

# CAN FD协议介绍

## CAN With Flexible Data Rate

朱召标

2019/9/2

# 目录

- ❑ CAN FD产生背景
- ❑ CAN FD发展历程
- ❑ CAN FD总线特点
- ❑ CAN FD帧格式
- ❑ CAN FD性能
- ❑ CAN FD迁移
- ❑ CAN FD总结

# 目录

## ⇒ ☒ CAN FD产生背景

☐ CAN FD发展历程

☐ CAN FD总线特点

☐ CAN FD帧格式

☐ CAN FD性能

☐ CAN FD迁移

☐ CAN FD总结

# CAN FD产生背景

## ❑ 总线负载率 / 总线速率

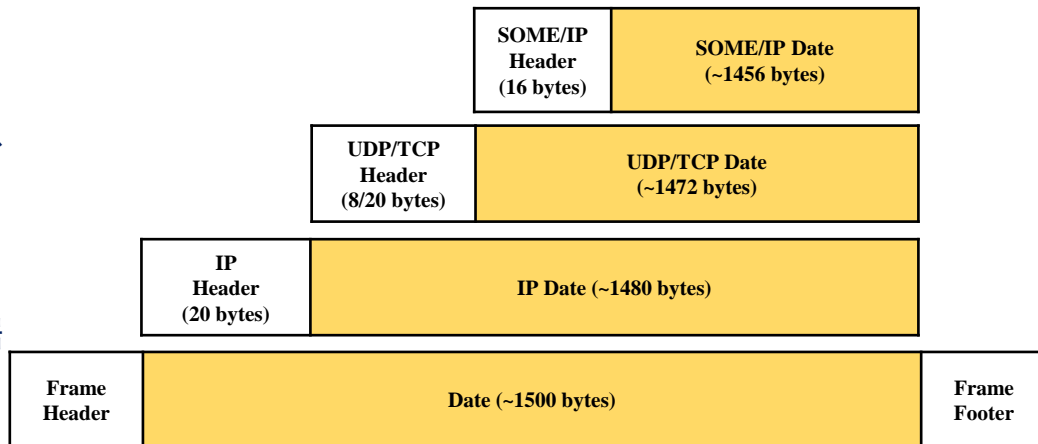
- CAN总线速度最高1Mbit/s(车载典型的都在500kbit/s)，速率较低
- ECU数量增加，总线负载率越来越高，网络拥堵

## ❑ CAN报文的Header多达50%

- CAN总线本身的数据传输效率不高，以CAN2.0A规范为例，在无位填充的情况下，最大仅为57.66%(64/111)，最坏的情况下，数据帧需要额外增加23个位填充，此时数据传输效率只有47.76%(64/134)。

- 其他协议占用更少：

- FlexRay每帧有254个字节，Header占8个字节；
- 以太网的Header如下图：



# 目录

☐ CAN FD产生背景

 ☒ CAN FD发展历程

☐ CAN FD总线特点

☐ CAN FD帧格式

☐ CAN FD性能

☐ CAN FD迁移

☐ CAN FD总结

# CAN FD发展历程

## □ 历程

- 1986, BOSCH在SAE会议上发布了CAN协议;
- 1987, Intel 开发出首枚CAN控制器;
- 1992, 世界上第一辆采用CAN总线的汽车（梅赛德斯-奔驰高级客车）下线;
- 1993, ISO组织发布CAN标准（ISO 11898-1993）;
- 2012, BOSCH发布CAN FD white paper V1.0;
- 2014, Infineon开发出支持CAN FD 的控制器;
- 2015, ISO组织发布CAN FD标准（ISO/DIS 11898-1-2015）;
- 2016, ISO组织发布11898-2、16845-1:2016和15765-2:2016 。

# CAN FD发展历程

## □ 相关标准

### ➤ CAN ISO 11898

- CAN FD as part of ISO 11898-1-2015 (CAN Controller)
- ISO 11898-2-2016 (CAN Transceiver): 内容更新, 指定最高5 Mbit / s的比特率的收发器特性;

### ➤ CAN ISO 16845

- ISO 16845-1-2016: 升级CAN控制器一致性测试ISO 16845-1
- ISO 16845-2-2018: 升级CAN收发器一致性测试ISO 16845-2

### ➤ AUTOSAR

- CAN FD (8 byte) in Autosar 4.1.1
- CAN FD (64 byte) in Autosar 4.2.1

### ➤ ISO 15765-2-2016 :ISO TP

- ISO传输协议支持CAN FD



# 目录

☐ CAN FD产生背景

☐ CAN FD发展历程

 ☒ **CAN FD总线特点**

☐ CAN FD帧格式

☐ CAN FD性能

☐ CAN FD迁移

☐ CAN FD总结

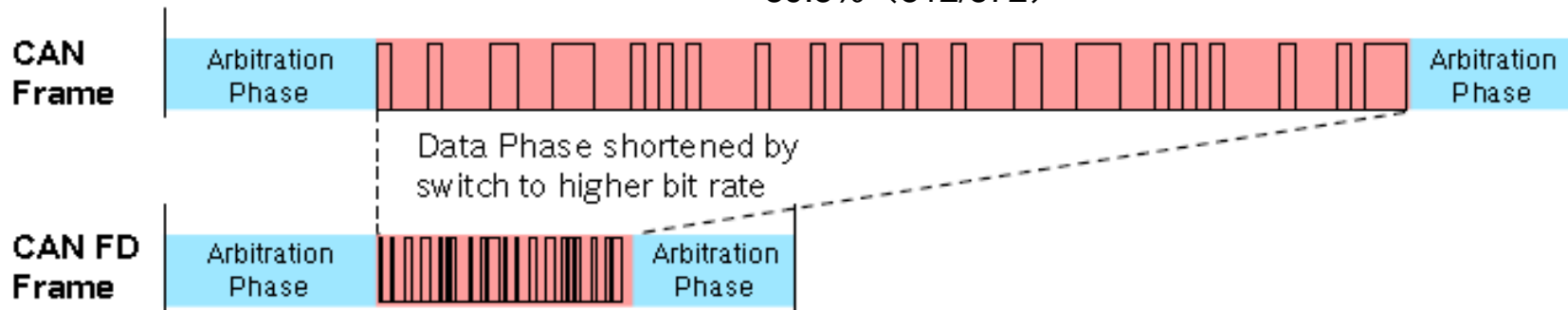


# CAN-FD总线特点

➤ CAN FD是一种改进的CAN协议（基于CAN 2.0）

➤ 新增特征如下：

- 可变位速率
  - 仲裁段:与经典CAN速率相同
  - 数据段: 速率最高达8 Mbit / s
- 支持更大的payload (数据长度)
  - 最多64 bytes/帧
  - 在无位填充的情况下，最大数据传输效率为89.5% (512/572)



# CAN-FD总线特点

## ➤ 系统成本与经典CAN类似

- 控制器、收发器、节点互连成本
- 现有的CAN收发器可在高达2-8 Mbit / s的情况下使用(具体取决于应用)
- 总线技术：事件触发型

## ➤ 迁移性

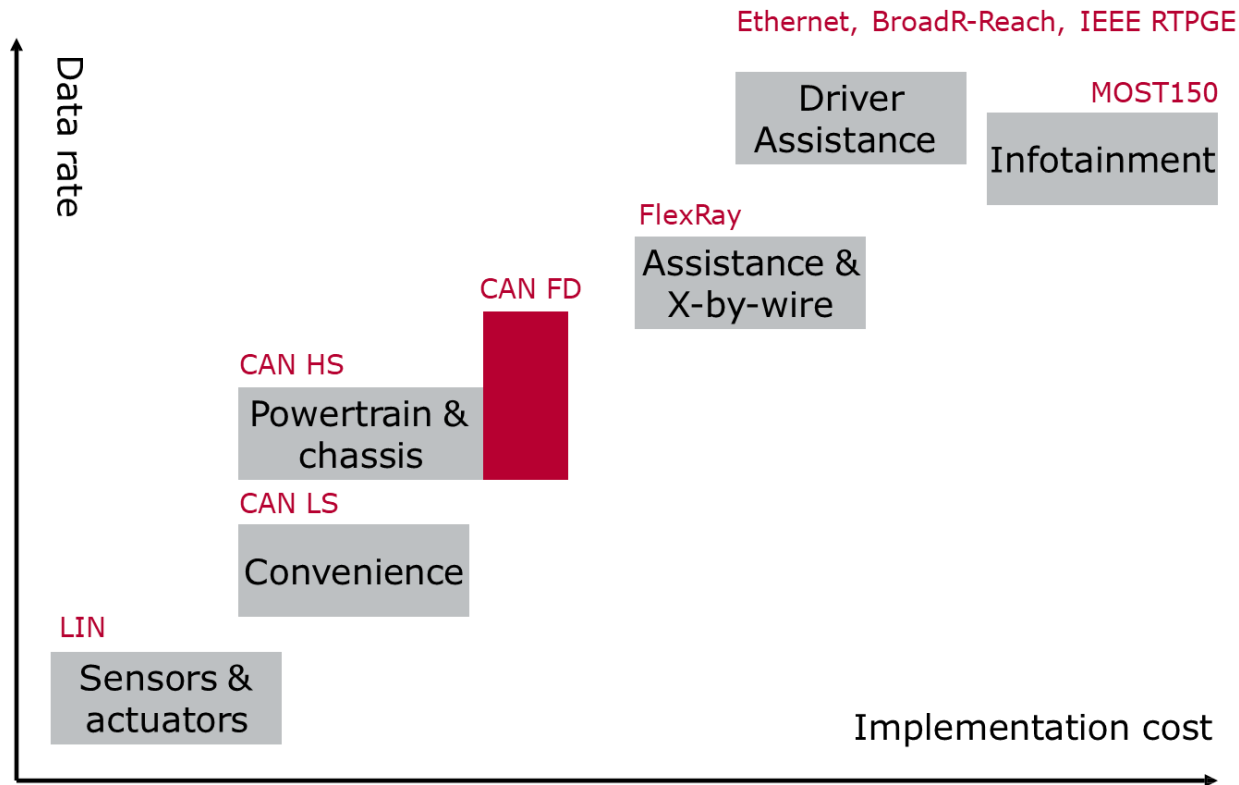
- 经典CAN和CAN FD ECU可以在某些条件下混合使用
  - 经典CAN节点：仅与经典CAN报文通信
  - CAN FD节点：经典CAN和FD报文可以混合使用

## ➤ 优势

- 更快的刷写速率
- 避免将数据拆分多帧
- 减少现有总线的总线负载
- 不会增加总线上ECU数量
- 避免拆分网络
- 与具有高数据量的ECU通信
- 加快长总线通信速率(卡车/公共汽车)

# CAN-FD总线特点

## ➤ 总线速率与成本



# 目录

☐ CAN FD产生背景

☐ CAN FD发展历程

☐ CAN FD总线特点

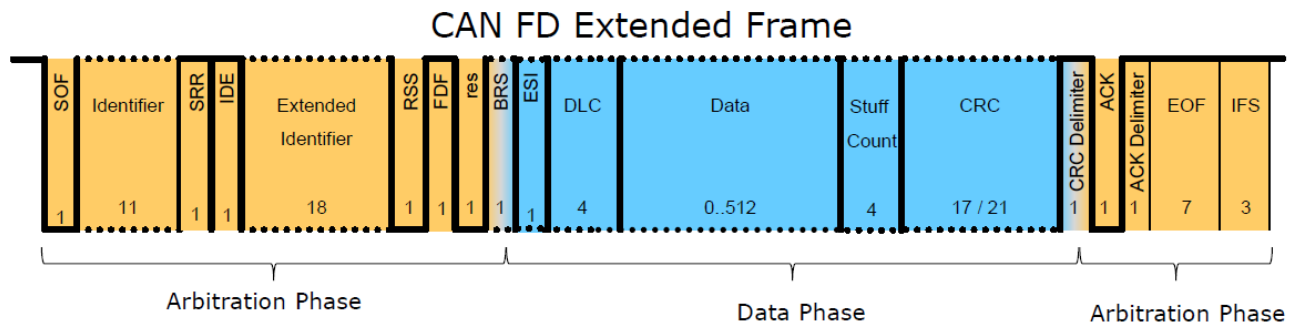
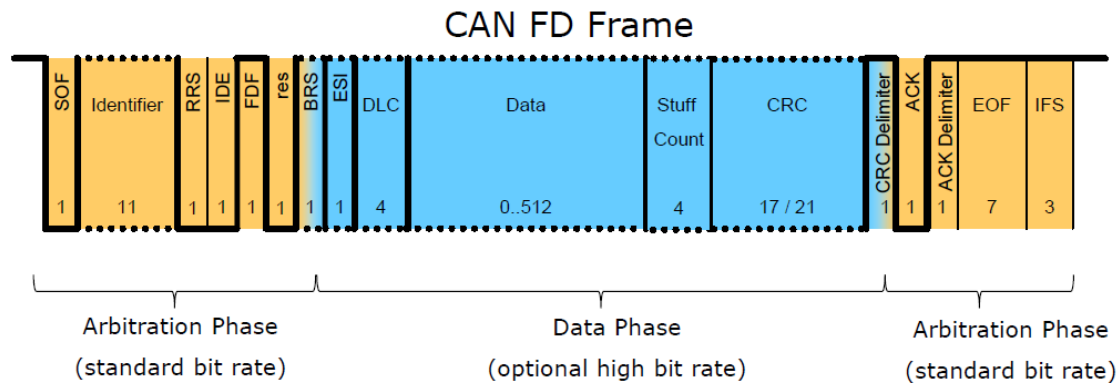
 ☒ **CAN FD帧格式**

☐ CAN FD性能

☐ CAN FD迁移

☐ CAN FD总结

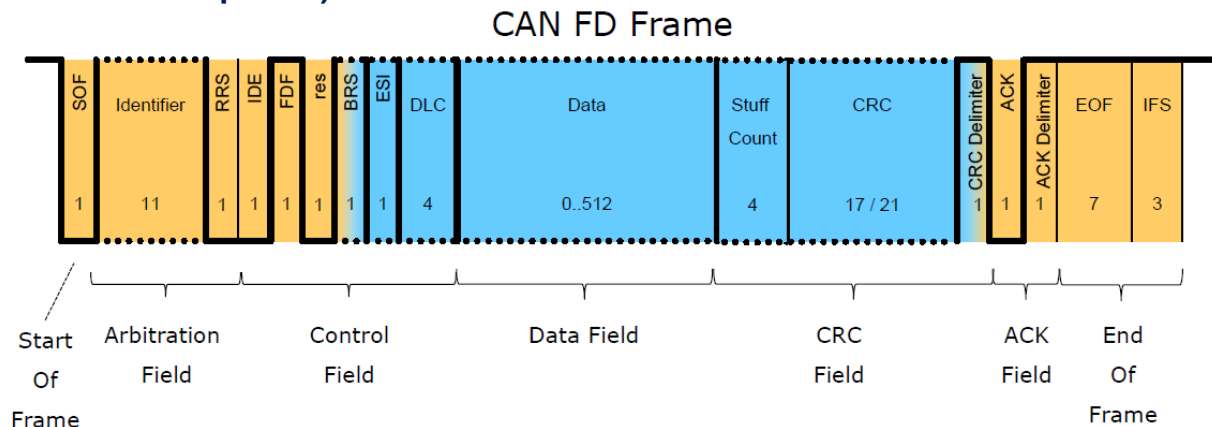
# CAN FD帧格式



# CAN FD帧格式

## □ 共分为7部分

- SOF(Start Of Frame) - 帧起始
- Arbitration Field - 仲裁场
- Control Field - 控制场
- Data Field - 数据场
- CRC Field - CRC场(Stuff Count + CRC Sequence)
- ACK Field - ACK场
- EOF(End Of Frame) - 帧结束

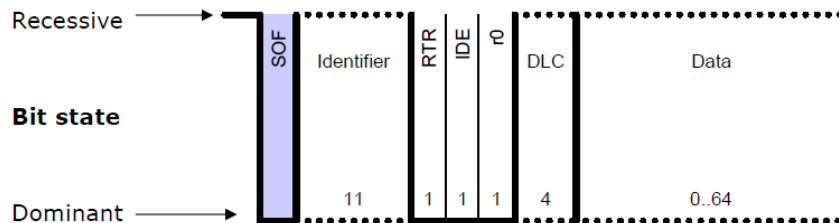


# CAN FD帧格式

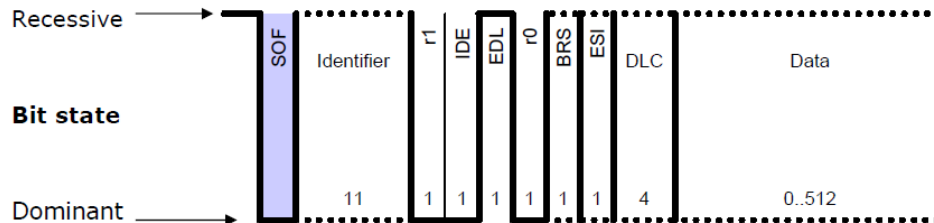
## □ SOF(Start Of Frame) - 帧起始

➤ CAN ,CAN FD均使用1bit显性位SOF

CAN frame



CAN FD frame



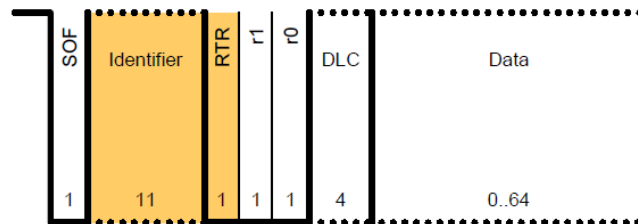
# CAN FD帧格式

## ❑ Arbitration Field - 仲裁场

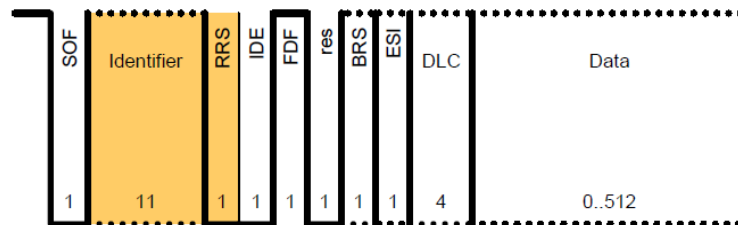
### ➤ CAN和CAN FD仲裁场之间的差别很小

- ID(标识符): 相同, 标准ID / 扩展ID
- CAN FD移除RTR位, 使用显性RRS位代替

CAN



CAN FD





# CAN FD帧格式

## Control Field - 控制场

### ➤ CAN和CAN FD以下位相同

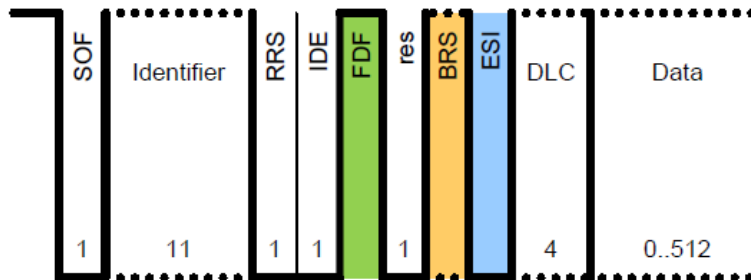
- IDE, res ,DLC位

### ➤ CAN FD增加以下位

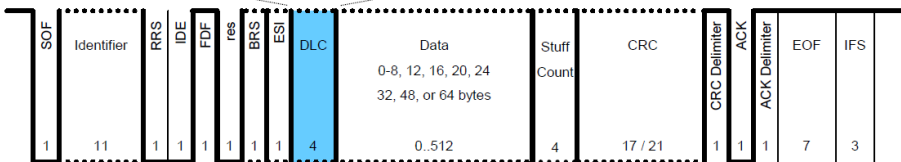
- FDF - FD格式位(FD Format), 隐性-CAN FD, 显性-CAN
- BRS - 速率切换位(Bit Rate Switch), 隐性-切换可变速率, 显性-不切换
- ESI - 错误状态指示位(Error State Indicator), 隐性-主动错误, 显性-被动错误

### ➤ Data Length Code (DLC)

- 4 bits
- $DLC \leq 7$ , CAN FD与CAN兼容
- $DLC \geq 8$ , CAN FD使用如图表示



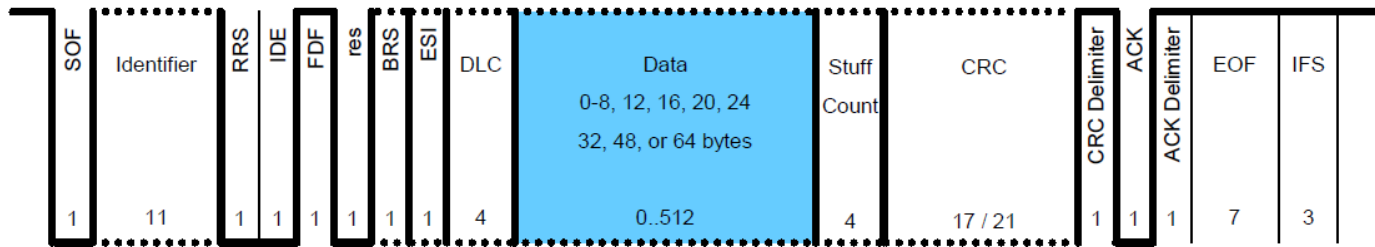
1000 = 8	1100 = 24
1001 = 12	1101 = 32
1010 = 16	1110 = 48
1011 = 20	1111 = 64



# CAN FD帧格式

## □ Data Field - 数据场

- CAN(0-8bytes)
- CAN FD(0-8, 12, 16, 20, 24, 32, 48, or 64 bytes)
- 数据场里低字节先发(Byte0....Byte7)
- 每个字节是高位先发(Bit7....Bit0)
- DLC = 0, 无数据场

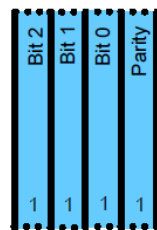
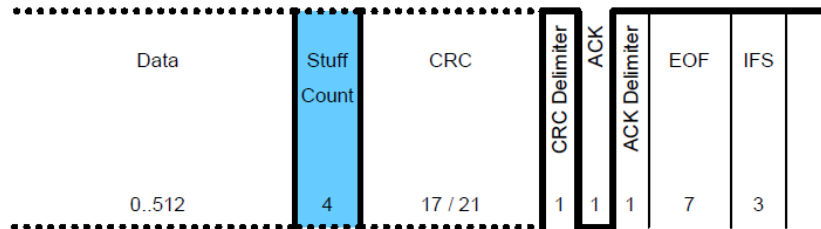


# CAN FD帧格式

## ❑ CRC Field - CRC场 (Stuff Count + CRC Sequence)

### ➤ Stuff Count - 填充计数器

- 填充位包含在CAN FD CRC计算中
- CAN CRC计算中不使用填充位
- Stuff Count表示在CRC场之前填充位的数量，模8算法以3位格雷码形式表示，和一位奇偶校验位



Stuff bit count module 8	0	1	2	3	4	5	6	7
Gray-coded with parity bit	000 0	001 1	011 0	010 1	110 0	111 1	101 0	100 1

格雷码最高位保留二进制最高位，格雷码次高位为二进制最高位与次高位异或运算结果

例：二进制数为 1 0 1 1 0  
格雷码为 1 1 1 0 1

# CAN FD帧格式

## ❑ CRC Field - CRC场 (Stuff Count + CRC Sequence)

- CAN总线由于位填充规则对CRC的干扰，造成错帧漏检率未达到设计意图。在CAN总线中，原本能够被CRC校验测出的一部分随机错误，由于位填充技术的使用，会转换成长度超出CRC校验检测能力的突发性错误，从而被漏检，由此导致CRC校验的可靠性降低了4个数量级；
- CAN-FD对CRC算法作了改变，CAN-FD的CRC场扩展到了21位。由于数据场长度有很大变化区间，所以要根据DLC大小应用不同的CRC生成多项式，CRC<sub>17</sub>，适合于帧长小于210位的帧，CRC<sub>21</sub>，适合于帧长小于1023位的帧；

### ➤ 常见的校验算法：

- 奇偶校验：每传输一个字节都要附加一位校验位，传输效率低。但算法简单，软件负担小，检错概率50%，应用：串口通讯
- Checksum(累加和校验)：算法简单，单字节的校验和大概有1/256的检错概率，应用：E2E校验、LIN协议校验和段；
- CRC(循环冗余校验)：数据通讯中常采用的校验方式，应用：CAN CRC场、刷写编程有效性校验等；

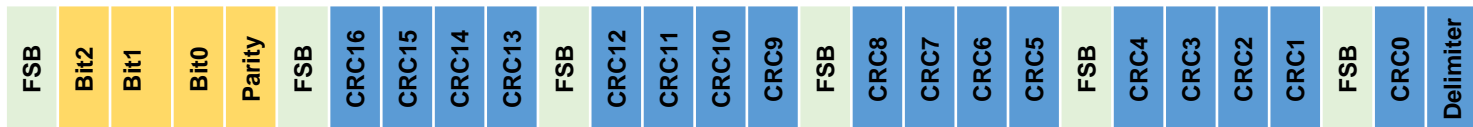
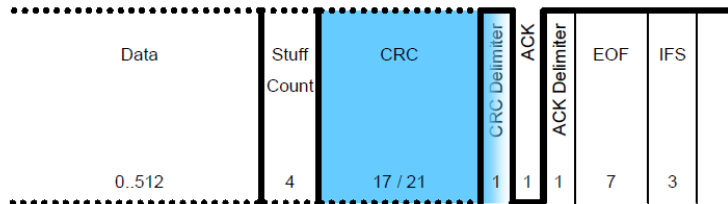
Data Length 数据长度	CRC Length CRC 长度	CRC Polynom CRC 多项式
CAN (0-8 字节)	15	$x^{15} + x^{14} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^4 + x^3 + 1$
CAN FD (0-16 字节)	17	$x^{17} + x^{16} + x^{14} + x^{13} + x^{11} + x^6 + x^4 + x^3 + x^1 + 1$
CAN FD (17-64 字节)	21	$x^{21} + x^{20} + x^{13} + x^{11} + x^7 + x^4 + x^3 + 1$

# CAN FD帧格式

## ❑ CRC Field - CRC场 (Stuff Count + CRC Sequence)

### ➤ CRC Sequence - CRC序列

- CRC
  - CAN: 15 bits
  - CAN FD : 数据场 ≤ 16bytes CRC Sequence 17 bits
  - 数据场 > 16bytes CRC Sequence 21 bits
- CRC界定符
  - CRC界定符始终以1位发送，但由于节点之间的相位偏移，发送方最多可接受2位时间
  - CAN FD帧的数据段以CRC界定符的第一位的采样点结束
- CRC场填充规则

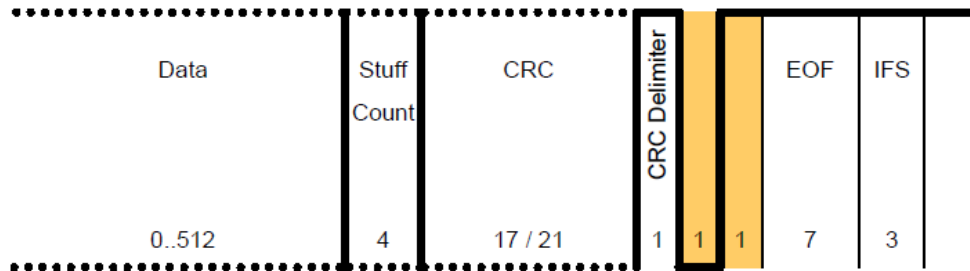


- CRC内部填充：FSB(Fixed Stuff Bit)发送节点从stuff count 前开始，以后每四位后填充一位与相邻极性相反的位；
- 接受节点清除填充。

# CAN FD帧格式

## ❑ ACK Field - ACK场

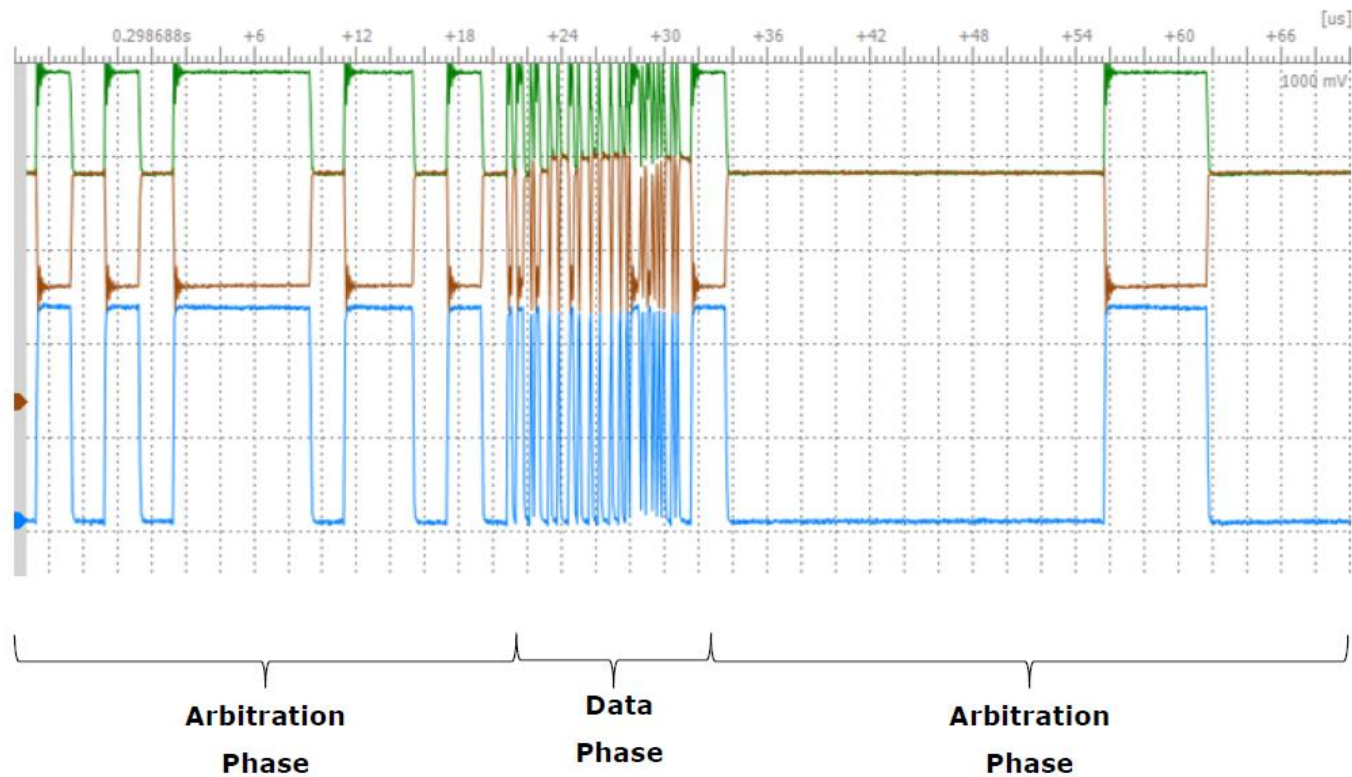
- CAN FD节点最多可识别两位时间作为有效ACK
- 由于从数据段高速率切换到仲裁段低速率，允许1个额外的位时间来补偿收发器相位移动和总线传播延迟



## ❑ EOF(End Of Frame) - 帧结束

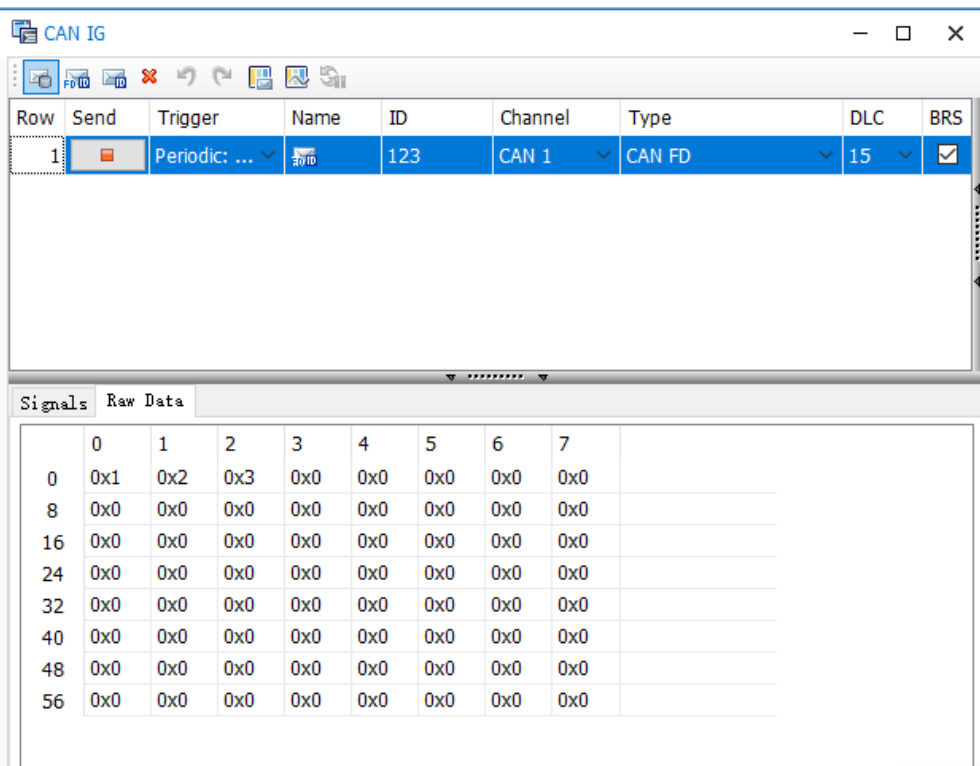
- 7个隐性位

# CAN FD帧格式



# CAN FD帧格式

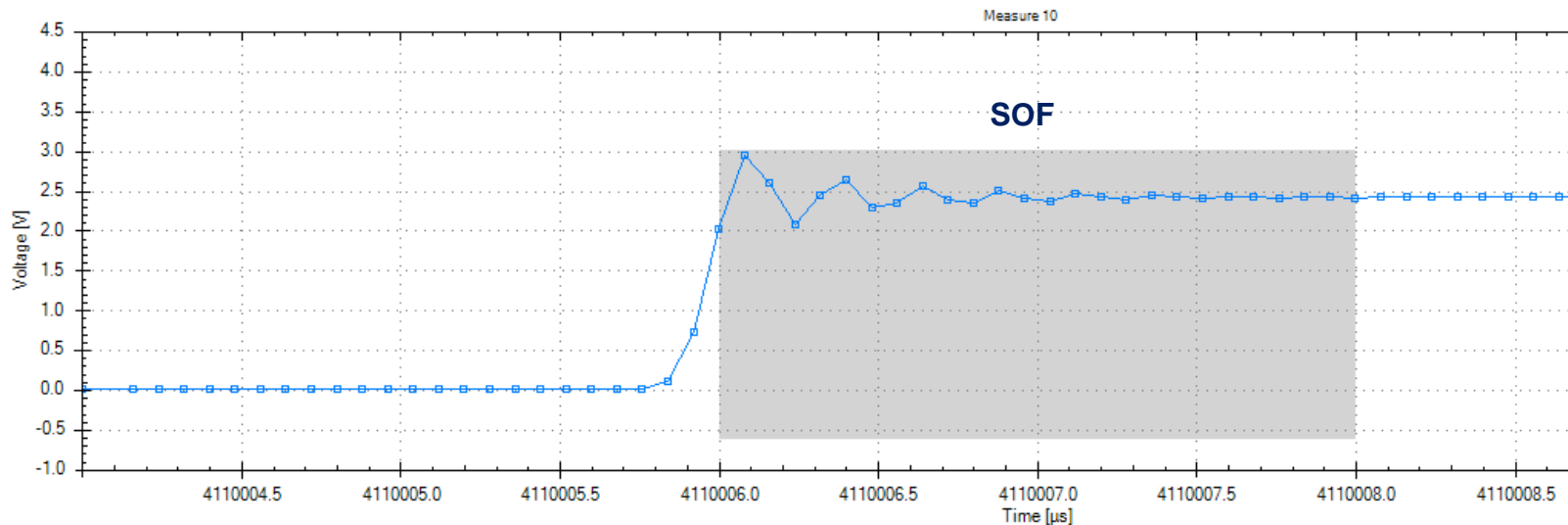
- 使用CAN IG模拟一帧CAN FD报文
- 报文ID(0x123), 数据长度64bytes(byte0 = 0x01, byte1 = 0x02, byte2 = 0x03)
- 可变速率, 仲裁段500K, 数据段2000K
- 使用Scope对CAN FD帧进行捕捉, 解析





# CAN FD帧格式

## □ SOF(Start Of Frame) - 帧起始

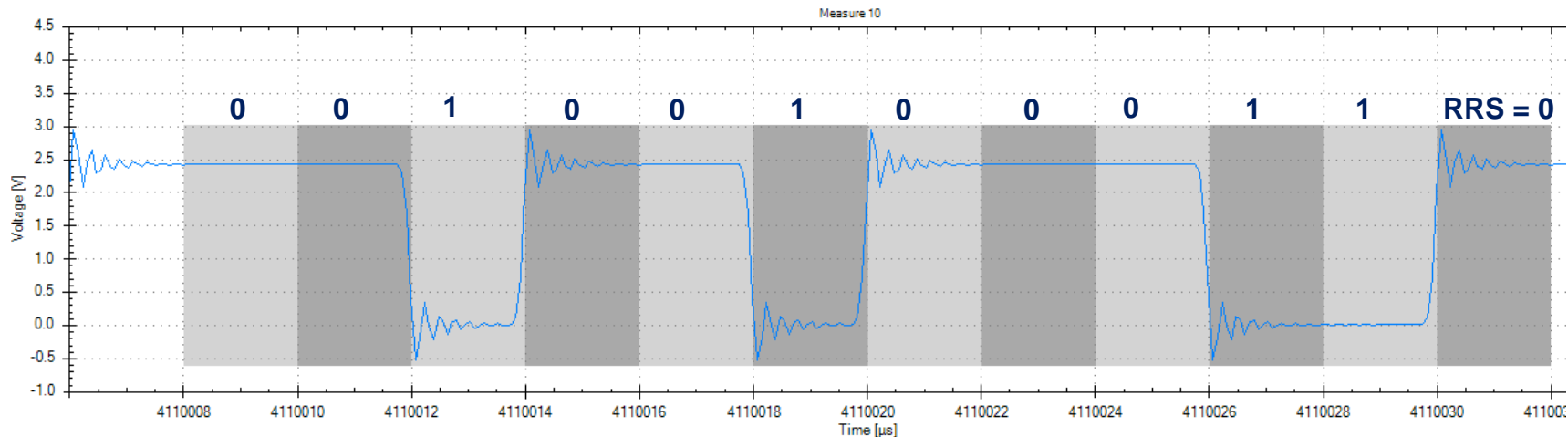


Time	Event Type / Field	Duration	Data	Channel	ID
4.110383	CAN FD Frame	382.960 us	01 02 03 00 00 00 00 00 ...	CAN1	123
4.110006	SOF	2.000 us (1.000 bits)			123

# CAN FD帧格式

## □ Arbitration Field - 仲裁场

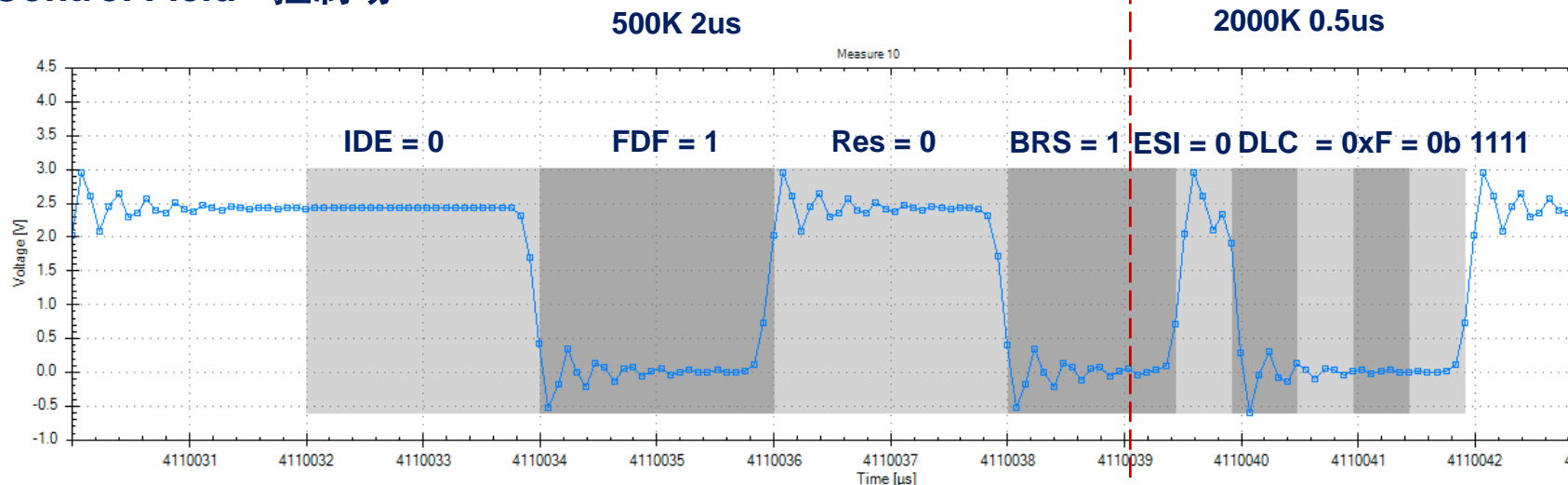
➤ ID = 0x123 = 0b 001 0010 0011



Time	Event Type / Field	Duration	Data	Channel	ID	Event Name
4.110383	CAN FD Frame	382.960 us	01 02 03 00 00 00 00 00 ...	CAN1	123	
4.110006	SOF	2.000 us (1.000 bits)			123	
4.110008	ARB Field	24.000 us (12.000 bits)	123		123	
4.110008	ID	22.000 us (11.000 bits)	123		123	
4.110030	RRS	2.000 us (1.000 bits)	0		123	

# CAN FD帧格式

## Control Field - 控制场

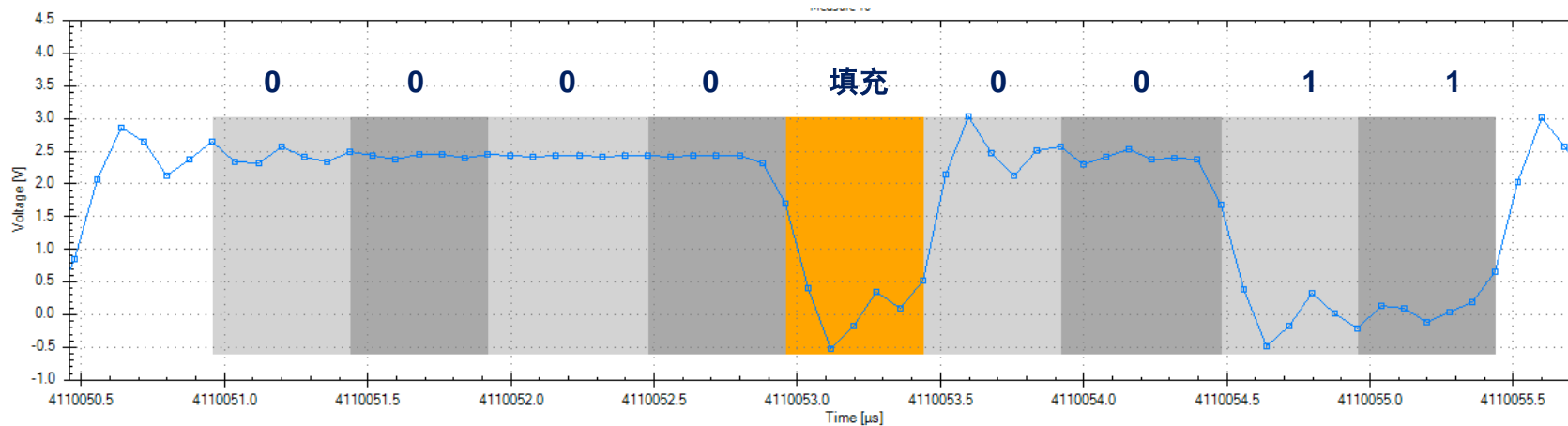


Time	Event Type / Field	Duration	Data	Channel	ID	Event Name
4.110032	CTRL Field	9.920 us			123	
4.110032	IDE	2.000 us (1.000 bits)	0		123	
4.110034	FDF	2.000 us (1.000 bits)	1		123	
4.110036	Res	2.000 us (1.000 bits)	0		123	
4.110038	BRS	1.440 us	1		123	
4.110039	ESI	0.480 us (0.960 bits)	0		123	
4.110040	DLC	2.000 us (4.000 bits)	F		123	

# CAN FD帧格式

## □ Data Field - 数据场

➤ DataByte3 = 0x03 = 0b 0000 0011



Time	Event Type / Field	Duration	Data	Channel	ID	Event Name
4.110032	CTRL Field	9.920 us			123	
4.110042	DATA Phase	306.000 us (612.000 bits)	01 02 03 00 00 00 00 00 00 ...		123	
4.110042	DataByte 1	4.560 us (9.120 bits)	01		123	
4.110046	DataByte 2	4.480 us (8.960 bits)	02		123	
4.110051	DataByte 3	4.480 us (8.960 bits)	03		123	

# CAN FD帧格式

## CRC Field - CRC场 (Stuff Count + CRC Sequence)

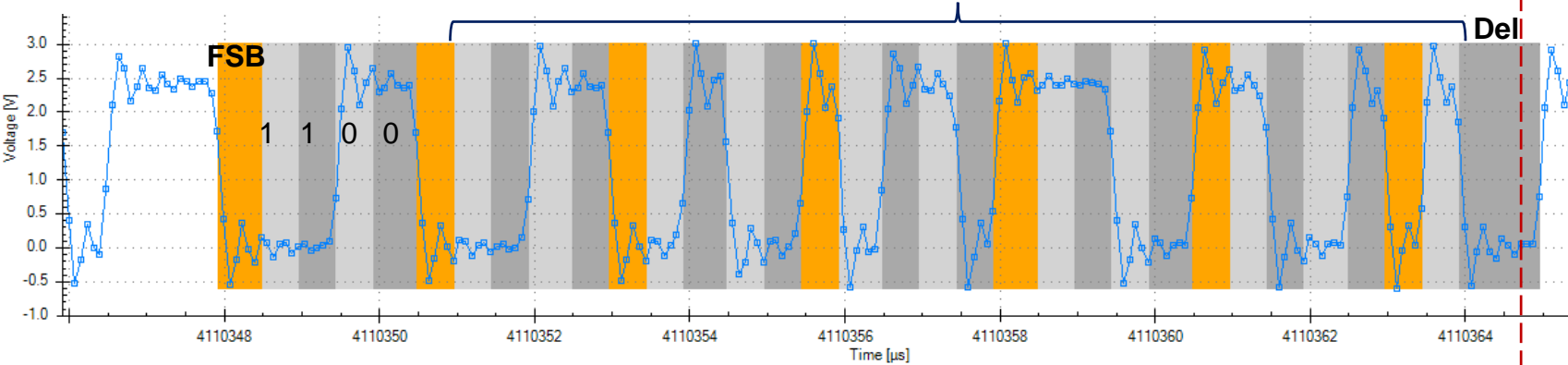
CRC之前共100个填充  $100\%8 = 4$

Stuff Count = 0b 100 0 = 格雷码 110 0

FSB每隔四位填充一次，与相邻位极性相反

CRC Sequence 21bits 5个FSB

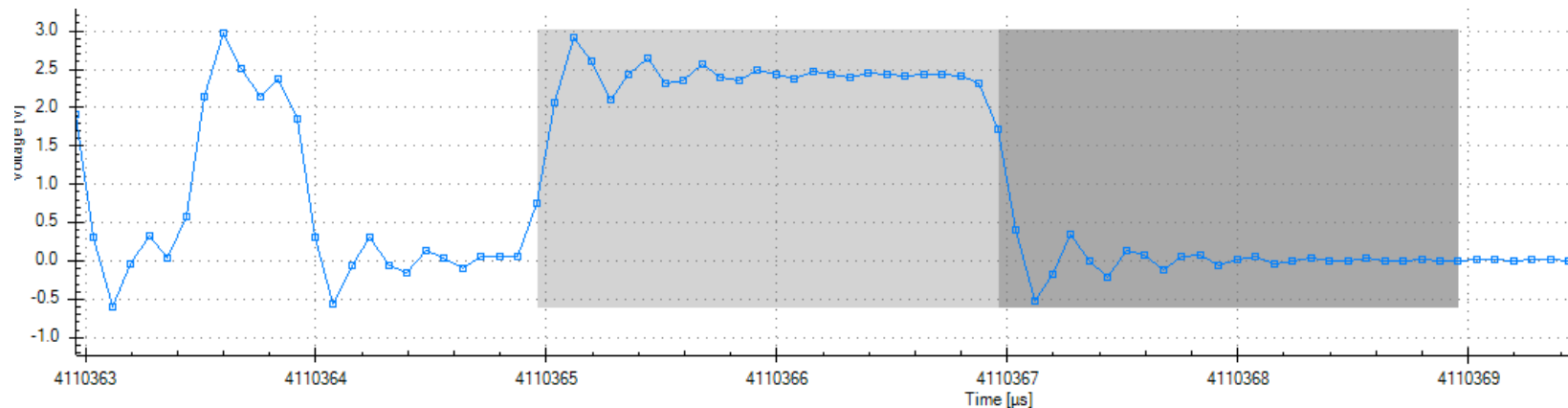
2000K 500K



Time	Event Type / Field	Duration	Data	Channel	ID	Event Name
4.110348	CRC Field	17.040 us			123	
4.110348	Stuff Count	2.000 us (4.000 bits)	6		123	
4.110350	Stuff Count Parity	0.560 us (1.120 bits)	0		123	
4.110350	CRC	13.440 us (26.880 bits)	19726C		123	
4.110364	CRC Del.	1.040 us	1		123	

# CAN FD帧格式

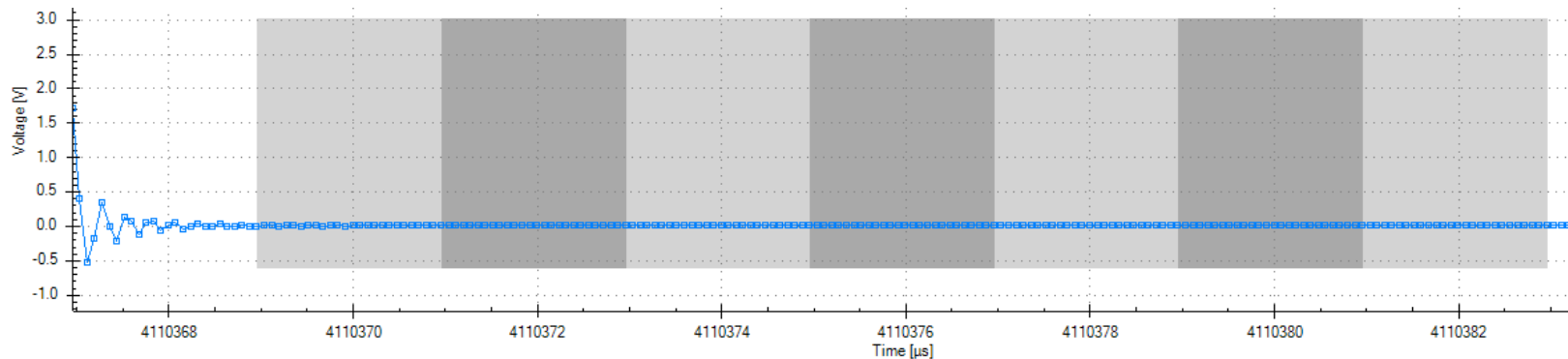
## ACK Field - ACK场



ne	/	Event Type / Field	Duration	Data	Channel	ID
4.110365		ACK Field	4.000 us (2.000 bits)			123
4.110365		ACK Slot	2.000 us (1.000 bits)	0		123
4.110367		ACK Del.	2.000 us (1.000 bits)	1		123

# CAN FD帧格式

## □ EOF(End Of Frame) - 帧结束



Time	Event Type / Field	Duration	Data	Channel	ID	Event N
4.110365	ACK Field	4.000 us (2.000 bits)			123	
4.110365	ACK Slot	2.000 us (1.000 bits)	0		123	
4.110367	ACK Del.	2.000 us (1.000 bits)	1		123	
4.110369	EOF	14.000 us (7.000 bits)	7F		123	

# CAN FD帧格式

## ❑ 其他帧

错误帧	与经典CAN一致，位速率与仲裁段一致，控制器自动切换速率
远程帧	CAN FD帧中RTR位被移除，且在CAN FD中未定义远程帧
过载帧	与传统CAN一致，位速率与仲裁段一致，控制器自动切换速率



# 目录

☐ CAN FD产生背景

☐ CAN FD发展历程

☐ CAN FD总线特点

☐ CAN FD帧格式

 ☒ **CAN FD性能**

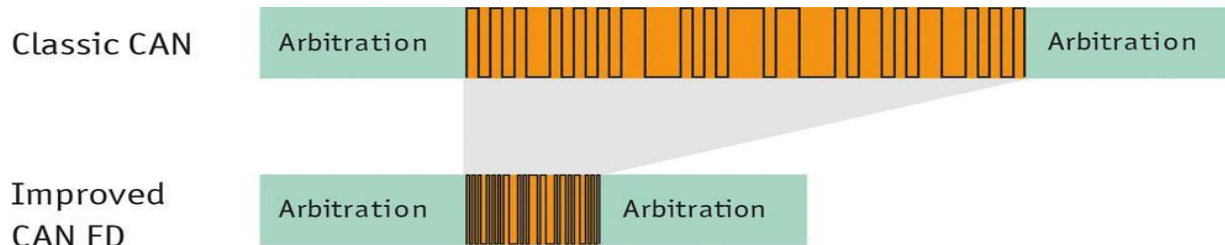
☐ CAN FD迁移

☐ CAN FD总结

# CAN FD性能

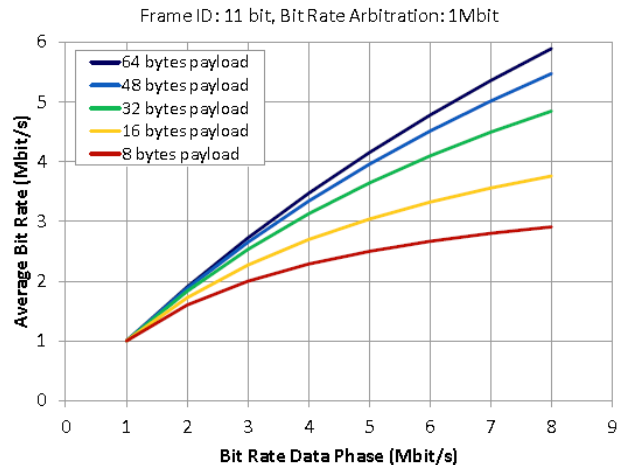
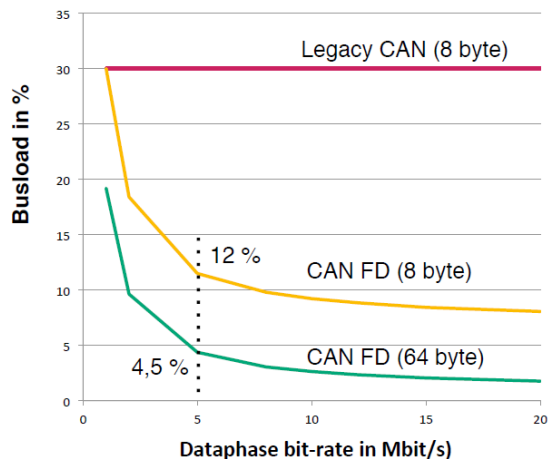
## ➤ CAN-FD采用了两种方式来提高通信的效率：

- 一种方式为缩短位时间提高位速率；
- 另一种方式为加长数据场长度减少报文数量降低总线负载率；



# CAN FD性能

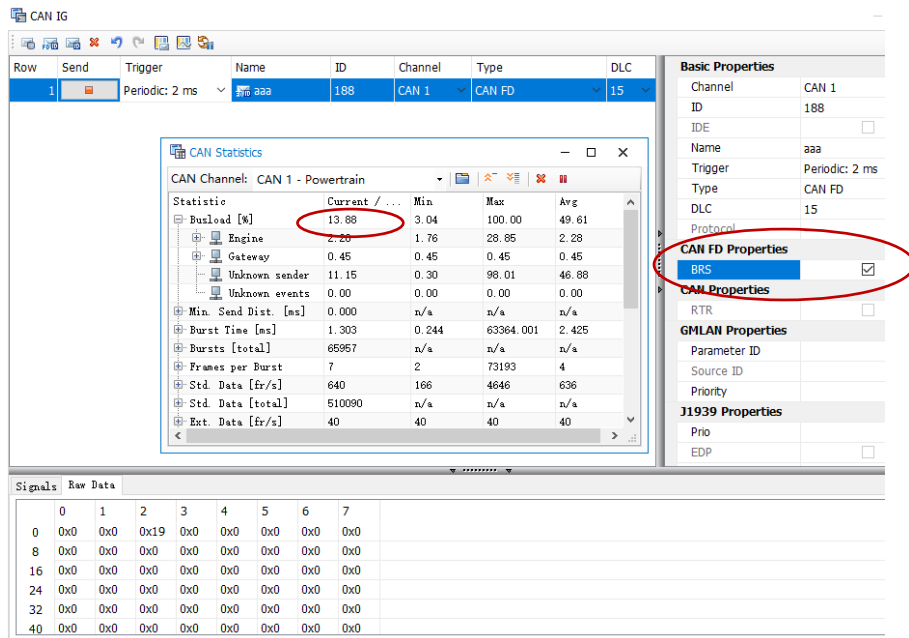
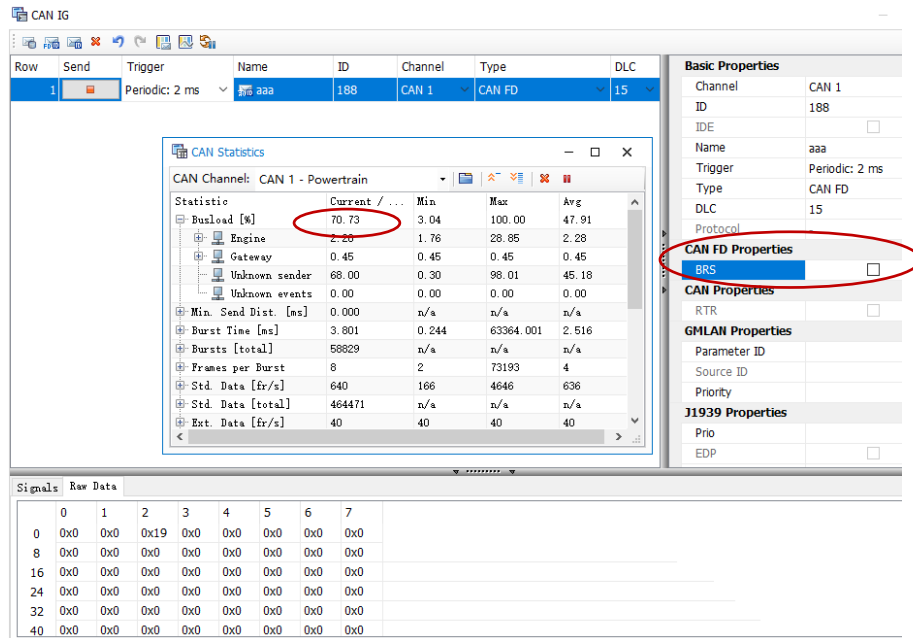
- 不包括填充位，CAN帧最大111位，CAN-FD帧最大120/572位；
- 仲裁段位速率稳定在500K/S，当进一步提升数据段的速度，仲裁段体现的相对明显，CAN-FD帧时间不会成比例减少；
- 同样的，随着数据段的速率提升，总线负载减小的斜率越来越低；



帧类型	数据字节	仲裁段位速率	可选位速率	平均位速率	帧周期
CAN	8	500K bit/s	-		222 us
CAN FD	8	500K bit/s	2 Mbit/s	1.16 Mbit/s	103.5 us
CAN FD	8	500K bit/s	5 Mbit/s	1.57 Mbit/s	76.2 us
CAN FD	64	500K bit/s	2 Mbit/s	1.74 Mbit/s	329.5 us
CAN FD	64	500K bit/s	5 Mbit/s	3.43Mbit/s	166.6 us

# CAN FD性能

- 数据段不进行速率切换，CAN-FD总线就等同于普通CAN总线，会造成总线高负载
- 数据场进行速率切换后，可以有效的降低总线负载



# 目录

☐ CAN FD产生背景

☐ CAN FD发展历程

☐ CAN FD总线特点

☐ CAN FD帧格式

☐ CAN FD性能

 ☒ **CAN FD迁移**

☐ CAN FD总结

# CAN FD迁移

- 目前车载通讯使用最多的还是CAN网络，CAN-FD对于CAN来说帧结构发生了变化，并且不是所有厂商的ECU都能全部切换到CAN-FD，这就带来了一个比较实际的问题，在整车上可能会共存使用CAN-FD和普通CAN的两种ECU，ISO 11898对CAN-FD和CAN的兼容性提出了三种方式：
- 第一种方式是支持普通CAN网络的ECU将CAN-FD识别为错误帧，这样网络上是无法进行正常数据通信的；
  - 第二种方式是支持普通CAN网络的ECU将CAN-FD的帧忽视，不将它识别为错误帧，但是也无法解析CAN-FD的数据帧，这样的网络可以正常通信，但是CAN-FD只能在支持CAN-FD的ECU直接进行数据通信；
  - 第三种方式是整个网络上的节点都支持CAN-FD，这样的网络既可以传输CAN-FD又可以选择只传输普通CAN。
- 目前正处于从第二种方式向第三种方式过度。

# CAN FD迁移

- 基于以上第二种方式，为了解决传统CAN和CAN-FD的兼容性问题，芯片厂商提出了一种可能的解决方案，在传统CAN节点上采用具有CAN-FD Shield模式的收发器，当收到CAN-FD帧时，收发器会过滤掉CAN-FD帧，防止传统CAN节点发出错误帧，以此达到原有网络拓扑不变，实现网络兼容。

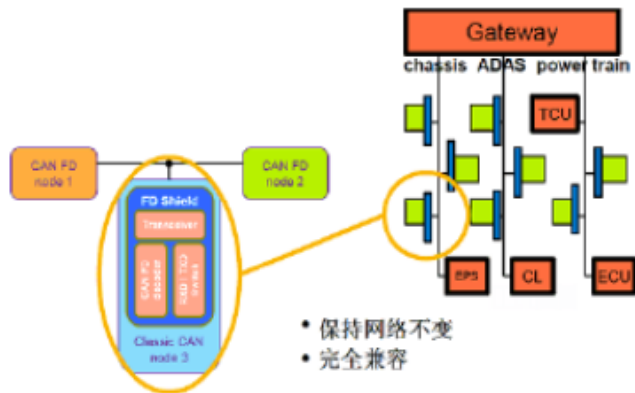


图 4 CANFD 收发器实现网络兼容

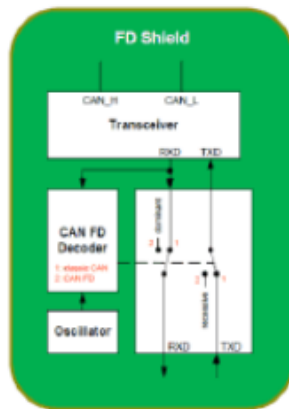


图 5 CANFD 收发器结构示意图

# CAN FD迁移



## □ 如何将 CAN 升级至 CAN FD

### ➤ 需要使用支持 CAN FD 协议的 MCU 或控制器

- CAN FD 作为 CAN2.0 的升级，可以向下兼容 CAN2.0 标准，即 CAN FD 节点可以接收传统CAN 节点的数据，但传统 CAN 节点则无法正确接收 CAN FD 报文。因此，既含有 CAN FD 节点，又含有传统 CAN 节点的总线上，只能使用传统格式的 CAN 报文。

### ➤ 需要支持更高的传输速率的收发器

- 传输速率的提高对 CAN 收发器也提出了更高的要求，若设计的 CAN FD 节点的最高速率是 5Mbit/s，则收发器的传输速率也必须达到此数值。



# CAN FD迁移

## ➤ CAN Transceiver

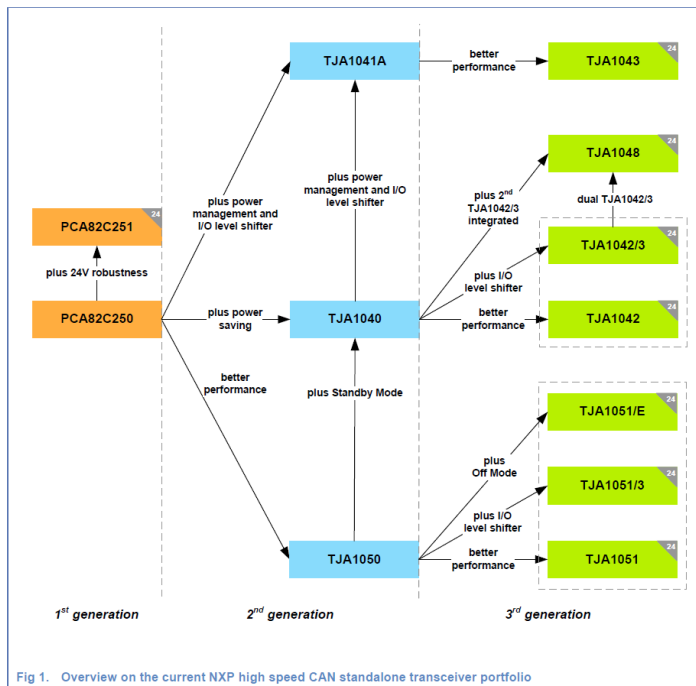
- 业内典型的Transceiver速率:
  - 应用在报文上: 2Mbit/s; (在目前电磁辐射的要求下)
  - 应用在刷写上: 5-8Mbit/s.
- 
- 吉利测试规范中推荐的CAN FD收发器

Supplier	Part.No
NXP	TJA1057(G)T(K)/(3)
	TJA1044(G)T(K)/(3)
	TJA1046TK
	TJA1043T(K)
	TJA1051T(K)/(3)
	TJA1042T(K)/(3)

产品类型	说明	推荐产品
安全的CAN收发器系列	恩智浦新型安全CAN/CAN FD收发器系列TJA115x提供了一种无缝且高效的解决方案,可在不使用加密技术的情况下保护经典CAN和CAN FD通信。	<a href="#">TJA115x</a>
基本HS-CAN收发器	8引脚CAN收发器,带静默模式。适合数据传输率高达5 Mbit/s的应用。提供面向3.3 V或5 V供电微控制器的接口选项。	<a href="#">TJA1057</a>
待机HS-CAN收发器	8引脚CAN收发器,带低功耗待机模式。适合数据传输率高达5 Mbit/s的应用。提供面向3.3 V或5 V供电微控制器的接口选项。	<a href="#">TJA1044</a>
睡眠HS-CAN收发器	14引脚收发器,带低功耗待机和睡眠模式。适合数据传输率高达5 Mbit/s的12 V和24 V应用。提供面向3.3 V或5 V供电微控制器的直接接口。	<a href="#">TJA1043</a>
双通道HS-CAN收发器	14引脚双通道收发器,带低功耗待机模式。能够为多通道CAN应用节省电路板空间,数据传输率高达5 Mbit/s。提供面向3.3 V或5 V供电微控制器的接口选项。	<a href="#">TJA1046</a> , <a href="#">TJA1059</a>
局部网络HS-CAN收发器	14引脚收发器,带可选电唤醒功能。适合数据传输率高达2 Mbit/s的12 V和24 V应用。提供面向3.3 V或5 V供电微控制器的直接接口。	<a href="#">TJA1145</a>

# CAN FD迁移

## ➤ CAN Transceiver - NXP



## CAN收发器

基本 CAN 收发器	<p><b>TJA1057</b> Chokeless EMC SO8, HVSON8</p> <p><b>MC3x901S(N)EF</b> Chokeless EMC 12V solution, SO8</p>	<p><b>TJA1051(/3)</b> 24V, Low VIO, SPLIT SO8 / HVSON8</p> <p><b>TJA1057GT(/3)</b> Fit for 5 Mbps SO8/HVSON8</p>	<p><b>TJA1052i</b> Galvanic isolation SO16WB</p>
待机功能 CAN 收发器	<p><b>TJA1044</b> Chokeless EMC SO8, HVSON8</p> <p><b>MC3x901W(N)EF</b> Chokeless EMC 12V solution, SO8</p> <p><b>CM0902</b> Dual 12V solution, VIO, SO14</p>	<p><b>TJA1042(/3)</b> 24V, VIO, SPLIT, 2Mbps SO8 / HVSON8</p> <p><b>TJA1048</b> Dual TJA1042/3 SO14 / HVSON14</p> <p><b>TJA1044GT(/3)</b> Fit for 5 Mbps SO8/HVSON8 SOP- Q3-18</p> <p><b>TJA1046TK</b> Dual TJA1044GT HVSON14</p>	<p><b>TJA1059</b> Dual TJA1049/3 HVSON14</p> <p><b>TJA1049(/3)</b> VeLIO-fit, 24V, VIO SO8 / HVSON8</p>
睡眠功能 CAN 收发器	<p><b>TJA1041</b> Legacy 12V solution, SO14</p>	<p><b>TJA1043</b> 24V, VIO, SPLIT 2Mbps, SO14 / HVSON14</p>	<p><b>TJA1145(/FD)</b> PN / FD-passive SO14 / HVSON14</p> <p><b>TJA114x</b> FD Shield HVSON8/14</p>
容错 CAN 收发器	<p><b>TJA1055(/3)</b> 24V fit, Low VIO SO14</p>	<p>2Mbps FD active 5Mbps FD active Advanced FD features</p>	
	12 V solution	性能增强	特殊功能

# CAN FD迁移

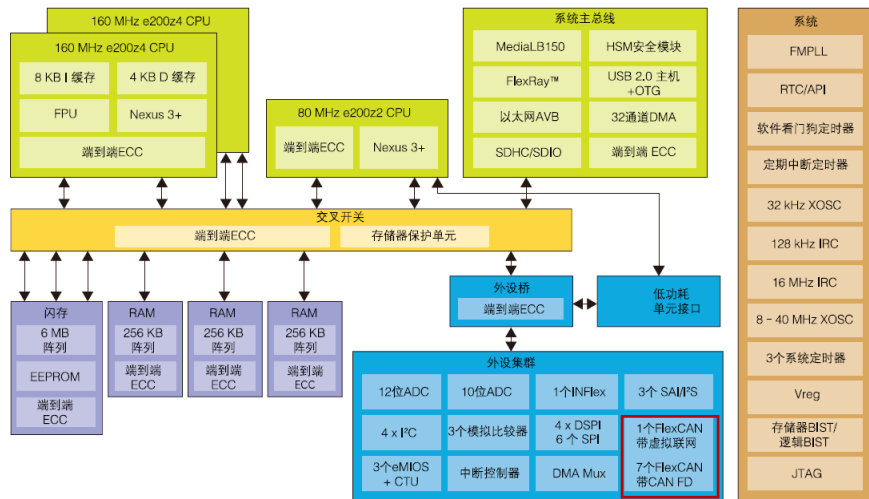
## ➤ CAN Controller

- MCU内置CAN控制器：Freescale, ST, Renesas, Infineon...
- 将CAN控制器升级到CAN FD控制器，相应地MCU也需要升级，或整合多个控制器和收发器等分立器件，或重新设计MCU，来集成CAN FD控制器。不仅需集成CAN FD的IP，要重新设计开发，并且之后还要进行车规级认证，耗时，成本高昂；
- 外接CAN FD 控制器：如TI-SBC TCAN4550-Q1，集成CAN FD控制器和收发器
- MCU不含CAN/CAN FD控制器，通过SPI等串行接口，外接CAN FD控制器SBC(系统基础芯片)，它将CAN控制器和收发器与功率器件如LDO或DC/DC转换器等高水平的集成，可在保留汽车MCU现有架构的情形下，简化CAN FD升级或扩展，同时实现更便利和更低成本设计；

# CAN FD迁移

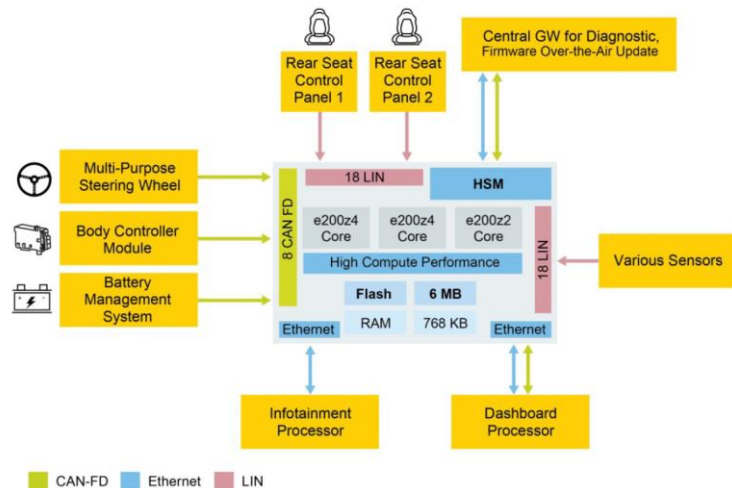
## ➤ MPC574xB/C/G

### Qorivva MPC5748G框图



- 多核：2个160M的内核、1个80M内核，支持多任务
- 大容量存储：768K RAM，6M flash
- 广泛的通讯支持：LIN, **CAN-8路CAN FD**, Flexray, Ethernet
- 功能安全支持：端到端ECC

## Application Block Diagram 车载信息娱乐系统域控制器网关



- 与BCM交互(获取车身信息等)
- 与多功能方向盘控制器交互(获取音量、空调电话等信息传至信息娱乐控制器)
- 与中央网关交互(用于诊断和固件无线更新FOTA)
- 与BMS交互(获取电池信息至中控)

# CAN FD迁移性

## □ MPC5748-FlexCAN

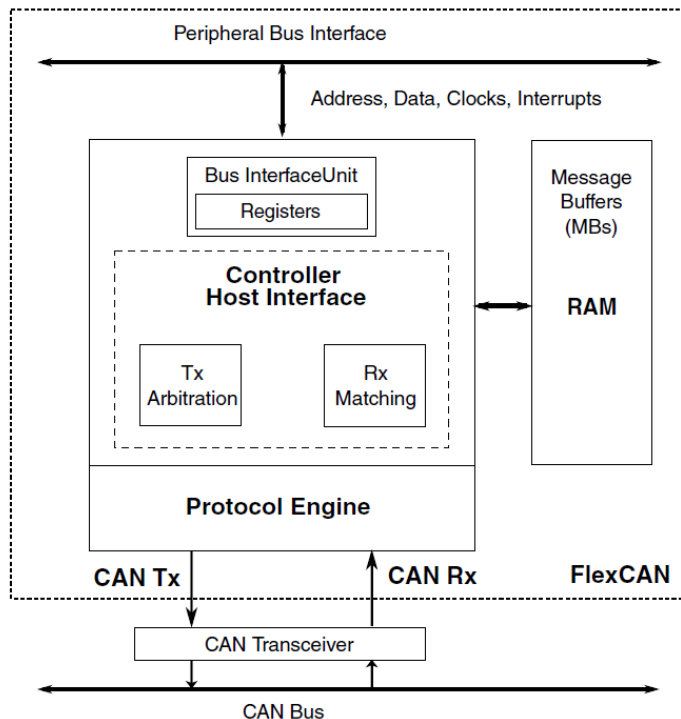


Figure 43-1. FlexCAN block diagram

- **协议引擎(The Protocol Engine): 管理CAN总线上的串行通信**
  - 请求RAM访问以接收和发送报文
  - 验证收到的报文
  - 执行错误处理
  - 检测CAN FD报文
- **控制器主接口(Controller Host Interface) :**
  - 处理用于接收和传输的报文缓冲器选择, 负责CAN FD和非CAN FD报文格式的仲裁和ID匹配算法;
- **总线接口单元(The Bus Interface Unit) :**
  - 控制对内部接口总线的访问, 以便建立与CPU和其他模块的连接。通过总线接口单元访问时钟, 地址和数据总线, 中断输出, DMA和测试信号;

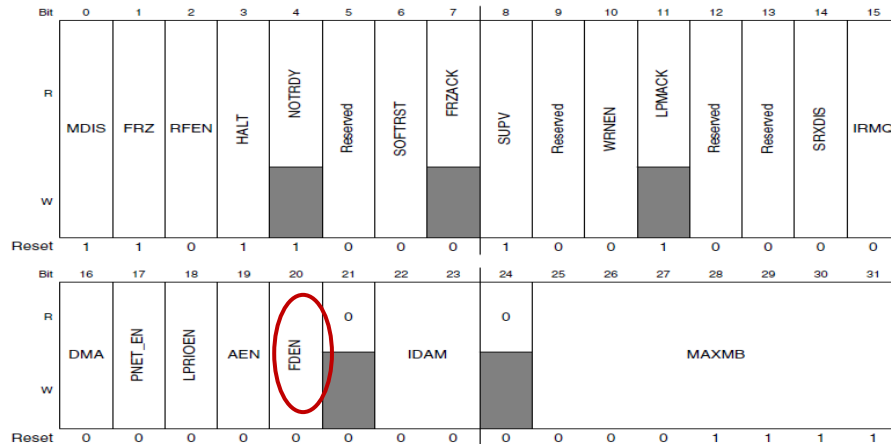
# CAN FD迁移性

## ❑ MPC5748-FlexCAN

### ➤ Modes of operation

- Normal mode (User or Supervisor):正常收发
- Freeze mode:在这种模式下，不进行帧的发送或接收
- Loop-Back mode:回环模式，自发自收
- Listen-Only mode:模块以CAN错误被动模式运行，只发不收
- CAN FD Active mode:在此模式下，FlexCAN能发送和接收CAN FD协议和CAN 2.0协议格式的所有报文。通过在冻结模式下配置MCR [FDEN]位字段，CPU可以将FlexCAN设置为CAN FD激活模式。

Address: FFEC\_0000h base + 0h offset = FFEC\_0000h



### ➤ Module Configuration Register (CAN\_MCR)

- 该寄存器定义全局系统配置，例如模块操作模式和最大报文缓冲区配置。

	CAN FD 使能位
	该位使CAN具有灵活的数据速率（CAN FD）操作。该位只能以冻结模式写入。
	NOTE: 如果FDEN置位，则不能设置Rx FIFO使能（RFEN）位。
20	1 CAN FD已启用，FlexCAN能够以CAN FD和CAN 2.0格式接收和发送报文。
FDEN	0 CAN FD已禁用，FlexCAN能够以CAN 2.0格式接收和发送报文。

# CAN FD迁移

## ❑ MPC5748-FlexCAN

- Control 1 register (CAN\_CTRL1): PRES DIV, PROPSEG, PSEG1, PSEG2, RJW

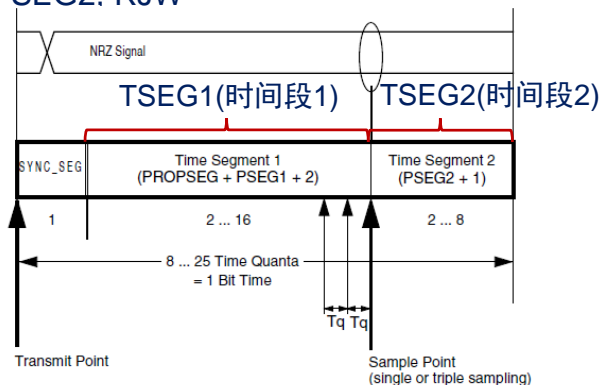
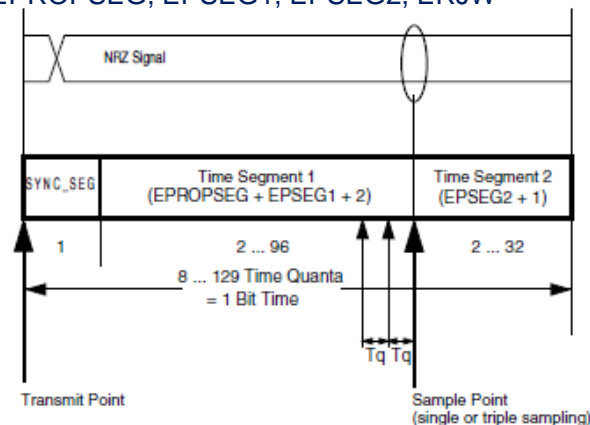


Figure 43-7. Segments within the bit time (example using CAN\_CTRL1 bit timing variables for Classical CAN format)

- CAN: CAN\_CTRL1/ CAN\_CBT配置位定时;
- CAN FD: 仲裁段-CAN\_CBT

数据段-CAN\_FDCBT

- CAN Bit Timing Register (CAN\_CBT): EPRES DIV, EPROPSEG, EPSEG1, EPSEG2, ERJW



- CAN FD Bit Timing Register (CAN\_FDCBT): FPRES DIV, FPROPSEG, FPSEG1, FPSEG2, FRJW

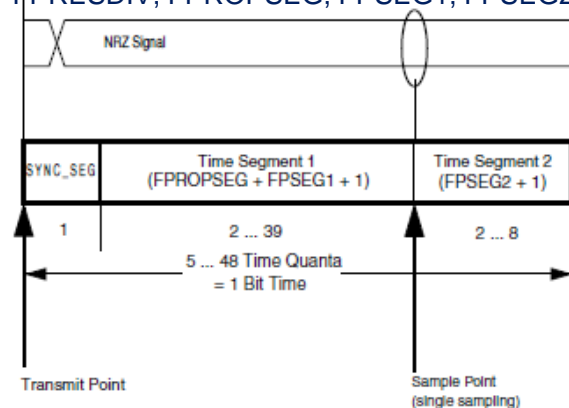


Figure 43-8. Segments within the bit time (example using CAN\_CBT and CAN\_FDCBT bit timing variables for CAN FD format)

# CAN FD迁移

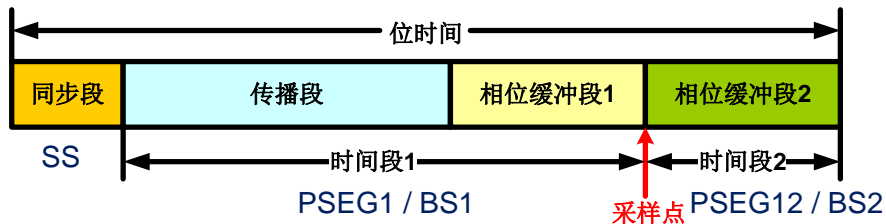
## □ 采样率综合示例

- MCU晶振8M通过PLL(锁相环)倍频至系统时钟36M，CAN控制器预分频因子为12，CAN时钟频率3M， $T = 1/3M = 1/3\mu s$ ，波特率500k  $1tq = 1/500k = 2\mu s$ ， $T = 6tq$ ；

//波特率500K，采样率=  $(1+2)/(1+2+3) = 50\%$   
CAN\_InitStructure.CAN\_Prescaler=12;  
CAN\_InitStructure.CAN\_BS1=CAN\_BS1\_2tq;  
CAN\_InitStructure.CAN\_BS2=CAN\_BS2\_3tq;  
CAN\_InitStructure.CAN\_SJW=CAN\_SJW\_1tq;

//波特率500K，采样率=  $(1+3)/(1+2+3) = 66.7\%$   
CAN\_InitStructure.CAN\_Prescaler=12;  
CAN\_InitStructure.CAN\_BS1=CAN\_BS1\_3tq;  
CAN\_InitStructure.CAN\_BS2=CAN\_BS2\_2tq;  
CAN\_InitStructure.CAN\_SJW=CAN\_SJW\_1tq;

CAN\_Init(CAN1,&CAN\_InitStructure);





# 目录

☐ CAN FD产生背景

☐ CAN FD发展历程

☐ CAN FD总线特点

☐ CAN FD帧格式

☐ CAN FD性能

☐ CAN FD迁移性

 ☒ CAN FD总结

# CAN FD总结



## ➤ 经典CAN

- 速率低、高总线负载
- 数据传输效率低

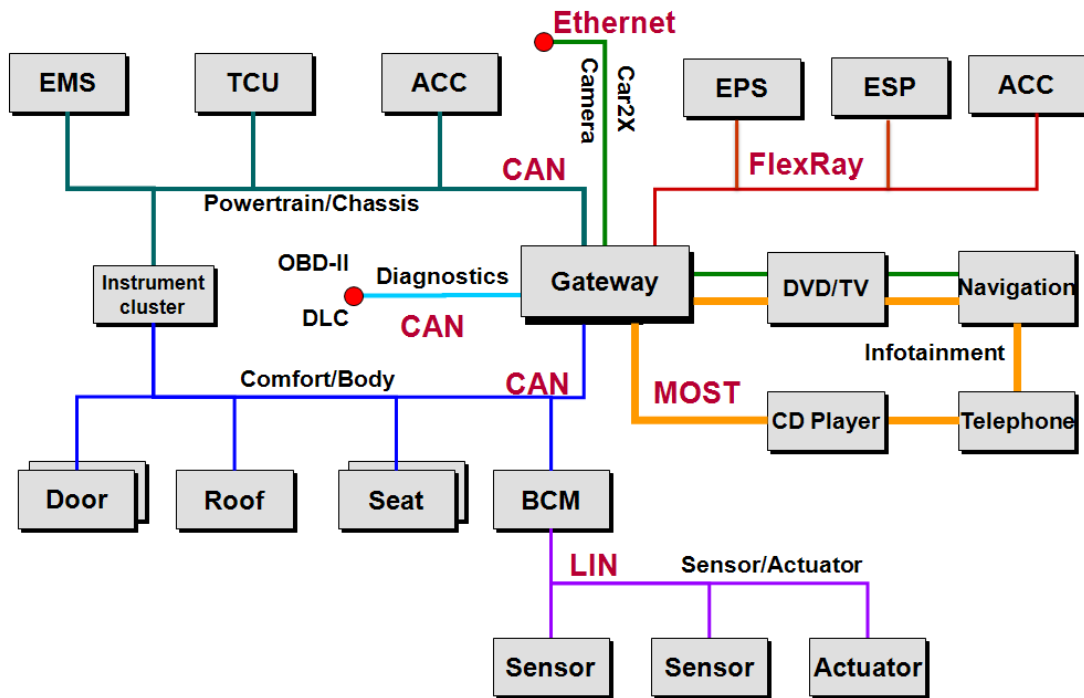
## ➤ CAN FD

- 数据段速率提高
- 数据有效载荷增加(64 bytes)

## ➤ CAN FD是对CAN技术的改进

- 事件触发型
- 仲裁和应答机制不变

# CAN FD总结



**车载网络，未来谁主沉浮？？谈谈你的看法**

# THANKS!



## Location

上海：上海市徐汇区钦州北路1199号智汇园

87号楼5F室 (200233)

北京：北京市海淀区苏州街18号长远天地A2座1808室 (100080)

惠州：广东省惠州市惠城区江北佳兆业icc-T2栋32楼A05室 (516000)



## Contact Us

电话：86-21-64955659

邮箱：[marketing@e-planet.cn](mailto:marketing@e-planet.cn)



## More Information

网站：<http://www.e-planet.cn>

微信公众号ID：e-planet

# 版本记录

版本	更改内容	更改人	日期
V1.0	初始创建	朱召标	2019.08.09
V2.0	添加CAN FD迁移相关内容	朱召标	2019.08.26