

新能源汽车职业教育  
理实一体化系列教材

# 新能源汽车

## 整车控制系统检测维修



主编 徐景慧 胥泽民 彭 鹏

- 知行合一、工学结合，匹配活页式任务工单
- ◎ “互联网+职业教育”，信息化资源丰富
- ◎ 校企结合、校校联合
- ◎ 理实一体化教学方式

北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



<b>学习情境 1 整车控制系统认识</b>	<b>1</b>
<b>任务1 网关控制器检测拆装</b>	<b>2</b>
1.1.1 控制系统概述	2
1.1.2 整车控制系统的组成	3
1.1.3 比亚迪E5的整车控制系统	4
1.1.4 比亚迪E5网关控制器的更换	8
1.1.5 比亚迪E5网关控制器的检测	9
<b>任务2 整车控制数据流读取</b>	<b>10</b>
1.2.1 整车控制系统的功能	10
1.2.2 整车控制系统的控制策略	14
1.2.3 数据流/主动测试	16
<b>任务3 高压电控总成拆装</b>	<b>21</b>
1.3.1 比亚迪E5高压电控总成的外部特征	21
1.3.2 比亚迪E5高压电控总成的内部结构	24
1.3.3 高压电控总成更换	27
1.3.4 高压电控总成内部结构认知	29

<b>学习情境 2 整车控制系统功能测试</b>	<b>31</b>
<b>任务1 车辆静止状态测试</b>	<b>32</b>
2.1.1 仪表盘指示功能	32
2.1.2 多功能信息显示屏	37
2.1.3 信息娱乐系统	38
2.1.4 其他辅助用电设备功能测试	40
2.1.5 电动汽车特有故障灯信息认知	40
2.1.6 蓝牙设置与连接	41
<b>任务2 整车驱动控制功能测试</b>	<b>43</b>
2.2.1 电动汽车驱动装置	43
2.2.2 常见纯电动汽车的驱动系统及驱动模式	46
2.2.3 驾驶模式选择	48
2.2.4 比亚迪E5的驱动保护措施	48
2.2.5 车辆驱动功能测试的方法	50
2.2.6 防溜车测试	50
2.2.7 低速提示音认知与设置	51



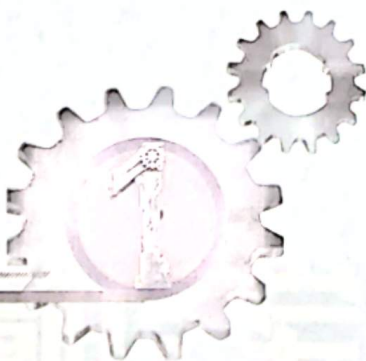
任务3	整车能量管理与能量回收 .....	52
2.3.1	电动汽车能量管理系统 .....	52
2.3.2	能量回收系统 .....	54
2.3.3	比亚迪E5制动能量回收控制 .....	56
2.3.4	放电测试 .....	57
2.3.5	制动能量回收测试 .....	59
任务4	保护功能测试 .....	61
2.4.1	高压互锁 .....	61
2.4.2	高电压自放电电路 .....	64
2.4.3	漏电保护及电位均衡 .....	64
2.4.4	绝缘电阻检测 .....	65
2.4.5	短路熔断保护电路 .....	66
2.4.6	电磁防护 .....	67
2.4.7	比亚迪E5的高压保护 .....	68
2.4.8	高压互锁回路认知及测试 .....	72
2.4.9	充电口绝缘电阻测量 .....	73
任务5	云服务与远程监控系统测试 .....	75
2.5.1	车联网系统 .....	75
2.5.2	比亚迪云服务及DiLink智能网联系统 .....	77
2.5.3	车载终端 .....	81
2.5.4	车载终端不能正常工作的故障诊断 .....	82

学习情境3	整车控制系统检测与维修 .....	85
任务1	通信系统故障诊断与检修 .....	86
√3.1.1	CAN总线技术 .....	87
3.1.2	车载网络功能 .....	92
3.1.3	比亚迪E5整车网络拓扑结构 .....	93
3.1.4	CAN总线典型故障判断 .....	97
3.1.5	LIN总线技术 .....	99
3.1.6	测量CAN终端电阻及总线电压 .....	100
任务2	输入电路故障诊断与检修 .....	103
3.2.1	整车控制系统输入信号及电路 .....	103
3.2.2	整车控制系统主要输入信号及电路 .....	106
3.2.3	整车控制输入信号异常的诊断方法 .....	112
3.2.4	充电功率小故障诊断与修复 .....	113
3.2.5	无法换挡故障诊断与修复 .....	115
任务3	输出信号故障诊断与检修 .....	117
3.3.1	整车控制系统输出信号及电路 .....	117
3.3.2	整车控制系统主要输入信号及电路 .....	118
3.3.3	案例分析 .....	122

参考文献 .....	128
------------	-----



## 通信系统故障诊断与检修



### 工作任务

一辆比亚迪 E5 在使用解码仪读取故障码时,发现动力系统无法进入,经检查是动力网 CAN-L 对地短路,更换动力网线束后故障消失。请问,如何判断总线是否发生故障?总线出现故障后如何进行排查?

### 任务分析

学生完成任务需要掌握总线的相关知识。通过任务,学生能够正确测量各 CAN 总线的终端电阻;能够正确测量各 CAN 总线的等效电阻;能够正确测量 CAN 总线 CAN-H 和 CAN-L 的电压值;能够对 CAN 总线发生故障时示波器显示做出正确判断;能够正确检测 CAN 总线断路、短路故障。

### 相关知识

随着电子技术的迅猛发展及其在汽车上的广泛应用,汽车电子化程度越来越高,使汽车电子系统形成了一个复杂的大系统。传感器、执行器数量众多,它们与各自的控制单元组成汽车的子系统,如发动机电控系统、电控自动变速器、ABS(防抱死刹车系统)、EBD 制动力分配系统、TCS(牵引力控制系统)、空调控制系统、助力转向系统等。纯电动汽车也是如此,动力电池管理、驱动电机控制、充电控制、制动控制、制动能量回馈控制、转向控制、空调控制等,形成了一个相当庞大的控制系统。

这些系统除了各自的电源、传感器和执行器外,还需要互相通信,且信息传输量很大;为此,纯电动汽车各系统之间多采用总线技术进行通信。总线系统将车辆上的各个系统连接起来构成一个网络,称为车载网络。

国际上众多知名汽车公司早在 20 世纪 80 年代就积极致力于汽车网络技术的研究及应用,迄今为止,已有多种网络标准。目前存在的多种汽车网络标准,其侧重的功能有所不同,为



方便研究和设计应用, SAE (Society of Automotive Engineers, 汽车工程师协会) 将汽车数据传输网划分为 A、B、C 三类, 如表 3-1-1 所示, D 级以上没有定义。一般地, 把传输速率在 1 MB/s 以上的网络定义为 D 级网络。

表 3-1-1 SAE 汽车网络级别

特性	A 级网络	B 级网络	C 级网络
传输速度 / (KB/s)	小于 10	10~125	125~1 000
信息传输延时 /ms	小于 50	小于 20	小于 5
时钟离散度要求 /%	20	2	0.01
传输媒体 (总线)	单线	单线	双绞线
信息优先权	有	有	有
容错能力	无	无	有

A 类网络是面向传感器 / 执行器控制的低速网络, 主要应用于电动车窗、座椅调节器、灯光照明等控制, 其典型应用是 LIN (Local Interconnect Network) 总线网络。

B 类网络是面向独立模块间数据共享的中速网络, 主要应用于车辆信息的传送, 如汽车速度监测、故障诊断、仪表显示等系统。B 类网络在轻型车上应用的是 ISO 11898 标准, 其传输速率在 100 KB/s 左右; 在卡车和大客车上应用的是 SAE 的 J1939 标准, 其传输速率是 250 KB/s。近年来, 基于 ISO 11519-2 的容错 CAN 总线标准在欧洲的各种车型中也开始得到广泛使用。ISO 11519-2 的“容错”低速 CAN 总线接口标准在轿车中正在得到普遍的应用, 它的物理层比 ISO 11898 要慢一些, 同时成本也要高一些, 但是它的故障检测能力却非常突出。与此同时, 以往广泛适应于美国车型的 J1850 已经逐步被淘汰。

C 类网络是面向高速、实时闭环控制的多路传输网, 主要用于车上实时控制系统之间数据的传输, 如发动机控制、牵引控制和 ABS 等系统。

### 3.1.1 CAN 总线技术

CAN 是控制器局域网 (Controller Area Network) 的简称, 是德国 BOSCH 公司为解决现代汽车中的数据交换而开发的一种串行通信协议。应用于汽车上的 CAN 总线技术, 其作用就是将整车中不同的控制器连接起来, 实现信息的可靠共享, 并减少整车线束数量, 是一种能够实现分布式实时控制的串行通信网络。目前, 电动汽车常采用的总线是 CAN 总线。

#### 1. CAN 系统的传输介质

CAN 总线是一种多主总线, 是一种双线串行数据通信总线, 通信介质可以是双绞线、同轴电缆或光导纤维, 通信速率最高可达 1 MB/s。

双绞线如图 3-1-1 所示, 采用双绞线结构之后, 对两根线称为 CAN\_High 和 CAN\_Low 并





设置基准电压, CAN\_High 的电压变化是大于基准电压, CAN\_Low 电压变化是小于基准电压。CAN 控制器根据 CAN\_High 和 CAN\_Low 的电位差来判断总线电平。

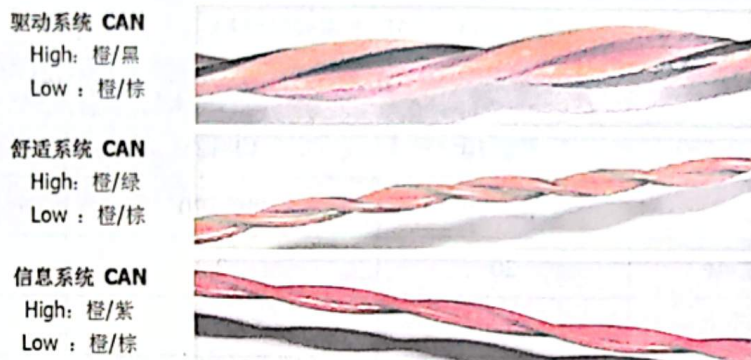


图 3-1-1 用于不同系统的双绞线

## 2. CAN 总线系统的组成

在动力 CAN 总线系统中, 每个连接在 CAN 总线上的节点内部都安装了一个 CAN 控制器、一个 CAN 收发器、两条数据传输线和数据传输终端, 如图 3-1-2 所示。

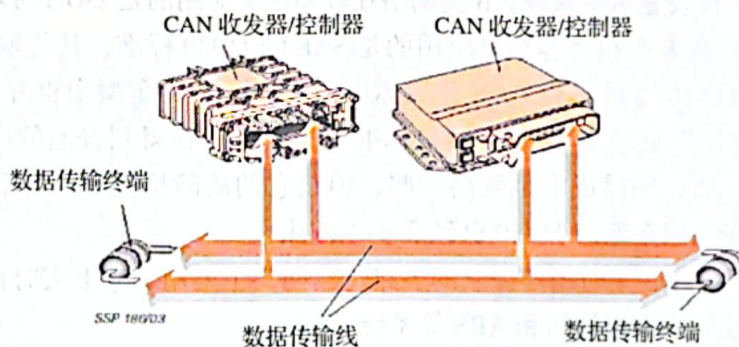


图 3-1-2 CAN 总线控制系统的组成

### 1) CAN 控制器

CAN 控制器接收来自控制单元微处理器中的数据, 处理数据并传送给 CAN 发送器; 同时也接收 CAN 接收器的数据, 处理数据并传送给微处理器。

### 2) CAN 收发器

CAN 收发器是一个发送器和一个接收器的组合, 它将 CAN 控制器提供的数据转化为电信号并通过数据总线发送出去; 同时, 它也接收总线上的电信号, 并转化为数据传给 CAN 控制器。

### 3) 数据传输终端

数据传输终端是一个电阻器, 称为终端电阻, 其作用是避免数据传输终了的反射, 产生反射波使数据遭到破坏。ISO 11898 标准和 ISO 11519-2 标准对终端电阻的定义不同, ISO 11898 标准的 CAN 总线为封闭型, 终端电阻为  $120\ \Omega$ , ISO 11519-2 标准的 CAN 总线为开放型, 终

端电阻为  $2.2\text{ k}\Omega$ 。

#### 4) CAN 总线

CAN 总线是用以传输数据的双向传输数据线,分为 CAN 高 (CAN\_High) 和 CAN 低 (CAN\_Low) 数据线。数据没有指定接收器,通过数据总线发送给每个控制单元,各控制单元接收后进行计算。

CAN\_High 和 CAN\_Low 的电压变化基于 ISO 11898 标准和 ISO 11519-2 标准,有两种形式,其双绞线波形信号如图 3-1-3 所示,ISO 11898 标准时 CAN\_High 的电压变化是  $2.5\sim 3.5\text{ V}$ , CAN\_Low 电压变化是  $2.5\sim 1.5\text{ V}$ ,电位差为  $0\text{ V}$  或  $2\text{ V}$ ; ISO 11519-2 标准时 CAN\_High 的电压变化是  $1.25\sim 4\text{ V}$ , CAN\_Low 电压变化是  $3.25\sim 1\text{ V}$ ,电位差为  $-1.5\text{ V}$  或  $3\text{ V}$ 。

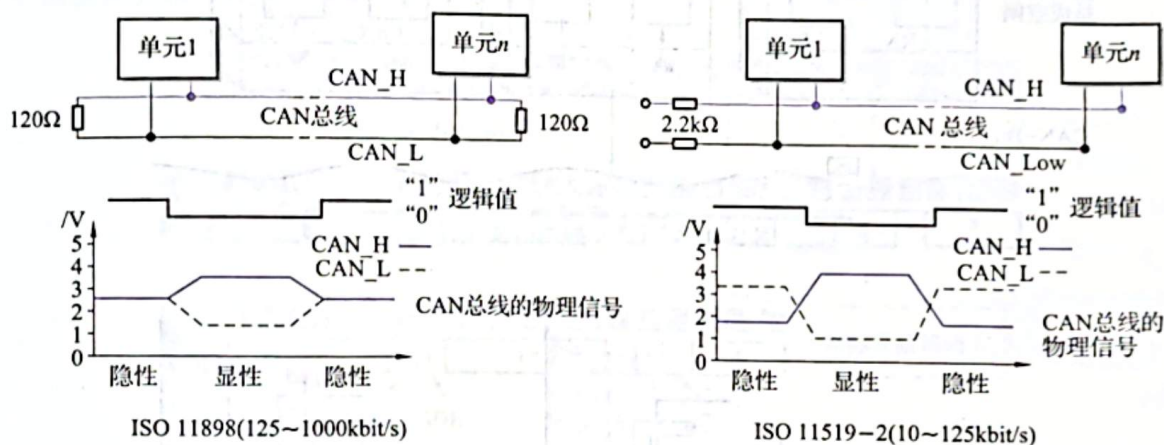


图 3-1-3 双绞线波形信号

### 3. CAN 的工作原理

#### 1) CAN 的特点

CAN 总线为多主方式工作,总线上的随意一个网络节点都被允许向网络上发送信息,可以是不同的单元或是主从节点,但必须是在网络空闲时刻,在网络繁忙时采用优先级发送方式。CAN 网络上的各个节点信息分成不同的优先级,可以满足不同的要求,高优先级的信息优先传递。CAN 总线采用仲裁域进行仲裁,当出现两个节点同时向总线发送数据时,优先级低的节点会主动退出发送转为接收,优先级高的节点会继续发送数据不受影响,有效避免了总线冲突,提高信息传输效率,如安全方面的信息比舒适方面的信息优先。数据发送过程如图 3-1-4 所示。

CAN 总线信息传输采用广播模式,即一个节点发送,所有连接在总线上的节点都可接收。

#### 2) CAN 的数据传递过程

CAN 总线的数据信息的接收与发送可分为两个部分,一为在监控层检查传输数据的信息是否正确,二为在接收层检查数据信息是否可用,如果信息无传递错误,系统的控制单元会反馈一个信号,然后该信息就会到达接收区,在此区域会决定这个信息是否能用来完成控制单元的控制功能,如果可以则接收数据,如果不行则拒绝该数据。数据接收的流程如图 3-1-5 所示。



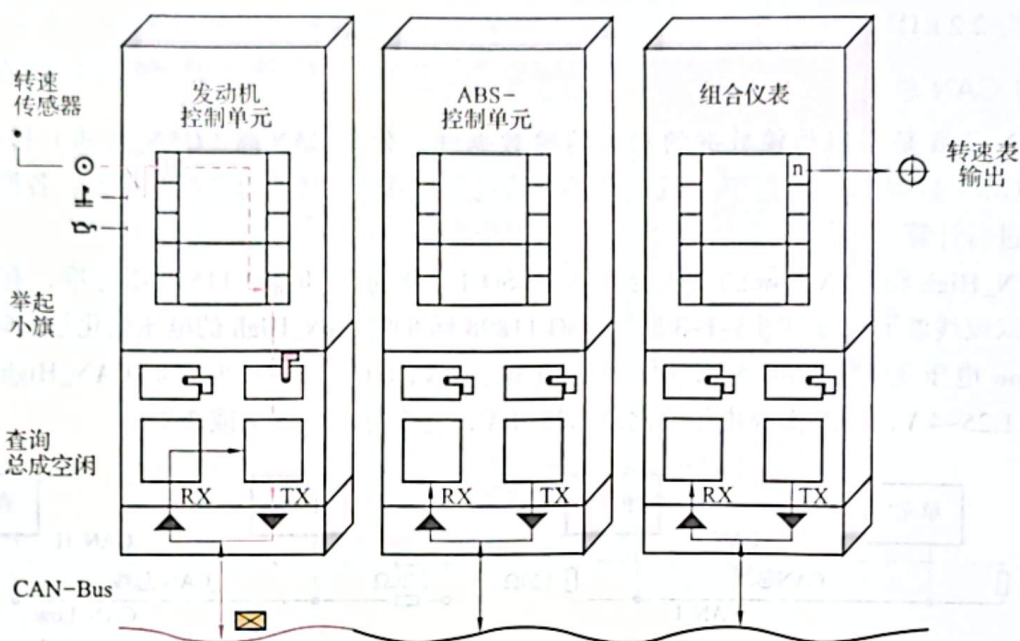


图 3-1-4 CAN 数据的发送过程

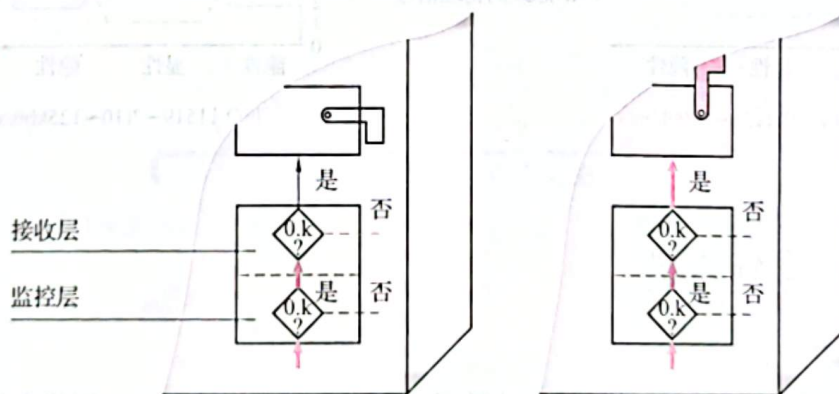


图 3-1-5 CAN 数据的接收流程

### 3) CAN 总线的差分电压与逻辑值

CAN 总线的差分电压如图 3-1-6 所示，双绞线分为 CAN 高位（CAN-H）和低位（CAN-L）数据线，对地电压分别用  $V_{CAN-H}$  和  $V_{CAN-L}$  表示，它们之间的差值称为差分电压，即  $V_{diff} = V_{CAN-H} - V_{CAN-L}$ 。电位差就是总线电平，可分为显性电平和隐性电平两种，总线必须处于两种电平之一，显性电平用逻辑值“0”表示，隐性电平用逻辑值“1”表示。当在总线上出现同时发送显性和隐性时，其结果是总线数值为显性（“0”和“1”叠加的结果为“0”），显性能覆盖隐性，即线“与”机制。

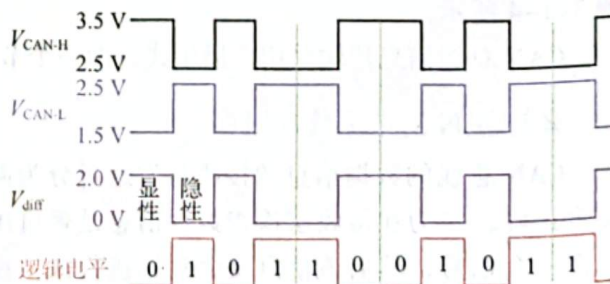


图 3-1-6 CAN 总线的差分电压





## 4. CAN 总线的数据传输

动力 CAN 总线的数据传递实际是物理电平在数据总线上的传递过程。发送时, 控制单元将信息转换为二进制, 用电平来模拟二进制数据; 在接收时, 控制单元将电平转换成二进制, 再将二进制数据转为正常数据。

## 5. CAN 数据帧

数据帧有两种: 标准帧、扩展帧。它们都由帧起始、仲裁段、控制段、数据段、CRC 段、ACK 段和帧结束组成, 如图 3-1-7 所示, 主要区别在于仲裁段和控制段。CAN 以报文为单位进行信息的传输, 一帧为 CAN 中的一个报文。

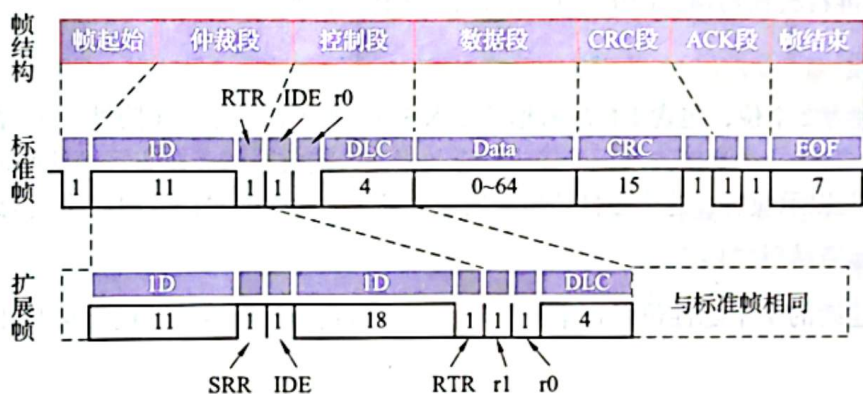


图 3-1-7 CAN 数据帧组成

### 1) 帧起始

帧起始标志数据帧的起始, 由一个显性位组成。只有在总线空闲时才允许发送, 所有的单元必须同步于首先开始发送报文单元的帧起始前沿。

### 2) 仲裁段

标准格式和扩展格式的仲裁段有所不同。在标准格式中, 仲裁段由 11 位标识符 (ID: Identifier) 和 1 位 RTR (远程发送请求: Remote Transmission Request) 组成, 共 12 位。标识符按照 ID28~ID18 的顺序, 需要注意的是 7 个最高位 (ID28~ID22) 不能全是隐性。

后面是 1 位替代远程请求位 (SubstituteRemoteRequest)、1 位 IDE (标识符扩展: Identifier Extension)、18 位标识符、1 位 RTR, 共 32 位。前 11 位标识符按照 ID28~ID18 的顺序, 后 18 位标识符按照 ID17~ID0 的顺序。

若标识符后面 RTR 位是显性, 则说明是数据帧; 若标识符后面 RTR 位是隐性, 则说明是远程帧。

1 位 IDE (ID Extend) 属于标准格式的控制段、扩展格式的仲裁段, 标准格式中 IDE 为显性, 扩展格式中 IDE 为隐性。若 IDE 位为隐性, 则在用 1 个隐性位 SRR 代替原来的 RTR 位并将 RTR 位放置扩展标识符后面 (目的是保证格式不变)。

### 3) 控制段

控制段由 6 位组成, 标准格式中控制段包括 1 位 IDE (显性位)、1 位保留位 r0 和 4 位 DLC (数据长度代码: Data Length Code); 扩展格式中包括 2 位保留位 r1、r0 和 4 位 DLC, 两



种格式中保留位必须为显性。

数据长度代码表明了数据段里的字节数量,4 位数据长度代码允许使用 0000~1000 (即 0~8) 表示数据段长度为 0~8 字节。

由于扩展帧中 IDE 位被两段标识符包围而被划入仲裁段,为保证格式不变,用 1 位保留位 r1 代替原来的 IDE 位。

#### 4) 数据段

数据段由数据帧中的发送数据组成,可以是 0、1、2~8 个字节,每字节包含 8 个位,即数据段的长度是 0、8、16~64 位。发送数据段时,首先发送最高有效位 MSB (Most Significant Bit)。

#### 5) CRC 段

CRC 段包括 15 位 CRC 序列 (CRC Sequence) 和 1 位 CRC 界定符 (隐性位)。CAN 总线使用 CRC 校验进行数据检错,CRC 校验值存放于 CRC 序列。

#### 6) 应答段

应答段长度为 2 个位,包含 1 位应答槽 (ACK Slot) 和 1 位界定符 (隐性位)。在 ACK 段里,发送站发送 2 个隐性位。当接收器正确接收到有效报文,接收器就会在应答槽期间向总线上发送一个显性位“0”以示应答,这个显性位覆盖发送站发送的隐性位“1”,即总线上为显性“0”。

#### 7) 帧结束

帧结束是连续的 7 个隐性位。每个数据帧 (标准格式和扩展格式) 的结束均由这一标志序列界定。

### 3.1.2 车载网络功能

本次内容到此

#### 1) 多路传输功能

为了减少车辆电气线束的数量,多路传输通信系统可使部分数字信号通过共用传输线路进行传输。系统工作时,由各个开关发送的输入信号通过中央处理器 (CPU) 转换成数字信号,该数字信号以串行信号方式从传感器传输给接收装置,发送的信号在接收装置处将被转换为开关信号,再由开关信号对有关元件进行控制。

#### 2) “唤醒”和“休眠”功能

“唤醒”和“休眠”功能用于减少在关闭点火开关时蓄电池的额外能量消耗。当系统处于“休眠”状态时,多路传输通信系统将停止诸如信号传输和 CPU 控制等功能,以节约蓄电池的电能;系统有人为操作时,处于“休眠”状态的有关控制装置立即开始工作,同时还将“唤醒”信号通过传输线路发送给其他控制装置。

#### 3) 失效保护功能

失效保护功能包括硬件失效保护功能和软件失效保护功能。当系统的 CPU 发生故障时,硬件失效保护功能使其以固定的信号进行输出,以确保车辆能继续行驶;当系统某控制装置发生故障时,软件失效保护功能将不受来自有故障的控制装置的信号影响,以保证系统能继续工作。

#### 4) 故障自诊断功能

故障自诊断功能包括多路传输通信系统的自诊断模式和各系统输入线路的故障自诊断模





# 新能源汽车 整车控制系统检测维修



免费配套资源下载地址  
[www.bitpress.com.cn](http://www.bitpress.com.cn)

 **北京理工大学出版社**  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

通信地址：北京市海淀区中关村南大街5号  
邮政编码：100081

电 话：(010)68948351 82562903

网 址：<http://www.bitpress.com.cn>



北京理工大学出版社  
智慧样书系统

ISBN 978-7-5682-9076-0



9 787568 290760 >

定价：38.00元