

水务信息管理系统开发与应用

张行南,井立阳,刘建芬

(河海大学水资源开发利用国家专业实验室,江苏 南京 210098)

摘要 根据水务信息的基本特性,研究水务信息管理系统的数据组织结构形式和系统功能.结合上海市水资源普查,在地理信息系统平台上,研制了上海市中心城区水务信息管理系统.该系统具有空间数据管理的特性,可实现对象的空间分布和属性的耦合查询、条件查询、专题查询等功能.系统以图、表、文相结合的方式,全面地表达了水资源普查数据信息.经多个城区的试用表明,系统能较好地满足水务管理工作的需要.

关键词 水务信息 管理系统 地理信息系统

中图分类号 :C931.9 ;TV21

文献标识码 :A

文章编号 :1000-1980(2001)04-0038-07

人们通常所说的水是指与地圈相耦合在一起的水.水作为液体在地圈中运动,以各种形态存在于地圈中.从系统的角度来看,地圈中的水是一个有机的整体.对于城市,水也是一个密不可分的整体.

长期以来,由于种种原因,对水的管理处于条块分割状态,城市尤为明显.如河道、水库和湖泊的水归水利部门管,自来水归城建部门管,地下水归矿产部门管,污水归环境保护部门管.在这种模式下部门间协调困难,增加了解决问题的难度.

随着社会经济的发展,尤其是随着我国城市化的飞速发展,水务这一概念的重要性已被越来越多的人所认识,不管是行政管理领域,还是学术界,都对这一概念给予了高度重视.深圳水务局多年来所取得的成功,证明了水务这一概念的重要性.2000 年上海市水务局成立,表明了我国向水务管理方向发展的坚定步伐.

所谓水务即一切与水有关的事务.水务信息即水务所涉及的所有信息.水务信息种类繁多,信息量大.除空间矢量信息和标量数据外,还包括管理所涉及的各种文本信息、影像信息等.水务信息是所有水务工作的基础.因此,建立一个完善的水务管理信息系统,对提高水管理水平、水务工作效率,起到至关重要的作用.此外,如何针对水务信息的特点,采用合适的技术方法和手段,建立一个结构合理、运行效率高、信息可靠和完善的水务信息管理系统,具有一定的学术意义.本文结合上海市水资源普查工作,为多个中心城区研制了水务信息管理系统.

1 系统建设目标

本系统的建设目标是以基本地理信息和上海市水资源普查数据资料为基础,建立上海市区级水务信息管理系统.系统可实现对数据资料的直接查询和检索、条件查询和检索、统计分析、各种专题图制作等功能.对这些数据查询和检索时,具有空间数据的放大、缩小、漫游等功能.以图、文、表并茂的形式,系统地表达水资源和水环境的分析研究成果,如水质评价结果、河流底质评价结果、河道蓄量和淤积量分析结果等.系统要求界面美观,表示的信息内容直观、清晰.

该系统的应用领域包括河道整治与管理、城市防洪、城市排水管网建设、城市水环境保护、水资源利用等,能满足河道管理部门、水利部门、城建部门、环境保护部门等日常工作的需要,并具有进一步扩展功能.

本文在上述建设目标的要求下建成了上海市区级水务信息管理系统.

收稿日期:2001-03-20

作者简介:张行南(1960—),男,江苏张家港人,教授,博士生导师,主要从事水文水资源、遥感及地理信息系统应用研究.

2 系统开发软件平台

水务信息可分为两大类:一是关于水体本身的信息,二是水体的载体和控制设施(如河道、水闸等)的信息。所有这些数据信息都具有明确的空间分布特性。对这些具有空间分布特性的数据信息的描述与应用,是水务工作中的一个非常重要的部分。由于具有明确的空间分布特性,水务信息管理系统必须建立在地理信息系统平台上。

地理信息系统(GIS)是一种在计算机软硬件支持下的空间数据的输入、存储、检查、运算、显示、更新和综合分析的应用技术系统。许多地理信息是随着时间不断变更的,GIS可容易地对其实现各种信息的快速更新和各种特殊信息的提取,这就是所谓的动态。空间分析能力是指建立各种信息的空间相关关系,如提取河道两岸一定宽度内的建筑物分布信息等。动态和空间分析能力是GIS最强有力的功能,是其最显著的特征。

本文研究的区级水务管理信息系统从信息量、系统功能和系统的使用对象上来看,选用微机版的地理信息系统开发工具比较合适。国内外的开发工具可以说数不胜数,各种工具虽然各有特色,但基本功能相似。相对来说,国外的软件较成熟,运行较可靠。美国的MapInfo^[1]在中国比较流行,其优点是操作简便、界面美观、汉化程度高。因此,本系统选择MapInfo作为软件平台。系统中对不具有空间分布属性的数据的处理,采用VB编程,最后由MapBasic集成。由此开发的系统软硬件投资少,便于移植,用户操作使用方便。

3 系统组织结构

本系统的组织结构分为数据组织结构和系统功能组织结构两个方面。系统功能由窗口来实现,窗口是由若干数据图层构成的。

3.1 数据组织结构

本系统现阶段研究的主要对象是水资源普查数据。虽然数据种类繁多,但所有数据基本上都与空间分布对象相关联。因此,数据组织结构采用地理信息系统通常使用的方式——分层。即一项空间数据建成一个层面(table)。数据层中的对象的属性直接挂入MapInfo属性库,对象的空间数据与属性数据关联。如河道实测大断面、水质监测与分析成果等都与河道这一空间对象相关联,街道的人口、污水排放量等都与街道的行政区划这一空间对象相关联,这些数据在系统中分别建立相应的图层,分门别类存放在相应的子目录中。

系统的数据可分成以下几大类:

a. 基本地理信息,包括行政区界、街道行政边界、大河、小河、大河中心线、道路、大路中心线、铁路、桥梁、单位的空间分布、高程点、绿地分布,以及大河名称、道路名称、各单位和河流两岸10 m蓝线内建筑物的空间分布等。这些数据都是以点、线、面的方式分层存放在MapInfo中的,一种数据为一个图层,在系统的许多窗口中,通常作为基本背景数据图层。本系统中的基本数据比例尺为1:2 000。河道和道路建立了两种数据形式:一种是详细描述河道和道路边界的面域数据,可由空间数据直接量测和查询其宽度和面积等;另一种是大河和大路的中心线图层,每条道路或河流以一条线表示,其长度及与其有关的普查数据直接以属性数据的形式挂入。街道行政边界以面的形式建成图层,普查中许多以街道为单位的调查和统计数据,以属性数据的形式挂入。

b. 水利工程类数据信息。其中,水闸分布、泵站分布、水情遥测站网分布等以点的形式分别建成数据图层,河道两侧防洪墙结构分布以线的形式建立图层,并以图标的方式标注出各种结构形式。普查数据均以属性数据形式挂入。极大部分水利工程都配有实景照片。

c. 实测大断面主要是河道实测大断面分布,包括测量时所建立的河道里程桩,大断面实测数据、断面图以及大断面实景照片均以属性挂入,断面图以VB绘制。

d. 河道水质与底质监测断面分布分别建立图层,实际监测数据以属性挂入。

e. 河道两岸排污口分布以及各种污染源以点的方式分别建立数据图层。

f. 各种统计数据及分析结果,如河道的水质底泥的监测结果与评价结论、河道的纳污总量、实测大断面成果等是与河道相关联的。这些数据与结果以专题图表的形式给出。关联的方式有两种:一种是用编码以属性的方式建立空间对象与专题图之间的关联;另一种是将统计或分析结果以属性的方式挂入空间对象属性库,然后直接建立专题图表。

g. 与空间对象没有直接关联的数据,如全区的降雨量和径流量、各种暴雨频率计算结果等,系统中采用 VB 或 MapInfo 的方式建成专题图,挂入系统菜单.

3.2 窗口

空间数据并不是以一个个单独的图层出现在系统中,而是以窗口的形式来表示的.窗口可实现最大化、关闭和任意拉伸等.一个窗口可以由一个或若干个图层叠加而成,窗口通常需对其所显示的图层进行编辑和组织,如线条的颜色和粗细、图标 的类型、文字标识的大小、在多大的显示比例尺下显示那个图层等,以满足用户对窗口中所显示对象的繁简和布局的要求.在系统中,每一个窗口都有其对应的主题,系统的功能是由一系列窗口来实现的.如“地理信息”窗口由边框、区界、1/2 000 分幅框、河网、道路、铁路、绿地、单位、高程点等图层组成,河道和道路除有中心线图层外,还有边线图层,单位、高程点等需放大到一定的显示比例尺时才会显示,河名和路名等的字体大小和疏密等随着显示比例尺的不同而不同.该窗口的主题是显示 1/2 000 地形图上的基本信息,其中主要是显示河道的空间分布状况,该窗口是围绕着这一主题而设计和制作的.

3.3 系统功能组织结构

系统功能组织结构分为针对某一类对象的功能和针对所有图层的功能.如系统将基本地理信息作为一类研究对象,把所有与基本地理信息有关的内容组织成一个功能块,在系统中设置一系列下拉式菜单,以实现 对基本地理信息的查询与检索.功能块按研究对象分类,一个功能块在系统中设置一系列下拉式菜单.针对所有 图层的功能主要由按钮板实现.

4 系统内容、功能

图 1 是上海市普陀区水务信息管理系统的主界面.由系统主界面可以看出,系统由一块按钮板和 11 个 菜单组成.“系统”、“线段长”和“帮助”是针对整个系统的功能块;“基本信息”、“河网”、“道路”、“水务工 程”、“水文”、“水环境”和“普查表”是针对对象的功能块,按钮板和“窗口”作用于所有窗口.

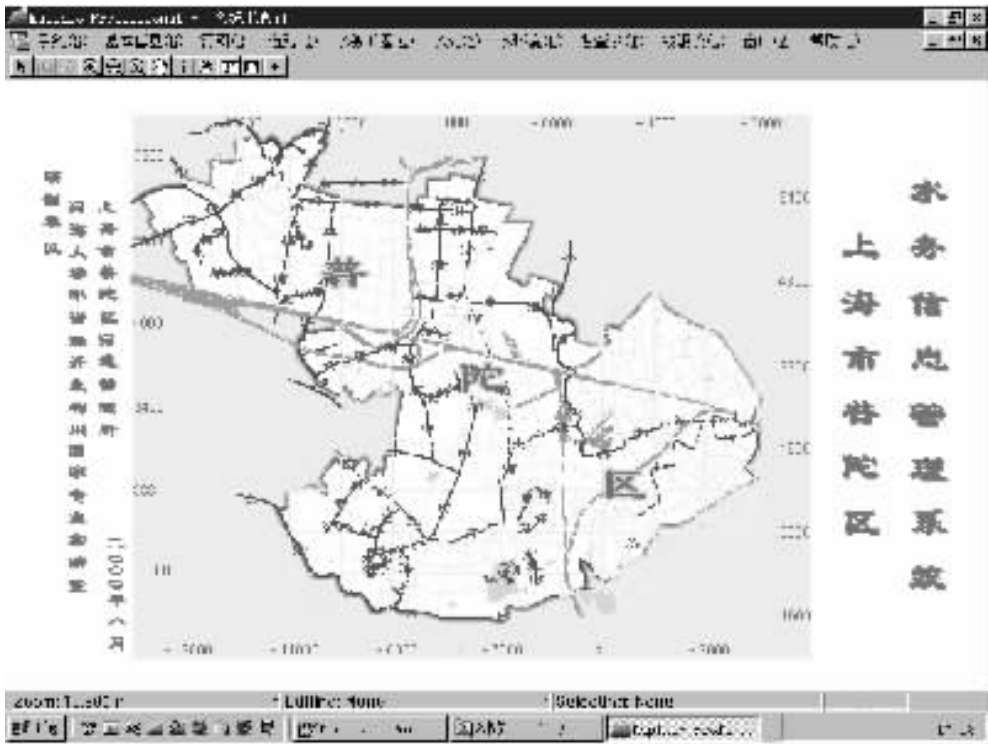


图 1 上海市普陀区水务信息管理系统主界面

Fig.1 Main interface of water related information management system of Putuo district of Shanghai

4.1 按钮板功能

按钮板上的所有按钮对任何当前窗口都有效,有的按钮作用于整个窗口,有的按钮作用于当前窗口中的

某个图层,某个按钮对当前窗口中的哪个图层有效,与系统对该窗口的设计有关。如在河网分布窗口,由于主题是河道,因而设计成对象选择按钮只对河道选择有效;在泵站分布窗口,由于主题是泵站,因而选择按钮只对泵站有效,而对河道无效。本系统的按钮有对象选择按钮、正方形区域对象选择按钮、圆形区域对象选择按钮、放大按钮、缩小按钮、窗口特性按钮、手动漫游按钮、信息按钮、图形对象搬移按钮、标尺按钮、图例按钮、中心点漫游按钮等。

4.2 系统功能块

系统的主要功能有本系统简要介绍、以图像方式保存当前窗口、在任何状态下重新启动本系统、打印、退出等。系统为用户设计了各种窗口,但窗口再多也不一定能满足用户的所有需要。本功能块设置了自选信息功能,允许用户根据需要进行选择若干图层,建立新的窗口。选择自选信息后菜单上出现 4 个选择,即构造新窗口、打开旧窗口、保存当前窗口和删除旧窗口。选择构造新窗口时出现如图 2 所示的对话框。

用户可根据需要,双击所需图层的名称,系统将所选层面叠置,生成新的窗口。点击关闭后在按钮板上将增加一个图层控制按钮和一排编辑按钮。利用这些按钮可定义各图层的状态,对专题图可实现文字、图形和标注的自定义,在装饰图层上实现对标记点、线、面、文字等的输入和编辑等。

当系统运行其它功能模块时需将某一窗以工作文件的形式保存起来时,也可以采用本功能块中保存当前窗口。

4.3 基本信息功能块

主要功能包括全区自然、地理、社会、经济等情况介绍,水资源普查概况介绍,上海市主要河道分布,1/2 000 地形图上的主要数据图层,街道政区分布图,各街道人口总数和人口密度专题图。随着图形显示比例尺的放大,基本地理信息窗口中的河道和道路由中心线图层过渡到边线图层,由大河和大路过渡到所有河流和道路,河名和路名的标注密度由疏到密。当显示比例尺放大到一定的程度时,显示单位的位置和高程点。

4.4 河网功能块

显示全区的河道分布状况,使用信息按钮可查询各河流的基本信息。可同时打开河道的空间分布窗口和属性表窗口,两窗口的对象为联动选择,即在空间分布窗口中选择某一对象时,该对象同时在属性窗口中也被选中,在空间分布窗口中被选中的对象自动移至窗口中心,在属性窗口中自动移至第一行。本文称此功能为中心点移动功能。此外可实现河名查询和河长查询。

实测河道大断面查询将自动弹出河道实测大断面空间分布窗口和属性窗口,在空间分布窗口或属性窗口中点击某一断面时,将自动弹出该断面的实景照片窗口、实测数据窗口和断面图窗口。图 3 为闸北区河道实测大断面查询窗口。

点击某一河道时可查询全区及各河道的水位与河道槽蓄量关系曲线、河道淤积深的沿程变化、河道左右两岸防汛墙高程和河底高程的沿程变化等。

4.5 道路功能块

道路模块包括道路分布、列表查询、路名查询、路长查询功能,其表现形式和操作方法与河网模块中对应的功能相同。

4.6 水务工程功能块

在泵站分布图上点击某一泵站时,给出该泵站的实景照片,点击“T”时,同时给出泵站的空间分布窗口和属性窗口,此时在任一窗口点击某一泵站时,屏幕左上方窗口给出泵站的空间分布,右上方窗口给出该泵站实景照片,下方给出泵站的属性表。空间分布窗口和属性窗口可实现中心点移动。水闸可实现类似的查询。河道两岸防汛墙结构,采用不同的颜色标明河道两岸堤防结构的分布,以饼图的形式给出各河道各种防汛墙结构长度的百分比。此外,还有工业取水口分布、污水处理厂分布、地下管网分布、河道两岸防汛墙长度和面积、绿化带长度和面积、10 m 蓝线内建筑物分布及面积等。

4.7 水文功能块

本功能块在 VB 平台上以图表的形式给出了上海市若干测站的降雨、径流、蒸发等水文资料,以及各种



图 2 图层选择对话框

Fig.2 Dialog frame of table selection

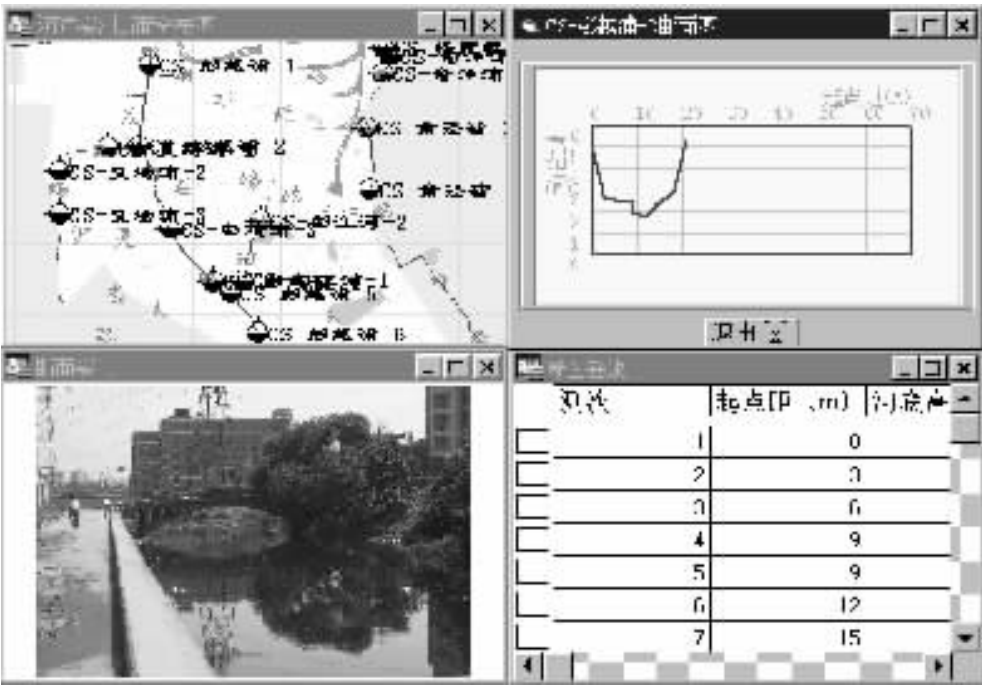


图 3 闸北区河道实测大断面查询窗口

Fig.3 Query window of river transection in Zabei district

时段长的暴雨频率曲线和暴雨径流频率曲线.

4.8 水环境功能块

首先是水质、底泥及污染源的信息采集、调查和评价的方法介绍,其次是水质和底泥监测断面的空间分布及监测成果.

河道水质评价分析结果有指标单因素分值、重污染指标污染指数及分担率、各河道水质污染程度比较,及 1999 年 8 月与 1999 年 11 月河道水质评价结果对比.

根据水质评价结果,给出了杨浦区 1999 年 8 月各河道水质污染情况(图 4).窗口中给出了河网的空间分布图,以直方图表示各河道的水质状况,分值高者水质为优;以饼图给出了污染负荷比.本窗口是由上述 3 个

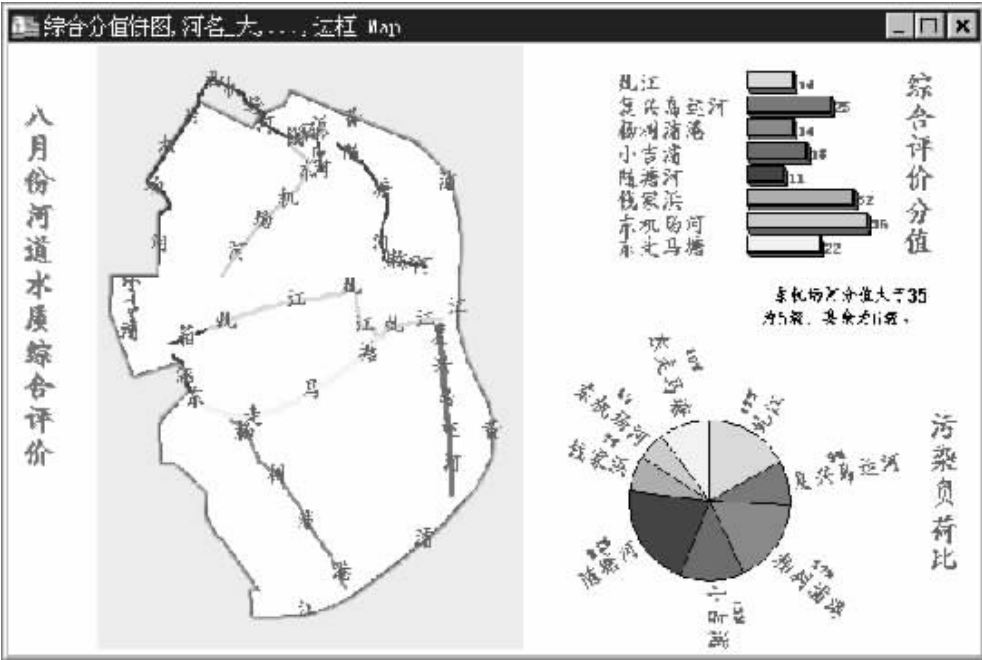


图 4 河道水质比较窗口

Fig.4 Window for river water quality comparison

图层叠加而成的,各图层中相对应的图斑由序号相关联,当选中任一图层中的任一图斑时,通过交替选择3个图层中相对应的图斑,实现对应图斑的交替闪烁,本功能块中许多窗口都具有交替闪烁功能。

河道底泥评价指标有河道底泥污染指数、主要污染因子的污染指数、河道底泥污染负荷比、重金属现状环境质量、氨氮含量、有机质含量、底泥综合环境质量指数、全区底泥污染因子污染分担率等。

污染源调查方面有排污口的空间分布、企事业单位和居民污水排放口分布,以及与各种污染源和水质底泥评价结论相对应的专题图(如全区废水排放总量、全区直排河道污水量、各污染源向河道排放生化需氧量、化学需氧量、氨氮废污水量等专题图)。图 5 为杨浦区主要污染物废水量汇总专题图。

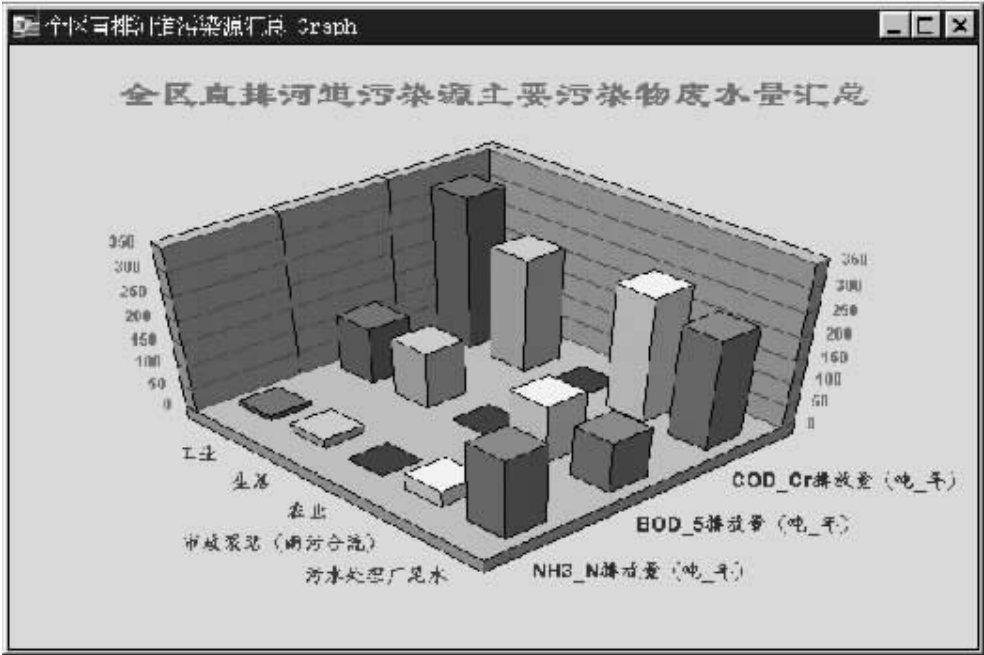


图 5 主要污染物废水量汇总

Fig.5 Summarization of waste water of main pollutants

4.9 水资源普查统计表功能块

为了便于打印,本系统以 WORD 或 EXCEL 的方式给出了水资源普查的所有数据表格。

4.10 线段量测功能块

自动量测部分线段长度,如一条河道或道路上某一部分的长度。将所需量测的线选中,并复制至一个新的图层,由操作者绘制一个多边形,或点击部分线段的首尾,由系统自动生成一个长方形,以多边形或长方形分割需量测的线,然后给出多边形或长方形内的部分线段长度。

4.11 窗口功能块

本模块为对窗口的管理模块,包括将当前打开的多个窗口按相同的大小显示、将当前打开的诸多窗口按一定的大小和位置像瓦片一样叠置显示、将当前窗口中显示的各图层全部完整地显示出来等。

4.12 帮助功能块

本系统采用 IE 方式编制了系统的帮助功能模块,帮助中包括两部分内容,一是对各窗口内容的解释,二是系统的操作说明。用户不但能得到操作上的帮助,还能得到对系统所包含内容的理解方面的帮助。

5 结 语

本文运用 GIS 开发工具,结合水务信息的基本特性,研究了水务信息管理系统的研制方法和技术,分别为上海市闸北区、普陀区和杨浦区研制了水务信息管理系统。经近半年的使用表明,本文研制的水务信息管理系统操作简便,通用性好,信息表达清楚,界面美观,系统组织结构合理、内容全面、可视化程度高,实用中能大幅度地提高水务信息的管理水平和工作效率,基本满足了区级水务管理的需要。本文研制的系统可推广

应用于其它城市和地区.

致谢:在本系统的开发研制过程中,得到了上海市闸北区、普陀区和杨浦区河道管理所的大力帮助和支持,在此表示衷心感谢!

参考文献:

[1] 王瑞民. MapInfo 5. X 使用指南[M]. 北京:中国铁道出版社, 2000. 27~180.

Development and Application of Water Related Information Management System

ZHANG Xing-nan, JING Li-yang, LIU Jian-fen

(Water Resources Development and Utilization Laboratory of Hohai Univ., Nanjing 210098, China)

Abstract: On the basis of the characteristics of water related information, the data structure and functions of water related information management system (WRIMS) are studied. In combination with the water resources survey of Shanghai, a WRIMS is developed for the central districts of Shanghai on the platform of GIS. With the function of spatial data management, the system can realize coupling inquiry, conditional inquiry and special subject inquiry about spatial data and their attributes of objectives. By means of graphics, tables and texts, the system can express the information of water resources survey completely. Application in some districts shows that the system is suitable for the management of water related affairs.

Key words: water related information; management system; Geographic Information System

欢迎订阅

全国水利系统优秀期刊 江苏省优秀期刊

欢迎投稿

水利水电科技进展

新颖 实用 快捷

双月刊 A4 开本 彩色封面 64 页 2001 年全年定价 30.00 元 全国各地邮局均可订阅

国际标准刊号: ISSN 1006-7647

国内统一刊号: CN 32-1439/TV

国外发行代号: DK 32003

(中国出版对外贸易总公司)

国内邮发代号: 28-244

编辑部地址: 210098 南京市西康路 1 号

联系电话: (025) 3713777-50335

电子信箱: kkb@hhu.edu.cn

银行账号: 南京工行宁海路分理处

02114249-0102459



(也可直接汇款至编辑部订阅,
另加 6.00 元邮寄费)