



普通高等教育“十三五”汽车类规划教材

汽车电器与 电控技术

第2版

舒 华 赵劲松 主编

VEHICLE



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

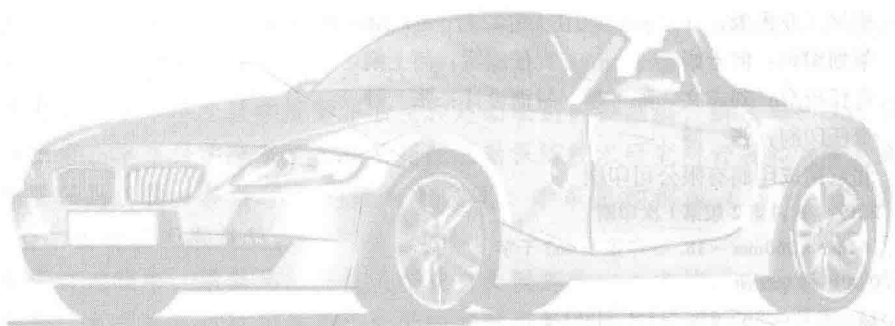
普通高等教育“十三五”汽车类规划教材



汽车电器与电控技术

第2版

主 编 舒 华 赵劲松
副主编 舒 展 王聪聪
主 审 郑召才



机械工业出版社

本书为普通高等教育“十三五”汽车类规划教材。全书共分9章,内容包括汽车电器与电控技术概述、汽车电源技术、汽车起动机技术、汽油机电控喷油技术、汽车排放与点火控制技术、柴油机电控喷油技术、汽车行驶安全电控技术、汽车自动变速电控技术、汽车悬架与巡航电控技术以及汽车故障自诊断技术等,主要介绍汽车电器与电控系统的功能、分类、结构组成、工作原理与工作特性、控制原理与控制过程等。本书在每章后面附有单选题、多选题、判断题和问答题,共计250余道,并附有参考答案,可谓图文并茂,使用方便。

本书可作为高等院校汽车服务工程、车辆工程等专业的教材,还可供其他汽车类专业师生和从事汽车运输管理、汽车维修管理、汽车设计制造的工程技术人员,以及汽车修理工、电工与驾驶人学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电器与电控技术/舒华,赵劲松主编. —2版. —北京:机械工业出版社,2019.3

普通高等教育“十三五”汽车类规划教材

ISBN 978-7-111-61863-8

I. ①汽… II. ①舒…②赵… III. ①汽车-电气设备-高等学校-教材 ②汽车-电子控制-高等学校-教材 IV. ①U463.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第012575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:何士娟

责任编辑:何士娟

责任校对:刘志文 陈越 封面设计:张静

责任印制:张博

北京铭成印刷有限公司印刷

2019年8月第2版第1次印刷

184mm×260mm·18.75印张·463千字

0 001—1 900册

标准书号:ISBN 978-7-111-61863-8

定价:59.90元

电话服务

客服电话:010-88361066

010-88379833

010-68326294

封底无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网: www.cmpbook.com

机工官博: weibo.com/cmp1952

金书网: www.golden-book.com

机工教育服务网: www.cmpedu.com

第2版前言

根据汽车电器与电控技术教学实践和人才培养需求,在机械工业出版社的大力支持和指导下,本书以普通高等教育“十二五”汽车类规划教材《汽车电器与电控技术》为基础,根据陆军军事交通学院“车辆运用工程”“装备保障”和天津市普通高校“车辆工程”“汽车服务工程”等专业教学大纲要求,精选教学内容,组织精干力量,对第1版教材进行了精心修订,以飨读者。

本次修订对原《汽车电器与电控技术》内容进行了较大调整,更新压缩了原书旧的内容,新增了新技术方面的内容。一是根据本课程教学实施的一般规律,将汽车电源技术和起动机技术提前编排到概述之后;二是根据本专业人才培养需求,新增了汽车蓄电池、交流发电机和起动机的工作特性,卷绕式蓄电池的特点,废气再循环控制技术和汽车悬架电控技术等内容;三是根据国家近年来颁布的新标准,改编了蓄电池分类和容量等内容;四是调整了内容相近且通过学习本书能够自我拓展学习的知识,其内容有充电系统部分故障的诊断与排除、减速起动机的工作过程、位置控制式和时间控制式柴油喷射知识、三位三通电磁阀式防抱死制动系统的工作过程、安全带收紧控制、自动变速器齿轮变速和液压控制系统的结构原理等。

本书汇集了编写组专家、教授从事汽车电器与电控技术教学和科研30余年的研究成果,并从普通高等院校教学实际出发,重点介绍了汽车电源系统、起动系统、汽车主要电控系统和总成部件的功能、组成、分类方法、结构特点、控制原理、控制过程、故障诊断与排除方法。本书附图270余幅,在每章后面附有单选题、多选题、判断题和问答题,共计250余道,并附有参考答案,可谓图文并茂、重点突出、使用方便。

本书由陆军军事交通学院舒华教授和赵劲松副教授主编,解放军94938部队郑召才高级工程师主审,军事科学院系统工程研究院卫勤保障技术研究所舒展和武警后勤学院学报编辑部王聪聪任副主编。参加编写的还有姚良军、李家惠和郝斌(郑州宇通客车股份有限公司)。全书由舒华教授统稿。

在修订过程中,承蒙兄弟院校及企业有关同志的大力支持,在此谨向他们表示衷心的感谢!此外,本书修订过程中参考了大量的文献资料,在此向原作者表示谢意!由于作者水平有限,书中难免存在疏漏之处,恳请读者提出宝贵意见,以便修订时予以纠正。

编者

2019年6月

目 录

第2版前言

概述	1	三、蓄电池故障诊断	33
一、汽车电器技术	1	第七节 交流发电机的构造	34
二、汽车电控技术	4	一、交流发电机的分类	34
本章小结	12	二、交流发电机的基本结构	35
思考题与参考答案	13	三、电子调节器的结构原理	38
第一章 汽车电源技术	15	四、8管交流发电机的特点	41
第一节 蓄电池的功用与分类	16	第八节 交流发电机的工作特性	43
一、蓄电池的分类	16	一、交流发电机的励磁	43
二、蓄电池的功用	16	二、交流发电机的输出特性	44
三、对蓄电池的要求	17	三、交流发电机的限流保护原理	45
第二节 蓄电池的构造与型号	17	第九节 充电系统检修与故障诊断	46
一、极板	17	一、交流发电机的检修	46
二、隔板	19	二、充电系统故障诊断与排除	48
三、电解液	19	本章小结	49
四、壳体	19	思考题与参考答案	50
五、卷绕式蓄电池的特点	20	第二章 汽车起动机技术	53
六、蓄电池的型号	21	第一节 起动机的构造	53
第三节 蓄电池的工作原理	22	一、起动机的分类	53
一、电动势的建立	22	二、直流电动机结构特点	55
二、蓄电池的放电过程	22	三、传动装置的结构原理	56
三、蓄电池的充电过程	23	四、控制装置的结构原理	58
第四节 蓄电池的工作特性	23	第二节 起动机的工作特性	59
一、蓄电池的技术参数	23	一、起动机的功率	59
二、蓄电池的充电特性	24	二、起动机的工作特性曲线	59
三、蓄电池的放电特性	25	三、起动机功率的影响因素	60
第五节 蓄电池的容量及其影响因素	26	第三节 起动系统工作过程	60
一、20小时率容量	27	一、发动机起动时的工作过程	60
二、20小时率额定容量	27	二、发动机起动后的工作过程	62
三、储备容量	27	第四节 减速起动机	62
四、额定储备容量	28	一、减速起动机结构特点	62
五、额定储备容量与20小时率额定容量的关系	28	二、减速装置的特点	63
六、影响蓄电池容量的使用因素	28	三、减速起动机的优点	64
第六节 蓄电池的使用与故障诊断	29	第五节 起动系统故障诊断与排除	64
一、新蓄电池的启用	29	一、接通起动开关起动机不转	64
二、蓄电池的充电	30	二、起动机空转	66
		三、起动机运转无力	66



四、驱动齿轮与飞轮齿圈不能啮合而发出撞击声	66	一、怠速控制系统组成	126
五、起动机发出“打机枪”似的“哒、哒……”声	66	二、怠速控制阀的功用与类型	127
本章小结	67	三、步进电动机式怠速控制阀	127
思考题与参考答案	68	四、怠速转速的控制过程	128
第三章 汽油机电控喷油技术	70	五、步进电动机式 ISCV 的控制过程	129
第一节 汽油机电控系统的组成	70	本章小结	130
一、汽油机电控系统的传感器	70	思考题与参考答案	131
二、汽油机电控系统开关信号	73	第四章 汽油机排放与点火控制技术	133
三、汽油机电控系统的执行器	73	第一节 发动机断油控制技术	133
第二节 汽油机电控喷油系统的组成	74	一、超速断油控制	133
一、供气系统	74	二、减速断油控制	134
二、供油系统	75	三、清除溢流控制	134
三、电控系统	76	第二节 空燃比反馈控制技术	135
第三节 汽油机电控喷油系统的分类	77	一、空燃比反馈控制系统的组成	135
一、按喷油控制方式分类	77	二、氧化锆式氧传感器的结构原理	136
二、按喷油部位分类	79	三、氧化钛式氧传感器的结构原理	138
三、按喷油器喷油方式分类	82	四、空燃比反馈控制过程	140
第四节 电控喷油系统传感器的结构原理	83	五、空燃比反馈控制条件	141
一、空气流量传感器	83	第三节 废气再循环控制技术	141
二、歧管压力传感器	90	一、废气再循环率 (EGR 率)	142
三、曲轴与凸轮轴位置传感器	92	二、EGR 电控系统的结构组成	142
四、节气门位置传感器	99	三、EGR 电控系统的控制原理	143
五、温度传感器	101	四、EGR 的实施条件	143
六、开关信号	103	第四节 微机控制点火技术	144
第五节 汽车电控单元的结构组成	106	一、微机控制点火系统的组成	144
一、输入回路	106	二、微机控制点火的控制原理	145
二、单片机	108	三、微机控制点火提前角的确定	146
三、输出回路	109	四、微机控制点火的控制过程	148
第六节 电控喷油系统执行器的结构原理	109	五、微机控制点火高压的分配方式	149
一、电动燃油泵	110	第五节 汽油机爆燃控制技术	152
二、电磁喷油器	111	一、爆燃控制系统的组成	152
三、油压调节器	112	二、爆燃的检测方法	153
第七节 汽油机电控喷油系统的控制	114	三、爆燃传感器的结构原理	153
一、燃油喷射控制原理	114	四、爆燃的判别方法	156
二、喷油正时控制原理	116	五、爆燃的控制过程	157
三、发动机启动时喷油量控制	116	本章小结	158
四、发动机启动后喷油量控制	118	思考题与参考答案	158
五、喷油提前角与喷油持续时间的控制过程	124	第五章 柴油机电控喷油技术	161
第八节 汽油机怠速控制技术	126	第一节 柴油机喷油技术基础	161
		一、柴油机电控喷油系统的分类	161
		二、柴油机喷油系统的控制策略	162
		三、柴油机喷油量的计算方法	163
		第二节 高压共轨式柴油喷射系统	164



一、高压共轨式柴油喷射系统的组成	164	六、安全气囊的有效范围	219
二、高压共轨式柴油喷射系统的优点	166	本章小结	220
三、高压共轨式柴油喷射的关键技术	166	思考题与参考答案	220
第三节 高压共轨式柴油喷射系统的 控制	178	第七章 汽车自动变速电控技术	222
一、喷油量的控制	178	第一节 电控自动变速系统的组成	222
二、喷油压力控制	180	一、齿轮变速系统	223
三、多段喷油控制	182	二、液压控制系统	223
四、起动喷油控制	183	三、电子控制系统	223
本章小结	184	四、自动变速系统的类型	223
思考题与参考答案	184	五、电控变速与液控变速的区别	224
第六章 汽车行驶安全电控技术	186	第二节 电控自动变速系统的控制原理	225
第一节 防抱死制动技术	186	一、电控自动变速原理	225
一、防抱死制动系统的功用	186	二、换档时机控制原理	226
二、防抱死制动的基本原理	187	三、锁止时机控制原理	227
三、防抱死制动系统的组成	188	第三节 电控自动变速器的控制	228
四、防抱死制动系统的分类	190	一、自动变速器的控制电路	228
五、防抱死制动系统的结构原理	192	二、自动变速器的换档规律	229
六、防抱死制动控制原理	198	三、变速器自动换档控制过程	231
七、防抱死制动系统的控制过程	200	四、变矩器自动锁止控制过程	235
第二节 制动力分配技术	204	五、变矩器解除锁止的控制	236
一、制动力分配系统的功用	205	六、控制部件失效保护控制	236
二、制动力分配系统的组成	205	第四节 电控无级变速技术	238
三、制动力分配的控制	205	一、电控无级变速器的优点	238
第三节 制动辅助技术	206	二、电控无级变速系统的组成	238
一、制动辅助系统的功用	206	三、变速系统的结构原理	238
二、制动辅助系统的组成	206	四、变速传动机构无级变速原理	240
三、制动辅助的控制	206	五、电控无级变速系统控制原理	241
四、制动辅助控制的效果	207	本章小结	242
第四节 驱动轮防滑转调节技术	207	思考题与参考答案	243
一、驱动轮防滑转调节系统的功用	207	第八章 汽车悬架与巡航电控技术	245
二、驱动轮防滑转的基本原理	208	第一节 电子控制悬架系统	245
三、驱动轮防滑转控制方法	208	一、电子控制悬架系统的功用	245
第五节 车身稳定性控制技术	211	二、电子控制悬架系统的组成	245
一、车身稳定性控制系统的功用	211	三、电子控制悬架系统的分类	246
二、车身稳定性控制系统的组成	211	第二节 车身高度调节系统	247
三、车身稳定性的控制	213	一、车身高度调节系统的组成	247
第六节 安全气囊技术	215	二、车身高度传感器	247
一、安全气囊系统的功用	216	三、车身高度的调节	250
二、安全气囊系统的组成	216	第三节 悬架刚度调节系统	251
三、安全气囊系统的分类	217	一、悬架刚度调节系统的组成	251
四、安全气囊的控制过程	218	二、空气调节阀的结构原理	252
五、安全气囊的动作时序	218	三、悬架刚度的调节	252
		第四节 减振器阻尼调节系统	253



一、减振器阻尼调节系统的组成	254	二、故障自诊断系统的功能	274
二、减振器阻尼调节元件的结构原理	254	第二节 汽车电控系统故障自诊断监测	
三、减振器阻尼的调节	257	原理	276
第五节 汽车巡航的控制原理	258	一、监测点位于被监测部件正极的自诊断	
一、巡航控制系统的组成	258	原理	277
二、汽车巡航的控制原理	259	二、监测点位于被监测部件负极的自诊断	
三、巡航车速的控制方式	260	原理	278
四、巡航控制系统的优点	260	第三节 电控系统故障自诊断测试	279
第六节 汽车巡航控制系统的结构原理	261	一、故障自诊断测试方式	279
一、巡航控制开关	261	二、故障自诊断测试内容	280
二、巡航电控单元	263	三、故障自诊断测试工具	281
三、巡航执行机构	264	四、故障自诊断测试方法	283
第七节 汽车巡航控制系统的控制过程	267	第四节 汽车电控系统故障诊断与排除	288
一、丰田汽车巡航控制系统的组成	268	一、发动机电控系统故障诊断与检修	
二、丰田汽车巡航控制系统控制过程	268	程序	288
本章小结	271	二、发动机电控系统故障诊断与检修	
思考题与参考答案	271	方法	290
第九章 汽车电控系统故障自诊断		本章小结	290
技术	273	思考题与参考答案	290
第一节 故障自诊断系统的组成与功能	273	参考文献	292
一、故障自诊断系统的组成	273		



概述

汽车是由发动机、底盘、电气设备和车身四大部分组成。汽车电气设备是由汽车电器系统和汽车电控系统两大部分组成，每一部分又由若干个子系统组成。

汽车工业是我国经济的支柱产业之一，汽车电器与电控技术是汽车技术的组成部分，也是衡量一个国家科研实力和工业水平的重要标志之一。

一、汽车电器技术

汽车电器技术是以电工电子技术、电化学技术、机械传动技术、自动控制技术、化工与橡胶技术、机械制造与热加工等技术为基础，以满足汽车技术性能和使用性能要求为目的，旨在保证汽车正常行驶的技术。

所谓技术，是指人类在利用自然和改造自然的过程中，积累起来并在生产劳动中体现出来的经验和知识，也泛指其他操作方面的技巧。如汽车驾驶技术、汽车维修技术等。

所谓知识，是指人类在社会实践中积累起来的经验的总和。是人类认识自然、认识社会和认识自身的产物。如社会知识、生活常识、汽车维修知识等。

（一）汽车电器系统的功用

汽车电器系统是指由电器装置或电子装置、电器开关和导线等组成，并具有特定功用的机电一体化控制系统。汽车电器系统包括电源系统、起动系统、点火系统、信息显示系统、照明与信号系统、辅助电器系统等子系统。

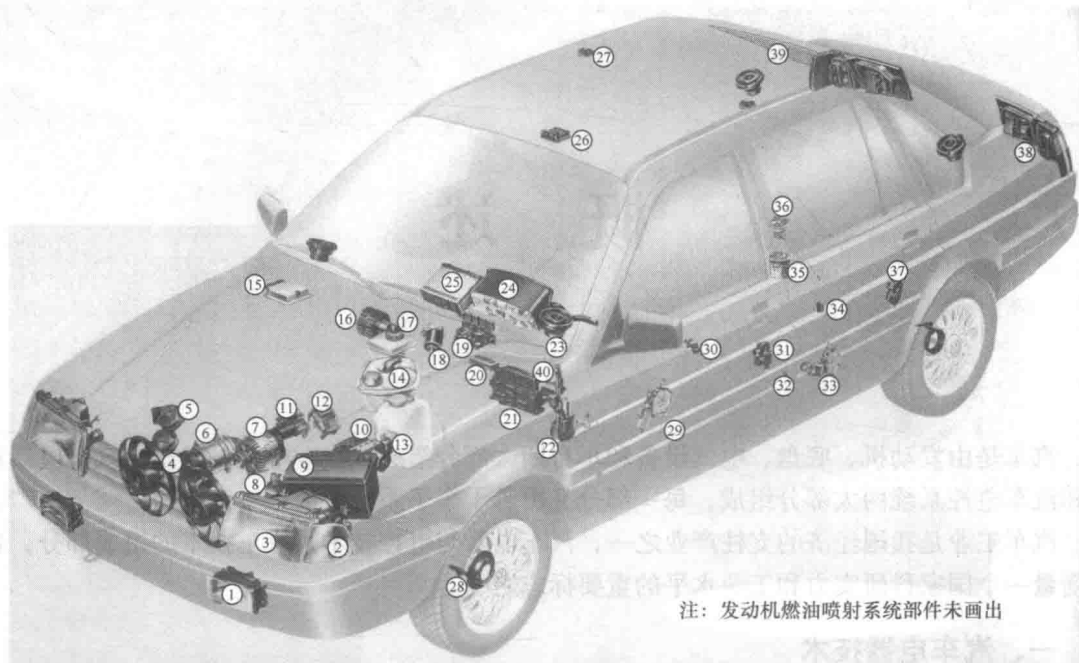
汽车电器系统的主要功用是保证汽车正常行驶。例如：为使发动机可靠起动，需要装备起动系统；为了保证汽车正常供电，需要装备电源系统；为了保证汽车安全行驶，需要装备信息显示系统、照明与信号系统、风窗玻璃刮水与洗涤系统；为了便于查找和排除电器装置故障，需要装备熔断器、易熔线和故障自诊断系统等。由此可见，电器系统是保证汽车正常使用必不可少的组成部分。

（二）汽车电器装置的布置

汽车电器装置的布置原则：一是满足汽车技术性能和使用性能要求；二是安装维修与使用操作方便；三是节约连接导线。某型轿车部分电器装置的分布位置如图 0-1 所示。

（三）汽车电器系统的组成

汽车电器系统一般都由电源系统、起动系统、点火系统、信息显示系统、照明与信号系



注：发动机燃油喷射系统部件未画出

图 0-1 某型轿车部分电器装置的分布位置

- 1—雾灯 2—转向信号灯 3—组合前照灯 4—散热器风扇 5—双音喇叭 6—空调压缩机 7—交流发电机
8—储液干燥器 9—蓄电池 10—ABS ECU 与液压控制器总成 11—起动机 12—点火线圈与点火控制器
13—风窗玻璃洗涤泵 14—冷却液液位传感器 15—发动机 ECU 16—空调鼓风机 17—制动液液位传感器
18—风窗玻璃刮水器电动机 19—空调控制器 20—车窗电动机控制按钮 21—中央接线盒 22—自动升降天线
23—扬声器 24—组合仪表盘 25—收放机 26—内顶灯 27—阅读灯 28—轮速传感器 29—左前车窗玻璃升降电动机
30—电动后视镜调节开关 31—中央门锁控制器 32—车门接触开关 33—左后车窗玻璃升降电动机
34—左后车窗玻璃升降开关 35—燃油泵 36—燃油油位传感器 37—后门锁控制电动机 38—组合后灯
39—后风窗玻璃除霜器 40—防盗器 ECU

统、辅助电器系统等若干个子系统组成。

1) 电源系统。当今汽车电源系统主要由蓄电池、交流发电机和电子调节器组成。在汽车上，蓄电池与发电机并联工作，整车电器与电子设备均与两个直流电源并联连接。电源系统的功用是向整车用电设备提供电能。

2) 起动系统。汽车普遍采用电磁控制式起动系统，主要由起动机、起动继电器和点火起动开关组成。起动系统的功用是起动发动机。

3) 点火系统。汽油发动机装备有点火系统，柴油发动机在压缩冲程末期，吸入缸内空气的温度已经超过柴油的燃点，从喷油器喷出的雾状柴油遇到热空气就立即燃烧，所以不需要装备点火系统。点火系统的功用是产生高压电火花，点燃气缸内的可燃混合气。

4) 信息显示系统。主要由各种传感器、指示仪表、报警灯和电子显示器件组成。传感器有发动机润滑油压力传感器和冷却液温度传感器、燃油箱油量传感器、汽车车速传感器和发动机转速传感器等。指示仪表有电流表、电压表、油压表、温度表、燃油表、车速里程表和发动机转速表等。报警灯主要有发动机润滑油压力过低报警灯、冷却液温度过高报警灯、燃油箱油面过低报警灯、轮胎气压过低报警灯、制动压力（油压或气压）过低报警灯、制



动液液位过低报警灯以及各种电控系统的故障报警灯等。电子显示器件包括发光显示器件、线条图形显示器件以及液晶显示屏等。随着电子技术在汽车上的广泛应用,汽车仪表电子化已经成为显示汽车信息的发展潮流。信息显示系统的功用是监测并显示汽车运行参数,特别是发动机工况参数和极限参数,以便驾驶人及时采取措施,防止发生人身和机械事故。

5) 照明与信号系统。主要由车内和车外各种照明装置组成,其功用是提供夜间或雾天安全行车必需的灯光照明。在所有照明装置中,前照灯是最重要的照明装置。信号系统由各种信号灯、闪光器、电喇叭与蜂鸣器等组成,如警车、救护车和消防车等都需加装音响警告装置。信号系统的功用是提供安全行车必需的指示与警告信号。

6) 辅助电器系统。主要有风窗玻璃刮水与洗涤系统、车窗玻璃升降系统、座椅位置调节系统、进气预热系统等。风窗玻璃刮水与洗涤系统的功用是刮除风窗玻璃上的雨水、积雪、尘土和污物,为驾驶人提供良好的视野,确保行车安全。车窗玻璃升降系统的功用是控制车窗玻璃自动升降,提高使用方便性。座椅位置调节系统的功用是调节座椅的前后和高低位置。进气预热系统的功用是预热进入气缸的空气或可燃混合气,保证发动机迅速起动。随着控制技术的发展与进步,汽车采用辅助电器装置日益增多,主要是向舒适、娱乐和安全保障等方面发展。

7) 配电装置。包括各种控制开关、配电线束、保险装置(易熔线、熔断器、断路器)、继电器、插接器和中央接线盒等。配电装置的功用是根据全车线路的连接原则,将整车电器和电子设备连接成为一个有机的整体,从而实现电器与电控系统的不同功能。

(四) 汽车电器系统的特点

汽车种类繁多,形式各异,但其电器装置的结构原理大同小异,电器系统的特点也基本相同,具有“两个电源、低压直流、并联单线、负极搭铁”四个特点。

1) 两个电源。即蓄电池和发电机。在汽车装备的两个电源中,蓄电池是辅助电源,发电机是主要电源。蓄电池主要在起动发动机时供电,发电机在汽车运行过程中,既向用电设备供电,又向蓄电池充电。

2) 低压直流。汽车电器系统的标称电压有12V、24V两种等级,汽油发动机汽车普遍采用12V电器系统、柴油发动机汽车大多数采用24V电器系统。12V、24V电器系统的额定电压分别为14V和28V。为了满足汽车电器装置日益增多、用电量愈来愈大对电源系统供电功率增大的要求,世界各国都在研究开发48V电源,欧盟国家已从2008年开始采用48V电源。无论电压等级是12V、24V,还是48V,都是直流电的安全电压(安全电压是指:直流电不超过60V、交流电不超过36V),它们的主要优点是用电安全,不会导致人体触电。

汽车采用直流电器系统的原因是发动机靠电力起动机起动,起动机采用直流电动机且由蓄电池供电,而蓄电池必须使用直流电充电,所以汽车电器系统为直流电器系统。

3) 并联单线。汽车电路均为并联电路。蓄电池与发电机并联工作,整车电器与电控系统均与两个直流电源并联连接。

单线是指从电源到用电设备只用一根导线连接,并用汽车发动机、底盘或车身等金属机体作为另一根共用导线,又称为单线制。由于单线制节省导线、安装维修方便,且电器总成部件不需与车体绝缘,因此当今汽车普遍采用单线制。但是,在特殊情况下,为了保证电器系统特别是电控系统的工作可靠性,也需采用双线制。



4) 负极搭铁: 在单线制中, 将电器产品的壳体与车体金属连接作为电路导电体的方法, 称为“搭铁”。将蓄电池和电气设备的负极连接到车体上称为“负极搭铁”; 反之, 将蓄电池和电气设备的正极连接到车体上则称为“正极搭铁”。根据汽车行业标准 QC/T 413—2002《汽车电气设备基本技术条件》规定, 汽车电气设备统一规定为负极搭铁。

汽车技术领域专家认为: “只有理解结构特点才能进行检修; 只有懂得工作原理才能分析判断故障。”学习汽车电器与电子控制技术, 不仅需要形象思维, 而且需要抽象思维。如果只有形象思维而没有抽象思维, 即仅了解汽车电器系统与电控系统的结构特点, 不了解电流的流动方向和流动路径, 就不能准确判断电器与电控系统发生故障的部位与故障性质。因此, 对从事汽车技术与管理的人员而言, 理解汽车电器系统与电控系统的结构特点、工作原理和使用维修等方面的知识, 并具有一定的操作技能十分重要。

二、汽车电控技术

汽车电子控制技术简称汽车电控技术, 是以电器技术、微电子技术、计算机技术、自动控制技术、智能控制技术、液压传动技术、新材料和新工艺等技术为基础, 以解决汽车能源紧缺、环境保护和交通安全等社会问题为目的, 旨在提高整车性能(动力性、经济性、排放性、安全性、舒适性、操纵性、通过性等)的技术。

汽车技术、建筑技术和环境保护技术是衡量一个国家工业化水平高低的三大标志。汽车技术不仅代表着社会物质生活发展水平, 而且代表着科学技术发展水平。20 世纪 80 年代以来, 提高汽车性能, 节约能源和保护环境, 主要取决于电控技术。

(一) 汽车电控系统的功用

汽车电子控制系统简称汽车电控系统, 是指由传感器、电控单元和执行器组成的、能够提高汽车性能的机电一体化控制系统。

汽车电控系统的主要功能是提高汽车的整体性能, 包括动力性、经济性、排放性、安全性、舒适性、操纵性及通过性等。例如: 采用电控燃油喷射技术和微机控制点火技术, 不仅能够节油 5% ~ 10%, 而且还能大大提高动力性和排气净化性能; 采用电子控制防抱死制动技术, 不仅可使汽车在泥泞路面上安全行驶, 而且可以在紧急制动时防止车轮抱死滑移, 保证汽车安全制动; 采用安全气囊技术, 每年可以挽救成千上万人的生命。在实现汽车操纵自动化, 提高舒适性和通过性等方面, 电控技术也扮演着重要角色。

综上所述, 汽车电器与电控系统是汽车的重要组成部分。汽车配装电器与电控设备的质量和数量, 直接影响汽车的性能、使用和档次。

(二) 汽车电控系统的基本组成

在同一辆汽车上, 配装有若干个电控系统。每一个电控系统, 都能实现不同的控制功能。汽车车型不同、档次不同, 采用电控系统的多少也不尽相同。但是, 汽车上每一个电控系统的基本结构都是由传感器(传感元件)与开关信号、电控单元(ECU, Electronic Control Unit)和执行器(执行元件)三部分组成, 如图 0-2 所示, 这是汽车电控系统组成的共同特点。

1. 传感器

传感器是将各种非电量(物理量、化学量、生物量等)按一定规律转换成便于传输和



图 0-2 汽车电控系统的基本组成

处理的另一种物理量（一般为电量）的装置。传感器相当于人的眼、耳、鼻、舌、身等五官。在汽车电控系统中，传感器的功用是将汽车各部件运行的状态参数（各种非电量信号）转换成电量信号并输送到各种电控单元。汽车型号和档次不同，装备传感器的多少也不相同。有的汽车只有几只传感器（如仅装备发动机电控系统的汽车就只有 6~8 只），有的汽车装备有 50 多只传感器。一般来说，汽车装备传感器越多，则其档次就越高。

按检测项目不同，汽车电控系统采用的传感器可分为以下几种类型。

1) 流量传感器。如发动机燃油喷射系统采用的翼片式、量芯式、涡流式、热丝式与热膜式空气流量传感器等。

2) 位置传感器。如发动机燃油喷射和微机控制点火系统采用的曲轴位置传感器（又称为发动机转速与曲轴转角传感器）、凸轮轴位置传感器、节气门位置传感器；电子控制悬架系统采用的车身位置（又称为车身高度）传感器；信息显示系统和液面监控系统采用的各种液面位置（或高度）传感器；巡航控制系统采用的加速踏板位置传感器；电控动力转向系统采用的转向盘转角传感器等。

3) 压力传感器。如发动机控制系统采用的进气歧管压力传感器、大气压力传感器、排气压力传感器、气缸压力传感器；自动变速系统采用的燃油压力传感器；发动机爆燃控制系统采用的压电式爆燃传感器等。

4) 温度传感器。如发动机冷却液温度传感器、进气温度传感器、排气温度传感器、燃油温度传感器；自动变速系统采用的自动传动液温度传感器；空调控制系统采用的车内温度传感器等。

5) 浓度传感器。如发动机控制系统采用的氧传感器；安全控制系统采用的乙醇浓度传感器等。

6) 速度传感器。如防抱死制动系统采用的车轮速度传感器、车身纵向和横向加（减）速度传感器；发动机控制系统采用的转速传感器；发动机、自动变速以及巡航控制系统采用的车速传感器；变速器输入轴转速传感器以及输出轴转速传感器等。

7) 碰撞传感器。如辅助防护系统采用的滚球式、滚轴式、偏心锤式、压电式和水银式碰撞传感器等。

2. 电控单元（ECU）

汽车电子控制单元简称电控单元，又称为电子控制器或电子控制组件，俗称“汽车电脑”。

电控单元是以单片微型计算机（即单片机）为核心所组成的电子控制装置，具有强大的数学运算、逻辑判断、数据处理与数据管理等功能。ECU 是汽车电控系统的控制中心，其主要功用是分析处理传感器采集的各种信息，并向受控装置（即执行器）发出控制指令。

3. 执行器

执行器又称为执行元件，是电控系统的执行机构。执行器的功用是接收电控单元



(ECU) 发出的指令, 完成具体的执行动作。

汽车电控系统不同, 采用执行器的数量和种类也不相同。发动机燃油喷射系统的执行器有电动燃油泵和电磁喷油器; 发动机怠速控制系统的执行器是怠速控制阀; 燃油蒸气回收系统的执行器是活性炭罐电磁阀; 微机控制点火系统的执行器有点火控制器和点火线圈; 防抱死制动系统的执行器有两位两通电磁阀或三位三通电磁阀、制动液回液泵电动机; 安全气囊系统的执行器是气囊点火器; 座椅安全带收紧系统的执行器是收紧器的点火器; 自动变速系统的执行器有自动传动液油泵、换档电磁阀和锁止电磁阀; 汽车巡航控制系统的执行器有巡航控制电动机或巡航控制电磁阀等。

(三) 汽车电控系统的分类

汽车电控系统种类繁多、形式各异, 分类方法不尽相同。一般可按控制系统的控制目标和控制对象进行分类。

1. 按控制目标分类

根据控制目标不同, 汽车电控系统可分为动力性、经济性与排放性、安全性、舒适性、操纵性和通过性 6 种类型的控制系统, 主要控制项目和控制功能见表 0-1。其中, 经济性与排放性控制系统具有双重功能, 既能降低燃油消耗量, 又能减小有害气体的排放量。

表 0-1 汽车电控系统的控制目标与控制项目

类型	控制目标	系统名称	主要控制项目
汽车 电 子 控 制 系 统	动力性	发动机燃油喷射系统 (EFI)	喷油时刻 (喷油提前角); 喷油量 (喷油持续时间); 喷油顺序; 喷油次数
		微机控制点火系统 (MCI)	点火时刻 (点火提前角); 点火导通角
		爆燃控制系统 (EDCS)	点火提前角
		怠速控制系统 (ISCS)	怠速转速
		电子控制自动变速系统 (ECT)	发动机输出转矩; 液力变矩器锁止时机
		发动机进气控制系统 (IACS)	切换进气通路提高充气效率; 可变气门定时
		涡轮增压控制系统 (ETC)	泄压阀控制; 废气涡轮增压器控制
		控制器局域网 (CAN)	发动机电控单元 ECU、自动变速电控单元 ECT ECU、防抱死制动
	经济性与排放性	空燃比反馈控制系统 (AFC)	空燃比
		断油控制系统 (SFIS)	超速断油; 减速断油; 清除溢流
		电控废气再循环系统 (EGR)	排气再循环率
		燃油蒸气回收系统 (FECS)	活性炭罐电磁阀控制
	安全性	防抱死制动系统 (ABS)	车轮制动力; 车轮滑移率
		电子控制制动力分配系统 (EBD)	车轮制动力
		电子控制制动辅助系统 (EBA)	车轮制动力
		车身稳定性控制系统 (VSC)	车轮制动力; 车身偏转角度
		驱动轮防滑转调节系统 (ASR)	发动机输出转矩; 驱动轮制动力; 防滑转差速器锁止程度



(续)

类型	控制目标	系统名称	主要控制项目
汽车 电子 控制 系统	安全性	安全气囊控制系统 (SRS)	气囊点火器点火时机; 系统故障报警控制
		座椅安全带收紧系统 (SRTS)	安全带收紧器点火时机
		雷达车距报警系统 (RPW)	车辆距离; 报警; 制动
		前照灯光束控制系统 (HBAC)	焦距; 光线角度
		安全驾驶监控系统	驾驶时间; 转向盘状态; 驾驶人脑电图、体温和心率
		防盗报警系统 (GATA)	报警; 遥控门锁; 数字密码点火开关; 数字编码门锁; 转向盘自锁
		电子仪表系统	汽车状态信息显示与报警
		故障自诊断测试系统 (OBD)	故障报警; 故障码存储; 部件失效保护; 故障应急运行
	舒适性	电子控制悬架系统 (EMS)	悬架刚度; 悬架阻尼; 车身姿态 (点头、侧倾、俯仰)
		座椅位置调节系统 (SAMS)	向前、向后方向控制; 向上、向下高低控制
		自动空调系统 (AHVC)	通风; 制冷; 取暖
		CD 音响、DVD 播放机	娱乐欣赏
		信息显示系统 (IDS)	交通信息; 电子地图
		车载电话 (CT)	通信联络
		车载计算机 (OBC)	车内办公
	操纵性	电子控制动力转向系统 (EPS)	助力油压、气压或电动机电流控制
		巡航控制系统 (CCS)	恒定车速设定; 安全 (解除巡航状态)
		中央门锁控制系统 (CLCS)	门锁遥控; 门锁自锁; 玻璃升降
	通过性	驱动防滑控制系统 (ASR)	发动机输出转矩; 驱动轮制动力; 防滑转差速器锁止程度
		中央轮胎充放气系统 (CTIS)	轮胎气压
		自动驱动管理系统 (ADM)	驱动轮驱动力控制
		差速器锁止控制系统 (VDLS)	防滑转差速器锁止程度控制
		电子控制悬架系统 (EMS)	车身高度

2. 按控制对象分类

根据控制对象不同, 汽车电控系统可分为发动机电控系统、底盘电控系统和车身电控系统三大类。

(1) 汽车发动机电控系统

汽车发动机电控系统的主要功用是提高汽车的动力性、经济性和排放性能。主要有以下电控系统。

- 1) 电控发动机燃油喷射系统 (EFI, Engine Fuel Injection System)。
- 2) 汽油机微机控制点火系统 (MCI, Microcomputer Control Ignition System)。
- 3) 发动机爆燃控制系统 (EDC, Engine Detonation Control System)。
- 4) 发动机怠速控制系统 (ISC, Idle Speed Control System)。
- 5) 发动机断油控制系统 (SFI, Sever Fuel Injection System)。
- 6) 发动机空燃比反馈控制系统 (AFC, Air Fuel Ratio Feedback Control System)。
- 7) 加速踏板控制系统 (EAP, Electronic Control Accelerator Pedal System)。



- 8) 发动机进气控制系统 (IAC, Engine Intake Air Control System)。
- 9) 燃油蒸气回收系统 (FEC, Fuel Evaporative Emission Control System)。
- 10) 电控废气再循环系统 (EGR, Electronic Control Exhaust Gas Recirculation System)。
- 11) 可变气门定时控制系统 (VVT-i, Volatile Valve Timing Control System)。
- 12) 汽车巡航控制系统 (CCS, Vehicle Cruise Control System)。
- 13) 车载故障自诊断系统 (OBD, On Board Self-Diagnosis System)。

(2) 汽车底盘电控系统

汽车底盘电控系统的主要功用是提高安全性、操纵性和通过性,主要有以下控制系统。

- 1) 电子控制自动变速系统 (ECT, Electronic Controlled Automatic Transmission System)。
- 2) 电子控制无级变速系统 (CVT, Electronic Controlled Continuously Variable Transmission System)。
- 3) 电子控制手动-自动一体变速系统 (Activematic ECT, Electronic Controlled Active-matic Transmission System)。
- 4) 防抱死制动系统 (ABS, Anti-lock Braking System 或 Anti-Skid Braking System)。
- 5) 电子控制制动力分配系统 (EBD, Electronic Brakeforce Distributing System)。
- 6) 电子控制制动辅助系统 (EBA, Electronic Brake Assist System)。
- 7) 车身稳定性控制系统 (VSC, Vehicle Stability Control) 或车身动态稳定性控制系统 (DSC, Dynamic Stability Control System) 或电子控制稳定性程序 (ESP, Electronically Controlled Stability Program)。

8) 驱动轮防滑转调节系统 (ASR, Acceleration Slip Regulation System) 或牵引力控制系统 TCS/TRC (Traction Force Control System)。

- 9) 电子控制悬架系统 (EMS, Electronic Modulated Suspension System)。
- 10) 电子控制动力转向系统 (EPS, Electronically Controlled Power Steering System)。
- 11) 电子控制四轮转向系统 (4WS, Electronically Controlled 4-Wheel Steering System)。
- 12) 中央轮胎充放气系统 (CTIS, Central Tyre Inflate and Deflate System)。
- 13) 自动驱动管理系统 (ADM, Automatic Drive-train Management System)。
- 14) 差速器锁止控制系统 (VDLS, Vehicle Differential Lock Control System)。

(3) 汽车车身电控系统

汽车车身电控系统的主要功用是提高安全性和舒适性,主要有以下控制系统。

- 1) 辅助防护安全气囊系统 (SRS, Supplemental Restraint System Air Bag)。
- 2) 安全带紧急收缩触发系统 (SRTS, Seat-Belt Emergency Retracting Triggering System)。
- 3) 座椅位置调节系统 (SAM, Seat Adjustment Position Memory System)。
- 4) 雷达车距报警系统 (RPW, Radar Proximity Warning System)。
- 5) 倒车报警系统 (RVAS, Reverse Vehicle Alarm System)。
- 6) 防盗报警系统 (GATA, Guard Against Theft and Alarm System)。
- 7) 中央门锁控制系统 (CLC, Central Locking Control System)。
- 8) 前照灯控制与清洗系统 (HAW, Headlamp Adjustment and Wash System)。
- 9) 风窗玻璃刮水与清洗控制系统 (WWC, Wash/Wipe Control System)。



10) 自动采暖通风与空气调节系统 (AHVC, Automatic Heating Ventilating Air - Conditioning System)。

11) 车载局域网 (LAN, Local Area Network)。

12) 车载计算机 (OBC, On - Board Computer)。

13) 车载电话 (CT, Car Telephone)。

14) 交通控制与通信系统 (TCIS, Traffic Control and Information System)。

15) 信息显示系统 (IDS, Information Display System)。

16) 声音复制系统 (ESR, Electronic Speech Reproduction System)。

17) 液面与磨损监控系统 (FWMS, Fluids and Wear Parts Monitoring Systems)。

18) 维修周期显示系统 (LSID, Load - Dependent Service Interval Display System)。

(四) 汽车电控技术应用概况

汽车电控技术已广泛应用于汽油发动机 (汽油机) 控制、柴油发动机 (柴油机) 控制、汽车底盘控制、汽车车身控制、汽车故障诊断和无人驾驶等技术领域。20 世纪 90 年代, 电控技术在轿车上的应用概况如图 0-3 所示。

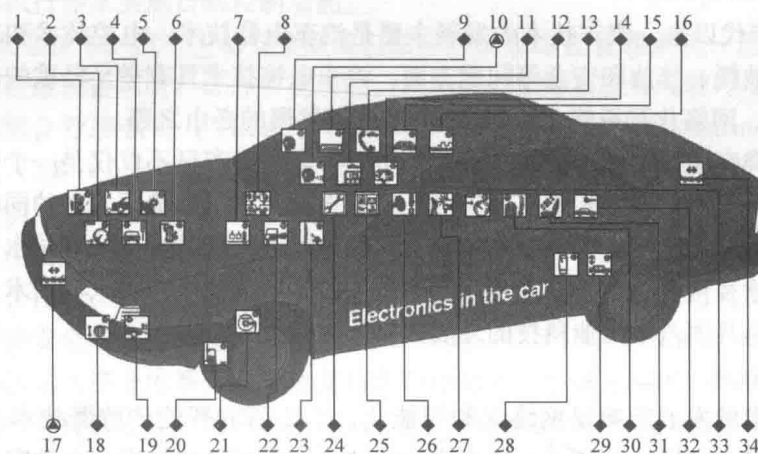


图 0-3 汽车电控技术应用概况

- 1—燃油喷射控制 2—怠速控制 3—空燃比反馈控制 4—发动机故障诊断 5—自动变速 6—微机控制点火
7—加速踏板控制 8—控制器区域网络 9—声音复制 10—声控操作 11—音响系统 12—车载计算机
13—车载电话 14—交通控制与通信 15—信息显示 16—总线控制 17—雷达车距控制与报警
18—前照灯控制与清洗 19—车灯控制 20—轮胎气压控制 21—防抱死与防滑转调节 22—底盘故障诊断
23—刮水器与清洗器控制 24—维修周期显示 25—液面与磨损监控 26—安全气囊与安全带控制 27—车辆保安
28—前/后轮转向控制 29—电子悬架 30—自动空调 31—座椅调节 32—中央门锁 33—巡航控制 34—车距报警

当今世界衡量汽车先进水平和档次高低的重要标志主要是汽车的品牌、外观和电子化程度。汽车制造商普遍认为: 增加汽车电子装置的数量, 促进汽车电子化是夺取未来汽车市场的有效手段。汽车设计人员普遍认为: 电子技术在汽车上的应用, 已经成为汽车设计研究部门考虑汽车结构革新的重要手段。汽油机应用电控喷油技术, 能够精确控制空燃比和实现闭环控制, 如果再加装三元催化转化器, 就可使汽油机的有害排放物降低 95% 以上; 柴油机应用高压共轨式电控喷油技术, 能够精确控制喷油量和高达 160 ~ 200MPa 的喷油压力, 不