

探空气球三维数据采集器的研制

樊昌元, 王保强, 文 斌

(成都信息工程学院电子系, 四川成都 610041)

摘要: 主要介绍民航监控系统中的探空气球三维(方位、俯仰、斜距)数据自动采集器的软硬件设计及实现。该采集器的主要功能有: 接收探空气球三维编码器数据并处理、换算、显示; 接收和显示来自 PC 机的时间信息; 根据 PC 机不同指令, 上传相应时刻的三维数据到计算机。计算机通过 MODEM 将相应三维数据传到民航空管中心。其中, 在显示电路中, 提出并使用了一种新的消隐方法, 克服了传统静态扫描显示的闪烁现象; 在软件上, 针对数据的具体特点, 提出了化乘除为加减, 利用移位、按位补偿处理算法, 明显提高效率, 保证了信号处理的实时性。

关 键 词: 民航监控; 三维数据; 采集器; 消隐法; 补偿法

中图分类号: TP274. 2 **文献标识码:** B

1 引言

当今的世界, 经济和科技飞速向前发展, 社会的各个方面日新月异, 随着改革开放及 WTO 的加入, 我国民航事业也得以空前繁荣。与此同时, 飞行的安全也出现一些隐患。气象部门的探空气球就是其中之一。飞机系一种高速运行的空中运输工具, 速度高, 因而动量大, 当以反方向运动或低速运动的物体相撞瞬间, 其所承受的冲击力足以让飞机坠毁。气象部门为了得到各种气象数据, 每天都定时向空中发送 3 次探空气球。在过去航空事业较不发达的情况下, 飞机在有探空气球的时候不起飞, 随着航班的不断增加, 时间的分配越来越紧张, 现实要求在气象部门放气球的同时也得安排飞机出港。此时, 民航空管局及飞行人员迫切需要知道三维探空气球的精确位置, 以最大限度的减少航空事故。基于民航空管局监控的需要, 设计了探空气球自动录取系统, 该系统由探空气球三维数据采集器及相应计算机应用软件组成。数据采集器将探空气球的三维数据处理后实时传输到计算机, 计算机通过 MODEM 将相应数据传到民航空管中心。从而保证了民航飞机在气象部门放球的时候也能出港。

2 系统简介

探空气球三维数据采集器中的三维类似于球指标, 具体指: 斜距(探空气球到参考点的距离)、方位(探空气球针对参考点的水平旋转角度)、俯仰(探空气球针对参考点的垂直旋转角度)。一个完整的民航监控系统应包含两个部分。(1)跟踪扫描部分: 本系统中主要是探空雷达, 它负责跟踪探空气球, 在探空雷达的机械传动部分安装具有一定传动比的绝对式编码器, 该编码器将雷达的方位和俯仰信息转换为相应的数值电信号, 该信号也就是探空气球的方位和俯仰信号, 它们均为 13 位格雷码数据; 雷达本身能测距, 通过增量式编码器和档位开关就可得到该距离数字信号。由此, 探空气球的三维数字信号就得到了, 但它们均需要处理。(2)数据处理部分: 该部分负责识别、处理所得到的数据以及将处理后的数据传到计算机, 计算机通过 MODEM 将数据传到民航空管中心。

数据采集器主要由五个部分组成。(1)中心处理单元, 负责各种控制, 信号处理;(2)PC 接口单元, 负责完成单片机和 PC 机之间的接口转换功能;(3)数据采集单元, 在单片机的控制下, 负责录取俯仰和方位绝对编码器的 13 位格雷码数据, 录取斜距档位开关和增量编码器 ABZ 信号等三维数据;(4)显示部分, 数据处理后, 在单片机的控制下, 完成时间和三维数据的显示;(5)报时预报时单元, 接收 PC 机传来的数据后, 在中心处理单元的控制

收稿日期: 2003-04-22

基金项目: 成都信息工程学院科研基金资助项目(CRF200302)

下,完成相应的报时预报时。

3 硬件电路设计

探空气球三维数据采集器及其外围设备框图如图 1 所示:

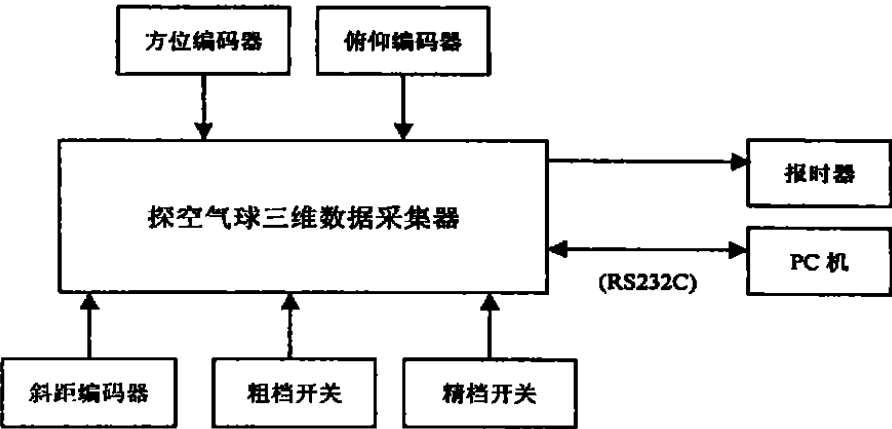


图 1 采集器外围接口框图

从图中可以看出三维数据采集器接收方位编码器,俯仰编码器的绝对式 13 位数据,斜距编码器的增量式 ABZ 数据以及粗档开关,精档开关的数据;和 PC 机之间进行双向的数据交换,此功能由串行口通信完成,PC 机的输入/输出信号遵循 RS232C 标准;还要完成对报时器的驱动控制。

探空气球三维数据自动采集器如图 2 虚线内部组成。

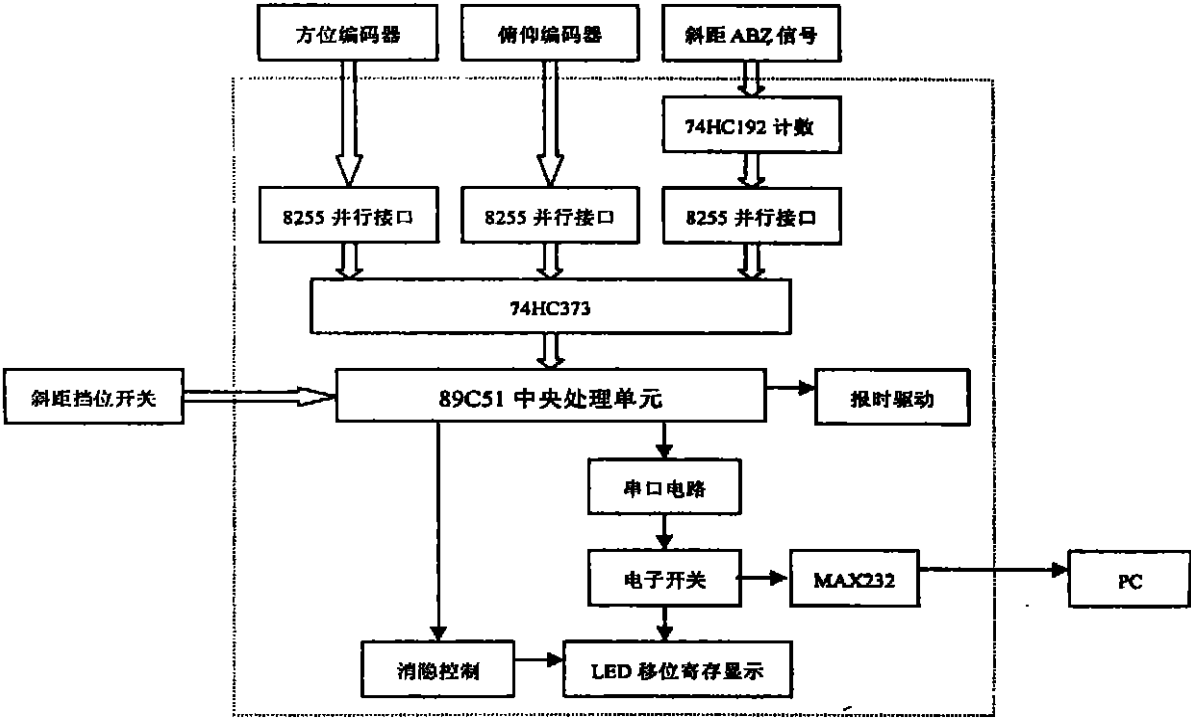


图 2 采集器结构框图

实现该系统,可采用 DSP 芯片作为主控元件, DSP 芯片性能较好,但其价格较高,对于该系统,8 位的单片机即可实现系统要求。故此,基于系统设计的要求与性价比以及其他方面的考虑,采用单片机 AT8951 作为主控元

件以实现该系统。

在显示电路中, 提出并使用了一种新的方法。静态显示器工作是静态的, 因而主程序可不必扫描显示器, 从而大大节省时间。但在该显示电路中, 通常采用移位寄存的方法, 在数据移动的过程中, 会将 LED 其它段点亮, 即所谓拖尾效应。为克服该效应, 设计中提出了一种新的方法——消隐电路, 即利用三极管的开关特性, 在送数据的瞬间, 关闭显示, 数据输送完毕后再打开显示。这样, 利用人眼的视觉暂留效应, 就可消除数据的闪烁感。

4 系统软件设计

软件在系统中有着相当重要的意义。在本系统中, 软件包括三个方面: 数据采集、数据处理、数据传输。

(1) 数据采集: 主要是对方位、俯仰和斜距初始数据的录入。

数据的采集包括绝对式 13 位的方位、俯仰数据的录取与 12 位斜距数据的录取。数据的录取采用查询方式。所有数据均通过 8255 的三个端口, 经 P0 口录入单片机内存中。

(2) 数据处理是该软件设计的核心部分。他主要包括: 格雷码到二进制码的转换、多字节乘法、二进制码到 8421BCD 码的转换、数字码到 LED 显示码的转换、数字码与 ASCII 码的转换。

录入的绝对式 13 位方位、俯仰数据系格雷码编制, 此种编码方式有利于数据的准确传输, 但不利于单片机直接进行处理。因此, 在处理数据之前, 先将格雷码转换成为二进制码。

数据的处理主要集中在方位、俯仰和斜距数据上。相关公式如下:

俯仰数据的计算公式为:

$$X_{fy} = 90 \times 42 \times N_{fy} / (30.75 \times 8192)$$

其中, X_{fy} 为俯仰位角, 单位为度; N_{fy} 为俯仰初始值, 为 13 位格雷码。取值范围是 0 到 8191。

方位数据的计算公式为:

$$X_{fw} = 360 \times N_{fw} / 8192$$

其中, X_{fw} 为方位角, 单位为度。 N_{fw} 为方位初始值, 为 13 位格雷码。取值范围是 0 到 8191。

斜距数据计算公式为:

$$D = D_1 + D_2 + D_3$$

其中, D_1 为粗档距离; D_2 为精档距离; D_3 为 ABZ 编码器距离。

单片机处理信号速度不快, 为尽可能提高信号处理速度, 提出并采用了一种新的方法。针对数据的具体特点, 采用了化乘除为加减, 利用移位, 按位补偿处理算法(简称“补偿法”), 该系统采用“补偿法”后, 明显提高效率, 保证了信号处理的三维性。

(3) 数据传输主要包括: 接收 PC 机传来的数据, 将处理后的数据按要求回传给 PC 机, 传输显示数据。

单片机与 PC 机之间要进行数据交换, 主要是协议。采集器与 PC 机通信的协议是:

标准: RS232C; 波特率: 2400bit/s; 数据帧格式: 7 个数据位、偶校验、1 个停止位; 数据起始(按开始键)发“ * 001/R”的 ASCII 码, 数据结束(按结束键)发“ #001/R”的 ASCII 码; 数据格式: 十进制 ASCII 码, 每帧数据其 16 个 ASCII 码。

5 结束语

气象部门为获得大气信息, 每天定时 3 次向天空发送探空气球。探空气球已成了飞机飞行的空中暗礁, 民航空管迫切要求知道该气球准确位置。探空气球三维数据自动录取系统结合计算机网络为民航空管提供相应气球位置数据, 飞行员据此数据可避免与探空气球相撞, 从而保证了民航飞机在气象部门放球的时候也能出港。目前, 采集器的软硬件设计已经完成, 其样机已在民航中试运行数月, 且工作正常。

参考文献:

- [1] 李朝青. 单片机原理及接口技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2001.
- [2] 潘名莲, 马争, 惠林. 微计算机原理[M]. 北京: 电子工业出版社, 2000.
- [3] 樊昌元, 袁元. 高精度测距雷达研究[J]. 电子测量与仪器学报, 2000, 14(3).
- [4] 蔡美琴. MCS-51 系列单片机系统及其应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 1994.
- [5] 空军雷达学校气象教研组. 701 测风雷达原理和维修[M]. 北京: 气象出版社, 1980.
- [6] 中国气象局监测网络司. 空气气象探测手册[M]. 北京: 气象出版社, 2001.

A three-dimensional data acquisition system used in air exploration balloon

FAN Chang-yuan, WANG Bao-qiang, WEN Bin

(Dept. of Electronic Tech., CUIT, Chengdu 610041, China)

Abstract: A three-dimensional data acquisition system of the air exploration balloon used in the civil aviation is introduced. The main functions of the system are as follows: (1) to process and display the data of the azimuth, elevation and distance of the balloon (2) to receive and display the time information of the PC and (3) to feed back the azimuth, elevation and distance data to the PC. The computer puts the data to the center of the civil aviation air management by Modem. In order to overcome the twinkling of the display a new method of eliminating the trace is used. In according to the data feature a new arithmetic in the software is developed.

Key words: civil aviation monitor; three-dimensional data; collection instrument; method of eliminating trace; compensation way