



中等职业学校机电类规划教材
专业基础课程与实训课程系列

电工电子技术基础

于建华 主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

中等职业学校机电类规划教材

专业基础课程与实训课程系列

电工电子技术基础

于建华 主 编

图书在版编目 (CIP) 数据

电工电子技术基础 / 于建华主编. —北京: 人民邮电出版社, 2006.5

中等职业学校机电类规划教材. 专业基础课程与实训课程系列

ISBN 7-115-14437-0

I. 电... II. 于... III. ①电工技术—专业学校—教材②电子技术—专业学校—教材
IV. ①TM②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 016442 号

内 容 提 要

全书共 7 章, 主要内容包括: 直流电路、正弦交流电路、交流电动机、低压电器与控制电路、二极管及简单直流电源电路、三极管及放大电路、数字电路等。

本书从中等职业教育的实际出发, 体现项目式教学的特点, 内容由浅入深, 语言通俗易懂, 突出实际应用和能力的培养, 可以作为中等职业学校非电类专业基础教材, 也可作为行业岗位培训教材。

中等职业学校机电类规划教材

专业基础课程与实训课程系列

电工电子技术基础

-
- ◆ 主 编 于建华
责任编辑 张孟玮
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 16
字数: 384 千字
印数: 1—3 000 册
 - 2006 年 5 月第 1 版
2006 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-14437-0/TN · 2705

定价: 21.00 元

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223



本书根据教育部颁发的中等职业学校“电工电子技术”课程教学大纲进行编写，同时参考了有关行业标准和有关省市对口单招考试大纲，本书适用于中等职业学校非电类专业，也可供有关行业培训使用。

本书在编写过程中着重体现了如下特点：

1. 注意面向当代电工电子技术的最新发展动向，吸收最新的知识、材料、技术和工艺。
2. 注意体现当前国内外职业教育新的教育理念和教育方法，贯彻项目教学思想，采用任务驱动，以体现学生的主体性；同时在内容编排上增加了大量的拓展延伸和阅读材料作为提高和拓宽，注意体现分层教学的思想，以适应不同类型学生的不同需要。
3. 注意针对当前中等职业学校学生的实际和非电类专业对电学知识技能的实际需求，大量删减烦琐的原理推导和定量计算，侧重于元件和单元电路外部特性的介绍，以实践作为主线，通过实践体会来了解有关的元件和电路性能，掌握有关的操作方法，体现从感性到理性的认知规律。
4. 注意图文并茂，排版形式力求新颖活泼，文字力求通俗易懂，举例力求贴近时代和生活，以提高学生的阅读兴趣。

“电工电子技术”是中等职业学校非电类专业的一门技术基础课，是非电类专业在少课时情况下帮助学生掌握基本的电学知识和基本技能的一门必修课程，通过本课程的学习应使学生掌握电工和电子技术的基本概念和基本原理，了解常用设备和器件的特性和应用，学会常用仪器仪表的使用和基本电学量的测量方法。具体内容包括如下4个方面：①电路基础，包括直流电路、正弦交流电路、常用电工测量仪表的使用和安全用电知识；②模拟电子技术，包括二极管及直流稳压电源电路、分立元件基本放大电路和集成运算放大电路；③数字电子技术，包括数字电路基础知识、集成门电路和触发器等；④电工技术，包括变压器、电动机、低压电器与控制电路等。

在教学中我们建议：贯彻理论实践一体化的教学思想，以“活动”为主线，通过“活动”来引出相关的知识，通过“活动”来培养学生的实践能力，同时通过“活动”培养学生的合作意识和观察、思维等方面的能力，有条件的学校要尽量将课堂置于实验室或实习室进行，尽可能提高学生参与课堂“活动”的程度。本书每部分内容后均配有“练一练”，供学生课堂练习之用，每一节课后配有适量的知识能力训练题，供教师布置课后作业之用；此外，每章后还配有思考与练习，教师可以根据学生的实际情况（分层教学），选择其中部分作为单元练习之用。

本课程分两个学期进行教学，建议安排在三年制的第二、三学期（《物理》力学部分完成之后），教学总课时在120~140之间，各章学时分配建议方案如下：

序 号	课 程 内 容	建议学时数
第1章	直流电路	20
第2章	正弦交流电路	20
第3章	交流电动机	10
第4章	低压电器与控制电路	18
第5章	二极管及简单直流电源电路	16
第6章	三极管及放大电路	20
第7章	数字电路	18
机动		6
总计		128

本书由通州职教中心于建华主编，负责全书的策划构思、大纲的编写及统稿，并编写了第1、2、7章，通州职教中心施春雨编写了第3、4章，江宁职教中心白秉旭编写了第5、6章。邓健平、张军华、张林娣、朱新民等老师参与了本书的审校工作。南京信息职业技术学院华永平老师担任主审，武汉市仪表电子学校胡崢老师、常州刘国钧职教中心郭占涛老师审稿，南京信息职业技术学院何炯副教授、温州技师学院章振周副教授等参加了本书编写大纲的审定，青岛、广州、宁波等全国许多地方的老师提供了宝贵的意见，通州职教中心的领导和老师在本书的编写过程中给予了大力的支持。编者在此一并表示感谢！

限于编者的水平，加之时间仓促，本书难免存在疏漏和不足之处，恳请广大老师和读者批评指正。

编者

2006年1月

目 录

第1章 直流电路	1
1.1 认识电路的组成	1
1.1.1 观察电路的组成	1
1.1.2 观察电路的状态	2
1.1.3 认识电源	3
1.2 测量电流和电压	6
1.2.1 认识电流和电压	6
1.2.2 学习电流表的使用方法	7
1.2.3 学习电压表的使用方法	8
1.2.4 测量简单电路的电流和电压	9
1.3 测量电阻	11
1.3.1 学习使用万用表测量电阻	12
1.3.2 学习用伏安法测量电阻	14
1.4 电流表和电压表的量程扩大改装	16
1.4.1 认识电阻串联、并联电路规律	16
1.4.2 扩大电压表量程	17
1.4.3 扩大电流表量程	19
1.5 测算电功和电功率	22
1.5.1 认识电功和电功率	22
1.5.2 电能的计算——电度表的使用	23
1.5.3 使用功率表测量电功率	25
1.6 测量电池的使用效率	28
1.6.1 测量电池内阻和电动势	28
1.6.2 分析电池的效率	29
1.7 验证节点电流定律和回路电压定律	30
1.7.1 验证节点电流定律	31
1.7.2 验证回路电压定律	32
1.8 分析复杂直流电路	35
1.8.1 运用支路电流法分析复杂直流电路	35
1.8.2 运用戴维南定律分析复杂直流电路	37
本章小结	42
思考与练习	43
第2章 正弦交流电路	47
2.1 认识交流电	47



2.1.1 正确使用示波器	47
2.1.2 用示波器观察交流信号	49
2.2 掌握单一参数正弦交流电路的规律	53
2.2.1 认识电容	53
2.2.2 认识电感	56
2.2.3 验证纯电阻、纯电容、纯电感电路的电流、电压相位关系	58
2.3 掌握 RL 串联电路的规律	62
2.3.1 安装日光灯电路	62
2.3.2 测算日光灯电路的功率	65
2.3.3 测算功率因数, 提高电源利用率	67
2.4 掌握三相交流电路的规律	71
2.4.1 认识三相交流电源	71
2.4.2 三相负载的星形连接	73
2.4.3 三相负载的三角形连接	77
本章小结	80
思考与练习	82
第 3 章 交流电动机	86
3.1 认识三相异步电动机	86
3.1.1 观察三相异步电动机的结构	86
3.1.2 了解三相异步电动机的转动原理和换向方法	87
3.1.3 了解三相异步电动机的调速方法	89
3.1.4 识读三相异步电动机的铭牌数据	90
3.2 了解单相异步电动机	92
3.2.1 认识单相异步电动机的结构和性能特点	93
3.2.2 认识电容启动单相异步电动机	94
3.2.3 电动机的简单检测	95
本章小结	97
思考与练习	98
第 4 章 低压电器与控制电路	99
4.1 认识常用低压电器	99
4.1.1 认识开关	100
4.1.2 认识熔断器	106
4.1.3 认识交流接触器	108
4.1.4 认识按钮开关	112
4.1.5 认识行程开关	114
4.1.6 认识继电器	115
4.2 安装、调试电动机控制电路	121



4.2.1 正确绘制电气原理图	122
4.2.2 掌握三相异步电动机的启动控制	122
4.2.3 掌握三相异步电动机的正、反转控制	127
4.2.4 掌握三相异步电动机的制动控制	131
本章小结	134
思考与练习	135
第5章 二极管及简单直流电源电路	139
5.1 了解二极管的基本知识	139
5.1.1 验证二极管的单向导电性	139
5.1.2 了解二极管的结构、型号、参数	140
5.1.3 判别二极管管脚和好坏	142
5.2 理解二极管整流电路的结构和工作原理	145
5.2.1 安装二极管桥式整流电路	145
5.2.2 测试二极管桥式整流电路波形	145
5.2.3 分析并验证二极管桥式整流电路的规律	146
5.3 认识变压器	149
5.3.1 了解变压器的结构	149
5.3.2 分析变压器的工作原理和作用	150
5.3.3 识读变压器的主要参数	153
5.4 变压器的运行与调试	156
5.4.1 制作简易变压器	156
5.4.2 测量变压器的绝缘电阻	157
5.4.3 判断变压器初、次级绕组的好坏	158
5.4.4 测量变压器电压比和电流比	158
5.5 了解简单二极管直流稳压电路的结构及原理	162
5.5.1 了解稳压二极管的特性	163
5.5.2 认识电容和电感的滤波特性	164
5.5.3 安装简单直流电源电路	165
5.5.4 测试简单直流电源电路各点波形	167
本章小结	171
思考与练习	172
第6章 三极管及放大电路	174
6.1 了解三极管的基本知识	174
6.1.1 了解三极管的材料、结构、特性、参数	175
6.1.2 判别三极管的管脚和型号	177
6.2 认识基本放大电路	180
6.2.1 连接单管共射放大电路	180



6.2.2	测试放大电路的波形和参数	181
6.2.3	分析验证放大电路的工作原理及性能参数	185
6.2.4	调整静态工作点并验证静态工作点对放大电路性能的影响	188
6.3	负反馈放大电路的工作原理	191
6.3.1	连接负反馈放大电路, 认识反馈概念	191
6.3.2	验证负反馈对放大电路性能的影响	193
6.3.3	连接射极输出器并分析其性能	195
6.4	集成运算放大电路	199
6.4.1	了解集成运算放大电路的外部特性	200
6.4.2	加法器电路的组装与测试	202
6.4.3	减法器电路的组装与测试	204
	本章小结	209
	思考与练习	210
第7章	数字电路	212
7.1	了解数字电路的基础知识	212
7.1.1	认识数字信号与数字电路	212
7.1.2	认识逻辑代数和逻辑变量	214
7.2	认识逻辑门电路	217
7.2.1	识读基本门电路芯片, 认识基本门电路	217
7.2.2	识读组合门电路芯片, 认识组合门电路	222
7.3	认识触发器电路	229
7.3.1	认识触发器	229
7.3.2	验证集成触发器的逻辑功能	232
	本章小结	240
	思考与练习	241
附录		244



第 1 章

直流电路 1.1

直流电路

早在远古时代，人们就已经发现了电的存在，从雷电到静电，从摩擦起电到水力发电、火力发电，再到核电站发电，现代生产和生活已经离不开电。在实际应用中，电总是按照一定的路径（电路）传输和运行。电按其性质不同分成了直流电和交流电，相应的电路分成了直流电路和交流电路，本章主要学习直流电路。

知识目标

- 理解电流、电压、电阻、电源电动势、电功、电功率等电学量的概念。
- 理解直流电路中电流、电压、电阻之间的关系：欧姆定律、节点电流定律（基尔霍夫第一定律）、回路电压定律（基尔霍夫第二定律）。
- 掌握运用欧姆定律、基尔霍夫定律计算电流、电压、电功率的方法。
- 理解电路三种状态，了解电气设备的额定值。

技能目标

- 学会正确使用电流表、电压表、万用表、功率表、电度表等仪表测量有关电学量。
- 学会电流表和电压表的改装。

1.1 认识电路的组成

1.1.1 观察电路的组成

在我们的周围存在着各种简单或复杂的电路，它们的结构组成必定符合相同的规律和要求。让我们通过观察来认识电路的组成规律。

做 一 做

如图 1.1 所示，将干电池、灯泡、开关、电线等连接成电路，当我们将开关接通时，灯泡发光。



议一议

灯泡为什么能发光？

读一读

灯泡发光是由于电流通过灯丝时产生热效应所致，可见在上述电路中已形成了完整的电流的通路。

电路的组成包括：

- (1) 电源——供电的器件；
- (2) 用电器——利用电来工作的器件；
- (3) 开关——控制电路接通或断开的器件；
- (4) 导线——起连接和电流传输作用的材料。

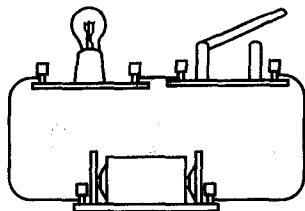


图 1.1 电路的组成

1.1.2 观察电路的状态

灯泡能以是否发光显示所处电路的工作状态，电炉能以是否发热显示其电路状态，还有一些电路没有明显的标志显示其状态，但是我们可以通过对电路有关电学量的测量分析判断电路的状态，我们还经常可以在很多用电器上看到诸如“警告”、“WARNING”等标志，禁止电路处于某些状态，这又是什么原因呢？

做一做

在图 1.1 所示电路中，当开关接通时，灯泡发光，表明电路处于导通状态：

当开关断开或电线断裂、接头松脱时，灯泡不发光，表明电路处于断开状态。

读一读

通常电路存在通路（闭路）、开路（断路）两种状态，但在发生故障或连接错误时，还存在短路状态。电路 3 种状态的比较如表 1.1 所示。

表 1.1 电路的 3 种状态

通 路	电路接通	有电流通过
开 路	电路一处或多处断开	无电流通过
短 路	导线未经用电器（负载）而直接将电源正负极（两极）相接	电流很大，易引起电路烧毁甚至火灾等严重事故

议一议

短路会产生什么后果？实际生产和生活中是如何防止短路的？

阅读材料

熔断器

熔断器又称熔丝，通常是由熔点比较低的铅锡合金材料制成的。当通过熔丝的电流超过



一定数值(此电流称为额定电流)时,熔丝会因发热过多而很快熔断,从而起到保护电路其他器件的作用。常见的熔断器如图 1.2 所示。

熔丝的额定电流与熔丝的粗细有关,其直径越粗,熔断电流越大。选用熔丝时,应使它的额定电流等于或略大于电路正常工作时的最大电流(详见本书第 7 章)。

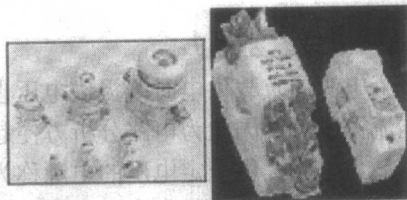


图 1.2 熔断器

1.1.3 认识电源

电池是生活中常用的电源,我们常把几节新电池串联起来使用,生活常识告诉人们不要把新旧电池混用,一般也不把电池并联使用,这是什么原因呢?

议一议

列举你所知道的电源。

读一读

广义地讲,能把非电能转换成电能而向用电器供电的装置均称为电源。常用的电源有:干电池、太阳能电池、火力发电机组、水力发电机组、核电机组等(如图 1.3 所示)。

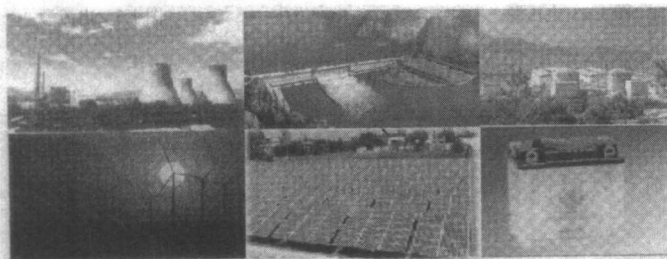


图 1.3 常用电源

电源均有两个电极(正、负极),电源的作用在于依靠电源内部的非静电力将正电荷不断地从电源的负极经电源内部搬运到电源的正极,从而维持电源的正极和负极之间存在一定的电压(称为电源的端电压)。

衡量电源内部这种搬运电荷能力的物理量称为电源电动势,通常用符号 E 表示,电动势的单位也是伏特。

电源本身也存在一定的电阻,称为电源内阻,用符号 r 表示。

当电源两端接上负载 R_L 形成闭合回路时,电路中形成电流 I , 此时

$$E = I \times r + I \times R_L$$

其中, $U = I \times R_L$ 称为电源的端电压。

议一议

如果电路处于开路状态,那么电源的端电压等于多少?



读一读

电源向负载供电时既提供电压也提供电流，电源既可以看作是电压提供者也可以看作是电流提供者，因此为电路分析方便起见，通常可以将电源分成电流源和电压源两种形式。

为电路提供一定电压的电源称为电压源，其符号如图 1.4 所示。其中， E 代表电动势； r_0 为内阻。当 $r_0=0$ 时，电压源将向电路提供恒定电压，称为理想电压源，又称恒压源。

注意

“+” 代表电源正极。

为电路提供一定电流的电源称为电流源，其符号如图 1.5 所示。

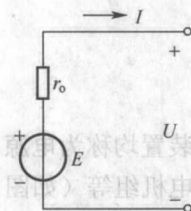


图 1.4 电压源

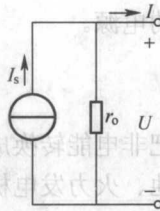


图 1.5 电流源

其中， I_s 为电流源输出的定值电流， r_0 为内阻。

注意

箭头方向代表电源电流输出方向。

当 $r_0=\infty$ 时，电流源将向电路提供恒定电流，称为理想电流源，又称恒流源。

【例 1.1】标出图 1.6 所示电路中电流的方向，并求出其大小。

$$I = \frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2} = \frac{10 - 6}{2 + 2} = 1 \text{ (mA)}$$

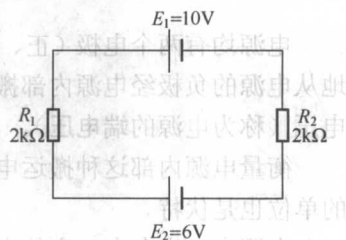


图 1.6 例 1.1 图

练一练

电池组的连接。

按照图 1.7 所示电路将几节相同的电池连接成电池组，用电压表测量其两端电压，并推算其内阻。

每节电池的电动势为 1.5V，内阻设为 0.5Ω，求：

(1) 两节电池同向串联后的总的电动势为 _____ V，总的内阻为 _____ Ω。





(2) 两节电池同向并联后的总的电动势为 _____ V, 总的内阻为 _____ Ω 。

(3) 两节电池反向串联后的总的电动势为 _____ V, 总的内阻为 _____ Ω 。

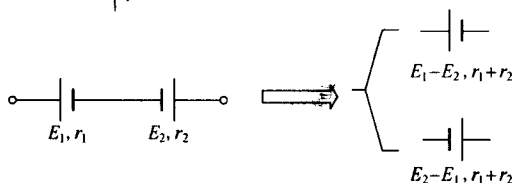
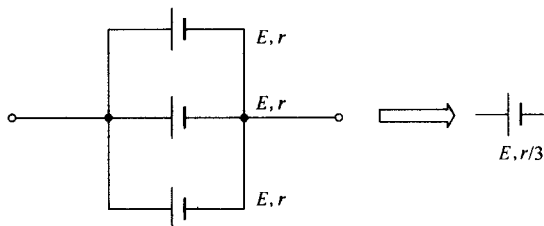
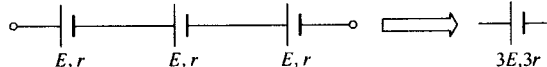


图 1.7 电池组的连接

(4) 画出上述 3 种电池连接的等效电路图。

读一读

电池的串联可以增加电动势, 满足电路对大电动势的需求, 同时串联以后的电池组的内阻也相当于几个电阻的串联。如果相互串联的几个电池中有一个是老化或损坏的(内阻比正常电池大大增大), 就将使得整个电池组的电阻大大增大, 也就使得整个电池组无法发挥作用, 所以一般不把新旧电池混合使用。

电池组并联后, 虽然没有增加电动势, 但会使得总的内阻减小, 从而就使得整个电池输出的电流增加, 但是由于电池之间存在一定差异, 即使是同一型号、同一批次的电池, 它们的内阻之间也会存在差异, 这就使得各电池中通过的电流不平衡, 内阻小的电池中会通过超过其正常值的电流, 容易造成电池发热甚至烧毁, 所以一般不将电池并联使用。



拓展与延伸 正确绘制电路图

1. 熟悉电路符号

国际电工委员会和我国国家标准委员会对各类电路元器件均规定了统一的符号(称为国标), 电路常用符号如表 1.2 所示。

表 1.2

常用电路元件符号

	直 流 电		交 流 电		交 直 流 电
	开 关		电 阻		接 机 壳
	电 池		电 位 器		接 地





续表

	线圈		电容		连接导线
	铁芯线圈		电流表		不连接导线
	抽头线圈		电压表		熔断器
	直流发电机		二极管		电灯
	交流发电机		直流电动机		交流电动机

2. 绘图注意事项

(1) 采用统一规定的电路符号（国标）。

(2) 接线要横平竖直。

(3) 交叉线注意是否有连接关系。

(4) 线路要简洁、匀称、整齐、美观。

3. 计算机软件绘图

除了手工绘图外，随着计算机软件技术的发展，还出现了 Protel、AutoCAD、Visio 等计算机绘图软件，运用这些软件可以较方便地绘制各种电路图。

知识能力训练

1. 电流流通的_____叫做电路，它由_____、_____、_____和_____这 4 部分组成。

2. 电路存在_____、_____和_____3 种可能的状态，其中_____状态应严格避免，因为它会引起_____等严重后果。

3. 观察家用漏电保护器，了解其主要性能和使用方法。

4. 电路如图 1.8 所示，①标出回路电流方向；②通过电阻 R_1 的电流为_____。

5. 6 节相同的干电池，每节的电动势均为 1.5V，内电阻均为 0.1Ω ，若将其顺序串联，则总的电动势为_____V，总的内阻为_____ Ω 。

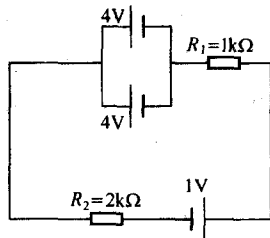


图 1.8 电路分析图

1.2 测量电流和电压

1.2.1 认识电流和电压

读一读

电荷的定向移动形成电流。从微观上分析，电流的大小与单位时间内通过导体横截面的





电荷量有关。在宏观上，通常用电流表和万用表测量电流。

电流的符号为 I ，在国际单位制中，电流的单位是安培 (A)，此外常用的还有毫安 (mA)、微安 (μA) 等。

习惯上规定正电荷定向移动的方向为电流的方向。通常根据电流方向是否随时间改变而将电流分成直流电流和交流电流 (如图 1.9 所示)。

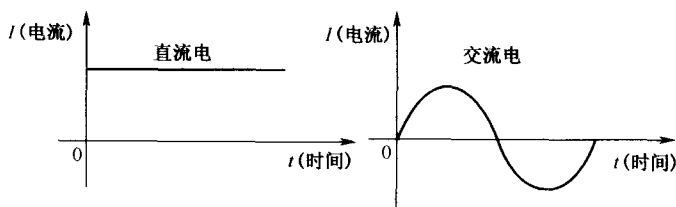


图 1.9 直流电流与交流电流波形

读一读

正如水位差带来的水压导致水流一样，电压是形成电流的必要条件之一，电路中提供电压的器件是电源。

电压的符号为 U ，在国际单位制中，电压的单位是伏特 (V)，此外还有千伏 (kV)、兆伏 (MV)、毫伏 (mV)、微伏 (μV) 等。

正如水压又称水位差一样，电压又称电位差，它是导体两端在电场中的相对位置 (电位) 之差。根据电路中电流是直流电流还是交流电流，电路两端电压分别称为直流电压和交流电压。

练一练

某电路横截面上 10s (秒) 内通过的电荷为 20C (库仑)，那么这段电路的电流等于 _____ A (安培)。

1.2.2 学习电流表的使用方法

测量电流常用的仪表是电流表和万用表。

做一做

仔细观察电流表 (如图 1.10 所示) 并思考：

- (1) 各接线柱 (旋钮) 的符号及含义。
- (2) 刻度盘上标有字母 A、mA、 μA 表示的含义。
- (3) 对应各量程挡，刻度盘上的分度值分别是多少？

读一读

用电流表测量电流应注意的问题：

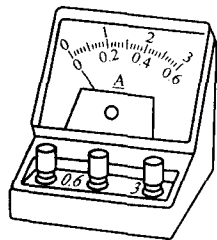


图 1.10 电流表



- (1) 电流表必须串联于被测电路中，且使电流从电流表“+”端流入，从“-”端流出。
- (2) 测量前应检查指针是否对准零刻度线，如果有偏差，要调节表盘上的调零旋钮进行调节。
- (3) 要选择合适的量程挡，通过电流表的电流不能超过它的量程。如果不能估计被测电流的大小，可以先将一个旋钮接好，然后将另一接线头快速碰触最大量程的接线柱，如果指针偏转仍然在较小的范围内，可以再选用较小的一个量程进行试碰直到指针偏转到表盘中间位置。
- (4) 严禁将电流表并接在被测电路两端。

议一议

如果被测电流超出电流表量程或不慎把电流表并接到电路上，可能出现什么后果？为什么？

练一练

根据图 1.11 所示表盘指针显示情况，读出被测电流值。

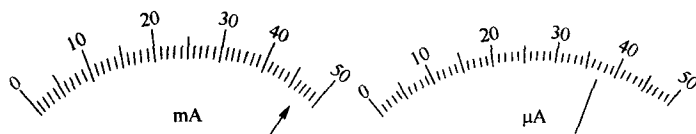


图 1.11 电流表的表盘

1.2.3 学习电压表的使用方法

测量电压的仪表主要是电压表或万用表。

做一做

观察电压表（如图 1.12 所示）并思考：

- (1) 各接线柱（旋钮）的符号及含义。
- (2) 刻度盘上标有字母 V、mV 表示的含义。
- (3) 对应各量程挡，刻度盘上的分度值分别是多少？

谈一谈

用电压表测量电压要注意的问题：

- (1) 电压表应并接于被测电路的两端，且使电流从电压表“+”端接线柱流入，从“-”端接线柱流出。
- (2) 注意所测电压不能超过电压表量程，如不能估计被测电压，可以采用碰触法（方法同电流表的使用）。
- (3) 使用电压表前应先调零。

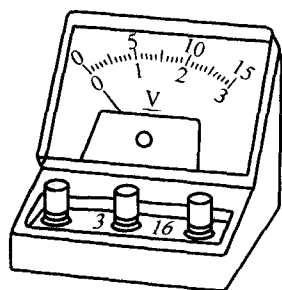


图 1.12 电压表

