

ELECTRICIAN



电 工 实用技能 手册



◎ 王兰君 黄海平 王文婷 编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

电工实用技能手册

王兰君 黄海平 王文婷 编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书采用实物照片图和表格的形式讲述电工工具、电工电子技术、电工操作技能、低压电器、电气照明、电动机应用、电工经典控制线路、电工变频与软启动、电力变压器、低压配电安装、电工安全用电等内容。

本书内容丰富、新颖、实用，贴近工作，易于阅读和参考应用，适合专业电工、维修电工、安装电工、物业电工、装饰装修电工、生活后勤电工及专业技术电工院校相关专业师生阅读。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

电工实用技能手册/王兰君, 黄海平, 王文婷编. —北京: 电子工业出版社, 2013. 10

ISBN 978 - 7 - 121 - 21400 - 4

I. ①电… II. ①王… ②黄… ③王… III. ①电工技术 - 技术手册 IV. ①TM - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 210912 号

策划编辑: 富 军

责任编辑: 侯丽平

印 刷: 涿州市京南印刷厂

装 订: 涿州市京南印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 880 × 1230 1/32 印张: 22.375 字数: 954 千字

印 次: 2013 年 10 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 69.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

随着我国经济建设的不断发展和科技的进步，电气新技术和电工新产品不断地推陈出新、更新换代。为了更好地适应发展的需要，应用好电工新技术、新设备，在这样的形势下，编写了《电工实用技能手册》一书，以最大限度地实现知识更新，满足广大一线电工技术人员对电工技术的需求和应用。

作为从事电工技术的所有专业人员，都要具备一些必要的电工知识和掌握必要的电工操作技能，这样才能更好地服务于专业工作。目前，电气工作人员在工作中常常遇到很多电气方面的实际技术问题，编写此书的目的是给专业电工技术工程师和从事实际电工技术工作的人员提供一本非常实用而又贴近工作的技术实用手册，使其能很快地成为一名专业技术高手，并能在实践应用中把电工技能应用到自己的本职工作中去，以便更好地为工作服务，同时也为从事电工工作人员以及值班安装、维修人员在维护安装与检修方面提供一本知识之“大餐”。

本书内容丰富，通俗易懂，图文并茂，是融知识性、资料性、可操作性应用为一体的实用技能手册，同时它对电工人员在实际操作中会起到很好的帮助作用。本书内容新、知识广、贴近工作，易于阅读和应用，适合专业电工人员、值班维修电工人员、安装电工人员、后勤电工人员、物业电工人员以及其他与电气相关的人员阅读参考。

参加本书编写的人员还有邢军、张从知、凌玉泉、黄鑫、王准、谭亚林、李燕、高惠瑾、刘彦爱、凌万泉、李渝陵、张杨、朱雷雷、李霞、刘守真、凌珍泉、凌黎、贾贵超，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不足，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第1章 电工工具	1
1.1 电工常用电钳工工具	1
1.2 电工常用登高工具	10
1.3 电工常用架杆工具	14
1.4 电工常用一般维修工具	16
1.5 电工常用测量仪表工具	33
1.5.1 万用表	33
1.5.2 钳形电流表	43
1.5.3 兆欧表	44
第2章 电工电子技术	50
2.1 电工常用的电阻器	50
2.2 各种电阻的符号	50
2.3 色环电阻	51
2.4 电工常用的电容器	58
2.5 电容的符号	59
2.6 电解电容器及好坏判别	60
2.7 无极性电容器及好坏判别	60
2.8 晶体二极管的结构与符号	65
2.9 二极管的主要参数	66
2.10 二极管的型号命名方法	66
2.11 判断二极管的好坏与管脚极性	68
2.12 稳压二极管	69
2.13 晶体三极管外形、结构与符号	76
2.14 三极管的放大作用	77
2.15 晶体三极管的极性及好坏判别	78
2.16 晶体管	80
2.17 晶闸管	85
2.18 单结晶体管	89
2.19 集成电路简介	98
2.20 单相半波整流电路	110
2.21 单相桥式整流电路	111

2.22	三相桥式整流电路	111
第3章	电工操作技能	113
3.1	导线绝缘层的剖削	113
3.2	铜芯导线的连接	116
3.3	铝芯导线的连接	119
3.4	铜(导线)、铝(导线)之间的连接	121
3.5	线头与接线端子(接线桩)的连接	121
3.6	导线的封端和绝缘层的恢复	125
3.7	导线的绑扎	129
第4章	低压电器	131
4.1	胶盖刀开关	131
4.1.1	胶盖刀开关的型号	131
4.1.2	胶盖刀开关的主要技术参数	132
4.1.3	胶盖刀开关的选用	132
4.1.4	胶盖刀开关的安装和使用注意事项	133
4.1.5	胶盖刀开关的常见故障及检修方法	133
4.2	铁壳开关	134
4.2.1	铁壳开关的型号	135
4.2.2	铁壳开关的主要技术参数	135
4.2.3	铁壳开关的选用	136
4.2.4	铁壳开关的安装及使用注意事项	136
4.2.5	铁壳开关的常见故障及检修方法	136
4.3	熔断器式刀开关	137
4.3.1	熔断器式刀开关的型号	137
4.3.2	熔断器式刀开关的主要技术参数	138
4.3.3	熔断器式刀开关的安装及使用注意事项	139
4.4	组合开关	139
4.4.1	组合开关的型号	140
4.4.2	组合开关的主要技术参数	140
4.4.3	组合开关的选用	141
4.4.4	组合开关的安装及使用注意事项	141
4.4.5	组合开关的常见故障及检修方法	141
4.5	低压熔断器	142
4.5.1	几种常用的熔断器	142
4.5.2	熔断器的选用	149

4.5.3	熔断器的安装及使用注意事项	150
4.5.4	熔断器的常见故障及检修方法	150
4.6	低压断路器	151
4.6.1	低压断路器的型号	153
4.6.2	低压断路器的主要技术参数	154
4.6.3	低压断路器的选用	167
4.6.4	低压断路器的安装、使用和维护	167
4.6.5	低压断路器的常见故障及检修方法	169
4.7	交流接触器	171
4.7.1	交流接触器的型号	172
4.7.2	常用几种交流接触器的技术参数	172
4.7.3	交流接触器的选用	188
4.7.4	交流接触器的安装、使用和维护	189
4.7.5	接触器的常见故障及检修方法	190
4.8	热继电器	192
4.8.1	热继电器的型号	193
4.8.2	热继电器的主要技术参数	193
4.8.3	热继电器的选用	194
4.8.4	热继电器的安装、使用和维护	195
4.8.5	热继电器的常见故障及检修方法	196
4.9	时间继电器	197
4.9.1	时间继电器的型号	197
4.9.2	时间继电器的主要技术参数	198
4.9.3	时间继电器的选用	199
4.9.4	时间继电器的安装、使用和维护	199
4.9.5	时间继电器的常见故障及检修方法	200
4.10	中间继电器	200
4.10.1	中间继电器的型号	201
4.10.2	中间继电器的主要技术参数	201
4.10.3	中间继电器的选用	202
4.11	过电流继电器	202
4.11.1	过电流继电器的型号	202
4.11.2	过电流继电器的主要技术参数	203
4.11.3	过电流继电器的选用	204
4.11.4	过电流继电器的安装、使用和维护	204
4.12	速度继电器	204
4.12.1	速度继电器的型号	204

4.12.2	速度继电器的主要技术参数	204
4.12.3	速度继电器的选用及使用	206
4.13	预置数数显计数继电器	206
4.13.1	计数方式	206
4.13.2	其他参数	206
4.13.3	使用注意事项	206
4.14	控制按钮	208
4.14.1	控制按钮的型号	208
4.14.2	控制按钮的主要技术参数	209
4.14.3	控制按钮的选用	209
4.14.4	控制按钮的安装和使用	209
4.14.5	控制按钮的常见故障及检修方法	210
4.15	行程开关	211
4.15.1	行程开关的型号	212
4.15.2	行程开关的主要技术参数	212
4.15.3	行程开关的选用	213
4.15.4	行程开关的安装和使用	213
4.15.5	行程开关的常见故障及检修方法	213
4.16	凸轮控制器	213
4.16.1	凸轮控制器的型号	214
4.16.2	凸轮控制器的主要技术参数	215
4.16.3	凸轮控制器的选用	215
4.16.4	凸轮控制器的安装和使用	215
4.17	电压换相开关和电流换相开关	216
4.17.1	旋转式电压换相开关	216
4.17.2	旋转式电流换相开关	217
4.18	星-三角启动器	218
4.18.1	星-三角启动器的型号	219
4.18.2	星-三角启动器的主要技术参数	219
4.18.3	星-三角启动器的安装和使用	220
4.19	自耦减压启动器	220
4.19.1	自耦减压启动器的型号	221
4.19.2	自耦减压启动器的主要技术参数	221
4.19.3	自耦减压启动器的选用	223
4.19.4	自耦减压启动器的操作	223
4.19.5	自耦减压启动器的安装和使用注意事项	223
4.20	磁力启动器	224

4. 20. 1	磁力启动器的型号	225
4. 20. 2	磁力启动器的主要技术参数	225
4. 20. 3	磁力启动器的选用	226
4. 20. 4	磁力启动器的安装和使用	226
4. 21	电磁调速控制器	227
4. 21. 1	电磁调速控制器的工作原理	227
4. 21. 2	JD1 系列电磁调速控制器型号	228
4. 21. 3	电磁调速控制器的主要技术参数	229
4. 21. 4	JD1A、JD1B 型电磁调速控制器的接线	230
4. 21. 5	JD1A、JD1B 型电磁调速控制器的试运行	230
4. 21. 6	JD1A、JD1B 型电磁调速控制器的调整	231
4. 21. 7	JD1A、JD1B 型电磁调速控制器的安装、使用 和维护	231
4. 21. 8	电磁调速控制器的常见故障及检修方法	232
4. 22	断火限位器和频敏变阻器	234
4. 22. 1	断火限位器	234
4. 22. 2	频敏变阻器	235
第 5 章	电气照明	237
5. 1	电光源	237
5. 1. 1	电光源基本知识	237
5. 1. 2	白炽灯泡	239
5. 1. 3	荧光灯管	247
5. 1. 4	其他电光源	253
5. 2	照明灯具	259
5. 2. 1	灯具的分类	259
5. 2. 2	荧光灯具	260
5. 2. 3	建筑灯具	264
5. 2. 4	应急照明灯具	273
5. 2. 5	防爆灯、安全灯	279
5. 3	气体放电光源节能灯	282
5. 3. 1	低气压放电光源	282
5. 3. 2	普通照明荧光灯的一般技术要求	282
5. 3. 3	直管形荧光灯	283
5. 3. 4	环形荧光灯	287
5. 3. 5	U 形荧光灯	288
5. 3. 6	单端（紧凑型）荧光灯	289

5.3.7	单端自镇流荧光灯	291
5.3.8	大功率紧凑型荧光灯	293
5.4	照明装置的安装	294
5.4.1	开关的安装	294
5.4.2	插座的安全	296
5.4.3	白炽灯的安装	300
5.4.4	日光灯的安装	307
5.4.5	格栅灯的安装	311
5.4.6	高压汞灯的安装	312
5.4.7	碘钨灯的安装	313
5.4.8	高压钠灯的安装	314
5.4.9	氙灯的安装	315
5.4.10	临时照明的安装	316
5.5	住宅照明装饰应用实例	318
5.5.1	装饰中常用的灯具	318
5.5.2	客厅灯饰	322
5.5.3	卧室灯饰	322
5.5.4	浴卫灯饰	323
5.5.5	厨房灯饰	324
5.5.6	餐厅灯饰	324
5.5.7	书房灯饰	325
5.5.8	老人住室照明	326
5.5.9	儿童室照明	327
5.5.10	门厅、走廊及楼梯灯饰	327
5.6	配电线路与布线施工	328
5.6.1	配电线路	328
5.6.2	照明配电箱的安装	333
5.6.3	电度表的选择与安装	334
5.6.4	漏电保护器的选择与安装	336
5.6.5	闸刀开关的选用和安装	339
5.6.6	塑料护套线布线	341
5.6.7	钢管布线	345
5.6.8	硬塑料管布线	349
5.6.9	线槽布线	353
5.7	电工常用照明线路	359
5.7.1	单联开关控制三盏灯或控制多盏灯	359
5.7.2	单联开关控制一盏灯并另外连接一只插座	359

5.7.3	两只单联开关控制两盏灯	360
5.7.4	三只开关控制一盏灯	360
5.7.5	五层楼照明灯开关控制方法	361
5.7.6	延长白炽灯寿命一方法	361
5.7.7	用二极管延长白炽灯寿命	362
5.7.8	将两只 110V 灯泡接在 220V 电源上使用	362
5.7.9	低压小灯泡在 220V 电源上使用	363
5.7.10	简易调光灯	364
5.7.11	简单的可控硅调光灯	364
5.7.12	无级调光台灯	365
5.7.13	双日光灯接线方法	365
5.7.14	日光灯在低温低压情况下接入二极管启动	366
5.7.15	厂用直流电点燃日光灯	367
5.7.16	日光灯电子快速启辉器	367
5.7.17	具有无功功率补偿的日光灯	368
5.7.18	日光灯四线镇流器接法	369
5.7.19	日光灯调光器	369
5.7.20	自制 20W 日光灯调光器	370
5.7.21	废日光灯管的利用	370
5.7.22	简易的节能指示灯	371
5.7.23	用日光灯启辉器作家用电器指示灯	371
5.7.24	电子日光灯镇流器线路	372
5.7.25	用发光二极管作家用电器指示灯	374
5.7.26	简易闪光指示灯	374
5.7.27	路灯光电控制	375
5.7.28	照明灯自动延时关灯	375
5.7.29	楼房走廊照明灯自动延时关灯	377
5.7.30	可控硅自动延时照明开关	377
5.7.31	简易音乐控制彩灯线路	378
5.7.32	多点控制走廊定时灯线路	378
第 6 章	电动机应用	380
6.1	三相异步电动机的结构和工作原理	380
6.1.1	三相异步电动机的基本结构	380
6.1.2	三相异步电动机的工作原理	382
6.2	三相异步电动机的铭牌	383
6.2.1	铭牌的一般形式	383

6.2.2 铭牌的含义	384
6.3 三相异步电动机的选择和安装使用	387
6.3.1 电动机的选择	387
6.3.2 电动机的安装	389
6.3.3 电动机的使用	395
6.3.4 电动机定子绕组首、尾端的判别	397
6.3.5 电动机的接线	398
6.4 三相异步电动机的产品型号、结构特征及用途	399
6.5 三相异步电动机的维护和检查	405
6.5.1 电动机的维护	405
6.5.2 电动机的拆卸和装配	407
6.5.3 电动机常见故障的检查	414
6.6 电动机工作不正常的原因	418
6.7 三相异步电动机的常见故障及检修方法	419
6.8 定子绕组的重绕方法	428
6.8.1 记录数据	428
6.8.2 拆除旧绕组	428
6.8.3 绕制线圈	430
6.8.4 嵌线	432
6.8.5 接线	436
6.8.6 线头的焊接	445
6.9 浸漆与烘干	450
6.9.1 浸漆与烘干的作用	450
6.9.2 浸漆与烘干的技术要求	451
6.9.3 烘干方法	452
6.9.4 三相异步电动机常用技术数据与漆包线常用 技术数据	455
6.10 直流电动机的使用与维修	491
6.10.1 直流电动机的使用与维护	491
6.10.2 直流电动机的常见故障及检修方法	492
6.11 直流电动机 Z3 系列电枢、换向器技术数据	498
第7章 电工经典控制线路	510
7.1 利用铁壳开关手动正转控制线路	510
7.2 用倒顺开关的正反转控制线路	510
7.3 具有过载保护的正转控制线路	511
7.4 点动与连续运行控制线路	512

7.5 避免误操作的两地控制线路	513
7.6 三地（多地点）控制线路	514
7.7 按钮连锁正反转控制线路	515
7.8 接触器连锁的正反转控制线路	516
7.9 按钮、接触器复合连锁的正反转控制线路	517
7.10 用按钮点动控制电动机启停线路	517
7.11 接触器连锁的点动和长动正反转控制线路	518
7.12 单线远程正反转控制线路	519
7.13 用转换开关预选的正反转启停控制线路	520
7.14 电动机定时自动换向运转线路	520
7.15 自动往返控制线路	521
7.16 单线远程控制电动机启停线路	522
7.17 能发出启停信号的控制线路	523
7.18 两台电动机按顺序启动同时停止的控制线路	524
7.19 永磁电动机的 PWM 调速线路	525
7.20 电动机电子调速线路	526
7.21 流水线堵料监视线路	527
7.22 防止两地误操作控制线路	528
7.23 电动机准确定位控制线路	528
7.24 固态继电器控制电动机单向运行线路	529
7.25 两台电动机按顺序启动分开停止的控制线路	530
7.26 两条运输原料皮带的电气控制线路	531
7.27 多台电动机可同时启动又可有选择启动的控制线路	532
7.28 HZ5 系列组合开关应用线路	533
7.29 电动葫芦的电气控制线路	536
7.30 用八挡按钮操作的行车控制	537
7.31 10t 桥式起重机的电气控制线路	538
7.32 自耦减压启动器线路	540
7.33 QX1 型手动控制 Y- Δ 减压启动线路	541
7.34 XJ01 型自动补偿减压启动控制柜线路	542
7.35 75kW 电动机启动配电柜线路	543
7.36 电磁抱闸制动控制线路	544
7.37 单向运转全波整流能耗制动线路	545
7.38 单相照明双路互备自投供电线路	546
7.39 双路三相电源自投线路	547
7.40 自动接水线路	548
7.41 电力变压器自动风冷线路	548

7.42	用电接点压力表进行水位控制	549
7.43	UQK-2 型浮球液位变送器接线线路	550
7.44	全自动水位控制水箱放水线路	552
7.45	一种高位停低位开的自动控制线路	553
7.46	电流型漏电保护器	553
7.47	电度表的防雷接线线路	554
7.48	DD17 型单相跳入式电度表的接线	555
7.49	单相电度表测有功功率顺入接线	556
7.50	三种 DT8 型三相四线制电度表接线方法	557
7.51	DS8 型系列电度表三种接线线路	559
7.52	两种 DX8 型三相三线无功电度表接线线路	560
7.53	两例单相电度表测三相用电器的有功功率	562
7.54	三相有功功率电度表接线方法	563
7.55	两种三相无功电度正弦表接线线路	564
7.56	用一只单相电度表测量三相无功电能	565
7.57	直流电度表的三种接线方法	566
7.58	直流电流表、直流电压表常用的接线方法	567
7.59	交流电流表的接线方法	568
7.60	两种三只电流表接入三相电源接法	569
7.61	三端固定稳压电源电路	570
7.62	自制音乐验电笔电路	571
7.63	元器件耐压测量电路	572
7.64	三相电源相序判别电路	573
7.65	保险断路监视器	573
7.66	重要场所停电应急照明灯自投电路	574
7.67	墙内导线探测电路	575
7.68	光电遥控开关电路	575
7.69	汽车电子节油电路	576
7.70	双向晶闸管单相控制电路	577
7.71	功率型防窃电电路	578
7.72	光电控制防误动电路	578
7.73	接触电阻测量电路	579
7.74	机床维修轴承故障检测电路	580
7.75	接近开关遥控电路	581
7.76	瓦斯有害气体报警器电路	582
7.77	电工夜间作业闪光警示灯电路	583
7.78	停电应急灯电路	583

7.79	电动机改作发电机电路	584
7.80	导线断路测量仪电路	584
7.81	信号寻迹器电路	585
第8章	电工变频与软启动	587
8.1	变频器的安装	587
8.2	变频器的使用	589
8.3	变频器的电气控制线路	589
8.4	艾默生 TD3000 系列变频器的常见故障及检修方法	593
8.5	康沃 CVF-G2 系列变频器的常见故障及检修方法	597
8.6	软启动器的电气控制线路	599
8.7	ABB PST/PSTB 软启动器常见故障及检修方法	601
8.8	WJR 节电型软启动器常见故障及检修方法	603
8.9	摩普 XLD 系列软启动器常见故障及检修方法	603
第9章	电力变压器	606
9.1	变压器的工作原理	606
9.2	电力变压器的结构和铭牌	609
9.3	变压器的选用与安装	613
9.4	变压器的维护和故障检修	617
9.5	小型变压器的设计与故障检修	618
9.6	特殊用途的变压器	623
9.7	常用几种电力变压器技术数据	631
第10章	低压配电安装	635
10.1	室外架空线路的安装	635
10.2	电缆施工的要求	637
10.3	电缆的敷设方式	639
10.4	内线配电线路安装技能	644
10.5	配电柜主接线安装技能	646
10.6	电源入户线安装	649
10.7	高压配电线路安装技能	650
10.7.1	高压架空线路的安装	650
10.7.2	架空线路的安全要求 (1000V 及以下)	652
10.8	车间动力线路安装技能	652
10.9	低压配电柜安装技能	655
10.10	安装导线选择技能	657

10.11	动力配电箱安装技能	659
10.12	高压配电柜安装技能	661
10.13	电线杆安装技能	662
10.14	拉线安装技能	663
10.15	横担安装技能	663
10.16	电容补偿柜安装技能	664
第 11 章	电工安全用电	667
11.1	安全用电常识	667
11.1.1	安全用电基本知识	667
11.1.2	电气消防常识	668
11.1.3	灭火器的使用常识	669
11.1.4	触电急救常识	671
11.1.5	触电急救方法	673
11.2	接地装置的安装	675
11.2.1	接地和接零	675
11.2.2	接地体的安装	679
11.2.3	接地线的安装	682
11.2.4	接地电阻的检测	685
11.2.5	接地装置的维修	686
11.3	防雷保护	686
11.3.1	雷电的种类及危害	686
11.3.2	防雷措施	687
附录 A	电气图常用图形符号	691
附录 B	铜芯绝缘导线长期连续允许最大载流量	695
附录 C	铝芯绝缘导线长期连续允许最大载流量	697
附录 D	橡皮绝缘导线允许穿管根数及最小管径	699

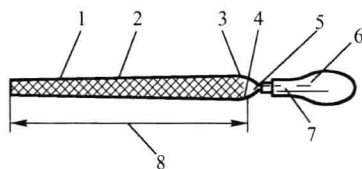
第 1 章

电 工 工 具

1.1 电工常用电钳工工具

(1) 锉刀

锉刀常用于对工件表面进行粗、精加工，锉刀的构造如图 1-1 所示。锉刀面是锉刀的工作面，上面的齿纹有双齿纹和单齿纹两种，单齿纹锉刀的锉削阻力大，适用于软材料的锉削；双齿纹锉刀的齿纹是从两个方向交叉排列的，适用于脆性材料的锉削。



1—锉刀面；2—锉刀边；3—底齿；4—面齿；
5—锉刀尾；6—木柄；7—舌；8—长度

图 1-1 锉刀的构造

根据齿纹间距，锉刀习惯上分为：粗齿锉（1号）、中齿锉（2号）、细齿锉（3号）、双细锉（4号）、油光锉（5号）；按其用途可分为普通锉、特种锉和整形锉三大类。

普通锉分平锉、方锉、三角锉、半圆锉和圆锉五种。特种锉是加工特殊表面用的，其断面形状应与加工表面的形状相适应。整形锉又称什锦锉，用于修整工件上小而精细的部件，有 5 件一组合、6 件一组合等。

使用锉刀时应注意以下几点。

- ① 锉刀应尽量先用一面，用钝后再用另一面。
- ② 每次用完后，用钢丝刷顺着锉纹将残留其中的切屑清除。