

# 市政工程管线综合 CAD 系统的研究与实现

吴小平, 杨俊

(华中科技大学土木工程与力学学院, 湖北武汉 430074)

**摘要:**提出在市政工程施工中,遵循市政管线综合设计原则,进行合理的专业规划设计,将手工设计与 CAD 系统结合,开发出一个市政工程管线综合 CAD 系统,在该系统中实现市政管线综合的设计和管线信息管理。文章阐述了该系统设计的特点、功能、数据结构和模型、工程计算等问题。

**关键词:**市政工程;管线综合;数据模型;CAD 系统

**中图分类号:**TU990.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2006)03-096-03

## 1 前言

市政工程管线综合设计是市政工程设计的一项重要内容,随着城镇建设的发展,尤其是小区建设的兴起,道路下面敷设的管线越来越多,地下管线越来越拥挤。

在施工现场经常遇到这样的情况:由于某些原因,正在施工的某条管线与其他管线相碰,要求我们设法解决。工程变更,费工费料,工期拖后,造成不必要的浪费。由于各市政管线未能和道路同步施工,城市道路二次开挖现象非常严重,不但影响人们的日常生活,也造成了人力、物力的浪费。也有些市政改扩建工程或续建工程,由于缺乏市政管线综合设计资料,盲目施工,损坏了其他管线,造成了设备或人身重大伤亡事故。

因此,在市政工程建设中,管线综合设计是不可缺少的一部分。以往的管线综合设计都是手工操作,由于城市管线错综复杂,在设计计算过程中需要考虑的因素太多,所以在实际设计过程中经常会遗漏,设计考虑不周全导致施工过程中问题多多。另一方面,由于管线过多,其相应的设计资料也非常多,在设计过程中查询这些资料也是一个非常繁杂的工作,而且特别容易出错,工作效率低下。故考虑将管线综合设计与计算机应用结合,建立市政工程管线综合 CAD 系统,使能有效地管理各个管线数据信息,提高工作效率和设计精度,减少设计工作量和设计错误。

## 2 工程内容和要求

城市道路敷设有各类管线,主要有:雨水管道、污水管道、给水管道、电力电缆沟(管)、路灯电缆、有线电视电缆、煤气管道、热力管道、电信电缆管道等等。

管线综合设计是根据管线的特点并结合道路形式确定管线间的水平相对位置、设置管线交叉处的上下行关系及标高。管线综合是对各管线的统筹安排,是各管线详细设计的基础资料之一。

具体设计内容有以下三点:

(1)总体位置图

采用比例尺 1:5 000 ~ 1:10 000,在现状地形图上绘制,包含规划管线系统在城市管线系统网的位置,沿线的重要建筑物、单位、立交、桥梁、隧道、沿线的现状道路、规划道路和规划布局。

(2)平面规划

采用比例尺 1:500,在排水规划平面图或排水施工平面图

图或现状地形图上绘制。标明所有管线(排水、给水、电力、燃气、通讯、电视等)的平面位置和走向,管线定位应以管线和道路中心线的间距来表示。标注管线的管径(渠断面尺寸)、平面位置、设备用房位置。注明沿线的规划布局,道路中心线坐标、宽度和分幅、路面高程。

(3)竖向规划

a.竖向规划表:反映管线主要交叉处的路面高程、各类管顶高程和管线之间的竖向净距,见表 1。

表 1 竖向规划表

| 管类别代号 | 管(沟)规格 DN、D、(BXH) | 管顶绝对标高    |
|-------|-------------------|-----------|
| 净距(H) | 净距值               | 路面或地面绝对标高 |

b.竖向规划图:反映主要道路标准横断面的路面高程、各类管线平面定位、管线之间中心距和管线与建筑物中心距。

## 3 系统设计

### 3.1 系统特点

市政工程管线综合 CAD 系统是一个集市政管线设计、空间数据管理和属性数据管理于一体的功能强大的市政管线综合设计管理系统。该系统功能需求非常复杂,设计实现涉及到大量 CAD 图形处理技术,数据库建立与管理技术以及软件工程。该系统吸取国内外地理信息系统和制图软件 CAD 的优点,并按我国制图、测绘行业标准和管线综合设计的要求,设计成结合我国国情并满足地下管线信息建立、管理特殊性和设计要求的专业化系统。

### 3.2 系统功能

对本系统实现的功能列举如下:

- (1)数据输入功能;
- (2)数据管理功能;
- (3)数据输出功能;
- (4)信息查询功能;
- (5)断面分析功能;
- (6)管线调整功能;
- (7)统计计算功能;
- (8)符号库操作功能。

### 3.3 数据结构

管线综合系统中最关键的就是数据管理问题。在一个城市的道路网中布置的各种管线错综复杂,而且其数据繁多,如何有效地建立和管理这个数据库是关键。

本系统管线综合数据库中包括道路信息数据库和管线信息数据库两大块:

(1)道路信息数据库中主要需要记录以下信息:

a.道路线的 ID 通过特定值保证其的唯一性;

收稿时间:2005-11-21

作者简介:吴小平(1963-),男,湖北武汉人,副教授,从事市政教学与研究工作。

- b.道路的名称;
- c.道路的起始桩号;
- d.道路的平面几何信息。这一部分需要记录道路的标准横断面的数据,还需要记录不同标准横断面所适应的桩号范围和在平面几何上的一些数据,需要与外部数据库相连接;
- e.道路的竖向信息。这一部分需要记录道路变坡点处的桩号、高程、竖曲线半径等数据,并需要与外部数据库相连接,其组织结构如图 1。

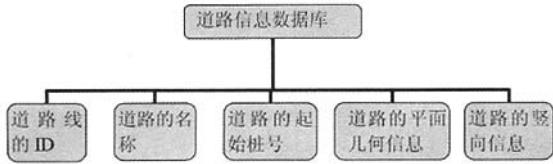


图1 道路信息数据库模型

- (2)管线信息数据库中主要需要记录以下信息:
- a.管道线的 ID,通过特定值保证其的唯一性;
  - b.管道对应道路的 ID,即道路线的 ID,通过特定值能保证其的唯一性;
  - c.管道对应道路的名称,对于没有道路线的可以不用记录;
  - d.管道对应道路的起始桩号,对于没有道路线的可以不用记录;
  - e.管道类型。记录“雨水管”,“污水管”,“给水管”等等;
  - f.管道编号;
  - g.管道的左右编码。有时管线在道路的两侧都有布置,这时需要记录该数据;
  - h.管道的平面信息;
  - i.管道的纵断面信息。这一部分需要记录管道变坡点处的桩号、设计高程 1、设计高程 2、管径或箱涵高度、箱涵宽度等数据。其组织结构图 2。

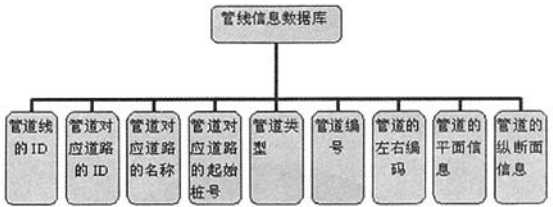


图2 管线信息数据库模型

通过对这两个数据库的建立就可以实现对一个区域里的道路、管线的数据进行组织管理。

3.4 数据模型

数据模型是描述数据内容和数据之间联系的工具,它是衡量数据库能力强弱的主要标志之一。数据库设计的核心问题之一就是设计一个好的数据模型。目前在数据库领域,常用的数据模型有:层次模型、网络模型、关系模型以及最近兴起的面向对象模型。而本系统中使用的是层次模型。

层次模型是以记录类型结点的有向树或者森林。树的主要特征之一是除根结点外,任何结点有且仅有一个父结点。父结点表示的总体与子结点的总体必须是一对多的联系,即一个父记录对应于多个子记录,而一个子记录只对应于一个父记录,其结构如图 3 所示。



图3 层次模型

使用层次模型就可以很好管理管线综合中的各方面数据。道路作为父结点,管线则作为相应的子结点;通过查询道路信息可以查到该道路下铺设的各种管线数据信息,而通过查询管线信息也可以反查它所属道路的数据信息和它所属道路下铺设的其他管线的的数据信息。

其拓扑关系:道路线的 ID <-> 管道线的 ID。

通过道路线 ID 便可以查到该道路的各种信息,同时也可以得到该道路下铺设的各种管线信息,通过选择判断可以得到所需要的管道线 ID,通过已得到的管道线 ID 便可以查出管道线信息。反之,通过管道线 ID 可以查到该管线的各种信息,在管线数据库中可以直接得到其对应道路线的 ID,通过道路线 ID 可以查出道路的各种信息。

通过 ID 的唯一性便可以在数据库中查到其对应的道路或管道线所记录的各种信息,实现信息的查询和数据的统计计算。

已知道路线 ID 时的数据处理结构图见图 4。

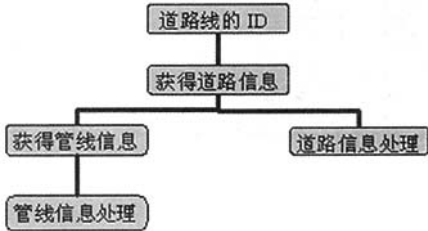


图4 道路数据处理结构图

已知管道线 ID 时的数据处理结构图见图 5。

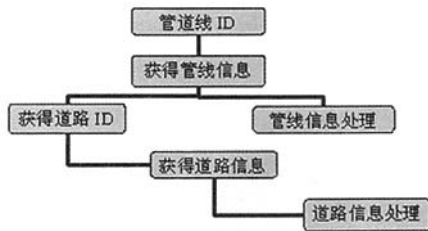


图5 管线数据处理结构图

利用上述两个数据处理结构图便可以解决管线综合中的各种数据查询的要求。

3.5 主要工程计算问题

管线综合中的计算问题主要归结到数据查询,计算前的首要工作就是进行数据查询工作。

数据查询计算主要包括下面几点:

- (1)道路上的设计信息的互相查询。一般利用道路桩号,实现平面与纵断面的相互查询。已知平面上一点查询其对应的纵断面信息,或者已知纵断面信息反查其对应平面信息。
- (2)管线上的设计信息的互相查询。一般利用道路桩号,实现平面与纵断面的相互查询。已知平面上一点查询其对应的纵断面信息,或者已知纵断面信息反查其对应平面信息。

(3) 管线与道路间的数据互相查询。由管线信息可以查询到其对应道路信息, 结合道路平面信息和选点或其桩号信息, 可以查到其对应的道路设计高程和对应的管线信息 (该处管底高程、管径等等)。

主要的几个工程计算问题如下:

**管线交叉点碰撞判断问题:** 通过查询得到交叉点处管线数据来计算管线间水平净距和竖向净距, 根据指定的最小水平净距和最小垂直净距来判断管线是否碰撞。该功能在实际应用中有很大的实用价值。

**管线纵断面计算绘图:** 通过查询整条管道信息, 计算并绘制整条管道的纵断面图, 而且绘制相交管道的信息, 并附上道路设计线, 便于比较分析管线垂直净距是否满足条件。

见图6。

**管道横剖面计算绘图:** 通过横剖面形式表现管线间的水平距离, 更加形象地表现出一条道路上铺设的管线群在某个断面上的情况。便于比较分析管线水平净距是否满足条件, 见图7。

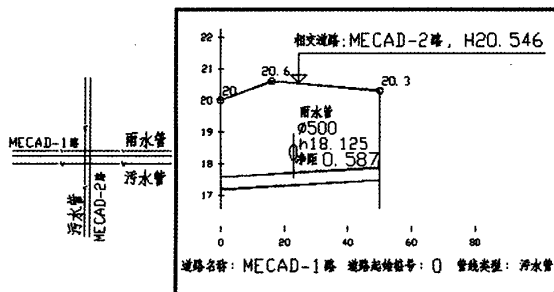


图6: 管线纵断面图

除此之外还有管线调整计算, 数据转换计算问题: 对管线中的某些管道进行平移、上升、下降和旋转等操作计算, 对于每个操作后数据的改变要即时更新管线数据库, 保持数据

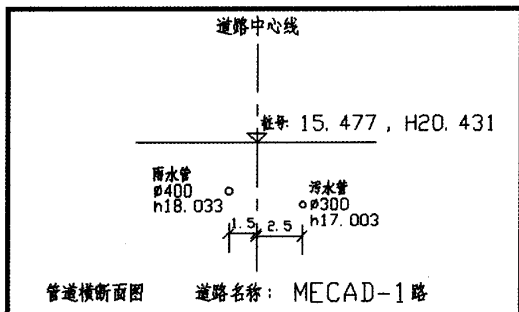


图7: 管线横剖面图

的实时性, 使得修改简便。管线综合设计还与道路设计、给排水设计相结合, 管线综合设计后的完成数据可以通过本系统的输出工具输出, 作为道路设计和给排水设计的设计数据, 反过来也可以将已经做好的道路和给排水设计的数据通过本系统的导入工具导入, 用来进行管线综合设计。

## 4 结束语

随着我国城市化水平的逐步提高, 城市规模将逐渐扩大, 城市管网信息的变更将越来越频繁, 城建与市政管理部门对管线信息管理系统的需求也会越来越强烈。市政管线综合CAD系统将会更好地满足管线综合的设计要求和管线综合的信息管理。

## 参考文献

- [1] GB 50289-98, 城市工程管线综合规划规范.
- [2] 张雨化, 道路勘测设计[M]. 北京: 人民交通出版社, 1997.
- [3] 郝安林, 郭建农. CAD 原理与 AutoCAD 开发教程[M]. 北京: 国防工业出版社, 2000.
- [4] 赵枫. 数据库应用基础[M]. 辽宁省高等学校计算机基础课教材编委会组编.

