

基于小型无人机飞行试验的数据采集器

王 瑜, 苟志平

(中国电子科技集团公司第二十六研究所, 重庆 400060)

摘 要:研究了基于小型无人机飞行试验的数据采集器。利用单片机 C8051F121 全双工串口 UART 实时接收飞行试验数据,将数据保存在 FLASH 芯片 K9K8G08U0A 中;采用铁电存储器 FM25CL64 保存数据链表;设计数据提取软件,使用者可根据需要将存储在 FLASH 芯片 K9K8G08U0A 中的数据下载到上位机中进行分析 and 处理。该数据采集器体积约 50 mm×35 mm,成本仅 200 元,容量为 8 Gbit,能存储 30 h 的试验数据,保存数据约 10 年,使用方便可靠,完美实现了试验数据实时记录和按需提取,具有重要的工程应用价值。

关键词:数据采集器;C8051F121;K9K8G08U0A;FM25CL64;数据提取软件

中图分类号:V279;TP274.2 **文献标识码:**A

Data Collector Based on Aviation Test of Diminutive Unpiloted Plane

WANG Yu, GOU Zhiping

(26th Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Chongqing 400060, China)

Abstract:The data collector based on aviation test of diminutive unpiloted plane is studied in this paper. The full-duplex serial port UART on microcomputer C8051F121 is used to receive data during aviation test in real time, and the data is stored in FLASH CMOS chip of K9K8G08U0A; the ferroelectric memory of F-RAM FM25CL64 is used to store the data list. The data picking up software is designed, and the data stored in K9K8G08U0A can be downloaded to PC for being analyzed and processed according to user's requirement. The cubage of the date collector is 50 mm×35 mm at the cost of only 200 Yuan RMB. With a capacitance of 8 Gbit, the data collector is convenient and reliable for applications, and the data can be stored continuously as long as 30 h and saved about 10 years. The proposed data collector can perfectly realize the data recording in real time and picking up data according to need, and has significant engineering application value.

Key words:date collector;C8051F121;K9K8G08U0A;FM25CL64;data picking up software

0 引言

在小型无人机飞行试验中需要对组合惯性导航系统的原始数据信息进行记录,以便事后离线分析改进,缩短惯性系统研制周期。惯导系统体积的不断缩小,越来越多小体积的数据采集器将被安装在惯导系统中,对系统运行数据进行日志式记录。原有的基于 PC104 的数据采集器因体积大,功耗大,成本高,已不能满足需求。针对需要设计了一款基于 C8051F121 单片机外接 FLASH 存储器 K9K8G08U0A 和铁电存储器 FM25CL64 的数据采集器,该采集器体积小,成本低,功耗低,容量大,操作简单,使用方便,具有很高的稳定性和可靠性^[1-3]。

1 系统总体设计

基于 C8051F121 单片机外接 FLASH 存储器

K9K8G08U0A 和铁电存储器 FM25CL64 的数据采集器的结构原理图如图 1 所示。



图 1 数据采集器结构原理图

该数据采集器选用单片机 C8051F121 作 CPU。试验过程中,数据采集器通过串口 UART0 接收数据,并将它们实时存储在 FLASH 存储器 K9K8G08U0 中。试验后,数据采集器通过串口 UART1 与上位机通讯,将数据下载到上位机中进行分析。该数据采集器主要有以下特点:

收稿日期:2016-06-16

作者简介:王瑜(1984-),女,重庆人,工程师,硕士,主要从事导航、制导与控制的研究。E-mail: 224769101@qq.com。

1) 数据存储量大。FLASH 存储器 K9K8G08U0A 容量高达 8 Gbit,可存储 30 h 以上的数据,数据保存时间长达 10 年。

2) 数据提取方便。通过数据提取软件,使用者可根据实际需求提取相应的数据。

3) 体积小,功耗低,成本低。该数据采集器为一块 50 mm×35 mm 的电路板,功耗仅 0.1 W,成本仅为 200 元。

4) 可通过 JTAG 口进行在线程序调试。C8051F121 片内 JTAG 调试电路允许使用安装在

最终应用系统上的产品 MCU 进行非侵入式(不占用片内资源)、全速、在系统调试。该调试系统支持观察和修改存储器和寄存器,支持断点、观察点、单步及运行和停机命令。在使用 JTAG 调试时,所有的模拟和数字外设都可全功能运行^[4-8]。这样,使用者便可根据试验的实际要求编写单片机软件,使数据采集器能准确采集需要的试验数据。

2 硬件结构设计

图 2 为数据采集器的硬件原理图^[1-3,5,8-9]。

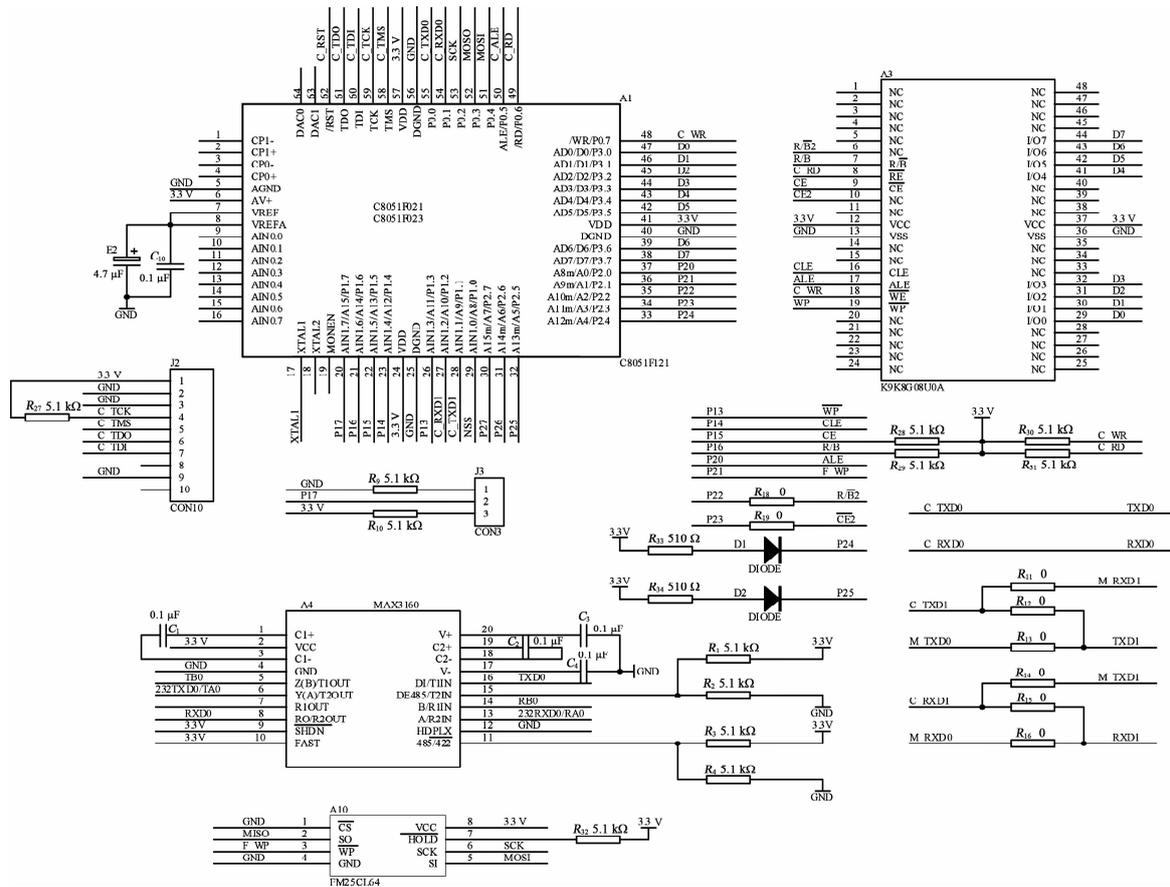


图 2 数据采集器原理图

根据数据采集器总体设计的特点,单片机采用 C8051F121。C8051F121 器件是完全集成的混合信号片上系统型 MCU 芯片,拥有两个 UART 串行接口,可分别用于数据采集和与上位机通讯。C8051F121 拥有高速、流水线结构的 8051 兼容的 CIP-51 内核,运算速度可高达 100 MIPS^[1,4]。

C8051F121 具有可寻址 64 kbyte 地址空间的外部数据存储器接口,选择具有 I/O 接口的外部 FLASH 存储器可以满足飞行试验对试验数据存储的要求。为此,选用了三星公司的 FLASH 存储器

K9K8G08U0A。K9K8G08U0A 由 8 192 个扇区组成,每个扇区包含 64 页,每页数据容量为 2 048 个字节,总容量高达 8 Gbit。K9K8G08U0A 可自动进行写入、读取和擦写操作。写入一页数据的时间为 200 μs(典型),读取一页数据的时间为 25 ns,擦写一个扇区数据的时间为 1.5 ms(典型)。K9K8G08U0A 拥有命令、地址、数据多路复用的 I/O 接口,供电电压为 2.7~3.6 V,可承受多达 100 000 次擦/写操作,数据存储时间高达 10 年。

为了方便使用者根据实际需要下载数据,在试

验的过程中应当建立相应的数据链表。由于 C8051F320 具有硬件 SPI 串行接口,选择同样具有 SPI 接口的铁电存储器 FM25CL64 既能满足设计需求又能充分利用资源。FM25CL64 工作电压为 2.7~3.65 V,存储空间为 8 kbyte,同时具有 ROM 的非易性数据存储和 RAM 的高速读写的优势,数据保存时间可长达 45 年。

3 软件设计

数据采集器软件由下位机 C8051F121 单片机软件和上位机数据提取软件组成。

3.1 单片机软件设计^[1-4,6-7,10]

单片机软件设计主要是 C8051F121 单片机程序的设计,采用 C 语言编写。图 3 为主程序流程图,它包括以下 3 个部分:

- 1) 单片机 C8051F121 初始化程序的设计,包括 PORT、SYSCLK、UART0、UART1、SPI 等的初始化。
- 2) 通讯接口的初始化、数据通讯程序的设计。
- 3) FLASH 存储器 K9K8G08U0A 的读写程序的设计。

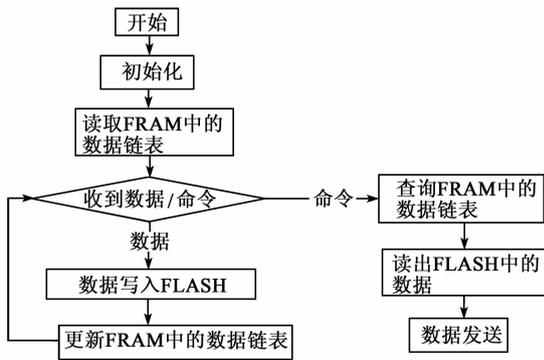


图 3 单片机软件主程序流程图

FLASH 存储器 K9K8G08U0A 的主要程序包括写 FLASH 程序 FLASH_Write() 和读 FLASH 程序 FLASH_Read(),其流程图如图 4、5 所示。

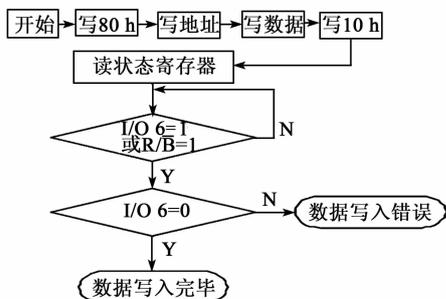


图 4 FLASH_Write()流程图

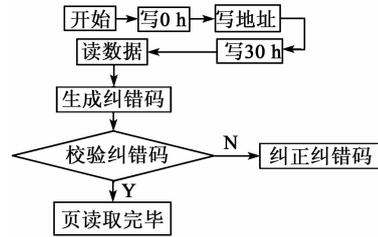


图 5 FLASH_Read()流程图

3.2 上位机数据提取软件设计

上位机数据提取软件采用 VC 编写。图 6 为数据提取软件控制界面。图 7 为软件流程图。



(a) 接收数据显示界面



(b) 数据链表显示界面

图 6 数据提取软件控制界面

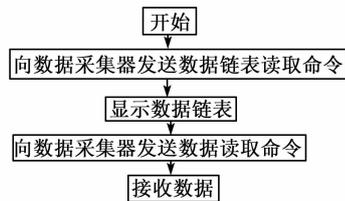


图 7 数据提取软件流程图

通过操作数据提取软件控制界面,使用者可向数据采集器发送命令,根据实际需求提取试验数据。

4 试验与应用

数据采集器存储数据和提取数据不出现数据丢

失是本次设计合理的重要标志。为了验证本次设计是否合理,用数据采集器采集标准惯导的信息 3 次,采集时长分别为 10 min、20 min、30 min。

标准惯导发送的每一帧数据中都有相应的数据帧标号(定义变量 $cnt0$ 表示),且数据帧号逐次加 1。数据采集器在存储标准惯导数据的同时也保存数据

$$\begin{cases} cnt1_{结束} - cnt1_{开始} = cnt2_{结束} - cnt2_{开始} \\ 0 \leq |(cnt1_{结束} - cnt1_{开始} + 1) - (cnt0_{结束} - cnt0_{开始} + 1) \times 4| < 4 \end{cases} \quad (1)$$

则判断数据采集器在存储数据和提取数据的过程中均未出现数据丢失。表 1 为试验数据。根据表 1 的

存储的次数(定义变量 $cnt1$ 表示)。提取数据时,通过数据提取软件定义变量 $cnt2$ 标识提取数据的次数。试验中,标准惯导发送数据的频率为 50 Hz,即 $cnt0$ 数据 20 ms 更新 1 次;数据采集器保存数据的频率为 200 Hz;提取数据时,数据采集器向上位机发送数据的频率为 200 Hz。若 $cnt0$ 、 $cnt1$ 、 $cnt2$ 满足

试验数据计算出的结果如表 2 所示。

表 1 试验数据

试验序号	数据采集时长/min	$cnt0_{开始}$	$cnt0_{结束}$	$cnt1_{开始}$	$cnt1_{结束}$	$cnt2_{开始}$	$cnt0_{结束}$
1	10	12	30 011	1	119 998	1	119 998
2	20	105	60 554	1	241 801	1	241 801
3	30	56	91 555	1	365 997	1	365 997

表 2 计算结果

试验序号	数据采集时长/min	$cnt0_{结束} - cnt0_{开始}$	$cnt1_{结束} - cnt1_{开始}$	$cnt2_{结束} - cnt2_{开始}$	$ (cnt1_{结束} - cnt1_{开始} + 1) - (cnt0_{结束} - cnt0_{开始} + 1) \times 4 $
1	10	29 999	119 997	119 997	2
2	20	60 449	241 800	241 800	1
3	30	91 499	365 996	365 996	3

由表 2 可看出,3 次试验的数据结果均满足式(1),可判定数据采集器在存储数据和提取数据过程中均为出现数据丢失,数据采集器设计合理。

目前,该数据采集器已广泛应用于多个型号的组合惯导系统,在空中和地面进行了多次数据试验,未出现数据丢失等异常现象。

5 结束语

本文研究了基于小型无人机飞行试验的数据采集器。该数据采集器可安装在多个型号的组合惯导系统中,通过单片机 C8051F121 实时采集并存储试验数据。本文还针对该数据采集器开发了相应的数据提取软件,实现了按需提取试验数据的功能。多次空中和地面数据试验表明,该数据采集器具有体积小,质量轻,成本低,功耗低,操作使用简单方便、可靠性高等特点,特别适合试验次数多、单次数据量大的数据记录场合。

参考文献:

[1] 胡桂阳,尹利国,王友增. 基于 C8051F320 数据采集器的设计与实现[J]. 设计与应用,2011(11):55-57.
HU Guiyang, YIN Liguang, WANG Youzeng. Design and realization of data acquisition device based on C8051F320

[J]. Design and Application, 2011(11):55-57.
[2] 舒剑,曾桂英. 基于 C8051F020 的 USB 多路数据采集器设计[J]. 吉林师范大学学报,2009(1):75-77.
SHU Jian, ZENG Guiying. Design of multi channel data acquisition device based on C8051F020[J]. Journal of Jilin Normal University 2009(2): 75-77.
[3] 朱磊. 基于 C8051F340 的低成本数据采集器设计[J]. 国外电子元器件,2008(4):6-8.
ZHU Lei. Design of the low cost data acquisition device based on C8051F340[J]. Overseas Electronic Component and Device, 2008(4):6-8.
[4] 沈阳新华龙电子有限公司. C8051Fxxx 高速 SOC 单片机原理及应用[M]. 深圳:新华龙电子有限公司,2001.
[5] 何立民. 单片机应用系统设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1990.
[6] 谭浩强,郑学坚,周斌. 微型计算机原理及应用[M]. 3 版. 北京:清华大学出版社,2001.
[7] 潘琢金,施国君. C8051Fxxx 高速 SOC 单片机原理及应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002.
[8] 钟富昭. 8051 单片机典型模块设计与应用[M]. 北京:人民邮电出版社,2007.
[9] 王幸之. 单片机应用系统抗干扰技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2000.
[10] 马忠梅,张凯,马岩,等. 单片机的 C 语言应用程序设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2003.