

LDO稳压器对嵌入式系统掉电保护作用的研究

程万前^{1,2}, 阮慧^{1,2}, 郭少艾^{1,2}, 郭月俊^{1,2}, 王彪¹

(1.中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所,吉林 长春 130033 2.中国科学院大学,北京 100049)

摘要: 针对嵌入式系统掉电保护的问题,对低压差(LDO)线性稳压器对系统掉电保护的作用进行了研究。实验以基于LPC2138的嵌入式系统为例,测试了压降不同的3款稳压器对系统掉电后工作时间的影响。通过分析实验数据,得出结论:低压降的LDO线性稳压器相对普通的稳压器具有显著的优势,系统掉电后,它能够为用户提供更加充足的时间向外部存储设备写入重要信息。

关键词: LDO 稳压器; 掉电保护; 嵌入式系统; LPC2138

中图分类号: TM 643

文献标识码: A

文章编号: 1002-087X(2016)06-1290-03

Research on effects of LDO regulators on power-down protection of embedded system

CHENG Wan-qian^{1,2}, RUAN Hui^{1,2}, GUO Shao-ai^{1,2}, GUO Yue-jun^{1,2}, WANG Biao¹

(1.Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun Jilin 130033, China;

2.University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Focused on the power fail safeguard in embedded system, the effects of LDO regulators on power-down protection were introduced. The relationship between the LDO regulators and the operating time of system after power down was tested. The experiment was based on LPC2138 system and the difference of operating time after power down was tested when using different regulators. After analyzing the data, the results show that LDO regulators can provide enough time for system to write important data to storage device.

Key words: LDO regulator; power fail protection; embedded system; LPC2138

嵌入式系统在工程中的应用广泛,而电源部件是构成它的重要组成部分,其系统的掉电保护成为备受重视的问题^[1-7]。国内对该问题的研究成果也比较丰富,目前工程中经常采用增加备用电源、使用专业掉电保护芯片等解决方案。增加备用电源可以让系统在掉电后依然正常工作,然而该方案有占用体积大、使用寿命短等缺点,在系统掉电后只需要保存数据的场合下,它是不必要的^[8]。虽然使用专业掉电保护芯片能有效增加系统掉电后的工作时间,但是该方案会增加设计成本,使电路变得更加复杂。在实际应用中,往往只需要占用极短的时间在系统掉电后存储一些重要数据,此时采用性能优异的低压差(low dropout, LDO)线性稳压器配合掉电检测芯片,即可完成系统的掉电保护。

LDO线性稳压器是一种微功耗的线性稳压器,它具有低压降、低噪声、低功耗、小封装等突出优点,这使它广泛应用于嵌入式系统的设计中^[9]。LDO线性稳压器的压差低于普通的稳压芯片,因此在系统掉电时,它的持续工作时间也比普通稳压

芯片的时间长。

1 实验设计

实验设计如图1所示,选取ARM7微处理器LPC2138作为测试芯片。供电电压接入掉电检测单元,输出掉电信号接入LPC2138的外部中断接口中。当系统掉电时,掉电检测单元输出低电平信号,触发外部中断。中断触发后,LPC2138产生高频的方波输出信号,直到系统无法工作为止。实验中将输出掉电信号、输出方波信号和3.3V供电电压接入示波器,来观察系统掉电后的工作过程。测试出的输出方波信号的持续时间即为系统掉电后的工作时间。

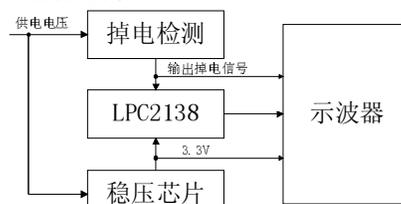


图1 实验设计框图

掉电检测电路采用TPS3707设计完成。TPS3707是带掉电检测功能的处理器管理芯片,它内部包含一个电压比较器,将PFI(4脚)输入电压与1.25V基准电压进行比较,并通过PFO(5脚)输出。当系统掉电时由于供电电压降低,PFO端输出低电

收稿日期:2015-12-10

基金项目:自然科学基金项目(61306060,61376070,61106047,BK2012188)

作者简介:程万前(1990—),男,吉林省人,硕士研究生,主要研究方向为嵌入式软硬件系统。

通信作者:王彪,E-mail:wb5996@163.com

平。系统掉电检测电路如图 2 所示。

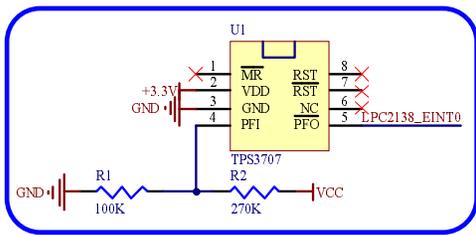


图 2 掉电检测电路

实验选取 3 款 LDO 稳压器进行比较:AMS1117、CAT6219 和 TPS7A4533。AMS1117 的压降为 1 V, 是普通的稳压器。CAT6219 是 500 mA 电流输出的 CMOS 低压降稳压器, 其压降为 300 mV。TPS7A4533 为 TI 公司的 1.5 A 低压降稳压器, 其压降为 300 mV。为了模拟系统意外掉电的情况, 实验采用台湾固纬多功能线性直流电源供应器 GPD-3303S, 该电源最小分辨率可达 1 mV/1 mA, 通过旋转编码进行控制。

2 结果分析

3 种稳压芯片的测试波形如图 3、图 4、图 5 所示, 图中逻辑分析仪通道 7 为 TPS3707 的输出信号, 通道 5 为 LPC2138 的输出方波信号, 这两路信号指示系统掉电后的工作时间; CH1 为稳压器的输出信号, 它用于指示系统掉电后输出电压下降的过程。从中可以看出, 采用 LDO 线性稳压器后, 系统掉电后电压下降的过程会明显延缓。经过整理的测试数据如表 1 所示。采用 AMS1117 作为系统稳压芯片时, 系统掉电后的工作时间在 4.4 ms 左右, 而采用更低压降的 CAT6219、TPS7A4533 后, 系统掉电后的工作时间均在 8 ms 以上。通过实验可以得出结论: 采用低压降的 LDO 降压转换器作为供电芯片, 能够有效延长系统掉电后的工作时间。



图 3 AMS1117 实验测试数据



图 4 CAT6219 实验测试数据



图 5 TPS7A4533 实验测试数据

表 1 掉电检测电路实验数据 ms

稳压芯片选择	AMS1117	CAT6219	TPS7A4533
第一次测试	4.440	8.220	8.000
第二次测试	4.400	8.220	8.040
第三次测试	4.380	8.200	8.136
平均时间	4.407	8.213	8.059

3 功能测试

为了进一步测试电路的工作性能, 设计进行了掉电时的存储功能测试。使用 LDO 对系统进行掉电存储, 当中断触发时, LPC2138 先向 16 kB 铁电存储器 FM25CL16B 写入 8 字节数据。经过测试, 系统掉电后的工作波形如图 6 所示, 其中逻辑分析仪通道 0 为输出掉电后, 通道 5 为向存储器中写数据的信号, A 端为 LPC2138 的输出方波信号。从中可以看出, 向铁电存储器写入 8 字节数据占用的时间极短, 仅为 130 μ s。经过计算, 采用 AMS1117 作为供电芯片可以使系统在掉电后写入 240 字节左右的数据, 而采用压降为 300 mV 的低压降 LDO 线性稳压器以后, 系统可以在掉电后向存储器写入 450 字节以上的数据。



图 6 掉电后数据存储实测波形

4 总结

采用低压降的 LDO 线性稳压器可以明显延长系统掉电后的工作时间, 使得中央处理器能够向存储器中写入更多的数据。由 LDO 线性稳压器结合掉电检测芯片组成的掉电保护电路结构简单, 具有优良的实用效果, 可作为一个重要的组成部分应用到嵌入式系统当中。

参考文献:

- [1] 翁海勇, 俞加明, 叶大鹏. 基于 LM358 的单片机掉电保护系统设计与实现[J]. 电子世界, 2013(4): 38-38.
- [2] 张喜红, 王玉香. SST89E516RD 单片机掉电保护方案的设计[J]. 电子世界, 2013(7): 134-135.

[3] 彭进业, 金浩强, 石剑虹, 等. 高速单像素相机数据采集系统[J]. 光学精密工程, 2014, 22(4): 837-843.
 [4] 胡鹏程, 时玮泽, 梅健挺. 高精度铂电阻测温系统[J]. 光学精密工程, 2014, 22(4): 988-995.
 [5] 汪黎栋, 茅振华, 倪魏. 基于 Cortex-M3 的快速发光二极管光电参数测量系统[J]. 光学精密工程, 2014, 22(4): 856-862.
 [6] 于海, 万秋华, 杜颖财, 等. 光电编码器动态检测转台的空间失

量力矩合成驱动系统[J]. 光学精密工程, 2014, 22(4): 979-987.
 [7] 王洋, 颜昌翔, 胡春晖, 等. 非接触式扫描反射镜转角测量系统[J]. 光学精密工程, 2014, 22(4): 850-855.
 [8] 林茂疆, 鄢萍, 易润忠, 等. 基于法拉电容的智能仪器仪表掉电保护方案[J]. 电源技术, 2010(12): 1292-1295.
 [9] 马勋, 张波. LDO 降压转换器的稳定性分析[J]. 微电子学, 2004, 34(2): 142-144.

(上接第 1190 页)

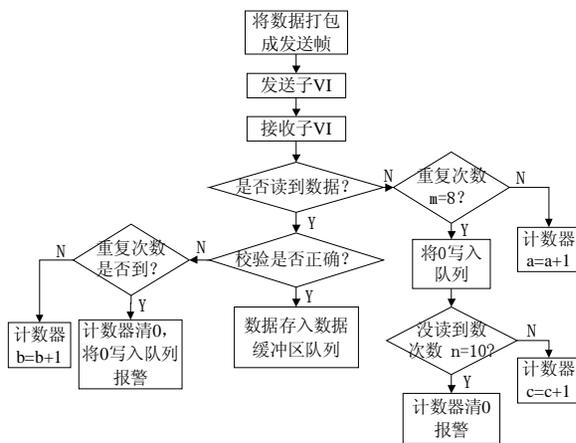


图 5 数据发送接收流程

据, 以此类推, 完成了 80 个模块的循环遍历。

3.3 80 块电池单体的实时数据显示

由上面内容可得, 上位机接收到的数据存到了数据缓存区中, 则上位机读取数据时从数据缓存区中读取, 设定每 1.6 s 读取一次。数据读取显示存储的流程如图 6 所示。由于有 80 个模块, 所以需要根据上传数据模块号码进行条件判断, 以显示每个模块中的数据。显示功能包括对 80 块电池单体的实时电压、电流、电量、电池状态、实时曲线和历史记录的显示。

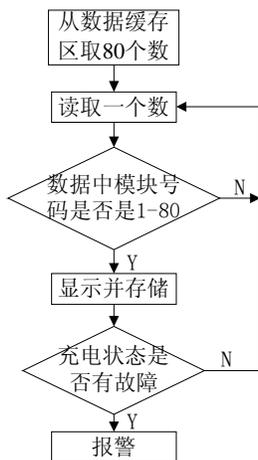
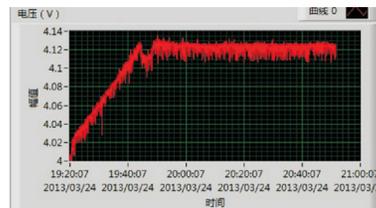


图 6 数据显示存储流程

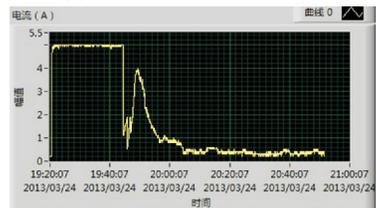
4 实验结果及分析

为了验证锂电池充电系统的实际效果, 对特定的电池对象进行了充电实验, 充电实验恒流阶段采用 4.5 A 充电, 当电压达到截止电压 4.12 V 时, 转入恒压充电方式, 维持充电电压 4.12 V, 经过了 6 h 的充电过程, 其中 1 号电池单体的电压、电

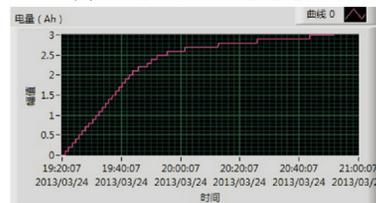
流、电量的历史数据的显示如图 7。



(a) 1号电池单体的充电电压



(b) 1号电池单体的充电电流



(c) 1号电池单体的充电电量

图 7 锂电池充电实验曲线

从图 7 可以看出, 所得的控制电压的精度在 10 mV 以内, 控制电流的精度在 0.1 A 左右。恒流转恒压时, 过渡基本平滑, 恒压阶段保持恒压 2 h, 完成充电。

5 结束语

本文对锂电池充电管理系统进行了基于 LabVIEW 的上位机设计。实现了 80 块锂电池单体通过 CAN 总线进行上下位机之间的通讯。采用以工控机为主节点, 80 块电池单体为从节点的方式进行上下位机之间的通讯, 解决了由于电池单体数较多、通讯之间的协调问题, 同时也在一定程度上降低了总线的负荷压力。采用队列的方式进行数据采集、显示与存储。这样既提高了程序的运行速率, 也解决了采用局部变量、全局变量等造成的多线程数据不能同步控制的问题。发生故障时具有弹窗报警、声音报警等功能, 还能够存储故障信息, 方便用户日后查看维护。充电效果显示电池组恒压恒流充电过渡平滑, 充电管理系统运行良好, 达到了设计目的。

参考文献:

[1] 樊海军, 丁学明, 徐红平. 锂电池组智能管理系统设计及实现[J]. 电源技术, 2011, 35(5): 510-513.