

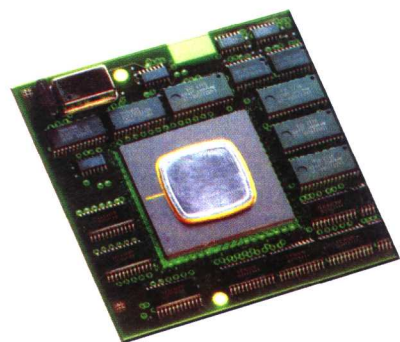


全国交通中等职业
技术学校通用教材

汽车电气设备

(汽车驾驶、汽车维修、汽车维修与驾驶专业用)

裘玉平 主编 张吉国 主审



人民交通出版社

全国交通中等职业技术学校通用教材

QICHE DIANQI SHEBEI

汽车电气设备

(汽车驾驶、汽车维修、汽车维修与驾驶专业用)

袁玉平 主编
张吉国 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是交通中等职业技术学校汽车驾驶、汽车维修、汽车维修与驾驶专业的专业课教材之一,是根据“汽车电气设备”课程教学计划与教学大纲编写的。主要内容包括:电工基础、电子技术基础、起动型铅蓄电池、硅整流发电机及调节器、起动系、传统点火系、电子点火系、照明与信号系统、仪表、报警灯及电子显示装置、汽车辅助电器和汽车电器线路共 11 章。

本书作为全国交通中等职业技术学校汽车驾驶、汽车维修、汽车维修与驾驶专业师生教学用书,亦可供汽车驾驶员、汽车维修工、汽车电工和培训学校(班)学员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气设备/裘玉平主编. —北京:人民交通出版社
1999.8
ISBN 7-114-03427-X

I. 汽… II. 裘… III. 汽车-电气设备 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 31399 号

全国交通中等职业技术学校通用教材 汽车电气设备

(汽车驾驶、汽车维修、汽车维修与驾驶专业用)

裘玉平 主编 张吉国 主审

责任印制:张凯

插图设计:李京辉 正文设计:周 园 责任校对:刘素燕

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号)

各地新华书店经销

北京牛山世兴印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 18.25 字数: 451 千

1999 年 8 月 第 1 版

2001 年 8 月 第 1 版 第 2 次印刷

印数: 35001—41000 册 定价: 26.00 元

ISBN 7-114-03427-X

U · 02463

交通技工学校汽车专业教材工作领导小组成员

组 长：沈以华

成 员：卢荣林 李祖平 梁恩忠

交通技工学校汽车专业教材编审委员会成员

主任委员：卢荣林

副主任委员：谭益德 李福来

委 员：张弟宁 丁丰荣 马步进 邵佳明

费建利 宣东升 魏自荣 张洪源

党继农 刘洪禧 窦永辉 张吉国

唐诗升 张朝志 葛城福 邹汉辉

张 援

秘 书：戴育红 卢文民

前言

交通部于1987年成立“交通技工学校教材编审委员会”,并先后于1990年和1995年编写了第一轮、第二轮汽车驾驶、汽车修理2个专业的交通技工学校通用教材;1996年又编写了汽车电工、汽车钣金、汽车站务3个专业的交通技工学校通用教材,从此结束了交通技工学校汽车专业无自己教材的历史。同时也为社会各层次(职业高中、中专、职业学校)教学和培训提供了服务。统计表明:社会使用量占教材总数的75%,创造了很大的社会效益。

改革开放以来,汽车工业发展迅速,汽车的新技术和新工艺更新加快,这就对培养21世纪社会经济发展和交通现代化建设需要的汽车专业人才提出了更高的要求。为此,1997年3月成立了“第三轮交通技工学校汽车专业教材编审委员会”(以下简称“教材编审委员会”)。“教材编审委员会”在邓小平理论指导下,积极研究与探索教学改革和教材改革方向,坚持知识、能力、素质协调发展和综合提高的原则,吸收了发达国家汽车职业教育和培训的先进经验,加强实践教学,首次实施理论与实践一体化教学的新模式。按照1998年4月原交通部教育司颁发的《交通技工学校教学文件》中有关专业的教学计划和教学大纲要求和《交通部教材编审、出版试行办法》的规定,编写了第三轮汽车驾驶、汽车维修、汽车维修与驾驶3个专业的交通技工学校通用教材。分别为:《汽车运输职业道德》、《计算机应用基础》、《机械识图》、《汽车材料》、《钳工工艺》、《汽车构造》、《汽车电气设备》、《汽车故障诊断与检测技术》、《现代汽车技术》、《汽车交通安全与营运知识》、《汽车驾驶》、《汽车维修》以及与之相配套的“习题库及习题解”。本轮教材具有以下特点:

1. 专业适应性增强

主要专业教材具有模块式结构形式。凡汽车类专业,不管是单一型专业还是复合型专业,不同专业、不同教学层次都可以据情选配,增强了教学适应性;拓宽了毕业生的就业渠道。

2. 实践教学更加突出

各专业教材的实践性内容有所加强,技能操作提到更高台阶,理实一体化的教材使实践教学课堂化、课题化、一体化。教材的实践教学与理论教学的比例达到7:3。

3. 选用车型符合国情现状

教材选用的车型由以往的货车为主拓展到货车、轿车并重。其中的货车以解放CA1092、东风EQ1092、解放CA1091K8(柴)、东风HZ1110G(柴)等新车型为主体;轿车以桑塔纳和夏利等车型为主体;适当介绍国外汽车,兼顾了国内产业和教学二者的现状。

4. 课程结构更趋合理

课程设置由第二轮教材的14门课程缩减为第三轮的12门课程。为适应社会主义市场经济和汽车工业的发展,新增《计算机应用基础》、《现代汽车技术》课程;新增“汽车检测技术”内容,并与原“汽车故障诊断”内容合并为《汽车故障诊断与检测技术》课程;原《汽车交通安全》与《汽车运输管理知识》合并为《汽车交通安全与营运知识》课程;将“维护”内容从原《汽车维修与故障排除》中分离出来,与原《汽车维修工艺》合并为《汽车维修》课程;在《汽车电气设备》课程中增补和充实了“电工基础”等理论知识。

5. 课程内容兼顾技术等级考核

针对国家劳动主管部门规定施行的“双证制”制度,技工学校学生必须通过相应的技术等级考核、取得技术等级证书才能毕业。为此,本轮教材注意了教学内容的深度、广度与相应的技术等级考核相吻合。

6. 教材与作业、题库配套

本轮教材在第二轮教材的基础上,强化系列配套功能,各课程均编写了“习题集及答案”,并汇编成题库和题解。供学生做作业和练习时使用,是学生阶段复习的有效工具,也可为命题提供参考。

7. 图文并茂,通俗易懂

教材增加了插图数量,采用实物立体图和解体图,减少文字篇幅,图文配合;文字叙述流畅、通俗易懂,便于学生自学掌握。

本轮教材具有技工学校教学特色,同时也可作为职业高中、职业学校等学校的教材使用。学生通过学习能够构建起可适应终身教育及社会发展变化需要的知识、能力结构和基本素质。

本书是根据“汽车电气设备”教学计划与教学大纲编写的,是汽车驾驶、汽车维修、汽车维修与驾驶3个专业的专业课。内容包括:电工基础、电子技术基础、起动型铅蓄电池、硅整流发电机及调节器、起动系、传统点火系、电子点火系、照明设备与信号装置、仪表、报警灯及电子显示装置、汽车辅助电器和汽车电器线路十一章。

本书由浙江交通高级技工学校裘玉平高级讲师担任主编(编写绪论、第四章、第五章、第七章、第八章、第十章、第十一章),由赤峰交通技工学校张吉国高级讲师担任主审。编写成员的分工是:四川省交通运输技工学校牟祥霓高级讲师(编写第一章、第二章)、赤峰交通技工学校郑广军讲师(编写第三章、第六章、第九章)。

本轮教材由卢荣林高级讲师担任责任编委。

本轮教材在编写时,得到很多交通技工学校、职业学校、科研部门、工厂企业的支持和帮助,并提出不少宝贵意见,在此特致诚挚的谢意。由于时间仓促,加之编者水平有限,定有缺点和错误,诚望读者批评指正。

交通技工学校汽车专业教材编审委员会

1999年4月

目 录

绪论	1
第一章 电工基础	4
第一节 直流电路	4
第二节 电磁现象与磁路	13
第三节 交流电路	19
第二章 电子技术基础	26
第一节 晶体二极管	26
第二节 晶体三极管	30
第三节 集成电路	36
第四节 微型电子计算机	40
第三章 起动型铅蓄电池	45
第一节 铅蓄电池的构造	45
第二节 铅蓄电池的工作原理及特性	50
第三节 普通铅蓄电池的使用与维护	53
第四节 新型铅蓄电池	62
第四章 硅整流发电机及调节器	69
第一节 硅整流发电机的构造	70
第二节 硅整流发电机的工作原理与特性	78
第三节 硅整流发电机的使用与维护常识	81
第四节 调节器	85
第五节 继电器控制电路	91
第五章 起动系	94
第一节 起动系的组成	94
第二节 起动机用直流电动机	98
第三节 起动机的传动机构	101
第四节 起动机的操纵机构	104
第五节 典型起动机电路实例	106
第六节 起动机使用与维护常识	107
第六章 传统点火系	111
第一节 点火系的作用及分类	111
第二节 传统点火系的组成及工作原理	112
第三节 传统点火系主要部件的结构	115
第四节 传统点火系的工作特性	127
第五节 传统点火系的检测与调整	129

第七章 电子点火系	135
第一节 电子点火系概述.....	135
第二节 无触点式电子点火系.....	136
第三节 无机机械提前装置式电子点火系.....	148
第四节 无分电器式电子点火系.....	157
第八章 照明与信号系统	163
第一节 汽车灯具的种类及用途.....	163
第二节 汽车前照灯及其控制电路.....	169
第三节 转向灯、危险报警灯及其电路	179
第四节 倒车信号装置.....	182
第五节 电喇叭.....	183
第九章 仪表、报警灯及电子显示装置	187
第一节 汽车仪表.....	187
第二节 汽车报警灯.....	201
第三节 汽车电子显示装置.....	206
第十章 汽车辅助电器	211
第一节 电动刮水器及洗涤器.....	211
第二节 电动汽油泵.....	217
第三节 电动车窗、电动后视镜及电动座椅	220
第四节 音响装置及无线电防干扰装置.....	224
第五节 起动预热装置.....	233
第十一章 汽车电器线路	236
第一节 汽车导线、插接器及线束	236
第二节 汽车开关、保险器及继电器	241
第三节 典型汽车线路分析与识读.....	249
第四节 汽车电器配件选用知识.....	256
附表.....	260
附图.....	268
参考文献.....	281

绪 论

在汽车向高速、经济、安全、舒适、无公害、免维修、智能化发展的今天,汽车电气设备正由简到繁,由附属到主要,并不断地发展。上海桑塔纳 2000 型轿车电气设备布局如图 0-1 所示。

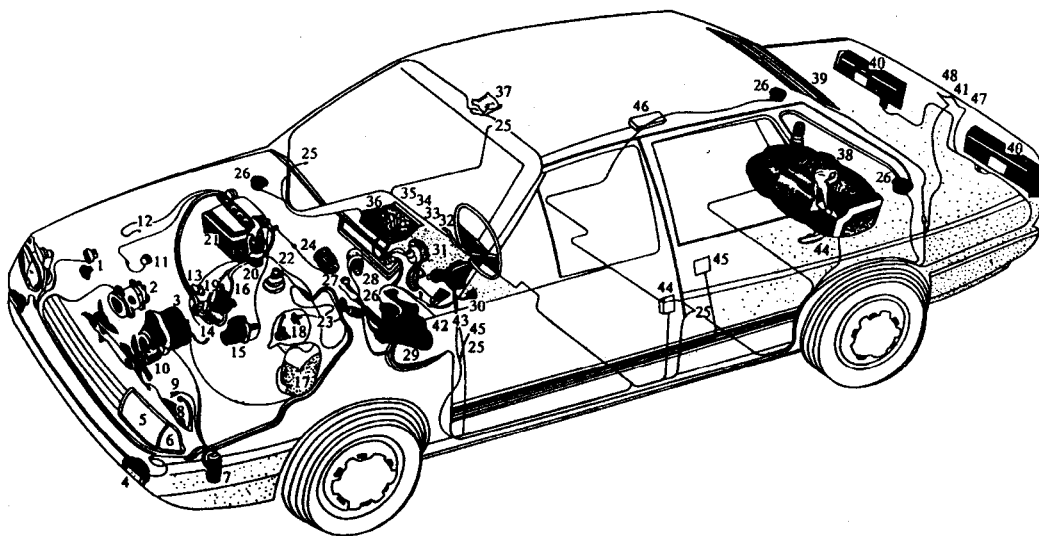


图 0-1 上海桑塔纳 2000 型轿车电气设备

1-双音喇叭;2-空调压缩机;3-硅整流发电机;4-雾灯;5-前照灯;6-转向指示灯;7-空调贮液干燥器;8-卸荷继电器;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-化油器怠速电磁切断阀;13-热敏开关;14-机油油压开关;15-起动机;16-火花塞;17-车窗清洗液电动泵;18-冷却液液面传感器;19-分电器;20-点火线圈;21-蓄电池;22-制动液面传感器;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-车窗刮水器电动机;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-危险信号报警灯开关;36-收音机;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-集中控制门锁;45-电动遮阳窗;46-顶灯;47-后盖集中控制锁;48-行李箱灯

现代汽车的全车电器方框图如图 0-2 所示,汽车电气设备按功能可分下列 8 大系统。

①电源系 电源系又称充电系,由蓄电池、发电机、调节器及充电指示装置组成。其作用是向全车用电设备提供低压直流电能。

②起动系 主要部件有起动机、起动继电器等,其作用是带动飞轮旋转使曲轴达到必要的起动转速。

③点火系 仅用于汽油机上,分传统点火系和电子点火系两种,主要部件有点火线圈、分电器总成(或曲轴位置传感器)、火花塞等,其作用是将低压电转变为高压电,适时可靠地点燃气缸中的可燃混合气。

④照明系 包括车外照明灯具、车内照明灯具,其作用是确保车辆内外一定范围内合适的照度。

⑤信号系 它包括音响信号和灯光信号两类。其作用是告示行人车辆引起注意,指示行

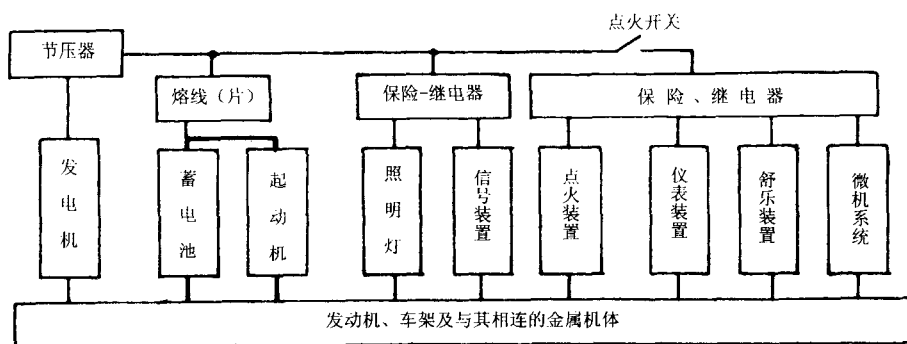


图 0-2 全车电器方框图

驶趋向,指示操纵件状态,报警运行性机械故障,以确保行驶和停车的安全性、可靠性。

⑥仪表系 常见有水温表、油量表、气压表、车速里程表、电钟及发动机转速表。其作用是显示汽车运行参数及交通信息。

⑦舒适系 它是为驾驶员和乘员提供良好的工作条件和舒适的乘坐环境而设置的。常见有空调器、声像设备、点烟器、风窗刮水—洗涤器、电动车窗、电动座椅移动器等。

⑧汽车微机控制系 这是专门为解决目前汽车面临的能源、安全、污染等问题而设置的微型电子计算机控制系统。它包括:动力传动控制中心、底盘行驶控制中心、车身控制中心、信息与通讯控制中心四大类。目前已进入实用阶段的电子控制装置主要有电子控制汽油喷射系统(EFI)、电子控制自动变速器(EAT)、电子制动防抱死装置(ABS)、安全气囊系统(SRS)。

汽车电气设备具有以下共同特点:

两个电源 各用电设备均与蓄电池、发电机并联。发电机为主电源,主要提供汽车运行时各用电设备用电;蓄电池为辅助电源,主要供起动机用电。

低压直流 根据 ZBT35-0001-87《汽车电气设备基本技术条件》规定,汽车电气产品标称电压规定为三种:6V、12V、24V(指用电设备分别能在 5.5V~7.5V、11V~15V、22V~30V 范围内正常工作,相配套发电机调节器额定电压为 7V、14V、28V)。由于蓄电池充放电电流均为直流电,所以汽车电系采用直流电。

并联单线 汽车用电设备较多,采用并联电路能确保各支路的电气设备相互独立控制。布线清晰、安装方便、节约导线、排故简便,汽车电气设备习惯采用单线制接线方式,即把车架、发动机等金属机体沟通,并作电气设备公共并联端(常称“搭铁端”)使用。安装在钣金件上、挂车上或非金属车厢板上的电气设备则一般采用双线制。

负极搭铁 为减少蓄电池电缆铜端子在车架车身连接处的电化学腐蚀,提高搭铁可靠性,统一标准,便于汽车电子设备的生产、使用和维修,ZBT35-001-87《汽车电气设备基本技术条件》规定:汽车电气系统采用单线制时,必须统一电源负极搭铁。

随着汽车技术的发展,机电一体化设备在汽车上的应用越来越多。这就要求从事汽车使用与维修的技术人员具备良好的技术素质,要不断学习和更新有关汽车机械、电器电路及计算机的理论知识 and 操作技能。

《汽车电气设备》是一门介绍电工与电子技术基础知识,解释汽车电器作用原理,分析汽车电路与特性,传授汽车电器使用技能的汽车专业课。本课程逻辑性、实践性较强。在理论与实践一体化教学过程中,应做到理实结合、勤学苦练,努力提高分析问题、解决问题的能力,有效

掌握操作技能。

电路图是表达电器原理和连接关系的专用工具,它简明扼要但较抽象。电路图是本课程的重点,也是本课程的难点。熟悉电路符号与电器实物之间的关系,是读懂用活电路图的关键。随着汽车电器的增多,电路图日趋复杂。识读汽车电路图已成为现代汽车技工必须具备的基本技能。

第一章 电工基础

第一节 直流电路

一、电路、电路图及电路参数

1. 电路和电路图

电路是指电流流过的路径。完整的电路由电源、负载、中间环节三个基本要素组成,如图 1-1 所示。

①电源是指把化学能、机械能等非电能转化成电能的装置。如电池、发电机等。

②负载(通常称用电设备)是指将电能转换为其它形式能的元器件或设备。如电灯、电动机、点烟器、火花塞、扬声器、电喇叭、显示器等。

③中间环节是指是电路中既不会产生电,也不会消耗电(一般指消耗的电能量可忽略不计)的导线、开关、保险器、继电器、测量仪表、变压器、电子放大或控制器等,是一些仅对电能起传递、控制、变换、监测、保护及报警的装置。

将电路中的实物用简单符号绘制的图称电路图。为规范画法便于交流,各个国家均颁布有电路符号及图注标准,我国电路标准符号详见附表 1。图 1-1b 就是图 1-1a 的电路原理图。

根据电源性质,电路分直流电路与交流电路两类。汽车上采用直流电路,日常生活及社会生产则采用交流电路。

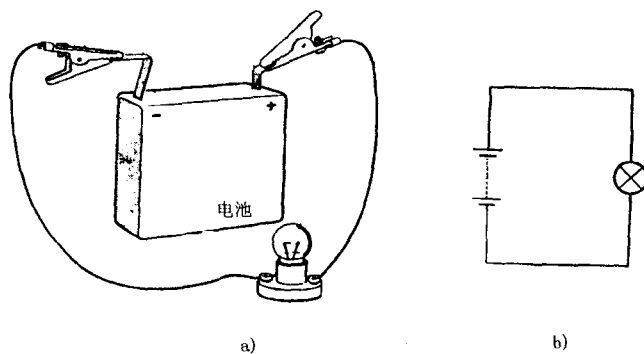


图 1-1 简单电路及电路图

a)简单电路;b)电路图

在汽车、拖拉机上,通常只用一根导线将电源的正极与负载一端相连。电路的负极端则由车架、发动机等金属机体代替。这种电路称“单线制”电路,如图 1-2 所示。其正极端引线常称“火线”,负极端引线称“搭铁线”。

2. 电路中的基本物理量

电路中的基本物理量有电流、电压、电动势、电位和电阻等。

电流强度 I 可用电流表在电路接通状态测量,电流的单位为安培,简称“安”(A)。电压又称电位差,电压值 U 可用电压表在电路接通状态测量,电压的单位为伏特,简称“伏”,记作 V。电阻两端的电压也叫电压降。电动势用来衡量电源将非电能转换成电能的能力,电源电动势 E 可用高阻抗电压表在电源开路状态下测量,单位与电压一致。电流、电压、电动势的方向如图 1-3 所示。

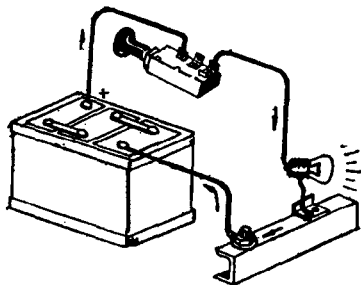


图 1-2 车辆上的单线制电路

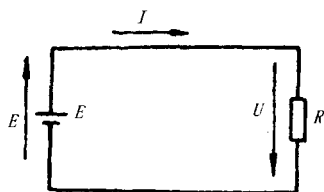


图 1-3 电流、电压及电动势方向

为便于分析,常在电路中选有参考点,电路中某点与参考点之间的电压称该点的电位,并规定参考点电压为零电位。在汽车电气设备及电子设备中常把金属机体联成的电路公共端选为参考点,称“搭铁”,用符号 $\perp$ 表示。

电阻是指物体对电流的阻碍作用。物体的电阻 R 可用电阻表在电路开路状态下测量,单位为欧姆,简称“欧”,记作 Ω 。

生产及实验中常用到比物理量基本单位小得多或大得多的数值。为表示比基本单位小得多的量,常在基本单位前附加“毫”、“微”等前缀。前缀“毫”是“千分之一”(1/1 000)的意思,记作“m”。“微”是“百万分之一”(1/1 000 000),记作“ μ ”

如: $1\mu\text{A} = 10^{-3}\text{mA} = 10^{-6}\text{A}$ 。

$1\text{mV} = 10^{-3}\text{V}$ 。

为表示较大的量,可以加前缀“千”及“兆”。“千”就是“一千倍”的意思,记作 k;“兆”就是“一百万倍”的意思,记作 M。

如: $1\text{M}\Omega = 10^3\text{k}\Omega = 10^6\Omega$ 。

$1\text{kV} = 10^3\text{V}$ 。

3. 万用表的使用

常见万用表分指针式和数字式两种,选用合适档位可测取电流、电压、电阻等参数值。指针式万用表只要将左右两旋钮置于测量档位,仪表便可使用,使用结束,则可将两旋钮旋到“●”位置。数字式仪表的开、关均直接受 ON/OFF 按钮的控制。

1) 直流电压测量

用指针式万用表测量直流电压时(以 MF500 为例),可先将红表棒插入“+”插孔中,黑表棒插入“*”插孔中;将左、右选档旋钮分别置于“V”和直流电压估测档位上;将表棒并接在被测负载或信号源上;读取指针指示的刻度值,如图 1-4a 所示,刻度线应与所选档位相对应。

用数字式万用表测量直流电压时(以 DT-930G 为例),可先将红表棒插入“V/ Ω ”插孔中,将黑表棒插入“COM”插孔中;将中间功能旋钮置于“DCV”量程范围档,并将表棒并接在被测负载或信号源上;读取显示屏显示的数值。数字式万用表显示电压数值的同时会显示红表棒

的极性(图 1-4b)。

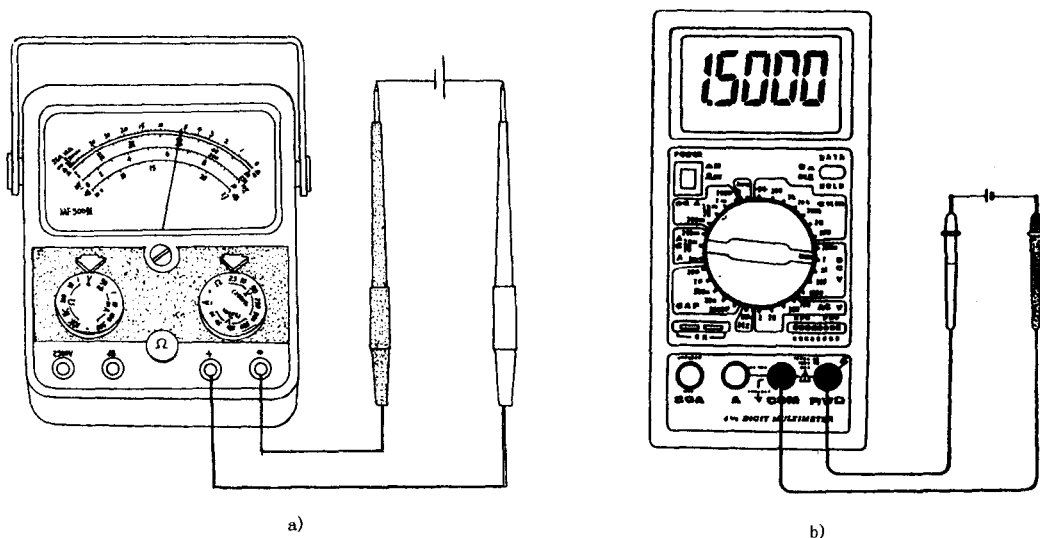


图 1-4 用万用表测直流电压

a)用指针式万用表测量直流电压;b)用数字式万用表测量直流电压

注意:

- ①在测量前若不知被测电压的范围,应将万用表先置于高量程档,然后逐步调低。
- ②测量高电压时应避免人体与高压电相接触。
- ③尽量不要测量高于 1 000V 的电压。

2) 直流电流测量

用指针式万用表测量直流电流时(以 MF500 为例),可先将红表棒插入“+”插孔中,黑表棒插入“*”插孔中;将左、右选档旋钮分别置于“A”和直流电流估测档位上;将表棒串接在被测电路中;读取指针指示的刻度值(图 1-5a),刻度线应与所选档位相对应。

用数字式万用表测量直流电流时(以 DT—930G 为例),可先将红表棒插入“A”插孔中,将黑表棒插入“COM”插孔中;将中间功能旋钮置于“DCA”量程范围档,并将表棒串接在被测电路中;读取显示屏显示的数值。数字式万用表显示电压数值的同时会显示红表棒的极性(图 1-5b)。

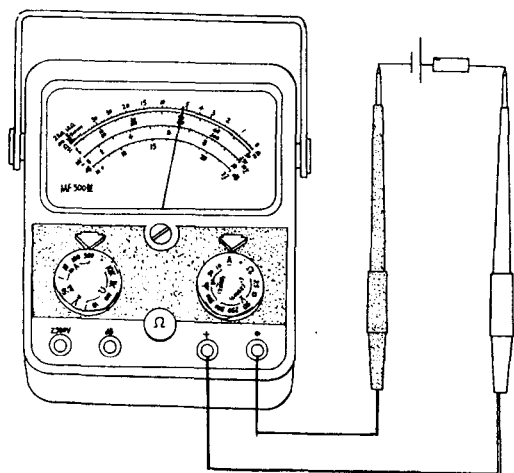
注意:

- ①在测量前若不知被测电流的范围,应将万用表先置于高量程档,然后逐步调低。
- ②电流档过载时,表内熔断丝会熔断起过载保护。
- ③数字式万用表“20A”插孔没有熔断丝保护,测量时间应小于 15s。

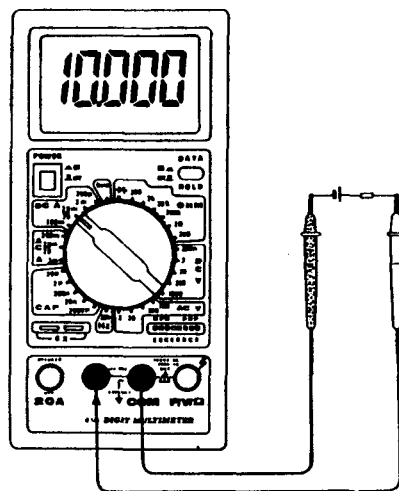
3) 电阻的测量

用指针式万用表测量电阻时(以 MF500 为例),可先将红表棒插入“+”插孔中,黑表棒插入“*”插孔中;将左、右选档旋钮分别置于“ Ω ”和电阻估测档位上;将两表棒短接,使指针向满刻度方向偏转,然后调节电位器旋钮,使指针指示在 Ω 刻线的零位置上。再用表棒去测量未知电阻的阻值,如图 1-6a 所示。为了确保测量精度,指针所指的位置应尽可能指示在刻度中间区域。读取指针指示的刻度值,刻度线应与所选档位相对应。

用数字式万用表测量电阻时(以 DT—930G 为例),可先将红表棒插入“V/ Ω ”插孔中,将黑



a)

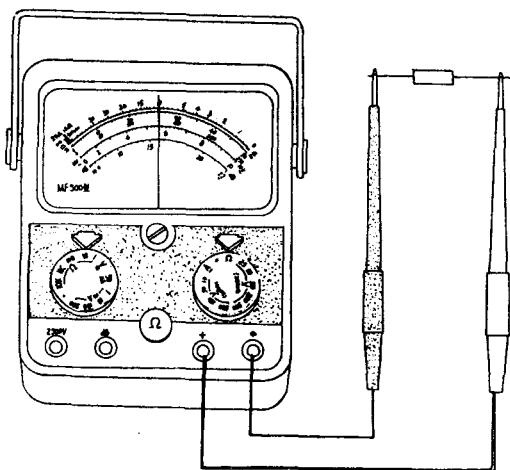


b)

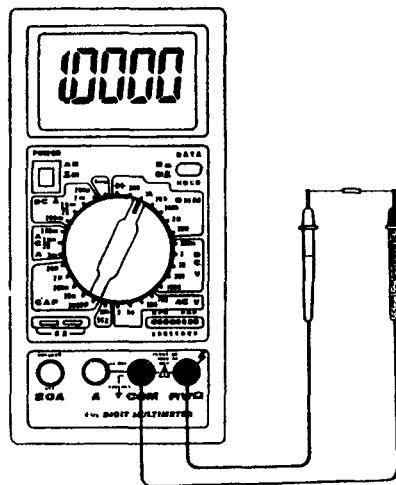
图 1-5 用万用表测直流电流

a)用指针式万用表测量直流电流;b)用数字式万用表测量直流电流

表棒插入“COM”插孔中;将中间功能旋钮置于“ Ω ”量程范围档,并将两表棒跨接在被测电阻两端;读取显示屏显示的数值(图 1-6b)。



a)



b)

图 1-6 用万用表测电阻

a)用指针式万用表测量电阻;b)用数字式万用表测量电阻

注意:

①将指针式万用表表棒短接时,若调节电位器不能使指针指示到欧姆零位,表明表内电池电压不足;将数字式万用表 ON/OFF 按钮按下,若屏幕上出现电池符号,表明表内电池电压不足。

②测量在路电阻时,须确认被测量的电路已切断电源,同时电容已放完电。

二、电器及电路的状态

1. 电器的状态

通过电器的电流在单位时间内将电能转换为其它形式能的能力,叫电功率。单位为瓦特,简称“瓦”,记作 W 。电功率 P 与用电器承受的电压 U 及通过的电流 I 成正比。

$$P = IU$$

电流经过用电器后转换成其它形式的能,叫做电流做功,简称电功。电功用 W 表示,单位为焦耳(J)。电功为用电器功率与用电时间的乘积。电功可用电能表测量。

$$W = Pt = IUt$$

实验表明:电流通过电阻时,电阻的发热量 Q 与电流强度 I 的平方,电阻值 R 及通电时间 t 成正比,这就是焦耳-楞次定律。其数学表达式为

$$Q = I^2 R t$$

热量 Q 的单位与电功的单位相同,为“焦耳”(J)。

在汽车上,很多用电设备都是用电流热效应制成的。如电灯、点烟器、预热塞、火花塞、保险器等。工厂中电弧焊也是利用电流热效应把金属熔化的。电流热效应也有其不利的一面,如电流会使不需发热的地方(如导线等)也发热。它不但消耗电能,而且会使电气设备温度升高,加速绝缘材料老化,甚至烧坏设备。

元器件和设备长期安全工作时所允许的最大电流、最大电压、最大电功率常称为额定电流、额定电压和额定功率。一般额定值都标在产品明显位置,导线额定电流也可通过查表获得。

元器件和设备在额定功率下的工作状态叫做额定工作状态,也叫满载;低于额定功率的工作状态叫轻载;高于额定功率的工作状态叫过载(或超载)。由于过载很容易烧坏用电设备,所以一般情况下不允许出现过载。

2. 电路状态

电路通常有通路、断路、短路及接触不良四种状态。

通路是指电路按规定路径处处连通的状态。通路也称“闭路”。此时电路中有工作电流通过。

断路是指电路中有支路被断开的状态。断路也称“开路”。此时该支路不能形成电流。

接触不良是指电路在导体接触部位因接触面有氧化层、脏污、接触压力不足或接触面过小造成的电阻过大的现象。严重接触不良会造成电路断路。

短路是指电路电流未经过规定的路径通过,而在中途相搭接的地方通过的状态。如负载或电源两端被导线连通,就称负载或电源被短路。短路时电源输出的电流将比正常通路时输出的电流大些,短路电流易烧坏电源、中间环节及用电设备。短路分局部短路和电源短路。

汽车电路中具有一定电位的部位与金属机体相碰时发生的短路现象称“搭铁”故障。

为避免短路或过载电流烧毁电气设备,通常在电路中安装有保护装置。最常见的保护装置是熔断器,熔断器能在出现短路或过载电流时立即熔化,将相关电路自动切断。

三、电路基本定律

1. 欧姆定律

1) 部分电路欧姆定律

用万用表测量如图 1-7 所示部分电路中的电压 U 、电流 I 和电阻 R , 可以发现: 流过导体的电流 I 与这段导体两端的电压 U 成正比, 与这段导体的电阻 R 成反比。这个规律叫部分电路欧姆定律, 其数学表达式为

$$I = \frac{U}{R}$$

2) 全电路欧姆定律

全电路是指含有电源的闭合电路, 如图 1-8 所示。虚线框中的 E 代表电源电动势, r 代表电源内阻。通常把电源内部的电路称做内电路, 电源外部的电路称做外电路。

通过测量可以发现: 全电路中的电流强度 I 与电源的电动势 E 成正比, 与整个电路的电阻 (即内电路电阻 r 与外电路电阻 R 的总和) 成反比。这个规律叫全电路欧姆定律, 其数学表达式为

$$I = \frac{E}{R + r}$$

2. 基尔霍夫定律

先将稳压电源的输出电压调整到 11V, 断开稳压电源的电源开关后, 按图 1-9 所示电路图进行接线, 并检查有无差错。复查后再接通电源, 分别记下三个电流表的读数和 U_{AB} 、 U_{CB} 、 U_{BD} 的数值。适当增减 E_1 和 E_2 的数值, 再分别记下三个电流表的读数和 U_{AB} 、 U_{CB} 、 U_{BD} 的数值, 并填入表 1-1:

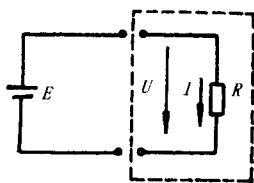


图 1-7 部分电路

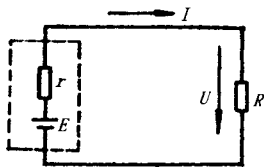


图 1-8 最简单的全电路

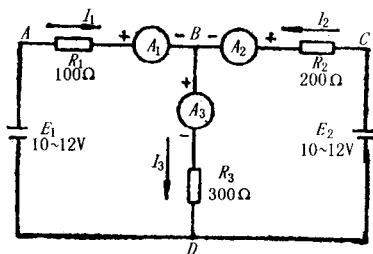


图 1-9 基尔霍夫定律实验电路

表 1-1

E_1 (V)	E_2 (V)	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	U_{AB} (V)	U_{CB} (V)	U_{BD} (V)
11	11	20.00	10.00	30.00	2.00	2.00	9.00
10	12	12.70	16.40	29.10	1.27	3.28	8.73
12	10	27.30	3.64	30.90	2.73	0.73	9.27

对上述实测数据进行分析, 可以发现总有: $I_1 + I_2 = I_3$, $E_1 = U_{AB} + U_{BD}$, $E_2 = U_{CB} + U_{BD}$ 。

基尔霍夫第一定律也叫节点电流定律, 所谓“节点”是指三条或三条以上支路的汇交点, 如图 1-9 中的 B 点和 D 点。节点定律的内容是: 流进一个节点的电流之和恒等于流出这个节点的电流之和。或者说流过任意一个节点的电流的代数和为零。其数学式为

$$\sum I_{\text{出}} = \sum I_{\text{入}} \quad \text{或} \quad \sum I = 0$$

基尔霍夫第一定律表明电流具有连续性, 在电路的任一节点上, 不可能发生电荷的积累, 即流入节点的总电量恒等于同一时间内流出这个节点的总电量。

基尔霍夫第二定律也叫回路电压定律。所谓“回路”是指电路中任一闭合路径, 如图 1-9