

# 在陀螺寻北仪中的应用

邵 欣 周德新

中国民用航空学院 机电工程学院 天津 300311

摘要 陀螺寻北仪在军事和民用领域有着重要的作用 应用前景非常广泛 针对陀螺寻北仪要求计算速度快 精度高的特点 采用了具有运算速度快 精度高特点的数字信号处理器 DSP 可以很好地满足陀螺寻北仪系统的这一要求 对所应用的 DSP 芯片 TMS370F706 算法和程序模块的应用进行了说明 同时也采取了硬件和软件的抗干扰措施 达到了设计要求 通过了环境测试

关键词 陀螺寻北仪 DSP 数字信号处理器

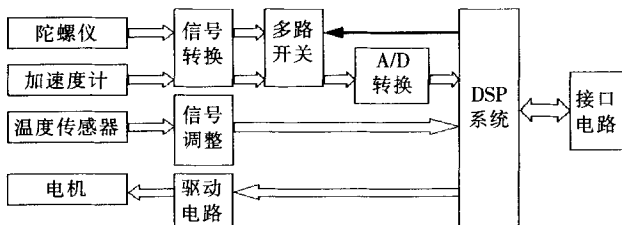
中图分类号 TP331.1 文献标识码 A 文章编号 1001-0000;7006;s-0031-07

陀螺寻北仪是在静基座条件下 利用地球重力特性 陀螺仪敏感和地球自转角度的水平分量测量出真北的仪器<sup>[1]</sup> 微机系统是寻北仪的核心部分 要求完成陀螺启动控制 数据采集 对待转机结构控制 方位算法等功能 需要进行大量的乘除运算 并且要用三角和反三角函数 对微处理的计算能力有较高的要求

由于数字信号处理理论和数字信号处理器的迅猛发展 现在 DSP 技术正广泛应用于通信 语音 图像 航空航天 仪器仪表等领域 其发展前景非常广阔 DSP 芯片具有突出的优点<sup>[2]</sup> 如内部带有乘法器 累加器 采用(流水线)工作方式及并行结构 多总线 速度快 配有适于信号处理的指令等 使得处理器的计算速度得到极大的提高 因此 特别适用于陀螺寻北仪中

## I 陀螺寻北仪计算机部分的组成

寻北仪通过采集陀螺力反馈回路电流和加速度计的输出来对经 A/D 转换过来的数字量经数字滤波处理 解算出载体的姿态角 得出载体与地理北向的夹角 从而完成定向<sup>[3]</sup> 高性能的数字计算机是实现陀螺寻北仪的一个关键技术 用于寻北仪的控制 数据采集 姿态解算 故障检测 并实现与上位机和测试设备的通讯 图 1 所示的为计算机部分组成



## V 系统硬件组成及分析

在陀螺寻北仪系统中 A/D 采用 TI 公司的高精度转换器 ADS7z00<sup>[4]</sup> 它具有较高的性价比 最高的转换频率可达 10T kHz

收稿日期 0517S17

作者简介 邵 欣: zTS; 男 天津人 硕士研究生 研究方向为智能检测与智能控制的研究

在仪器仪表中得到广泛的应用 ADS7z00 芯片内部含有采样保持 电压基准和时钟等电路 极大地简化了用户的电路设计 同时提高了系统的稳定性 ADS7z00 采用 CMOS 工艺制造 功耗低;最大功耗为 100 mW; 单通道输入 模拟输入电压的范围为 10 V 采用逐次逼近式工作原理 转换结果由 16 位数据线并行输出 启动转换和读取上次转换的结果可以同时进行

DSP 采用 TI 公司的 16 bit 定点 DSP TMS370F706 是一种低功耗器件 采用了改进的哈佛结构 有 1 条程序总线和 3 条数据总线 流水线操作 有高度并行 37 bit 算术逻辑单元 16 16 bit 并行硬件乘法器 片内存储器 片内外设和高度专业化的指令集 当 TMS370F706 外接 16MHz 晶振 工作时钟控制模式选为 1 时 可以将 ADS7z00 的 /CS 引脚接到 DSP 的 /RD 信号引脚 但为了减少控制线 可以将 /CS 引脚直接接成低电平 R/C 引脚接到 DSP 的扩展输出口 而 /BUSY 信号只需连接到普通的端口即可 如 DSP 的 IO 口 扩展芯片 74LS744 的输入口等

## T 陀螺寻北仪的软件实现

### III 陀螺寻北仪的原理

利用陀螺寻北仪 两自由度; 来测量地球自转速率沿其敏感轴方向上的分量  $\omega_x$  和  $\omega_y$  由于分量中包含了载体相对当地地理位置坐标系的姿态角信息 因此 只需通过两个加速度计测量出并按照式(1)和式(7)分别计算出俯仰角  $\theta_p$  和横滚角  $\theta_r$  那么方位角  $\theta_a$  便可根据式(3); 式(4);和式(6);求解

在该系统中 加速度计除了被用来测量  $\theta_p$  和  $\theta_r$  外 它还有另外两个作用 测出重力加速度沿陀螺两敏感轴方向上的分量以补偿陀螺与  $g$  和  $g^T$  有关的误差 参与系统的数字滤波

### IV 算法编排

$$\begin{cases} \theta_p = \sin^{-1} \left[ \frac{V_x}{4K_{x1}} \right] & (1); \\ \theta_r = -\sin^{-1} \left[ \frac{V_y}{4K_{y1} \cos \theta_p} \right] & (7); \end{cases}$$

其中

$$x C_{x>+} x_{t,i} 0_{x:0-} \quad y C_{y>+} y_{t,i} 0_{y:0-}$$

令

$$M_x = K_{iy} I_y - D : x = a \omega_{x>} \\ M_y = K_{ix} I_x - D : y = a \omega_{y>}$$

得到如下

$$M_{x>} a \omega_e \quad \theta_p \quad \varphi C a \omega_e \quad \theta_p \quad \theta_\alpha \quad \varphi \\ M_{y>} a \omega_e \quad \theta_\gamma \quad \theta_p \quad \varphi C a \omega_e \quad \varphi : \quad \theta_\gamma \quad \theta_p \quad \theta_\alpha \quad \theta_\gamma \quad \theta_\alpha$$

令

$$A = M_{x>} a \omega_e \quad \theta_p \quad \varphi \\ B = M_{y>} a \omega_e \quad \theta_\gamma \quad \theta_p \quad \varphi$$

若 A V 0 则

$$\theta_\alpha C_{i>} \theta_p \quad \theta_\gamma i \quad \theta_p \frac{M_{y>} a \omega_e \quad \theta_\gamma \quad \theta_p \quad \varphi}{M_{x>} a \omega_e \quad \theta_p \quad \varphi} : t$$

若 A < 0 则

$$\theta_\alpha C_{\pi+} i> \theta_p \quad \theta_\gamma i \quad \theta_p \frac{M_{y>} a \omega_e \quad \theta_\gamma \quad \theta_p \quad \varphi}{M_{x>} a \omega_e \quad \theta_p \quad \varphi} : a$$

若 A C 0 则

$$B V 0 \text{ 时 } \theta_\alpha C 07 0 \\ B < 0 \text{ 时 } \theta_\alpha C 9 0 \\ B C 0 \text{ 时 } \theta_\alpha C_{i>} \theta_\gamma \quad \theta_p$$

软件实现

关于该陀螺寻北仪的软件设计 可以根据程序模块化的思想对其分为初始化 数据输入 寻北计算和数据输出 4 大模块

1) 初始化模块 它的功能是系统通电后 首先进行系统自检 给力矩电机施加反向电流 使转台处于 0 位置

2) 数据输入模块 它的功能是将陀螺 加速度计的输出信号经 AD 转换器后进行采样 再将采样数据进行预处理并将处理结果存到存储器中

3) 寻北计算模块 其功能在寻北仪的两次转位和采样结束后 主模块调用存储器的数据进行处理 寻北计算的结果返回主模块

4) 输出模块 将寻北结果转换成显示数据和串行数据 串行数据按约定的数据帧格式进行通讯

主模块工作流程如图 0 所示

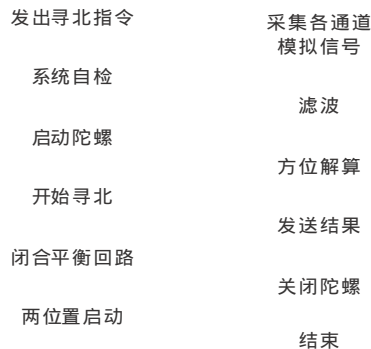


图 2 陀螺寻北仪主模块工作流程图

## 抗干扰措施

该陀螺寻北仪的抗干扰措施采用硬软件结合的办法 首先在硬件方面采用了常规的抗干扰措施 用于寻北仪外壳的金属外壳具有很好的屏蔽作用 寻北仪电源也是选用了优良的航空模块 另外还采用了如在每个数字 IC 的 V 与地之间加一个 0.1 μF 的电容抑制 V 的脉动 石英晶体下铺设与地相通的网格以吸收发散的振荡 在电源入口处设 0.1 μF 和 10 μF 的电容各 1 个 以滤除高频和低频干扰等

软件方面在捷联系统中 陀螺回路带宽通常为 70 ~ 90 Hz 由于寻北仪工作时载体处于静止状态 所以将陀螺回路带宽设计为 10 ~ 20 Hz 为提高系统的抗干扰能力 再进行数字滤波

## 5 结语

本文介绍的陀螺寻北仪已经成功地应用于某民航实际工程中 该陀螺寻北仪由于采用了集成度较高的 DSP 芯片和数字滤波的方法 经过实践验证具有较强的可靠性和较高的精度 对 DSP 应用于陀螺寻北仪进行计算机控制进行了尝试并且得到实践验证 通过环境测试达到了设计要求

### 参考文献

[>] 许江宁. 陀螺原理[M]. 北京 国防工业出版社 2006 7a >0>.

[0] 李哲英. DSP 基础理论与应用技术[M]. t 版. 北京 航空航天大学出版社 2000 98 >>7 .

[t] 郑金奎. 高速 A/D 器件在电参数采集中的应用[J]. 兵工自动化 >999 :0—a< a7.

[a] 李 刚. TMS320F007 DSP 结构 原理及应用[M]. 北京 北京航空航天大学出版社 2000 7t .

[<] 魏贵玲. 寻北仪软件的模块化设计[J]. 压电与声光 2000>:0—87 89.

责任编辑 李 侃