

采用 AT90CAN128 的 CAN 系统解决方案

AT90CAN128 是一种基于 AVR 增强型 RISC 结构的低功耗 CMOS 8-位单片机。通过执行以一个单时钟周期的高效指令，AT90CAN128 每 MHz 可达 1MIPS，这就让系统设计人员将功率损耗与处理速度优化。

AVR 内核具有丰富的指令集并带有 32 个通用目的工作寄存器。32 个寄存器全都直接连到运算逻辑单元(ALU)，允许两个独立的寄存器以在一个时钟周期执行单个指令的方式访问。其结果就是，采用这种结构在速度比常规的 RISC 单片机快 10 倍的同时代码效率更高。

该器件是采用 Atmel 高密度非易失存储器技术制造的，其在片 ISP Flash 允许程序存储器通过一个常规的非易失存储器编程器或一个运行在 AVR 核上的在片引导程序，经一个 SPI 串口在系统重新编程。引导程序能够采用任何接口将应用程序下载到 Flash 存储器中。在应用 Flash 区更新时，在引导 Flash 区中的软件将继续运行，提供真正的读-写操作。通过将 8-位 RISC CPU 与在系统自编程 Flash 融合在一个单芯片上，AT90CAN128 便成为一个高效的单片机，可以为很多嵌入式控制应用提供一种极为灵活且成本有效的解决方案。

AT90CAN128 AVR 可由成套的程序和系统开发工具支持，包括：仿真调试器(JTAG ICE mkII + AVR Studio)、C 编译器(GCC Win AVR 或 IAR EWA AVR)、开发板(DVK90CAN1)等。

<http://www.BDTIC.com/Tech>

一、AT90CAN128 芯片特性：

- 高性能、低功耗 AVR 8 位单片机
- 先进的 RISC 结构
 - 133 高效指令 - 大部分单时钟周期执行
 - 32 x 8 通用目的工作寄存器 + 外设控制寄存器
 - 完全动态操作
 - 在 16 MHz 时达 16 MIPS 通过量
 - 在片 2-循环乘法器
- 非易失程序和数据存储器
 - 128K 字节在系统可重复编程 Flash
 - * 耐久性: 10,000 擦/写周期
 - 可选引导代码区，拥有独立的锁定位
 - * 能够选择的引导大小: 1K Bytes, 2K Bytes, 4K Bytes or 8K Bytes
 - * 通过在片引导程序进行在系统编程(CAN, UART)
 - * 真正的边读边写操作
 - 4K 字节 EEPROM (耐久性: 100,000 擦/写周期)
 - 4K 字节内部 SRAM
 - 多达 64K 字节的可选外部存储器空间
 - 由程序锁定软件安全
- JTAG (IEEE 1149.1 标准兼容) 接口
 - 依据 JTAG 标准，边界扫描能力
 - 编程 Flash (硬件 ISP), EEPROM, 锁定&保险位

- 扩展的在片调试支持
- CAN 控制器 2.0A & 2.0B
 - 15 个分别带有标识符标签和掩码的全报文对象
 - 传输、接收、自动回复和帧缓冲接收模式
 - 在 8 MHz 时，每秒 1Mbits 最大转换率
 - 时间戳, TTC & Listening 模式(Spying or Autobaud)
- 外设特点
 - 带有在片晶振的可编程看门狗定时器
 - 8-bit 同步定时/计数器-0
 - * 10-bit 预定标器
 - * 外部事件计数器
 - * 输出比较或 8-bit PWM 输出
 - 8-bit 异步定时器/计数器-2
 - * 10-bit 预定标器
 - * 外部事件计数器
 - * 输出比较或 8-bit PWM 输出
 - * 用于 RTC 操作的 32Khz 晶振
 - 双 16-bit 同步定时/计数器-1 & 3
 - * 10-bit 预定标器
 - * 带有消除噪声的输入捕获
 - * 外部事件计数器
 - * 3-输出比较或 8-bit PWM 输出
 - * 输出比较调制
 - 8-通道, 10-bit SAR ADC
 - * 8 Single-ended 通道
 - * 7 个差分 (Differential)通道
 - * 在 1x, 10x, or 200x 时，具有可编程增效 (Programmable Gain) 的 2 个差分通道
 - 在片模拟比较器 (Analog Comparator)
 - 面向字节的双线串口
 - 两个可编程串行 USART
 - 主/从 SPI 串行接口
 - * 编程 Flash (硬件 ISP)
- 单片机专有特点
 - 带电复位和可编程 Brown-out 监测
 - 内部校准 RC 晶振
 - 8 个外部中断源
 - 5 种睡眠模式: 空闲、ADC 噪声降低、省电、掉电和待机
 - 软件可选时钟频率
- I/O 和封装
 - 53 可编程 I/O
 - 64-lead TQFP and 64-lead QFN
- 工作电压
 - 2.7 - 5.5V

<http://www.BDTIC.com/Tech>

- 工作温度
 - 工业级 (-40°C to +85°C)
- 最大频率
 - 8 MHz at 2.7V
 - 16 MHz at 4.5V

更详细的芯片说明请查询：<http://www.atmel.com>。

选择了芯片后，就可以围绕该芯片确定相应的开发工具。开发工具的好坏往往是决定一个系统成败的关键，下面是对 CAN-BUS 开发系统组成的一些建议：

二、CAN-BUS 开发系统组成建议

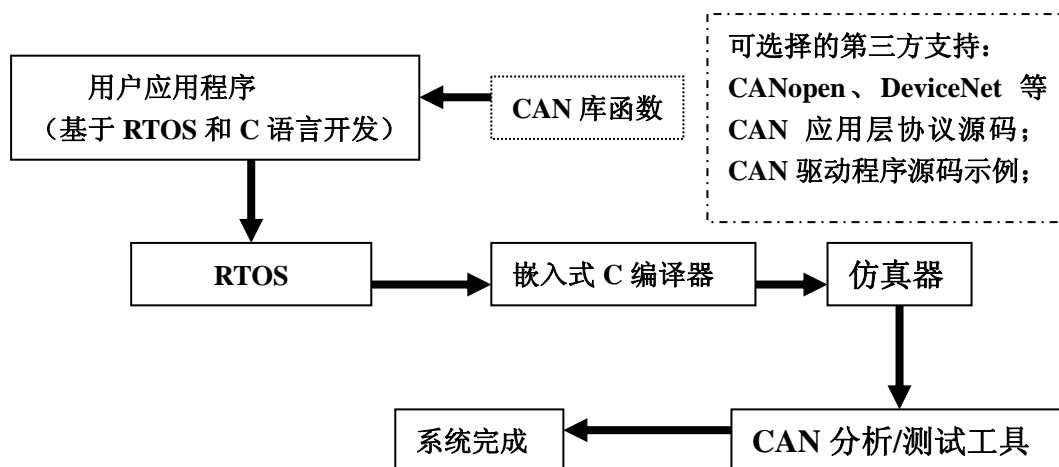
一套完整的 CAN-BUS 开发系统通常由开发平台和测试平台两部分组成。

- 对于很多应用来说，由于要涉及到多个 CAN 节点通信，系统比较复杂，因此选择一个良好的开发平台是至关重要的。高效的嵌入式开发通常要采用 C 语言(需选择优秀的嵌入式工程 C 编译器)，选用高性能的实时仿真器并最好在一个优秀的嵌入式操作系统上进行开发。如果有可能的话，最好购买商业化的 CAN 库函数，或得到专业化的 CAN-BUS 机构提供的驱动程序参考。

<http://www.BDTIC.com/Tech>

- 有了好的 CAN 开发工具，应当可以顺利完成各个独立的 CAN 单片机节点的开发，但这并不意味着整套系统的顺利完成。由于 CAN 协议只规定到数据链路层，用户通常要自行定义应用层协议以完成各个 CAN 节点之间的通信，必须要进行大量的测试才能保证确保用户自定义协议的完整和有效。为了解决协议测试阶段遇到的大量问题，可以采用各类基于 PC 的测试硬件及软件，以 PC 和各类 PC-CAN 接口板卡来模拟一个系统中运行的节点、收发信息，并对系统总线上的信息监视并分析。通过应用各种 CAN 测试工具，可以使系统在实际应用前得到充分的检验，尽可能地到达最优的状态。

根据上述要求，一套完整的 CAN 开发系统将包含以下部分：



根据具体情况，下列的系统解决方案供参考选用：

1.开发工具和 CAN 应用设备平台：

- **嵌入式实时多任务操作系统（RTOS）**

可选用 CMX 公司的 CMX-RTX for AVR 全功能实时多任务操作系统，最多可支持 256 个实时任务，可裁减，内核代码仅 6K 左右，提供高实时性，提供 C 语言源代码。

- **仿真器**

可选用 Atmel JTAG ICE mkII 仿真器。该仿真器兼容 AVR Studio，支持所具有 JTAG 口的 AVR 器件，可设置软件断点和程序存储器断点，支持汇编和源码级调试，与 DVK90CAN1 和 USB-to-CAN 配合使用，可组成一套完整的 CAN 开发平台。

- **AVR studio & C 编译器**

可选用 AVR studio 和 GCC 编译器(或选 IAR 编译器)。

- **应用实验板**

可选用 Atmel DVK90CAN1 开发板。此板上装有 AT90CAN128 TQP 芯片，可由 AVR Studio 软件支持；它具有在片编程和在片调试的特点，并有 2 个 RS-232 口，SPI 口、TWI 口、CAN 口和 LIN 口分别各有 1 个；其板上资源有：5 键键盘、8 个 LED、电压可读、发光传感器、温度传感器等

- **智能 CAN 模块(单口)**

USB-to-CAN compact 是一种经济型智能接口，有一个 CAN 通道。它采用 16 位微控制器，能在 CAN 网络中以高传输率和总线负载，对 CAN 报文进行可靠的、毫无损失的传送和接收。

2. CAN 应用设备实验

在此所列的实验平台主要是由 JTAG ICE mkII 仿真器、DVK90CAN1 开发板和智能 CAN 接口模块 USB-to-CAN compact 组成的。采用此套实验平台，使用者可以：

- 通过仿真器下载程序，可实现实时仿真和片上调试；
- 进行 CAN 通信实验，对于 CAN 软件开发人员可方便地通过 USB-to-CAN 对 CAN 程序进行直接测试；
- 下载 CANopen 协议栈，可对 CANopen 进行调试。



3.CAN(或 LIN)测试平台:

● 智能型 CAN/LIN 模块—USB-to-CAN II

该智能接口模块有两个 CAN 通道和一个 LIN 通道(汽车型)。它采用 16 位微控制器,具有强大、高效的功能,支持即插即用。板上 16 位微控制器能够高效地控制 CAN 控制器的发送和接收任务。即使在总线负载较重的情况下,仍可有效地支持带有时间标志的 CAN 报文的过滤、预处理和存储以及 CAN 报文的实时传输等功能。

USB-to-CAN II 与通用 CAN 驱动软件 VCI 一起,能有效地支持 CAN 系统中基于 PC 的应用,若加上 canAnalyser 软件,它便成为一种便捷、灵活的分析 and 开发工具。另外,USB-to-CAN II 非常适合于在多节点 CANopen 网络中作为主站设备。

● CAN开发分析工具 - canAnalyser^{professional}

和 PC-CAN 接口板卡/模块配合使用,对总线上的数据以及总线负载等进行详尽的分析,是 CAN 网络开发、测试和维修的通用工具,尤其是在工业自动化领域已被广泛应用,某些特殊的功能更是大量应用在汽车工业中。主要特点如下:

- ◇ 32 位多语言软件,基于 Windows 2000/XP
- ◇ 支持 IXXT 的所有接口设备
- ◇ 支持 11 位和 29 位标志符 (CAN 2.0A 和 CAN 2.0B)
- ◇ 接收对象带时间标志,分辨率为 100us
- ◇ 支持被动模式(不发送 ACK 位及出错帧,不会妨碍 CAN 系统的运行)
- ◇ 检测和显示错误帧
- ◇ 项目数据库的集成支持
- ◇ 在线跟踪硬盘、多种触发条件、预处理/后置触发

- ◇ 支持接口板上装有的所有 CAN 控制器(多线模式)
- ◇ 显示 CAN 控制器状态和总线负载
- ◇ 支持多客户模块的例程
- ◇ 文档编程接口, 通过用户自定义程序模块扩展功能
- ◇ 提供编程接口以扩展用户自定义的程序模块功能

—CANopen 模块

CANopen 模块是附加在 canAnalyser 之上的, 它能依据 CANopen 标准解释 CAN 报文。由 CANopen 和其参数一起定义的报文类型在原文上以彩色显示。此模块适合于分析和测试 CANopen 网络。

CANopen 模块解释所有接收到的、依据 CANopen DS-301, DS-302 和 DS-305 标准的 CAN 报文。报文可以以服务数据对象(SDO)、处理数据对象(PDO, 也是多路复用)、网络管理协议对象(NMT-)、紧急对象(Emergency-)、同步对象(Sync-)、时间标记对象(Timestamp-)并作相应的解释。另外它也解释错误控制协议、LSS 协议、Flying-Master 协议。所以它既能依照其节点数也能按其报文类型过滤接收到的报文。SDO 传输是以索引、子索引和寻址目标字典进入的符号名称显示的。任何可能发生的中止代码能够以传输到那一点的 SDO 数据正确显示, 并根据报文类型以彩色码显示。另外, SDO 显示可以在单个子序列或传输的全部字节流显示之间切换。对于每一种报文类型, 为了检测其他的或不正确的协议数据, 原始的、未作任何改变的 CAN 报文也能够显示出来。

● CAN 诊断记录仪 CANcorder MMC

<http://www.BDTIC.com/Tech>

CAN 诊断记录仪是一种高性价比、配置灵活、功能强大的工具,用于将 CAN 系统中数据流量归档记录。智能的触发功能可以实现在可变的触发事件前后记录并保存特定的 CAN 报文; 触发事件可能是错误帧、时间延迟、遥控键、数字输入或一个接收到的 CAN-bit 格式。该 bit 格式是用类似于 C 语法的程序文本描述的, 并能将 CAN 报文的所有部分与逻辑操作符和值链接。在多级触发中, 能够分析三个连续触发事件, 因此也能实现复杂的触发情况。重复出现的错误能够被记录并存入计算机, 用以进一步分析诊断。可支持睡眠模式(当总线上无数据时, 可以自动掉电)并可通过 GSM 模块连入 Internet。这些特性使 CANcorder 非常适用于移动领域。主要功能如下:

- ◇ 通过基于 Windows 对话框程序很容易地进行配置, 而无须编程知识;
- ◇ 支持双 CAN 通道(单或双同步记录), 监视所有的 bit 时序;
- ◇ 总线接口适合于高、低速的应用(ISO/IS11898-2 和 ISO/IS11898-3);
- ◇ 采用标准 (CAN 2.0A,11bit)或扩展的 CAN 格式(CAN 2.0B,29bit)记录报文;
- ◇ 可以记录带有时间标志的数据帧、错误帧和远程帧;
- ◇ 对 ASCII, canAnalyser, CANalyzer, CSV 格式, 可进行二进制跟踪转换;
- ◇ 具有 CANdb 输入功能, 易于配置触发事件和滤波器;
- ◇ 循环传输最多达 4 个预设置报文;
- ◇ 具有 4Mbyte 数据存储, 最大可配置 1024Mbyte 嵌入式 Flash MMC 卡, 可记录 5800 万条 CAN 报文。对于 1 至 128 个独立的报文跟踪可采用 MMC 的存储器卡记录;

- ◇ 可配置的休眠模式功能并通过 CAN、RS232 或外部触发输入唤醒;
- ◇ 具备触发输入(TTL, 5V)和触发输出(TTL, 5V)接口;
- ◇ 通过 RS232 (最大 115.2KBaud) 配置和上传记录(最大 115.2Kbauds)亦可通过存储卡(MMC)与 PC 交换数据;
- ◇ 为了进一步的处理, 记录的数据格式可以选择(ASCII, canAnalyser, etc.);
- ◇ 通过 modem/GSM(选用 TeleControl)支持远程征询/配置;
- ◇ 可定义 SMS 短信息, 通过 GSM/移动电话(可选 TeleControl)对远程设备查询、观测和配置发送命令, 如状态/事件等;
- ◇ 手动电缆遥控, CANcorder RC (可选);
- ◇ 通过存储卡更新固件;
- ◇ 命令行脚本控制(配置上载/下载、跟踪上载、时钟设置、存储卡或在板存储器擦除);
- ◇ 金属抗震外壳和加固型连接器接口;
- ◇ 内部特别为车辆系统设计了适配多 CAN 接口的联动触发功能。车辆电源, 7~50V DC。

● CAN 总线检测仪

在 CAN 总线系统中, 常常会因为物理层的原因而产生一些错误, 使用 CAN 总线检测仪可以检测并分析这些错误。CAN 总线检测仪中还集成了一些最重要的逻辑分析功能。该检测仪支持基于 ISO 11898-2 的 11 位或 29 位标识符。

CAN 总线检测仪通过 USB 接口与 PC 机连接, 可支持即插即用。检测仪可以自动监测总线上的通讯速率, 并能够监测总线物理电平的波动范围。通常, 如果传输报文的设备信噪比较低, 则很容易受到干扰。CAN 总线检测仪可以提供多种功能用于检测总线上的错误, 例如设定不同的触发事件(触发事件可能为标志符、物理或逻辑错误、以及错误帧等)。一旦出现了相应的触发事件, 检测仪将自动记录事件发生前及发生后的 128 个报文。所有的错误都将被按位标记出来, 并存储在带有时间标记的报文中。检测仪带有外部触发功能, 可以通过触发电平启动示波器, 并显示特定的(有错误的)CAN 报文。主要功能如下:

- ◇ 分析所有报文的物理电平
- ◇ 物理电平的信噪比分析
- ◇ 复杂的触发条件, 用于错误检测
- ◇ 用于长时间分析的记录功能
- ◇ 自动波特率检测
- ◇ 与 CAN 总线系统的连接简单方便
- ◇ 通过 Windows 程序操作, 简单易用
- ◇ 可与各种数字存储示波器联动测试

三、高层协议(CANopen)软件、实现及维护工具

IXXAT 公司的 CANopen 软件和工具被全球众多公司所采用,其应用范围包括机械控制、电梯技术、海洋自动化、商用车辆、军用和医疗技术。为了满足不同应用领域和开发阶段的需求,我们可提供多种解决方案。以下为部分产品简介。

● CANopen 协议软件

根据 DS301, v4.02 规范, CANopen 协议软件包括了所有要求实现 CANopen 从站设备和简单的 CANopen 主站设备的功能。

- ✧ 拥有基于当前 CANopen 规范(DS301, v4.02)的广泛功能;
- ✧ 依据 DR303-3 CANopen 指示器规范, 支持状态显示;
- ✧ 依据 DSP305 v1.1, 支持层设置服务;
- ✧ 能快速、简单地开发 CANopen 设备(从站和主站);
- ✧ 模块化软件设计, 具有综合配置和裁减功能;
- ✧ 在最小资源占用下可提供很高的执行效率, 实现“零拷贝”(Zero copy);
- ✧ 简洁的结构化编程接口, 便于同应用程序集成;
- ✧ 易于移植到其它可选的微控制器;
- ✧ 协议栈和 CAN 驱动器之间有统一的接口, 独立于所用的 CAN 控制器结构;
- ✧ 多通道支持。

● CANopen 配置工具包

CANopen Configuration Studio 是对 CANopen 设备和系统进行管理和配置的强大工具。该工具的特殊之处在于模块化和可扩展性, 以及隐含的数据库概念。它是 32 位的 windows 程序, 基于 client/server 架构实现, 可非常灵活地定制用于不同的程序模块(客户模块)。主要特点如下:

- ✧ 支持所有 IXXAT 接口卡(ISA, PCI, cPCI, PC card, USB, PC/104, 并口)
- ✧ 快速的、面向数据库的管理所有来自 EDS/DCF 文件的配置信息和设备数据
- ✧ 访问设备数据更加结构化、简单
- ✧ 快速导入导出 EDS/DCF 文件
- ✧ 自动 PDO 映射和连接(使用 NetworkEdition)
- ✧ 可集成 IEC1131-3 CANopen PLC 编程环境
- ✧ 支持基于 DS302/DS405 的网络变量(NetworkEdition only)
- ✧ 支持基于 DS302 的配置管理(NetworkEdition only)
- ✧ 用户可扩展功能(需要开发包)

● CANopen EDS 编辑器

CANopen EDS Editor 是用来产生和维护 EDS 文件的工具。该工具通过高效的 用户接口提供给设备制造商和系统集成商所有手动创建和编辑 EDS 文件所需的功能。为了防止在手动产生 EDS 文件时可能产生的错误, 所有的输入量都将进行 CANopen 规范兼容性检查。

● CANopen 节点管理软件

CANopen 节点管理软件可以进行简单的交互访问 CANopen 从设备，功能如下：

- ◇ 针对已有的 CANopen 模块进行网络的自动扫描
- ◇ 网络的启动和停止
- ◇ 对于单 PDOs，具有传输、接收和申请功能
- ◇ 目标字典记录的读和写
- ◇ 对配置在 CANopen 模块上的智能 PDOs 和 SDOs 进行监测
- ◇ 同步目标的传输
- ◇ 显示紧急报文

● CANopen 主站 API + USB-to-CAN compact

CANopen 主站 API 是一个软件包，可对 CANopen 主站应用进行简单的开发，如控制、维护和测试程序。

USB-to-CAN compact 是一种经济型智能接口，有一个 CAN 通道。它采用 16 位微控制器，能在 CAN 网络中以高传输率和总线负载，对 CAN 报文进行可靠的、毫无损失的传送和接收。另外，所提供的报文是带有时间标志的，可以进行过滤并被直接存储在 USB-to-CAN compact 中。USB-to-CAN compact 也可用作 Master 设备。它与通用 CAN 驱动软件 VCI 一起，能有效地支持 CAN 系统中基于 PC 的应用

<http://www.BDTIC.com/Tech>

● Modem/CANopen – 可远程维护 CANopen 系统

CANmodem 是一个智能网关，可以经由通常的 AT 兼容的 modem 远程访问 CANopen 系统。

基于 Windows 2000/XP 的可编程接口(API)提供传输和接收 SDO 报文的功
能，并能对 CANmodem 进行配置。基于 PC 的服务和监视程序能通过电话拨号
连接，采用 API 很容易地进入 CANmodem。

CANmodem 是一个完全的 CANopen 节点并具有一个目标字典、两个服务器 SDOs 和 127 个客户机 SDOs。任何长度的数据可以通过客户机 SDOs 读和写(通过 modem 的分段大小是 231 字节)。该模块可以用作心跳发生器(heartbeat producer)和心跳接收器(heartbeat consumer)，能够监测最多 16 个设备并在 CANopen 系统中传输相应的事件，如 NMT 事件或心跳(heartbeat)事件。另外还能够传输和接收任何第 2 层报文。此功能可用于传输和接收 PDOs，或者使 CANmodem 与任何 CAN 协议一起使用。

- **CANbridge – CAN~CAN 网桥**

CAN 网桥可以将两个具有不同速率的 CAN 网络连接到一起。CAN 网桥在接收到一个 CAN 网络的报文后，能够按照一定的滤波方式和转换规则将接收到的报文传送到另外的 CAN 网络。CAN 网桥可以通过滤波掩码为各个 CAN 标识符定义报文滤波器。通过转换规则，CAN 报文可以通过其他的标识符进行转发。利用这些机制，可以大大简化各个网络中的总线负载，只向网络转发有用的 CAN 报文。

在附加适合的软件情况下，CAN 网桥也可以支持各种不同的高层协议，例如 CANopen 和 DeviceNet。

- **CANblue – CAN~蓝牙~CAN 网桥**

在网桥模式下，该设备允许用户使用两个 CANblue 器件，建立一个 CAN-bluetooth-CAN 的网桥。消息的交互发生在第二层，并且是透明的。CANblue 也可以用在带有 CANopen、DeviceNet 或用户定制协议的系统中。CAN 标识符的滤波器可以存储在器件中再通过蓝牙进行数据交互。通过运用更多的 CANblue 器件，就可以对这些器件进行动态的组合。CANblue 器件间的最大距离是 100 米，不过是要依据环境条件来定的。

另外，还有一些其他相关工具，由另文介绍。

<http://www.BDTIC.com/Tech>

有关进一步的信息，请向中国单片机公共实验室索取：

电话：010-8237576/79/80

传真：010-82357574

<http://www.bol-system.com>

email: can@bol-system.com