“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定·修订版

（第3版）

汽车电气

◆ 主编　胡光辉　仇雅莉

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

高等职业教育工学结合系列教材·汽车类

汽 车 电 气

（第3版）

主　编　胡光辉　仇雅莉
副主编　胡欣怡　高晓伟
参　编　陈思远　彭　波

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

内 容 简 介

本书根据职业院校汽车电气设备构造与维修课程的教学要求，采用理论与实践相结合的方式，介绍了汽车电气设备的相关专业知识和操作技能。

全书共分为九个模块，内容包括绪论、汽车蓄电池、充电系统、起动系统、点火系统、照明/信号系统、仪表/报警系统、辅助电气系统、空调系统。每个模块包含多个课题，针对每个课题设置了实训操作内容，以促进学生操作水平和职业素质的提升。每个模块的后面设置有思考与练习，以帮助学生巩固理论知识。

本书适合高等院校、高职院校汽车运用与维修技术、汽车电子技术、汽车制造与装配技术等相关专业使用，也可以作为成人高等教育相关课程的教材使用，还可供汽车修理工、驾驶员、汽车行业工程技术人员阅读参考。

版权专有　侵权必究

图书在版编目（CIP）数据

汽车电气 / 胡光辉, 仇雅莉主编. --3 版. --北京：北京理工大学出版社，2021.8（2021.9 重印 ）
ISBN 978-7-5682-9500-0

Ⅰ. ①汽…　Ⅱ. ①胡…　②仇…　Ⅲ. ①汽车-电气设备-高等职业教育-教材　Ⅳ. ①U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2021）第 158007 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）68944723（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 / 涿州市新华印刷有限公司
开　　本 / 787 毫米×1092 毫米　1/16
印　　张 / 20.5
字　　数 / 481 千字
版　　次 / 2021 年 8 月第 3 版　2021 年 9 月第 2 次印刷
定　　价 / 59.00 元

责任编辑 / 陈莉华
文案编辑 / 陈莉华
责任校对 / 周瑞红
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

Qianyan

《汽车电气》第 2 版出版以来，得到了许多学校、汽车维修人员和汽车爱好者的充分肯定。汽车专业类教材要以汽车维修行业人才需求为基本依据，以职业岗位的实际工作任务为教学内容，通过综合和具体的职业技术实践活动，帮助学生积累实际工作经验，突出职业教育的特色，全面提高学生的职业道德、职业能力和综合素质。

本书在前一版的基础上重新进行了编排，注重以就业为导向，以培养学生的技术技能为本位，体现了职业教育特色。通过引入大量的实车电路，使学习者对汽车电气各系统有全面的了解，以满足汽车运用领域技术技能型人才培养的需要。

全书共分为九个模块，内容包括绪论、汽车蓄电池、充电系统、起动系统、点火系统、照明/信号系统、仪表/报警系统、辅助电气系统、空调系统。每个模块包含多个课题，针对每个课题设置了实训操作内容，以促进学生操作水平和职业素质的提升。每个模块的后面设置有思考与练习，以帮助学生巩固理论知识。

本书的特色可以概括为：

① 全书在每一课题中，通过引入不同车型各个系统电路图，分析电路工作原理，结合相关的专业知识解决汽车电气故障检修中存在的问题，便于掌握和理解。

② 在讲解分析各主要电气系统电路特点与常见故障诊断的基础上，有针对性地介绍德国大众、日本丰田、美国通用、法国雪铁龙、韩国现代等典型车系的电路分析方法。

③ 注重理论与实践的紧密结合，力求内容广泛，保持汽车电路分析知识的完整性。

本书适合高等院校、高职院校汽车运用与维修技术、汽车电子技术、汽车制造与装配技术等相关专业使用，也可以作为成人高等教育的相关课程的教材使用，还可供汽车修理工、驾驶员、汽车行业工程技术人员阅读参考。

本书由湖南交通职业技术学院胡光辉、仇雅莉担任主编（编写模块一、六、七和工作任务单），参加本书编写的人员还有湖南开放大学网络工程职业学院胡欣怡（编写模块二、三）、湖南交通职业技术学院彭波（编写模块四）、北京嘀嘀无限科技发展有限公司高晓伟（编写模块九）、长沙师范学院陈思远（编写模块五、八）。

本书在编写过程中参阅了许多国内外公开出版与发表的文献，在此表示感谢。限于编者经历及水平，内容难以覆盖全国各地的实际情况，也难免有不妥和错误之处，恳请读者提出宝贵意见。

编　者

Contents

目 录

模块一 绪论 …… 1

课题一 汽车电气设备概述 …… 1
课题二 汽车电气维修基础 …… 6
课题三 汽车电路图的识读 …… 15
思考与练习 …… 31

模块二 汽车蓄电池 …… 33

课题一 蓄电池的结构 …… 33
课题二 蓄电池的工作原理 …… 38
课题三 蓄电池的充电 …… 42
课题四 蓄电池的维修 …… 47
思考与练习 …… 49

模块三 充电系统 …… 52

课题一 交流发电机的结构及类型 …… 52
课题二 交流发电机的工作原理 …… 57
课题三 交流发电机的维修 …… 61
课题四 电压调节器的结构及工作原理 …… 62
课题五 电源系统电路 …… 69
思考与练习 …… 77

模块四 起动系统 …… 80

课题一 起动系统的功用及类型 …… 80
课题二 起动机的结构、工作原理 …… 83
课题三 起动机的使用与调整 …… 95
课题四 起动系统电路 …… 96
思考与练习 …… 101

模块五 点火系统 …… 104

课题一 概述 …… 104

目 录

Contents

课题二　电子点火系统 …… 108
课题三　微机控制点火系统 …… 124
思考与练习 …… 138

模块六　照明/信号系统 …… 144

课题一　照明系统 …… 144
课题二　信号系统 …… 157
思考与练习 …… 168

模块七　仪表/报警系统 …… 171

课题一　仪表系统 …… 171
课题二　报警系统 …… 181
思考与练习 …… 187

模块八　辅助电气系统 …… 189

课题一　电动风扇 …… 189
课题二　风窗清洁装置 …… 192
课题三　电动车窗 …… 200
课题四　电动后视镜 …… 203
课题五　电动座椅 …… 206
课题六　电动中央门锁 …… 208
思考与练习 …… 213

模块九　空调系统 …… 216

课题一　空调系统的构成 …… 216
课题二　空调系统的工作原理 …… 220
课题三　空调系统的控制电路 …… 240
课题四　空调系统的维护 …… 250
课题五　空调故障诊断 …… 256
思考与练习 …… 260

工作任务单 …… 265

模块一　绪　　论

学习目标：

了解汽车电子技术的发展现状。
知道汽车电气设备的组成、特点。
掌握汽车电路检测仪表、仪器的使用方法。
知道国内主流车型电路图。
学会根据电路图查找电器元件。

课题一　汽车电气设备概述

一、汽车电气的发展

1. 汽车电气的发展概况

经过近百年的发展，汽车电气系统成为汽车越来越重要的组成部分。其结构是否合理、性能是否优化、技术状况是否正常，对汽车的动力性、经济性、安全性、可靠性、舒适性和排放水平有着非常重要的影响。例如，为使汽车发动机获得最高的经济性，需要点火系统在最适当的时间点火；为使发动机可靠起动，需要装备电源系统和起动系统；为了保证汽车安全行驶，需要装备照明系统、信号系统、信息显示与报警系统、挡风玻璃刮水与洗涤系统；为了便于查找和排除汽车电器故障，需要装备熔断器、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。

随着汽车结构的改进与性能的不断提高，汽车上装备的传统电气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，同时也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%～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器与电子设备的应用。可见，随着汽车工业和电子工业的高速发展，汽车上所装用的电器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系统。汽车电子技术始于 20 世纪 50 年代，其发展大致可分为以下 4 个阶段。

1）第一阶段（20 世纪 50 年代初—70 年代初）：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。

2）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。

3）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。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等。

4）第四阶段（20 世纪 90 年代中期开始至今）：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。汽车采用电子控制系统的概况如图 1－1 所示。

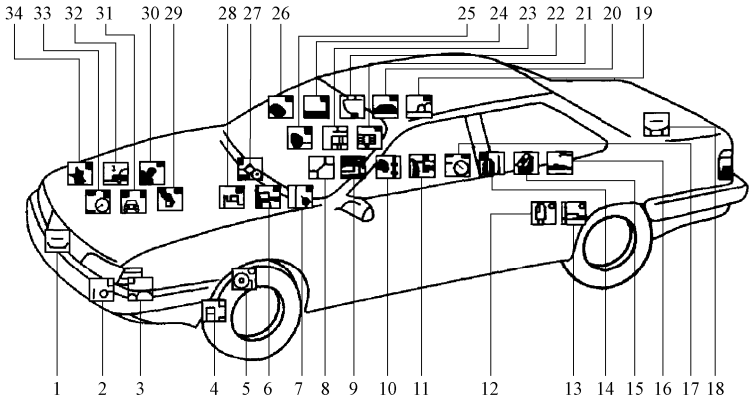

图 1－1　电子技术在汽车上的应用

1，18—雷达车距检测；2—LED 车灯；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—交通控制与通信；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—电控点火系统；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

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，汽车电子化引发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时代。专家预测未来 3～5 年内，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 3 个主要方向发展。

（1）集成化

近年来嵌入式系统、局域网控制和数据总线技术的成熟，使汽车电子控制系统的集成化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控制系统，集成为动力传动系统实现综合控制；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

传感技术和计算机技术的发展，加快了汽车的智能化进程。与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”的构想必将依赖于电子技术实现。智能交通系统（ITS）的开发将与电子技术、卫星定位等多个交叉学科相结合，它能根据驾驶员提供的目标资料，向驾驶员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，实现汽车某一方面的功能，同时在其他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、汽车电气设备的组成

现代汽车的电气设备种类和数量都很多，但总的来说，可以大致分为三大部分，即电源、用电设备和全车电路及配电装置。

1. 电源

汽车电源有 2 个：蓄电池、交流发电机及调节器。发动机不工作时由蓄电池供电，发动机达到某一转速后，由发电机供电。在发电机向用电设备供电的同时，也给蓄电池充电。调节器的作用是在交流发电机工作时，保持其输出电压的稳定。

2. 用电设备

用电设备主要由以下几个系统组成。

（1）起动系统

起动系统主要包括起动机及其控制电路，用来起动发动机。

（2）点火系统

点火系统用来产生电火花，点燃汽油机气缸中的可燃混合气。目前汽车上采用的点火系统有传统点火系统、电子点火系统和微机控制点火系统之分。

传统点火系统包括蓄电池、点火开关、点火线圈和附加电阻、分电器（断电器、配电器、电容器、点火提前调节装置）、火花塞、高压导线等。

电子点火系统包括蓄电池、点火开关、点火线圈、信号发生器、点火控制器、点火器、火花塞、高压导线等。

微机控制点火系统包括蓄电池、点火开关、传感器（包括曲轴位置、凸轮轴位置等）、发动机控制电脑、执行器（包括点火线圈、点火控制器、火花塞等）。

（3）照明系统

照明系统包括车外和车内的照明灯具，提供车辆夜间安全行驶必要的照明。

（4）信号装置

信号装置包括音响信号和灯光信号两类，提供安全行车所必需的信号。

（5）仪表及报警装置

用来监测发动机及汽车的工作情况，使驾驶员能够通过仪表及报警装置，及时发现发动机及汽车运行的各种参数及异常情况，确保汽车正常运行。它主要包括车速里程表、发动机转速表、水温表、燃油表、电压（电流）表、机油压力表、气压表及各种报警灯等。

（6）辅助电器

辅助电器包括散热器风扇、风窗清洁装置（刮水器、洗涤器、除霜装置）、空调、低温起动预热装置、汽车音响、电动车窗、电动后视镜、中央门锁、电动座椅、防盗装置等。辅助电气设备有日益增多的趋势，主要向舒适、娱乐、保障安全等方面发展。车辆的豪华程度越高，辅助电气设备就越多。

（7）汽车电子控制系统

汽车电子控制系统主要指利用微机控制的各个系统，包括电控燃油喷射系统、电控点火系统、电控自动变速器、制动防抱死装置、电控悬架系统、安全气囊等。电控系统的采用可以使汽车上的各个系统均处于最佳工作状态，达到提高汽车动力性、经济性、安全性、舒适性，降低汽车排放污染的目的。

3. 全车电路及配电装置

全车电路及配电装置包括中央接线盒、保险装置、继电器、电线束及插接件、电路开关等，使全车电路构成一个统一的整体。

由于现代汽车所采用的电控系统越来越多，所占的比重越来越大，且汽车电控装置往往都自成系统，将电子控制与机械装置相结合，形成了较为典型的机电一体化系统，因此本教材除了涉及传统电气设备中的电子控制装置外，仅对诸如电控燃油喷射、电子控制自动变速器、制动防抱死等系统进行简单介绍。

综上所述，电气设备的组成如图 1–2 所示。

三、汽车电气设备的特点

1. 低压电源

汽车电气设备系统的额定电压有12 V 和 24 V 两种。目前汽油发动机普遍采用 12 V，而柴油发动机则多采用 24 V。随着汽车用电设备功率的增加，电压有向42 V 发展的趋势。

2. 直流电源

汽车上的电源之一是蓄电池，系直流电源，汽车起动系统采用的是直流串励式电动机，必须由蓄电池供电，且蓄电池放电后必须用直流电对其进行充电。同时直流电易于储存，所以汽车上采用直流电。

3. 单线制

用电设备与电源相连需要用两根导线才能形成回路，一根为火线，另一根为零线。汽车上所有用电设备都是并联的，从理论上讲需要有一根共用的火线和一根共用的零线。汽车的底盘和发动机都是金属制造的，具有良好的导电性，可以将其作为共用零线使用。电源到用电设备就只需用一根导线连接，称为单线制。

由于单线制导线用量少，且线路清晰，安装方便，因此广为现代汽车所采用。

4. 负极搭铁

采用单线制时，蓄电池一个电极须接至车架上，俗称“搭铁”。若蓄电池的负极接车架就称为“负极搭铁”，反之则称为“正极搭铁”。负极搭铁可以减轻对车架的电化学腐蚀，减小无线电干扰。由于单线制节省导线、线路清晰、安装和检修方便，且电器也不需与车体绝缘，因此现代汽车均采用单线制。但在个别情况下，对于某些电气设备为了保证其工作的可靠性，有时也需采用双线制。此外，某些不能靠车体形成可靠回路的地方，也采用双线制。根据我国 QT/T 413—2002《汽车

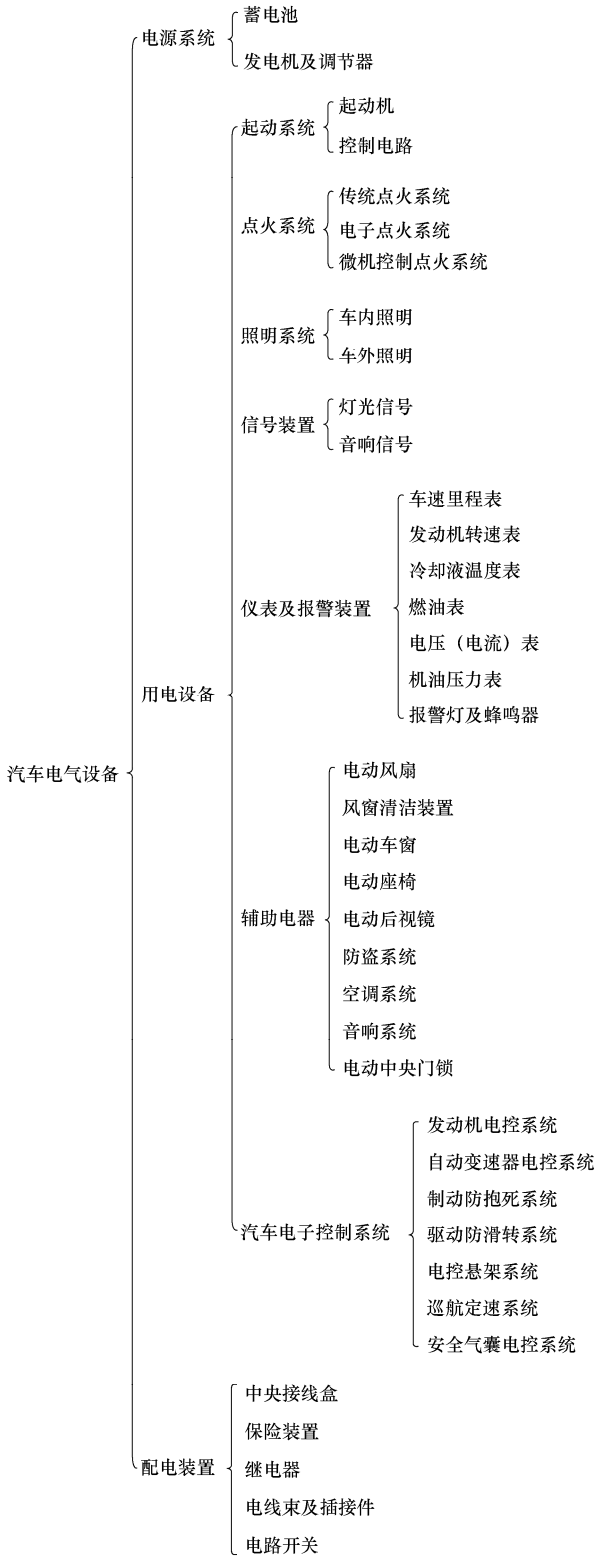

图 1–2　汽车电气设备的组成

电气设备基本技术条件》的规定，汽车电系做成单线制时，应使其负极搭铁。

四、课程的性质、任务和学习方法

1. 课程的性质、任务

“汽车电气”是汽车类专业的一门重要的专业课，同时也是学好汽车专业其他相关专业课程的基础。其主要任务是讲解汽车用各种电气设备的构造、基本工作原理、使用与检修、故障判断与排除等方面的内容。通过本课程的学习，应能够读懂汽车电路图，学会用电路图分析汽车电路的基本工作情况；能根据具体电路进行故障判断和排除；对常用的电气设备能够独立地完成拆装和检修；能正确使用汽车电气设备维修中常用的工具、设备、仪器、仪表。

只有在掌握了上述的基本知识和技能之后，才能比较顺利地完成汽车的各个电控系统内容的学习，因此在学习过程中要予以充分的重视。

2. 课程的学习方法

在课程的学习中应本着理论与实践并重的原则，要加强实践环节，尽可能多地参加动手操作，在实际操作中还要加强操作技能的训练，掌握正确的操作方法。

对于结构复杂及实践性较强的内容，要充分利用实物，采取边学习、边实践的学习方式，加强对所学内容的理解。

对于理论部分的教学内容，应加强预习和复习，以提高学习效果。

课题二　汽车电气维修基础

一、汽车电气维修常用检测工具

1. 跨接线

简单的跨接线就是一段多股导线，它的两端分别接有鳄鱼夹或不同形式的插头，它具有多种样式。工具箱内必须有多种形式的跨接线，以用作特定位置的测量，如图 1–3 所示。

跨接线虽然比较简单，却是非常实用的工具，它的作用只是起一个旁通电路的作用。如某一电气部件不工作，首先将跨接线连接在被试部件“–”端子与车身搭铁之间，此时部件工作说明部件搭铁线路断路；如搭铁电路很好，就将跨接线连接在蓄电池“+”极与被试部件的电源端子之间，此时部件工作，说明部件电源电路有故障（断路或短路），如部件仍不工作，说明部件有故障。

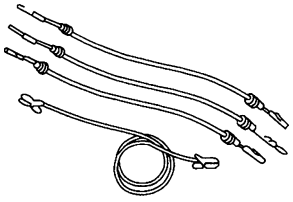

图 1–3　多种样式跨接线

使用注意事项：

1）用跨接线将电源电压加至试验部件之前，必须先确认被试部件的电源电压是否应为 12 V。如果有的喷油器电源电压为 4 V，

若加上 12 V 电压就可能使喷油器损坏。

2）跨接线不可错误连接在试验部件“+”端子与搭铁之间。

2. 测试灯

测试灯由 12 V 试灯、导线、各种型号端头组成，如图 1–4 所示。它主要是用来检查系统电源电路是否能给电气部件提供电源。

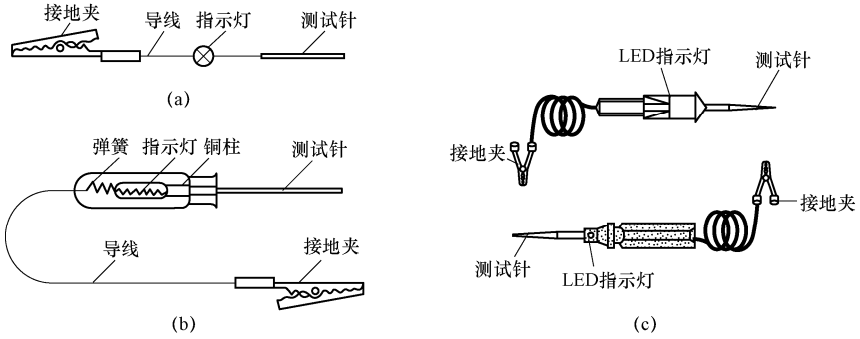

图 1–4　测试灯

（a）自制测试灯；（b）一般测试灯；（c）LED 测试灯

将 12 V 测试灯一端搭铁，另一端接电气部件电源端子。如灯亮，说明电气部件的电源电路无故障；如灯不亮，再接去向电源方向的第二个接线点，如灯亮，则故障在第一接点与第二接点之间，电路出现的是断路故障。如灯仍不亮，则再去接第三接点，依此类推，直到灯亮为止。且故障在最后被测端子与上一个被测端子间的电路上，大多为断路故障。

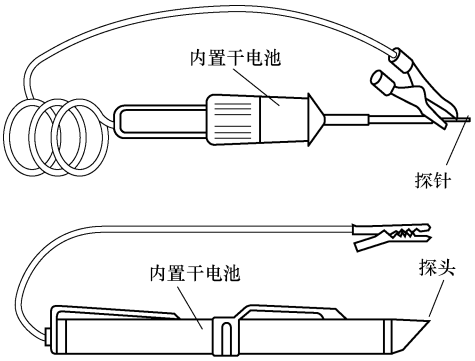

图 1–5　自带电源测试灯

3. 自带电源测试灯

如图 1–5 所示，自带电源测试灯与 12 V 测试灯类似，它只是在手柄内加装两节 1.5 V 干电池。它可用来检查电气电路断路和短路故障。

（1）断路检查

首先断开与电气部件相连接的电源电路，将测试灯一端搭铁，另一端接电路各端子（从电路首端开始）。如果灯不亮，则断路出现在被测点与搭铁之间，如灯亮，断路则出现在此时被测点与上一个被测点之间。

（2）短路检查

首先断开电气部件电路的电源线和搭铁线，测试灯一端搭铁，另一端与余下电气部件电路相连接，如灯亮，表示有短路故障（搭铁）存在，然后逐步将电路中插接器脱开，开关打开，拆除部件等，直到灯灭为止，则短路出现在最后开路部件与上一个开路部件之间。

使用注意事项：不可用测试灯检查汽车电子控制系统，除非维修手册中有特殊说明，方可进行。

二、常用电工仪表

1. 电流表

电流表是用来测量电路中电流大小的一种仪表，通常用符号 Ⓐ 表示，按测量电流性质的不同，可分为直流、交流两种。

电流表使用时，必须将电流表直接串联在所测电路中，尤其在测量直流电流时，要注意电流表的极性，以免损坏仪表。

在测量交流电流时，对于 500 V 以下低压系统，当测量值小于 50 A 时，可将交流电流表直接串联在电路中进行测量，若当电流较大时，则必须与电流互感器配合使用，才可测量。

在一些精度较高的仪表的刻度标尺板下，还装有一块弧形镜片，它的作用就在于消除使用者的“视觉”误差。

2. 电压表

电压表是测量电路中电压高低的一种仪表，通常用符号 Ⓥ 表示，其特点是内阻较大。按测量电流性质的不同，可分为直流、交流两种。测量时应将电压表与被测电路并联。

3. 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器的技术情况。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 1–6 所示。

(a)　　(b)

图 1–6　万用表

（a）指针式万用表；（b）数字式万用表

（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。汽车上很多电器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。

（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。

（3）万用表检测汽车电器的注意事项

1）在检测之前，应先检查汽车电器中熔断器、线束连接器（插头）是否良好。可参照维修手册说明的安装位置，对各熔断器的工作状态进行检查。

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 11 V 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 MΩ。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器中的集成电路元件、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。

三、汽车专用测试仪表

1. 汽车专用数字式万用表

汽车专用万用表为模拟式（指针式）和数字式两种，可用来检测电阻、电流和电压。由于指针式万用表内阻小，使用时易造成过大电流，所以在电控发动机的检测中，很多元件的测量都规定要用高阻抗的数字式万用表，以防止烧坏。

汽车专用数字式万用表，除了具有一般万用表的功能外，还具有一些汽车专用测试功能。汽车专用数字式万用表，一般能测量电压、电流、电阻、转速、频率、温度、电容、闭合角、占空比和二极管等项目，并具有自动断电、自动量程变换、图形显示、峰值保留和数据锁定等功能。

目前常用的车用数字式万用表有 EDA 系列、OTC 系列、VC400 型和 KM300 型等。图 1–7 所示 KM300 型汽车专用数字式万用表是美国艾克强公司的产品，现以此介绍其使用方法。

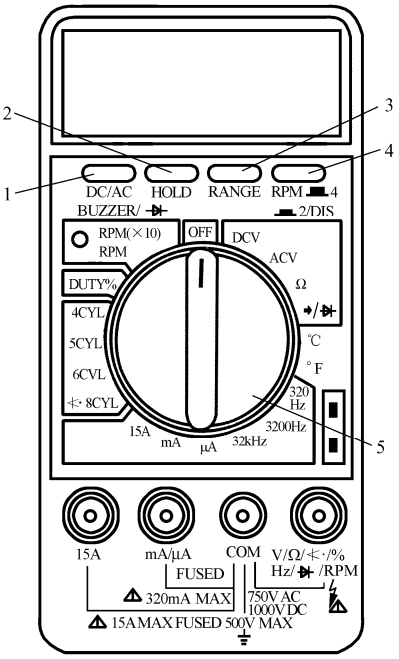

图 1–7　汽车专用数字式万用表

1—直流/交流按钮；2—保持按钮；3—量程按钮；4—车速按钮；5—选择开关

（1）用汽车专用数字式万用表测量直流电压

1）将汽车专用数字式万用表选择开关旋转到直流

电压DCV位置，此时万用表进入自动选择量程方式，能自动选择最佳测量量程。也可以按下量程（RANGE）按钮，选择手动选择量程方式，每按动量程按钮一次，即可选择更高的量程。

2）将红色测针的导线插入面板电压欧姆插孔中，黑色测针的导线插入面板 COM 插孔中；红、黑色测针接到被测电路上进行测量。

3）要注意万用表的“+”“–”测针应与电路测点的“+”“–”极性一致。

4）读取被测直流电压值。

（2）用汽车专用万用表测量直流电流

1）按下直流/交流（DC/AC）按钮，选择直流挡。

2）根据被测电流的大小，将选择开关旋转到 15 A、mA 或 μA 位置，如果不能确定所需电流量程，应先从 15 A 位置往下降。

3）将红色测针的导线插入所选定的 15 A 或 mA、μA 插孔内，黑色测针的导线插入面板的 COM 插孔内；红、黑色测针接到被测电路上，与电路串联。

4）打开被测电路。

5）读取被测直流电流值。

（3）用汽车专用数字式万用表测量电阻

1）将选择开关旋转到欧姆挡位置上，此时万用表进入自动选择量程方式，能自动选择最佳测量星程。也可以按下量程（RANGE）按钮，选择手动选择量程方式，按动量程按钮选择适当的量程。

2）红色测针的导线插入面板电压欧姆插孔中，黑色测针的导线插入面板 COM 插孔中。红、黑测针接到被测电路上。

3）取被测电阻值。

注意：测量电阻时不可带电操作，否则易烧毁万用表。

（4）用汽车专用数字式万用表测量温度

1）将选择开关旋转到温度位置上。

2）将万用表配备的带测针的特殊插头，插接到面板黄色插孔内，测针与被测温度的部位接触。

3）温度稳定后，读取测量值。

（5）用汽车专用数字式万用表测量转速

1）将选择开关旋转到转速（“RPM”或“RPM（×10）”）位置上。

2）将感应夹的红色导线插入面板电压欧姆插孔内，黑色导线插入 COM 插孔内，感应夹夹在通往火花塞的高压线上，其上方的箭头应指向火花塞。

3）按下转速选择按钮，根据被测发动机的冲程数，选择 4 或 2。

4）读取被测发动机转速。

汽车专用数字式万用表还有一些其他的用途，在此不作介绍，可参阅相关使用手册。

2. 汽车专用示波器

汽车专用示波器为汽车修理技术人员快速判断汽车电子设备故障提供了有力的工具。汽车示波器按功能分有专用型示波器：如美国艾克强袖珍型MODEL575双通道示波器/万用表、美国 OTC VISION 四通道示波器；多功能型的示波器：如美国 FLUKE 公司的 F98，它将双通道示波器、发动机分析仪、运行记录器和数字式万用表组合成一体；国产的有深圳元征科

技股份有限公司的 ADC2000 汽车诊断电控单元，它有解码、示波器、万用表和发动机分析等功能。

SNAP－ON 公司的 VANTAGE－MT2400 为波形显示、数字式万用表和诊断数据库三合一的多功能型综合检测分析仪，如图 1－8 所示。

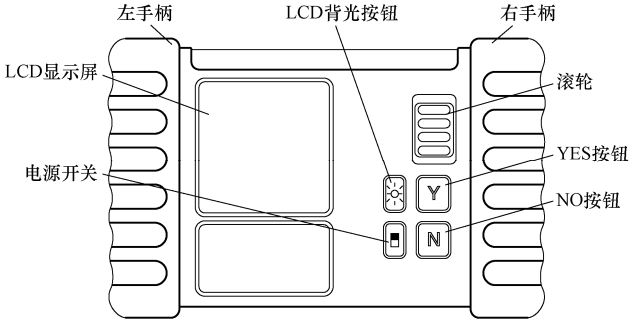

图 1－8　VANTAGE－MT2400 的外观图

（1）仪器简介

1）综合检测分析仪有一个用于显示数据的液晶显示屏和 4 个按钮、一个滚轮。4 个按钮分别是：显示屏幕背景灯的开关按钮（LCD 背光按钮）；电源开关按钮；用于确定选项的“Y”按钮（YES 按钮）；用于否定或后退一步的“N”按钮（NO 按钮）。

2）调整显示屏亮度的方法。按下显示屏背景灯按钮，慢慢滚动滚轮直至满意为止。转动滚轮，屏幕上的光标移动，可选择所需选项；“Y”按钮用于激活选单确定选项，“N”按钮用于放弃选择或退出选项。按下电源开关，可打开 VANTAGE－MT2400 仪器；关闭时，按下电源开关，保持至仪器关闭为止；也可在常规设置中，设置为一段时间未操作时，仪器自动关闭。

3）该仪器具有 5 个测试通道接口和一个串行打印机接口，如图 1－9 所示。其中两个测试通道（CH3、CH4）可通过一个 9 脚的 mini－DIN 连接器，连接压力表和 kV 级模块系统。

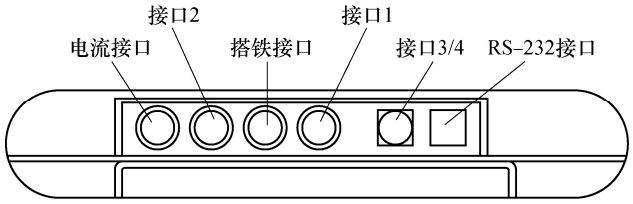

图 1－9　VANTAGE－MT2400 测试接口说明

依据通道的选择，该仪器可读出以下内容：直流电流、直流电压、交流电压、电阻、频率、脉宽、压力、真空度、转速、次级电压、循环频率等数值，还可测试其连续性及二极管压降。

4）诊断数据库资料。可提供传感器、动作执行元件、控制信号的测试以及制造商和各系统的信息，如一般元件的工作原理、技术参数、端子位置、正常波形显示等。

单击按钮或者测试帮助信息结束时，追踪到最大/最小值，此时蜂鸣器会发出响声。

该仪器使用两节电池，有熔断器以保护内部线路，机壳侧面有熔断器、电池、记忆卡及