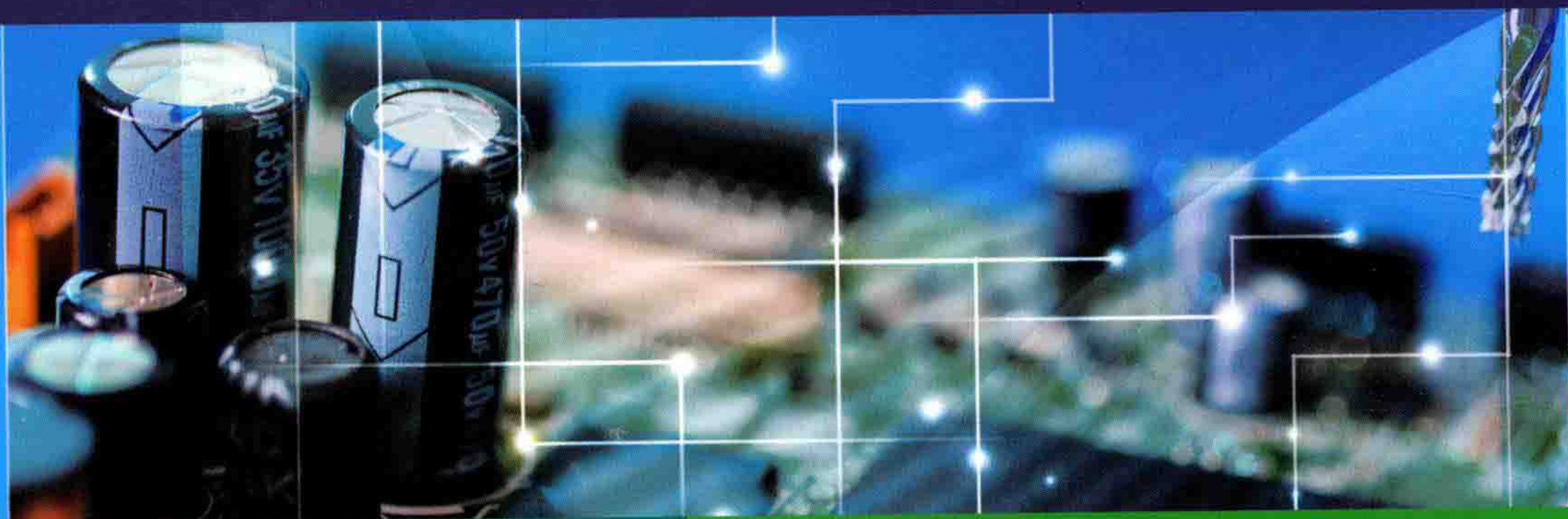


# 电气工程师 自学成才手册 (提高篇)

◎ 蔡杏山 主编



Electrical  
Engineer



中国工信出版集团



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
<http://www.phei.com.cn>



# 电气工程师自学成才手册

(提高篇)

蔡杏山 主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

《电气工程师自学成才手册》分为基础篇、提高篇、精通篇三册，本书为提高篇，主要介绍住宅配电线路的设计规划，常用电动工具的使用，暗装方式敷设电气线路，明装方式敷设电气线路，开关、插座的接线与安装，灯具、浴霸的接线与安装，弱电线路及门禁系统的接线与安装，电工识图基础，电工测量电路的识读，照明与动力配电线路的识读，供配电系统电气线路的识读，电子电路的识读，电力电子电路的识读，实用电工电子电路的识读，变频器的组成与主电路原理及检修，变频器的电源、驱动电路原理与检修，变频器的其他电路原理与检修等内容。

本书具有基础起点低、内容由浅入深、语言通俗易懂、结构安排符合学习认知规律的特点，适合作为电气工程师中级阶段的自学图书，也可作为职业学校和社会培训机构中级层次的电工技术教材。

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

电气工程师自学成才手册. 提高篇 / 蔡杏山主编. —北京：电子工业出版社，2018.1  
ISBN 978-7-121-33029-2

I. ①电… II. ①蔡… III. ①电工技术—手册 IV. ①TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2017）第 281355 号

责任编辑：刘真平

印 刷：三河市君旺印务有限公司

装 订：三河市君旺印务有限公司

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：787×1 092 1/16 印张：26.25 字数：672 千字

版 次：2018 年 1 月第 1 版

印 次：2018 年 1 月第 1 次印刷

定 价：88.00 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）88254888，88258888。

质量投诉请发邮件至 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@phei.com.cn)，盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

本书咨询联系方式：（010）88254498。



# 前 言

随着科学技术的发展,社会各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工技术人才。对于一些对电工技术一无所知或略有一点基础的人来说,要想成为一名电气工程师或达到相同的技术程度,既可以在培训机构培训,也可以在职业学校系统学习,还可以自学成才,不管是哪种情况,都需要一些合适的学习图书,选择一些好图书,不但可以让学习者轻松迈入电工技术大门,而且能让学习者的技术水平迅速提高,快速成为电工技术领域的行家里手。

《电气工程师自学成才手册》是一套零基础起步、由浅入深、知识技能系统全面的电工技术学习图书,读者只要具有初中文化水平,通过系统阅读本套图书,就能很快达到电气工程师的技术水平。本套图书分为基础篇、提高篇、精通篇三册,其内容说明如下。

《电气工程师自学成才手册(基础篇)》主要包括电工基础知识,电工工具的使用与导线选用连接,电工电子测量仪表的使用,低压电器,电子元器件,变压器,电动机,三相异步电动机的常用控制电路,单相异步电动机及控制电路,直流电动机及控制电路,常用机床电气控制电路,变频器入门,PLC入门等内容。

《电气工程师自学成才手册(提高篇)》主要包括住宅配电线路的设计规划,常用电动工具的使用,暗装方式敷设电气线路,明装方式敷设电气线路,开关、插座的接线与安装,灯具、浴霸的接线与安装,弱电线路及门禁系统的接线与安装,电工识图基础,电工测量电路的识读,照明与动力配电线路的识读,供配电系统电气线路的识读,电子电路的识读,电力电子电路的识读,实用电工电子电路的识读,变频器的组成与主电路原理及检修,变频器的电源、驱动电路原理与检修,变频器的其他电路原理与检修等内容。

《电气工程师自学成才手册(精通篇)》主要包括PLC入门与实践操作,三菱FX系列PLC硬件接线和软元件说明,三菱PLC编程与仿真软件的使用,基本梯形图元件与指令的使用及实例,步进指令的使用及实例,应用指令的使用举例,模拟量模块的使用,PLC通信,变频器的使用,变频器的典型控制功能及应用电路,变频器的选用、安装与维护,PLC与变频器的综合应用,触摸屏与PLC的综合应用,交流伺服系统的组成与原理,三菱通用伺服驱动器的硬件系统,三菱伺服驱动器的显示操作与参数设置,伺服驱动器三种工作模式的应用举例与标准接线,步进电机与步进驱动器的使用及应用实例,三菱定位模块的使用等内容。

《电气工程师自学成才手册》主要有以下特点:



- ◆ **基础起点低。**读者只需具有初中文化程度即可阅读本套图书。
- ◆ **语言通俗易懂。**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，阅读起来感觉会十分顺畅。
- ◆ **内容解说详细。**考虑到自学时一般无人指导，因此在编写过程中对书中的知识技能进行详细解说，让读者能轻松理解所学内容。
- ◆ **采用图文并茂的表现方式。**书中大量采用读者喜欢的直观形象的图表方式表现内容，使阅读变得非常轻松，不易产生阅读疲劳。
- ◆ **内容安排符合认识规律。**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。
- ◆ **突出显示知识要点。**为了帮助读者掌握书中的知识要点，书中用阴影和文字加粗的方法突出显示知识要点，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](http://www.xxITee.com)，观看有关辅导材料或向老师提问进行学习，读者也可以在该网站了解本套图书的新书信息。

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、吴泽民、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，在此一并表示感谢。由于我们水平有限，书中的错误和疏漏在所难免，望广大读者和同仁予以批评指正。

编者

# 目 录

第 1 章 住宅配电线路的设计规划	1
1.1 住宅供配电系统	1
1.1.1 电能的传输环节	1
1.1.2 TN-C 供电方式和 TN-S 供电方式	1
1.1.3 用户配电系统	3
1.2 住宅常用配电方式与配电原则	4
1.2.1 按家用电器的类型分配电源支路	4
1.2.2 按区域分配电源支路	4
1.2.3 混合型分配电源支路	5
1.2.4 住宅配电的基本原则	5
1.3 电能表、开关的容量及导线截面积的选择	6
1.3.1 电能表、总开关的容量和入户导线截面积的选择	6
1.3.2 支路开关的容量与支路导线截面积的选择	8
1.4 配电箱的安装	9
1.4.1 配电箱的外形与结构	9
1.4.2 配电电器的安装与接线	10
1.5 住宅配电线路的走线规划	11
1.5.1 照明线路的走顶与连接规划	11
1.5.2 照明线路的走地与连接规划	13
1.5.3 插座线路的走线与连接规划	15
第 2 章 常用电动工具的使用	18
2.1 冲击电钻的使用	18
2.1.1 外形	18
2.1.2 外部组件	18
2.1.3 使用	19
2.2 电锤的使用	22
2.2.1 外形	22
2.2.2 外部组件	23



2.2.3	使用	23
2.2.4	电锤与冲击电钻的特点、用途和区别	24
2.3	云石切割机的使用	24
2.3.1	外形	24
2.3.2	外部组件	25
2.3.3	使用	25
<b>第3章</b>	<b>暗装方式敷设电气线路</b>	<b>27</b>
3.1	布线选材	27
3.1.1	套管的选择	27
3.1.2	导线的选择	28
3.1.3	插座、开关、灯具安装盒的选择	30
3.2	布线定位与开槽	32
3.2.1	确定灯具、开关、插座的安装位置	32
3.2.2	确定线路（布线管）的走向	33
3.2.3	画线定位	34
3.2.4	开槽	35
3.3	线管的加工与敷设	36
3.3.1	线管的加工	36
3.3.2	线管的敷设	39
3.4	导线穿管和测试	41
3.4.1	导线穿管的常用方法	41
3.4.2	导线穿管注意事项	42
3.4.3	套管内的导线通断和绝缘性能测试	43
<b>第4章</b>	<b>明装方式敷设电气线路</b>	<b>45</b>
4.1	线槽布线	45
4.1.1	布线定位	45
4.1.2	线槽的安装	46
4.1.3	用配件安装线槽	46
4.1.4	线槽布线的配电方式	47
4.2	瓷夹板布线	50
4.2.1	瓷夹板的安装	51
4.2.2	瓷夹板布线要点	52
4.3	护套线布线	52
4.3.1	护套线及线夹卡	52



4.3.2	单钉夹安装护套线	53
4.3.3	用铝片卡安装护套线	53
4.3.4	护套线布线注意事项	54
<b>第 5 章</b>	<b>开关、插座的接线与安装</b>	<b>56</b>
5.1	开关的接线与安装	56
5.1.1	开关的安装	56
5.1.2	单控开关的种类及接线	58
5.1.3	双控开关的种类及接线	58
5.1.4	中途开关的种类及接线	61
5.1.5	触摸延时和声光控开关的接线	62
5.1.6	调光和调速开关的接线	63
5.1.7	开关防水盒的安装	64
5.2	插座的接线与安装	64
5.2.1	插座的种类	64
5.2.2	插座的拆卸与安装	65
5.2.3	插座安装与接线注意事项	66
5.2.4	导线的接头处理	66
<b>第 6 章</b>	<b>灯具、浴霸的接线与安装</b>	<b>69</b>
6.1	白炽灯的接线与安装	69
6.1.1	结构与原理	69
6.1.2	白炽灯的常用控制线路	69
6.1.3	安装注意事项	69
6.2	荧光灯的接线与安装	70
6.2.1	普通荧光灯的接线与安装	70
6.2.2	多管荧光灯的接线与安装	75
6.2.3	环形（或方形）荧光灯的接线与吸顶安装	78
6.3	吊灯的安装	79
6.3.1	外形	79
6.3.2	安装	80
6.4	筒灯与 LED 灯带的安装	82
6.4.1	筒灯的安装	82
6.4.2	LED 灯带的电路结构与安装	82
6.5	浴霸的安装	85
6.5.1	种类	85



6.5.2	结构	86
6.5.3	接线	87
6.5.4	壁挂式浴霸的安装	88
6.5.5	吊顶式浴霸的安装	89
6.6	电气线路安装后的检测	91
6.6.1	用万用表检测电气线路有无短路及查找短路点	91
6.6.2	用兆欧表检测电气线路绝缘性能及查找漏电点	92
6.6.3	用校验灯检查插座是否通电	93
6.6.4	用测电笔检测插座的极性	93
<b>第7章</b>	<b>弱电线路及门禁系统的接线与安装</b>	<b>94</b>
7.1	弱电线路的三种接入方式	94
7.1.1	有线电视+ADSL方式	94
7.1.2	有线电视+电话+FTTB_LAN方式	95
7.1.3	有线电视宽带+电话方式	95
7.2	有线电视线路的安装	96
7.2.1	同轴电缆	96
7.2.2	电视信号分配器与分支器	97
7.2.3	同轴电缆与接头的连接	99
7.2.4	电视插座的接线与安装	101
7.3	电话线路的安装	102
7.3.1	电话线与RJ11水晶头	102
7.3.2	ADSL语音分离器	104
7.3.3	电话分线器	105
7.3.4	电话插座的接线与安装	105
7.4	计算机网络线路的安装	107
7.4.1	双绞线、网线和RJ45水晶头	107
7.4.2	网线与RJ45水晶头的两种连接标准	108
7.4.3	网线与水晶头的连接	109
7.4.4	网线与水晶头连接的通断测试	111
7.4.5	网线与计算机网络插座的接线与测试	112
7.4.6	ADSL Modem硬件连接及拨号	114
7.4.7	路由器的硬件连接	118
7.4.8	路由器的设置	119
7.5	弱电模块与弱电箱的安装	123
7.5.1	电视模块	123



7.5.2	电话模块	124
7.5.3	网络模块	125
7.5.4	电源模块	125
7.5.5	弱电线路的安装要点	126
7.5.6	弱电模块的安装与连接	127
7.6	可视对讲门禁系统的接线与安装	129
7.6.1	单对讲门禁系统介绍	129
7.6.2	可视对讲门禁系统介绍	130
7.6.3	可视对讲门禁系统室内机的接线与安装	131
7.6.4	紧急按钮开关的接线与安装	133
<b>第 8 章</b>	<b>电工识图基础</b>	<b>136</b>
8.1	电气图的分类	136
8.1.1	系统图	136
8.1.2	电路图	137
8.1.3	接线图	137
8.1.4	电气平面图	138
8.1.5	设备元件和材料表	138
8.2	电气图的制图与识图规则	139
8.2.1	图纸格式、幅面尺寸和图纸分区	140
8.2.2	图线和字体等规定	141
8.2.3	电气图的布局	143
8.3	电气图的表示方法	144
8.3.1	电气连接线的表示方法	144
8.3.2	电气元件的表示方法	147
8.3.3	电气线路的表示方法	150
8.4	电气符号	151
8.4.1	图形符号	151
8.4.2	文字符号	153
8.4.3	项目代号	153
8.4.4	回路标号	157
<b>第 9 章</b>	<b>电工测量电路的识读</b>	<b>160</b>
9.1	电流和电压测量电路的识读	160
9.1.1	电流测量电路	160
9.1.2	电压测量电路	162



9.2	功率和功率因数测量电路的识读	164
9.2.1	功率的类型与基本测量方法	164
9.2.2	单相和三相功率测量电路	165
9.2.3	功率因数测量电路	167
9.3	电能测量电路的识读	168
9.3.1	电能表的结构与原理	168
9.3.2	单相有功电能的测量电路	169
9.3.3	三相有功电能的测量电路	170
9.3.4	三相无功电能的测量电路	171
<b>第 10 章</b>	<b>照明与动力配电线路的识读</b>	<b>173</b>
10.1	基础知识	173
10.1.1	照明灯具的标注	173
10.1.2	配电线路的标注	174
10.1.3	用电设备的标注	176
10.1.4	电力和照明设备的标注	176
10.1.5	开关与熔断器的标注	176
10.1.6	电缆的标注	177
10.1.7	照明与动力配电电气图常用电气设备符号	177
10.2	住宅照明配电电气图的识读	178
10.2.1	整幢楼总电气系统图的识读	178
10.2.2	楼层配电箱电气系统图的识读	180
10.2.3	户内配电箱电气系统图的识读	180
10.2.4	住宅照明与插座电气平面图的识读	181
10.3	动力配电电气图的识读	183
10.3.1	动力配电系统的三种接线方式	183
10.3.2	动力配电系统图的识图实例	185
10.3.3	动力配电平面图的识图实例	186
10.3.4	动力配电线路图和接线图的识图实例	187
<b>第 11 章</b>	<b>供配电系统电气线路的识读</b>	<b>191</b>
11.1	供配电系统简介	191
11.1.1	供配电系统的组成	191
11.1.2	变电所与配电所	192
11.1.3	电力系统的电压规定	192
11.2	变配电所主电路的接线形式	193



11.2.1	无母线主接线	194
11.2.2	单母线主接线	197
11.2.3	双母线主接线	198
11.3	供配电系统主接线图的识读	200
11.3.1	发电厂电气主接线图的识读	200
11.3.2	35kV/6kV 大型工厂降压变电所电气主接线图的识读	206
11.3.3	10kV/0.4kV 小型工厂变电所电气主接线图的识读	206
11.4	供配电系统二次电路的识读	210
11.4.1	二次电路与一次电路的关系说明	210
11.4.2	二次电路的原理图、展开图和安装接线图	211
11.4.3	直流操作电源的识读	218
11.4.4	断路器控制和信号电路的识读	219
11.4.5	中央信号电路的识读	220
11.4.6	继电器保护电路的识读	223
11.4.7	电测量仪表电路的识读	225
11.4.8	自动装置电路的识读	225
11.4.9	发电厂与变配电所电路的数字标号与符号标注规定	228
<b>第 12 章</b>	<b>电子电路的识读</b>	<b>231</b>
12.1	放大电路的识读	231
12.1.1	固定偏置放大电路	231
12.1.2	电压负反馈放大电路	232
12.1.3	分压式电流负反馈放大电路	233
12.1.4	交流放大电路	234
12.2	谐振电路	236
12.2.1	串联谐振电路	236
12.2.2	并联谐振电路	237
12.3	振荡器	239
12.3.1	振荡器的组成与原理	239
12.3.2	变压器反馈式振荡器	240
12.4	电源电路	240
12.4.1	电源电路的组成	241
12.4.2	整流电路	241
12.4.3	滤波电路	244
12.4.4	稳压电路	247
12.4.5	开关电源的特点与工作原理	250



12.4.6	自激式开关电源的电路分析	253
12.4.7	他激式开关电源的电路分析	255
<b>第 13 章</b>	<b>电力电子电路的识读</b>	<b>257</b>
13.1	整流电路（AC-DC 变换电路）	257
13.1.1	不可控整流电路	257
13.1.2	可控整流电路	262
13.2	斩波电路（DC-DC 变换电路）	265
13.2.1	基本斩波电路	266
13.2.2	复合斩波电路	270
13.3	逆变电路（DC-AC 变换电路）	273
13.3.1	逆变原理	273
13.3.2	电压型逆变电路	274
13.3.3	电流型逆变电路	278
13.3.4	复合型逆变电路	280
13.4	PWM 控制技术	283
13.4.1	PWM 控制的基本原理	283
13.4.2	SPWM 波的产生	284
13.4.3	PWM 控制方式	287
13.4.4	PWM 整流电路	290
13.5	交流调压电路	292
13.5.1	单向晶闸管交流调压电路	292
13.5.2	双向晶闸管交流调压电路	296
13.5.3	脉冲控制交流调压电路	299
13.5.4	三相交流调压电路	301
13.6	交-交变频电路（AC-AC 变换电路）	301
13.6.1	单相交-交变频电路	301
13.6.2	三相交-交变频电路	304
<b>第 14 章</b>	<b>实用电工电子电路的识读</b>	<b>306</b>
14.1	电源与充电器电路的识读	306
14.1.1	单、倍压整流电源电路	306
14.1.2	0~12V 可调电源电路	306
14.1.3	采用集成稳压器的可调电源电路	307
14.1.4	USB 手机充电器电路	308
14.2	LED 灯电路的识读	310



14.2.1	LED 灯介绍	310
14.2.2	直接电阻降压式 LED 灯电路	311
14.2.3	直接整流式 LED 灯电路	311
14.2.4	电容降压整流式 LED 灯电路	311
14.2.5	整流及恒流供电的 LED 灯电路	312
14.2.6	采用 1.5V 电池供电的 LED 灯电路	313
14.2.7	采用 4.2~12V 直流电源供电的 LED 灯电路	314
14.2.8	采用 36V/48V 蓄电池供电的 LED 灯电路	314
14.3	音频电路的识读	315
14.3.1	可调音频信号发生器电路	315
14.3.2	小功率集成立体声功放器电路	316
14.3.3	2.1 声道多媒体有源音箱电路	316
14.4	其他实用电路的识读	318
14.4.1	两个开关控制一盏灯电路	318
14.4.2	五个开关控制五层楼道灯电路	319
14.4.3	简易防盗报警电路	319
<b>第 15 章</b>	<b>变频器的组成与主电路原理及检修</b>	<b>321</b>
15.1	变频器的调速原理与基本组成	321
15.1.1	异步电动机的两种调速方式	321
15.1.2	变频器的基本结构及原理	322
15.2	变频器主电路的各单元电路工作原理	323
15.2.1	变频器主电路的功能与组成	323
15.2.2	整流电路	323
15.2.3	中间电路	324
15.2.4	逆变电路	327
15.3	变频器主电路实例电路分析	329
15.3.1	典型主电路实例电路分析一	329
15.3.2	典型主电路实例电路分析二	330
15.4	变频器主电路的检修	333
15.4.1	变频器电路的工作流程	333
15.4.2	主电路各单元电路的常见故障	334
15.4.3	不带电检修主电路	335
15.4.4	变频器无输出电压的检修	337
15.4.5	主电路大量元件损坏的检修	338



<b>第 16 章 变频器的电源、驱动电路原理与检修</b> .....	340
16.1 变频器的电源电路原理与检修 .....	340
16.1.1 变频器电源电路的取电方式 .....	340
16.1.2 自激式开关电源典型电路分析 .....	340
16.1.3 自激式开关电源的检修 .....	343
16.1.4 他激式开关电源典型电路分析 .....	346
16.1.5 他激式开关电源的检修 .....	350
16.2 变频器的驱动电路原理与检修 .....	352
16.2.1 驱动电路与其他电路的连接 .....	352
16.2.2 驱动电路的基本工作原理 .....	353
16.2.3 四种典型的驱动电路实例分析 .....	354
16.2.4 制动电路的驱动 .....	363
16.2.5 检修驱动电路的注意事项及技巧 .....	364
16.2.6 驱动电路的常见故障及原因 .....	364
16.2.7 驱动电路的检修 .....	365
<b>第 17 章 变频器的其他电路原理与检修</b> .....	371
17.1 变频器的检测电路原理与检修 .....	371
17.1.1 电压检测电路及检修 .....	371
17.1.2 电流检测电路及检修 .....	376
17.1.3 温度检测电路及检修 .....	380
17.2 变频器的 CPU 电路原理与检修 .....	382
17.2.1 CPU 基本电路及检修 .....	382
17.2.2 外部输入/输出端子接口电路及检修 .....	384
17.2.3 内部输入/输出电路及检修 .....	388
<b>附录 A 常用电气图用图形符号</b> .....	392
<b>附录 B 常用电气设备用图形符号</b> .....	398
<b>附录 C 电气设备基本文字符号</b> .....	400
<b>附录 D 电气设备辅助文字符号</b> .....	403



# 第 1 章 住宅配电线路的设计规划

## 1.1 住宅供配电系统

### 1.1.1 电能的传输环节

一般住宅用户的用电由当地电网提供，而当地电网的电能来自发电站。发电站的电能传输到用户的环节如图 1-1 所示，发电站的发电机输出电压先经升压变压器升至 220kV 电压，然后通过高压输电线进行远距离传输，到达用电区后，先送到一次高压变电所，由降压变压器将 220kV 电压降压成 110kV 电压，接着送到二次高压变电所，由降压变压器将 110kV 电压降压成 10kV 电压，10kV 电压一部分送到需要高压的工厂使用，另一部分送到低压变电所，由降压变压器将 10kV 电压降压成 220/380V 电压，提供给一般用户使用。

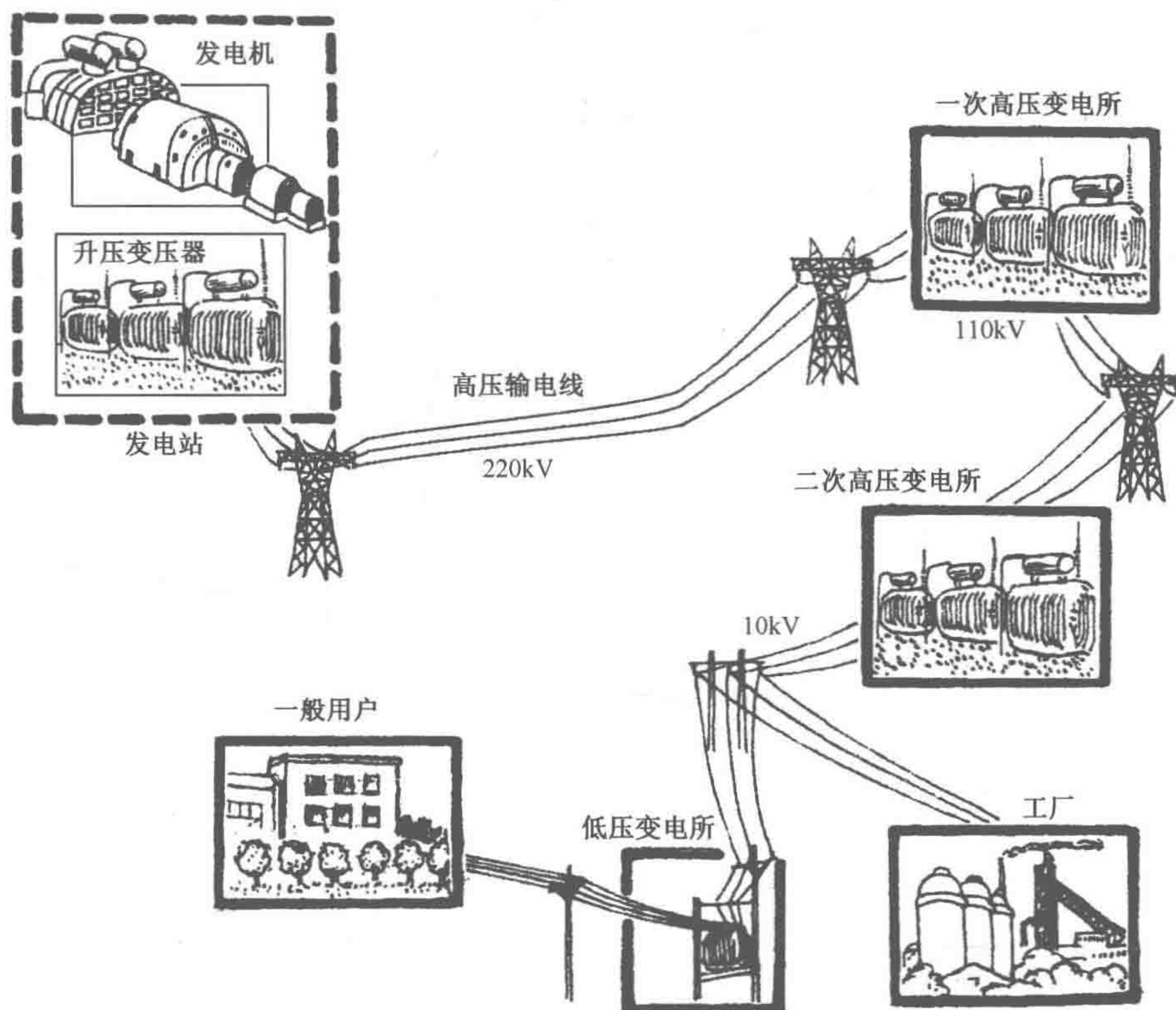


图 1-1 电能的传输环节

### 1.1.2 TN-C 供电方式和 TN-S 供电方式

住宅用户使用 220/380V 电压，它由低压变电所（或小区配电房）提供，低压变电所的



降压变压器将 10kV 的交流电压转换成 220/380V 的交流电压，然后提供给用户。低压变电所为住宅用户供电主要有两种方式：**TN-C** 供电方式（三相四线制）和 **TN-S** 供电方式（三相五线制）。

### 1. TN-C 供电方式

TN-C 供电方式属于三相四线制，如图 1-2 所示。在该供电方式中，中性线直接与大地连接，并且接地线和中性线合二为一（即只有一根接地的中性线，无接地线）。**TN-C** 供电方式常用在低压公用电网及农村集体电网等小负荷系统。

在图 1-2 所示的 TN-C 供电系统中，低压变电所的降压变压器将 10kV 电压降为 220/380V（相线与中性线之间的电压为 220V，相线之间的电压为 380V），为了平衡变压器输出电能，将 L1 相电源分配给 A、B 村庄，将 L2 相电源分配给 C、D 村庄，将 L3 相电源分配给 E、F 村庄，将 L1、L2、L3 三相电源提供给三相电用户，每个村庄的入户线为两根，而三相电用户的输入线有四根。电能表分别用来计量各个村庄及三相用户的用电量，断路器分别用来切换各个村庄和三相用户的用电。图中虚线框内的部分通常设在低压变电所。

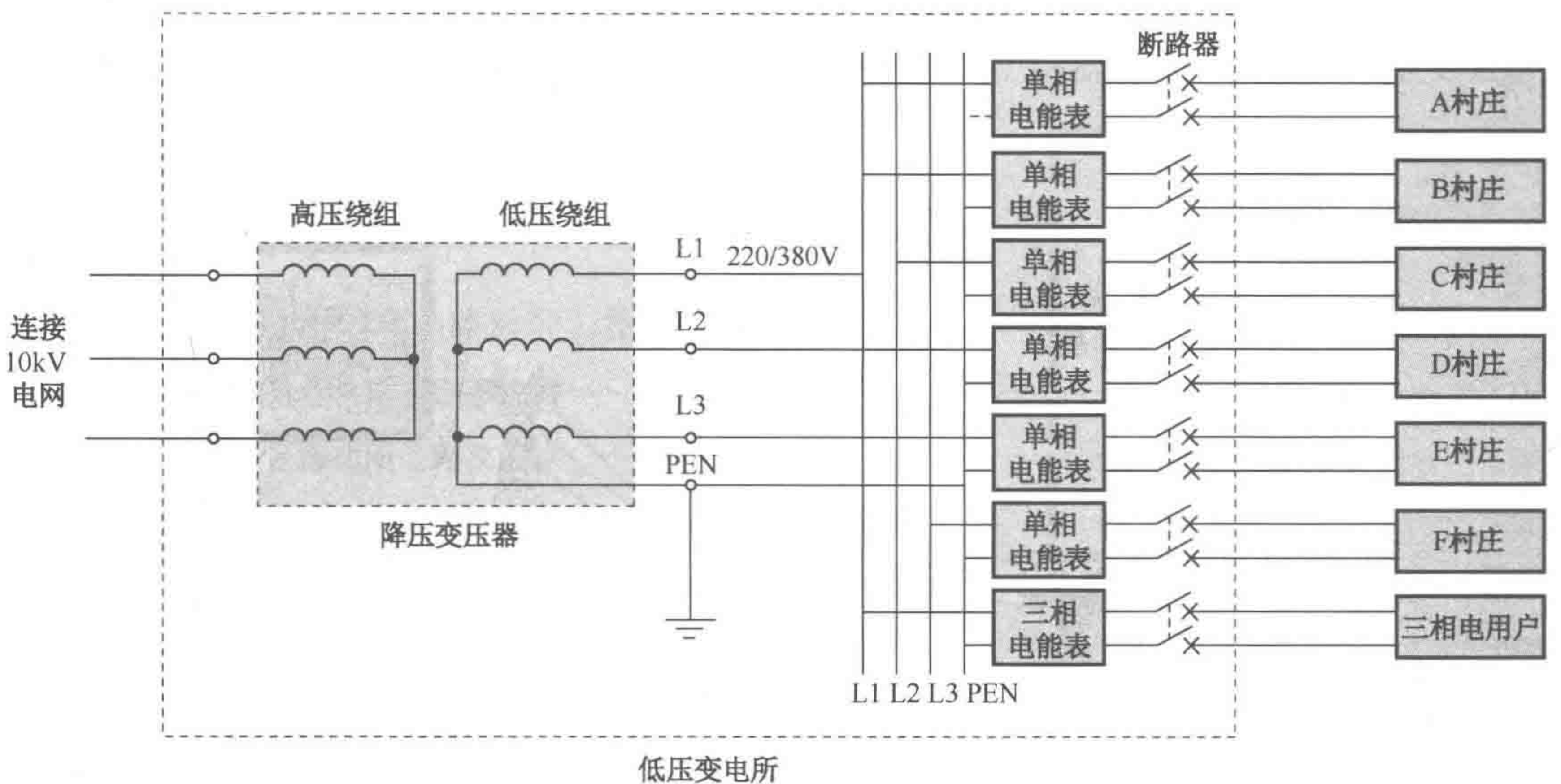


图 1-2 TN-C 供电方式

### 2. TN-S 供电方式

TN-S 供电方式属于三相五线制，如图 1-3 所示。在该供电方式中，中性线和接地线是分开的，在送电端，中性线和地线都与大地连接，在正常情况下，中性线与相线构成回路，有电流流过，而接地线无电流流过。**TN-S** 供电方式的安全性能好，欧美各国普遍采用这种供电方式，我国也在逐步推广采用，一些城市小区普遍采用这种供电方式。

在图 1-3 所示的 TN-S 供电系统中，单相电用户的入户线有三根（相线、中性线和接地线），三相电用户的输入线有五根（三根相线、一根中性线和一根接地线）。电能表分别用来计量各幢楼及三相用户的用电量，断路器分别用来切换各幢楼及三相用户的用电。图中虚线框内的部分通常设在小区的配电房内。