

# Q/EQ

## 东风汽车公司企业标准

Q/EQC-770-2013

代替 EQC-770-2009

---



### CAN 总线网络物理层通用技术条件

2013-12-30 发布

2013-12-30 实施

---

东风汽车公司技术标准化委员会 发布

## 前 言

本系列标准包含：

EQC-770 CAN 总线网络物理层要求（通用）

EQC-771 CAN 总线网络通信要求（通用）

EQC-772 CAN 总线网络管理规范（通用）

EQC-773 CAN 总线网络诊断规范（通用）

EQCT-427 CAN 总线测试规范

本标准与 EQC-770-2009 《CAN 总线网络物理层要求（通用）》的主要差异有：

- 修改了前版第 1 章节范围；
- 修改了前版第 2 节规范性引用；
- 修改了前版第 4 节基本要求中的 4.2、4.3、4.4 和 4.5；
- 修改了前版第 5.1 节 CAN 收发器外围电路中的表 4；
- 删除了前版第 5.7 中表 9 中 24V 电源的 ECU 工作电压要求。
- 修改了前版第 5.8 节容错性能。
- 增加了硬件支持总线唤醒的要求

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由东风汽车公司技术中心提出。

本标准由东风汽车公司技术标准化委员会归口。

本标准起草单位：东风汽车公司技术中心。

本标准起草人：范志容、Marcus、李凯、王永峰、王俊鹏、岳意娥、万娟

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- EQC-770-2009，首次发布。

# CAN 总线网络物理层通用技术条件

## 1 范围

本标准规定了非容错 CAN 总线网络的物理层内容。定义了总线传输速率、拓扑结构、节点数量等基本要求，规定了 CAN 收发器外围电路、终端电阻、总线电压、总线电压上升沿和下降沿变化率、正常通信的 ECU 工作电压范围、容错性能等电气规范。

本标准适用于东风汽车公司应用CAN总线网络技术的乘用车。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过在本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

ISO 11898-1 Road Vehicle - Controller Area Network (CAN) - Part 1: Data link layer and physical signaling

ISO 11898-2 Road Vehicle - Controller Area Network (CAN) - Part 2: High-speed medium access unit

ISO 11898-5 Road Vehicle - Controller Area Network (CAN) - Part 5: High-speed medium access unit with low power mode

SAE J 1939-11 Physical Layer, 250K bits/s, Twisted Shielded Pair

SAE J 1939-15 Reduced Physical Layer, 250K bits/sec, Un-Shielded Twisted Pair (UTP)

SAE J 2284-1 High-Speed CAN (HSC) for Vehicle Applications at 125 KBPS

SAE J 2284-3 High-Speed CAN (HSC) for Vehicle Applications at 500 KBPS

SAEJ 1962 Diagnostic Connector Equivalent to ISO/DIS 15031-3

EQC-771 CAN总线网络通信要求（通用）

EQC-1202 接插器一般技术要求

## 3 术语和定义

ISO 11898-1、ISO 11898-2、ISO 11898-5、SAE J 1939-11、SAE J 1939-15、SAE J 2284-1、SAE J 2284-3 确定的以及下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1 节点

ECU的每个CAN接口构成一个节点。

### 3.2 地偏移

ECU地线相对于蓄电池负极的电压差。

### 3.3 分离式终端电阻

将一个终端电阻分成两个串联的电阻，每个电阻的阻值是原来的一半，同时在两个电阻的连接处通过一个电容接地。分离式终端电阻可以提高系统的EMC性能。

### 3.4 符号和缩写（如表1）

表1 符号和缩写

CAN	Controller Area Network	控制器局域网
HS-CAN	High Speed CAN	高速CAN
MS-CAN	Middle Speed CAN	中速CAN
LS-CAN	Low Speed CAN	低速CAN
ECU	Electronic Controller Unit	电控单元
EMC	Electronic Magnetic Compatiable	电磁兼容性
CAN_H	CAN High	CAN总线高信号线，或者CAN收发器相应管脚
CAN_L	CAN Low	CAN总线低信号线，或者CAN收发器相应管脚
GND	Ground	地
IC	Integrated Circuit	集成电路
ID	Identifier	CAN数据帧的标识符
PCB	Printed Circuit Board	印刷电路板
ESD	Electro-Static Discharge	静电放电
PLL	Phase Locked Loop	锁相环
MCU	Micro Controller Unit	ECU的控制芯片
Ack	Acknowledgement	CAN数据帧的应答位

## 4 基本要求

### 4.1. 总线传输速率

推荐的总线传输速率序列为125k、250k、500kbit/s。

根据传输速率不同分为HS-CAN、MS-CAN，LS-CAN。其中HS-CAN采用的传输速率是500 kbit/s，MS-CAN采用的传输速率是250 kbit/s，LS-CAN采用的传输速率是125 kbit/s。

### 4.2. 网络节点布置要求

整车网络拓扑架构视具体车型而定，在对应车型的网络通讯标准中描述。

通常一个整车网络会由数个网段组成，每个网段由若干网络节点组成，

网络节点布置需要满足下列技术要求（如图1所示）：

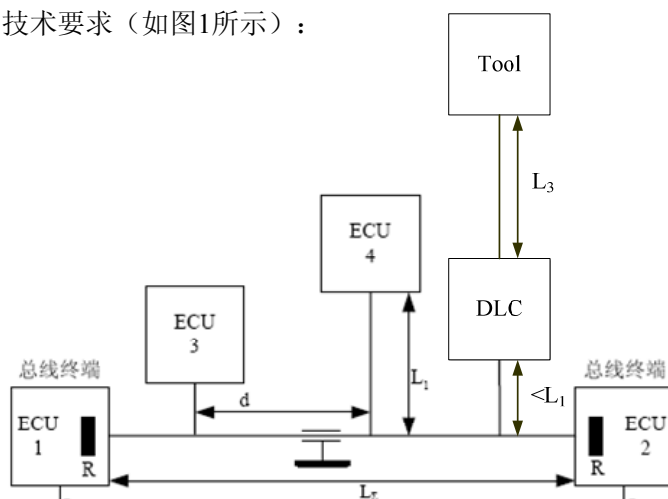


图1 网络节点布置示意图

- 1) 为了减小驻波，各ECU距离干线的长度不能相等，同时应避免ECU在总线上等间距布置，即任何两个ECU之间d值不能相等；
- 2) 诊断接口与引出该接口的ECU距离不超过5 m。
- 3) 诊断设备到诊断接口的距离不超过5m。

网段总线拓扑结构参数值见表2。

表 2 网段总线拓扑结构参数

参数	符号	总线传输速率	最小值	标称值	最大值	单位
总线电缆总长度（不含支线）	$L_E$	500k	0.1	-	30	m
		250k	0.1	-	40	m
		125k	0.1	-	50	m
ECU 支线长度	$L_1$	500k	0	-	1	m
		250k	0	-	1	m
		125k	0	-	1	m
ECU 接地线的长度	$L_2$	500k	0	-	1	m
		250k	0	-	1	m
		125k	0	-	1	m
诊断工具到诊断接口的长度	$L_3$	500k	0	-	5	m
		250k	0	-	5	m
		125k	0	-	5	m

### 4.3 CAN 总线电缆技术要求

#### 4.3.1 CAN 总线电缆参数满足表 3 要求。

表 3 总线电缆参数

参数	符号	最小值	标称值	最大值	单位
特征阻抗	Z	108	120	132	$\Omega$
非屏蔽双绞线的信号传播延迟时间		-	5	6.5	ns/m
屏蔽双绞线的信号传播延迟时间		-	5	5.5	ns/m

4.3.2 CAN总线电缆可以采用屏蔽双绞线或者非屏蔽双绞线，但是为了便于与接插件的连接，在连接部分可以有短于50mm（最好是25mm）的电缆不用双绞。

4.3.3 如果 EMC 性能不能够达到要求，推荐使用屏蔽双绞线。

4.3.4 芯截面积：0.35~0.75mm<sup>2</sup>

4.3.5 绞线率：33~50 twist/m。

4.3.6 采用非屏蔽双绞线时,CAN\_H 对 CAN\_L 的线间电容：≤60pF/m;采用屏蔽双绞线时,CAN\_H(或 CAN\_L)对屏蔽层的线间电容：≤110pF/m。

4.3.7任何两个ECU之间的通信传输介质总电阻不超过4 $\Omega$ （包含接插件和电缆）。CAN线的导线电阻应该≤95m

$\Omega/\text{m}$  (正常值为 $\leq 45\text{m}\Omega/\text{m}$ )

4.3.8 如果采用屏蔽双绞线，在干线上应该找一点将屏蔽层用导线直接接地，该点所受干扰最小，同时该点位于网络中心附近。

## 4.4 接插件

接插件应该有足够的机械强度以保证即使在车上受到最大的振动也不会断开连接, 满足 EOC-1202 要求。

接插件插拔次数满足 EOC-1202 的要求，不对功能造成任何影响。

诊断接口的接插件遵照 SAEJ 1962, 需要满足超过 200 次的插拔。

#### 4.5 节点数量

若传输介质采用屏蔽双绞线，对于HS-CAN网段，包含诊断设备在内，每个网段的节点数量不能超过16个；对于MS-CAN、LS-CAN网段，包含诊断设备在内，每个网段的节点数量不能超过32个。

若传输介质若采用非屏蔽双绞线，每个网段的节点数量最大值为16个。

## 5 ECU电气规范

### 5.1 CAN收发器外围电路

选取的CAN控制器和收发器应遵循ISO11898-1/2。为了保证总线的可靠传输,外围电路设计需要考虑EMC问题。这里并不规定提高EMC性能的具体措施,但网络节点应保证可靠的EMC性能。

根据收发器的不同，有的提供了用于连接分离式终端的SPLIT引脚（如NXP TJA1040，TJA1041），有的没有此引脚（如NXP TJA1050），这里分别对两类收发器推荐了外围电路图，如图2和图3所示。所有ECU的CAN收发器外围电路应按照该电路图设计。

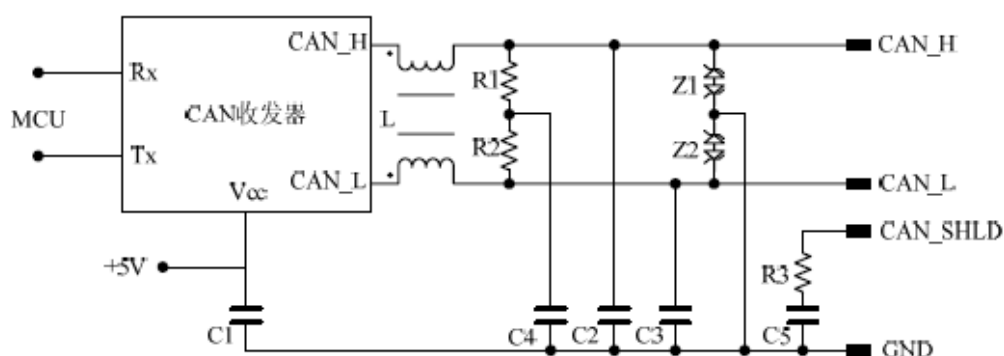


图 2 收发器外围电路 (无 SPLIT 引脚)

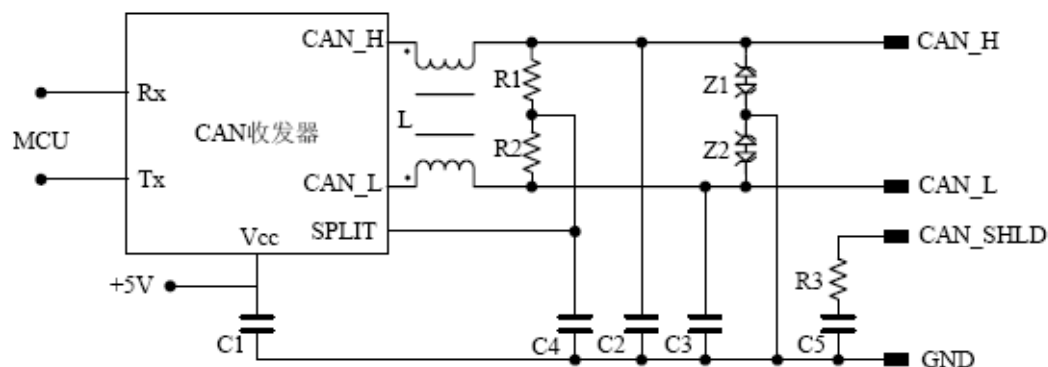


图 3 收发器外围电路（有 SPLIT 引脚）

## 5.1.1 元器件参数

图2和图3中的CAN收发器外围电路元器件参数见表4.

表4 CAN收发器外围电路的元器件参数

符号	描述
C1	100nf
C2,3	40~100pf, 工作电压能达100V或更高, C2与C3应该相等, 偏差不能超过10%
C4	100nf $\pm$ 10%, 工作电压能达50V或更高
C5	0.68 $\mu$ f $\pm$ 10%
R1,2	60.4 $\Omega$ $\pm$ 1% (干线终端), 最小允许耗散功率250 mW, 如果ECU所处环境温度较高, 则该功率为400 mW。 619 $\Omega$ $\pm$ 1% (支线终端), 关于功率耗散的要求同上。 R1和R2应相等, 在车辆生命周期内偏差不能超过3%。
R3	1 $\Omega$ $\pm$ 1%
Z1,2	ESD/过压保护。推荐型号: NXP: PESD1CAN 或 ON Semiconductor: MMBZ27VCLT1
L	共模电感L = 51 $\mu$ H。推荐型号: TDK: ACT45B-510-2P 或 EPCOS: B82793-S0513-N201

## 5.1.2 外围电路的设计应满足下列要求:

- 1) PCB应预留空间和焊盘, 用于焊接终端电阻R1、R2、电容C4以及共模电感L。当没有焊接共模电感L时, 应用0 $\Omega$ 电阻保证CAN\_H/L的通路, 是否焊接共模电感由EMC决定。对于不需要在内部焊接终端电阻的ECU, 则不需要焊接R1、R2和C4。除R1、R2、C4以及L以外的其他所有元器件在每个ECU内部都需要焊接;
- 2) 收发器应该尽可能地靠近PCB边缘的接插件。收发器与接插件之间不允许有其它集成电路芯片;
- 3) 在接插件和收发器之间的CAN\_H/L电路应该尽可能地紧凑;
- 4) CAN\_H/L和Tx和Rx电路应做防护措施, 保证线间距或布置地防护线;
- 5) ECU内部CAN\_H和CAN\_L的布线总长度不超过10cm;
- 6) 在收发器芯片下和焊接面上, 应布置地平面;
- 7) 在布线时, 将C2、C3、C4及ESD的地直接接到地平面, 不要与C1、C5的接地线共线以后再接入地平面;
- 8) 电路中所有的地应与车身的地相连。

## 5.2 晶振要求

晶振的选择必须满足以下要求:

- 1) 晶振频率必须是CAN网络通信速率的整数倍;
- 2) 晶振的误差在各种条件下 (如: 温度、供电电压、寿命周期内) 均必须能够满足CAN网络通信速率的误差要求 (参见EQC-771数据链路层内容)。

在满足上述要求的前提下, 根据需要可做如下选择:

- 1) 采用石英晶振或陶瓷晶振;
- 2) 是否采用PLL电路。

注意：如果要获得更稳定的通信性能，建议采用石英晶振。如果采用PLL电路，则在计算网络通信速率误差时，需要额外考虑PLL电路所造成的误差。例如：要求网络通信速率误差小于 $\pm 0.45\%$ ，而选取晶振的误差是 $\pm 0.1\%$ ，则PLL电路所引起的误差必须小于 $\pm 0.3\%$ 。

### 5.3 CAN控制器要求

CAN控制器须完全满足ISO 11898-1要求，且不允许采用定制的芯片，应采用容易获得且广泛应用的汽车级芯片。CAN控制器允许采用独立芯片或MCU芯片内部自带的CAN控制器模块。

CAN 控制器须支持 Bosch 的 CAN 2.0A and CAN 2.0B 规范。

CAN 控制器须通过 ISO16845 的一致性测试。ECU 须提供所用 CAN 控制器的一致性测试报告。

### 5.4 CAN收发器要求

CAN收发器须完全满足ISO 11898-1和ISO 11898-2的要求。

在过载条件下，CAN 收发器能自动关闭。

不带电的CAN 收发器带来的总线负载不能超过ISO11898的规定。当多个ECU不上电情况下和所有ECU都上电的情况下，CAN总线应该具有相同的EMC性能。

应使用汽车行业广泛应用的 CAN 收发器。

CAN 收发器应通过 GIFT/ICT 高速 CAN 收发器测试，并且具有相应的有效测试证书。

带常电的控制器，其CAN收发器要支持ISO11898-5所规定的低功耗模式，总线唤醒模式要求遵照5.9。

### 5.5终端电阻

#### 5.5.1 终端电阻类型

终端电阻是抑制总线信号反射的主要元件。

在整车网络中，除诊断网段以外的其它网段都应在干线的两端安装终端电阻，这类终端电阻称为干线终端电阻。诊断网段的终端电阻只安装在网节点一端，离线诊断设备不允许安装任何终端电阻，这类终端电阻称为诊断终端电阻。如果某ECU通过一段比较长的支线接入网段（非诊断网段），为了防止信号反射，在收发器的驱动能力足够的前提下，可以在该ECU内部安装分裂式终端电阻，这类终端电阻称为支线终端电阻。

注：设计原则是保证分支的电缆长度相对要短，因此尽量避免使用支线终端电阻。支线不超过 1 米，支线终端是不需要的。使用支线终端电阻将导致网段允许的节点数量减少。

各类型电阻的阻值参见表5。

表5 终端电阻值

参数	符号	最小值	标称值	最大值	单位
干线终端差分电阻 <sup>[1]</sup>	Rbus	116	120	128	$\Omega$
支线终端差分电阻	Rstub	1091	1238	1253	$\Omega$
诊断网段的终端电阻	Rdiag	58	60	64	$\Omega$
注： [1] 此参数指的是干线一端的差分电阻。					

#### 5.5.2 安装方式

终端电阻的安装方式有两种：可以直接安装在CAN总线干线上，也可以安装在某个ECU内部。

1) 直接安装在CAN总线上。如果采用这种安装方式，则终端电阻必须采用独立的电阻（不允许采用分裂式终端电阻），且建议将此类终端电阻安装在干燥的位置，例如：副驾驶室。

2) 安装在ECU内部。如果采用这种安装方式，则终端电阻应采用分裂式电阻。



如果终端电阻安装在ECU内部，则终端电阻应选择安装在平台内各种车型均会存在的节点，如发动机控制单元。

5.6 总线电压

ECU在显性和隐性状态下的总线电压和差分电压应遵循ISO 11898-2。

5.7 上升沿与下降沿时间

图4所示为计算上升沿和下降沿时间的方法，HS-CAN、MS-CAN和LS-CAN差分电压的上升沿时间和下降沿时间分别见表6、表7和表8。

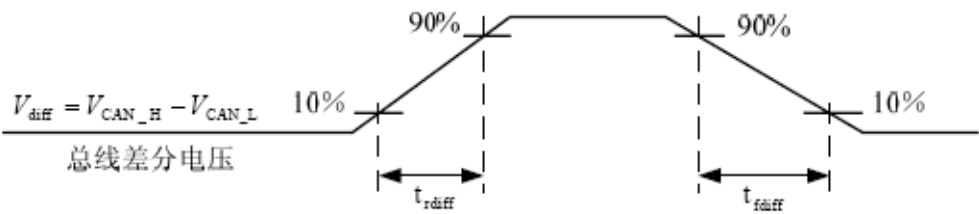


图 4 信号的上升沿和下降沿

表6 信号上升沿时间与下降沿时间的范围（HS-CAN）

参数	符号	单位	最小值	标称值	最大值
上升沿时间	$t_{rdiff}$	ns	20	—	200
下降沿时间	$t_{fdiff}$	ns	20	—	400

表7 信号上升沿时间与下降沿时间的范围（MS-CAN）

参数	符号	单位	最小值	标称值	最大值
上升沿时间	$t_{rdiff}$	ns	200	—	500
下降沿时间	$t_{fdiff}$	ns	200	—	500

表8 信号上升沿时间与下降沿时间的范围（LS-CAN）

参数	符号	单位	最小值	标称值	最大值
上升沿时间	$t_{rdiff}$	ns	200	—	1000
下降沿时间	$t_{fdiff}$	ns	200	—	1000

5.8 正常通信的ECU工作电压范围

正常通信的ECU工作电压范围见表9。

同一网段中，供电不足的节点不允许影响正常节点之间的正常通信；处于睡眠状态的节点不允许影响网段中其它节点的正常通信。

表9 正常通信的ECU工作电压范围

ECU工作电压范围 (12V电源)	单位	描述
----------------------	----	----

<9	V	如果是涉及发动机防盗功能的节点，则要求在供电电压低至6.0 V时仍可保证CAN通信的可靠接收和发送； 其它节点不要求CAN通信。
9~16	V	保证CAN通信的可靠接收和发送
>16	V	不要求CAN通信

## 5.9 容错性能

### 5.9.1 地电位偏移

在ECU的标称工作电压下，如果ECU的地电位偏移 $\leq \pm 2V$ ，则ECU应正常发送和接收报文。

### 5.9.2 地丢失

失去地的ECU不能影响其它ECU之间的通信。失去地后ECU不能损坏，在故障排除以后，通信恢复正常。

### 5.9.3 ECU掉电

掉电的ECU不能影响其它ECU之间的通信。

### 5.9.4 任意未安装干线终端电阻的ECU脱离总线

其余的ECU之间的通信功能不受影响，网络的电磁兼容性不受影响。

### 5.9.5 一个安装干线终端电阻的ECU脱离总线

其余的ECU之间的通信功能不受影响，但网络的信噪比会降低，可能对电磁兼容性有影响。

### 5.9.6 CAN\_H和/或CAN\_L在干线某处断开

不应对ECU造成任何损害，在断开点同侧的ECU之间能够通信，但是信噪比会降低。

### 5.9.7 CAN\_H和/或CAN\_L对地短路

通信可能会被中止，但是不应对ECU造成任何损害，在故障排除以后，通信能够恢复正常。

### 5.9.8 CAN\_H和/或CAN\_L对电源短路

通信可能会被中止，但是不应对ECU造成任何损害，在故障排除以后，通信能够恢复正常。

### 5.9.9 CAN\_H对CAN\_L短路

通信可能会被中止，但是不应对ECU造成任何损害，在故障排除以后，通信能够恢复正常。

### 5.10 硬件支持总线唤醒

遵循直接网络管理的ECU，它们的CAN收发器可以由图5所示的位模式唤醒。

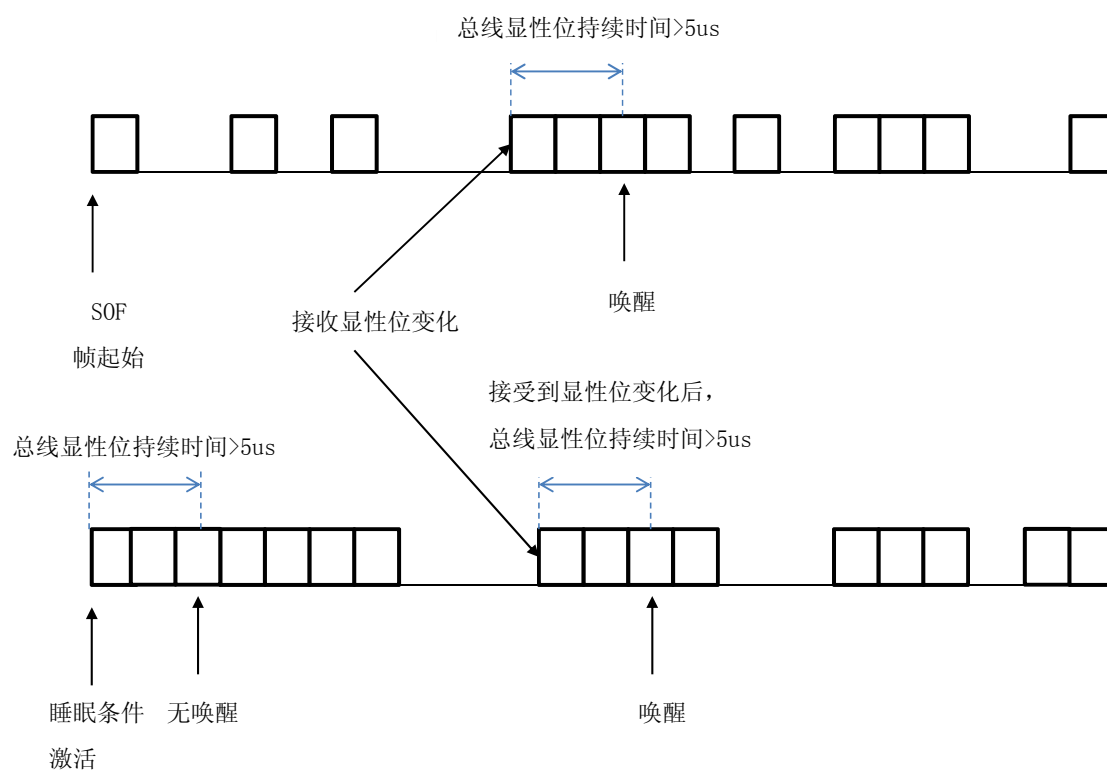


图 5 唤醒模式

要求的总线唤醒模式是至少一个隐性位转到显性位后，显性位的时间超过超过 $5\mu s$ 。  
这些模式可防止 ECU 由于 EMC 干扰即一个长显性位唤醒。

附 录 A  
(资料性附录)  
编制说明

#### A.1 任务来源

根据东风汽车公司技术中心2013年标准编制计划编制。

#### A.2 修订本标准的必要性

本标准从2009制订以来，已经在中心各乘用车车型开发中陆续得到了应用；根据车型的应用情况，以及中心对CAN总线技术的掌握，对本标准进行适当的修订，以更好地满足车型开发的需求。

#### A.3 标准内容的说明

本标准是针对东风汽车系列车型对SAE J1939、ISO 11898、SAE J 2284-1、SAE J 2284-3 等标准中未明确的内容进行了细化和明确，不能等效替换相关标准，在本标准中未包含的内容需要参照相关标准。

#### A.4 标准征求意见及处理汇总

序号	标准章条号	意见内容及理由	提出人 (或单位)	处理
1	2	引用文件格式不规范	王俊鹏	接受。
2	2	引用文件缺少 11898-5	王俊鹏	接受。增加 11898-5
3	5.6	含有商用车要求	王俊鹏	接受。在第 1 章范围中明确为适用于乘用车，因此将上一次部分内容删除。
4	4.3.1	增加屏蔽双绞线的信号传播延迟时间	张凡武	接受。
5	4.3.3	删除“推荐使用非屏蔽双绞线”	张凡武	接受。
6	5.1.1	表 4 中的 R1 和 R2 电阻增加生命周期内的偏差要求	王俊鹏	接受。根据 GMW3122，R1 和 R2 电阻在生命周期内的偏差要求为 3%。
7	5.3	“CAN 收发器要支持 ISO11898-5 所规定的低功耗模式” 只有带常电的控制器才有这个要求	张凡武、王俊鹏	接受。
8	5.8	删除表 8 中 24V 电源的工作电压范围	张凡武、王俊鹏	接受。