



虹科云课堂

汽车专题直播月

# 浅谈CAN总线的最新发展： CAN FD向左，CAN XL向右

◆ 讲师：龚龙峰

◆ 时间：2021年01月04日



01. 汽车传统CAN总线的发展现状
02. CAN FD总线汽车组网5Mbit/s不再是梦
03. 第三代CAN XL协议技术的最新发展



## 一、汽车传统CAN总线的发展现状

- 30年前的1991年梅赛德斯奔驰的S系列轿车第一次应用CAN总线



ANNIVERSARY

CAN





## 一、汽车传统CAN总线的发展瓶颈

- 波特率1 Mbit/s的通信速度上限
- 更复杂的网络拓扑带来的布线问题
- 汽车轻量化的需求
- 更高的软件下载和诊断的带宽需求



【奥迪A5车内线束展开图】





## 一、汽车传统CAN总线的发展现状

- 第二代CAN FD协议缓解汽车通信带宽需求



行驶中的自动驾驶出租车



PCANUSB X6 FD应用

## PART 02

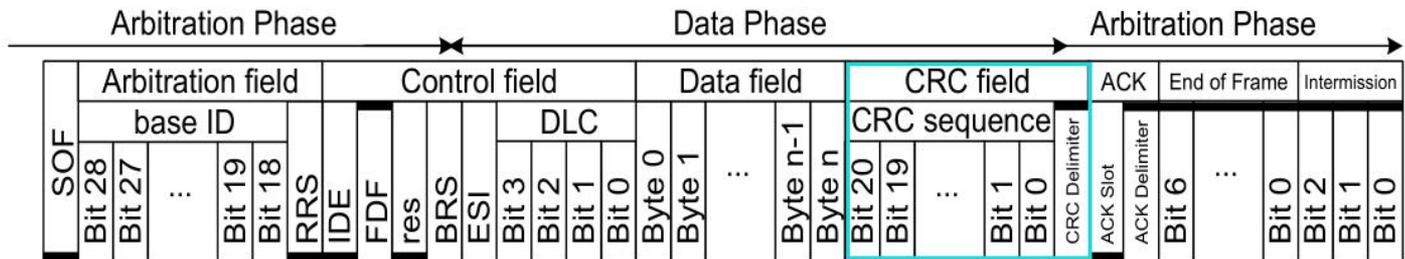
# CAN FD总线汽车组网5Mbit/s不再是梦

- CAN FD协议的早期发展
- CAN FD在汽车上的应用现状
- 新的CAN FD SIC(信号改进能力)收发器



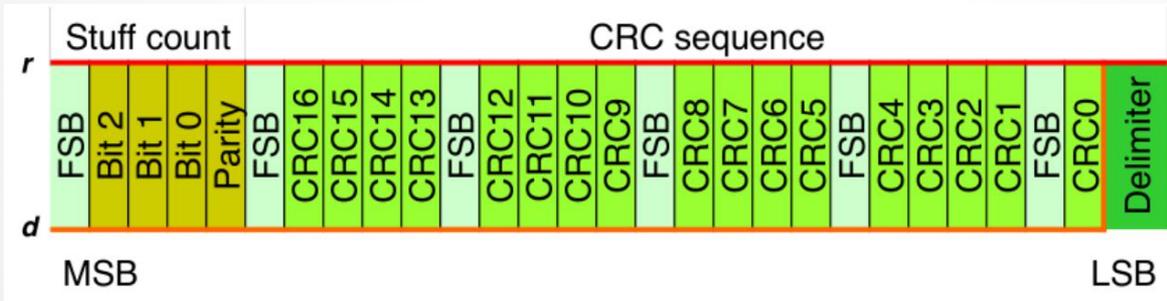
## 二、CAN FD协议的早期发展

- 2011年，Bosch发布了CAN第二代总线：CAN FD 1.1版 **Non-ISO CAN FD**



来源：Robert Bosch GmbH

- 2015年，ISO 11898-1: 2015 CAN FD标准化 **ISO CAN FD**



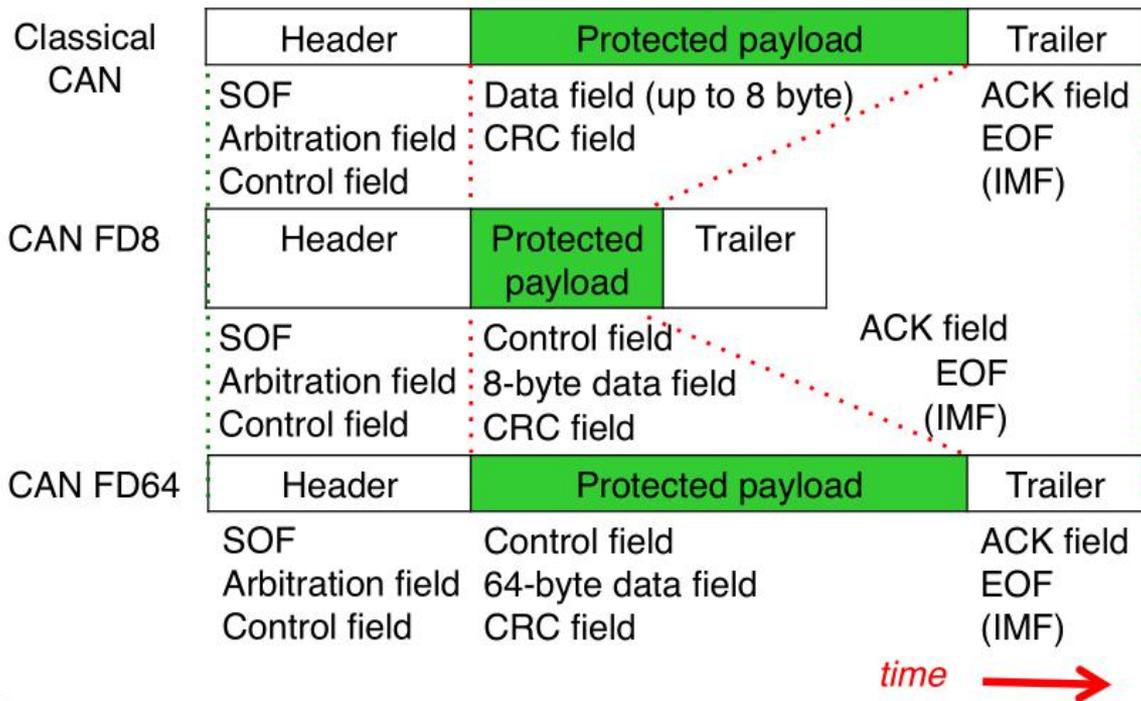
来源：CiA



## 二、传统CAN与CAN FD帧的理论对比

### 速率与带宽提升:

- CAN FD最大支持64字节
- 数据段波特率支持5Mbit/s以上



注:

当仲裁场比特率和数据场比特率达到1:8时, 数据吞吐量将达到传统CAN的大约六倍。

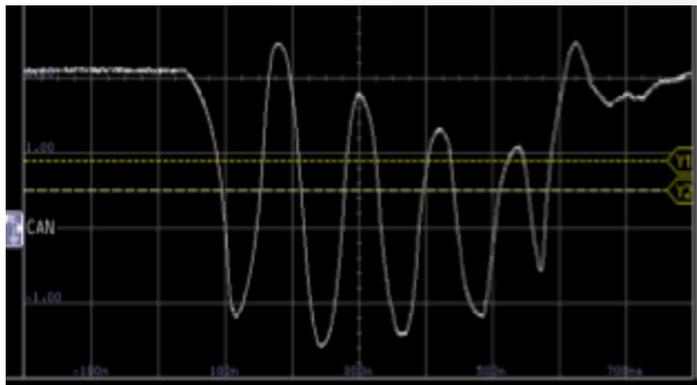
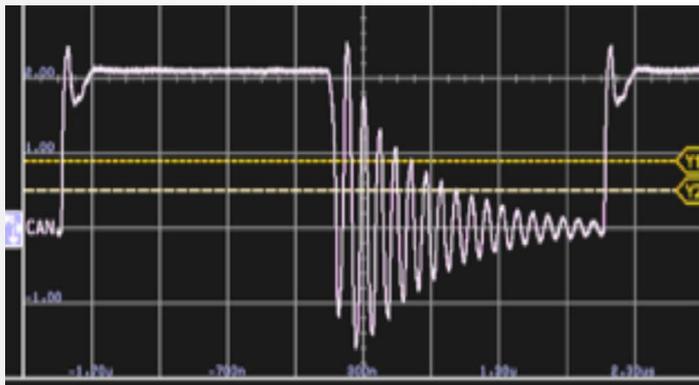


## 二、CAN FD在汽车上的应用现状

### 应用现状:

- 汽车CAN FD组网波特率: 500kbit/s+2Mbit/s
- 汽车CAN FD点对点波特率: 1Mbit/s+5Mbit/s

同时, 在网络拓扑的物理层上面临着不可避免的信号振铃问题。



CAN FD 振铃现象举例: 500kbit/s(左)+2Mbit/s (右)



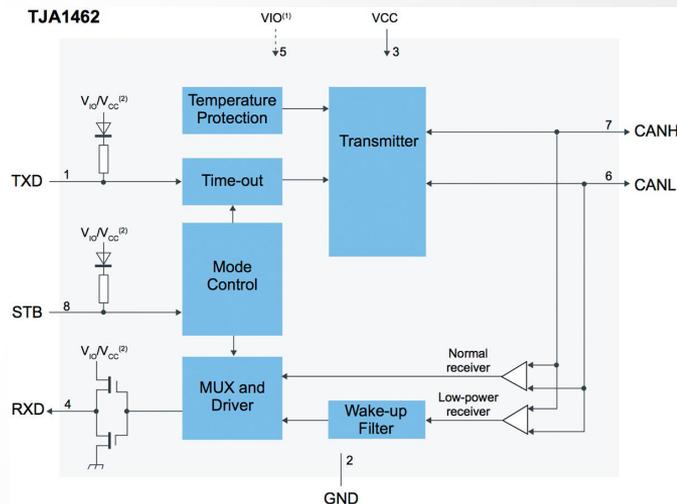
## 二、新的CAN FD SIC(信号改进能力)收发器

### CAN FD SIC (信号改进能力)收发器

- 主动改善网络的CAN信号，显著降低振铃效应
- 可为CAN FD网络提供更多的拓扑设计灵活性
- 为汽车CAN FD组网5Mbit/s提供支持

两种实现方式：一种是在传输时抑制振铃；  
另一种是在接收时过滤振铃。

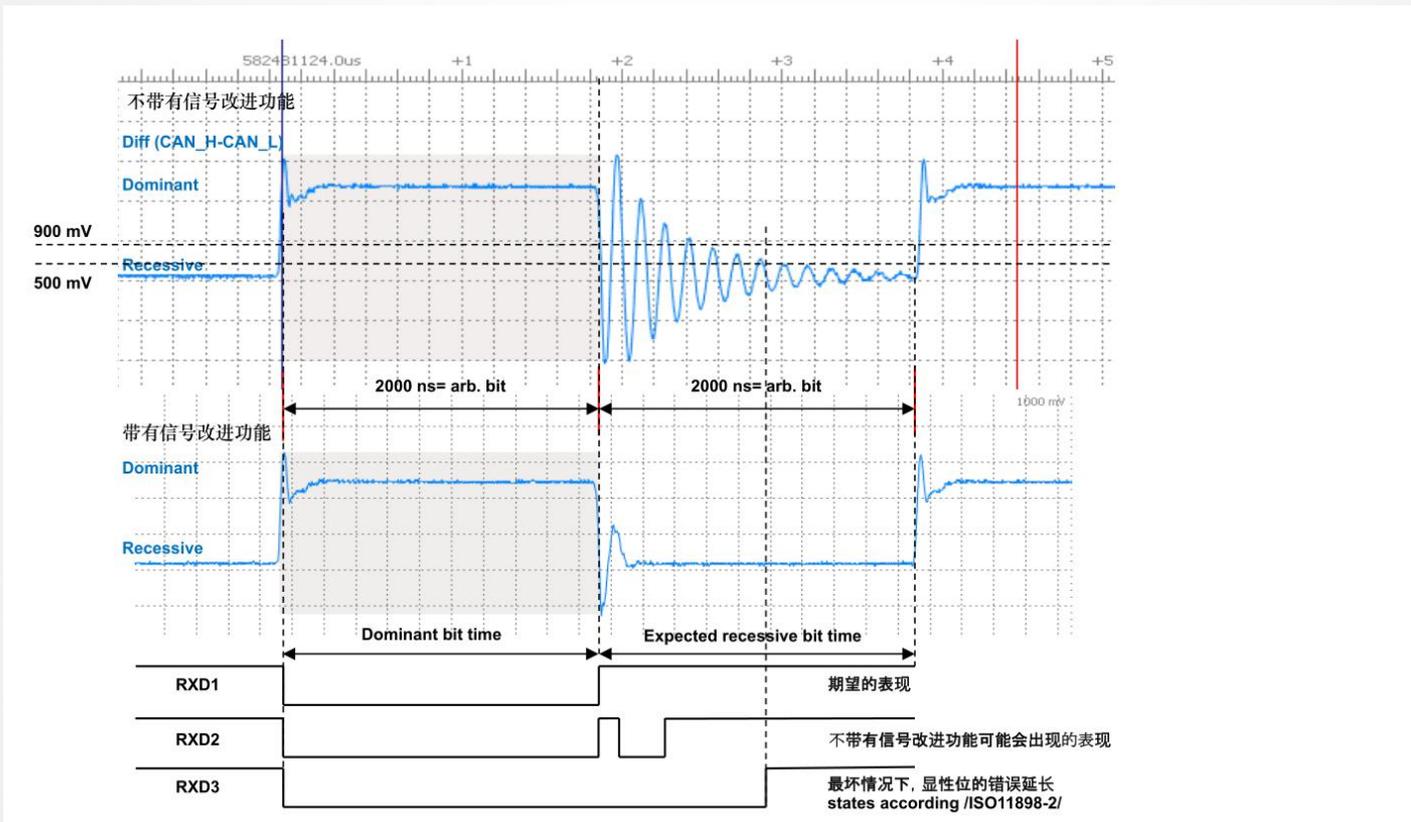
在2019年，CiA发布了 CiA 601-4 2.0版本，目前已有几家制造商的SIC收发器很快上市。



来源: nxp



## 二、带信号改进功能的FD SIC收发器与不带的对比



## PART 03

# 第三代CAN XL协议技术的最新发展

- CAN XL 数据链路层协议关键功能
  - CAN XL重新定义数据链路层
    - CAN XL MAC 报文帧
      - CAN FD与CAN XL的发展方向



### 三、第三代CAN XL协议技术的最新发展

- 回顾2020年3月 CAN XL的帧格式定义，已定义好基本的架构，尚有很多未确定的部分...

LS phase		HS phase						LS phase			
SOF + Priority ID	C B	A D S	P T	D L C	HCRC	Data field	FCRC	D A S	R P	(N) A C K	E O F
1 + 11 bit	5/8 bit	3 bit	8 bit	11 bit	13 bit	2048 byte	32 bit	? bit	? bit	? bit	5/7 bit

CB : control bit控制位, 用于指向CAN , CAN FD 、 CAN XL

PT : protocol type,协议类型,指向更高层的协议

RP : 用于隐性位总数计数, 占用位数未定

(N)ACK : 非应答与应答功能



### 三、第三代CAN XL协议技术的最新发展

#### 第三代 CAN XL 数据链路层协议关键功能：

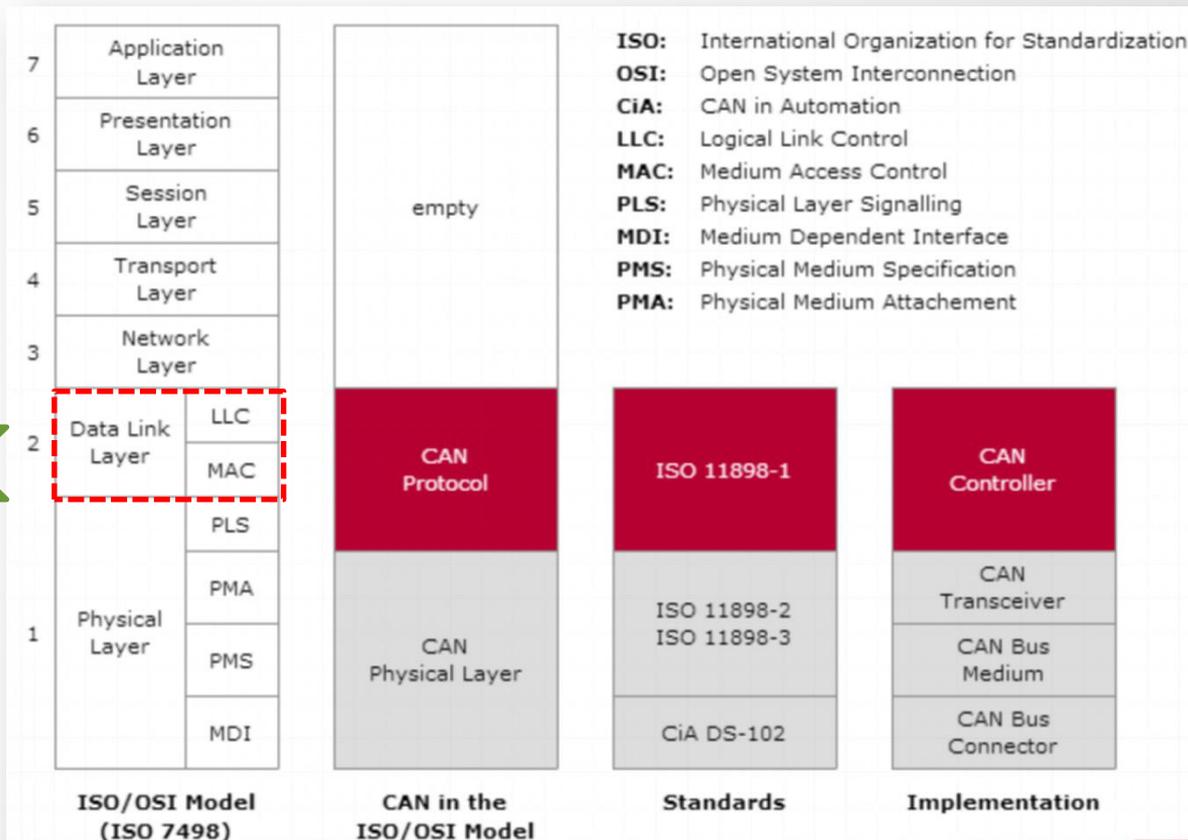
- 超大的数据场高达2048个字节
- 包含高层协议管理信息
- 使用两个CRC检验场用于提升可靠性
- 其传输位速率达到10 Mbit/s
- 同时保留与CAN 2.0和CAN FD的互操作性

2020

2021



# 三、第三代CAN XL协议技术的最新发展



- ISO:** International Organization for Standardization
- OSI:** Open System Interconnection
- CiA:** CAN in Automation
- LLC:** Logical Link Control
- MAC:** Medium Access Control
- PLS:** Physical Layer Signalling
- MDI:** Medium Dependent Interface
- PMS:** Physical Medium Specification
- PMA:** Physical Medium Attachment



- **CAN XL重新定义数据链路层，分为两个数据链路子层**

CAN XL与以太网相似，CAN标准 (ISO 11898 系列)规定了两个数据链路层子层：LLC层和MAC层。

- **LLC子层:** 位于OSI网络层和 (MAC)子层的中间层。LLC帧结构包含所有的CAN帧格式和类型需要的内容。
- **MAC子层:** 负责将帧数据从LLC子层移动到PMA子层，通过位填充 (stuff-bits) 和CRC来保证帧的传输。

在发送过程中，LLC帧被转换为一个MAC帧。在接收时MAC帧被转换为一个LLC帧。注意：在LLC帧中未被用于所选的CAN帧格式的部分内容将被忽略。



### 三、第三代CAN XL协议技术的最新发展

#### ● 全新的LLC帧格式 (支持传统CAN, CAN FD和CAN XL)

Priority ID	RMF	IDE	FDF	XLF	BRS	ESI	SDT	SEC	DLC	VCID	AF	LLC data
11 + 18 bit	1 bit	8 bit	1 bit	11 bit	8 bit	32 bit	0 to 2048 byte					

来源: CiA

**RMF: remote frame**远程帧

**IDE: identifier extension**扩展帧

**FDF: flexible datarate field**可变速率场

**XLF: extra large field**“XL 场”

**BRS: bit-rate switch** 位速率切换

**ESI: error state indicator**错误指引器

**SDT: service data unit type**服务数据单元类型

**SEC: DLL security indication** 安全指示

**DLC: data length code** 数据长度编码

**VCID: virtual CAN network ID**虚拟CAN网络

**AF: acceptance field** 接受字段

**LLC data: logical link layer data**逻辑链路层数据



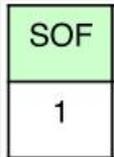
### 三、第三代CAN XL协议技术的最新发展

#### ● CAN XL MAC 报文帧

CAN XL格式的MAC帧是由7个段组成。

SOF	Arbitration	Control	Data (field)	CRC	ACK	EOF
1	15 bit	81 bit	1 to 2048 byte	36 bit	6 bit	7 bit

来源: CiA



其中，帧起始和帧结束是作为不变的部分。





### 三、第三代CAN XL协议技术的最新发展

#### ● CAN XL MAC 报文帧-仲裁段

SOF	Arbitration	Control	Data (field)	CRC	ACK	EOF
1	15 bit	81 bit	1 to 2048 byte	36 bit	6 bit	7 bit

Priority ID	RRS	IDE	FDF	XLF
11 bit	1 bit	1 bit	1 bit	1 bit

在经典的CAN和CAN FD中，CAN ID段用于仲裁和寻址目的，不过在CAN XL协议中仲裁和寻址功能是分开的。



#### ● CAN XL MAC 报文帧-仲裁段

- **仲裁段**的11位优先级ID字段：负责分配唯一优先级仲裁的CAN XL数据帧。
- **控制段**的AF (Acceptance Field) : 负责寻址  
可包含节点寻址 (源地址和目标地址) 或内容指示信息, 比如报文 ID。

resXL	ADS (AL1, DH1/2, DL1)	SDT	SEC	DLC	SBC	PCRC	VCID	AF
1 bit	4 bit	8 bit	1 bit	11 bit	3 bit	13 bit	8 bit	32 bit



#### ● CAN XL MAC 报文帧-控制段

SOF	Arbitration	Control	Data (field)	CRC	ACK	EOF
1	15 bit	81 bit	1 to 2048 byte	36 bit	6 bit	7 bit

resXL	ADS (AL1, DH1/2, DL1)	SDT	SEC	DLC	SBC	PCRC	VCID	AF
1 bit	4 bit	8 bit	1 bit	11 bit	3 bit	13 bit	8 bit	32 bit

SDT: service data unit type 服务数据单元类型

SEC: DLL security indication DLL安全指示

SBC: stuff-bit counter 填充位计数器

VCID: virtual CAN network ID 虚拟CAN网络ID

AF: acceptance field 接受字段



### 三、第三代CAN XL协议技术的最新发展

#### ● CAN XL MAC 报文帧-控制段: SDU类型

SDU服务数据单元类型，指出所使用的下一个OSI层协议，类似于以太网帧中的EtherType字段。具体相应的SDT数值将由CiA 611-1初版释放。

- 遗留的基于can的高层协议
- 以太网帧的隧道化
- 经典CAN和CAN FD帧的隧道化
- TCP/IP段
- CANopen/CANopen FD
- J1939-21消息
- 生产商自定义协议
- .....

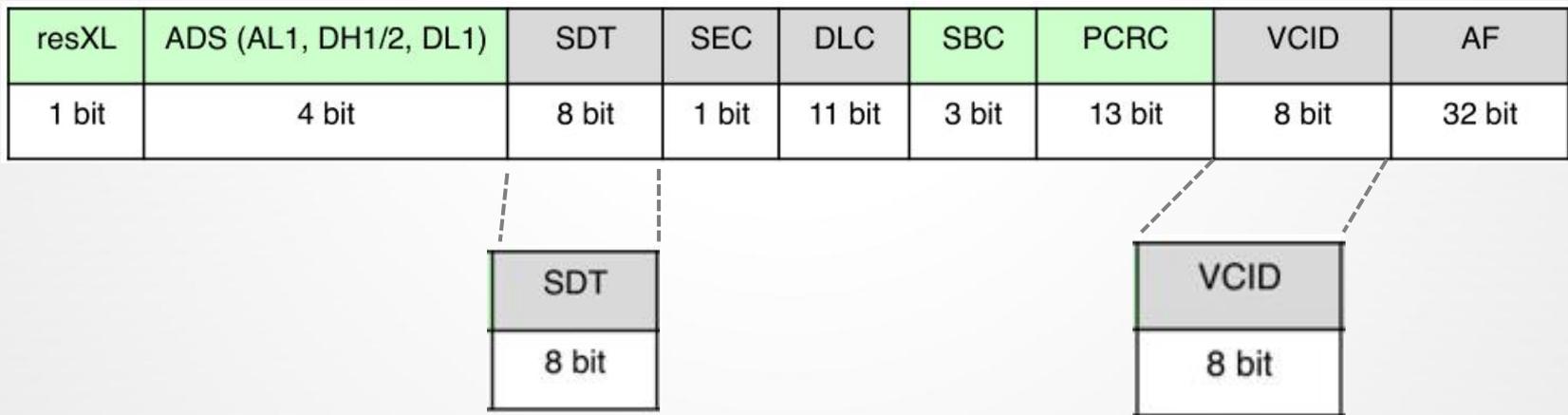
Ethertype ( 十六进制 )	协议
0x0000 - 0x05DC	IEEE 802.3 长度
0x0101 - 0x01FF	实验
0x0600	XEROX NS IDP
0x0660 0x0661	DLOG
0x0800	网际协议 (IP)
0x0801	X.75 Internet
0x0802	NBS Internet
0x0803	ECMA Internet
0x0804	Chaosnet



#### ● CAN XL MAC 报文帧-控制段: VCID

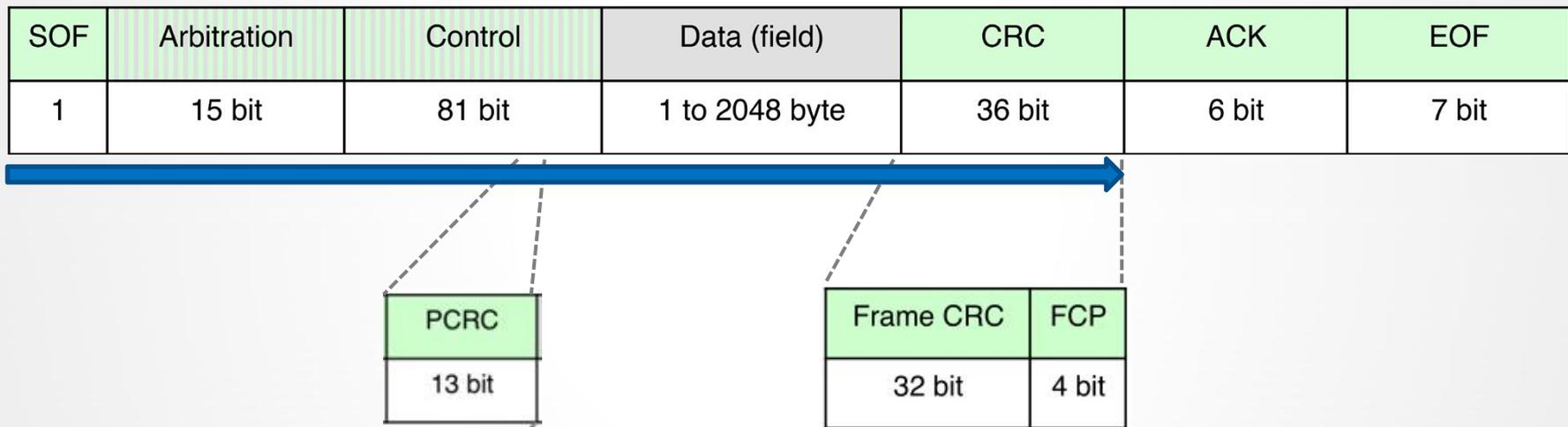
8位的VCID字段允许运行多达256个逻辑网络，在一个的CAN XL物理网络段。组合由SDU服务数据单元类型确定的多个逻辑网络，意味着在相同的物理CAN网络中允许并行使用多个不同协议。

同时，这个字段可以说是一个嵌入的(OSI)层管理信息，如ISO7498-4:1998所述。





#### ● CAN XL MAC 报文帧-CRC段



Frame CRC负责整个帧的CRC校验，同时FCRC也负责保护PCRC的检验。两个CRCs一起能够检测任意5个随机分布的比特错误。这个对应的汉明距离是6。



### 三、第三代CAN XL协议技术的最新发展

#### ● CAN XL MAC 报文帧-应答段

SOF	Arbitration	Control	Data (field)	CRC	ACK	EOF
1	15 bit	81 bit	1 to 2048 byte	36 bit	6 bit	7 bit

ADS (AL1, DH1/2, DL1)
4 bit

ADS字段的第一个位是ADH位。它发送为逻辑1。在该位期间，CAN SIC XL收发器将被视为从SIC模式切换到Fast TX或Fast RX模式下。

DAS (DAH, AH1, AL2, AH2)	ACK	Dlm
4 bit	1 bit	1 bit

DAS字段中的第一个是DAH位。它是作为逻辑1发送的。通过该位，将CAN XL SIC中的收发器模式切换回SIC模式。



#### ● CAN SIC XL 收发器

CAN XL 网络可以使用符合ISO 11898-2:2016 的任何类型的收发器，或者 CiA 601-4(2.0.0 版本) 中规定的CAN SIC( 信号改进功能) 收发器。

对于更高的比特率，比如10Mbit /s 以上， CiA 610 系列标准定义了：  
**新的CAN SIC XL收发器**

CAN SIC XL收发器有两个工作模式：

- SIC mode模式，
- Fast TX /RX mode模式。

CAN SIC XL收发器必须支持MICI接口 (medium-independent CAN interface, 介质无关CAN接口)



- **CAN XL 标准规范包含：**

- ◆ CiA 610-1: Datalink layer and physical signaling requirements
- ◆ CiA 610-2: Datalink layer and physical signaling conformance test plan
- ◆ CiA 610-3: Physical media attachment sub-layer requirements
- ◆ CiA 610-4: Physical media attachment sub-layer conformance test plan
- ◆ CiA 610-6: Media independent CAN interface conformance test plan
- ◆ CiA 610-7: Higher-layer function requirements
- ◆ CiA 610-8: Higher-layer function conformance test plan

预计在2021年将会转换为ISO标准，期待中...



### 三、CAN XL 的应用场景



汽车标定与诊断的应用



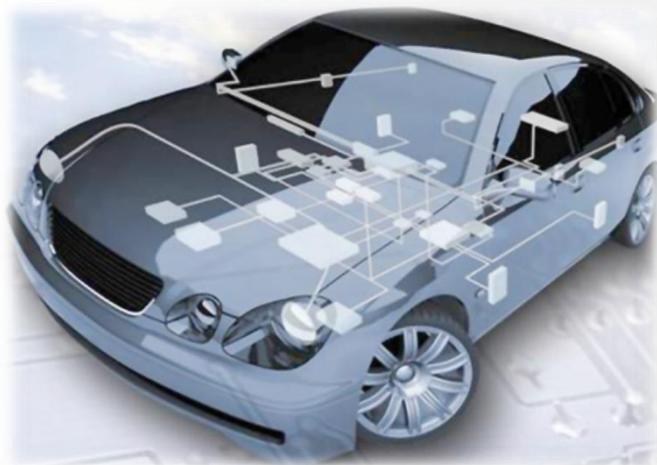
雷达传感器、Ecall紧急呼叫、电台



TCP/IP在CAN XL的实现



精准农业机械、工程机械.....





## CAN FD和CAN XL并不是竞争关系



CANFD是为嵌入式实时控制系统提供更多带宽而设计的。预计未来5到10年内会代替现有的CAN网络。随着CAN SIC收发器的应用，数据波特率会进一步提升。



CAN XL具有更大的有效载荷（最大2048字节），它提供的功能是类似于以太网的高层协议，但对比10-Mbit/s以太网，CAN XL更可靠、也更具有成本效益。

同时，CAN XL的优势在于可扩展性，适用于复杂的网络架构。



CAN FD、CAN XL  
无论向左，  
还是向右，  
都是同一条路向未来出发。

谢谢观看



公众号



个人微信