

# CAN 总线节点信号驱动电路设计

袁越阳

(幸叶电子苏州有限公司, 苏州工业园区 215122)

[摘要:]对于现行的 CAN 总线技术, 随着其传输容量和速度的增加, 对其硬件电路的设计在预防干扰方面的要求也随之提更高。为此, 设计了以菲利普公司生产的 CAN 总线收发器 PCA82C250 为核心的 CAN 总线信号驱动电路, 并采取了提高此电路抗干扰能力的一系列措施。

关键词: CAN 信号驱动 电路设计

中图分类号: TP336 文献标识码: A

## CAN Bus Nod Signal Driving Circuit Design

Yuan Yue-yang

(Clover Electronics China Suzhou COM.LTD, SuZhou 215122, China.)

Abstract: Since the transmission speed and the carry capability being increased following the CAN bus technology development nowadays, more and more requirement and demand in hardware circuit design are desired to improve EMC and EMI, etc. Therefore, considering of the interference, a CAN signal driver circuit is designed based on the key element PCA82C250.

Keywords: CAN Signal Driving, Circuit Design

## 0 引言

控制器局域网CAN (Controller Area Network)是一个支持分布式实时控制的串行通信网络。它在汽车产业中得到了广泛使用, 是一种极具强韧性的电气规范和协议, 具有很好的可靠性和容错能力<sup>[1]</sup>。CAN协议采用故障界定机制, 即CAN 节点能区分瞬时扰动引发的故障与永久性故障, 并剔除错误节点。但尽管故障界定机制可消除错误节点对整个网络的影响, 可是在电磁干扰的影响下, 一个功能正常的节点甚至有可能被设置为总线脱离(bus-off)状态。因此, 不仅要在软件设计方面考虑干扰的问题, 还要更好的在硬件电路方面予以慎重考虑, 而且一个好的硬件电路基础是软件程序正常运行的重要保障, 能提高数字信号完整性和模拟信号的信噪比。而CAN各节点与总线之间的信号驱动任务主要是把由CAN控制器发送端口(Tx)的单边信号转换成总线上传输的差分信号, 和把由总线上传输的差分信号转换成CAN控制器接收端口(Rx)能接收的单边信号。针对此任务, 本文设计了CAN控制器与总线之间的信号发送、接收的CAN信号驱动电路, 并着重考虑在电磁干扰(EMI)和电磁兼容(EMC)方面提出一系列措施来增强其在这方面的能力。

## 1 主要元器件选择及原理图

如图 1 所示, 电路主要采用两个高速光电耦合器 6N137 和菲利普公司设计生产的 CAN 总线信号收发器 PCA82C250, 以及其它一些分立电子元器件。

### 1.1 主要元器件

光电耦合器 6N137<sup>[2]</sup>是一个高速光电耦合器, 通常得用它来隔离在不同器件中信号传递以来增强系统的抗干扰能力。但采用光耦对信号传递起隔离作用的同时也会增加信号的在回路中传输延迟时间, 从而导致通信速率或距离减少。综合考虑其得与失, 选择高速光电耦合器可以有效的解决这个部题。而高速光电耦合器 6N137 其典型的信号处理速度为 10MBd, 对信号传输产生的延迟时间只有 40ns。

CAN 总线数据收发器 PCA82C250<sup>[3]</sup>是由菲利普公司生产的符合 ISO11898 标准的高速

CAN 收发器，对总线信号提供了差分发送驱动能力和对差分驱动接收能力，是目前使用较为广泛的 CAN 收发器。其主要功能是将 CAN 控制器的逻辑电平转换为 CAN 总线的差分电平并且具有高达直流 2500V 的隔离功能来保证 CAN 总线节点的安全。

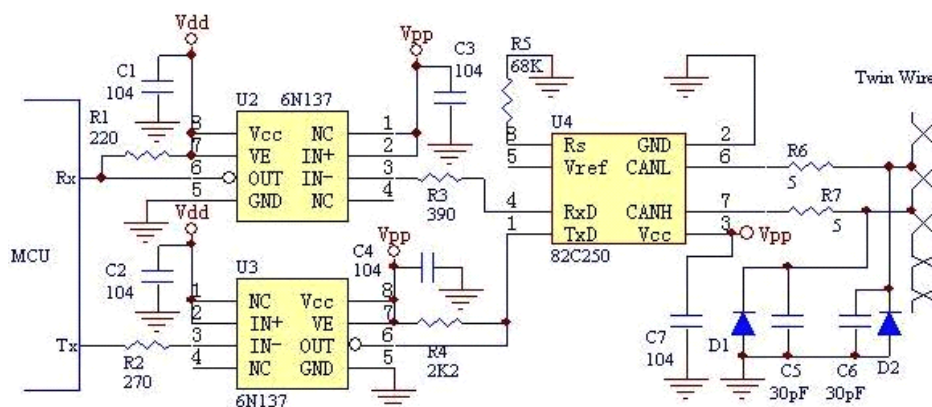


图 1 CAN 信号驱动电路

Fig.1. the CAN sign driving circuit

## 1.2 整体电路设计

如图 1 中所示有两个电源 Vdd 和 Vpp，Vdd 是收发端处理器所使用的供电电源，而 Vpp 是 CAN 总线传输端及其电路采用的供电电源。CAN 控制器的收发端 (RX/TX) 引脚与 CAN 收发器 82C250 的数据传输通过采用光电耦合器 6N137 的隔离来达到电平匹配和减少总线网络上各节点对网络的电源干扰，两个 30pF 的小电容 C5 和 C6 分别与总线上所串接的 5Ω 电阻 R7 和 R6 组成一个低通滤波器来对总线上信号的毛刺进行滤除，并能起到一定的电磁兼容 (EMC) 效果，其中 R6 和 R7 还对总线有一定的限流作用，D1、D2 把总线的最低电平钳位在 -0.7V 以上以保证总线受负电压冲击的安全。Vpp 和 Vdd 均连接有一个 0.1μF 的高频特性好的瓷片去耦电容来加强供电电压的稳定性和减少电源浪涌冲击。对传输速度较高的 A 级 CAN 传输网络还考虑采用具有屏蔽效果的同芯双绞线来提高总线的抗干扰能力。

## 2 各 IC 外围电阻值设定

为保证整个电路的安全和提高信号的可靠性，电阻 R1~R5 的值的确定十分关键，因为这些电阻的设定直接影响各 IC 的工作状态和 CAN 总线信号的各种参数。下面是根据总线信号收发器 PCA82C250 和高速光电耦合器 6N137 的规格参数来确定 R1~R5 等阻值的过程。

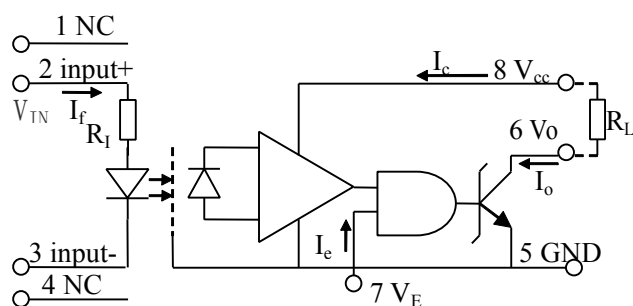


图 2 6N137 内部原理图

Fig.2 The Inner Circuit Block of 6N137

如图 2 所示，6N137 光耦合器的第 6 脚 Vo 输出电路属于集电极开路电路，必须上拉一个电阻 RL；第 2 脚和第 3 脚之间是一个 LED，必须串接一个限流电阻 R1；第 7 脚是逻辑电平输入使能脚，直接连到 VCC 逻辑高电平即可；第 1、4 脚没有用可以悬空或直接接地。当高电平信号从第 2 脚输入时其输入电流范围  $I_f \in (5\text{mA}, 15\text{mA})$ ；当输出为低电平时最大输出电流  $I_o$  为 50mA。由第 2 脚输入高电平，由下列公式可以计算出图 2 中的电阻 R1 和 RL。

$$5\text{mA} \leq \frac{V_{TN}}{R_1} \leq 15\text{mA} \quad \text{-----}(1)$$

$$\frac{V_{cc}}{R_L} \leq 50mA \quad \text{-----}(2)$$

由 (1) 式推出:

$$\frac{V_{IN}}{15mA} \leq R_I \leq \frac{V_{IN}}{5mA} \quad \text{-----}(3)$$

由 (2) 式推出:

$$R_L \geq \frac{V_{cc}}{50mA} \quad \text{-----}(4)$$

如图 3 所示, 先来了解一下该元件各引脚的功能。第 1 脚和第 4 脚分别是 CAN 信号的发送和接收脚; 第 2 脚接地, 第 3 脚接供电电源; 第 6、7 脚分别是接 CAN 总线的高低信号线; 第 5 脚接参考电压, 其芯片内部已有上拉电阻而无需再外接上拉电阻, 悬空表示接高电平, 参考电压等于 Vcc 电压。第 8 脚如果连接到低电

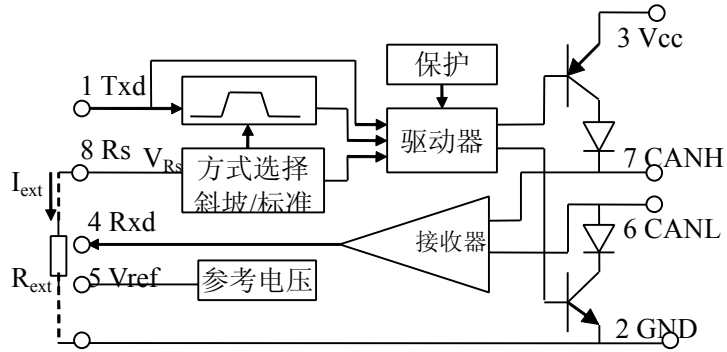


图 3 PCA82C250 内部原理图

Fig.3 The Inner Circuit Block Diagram of PCA82C250

平时 (接地) 表示选择 CAN 总线上传输的信号是采用标准的方波形式来进行高速传输模式, 选择通过电阻 Rs 接电时表示 CAN 总线上传输的信号选择采用梯形波形式的相对低速传输模式。从所周知方波的上升、下降沿的谐频最为丰富, 容易产生 EMI 问题。而边沿具有一定的斜坡的梯形波则在这方面有明显的改善, 可以通过改变所接电阻 R<sub>ext</sub> 不同的阻值来确定边沿斜坡的斜率 SR(Slope Rate), 其单位是 V/us (伏每微秒)。斜率与电阻的关系<sup>[4]</sup>可以由式 (3) 来表示, 且要满足式 (4) 和 (5)。其中 V<sub>Rs</sub> 为第 8 脚的电压, I<sub>ext</sub> 为从 8 脚流出的电流, I<sub>ext.max</sub> 和 I<sub>ext.min</sub> 为流出的最大、最小电流。R<sub>ext</sub> 为第 8 脚与接地脚之间的电阻。

$$SR = \frac{V_{Rs}}{K \times R_{ext}} \quad (\text{常数 } K = 7.6 \times 10^{-3} \text{us/k}\Omega) \quad \text{-----}(3)$$

$$\frac{0.6 \times V_{cc}}{I_{ext.max}} \leq R_{ext} \leq \frac{0.4 \times V_{cc}}{I_{ext.min}} \quad \text{-----}(4)$$

$$10\mu A \leq I_{ext} \leq 200\mu A \quad \text{-----}(5)$$

在图 1 中, 取 V<sub>dd</sub>=3.3V 和 V<sub>pp</sub>=5V、CAN 控制器的信号输出/输入高电平为 3.3V, 且信号边沿斜率取典型的 5V/us 时, 依据以上公式 (1) ~ (5) 来取定电阻 R1~R5 的值如下:

R1 ≥ 66 Ω, 图 1 中取 220Ω

220Ω ≤ R2 ≤ 660Ω, 图 1 中取 270Ω

330Ω ≤ R3 ≤ 1000Ω, 图 1 中取 390Ω

R4 ≥ 100Ω, 图 1 中取 2.2KΩ

15KΩ ≤ R5 ≤ 200KΩ, 图 1 中取 68KΩ。

## 结束语

在确定以上各电子元器件之后, 通过设计制作出电路板, 并把该模块电路与 C8051F040

嵌入式单内置的 CAN 控制器连接，写好 CAN 信号收、发驱动程序后，在 CAN 总线网上进行实验，取得了很好的效果。

### 参考文献:

- [1] <http://www.can.bosch.com/> CAN Specification Version 2.0, BOSCH, Stuttgart, 1991
- [2] <http://measure.feld.cvut.cz/groups/edu/osv/6N137.pdf>, 6N137 data sheet[Z].
- [3] [www.datasheetcatalog.org/datasheet/philips/PCA82C250.pdf](http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/philips/PCA82C250.pdf), PCA82C250 data sheet[Z].
- [4] <http://www.zlgmcu.com>. 广州周立功单片机发展有限公司, PCA82C250 CAN 收发器应用指南.

### 作者简介:

袁越阳 幸叶电子（苏州）有限公司 高级工程师