

# 浅谈城市排水管网数字化管理与分析系统

华广山

(广州市市政工程设计研究院, 广东广州 501060)

**摘要:**城市管理日益复杂,对管理手段的要求也越来越高,其中排水管网系统是一个结构复杂、规模庞大、随机性强的巨型网络系统。该文介绍了我国城市排水管网管理的现状,分析了建立城市排水管网数字化管理与分析系统的意义,介绍了国内外城市排水管网数字化管理与分析系统的现状和发展趋势,并简单阐述了该系统的基本组成和主要功能。

**关键词:**城市排水;管网管理;数字化管理与分析;系统

**中图分类号:**TU992.4 **文献标识码:**B **文章编号:**1009-7716(2006)03-0037-03

## 0 前言

随着社会生活中信息总量急剧膨胀,城市管理日益复杂,对管理手段的要求也越来越高。面对有限的空间资源,如何使之产生最大的效益是当今人类社会所共同面临的最严峻问题。同时,我们也越来越清醒地认识到科学技术,特别是信息技术对市政管理(包括管网管理)起着重大作用。城市市政管理离不开信息的采集和处理,而85%以上的市政信息与空间位置有关,所以,地理信息系统(Geographical Information System, GIS)就自然成为城市市政管理工作的有力工具。在地理信息系统的帮助下,不仅可以方便地获取、存储、管理和显示各种市政信息,而且还可以对城市市政设施进行有效监测、分析、评价、模拟、预测等管理及研究工作,从而为城市市政设施管理提供全面、及时、准确和客观的信息服务和技术支持。

## 1. 排水管网管理的现状与存在的问题

我国排水事业已经进入了加强科学管理、提高安全可靠性的新时期。然而,城市排水管网系统是一个结构复杂、规模庞大、随机性强的巨型网络系统。因此,实现排水管网系统的科学管理与决策,需建立排水管网信息管理系统和动态水力模型,用计算机技术仿真管网的实际运行工况,辅助排水管网系统的决策和分析,这是当前排水事业新发展的需要,也是目前急需解决的一大课题。

### 1.1 排水设施的管理与查询仍为手工操作阶段效率低下

以广州市为例,广州市排水系统包括各类排水窨井几万个,排水泵站和水闸数十座,明涌几十公里,管渠上千公里以及大、中型污水处理厂等,这些排水设施均处于手工操作管理阶段。众所周知,城市的排水管网是一个纵横交错的巨型网络,尤其对于人口多、市政设施建设频繁且多处管理的广州市来说,管网的规模和复杂程度是难以想象的,人工管

理图纸和文本资料存在以下缺点:

(1)将管网分割在几张图上,不便于纵观全局,也不便弄清管线的来龙去脉;

(2)管线的属性信息只有一部分通过符号和标注反映在图纸上,其余大部分以文本资料(成果表和调查表)的形式保存,因而只看图纸并不能获得它的全部信息,若将图纸与文本资料对照起来看,既费时、费工,又使人感到难以掌握全局;

(3)用传统的管理方法,若要提高查询速度,则必须要求管理人员熟悉资料的存放位置,而且随着资料的增多还需增加管理人员。即使这样,其查询速度也无法与计算机相比;

(4)存储量大。存储图纸所占的空间要比存储到磁盘上大得多,这是显而易见的;

(5)难以保存。由于经常翻看,图纸破损非常快,而且由于环境温度、湿度的变化造成图纸变形进而影响图纸的精度。这些都给后期图纸维护造成很大的压力。

(6)基于现存的管网资料进行统计、综合分析、决策和预测时,更为困难,且不利于准确定量分析。

由此可见,如果用传统的管理方法来管理大城市的综合地下管网资料,难以进行科学有效管理。且近年排水管网建设频繁,更加大了图纸管理的难度,应对城市的排水管网建立统一的信息管理系统。

### 1.2 资料缺乏,频繁发生施工事故

由于城市排水管网系统缺乏统一协调的空间描述性标注,空间定位精度不明确、不统一,甚至以施工图充当竣工图,或没有任何相关图纸资料描述等,给城市排水管网的管理带来了极大的不便,往往导致在施工过程中占用排水管道位置,甚至凿穿排水管线,造成重大的经济损失和严重的事故影响。

例如近年来,广州市市政设施建设非常频繁,尤其是排水管网建设速度最快、规模最大。旧管线的更新、新管线的设计施工、新区的管线规划都需要准确掌握地下管线的现状,但排水管网设施管理落后、资料缺乏,使得排水管网的规划、设计、施工不能掌握准确的管网资料,这也是我国各

收稿时间:2006-01-10

作者简介:华广山(1971-),男,广东翁源人,工程师,从事给排水工程设计工作。

土稠度大,表面处理抗毛时,形成了砂浆槽,顺槽方向产生有规律的塑性收缩裂缝。主要是由于施工操作不当和不利的天气蒸发条件引起的,这种裂缝危害很大。出现这样严重的塑性收缩裂缝处理时,先沿裂缝两侧开凿5cm宽的槽,深度不低于裂缝深度的2/3,用环氧树脂混凝土重新浇筑填满防止渗水,另外在进行桥面铺装时,将该部位钢筋密度略加大。

## 5 结束语

预制梁板板顶裂缝是目前工程施工中的一项普遍顽症,其产生的主要原因很多,要想通过仔细的计算分析进行处理,目前还没有成功的例子,只有加强工程施工控制,采取必要的措施可以有效避免。

参考文献:

[1]王铁梦.工程裂缝控制[M].北京:中国建筑工程出版社,2001.

大城市的普遍现象。

## 2 建立城市排水数字化管理与分析系统的目的与意义

### 2.1 地理信息系统与优化分析系统

地理信息系统是对具有空间特征的管网信息进行分析、利用和管理的有效工具。管网信息获取与处理是最合适,也是最需要应用地理信息系统的领域之一。而优化分析系统,是给设计人员、管理者以及系统的维护人员、调度人员提供指导性建议、辅助决策和制定最优方案的一个工具。根据水力模型和优化运行模型的计算结果制定决策方案,将彻底改变人为经验决策和运行局面,提高管理和决策的科学性。

(1)利用地理信息系统的数据采集功能,可以提高排水管网信息获取的效率,方便地将多种数据源、多种类型的排水管网信息集成到地理信息系统的空间数据库中;利用地理信息的数据编辑功能,通过友好的用户界面可对图形和属性数据进行增添、删除、修改等操作以及复杂目标的编辑、图形动态拖动、旋转、拷贝、自动建立拓扑关系和维护图形与属性的对应关系;利用地理信息系统的信息查询功能,可以迅速提供用户所需要的各种管网信息(包括空间信息、属性信息、统计信息等),且查询方式可以是多种多样的,如表达式查询、图形方式、坐标方式、拓扑方式等等;利用地理信息系统的数据库管理功能,可自动管理大量排水管网数据,并进行管网数据库创建、数据库操作、数据库维护等工作,还可以调用任何连续空间的管网数据;利用地理信息系统的统计制图功能,可将大量抽象的管网信息变成直观的管网专题地图或统计地图,形象地展示出排水管网专题内容、管网空间分布与数据统计规律;利用地理信息系统的空间分析功能(如拓扑空间检索、缓冲区分析、叠加分析、栅格分析、空间集合分析、数字高程分析、地形分析、网络分析、三维显示分析等),可以从管网目标之间的空间关系中获取派生的信息和新知识,以满足管网信息分析的各种实际需要;利用地理信息系统的专业模型应用功能,可进行管网预测、评价、规划、模拟和决策;利用地理信息系统的演示输出功能,可支持多媒体演示及基于多种介质的管网信息输出,还可用可视化方法生成各种风格的菜单、对话框等。

(2)优化设计、节省投资。在传统的排水管网设计方法中,设计者虽然根据经验进行初步优化选择,并尽量使设计达到技术上先进、经济上合理,但其技术经济分析一般仅考虑几个不同布置形式的比较方案,且不考虑同一布置形式下不同设计参数组合的方案比较。欲从根本上解决排水管网设计优化问题,以节省投资,需建立数学模型进行优化设计。另外,排水管网的优化设计应从整个排水系统角度考虑,而不是单独某一管段的优化,因此需准确掌握城市整体排水管网系统的现状。

(3)科学决策与分析。只有建立优化分析系统,才能进行科学决策分析,这包括投资决策、事故分析和重大设计决策等。例如,在确定排水管渠系统投资标准时,应进行技术经济评价和风险性分析,投资决策部门或投资者要平衡提高投资标准获得的效益与降低投资标准可能造成的经济损失以及给社会造成的危害。

### 2.2 建立数字化管理与优化分析系统的实践意义

对庞大复杂的排水管网系统实施科学管理是当前排水行业迫切需要解决的问题,建立与实际排水管网系统特征

相符的微观动态水力模型是系统的核心。基于水力模型开发的一系列优化分析与辅助决策模块是解决问题的有效手段,是保证系统安全可靠、节省投资、减少运行费用的需要;建立的排水管网分析平台,是优化管网系统规划、优化改扩建以及优化运行的基础,是诊断异常、提高管理水平的保证。建立城市排水管网系统数字化管理与优化分析系统,可产生良好的效益,具有重要的实践意义:

(1)城市排水管网图文数据库的建立,可实现全市范围内管网图籍资料的计算机管理,便于资料的日常管理工作及管网的维护等;

(2)将城市排水管网系统信息输入计算机,建立起排水管网系统动态分析平台;

(3)可优化城市排水管网系统的设计和规划等;

(4)建立的管网水力模型,可指导投资决策、事故分析和重大设计决策等;

(5)是城市数字化系统建设的一个重要组成部分,可为城市规划、建设和管理等实现资源共享;

(6)可了解城市排水管网运行现状,使得调度人员、管理人员可以了解管网在不同时段下的运行情况,了解广州排水管网运行特性,可有效指导方案决策。

## 3 国内外城市排水数字化管理与分析系统研究现状与发展趋势

### 3.1 国外城市排水数字化管理与分析系统研究现状与发展趋势

1960年,加拿大测量学家诺基尔·汤姆林逊(Roger F. Tomlinson)博士提出一个新颖的思想,就是要把地图变成数字形式的地图,便于计算机处理和分析。之后,1963年,他又首先提出了地理信息系统这一术语,并建立了世界上第一个GIS——加拿大地理信息系统(CGIS),用于自然资源的管理和规划。但当时计算机技术水平不高,存储量小,使得GIS带有较多的机助成图色彩,地学分析少且极为简单。70年代大容量随机存取设备的使用为空间数据的录入、存取、检索和输出提供了强有力的手段,促使GIS朝着使用化方向迅速发展。一些发达国家先后建立了许多专业性的地理信息系统。80年代是GIS在理论、方法和技术上取得突破与趋向成熟的阶段,很多GIS软件产生,其中代表性的有:ARC/INFO、TIGIS、GENAMAP、MAPINFO、ARCVIEW等。

世界发达国家对城市排水管网的管理极为重视,美国、西欧、日本等国家都建立了大城市详细的管网信息管理系统(包括污水、雨水),它们应用大型的GIS软件把空间及属性数据存储在空间数据库中,依靠GIS强大的空间分析功能可对管网系统进行管理、决策。例如应用美国环境信息系统研究所(ESRI)开发的GIS产品ARC/INFO,该软件功能强大、空间分析功能全,通常这样的管网系统面对整个城市,排水管网只作为大系统的一个子模块。日本开发出了商品化的管网(包括排水管网)信息处理软件,并且在世界范围内推广,它集成了很多管网方面的数学模型如最佳路径分析、空间定位分析、缓冲区分析、管线事故分析、最优输配水方案、拓扑关系分析等,系统中集成的许多专业模型增强了其功能,也拓宽了其应用范围。国外排水管网信息管理系统还结合自动制图系统(AM—Automated Mapping)、设施管理系统(FM—Facilities Management)、专家系统、决策支持系统,为城市规划与建设管理提供高精度、高可靠性、可直观显示的排水管网信息。另外西方国家正在研究更为先进的

管网(包括排水管网)管理系统,如全国联网、网上发布、自动探测、卫星接收、实时采集且计算机智能控制决策的现代化管网信息系统。

总之,集成网络通讯技术、遥感数据处理和专业模型是目前国外排水管网管理系统的发展趋势。

### 3.2 国内城市排水数字化管理与分析系统研究现状与发展趋势

我国 GIS 起步较晚,70 年代初期我国开始在测量、制图和遥感领域应用计算机技术。进入 90 年代之后,我国在 GIS 的研究和应用方面取得了实质性的进展。此时许多国外著名的 GIS 软件产品进入中国市场,相应的国产 GIS 软件也投放到市场。由于各大中城市市政管理部门比较重视信息产业对城市经济的重大影响,纷纷表示建立自己的信息中心,这些信息中心的建立在城市市政设施规划、决策中起到了强大的辅助作用。他们建立的 GIS 管理系统包括整个城市的信息管理,如土地规划、交通管理、环境管理、管网管理(包括排水管网信息管理)。例如上海市建立的城市信息系统。为了更好地为市政部门辅助决策,许多大城市也建立了自己的排水管网管理系统,如北京、哈尔滨、青岛等建立的城市地下管网地理信息系统。

总体上说,目前国内的排水管网信息系统还停留在管理功能阶段,缺少优化分析功能。对于国内大城市来说,开发一系列的排水管网辅助决策与分析模型,提高其决策与分析功能,更好地为市政部门决策服务才是排水管网信息管理系统的发展方向。

## 4. 系统概述

### 4.1 系统的基本组成

城市排水数字化管理与分析系统应按照地理信息系统的概念,为城市排水管网系统量身订做一套专业地理信息系统。组成该系统的数字信息库将包括城市排水管网系统所有的图形数据和属性数据,为用户提供录入、编辑、修改

及查询等功能。在此基础之上,结合城市的实际情况,在系统之中加入了一系列排水管网水力计算方法以实现对整个排水系统的模拟,并将进一步集成现状分析系统、水量预测、水质分析、事故分析、管网规划、优化设计、风险性分析等功能模块,使整个系统成为一个进行排水系统管理和计算分析的、功能齐全的软件包。

城市排水管网数字化管理与优化分析系统是一个既基于地理信息系统(GIS),又基于网络的管理与决策分析系统。其中数字化系统应具有对城市所有排水设施(雨水管网、污水管网、窨井、管渠等)进行日常管理操作的功能,如空间定位、查询、统计等;决策分析系统是建立在管网水力模型的基础之上,将为城市排水管网系统的规划、设计、运行等提供最优方案或辅助性的建议,达到指导相关人员制定决策的目的。

### 4.2 系统的主要功能

城市排水管网数字化管理与优化分析系统将计算机技术、通讯技术和模拟技术结合在一起,全力打造集排水管网系统管理与系统优化决策分析于一体的高效、快速、灵敏的服务平台。该系统是以实现排水管网系统的计算分析、优化管理为主体,同时兼顾其它职能部门的正常工作。分别实现各自软硬件系统,通过网络实现资料共享、计算分析及优化管理。

系统的主要功能包括:图文数据库、水力模拟计算、现状分析、水量预测模型、管网规划、优化设计、排水设施的评价决策、接纳水体水质分析、排水管网事故分析。

## 5 结语

城市排水数字化管理与分析系统是一项庞大而复杂的系统工程,需要投入大量的人力和物力,也需要一定的时间。该系统建成后,能使城市排水管网的管理水平、管网分析、规划设计、优化设计等方面登上一个新的台阶,使城市排水管网管理真正进入信息化的时代。

## 武汉 3 条轨道交通获准建设

经国务院批准,国家发改委已经正式下文批准武汉市城市快速轨道交通规划,三条轨道线获准建设。6年后,武汉三镇将形成“两横一纵”的轨道交通主骨架。

根据批准的规划,武汉市将建设轨道交通 1 号线(轻轨)

二期工程、2 号线一期工程、4 号线一期工程共 3 个项目,线路总长度 59.74 公里,总投资 237.22 亿元。3 个项目均在年内开工,6 年内完成。

## 上海中环路和沪宁高速公路实现连通

随着中环路武宁路立交的 3 条匝道投入使用,日期上海中环路和沪宁高速公路实现连通,车辆进出上海更便捷。

中环路(浦西段)武宁路立交是对原真北路立交改造加新

建而成。该立交为五层互通式立交工程,最高处约 29 米,相当于 10 层楼的高度。

## 崇启大桥力争 2010 年建成

南通上海有望“紧密握手”,崇启大桥将力争在 2010 年与沪崇隧桥同步建成通车。

崇启大桥是沪崇苏(上海-崇明-南通)通道的重要组成部分,位于该大通道的北段,为国家高速公路网规划中上海至西安的一部分。南与崇明环岛高速公路相连,北接宁通启高速

公路。它的建成将大大缩短南通市东部与上海尤其是浦东地区的行程,彻底改变上海与崇明岛以及长江以北地区没有陆路通道的状况,对满足长江两岸往来交通需求,使南通与长三角经济核心区——上海实现更直接的对接,对苏中、苏北地区接轨上海都有重要意义。