

# 便携式水域测量系统的研制和应用

周航宇<sup>1,2</sup>,熊勇<sup>3</sup>

(1. 河海大学地球科学与工程学院, 江苏 南京 210098; 2. 江西省水利规划设计院, 江西 南昌 330029; 3. 江西省测绘成果质量监督检验测试中心, 江西 南昌 330046)

**摘要:**通过对船体、平衡翼、轻型发电机以及双动力系统等技术的改进,研发了一种遥控测量船,实现了测量船便携、安全、稳定、自动化测量等目的。通过对岸基控制系统的开发,不仅实现了遥控测量船的减速、加速和转向等功能,而且具有在遥控器可视屏上实时显示导航信息、显示遥控船上多路视频的功能,为远程操控测量船提供方便。

**关键词:**便携;遥控测量船;测深;GPS RTK 定位;轻型发电机;双动力系统

中图分类号:P228.4

文献标识码:B

## 1 概述

随着社会的发展,对水下地形测量产品形式和质量的要求也愈来愈高,水下地形测量的自动化、数字化更是亟需解决的问题。随着近年无线传输技术、定位技术和自动导航技术的迅猛发展,遥控测量船成为各大企业竞相研制的产品。国内外各大公司相继推出相应产品,在水域调查<sup>[1]</sup>、航道测量、危险水域水下测量等相关领域进行了应用,取得了一定的经济效益,但难以解决便携与功能需求的矛盾问题。

世界范围内,日本、美国公司先后推出了遥控测量船。国外推出的遥控船轻型、便携,一般采用电力驱动。使用电力驱动的缺点是,功率过大,蓄电池组要求配备较多,会增加船体自重;功率过小,难以解决逆流航行和在激流中稳定性问题。所以仅靠蓄电池供电,难以解决续航时间和逆流动力的问题<sup>[2]</sup>。日本国交省推出的水文调查遥控测量船 RC-S2 和美国 Ocean-science 公司推出的 Z-boat 1800 远程遥控水文船,续航时间不能满足测量需求,在有风浪条件下,存在动力不足等问题。

在国内,长江航道局及长江航务管理局共同开发了一套遥控测量船自动导航系统,遥控距离超过 4 km;续航能力 4 h 以上;船上配有高精度的 GPS<sup>[3]</sup>、测深仪及视频系统;可实现自动导航、返航,自动测绘。

如遇特殊情况可以人工干预,手动遥控,船上动力系统采用汽油机与电动机双动力方式,以汽油机为主,当汽油机出现故障,可以远程启动电动机续航,确保船舶航行安全。该船设计的功能趋于完善,但由于该船船长 3 m,宽 0.6 m,不方便携带,且该系统也未能作为产品推广。2012 年武汉楚航测控科技有限公司开发的无人船水域测量机器人系统,这艘长 1.8 m,宽 1.1 m 的无人船,由无人船和岸基控制系统两部分组成,重 20 多千克,主要采用电力驱动,也难以实现便携和长时间续航时间的需要。

综上所述,为解决便携、安全稳定、续航、动力等问题,宜采用油电混合双动力系统,并借助一定技术,在确保测量船安全稳定的同时,尽量缩小船体体积,满足便携的需要。

## 2 系统原理及架构

### 2.1 水下测量原理

水下地形测量,就是利用测量仪器来确定水底点三维坐标的过程。现代水下地形测量是利用自动化仪器设备同步采集坐标点和水深,实现坐标点和水深数据的自动存储,它是一种全自动化水下地形数据采集技术。它一般通过 GPS,RTK 技术获取平面坐标,通过测深仪获取水深,具有自动化程度高、测量精确等特点<sup>[4]</sup>。

收稿日期:2013-07-10;修订日期:2013-07-15;编辑:孟舞平

作者简介:周航宇(1975—),男,湖南益阳人,高级工程师,主要从事工程测量;E-mail:zhy@jxsly.com。

车载 GPS,RTK 接收 GPS 信号和基准站的差分信号,实时计算车载 GPS 接收点的坐标,在获取 GPS 坐标的同时获取测深仪水深,进而由水面高、水深和平面实时坐标推求水底点三维坐标。

根据此实现过程,设计研发了便携式水域测量系统(图1)。

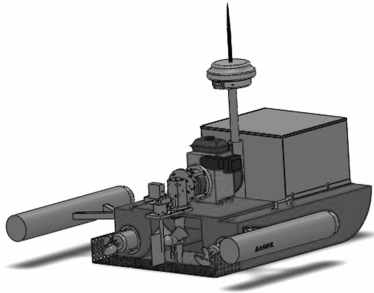


图1 便携式测量船整体效果图

## 2.2 系统构架

便携式水域测量系统设计制造的遥控测量船船长 1.05 m,宽 0.75 m,配上可拆卸的平衡翼后长度 1.50 m,宽 1.30 m,主体可放入汽车后舱,可实现便携的目的。便携式水域测量系统分岸基控制系统(图2)和车载系统(图3)。

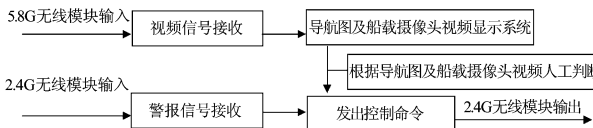


图2 岸基控制系统构成示意图

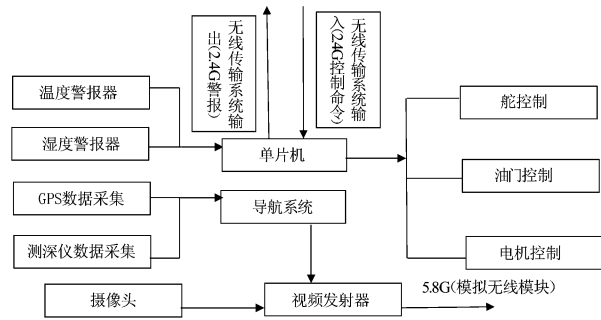


图3 车载系统构成示意图

### 2.2.1 岸基控制系统

岸基控制系统包括 GPS 基准站<sup>[5]</sup>或 CORS 站和带有视频装置的遥控器。

#### (1)GPS 基准站或 CORS 站

GPS 基准站或 CORS 站主要为车载 GPS 提供差分信息。当 GPS 基准站设立在已知点时,车载 GPS 根据基站发送的差分信息和接收到的 GPS 信号,可

实时计算准确坐标。当 GPS 基准站设立在未知点时,车载 GPS 计算的实时平面坐标需要通过在已知点上测量并校正。当岸基控制系统为 CORS 站时,此时车载 GPS 计算的坐标为与 CORS 同坐标系统的实时坐标。

#### (2)带有视频装置的遥控器

带有视频装置的遥控器具备两大功能。①遥控操作。测量船遥控操作功能包括油门控制、舵机控制、电动机控制等,通过对油门、舵机、电动机的控制,可实现遥控测量船的加速、减速、倒退和转向。②导航显示。根据需要在显示屏上显示导航路线,以便根据轨迹确定遥控测量船的走向;根据需要可显示测量船周围状况,以便遇到紧急状况时,及时调整测量船方向和采取措施。

### 2.2.2 车载系统

车载设备包括无线接收和发送器、单片机<sup>[6]</sup>、GPS、测深仪、导航测量自动采集软件、汽油机、发电机、舵机、电动机、视频传输设备等,GPS 接收卫星信号和差分信号,并通过数据线进入导航测量软件,导航软件在实时计算坐标的同时,接收测深仪采集的数据,根据水面高,由此推求水底三维点坐标并实时显示轨迹线。通过视频传输软件可将轨迹线和测量船周围情况及时传输给岸基控制系统,岸基控制系统通过指令操作单片机实时指挥车载相应设备完成相应的加速、减速、倒退和转向等功能。

## 3 关键技术

### 3.1 双动力系统

船用主动力采用汽油机,当汽油机出现故障时,采用电动机,电动机电源采用船用蓄电池。为实现传动设备的简单化,避免复杂的机械传动,汽油机居后尾中部,单独使用舵机控制船舵,通过船舵的转角和螺旋桨,可实现船体的转向、加速和减速;在左右后部各安装电动机,通过控制两个电动机的速度来实现船体转向的目的。此两套系统不仅能够保证船体的动力要求,也能确保船上设备安全,确保船体安全返航。

### 3.2 发电系统

发电系统由包括发动机、船体驱动器部分、第一动力输出部分以及第二动力输出部分、发电机、蓄电池组成。通过汽油机第一动力输出部分进行发电,

发电机具有输出功率350W,以满足船上所有用电设备的实际需要。

### 3.3 数字数据采集系统

数字数据采集系统包括GPS采集、测深采集、温度警报采集(单片机扫描监测)、湿度警报采集(单片机扫描监测)。GPS采集和测深仪采集是目前很成熟的技术,GPS实时定位采集精度可达厘米级,测深仪采集精度同样可达厘米级,可满足自动驾驶系统的需求。温度警报可通过温度感应器、湿度感应器与单片机管脚直接相连,当感应器检测到温度和湿度达到危险值时,感应器输出高电平,单片机通过不断检测对应管脚来测试电平的输入,实现警报采集的目的。

### 3.4 视频传输系统

视频传输系统是一套单独的传输系统,其主要目的是为遥控点实时监测遥控测量船提供方便。它是一种模拟信号传输,具有海量数据量,具有较高的传输速率和较大的传输功率,采用最新的5.8G无线传输,其波长5.17 cm由于波长比较大雨衰的影响不是特别的大。5.8G无线传输系统通信距离的典型值大约在10 km。

## 4 系统功能

### 4.1 安全稳定便携

船体包括船体设计和船体制造。选用合适材料,按照设计图纸,制作防水船体,船体内充满聚氨酯,船体即使发生破裂,也不至于沉没,增加了安全性。安装平衡翼后的便携式遥控测量船,增大了与水面的接触面积,提高了船体的稳定性。

### 4.2 实现了油电混合双驱动和长时间续航时间

遥控测量船重量较轻,约50 kg,装载1节30AH电池,通过在汽油机动力输出轴上安装发电机,可给蓄电池不断供电的同时输出主动力,由于汽油机主动力输出功率为4马力,比较强劲,能够保证在水流较大时,逆流而上,保证测量、测流的可靠性;由于采用汽油发动机驱动,一次注油可满足4 h的续航时间,同时可通过加配油箱进一步增加续航时间。即使在4~5级风浪情况下,两旁增加的平衡翼亦可保证船体的平衡,能确保不发生船体侧翻事故。在汽油机出现故障时,蓄电池的电量可保证遥控船安全返航。

### 4.3 岸基控制系统的导航显示

常规作业中,岸基控制系统都是需要采用便携机等设备实现导航轨迹线的显示。便携机不仅难以适用在恶劣天气条件下作业,而且由于电源限制,工作时间短等特点,难以适应作业要求。便携式水域测量岸基控制系统完美地解决了此问题,它通过在普通遥控器上增加一块显示屏,不仅可远程监控船载导航系统的轨迹,便于人工操作遥控船,而且通过在船上安装多个摄像头,可发现测量船周围的异常情况,以便及时采取措施,防止安全事故的发生。

## 5 结语

便携式水域测量系统分为岸基系统和遥控船测量船系统。系统小巧灵活,便于运输;在靠近陡岸的水下测量中,遥控测量船可以靠近岸边行驶,可为抛石等施工设计提供准确的水下地形图;在激流险滩,无需测量人员在水上工作,可以保证施测人员安全。在一般水域和河流的水下地形测量,能克服大型船只无法靠岸测量或在小型池塘湖泊中没有船只,难以进行水下测量的缺点。便携式水域测量系统不仅解决了安全、稳定、便携问题,而且解决了导航显示、测量续航时间等问题。随着技术的进一步发展和完善,可在船载自动驾驶软件中进一步研发,实现自动驾驶、自动测量的要求。随着该测量技术在水利、航运、环保、资源调查等领域的进一步推广和完善,必将带来水下地形测量的新革命。

## 参考文献:

- [1] 赖澄漂,赖澄灿,刘育儒. 近岸海域水深调查与海下环境资料库之建立(2)期末报告[J]. 自强工程顾问,1999,(9):53.
- [2] 吴元芝,杨传华,林晨光,隗红英. 设计航速下无人遥控测量船主机功率计算及选型[J]. 南京工程学院学报(自然科学版),2012,(2):56-58.
- [3] 徐绍栓,张华海,杨志强,等. GPS测量原理及应用[M]. 武汉:武汉测绘科技大学出版社,1998.
- [4] 林旭波,丁继胜,唐秋华. 基于GPS高精度定位的便携遥控水上测量船技术研究及集成[J]. 测绘通报,2012,(S1):713-715.
- [5] 黄美满. GPS RTD在水下地形测量中的开发应用[J]. 测绘通报,2001,(7):19-20.
- [6] 求是科技. 8051系列单片机C程序设计完全手册[M]. 北京:人民邮电出版社,2006.

# Development and Application of Portable Survey System of the Water Region

ZHOU Hangyu<sup>1,2</sup>, XIONG Yong<sup>3</sup>

(1. Earth Science and Engineering College of Hehai University, Jiangxi Nanjing 210098, China; 2. Water Resources Planning and Design Institute of Jiangxi Province, Jiangxi Nanchang 330029, China; 3. Jiangxi Supervision and Testing Center of Mapping Results Quality, Jiangxi Nanchang 330046, China)

**Abstract:** Through the improvement of the technologies such as the hull, the balancing wing, light generator and the system supported by double power, a kind of remote survey boat has been developed. By virtue of the remote survey boat, it is achieved the purpose of the portable, safe, stable, automatic survey and so on. Through the development of the remote control system on the shore, it is not only realized the functions of the survey boat such as the deceleration, the accelerator and turn to the direction, but also it can display the navigation information and the multi-channel video on the screen in the remote control, which make the manipulation convenient.

**Key words:** Portable; remote survey boat; sounding; GPS RTK position; light generator; the system supported by double power