

# 平台罗经姿态控制系统的微机实现

葛自良 王渝中 张建中  
(上海交通大学)

## 摘 要

本文介绍了平台罗经姿态控制系统的工作原理及采用微型计算机实现上述控制系统的具体方案。室内联调和海上试验表明,此方案是可行的,并具有控制精度高、可靠性好、操作方便等优点。

## 一、概 述

平台罗经是舰船上广泛使用的一种导航仪器。它以陀螺和电磁摆作为方位和水平的敏感元件。根据这两种敏感元件输出的误差信号及其它一些修正量,经过计算得到对陀螺主轴进行实时控制的三个控制电流,使平台罗经保持水平指北的姿态,并提供水平信号和舰船的航向信号。

上述控制电流的计算是由平台罗经修正回路中的计算装置来完成的。目前有一些平台罗经,其修正回路是采用模拟计算机(即机电解算装置)来实现的,因此,计算精度不高。若用数字机来实现,则有许多模拟机无法比拟的优点。为此笔者研制了一种用于平台罗经修正回路的微机系统。除微型机本身外,整个系统还包括输入输出过程通道及软件系统等。

## 二、数 学 模 型

从平台罗经的工作原理,可以得到控制陀螺进动的控制电流的数学模型:

$$I_{\alpha} = \frac{-K_{\alpha}}{G_{\alpha} \cdot H} \left( -\theta + D_V \cdot \frac{\dot{V}_N}{g} \right) + \frac{\omega_e \sin \phi}{G_{\alpha}} + \frac{\operatorname{tg} \phi}{G_{\alpha} \cdot R} (D_V \cdot V \cdot \sin K_c + D_P \cdot V_P \sin K_{Pc})$$
$$- \frac{A}{G_{\alpha} \cdot H} \int_0^t \left( -\theta + D_V \cdot \frac{\dot{V}_N}{g} \right) dt + I_{\alpha 0},$$
$$I_{\theta} = \frac{-K_{\theta}}{G_{\theta} \cdot H} \left( -\theta + D_V \cdot \frac{\dot{V}_N}{g} \right) - \frac{1}{G_{\theta} \cdot R} (D_V \cdot V \cdot \cos K_c + D_P \cdot V_P \cdot \cos K_{Pc})$$
$$+ I_{\theta 0},$$

$$I_r = \frac{K_r}{G_r \cdot H} \left( -\gamma - D_V \cdot \frac{\dot{V}_E}{g} \right) + \frac{\omega_e \cos \phi}{G_r} + \frac{1}{G_r R} (D_V \cdot V \cdot \sin K_c + D_P V_P \sin K_{Pc}) \\ + \frac{B}{G_r \cdot H} \int_0^t \left( -\gamma - D_V \cdot \frac{\dot{V}_E}{g} \right) dt + I_{r0}.$$

式中  $I_\alpha, I_\theta, I_r$  是控制陀螺进动的三个控制电流;  $\theta, \gamma$  是水平误差信号;  $V, K_c$  是舰船的航速和航向;  $V_P, K_{Pc}$  是洋流的速度和方向;  $D_V, D_P$  是转换系数;  $I_{\alpha 0}, I_{\theta 0}, I_{r0}$  是对陀螺常值漂移进行补偿的电流;  $\dot{V}_N, \dot{V}_E$  是舰船的北向和东向加速度;  $\omega_e, R, g$  分别是地球自转角速度、地球半径和重力加速度;  $\phi$  是纬度。其它一些参数是与陀螺有关的量。

上述公式右边各项,大致可分为三个部分。在舰船航行过程中,平台罗经始终要保持水平指北的姿态,即要跟踪当地的地理坐标系。但由于地球的自转、舰船的运动及洋流的影响,地理坐标系相对于惯性空间,在东、北、天三个方向上以如下角速度转动:

$$\omega_\theta = -\frac{1}{R} (V \cdot \cos K_c + V_P \cos K_{Pc}),$$

$$\omega_r = \omega_e \cdot \cos \phi + \frac{1}{R} (V \sin K_c + V_P \sin K_{Pc}),$$

$$\omega_\alpha = \omega_e \sin \phi + \frac{\text{tg} \phi}{R} (V \sin K_c + V_P \sin K_{Pc}).$$

因此,在上述控制电流公式中,包含了与  $\omega_\alpha, \omega_\theta, \omega_r$  有关的补偿项,这是第一部分。第二部分  $I_{\alpha 0}, I_{\theta 0}, I_{r0}$  是对陀螺常值漂移进行补偿的项。以上两部分都是对系统进行开环控制的项。第三部分是对系统进行闭环控制的项,包括比例项和积分项两类。当平台不是水平指北时,即有误差信号  $\theta$  和  $\gamma$  出现,误差信号扣除有害加速度影响以后进行负反馈控制。

### 三、总体设计

整个微机系统框图如图 1 所示。系统以 8085A 为 CPU 的 MIC-85 单板机作为主机。

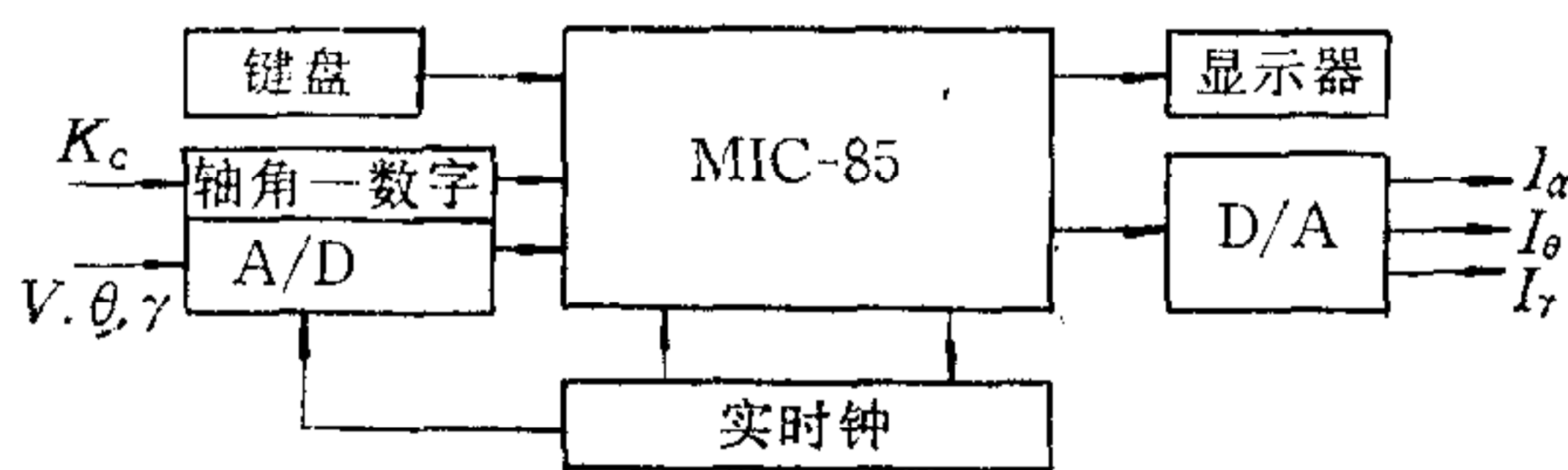


图 1 平台罗经修正回路微机系统框图

平台罗经工作时,按数学模型的要求,微机系统需要三类输入信息。第一类是常数,如地球半径  $R$ 、重力加速度  $g$  等。这些常数可以直接编入程序中。第二类是常值量,它们在一定条件下是常数,但当某些条件改变后将变成另一个常数,如初始纬度、陀螺的常值补偿电流  $I_{\alpha 0}, I_{\theta 0}, I_{r0}$  等。这些量可在每次启动平台罗经工作之前从输入设备装定输入,并可在平台罗经工作过程中随时加以修改。第三类是变量,如舰船运动时的航速、航向和

水平信号等。这些量在舰船运动过程中不断采样输入。具体实施方案如下:

(1) 航向信号输入。航向信号是由角度传感器,即多极同步器产生的模拟信号,经过轴角数字转换电路后得到表示精机角度和粗机角度的两组二进制数,然后由计算机完成精粗机角度组合和纠错,并得到正确的航向值。目前,轴角数字转模采用电感移相器电路。该方案原理简单,调试方便,精度较高(达到 30 角秒以上)。

(2) 速度信号。水平信号输入。速度信号是由计程仪提供的模拟信号。它是一个有效值与速度成正比的交流电压信号,经过精密整流和 A/D 转换器输入到计算机。水平信号是由加速度计(作电磁摆用)来的模拟信号,经 A/D 转换电路转换成数字信号输入到计算机。根据以上两种信号的要求,设计了由大规模集成电路组成的 12 位 A/D 转换电路,输入电压范围为  $\pm 5.12$  伏,转换速率为 100 微秒。这样,最高转换速度值为 64 节,精度优于 0.1 节,最大转换角度为 64 角分,精度可达 2 角秒。

微机系统输出的信息可分为两类,一类为控制信号,即三个控制电流的数字量,经 D/A 转换电路转换成模拟量去控制陀螺主轴。D/A 转换电路位数是 14 位二进制码,其中 12 位是原码形式的数据,一位是符号位,另一位是粗/精电流控制位。由于 MIC-85 是 8 位机,故 14 位信号需分两次送出。另一类系统输出信息是舰船运动状态数据,如航向  $K_c$ , 纬度  $\phi$ , 经度  $\lambda$  等。它由显示器以十进制形式显示。

## 四、软件系统

该微机系统配有功能较强的软件,使硬件功能能得到充分发挥。软件系统由控制管理程序及计算程序两大部分组成。

控制管理程序是为实现整个系统的控制管理而设计的,它包括监控程序、键盘管理程序、中断服务程序。系统控制程序等部分。计算程序解决采样数据输入处理、数学模型计算及控制电流输出等。整个微机系统工作流程如图 2 所示。

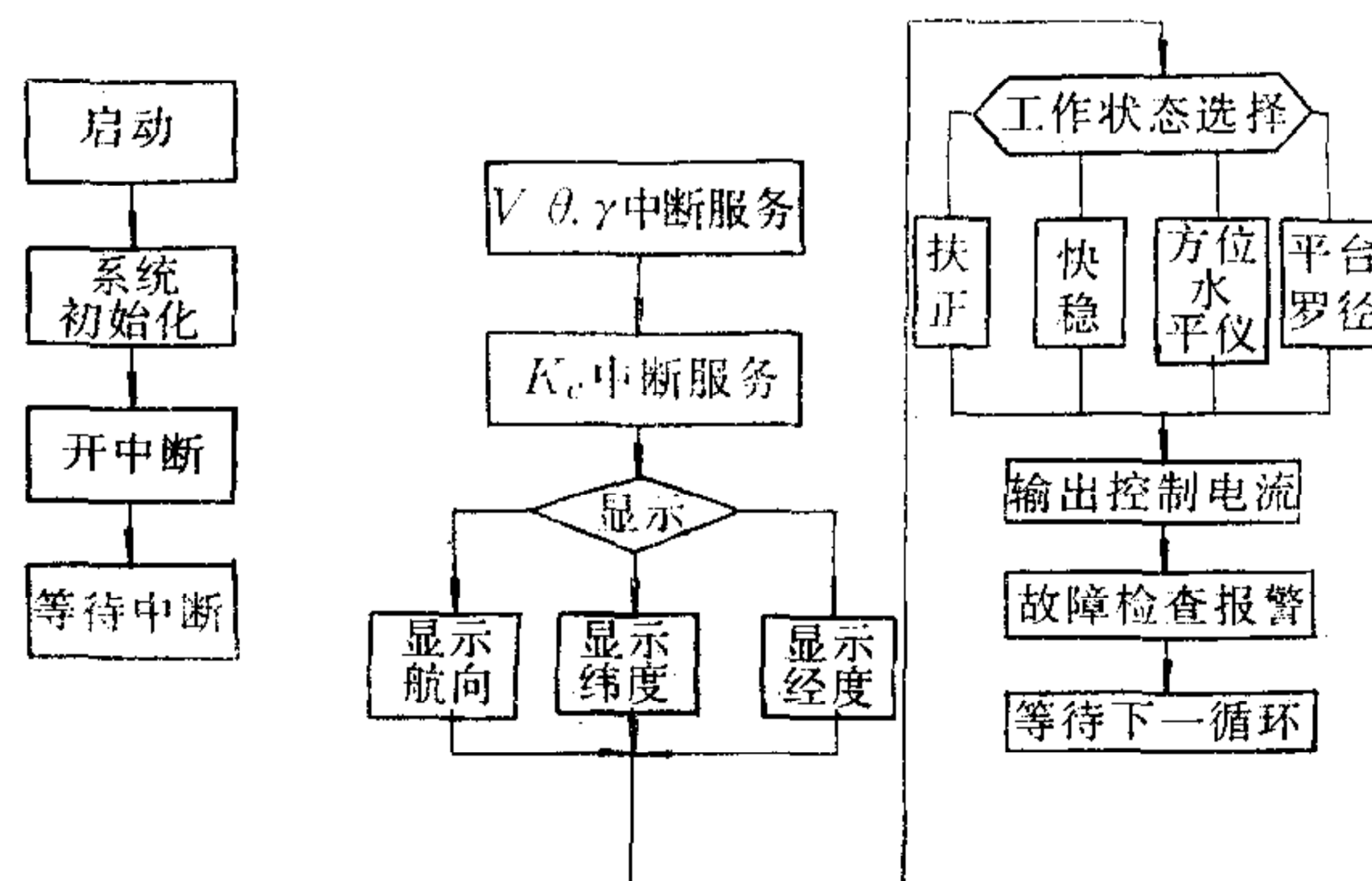


图 2 微机系统工作流程图

## 五、结束语

本文着重讨论了平台罗经姿态控制系统的微机实现。从试验结果看,本方案是可行

的,控制功能达到了设计任务的各项要求,其优点有:提高了控制精度、操作使用方便、系统启动后无需人工干预、系统的可靠性好,且可进行故障检测和报警。

## A MICROCOMPUTER BASED ATTITUDE CONTROL SYSTEM FOR PLATFORM GYRO COMPASS

GE ZILIANG WANG YUZHONG ZHANG JIANZHONG

*(Shanghai Jiaotong University)*

### ABSTRACT

The principle of the attitude control system for platform gyro compass and a practical scheme for the implementation of the system by means of a microcomputer are presented in this paper. The tests in laboratory and on the sea shown that this scheme is practical. It has the advantages of high accuracy and reliability, and is easy to operate.