

图解学技能从入门到精通丛书

电工综合技能


从入门到精通

CONGRUMEN
DAOJINGTONG

(图解版)

韩雪涛 主编
吴瑛 韩广兴 副主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

图解学技能从入门到精通丛书

电工综合技能 从入门到精通

(图解版)

韩雪涛 主编
吴 瑛 韩广兴 副主编



机械工业出版社

本书以市场就业为导向,采用完全图解的表现方式,系统全面地介绍了电工技术相关岗位从业的专业知识与操作技能。本书充分考虑电工的岗位需求和从业特点,将电工综合知识与技能划分成13个项目模块,每章即为一个模块。第1章,电工线路与供电方式;第2章,电工材料与常用电气部件;第3章,电工电路的应用与识图技能;第4章,电气部件的检测技能;第5章,电气线路的敷设技能;第6章,基本电气控制线路的安装与调试技能;第7章,灯控照明系统安装维护技能;第8章,供配电系统的规划安装技能;第9章,电力拖动系统的规划安装技能;第10章,电气线路检修技能;第11章,变频器与变频技术;第12章,变频器的装调与检修技能;第13章,PLC系统的安装与维护技能。各个项目模块的知识技能严格遵循国家职业资格标准和行业规范,注重模块之间的衔接,确保电工技能培训的系统、专业和规范。本书收集整理了大量电工实用检测、安装、调试与检修案例,并将其直接移植到图书中的实训演练环节。使读者通过实训演练熟练掌握电工各项实用技能,为读者今后上岗从业积累经验,真正实现从入门到精通的技能飞跃。本书可作为专业技能认证的培训教材,也可作为各职业技术学院的实训教材,适合从事和希望从事电工电子领域工作的技术人员、业余爱好者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

电工综合技能从入门到精通:图解版/韩雪涛主编.—2版.—北京:机械工业出版社,2017.7

(图解学技能从入门到精通丛书)

ISBN 978-7-111-57144-5

I. ①电… II. ①韩… 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141278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:张俊红 责任编辑:赵玲丽

责任校对:张征 封面设计:路恩中

责任印制:李昂

三河市宏达印刷有限公司印刷

2017年9月第2版第1次印刷

184mm×260mm·24.75印张·607千字

标准书号:ISBN 978-7-111-57144-5

定价:79.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88361066

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294

机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com

本书编委会

主 编：韩雪涛

副主编：吴 瑛 韩广兴

编 委：张丽梅 宋明芳 朱 勇 吴 玮

唐秀鸯 周文静 韩雪冬 张湘萍

吴惠英 高瑞征 周 洋 吴鹏飞

丛 书 前 言

目前，我国在现代电工行业 and 现代家电维修服务领域对人才的需求非常强烈。家装电工、水电工、新型电子产品维修及自动化控制和电工电子综合技能应用等领域，有广阔的就业空间。而且，伴随着科技的进步和城镇现代化发展步伐的加速，这些新型岗位的从业人员也逐年增加。

经过大量的市场调研，我们发现，虽然人才市场需求强烈，但是这些新型岗位都具有明显的技术特色，需要从业人员具备专业知识和操作技能，然而社会在专业化技能培训方面却存在严重的脱节，尤其是相关的培训教材难以适应岗位就业的需要，难以在短时间内向学习者传授专业完善的知识技能。

针对上述情况，特别根据这些市场需求强烈的热门岗位，我们策划编写了“图解学技能从入门到精通丛书”。丛书将岗位就业作为划分标准，共包括10本图书，分别为《家装电工技能从入门到精通（图解版）》、《装修水电工技能从入门到精通（图解版）》《制冷维修综合技能从入门到精通（图解版）》《中央空调安装与维修从入门到精通（图解版）》《智能手机维修从入门到精通（图解版）》《电动自行车维修从入门到精通（图解版）》《办公电器维修技能从入门到精通（图解版）》《电子技术综合技能从入门到精通（图解版）》《自动化综合技能从入门到精通（图解版）》《电工综合技能从入门到精通（图解版）》。

本套丛书重点以岗位就业为目标，所针对的读者对象为广大电工电子初级与中级学习者，主要目的是帮助学习者完成从初级入门到专业技能的进阶，进而完成技能的提升飞跃，能够使读者完善知识体系，增进实操技能，增长工作经验，力求打造大众岗位就业实用技能培训的“金牌图书”。需要特别提醒广大读者注意的是，为了尽量与广大读者的从业习惯一致，所以本书在部分专业术语和图形符号方面，并没有严格按照国家标准进行生硬的统一改动，而是尽量采用行业内的通用术语。整体来看，本套丛书特色非常鲜明：

1. 确立明确的市场定位

本套丛书首先对读者的岗位需求进行了充分调研，在知识构架上将传统教学模式与岗位就业培训相结合，以国家职业资格为标准，以上岗就业为目的，通过全图解的模式讲解电工电子从业中的各项专业知识和专项使用技能，最终目的是让读者明确行业规范、明确从业目标、明确岗位需求，全面掌握上岗就业所需的专业知识和技能，能够独立应对实际工作。

为达到编写初衷，丛书在内容安排上充分考虑当前社会上的岗位需求，对实际工作中的实用案例进行技能拆分，让读者能够充分感受到实际工作所需的知识点和技能点，然后有针对性地学习掌握相关的知识技能。

2. 开创新颖的编排方式

丛书在内容编排上引入项目模块的概念，通过任务驱动完成知识的学习和技能的掌握。

在系统架构上，丛书大胆创新，以国家职业资格标准作为指导，明确以技能培训为主的教学原则，注重技能的提升、操作的规范。丛书的知识讲解以实用且够用为原则，依托项目案例引领，使读者能够有针对性地自主完成技能的学习和锻炼，真正具备岗位从业所需的技能。

为提升学习效果，丛书增设“图解演示”“提示说明”和“相关资料”等模块设计，增加版式设计的元素，使阅读更加轻松。

3. 引入全图全解的表达方式

本套图书大胆尝试全图全解的表达方式，充分考虑行业读者的学习习惯和岗位特点，将专业知识技能运用大量图表进行演示，尽量保证读者能够快速、主动、清晰地了解知识技能，力求让读者能一看就懂、一学就会。

4. 耳目一新的视觉感受

丛书采用双色版式印刷，可以清晰准确地展现信号分析、重点指示、要点提示等表达效果。同时，两种颜色的互换补充也能够使图书更加美观，增强可读性。

丛书由具备丰富的电工电子类图书全彩设计经验的资深美编人员完成版式设计和内容编排，力求让读者体会到看图学技能的乐趣。

5. 全方位立体化的学习体验

丛书的编写得到了数码维修工程师鉴定指导中心的大力支持，为读者在学习过程中和以后的技能进阶方面提供全方位立体化的配套服务。读者可登录数码维修工程师的官方网站（www.chinadse.org）获得超值技术服务。网站提供有技术论坛和最新行业信息，以及大量的视频教学资源 and 图样手册等学习资料。读者可随时了解最新的数码维修工程师考核培训信息，把握电子电气领域的业界动态，实现远程在线视频学习，下载所需要的图样手册等学习资料。此外，读者还可通过网站的技术交流平台进行技术交流与咨询。

通过学习与实践，读者还可参加相关资质的国家职业资格或工程师资格认证考试，以求获得相应等级的国家职业资格或数码维修工程师资格证书。如果读者在学习和考核认证方面有什么问题，可通过以下方式与我们联系。

数码维修工程师鉴定指导中心

网址：<http://www.chinadse.org>

联系电话：022-83718162/83715667/13114807267

E-mail：chinadse@163.com

地址：天津市南开区榕苑路4号天发科技园8-1-401

邮编：300384

作者

目 录

本书编委会 丛书前言

第 1 章 电工线路与供电方式 1

- ★ 1.1 电磁感应与交直流 1
 - 1.1.1 电磁感应 1
 - 1.1.2 交流电与直流电 3
- ★ 1.2 欧姆定律 8
 - 1.2.1 电压对电流的影响 8
 - 1.2.2 电阻对电流的影响 9
- ★ 1.3 直流供电方式 9
 - 1.3.1 电池直流供电 9
 - 1.3.2 交流—直流变换器供电方式 10
- ★ 1.4 单相交流供电方式 11
 - 1.4.1 单相两线式交流供电方式 11
 - 1.4.2 单相三线式交流供电方式 12
- ★ 1.5 三相交流供电方式 12
 - 1.5.1 三相三线式交流供电方式 12
 - 1.5.2 三相四线式交流供电方式 12
 - 1.5.3 三相五线式交流供电方式 14

第 2 章 电工材料与常用电气部件 15

- ★ 2.1 常用绝缘材料与导电材料 15
 - 2.1.1 常用绝缘材料 15
 - 2.1.2 常用导电材料 16
- ★ 2.2 开关部件 19
 - 2.2.1 开启式负荷开关 19
 - 2.2.2 封闭式负荷开关 20
 - 2.2.3 组合开关 21
 - 2.2.4 按钮 21
 - 2.2.5 高压隔离开关 21
- ★ 2.3 断路器 22
 - 2.3.1 低压断路器 22

- 2.3.2 高压断路器 25
- ★ 2.4 继电器 25
 - 2.4.1 通用继电器 25
 - 2.4.2 控制继电器 26
 - 2.4.3 保护继电器 29
- ★ 2.5 变压器 31
 - 2.5.1 电源变压器 31
 - 2.5.2 电力变压器 31

第 3 章 电工电路的应用与识图

技能 33

- ★ 3.1 电工电路的特点与应用 33
 - 3.1.1 电工接线图 33
 - 3.1.2 电工原理图 35
 - 3.1.3 电工概略图 35
 - 3.1.4 电工施工图 37
- ★ 3.2 电工电路的识图方法与技巧 39
 - 3.2.1 电工电路中的电气部件 39
 - 3.2.2 电工电路图的识读方法 43

第 4 章 电气部件的检测技能 51

- ★ 4.1 接触器的检测技能 51
 - 4.1.1 交流接触器的检测 51
 - 4.1.2 直流接触器的检测 53
- ★ 4.2 开关的检测技能 54
 - 4.2.1 常开开关的检测 54
 - 4.2.2 复合开关的检测 55
- ★ 4.3 继电器的检测技能 57
 - 4.3.1 电磁继电器的检测 57
 - 4.3.2 时间继电器的检测 59
 - 4.3.3 热过载继电器的检测 60
- ★ 4.4 变压器的检测技能 62
 - 4.4.1 电力变压器的检测 62
 - 4.4.2 仪用变压器的检测 65

| | | | | | |
|-------|----------------------|-----|-------|----------------------|-----|
| 4.4.3 | 电源变压器的检测 | 67 | 7.1.1 | 路灯照明系统的特点 | 126 |
| 4.4.4 | 开关变压器的检测 | 69 | 7.1.2 | 路灯照明系统的安装 | 128 |
| ★ 4.5 | 电动机的检测技能 | 71 | 7.1.3 | 路灯照明系统的维护 | 129 |
| 4.5.1 | 直流电动机的检测 | 71 | ★ 7.2 | 楼道照明系统的安装与维护 | 131 |
| 4.5.2 | 单相交流电动机的检测 | 72 | 7.2.1 | 楼道照明系统的特点 | 131 |
| 4.5.3 | 三相交流电动机的检测 | 73 | 7.2.2 | 楼道照明系统的安装 | 133 |
| 第 5 章 | 电气线路的敷设技能 | 77 | 7.2.3 | 楼道照明系统的维护 | 137 |
| ★ 5.1 | 瓷夹配线与瓷绝缘子配线 | 77 | ★ 7.3 | 应急照明系统的安装与维护 | 138 |
| 5.1.1 | 瓷夹配线 | 77 | 7.3.1 | 应急照明系统的特点 | 138 |
| 5.1.2 | 瓷绝缘子配线 | 78 | 7.3.2 | 应急照明系统的安装 | 139 |
| ★ 5.2 | 金属管配线 | 81 | 7.3.3 | 应急照明系统的维护 | 142 |
| 5.2.1 | 金属管配线的明敷操作 | 81 | ★ 7.4 | 室内照明系统的设计与安装 | 143 |
| 5.2.2 | 金属管配线的暗敷操作 | 83 | 7.4.1 | 室内照明系统的控制形式 | 143 |
| ★ 5.3 | 金属线槽配线 | 85 | 7.4.2 | 室内照明系统的设计要求 | 147 |
| 5.3.1 | 金属线槽配线的明敷操作 | 85 | 7.4.3 | 室内照明系统的安装 | 148 |
| 5.3.2 | 金属线槽配线的暗敷操作 | 85 | 第 8 章 | 供配电系统的规划安装 | |
| ★ 5.4 | 塑料管配线 | 86 | 技能 | 164 | |
| 5.4.1 | 塑料管配线的明敷操作 | 86 | ★ 8.1 | 供配电系统的特点 | 164 |
| 5.4.2 | 塑料管配线的暗敷操作 | 88 | 8.1.1 | 供配电系统的功能特点 | 164 |
| ★ 5.5 | 塑料线槽配线与钢索配线 | 89 | 8.1.2 | 供配电系统的结构形式 | 165 |
| 5.5.1 | 塑料线槽配线 | 89 | ★ 8.2 | 供配电系统的设计规划 | 171 |
| 5.5.2 | 钢索配线 | 91 | 8.2.1 | 供配电系统的供电等级与配 电方式 | 171 |
| 第 6 章 | 基本电气控制线路的安装与 调试技能 | 94 | 8.2.2 | 供配电系统中的设备选配 | 177 |
| ★ 6.1 | 导线的加工与连接方法 | 94 | ★ 8.3 | 供配电系统的安装与检验 | 185 |
| 6.1.1 | 导线的加工操作 | 94 | 8.3.1 | 供配电系统的安装 | 185 |
| 6.1.2 | 导线的连接操作 | 96 | 8.3.2 | 供配电系统的验收 | 195 |
| ★ 6.2 | 家庭照明线路的安装与调试技能 | 102 | 第 9 章 | 电力拖动系统的规划安装 | |
| 6.2.1 | 家庭照明线路的设计 | 102 | 技能 | 198 | |
| 6.2.2 | 家庭照明线路的安装与调试 | 106 | ★ 9.1 | 电力拖动系统的特点 | 198 |
| ★ 6.3 | 小区供电线路的安装与调试技能 | 110 | 9.1.1 | 电力拖动系统的功能特点 | 198 |
| 6.3.1 | 小区供电线路的设计 | 110 | 9.1.2 | 电力拖动系统的结构形式 | 199 |
| 6.3.2 | 小区供电线路的安装与调试 | 116 | ★ 9.2 | 电力拖动系统的设计规划 | 200 |
| ★ 6.4 | 电力拖动线路的安装与调试技能 | 120 | 9.2.1 | 电力拖动系统的设计要求 和设计方案 | 200 |
| 6.4.1 | 电力拖动线路的设计 | 120 | 9.2.2 | 电力拖动系统中的设备选配 | 205 |
| 6.4.2 | 电力拖动线路的安装与调试 | 123 | ★ 9.3 | 电力拖动系统的安装与检验 | 211 |
| 第 7 章 | 灯控照明系统安装维护 技能 | 126 | 9.3.1 | 电力拖动系统的安装 | 211 |
| ★ 7.1 | 路灯照明系统的安装与维护 | 126 | 9.3.2 | 电力拖动系统的验收 | 223 |

| | | | |
|--------------------------------------|-----|--------------------------------------|-----|
| 第10章 电气线路检修技能 | 226 | 11.3.1 变频器的工作原理 | 287 |
| ★ 10.1 灯控照明线路的检修 | 226 | 11.3.2 变频器的控制过程 | 287 |
| 10.1.1 触摸延时照明控制线路的 检修 | 226 | ★ 11.4 变频技术的应用实例 | 291 |
| 10.1.2 自动门控照明控制线路的 检修 | 228 | 11.4.1 变频技术在制冷设备中的 应用 | 291 |
| 10.1.3 光控照明控制线路的检修 | 229 | 11.4.2 变频技术在自动控制系统中 的应用 | 294 |
| 10.1.4 小区照明控制线路的检修 | 231 | 第12章 变频器的装调与检修技能 | 298 |
| 10.1.5 公路照明控制线路的检修 | 234 | ★ 12.1 变频器的安装连接 | 298 |
| ★ 10.2 供配电线路的检修 | 237 | 12.1.1 变频器的安装 | 298 |
| 10.2.1 低压供配电线路的检修 | 237 | 12.1.2 变频器的连接 | 306 |
| 10.2.2 高压供配电线路的检修 | 239 | 12.1.3 变频器的接线 | 309 |
| ★ 10.3 电动机控制线路的检修 | 246 | ★ 12.2 变频器的调试与检修 | 320 |
| 10.3.1 三相交流异步电动机点动控制 线路的检修 | 246 | 12.2.1 变频器的调试 | 320 |
| 10.3.2 单相交流电动机正/反转控制 线路的检修 | 250 | 12.2.2 变频器的使用 | 328 |
| 10.3.3 三相交流电动机正反转连续 控制线路的检修 | 253 | 12.2.3 变频器操作显示面板直接 调试 | 334 |
| 10.3.4 货物升降机的自动运行控制 线路的检修 | 257 | 12.2.4 输入端子控制调试 | 342 |
| 10.3.5 稻谷加工机电气控制 线路的检修 | 260 | 12.2.5 变频器综合调试 | 344 |
| 第11章 变频器与变频技术 | 264 | 第13章 PLC系统的安装与维护 技能 | 349 |
| ★ 11.1 变频器的种类特点 | 264 | ★ 13.1 PLC系统的规划设计 | 349 |
| 11.1.1 变频器的种类 | 264 | 13.1.1 PLC硬件系统的规划设计 | 349 |
| 11.1.2 变频器的结构 | 270 | 13.1.2 PLC软件系统的规划设计 | 358 |
| ★ 11.2 变频器的功能应用 | 279 | ★ 13.2 PLC系统的安装技能 | 373 |
| 11.2.1 变频器的功能特点 | 279 | 13.2.1 PLC系统的安装要求 | 373 |
| 11.2.2 变频器的应用 | 283 | 13.2.2 PLC系统的安装与接线 | 379 |
| ★ 11.3 变频器的工作原理 | 287 | ★ 13.3 PLC系统的调试与维护 | 384 |
| | | 13.3.1 PLC系统的调试 | 384 |
| | | 13.3.2 PLC系统的日常维护 | 386 |



电工线路与供电方式

1.1 电磁感应与交直流

1.1.1 电磁感应

1. 电流感应磁场

磁场通俗地讲就是存在磁力的空间，我们可以用铁粉末验证磁场的存在。

在一块硬纸板下面放一块磁铁，在纸板上撒一些细的铁粉末，铁粉末会自动排列起来，形成一串串曲线的样子，如图 1-1 所示，在两个磁极附近和两个磁极之间被磁化的铁粉末所形成的纹路图案是很有规律线条。它是从磁体的 N 极出发经过空间到磁体的 S 极的线条，在磁体内部从 S 极又回到 N 极，形成一个封闭的环。通常说磁力线的方向就是磁性体 N 极所指的方向。



图 1-1 所示为磁铁周围的磁场。磁铁的磁极之间存在的由铁粉末构成的曲线，代表着磁极之间相互作用的强弱。只要有磁极存在，它就向空间不断地发出磁力线，而且离磁极越近的地方磁力线的密度越高，而远处磁力线的排列则比较稀疏。

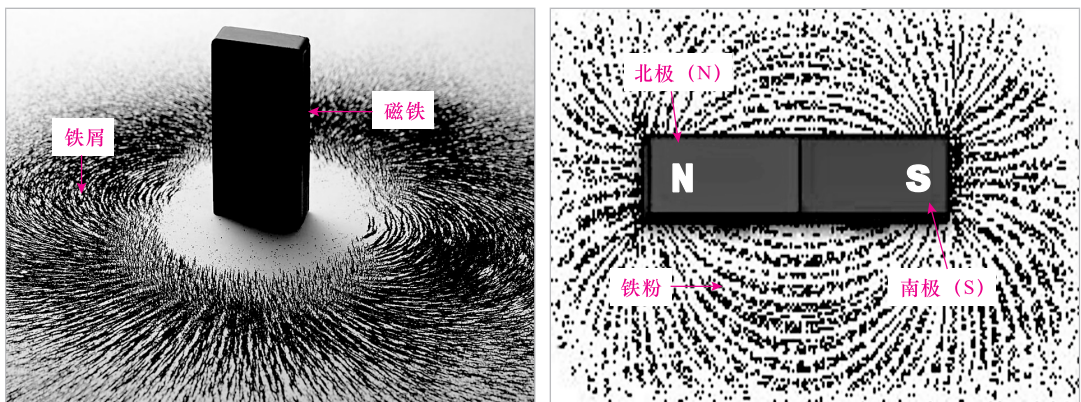


图 1-1 磁铁周围的磁场



如图 1-2 所示，如果金属导线通过电流，那么借助铁粉末，我们可以看到在导线的周围产生磁场，而且导线中通过的电流越大，产生的磁场越强。

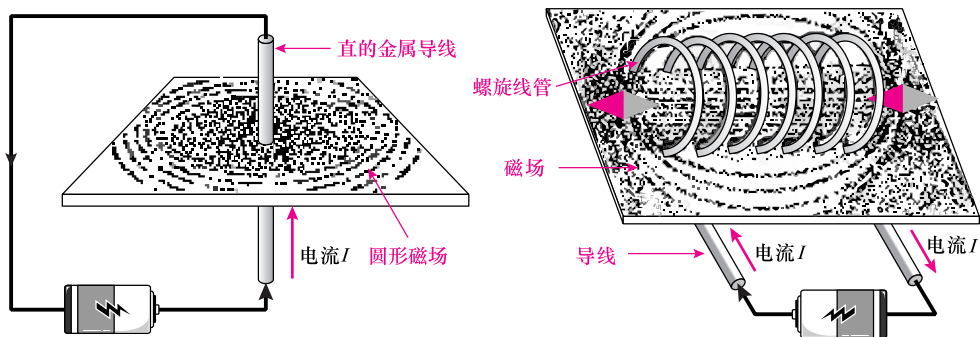


图 1-2 电流感应出磁场



流过导体的电流的方向和所产生的磁场方向之间有着明确的关系。图 1-3 所示为右手定则（即安培定则），说明了电流周围磁场方向与电流方向的关系。

直线电流的安培定则：用右手握住导线，让伸直的大拇指所指的方向跟电流的方向一致，那么弯曲的四指所指的方向就是磁力线的环绕方向，如图 1-3a 所示。

环形电流的安培定则：让右手弯曲的四指和环形电流的方向一致，那么伸直的大拇指所指的方向就是环形电流中心轴线上磁力线（磁场）的方向，如图 1-3b 所示。

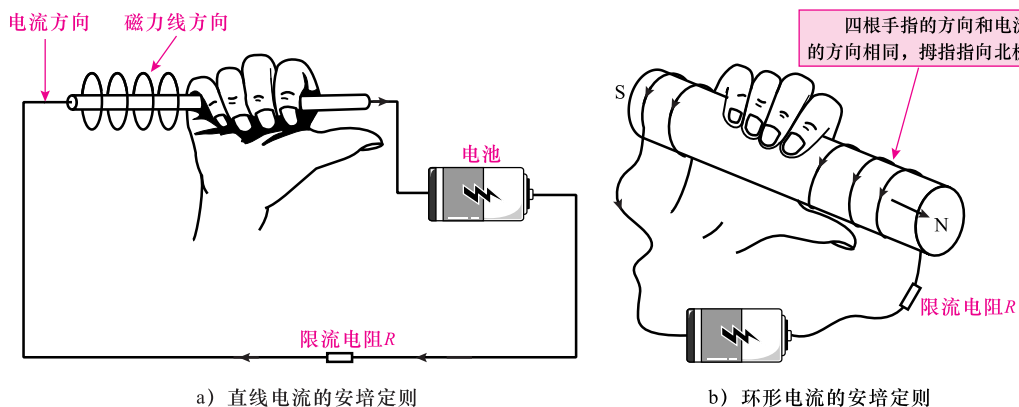


图 1-3 安培定则（右手定则）

2. 磁场感应出电流

磁场也能感应出电流，把一个螺线管两端接上检测电流的检流计，在螺线管内部放置一根磁铁。当把磁铁很快地抽出螺线管时，可以看到检流计指针发生了偏转，而且磁铁抽出的速度越快，检流计指针偏转的程度越大。同样，如果把磁铁插入螺线管，检流计也会偏转，但是偏转方向和抽出时相反，检流计指针偏摆表明线圈内有电流产生。



图 1-4 所示为磁场感应电场。当闭合回路中一部分导体在磁场中做切割磁感线运动时，回路中就有电流产生；当穿过闭合线圈的磁通发生变化时，线圈中有电流产生。这种由磁产生电的现象，称为电磁感应现象，产生的电流叫感应电流。



感应电流的方向，跟导体切割磁力线的运动方向和磁场方向有关。即当

闭合回路中一部分导体作切割磁力线运动时，所产生的感应电流方向可用右手定则来判断，如图 1-5 所示。伸开右手，使拇指与四指垂直，并都跟手掌在一个平面内，让磁力线穿入手心，拇指指向导体运动方向，四指所指的即为感应电流的方向。

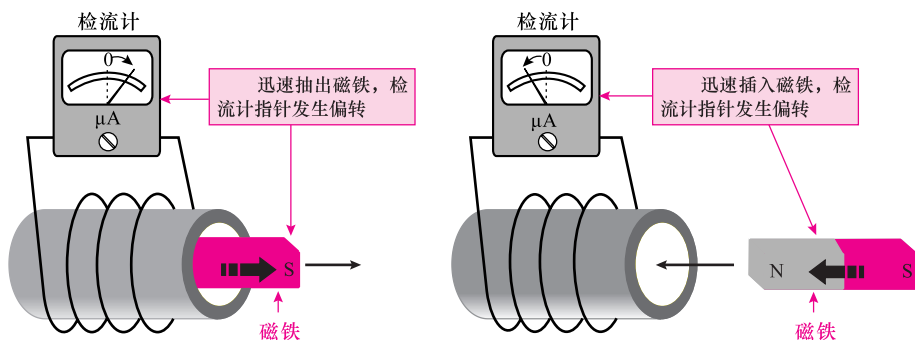


图 1-4 磁场感应出电流

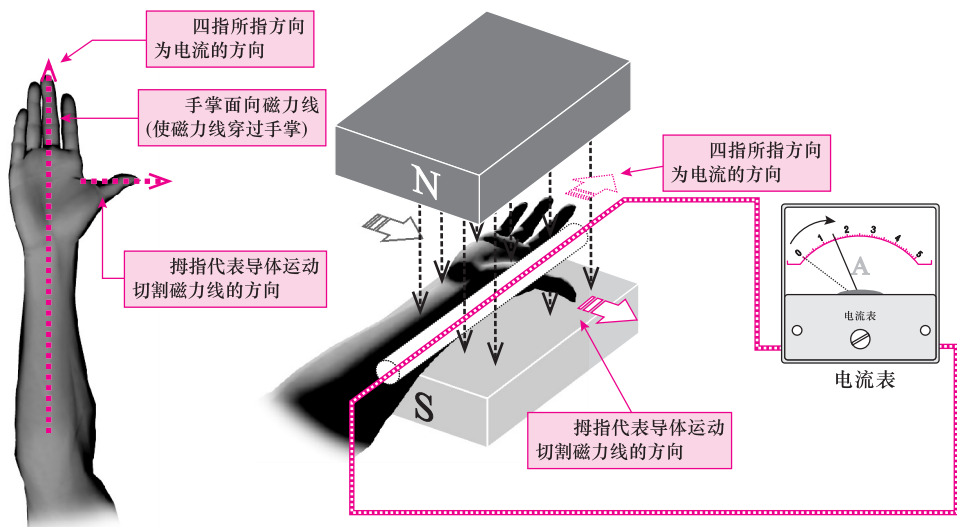


图 1-5 右手定则

1.1.2 交流电与直流电

1. 直流电

直流电 (Direct Current, 简称 DC) 是指电流流向单一，其方向不作周期性变化，即电流的方向固定不变，是由正极流向负极，但电流的大小可能不固定。



直流电可以分为脉动直流和恒定直流两种，脉动直流中直流电流大小不稳定；而恒定电流中的直流电流大小能够一直保持恒定不变。图 1-6 所示为脉动直流和恒定直流。

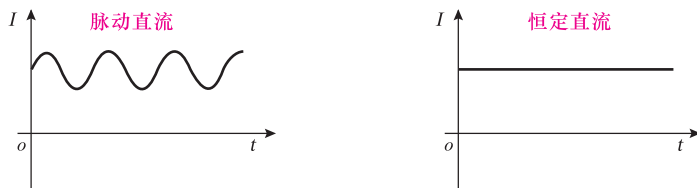


图 1-6 脉动直流和恒定直流



一般将可提供直流电的装置称为直流电源，它是一种形成并保持电路中恒定直流的供电装置，例如干电池、蓄电池、直流发电机等直流电源，直流电源有正、负两级。当直流电源为电路供电时，直流电源能够使电路两端之间保持恒定的电位差，从而在外电路中形成由电源正极到负极的电流，如图 1-7 所示。



图 1-7 直流的形成

2. 交流电

交流电 (Alternating Current, 简称 AC) 一般是指电流的大小和方向会随时间作周期性的变化。

我们在日常生活中所有的电气产品都需要有供电电源才能正常工作，大多数的电器设备都是由市电交流 220V、50Hz 作为供电电源。这是我国公共用电的统一标准，交流 220V 电压是指相线对零线的电压。



交流电是由交流发电机产生的，交流发电机可以产生单相和三相交流电压。图 1-8 所示为产生单相交流电和三相交流电。

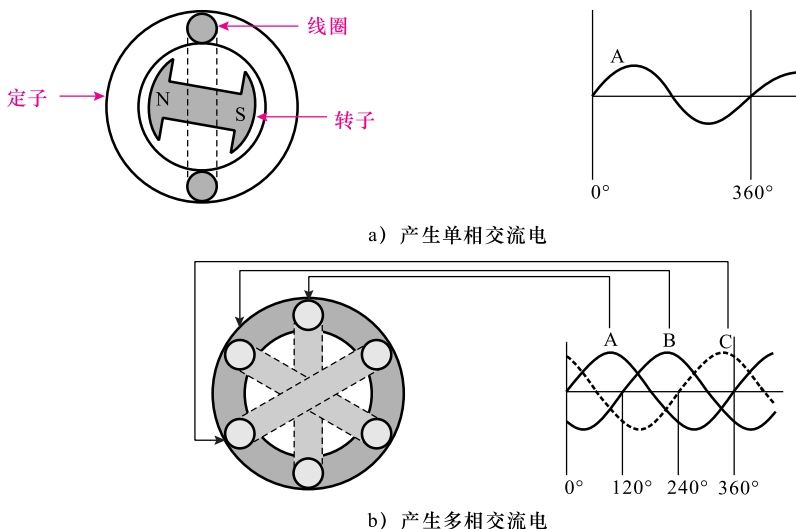


图 1-8 产生单相交流电和三相交流电

(1) 单相交流电

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。



图 1-9 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心上构成定子，转子是永磁体，其内部的定子上有一组线圈，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，这种配电方式称为单相二线制。

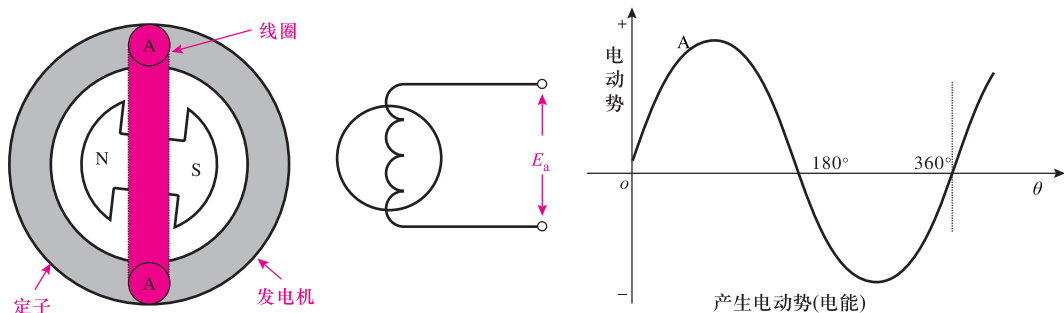


图 1-9 单相交流电的产生



单相电路是由单相电源、单相负载和线路组成，有一根相线和一根零线，一般情况下单相电源的电压为 220V，多用于照明用电和家庭用电。如图 1-10 所示为家庭中单相交流电的分配情况，其中空调器、洗衣机、风扇等对电压稳定性要求不高的电器分为一个支路；电视机、电脑、DVD 影碟机等信息类电器分为一个支路；电灯、微波炉等分为一个支路使用。家庭中用电总功率等于三路功率之和。

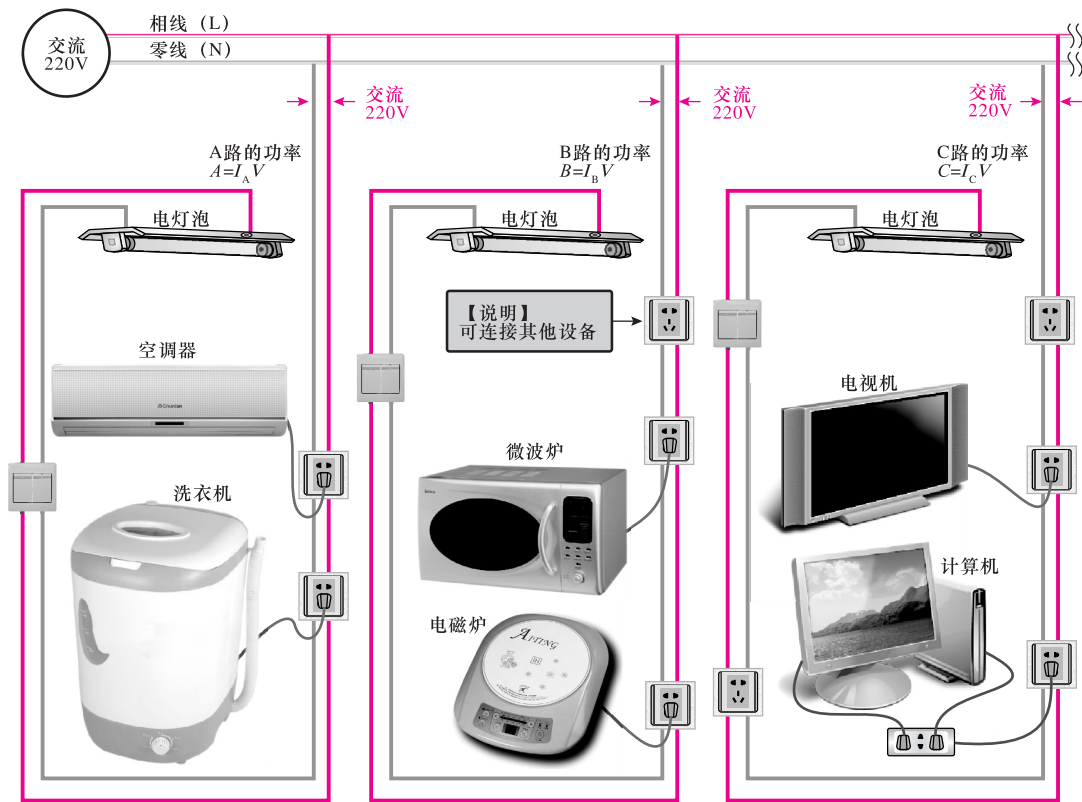


图 1-10 家庭中单相交流电的分配情况

(2) 多相交流电

多相交流电根据相线数的不同,还可以分为二相交流电和三相交流电。



图 1-11 所示为两相交流电的产生。在发电机内设有两组定子线圈,互相垂直的分布在转子外围。转子旋转时两组定子线圈产生两组感应电动势,这两组电动势之间有 90° 的相位差。这种电源为两相电源。这种方式多在自动化设备中使用。

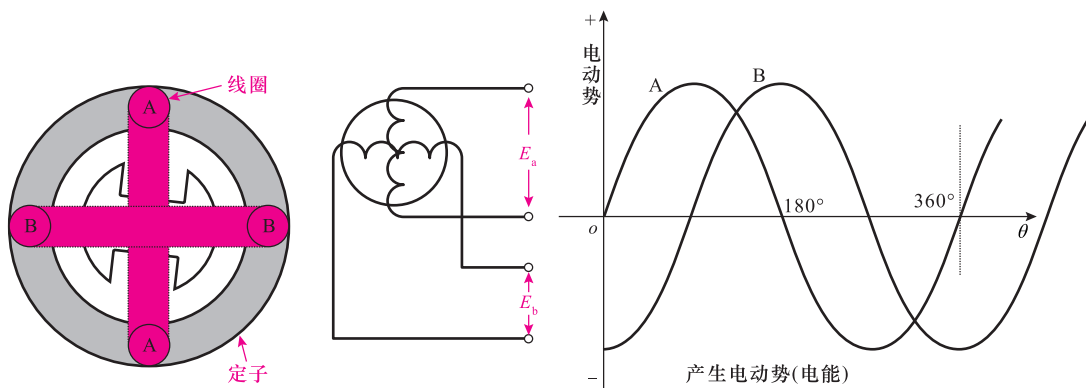


图 1-11 两相交流电的产生



图 1-12 所示为三相交流发电机。通常,把三相电源的线路中的电压和电流统称三相交流电,这种电源由三条线来传输,三线之间的电压大小相等 (380V),频率相同 (50Hz),相位差为 120° 。三相 380V 交流电源是我国采用的统一标准。

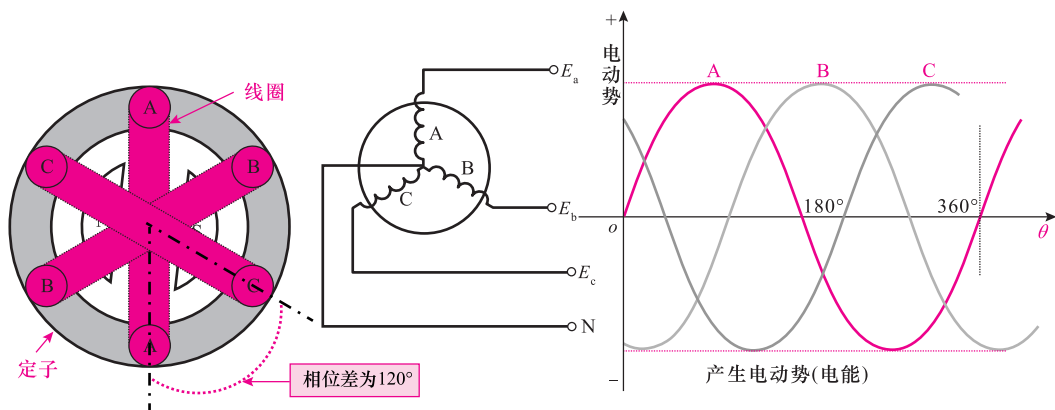


图 1-12 三相交流发电机

三相交流电是由三相交流发电机产生的。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。



三相电路是由三相电源、三相负载以及三相线路组成,通常有三根相线和一根零线,一般情况下三相电为 380V 多动力设备供电。实际上,住宅用电的供给也是从三相配电系统中抽取其中的某一相与零线构成电源。在三相电

路中，相线与相线之间的电压为 380V，而相线与零线之间的电压为 220V，如图 1-13 所示。

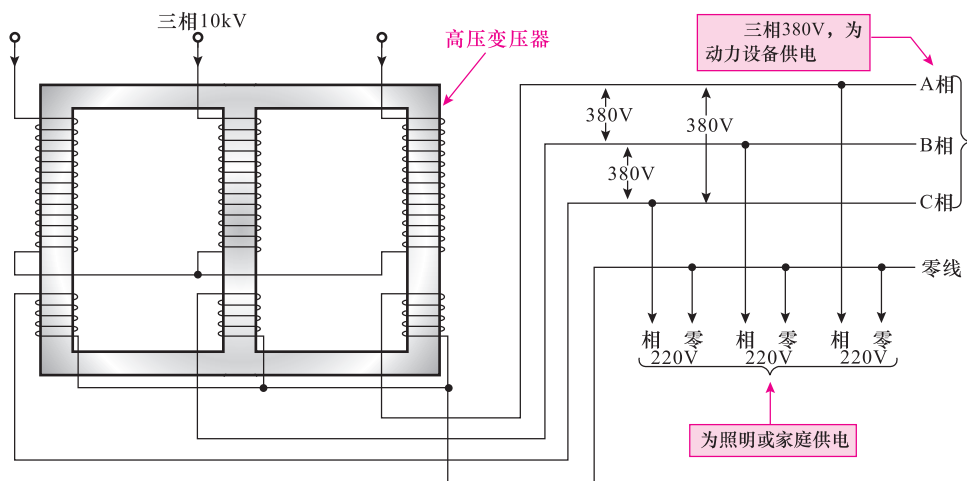


图 1-13 三相交流电路电压的测量



交流发电机的基本结构如图 1-14 所示，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）。由于感应电动势的强弱与感应磁场的强度成正比，感应电动势的极性与感应磁场的极性相对应。定子线圈所受到的感应磁场是交替周期性变化的。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。

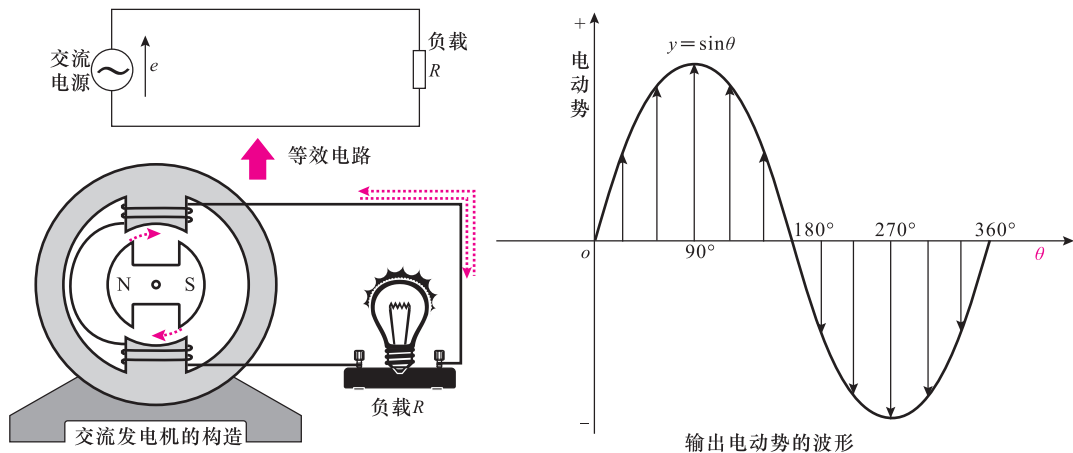


图 1-14 交流发电机的结构和原理



发电机是根据电磁感应原理产生电动势的，当线圈受到变化磁场的作用时，即线圈切割磁力线便会产生感应磁场，感应磁场的方向与作用磁场方向相反。发电机的转子可以被看做是一个永磁体，如图 1-15a 所示，当 N 极旋转并接近定子线圈时，会使定子线圈产生感应磁场（N），线圈产生的感应电动势为一个逐渐增

强的曲线，当转子磁极转过线圈继续旋转时，感应磁场则逐渐减小。

当转子磁极继续旋转时，转子磁极 S 开始接近定子线圈，磁场的磁极发生了变化，如图 1-15b 所示，定子线圈所产生的感应电动势极性也翻转 180°，感应电动势输出为反向变化的曲线。转子旋转一周，感应电动势又会重复变化一次。由于转子旋转的速度是均匀恒定的，因此输出电动势的波形则为正弦波。

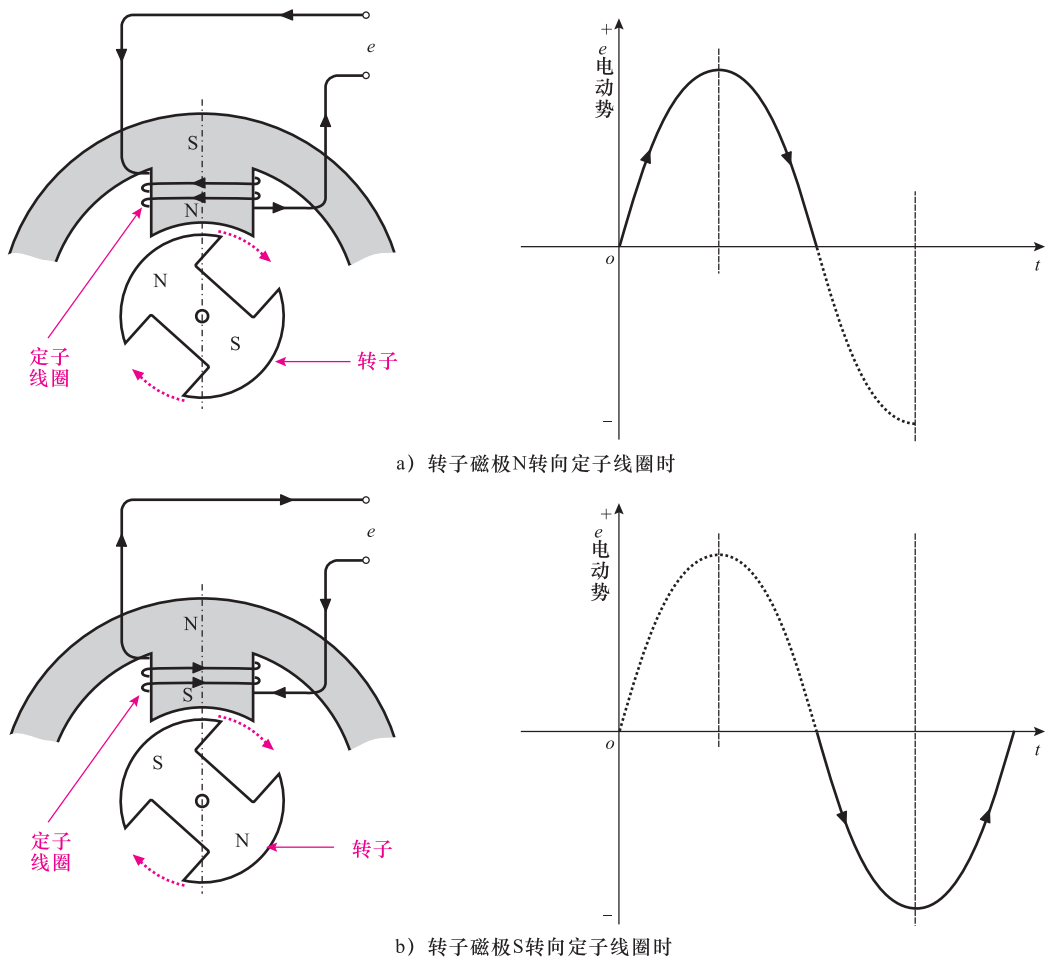


图 1-15 发电机感应电动势产生的过程

1.2 欧姆定律

1.2.1 电压对电流的影响

在电路中电阻阻值不变的情况下，电阻两端的电压升高，流经电阻的电流也成比例增加；电压降低，流经电阻的电流也成比例减小。



图 1-16 所示为电压变化对电流的影响。电压从 25V 升高到 30V 时，电流值也会从 2.5A 升高到 3A。