



银领工程

高等职业教育技能型紧缺人才培养培训工程系列教材

汽车运用与维修专业领域

汽车电工电子基础

刘皓宇 主编



高等教育出版社

银领工程
高等职业教育技能型紧缺人才培养培训工程系列教材

汽车电工电子基础

刘皓宇	主 编
王志敏	副主编

高等教育出版社

内容简介

本书是根据教育部制定的《两年制高等职业教育汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养指导方案》编写而成的。

全书共分七个单元,内容包括直流电路、交流电路、磁路及电磁器件、发电机和起动机、半导体器件、集成运算放大器、数字电路基础。

本书可作为高职高专院校汽车类专业电工电子基础课程的教材,也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电工电子基础/刘皓宇主编. —北京:高等教育出版社,2005.1

ISBN 7-04-015662-8

I. 汽... II. 刘... 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(2004)第 126273 号

策划编辑 周雨阳 责任编辑 刘 洋 封面设计 于 涛 责任绘图 吴文信
版式设计 胡志萍 责任校对 康晓燕 责任印制 杨 明

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷	北京嘉实印刷有限公司		
开 本	787×960 1/16	版 次	2005 年 1 月第 1 版
印 张	14.25	印 次	2005 年 1 月第 1 次印刷
字 数	300000	定 价	18.20 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号:15662-00

出版说明

为了认真贯彻《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》，落实《2003—2007 年教育振兴行动计划》，缓解国内劳动力市场技能型人才紧缺现状，为我国走新型工业化道路服务，自 2001 年 10 月以来，教育部在永州、武汉和无锡连续三次召开全国高等职业教育产学研经验交流会，明确了高等职业教育要“以服务为宗旨，以就业为导向，走产学研结合的发展道路”，同时明确了高等职业教育的主要任务是培养高技能人才，这类人才，既要能动脑，更要能动手，他们既不是白领，也不是蓝领，而是应用型白领，是“银领”，为我国高等职业教育的进一步发展指明了方向。

培养目标的变化直接带来了高等职业教育办学宗旨、教学内容与课程体系、教学方法与手段、教学管理等诸多方面的改变，与之相应，也产生了若干值得关注与研究的新课题。对此，我们组织有关高等职业院校进行了多次探讨，并从中遴选出一些较为成熟的成果，组织编写了“银领工程”丛书。本丛书围绕培养符合社会主义市场经济和全面建设小康社会发展要求的“银领”人才的这一宗旨，结合最新的教改成果，反映了最新的职业教育工作思路和发展方向，有益于固化并更好地推广这些经验和成果，很值得广大高等职业院校借鉴。同时，我们的想法和做法还得到了教育部领导的肯定，教育部副部长吴启迪也专门为首批“银领工程”丛书提笔作序。

“银领工程”丛书适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

高等教育出版社

2004 年 9 月

前 言

本书是根据教育部制定的《两年制高等职业教育汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养指导方案》编写而成的,适用于汽车运用与维修专业电工电子基础课程的教学。该课程总学时约为 64 学时,其中理论学时为 40 学时。

本书的主要内容包括直流电路、交流电路、磁路及电磁器件、发电机和起动机、半导体器件、集成运算放大器、数字电路基础。本书还介绍了基本电工电子仪表、工具的使用方法。本书中有些内容属于知识点的延伸,在教学中请教师自行掌握深度。建议本书采用边讲课边实践边实验的方式进行。

本书主要特点如下:

(1) 本书对传统学科型教材进行了整合,在教学内容选取上,保证了汽车类专业所需的最基本、最主要的电工电子基础的内容,尽量避免内容之间不必要的交叉和重叠,淡化学科体系,减少教学时数,提高课堂教学效率。

(2) 基本知识点的选取以“必须”、“够用”为度,没有过多的理论推导。为体现汽车专业特色,本书列举了许多汽车电子电路实例,使学生将电工电子基础知识与汽车专业知识迅速结合起来,以培养学生分析专业问题和解决实际问题的能力。

(3) 本书在叙述上力求通俗易懂,深入浅出,对于各种基本概念与基本原理的阐述力求简明扼要。采用大量插图,对知识的应用进行详尽的说明,力求使学生尽快掌握基本技能,将理论知识迅速转变为技术应用能力。

(4) 本书理论与实践相结合。在每个知识点后面,均附带相应的操作类内容,将理论知识与实践应用紧密结合在一起。

(5) 为便于教师教学和学生自学,每个课题前有学习目标、考核标准和教学建议,重点内容有提示,难点内容有讨论。

(6) 所用标准均为最新的国家标准。

参加本书编写的有:刘皓宇(第四至第七单元),王志敏(第一、三单元),王轶超(第二单元),刘晓明(实训一至实训十一),全书由刘皓宇任主编,王志敏任副主编,徐景波、刘焕学、李美娟等同志参与了本书部分内容的遴选和编写工作。

本书由承德市劳动和社会保障局国家职业技能鉴定考评员郝军高级工程师主审,他仔

细审阅了全部文稿和图稿,提出了很多宝贵意见和建议,在此表示衷心的感谢。

限于编者水平,书中难免有不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2004 年 9 月

目 录

单元一 直流电路	1	实训六 汽车继电器的检测	93
课题 1.1 基本概念	1		
课题 1.2 电阻	4	单元四 发电机和起动机	96
课题 1.3 电容	15	课题 4.1 交流发电机	96
课题 1.4 电感线圈	20	课题 4.2 直流电动机	108
课题 1.5 万用表与电烙铁的使用	25	实训七 汽车交流发电机的测量与拆解	118
实训一 常用电子仪器使用	36	实训八 起动用直流电动机的测量与拆解	121
实训二 用万用表检测汽车温度传感器	44		
单元二 交流电路	47	单元五 半导体器件	125
课题 2.1 正弦交流电路	47	课题 5.1 二极管	125
课题 2.2 三相电路	52	课题 5.2 三极管	137
课题 2.3 安全用电常识	57	实训九 LED 数码管显示实验	159
实训三 参观汽修企业的供电方式和设备	62	实训十 晶体管电压调节器实验	160
单元三 磁路及电磁器件	63	单元六 集成运算放大器	162
课题 3.1 磁场及磁路	63		
课题 3.2 变压器	66	单元七 数字电路基础	176
课题 3.3 点火线圈	72	课题 7.1 门电路	176
课题 3.4 电磁铁	76	课题 7.2 汽车常用集成电路	192
课题 3.5 继电器	81	实训十一 汽车密码锁电路分析与实验	214
实训四 点火线圈的检测与实验	90		
实训五 电磁式电压调节器的检测与实验	91	参考文献	217

单元一 直流电路

课题 1.1 基本概念

学习目标	考核标准	教学建议
1. 了解什么是电位 2. 了解什么是电压 3. 掌握电位和电压的关系 4. 了解什么是电动势 5. 了解什么是电流 6. 掌握欧姆定律 7. 了解基尔霍夫定律	应知:电位、电压、电动势、电流的概念;欧姆定律的内容。电位与电压的关系;电压与电动势的关系。 应会:用万用表测量电路中的电位、电压、电流;用欧姆定律和基尔霍夫定律分析电路中元件的电压、电流及电阻的关系。	建议:教师重点讲解用欧姆定律和基尔霍夫定律分析电路中元件的电压、电流及电阻的关系。对于课程中涉及的操作训练可结合课程进行,也可以采用讲解后集中训练的方式。

一、什么是电位

在汽车电路中,通常用汽车底盘、车架和发动机等金属作为公用导线,也就是常说的“搭铁”,并视其为电路中的参考零点。如同观察珠峰高度时以水平面为参考零点,电路中其他各点所具有的电势能就是以该点为参考点的电位。

电位没有方向性,是标量。单位是伏[特](V)、毫伏(mV)。通常用字母 V 表示某点的电位,如: $V_A = 4\text{ V}$ 。

提示:汽车蓄电池每单格的电位是 2 V 。

进一步:电位是相对值,大小取决于参考点的选择。

操作:用万用表电压挡实测汽车电瓶每格电位。

二、什么是电压

电压就是电路中两点间的电位差。通常规定电压的参考方向为高电位(“+”极性)端指向低电位(“-”极性)端,即电压的方向为电位降低的方向,在电路图中所标电压的方向一般都是

参考方向,它们的真实值为正值,还是负值,视选定的参考方向而定,电压的单位为伏[特](V)。通常用字母 U 来表示。

提示:汽车电气系统的额定电压有 12 V 和 24 V 两种。

进一步:电压是矢量(有大小也有方向的量),它的大小取决于电路中两点的选择;电压是对外电路元件(除去电源)而言。

操作:用万用表测量汽车驻车灯、尾灯电压。

三、什么是电动势

电动势也是电路中两点的电位差,不过电动势通常是对电源内部而言,是表示其他形式的能量转换成电能的能力。它的参考方向规定为电源内部低电位(“-”极性)端指向高电位(“+”极性)端,即电动势的方向为电位升高的方向,电动势的单位为伏[特](V)、毫伏(mV)等,通常用字母 E 来表示。

提示:汽车蓄电池的电动势通常为 12 V。

进一步:电动势是矢量,表示电源本身的性质。

操作:用万用表测新干电池和新蓄电池的电动势。

四、什么是电流

电流就是带电粒子在电路中的定向运动。

通常规定正电荷运动的方向为电路中电流的实际方向,在实际电路中可选定参考方向,若实际方向与参考方向相同,电流为正值;若实际方向与参考方向相反,电流为负值。电流通常用字母 I 来表示。它的单位是安[培](A)、毫安(mA)等。

提示:汽油发动机起动电流为 200 ~ 600 A,有些柴油机起动电流达 1 000 A。

进一步:电流是矢量,分析时不但要注意大小,而且要注意方向。

操作:用万用表电流挡,测点火系统一次线圈电流。

五、欧姆定律

在纯电阻电路中,某些元件的端电压与流过该元件的电流的比是一个定值,即 $R = \frac{U}{I}$,这就是欧

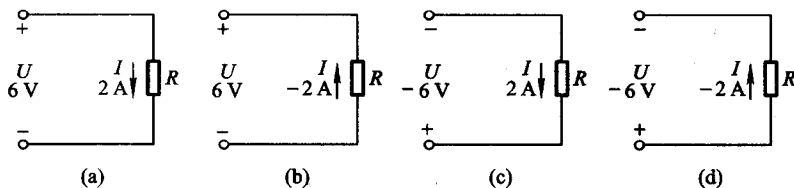


图 1-1 欧姆定律的应用

姆定律。此比值就是该元件的电阻,通常用字母 R 来表示。它的单位是欧[姆](Ω)、千欧($k\Omega$)等。

提示:应用欧姆定律要注意电压、电流的参考方向,如果二者方向一致 $U = IR$,如果二者参考方向不一致 $U = -IR$ 。

进一步:纯电阻直流电路中的任意元件都适用欧姆定律。

操作:计算图 1-1 中的电阻值,并用万用表验证欧姆定律。注意断电后方可用万用表测电阻。

六、基尔霍夫定律

1. 基尔霍夫电流定律

电路中流过同一电流的每一电路分支叫支路,支路中流过的电流叫支路电流;电路中,三个或三个以上的支路相交的点称为节点。由于电流的连续性,在任一瞬时,流向某一节点的电流之和等于由该节点流出的电流之和,即任一瞬时,一个节点上电流的代数和为零。这就是基尔霍夫电流定律。

提示:基尔霍夫电流定律是对复杂电路多支路电流而言的,分析时注意节点的选取。

进一步:电流是矢量,分析时不但要注意大小,而且要注意方向,一般规定流入节点电流为正值,流出节点电流为负值。

例题:在图 1-2 中, $I_1 = 2\text{ A}$, $I_2 = 4\text{ A}$, $I_3 = 7\text{ A}$, 计算 I_4 。

解:由基尔霍夫电流定律可列出

$$I_1 + I_3 = I_2 + I_4$$

代入数值计算出

$$I_4 = 5\text{ A}$$

2. 基尔霍夫电压定律

电路中,回路是由一条或多条支路所组成的闭合电路。根据能量守恒定律,在任一瞬时,沿任一回路循环(顺时针或逆时针方向),回路中各段电压的代数和为零,这就是基尔霍夫电压定律。

提示:基尔霍夫电压定律是对复杂电路中单一回路电压而言,分析时注意回路的选取。同一回路中不同电路分支的电流可以不同。

进一步:电压是矢量,分析时不但要注意大小,而且要注意方向,一般规定沿回路电压降为正值,沿回路电压升为负值。

例题:有一闭合回路如图 1-3 所示,各支路的元件是任意的,但已知: $U_{AB} = 5\text{ V}$, $U_{BC} = -4\text{ V}$, $U_{DA} = -3\text{ V}$ 。试求:(1) U_{CD} (2) U_{CA} 。

解:(1)由基尔霍夫电压定律可列出

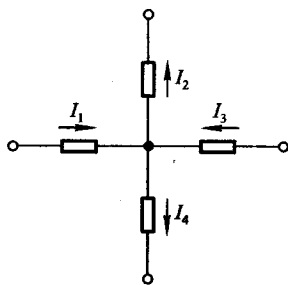


图 1-2 基尔霍夫电流定律实例

即 $U_{AB} + U_{BC} + U_{CD} + U_{DA} = 0$
 得 $5 \text{ V} + (-4 \text{ V}) + U_{CD} + (-3 \text{ V}) = 0$
 $U_{CD} = 2 \text{ V}$

(2) ABCA 不是闭合回路,也可应用基尔霍夫电压定律列出

即 $U_{AB} + U_{BC} + U_{CA} = 0$
 得 $5 \text{ V} + (-4 \text{ V}) + U_{CA} = 0$
 $U_{CA} = -1 \text{ V}$

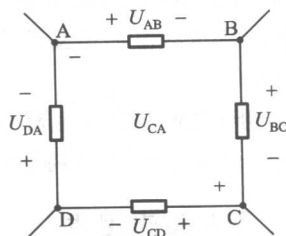


图 1-3 基尔霍夫电压定律实例

课题 1.2 电 阻

学习目标	考核标准	教学建议
1. 了解电阻的分类与标记 2. 了解电阻的串联 3. 了解电阻的并联 4. 电路中电位的计算 5. 掌握分压网络在汽车电路中的应用 6. 了解特殊电阻在汽车上的应用	应知:串联电路中电压、电流及电阻的关系;并联电路中电压、电流及电阻的关系。 应会:判别电路中电阻的连接方式;根据标记分辨电阻;用万用表检测电阻和电位;分析汽车电阻分压网络中的电位关系。	建议:教师重点讲解电阻的串联、并联,分压网络在汽车电路中的应用,电路中电位的变换。对于课程中涉及的操作训练可结合课程进行,也可以采用讲解后集中训练的方式。

一、电阻的分类与标记

1. 电阻的基本定义

电阻是汽车电气、电子设备中用得最多的基本元件之一,主要用于控制和调节电路中的电流和电压,或用作消耗电能的负载。电阻的单位是欧[姆](Ω)。

操作规范:选用电阻不但要注意电阻阻值的大小,同时要考察它所能承受的电压,允许通过的电流,还要考察它的额定功率。

2. 电阻的分类方法

电阻有不同的分类方法。按阻值分,电阻有固定电阻和可变电阻(可变电阻常称为电位器)之分;按材料分,有碳膜电阻、金属膜电阻和线绕电阻等不同类型;按功率分,有 $\frac{1}{16} \text{ W}$ 、 $\frac{1}{8} \text{ W}$ 、

$\frac{1}{4}$ W、 $\frac{1}{2}$ W、1 W、2 W 等额定功率的电阻;按电阻值的精确度分,有精确度为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 等的普通电阻,还有精确度为 $\pm 0.1\%$ 、 $\pm 0.2\%$ 、 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 1\%$ 和 $\pm 2\%$ 的精密电阻。

提示:电阻的类别可以通过外观的标记识别。汽车点火线圈的附加电阻的功率为数十瓦,控制组件电阻的功率为 $\frac{1}{4}$ W、 $\frac{1}{8}$ W 等。

普通电路采用的是合成电阻、碳膜电阻;对高可靠性要求的部件要用金属膜电阻;可变电阻使用时容易接触不良,它的寿命也比较短。

电路中进行一般调节时,采用价格低廉的碳膜电位器;在进行精确调节时,宜采用多圈电位器或精密电位器。

(1) 固定电阻

① 电阻型号命名方法根据 GB2471—81,见表 1-1。

表 1-1 电阻型号命名方法

第一部分:主称		第二部分:材料		第三部分:特征			第四部分:序号
符号	意义	符号	意义	符号	电阻器	电位器	
R	电阻器	T	碳膜	1	普通	普通	对主称、材料相同,仅性能指标、尺寸大小有区别,但基本不影响互换使用的产品,给同一序号;若性能指标、尺寸大小明显影响互换时,则在序号后面用大写字母作为区别代号。
W	电位器	H	合成膜	2	普通	普通	
		S	有机实心	3	超高频		
		N	无机实心	4	高阻		
		J	金属膜	5	高温		
		Y	氧化膜	6			
		C	沉积膜	7	精密	精密	
		I	玻璃釉膜	8	高压	特殊函数	
		P	磷酸膜	9	特殊	特殊	
		U	硅酸膜	G	高功率		
		X	线绕	T	可调		
		M	压敏	W		微调	
		C	光敏	D		多圈	
		R	热敏	B	温度补偿用		
				C	温度测量用		
				P	旁热式		
				W	稳压式		
				Z	正温度系数		

如图 1-4 所示,为电阻型号标称实例。

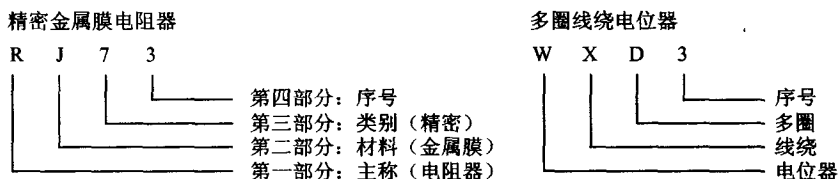


图 1-4 电阻型号标称实例

② 电阻值的标识

按部颁标准规定,电阻值的标称值应为表 1-2 所列数字的 10^n 倍,其中, n 为正整数、负整数或零。

表 1-2 电阻的标称值

系 列	允许误差/(%)	电阻器的标称值									
E24	I (±5)	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4
		2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1	5.6	6.2
		6.8	7.5	8.2	9.1						
E12	II (±10)	1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9	4.7	5.6
		6.8	8.2								
K6	III (±20)	1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8				

电阻的阻值和允许偏差的标注方法有直标法、色标法和文字符号法。

(a) 直标法

将电阻的阻值和误差直接用数字和字母印在电阻上(无误差标示为允许误差 ±20%)。也有采用习惯标记法的,如:

- 3Ω3 I 表示电阻值为 3.3 Ω,允许误差为 ±5 %
 1K8 III 表示电阻值为 1.8 kΩ,允许误差为 ±20 %
 5M1 II 表示电阻值为 5.1 MΩ,允许误差为 ±10 %

(b) 色标法

将不同颜色的色环涂在电阻上来表示电阻的标称值及允许误差,各种颜色所对应的数值见表 1-3。固定电阻色环标志读数识别规则如图 1-5 所示。

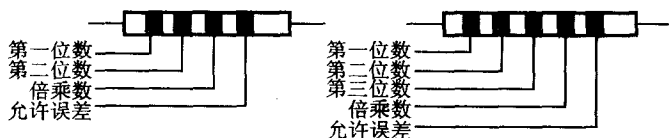


图 1-5 固定电阻色环标志读数识别规则

表 1-3 电阻色环符号意义

颜 色	有效数字第一位数	有效数字第二位数	倍乘数	允许误差/(%)
棕	1	1	10^1	± 1
红	2	2	10^2	± 2
橙	3	3	10^3	
黄	4	4	10^4	
绿	5	5	10^5	± 0.5
蓝	6	6	10^6	± 0.2
紫	7	7	10^7	± 0.1
灰	8	8	10^8	
白	9	9	10^9	
黑	0	0	10^0	
金			10^{-1}	± 5
银			10^{-2}	± 10
无色				± 20

操作:电阻的四环颜色为红红棕金表示电阻的大小为 $220\ \Omega$,误差为 $\pm 5\%$;电阻的四环颜色为黄紫橙银表示电阻的大小为 $47\ \text{k}\Omega$,误差为 $\pm 10\%$;电阻的五环颜色为棕紫绿金棕表示电阻的大小为 $17.5\ \Omega$,误差为 $\pm 1\%$ 。

(c) 文字符号法

例如: $3\text{M}3\text{K}$ $3\text{M}3$ 表示 $3.3\ \text{M}\Omega$, K 表示允许偏差为 $\pm 10\%$ 。

③ 电阻额定功率的识别

电阻的额定功率指电阻在直流或交流电路中,长期连续工作所允许消耗的最大功率,有两种标志方法:2 W 以上的电阻,直接用数字印在电阻体上;2 W 以下的电阻,以自身体积大小来表示功率。在电路图上表示电阻功率时,采用如图 1-6 的符号。*

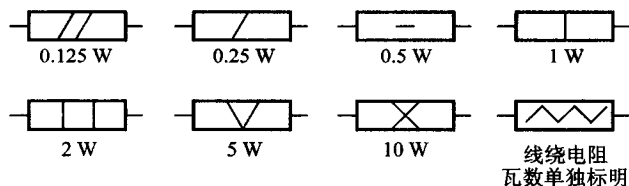


图 1-6 电阻额定功率电路符号

④ 电阻偏差标志符号表

电阻偏差标志符号如表 1-4 所示。

表 1-4 电阻偏差标志符号表

允许偏差/(%)	标志符号	允许偏差/(%)	标志符号	允许偏差/(%)	标志符号
± 0.001	E	± 0.1	B	± 10	K
± 0.002	Z	± 0.2	C	± 20	M
± 0.005	Y	± 0.5	D	± 30	N
± 0.01	H	± 1	F		
± 0.02	U	± 2	G		
± 0.05	W	± 5	J		

(2) 可变电阻

可变电阻一般称为电位器,从形状上分有圆柱体、长方体等多种形状;从结构上分有直滑式、旋转式、带开关式、带紧锁装置式、多联式、多圈式、微调式和无接触式等多种形式;从材料上分有碳膜、合成膜、有机导电体、金属玻璃釉和合金电阻丝等多种电阻材料。碳膜电位器是较常用的一种。电位器在旋转时,其相应的阻值依旋转角度而变化。变化规律有三种不同形式,如图 1-7 所示。

X 型为直线型,其阻值按角度均匀变化。它适于作分压、调节电流等用,如在电视机中作场

* 新标准已取消,为了便于对照识别产品原理,在此给出。

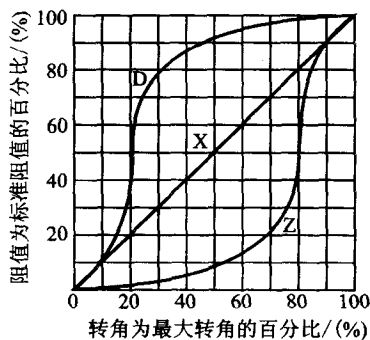


图 1-7 电位器旋转角与实际阻值的变化关系

频调整。Z 型为指数型,其阻值按旋转角度依指数关系变化(即阻值变化开始缓慢,以后变快),它普遍使用在音量调节电路里。由于人耳对声音响度的听觉特性是接近于指数关系的,当音量从零开始逐渐变大的一段过程中,人耳听觉对音量变化最灵敏,当音量大到一定程度后,人耳听觉逐渐变迟钝。所以音量调整一般采用指数式电位器,使声音变化听起来显得平稳、舒适。D 型为对数型,其阻值按旋转角度依对数关系变化(即阻值变化开始快,以后缓慢),这种方式多用于仪器设备的特殊调节。在电视机中采用这种电位器调整黑白对比度,可使对比度更加适宜。

二、电阻的串联

在电路中有两个或更多个电阻一个一个地顺序相连,并且在这些电阻中流过同一电流,这种连接方法称为电阻的串联,如图 1-8(a) 所示。

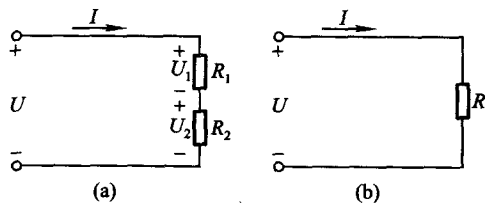


图 1-8 电阻的串联及等效电阻

串联的几个电阻可用一个等效电阻[见图 1-8(b)]来替代,等效电阻的阻值等于各个串联电阻之和,即

$$R = R_1 + R_2 + \cdots + R_N$$

由于这些串联电阻流过同一电流,所以每个电阻上的电压只取决于电阻本身的阻值(符合

欧姆定律)。

提示:串联电路中,流过每点的电流都是相同的;总电阻大于各段电阻;总电压大于各段电压。

进一步:串联电阻具有分压作用,如需调节电路中的电流时,一般可在电路中串联一个变阻器来调节。改变电阻的大小,可得到不同的电压。

操作规范:应用电阻时要注意不但考虑电阻的阻值,还要考虑电阻的耐压、耐流和功率。

操作:用蓄电池和两只电阻连成如图 1-8 所示串联电路。用万用表电压挡分别测量该电路中各元件上的电压,你会发现总电压大于各段电压,各段电压的和等于总电压;用万用表的电流挡测量该串联电路的电流,你会发现流过每个元件的电流都是相同的。

三、电阻的并联

电路中有两个或多个电阻连接在两个公共的节点之间,承受同一个端电压,这些电阻的连接关系称为并联,如图 1-9(a)所示。

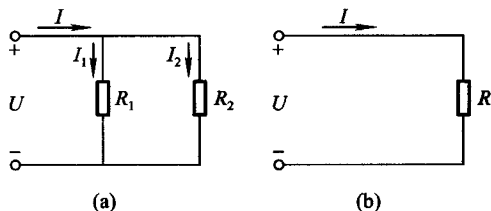


图 1-9 电阻的并联以及等效电阻

两个并联电阻可用一个等效电阻来代替,如图 1-9(b)所示。等效电阻的倒数等于各个并联电阻的倒数和,即

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_N}$$

因为并联电阻承受同一端电压,所以流过某个电阻的电流与其电阻成反比,由此可知,并联电路中并联电阻愈多,总电阻愈小。

提示:并联电路的总电阻小于最小的电阻;如果电阻值不同,流过每条支路的电流也就不同;每条支路的电流之和等于电路的总电流。

进一步:电路中并联变阻器可以起到分流或调节电流的作用;汽车蓄电池并联时,是把正极与正极相连,负极与负极相连。不论并联的个数是多少,电压均保持不变,但容量增加,是各蓄电池容量之和。

操作:用蓄电池和两只电阻连成如图 1-9(a)所示并联电路。用万用表电压挡分别测量该