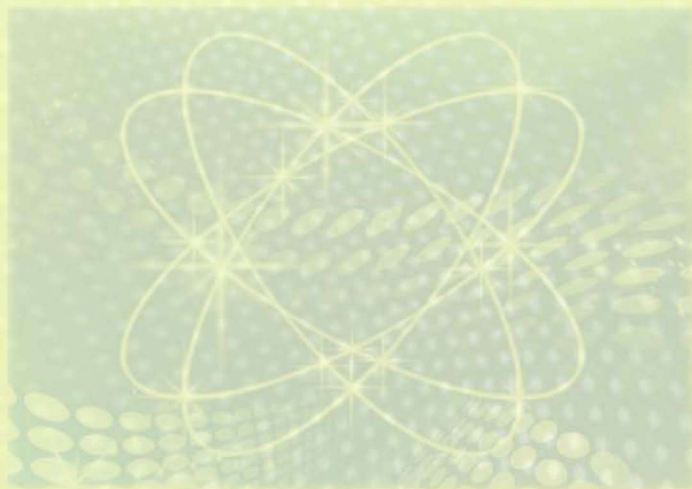


汽车电气构造与维修

主 编 马书红 周立红 陈 月

副主编 时庆伟 王英彬 张 洋

主 审 王忠良

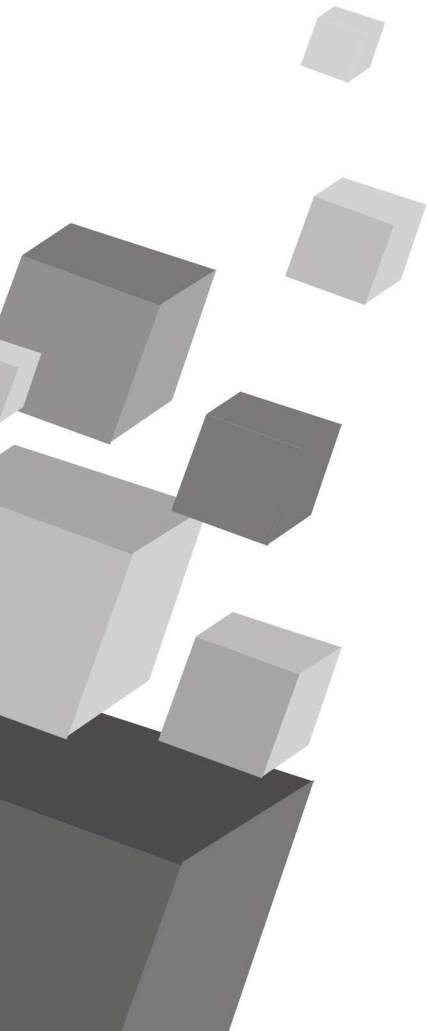


北京理工大学出版社

职业教育课程改革创新示范精品教材

汽车电气构造与维修

主 编 马书红 周立红 陈 月
副主编 时庆伟 王英彬 张 洋
主 审 王忠良

A series of 3D isometric cubes and rectangular blocks of varying sizes and shades of gray, arranged in a dynamic, ascending pattern from the bottom left towards the center of the page.

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

内 容 提 要

本书主要包括汽车电气基础、汽车电源系统及充电系统、汽车起动系统、汽车照明与信号系统、汽车仪表与报警信号系统、汽车辅助电气设备6个项目,20个典型的工作任务。系统地讲解了汽车电气组成特点及电路检测工具的使用方法,蓄电池、发电机的结构及性能检测方法,充电系统的控制电路及故障诊断方法,起动系统的控制电路及故障诊断方法,照明、信号系统的控制电路及故障诊断方法,仪表与报警系统的控制电路及故障诊断方法,以及电动刮水器、电动车窗、中控锁、电动后视镜、电动座椅等的控制电路及故障诊断方法等内容。

本书适合作为中职汽车专业教材,也可供汽车维修培训人员学习参考使用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气构造与维修/马书红,周立红,陈月主编. —北京:北京理工大学出版社, 2015.2

ISBN 978-7-5682-0090-5

I. ①汽… II. ①马… ②周… ③陈… III. ①汽车—电气设备—构造—中等专业学校—教材 ②汽车—电气设备—车辆修理—中等专业学校—教材 IV. ①U472.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第001589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)

82562903(教材售后服务热线)

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/北京通县华龙印刷厂

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/16.25

字 数/370千字

版 次/2015年2月第1版 2015年2月第1次印刷

定 价/35.00元

责任编辑/梁铜华

文案编辑/梁铜华

责任校对/周瑞红

责任印制/边心超

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

编写说明

近20年来,我国汽车工业迅猛发展,已成为国家的支柱产业。轿车逐步进入普通家庭,成为人们日常工作和生活中不可缺少的工具。2013年我国汽车年产量双双突破2 100万辆,这是我国连续5年成为全球最大的车市。在这种形势下,我国汽车运用、检测与维修、销售等行业人才需求量将日益增长,越来越多的人迫切地需要去了解汽车,学习汽车技术。这给汽车行业带来了极大的机遇和挑战,同时也对汽车行业的相关从业人员提出了更高、更新的要求。

为了适应企业和市场对汽车行业技能型、服务型人才的需求,满足汽车行业从业人员和汽车技术爱好者的需要,北京理工大学出版社特邀一批知名行业专家、学者以及一线教学名师,联合社内优秀编辑组成专门的编写工作组,精心规划出版了本套“职业教育课程改革创新示范精品教材”。

目前,专业课程教学模式与教学方法的改革是职业教育教学改革的重点之一。“以项目为引导,以任务为驱动”的教学方式对学生综合能力的培养和提高起着十分重要的作用。本系列教材以《中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》为依据,结合中职教育的特点和企业实际工作岗位的实际情况,根据现阶段学习情境化的要求,以培养学生熟练掌握汽车行业相关岗位所具备的基础知识和基本技能为目标,采用项目教学、任务驱动、基于工作过程和学做一体化模式进行编写。

在编写之际,本系列教材编写工作组广泛考察了中职学生的学习实际,本着“实用、适用、先进”的编写原则和“通俗、精练、可操作”的编写风格,以求着力培养能直接从事实际工作、解决具体问题、维持有序工作的应用型人才。在具体编写时力求贯彻以下原则:

(1) 工学结合、任务驱动的原则。以就业为导向,培养学生的实际运用能力,以达到学以致用为目的。通过对汽车行业相关工作岗位的分析,梳理出岗位核心能力,以职业岗位的典型工作任务为驱动,设计理实一体化的学习任务。

(2) 以工作过程系统化、培养综合职业能力为目标的原则。通过典型案例(任务)导入,设计融入职业基本能力、社会能力、专业能力于一体的系统化学习性工作任务,使

学生在真实的工作场景中获得解决综合性专业问题的能力，并形成相应的思维方式。同时，以科学性、实用性、通用性为原则，使教材符合汽车类课程体系设置。

(3) 以学生为主体、教师为引导、符合职业实际的原则。以提高学生综合素质为基础，充分考虑对学生个人能力的提高；在理实一体化的场景中，强调“学中教”“做中学”，体现以学生为主体、教师为引导的理念。

(4) 以内容为核心，注重形式的灵活性原则。本系列教材配有大量的插图、表格和经典案例，大大提升了教材的趣味性和实用性，可以帮助学生更好地理解和掌握相关知识。

总体而言，本系列教材在内容上强调面向应用，“以项目为引导，以任务为驱动”，精选案例，严把质量关；在风格上力求文字简练、脉络清晰、图表明快、版式新颖；在理论阐释上遵循“必需”“够用”的原则，在保证知识体系相对完整的同时，确保知识讲解详细、生动、易懂。

本系列教材既可作为中等职业院校汽车类相关专业的教学用书，也可作为相关行业从业人员的培训和参考用书。

前言

汽车电气维修是汽车维修人员职业岗位中的重要的典型工作任务，“汽车电气构造与维修”这门课程是从事汽修专业的必学主干课程，为满足学生在汽车维修工等职业岗位的任职要求，提升职业学校毕业生的就业能力与可持续发展能力，使之能够更好地适应企业对高素质高技能人才的需求，打破传统的纯理论教学教材，本书以科学的发展观为指导，以服务为宗旨，以就业为导向，以能力为本位，以岗位需求和职业标准为依据，理论实训有机结合，体现职业发展的趋势，按照项目设置了六个大方向，由相关知识扩展为任务实施，通过理论知识的学习和实际技能的训练，使学生能正确掌握理论知识，娴熟运用技能；会使用基本检测工具、仪器进行检测；能正确诊断与排除汽车电气的常见故障。同时培养学生具有一定的逻辑思维和分析问题与解决问题的能力。每一项目后附项目小结和思考与练习，可帮助同学进行快速的回顾总结、反思和检测。本书内容通俗易懂，实践性强，适合中职学校理实一体化的教学改革使用。

本书去除了点火系统和汽车空调部分，把点火系统归结到电控发动机部分，汽车空调独立成一部分，最后提炼形成了反映目前汽车维修企业岗位中汽车电气基础部分的20个典型工作任务，并将之作为汽车电气教学专业课程的载体，很好地体现了课程教学与职业岗位工作任务相对接的联系。作为理论、实践一体化教材，本书贯彻“求知重能”的原则，每一个理论知识点配以本工作任务重点的技能操作任务实施考核单，注重学生动手实践技能操作，力求内容浓缩，简单精练，突出教材的针对性和实用性。

本书的特色主要有：

（1）体现了理论和实践相结合的一体化教学模式，根据汽车维修企业的需要，本书内容配以技能训练实训操作，满足了维修企业对汽修人才培养的需要。

（2）真实的任务训练，使学生与“职业人”一样工作，经受职业训练，提高对职业社会的认识，深刻感受企业文化，可以增强学生的直观体验，激发学生的学习兴趣。

（3）突出了轿车的维护及维修技术，使学校教学能更好地适应维修企业的实际需求。

（4）基本知识点清楚，图文并茂，直观性强、通俗易懂。

（5）典型的故障案例插入，实训教师可以根据实际情况设置故障或模拟各种场景，由学生合作完成，再完成工作任务单，实训教师给出评语和成绩。

本书的使用建议：

（1）由具备一定动手能力的双师型教师任教。

（2）创造条件，展开现场教学和多媒体教学，贯彻“理论够用，实践为重”的理念，尽可能做到“做中学，做中教”。

（3）采用小班化教学，理论与实践教学一体化。应有更多的时间让学生动手操作。

本书的课时安排建议：

项 目	理论课时	实践课时
项目一 汽车电气基础	8	8
项目二 汽车电源系统及充电系统	12	10
项目三 汽车起动系统	8	10
项目四 汽车照明与信号系统	8	12
项目五 汽车仪表与报警信号系统	8	16
项目六 汽车辅助电气设备	12	16
总计（128课时）	56	72

本书由抚顺市第二中等职业技术专业学校马书红、周立红，沈阳交通技术学校陈月任主编。抚顺市第二中等职业技术专业学校时庆伟、凌海市职业教育中心王英彬和阜新市第一职业中专张洋任副主编。其中，马书红负责项目一、项目二、项目三的编写，周立红负责项目四、项目五的编写，陈月负责项目六的编写。参加本书编写的人员还有：史红、艾华、房梅、华雪松等。本书编写中得到很多兄弟技工学校、科研单位和有关工厂企业的关怀和大力支持，许多同志提供了丰富的资料和经验，并提出了不少宝贵意见；同时本书还引用了前辈们已取得的众多成果，参考了大量国内外有关书籍和文献资料，在此编者致以深切谢意。

限于编者水平有限，书中难免会有疏漏和不足之处，希望各教学单位在选用和推广本书的同时，注意总结经验，及时提出宝贵意见，以便再版时修订加以改进。

编 者
2014年5月

C 目 录 Contents

项目一 汽车电气基础·····	1
任务一 汽车电气基础的认知·····	1
任务二 汽车电路图识读·····	17
项目二 汽车电源系统及充电系统·····	28
任务一 汽车蓄电池的基础认知·····	28
任务二 蓄电池的性能检查与维护·····	45
任务三 交流发电机及调节器工作原理·····	53
任务四 交流发电机及调节器性能检测·····	66
任务五 充电系统电路及常见故障检修·····	75
项目三 汽车起动系统·····	86
任务一 起动机的认知·····	86
任务二 起动机的检修·····	95
任务三 起动系统电路故障的检修·····	103
项目四 汽车照明与信号系统·····	112
任务一 识别照明与信号系统·····	112
任务二 汽车照明系统·····	117
任务三 汽车信号系统·····	130
项目五 汽车仪表与报警信号系统·····	146
任务一 汽车仪表的认知·····	146
任务二 汽车报警装置·····	161

项目六 汽车辅助电气设备..... 171

 任务一 电动刮水器与风窗洗涤器..... 171

 任务二 电动后视镜..... 185

 任务三 电动车窗..... 193

 任务四 电动座椅..... 203

 任务五 汽车中控门锁..... 213

附录 常用图形符号与有关标志..... 230

参考文献..... 250

项目一 汽车电气基础

任务一 汽车电气基础的认知

任务目标

1. 了解汽车电气的组成及其特点。
2. 掌握汽车电气基础元件的作用。
3. 能正确认识汽车上的电气设备。
4. 会正确使用检测工具及仪器。
5. 会检修汽车电气的基础元件。

任务分析

汽车电气设备是汽车的重要组成部分，其工作性能的优劣直接影响汽车的动力性、经济性、安全性、可靠性、舒适性及环保性等指标。要确保汽车电气性能完好，要想成为一名合格的汽车电气维修人员，首先应掌握汽车电气的基础知识。汽车种类繁多，但电气系统的组成和设计都遵循一定的规律。



基础知识

一、汽车电气的组成及特点

1. 汽车电气的组成

随着汽车工业的发展，人们对汽车的性能要求也越来越高，传统的汽车电气系统与机械系统已很难满足日趋严格的关于汽车节能、排放与安全法规的要求。作为汽车必不可少的蓄电池、发电机、照明、信号、仪表、报警灯传统意义上的汽车电气也发生了巨大的变化，特别是电子控制技术在汽车工业中的广泛应用，使得汽车电气系统越来越复杂，并朝着电子化、集成化、智能化的方向发展。

汽车电气设备按功能可分为电源、起动、点火、照明与信号、仪表与报警、辅助电气装置、电子控制装置等。

(1) 电源系统

电源系统包括发电机、蓄电池。发电机是汽车上的主要电源，蓄电池是辅助电源。当发电机工作时，由发电机向全车用电设备供电，同时给蓄电池充电。蓄电池的作用是起动

发动机时向起动机供电，同时当发电机不工作时向用电设备供电。

(2) 起动系统

起动系统包括起动机、起动继电器、点火开关及起动保护装置，其作用是带动飞轮旋转使发动机曲轴达到必要的起动转速，让发动机着车。

(3) 点火系统

点火系统（汽油机）包括点火线圈、点火控制器、点火开关、火花塞等，其作用是將低压电转化为高压电，实时地让火花塞点燃气缸内的可燃混合气。

(4) 照明与信号系统

照明装置包括车内外各种照明灯，有前大灯、雾灯、示宽灯等，其作用是确保车辆内外一定范围内合适的亮度；信号装置包括电喇叭、转向灯、倒车灯、制动灯等，其作用是告示行人、车辆引起注意，提供安全行车所必需的信号。

(5) 仪表与报警系统

仪表包括发动机转速表、车速里程表、燃油表、水温表、电压表、机油压力表等；报警系统包括各种报警指示灯及控制器。其作用是显示汽车运行参数及交通信息，报警运行性机械故障，确保行车、停车的安全、可靠。

(6) 辅助电气装置

辅助电气装置包括电动刮水器、风窗洗涤器、空调、中控门锁、电动车窗和电动座椅等。其作用是提高车辆安全性、舒适性、经济性。

(7) 电子控制装置

电子控制装置由电子控制燃油喷射装置、巡航控制系统、自动变速器和防抱死制动装置等组成。

2. 汽车电气的特点

现代汽车的电气系统较为复杂，电气与电子设备种类繁多，功能各异。但这些电气线路都遵循一定的原则，具有一定的规律，了解这些原则和规律对进行汽车电路的分析是有帮助的。

汽车电气系统的主要特点如下：

(1) 低压

汽车电气设备的额定电压常用的有 12 V、24 V 两种。汽油车多采用 12 V 电源电压，而柴油车多采用 24 V 电源电压。

(2) 直流

从电源到用电设备都采用直流电。

(3) 单线制

从电源到用电设备使用一根导线连接，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，这种方式称为单线制。单线制可节省导线，使电路简化、清晰，便于安装和检修，因此现代汽车电气设备广泛采用单线制。

(4) 负极搭铁

负极搭铁就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体上。我国标准中规定发电机、蓄电池必须以负极搭铁。目前世界各国生产的汽车也大多采用负极搭铁方式。

(5) 并联

并联,是指汽车上的各种用电设备都采用并联方式与电源连接,每个用电设备都由各自串联在其支路中的专用开关控制,互不产生干扰。

(6) 线路设有保险装置

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保险装置。如熔断器、易熔线等。

(7) 有充放电指示装置

汽车上蓄电池的充电、放电情况一般由电压指示,也有的用指示灯指示。对于前者,当蓄电池向外供电、发电机向蓄电池充电时,都可从电压表上指示出来。对于后者,发动机未起动或低速运转时点亮,一旦发动机运转带动发电机转速超过 1 000 r/min 以上时,充电指示灯熄灭,以示处于充电状态。

(8) 线路有颜色和编号特征

为了便于区别各线路和连接,汽车所有低压导线必须选用不同颜色的单色或双色线,并在每根导线上进行编号。编号由生产厂家统一编定。

二、汽车电气基础元件

1. 保险装置

当电路中流过超过规定的过大电流时,汽车电路保险装置能够切断电路,从而防止烧坏电路连接导线和用电设备,并把故障限制在最小范围内。汽车上的保险装置主要有:熔断器、易熔线和断路器(图 1-1)。

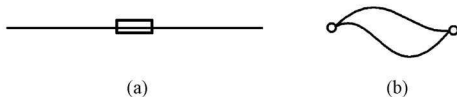


图 1-1 熔断器和易熔线符号

(a) 熔断器; (b) 易熔线

(1) 熔断器(保险丝)

熔断器在电路中起保护作用。当电路中流过超过规定的电流时,熔断器的熔丝自身发热而熔断,切断电路,防止烧坏电路连接导线和用电设备,并把故障限制在最小范围内。插片式熔断器一般安装在仪表盘附近或发动机罩下面的熔断器盒内,常与继电器组装在一起,构成全车电路的中央接线盒。熔断器外观与熔值标注如图 1-2 所示。

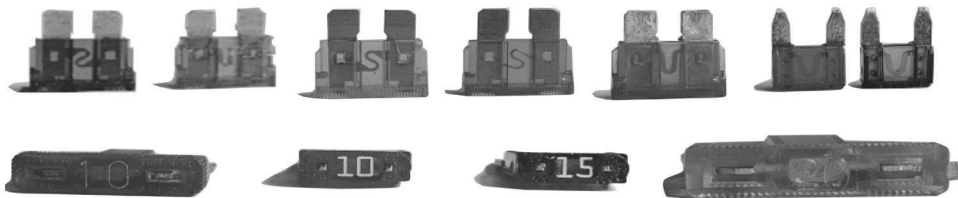


图 1-2 熔断器

由于全车各个用电设备的功率不同,消耗的电流也不同,所以汽车上每个插片式保险丝都有颜色,且标有不同的规格容量值。绿色为 30 A,白色为 25 A,黄色为 20 A,蓝色为 15 A,红色为 10 A,棕色为 7.5 A 或 5 A。保险丝的检查一般可以通过观察其外观,也可以用万用表或试灯来检查。

熔断器在使用中应注意以下几点：

- ①熔断器熔断后，必须找到故障原因，彻底排除故障。
- ②更换熔断器时，一定要与原规格相同。
- ③熔断器支架与熔断器接触不良会产生电压降和发热现象，安装时要保证良好接触。

(2) 易熔线

易熔线是一种大容量的熔断器，用于保护电源电路和大电流电路，一般安装在蓄电池正极接线柱上。如图 1-3 所示。

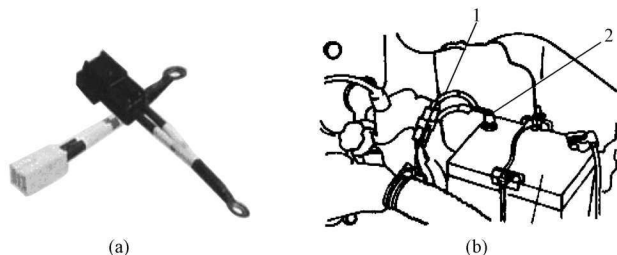


图 1-3 易熔线

(a) 实物；(b) 安装位置

1—易熔线；2—蓄电池正极

易熔线在使用中应注意以下几点：

- ①绝对不允许换用比规定容量大的易熔线。
- ②易熔线熔断，可能是主要电路发生短路，因此需要仔细检查，彻底排除隐患。
- ③不能和其他导线绞合在一起。

(3) 断路器

断路器在电路中用于防止有害的过载（额外的电流）。断路器是机械装置，它利用两种不同金属（双金属）的热效应断开电路。如果额外的电流经过双金属带，则双金属带弯曲，触点开路，阻止电流通过。当电路断路器冷却时，触点就再次闭合，电路导通。当无电流时，双金属带冷却而使电路重新闭合，电路断路器复位。如图 1-4 所示。

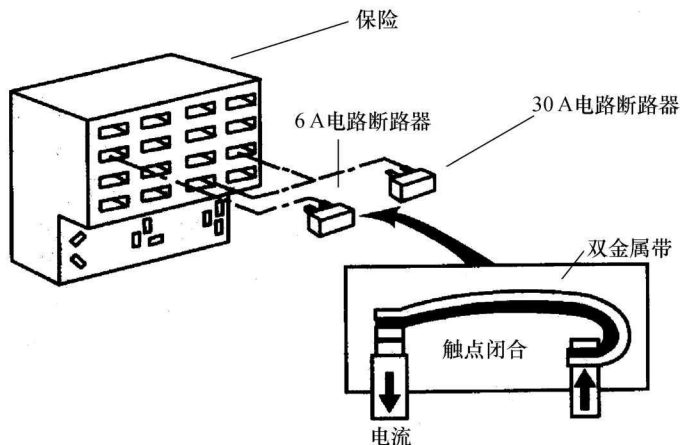


图 1-4 断路器

2. 继电器

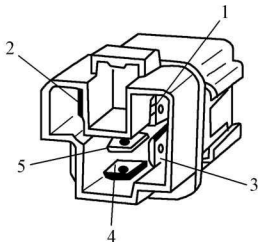
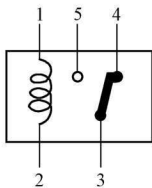
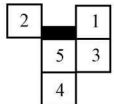
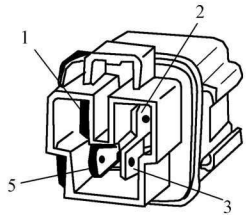
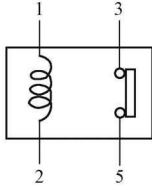
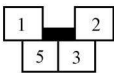
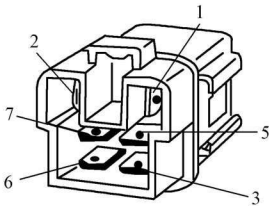
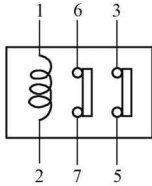
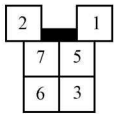
一般情况下,汽车上使用的操纵开关的触点容量较小,不能直接控制工作电流较大的用电设备,常采用继电器来控制它的接通与断开。继电器可以实现自动接通或切断一对或多对触点,完成用小电流控制大电流,可以减小控制开关的电流负荷,保护电路中的控制开关。如进气预热继电器、空调继电器、喇叭继电器、雾灯继电器、中间继电器等。如图1-5所示。

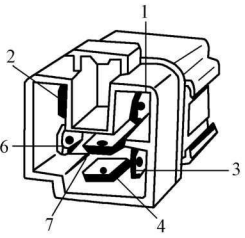
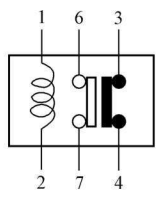
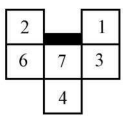


图 1-5 继电器

汽车上的继电器有很多，常见的有三类：常开继电器、常闭继电器和混合型继电器。继电器的每个插脚都有标号，与中央接线盒正面板的继电器插座的插孔标号相对应。如表 1-1 所示。

表 1-1 继电器常见类型

型号	外形	电路	引线标号	颜色
1T				黑
1M				蓝
2M				棕

型号	外形	电路	引线标号	颜色
1M. 1B				灰

注：要想在原车上安装额外的电子附件，简单地接入已有的电路中可能会使保险装置或配线过载。采用继电器扩展可有效解决这一问题，如图 1-6 所示。

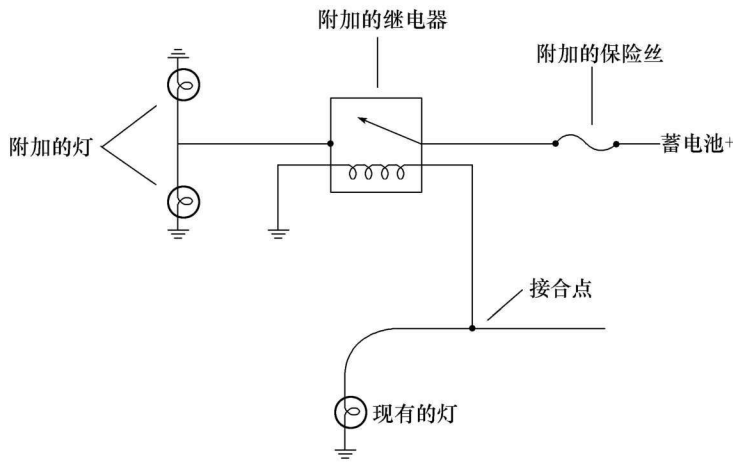


图 1-6 继电器的运用

3. 开关

汽车上各种电气控制系统的工作均受控于开关，汽车电气开关有组合开关和单体开关，现代汽车多采用组合开关，用于提高汽车的性能和乘坐舒适性；若采用较多的单体开关，汽车内部布置会很乱，因此，现代汽车将很多功能相近的控制系统开关组合在一起，如灯光系统组合开关 [图 1-7 (a)]、音响组合开关、空调组合开关、司机位门组合开关 [图 1-7 (b)] 等。

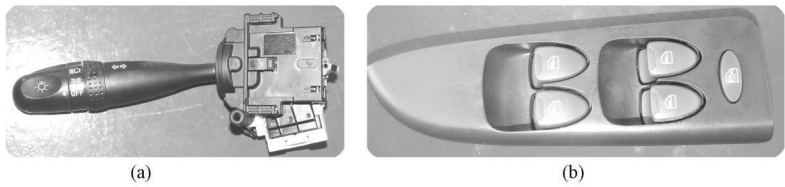


图 1-7 组合开关

(a) 灯光系统组合开关；(b) 司机位门组合开关

开关在电路图中的表示方法有结构图表示法、表格表示法和图形符号表示法等。以点

火开关为例介绍电路中开关的表示方法，见图 1-8。点火开关的功能主要有锁住转向盘转轴（LOCK 挡）、接通仪表指示灯（ON 或 IG 挡）、起动发动机（ST 或 START 挡）、给附件供电（ACC 挡，主要是收音机、点烟器）及发动机预热（HEAT 挡）。其中，在起动挡、预热挡工作时消耗电流很大，开关不宜接通过久，所以这两个挡位在操作时必须用手克服弹簧力，扳住钥匙，一松手就弹回点火挡，不能自行定位，其他各挡位均可自行定位。

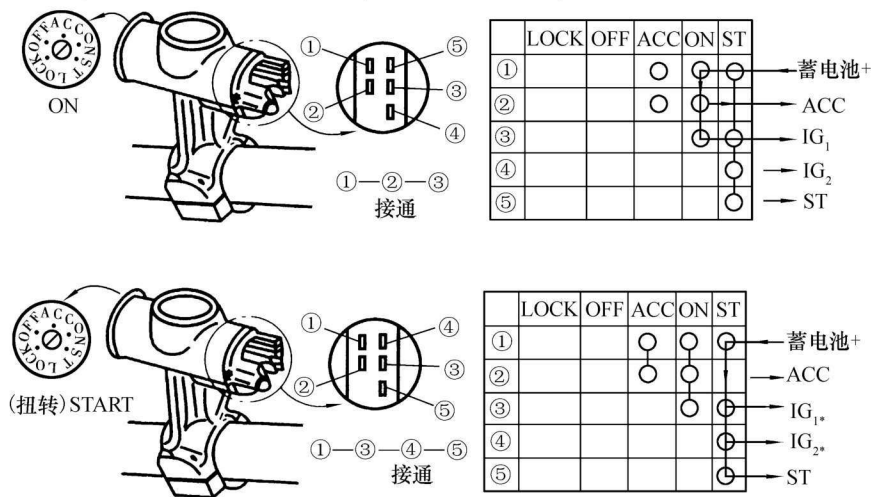


图 1-8 开关的表示方法

4. 插接器

插接器就是通常所说的插头与插座，用于线束与线束或导线与导线间的相互连接。为了防止插接器在汽车行驶中脱开，所有的插接器均采用了闭锁装置，如图 1-9 所示的几种常见插接器。



图 1-9 插接器

要拆开插接器时，首先要解除闭锁（图 1-10），然后把插接器拉开，不允许在未解除闭锁的情况下用力拉导线，这样会损坏闭锁装置或导线。有些插接器用钢丝扣锁止，取下钢丝扣后才能将插接器拔开。在插接器端子有接触不良或断线故障时，可将插接器分解，用小“一”字形螺丝刀或专用工具从壳体中取出导线及端子来进行修理或更换。

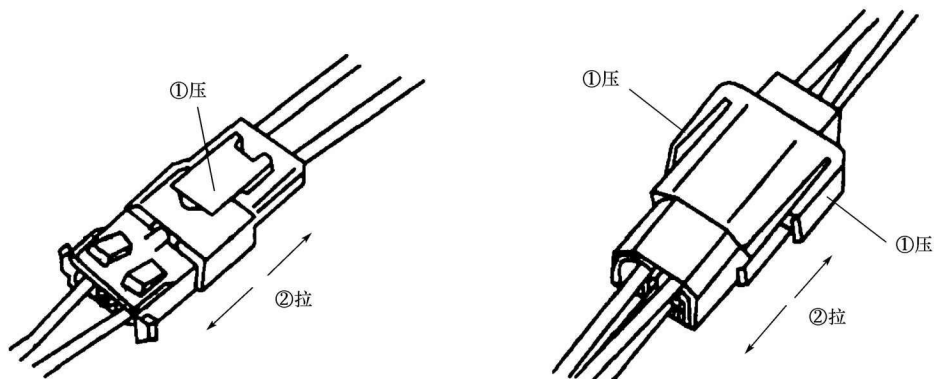


图 1-10 插接器的拆卸

5. 导线

汽车电气系统的导线有低压和高压导线两种。低压导线又有普通线、起动电缆和控制电缆之分，高压导线又有铜芯线和阻尼线之分。

(1) 低压导线

①导线的截面积。普通低压导线为铜质多丝导线，导线的截面积主要根据用电设备的电流进行选择。但截面积太小，机械强度差，易折断。一般汽车电气导线截面积不小于 0.5 mm^2 。各种低压导线标称截面积允许的负载电流见表 1-2。

表 1-2 低压导线标称截面积允许的负载电流

导线标称截面积/ mm^2	1.0	1.5	2.5	3.0	4.0	6.0	10	13
允许电流/A	11	14	20	22	25	35	50	60

汽车 12 V 电气主要线路导线标称截面积选择的推荐值见表 1-3。

表 1-3 12 V 电气主要线路导线标称截面积选择的推荐值

汽车类型	截面积/ mm^2	用 途
轿车 货车 挂车	0.5	后灯、顶灯、指示灯、仪表灯、牌照灯、燃油表、雨刮器电动机
	0.8	转向灯、制动灯、停车灯、分电气
	1.0	前照灯的单线（不接保险器）、电喇叭（3A 以下）
	1.5	前照灯的电线束（接保险器）、电喇叭（3A 以上）
	1.5 ~ 4	其他连接导线
	4 ~ 6	电热塞
	4 ~ 25	电源线
	16 ~ 95	起动机电缆

②导线的颜色。为便于安装和检修，汽车采用双色导线，且标注时主色在前，辅色在后。以双色为基础选用时，各用电系统的电源线为单色，其余为双色，双色线的主色见表 1-4。