

大型河网水力模拟图形显示系统的开发及应用

马洪明,汪德

(河海大学水文水资源及环境学院,江苏 南京 210098)

摘要 针对经计算生成的大量数据存在缺乏直观性、宏观性的问题,结合上海市河网水力模型图形显示支持系统的研制,运用计算机信息平台,建立了一套图形显示支持系统,直观地反映了模型计算的结果,利于人们对突发水情采取应急措施.同时通过系统的研制与应用,为此类问题提供了一种解决方案.该系统可推广应用于其他大型河网的水力要素的图形显示.

关键词 图形显示 大型河网 水力模拟

中图分类号 TP399;TV13

文献标识码 A

文章编号 1000-1980(2002)04-0107-04

上海地处长江入海口,极易受到潮汐影响.同时该市全年降雨量丰沛,河网十分发达,水情多变、复杂,有大小河道、港汊达 33 000 余条(其中具体命名的有 400 多条),它们覆盖了约 5 232 km² 的陆域面积,因此从防灾的角度对河网的防洪、除涝能力进行测算及实时测报是一项必须进行的工作.为此对上海市河网开展研究,建立全面和易于扩展的上海地区河网水力模型.在河网水力模型中涉及到输入数据文件组、产汇流参数数据文件组和计算结果输出数据文件组,各数据文件组又由若干子数据文件组成.为了便于管理和决策,将河网水力模型输入数据、控制参数的屏幕操作、结果数据的查询和演示操作集合成操作性、可视性强的软件系统,这样一方面可以减轻输入数据的强度,加强输入的可操作性;另一方面可以在输出的结果数据上建立宏观、直接的数据印象,应用于防洪实时测报系统,掌握河网水情的时空变化,及时发现问题并提出相应的应急措施,使灾害的影响降至最少.针对这个问题,本文探讨了图形显示支持系统的结构和功能,并且将它应用于上海市水务局的河网水力学计算模型中,收到了良好的效果.

1 关于系统的实现方法

在进行系统设计的时候,会涉及到开发工具的选择问题,通常有以下开发工具:

a. 应用可视化开发工具套件进行开发.随着计算机语言的快速发展,出现了许多的高级语言(例如 C 语言、C++ 语言、Basic 语言、Pascal 语言、Fortran 语言等).同时,这些高级语言为了适应图形软件开发的需要,都提供或扩充了对图形的处理能力,提供给用户功能强大的图形函数库.特别是 C 语言和 C++ 语言不仅提供了许多常用的外设驱动程序或接口程序,而且提供了许多基本图形绘制函数和基本的处理功能,这样就使得开发人员容易开发出自己的图形处理显示系统.当可视化的高级语言(如 Visual Basic 语言、Visual C/C++ 语言等)被广泛应用到实际生产活动中之后,许多图形显示系统开发人员的工作效率得到了提高.利用这些开发工具所带的图形处理及视频处理控件,开发人员可以完成许多困难的工作,如图形显示、动画显示等.

b. 应用专业图像、视频开发工具进行开发.随着生产实践的越来越细分,笼统的图形系统解决方案在生产中的缺陷也逐渐显露出来,于是专业图形显示、演示和开发系统迅速在各个领域中得到广泛应用.例如 MapInfo 系统可进行地图辅助设计及显示,用其提供的 MapBasic 语言可以做二次开发,形成自己的应用系统.

鉴于微软可视化开发工具套件与目前流行的 Windows 操作系统结合性非常好,以及 Mapinfo 强大的地图显示和演示功能,采取了两种方法混编的开发方法,很好地实现了生产要求.

2 系统总体设计

2.1 系统总体逻辑结构

上海市河网水力模型的计算结果中,包含了大量的数据.这些数据精确地反映了模拟的结果,但不直观,给实时管理和决策带来了不便,因此需要一个图形显示支持系统对这些数据进行处理和综合演示,为防汛决策过程中的工作提供多层次的信息服务和多种支持.系统总体逻辑结构是:以数据库、数据文件为基本信息来源,依托水力计算理论,通过总程序处理,由友好的人机交互界面和人机对话加以辅助,对数据进行图形化查询和演示.

2.2 各功能子系统设计

a. 图形查询显示子系统是该系统的主要部分之一,实现了全部的图形查询显示,给管理和决策提供直观信息.该子系统包括 8 个项目:峰值流量纵剖面,峰值水位纵剖面,流量过程线,水位过程线,入流过程线,下游边界条件,断面的流量、水位关系图,断面形状.该子系统主要完成的目标是将结果数据按照水力学概念组合在一起,然后通过终端输出,提供给用户简便、快捷的查询功能和丰富的信息,以利于管理和决策.

b. 动态演示子系统是该系统的另一主要功能部分,该子系统实现全部的数据演示功能,给管理和决策提供宏观、全面的信息.该子系统主要包括水位、流量和闸门历史资料的演示和查询.该子系统是建立在 Mapinfo Professional 5.5 平台之上的 MapBasic 4.5 应用程序,充分利用 MI Pro 5.5 的强大的地图显示和演示功能、优秀的数据库功能以及与 MB 4.5 的无缝连接,很好地实现了河流断面的水力参数(如水位、流量等)在上海市电子地图上的动态演示.

c. 系统总控制子系统的主要功能是将数据库中的数据(如断面位置、相对水位、绝对水位、峰值流量和断面地形参数等)进行处理,根据正确的数据拓扑结构从数据库取出数据,依照需要进行结合,并将处理好的数据传送给图形显示子系统进行操作.同时该子系统还提供一些对图形显示子系统的辅助支持功能,创建图形显示子系统所需的环境.该子系统提供了整个上海市水网水力模型图形显示系统的大环境,是最底层的子系统.

d. 数据库是支持系统的重要组成部分,为支持系统提供最基本的信息支持,帮助决策者对防汛进行分析和评价.该子系统使用 MS Visual Basic 6.0 编写,后端数据库使用的是 MS SQL Server 7.0,实现了将外部数据文件转化为数据库文件,进而对重要的数据进行日常管理、整理和综合.上海市水力模型计算所涉及到的输入数据、输出数据是以文件的形式存放的,因此存在安全性不高、数据结构不够清晰的问题.在经过数据库子系统的转化后,所有的输出结果以表的形式存放在数据库中,不仅使数据结构更加清晰,而且数据的安全性也得到提高.

系统结构如图 1 所示.

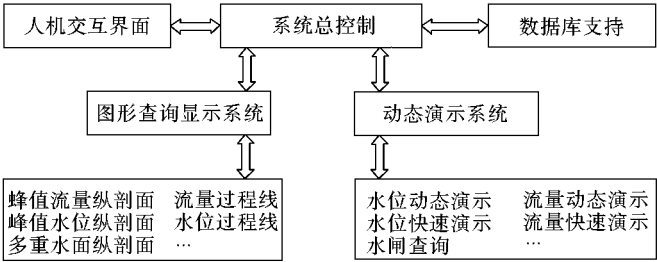


图 1 系统结构

Fig.1 System structure

3 实例应用

本文以图形显示、演示支持系统在上海市大型河网计算中的应用作为实例.

为配合太湖流域综合治理规划,上海市实施水利分片综合治理,大陆地区共分成 11 个水利分片,即淀南、淀北、蕴南、嘉宝北、青松大控制,浦南东、浦南西、太南、太北、商榻和浦东大控制等片,各片间大致以黄浦江及其主要支流为界(见图 2).为分片治理的需要,已建和规划了各种类型的主要节制闸、套闸和水利枢纽

共约 170 余座.已建和规划流量为 $5 \sim 120 \text{ m}^3/\text{s}$ 的大小泵站约 40 余个.本例所示是全部分片(包含淀南、淀北、蕴南、嘉宝北、青松大控制、太北、太南、浦南西、浦南东和浦东等 10 片).经过模型计算之后,生成数据文件组,包括时间序列、断面位置、流量、水位、峰值水量、峰值水位和断面地形等文件.



图 2 上海市河网示意图
Fig.2 River network of Shanghai

用本系统对各种水力要素进行图形化查询和演示的运行实例见图 3、图 4.

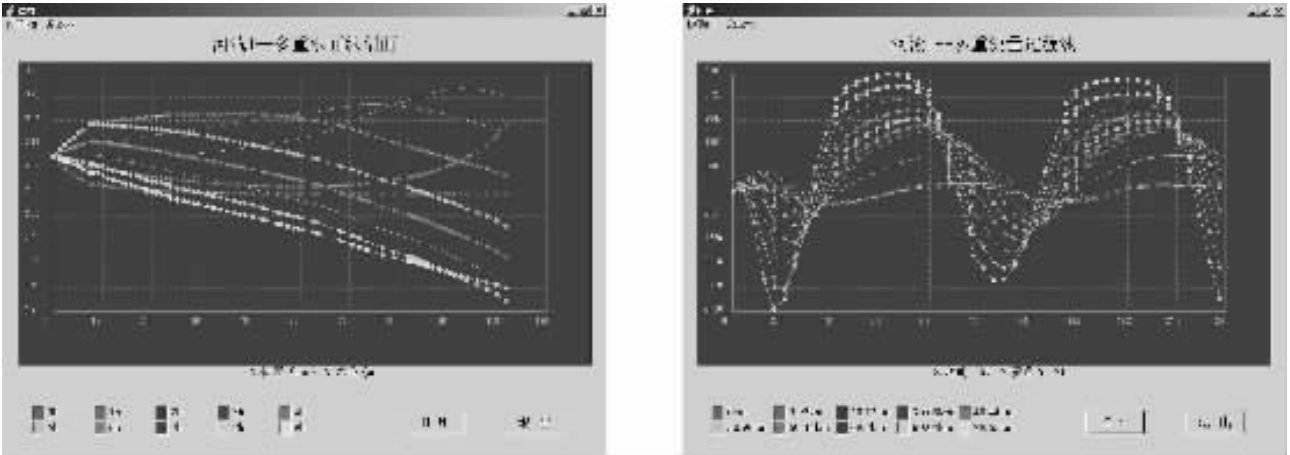


图 3 图形化查询运行实例
Fig.3 Examples of graphic query

4 结 语

本文针对经计算生成的大量数据存在缺乏直观性、宏观性的问题,结合上海市水网水力模型图形显示支持系统的研制,建立了一套图形显示支持系统,从而大大增强了计算生成的大量资料的直观性,利于人们对突发水情采取应急措施.同时,通过系统的研制与应用,为此类问题提供了一种解决方案.

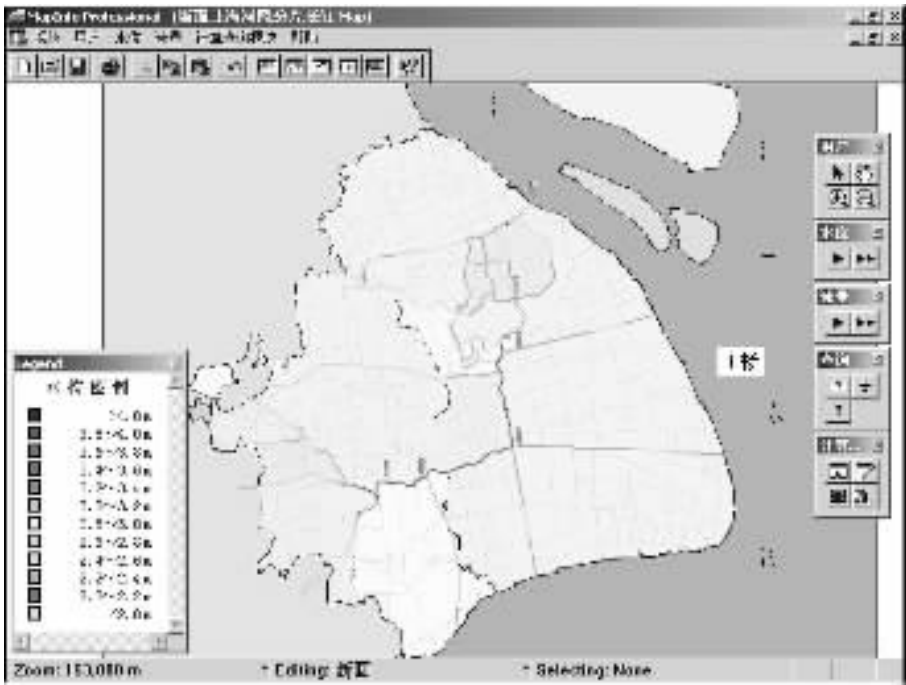


图 4 系统演示图例

Fig.4 Example of system display

参考文献：

[1] 刘俊,徐向阳,黄林楠.江苏省防汛防旱决策支持系统[J].河海大学学报(自然科学版),2000,28(1):116~118.
[2] 沈伟烈.计算机图形学教程[M].北京:航空工业出版社,1995.6~17.
[3] 王东泉.计算机图形学与CAD技术[M].上海:上海交通大学出版社,1992.23~29.
[4] 张建云,轩云卿,李建.水文情报预报系统开发中的若干问题探讨[J].河海大学学报(自然科学版),2000,28(1):86~90.

Development of graphic display system for large-scale river networks and its application

MA Hong-ming, WANG De-guan

(College of Water Resources and Environment, Hohai Univ., Nanjing 210098, China)

Abstract: With the assistance of a computer, a graphic display system is developed for Shanghai river network, with which the calculated results from model tests can be shown directly, favorable for the adoption of effective measures under emergent flood conditions. The system can be widely used for graphic display of hydraulic factors of other large-scale networks.

Key words: graphic display; large-scale network; hydraulic simulation