

汽车车载

网络维修必会技能

2000 问



◎ 郑 易 主编

➔ 精挑技能200个

➔ 菜鸟快速变高手

➔ 故障检测配案例

➔ 使用方法含技巧

➔ 维修禁忌有提示



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

汽车车载网络维修必会技能 200 问

主 编 郑 易
副主编 李云进



机 械 工 业 出 版 社

本书主要内容为最近几年以来车载网络系统的新技术及其维修技能,通过问答的形式,借助大量的结构原理图、电路图和操作界面图对车载网络系统新知识和维修方法进行尽可能全面的解说。为了让读者了解车载网络技术的实际应用情况,本书还列举了与之有关的典型案例,通过理论联系实践,为读者提供指导。

本书介绍了车载网络系统常识,对 CAN、LIN、MOST、FlexRay、VAN、BEAN、GM LAN 等当今主流车载网络系统在实际应用中的各种问题进行了答疑。

本书适合作为汽车维修专业技术人员的高级培训教材,同时也适合汽车维修专业的大、中专学校师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车车载网络维修必会技能 200 问/郑易主编. —北京:
机械工业出版社, 2015. 5

ISBN 978-7-111-50097-1

I. ①汽… II. ①郑… III. ①汽车—计算机网络—维修—问题解答
IV. ①U472. 41-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 087902 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 连景岩 杜凡如 责任编辑: 连景岩 杜凡如 王 琪

责任校对: 刘志文

封面设计: 张 静

责任印制: 乔 宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2015 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·19 印张·470 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-50097-1

定价: 49.80 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: 010-88361066

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-68326294

机工官博: weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网: www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网: www.cmpedu.com

前 言

当前，汽车的电子化程度越来越高，新技术的不断出现和新功能的不断开发，导致汽车上的电控系统越来越多，电气线路也越来越复杂。为了减少控制单元、传感器及导线的数量，实现电控系统之间的信息共享，降低成本、提高可靠性、减少故障发生频率，车载网络系统在汽车上的应用越来越广泛。

本书参考了业界许多公开发表的资料，以及大众、宝马、奔驰、路虎、雪铁龙等品牌轿车的相关培训教材，以及编者长期在企业一线从事汽车维修技术培训、教学的经验，以最近几年以来的车载网络系统的最新发展为导向，通过问答的形式对车载网络系统及其维修技能进行尽可能全面的解说，力求基础知识的介绍到位，新技术的讲解深入，重点和难点突出，理论联系实际，内容丰富，通俗易懂。为了让读者了解车载网络技术的实际应用情况，本书还列举了与之有关的典型案例。

本书共分七章，第一章主要介绍车载网络系统必知常识，讲解车载网络系统的概况和大量应知术语。以此为基础，第二至第五章介绍几种当前主流的车载网络系统及其维修技能，包括控制器局域网络 CAN、本地互联网 LIN、面向媒体的系统传输网 MOST、新一代高速容错网络 FlexRay 等，并重点介绍各车载网络系统在具有代表性的几种车型上的应用情况。第六章简单介绍了其他车载网络系统及其部分维修技能，以便读者全面了解。第七章介绍了一些典型的车载网络系统故障案例。

本书由郑易主编，李云进任副主编，参与编写的还有洪振雪、章文宗、夏子意、伊海峰、余立希、陈勇、徐青朋、项学技。在编写过程中，得到温州市交通运输集团有限公司、温州市汽车工程学会、温州宏顺司法鉴定所、温州交通技术学校以及多家汽车维修公司的大力支持，在此表示衷心的感谢！由于车载网络技术的发展日新月异，文中内容可能有一定的局限性。同时，由于编者水平有限，书中难免出错，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 车载网络系统必知常识	1
1-1 什么是车载网络系统?	1
1-2 车载网络系统的发展历史经历了哪些阶段?	2
1-3 什么是局域网?	5
1-4 什么是模块和节点?	6
1-5 什么是多路传输?	6
1-6 什么是数据总线?	7
1-7 什么是主总线系统和子总线系统?	7
1-8 什么是通信协议(传输协议)?	8
1-9 什么是传输媒体?	10
1-10 什么是网关?	12
1-11 车载网络系统采用哪种信息传输方式?	13
1-12 什么是比特和比特率?	15
1-13 什么是字节?	15
1-14 什么是接口?	16
1-15 接口数据传输方式有哪些?	17
1-16 什么是串行传输和并行传输?	17
1-17 什么是同步传输和异步传输?	18
1-18 什么是帧?	19
1-19 什么是传输仲裁?	20
1-20 车载网络系统的拓扑结构分为哪几类?	21
1-21 目前车载网络系统是如何分类的?	23
1-22 什么是A类网络?典型的A类网络有哪些?	24
1-23 什么是B类网络?典型的B类网络有哪些?	25
1-24 什么是C类网络?典型的C类网络有哪些?	26
1-25 什么是D类网络?典型的D类网络有哪些?	27
1-26 什么是E类网络?典型的E类网络有哪些?	27
1-27 什么是诊断系统总线?	28
第二章 CAN总线及其维修技能	30
2-28 什么是CAN总线?	30
2-29 CAN总线的主要特点有哪些?	32
2-30 CAN总线的网络结构是怎样的?	33
2-31 CAN总线的传输介质是什么?	34

2-32	CAN 总线的节点结构是怎样的?	36
2-33	CAN 总线的数据值是如何表示的?	38
2-34	什么是 CAN 总线的终端电阻?	40
2-35	CAN 总线传输的数据帧是怎样组成的?	41
2-36	CAN 总线数据传输的优先级别是怎样规定的?	41
2-37	CAN 总线数据的发送是如何实现的?	43
2-38	CAN 总线数据的接收是如何实现的?	44
2-39	CAN 总线的数据传输过程是怎样的?	45
2-40	高速 CAN 总线有何特点?	46
2-41	低速 CAN 总线有何特点?	47
2-42	诊断 CAN 总线有何特点?	47
2-43	CAN 总线的网关有何特点?	49
2-44	高速 CAN 总线的容错功能为何无法实现?	50
2-45	低速 CAN 总线的容错功能为何能够实现?	52
2-46	CAN 总线的内部故障管理功能是如何实现的?	54
2-47	东风雪铁龙 C5 的全 CAN 网有何特点?	55
2-48	东风雪铁龙 C5 的全 CAN 网的休眠和唤醒是如何进行的?	58
2-49	如何对东风雪铁龙 C5 的全 CAN 网进行诊断?	60
2-50	一汽大众奥迪 A6L 的 CAN 网有何特点?	61
2-51	一汽大众奥迪 A6L 的 CAN 总线是如何进行网络管理的?	66
2-52	如何用诊断仪对一汽大众奥迪 A6L 的 CAN 总线进行诊断?	67
2-53	如何用示波器对一汽大众奥迪 A6L 的 CAN 总线进行诊断?	71
2-54	如何对一汽大众奥迪 A6L 的 CAN 驱动总线进行故障波形分析?	77
2-55	如何对一汽大众奥迪 A6L 的 CAN 舒适总线进行故障波形分析?	81
2-56	如何对一汽大众奥迪 A6L 的 CAN 总线的终端电阻进行检测?	90
2-57	一汽大众奥迪 A6L 的 CAN 总线的常见故障类型与可能原因有哪些?	91
2-58	如何使用数字万用表对一汽大众奥迪 A6L 的 CAN 驱动总线进行 系统故障诊断?	93
2-59	如何使用 VAS5051 诊断仪对一汽大众奥迪 A6L 的 CAN 驱动总线 进行系统故障诊断?	94
2-60	如何对一汽大众奥迪 A6L 的 CAN 数据线进行维修?	96
2-61	日产天籁的 CAN 网有何特点?	96
2-62	日产天籁的 CAN 网发生故障时的症状有哪些?	102
2-63	如何使用日产天籁的 CAN 通信信号表查找故障?	105
2-64	如何使用诊断仪对日产天籁 CAN 总线进行诊断?	105
2-65	如何对日产天籁 CAN 总线的主线电路故障进行诊断?	111
2-66	如何对日产天籁 CAN 总线的支线电路故障进行诊断?	112
2-67	如何对日产天籁 CAN 总线的通信电路故障进行诊断?	115

第三章 LIN 总线及其维修技能	116
3-68 什么是 LIN?	116
3-69 LIN 总线的发展历史是怎样的?	117
3-70 LIN 总线的主要特点有哪些?	117
3-71 LIN 总线的网络结构是怎样的?	118
3-72 LIN 总线的主控制单元和从控制单元各有何作用?	118
3-73 LIN 总线的硬件由哪些部分组成?	119
3-74 LIN 总线的信息帧是如何组成的?	121
3-75 LIN 总线的通信是如何进行的?	122
3-76 LIN 总线是如何进行错误管理的?	123
3-77 LIN 总线的常见故障有哪些?	123
3-78 LIN 总线的防盗功能是怎样的?	124
3-79 一汽大众奥迪 A6L LIN 网的结构是怎样的?	124
3-80 一汽大众奥迪 A6L LIN 网的工作原理是怎样的?	125
3-81 一汽大众奥迪 A6L 空调 LIN 网是如何进行信息传输的?	127
3-82 如何对一汽大众奥迪 A6L LIN 网进行诊断?	128
3-83 克莱斯勒铂锐轿车的 LIN 总线的结构是怎样的?	130
3-84 如何对克莱斯勒铂锐轿车的 LIN 总线进行诊断?	131
3-85 克莱斯勒铂锐轿车的多功能开关 LIN 总线的工作原理是怎样的?	132
3-86 三菱欧蓝德 LIN 网的结构是怎样的?	133
3-87 三菱欧蓝德 LIN 网的诊断专用工具有哪些?	134
3-88 三菱欧蓝德 LIN 网的故障码及其诊断项目有哪些?	135
3-89 三菱欧蓝德 LIN 网的故障码如何读取?	136
3-90 三菱欧蓝德 LIN 网的故障码“U1109 转向柱开关 LIN 暂停”的诊断步骤是怎样的?	140
3-91 三菱欧蓝德 LIN 网的故障码“U0215 电动车窗开关 (驾驶人侧) LIN 暂停”的诊断步骤是怎样的?	142
3-92 三菱欧蓝德 LIN 网的故障码“U1006 防盗报警器 LIN 暂停”的诊断步骤是怎样的?	143
3-93 三菱欧蓝德 LIN 网的故障码“U1515: 总线不工作故障 (LIN)”的诊断步骤是怎样的?	145
第四章 MOST 总线及其维修技能	150
4-94 什么是 MOST?	150
4-95 为什么要采用 MOST 总线?	151
4-96 MOST 经过了怎样的发展历程?	152
4-97 MOST 总线的主要特点有哪些?	154
4-98 MOST 总线控制单元部件的结构是怎样的?	155
4-99 MOST 总线的传输媒介是什么?	157
4-100 什么是光导纤维的衰减度?	159

4-101	如何对光导纤维进行维修?	160
4-102	MOST 总线的基本工作原理是怎样的?	164
4-103	MOST 总线的数据帧结构是怎样的?	164
4-104	MOST 总线有哪几种工作状态?	166
4-105	MOST 总线的数据传输是如何实现的?	168
4-106	MOST 总线的故障类型有哪些?	171
4-107	什么是 MOST 总线的断环诊断?	171
4-108	宝马新 7 系 (F01/F02) 的 MOST 总线有哪些特点?	173
4-109	如何对宝马新 7 系 (F01/F02) 的 MOST 网进行诊断?	175
4-110	路虎极光的 MOST 总线的结构是怎样的?	176
4-111	路虎极光的 MOST 总线如何进行断环诊断?	177
4-112	沃尔沃 MOST 总线的结构是怎样的?	178
4-113	沃尔沃 MOST 总线是怎样进行通信的?	179
4-114	沃尔沃 MOST 总线的各个控制模块有何功能?	180
4-115	沃尔沃 MOST 总线有哪些故障类型?	181
4-116	沃尔沃 MOST 总线是如何进行断环诊断的?	182
第五章 FlexRay 总线及其维修技能		183
5-117	什么是 FlexRay?	183
5-118	FlexRay 的发展历史是怎样的?	184
5-119	FlexRay 的主要特点有哪些?	184
5-120	FlexRay 的拓扑结构是怎样的?	185
5-121	FlexRay 控制单元的结构及原理是怎样的?	187
5-122	FlexRay 的基本工作原理是怎样的?	188
5-123	FlexRay 的通信模式是怎样的?	188
5-124	FlexRay 的数据帧是如何组成的?	189
5-125	FlexRay 总线上传输的信号是怎样的?	190
5-126	宝马新 7 系 (F01/F02) FlexRay 总线的结构是怎样的?	190
5-127	宝马新 7 系 (F01/F02) FlexRay 总线传输的信号是怎样的?	192
5-128	宝马新 7 系 (F01/F02) FlexRay 总线是怎样进行唤醒和休眠的?	192
5-129	宝马新 7 系 (F01/F02) FlexRay 总线信号是怎样实现同步化的?	193
5-130	宝马新 7 系 (F01/F02) FlexRay 总线是如何进行故障诊断的?	193
5-131	奥迪 A8L 的 FlexRay 总线有何特点?	194
5-132	奥迪 A8L 的 FlexRay 总线的结构是怎样的?	194
5-133	奥迪 A8L 的 FlexRay 总线上传输的信号是怎样的?	196
5-134	奥迪 A8L 的 FlexRay 总线的工作流程是怎样的?	196
5-135	奥迪 A8L 的 FlexRay 总线的典型故障表现有哪些?	197
5-136	如何对奥迪 A8L 的 FlexRay 总线的故障进行诊断?	197
5-137	如何对奥迪 A8L 的 FlexRay 数据总线进行维修?	198

第六章 其他车载网络系统及其维修技能	200
6-138 什么是 VAN 总线?	200
6-139 VAN 总线的网络结构是怎样的?	200
6-140 VAN 总线的传输介质是什么?	201
6-141 VAN 总线的节点结构是怎样的?	202
6-142 VAN 总线的电压信号形式是怎样的?	204
6-143 VAN 总线的帧结构是怎样的?	204
6-144 VAN 总线的诊断功能如何实现?	205
6-145 东风雪铁龙毕加索轿车的 VAN 网是如何组成的?	206
6-146 东风雪铁龙毕加索轿车的 VAN 网是怎样供电的?	208
6-147 东风雪铁龙毕加索 VAN 网中的智能控制盒 BSI 有哪些功能?	210
6-148 东风雪铁龙毕加索 VAN 网中的发动机伺服盒 BSM 有哪些功能?	211
6-149 如何用 PROXIA3 诊断仪对东风雪铁龙毕加索 VAN 网进行诊断?	214
6-150 如何用 PROXIA3 诊断仪对东风雪铁龙毕加索智能控制盒 BSI 进行设置?	218
6-151 如何更换东风雪铁龙毕加索智能控制盒 BSI?	223
6-152 更换或维修东风雪铁龙毕加索 VAN 网内的模块需使用诊断仪进行哪些操作?	230
6-153 东风雪铁龙毕加索智能控制盒 BSI 所能诊断的 VAN 网故障有哪些?	231
6-154 什么是 MPX?	232
6-155 MPX 的基本工作原理是怎样的?	233
6-156 什么是 BEAN?	234
6-157 BEAN 总线的主要特点有哪些?	234
6-158 BEAN 总线的数据传输方式有哪几种?	235
6-159 BEAN 总线的数据帧结构是怎样的?	236
6-160 如何对 BEAN 总线进行故障诊断和排除?	237
6-161 什么是 AVC - LAN?	239
6-162 如何对 AVC - LAN 总线进行故障诊断和排除?	240
6-163 什么是 J1850?	243
6-164 什么是 Class2?	243
6-165 什么是 UART?	244
6-166 什么是 GM - LAN?	246
6-167 如何对别克君威的“DTC U1000 和 DTC U1255 Class 2 通信故障”进行诊断?	248
6-168 如何对别克君威的“DTC U1001 - U1254 与 × × × 失去通信故障”进行诊断?	249
6-169 如何对别克新君威的高速 GM - LAN 总线进行故障诊断?	249
6-170 如何对别克新君威的中速 GM - LAN 总线进行故障诊断?	250
6-171 如何对别克新君威的低速 GM - LAN 总线进行故障诊断?	251
6-172 如何对 GM - LAN 的数据线进行修理?	251
6-173 什么是 SCP?	252

6-174	SCP 网络的常见故障现象有哪些?	254
6-175	什么是 ACP?	255
6-176	ACP 网络的常见故障现象有哪些?	255
6-177	什么是 ISO 9141?	256
6-178	什么是车载蓝牙系统?	258
6-179	什么是 DDB?	260
6-180	什么是 Byteflight?	261
第七章 车载网络系统典型故障案例		263
7-181	一辆奥迪 A6L 轿车的后尾灯、顶灯不亮, 电子驻车制动发出警告, 驻车 辅助失效, 前、后右侧玻璃无法升降, 如何进行故障诊断?	263
7-182	一辆奥迪 Q7 组合仪表黑屏, 无法起动, 如何进行故障诊断?	265
7-183	一辆奥迪 A6L 无法起动, 组合仪表上的故障灯不亮, 如何 进行故障诊断?	268
7-184	一辆宝马 750Li (E65) 发动机无法起动, 如何进行故障诊断?	269
7-185	一辆奥迪 A4L 点火开关无反应, 组合仪表显示转向系统故障, 仪表灯不亮, 钥匙拔下后转向柱不锁死, 如何进行故障诊断?	271
7-186	一辆宝马 745Li 行驶途中组合仪表多个故障警告灯亮, 如何进行 故障诊断?	274
7-187	一辆奔驰 R350 空调鼓风机长转, 如何进行故障诊断?	275
7-188	一辆奥迪 A6L 发动机起动后冷却风扇长转, 同时空调不工作, 如何 进行故障诊断?	276
7-189	一辆奥迪 S8 刮水器和雨刮喷水装置有时不工作, 如何进行故障诊断?	277
7-190	一辆东风雪铁龙凯旋轿车转向前照灯功能失效, 如何进行故障诊断?	278
7-191	一辆奥迪 A6L MMI 信息娱乐系统每次只能工作 1min, 之后自动关闭, 如何进行故障诊断?	279
7-192	一辆路虎揽胜音响无声音输出, 如何进行故障诊断?	280
7-193	一辆路虎揽胜 DVD 播放有画面, 无声音, 如何进行故障诊断?	282
7-194	一辆路虎极光音频/视频显示灰色, 无法使用 CD/DVD, 如何进行 故障诊断?	284
7-195	一辆雪铁龙萨拉毕加索 1.8L 轿车出现组合仪表黑屏无显示故障, 如何 对其 VAN 网进行故障诊断?	284
7-196	一辆雪铁龙萨拉毕加索 2.0L 轿车组合仪表只能较暗地显示几个警告灯, 其余均为黑屏, 如何对其 VAN 网进行故障诊断?	287
7-197	一辆旧款别克君威轿车燃油警告灯点亮, 无法起动, 如何进行 故障诊断?	288
7-198	一辆别克新君越第一次无法正常起动, 如何进行故障诊断?	289
7-199	一辆奔驰 S320 (w220) 启动 COMMAND 主机使用音频时有时无声, 如何进行 故障诊断?	292
7-200	一辆宝马 745Li (E65) 组合仪表和显示器显示自动变速器故障信息, 左、右 转向灯不工作, 如何进行故障诊断?	293



第一章



车载网络系统必知常识

1-1 什么是车载网络系统？

车载网络系统是指汽车上多个电控系统的控制单元之间相互连接、协调工作并共享信息构成的汽车车载计算机网络系统。

控制单元（Electronic Control Unit, ECU）一般是汽车内部系统控制模块的代名词。ECU 的主要部分是微机，而核心部件是 CPU。ECU 将输入信号转化为数字形式，根据存储的参考数据进行对比加工，计算出输出值，输出信号再经功率放大去控制若干个调节伺服元件，如继电器和开关等。因此，ECU 实际上是一个“电子控制单元”，它由输入电路、微机和输出电路三部分组成。控制单元（ECU）是电控系统的核心。

传统汽车通常采用导线将控制单元及负载设备连接起来，即采用点对点通信方式。随着汽车电子技术的不断发展，车辆上的电控系统越来越多，功能也越来越复杂，采用了很多控制单元。例如，动力系统方面有发动机电控系统、自动变速器电控系统、ABS 制动防抱死电控系统、牵引控制系统等；车身系统方面有车门电控系统、座椅电控系统、车灯电控系统、安全气囊电控系统、空调电控系统等；娱乐及媒体系统方面有收音机电控系统、车载电话电控系统、导航电控系统、CD 播放电控系统、电视电控系统等。

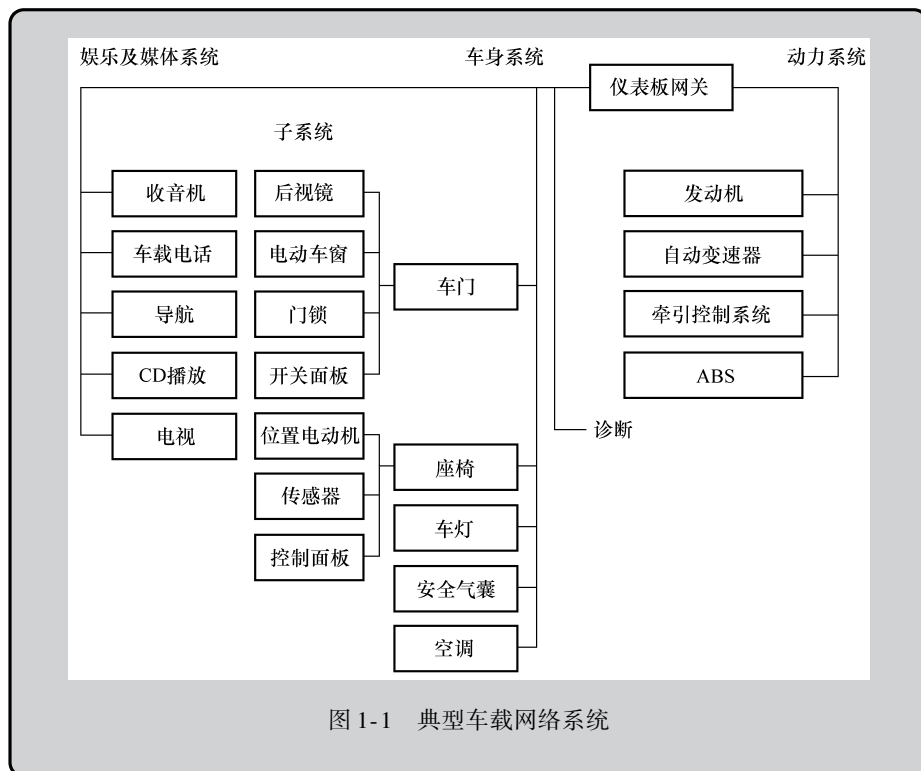
每一个控制单元都需要和多个传感器、执行器之间进行信息传递，而每一个输入、输出信号又可能与多个控制单元之间发生通信。如果每个电控系统都独立配置一整套相应的传感器和执行器，势必造成导线的大量增加，从而使得在有限的汽车空间内布线越来越困难，限制了功能的扩展，也增加了汽车维修人员进行故障诊断和维修的难度。此外，汽车综合控制的准确性也要求输入、输出信号和数据能做到共享，只有这样才能对汽车实现更为复杂的控制。

因此，汽车上的控制单元并不是仅仅与负载设备简单地连接，更多的是与外围设备及其他控制单元进行信息交流，并经过复杂的控制运算，发出控制指令，简单的导线连接无法做到这一点。另外，不同的控制单元常常会同时用到相同的传感器信号，简单的导线连接势必造成传感器或导线的浪费和电路的复杂化，而导线本身是汽车电子系统中成本较高的部件。据统计，导线质量在汽车上可占整车质量的 4%，导线质量每增加 50kg，油耗会增加

0. 2L/100km。

车载网络系统的构建能从根本上解决上述问题。我们经常说到的计算机网络，简单来说，就是分布在不同地点、具有独立功能的多个计算机系统通过通信设备和线路连接起来，在软件和协议管理下进行信息交换，实现资源共享和协同工作。将其引申到车载网络，则是指分布在车辆上不同位置、各自独立的多个电控系统，通过数据总线和网关服务器连接在一起，通过规定的通信协议实现信息共享、共同工作和复杂功能。

图 1-1 就是一个典型的车载网络系统，它将上述汽车上的各个电控系统的控制单元用数据总线（等同于网线）统统连接成了一个网络，从而实现信息共享、减少布线、降低成本以及提高总体可靠性的目的。目前，世界上所有汽车制造商无一例外地在车载网络系统的研发和应用上投入大量人力和物力。同时，用户也从中获得了实际利益，这直接体现在汽车性价比的提高上。



1-2 车载网络系统的发展历史经历了哪些阶段？

1980 年，在汽车上第一次引入了电控系统。最早得到应用的是发动机电控系统和防抱死制动系统（ABS），这些系统之间和系统对外进行数据交换时，早期采取点对点连接形式，通过模拟信号或简单的电信号来实现。此后不久，汽车制造商们一致认为必须制订一套统一的数据通信解决方案，BOSCH 公司作为欧洲汽车电控系统制造商之一，带头承担了这个任务。

1983 年，丰田公司在世纪牌汽车上最早采用了应用光缆的车门电控系统，实现了多个

控制单元的连接通信。该系统采用了集中控制的方法，车门控制单元（ECU）可对各个车门的门锁、玻璃升降进行控制，这是早期在汽车上采用的光缆系统，可被看作是最早的车载网络系统。

1986 年至 1989 年，汽车的车身电气系统中装用了以铜线作为网线连接的车载网络系统。例如，日产公司的车门多路传输控制系统、通用公司的车灯多路传输控制系统等，均投入了批量生产。在此期间，一些车载网络系统的标准也纷纷推出。

1986 年 2 月，BOSCH 公司在美国汽车工程师协会（SAE）大会上介绍了一种新型的串行总线——控制器局域网（Controller Area Network, CAN）。随后，美国汽车工程师协会（SAE）提出了 J1850。此后，日本也提出了各种各样的网络方案。并且丰田、日产、三菱和马自达等汽车制造商也都将车载网络系统投入批量生产，但没有统一为以车身电气系统为主的控制方法。而在其他国家，特别是欧洲的汽车制造商则大量采用了 CAN，由于其控制系统上都可以采用 CAN，从而充分证明了 CAN 在车载网络系统领域的先进性。而在美国，通过采用 SAE J1850 普及了车载网络系统，在 SAE 中也通过了 CAN 的标准，明确表示将转向 CAN。

20 世纪 90 年代，由于集成电路技术和电子器件制造技术的迅速发展，单片机开始作为总线的接口端，采用总线技术的价格逐步降低，总线技术进入了实用化阶段，车载网络的时代开始了。

2000 年，欧洲以与 CAN 协议不同的思路提出了控制系统的新协议——基于时间触发的协议（Time Triggered Protocol, TTP），并在 X-by-Wire 系统上开始应用。在此对 X-by-Wire 适当加以说明，对于飞机的控制系统来说，有一个词组为 Fly-by-Wire，直译为线控飞行系统，它表示飞机的控制方式，即将飞行员的操纵和操作命令转换成电信号，利用计算机控制飞行的工作方式。将这种操作方式引入汽车，则出现了 Drive-by-Wire 系统，直译为线控驱动系统。在汽车上类似的系统还有 Steering-by-Wire（线控转向）系统、Brake-by-Wire（线控制动）系统，将这些系统统称为 X-by-Wire 系统。

与这些网络采用不同思路开发的是汽车信息系统，该系统在开关、显示设备之间建立网络，利用光纤将显示信息进行传递。为了实现音响系统的数字化，建立了将音频信号与信息系统综合在一起的 AV 网络。为了满足大容量数据连续输出，这种网络采用了光缆。当对汽车引入智能交通系统（ITS）时，由于要与车外交换数据，所以在信息系统中将会采用更大容量的网络，于是出现了 DDB 协议、MOST 及 IEEE1394 等。表 1-1 为常见汽车车载网络系统的开发年份、采用厂家等。

表 1-1 常见汽车车载网络系统的开发年份、采用厂家等

开发年份	车载网络	厂 家	备 注
	DDB 开发	Philips 公司	1986 年 2 月北美车采用 LAN
	CAN 开发	Bosch 公司	1986 年 12 月欧洲车采用 LAN
1986 年之前	VNP 开发 CCD 开发	北美 北美	1987 年 12 月日本车采用 LAN
1988	MOST 开发 CCD 开发 VAN 开发	美国车采用	

(续)

开发年份	车载网络	厂家	备注
1991	CAN 开发	欧洲车采用	
1992	DDB DDB Optical 开发	日本车采用	
1994	J1850 VAN	SAE 认可, ISO 批准	
1995 年之后	DDB	欧洲车采用	以汽车厂为主对新 LAN 进行研究
2000 年之后	发表 LIN 发表 TTP 发表 Byteflight 发表 TTCAN		发表了许多新的 LAN

随着汽车电子技术的发展, 车载网络系统变得越来越复杂, 导致现在的新车型上要采用多个互联的总线系统组成网络。为了控制这种复杂的车载网络系统, 降低成本, 汽车制造商将被迫去寻找对总线系统和数据交换所采用的协议标准化的解决方案。表 1-2 为目前主要车载网络系统的基本情况。

表 1-2 目前主要车载网络系统的基本情况

车载网络	概 要	通信速度	组织和推动单位
CAN	车身/动力传动系统控制用协议, 目前十分流行的一种具有国际标准的现场总线, 汽车上基本都采用这类总线	1Mbit/s	Robert Bosch ISO
VAN	车身系统控制用 LAN 协议, 以法国为中心	1Mbit/s	ISO
J1850	车身系统控制用 LAN 协议, 以美国为中心	10.4kbit/s 41.6kbit/s	Ford Motor
LIN	车身系统控制用 LAN 协议, 液压组件专用	20kbit/s	LIN
IDB - C	以 CAN 为基础的控制用 LAN 协议	250kbit/s	IDM
TTP/C	重视安全、按用途分类的控制用 LAN 协议, 时分多路复用 (TDMA)	2Mbit/s 25Mbit/s	TIT
TTCAN	重视安全、按用途分类的控制用 LAN 协议, 时间同步的 CAN	1Mbit/s	Robert Bosch CiA
Byteflight	重视安全、按用途分类的控制用 LAN 协议, 通用时分多路复用 (FTDMA)	10Mbit/s	BMW
FlexRay	重视安全、按用途分类的控制用 LAN 协议	5Mbit/s	BMW Daimler Chrysler
DDB/ Optical	音频系统通信协议, 将 DDB 作为音频系统总线, 采用光纤通信	5.6Mbit/s	C&C
MOST	信息系统通信协议, 以欧洲为中心, 由克莱斯勒公司与 BMW 公司推动	22.5Mbit/s	MOST
IEEE 1394	信息系统通信协议, 有转化成 IDB1394 的动向	100Mbit/s	1394

在未来,由于大量数据需要交换和处理,车载网络系统迫切需要频带更宽的总线。CAN 总线将在一段时间内继续充当车载网络系统的统治角色,采用一种 LIN、CAN 和 FlexRay 混合的协议方案正成为趋势,而 MOST 和 ByteFlight 也将在信息娱乐网络和安全网络中占据一席之地。

1-3 什么是局域网?

局域网 (Local Area Network, LAN) 是指在某一区域内由多台计算机互联成的计算机组或网络。一般这个区域具有特定的职能,通过这个网络实现这个系统内的资源共享和信息通信,如可以实现文件管理、应用软件共享、打印机共享、工作组内的日程安排、电子邮件和传真通信服务等功能。连接到网络上的可以是计算机、基于微处理器的应用系统或智能装置。局域网是封闭型的,可以由办公室内的两台计算机组成,也可以由一个公司内的上千台计算机组成。

从物理意义上讲,汽车上许多控制单元和数据总线距离很近,为了实现信息共享而把多条数据总线连在一起,或者把数据总线和控制单元当作一个系统,形成网络,符合上述局域网的特征,因此被称为汽车上的局域网 (LAN)。

如图 1-2 所示,丰田公司雷克萨斯 LS430 型轿车的几条数据总线间共有 29 块相互交换信息的控制单元,几条数据总线连接 29 个控制单元,总线又连接到局域网,构成整个车载网络。其数据传输速率一般在 10 ~ 103kbit/s 范围,传输距离在几十米范围。

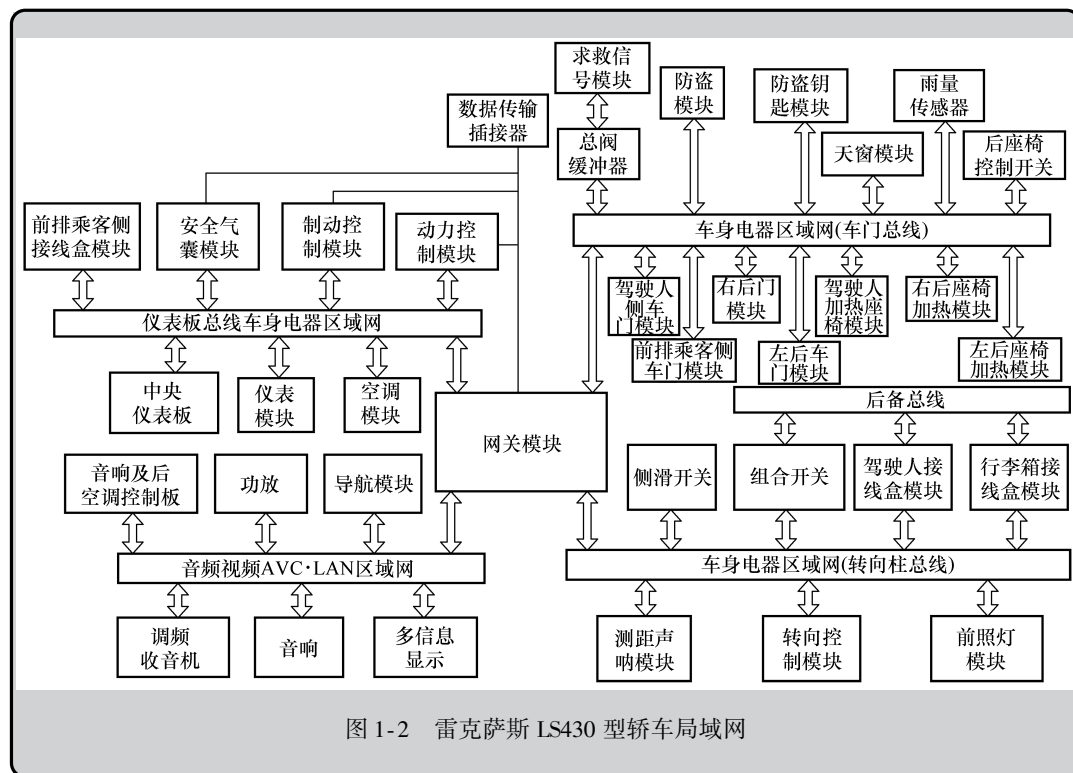


图 1-2 雷克萨斯 LS430 型轿车局域网

1-4 什么是模块和节点？

模块又称构件，是能够单独命名并独立地完成一定功能的程序语句的集合（即程序代码和数据结构的集合），可以将模块理解为一种具有独立工作和通信能力的电子装置，简单的如温度和压力传感器，复杂的如计算机（微处理器 CPU 或控制单元）。在计算机多路传输系统中，一些简单的模块被称为节点。车载网络就是把单个、分散的测量控制设备（模块）变成网络节点，以数据总线为纽带，把它们连接成可以相互沟通信息、共同完成自控任务的网络系统与控制系统（见图 1-3）。

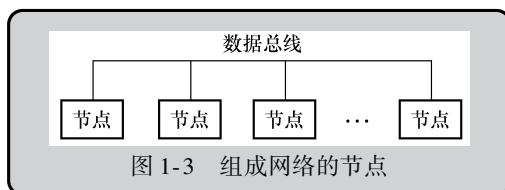


图 1-3 组成网络的节点

1-5 什么是多路传输？

多路传输是指在车载网络系统中，将多种信息混合或交叉通过一条通信信道传输的方式。事实上由大量数字信号组成的信息是依次传输的，但速度非常快，似乎就是同时传输的。对一个人来说，0.1s 算是非常快了，但即使对一台运算速度相对慢的计算机来说，0.1s 也是很长的时间。如果将 0.1s 分成许多微小的片段，每个片段传输其中一个数字信号，就可实现在一条通信信道上传输多个数字信号，这就是分时多路传输。常见的车载网络系统是单线或双线分时多路传输系统。

图 1-4 为常规线路与多路传输线路的区别。采用常规线路控制灯光、电动机、加热器和电磁阀，需要四条直接受开关控制的较长供电线。而采用多路传输线路，可先通过一个 ECU 接收开关控制信息，然后通过一个通信信道将四种信息发给另一个 ECU，另一个 ECU 根据接收的信息来控制上述电器。值得注意的是，多路传输系统 ECU 之间所用导线比常规线路系统所用导线少得多。由于多路传输可以通过一根线（数据总线）执行多个指令，因此

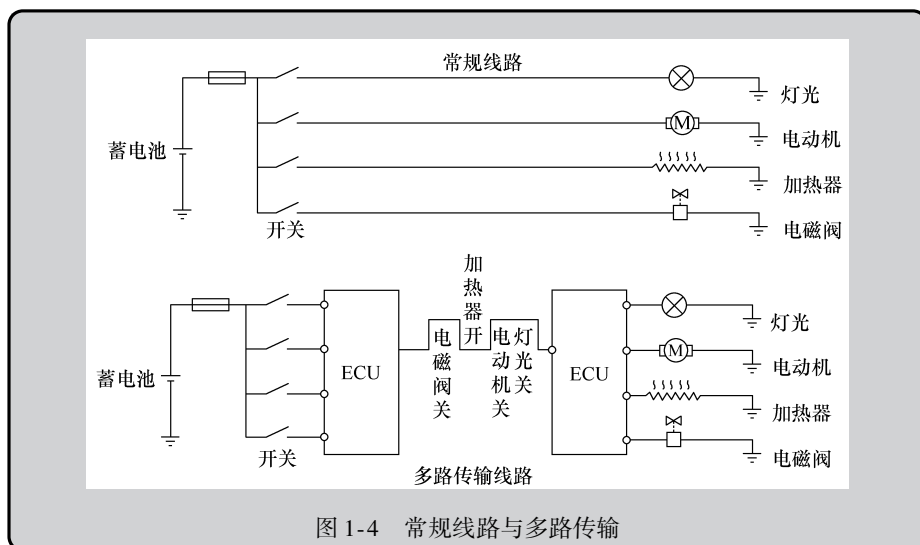


图 1-4 常规线路与多路传输

可以增加许多功能装置。

1-6 什么是数据总线?

汽车上的电控系统彼此之间的关系越来越密切,它们之间的信息交流也变得越来越必要。为了传输信息,人们采用了数据总线(Multi-plexing)作为沟通交流的载体,并对这些信息交流进行管理。数据总线是电控系统模块间运行数据的通道,即所谓的“信息高速公路”,如图 1-5 所示。数据总线可以实现在一条数据线上传递的信号被多个电控系统共享,从而最大限度地提高整体效率,做到充分利用有限的资源。

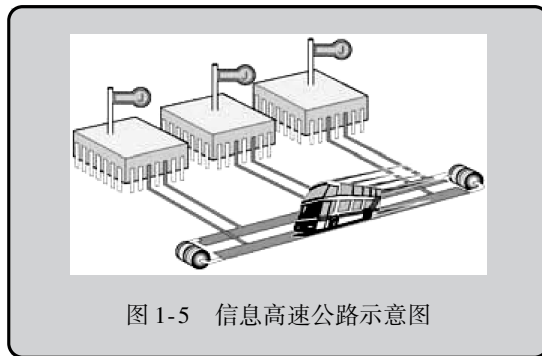


图 1-5 信息高速公路示意图

例如,常见的计算机键盘有 104 位键,可以发出 100 多个不同的指令,但键盘与主机之间的数据连线却只有 7 根,键盘正是依靠这 7 根数据连线上不同的电平组合(编码)来传递信号的。如果把这种方式应用在汽车电控系统上,就可以大大简化目前的汽车电路。可以通过不同的编码信号来表示不同的动作与含义,信号解码后,根据指令接通或断开对前照灯、刮水器、电动座椅灯等用电设备的通路。这样就能将过去一线一用的专线制改为一线多用制,大大减少了汽车上导线的长度与数目,缩小了线束的直径。当然,数据总线还可使计算机技术融入整个汽车系统中,加速了汽车智能化的发展。

如果系统可以发送和接收数据,则这样的数据总线就称为双向数据总线。车载网络数据总线通常是 1 条数据线或 2 条数据线。两线式的其中一条数据线不是用作额外的通道。它的作用有点像公路的路肩,上面立有交通标志和信号灯。一旦数据通道出了故障,这“路肩”在有些数据总线中被用来承载“交通”,或者令数据换向通过一条或两条数据总线中未发出故障的部分。为了屏蔽电磁干扰,双线制数据总线的两条线是绞在一起的。各汽车制造商一直在设计各自的数据总线,如果不兼容,就称为专用数据总线。如果是按照某种国际标准设计的,就是非专用的。为使不同厂家生产的零部件能在同一辆汽车上协调工作,必须制订标准。按照 ISO 有关标准,CAN 的拓扑结构为总线式,因此也称为 CAN 总线(CAN-BUS)。

高速数据总线及网络容易产生电噪声(电磁干扰),这种电噪声会导致数据传输出错。数据总线有多种检错方法,如检测一段特定数据的长度。如果出错,数据将重新传输,这就会导致各系统的运行速度减慢。解决的方法有:使用价格高、功能更强大、结构更复杂的模块;采用双绞线数据总线,它的数据传递是基于两条总线的电压差,可以有效抑制共模干扰信号,使传输效率大大提高。

1-7 什么是主总线系统和子总线系统?

原则上把数据总线系统分为两类,即主总线系统和子总线系统。主总线系统负责跨系统的数据交换;子总线系统负责系统内的数据交换。这些系统用于交换特定系统内数据量相对