

· 信息技术 ·



## 运用现代空间技术 对长江航道整治工程监测的探讨

周俊

(长江航道局, 湖北武汉 430010)

**摘要:** 遥感(RS)、全球卫星定位系统(GPS)、地理信息系统(GIS)可用于对长江航道工程的全方位监测及分析研究。将RS、GIS、GPS 3种独立技术中的相关部分有机集成起来,形成强大的综合技术体系,可以提供长江大范围岸线、洲滩、水流、泥沙等河流动态变化信息,为“黄金水道”的建设提供全方位、多层次、高精度、适时更新的信息资源,有利于快速准确地从宏观角度把握整治工程对河流变化的影响,为确立经济合理的整治方案提供依据。同时,建立一个综合测绘、监测、研究分析的资源共享信息服务数字平台,将提升长江航道的保障能力和服务水平,为建设“智能航道”提供坚实的信息基础。

**关键词:** 遥感; 全球卫星定位系统; 地理信息系统; 长江航道; 数字信息平台

中图分类号: U 617

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)04-0151-04

### Potential of modern spatial technology applied to monitoring of waterway engineering of the Changjiang River

ZHOU Jun

(Changjiang Waterway Bureau, Wuhan 430010, China)

**Abstract:** Remote sensing (RS), global positioning system (GPS), and geographic information system (GIS) can be applied to monitoring and analysis of waterway engineering projects. If the relative parts derived from these three separate techniques are combined efficiently, a powerful comprehensive technique system can be constructed to supply information on dynamic changes of riverside, beach, current and sediment of the Changjiang River. It can provide panoramic, multi-level, reliable, precise and real-time information for the development of the “golden waterway”, facilitating to understand speedily and accurately the impacts of the engineering project on the change of the river and to provide economic and reasonable river channel improving project. Meanwhile, the construction of a digital platform of information service, sharing the resources of general surveying, monitoring and analysis, is favorable for improving the Changjiang channels’ support capabilities and service quality. The platform will lay a solid foundation for the “digital waterway” and promote the development of Changjiang channel in a sound and rapid way.

**Key words:** remote sensing; global positioning system; geographic information system; Changjiang channel; digital information platform

长江作为我国第一大河流,水运条件十分优越,是全国内河航运最重要的水运主通道。长

江干线航运是连接我国东、中、西部地区的重要纽带,这些年长江干线货运量连续六年高居世界

收稿日期: 2012-09-24

作者简介: 周俊(1964—),男,硕士,高级工程师,主要从事港口、航道工程施工、建设管理与研究工作。

内河第一, 2011年突破15亿t, 成为世界上运量最大、通航最繁忙的河流。在“十二五”开局之年, 国务院正式颁布了《关于加快长江等内河水运发展的意见》, 加快长江黄金水道建设已经成为国家战略, 并纳入了国家经济社会发展“十二五”规划。国家将充分发挥长江“黄金水道”的资源优势, 依靠科技进步, 有重点、有步骤地实施长江干线航道系统整治建设工程。“十二五”期长江黄金水道建设规模预计将超过1 500亿元, 其中国家用于长江黄金水道建设的资金不低于360亿元, 主要用于干线航道、重要支流航道、支持保障系统等公共基础设施建设。用新理念、新思路、新举措推进长江干线航道建设, 依靠科技进步和创新不仅是推动长江航道建设的强大动力, 也是实现“黄金水道”又好又快发展的重要依托和引擎。近些年来, 遥感技术、全球定位系统和地理信息系统现代空间技术的飞速发展使其可能成为长江航道整治工程的有力工具。应用现代空间技术与长江航道原型观测有关资料相结合, 对整治河段历史演变以及近期演变进行分析, 可以为长江碍航浅滩的系统治理工程提供科学、实时、有效的建设工程动态信息, 有助于提高宏观决策与监控能力以及工作效率, 因而具有十分重要的意义。

### 1 应用遥感技术(RS)对长江航道整治工程进行宏观监测分析

遥感技术通常是指从不同高度的平台上使用某种传感器, 收集由地球表层各类地物反射或发射的各种电磁波信息, 并对这些信息进行加工处理, 从而对不同的地物及其物性进行远距离的控制和识别的综合技术。长期以来, 遥感技术因其过低的空间分辨率制约了遥感数据在涉及大比例尺空间数据的土地规划、城市规划、检测、港口、航道工程等方面的应用。随着航天技术、计算机技术、通讯技术和信息处理技术的进步, 现代空间遥感技术得到前所未有的发展。目前, 我国正在建设拥有自主知识产权北斗卫星导航定位系统, 北斗系统已进入试运行服务阶段, 其主要

性能和服务区为东经84°到160°, 南纬55°到北纬55°之间的大部分区域; 位置精度可达平面25 m、高程30 m; 测速精度达到每秒0.4 m; 授时精度达50 ns; 2012年按照北斗系统组网发射计划, 还要发射6颗组网卫星, 进一步扩大系统服务区域和提高服务性能, 形成覆盖亚太大部分地区的服务能力, 建成覆盖亚太地区的北斗区域卫星导航系统。卫星遥感技术朝“三高”方向发展: 高空间分辨率、高光谱分辨率以及高时间分辨率。在高空间分辨率方面, 由于技术进步和激烈竞争, 1 m级以下、厘米级以上的卫星遥感数据得以开放, 如美国的高空间分辨率卫星数据库IKONOS(1 m)和QuickBirdII(0.61 m), 我国用户亦可以购买。有些国家在20世纪末期已将1 m以下分辨率的遥感卫星作为民用, 从而大大提高了遥感数据的民用能力。

长江航道整治工程设计已从单滩整治设计、滩群整治设计逐步发展到长河段以至全河段整治设计。长江航道受多方面的影响, 处于一个不断变化的运动之中, 长江航道整治工程也就处于复杂的变化之中。长江航道整治工程总体设计应充分掌握地形、地质、水文和气象等资料, 对河床演变进行深入分析, 注意与流域的防洪、发电、排灌、环境保护、城市建设和港口发展等相协调。因此, 对长江航道和在长江上实施的航道整治工程需要进行定期和不定期监测分析和维护。传统的监测方式是采用相对同步的航道地形测量来获取资料, 数据采集的费用高, 而且获得的数据是离散的, 难以得到整个区域的同步观测的资料。卫星遥感系统主要是通过卫星遥感图像, 根据长江航道以及航道整治工程探测目标不同, 选择能满足要求、具有最佳空间分辨率、光谱分辨率、时间分辨率、成像方式及时相的遥感数据, 并收集相关的非遥感数据, 如陆上水下地形图、航道图、专题图、统计资料等, 对数据进行系统级辐射纠正、图像数据的噪声分析与消除、图像数据格式转换等处理。通过遥感图像解译和信息提取, 获取河势、岸线、滩槽、水流和泥沙条件变化特征, 在此基础上, 获取河床冲淤变化的规律。

将遥感与相关的非遥感资料结合、RS与GPS、GIS结合、自动分类与目视解译结合,采用逐级分层特征选择和信息提取方法,能提取长江河道水流、泥沙特性和河床演变以及河岸、洲滩相关的地质、地貌、土壤、植被等信息,建立不同空间尺度的虚拟模型,模拟真实地形信息。对长江整治河段工程前后河床演变规律及周围环境发展及变化趋势进行动态监测,为航道工程的合理规划、设计与管理提供决策支持。

## 2 利用全球定位技术(GPS)对航道整治工程建筑物(群)进行监测分析

由于遥感技术不能对整治河段局部及水下整治工程建筑物(群)情况详细地揭示,因此,对整治建筑物的空间位置和水下地形变化可通过GPS配合水下多波束或常规测量来完成<sup>[1]</sup>。而GPS是利用卫星进行高精度导航和定位的技术系统,其主要特点是全球、全天候工作<sup>[2-3]</sup>。全球定位系统GPS是20世纪70年代开始由美国陆海空三军联合研制经过20余年的研究,耗资300亿美元的空间卫星导航定位系统。其主要目的是为陆、海、空三大领域提供实时、全天候和全球性的导航服务。全球定位系统GPS的空间部分是由24颗卫星组成(21颗工作卫星;3颗备用卫星),它位于距地表20 200 km的上空,均匀分布在6个轨道面上(每个轨道面4颗),轨道倾角为55°。其定位精度高,单机定位精度优于10 m,采用差分定位,精度可达厘米级和毫米级。利用GPS技术,一是能够确定遥感图像地面控制点的实际位置(经纬度等),结合实地调查对图像进行几何纠正和投影变换;二是根据空间坐标对样本像元进行实地定位,确定样本像元对应的地面类型,对图像进行分类解译;三是通过定点测量,观测整治工程建筑物(群)变化情况,结合水下多波束测深系统开展的水下地形测绘和整治工程建筑物探测。可以利用GPS静态测量技术在整治河段范围内(包括所有整治工程建筑物)布设成控制本河段的整治建筑物变形监测网,通过定期的GPS静态测量、数据处

理、高程拟合等技术手段,获得整治建筑物的平面位置和高程方面的位移量;利用GPS动态测量技术(RTK)和多波束测深系统获得需要的整治建筑物处水下地形,加载各种遥感影像图,相关陆上水下地形图建立数字模型。通过综合监测网数据和水下地形并利用河流演变分析系统可判断整治建筑物的形状的变化趋势。

目前,长江干线航道测量设施及设备建设一期工程已竣工。该工程中建设的GPS控制网,是目前长江上规模最大、等级最高的GPS测量控制网。该GPS控制网从重庆木洞—江苏浏河口覆盖长江上游、中游、下游逾2 000 km航道。其中,重庆木洞—四川宜宾河段新建首级(GPS C级)控制点18个,宜昌—江苏浏河口河段新建首级(GPS C级)控制点84个。宜昌—江苏浏河口河段新建二级(GPS D级)控制点188个,建设三、四等高程点231点。在长江沿线每隔约20 km就有一个GPS C级点,每隔约10 km就有一个GPS D级点。控制网点的投入使用,为工程建设、航道维护和科研提供了高精度、多层次、覆盖广、测量成果统一的GPS测绘基础平台,为长江整治工程监测分析研究提供了有利条件。

针对具体河段系统航道整治工程,GPS监测分析可从3个方面进行:

1) 建立航道整治工程区域的三维控制网,为工程施工、放样、航道整治提供控制点坐标。同时,GPS还可为航摄遥感提供必不可少的像控点的位置。

2) 对重点整治建筑物的外部形变提供实时监测。由于分辨率的关系,航摄遥感不能提供某些整治建筑物的外部形变,而高精度的GPS可以以厘米级的精度提供整治建筑物的外部形变信息。

3) 为建立GIS提供必要的信息源。GPS动态测量技术可以实时地以厘米级精度获得整治建筑物处水下地形、岸上地形、建筑物的三维位置等建立地理信息系统所必要的信息源。这种数据源可以实时更新,是建立地理信息系统的基础。

### 3 构建航道整治工程地理信息系统(GIS)信息应用平台

GIS是以测绘测量为基础,以数据库作为数据储存和使用的数据源,以计算机编程为平台的全球空间分析即时技术。在计算机软、硬件的支持下,对空间相关数据进行采集、管理、操作、分析、模拟和显示,并采用地理模型分析方法,适时提供多种空间和动态的地理信息,为地理研究和地理决策服务而建立起来的计算机技术系统。遥感、地理信息系统和全球定位系统是目前对目标进行观测,获取空间地理信息,并对所获信息进行存储处理、管理和应用的三大技术支撑体系。利用GIS技术,可将现有陆上水下地形资料数字化,有利于资料的无损保存。利用GIS强大的空间分析能力,结合RS专题资料和其它资料(如数学模拟成果),对整治河段的地形、地貌及河床遥感数据进行预处理。利用GIS平台,对RS、GPS和其它方式采集的数据进行复合处理和动态分析,绘制专题图形,对整治前后整治河段进行全方位、多角度的综合研究,提高河床演变分析和预测的正确性和准确性<sup>[4-5]</sup>。

目前,长江重点碍航浅滩河段一般都具有较长系列的地形资料。传统的河床演变分析方法,依靠研究者经验,图与图之间的比较通过对比分析。这种传统的方法不仅效率低,而且不便于将地形资料与其它成果进行直接的套图对比,不利于综合分析成果的准确表述。利用RS技术判别出的趋势信息及利用GPS技术获得的位置变化信息等可作为原始数据输入到地理信息系统中,通过建立的数学模型,利用其空间分析功能,对航道洲滩的演变趋势和航道整治建筑物群几何结构和物理结构变化趋势做出定量分析判断,实现研究区域所有空间要素和属性要素的结合,并提供直观的分析结

果,为设计的改进、工程维护与维修的方案制定提供更直观、更方便、更准确的技术支持。

### 4 结语

大江大河整治工程范围广、工程量大,河段内洲滩变化较为剧烈,一般不是一个枯水期或施工期所能完成的,必须分期实施。控制性、关键性工程实施后,河床发生变化,或因水文情况变化,河床可能发生未可预测的冲淤变化。此时整治工程应在不改变总体设计标准、原则的条件下,根据新的河床变化情况,调整工程布置、结构设计及施工方案。而河床演变、整治效果的监测是一个动态过程,需要人们对工程中和工程后的航道变化进行跟踪调查和研究。传统的现场实测方法只能获得少量局部数据,无法得到整个区域同步资料。对特别气象条件下的资料根本无法测量,长期跟踪测量费用更高。将RS、GPS、GIS应用于长江航道整治工程,为长江航道演变和整治工程规划、整治效果评判提供经济实用的新方法,为航道整治的研究探索出经济方便的新手段,并为工程完工后的航道工程的跟踪调查研究提供新途径。3S技术在构建畅通、高效、平安、绿色的现代化长江干线航道具有广阔应用前景。

### 参考文献:

- [1] 张勤,李家权. GPS测量原理及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [2] Hofmann W. 全球卫星导航系统(GPS, GLONASS, Galileo及其他系统)[M]. 北京: 测绘出版社, 2009.
- [3] 周建邦. GPS定位原理与技术[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2005.
- [4] 龚健雅. 地理信息系统基础[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [5] 邬伦, 刘瑜. 地理信息系统: 原理、方法和应用[M]. 北京: 科学出版社, 2005.

(本文编辑 郭雪珍)