

基于 CAN/LIN 总线的直流配电箱设计

李 曦, 高从英

(中国科学技术大学计算机技术系, 合肥 230027)

摘要: 随着现代工业的发展, 对配电系统的要求也越来越高, 将现代电子技术、传感器技术、通信技术、计算机及网络技术应用于传统的配电系统, 促进配电系统由简单的控制向智能化的保护与管理转化, 已成为一种必然趋势和发展方向。该文提出了一种基于 CAN/LIN 总线的直流配电箱设计方案。用 CAN 总线连接主计算机和各个智能配电箱, 实现高速通信, 用 LIN 总线连接智能配电箱和低速开关, 既实现了应有的网络控制功能, 又降低了成本, 具有较高的实用性。

关键词: 直流配电箱; CAN 总线; LIN 总线

Design of DC Power Distribution Box Based on CAN/LIN Bus

LI Xi, GAO Cong-ying

(Department of Computer Science and Technology, University of Science and Technology of China, Hefei 230027)

【Abstract】 With the development of modern industry, the requirements of power distribution system is increasing, which is based on many technologies such as modern electron technology, sensor technology, communication technology, computer and network technology. In a word, intelligent power distribution system has already become a development trend. So a kind of design of DC power distribution box based on CAN/LIN bus is put forward. CAN bus is used to connect the master computer and DC power distribution boxes, and the LIN bus is used to connect the DC power distribution box and low speed switches. The design not only can perform the control function, but also can reduce the cost. It is a practical design.

【Key words】 DC power distribution box; CAN bus; LIN bus

智能配电系统是用现场总线把许多带有通信接口的配电设备与主计算机连接起来, 由主计算机实现遥控、遥测、通信、遥调的新型配电与控制系统。智能配电系统具有直接面向控制终端、设备多、分布广、现场条件复杂、强电磁干扰、实时性要求较高等特点。

直流配电箱是智能配电系统中的智能配电与控制设备。它主要实现控制、测量、工作状态远传、保护参数远方设定、事故故障的判定、保护及记录等功能。

1 CAN 总线与 LIN 总线

CAN^[1](controller area network)是一种应用在生产现场、在微机化测控设备之间实现双向串行多节点数字通信的现场总线。CAN总线可应用在对干扰能力和实时通信能力要求较高并且单次通信量较小的场合。过去这些场合主要采用 RS-485 总线, 但CAN总线与之相比具有明显的优势, 主要表现在以下几方面:

(1)RS-485 总线不支持竞争, 其通信采用的是“一主多从”的方式, 运行效率低, 高峰期易堵塞, 而 CAN 总线具有非破坏性仲裁, 支持竞争, 通信采用“多主对等”方式。

(2)RS-485 总线通信及组网不灵活, 通信速度也较低, CAN 总线组网非常灵活, 通信速度最大可到 1Mb/s。

(3)RS-485 只是一个电气标准, 并没有自己的通信协议, 无故障定位和错误处理功能, 而 CAN 总线采用 CRC 检验并提供相应的错误处理功能, 保证了数据通信的可靠性, 当节点严重错误时, 具有自动关闭输出功能, 使总线上的其它节点及其通信不受影响。

同时二者的组网成本相当, 这样 CAN 总线的性价比就优

于 RS-485 总线。CAN 总线与其它现场总线相比具有成本低、开发应用方便的优点, 易于采用现有的开发工具进行开发。因此, CAN 总线自从 20 世纪 80 年代中期由德国汽车电子企业 Bosch 公司成功开发以来, 就以其独特的设计思想, 优良的性能和极高的可靠性越来越受到工业界的青睐。CAN 国际标准的制定, 更加推动了它的发展与应用。CAN 已经被广泛地应用于工业现场控制、智能大厦、小区安防、交通工具、医疗仪器、环境监测、家用电器等众多领域。

目前 CAN 协议最新的是 2.0 版本。包括 A 和 B 两部分。2.0A 部分给出了曾在 CAN 1.2 中定义的 CAN 报文格式, 2.0B 包含标准信息帧(11 bit ID)和扩展信息帧(29 bit ID)两种格式。CAN2.0B 网络中有 4 种不同类型的帧: 数据帧, 远程帧, 错误帧和过载帧。最常见的是数据帧和远程帧, 每种帧有其相应的帧格式。信息帧的格式如图 1 和图 2 所示。

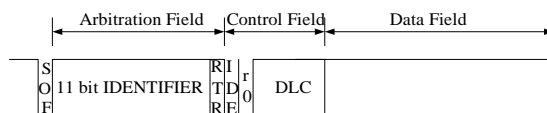


图1 CAN2.0B 标准帧格式

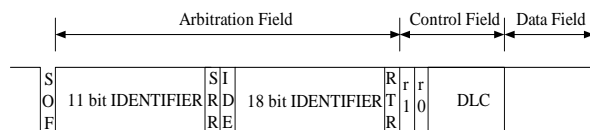


图2 CAN2.0B 扩展帧格式

作者简介: 李 曦(1963 -), 男, 副教授、高级工程师, 主研方向: 嵌入式系统设计, SoC 体系结构设计; 高从英, 硕士研究生
收稿日期: 2006-10-15 **E-mail:** cygao@mail.ustc.edu.cn

LIN^[2](local interconnect network)总线作为使用广泛的CAN通信网络的辅助,由欧洲汽车制造商协会设计。它是一种低成本短距离低速网络,基于单线串行的通信协议,硬件仅仅要求一个常见的UART口,采用同步机制而不需要晶振或者陶瓷振荡器。其目标应用是不需要CAN的性能、带宽及复杂性的低速系统,如开关类负载或位置型系统。

与CAN不同,LIN采用主从的通信方式,最大通信速率可达20Kb/s。一个LIN网络中有一个主机节点和一个以上的从机节点组成,所有的节点都包括从机服务程序(slave task)来发送和接收数据,仅有主机节点包含主机服务程序(master task)。主机服务程序主要用于发送同步间隔、同步场和标识符场(也可以是命令),用于控制和协调各个节点的通信,如图3所示。

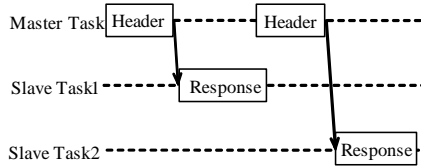


图3 LIN网络的通信过程

2 设计方案

图4是基于CAN总线和LIN总线的直流配电箱总体设计。主计算机(上位机)通过CAN接口适配卡与CAN总线相连,并且与连有开关设备的直流配电箱(下位节点)进行通信。所有的开关设备通过LIN总线和直流配电箱相连,对LIN总线来说,直流配电箱充当的角色是主节点,而连接有开关设备的单片机充当从节点的角色。下面分别对硬件和软件设计做详细介绍。

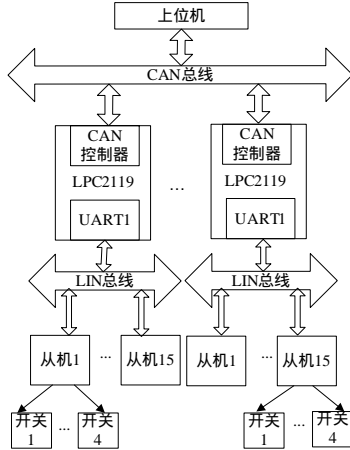


图4 直流配电箱的总体设计

2.1 硬件设计

直流配电箱的MCU选用PHILIS公司的LPC2119^[3]。LPC2119是一个支持实时仿真和跟踪的32位ARM7TDMI-S核,并带有128K FLASH,16K SRAM,双CAN总线控制器,片内Boot 装载程序实现ISP和IAP,2个UART口等。满足设计中存储和CAN/LIN的收发以及参数设置等功能的需求。双CAN总线控制器为系统的冗余设计提供了方便。

CAN收发器选常见的82C250的升级产品TJA1050。TJA1050使用最新的EMC技术,比82C250的抗电磁干扰性能提高20dB,CAN总线控制器和收发器之间使用快速光耦TLP113进行电气隔离。

总线电源采用5VDC-5VDC模块进行电源隔离,两路总线采用同样的线路,保证电气性能完全隔离,两路完全独立。

CAN总线采用国际上标准的DB9F联结器,与外部总线相接。LIN网络的从机采用LPC935来实现。LPC935是一款高性能低成本的8位微控制器。每个从机节点都带有1个或者2个或者4个功率开关。LIN收发器选择PHILIS公司的TJA1020。直流配电箱通过UART1接口连接到LIN收发器TJA1020,然后再由TJA1020连接到LIN物理总线上。

2.2 软件设计

直流配电箱的操作系统采用μC/OS-II V2.52^[4]。所有功能都通过任务来实现。可以将系统层次化,使其易于设计和维护。系统按功能划分为主模块、CAN总线通信模块、LIN总线通信模块、配置管理模块4个模块。

(1)主模块

主要有两个功能:1)初始化系统,完成目标板的初始化和对所有的设备进行初始化;2)运行操作系统的多任务主程序,建立实时应用软件的运行环境。

(2)CAN总线通信模块

包括接收和发送两个部分,接收部分由总线输入数据,接收上位机的指令;发送部分向总线发送各种状态信息和命令处理结果。其发送和接收流程如图5和图6所示。

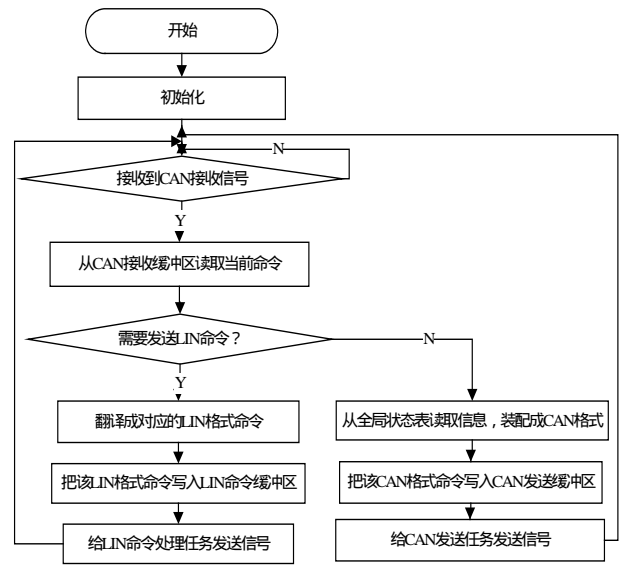


图5 CAN接收任务流程

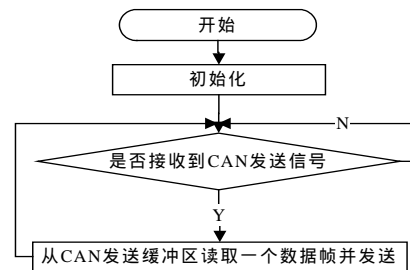


图6 CAN发送任务流程

CAN协议采用最新的2.0版本。为简化协议,通信时采用固定长度为8的标准数据帧格式。命令分为配置命令、管理命令、故障命令3种类型。格式如表1所示。

表1 CAN帧格式

字节1	字节2~字节7	字节8
命令类型代码	命令内容	校验和

命令代码:1字节,代表所发送的命令。

命令内容:根据命令的不同,为6字节的数据,不足6

字节一律用 0 补齐。

校验和：1 字节，校验和是数据场所有字节的和的反码，按照带进位加 ADDC 方式计算，每个进位都被加到本次结果的最低位，所有数据字节的和的补码与校验和字节之加的和必须是 0xFF。

CAN 总线的工作方式为主从方式，即上位机为主站，配电盒为从站，上位机按一定的周期询问从站，从站在规定的时间内应答总线控制器的询问，并传回上位机要的数据。为了提高系统的可靠性，本文采用双 CAN 总线，分 A 总线和 B 总线，其中 A 总线是主线，B 总线是辅线，开机时 A 是主总线，B 是从总线，双 CAN 总线中的 A 总线、B 总线的切换由上位机决定。地址设置固定地址和广播地址，配电盒应能接收本身地址和广播地址的帧，并对自身地址的帧进行应答，对于广播地址的帧进行处理但不应答。地址的分配和区分通过设置验收滤波器来实现。

(3) LIN 总线通信模块

所有的开关都通过 LIN 总线与直流配电盒相连，自动识别开关的参数及序列号，LIN 协议采用最新的 2.0 版本。

当没有上位机的指令的时候，LIN 主机总是不断地轮询每路开关的工作电压、工作电流、工作温度、是否有电流、电压的告警和故障等工作状态，并及时地修改当前状态数据表的内容；同时当上位机通过 CAN 给直流配电盒发送命令时，直流配电盒要及时响应上位机的命令并通过 LIN 总线给 LIN 从机发送命令，LIN 从机及时响应命令并回送给直流配电盒相应的响应帧。为了响应的实时性和设计的方便性，把 LIN 通信任务分成了两个部分：状态查询任务和 CAN 命令处理任务。LIN 主机的流程如图 7 和图 8 所示。

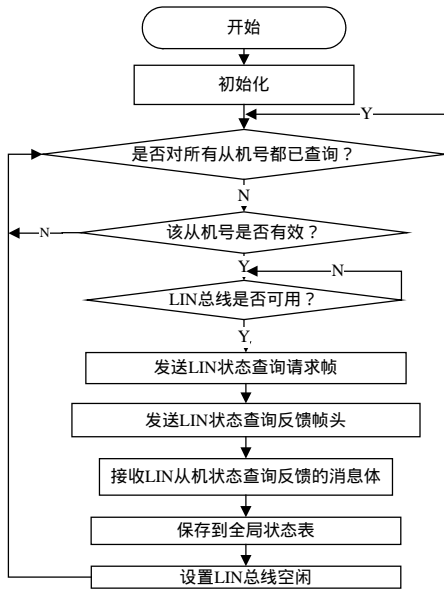


图 7 状态查询任务

本文根据 LIN2.0 版本实现了增强型校验和、动态配置从节点以及故障诊断等功能。值得一提的是动态配置从节点功能，它使得从节点“即插即用”的功能得以实现。配置帧中标识符域 0x3C 用于主机请求命令帧，0x7D 用于从机响应命令帧。

NAD(node address)是从节点进行通信的唯一标识符，设备第 1 次上电后由主机分配，分配后保存在从机的 EEPROM 中，以后每次上电核对一下，不重复不需要更改，如有重复再更改。NAD 从 1 到 126，0 是从机进入休眠，127 是广播。

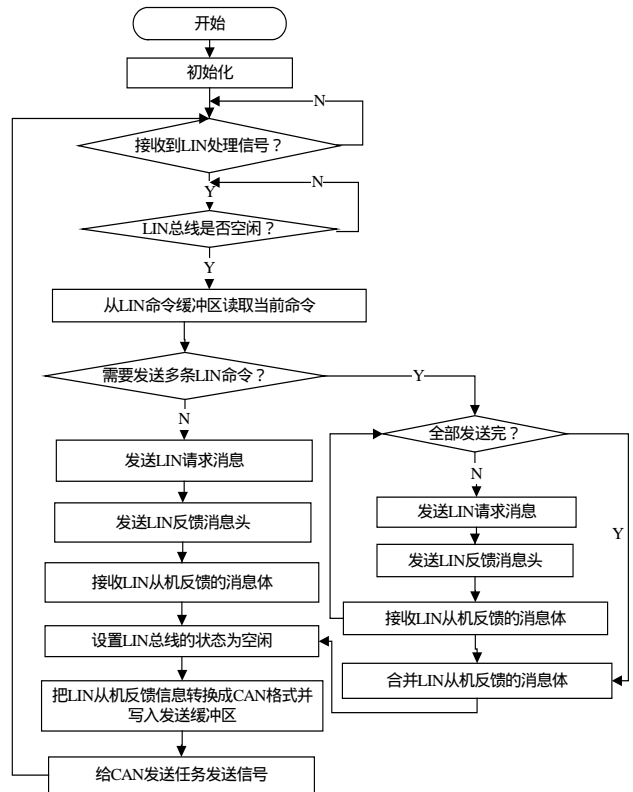


图 8 CAN 命令处理任务

本文的设计中主要有以下几个配置帧，其格式如下：

1) 主机核对从机

上电后主机从保存的数据表中取出 Supplier ID、function ID、Variant ID、NAD，用 0x3C 命令进行主机请求。从机核对 Supplier ID、function ID、Variant ID、NAD，如果一致，在主机发 0x7D 命令时，从机响应。无从机响应，代表此从机节点不存在。主机重复以上的命令，直到所有的从机都核对完成。

其帧结构如表 2 的第 1 行和第 2 行所示。

表 2 配置帧格式

字节 1	字节 2	字节 3	字节 4	字节 5	字节 6	字节 7	字节 8
NAD	0x06	0xB1	Supplier ID-LSB	Supplier ID-MSB	function ID-LSB	function ID-MSB	Variant ID
NAD	0x01	0xF1	0xFF	0xFF	0xFF	0xFF	0xFF
0x7F	0x01	0xB2	0xFF	0xFF	0xFF	0xFF	0xFF
0x7F	0x06	0xF2	Supplier ID-LSB	Supplier ID-MSB	function ID-LSB	function ID-MSB	Variant ID
New NAD	0x06	0xB0	Supplier ID-LSB	Supplier ID-MSB	function ID-LSB	function ID-MSB	Variant ID
New NAD	0x01	0xF0	0xFF	0xFF	0xFF	0xFF	0xFF

2) 主机查找新增从机

主机用 0x3C 命令进行主机请求，从机收到此命令后，自动计算延时，最大延时长度为 50*bit。在主机发 0x7D 命令，从机延时，并检测总线上是否有数据发送，延时时间到且总线上无数据发送，那么从机响应。

其帧结构如表 2 的第 3 行和第 4 行所示。

3) 给从机分配 NAD

主机用 0x3C 命令进行主机请求，从机收到此命令后，比较 Supplier ID、function ID、Variant ID 与自己的不相同，不进行处理；相同接收 New NAD，在主机发 0x7D 命令，从机响应。

重复 2)和 3)的步骤，直到所有的新从机都分配完成。

其帧结构如表 2 的第 5 行和第 6 行所示。

(下转第 272 页)