

全国家用电器维修培训教材

电 动 机

赵 清 编

人民邮电出版社

全国家用电器维修人员培训教材 3

电 动 机

赵 清 编著

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书是全国家用电器维修人员培训教材之一。书中介绍了家用电器中常见的各种电动机(主要包括:小功率直流电动机、单相串激电动机及单相异步电动机)的基本工作原理、种类、结构、性能、绕组绕法、变速、变向、常见故障以及维修方法。

本书通俗易懂、具体实用,既可作为家电维修人员培训教材,又可作为电器维修人员自学参考书。

全国家用电器维修人员培训教材 3

电 动 机

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

一二〇一工厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

*

开本: 787×1092 1/32

1988年2月第1版

印张: 7

页数: 22.2

1988年2月第1次印刷

字数160千字

印数: 1-59050册

ISBN7-115-03609-8/TN

定价: 2.30元

《家用电器维修培训教材》编委会

主 编	隋经义		
副主编	王明臣	沈成衡	宁云鹤
编 委	高坦弟	陈 忠	刘学达
	段玉平	左万昌	赵文续
	张道远	李 军	

前 言

自1986年初中央五部委发出《关于组织家用电器维修人员培训的通知》以来,在各地有关部门的大力支持下,家用电器维修培训工作在全国蓬勃开展起来,并取得了可喜的成果。

1987年4月9日,中国科协,商业部、国家工商行政管理局、劳动人事部、电子工业部、总政宣传部,中国电子学会召开的“全国家电维修培训工作会议”强调指出了这项工作的重要意义,同时指出要对现有教材进行修改,并编写基础与专业基础教材,以适应全国家电维修培训工作的需要。

实践证明,编写好家电维修培训教材是搞好培训工作的重要保证。我们认真研究了各地培训班对试用教材《家用电器维修指南丛书》的意见,按照统一教学计划的要求,组织有一定理论知识和维修实践经验的作者,编写了这套家用电器维修培训教材。并由科学出版社、人民邮电出版社、电子工业出版社、科普出版社、解放军出版社共同出版。

本教材主要阅读对象是具有初中以上文化程度,从事或准备从事家用电器维修工作,参加家用电器维修培训班的学员;也可供从事家用电器生产的工人、初级技术人员和广大电子技术爱好者参考;还可作为军地两用人才的培训教材。教材共分十七册出版。其中基础课教材五种:《电工基础》、《机械常识》、《电动机》、《元器件》、《家用电器维修基础》;专业基础课教材两种:《低频电路原理》、《高频电路原理》;专业课教材十种:《电风扇、吸尘器的原理和维修》、《洗衣机的原理和维修》、《电

冰箱、空调机的原理和维修》、《电热器的原理和维修》、《电子钟表的原理和维修》、《收音机的原理和维修》、《录音机的原理和维修》、《黑白电视机的原理和维修》、《彩色电视机的原理和维修》、《磁带录象机的原理、使用和维护》。教材分册出版，适于不同专业培训班选用；增加基础课和专业课教材，又为缺乏基础知识的学员提供了方便。此外还出版补充读物若干种，对教材起到拾遗补缺的作用。

在组织编写本教材时，我们注意贯彻理论与实践相结合的原则。基础课教材和专业基础课教材在介绍基本理论和电路时，紧密联系家用电器的实际，将共性的基础知识讲清楚。在教材的深度和广度上，尽可能照顾中、小城市和农村学员的实际水平，力求深入浅出，通俗易懂。

由于家用电器维修培训牵涉面广，学员水平参差不齐，要求不同，加之我们的水平有限，时间仓促，这套教材还会存在许多不足之处。我们恳切希望全国各地家电维修培训班的学员、教师，以及关心家电维修培训工作的同志们，对这套教材提出宝贵的意见。

全国家用电器维修人员培训教材编委会

1987年10月

目 录

第一章 基础知识	(1)
第一节 磁 场	(1)
一、载流导体产生的感应磁场	(1)
二、磁动势、磁场强度、磁通密度	(4)
三、磁路的欧姆定律	(6)
第二节 载流导体在磁场中的受力现象	(6)
一、单根载流导体在磁场中的受力现象(电磁力)	(7)
二、载流线圈在磁场中受到的电磁转矩	(8)
三、载流导体在磁场中产生电磁力的原因	(9)
第三节 在磁场中运动导体的感应电势	(10)
小 结	(12)
习 题	(13)
第二章 直流电动机	(15)
第一节 直流电动机的结构及分类	(15)
一、直流电动机的分类	(15)
二、直流电动机的结构	(16)
第二节 直流电动机工作原理	(21)
一、直流电动机电枢转动原理	(21)
二、直流电动机电磁转矩的计算	(23)
三、电枢绕组的感应电势	(24)
四、直流电动机电压平衡关系和力矩平衡关系	(25)
五、直流电动机的功率和效率	(26)
第三节 直流电动机的机械特性	(28)

一、永磁式直流电动机的机械特性	(29)
二、它激和并激直流电动机的机械特性	(30)
三、串激直流电动机的机械特性	(31)
第四节 直流电动机的启动、反转和调速	(33)
一、直流电动机的启动	(33)
二、直流电动机的反转	(33)
三、直流电动机的调速	(34)
第五节 直流电动机的电枢绕组	(35)
一、直流电动机电枢绕组的结构原则	(35)
二、单叠绕组、对绕式绕组、叠绕式绕组的嵌线及录音机 直流电动机电枢绕组的绕制	(37)
第六节 直流电动机的换向	(43)
一、直流电动机换向发生的电磁现象	(43)
二、直流电动机换向器上产生火花的其它原因	(44)
小 结	(47)
习 题	(49)
第三章 直流电动机的测试与常见故障的修理	(50)
第一节 直流电动机测试	(50)
一、测试项目	(50)
二、测试用仪表	(50)
三、测试前的准备工作	(51)
四、测试方法	(52)
第二节 直流电动机常见故障及其原因	(58)
一、不能启动	(58)
二、转速变慢	(59)
三、转速太高	(59)
四、机壳带电	(59)
五、电刷火花过大	(59)
六、换向器产生环火	(60)
七、有时能启动，有时又不能启动	(60)

八、运行时有撞击声	(60)
九、电刷发出较大的嘶嘶声	(61)
十、电刷发出嘎嘎声	(61)
十一、空载时保险丝烧断	(61)
十二、有负载运转时保险丝烧断	(61)
十三、壳体发热	(61)
十四、电枢绕组发热	(62)
第三节 直流电动机绕组故障的检验方法	(62)
一、电枢绕组通地的检查方法	(62)
二、电枢绕组短路的检查方法	(65)
三、电枢绕组断路的检查方法	(68)
四、电枢单元绕组与换向片位置接错的检查方法和修理 方法	(71)
第四节 电枢绕组的修理方法	(72)
一、电枢绕组通地的修理方法	(72)
二、电枢绕组短路的修理方法	(73)
三、电枢绕组短路的修理方法	(74)
四、直流电动机电枢绕组重新绕制的步骤	(74)
第五节 换向器部位故障的检测和修理	(79)
一、换向器通地故障的检测与修理	(79)
二、换向片之间短路故障的修理	(80)
三、电刷与换向器接触不良的检测和修理	(82)
四、更换电刷应注意事项	(82)
小 结	(83)
习 题	(84)
第四章 单相串激电动机	(86)
第一节 单相串激电动机的结构	(86)
一、定 子	(86)
二、电 枢	(87)
三、电刷架和换向器	(89)

第二节 单相串激电动机工作原理·····	(92)
第三节 单相串激电动机的转速、转矩和机械特性·····	(95)
一、单相串激电动机转速·····	(95)
二、单相串激电动机的电磁力矩·····	(96)
三、单相串激电动机的机械特性·····	(97)
第四节 单相串激电动机的电枢绕组·····	(98)
一、电枢绕组的绕制·····	(98)
二、电枢绕组与换向片的联接规律·····	(102)
第五节 单相串激电动机常见故障及其处理方法·····	(104)
一、定子线包短路、断路、通地的检查方法·····	(104)
二、电枢绕组故障检查·····	(112)
三、换向部位出现故障的检查方法·····	(113)
四、单相串激电动机噪音产生原因及降低噪音的方法·····	(118)
第五章 单相异步电动机 ·····	(122)
第一节 单相异步电动机的分类及其结构·····	(122)
一、单相异步电动机的分类·····	(122)
二、单相异步电动机的结构·····	(122)
第二节 单相异步电动机的工作原理·····	(127)
一、单绕组的定子磁场·····	(128)
二、两相绕组形成的磁场·····	(130)
三、罩极电动机的定子磁场·····	(131)
第三节 分相式单相电动机定子绕组·····	(132)
一、与绕组有关的基本概念·····	(132)
二、单相电动机单元绕组之间的联接方法·····	(135)
三、单相异步电动机绕组·····	(137)
第四节 洗衣机、电风扇、电冰箱电动机的定子绕组·····	(147)
一、洗衣机电动机定子绕组(洗涤电动机)·····	(147)
二、电冰箱压缩机电动机定子绕组·····	(151)
三、电风扇电动机的定子绕组·····	(156)
第五节 单相异步电动机的调速电路·····	(158)

一、单相异步电动机调速原理·····	(159)
二、电抗器调速电路·····	(160)
三、用调速绕组调速·····	(161)
四、副绕组抽头调速·····	(164)
五、电子调速·····	(165)
第六节 单相异步电动机常见故障及修理·····	(169)
一、电动机绕组短路的原因和检验、修理方法·····	(170)
二、电动机绕组通地故障的检验和修理·····	(171)
三、电动机绕组断路的检验与修理·····	(173)
四、检测分相电容器·····	(174)
五、电动机轴承损坏的判定方法·····	(175)
六、电动机铁芯表面损伤及其修理·····	(175)
第七节 单相异步电动机的检验·····	(176)
一、电动机安全技术检验·····	(176)
二、电气强度检验·····	(177)
三、防止触电保护检验·····	(177)
四、电动机性能检验·····	(177)
小 结·····	(177)
习 题·····	(179)
附录一 电刷类别、型号、特性和主要应用范围·····	(180)
附录二 电刷技术特性及运行条件·····	(182)
附录三 直流电动机的火花等级·····	(183)
附录四 JZ型电阻分相式电动机技术数据及正弦 绕组排列·····	(184)
附录五 JY型电容起动式电动机技术数据及正弦 绕组的排列·····	(188)
附录六 JX型电容运转式电动机技术数据及正弦 绕组排列·····	(191)
附录七 BO系列电阻分相式单项异步电动机技术数据·····	(194)
附录八 CO系列电容起动式单相异步电动机	

技术数据.....	(196)
附录九 DO 系列电容运转式单相异步电动机技术数据	(198)
附录十 几种常用单相电动机比较表.....	(200)
附录十一 常用漆包线的品种、规格、特点及主要用途.....	(203)
附录十二 绕组绝缘的耐热等级及允许温度.....	(204)
附录十三 漆包圆铜线常用数据表.....	(204)
附录十四 中国线规与近似英规对照表.....	(207)
附录十五 常用浸渍漆的品种、特性和用途.....	(209)
附录十六 漆包线漆的品种、特性和用途.....	(210)
附录十七 常用覆盖漆品种、特性和用途.....	(211)
附录十八 低压电机、电器线圈绝缘层材料.....	(112)

第一章 基础知识

为了更好地理解电动机的工作原理，我们首先介绍一些必要的基础知识，包括通电导体和通电线圈产生的感应磁场，磁场中载流导体的受力现象，运动导体的感应电势，等等；与此同时，将陈述右手法则、右螺旋法则和左手法则等有关法则。

第一节 磁 场

无论是直流电机，还是交流电机，都是在磁场和电流的共同作用下工作的，二者缺一不可。在直流电动机中，磁场是恒定不变的；在交流电动机中，磁场是交变的、不固定的。磁场的形成有两种基本形式，其一是永久磁铁形成的磁场，其二是电磁场。本节我们重点介绍电磁场的形成以及有关电磁场的知识。

一、载流导体产生的感应磁场

理论和实践都证明，当电流通过导体时，在导体周围有磁场产生。当导体中电流方向改变时，其磁场方向也相应改变。这种载流导体所产生的磁场，称为感应磁场；这种现象被称为电磁感应现象。

单根载流导体产生的感应磁场方向，用右螺旋法则判定。具体判定方法，是用右手握住导体，使大拇指的方向为电流方

向，则其余四指的方向便是感应磁场方向(磁力线方向)，如图1-1-1所示。

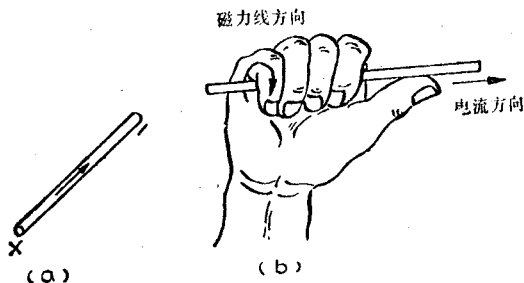


图1-1-1 单根导体的磁场

为了更明确起见，电流和磁场的方向，常采用截面图表示，如图1-1-2所示。

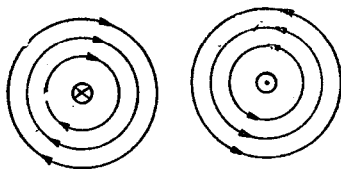


图1-1-2 用截面方法表示导体电流方向和磁场方向

在图1-1-2中，导体中的电流进入纸面用“ \otimes ”符号表示，导体电流离开纸面用“ \odot ”符号表示。载流导体周围的同心圆表示磁力线(磁场)，图中的箭头表示磁力线方向。

载流导体在其周围产生的感应磁场强弱直接与通过导体的电流强弱有关，还与导体周围的导磁介质有关系。以载流导体周围都是空气，与载流导体周围都是铁磁物质两种情况相比较，在导体中电流不变的情况下，空气中的磁场很弱，铁磁物质中

的磁场很强。空气中的磁场很弱，是因其导磁能力很低，导磁系数很小；铁磁物质中磁场很强，是因其导磁系数很大。具体地说，空气的导磁系数 $\mu_0=4\pi\times 10^{-7}$ 亨/米，而铁磁物质的导磁系数 μ_F ，约比空气的导磁系数大2000~6000倍。电动机磁路采用硅钢片组成，其原因就在于此。

为了获得更强的感应磁场，可将导线绕制成螺旋管线圈，并将线圈套在铁磁物质制成的铁芯上；当线圈通以电流时，在铁芯内部就可获得很强很强的磁场。图1-1-3画出了空心螺旋管线圈和套在铁芯上的线圈所产生的感应磁场。

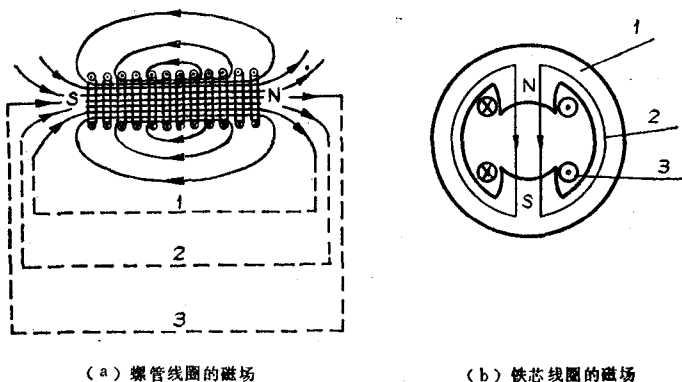


图1-1-3 空心螺旋管线圈与铁芯线圈形成的磁场

通电线圈产生的感应磁场方向用右手法则判定。具体判定方法，是用右手握线圈，使弯曲的四指和电流前进方向相同，这时，与四指相垂直的拇指方向，就是磁场方向。拇指的方向为载流线圈所产生感应磁场的N极，其反方向为S极。

图1-1-3(b)中，1为铁芯，2为磁力线，3为线圈。

二、磁动势、磁场强度、磁通密度

为了便于进一步描述磁场的强弱，下面介绍几个与磁场有关的物理量：磁动势(磁势)、磁场强度和磁通密度。

1. 磁动势(磁势)

在图1-1-3中磁力线通过的闭合路径被称为磁路。正如在电路中产生电流必须有电动势一样，在磁路中要形成磁通也要有磁动势(磁势)。磁动势的大小用电流强度与载流导体数之积表示，即

$$F = IW \quad (1-1)$$

式中， F ——磁动势，单位为安。

I ——电流强度，单位为安。

W ——载流导体数(线圈匝数)。

2. 磁场强度

作用于单位(米)长度磁路上的磁动势定义为磁场强度。由此可见，磁场强度是描述磁场强弱的很重要的物理量。磁场强度一般常用字母“ H ”表示。磁场强度公式为

$$H = \frac{F}{l} \quad (1-2)$$

式中， H ——磁场强度，单位为安/米。

F ——磁动势，单位安。

l ——磁路长度，单位为米。

3. 磁通密度(磁感应强度)

在磁场中，通过给定曲面的总磁力线条数，称为穿过该曲面的磁通量，简称磁通。而垂直通过单位截面的磁力线数被称为磁通密度或者磁感应强度。

磁通一般用字母“ ϕ ”表示，其法定计量单位为“韦伯”。

磁通密度一般常用字母“ B ”表示，其法定计量单位为“特斯拉”。

根据定义，磁通密度和磁通之间的关系为：

$$B = \frac{\phi}{S} \quad (1-3)$$

式中， ϕ ——磁通量，单位为韦伯；

S ——面积，单位为米²；

B ——磁通密度，单位为特斯拉，1特斯拉=1韦伯/米²。

磁通密度和磁场强度都是表征磁场强弱的物理量，它们二者有密切关系。二者关系用公式1-4表示。

$$B = \mu H \quad (1-4)$$

式中， μ ——磁场导磁物质的导磁系数。

H ——磁场强度。

B ——磁通密度。

三、磁路的欧姆定律

我们熟知电路的欧姆定律，它是描述电路电动势、电流和电路总电阻之间的关系的。与电路相类同，磁路的欧姆定律描述磁路磁动势(F)、磁通(ϕ)和磁路总磁阻(R)之间的关系。磁路中这三个物理量之间关系为：

$$F = \phi R \left(\text{即 } \phi = \frac{F}{R} \right) \quad (1-5)$$

由公式(1-5)可知，磁通的大小等于作用于磁路上的总磁动势除以磁路的总磁阻。这一表达式被称为磁路的欧姆定律。

我们已经知道磁动势大小为 $F = IW$ ，所以产生磁动势的线圈匝数越多，电流越大，磁动势也越大。

磁路的磁阻可用公式(1-6)求得：