



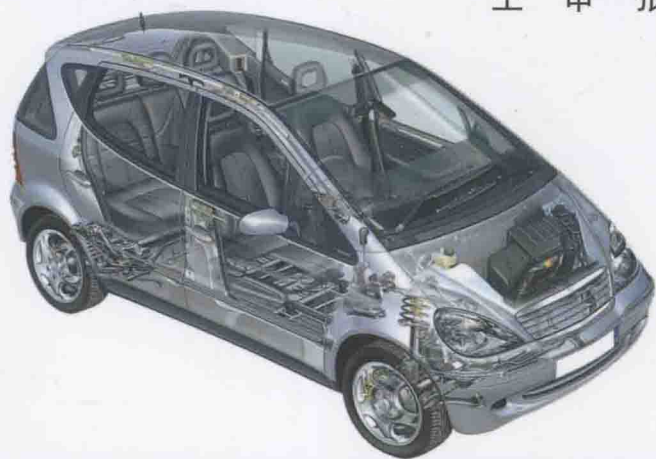
高等职业教育“十二五”规划教材

双色版

# 汽车

# 电工电子

主 编 李 明 周春荣  
副主编 徐静航 曹 秘  
主 审 张 华



配课件



人民交通出版社  
China Communications Press

高等职业教育“十二五”规划教材

Qiche Diangong Dianzi  
**汽车电工电子**

主 编 李 明 周春荣  
副主编 徐静航 曹 秘  
主 审 张 华

人民交通出版社

## 内 容 提 要

本书为高等职业教育“十二五”规划教材。本书基于学习情境设计,以任务作驱动,以项目为载体,将理论知识与实践操作进行一体化的教学设计,体现了工学结合的本质特征,主要内容包括基础电路、用电执行器、稳压电路、信号采集、信号处理、电子控制与数据转换、数据存储、汽车电控单元与局域网,共8个项目。

本书主要供高职高专院校汽车运用技术、汽车电子技术、汽车检测与维修技术等专业教学使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车电工电子 / 李明, 周春荣主编. -- 北京: 人民交通出版社, 2012.7

高等职业教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-114-09635-8

I. ①汽… II. ①李… ②周… III. ①汽车—电工技术—高等职业教育—教材②汽车—电子技术—高等职业教育—教材 IV. ①U463.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第016650号

高等职业教育“十二五”规划教材

书 名: 汽车电工电子

著 作 者: 李 明 周春荣

责任编辑: 张 强

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 59757969, 59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京交通印务实业公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 16.75

字 数: 387千

版 次: 2012年7月 第1版

印 次: 2012年7月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-09635-8

印 数: 0001-3000册

定 价: 39.00元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

# 编委会

► BIANWEIHUI

- 主 任：**明平顺（武汉理工大学）
- 副主任：**林 平（福建船政交通职业学院）  
刘 锐（吉林交通职业技术学院）
- 委 员：**陈文均（贵州交通职业技术学院）  
段泰嵘（重庆交通职业学院）  
郭远辉（四川交通职业技术学院）  
何细鹏（武汉交通职业学院）  
姜 攀（武汉交通职业学院）  
李大光（吉林交通职业技术学院）  
李 明（吉林交通职业技术学院）  
廖向阳（湖南交通职业技术学院）  
屈亚锋（武汉交通职业学院）  
曲英凯（吉林交通职业技术学院）  
史 婷（武汉交通职业学院）  
唐晓丹（上海科技职业学院）  
王贵槐（武汉交通职业学院）  
王秀贞（邢台职业技术学院）  
徐静航（吉林交通职业技术学院）  
易 波（湖南交通职业技术学院）  
张立新（辽宁省交通高等专科学校）  
周春荣（重庆交通职业学院）  
周 燕（南京交通职业技术学院）

# 前言

QIANYAN

为落实《国家中长期教育改革和发​​展规划纲要（2010—2020 年）》精神，深化职业教育教学改革，积极推进课程改革和教材建设，2010 年 10 月，全国十几所高职院校的汽车专业的骨干教师及相关汽车企业专家齐聚武汉，参加了由人民交通出版社组织的高等职业教育“十二五”规划教材编写会议，在会上成立了编写委员会，策划启动了本套教材，希望为高职高专院校汽车专业建设尽一点绵薄之力。

本套教材从编写到审校，都是由职业院校汽车专业的教师与相关企业的技术人员一起合作完成的，真正实现了学校和企业的紧密结合。教材基于学习情境设计，以任务作驱动，以项目为载体，将理论知识与实践操作进行一体化的教学设计，体现了工学结合的本质特征——“学习的内容是工作，通过工作实现学习”，突出学生的综合职业能力培养。本套教材的编写，打破了传统教材的章节体例，以具有代表性的工作任务为一个相对完整的学习过程，围绕工作任务聚焦知识和技能，体现行动导向的教学观，提升学生学习的主动性和成就感。

《汽车电工电子》是本套教材中的一本。本书以任务为切入点，引领相关理论知识，以大量的彩色图片诠释了基础电路、用电执行器、稳压电源、信号的采集、信号的放大、电子控制与数据转换、数据的存储、汽车电控单元与局域网等原理与检查方法，真正做到了汽车电工与电子的理论知识与生产实践的紧密结合，体现了理论源于实践再应用于实践的转化过程。



本书在内容的组织上既考虑电工电子基础知识和技能的学习，又考虑与汽车类专业后续课程的衔接。教材图文并茂，内容结构上循序渐进，语言文字精炼、简洁。有的任务附有相关的拓展知识与应用，这些内容除拓宽电工电子方面的知识，也能满足不同教学要求。

参加本书编写工作的有：吉林交通职业技术学院的徐静航（编写项目5中的任务1~任务8）、王强（编写项目4中的任务1~任务4）、李虹（编写项目3）、韩伟（编写项目6中的任务1~任务4）、陈计（编写项目6中的任务5、任务6）、刘磊（编写项目6中的任务7、任务8）、王桂荣（编写项目5中的任务9）、曲晓红（编写项目4中的任务5）、吉林省吉刚汽车贸易集团技术总监李明（编写概述及项目1）、重庆交通职业学院周春荣（编写项目7、项目8）、长春市新太学校曹秘（编写项目2），全书由吉林省汽车工业贸易集团李明、重庆交通职业学院周春荣担任主编，吉林交通职业技术学院徐静航、长春市新太学校曹秘担任副主编，长春职业技术学院汽车分院张华教授担任主审。

吉林交通职业技术学院的刘锐教授对本书的编写思路及任务设置给予了悉心的指导，在此表示衷心的感谢。

限于编者经历和水平，教材内容难免有疏漏和不当之处，希望各高职院校在使用本教材时，及时提出意见和建议，以便再版时补充完善。

编委会

2011年8月

# 目 录

MULU

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 概述 .....                             | 1   |
| 项目 1 基础电路 .....                      | 2   |
| 任务 1 直流电路电流、电压、电阻的测量 .....           | 2   |
| 任务 2 电阻器的检测 .....                    | 11  |
| 任务 3 电容器的检测 .....                    | 15  |
| 任务 4 电感器的检测 .....                    | 20  |
| 任务 5 汽车电路的特点 .....                   | 25  |
| 任务 6 用示波器检测 50Hz、12V 正弦交流电电压波形 ..... | 31  |
| 任务 7 检测电阻、电容、电感交流电路电压与电流波形 .....     | 37  |
| 任务 8 三相交流供电线路的检测 .....               | 46  |
| 项目 2 用电执行器 .....                     | 56  |
| 任务 1 电磁开关检查 .....                    | 56  |
| 任务 2 直流变压器的检测 .....                  | 64  |
| 任务 3 直流电动机的检查 .....                  | 68  |
| 项目 3 稳压电路 .....                      | 81  |
| 任务 1 传感器的认知 .....                    | 81  |
| 任务 2 二极管的检测 .....                    | 84  |
| 任务 3 二极管整流电路输出波形的检测 .....            | 92  |
| 任务 4 +5V 稳压电源的设计制作 .....             | 96  |
| 项目 4 信号采集 .....                      | 103 |
| 任务 1 温度信号的采集 .....                   | 103 |
| 任务 2 位置信号的采集 .....                   | 107 |
| 任务 3 光信号的采集 .....                    | 112 |



|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 任务4 转速信号的采集 .....              | 117 |
| 任务5 压力信号的采集 .....              | 121 |
| <br>项目5 信号处理 .....             | 125 |
| 任务1 三极管的检测 .....               | 125 |
| 任务2 验证三极管放大与开关作用 .....         | 131 |
| 任务3 基本放大电路输入与输出波形的检测 .....     | 135 |
| 任务4 照明延时电路的分析 .....            | 142 |
| 任务5 多级放大电路分析 .....             | 146 |
| 任务6 集成运算放大器放大电路输入与输出波形检测 ..... | 153 |
| 任务7 电流检测电路分析 .....             | 159 |
| 任务8 电源电压过低报警电路分析 .....         | 164 |
| 任务9 霍尔转速传感器信号放大整形电路分析 .....    | 167 |
| <br>项目6 电子控制与数据转换 .....        | 172 |
| 任务1 电控汽油发动机喷油量基本控制过程 .....     | 172 |
| 任务2 电控系统多路开关控制电路的分析 .....      | 177 |
| 任务3 电控系统多路故障报警电路分析 .....       | 182 |
| 任务4 电控系统故障自诊断控制电路分析 .....      | 187 |
| 任务5 温度传感器输出模拟电压信号的编码 .....     | 193 |
| 任务6 温度传感器输出电压编码电路 .....        | 198 |
| 任务7 数码显示器功能演示 .....            | 203 |
| 任务8 温度传感器输出模拟电压信号转换成数字信号 ..... | 208 |
| <br>项目7 数据存储 .....             | 215 |
| 任务1 钟控 R—S 触发器功能及波形分析 .....    | 215 |
| 任务2 数字式转速表功能分析 .....           | 222 |
| 任务3 汽车液位监控电路分析 .....           | 230 |
| <br>项目8 汽车电控单元与局域网 .....       | 238 |
| 任务1 汽车发动机电控单元组成元件及功能识别 .....   | 238 |
| 任务2 了解汽车 CAN 网关插座管脚排列 .....    | 248 |
| 任务3 汽车 CAN 总线检测方法 .....        | 252 |
| 任务4 汽车 LIN 总线检测方法 .....        | 257 |
| <br>参考文献 .....                 | 260 |

# 概 述

随着电子技术在汽车上广泛应用,汽车运行控制因素逐渐由人为控制转变为电子控制,使汽车运行控制更加精准,现代汽车已成为智能电控装置。本书作为高职高专汽车专业基础课程,目的是为学习汽车电子控制系统打基础。因此,教材采用项目引领、任务驱动教学的方式,紧紧围绕汽车电控系统所需的电子技术,诠释了电子技术在现代汽车上的应用。一是电工技术基础,主要介绍汽车电控系统中的执行器的构造和工作原理;二是模拟电子技术基础,主要介绍汽车电控系统传感器模拟信号的采集、处理以及电源稳压;三是数字电子技术基础,主要介绍电控系统信号转换、数据的传输、存储、运算和控制;四是单片机和局域网,主要介绍汽车电控单元的控制过程以及汽车局域网相关知识。

如图 0-0-1 所示,汽车电子控系统主要由传感器、控制器 (ECU)、执行器和局域网四部分组成。

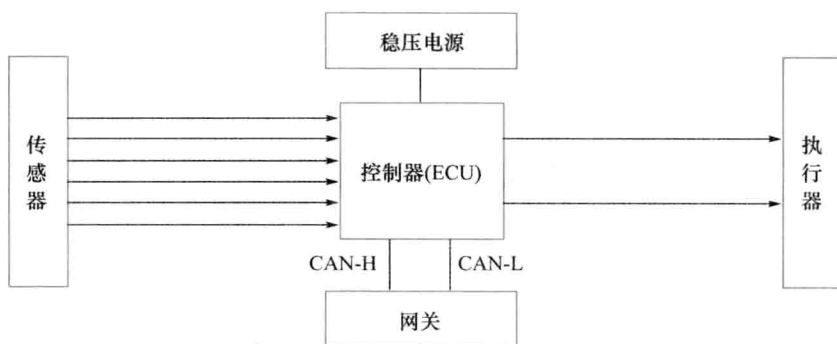


图 0-0-1 汽车电控系统框图

(1) 传感器:又叫“转换器”,是将汽车运行的非电量参数(如压力、温度、速度、时间、位置和开关量等)转变为电量,输送给汽车控制器 (ECU)。

(2) 控制器 (ECU): ECU 的功用是收集、存储和处理各种传感器的输入信号,根据汽车工作的要求,进行控制决策的运算,并输出相应的控制信号,驱动执行器完成各种控制指令。它是电控网络的智能化神经中枢,具有多项控制功能。

(3) 执行器:执行器是根据汽车不同的工况要求,在电脑所发出指令驱动下,将电量变为非电量去完成控制任务。执行元件多为电磁开关、电磁阀、加热器、点火器、电动机等。

(4) 局域网:将汽车上大量控制单元(电脑)通过网络联系起来,实现信息适时共享。

# 项目1 基础电路

汽车电器和电控系统是基础电路在汽车上的具体应用,通过基础电路基本定律、分析方法、检测仪器使用以及汽车电路特点的学习。为学习汽车电器和电控系统打下良好基础。

## 任务1

### 直流电路电流、电压、电阻的测量

#### 1. 任务引入

直流电路检测时,需测量电路的电流和电压。因此,应了解直流电路电流和电压的测量方法。

#### 2. 相关理论知识

##### 2.1 电的三大效应

电是一种能量,它具有三大效应,即热效应、光效应和磁效应。人类正是通过电的三大效应在利用电能。图1-1-1为利用电的三大效应工作的汽车电器部件。

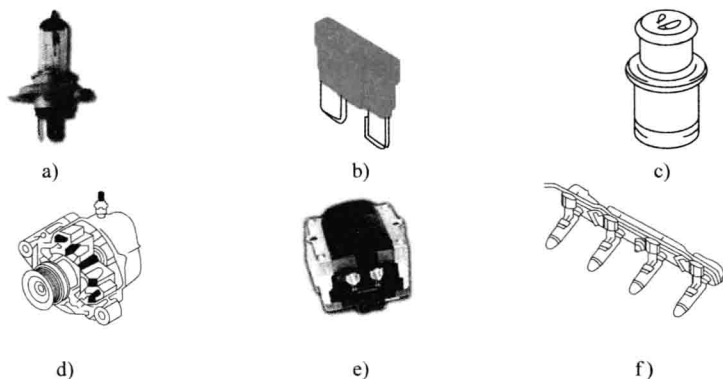


图1-1-1 利用电的三大效应工作汽车电器部件

a)灯泡;b)熔断器;c)点烟器;d)发电机;e)点火器;f)喷油器

(1) 热效应:当电流经过电阻时,电阻会产生热,这就是电的热效应。例如,电暖器、电热毯以及汽车上的点烟器、熔断器等都是利用这一原理工作的。

(2) 光效应：当电流经过电阻或某些半导体时，就会发光，这就是电的光效应。例如，生活照明以及汽车上的照明灯和信号灯等都是利用这一原理工作的。

(3) 磁效应：当电流通过导体线圈时，导体线圈周围空间会产生电磁场，这就是电的磁效应。例如，发电机、电动机以及汽车上的点火线圈、喷油器、继电器等都是利用这一原理工作的。

## 2.2 电路

电路是电流或电信号流通的路径，是为了实现某种功能由电工设备或电路元件按一定方式组合而成，实现电能的传输、分配与转换或信号的传递与处理。简单的电路一般都是由电源、负载、连接导线、控制和保护装置等四部分按照一定方式连接起来的闭合回路。实际应用中电路是多种多样的，但就汽车电路功能而言可分为两类。其一是进行能量传输、分配与转换的汽车电力系统电路，其二是实现信息的传送和处理的汽车控制系统电路。

### 2.2.1 电力系统电路

电力系统电路是指实现能量的转换、传送与分配的电路。如图 1-1-2 所示，它一般是由电源、中间环节和负载（用电装置）组成。

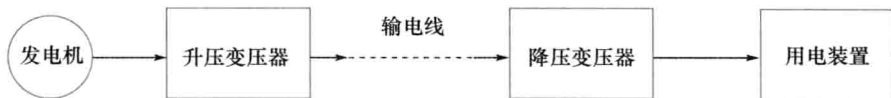


图 1-1-2 电力系统电路

(1) 电源：电源是电路中电能的提供者，是将其他形式能量转化成电能的装置。

(2) 中间环节：中间环节具有传递、分配和控制电能的作用，包括中央集线盒、熔断器、开关、继电器等。

(3) 负载：负载即用电装置，其作用是将电源供给的电能转换为其他形式的能量。包括汽车车灯（灯泡将电能转换为光能和热能）等。

### 2.2.2 信号的传送和处理电路

信号的传送和处理电路是指实现信号的传送、处理和执行的电路，如图 1-1-3 所示：

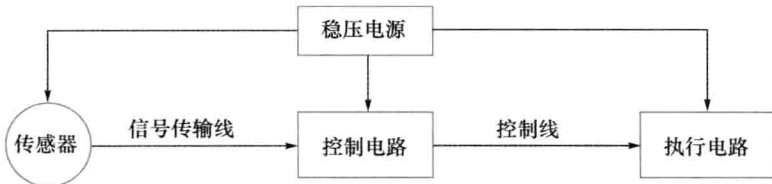


图 1-1-3 汽车电控系统电路

(1) 稳压电源：作用是将普通电源经过整流稳压后输出，为信号电路、控制电路和执行电路提供能源，如稳压电源。



(2) 信号电路：用于产生和传输电信号的电路，如汽车各种传感器电信号的产生和传输电路。

(3) 控制电路：对信号进行放大、滤波、整形、A/D 转换、存储及控制等，如汽车各种电控单元（电脑 ECU）。

(4) 执行电路：实现能量转换的电路。执行电路可将电能转换为机械能、热能或光能等。如汽车电控系统中的电磁阀、点火线圈、喷油器等。

电路根据供电形式不同又分交流电路和直流电路。含有交流电源的电路叫交流电路，含有直流电源的电路叫直流电路。

## 2.3 电路中的基本物理量

电路的基本物理量包括电流、电压、电位、电功和电功率。

### 2.3.1 电流

电荷在电路中有规则的定向运动形成电流。不同的导电材料中，可以自由运动的电荷不同。在金属导体中，大量带负电荷的自由电子在外电场作用下，逆着电场方向运动，形成电流。在某些电解液或气体中，电流则是正离子或负离子在外电场作用下定向运动形成的。因此，形成电流必须具备两个基本条件，两者缺一不可：

(1) 导体内要有可做定向移动的自由电荷，这是形成电流的内因；

(2) 要有使自由电荷作定向运动的电场（这是形成电流的外因）。

电流不仅是一种物理现象，而且又是一个表示带电粒子定向运动强弱的物理量。实验结果证明，单位时间内通过导体横截面的电荷越多，流过导体的电流越强；反之，电流就越弱。电流的符号为  $I$ ，其数值等于单位时间  $t$  (s) 内通过导体横截面的电荷量  $q$ ，即

$$I = \frac{q}{t}$$

#### 1) 电流的单位

在国际单位制中，电流的基本单位是安培（简称安），符号为 A，如果在 1 秒 (s) 时间内通过导体横截面的电量是 1 库仑 (C)，则导体中的电流是 1 安培 (A)。

常用的电流单位还有千安 (kA)、毫安 (mA) 和微安 ( $\mu\text{A}$ ) 等，它们的换算关系如

下： $1\text{kA} = 10^3\text{A} = 10^6\text{mA} = 10^9\mu\text{A}$ 。

#### 2) 电流的方向

电流不仅有大小，而且有方向。正、负两种电荷定向运动都能形成电流。习惯上规定正电荷定向运动的方向为电流方向。在金属导体中，是电子的运动形成的电流，而不是原子核（带正电）移动。如图 1-1-4 所示，在导体两端施加电压时，电子便从负极流向正极。通常将正电荷移动的方向规定为电流正方向，实际电流方向是电子的运动方向。

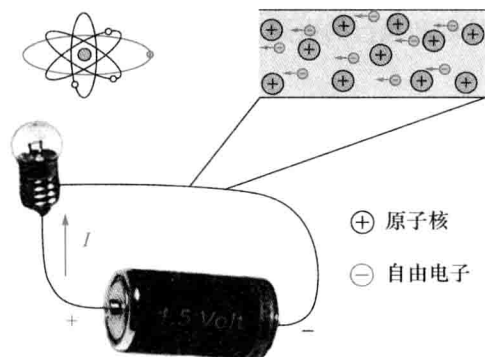


图 1-1-4 电流方向

电流的方向是实际存在的,但具体分析电路时,往往很难判断某段电路中电流的实际方向。因此,在分析电路前,可以任意假设一个电流的参考方向(不一定是电流的实际方向);参考方向一经选定,电流就成为一个代数量,有正、负之分。若计算电流结果为正值,表明设定的参考方向与实际方向相同;若计算的电流结果为负值,表明设定的参考方向与实际方向相反。

### 3) 直流电流和交流电流

电流有直流电流和交流电流之分。如图 1-1-5 所示,电流方向不随时间的变化而变化称为直流电流,用大写字母  $I$  表示;大小和方向都不随时间的变化而变化的电流叫稳恒直流电流,大小随时间做周期性变化但方向不随时间变化的电流叫脉动直流电流。电流的大小和方向都随时间做周期性变化称为交流电流,用小写字母  $i$  表示。

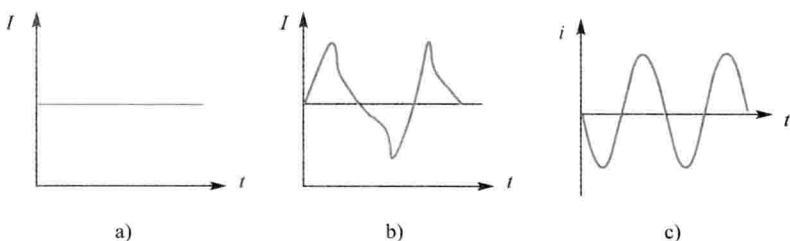


图 1-1-5 各种电流时间关系曲线

a) 稳恒直流电流; b) 脉动直流电流; c) 交流电流

## 2.3.2 电压

通常情况下,导体中的电荷运动是杂乱无章的,不能形成电流,要使导体中形成电流,导体两端必须有电场力作用。

在图 1-1-6 中,  $A$ 、 $B$  是两个电极,  $A$  带正电、 $B$  带负电,这样在  $A$  和  $B$  之间产生电场,方向由  $A$  指向  $B$ 。如果用导线将  $A$  和  $B$  两极通过灯泡连接起来,灯泡会点光,这说明灯丝中有电流通过。那么电流是如何形成的呢? 原来,在电场力的作用下,正电荷从  $A$  经过连接导线流向  $B$  形成电流,这说明电场力对电荷做了功。为了衡量电场力做功的大小,则引入电压这一物理量。

所谓电压,即单位正电荷从  $A$  点移动到  $B$  点电场力所做的功,记作

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q}$$

式中:  $W_{AB}$ ——电场力由  $A$  点移动电荷到  $B$  点所做的功,单位为焦耳 (J);

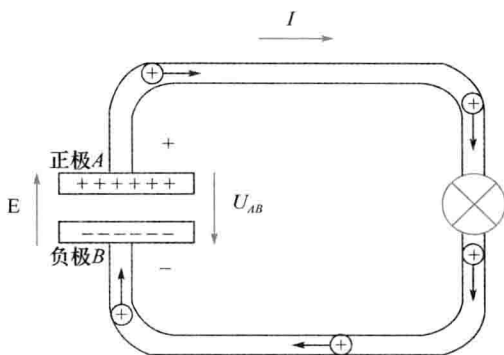


图 1-1-6 电压的概念



$q$ ——由  $A$  点移动到  $B$  点的电荷量，单位为库仑 (C)；

$U_{AB}$ —— $A$ 、 $B$  两点间的电压。

### 1) 电压的单位

在国际单位制中，电压的单位是伏特（简称伏），符号为  $V$ ，如果将 1 库仑 (C) 正电荷从  $A$  点移动到  $B$  点，电场力所做的功为 1 焦耳 (J)，则  $A$  和  $B$  两点的电压为 1 伏特 (V)。

常用电压单位还有千伏 (kV)、毫伏 (mV) 和微伏 ( $\mu V$ )。它们的换算关系如下：

$$1\text{kV} = 10^3\text{V} = 10^6\text{mV} = 10^9\mu\text{V}$$

### 2) 电压的方向

电压不仅有大小，而且有方向。电压是对电路中的两点而言的，因而用双下标表示，其中前一个下标代表正电荷运动的起点，后一个下标代表正电荷运动的终点，电压的方向则由起点指向终点。在电路中，电压的方向也称为电压的极性，用“+”、“-”表示。与电流一样，电路中任意两点之间电压的实际方向往往不能预先确定，因此同样可以任意设定该段电路电压的参考方向，并以此为依据进行电路分析和计算，若计算电压结果为正值，表明设定的参考方向与实际方向相同；若计算的电压结果为负值，表明设定的参考方向与实际方向相反。

对电路进行分析时，必须在电路图中标出电压的参考极性，否则电压的正负毫无意义。今后除非特别说明，电路图中所标电压极性都是指参考极性。

### 3) 交变电压和直流电压

电压的大小和极性可能随时间变动，也可能不变。大小和极性随时间而变的电压称为交变电压，用小写字母  $u$  表示；大小和极性不随时间而变的电压称为直流电压，用大写字母  $U$  表示。

### 4) 电压常识

汽车蓄电池输出电压通常为 12.6V，发电机输出电压通常为 13.8V。对人体安全的电压应不高于 36V。

## 2.3.3 电位

在电工技术中，通常使用电压的概念，而在电子电路中，通常要用电位的概念。电压和电位是密切联系的，在电路中任选一个参考点，电路中某一点到参考点的电压就叫该点的电位。电位的符号用  $V$  表示，例如电路中某点  $a$  和参考点  $o$  间的电压  $U_{ao}$  称为  $a$  点的电位，记作  $V_a$ ，电位的单位也是伏特 (V)。电位值是相对的，参考点选取的不同，电路中各点的电位也将随之改变。

### 1) 参考点的选择

参考点是计算电位的基准点，电路中各点电位都是针对这个基准点而言的。通常规定参考点的电位为零，因此参考点又称零电位点，用搭铁符号“ $\perp$ ”表示。零电位点（参考点）的选择是任意的，一般在电子电路中常选择多元件的汇集处，而且常常是电源的一个极作为参考点；在汽车电路中，通常用汽车车身和发动机等金属体作为公用线，并与电源负极连接，视其为电路中的参考零点，也就是常说的“搭铁”。

## 2) 电压与电位的关系

由电位的定义可知, 电位实际是电压, 只不过电压是指任意两点之间, 而电位则是指某一点和固定的参考点之间, 电路中任意两点之间的电压即为此两点之间的电位差, 如  $a$ 、 $b$  之间的电压可记作  $U_{ab} = -U_{ba} = V_a - V_b$

## 3) 分析计算

如图 1-1-7 中  $a$ 、 $b$  两点的电位和电压, 并说明电位与电压的关系。

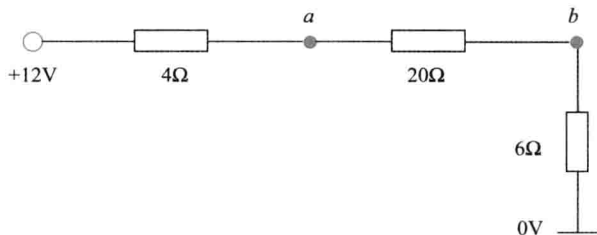


图 1-1-7 电位分析电路图

## 2.3.4 电功

电功就是电流在单位时间所做的功, 它是电路分析中的一个重要物理量。当导体两端加上电压时, 导体内就建立了电场, 电场力在推动自由电子定向运动过程中要做工, 假设导体两端的电压为  $U$ , 通过导体横截面的电荷为  $q$ , 根据电压的定义可得出电场力对电荷量  $q$  (C) 所做的功, 即电路所消耗的电能为

$$W = Uq$$

由于

$$q = It$$

带入上式得

$$W = UIt$$

这说明在一段电路中, 电场力使电荷通过导体所做的功  $W$  与加在这段电路两端的电压  $U$  和通过的电流  $I$  以及通电时间  $t$  成正比。

电路消耗电能转化为其他形式能量的过程, 就是电流做工的过程, 如: 电流通过白炽灯泡发光, 电能转换为光能; 电流通过电炉会发热, 电能转换为热能等。

在国际单位制中, 电功的单位是焦耳 (J), 在实际应用中电功的另一个常用单位是千瓦小时 ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ ), 也就是通常所说的多少度 (“电字”), 即有:

$$1 \text{ 度} = 1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

## 2.3.5 电功率

电功率是衡量电能转换为其他形式能量快慢的物理量, 即等于单位时间内电流所做的功, 用字母  $P$  表示

$$P = \frac{W}{t}$$

由于  $W = UIt$ , 带入上式



$$P = UI$$

电功率在国际单位制中的单位是瓦特（W），若电流在 1 秒（s）内所做的功为焦耳（J），则电功率就是 1 瓦特（W）。常用的电功率单位还有千瓦（kW）。

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$$

要注意电功和电功率的区别。电功是指一段时间内电流所做的功，或者说一段时间内负载所消耗的电能；电功率是指单位时间内电流所做的功，或者说是指单位时间内负载消耗的电能。为保证用电器正常工作，用电器的功率和工作电压都有一定规定，叫做额定电功率和额定电压。在额定电压下的功率是额定功率。如用电器上标注：220V 40W，表示额定电压为 220V，额定功率为 40W。

## 3. 任务实施

### 3.1 准备工作

使用的仪器设备及元件包括：2kΩ、1kΩ、10kΩ、20kΩ 电阻，12V 直流电源，开关，面包板、跳线，数字万用表。

### 3.2 操作流程

（1）在面包板或电路板上制作如图 1-1-8 所示的直流电路。

（2）按下万用表电源开关，观察液晶显示是否正常，有否电池缺电标志出现，若有则要先更换电池。

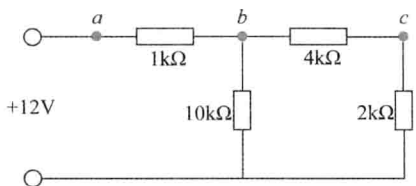


图 1-1-8 直流电路

（3）电流的测量：

根据测量电流的大小选择适当的电流测量量程和红表笔的插入孔，测量电流时，将万用表串联在被测电路中（直流电路注意极性）。当无法估计要测量的电流大小时，先用最大的量程来测量，然后再逐渐减小量程来精确测量。测量流过 1kΩ、10kΩ 和 2kΩ 电阻的电流。

（4）电压的测量：

红表笔插入“V/Ω”插孔中，根据电压的大小选择适当的电压测量量程，测量电压时，将万用表与被测电路并联（直流电路注意极性）。测量 1kΩ、10kΩ 和 2kΩ 电阻两端的电压。

### 3.3 操作提示

数字万用表功能量程开关如图 1-1-9 所示，使用万用表时应注意：

（1）测量电流时切忌过载。根据测量电流的大小来选择表笔插孔。当测量电流  $I < 200\text{mA}$  时，红表笔应插入电流插孔；当测量电流  $200\text{mA} < I < 10\text{A}$  时，红表笔应插入 10A 电流插孔。

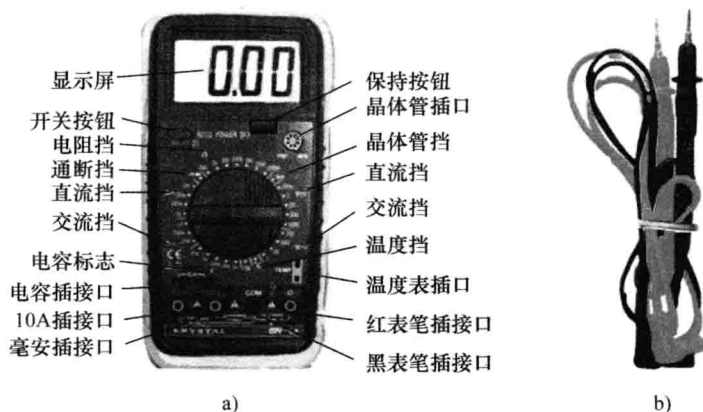


图 1-1-9 数字万用表

a) 万用表; b) 表笔

(2) 当测量交流电压、直流电压、电阻、二极管导通电压和短路检测时，红表笔应插入“V/ $\Omega$ ”插孔。

(3) 搭铁公共端“COM”插孔，黑表笔始终插入此搭铁插孔中。

(4) 注意正确选择量程及红表笔插孔。对未知量进行测量时，应首先把量程调到最大，然后从大向小调，直到合适为此。若显示“1”，表示过载，应加大量程。

(5) 不测量时，应随手关断电源。

(6) 改变量程时，表笔应与被测点断开。

(7) 不允许用电阻挡和电流挡测电压。

## 4. 拓展知识

### 4.1 面包板结构

面包板即万能电路实验板，可反复使用，寿命在 10 万次以上。常用的电子元件可直接插入，可大大减少导线的数量，使用非常方便。面包板是实验室中用于搭试电路的重要工具，熟练掌握面包板的使用方法是提高实验效率、减少实验故障出现机会的基础。

面包板的结构如图 1-1-10 所示，由上电源区、元器件区、电源区组成。三部分由一块铝板固定结合在一起（注意，铝板仅仅是为了提高机械强度）。

#### 1) 元器件区

元器件区是由若干个 5 孔“孤岛”组成，孤岛在内部是一个铜条，保证 5 个孔之间是相通的。每个孔内是一个有弹性的导电片，当元器件的管脚插入孔内，就和孤岛有了电路连接。注意，当频繁插拔或者将较粗的管脚硬插入孔内，可能会造成导电片失去弹性，此时，即便元器件管脚插入孔内，也可能没有与孤岛连接，这就会形成开路故障。