

大纲

- CAN总线原理及应用
- 通用匹配标定方法原理及方案
- 匹配标定工具使用方法
- 匹配标定流程简介

熟练开展匹配标定工作



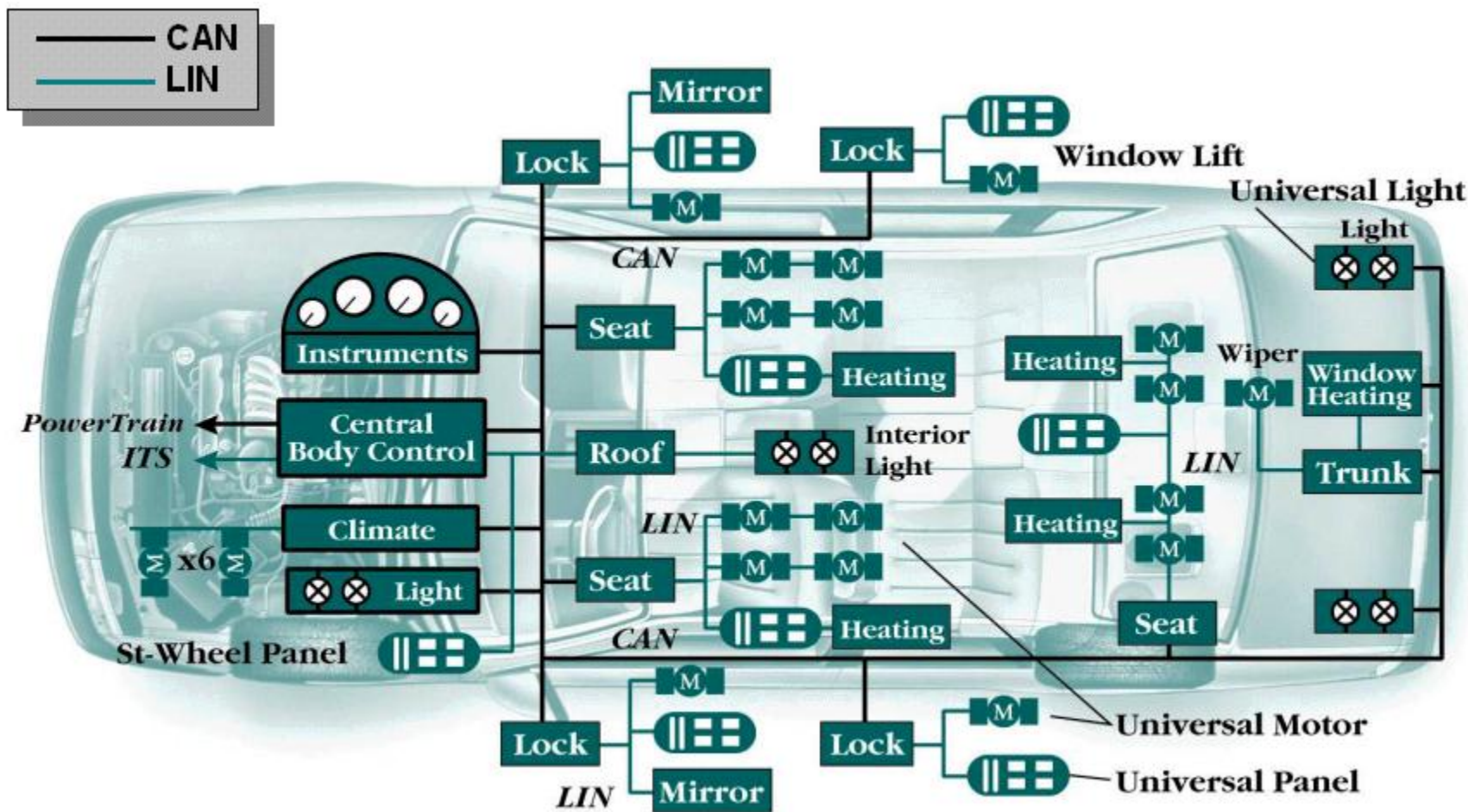


CAN总线原理及应用

清华大学汽车工程系

2010.07

车载总线技术



车载总线技术

- 传统的电气系统大多采用点对点的单一通信方式，相互之间少有联系，这样必然造成庞大的布线系统。
 - 据统计，一辆采用传统布线方法的高档汽车中，其导线长度可达 2000米，电气节点达1500个
 - 据统计，该数字大约每十年增长11倍，从而加剧了粗大的线束与汽车有限的空间之间的矛盾。
 - 无论从材料成本还是工作效率看，传统布线方法都将不能适应汽车的发展。



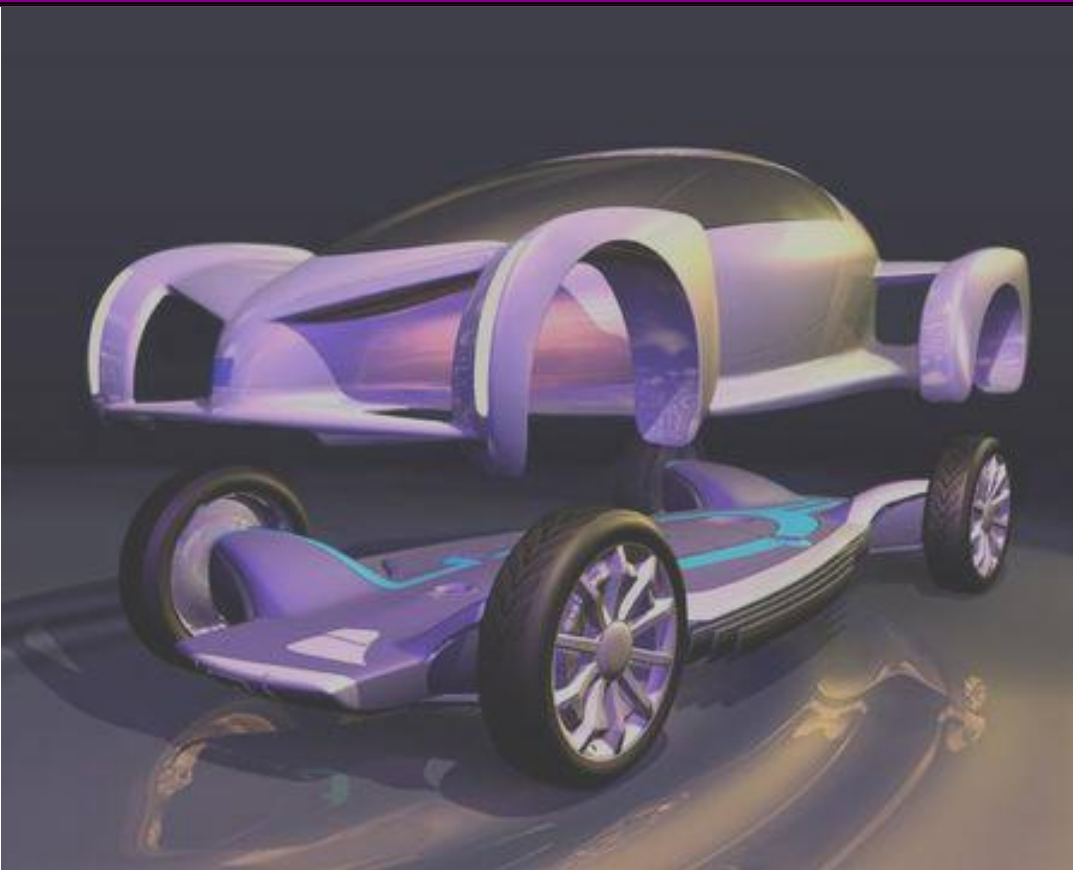
车载总线技术

- 随着电控技术的发展，车用电气设备越来越多
 - 从发动机到变速器
 - 从行驶、制动、转向系统到安全保证系统及仪表报警系统
 - 从电源管理到为提高舒适性而作的各种努力
- 汽车电气系统形成了一个庞大的系统
- 并且对这些部件的控制都集中在驾驶室内
- 车载总线的需求越来越迫切，也越来越重要



车载总线技术

X-by-Wire

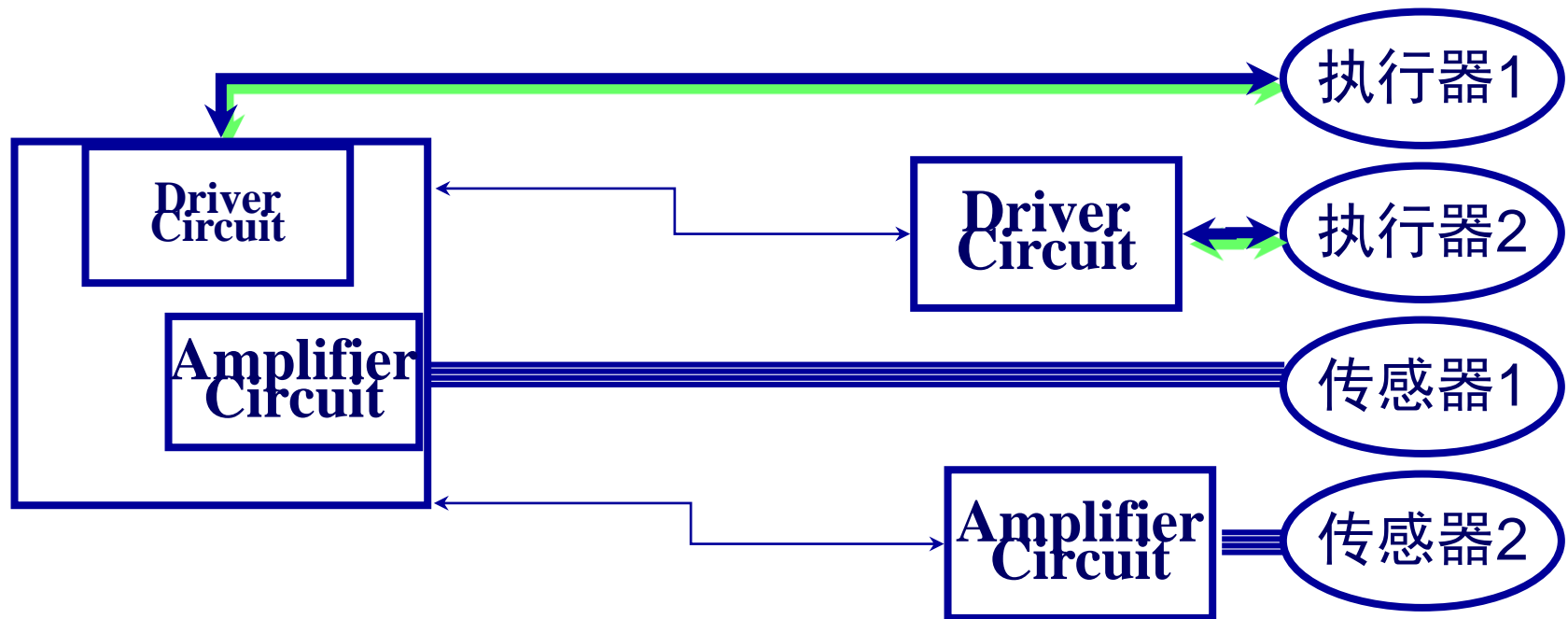


清华大学汽车工程系

Tsinghua University, Department of Automotive Engineering.

车载总线技术

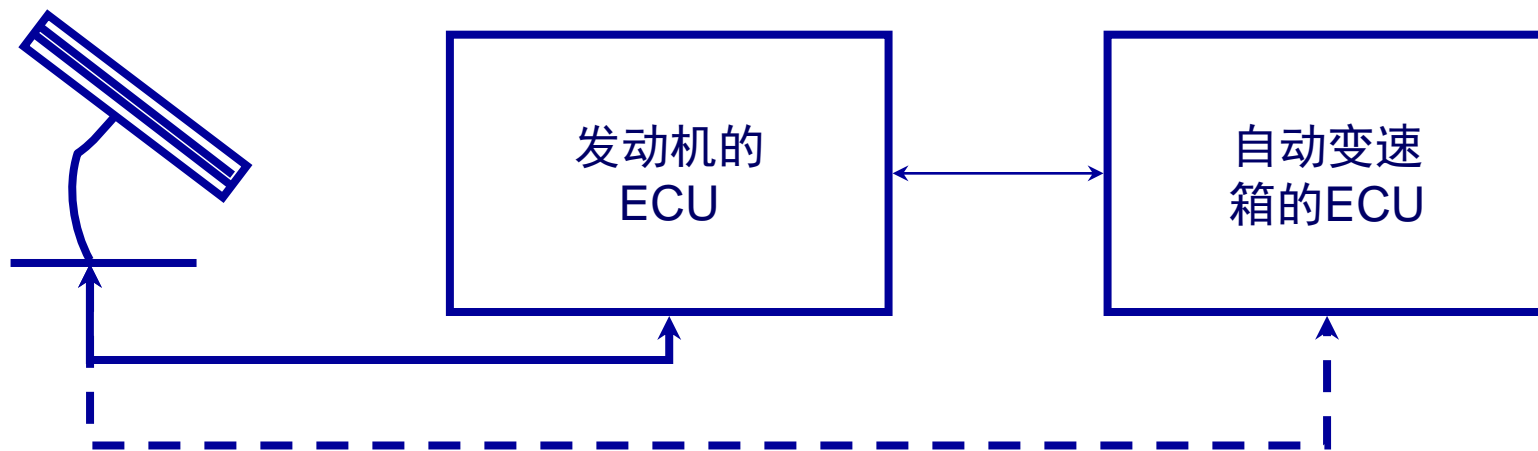
- SAE对通讯速度级别的定义
 - CLASS A: 速度: $<10\text{Kb/s}$: 用于智能型的传感器和执行器, 主要目的是为了降低车上线束的总量。



车载总线技术

- SAE对通讯速度级别的定义

- CLASS A: 速度: $<10\text{Kb/s}$: 用于智能型的传感器和执行器, 主要目的是为了降低车上线束的总量。
- CLASS B: $10\text{Kb/s} < \text{速度} < 100\text{Kb/s}$: 用于部件之间的信息交互, 非实时控制以及对外通讯。可以减少多余的传感器、各部件之间的参数传递。存在多个节点的之间的通讯问题。



车载总线技术

- SAE对通讯速度级别的定义
 - CLASS A: 速度: $<10\text{Kb/s}$, 用于智能型的传感器和执行器, 主要目的是为了降低车上线束的总量。
 - CLASS B: $10\text{Kb/s} < \text{速度} < 100\text{Kb/s}$, 用于部件之间的信息交互, 非实时控制以及对外通讯。可以减少多余的传感器、各部件之间的参数传递。存在多个节点的之间的通讯问题。
 - CLASS C: $100\text{Kb/s} < \text{速度} < 1\text{Mb/s}$, 主要用于分布式控制系统, 尤其是实时控制系统中的高速数据传输。典型的通讯方式CAN。
 - CLASS D: $1\text{Mb/s} < \text{速度} < 10\text{Mb/s}$, 主要用于车载多媒体与无线通讯。典型的系统如FLexRay。

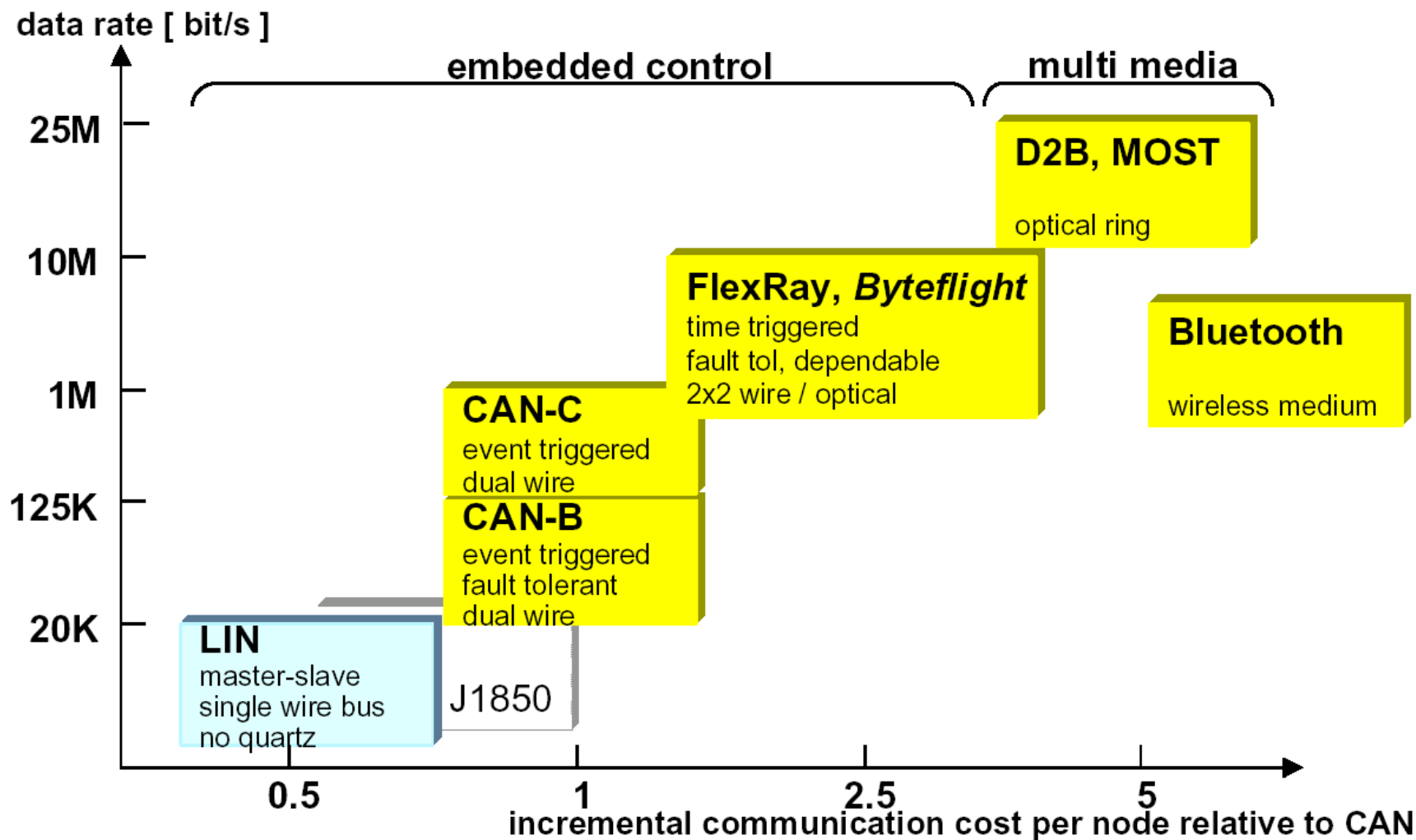


车载总线技术

- SCI: SERIAL COMMUNICATION INTERFACE
- LIN: LOCAL INTERCONNECT NETWORK
- LON: LOCAL OPERATING NETWORK
- LAN: LOCAL AERA NETWORK
- CAN: CONTROLLER AREA NETWORK
- MOST: MEDIA ORIENTED SYSTEMS TRANSPORT
- MVB: MULTIPURPOSE VEHICLE BUS
- WTB: WIRE TRAIN BUS
- TTA: TIME TRIGGERED ARCHITECTURE
- TDMA: TIME DIVISION MULTIPLE ACCESS
- CDMA: CODE DIVISION MULTIPLE ACCESS



车载总线技术



车载总线技术

总线	特点
LIN	低速（最高20kbps） 单线低成本协议，用于终端节点。LIN的概念注定这种协议用于传感器/执行器间的低速通讯，即速度不是关键因素の場合。
CAN	中等速度（最高1Mbps） 单信道、双线容错协议，应用于汽车和许多工业控制中。在车辆上的目标应用为电控ECU通讯和车内低速信息娱乐功能。
FlexRay	高速度（每信道高达10Mbps） 双信道、时间触发、容错协议，设计用作骨干网。目标应用是车辆上所谓的x-by-wire（线控）概念，其目的是通过电子信号传输来替代传统的制动踏板与制动器或方向盘与车轮之间的机械传动。
D2B MOST	环路光缆总线（最高25.6Mbps） 车内高速媒体通信网络数字信号传输总线。在美国Ford公司生产的JAGUAR系列高端产品中已有应用，用来从卫星网络接收大流量的音频和视频文件，供车内娱乐使用。国内没有使用。



CAN是什么？

- 控制器局部网络：Controller Area Network
- CAN是一种串行通讯总线
- CAN是一种现场总线
 - 现场总线（Fieldbus）是自动化系统中一种把大量现场级设备和操作级设备相连的工业通讯系统。其一般定义为：一种用于智能化现场设备和自动化系统的开放式，数字化，双向串行，多节点的通信总线。



CAN的发展历程

	1960's	1970's	1980's	1990's
现代控制理论及实践	参数少，实时性要求低，精度差	→→→→→→→→→→→→		参数多，实时性要求高，精度高
测控技术水平	模拟信号分立元件	引进数字计算机作处理设备	大规模集成电路、微控制器	智能型仪表自动化设备
控制系统类型	(不入流)	集中式控制系统	分布式控制系统 (DCS)	基于现场总线的分布式控制系统 (FCS)
系统通讯方式	低速率，点对点		现场总线，包括CAN	



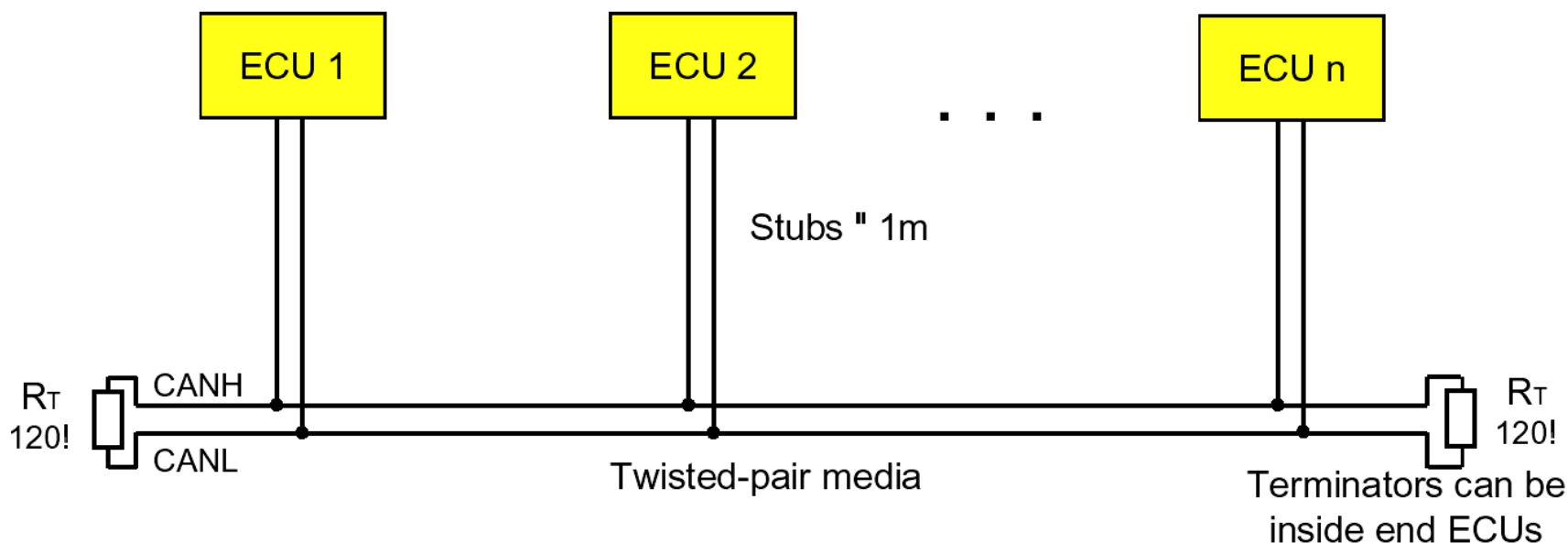
CAN的发展历程

- 1983 Start of the Bosch internal project to develop an in-vehicle network
- 1986 Official introduction of CAN protocol
- 1987 First CAN controller chips from Intel and Philips Semiconductors
- 1991 Bosch's CAN specification 2.0 published
- 1991 CAN Kingdom CAN-based higher-layer protocol introduced by Kvaser
- 1992 CAN in Automation international users and manufacturers group established
- 1992 CAN Application Layer (CAL) protocol published by CiA
- 1992 First cars from Mercedes-Benz used CAN network
- 1993 ISO 11898 standard published
- 1994 1st international CAN Conference (iCC) organized by CiA
- 1994 DeviceNet protocol introduction by Allen-Bradley
- 1995 ISO 11898 amendment (extended frame format) published
- 1995 CANopen protocol published by CiA
- 2000 Development of the time-triggered communication protocol for CAN (TTCAN)
- 唯一一种被批准为国际标准的现场总线，编号ISO 11898



CAN总线拓扑结构

- 通讯介质可以是双绞线、同轴电缆或光纤，选择灵活。
- 总线两端配置终端电阻，各 120Ω
- 多主机
- 仲裁机制



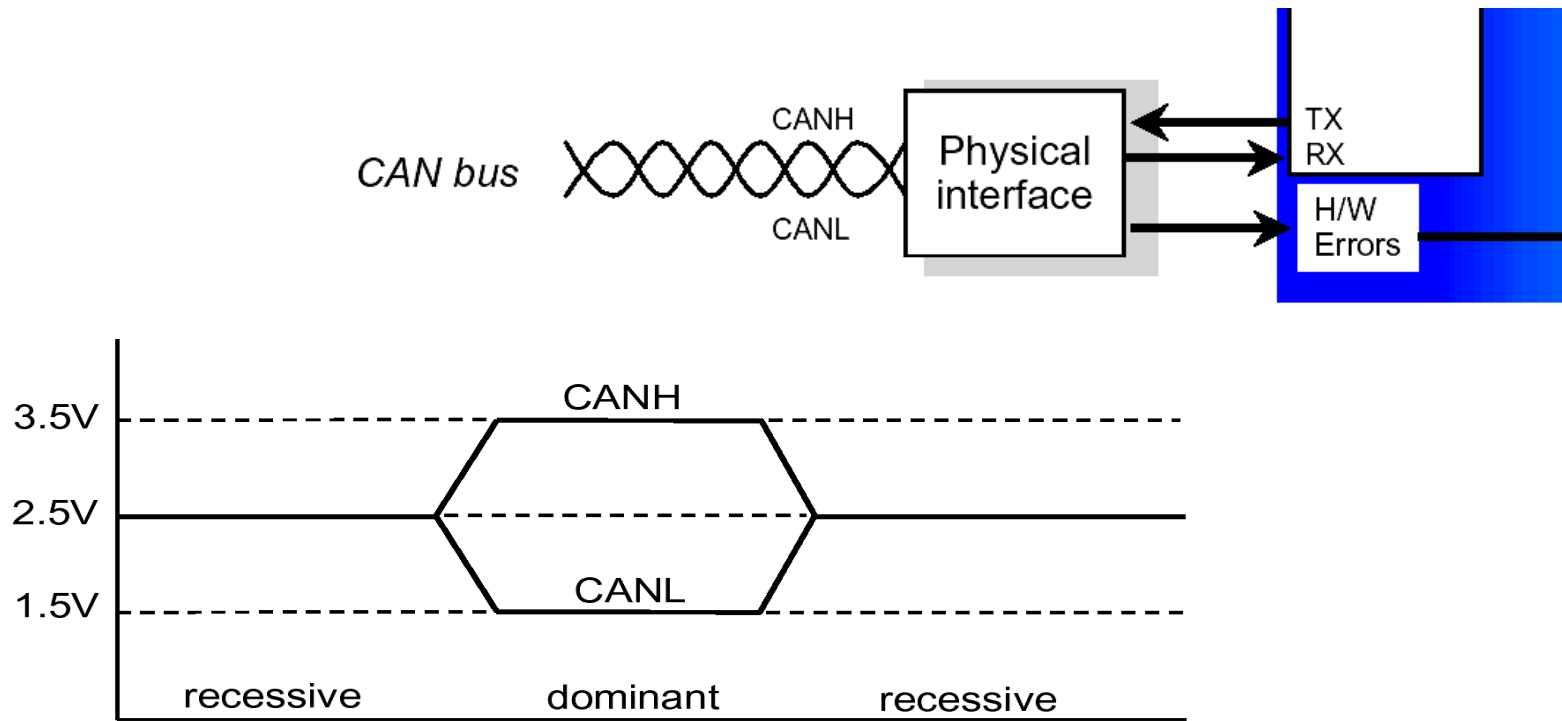
CAN总线结构

- 物理层
- 数据链路层
 - 逻辑链路控制子层 (LLC)
 - 媒体访问控制子层 (MAC)
- 应用层



CAN总线物理层

- 物理层
 - 差分信号：CANH、CANL
 - “显性”位 / “隐性”位



CAN总线物理层

- 标称位速率

- 一理想的发送器在没有重新同步的情况下每秒发送的位数量

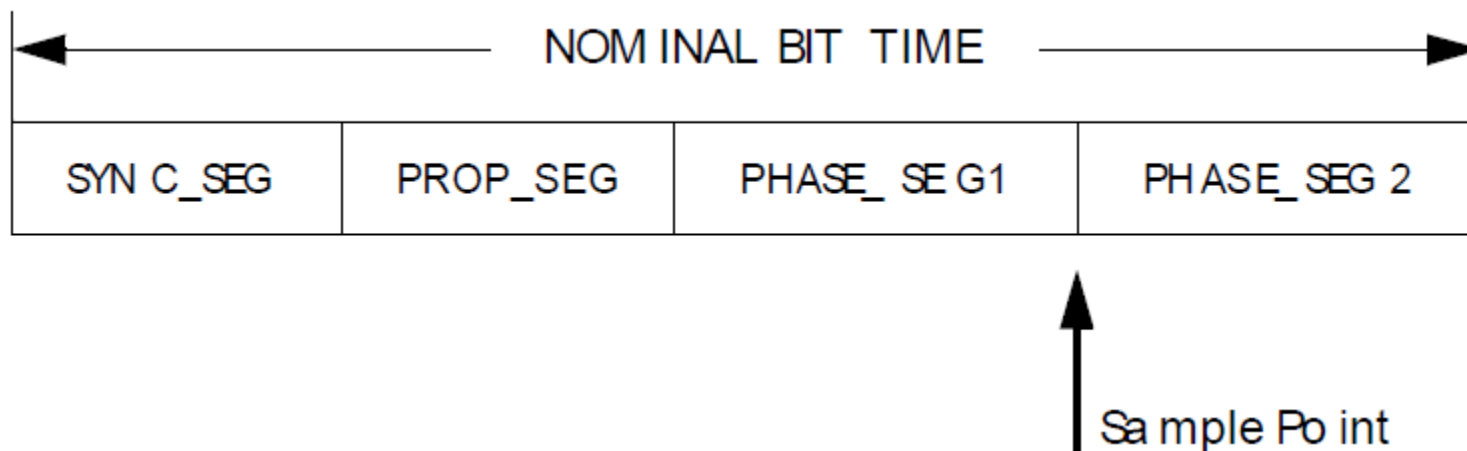
- 标称位时间

- 1 / 标称位速率
 - 分成4个不重叠时间的片段
 - 同步段 (SYNC_SEG)
 - 传播时间段 (PROP_SEG)
 - 相位缓冲段1 (PHASE_SEG1)
 - 相位缓冲段2 (PHASE_SEG2)



CAN总线物理层

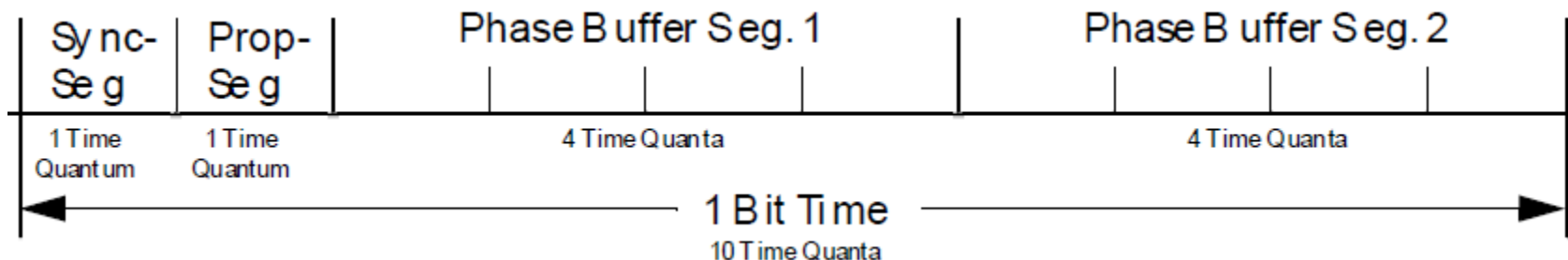
- 采样点 (SAMPLE POINT)
 - 读总线电平并解释各位的值的一个时间点



CAN总线物理层

- 时间段长度

- 时间份额 (TIME QUANTUM) = $m * \text{最小时间份额 (MINIMUM TIME QUANTUM)}$



CAN总线数据链路层

- 数据链路层

- 逻辑链路控制子层 (LLC)

- 为远程数据请求以及数据传输提供服务
 - 确定由实际要使用的LLC 子层接收哪一个报文
 - 为恢复管理和过载通知提供手段

- 媒体访问控制子层 (MAC)

- 控制帧结构
 - 执行仲裁
 - 错误检测
 - 出错标定
 - 故障界定



CAN总线数据链路层

- 报文 (Messages)
 - 总线上的报文以不同的固定报文格式发送，但长度受限。当总线空闲时任何连接的单元都可以开始发送新的报文。
- 位速率 (Bit rate)
 - 不同的系统，CAN 的速度不同。可是，在一个给定的系统里，位速率是唯一的，并且是固定的。
- 仲裁 (Arbitration)
 - 只要总线空闲，任何单元都可以开始发送报文。仲裁优先级更高的报文将获得总线的占用权



CAN总线数据链路层

- CAN 帧的类型:

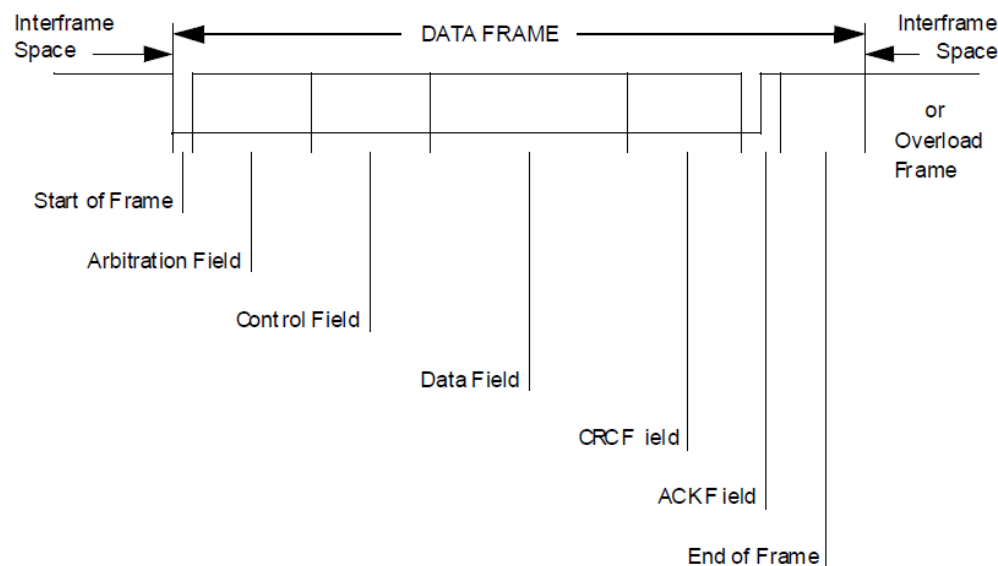
- **Data Frame**: 数据帧，用于传递0-8byte数据。
- **Remote Frame**: 远程帧，用于要求其它节点发送相同ID的数据帧。
- **Error Frame**: 错误帧，总线上任何节点发现错误均可发送错误帧。
- **Overload Frame**: 过载帧，总线负荷过高时，在数据帧或者远程帧之间产生。



CAN报文结构

- 数据帧由7个不同的位场组成：

- 帧起始 (Start of Frame)
- 仲裁场 (Arbitration Frame)
- 控制场 (Control Frame)
- 数据场 (Data Frame)
- CRC场 (CRC Frame)
- 应答场 (ACK Frame)
- 帧结尾 (End of Frame)



CAN报文结构

- 帧起始
 - 标志数据帧的起始
 - 仅由一个“显性”位组成
 - 只有总线空闲时才允许节点开始发送信号



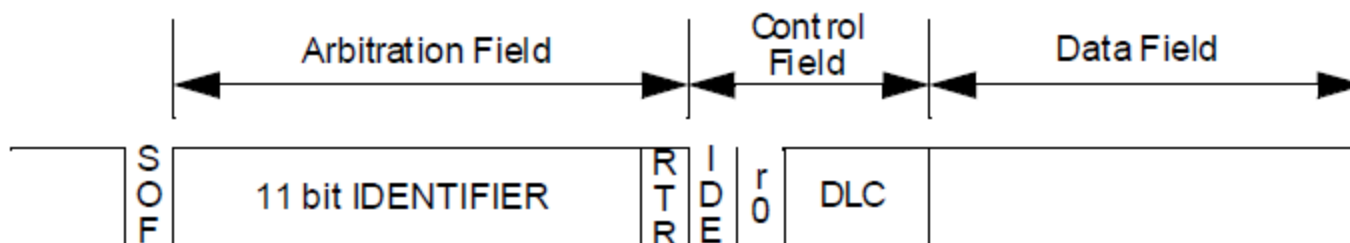
CAN报文结构

- 仲裁场
 - CAN报文ID
 - 标准格式（2.0A），11位
 - 扩展格式（2.0B），29位
 - 远程发送请求位（RTR）
 - 替代远程请求位（SRR）
 - 仅扩展格式
 - ID扩展位（IDE）
 - 仅扩展格式

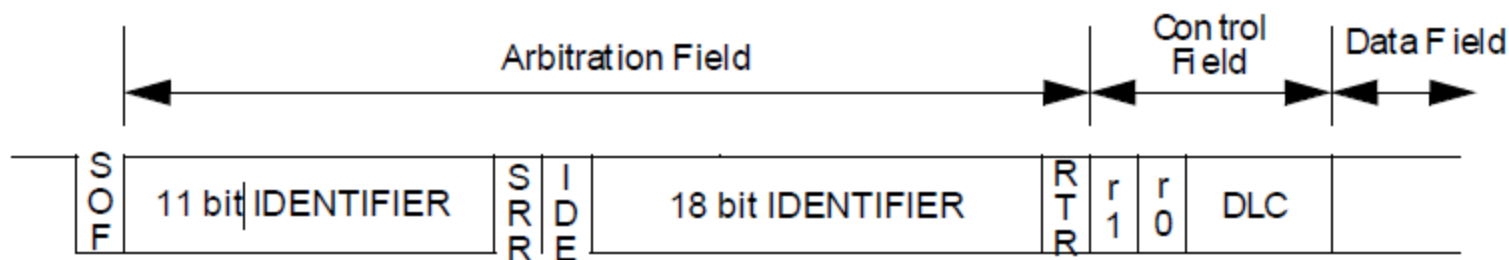


CAN报文结构

Standard Format

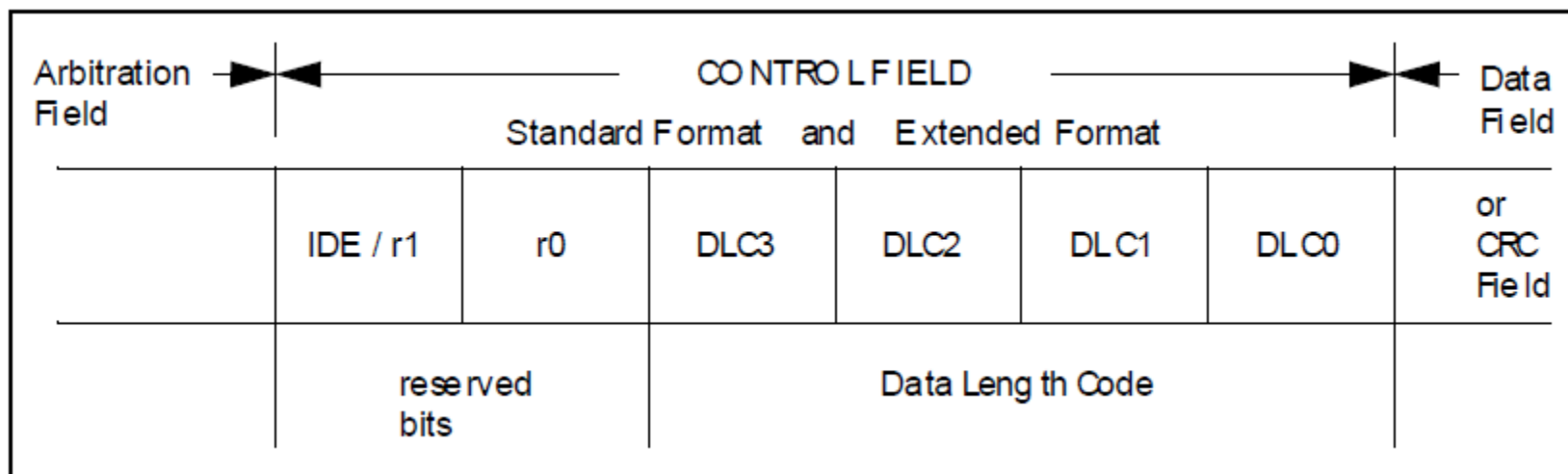


Extended Format

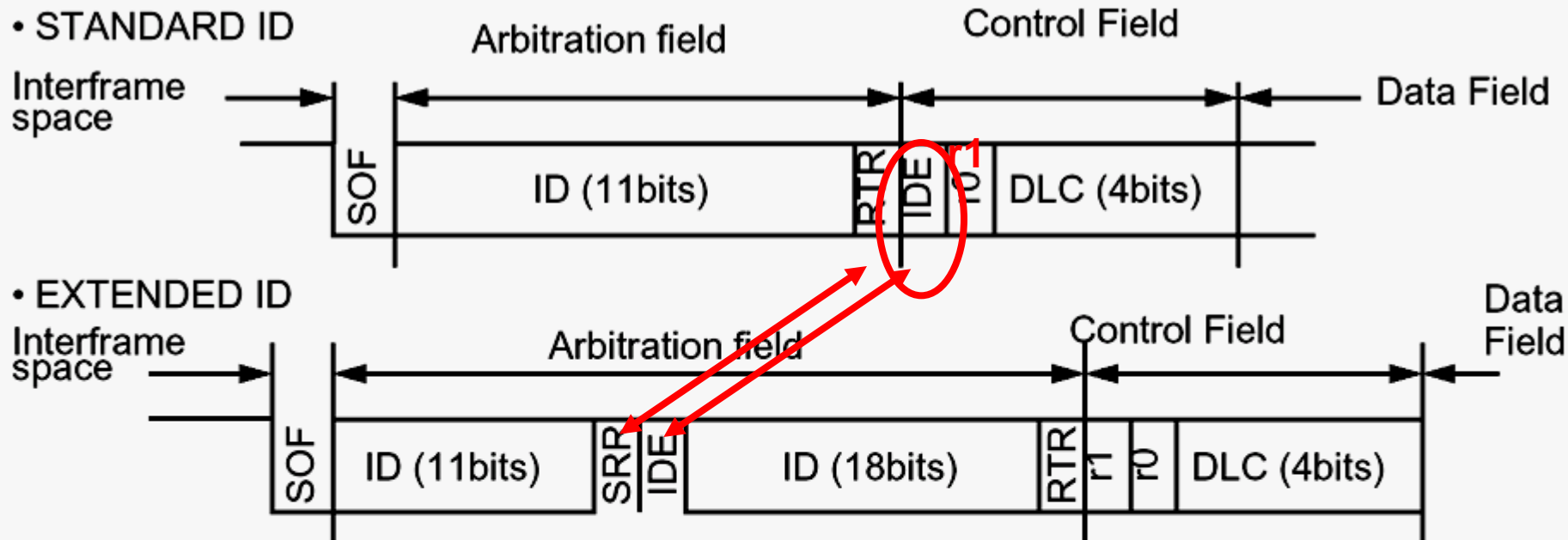


CAN报文结构

- 控制场
 - 6个位组成
 - 前两位对扩展格式为保留位，必须为显性；对标准格式，第一位为IDE，仍为显性，第二位为保留位，必须为显性。
 - 后四位为数据长度代码，有效数值为0~8



CAN报文结构



SOF: Start Of Frame

ID: Identifier

RTR: Remote Transmission Request

r1, r0: reserved bits

DLC: Data Length Code

IDE: Std or Extd. ID (CAN 2.0 B only)

SRR: Replacement of RTR on Std. format (CAN 2.0B)



CAN报文结构

- 数据场
 - 根据控制场的定义，为0~8个字节
 - 首先发送MSB



CAN报文结构

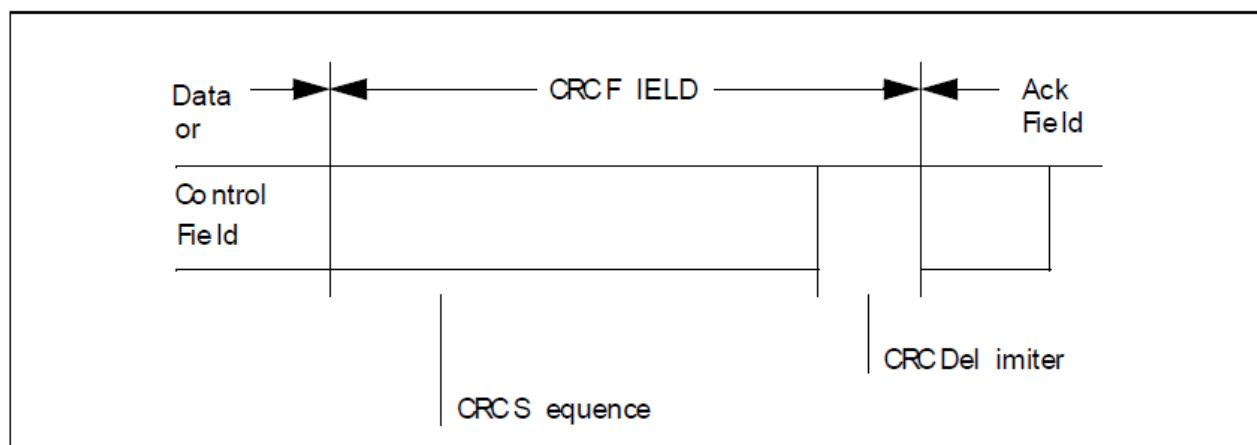
- CRC场

- CRC序列（CRC SEQUENCE）

- 由循环冗余码求得的帧检查序列，校验对象包括：帧起始、仲裁场、控制场、数据场
 - 15个位

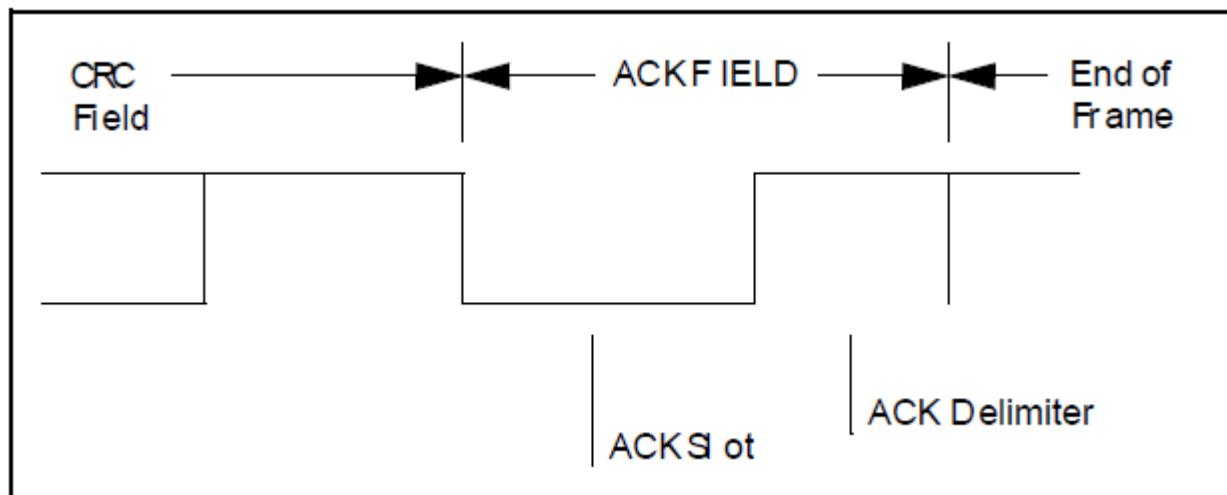
- CRC界定符（CRC DELIMITER）

- 一个单独的“隐性”位



CAN报文结构

- 应答场
 - 应答间隙 (ACK SLOT)
 - 应答界定符 (ACK DELIMITER)
 - 在该场里，发送站发送两个“隐性”位；当接收器正确地接收到有效的报文，接收器就会在应答间隙期间向发送器发送一“显性”位以示应答。



CAN报文结构

- 帧结尾
 - 由7个“隐性”位组成
- 标准帧位长度
 - 44~108 Bits => 136 Bits
- 扩展帧位长度
 - 64~128 Bits => 156 Bits



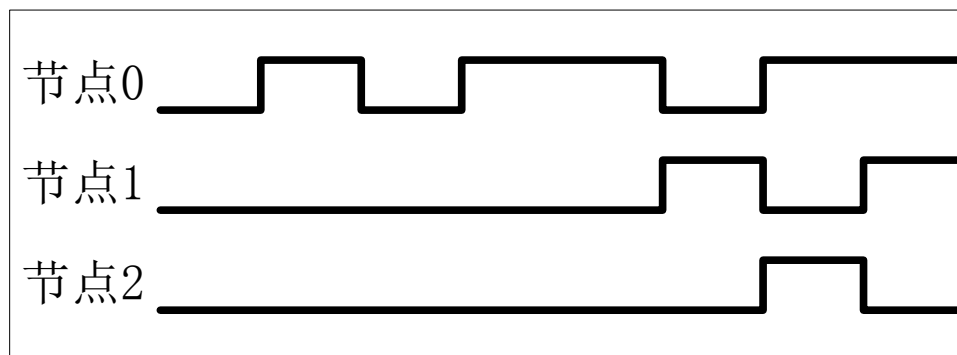
基于位的仲裁机制

- 能解决一切可能的总线冲突
- 显性位（逻辑状态0）比隐形位（逻辑状态1）优先级高

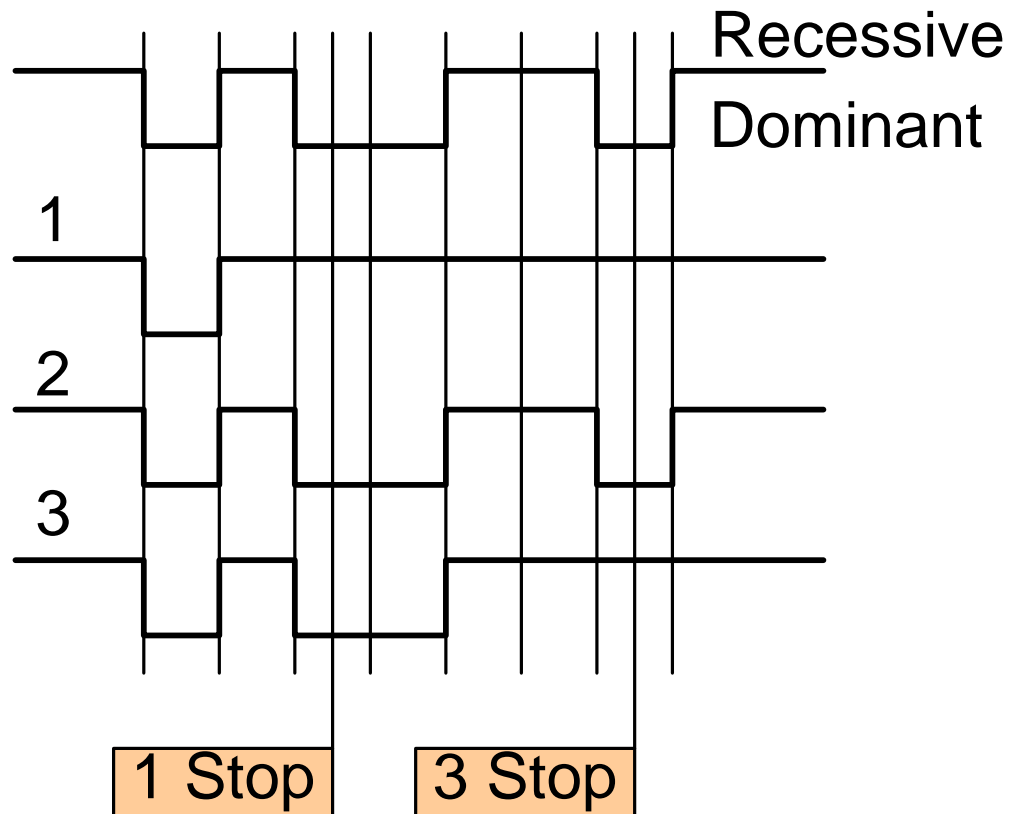
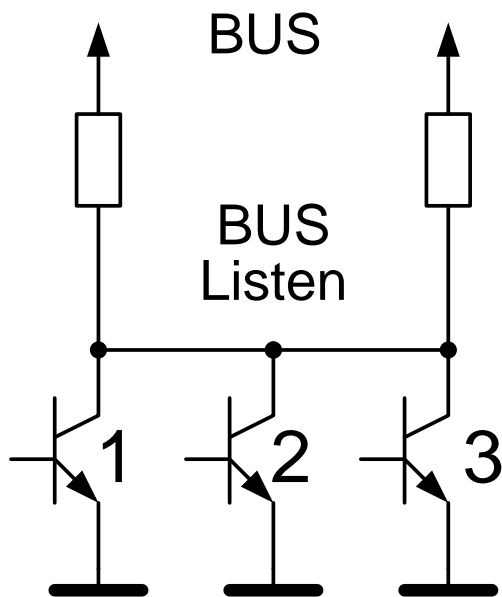
》节点2最终赢得了对总线的占用权

》节点0和1自动变为接收消息状态

》节点0和1在总线状态允许时可重新发送消息



基于位的仲裁机制

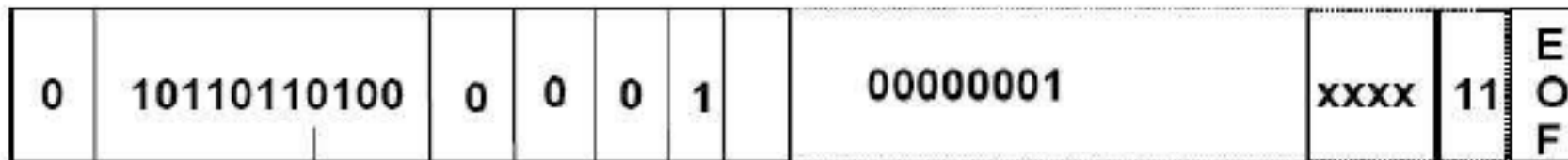


CAN Arbitration

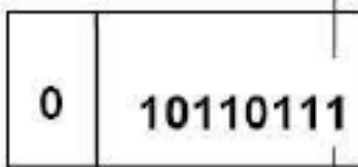


基于位的仲裁机制

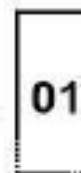
节点1发送：



节点2发送：



节点2在仲裁中失败，停止发送，成为消息的接收方



节点2仍确认信息

如总线上所看到的：

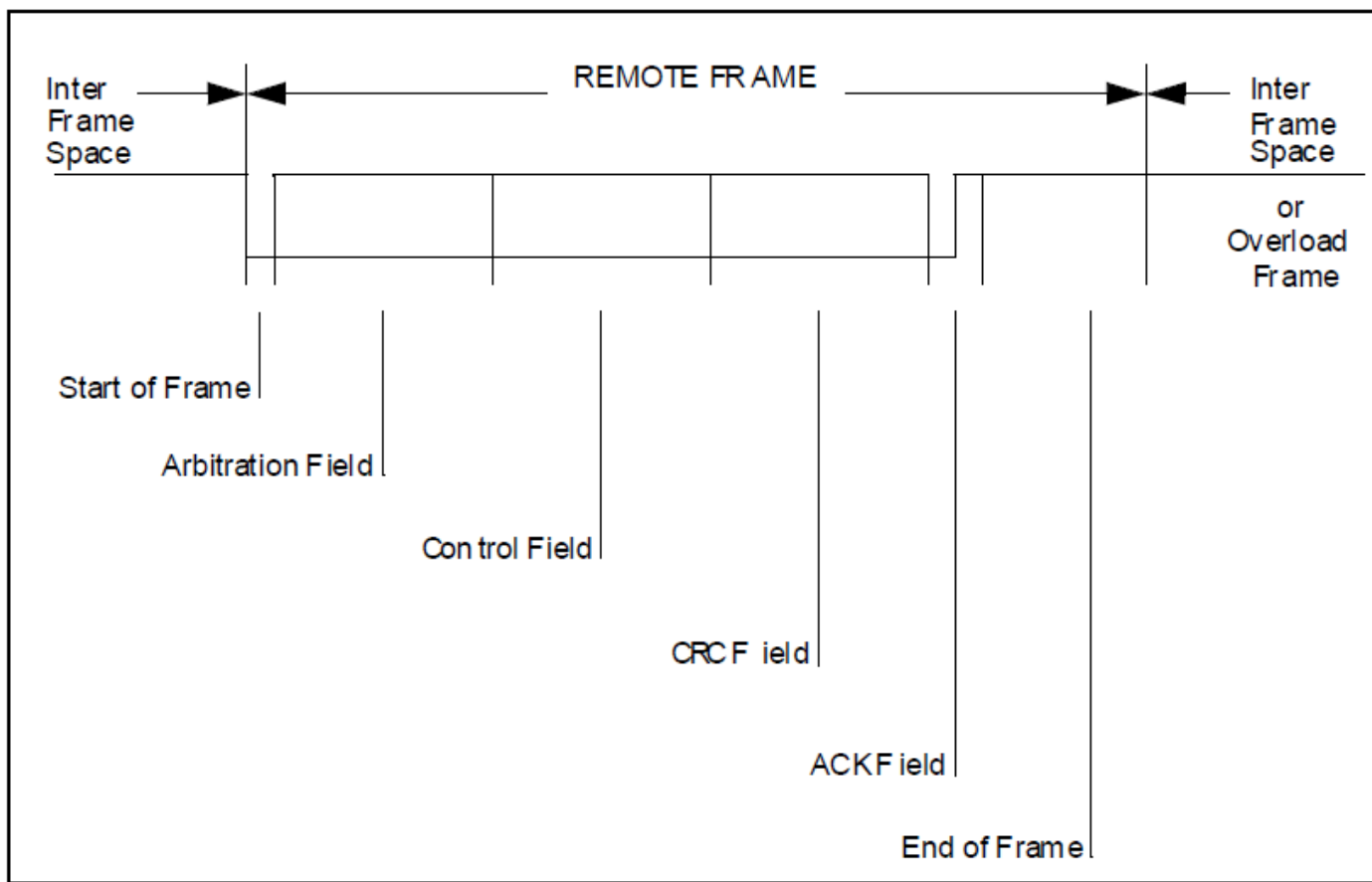


仲裁字段



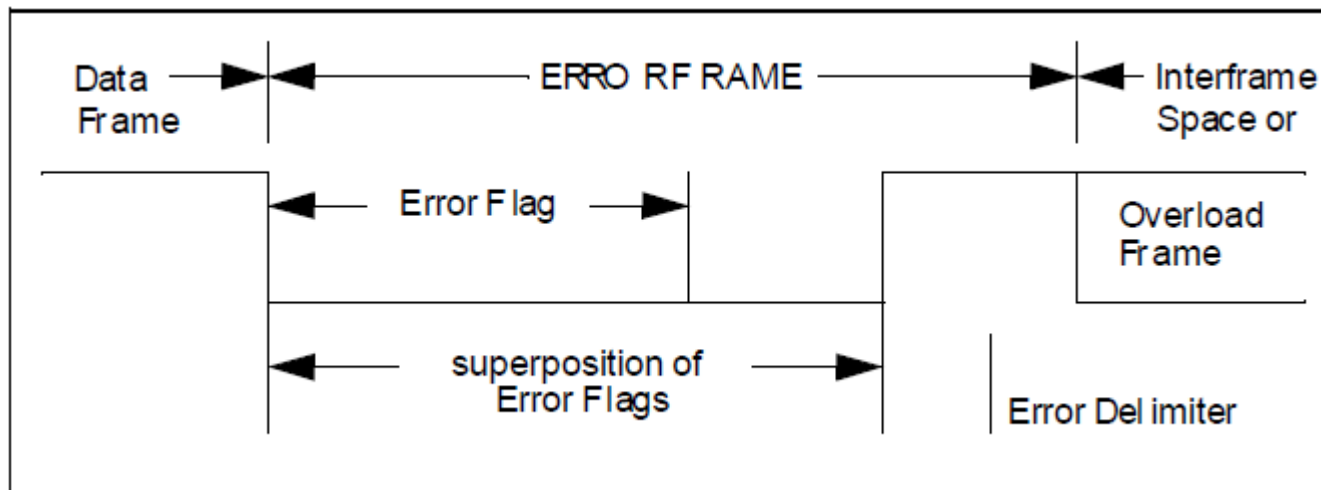
CAN报文结构

- 远程帧由6个不同的位场组成：



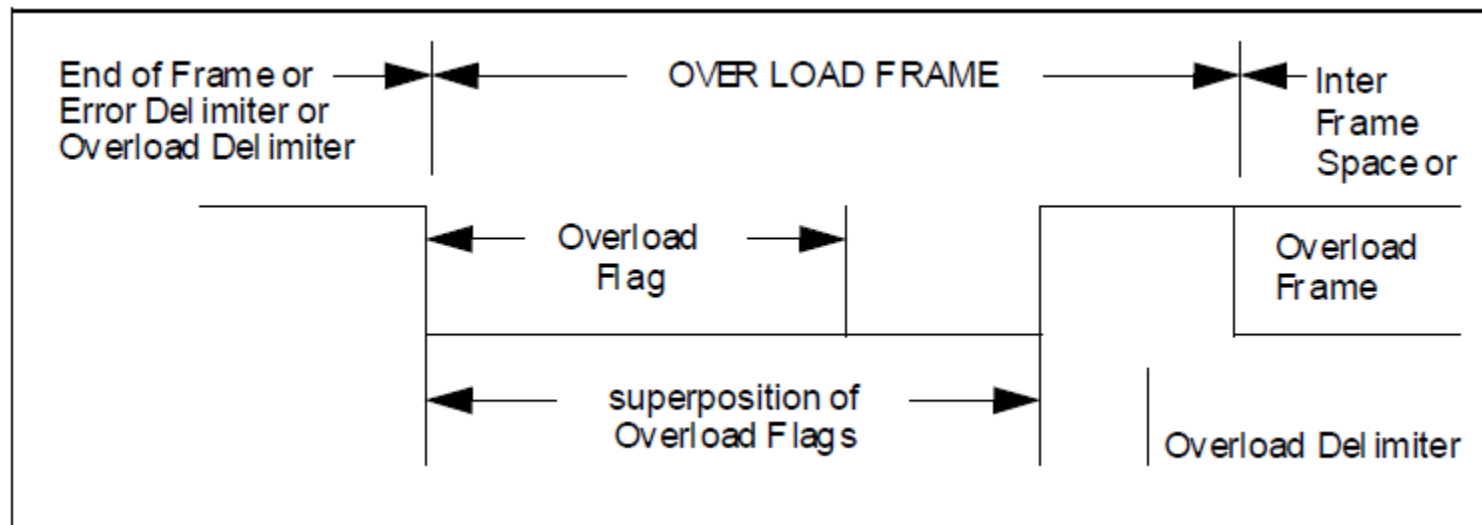
CAN报文结构

- 错误帧由2个不同的位场组成
 - 不同站提供的错误标志（ERROR FLAG）的叠加
 - 错误界定符



CAN报文结构

- 错误帧由2个不同的位场组成
 - 过载标识
 - 过载界定符



CAN总线应用层

- ISO和SAE并没有具体定义应用层协议
 - 欧洲的CANopen
 - 美国的DeviceNet、SAE J1939
 - 法国的VAN
 -



CAN总线的特点

- CAN是一种多主串行通讯总线，支持分布式实时控制的通讯网络。通讯介质可以是双绞线、同轴电缆或光纤，选择灵活。在汽车发动机控制部件、智能传感器及ABS等车辆稳定性控制等系统中应用，位速率最大可达1Mbps。与一般的通讯总线相比，CAN总线的数据通讯具有突出的可靠性、实时性和灵活性。
- CAN为多主方式工作，网络上任一节点均可在任意时刻主动地向网络上其他节点发送信息，而不分主从，通信方式灵活，且无需站地址等节点信息。利用这一点可方便地构成多机备份系统。



CAN总线的特点

- 通过定义 CAN的节点优先级高低，可满足不同的实时要求。目前，其节点数最多可达110个；CAN2.0A标准标示符可达2032种，而扩展标准CAN2.0B的标示符几乎不受限制。
- CAN采用无损仲裁技术，当多个节点同时向总线发送信息时，优先级低的节点主动退出发送，最高优先级的节点不受影响继续传输数据，节省总线冲突的仲裁时间。
- CAN采用短帧结构传送信息，传输时间短，受干扰概率低，且每帧都有CRC校验具有极强的检错能力。



CAN总线的特点

- 通过帧滤波即可实现点对点、一点对多点及全局广播等几种方式传送接收数据，无需专门的“调度”。



CAN总线的应用

- 车载网络的具体实施方案
 - CAN/LIN总线混合控制的网络架构。
 - 高速 CAN能满足面向高速实时闭环控制的多路传输
 - LIN开发成本低
 - CAN总线分类，分别用于传输不同的数据内容
 - CAN驱动装置数据总线系统
 - CAN舒适模式数据总线系统
 - LIN总线作用：CAN节点的下层拓扑结构，辅助完成信息传输，即将LIN拓扑结构作为CAN节点的功能扩展来实现局部控制。



CAN总线的应用

- High-CAN总线

- 速度为500kbps或250kbps，传送驱动装置数据，连接对安全较重要的控制单元。如：转向角传感器、ABS、自动变速器、SRS和发动机等的控制单元。

- Low-CAN总线

- 速度为250kbps或125kbps，传输舒适模式数据，连接空调、四个车门及后备箱的控制单元等。

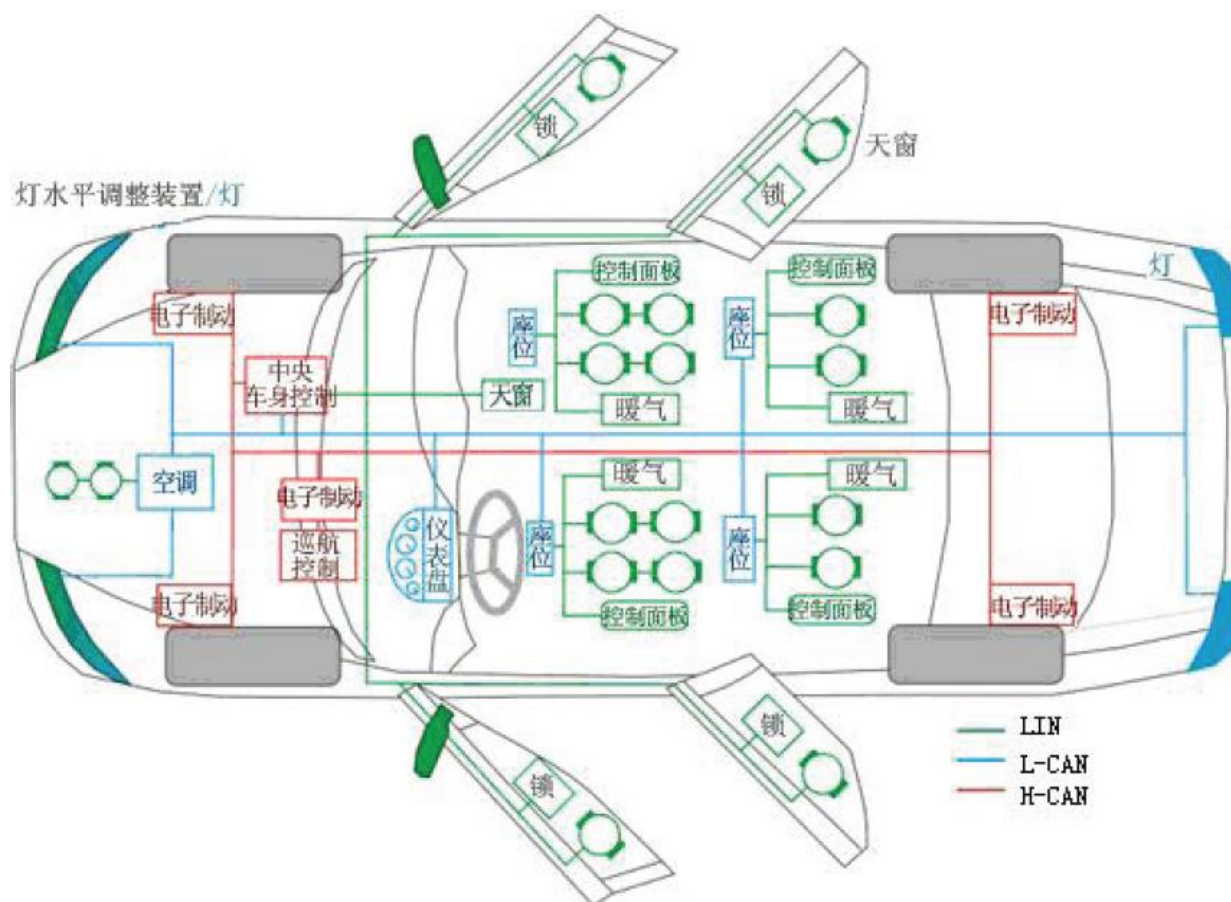
- LIN总线

- 速度为20kbps，扩展舒适模式，数据总线节点功能，连接电机、开关、传感器和车灯等。如：各车门电控车窗、左右后视镜、后备箱锁、仪表板指示灯及转向柱局部控制开关等。



CAN总线的应用

- 车载总线结构布局示意



Thank you !



Any Questions ?

