



面向“十二五”高等教育课程改革项目研究成果

汽车电工电子

qiche diangong dianzi

主 编 陈娇英



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

面向“十二五”高等教育课程改革项目研究成果

汽车电工电子

主 编 陈娇英

副主编 程 艳 欧阳恕 郭 峰

参 编 张桂鸣 陈世恒

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书以工作过程为导向,培养目标紧紧围绕汽车类专业岗位所需的素质和能力要求,以汽车电路及电子控制电路为项目载体,把整个电工电子技术课程的教学过程,贯穿于实际的汽车电路、电子控制电路制作及检修的过程,具有情景真实性、过程可操作性、结果可检验性。课程内容把电工技术和电子技术结合汽车电控技术进行整合优化,内容包括汽车电路认知及汽车元件检测、汽车电子电路控制及电路安装测试等。

本书既可作为高等院校汽车类专业专用的电工电子课程教学使用,也可作为电工类、电子类、电气类、自动化类、计算机类、通信技术类、机电一体化等相关专业的教学参考书,还可作为相关专业工程技术人员的技术参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

汽车电工电子/陈娇英主编. —北京:北京理工大学出版社, 2011.2
ISBN 978 - 7 - 5640 - 4279 - 0

I. ①汽… II. ①陈… 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. ①U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 023496 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / [http:// www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 航远印刷有限公司

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 14.75

字 数 / 280 千字

版 次 / 2011 年 2 月第 1 版 2011 年 2 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 1500 册

定 价 / 33.00 元

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前言

QIAN YAN

“汽车电工电子技术”是汽车类、电子信息类专业重要的技术基础课程。通过本课程的学习，可以使学生掌握电工及电子技术方面的基本知识、基本理论和基本技能；掌握这些知识及技能在汽车电控技术方面的应用；培养学生的电子电路分析、制作和调试的专业实践能力，并为学习后续课程和今后在实际工作中应用电工电子技术打好基础。

本教材融合了作者多年的教学改革经验及教学科研成果编写而成。全书以工作过程为导向，以实际电工电路及汽车电控电路为项目载体，把整个“汽车电工电子技术”的教学过程，贯穿于一种实际应用电路安装、测试与制作的过程，具有情景真实性、过程可操作性、结果可检验性。教学实施过程采用任务驱动的方法，带着任务和问题学知识、练技能，体现“做中学”“学中做”的思想。

本教材内容的安排考虑了高等院校学生既需要一定深度、系统化的理论基础知识，又突出专业基本技能的训练。其参考学时为 110 学时，采用“自学 + 精讲 + 实训”相结合的方式。

	课程内容	学时分配	
		讲授	实训
项目一	汽车电路认知	2	6
项目二	汽车元件认知	8	8
项目三	汽车照明电路分析与测试	6	6
项目四	电动车窗玻璃升降电路分析与测试	6	2
项目五	汽车充电电路分析与测试	10	8

续表

	课程内容	学时分配	
		讲授	实训
项目六	收音机电路分析与制作	18	12
项目七	数字钟电路分析与制作	8	10
	课时总计	58	52

本书由陈娇英老师担任主编，负责全书的统稿工作，并编写了项目一至项目七；郭峰、欧阳恕老师担任副主编并参与编写了项目三、项目五；程艳老师担任副主编并参与编写了项目三、项目四；张桂鸣老师参与编写了项目五；陈世恒老师参与编写了项目六。

由于编者水平有限，时间仓促，书中疏漏之处，殷切希望使用本书的师生和读者批评指正。

编 者

目录

MULU

► 项目一 汽车电路认知	1
项目要求	1
项目实施	1
一、理论知识	1
(一) 电路组成及电路模型	1
(二) 电路的基本物理量	2
(三) 电路的工作状态	4
思考题	6
二、技能训练	7
(一) 万用表的使用	7
(二) 直流电流、电压的测量	13
(三) 电压、电位测量及电路故障检查	14
► 项目二 汽车元件认知	16
项目要求	16
项目实施	16
一、理论知识	16
(一) 电路基本元件	16
(二) 电路电子元件	18
(三) 电路控制电器	34
思考题	38
二、技能训练	42
(一) 电阻器的识别与检测	42

(二) 电容器的识别与检测	45
(三) 电感器的识别与检测	50
(四) 二极管测试	51
(五) 三极管测试	54
(六) 结型场效应管的检测	57
(七) 开关的识别及检测	57
► 项目三 汽车照明电路分析与测试	60
项目要求	60
项目实施	60
一、理论知识	60
(一) 电路的基本定律	60
(二) 串联电路	63
(三) 并联电路	64
(四) 电源的等效电路及变换	65
思考题	67
二、技能训练	69
(一) 扩大电流表量程电路设计与测试	69
(二) 扩大电压表量程电路设计与测试	69
(三) 汽车照明电路连接与测试	69
► 项目四 电动车窗玻璃升降电路分析与测试	70
项目要求	70
项目实施	70
一、理论知识	70
(一) 直流电动机	70
(二) 步进电动机	75
(三) 电动车窗玻璃升降电路分析	77
思考题	80
二、技能训练	80
► 项目五 汽车充电电路分析与测试	81
项目要求	81
项目实施	81

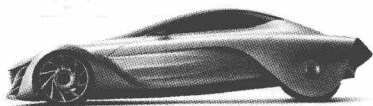
一、理论知识	81
(一) 单相交流电路	81
(二) 三相交流电路	91
(三) 变压器	95
(四) 汽车充电电路分析	98
思考题	100
二、技能训练	102
(一) 日光灯电路安装与测试	102
(二) 三相负载电路连接与测试	104
(三) 三相交流发电机及变压器测试	107
(四) 汽车充电电路的简单测试	111
► 项目六 收音机电路分析与制作	115
项目要求	115
项目实施	115
一、理论知识	115
(一) 直流稳压电源电路分析	115
思考题	125
(二) 放大电路分析	125
思考题	136
(三) 振荡电路分析	138
思考题	143
(四) 功率放大电路分析	144
思考题	151
(五) 调幅 (AM) 收音机电路分析	152
思考题	158
二、技能训练	158
(一) 直流稳压电源制作与测试	158
(二) 放大电路的测试和调整	161
(三) 功率放大电路制作与测试	163
(四) 振荡电路制作与测试	166
(五) 收音机整机电路制作与测试	167
► 项目七 数字钟电路分析与制作	176
项目要求	176

项目实施	176
一、理论知识	176
(一) 数字电路基本知识	176
思考题	177
(二) 基本逻辑门电路	178
思考题	186
(三) 触发器	186
思考题	194
(四) 计数器	196
思考题	203
(五) 寄存器	204
思考题	206
(六) 数字显示与译码器	206
(七) 数字钟电路分析	209
二、技能训练	213
(一) 基本逻辑门电路测试	213
(二) 触发器功能测试	216
(三) 计数、译码和显示电路	218
(四) 数字钟制作与测试	221
► 参考文献	226

1

项目一

汽车电路认知



项目要求

知识目标:

- (1) 了解电路组成; 理解电路的有关物理量意义; 掌握电路模型画法。
- (2) 掌握电路的工作状态及特征参数。

能力目标:

- (1) 初步培养画图、识图能力;
- (2) 会使用电路测量仪表; 会检测简单电路故障。

项目实施

一、理论知识

(一) 电路组成及电路模型

1. 电路组成

电路就是电流所流过的路径, 是由各种元器件连接而成的。图 1.1 所示是一个最简单的电路模型。电路通常由电源、负载、中间环节(开关、导线等)组成。电源是将其他形式的能量(机械能、化学能等)转换成为电能的设备, 用来向负载提供电能。汽车上的直流电源是蓄电池和发电机, 它们分别将化学能和机械能转换成为电能。负载是将电能转换成为其他形式的能量的设备。例如汽车上的电动机把电能转换成机械能, 照明灯把电能转换成光能等。开关用来控制电路的接通或断开。导线用来连接电源、负载和开关, 从而构成电路, 并把电源的电能输送到用电设备。

2. 电路图

电路是由实际的电路元器件连接组成的。在画这些实际电路图[图 1.1(a)]时, 没有必要去根据实物画较为复杂的电路图, 通常是用简化电器元件的图形符号

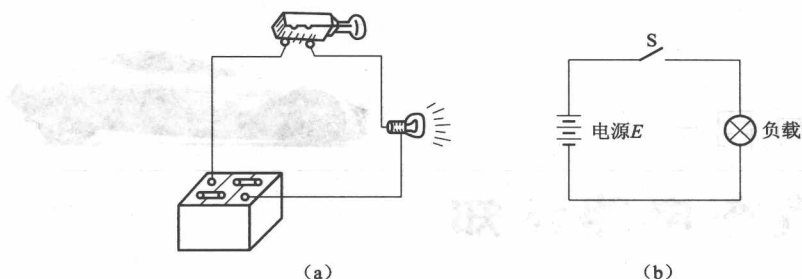


图 1.1 最简单的电路模型

来表示实物的。由电器元件的图形符号构成的图叫做电路图，如图 1.1 (b) 所示。

3. 汽车电路的单线制

电源和用电设备之间用两根导线构成回路，这种连接方式称为双线制。在汽车上，电源和用电设备之间通常只用一根导线连接，另一根导线则由车体的金属机架作为另一公共“导线”而构成回路。这种连接方式称为单线制。由于单线制导线用量少，且线路清晰，安装方便，因此广为现代汽车采用，如图 1.2 所示。采用单线制时，蓄电池的一个电极须接至车架上，称为“搭铁”，用符号“⊥”表示。若蓄电池的负极与车架相接，称为“负极搭铁”，反之称为“正极搭铁”。由于负极搭铁时对无线电干扰较小，因此，现在世界各国的汽车采用负极搭铁的较多。我国生产的汽车按机械工业部标准 GB 2261—1977《汽车、拖拉机用电设备技术条件》的规定，已统一为“负极搭铁”。

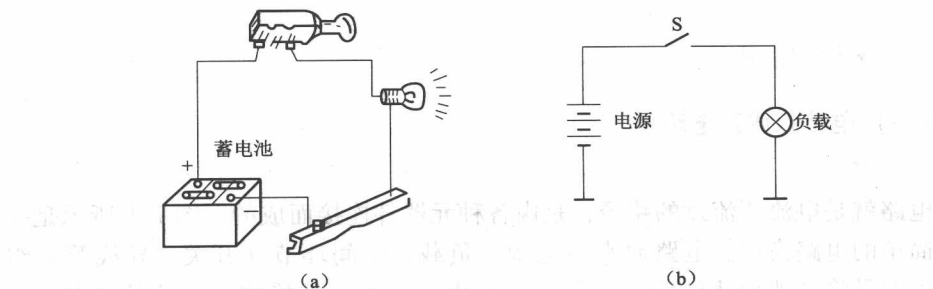


图 1.2 汽车电路单线制

(二) 电路的基本物理量

1. 电流

电流是由电荷的定向移动而形成的。金属导体中的电流，是自由电子在电场力作用下运动而形成的。电流不仅有大小，而且有方向。

电流的大小用电流强度来表示，如果电流的大小和方向均不随时间变化，这种电流称为恒定电流，简称直流。对于直流，单位时间内通过导体横截面的电量叫做

电流强度,简称电流,用 I 表示,即:

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

电流强度的单位为安培,简称安(A)。若一秒钟内通过导体横截面的电量是1库仑(C),则此时导体中的电流为1安培(A)。计算微小电流时,电流的单位用毫安(mA)或微安(μA)表示,则有:

$$1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}, 1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$$

2. 电位和电压

在电路中,电流的流动说明电场力对电荷做了功。正电荷在电路的某一点上具有一定的电位能。要确定电位能的大小,必须在电路上选择一参考点作为基准点。正电荷在某点所具有的电位能就等于电场力把正电荷从某点移到参考点所做的功。在图 1.3 所示的电路中,以 B 点为参考点,则正电荷在 A 点所具有的电位能 W_A 与正电荷所带电量 Q 的比值,称为电路中 A 点的电位,用 U_A 表示,即:

$$U_A = \frac{W_A}{Q}$$

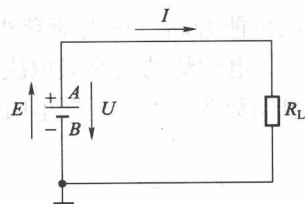


图 1.3 B 点为参考点的电路

电位的单位是焦耳/库仑(J/C),称为伏特,简称伏(V)。

电路中某点电位的高低是相对于参考点而言的,参考点不同,则各点电位的大小也不同。但参考点一经选定,则电路中各点的电位就是一定值。参考点的电位通常设为零,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“ $\perp$ ”。电位高于零电位为正值,电位低于零电位为负值。

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} 与正电荷的电量 Q 的比值称为 A 、 B 两点间的电压,用 U_{AB} 表示,即:

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

电场力所做的功 W_{AB} 等于正电荷在 A 点的电位能 W_A 与在 B 点的电位能 W_B 的差,即:

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{Q} = \frac{W_A}{Q} - \frac{W_B}{Q} = U_A - U_B$$

由电压的定义可知, A 、 B 两点之间的电压,就是该两点之间的电位差,所以电压也称电位差。电压是衡量电场力做功能力的物理量。电压的单位亦是伏特,简称伏(V)。较大的电压用千伏(kV)表示,较小的电压用毫伏(mV)表示。 $1 \text{ kV} = 10^3 \text{ V}$, $1 \text{ mV} = 10^{-3} \text{ V}$ 。电压的实际方向规定为从高电位点指向低电位点,即由“+”极性指向“-”极性。因此在电压的方向上电位是逐渐降低的。

3. 电动势

在闭合电路中,要维持连续不断的电流,必须要有电源。电源内有一种外力

称为电源力，它能把正电荷从电源内部“-”极移到“+”极，从而使正电荷沿电路不断地循环。

在干电池和汽车用蓄电池中，电源力是靠电极与电解液间的化学反应而产生的，在发电机中，电源力由导体在磁场中做机械运动而产生。其实这些都是能量转换的结果，电源把其他形式的能量转变为电能。为了衡量电源把非电能转变为电能的能力，在电源内部，电源力（外力）把正电荷从负极移到正极所做的功 W_E 与正电荷电量 Q 的比值，称为该电源的电动势，用 E 表示，即：

$$E = \frac{W_E}{Q}$$

电动势是衡量外力做功能力的物理量。外力克服电场力所做的功，使正电荷的电位能升高，正电荷获得能量，把非电能转换为电能。电动势的单位是伏特（V）。电动势的大小只取决于电源本身的性质，而与外电路无关。例如，干电池的电动势为 1.5 V，汽车用蓄电池的电动势为 24 V 和 12 V 两种。

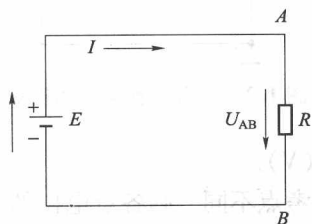


图 1.4 电动势和电压的正方向

电动势与电压的方向如图 1.4 所示。

4. 电能与电功率

电流能使电灯发光、发动机转动、电炉发热，这些都说明电流通过电气设备时做了功，消耗了电能，我们把电气设备在工作时间消耗的电能（也称为电功）用 W 表示。电能的大小与通过电气设备的电流和加在电气设备两端的电压以及通过的时间成正比，即：

$$W = IUt$$

电能的单位是焦耳，简称焦（J）。

电气设备在单位时间内消耗的电能称为电功率，简称功率，用 P 表示，即：

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

电功率的单位是瓦特，简称瓦（W）。

在电工应用中，功率的常用单位是千瓦（kW），电能的常用单位是千瓦时（kW·h），1 千瓦时即为 1 度电，千瓦时与焦耳之间的换算关系是：

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

通常把电气设备在给定的工作条件下正常运行而规定的最大容许值称为额定值。实际工作时，如果超过额定值工作，会使电气设备使用寿命缩短或损坏；如果小于额定值，会使电气设备的利用率降低，甚至不能正常工作。额定电压、额定电流、额定功率分别用 U_N 、 I_N 、 P_N 来表示。

（三）电路的工作状态

电路有 3 种工作状态：通路、断路和短路。

1. 通路

通路就是电源和负载构成回路,如图 1.5 所示。图中 E 是电源电动势, R_0 是电源内阻, R 是负载, S 是开关 (正处于接通状态), 此时电路中有电流通过。电源的输出电压称为端电压。不计导线的电阻, 则电源的端电压是负载的电压。

2. 短路

短路就是电源未经负载而直接由导线接通构成闭合回路, 如图 1.6 所示。导线将 c 、 d 间短路, 此时电流不经过负载而由短路点构成回路, 负载 R 上没有电压, 负载电流 I_R 为 0, 即:

$$U=0, I_R=0$$

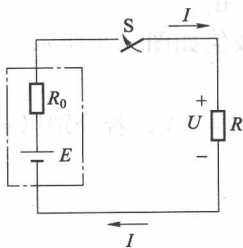


图 1.5 通路

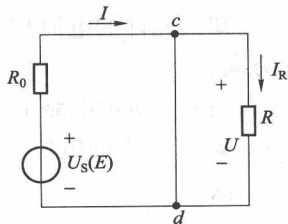


图 1.6 短路

当电源两端被短路时, 由于负载电阻为零, 电源的内阻 R_0 一般又较小, 因此电源将提供很大的电流, 其值为:

$$I_s = \frac{E}{R_0}$$

式中 I_s ——短路电流。

因此电路中的短路电流比正常工作时的电流大几十甚至几百倍, 经过一定时间, 短路电流通过电路将产生大量的热量, 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。在电路中, 短路通常是一种电路事故, 为了避免短路现象, 要采取保护措施。在电路中通常接入一种作为短路保护用的熔断器, 其中装有熔丝, 与负载串联 (见图 1.7 中的 FU), 汽车电路中装有这类快速熔断器。一旦电路发生短路时, 短路电流会使熔丝发热而迅速熔断, 切断电路, 保护了电源及导线免于烧毁。在汽车电路中, 短路熔断器一般应接于蓄电池正极处 (负极搭铁)。

在一些实际工作中, 出于工作需要, 会用导线把电路中某些元件短路, 例如图 1.7 中开关 S_2 把和电动机相串联的电流表 (A) 短路, 以免电动机启动时大电流通过电流表。待启动完毕, 再把开关打开,

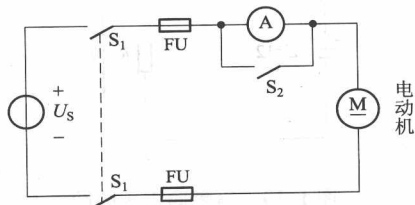


图 1.7 熔断器和短接开关

电流表才显示电动机工作电流。为了区别于事故短路,常把这种需要的短路现象称为短接。

3. 断路

断路就是电源和负载未构成闭合回路,如图 1.7 所示。此时电路中无电流通过,负载上也没有电压,电源的端电压(称为开路电压)等于电源电动势,即:

$$I=0, U_0=E$$



思考题

1.1 电路主要由哪几个部分组成? 各起什么作用?

1.2 已知某元件的电流和电压的参考方向及数值如图 1.8 所示,试说明它们的实际方向。

1.3 在图 1.9 所示电路中,已知 $U_{ce}=3\text{ V}$, $U_{ed}=2\text{ V}$,若分别以 e 和 c 作参考点,求 c 、 d 、 e 三点的电位及 U_{ed} 。

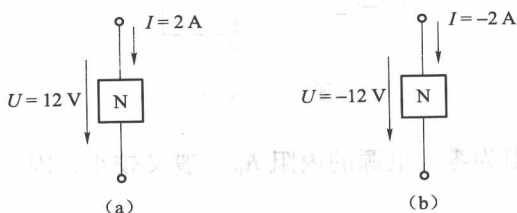


图 1.8 思考题 1.2 的图

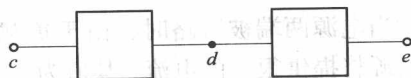


图 1.9 思考题 1.3 的图

1.4 什么情况下电源的端电压与电动势的值相等?

1.5 如图 1.10 所示,试问 U_{AB} 和 U_{CD} 在当开关 S 闭合和打开时各为多少伏? 为什么?

1.6 试在图 1.11 中绘出电流、电动势、电源端电压的实际方向,并说明 B、C、D 各点的电位高低如何。

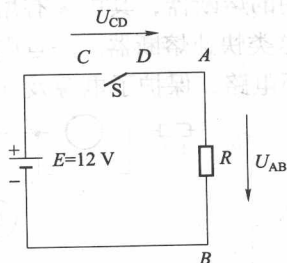


图 1.10 思考题 1.5 的图

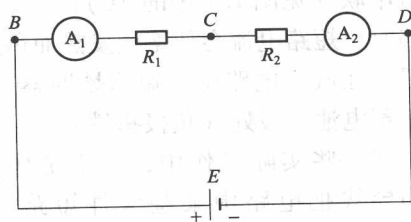


图 1.11 思考题 1.6 的图

二、技能训练

(一) 万用表的使用

随着电控技术在汽车上的应用越来越广泛,维修人员经常需要检测电压、电阻和电流等参数。万用表是汽车电工的重要测量工具,特别是在进行汽车电路检测时,万用表更是不可替代。

模拟万用表的使用

模拟万用表的面板如图 1.12 所示。

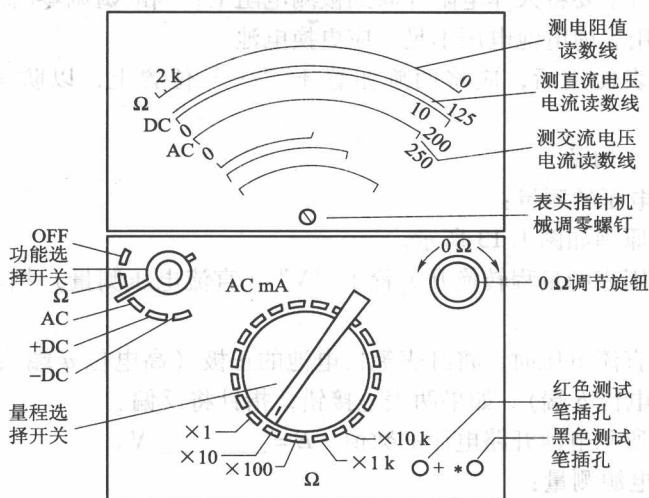


图 1.12 模拟万用表的面板

1. 使用注意事项

(1) 使用前,检查指针是否在刻度盘左端的零位上,若不是则应调整机械调零螺钉使指针指在零位。

(2) 测量直流电压时:将万用表红表笔插入“+”插口,黑表笔插入“*”插口,转换两旋钮至合适的直流电压挡,然后将两表笔并联接到被测电路两端,根据刻度盘上的“~”刻度就可读出电压值。选直流电压挡时注意,当不能预计被测直流电压大约数值时,须先选最大量程,然后根据指示值的大约数值,再选择适当的量程,使指针的偏转角度最大(但不能满偏);当指针反偏时,说明所测电压为负值,这时将表笔互换就可测出数值。读数时注意,所选量程数为指针刚好满偏时的读数,未滿偏时的读数可根据占刻度的几分之几来读数。

(3) 测量交流电压时:因为交流电压无正负之分,所以红黑两表笔插“+”插口还是“*”插口不作规定。测量方法及注意事项与测直流电压的类似。有一点需要注意的是当选交流 10 V 挡时,读数应看“10 V”专用刻度。

(4) 测量直流电流时：将两旋钮调到合适的直流电流挡，然后将万用表两表笔按“+”“-”极性串联接到被测电路上，根据刻度的“~”刻度就可读出电流值。注意事项同测直流电压的相同。

(5) 测量电阻时：将两旋钮调到合适的电阻挡后，要先进行欧姆调零才可以测电阻值。欧姆调零的方法是：将两表笔短接，看一看指针是否指在刻度盘右端的电阻刻度零位，否则调节欧姆调零电位器使指针指在电阻刻度零位。

注意：每换一次电阻挡后都要先进行欧姆调零；选电阻挡原则是尽可能使指针指在刻度的20%~80%弧度范围内；测量电路中的电阻阻值时，要求被测电路不带电；测量时不要将人体电阻并联到被测电阻上；当欧姆调零时指针不能调到零位，表示万用表内电池电压不足，应更换电池。

(6) 万用表使用后，应将两旋钮置于“.”位置上，以防操作失误损坏仪表。

2. 直流电压测量

电池开路电压的测量：

(1) 测量原理如图 1.13 所示。

(2) 将万用表的量程转换开关置于“V”（直流电压测量）挡。注意选用合适的量程挡。

(3) 测量直流电压时，将红表笔接电池的正极（高电位 a 端）；黑表笔接电池的负极（低电位 b 端）。如果两表笔接错，指针将反偏。

(4) 记录所测电池开路电压的数值， $E = \underline{\hspace{2cm}}$ V。

直流稳压电源测量：

(1) 测量原理如图 1.14 所示。

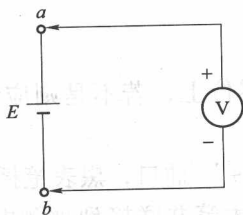


图 1.13 测量电池开路电压

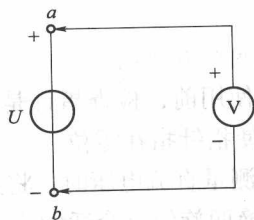


图 1.14 测量稳压电源的输出电压

(2) 首先把稳压电源的输出旋钮调至最小，接通稳压电源开关，调节万用表合适的直流电压量程挡，将红表笔接 a 端，黑表笔接 b 端，慢慢地调节电源的输出旋钮，使万用表指示为 3 V，此时电源输出电压为 3 V。把所测数值填入表 1.1。

(3) 将输出电压分别调节到使万用表指示为 5 V、10 V、15 V、20 V。重复上述步骤 (2) 的实验操作，并做记录。