第 32 卷 第 18 期 计 算 机 工 程 2006 年 9 月
Vol.32 № 18 Computer Engineering September 2006
·开发研究与设计技术· 文章编号：1000—3428(2006)18—0273—02 文献标识码：A 中图分类号：TP302.1

激光陀螺捷联惯导计算机系统的设计

王 宇，汤建勋，龙兴武
（国防科技大学光电学院，长沙 410073）

摘 要：计算机在捷联式惯导中起着重要的作用。介绍了一种激光陀螺捷联惯导的计算机系统，该系统包括了一个 PC104 工控模块、接口卡和上位机。对工控模块和上位机的软件也进行了介绍。该计算机系统与激光陀螺等惯性器件完成了联调。经过多次实验，结果表明了该系统的可行性。

关键词：捷联；激光陀螺；计算机

Design of Computer System for SINS with Laser Gyro

WANG Yu, TANG Jianxun, LONG Xingwu
(College of Optoelectronics, National University of Defense Technology, Changsha 410073)

【Abstract】 Computer plays an important role in SINS. The paper presents a computer system for SINS with laser gyro. The system includes a PC104, an interface card and a microcomputer. The software running in PC104 and microcomputer is also introduced. The system cooperates with the laser gyro and other instruments well. The experimental results prove that the system is practical.

【Key words】 SINS; Laser gyro; Computer

惯性导航系统在现代军事、航空、测量等领域起着重要的作用。早期的惯性导航系统是通过一个机械平台跟踪某个固定的坐标系来完成解算。随着计算机技术的发展，可以通过计算机及其软件实现一个虚拟的“数学平台”，来完成复杂的机械平台所完成的任务，从而大大降低了惯导系统的成本和体积。这种以计算机实现的“数学平台”代替机械平台的系统就被称作捷联式惯导系统(SINS)。目前世界上投入运行的中等精度惯导系统中大部分都是捷联式的。随着捷联惯导系统的重要部件之一的国产激光陀螺的成熟，最近以来激光陀螺捷联惯导系统的应用开始在我国蓬勃发展。本文对激光陀螺捷联惯导系统的计算机系统进行了设计和实现，所述系统搭乘陆地载体完成了实际试验。

1 捷联惯导计算机系统的组成和任务

捷联惯导的计算机系统，由导航计算机和上位机的数据接收管理系统两部分组成。导航计算机是计算机系统地核心，负责全部参数解算的工作。此外惯性传感器数据的采集与存储、所存储数据的预处理和误差补偿等工作也由导航计算机负责。解算的最后结果输出至上位机。

上位机为一台通用微型计算机，数据接收管理系统作为上位机的软件系统，将导航计算机输出的数据实时地提供给使用者，同时将数据以文件的形式存储在 PC 机硬盘中，以便于后期的分析。管理软件采用了面向对象的 VC++语言进行设计，适用于广泛使用的 Win98/WinNT/Win2000 平台。

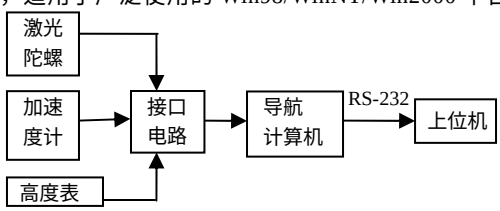


图 1 捷联惯导计算机系统结构

导航计算机与上位机的数据管理系统之间的数据交换是通过 RS-232 串行口完成的。整个惯导计算机系统的结构如图 1 所示。

2 导航计算机的设计

2.1 导航计算机的硬件设计

导航计算机的硬件系统由一个嵌入式 PC104 模块和一块接口板组成。PC104 模块提供了一条与 ISA 总线兼容的 PC104 总线，接口板完成激光陀螺和加速度计信号转换，通过这条总线与 PC104 模块间进行数据传输。

激光陀螺输出的是两路相位差为 90°的方波信号，需要经过鉴相解调来判定转动方向和转动角度。本系统的接口板采用 HCTL2020 芯片来完成解调/计数工作，HCTL2020 集成了 4 倍频的解码电路和 16 位的计数器，并提供了数据锁存的功能。其片内内置有滤波器，可以有效地降低噪声的影响。由于其片选和锁存信号是同一个引脚，因此通过缓冲器与 PC104 总线相连。

加速度计输出的是与加速度成比例的电流信号，需要进行转换才能得到处理器能接受的数据。通常有两种转换的方法：一种是 A/D 转换，直接将模拟信号转换为数字信号；另一种是先通过 I/F 变换将模拟信号转变成一定频率的脉冲信号，再通过对脉冲信号进行计数得到数字信号。一般认为 I/F 变换具有较高的精度，因此采用 I/F 转换的方式，并用 8254 进行计数。此外由于导航软件的一些任务的执行频率较高，因此接口板上还附加了一个 8254 定时器作为外部定时器。这个定时器通过总线连接到 8259 中断控制器空闲的号中断上。导航计算机的框图如图 2 所示。

作者简介：王 宇(1976—)，男，博士生，主研方向：光电惯性技术；汤建勋，副教授；龙兴武，教授

收稿日期：2005-09-23 **E-mail：**badu@tom.com

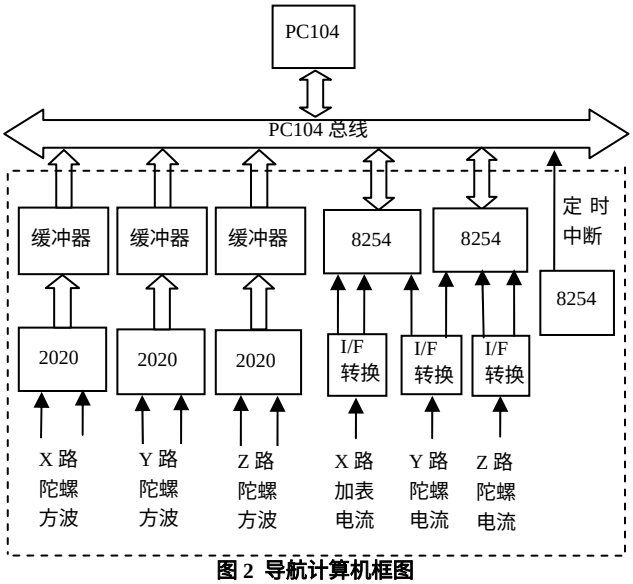


图 2 导航计算机框图

2.2 导航解算软件的任务组成及调度

导航计算机的软件系统的任务包括数据采集与预处理、姿态解算、速度与位置解算、初始对准和数据发送等。所有这些任务都必须严格按照一定的时间间隔来调度，因此对系统的实时性有一定的要求。本系统的导航软件在 DOS 环境下运行，调度是通过更改硬件中断的中断服务程序来实现的。由接口板提供的外部时钟每隔 0.5ms 发出一个中断，中断服务程序根据中断次数对任务进行调度，中断结束后，被确定要执行的任务就开始执行。为了尽可能达到实时的目的，软件利用 8259 中断控制器提供的可变优先级的功能，将外部时钟中断的优先级设为最高。表 1 列出了软件系统的任务、执行时间及相应的执行频率。

表 1 导航软件的任务组成

序号	任务	执行频率	执行时间
1	读入陀螺和加速度数据；误差补偿	2 000Hz	0.2ms
2	旋转矢量修正；划船运动补偿	1 000Hz	0.2ms
3	角速率提取	50Hz	0.2ms
4	姿态四元数计算	50Hz	0.3ms
5	速度增量坐标变换；导航速度和位置计算	50Hz	0.2ms
6	计算方向余弦	50Hz	0.7ms
7	数据发送	25Hz	4.7ms
8	四元数归一化	10Hz	1ms
9	计算欧拉角	1Hz	1.2ms
10	重力变化修正	1Hz	0.2ms

经计算可知 CPU 的占用率为 80%左右。

2.3 数据输出

导航计算机解算出的诸参数通过一个 RS-232 串行口发送至上位机，采用全双工通信方式。由于数据量较大，波特率取为 115 200。因波特率较高，加上实验在车载动态环境下进行，有可能在数据传输过程中出现错误，导致接收到的数据出现异常值。同时惯性敏感部件本身也可能出现异常输出值，为判定是传输导致的异常还是惯性敏感部件发生了故障，在发送的数据后加上校验和字段。发送的数据帧格式如下：

```
Struct data_frame
{
Int head;        //帧头=0x55555555
Int time;        //系统工作时间
Float angle_x, angle_y, angle_z;  //姿态参数
Float velocity_x, velocity_y, velocity_z;//速度参数
Float longitude, latitude,high;      //位置参数
Float gyro_x, gyro_y, gyro_z;      //陀螺数据
Float acceler_x, acceler_y, acceler_z; //加速度计数据
Int checkcode;         //校验和字段
};
```

2.4 软件的实现

导航软件是在 DOS 环境下用 TC3.1 实现的。C 语言中对硬件端口的操作比较方便，并且 TC3.1 提供了集成的开发环境，便于程序的调试和修改。

3 数据接收管理系统的设计

数据接收管理系统作为上位机的软件系统，主要完成数据接收、显示、存储、分析等项任务，是用 VC++7.0 编写并编译通过的。该程序通过一个单独的线程监视串行口，每当积累了 1s 的数据时发送事件通知主线程更新数据显示和存盘。数据接收管理系统的流程如图 3 所示。

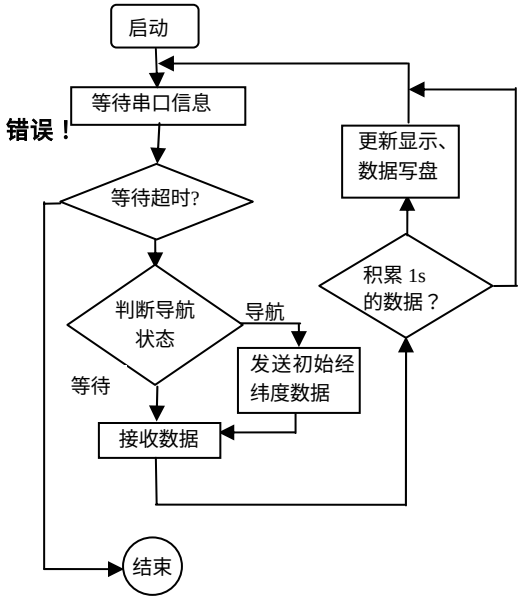


图 3 数据接收管理系统的流程

4 小结

本文所述的计算机系统与激光陀螺等惯性器件完成了联调。整个系统搭乘车辆在市内及郊区进行了多次实验，结果表明了本系统的可行性。

参考文献

1 张树侠, 张　静. 捷联式惯性导航系统[M]. 北京: 国防工业出版社, 1992.

2 高伯龙, 李树棠. 激光陀螺[M]. 长沙: 国防科技大学出版社, 1984.

3 邹逢兴. 微型计算机接口原理与技术[M]. 长沙: 国防科技大学出版社, 1993.