

高速存储的弹载数据采集设备设计

郭涛, 石帅, 原景超, 张启威, 常鑫钊

引用本文:

郭涛, 石帅, 原景超, 等. 高速存储的弹载数据采集设备设计[J]. [兵器装备工程学报](#), 2020, 41(6): 160-163.

您可能感兴趣的其他文章

1. [基于FPGA+STM32的多通道数据采集系统设计](#)

引用本文: 范君健, 吴国东, 王志军, 等. 基于FPGA+STM32的多通道数据采集系统设计[J]. [兵器装备工程学报](#), 2017, 38(12): 281-286.

2. [基于FPGA的高精度弹载压力数据采集系统](#)

引用本文: 范君健, 吴国东, 王志军, 等. 基于FPGA的高精度弹载压力数据采集系统[J]. [兵器装备工程学报](#), 2017, 38(9): 102-107.

3. [基于FPGA的DDR3SDRAM高速图像数据采集方法](#)

引用本文: 隋旭阳, 赖文娟, 李健. 基于FPGA的DDR3SDRAM高速图像数据采集方法[J]. [兵器装备工程学报](#), 2018, 39(5): 108-111.

4. [基于USB 2.0的视频传输系统设计](#)

引用本文: 李江波, 马春庭, 杨帆, 等. 基于USB 2.0的视频传输系统设计[J]. [兵器装备工程学报](#), 2016(8): 127-130,159.

5. [坦克火控系统故障的多线程数据采集方法](#)

引用本文: 张万君, 李静阳, 牛敏杰, 等. 坦克火控系统故障的多线程数据采集方法[J]. [兵器装备工程学报](#), 2016, 37(11): 44-48.

高速存储的弹载数据采集设备设计

郭涛, 石帅, 原景超, 张启威, 常鑫钊

(中北大学 电子测试技术国家重点实验室, 太原 030051)

摘要:为了解决这一难题,提出了双模式供电、断电续存和交错双页面编程技术。双模式供电即使其中锂电池断电,USB接口仍然可以为存储设备供电,数据传输过程不会丢数。存储设备在采集过程中采用断电续存技术能够确保数据完整。交错双页面编程技术可实现采集数据高速实时存储。通过实验得出,设备断电不会影响数据准确性,而且存储速度达到30.72 MB/s。

关键词:双模式;USB;断电续存;交错双页面编程;数据采集

本文引用格式:郭涛,石帅,原景超,等.高速存储的弹载数据采集设备设计[J].兵器装备工程学报,2020,41(06):160-163.

Citation format:GUO Tao, SHI Shuai, YUAN Jingchao, et al. Missile Data Acquisition Storage Device Design[J]. Journal of Ordnance Equipment Engineering, 2020, 41(06):160-163.

中图分类号:TP274

文献标识码:A

文章编号:2096-2304(2020)06-0160-04

Missile Data Acquisition Storage Device Design

GUO Tao, SHI Shuai, YUAN Jingchao, ZHANG Qiwei, CHANG Xinzha

(State Key Laboratory of Electronic Testing Technology, North University of China, Taiyuan 030051, China)

Abstract: Dual-mode power supply, power-down and three-page programming techniques are proposed. Dual mode power supply Even if the lithium battery is powered off, the USB interface can still supply power to the storage device, and the data transmission process will not be lost. The storage device is interrupted during the acquisition process, and the power-down technology ensures data integrity. Interleaved two-page programming technology enables high-speed real-time storage of collected data. Through experiments, the device power failure does not affect the accuracy of the data, and the storage speed reaches 30.72 MB/s.

Key words: dual mode; USB; power down extended; interleaved dual page programming; sensor

我国航天技术的飞速发展,数据存储一直在其中扮演着重要的角色。随着数字电子技术、计算机技术等相关科技的高速发展,大量、高速信息已经越来越出现在人们的日常生活当中,使得对数据的存储提出了更高的要求^[1]。

弹上传感器数据存储的准确性是影响其精度的主要因素之一。为了解决这一难题,本文设计的存储设备实现对传感器模拟信号的采集、处理,采用FPAG作为USB和FLASH

的控制中心。模拟信号的采集采用AD7091R,通过FPGA存储至FLASH中,FLASH采用断电续存技术,使得传感器即使突然断电而不丢失数据,USB负责将存储的数据上传至上位机,实现对数据的分析和处理^[2]。设备设计遵循小型化、标准化,并且能够承受外界冲击较大的载荷,同时实现数据高速存储^[3]。设备通过锂电池供电,使得设备能够独立工作。

收稿日期:2019-06-18;修回日期:2019-07-20

作者简介:郭涛(1971—),男,硕士,教授,主要从事微机电系统(MEMS)微器件设计制造和微传感器集成的研究。

通讯作者:原景超(1989—),男,硕士研究生,主要从事电路与系统的研究。

1 总体方案设计

设备主要实现即使面对突发情况,传感器数据仍能准确无误地存储到设备中。综合考虑各种因素,将设备做成圆柱体形状,底面圆半径为 50 mm,高为 60 mm。由于外形尺寸的原因,内部电路板必须小于外形,FPGA 采用较小的 BGA 封装,AD7091R 采用 MSOP-10 小型封装,升压芯片考虑到锂电池的供电以及封装等问题采用 TPS63002。由于 FPGA 供电有 1.2 V 和 3.3 V,而且整个设备所用的电源也是 3.3 V 居多,采用 TPS70345 电源转换芯片。

调理电路主要实现信号的跟随、分压、跟随,采用封装较小的 AD823。每次上电设备采集 2 h,而 AD7901R 每 200 μs 采集 1 次,2 h 的数据量为 411.987 M,FLASH 采用 4G 的三星公司 NAND 型 FLASH—K9WBG08U1M 芯片^[4]。设备总体设计原理如图 1 所示。

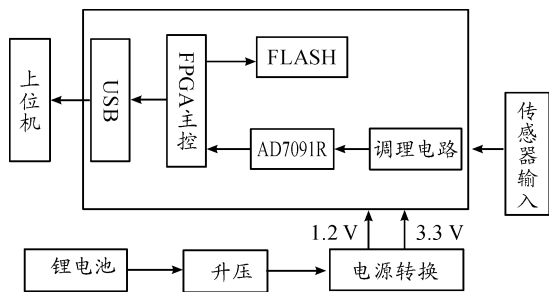


图 1 设备总体设计原理框图

2 硬件电路设计

1) 供电电路设计

系统由供电锂电池和 USB 供电,双模式供电可以提高设备的可靠性,在数据传输的过程中不会因为锂电池出现问题而影响数据的准确性^[5]。

D1 和 D2 用来控制 L5V 和 USB5V 其中一个供电,当一个二极管接通后,另外一个就相当于断开,同时也防止后续电压倒灌。如图 2 所示。电压通过二极管之后低于 5 V,不能正常为电路板供电,因此再通过升压芯片将电压升到 5 V,具体如图 3 所示。随后 5 V 通过 TPS70345 芯片转换成 3.3 V 和 1.2 V,为 FPGA 和其他电路提供电源。

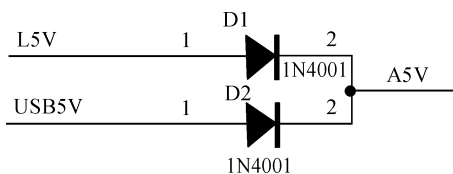


图 2 隔离电路图

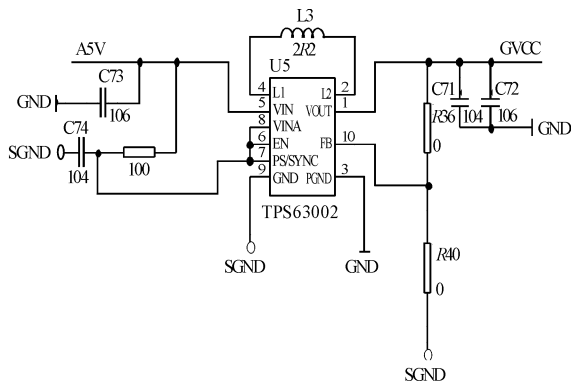


图 3 升压电路图

2) USB 接口电路设计

USB 不仅作为数据上传上位机的关键接口,同时也是为电路板供电的重要电源。考虑到数据量和实际要求,芯片选用 FT232H^[6],该串口的传输速度可以达到 480 Mb/s。采用 USB 接口上传数据节省了电缆,并且更加便利,使整个设备的通用性增强。USB 供电同时也节约了资源,其中 C40 和 C41 为 USB5V 过滤其他电压,使电路板的供电更加稳定。USB 具体电路图如图 4。

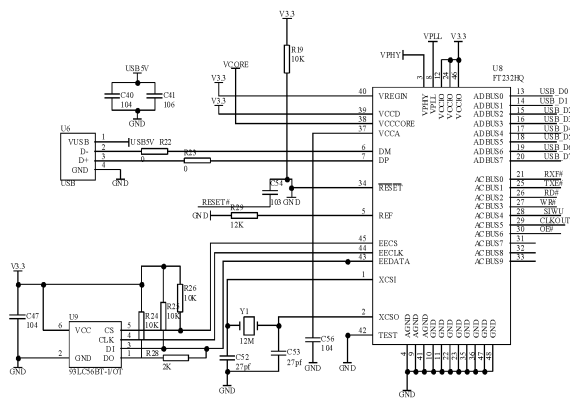


图 4 USB 硬件电路图

3) A/D 采集调理电路设计

A/D 使用 1 Mbps、超低功耗、12 位采样率的 AD7091R,采集和转换过程主要利用 CONVST 控制,完成转换需要 650 ns。使用外部基准电压源时,AD7091R 从省电模式上电需要 100 μs ,A/D 转换整个过程需要 250 μs ^[7]。具体电路如图 5 所示。传感器模拟信号电压高于 A/D 转换芯片的工作电压,在进入 A/D 转换之前,需要调理。模拟信号的调理应用 AD823 实现电压的跟随、分压、跟随,使得信号更加准确。调理电路如图 6 所示。

3 关键技术

3.1 断电续存技术

断电续存技术是指在传感器存储设备上电后开始采集

数据和存储数据过程中,如果遇到突发情况设备突然断电,重启后再次上电,设备可以从上次采集数据结束的地方再次进行数据存储,这样使得设备的可靠性更高,令设备可以在更加复杂的环境中使用。存储的过程中采用 interleave two-plane page program 的操作方式^[8],使得存储速度可以匹配 A/D 采集的速率。

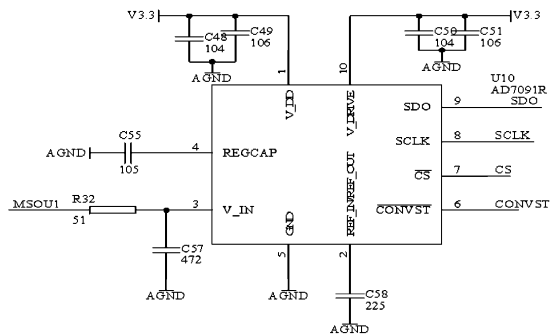


图5 AD7091R采集电路图

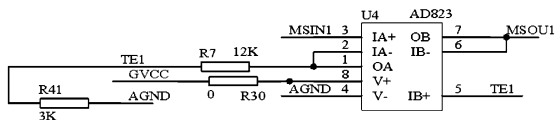


图6 调理电路图

根据 FLASH 制备的特质,每一个 FLASH 断电在断点处会出现一组 FF 块,只需存储过程中再次检测到这个 FF 块,之后以这个 FF 块为开始存储的地址继续存储数据就能够实现断电续存的功能,这样可以确保传感器数据的完整性。其中检测 FF 块流程如 7 所示。

先写入 chip1 的 plane0 的 block0 的第 0 页,接着再写入 chip1 的 plane1 的 block1 的第 0 页,当再一次回到 chip1 的 plane0 时,已经过了 $25 \text{ ns} \times 4096 \times 7 = 716.8 \mu\text{s}$,大于 t_{PROC} 的最大值 $700 \mu\text{s}$,所以不会影响到再一次操作 chip1 的 plane0 的 block0。这种方式避免了编程时间 t_{PROC} 对存储速度的影

响,理论上可以达到 40 MB/s 的写入速度,足以满足 A/D 采集的速度。

3.2 A/D 控制逻辑

设备上电由 FPGA 控制,FPGA 根据传感器的工作情况进行供电。设备上电之后,首先启动 AD7091R 进行 A/D 转换。CONVST 从高电平变成低电平后,开始启动 A/D 转换。数据在 SCLK 和 CS 的控制下输出器件。DB10 到 DB0 是根据 SCLK 的下降沿输出数据,在完成最后一个数据输出之后,SDO 返回高阻态。全部数据输出之后,SCLK 为空闲低电平,确保数据准确性,整个过程需要 650 ns 。具体逻辑如图 8 所示。如果在进行转换时,再将 CONVST 拉低,重复上述周期。

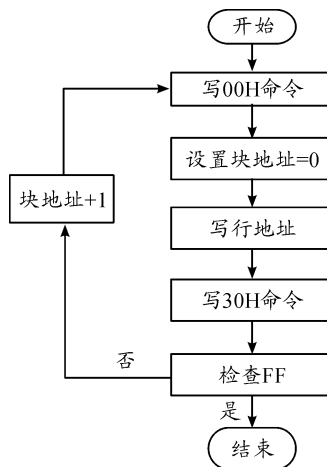


图7 断电续存流程框图

4 测试结果

设备上电后,开始采集传感器信号,一段时间之后再断电。断电 2 min 之后再上电,分析采集回的数据,通过判断帧尾“EB90”和帧计数,确定数据准确无误,数据如图 9 所示。测试设备的存储速度达到 30.72 MB/s ,实现了数据的快速存储和实时存储。

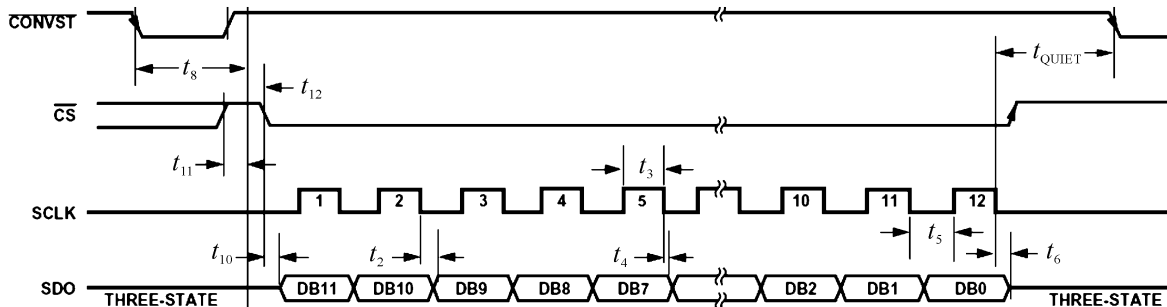


图8 AD7091R逻辑示意图

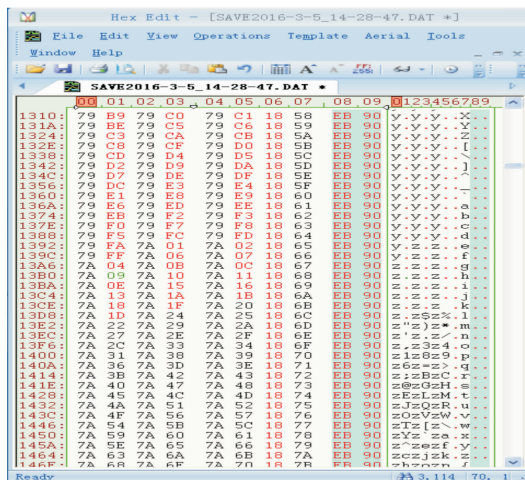


图9 采集的数据页面

5 结论

设备实现了预期功能,解决了因断电导致设备采集数据不准确的问题,而且设备存储速度快,能够实时存储数据。同时,设备的整体尺寸特别小,使整个设备更加小型化、集成化。设备可以应用于采集时间长、存储速度快、数据量大的传感器采集系统上。

参考文献:

- [1] 王培人. 数据采集器的 FLASH 存储技术与实现[D]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学,2016.
- [2] 管少坤. 一种具有断电续存功能固态存储系统的设计[D]. 太原:中北大学,2015.
- [3] 郭鹏翔,祖静,尤文斌. 基于 FPGA 与 NAND 闪存的固态存储系统设计[J]. 电子测试,2011(12):54-57.
- [4] 方或,王杰. 基于 USB 的高速多相机图像采集系统[J]. 信息与电脑(理论版),2017(10):98-99.
- [5] 任鑫,李泓锦. 基于 TMS320F2812 的数据采集系统的设计[J]. 北华航天工业学院学报,2017,27(01):21-22.
- [6] 郑永秋. 某飞行器遥测数据记录器的优化设计[D]. 太原:中北大学,2012.
- [7] 吴昊. 高速大容量固态存储系统设计[D]. 西安:西安电子科技大学,2010.
- [8] 刘瑞. 基于 FLASH 的高速图像采集存储系统[D]. 北京:中国科学技术大学,2009.

科学编辑 邓兵 博士(盲信号处理国家重点实验室)
责任编辑 唐定国

(上接第 159 页)

- [4] LI Y, XU H J, ZHANG Y Z. The Grey Dynamic Model and ITS Application in the of Grinding Temperature[C]//Proc. of the First Asia-Pacific and Second Japan - China International Conference on Progress of Cutting and Grinding, 1994, Shanghai. 1994:108-115.
- [5] 刘思峰,郭天榜,党耀国. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京:北京科学出版社,1999:15-30.
- [6] 王凤梅,陈枝东,张领帅,韩晓峰,陆钊,陈锐. 灰色系统理论在桩基竖向荷载试验中的预测应用研究[J]. 土工基础,2019,33(03):366-369.
- [7] 闻新,陈镐,乔羽. 国内神经网络故障诊断技术及其在航天器中的应用[J]. 沈阳航空航天大学学报,2018,35(3):17-25.
- [8] LEIGHTON R R, CONRACH B C. The Autoregressive Back Propagation Algorithm[C]//Proc of the Neural Networks, 1991. , IJCNN-91-Seattle International Joint Conference on, Volume: ii IEEE/International Joint Conference of Neural Networks. 1991:369-377.
- [9] SHIMAKURA Y, FUJISAWA Y, MAEDA Y. Short-term Load Forecasting Using an Artificial Neural Network[C]//Proceedings of the Second International Forum on Applications of Neural Networks to Power Systems, 1993. ANNPS'93. IEEE, 1993.
- [10] 徐廷学,甄伟,陈红. 基于 Bayes 理论的导弹贮存可靠性实验研究[J]. 海军航空学院学报,2006,21(6):672-674.
- [11] 陈华平,李辉,张颖. 电子产品性能评估关键技术的研究[J]. 可靠性与环境适应性理论研究,2013,31(2):49-52.
- [12] 韩建立,林嘉新,滕克难. 基于测试数据的某型雷达导引头贮存性能评估方法[J]. 仪表技术,2016(05):19-21.
- [13] 张军,曾波,孟伟. 区间灰数预测模型误差的检验方法[J]. 统计与决策,2014,16:17-19.
- [14] 周香连. 基于灰色神经网络组合模型的税收预测[J]. 市场周刊,2019(06):114-115.
- [15] 袁景凌,钟珞,李小燕. 灰色神经网络的研究及发展[J]. 武汉理工大学学报,2009,31(3):91-93.

科学编辑 秦伟伟 博士(火箭军工程大学副教授、硕导)
责任编辑 唐定国