

汽车维修行业工人技术等级培训教材



初级汽车维修电工 培训教材

张美娟 廖学军 王库房 主编



電子工業出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
www.phei.com.cn

车维修行业工人技术等级培训教材

初级汽车维修电工 培训教材



张美娟 廖学军 王库房 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 提 要

本书共分三篇:第一篇汽车电工与电子技术基础,主要介绍了交直流电路、电磁学基本知识、晶体二极管和三极管及其电路、汽车电工材料以及汽车电工常用维修工具与检测仪器等;第二篇汽车电器与电子装置,主要介绍了汽车电器设备的结构、工作原理、使用维护、检测以及故障诊断与排除技能等实用维修技术;为了适应微机控制技术在汽车上的应用,还介绍了汽车微机控制系统的组成、工作原理,微机控制汽油喷射系统,微机控制汽油机点火系统,微机控制自动变速器以及微机控制制动防抱死系统等;第三篇汽车空气调节系统,主要介绍了汽车空调系统的组成、结构、工作原理,汽车空调系统控制电路以及空调制冷系统实用维修技术等。

本书取材新颖,内容实用,条理清楚,图文并茂,可作为初级汽车维修电工、初级汽车空调维修工技术等级培训和自学使用,也可供汽车驾驶员、技术管理人员以及有关专业的广大师生阅读参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

初级汽车维修电工培训教材/张美娟等主编. —北京:电子工业出版社, 2003.1

汽车维修行业工人技术等级培训教材

ISBN 7-5053-8323-X

I. 初… II. 张… III. 汽车—电工—技术培训—教材 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 101658 号

责任编辑:夏平飞 祁伟 特约编辑:郭茂威

印 刷:北京李史山胶印厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×980 1/16 印张:25.25 字数:564 千字

印 次:2004 年 4 月第 2 次印刷

印 数:2000 册 定价:35.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077。质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

为加强职业技能鉴定工作,加快推行职业资格证书制度,促进劳动者素质的提高,2000年12月8日,劳动和社会保障部对此提出了《关于大力推进职业资格证书制度建设的若干意见》,意见内容对我们组织班子编写《汽车维修行业工人技术等级培训教材》提供了具有指导作用的出版依据。

电子工业出版社是教育部认定的“国家教材出版基地”,本着为企业完成培训计划,开展岗位培训,逐步使所有从事国家规定职业(工种)的职工达到相应职业资格要求,现根据与《交通行业工人技术等级标准》中的五个汽车维修工种相对应的《职业技能鉴定规范》的培训大纲,按各工种初、中、高三个技术等级划分,编写了一套《汽车维修行业工人技术等级培训教材》,分别是《(初级、中级、高级)汽车维修工培训教材》,《(初级、中级、高级)汽车维修电工培训教材》,《(初级、中级、高级)汽车维修漆工培训教材》,《(初级、中级、高级)汽车维修钣金工培训教材》,《(初级、中级、高级)汽车检测工培训教材》,共计15分册。

本书共分三篇:第一篇汽车电工与电子技术基础,主要介绍从事汽车维修电工的基础知识和技能。第二篇汽车电器与电子装置,主要介绍汽车电器设备的结构、工作原理、使用维护、检测以及故障诊断与排除技能等实用维修技术。特别详细介绍了汽车微机控制系统,如微机控制汽油喷射系统、微机控制汽油机点火系统、微机控制自动变速器以及微机控制制动防抱死系统等。第三篇汽车空气调节系统,主要介绍汽车空调系统的组成、结构、工作原理,汽车空调系统控制电路以及空调系统实用维修技术等。在编写过程中,作者参阅了大量的资料文献,并融入了多年的教学、生产及科研实践。

本书取材新颖,内容实用,条理清楚,图文并茂,可作为初级汽车维修电工、初级汽车空调维修工技术等级培训和自学使用,也可供汽车驾驶员、技术管理人员以及有关专业的广大师生阅读参考。

本书由张美娟、廖学军、王库房主编,其中,第二篇第五章第五节、第八章第六节由廖学军编写,第五章第四节、第八章第五节由王库房编写;其余章节由张美娟编写。参加编写的人员还有潘文起、张春化、张伯民、刘纯学、雷志强、王学梅、王君芳、界文智、李天顺、黄引贤、刘亚民、高润生、陈刚、党天宝、冯炜平、李林侠等。在编写本书时,我们参阅和引用了一些文献资料,在此对这些文献资料的作者表示诚挚的谢意。

限于编者的水平,书中难免有错误和缺点,恳请广大读者批评指正。

《汽车维修行业工人技术等级培训教材》 编审委员会

主任：刘浩学

委员：龙凤丝 秦 川 董元虎 马强骏 伍少初

王生昌 张美娟 廖学军 王库房 赵春奎

罗金佑 赵社教 陆永良

目 录

第一篇 汽车电工与电子技术基础

第一章 直流电路和电容器	1
第一节 电路及其基本物理量	1
第二节 简单电路	4
第三节 电容器	8
第二章 电磁基本知识及其应用	10
第一节 磁的基本知识	10
第二节 磁场对电流的作用	12
第三节 电磁感应	14
第三章 正弦交流电路	17
第一节 正弦交流电的基本知识	17
第二节 单相正弦交流电路	19
第三节 三相正弦交流电路	20
第四章 晶体二极管和三极管	23
第一节 半导体基础知识	23
第二节 晶体二极管	24
第三节 晶体三极管	27
第四节 晶体管整流、放大和开关电路	33
第五章 汽车电工材料	38
第一节 常用金属材料	38
第二节 常用导电材料	40
第三节 常用绝缘材料	45
第四节 磁性材料	47
第五节 半导体材料和超导体	47
第六章 汽车电气设备常用维修工具与 检测仪器	51
第一节 汽车专用试电笔、测试灯及跨 接线	51
第二节 万用表及汽车万用表	53
第三节 常用检修工、量具	58

第二篇 汽车电器与电子装置

第一章 蓄电池	60
第一节 蓄电池的构造和型号	60
第二节 蓄电池的工作原理	65
第三节 蓄电池的特性	66
第四节 蓄电池的容量及其影响因素	70
第五节 蓄电池的使用、维护和储存	73
第六节 蓄电池的常见故障与排除	77
第七节 蓄电池的充电	80
第八节 新型蓄电池简介	86
第二章 硅整流发电机及调节器	88
第一节 硅整流发电机的构造	88
第二节 硅整流发电机工作原理	94
第三节 硅整流发电机的使用与维护	98
第四节 硅整流发电机的检测	99
第五节 硅整流发电机调节器概述	104
第六节 机械电磁振动式调节器	107
第七节 电子调节器	112
第八节 调节器的使用与维护技能	121
第九节 充电系统常见故障判断方法	127
第三章 起动系统	131
第一节 起动系统概述	131
第二节 串励直流电动机	133
第三节 起动机传动机构	138
第四节 起动机控制装置	141
第五节 起动系统电路实例	143
第六节 起动系统的使用与故障排除	147
第四章 汽油机点火系统	151
第一节 传统点火系统的组成和 工作原理	151
第二节 传统点火系统主要部件	

的构造	156
第三节 传统点火系统的故障诊断 与排除技能	169
第四节 点火系统主要部件的故障及 检修	175
第五节 电子点火系统的结构与工作 原理	182
第六节 电子点火系统的使用与维护	199
第五章 汽车微机控制装置	204
第一节 汽车微机控制系统的基本组成 和工作原理	204
第二节 微机控制汽油喷射系统	209
第三节 微机控制汽油机点火系统	240
第四节 微机控制自动变速器	252
第五节 制动系统微机控制	262
第六章 照明与信号装置	269
第一节 前照灯	269
第二节 闪光继电器及转向灯	276
第三节 汽车照明与信号系统开关及 电路	281
第四节 电喇叭及其常见故障检查与 排除	286
第七章 仪表及警告系统	293
第一节 电流表及常见故障与排除	294
第二节 机油压力表及报警电路	297
第三节 水温表及报警电路	300
第四节 燃油表及报警电路	303
第五节 电源稳压器及其检查与调整	305
第六节 车速里程表	307
第八章 辅助电器装置	310
第一节 电动刮水器及风窗玻璃洗涤器	310
第二节 风窗除霜器	314
第三节 电动座椅与电动车窗	315
第四节 起动机预热装置	317
第五节 汽车安全与防盗报警装置	319
第六节 汽车音响装置	330
第七节 其他辅助电器装置	334

第九章 汽车电器设备总线路	338
第一节 导线、线束及连接器	338
第二节 汽车电路图的识读方法	343
第三节 典型汽车电路图分析	345

第三篇 汽车空气调节系统

第一章 汽车空气调节系统概述	352
第一节 汽车空气调节系统的作用和 组成	352
第二节 汽车空调系统的特点与类型	353
第三节 汽车空调系统的发展趋势	356
第二章 汽车空调制冷系统的组成和 工作原理	358
第一节 汽车空调制冷系统的基本原理与 制冷循环性能指标	358
第二节 汽车空调制冷剂与冷冻润滑油	359
第三节 汽车空调制冷系统的组成和工作 原理	365
第四节 汽车空调制冷系统的布置形式	365
第五节 汽车空调制冷系统主要部件的 结构和工作原理	369
第六节 汽车空调系统控制电路	380
第三章 汽车空调制冷系统实用维修 技术	384
第一节 汽车空调制冷系统的使用与 维护	384
第二节 汽车空调制冷系统常用控制元件 的检查	385
第三节 汽车空调制冷系统脏堵、冰堵及 系统内空气的排除方法	389
第四节 汽车空调制冷系统故障一般诊断 方法	390
第四章 汽车暖风、通风及空气净化 装置	392
第一节 汽车暖风装置	392
第二节 汽车通风及空气净化装置	395

第一篇 汽车电工与电子技术基础

第一章 直流电路和电容器

第一节 电路及其基本物理量

一、电路和电路图

1. 电路

电路是指电流流过的路径,它一般由电源、负载、连接导线、开关和保险等组成,如图 1-1-1 所示。

电路分外电路和内电路。外电路是指从电源一端经过负载再回到电源另一端的电路;内电路是指电源内部的通路。

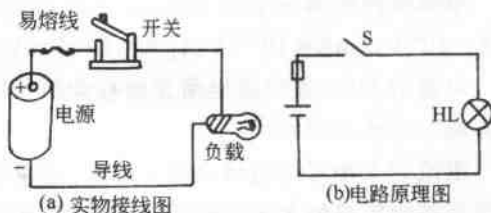


图 1-1-1 电路图

2. 电路图

电路图有实物接线图和电路原理图之分,如图 1-1-1 所示。实物接线图直观,但绘制麻烦。电路原理图是把电路中的实物,用简单的国家统一颁布的图形符号表示和绘制出来的电路连接图。实际中,电气设备安装和维修是依据电路原理图进行的,很少使用实物接线图。

3. 汽车电路的单线制

在图 1-1-1 所示电路中,电源和用电设备之间是用两根导线构成回路的,这种连接方式称为双线制。在汽车上,为了节省导线和便于安装、维修,电源和用电设备之间通常只用一根导线连接,另一根导线则由发动机、车架等金属机体代替而构成回路。这种连接方式称为单线制,如图 1-1-2 所示。采用单线制时,电源(汽车上是蓄电池和发电机)的一端必须可靠地接到车架上,俗称搭铁,用符号“ $\perp$ ”表示。按电源搭铁的极性可分为正极搭铁和负极搭铁。由于负极搭铁对无线电干扰较小,所以世界上绝大多数国家包括我国的汽车都采用负极搭铁。

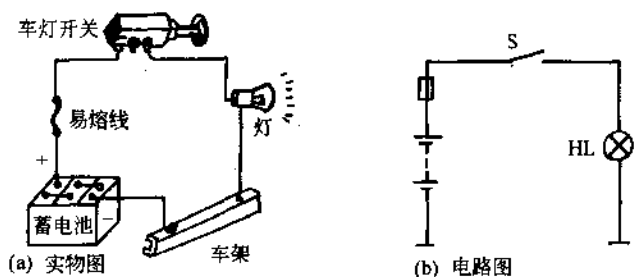


图 1-1-2 汽车电路的单线制

二、电路基本物理量

(一) 电流

电流是电荷定向移动形成的。在金属导体中,电流实质上是带负电荷的自由电子在电场力作用下运动所形成的。在导电液体(如蓄电池内的电解液)中,电流是带正、负电荷的离子在电场力作用下向相反方向移动所形成的。

电流的大小用电流强度来衡量。电流强度是指单位时间内通过导体横截面的电量。

电流单位的基本单位为 A,实际应用中还有 kA、mA、 μ A 等,它们之间的换算关系是:
 $1\text{kA} = 10^3\text{A}$; $1\text{mA} = 10^{-3}\text{A}$; $1\mu\text{A} = 10^{-6}\text{A}$ 。

电流的方向,规定正电荷定向移动的方向为电流的方向。因此,自由电子和负离子移动的方向与电流方向相反。

电流的大小可用电流表直接测量,测量时应注意:电流表必须与被测电路串联;使用前应根据被测电流的大小选择适当的量程,在无法估计电流范围时,应选用较大的量程开始测量。

(二) 电位、电压和电动势

1. 电位

电场力将单位正电荷从某点移到参考点(零电位点)所做的功叫做该点的电位。常用带下标的符号 V 表示。电位的单位为 V。为求得电路中各点的电位值,必须选择一个参考点,在实际电路中常以机壳或大地为参考点,即把机壳或大地的电位规定为零电位。零电位的符号为“ $\perp$ ”(表示接大地)和“ $\perp$ ”或“ $\perp$ ”(表示接机壳)。

2. 电压

在电路中,由于电源的作用,电场力把正电荷从 a 点移到 b 点所做的功 W_{ab} 与被移动的电量 Q 的比值称为两点间的电压,用符号 U 表示,单位为 V。

由定义可知, a、b 两点之间的电压,就是该两点间的电位差,所以电压也称电位差。电压是衡量电场力作功本领大小的物理量。电压越高,电场力作功的能力越大;电压越低,电场力作功的能力越小。

电压的正方向规定从高电位指向低电位,即电压降低的方向。对负载来说,电流的流进

端为高电位端, 电流的流出端为低电位端, 因而负载中的电压方向和电流方向是一致的。

注意: 电位和电压是有区别的。电位是相对值, 与参考点的选择有关; 电压则是绝对值, 与参考点的选择无关。

电压的大小可用电压表测量, 测量时应注意: 电压表必须与被测电路并联; 使用前应根据被测电压的大小, 选择适当的量程。

3. 电动势

在电源内部, 电源力把正电荷从负极移到正极所做的功 W 与被移动的电量 Q 的比值叫做电源的电动势, 用符号 E 表示, 单位为 V 。

电动势的方向规定从电源的负极指向正极, 即电位升高的方向。电动势的方向与电压的方向相反。

汽车用蓄电池的电动势有 $12V$ 和 $24V$ 两种。

(三) 电阻

导体对电流起阻碍作用的能力叫做电阻, 用 R 表示, 单位为 Ω , 常用还有 $k\Omega$ 和 $M\Omega$ 等, 它们之间的换算关系为: $1k\Omega = 10^3\Omega$; $1M\Omega = 10^3k\Omega$ 。

导体的电阻是客观存在的, 不随导体两端的电压大小而变化。实验证明: 在一定温度下, 导体的电阻 R 与导体的长度 L 成正比, 与导体的横截面积 S 成反比, 并与导体材料的性质有关, 即 $R = \rho \frac{L}{S}$ 。

式中 L ——导体的长度, m ;

S ——导体的横截面积, m^2 ;

ρ ——导体的电阻率, $\Omega \cdot m$;

R ——导体的电阻, Ω 。

导体的电阻率由导体的材料所决定, 因而不同材料的电阻率是不相同的。

导体的电阻还与导体的温度有关, 一般用电阻温度系数来表示导体电阻与温度之间的关系。电阻温度系数是指温度每升高 $1^\circ C$ 时, 电阻所产生的变化量与原电阻的比值。电阻温度系数有正、负之分。正温度系数表示温度升高时, 导体电阻值增大; 负温度系数表示温度升高时, 导体电阻值减小。

三、电路的三种状态

1. 通路 (闭路)

通路就是电源和负载构成了闭合回路, 如图 1-1-2 (b) 所示。通路状态根据负载的大小可分为满载、轻载和过载三种情况。负载在额定功率下的工作状态叫额定工作状态或满载; 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电器设备, 所以一般情况下不允许电路出现过载。

2. 断路 (开路)

断路就是电源和负载未构成闭合回路, 此时电路中无电流通过。断路可分为控制性断

路和故障性断路。控制性断路是人们根据需要利用开关将处于通路状态的电路切断,使电路处于断路状态;故障性断路是一种突发性的意想不到的断路状态。例如在单线制汽车电路中,电源与负载之间连线松脱,负载与车架的金属部分搭铁不良等,如图 1-1-3 (a) 所示。

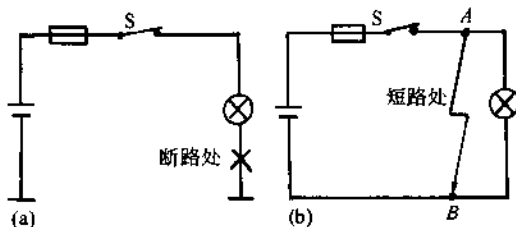


图 1-1-3 电路的断路和短路故障

3. 短路

短路就是电源未经负载而直接由导体接通构成闭合回路,如图 1-1-3 (b) 所示。这时电流不经灯泡而由短路点 A、B 构成回路。由于短路时回路中电阻近似为零,因此电路中的电流比正常时大几十或几百倍。这样大的短路电流通过电路将产生大量的热,使导线温度迅速升高,因而可能烧坏导线,损坏电源及其他设备,影响电路的正常工作,严重时会引起火灾,所以要尽量避免。

第二节 简单电路

一、欧姆定律

1. 部分电路欧姆定律

不含电源的一段电路称为部分电路,如图 1-1-4 所示。实验证明,在一段电路中,通过电路的电流与这段电路两端的电压成正比,与这段电路的电阻成反比,这就是部分电路欧姆

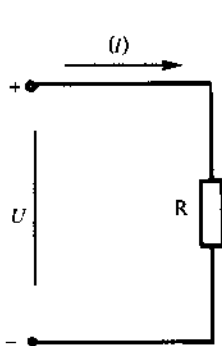


图 1-1-4 部分电路

定律,即 $I = \frac{U}{R}$ 。

式中 U ——电路两端的电压, V;

R ——电路电阻, Ω ;

I ——电路的电流, A。

上式表明,当电流一定时,电阻越大,在电阻 R 上产生的压降越大,反之越小。

2. 全电路欧姆定律

含有电源的闭合电路称为全电路,如图 1-1-5 所示,它包括内电路和外电路两部分。实验证明:在全电路中,通过电路的电流与电源电动势 E 成正比,与电路的总电阻 $(R + r)$ 成反

比, 即 $I = \frac{E}{R+r}$, 这就是全电路欧姆定律。

式中 R ——外电路电阻, Ω ;

r ——内电路电阻, Ω ;

I ——电路中的电流, A;

E ——电源的电动势, V。

由全电路欧姆定律得: $E = IR + Ir = U + U_r$ 。式中 U 为外电路电压降, 也称路端电压, 简称端电压; U_r 为内电路电压降, 也称内阻压降。所以, 电源的电动势等于端电压与内阻压降之和。

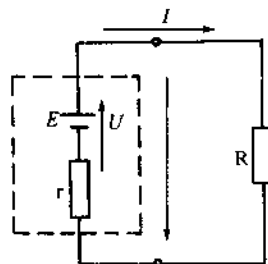


图 1-1-5 简单全电路

二、电阻的串联、并联和混联电路

1. 电阻的串联电路

两个或两个以上电阻的首尾依次连接所构成的无分支电路叫串联电路, 如图 1-1-6 所示。

串联电路有如下特点:

- (1) 流过每个电阻的电流相等, 并等于总电流, 即 $I = I_1 = I_2 = \dots = I_n$ 。
- (2) 电路两端的总电压等于各电阻两端的电压之和, 即 $U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$ 。
- (3) 电路的总电阻等于各电阻之和, 即 $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ 。

可见, 电阻串联后, 总电阻增大, 并大于其中任何一个电阻。

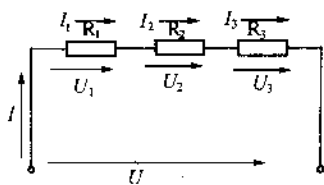


图 1-1-6 串联电路

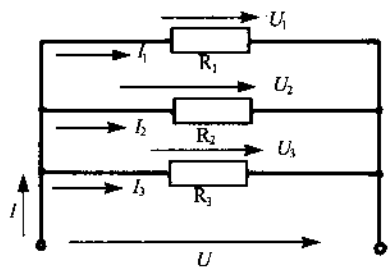


图 1-1-7 并联电路

2. 电阻的并联电路

两个或两个以上电阻的首尾接在相同两点之间所构成的电路叫做并联电路, 如图 1-1-7 所示。

并联电路有如下特点:

- (1) 各电阻两端的电压相等, 并等于总电压, 即 $U = U_1 = U_2 = \dots = U_n$ 。
- (2) 总电流等于流过各电阻电流之和, 即 $I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$ 。
- (3) 电路的总电阻的倒数等于各分电阻的倒数之和, 即 $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$ 。

显然,电阻并联后,总电阻减小,并且小于其中任何一个电阻。

3. 电阻的混联电路

电路中既有电阻串联又有电阻并联的电路叫做电阻的混联电路,如图 1-1-8 所示。

分析混联电路,必须先搞清混联电路中各电阻之间的连接关系,然后应用串联和并联电路的特点,分别求出串联和并联部分的各等效电阻,最后求出电路的总电阻。

如果混联电路比较复杂,各电阻之间的串、并联关系一时看不清,可先用画等效电路图的方法找出各电阻之间的串并联关系,然后再分析计算。画等效电路图的方法是:先在电路中各电阻的连接点上标注字母(A、B、C、D),并将各字母按顺序在水平方向排列(一般将待求字母放两端),然后把各电阻接入相应字母之间,最后依次画出简化过程中的等效电路图,如图 1-1-8 所示。

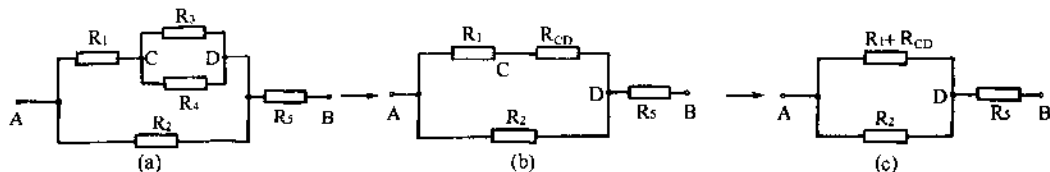


图 1-1-8 混联电路及简化过程

三、电池的串联和并联

1. 电池的串联

把一个电池的负极和另一个电池的正极依次连接所构成的电池组叫电池的串联,如图 1-1-9 (a) 所示。组成串联电池组时,一般要将容量相同的电池串联在一起。

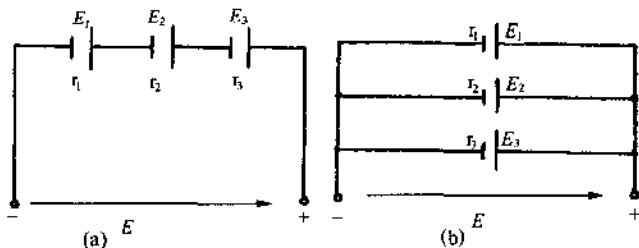


图 1-1-9 电池的串联和并联

串联电池组的特点:

- (1) 电池组的总电动势等于各电池电动势之和,即 $E = E_1 + E_2 + E_3 + \cdots + E_n$ 。
- (2) 电池组的总内电阻等于各电池的内阻之和,即 $r = r_1 + r_2 + r_3 + \cdots + r_n$ 。
- (3) 通过每个电池的电流等于外电路的电流,即 $I = I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = \cdots = I_n$ 。

从以上特点可知,把电池串联使用可以提高电源的电动势,即提高输出电压。汽车用 6V 或 12V 蓄电池就是分别由 3 个或 6 个 2V 的单格蓄电池串联而成的。

2. 电池的并联

把所有电池的正极与正极相连, 负极与负极相连所构成的电池组叫电池的并联, 如图 1-1-9 (b) 所示。组成并联电池组时, 一般要用电动势、电流、内阻均相同的电池。

并联电池组的特性:

(1) 电池组的总电动势等于各电池的电动势, 即 $E = E_1 = E_2 = E_3 = \cdots = E_n$ 。

(2) 电池组的总电流等于各电池的电流之和, 即 $I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + \cdots + I_n$ 。

(3) 当电池组各电池内电阻相等且为 r_1 时, 则电池组总电阻等于 $r = \frac{r_1}{n}$ 。

从以上特点可知, 虽然电池并联后电压不变, 但能提供更大的输出电流。汽车发动机启动困难时的“帮电”措施就是这一特性的具体应用。

3. 电功与电功率

(1) 电功 电流所做的功叫电功, 用符号 W 表示。电功的大小与通过用电设备的电流 I 和加在用电设备两端的电压 U 以及通电的时间 t 成正比, 即

$$W = IUt = I^2Rt = \frac{U^2}{R}t$$

式中 I ——通过用电设备的电流, A;

U ——用电设备两端的电压, V;

t ——用电设备通电的时间, s;

R ——用电设备的电阻, Ω ;

W ——电流所做的功, J。

实际应用中, 电功还有另一个常用单位, 即千瓦特小时, 简称千瓦时, 符号是 kWh。
 $1 \text{ kWh} = 3.6 \times 10^3 \text{ J}$ 。

(2) 电功率 电功率是指电流在单位时间内所做的功, 简称功率, 用符号 P 表示。

$$P = \frac{W}{t} = IU = I^2R = \frac{U^2}{R}$$

式中 W ——电流所做的功, J;

t ——做功所用的时间, s;

P ——电功率, J/s, 在国际单位制中, 电功率的单位名称是瓦特, 简称瓦, 用符号 W 表示。

由上式可知, 当流过用电设备的电流一定时, 消耗的功率与电阻值成正比; 当加在用电设备两端的电压一定时, 消耗的功率与电阻值成反比; 当用电设备的电阻一定时, 消耗的功率与电流的平方或电压的平方成正比。

4. 电流的热效应

电流通过导体与用电设备时会产生热量, 这种现象称为电流的热效应。

实验证明: 电流通过导体 (或用电器) 时所产生的热量, 与电流的平方、导体的电阻以及通电的时间成正比, 即 $Q = I^2Rt$ 。这就是焦耳—楞次定律。

电流的热效应用途相当广泛。汽车上照明灯是利用电流产生的热使灯丝达到白炽状态

而发光的;熔断器是利用电流的热效应熔断熔丝切断电源的;电热式机油压力表、水温表等仪表的指针偏转是依靠通过加热线圈的电流产生的热量使双金属片受热变形,从而推动并控制指针偏转,指示出不同的机油压力值和冷却水温度值等。

但电流的热效应也有不利的一面。由于构成电器设备的导线存在电阻,所以电器设备在工作时要发热,如果温度过高,将加速绝缘材料的老化,引起漏电或短路,甚至烧坏用电设备。为了保证用电设备能正常工作,许多用电设备上都加装了散热片,以避免电流的热效应而烧坏电器设备。如电子电路中的功率放大管(或集成板)通常安装在散热板上后才焊接在电路上。此外,各种用电设备都规定了最高限额值,即额定值,如额定电压、额定电流和额定功率等,使用时不允许超过额定值。

在检修车辆时,也可根据电气设备的工作温度来判断电器设备有无故障。若温度超过规定值,说明该电器设备可能是由于过载或局部短路等故障而引起发热。

第三节 电 容 器

一、电容器和电容量

1. 电容器

被绝缘材料隔开而又互相靠近的两个导体所构成的装置叫做电容器。组成电容器的两个导体叫极板,中间的绝缘材料叫电介质。常见的电介质有空气、蜡纸、云母等。

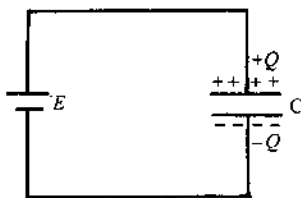


图 1-1-10 电容器储存电荷示意

电容器的基本特性是能够储存电荷。如果把电容器接到直流电源上,如图 1-1-10 所示,在电场力的作用下,电容器的两块极板分别带上等量异号的电荷。同电源正极相连的极板带正电荷,同电源负极相连的极板带负电荷,可见电容器实际上就是储存电荷的容器。

2. 电容量

电容量是表示电容器储存电荷能力大小的一个物理量,电容量简称电容,用符号 C 表示。实验证明:对于结构一定的电容器,其电容量等于任意极板上所储存的电量与两极板之间的电压的比值,即

$$C = \frac{Q}{U}$$

式中 Q ——任一极板上所储存的电量, C ;

U ——两极板间的电压, V ;

C ——电容器的电容量, F 。

上式说明,电容 C 在数值上等于单位电压作用下电容器所储存的电荷量。在电压一定的条件下,电容器储存的电荷量越多,该电容器的电容量就越大,反之就越小。所以,电容 C

的大小反映了电容器储存电荷的本领。

在实际应用中电容量的单位法(F)太大,通常用微法(μF)和皮法(pF)为单位,它们之间的换算关系是: $1\text{F}=10^6\mu\text{F}$; $1\mu\text{F}=10^6\text{pF}$ 。

二、电容器的充电和放电

电容器充电和放电过程电路如图 1-1-11 所示。

1. 电容器的充电

当开关 S 与 1 接通的瞬间,由于电容器 C 上还未积累电荷,故 U_C 为零。这时电源电动势 E 通过电阻 R 向电容器 C 充电,其充电电流 i_C 在开关闭合的瞬间数值最大,等于 $\frac{U}{R}$ 。随着充电时间的增长,电容器极板上的电荷逐渐积累,则电容器两端的电压 U_C 逐渐上升,而充电电流 i_C 随着 U_C 的上升逐渐减小,直到电容器两端的电压 U_C 与电源的端电压 U

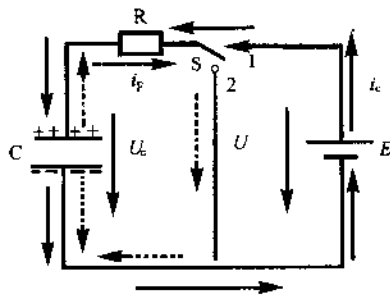


图 1-1-11 电容器充电和放电过程电路

相等时,充电电流 i_C 为零,充电过程结束。此时电容器储存有一定的电场能量。电容器充电结束时,电路中不再有电流通过,相当于“开路”,这就是电容器隔直流的作用。

2. 电容器的放电

电容器充电结束后,两极板间建立起电压 $U_C \approx U$ 。当图 1-1-11 的开关 S 与 2 接通时,在电容电压 U_C 的作用下,电容器通过电阻 R 放电,其放电电流 i_F 与充电电流方向相反,如图 1-1-11 中虚线箭头所示。在电路刚接通的瞬间,放电电流 i_F 最大,等于 $\frac{U_C}{R}$ 。随着电容器极板上的电荷逐渐减少,电容器两端的电压逐渐下降,放电电流 i_F 不断减小,直到电容器极板上的电荷为零,电容器两端的电压 U_C 与放电电流 i_F 也等于零,放电过程结束。

电容器的充电和放电过程,实质上是储存和释放电荷的过程。此时,电路上将产生充、放电电流。充、放电电流是电荷在电容器外部的电路上移动所形成的,而不是电流从电容器的一个极板穿过其内部电介质到达另一个极板。

三、电容器的种类和选择

电容器的种类很多,常用的主要有:纸质电容器和电解电容器等。

选择电容器除了要考虑它的电容量之外,还应考虑其耐压、介质损耗、温度系数、绝缘电阻、误差范围等指标。其中电容量和耐压是电容器的两个最重要的指标。电容器在工作时,实际所加电压,不能超过耐压值,否则电容器就要被击穿。当然在具体选择时,根据不同的用途和需要,可以适当考虑其他一些特性要求。例如电力系统中用的电容器还应考虑其介质损耗;高频电路中的电容器则应考虑介质损耗和温度系数等。

第二章 电磁基本知识及其应用

第一节 磁的基本知识

一、磁铁

具有磁性的物质叫做磁铁。所有能被磁铁吸引的物质叫做铁磁物质或铁磁材料。磁铁分为天然磁铁与人造磁铁两大类。

磁铁的主要性质：

(1) 磁铁的两端磁性最强，这两端叫做磁极。磁极具有指向南北的性质。通常把指南端的磁极叫南极，用 S 表示；指北端的磁极叫做北极，用 N 表示。

(2) 同性磁极互相排斥，异性磁极互相吸引。它说明磁极之间有相互作用力，磁极之间的相互作用力叫磁力。

(3) 无论怎样分割磁铁，分割后所得到的每一块小磁铁总是有南北两个磁极，即 N 极和 S 极相互依存，不能单独存在。

(4) 把一块铁磁物质放在磁铁附近，该铁磁物质也会带上磁性，这种原来没有磁性的物质获得磁性的现象叫做磁化。磁铁拿走后，被磁化的物质还会保留一定的磁性，叫做剩磁。

二、磁场与磁力线

1. 磁场

磁场是指磁铁周围有磁力作用的空间。它是磁体周围空间的一种特殊物质。它没有构成物质的分子或原子。

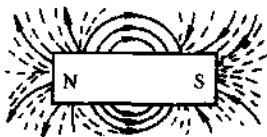


图 1-2-1 磁力线

2. 磁力线

磁力线就是一条条从磁体北 (N) 极沿磁体周围空间到磁体南 (S) 极，然后再通过磁体内部回到北 (N) 极的闭合曲线。曲线上每一点的切线方向（即小磁针 N 极在该点的指向）就表示该点的磁场方向。曲线在某处的疏密程度（单位面积的磁力线根数）就表示该处的磁场强弱，如图 1-2-1 所示。

磁力线不能中断。磁力线是一组互不相交的闭合曲线。