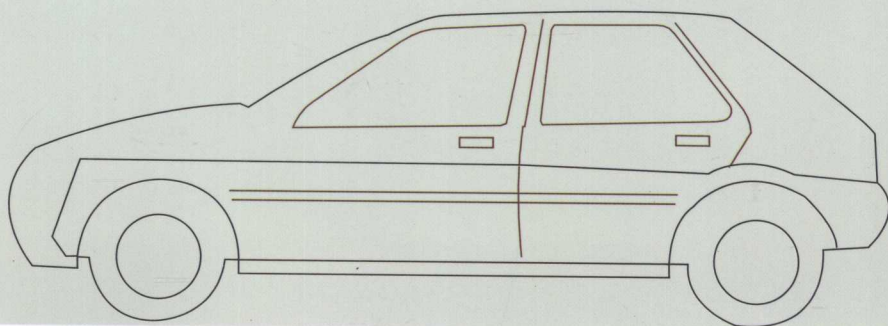


普通高等院校汽车工程类规划教材

汽车网络技术

主 编 凌永成 王岩松
副主编 赵海波 李付俊
主 审 陈 勇



U463.67
L566



郑州大学 *04010747744 *

普通高等院校汽车工程类规划教材

汽车网络技术

主 编 凌永成 王岩松
副主编 赵海波 李付俊



清华大学出版社

北京

U463.67
L566

内 容 简 介

本书主要讲述 CAN、MOST、byteflight、LIN、BSD、K 总线协议、蓝牙技术、以太网、FlexRay、网关与诊断总线的结构组成和工作原理,对典型车系的汽车网络系统及其故障诊断、检测、维修等实用内容也作了充分的介绍,并配有实训指导书和作业单,是内容较为广泛、简明扼要地反映汽车网络技术新知识的规划教材。

本书可作为普通高等院校汽车工程类专业教材,也可作为高等职业技术学院、高等专科学校以及职业培训学校的汽车运用、汽车服务、汽车维修类专业教材,还可作为广大汽车工程技术人员的参考读物。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

汽车网络技术/凌永成等主编.--北京:清华大学出版社,2012.3

(普通高等院校汽车工程类规划教材)

ISBN 978-7-302-28149-8

I. ①汽… II. ①凌… III. ①汽车—计算机网络—高等学校—教材 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 026067 号

责任编辑:庄红权

封面设计:傅瑞学

责任校对:刘玉霞

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京密云胶印厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:15.5 插 页:3 字 数:376 千字

版 次:2012 年 3 月第 1 版

印 次:2012 年 3 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:35.00 元

前言

本书是根据教育部关于车辆工程专业本科教育目标和培养方案及课程教学大纲的要求编写的。

全书分 8 章,在简要介绍汽车网络技术的基本原理和发展趋势之后,重点讲述了 CAN 总线、光学总线(MOST 和 byteflight)、子总线(LIN、K 总线协议、BSD 总线、蓝牙技术)、以太网、FlexRay、网关与诊断总线的结构组成和工作原理,对典型车系的汽车网络系统及其故障诊断、检测、维修等实用内容也作了充分的讲解,是内容较为广泛、简明扼要地反映汽车网络技术新知识的规划教材。

为进一步强化实践教学,切实培养和提高学生的汽车网络系统检修技能,本书还配有汽车网络系统检测诊断实训指导书和作业单。

本书可作为普通高等院校汽车工程类专业教材,也可作为高等职业技术学院、高等工业专科学校以及职业培训学校的汽车运用、汽车服务、汽车维修类专业教材,还可作为广大汽车工程技术人员的参考读物。

本书是按照授课时数约为 60 学时编写的,各学校在选用本书作为教材时,可根据自己的教学大纲适当增减学时。

本书条理清晰、层次分明、言语简练、图文并茂、内容全面、重点突出、详略得当,删除了冗长的理论分析,强化了汽车网络系统检测、诊断等实用技术的介绍,教材内容的取舍以充分满足汽车网络工程师知识结构的要求为出发点,特别注重理论与实践的紧密结合,内容具有极强的针对性和实用性,旨在开阔学生的专业知识视野,切实培养和提高学生的技术应用能力,是一本具有鲜明特色的实用规划教材。

本书由沈阳大学凌永成和上海工程技术大学王岩松主编,沈阳理工大学赵海波和李付俊为副主编,参加编写工作的还有李雪飞、杨宗田、赵炬、赵德祥、于非非、黄晓云、周大军、刘树伟、李淑英、孟宪臣、厉承玉等人。

中国汽车工程学会电动汽车分会副秘书长、北京信息科技大学机电工程学院车辆工程系陈勇教授作为主审,对全书进行了认真的审阅,并提出了许多宝贵意见,使本书结构更为严谨,在此深表感谢!

在本书编写过程中,曾得到许多专家和同行的热情支持,并参考和借鉴了宝马、奥迪、大众、奔驰、标致·雪铁龙、丰田车系的汽车技术培训资料 and 国内外公开出版的文献,在此一并致谢!

由于时间仓促,水平有限,书中难免存在不足或疏漏之处,恳请广大读者批评指正,以便再版时修订。

为方便选用本书作为教材的任课教师授课,编者还制作了与本书配套的电子课件。有需要的教师可致信凌永成邮箱 lyc903115@sohu.com 索取,编者会无偿提供。

凌永成

2011 年 11 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 汽车网络技术的发展	1
1.1.1 汽车网络技术的发展历程	1
1.1.2 汽车网络技术的发展趋势——Telematics	4
1.2 汽车网络技术的应用	10
1.2.1 汽车网络技术的产生背景	10
1.2.2 现场总线与汽车网络	14
1.2.3 汽车网络的分类	18
1.2.4 汽车网络技术应用概况	21
1.3 汽车网络标准与协议	26
1.3.1 A 类网络标准与协议	26
1.3.2 B 类网络标准与协议	27
1.3.3 C 类网络标准与协议	27
1.3.4 D 类网络标准与协议	30
复习思考题	31
第 2 章 CAN 总线	32
2.1 数据信号及其传输	32
2.1.1 数制	32
2.1.2 数据信号的类别	34
2.1.3 总线与接口	36
2.1.4 数据传输方式	38
2.2 CAN 总线的工作原理	40
2.2.1 CAN 总线简介	40
2.2.2 CAN 总线的组成	42
2.2.3 CAN 总线系统元件的功能	44
2.2.4 CAN 总线的数据传输过程	48
2.3 CAN 总线的应用	52
2.3.1 CAN 总线的分类	52
2.3.2 驱动 CAN 总线	54

2.3.3 舒适/信息 CAN 总线	58
2.4 CAN 总线的检测	62
2.4.1 CAN 总线检测插座	62
2.4.2 CAN 总线系统检测盒	63
复习思考题	65
第 3 章 光学总线	66
3.1 光学总线的信息传输	66
3.1.1 光学传输简介	66
3.1.2 光学传输的系统结构	67
3.2 MOST 总线	72
3.2.1 MOST 的定义与应用	72
3.2.2 MOST 的组成与系统状态	74
3.2.3 MOST 的数据传输	76
3.2.4 MOST 的诊断	82
3.3 byteflight 总线	85
3.3.1 byteflight 简介	85
3.3.2 byteflight 系统的数据传输	87
3.3.3 byteflight 总线的应用	90
3.4 光导纤维的使用与维修	95
3.4.1 光波传输系统的信号衰减及原因	95
3.4.2 光导纤维的使用	97
3.4.3 光导纤维的维修	98
复习思考题	102
第 4 章 子总线系统	103
4.1 LIN 总线	103
4.1.1 LIN 总线简介	103
4.1.2 LIN 总线的数据传输	108
4.1.3 LIN 总线的自诊断	113
4.2 K 总线协议	115
4.2.1 K 总线协议简介	115
4.2.2 K 总线协议的应用	116
4.3 BSD 总线	119
4.3.1 BSD 总线简介	119
4.3.2 BSD 总线的应用	120
4.4 蓝牙技术	126
4.4.1 蓝牙技术简介	126
4.4.2 蓝牙技术的工作原理	129

4.4.3 蓝牙技术的应用	130
复习思考题	133
第5章 以太网与 FlexRay	134
5.1 以太网	134
5.1.1 以太网及其标准	134
5.1.2 以太网在汽车上的应用	134
5.2 FlexRay	137
5.2.1 FlexRay 简介	137
5.2.2 FlexRay 的特性	138
5.2.3 FlexRay 在汽车上的应用	141
5.2.4 FlexRay 的故障处理与检测	144
复习思考题	145
第6章 网关与诊断总线	146
6.1 网关	146
6.1.1 网关的作用和工作原理	146
6.1.2 网关的安装位置及其电路	149
6.2 诊断总线	152
6.2.1 K 诊断总线	152
6.2.2 大众车系的诊断 CAN 总线	153
6.2.3 宝马车系的诊断 CAN 总线	156
复习思考题	158
第7章 典型汽车网络系统	159
7.1 奥迪车系汽车网络系统	159
7.1.1 Audi A6 网络系统概览	159
7.1.2 Audi A6 网络子系统	162
7.2 宝马车系汽车网络系统	166
7.2.1 宝马车系网络系统概览	166
7.2.2 宝马车系的 K 总线	167
7.2.3 宝马车系的 K-CAN	168
7.2.4 宝马车系的 PT-CAN	171
7.3 大众车系汽车网络系统	174
7.3.1 大众车系网络系统概览	174
7.3.2 大众迈腾汽车网络系统	176
7.4 法国车系汽车网络系统	183
7.4.1 汽车局域网 VAN	183
7.4.2 标致、雪铁龙汽车的 VAN 网络	185

7.5 丰田车系汽车网络系统	194
7.5.1 丰田车系汽车网络系统概览	194
7.5.2 丰田车系汽车网络系统的组成	196
复习思考题	198
第8章 汽车网络系统检修	199
8.1 常用检测仪器	199
8.1.1 万用表	199
8.1.2 示波器	200
8.1.3 汽车检测仪	201
8.2 检测仪的使用与波形分析	205
8.2.1 VAS5051 检测仪的使用	205
8.2.2 CAN 总线系统的故障信息	213
8.2.3 驱动 CAN 总线故障波形分析	215
8.2.4 舒适 CAN 和信息 CAN 总线故障波形分析	220
8.2.5 LIN 总线故障波形分析	228
8.3 静态电流的检测与线束维修	229
8.3.1 休眠模式及静态电流的检测	229
8.3.2 CAN 总线终端电阻的检测	231
8.3.3 CAN 总线线束维修	233
复习思考题	235
附录 汽车网络系统检测诊断实训指导书	236
参考文献	239

第 1 章 绪 论

❗ **教学提示：**汽车网络技术极大地提高了汽车的总体技术水平，随着 Telematics 技术的逐步完善，未来汽车将向智能化、信息化方向发展。

❗ **教学要求：**本章主要介绍网络技术在汽车上的应用概况、基本组成和发展趋势。要求学生了解汽车网络技术的应用概况和发展趋势，熟悉汽车网络系统的基本组成。

1.1 汽车网络技术的发展

1.1.1 汽车网络技术的发展历程

汽车电子技术在经历了零部件层次的车器时代、子系统层次单片机(汽车计算机)控制时代之后，已经开始进入汽车网络化时代，并向汽车信息化时代迈进。

按照电子产品和电子控制系统的技术特点，可将汽车电子技术的发展粗略地划分为 4 个阶段。

1. 第一阶段——零部件层次的车器时代

1965—1980 年属于零部件层次的车器时代。从 20 世纪 60 年代中期开始，一些能够部分替代机械控制部件作用的电子控制装置，如汽车发电机晶体管电压调节器(见图 1-1)和晶体管点火装置等开始装备汽车，随着集成电路和大规模集成电路的出现，这些电子控制装置又逐步实现了由分立元件向集成化的过渡。

这一阶段，装备汽车的其他电子装置还有转向系统电子式闪光器(见图 1-2)、电子控制式喇叭、电子式间歇刮水控制器、数字时钟及高能点火(HEI)线圈(见图 1-3)和集成电路点火系统等。

上述汽车电子装置的大量使用，使得汽车总体性能有了一个较大幅度的提高，其作用不可小觑。

2. 第二阶段——子系统层次的车单片机(汽车计算机)控制时代

1981—1995 年属于子系统层次的车单片机(汽车计算机)控制时代。在这一时期，单片机(微处理器)在汽车上得到广泛应用，以单片机为控制核心，以实现特定控制内容或功能为基本目的的各种电子控制系统得到了迅速发展。



图 1-1 晶体管电压调节器



图 1-2 电子式闪光灯

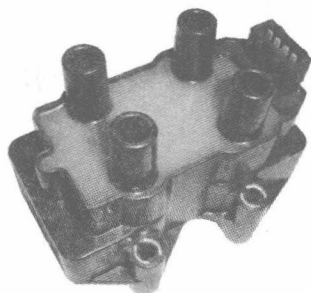


图 1-3 高能点火线圈

在短短的几年中,电子控制汽油喷射系统、空燃比反馈控制系统、电子点火系统(见图 1-4)、制动防抱死系统、安全气囊系统、电子控制自动变速器、巡航控制系统、电控中央门锁系统、前照灯灯光自动控制系统、自动空调系统、GPS 汽车导航系统、座椅安全带预紧系统、汽车防盗系统、汽车故障自诊断系统等相继在不同车辆上得到应用。

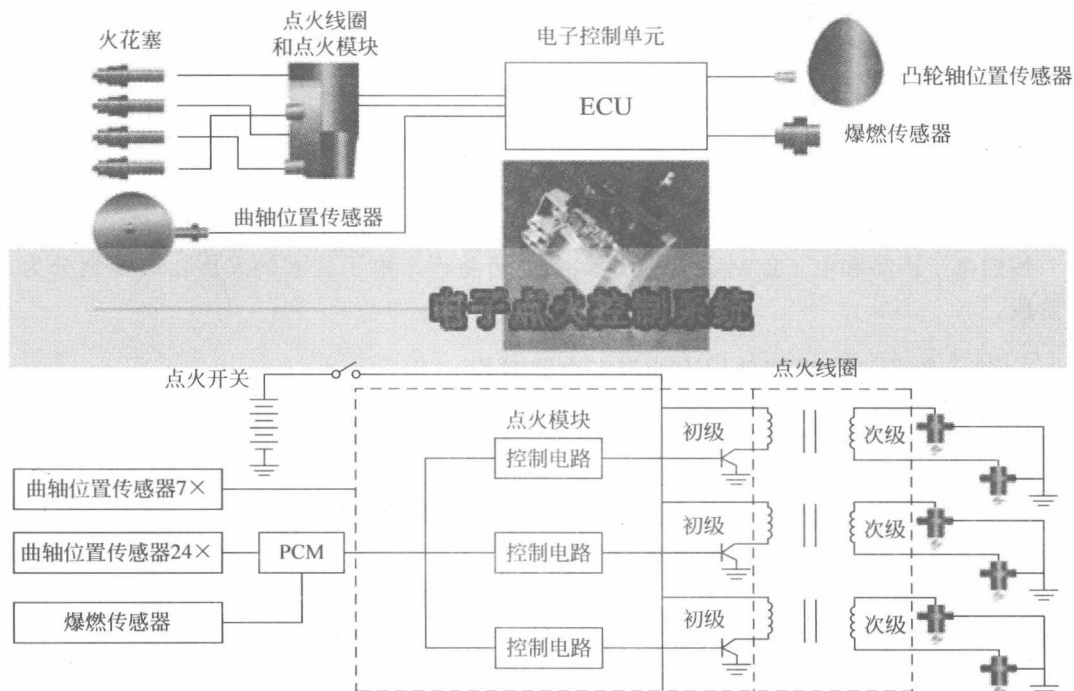


图 1-4 电子点火系统组成示意图

进入 20 世纪 90 年代,能够实现多种控制功能的计算机集中管理系统逐步取代以前各自独立的电子控制系统,初步实现了汽车控制技术从常规、单一的电子控制系统向全面、综合电子控制系统的过渡(见图 1-5)。

电子控制技术在汽车上的广泛应用,不仅拓展了电子控制的功能和控制内容,提高了控制精度和汽车性能,而且也为汽车网络技术的发展奠定了坚实的基础。



图 1-5 桑塔纳 2000 型乘用车综合电控系统的构成

3. 第三阶段——整车联网层次的汽车网络化时代

1995—2010 年属于整车联网层次的汽车网络化时代。采用先进的单片机技术和车载网络技术,形成了车上的分布式、网络化的电子控制系统。整车电气系统被连成一个多 ECU、多节点的有机的整体,使得其性能也更加完善。

目前,世界主要汽车制造商生产的多数汽车上均采用了以 CAN、LIN、MOST、DDB 等为代表的网络控制技术(见图 1-6 和图 1-7),将车辆控制系统简化为节点模块化。在基于现场总线的分布式控制中,任何传统意义上的传感器和执行器都可以与同一现场的节点相组合,构成节点模块。汽车网络技术进一步优化了汽车的控制系统,极大地提升了汽车的整体控制水平。

4. 第四阶段——以 Telematics 技术为代表的汽车信息化时代

以国际 Telematics 产业联盟(ITIF)正式成立为标志,2010 年成为汽车信息化时代的发轫之年。

汽车网络技术是现代汽车电子技术的重要组成部分,也是现代汽车通信与控制的基础。伴随着汽车网络技术的日益成熟,汽车电子技术开始向信息化时代迈进(见图 1-8)。

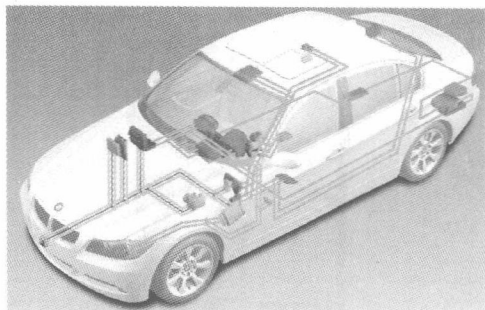


图 1-6 BMW E60 的汽车网络系统



图 1-7 Audi A4 的汽车网络系统

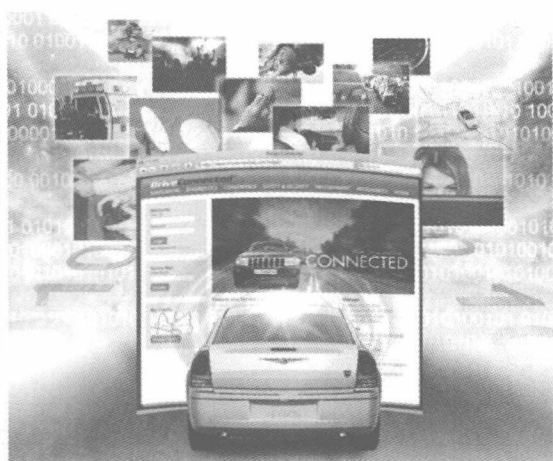


图 1-8 汽车电子技术开始向信息化时代迈进

网络化时代的汽车电子技术注重解决汽车内部各个系统之间的信息交换问题,而信息化时代的汽车电子技术则可以实现车内网络与车外网络之间的信息交换,全面解决人-车-外部环境之间的信息交流问题(见图 1-9)。

1.1.2 汽车网络技术的发展趋势——Telematics

汽车技术的发展脚步远未停止,在主要以动力传动、车身控制、行驶安全性、多媒体传输为主要控制目标的汽车网络技术逐步完善、日益成熟的同时,又开始向汽车信息化时代迈进。可以预见,在不远的将来,汽车将进入以 Telematics 技术为代表的信息化时代(见图 1-10)。

1. Telematics 简介

Telematics 是远程通信技术(Telecommunications)与信息科学技术(Informatics)的合成词,意指通过内置在汽车、航空器、船舶、火车等运输工具上的计算机网络技术,借助无线通信技术、GPS 卫星导航技术,实现文字、图像、语音信息交换的综合信息服务系统。

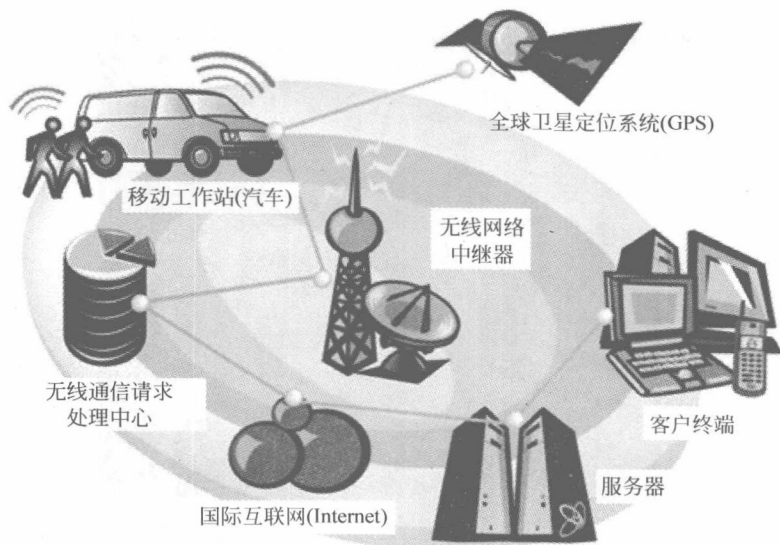


图 1-9 全面实现人-车-外部环境之间的信息交流



图 1-10 汽车将进入信息化时代(由动力传动、车身控制、行驶安全性、多媒体传输到 Telematics)

也就是说,Telematics 技术整合了汽车网络技术(也包括其他移动运输工具内部的网络技术)、无线通信技术、全球定位系统(global positioning system, GPS)卫星导航技术,通过无线网络,随时给行车中的人们提供驾驶、生活、娱乐所必需的各种信息。Telematics 的信息交换过程如图 1-11 所示。

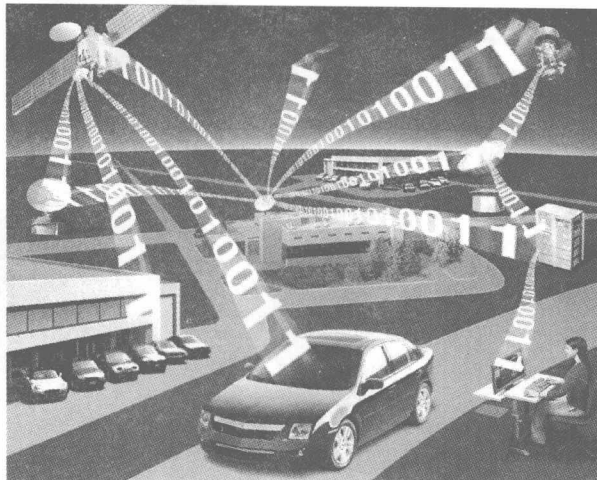


图 1-11 Telematics 信息交换过程示意图

通常所说的 Telematics 就是指应用无线通信技术的车载计算机系统。Telematics 是无线通信技术、卫星导航系统、网络通信技术和车载计算机的综合产物,被认为是未来的汽车网络技术的发展趋势。

汽车行驶过程中出现故障时,通过无线通信连接服务中心,进行远程车辆诊断,内置在发动机上的计算机记录汽车主要部件的状态,并随时为维修人员提供准确的故障位置、故障原因和维修方法。

通过终端机接收信息并查看交通地图、路况介绍、交通信息、安全与治安服务以及娱乐信息服务等,在后座还可以玩电子游戏、网络应用(包括金融、新闻、E-mail 等)。

通过 Telematics 提供的服务,用户不仅可以了解交通信息、临近停车场的车位状况,确认当前位置,还可以与家中的网络服务器连接,及时了解家中的电器工作情况、安全情况以及客人来访情况。也就是说,综合上述所有功能的车载计算机系统叫作 Telematics。

2. Telematics 的功能

Telematics 的特点在于大部分的应用系统位于网络上(如通信网络、卫星与广播等)而非汽车内。驾驶员可运用无线传输的方式,联结网络传输,接收信息与服务,下载应用系统或更新软件等,其所耗的成本较低。其主要功能如图 1-12 所示,仍以行车安全与车辆保全为主。

(1) 卫星定位导航。通过 GPS 全球卫星定位系统(见图 1-13),结合行车路线,作电子地图与语音导航相结合的路况报道、路线指引(见图 1-14),并能提前预报前方路口的车速限制及交通违法摄像头的安装情况,以确保安全行车。

(2) 道路救援。行车过程中,如果发生车祸或车辆出现故障,驾驶员可通过 Telematics 系统的紧急呼叫按键(一般位于驾驶员触手可及之处,如车顶托架内前部车内照明灯附近,见图 1-15),自动联系紧急服务机构(119、120 等急救机构)或汽车服务站,以获得道路救援。

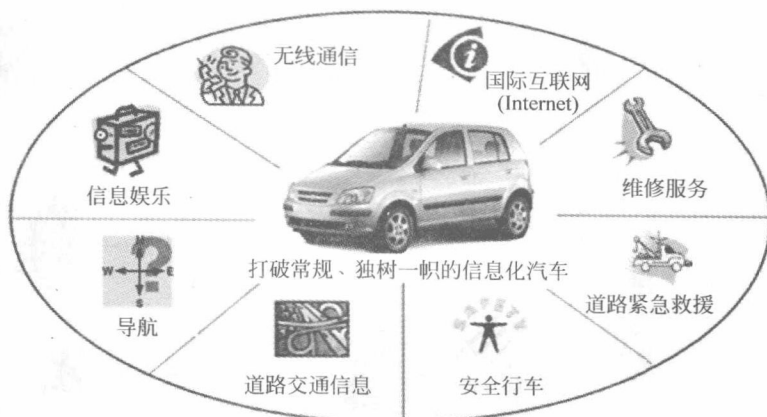


图 1-12 Telematics 的主要功能

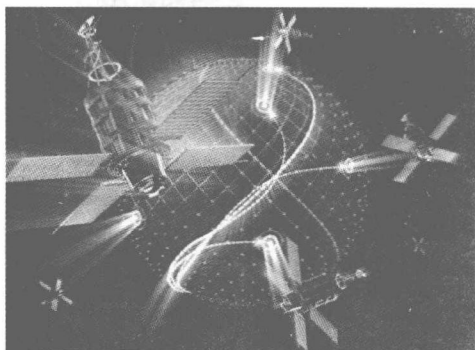


图 1-13 GPS 全球卫星定位系统



图 1-14 电子地图与语音导航

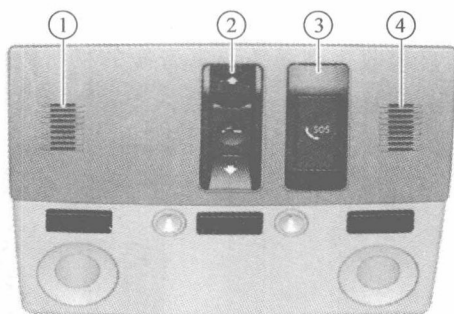


图 1-15 紧急呼叫按键

1—左侧免提话筒；2—活动天窗按键；3—紧急呼叫按键；4—右侧免提话筒

(3) 汽车防盗及搜寻。通过 GPS 卫星定位技术确定失窃车辆的位置和行车路线，以便搜寻与追踪，追缴车辆并缉拿盗车贼。

(4) 车辆调度管理。通过无线信息传输，实现运营车辆的调度管理(见图 1-16)。

(5) 自动防撞系统。通过测距传感器或雷达，监测前、后车辆之间的车距，自动调用车

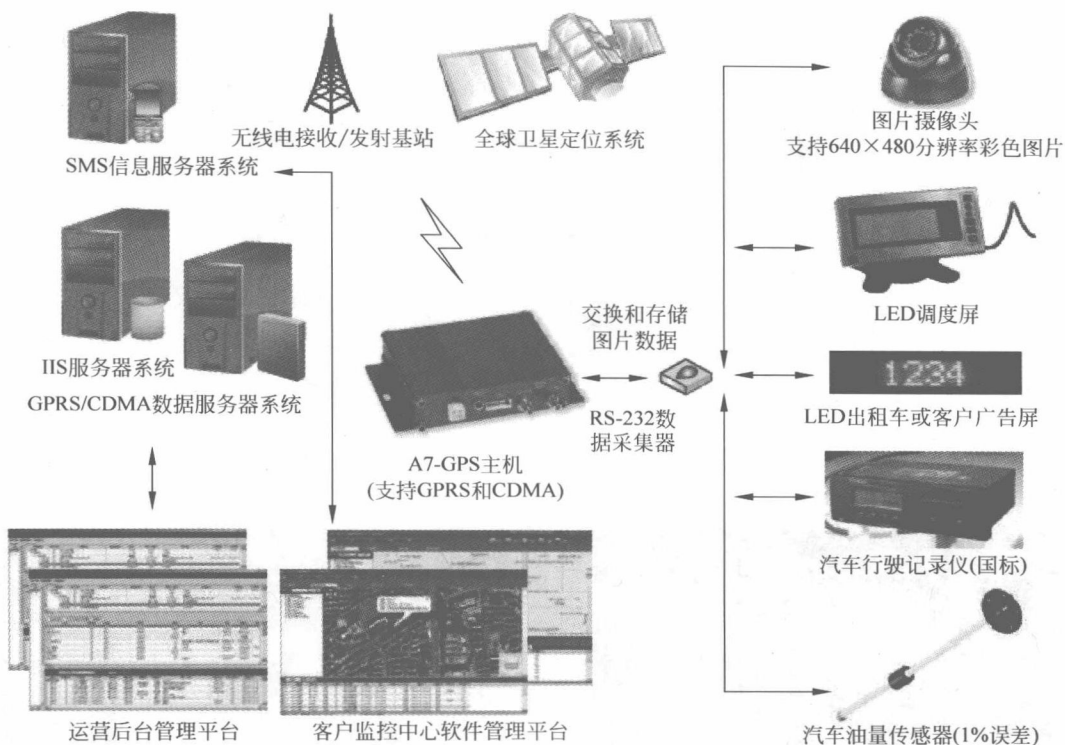


图 1-16 运营车辆的调度管理

载自适应巡航系统,使前、后车辆之间保持必要的安全距离(见图 1-17)。

(6) 车况掌握。车辆性能与车况的自动监测、传输,进行多地、远程“专家会诊”,指导车辆维修等。

(7) 个性化信息接收与发布。收发电子邮件与个性化信息等。

(8) 多媒体影音娱乐信息接收。高画质与高音质的视听设备、游戏机、上网机、个人移动信息中心、随选视频资讯等(见图 1-18)。



图 1-17 自适应巡航系统监测前、后车辆之间的车距



图 1-18 后座多媒体影音娱乐系统

(9) 车辆应急预警系统。当行驶中的车辆遇到紧急情况时,可以借助 Telematics 系统向外界(其他车辆或交通管理部门)发出应急申请,亦可接收来自交通管理部门发布的紧急情况警告及应急响应预案,确保行车安全和道路畅通。