

河道数字地形信息系统与长江镇扬河段 GIS 研制

丁贤荣,王 文,杨 涛,汤立群

(淮海大学水文水资源及环境学院,江苏 南京 210098)

摘要 采用 GIS 及系统集成技术,使长江镇扬河段 GIS 实现了河道地形测量制图自动化、地形信息时空管理与三维地形表达和任意时段、任意空间的河道冲淤分析,形成了专业处理与分析的河道地形信息系统,解决了长期困扰水利部门河道地形信息管理与地形分析手段落后的难题.在此研究基础上,提出河道数字地形信息系统新概念,目的是推进河床演变、河道整治等应用数字技术研究.

关键词 GIS 河道数字地形 测图自动化 地形信息管理 冲淤分析 长江镇扬河段

中图分类号 P228.4 **文献标识码** A **文章编号** 1000-1980(2001)04-0116-04

河道地形测量历史悠久,资料丰富.河道地形测量资料是江河沿岸经济建设、水资源开发利用、防洪减灾等业务的基础信息,是江河整治和水利工程规划建设的依据.一方面,几十年来大江大河 1:10 000 和 1:2 000 河道测图堆积如山,另一方面,随着现代 GPS 定位测量技术的发展^[1],以及水下地形扫测系统问世,河道测量的速度加快、测次频繁,大量乃至海量河道测量信息不断涌现.

由此可见,大量河道测量资料面临科学管理和利用问题.一是历史测图资料系统管理,二是现代测量信息管理与计算机化制图,三是高效开发与利用海量河道地形信息.因此,需要开发高度数字化的河道地形信息管理系统,从技术上支持水利及相关行业对河道地形信息深度开发与利用的多种需求.

目前,CAD 技术在工程勘测、设计和规划管理部门广泛应用,测量制图是其应用较好的一方面.但 CAD 技术难以支持大量测量信息的时空管理和更高层次的信息资源开发利用,这是因在 CAD 环境中,地形对象与其属性分离,不支持空间分析.只有 GIS 技术更适合河道地形信息的高层管理和信息资源发掘.

1 河道数字地形信息系统

河道数字地形信息系统是以数字化形式管理与加工河道地形的应用型信息系统.该系统由一系列河道地形信息处理的专业应用模块构筑而成,不仅仅是地形信息的空间数据库.系统以 GIS 为主体的时空信息管理与空间分析技术^[2,3],结合河道信息资源开发利用等专业知识背景,结合河道管理业务特点与需求,实现河道地形信息的时空管理与处理.

系统功能包括 河道地形测量信息数字化输入,河道地形信息数字化处理,河道地形信息时空管理和河道地形信息应用开发(图 1).

河道地形测量信息数字化输入.据河道测量信息来源和载体,主要有历史测图数字化输入、现代 GPS 测量系统数据输入,还将支持卫星遥感测量信息输入.

测图数字化输入,内容上主要是原始测点数据输入.等高线信息固然重要,但它是以前测点为基础的二次地形加工信息.输入方式最好是测图扫描数字化输入,但因扫描测图的测点识别尚未成熟^[4],目前可行的方式还是手工数字化.现代 GPS 测量系统,包括多波束水下地形扫测系统,数据虽为数字式,但其现场数据需经坐标转换、水位校正等一系列预处理,才能输入系统.一些工程测量部门在 CAD 环境预处理后的 DWG 格式的测点数据文件可有效转入系统.水下地形遥感尚处研究阶段,但在河道岸边线控制、浅滩测量方面,遥感具有补充测量的作用^[5,6].遥感测量将成为获取岸边浅水地形信息的重要渠道.

河道地形数据处理支持从测点数据到河道测图产品开发全过程的技术处理.内容包括 测点数据合理性

检验与修改,地形空间插值和边界处理,DEM、TIN、等高线生成,测图分幅,制图等。地形数据处理严格执行国家测绘标准及相关的行业规范。地形插值精度决定系统的成败,插值速度影响系统的效率。影响插值精度和速度的主要因素除插值方法外,还与插值格网的空间分辨率选择有关。格网大小与测点距相当为宜,过大将损失测量信息,过小则会降低系统效率,增加数据冗余。

地形信息管理的主要内容有:原始测量数据管理、测图信息查询、测图信息操作、地形可视化表达等。原始测量数据管理主要是按测次、测区建立测量数据库。测图实现分比例、分测次、分图幅或测区的任意时空测图查询。测图要素查询方式支持图形对象与其属性之间双向查询。测图信息操作支持测图要素的自由组合与分解、地图无级缩放与漫游。地形可视化表达主要支持二维高程分级设色、三维地形渲染和视点变换。地形信息管理效果需达到专业信息管理与非专业信息利用之间的良好平衡。换言之,对专业人员具有地形信息管理的概念准确、方法正确、技术先进等特性,对非专业用户其具有形象直观、主题突出、操作方便等特性,并符合长期业务习惯。地形信息管理是一项长期、持续积累的基础性业务,系统须满足地形数据的长期维护与更新。

河道数字地形信息系统建立在现代空间信息技术基础上,将随着 GIS 及数字地形技术的发展而变化。发展方向不外乎纵向深度和横向广度两个方面。

纵向深度发展主要是充分应用 GIS 核心的空间信息技术,积极开发时序信息处理、专业信息处理功能强大的技术体系。纵向发展主要体现在数字信息及 GIS 的理论创新、技术配套与升级方面。空间信息技术兼容 GPS、遥感以及 CAD 成图信息,时间信息技术支持时序分析。河道数字地形信息系统纵向发展的深度直接影响系统的应用扩展。

横向发展主要是应用领域扩大以及相应的应用软件开发。河道数字地形信息系统将直接服务于水利、交通等基础产业的涉水设施的建设与管理,间接应用几乎涉及经济、社会各方面。目前系统应用的主要介入点有:河床演变分析,河道整治,防洪风险分析等。数字地形技术应用,还将推动河流相关研究方法的革新和理论创新,如河道地貌属性的定量化揭示、河道演变预测等。

基于河道数字地形应用软件开发有两种渠道,一是实现现有非 GIS 环境的应用软件与 GIS 的系统集成,如河流水沙模型、洪水预报模型、水流水质模型等与 GIS 集成;二是基于数字地形信息源和 GIS 工具,开发新型应用软件,如坍塌预测与风险评估等。模块化开发是该系统应用软件开发的基本方式,有利于系统功能扩展和大系统集成与维护。

河道数字地形的应用价值主要体现在非数字地形环境不能或难以展现的河道地形信息处理能力、处理效率与效果。如水下地形冲淤分析,传统的图纸对比与断面抽样分析不仅耗费大量时间和人力,而且分析指标和表达效果有限,但在河道数字地形支持下,可实现任意时空快速冲淤分析,并可获得多种冲淤统计信息,生成多种冲淤效果图。再如河势,这一河床演变中非常重要的概念,传统方法难以在时间和空间上进行定量表达,而在河道数字地形的基础上,河势的表达将不再是难以逾越的障碍。

总之,河道数字地形信息系统不仅具有强大的地形信息数字化输入、处理、管理、表达管理能力,而且可扩展多种与河流相关的专业信息处理功能,因其采用以 GIS 为核心的信息技术,支持多种现代信息获取、传输、处理环境。因此,河道数字地形信息系统将构筑数字河流的基础。

2 长江镇扬河段地理信息系统简介^①

长江镇扬河段是指长江下游镇江市与扬州市之间的一段长江干道,上自四源沟起,下至五峰山止,河段

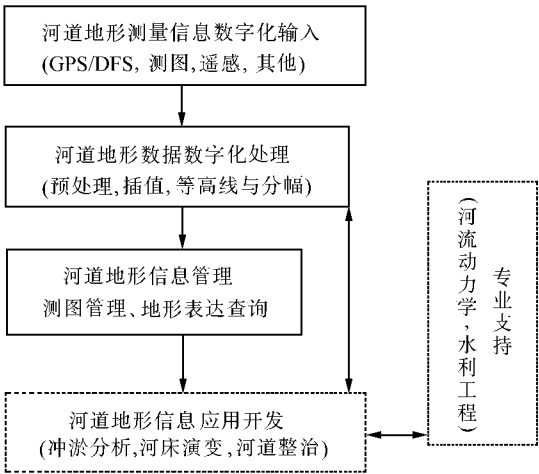


图 1 河道数字地形信息系统框架

Fig.1 Configuration of river digital terrain information system

^①丁贤荣,杨涛,王文.长江镇扬河段地理信息系统研究报告,2000.12.

长 56 km. 长江镇扬河段地理信息系统展现了数字河道地形信息系统的基本功能,主要由三个子系统组成:测量制图自动化系统、测图信息管理系统和冲淤分析系统.

测图自动化.在以 ARCVIEW 为主体的 GIS 环境,实现了从测点数据输入到 1:10 000 标准测图和 1:2 000 工程测图全过程计算机处理,其间主要过程有三角网地形插值,DEM、TIN、等高线生成等.其成图特点是:等高线生成无人工干预,能准确反映地形走势,等高线平顺、无交叉.

测图管理.采用 MO 技术,实现 80 年代以来测图信息管理、地形可视化表达和地形信息查询.管理方式包括 1:10 000 和 1:2 000 分比例尺测图管理、分测次测图管理和分幅测图管理.地形可视化表达实现了栅格数据和矢量数据的联合表达,河道三维虚拟表达.地形信息查询实现了图形对象和 SQL 双向查询(图 2).其特点是实现多比尺、多时空测图与信息自由调用,图形操作灵活、信息查询便捷.

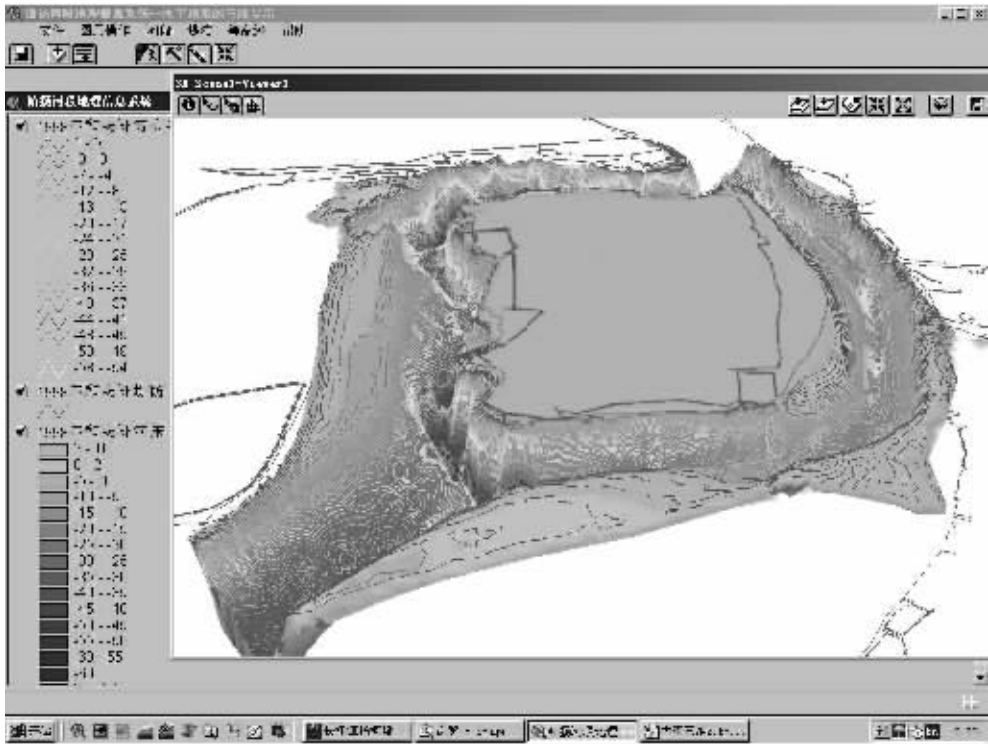


图 2 长江镇扬和畅洲三维地形显示/查询

Fig.2 3D display of terrain and information query for Hechang Island on lower Yangtze River

冲淤分析.采用 GIS 的空间分析技术,实现了任意测次之间剖面冲淤分析和区域冲淤分析.剖面冲淤分析包括固定断面冲淤分析、任意剖面冲淤分析.区域冲淤分析包括固定河段冲淤分析和任意区域冲淤分析(图 3).其特点是实现任意时间、空间的在线冲淤分析,解决了长期困扰河道管理与整治工作中冲淤分析的难题.

此外,该系统还有工程管理、区域及河段概况和多媒体子系统.

长江镇扬河段的 GIS 开发表明,河道数字地形信息系统的开发技术已经成熟.系统充分体现水利专业理念,密切结合水利业务,解决了多年来河道地形海量信息管理、地形信息表达,任意时空冲淤等信息提炼与分析的难题,同时展现了河道数字地形信息系统扩展功能强、应用潜力大的特点,将推动河床演变、堤岸防护等分析研究出现新跨越.

3 结 语

河道数字地形信息系统是面向河道信息应用的系统开发,不仅解决河道地形信息处理与管理,如河道测量制图自动化、河道地形信息管理与表达等问题,而且将推动河床演变分析技术、方法和手段的革新,因该系统充分利用 GIS、GPS 和遥感现代信息手段,能充分利用和挖掘传统分析方法难以实现的河道地形时空信息.长江镇扬河段 GIS 开发成功表明,河道数字地形信息系统开发充分体现水利专业理念,密切结合水利业务,解决了多年来河道地形海量信息管理、地形信息表达、任意时空冲淤等信息提炼与分析的难题.

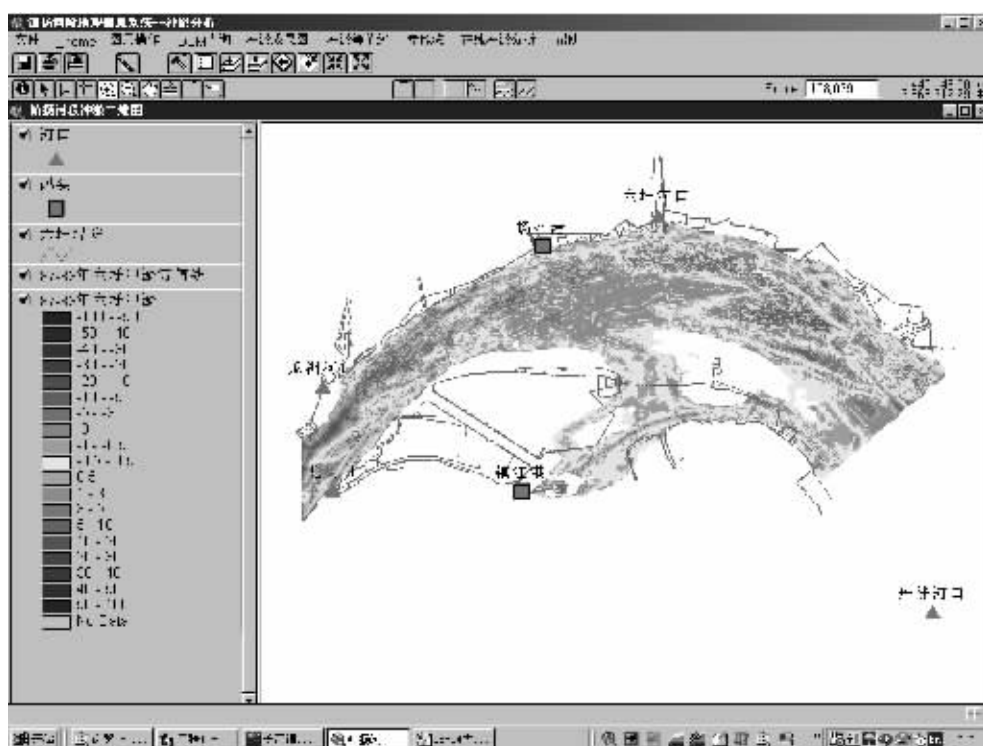


图 3 河段冲淤 DEM 及特征值统计

Fig.3 Digital elevation model and statistic of characteristic values of fluvial deposition and scouring

致谢 参与长江镇扬河段地理信息系统开发的有:镇江市水利局鄂金书、李亚平,镇江市长江河道管理处张增法、潘解生、吴金才、李启顺,河海大学徐健,硕士研究生周杰、黄国鲜、郝嘉凌、杨树滩、程立刚等,谨此一并致以诚挚的感谢!

参考文献:

- [1] 刘基余.全球定位系统原理及其应用[M].北京:高等教育出版社,1995.158~178.
- [2] 黄杏元,汤勤.地理信息系统概论[M].北京:高等教育出版社,1992.58~68.
- [3] 郭仁中.空间分析[M].武汉:武汉测绘科技大学出版社,2000.103~146.
- [4] 程立刚,丁贤荣,杨涛.水下地形扫描图高程信息自动提取方法研究[J].河海大学学报,2001,29(4):120~122.
- [5] 张鹰,丁贤荣,丁坚.利用 RS+GIS 测量水深的可行性[J].河海大学学报,1997,25(2):33~38.
- [6] 丁贤荣,张鹰,黄志良.长江口北支水下地形遥感测量研究[J].港口工程,1997(4):6~10.

River Digital Terrain Information System and GIS for Zhengyang Section of Yangtze River

DING Xian-rong, WANG Wen, YANG Tao, TANG Li-qun

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

Abstract Based on GIS and system integration technology, the automatic mapping of river terrain, the spatio-temporal management of terrain information, the 3D terrain expression, and the deposition-scouring analysis for any time interval and any location are realized, and a river terrain information system of specialistic treatment and analysis is formed. The new concept of river digital terrain information system is proposed for the research of digital technology applied to riverbed evolution and river channel regulation.

Key words GIS; river digital terrain; automated mapping; terrain information management; deposition-scouring analysis; Zhengyang section of Yangtze River