

CAN-bus 应用方案（1）

1 概述

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。例如，在汽车电子、自动控制、智能大厦、电力系统、安防监控等领域，CAN-bus 都具有不可比拟的优越性。

根据各个不同应用领域的设计特点，本文提出了几种 CAN-bus 应用系统的硬件方案。

2 基本 CAN-bus 节点

2.1 应用范围

- 各种自动控制网络，比如楼宇自动化、仪表自动控制、数据远程传输、电机控制等
- 可实现远距离传输 ($\leq 10\text{KM}$)，工作速率可调 ($1\text{Mbps} \geq \text{通讯速率} \geq 5\text{Kbps}$)
- 升级原有的 RS-485 网络
- 2 线式通讯

2.2 基本电路

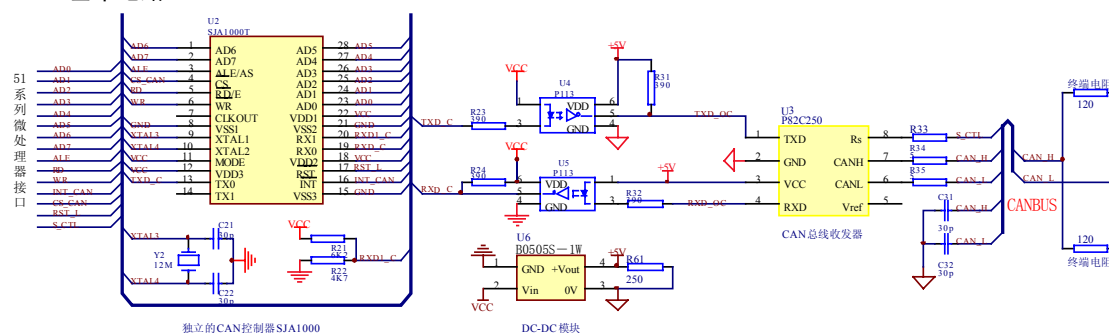


图1 基本CAN节点原理图

2.3 电路特点

- 可与应用广泛的80C51系列单片机直接接口，电路简单，使用方便；
- 采用DC-DC模块与光电隔离器件，可抑制电磁干扰，保护系统电路不受网络影响；
- 2线式通讯，各总线节点需自备电源供应；
- 根据通讯速率调整斜率电阻R33的值，一般在16K~140K之间。

2.4 元件选型

- CAN控制器采用PHILIPS的SJA1000，工作于BasicCAN模式或PeliCAN模式下，可直接与INTEL的80C51核MCU或Motorola的MCU接口。
- CAN收发器采用PHILIPS的P82C250/251，可以在低至5Kbps的传输速率下工作，满足远距离传输数据时的低速率要求。
- 采用高速光耦来实现收发器与控制器之间的电气隔离，保护控制系统电路。光耦选择高速器件，推荐型号：6N137或TLP113，以满足在最高速率1Mbps下的电气响应。
- 为了保证系统能够可靠工作，并提高抗干扰能力，电路中采用隔离型DC/DC模块向收发器电路供电。推荐采用定电压输入隔离非稳压单输出型DC/DC模块，隔离电压 $\geq 1000\text{VDC}$ ，推荐型号：B0505S-1W或B0505LS-1W，可以向收发器电路提供 $\leq 200\text{mA}$ 的电流；也可以选择IB0505LS-W75，可向收发器电路提供稳定、低噪声的5VDC，输出电流 $\leq 150\text{mA}$ ，并带有输出短路保护，且引脚与B0505LS-1W完全兼容。

- 微处理器可以选用 PHILIPS 的 P87C51x2, 6 Clock 下的最高时钟频率可达 30MHz, 具有 3 个定时/计数器, 双 DPTR, 足以满足 CAN-BUS 在最高速率 1Mbps 下的应用。

以上所列部分器件的详细资料, 请从网站 www.ZLGMCU.com 下载。

2.5 软件流程

对于图 1 所示的基本 CAN 节点, 其控制软件应按模块化设计, 一般由以下几个部分组成:

- SJA1000 初始化模块
- SJA1000 接收数据模块
- SJA1000 发送任务模块
- SJA1000 错误处理模块
- 其他系统任务模块

根据所处理任务的不同, “其他系统任务模块” 也有所不同。在这里, 关于 SJA1000 的控制模块程序设计, 应是系统的重点之一。各模块之间的衔接关系如下图所示:

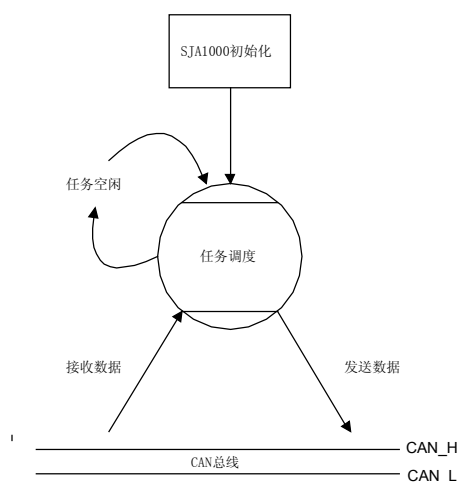


图 2 基本 CAN 节点软件流程

对于具有复杂功能的项目开发, 建议采用 RTOS (实时操作系统) 作为任务调度的核心程序, 以节约开发时间, 提高系统的实时性。例如, 可以采用 KEIL C51 中内嵌的实时多任务操作系统 RTX51, 或者采用 uCOSII 操作系统。其中, RTX51 支持 SJA1000 芯片和 P97C591 芯片的内联 CAN 驱动程序, 免去了大量的芯片编程工作, 可大大缩短项目的开发周期。

3 向网络供电的 DeviceNet 节点

3.1 应用范围

- DeviceNet 中的供电节点
- 采用 5 线通讯
- 高速数据通讯
- 可以向网络中的其他节点供电

3.2 基本电路框图

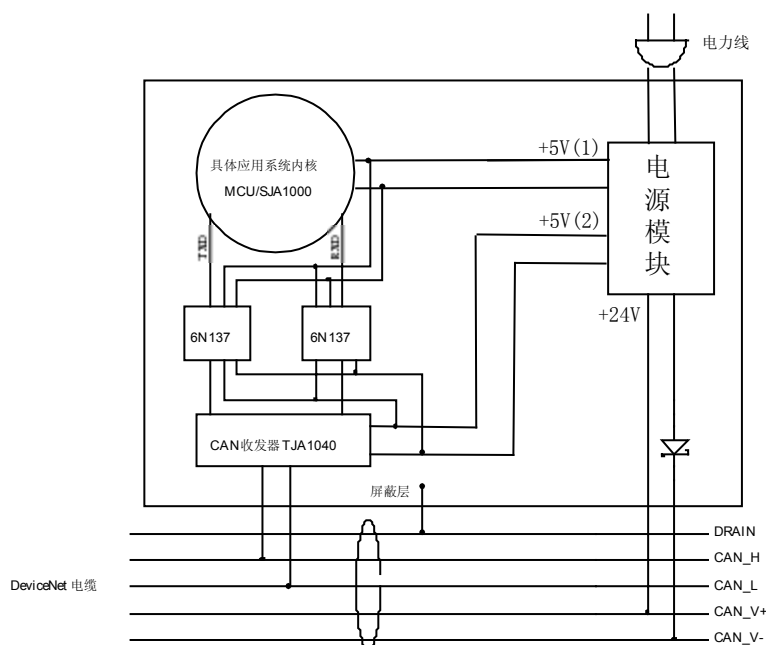


图 3 DeviceNet 中的向网络供电节点功能框图

3.3 DeviceNet 特点

- 5 线式通讯（信号线 CAN_H、CAN_L；屏蔽线 DRAIN、电源线 CAN_V+、CAN_V-）
- 主干线/分支线结构
- 最多可支持 64 个节点
- 同时支持网络供电（传感器）和自供电（执行器）设备
- 可选数据通讯速率（125Kbps、250Kbps、500Kbps）
- 可调整的电源结构，大电流容量，以满足各分类应用的需要
- * * * * *（请参考 DeviceNet 协议）

3.4 元件选型

- CAN 控制器采用 PHILIPS 的独立 CAN 控制器 SJA1000 芯片。如果仅作为小型传感器或实现简单功能电路，可以采用集成 CAN 控制器的 PHILIPS P87C591 微处理器芯片。
- CAN 收发器选用 PHILIPS 的高速 CAN 收发器 TJA1040 或 TJA1050，具有速率高、低功耗、电磁性能优越等特点，自检能力强，还可工作于睡眠模式。
- 采用高速光耦来实现收发器与控制器之间的电气隔离，保护系统电路。光耦选择高速器件，推荐型号：6N137 或 TLP113，以满足在最高速率 500Kbps 下的电气响应。
- 根据应用系统消耗电流的大小、DeviceNet 网络电源标准来选择电源模块电路。第 1 组 +5V 电源，如消耗电流 $\leq 50\text{mA}$ 时，可采用线性稳压器，比如 LM7805 等；如电路消耗电流 $\geq 50\text{mA}$ 时，采用开关电源作为电源供应部件，比如 LM2575、MC34063 等。第 2 组 +5V 电源，可采用 DC-DC 模块实现。系统电源与网络电源之间还应该考虑采取合理的电气隔离措施。根据以上因素，整个电源模块电路可选用一体式的 DC-DC 模块，例如：宽压输入定压输出隔离模块 WRD242405 等。用户也可在输出电流满足 DeviceNet 协议要求的前提下自行选择 DC-DC 电源。为了确保该系统的安全，建议在 DC/DC 模块及系统的输入和输出端接 TVS、共模扼流圈、极性保护，以防止雷击、浪涌、极性反接，起良好的保护效果。
- 微处理器可以选用 PHILIPS 的 P89C668 芯片，内含 64K FLASH、8K RAM，可工作于 6 Clock 模式，晶振频率可达 30MHz，足以满足在 DeviceNet 最高波特率 500Kbps 下大量的数据传输、数据采集、DeviceNet 协议解析等复杂功能的应用要求。

3.5 软件开发流程框图

基于 DeviceNet 协议的控制软件开发，主要难点在于编写符合 DeviceNet 协议的程序软件。为提高开发效率，可以选择购买 DeviceNet 控制软件模块；这些软件模块由 C 语言编写，易于理解，移植方便。

需要注意：DeviceNet 节点中主节点、从节点的设计模型并不相同。一般来说，DeviceNet 软件开发流程如下所示：

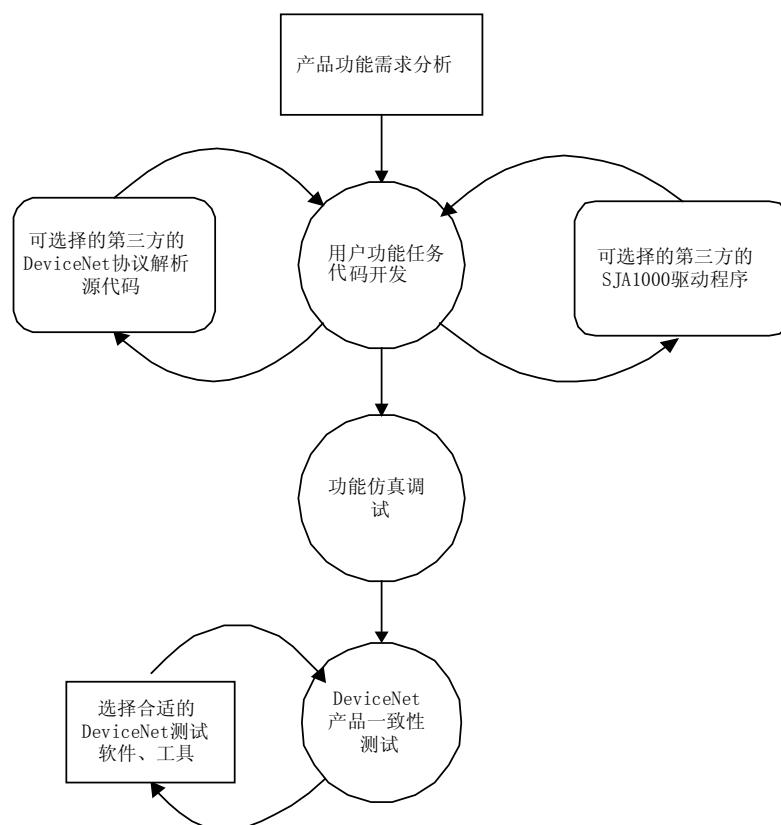


图 4 DeviceNet 节点软件开发流程

4 由网络供电的 DeviceNet 节点

4.1 应用范围

- DeviceNet 中由网络供电的节点
- 5 线通讯
- 高速数据通讯
- 无需独立输入电源
- 可用作通用 CAN-BUS 节点
- 适合于传感器设备、微型执行器设备

4.2 基本电路框图

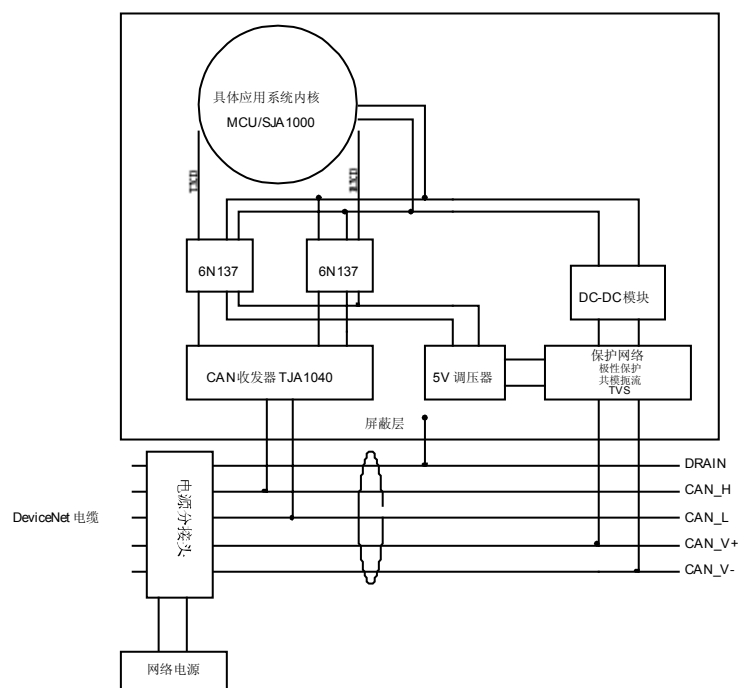


图 5 DeviceNet 中的由网络供电节点功能框图

4.3 元件选型

- CAN 控制器采用 PHILIPS 的 SJA1000 芯片。如果针对小型应用系统的设计要求，可以采用集成 CAN 控制器的 PHILIPS P87C591 微处理器芯片。
- CAN 收发器选用 PHILIPS 的高速 CAN 收发器 TJA1040 或 TJA1050，具有速率高、低功耗、电磁性能优越等特点，自检能力强，可工作于睡眠模式。
- 采用高速光耦来实现收发器与控制器之间的电气隔离，保护系统电路。光耦选择高速器件，推荐型号：6N137 或 TLP113，以满足在最高速率 500Kbps 下的电气响应。
- 采用 DC-DC 模块向应用系统供应电源，可有效抑制干扰，提高可靠性。由于网络电源存在电压波动大(电压波动 $> \pm 30\%$)、干扰信号多等缺点，因此，应该选择宽电压输入隔离（隔离电压 $\geq 1000\text{VDC}$ ）稳压单输出型 DC/DC 模块给系统供电。推荐型号：金升阳的 PH2405S-01（ V_{in} : 9~27VDC， V_{out} : 5VDC， I_{out} : 100~200mA）；或者，根据具体应用系统内核所需功率不同，也可选用 PH2405D-03（ V_{in} : 9~27VDC， V_{out} : 5VDC， I_{out} : $\leq 500\text{mA}$ ）。为确保该系统的安全，建议在 DC/DC 模块及系统的前端接 TVS、共模扼流圈、极性保护，以防止雷击、浪涌、极性反接，起良好的保护效果。
- 微处理器可以选用 PHILIPS 的 P87C58x2 芯片，内含 32K EPROM，可工作于 6 Clock 模式，晶振频率可达 30MHz，满足 DeviceNet 的通讯任务编程要求。

4.4 软件开发流程框图

软件开发流程与图 4 相同。

5 推荐开发工具

- 仿真器：采用 HOOKS 技术的 TKS 系列仿真器 等
- 调试工具 DP-51 下载实验仪、DP-668 下载实验仪 等
- 调试环境：Keil C51、TKStudio 等
- 实时多任务操作系统：Keil RTX51、uCOSII 等
- CAN 分析工具：ZLGCAN 接口卡、ZLGCANTEST 通用测试软件
- 分析软件：CANalyst 分析软件

附录 A、ZLGCAN 产品简介

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-bus 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、设备、应用产品, 能够为客户提供从“芯片”、“工具”、“模块”、“方案”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 CAN-bus 产品已经领先于国外技术水平, 并已在多个领域中通过严格的实际运行考验, 得到了广泛应用。

CAN-bus 专用芯片

- P87C591 集成 PeliCAN 控制器的增强型 8 位单片机
- LPC2219 集成 2 路 CAN 控制器的 ARM 芯片
- LPC2229 集成 6 路 CAN 控制器的 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 HOOKS 仿真器
- TKS-591B 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-668 单片机与 TCP/IP 仿真实验仪

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
- 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.zlgmcu.com>

或进入 CAN-bus 技术讨论园地：

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

我们的服务邮箱：

can@zlgmcu.com 和

cantools@zlgmcu.com

用户可以直接从周立功公司专业网站下载大部分 CAN-bus 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、或购买相关的开发工具而获得。

附录 B：CAN2.0B 协议帧格式

B.1 CAN2.0B 标准帧

CAN 标准帧信息为 11 个字节，包括两部分：信息和数据部分。前 3 个字节为信息部分。

| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|-------|-----------|-----|---|---|------------|---|---|---|
| 字节 1 | FF | RTR | X | X | DLC（数据长度） | | | |
| 字节 2 | （报文识别码） | | | | ID.10-ID.3 | | | |
| 字节 3 | ID.2-ID.0 | | | X | X | X | X | X |
| 字节 4 | 数据 1 | | | | | | | |
| 字节 5 | 数据 2 | | | | | | | |
| 字节 6 | 数据 3 | | | | | | | |
| 字节 7 | 数据 4 | | | | | | | |
| 字节 8 | 数据 5 | | | | | | | |
| 字节 9 | 数据 6 | | | | | | | |
| 字节 10 | 数据 7 | | | | | | | |
| 字节 11 | 数据 8 | | | | | | | |

- 字节 1 为帧信息。第 7 位（FF）表示帧格式，在标准帧中，FF=0；第 6 位（RTR）表示帧的类型，RTR=0 表示为数据帧，RTR=1 表示为远程帧；DLC 表示在数据帧时实际的数据长度。
- 字节 2、3 为报文识别码，11 位有效。
- 字节 4~11 为数据帧的实际数据，远程帧时无效。

B.2 CAN2.0B 扩展帧

CAN 扩展帧信息为 13 个字节，包括两部分，信息和数据部分。前 5 个字节为信息部分。

| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|-------|-------------|-----|---|---|-------------|---|---|---|
| 字节 1 | FF | RTR | X | X | DLC（数据长度） | | | |
| 字节 2 | （报文识别码） | | | | ID.28-ID.21 | | | |
| 字节 3 | ID.20-ID.13 | | | | | | | |
| 字节 4 | ID.12-ID.5 | | | | | | | |
| 字节 5 | ID.4-ID.0 | | | | | X | X | X |
| 字节 6 | 数据 1 | | | | | | | |
| 字节 7 | 数据 2 | | | | | | | |
| 字节 8 | 数据 3 | | | | | | | |
| 字节 9 | 数据 4 | | | | | | | |
| 字节 10 | 数据 5 | | | | | | | |
| 字节 11 | 数据 6 | | | | | | | |
| 字节 12 | 数据 7 | | | | | | | |
| 字节 13 | 数据 8 | | | | | | | |

- 字节 1 为帧信息。第 7 位（FF）表示帧格式，在扩展帧中，FF = 1；第 6 位（RTR）表示帧的类型，RTR=0 表示为数据帧，RTR=1 表示为远程帧；DLC 表示在数据帧时实际的数据长度。
- 字节 2~5 为报文识别码，其高 29 位有效。
- 字节 6~13 为数据帧的实际数据，远程帧时无效。

附录 C: SJA1000 标准波特率

SJA1000 独立 CAN 控制器的 CAN 通讯波特率由寄存器 BTR0、BTR1、晶振等参数共同决定。下表列出了一组推荐的 BTR0、BTR1 设置值,标注*符号的值是由 CiA 协会推荐的标准值。

表 1 SJA1000 标准波特率

| 序号 | Baudrate (Kbps) | 晶振频率 = 16MHz | | 晶振频率 = 12MHz | |
|------------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | BTR0 (Hex) | BTR1 (Hex) | BTR0 (Hex) | BTR1 (Hex) |
| 1 | 5 | BF | FF | - | - |
| 2* | 10 | 31 | 1C | 65 | 1C |
| 3* | 20 | 18 | 1C | 52 | 1C |
| 4 | 40 | 87 | FF | - | - |
| 5* | 50 | 09 | 1C | 47 | 1C |
| 6 | 80 | 83 | FF | - | - |
| 7* | 100 | 04 | 1C | 43 | 1C |
| 8* | 125 | 03 | 1C | 42 | 1C |
| 9 | 200 | 81 | FA | - | - |
| 10* | 250 | 01 | 1C | 41 | 1C |
| 11 | 400 | 80 | FA | - | - |
| 12* | 500 | 00 | 1C | 40 | 1C |
| 13 | 666 | 80 | B6 | - | - |
| 14* | 800 | 00 | 16 | 40 | 16 |
| 15* | 1000 | 00 | 14 | 40 | 14 |

建议采用 16MHz 作为 SJA1000 的工作晶振。用户也可以根据 SJA1000 器件配套的参考资料自行计算合适的寄存器 BTR0、BTR1 设置值。

P87C591 的 CAN 通讯波特率采用同 SJA1000 一致的计算方法。

参考资料:

- 《SJA1000 独立的 CAN 控制器》
- 《SJA1000 独立的 CAN 控制器应用指南》
- 《确定 SJA1000 CAN 控制器的位定时参数》