

SGP-951型卫星导航仪的设计*

951 GPS 课题组 石晓天 执笔

(中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所, 上海 200092)

摘要 利用 GPS 卫星进行定位、测速和导航, 可将船位、航向和航迹直观地显示在渔用电子海图上, 配合简便的键操作便可完成渔船的导航。针对渔船上电源波动范围大、仪器使用条件恶劣等因素, 对设计作了特殊处理并给出实测数据。

关键词 GPS(全球定位系统)卫星导航仪, 微带天线, 电子海图, 设计

全球定位系统(GPS)是最新一代的导航系统^[1], 其导航型接收机(GPS 卫星导航仪)能在全球范围内实时、快速、准确地定位和导航。我国渔业界从 1992 年开始引进国外产品, 但价格高, 没有海图, 操作复杂又是英文显示, 不能发挥其应有的导航功能, 一旦出现故障, 修理很不方便。因此, 研制低成本, 带电子海图, 有汉字显示的 GPS 卫星导航仪是非常必要的。

1 设计要求

1.1 操作简单, 显示易懂

主要用途的操作步骤要简便, 显示内容必须直观易懂, 稍复杂的操作宜用汉字提示。

1.2 高可靠性

渔船要在任何有鱼群的海域工作, 船小, 风浪大。仪器工作时, 振动大, 易溅海水, 温度变化范围大, 电源电压波动范围宽, 电磁干扰多。在此恶劣条件下, 还应考虑安全生产和远离海岸的航行费用, 设计的仪器必须具高可靠性。

1.3 成本低

设计时必须考虑广大渔民的经济承受能力, 应尽量压低成本。

2 SGP-951 型的设计方案

GPS 卫星导航仪主要由天线、卫星接收板、微机控制板、显示器、电源等部分组成。图 1 是其原理框图。

收稿日期: 1997-04-21

* 本研究为农业部重点科研项目, 编号: 渔 85-91-09-02-01。

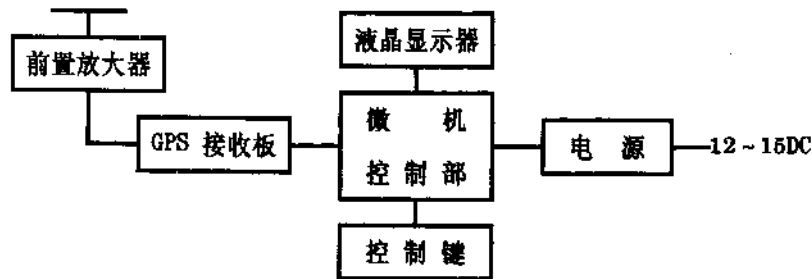


图 1 原理框图

Fig. 1 Frames of GPS receiver

2.1 天线

GPS 的接收天线有正交振子天线、螺旋天线、微带天线等。从体积、成本、工艺的复杂性和性能稳定性等综合考虑,采用微带天线。其优点是体积小、成本低、调试工艺简单,设计成圆形右旋圆极化天线^[2],具有理想的半球形的方向性图,调节开槽的尺寸,可获得理想的轴比指标逐个调试谐振频率,驻波系数可以达到 1.2。按此设计生产的天线在渔船大幅度摇摆时,仍能可靠地接收到卫星的信号。

2.2 前置放大器

天线与舱内接收机之间需用 10m 电缆连接。从降低成本角度出发,选用普通射频电缆,针对其中的传输损耗和干扰影响,设计了一前置放大器置于天线的壳体内给予补偿。再考虑到单边带通讯机或雷达发射时的强大干扰,在放大器的输入端插入 1 节滤波器,以防止烧毁输入部件,确保仪器可靠工作。

2.3 GPS 接收板

分析对比美、日的 MAGELLAN、ROCKWELL^[3]、MOTOROLA^[4]、GARMIN 和 KODEN 等大公司的产品和自制接收板的性能、可靠性及成本后,发现专业化大规模生产的成本低,可靠性好。初期产品选用 8 通道的。随着 12 通道的、有位置和速度滤波的 GPS 接收板的出现,已选用了最新一代的 GPS 接收板。我们选择的原则是定位时间短、抗干扰能力强、灵敏度高,长时间工作后性能稳定。



图 2 定位屏显示图

Fig. 2 Position Display

2.4 显示部分

考虑到我国渔民的作业习惯,决定用点阵为 320×240 的液晶作显示器,使液晶屏上能全部汉字化,也能显示渔用电子海图,能在白天和晚上随时调节选择适宜亮度。

定位屏的设计如图 2 所示,该屏显示渔船所在的经纬度及相应的渔区,当前的北京时间

以年月日时分秒显示,对应的农历月日显示在公历的下面。在屏的下部可看到当前的航速、航向以及目的地的距离和方位。

海图屏的设计如图 3 所示,海图屏可以有 7 种比例尺显示我国沿海的任一海域,并标出汉字地名和灯塔。操作游标键可将游标移到海图的任何一点,此时如按数字键 9,图上就会出现一条虚线,将船位点和游标所在点连起来,形成一条去目的地的航线,并显示出目的地的距离和方位。航行过的航迹则用实线显示。如要在海图上布置一条复杂的航线,则需先设置航点再设置航线。

导航屏的设计如图 4 所示。上部分的圆是操舵时用的。导航启动后,在圆的目标方向上打出一个黑圆点。航向用指针表示,操舵者只要将指针对准黑点开,不管风向和潮流向如何,船都会沿一条直线开往目的地。

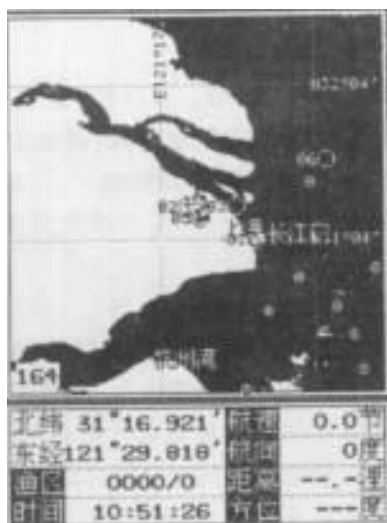


图 3 海图屏显示图

Fig. 3 Plotter Display



图 4 导航屏显示图

Fig. 4 Navigation Display

2.5 微机部分

这是仪器的核心部分,仪器功能的多少和水平将取决于这部分的设计。设计时,先排列标的,再将它们压缩到最小的微机系统中。制作专用小型汉字库,实现汉字显示;编制渔区与经纬度转换软件,实现用经纬度与渔区同时显示船位;编制农历与公历转换软件,实现公历农历日期同时显示;采用数据压缩技术,将我国全部海区及部分邻国海区的庞大电子海图数据压缩在 300KB 的空间内,实现电子海图与 GPS 的结合;利用整数运算函数库避开浮点运算,可在短时间内完成导航中方位、距离、偏航报警等大量运算工作;利用缓冲技术完成按键处理和大屏幕的显示工作。在此基础上,用最常用的 8 位单片微机系统设计了本仪器的微机部分,是所有带电子海图 GPS 中最小的微机系统。

2.6 电源部分

这是各种卫星导航仪故障率最高的部分。针对我国渔船船电变动范围特别大的情况,在脉冲稳压器前面加了预稳压器,在后面加了线性稳压器。彻底解决了因电压过高而烧毁

的现象,也防止了电源干扰引起的微机“死机”现象。

2.7 控制键的选择

选择薄膜按键作为控制键,制作材料选用耐高温的粘胶和塑料,可以耐 55℃ 高温,性能可靠、成本低。

2.8 整机结构的确定

面板结构的布局,选用了大多数机型所使用的方式,也就是左边为显示屏,右边为操作键区。这种布置对于绝大多数人使用右手操作来说相当方便。为了防潮、防水、防盐雾,采用了全密封结构,在插口处和紧固螺钉处都加了橡皮垫。密封结构的最大缺点是散热性能差,故选用铸铝喷塑作为仪器后半壳体的材料以解决该问题。仪器前半壳体的材料采用塑料,总体配合后的热平衡可以保证仪器在 $-10\sim 55^{\circ}\text{C}$ 范围内正常工作。由于卫星接收板极易受电磁干扰,用一块屏蔽铁板将其封闭在后半壳内,与其它部分和外界完全隔离,确保高频接收性能稳定可靠。在海上工作 1 年后,与一般喷漆工艺机壳比较,具有强度大、耐腐蚀、美观不脱落等明显优点。

3 测试和试用

按照上述设计方案,进行了该仪器的试生产。抽出其中的 6508 号、6511 号、6513 号仪器送国家渔业仪器质量监督检验中心进行技术性能检验。由于例行试验的条件限制,只能测试相对误差,也就是对 6508 号和 6513 号做各种例行试验时与未做例行试验的 6511 号之间的相对误差。试验条件按 SC/T 7002-1992 标准中对导航设备要求的高温、低温、湿热、振动、碰撞等条件进行。

在各种试验中相对误差都很小,最大纬度相对误差出现在 6508 号主机在 -10°C 工作时达到 $+0.010'$,最大经度相对误差出现在 6511 号机的恒定湿热试验中达到 $+0.010'$ 。而首次定位时间的最差情况出现在 55°C 的主机试验中,两台卫导仪分别达到 111s 和 117s。在位置误差中 $0.01'$ 相当于 18m,还是相当小的,而首次定位时间已接近 2min 的指标。在新一代的产品中首次定位时间已达到 45s。

参 考 文 献

- [1] 钱天爵,墨学林.GPS 全球定位系统.北京:海军出版社,1989.21~62
- [2] 张钧,刘克成,张贤铎,等.微带天线理论工程.北京:国防工业出版社,1988.227~273,243~247
- [3] ROCKWELL'S NAVCORE GPS RECEIVERS MICROTRAKER TM LP, SEP, 1994
- [4] MOTOROLA'S ONCORE USER'S GUIDE, MAY, 1994

A design for the GPS satellite navigator of Model SGP – 951

GPS – 951 Project Group Summerized by Shi Xiaotian

(Fishery Machinery & Instrument Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200092)

Abstract The position, navigation and tracks of a fish vessel can be obviously displayed on the electronic map of the screen with the use of GPS receiver. The navigating process can be easily finished with simple keyboard operation. Some special treatments of hardware and software have been carried out to meet the large scale of fluctuation and inclement operating conditions. Some experimental data are given.

Key words GPS satellite navigator, Microstrip antenna, Electronic mapping, Design