

汽车车身电控

系统检修（第3版）

主编 曾 鑫



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

高等职业教育“新形态”精品系列教材·汽车类

“十二五”职业教育国家规划教材·修订版

经全国职业教育教材审定委员会审定






汽车车身电控系统检修

（第3版）

主　编　曾　鑫

副主编　丁群燕　郑　振　杨连福

王旭东　何　琨

北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有　侵权必究

图书在版编目（CIP）数据

汽车车身电控系统检修/曾鑫主编．—3 版．—北京：北京理工大学出版社，2021.1（2021.2 重印）

ISBN 978－7－5682－7926－0

Ⅰ.①汽…　Ⅱ.①曾…　Ⅲ.①汽车－车体－电子系统－控制系统－检修－教材　Ⅳ.①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2019）第 248447 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）
　　（010）82562903（教材售后服务热线）
　　（010）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／三河市华骏印务包装有限公司
开　　本／787 毫米×1092 毫米　1/16
印　　张／22.25　　责任编辑／高雪梅
字　　数／522 千字　　文案编辑／邢　琛
版　　次／2021 年 1 月第 3 版　2021 年 2 月第 2 次印刷　　责任校对／周瑞红
定　　价／64.00 元　　责任印制／李志强

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

近年来，我国汽车工业高速发展，销量连创新高，跃居世界第一，各种新技术不断成为新车型的标准配置，特别是为了改善汽车舒适性、安全性和环保性，大量应用电子控制新技术。直至今日，汽车电控技术已发展到第四阶段，主要是研究开发车辆的智能控制系统，包括电子技术、优化控制技术、传感器技术、网络技术、机电一体化耦合交叉技术、无人驾驶和智能网联汽车等综合技术系统。各当前汽车车身电控系统大量采用智能控制，使得汽车维修理念、维修内容、维修方法，都发生了根本性的变化，维修越来越难，对从事汽车维修岗位人员的素质及技能要求越来越高，要求汽车维修技术人员能够在相对短的时间内掌握关于新车型的维修技术和方法，具备自我学习和知识更新能力。

作为培养高职汽车类学生专业技能的主干课程，汽车车身电控系统检修不仅要求课程的教学内容与生产一线相对接，而且要广泛采用以任务为导向的教学方式，使工学结合的高等职业教育特点不断显现，实现知识和技能双系统的同步掌握，突出培养学生学习的迁移性和自学能力。

在内容上，能够反映汽车车身电控新技术，注重理论联系实际，与职业岗位工作标准接轨，具有较强的针对性与实用性。在编写组织形式上，打破章节概念，采用项目与任务的形式，突出对学生知识点的掌握和技能的培养，利用真实的典型案例培养学生的实际应用能力。

全书以任务为引领，将各车身电控系统的结构、工作原理等知识提炼成知识点来介绍，将实验/实训项目和故障诊断与分析等技能通过技能训练和典型案例来掌握，形成包含知识内容、技能训练、典型案例和课后作业的一体化教材。书中图文并茂，方便汽车技术从业人员自学，突出了职业技术教育特色，重点突出各电控系统的电路原理、工作过程的讲解，通过丰富的实车电路介绍应用在新车型上的各种车身电控新技术，力求知识内容

同步于技术更新。

自2010年第1版出版以来，本书受到广大读者的好评。为适应汽车技术的快速更新和职业教育的教学改革需要，编者对本书进行了第2次修订，在大多数任务中都增加了汽车车身电控新技术，为适应电动汽车的推广应用，增加了电动汽车车身控制系统检修任务，同时配套本书建设了立体化教学资源，配套有课程标准、教学实施方案、电子课件、习题、教案、教学视频、虚拟动画等，可供读者借鉴与参考。

本书依然保留了第2版5个项目，针对最新的汽车车身电控新技术内容进行了部分重构，将第2版的23个任务调整为17个任务。将智能雨刮系统和电控除霜内容并入任务2.2电动雨刮检修；将电动天窗内容并入任务2.4电动车窗检修；将电控安全带和安全气囊内容合并，同时增加主动安全防护新技术，统一放入任务3.1乘员安全保护系统检修；将倒车雷达和新的自动泊车、车身环视系统等新技术合并为任务3.3驾驶辅助系统检修；将GPS系统加入最新的车辆定位、导航和无人驾驶等技术升级为任务4.1汽车导航系统检修；将音响和车载电话内容合并加入汽车影视系统内容升级为任务4.2汽车娱乐系统检修；将智能汽车系统具体化为任务5.3车内电网管理系统检修；将电动汽车控制系统内容分散到各任务中。

为满足教学改革需要，将技能训练和课后作业内容精心编写成活页式教材。将拆装部分内容大幅精简，采用以技能视频数字资源形式展现，使学习更直观更简单，同时减少教材使用成本。针对全国职业院校技能大赛汽车检测与维修赛项，本书中增加了迈腾B8各系统的工作原理和电路分析，同时将典型案例更新为以迈腾B8案例为主，以竞赛试题的形式，采用国赛标准规范的诊断流程编写，将大赛资源转化到日常教学中。

本书新增87个教学资源，包含有针对国赛车型迈腾B8技术原理的30个微课、27个技能视频、20个电路分析流程图动画、8个故障诊断流程图动画、2个工作过程原理动画，能帮助教师有效开展信息化教学和大赛指导，同时方便学生自学。

本书由长期从事高等职业教育教学的教师与来自汽车维修企业一线的技术人员共同编写，曾鑫担任主编，丁群燕、郑振、杨连福、王旭东、何琨担任副主编。

由于编者水平所限，书中难免出现不妥和谬误之处，恳请读者批评指正。

编　者

目录

项目一 汽车车身电控系统分析 ► 001

任务 走进汽车车身电控系统 / 002

项目二 汽车车身电动系统检修 ► 011

任务 2.1 电动后视镜检修 / 012
任务 2.2 电动雨刮检修 / 020
任务 2.3 电动座椅检修 / 042
任务 2.4 电动车窗检修 / 055

项目三 汽车车身安全系统检修 ► 073

任务 3.1 乘员安全保护系统检修 / 074
任务 3.2 中央门锁系统检修 / 090
任务 3.3 驾驶辅助系统检修 / 101
任务 3.4 轮胎压力监测系统检修 / 113
任务 3.5 防盗报警系统检修 / 122

项目四 汽车车身通信系统检修 ► 139

任务 4.1 汽车导航系统检修 / 140
任务 4.2 汽车娱乐系统检修 / 146
任务 4.3 汽车电子仪表系统检修 / 160
任务 4.4 CAN 总线系统检修 / 179

项目五 汽车车身智能控制系统检修 ► 195

任务 5.1 电控前照明系统检修 / 196
任务 5.2 自动空调系统检修 / 211
任务 5.3 车内电网管理系统检修 / 236

参考文献 252

1

项目一

汽车车身电控系统分析

任务 走进汽车车身电控系统

知识目标

1. 掌握汽车车身各电控系统的名称及安装位置。
2. 熟悉汽车车身各电控系统功用。

能力目标

1. 能正确识别汽车车身各电控系统名称及安装位置。
2. 能介绍汽车车身各电控系统的应用。

知识内容

1. 汽车电控技术的发展历程

汽车电控技术是建立在电子技术发展基础之上的，从真空管、晶体管、集成电路、大规模集成电路到超大规模集成电路的技术进步，出现了计算机等各种各样的电子装置，汽车电控技术也随之深化和发展，汽车电控技术的应用程度可以说是衡量汽车高档与否的主要标志。时至今日，汽车电控技术的发展主要经历了四个阶段。

目前有的汽车电子装置占整车造价的1/3，有的高级轿车安装有几十个ECU、上百个传感器来实现对汽车的控制。

20世纪50年代到70年代初期为第一阶段，是汽车电控技术发展的启蒙阶段，主要是应用电子装置替代机械部件。从在汽车上安装电子管收音机开始，主要产品有交流发电机、电子式电压调节器、电子式闪光器、电子控制式喇叭、电子式间歇刮水控制器、汽车收音机、电子点火控制器和数字时钟等。

20世纪70年代中期到80年代中期为第二阶段，是汽车电控技术发展的初级阶段，主要是发展专用的独立控制系统。为解决汽车安全、污染和节油3大问题，将电子控制技术应用于机械装置无法解决的复杂控制功能方面。从电控点火系统到电控燃油喷射系统再到制动防抱死系统（ABS）等，使控制系统的结构更加紧凑，可靠性进一步提高，从而使汽车电控技术真正得以应用。

20世纪80年代中期到90年代中期为第三阶段，是汽车电控技术发展阶段，主要是开

发可完成各种功能的综合系统及各种汽车整体系统的电控技术。这是对汽车工业的发展最有价值、最有贡献的阶段。超微型磁体、超高效电动机及集成电路的微型化，为汽车上的集中控制提供了基础。汽车电控技术已从单一项目的控制，发展到多项内容的集中控制。例如从单一的控制点火时刻开始，逐步扩展到控制废气再循环、空燃比、怠速转速等多项内容的发动机综合控制，即所谓发动机集中控制系统。代表性的系统是集发动机与自动变速器控制于一体的动力传动系统与制动和防滑控制系统（ABS/ASR）。

目前汽车电子技术已发展到第四阶段，主要是研究开发汽车的智能控制系统，开发包括微型计算机控制技术、优化控制技术、传感器技术、网络技术、机电一体化耦合交叉技术、人机交互技术、无人驾驶、智能网联汽车和智能交通等综合技术系统。超微型磁体、超高效电动机及集成电路的微型化，为汽车上的集中控制提供了基础，同时，智能化集成传感器和智能执行机构付诸实用，数字式信号处理方式广泛应用于声音识别、安全碰撞、适时诊断和导航系统等。代表性的如自动驾驶系统、自动导航系统和智能交通系统等。

这将是优化人—汽车—环境整体关系最为重要的阶段。

2. 汽车电控技术应用的优越性

由于电子技术、计算机技术和信息技术等新技术的发展和应用，汽车电子控制在控制的精度、范围、适应性和智能化等多方面有了较大的发展，实现了汽车的全面优化运行。因此，在降低排放污染、减少燃油消耗、提高安全性和舒适性等方面，电子控制汽车有着明显的优势，主要体现在五个方面：

1）减少故障修复时间

汽车电气设备的故障约占汽车总故障的1/3。由于汽车结构比较复杂，零部件比较多，工作环境不可控制（如道路条件、环境温度、湿度），加上人为的因素，所以汽车的可靠性差、无故障间隔时间短。随着电气设备在汽车零部件中比例的不断提高，电气设备的故障率也会随之上升。由于电子控制汽车均装有自诊断系统，提高了故障诊断的速度和准确性，从而缩短了故障的修复时间，带来了很好的社会效益和经济效益。

2）节油

汽车发动机采用了电子综合优化控制，与传统的化油器式发动机相比，可以节约燃油10%～15%。汽车是一个复杂的多参数控制的机械，而且行驶条件随机变化。对其采用电子控制后，计算机可以对控制对象的有关参数（如温度、气体压力、转速、排气成分）进行适当采样，然后进行数据处理，最终控制汽车的执行机构，确保汽车在最佳工况下工作，以达到节油目的。发动机各部件的优化控制主要有电子控制点火装置、电子控制汽油喷射装置和混合气浓度控制装置等，此外还有发动机自动断油控制装置、怠速装置、进气控制装置、废气再循环控制和爆震控制等优化控制装置。

3）减少空气污染

用传感器控制的发动机空燃比闭环控制系统，可以保证发动机处于接近理论空燃比的状态工作。若加装废气再循环和三元催化净化等装置，不但可以节约燃油，而且废气中碳氢化合物（HC）的体积分数可降低约40%，氮氧化合物（NO_x）的体积分数可降低60%左右。

4）减少交通事故

电子技术在汽车安全方面得到应用后，使整车的安全性能显著提升。交通事故主要由驾驶员的主观因素和汽车的客观因素所造成，减少人的主观因素造成事故的电子装置有防止酒后驾车和疲劳驾驶的电子装置、检查人的心理状态和反应时间的电子装置等；减少由于客观原因造成事故的电子装置有电子控制制动防滑装置（缩短制动距离、防止制动跑偏、防止制动抱死等）、汽车主要参数报警装置和安全气囊等。

5）提高乘坐舒适性

汽车的舒适性包括平顺性、噪声控制、空气温度和湿度调节以及居住性等。通常所说的乘坐舒适性，主要是指乘客对振动的适应程度。振动主要由路面、轮胎、发动机和传动系通过不同途径传递到人体，振动的幅度和频率对人体影响较大。采用电子技术后，可以根据汽车的运行情况和路况适时控制减振器的阻尼等参数，更有效地降低振动对人体的影响，从而提高乘坐舒适性。车内温度、湿度、亮度等，可根据环境条件及人的要求自动控制在合适的程度。

3. 汽车电控系统的主要应用

当前汽车电控系统主要应用的内容，大致可分为发动机电控技术、底盘电控技术和车身电控技术。

1）发动机电控技术

发动机电控技术主要用于实现低油耗、低污染，提高汽车的动力性、经济性。依采用的燃油不同分为汽油喷射发动机集中控制系统和电控柴油喷射系统。发动机电控技术包括燃油喷射电控系统、点火电控系统、怠速电控系统、排放电控系统、共轨式柴油喷射电控系统、独立喷射电控系统、缸内直喷电控系统等。

2）底盘电控技术

底盘电控技术用于提高汽车的舒适性、安全性和动力性等。主要有自动变速器、CVT无级变速器、主动/半主动悬架及车高自动调节系统、制动和防滑控制系统（ABS/ASR）、电子控制转向系统、车身电子稳定系统等。

3）车身电控技术

车身电控技术包括汽车照明、汽车仪表、汽车安全、舒适性控制和通信与智能化系统。

照明方面：灯光自动调整系统、灯光延时照明系统、灯光自动变光控制系统等。

仪表方面：电子转速表、电子车速里程表、电子燃油表、多功能综合屏幕显示等。

安全方面：电控安全气囊、防盗报警系统、电控安全带、电控前照灯系统、雷达防撞系统等。

舒适方面：中央门锁系统、电动门窗与电动天窗系统、电动座椅、电动后视镜与电动除霜系统、汽车音响系统、自动空调系统等。

通信与智能化方面：卫星导航与定位系统、车载电话与计算机网络系统、安全维护与监控系统、故障自诊断系统、智能汽车与自动化高速公路系统等。

4. 汽车电控系统未来发展方向

1）推进汽车绿色环保——低碳控制

不同的国家，有不同的排放标准，但目前所有国家的排放标准都越来越严格，均要求实现低碳排放，这就需要采用先进的电控技术来进行排放的控制。目前全球汽车行业最主要的发展趋势是发展高效燃料、低碳排放量的发动机。先进的柴油发动机和电子控制系统就是解决方案之一，在公路驾驶时，其燃料经济性比汽油发动机高出 30%~40%。

目前部分车企正在开发气缸压力传感和均质充量压燃燃烧（HCCL）等系统，以求在经济性和汽油发动机排放方面取得更大的进展。所有这些动力系统的创新技术都将在未来的 5 ~ 15 年内为汽车增加大量汽车电控技术。

2）保障汽车安全可靠——主动防护

汽车市场对于能够保证驾驶更加安全的技术和产品有着庞大的需求。现代汽车已经在被动安全技术方面取得了重大的进展——在汽车发生碰撞时为驾驶者和乘客提供保护的技术和产品，如碰撞传感器、气囊、安全带，随动转向结构以及金属板冲撞区等产品和技术已经在汽车碰撞事故中挽救了许多人的生命，并减少了人员伤害。

最新的发展方向是主动安全性，通过采用雷达、光学和超声波传感器等技术，测量汽车与周围物体的距离和接近物体时的速度。该数据可用于提醒驾驶者控制汽车的驾驶速度，避免可能发生的碰撞事件。该信息还可用于控制制动器或转向系统，实现自动避免碰撞。该碰撞避免系统可以降低全球事故率以及汽车事故的昂贵成本。

在 21 世纪，汽车电子技术将在运用信息技术使汽车与社会联结方面获得较大的进展，包括广泛使用蜂窝电话与全球定位系统（GPS），采用多路总线分布式网络来集成所有汽车部件的电子控制模块，使整个系统具有数据融合、故障诊断和一定的自修复功能。未来的先进安全的概念汽车（Advanced Safety Vehicle，ASV）如图 1 – 1 所示，通过应用电子技术，显著提高人机系统（驾驶员驾驶汽车）的安全性，预防事故的发生，减轻受伤害的程度等。汽车上安装着各种监控驾驶员、汽车、周围环境情况的传感器，以及微型计算机和执行机构等，大幅度提高汽车行驶的自动化和智能化水平，为解决交通堵塞和交通安全问题奠定了基础。

3）助推新能源汽车——动力控制

现代汽车是全球能源消耗的重要方面，各国都投入巨资进行新能源汽车开发，目前可以预见的是电动动力系统或混合动力汽车（HEVS）即将普及应用。混合动力汽车技术应用有许多结构，但都涉及一个小型电池组、一个电子控制器及一个可以使汽车发动机在停车时自动关闭并在发动机自动重启前对汽车进行再次电动加速的电动机。混合动力汽车系统可以提高汽车的燃油经济性达 30%~40%，并降低碳排放达 60%。纯电动汽车的研发工作仍在继续，而且范围已拓展至插入式混合动力汽车。这些汽车采用更大的电池组，可以在纯电动驱动的情况下，行驶更长的距离。对电动系统的动力进行智能控制，实现最大限度的能源利用是未来汽车电控系统发展的一个重要方向。

4）满足客户需求——产品开发

现代人在汽车上待的时间越来越多，对汽车的要求也越来越高，特别是对信息娱乐系统的要求不断提升。例如 GPS 系统和复杂的仪表板系统的采用，这些系统为用户带来了新颖和

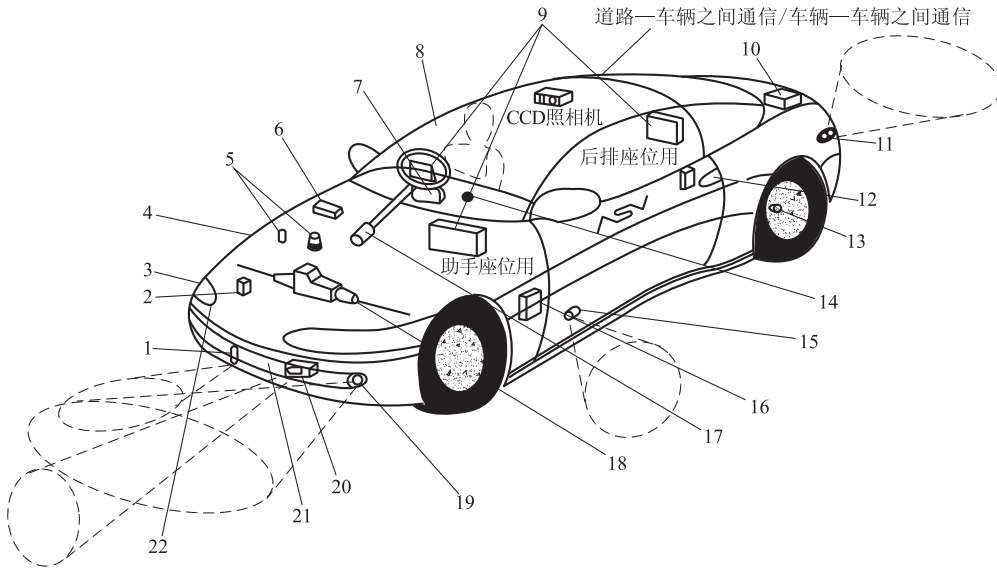


图 1－1　先进安全的概念汽车（ASV）

1—路面传感器；2—碰撞检测传感器；3—吸收步行者冲击的车身结构；4—吸收冲撞的车身结构；5—车速传感器、加速度传感器；6—火灾检测传感器；7—各种信息显示板（导航系统）；8—防水挡风玻璃；9—安全气囊；10—车辆位置传感器；11，15，19—障碍物传感器（后方、侧边、前方）；12—车门内侧锁定解除装置；13—空气压力传感器；14—驾驶员状态传感器；16—驱动记录器；17—转向角传感器；18—自动操纵装置；20—车辆之间距离传感器；21—步行者保护及防止撞倒前部结构；22—提高目视性和被目视性的照明系统

有用的服务。还有用触摸屏向汽车将经过的路边餐厅预订餐位、根据本地交通情况确定行车路线等。要想让用户为这些功能付出额外费用，这些功能就必须在功能性和可靠性方面超出用户预期。这类给第三方行业带来收入的系统将从豪华型汽车加速普及到大众型汽车中，很多娱乐和信息系统的创新电子技术已经点燃信息娱乐应用市场。

客户需求的提升将触发个人舒适系统量和质的提升，像空调、遥控车门开关、电子座椅调节、电动助力转向系统等，都将是未来汽车电控技术发展的方向。

5）保障汽车通信——网络技术

汽车电子发展的一个重要趋势是大量使用微处理机来改善汽车的性能。随着电控器件在汽车上越来越多的应用，车载电子设备间的数据通信变得越来越重要。为了进一步提高行驶的经济性、温度及车速等性能，各种信息必须在不同控制单元间交换。由此，以分布式控制系统为基础构建汽车车载电子网络系统是很有必要的。

网络通信技术从初期的多子系统分别工作发展到如今的分布式模块化控制器局部网络，如以 CAN 总线为基础的整车信息共享的分布式控制系统，以及以无线通信为基础的远程高频网络通信系统（包括 GPS、Telematics 等）。特别是车载信息服务系统（Telematics）被视为汽车工业继高压缩引擎、微电子之后又一波的技术革命，它进一步将移动通信技术与无线网际网络服务等新应用整合为一体。换句话说，Telematics 不仅是未来的车内资讯娱乐设备，更是连接汽车与移动商务的桥梁。

现代汽车各系统常用的集中控制和分散控制都有各自的优缺点，它们的最大问题是可靠性问题，如完全集中控制，一旦计算机出现故障将导致全车瘫痪。采用网络技术后，不但共用所有传感器，还可以共用其他设备，如进行了环形网控制，几十个计算机，就是个别出现

问题，整车还可以正常运行。所以网络在汽车应用中不但增加了许多功能，而且还大大增加了可靠性。网络技术在汽车上应用后，就可发挥各种控制的优点，克服了它们的缺点。

为适应汽车网络控制的需要，更好地在各控制系统之间完成交流信息、协调控制、共享资源及标准化与通用化，世界各国都在积极合作，进行汽车局域网的研究与开发。国外在网络标准的制定以及符合网络通信标准的微处理器、通信协议等方面都已经取得成果。网络标准方面有 Bosch 公司制订的控制器局域网络（CAN）协议和 Intel 推出的 SAEJ 18065 网络标准。又如 Philips、Intel、Motorola 等公司推出了符合网络相关协议的微处理器产品。同时，为整合各种标准，一份有关汽车网络的国际标准正由国际标准化组织起草。可以预见，未来汽车电控技术将在网络技术的应用上出现突破性发展。

6）供电系统技术——升压控制

随着电子、电器元件在汽车上的应用日益增加，汽车原有的电能供应出现了不足。如何提高汽车供电系统的电压，已成为一些国际论坛中的讨论热点，尤其在欧洲，由于燃油价格较高，因此，对改进汽车效率放在优先地位。欧美的汽车制造商与零部件供应商已达成协议，将汽车的供电系统电压标准由 12 V 提高到 36 V，并已在一些车型上被采用。汽车上采用 12 V 电压已有 60 多年历史，当时对改善起动性能，提高电器件效率起了一定作用。但目前已不适应技术发展的需要，从理论上将电压提高 3 倍，电流就减小 2/3，因而可以大大减小电缆、电动机、线圈等尺寸及质量。特别是可使一些新技术如电子控制电动气阀机构、飞轮内装起动机/发电机一体式结构以及电子控制电动制动器、转向系的应用成为可能。同时，可以减轻汽车质量并提高效率。但提高电压对采用灯丝型灯光系统有不利影响。因此，有可能在开始阶段，仍保持 12 V 与 36 V 并存一个时期。

7）传感器技术——智能集成

传感器是汽车上不可或缺的重要元器件，它检测有关汽车的温度、压力、位置、角度、转速、加速度、振动、角速度、流量、亮度、距离等物理量。尤其是汽车上水温、油温、排气温度、气缸压力、轮胎气压、制动压力等都需实时检测。由于汽车电子控制系统的多样化，使其所需要的传感器种类和数量不断增加。为此，研制新型、高精度、高可靠性和低成本的传感器是十分必要的。未来的智能化集成传感器，不仅要能提供用于模拟和处理的信号，而且还要能对信号作放大和处理。同时，它还能自动进行时漂、温漂和非线性的自校正，具有较强的抵抗外部电磁干扰的能力，保证传感器信号的质量不受影响，即使在特别恶劣的使用条件下仍能保持较高的精度。它还具有结构紧凑、安装方便的优点，从而免受机械结构的影响。

现在汽车制造商为开发自动行驶汽车，正加紧研制各种传感器，包括车辆位置传感器、后方障碍物传感器、侧方障碍物传感器、前方障碍物传感器、车间距离传感器、路面传感器、防撞检测传感器、车速传感器、加速传感器、防火检测传感器、转向盘角度传感器、驾驶员状态传感器等。

5. 汽车电路系统的特点

在汽车上，往往一条线束包裹着十几根甚至几十根电线，密密麻麻令人难以分清它们的走向，加上电是看不见摸不着的，因此汽车电路对于许多人来说，是很复杂的东西。但是任何事物都有它的规律性，汽车电路也不例外，具有如下特点：

1）单线制

一般家庭用电是交流电，实行双线制的并联电路，用电器最少有两根外接电源线。汽车上为了避免导线过多的情况，利用汽车发动机和底盘、车身等金属机件作为电路的负极，用电器只要有一根外接电源线即可。同时各种用电设备都采用并联方式与电路连接，每条电路有自己的负载导线与控制开关或保险丝盒相连接实现独立控制。全车电路其实都是由各种电路叠加而成的，每种电路都可以独立分列出来，化复杂为简单。

2）负极搭铁

电源负极搭铁是将蓄电池的负极用蓄电池搭铁线连接到发动机或底盘等金属机件上。这样做就使负载引出的负极线能够就近连接，电流通过金属构架回流到蓄电池负极接线。国家标准中规定发电机、蓄电池必须负极搭铁。目前世界各国产的汽车大多采用负极搭铁方式。现在很多汽车都采用公共接地网络线束来保证接地的可靠性，即将负载的负极线接到接地网络线束上，接地网络线束与蓄电池负极相连。

3）低压直流

汽车电气设备一般采用 12 V 和 24 V 两种额定电压，汽油机普遍采用 12 V，柴油机普遍采用 24 V。汽车电源使用直流电对用电设备进行供电。现代汽车由于用电设备普遍增加，汽车电源正在向增压方向开展研究，目前多建议用增压为 36 V 的电源进行供电。

4）双电源

汽车上采用蓄电池和发电机双电源供电。起动车辆时，蓄电池为起动电动机、点火和燃油系统等组件提供电力；发动机关闭后，蓄电池仍可为车辆提供电力；在车辆行驶过程中，当暂时需要超过充电系统输出量的电能时，蓄电池又可作为一个附加电源提供电能。发电机的作用是将发动机产生的机械能转变为电能。由于发电机产生交流电，因此需要利用其内部的整流器将交流电转变为直流电。发电机是汽车大部分工况下的供电电源。

5）安装保险装置

为了防止电路或元件因搭铁或短路而烧坏电线束和用电设备，各种类型的汽车上均安装有不同规格的熔断装置。这些熔断装置有的串接在元器件（或零部件）回路中，有的串接在支路中。

6）采用继电器控制

汽车中大电流用电设备（如起动机、电喇叭等）工作时的电流很大（如通过起动机的电流一般为 100 ~ 200 A），如果直接用开关控制它们的工作状态，往往会使控制开关过早损坏。因此，对于大电流用电设备的控制开关，常采用加中间继电器的方法，即通过继电器触点的断开与闭合来控制大电流用电设备的工作状态。一般乘用车上采用继电器达 20 多个，个别高档汽车采用的继电器甚至超过 100 个。

6. 汽车电路系统的工作条件

汽车电气系统的工作条件可概括为大范围的温度和湿度变化、波动的电压及较强的脉冲干扰、电器间的相互干扰、剧烈的振动以及尘土的侵蚀等。

1）温度与湿度

温度的变化包括两方面：一是外界环境温度；二是使用温度。它与电器设备工作时间的长短、布置位置以及电器元件自身的发热散热条件有密切关系。对于电子元件来说，较

高的使用温度是造成过热损坏的主要原因。

在湿度较大的环境下，将会增加水分子对电子元件的浸润作用，使其绝缘性能下降，影响电气设备的工作性能。

2）电压的波动

汽车电气系统的电压波动分为两种：一种是正常范围内的波动，即从蓄电池的端电压到电压调节器起作用的电压之间；另一种为过电压，过电压将对汽车上的电子设备带来极大危害。过电压按其性质来分，可分为非瞬变性过电压和瞬变性过电压。

非瞬变性过电压主要是由于发电机调节器失灵，或其他原因引起发电机激磁电流未流经调节器，使发电机电压升高到不正常值。这种故障如不及时排除，则整个充电系统的电压会一直处于不正常的高压状态，过电压有时可高达 100 V。它会使蓄电池的电解液沸腾、电器设备烧毁。

瞬变性过电压对汽车电子元件危害最大，其产生主要有以下几种情况：

①当停车关闭点火开关时，由于发电机的磁场绕组与蓄电池之间通路瞬间切断，从而在磁场绕组中感应出按指数规律变化的负电压，其反向峰值可达 50 ~ 100 V。该脉冲由于没有被蓄电池吸收，极易引起电子元件的损坏。

②汽车运行中，发电机与蓄电池之间的导线意外松脱，或者在没有蓄电池的情况下，突然断开其他负载。发电机端电压瞬间可升高很多，极限情况可达 100 V 以上，且可维持 0.1 s 左右的时间。对一些过电压敏感的电子元件，这样的过电压足以造成其损坏或误动作。

③电感性负载，如喇叭、各种电动机、电磁离合器等，在切换时，将在电路中产生高频振荡，振荡的峰值电压可达 200 V，但其持续时间较短（0.3 ms 左右），一般不能引起电子元件损坏，但对于具有高频响应的控制系统，如电控汽油喷射系统，往往会引起误动作。

3）电器间的相互干扰

由于各个电器设备工作方式不同，它们之间会以不同的方式彼此干扰。通常将汽车上所有电器能在车上正常工作而不干扰其他电器正常工作的能力称为汽车电器的相容性。在实际中，电器间的相互干扰是不可避免的，因此，对汽车电气系统来说，重要的是相容性。任何因素激发出的振荡都会通过导线等以电磁波的方式发射出去，势必对其他电子系统产生电磁干扰。

汽车上应用的 ECU 等，都应具有良好的屏蔽措施，一旦屏蔽被破坏，也会导致其工作异常。

4）其他

汽车行驶中不可避免地产生振动和冲击，它将造成电子设备的机械性损坏，产生如脱线、脱焊、触点抖动、搭铁不良等故障；尘土及有害气体的侵蚀会导致接触不良、绝缘性能下降等故障。

2

项目二

汽车车身电动系统检修