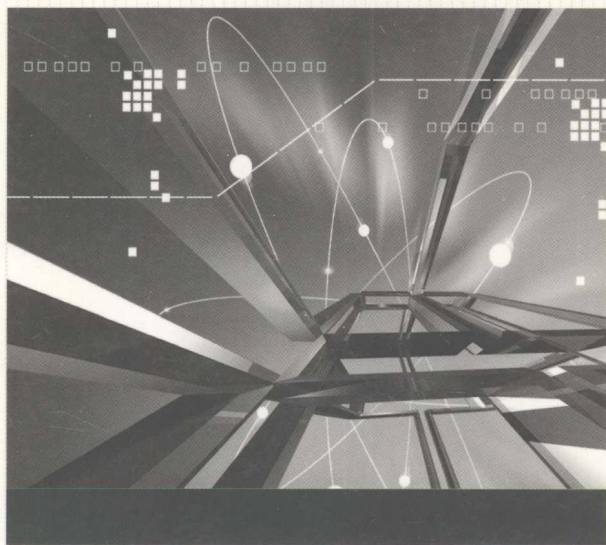


职业技能鉴定培训读本

初级工

电工基础

张玉华 主编



2076



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

职业技能鉴定培训读本（初级工）

电 工 基 础

张玉华 主编



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

电工基础/张玉华主编. —北京: 化学工业出版社,
2004. 11

职业技能鉴定培训读本 (初级工)

ISBN 7-5025-6235-4

I. 电… II. 张… 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 109852 号

职业技能鉴定培训读本 (初级工)

电 工 基 础

张玉华 主编

责任编辑: 刘 哲 周国庆

文字编辑: 廉 静

责任校对: 边 涛

封面设计: 于 兵

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
北京市昌平振南印刷厂印刷
三河市宇新装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 10 $\frac{3}{4}$ 字数 290 千字

2005 年 1 月第 1 版 2006 年 5 月北京第 3 次印刷

ISBN 7-5025-6235-4/TM·34

定 价: 23.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

随着社会经济的发展，企业对从业人员的要求在发生变化，求职人员的结构也在发生变化，特别是近几年农村劳动力的转移引起了国家高度重视。劳动者需要掌握一技之长，才能谋到合适的工作，为今后的职业生涯打下好的基础。目前国家正在大力推行职业资格证书制度，它是国家劳动就业制度的重要组成部分，对于促进劳动者素质提高，提高就业率有着重要的意义。劳动者通过职业技能鉴定考试，取得国家职业资格证书，一方面，企业录用劳动者的时候，可以根据他们持有的证书判断他们的技术水平；另一方面，在国家职业标准的指导下，劳动者可以根据职业的需要去学习掌握相关的知识和技能，干什么，考什么，学什么，用宝贵的时间学到真正有用的东西。

技术技能型操作人员职业资格等级分为五级，从低到高依次为五级（初级工）、四级（中级工）、三级（高级工）、二级（技师）、一级（高级技师）。本套丛书是为技术技能型操作人员编写的初级职业技能鉴定读本，根据国家职业标准的要求编写，旨在满足农村劳动力进城就业和社会上广大新工人学习和掌握各专业工种的基础理论知识和基本操作技能的需要，尽快提高各类操作人员的技术素质，从而增强企业的竞争力，促进新生劳动力、转岗再就业人员和农村转移劳动力实现就业。

本套丛书包括《机械基础》、《机械制图》、《电工识图》、《电工基础》、《电子技术基础》、《安全技术基础》、《钳工》、《管工》、《铆工》、《焊工》、《锅炉工》、《木工》、《瓦工》、《油漆工》，共 14 本。

本套丛书力求具有以下特点。

1. 针对性强。本套丛书理论起点低，知识阐述简明扼要，语

言通俗易懂，特别适合文化基础偏低的人员学习阅读。

2. 实践性强。本套丛书从企业生产实际和培训新工人的需要出发，突出介绍了各专业工种的基本技术知识和基本操作技能、操作方法。

3. 在编写过程中充分考虑到企业生产发展和技术更新的需要，介绍了一些新知识、新技术、新工艺、新规范和生产操作案例，为广大技术工人知识更新和技术提高奠定基础。

本书是《电工基础》。电工知识是各行各业的技术工人都应掌握的基础知识。本书力求理论联系实际，由基础知识过渡到生产实践中，由浅入深，易于掌握和使用。书中系统介绍了电路基础、电动机、变压器、高低压电器、工厂供电、照明等知识。书中附有思考题和练习题，供读者学习时参考。

本书由张玉华、应彬编写，牛峻峰、王少洁审核。

由于编者水平所限，难免有不妥之处，恳请读者批评指正，不吝赐教。

编者

2004年9月

内 容 提 要

本书是《职业技能鉴定培训读本（初级工）》之一，依据《国家职业标准》和《职业技能鉴定规范》编写。

本书介绍了电工基础的各主要方面，包括电路与磁路基础，电动机，变压器，高低压电器，工厂供电，照明，安全用电等。本书理论联系实际，由基础知识过渡到生产实践，由浅入深，易于掌握和使用。

本书开门见山，通俗易懂，非常适合培训初级电工和农村劳动力进城就业人员。

化学工业出版社技术工人培训读物

化工工人岗位培训教材

化学基础	化工安全技术基础	化工仪表
化工工艺基础	机械基础	化工分析
化工单元操作过程	化工电气	

技术工人岗位培训读本

检修钳工	铆工	维修电工
电焊工	管工	仪表维修工
气焊工	起重工	

工人岗位培训实用技术读本

电镀技术	无损检测技术	工厂供电技术
防腐蚀衬里技术	堵漏技术	仪器分析技术
工业清洗技术	管道施工技术	
热处理技术	电机修理技术	

技术工人岗位培训题库

检修钳工	运行电工	合成橡胶生产操作工
焊工	维修电工	酸生产操作工
铆工	仪表维修工	纯碱生产操作工
管工	化工分析工	氯碱生产操作工
起重工	化肥生产操作工	
防腐蚀工	乙烯生产操作工	

职业技能鉴定培训读本（初级工）

机械基础	安全技术基础	锅炉工
机械制图	钳工	木工
电工识图	管工	瓦工
电工基础	铆工	油漆工
电子技术基础	焊工	

职业技能鉴定培训读本（中级工）

机械制图	热处理工	冷作钣金工
------	------	-------

机械制造基础

金属材料与热处理

车工

铸造工

电工

钣金复合工

金属切削工

刨插工

钳工

模具工

锻造工

镗工

铣工

磨工

组合机床操作工

加工中心操作工

电气设备安装工

高低压电器装配工

电机装配工

变电设备安装工

仪表维修工

职业技能鉴定培训读本(高级工)

工具钳工

检修钳工

装配钳工

管工

铆工

电焊工

气焊工

钣金工

加工中心操作工

热处理工

维修电工

仪表维修工

电机修理工

汽车维修工

汽车维修电工

汽车维修材料工

摩托车维修工

制冷工

气体深冷分离工

防腐蚀工

车工

铣工

刨插工

磨工

镗工

铸造工

锻造工

起重工

锅炉工

职业技能鉴定培训读本(技师)

化学基础

化工基础

电工电子基础

机械基础

机械制图

工程材料

检测与计量

检修钳工

检修焊工

检修铆工

检修管工

热处理工

防腐蚀工

分析化验工

电机修理工

维修电工

仪表维修工

在线分析仪表维修工

制冷工

污水处理工

数控机床技术工人培训读本

数控电加工机床

数控车床

数控铣床

数控加工中心

目 录

第 1 章 电路的基本概念	1
1.1 电路	1
1.2 电路的基本物理量及方向	3
1.3 电阻	7
1.4 欧姆定律	11
1.5 电功、电功率及电流的热效应	14
思考题	18
练习题	18
第 2 章 简单直流电路	20
2.1 电阻的串联电路	20
2.2 电阻的并联电路	23
2.3 电阻的混联电路	26
2.4 电池的连接	29
2.5 电路中各点电位的计算	31
思考题	35
练习题	36
第 3 章 复杂直流电路	38
3.1 基尔霍夫定律	38
3.2 支路电流法	41
3.3 叠加定理	43
3.4 戴维宁定理	45
练习题	51
第 4 章 电容	54
4.1 电容器和电容	54
4.2 电容器的额定值和种类	58
4.3 电容器的充电和放电	62
4.4 电容器中的电场能量	65
4.5 电容器的串联和并联	66
思考题	71
练习题	71
第 5 章 磁场与电磁感应	73
5.1 磁场的概念	73

5.2	磁场的主要物理量	77
5.3	磁场对电流的作用力	82
5.4	铁磁物质的磁化和分类	86
5.5	磁路和磁路定律	89
5.6	电磁感应	92
5.7	自感与互感	97
5.8	涡流和磁屏蔽	103
5.9	电感器	104
	思考题	107
	练习题	108
第6章	单相交流电路	109
6.1	交流电	109
6.2	交流电的产生	110
6.3	交流电的物理量	112
6.4	交流电的表示法	116
6.5	纯电阻交流电路	120
6.6	纯电感交流电路	122
6.7	纯电容交流电路	126
6.8	电阻、电感、电容的串联交流电路	130
6.9	功率因数的提高	136
	思考题	140
	练习题	140
第7章	正弦量的相量表示法	142
7.1	概述	142
7.2	正弦量的复数表示法	145
7.3	复数形式的欧姆定律	147
7.4	复阻抗的连接	149
	练习题	152
第8章	三相交流电路	154
8.1	三相交流电源	154
8.2	三相负载的连接	158
8.3	三相电路的功率	163
	思考题	167
	练习题	167

第 9 章 变压器	169
9.1 变压器的构造	169
9.2 变压器的工作原理	172
9.3 变压器的功率和效率	176
9.4 常用变压器	178
9.5 变压器绕组极性的测定	183
9.6 三相变压器	184
9.7 变压器的铭牌	188
9.8 变压器的检验	190
思考题	191
练习题	192
第 10 章 异步电动机	193
10.1 概述	193
10.2 三相异步电动机的结构	196
10.3 三相异步电动机的工作原理	199
10.4 改变三相异步电动机的转向和转差率	204
10.5 三相异步电动机的转子各量和转差率的关系	206
10.6 异步电动机的机械特性	208
10.7 三相异步电动机的启动	211
10.8 三相异步电动机的调速	214
10.9 三相异步电动机的制动	215
10.10 单相异步电动机	216
思考题	221
练习题	222
第 11 章 常用低压电器和继电接触控制	224
11.1 熔断器	224
11.2 开关电器	227
11.3 主令电器	230
11.4 电磁铁	232
11.5 交流接触器	234
11.6 热继电器	235
11.7 笼型电动机直接启动控制线路	236
11.8 笼型电动机正反转控制线路	239
思考题	242

第 12 章 工业企业供电与安全用电	243
12.1 发电、输电概述	243
12.2 工业企业配电	245
12.3 电工安全技术	248
思考题	255
第 13 章 电工材料	256
13.1 绝缘材料	256
13.2 导电材料	260
13.3 导线截面的选择	263
13.4 电机用电刷	267
思考题	269
第 14 章 照明	270
14.1 照明的分类和特点	270
14.2 照明方式和灯具型式的选择	273
14.3 荧光灯	275
14.4 照明的安装	279
思考题	282
第 15 章 电工工具	283
15.1 通用工具	283
15.2 专用工具	285
15.3 电工防护工具	289
思考题	292
第 16 章 电工测量	294
16.1 电工仪表的基本知识	294
16.2 电流和电压的测量	299
16.3 万用表	302
16.4 功率的测量	306
16.5 有功电能的测量	309
16.6 绝缘电阻表	314
16.7 钳形电流表	317
16.8 直流电桥	318
思考题	325
练习题	326
附录 常用电气图形符号	327

第 1 章 电路的基本概念

本章先介绍电荷、电场，然后介绍电路的组成、电阻、电流、电压及功率的物理意义及规律，从而对电路建立起一个较完整的基本概念。

1.1 电 路

1.1.1 电荷

世界上的一切物质都是由许许多多的分子组成的，分子又是由更小的微粒——原子组成的，而原子又是由带正电的原子核和带负电的电子组成的。在通常的情况下，电子分别在若干层不同的轨道上围绕着原子核不停地旋转。由于原子所带的正、负电荷总数是相等的，因此物质不显电性。

由于在较外层轨道上旋转的电子与原子核结合得比较松弛。当这些电子受到摩擦或在其他外因作用下，可能离开自己的轨道而自由运动，这些自由运动的电子叫自由电子。如果由于某种原因使物体获得电子或失去电子，则物体所带正负电荷的电量不相等而带电。获得电子的物体带负电，失去电子的物体带正电。物体得到或失去电子越多，所带的电荷也越多。把原子核带正电的粒子叫质子，电子和质子带有不同种类的电荷，但是它们所带的电荷数量是相等的。电量是表示带电体所带电荷多少的物理量。实验证明一个电子的电量用 e 表示：

$$e = -1.60 \times 10^{-19} \text{ 库仑}$$

库仑是国际单位制中电量的单位，这个单位较大，也就是说一个物体如果带有 1 库仑的正电，就说明它失去了 6.25×10^{18} 个电子。

实验证明电荷与电荷有同性相斥、异性相吸的特性。带电的物

体叫带电体，不带电的物体叫中性体。

1.1.2 电场

两个带电体不发生接触，是通过一种别的物质作媒介而产生吸引力和排斥力的作用，这种特殊的物质就是电场。这种作用力叫电场力，电场力可使电荷移动而做功，即电场具有能量。由于电场具有力和能两种性质，所以电场是一种客观存在着的特殊物质。

为了能形象地描述电场，常用假想的电力线来表示电场作用的方向、范围和强弱。图 1-1 表示两个带电球体的电场，并规定电力线起始于正电荷，终止于负电荷，而且任何两条电力线不会相交。

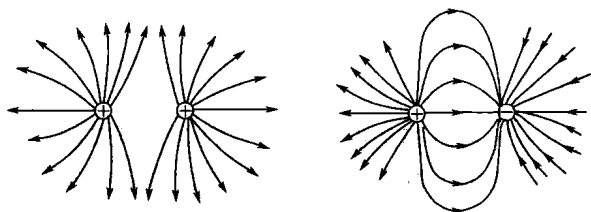


图 1-1 两个带电球体的电场

在 110kV 以上的超高压输电线上，晚间有时可以看到导线周围产生月晕式的光环，阴天或雾天还会听到吱吱的声音，这种现象就是“电晕”。电晕的发生是由于超高压输电线周围的电场强度太强而引起空气游离所致。

1.1.3 电路

装有电池、电珠的手电筒，合上开关后，电珠就有电流通过而发光。在工程中，为了讨论和计算方便，往往将用一些简单的符号代表电路中的各种具体元件的图形叫电路图。图 1-2 所示为手电筒的电路图。在这个电路图中，这种电源（电池）、负载（电珠）、连接导线（金属外壳）和开关等组成的电流通路叫电路。电路就是电流通过的

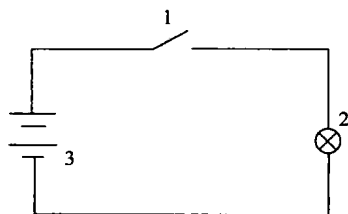


图 1-2 手电筒的电路图

1—开关；2—小电珠；3—电池

路径。

(1) 电源 电源是产生电能的设备，它的作用是将其他形式的能量（如化学能、热能、机械能、原子能等）转变成电能，并向用电设备供给电能。干电池、蓄电池、发电机都是电源。干电池、蓄电池把化学能转换为电能。在发电厂则可把机械能、热能或原子能转换成电能。

电源一般有交流电源和直流电源之分。把含有交流电源的电路叫做交流电路，把含有直流电源的电路叫直流电路。图1-2电路的电源是干电池，干电池叫直流电源，所以该电路是直流电路。

(2) 负载 负载是用电设备，它的作用是将电能转换成其他形式的能量为人们做功。图1-2中的小电珠是电路的负载，它把电能转变为光能。另外电炉也是负载，它把电能转变为热能；电动机也是负载，它把电能转换为机械能。

(3) 连接导线 导线是用来连接电路的，它把电源和负载连成一个闭合回路，起着传输和分配电能的作用。

(4) 开关 开关是用于接通和断开电路的设备。

综上所述电路是由电源、负载、连接导线和开关组成的。

1.2 电路的基本物理量及方向

1.2.1 电流

电流是导体中电荷（带电粒子）有规则定向运动而形成的。在金属导体中自由电子定向移动，电解液中的正、负离子在电场的作用下向相反的方向移动形成电流。

金属导体内部的自由电子平时均处于无规则的运动状态。因此，流过导体任一横截面的平均电荷量为零。当这些电子在电场力的作用下有规则定向移动时，则在导体的任一横截面便有一定数量的电荷流过，这样在金属导体内部就形成了电流。电流的方向规定为电子流动的反方向，即正电荷移动的方向。如图1-3所示，在电

源外部电路，电流从电源正极流向负极，而在电源内部，电流从电

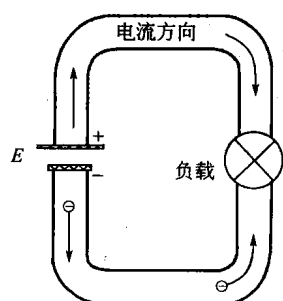


图 1-3 电流方向及
电子流动方向

源的负极流向正极。电流的方向用箭头表示。电流的大小通常用电流强度表示。电流强度也简称电流，在数值上等于单位时间内流过某一导体横截面的电荷量。常用下式表示

$$I = \frac{q}{t} \quad (1-1)$$

式中 I ——电流强度，A；
 q ——电荷量，C；
 t ——时间，s。

式中， q 是在 t 时间内通过导体横截面的电荷量。在国际单位制中，电流的单位是安培 (A)。当 1 秒 (s) 内通过导体横截面的电荷量为 1 库仑 (C) 时，则电流为 1 安培 (A)。计量微小电流时，以毫安 (mA) 或微安 (μA) 为单位，它们之间的换算关系是：

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

电流的大小和方向不随时间变化的电流叫直流电，如图 1-4 (a) 所示。电流的大小随时间变化，但方向不随时间变化的电流叫脉动电流，如图 1-4 (b) 所示。电流的大小和方向均随时间变化的电流叫交变电流，如图 1-4 (c) 所示。

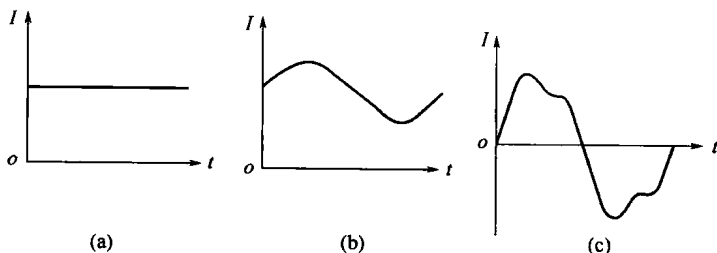


图 1-4 各种电流波形图

图 1-3 标出的电流的实际方向是电子流动的反方向。实际分析电路时，电流的方向可任意标定，任意标定的方向叫做参考方向。

当电流为正值时，表示电流的实际方向和参考方向相同；当电流为负值时，则表示电流的实际方向和参考方向相反。

例1 如果在3s时间内通过导体横截面的电量为12C，求通过导体的电流。

解：
$$I = \frac{q}{t} = \frac{12}{3} = 4\text{A}$$

1.2.2 电位、电压、电动势

(1) 电位 在电路的分析计算中，特别是在电子线路中，经常应用电位的概念。

物体处在不同的高度，具有不同的位能；相对高度越高，位能就越大。水从高水位流向低水位，水位高的地方位能高，水位低的地方位能低。电也是如此，电荷在电路中各点所具有的能量也是不等的，我们把单位正电荷在某点具有的能量，叫做该点的电位。

在一个电路中，要确定某一点的电位，必须选取一个参考点，其他各点电位都是相对于参考点电位来说的。我们通常以大地作为参考点，电子线路中一般以金属板为参考点。把参考点定为零电位，在电路中还有其他点接地，那么这点电位就是零电位。在生产上任何电气设备正常工作时，不应该带电的金属部分都要可靠地接地，使这些金属部分的电位与大地电位均为零，以保证人身安全。接地符号为“ $\perp$ ”。

规定了参考点电位以后，电路中某点电位就是电场力把单位正电荷从某电位点移到参考点所做的功。

我们常用字母 V 表示电位，如 a 点电位记做 V_a ， b 点电位记做 V_b 。电位的单位是伏特，简称伏，用 V 表示。较大的单位为千伏(kV)，较小的单位为毫伏(mV)。

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

如果某点的电位比参考点的电位高，则该点电位为正，叫正电位；比参考点的电位低，则该点电位为负，叫负电位。电路中选择参考点不同，各点电位大小也不同。在图1-5(a)中， A 点接地， $V_A = 0$ ； B 点电位高于 A 点，是正电位， $V_B = 3\text{V}$ ； C 点的电位也