩展而来的,所以网络数据管理与网

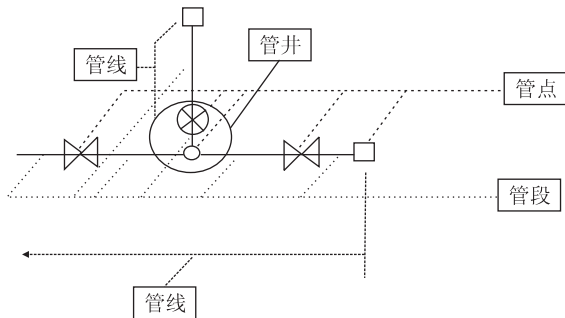


图 2 管网数据模型

Fig. 2 Data model of pipeline

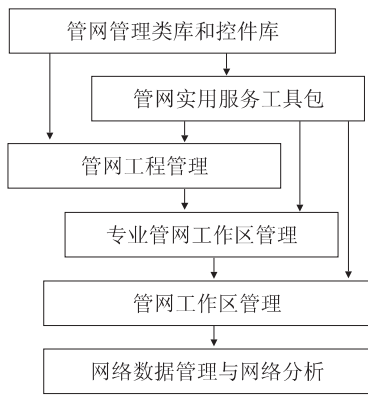


图 3 管网开发平台模块结构

Fig. 3 Architecture of pipeline management development platform

络分析模块是整个开发平台的基础。这一模块提供的网络分析功能也是各项专业管网分析的基础。

2.2 管网工作区管理

这一模块依据上述管网数据模型,提供对各个层次管网实体的数据的添加、获取、更新和查询。

2.3 专业管网工作区管理

管网工作区可应用于企业内部管线管理和市政综合管网管理,但对于城市专业管线权属单位(如煤气公司、自来水公司、电力公司等)而言,单纯的管网工作区就显得不足,因为这些单位要求对管件进行更为明确而细致的管理,并对不同性质的管件采用不同的管理和分析策略^[4]。以供水管网为例,阀门、水表和水源的属性完全不同,阀门数据包括“样式”、“开启转数”、“开关状态”等;水表数据包括“单位名称”、“单位类型”、“地址”、“水费”等;水源数据则包括“水泵组数”、“水泵台数”、“水池水位”等。在爆管事故处理时,要求找出需关的阀门、停水的水表;在消防事故处理时,则要找出一定范围的消防栓。这种情况表明,在专业管线的管理中,要求对管件(主要是管点)进行更细的子类型划分,并为不同的子类型配备不同的数据库;在进行专业分析和辅助决策时,要根据不同的子类型的性质作不同的处理。

针对这种需求,笔者扩展了管网工作区,形成了专业管网工作区管理模块。在这一模块中,提供了管件子类型细分功能,为每种类型设置了类型特征码来区分其特质,并且把不同类型管件的属性划分到不同的数据库中,以使它们可以有完全不同的属性字段结构。

2.4 管网工程管理

管网工程管理模块具备管网工程建立、装载、显

示、编辑修改和保存功能。由于工程一般是整个管网应用所面对的数据集,所以管网工程管理模块还提供接口,应用开发者可以通过管网工程获取工程中的各类数据如管网工作区、单位地名库、办公数据集等。

2.5 管网实用服务工具包

管网实用服务工具包封装了很多对管网实施维护和分析的工具,包括专业图件(横断面图、纵剖面图、轴测图、桩号图、专题统计图等)生成、三维实景浏览、管网事故处理、管网碰撞分析、查错修复等。这个工具包基本涵盖了管网应用的各类实用需求,可以为开发者节省大量的开发工作量。

2.6 管网管理类库和控件库

管网管理类库和控件库在整个开发平台中位于最高的层次,是对用户表现层的封装。运用面向对象设计方法和运用组件对象模型(COM),笔者把使用管网编辑、维护、分析等功能的用户操作封装在一系列类库和控件中,开发者通过对类库中类的继承,或通过直接把控件放置在用户界面,就能直接获得全部现成的用户表现,包括数据装入修改、图形显示、输入输出、鼠标键盘交互等。

3 二次开发接口

管网开发平台是面向管网应用程序开发人员的,目的是为开发人员提供丰富便利的开发手段,使其能迅速构筑自己的系统。管网平台提供的开发手段有函数调用接口(application program interface, API)和面向对象的组件 2 种。

API 是指提供给开发者调用的一系列函数,这些函数的实现被封装在动态连接库(.dll)中。API 是平台所提供的最底层的开发手段,开发者可以利用它实现非常复杂的应用,随心所欲地构造自己的用户界面,在最大限度地利用平台功能的基础上保证自身系统的灵活度。API 的缺点是要求开发者编程能力较强,对系统有较深入的了解,学习的时间相对要长一些。组件化是软件系统面向对象的模块化构造方式。它将软件系统分解为若干可以独立完成特定功能的构件,构件间依据接口来拼装,最终的软件就像一个积木搭起的房子一样。为了构件的独立性和构件组装的需要,构件接口必须遵循统一的标准,微软公司提出的组件对象模型(COM)是在 WINDOWS 环境下普遍应用的标准,也是管网开发平台所采用的标准。由于现有的计算机操作系统集

成了组件化支持,软件开发者可以方便地以一致的方式来调用组件提供的方法来实现自己的需求,不受开发语言和开发环境的限制,并且便于开发基于 Internet 的应用^[5]。组件化是软件开发未来的发展趋势,不过,作为一种黑匣子方式的封装,在灵活度上会受到一定的限制。

管网开发平台同时支持 API 和组件接口。在具体实现时,运用面向对象的方法开发每个平台模块,构筑各模块的 API,然后在 API 的基础上开发与各模块相对应的组件,实际上是对 API 进行组件化封装。这种方案使得组件和 API 间具有高度的一致性,二者并行不悖。开发者可以根据自身情况选择其中一种模式来开发,也可以混合运用 2 种模式,这样就可以充分发挥它们各自的优势。

4 应用状况和前景展望

MAPGIS 管网开发平台由于具有很强的数据包容能力,采用多层次体系结构,同时支持 API 和组件接口,因此可以较好地满足管网应用系统的开发需要。目前,应用 MAPGIS 管网开发平台开发出了综合管网、石化管线、供水管网、煤气管网、电力管网等一系列 GIS 信息系统,在 30 多个城市获得成功应用,创造了可观的经济效益和社会效益。GIS 在管网管理中的应用正在全国迅速展开,市场需求正呈暴涨之势,所以 MAPGIS 管网开发平台的应用有着广阔的前景。该平台在完善现有功能的同时,将朝以下几个方向发展:(1)加强与互联网的结合,提供更加方便完整的 Internet 和 Intranet 解决方案;(2)与日常办公紧密结合,提供更灵活的工作流管理工具;(3)广泛集成 GIS 技术、全球定位技术、多媒体技术、CAD 技术

及人工智能技术,形成城市空间决策支持集成系统。

参考文献:

- [1] 曾文. 运用地理信息系统技术实现管线管理信息化[J]. 地下管线管理, 2001, (2): 27—31.
ZENG W. Implement pipeline management information system applying GIS technology [J]. The Management of Underground Pipeline, 2001, (2): 27—31.
- [2] 李超岭, 张克信. 基于 GIS 技术的区域性多源地学空间信息集成若干问题探讨[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2001, 26(5): 545—550.
LI C L, ZHANG K X. Study on regional multi-source geological spatial information system based on techniques of GIS [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 2001, 26(5): 545—550.
- [3] 曾文, 徐世文. 地理信息系统中的常规网络分析功能及相关算法[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1998, 23(4): 355—358.
ZENG W, XU S W. Conventional network analysis functions in geographic information system and their relative algorithms [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 1998, 23(4): 355—358.
- [4] 刘修国, 袁国斌. 基于 MAPGIS 的地下管线信息系统设计[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1998, 23(4): 372—374.
LIU X G, YUAN G B. Design of the underground pipeline management system based on MAPGIS [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 1998, 23(4): 372—374.
- [5] Dale R. COM 技术内幕[M]. 杨秀章, 译. 北京: 清华大学出版社, 1997.
Dale R. Inside COM [M]. [s. l.]: Microsoft Press, 1997.

Design of MAPGIS Pipeline Management Development Platform

ZENG Wen, Zhang De-jin

(Faculty of Information Engineering, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: A universal-purpose pipeline management development platform is designed based on MAPGIS, a large-scale GIS software. This platform has integrated data model and thus possesses a very large capacity for various types of data. With a multi-layer architecture, it includes several modules such as network data management & network analysis, general pipeline data pool management, special pipe-

line data pool management, pipeline project management, pipeline utility toolbox, C++ class & ActiveX control library of pipeline management, etc. The platform supports both APIs and component interfaces, which brings convenience and flexibility for secondary development. It meets well the needs of developing pipeline management applications. Using the platform, a series of successful pipeline information systems have been developed and adopted, which proves that it has very wide application perspective.

Key words: geographic information system; MAPGIS; pipeline management; development platform.

国际期刊《Ground Water》简介

《Ground Water》(地下水)为美国国家地下水协会(National Ground Water Association)于 1963 年创刊. 长期以来,《地下水》杂志是世界上唯一一份专刊登与地下水研究、实践有关论文的国际性期刊(直到 1922 年才有另一份专刊登地下水论文的《Hydrogeology Journal》问世). 该刊物中刊登的所有论文都为 SCI (Science Citation Index)收录,并广为同行引用. 其影响因子在同类刊物中颇高,仅次于《水资源研究》(《Water Resource Research》). 表 1 中列出了与地下水有关的几种国际刊物近几年的影响因子. 此外《地下水》杂志每期发行量约 1 万份,是表中各类刊物中最高的.

表 1 与地下水有关的国际期刊影响因子

Table 1 Impact factor of SCI journals related to hydrogeology

期刊名	影响因子		
	1999 年	1998 年	1997 年
Ground Water	1. 659	1. 506	1. 273
Journal of Hydrology	1. 444	0. 975	0. 940
Water Resources Research	2. 061	2. 107	1. 648
Advances in Water Resources	1. 378	1. 380	0. 927
Hydrogeology Journal	—	—	—
Journal of Contaminant Hydrology	1. 351	1. 439	—

注:Hydrogeology Journal 和 Journal of Contaminant Hydrology 分别于 2000 年和 1998 年为 SCI 收录,在此以前无数据.

该刊物审稿严密,每稿必有 3 位专家评审,然后由主编综合各专家不同意见,最后定夺. 为鼓励作者

不至于太过于长篇大论,6 页(以印刷后页数而定)之内不收版面费. 为缩短审稿、出版、发行周期,近年来《地下水》做到 3 个月之内向作者提供审稿意见,论文评审接受后,一般半年内能定出版. 自创刊 30 多年来,先后由 4 位国际知名水文地质学者任主编(分别是 William Walton, Jay Lehr, John Bredehoeft, Warren Wood),同时聘有世界各国数名地下水专家、教授为编辑.

自 2002 年起,《地下水》主编将由国际知名地下水模拟专家 Mary P. Anderson 教授担任. 为适应新千年信息时代的要求,自 2002 年起,《地下水》将出版在线版本(online version),以便使文章能尽快与读者见面. 此外《地下水》将大力吸引非英语国家,特别是中国的专家学者投稿. 中国幅员辽阔,各类水文地质问题众多,随着中国对环境、资源问题的重视,与地下水资源、污染有关的问题也将有更深更广的研究. 虽然中国的一些作者在英语写作上有一定的困难,Anderson 主编与编辑们已取得共识,将不会因为语言问题而否定一篇科学内容优秀的稿件. 目前《地下水》已聘有语言编辑,专门改写语言欠佳但内容优秀的稿件. 网址:

[www. ngwa. org/publication/gw/gw-menu. html](http://www.ngwa.org/publication/gw/gw-menu.html)

《地下水》编辑焦赳赳于香港大学地球科学系