

三分钟了解最新 CAN FD 协议

对于中国制造 2025 与汽车产业发展方向，新能源和智能化一直是人们讨论的两个主题。在汽车智能化的过程中，CAN FD协议由于其优越的性能受到了大家广泛的关注，本文将和大家一起来了解 CAN FD协议。

当今社会，汽车已经成为了我们生活中不可缺少的一部分，人们希望汽车不仅仅是一种代步工具，更希望在汽车是生活及工作范围的一种延伸。在汽车上就像呆在自己的办公室和家里一样，可以打电话、上网、娱乐、工作。

因此，汽车制造商为了提高产品竞争力，将越来越多功能集成到了汽车上。ECU(电子控制单元) 大量地增加使总线负载率急剧增大，传统的 CAN总线越来越显得力不从心。因此，CAN FD(CAN with Flexible Data-Rate) 协议诞生了。



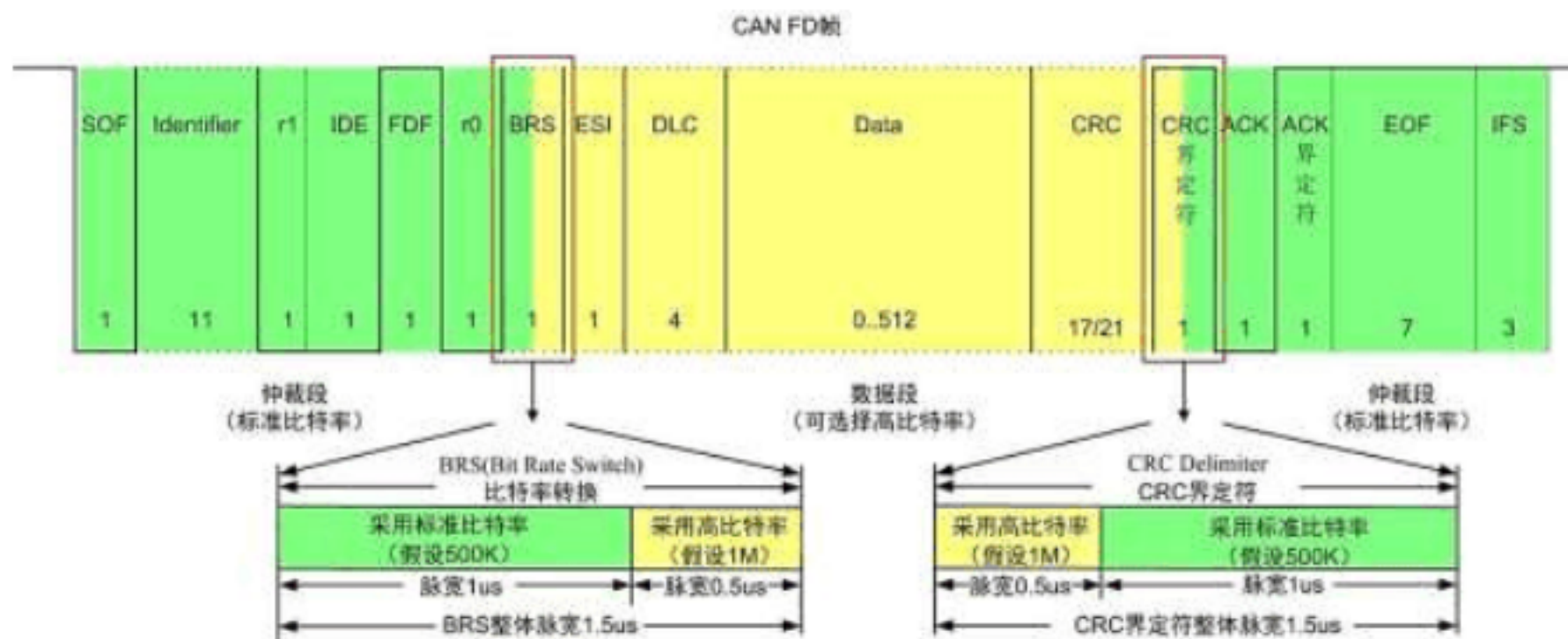
它继承了 CAN总线的主要特性，提高了 CAN总线的网络通信带宽，改善了错误帧漏检率，同时可以保持网络系统大部分软硬件特别是物理层不变。这种相似性使 ECU供应商不需要对 ECU的软件部分做大规模修改即可升级汽车通信网络。

一、CAN FD做出的改进

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。在 CRC校验段采用了三种多项式来保证高速通讯下的数据可靠性。

(1) 可变速率 (CAN with Flexible Data-Rate)

从控制场中的 BRS位到 ACK场之前 (含 CRC分界符) 为可变速率，其余部分为原 CAN总线用的速率。两种速率各有一套位时间定义寄存器，它们除了采用不同的位时间单位 TQ外，位时间各段的分配比例也可不同。



(2) 新的数据场长度

CAN FD对数据场的长度作了很大的扩充，DLC最大支持 64 个字节，在 DLC小于等于 8 时与原 CAN总线是一样的，大于 8 时则有一个非线性的增长，最大的数据场长度可达 64 字节。如下所示为 DLC数值与字节数的非线性对应关系。

CAN 和 CAN FD 帧数据长度码

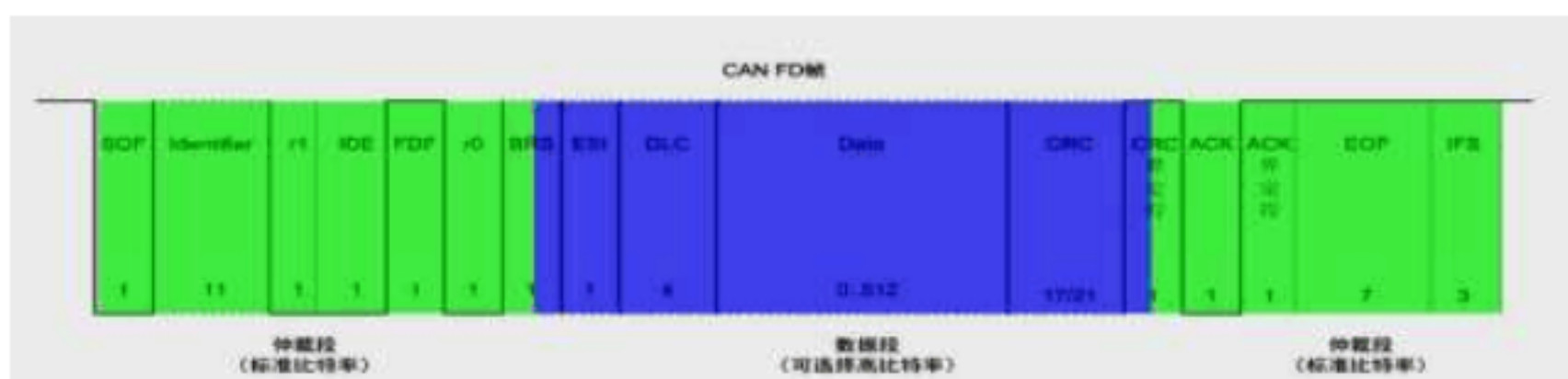
	CAN (CANFD8)									CANFD						
Data Bytes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	12	16	20	24	32	48	64
DLC3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
DLC2	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
DLC1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
DLC0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

(3) CRC校验场

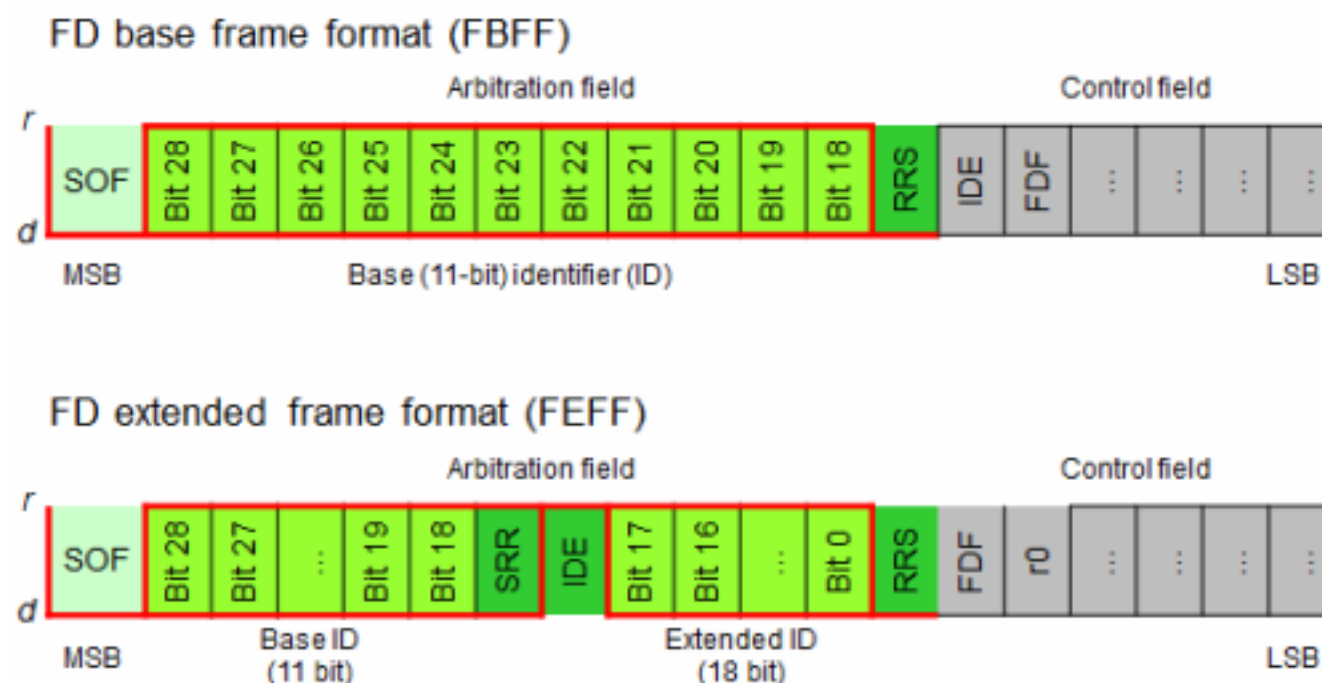
在 CANFD协议标准化的过程中，通信的可靠性也得到了提高。由于 DLCs的长度不同，在 DLC大于 8 个字节时，CAN FD选择了两种新的 BCH型 CRC多项式。

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	$x^{21} + x^{20} + x^{13} + x^{11} + x^7 + x^4 + x^3 + 1$

二、CAN FD 帧结构分析



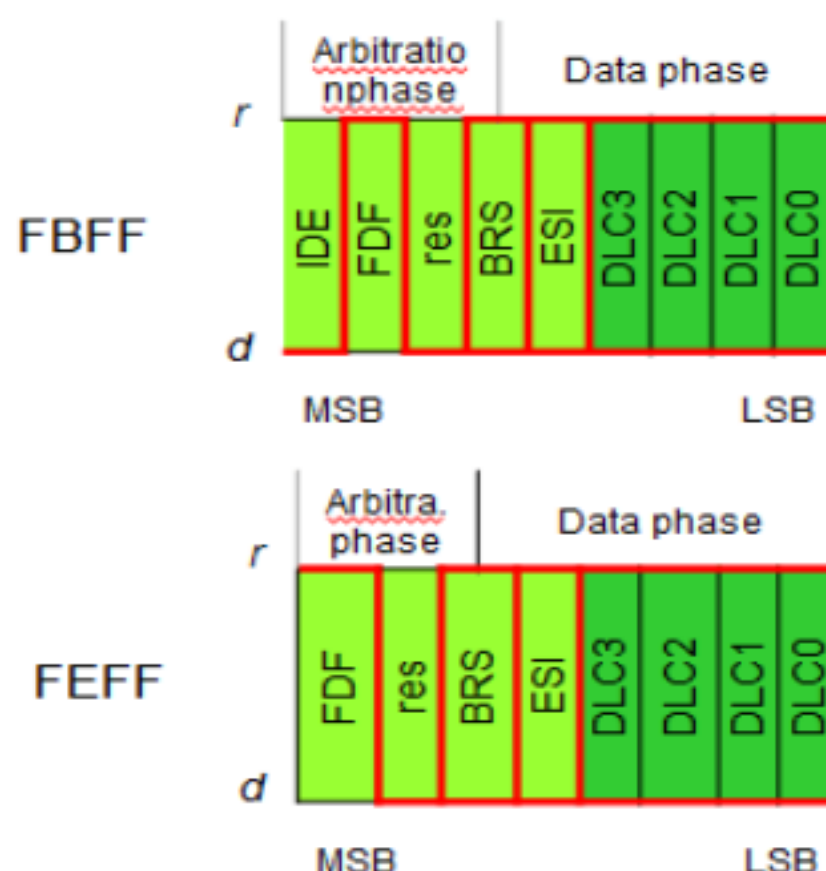
(1) CAN FD 数据帧在帧起始 (SOF) 和仲裁段 (Arbitration Field)



与传统 CAN 相比，CANFD 取消了对远程帧的支持，用 RRS 位替换了 RTR 位，为常显性。IDE 位仍为标准帧和扩展帧标志位，若标准帧与扩展帧具有相同的前 11 位 ID，那么标准帧将会由于 IDE 位为 0，优先获得总线。

RRS(remote request substitution) 远程请求替换位：即传统 CAN 中的 RTR 位；
SRR (substitute remote request) 代替远程帧请求位：SRR 位为保留位，无影响；
IDE(Identifier Extension) 扩展帧标志：显性 (0)=11 位 ID，隐性 (1)=29 位 ID。

(2) CAN FD 在控制段中新添加了三个位 FDF 位、BRS 位、ESI 位



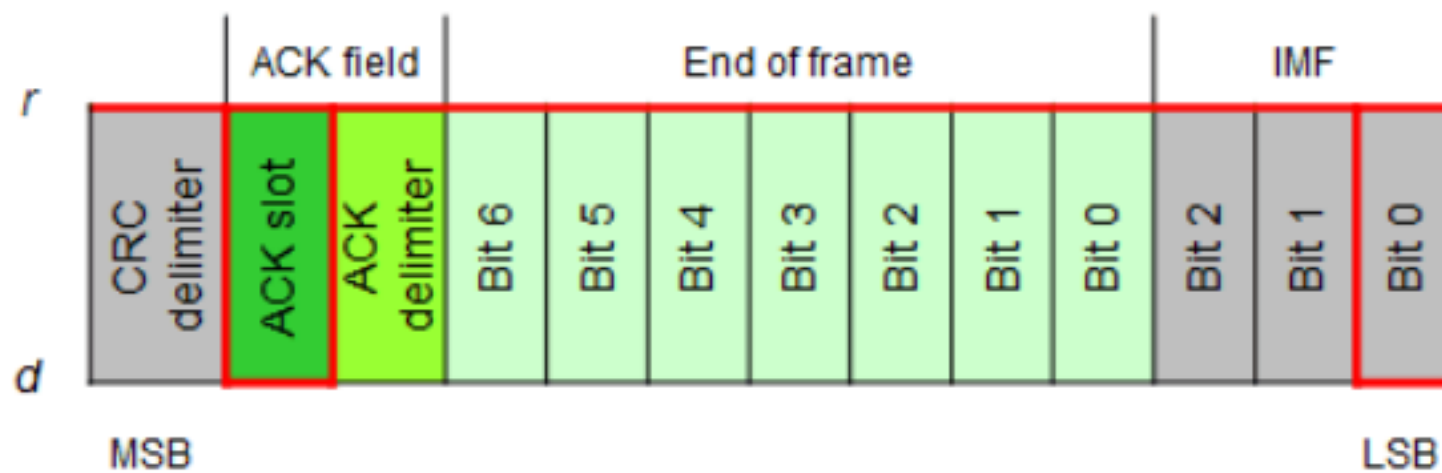
FDF 位 (Flexible Data Rate Format)：原 CAN 数据帧中的保留位 r。FDF 位常为隐性 (1)，表示 CAN FD 报文；

BRS 位 (Bit Rate Switch)：位速率转换开关，当 BRS 为显性位 (0) 时数据段的位速率与仲裁段的位速率一致，当 BRS 为隐性位 (1) 时数据段的位速率高于仲裁段的位速率；

ESI 位 (Error State Indicator)：错误状态指示，主动错误时发送显性位 (0)，被动错误时发送隐性位 (1)。

(3) DLCs 的值与数据场和 CRC 校验场有关，在上文中已经说明。

(4) CAN FD 的确认场，帧结尾及间歇场与传统 CAN 一样，就不再赘述。



三、如何从传统的 CAN 升级到 CAN FD

尽管 CANFD 继承了绝大部分传统 CAN 的特性，但是从传统 CAN 到 CANFD 的升级，我们仍需要做很多的工作。

(1) 在硬件和工具方面，要使用 CANFD, 首先要选取支持 CANFD 的 CAN 控制器和收发器，还要选取新的网络调试和监测工具。

(2) 在网络兼容性方面，对于传统 CAN 网段的部分节点需要升级到 CANFD 的情况要特别注意，由于帧格式不一致的原因，CANFD 节点可以正常收发传统 CAN 节点报文，但是传统 CAN 节点不能正常收发 CANFD 节点的报文。

总结：CAN FD 协议是 CAN-BUS 协议的最新升级，将 CAN 的每帧 8 字节数据提高到 64 字节，波特率从最高的 1Mbps 提高到 8-15Mbps，使得通讯效率提高 8 倍以上，大大提升了车辆的通讯效率。此项技术一直被欧美企业垄断，直至 2016 年，中国 CAN-BUS 领导者—广州致远电子股份有限公司，基于拥有完全知识产权的 CANFD IP 核代码，研制出中国第一款 CAN FD 接口卡，使中国的总线技术水平与世界最高水平同步。

