

德国汽车工程首选教材

汽车电子学 (第3版)

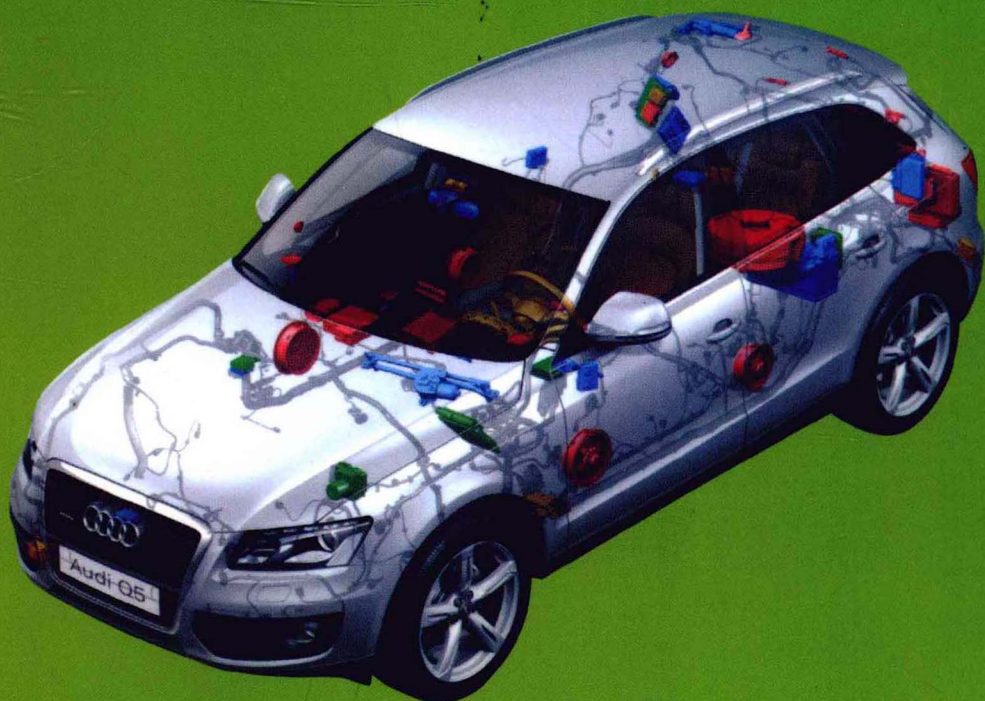
Automobilelektronik

Eine Einführung für Ingenieure

3. Auflage

[德] 康拉德·赖夫 著
李裕华 李航 马慧敏 译

Konrad Reif



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

德国汽车工程首选教材

Automobilelektronik

Eine Einführung für Ingenieure

3. Auflage

汽车电子学

(第3版)

[德] 康拉德·赖夫 著
KONRAD REIF

李裕华 李航 马慧敏 译

Xi'an Jiaotong University Press

Originally published in the German language by Vieweg+Teubner, 65189 Wiesbaden, Germany, as "Reif, Konrad: Automobilelektronik".

©Vieweg+Teubner | Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2009

Springer Fachmedien is part of Springer Science+Business Media.

All Right Reserved.

本书中文版由德国施普林格科学与商务传媒公司授权西安交通大学出版社独家出版发行。

陕西省版权局著作权合同登记号:25-2011-053

图书在版编目(CIP)数据

汽车电子学. 第3版/[德]赖夫(Reif, K.)著,李裕华,李航,马慧敏译. —西安:西安交通大学出版社,2011.7

书名原文:Automobilelektronik: Eine Einführung für Ingenieure, 3 Auflage

ISBN 978-7-5605-3952-2

I. ①汽… II. ①赖… ②李… ③李… ④马… III. ①汽车-电子技术 IV. ①U463.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第117304号

书 名 汽车电子学(第3版)
著 者 [德]康拉德·赖夫
译 者 李裕华 李航 马慧敏
策划编辑 赵丽平 贺峰涛
责任编辑 叶涛 刘雅洁

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路10号 邮政编码710049)

网 址 <http://www.xjtupress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315 82669096(总编办)

传 真 (029)82668280

印 刷 西安交通大学印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 28
印 数 0001~3000 字数 509千字
版次印次 2011年7月第1版 2011年7月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-3952-2/U·9
定 价 56.00元

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82665380

读者信箱:banquan1809@126.com

版权所有 侵权必究

译者序

康拉德·赖夫(Konrad Reif)是德国巴符州拉文斯堡合作教育大学(Duale Hochschule Baden-Wuerttemberg Ravensburg,简称 DHBW)的教授,该校电气技术系汽车电子和机电一体化教研室主任。DHBW 前身是拉文斯堡高等职业学院(die Berufsakademie Ravensburg),1978 年建校,2009 年 3 月 1 日改为现名。“合作教育”是指企业与原学院合作办学,企业在财力、技术、学生的实习环境和就业与学校合为一体。按学校的说法:让所有相关方都直接起作用。这样的合作大学在德国是第一所,迄今为止也是唯一的一所。合作相关方的企业有 1300 多家,其中不乏财力雄厚、技术先进的超级大型企业,如戴姆勒-奔驰公司(Daimler-Benz)、博世公司(Bosch)和阿尔卡特-朗讯公司(Alcatel-Lucent)。DHBW 是有资格颁发德国学士、硕士学位的高等院校。目前它设有三个学院:经济学院、管理学院、工程学院,2300 名学生。其中工程学院分三个系:电气技术系、机械制造系、信息学系。电气技术系设有三个专业:自动化技术、信息技术、汽车电子和机电一体化。工程学院位于腓德烈斯哈芬市(Friedrichshafen)分校。这个分校是原学院与汽车企业的联合办学点,DHBW 是在这个联合办学点成功运行了 8 年之后组建的。该分校坚持不变的教学方针是:面向工程实际,培养合格的工程师。译者认为:数量不多的学生,强大的企业财力支持和技术支持,长期以来坚持面向工程实际的教学理念和教学方针,现成的就业机会,是其突出的特色,这样的大学一定是优秀工程师的摇篮。

本书作者赖夫教授,1967 年出生,毕业于德国雷根斯堡大学物理系。1997 年他以一篇关于非线性调节的论文获得博士学位,同时获得通用和

理论电子学专业的教师资格。赖夫教授 1997—2002 年在慕尼黑宝马 (BMW) 公司变速箱开发部工作,于 2002 年受聘于拉文斯堡高等职业学院任教授,担任汽车电子学教研室主任。赖夫教授目前的研究方向为非线性汽车系统的控制和调节,应用于汽车上机电系统的联网。在有关的领域里,他发表了多篇论文,并获有多项专利。赖夫教授同时还兼任慕尼黑工业大学的教授,以及《ATZ 电子学》杂志的科学顾问。他的另一本书《汽车电子学手册》(Handbuch Kraftfahrzeugelektronik)是与沃伦托维茨(H. Wallentowitz)教授合作编写的。

《汽车电子学》是赖夫教授多年研究成果和教学经验的总结。我们翻译的是第 3 版。第 3 版与前面两版相比改动比较多,因为汽车电子学本身发展太快。只要设想一下我们身边的这些电子产品的发展有多快,就能想象汽车电子学发展有多快。译者认为,近几年来电子技术硬件模块中的两个领域还将继续直接影响今后汽车电子学的发展方向:一个领域是 32 位嵌入式系统,另一个领域是 FPGA(场可编程逻辑门阵列)。

第一个领域就是书中大量提到的控制单元和微控制单元(控制单元在书中提到 600 多次)。例如近些年投放市场的含有 ARM 核的 Cortex-Mx 芯片,CPU 运行频率为 72 MHz,片载 512 KB Flash, 64 KB SRAM。芯片内部功能资源有 12 位 AD 转换器,采样频率高达 1 MHz。除了各种通用串行通信接口(SART, IIC, SPI, USB)还特别具有 LIN 总线接口和 CAN 总线接口。第二个领域就是书中提到的 ASIC(应用型专用 IC)的应用。近年来发展起来的 FPGA 中最高档芯片中包含多达 30 万逻辑门,供开发人员自己对芯片中的资源进行连接和集成。这样的芯片用在汽车里可以大大减少系统开发成本,降低故障率,极大地提高系统实时性。

本书各章的内容要点如下。

第 1 章 总线系统。作者强调的新一代汽车里所有电子模块要全局联网。汽车内所有网络都是有线的串行通信系统,原先属于计算机网络和通信技术的基本概念都可以应用到车载网络中。这一章介绍了计算机技术中的 ISO/OSI 参考模型、通信原理、通信协议、拓扑结构分类和总线访问方法。后半章介绍了汽车总线系统的特殊需求,这种需求被分成四个等级。最后具体介绍了在汽车中用到的四种总线系统:CAN 总线、LIN 总线、Flexray 总线和 MOST 总线。并且具体介绍了这四种总线的物理连接、拓扑结构、消息帧格式、访问方法、出错处理、应用范

围等。

第2章 实时操作系统。本章开始介绍了操作系统和实时性的基本概念,强调了汽车实时操作系统的特殊性。它是一种小型系统,代码长度小,功能专用,烧写在嵌入式系统(微控制单元)里的。介绍实时性时,作者说明不仅响应要快,更重要的是响应时间要具有确定性。后半章介绍了汽车专用的实时操作系统 OSEK,以及制定汽车体系结构标准的国际组织 AUTOSAR。

第3章 功能开发和软件开发。本章首先具体地介绍了嵌入式系统(微控制单元)细节以及开发流程。然后重点介绍的是V模型,它是一个类似于ISO 9000标准的开发流程标准。简单地说,V字的左边这条下降边表明的是方案设计过程,从用户需求直到细节设计;V字的右边这条上升边表明的是实施过程,从小模块单元的实施到系统整合,及汽车上完整运行,直到销售出厂。

第4章 传感器学。传感器作为汽车控制系统的输入信号源,极其重要。本章中介绍了应用于汽车中的各种传感器的原理、特性。文中涉及大量物理学原理。很有意义的是,还特别介绍了微机械传感器的制造过程。

第5章 汽油机控制系统。本章较全面地介绍了汽油发动机控制系统原理,其中重要的是基于扭矩控制原理。本章的讲述是面向功能的,这些功能分别是混合气建立功能,点火功能,燃烧功能,废气处理功能,诊断功能。

第6章 柴油机控制系统。本章讲述的是面向组件和系统的,涉及到喷油系统、共轨系统、增压系统和废气处理系统。第5章和第6章的两种不同的讲述法可以避免内容的雷同,使读者对发动机控制系统的学习更全面。

第7章 变速箱控制系统。本章介绍的是自动换档控制系统。控制的基本原则分成经济型和运动型,由此备有两条控制曲线。换档控制的基本原则是受控负荷,也就是说换档过程中力的传递是连续的。并介绍了两种压力调节准则:滑移时间准则和调节器干涉准则。

第8章 电源。本章介绍了车载电能管理系统。汽车电源是一个很复杂的系统,因此需要一个管理系统。书中介绍了各种实用电源,包括各种蓄电池、各种发电机和起动机,以及新蓄能电源——超级电容。

第9章 舒适性电子系统。这章主要涉及座椅、门窗、空调等。讲

述了它们的功能需求和相关的控制单元。

第 10 章 安全性概念和功能。本章对汽车安全性的一些基本概念给出了完整的说明,包括功能安全性、冗余、可靠性、可用性等。还包括了相应的法规,以及安全性功能开发的流程。

第 11 章 被动安全技术。本章主要介绍被动安全技术。所谓被动安全是指撞车后的安全处理。在涉及被动安全技术时,主要是安全气囊技术。从理论计算到实际装置,详尽地介绍了撞车后对车中人员和行人的保护过程。

第 12 章 行驶调节系统和主动安全技术。本章首先从理论力学上推导汽车动力学上的一些公式和行为曲线。作为主动安全技术分别介绍了制动防抱死系统(ABS)、驱动防滑控制(ASR)、发动机阻力矩控制(MSR)、制动辅助系统(BAS)和行驶动态调节系统(FDR)。

第 13 章 驾驶员辅助系统。本章把驾驶任务分成三类:主要任务为判断方向,确定行驶轨迹,保持稳定;次要任务为操作汽车;第三级任务为操作周边设备。驾驶员辅助系统的定位是对驾驶员提供帮助,而不是取代驾驶员,系统可以随时被驾驶员关闭。这类系统中主要有自适应巡航控制系统(ACC),预碰撞系统。本章特别介绍了图像处理原理和在道路识别上的应用。

第 14 章 导航系统。导航系统的功能为:确定自身位置,计算路径,目的地指引。本章介绍的系统是与汽车控制系统相联的车载导航系统,硬件上与汽车上的传感器连接着,有的还和交通电台信号联接,实现动态导航,避开交通拥堵。文中介绍了新型的导航系统的组成和功能,包括了数字地图、数据库、语音输入等。本章还介绍了卫星 GPS 定位系统的原理和应用,详细介绍了定位、路径计算和目的地指引的原理。

第 15 章 照明系统。本章引进了光学基本概念和原理,汽车用的灯管类型以及汽车灯光控制系统。

第 16 章 诊断系统。本章前半部分对车载汽车诊断系统的功能原理、开发过程作了详细的说明,并对相关的国际标准化组织作了介绍。还具体介绍了诊断通信协议,总线和接口。本章的后半部分介绍了汽车生产现场的诊断系统。这一部分内容也是其它资料中不多见的。

附录有 A、B、C 三部分:分别为规范和标准化,符号及线路原理图和种类。

译者认为本书具有以下一些特点:

- (1)很多图片和技术数据来源于德国名牌汽车公司；
- (2)本书是一本教材型的技术书；
- (3)内容覆盖面极宽,包括了近代汽车中所有与电有关的技术；
- (4)强调了汽车中的电子模块的联网；
- (5)较大篇幅地介绍了一些计算机概念在汽车电子技术中的应用,例如实时操作系统、ISO/OSI 模型、总线技术、协议概念和诊断；
- (6)较细致地介绍了大量控制系统的原理,例如基于扭矩的发动机控制系统等；
- (7)深入地介绍了按 V 模型的控制系统的开发流程；
- (8)涉及了很多物理学的基本原理,包括了光学、颜色学、磁学、理论力学。

本书的第 10~16 章由德中经济联合会巴符州分会主任李航先生翻译；第 8 章和第 9 章及附录由西安交通大学城市学院马慧敏老师翻译,其余内容由李裕华翻译。翻译采用的是逐句翻译法,希望能最贴切地反映出原著的内容和作者的风格。本书的修改、纠错、整理、出版,特别得到了赵丽平老师、叶涛老师和其他老师的帮助和支持,译者们表示由衷地感谢。由于译者学识有限,译文不当之处一定不少,请读者不吝赐教,译者将十分感谢,并在以后版本中改正。

李裕华

yhli@mail.xjtu.edu.cn

西安交通大学城市学院

2011.07

译者简介:李裕华,西安交通大学城市学院计算机系教授,专业方向为 32 位嵌入式系统。1980—1982 年在德国航空航天结构研究所(Institut fuer Statik und Dynamik der Luft und-Raumfahrtkonstruktionen, Stuttgart)进修。1988—1990 年就职于德国戴姆勒-奔驰总公司系统开发部(Daimler-Benz AG, Systemhaus, Untertuerkheim),任开发高级工程师。

参 编 者

Dr.-Ing. C. Amsel, Hella KGaA Hueck & Co.
Dipl.-Ing. M. Blanz, Daimler AG
Dipl.-Ing. W. Bohne, BMW AG
Dipl.-Ing. M. Dornblueth, Audi AG
Dipl.-Ing. G. Geduld
Dipl.-Ing. F. Gesele, Audi AG
Dipl.-Ing. (FH) F. Gretzmeier
Dr.-Ing. W.-D. Gruhle, ZF Friedrichshafen AG
Dr.-Ing. W. Kesseler, Hella KGaA Hueck & Co.
Dr. rer. nat. M. Kleinkes, Hella KGaA Hueck & Co.
Dr.-Ing. B. Krasser
Dr. rer. nat. P. Kunath, Harman/
Becker Automotive Systems GmbH
Dr.-Ing. A. Kunz, MTU Friedrichshafen GmbH
Dr.-Ing. C. Luttermann, BMW AG
Dipl.-Inf. P. Milbredt, Audi AG
Dipl.-Phys. B. Münch, Audi AG
Dr.-Ing. M. Nalbach, Hella KGaA Hueck & Co.
Dr.-Ing. J. Olk, Hella KGaA Hueck & Co.
Dipl.-Ing. (BA) J. Pollmer, Audi AG
Dr. rer. nat. A. Pryakhin, Harman/
Becker Automotive Systems GmbH
Prof. Dr.-Ing. M. Rebhan, Hochschule München
Dr. rer. nat. R. Rettig, Robert Bosch GmbH
Dipl.-Ing. (FH) T. Richter, Audi AG
Dr.-Ing. M. Rosenmayr, Hella KGaA Hueck & Co.
Dipl.-Ing. F. Santos, Daimler AG
Dr.-Ing. K. Schmidt, Audi AG
Dr.-Ing. M. Schöllmann, Hella KGaA Hueck & Co.
Dipl.-Ing. A. H. Schulz, Audi AG
Dipl.-Ing. S. Stegmaier, Semcon Stuttgart GmbH
Dipl.-Ing. T. Weber, Brose Fahrzeugteile GmbH & Co.
MEng. Dipl.-Ing. (FH) L. Weichenberger,
Autoliv B.V. & Co. KG
Dipl.-Ing. (BA) M. Wilsdorf, Audi AG

前 言

汽车电子学(Automobilelektronik)至今还没有一个统一的学术定位,把读者引进这个领域有两条路径:第一条,到底用什么东西来组成一辆汽车,这也是汽车生产企业当前要面临的最新抉择;第二条,到底用什么东西来形成汽车电子学。高速发展的汽车电子学领域,对它自己的教学影响最大,这方面内容已到了非改不可的地步。本书的概念紧密定位于一些汽车公司的研发工作,它们是奥迪公司、奔驰公司、宝马公司。另一方面,一些专业细节内容是从各个汽车生产企业和各个配件生产企业的专业部门收集来的。为了提升本书的学术性,还邀请了32位专家参与部分章节的编写。

本书适合作为理工科大学生、实习工程师、企业内部继续教育、职业学校的教材。本书同时也适合纯汽车专业,纯电子技术专业的读者群。本书是第一本把电子技术、电气技术和控制技术综合到汽车技术世界里来的书。书中包括了与汽车技术交叉的一些学科,例如网络化、实时系统、软件、功能安全性,一些重要的电子控制系统(如发动机控制系统,变速箱控制系统),主动型和被动型安全性,电气能源管理,舒适性技术(如导航系统,驾驶员辅助系统)等。

作为本书的第3版,加入了新的内容:导航和诊断系统。安全性系统、主动型安全性、柴油机废气后处理、车载电网等章节作了改写和剪裁。

本书教材型的内容是面向电气技术大学生的“汽车电子学和机械电子系统”课程的。拉文斯堡高等职业学院(die Berufsakademie Ravensburg)在腓德烈斯哈芬市(Friedrichshafen)成立了一个与汽车生产企业

和配件生产企业的联合办学点,已经成功地运行7年多了,这期间大量的授课经验和材料都包含在本书中。本书的特点不是全面地覆盖整个汽车专业,而是着重地对基本概念给予系统的介绍。

本书必须给读者一个合理的课时量,所以书中不能添加太多的材料。书中的内容有所限制,它们必须要十分贴合汽车专业。本书对于纯电气技术和纯汽车技术专业的读者可以作为专业基础课教材。关于硬件开发,EMV(电磁兼容)等都被省略了。另外关于多媒体、移动通信(除导航系统)也被省略了,大量的电子技术内容属于普通电子学和计算机技术范畴,本书只是介绍一下当前的技术状态。书中很多内容并没有全面地深入地展开,但是提供了相关的参考文献资料。

本书内容是从两个角度展开的:面向功能和面向组件。面向功能的观点能够提供对整车的最终功能(越过组件的概念)的深入理解。相反地,面向组件的观点能够很好地理解汽车生产过程和维修服务的要点。本书选择了两章分别用两个观点来介绍:汽油机控制系统采用面向功能的观点加以阐述,而柴油机控制系统采用面向组件的观点阐述。

没有很多人的特别支持,本书的第3版是不可能完成的。特别感谢的是本书的具体撰稿人(参看参编者名单),他们提供了极有价值的专业知识。我要深深感谢 W. Bergholz 教授, F. Gretzmeir 工程硕士, K. -L. Haken 教授, A. Horozovic 工程硕士女士, H. Ilg 工程硕士, S. Kluge 数学硕士, S. Steffens 教授女士,他们和我进行了有关的专业讨论,并给予了极大的支持,尤其是在本书出版前的最后阶段。值得我非常感谢的还有, R. Hagel 博士, H. Rossmannith 工程硕士, K. Schmidt 工程硕士和 S. Schandl 教授女士,他们曾经给予我特别有价值的激励和校对。我还要致谢 Verlag 夫妇,他们卓越的合作,和对本书的出版的职业型的指导意见使我获益匪浅。

还要衷心地感谢我的妻子 Evelyn Reif 信息学硕士,以及我的孩子 Gerold, Karla, Richard 和 Ludwig,他们对于我的工作给予了十分的宽容和理解。

康拉德·赖夫
(Konrad Reif)
腓德烈斯哈芬市
(Friedrichshafen)
2008. 12

目 录

译者序

前言

第 1 章 总线系统	(1)
1.1 数字总线系统基础	(1)
1.1.1 基本概念	(1)
1.1.2 ISO/OSI 参考模型	(3)
1.1.3 通信原理	(6)
1.1.4 协议原理	(6)
1.1.5 拓扑结构	(6)
1.1.6 系统级模块与总线系统的联接	(7)
1.1.7 总线访问方法	(8)
1.1.8 数据安全和错误控制原理	(10)
1.2 汽车总线系统	(12)
1.2.1 汽车总线系统的需求	(12)
1.2.2 CAN 总线	(13)
1.2.3 LIN 总线	(19)
1.2.4 Flexray 总线	(22)
1.2.5 MOST 总线	(30)
1.2.6 汽车的通信体系结构	(31)
第 2 章 实时操作系统	(33)
2.1 实时操作系统概论	(33)
2.1.1 基本概念	(33)
2.1.2 实时性概念	(34)
2.1.3 过程和过程状态	(36)
2.1.4 行文交换	(37)
2.1.5 调度	(37)

2.1.6	实时操作系统的代表	(39)
2.2	OSEK/VDX	(39)
2.2.1	历史回顾	(39)
2.2.2	OSEK 操作系统的基本特点	(40)
2.2.3	操作资源	(41)
2.2.4	可分级特性	(43)
2.2.5	优先级控制	(45)
2.2.6	配置	(45)
2.2.7	启动	(47)
2.2.8	通信	(48)
2.2.9	网络管理	(48)
2.2.10	OSEK/VDX 扩展	(48)
2.3	AUTOSAR	(49)
第 3 章	功能开发和软件开发	(52)
3.1	汽车中嵌入式系统的特点	(53)
3.1.1	系统理论的基本概念	(53)
3.1.2	结构化、模型化及描述	(53)
3.1.3	控制单元和微控制单元	(56)
3.1.4	可靠性、安全性和监控	(57)
3.2	执行模型、规范和标准	(58)
3.2.1	规范和执行模型	(58)
3.2.2	跨企业技术标准	(61)
3.3	依据 V 模型的功能开发和软件开发	(62)
3.3.1	V 模型的具体实施	(63)
3.3.2	需求管理过程	(64)
3.3.3	体系结构的确定	(66)
3.3.4	部件的确定	(69)
3.3.5	集成	(70)
3.3.6	应用	(72)
3.3.7	验收	(72)
3.4	功能开发和软件开发方法	(73)
3.4.1	需求管理	(73)
3.4.2	测试方法	(78)

第 4 章 传感器学	(83)
4.1 传感器及其特征	(83)
4.1.1 基本概念	(83)
4.1.2 内在量值和外拓量值	(84)
4.1.3 传感器静态特性和动态特性	(84)
4.2 传感器的需求	(87)
4.3 传感器配置	(88)
4.4 传感器接口	(89)
4.4.1 感应式传感器电压接口	(89)
4.4.2 模拟量比例放大接口	(89)
4.4.3 双线接口	(91)
4.4.4 三线接口	(92)
4.4.5 传感器在总线系统上的挂接	(93)
4.5 电位计式转角传感器	(94)
4.6 用于转速测量和转角测量的磁传感器	(95)
4.6.1 磁学基础	(95)
4.6.2 磁传感器配置	(100)
4.6.3 感应式转速传感器	(101)
4.6.4 用于转速测量的差分式霍尔传感器	(102)
4.6.5 AMR 传感器用作转速传感器	(104)
4.6.6 霍尔传感器用作递增型位置传感器	(104)
4.6.7 霍尔传感器用作线性转角传感器	(106)
4.6.8 用作转角传感器的 AMR 传感器	(107)
4.7 压力传感器	(108)
4.8 加速度传感器	(110)
4.9 转速传感器	(112)
4.9.1 转速传感器测量原理	(113)
4.9.2 转速传感器的结构和作用过程	(114)
4.10 微机械传感器的制造	(117)
4.11 雨水传感器	(119)
第 5 章 汽油机控制系统	(120)
5.1 汽油机工作原理	(120)
5.2 发动机控制系统的结构	(121)
5.2.1 发动机控制单元的需求	(121)
5.2.2 控制单元电子结构	(122)

5.3	发动机控制系统的任务	(123)
5.4	汽油机控制功能结构	(124)
5.4.1	基于扭矩的基本结构	(124)
5.4.2	混合气建立功能	(129)
5.4.3	点火功能	(132)
5.4.4	燃烧功能	(133)
5.4.5	废气功能	(135)
5.4.6	诊断功能	(137)
5.5	开发过程	(141)
第6章	柴油机控制系统	(142)
6.1	导言	(142)
6.2	基本概念	(142)
6.2.1	混合气形成和自发火	(142)
6.2.2	燃油喷油量	(143)
6.2.3	喷油正时	(144)
6.2.4	废气排放的法规	(145)
6.3	喷油系统	(146)
6.3.1	泵喷嘴系统	(147)
6.3.2	共轨系统	(152)
6.4	发动机增压系统	(159)
6.4.1	导言	(159)
6.4.2	涡轮增压系统	(159)
6.4.3	增压类型	(160)
6.5	发动机运行风格和发动机对行驶舒适性的影响	(162)
6.5.1	热启动支持	(162)
6.5.2	发动机运行风格	(163)
6.5.3	发动机行为对行驶舒适性的影响	(164)
6.6	有害物质的减少	(164)
6.6.1	发动机有害物质的减少	(164)
6.6.2	废气后处理	(165)
6.7	诊断	(171)
6.7.1	合法的车载诊断系统	(171)
6.7.2	现场车载诊断系统	(173)
6.7.3	工场车外诊断	(175)

第 7 章 变速箱控制系统	(181)
7.1 换档点控制系统	(181)
7.2 受控负荷换档	(183)
7.2.1 系统说明	(183)
7.2.2 用滑移时间准则调整压力控制	(186)
7.2.3 “调节器干涉准则”的压力控制调整	(188)
7.3 调节型液力偶合器	(189)
7.3.1 系统说明	(190)
7.3.2 调节	(191)
7.3.3 额定值的产生和匹配	(192)
7.3.4 调整	(194)
第 8 章 电源	(197)
8.1 单电压和多电压车载电源的拓扑	(197)
8.1.1 单 12V 电压的车载蓄电池	(197)
8.1.2 两组蓄电池的车载单电压电源	(199)
8.1.3 42V 单电压车载电源	(199)
8.1.4 安全电压范围的多电压车载电源网	(199)
8.1.5 小电压-低电压范围的多电压车载电源	(201)
8.1.6 线束总成	(201)
8.2 蓄电池与附加的蓄能器	(202)
8.2.1 导言	(202)
8.2.2 作为蓄能器的蓄电池	(203)
8.2.3 电容器作为辅助蓄能器	(205)
8.3 汽车发电机	(206)
8.3.1 导言	(206)
8.3.2 爪极式发电机	(207)
8.3.3 启动发电机	(214)
8.4 电能管理系统	(220)
8.4.1 行驶状态和功率平衡	(220)
8.4.2 能量供给调节	(222)
8.4.3 蓄电池传感器	(224)
8.4.4 蓄电池状态识别	(226)
8.4.5 能量管理系统的车载电网组件	(227)
8.4.6 负荷与发电机管理系统	(230)

第 9 章 舒适性电子系统	(233)
9.1 概论	(233)
9.2 需求总论	(233)
9.2.1 电子系统需求	(233)
9.2.2 机械性能需求	(234)
9.2.3 环境需求	(235)
9.3 对软件的需求	(235)
9.4 控制单元的网络化	(236)
9.5 电动车窗电子系统	(236)
9.6 车门控制单元	(239)
9.7 座椅控制单元	(241)
9.8 空调控制单元	(242)
第 10 章 安全性概念和功能安全性	(244)
10.1 概念定义	(244)
10.2 法规、规范和开发流程	(246)
10.2.1 规范和标准	(247)
10.2.2 开发流程	(250)
10.3 系统可靠性和系统安全性分析	(250)
10.3.1 故障种类	(251)
10.3.2 假定	(251)
10.3.3 可靠性函数和故障概率	(251)
10.3.4 故障率	(252)
10.3.5 安全性失效分数	(254)
10.3.6 诊断覆盖系数	(255)
10.3.7 硬件容错能力	(256)
10.3.8 典型参数举例	(256)
10.3.9 可用性参数	(257)
10.3.10 整体系统的可靠性函数	(258)
10.4 风险评估	(259)
10.4.1 基础	(259)
10.4.2 风险评估和安全性完整性等级	(259)
10.4.3 各种不同参数的关系	(260)
10.4.4 风险评估的其它方法	(262)
10.5 错误识别方法	(264)
10.5.1 处理器层的错误识别	(265)