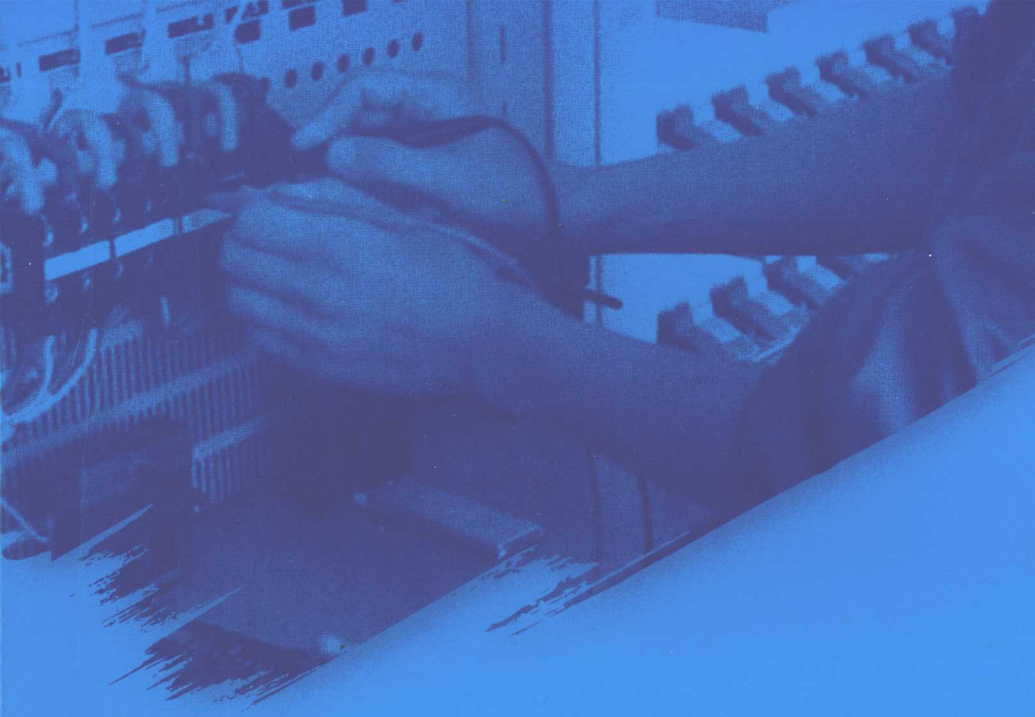




电工技能 快速入门

姚志松 姚 磊 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



ISBN 978-7-111-25400-9
机械工业出版社
2009年6月第1版第1次印刷
定价：35.00元

M/T-51 外方工廠、團體、機關、學校、軍用、公電

第 010109 号 (2009) 年 10 月 10 日

北京百利保电气有限公司 北京百利保电气有限公司 北京百利保电气有限公司

圖 2 光學光譜儀光路圖

巴蜀野史抄本丑責 即水雷：竹筒左端

毛 瑞 明 丑 責 嫌 拟 十 封 面 姓

嗚呼！嗚呼！幸京京北

2009年8月1日 星期一

140mm × 203mm · 15.152 磅 · 351 号

1992-11-15 Mon



机械工业出版社

本书论述了从门外汉入门变电工内行里手,从农民工变熟练电气技工所要掌握的知识。包括电工技能入门诀窍,看哪些书管用,怎样起步、培训、考试、操作及电工技能知识,如室内外线路(电缆)、配电室(箱)、照明、接地、电气防火、防雷、防静电、防辐射、电器设备、电动机、发电机、控制电路、起动装置、带电分析、安全用电、维修诀窍、工具仪器、识图等。内容以作者亲身经历为主,可操作性强,实用性强,深入浅出,新颖全面,好学好用,常见问题都有答案。

本书适用于初中以上文化程度普通公民,工矿、农村电工及技校学生,也适用于供电技工和管理者。

图书在版编目(CIP)数据

电工技能快速入门/姚志松等编著. —北京:
机械工业出版社, 2009. 6
ISBN 978 - 7 - 111 - 27400 - 1

I. 电… II. 姚… III. 电工技术 IV. TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第091617号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:张沪光 责任编辑:张沪光 赵玲丽

版式设计:霍永明 责任校对:程俊巧

封面设计:姚毅 责任印制:乔宇

北京京丰印刷厂印刷

2009年6月第1版·第1次印刷

140mm×203mm·12.125印张·321千字

0 001—4 000册

标准书号:ISBN 978 - 7 - 111 - 27400 - 1

定价:28.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379767

封面无防伪标均为盗版

前 言

原《实用电工技能快速入门》一书出版后很快就销售一空。为减少读者购书的费用，以一个普通百姓能成为一名电工能手所必须的精粹知识为准，我们对原《实用电工技能快速入门》一书进行提炼浓缩，而出此《电工技能快速入门》精华本。

“电工入门”是一个老题目，“快速入门”却是一个新课题，是使读者用最少的投入，迅速掌握浩如烟海的电工技术内容，涉及概念、术语、定律、公式、图表、数据，产品种类、用途、结构，诀窍、捷径、方法，新技术等等。作者感到现有许多书籍内容虽面广，但肤浅；有些虽很专深，但面窄；内容既广又深的，则资料多、篇幅大、书价贵、携带不便、查阅费时。或者理论性太强，可操作性差。为此作者经过三思，提炼一辈子所读图书之精华，吸收国内外企业之实践经验，以亲身实践经验为主，理论与实践相结合，编写旨在全面深刻、简明精炼、实用新颖、图文并茂、详略得当、数据可靠、通俗易懂、好学好用、便于查询与自学、符合新标准的书籍。使读者的电工技能水平，能较快提高。

据报道，“十一五”期间，预计国家电网公司投入 8000 亿元，南方电网公司投入 3000 亿元进行电网建设（“十五”期间全国两网改造投入 2650 亿元），如此巨大的资金，将使电力建设处于新的景气期，对电气技术人员需求将大增，本书为顺应此形势而编写。本书作者大都为长期在生产一线、具有丰富实践经验的工程技术专家、高级技师，有的还多次出国考察，获过国家发明奖。在编写过程中，作者曾到过许多工厂、农村、家庭，征求了许多基层人员的意见，他们也为作者提供了许多实用的资料。编写中还参考了大量的有关书籍和资料，恕不一一列出，在此对

所引用资料的作者表示诚挚的感谢!

本书作者除署名外,还有陈希明、章寿源、方大千、金祖荣、赵寿生、刘洪鑫、高山等高工和戴彦、刘东江、金敏锋、吴学林、吴勇、潘林凤、廖凤香、胡美华、吴军等参加编写和提供资料,全书由姚志松高工负责统稿和校订。限于作者的水平,书中的不妥之处,恳请广大读者批评指正。

作 者

目 录

前言

第1章 电工技能入门诀窍	1
1.1 电工入门技巧	1
1.1.1 初学者应知的入门问题	1
1.1.2 看哪种书最顶用	1
1.1.3 修电器如何起步	2
1.1.4 怎样参加电工培训、考试和学电工操作	2
1.1.5 初学电器修理要解决的问题	2
1.2 电子元件的检测方法和故障判断	5
1.2.1 电阻器	5
1.2.2 电容器	9
1.2.3 电感器	13
1.2.4 晶体管	15
1.3 维修电工排除故障法	16
1.3.1 口问耳听眼看手摸鼻闻判断法	16
1.3.2 用工具仪表测量判断	23
1.4 低压带电作业和电工工具安全	39
1.4.1 低压带电作业安全	39
1.4.2 电气工具和金工机械安全	41
第2章 快速排除故障诀窍	45
2.1 隐蔽故障排除法	45
2.1.1 先后检查经验工作法	45
2.1.2 断路	47
2.1.3 短路	49
2.1.4 漏电和供电不正常	54
2.1.5 测量电压、电流、电阻	56
2.1.6 对比参照	61

2.1.7 代替	62
2.1.8 再现	63
2.1.9 干扰	64
2.1.10 分解或综合	68
2.1.11 模拟	69
2.1.12 故障检修程序	69
2.2 电器外壳真假带电分析	71
2.2.1 设备因电容影响造成的漏电现象	71
2.2.2 电器外壳真假带电现象分析	72
2.2.3 家用电器的接地方法及注意事项	77
2.2.4 使用家用电器的安全技术措施	82
第3章 室内外线路布线	84
3.1 接户线和进户线	84
3.1.1 接户线	84
3.1.2 进户线	88
3.2 室内外线路布线要求	92
3.2.1 室内外线路布线敷设方式	92
3.2.2 室内外布线的一般要求	93
3.3 室内外布线设计	101
3.3.1 室内外布线的组成	101
3.3.2 导线种类和截面积的选择原则	103
第4章 室内常见布线施工方法	109
4.1 导线的放线和连接工艺	109
4.1.1 导线的放线方法	109
4.1.2 导线头的切割方法	110
4.1.3 导线连接的基本要求和连接工艺	111
4.2 穿管布线法	116
4.2.1 穿管布线概述	116
4.2.2 暗管布线	116
4.2.3 明管布线	133
4.2.4 金属软管布线	137
4.3 槽板布线	138
4.3.1 塑料槽板布线	138

4.3.2 木槽板布线	144
4.4 护套线布线	147
4.4.1 护套线布线安装要求	148
4.4.2 敷设护套线	150
4.4.3 放线施工方法	151
第5章 室内非常见布线及配电箱	153
5.1 瓷夹板布线	153
5.1.1 瓷夹板安装要求	153
5.1.2 瓷夹板的固定方法	155
5.1.3 敷设导线的方法	156
5.2 鼓形绝缘子布线和钢索布线	158
5.2.1 鼓形绝缘子布线工艺	158
5.2.2 钢索布线	163
5.3 灰层布线和塑料卡钉布线	165
5.3.1 灰层布线	165
5.3.2 塑料卡钉布线	166
5.4 配电室和配电箱	167
5.4.1 配电室和配电箱的设置和种类	167
5.4.2 配电室(箱)技术要求	168
5.4.3 配电箱安装	169
第6章 电气照明设备	182
6.1 照明灯	182
6.1.1 照明电光源分类	182
6.1.2 白炽灯	185
6.1.3 荧光灯	187
6.1.4 高压汞灯	194
6.2 灯具选择和照明器具安装	195
6.2.1 灯具的选择	195
6.2.2 照明灯具的安装	197
6.2.3 电气装置件及其安装	205
6.3 照明灯的接线和检修	209
6.3.1 电气照明的接线	209
6.3.2 照明灯的检修	211

6.3.3 荧光灯的助启动装置	217
6.3.4 电子调光灯的结构和检修	219
6.3.5 声光控制灯的原理和检修	221
6.4 黑光灯、杀菌灯、辐射光源和临时照明	223
6.4.1 黑光灯	223
6.4.2 临时照明装置的安装	225
第7章 接地、安全和四防	226
7.1 接地和接零	226
7.1.1 接地和接零的类型与作用	226
7.1.2 保护接地与保护接零的范围	229
7.2 接地方式	230
7.3 接地电阻值的要求	231
7.4 现场作业安全的要点和术语	232
7.5 触电急救	235
7.5.1 解脱电源	235
7.5.2 诊断和抢救	236
7.6 防雷	238
7.6.1 雷电过电压	238
7.6.2 预防雷电灾害	240
7.7 防电气火灾	241
7.8 防静电危害	242
7.8.1 静电危害	242
7.8.2 防静电接地的注意事项和要求	243
7.9 防电磁辐射	245
7.9.1 电网有无污染的判据	245
7.9.2 输电线路跨越民房时的规定	245
7.9.3 变电站周围工频电场强度有多大	246
7.9.4 家用电器的工频磁场强度有多大	246
7.9.5 如何躲避家电辐射	246
第8章 架空线路和电缆线路	248
8.1 概述	248
8.1.1 线路勘测	248
8.1.2 施工工具	249

8.1.3 登杆和下杆方法	254
8.2 线路结构	257
8.2.1 杆塔	258
8.2.2 基础	259
8.2.3 导线与避雷线	260
8.2.4 绝缘子	261
8.2.5 横担	262
8.2.6 金具	262
8.2.7 拉线	263
8.3 线路施工	264
8.3.1 挖坑	264
8.3.2 立杆	264
8.3.3 放线	266
8.3.4 导线连接	266
8.3.5 紧线	268
8.4 电缆线路施工	269
第9章 单相和三相电动机	271
9.1 电机的分类、型号和铭牌	271
9.1.1 电机的分类	271
9.1.2 电机的产品型号	272
9.1.3 电机的铭牌	275
9.2 异步电动机的工作原理	279
9.2.1 三相异步电动机工作原理	279
9.2.2 单相异步电动机的工作原理	283
9.2.3 异步电动机特性变化	288
9.3 三相异步电动机的结构及同步电机	289
9.3.1 异步电动机的基本结构	289
9.3.2 同步电机综述	290
9.4 电动机常见故障和处理方法	293
9.5 电动机的干燥	296
第10章 低压电器和控制电路	298
10.1 低压电器的分类和型号	298
10.1.1 分类和用途	298

10.1.2 型号和意义	299
10.2 熔断器	302
10.2.1 概述	302
10.2.2 低压熔断器的类型	304
10.2.3 熔体熔断原因的判断和拆换熔体	306
10.3 低压开关	308
10.3.1 单投和双投刀开关	308
10.3.2 熔断器式刀开关	309
10.3.3 开启式负荷开关	310
10.3.4 封闭式负荷开关	311
10.3.5 组合开关和倒顺开关	313
10.4 接触器	315
10.4.1 原理和结构	315
10.4.2 常用型号和维修	317
10.5 低压断路器	319
10.5.1 工作原理和特点	319
10.5.2 万能式断路器	323
10.5.3 塑壳式断路器	326
10.5.4 常见故障和处理	331
10.6 电动机的起动设备	332
10.6.1 起动方法	332
10.6.2 起动设备的结构和控制	335
10.7 漏电保护器	341
10.7.1 漏电保护方式	341
10.7.2 漏电保护器额定动作电流的选择	342
10.7.3 漏电保护器分断时间的选择	343
第11章 工具仪器和识图方法	345
11.1 常用电工工具	345
11.1.1 电工使用工具概述	345
11.1.2 测电笔和校火灯	346
11.1.3 电烙铁	346
11.1.4 手电钻	347
11.1.5 游标卡尺	349

11.1.6	喷灯	350
11.1.7	登高工具	350
11.1.8	家庭常备的电工器材	351
11.2	常用仪表	352
11.2.1	仪表的分类和等级	352
12.2.2	指示仪表测量机构的结构原理	353
12.2.3	万用表、钳形电流表、绝缘电阻表、接地电阻表 (接地电阻测量仪)	353
11.3	识图方法	354
11.3.1	概述	354
11.3.2	一次接线图	354
11.3.3	二次接线图	356
11.3.4	线路平面布置图	363
11.3.5	常用电气新旧图形符号对照	364
11.3.6	常用电气文字符号和物理量下角符号	368
11.3.7	电动机新旧标准控制电路图对照	370
参考文献		373

第1章 电工技能入门诀窍

1.1 电工入门技巧

1.1.1 初学者应知的入门问题

作为初学者，如何早日当上电工或者具有电工技能？对普通居民或只有高小文化程度的民工，如何快速当上电工或会电工操作？

对初学者来说，由于电工操作是带有一定危险性的技术工作，所以一定不能乱来。首先不要忙于动手，而先应从理论上武装头脑，买一些电工方面的书籍，从浅入深，为动手从安全方面和技术知识方面打好基础。

然后，从修理无线电、电子设备（如收音机）开始练习，对照无线电书籍的理论，掌握理论分析，试着拆卸某一元器件自行制造故障，然后再装回去，直至能拆装某一单元或整个收音机。由于收音机除电源处是220V电压要注意外，其余绝大部分是低电压的直流电，因此比较安全。从价格不贵的小收音机入门，可以步入电气王国中，了解电气的性能，便于摸到电的“脾气”。

第三步对立志当电工的读者可去参加本地举办的电工培训班，培训班一般是给予理论上的系统教育，有的还可以在老师指导下进行实际电工操作，最后进行电工考试，考试合格后当地会发“操作电工合格证”或“特种作业人员操作证”，才允许到工厂、农村当电工。对社会居民不想获得“操作电工合格证”的话，还可以从事装璜和实际修理操作，先简单的，后较难复杂的，多看书，多看其他电工师傅的操作，必要时可买些有关光盘看看。

1.1.2 看哪种书最顶用

要判断一本书的水平高低和值不值得买，首先应看内容提要即内容简介（在书的最前面的小字）、前言和目录，它们介绍了

书内容的框架。然后抽看一段自己已有知识较多的那些页的内容,判断内容是新颖还是老套,叙述是否简明扼要明了准确,技术含量是否高、实、锐,其深浅是否适合本人理解。

1.1.3 修电器如何起步

以电为核心的技术有电力、电气设备、家用电器、无线通信、网络、计算机技术等,而家用电器又有彩电、冰箱、洗衣机、空调、音响、微波炉等。为了从简到繁,从易到难,可以从拆装修理手电筒、小收音机开始。买一台廉价的(几十元)小收音机或已坏的收音机进行拆装或修理,自行制造故障,看其症状,一一解决,理论结合实际,弄懂弄通。然后再修简单的家用电器,如电动剃须刀、台灯、电茶壶、电扇等,再到其他家用电器和电气设备。

1.1.4 怎样参加电工培训、考试和学电工操作

我国每个市、县一般都有专门的电工培训、考试机构。有的市、县将该机构设在当地供电公司(局)下属机构,有的设在市政府、县政府下属机构中(如劳动和社会保障局训练中心或安全生产监督管理局安全生产宣教中心),有的两者都有。有的高级技工学校技能鉴定所也有。这些机构定期会举行电工培训班,到期末会进行考试,考试合格者会发给“操作电工合格证”。有的叫“社会电工合格证”或“电工证书”或“特种作业人员操作证”、“电工操作证”。持有此证就可以到招聘单位应聘,被录用后就可以当电工。但如果想考“电工进网作业许可证”(低压类或高压类)、“电业进网证(高配证)”,必须到供电公司报考。

对一般居民和农技工而言,可以自学电工理论,买一些一般电工书籍或适当的电工教材,如哈尔滨工业大学电工学教研室所编的《电工学》(电气工人适用)上、中、下三册就很实用。再进行一些家用电器和室内外布线和电气设备的装修,多向老师傅学习、请教。

1.1.5 初学电器修理要解决的问题

1. 学修理要购买何种电烙铁较好

电烙铁买内热式的，一支 20W，一支 75W（也可外热式），前者用在小焊接，后者用在大焊接和较大的家用电器上。电烙铁的电源线应是较能耐热防火的，而不应是塑料线，否则应更换。最后能用铜丝或粗铅丝自制一搁架，这样比较安全。

2. 如何使烙铁头能粘上锡

电烙铁的烙铁头是纯铜（即紫铜）构成，由于通电发热后，铜会与空气中氧气作用生成氧化铜，呈黑紫色，氧化铜粘不上锡。此时应断开电烙铁电源后用锉刀将烙铁头两面锉去氧化铜，锉出紫铜色。然后给电烙铁重新通电，待烙铁头有些热后，搪些松香在头上（起进一步去除氧化铜作用），再用焊锡条在烙铁头上来回涂擦，使焊锡包住烙铁头部，即可使用。为使因烙铁长时间通电不用而使烙铁头烧死（产生氧化铜而不粘锡），可在烙铁搁架下放一压放开关，此开关串联在电烙铁电源中。当电烙铁一放上搁架就断电。

3. 怎样能焊出合格的焊点

焊接焊点可用松香和纯焊锡条，也可用中空有松香粉的焊锡条。焊接时先要在焊接处表面除去氧化层（可用刀片或断锯条头刮去），再用松香搪上锡后再焊接，或刮后用中空焊锡条来焊接。对于每一个焊点表面都要进行上述处理，否则焊接点很可能是不合格的，即相互未连通或连接电阻很大（俗称“虚焊”）。

4. 如何练习拆装元器件

可先找一块坏的电路板（如彩电部件、洗衣机电脑板、电脑的电路板等）或一台小收音机，练习将元器件（晶体管、电阻、电容、线圈等）一一拆下，拆卸中要做到不烫坏电路板上印制铜箔电路和元器件，再装回去复原。

5. 购买什么样的万用表较宜

万用表种类很多，有 500 型、MF-47 型、MF-78 型等，贵的有几百元一只的。将来准备从事专业修理的，就应买大型一点功能多的万用表，而对于居民和初学者不必买高档的万用表，买三五十元一只的即可，如 J0411-1 型袖珍式万用表，它有直流电

流、直流电压、交流电压、电阻、电容、晶体管放大系数测量等 18 档，还设有音频电平测量。这种简易万用表对初学者和居民来说已够用，简单易学，即使操作不当致使电表损坏，损失也不大。有条件的也可选稍好一点的，如六七十元或 100 多元的，如 MF78、MF47 型等，前者有直流电流、交流电流、直流电压、交流电压、电阻、电平、电容、电感、晶体管直流参数等 21 档，后者有 26 档，更精细一些。初学者不必去买数字式万用表。

6. 怎样使用万用表

在一些电工入门和农村电工培训书中都有使用万用表的介绍，再结合万用表说明书、介绍元器件测试的书籍，边读边动手学会操作测量方法。根据书中的介绍，找一块电路板或一些元器件，按照说明书进行实际操作，会很快掌握万用表的使用。

7. 怎样识别电子元件和在电路板上找到电路原理图中的元器件

通过书籍，了解元器件的外形示意图，再到商店或市场、工厂里去看看实物，对照认识。必要时可通过将小收音机电路板拆装、检测来认识。再看懂电路原理图，将图分解成一个个单元（级）。然后看其特征部件，如电源级肯定有电源变压器或电池，功率放大级有扬声器或显像管等。

8. 初次修理家用电器应注意的问题

初次修理家用电器若能获得成功，肯定是对自己信心的一个鼓舞，务求初战必胜。所以应选择容易修理的故障，如手电筒不亮了，收音机无声的故障（如熔丝是否断了）等，对于较难的故障等稍熟练后再去接触它。修理前应清楚家用电器的工作原理，能有一定的分析故障和检查故障的能力，最好观看过别人的修理过程。

对于修理者来说，还要注意安全问题，初学者有时无从下手，乱碰乱摸，容易发生触电危险。触电主要来自交流电源 220V（又称市电）。所以修理时要穿橡胶绝缘鞋，市面上劳保商店有售，20 多元一双。桌下铺上一层干燥的木板（最好下面有

木档架空，坐木椅上进行修理活动。操作中一般用单手（右手）去接触元器件待修部分，有些地方要用测电笔和万用表来测试是否有危险电压。要防止电烙铁电源线烫坏、外壳漏电。在带电操作时只能单手操作，并首先检查各绝缘部件绝缘是否良好，如尖头钳或电工钳的绝缘套是否良好，螺钉旋具柄绝缘是否良好，万用表表笔握手处绝缘是否良好，绝缘鞋、木椅、木板（站着工作也应站在木台上）是否干燥绝缘，工作时需聚精会神，千万不要将另一只手或脚去碰墙壁。

9. 修理中遇到问题后的处理

先通过试听检查了解故障的表象，确定具体故障部位和元器件。如修理收音机时听到汽船声，说明回路发生振荡；听到交流声，一般是电解电容器干涸了，电容量降低，失去滤波作用所致；听到“卡拉”或“沙沙”声，可能是音量电位器坏了；无声一般是电源部分坏了；声轻是某一级元器件坏了，放大作用不够；出现啸叫声是去耦电容器坏了等等。

修理中遇到问题时，一时搞不清楚，可去请教书本，可找介绍故障实例的书，在修理实例中根据故障现象找到与自己所修电器最接近的实例，根据书中检修过程和介绍的方法，灵活地应用指导自己的修理。另一种方法是找故障分析的图书，对照各种故障的可能原因，一一对自己所修电器进行检查、排除。对疑难杂症应多找几种书籍，从多角度、广思维来分析，来确证故障。对时通时断，时好时坏的故障和焊点虚焊的故障，更要手脑并用地分析才能发现。只有在不得已情况下，才请教别人。因为只有自己分析发现、证实故障，才能迅速提高自己的水平。

1.2 电子元器件的检测方法和故障判断

因为电工初学者一开始宜从学习电子设备起步，所以对电子元器件的检测方法应该有个了解。

1.2.1 电阻器

1. 识别法