

全程图解电子产品
维修技能系列丛书

数码维修工程师鉴定指导中心 组织编写

主 编 韩雪涛
副主编 吴 瑛 韩广兴

全程图解

识图技巧 电工实用电路

全程图解电子产品
维修技能系列丛书

数码维修工程师鉴定指导中心 组织编写

主 编 韩雪涛
副主编 吴 瑛 韩广兴

全程图解

识图技巧 电工实用电路

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书从电气产品维修的岗位需求出发,结合读者的学习习惯和学习特点,将电气产品实用电路识图的方法、技巧及知识技能的难易程度和行业标准划分成9个项目模块展开教学。即:电工电路识图基础;电工电路的识读方法;室内照明控制电路的识图技巧;公共照明控制电路的识图技巧;电动机控制电路的识图技巧;电气设备控制电路的识图技巧;软启动器控制电路的识图技巧;变频器控制电路的识图技巧;PLC控制电路的识图技巧。

为突出本书特色,采用了图文讲解、图例演示、图注提示、资料链接、要点说明等多种解读方式,对照每个技能实训递包的电路划分、识读流程进行结构原理分析,讲解识图方法和技巧,大大地提升了图书的可读性、实用性。本书所用的电路均来源于实际电气产品,完全真实、准确、可靠。

本书可作为电气产品维修专业技能培训机构的培训教材,也可作为各职业院校电气专业的实训教材,同时也适合从事电气产品生产、调试、维修的技术人员和业余爱好者阅读。

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

全程图解电工实用电路识图技巧 / 韩雪涛主编. —北京:电子工业出版社,2013.3

(全程图解电子产品维修技能系列丛书)

ISBN 978-7-121-19620-1

I. ①全… II. ①韩… III. ①电路图—识别—图解IV. ①TM13-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第030130号

策划编辑: 谭佩香

责任编辑: 鄂卫华

印 刷: 中国电影出版社印刷厂

装 订: 中国电影出版社印刷厂

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: 787×1092 1/16 印张: 17 字数: 414千字

印 次: 2013年3月第1次印刷

定 价: 45.00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。

编委会名单

主 编 韩雪涛

副主编 吴 瑛 韩广兴

编 委 张丽梅 王新霞 马 楠 宋永欣

吴鹏飞 梁 明 宋明芳 张湘萍

吴 玮 韩雪冬 吴惠英 高瑞征



前 言

在电工电子安装、调试、维修的各个领域中，电工电路图的识读技巧无疑是最基础的一项实用技能。为了让更多的读者能够根据电路图了解电气产品电路的结构，知晓电路的工作原理，并能指导完成调试、维修的工作。我们特编写了“全程图解电子产品维修技能系列丛书”，《全程图解电工实用电路识图技巧》是其中的一本，主要以讲授电工实用电路识图技巧为目的的专业技能培训图书。

“全程图解”和“技能速递”是本书的两大特色。“全程图解”主要是指本书表现形式上的特色，即根据所表达电路知识和识读技巧的特点，分别采用“图解”、标注信号流程、“文字表述”等多种表现形式，而“技能速递”则是本书时效性上的特点。为实现这两大特色，本书在章节的编排上，注重循序渐进，将电路知识学习和识图技巧实训巧妙地结合在一起，知识的选取以实用、够用为原则，识图技巧的实训则重点注重电路结构及电路功能。

为应对电气产品更新变化快的特点，本书从内容的选取上进行了充分的准备和认真的筛选，尽可能以目前社会上的岗位需求作为培训的目标，力求能够让读者从图书中学到实用、有用的东西。因此本书中所选取的电路均来源于实际的电气产品。读者可以直接掌握实际电气产品电路的识读技巧，确保学习完本书就能够应对实际的工作。

本书在编写内容和形式上做了较大的调整和突破，重点突出实用性、便捷性和时效性。本书在内容的选取方面，结合国家职业资格认证、数码维修工程师考核认证的专业考核规范，对电子电工行业需要的电工电路识读知识和技巧进行整理，并将其融入到实际的应用案例中，力求让读者能够学到有用的东西。

为确保本书的正确性和权威性，在编写力量上，本书依托数码维修工程师鉴定指导中心组织编写，参加编写的人员均参与过国家职业资格标准及数码维修工程师认证资格的制定和试题库开发等工作，对电工电路产品的相关行业标准非常熟悉。并且在图书编写方面都有非常丰富的经验。

为确保本书的知识内容能够直接指导就业，本书在内容的选取上从实际岗位需求的角度出发，将国家职业技能鉴定和数码维修工程师的考核认证标准融入到图书的各个知识点的讲解和技能实训中。所有的知识技能在满足实际工作需要的同时也完全符合国家职业技能和数码维修工程师相关专业的考核规范。读者通过学习不仅可以掌握电工电路的识读方法和技巧，也可以申报相应的国家工程师资格考核或国家职业资格的认证，争取获得国家统一的专业技术资格证书，真正实现知识技能与人生职业规划的巧妙融合。

本书由韩雪涛任主编，吴瑛、韩广兴任副主编，参加编写的人员还有张丽梅、马楠、宋永欣、梁明、宋明芳、张湘萍、吴玮、高瑞征、吴鹏飞、韩雪冬、吴惠英、王新霞等。

由于作者水平有限，书中存在的不足之处，诚请专家和读者批评指正。

图书联系方式：tan_peixiang@phei.com.cn

编 者

2013年1月

目录

第 1 章

电工电路识图基础



1

- 1.1 交流电与直流电的基础知识..... 1
 - 1.1.1 直流电概念和应用..... 2
 - 1.1.2 交流电..... 4
- 1.2 电工电路的符号及标识..... 11
 - 1.2.1 电工电路的文字符号及标识..... 11
 - 1.2.2 电工电路的图形符号及标识..... 21

第 2 章

电工电路的识读方法



33

- 2.1 电气器件的连接关系..... 33
 - 2.1.1 电气器件的串联..... 33
 - 2.1.2 电气器件的并联..... 35
 - 2.1.3 电气器件的混联..... 37
- 2.2 简单电工电路的识读方法..... 37
 - 2.2.1 电工电路的特征..... 37
 - 2.2.2 电工电路的基本识图方法..... 38



第 3 章

室内照明控制电路的识图技巧



45

- 3.1 室内照明控制电路的识图方法 45
 - 3.1.1 室内照明控制电路的特征 45
 - 3.1.2 室内照明控制电路的识读 51
- 3.2 室内照明控制电路的实用案例识读分析 58
 - 3.2.1 晶闸管控制的室内照明控制电路的识读分析 58
 - 3.2.2 触摸延时控制的室内照明控制电路的识读分析 62

第 4 章

公共照明控制电路的识图技巧



67

- 4.1 公共照明控制电路的识图方法 67
 - 4.1.1 公共照明控制电路的特征 67
 - 4.1.2 公共照明控制电路的识读 74
- 4.2 公共照明控制电路的实用案例识读分析 81
 - 4.2.1 声光双控的公共照明控制电路的识读分析 81
 - 4.2.2 楼道光控的公共照明控制电路的识读分析 85
 - 4.2.3 应急照明灯自动控制电路的识读分析 88
 - 4.2.4 光敏电阻器控制的公共照明控制电路的识读分析 91

第 5 章

电动机控制电路的识图技巧



95

- 5.1 电动机控制电路的识图方法 95
 - 5.1.1 电动机控制电路的特征 95



5.1.2	电动机控制电路的识读	109
5.2	电动机控制电路的实用案例识读分析	114
5.2.1	电动机降压启动控制电路的识读分析	114
5.2.2	电动机点动、连续控制电路的识读分析	119
5.2.3	电动机正、反转控制电路的识读分析	124
5.2.4	电动机调速控制电路的识读分析	130

第 6 章

电气设备控制电路的识图技巧



137

6.1	电气设备控制电路的识图方法	137
6.1.1	电气设备控制电路的特征	137
6.1.2	电气设备控制电路的识读	142
6.2	电气设备控制电路的实用案例识读分析	148
6.2.1	农田排灌自动控制电路的识读分析	148
6.2.2	禽蛋孵化恒温控制电路的识读分析	153
6.2.3	货物升降机自动控制电路的识读分析	157
6.2.4	齿轮磨床控制电路的识读分析	163

第 7 章

软启动器控制电路的识图技巧



169

7.1	软启动器控制电路的识图方法	169
7.1.1	软启动器控制电路的特征	169
7.1.2	软启动器控制电路的识读	175
7.2	软启动器控制电路的实用案例识读分析	182
7.2.1	常熟 CRI 系列软启动器正反转控制电路 的识读分析	182
7.2.2	西普 STR 系列软启动器控制电路 的识读分析	189





第 8 章

变频器控制电路的识图技巧



197

- 8.1 变频器控制电路的识图方法 197
 - 8.1.1 变频器控制电路的特征 197
 - 8.1.2 变频器控制电路的识读 204
- 8.2 变频器控制电路的实用案例识读分析 210
 - 8.2.1 变频中央空调器控制电路的识读分析 210
 - 8.2.2 工业拉线机变频控制电路的识读分析 218
 - 8.2.3 刨床变频控制电路的识读分析 226

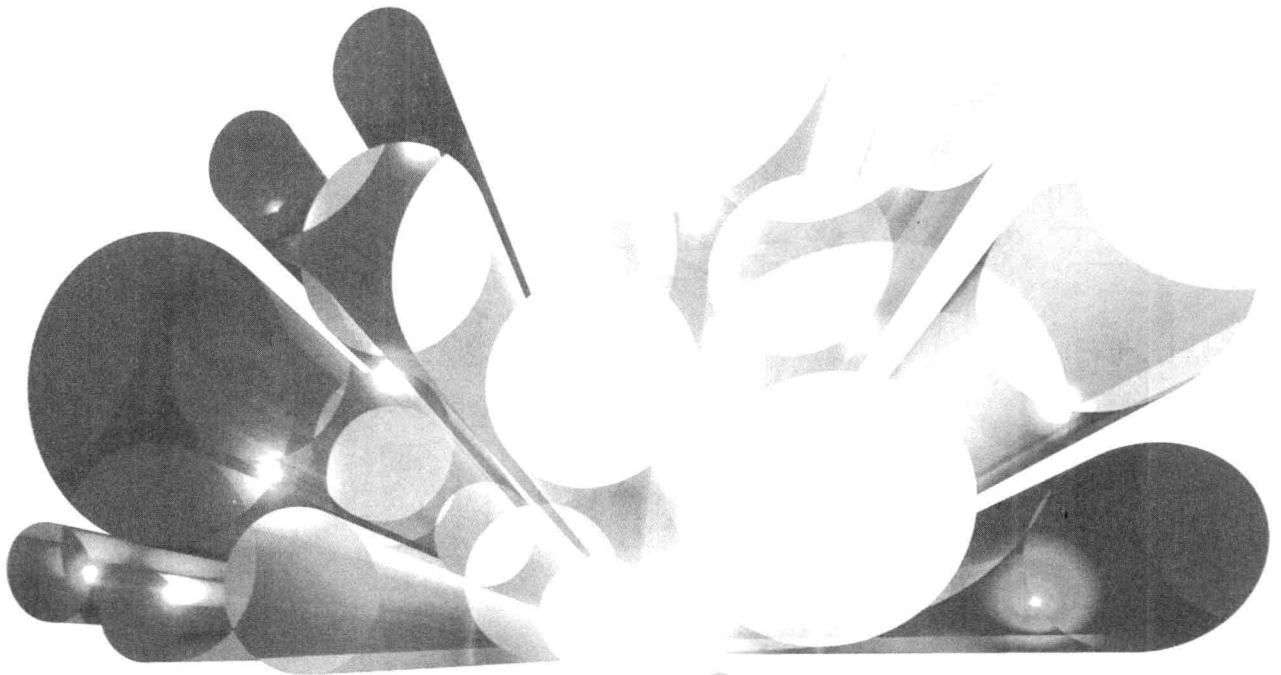
第 9 章

PLC 控制电路的识图技巧



231

- 9.1 PLC 控制电路的识图方法 231
 - 9.1.1 PLC 控制电路的特征 231
 - 9.1.2 PLC 控制电路的识读 238
- 9.2 PLC 控制电路的实用案例识读分析 243
 - 9.2.1 PLC 电动葫芦控制电路的识读分析 243
 - 9.2.2 PLC 机床控制电路的识读分析 253



第 1 章

电工电路识图基础

1.1 交流电与直流电的基础知识

为工业、商业设施以及家庭提供 380 V 或 220 V 交流电的设施是发电站。发电站是将其他形式的能量转变成电能的设备基地。如图 1-1 所示，电能由发电站升压后，经高压输电线将电能传输到城市或乡村。电能到达城市后，会经变电站将几十万至几百万伏的超高压降至几千伏电压后，再配送到工厂企业、小区及居民住宅处的变配电室，再由变配电室将几千伏的电压变成三相 380 V 或单相 220 V 交流电压输送到工厂车间和居民住宅。

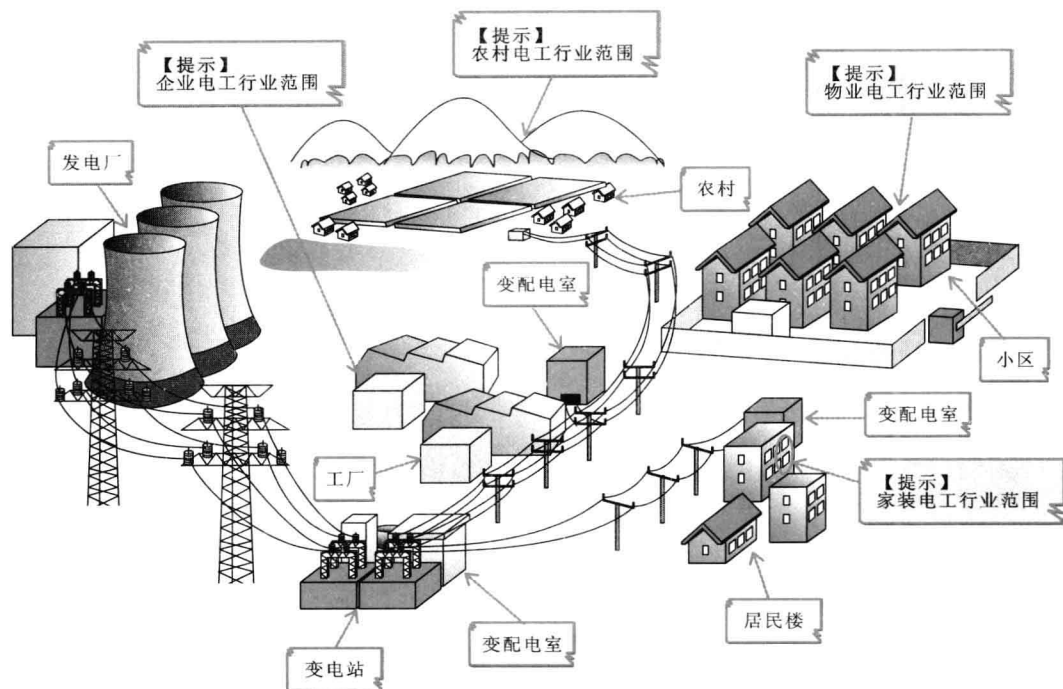


图 1-1 电能的应用

1.1.1 直流电概念和应用

1. 直流电的概念

直流电是指电流流向为单一的电源。在生活和生产中采用电池供电的电器，都是直流供电方式，如低压小功率照明灯、直流电动机等。还有许多电器是利用交流—直流变换器，将交流变成直流再为电器产品供电。了解直流电路及相关器件，必须要认识直流电及其直流电路的结构和特点。

例如，图 1-2 所示为直流电动机驱动电路，它采用直流电源供电，这是一个典型的直流供电电路。

2. 直流电的应用

家庭或企事业单位的供电都是采用交流 220 V、50 Hz 的电源，而在机器内部各电路单元及其元器件则往往需要多种直流电压，因而需要一些电路将交流 220 V 电压变为直流电压，供电路各部分使用。例如，图 1-3 所示为典型直流电源电路。

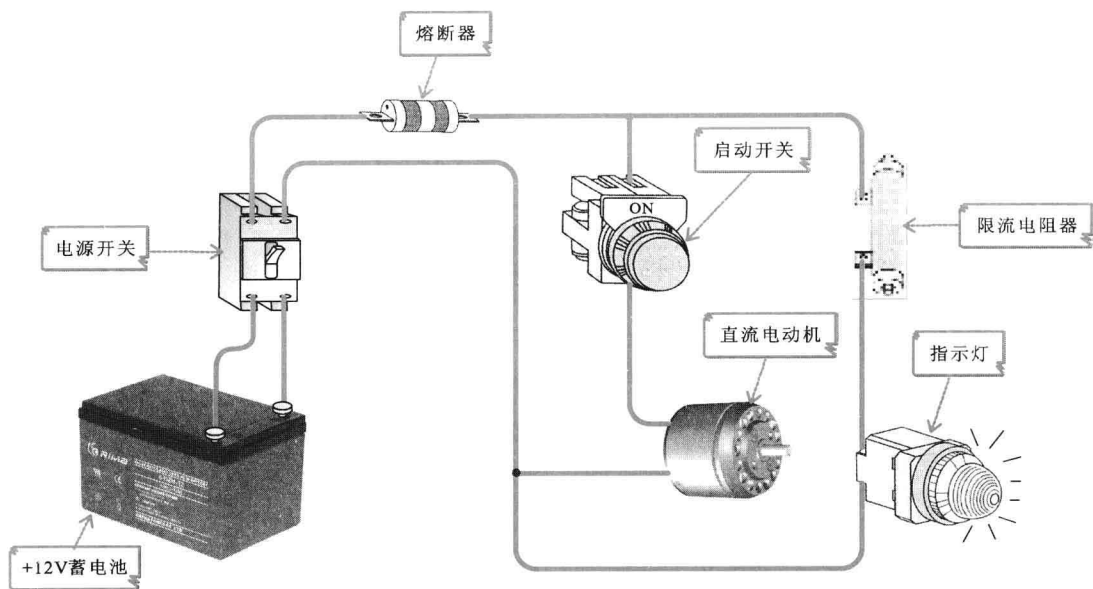


图 1-2 直流电动机驱动电路

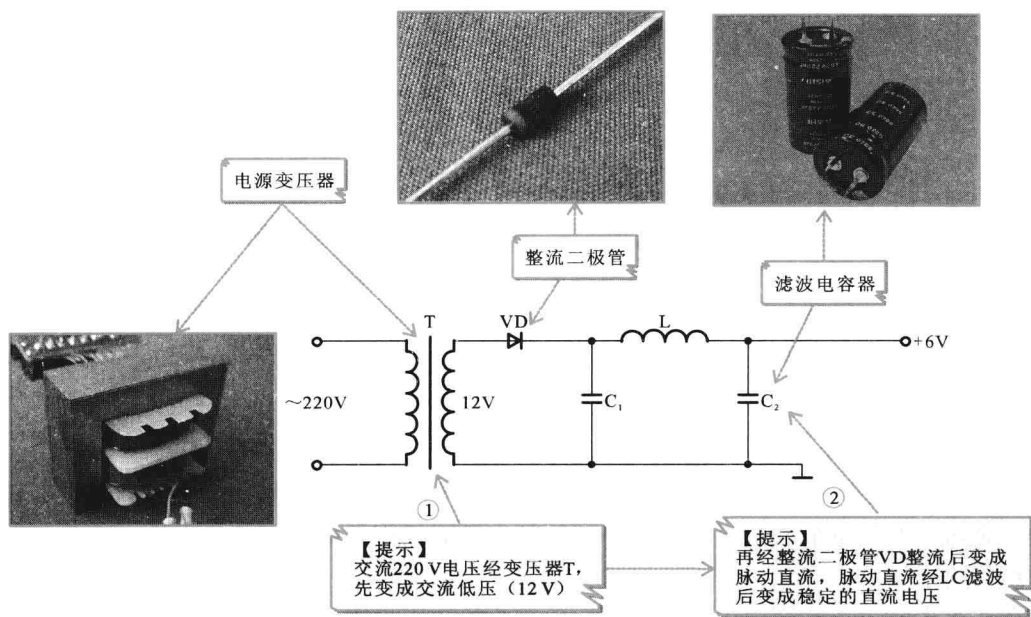


图 1-3 典型直流电源电路



【资料链接】

一些电器如电动车、手机、收音机、随声听等，是借助充电器给电池充电后获取电池



的直流电压，或是通过电源适配器与市电相连，通过适配器将交流电转变为直流电后为用电设备提供所需要的电压，如图 1-4 所示。

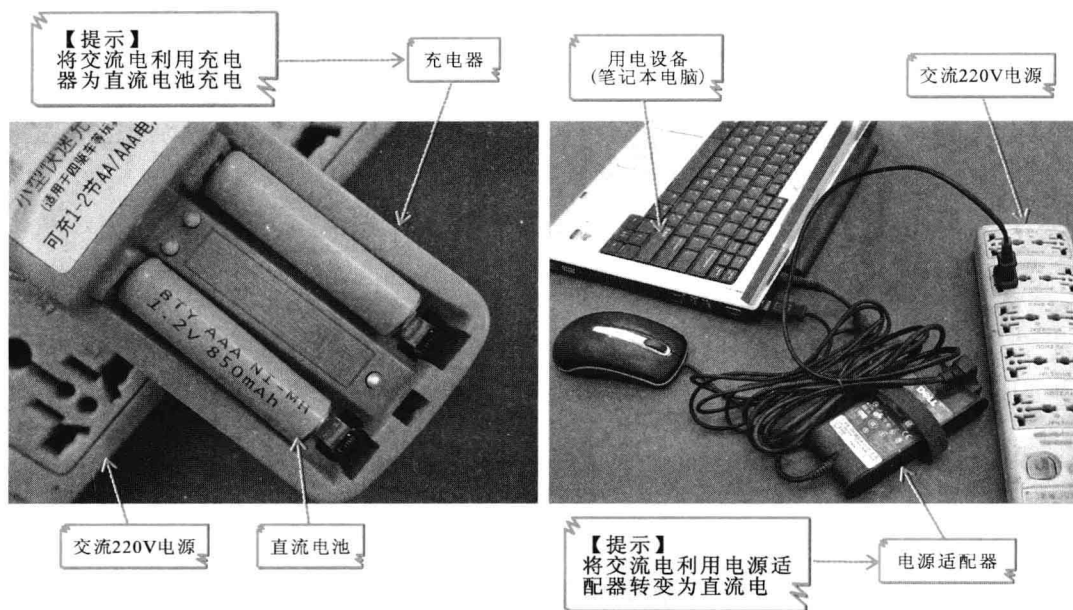


图 1-4 利用 220 V 交流供电的设备

1.1.2 交流电

在日常的生产和生活中，很多设备都采用电动机作为动力源。给电动机加上交流电源，电动机就会运转。常见的交流感应电动机是由定子线圈和转子构成的，交流电源加到定子线圈上就会产生旋转磁场，旋转磁场便会带动转子旋转。而发电机则相反，旋转转子就会在定子线圈中感应出交变的电压（即电动势）。

1. 单相交流电

(1) 单相交流电的概念

单相交流电是以一个交变电动势作为电源的电力系统，在单相交流电路中，只具有单一的交流电压，其电流和电压都是按一定的频率随时间变化的，下面我们看一下单相交流电的产生。

图 1-5 所示为单相交流电的产生。在单相交流发电机中，只有一个线圈绕制在铁芯上构成定子，转子是永磁体，当其内部的定子和线圈为一组时，它所产生的感应电动势（电压）也为一组，由两条线进行传输，这种电源就是单相电源。

图 1-6 所示为交流发电机的基本结构。转子是由永磁体构成的，当水轮机或汽轮机带动发电机转子旋转时，转子磁极旋转，会对定子线圈辐射磁场，磁力线切割定子线圈，定子线圈中便会产生感应电动势，转子磁极转动一周就会使定子线圈产生相应的电动势（电压）。

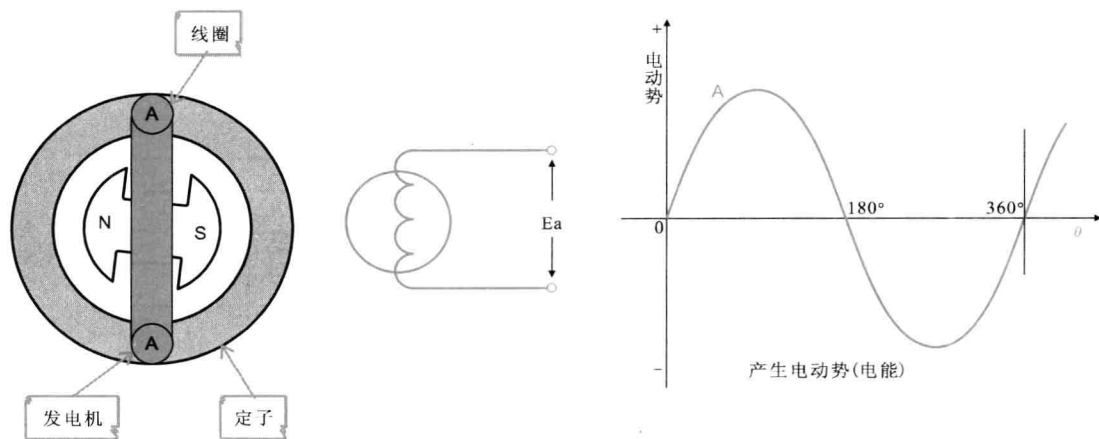


图 1-5 单相交流电的产生

由于感应电动势的强弱与感应磁场的强度成正比，感应电动势的极性也与感应磁场的极性相对应。定子线圈所受到的感应磁场是正反向交替周期性变化的。转子磁极匀速转动时，感应磁场是按正弦规律变化的，发电机输出的电动势则为正弦波形。

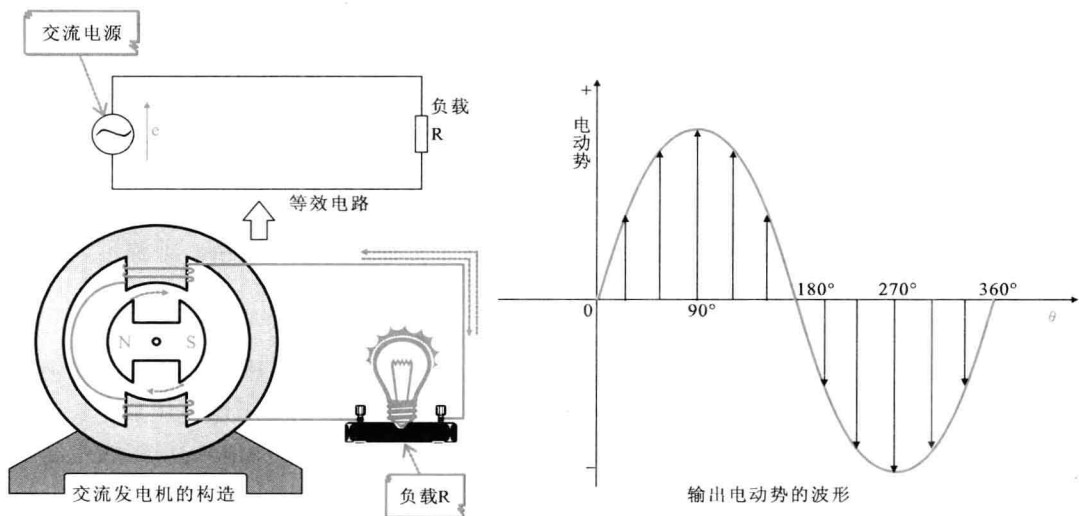


图 1-6 交流发电机的基本结构

(2) 单相交流电的应用

单相交流电（即交流 220 V 市电）普遍用于人们的日常生活和生产中，多做照明用和家庭用电。

通常，家庭中所使用的单相交流电路往往是三相电源分配过来的，如图 1-7 所示。供电系统送来的电源多为交流 380 V 电源。这种电源是由三根相位差为 120° 的相线（火线）和一根零线（又称中性线）构成的。三根相线之间的电压为 380 V，而每根相线与零线之间的电压为 220 V。这样，三相交流 380 V 电源就可以分成三组单相 220 V 电源使用。

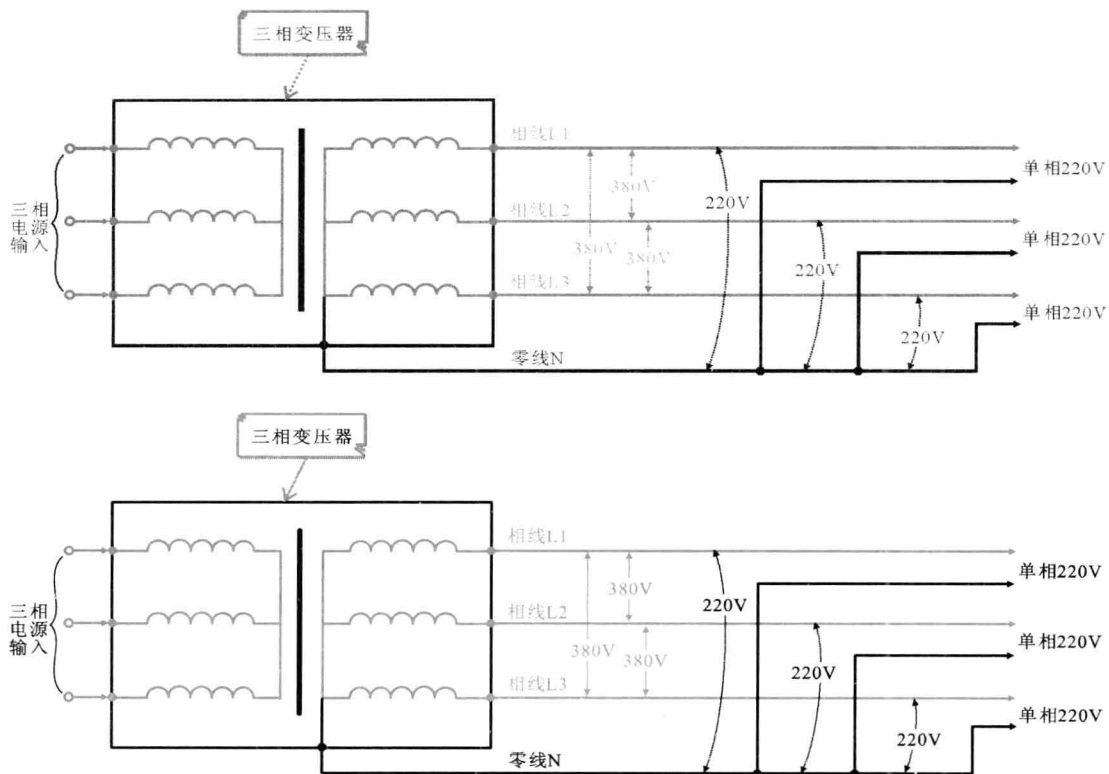


图 1-7 三相交流 380 V 变单相交流 220 V

从结构上看，单相交流电路就是由一根火线和一根零线组成的电路，主要可分为单相两线式和单相三线式两种供电方式。

① 单相两线式的应用

图 1-8 所示为单相两线式在家庭照明中的应用。从三相三线高压输电线上取其中的两线送入柱上高压变压器输入端。例如，高压 6600 V 电压经过柱上变压器变压后，其次级向家庭照明线路提供 220 V 电压。变压器初级与次级之间隔离，输出端火线与零线之间的电压为 220 V。

② 单相三线制的应用

图 1-9 所示为单相三线式在家庭照明中的应用。单相三线式供电中的一条线路作为地线应与大地相接。此时，地线与火线之间的电压为 220 V，零线 (N) 与火线 (L) 之间电压为 220 V。由于不同接地点存在一定的电位差，因而零线与地线之间可能有一定的电压。

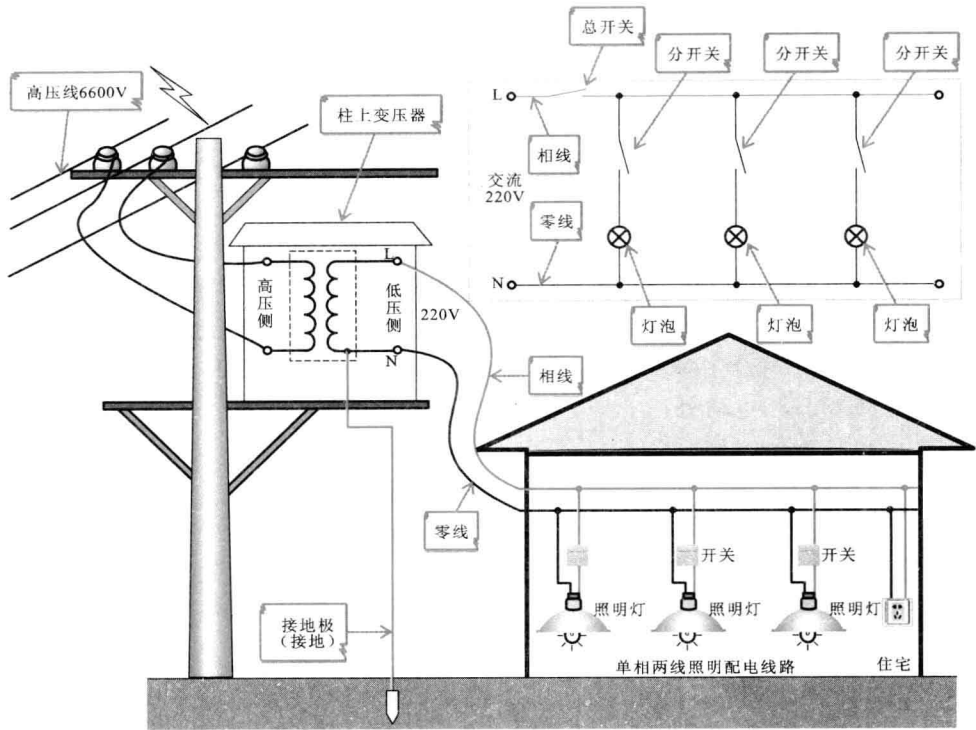


图 1-8 单相两线式在家庭照明中的应用

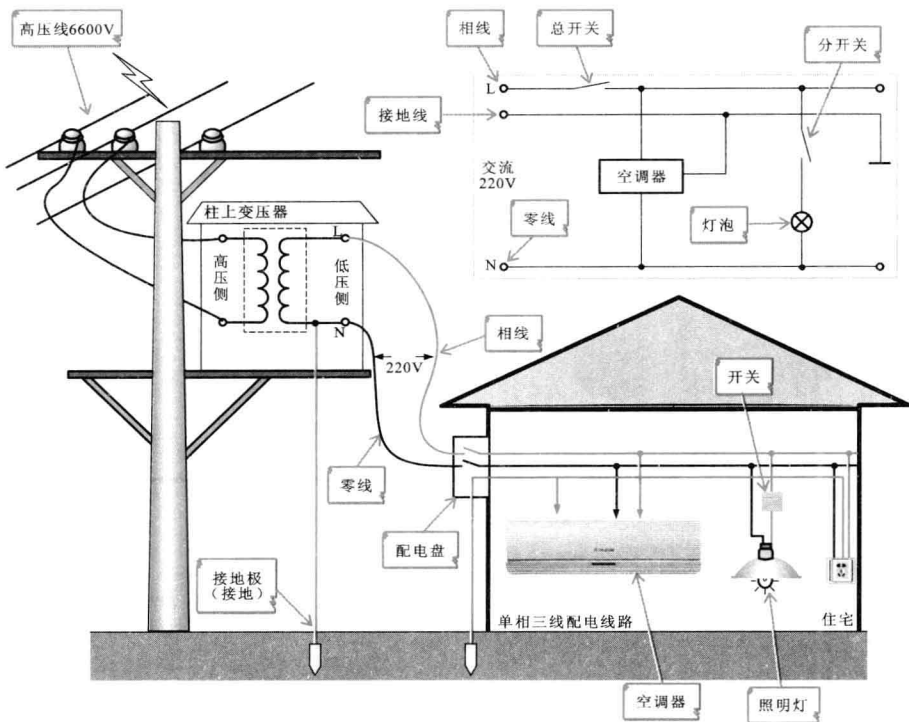


图 1-9 单相三线式在家庭照明中的应用



2. 三相交流电的概念和应用

(1) 三相交流电的概念

三相交流电是三个频率相同、电势振幅相等、相位差互差 120° 的交流电路组成的一种电力系统，与单相交流电相比，三相交流电应用更为广泛，例如在发电、输配电以及电能转换为机械能方面都有明显的优势。

通常，三相交流电是由三相交流发电机产生的，如图 1-10 所示。在定子槽内放置着三个结构相同的定子绕组 A、B、C，这些绕组在空间互隔 120° 。转子旋转时，其磁场在空间按正弦规律变化，当转子由水轮机或汽轮机带动以角速度 ω 等速地顺时针方向旋转时，在三个定子绕组中，就产生频率相同、幅值相等、相位上互差 120° 的三个正弦电动势，这样就形成了对称三相电动势。

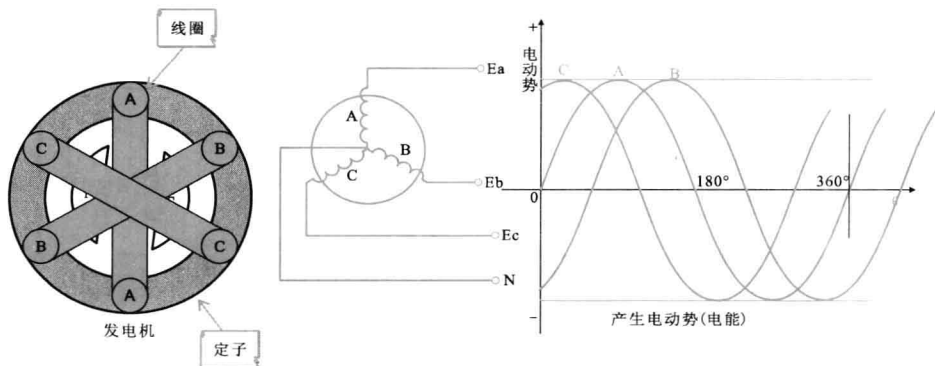


图 1-10 三相交流发电电动机示意图

大部分工业和大功率电力设备都需要三相电压。三相电压源供电系统可以分为三个单相电源供电系统。实际上，住宅用电的供给是从三相配电系统中抽取其中的某一相电源。三相交流电路中，相线与零线之间的电压为 220 V，而相线与相线之间的电压为 380 V，如图 1-11 所示。

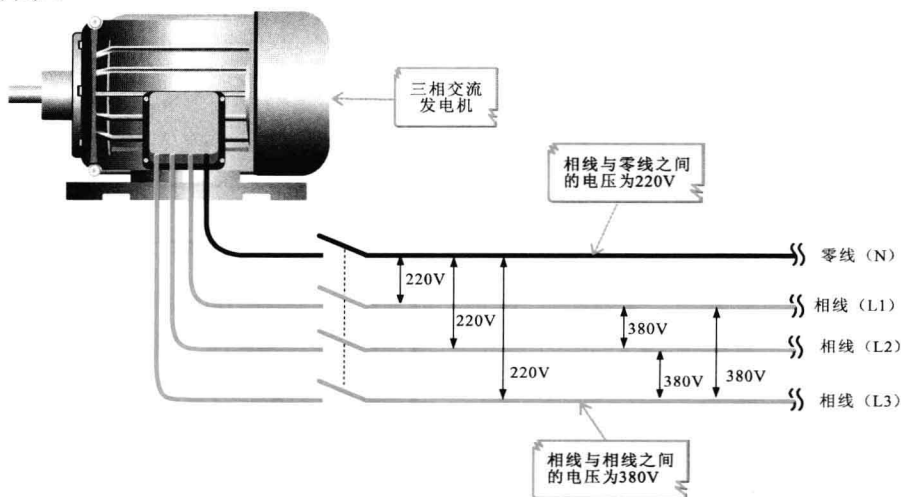


图 1-11 三相交流电路的电压