

“高薪技能状元行”系列

DIANGONG JISHU
YIBENTONG

电工技术 一本通

叶文荪 编著



- 👍 行行都有**状元郎**
- 👍 只要拥有**一专长**
- 👍 高薪并非是**梦想**

APETINE
时代出版

时代出版传媒股份有限公司
安徽科学技术出版社

0182285

图书在版编目(CIP)数据

电工技术一本通/叶文荪编著. —合肥:安徽科学技术出版社,2015.4

(“高薪技能状元行”系列)

ISBN 978-7-5337-6620-7

I. ①电… II. ①叶… III. ①电工技术
IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 023905 号

審議 葉文荪



电工技术一本通

叶文荪 编著

出版人:黄和平

选题策划:刘三珊

责任编辑:刘三珊

责任校对:潘宜峰

责任印制:廖小青

封面设计:王天然

出版发行:时代出版传媒股份有限公司 <http://www.press-mart.com>

安徽科学技术出版社

<http://www.ahstp.net>

(合肥市政务文化新区翡翠路 1118 号出版传媒广场,邮编:230071)

电话:(0551)63533323

印制:合肥创新印务有限公司 电话:(0551)65152158

(如发现印装质量问题,影响阅读,请与印刷厂商联系调换)

开本:850×1168 1/32

印张:12

字数:360千

版次:2015年4月第1版

2015年4月第1次印刷

ISBN 978-7-5337-6620-7

定价:28.00元

版权所有,侵权必究

前 言

《电工技术一本通》一书,是面向具有初中以上文化程度的工人、农民、青年学生以及下岗再就业人员而编写的培训教材和自学用书。本书是根据国家职业技能鉴定部门对初中级电工的知识要求和技能要求编写的,主要内容有:电路和磁路的基本知识和基本定律;单相、三相交流电路;常用电工仪表、电工工具及使用;常用低压电器、变压器、电动机的结构、原理、使用及常见故障的检查与排除;电力拖动的继电接触控制电路及常见故障的检查与排除;低压配电与安全用电;常用照明设备的应用及维修;应用电工基本操作技能等。

为便于读者自学,能够理解、掌握教材内容,本书将专业基础知识和专业应用技能融于一体,力求将技能建立在知识的基础上,知识为技能服务。

本书可作为电工的培训教材和自学用书,也可供中等职业学校、技工学校师生作教学用书。

由于作者水平有限、经验不足,书中存在不足和错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

1.5 电能和电功率,电流的热效应 10

1.5.1 电能和电功率 10

1.5.2 电流的热效应 11

1.6 负载电阻的串联与并联 13

1.6.1 负载电阻的串联 13

1.6.2 负载电阻的并联 14

1.7 电路的几种状态 16

1.7.1 通路状态 16

目 录

第1章 电的基本知识	1
1.1 物质的基本结构和电性能	1
1.1.1 正电荷和负电荷、电量	1
1.1.2 导体、绝缘体、半导体	2
1.2 电路的基本物理量	3
1.2.1 电路的作用与组成	3
1.2.2 电流	4
1.2.3 电压	5
1.2.4 电动势	6
1.2.5 电阻	7
1.3 电路模型	8
1.4 电路的欧姆定律	9
1.4.1 一段电路的欧姆定律	9
1.4.2 闭合电路的欧姆定律	10
1.5 电能和电功率, 电流的热效应	10
1.5.1 电能和电功率	10
1.5.2 电流的热效应	11
1.6 负载电阻的串联与并联	13
1.6.1 负载电阻的串联	13
1.6.2 负载电阻的并联	14
1.7 电路的几种状态	16
1.7.1 通路状态	16

1.7.2	开路状态	17
1.7.3	短路及其保护	18
第2章	电流与磁场	19
2.1	磁场和它的基本物理量	19
2.1.1	基本磁现象	19
2.1.2	电流的磁场	21
2.1.3	磁场的基本物理量	24
2.2	磁场对电流的作用	28
2.2.1	磁场对通电直导线的作用	28
2.2.2	磁场对通电线圈的作用	29
2.3	电磁感应	29
2.3.1	电磁感应基本定律	30
2.3.2	导线切割磁力线时的感应电动势和右手定则	32
2.3.3	直流发电机原理	33
2.4	自感与互感	34
2.4.1	自感	34
2.4.2	互感	35
第3章	正弦交流电路	37
3.1	正弦电压和正弦电流	37
3.1.1	频率与周期	38
3.1.2	幅值与有效值	39
3.1.3	相位与初相位	39
3.2	正弦量的旋转矢量表示法	40
3.3	正弦交流电阻电路	41
3.3.1	电压与电流的关系	41
3.3.2	瞬时功率和平均功率	42
3.4	正弦交流电感电路	43

3.4.1	电压与电流的关系	43
3.4.2	瞬时功率、平均功率和感性无功功率	44
3.5	正弦交流电容电路	46
3.5.1	电压与电流的关系	46
3.5.2	瞬时功率、平均功率和容性无功功率	47
3.6	电阻、电感、电容的串、并联电路	48
3.6.1	电阻、电感、电容的串联	49
3.6.2	电阻、电感、电容的并联	51
3.6.3	有功功率、无功功率和视在功率	52
3.7	电感性电路功率因数的提高	54
3.7.1	提高功率因数的重大意义	54
3.7.2	提高功率因数的原理及方法	55
第4章	三相交流电路	57
4.1	三相交流电源	57
4.1.1	三相交流电动势的产生	57
4.1.2	三相交流电的相序	59
4.1.3	三相四线制电源	59
4.2	三相负载的连接	63
4.2.1	负载的星形连接	64
4.2.2	负载的三角形连接	66
4.3	三相电路的功率计算	68
第5章	常用电工仪表及使用	69
5.1	电工仪表基本知识	69
5.1.1	分类	69
5.1.2	电工仪表常用面板符号	71
5.2	电流表及其使用	73
5.3	电压表及其使用	76

5.3.1	直流电压表及其使用	76
5.3.2	交流电压表及其使用	77
5.4	功率的测量	77
5.4.1	单相交流和直流功率的测量	78
5.4.2	三相功率的测量	79
5.5	万用电表及其使用	81
5.5.1	指针式万用电表的使用方法	81
5.5.2	数字式万用表的使用方法	85
5.6	钳形表及使用	89
5.6.1	外形结构	90
5.6.2	测量方法	90
5.6.3	注意事项	91
5.7	兆欧表及使用	91
5.7.1	结构原理	92
5.7.2	使用方法及注意事项	93
5.7.2	数字兆欧表	96
第6章 变压器和电磁铁		99
6.1	磁性材料的磁性能和分类	99
6.1.1	磁性材料的磁性能	99
6.1.2	磁性材料的分类	102
6.2	磁路及磁路的欧姆定律	102
6.3	变压器的用途与分类	104
6.3.1	变压器的用途	104
6.3.2	变压器的分类	105
6.4	变压器的基本结构和工作原理	106
6.4.1	变压器的基本结构	106
6.4.2	变压器的空载运行	108

6.4.3	变压器的负载运行	109
6.5	变压器的功率和效率	111
6.6	变压器绕组极性的测定	112
6.7	三相变压器	114
6.7.1	三相变压器的基本结构	114
6.7.2	三相变压器三相绕组的连接方式	114
6.8	特殊用途的变压器	115
6.8.1	弧焊变压器	115
6.8.2	互感器	116
6.8.3	自耦变压器	119
6.9	小型变压器的故障分析与检查	120
6.10	电磁铁	122
6.10.1	电磁铁的基本结构和工作原理	122
6.10.2	常用电磁铁的类型及选用	124
第7章	交流电动机	126
7.1	三相异步电动机的基本结构	126
7.1.1	转子	127
7.1.2	定子	128
7.2	三相异步电动机的工作原理	130
7.2.1	转动原理	130
7.2.2	三相异步电动机的旋转磁场	131
7.2.3	三相异步电动机的电磁转矩和机械特性	135
7.3	三相异步电动机的铭牌数据	138
7.4	三相异步电动机的维护	142
7.5	三相异步电动机的常见故障分析与排除	144
7.6	三相笼型异步电动机的拆卸与装配	147
7.6.1	拆卸的步骤及方法	147

7.6.2	装配的步骤及方法	149
7.7	单相交流异步电动机	150
7.7.1	单相电动机的结构、原理和分类	150
7.7.2	单相异步电动机主副绕组的判定及正反控制	154
7.7.3	单相异步电动机的调速	155
7.7.4	电容运转式单相电动机常见故障分析与处理	156
第8章	低压电器	158
8.1	低压电器产品的分类	158
8.2	熔断器	159
8.2.1	熔断器的主要技术参数	159
8.2.2	常用熔断器	160
8.2.3	熔断器的选用和安装维护	163
8.3	低压开关类电器	164
8.3.1	刀开关	164
8.3.2	转换开关	166
8.4	低压断路器	168
8.4.1	低压断路器的用途与分类	168
8.4.2	低压断路器的结构和工作原理	169
8.4.3	低压断路器的选用和安装注意事项	171
8.5	接触器	172
8.5.1	接触器的用途、基本结构和工作原理	172
8.5.2	接触器的主要技术参数和选用	175
8.6	主令电器	177
8.6.1	按钮	177
8.6.2	行程开关	179
8.7	继电器	180
8.7.1	电磁式继电器	181

8.7.2	时间继电器	183
8.7.3	热继电器	184
8.7.4	速度继电器	191
8.8	低压电器常见故障的分析及处理	182
8.8.1	触头的故障分析及处理	182
8.8.2	电磁机构的故障分析及处理	193
8.8.3	线圈过热或烧毁的故障分析及处理	194
第9章	电力拖动的电气控制	196
9.1	继电接触控制电路图的画法规则	196
9.1.1	电气原理图的绘制原则与读识	197
9.1.2	电气控制接线图的绘制原则与读识	203
9.2	三相笼型异步电动机的单向启动控制电路	205
9.2.1	直接启动控制	206
9.2.2	降压启动控制	210
9.3	三相笼型电动机的正反转控制电路	220
9.4	三相笼型电动机的位置控制电路	221
9.4.1	电动机限位控制电路	222
9.4.2	电动机自动往返循环运动控制电路	223
9.5	三相笼型电动机的制动控制电路	225
9.5.1	机械制动控制电路	225
9.5.2	电气制动控制电路	226
9.6	三相笼型电动机的其他控制电路	232
9.6.1	顺序控制电路	232
9.6.2	多地控制电路	234
9.6.3	调速控制电路	234
9.7	三相绕线型异步电动机的基本控制电路	237
9.7.1	绕线型三相异步电动机的启动控制电路	237

9.7.2	绕线型三相异步电动机的正反转及调速控制电路	240
9.8	普通车床控制电路	242
9.8.1	C620-1型普通车床控制电路	242
9.8.2	C650型普通车床控制电路	245
9.9	三相笼型电动机用接触器直接启动控制电路的 故障检查	249
第10章	低压配电与安全用电	253
10.1	低压配电装置	253
10.1.1	小容量低压配电装置的组成	253
10.1.2	较大容量低压配电装置的组成	255
10.1.3	交流电度表及其接线	258
10.1.4	动力配电板的明配线安装图	262
10.2	低压配电线路	262
10.2.1	低压配电线路的接线方式	262
10.2.2	室外配电线路	266
10.2.3	低压配电线路导线的选择	266
10.3	接地与接零	269
10.3.1	接地和接地装置	270
10.3.2	接地和接零的类型和作用	271
10.4	低压配电系统的接地型式和适用范围	273
10.4.1	低压配电系统的接地型式	273
10.4.2	各种接地型式配电系统的适用范围	276
10.5	单相三线制低压配电线路	276
10.6	漏电保护断路器	279
10.6.1	漏电保护断路器的基本工作原理	279
10.6.2	漏电保护断路器的选择	280
10.6.3	漏电保护开关的接线和注意事项	281

10.7 安全用电措施和操作规程	281
第 11 章 常用照明设备的应用及维修	284
11.1 照明开关及插座	284
11.1.1 照明开关及安装接线	284
11.1.2 插座及安装接线	287
11.2 常用电光源	289
11.2.1 白炽灯与卤钨灯	289
11.2.2 荧光灯	290
11.2.3 高压汞灯	292
11.2.4 高压钠灯	293
11.3 照明器的安装	293
11.3.1 灯具安装的基本要求	294
11.3.2 白炽灯的安装	295
11.3.3 荧光灯的安装	300
11.4 照明线路的故障检查与排除	303
11.4.1 短路、断路、漏电故障的检查方法	303
11.4.2 白炽灯、荧光灯的故障检修	306
第 12 章 应用电工基本操作技能	313
12.1 常用电工工具及使用	313
12.1.1 验电笔	313
12.1.2 螺钉旋具	316
12.1.3 活动扳手	317
12.1.4 钢丝钳、尖嘴钳、断线钳	318
12.1.5 电工刀	320
12.1.6 剥线钳和手动压接钳	320
12.1.7 冲击钻	322
12.1.8 电锤	324

12.1.9 喷灯	325
12.2 绝缘导线绝缘层的剥离	326
12.2.1 塑料硬导线线头绝缘层的剥离	327
12.2.2 塑料多芯软线线头绝缘层的剥离	327
12.2.3 橡胶线线头保护层和绝缘层的剥离	328
12.2.4 花线线头绝缘层的剥离	328
12.2.5 塑料护套线线头绝缘层的剥离	329
12.2.6 铅包线绝缘层的剥离	329
12.2.7 橡套软线(橡套电缆)绝缘层的剥离	330
12.2.8 漆包线绝缘层的去除	330
12.3 导线芯线的连接	330
12.3.1 铜芯导线的连接	330
12.3.2 铝芯导线的连接	334
12.3.3 铜芯导线与铝芯导线之间的连接	335
12.3.4 线头与接线端子(接线桩)的连接	336
12.4 导线绝缘层的恢复和导线的封端	340
12.4.1 导线绝缘层的恢复	340
12.4.2 导线的封端	341
12.5 室内布线	345
12.5.1 绝缘子配线	345
12.5.2 塑料护套线配线	347
12.5.3 线管配线	349
12.6 电气设备紧固件的埋设	352
电工初级理论考试试卷	355
参考答案	361
电工中级理论考试试卷	364
参考答案	368

第 1 章 电的基本知识

本章主要介绍电路的基本物理量,基本定律,电路的组成及状态,电阻的串、并联以及电气设备的额定值等基本知识,这些内容是分析与计算简单电路的基础,应注意结合实际应用和扩展这些内容。

1.1 物质的基本结构和电性能

1.1.1 正电荷和负电荷、电量

自然界中存在着两种性质不同的电荷,即正电荷(以“+”表示)和负电荷(以“-”表示),要了解电的本质,必须从物质的内部结构来说明。

任何物质是由分子组成,分子是由原子组成,原子是由一个带正电荷的原子核和在一定轨道上围绕着原子核旋转的一些带负电荷的电子组成,这些电子所带负电荷的总和与原子核所带正电荷相等,因此整个原子便显示为中性,物体通常不显出电性来。

图 1.1.1 是铝原子的原子结构示意图。当原子失去电子,就显示出带正电,反之,当原子获得额外的电子,就显示出带负电。正、负电荷是物体所固有的,我们只能在一定的条件下使物体内原子中的正负电荷分离,使电子转移到另一物体上而成为带电体。

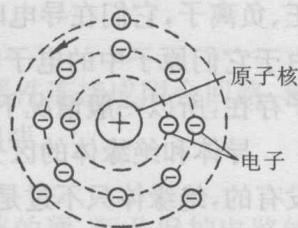


图 1.1.1 铝原子结构

带电体所带电荷的多少,叫做电量,用符号 Q 表示,在国际单位制中,电量的单位是库仑,1 库仑的电量等于 6.25×10^{18} 电子电量。

电荷与电荷之间有相互作用力,且具有同性电荷相斥,异性电荷相吸的性质。物体所带的电荷越多,它们之间的相互作用力就越大。

1.1.2 导体、绝缘体、半导体

物体根据导电性能的不同,可区分为导体、绝缘体、半导体三大类。导体又分为第一类导体和第二类导体:银、铜、铝、锌、铁等金属以及炭、人体、大地等为第一类导体;各种酸、碱、盐的水溶液,属第二类导体。导体又常称为导电材料。

橡胶、塑料、云母、陶瓷、胶木、纸、油类、绝缘漆、干燥的木材等,它们在一般情况下是不能导电的,称为绝缘体或绝缘材料。

电气设备皆是由导电材料和绝缘材料构成,用导电材料构成电流通路,用绝缘材料来隔开不同的导电部分,阻止电流在不允许的地方流通。

导电性能介于导体和绝缘体之间的物体称为半导体,如硅、锗、硒以及氧化铜等。半导体常用来制作各种半导体器件,在电子技术中有着极其广泛的应用。

物体的导电性能和它们内部的原子结构密切相关。各种金属材料中,原子内的最外层电子很容易摆脱原子核的吸引而成为自由电子,它可以在金属内的原子之间自由地运动,由于金属中存在大量自由电子,金属就很容易导电。对于第二类导体,则由于其内部存在着正、负离子,它们在导电时可以自由移动,因而也成为导体。绝缘体由于它们原子中的电子都被原子核紧紧地束缚住,几乎没有自由电子存在,所以一般情况下是不能导电的。

导体和绝缘体的区分是相对的、有条件的,绝对不导电的物体是没有的,绝缘体只不过是导电能力非常微弱而已。绝缘材料随着使用时间的增长会发生老化,使绝缘性能下降,绝缘体受潮、污秽、温度过高或在强电场作用下可使绝缘性能下降,当超过一定的限度时,绝缘体可能完全失去绝缘性能而导电。所以要防止电气设备受潮、污秽,要监视电气设备的温度不要过高,电源电压不要超过设备的额定

工作电压。

1.2 电路的基本物理量

1.2.1 电路的作用与组成

电流流通的闭合路径称为电路,由电源、负载、连接导线、控制和保护装置四部分就可组成一个最简单的电路,如图 1.2.1 所示。

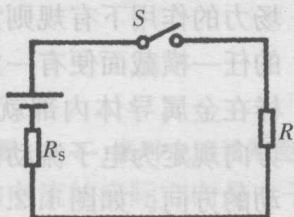


图 1.2.1 基本电路

1. 电源

电路中供给电能的设备或器件称为电源。它能将其他形式的能量转换成电能。常见的电源有干电池、蓄电池、发电机等。

2. 负载

负载即用电器,其作用是把电能转换成其他形式的能量,如电灯、电动机、电加热器等。

3. 连接导线

连接导线的作用是把电源与负载等元器件连接成闭合回路,输送和分配电能。一般常用的导线是铜线和铝线。

4. 控制和保护装置

电路的控制和保护装置是用来控制电路的通、断及保护电路的安全,使电路能够正常工作的装置,如开关、熔断器、继电器等。