

CAN-bus 现场总线应用方案

汽车电子篇

广州周立功单片机发展有限公司
2004年3月1日

前言

2003年5月6日, PHILIPS 正式授权: 广州周立功单片机发展有限公司为汽车电子产品线(含 CAN-bus、汽车防盗器 RFID、汽车传感器) 中国地区代理商。

依靠强大的专业开发团队、PHILIPS 半导体的领先技术与国际 CiA 协会、ODVA 协会的支持, 我们致力于发展中国的 CAN 产品与应用事业。至现在, 我们已成功开发出一系列 CAN-bus 教学、接口、工具、应用产品, 能够为客户提供从“芯片”、“工具”、“模块”、“方案”、“产品”等各个方面的服务, 涉及 CAN-bus 多个行业与应用领域。我们自主开发的数个型号产品已经领先于国外技术水平, 并已投入广泛的实际应用。

CAN-bus 专用芯片

- P87C591 集成 PeliCAN 控制器的增强型 8 位单片机
- LPC2119/2129/2292/2294 集成 CAN 的 ARM 芯片
- SJA1000 独立 CAN 控制器
- PCA82C250/251 通用 CAN 收发器
- TJA1050/1040/1041 高速 CAN 收发器
- TJA1054 容错的 CAN 收发器
- TJA1020 标准 LIN 收发器
- 各类 DC/DC 电源模块
- 软件源码: SJA1000 BasicCAN 模块 & PeliCAN 模块、P87C591 PeliCAN 模块;
- 应用协议方案: DeviceNET & CANopen

CAN-bus 仿真器/实验仪

- TKS-591S/B HOOKS 仿真器
- DP-51+ 单片机仿真实验仪
- DP-51H 单片机数据通讯仿真实验仪
- DP-51PRO 综合实验仪

CAN-bus 开发套件

- CANstarter-I CAN-bus 开发套件

CAN-bus 接口卡

- ZLGCANTEST 通用 CAN-bus 测试软件
- PCI-5110 单路智能 CAN 接口卡
- PCI-5121 双路智能 CAN 接口卡
- PCI-9810 单路非智能 CAN 接口卡
- PCI-9820 双路非智能 CAN 接口卡
- USBCAN-I 单路智能 CAN 接口卡
- USBCAN-II 双路智能 CAN 接口卡
- ISA-9620 双路非智能 CAN 接口卡
- ISA-5420 双路智能 CAN 接口卡
- CAN232 智能 CAN 接口卡
- CANlite 便携式 CAN 接口卡
- CANmini 微型 CAN 接口卡

CAN-bus 转换器

- CANrep-A 智能全隔离 CAN 中继器
- CANrep-B 隔离 CAN 中继器
- CAN485 智能 CAN 转换卡
- CAN232B 智能 CAN 转换卡

CAN-bus 分析仪

- CANalyst-I 单路 CAN 分析仪
- CANalyst-II 双路 CAN 分析仪

CAN-bus 技术方案

- CAN-bus 通讯/测试/控制实验室
- 汽车电子通讯控制
- RS485 网络升级
- 智能楼宇系统
- 电力通讯控制
- 工业自动化控制
- 矿业远程通讯
- DeviceNET 应用

我们立志成为国内第一流的 CAN-bus 开发、服务、应用的团队。关于 CAN-bus 的详细应用，请浏览技术支持专业主页：

<http://www.zlmcu.com>

或进入 CAN-bus 技术讨论园地：

<http://www.zlmcu.com.cn/club/bbs/bbsView.asp>

我们的服务邮箱：

can@zlmcu.com 和

cantools@zlmcu.com

用户可以直接从周立功公司专业网站下载大部分本文中介绍或引用的数据手册 / 开发资料；特定的部分芯片源代码内容可以通过向周立功公司提出申请、或购买相关开发工具而获得。

目录

● CAN-bus 介绍.....	1
● CAN 在汽车中的应用.....	2
● ECU 中的 CAN 电路.....	3
● CAN 开发工具.....	4
● 汽车中 CAN 高层协议.....	5
● LIN-bus 介绍.....	6

CAN-bus 介绍

概述

CAN-bus (Controller Area Network) 即控制器局域网, 是国际上应用最广泛的现场总线之一。起先, CAN-bus 被设计作为汽车环境中的微控制器通讯, 在车载各电子控制装置 ECU 之间交换信息, 形成汽车电子控制网络。比如: 发动机管理系统、变速箱控制器、仪表装备、电子主干系统中, 均嵌入 CAN 控制装置。

CAN-bus 是一种多主方式的串行通讯总线, 基本设计规范要求有高的位速率, 高抗电磁干扰性, 而且能够检测出产生的任何错误。当信号传输距离达到 10Km 时, CAN-bus 仍可提供高达 5Kbps 的数据传输速率。由于 CAN 串行通讯总线具有这些特性, 它很自然地在汽车、制造业以及航空工业中受到广泛应用。

作为一种技术先进、可靠性高、功能完善、成本合理的远程网络通讯控制方式, CAN-bus 已被广泛应用到各个自动化控制系统中。从高速的网络到低价位的多路接线都可以使用 CAN-bus。例如, 在汽车电子、自动控制、智能大厦、电力系统、安防监控等各领域, CAN-bus 都具有不可比拟的优越性。

主要特性

- 低成本的现场总线;
- 极高的总线利用率;
- 很远的数据传输距离 (长达 10Km);
- 高速的数据传输速率 (高达 1Mbps);
- 可根据报文的 ID 决定接收或屏蔽该报文;
- 可靠的错误处理和检错机制
- 发送的信息遭到破坏后, 可自动重发;
- 节点在错误严重的情况下具有自动退出总线的功能;
- 报文不包含源地址或目标地址, 仅用标志符来指示功能信息、优先级信息。

CAN-bus 器件列表

序号	型号	器件说明
1	P87C591	集成 CAN 控制器的 8 位 MCU, 512B RAM、16K OTP, 内有 A/D、PWM 功能
2	SJA1000	独立 CAN 控制器, 符合 CAN2.0 规范, 兼容并可替代 PCA82C200
3	PCA82C250	通用 CAN 收发器
4	PCA82C251	通用 CAN 收发器
5	TJA1050	高速 CAN 收发器, 可替代 PCA82C250/251
6	TJA1040	高速 CAN 收发器, 可替代 PCA82C250/251
7	TJA1041	高速 CAN 收发器, 兼容 TJA1040 并具有网络监听功能
8	TJA1054	容错的 CAN 收发器, 可完全替代 PCA82C252 / TJA1053
9	TJA1020	标准 LIN 收发器, CAN-bus 的低成本配套网络
10	DC/DC 电源模块	电气隔离元件

CAN-bus 资料

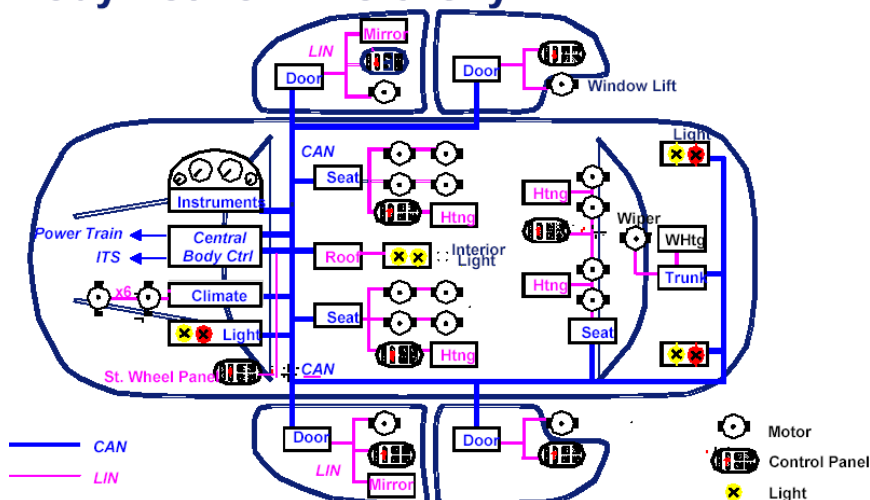
- www.zlgmcu.com/philips/can/can_about.asp

CAN 在汽车中的应用

对于CAN在汽车上的应用，具有很多行业标准或者是国际标准，比如国际标准化组织（International Organization for Standardization）的ISO11992、ISO11783以及汽车工程协会（Society of Automotive Engineers）的SAE J1939。CAN总线已经作为汽车的一种标准设备列入汽车的整体设计中。

对此，很多世界级的半导体厂商专门针对 CAN 总线在汽车上的应用，提出了自己的全套解决方案。下图是 PHILIPS 半导体公司的汽车网络解决方案。

Body network hierarchy



通过上图可以看到，蓝色较粗线代表CAN总线，它连接了传动装置控制单元、灯控单元、门控单元、座椅控制单元以及仪表盘控制单元等等。红色较细线代表LIN总线，由LIN总线构成的LIN网络作为CAN网络的辅助网络，连接了车窗控制单元、雨刷控制单元、天窗控制单元等低速设备。

LIN网络（Local Interconnect Network），由汽车厂商为汽车开发，作为CAN网络的辅助网络，目标应用在低端系统，不需要CAN的性能、带宽以及复杂性。LIN的工作方式是一主多从，单线双向低速传送数据（最高20K位/秒），与CAN相比具有更低的成本，且基于UART接口，无需硬件协议控制器，使系统成本更低。

在未来的汽车中，由汽车厂商和半导体厂商共同组成的团体FlexRay Consortium，致力于发展更高速的、具有容错性的、支持分布式控制系统的总线“X-by-Wire”，X-by-Wire的通信速率将达到10M。届时，X-by-Wire将和CAN、LIN一起组成整个汽车的通信控制网络。下图为具备X-by-Wire的概念车型。

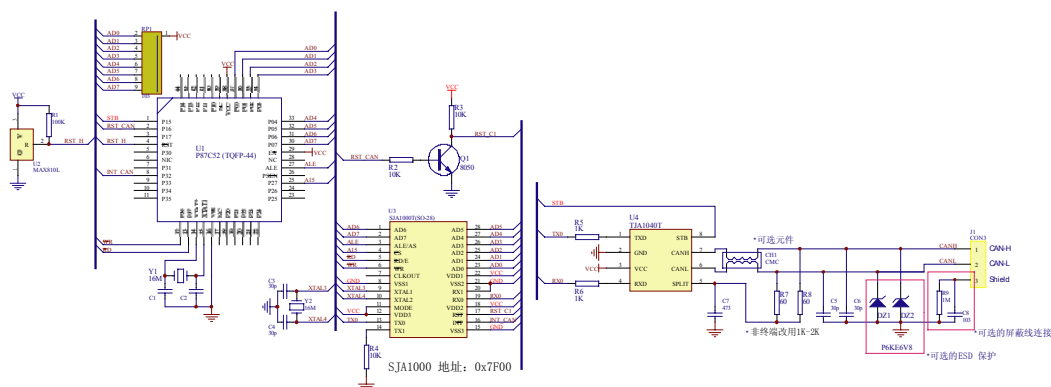


ECU 中的 CAN 电路

在汽车中 ECU 的设计，应该首先从安全的角度来考虑，所以对于关键控制部分如：汽车引擎、刹车装置、安全气囊等单元应该采用分散式控制；而对于那些与安全无关的单元如：灯控单元、门控单元、座椅控制单元等出于成本的考虑可以采用 CAN 与 LIN 混合的集中控制方式。所以对于 ECU 中的 CAN 器件有 2 种情况：

- ◎ CAN 控制器+CAN 收发器
- ◎ CAN 控制器+CAN 收发器+LIN 收发器

下面的电路图为在汽车电子 ECU 设计中推荐使用的电路图。图中，左边的 MCU 部分 (P87C52X2) 可以根据应用场合的需要而选择适应度更高的元器件。



建议：所有 ECU 的物理层电路应保护收发器电路。此外，节点设计时，优先考虑采用分离终端电路。将产品设计为分离终端的形式，这样，在汽车原型或 ECU EMC 的评估过程中，可以使 CAN 总线实现要求更高的抗干扰 / 辐射性能。只有当各个收发器都使用这种功能时，才要求“Split”管脚的电路。当然，在网络中允许混合单终端和分离终端。

在 ECU 电路中，增加保护电路是必要的。另外，收发器板应尽可能放在接近 PCB 边沿连接器的位置。边沿连接器和收发器之间不允许有其他 EC。CAN_H/L 或 Tx/Rx 电路不应穿越总线或跳线。

对于 CAN 器件的选型请参考《CAN-bus 现场总线基础方案-芯片篇》。

CAN 开发工具

开发周期就是产品的生命，效率就是金钱。选择合适的开发工具可以大大缩短 CAN-bus 产品开发周期。而且，CAN-bus 是一个实时通讯网络，只有将 CAN-bus 节点连接于网络上，才能够真正地运行实时数据通讯，才具有开发设计的实际意义。单个 CAN-bus 节点的调试与测试是相当困难、繁琐的，需要借助于标准的 CAN-bus 节点，或者合适的开发工具，来提供一个良好的设计辅助。

选择优秀的 CAN 开发工具能够为设计项目提供很大的帮助；CAN 开发工具关系着一个产品设计是否具有良好的开端。

对于具有单片机开发知识，但刚进入 CAN-bus 开发领域的用户来说，**CANStarter-I 开发套件** 是一个非常好的选择；该开发套件系统而明了地介绍了 CAN-bus 理论、电路、程序、协议等方面的知识，并提供完整的开发源程序、电路图实用资料，可以使用户在一个工作周之内，就掌握 CAN-bus 通讯技术，解决 CAN-bus 开发中遇到的各类问题，最终象控制串口一样实现 CAN-bus 通讯接口的设计与测试。套件中提供的主要设计资料包括：

- ◎ 基于 80C51 单片机的 CAN-bus 节点设计
- ◎ 基于 PC 的 CAN-bus 节点设计
- ◎ CAN-bus / DeviceNET 教程
- ◎ 开发源程序库 / 电路图资料 / 器件选型
- ◎ 常见设计 FAQ 汇总

利用 CANStart-I 开发套件，可以使 CAN 初学者在很短的时间内、在不需深入理解 CAN 底层协议的基础上开发出自己的 CAN 应用产品。

对于汽车领域的 CAN 通讯数据分析/测试，建议用户选择 **CANalyst-I/II CAN 分析仪**。CAN 分析仪配套有专用的 CANalyst 分析软件，其强大的数据分析功能可以使 CAN-bus 网络的调试、维护、测试等变得轻松和高效。CANalyst 分析软件具有以下功能：

- ◎ 实时数据捕捉功能：采集 CAN 网络上所有的数据以便进行协议、数据流的分析
- ◎ 完善的报文滤波功能：实现任意报文 ID 的滤波
- ◎ 灵活的可编程发送功能：CAN 网络上的各种协议、数据调试
- ◎ 动态图形性能分析：形象指示 CAN 网络上总线负载、帧流量

对于生产各种汽车总线检测设备的用户，可以选择 **ZLGCAN 系列接口卡**来进行产品开发；尤其是 **USBCAN-I/II 智能 CAN 接口卡**，具有即插即用、使用灵活、性价比高等特点，软件功能丰富，支持现场测试、组态开发，是汽车电子行业的首选设备之一。

更详尽的开发工具资料，请参考《[CAN-bus 现场总线基础方案-工具篇](#)》。

汽车中 CAN 高层协议

CAN 高层协议即应用层协议，是一种在现有的 CAN 底层协议（物理层和数据链路层）之上实现的协议。高层协议是在 CAN 规范的基础上发展起来的应用层。

汽车工业中一些可以使用的 CAN 高层协议有：

- ◎ CANOpen 协议
- ◎ CANKingdom 协议
- ◎ 基于 J1939 的一些高层协议

对于 CANOpen 协议和 CANKingdom 协议在《CAN-bus 现场总线基础方案-通讯篇》中有了详细的介绍，这里只是对基于 J1939 的一些高层协议作介绍。

基于 J1939 的高层协议

基于 J1939 的协议主要应用在以 CAN 为基础的汽车等交通运输工具的嵌入式网络中。主要有：

- ◎ SAE J1939-71
- ◎ ISO 11992
- ◎ ISO 11783
- ◎ NMEA 2000

SAE 是机车工程师协会（Society of Automotive Engineers）的缩写。SAE J1939-71 的应用层协议主要是适合那些以柴油机为动力的卡车、公共汽车以及非陆地的交通工具。ISO 11992 中设置的规范主要是用在卡车 / 拖车中的通讯。ISO 11783 规范主要是应用在拖拉机等农业运输工具。NMEA 是国家海洋电子协会（National Marine Electronics Association）的缩写。NMEA 2000 的高层协议整合了 SAE J1939 和 ISO 11783。

基于 J1939 的协议主要应用在：

- ◎ 卡车、公共汽车系统
- ◎ 非陆地的交通工具
- ◎ 载客或载货的火车
- ◎ 海洋运输工具

协议：

- CANopen, Communication Profile for Industrial Systems based on CAN
- CiA Draft Standard 301, Version 3.0, 96
- CiA Draft Standard Proposal DSP 302, Framework for Programmable Devices
- CiA Draft Standard Proposal DSP 401, Version 1.4, Device Profile for I/O Modules
- CiA Draft Standard Proposal DSP 402, Version 1.0, Device Profiles Drives and Motion Control

网站：

- www.can-cia.de
- www.zlgmcu.com

LIN-bus 介绍

概述

LIN (Local Interconnect Network) 是一种低成本的串行通讯网络, 用于实现汽车中的分布式电子系统控制。LIN 的目标是为现有汽车网络 (例如 CAN 总线) 提供辅助功能。因此, LIN 总线是一种辅助的串行通讯总线网络。在不需要 CAN 总线的带宽和多功能的场合, 比如智能传感器和制动装置之间的通讯, 使用 LIN 总线可大大节省成本。

LIN 技术规范中, 除定义了基本协议和物理层外, 还定义了开发工具和应用软件接口。LIN 通讯是基于 SCI (UART) 数据格式, 采用单主控制器/多从设备的模式, 仅使用一根 12V 信号总线, 和一个无固定时间基准的节点同步时钟线。

这种低成本的串行通讯模式和相应的开发环境已经由 LIN 协会制定成标准。LIN 的标准化将为汽车制造商以及供应商在研发、应用、操作系统降低成本。

主要特性

- 低成本, 基于通用 UART 接口, 几乎所有微控制器都具备 LIN 必需的硬件
- 极少的信号线即可实现国际标准 ISO9141 规定
- 传输速率最高可达 20Kbit/s
- 单主控制器/多从设备模式, 无需仲裁机制
- 从节点不需晶振或陶瓷振荡器就能实现自同步, 节省了从设备的硬件成本
- 保证信号传输的延迟时间
- 不需要改变 LIN 从节点的硬件和软件就可以在网络上增加节点
- 通常一个 LIN 网络上节点数目小于 12 个, 共有 64 个标志符

应用场合

典型的 LIN 总线应用是汽车中的联合装配单元, 如: 门、方向盘、座椅、空调、照明灯、湿度传感器、交流发电机等。对于这些成本比较敏感的单元, LIN 可以使那些机械元件, 如智能传感器、制动器或光敏器件得到较广泛的使用。这些元件可以很容易的连接到汽车网络中, 并得到十分方便的维护和服务。在 LIN 实现的系统中, 通常将模拟信号量用数字信号量所替换, 这将使总线性能优化。

在以下的汽车电子控制系统中使用 LIN 来实现, 将得到非常完美的效果。

车顶:

- 湿度传感器、光敏传感器、信号灯控制、汽车顶篷

车门:

- 车窗玻璃、中枢锁、车窗玻璃开关、吊窗提手

车头:

- 传感器、小电机

方向盘:

- 方向控制开关、挡风玻璃擦拭器、方向灯、无线电、空调、座椅、座椅控制电机、转速传感器

开发工具

LIN bus API 函数库: 由 ZLGMCU 编写, 并在 **DP-51H 单片机数据通信综合仿真实验仪** 上提供一个实现 LIN-bus 通讯网络软硬件调试/仿真的环境。

更详细内容, 请参考 [《DP-51H 单片机数据通信综合仿真实验仪》](#) 和 [《LIN-bus 网页》](#)。