

AUTO

全国高职高专汽车专业教学通用教材

汽车电工 电子技术

王新 主编
魏中华
赵修强



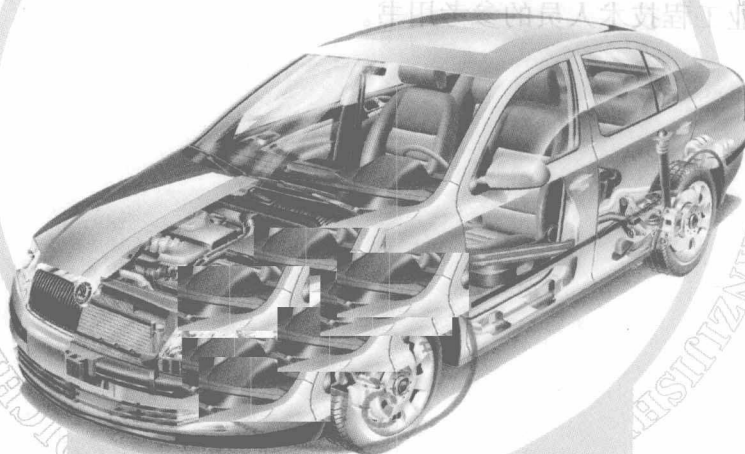
山东科学技术出版社
www.lkj.com.cn

全国高职高专汽车专业教学通用教材

汽车

电工电子技术

主编 王新 魏中华 赵修强
主审 何全民 苑章义



山东科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车电工电子技术/王新,赵修强,魏中华主编. —济南:
山东科学技术出版社,2007

全国高职高专汽车专业教学通用教材

ISBN 978-7-5331-4593-4

I. 汽... II. ①王... ②赵... ③魏... III. ①汽车—电工—高等学校:技术学校—教材②汽车—电子技术—高等学校:技术学校—教材 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 141647 号

全国高职高专汽车专业教学通用教材

汽车电工电子技术

主 编 王 新 赵修强 魏中华

主 审 何全民 苑章义

出版者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)82098088

网址:www.lkj.com.cn

电子邮件:sdkj@sdpress.com.cn

发行者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)82098071

印刷者:山东新华印刷厂

地址:济南市胜利大街 56 号

邮编:250001 电话:(0531)82079112

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:14.75

版次:2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-5331-4593-4

定价:24.00 元

(如有印装质量问题,请与出版社联系 电话:0531-82098085)

内容提要

本书分为电工和电子技术两篇,共8章:基本电路元件及直流电路;电磁现象;正弦交流电路;电机与变压器;电工测量仪表;二极管、晶闸管及整流、稳压电路;三极管及放大电路;数字脉冲电路。每章后附有思考与练习题,书后附有实验操作方法。可作为高职高专汽车专业的教材,也可作为汽车专业工程技术人员的参考用书。

编
审
委
员
会

- | | | | | | |
|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|
| 主任 | 王洪龄 | 张增国 | 孙桐传 | 刘乐泉 | |
| 副主任 | 李玉吉 | 任东 | 于川 | 刘娟 | 王杰恩 |
| | 何全民 | 丁步温 | 于元涛 | 张兆阳 | |
| 编 员 | (按姓氏笔画为序) | | | | |
| | 孔凡宝 | 王凤平 | 王立功 | 王刚 | 王来立 |
| | 王经安 | 王新 | 王毅 | 仇桂玲 | 巩华荣 |
| | 朱利 | 刘延刚 | 刘程江 | 刘希震 | 刘贵森 |
| | 刘海生 | 刘锡河 | 杨永海 | 陆民 | 李仲河 |
| | 时建 | 李茂勇 | 张政新 | 张丽 | 张茜 |
| | 张桂华 | 张振东 | 邵峰 | 杨峻峰 | 吴辉国 |
| | 宋道国 | 孟庆浩 | 单连金 | 苑章义 | 林鹏 |
| | 孟凡营 | 赵忠 | 贾利敏 | 陶晓军 | 徐强 |
| | 梁乃云 | 隋建堂 | 寇建新 | 戚晓霞 | |
| 总主审 | 刁毓亮 | | | | |
| 总策划 | 王洪胜 | | | | |

本
书
编
审
人
员

- | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 主编 | 王新 | 魏中华 | 赵修强 | | |
| 副主编 | 纪克玲 | 孟欣 | 黄鸿晨 | 张兆阳 | 蔡传宗 |
| | 孙惠敏 | 孙玉玲 | | | |
| 编者 | 藤军令 | 李晋 | 张毅 | 张新元 | 孙秀萍 |
| | 张政新 | 岳文农 | 杨永海 | 王毅 | 仇桂玲 |
| | 成艳娜 | 戚晓霞 | 孟庆浩 | 张振东 | 刘希震 |
| | 寇建新 | 陶晓军 | 隋建堂 | 王凤平 | 徐强 |
| 主审 | 何全民 | 苑章义 | | | |



Preface

前 言

为了更好地适应职业技术教学的需要,我们组织了有关职业技术学院、技术学院的教授、高级讲师、生产实习指导教师以及专家,对职业技术教育汽车专业的教学计划及相关课程的教学大纲进行了修订。

根据新的教学计划和教学大纲,我们组织编写了《汽车电工电子技术》一书。这次教材编写工作的重点主要在以下几个方面。

第一,坚持以能力为本位,重视实践能力的培养,突出职业技术教育的特色。根据汽车专业毕业生所从事职业的实际需要,确定学生应具备的能力结构与知识结构。对教材内容的深度、难度做了较大程度的调整,较多地采用定性分析,弱化了定量分析计算。在保证学生具有必备的专业基础知识的同时,加强实践性教学内容,为培养学生的实际工作能力提供了条件。

第二,吸收和借鉴各地教学改革的成功经验。本专业教材的编写采用了理论知识与技能训练一体化的模式,使教材内容更加符合学生的认知规律,保证了理论与实践的密切结合。

第三,大力更新教材的内容,使之具有时代特征。根据科学技术发展对劳动者素质提出的新要求,在教材中充实了新知识、新技术、新设备和新材料等方面的内容,体现了教材的先进性。

第四,贯彻国家关于职业资格证书与学业证书并重、职业资格证书制度与国家就业制度相衔接的政策精神。教材内容涵盖有关国家职业标准的知识、技能要求,确实保证毕业生能达到技能人才的培养目标。

这次教材的编写工作得到兄弟学校的大力支持,我们表示诚挚的谢意。由于编写时间仓促,水平有限,书中难免出现错误和不妥之处,恳请广大师生提出宝贵的意见。

编 者



前言

第 1 篇 电工基础

第 1 章 基本电路元件及直流电路	(2)
学习目标	(2)
知识要点	(2)
第 1 节 电路的概念	(2)
第 2 节 电流与电压	(3)
第 3 节 电阻	(4)
第 4 节 电阻的串联	(7)
第 5 节 电阻的并联	(8)
第 6 节 电容器及电容量	(9)
第 7 节 电容的联接	(10)
第 8 节 欧姆定律	(12)
第 9 节 电功与电功率	(13)
小结	(14)
思考与练习题	(15)
第 2 章 电磁现象	(17)
学习目标	(17)
知识要点	(17)
第 1 节 磁、磁场及基本物理量	(17)
第 2 节 电流的磁场、电磁力及应用	(21)
第 3 节 电磁感应	(27)
第 4 节 自感与互感	(31)

小结	(36)
思考与练习题	(37)
第3章 正弦交流电路	(40)
学习目标	(40)
知识要点	(40)
第1节 正弦交流电的基本概念	(40)
第2节 单相交流电路	(46)
第3节 三相交流电	(55)
小结	(60)
思考与练习题	(61)
第4章 电机与变压器	(63)
学习目标	(63)
知识要点	(63)
第1节 三相异步电动机的结构	(63)
第2节 三相异步电动机的工作原理	(65)
第3节 三相异步电动机的铭牌和技术数据	(68)
第4节 三相异步电动机的起动、调速和制动	(70)
第5节 直流电动机	(76)
第6节 直流电动机的分类和机械特性	(80)
第7节 变压器	(87)
小结	(90)
思考与练习题	(91)
第5章 电工测量仪表	(94)
学习目标	(94)
知识要点	(94)
第1节 普通指针式多用电表	(94)
第2节 数字多用电表	(96)
第3节 兆欧表	(99)
第4节 钳形电流表	(101)
第5节 直流电桥	(102)
小结	(103)
思考与练习题	(104)

第2篇 电子技术基础

第6章 二极管、晶闸管及整流、稳压电路 (106)

学习目标 (106)

知识要点 (106)

第1节 半导体器件基本结构 (106)

第2节 晶体二极管 (107)

第3节 晶闸管 (110)

第4节 二极管整流电路 (114)

第5节 晶闸管整流电路 (118)

第6节 滤波电路 (120)

第7节 直流稳压电源 (121)

第8节 硅稳压管稳压电路 (122)

第9节 晶体管串联型稳压电路 (123)

第10节 开关稳压电源 (126)

第11节 三端集成稳压电源 (128)

小结 (130)

思考与练习题 (130)

第7章 三极管及放大电路 (132)

学习目标 (132)

知识要点 (132)

第1节 晶体三极管 (132)

第2节 场效应管简介 (138)

第3节 低频电压放大器 (139)

第4节 多级放大器 (147)

第5节 反馈 (149)

第6节 正弦波振荡器 (154)

第7节 直流与集成运算放大器 (156)

第8节 功率放大器 (159)

小结 (162)

思考与练习题	(163)
第8章 数字脉冲电路	(164)
学习目标	(164)
知识要点	(164)
第1节 二进制数及数字电路的基本概念	(164)
第2节 晶体管的开关特性及基本逻辑门电路	(165)
第3节 组合逻辑电路	(173)
第4节 集成触发器	(178)
第5节 时序逻辑电路	(184)
第6节 A/D和D/A转换器(电路)	(187)
小结	(190)
思考与练习题	(190)
附录	(192)
附录A 常用电气图用图形符号及新旧符号对照	(192)
附录B 常用符号、术语新旧对照表及颜色标准代码	(205)
附录C Y系列三相异步电动机的技术数据	(212)
实验	(216)
实验一 练习使用多用电表	(216)
实验二 验证欧姆定律	(217)
实验三 电磁感应	(218)
实验四 晶体二极管、三极管的测试	(219)
实验五 单相整流和滤波电路	(221)
实验六 串联型稳压电源	(222)
实验七 “与非”门电路(分立元件)	(223)
实验八 计数、译码、显示电路原理	(224)

第1篇

电工基础

◎第1章 基本电路元件及直流电路

◎第2章 电磁现象

◎第3章 正弦交流电路

◎第4章 电机与变压器

◎第5章 电工测量仪表

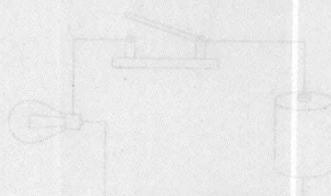


图1-1-1 简单直流电路

在电路中，(d)图所示的电路，当开关闭合时，电路中有电流通过，灯泡就会发光。

图1-1-1 简单直流电路

在电路中，(e)图所示的电路，当开关闭合时，电路中有电流通过，灯泡就会发光。

在电路中，(f)图所示的电路，当开关闭合时，电路中有电流通过，灯泡就会发光。

第1章 基本电路元件及直流电路



学习目标

1. 会进行电压、电流的定量计算。
2. 掌握电阻的串、并联的相关计算。
3. 掌握部分电路和全电路欧姆定律的计算。
4. 会计算电功和电功率。



知识要点

1. 电路、电阻、电流、电压、电功、电功率等基本概念。
2. 部分电路和全电路的欧姆定律。

第1节 电路的概念

一 电路及电路的组成

电路就是电流所经过的路径。在日常生活中,把一个灯泡通过开关、导线和干电池联接起来,就组成了一个照明电路(图 1-1)。合上开关,电路中就有电流通过,灯泡就亮起来。在工厂,电动机通过导线、开关和电源接通时,电动机就转起来。

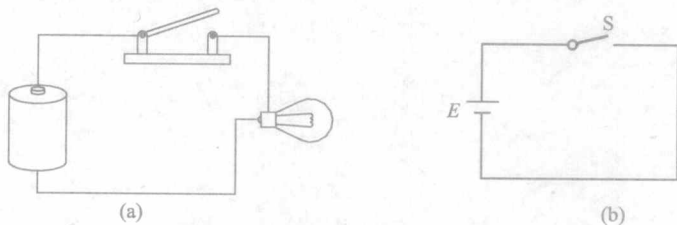


图 1-1 照明实验电路及电路图

任何一个完整的电路,无论其结构和作用如何,通常总是由电源、中间环节(导线和开关)、负载等基础部分组成的。

1. 电源

电源是将其他形式的能量转化为电能的装置或设备。发电机、蓄电池、光电池等都是电源。发电机是将机械能转换成电能的设备;蓄电池是将化学能转化为电能的装置;光电池是将光能转换为电能

的装置。其中,将电能转换成电能的装置叫电源,将电能转换成其他形式的能量的器件或装置,如灯泡、电炉、电动机等。灯泡是将电能转换成光能和热能的元件;电炉是将电能转换成热能的装置;电动机是将电能转换成机械能的装置。

导线是用来联接电源和负载的元件,开关是控制电路接通和断开的装置。另外,电路中还有其他辅助设备,如指示测量仪表、保险丝等。

二 电路的工作状态

1. 通路
通路就是电源和负载接成了闭合的回路。如图 1-1 中,开关 S 闭合时的工作状态就是通路,这时电路中有电流通过。

2. 开路

开路就是电源与负载没接通,不闭合,也就是图 1-1 中的开关 S 断开时的工作状态。这时电路中没有电流通过,没有实现能量转换。开路又称断路。

3. 短路

短路就是电源不经负载而闭合,由于电路中没有负载,电流非常大。这是绝对不允许的。

第 2 节 电流与电压

一 电流的形成

电荷的定向运动称为电流。在金属物质中,电流是电子在外电场力作用下的定向运动而形成的。在电解液中,电流是正、负离子在外电场力的作用下定向运动而形成的。在绝缘物质中几乎没有自由电子,在外电场力的作用下,绝缘物质中就没有电流形成。

二 电流的方向

在不同的物质中,形成电流的电荷可以是正电荷,也可以是负电荷,甚至二者都有。我们规定正电荷定向移动的方向为电流的方向。因此,在金属导体中,电流的方向与电子定向移动的方向是相反的,如图 1-2。

三 电流的大小

电流的大小取决于在一定时间内通过导体横截面积电荷的多少。图 1-2 电流与电子移动方向
通过电荷越多说明电流越强,反之电流越弱。通常用单位时间(s)内通过导体横截面积的电量来表示电流的大小,以字母 I 表示。若在时间 t 内通过导体横截面的电量是 q ,则

$$I = \frac{q}{t} \quad (1-1)$$

如果电量 q 的单位是库仑(C),时间 t 的单位是秒(s),则电流强度 I 的单位就是安培(A)。

电流强度的单位还有 kA、mA、 μ A,其换算关系是:

$$1 \text{ kA} = 1\,000 \text{ A}$$

$$1 \text{ A} = 1\,000 \text{ mA}$$

$$1 \text{ mA} = 1\,000 \text{ }\mu\text{A}$$





电流分直流电流和交流电流两大类。方向不随时间变化的电流称为直流电流,其中,大小和方向都不随时间变化的电流称为稳恒直流电流,如用于电池或蓄电池做电源提供的电流;方向不变而大小随时间变化的电流称为脉动电流,如单相交流电(以后会学到)经二极管整流后的电流。大小和方向都随时间变化的电流称为交流电流。

一个实际电路中的电流大小可以用电流表来测量,测量时须把电流表串联在电路中,并注意表的量程和接线柱的极性。

例 1-1 某导体中 10 s 内均匀通过了 50 C 的电荷,求导体中的电流强度。

解 由电流定义,得 $I = \frac{q}{t} = \frac{50 \text{ C}}{10 \text{ s}} = 5 \text{ A}$

在实际工作中,有时需要选择导线的粗细,这里要用到“电流密度”这一概念。所谓电流密度,就是当电流在导体横截面积均匀分布时,该电流与导体横截面积的比值。电流密度 J 可用下式表示:

$$J = \frac{I}{S} \quad (1-2)$$

导线允许通过的电流随导体的横截面积不同而不同,例如,截面积为 1 mm^2 的铜导线允许通过 6 A 的电流。

四 电压

带电体的周围存在着电场,电场对处在电场中的电荷有力的作用。当电场力使电荷移动时,我们就说电场力对电荷做了功。电场力所做的功与电荷量成正比。为了衡量电场力移动电荷做功的能力,引入“电压”这个物理量。规定:电场力把单位正电荷从电场中 a 点移动到 b 点所做的功称为 a 、 b 两点间的电压。用 U_{ab} 表示 a 、 b 两点间的电压,则有

$$U_{ab} = \frac{W_{ab}}{q} \quad (1-3)$$

电压的单位是伏特,简称伏(V)。电场力把 1 C 正电荷从 a 点移动到 b 点,如果所做的功为 1 焦(J),那么 a 、 b 两点间的电压就是 1 伏。电压常用的单位还有 kV、mV、 μV ,它们的换算关系是

$$1 \text{ kV} = 1\,000 \text{ V}$$

$$1 \text{ V} = 1\,000 \text{ mV}$$

$$1 \text{ mV} = 1\,000 \mu\text{V}$$

五 电位

如果在电路中任选一点为参考点,那么电路中某点的电位就是该点到参考点之间的电压。也就是说,某点的电位等于电场力将单位正电荷从该点移动到参考点所做的功。电位的符号是 φ ,单位也是伏特。参考点又叫零电位点,通常人们以大地作为参考点。而电子设备中一般以金属底板、机壳等公共点作为参考点。在汽车上常以车身为参考点,称为搭铁。高于参考点的电位为正电位,低于参考点的电位为负电位。

第 3 节 电阻

一 电阻

当电流通过金属导体时,做定向运动的电子会与金属中的其他粒子发生碰撞。可见,导体对电荷的定向运动有着一定的阻碍作用,电阻就是反映导体对电荷阻碍作用的物理量。

电阻的文字符号是 R , 电路符号是“ \square ”, 单位是欧姆(Ω)。当导体两端的电压是 1 V , 流过的电流强度是 1 A 时, 则导体的电阻就是 $1\ \Omega$ 。电阻常用的单位还有 $\text{k}\Omega$ 、 $\text{M}\Omega$, 它们之间的换算关系是

$$1\ \text{k}\Omega = 1\ 000\ \Omega$$

$$1\ \text{M}\Omega = 1\ 000\ \text{k}\Omega$$

二 电阻定律

导体的电阻是客观存在的, 它与导体两端的电压大小无关。实验表明, 导体的电阻与导体的长度 l 成正比, 与导体的横截面积 S 成反比, 并与导体的材料有关, 具体表达式为:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (1-4)$$

式中 ρ —— 导体的电阻率。

经实验可知, 银、铜、铝等金属的电阻率较小。所以, 在实际应用中都常用铜、铝两种导线。

导体的电阻除了与导体本身的长度、横截面积、材料有关以外, 还与导体的温度有关。当温度上升时, 金属的电阻都会变大, 而碳的电阻阻值反而变小。

三 常用电阻器

在生产实际中要用到各种各样的电阻。例如, 有些电气设备需要阻值很大的电阻, 而有些设备需要功率很大的电阻, 这就需要专门制造电阻元件。我们把具有一定阻值的实体称为电阻器。

1. 电阻器的结构及性能特点

电阻器又称为电阻, 它分为固定电阻和可变电阻两类。常见的固定电阻有绕线电阻、薄膜电阻、实心电阻等。可变电阻有 3 个端子, 其阻值是可调的。常用电阻器的外形如图 1-3 所示。

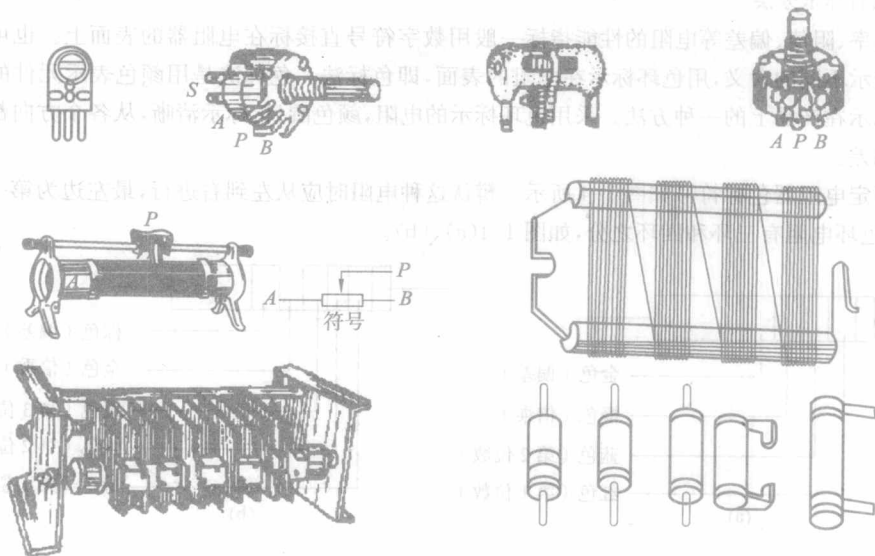


图 1-3 常用电阻器外形

几类固定电阻的结构及主要特点分别如下:

(1) 绕线电阻

它是由镍铬康铜合金电阻丝在绝缘管上绕制而成。绕线电阻功率可做得很大, 但阻值较小, 稳定性高, 常用于仪器、仪表中。



薄层(2) 薄膜电阻

它是在瓷棒上涂一层碳膜或金属膜,并列以槽纹而制成。特点是稳定性较好、误差小、阻值较大,但功率不大。

(3) 实心电阻

实心电阻是由炭黑、黏土、石棉等按比例混合而成。特点是阻值较大,但功率较小,稳定性差。

2. 电阻的主要指标

所谓的电阻指标,包括标称阻值、允许偏差、标称功率、最高工作电压、稳定性、温度特性等。其中主要指标是标称阻值、允许偏差和标称功率。常用电阻的标称阻值有 E_6 、 E_{12} 、 E_{24} 等系列,分别对应于 $\pm 20\%$ (M)、 $\pm 10\%$ (K)、 $\pm 5\%$ (J) 的电阻器,如下表所示。

表 电阻的标称系列值

系列	偏差	标称系列值					
E_{24}	$\pm 5\%$ (J)	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6
		2.7	3.0	1.8	2.0	2.2	2.4
		4.7	5.1	3.3	3.6	3.9	4.3
		8.2	9.1	5.6	6.2	6.8	7.5
E_{12}	$\pm 10\%$ (K)	1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7
		6.8	8.2	3.3	3.9	4.7	5.6
E_6	$\pm 20\%$ (M)	1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8

3. 电阻的标示方法

额定功率、阻值、偏差等电阻的性能指标一般用数字符号直接标在电阻器的表面上。也可以用不同的颜色表示不同的含义,用色环标示在电阻的表面,即色标法。色标法是用颜色表示元件的各种参数并直接标示在产品上的一种方法。采用色环标示的电阻,颜色醒目、标示清晰,从各个方向都可能看清阻值和偏差。

各种固定电阻器色标符号如图 1-4 所示。辨认这种电阻时应从左到右进行,最左边为第一环。不算误差环,色环电阻有三环和四环之分,如图 1-4(a)、(b)。

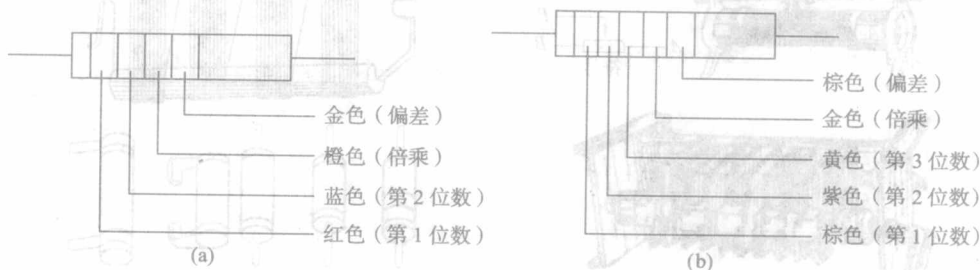


图 1-4 固定电阻四色标符号

4. 电阻的选用

电阻的标称电阻值应和电路要求相符,额定功率应该是电阻在电路中实际消耗的 1.5~2 倍,允许偏差在要求的范围之内。

国家对国产电阻器的型号有统一的规定,例如,RX 表示绕线电阻器,RT 表示碳膜电阻器,RJ 表示金属膜电阻器,RS 表示实心电阻器等。

第4节 电阻的串联

一 电阻的串联

把两个或两个以上的电阻依次首尾相连,使电流只有一条通路的连接方法,叫做电阻的串联。如图 1-5 所示,是由 3 个电阻组成的串联电路。

二 串联电路的特点

1. 电路中流过每个电阻的电流都相等,即:

$$I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n \quad (1-5)$$

因为串联电路中电流只有唯一的通路,并且电荷不会在任何一个地方积累或消失,所以流过每个电阻的电流是一样的。

2. 电路两端的总电压等于各电阻两端电压之和,即

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n \quad (1-6)$$

3. 电路中的等效电阻(总电阻)等于各电阻之和,即

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad (1-7)$$

4. 电路中每个电阻的电压与其阻值成正比,即

$$U_n = \frac{U}{R} R_n \quad (1-8)$$

三 串联电路的应用

在实际工作中,往往用电阻做分压器,使同一个电源提供几种不同的电压。因为几个小电阻可以串联成一个大电阻,利用串联电阻的方法可以限制电路中的电流。在仪表使用中,可用串联电阻的方法扩大电压表的量程。

例 1-2 由三个电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 组成的串联电路中,总电压 $U=300\text{ V}$, $R_1=150\text{ k}\Omega$, $R_2=100\text{ k}\Omega$, $R_3=50\text{ k}\Omega$ 。求电路中的电流强度 I 和 3 个电阻两端的电压 U_1 、 U_2 、 U_3 分别是多少。

解 $R = R_1 + R_2 + R_3 = (150 + 100 + 50)\text{ k}\Omega = 300\text{ k}\Omega$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{300\text{ V}}{300\text{ k}\Omega} = 1\text{ mA}$$

$$U_1 = IR_1 = 1 \times 150 = 150\text{ V}$$

$$U_2 = IR_2 = 1 \times 100 = 100\text{ V}$$

$$U_3 = IR_3 = 1 \times 50 = 50\text{ V}$$

例 1-3 有一个表头,它允许通过的电流是 $50\text{ }\mu\text{A}$,其表头内阻 $r=3\text{ k}\Omega$ 。若改装成量程为 10 V 的电压表,应串联多大的电阻?

解 表头两端最大承受电压 $U_g = 50 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^3\text{ V} = 0.15\text{ V}$

所串电阻上的电压是 $U - U_g = (10 - 0.15)\text{ V} = 9.85\text{ V}$

所串电阻与表头串联,电阻中的电流也是 $50\text{ }\mu\text{A}$ 。因此,有

$$R = \frac{9.85}{50 \times 10^{-6}}\text{ }\Omega = 197\text{ k}\Omega$$

图 1-5 电阻的串联

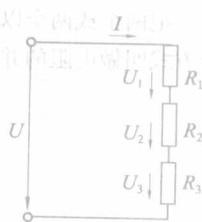


图 1-5 电阻的串联