

电工口诀

系列



图解 电工知识要诀

(第三版)

王敏 王芳 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

图解电工知识要诀

(第三版)



王 敏 王 芳 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书采用图解与要诀相结合的形式,针对电工基本知识的重点、要点,结合图例简明扼要地讲述了电工的基本知识和实际应用范例。重点内容包括电工基本知识、电的基础知识、磁与电磁知识、交流电知识、电子技术基础知识、低压配电装置、配电变压器、配电线路、低压配线与照明、电动机与电气控制、电气测量与电能计量、电工材料与电工基本操作、触电防范与急救等内容。

本书资料丰富,文图并茂,形式新颖,集知识性、趣味性于一体,使读者在欣赏要诀的同时能够快速掌握实用电工知识。本书作为各类电工培训的辅导参考书,同时是电工爱好者的入门书和自学指南。

图书在版编目(CIP)数据

图解电工知识要诀/王敏,王芳编著. —3版. —北京:中国电力出版社,2011.3
ISBN 978-7-5123-1439-9

I. ①图… II. ①王…②王… III. ①电工技术-图解 IV. ①TM-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第028316号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2003年1月第一版

2011年8月第三版 2011年8月北京第六次印刷

880毫米×1230毫米 32开本 11.375印张 415千字

印数18001—21000册 定价29.80元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

轻轻杌杌学电工
顺顺畅畅当电工

蔡忠泽

二〇一一年元月题

序

一名现场经验异常丰富的电网企业基层员工，一名与糖尿病抗争的生活强者，一名锲而不舍传播知识的科普作家，这三者的结合就是王敏，本书的作者。早年，我在湖北荆门京山与王敏相遇时，我就被他的执著与严谨所感动。

王敏老师阅历丰富。他参加过大型线路施工和超高压自由带电作业，从事过电能计量校验、建筑电路设计、电力调度、电工培训等工作，后又到县电力技术学校当了教员。他干一行，学一行，通一行，精一行，这就是王敏老师的写照。

王敏老师著作丰厚。近年来，他以顺口溜的语言，出版了《图解电工知识要诀》、《农网建设电工必读》、《实用电工电路图集》、《电气仪表》、《图解电工安全知识要诀》、《电工电子小窍门小制作》，还在《农村电气化》、《农村电工》、《电世界》、《电工技术》、《电力职工教育》等期刊上发表过百余篇文章。

王敏老师乐观多艺。尽管身体因患糖尿病不好，但他的生活却十分丰富。他涉猎琴、棋、书、画、舞，是湖北省体育舞蹈协会会员，曾在空军部队用二胡伴奏过自编的《俩老汉夸儿》，完成过《全家福》等巨幅油画的创作。

2006年早春，我再次收到王敏老师的书稿，《图解电工知识要诀》在读者的积极要求下，需要再版，请我作序，我感到非常高兴。当年，该书初版时，我就觉得很有意味，图文并茂，形式新颖。与同类书籍相比，其最大特点是简练明了、通俗易懂，便于记忆，实用性很强。不仅是职业学校（含中专、技校、职业高中）电工基础教学的辅导教材，而且可以作为低压电工短期培训教材和电工入门自学的指南，还可作为广大读者备用的、有效的电工知识工具书。

这次的再版，保留了初版时的要诀与模块结合的形式，将电工基础知识常用点、难点，结合一些具体图例，简明扼要地介绍给广大读者。在上一版汇集电基本原理、磁与电、交流电、电子基础、配电变压器、低压配电装置、配电线路、低压配线装、电动机、安全知识的基础上，王敏老师又增加了可编程序控制器等新知识，在每章后面还附录了有关技术数据资料。

“学习、学习、再学习，学而知之，活到老学到老，学无止境，才智来源于学习”，这是王敏老师的座右铭，也是我们在建设创新型国家进程中，每一个人应该弘扬的精神。在《图解电工知识要诀》修订之际，谨祝王敏老师身体健康，多集成果。

武汉电力职业技术学院院长 张志锋

于武昌广埠屯



前言

本书自 2003 年出版以来，承蒙广大低压电工的厚爱，已累积印刷 18 000 册，说明本书是一本电工打基础，学习走捷径的好教材。这次为满足广大读者的迫切要求，我们在《图解电工知识要诀》（第二版）基础上，进行全面修订，丰富电工基础知识，增加介绍了一些可编程序控制器等新内容。为激发朋友们的学习兴趣和灵感，在每章后面插了些有关插图和技术数据资料，从而拓宽了知识面，使知识更贴近时代、贴近工作、贴近实际。这样可以让电工朋友边工作、边学习、边实践，即工作学习化，学习工作化，不断学习，不断消化、不断吸收，最后达到创造性的劳动。

为消除学习上的枯燥无味，达到轻松、愉快、快速的目的，我们把电工基础知识中的要点、重点、难点，以趣味性的顺口溜形式，结合图例，简明扼要地讲述了电工的应用范例，使读者能够快速掌握电工知识。为使要诀朗朗上口，要诀中多处名词术语未采用国家标准。本书重点介绍内容包括电工基本知识、电的基础知识、磁与电磁知识、交流电知识、电子技术基础知识、配电变压器、低压配电装置、配电线路、低压配线与照明、电动机与电气控制、电动机装配与拖动、电气测量与电能计量、电工材料与电工基本操作、触电防范与急救等内容。

本书集知识性、趣味性于一体，能使读者在欣赏顺口溜要诀的同时，快速掌握电工基本知识。本书不仅是职业高中、技工学校电工基础教学的辅导参考资料，而且可作为下岗职工短期电工培训教材，也是电工自学的向导。本书与同类著作相比，其最大特点是简单明了，把高深理论变通俗易懂，实用性强，让初学者易于记忆掌握，达到“轻轻松松学电工，顺顺畅畅当电工”的速成目的。

本书在修订编写时，参考和借鉴了电工同行们编写的电工口诀资料和实践经验。在此一一表示衷心感谢。由于作者才疏学浅，水平有限，书中的错误和不妥之处在所难免。在此恳请广大读者多提宝贵意见。

编者修订于荆州



导语

电工学员们：

初学电工时，大家最想知道什么呢？当然是电，我们学习技术时，不免想起那些为后人栽树、为人类作过贡献的先辈们及他们的贡献，如伽利略的“惯性、落体定律”、牛顿的“万有引力定律”、达尔文的“进化论”、诺贝尔的“无烟炸药”、居里夫人的“核元素镭”的发现、哥白尼的“日心学说”、爱因斯坦的“相对论”、哥登-古尔德的“激光”、张衡的“地动仪”、祖冲之的“圆周率”、毕昇的“活字印刷”、蔡伦的“造纸术”等。正是他们的艰辛努力，我们才有现在的科技之荫，才能享受着电给我们带来的幸福生活。我们除了敬慕、感谢这些科学家之外，更重要的是要勇于学习，用承前启后、开拓创新精神，使人类进步不断延伸。我们要学习先辈不怕吃苦，不畏险阻，敢于攀登、拼搏的精神，例如欧姆为了科学，不畏权威名流压力，黑格尔派的打击，据理力争，终身不娶，利用放寒暑假时间，通过大量演算、试验找到了电压、电流、电阻三者之间关系，即举世闻名的“欧姆定律”，最后因操劳过度倒在了讲台上，献身于科学与教育事业；又如只有小学文化程度的法拉第，他花了9年多的时间，终于找到了磁能转变成电能的方法；思想家孔子在厄运时写出了《春秋》；文学家司马迁遭宫刑奇耻大辱，在逆境中写下了大作《史记》；还有经过千百次试验和失败，终于发明了电灯的爱迪生等。然而在当初，这些发明创造的先辈，不一定是专家、学者，而只是一般普通人，为什么能出成果、

有贡献呢？因为被常人看来是微不足道的，或者说是司空见惯的自然现象，但他们通过敏锐的观察和分析，执著地追根求源，不怕费尽千辛万苦，最后终于获得成功的发现。比如第一个论述“电”的吉尔伯特，就是从追根求源中获得见解的；瓦特是从热水瓶盖被冲开得到启示，发明了蒸汽机；美国科学家麦克斯韦在先辈法拉第“电磁现象”基础上的研究结果，使得德国的科学家赫兹成功地解决了电磁波传送。可见，只要我们深钻细想，刻苦实践，就大有可为。我们所说的物理学家、化学家、文学家、数学家、科学家，都是在取得成绩后被人们敬仰用的尊称，科学并不神秘，只要肯钻研、肯学习就一定会有收获。

下面言归正传，开始授课，让我们一起步入知识的殿堂，去学习电工技术，掌握电工技能技巧。



目录

序
前言
导语

第一章 电工基本知识	1
1.1 电工概况	1
1.1.1 引言	1
1.1.2 电的发现	2
1.1.3 电学史上两大发现和三大贡献	3
1.1.4 电学史上的发明创造	4
1.1.5 电工概况	5
1.1.6 电工作业三根线四大件	6
1.1.7 电工职责范围	7
1.1.8 争当合格电工	8
1.2 电工基本知识	9
1.2.1 电工应知的基本理论	9
1.2.2 电工应掌握的基本技术	10
1.2.3 电工应掌握的基本技能	11
1.2.4 电气识图	12
1.3 发供电知识	13
1.3.1 电力生产	13
1.3.2 火力发电	14
1.3.3 水力发电	15
1.3.4 核能发电	16
1.3.5 绿色电力能源	17
1.3.6 电力网	18
1.3.7 电力经济指标	19
1.3.8 电能质量与负荷率	20
1.3.9 电气化发展与智能电网展望	21

思考题	22
-----------	----

第二章 电的基础知识

2.1 直流电 (DC)

2.1.1 电的概念	23
2.1.2 电的性质	24
2.1.3 电荷与电场	25
2.1.4 静电与屏蔽	26
2.1.5 电路的组成	27
2.1.6 导体与绝缘体	28

2.2 直流 (DC) 电路

2.2.1 直流电路三参数	29
2.2.2 部分电路欧姆定律	30
2.2.3 全电路欧姆定律	31
2.2.4 导线电阻	32
2.2.5 巧记导体电阻率	33
2.2.6 电导	34
2.2.7 电功与电功率	35
2.2.8 电流或电压变换求功率	36
2.2.9 电的流动与热效应	37
2.2.10 电阻的串联	38
2.2.11 电阻的并联	39
2.2.12 相同电池的串并联	40
2.2.13 基尔霍夫定律与桥式电路	41
2.2.14 复杂电路的简单化	42

思考题	44
-----------	----

第三章 磁与电磁知识

3.1 磁

3.1.1 磁的现象	45
3.1.2 磁的性质	46

3.2 电磁

3.2.1 右手螺旋定则两判定	47
-----------------------	----

3.2.2	平行导体电磁力与方向的判定	48
3.2.3	磁与导线的相对作用	49
3.2.4	左手定则与右手定则判断要点	50
3.2.5	楞次定律(电磁定律)	51
3.2.6	磁感应强度磁通	52
3.2.7	自感与互感	53
3.2.8	实用电的产生	54
思考题		55

第四章 交流电知识 56

4.1	单相交流电	56
4.1.1	交流电三要素和有效值	56
4.1.2	交流电的表示法	57
4.1.3	周期与频率	58
4.1.4	相量运算	59
4.1.5	交流电复数运算	60
4.1.6	交流电路中欧姆定律的应用	61
4.1.7	电感与电容	62
4.1.8	阻抗的计算	63
4.1.9	感抗与容抗的计算	64
4.1.10	感抗与容抗的特性	65
4.1.11	阻抗、电抗、感抗、容抗相互间关系	67
4.1.12	电抗为零起谐振	68
4.2	三相交流电	69
4.2.1	什么是三相交流电	69
4.2.2	三相正弦交流电三项值的关系	70
4.2.3	星形(Y)、三角形(Δ)接法特点	71
4.2.4	Y- Δ 电阻网络等效互换	72
4.2.5	三种功率关系	73
4.2.6	总功率与电量计算	74
4.2.7	三相电功率计算	75
4.2.8	功率因数	76
4.2.9	感性负载电路中电压与电流的相位关系	77
4.2.10	无功补偿	78

4.2.11 电动机补偿	79
4.2.12 电容补偿形式及无功功率容量换算	80
思考题	81

第五章 电子技术基础知识 82

5.1 半导体基础知识	82
5.1.1 半导体的电子结构	82
5.1.2 晶体导电方式	83
5.1.3 PN 结	84
5.1.4 半导体的规格与型号	85
5.2 晶体二极管	86
5.2.1 二极管的特性	86
5.2.2 二极管整流接法	87
5.2.3 完整的单相桥式整流的接法	89
5.2.4 巧记交流变直流整流输出电压	90
5.2.5 整流二极管保护电路	91
5.2.6 直流滤波电路	92
5.2.7 直流稳压方法	93
5.3 晶体三极管	94
5.3.1 三极管结构	94
5.3.2 场效应管知识	95
5.4 晶闸管	96
5.4.1 晶闸管的结构与代号	96
5.4.2 晶闸管控制电路	97
5.4.3 电子变频	98
5.4.4 晶闸管交流调压	99
5.4.5 晶闸管三相整流电路	100
5.4.6 晶闸管逆变电路	101
5.5 模拟电路知识	102
5.5.1 模拟电路	102
5.5.2 基本放大电路	103
5.5.3 晶体管振荡	104
5.5.4 单结晶体管自振荡电路	105
5.6 数字电路知识	106

5.6.1 二进制与逻辑单元	106
5.6.2 数字电路	107
5.6.3 基本门电路	108
5.6.4 电子控制电路	109
5.6.5 数字集成电路	110
思考题	111

第六章 低压配电装置

6.1 低压电器	112
6.1.1 低压电器分类与型号	112
6.1.2 开启式负荷开关	114
6.1.3 封闭式铁壳开关	115
6.1.4 组合开关	116
6.1.5 低压断路器	117
6.1.6 瓷插入式熔断器	118
6.1.7 RL、RM 及 RT0 系列熔断器	119
6.1.8 NT 系列熔断器	120
6.1.9 接触器	121
6.1.10 继电器	122
6.1.11 热继电器	123
6.1.12 按钮	124
6.1.13 起动器	125
6.2 配电装置	126
6.2.1 配电装置组成	126
6.2.2 配电盘	127
6.2.3 配电盘开关操作	128
6.2.4 高低压供电	129
6.2.5 母线相序、颜色规定	130
6.2.6 异步电动机改发电机	131
6.2.7 家用自发电电源 UPS 的制作	132
6.2.8 后备自发电电源	133
思考题	134

第七章 配电变压器 135

7.1 配电变压器的型号与安装	135
7.1.1 变压器的构造	135
7.1.2 变压器原理	136
7.1.3 变压器技术参数与绕组联结法	137
7.1.4 配电变压器安装位置选择	138
7.1.5 变压器安装形式	139
7.1.6 配电变压器防雷接地要求	140
7.1.7 配电变压器运行系统	141
7.2 配电变压器的运行维护	142
7.2.1 变压器损耗计算	142
7.2.2 变压器电压调整	143
7.2.3 变压器并列	144
7.2.4 变电站表观电流估算	145
7.2.5 变压器额定电流和熔断电流的概算	146
7.2.6 变压器防雷保护	147
7.2.7 配电变压器接地电阻测量	148
7.2.8 变压器运行维护	149
思考题	150

第八章 配电线路 151

8.1 配电线路基础	151
8.1.1 配电线路的组成	151
8.1.2 配电线路杆型及用途	152
8.1.3 配电线路设计	153
8.1.4 设计原则与材料准备	154
8.1.5 导线截面选择	155
8.1.6 低压架空线路损失概算	156
8.1.7 架空线材质量估算	157
8.1.8 电力线路挡距	158
8.1.9 导线弧垂对地要求	159
8.1.10 导线排列	160
8.1.11 架空配电线路导线对地最小距离与要求	161

8.1.12	配电导线载流量估算	162
8.1.13	架空导线强度系数	163
8.1.14	配电线路电杆直径速算法	164
8.1.15	抱箍直径与电杆重心计算	165
8.1.16	拉线设定计算	166
8.1.17	拉线安全保险系数	167
8.2	配电线路施工	168
8.2.1	挖杆坑位要求	168
8.2.2	电杆埋设要求	169
8.2.3	立杆分工	170
8.2.4	立杆安全	171
8.2.5	横担组装	172
8.2.6	高低压同杆架设横担间垂直距离	173
8.2.7	输电线路杆塔 (P, π 型) 组立施工	174
8.2.8	施工作业安全距离规定	176
8.2.9	拉线组装	177
8.2.10	架空导线弧垂放定	178
8.2.11	地理线路路径选择与埋设	179
8.2.12	电缆线的敷设	180
8.3	配电线路维护	181
8.3.1	线路巡视要点	181
8.3.2	线路巡视重点	182
8.3.3	电力设施保护	183
	思考题	184

第九章 低压配线与照明..... 185

9.1	室内配线要求	185
9.1.1	接户线与进户线	185
9.1.2	室内配线方式	186
9.1.3	室内配线导线截面选择	187
9.1.4	常用电气设备负荷电流的概算	188
9.2	室内配线操作工艺	189
9.2.1	瓷珠配线	189
9.2.2	瓷夹板配线	192