



画说

彩图版

电工技术



韩雪涛 主 编
韩广兴 吴 瑛 副主编

1. 以“画说”的方式进行讲解，尽量把知识点与图例结合，一目了然
2. 重点难点在图上设置标注说明，便于学习理解
3. 作为自学图书，可降低自学的难度
4. 作为日常必备的参考书，内容全面，资料翔实，便于查阅。



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



画说

彩图版

电工技术

韩雪涛 主 编
韩广兴 吴 瑛 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书采用“画说方式”讲解电工的专业知识和实用技能，是一本为电工量身定做的专业技能宝典。

本书内容以国家相关的职业资格考核标准为指导，结合电工从业的特点和该领域读者的学习习惯，系统、全面地介绍了电工基础知识、电工安全与急救、电工检修工具和仪表、接零与接地、线缆的加工与连接、低压电气部件与电子元器件、常用电工材料、常用电气部件的控制关系、基本单元电路、电工常用线路、基础电气部件的检测、电工焊接作业、电工布线作业、基础电气设备的安装、常用电工线路的检修、变频器与变频电路、PLC的功能和结构特点、PLC电路的控制方式等专业知识和技能。

本书适合电工在岗从业人员及待岗求职人员阅读。也可作为电工技能培训教材，还可作为广大电子电气爱好者的实用技能读本。

图书在版编目(CIP)数据

画说电工技术 / 韩雪涛主编 / 韩雪涛主编. -- 北京: 中国电力出版社, 2017.8

ISBN 978-7-5198-0887-7

I . ①画… II . ①韩… III . ①电工技术 IV . ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 151745 号

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市东城区北京站西街 19 号 (邮政编码 100005)

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑: 马淑范 (xiaoma1809@163.com)

责任校对: 吴 瑛

装帧设计: 张俊霞 左 铭

责任印制: 藟义舟

印 刷: 北京瑞禾彩色印刷有限公司

版 次: 2017 年 8 月第一版

印 次: 2017 年 8 月北京第一次印刷

开 本: 787 毫米 × 1092 毫米 16 开本

印 张: 19.75

字 数: 429 千字

印 数: 0001—3000 册

定 价: 88.00 元

版权专有 侵权必究

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

／ 编 委 会 ／

主 编 韩雪涛

副主编 吴 瑛 韩广兴

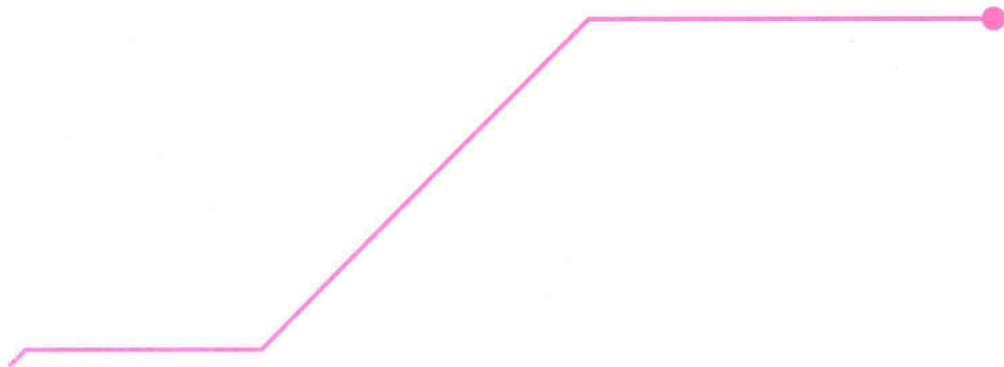
参 编 马 楠 宋永欣 梁 明 宋明芳

张丽梅 孙 涛 张湘萍 吴 玮

高瑞征 周 洋 吴鹏飞 吴惠英

韩雪冬 韩 菲 马敬宇 王新霞

孙承满





前言

preface

《画说电工技术》是一本集资料性和功能性于一体的专业技能图书。

面对电工领域,不难发现,电工从业规模逐年壮大,特别是社会电气化水平的提高和城镇建设步伐的加快,我国电工行业的整体格局发生了重大的变革。社会电工岗位也越来越多,电工从业人数逐年递增。然而电气化程度的提升,加之新产品、新技术、新材料、新工艺的研发与推广应用,为电工从业增加了新的难度。如何能够在短时间内学会电工专业知识,掌握专业技能成为许多从业者首要解决的难题。

针对上述情况,根据电工从业的技术特点和岗位需求,专门编写了本书。本书最大的特点是将电工技能培训与数据资料巧妙的结合,使本书既可以作为专业的电工培训教程也可作为资料性质的工具书查询使用。为了能够编好本书,我们依托数码维修工程师鉴定指导中心进行了大量的市场调研和资料汇总。以国家职业资格标准为依据,将电工领域必须掌握的专业知识和实用技能按照岗位需求进行系统的整理和编排,注重知识体系的系统性和专业内容的实用性。

本书在表现方式上进行了大胆的突破,采用全新的编排方式,以“画说”的形式展现知识技能。无论是专业的电路知识,还是实用的操作技能,全部通过结构图、效果图、框图、原理图、图文、图表、实物照片图、操作示意图等形式加以展现,让读者能够更直观、清晰地理解图书内容,从而调动读者的学习兴趣,在短时间内收到良好的学习效果。

在内容方面,本书以岗位就业为导向。知识内容尽可能贴近实际应用,做到以实用、够用为原则。技能方面则重点突出实战特色,充分发挥“画说”的优势,将电工操作技能中的关键点、操作细节等全部真实呈现,确保图书的实际用途。同时,为了能够让本书在读者的学习和工作中最大限度地发挥作用,本书还系统整理和归纳了很多电工方面的专业电路知识和测量数据,供读者在日后学习和工作中查询使用,大大延伸了图书的实际功能。

在印刷方式上,本书采用双色印刷方式,让讲解和演示都变得更加细致、明确,使读者能够更加容易和准确的学习其中的内容。

本书由数码维修工程师鉴定指导中心组织编写,由全国电子行业资深专家韩广兴教授亲自指导。编写人员有行业资深工程师、高级技师和一线教师。本书无处不渗透着专业团队的经验和智慧,将学习和实践中需要注意的重点、难点一一化解,大大提升了读者的学习效果。

为了更好地满足读者的需求,达到最佳的学习效果,本套丛书得到了数码维修工程师鉴定指导中心的大力支持,提供免费的专业技术咨询。通过学习和实践,还可参加相关资质的国家职业资格或工程师资格认证,可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

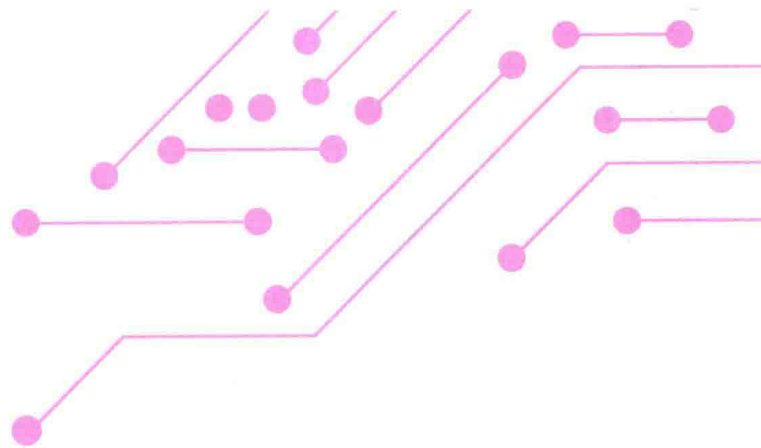
E-mail: chinadse@163.com

地址: 天津市南开区榕苑路4号天发科技园8-1-401

邮编: 300384

编者

目 录 / contents



第1章 电工基础知识 (P1)

- 1.1 电与磁 (P1)
 - 1.1.1 电流感应磁场 (P1)
 - 1.1.2 磁场感应电流 (P2)
- 1.2 直流与交流 (P4)
 - 1.2.1 直流电与直流供电方式 (P4)
 - 1.2.2 交流电与交流供电方式 (P6)

第2章 电工安全与急救 (P10)

- 2.1 触电事故 (P10)
 - 2.1.1 触电的危害 (P10)
 - 2.1.2 单相触电 (P11)
 - 2.1.3 两相触电 (P12)
 - 2.1.4 跨步触电 (P12)
- 2.2 静电的危害与防护 (P13)
 - 2.2.1 静电的危害 (P13)
 - 2.2.2 静电的防护 (P14)
- 2.3 触电急救 (P16)
 - 2.3.1 低压触电环境的脱离 (P16)
 - 2.3.2 高压触电环境的脱离 (P18)
 - 2.3.3 现场触电急救措施 (P18)
- 2.4 安全用电 (P22)
 - 2.4.1 良好的用电习惯 (P22)
 - 2.4.2 触电防护措施 (P24)
- 2.5 外伤与烧伤急救 (P28)
 - 2.5.1 外伤急救 (P28)
 - 2.5.2 烧伤急救 (P30)



第3章 电工检修工具和仪表 (P31)

3.1 电工加工工具 (P31)

3.1.1 钳子 (P31)

3.1.2 螺钉旋具 (P35)

3.1.3 扳手 (P36)

3.1.4 切削工具 (P37)

3.1.5 开凿工具 (P38)

3.2 电工测量工具 (P40)

3.2.1 高压验电器 (P40)

3.2.2 低压验电器 (P41)

3.2.3 万用表 (P43)

3.2.4 钳形表 (P47)

3.2.5 绝缘电阻表 (P48)

3.3 电工焊接设备 (P49)

3.3.1 气焊设备 (P49)

3.3.2 电焊设备 (P50)

3.4 电工辅助工具 (P52)

3.4.1 绝缘操作杆 (P52)

3.4.2 绝缘夹钳 (P53)

3.4.3 登高器具 (P54)

3.4.4 安全护具 (P56)

3.4.5 灭火工具 (P58)

第4章 接零与接地 (P59)

4.1 电气设备用电安全 (P59)

4.1.1 电气设备的安全常识 (P59)

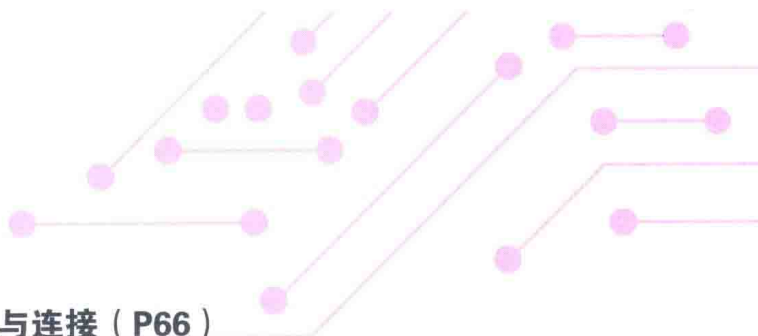
4.1.2 电气设备外壳防护等级的安全规定 (P60)

4.2 保护接地与保护接零 (P62)

4.2.1 保护接地 (P62)

4.2.2 保护接零 (P63)

4.2.3 接地体与接地线 (P64)



● 第5章 线缆的加工与连接 (P66)

- 5.1 线缆剥线加工技能 (P66)
 - 5.1.1 塑料硬导线的剥线加工 (P66)
 - 5.1.2 塑料软导线的剥线加工 (P67)
 - 5.1.3 塑料护套线的剥线加工 (P68)
 - 5.1.4 漆包线的剥线加工 (P69)
- 5.2 线缆连接技能 (P70)
 - 5.2.1 线缆的缠绕对接 (P70)
 - 5.2.2 线缆的绞接 (P72)
 - 5.2.3 线缆的扭接 (P73)
 - 5.2.4 线缆的绕接 (P74)
- 5.3 线缆连接头的加工技能 (P75)
 - 5.3.1 塑料硬导线连接头的加工 (P75)
 - 5.3.2 塑料软导线连接头的加工 (P76)
- 5.4 线缆焊连与绝缘层恢复技能 (P78)
 - 5.4.1 线缆的焊连 (P78)
 - 5.4.2 线缆绝缘层的恢复 (P79)

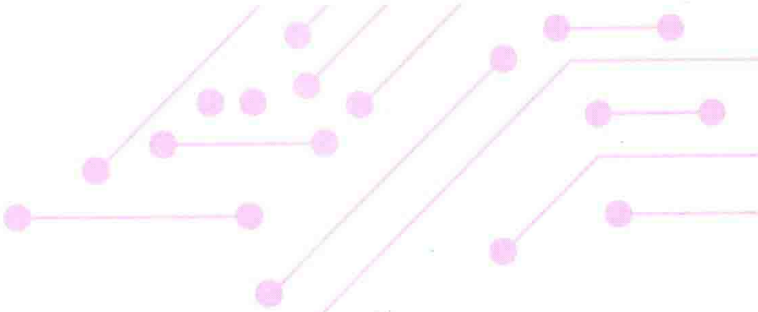
● 第6章 低压电气部件与电子元器件 (P80)

- 6.1 低压开关 (P80)
 - 6.1.1 开启式负荷开关 (P80)
 - 6.1.2 封闭式负荷开关 (P81)
 - 6.1.3 组合开关 (P82)
- 6.2 主令电器 (P83)
 - 6.2.1 按钮开关 (P83)
 - 6.2.2 行程开关 (P84)
 - 6.2.3 万能转换开关 (P85)
 - 6.2.4 接近开关 (P86)
 - 6.2.5 主令控制器 (P86)
- 6.3 继电器 (P87)
 - 6.3.1 电磁继电器 (P87)
 - 6.3.2 中间继电器 (P87)

- 6.3.3 电流继电器 (P88)
- 6.3.4 电压继电器 (P88)
- 6.3.5 速度继电器 (P89)
- 6.3.6 热继电器 (P89)
- 6.3.7 时间继电器 (P90)
- 6.3.8 压力继电器 (P90)
- 6.4 接触器 (P91)
 - 6.4.1 交流接触器 (P91)
 - 6.4.2 直流接触器 (P92)
- 6.5 变压器 (P94)
 - 6.5.1 单相变压器 (P94)
 - 6.5.2 三相变压器 (P95)
- 6.6 电动机 (P96)
 - 6.6.1 直流电动机 (P96)
 - 6.6.2 交流电动机 (P98)
- 6.7 常用电子元件 (P100)
 - 6.7.1 电阻器 (P100)
 - 6.7.2 电容器 (P105)
 - 6.7.3 电感器 (P107)
 - 6.7.4 开关 (P109)
- 6.8 常用半导体器件 (P110)
 - 6.8.1 二极管 (P110)
 - 6.8.2 三极管 (P111)
 - 6.8.3 场效应晶体管 (P112)
 - 6.8.4 集成电路 (P113)
 - 6.8.5 晶闸管 (P116)

第7章 常用电工材料 (P118)

- 7.1 绝缘材料 (P118)
 - 7.1.1 绝缘纤维制品 (P118)
 - 7.1.2 浸渍纤维制品 (P119)
 - 7.1.3 绝缘层压制品 (P119)



7.2 导电线材 (P120)

7.2.1 裸导线 (P120)

7.2.2 电磁线 (P120)

7.2.3 绝缘导线 (P121)

7.2.4 电力电缆 (P121)

7.2.5 通信电缆 (P122)

7.3 磁性材料 (P122)

7.3.1 软磁性材料 (P122)

7.3.2 硬磁性材料 (P123)

7.3.3 特殊磁性材料 (P123)



第8章 常用电气部件的控制关系 (P124)

8.1 开关的控制关系 (P124)

8.1.1 电源开关的控制关系 (P124)

8.1.2 按钮开关的控制关系 (P125)

8.2 继电器的控制关系 (P128)

8.2.1 继电器动合触点的控制关系 (P128)

8.2.2 继电器动断触点的控制关系 (P129)

8.2.3 继电器转换触点的控制关系 (P130)

8.3 接触器的控制关系 (P132)

8.3.1 接触器的连接关系 (P132)

8.3.2 接触器的控制过程 (P133)

8.4 传感器的控制关系 (P135)

8.4.1 温度传感器的控制关系 (P135)

8.4.2 湿度传感器的控制关系 (P136)

8.4.3 光电传感器的控制关系 (P137)

8.4.4 振动传感器的控制关系 (P138)

8.4.5 磁电传感器的控制关系 (P139)

8.4.6 气敏传感器的控制关系 (P141)

8.5 保护器的控制关系 (P143)

8.5.1 熔断器的控制关系 (P143)

8.5.2 漏电保护器的控制关系 (P144)

- 8.5.3 温度继电器的控制关系 (P145)
- 8.5.4 过热保护继电器的控制关系 (P146)
- 8.5.5 避雷器的控制关系 (P148)

第9章 基本单元电路 (P149)

- 9.1 晶体管放大电路与运算放大器 (P149)
 - 9.1.1 晶体管放大电路 (P149)
 - 9.1.2 运算放大器 (P150)
- 9.2 振荡电路与调制解调器 (P152)
 - 9.2.1 振荡电路 (P152)
 - 9.2.2 调制解调电路 (P154)
- 9.3 电源电路与数字电路 (P155)
 - 9.3.1 电源电路 (P155)
 - 9.3.2 数字电路 (P158)

第10章 电工常用线路 (P160)

- 10.1 供配电线路 (P160)
 - 10.1.1 高压供配电线路 (P160)
 - 10.1.2 低压供配电线路 (P163)
- 10.2 照明控制电路 (P167)
 - 10.2.1 室内照明控制电路 (P167)
 - 10.2.2 公共照明控制电路 (P169)
- 10.3 电动机控制电路 (P172)
 - 10.3.1 电动机降压启动控制电路 (P172)
 - 10.3.2 电动机联锁控制电路 (P175)
 - 10.3.3 电动机点动、连续控制电路 (P176)
 - 10.3.4 电动机正、反转控制电路 (P177)
- 10.4 农机控制电路 (P178)
 - 10.4.1 养鱼池水泵与增氧泵自动交替控制电路 (P178)
 - 10.4.2 水池自动泵水控制电路 (P179)
 - 10.4.3 秸秆切碎机驱动控制电路 (P180)
 - 10.4.4 养殖畜牧业防盗控制电路 (P181)



10.4.5 稻谷加工机电气控制电路 (P182)

10.5 工业机床控制电路 (P183)

10.5.1 车床控制电路 (P183)

10.5.2 铣床控制电路 (P187)

10.5.3 磨床控制电路 (P189)

● 第11章 基础电气部件的检测 (P191)

11.1 电气开关的检测 (P191)

11.1.1 低压开关的检测 (P191)

11.1.2 按钮开关的检测 (P193)

11.2 保护器件的检测 (P195)

11.2.1 低压断路器的检测 (P195)

11.2.2 漏电保护器的检测 (P197)

11.2.3 熔断器的检测 (P198)

11.3 继电器和接触器的检测 (P199)

11.3.1 继电器的检测 (P199)

11.3.2 接触器的检测 (P200)

11.4 变压器的检测 (P202)

11.4.1 电源变压器的检测 (P202)

11.4.2 电力变压器的检测 (P204)

11.5 电动机的检测 (P205)

11.5.1 直流电动机的检测 (P205)

11.5.2 单相交流电动机的检测 (P206)

11.5.3 三相交流电动机的检测 (P207)

● 第12章 电工焊接作业 (P210)

12.1 元器件的焊接 (P210)

12.1.1 分立元器件的热熔焊接 (P210)

12.1.2 贴片元器件的吹焊 (P213)

12.2 管路的焊接 (P215)

12.2.1 管路的电焊 (P215)

12.2.2 管路的气焊 (P217)



第13章 电工布线作业 (P219)

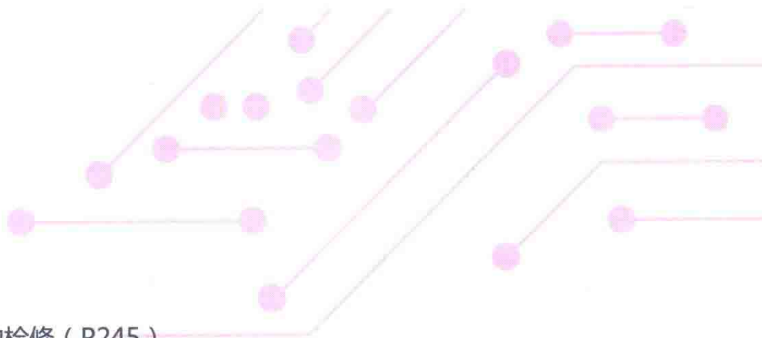
- 13.1 瓷夹配线与瓷瓶配线 (P219)
 - 13.1.1 瓷夹配线 (P219)
 - 13.1.2 瓷瓶配线 (P220)
- 13.2 金属管配线 (P221)
 - 13.2.1 金属管明敷配线 (P221)
 - 13.2.2 金属管暗敷配线 (P222)
- 13.3 线槽配线 (P223)
 - 13.3.1 塑料线槽明敷配线 (P223)
 - 13.3.2 金属线槽暗敷配线 (P224)
- 13.4 线管配线 (P225)
 - 13.4.1 塑料线管明敷配线 (P225)
 - 13.4.2 塑料线管暗敷配线 (P226)

第14章 基础电气设备的安装 (P227)

- 14.1 照明灯具和开关的安装 (P227)
 - 14.1.1 照明灯具的安装 (P227)
 - 14.1.2 开关的安装 (P229)
- 14.2 插座的安装 (P231)
 - 14.2.1 电源插座的安装 (P231)
 - 14.2.2 弱电插座的安装 (P233)
- 14.3 控制及保护器件的安装 (P234)
 - 14.3.1 交流接触器的安装 (P234)
 - 14.3.2 热继电器的安装 (P235)
 - 14.3.3 熔断器的安装 (P235)

第15章 常用电工线路的检修 (P236)

- 15.1 供配电线路 (P236)
 - 15.1.1 高压供配电线路的检修 (P236)
 - 15.1.2 低压供配电线路的检修 (P240)
- 15.2 照明控制线路的检修 (P242)
 - 15.2.1 室内照明控制线路的检修 (P242)
 - 15.2.2 室外照明控制线路的检修 (P243)



- 15.3 电动机控制电路的检修 (P245)
 - 15.3.1 交流电动机控制电路的检修 (P245)
 - 15.3.2 直流电动机控制电路的检修 (P246)

第16章 变频器与变频电路 (P247)

- 16.1 变频器的种类特点 (P247)
 - 16.1.1 变频器的种类 (P247)
 - 16.1.2 变频器的结构 (P250)
 - 16.1.3 变频器的功能特点 (P253)
- 16.2 变频电路中的主要器件 (P255)
 - 16.2.1 变频电路中的晶闸管 (P255)
 - 16.2.2 变频电路中的场效应管 (P256)
 - 16.2.3 变频电路中的其他功率器件 (P257)
- 16.3 变频电路的工作原理 (P259)
 - 16.3.1 变频电路中整流电路的工作原理 (P259)
 - 16.3.2 变频电路中中间电路的工作原理 (P260)
 - 16.3.3 变频电路中转速控制电路的工作原理 (P261)
 - 16.3.4 变频电路中转速控制电路的工作原理 (P262)

第17章 PLC的功能和结构特点 (P264)

- 17.1 PLC的功能特点 (P264)
 - 17.1.1 PLC的种类 (P264)
 - 17.1.2 PLC控制系统的类型 (P265)
 - 17.1.3 PLC的功能 (P266)
 - 17.1.4 PLC技术的应用 (P268)
- 17.2 PLC的基本组成和工作原理 (P270)
 - 17.2.1 PLC的基本组成 (P270)
 - 17.2.2 PLC的工作原理 (P271)

第18章 PLC电路的控制方式 (P272)

- 18.1 PLC对三相交流电动机连续运行的控制方式 () P272)
 - 18.1.1 三相交流电动机连续运行的控制电路 (P272)



- 18.1.2 PLC对三相交流电动机连续运行的控制过程 (P273)
- 18.2 PLC对三相交流电动机串电阻降压启动的控制方式 (P275)
 - 18.2.1 三相交流电动机串电阻降压启动的控制电路 (P275
 - 18.2.2 PLC对三相交流电动机串电阻降压启动运行的控制过程 (P277)
- 18.3 PLC对三相交流电动机Y— Δ 降压启动的控制方式 (P280)
 - 18.3.1 三相交流电动机Y— Δ 降压启动的控制电路 (P280)
 - 18.3.2 PLC对三相交流电动机Y— Δ 降压启动运行的控制过程 (P281)
- 18.4 PLC对两台三相交流电动机交替运行的控制方式 (P285)
 - 18.4.1 两台三相交流电动机交替运行的控制电路 (P285)
 - 18.4.2 PLC对两台三相交流电动机交替运行的控制过程 (P286)
- 18.5 PLC对两台三相交流电动机联锁起停的控制方式 (P289)
 - 18.5.1 两台三相交流电动机联锁起停的控制电路 (P289)
 - 18.5.2 PLC对两台三相交流电动机联锁起停的控制过程 (P290)
- 18.6 PLC对三相交流电动机反接制动的控制方式 (P293)
 - 18.6.1 三相交流电动机反接制动的控制电路 (P293)
 - 18.6.2 PLC对三相交流电动机反接制动的控制过程 (P294)
- 18.7 PLC对三相交流电动机正、反转的控制方式 (P296)
 - 18.7.1 三相交流电动机正、反转的控制电路 (P296)
 - 18.7.2 PLC对三相交流电动机正、反转的控制过程 (P298)

第1章

电工基础知识



1.1 电与磁

1.1.1 电流感应磁场

通俗的讲，磁场就是存在磁力的场所，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。

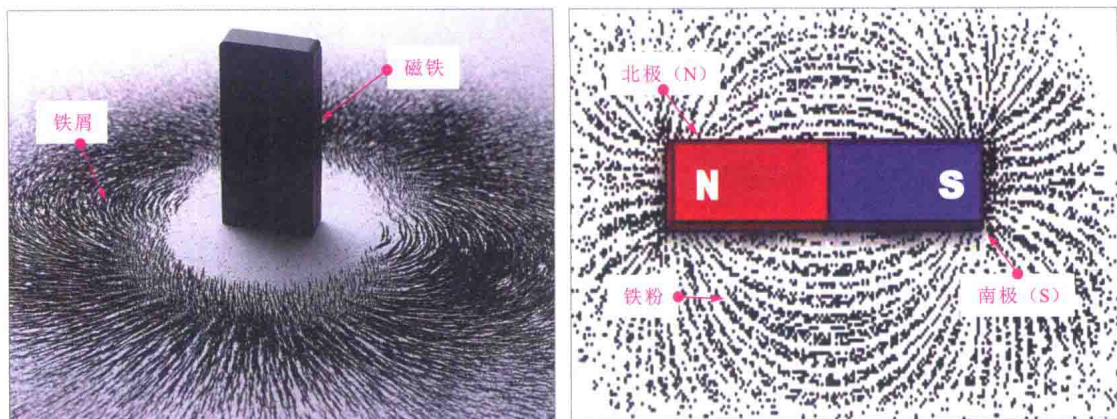


图1-1 磁铁周围的磁场

如图1-2所示，如果金属导线通过电流，那么借助铁粉末，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。

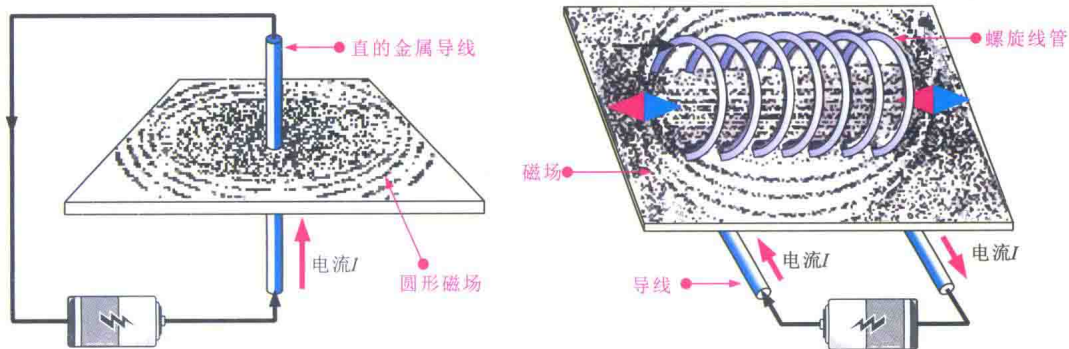


图1-2 电流感应磁场

流过导体的电流方向和所产生的磁场方向之间有着明确的关系。图1-3为安培定则即（右手定则），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1-3（a）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1-3（b）所示。

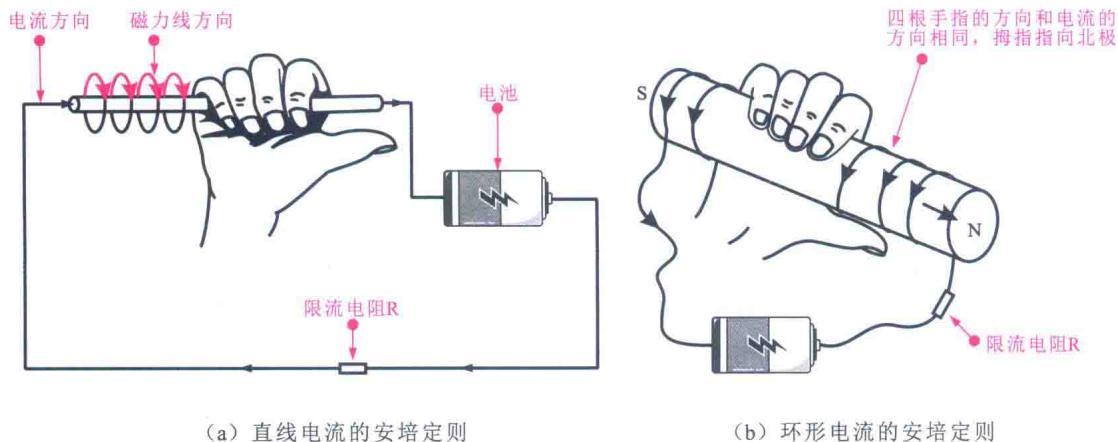


图1-3 安培定则（右手定则）

1.1.2 磁场感应电流

磁场能感应出电流。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为磁场感应电流。

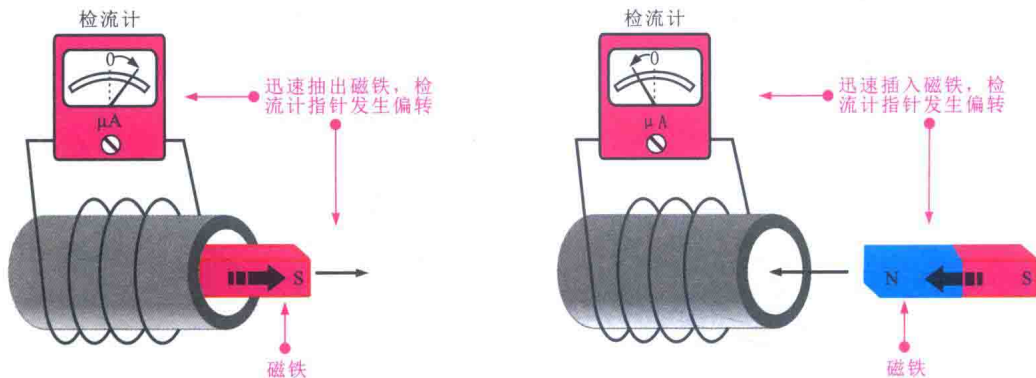


图1-4 磁场感应电流

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。图1-5所示为电磁感应现象。