



全国高职高专汽车类规划教材
国家技能型紧缺人才培养培训系列教材

汽车电气 结构与维修

杨智勇 主编

配套电子课件



化学工业出版社

全国高职高专汽车类规划教材
国家技能型紧缺人才培养培训系列教材

汽车电气结构与维修

杨智勇 主 编
张 燕 陈艳艳 陈睿炜 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书从实际出发,根据项目教学的要求,将具体内容按照任务分析、相关知识、任务实施与知识拓展的形式进行编排。本书共分10个学习项目,内容包括:汽车电气基础知识、蓄电池的结构与维修、交流发电机及调节器的结构与维修、启动系统的结构与维修、点火系统的结构与维修、照明与信号系统的结构与维修、仪表与报警系统的结构与维修、汽车辅助电气的结构与维修、汽车空调系统结构与维修、汽车电路图与分析等,以国内主流车型为例,系统地讲述了现代汽车电气设备的基本结构、工作原理及维修方法。

本书内容可作为高职高专院校相关课程的教材,也可作为汽车技术人员的培训教材和参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气结构与维修/杨智勇主编. —北京:化学工业出版社,2014.1

全国高职高专汽车类规划教材

ISBN 978-7-122-18610-2

I. ①汽… II. ①杨… III. ①汽车-电气系统-系统结构-教材②汽车-电气设备-车辆修理-教材 IV. ①U472.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第240687号

责任编辑:韩庆利 王金生

装帧设计:尹琳琳

责任校对:蒋宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张17 $\frac{3}{4}$ 字数463千字 2014年3月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:36.00元

版权所有 违者必究

全国高职高专汽车类规划教材 编审委员会

主 任：王世震

副主任：何乔义 胡 勇 宋保林 周洪如 郭振杰
上官兵 吴喜骊 张红伟 于万海 刘晓岩

委 员：(按姓名汉语拼音排序)

曹景升	陈东照	陈 瑄	程丽群	崔培雪	崔雯辉
代 洪	戴晓锋	丁继斌	董继明	高朝祥	龚文资
郭振杰	韩建国	韩卫东	何乔义	侯世亮	胡 勇
黄杰明	黄远雄	惠有利	吉文哲	贾建波	贾永枢
李 刚	李 宏	李立斌	李效春	李 彦	李永康
李远军	刘凤波	刘鸿健	刘景春	刘晓岩	刘照军
卢 华	罗富坤	骆孟波	潘天堂	蒲永峰	强卫民
任成尧	上官兵	宋保林	宋东方	宋延东	孙海波
索文义	田春霞	涂志军	王凤军	王贵槐	王国彬
王海峰	王洪章	王怀玲	王 琳	王培先	王世震
王小飞	王秀红	韦焕典	韦 倾	吴东平	吴喜骊
吴兴敏	伍 静	熊永森	徐 强	闫 永	杨传福
杨会志	姚 杰	易宏彬	于万海	于秩祥	曾庆吉
张 博	张国勇	张红伟	张 军	张俊海	张立荣
张 文	张宪辉	张忠伟	张子成	赵北辰	赵伟章
赵文龙	郑 劲	周洪如	朱成庆	朱 凯	

前 言

“汽车电气结构与维修”是高职高专院校汽车检测与维修、汽车电子等专业的一门核心专业课程。为了适应新的高职教育模式的要求，使学生能够系统地学习汽车电气的知识和技能，并确定体现“做中学”和“基于工作过程”的教学理念，我们组织高职院校教师及企业专家编写了这本《汽车电气结构与维修》教材。

为了符合高等职业教育教学的特点，符合高等职业学生的认知习惯，在编写本书的过程中，紧紧围绕汽车专业教育教学改革的要求，注重职业教育的特点，按技能型、应用型人才培养的模式进行设计构思。编写时，从高等职业教育的实际出发，结合教学和行业实际的需要，在内容上注重实训教学环节的重要性和动手能力的培养，具有针对性和实用性，强化了实践教学。为了适应汽车技术的飞速发展与不断更新，本书在编写过程中，采用大量的实物图片介绍了汽车新技术和实用技术知识，列举一些通俗易懂的维修实例，注意理论与实践的紧密结合。

本书从实际出发，根据项目教学的要求，将具体内容按照任务分析、相关知识、任务实施与知识拓展的形式进行编排。本书共分10个学习项目，内容包括：汽车电气基础知识、蓄电池的结构与维修、交流发电机及调节器的结构与维修、启动系统的结构与维修、点火系统的结构与维修、照明与信号系统的结构与维修、仪表与报警系统的结构与维修、汽车辅助电气的结构与维修、汽车空调系统结构与维修、汽车电路图，以国内主流车型为例，系统地讲述了现代汽车电气设备的基本结构、工作原理及维修方法。

本书由辽宁省交通高等专科学校杨智勇主编并统稿，枣庄科技职业学院张燕、黄河水利职业技术学院陈艳艳、信阳职业技术学院陈睿炜副主编。参加本书编写工作的还有王丽梅、康爱琴、张凤云、李培军、张磊等。在编写过程中，我们借鉴和参考了国内外大量资料，在此对相关资料的作者表示衷心的感谢。

本书内容可作为高职高专院校相关课程的教材，也可作为汽车技术人员的培训教材和参考用书。

本书配套有电子课件，可赠送给用本书作为授课教材的院校和老师，如有需要可发邮件到 hqbook@126.com 索取。

由于作者水平所限，书中难免存在不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

项目一 汽车电气基础知识	1
任务一 了解汽车电气设备	1
一、任务分析	1
二、相关知识	1
(一) 汽车电气设备的发展阶段与发展趋势	1
(二) 汽车电气的特点与组成	3
三、任务实施	4
任务二 汽车电气故障诊断基础知识	5
一、任务分析	5
二、相关知识	5
(一) 汽车电气故障诊断常用工具	5
(二) 汽车电气常见故障类型	9
(三) 汽车电气故障诊断流程与注意事项	11
(四) 汽车电气故障诊断方法	12
三、任务实施	14
(一) 使用跨接线检查电路	14
(二) 使用测试灯检查电路	14
(三) 检测线束插接器	15
思考题	16
项目二 蓄电池的结构与维修	17
任务一 蓄电池的检修	17
一、任务分析	17
二、相关知识	17
(一) 蓄电池的功用	17
(二) 蓄电池的分类	18
(三) 蓄电池的结构与型号	18
(四) 蓄电池的工作原理和工作特性	21
(五) 蓄电池的容量及影响因素	24
三、任务实施	25
(一) 蓄电池从车上的拆装	25
(二) 蓄电池的检查	26
(三) 蓄电池的使用与维护	28
四、知识与能力拓展	30
任务二 蓄电池的充电与常见故障诊断	32
一、任务分析	32
二、相关知识	32
(一) 蓄电池的充电	32
(二) 蓄电池的常见故障诊断与排除	34
三、任务实施	36
四、知识与能力拓展	37
思考题	38
项目三 交流发电机及调节器的结构与维修	39
任务一 交流发电机及调节器的检修	39
一、任务分析	39
二、相关知识	39
(一) 交流发电机及调节器的功用与分类	39
(二) 交流发电机的结构	44
(三) 交流发电机的工作原理与特性	47
(四) 电压调节器的工作原理	52
三、任务实施	54
(一) 交流发电机的拆装	54
(二) 交流发电机的检查	56
(三) 交流发电机的使用与维护	59
任务二 充电系统常见故障诊断	60
一、任务分析	60
二、相关知识	60
(一) 交流发电机控制电路	60
(二) 交流发电机整机测试	61
三、任务实施	63
(一) 充电系统电路简介	64
(二) 充电系统故障诊断与排除	64
四、知识与能力拓展	68
思考题	69
项目四 启动系统的结构与维修	70
任务一 启动系统的检修	70
一、任务分析	70
二、相关知识	70
(一) 启动系统的功用与组成	70
(二) 启动机的型号规格	70
(三) 启动系统的分类	71
(四) 启动系统的结构	72
(五) 启动机的工作原理	77
(六) 启动机的工作特性	79
三、任务实施	81
(一) 启动机的拆卸与分解	81
(二) 启动机部件的检修	82
(三) 启动机的组装与调整	85
(四) 启动机的使用与维护	85

四、知识与能力拓展	86	(四) 照明装置的控制原理	140
(一) 减速启动机	86	三、任务实施	145
(二) 永磁式启动机	89	(一) 前照灯的检修	145
任务二 启动系统常见故障诊断	89	(二) 前照灯的更换	145
一、任务分析	89	(三) 照明装置的故障诊断与排除	146
二、相关知识	89	四、知识与能力拓展	149
(一) 启动机的控制电路	89	(一) 汽车 LED 灯	149
(二) 启动机的测试	92	(二) 维修实例	150
三、任务实施	93	任务二 信号装置的结构与检修	152
四、知识与能力拓展	96	一、任务分析	152
思考题	98	二、相关知识	152
项目五 点火系统的结构与维修	99	(一) 转向信号装置	152
任务一 点火系统的检修	99	(二) 制动信号装置	158
一、任务分析	99	(三) 倒车信号装置	160
二、相关知识	99	(四) 喇叭信号装置	161
(一) 点火系统的功用与分类	99	三、任务实施	163
(二) 电子点火系统的结构与工作		四、知识与能力拓展	163
原理	100	(一) 倒车雷达系统	163
(三) 计算机控制点火系统的结构与工		(二) 维修实例	165
作原理	112	思考题	168
三、任务实施	120	项目七 仪表与报警装置的结构与	
(一) 点火系统主要部件的检测	120	维修	169
(二) 点火正时的检查与调整	122	任务一 仪表装置的结构与维修	169
(三) 点火系统的使用与维护注意		一、任务分析	169
事项	123	二、相关知识	169
四、知识与能力拓展	124	(一) 仪表装置的组成	169
任务二 点火系统常见故障诊断	126	(二) 机油压力表	170
一、任务分析	126	(三) 冷却液温度表	171
二、相关知识	126	(四) 燃油表	174
(一) 点火系统常见故障诊断	126	(五) 车速里程表	176
(二) 少数汽缸不工作的故障诊断	127	(六) 发动机转速表	177
三、任务实施	127	(七) 电流表	178
(一) 电子点火系统的故障诊断方法	127	(八) 数字式仪表	179
(二) 计算机控制点火系统故障诊断		三、任务实施	182
方法	129	(一) 仪表装置检修注意事项	182
四、知识与能力拓展	131	(二) 仪表装置常见故障与排除	183
思考题	132	四、知识与能力拓展	184
项目六 照明与信号装置的结构与		(一) 典型汽车数字式仪表功能介绍	184
维修	133	(二) 车载平视显示器 HUD 系统	186
任务一 照明装置的结构与维修	133	(三) 维修实例	189
一、任务分析	133	任务二 报警装置的结构与维修	190
二、相关知识	133	一、任务分析	190
(一) 前照灯应满足的要求与安装		二、相关知识	190
位置	133	(一) 报警装置的类型、作用及图形	
(二) 照明装置的组成与功用	133	符号	190
(三) 照明装置的结构特点	134	(二) 组合仪表报警灯的结构与工作	

原理	193	(三) 电动车窗的结构与工作原理	223
三、任务实施	196	(四) 电动天窗的结构与工作原理	227
(一) 机油压力报警灯电路的故障诊断 与排除	196	三、任务实施	228
(二) 制动报警灯电路故障诊断与 排除	197	(一) 电动后视镜故障诊断与排除	228
四、知识与能力拓展	197	(二) 电动座椅故障的检修	229
思考题	198	(三) 电动车窗常见故障诊断与排除	229
项目八 汽车辅助电气的结构与维修 ..	199	(四) 电动天窗不工作的故障诊断与 排除	230
任务一 风窗清洁装置的结构与维修	199	思考题	230
一、任务分析	199	项目九 空调系统的结构与维修	231
二、相关知识	199	一、任务分析	231
(一) 风窗刮水器的结构与工作原理 ..	199	二、相关知识	231
(二) 风窗洗涤器的结构	205	三、任务实施	240
(三) 除霜(雾)装置的结构	206	(一) 空调系统的检查与维护	240
(四) 前照灯清洗装置的结构	206	(二) 空调系统的故障诊断与排除	245
三、任务实施	207	思考题	247
(一) 刮水器与洗涤器的检修	207	项目十 汽车电路图与分析	248
(二) 刮水器和洗涤器的故障诊断	208	任务一 汽车电路图组成与特点	248
(三) 刮水器使用注意事项	209	一、任务分析	248
四、知识与能力拓展	210	二、相关知识	248
任务二 中央门锁控制系统的结构与 维修	212	(一) 汽车导线	248
一、任务分析	212	(二) 汽车线束	249
二、相关知识	212	(三) 插接器	250
(一) 中央门锁控制系统的功能	212	(四) 汽车控制开关	251
(二) 中央门锁控制系统的组成	212	(五) 汽车电路保护装置	255
(三) 典型轿车中央门锁控制系统 分析	216	(六) 汽车继电器	259
三、任务实施	218	任务二 识读汽车电路图	262
(一) 车门锁电动机的检测	218	一、任务分析	262
(二) 门锁把手开关的检测	218	二、相关知识	262
(三) 车门锁芯开关的测试	219	(一) 汽车电路图与常用电气符号	262
任务三 电动后视镜、电座椅、电动车窗与 电动天窗的结构与维修	220	(二) 汽车电气设备电路接线图的特 点	262
一、任务分析	220	(三) 汽车电路原理图的特点	262
二、相关知识	220	(四) 汽车电气设备线束图的特点	269
(一) 电动后视镜的结构与工作原理 ..	220	(五) 汽车电路图的识读要领	269
(二) 电动座椅的结构与工作原理	220	思考题	275
		参考文献	276

项目一 汽车电气基础知识

任务一 了解汽车电气设备

一、任务分析

汽车电气设备是汽车上最重要的组成部分，科技含量也最高。学习和研究汽车电气设备的作用、结构、工作原理、使用及检修方法，对于今后从事汽车检测与维修方面的工作具有十分重要的意义。

虽然汽车电气设备各个系统的结构、性能随着其他技术的发展和人们的要求是不断变化和发展的，但是，只要真正掌握汽车电气设备各个系统的作用、基本工作原理，及时掌握各种新技术在汽车电气设备中的应用动态，就一定能适应汽车发展的要求，真正应用维护好汽车电气设备。

本项任务是通过了解汽车电气设备的发展阶段与发展趋势，掌握汽车电气的组成与特点，正确认识汽车电气设备。

二、相关知识

（一）汽车电气设备的发展阶段与发展趋势

1. 汽车电气的发展概况

汽车工业经过近百年的发展，汽车电气设备成为汽车越来越重要的组成部分。其结构是否合理、性能是否优良、技术状况是否正常，对汽车的动力性、经济性、安全性、可靠性、舒适性和排放水平产生非常重要的影响。例如：

■ 为使汽车发动机获得最高的经济性，需靠点火系统能在最适当的时间点火；

■ 为使发动机可靠启动，需要装备电源系统和启动系统；

■ 为了保证汽车安全行驶，需要装备照明系统、信号系统、信息显示与警报系统、挡风玻璃刮水与洗涤系统；

■ 为了便于查找和排除汽车电气设备故障，需要装备熔丝、易熔线和故障自诊断系统；

■ 为了提高汽车的动力性，需要装备发动机燃油喷射系统、进气控制系统、增压控制系统、汽油发动机电控单元（电脑）控制点火系统和爆燃控制系统；

■ 为了提高汽车的经济性和排放性，需要装备空燃比反馈控制系统、燃油蒸气回收系统和废气再循环控制系统；

■ 为了提高乘坐汽车的舒适性，需要装备汽车空调系统、悬架调节系统和座椅控制系统；

■ 为了提高汽车行驶的安全性，需要装备防抱死制动系统、安全气囊系统、座椅安全带控制系统、雷达车距控制系统和倒车防撞警报系统等。

随着汽车技术的不断发展、汽车结构的改进与性能的不不断提高，汽车上装用的传统电气设备正面临着巨大的冲击。近年来，伴随电子工业的发展，电子技术在汽车上的应用越来越广，车用电子装置的新产品不断涌现，特别是大规模集成电路及微型处理

机的应用,大大推动了汽车工业的发展,同时亦给汽车的控制装置带来了巨大的变革。当前,电子技术在解决汽车所面临的油耗、安全、排放等问题方面正起着重要作用。如电子控制汽油喷射装置和电子点火装置的应用不仅可节油 $5\%\sim 10\%$,同时对排气净化亦十分有利;电子控制防抱死制动装置的应用不但可使汽车在泥泞路面上高速行驶,而且紧急制动时可防止侧滑,保证汽车安全制动。此外,在实现操纵自动化和提高舒适性等方面也离不开电气与电子设备的应用。可见随着汽车工业和电子工业的高速发展,汽车上所装用的电气与电子设备的数量将会与日俱增,所起的作用也将越来越重要。

在汽车发展的最初阶段,除了点火系统外,汽车上几乎没有电气设备。汽车电子技术始于20世纪50年代,其发展大致可分为四个阶段:

■第一阶段(20世纪50年代初~70年代中期):主要特征是开发分立元件和集成电路,开始应用电子装置代替传统的电气机械部件,如集成电路调节器、电子点火器等。

■第二阶段(20世纪70年代中期~80年代中期):主要特征是发展专用的独立系统,电气装置被应用在某些机械装置所无法解决的复杂控制功能方面,如电子控制汽油喷射系统、制动防抱死系统等。

■第三阶段(20世纪80年代中期~90年代中期):主要特征是电控单元开始在汽车上获得应用,并实现了对许多功能的集中控制。开发可完成各种功能的综合系统及各种车辆整体系统的电控单元控制,汽车上的电气装置不仅已能自动承担基本控制任务,而且还能处理外部和内部的各种信息,如部分传统电气设备实现电控单元控制、发动机和底盘许多机械部分实现电控单元控制。

■第四阶段(20世纪90年代中期开始):主要特征是研究发展汽车电子智能控制技术,模拟人的思维和行为对车辆进行控制,如汽车自动驾驶系统、汽车自动导航系统等。汽车电子技术在汽车上的应用如图1-1所示。

2. 汽车电子技术应用的发展趋势

人类进入21世纪,现代汽车工业已进入成熟期,世界汽车生产能力已大于需求总量的20%。其重要标志是汽车技术向机电一体化迈进,汽车电子化程度不断提高。可以说,汽车电子化引起了现代汽车工业的重大变革。今天的汽车已经逐步进入了电脑控制的年代。汽车上装用的电子装置成本将占汽车整车成本的25%以上,汽车将由单纯的机械产品向高级的机电一体化产品方向发展,成为所谓的“电子汽车”。

随着集成控制技术、计算机技术和网络技术的发展,汽车电子技术已明显向集成化、智能化和网络化三个主要方向发展。

(1) 集成化

近年来嵌入式系统、局域网控制 and 数据总线技术的成熟,使汽车电子控制系统的集成成为汽车技术发展的必然趋势。将发动机管理系统和自动变速器控制系统,集成为动力传动系统的综合控制;将制动防抱死控制系统、牵引力控制系统和驱动防滑控制系统综合在一起进行制动控制;通过中央底盘控制器,将制动、悬架、转向、动力传动等控制系统通过总线进行连接,控制器通过复杂的控制运算,对各子系统进行协调,将车辆行驶性能控制到最佳水平,形成一体化底盘控制系统。

(2) 智能化

智能化传感技术和计算机技术的发展,加快了汽车的智能化进程。汽车智能化相关的技术问题已受到汽车制造商的高度重视。其主要技术中“自动驾驶仪”的构想必将依

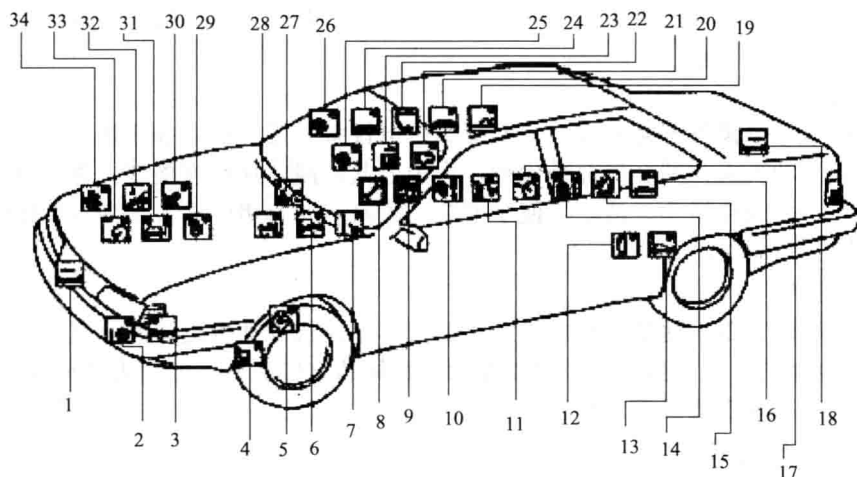


图 1-1 汽车电子技术在汽车上的应用

- 1, 18—雷达车距检测；2—前照灯控制与自动清洗；3—气体放电车灯；
 4—轮胎气压检测；5—制动防抱死与防滑转控制；6—底盘故障诊断；
 7—刮水器与洗涤器控制；8—维修周期提示；9—液面与磨损检测；
 10—安全气囊与安全控制；11—车辆防盗控制；12—前/后轮转向控制；
 13—电子控制悬架；14—自动空调；15—电动座椅调节；16—中控门锁；
 17—巡航控制；19—线束控制；20—信息显示；21—交通控制与通讯；
 22—车载电话；23—车载电控单元；24—音响系统；25—声控系统；
 26—声音复制；27—控制器区域网络；28—加速踏板控制；
 29—电控单元点火控制；30—自动变速控制；31—发动机电控
 系统故障诊断；32—空燃比反馈控制；33—怠速控制；
 34—发动机电控燃油喷射系统控制

赖于电子技术实现。智能交通系统（ITS）的开发将与电子、卫星定位等多个交叉学科相结合，它能根据驾驶人提供的目标资料，向驾驶人提供距离最短而且能绕开车辆密度相对集中处的最佳行驶路线。它装有电子地图，可以显示出前方道路、并采用卫星导航。从全球定位卫星获取沿途天气、车流量、交通事故、交通堵塞等各种情况，自动筛选出最佳行车路线。

（3）网络化

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。以分布式控制系统为基础构造汽车车载电子网络系统是十分必要的。大量数据的快速交换、高可靠性及低成本是对汽车电子网络系统的要求。在该系统中，各子处理机独立运行，控制改善汽车某一方面的性能，同时在其它处理机需要时提供数据服务。主处理机收集整理各子处理机的数据，并生成车况显示。

（二）汽车电气的特点与组成

1. 汽车电气的特点

（1）低压

汽车用电设备的额定电压有 12V、24V 两种。汽油车多采用 12V 电源电压，而大型柴油车多采用 24V 电源电压。

(2) 直流

主要从蓄电池的充电来考虑的。因为蓄电池充电时必须用直流电，所以汽车电源必须是直流电。

(3) 单线制

汽车上所有用电设备都是并联的，电源到用电设备只用一根导线连接，而另一根导线则用汽车车体或发动机机体的金属部分代替，作为公共回路，这种连接方式称为单线制。单线制可节省导线，使线路简化、清晰，便于安装与检修，并且用电设备无需与车体绝缘，因此现代汽车广泛采用单线制。

(4) 负极搭铁

采用单线制时，蓄电池的一个电极须接到汽车车体或发动机机体的金属部分，俗称“搭铁”。若将蓄电池的负极接到汽车车体或发动机机体的金属部分，便称为“负极搭铁”。目前各国生产的汽车基本上都采用“负极搭铁”。

2. 汽车电气的组成

汽车电气系统的功能是保证车辆在行驶过程中的可靠性、安全性和舒适性。汽车电气系统可分为以下几部分：

(1) 电源系统

包括蓄电池、交流发电机及其调节器。

(2) 启动系统

包括启动机、启动继电器等。

(3) 点火系统

包括点火开关、点火线圈、分电气（有的车型已取消分电气）、电控单元（ECU）、信号发生器、点火控制器、火花塞、高压导线等。

(4) 照明系统

包括前照灯、雾灯、牌照灯、顶灯、阅读灯、仪表板照明灯、行李箱灯、门灯、发动机舱照明灯等。

(5) 仪表系统

包括车速里程表、燃油表、水温表、发动机转速表等。

(6) 信号系统

包括音响信号和灯光信号装置，制动信号灯、转向信号灯、倒车信号灯以及各种报警指示灯等。

(7) 空调系统

包括暖风、制冷与除湿装置等。

(8) 其他辅助用电设备

包括电动玻璃升降器、中央控制门锁、电动后视镜、风窗刮水器、洗涤器、电喇叭、点烟器及电动天窗、巡航控制系统、安全气囊、电动座椅等。

三、任务实施



认识汽车电气设备在车上的安装位置

汽车电气设备的安装位置基本上可参照图 1-2 所示。其中，电源系统、启动系统、点火系统、空调系统的大部分部件都安装在发动机舱内，仪表系统安装在驾驶室内，照明系统、信号系统安装在车身的前后部位，电动玻璃升降器、中央控制门锁、电动后视镜、风窗刮水器、电动天窗等安装在车身上。

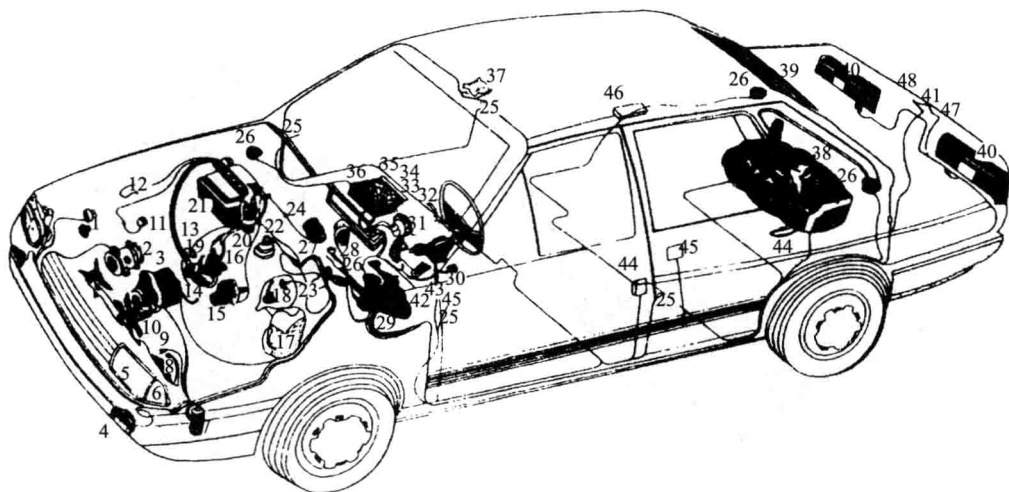


图 1-2 汽车电气设备安装位置图

- 1—双音喇叭；2—空调压缩机；3—交流发电机；4—雾灯；5—前照灯；6—转向指示灯；7—空调储液干燥器；
8—中间继电器；9—电动风扇双速热敏开关；10—风扇电动机；11—进气电预热器；12—怠速控制电磁阀；
13—热敏开关；14—机油油压开关；15—启动机；16—火花塞；17—风窗清洗液电动泵；18—冷却液液面传感器；
19—分电气；20—点火线圈；21—蓄电池；22—制动液液面传感器；23—倒车灯开关；24—空调、暖风用鼓风机；
25—车门接触开关；26—扬声器；27—点火控制器；28—风窗刮水器电动机；29—中央接线盒；
30—前照灯变光开关；31—组合开关；32—空调及风量旋钮；33—雾灯开关；34—后窗电加热器开关；
35—危急报警灯开关；36—收放机；37—顶灯；38—油箱油面传感器；39—后窗电加热器；40—组合后灯；
41—牌照灯；42—电动天线；43—电动后视镜；44—中央控制门锁；45—电动摇窗机；46—电动天窗开关；
47—后盖集锁锁；48—行李箱灯

任务二 汽车电气故障诊断基础知识

一、任务分析

了解汽车电气系统常见故障基本类型与特点，学习汽车电路故障诊断常用工具（跨接线、测试灯、万用表、汽车专用示波器、点火正时灯）的正确使用方法，掌握汽车电气故障诊断流程与注意事项，熟悉汽车电气故障诊断方法。

二、相关知识

（一）汽车电气故障诊断常用工具

1. 万用表

万用表是检测电子电路时最常用的仪表之一，它以携带及使用方便、可测参数多等显著特点而深受汽车修理人员的青睐。万用表可用来测量交流与直流电压、电流和导体电阻等。汽车修理中常用万用表来测量电阻、电压、电压降等，以判断电路的通断和电气设备的技术情况。万用表可分为模拟式（指针式）万用表和数字式万用表两种类型，如图 1-3 所示。

（1）电阻测量的方法

将开关转到电阻挡的适当位置，校零后即可测量电阻。汽车上很多电气设备的技术状态都可用检查电阻的方法来判断，如检查断路、短路、搭铁故障。

注意：测量电阻时绝不能带电操作，否则易烧坏万用表。



(a) 指针式万用表



(b) 数字式万用表

图 1-3 万用表

(2) 直流电压测量的方法

将开关转到直流电压挡的适当位置（选择量程）。注意表针的“+”、“-”极应各和电路两端的正负一致，用测电压的方法可以检查电路上某点是否存在电源电压，以及电路通过电气部件电压降的大小。

万用表检测汽车电气的注意事项如下：

① 在检测之前，应先检查汽车电气中熔丝、线束连接器（插头）是否良好。可参照具体车型维修手册说明的安装位置，进行检查各熔丝的工作状态。

② 蓄电池应保持充足的电量，电源线应接触良好，因为当电源电压小于 11V 时，会使检测结果增大甚至测试错误。

③ 万用表的输入阻抗应大于 $10\text{M}\Omega$ 。若使用低阻抗的万用表，轻者会使测试数据不准确，严重时还会使汽车电气中的集成电路元件、传感器等损坏，因此使用前应认真阅读汽车万用表的使用说明书，对输入阻抗的数值进行核对。

④ 测量电控单元（ECU）各个端子的电压时，各连接器（插头）与各个执行器、传感器之间应保持连接状态，只有这样才能检测出准确的数据。

⑤ 测量电控单元（ECU）各个端子的电阻时，不允许用普通万用表的电阻挡测量，特别是要注意不要将较高电压引入电控单元（ECU）内部，以免损坏电控单元（ECU）的内部元件。

2. 跨接线

跨接线就是一段专用导线，不同形式的跨接线主要是其长短和两端接头不同，如图 1-4 所示。跨接线两端的接头一般是不同形式的插头或鳄鱼夹，以适应不同位置的跨接。

跨接线主要用于电路故障诊断。当某个电气元件不工作时可用跨接线将被检元件的搭铁端子直接搭铁，若电气元件工作恢复正常，则说明该元件搭铁电路有故障。同理，若用跨接线将蓄电池正极跨接到被检元件电源端子上时，电气元件工作恢复正常，则说明该电源电路

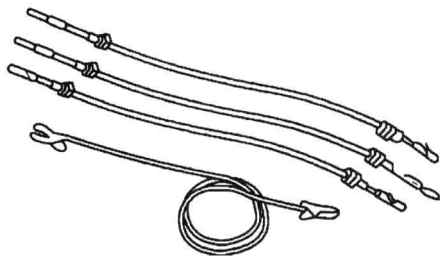


图 1-4 跨接线图

有故障。

使用跨接线应注意以下两点：

① 用跨接线将蓄电池正极跨接到被检测电气元件的电源端子上时，必须弄清被检元件规定电源电压值。若将 12V 电源直接加在电气元件上，可能导致电气元件损坏。

② 不要用跨接线将被检元件电源端子直接搭铁，以免导致电源短路。

3. 测试灯（测电笔）

测试灯实际就是带导线的电笔，主要是用来检查电气元件电路的通、断。测试灯带有显示电路通、断的指示灯，对电路进行检测时，根据指示灯的亮度还可判断被测电路的电压高低。测试灯分为不带电源测试灯（12V 测试灯）和自带电源测试灯两种类型。

（1）不带电源测试灯（12V 测试灯）

如图 1-5 所示，不带电源测试灯以汽车电源作为电源，由 12V 测试灯、导线和各种不同的端头组成，主要用来检查系统内电源电路是否给电气各部件供电，举例如下：

① 将 12V 测试灯一端搭铁，另一端接电气部件电源插头。如灯亮，说明该电气部件电路无故障。

② 如果灯不亮，再将 12V 测试灯接电源的一端去接电源方向的第二个接点。如果灯亮，说明故障在第一接点和第二接点之间，电路出现断路故障。

③ 如果灯仍不亮，则去接第三个接点、第四个接点……越来越接近电源，直至灯亮为止，且断路发生在最后被测接点与前一个被测接点之间。



图 1-5 不带电源测试灯（12V 测试灯）

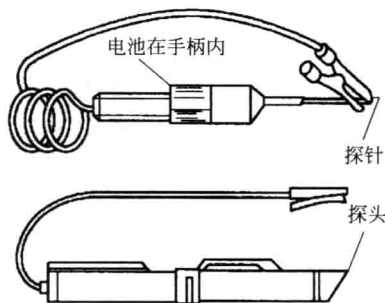


图 1-6 自带电源测试灯

（2）自带电源测试灯

如图 1-6 所示，自带电源测试灯以其手柄内装有的两节干电池作为电源，其余同于 12V 测试灯，也是用于检查线路断路与短路故障。

① 检查断路。断开电气的电源电路，将自带电源测试灯的一端连接在电路首端，将另一端一个一个地分别连接其他各接点。如果灯亮，说明测点与电路首端导通；如果灯不亮，则断路发生在测点与前一接点之间。

② 检查短路。断开电气的电源电路，将自带电源测试灯一端搭铁，将另一端连接电气部件电路。如果灯亮，表示有短路故障。可一步一步地采取将电路接点脱开、开关打开或拆除部件等办法，直至使电源测试灯熄灭，则短路出现在最后开路与前一开路部件之间。

需要指出的是，如无特殊说明，不可用 12V 测试灯和自带电源测试灯检测电子控制单元（ECU）系统。

4. 汽车专用示波器

汽车专用示波器主要用来显示汽车电气控制系统中输入、输出信号的电压波形，以供维

修人员根据波形分析判断汽车电气的故障。示波器比一般电子设备的显示速度快，是唯一能显示瞬时波形的检测仪器，是汽车电气尤其是点火系统故障诊断中的重要设备。汽车专用示波器如图 1-7 所示。



图 1-7 汽车专用示波器

(1) 汽车专用示波器类型

汽车专用示波器可分为模拟式示波器和数字式示波器，模拟式示波器显示速度快，但显示波形不稳定（抖动），且没有记忆功能，给对故障波形的分析判断带来困难。数字式示波器由微处理器控制，由于将模拟信号转换成数字信号需要一定的时间，所以显示速度较模拟式示波器慢，但数字式示波器显示波形稳定，且具有记忆功能，可在测试结束后使故障波形重现，便于对故障波形进行进一步的分析判断。

模拟式示波器一般采用开关、按键和旋钮等来实现对波形垂直幅度、水平幅度、垂直位置、水平位置和亮度等的调整。数字式示波器多采用菜单式操作，只需在各级菜单上选择测试项目，无需任何设定和调整，可以直接观测波形，使用起来非常方便。

① 四通道示波器（模拟式示波器）。四通道示波器可测试各种传感器、执行元件、电路和点火系统等电压波形。四通道示波器连接方法如图 1-8 所示。

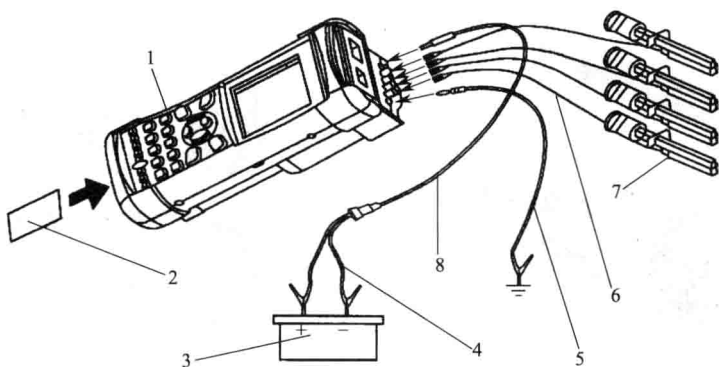


图 1-8 四通道示波器连接方法

1—主机；2—发动机分析测试卡；3—蓄电池；4—蓄电池电缆；5—搭铁电缆；
6—示波器电缆；7—连接传感器；8—点火器电缆

② 数字式示波器。数字式示波器除了可测试各种传感器、执行元件、电路和点火系统等电压波形外，还具有汽车万用表功能，可对测试内容进行记录、回放，能提供在线帮助，包括提供系统工作原理、测试连接方法、接线颜色等。其连接方法如图 1-9 所示，可测试电压、电阻、闭合角、喷油脉冲、喷油时间、点火电压等。有的示波器内部还存有汽车数据库和标准波形，使判断故障更为方便。

(2) 使用汽车示波器的注意事项

① 测试点火高压线时，必须使用专用的电容探头，不能将示波器探头直接接入点火次级电路。

② 使用汽车示波器时，注意远离热源，如排气歧管、催化器等，温度过高会损坏仪器。

③ 汽车示波器在测试时要注意测试线尽量离开风扇叶片、传动带等转动部件。

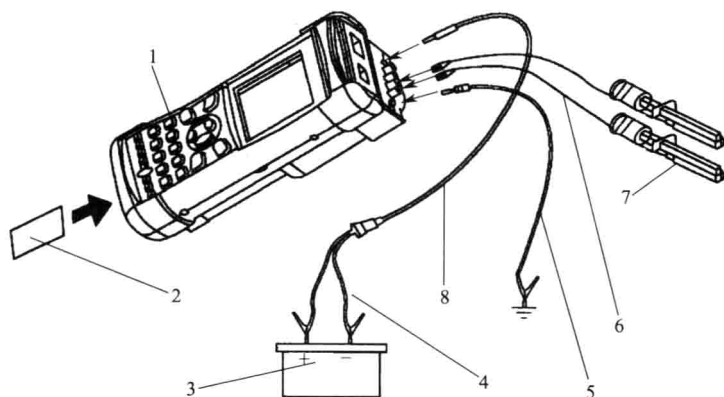


图 1-9 数字式示波器的汽车万用表连接方法

1—主机；2—发动机分析测试卡；3—蓄电池；4—蓄电池电缆；5—搭铁电缆；
6—示波器电缆；7—连接被测对象；8—点火器电缆

④ 路试中，不要将汽车示波器放在仪表台上方，最好是拿在手中测试。

5. 点火正时灯（正时枪）

点火正时灯实物如图 1-10 所示，它既可以制成单一功能便携式，又可以和其他仪表组合成多功能综合式。其指示装置既可以是表头式、数码管式，也可以是显示屏式，带有打印功能的还可以打印输出。指示装置还应有显示瞬时转速的功能，以便在规定转速下测得点火提前角。

有的点火正时灯不仅能用闪光法测出发动机的点火提前角，而且能够测出发动机的转速、触点闭合角以及电压、电阻等参数。

（二）汽车电气常见故障类型

汽车电气系统的故障总体上可分为两种类型：一种是电气设备的故障；另一种是控制电路的故障。

1. 电气设备的故障

电气设备故障是指电气设备自身丧失其原有机能，包括电气设备的机械损坏、烧毁、电子元件的击穿、老化、性能减退等。在实际使用和维修中，常常因电路故障而造成电气设备故障。电气设备故障一般是可修复的，但一些不可拆的电子设备出现故障后只能更换。

2. 控制电路的故障

电路故障包括断路、短路、接线松脱、接触不良或绝缘不良等。这一类故障有时容易出现一些假象，给故障诊断带来困难。例如，某搭铁线与车身出现接触不良，就有可能造成电气设备开关失控，电气设备工作出现混乱。这是因为有的搭铁线多为几个电气设备共用，一旦该搭铁线出现接触不良，它就把多个电气设备的工作电路联系在一起，就有可能通过其他电路找到搭铁途径，造成一个或多个电气设备工作异常。

（1）短路故障

① 搭铁短路故障。搭铁短路是指电路未经过负载提前搭铁的一种故障现象。汽车电路中大部分搭铁短路故障是由于导线或电路元件的绝缘层破裂，并且搭铁造成的。如图 1-11 所示。图 1-11(a) 所示为开关和用电设备之间的导线绝缘层破损导致搭铁短路，电流没有通过用电设备而直接返回搭铁端，会导致用电设备不工作，电路中的电流升高，熔丝或其他电



图 1-10 点火正时灯