

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2012.02.019

某型火箭炮智能配电箱设计方案

周建平¹, 罗辉², 郭红星³(1. 陆军军官学院一系, 合肥 230031; 2. 中国人民解放军 68341 部队训练处, 西安 710089;
3. 中国人民解放军 73307 部队装备处, 福建 福清 350304)

摘要: 针对现有配电箱存在的问题, 提出基于嵌入式技术、检测技术和总线技术的智能配电箱设计方案。在分析某型火箭炮现有配电箱在使用过程中出现问题的基础上, 给出其设计依据, 并详细介绍其配电箱的硬、软件设计。测试结果表明: 智能配电箱设计合理、可行, 能解决现有配电箱存在问题, 实现负载软启动、配电数据实时采集、多重智能保护和信息存储功能, 可为其它战斗车辆配电系统升级改造和新型武器配电系统设计提供借鉴。

关键词: 火箭炮; 智能配电; 总线技术; 嵌入式技术

中图分类号: TJ393 **文献标志码:** A

Design of Certain Rocket Intelligent Distribution Box

Zhou Jianping¹, Luo Hui², Guo Hongxing³

(1. No. 1 Department, Army Officer Academy of PLA, Hefei 230031, China; 2. Training Department, No. 68341 Unit of PLA, Xi'an 710089, China; 3. Equipment Department, No. 73307 Unit of PLA, Fuqing 350304, China)

Abstract: In view of the current distribution box existence insufficiency, put forwards the design scheme of certain rocket intelligent distribution box based on embedded technology, detecting technology and bus technology. Via research, design basis is advanced, and further, software and hardware design are analyzed in detail. By testing, design of intelligent distribution box proves feasible, which solve problems of rocket current distribution box. Intelligent distribution box realized load equable startup, data collection, intelligent safeguard and information memory function, which provides references for improvement of other vehicles distribution system and distribution system design of new armament.

Key words: rocket; intelligent distribution; bus technology; embedded technology

0 引言

某型火箭炮配电箱是火箭炮电力系统的分配器, 由箱体和接触器、启动电阻和导电片组成, 主要用于控制火箭炮千斤顶、高低机和方向机的动作, 对火箭炮作战任务完成起着重要作用。目前火箭炮配电箱所使用的控制器件仍是传统的接触器, 这类器件触点在切换过程中极容易起弧, 导致触点的粘接、发热、卡死, 造成配电动作的失败; 同时配电箱为减小大功率电机启动时电流, 采用串联启动电阻限流的方法, 在电源电压较低或电机过载时, 极易烧坏启动电阻, 造成配电箱无法工作, 严重影响了配电箱的可靠使用。因此, 笔者分析某型火箭炮现有配电箱存在的问题, 提出基于嵌入式技术^[1]、检测技术和总线技术的智能配电箱设计方案。

1 某型火箭炮智能配电箱设计依据

战斗车辆配电正向数字化、信息化和智能化方向发展, 供配电系统作为自动化和智能型系统设备的基础, 提高配电的自动化和智能化水平是配电系

统发展的必然趋势。火箭炮现有配电箱仅具有负载通断控制功能, 自动化程度低, 无法对短路、过流等故障进行保护, 成为制约火箭炮实现自动化、信息化的瓶颈, 因此有必要对火箭炮配电箱进行智能化改进研究。

依据某型火箭炮配电箱功能需求和智能配电技术发展, 设计专用智能配电模块、智能配电控制模块, 利用现场总线技术和嵌入式技术设计火箭炮智能配电箱, 取代火箭炮现有配电箱。设计智能配电箱无触点、无启动电阻, 解决原有配电箱触点粘连, 启动电阻易烧坏等影响火箭炮使用的问题; 在完成原有功能基础上, 实现负载软启动、配电数据的实时采集监测、多重智能保护和故障信息存储等功能。火箭炮智能配电箱设计功能如下: 1) 采用无触点电子开关, 快速可靠控制负载的通断; 2) 在软件控制下, 无需启动电阻实现对负载软启动; 3) 实现配电工作状态采集、监测和信息存储; 4) 故障智能保护和负载配电动态管理; 5) 模块自动识别和信息配置。

收稿日期: 2011-09-02; 修回日期: 2011-09-29

作者简介: 周建平(1961—), 男, 江苏人, 博士, 教授, 从事装备技术保障研究。

2 某型火箭炮智能配电箱硬件设计

设计智能配电模块作为控制输出执行部件, 替代原配电箱的接触器, 实现对负载设备的配电控制, 同时实现配电数据采集、智能保护和软启动功能; 设计智能配电控制模块作为核心控制单元, 实现对智能配电模块的控制和管理; 采用 CAN 总线完成配电控制模块与上位机的通讯, 用 LIN 总线连接低速智能配电模块, 通过现场总线使智能配电模块、配电控制模块和上位机可靠互联^[2]。

2.1 智能配电箱设计组成

火箭炮智能配电箱由箱体、输入电连接器、输出电连接器、智能配电控制模块和智能配电模块等组成, 智能配电箱原理框图如图 1。上位机通过 CAN

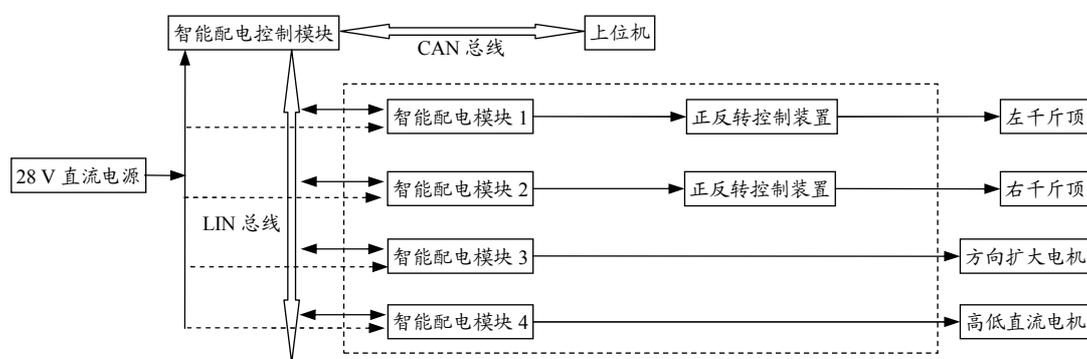


图 1 智能配电箱原理框图

1) 智能配电模块: 智能配电模块是火箭炮智能配电箱终端执行部件, 选择功率 MOSFET 管为开关器件, 设计电流检测电路、电压检测电路、温度检测电路和 LIN 接口电路, 将 MOSFET 和设计电路集成配电模块; 并采用时间控制技术、可变参数设置技术和短路保护技术实现智能配电模块的设计功能。

2) 智能配电控制模块: 智能配电控制模块负责配电智能管理, 配电控制模块以嵌入式 RISC 处理器为核心, 设计 CAN 总线控制器、LIN 总线控制器、DC-DC 电源、模拟接口电路和数字接口电路等。配电控制模块从 CAN 总线接收到上位机的调度指令, 按照上位机的指令对智能配电模块进行实时配电控制, 主要负责对智能配电模块的通断控制, 负载电流、电压、工作温度和负载功率进行监测; 对模块能进行自动识别, 能按预设调度策略进行配电调度, 自动屏蔽故障电路。

3) 总线通信模块: 通信模块设计包括 CAN 总

线与智能配电箱进行通讯, 上位机向智能配电箱发送命令, 智能配电箱在规定的时间内应答, 并返回操作结果; 同时智能配电箱在检测到报警和故障时, 主动向上位机报告。智能配电箱采用 LIN 总线将智能配电模块连成局部网络, 然后将这个网络挂接到智能配电控制模块, 由智能配电控制模块充当 LIN 网络的主机, 采用主从方式进行通讯, LIN 总线和 CAN 总线可通过配电控制模块来完成信息交换。智能配电模块、智能配电控制模块和通信模块是智能配电箱主要设计单元, 通过 CAN 总线和 LIN 总线将配电模块、控制模块和上位机可靠性互联, 实现智能配电箱设计功能。智能配电箱各单元模块设计思路如下:

线通信模块设计和 LIN 总线通信模块设计, CAN 总线负责控制模块与上位机的通联, CAN 的通信底层协议的转换主要由 CAN 控制器和 CAN 收发器实现。配电控制模块通过双冗余 CAN 总线接收上位机的指令和向上位机发送信息, LIN 总线负责智能配电模块与配电控制模块通信。

2.2 智能配电控制模块的设计

智能配电控制模块是智能配电箱的控制单元, 主要负责管理配电终端的用电设备, 对用电设备的运行状态进行监控, 同时智能配电控制模块提供双 CAN 冗余通道与上位机进行数据通信, 实现火箭炮配电系统的数字化管理。智能配电控制模块以嵌入式微处理器为控制核心, 主要由 CAN 控制器、LIN 收发器、输入输出端口和控制电源模块等组成。根据智能配电控制模块设计功能, 选择合适专用芯片及分立元器件设计智能配电控制模块, 其硬件电路原理框图如图 2。

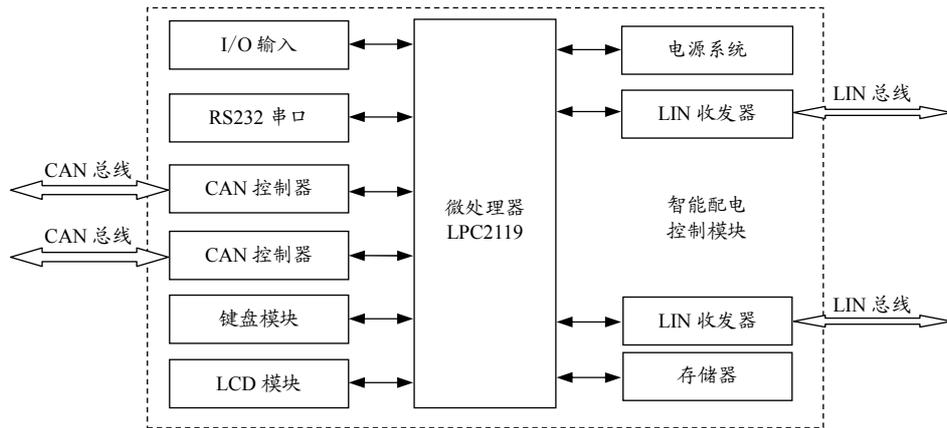


图 2 智能配电箱控制模块原理框图

为了减少外围功能器件、增强电磁兼容性，微处理器选用 ARM7TDMI 版本的 LPC2119，该微处理器将许多外围功能集成到了芯片内部，性价比高；选用了铁电存储器 FM24C64 存储智能配电模块的配置参数信息，读写次数达到 1012；智能配电控制模块的各种通信接口由专用的接口芯片来负责处理，处理器的 A/D 转换器负责采集现场的模拟量；CAN 总线接口主要是负责与上位机进行信息交互，LIN 总线接口主要负责对智能配电模块的控制和管理；串口部分主要预留系统升级，信息配置、读取及修改等。

智能配电控制模块上电后，从存储器中读取配电箱配置信息，根据信息对智能配电模块进行核对和识别，从而完成信息分配初始化工作。实时扫描智能配电模块输出电流、电压参数和温度，响应显控 CAN 总线命令，上传配电箱工作状态信息至上位机显示。

2.3 智能配电模块的设计

智能配电模块是智能配电箱终端执行部件，用于替代原有配电箱所的接触器，为提高配电执行部件的性能，按照通用化、标准化的设计思路，配电终端采用模块化形式。智能配电模块采用低导通电阻的快速 MOSFET 来控制用电设备的通断，并采用敏感电流、电压检测和短路保护技术实现对用电设备状态采集、故障的自动保护和故障完全隔离。为了实现配电箱控制的数字化、智能化，智能配电模块采用了控制器 LPC935 和低成本、易开发的 LIN 总线。由于配电箱负载具有大量的感性负载，启动时的冲击电流过大，电流瞬间可能超过额定电流的 5~10 倍，配电模块采用控制负载接通时间限流启动，在保护自身的同时能够改善火箭炮配电箱的电

网特性。

智能配电模块具有 LIN 总线数字接口和通信功能，能够完成对 +28 V 单线制直流电源进行通断控制；具有对输出电压、电流和自身温度的实时采集功能，当所控制的电压、电流或自身温度严重超出设定值时，模块能够自动断开输出，实现过压、过流、过热以及短路保护，以达到自我保护并保护后续设备的目的；配电终端具有存储记忆功能，能够记忆设备故障时的记录信息，当故障排除后，可自恢复配电控制。智能配电模块具有接通和关断动作速度快、工作状态实时采集、保护功能全面和工作寿命长等显著特点。

2.4 CAN 总线通信模块硬件设计

CAN 的通信底层协议的转换主要是由 CAN 控制器和 CAN 收发器实现的^[3]。对于不同型号的 CAN 总线通信控制器，实现底层协议部分的电路的结构和功能基本相同，而与微处理器接口部分的结构和方式存在一定的差异。CAN 控制器用来完成总线协议的数据链路层和物理层的所有功能，应用层功能可由微处理器完成；CAN 收发器用来提供 CAN 控制器与物理总线间的接口。经综合比较，在 CAN 总线通信模块设计中，采用 LPC2119 内置 CAN 控制器 SJA1000，并与 CTM1050T 总线收发器构成 CAN 总线通信模块。采用 LPC2119 内置控制器进行 CAN 总线通讯在结构上得到了很大简化。

CTM1050T 是集成电源隔离、电气隔离、CAN 收发功能于一体收发器，微处理器 LPC2119 通过 CTM1050T 实现数据的接收和发送，该设计很好地实现了总线上各 CAN 节点间的电气隔离。CAN 总线电源采用 5VDC-5VDC 模块进行电源隔离，CAN 总线采用国际上标准的 DB9F 连接器与外部总线相

接。通讯信号传输到导线的终端会发生反射, 反射会干扰正常信号的传输, 为减少反射, 增加系统的可靠性, 在 CAN 总线的两端安装了终端匹配电阻 R_T , 终端电阻主要起吸收信号的作用^[4]。

2.5 LIN 总线通信模块硬件设计

在智能配电箱的设计方案中, 智能配电控制模块充当 LIN 网络的主节点, 通过 UART1 串口连接到 LIN 收发器 TJA1020, 然后再由 TJA1020 连接到 LIN 物理总线上。LIN 收发器 TJA1020 用来提供 LIN 控制器与物理总线之间的接口, LIN 网络的从机节点采用高性能低成本的 8 位 LPC936 单片机来实现。

3 某型火箭炮智能配电箱软件设计

智能配电箱设计功能复杂、任务量大, 其软件系统包括嵌入式操作系统和应用程序。应用软件主要用于对配电模块的配电状态监测和配电管理, 能够控制智能配电模块通断、配置智能配电模块参数

配置等, 且可对智能配电模块进行状态查询和参数修改等。

3.1 智能配电控制模块软件设计

智能配电控制模块软件主要实现配电模块参数的读取、设定、监控功能和 CAN 总线、LIN 总线数据传输等功能。所有功能都通过任务(task)的形式来实现, 嵌入式操作系统对任务进行管理和调度。智能配电控制模块系统设计了 7 个任务: I/O 管理任务、CAN 发送任务、CAN 接收任务、LIN 处理任务、配电管理任务、LCD 显示任务和键盘处理任务。整个系统的运行思路如图 3, 首先需要目标板初始化和操作系统的初始化, 目标板的初始化主要是系统所使用的资源的初始化(端口的配置, 中断的设置, 时钟的选择等); 其次, 创建任务(任务的堆栈的设置和任务的创建, 优先级设计), 在初始化和任务创建完成后可启动操作系统的任务调度器。

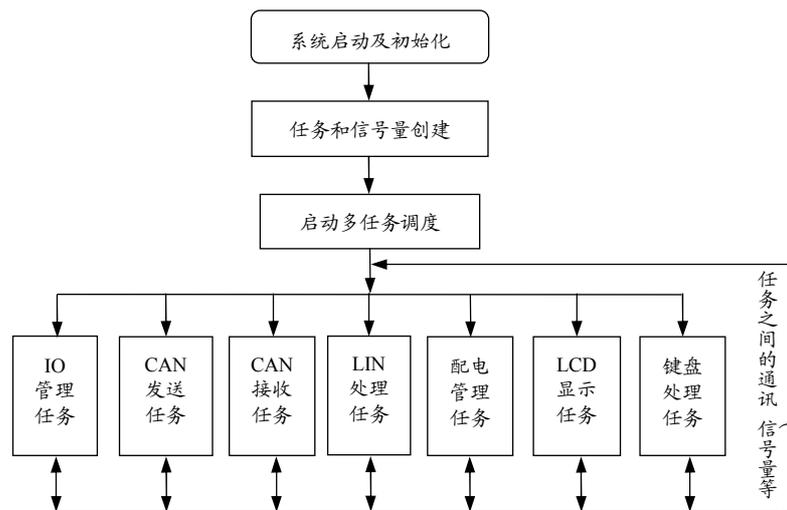


图 3 软件的总体运行流程

智能配电控制模块软件任务:

1) CAN 接收任务, 主要是接收循环缓冲区的 CAN 数据, CAN 接收循环缓冲区的数据是由 CAN 中断接收写入。

2) CAN 发送任务, 主要是把 CAN 发送循环缓冲区的 CAN 信息发送给用户终端。

3) 配置管理任务, 主要是对配电模块信息的配置(串口配置)。

4) LIN 命令处理任务, 负责节点分配、查询智能配电模块的信息(如告警和故障等); 处理 LIN 缓冲区的 LIN 帧(主要是 CAN 发送给 LIN 的命令)。

5) IO 管理任务, 主要是处理 IO 的输入和输出。

6) 显示任务和键盘处理任务, 主要是负责上位机输出显示和输入。

3.2 智能配电模块的软件设计

智能配电模块软件实时采集四路 A/D 输入端的电压, 输出端的电压、电流和温度, 同时对采集的数字量进行滤波处理, 保证采集的准确性, 从而实现用电设备的过压、欠压、过流和温度故障保护^[5]。软件利用 P89LPC936 内部的 23 位系统定时器作为系统实时时钟, 周期为 10 ms, 任务分为 AD 采样、实时任务处理、状态检测, 前台任务主要负责 LIN 总线通讯数据处理。

短路保护采用硬件处理方式, 如果检测到短路硬件自动关断 MOSFET 管, 并把短路信号传输到单片机的 I/O 输入口, 以单片机对短路进行识别、断。外部控制接口采用 I/O 输入口检测, 同时对外部控制信号采用数字滤波处理, 干扰时的动作。智能配电模块的信息备采用 LPC936 内部的存储器存储, 备信息主要是过压、过压时间, 欠压、欠压时间, 过流、过流时间, 温度故障和温度故障时间的参数设置点。由于采用时间和设置参数综合断故障的处理方法, 能够较好地处理负载正常启动瞬间低电压和大电流而导致智能配电模块动作。

3.3 双 CAN 冗余通信设计

为了保证智能配电箱通信的定性和可靠性, 智能配电箱的对外通信接口采用性能定、工作可靠的双冗余 CAN 总线。总线管理实现的功能主要是检测总线, 断 CAN 总线是存在故障, 发现故障进入一路总线检测, 冗余总线好, 采用冗余总线通信。CAN 的通信数据分为命令数据的接收、命令的响应以及故障状态的自动上报。在向配电控制模块发送报时, 按 CAN 协议式将报内容入 CAN 发送缓冲区, 启动发送命令,

将报发送出; 如果不能成功发送, 进行总线故障处理, 等超时时自动调用冗余通道, 用冗余通道来发送; 如果冗余通道出现故障, 进入故障处理, 故障报警并出。

4 结束语

经测应用, 智能配电箱输出电压、功率火箭炮使用要求, 性能定、可靠高; 在原有配电功能基础上实现负载软启动、配电数据实时采集监测、多重智能保护和信息存储功能, 可为其战斗车辆配电系统升级改造和型器配电系统设计提供技术储备。

参考文献:

- [1] . ARM 理 C 程 设计[M]. : 电 技大 出 , 2009.
- [2] . 集 控制 现 总线[M]. : 机 出 , 2006.
- [3] 明, . 基于嵌入式技术和CAN总线的车辆配电系统[J]. 现 电 技术, 2009(7): 144-146.
- [4] , , . CAN 总线在智能配电系统中的用[J]. 程 技 , 2006(4): 478-481.
- [5] , , . IPM 智能配电 的设计 分析 [J]. 电 器件, 2008(9): 82-84.