

15765-4

1. 范围

该部分描述了单个或多个与排放相关的 ECU 和外部测试设备之间的 CAN 总线通信。这依据 ISO15765-2, ISO11898-1, ISO11898-2 的规范, 当然根据 OBD 的要求也对这些规范进行了一些限制。没有具体指明车用 CAN 总线的结构, 但是配有 OBD 的车辆必须满足外部测试设备的需求。

2. 参考标准

ISO 11898 (all parts), *Road vehicles — Controller area network (CAN)*

ISO 14229-1, *Road vehicles — Unified diagnostic services (UDS) — Part 1: Specification and requirements*¹⁾

ISO 15765-2, *Road vehicles — Diagnostics on Controller Area Networks (CAN) — Part 2: Network layer services*

ISO 15031-5, *Road vehicles — Communication between vehicle and external equipment for emissions-related diagnostics — Part 5: Emissions-related diagnostic services*¹⁾

3. 术语、缩略词

C1,C2 交流电源终端电容

CCAN_H 在 CAN_H 和地电势之间的电容

CCAN_L 在 CAN_L 和地电势之间的电容

CDIFF 在 CAN_H 和 CAN_L 之间的电容

LCABLE OBD 和外部测试设备之间的线缆最长值

R1, R2 交流电源终端的电阻

Tseg1 时间段 1

Tseg2 时间段 2

Tsynseg 同步段

Tbit 位时间

Tbit_RX 接收位时间

Tbit_TX 发送位时间

Ttool 外部测试设备 CAN 接口传播延迟 (不包括外部测试设备的线缆延迟)

Tcable 外部测试设备的线缆延迟 (不包括 Ttool)

tQ 时间配额

Δf 晶振容差

Prop_Seg 传播段

Phase_Seg 相位段

SA 源地址

SJW 同步跳转宽度

SP 标称采样点

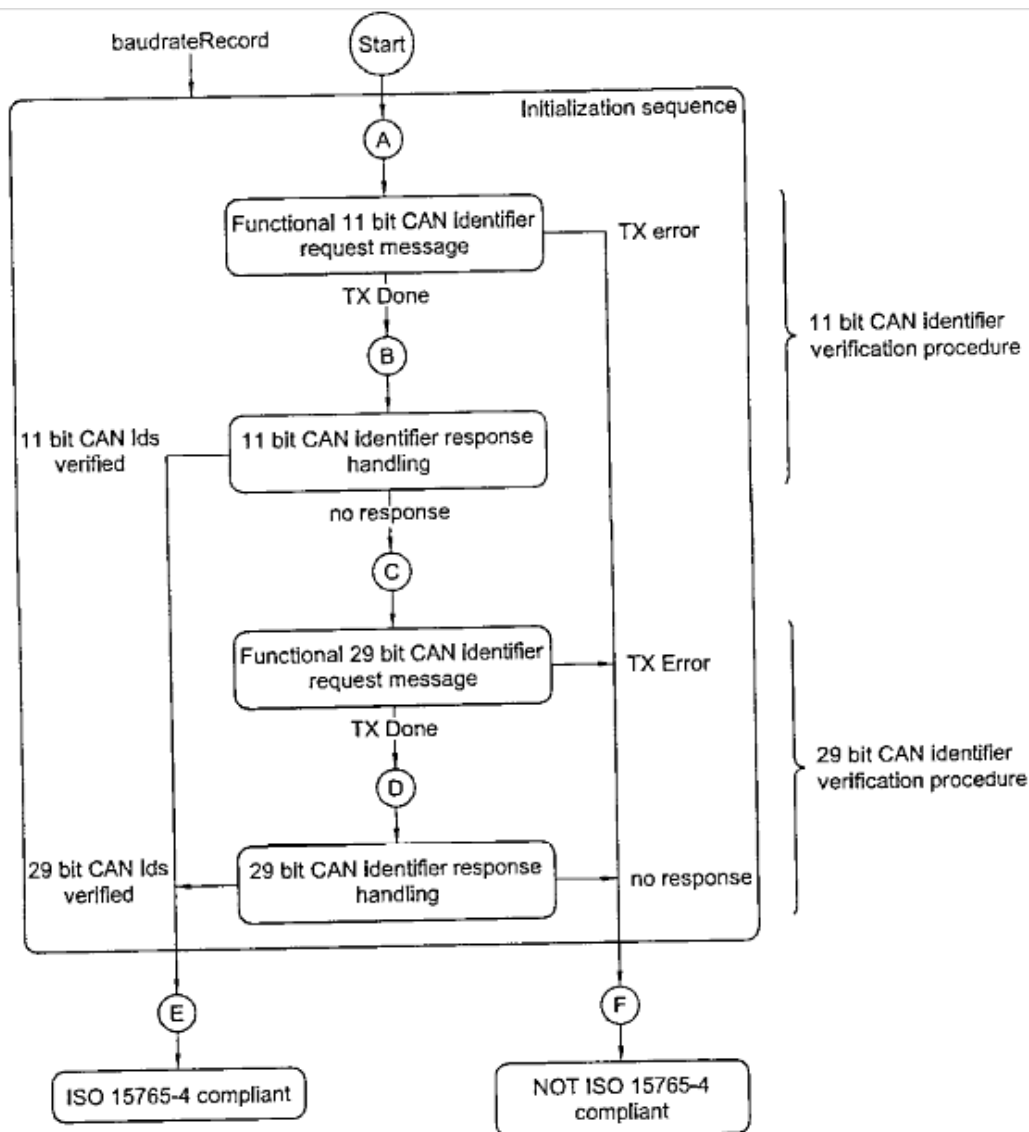
TA 目标地址

4. 外部测试设备初始化序列

4.1 概述

初始化过程如图 1 所示。

初始化过程是为了自动检测车辆是否支持基于第 8 部分定义的物理层的 CAN 总线的 OBD。在任何请求参数发送之前, 外部测试设备必须更新它的期望响应的列表。外部测试设备初始化过程允许单波特率 (如 500kBit/s) 也允许多波特率初始化 (如 500kBit/s 和 250kBit/s), 并且还被分成 11 位 CAN 标识符确认过程 (见 4.2) 和 29 位 CAN 标识符确认过程 (见 4.3)。



初始化过程概述

参数 `baudrateRecord` 用来确定初始化的类型。如果它包含了一个波特率，那么初始化过程将会只用这一个波特率。如果包含了几个波特率，那么初始化过程将会根据这些波特率有一个检波过程。

默认情况下，`baudrateRecord` 包含了 8.3 中所有的波特率。当然，这个默认值也可以被其它波特率取代，例如 8.3.3 中提到的 500kBit/s。

接下来的外部测试设备的初始化的描述将用到上图中的 A 和 F 来标明入口和出口点。

4.2 11 位 CAN 标识符确认过程

4.2.1 请求信息传输过程

11 位 CAN 标识符的确认过程的目的主要是确定 11 位 CAN 标识符是否用在了 OBD 通信中，如果 `baudrateRecord` 包含了多个波特率，也要确定此次通信用哪个波特率。

接下来的传输过程用来传输 11 位 CAN 标识符确认过程的请求信息。传输过程包括对传统车辆的一些规定，这些传统车辆可能在 ISO15031-3 诊断连接处的 CAN 针处用了 CAN(OBD 定义的相同的或不同的物理层) 协议，也可能没用 CAN 协议。

物理层的 CAN 协议跟第 8 部分的 OBD 协议或者非 CAN 协议的车辆的传输过程不同时，将先确保在任何情况下，当外部测试设备检测到车辆不支持 OBD 定义的 CAN 协议时，就立

即停止请求信息的传输。

当车辆的 CAN 协议以及物理层跟第 8 部分相同时，传输过程应确保当外部测试设备检测到传输过程中的错误的波特率时，就会立即停止 CAN。在普通的车用情况下（也就是当外部测试设备未连接时，在车内通信是没有错误帧），在 OBD 的 ECU 的内部错误计数器达到临界值之前，外部测试设备将会停止它的 CAN 接口。

为了满足以上，这个外部测试设备将会支持以下特性。

——在传输任何一个 CAN 帧时，能够立即停止发送。在接收到一个错误的总线信号 12us 内应断开 CAN 接口。断开的最大时间是 100us。在 CAN 断开时，外部测试设备将不能在 CAN 总线上传输重要的位。

——能够立即检测 CAN 总线上的任何错误。

下图是初始化过程—11 位 CAN 标识符的请求传输

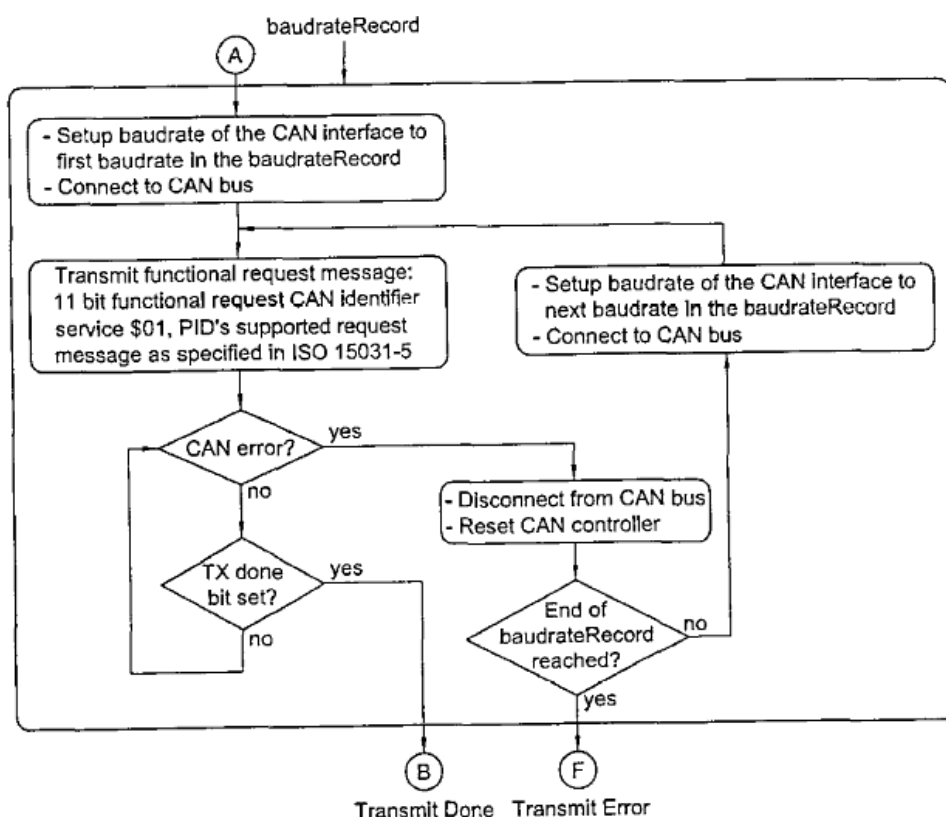


Figure 2 — Initialization sequence — 11 bit CAN Identifier request transmission

- 外部测试设备将会设置它的 CAN 接口的波特率为 baudrateRecord 中的第一个波特率。它将会用 CAN 位定时参数值来定义这个波特率（见 8.3）。在 CAN 接口设置好之后，将会连接 CAN 总线。
- 外部测试设备会传输一个按功能编址的 service 01 16 进制请求信息。
- 外部测试设备会检查任何 CAN 的错误。如果请求信息被传送到 CAN 总线上就说明完成了一个成功的传输（B 连接点）。
- 如果 CAN 错误发生之后，外部测试设备将会断开 CAN 接口跟 CAN 总线之间的连接。此时，它将会检查是否有更多的波特率在 baudrateRecord 中。如果没有的话，就说明这个请求信息没有成功传输。
- 如果 baudrateRecord 中还有波特率，外部测试设备将会重新设备 CAN 接口，并连接 CAN 总线。设置完后，外部测试设备将重新传输请求信息（从 b 开始）。

4.2.2 响应处理过程

响应处理过程用来接收 11 位 CAN 标识符响应信息和显示没有接收到响应信息。当请求信息传送完之后，该过程立即执行。具体见下表。

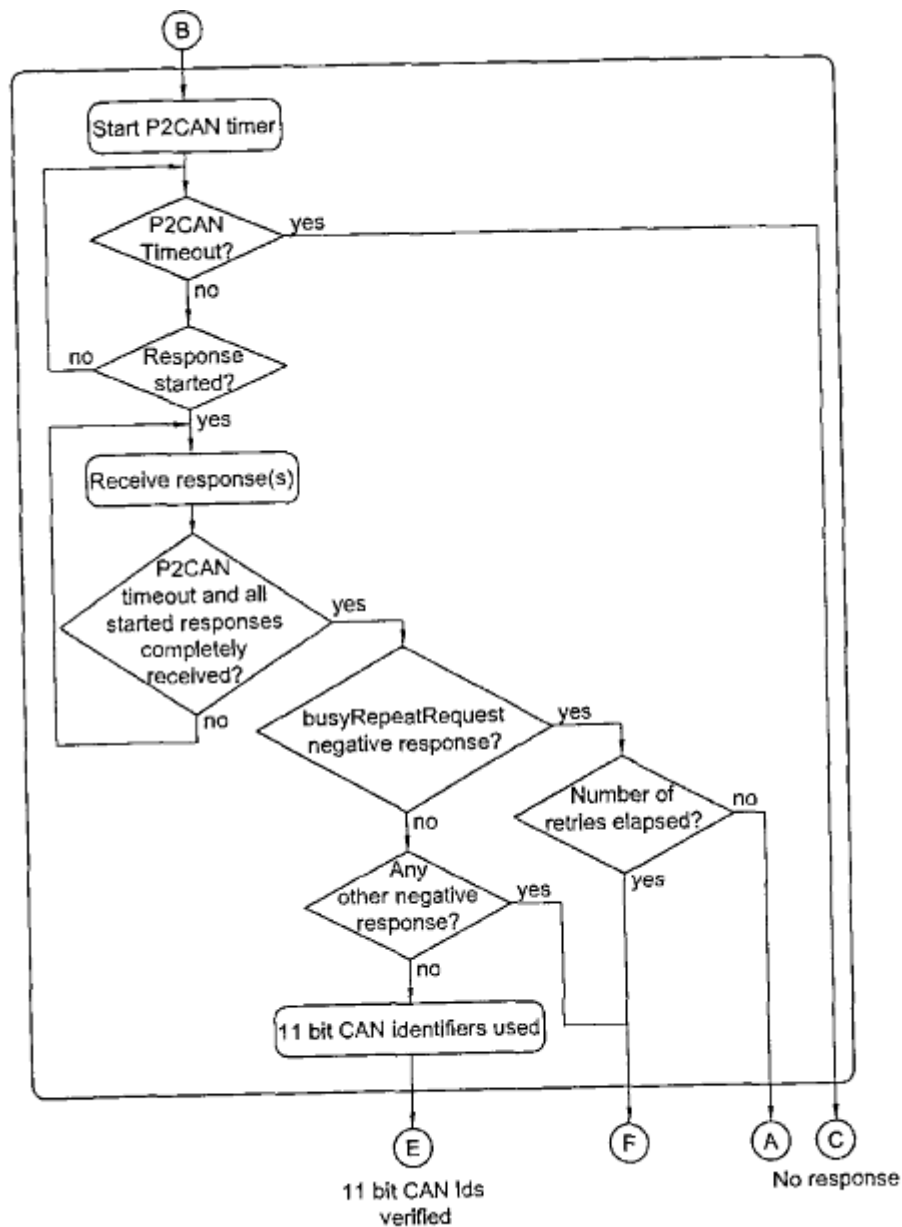


Figure 3 — Initialization sequence — 11 bit CAN identifier response handling

- 如果请求信息传送成功，外部测试信息将会启动 P2CAN 应用定时器。
- 如果外部测试设备确定 P2CAN 定时器溢出，但却没有发出响应信息，同时，外部测试设备可以确定 11 位 CAN 标识符未用于 OBD 通信。另外，这也表明外部测试设备已经确定该车辆支持特定物理层的 CAN 和一个波特率已经包含在 baudrateRecord 参数中。
- 响应信息的起始处可以用特定的 OBD11 位物理响应 CAN 标识符组成的第一帧或单帧来接收。
- 如果一个响应信息已经开始发送了，那么外部测试设备将会继续接收这些先前已经发送的响应信息（仅适用于多帧响应信息）并且会接收更多的响应信息在 P2CAN 内。

- e) 当所有的已发送的响应信息接收完毕后（正或者负响应），并且 P2CAN 定时器也已溢出，这说明外部测试设备已经确认该车辆支持用 11 位 CAN 标识符的 CAN 协议的 OBD。如果所有接收到的响应信息都是正响应信息的话，外部测试设备知道这些参数是 service 01 请求之后预期得到的响应参数。如果有一个或多个带有响应代码 21 hex 负响应信息时，外部测试设备将会在 200ms 的最小延迟后重新启动初始化序列。如果负响应出现随后的 6 个序列，外部测试设备将假定车辆与 ISO15765-4 是不兼容的。这说明这个与 OBD 相关的 ECU 应该在最多五次重新进入之后，给出一个正响应。

4.3 29 位 CAN 标识符确认过程

4.3.1 请求信息传输过程

29 位 CAN 标识符的确认过程的目的是确定 29 位 CAN 标识符是否用在了 OBD 通信中。29 位 CAN 标识符请求信息的传输可以用来传输 29 位 CAN 标识符确认过程中的按功能要求编址的请求信息。过程如下。

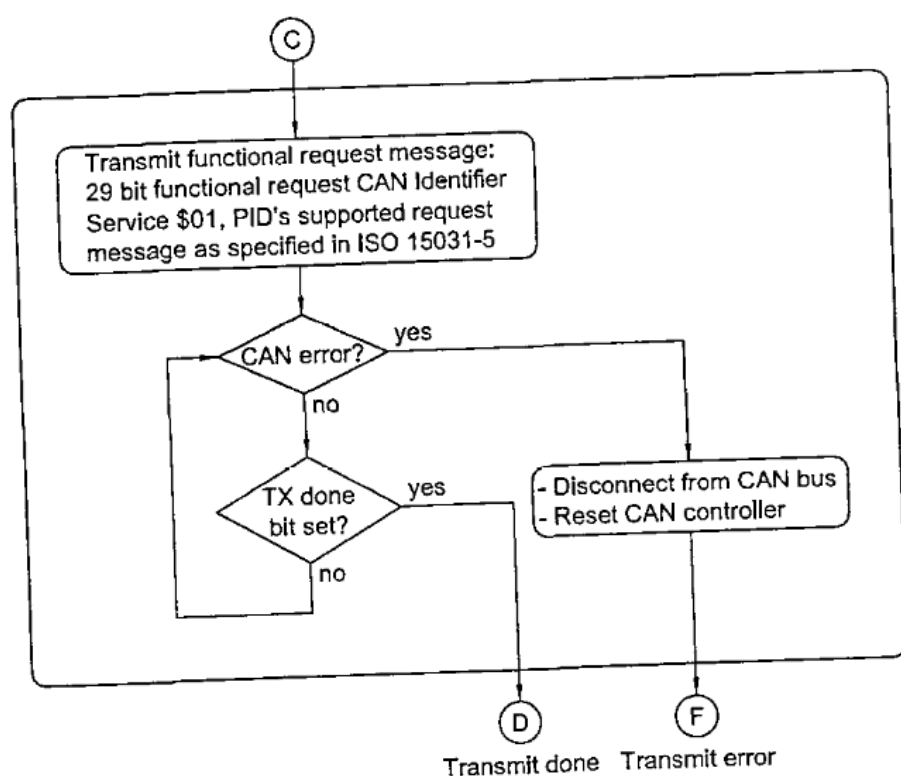


Figure 4 — Initialization sequence — 29 bit CAN identifier request transmission

- a) 波特率已经按照 11 位 CAN 标识符配置好，外部测试设备将传送按功能编址的 service 01 hex 请求信息。这里没有必要去启动 CAN 接口。
- b) 外部测试设备将会检查 CAN 错误。如果请求信息已经传输到 CAN 总线上，则说明完成了一个成功的传输。如果 CAN 错误出现，外部测试设备将断开 CAN 接口和 CAN 总线，并出现传输错误。

4.3.2 响应处理过程

29 位 CAN 标识符响应处理过程用来接收 29 位 CAN 标识符响应信息和显示没有接收到响应信息。当请求信息传送完之后，该过程立即执行。具体见下表。

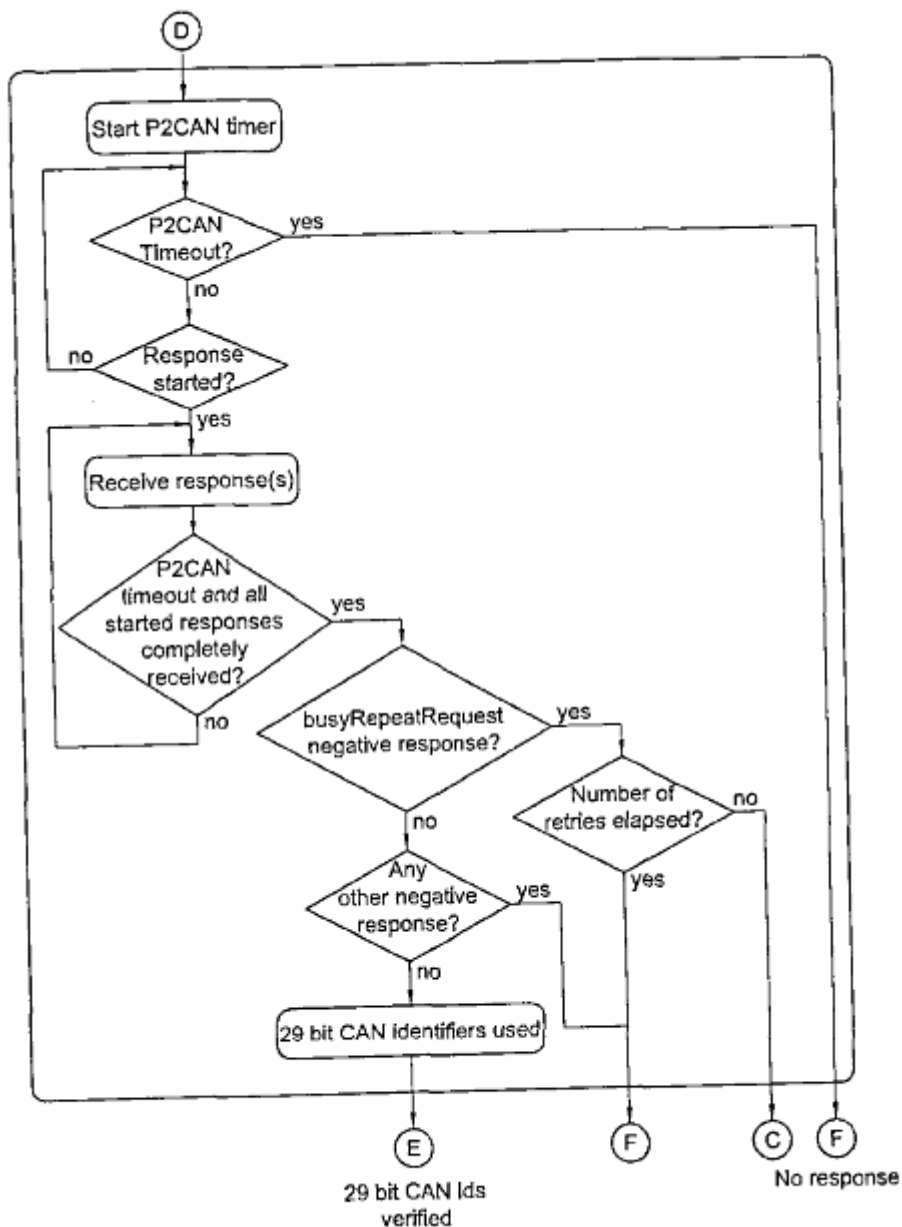


Figure 5 — Initialization sequence — 29 bit CAN identifier response handling

- 如果请求信息传送成功，外部测试信息将会启动 P2CAN(ISO15031-5)应用定时器。
- 如果外部测试设备确定 P2CAN 定时器溢出，这说明没有发出响应信息，同时，外部测试设备可以确定 29 位 CAN 标识符未用于 OBD 通信。
- 响应信息的起始处可以用特定的 OBD 29 位物理响应 CAN 标识符组成的第一帧或单帧来接收。
- 如果至少一个响应信息已经开始发送了，那么外部测试设备将会继续接收这些先前已经发送的响应信息（仅适用于多帧响应信息）并且会接收更多的响应信息在 P2CAN 内。
- 当所有的已发送的响应信息接收完毕后（正或者负响应），并且 P2CAN 定时器也已溢出，这说明外部测试设备已经确认该车辆支持用 29 位 CAN 标识符的 CAN 协议的 OBD。如果所有接收到的响应信息都是正响应信息的话，外部测试设备知道这些参数是 service 01 请求之后预期得到的响应参数。如果有一个或多个带有响应代码 2 hex 负响应信息时，外部测试设备将会在 200ms 的最小延迟后重新启动初始化序列。如果负响应出现随后的 6 个序列，外部测试设备将假定车辆与 ISO15765-4

是不兼容的。这说明这个与 OBD 相关的 ECU 应该在最多五次重新进入之后，给出一个正响应。

5. 会话层

OBD 将会进行默认的诊断会话。

在与 OBD 相关的 ECU 中，会总有一个诊断会话活动。该 ECU 总是会启动默认的诊断会话当上电后。当没有别的诊断会话启动的话，默认的诊断会话将一直进行，只要 ECU 是上电的。

ECU 能够提供所有的按功能定义的诊断给 OBD，在默认的诊断会话或普通的操作条件下。没有必要将所有的诊断服务送到 ECU 中以保持默认的诊断会话活动。

6. 网络层

6.1 概述

外部测试设备和兼容 OBD 的车用 ECU 的网络层，从外部测试设备这方面看，将依据 ISO15765-2.

6.2 编址格式

对于 OBD 通信，只有一种标准的编址格式——如果是 11 位 CAN 标识符——仅有一种标准的固定编址格式，如果是 29 位 CAN 标识符——在 15765-2 中的定义将会用到。

6.3 数据链路层接口

6.3.1 CAN 标识符要求

6.3.1.1 外部测试设备

外部测试设备支持 11 位和 29 位 CAN 标识符用于 OBD 通信，因此，它只接受 11 位和 29 位 CAN 标识符。

由于 OBD 通信紧随初始化过程，外部测试设备将会只用 11 位和 29 位 CAN 标识符。

6.3.1.2 带有 OBD 的 ECU

一个兼容 OBD 的车辆将会用一个 CAN 标识符：11 位或者 29 位。从外部测试设备来看，每一个兼容 OBD 的车辆中 ECU 将会

——支持 11 位或者 29 位 CAN 标识符用于 OBD 请求和响应信息。

——支持一对物理请求和响应 CAN 标识符根据 6.3.2

——接受按照功能编址的请求信息

——接受物理编址的流控制帧。

6.3.2 诊断地址的映射

6.3.2.1 OBD 的 CAN 标识符

接下来的部分具体说明了 11 位和 29 位的用于 OBD 诊断的 CAN 标志符。这两组 CAN 标识符说明了从诊断地址到 CAN 标志符的映射。表 2 定义了诊断地址与 CAN 标识符类型的对比，不管物理上的还是功能上的。对于 11 位的 CAN 标识符，目标地址的映射和 CAN 标识符的源地址是可用的。表 3 具体指明了用于 OBD 诊断的 11 位 CAN 标识符。

对于 OBD:

——功能请求 CAN 标识符用于来自外部测试设备的功能编址请求信息，这个特别的 CAN 标识符是指目标地址 33 hex (OBD 系统) 及源地址 F1 hex (外部测试设备)；

——物理响应 CAN ID 用于来自 OBD ECU 的物理编址响应信息，这些特定的 CAN 标识符是指目标地址 F1 hex(外部测试设备)和 ECU 的物理诊断地址 (源地址)。

——物理请求 CAN ID 仅用于物理编址的流控制帧由外部测试设备发送的，这个特定 CAN 标识符是指 ECU 的物理诊断地址 (目的地址) 和源地址 F1 hex (外部测试设备)。

对于一量带有 OBD 的车辆，ECU 的服务标识符 (物理诊断地址) 是唯一的。

用于 OBD 的 CAN 标识符在不影响 OBD 的情况下，也可以用于扩展的诊断。

6.3.2.3 29 位 CAN 标识符

29 位 CAN 标识符符合标准的固定编址格式根据 ISO15765-2，如下表所示。

Table 4 — Summary of 29 bit CAN identifier format — Normal fixed addressing								
CAN Id bit position	28	24	23	16	15	8	7	0
Functional CAN Id	18 hex		DB hex		TA		SA	
Physical CAN Id	18 hex		DA hex		TA		SA	
NOTE The CAN identifier values given in this table use the default value for the priority information in accordance with ISO 15765-2.								

车用 OBD ECU 的最后值不能超过 8.内嵌在物理 CAN 标识符的 ECU 诊断地址是唯一的,对于给定的车辆。

6.4 网络层参数

6.4.1 网络层时序参数值

表 6 给出了用于外部测试设备和车用 OBD 通信之间的网络层时序参数。

下述的性能要求值是外部测试设备和 ECU 捆绑通信之间的要求。超时值比性能要求值高一些是为了克服当性能要求绝对不能满足的通信条件。(由于外部条件如高的总线负荷)

6.4.2 定义外部测试设备的网络层参数值

外部测试设备将会用下列网络层参数值来作为响应接收第一帧的流控制帧发送。

6.4.3 ECU 的最大值

车用的 ECU 的最大值将不会超过 8.外部测试设备的网络层可以一次接收 8 个 ECU 的数据。

7. 数据链路层

ISO11898-1 对 OBD 做了一系列的限制/附加。外部测试设备的 CAN 控制器能够传输和接收 11 位和 29 位的 CAN 标识符。

包含在每一个诊断 CAN 帧中的 DLC (数据长度代码) 总是被设置为 8。CAN 帧中未用到的数据字节是不定义的。DLC 小于 8 的诊断 CAN 帧将被接收实体忽略。

8. 物理层

外部测试设备的物理信号和物理层将根据 ISO11898-1,ISO11898-2 做下列的限制和附加条件。

外部测试设备支持 OBD 的波特率。它们是可以变化的根据规定。如果应用要求没有指明波特率, 则用 250kBit/s, 500kBit/s.

8.3 外部测试设备的 CAN 位时序

8.3.1 CAN 位时序参数值

特定的 CAN 位时序参数值适用于外部测试设备。带有 OBD 的车辆可以用不同的 CAN 位时序参数值来实现 OBD 的波特率, 从而使它可以跟外部测试设备进行通信。

下面给出了根据 ISO11898-1 的时序参数定义来设定外部测试设备需要的 CAN 位时序参数。在 250kBit/s 和 500kBit/s 下的操作的所有要求都已说明。位时序是根据 ISO11898。CAN 控制器支持 CAN2.0A (标准格式) 协议, 也支持 CAN2.0B (29 位 ID 的扩展格式), 并且和 ISO11898 保持一致。

例如, 扩展协议也支持更高的时钟容限 (如容许 2 位信息中断), 同时, 扩展帧的信息也将不会被扰乱, 除非检测到位错误。

用于该部分的 CAN 位时序参数值跟 ISO11898-1 中的相同。

t_{SYNCSEG}	= Sync_Seg	= $1 * t_Q$
t_{SEG1}	= Prop_Seg + Phase_Seg1	= $t_{\text{BIT}} - t_{\text{SYNCSEG}} - t_{\text{SEG2}}$
t_{SEG2}	= Phase_Seg2	
t_{SJW}	= resynchronization jump width	
t_{BIT}	= t_B (nominal bit time)	
t_Q	= time quantum	
SP	= nominal sample point position	= $(1 - t_{\text{SEG2}}/t_{\text{BIT}}) * 100 \%$

注意：对于该部分给定的标称位时序容忍要求直接取决于外部测试设备的 CAN 系统时钟容忍和编程规定的标称位时序值。在一个典型的 CAN 控制器中，标称位时序值必须是一个整数乘以系统时钟周期。当程序中的标称位时序值跟要求的标称位时序值完全一致时，精确度仅由系统时钟容限影响。否则，精确度将由编程中的偏差和系统时钟容限共同影响。由于系统时钟源的漂移和老化以及不能达到预期标称位时序值的影响要考虑；通过这两方面的考虑，最终，位时序的容限必须满足。

8.3.2 标称波特率 250kBit/s

表 8 给出了 250kBit/s 波特率下的需要的 CAN 位时序参数值。外部测试设备将在单数据采样模式下运行。

标称波特率 250kBit/s 下，外部测试设备的容差为 $\pm 0.15\%$ 。

Table 8 — 250 kBit/s CAN bit timing parameter values — Single data sampling mode

Parameter	Minimum	Nominal	Maximum
$t_{\text{BIT_RX}}$	3 980 ns	4 000 ns	4 020 ns
$t_{\text{BIT_TX}}$	3 994 ns	4 000 ns	4 006 ns
t_Q	—	—	250 ns
Δt	—	—	0,15 %
The min. and max. values of the nominal bit time $t_{\text{BIT_RX}}$ are worst-case values for the reception of bits from the CAN bus based on a nominal baudrate tolerance of $\pm 0.5 \%$. The min. and max. values of the nominal bit time $t_{\text{BIT_TX}}$ are worst-case values for the transmission of bits onto the CAN bus based on the specified external test equipment nominal baudrate tolerance of $\pm 0.15 \%$.			

8.3.3 标称波特率 500kBit/s

条件跟 250 下相同，只是数据不同。

8.4 外部测试设备

下面给出了外部测试设备要完成的电参数。这些要求被分成外部测试设备 CAN 接口和外部测试线缆的要求。

8.4.2 CAN 接口

8.4.2.1 电容负载

下面给出了外部测试设备 CAN 接口的要求的电参数，不包括线缆（8.4.3）和 OBD 连接点外部测试设备电容负载不包括外部测试设备线缆的电容负载。这些值仅用于外部测试设备的 CAN 接口，不包括交流电源终端，并且当外部测试设备从线缆上断开或者交流电源终端未连接将会发现。

Table 12 — External test equipment capacitive load — Without cable capacitive load

Parameter	Minimum	Nominal	Maximum pF	Description
C_{DIFF}	—	—	50	CAN_H to CAN_L
C_{CAN_H}, C_{CAN_L}	—	—	100	CAN_H/CAN_L to ground potential

8.4.2.2 传输延迟

外部测试设备传输延迟不包括线缆传输延迟。这个值仅是指 CAN 接口。当 OBD 工作在 500kBit/s 波特率时，该要求依据最严格的时序。外部测试设备传输延迟（回路延迟）包括所有外部测试设备 CAN 接口引起的延迟（如收发器传输延迟，CAN 控制器传输延迟）。

Table 13 — External test equipment propagation delay — Loop delay without cable delay

Parameter	Minimum	Nominal	Maximum ns	Description
t_{TOOL}	—	—	390	Loop delay of external test equipment

8.4.2.3 CAN 总线终端

下面给出了外部测试设备要具备的终端要求。

8.4.2.3.2 物理媒介终端

物理媒介阻抗的改进，外部测试设备的 CAN_H, CAN_L 之间将没有终端电阻。外部测试设备在它所连接的 CAN 总线上将不是最终节点。

8.4.2.3.2 电源终端

外部测试设备将会有有一个交流电源终端，为了减少基于 CAN 总线的反射。

注意：基于 CAN 总线的反射出现在外部测试设备的 CAN 接口上是因为不允许外部测试设备用物理媒介终端电阻来适应物理媒介阻抗。

Table 14 — External-test-equipment a.c. termination parameters

Parameter	Minimum	Nominal	Maximum	Description
R_1, R_2	90 Ω	100 Ω	110 Ω	Resistor of the a.c. termination
C_1, C_2	470 pF	560 pF	640 pF	Capacitor of the a.c. termination
$R_1 = R_2$ $C_1 = C_2$				

8.4.3 外部测试设备线缆

外部测试设备线缆应该提供车用 OBD 连接点和外部测试设备 CAN 接口之间的连接。外部测试设备线缆长度是指 OBD 连接点和外部测试设备 CAN 接口之间的线缆长度。

Table 15 — External-test-equipment cable length

Parameter	Minimum	Nominal	Maximum m	Description
L_{CABLE}	—	—	5	External-test-equipment cable length

8.4.3.2 传输延迟

线缆传输延迟不包括外部测试设备传输延迟。该值仅适用于线缆。当 OBD 在 500kBit/s 的波特率下工作时，该要求以最严格的时序为基准。线缆传输延迟是指单程延迟，从 OBD 连接点到外部测试设备 CAN 接口。

Table 16 — External-test-equipment cable propagation delay

Parameter	Minimum	Nominal	Maximum ns	Description
t_{CABLE}	—	—	27,5	External-test-equipment cable delay

8.4.3.3 线缆配置要求

下面的线缆配置要求适应于外部测试设备线缆。

——在 CAN_H 或 CAN_L 之间没有别的导线。但是 CAN 导线跟地还是允许的。

注：没有更具体的要求对导线的缠绕。

——CAN_H 和 CAN_L 有相同的长度，并且在整个距离内经过相同的路径。

——CAN_H 和 CAN_L 不应该包含在 CAN 导线和地线之间有 0.5V 的噪音的导线中。

——当外部测试设备的线缆长度超过 1m 的时候，线缆应该被屏蔽。屏蔽线应该连接在 OBD 连接点的线缆的地线上。