



技能型人才培养用书

国家职业资格培训教材

电工常识

国家职业资格培训教材编审委员会 编

杨翠敏 主编



依据 **劳动和社会保障部**

制定的《国家职业标准》要求编写



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



技能型人才培养用书
国家职业资格培训教材

电 工 常 识

国家职业资格培训教材编审委员会 编
杨翠敏 主编



机械工业出版社

本书是“国家职业资格培训教材”中的基础课教材之一，是依据《国家职业标准》中部分职业对电工基本知识的要求，按照岗位培训需要的原则编写的。本书的主要内容包括：直流电路、磁与电磁、正弦交流电路、电机与变压器、工作机械的基本电气控制线路、电流表和电压表、输配电及安全用电、常用半导体器件等。书末附有与之配套的试题库和答案，以便于企业培训、考核鉴定和读者自测自查。

本书主要用作企业培训部门、职业技能鉴定培训机构、再就业和农民工培训机构的教材，也可作为技校、中职、各种短训班的教学用书。

图书在版编目（CIP）数据

电工常识/杨翠敏主编. —北京：机械工业出版社，2005.1

国家职业资格培训教材

ISBN 7-111-15844-X

I. 电… II. 杨… III. 电工—职业技能鉴定—教材 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2004）第 136663 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

责任编辑：王振国 版式设计：霍永明 责任校对：张晓蓉

封面设计：饶 薇 责任印制：石 冉

三河市宏达印刷有限公司印刷 · 新华书店北京发行所发行

2005 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

880mm × 1230mm A5 · 4.5 印张 · 131 千字

0001—5000 册

定价：12.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话（010）68326294

封面无防伪标均为盗版

国家职业资格培训教材

编审委员会

主 任	于 珍			
副 主 任	郝广发	李 奇	洪子英	
委 员	(按姓氏笔画排序)			
	王 蕾	王兆金	王英杰	王昌庚
	田力飞	刘云龙	刘书芳	刘亚琴 (常务)
	朱 华	沈卫平	汤化胜	李春明
	李家柱	李晓明	李超群	(常务)
	李培根	李援英	吴茂林	何月秋 (常务)
	张安宁	张吉国	张凯良	陈业彪
	周新模	郑 骏	杨仁江	杨君伟
	杨柳青	卓 炜	周立雪	周庆轩
	施 斌	荆宏智 (常务)	柳吉荣	
	徐 彤 (常务)	黄志良	潘 茵	
	潘宝权	戴 勇		
顾 问	吴关昌			
策 划	李超群	荆宏智	何月秋	
本书主编	杨翠敏			
本书主审	金根彪			

序

为贯彻“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”精神，落实国家人才发展战略目标，促进农村劳动力转移培训，全面推进技能振兴计划和高技能人才培养工程，加快培养一大批高素质的技能型人才，我们精心策划了这套与劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》配套的“国家职业资格培训教材”。

进入21世纪，我国制造业在世界上所占的比重越来越大，随着我国逐渐成为“世界制造业中心”进程的加快，制造业的主力军——技能人才，尤其是高级技能人才的严重缺乏已成为制约我国制造业快速发展的瓶颈，高级蓝领出现断层的消息屡屡见诸报端。据统计，我国技术工人中高级以上技工只占3.5%，与发达国家40%的比例相去甚远。为此，国务院先后召开了“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”，提出了“三年50万新技师的培养计划”，强调各地、各行业、各企业、各职业院校等要大力开展职业技术培训，以培训促就业，全面提高技术工人的素质。那么，开展职业培训的重要基础是什么呢？

众所周知，“教材是人们终身教育和职业生涯的重要学习工具”。顾名思义，作为职业培训的重要基础，职业培训教材当之无愧！编写出版优秀的职业培训教材，就等于为技能培训提供了一把开启就业之门的金钥匙，搭建了一座高技能人才培养的阶梯。

加快发展我国制造业，作为制造业龙头的机械行业责无旁贷。技术工人密集的机械行业历来高度重视技术工人的职业技能培训工 作，尤其是技术工人培训教材的基础建设工作，并在几十年的实践中积累了丰富的教材建设经验。作为机械行业的专业出版社，机械工业出版社在“七五”、“八五”、“九五”期间，先后组织编写出版了“机械工人技术理论培训教材”149种，“机械工人操作技能培训教材”85种，“机械工人职业技能培训教材”66种，“机械工业技

师考评培训教材”22种,以及配套的习题集、试题库和各种辅导性教材约800种,基本满足了机械行业技术工人培训的需要。这些教材以其针对性、实用性强,覆盖面广,层次齐备,成龙配套等特点,受到全国各级培训、鉴定和考工部门和技术工人的欢迎。

2000年以来,我国相继颁布了《中华人民共和国职业分类大典》和新的《国家职业标准》,其中对我国职业技术工人的工种、等级、职业的活动范围、工作内容、技能要求和知识水平等根据实际需要进行了重新界定,将国家职业资格分为5个等级:初级(5级)、中级(4级)、高级(3级)、技师(2级)、高级技师(1级)。为与新的《国家职业标准》配套,更好地满足当前各级职业培训和技术工人考工取证的需要,我们精心策划编写了这套“国家职业资格培训教材”。

这套教材是依据劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》编写的,为满足各级培训考工部门和广大读者的需要,这次共编写了38个职业159种教材。在职业选择上,除机电行业通用职业外,还选择了建筑、汽车、家电等其他相近行业的热门职业。每个职业按《国家职业标准》规定的工作内容和技能要求编写初级、中级、高级、技师(含高级技师)四本教材,各等级合理衔接、步步提升,为高技能人才培养搭建了科学的阶梯型培训架构。为满足实际培训的需要,对多工种共同需求的基础知识我们还分别编写了《机械制图》、《机械基础》、《电工常识》、《电工基础》、《建筑装饰识图》等15种公共基础教材。

在编写原则上,依据《国家职业标准》又不拘泥于《国家职业标准》是我们这套教材的创新。为满足沿海制造业发达地区对技能人才细分市场的需要,我们对模具、制冷、电梯等社会需求量大又已单独培训和考核的职业,从相应的职业标准中剥离出来单独编写了针对性较强的培训教材。

为满足培训、鉴定、考工和读者自学的需要,在编写时我们考虑了教材的配套性。教材的章首有培训要点、章末配复习思考题,书末有与之配套的试题库和答案,以及便于自检自测的理论和技能模拟试卷,同时还根据需求为7种教材配制了VCD光盘。

增加教材的可读性、提升教材的品质是我们策划这套教材的又一亮点。为便于培训、鉴定、考工部门在有限的时间内把最需要的知识和技能传授给学员，同时也便于学员抓住重点，提高学习效率，对需要掌握的重点、难点、考点和知识鉴定点加有旁白提示并采用双色印刷。

为扩大教材的覆盖面和体现教材的权威性，我们组织了上海、江苏、广东、广西、北京、山东、吉林、河北、四川、内蒙古等地相关行业从事技能培训和考工的 200 多名专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师参加编写。

这套教材在编写过程中力求突出“新”字，做到“知识新、工艺新、技术新、设备新、标准新”；增强实用性，重在教会读者掌握必需的专业知识和技能，是企业培训部门、各级职业技能鉴定培训机构、再就业和农民工培训机构的理想教材，也可作为技工学校、职业高中、各种短训班的专业课教材。

在这套教材的调研、策划、编写过程中，曾经得到广东省职业技能鉴定中心、上海市职业技能鉴定中心、江苏省机械工业联合会、中国第一汽车集团公司以及北京、上海、广东、广西、江苏、山东、河北、内蒙古等地许多企业和技工学校的有关领导、专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师的大力支持和帮助，在此谨向为本套教材的策划、编写和出版付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢！

教材中难免存在不足之处，诚恳希望从事职业教育的专家和广大读者不吝赐教，提出批评指正。我们真诚希望与您携手，共同打造职业培训教材的精品。

国家职业资格培训教材编审委员会

目 录

M U L U

序

第一章 直流电路	1
第一节 电路及基本物理量	1
一、电路	1
二、电路中几个物理量	2
第二节 欧姆定律及其应用	5
一、部分电路欧姆定律	5
二、全电路欧姆定律	6
三、电阻的串并联	7
第三节 电功与电功率	8
一、电功与电功率	8
二、焦耳定律	10
三、负载的额定值	10
复习思考题	11
第二章 磁与电磁	13
第一节 电流的磁场	13
一、磁的基本知识	13
二、电流磁场的产生	14
第二节 磁场对电流的作用	16
一、磁场对通电直导体的作用	16
二、磁通	17
三、磁感应强度	17
第三节 电磁感应定律	18

一、电磁感应现象及其产生条件	18
二、电磁感应定律	20
第四节 自感、互感和涡流	22
一、自感	22
二、互感	23
三、涡流	24
复习思考题	25
 第三章 正弦交流电路	27
第一节 交流电的基本概念	27
一、交流电	27
二、正弦交流电的产生	27
三、表征正弦交流电的物理量	29
第二节 三相交流电的基本概念	31
一、三相交流电的优点	31
二、三相正弦电动势的产生	32
三、三相四线制	33
四、三相负载的连接	34
复习思考题	36
 第四章 电动机与变压器	37
第一节 三相笼型异步电动机	37
一、电动机的用途和分类	37
二、三相笼型异步电动机的基本结构	37
三、三相笼型异步电动机的工作原理	39
四、三相笼型异步电动机的几个参数	43
第二节 变压器	44
一、变压器的用途和基本结构	44
二、变压器的工作原理	45
三、变压器的几个参数	48
复习思考题	48

第五章 工作机械的基本电气控制线路	50
第一节 常用低压电器	50
一、开关	50
二、熔断器	54
三、交流接触器	56
四、热继电器	58
五、按钮	59
六、行程开关	60
第二节 电气控制线路原理图的有关知识	61
一、电气控制线路原理图常用图形符号及文字符号	61
二、电气控制线路的组成	61
第三节 三相笼型异步电动机的单向起动控制线路	62
一、点动控制线路	62
二、接触器自锁控制线路	62
三、具有过载保护的自锁控制线路	64
第四节 三相笼型异步电动机的正反转控制线路	65
一、接触器联锁的正反转控制线路	65
二、按钮和接触器双重联锁的正反转控制线路	66
三、工作台的限位和自动往返控制线路	67
第五节 三相笼型异步电动机的制动控制线路	68
一、机械制动控制线路	69
二、电力制动控制线路	69
第六节 CA6140 型卧式车床电气控制线路简介	71
一、识读电气控制线路原理图的方法	71
二、CA6140 型卧式车床电气控制线路	72
第七节 低压电器的维护及故障分析	72
一、触头	73
二、电磁系统	74
三、灭弧系统	74
四、胶木和有机玻璃等绝缘件碎裂、漏电	75
复习思考题	75

第六章 电流表和电压表	76
第一节 电流表	76
一、磁电系电流表	76
二、电磁系电流表	79
三、钳形电流表	81
第二节 电压表	82
一、磁电系电压表	82
二、电磁系电压表	84
第三节 万用表	84
一、万用表的基本结构	84
二、万用表使用时的注意事项	86
复习思考题	87
第七章 输配电及安全用电	88
第一节 发电、输电和配电概况	88
一、电力系统	88
二、厂矿企业的配电	89
第二节 电流对人体的伤害	90
一、触电类型	90
二、电流对人体伤害程度的有关因素	91
第三节 人体触电的方式	92
一、直接接触触电	92
二、间接触电	93
三、经常发生触电的原因	94
第四节 触电急救	94
一、使触电者脱离电源的方法	94
二、现场救护	95
第五节 安全用电措施	97
一、选用安全电压	97
二、佩戴保护用具	98
三、实施保护接地和保护接零	98

四、安全用电注意事项	99
复习思考题	100
第八章 常用半导体器件	101
第一节 晶体二极管	101
一、PN 结及其特性	101
二、晶体二极管的结构和类型	102
三、晶体二极管的伏安特性曲线	103
第二节 晶体管	104
一、晶体管的结构	104
二、晶体管的电流放大作用	105
三、晶体管的输入、输出特性曲线	106
第三节 晶闸管	108
一、晶闸管的结构	108
二、晶闸管的工作原理	108
复习思考题	110
试题库	111
一、判断题 试题 (111) 答案 (131)	111
二、选择题 试题 (118) 答案 (131)	118

第一章

直流电路



培训学习目标 了解直流电路中的基本概念；掌握欧姆定律在实际电路中的应用；掌握串、并联电路的特点；熟悉电功与电功率的知识。

第一节 电路及基本物理量

一、电路

1. 电路的组成及作用

电流经过的路径称为电路，它是为了某种需要由某些电工设备或元器件按一定方式组合起来的。图 1-1a 所示为一个简单电路的实物接线图。

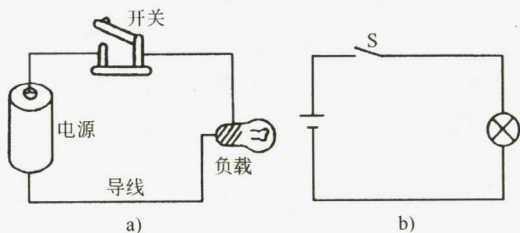


图 1-1 电路和电路图

a) 实物接线图 b) 电路图

电路可以用电路图来表示，图中的设备或元器件用国家统一规定的符号表示。图 1-1b 就是图 1-1a 的电路图。

2 电路一般由电源、负载、开关和连接导线组成。电源是把非电能转换成电能的装置，如发电机、干电池等。负载是把电能转换成其他形式能量的装置，如电灯、电炉、扬声器、电动机等用电设备。开关是接通或断开电路的控制元件。连接导线把电源、负载及开关连接起来，组成一个闭合回路。电路的作用就是实现电能的传输和转换。

2. 电路的状态

电路通常有以下三种状态：

1) 通路状态：电路中的开关闭合形成闭合回路，负载中有电流流过。

2) 断路状态：电源两端或电路某处断开，电路中无电流。

3) 短路状态：电源未经负载而直接经导体形成闭合回路。短路时往往形成过大的电流，损坏供电电源、供电线路及负载，必须严格防止，避免发生。

二、电路中几个物理量

1. 电流

电荷有规则的定向移动称为电流。导体中的电流是由于导体内部自由电子在电场力作用下有规则的移动而形成的。电流的大小取决于在一定时间内通过导体横截面的电荷量的多少。在相同时间内通过导体横截面的电荷量越多，就表示流过该导体的电流越强，反之越弱。电流的大小等于单位时间内通过导体横截面的电荷量，用字母 I 来表示。若在 t 秒内通过导体横截面的电荷量为 Q 库仑，则电流 I 就可用公式表示为

$$I = Q/t \quad (1-1)$$

式中 I ——电流，单位为安 [培] (A)；

Q ——电荷量，单位为库 [仑] (C)；

t ——时间，单位为秒 (s)。

如果在 1s 内通过导体横截面积的电量为 1C，则导体中的电流就

是 1A。除安培外，常用的电流单位还有千安（kA）、毫安（mA）和微安（ μA ）。它们之间的换算关系如下：

$$1\text{kA} = 10^3\text{A}$$

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

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

电流不仅有大小，而且有方向，习惯上规定以正电荷移动的方向为电流的方向。

在分析电路时，常常要知道电流的方向，但有时对某段电路中电流的方向往往难以判断，此时可先任意假定电流的参考方向（也称正方向），然后列方程求解。当解出的电流为正值时，就认为电流的实际方向与参考方向一致，如图 1-2a 所示；反之，解出的电流为负值时，就认为电流的实际方向与参考方向相反，如图 1-2b 所示。

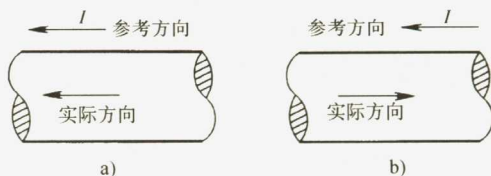


图 1-2 电流的正负

a) $I > 0$ b) $I < 0$

2. 电压

电压又称电位差，是衡量电场力做功本领大小的物理量。若电场力将电荷 Q 从 A 点移到 B 点，所做的功为 W_{AB} ，则 AB 两点间的电压 U_{AB} 为

$$U_{AB} = W_{AB}/Q \quad (1-2)$$

式中 U_{AB} ——AB 两点间的电压，单位为伏 [特] (V)；

W_{AB} ——电场力做的功，单位为焦 [耳] (J)；

Q ——电荷量，单位为库 [仑] (C)。

若电场力将 1C 的电荷从 A 点移到 B 点，所做的功为 1J，则 AB 两点之间的电压大小就是 1V。除伏特外，常用的电压单位还有千伏



(kV)、毫伏 (mV) 和微伏 (μV)。它们之间的换算关系如下:

$$1\text{kV} = 10^3\text{V}$$

$$1\text{mV} = 10^{-3}\text{V}$$

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

电压和电流一样, 不仅有大小, 而且有方向, 即有正负。对于负载来说, 规定电流流进端的电压为正, 电流流出端的电压为负。电压的方向由正端指向负端。

电压的方向一般有以下三种表示方法:

1) 一种方法是用箭头来表示, 如图 1-3a 所示。

2) 一种方法是用 “+” 极 (高电位) 和 “-” 极 (低电位) 来表示, 如图 1-3b 所示。

3) 第三种方法是用双下标来表示, 在图 1-3c 中, 电压 U_{AB} 表示电路中 A、B 两点间的电位差。

在分析电路时往往难以确定电压的实际方向, 此时可先任意假设电压的参考方向, 再根据计算所得值的正、负来确定电压的实际方向。

3. 电动势

电动势是衡量电源将非电能转换成电能本领大小的物理量。在外力 (非静电力) 作用下, 单位正电荷从电源负极经电源内部移到正极所做的功, 称为该电源的电动势, 用符号 E 表示, 即

$$E = W/Q \quad (1-3)$$

式中 E ——电源电动势, 单位为伏 [特] (V);

W ——外力所做的功, 单位为焦 [耳] (J);

Q ——外力移动的电荷量, 单位为库 [仑] (C)。

电动势的单位与电压相同, 也是伏特 (V)。电动势的方向规定为由电源负极指向电源正极。

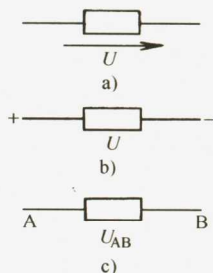


图 1-3 电压方向的表示方法

a) 箭头表示法 b) 电位表示法
c) 下标表示法



对于一个电源来说,既有电动势又有端电压。电动势只存在于电源内部;而端电压则是电源加在外电路两端的电压,其方向由正极指向负极。一般情况下,电源的端电压总是小于电源内部的电动势,只有当电源开路时,电源的端电压才与电源的电动势相等。

4. 电阻

导体对电流的阻碍作用称为电阻,用符号 R 来表示。其单位为欧姆,简称欧,用符号 Ω 来表示。若导体两端所加的电压为 1V ,通过的电流是 1A ,那么该导体的电阻就是 1Ω 。常用的电阻单位除欧姆外,还有千欧 ($\text{k}\Omega$)、兆欧 ($\text{M}\Omega$),它们之间的换算关系如下:

$$1\text{k}\Omega = 10^3\Omega$$

$$1\text{M}\Omega = 10^3\text{k}\Omega = 10^6\Omega$$

导体的电阻是客观存在的,它不随导体两端电压大小而改变。即使没有外加电压,导体仍然有电阻。实验证明,导体的电阻跟导体的长度成正比,跟导体的横截面积成反比,并与导体的材料性质有关。对于长度为 l ,横截面积为 S 的导体,其电阻可用下式表示为

$$R = \rho l / S \quad (1-4)$$

式中 R ——导体的电阻,单位为欧 [姆] (Ω);

l ——导体的长度,单位为 m ;

S ——导体的横截面积,单位为 m^2 ;

ρ ——导体的电阻率,单位为 $\Omega \cdot \text{m}$ 。

式 (1-4) 中的 ρ 是一个与导体材料性质有关的物理量,称为电阻率。电阻率通常是指在 20°C 时,长度为 1m 而横截面积为 1mm^2 的某种材料的电阻值。

我们常用的电器都有电阻,例如灯泡、电动机、电炉丝等。

第二节 欧姆定律及其应用

一、部分电路欧姆定律

图 1-4 所示为不包含电源的部分电路。当在电阻 R 两端施加电压 U 时,电阻中就有电流流过。实验证明,流过导体的电流 I 与这