

汽车电控与新型装置

维修技术

QICHE DIANKONG YU XINXING
ZHUANGZHI WEIXIU JISHU

朱会田 吴政清 王 远 主编



金盾出版社

汽车电控与新型装置维修技术

朱会田 吴政清 王 远 主编

金盾出版社

内 容 提 要

本书以汽车电控技术与新型装置的结构和工作原理为基础,详细介绍了发动机电控新技术,传动系统电控新技术,电子控制转向系统,电子控制悬架,安全电子控制系统(ABS、ASR、ESP 系统、巡航控制系统、安全气囊、倒车雷达报警系统、汽车轮胎中央充放气系统等),电动汽车,混合动力汽车和天然气汽车,汽车 GPS 定位与导航系统,汽车车载网络系统,汽车电源新技术,车身电子控制技术等电控技术与新型装置,并以桑塔纳、奥迪、红旗、宝来、上汽通用别克、广州本田系列和丰田公司的雷克萨斯等汽油车、柴油车、天然气双燃料汽车及普锐斯混合动力汽车等典型车型为例,论述了汽车电控技术与新型装置的正确使用、维护及维修技术。

本书主要以从事汽车维修、教学、维护、销售等方面的技术人员、教师、学生、维修技工等为读者对象,既可作为相关技术人员的培训教材,也可作为相关专业院校的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电控与新型装置维修技术/朱会田,吴政清,王远主编. —北京:金盾出版社,2010.3
ISBN 978-7-5082-6132-4

I. ①汽… II. ①朱…②吴…③王… III. ①汽车—电子系统:控制系统—车辆修理 IV.
①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 226105 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京精美彩色印刷有限公司

正文印刷:北京蓝迪彩色印务有限公司

装订:北京蓝迪彩色印务有限公司

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/16 印张:20.625 字数:500 千字

2010 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1~10 000 册 定价:40.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

进入 20 世纪 90 年代,汽车新技术特别是汽车电控技术及汽车新装置获得了突飞猛进的发展,汽车上的新技术、新装置不断涌现,给汽车检修带来便利的同时,也带来了新的课题,即需要利用检测仪器(如数字万用表、解码器等)检测和维修。

本书以汽车电子控制为中心,主要介绍了发动机电控新技术,传动系统电控新技术,电子控制转向系统,电子控制悬架,安全电子控制系统(ABS、ASR、ESP 系统、巡航控制系统、安全气囊、倒车雷达报警系统等),电动汽车、混合动力汽车和天然气汽车,汽车 GPS 定位与导航系统,汽车车载网络系统,汽车电源新技术,车身电子控制技术(电动坐椅、电动车窗、中控门锁、电动后视镜和电动天窗)等内容。

本书比较全面地介绍了近几年在典型轿车上采用的电控新技术与新装置,在兼顾电控装置结构和原理基础上,重点阐述了典型轿车的典型电控装置和新装置的检修。涵盖的车型有:一汽大众系列的桑塔纳、奥迪、红旗、宝来等;上汽通用别克和广州丰田系列的雷克萨斯等汽油车和柴油车。同时论述了天然气双燃料汽车及普锐斯混合动力等典型车型。

本书由朱会田、吴政清、王远同志任主编,李洪、杨宏军、曹永晟、盛德号、杜馥刚、吴社强、李俄收、李晓华、陈金亮、封素敏、赵艳辉、彭生辉等同志参加了部分编写工作。全书由张家玺教授主审。编写过程中,我们参考了大量的有关书籍和资料,查阅了生产厂家提供的使用维修手册,参考了一些汽车网站的有关内容,在此对编著者和提供帮助的人员一并表示诚挚的谢意。

本书读者对象为:汽车驾驶、维修人员,汽车行业技术和管理人员,汽车专业师生和汽车新技术爱好者。

由于编者水平有限,时间仓促,疏漏和谬误之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

作 者

目 录

第一章 绪论	1
第一节 汽车电子控制技术	1
一、汽车电子控制系统的控制方式	1
二、汽车电子控制系统的基本构成	1
三、现代汽车电子集中控制系统控制功能	2
第二节 新型汽车电源系统	5
一、36/42V 电源系统研究起源	5
二、42V 电源系统的现状	5
三、42V 电源系统的优点	6
四、42V 电源系统将促进汽车零部件的优化	7
第二章 汽车发动机电控技术及维修	9
第一节 汽油发动机电子控制多点喷射系统	9
一、概述	9
二、电子控制多点汽油喷射系统	12
三、电子控制点火系统	21
四、电子控制怠速系统	23
第二节 汽油发动机缸内直喷技术	24
一、GDI 发动机低油耗和高功率输出的实现方式	24
二、GDI 发动机的基本技术	25
第三节 汽油发动机排放控制	26
一、废气再循环控制系统	26
二、三元催化净化与空燃比反馈控制	27
三、燃油蒸发控制系统	29
四、二次空气喷射系统	31
第四节 发动机电控系统的故障自诊断系统与保护系统	31
一、发动机电控系统的故障自诊断系统	31
二、汽油发动机电子控制喷射系统的保护系统	34
三、OBD 车载诊断系统	34
第五节 柴油发动机电子控制喷射系统	39
一、柴油发动机电子控制喷射系统的特点	39
二、柴油发动机电子控制喷射系统的分类	40
三、博世电控泵-喷嘴/电控单体泵系统	41

四、蓄压式电控共轨柴油喷射系统	49
第六节 电控柴油发动机排气净化系统	56
一、柴油发动机废气再循环系统	56
二、电控柴油发动机催化转换器	59
三、颗粒物的净化技术	59
四、颗粒滤清器的再生技术	61
第七节 典型发动机电控系统的检修	65
一、电控发动机控制系统故障码的显示及清除方法	65
二、部分车型多点喷射汽油发动机电控系统故障检修	66
三、电控泵-喷嘴柴油发动机的检修	70
四、电控高压共轨柴油发动机检修	79
第三章 汽车传动系统电控技术及维修	88
第一节 电控液动式自动变速器概述	88
一、电控液动式自动变速器(ECT)的特点	88
二、自动变速器的分类	88
三、自动变速器组成	90
四、自动变速器基本工作原理	92
五、自动变速器的编号原则	93
第二节 电液式自动变速器控制系统结构与工作原理	94
一、电液式自动变速器控制系统组成	94
二、电液式自动变速器控制系统功能	94
三、电子控制系统结构与工作原理	97
四、自动变速器控制系统故障诊断简介	100
第三节 上海通用别克轿车 4T65-E 电液式自动变速器维修	102
一、上海通用别克轿车自动变速器结构特点	102
二、上海通用别克轿车自动变速器故障代码的读取和清除	103
三、故障码为 DTC P0756(2-3 档电磁阀性能)的故障检修	108
第四节 电控金属带无级变速(CVT)传动系统	111
一、无级变速传动的特点	111
二、无级变速传动原理	111
三、无级变速传动控制系统	112
四、无级变速传动系统的工作特性	112
第五节 广州本田飞度无级变速器(CVT)维修	114
一、广本飞度 CVT 特点	114
二、广本飞度 CVT 电控系统	116
三、广本飞度 CVT 电控系统检修	116
第四章 汽车转向系统电控技术与维修	128

第一节 液压式电子控制动力转向系统	128
第二节 电动式电子控制动力转向系统	129
一、电动式动力转向系统原理	129
二、主要组件的结构及原理	129
第三节 电子控制四轮转向系统	132
一、四轮转向的工作状态及主要类型	132
二、四轮转向汽车控制系统的组成	133
三、电子控制四轮转向操纵系统	134
四、四轮转向系统的电子控制系统	135
第四节 广本飞度电子控制动力转向系统(EPS)检修	136
一、一般故障检修	136
二、EPS 故障码(DTC)检修	138
第五章 汽车电子控制悬架技术与维修	151
第一节 半主动悬架控制系统	151
一、半主动悬架控制系统的作用	151
二、半主动悬架控制系统的工作原理	151
第二节 主动悬架控制系统	152
一、主动悬架的控制原理	152
二、空气式主动悬架系统	153
三、油气式主动悬架系统	158
四、带路况预测传感器的主动悬架系统	159
五、LS400 电控主动悬架的维修	160
第六章 汽车安全控制技术与维修	170
第一节 车轮防抱死系统(ABS)	170
一、普通制动器的问题	170
二、防抱死制动系统(ABS)	171
三、ABS 的基本组成和原理	171
四、ABS 主要部件	173
五、ABS 的工作原理	175
六、典型汽车(本田雅阁轿车)ABS 的检修	177
第二节 驱动防滑系统(ASR)	181
一、ASR 的实现方法	181
二、双节气门 ASR 工作原理	182
三、丰田雷克萨斯 LS400 汽车 ASR 的检修	186
第三节 电子稳定程序控制系统(ESP)	188
一、概述	188
二、ESP 控制原理	189

第四节 电子巡航控制	190
一、概述	190
二、巡航控制系统基本原理及组成	191
三、巡航控制系统的检修	195
第五节 汽车电控防盗系统	196
一、概述	196
二、典型汽车的电控防盗系统	197
第六节 视野安全系统	198
一、刮水控制系统	198
二、风窗玻璃显示系统	199
第七节 汽车防撞系统	199
一、概述	199
二、超声波测距传感器	200
三、雷达防撞系统	200
第八节 安全气囊	201
一、安全气囊的作用	201
二、安全气囊的类型	202
三、安全气囊系统的基本组成	202
四、安全气囊的工作原理	207
五、一汽奥迪轿车安全气囊的检修	209
第九节 汽车轮胎中央充放气系统	216
一、轮胎中央充放气系统的作用	216
二、轮胎中央充放气系统的基本组成	216
三、轮胎中央充放气系统工作原理	218
四、轮胎中央充放气系统的正确使用与维修	220
第七章 汽车车身电子控制技术检修	223
第一节 电动坐椅的检修	223
一、电动坐椅的组成	223
二、电动坐椅的电路原理	224
三、电动坐椅的故障诊断	224
第二节 电动车窗的检修	228
一、电动车窗的作用及组成	228
二、电动车窗的电路原理	228
三、电动车窗的故障诊断	229
第三节 中控门锁的故障检修	232
一、中控门锁的组成	232
二、中控门锁的电路原理	233

三、中控门锁的故障诊断	233
第四节 电动后视镜的故障检修	236
一、电动后视镜的作用及组成	236
二、电动后视镜的工作原理	237
三、电动后视镜的故障诊断	237
第五节 电动天窗的故障诊断	240
一、电动天窗的作用及基本组成	240
二、控制电路分析	240
三、主要部件的故障诊断	243
第八章 燃气汽车发动机电控技术与维修	245
第一节 燃气燃料种类与理化性质	245
一、燃气燃料种类	245
二、天然气的理化性质	245
三、液化石油气的理化性质	247
第二节 天然气汽车	249
一、天然气汽车概况	249
二、天然气汽车总体结构及原理	251
第三节 两用燃料汽车的燃气电控装置	256
一、燃气汽车 ECU 应具有的功能要求	256
二、CNG 电控系统的组成	256
三、典型的 CNG 电控系统	256
四、模拟器	259
五、点火提前角调节器	260
第四节 两用燃料汽车常见故障与排除	261
一、故障形成的基本原因与故障诊断基本原则	261
二、CNG 汽车常见故障与排除	262
第九章 电动汽车与混合动力检修	268
第一节 纯电动汽车技术	268
一、直流电动机驱动的电动汽车	268
二、交流电动机驱动系统	269
三、电动汽车的电池技术	270
四、纯电动汽车电池存在的问题	275
第二节 混合动力汽车	276
一、概述	276
二、混合动力汽车的结构形式	276
三、混合动力汽车的特点	278
第三节 丰田普锐斯混合动力汽车的特点及检修	279

一、普锐斯混合动力汽车特点与操作	279
二、普锐斯混合动力汽车的检修	283
第十章 汽车自动导航系统	294
第一节 概述	294
一、汽车自动导航系统构成	294
二、汽车自动导航系统的基本功能	295
三、典型的导航系统	295
第二节 全球定位系统(GPS)及汽车导航(向)系统	296
第三节 我国 GPS 汽车导航系统现状	297
一、自助导航型(Autonomous)汽车卫星导航系统	298
二、监控型(Advisory)汽车卫星导航系统	298
三、复合型(Hybrid)汽车卫星导航系统	298
第四节 GPS 汽车导航(向)仪的使用与操作	299
一、GPS 导航仪的功能	299
二、GPS 导航仪的组成	300
三、新科 GPS 导航仪简介	301
第十一章 汽车车载网络系统	303
第一节 概述	303
一、CAN 总线技术的优点	303
二、CAN 总线技术的标准	303
三、汽车 CAN 总线研究重点及关键技术	304
四、汽车 CAN 总线术语	304
第二节 CAN 数据总线传输系统	307
一、车载网络总线分类	307
二、CAN 数据传输系统电脑构成	307
三、CAN 总线的特点	308
四、数据传递过程	308
五、CAN 数据总线传递数据的组成及功能	309
六、CAN 数据传递的基本原理	310
第三节 车载局域网系统应用	310
一、动力传动系统	310
二、车身系统	311
三、安全系统	311
四、信息系统	311
第四节 典型 CAN 数据总线维修	312
一、故障检查条件	312
二、检测步骤(自动变速器车)	312
三、宝来轿车动力 CAN 数据传输系统的自诊断	314
附录 汽车新技术及新装置常见缩略语英汉对照	318

第一章 绪 论

汽车电控技术与新装置以汽车电控技术为中心和重点,重点介绍了发动机电控技术(电控多点汽油发动机、电控缸内直喷汽油发动机、电控柴油发动机、发动机进气可变技术等)及维修;传动系统电控技术(电控液动自动变速器、电控金属带无级变速器等)及维修;汽车电源新技术、电控转向系统(电控四轮转向技术、电动助力转向等)及维修;电控悬架技术及维修;汽车电控安全系统(ABS、ASR、ESP、C. C 系统、倒车雷达系统等)及维修;汽车自动导航系统及使用;汽车车载网络系统及维修;燃气汽车发动机电控技术及维修;电动汽车、混合动力汽车技术及维修。

第一节 汽车电子控制技术

汽车电子控制技术的发展是从某些电子装置代替机械部件开始的。汽车电子控制技术按其发展可分为三个阶段:第一阶段,电子装置代替某些机械部件;第二阶段,电子技术用于某些机械装置无法解决的复杂控制系统;第三阶段,电子装置成为汽车设计中必不可少的装置,它能自动承担汽车的基本控制任务,并能处理外部和内部的各种信息。

一、汽车电子控制系统的控制方式

随着计算机技术和控制技术的发展,从 20 世纪 70 年代末开始,在汽车电子领域开始应用微机技术。用于汽车电控系统的 ECU,由于采用了数字电路和大规模集成电路,其集成度愈来愈高,微处理机速度的不断提高和存储容量的增加,使其控制功能大大增强,并且具有各种后备功能,使追加控制功能变得非常容易,并使 ECU 大大小型化。此外由于汽车上控制系统所用的各种传感器,特别是发动机各控制系统所用的传感器,如冷却液温度传感器、进气温度传感器、转速传感器和节气门位置传感器等都是通用的,因此利用控制功能集中化,就可以不必按功能不同设置传感器和 ECU,而是将多种控制功能集中到一个 ECU 上,不同控制功能可使用一个共同所需的传感器,按这种控制方式组成的控制系统称为集中控制系统(Integrated Control)。

汽车电子控制系统常见的控制方式有:开环控制、闭环控制、自适应控制、模糊控制、智能控制等。

二、汽车电子控制系统的基本构成

汽车电子控制系统包括硬件和软件两个组成部分,硬件是基础,软件是灵魂。由汽车的使用环境所决定,一般的车用电子系统都是将软件固化,与硬件(电脑芯片)做成一体构成系统的控制单元。汽车电控系统由以下三部分组成:

(一)传感器

传感器是指能感受规定的物理量,并按一定规律转换成可用输出信号的器件或装置。传

传感器的种类有结构型、物性型及复合型三类。结构型传感器是利用机械构件的变形、位移将被测量转换成相应的电阻、电感、电容等物理量的传感器,如空气流量传感器、曲轴位置传感器等。物性型传感器是利用材料的固态物理特性及其各种物理、化学效应工作的传感器,如氧传感器、温度传感器等。

(二) 电子控制器

电子控制器的功用是接受传感器的电信号,并用预先设定好的程序对这些信号进行处理计算,然后将其结果转化为输出所需要的电信号。

(三) 执行器

执行器功用是将电子控制器输出的电信号变成机械运动和热等物理量输出。

三、现代汽车电子集中控制系统控制功能

在现代汽车中,集中控制系统得到广泛的应用,汽车集中控制系统大致可分为七大部分,如图 1-1 所示。图 1-1 中所列控制系统在不同车型上其组合方式和控制项目会有所不同,例如有的车型将发动机控制系统与自动变速控制系统共用一个 ECU 来控制,而有的车型则分别采用两个 ECU 来控制。发动机 ECU 往往集中了较多的控制功能,故又称作主 ECU。

图 1-1 中各控制系统,既能独立地执行相应控制功能,相互间又必须在极短时间内交换大量信息资料,如转速、负荷、车速等,所以现代汽车的集中控制系统是一个较为复杂的综合控制系统。目前,汽车集中控制系统可归纳为:

(一) 发动机控制

发动机控制系统可使发动机在不同转速、进气量等因素下,在最佳空燃比、点火提前角工况下工作,使发动机输出最大的功率和转矩,而将油耗和排放降低到最低限度。发动机控制系统可分为:电控燃油喷射(EFI)系统、电控柴油发动机喷射控制、电子点火控制、怠速控制(ISC)、排放控制、冷却风扇控制、二次空气喷射控制、可变进气系统及系统自诊断等控制。

(二) 底盘控制

1. 电控自动变速系统

能根据发动机节气门开度和车速等行驶条件,按照换挡特性精确地控制变速比,使汽车处于最佳挡位。汽车采用自动变速控制可以提高传动效率、降低油耗、改善换挡舒适性、提高汽车行驶平稳性以及延长变速器使用寿命等优点。

2. 制动防抱死系统(ABS)

能在各种路面上,防止汽车制动时车轮抱死。该系统可以提高制动效能,防止汽车在制动和转弯时产生侧滑,是保证行车安全和防止事故发生的重要措施。

3. 驱动防滑控制(ASR)

利用驱动轮上的转速传感器,当感受到驱动轮打滑时,通过对驱动轮的制动及降低发动机转矩的输出降低驱动轮的转速,使轮胎与地面之间的滑转率处于一个最佳值,使之不再打滑,用来防止汽车起步和加速时驱动轮打滑,保证车辆在起动和加速时具有较高的稳定性及良好的通过能力。

4. 电子控制动力转向

电子控制四轮转向系统通过控制转向力,保证汽车原地或低速行驶时转向轻便,而高速行

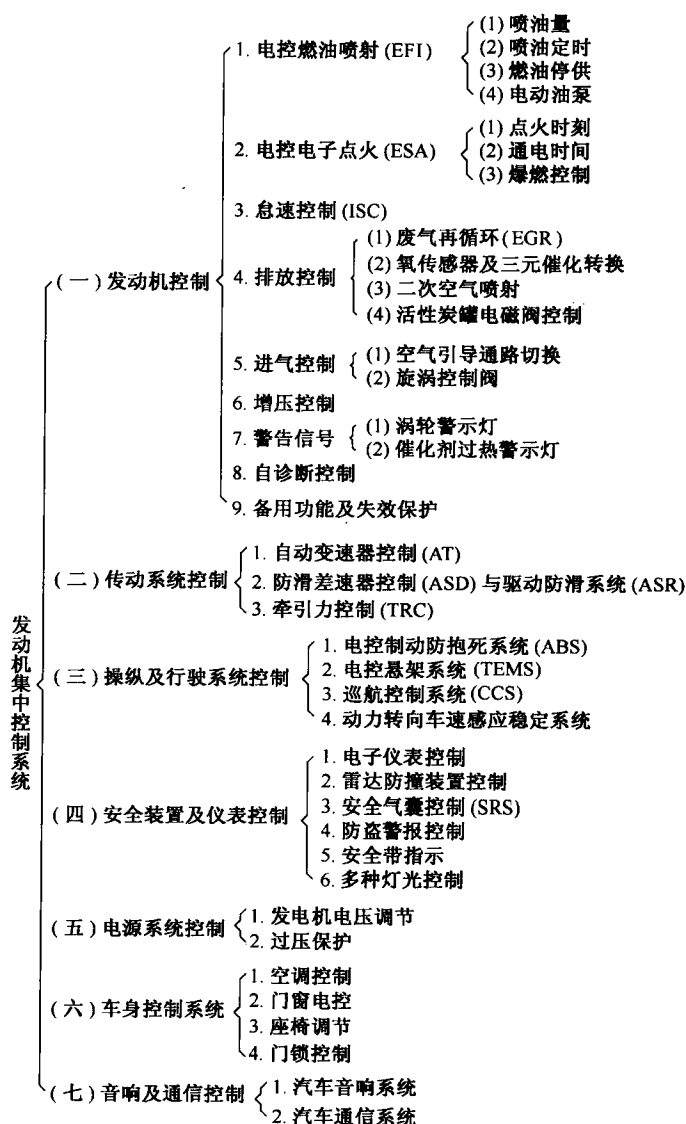


图 1-1 汽车电子控制系统构成

驶时又确保安全,可以改善高速行驶时的稳定性。

5. 电控悬架系统(TEMS)

能根据不同的路面状况,控制车辆高度,调整悬架的阻尼特性及弹性刚度,改善车辆行驶的稳定性、操纵性和乘坐舒适性。

6. 巡航控制系统(CCS)

即恒速行驶系统。汽车在高速公路上长时间行驶时,打开该系统的自动操纵开关后,恒速行驶装置将根据行驶阻力自动增减节气门开度,使汽车行驶速度保持一定,可以减轻驾驶人长

途驾驶之疲劳。

(三) 车辆安全控制

1. 安全气囊(SRS)系统

安全气囊(SRS)系统是一种被动安全装置。在车辆相撞时,由电控系统作用使气流充满在驾驶人与转向盘之间、前座乘员与仪表板间的气囊,避免乘员硬性撞击而受伤。此装置是安全带的辅助装置。

2. 雷达(角声纳)防撞系统

在汽车行驶或倒车时,雷达(角声纳)防撞系统可以利用测量超声波的发射和反射经过的时间来判断汽车与障碍物之间的距离,当两车的距离小到安全距离时,即自动报警或者停车,可有效地防止倒车事故发生。

3. 座椅安全带控制

在汽车发生任何撞击的情况下,座椅安全带可瞬间束紧安全带。

4. 多种灯光控制

可在前照灯照明范围内,随着转向盘的转动而转动,并能在会车时自动启闭和防眩;利用光照传感器可根据检测车外天气的光亮情况,自动接通或关闭尾灯和前照灯,提高车辆行驶的安全性。

5. 汽车防盗系统

当盗贼企图利用非特定(带密码)的车钥匙或遥控器来打开车门时,防盗系统将发出警报,并切断发动机起动电路,禁止发动机起动。

(四) 信息系统控制

1. 信息显示与警报系统

信息显示与警报系统可将发动机的工况和其他信息参数,通过微处理机处理后,输出对驾驶人更有用的信息,并用数字显示、线条显示或声光报警。显示信息有冷却液温度、油压、车速、发动机转速、瞬时耗油量、平均耗油量、平均车速、行驶里程、车外温度等。根据驾驶人的需要,可随时调出显示这些信息。

监视和报警的信息主要有:燃油温度、冷却液温度、油压、充电、尾灯、前照灯、排气温度、制动液量、手制动、车门未关严等。当出现不正常现象或自诊断系统测出有故障时,立即由声光报警。

2. 语言信息系统

语言信息系统包括语音报警和语音控制两类。语音报警是在汽车出现不正常情况,如冷却液温度、水位和油位不正常,制动液不足和蓄电池电压偏低等情况时,计算机经过逻辑判断,输出信息至扬声器,发出模拟人的声音向驾驶人报警,如“请停车”、“请加油”等;语音控制是用驾驶人的声音来指挥和控制汽车的某个部件、设备进行动作。

3. 车用导航系统

车用导航系统通过全球卫星定位系统(GPS)接收地球轨道卫星信号来确定显示汽车当前所处的位置及汽车到达目的地需经过的路线、方向和距离。可在城市或公路网范围内定向选择最佳行驶路线,并能在屏幕上显示地图,是汽车行驶向智能化发展的方向。

4. 车载网络及通信控制

汽车电话、汽车国际互联网,实现行驶过程中的国际间电话通信和网上冲浪。

第二节 新型汽车电源系统

现代汽车更注重车载电子系统的功能化、舒适化及智能化,除应具备富有现代感与个性化的外表外,其先进的电子设备逐渐成为人们日益关注的热点,如车载雷达导航与卫星定位系统、移动天线系统、可视电话系统、智能电脑系统、网络控制系统、车载防盗系统、电子燃油喷射系统、安全气囊、自动空调系统、高级立体声音响系统和照明系统等各种电子设备。同时,采用电磁或电动执行器已成为一种趋势,一些带电的机械装置逐步转变为带机械的电子装置。而上述所有系统无一例外都要消耗电能。自1980年以来,汽车电气系统的用电量以每年约4%的幅度增加,传统的12/14V(14V是指汽车发电机工作时的电压,蓄电池电压是12V,发动机停止时汽车电压也是12V)汽车电源系统,其最大功率只有1.5kW,难以满足需要。欧洲安全法规提出,如果电压大于60V时,由于导线和接插器的绝缘材料需大量增加,因其质量增加不足弥补其他零部件(如导线等)质量的减少,因而36/42V电压较适宜。42V是指汽车发电机工作时的电压,蓄电池电压是36V,发动机停止时汽车电压也是36V。其最大功率可提高到8kW,发电效率在整个工作转速范围内高达80%以上。

一、36/42V电源系统研究起源

1995年,美国麻省理工学院成立了“麻省理工学院及工业界研制先进汽车电动电子部件及系统集团”,该机构中包括通用、福特、宝马、奔驰、雷诺以及摩托罗拉、西门子等20家世界著名的汽车和零部件企业集团,于1998年10月中旬在美国底特律市举行会议,研究开发有关交通运输的电能问题,一致赞同研制36/42V车用电源。目前,36/42V电源系统的相关标准已经制订。自2002年起国际汽车工业界开始实行36/42V汽车电源系统新标准。欧洲汽车公司率先使用42V电源标准。

二、42V电源系统的现状

新的电源系统有两种类型,一种是单一电压的42V系统,另一种是双电压的14/42V系统。两种电源系统的目的虽然一致,但由于实现难易程度不同,又各有自己的特点,前者为最终型,后者为过渡型。

(一)14/42V双电压电气系统

该系统将汽车电器与电控装置根据耗电大小分为两组,中小功率为一组,用14V电压供电;较大功率为另一组,电器装置采用42V电压供电,这些装置平均功率400~1000W,峰值功率可高达500~5000W。提高电压值可以减少电器装置本身的体积、质量和损耗,也有利于控制装置的小型化,提高集成度。如三元催化转换加热器、冷却风机、风窗玻璃加热器、电控悬架和电磁阀驱动电器等。而传统电器及部分电器装置(如照明、信号、仪表板、电动摇窗机、中央控锁系统、发动机电子燃油喷射装置、点火控制装置等)功率不大,采用14V供电有利。因此,14/42V双电压系统能很快达到实用化,而且能够为最终实现单一的42V系统打下基础。

(二) 42V 电气系统

单一电压的 42V 电气系统具有使用效率高、控制系统较为简单、配用电池为一组同等电压的蓄电池等特点,其核心是集成式起动-交流电机系统(integrated starter/alternator 简称为 ISA)。该系统集电源起动供电和交流电机发电两大功能于一身,可以实现更强大的电力供应,以及具有良好的起步-停车特性,并因此具有更佳的燃油经济性和更低的有害气体排放。该系统还可以在低发动机转速下有效提速,并可以显著缓冲发动机的转矩脉动。该系统的独到之处还在于与之相配的车用电源系统由蓄电池组和超级电容器组成。但在现有的生产工艺和人们对价格的认可方面还未能普及。

(三) 电源系统中的关键装置

1. 起动/发电机复合装置

由于电气系统中交流发电机具有较大的输出功率,为了合理利用资源,利用交流发电机的可逆性,再配置一套半导体整流逆变功率转换器,将交流发电机和起动机合成为一个起动/发电机复合装置。起动发动机时,36V 电池通过整流逆变功率转换器向起动/发电机复合装置供电,复合装置工作在起动状态;当发动机起动后,整流-逆变功率转换器工作在整流方式,复合装置工作在发电状态,向 36V 电池充电,并向其他用电设备供电。在发电状态,可根据需要输出不同的电压。这种起动/发电机复合装置一般安装在汽车传动系统中。

2. 锂电池

锂电池能量损失小,反复充电寿命长,可超过 500 次,自放电率只有 5%/月,最大放电电流更可达 30A,使用环境温度范围为 $-25^{\circ}\text{C} \sim 75^{\circ}\text{C}$,体积比能量为 $132\text{A} \cdot \text{h/L}$,功率密度达 360W/kg (以上指标来自雷天公司生产的 TW-LP36V 锂离子电池)。锂离子动力电池为环保型电池,且原材料来源广泛。

3. DC/DC 转换器

当发电机设计为单一电压(42V)输出,并且电源系统使用 14/42V 双电压时,在高、低电源之间及高电源与低压负载之间必须加装 DC/DC 转换器,可以将供电系统分割为两个具有不同电压的供电子系统。它利用一组绝缘门双极型晶体管,使其工作在脉宽调制方式,通过调整矩形波电压的占空比来改变输出电压的平均值,从而得到理想的电压。

三、42V 电源系统的优点

1. 电源系统更为高效

常规性交流发电机只能在怠速时优化电流。42V 电气系统的起动/发电一体机将取代传统的起动机、皮带驱动式发电机和飞轮。遇交通灯时,发动机将自动关闭而不是怠速。驱动水泵的将是电动机,而不是连接发动机曲轴皮带轮的 V 带,这样可减轻发动机的负荷。

2. 能够提高电源的功率

现在汽车上的电器装置愈来愈多,如电动转向、电制动、主动悬架、自动导航系统和自娱乐系统等。由于功率与电压成正比,42V 电源技术留给汽车电器的发展空间就极为可观了,它同时也使大量高新技术在汽车上的广泛应用成为可能。

3. 燃油效率提高

由于起动/发电机具有良好的起步-停车特性和转矩增大等特点,燃油经济性能将提高10%~15%。

4. 排放降低

由于42V电气系统可使发动机的停-走更为迅速,高转速起动时产生的排放污染将大大低于较低速起动时的排放污染。

5. 降低固态电路使用成本

42V系统将使先进的固态电路的使用成本更低,联网能力加强。例如,随着电流强度减弱,半导体开关的成本有望下降,这样就可以增加更多的电子控制装置和用户想要的配置。

6. 设计更具灵活性

新的电源系统可以把发动机的机械驱动的控制系统和附件从发动机中分离出来,集成到一起,由电动机直接驱动,以进一步减少发动机的部件,降低发动机的自重并提高效率。那些簇拥在发动机周围的一些传统部件,如加热和冷却系统,将能更均匀地分布,皮带和皮带轮的数量也得以减少,从而使汽车的线条更流畅,更平衡。由于提高了电压值,相同功率下可以减少电器装置的体积、质量和损耗,也有利于控制装置的小型化,提高集成度。例如可以设计更小的点火线圈。

7. 新技术的应用会更多

有了42V系统,许多以前看似不切实际或不可能的技术也都变得可行。在42V电气系统中,线控技术、行驶平顺性控制装置、电子加热式催化器和电磁阀系统都能更有效地使用,为车辆的结构改进提供了更大的可能性。使用42V电源系统,发动机的一些附件如水泵、冷却风扇、转向助力泵、空调压缩机和气泵等可直接由新的电源系统驱动,从而减少空转消耗,提高能源利用效率。此外,上述部件还可从发动机中分离出来,减少发动机的部件数量,改进设计,提高发动机的效率。对于电动制动系统,由电源直接驱动,可省去液压或气压系统,使整车结构更加简单实用。

8. 能为发展混合动力汽车创造条件

在城市交通拥堵的状况下,怠速和低速运行大约占汽车总行驶时间的20%~30%。这不但浪费了大量的能源,而且此种工况下汽车排放的有害物是正常工况的几十倍甚至更多。采用42V电源之后,可以实现在低速时(例如20km/h以下)直接由电源驱动电动机作为汽车的动力源,完全避免怠速工况,若用于城市公交车辆上,将大大降低城市的环境污染。

四、42V电源系统将促进汽车零部件的优化

1. 对整车的影响

由于电源能提供足够的功率,本世纪汽车将采用网络技术、导航系统、车载计算机技术以及电动转向、电子制动、电子伺服制动和转向、电动水泵和燃油泵、电动座椅、电加热座椅、电加热三效催化转换器等新技术,并向智能化驾驶方向发展。

2. 对发动机的影响

即将采用的无凸轮轴电控气门配气相位电磁阀系统,将取消凸轮轴、气门挺杆、气门摇臂