

高原型航空地面电源数据采集系统设计

季嘉伟, 赵徐成, 孙国文

(空军勤务学院航空四站系, 江苏 徐州 221000)

摘要: 为了采集航空地面电源在高原环境下的运行状态参数, 给出了一种基于 S3C2440 的高原型地面电源数据采集系统硬件和软件设计方案。系统通过应用 S3C2440 处理器控制多路模拟开关, 利用分时复用技术将地面电源多路传感器数据送入数据采集卡。将所获得的数据存储到可移动存储设备中。为了方便用户与系统之间的交互, 还提供了生成报表、存档、打印输出等功能。系统分析软件能够直观地观察特征参数的详细情况, 通过编程实现对实验结果数据的复现, 运行曲线显示、数据表格显示。

关键词: 数据采集; 地面电源; 多路模拟开关; 系统分析软件

DOI: 10.7643/issn.1672-9242.2017.11.015

中图分类号: TJ01; TP274 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2017)11-0076-05

Design of Data Acquisition System for Plateau Ground Power Supply

Ji Jia-wei, ZHAO Xu-cheng, SUN Guo-wen

(Department of Aviation Four Stations, Air Force Logistics College, Xuzhou 221000, China)

ABSTRACT: To acquire operating state data of ground power supply for aviation in plateau environment, this paper gave a design scheme of data acquisition system for plateau ground power supply of hardware and software based on S3C2440. The system processes data with S3C2440 to control multi-channel analog switches and time division multiplex access to transmit data of multi-channel sensors of ground power supply into data acquisition card. Acquired data can be stored on portable storage device. To facilitate the interaction between user and system, it also provides many functions, such as report generation, archiving, print output, etc. System analysis software can make the details of the characteristic parameters be observed directly by reproducing the data of the experimental results, displaying the running curves and showing data tables.

KEY WORDS: data acquisition; ground power; multi-channel analog switches; system analysis software

高原环境的特殊性影响着航空地面电源的保障效率, 所以要对其高原型航空地面电源的运行状态进行监控、处理^[1-2]。地面电源供电性能的好坏, 直接影响高原环境下飞机保障的效率^[3]。为分析地面电源的供电特性, 维持其良好的工作状态, 数据采集系统能够实时跟踪电源车的特征参数显得十分必要。这就需要对面电源供电过程的状态数据进行采集与存储^[4]。

地面电源的特征采集信号有 16 路之多, 所以需要多通道的数据采集卡。文中提出一种基于 S3C2440 技术的模拟量、数字量采集与处理系统, ARM 芯片处理

器 S3C2440 工作频率高且自带 A/D 转换模块^[5], 使得对特征参数的检测更简易且精准。解决了传统的数据采集系统运行效率不高, 软件编程复杂的问题, 实现了数据同步采集及存储和通道可选择控制等功能^[6-7]。

1 高原环境对地面电源的影响分析

高原地区环境恶劣, 航空地面电源作为一台重要的四站保障装备, 为飞机提供地面起动电源和地面通电检查电源。由于其提供电源质量的好坏直接关系到

战机的战斗力的优劣，因此要对电源车在高原地区的实际工作性能进行采集和分析。高原环境主要对航空电源车具有以下两方面影响。

1) 动力系统的影响。高原环境对高原型航空电源车的动力影响特别巨大。高海拔导致的气压低、空气稀薄使发动机的进气量减少、氧气含量减少、燃油不能充分燃烧，导致功率输出严重下降，最明显的就是在动力上的表现。高原地形多变，爬坡路段较多，对动力的要求要更加严苛，然而面对动力下降的现实，使电源保障不容乐观。大半年的低温期使得发动机有时候无法起动，更是不容忽视的问题。

2) 电气系统的影响。高原的低温，强紫外线辐射会降低电气系统的绝缘性能。首先强辐射条件下，塑料材质的材料在柔韧性和抗疲劳性上大打折扣，变得容易龟裂，材质本身会变脆，容易粉化。一旦导线裸露在外，很容易出现短路，从而造成严重事故。干燥的环境下静电容易产生，在静电环境下装备的电气特性会受到影响，难以达到保障所要求的目标。

随着高原战略地位的提升，对保障装备的性能要求也更加苛刻，同时对航空电源车日常保障的供电标准日益严格。这就要求时刻掌握高原型航空电源车的性能参数，来分析其性能指标是否合格。

2 方案选择

结合地面电源运行的特征和实际情况选取能反映地面电源运行状态的特征信号：A, B, C 相交流电压，A, B, C 相交流电流，两组变压整流器两端直流电压，两组变压整流器输出直流电流，三组蓄电池电压，柴油机转速，交流电频率，运行机械声，温湿度。见表 1。

系统分为四大部分：传感器信号输入、模拟多路

开关、S3C2440 处理器以及存储卡。方案具体是：首先，通过各类传感器检测电源车工作过程中的 10 类实时特征参数的模拟量信号，并输入调理电路，转换为 ARM 芯片处理器 S3C2440 能够接收的 0~3.3 V 的电压信号；然后输入两片多路开关，并在 ARM 芯片处理器 S3C2440 控制下分时选通一路信号，控制信号依次通过 ARM 芯片处理器 S3C2440 的模数转换模块；最后将所获得的数据以预定格式存储到可移动大容量存储设备中^[8]。另外，机械声的信号采集由于 ARM 嵌入式主板提供的资源有 MIC，可以直接用来进行声音的采集，并且 S3C2440 内置 I2S 总线接口具有强大音频解码芯片 TDA1314。音频输出部分是一个国际上通用的 3.5 mm 的输出接口，能够外界耳机、音箱等设备。该设计的检测方法流程如图 1 所示。

表 1 地面电源所需采集的特征信号

项目	采集方式	采集范围
三组蓄电池电压	导线直接引出	20 ~ 32 V
两组整流器两端直流电压	导线直接引出	10 ~ 45 V
整流器两端直流电流 A, B, C	1.25 mV/50 A ~ 75 mV/3 kA 直流分流器	0 ~ 3 kA
三相交流电压 A, B, C	115 V/6.6 V 变压器	70 ~ 180 V
三相交流电流 A, B, C	200 A/5 A 和 5 A/40.6 mA 电流互感器	0 ~ 200 A
柴油机转速	地面电源测速传感器	200 ~ 2800 r/min
交流电频率	115 V/6.6 V 变压器	310 ~ 430 Hz
温湿度	AM2311 温湿度传感器	-40 ~ +50 °C 20% ~ 95%
机械声	MIC	

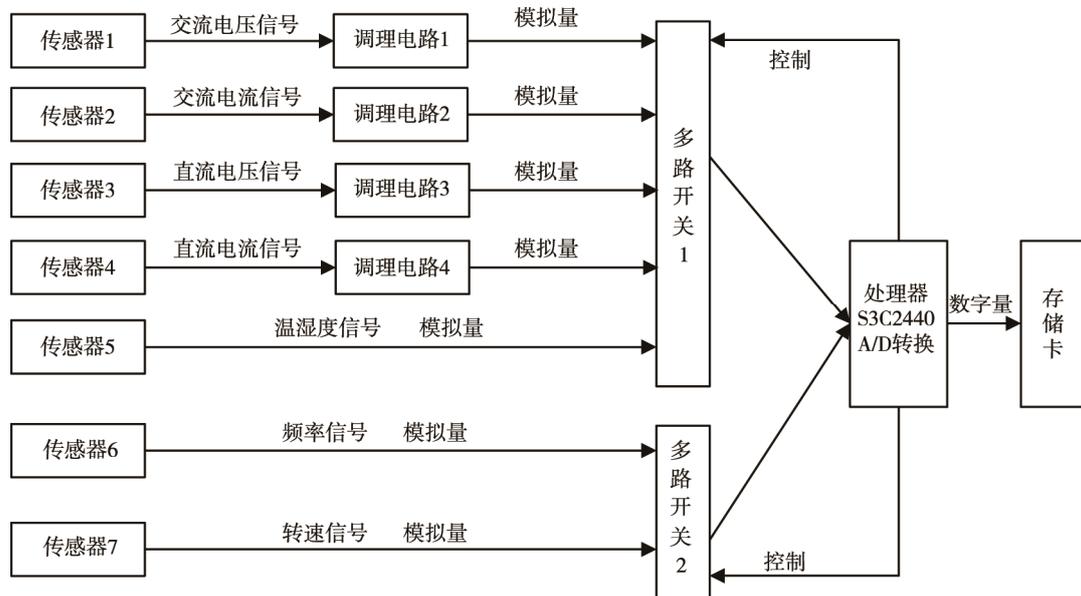


图 1 系统结构

2.1 信号调理电路设计

交流电压输出的相电压波动范围为 70 ~ 180 V，提取到的电压需要经过电压变送器 200:48 的变换。通过计算可得，通过电压变送器的电压在 16.8~43.2 V 之间变化。通过一个 LM258 和 R20、R21、二极管组成一个半波有源整流电路。因为运算放大器的特点有开环增益高，输入阻抗高，对于消除二极管的非线性影响，提高电路的稳定性上起到很大的作用。再经过 C21 进行滤波，在 J2-1 端就输出了直流电压，其大小可通过调节电位器 RP3 来调节，直到电压在 0~3.3 V 之间。其电路如图 2 所示。

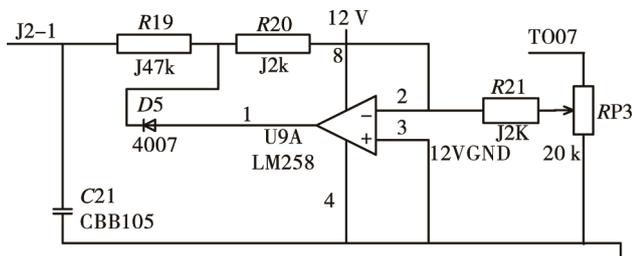


图 2 交流电压信号调理电路

交流电流信号调理电路，如图 3 所示。三相交流电流的变化范围是 0 ~ 200 A，经过互感器 1:2000 的变换后大小变为 0 ~ 0.1 A，流经 R31 和 R32 后转换为 0 ~ 24 V 的电压信号。RP6 与 R31、R32 并联，所以电位器两端电压变化范围也是 0 ~ 24 V，转换为交

流电压后的电路与上节相同。

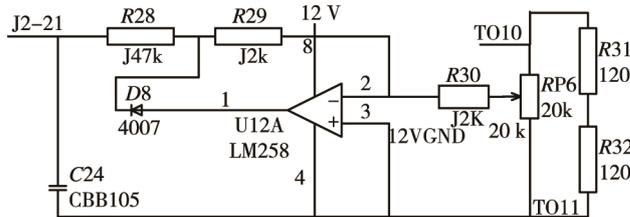


图 3 交流电流信号调理电路

流电压后的电路与上节相同。蓄电池端电压输出信号的变化范围为 20 ~ 32 V，直流输出的电压信号变化范围为 10 ~ 45 V。由于这些信号直接取自被测量系统，所以在前置信号处理时要将信号采集和信号处理隔离开来，即电气隔离。该设计采用 A2412S-2W 进行电气隔离，A2412S-2W 的 1 号和 2 号管脚为输入电压的正极和负极，此时 1 脚和 2 脚之间存在一个电压差，假设该电压差为 U ，再和 5 脚进行参考，则 4 号管脚输出为 $-U/2$ ，6 号管脚输出 $+U/2$ 。通过实验，发现当输入段的电压线性变化时，4 号和 6 号输出端的电压也近似线性变化，因此使用这一器件对输入信号进行电气隔离是可行的。为削减前端不变的电压部分和滤除杂波，并联入相应的阻容回路到电路中，在输出端使用一个可调节电阻大小的电位器对加在电位器两端的电压进行分压，其输出端即为滑动端。输出电压和蓄电池端电压均可使用此电路进行转换，只是输出端的位置不同而已，其电路如图 4 所示。

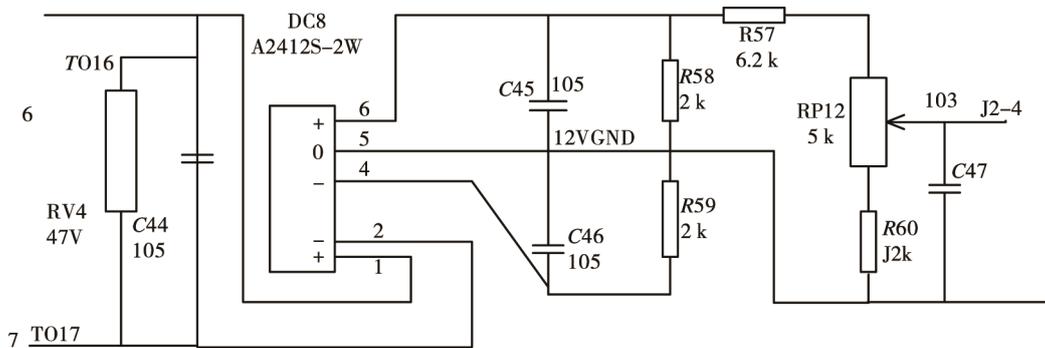


图 4 直流电压信号调理电路

直流电流的检测是通过分流器两端电压间接得来的。其输出为 1.25~75 mV，只要采集此电压信号，再经过前端信号处理电路，调理到处理器 S3C2440 可承受的电压信号，供其采集即可。从分流器两端输出的电压信号很小，为毫伏级，因此若想达到模拟量输入处理器 S3C2440 的电压要求，需要使用放大器对信号进行放大，通过筛选选择了 LM258 应用到系统中。由于输入电流信号很小，需要对输入的小电压值进行多倍的放大，这一放大倍数已经超出 LM258 的处理能力，因此要进行两级放大。又因为电压信号是直接

分流器上取得，所以要与处理器 S3C2440 之间进行电气隔离，隔离器件依然选用 A2412S-2W。当 A2412S-2W 输出 3.3 V 左右的电压时，需要大约放大 44 倍左右，考虑到电阻阻值的设定，且为了方便计算，将放大倍数定为 40 倍，这样对第一级进行 4 倍运放，对第二级进行 10 倍运放。在 A2412S-2W 的输入端就得到了电压变化范围为 0.05 ~ 3 V 的电压。A2412-2W 的 1 脚和 2 脚之间的电压与 6 脚和 4 脚电压相等。在该设计中，A2412S-2W 除了对电压有放大作用外，还对电路之间进行了电气隔离。其电路如图 5 所示。

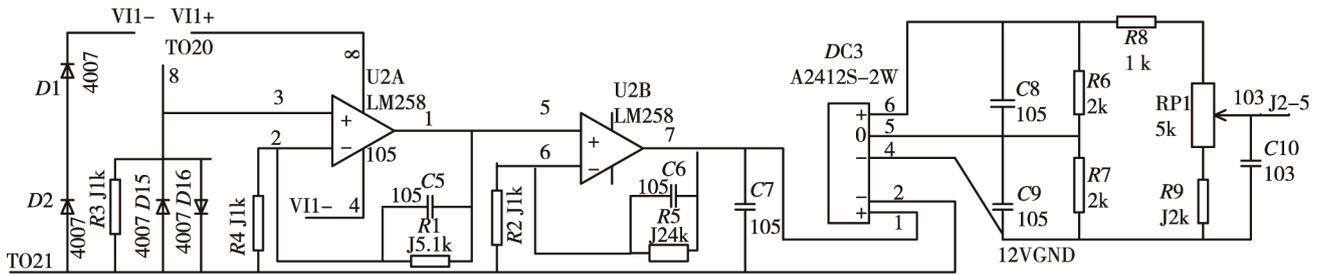


图 5 直流电流信号处理电路

2.2 多路开关的选择

多路转换开关是在多路数据采集中，实现多通道采集的器件。多路开关受 ARM 芯片处理器的控制，分时选通一路特征参数，实现多路数据采集。由于需要检测的特征参数有 10 类之多，为此，选用了 Maxim 公司的 16 选 1 数据选择器 MAX306。MAX306 有多种封装，考虑到高原环境温度和便于焊接，选用了 MAX306EWI。

在特征参数信号进入主控制器进行 A/D 转换之前，需要先通过两片多路开关进行片选。通过多路开关 MAX1 的特征参数信号有：A, B, C 相交流电压，A, B, C 相交流电流，两组变压整流器两端直流电压，三组蓄电池电压，两组变压整流器输出直流电流，机罩内空气温度和相对湿度共 15 路。通过多路开关 MAX2 的特征参数信号有：6 路柴油机转速，10 路发电频率，共 16 路。

2.3 A/D 转换部分设计

A/D 转换器为微处理器芯片上集成的 A/D 转换器，该转换器只有一个数据接口，拥有 8 个通道，10 位 CMOS 的 ADC。其转换模拟输入信号到 10 位的数字编码，最高转换速率能达到 500 KSPS，且具有低功耗的特点。供电电压为 3.3 V，输入模拟电压范围为 0~3.3 V。

2.4 存储部分设计

选择了 32 GB 的 SD 卡作为存储器件。SD 卡的技术成熟，存储速度快，体积小，而且通用性强，大部分设备都有 SD 卡的预留插槽。当数据存满或者系统需要内存更大点的存储卡，更换起来相对容易。SD 卡工作只需要一种电源供电，供电范围比较宽，在 2.0~3.6 V 之间都满足 SD 卡的工作电压。

3 系统软件设计

采集控制程序是特征参数采集的中心，是伴随系统启动时自行启动的。当传感器的电信号经调理电路调理成相应的直流电压，信号范围为 0~3.3 V。微控制器 S3C2440 控制 MAX306 路数的选通，有序地选

择不同的信号 ADC，并存储在 ADCDATA0 寄存器中。ADCDATA0 中的数据最后以文件的形式进行保存^[9]。在采集程序执行过程中，为了使数据采集同步性高实时性好，同时准确性高，吸收了多任务的思想，通过多线程的方案来控制整个采集过程^[10]。由于数据缓存区容量有限，与数据采集的现实出现矛盾，所以将缓存的数据分时间段导出，然后进行保存。其采集控制流程如图 6 所示。

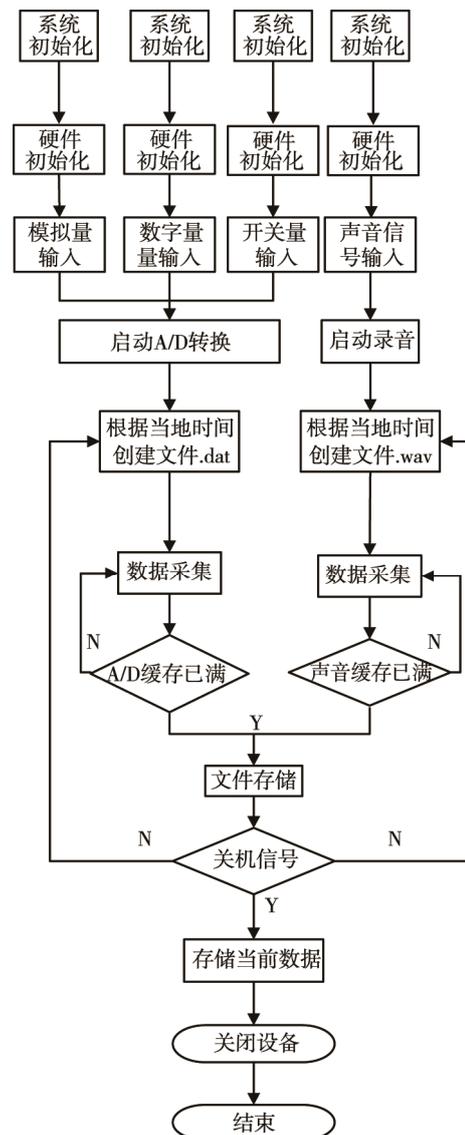


图 6 采集程序设计流程

4 数据采集系统实验分析

据导入分析系统中,实现保障数据复现^[11],得到曲线图,如图4所示。

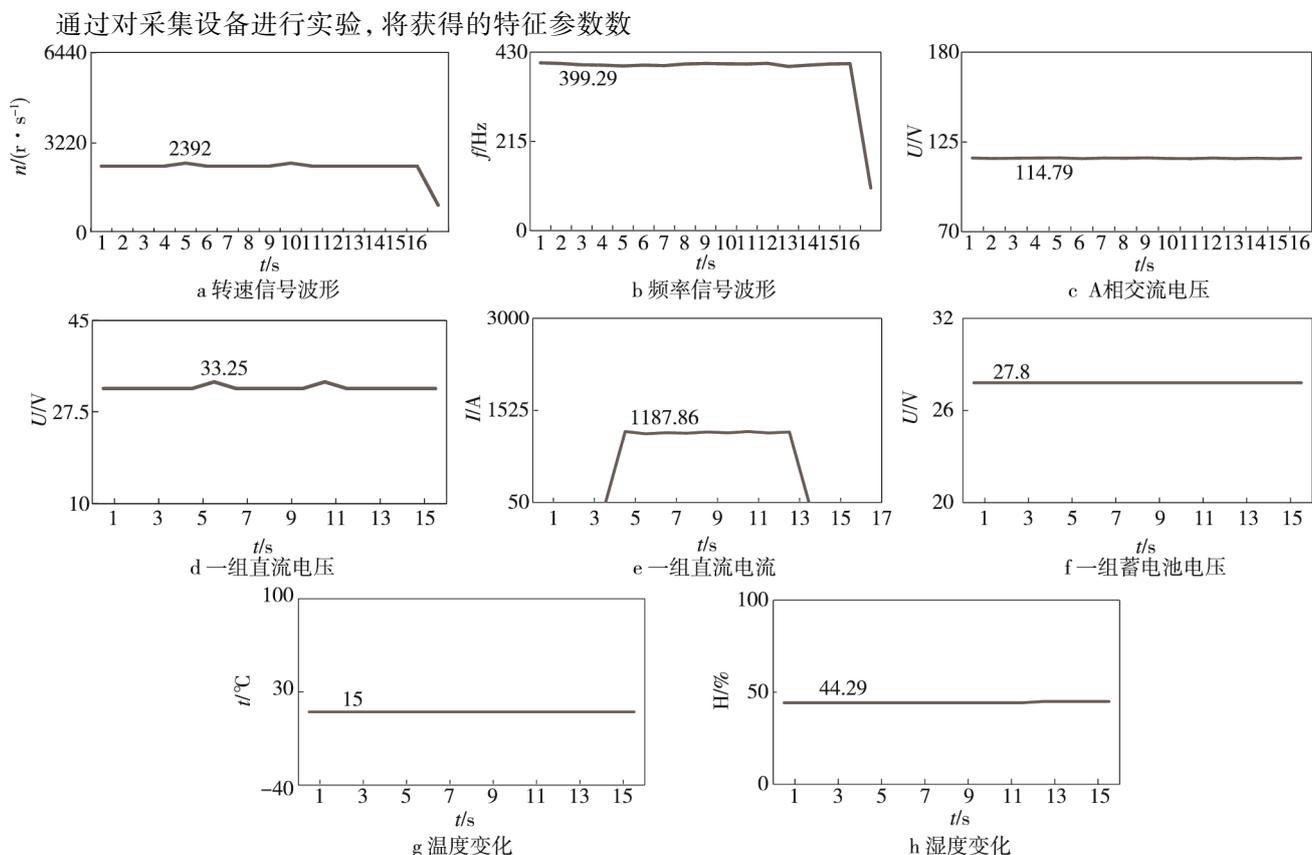


图7 实验数据曲线

通过数据的复现,能够清楚地看到各个参数的特征状态。想要了解数据更详细的信息,只需要单击进入测试数据曲线^[12]和数据报表界面,能得到电压的最大值和最小值、正常参数走向和特征参数包络线等详细信息。

5 结语

应用 S3C2440 处理器来控制多路开关阵列,完成了多数据通道的合并。对系统进行集成化,小型化设计。把信号调理电路、多路开关、ARM 芯片处理器、存储卡等集成在一块印刷电路板上,这样只需要将存储卡插在这个集成的电路板上,便可存储所检测的特征参数。该方案解决了多种数据信号的高速采集问题,提高了高原型航空地面电源数据采集的速度和精度。

参考文献:

- [1] 赵徐成, 马俊伟, 朱逸天, 等. 保障装备高原环境适应性研究[J]. 装备环境工程, 2014, 11(5): 27-31.
- [2] 高阳, 胡杰, 胡连桃. 高原环境对航空保障装备的影响

分析及对策[J]. 环境技术, 2015, 33(1): 62-65.

- [3] 赵徐成, 蒋超. 航空地面电源装备与保障[M]. 徐州: 空军勤务学院, 2015.
- [4] 马明建. 数据采集与处理技术-上册[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2012: 25-30.
- [5] 闫广续, 袁纵横, 王晓辉. 基于 ARM 嵌入式 Linux 的数据采集系统设计[J]. 计算机测量与控制, 2015, 23(5): 1724-1727.
- [6] 柯新宇. 基于 ARM 的数据采集卡研制[D]. 武汉: 华中科技大学, 2008.
- [7] 杨宝山, 蔡锦达, 刘劲阳. 基于 ARM 的纸护角定长剪切控制系统设计[J]. 包装工程, 2015, 36(11): 118-122.
- [8] 王红亮, 符多铎, 广威. 基于 ARM 的数据采集存储系统设计[J]. 火力指挥与控制, 2014, 39(1): 119-122.
- [9] 罗铿, 平佳伟. 基于 ARM 的全自动数据采集系统的设计[J]. 计算机测量与控制, 2016, 24(4): 159-162.
- [10] 杨博, 张加宏, 李敏. 基于 ARM 的多通道数据采集系统[J]. 仪表技术与传感器, 2015(2): 104-107.
- [11] 徐文远, 雍静. 电力扰动数据分析学——电能质量监测数据的新应用[J]. 中国电机工程学报, 2013, 33(19): 93-101.
- [12] 代术建. 汽轮发电机组状态监测数据采集分析系统开发[D]. 保定: 华北电力大学, 2012.3.