

— ∞ — **图解** — ∞ —

电工

快速入门与提高

— ∞ ∞ ∞ ∞ ∞ ∞ ∞ ∞ —
蔡杏山 主编

内容全新升级
体系更加完整

双色
视频版

知识更加丰富
电工全面掌握



化学工业出版社

— 图解 —

电工

快速入门与提高



化学工业出版社

· 北京 ·

《图解电工快速入门与提高》(双色视频版)采用“双色图解+视频讲解”的形式,介绍了电工从入门到提高的相关知识,主要包括:电工入门基础、电工基本操作技能、电工仪表、低压电器、电子器件、变压器、电动机、三相异步电动机的控制线路分析与安装、室内配电与照明线路的安装、电工识图基础、常用机床电气控制线路识图、安全用电、变频器的使用和 PLC 快速入门等。

本书对重点知识精心设计版式和用双色进行突出标注,方便读者阅读和记忆。同时,重点章节同步配套视频教学,图、文、视频三合一,学起来更快捷。

本书内容丰富实用,循序渐进,体系完整,通俗易懂,读者可以通过学习本书快速迈入电工大门并提高至中高级电工水平。

本书可供从事电工技术初学者、中初级电工学习使用,也用作职业院校或培训机构相关专业的教材及参考书。

图书在版编目(CIP)数据

图解电工快速入门与提高(双色视频版)/蔡杏山主编. —北京:化学工业出版社,2018.1
ISBN 978-7-122-30880-1

I. ①图… II. ①蔡… III. ①电工技术—图解 IV.
①TM-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第263502号

责任编辑:李军亮 粟利娜

装帧设计:刘丽华

责任校对:宋 夏

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:三河市航远印刷有限公司

装 订:三河市曦发装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张21 1/2 字数520千字 2018年3月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686)

售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:68.00元

版权所有 违者必究

我们于2013年编写出版了《图解电工快速入门与提高》一书，出版至今总销量已将近20万册，深受读者喜爱。广大读者在学习本书的过程中，通过网上评论或直接联系等方式，对本书内容及形式提出了很多宝贵的意见，对此我们非常重视。这几年我们汇总了读者的意见，并结合电工行业新发展，对本书内容和形式进行了一些改进，比如：新增了电工识图基础和常用机床电气线路识图的相关知识；更新了旧符号、旧图形和旧电路等，并对其重新进行讲解；将一些手绘图换成实物图；并用双色图解的方式使本书内容结构更加清晰易学；同时在关键章节我们还增加了扫二维码看教学视频的环节，使读者的学习更加便利快捷。

本书共有14章，各章内容简介如下。

第1章 电工入门基础 与学习其他技术一样，学习电工技术也要先学习基础知识。本章主要介绍电路基础、欧姆定律、电功、电功率、焦耳定律、电阻的连接方式、直流电、交流电和电磁现象及规律。

第2章 电工基本操作技能 电工是一个操作性很强的工种，要成为一名合格的电工技术人员，必须掌握基本的电工操作技能。本章主要介绍常用电工工具及使用、常用测试工具及使用、电烙铁与焊接技能、导线的选择和导线的连接。

第3章 电工仪表 电工仪表主要用来检查各种电量和用电设备性能好坏。本章主要介绍指针万用表、数字万用表、电能表、钳形表、兆欧表、交流电压表和交流电流表。

第4章 低压电器 低压电器是组成低压电气线路的基本单元，用导线将不同的低压电器按不同的方式连接起来就能组成各种各样的电气线路。本章主要介绍开关、熔断器、断路器、漏电保护器、接触器和继电器。

第5章 电子元器件 电子元器件是组成电子电路的基本单元，用导线将不同的电子元器件按不同的方式连接起来就能组成各种各样的电子电路。本章主要介绍电阻器、电感器、电容器、二极管、三极管和其他常用元器件。

第6章 变压器 变压器是一种可以改变交流电压和交流电流大小的电气设备。本章主要介绍变压器的基础知识、三相变压器、电力变压器、自耦变压器和交流弧焊变压器。

第7章 电动机 电动机是一种将电能转换成机械能的电气设备。本章主要介绍三相异步电动机、单相异步电动机、直流电动机、同步电动机、步进电动机、无刷直流电动机、开关磁阻电动机和直线电动机。

第8章 三相异步电动机的控制线路分析与安装 三相异步电动机是一种在工业领域应用非常广泛的电动机，为了让电动机能按要求运行，在使用时需要安装控制线路。本章主要介绍三相异步电动机的常用控制线路原理和控制线路的安装。

第9章 室内配电与插座照明线路的安装 大多数用电设备都放置室内，室内配电是将室外的电源通过配电箱引入室内，再过布线将电源送到室内指定位置。本章主要介绍一些常见的照明光源和室内配电布线的操作方法与技巧。

第10章 电工识图基础 本章主要介绍电气图的分类、电气图的制图与识图规则、电气图的表示方法和电气符号。

第11章 常用机床电气控制线路识图 本章主要介绍车床控制线路的识读、刨床控制线路的识读、磨床控制线路的识读和钻床控制线路的识读。

第12章 安全用电 电工接触的大多数为强电，为了人身和设备安全，必须掌握安全用电的一些知识。本章主要介绍人体触电的几种方式、接地、接零和接地装置的安装。

第13章 变频器的使用 变频器是一种电动机驱动调速设备，不但可控制电动机转向，还能对电动机进行无级调速。本章主要介绍变频器的基本组成与调速原理、变频器的结构与接线说明、操作面板的使用和变频器的使用。

第14章 PLC快速入门 PLC是一种控制设备，可以通过编程的方式改变其控制功能。本章主要介绍PLC基础知识、PLC的组成与工作原理、PLC编程软件的使用、PLC应用系统的开发流程及举例。

本书在编写过程中得到了许多教师的支持，其中蔡玉山、詹春华、黄勇、何慧、黄晓玲、蔡春霞、刘凌云、刘海峰、刘元能、邵永亮、朱球辉、蔡华山、蔡理峰、万四香、蔡理刚、何丽、梁云、唐颖、王娟、戴艳花、邓艳姣、何彬、何宗昌、蔡理忠、黄芳、谢佳宏、李清荣、蔡任英和邵永明等参与了资料的收集和部分章节的编写工作。

由于编者水平有限，书中的不妥之处在所难免，望广大读者和同仁予以批评指正。

编者

第 1 章

电工入门基础



- 1.1 电路基础 / 1
 - 1.1.1 电路与电路图 / 1
 - 1.1.2 电流与电阻 / 1
 - 1.1.3 电位、电压和电动势 / 3
 - 1.1.4 电路的三种状态 / 4
 - 1.1.5 接地与屏蔽 / 4
- 1.2 欧姆定律 / 5
 - 1.2.1 部分电路欧姆定律 / 5
 - 1.2.2 全电路欧姆定律 / 6
- 1.3 电功、电功率和焦耳定律 / 7
 - 1.3.1 电功 / 7
 - 1.3.2 电功率 / 7
 - 1.3.3 焦耳定律 / 8
- 1.4 电阻的连接方式 / 8
 - 1.4.1 电阻的串联 / 8
 - 1.4.2 电阻的并联 / 9
 - 1.4.3 电阻的混联 / 9
- 1.5 直流电与交流电 / 10
 - 1.5.1 直流电 / 10
 - 1.5.2 单相交流电 / 11
 - 1.5.3 三相交流电 / 14
- 1.6 电磁现象及规律 / 16
 - 1.6.1 磁铁与磁性材料 / 16
 - 1.6.2 通电导体产生的磁场 / 17
 - 1.6.3 通电导体在磁场中的受力情况 / 18
 - 1.6.4 电磁感应 / 18
 - 1.6.5 自感与互感 / 20

- 2.1 常用电工工具及使用 / 23
 - 2.1.1 螺丝刀 / 23
 - 2.1.2 钢丝钳 / 24
 - 2.1.3 尖嘴钳 / 24
 - 2.1.4 斜口钳 / 25
 - 2.1.5 剥线钳 / 25
 - 2.1.6 电工刀 / 26
 - 2.1.7 活络扳手 / 26
- 2.2 常用测试工具及使用 / 27
 - 2.2.1 氖管式测电笔 / 27
 - 2.2.2 数显式测电笔 / 28
 - 2.2.3 校验灯 / 29
- 2.3 电烙铁与焊接技能 / 30
 - 2.3.1 电烙铁 / 30
 - 2.3.2 焊料与助焊剂 / 32
 - 2.3.3 印制电路板 / 32
 - 2.3.4 元件的焊接与拆卸 / 34
- 2.4 导线的选择 / 35
 - 2.4.1 绝缘导线的种类 / 36
 - 2.4.2 绝缘导线的型号 / 37
 - 2.4.3 绝缘导线的选择 / 37
- 2.5 导线的剥削、连接和绝缘恢复 / 40
 - 2.5.1 导线绝缘层的剥削 / 40
 - 2.5.2 导线与导线的连接 / 41
 - 2.5.3 导线与接线柱之间的连接 / 44
 - 2.5.4 导线绝缘层的恢复 / 45

- 3.1 指针万用表的使用 / 46
 - 3.1.1 面板介绍 / 46

- 3.1.2 使用前的准备工作 / 48
- 3.1.3 测量直流电压 / 49
- 3.1.4 测量交流电压 / 50
- 3.1.5 测量直流电流 / 50
- 3.1.6 测量电阻 / 51
- 3.1.7 万用表使用注意事项 / 53
- 3.2 数字万用表 / 53**
 - 3.2.1 面板介绍 / 53
 - 3.2.2 测量直流电压 / 54
 - 3.2.3 测量交流电压 / 54
 - 3.2.4 测量直流电流 / 55
 - 3.2.5 测量电阻 / 55
 - 3.2.6 测量线路通断 / 57
- 3.3 电能表 / 57**
 - 3.3.1 电能表的结构与原理 / 57
 - 3.3.2 电能表的普通接线方式 / 59
 - 3.3.3 电能表配合互感器测量高电压大电流的接线方式 / 59
 - 3.3.4 电子式电能表 / 62
 - 3.3.5 电能表型号与铭牌含义 / 64
- 3.4 钳形表 / 65**
 - 3.4.1 钳形表的结构与测量原理 / 66
 - 3.4.2 指针式钳形表的使用 / 66
 - 3.4.3 数字式钳形表的使用 / 68
- 3.5 兆欧表 / 70**
 - 3.5.1 摇表工作原理与使用 / 70
 - 3.5.2 数字式兆欧表的使用 / 74
- 3.6 交流电压表 / 76**
 - 3.6.1 外形 / 76
 - 3.6.2 测量线电压和相电压的接线 / 76
- 3.7 交流电流表 / 77**
 - 3.7.1 外形 / 77
 - 3.7.2 测量单相和三相电流的接线 / 77

- 4.1 开关 / 79
 - 4.1.1 照明开关 / 79
 - 4.1.2 按钮开关 / 79
 - 4.1.3 闸刀开关 / 81
 - 4.1.4 铁壳开关 / 81
 - 4.1.5 组合开关 / 82
 - 4.1.6 倒顺开关 / 83
 - 4.1.7 万能转换开关 / 83
 - 4.1.8 行程开关 / 84
 - 4.1.9 接近开关 / 85
 - 4.1.10 开关的检测 / 85
- 4.2 熔断器 / 86
 - 4.2.1 六种类型的熔断器介绍 / 87
 - 4.2.2 熔断器的检测 / 89
- 4.3 断路器 / 89
 - 4.3.1 外形与符号 / 89
 - 4.3.2 结构与工作原理 / 89
 - 4.3.3 型号含义与种类 / 90
 - 4.3.4 面板标注参数的识读 / 91
 - 4.3.5 断路器的检测 / 92
- 4.4 漏电保护器 / 93
 - 4.4.1 外形与符号 / 93
 - 4.4.2 结构与工作原理 / 93
 - 4.4.3 在不同供电系统中的接线 / 94
 - 4.4.4 面板介绍及漏电模拟测试 / 95
 - 4.4.5 检测 / 96
- 4.5 接触器 / 96
 - 4.5.1 交流接触器 / 97
 - 4.5.2 直流接触器 / 100
 - 4.5.3 接触器的检测 / 100
 - 4.5.4 接触器的选用 / 101
- 4.6 热继电器 / 102

- 4.6.1 结构与工作原理 / 102
- 4.6.2 外形与接线端 / 103
- 4.6.3 铭牌参数的识读 / 103
- 4.6.4 型号与参数 / 104
- 4.6.5 选用 / 105
- 4.6.6 检测 / 105
- 4.7 电磁继电器 / 106
 - 4.7.1 电磁继电器的基本结构与原理 / 106
 - 4.7.2 电流继电器 / 107
 - 4.7.3 电压继电器 / 108
 - 4.7.4 中间继电器 / 108
- 4.8 时间继电器 / 111
 - 4.8.1 外形与符号 / 111
 - 4.8.2 种类及特点 / 111
 - 4.8.3 空气阻尼式时间继电器 / 112
 - 4.8.4 电子式时间继电器 / 112
 - 4.8.5 选用 / 113
 - 4.8.6 检测 / 113
- 4.9 速度继电器与压力继电器 / 114
 - 4.9.1 速度继电器 / 114
 - 4.9.2 压力继电器 / 115

第 5 章 电子元器件



116

- 5.1 电阻器 / 116
 - 5.1.1 固定电阻器 / 116
 - 5.1.2 电位器 / 121
 - 5.1.3 敏感电阻器 / 123
- 5.2 电感器 / 126
 - 5.2.1 外形与图形符号 / 126
 - 5.2.2 主要参数与标注方法 / 127
 - 5.2.3 性质 / 128
 - 5.2.4 种类 / 129
 - 5.2.5 检测 / 130

- 5.3 电容器 / 131
 - 5.3.1 结构、外形与图形符号 / 131
 - 5.3.2 主要参数 / 131
 - 5.3.3 性质 / 132
 - 5.3.4 种类 / 134
 - 5.3.5 电容器的串联与并联 / 137
 - 5.3.6 容量与误差的标注方法 / 138
 - 5.3.7 常见故障及检测 / 140
- 5.4 二极管 / 141
 - 5.4.1 半导体 / 141
 - 5.4.2 二极管 / 141
 - 5.4.3 发光二极管 / 145
 - 5.4.4 光电二极管 / 146
 - 5.4.5 稳压二极管 / 147
- 5.5 三极管 / 148
 - 5.5.1 外形与图形符号 / 148
 - 5.5.2 结构 / 148
 - 5.5.3 电流、电压规律 / 149
 - 5.5.4 放大原理 / 151
 - 5.5.5 三种状态说明 / 152
 - 5.5.6 主要参数 / 155
 - 5.5.7 检测 / 157
 - 5.5.8 三极管型号命名方法 / 160
- 5.6 其他常用元器件 / 160
 - 5.6.1 光电耦合器 / 160
 - 5.6.2 晶闸管 / 161
 - 5.6.3 场效应管 / 162
 - 5.6.4 IGBT / 164
 - 5.6.5 集成电路 / 165

第 6 章

变压器



167

- 6.1 变压器的基础知识 / 167
 - 6.1.1 结构与工作原理 / 167

- 6.1.2 基本功能 / 168
- 6.1.3 极性判别 / 169
- 6.2 三相变压器 / 170
 - 6.2.1 电能的传送 / 170
 - 6.2.2 三相变压器 / 171
 - 6.2.3 三相变压器的工作接线方法 / 172
- 6.3 电力变压器 / 173
 - 6.3.1 外形与结构 / 173
 - 6.3.2 型号说明 / 174
 - 6.3.3 连接方式 / 175
 - 6.3.4 常用故障及检修 / 176
- 6.4 自耦变压器 / 177
 - 6.4.1 外形 / 177
 - 6.4.2 工作原理 / 178
- 6.5 交流弧焊变压器 / 178
 - 6.5.1 外形 / 178
 - 6.5.2 结构与工作原理 / 179
 - 6.5.3 使用注意事项 / 179

第 7 章

电动机



180

- 7.1 三相异步电动机 / 180
 - 7.1.1 工作原理 / 180
 - 7.1.2 外形与结构 / 182
 - 7.1.3 三相线组的接线方式 / 184
 - 7.1.4 铭牌的识别 / 184
 - 7.1.5 判别三相绕组的首尾端 / 186
 - 7.1.6 判断电动机的磁极对数和转速 / 187
 - 7.1.7 测量绕组的绝缘电阻 / 188
 - 7.1.8 常见故障及处理 / 189
- 7.2 单相异步电动机 / 189
 - 7.2.1 分相式单相异步电动机的基本结构与原理 / 190
 - 7.2.2 四种类型的分相式单相异步电动机的接线与特点 / 192
 - 7.2.3 判别分相式单相异步电动机的启动绕组与主绕组 / 194

- 7.2.4 罩极式单相异步电动机的结构与原理 / 194
- 7.2.5 转向控制线路 / 195
- 7.2.6 调速控制线路 / 196
- 7.2.7 常见故障及处理方法 / 198
- 7.3 直流电动机 / 199
 - 7.3.1 工作原理 / 199
 - 7.3.2 外形与结构 / 200
 - 7.3.3 五种类型直流电动机的接线及特点 / 200
- 7.4 同步电动机 / 203
 - 7.4.1 外形 / 203
 - 7.4.2 结构与工作原理 / 203
 - 7.4.3 同步电动机的启动 / 204
- 7.5 步进电动机 / 205
 - 7.5.1 外形 / 206
 - 7.5.2 结构与工作原理 / 206
 - 7.5.3 驱动电路 / 208
- 7.6 无刷直流电动机 / 209
 - 7.6.1 外形 / 209
 - 7.6.2 结构与工作原理 / 209
 - 7.6.3 驱动电路 / 211
- 7.7 开关磁阻电动机 / 213
 - 7.7.1 外形 / 213
 - 7.7.2 结构与工作原理 / 213
 - 7.7.3 开关磁阻电动机与步进电动机的区别 / 214
 - 7.7.4 驱动电路 / 214
- 7.8 直线电动机 / 215
 - 7.8.1 外形 / 215
 - 7.8.2 结构与工作原理 / 215

第 8 章

三相异步电动机的控制 线路分析与安装



217

- 8.1 常用控制线路原理分析 / 217
 - 8.1.1 简单的正转控制线路 / 217

- 8.1.2 自锁正转控制线路 / 217
- 8.1.3 接触器连锁正反转控制线路 / 218
- 8.1.4 限位控制线路 / 220
- 8.1.5 自动往返控制线路 / 221
- 8.1.6 顺序控制线路 / 223
- 8.1.7 多地控制线路 / 223
- 8.1.8 星形-三角形降压启动线路 / 224
- 8.2 控制线路的安装 / 226
 - 8.2.1 画出待安装线路的电路原理图 / 226
 - 8.2.2 列出器材清单并选配器材 / 227
 - 8.2.3 在配电板上安装元件和导线 / 227
 - 8.2.4 检查线路 / 228
 - 8.2.5 通电试车 / 229
 - 8.2.6 注意事项 / 230

第 9 章

室内配电与插座照明 线路的安装



- 9.1 照明光源 / 231
 - 9.1.1 白炽灯 / 231
 - 9.1.2 荧光灯 / 233
 - 9.1.3 卤钨灯 / 236
 - 9.1.4 高压汞灯 / 237
- 9.2 室内配电布线 / 238
 - 9.2.1 了解整幢楼房的配电系统结构 / 238
 - 9.2.2 室内配电方式与配电原则 / 239
 - 9.2.3 配电布线 / 241
- 9.3 开关、插座和配电箱的安装 / 247
 - 9.3.1 开关的安装 / 247
 - 9.3.2 插座的安装 / 249
 - 9.3.3 配电箱的安装 / 251

- 10.1 电气图的分类 / 253
 - 10.1.1 系统图 / 253
 - 10.1.2 电路图 / 254
 - 10.1.3 接线图 / 254
 - 10.1.4 电气平面图 / 255
 - 10.1.5 设备元件和材料表 / 255
- 10.2 电气图的制图与识图规则 / 256
 - 10.2.1 图纸格式、幅面尺寸和图幅分区 / 256
 - 10.2.2 图线和字体等规定 / 257
 - 10.2.3 电气图的布局 / 260
- 10.3 电气图的表示方法 / 261
 - 10.3.1 电气连接线的表示方法 / 261
 - 10.3.2 电气元件的表示方法 / 263
 - 10.3.3 电气线路的表示方法 / 266
- 10.4 电气符号 / 267
 - 10.4.1 图形符号 / 267
 - 10.4.2 文字符号 / 268
 - 10.4.3 项目代号 / 269
 - 10.4.4 回路标号 / 272

- 11.1 车床的控制线路 / 275
 - 11.1.1 CA6140车床简介 / 275
 - 11.1.2 CA6140车床的控制线路 / 276
- 11.2 刨床的控制线路 / 278
 - 11.2.1 常见刨床的特点 / 278
 - 11.2.2 B690型刨床的控制线路 / 278
- 11.3 磨床的控制线路 / 279
 - 11.3.1 M7130型磨床介绍 / 280
 - 11.3.2 M7130型磨床的控制线路 / 280

11.4 钻床的控制线路 / 282

11.4.1 Z3050型钻床介绍 / 282

11.4.2 Z3050型钻床的控制线路 / 283

第 12 章 安全用电

287

12.1 人体触电的几种方式 / 287

12.1.1 电流对人体的伤害 / 287

12.1.2 人体触电的几种方式 / 288

12.2 接地与接零 / 290

12.2.1 接地 / 290

12.2.2 接零 / 290

12.2.3 重复接地 / 291

12.3 接地装置的安装 / 292

12.3.1 接地体的安装 / 292

12.3.2 接地线的安装 / 294

第 13 章 变频器的使用

296

13.1 变频器的基本组成与调速原理 / 296

13.1.1 异步电动机的调速方式 / 296

13.1.2 变频器的基本组成 / 296

13.2 变频器的结构与接线说明 / 298

13.2.1 外形、结构与拆卸 / 298

13.2.2 端子功能与接线 / 299

13.3 操作面板的使用 / 303

13.3.1 操作面板介绍 / 303

13.3.2 操作面板的使用 / 304

13.4 变频器的使用 / 307

13.4.1 使用变频器的面板控制电动机正、反转 / 307

13.4.2 使用变频器外接的开关和电位器控制电动机正、反转和调速 / 308

13.4.3 变频器带保护电路控制电动机正、反转和调速 / 309

- 14.1 初识PLC / 311
 - 14.1.1 什么是PLC / 311
 - 14.1.2 PLC控制与继电器控制的比较 / 312
- 14.2 PLC的组成与工作原理 / 313
 - 14.2.1 PLC的组成 / 313
 - 14.2.2 PLC的工作方式 / 316
 - 14.2.3 PLC用户程序的执行过程 / 317
- 14.3 PLC编程软件的使用 / 318
 - 14.3.1 软件的安装和启动 / 318
 - 14.3.2 程序的编写 / 318
 - 14.3.3 程序的转换与传送 / 321
- 14.4 PLC应用系统的开发流程及举例 / 323
 - 14.4.1 PLC应用系统的一般开发流程 / 323
 - 14.4.2 PLC控制电动机正反转的开发举例 / 323