



电气工程师 入门与进阶教程

蔡杏山 主编

双色图解
+
视频教学



化学工业出版社

电气工程师

入门与进阶教程

蔡杏山 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书系统地介绍了电气工程师入门知识及进阶技能，主要内容有电气基础与安全用电、电气基本操作技能、电气仪表的使用、低压电器与变压器、电子元器件、电动机及控制线路、室内配电与照明插座线路的安装、弱电线路的接线与安装、楼宇门禁与视频监控系统、电梯、电气识图基础、照明与动力配电电气图的识读、常用机床电气控制线路识图、电子电路的识读、实用电气电路的识读、PLC技术、变频器的使用、触摸屏与PLC的综合应用等。本书采用双色图解的形式，对重点部分用双色进行突出标记，同时，在重点章节同步配套视频教学，帮助读者更好地学习专业知识。

本书涵盖了电气工程技术人员需要掌握的知识和技能，讲解全面详细，理论和实践操作相结合，内容由浅入深，层次分明，语言通俗易懂，读者可以通过学习本书快速成长为一名合格的电气工程师。

本书可供从事电气工程工作的技术人员学习使用，也可供大中专院校相关专业的师生学习使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

电气工程师入门与进阶教程 / 蔡杏山主编. —北京:
化学工业出版社, 2018.12
ISBN 978-7-122-33143-4

I. ①电… II. ①蔡… III. ①电工技术 - 教材
IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 230753 号

责任编辑：李军亮 万忻欣

文字编辑：陈 喆

责任校对：杜杏然

装帧设计：刘丽华

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 装：三河市延风印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张31½ 字数737千字 2019年3月北京第1版第1次印刷

购书咨询：010-64518888 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：99.00元

版权所有 违者必究



随着科学技术的不断进步，众多领域的电气化程度越来越高，这使得电气及相关行业需要越来越多的电气技术人才。小到室内简单的照明线路安装，大到工厂大型复杂电气设备的安装检修，只要是用电场合，常常能见到电气技术人员的身影。要想成为一名合格的电气技术人才，既可以在学校系统学习，也可以自学成才，不管哪种学习方式，都需要一本易懂且实用的学习图书。

为了让读者能轻松快速掌握较全面的电气技术，我们编写了《电气工程师入门与进阶教程》，本书主要有以下特点：

- ◆基础起点低。零基础读者也可阅读学习本书内容。
- ◆内容安排合理。图书按照循序渐进、由浅入深的原则来确定各章节内容的先后顺序，读者只需从前往后阅读图书，便会水到渠成掌握本书的内容。
- ◆讲解通俗易懂。书中少用专业化的术语，遇到较难理解的内容用形象比喻说明，尽量避免复杂的理论分析和烦琐的公式推导，图书学习起来感觉会十分轻松。
- ◆采用图文并茂的表现方式。书中大量采用直观形象的图表方式表现内容，使阅读变得非常容易。
- ◆配备二维码教学视频。考虑到自学时一般无人指导，因此在编写过程中对书中重要知识点配备二维码，通过视频教学进行详细解说，让读者能轻松理解所学内容。
- ◆突出显示知识要点。为了帮助读者掌握书中的知识要点，书中用双色印刷突出显示知识要点，指示学习重点。
- ◆网络免费辅导。读者在阅读时遇到难理解的问题，可登录易天电学网：www.xxITee.com，观看有关辅导材料或向老师提问进行学习。

本书由蔡杏山主编，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、蔡任英和邵永明等也参与了资料的收集和编写工作。

由于我们水平有限，书中的不足之处在所难免，望广大读者和同仁予以批评指正。

编者

目录

CONTENTS

第1章

电气基础与安全用电

▶▶▶ 1

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	2
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	5
1.2	欧姆定律	6
1.2.1	部分电路欧姆定律	6
1.2.2	全电路欧姆定律	7
1.3	电功、电功率和焦耳定律	8
1.3.1	电功	8
1.3.2	电功率	8
1.3.3	焦耳定律	9
1.4	电阻的连接方式	9
1.4.1	电阻的串联	9
1.4.2	电阻的并联	10
1.4.3	电阻的混联	11
1.5	直流电与交流电	11
1.5.1	直流电	11
1.5.2	单相交流电	12
1.5.3	三相交流电	16
1.6	电磁现象及规律	18
1.6.1	磁铁与磁性材料	18

1.6.2	通电导体产生的磁场	19
1.6.3	通电导体在磁场中的受力情况	20
1.6.4	电磁感应	21
1.6.5	自感与互感	22
1.7	安全用电与急救	24
1.7.1	电流对人体的伤害	24
1.7.2	人体触电的几种方式	25
1.7.3	接地与接零	27
1.7.4	接地装置的安装	30
1.7.5	触电的急救方法	33

第2章

电气基本操作技能

▶▶▶ 34

2.1	常用电工工具及使用	34
2.1.1	螺钉旋具	34
2.1.2	钢丝钳	36
2.1.3	尖嘴钳	36
2.1.4	斜口钳	37
2.1.5	剥线钳	37
2.1.6	电工刀	37
2.1.7	活络扳手	38
2.2	常用测试工具及使用	38
2.2.1	氖管式测电笔	38
2.2.2	数显式测电笔	40
2.2.3	校验灯	41
2.3	电烙铁与焊接技能	42
2.3.1	电烙铁	42
2.3.2	焊料与助焊剂	44
2.3.3	印刷电路板	45
2.3.4	元器件的焊接与拆卸	46
2.4	导线的选择	48
2.4.1	绝缘导线的种类	48
2.4.2	电力电缆的命名	50
2.4.3	绝缘导线的选择	51

2.5	导线的剥削、连接和绝缘恢复	54
2.5.1	导线绝缘层的剥削	54
2.5.2	导线与导线的连接	55
2.5.3	导线与接线柱之间的连接	59
2.5.4	导线绝缘层的恢复	60



第3章

电气仪表的使用

▶▶▶ 61

3.1	指针万用表的使用	61
3.1.1	面板介绍	61
3.1.2	使用前的准备工作	63
3.1.3	测量直流电压	64
3.1.4	测量交流电压	65
3.1.5	测量直流电流	66
3.1.6	测量电阻	67
3.1.7	万用表使用注意事项	68
3.2	数字万用表	69
3.2.1	面板介绍	69
3.2.2	测量直流电压	70
3.2.3	测量交流电压	71
3.2.4	测量直流电流	72
3.2.5	测量电阻	72
3.2.6	测量线路通断	74
3.3	电能表	74
3.3.1	电能表的结构与原理	74
3.3.2	电能表的普通接线方式	76
3.3.3	电子式电能表	76
3.3.4	电能表型号与铭牌含义	78
3.4	钳形表	80
3.4.1	钳形表的结构与测量原理	80
3.4.2	指针式钳形表的使用	80
3.4.3	数字式钳形表的使用	82
3.5	兆欧表	85
3.5.1	摇表工作原理与使用	85

3.5.2	数字式兆欧表的使用	90
3.6	交流电压表	91
3.6.1	外形	91
3.6.2	使用	92
3.7	交流电流表	93
3.7.1	外形	93
3.7.2	使用	93

第4章

低压电器与变压器

▶▶▶ 95

4.1	低压电器	95
4.1.1	开关	95
4.1.2	熔断器	102
4.1.3	断路器	104
4.1.4	漏电保护器	107
4.1.5	交流接触器	111
4.1.6	热继电器	116
4.1.7	中间继电器	121
4.1.8	时间继电器	124
4.1.9	速度继电器	126
4.1.10	压力继电器	127
4.2	变压器	128
4.2.1	变压器的基础知识	128
4.2.2	三相变压器	130
4.2.3	电力变压器	133
4.2.4	自耦变压器	135
4.2.5	交流弧焊变压器	136

第5章

电子元器件

▶▶▶ 138

5.1	电阻器	138
5.1.1	固定电阻器	138

5.1.2	电位器	143
5.1.3	敏感电阻器	144
5.2	电感器	147
5.2.1	外形与图形符号	147
5.2.2	主要参数与标注方法	147
5.2.3	性质	149
5.2.4	检测	150
5.3	电容器	151
5.3.1	结构、外形与图形符号	151
5.3.2	主要参数	151
5.3.3	性质	152
5.3.4	容量与误差的标注方法	154
5.3.5	常见故障及检测	155
5.4	二极管	156
5.4.1	半导体	156
5.4.2	二极管	156
5.4.3	发光二极管	159
5.4.4	稳压二极管	160
5.5	三极管	161
5.5.1	外形与图形符号	161
5.5.2	结构	162
5.5.3	电流、电压规律	163
5.5.4	检测	165
5.6	其他常用元器件	168
5.6.1	光电耦合器	168
5.6.2	晶闸管	169
5.6.3	场效应管	170
5.6.4	IGBT	171
5.6.5	集成电路	173

6.1	三相异步电动机	175
6.1.1	外形与结构	175

6.1.2	三相线组的接线方式	178
6.1.3	三相异步电动机绕组的检测	178
6.1.4	判断电动机的磁极对数和转速	179
6.1.5	测量绕组的绝缘电阻	179
6.2	三相异步电动机常用控制线路识图与安装	180
6.2.1	简单的正转控制线路	180
6.2.2	自锁正转控制线路	181
6.2.3	接触器连锁正反转控制线路	182
6.2.4	限位控制线路	183
6.2.5	自动往返控制线路	185
6.2.6	顺序控制线路	186
6.2.7	多地控制线路	187
6.2.8	星形-三角形降压启动线路	188
6.3	单相异步电动机及控制线路	190
6.3.1	分相式单相异步电动机的基本结构与原理	190
6.3.2	判别分相式单相异步电动机的启动绕组与主绕组	193
6.3.3	罩极式单相异步电动机的结构与原理	193
6.3.4	转向控制线路	194
6.3.5	调速控制线路	195
6.4	直流电动机	197
6.4.1	工作原理	197
6.4.2	外形与结构	198
6.5	步进电动机	199
6.5.1	外形	199
6.5.2	结构与工作原理	200
6.5.3	驱动电路	202
6.6	无刷直流电动机	203
6.6.1	外形	203
6.6.2	结构与工作原理	203
6.6.3	驱动电路	206
6.7	同步电动机	208
6.7.1	外形	208
6.7.2	结构与工作原理	208
6.7.3	同步电动机的启动	209
6.8	开关磁阻电动机	211
6.8.1	外形	211

6.8.2	结构与工作原理	211
6.8.3	开关磁阻电动机与步进电动机的区别	213
6.8.4	驱动电路	213
6.9	直线电动机	214
6.9.1	外形	214
6.9.2	结构与工作原理	214

第 7 章

室内配电与照明插座线路的安装

▶▶▶ 216

7.1	照明光源	216
7.1.1	白炽灯	216
7.1.2	荧光灯	217
7.1.3	卤钨灯	218
7.1.4	高压汞灯	219
7.2	室内配电布线	220
7.2.1	了解整幢楼房的配电系统结构	221
7.2.2	室内配电原则	221
7.2.3	配电布线	222
7.3	开关、插座和配电箱的安装	228
7.3.1	开关的安装	228
7.3.2	插座的安装	230
7.3.3	配电箱的安装	231

第 8 章

弱电线路的接线与安装

▶▶▶ 234

8.1	弱电线路的三种接入方式	234
8.1.1	有线电视 + ADSL 接入方式	234
8.1.2	有线电视 + 电话 + FTTB_LAN 方式	236
8.1.3	有线电视宽带 + 电话方式	236
8.2	有线电视线路的安装	237
8.2.1	同轴电缆	237
8.2.2	电视信号分配器与分支器	238

8.2.3	同轴电缆与接头的连接	239
8.2.4	电视插座的接线与安装	242
8.3	电话线路的安装	243
8.3.1	电话线与RJ11水晶头	243
8.3.2	ADSL 语音分离器	244
8.3.3	电话分线器	244
8.3.4	电话插座的接线与安装	245
8.4	计算机网络线路的安装	247
8.4.1	双绞线、网线和RJ45水晶头	247
8.4.2	网线与RJ45水晶头的两种连接标准	248
8.4.3	网线与水晶头的连接制作	249
8.4.4	网线与水晶头连接的通断测试	251
8.4.5	网线与电脑网络插座的接线与测试	252
8.4.6	ADSL Modem 硬件连接及拨号	254
8.4.7	路由器的硬件连接	256
8.5	弱电模块与弱电箱的安装	257
8.5.1	电视模块	258
8.5.2	电话模块	258
8.5.3	网络模块	259
8.5.4	电源模块	260
8.5.5	弱电线路的安装要点	261
8.5.6	弱电模块的安装与连接	262

9.1	楼宇门禁系统的安装与接线	264
9.1.1	电子门禁系统组成、安装与接线	264
9.1.2	非可视对讲门禁系统类型及说明	269
9.1.3	非可视对讲门禁系统的安装与接线	270
9.1.4	可视对讲门禁系统介绍	271
9.1.5	可视对讲门禁系统室内机的安装与接线	272
9.1.6	紧急按钮开关的接线与安装	275
9.2	视频监控系统的安装与接线	276

9.2.1	模拟式视频监控系统的组成与安装接线	276
9.2.2	POE 数字视频监控系统的组成与安装接线	279
9.2.3	无线视频监控系统的组成与安装接线	282

10.1	电梯的基本工作原理与组成	284
10.1.1	基本结构与工作原理	284
10.1.2	电梯的组成	285
10.2	机房部分	286
10.2.1	有齿轮曳引机	287
10.2.2	无齿轮曳引机	288
10.2.3	曳引绳和曳引轮	288
10.2.4	导向轮和反绳轮	289
10.3	轿厢和层站部分	290
10.3.1	轿厢架	290
10.3.2	轿厢体	291
10.3.3	轿厢门及开关门机构	292
10.3.4	轿厢门防夹装置	293
10.3.5	层站的组成	294
10.3.6	层站的门锁	294
10.3.7	层门的紧急开锁装置	295
10.4	井道部分	295
10.4.1	导轨	295
10.4.2	对重装置与补偿链	296
10.4.3	限速器与安全钳	298
10.4.4	缓冲装置	300
10.5	电梯的电气系统	300
10.5.1	电梯的主要电气部件	300
10.5.2	微机与PLC电气控制柜	304
10.5.3	简易十五层电梯控制电路	305
10.5.4	由V80系列PLC构成的电梯电气控制系统	306

11.1	电气图的分类	309
11.1.1	系统图	309
11.1.2	电路图	310
11.1.3	接线图	311
11.1.4	电气平面图	311
11.1.5	设备元件和材料表	312
11.2	电气图的制图与识图规则	313
11.2.1	图纸格式、幅面尺寸和图幅分区	313
11.2.2	图线和字体等规定	314
11.2.3	电气图的布局	316
11.3	电气图的表示方法	317
11.3.1	电气连接线的表示方法	317
11.3.2	电气元件的表示方法	319
11.3.3	电气线路的表示方法	323
11.4	电气符号	323
11.4.1	图形符号	324
11.4.2	文字符号	325
11.4.3	项目代号	325
11.4.4	回路标号	329

12.1	照明动力设备及线路的符号与标注方法	332
12.1.1	照明灯具的标注	332
12.1.2	配电线路的标注	334
12.1.3	用电设备的标注	335
12.1.4	电力和照明设备的标注	336
12.1.5	开关与熔断器的标注	336
12.1.6	电缆的标注	336

12.1.7	照明与动力配电电气图常用电气设备符号	336
12.2	住宅照明配电电气图的识读	337
12.2.1	整幢楼总电气系统图的识读	337
12.2.2	楼层配电箱电气系统图的识读	339
12.2.3	户内配电箱电气系统图及接线图的识读	339
12.2.4	住宅照明与插座电气平面图的识读	341
12.2.5	住宅照明线路接线图的识读	344
12.2.6	住宅插座线路接线图的识读	345
12.3	动力配电电气图的识读	345
12.3.1	动力配电系统的三种接线方式	346
12.3.2	动力配电系统图的识图实例	347
12.3.3	动力配电平面图的识图实例	348
12.3.4	动力配电线路图和接线图的识图实例	349

第13章

常用机床电气控制线路识图

▶▶▶ 352

13.1	车床的控制线路	352
13.1.1	CA6140车床简介	353
13.1.2	CA6140车床的控制线路	353
13.2	刨床的控制线路	355
13.2.1	常见刨床的特点	355
13.2.2	B690型刨床的控制线路	356
13.3	磨床的控制线路	357
13.3.1	M7130型磨床介绍	357
13.3.2	M7130型磨床的控制线路	357
13.4	钻床的控制线路	360
13.4.1	Z3050型钻床介绍	360
13.4.2	Z3050型钻床的控制线路	360

第14章

电子电路的识读

▶▶▶ 364

14.1	放大电路的识读	364
14.1.1	固定偏置放大电路	364

14.1.2	电压负反馈放大电路	366
14.1.3	分压式电流负反馈放大电路	367
14.1.4	交流放大电路	367
14.2	谐振电路	369
14.2.1	串联谐振电路	369
14.2.2	并联谐振电路	370
14.3	振荡器	372
14.3.1	振荡器组成与原理	372
14.3.2	变压器反馈式振荡器	373
14.4	电源电路	373
14.4.1	电源电路的组成	374
14.4.2	整流电路	374
14.4.3	滤波电路	376
14.4.4	稳压电路	380
14.4.5	开关电源的特点与工作原理	382
14.4.6	自激式开关电源的电路分析	385
14.4.7	它激式开关电源的电路分析	387

15.1	电源与充电器电路的识读	392
15.1.1	单、倍压整流电源电路	392
15.1.2	0 ~ 12V 可调电源电路	393
15.1.3	采用集成稳压器的可调电源电路	394
15.1.4	USB 手机充电器电路	394
15.2	LED 灯电路的识读	397
15.2.1	LED 灯介绍	397
15.2.2	采用 220V 交流电源供电的 4 种 LED 灯电路	397
15.2.3	采用直流电源供电的 3 种 LED 灯电路	399
15.2.4	LED 灯带的电路结构与安装	401
15.3	音频电路的识读	403
15.3.1	可调音频信号发生器电路	403
15.3.2	小功率集成立体声功放器电路	404
15.3.3	2.1 声道多媒体有源音箱电路	405

15.4 其他实用电路的识读	407
15.4.1 两个开关控制一盏灯电路	407
15.4.2 五个开关控制五层楼道灯电路	407
15.4.3 简易防盗报警电路	407

16.1 了解PLC	409
16.1.1 什么是PLC	409
16.1.2 PLC控制与继电器控制的比较	410
16.2 PLC的组成与工作原理	411
16.2.1 PLC的组成	411
16.2.2 PLC的工作方式	412
16.2.3 PLC用户程序的执行过程	412
16.3 三菱FX系列PLC介绍	413
16.3.1 三菱FX系列各类型PLC的特点	414
16.3.2 三菱FX系列PLC型号的命名方法	414
16.3.3 三菱FX2N PLC基本单元面板说明	415
16.4 三菱PLC控制电动机正反转的软硬件开发实例	416
16.4.1 明确系统的控制要求	416
16.4.2 确定输入/输出设备并分配合适的I/O端子	417
16.4.3 绘制控制线路图	417
16.4.4 编写控制程序	417
16.4.5 连接PLC并写入程序	418
16.4.6 调试运行并投入使用	419
16.5 三菱PLC编程软件的安装与使用	419
16.5.1 软件的安装和启动	419
16.5.2 程序的编写	421
16.5.3 程序的转换与下载	423
16.6 PLC常用控制线路与梯形图	424
16.6.1 启动、自锁和停止控制的PLC线路与梯形图	424
16.6.2 正、反转联锁控制的PLC线路与梯形图	426
16.6.3 多地控制的PLC线路与梯形图	427
16.6.4 定时控制的PLC线路与梯形图	428