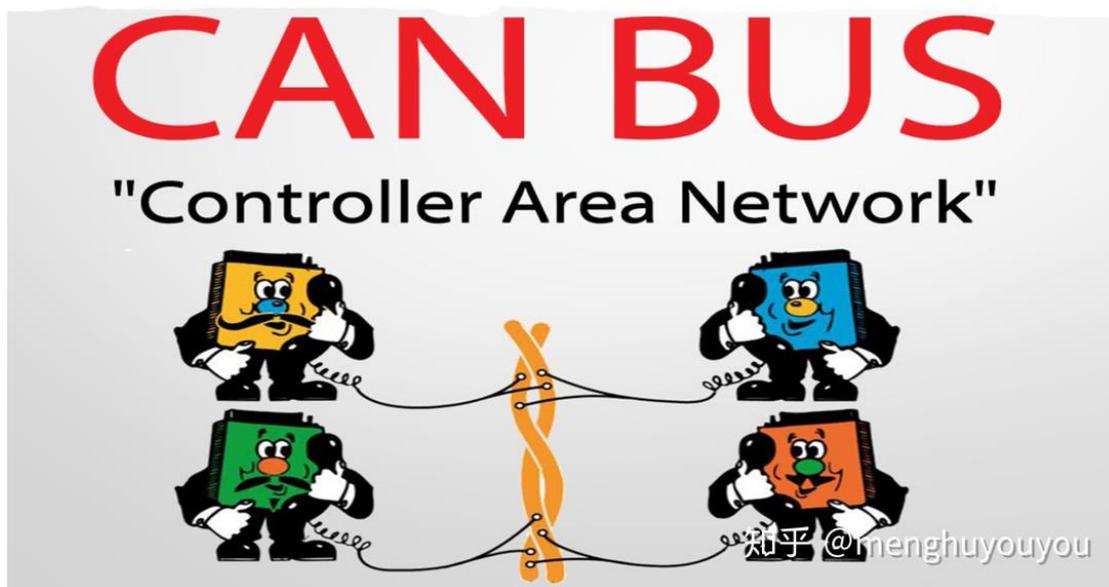


CAN 通讯简介

原创糊涂振 [汽车电子与软件](#)



前言：为什么要写《CAN 通讯系列》文章随着现代汽车不断向前发展，汽车各个控制器相互通讯的内容越来越多，速度越来越快，采用合理的通讯方式非常重要。

1983 年博世公司提出了基于 CAN 总线的通讯方案，传输快速且准确等优势，仍会经久不衰。因此我们仍然十分有必要深入掌握这种通讯方式，不仅是当今的需要，也可以依此触类旁通，掌握更多有用的通讯方式，比如以太网。

本系列专注于 CAN 通讯的分享，不仅会涉及 CAN 通讯的基本原理，比如总线结构，仲裁机制，数据格式，位定时等概念；也会包括 CAN 通讯的软硬件实现，比如相关寄存器介绍，驱动器，底层软件等。其中软硬件实现的分享将侧重于软件部分，尤其是基于 AUTOSAR 架构的 CAN 通讯实现，将会详细分析底层软件（BSW）部分的实现。

CAN 通讯简介

1. 什么是通讯

为了更好地理解 CAN 通讯概念，我们借助人與人之间的通讯形式来了解汽车的这种内部通讯模式。当然，首先我们得清楚什么是通讯：

“通讯是两个或两个以上参与者之间交换信息的有意识活动，目的是通过符号和语义规范的共享系统来发送或接收信息。通讯的基本步骤包括通讯意图的形成，信息的组成，信息的编码，信号的发送，信号的接收，信息的解码以及最终的信息解释，这一系列步骤也称之为协议。”



图 1 通讯的概念

2. CAN 通讯的引入

比较人与汽车之间的交流/通讯行为后发现：两者概念基本相同。当人们想在一个小组中交流时，通常有几种交流的可能性。一种可能性是：如果一个人想与几个人共享某些信息，则他可以以特定的方式发送该信息，并向每个感兴趣的人重复相同的信息，始终遵循某种协议，即确保所发送信息的通信规则。我们可以将这个概念应用于汽车。

过去，如果控制单元，传感器或执行器要发送某些信息，则必须通过特定的通信通道（电缆）将其发送给每个相关方。例如，如果发动机控制单元要

与变速箱控制单元共享信息，则它必须对要发送的每个数据使用特定的介质（电缆）。如果后者想向前者发送信息，情况也是如此，这样就导致需要很多电缆，如图 2 形式。

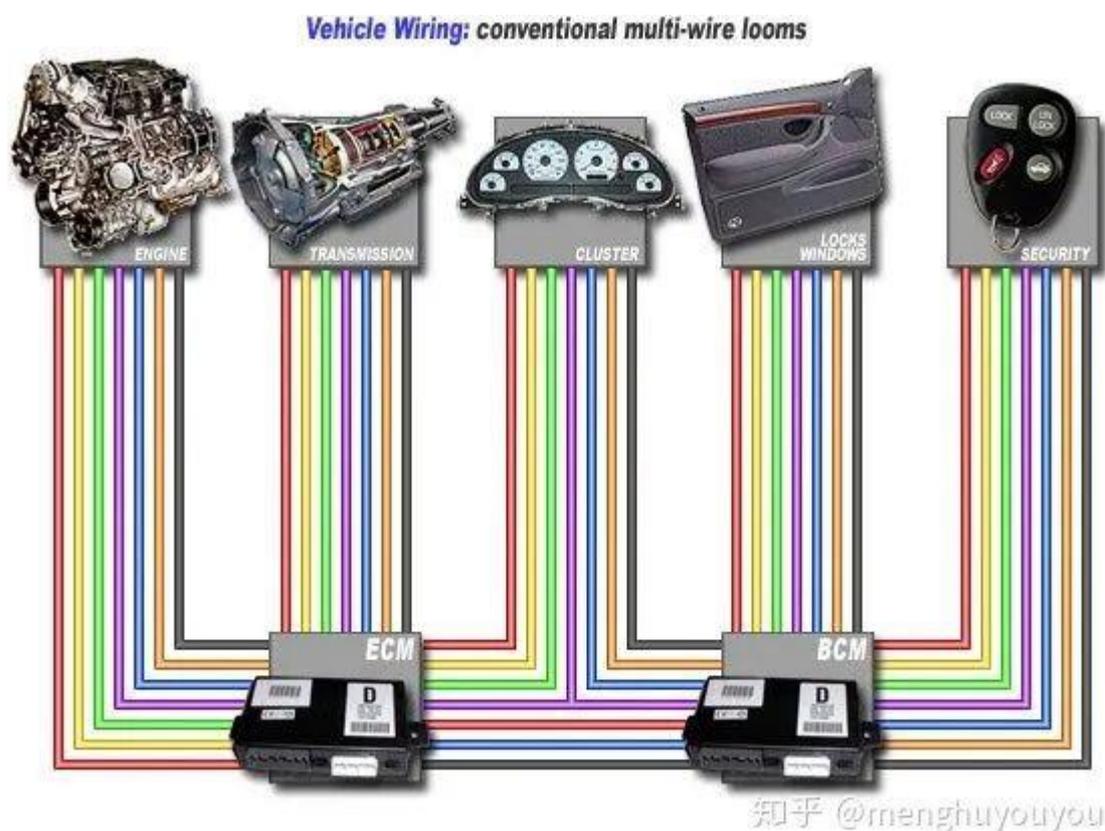


图 2 传统的多线通讯

这样的通讯系统的缺点是什么？大量的接线和连接，这意味着重量，复杂性，潜在的故障和额外的成本。此外，未明确连接以接收该信息的其他单元无法知道该信息。随着控制单元数量的增加也会使其可靠性成为噩梦。所以为了克服所有的这些问题，引入了串行通信，这样电缆连接的数量远少于共享信号所需的数量，所以所需的信息会在数据包中一个接一个地发送信息。

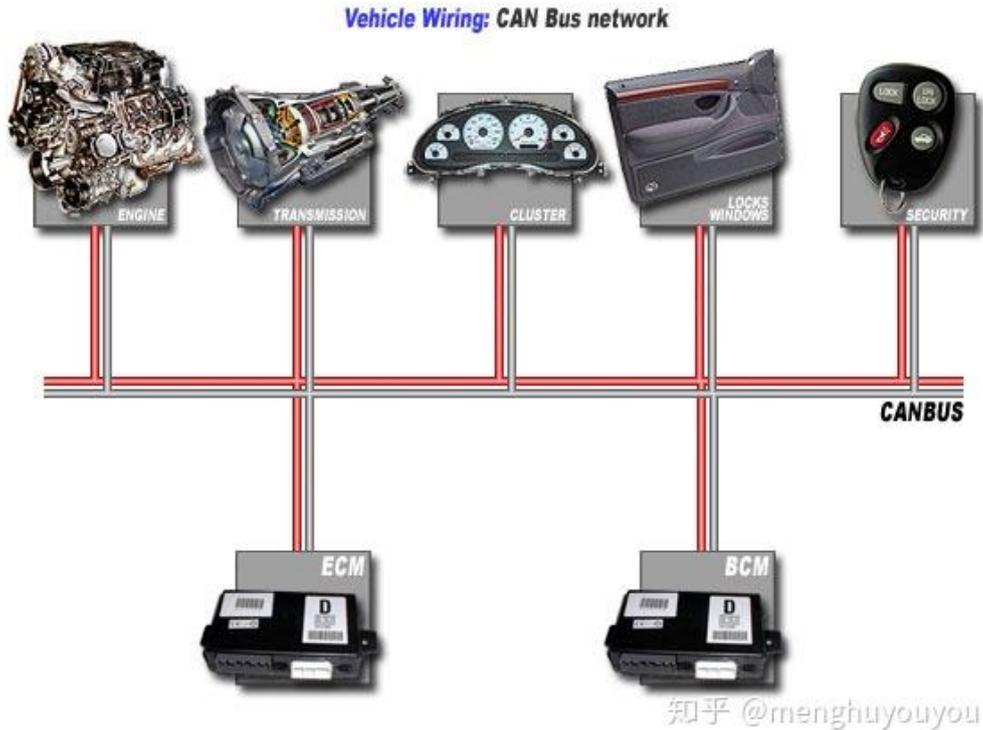


图 3 CAN 总线通讯

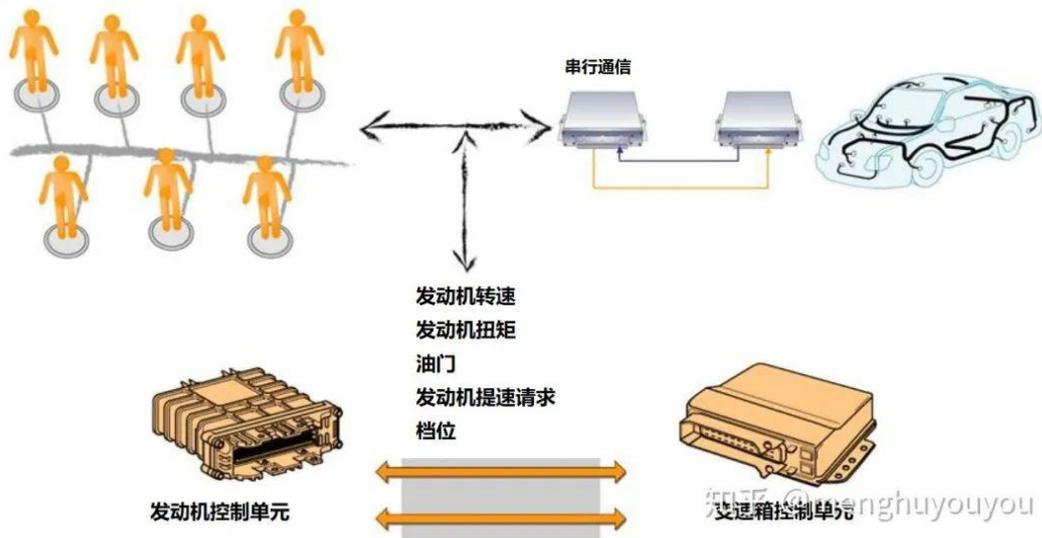


图 4 引入串行通信图 1 的变化

3. CAN 通讯的概念

如果我们将串行通信比喻为人类交流，则可以说一个人使用相同的交流通道将其信息发送给其他人，并且每个人都可以根据各自需要获取信息。例如，一个人可能会向一群人大声说“明天会下雨”。这群人都将听到并且也理解该信息，但并非所有人都对此信息感兴趣，因此他们将丢弃它并等待下

一条消息。这篇文章也是如此，我通过知乎和公众号发布，您和阅读它的任何人都会收到该信息，并且每个人都决定如何处理它，无论他们是否感兴趣。

这样我们就可以定义有关 CAN 总线的第一个理论概念，**CAN 通讯的数据传输方式**类似于电话会议或视频会议。一个人（控制单元）发送其数据，将其输入网络，而其他“共同收听”该数据。其中一部分人对此数据很有趣，因此他们使用它。另一部分人可能对该特定数据不感兴趣并将其丢弃。

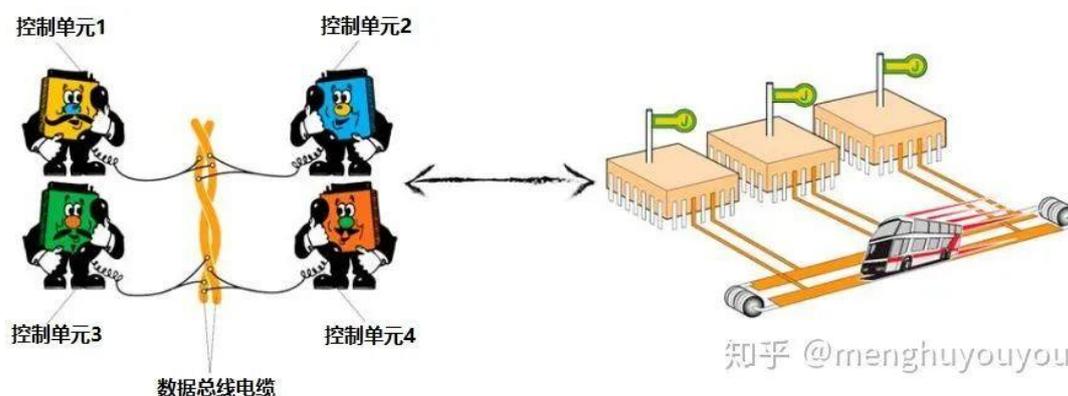


图 4 CAN 通讯方式示意

4. CAN 总线架构

在汽车的 CAN 总线系统中，上述概念已应用于大多数控制单元，能够在某些特定系统之间创建“本地网络”，从而建立不同级别的重要性和传输速度，如下图 5。

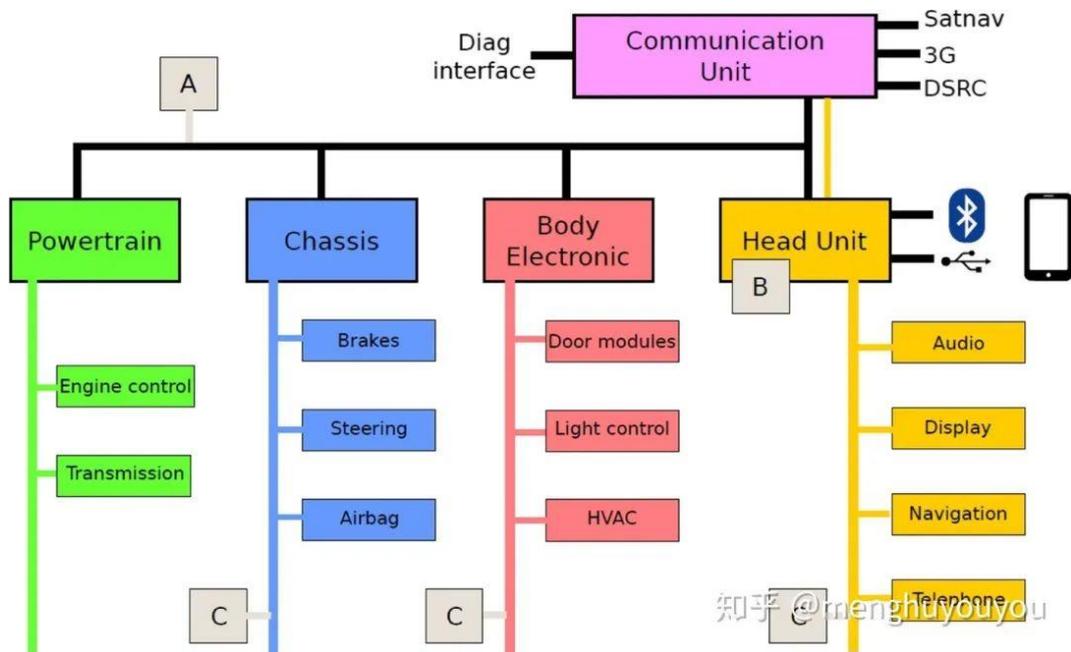


图 5 车辆 CAN 通信系统示意，A-CAN, B-ECU, C-gateways

这样有什么好处呢？它是一种可扩展的通讯方法，能够根据需要进行较大且复杂的通讯。

那么这些“本地网络”（图 5 中 powertrain, chassis 等）怎么实现？总的来说，通过 ISO 的串行通讯协议 ISO-11898 和 ISO-11519 所规定的 CAN 总线架构来实现。

ISO-11898 定义了通信速率为 125 kbps ~1Mbps 的**高速 CAN 通信标准**，属于**闭环总线**，传输速率可达 1Mbps，总线长度 ≤ 40 米，如图 6。

ISO-11519 定义了通信速率为 10 ~ 125 kbps 的**低速 CAN 通信标准**，属于**开环总线**，传输速率为 40kbps 时，总线长度可达 1000 米，如图 6。

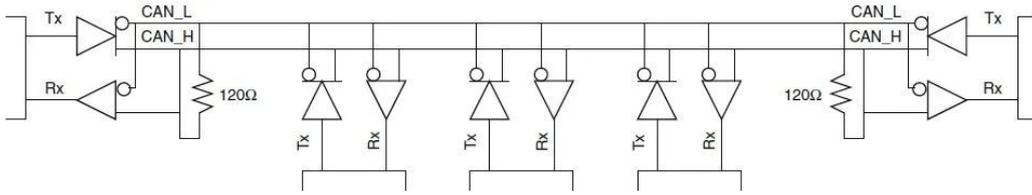


Fig. 1.5 Terminating a high-speed network

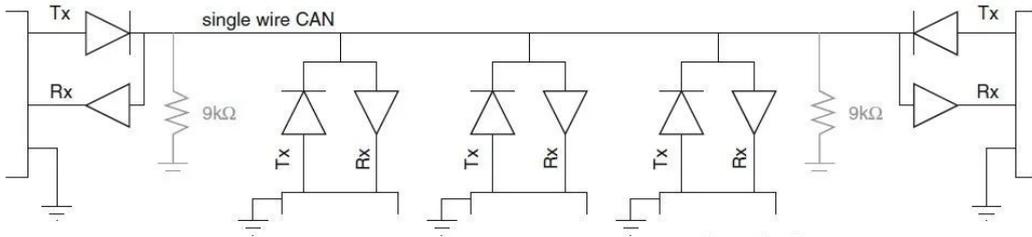


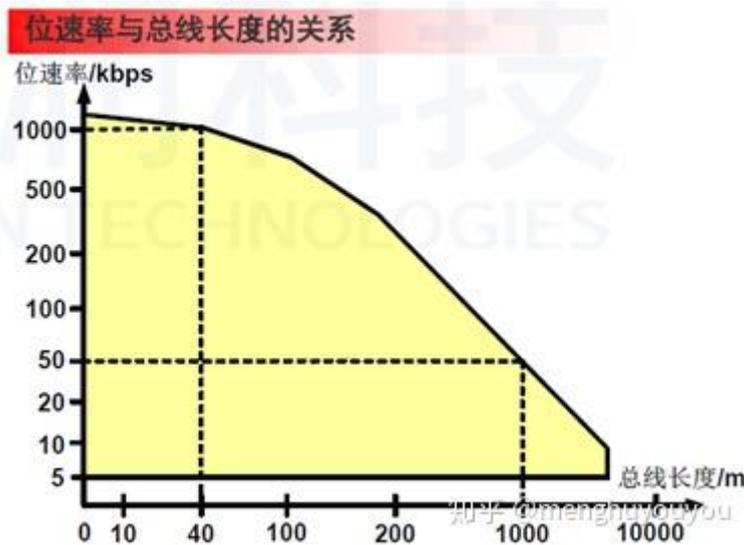
Fig. 1.6 Placement of termination resistors on a low-speed network

知乎 @menghuyouyou

图 6 两类 CAN 总线

这里 CAN 通讯速率（**位速率**）是指单位时间内总线上传输的信息量，即每秒能够传输的二进制位的数量，单位是 bit per second, bps。比如位速率为 125kbps，意思为一秒传输了 125,000 bit，包含了 125,000 个二进制事件的信息量。注意位速率与**波特率**不是同一概念。

位速率与总线长度的关系大致如下图：



上述的高低速 CAN 总线架构广泛应用于汽车，比如动力网采用高速 CAN 总线架构，舒适网采用低速 CAN 总线架构，如下图 7 所示。

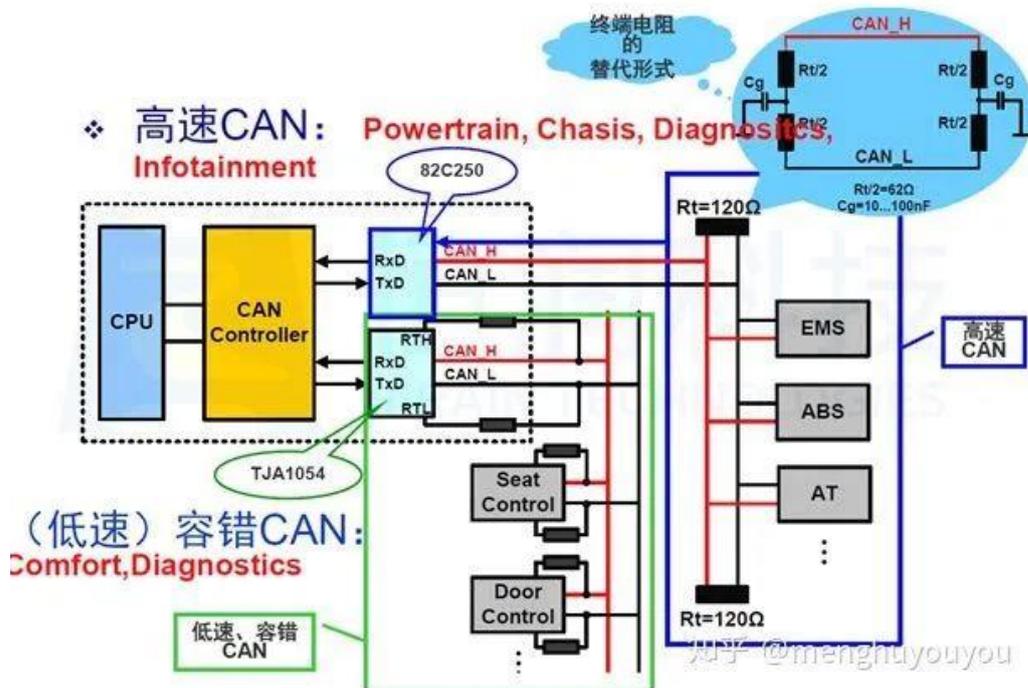


图 7 总线应用

5. CAN 总线结构

了解了高低速 CAN 两种总线架构的基本概念后，再了解 CAN 总线的具体结构。将上图 6 细化，我们可以看到两种 CAN 总线结构都有 CAN_H, CAN_L 两根线和多个节点。其中 CAN_H 和 CAN_L 线是以双绞形式缠绕，每个节点都有 CAN 收发器 (transceiver) 和 CAN 控制器 (controller)，CAN 收发器和 CAN 控制器可能集成在芯片 (on-chip)，也可能是独立于芯片 (off-chip)。(图 7 列举了两种 CAN 收发器--TJA1054 和 82C250)

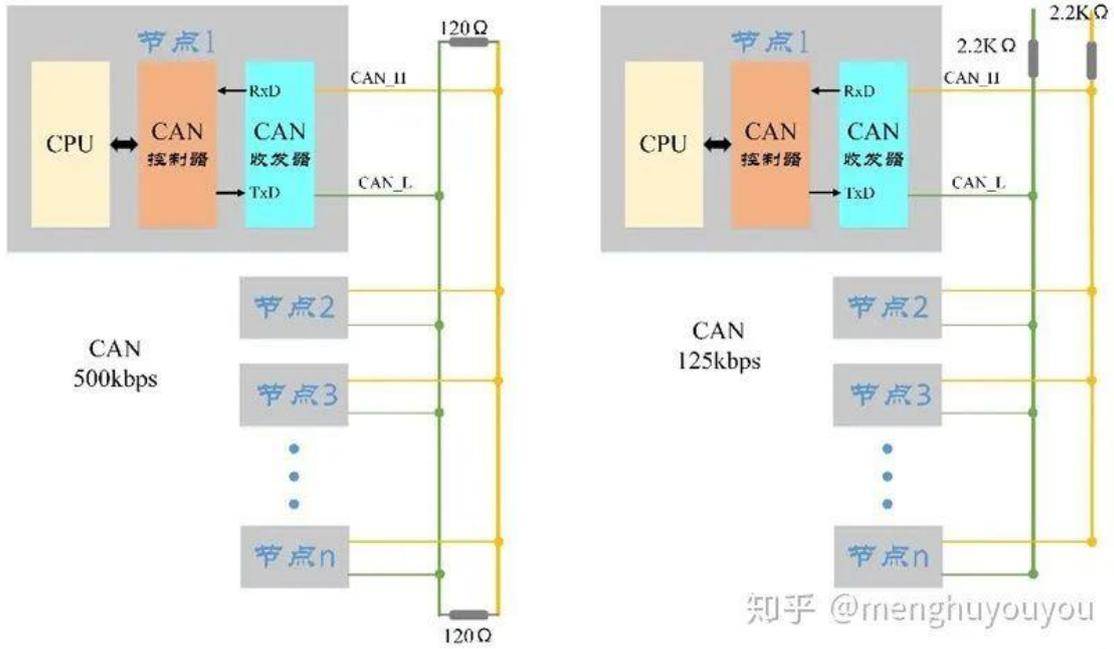


图 8 两类 CAN 总线的具体结构



双绞线如何抗干扰

6. CAN 总线信号

CAN 总线上，信号表现为电压形式，通过 CAN_H 和 CAN_L 线上的电位差来表示 CAN 信号，分为显性电平(dominant)和隐性电平(recessive)两种类型。其中显性电平规定为逻辑 0，隐性电平则为逻辑 1。其具体定义可通过下图 9 来理解。

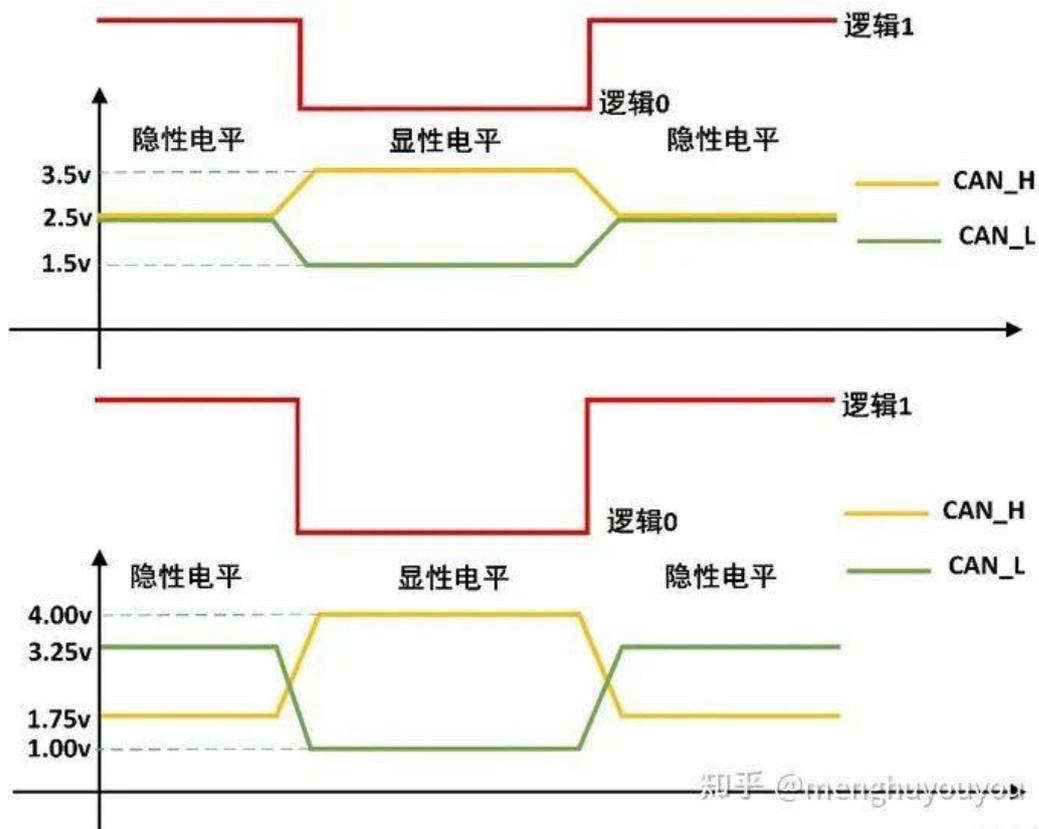


图 9 ISO-11898 (高速 CAN) 和 ISO-11519 (低速 CAN) 的 CAN 信号定义
 具体说，如上图第 1 幅图：当 CAN_H 和 CAN_L 的电压均为 2.5v，两者电压差为 0，就规定 CAN 信号为隐性电平；当 CAN_H 的电压为 3.5v，CAN_L 的电压为 1.5v，两者电压差为 2V，就规定 CAN 信号为显性电平。这里实际的规定是：电压差满足定义的一定范围，就可以认为是显性电平或者隐性电平，比如电压差在 1.5-2.5v 范围，都认为是显性电平。

为了加深理解，看了一段实际采集的电压形式的 CAN 信号：

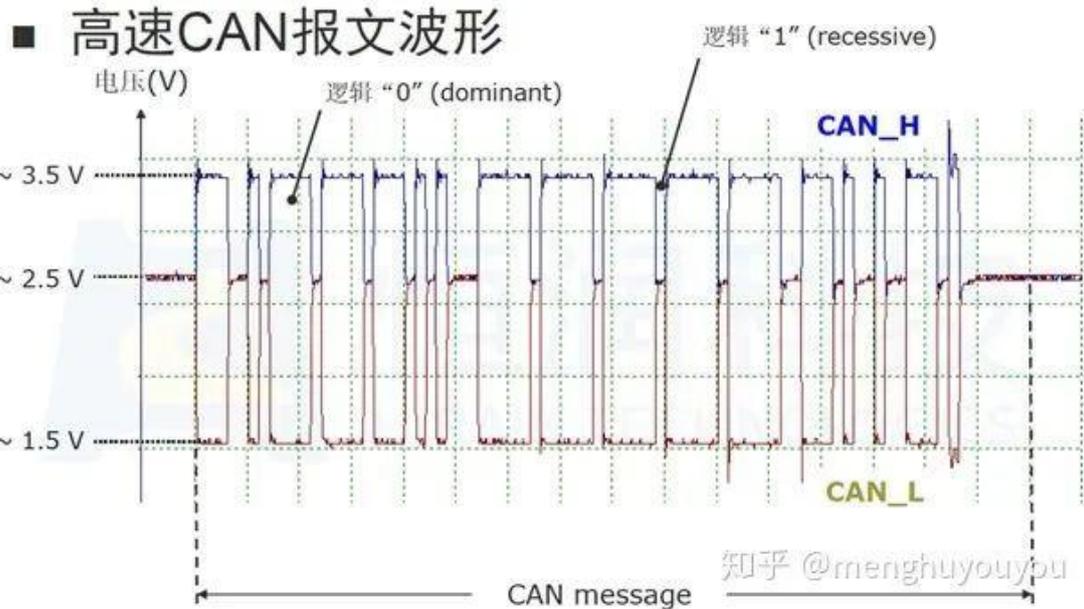


图 10 高速 CAN 总线实际电压状态

7. CAN 总线信号的传输

上述的电位差（差分电平）与逻辑电平由 CAN 收发器实现。在发送过程，CAN 控制器将 CPU 传来的信号转换为逻辑电平。CAN 收发器接收逻辑电平之后，再将其转换为差分电平输出到 CAN 总线上。

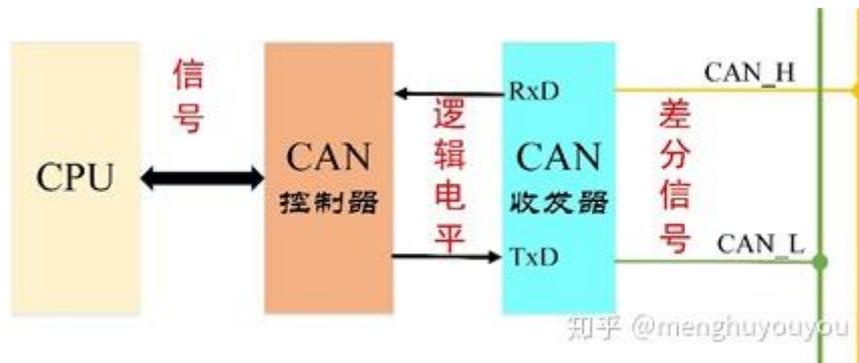


图 11 CAN 信号发送

在接收过程，CAN 收发器将 CAN_H 和 CAN_L 线上传来的差分电平转换为逻辑电平输出到 CAN 控制器，CAN 控制器再把该逻辑电平转化为相应的信号发送到 CPU 上。

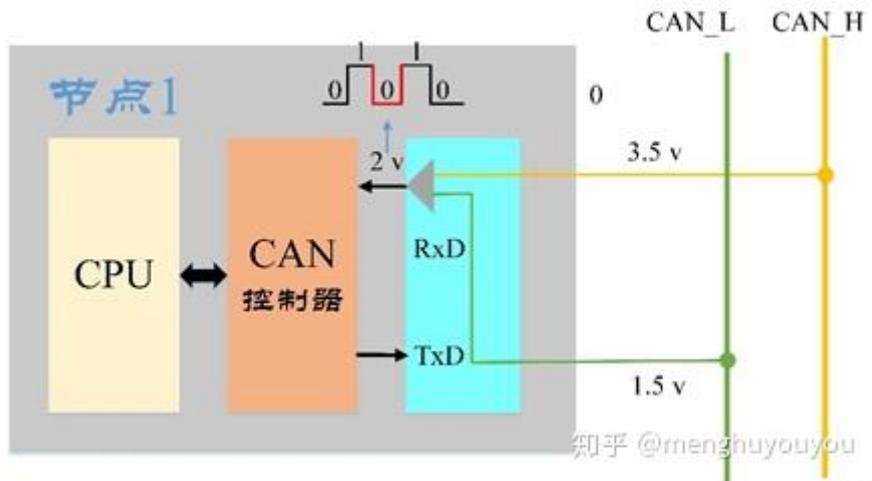


图 12 CAN 信号接收

通俗地讲，就是发送方通过 CAN 收发器使总线电平发生变化，将其信息传递到 CAN 总线上。接收方通过监听总线电平，将总线上的消息读入自己的 CAN 收发器。

到此我们就了解了 CAN 通讯的基本概念，CAN 总线的 2 种架构，CAN 信号的 2 种形式，CAN 信号的收发 2 个过程。基于这些基础，那么 CAN 总线会有怎样的特性呢？下篇文章我们将具体了解下。

[阅读原文，关注作者知乎](#)



menghuyouyou

在不断学习，及时分享的路上



—END—