

职业技能鉴定丛书

无线电装接工 职业技能鉴定指导

程 周 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

职业技能鉴定丛书

无线电装接工 职业技能鉴定指导

程周 主编

高等教育出版社

内容简介

本书根据《无线电装接工国家职业标准》编写。全书共分初级、中级、高级3部分,主要内容包括常用无线电元器件、常用测量仪表、常用电子产品工作原理、一般电子产品的装接、电子产品的技术要求与方法、电子产品的故障处理方法、电子产品的技术文件及调试方案、常用电子产品电路的调试与检修等。根据这3个技术等级的知识要求和技能要求,遵循由浅入深、由易到难的原则,阐述了该工种应掌握的基本理论知识、专业知识、工艺知识及实训项目。

本书可以作为无线电装接工应知应会考核鉴定的培训教材,也可作为职业院校相关工种及专业学生考前参考书。

图书在版编目(CIP)数据

无线电装接工职业技能鉴定指导/程周主编. —北京:
高等教育出版社, 2007.4
ISBN 978-7-04-020798-9

I. 无... II. 程... III. 无线电技术-职业技能鉴定-
自学参考资料 IV. TN014

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第024143号

策划编辑	李宇峰	责任编辑	孙薇	封面设计	于涛	责任绘图	吴文信
版式设计	余杨	责任校对	张颖	责任印制	尤静		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京铭成印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 13
字 数 310 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2007年4月第1版
印 次 2007年4月第1次印刷
定 价 19.60元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 20798-00

前 言

本书根据劳动部制定的《无线电装接工国家职业标准》及技术工人等级考核标准编写，全书共分初级、中级、高级3部分。根据这3个技术等级的知识要求和技能要求，遵循由浅入深、由易到难的原则阐述了无线电装接工应掌握的基本理论知识、专业知识、工艺知识及实训项目。本书可以作为参加国家职业技能鉴定人员的学习用书，也可以作为职业学校电类各专业及其他相关专业的学生参加无线电装接工应知应会考核鉴定的培训教材和考前参考书。

本书特点如下：

1. 实用性。本书内容符合国家职业标准及企业生产实际需要，紧扣《无线电装接工国家职业标准》的各知识点，按照“考什么，编什么”的原则组织内容。本书以无线电装接工岗位职业技能为基础，告诉读者不同等级无线电装接工在实践中应掌握哪些知识和技能，并通过实例指导读者如何掌握这些知识与技能。

2. 实践性。本书重视实践内容的编写，不片面强调系统性，将应用性放在首要位置，通过本书的学习，使读者掌握无线电装接工这一工种的技能，特别是操作性的知识和技能，做到“明白道理，装接有序，排除故障心中有底”。

3. 针对性。本书以国家颁布的《无线电装接工国家职业标准》为指导，以初级、中级、高级工职业技能鉴定要求为指针，按知识要点、技能培训与职业技能鉴定应知应会内容相衔接，分篇编写，每篇独立性强，学生在教师指导下，可以按照初级、中级和高级工的要求，逐步学习各篇的内容。也可以根据自身的条件，独立选择对应初级、中级、高级3篇中某篇的内容学习。

4. 创新性。本书不同于传统的培训教材，理论知识不强调系统性，只注重其不同阶段的独立性、科学性和合理性。图、文、表相结合引导读者梳理所学知识。在技能要求上，重在解决应当做什么、怎么做、如何应对变化。读者不仅能实实在在地掌握一定的技能，同时，也有一定的发展空间，读者的就业能力和创新能力将得到很好的提升。

在学习本书过程中编者建议：

1. 在内容上，注意把握好“宏观了解、注重应用”的原则，处理好初级、中级、高级3个级别之间的关系，处理好同一级别中不同内容之间的关系。注重从宏观上了解《无线电装接工国家职业标准》所涉及的无线电原理、作用、功能、元器件型号、安装及维护方法。涉及的基础理论知识，宜“浅”不宜“深”，以“了解”层次为主体，以能够解决职业技能鉴定中应会部分的考核为目标，不宜也没有必要对“专”、“深”的专业理论进行研究。

2. 在结构上，注意根据初级、中级和高级无线电装接工的不同特点，本着可行、实用、科学的原则把握学习本书内容的先后顺序。可按初级、中级和高级的顺序展开学习。也可根据实际需要与可能，选择不同级别的内容，配合本系列其他相关的书籍学习，以满足不同类型读者对职业技能鉴定的不同要求。

本教材由安徽职业技术学院实训中心程周主编，安徽职业技术学院实训中心电子电气部梁

莉、天津市静海县成人职业教育中心荆茂祥参加编写。具体分工为：梁莉编写第一篇；程周编写第二篇；荆茂祥编写第三篇。全书由程周统稿。

本书由北京信息职业技术学院曹德跃主审。曹老师以高度负责的态度审阅全书，提出许多宝贵意见，在此表示衷心感谢。本书编写过程中，得到安徽职业技术学院周洪颖老师的帮助和支持，编者在此也一并表示感谢。

由于编者学识和水平有限，书中难免存在缺点和错误，恳请同行和使用本书的广大读者批评指正。联系电子邮箱：ahchzh@163.com。

程 周
2006 年 9 月

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》,其行为人将承担相应的民事责任和行政责任,构成犯罪的,将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序,保护读者的合法权益,避免读者误用盗版书造成不良后果,我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为,希望及时举报,本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话: (010) 58581897/58581896/58581879

传 真: (010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址: 北京市西城区德外大街 4 号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编: 100011

购书请拨打电话: (010)58581118

目 录

第一篇 初级无线电装接工知识(应知)与技能(应会)

第一章 一般电工基础知识	1	第一节 电声器件的分类及用途	44
第一节 电流与电压	1	第二节 常用导线的分类及选用	45
第二节 电功率	1	第三节 元器件插装的要求	49
第三节 正弦交流电的基本概念	2	第四节 钳口工具的使用与维护	51
第四节 磁场的基本概念	4	第五章 一般电工(无线电)测量知识	52
第五节 楞次定律及右手定则	6	第一节 万用表测量电阻、电压及	
第六节 电磁感应定律	7	电流	52
第七节 自感与互感	7	第二节 低频信号发生器的使用	
第八节 电阻器	8	方法	54
第九节 电容器	13	第三节 高频信号发生器的使用	
第十节 电感器	18	方法	55
第十一节 变压器	20	第四节 通用示波器的使用方法	56
第二章 一般无线电知识	23	第六章 基础技能	60
第一节 二极管	23	第一节 常用元器件引脚成形	60
第二节 晶体管的结构、型号及		第二节 手工烙铁锡焊操作	61
命名方法	24	第三节 聚氯乙烯绝缘及屏蔽安装	
第三节 晶体管的电流放大作用	27	线的加工	63
第四节 晶体管的特性曲线	28	第四节 安装电缆线及射频同轴	
第五节 共发射极基本放大电路	30	电缆线的加工	65
第六节 分压式射极偏置放大电路	32	第五节 电阻值、电容器及电感器	
第七节 多级放大器	33	的识读及测量	66
第八节 功率放大器	34	第六节 二极管的识别、检测及	
第九节 LC 正弦波振荡器	35	质量判定	67
第十节 无线电传播途径及特点	37	第七节 用 JT-1 型晶体管图示仪	
第十一节 无线电发射与接收的		测量晶体管	68
基本知识	39	第八节 常用零部件的识别及判定	
第三章 一般数字电路技术知识	41	(开关件、接插件等)	69
第一节 脉冲波形主要参数	41	无线电装接工初级理论知识测试试卷	70
第二节 逻辑门电路	41	无线电装接工初级技能测试准备通知单	78
第四章 装接工艺基础知识	44	无线电装接工初级技能测试试卷	80

第二篇 中级无线电装接工知识(应知)与技能(应会)

第一章 基本电工知识	85	第七节 整机总装工艺流程	111
第一节 基尔霍夫定律	85	第八节 总装接线工艺要求	114
第二节 戴维宁定理及电路计算	86	第九节 恒温电烙铁结构及工作	
第三节 电路中各点电位计算	87	原理	115
第四节 正弦交流电路的功率	88	第十节 拆焊技术	115
第五节 电容器的充电与放电	89	第十一节 无锡焊接	116
第六节 三相交流电路的功率计算	91	第五章 电工(无线电)测量技术	117
第二章 无线电技术基础	92	第一节 DA-16(GB-10)型电压	
第一节 串联型稳压电源的组成及		表的使用	117
工作原理	92	第二节 频率测量的基本原理	118
第二节 滤波器的类型及用途	92	第三节 通用电子计数器测量频率	
第三节 负反馈放大器框图和基本		和时间的基本原理	119
关系式	95	第四节 BT-3型扫频仪的原理及	
第四节 负反馈类型	95	应用	120
第五节 负反馈对放大器性能的		第五节 晶体管特性图示仪的	
影响	96	基本原理及应用	123
第六节 自动增益控制的基本工作		第六章 较复杂电子产品基本工作	
原理	97	原理	128
第三章 数字逻辑器件基础知识	99	第一节 彩色电视机全电视信号	
第一节 RS触发器的概念	99	的组成	128
第二节 JK触发器的工作原理	101	第二节 彩色电视机高频调谐器	
第三节 D触发器的工作原理	102	组成及作用	130
第四节 T触发器的概念	103	第三节 中频放大器组成及作用	131
第五节 寄存器的工作原理	103	第四节 亮度通道的组成及作用	132
第六节 计数器的工作原理	104	第五节 行扫描电路的组成及作用	134
第七节 译码器的工作原理	106	第六节 场扫描电路的组成及作用	135
第四章 无线电装接工艺	108	第七章 装接图的绘制及装配工艺文件	
第一节 整机装配工艺过程	108	的填写	136
第二节 整机装接联的特点	108	第一节 国家标准常用电子元	
第三节 放大器元器件的布局	109	器件图形	136
第四节 印制电路板组装工艺		第二节 电路图的绘制	137
流程及要求	109	第三节 常用装配工艺文件的	
第五节 印制电路板上元器件		格式及填写方法	138
插装原则、插装方式		无线电装接工中级理论知识测试试卷	140
及特点	110	无线电装接工中级技能测试准备通知单	147
第六节 整机总装工艺要求	111	无线电装接工中级技能测试试卷	149

第三篇 高级无线电装接工

第一章 无线电技术原理	153	第一节 插件机基本知识	168
第一节 正向 AGC 电路特点及 工作原理	153	第二节 波峰焊机的组成及作用 ...	168
第二节 反向 AGC 电路特点及 工作原理	154	第三节 表面安装贴片机的结构 ...	169
第三节 延迟式 AGC 电路特点及 工作原理	154	第四节 表面安装贴片机的贴片 方式分类	170
第四节 自动频率控制(AFC) 电路作用及方法	156	第五节 表面安装焊接设备的 特点	171
第五节 鉴相器的工作原理	156	第四章 复杂产品基本工作原理	172
第六节 锁相环电路组成、特性 及应用	157	第一节 红外线遥控彩电组成方 框图	172
第七节 超高频放大器工作特点 ...	158	第二节 微处理器在遥控彩电中 的应用	172
第二章 无线电装接工艺新技术	159	第三节 红外线遥控发射与接收 基本原理	173
第一节 表面安装电阻器	159	第四节 VCD 机的结构及工作 原理	173
第二节 表面安装电容器	159	第五章 总装工艺	176
第三节 表面安装电感器	160	第一节 安装工艺要求	176
第四节 表面安装半导体器件	160	第二节 总装接线工艺	177
第五节 自动插件工艺基本内容 及要求	163	第三节 电子整机总装的内容	178
第六节 波峰焊工作原理	164	第四节 整机装配实例	180
第七节 波峰焊工艺流程	165	无线电装接工高级理论知识测试试卷 ...	183
第八节 表面安装的工艺流程	166	无线电装接工高级技能测试准备通知单 ...	190
第三章 工具设备使用和维护	168	无线电装接工高级技能测试试卷	192
参考答案	195		
参考文献	197		

第一篇 初级无线电装接工 知识(应知)与技能(应会)

第一章 一般电工基础知识

第一节 电流与电压

1. 电流

电流是单位时间内通过导体横截面的电荷量,用 I 表示。电荷量、电流和时间的关系为

$$I = \frac{Q}{t}$$

式中, I 为电流,单位为安[培](A); Q 为电荷量,单位为库[仑](C); t 为时间,单位为秒(s)。

2. 电压

在电路中电场力将单位正电荷从A点移动到B点所做的功称为A、B两点间的电压,即

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{Q}$$

式中, U 为电压,单位是伏[特](V); Q 为电荷量,单位为库[仑](C); W_{AB} 为 Q 从A点移动到B点电场力所做的功,单位为焦[耳](J)。

第二节 电 功 率

用电设备单位时间(t)里所消耗的电能(W)叫做电功率,用字母 P 表示。

$$P = \frac{W}{t} = UI$$

考虑到欧姆定律 $U = IR$,那么电功率的表达式可以是

$$P = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}$$

电功率的单位是瓦[特](W)。显然电路中电压越高,电流越大,其电功率也就越大。

通常用电设备上都标明它的电功率和电压,以便正确使用。例如白炽灯上就标有“PZ220 - 60”的字样,表明这只普通照明白炽灯在220 V电压下使用,其电功率为60 W。

第三节 正弦交流电的基本概念

正弦交流电简称交流电,其变化随时间按正弦规律进行,为了准确描述正弦交流电,引入以下几个量:

(1) 周期 交流电变化一个循环所需要的时间称为周期,用字母 T 表示,单位是秒(s),如图 1-1-1 所示。

(2) 频率 交流电 1 s 变化的次数称为频率,用字母 f 表示,单位是赫[兹](Hz)。频率和周期互为倒数,即

$$f = \frac{1}{T}$$

(3) 角频率 单位时间内变化的角度(以弧度为单位)叫做角频率,用 ω 表示,单位是弧度/秒(rad/s)。角频率 ω 与周期 T 、频率 f 之间的关系为

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

我国供电电源的频率为 50 Hz,称为工业标准频率,简称工频,其周期为 $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} \text{ s} = 0.02 \text{ s}$,即工频 50 Hz 的交流电,每 0.02 s 变化一个循环,每秒钟变化 50 个循环。

周期、频率和角频率都是描述交流电变化快慢的物理量。

(4) 瞬时值 交流电每一瞬时所对应的值称为瞬时值。瞬时值用小写字母表示,例如 e 、 i 、 u 等。由于交流电是随时间变化的,所以不同时刻的瞬时值一般大小和方向都不相同。

(5) 最大值 交流电在一个周期内数值最大的瞬时值称为最大值或幅值。最大值用大写字母加下标 m 表示,例如 E_m 、 I_m 、 U_m 等。

(6) 有效值 如果交流电流通过一个电阻时,在一个周期内产生的热量与某直流电流通过同一电阻在同样长的时间内产生的热量相等的话,就将这一直流电流的数值定义为交流电流的有效值。有效值用大写字母表示。根据定义,可求得正弦交流电流的有效值和最大值之间的关系为

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0.707 I_m$$

同理可知,电动势和电压也分别有同样的关系

$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = 0.707 E_m$$

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 0.707 U_m$$

一般情况下,所说的交流电流和交流电压的大小以及测量仪表所指示的电流和电压值都是指有效值。例如,我国生活用电是 220 V 交流电,其最大值为 $U_m = \sqrt{2}U = \sqrt{2} \times 220 \text{ V} = 311 \text{ V}$ 。

(7) 平均值 如果仅从数学的角度定义平均值,正弦交流电的平均值为 0。这是因为在一个周期内,横轴上、下面积相等,其代数和为 0。然而在工程技术上,特别是电子电路(整流

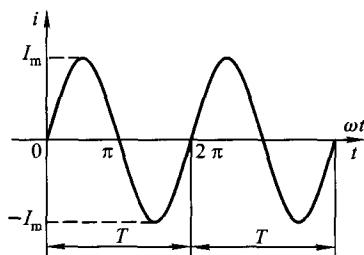


图 1-1-1 正弦交流电的波形

电路)中,对“平均值”的含义做了一点修正,即在正弦波的半个周期内取平均值(通常是正半周期),所以也称为“整流平均值”,其波形如图1-1-2所示。

由图1-1-2可见,所谓平均值是指正弦量波形从0到 π (半个周期)之间取平均,该半波的平均高度称为平均值。正弦交流电的平均值与最大值的关系为

$$E_{av} = \frac{2}{\pi} E_m = 0.637 E_m$$

$$U_{av} = \frac{2}{\pi} U_m = 0.637 U_m$$

$$I_{av} = \frac{2}{\pi} I_m = 0.637 I_m$$

式中, E_{av} 、 U_{av} 、 I_{av} 为平均值。

(8) 相位 图1-1-3所示正弦交流电流在每一时刻都是变化的, $(\omega t + \varphi_0)$ 是该正弦交流电流在 t 时刻所对应的角度,称为相位角,简称相位。对于某一给定的时间 t 就有对应的相位角。

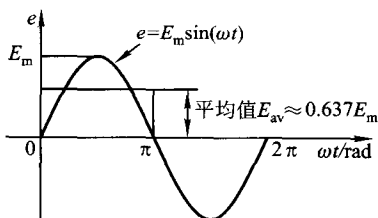


图1-1-2 交流电的平均值

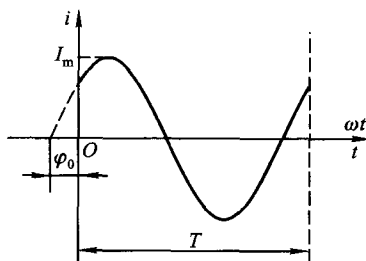


图1-1-3 正弦交流电的相位

相位由两部分构成,以 $t=0$ 时刻划分,在 $t=0$ 时刻以后所经历的角度是 ωt ;在 $t=0$ 时刻以前,正弦交流电流就具有的角度为 φ_0 。把 $t=0$ 所对应的角度 φ_0 称为初相位,简称初相。

从物理意义上来说,相位是反映正弦交流电流变化进程的,例如在相位 $(\omega t + \varphi_0) = \frac{\pi}{2}$ 时,正弦电流为最大值;当相位 $(\omega t + \varphi_0) = \pi$ 时,正弦电流为0。显然,有了相位这个物理量以后,就可以比较两个同频率正弦交流电谁先达到最大值(或0值)。

相位和初相位的单位都是弧度(rad)。

(9) 相位差 相位差是指两个同频正弦交流电的相位之差。比较图1-1-4所示电流 i_1 和 i_2 的相位, i_1 的相位为 $(\omega t + \varphi_{01})$,初相位为 φ_{01} ; i_2 的相位为 $(\omega t + \varphi_{02})$,初相位为 φ_{02} ,其相位差用 φ 表示,即

$$\varphi = (\omega t + \varphi_{01}) - (\omega t + \varphi_{02}) = \varphi_{01} - \varphi_{02}$$

可见,由于 i_1 和 i_2 的角频率相同,所以相位差就等于初相位之差。初相位不同,即相位不同,说明它们随时间变化的步调不一致。

若 $0 < \varphi < \pi$ 时,波形如图1-1-4(a)所示, i_1 总比 i_2 先经过对应的最大值和0值,这时就称 i_1 超前 i_2 φ 角(或称 i_2 滞后 i_1 φ 角)。

若 $-\pi < \varphi < 0$ 时,波形如图1-1-4(b)所示,称为 i_1 滞后 i_2 φ 角(或称 i_2 超前 i_1 φ 角)。

若 $\varphi = 0$ 时,波形如图1-1-4(c)所示, i_1 与 i_2 相位相同,简称同相。

若 $\varphi = \pi$ 时, 波形如图 1-1-4(d) 所示, i_1 与 i_2 相位相反, 简称反相。

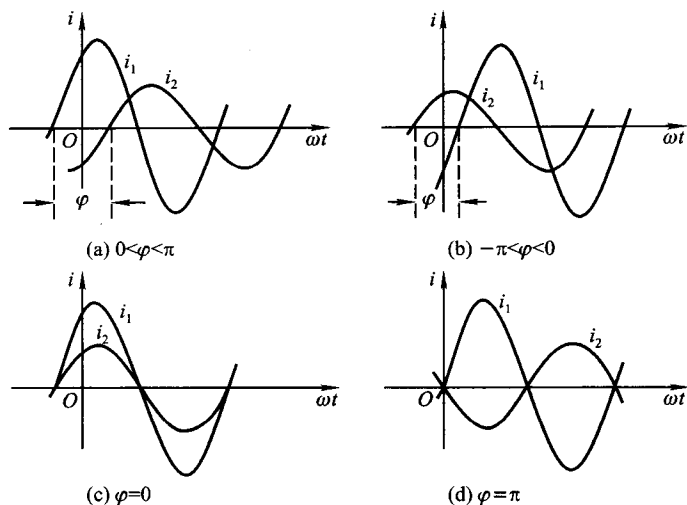


图 1-1-4 正弦交流电的相位差

在上述物理量中, 最大值、角频率和初相位称为正弦交流电的三要素。只要具有这 3 个要素, 就可以准确描述该正弦交流电。

第四节 磁场的基本概念

1. 磁场

在磁铁或电流(运动电荷)周围的空间里存在着磁场, 而磁场的基本性质之一, 是它对任何置于其中的其他磁体或电流施加作用力。

磁场有方向性, 人们规定, 在磁场中的任一点, 小磁针静止时北极受力的方向(即北极所指的方向), 就是那点的磁场方向。

为了形象地描绘磁场, 人们在磁场中画出一系列带箭头的曲线(称为磁感应线), 曲线上每一点的切线方向, 都跟该点的磁场方向一致。而磁感应线越密的地方, 磁场越强。

通电长直导线在其周围产生磁场, 它的磁感应线方向跟电流方向之间的关系, 可以用右手螺旋定则判断: 以右手握住导体, 伸直大拇指, 拇指所指的方向表示电流方向, 弯曲的四指的方向表示磁感应线方向, 如图 1-1-5 所示。在分析通电螺线管磁感应线分布时, 以弯曲的四指沿电流方向, 则拇指所指方向的螺线管内部的磁感应线方向, 如图 1-1-6 所示。

2. 磁感应强度

把在磁场中垂直于磁场方向的通电直导线受到的磁场力 F 与通过的电流 I 和导线的长度 l 的乘积 Il 的比值, 叫做通电导线所在处的磁感应强度, 用 B 表示, 即

$$B = \frac{F}{Il}$$

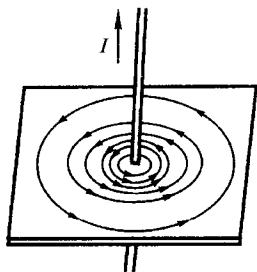


图 1-1-5 右手螺旋定则

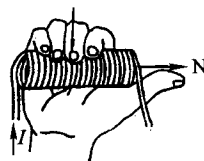
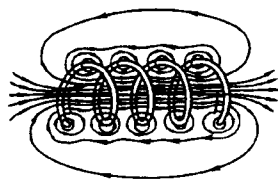


图 1-1-6 螺线管电流的磁场

式中, F 为通电导体受到的磁场力, 单位为牛[顿](N); I 为导体中的电流, 单位为安[培](A); l 为导体在磁场中的有效长度, 单位为米(m); B 为磁感应强度, 单位为特[斯拉](T, 也可用 Wb/m^2)。

磁感应强度是矢量, 磁场中某处磁感应强度的方向就是该处磁场的方向。

3. 磁通量

穿过磁场中某一面积的磁感应线的条数, 叫做穿过这个面积的磁通量。磁通量简称磁通, 用 Φ 表示, 单位是韦[伯](Wb)。

显然, 磁通的大小与磁场的强弱程度、面积的大小以及该面跟磁场方向的夹角有关, 如图 1-1-7 所示。穿过磁场中面积 S 的磁通为

$$\Phi = BS \cos \theta$$

式中, B 为磁感应强度, 单位为特[斯拉](T); S 为面积, 单位为平方米(m^2); θ 为面积 S 与垂直磁场的面积 S' 之间的夹角。

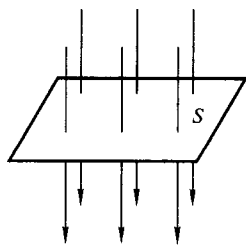
4. 磁场对通电直导线的作用力

(1) 安培定律 磁场对通电导线的作用力通常叫做安培力。磁场对电流的作用力的大小可由下式(安培定律)计算:

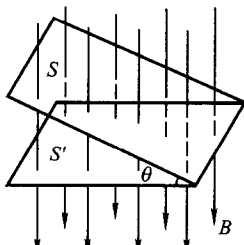
$$F = IB l \sin \theta$$

式中, F 为安培力, 单位为牛[顿](N); I 为电流, 单位为安[培](A); B 为磁感应强度, 单位为特[斯拉](T); l 为通电导线的长度, 单位为米(m); θ 为电流方向与磁感应强度方向之间的夹角。

(2) 左手定则 安培力的方向可由左手定则判定: 伸开左手, 让磁感应线穿入手心, 四指与拇指垂直且指向电流方向, 则拇指指向安培力的方向, 如图 1-1-8 所示。



(a) 磁场与平面 S 垂直



(b) 磁场与平面 S 不垂直

图 1-1-7 磁通

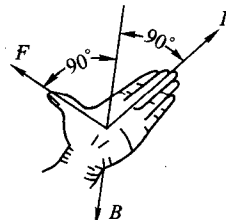


图 1-1-8 左手定则

第五节 楞次定律及右手定则

当穿过闭合电路的磁通发生变化时, 电路中就会产生电流, 这种现象称为电磁感应现象, 产生的电流称为感应电流。

1. 楞次定律

感应电流的方向可用楞次定律判断。定律指出: 闭合电路中产生的感应电流, 它的磁场总是阻碍电路中原磁通的变化。

在图 1-1-9(a) 中, 如果磁铁的 N 极插入线圈, 进入线圈的磁通增加。根据楞次定律, 在线圈中产生的感应电动势引起电流在线圈中产生新的磁通, 它阻碍进入线圈的磁通的增加。也就是说, X 端相对 Y 端为正。

在图 1-1-9(b) 中, 如果磁铁的 N 极从线圈中拔出时, 穿过线圈的磁通减少。按上述方法应用楞次定律, 将会发现, 感应电流从 X 端流入、Y 端流出, 即 Y 端相对 X 端为正。

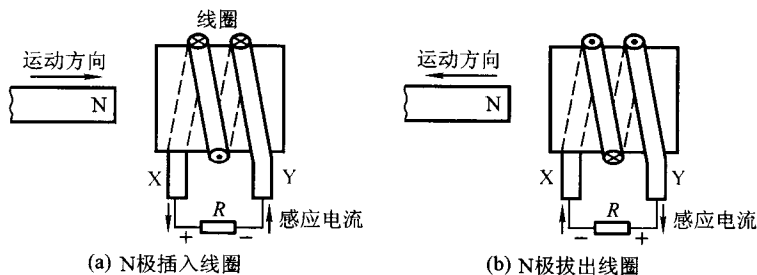


图 1-1-9 楞次定律

2. 右手定则

右手定则是确定导线切割磁感应线所产生的感应电动势方向的简便方法, 它实质上是楞次定律的特殊情况。右手定则的内容是: 伸开右手, 使大拇指跟其余四指垂直, 并在一个平面内, 让磁感应线穿过手心, 大拇指指向导体运动的方向, 那么其余四指所指的方向就是感应电流的方向, 如图 1-1-10 所示。该定则也称为发电机定则。

例如, 如图 1-1-11 所示的一金属框置于匀强磁场中, 磁场方向垂直纸面向外(磁场方向向外用“ $\cdot$ ”表示, 向里用“ $\times$ ”表示), 当可动金属杆 ab 沿导轨向左运动时, 用右手定则判断出滑动杆 ab 中的感应电流方向为 b 到 a。

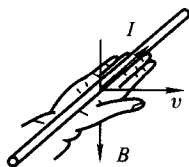


图 1-1-10 右手定则

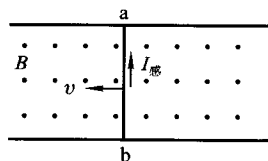


图 1-1-11 导线在磁场中
切割磁感应线运动

第六节 电磁感应定律

法拉第将电磁感应现象总结为：导线中感应电动势的大小与导线交链的磁通的变化率成正比。

法拉第电磁感应定律可用数学式表示，如果在 Δt 时间内，磁通的变化量为 $\Delta\Phi$ ，则感应电动势的大小为

$$E = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

式中， E 为感应电动势，单位为伏[特](V)； N 为线圈的匝数。

应注意方程中只有当与导线交链的磁通变化时， E 才有意义。在很多情况下，与导线交链的磁通可能很大，但是如果它的大小不变化，则导线中没有感应电动势。

导线在磁场中切割磁感应线运动产生感应电动势，将机械能转化成电能，这也是发电机的发电原理，因此图 1-1-11 所示就是发电机的示意图。由法拉第电磁感应定律可推导出导线中产生的感应电动势为

$$E = Blv$$

式中， E 为感应电动势，单位为伏[特](V)； B 为磁感应强度，单位为特[斯拉](T)； l 为切割磁感应线运动段的导线长度，单位为米(m)； v 为导线相对磁场的运动速度，单位为米/秒(m/s)。

第七节 自感与互感

1. 自感

当导线中有电流时，在导线周围建立起磁场，而当电流大小变化时，磁通也发生变化，导线中就会产生感应电动势，这种现象称为自感。

在图 1-1-12 中， Φ 是电流 i 产生的磁通(也称为自感磁通)，如果线圈的匝数为 N ，且穿过每匝线圈的自感磁通都是 Φ ，则

$$\Psi = N\Phi$$

式中， Ψ 称为自感磁链。而自感磁链 Ψ 与电流 i 的比

$$L = \frac{\Psi}{i}$$

称为线圈的自感系数，简称电感，单位为亨[利](H)。

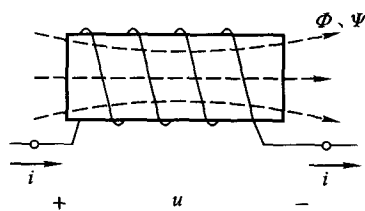


图 1-1-12 线圈的磁通与磁链

在自感现象中产生的电动势称为自感电动势。自感电动势 E_L 的大小与电流的变化率 $\frac{\Delta i}{\Delta t}$ 成正比，即

$$E_L = L \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

2. 互感

互感现象如图 1-1-13 所示, 当 N_1 匝线圈中的电流大小变化时, 磁通的变化会使磁场中任何线圈上产生感应电动势, 产生的电动势称为互感电动势, 而这两个线圈之间的相互作用就称为互感耦合。互感磁链 Ψ 与电流 i 的比称为线圈的互感系数, 简称互感。互感用字母 M 表示, 其单位为亨(H)。

需要注意的是, 互感电动势只存在于互感磁通大小变化时, 也就是说, 如果互感磁通是固定值时, 互感电动势为 0。

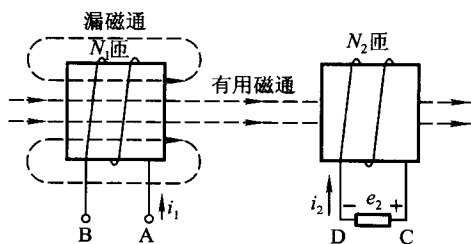


图 1-1-13 互感

在图 1-1-13 所示两个互感线圈中, 接入电源的线圈 N_1 称为一次绕组, 感应出互感电动势的线圈称为二次绕组。图 1-1-13 中的耦合电路是一种特殊电路, 由一次绕组产生的不与二次绕组交链的这部分磁通称为漏磁通。

若一次绕组产生的全部磁通都与二次绕组交链, 这种情况下的线圈称为紧耦合; 当只有一部分来自一次绕组的磁通与二次绕组交链时, 这种线圈称为松耦合。

第八节 电 阻 器

1. 电阻的单位及换算

电阻的单位是欧[姆], 用字母“ Ω ”表示, 常用的单位还有千欧[姆]($k\Omega$)和兆欧[姆]($M\Omega$)。它们之间的关系为

$$1\text{ M}\Omega = 10^3\text{ k}\Omega = 10^6\text{ }\Omega$$

2. 电阻的串联

电阻的串联形式如图 1-1-14 所示, 它是指负载电阻首尾依次相连, 没有分支路, 使电流只有一条通路。串联电路应遵循以下规律:

(1) 串联电路中流经各负载电阻的电流 I 相同。各负载电阻两端电压分别为

$$U_1 = R_1 I, \quad U_2 = R_2 I$$

(2) 串联电路具有分压作用, 总电压等于各负载电阻两端电压之和, 即

$$U = U_1 + U_2$$

(3) 串联后的等效电阻为

$$R = R_1 + R_2$$

3. 电阻的并联

电阻的并联形式如图 1-1-15 所示, 电路中每个负载电阻都直接承受电源电压, 所以每个负载电阻都在相同的电源电压下工作。并联电路应遵循以下规律: