

基于型号装备的数据终端设计与应用

王 丁, 诸雪征, 王宇光

(防化学院 防化装备系, 北京 102205)

摘要: 文章结合某型防化装备结构特点, 以装备信息采集、传输、处理和应用需求为牵引, 基于嵌入式系统设计方案, 完成了防化装备数据终端的软硬件设计和实现, 该终端能够对装备自检数据、工作数据、状态数据、故障数据和报警数据等进行信息采集存储和实时状态监测, 测试验证了其对于某型装备信息采集传输存储的准确性, 能够有效指导防化装备研制改进和供管修训等活动, 创新性地为后续应用开发提供了基础化、标准化的信息源。

关键词: 嵌入式系统; 型号装备; 数据终端; 采集存储

Design and Application of Data Terminal Based on a certain Type of NBC Defense Equipment

Wang Ding, Zhu Xuezheng, Wang Yuguang

(Department of NBC Defense Equipment, Institute of NBC Defense, Beijing 102205, China)

Abstract: Combining the structural characteristics of a certain type of NBC defense equipment, taking equipment information collection, transmission, processing and application requirements for the traction, based on embedded system design program, this paper completes the software design and implementation of NBC defense equipment data terminal hardware. This data terminal equipment can collect and store self-test data, operational data, status data, fault data and alarm data and other information, as well as monitor real-time status of NBC defense equipment. Finally, it is tested to verify its accuracy for information acquisition, transmission and storage of a certain type of equipment and it can effectively guide the development of NBC defense equipment and supplement, management, maintenance and training activity, providing a basic, standardized information base for extended follow-up application development.

Keywords: embedded systems; model equipment; data terminal; acquisition and storage

0 引言

某型车辆类防化装备结构复杂, 复合功能强, 每个功能系统包含几个到几十个功能子系统并产生诸如工作参数、装备状态参数、故障参数等系统信号, 装备在使用训练、管理维修过程中对专业配套检测维护设备依赖性强, 对使用分队、管理部门和维修机构人员要求高。随着微处理器技术的不断发展, 极大加速了嵌入式系统在装备系统中的各项应用。设计并实现对防化装备工作数据、状态数据、故障数据和报警数据等及时采集传输并存储的嵌入式数据终端, 为上位机信息管理与分析系统提供基础性和标准化的数据, 对于增强防化装备使用效能、降低使用维护费用、提高装备管理效率具有重大意义。

1 系统框架及工作原理

设计该型号防化装备数据终端框架, 分析系统组成及其工作原理, 为功能模块的具体设计和实现奠定基础。

1.1 系统框架

该终端由信号调理模块、数据采集单元、嵌入式处理器、数据存储单元、总线通讯单元和嵌入式处理软件组成。其信息采集对象主要是防化装备使用训练、装备管理和维修过程中的: 1) 工作信息, 如车载辐射仪的辐射数据和报警数据, 生物报警仪的监测的浓度数值和温度数值, 毒剂报警器和拉曼光谱仪的化验数据及毒剂种类和所测概率浓度等; 2) 自检信息, 如侦察装备探头检测数据,

洗消装备电压检测数据、其它核心部件的自检数据以及系统开关机时间等; 3) 状态信息, 如洗消装备消耗器材的消耗量、潜水泵转速、车辆行驶里程、各部件的持续运行时间、工况温度等; 4) 故障信息, 如装备发生故障的部件部位、时间和故障码等。

为使数据终端监测和采集装备信息时不会对装备原有信号产生影响, 需按有关标准进行各类接口设计, 提高系统电磁兼容性, 保证系统工作可靠性。同时针对防化装备信息输出特点, 设计信息采集方式和通用信号调理部分, 保证对多种信息源的适用性、兼容性和扩展性, 整体框架设计如图 1 所示。

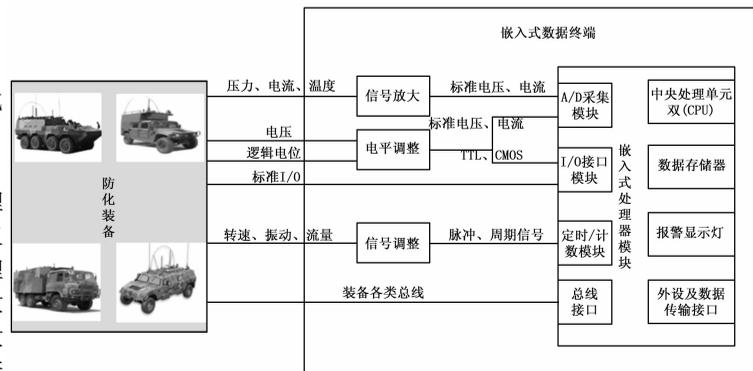


图 1 嵌入式数据终端整体框架设计

1.2 工作原理

防化装备信息参数的信号种类基本上可分为电压、电流、压力、流量、温度、转速以及频率等, 嵌入式数据终端通过连接装备控制系统或在其相应部位加装传感器, 采集 CAN、

收稿日期:2016-08-23; 修回日期:2016-11-02。

作者简介:王 丁(1987-),男,陕西渭南人,硕士,助理工程师,主要从事装备保障信息化与仿真方向的研究。

RS232 或 RS485 总线信号便可获取有关装备数据信息。

根据装备通用性要求,结合国内外现有技术,本数据终端采用基于板级的处理器,主要实现防化装备各类信息的信号调理、数据采集、数据通讯和分类存储等功能,信号调理单元对输入信号通过矩阵输入单元进行切换,实现隔离、调理功能,以做到前端信号采集通用化;数据采集单元使用微处理器完成数据采集处理工作,通过专用总线连接各个采集模块,将采集的信息进行模数转换,并将数字信号传送给嵌入式处理器模块;数据存储单元配合嵌入式软件定期把数据按照协议格式进行分类存储,以备后期数据处理和分析使用;处理器模块配合软件实现对实时数据解析、处理、计算和分析等功能;总线通讯模块实现对装备数据总线的信息监测和接收功能;嵌入式软件控制各硬件实现数据采集分析、分类存储、故障报警与显示等功能。

2 硬件设计

该防化装备数据终端硬件设计主要包括外部结构设计、内部结构设计和模块设计。

2.1 外部结构设计

2.1.1 前面板接口设计说明

前面板包括状态指示灯、网口和 USB 接口。状态指示灯可显示电源状态、故障指示及预警等信息状态;网口可与上位机连接,能在线实时监测防化装备工作信息和状态信息;USB 接口与 U 盘或上位机连接以导出存储的工作信息、自检信息、故障信息、故障发生时刻状态信息以及历史状态信息。

2.1.2 后面板接口设计说明

后面板接口包括电源输入接口、通讯接口、信号输入接口、电源输出接口、保险和电源开关。电源输入接口用于连接外部供电电源,为数据终端提供 24 V 直流电源;预留了一个电源输出接口,可以输出直流电压,用于给加装的传感器供电;通讯接口包含 RS232、RS485、CAN 总线,用于和防化装备控制总线连接;信号输入接口则可以和加装传感器或防化装备预留检测口连接,用于信号检测;保险可保护内部电路,出现短路、断路、欠压或者过压等故障时保险可方便更换;电源开关打开或关闭数据终端外部供电电源。

2.2 内部结构设计

数据终端内部结构如图 2 所示。

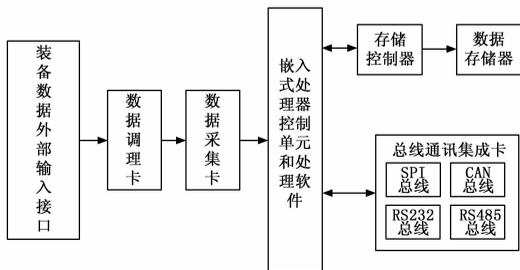


图 2 数据终端内部结构原理框图

内部结构采用功能模块化设计,模块之间通过专用总线建立连接,整体结构由底板电路、信号调理卡、数据采集卡、总线通讯卡、预留槽位和嵌入式处理器模块等组成,此架构可提高数据终端的功能扩展、维修维护和故障诊断等能力。数据采集卡和嵌入式处理器模块之间通过 SPI 总线连接;总线通讯卡

与处理器模块之间通过底板通讯总线连接,由于本版本数据终端属于原型机,主要用于系统测试,因此将总线通讯卡集成于 MCU 板上,改进版本将单独做卡;预留槽位与处理器模块之间通过底板 I²C 总线连接;嵌入式处理器模块根据其自身的资源定义与底板建立连接;各功能模块可以通过两边加固架按照槽位从上往下插入和固定。

2.3 模块设计

2.3.1 信号调理模块

信号调理模块主要实现对模拟信号进行调理、数字 IO 隔离、电压电平隔离等功能,可以将信号调理模块按照功能分组方式设计成一块功能板,通过专用数据总线连接到底板。

1) 模拟信号调理单元。

外部输入的模拟信号先要经过分压处理,分压到 AD 采集的范围内。由于输入信号在测试电缆传输过程中会引入一些高频噪声,这些噪声信号可能会引起测试信号的误判,严重时还可能影响整个信号调理电路的工作。输入信号调理电路如图 3 所示,该电路为典型低通滤波电路,可有限抑制高频干扰信号。可根据测试信号的频率选取滤波电容值,通过调整反馈电阻调整电路的放大增益。

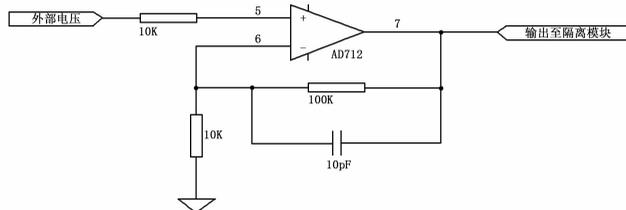


图 3 模拟信号输入调理电路

2) 数字 IO 隔离单元。

数字 IO 信号采集资源都是 3.3 V LVTTTL 接口,采用光耦进行隔离,通过光耦隔离电路将不同幅值的输入信号转换为 TTL 电平信号,并将设备输出的 TTL 信号转换为与被测部件兼容的电平信号,保护采集模块数字 IO 接口的同时增强了数字 IO 信号驱动能力,信号隔离电路如图 4 所示。

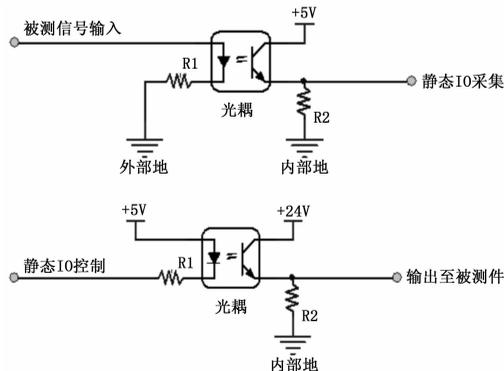


图 4 输入输出信号隔离电路

3) 电压电平隔离单元。

该单元用于对直流电压信号的隔离、转换及放大,采用磁电隔离混合电路,输入信号经过低通滤波器滤波后进入模拟信号隔离放大器,可达到 5 KV 直流绝缘电压,实现对模拟信号地线干扰抑制及数据的隔离和采集。该信号调理单元使用非常方便,不需要零点和增益调节,隔离电路如图 5 所示。

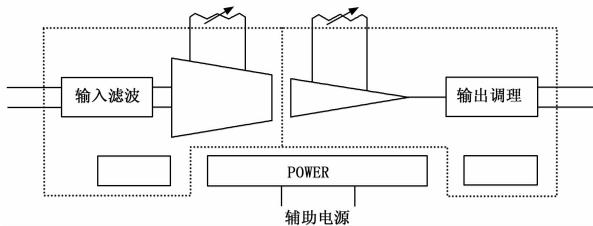


图 5 电压隔离模块电路

2.3.2 数据采集模块

数据采集模块将调理后的模拟信号转换成数字信号并传送到处理器模块进行识别处理, 为了满足采样精度和测试需求, 采用高精度模拟前端和 ADC 采集芯片, 转换精度能够达到 16 位, 单通道最大采样速率可达 500 kHz。处理器通过 SPI 总线系统与模数转换芯片以串行方式进行通信, 从而获取传感器数据。其数据流关系如图 6 所示。



图 6 数据采集原理图

2.3.3 嵌入式处理器模块

依据该数据终端功能需求和环境要求, 选用 Freescale 基于四核 ARM Cortex-A9 的 i.MX 6Quad 应用处理器, 采用 40 nm 工艺, 单核心主频高达 1 GHz, 拥有 1 GB 容量的 DDR3 内存和 1 MB 二级缓存, 多路通讯口能够满足装备信息的传输需求, 接口可支持 HDMI1.4, USB2.0 和千兆以太网卡, 具备性能强劲的硬件配置和丰富的应用接口, 其工作温度范围为 -25℃~45℃, 存放温度范围是 -40℃~80℃, 可满足工业和军品的环境适应性要求。

2.3.4 信息存储模块

综合考虑信息存储速率、信息存储容量及性价比等因素, 选用 8 GB Flash 存储器可以满足其存储需求, 可直接集成到嵌入式处理器模块中。

2.3.5 总线通讯模块

该模块作用是将 RS232、RS485、CAN 总线通讯功能集成到一块功能板上, 通过底板通讯总线连接到嵌入式处理器模块, 设计上将 RS232、RS485、CAN 功能模块化, 可以根据需要灵活增加和裁剪, 例如嵌入式处理器有多路 RS232 通讯接口, 可以利用专用控制器将 RS232 接口转换成 RS485 接口。此外, 为了满足 CAN 总线测试需求, 设计了 CAN 总线通讯接口电路, 支持两个端口独立操作 CAN 网络或桥接, CAN 控制器采用 SJA1000, 其可提供总线仲裁和错误检测功能, 并能够在检测到错误时自动更正并重新发送, 如图 7 所示。

3 软件设计

嵌入式处理软件包括操作系统和应用软件, 通过系统各软件模块组成和数据流处理完成防化装备信息采集和处理功能。

3.1 开发环境和功能描述

嵌入式操作系统选用 Linux/Android 系统内核, 根据功能要求进行定制, 基于 ADS 平台开发应用软件, 负责管理和控制设备硬件, 实现信息采集、数据处理、数据判断、信息存

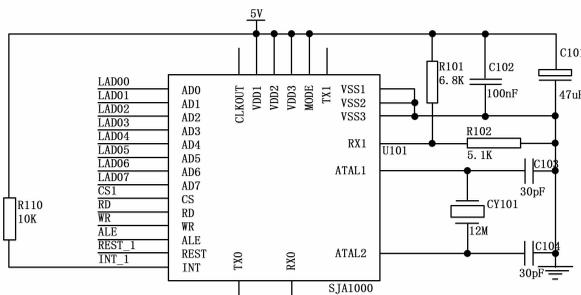


图 7 CAN 控制器设计电路

储、数据通讯、故障预警、信息导出和终端处理等功能。

信息采集软件实现由嵌入式处理器通过 SPI 总线或 CAN 总线按照一定频率从数据采集卡或防化装备总线通讯卡获取相关信息数据。

数据处理软件将经过信号调理模块调理之后获取的信号数据进行计算, 并转换成相应的物理量如电压、频率或者进一步加工处理, 以备有关程序调用。

数据判断软件对获取的防化装备工作和状态参数数据与系统设定的参数阈值进行分析比较和数值判断, 如不在正常值范围则判定系统部组件存在故障, 然后将判断结果传送给故障预警模块。

信息存储软件将经过信息采集、数据处理和判断之后的装备信息按照规定的协议格式分类存放到信息存储单元, 如数据判断软件判定系统部组件或传感器存在故障, 则产生相应的故障码, 并将故障码和发生故障时刻装备状态信息存储至信息存储单元。

故障预警软件主要根据数据判断软件判定的结果, 发出指令并控制相应状态指示灯的显示颜色。

数据通讯软件将数据处理的结果通过终端后端网口连接上位机, 发送给上位机装备信息管理与处理分析系统的运行状态监控模块, 实时监测与分析防化装备运行工作参数。

信息导出软件通过终端 USB 端口与上位机装备信息管理与处理分析系统的信息传输模块进行通讯, 将数据存储单元存储的防化装备工作信息、状态信息、故障信息和报警信息一起导出给上位机系统数据库。

终端处理软件主要接收装备信息管理与处理分析系统发送的终端设置命令并进行响应的处理和结果反馈功能。

3.2 数据处理流程

嵌入式应用软件采用数据流方式处理传感器或采集电路的数据信号, 采集的装备信息经过处理后判断是否和上位机系统发生数据通讯, 没有则进行数据判断, 存在故障则进行预警并存储故障码及当前装备状态信息, 需要时可将防化装备历史信息导出。各模块数据处理流程如图 8 所示。

4 试验验证

基于型号装备的数据终端设计完成后, 在多辆某型防化装备上进行了安装试用, 装备发生故障时, 能够实现声光报警, 对装备的自检、工作、状态、故障等数据进行采集传输和分类存储, 其导出至上位机系统的某装备部分信息如表 1 所示。

通过和该型装备控制系统获取的参数信息相对比, 试验表明该终端能够实现防化装备相关信息的数据采集、数据转换、数据分析、分类存储等功能, 并实现防化装备核心部件的故障判断、故障报警、故障指示、故障码记录、偶发故障处理等功

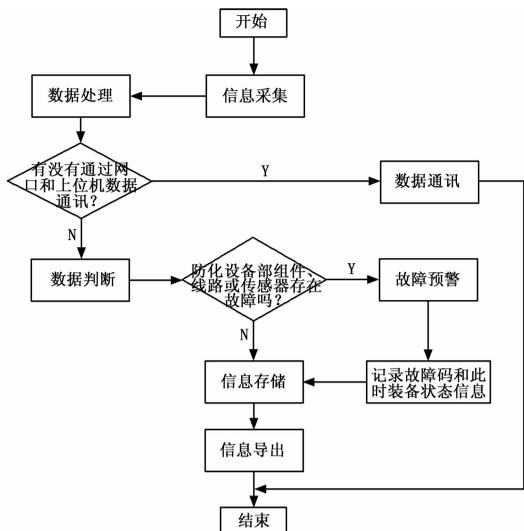


图 8 嵌入式软件数据处理流程图

表 1 存储并传输的某型装备部分参数信息

序号	所属分类	信息名称	参数值
1	使用训练信息	装备某次开机时刻	PM. 14:56
2		装备某次关机时刻	PM. 16:18
4		混合液流量	2. 1m ³ /h
5		低压压力	3Mpa
6		高压压力	9Mpa
7		累积里程	3698KM
8	装备管理信息	发动机摩托小时	312h
9		上装运行时间	28h38min
10	维修状态信息	A 泵转速	2170rpm
11		B 泵流量	26L/min
12		B 泵工作时间	25h36min
13		机组压力	2. 7Mpa
15		液压油油温	10℃

能,能通过网口连接上位机,对防化装备各类信息参数实施在线监测,能通过 USB 连接上位机,导出存储的装备历史信息进行离线数据处理和分析应用。

5 结束语

本文从数据终端整体框架设计出发,分别从硬件和软件方面对该终端设计及应用进行了详细论述,通过试验验证,该终端能够获取防化装备运行过程中关于使用、训练、管理和维修应用方面的数据信息,创新性地解决了防化装备数据信息记录不规范、无分类、易人工篡改等问题,为上位机装备信息管理和分析系统提供基础化、标准化的数据源,对防化装备供管修训提供科学的决策依据,具有广阔的应用前景。

参考文献:

[1] 宋建社,曹小平,曹耀钦,等. 装备维修信息化工程 [M]. 北京:国防工业出版社, 2005.

[2] 薛源,刘卫东. 一种多通道实时数据采集监控系统设计与实现 [J]. 计算机测量与控制, 2011, 19 (4): 863-866.

[3] 曹木莲,姚放吾. 基于 i.MX21 的嵌入式 Linux 研究与移植 [J]. 计算机技术与发展, 2009 (9): 97-100.

[4] 熊嘉琪. 数据采集传输终端的研究及在环境监测中的应用 [D]. 杭州:浙江大学, 2007.

[5] 潘向峰,岳春生. Intel Xscale PXA255 USB 主控制器的实现 [J]. 微计算机信息, 2005 (2): 146-147.

[6] 张琦文. ARM 嵌入式常用模块与综合系统设计实例精讲 [M]. 北京:电子工业出版社, 2007.

[7] 孙天泽. 嵌入式设计及 Linux 驱动开发指南 [M]. 北京:电子工业出版社, 2007.

[8] 饶运涛. 现场总线 CAN 原理与应用技术 [M]. 北京:航空航天大学出版社, 2003.

[9] 张泉. 嵌入式测控系统平台的设计与实现 [D]. 西安:西北工业大学, 2007.

[10] 潘宇,刘芳,刘传东. 基于 ARM 的嵌入式数据终端设计 [J]. 白城师范学院学报, 2013 (6): 31-33.

(上接第 108 页)

3) 图 8~9 中,曲线中间出现波动,是由于窗户或者门窗的长期打开导致室内外空气流通,湿度改变。实验结果与理论相符合;

4): 由图 6~9 比较可得,于中途出现空气长时间流通,使得工作时间变长。

5.3 本方案的不足

本方案操作简单,安全高效,利用了很多现成的设备,降低了自研的时间和成本。但是也存在一些问题:

- 1) 噪音,除湿机的工作噪音未进行处理,影响室内人员工作;
- 2) 对于水源没有做到完全自给自足,需要人员补充或者倾倒;
- 3) 报警声音不够友好,报警提示有待改进。

6 结论

基于 FPGA 作为控制系统的核心控制芯片,设计实现室内湿度测量与控制系统,使之高效稳定安全运行,有效减少电能消耗。经过对系统实验分析,本系统达到了较好的效果,其运行稳定,定位准确,达到了室内湿度合理调节并科学节能管理。

参考文献:

[1] 游洲. 基于 FPGA 的火灾检测系统用于智能建筑 [J]. 低压电器, 2005, 10.

[2] 高建华,胡振宇. 物联网技术在智能建筑中的应用 [J]. 建筑技术, 2013, 44 (2): 136-137.

[3] 周志敏,纪爱华. LED 照明技术与工程应用 [M]. 北京:中国电力出版社, 2009.

[4] 刘明波,顾夏华,周琳琦. 基于 FPGA 的远程温湿度监测系统设计与实现 [J]. 计算机测量与控制. 2011, 19 (11): 2619-1622.

[5] 赵晶,陈向东,陈欣鹏,等. 基于 FPGA 的 QCM 湿度测量系统程序设计与仿真 [J]. 电子设计工程, 2013, 21 (22): 126-132.

[6] 程素娥. 基于 FPGA 的智能压力传感器系统 [J]. 监测与仪表, 2010, 37 (8): 53-55.

[7] 贺婷. 基于 FPGA 的智能鞋柜控制系统设计 [J]. 电脑知识与技术, 2013, 8 (7): 1581-1582.

[8] 刘艳昌,左现刚,李国厚. 基于 FPGA 的火蔬菜大棚环境监测控制系统 [J]. 江苏农业科学, 2015, 43 (11): 533-536.

[9] 林柏林. 基于 FPGA 的智能照明控制系统的设计与分析 [J]. 湖北大学学报, 2013, 35 (3): 308-306.