

DGPS 技术在水中兵器试验中的应用研究

江南^{1,2}, 孙少华²

(1. 西北工业大学 航海工程学院, 陕西 西安 710072; 2. 中国船舶重工集团公司 750 试验场, 云南 昆明 650051)

摘要: 在水中兵器靶场试验中, 试验船只的指挥调度和定位跟踪是试验成功的基础保障条件. 为了克服传统方法的缺陷, 以适应复杂的综合性试验测试的需求, 研制了基于 DGPS 的试验船只定位跟踪和指挥调度系统, 并在实际应用中取得了良好的效果. 本文介绍了该系统的功能、基本原理和硬软件构成.

关键词: 跟踪; DGPS; 试验

中图分类号: E92 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2003)01-0067-03

Applicative Study on DGPS Technology in Underwater Weapon Test

JIANG Nan^{1,2}, SUN Shao-hua²

(1. Northwest Polytechnical University, Xi'an 710072, China;

2. Kunming Shipborne Equipment Research and Test Center, Kunming 650051, China)

Abstract: Testing ship tracking and managing are the basic work in underwater test range. To satisfy the test demands of modern underwater weapon, a ship tracking and managing system based on DGPS is developed to replace the traditional one. The paper first analyzes the test demands and the functions of the system, and then the principles on which the system works. Finally, the hardware and software of the system are discussed.

Key words: track; DGPS; test

0 引言

试验船只的定位、跟踪和指挥调度是水中兵器靶场试验实施的重要保障条件. 传统的靶场试验参试船只点位相对固定, 多年来一直沿用的船只定位方法是三台岸基经纬仪的三点交会测量法和一台岸基经纬仪和一台激光测距仪的单站定位测量法, 船只指挥调度方法是基于步话机的语音调度方法. 这种方法虽存在不能实时连续定位、受能见度限制、实施步骤繁琐和效率低下等问题, 但对传统的试验任务而言, 完成任务还是行之有效的. 近年来, 由于武器制导技术和控制功能的不断发展和智能化, 相应的靶场试验的复杂程度也越来越高. 采用传统靶场试验船只定位跟踪和指挥调度方法从试验任务书的制定、试验的实施到试验结果的处理均存在较大的问题, 给武器考核带来极大的困难, 不仅效率低, 消耗大, 而且容易造成无效条次, 带来经济损失, 影响试验进度. 靶场试验采用新的技术手段完成实时船只定位跟踪和指挥调度势在必行.

1 系统描述

为了克服传统方法的缺陷, 以适应复杂的综合性试验测试的需求, 研制了基于 DGPS 的试验船只定位跟踪和指挥调度系统. 系统采用差分 GPS(DGPS)设备对水面运动目标进行定位和跟踪, 采用电子地图系统对船只位置、轨迹、相关地理信息和试验步骤等信息进行预设、实时显示和记录存储. 试验前由试验方案的计算机辅助设计软件生成电子形式的试验任务书, 预先设定各参试船只的就位位置和航行轨迹, 试验

收稿日期: 2002-03-28.

第一作者简介: 江南(1967~), 男, 博士, 高级工程师; 主要研究方向: 数字信号处理与目标定位.

中各参试船只根据电子地图系统显示的地理信息、预设就位位置和航行轨迹以及船上装备的 DGPS 设备测得的船只当前位置和轨迹自行完成就位和航行,并记录和存储相关信息;试验后汇集各参试船只的记录信息对整个试验过程中的船只动态和作战态势进行重发复现.在整个试验过程中,各参试船只完全在本系统的指挥调度下自行完成就位和航行.整个系统的构成如图 1 所示.

DGPS 系统主要由岸上基准站和船站二部分构成,岸上基准站选用 12 通道 GPS 接收机配测量型天线和数传电台,岸站 GPS 接收天线大地坐标已知,通过数传电台向船站通播差分改正数.系统采用伪距校正法,不要求基准站和船站使用相同的卫星信号,以便提高使用灵活性,解决特定区域运动目标卫星视角狭窄的问题.同时岸站接收所有船站的测量坐标信息,经计算机进行坐标转换后,将各参试船只坐标位置和航迹、速度等实时显示在湖区电子地图上,船站采用 6 通道 GPS 接收机配海用型天线和数传电台,利用接收到的岸站通播信息和本站测得的 WGS-84(地心坐标)坐标数据进行差分修正,得到经差分改正的 WGS-84 坐标数据,经船站计算机进行坐标转换后,在电子地图上显示本船位置坐标、航向、航速、航迹及预计到达就位的时间等参数,为船员操船提供依据.同时,在试验指挥控制中心,可以在大屏幕上实时显示各参试船只的航迹和航行参数,为指挥员的指挥调度提供依据.

DGPS 系统的主要技术指标为:

测量速率:1 次/s;

测量精度:3~5 m(经差分改正后);

测量范围:200 km².

基于 DGPS 的试验船只定位跟踪和指挥调度系统的应用软件系统包括:

(1) 试验方案的计算机辅助设计软件

①试验地理和环境信息(包含试验区地理信息、水下目标定位跟踪基阵位置、水下电缆光缆走向、岸上光测站点、光测方位标、发射工位位置和主航道等)数据库;

②试验方案的计算机辅助设计;

③电子试验任务书的计算机生成.

(2) 通信和坐标转换软件

其中分别以 DOS 中断函数调用、WindowsAPI 函

数和 MSCom 控件三种方式实现了岸基 PC 机、船载 PC 机以及其它设备与 GPS 接收机间的串行通信.

(3) 数据处理软件

①实时数据处理,主要完成测量航迹的滤波;

②事后数据处理;

(4) 试验区域电子地图软件.

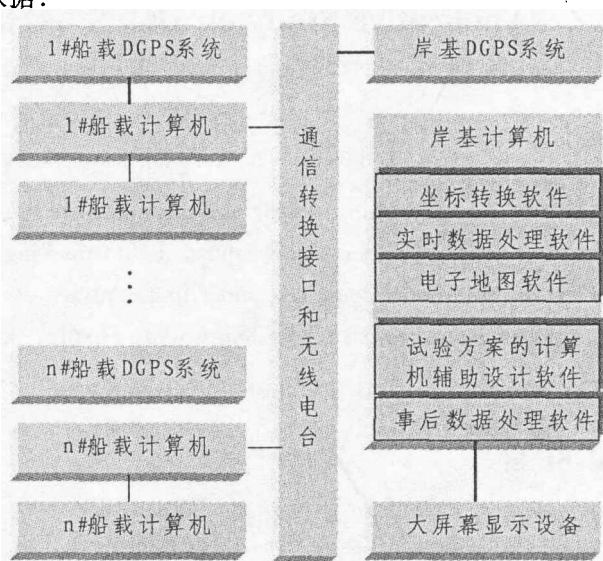


图 1 系统构成示意图

2 DGPS 差分站及其工作原理

根据 DGPS 基准站发送信息的方式可将 DGPS 定位分为 4 类,即位置差分、伪距差分、相位平滑伪距差分 and 相位差分.其工作原理基本相同,即都是由基准站发送改正数,由用户站接收并对其测量结果进行修正,以获得精确的定位结果.所不同的是发送改正数的具体内容不一样,其定位精度也不同.

该系统中的岸上差分站工作于伪距差分模式,为系统提供伪距修正信息,使得定位精度比受 SA 政策影响时提高一个数量级.伪距差分 GPS 具有实现方便和精度较高等诸多优点,是目前用途最广的一种差分定位技术.国际海事无线电技术委员会 RTCM SC-104 标准和几乎所有 GPS 接收机的差分定位均采用这种技术.DGPS 接收机的差分输出信息经过控制电路传送到差分站 PC 机,由差分站数据通信软件读取并经 RS232 串行口经无线电台发送到船载 GPS 系统.

伪距差分定位的工作原理可描述如下^[1,2]. 假定卫星 j 发信号时的理想 GPS 时为 t_g^j , 接收机接收到该信号时的理想 GPS 时为 t_g , t_g^j 为卫星 j 发信号时的卫星钟时刻, t 为接收机收到信号时的接收机时刻. 则卫星钟具有钟差 $\Delta t^j = t^j - t_g^j$, 接收机具有钟差 $\Delta t = t - t_g$, 由此可以得出卫星 j 和接收机之间的伪距为:

$$\rho^j = c(t - t^j) = R^j + c(\Delta t - \Delta t^j) \quad (1)$$

其中 c 为光速, $R^j = c(t_g - t_g^j)$ 为卫星 j 和接收机之间的真距, (1) 式中包含接收机钟差与 3 维坐标共 4 个未知数. 因此观测至少 4 颗卫星的伪距即可解算出接收机的实际位置.

根据伪距定位模型, 在基准站设置一个基准站接收机, 利用多次平均法、联测法或软件法精确求得基准站的地心坐标, 再利用每一时刻的卫星地心坐标和已知的基准站地心坐标反求出各个时刻的真距 R_0^j . 基准站测量的伪距与其真距的差值即为伪距改正数:

$$\Delta \rho_0^j = R_0^j - \rho_0^j \quad (2)$$

同时可以求出伪距改正数的变化率

$$(\Delta \rho_0^j)' = \Delta \rho_0^j / \Delta t \quad (3)$$

其中 Δt 为伪距改正数的采样间隔.

基准站将 $\Delta \rho_0^j$ 和 $(\Delta \rho_0^j)'$ 传送给船站, 船站测量出伪距 ρ^j 再加上改正数即可得到经过改正后的伪距:

$$\rho_c^j(t) = \rho^j(t) + \Delta \rho_0^j(t) + (\Delta \rho_0^j)' \Delta t \quad (4)$$

利用改正后的伪距进行定位可以获得精度有所提高的差分定位解.

这种方式的优点是: 修正量是直接在水晶球坐标系中计算的, 无须坐标变换, 因而可确保精度; 提供了伪距修正量及其变化率, 可精确考虑时延的影响; 可提供所有卫星的修正量, 船站可任选 4 颗卫星定位, 在观测环境不同, 特别是用户是船只一类的运动目标时, 无须保证基准站与船站观测同一组卫星.

3 试验结果

DGPS 系统研制完成后, 在试验区域进行了功能和技术指标的考核试验. 在以考核系统定位和跟踪精度为主要目的的静态和动态船只定位跟踪试验中, 以光电定位设备^[3](该设备通过激光测距机测距, 感应同步器和高速摄影机测角, 光学合作目标与 GPS 测量天线安装在同一位置, 利用 GPS 设备输出的 1pps 秒脉冲保持与 GPS 系统的同步测量. 其定位精度较本系统的设计指标高大约一个数量级)的测量结果为基准, 测试了系统的精度. 试验表明, 系统定位和跟踪精度达到了设计指标.

4 结束语

依据其精度和用途的不同, 基于 GPS 的运动目标定位系统的实现方案也各具特色. 但总的来说, 基本上都是以 GPS 为主要定位手段, 然后与其他方式, 如捷联惯导系统(SINS, Strapdown Inertial Navigation System)、航位推算系统(DRS, Dead Reckoning System)和地理信息系统(GIS, Geographic Information System)组合, 以构成符合工程需求的应用系统. 本文以 DGPS 技术为核心, 结合电子地图和数据滤波等技术完成靶场船只定位跟踪和指挥调度, 对靶场提高试验效率和满足大型综合性武器试验测试的需求起到了良好的作用.

参考文献:

- [1] 杨东凯等. 北京公交 GPS 车辆监控系统研究[J]. 电子技术应用, 2000, 4: 25 ~ 26.
- [2] 方群等. 卫星定位导航基础[M]. 西安: 西北工业大学出版社, 1999. 159 ~ 165.
- [3] 江南等. 鱼雷综合试验船导航、目标跟踪和指挥显示一体化系统[J]. 声学及电子系统, 2001, 6: 36 ~ 38.