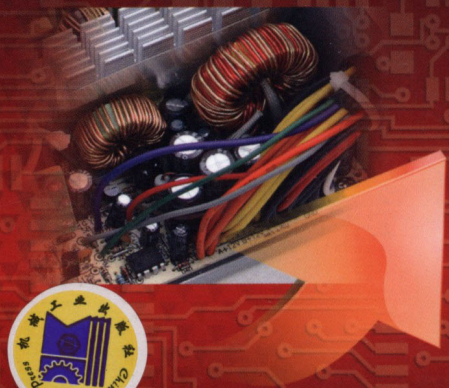
电工电子名家畅销书系

图解电工口诀

才家刚　等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

电工电子名家畅销书系

图解

电工口诀

才家刚　等编著

机械工业出版社

本书以口诀和图解的形式向广大读者介绍常用电工理论、技术数据和速算、施工操作规程和技巧、常用电气设备检查和故障判断、电工测量和电量计量、相关安全规程制度、触电急救和灭火等多方面的内容。

本书特别适宜广大基层电工师傅学习和应用，也可作为电工技术人员以及相关专业教学人员的参考资料。

出版说明

我国经济与科技的飞速发展，国家战略性新兴产业的稳步推进，对我国科技的创新发展和人才素质提出了更高的要求。同时，我国目前正处在工业转型升级的重要战略机遇期，推进我国工业转型升级，促进工业化与信息化的深度融合，是我们应对国际金融危机、确保工业经济平稳较快发展的重要组成部分，而这同样对我们的人才素质与数量提出了更高的要求。

目前，人们日常生产生活的电气化、自动化、信息化程度越来越高，电工电子技术正广泛而深入地渗透到经济社会的各个行业，促进了众多的人口就业。但不可否认的客观现实是，很多初入行业的电工电子技术人员，基础知识相对薄弱，实践经验不够丰富，操作技能有待提高。党的十八大报告中明确提出“加强职业技能培训，提升劳动者就业创业能力，增强就业稳定性”。人力资源和社会保障部近期的统计监测却表明，目前我国很多地方的技术工人都处于严重短缺的状态，其中仅制造业高级技工的人才缺口就高达400多万人。

秉承机械工业出版社“服务国家经济社会和科技全面进步”的出版宗旨，60多年来我们在电工电子技

术领域积累了大量的优秀作者资源，出版了大量的优秀畅销图书，受到广大读者的一致认可与欢迎。本着“提技能、促就业、惠民生”的出版理念，经过与领域内知名的优秀作者充分研讨，我们打造了“电工电子名家畅销书系”，涉及内容包括电工电子基础知识、电工技能入门与提高、电子技术入门与提高、自动化技术入门与提高、常用仪器仪表的使用以及家电维修实用技能等。

整合了强大的策划团队与作者团队资源，本丛书特色鲜明：①涵盖了电工、电子、家电、自动化入门等细分方向，适合多行业多领域的电工电子技术人员学习；②作者精挑细选，所有作者都是行业名家，编写的都是其最擅长的领域方向图书；③内容注重实用，讲解清晰透彻，表现形式丰富新颖；④以就业为导向，以技能为目标，很多内容都是作者多年亲身实践的看家本领；⑤由资深策划团队精心打磨并集中出版，通过多种方式宣传推广，便于读者及时了解图书信息，方便读者选购。

本丛书的出版得益于业内最顶尖的优秀作者的大力支持，大家经常为了图书的内容、表达等反复深入地沟通，并系统地查阅了大量的最新资料和标准，更新制作了大量的操作现场实景素材，在此也对各位电工电子名家的辛勤的劳动付出和卓有成效的工作表示感谢。同时，我们衷心希望本丛书的出版，能为广大电工电子技术领域的读者学习知识、开阔视野、提高

技能、促进就业，提供切实有益的帮助。

作为电工电子图书出版领域的领跑者，我们深知对社会、对读者的重大责任，所以我们一直在努力。同时，我们衷心欢迎广大读者提出您的宝贵意见和建议，及时与我们联系沟通，以便为大家提供更多高品质的好书。

机械工业出版社

前　言

我们编著的《电工口诀》（现已出第3版）、《电工技能口诀》（现已出第2版）、《农电安规速记口诀》、《电工数据口诀》、《电工速算口诀》和《电力施工及用电安全口诀》等电工口诀系列图书，自2005年4月出版以来，累计印数已高达30余万册。由此说明，以口诀加说明和附图的形式编制的该系列图书已深受全国广大读者，特别是基层电工师傅和技术人员的欢迎。有很多读者通过电话、网络和我们进行交流，提出了很多有价值的改进意见和新的素材。我们感到很欣慰，并借此机会对阅读和关注这些书籍的广大读者表示衷心的感谢。

为了更加适应初学者学习使用以及新技术的要求，本次在原有电工口诀内容的基础上增加了很多插图和新的知识，并对一些落后的、濒临淘汰的工艺、规程、工装工具等进行了删减。本书仍沿用每一个题目由口诀、说明、示例三部分组成的结构（部分题目可能没有第三部分）。由于口诀文字的局限性，有的会表述得很清晰，有的可能只是起到提纲挈领，或者说抛砖引玉的作用。另外，在说明中还给出了很多与该题目相关的其他知识，这些内容进一步地扩展了技术面和层

次，所以建议读者详细阅读和学习。

还要说明的一点是，本书的章节未完全像一般教材那样按由浅入深的顺序排列，所以学习时应根据需要进行选择。

为了电工制图和识图方便，本书附录1～附录5列出了常用的电气、建筑图形符号和文字符号。

本书由才家刚主写，郭金泉、吴亚旗、才雪冬、齐志刚、王爱红、薛红秋、才学静、王光禹、李红、齐永红、施兰英、齐岳、王裕群、才家胜等参加了部分内容的编写、绘图、收集和整理资料、打字等工作。

在本书的编写过程中，得到了众多电工行业新老同事们的大力支持，其中有很多内容就来自于他们，在此一并表示衷心的感谢。

希望本书仍像已出版的《电工口诀》系列图书那样，继续受到广大读者的欢迎，并希望读者多提宝贵意见和建议，使本书再版时有机会进一步提高，也为我国的电工事业作出更多有益的贡献。

谢谢大家！

作　者

2013年9月

目　　录

出版说明
前言

第1章　电工基础知识 …… 1
1.1　直流电路知识 …… 1
1.1.1　导体电阻、电导的计算 …… 1
1.1.2　导体的电阻率 …… 4
1.1.3　电阻温度系数和不同温度时的阻值折算 …… 7
1.1.4　常用电阻器及色标、容量等相关知识 …… 11
1.1.5　电阻串联和并联后总阻值的计算 …… 18
1.1.6　复杂电路中的电阻计算（电阻的星-三角变换求解法） …… 20
1.1.7　部分电路欧姆定律 …… 25
1.1.8　全电路欧姆定律 …… 28
1.1.9　电功和电功率 …… 29
1.1.10　电阻串联和并联时电压、电流、功率的关系 …… 31
1.1.11　功率单位千瓦与马力的换算关系 …… 35
1.2　交流电和交流电路 …… 36
1.2.1　正弦交流电的三要素和表达式 …… 36
1.2.2　正弦交流电的最大值、平均值和有效值及其相互关系 …… 38

1.2.3　三相电源线电压和相电压、线电流和相电流的定义 …… 41
1.2.4　三相电源线电压和相电压、线电流和相电流的关系 …… 42
1.2.5　三相平衡负载两种接法中线电压和相电压、线电流和相电流的关系 …… 44
1.3　电磁理论及发电机电动机原理 …… 46
1.3.1　磁铁及磁铁的性质、磁场和磁力线 …… 46
1.3.2　磁通量和磁感应强度 …… 48
1.3.3　电感和相关计算 …… 50
1.3.4　磁路的磁阻和磁路欧姆定律 …… 54
1.3.5　电磁感应定律和楞次定律 …… 56
1.3.6　磁路的涡流和涡流损耗 …… 58
1.3.7　线圈的同名端 …… 60
1.3.8　线圈的互感及互感量 …… 62
1.3.9　线圈串联或并联后的电感计算 …… 63
1.3.10　电感元件的感抗 …… 65
1.3.11　感性负载电路中电流和电压的前后关系 …… 65
1.3.12　发电机原理和右手定则 …… 66
1.3.13　电动机原理和左手定则 …… 69
1.4　电容知识 …… 73
1.4.1　电容和电容量 …… 73
1.4.2　电容并联和串联的有关计算 …… 77
1.4.3　电容电路电压和电流的关系 …… 79
1.4.4　电容的容抗 …… 80
1.4.5　电力电容器容量单位微法（μF）和千乏（kvar）之间的关系 …… 81

1.5 电抗、阻抗和交流电路欧姆定律 …… 84
1.5.1 电抗和阻抗 …… 84
1.5.2 交流电路中的欧姆定律 …… 85
1.5.3 交流电的有功功率、无功功率、视在功率和功率因数 …… 86

第2章 触电急救和灭火 …… 89
2.1 触电急救 …… 89
2.1.1 电流对人体的危害程度 …… 89
2.1.2 触电现场抢救和急救的原则 …… 90
2.1.3 脱离电源的方法 …… 90
2.1.4 抢救触电者的正确方法和注意事项 …… 92
2.1.5 呼吸、心跳情况的判定 …… 93
2.1.6 抢救呼吸停止触电者的人工呼吸法 …… 94
2.1.7 抢救心跳停止触电者的胸外按压法 …… 96
2.1.8 抢救呼吸和心跳均停止触电者的方法 …… 98
2.2 扑灭电气火灾常识 …… 98
2.2.1 不同种类物质燃烧起火的类型代号 …… 98
2.2.2 灭火和报警 …… 99
2.2.3 干粉灭火器的使用方法 …… 100
2.2.4 1211 灭火器的使用方法 …… 103
2.2.5 二氧化碳灭火器的使用方法 …… 105

第3章 电工基本技能 …… 107
3.1 导线的连接和绝缘恢复 …… 107
3.1.1 单股导线连接的类型和剥离绝缘层 …… 107
3.1.2 相同线径单股导线一字连接 …… 110

3.1.3　相同线径单股导线丁字连接 …… 111
3.1.4　相同线径单股导线十字连接 …… 112
3.1.5　相同线径单股导线并头连接 …… 113
3.1.6　不同线径独股导线连接 …… 114
3.1.7　较大截面独股导线的绑扎连接 …… 114
3.1.8　多股较粗导线的连接 …… 116
3.1.9　导线的套管压接法和并沟线夹连接 …… 119
3.1.10　采用并头帽对独股导线并头连接 …… 122
3.1.11　铜、铝导线的连接 …… 123
3.1.12　导线与接线端子的连接 …… 124
3.1.13　用锡焊法焊接 …… 127
3.1.14　用炭精加热器进行锡焊连接 …… 131
3.1.15　恢复绝缘的方法和注意事项 …… 133
3.2　低压验电 …… 135
3.2.1　使用低压验电笔的安全注意事项 …… 135
3.2.2　用验电笔区分交流电同相或异相 …… 138
3.2.3　用验电笔区分交、直流和判断直流电正负极 …… 139
3.3　高压验电 …… 142
3.4　电量测量 …… 147
3.4.1　直流和交流电压测量及接线 …… 147
3.4.2　电流测量 …… 152
3.4.3　电流互感器的使用方法、测量接线和注意事项 …… 156
3.4.4　穿心式电流互感器一次绕组绕制和匝数的确定方法 …… 162
3.4.5　电流互感器的常见故障和判定方法 …… 163

3.4.6 万用表的分类、主要功能和通用使用要求 …… 164
3.4.7 指针式万用表的使用方法 …… 168
3.4.8 低压钳形电流表的使用方法和注意事项 …… 172
3.4.9 高压钳形电流表的使用方法和注意事项 …… 176
3.4.10 绝缘电阻表及其使用方法 …… 177
3.4.11 接地线接地电阻的测量方法 …… 180
3.5 登高作业方法和注意事项 …… 186
3.5.1 用脚扣上下电杆 …… 186
3.5.2 用踏板上下电杆 …… 190
3.5.3 在电杆上工作的安全注意事项 …… 195
3.6 导线在绝缘子上的绑扎方法 …… 200
3.6.1 较细导线在鼓形或针式绝缘子上的绑扎 …… 200
3.6.2 较粗导线在针式绝缘子上的绑扎 …… 203
3.6.3 低压回头线做法（终端绑扎法） …… 205
3.6.4 两根绝缘导线打蝴蝶结的方法 …… 211

第4章 变压器类设备的设置选型和有关知识 …… 212
4.1 变压器的工作原理和结构 …… 212
4.1.1 变压器的工作原理和电压比（变比） …… 212
4.1.2 三相变压器的结构 …… 213
4.1.3 三相变压器的联结组别号 …… 217
4.2 变压器的安装要求 …… 220
4.2.1 农用配电变压器的配置和地点选择要求 …… 220
4.2.2 对低压配电变压器供电半径的规定 …… 221
4.2.3 配电变压器的安装要求 …… 222
4.2.4 柱上式变压器台及引线、熔断器的安装要求 …… 225

4.2.5　对变压器防雷接地线的有关要求 …… 226
4.2.6　两台变压器的并列连接要求 …… 228
4.3　变压器的使用数据快速计算和配置 …… 230
4.3.1　已知额定容量，计算各电压等级的额定电流 …… 230
4.3.2　根据额定容量和额定电压选配一、二次熔断器的熔体电流 …… 232
4.3.3　根据额定电流选择配一、二次保护熔断器的熔体电流 …… 234
4.3.4　对配电变压器供电电压质量的规定 …… 235
4.3.5　变压器损耗估算 …… 236
4.3.6　配电变压器绝缘电阻、吸收比、极化指数的测量及合格标准 …… 237
4.4　变压器的运行监测 …… 242
4.4.1　对运行中的配电变压器的检查和维护 …… 242
4.4.2　由变压器运行时所发出的声响来初步判断故障的种类 …… 245
4.4.3　配电变压器熔体熔断的原因 …… 247
4.4.4　配电变压器着火时的处理方法和注意事项 …… 248

第5章　电动机的使用和故障判断知识 …… 250
5.1　三相异步电动机的分类、结构和工作原理 …… 250
5.1.1　三相异步电动机的分类 …… 250
5.1.2　三相异步电动机的结构和部件名称 …… 255
5.1.3　电动机的防护等级代码及其含义 …… 262
5.1.4　电动机的安装方式代码及其含义 …… 265

5.1.5 异步电动机名称的由来及同步转速和转差率的定义 …… 269
5.2 三相异步电动机的使用参数 …… 276
5.2.1 铭牌主要内容 …… 276
5.2.2 电动机额定转矩的精确计算 …… 277
5.2.3 电动机额定转矩的粗略计算 …… 279
5.2.4 已知电动机的额定容量和电压，求取额定电流的近似值 …… 281
5.2.5 电动机绕组允许的长期工作温度和温升 …… 284
5.2.6 电动机轴承允许的长期工作温度 …… 285
5.3 三相异步电动机的使用和维护方法 …… 286
5.3.1 使用前的检查项目和相关规定 …… 286
5.3.2 测量绝缘电阻的方法和绝缘电阻合格标准 …… 290
5.3.3 用示灯和剩余电流断路器法检查电动机的绝缘情况 …… 295
5.3.4 用万用表确定电动机的极数的方法 …… 297
5.3.5 对电动机内部埋置的热传感元件的检查 …… 298
5.3.6 Pt100 型热电阻的分度值（电阻与温度的关系） …… 303
5.3.7 测量热元件绝缘电阻的方法和合格标准 …… 305
5.3.8 对有问题的热元件的处理方法 …… 307
5.3.9 检查电动机内部装置的空间加热带是否正常 …… 308
5.3.10 对绕线转子异步电动机的特有检查 …… 310
5.3.11 通电空转检查 …… 315
5.3.12 当电压和频率为额定值时三相空载电流的正常范围 …… 319

5.4　三相交流异步电动机常见故障判断知识 …… 320
5.4.1　一相或两相绕组烧毁 …… 320
5.4.2　三相绕组全部烧毁 …… 323
5.4.3　绕组局部烧毁 …… 324
5.4.4　查找三相异步电动机断相的原因和步骤 …… 326
5.4.5　三相异步电动机三相电流不平衡度的限值 …… 328
5.4.6　三相电流不平衡度超差的原因和查找方法 …… 329
5.4.7　绕线转子电动机运行时电刷火花大的原因 …… 331
5.4.8　变极多速三相异步电动机因接线错误造成的故障 …… 333
5.4.9　查对三相绕组头尾的两种方法 …… 340
5.4.10　-Δ 起动电路的接线错误 …… 344
5.5　单相交流异步电动机的类型和结构 …… 347
5.5.1　单相交流异步电动机的分类 …… 347
5.5.2　离心开关结构和工作原理 …… 352
5.5.3　电容电动机改变转向的控制线路 …… 359
5.6　单相异步电动机常见故障和原因判定 …… 361
5.6.1　电容起动单相电动机不起动的原因和确定方法 …… 361
5.6.2　用指针式万用表判断电容器的好坏 …… 364
5.6.3　用充、放电法判断电容器的好坏 …… 366
5.6.4　单值电容单相电动机不起动的原因和确定方法 …… 367
5.6.5　罩极（遮极）单相电动机不起动的原因和确定方法 …… 367
5.6.6　串励单相交流电动机通电后不转的原因和确定方法 …… 368

5.7 直流电机类型、结构、使用方法和故障原因分析 …… 369
5.7.1 直流电机的分类 …… 369
5.7.2 电磁系直流电机的系列型号和电枢电压 …… 370
5.7.3 电磁系直流电机的结构 …… 376
5.7.4 直流电机各种绕组线端标志 …… 378
5.8 直流电机的使用方法和常见故障原因分析 …… 381
5.8.1 使用他励直流电动机的注意事项 …… 381
5.8.2 直流电动机通电后不转的原因 …… 384
5.8.3 直流发电机被拖动运转后不发电的原因 …… 385
5.8.4 复励式直流发电机加负载后输出电压下降、极性发生改变的原因 …… 388
5.8.5 直流电动机换向火花较大的原因 …… 388
5.8.6 换向器的修理方法 …… 389
5.8.7 电刷偏离中性线的影响和调整方法 …… 391

第6章 三相异步电动机供电和控制电路 …… 394
6.1 主要电器元件的结构和选择调整方法 …… 394
6.1.1 电源线及控制线的选择 …… 394
6.1.2 380V 供电电动机铝芯绝缘线穿管敷设的截面计算 …… 396
6.1.3 380V 电动机架空供电导线的截面计算…… 397
6.1.4 接地保护线的选择 …… 398
6.1.5 直接起动电动机的开关、熔断器的电流规格及电源容量最小值 …… 399
6.1.6 已知熔断器熔丝的额定电流，求其熔断电