



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXX.3—XXXX

商用车控制系统局域网（CAN）通信协议

第3分：物理层—非屏蔽双绞线(250K 比特/秒)

(SAE1939-15: 2003 MOD)

(征求意见稿)

20xx-xx-xx 发布

20xx-xx-xx 实施

国家标准化管理委员会

前 言

GB/T××××《商用车控制系统局域网络（CAN 总线）通信协议》包括 10 个部分：

- 第 1 部分：物理层—屏蔽双绞线(250K 比特/秒)
- 第 2 部分：物理层—非车载诊断连接器
- 第 3 部分：物理层—非屏蔽双绞线(250K 比特/秒)
- 第 4 部分：数据链路层
- 第 5 部分：应用层—车辆
- 第 6 部分：应用层—诊断
- 第 7 部分：网络管理
- 第 8 部分：参数组分配
- 第 9 部分：地址和标识分配
- 第 10 部分：可疑参数编号（SPN）
- 第 11 部分：网络层

本部分为 GB/T××××的第 3 部分，对应于 SAE 1939-15: 2003《物理层，非屏蔽双绞线》，本部分与 SAE1939-15 的一致性程度为修改采用（技术内容完全等同），主要差异如下：

- 按 1.1 规定增加了“前言”、“范围”。
- 进行了编辑性修改。

本部分由全国汽车标准化技术委员会提出。

本部分由全国汽车标准化技术委员会归口。

本部分由 负责起草。

本部分主要起草人：

汽车控制系统局域网络（CAN 总线）通信协议

第 3 部分：物理层—非屏蔽双绞线(250 千比特/秒)

1 范围

本部分规定了 CAN 总线的物理层—非屏蔽双绞线(250K 比特/秒)的电气性能参数等。

本部分适用于 M₂、M₃、N 及 L 类车辆，其他车辆可参考。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本部分的引用而成为本部分的条款。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部分，然而鼓励根据本部分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部分。

GB/T ××××.1--××××物理层—屏蔽双绞线(250K 比特/秒)

ISO6722 Road vehicles -- 60 V and 600 V single-core cables -- Dimensions, test methods and requirements

3 网络物理描述

非屏蔽物理层除了在本部分中所提到的，其余特性和 GB/T ××××.1 屏蔽物理层相同。非屏蔽物理层什么情况下能够替代 GB/T ××××.1 的屏蔽物理层，这将由车辆制造厂商决定。附录 E 中的表 E1 对本部分 和 GB/T ××××.1 物理层的特性进行了对比。

3.1 物理层

物理层实现网络中电控单元（ECU）之间的电气连接。电控单元总的数目限制于总线的负载承受能力。在特定网段上 ECU 的最大数目定为 10。电控单元的最大数目由 30(GB/T ××××.1) 减少到 10（本部分），是由于将短截线的长度由 1 米（GB/T ××××.1）延长到了 3 米（本部分）。

本部分网络，是一个简化的 GB/T ××××.1 网络，用于在车辆上连接标准的 ECU。本部分规定的网络，允许车辆综合设计者设计一个满足结构和成本目标与 GB/T ××××.1 规定的网络性能相近的简化网络。

3.2 物理介质

本部分定义的物理介质是带护套的非屏蔽双绞线（UTP）。此双绞线特性阻抗为 120Ω，电流对称驱动。两条线分别命名为 CAN_H 和 CAN_L。相应 ECU 的管脚线名称也分别定义为 CAN_H 和 CAN_L。

3.3 差动电压

与 GB/T ××××.1 物理层相同。

3.4 总线电平

与 GB/T ××××.1 物理层相同。

3.5 仲裁期间的总线电平

与 GB/T ××××.1 物理层相同。

3.6 正常模式总线电压范围

与 GB/T ××××.1 物理层相同。

3.7 总线终端

总线在各个末端上有阻值为 R_L 的电阻。在 GB/T $\times\times\times.1$ 中, R_L 必须放置在电控单元的外部。本部分定义了 I 型和 II 型的 ECU。I 型的 ECU 不含有总线终端电阻 R_L 。II 型的 ECU 含有总线终端电阻, 且只能放置在本部分网络的一端或两端。

3.8 内部电阻

与 GB/T $\times\times\times.1$ 物理层相同。

3.9 差动内部电阻

与 GB/T $\times\times\times.1$ 物理层相同。

3.10 内部电容

与 GB/T $\times\times\times.1$ 物理层相同。

3.11 差动内部电容

与 GB/T $\times\times\times.1$ 物理层相同。

3.12 位时间

与 GB/T $\times\times\times.1$ 物理层相同。

3.13 内部延迟时间

与 GB/T $\times\times\times.1$ 物理层相同。

3.14 CAN 的位定时要求

除了下面表 1 所列出的信号上升/下降定时参数, 本部分的 CAN 位定时要求 与 GB/T $\times\times\times.1$ 物理层相同。

信号上升/下降定时参数已经对物理层电磁的兼容性作了明确规定和改进。传播的主要电磁参数是信号在 CAN_H 和 CAN_L 的不平衡。为了使信号稳定, CAN_H 和 CAN_L 之间最大电压不平衡值不超过 $10mV_{pp}$ 。差动电压值为 CAN_H 减去反相的 CAN_L。这个差动电压值, 可用示波器和交流耦合的方式来测量。按表 1, 注 2) 的要求例如分立电路信号上升/下降时序是可调节的。遵照控制器局域网收发器制造商的指导说明, 集成电路的信号上升/下降时序也是可调节的。

表 1 与总线断开的 ECU 的交流参数

参数	符号	最小值	额定值	最大值	单位	条件
位定时 ¹⁾	t_B	3.998	4.000	4.002	μs	250Kbit/s
内部延时 ²⁾	t_{ECU}	0.0		0.9	μs	
内部电容 ³⁾	C_{in}	0	50	100	pF	250Kbit/s, CAN_H 和 CAN_L 对逻辑地
差动内部电容 ³⁾	C_{diff}	0	25	50	pF	
有效时间 ⁴⁾	t_{avail}	2.5			μs	总线长度 40 米
信号上升, 下降时间	t_R, t_F	200		500	ns	测量信号从 10% 到 90%

- 1) 包括原始公差及其温度变化和时效变化等。
- 2) 对于一个从隐性转为显性的 $V_{diff}=1.0$ 伏以及从显性转为隐性的 $V_{diff}=0.5$ 伏的电压差, 应保证 t_{ECU} 的值。从注 1 的例子位定时来看, 若有 300 ns 的预留, 一个 CAN 接口延迟 500ns 是可能的 (控制器不包括在内)。这允许有一个较缓的坡度 (图 A1 和 A2 中的 R3 和 R4) 以及输入滤波 (图 A1 和 A2 中的 R5、R6、C1、C2)。基于 EMC 的考虑推荐使用该特征。(图像可参见 GB/T $\times\times\times.1$ 的附录 A)。最小内部延迟时间可能为 0。最大允许值是由位定时和总线延迟时间决定的。
- 3) 除了内部电容的限制之外, 总线线路也应该有一个尽可能低的电感。 C_{in} 和 C_{off} 的最小值可能为 0, 最大的允许值由位时序和网络布局参数 L 和 D (参见表 3) 决定。如果在每个单个的 ECU 中, 产生的电缆共振波没有抑止显性电平低于 $V_{diff}=1$ 伏的且没有增大隐性电平高于 $V_{diff}=0.5V$ 的 (参见 GB/T $\times\times\times.1$ 的表 3 和 4), 就保证了正确的功能性。

- 4) 有效时间是由协议集成电路的位定时单位产生的。典型例子是，在大多数集成电路控制器中的时间符合 TSEG1。由于不同步的原因，它可能会丢失 SJW 的长度。因此有一个不同步的有效时间(t_{avail})为 TSEG1- SJWms。一个 250 ns 的 t_q 时间，且 SJW = 1 t_q ，TSEG1 = 13 t_q ，TSEG2 = 2 t_q 使得 $t_{avail}=3.00ns$ 。
- 5) 本部分网络的信号上升和下降时间必须在 200~500ns 之间。建议为 500ns。较慢或较长的信号上升/下降时间，可以通过减少辐射发射和辐射接收来改善网络中电磁兼容性。该参数的目的是保证与并联的加在 ECU 上的 200pF 的电容 CAN-H 与 CAN-L 间的负载应为 60 欧姆（参见附录 A）。

4 功能性描述

与 GB/T ××××.1 物理层相同。

5 电气特性

5.1 电气参数

每个 ECU 在整个工作温度范围内都必须满足 GB/T ××××.1 表 1 中的参数特性，允许最多有 10 个 ECU 连接到特定的总线段上。

5.1.1 电控单元

与 GB/T ××××.1 物理层相同。

5.1.1.1 绝对最大额定值

与 GB/T ××××.1 物理层相同。

5.1.1.2 直流参数

与 GB/T ××××.1 物理层相同。

5.1.1.3 交流参数

与 GB/T ××××.1 物理层相同。

5.1.2 总线运行电压

GB/T ××××.1 表 5 和表 6 中的参数，当所有的 ECU (2~10 个) 都正确地连接到总线终端时采用。总线上任意 ECU 间允许最大接地偏差值为 2V。这个偏差电压极值发生在显性状态中（参见 GB/T ××××.1，表 6）。

5.1.3 静电放电 (ESD)

与 GB/T ××××.1 物理层相同。

5.1.4 物理层电路示例

本部分电控单元的物理层电路与 GB/T ××××.1 是相同的。因本部分 ECU 的物理层电路参数是需要调节的，所以信号上升/下降时间在 200~500ns 之间，以改善本部分网络的电磁兼容性。具体可参见附录 A 图 A1。

本部分网络（主干线和短截线）将不再连接到 ECU 物理层电路的 CAN_SHLD 终端上。

5.2 物理介质参数

电缆、终端和网络布局的特性，见表 2 列出的物理介质参数及图 1 所示电缆的横截面和电缆的弯曲半径。

表 2 非屏蔽双绞线的物理介质参数

参数	符号	最小值	额定值	最大值	单位	条件
阻抗	Z	108	120	132	Ω	以 1MHz 传输频率在两根信号线之间的 3 米长试样测得，采用开 / 短路方式
单位电阻	r_b	0	25	50	$m\Omega / m$	1) 在 20°C 时测得
单位线延迟	t_p		5.0		ns / m	2)
单位电容	C_b	0	40	75	pF / m	
电缆尺寸						3)

0.5mm ² 的导线	a _c	0.508			mm ²	4) (参见图 1)
绝缘线直径	d _{ci}	1.90		2.8	mm	
电缆直径	d _c	5.08		7.6	mm	
0.8mm ² 的导线	a _c	0.760			mm ²	4) (参见图 1)
绝缘线直径	d _{ci}	2.03		3.05	mm	
电缆直径	d _c	5.3		8.2	mm	
温度范围	°C	-40		+125	°C	5)
节距		28	33	38	mm	每 1000 毫米扭 26.3 到 35.7 个节
电缆弯曲半径	r	4 倍电 缆直径			mm	电缆没有性能或物理上损坏时的 90 度弯曲半径。(见图 1)

- 1) 由接收 ECU 检测的总线电压差, 该接收 ECU 依赖于它自己和传输 ECU 之间的线电阻。因此, 信号线总电阻由每个 ECU 的总线标准参数限定。
- 2) 总线上两点之间的最小延时可以为零。最大值由位时间和收发电路的延迟时间来决定。
- 3) 为了环境密封, 其它电缆结构尺寸可能也是可用的。设计人员应该保证电缆, 接线器以及接触点间的兼容性。
- 4) 满足 ISO 6722 所指定的要求。
- 5) 125°C 或按原始制造商的技术规范。

带护套的双绞线

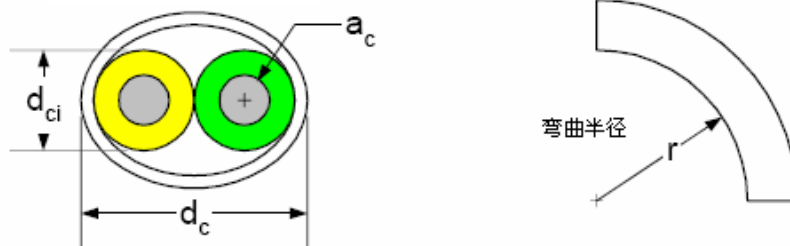


图1-电缆横截面和弯曲半径

带格式的

5.2.1 总线线路

总线线路由一 CAN_H 导线和一 CAN_L 导线组成。CAN_H 导线是黄色的, 而 CAN_L 导线是绿色的。

5.2.2 布局

图 2 至图 4, 给出了网络终端几种不同的组合方式下的线路布局。图中所包括的 ECU₁, ECU₂, ECU_{n-1} 和 ECU_n, 是 I 型的 ECU。图 3 和 4 中的 ECU A 和 ECU B 则是 II 型的 ECU。网络的尺寸要求见表 3。

网络的线路布局应当尽量靠近线性排布以避免电缆的反射。实际中有必要采用短截线连接到主干线电缆, 如图所示。为尽量减少驻波, 网络中节点的间隔不应相同, 短截线的长度和尺寸也不完全相同。

应控制线路布局, 以防止多余的信号通过互感和/或者电容耦合进入 CAN_H 和 CAN_L 电线上。耦合信号可能会干扰通信, 降低或破坏 CAN 传输线在扩展周期内的收发。通过调整本部分电缆包括 ECU 地和电源线布线远离高电流器件、高速开关负载以及连接到这些设

备上的电线可以降低耦合的风险。要避开的器件和相关电线有：启动电动机，雨刷继电器，开关信号继电器（闪光器），灯继电器。此外，网络和短截线的布线应避免离敏感器件太近（例如，无线电，电路板，和其它的电信设备）。

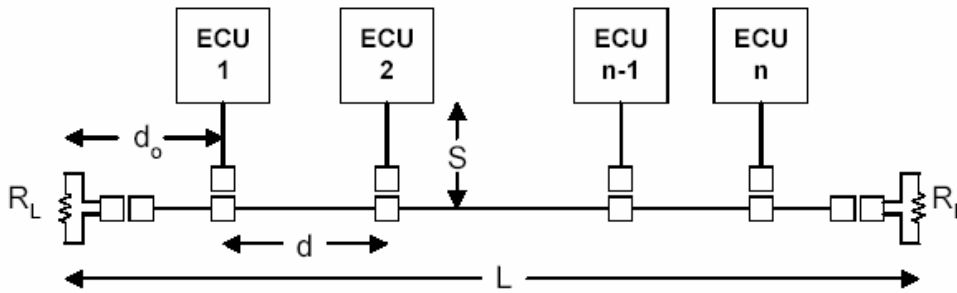


图 2 配线网络布局（仅有 I 型的 ECU）

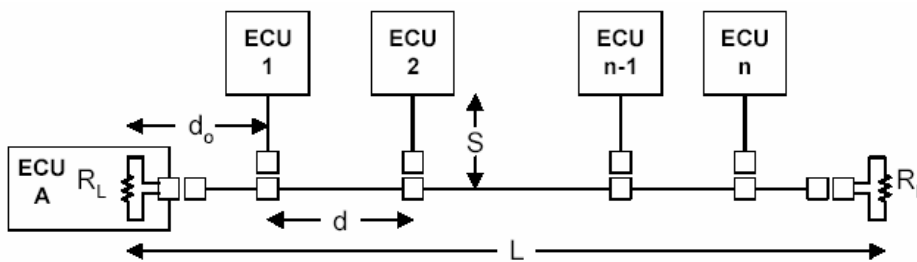


图 3 配线网络布局（含一个 II 型的 ECU）

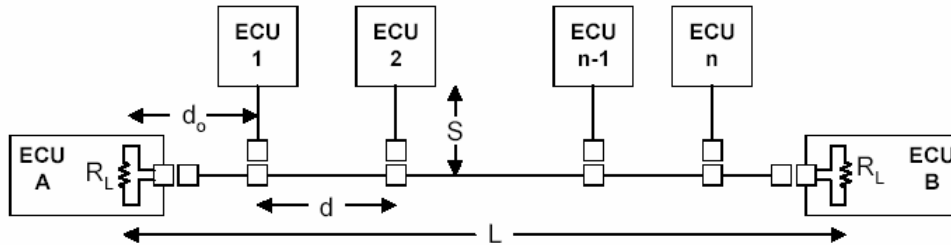


图 4 配线网络布局（含两个 II 型的 ECU）

表 3—网络布局参数

参数	符号	最小值	额定值	最大值	单位	条件
总线长度	L	0		40	m	在两个负载(R_L)之间中枢电缆的长度。 注 2
短截线长度	S	0		3	m	注 1
节点距离	d	0.1		40	m	
到 R_L 的最小距离	d_0	0			m	R_L 可以放置在 ECU 中, 但是 ECU 应该是本部分 II 型的

1. 为维持 GB/T ××××.1 外部诊断工具的兼容性, 外部连接器的短截线长度, 车辆的最大为 2.66 米, 外

部诊断工具的最大为 0.33 米。短截线的总长度不应该超过 3 米。

2. 本部分的总线长度应包括短截线长度。GB/T ××××.1 则不包括短截线在内。

5.2.3 终端电阻

与 GB/T ××××.1 物理层相同。

5.2.4 屏蔽终端

本部分物理层没有应用。

5.2.5 I 型和 II 型标记的 ECU

不含内部电阻 R_L 的 ECU 指定为本部分 I 型的 ECU，不需要标记。含内部电阻 R_L 的 ECU 指定为本部分 II 型的 ECU，应该在外壳上有一个独特的标记，以便容易地确定内部电阻的特点。

5.3 连接器的要求

连接器类型不需指定，也不必采用通常的连接器。ECU 可以通过固定的绞接（见附录 C）或者连接器接到网络上。如果采用连接器，则连接器必须满足 GB/T ××××.1 中的连接器电性能要求。如果把 GB/T ××××.1 部分中所描述的三针连接器安装到本部分网络上，则不采用屏蔽线 CAN_SHLD 接头，并安装上密封防水塞，具体见附录 B。两根电缆也可不通过连接器直接接续(修复时),接续方法见附录 D。

网络应采用不同锁扣结构的连接器，以避免对正常通信的影响。连接器应为 CAN_H 和 CAN_L 导线提供有效电气连接。

为连接到本部分网络上，一个与 GB/T ××××.1 适应的 ECU 可能需要如 GB/T ××××.1 部分中描述的三针连接器。如果采用三针连接器，配对的连接器将不需要屏蔽线 CAN_SHLD 接头，并安装上密封防水塞。图 5 是 GB/T ××××.1 的三针连接器应用到本部分网络的一些示例。

下面描述的连接器的使用参见图 5：

用于将 ECU 接到网络“主干线”上的 GB/T ××××.1 连接器，称为“短截线连接器”，指定为“A”。用于将终端电阻连接到主干线电缆末端的 GB/T ××××.1 的连接器，称为“直通连接器”，指定为“B”。ECU 1 用组接安装到本部分“主干线”上。ECU 2 用两针的连接器的连接器安装到本部分“主干线”上。ECU 3 用 GB/T ××××.1 的含终端电阻的三针连接器安装到本部分“主干线”上。

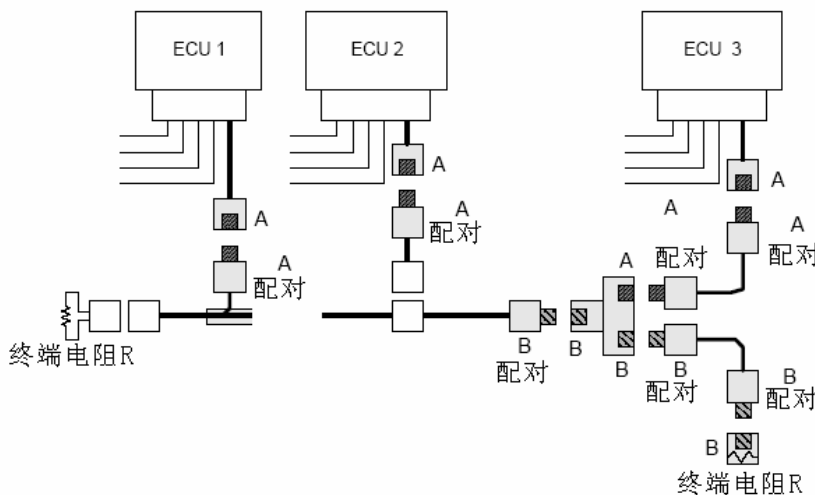


图 5 屏蔽双绞线连接器使用在非屏蔽双绞线网络的示例

5.3.1 连接器电性能要求

见 GB/T ××××.1 的 5.3.1。

5.3.2 连接器机械性能要求

当连接器应用到电缆网络中时，该连接器应该具备制动、偏振，短截线连接器与主干线连接器不同的锁扣类型，以及能满足特殊应用要求的保持装置。同时，这些连接器也应当具有适应环境的能力。

6 一致性测试

见 GB/T ××××.1 的 6。

6.1 ECU 的隐性输出

与 GB/T ××××.1 物理层相同。

6.2 CAN_H 和 CAN_L 的内部电阻

与 GB/T ××××.1 物理层相同。

6.3 内部的差动阻抗

与 GB/T ××××.1 物理层相同。

6.4 ECU 的隐性输入极限

与 GB/T ××××.1 物理层相同。

6.5 ECU 的显性输出

与 GB/T ××××.1 物理层相同。

6.6 ECU 的显性输入极限

与 GB/T ××××.1 物理层相同。

6.7 内部延迟时间

与 GB/T ××××.1 物理层相同。

7 总线故障

与 GB/T ××××.1 物理层相同。

7.1 网络连接的损耗网络连接失败

与 GB/T ××××.1 物理层相同。

7.2 节点电源断开或节点接地断开

与 GB/T ××××.1 物理层相同。

7.3 屏蔽断开

没有应用到本部分网络。

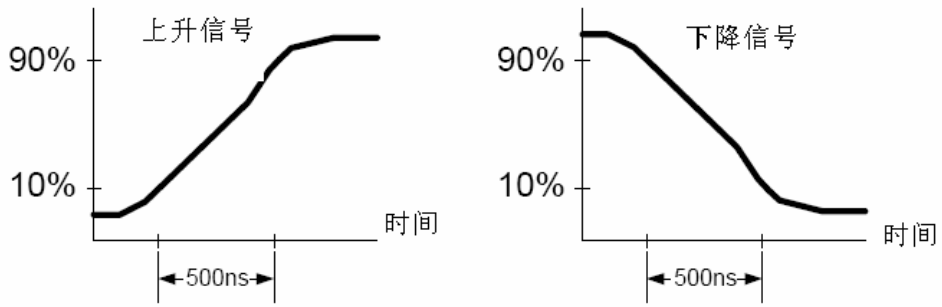
7.4 开路和短路故障

与 GB/T ××××.1 物理层相同。

附录 A

(资料性附录) 物理层电路举例

满足本部分要求用分立器件或者集成电路构成的 ECU 物理层电路有很多种。参见 GB/T $\times\times\times\times.1$ 附录 A 中满足本部分中电气性能的物理层电路的实例。本系列标准的物理层完整的 CAN 收发器产品同样也可以从半导体制造厂商中得到。图 A1 是本部分网络首选的信号上升和下降时间。



图A1—首选的信号上升/下降波形实例

附录 B

(资料性附录) 电缆作终端方法

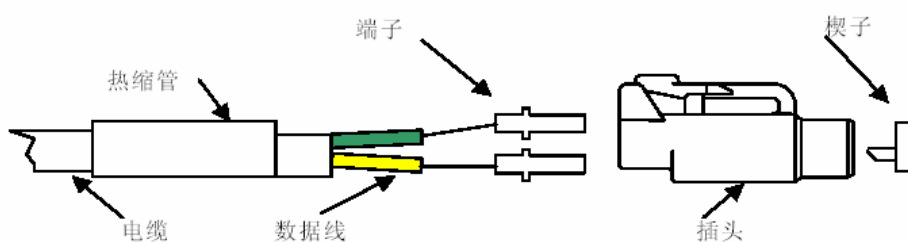
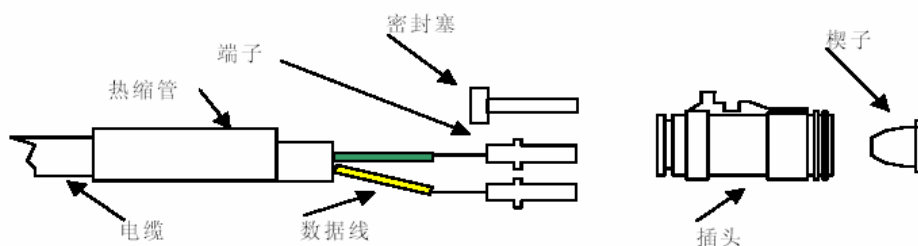


图 B2 典型的 2 孔连接器的电缆终端

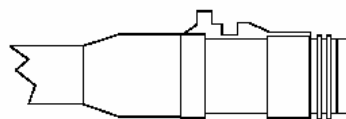


图 B3 典型的完成组装

1. 如果是三针的连接器，则在没有用的那个空腔装上密封塞。（2 针的不需要）
2. 除去电缆的护套，大约 40-100mm。
3. 剥去电线的绝缘 $7\text{mm}\pm 0.8\text{mm}$ 。
4. 在每一根电线上按制造商推荐的方法压接一个端子。
5. 将内衬胶的热缩管套到电缆上。
6. 按制造商推荐方法将端子装进连接器壳体内。异丙基醇有助于装配。
7. 保护电缆扭节，按制造商推荐的方法在组装处套上和使用内衬胶的热缩管。电缆扭节从离连接器终端至多 50mm 处应开始。分开导线之间的最大距离为 3mm。
8. 如果需要，按制造商推荐的方法在连接器壳体的前面装上楔子。

附录 C

(资料性附录)
电缆连接方法

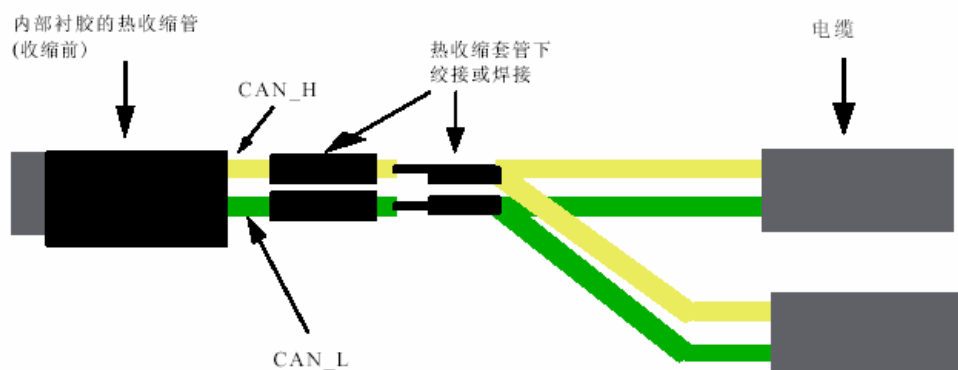


图 C1 电缆接续

1. 将电缆末端齐口剪断。往里量取大约 40-100mm 并在电缆护套上作上标记。除去这部分的电缆护套。
2. 除去数据线 CAN_H 上 $7\text{mm}\pm 0.8\text{mm}$ 的绝缘。
3. 在数据线 CAN_L 上往里量取大约 21mm，剪断。除去该电线上 $7\text{mm}\pm 0.8\text{mm}$ 的绝缘外皮。
4. 另外两根电缆也重复 1—3 的步骤，用于搭接。但是，第 2 和第 3 步骤上的 CAN_H 和 CAN_L 要相互取代（通过交错绞接或焊接可以使组装的总长度尽量小）。
5. 将两绝缘热缩套管分别套在 CAN_H 和 CAN_L 数据线上。
6. 把一内衬胶的热缩管套到电缆上。
7. 分别将三根 CAN_H 数据线，三个 CAN_L 数据线扭接或者焊接在一起。
8. 如果需要，将连接处焊接。
9. 将绝缘热缩管放置在两绞接或焊接的数据线中间。
10. 把内衬胶的热收缩套管套在组件的中心并按制造商推荐方法使用。



图 C2 完成接续的电缆密封组件

附录 D
(资料性附录)
推荐的电缆修复方法

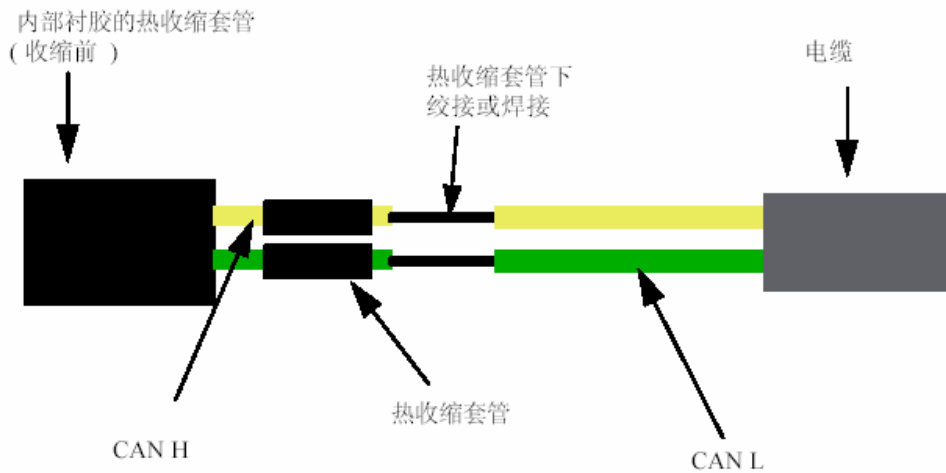


图 D1 电缆接续

- 将电缆末端齐口剪断。向内量取大约 40-100mm 并在电缆护套上作上标记。除去这部分的电缆护套。
- 向内剥去两数据线里面的绝缘外皮 $7\text{mm} \pm 0.8\text{mm}$ 。
- 其余的电缆也重复这些工序。
- 在任一根电缆的每一根数据线端安装卷接头。(通过控制扭接或焊的搭接量使装配整体长度尽量小)
- 将绝缘热缩管套在数据线上 (两根)。
- 将内衬胶的热缩管套到电缆上 (1 根)。
- 在另外电缆上, 插入电线到合适的卷接头并装上, 且维持极性 (CAN_H, CAN_L)。
- 按制造厂商推荐方法把绝缘热缩管安装在两端子中间。
- 按制造厂商推荐的方法把带粘胶的热缩管放置在装置中间封好。



图 D2 完成接续的电缆组件

附录 E

(资料性附录)

非屏蔽双绞线和屏蔽双绞线物理层的相互比较

表 1—非屏蔽双绞线和屏蔽双绞线的比较

参数	网络	最小值	最大值	单位	条件	与屏蔽双绞线网络相同或不同
总线长度	非屏蔽双绞线	0	40	米	在两负载电阻 (R_L) 之间 中枢电缆长度	相同
	屏蔽双绞线	0	40	米		
短截线长度	非屏蔽双绞线	0	3	米	包括在总线长度中 不包括在总线长度中	不同
	屏蔽双绞线	0	1	米		
节点距离	非屏蔽双绞线	0.1	40	米		相同
	屏蔽双绞线	0.1	40	米		
与 R_L 的最小距离	非屏蔽双绞线	0		米 米	R_L 可能放置在 ECU 中 (非屏蔽双绞线类型 II ECU) R_L 不在 ECU 中 (屏蔽双绞线)	不同
	屏蔽双绞线	0				
节点数目	非屏蔽双绞线		10			不同
	屏蔽双绞线		30			
物理介质	非屏蔽双绞线				带护套的非屏蔽双绞线 带护套的屏蔽双绞线	不同
	屏蔽双绞线					
网络连接器	非屏蔽双绞线				连接器必须满足 5.3,5.3.1 和 5.3.2 章节的要求 必须采用 3 针连接器	不同
	屏蔽双绞线					
ECU 物理层电路	非屏蔽双绞线					相同
ECU CAN_SHLD 终端	非屏蔽双绞线					不同
	屏蔽双绞线					
信号上升/下降时序	非屏蔽双绞线				必须 200-500ns (物理层 电路参数) 推荐 200-500ns	不同
	屏蔽双绞线					

附录 F

(资料性附录)

屏蔽双绞线网络适用的工具和 ECU 使用在非屏蔽双绞线网络

当任意一个与屏蔽双绞线网络适应的诊断工具或适应的 ECU（带引出线）连接到非屏蔽双绞线网络中，就构成了一个混合物理层。下图是推荐的混合物理层结构。图 F1 为一典型的将屏蔽双绞线网络适应的诊断工具连接到非屏蔽双绞线网络的混合物理层结构。图 F2 为一典型的将屏蔽双绞线网络适应的 ECU（采用屏蔽双绞线引出线和 3 针的连接器）连接到非屏蔽双绞线网络的混合物理层结构。屏蔽双绞线网络的连接部分包括一 CAN_SHLD 终端和泄流线，但是非屏蔽双绞线网络连接部分不含 CAN_SHLD 终端和泄流线。

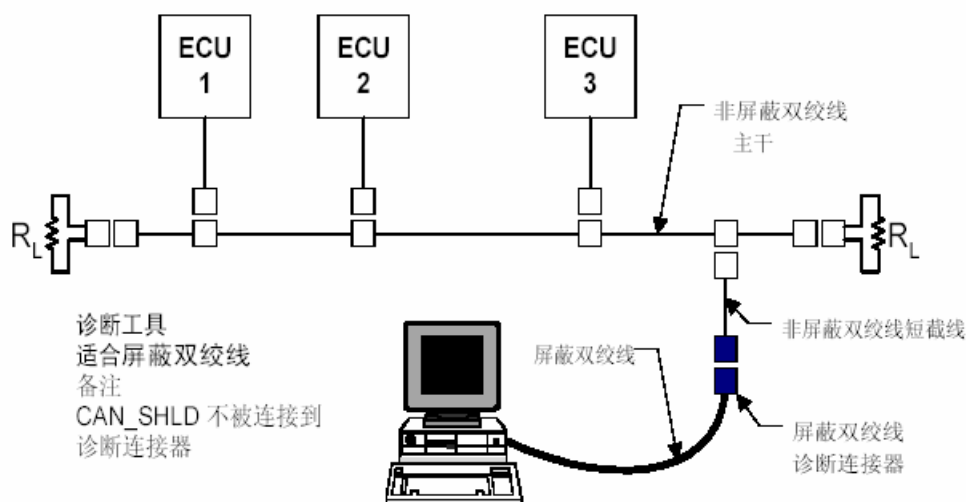


图 F1 屏蔽双绞线的工具连接到非屏蔽双绞线网络

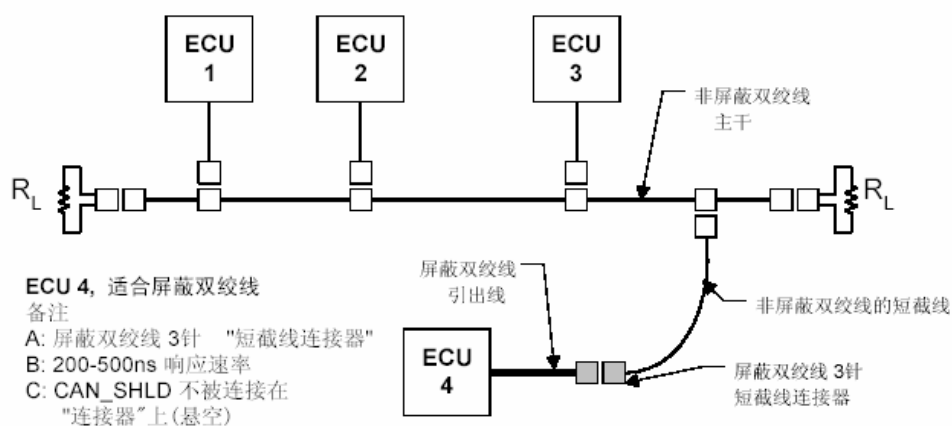


图 F2 ECU (使用屏蔽双绞线引出线和 3 针连接器) 连接到 非屏蔽双绞线网络