

汽车电气构造、原理与检修（下）

汽车电气辅助设备

QICHE DIANQI GOUZAO、YUANLI YU JIANXIU(XIA)
QICHE DIANQI FUZHU SHEBEI

主编◎ 赵振宁

主审◎ 李春明



汽车电气构造、原理与检修（下）

汽车电气辅助设备

主 编 赵振宁
副主编 孙雪梅 徐 磊
主 审 李春明



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书共分九章,第一章汽车总线系统,讲解 LIN、CAN、MOST 和 FlexRay 四种网络的原理和系统自诊断以及线束维修方法;第二章安全气囊及其扩展功能,讲解了正面安全气囊、侧面安全气囊、侧面气帘和撞车安全控制。第三章风窗刮水和洗涤装置,讲解了基本控制电路,实际控制电路以及智能控制电路;第四章电动座椅,介绍了直接控制和集中控制的电动座椅电路;第五章中央控制门锁及防盗系统,讲解了中控锁电路,中控锁和防盗器的联合使用,给出了典型电路,并举出了常见故障的原因;第六章电动车窗和观后视镜及其微机控制;第七章转向柱控制单元 J527;第八章网络化舒适系统集中控制;第九章汽车音响和导航系统,讲解音响的组成、控制功能、音响优劣和导航功能。

本书可作为高等学校新能源汽车技术、汽车检测与维修和汽车电子的专业教材,也可供从事本专业工作的工程开发和售后维修技术人员作参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气构造、原理与检修. 下, 汽车电气辅助设备 / 赵振宁主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2015. 3

ISBN 978 - 7 - 5682 - 0197 - 1

I. ①汽… II. ①赵… III. ①汽车 - 电气设备 - 构造 - 高等学校 - 教材②汽车 - 电气设备 - 车辆修理 - 高等学校 - 教材 IV. ①U472. 41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 051506 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京高岭印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 16.25

字 数 / 375 千字

版 次 / 2015 年 3 月第 1 版 2015 年 3 月第 1 次印刷

定 价 / 49.00 元

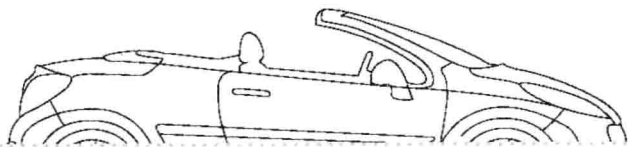
责任编辑 / 张慧峰

文案编辑 / 多海鹏

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换



前言

P R E F A C E

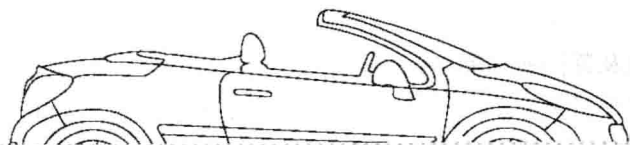
随着汽车电气系统的发展，电气系统的功能越来越多，技术也越来越复杂。以前的输入输出关系较直观，现代汽车电气系统采用了集中控制方式，为了检修方便，控制单元能进行自诊断。传统电气系统介绍的内容已经远远跟不上汽车电气系统的发展，偶尔也有一些电控技术介绍，但多为产品的功能介绍，总是不能真正一睹技术的细节，以利于在实践中解决实际问题。技术在实车上的应用已经较为普遍的情况下，急需完整技术细节的教材。为了使现代教育内容跟上汽车发展的步伐，编著了这本书。本书为高等学校“新能源汽车技术”“汽车检测与维修”和“汽车电子”的专业教材，也可供从事本专业工作的工程开发和售后维修技术人员作参考。

本书共分九章，第一章汽车总线系统，讲解 LIN、CAN、MOST 和 FlexRay 四种网络的原理和系统自诊断以及线束维修方法；第二章安全气囊及其扩展功能，讲解了正面安全气囊、侧面安全气囊、侧面气帘和撞车安全控制；第三章风窗刮水和洗涤装置，讲解了基本控制电路、实际控制电路以及智能控制电路；第四章电动座椅，介绍了直接控制和集中控制的电动座椅电路；第五章中央控制门锁及防盗系统，讲解了中控锁电路、中控锁和防盗器的联合使用，给出了典型电路，并举出了常见故障的原因；第六章电动车窗和观后视镜及其微机控制；第七章转向柱控制单元 J527；第八章网络化舒适系统集中控制；第九章汽车音响和导航系统，讲解音响的组成、控制功能、音响优劣和导航功能。

由于时间仓促，加之作者的水平有限以及本书的有限篇幅，难免会有错漏之处，希望读者不吝指正（未经作者同意，严禁复制和摘抄任何内容）。

本书由赵振宁任主编，孙雪梅、徐磊任副主编。本书由李春明担任主审工作。

编 者



目 录

CONTENTS

第一章 汽车总线系统	001
第一节 汽车通信技术	001
第二节 LIN 总线	008
第三节 CAN 总线	017
第四节 网关 (Gateway)	021
第五节 CAN 总线终端电阻	025
第六节 标准格式 CAN 和扩展格式 CAN	027
第七节 CAN 总线诊断与检修	030
第八节 CAN 总线数据流和示波诊断	033
第九节 汽车 FlexRay 总线	043
第十节 FlexRay 总线检修	046
第十一节 汽车 MOST 总线技术	050
第二章 安全气囊及其扩展功能	058
第一节 安全气囊 (SRS/Air Bag)	058
第二节 安全带控制技术	065
第三节 新型皇冠轿车安全气囊及其扩展功能	068
第四节 大众速腾安全气囊及其扩展技术	075
第五节 奥迪轿车安全系统	080
第六节 碰撞发生后的断油/断电安全措施	083
第三章 风窗刮水和洗涤装置	085
第一节 刮水/洗涤装置结构与基本工作原理	085
第二节 普通刮水器和洗涤装置工作原理	088
第三节 丰田皇冠电控刮水器和洗涤系统	092
第四节 大众速腾雨刮电动机控制	096
第四章 电动座椅	099
第五章 中央控制门锁及防盗系统	114
第一节 中央控制门锁	114
第二节 铁将军防盗器	122

第三节	安装汽车防盗器	129
第四节	汽车防盗器的常见故障疑难解答	130
第五节	发动机止动系统 Immobiliser	136
第六节	Immobiliser 诊断	146
第六章	电动车窗和观后镜及其微机控制	152
第一节	汽车电动车窗的作用和分类	152
第二节	车门集中控制基础	153
第三节	直接控制型车窗	159
第四节	汽车电动观后镜	167
第五节	捷达轿车“镜和窗”任务训练	171
第六节	丰田皇冠轿车网络电动门窗控制	182
第七章	转向柱控制单元 J527	187
第八章	网络化舒适系统集中控制	202
第一节	丰田皇冠汽车舒适系统	202
第二节	大众速腾汽车舒适系统 J393	216
第九章	汽车音响和导航系统	231
第一节	汽车音响和导航	231
第二节	音响系统检修	242
第三节	丰田汽车音响系统	245
第四节	汽车导航系统	247
参考文献		251

第一章

汽车总线系统

第一节 汽车通信技术

一、数据传输特点

现代汽车数据传输的特点是“数字化”和“多路复用”：

1) 数字化是指在传送之前，这些数据已经预先被数字化成“0”或“1”了，数据传输是以数字信号的形式来支持信息交流的。

2) 多路复用是指传输介质的能力很强（比如光纤），或传输介质能力不太强，但要传递的信号种类不是特别多且每种也相对不是要求特别快速，一条线仅传递一个信号时信息量明显宽裕，为了有效地利用传输系统，希望一个信道能够同时传输多路信号。比如 A 控制单元有 A1、A2、A3 三种信息要发送到 B 控制单元，用一根线（即一个信道），先传递 A1 信号到这个信道，再传递 A2 信号到这个信道，然后再传递 A3 信号到这个信道。当然，B 控制单元在接收前应早就知道下次要来的信号是 A1、A2 还是 A3。

二、单线数据传输技术

串行通信是为不需要瞬间处理或允许稍缓处理的信息交换而设计的，分为同步通信和异步通信两种。在汽车上使用时根据通信导线数目的不同分为单线和双线两种。

1. 单线归零码串行同步通信

当因为无法增加线路导致数据传输堵塞或者因成本（例如使用了电话线路）等原因无法增加数据线路时，常采用串行通信方式来传输数据。组成二进制信息的每行字位一个接一个地传输，并按发送器与接收器之间同步时钟的速度进行，称为同步通信。同步通信在汽车上几乎不用。这种通信方法在汽车获取信息时比并行通信需要花费更多的时间，但它减少了所需电线的数量，如图 1-1 所示。

2. 单线异步串行通信

异步通信模式省去了连接发送器与接收器的同步时钟线路，在这种情况下，每一个组件都有一个内部时钟。发送器先向接收器发送具有开始字位的一段脉冲，接收器在第一个拉低脉冲持续一个内部时钟的时间后开始认为是信号传递，这个过程也称为初始时同步信号（信息初始有一个开始 0 字位）。这个开始字位不是数据，它的作用是使接收器的时钟与发送器的时钟同步。信息以一个与开始字位相反的停止字位 1 结束，时钟将会在开始发送每个信息时进行重新同步调节。如图 1-2 所示。

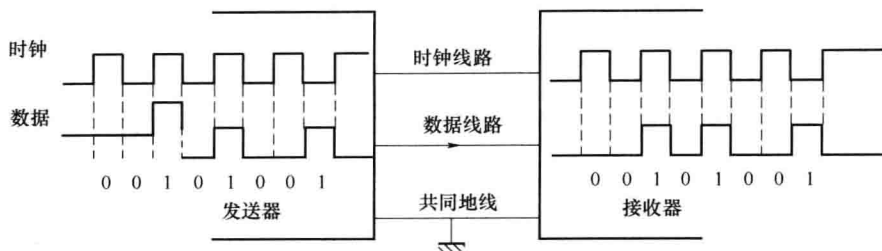


图 1-1 串行通信

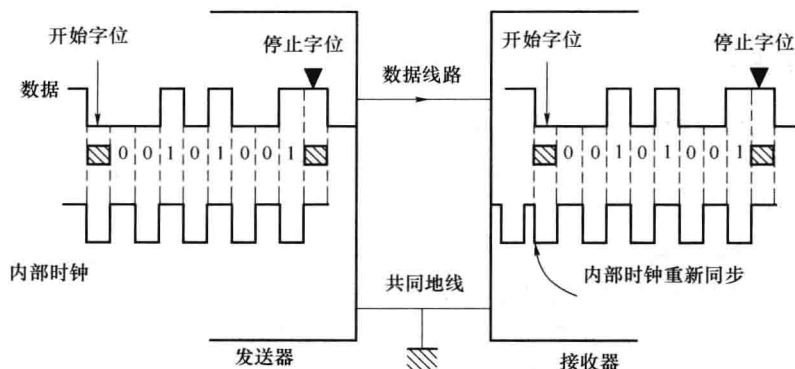


图 1-2 单线异步串行通信

〔完成任务〕 串行同步通信是否在汽车上使用：_____；串行异步通信是否在汽车上使用：_____。

在图 1-2 中，接收器通过信号线上的什么变化来知道发送器要发送数据了：_____；接收器内部的同步时钟在正常时，突遇信号线上的脉冲由高（5V）降为低（0V）时，是重新校定初始同步脉冲还是不做任何反应：_____。

三、传感器集成级对通信的影响

如图 1-3 所示，目前汽车传感器有以下几种类型。

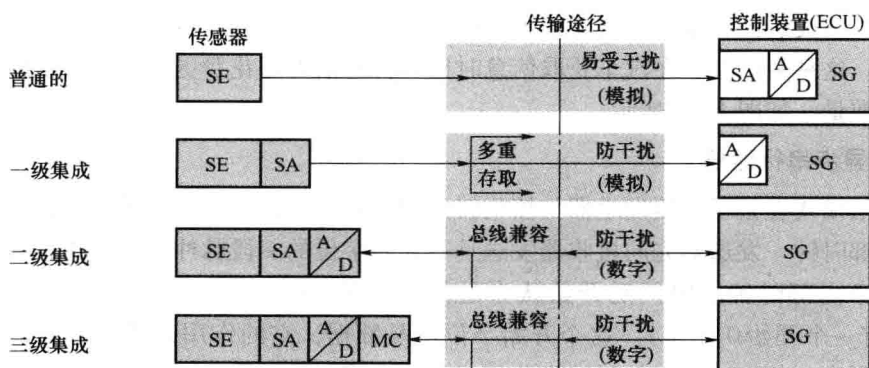


图 1-3 汽车传感器集成级对通信的影响

SE—传感器；SA—信号处理（模拟）；A/D—模/数转换器；SG—控制装置（ECU）；MC—微型计算机

〔完成任务〕请列出汽车上的一个普通传感器：_____；一个一级集成传感器：_____；一个二级集成传感器：_____；一个三级集成传感器：_____。

四、汽车通信的必要性

从布线角度分析，传统的电气系统大多采用点对点的单一通信方式，相互之间缺乏联系，这样必然会产生庞大的布线系统。据统计，一辆采用传统布线方法的高档汽车，其导线长度可达 2 000m，电气结点达 1 500 个，而且根据统计，该数字大约每 10 年增长 1 倍，从而加剧了粗大线束与汽车有限可用空间之间的矛盾。无论从材料成本还是从工作效率来看，传统布线方法都将不能适应汽车的发展。为了减少线束数量造成的重量增加、成本增加、可靠性下降、检修困难等一系列问题，需要采用先进的通信方式。

从信息共享角度分析，为了使现代汽车的发动机、底盘、电气和电力驱动四个系统满足各子系统的实时性要求，有必要对汽车公共数据实行共享，如发动机转速、车轮转速、油门踏板位置等。但每个控制单元对实时性的要求是因数据的更新速率和控制周期不同而不同的，这就要求其数据交换网是基于优先权竞争的模式，且本身具有较高的通信速率，CAN 总线正是为满足这些要求而设计的。

〔技师指导〕结点和节点的区别：结点是线间重新接合在一起的点；节点是在通信线路上的控制单元。

五、汽车网络可用的传输介质

1. 双绞线

双绞线是由两根各自封装在彩色塑料套内的铜线扭绞而成的，如图 1-4 所示。扭绞在一起的目的是降低它们之间的干扰。多对双绞线之外再套上一层保护套就构成了双绞线电缆。双绞线分为屏蔽型（STP）和非屏蔽型（UTP）两类。STP 在 UTP 外面加上了一层由金属丝纺织而成的屏蔽层，以提高其抗电磁干扰能力。

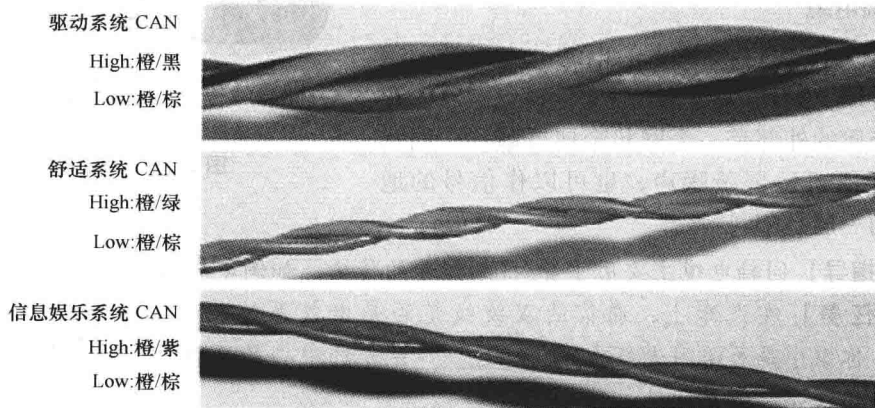


图 1-4 用于不同系统的双绞线

在汽车网络中，许多汽车制造商都使用专用的双绞线。一汽大众 Golf A4 不同系统所使用的 CAN 总线：动力总线，CAN-H 橙/黑、CAN-L 橙/棕；舒适总线，CAN-H 橙/绿、

CAN - L 橙/棕；信息娱乐总线，CAN - H 橙/紫、CAN - L 橙/棕。

2. 光纤

光纤是有线传输介质中性能最好的一类，如图 1-5 所示，一般由玻璃纤维和塑料构成。在折射率较高的纤芯外面，用折射率较低的包层包住，就构成了一条光波通道，再在包层外面加上一层保护套，就构成了一根单芯光缆。

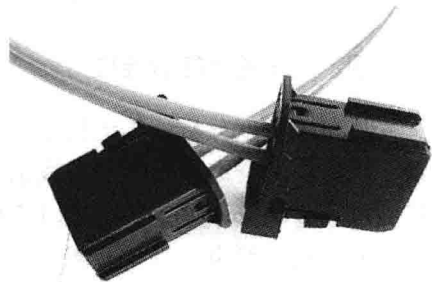


图 1-5 光纤

光纤对数字信号的传输是利用光脉冲的有无来代表二进制数字“1”和“0”的。典型的光纤传输系统如图 1-6 所示。在发送端，可用发光二极管（LED）或激光二极管（LD）等光电转换器件把电信号转换成光信号，再耦合到光纤中进行传输。在接收端，通过光电二极管（PIN）等器件进行逆变换，把光纤传来的光脉冲转换成电信号输出。

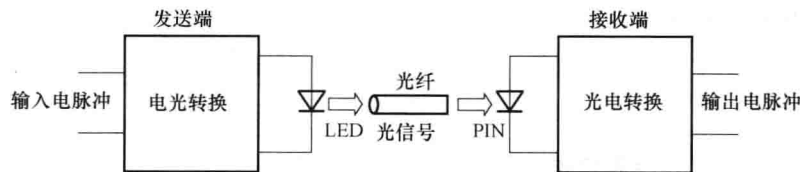


图 1-6 光纤传输系统

注：光纤主要应用于信息娱乐系统，如音频和视频类等数据量大的信息传输系统。

光纤以其抗电磁干扰能力强、信号传输速度快和音频响应好等优点，将逐渐取代传统的同轴电缆和双绞线。

3. 同轴电缆

同轴电缆如图 1-7 所示。电缆的中央是一条单根的铜导线，其外部被一层绝缘材料包围着，在这种绝缘介质的外部是一个网状金属屏蔽层。网状金属屏蔽层既可以屏蔽噪声，也可以作信号的地线，最外面一层是塑料封套。

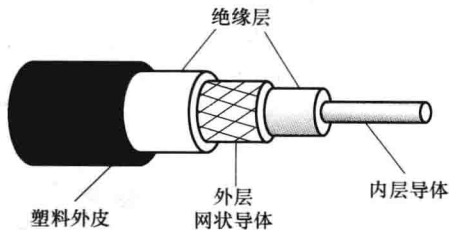


图 1-7 同轴电缆

〔技师指导〕同轴电缆主要用于音/视频信号的传输，如倒车影像。

〔完成任务〕在汽车上，通信的双绞线是否是电气系统普通导线绞在一起做成的：_____；你家中是否采用光纤上网：_____；光纤中心是否就是透明塑料：_____；家中电视的天线是否就是同轴电缆：_____。

六、汽车网络系统

在表 1-1 中，对通信速率和汽车应用做了详细比较，“○”表示采用通信方式。其中发动机控制、ABS、变速器控制、停车控制、悬架控制等将采用更快传输速率的 FlexRay 通

信方式。

表 1-1 汽车网络标准

等级	通信速率	汽车应用	LIN	CAN	FlexRay	MOST/1394
A	10 ~ 125Kb/s (车身)	灯光、电动窗、门锁、电动座椅等	○			
B	125Kb/s ~ 1Mb/s (状态信息)	电子指示灯、驱动信息、空调、故障诊断等		○		
C	1 ~ 10Mb/s (实时控制)	发动机控制、ABS、变速器控制、停车控制、悬架控制等		○	○	
D	10Mb/s 以上 (多媒体)	汽车导航、音频等				○

〔完成任务〕 车用 MOST 通信就是光纤通信，MOST 总线通信速率最快，那为什么不全用 MOST 通信，还要存在其他通信方式？_____。

七、LIN、CAN、MOST 混合网络

图 1-8 (a) 和图 1-8 (b) 所示为奥迪 C6 汽车的 LIN、CAN、MOST 混合网络。

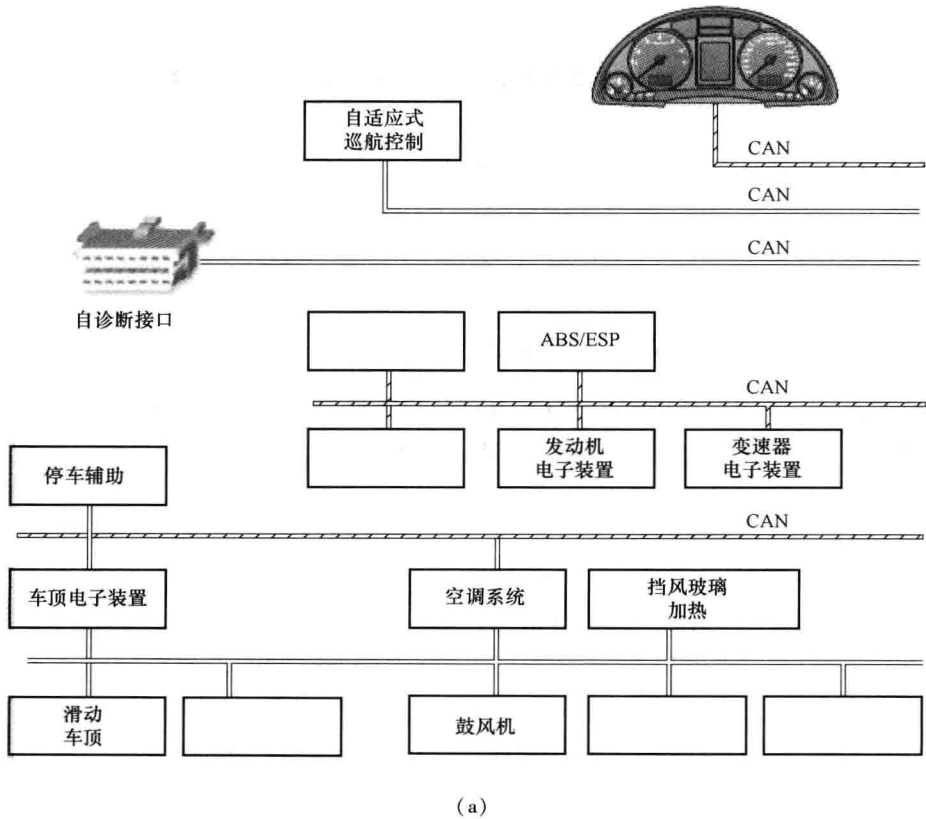
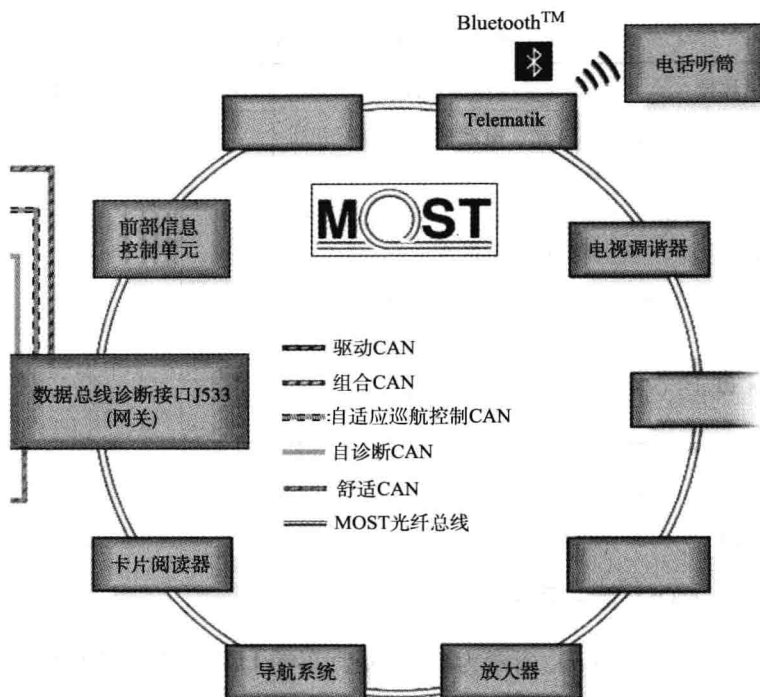


图 1-8 奥迪 C6 汽车的 LIN、CAN、MOST 混合网络



(b)

图 1-8 奥迪 C6 汽车的 LIN、CAN、MOST 混合网络 (续)

[完成任务] 请列出不同总线上挂的不同系统。

LIN: _____ ;

CAN: _____ ;

MOST: _____ 。

八、LIN、CAN、FlexRay、MOST 混合网络

由于篇幅有限，这里只单独列出了 FlexRay 的网络部分，如图 1-9 所示。

[完成任务] 请列出 2012 款奥迪 C7 FlexRay 总线上挂的不同系统。

FlexRay: _____ 。

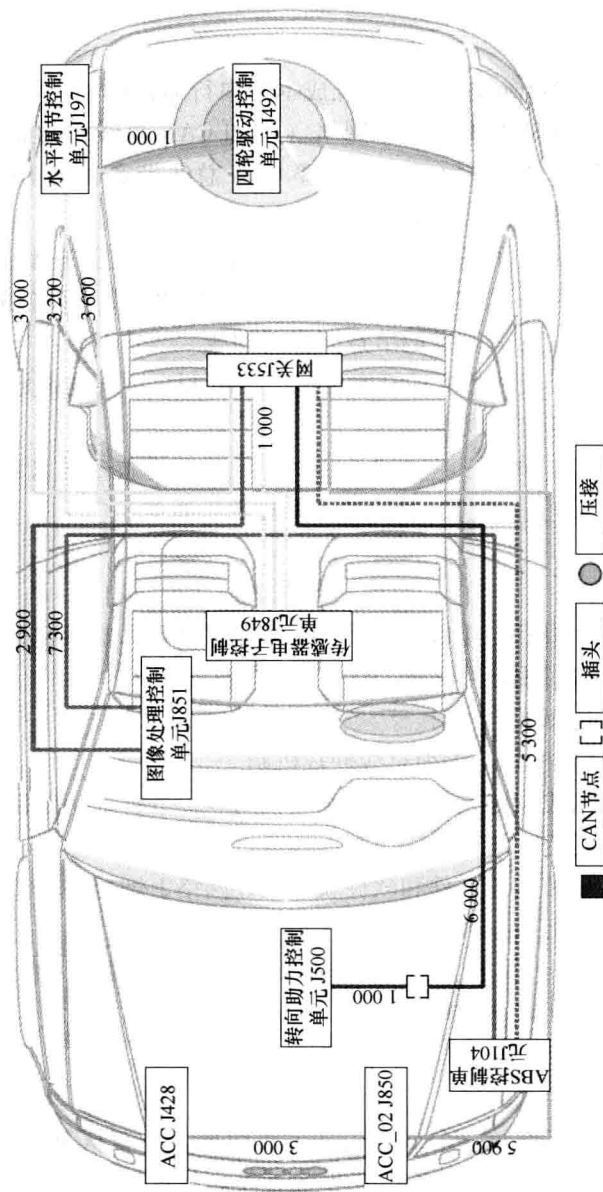


图 1-9 2012款奥迪 C7的FlexRay网络

第二节 LIN 总线

一、概述

LIN (Local Interconnect Network) 是一种低成本的串行通信网络, 适用于汽车中的分布式电子系统控制。LIN 的目标是为现有汽车网络 (例如 CAN 总线) 提供辅助功能。因此, LIN 总线是一种辅助串行通信总线网络。在不需要 CAN 总线带宽和多功能的场合 (比如智能传感器和制动装置之间的通信), 使用 LIN 总线可大大节省成本。

在 LIN 技术规范中, 除定义了基本协议和物理层外, 还定义了开发工具和应用软件接口。LIN 通信是基于 SCI (UART) 数据格式, 采用单主控制器/多从设备的模式, 仅使用一根 12V 信号总线和一根无固定时间基准的节点同步时钟线。

这种低成本的串行通信模式和相应的开发环境已经由 LIN 协会制定成标准。LIN 的标准化可使汽车制造商以及供应商降低成本。

[完成任务] LIN 是什么的缩写: _____; LIN 是单线通信还是双线通信: _____; LIN 的电压是 12V 还是 5V: _____; 属不属于串行异步通信: _____。

二、主要特性

- (1) 低成本。基于通用 UART 接口, 几乎所有微控制器都具备 LIN 必需的硬件。
- (2) 极少的信号线即可实现国际标准 ISO 9141 规定。
- (3) 传输速率最高可达 20Kb/s。
- (4) 采用单主机/多从机模式, 无须总线仲裁机制。
- (5) 从节点不需要晶振或陶瓷振荡器就能实现自同步, 节省了从设备的硬件成本。
- (6) 保证信号传输的延迟时间。
- (7) 不需要改变 LIN 从节点的硬件和软件就可以在网络上增加节点。
- (8) 通常一个 LIN 网络上节点数目小于 12 个。

[完成任务] LIN 的最高速率是: _____; LIN 是给二级集成传感器通信还是给三级集成传感器通信: _____; LIN 的节点是什么: _____。

三、LIN 的通信规则

一个 LIN 网络由一个主节点及一个或多个从节点组成。所有从节点都有一个从通信任务, 该通信任务分为发送任务和接收任务; 主节点则有一个主发送任务。一个 LIN 网络上的通信总是由主节点的主发送任务发起, 主控制器发送一个起始报文, 该起始报文由同步断点、同步字节、消息标识符组成。相应地, 在接收并且滤除消息标识符后, 一个从任务被激活并且开始本消息的应答传输。该应答由 2 (或 4 和 8) 个数据字节和 1 个校验码组成。起始报文和应答部分构成一个完整的报文帧。

由于 LIN 报文帧由报文标识符指示其组成, 所以这种通信规则可以采用多种方式进行数据交换:

- (1) 由主节点到一个或多个从节点。



(2) 由一个从节点到主节点或其他的从节点。

(3) 通信信号可以在从节点之间传播而不经主节点，或者通过主节点广播消息到网络中所有的从节点。需要明确的是，报文帧的时序由主机控制。

四、应用场合

典型的 LIN 总线主要应用于汽车中的联合装配单元，如车门、转向器、座椅、空调、照明灯、湿度传感器、交流发电机等。LIN 可以使这些机械组件得到较广泛的使用。这些组件可以很容易地连接到汽车网络中，且维护和服务十分方便。在用 LIN 实现的系统中，通常用数字信号量替换模拟信号量，以优化总线性能。

以下是汽车电子控制系统成功使用 LIN 的实例。

(1) 车顶：湿度传感器、光敏传感器、信号灯控制、汽车顶篷。

(2) 车门：车窗玻璃、中枢锁、车窗玻璃开关、吊窗提手。

(3) 车头：传感器、小电动机。

(4) 转向器：方向控制开关、挡风玻璃刮水器、转向灯、收音机、空调、座椅、座椅控制电动机、转速传感器。

注：LIN 总线本质是单片机的串行异步通信，智能传感器内置了微控制器，传感器上的微控制器功能相对简单，其把传感器信号变为数字信号后，主要是向上级微控制器传送，由上级微控制器处理分析这个数据或这些数据。

五、K-Line 相关基础知识

K-Line 用于外部测试设备和车载 ECU 之间的诊断通信，并可通过 K-Line 建立通信之前的初始化动作。L-Line 是选装，其物理拓扑如图 1-10 所示。

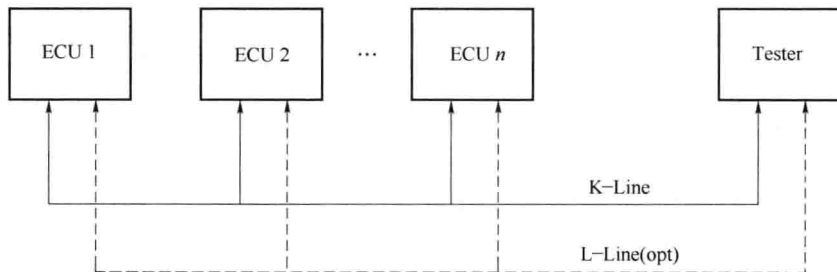


图 1-10 K-Line 物理拓扑

[技师指导] 在汽车电路图中，K-Line 是诊断仪 (Tester) 与车内控制单元进行通信的一根通信线，如检测仪 VAG1552。当汽车的节点增多，需要通信速率增高时，新诊断仪 (Tester) 不再用 K-Line 与车内控制单元通信，而用 CAN 通信，但为了让早期的诊断仪能诊断“基本”的控制单元，如发动机、变速器、ABS 等控制单元，仍保留 K-Line。

六、大众 LIN 总线

大众汽车上各个 LIN 总线系统之间的数据交换是由控制单元通过 CAN 数据总线实现的。

LIN 总线系统是单线式总线，底色是紫色，有标志色。该线的横截面面积为 0.35mm^2 ，无须屏蔽。该系统可让一个 LIN 主控制单元最多与 16 个 LIN 从控制单元进行数据交换。

典型的大众 LIN 总线网络系统如图 1-11 所示。

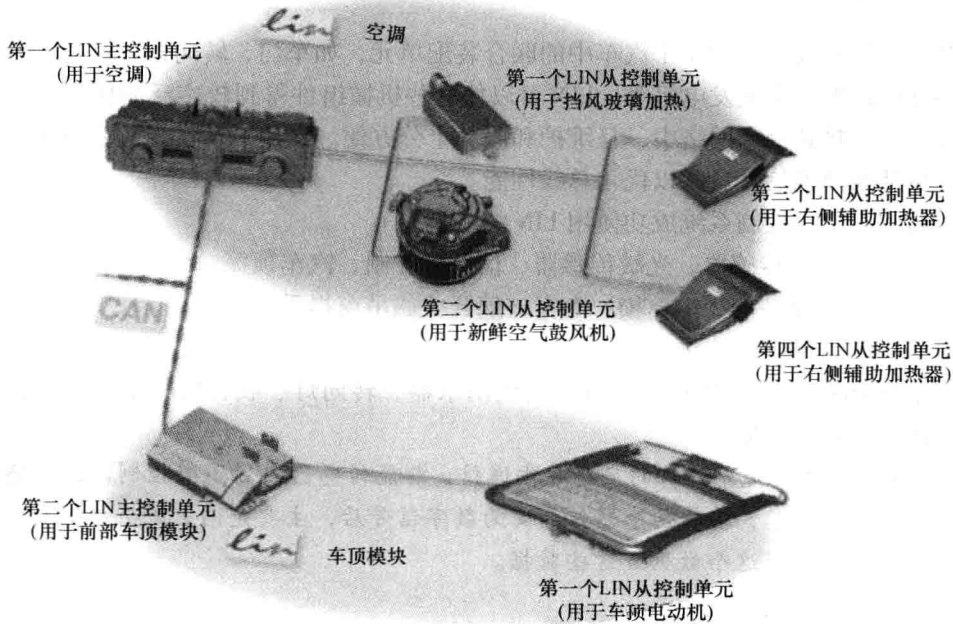


图 1-11 典型的大众 LIN 总线网络系统

[完成任务] 在图 1-11 所示的典型大众 LIN 总线网络系统中，空调采用 LIN 总线控制电动机（这四个 LIN 节点都是电动机控制），其中对电动机转速进行控制的是：_____；对电动机位置进行控制的是：_____。LIN 主控本质是_____控制；是位置调节还是速度调节：_____。

1. LIN 主控制单元

如图 1-12 所示，该控制单元连接在 CAN 数据总线上，执行 LIN 的主功能，作用是监

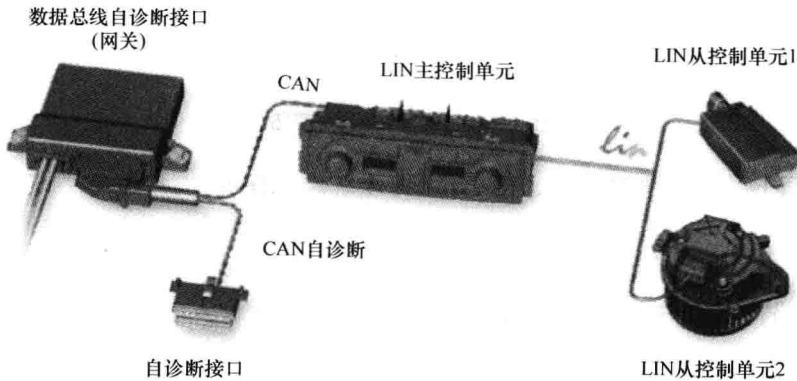


图 1-12 LIN 主控制单元作用

控数据传递和数据传递的速率及发送信息标题。该控制单元的软件内已经设定了一个周期，这个周期用于决定何时、将哪些信息发送到 LIN 数据总线上多少次。该控制单元在 LIN 数据总线系统的 LIN 控制单元与 CAN 总线之间起“翻译”作用，它是 LIN 总线系统中唯一与 CAN 数据总线相连的控制单元。通过 LIN 主控制单元进行与之相连的 LIN 从控制单元的自诊断。

2. LIN 从控制单元

如图 1-13 所示，在 LIN 数据总线系统内，单个的控制单元（如新鲜空气鼓风机）或传感器及执行组件（如水平传感器及防盗警报蜂鸣器）都可看作 LIN 从控制单元。传感器内集成有一个电子装置，该装置对测量值进行分析（数值是作为数字信号通过 LIN 总线传递的）。

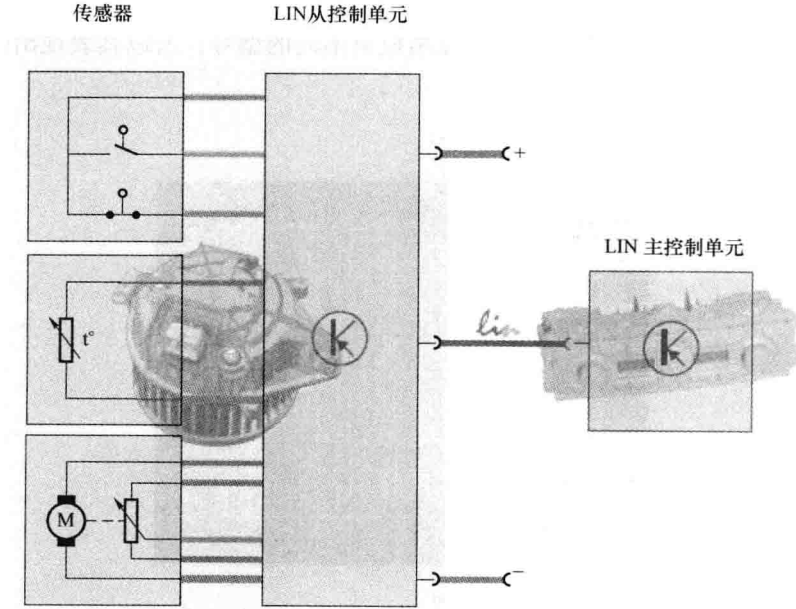


图 1-13 LIN 从控制单元作用

如图 1-14 所示，有些传感器和执行组件只使用 LIN 主控制单元插口上的一个针脚。LIN 执行组件都是智能型的电子或机电部件，这些部件通过 LIN 主控制单元的 LIN 数字信号

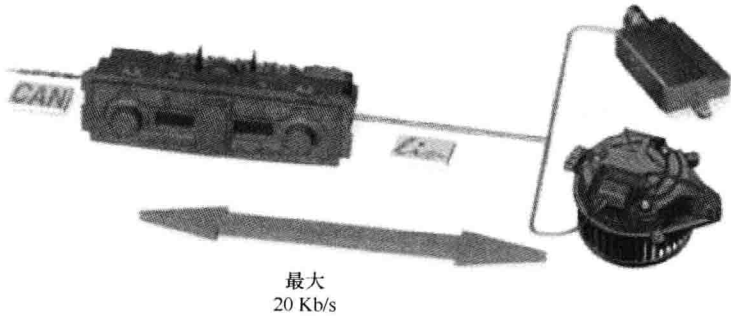


图 1-14 数据传递速率