

CANFD 总线网络“负载率”计算

1 Classic CAN/CANFD帧长度

2 Interframe space帧间空间的介绍

2.1 Intermission间歇

2.2 Bus idle总线空闲

2.3 Suspend transmission

3 CANFD总线网络“负载率”计算

3.1 单个帧的“负载率”

3.2 通过CAN DBC/Arxml来计算一个CAN网络的理论“负载率”

4 拓展

1 Classic CAN/CANFD 帧长度

不管是Classic CAN还是CANFD，其帧结构都由以下7个段组成：

- SOF 帧起始;
- arbitration field 仲裁段;
- control field 控制段;
- data field 数据段;
- CRC field;
- ACK field;
- EOF.



Classic CAN Standard Frame标准帧（不考虑位填充）共：108Bit

帧起始（1bit）、仲裁段（12bit）、控制段（6bit）、数据段（8×8bit）、循环冗余码段（16bit）、应答段（2bit）和帧结束（7bit）

Classic CAN Extended Frame扩展帧（不考虑位填充）共：128Bit

帧起始（1bit）、仲裁段（32bit）、控制段（6bit）、数据段（8×8bit）、循环冗余码段（16bit）、应答段（2bit）和帧结束（7bit）

CANFD Standard Frame标准帧（不考虑位填充；DLC = 8）共：117Bit

帧起始 (1bit)、仲裁段 (12bit)、控制段 (9bit)、数据段 (8×8bit)、循环冗余码段 (22bit)、应答段 (2bit) 和帧结束 (7bit)

CANFD Standard Frame标准帧 (不考虑位填充; DLC = 64) 共: 569Bit

帧起始 (1bit)、仲裁段 (12bit)、控制段 (9bit)、数据段 (64×8bit)、循环冗余码段 (26bit)、应答段 (2bit) 和帧结束 (7bit)

CANFD CAN Extended Frame扩展帧 (不考虑位填充; DLC = 8) 共: 136Bit

帧起始 (1bit)、仲裁段 (32bit)、控制段 (8bit)、数据段 (8×8bit)、循环冗余码段 (22bit)、应答段 (2bit) 和帧结束 (7bit)

CANFD CAN Extended Frame扩展帧 (不考虑位填充; DLC = 64) 共: 588Bit

帧起始 (1bit)、仲裁段 (32bit)、控制段 (8bit)、数据段 (64×8bit)、循环冗余码段 (26bit)、应答段 (2bit) 和帧结束 (7bit)

2 Interframe space帧间空间的介绍

Data frame数据帧和remote frame远程帧应通过一个称为**interframe space帧间空间**的bit field与前面的帧分开, 不管是什么类型的帧(data frame数据帧、remote frame远程帧、error frame错误帧、overload frame过载帧)。

注意:

- **overload frame过载帧**和**error frame错误帧**的前面不应有**interframe space帧间空间**;
- 多个**overload frame过载帧**之间也不应有**interframe space帧间空间**。

inter-frame space帧间空间应包含bit field: intermission和bus idle time。对于已经是前一帧的发送方的error-passive node, **inter-frame space帧间空间**还应包含该节点的 **suspend** transmission time (参见图9和图10)。

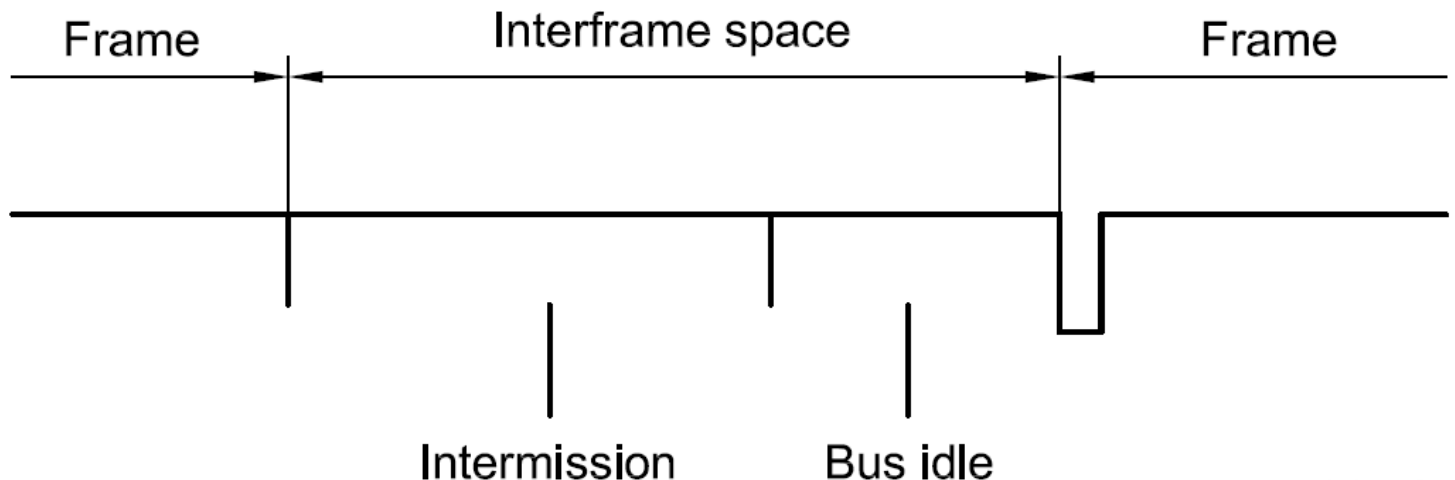


图2-1 非前一帧的error-passive或receiver的节点的帧间空间

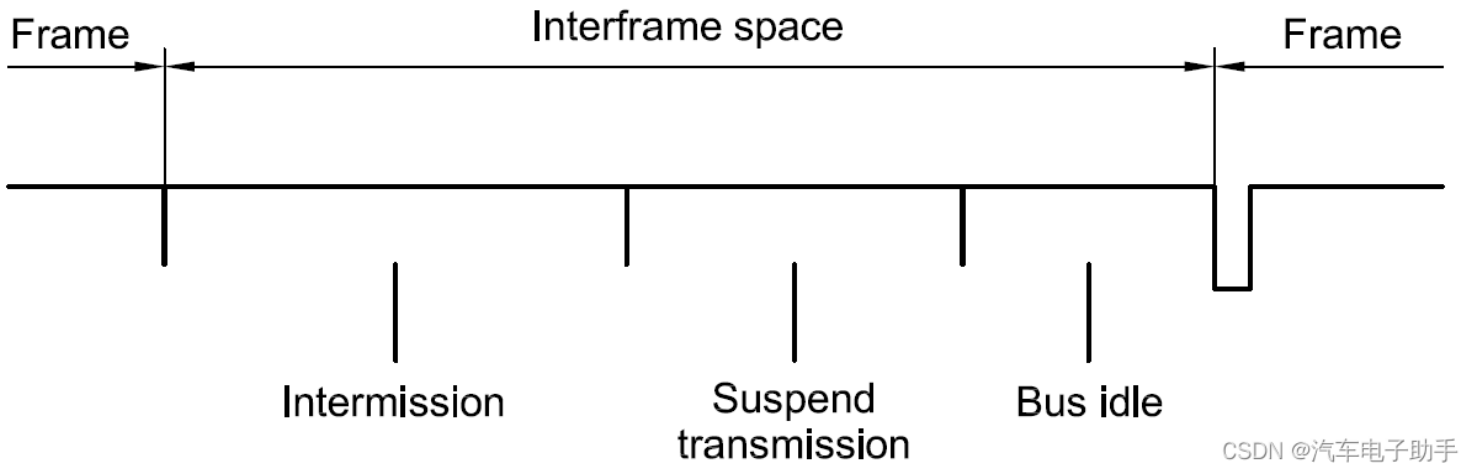


图2-2 作为前一帧发送方的error-passive node的Interframe space

2.1 Intermission间歇

intermission field应包括三个**隐性位**。在intermission期间，任何节点不得开始发送**data frame数据帧**或**remote frame远程帧**。只允许发出overload条件的信号。

在intermission期间的第三位检测到总线上的**显性位**应解释为SOF。

2.2 Bus idle总线空闲

bus idle总线空闲期间可以是任意长度。当intermission的第3位被认为是隐性的时，receiver和error active transmitter应将总线识别为空闲。当suspend transmission time的第8位是隐性的时，由error passive transmitter应识别为空闲；或当离开bus integrating state时。当总线处于空闲状态时，任何节点都可以访问总线进行发送。

在发送另一帧的过程中，等待发送的帧，应在intermission后的第1位开始。

在总线空闲时间内检测到总线上的显性位，应解释为SOF。

2.3 Suspend transmission

一个error-passive node，如果是前一帧的发送方，应在intermission后发送8个**隐性位**后，开始发送另一帧。如果另一个节点在该suspend transmission time内开始发送，则该节点将成为该**Data Frame数据帧**或**Remote Frame远程帧**的接收方。

3 CANFD总线网络“负载率”计算

通过第2章我们可以知悉，CAN总线网络正常的发送过程中，帧与帧之间至少有3个**隐性位**。

根据这些信息，来介绍一种“CANFD总线网络“负载率”计算”的方法。

3.1 单个帧的 “负载率”

对Classic CAN Standard Frame标准帧来说，发送一帧实际长度（不考虑位填充；帧间隔3Bit；DLC = 8）：

$108+3=111\text{Bit}$ ；

比特率/波特率	一个Bit的位时间	单个帧的“负载率”
250 Kbps	4000纳秒	$((111 * 4000\text{纳秒}) / 1\text{秒}) * 100\% = 0.0444 \%$
500 Kbps	2000纳秒	$((111 * 2000\text{纳秒}) / 1\text{秒}) * 100\% = 0.0222 \%$
1 Mbps	1000纳秒	$((111 * 1000\text{纳秒}) / 1\text{秒}) * 100\% = 0.0111 \%$

对Classic CAN Extended Frame扩展帧来说，发送一帧实际长度（不考虑位填充；帧间隔3Bit；DLC = 8）：

$128+3=131\text{Bit}$ ；

比特率/波特率	一个Bit的位时间	单个帧的“负载率”
250 Kbps	4000纳秒	$((131 * 4000\text{纳秒}) / 1\text{秒}) * 100\% = 0.0524 \%$
500 Kbps	2000纳秒	$((131 * 2000\text{纳秒}) / 1\text{秒}) * 100\% = 0.0262 \%$
1 Mbps	1000纳秒	$((131 * 1000\text{纳秒}) / 1\text{秒}) * 100\% = 0.0131 \%$

对CANFD Standard Frame标准帧来说，发送一帧实际长度（不考虑位填充；帧间隔3Bit；DLC = 8；启用BRS位加速）： $117+3=120\text{Bit}$

其中：

- 29Bit使用仲裁段波特率：1位SOF段，12位仲裁段，1位IDE，1位FDF，1位R0，1位BRS，2位ACK段，7位EOF段，3位帧间隔；
- 91Bit使用数据段波特率；1位ESI，4位DLC，64位数据段，22位CRC段。

比特率/波特率	一个Bit的位时间	单个帧内对应段的负载率
仲裁段500 Kbps	2000纳秒	$((29 * 2000\text{纳秒}) / 1\text{秒}) * 100\% = 0.0058 \%$
数据段2 Mbps	500纳秒	$((91 * 500\text{纳秒}) / 1\text{秒}) * 100\% = 0.00455 \%$
单个帧的“负载率”		0.01035%

对**CANFD Standard Frame标准帧**来说，发送一帧实际长度（**不考虑位填充；帧间隔3Bit；DLC = 64；启用BRS位加速**）：569+3=572Bit；

其中：

- 29Bit使用仲裁段波特率：1位SOF段，12位仲裁段，1位IDE，1位FDF，1位R0，1位BRS，2位ACK段，7位EOF段，3位帧间隔；
- 543Bit使用数据段波特率；1位ESI，4位DLC，512位数据段，26位CRC段。

比特率/波特率	一个Bit的位时间	单个帧内对应段的负载率
仲裁段500 Kbps	2000纳秒	$((29 * 2000\text{纳秒}) / 1\text{秒}) * 100\% = 0.0058 \%$
数据段2 Mbps	500纳秒	$((543 * 500\text{纳秒}) / 1\text{秒}) * 100\% = 0.02715 \%$
单个帧的“负载率”		0.03295%

对**CANFD Extended Frame扩展帧**来说，发送一帧实际长度（**不考虑位填充；帧间隔3Bit；DLC = 8；启用BRS位加速**）：136+3=139Bit；

其中：

- 48Bit使用仲裁段波特率：1位SOF段，32位仲裁段，1位FDF，1位R0，1位BRS，2位ACK段，7位EOF段，3位帧间隔；
- 91Bit使用数据段波特率；1位ESI，4位DLC，64位数据段，22位CRC段。

比特率/波特率	一个Bit的位时间	单个帧内对应段的负载率
仲裁段500 Kbps	2000纳秒	$((48 * 2000\text{纳秒}) / 1\text{秒}) * 100\% = 0.0096 \%$
数据段2 Mbps	500纳秒	$((91 * 500\text{纳秒}) / 1\text{秒}) * 100\% = 0.00455 \%$
单个帧的“负载率”		0.01415%

对**CANFD Extended Frame扩展帧**来说，发送一帧实际长度（**不考虑位填充；帧间隔3Bit；DLC = 64；启用BRS位加速**）：588+3=591Bit；

其中：

- 48Bit使用仲裁段波特率：1位SOF段，32位仲裁段，1位FDF，1位R0，1位BRS，2位ACK段，7位EOF段，3位帧间隔；
- 543Bit使用数据段波特率；1位ESI，4位DLC，512位数据段，26位CRC段。

比特率/波特率	一个Bit的位时间	单个帧内对应段的负载率
---------	-----------	-------------

仲裁段500 Kbps	2000纳秒	$((48 * 2000\text{纳秒}) / 1\text{秒}) * 100\% = 0.0096 \%$
数据段2 Mbps	500纳秒	$((543 * 500\text{纳秒}) / 1\text{秒}) * 100\% = 0.02715 \%$
单个帧的“负载率”		0.03675%

3.2 通过CAN DBC /Arxml来计算一个CAN网络的理论 “负载率”

如果已知一个CAN总线网络所有CAN ID的DBC/Arxml，并且知道它们的发送方式，我们可以粗略地估算出CANFD总线网络的“负载率”：CANFD总线负载率是各个帧占用总线带宽百分比之和。

下面以比特率/波特率：仲裁段500kbps，数据段2Mbps为例（**不考虑位填充；帧间隔3Bit**）：

Num	CAN ID	发送周期	帧类型	DLC	对应帧一秒内的负载率
1	0x115	10ms	经典CAN标准帧	8	$(1000\text{ms} / 10\text{ms}) * 0.0222 \% = 2.22\%$
2	0x217	20ms	经典CAN扩展帧	8	$(1000\text{ms} / 20\text{ms}) * 0.0262 \% = 1.31\%$
3	0x3B4	10ms	CANFD标准帧	8	$(1000\text{ms} / 10\text{ms}) * 0.01035\% = 1.035\%$
4	0x475	20ms	CANFD标准帧	64	$(1000\text{ms} / 20\text{ms}) * 0.03295\% = 1.6475\%$
5	0x211	10ms	CANFD扩展帧	8	$(1000\text{ms} / 10\text{ms}) * 0.01415\% = 1.415\%$
6	0x311	20ms	CANFD扩展帧	64	$(1000\text{ms} / 20\text{ms}) * 0.03675\% = 1.8375\%$
...
CANFD总线网络的理论“负载率”					9.465 % +...

4 拓展

如果有一个已知的CAN Trace Log，我们也可以按照上述的方法，统计1秒以内发送的帧数，来粗略计算该1秒以内的CANFD总线网络负载率。