



家用电器维修技术入门丛书

家用电动机、电风扇、 吸尘器的维修

《家用电器》杂志编辑部 主编

● 北京科学技术出版社 ●

家用电器维修技术入门丛书

家用电动机、电风扇、吸尘器的维修

《家用电器》杂志编辑部主编

王 伦 沈礼忠
丰金玲 编写

北京科学技术出版社

内 容 简 介

本书系统、全面地介绍了各种电动机、电风扇、吸尘器的工作原理结构、基本性能、以及故障分析、检查、维修方法，并列举了大量常见的典型故障的维修实例。

这是一本实用性很强的书，文字通俗易懂，适合技术人员、维修工人、家用电器爱好者阅读，也可作为培训班和职业学校的教材。

家用电器维修技术入门丛书

家用电动机、电风扇、吸尘器的维修

《家用电器》杂志编辑部 主编

*

北京科学技术出版社出版

(北京西直门南顺城街12号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

固安县印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 14.5印张 325千字

1989年11月第一版 1991年6月第二次印刷

印数10001—19200册

ISBN 7-5304-0607-8/T·117 定价：6.20元

出 版 说 明

随着我国家用电器工业的发展，家电产品在城乡居民中的广泛应用，家用电器的维修逐渐成为一个突出的问题。为此，城乡各地相继建立了家用电器维修服务部门，家用电器企业也随着产品的销售，在各地设立维修网点，以适应销后服务的需要。

家电工业在我国是一个新兴行业，家用电器的普及使用只有几年的时间，因此维修技术和经验尚感不足，维修技术书籍还跟不上维修的需要。为了适应广大读者和家电维修人员的需要，《家用电器》杂志编辑部组织编写了家用电器维修技术入门丛书，由北京科学技术出版社出版。

丛书以一种（或一类）家用电器为一分册，每一分册系统地介绍了产品的结构原理、使用维护、故障分析、检查和维修方法，本丛书包括洗衣机、电冰箱、收录机、黑白电视机、彩色电视机、录像机、电热器具、照相机、电风扇及吸尘器等分册。前四分册在1987年出版，其余分册将在1989年下半年陆续出版。本分册主要介绍家用电动机、电风扇、吸尘器的维修技术。

参加本书选题、组稿、编写、审稿、出版等工作的有（按姓氏笔划排列）：丰金玲、王伦、王毅青、卢旭生、沈礼忠、李燕南、钟载传、张友良、潘月琴。

丛书是作为函授班教材而编写的，可作为职业高中家用电器专业、部队培训军地两用人才、维修部门的培训教材，也可作为维修人员和家用电器爱好者的自学读本。

由于我们经验不足和水平所限，书中难免有不妥和错误之处，热诚希望广大读者提出宝贵意见。

前 言

家用电器中普及率最高的电风扇和近年发展起来的吸尘器，现在都遇到了大量的维修问题。同时，众所周知，电动机是家用电器产品的核心部分，在家用电器的维修中，电动机的维修占有相当大的比例。为了使读者全面掌握家用电器维修技术，我们编写了这本书。

全书分为三篇。第一篇系统地叙述了单相电动机的工作原理、基本性能、结构特点、维修技术，并重点介绍了电机绕组的重绕方法。第二篇介绍了电风扇的结构原理，调速方法、典型故障的修理。第三篇介绍了我国吸尘器发展概况、吸尘器种类、结构特点、使用方法和维修实例。

第一篇由王伦编写，第二篇由丰金玲编写，第三篇由沈礼忠编写。

由于我们水平有限，书中有不当或错误之处，希望读者批评指正。

编 者

目 录

第一篇 电动机

第一章 电磁基本原理	(1)
第一节 电流和磁场	(1)
第二节 电磁感应	(6)
第三节 电动机的基本性能	(8)
第二章 电动机类型及工作原理	(11)
第一节 电动机类型	(11)
第二节 直流电动机工作原理	(13)
第三节 交、直流两用电动机工作原理	(18)
第四节 单相交流异步电动机工作原理	(19)
第五节 单相交流同步电动机工作原理	(25)
第六节 电动机的调速与反转	(28)
第三章 电动机结构	(36)
第一节 直流电动机的结构	(36)
第二节 单相交流异步电动机结构	(43)
第三节 单相同步电动机结构	(49)
第四章 电动机常见的故障及维修	(51)
第一节 电动机常见故障产生的原因及检查	(51)
第二节 维修前的准备工作及注意事项	(55)
第三节 电动机部件的维修	(57)

第二篇 电 风 扇

第一章 电风扇概述	(62)
第一节 电风扇的分类和型号	(62)
第二节 电风扇的质量指标	(67)
第二章 电风扇的结构	(76)
第一节 台扇、落地扇的结构	(76)

第二节	吊扇的结构	(84)
第三节	转页扇的结构与特点	(86)
第四节	换气扇的结构	(90)
第三章	电风扇的调速	(93)
第一节	电风扇调速原理和方法	(93)
第二节	电风扇的电子调速	(99)
第三节	电风扇调速电路的故障检修	(103)
第四章	电风扇的常见故障及排除方法	(106)
第一节	修理用仪表和工具	(106)
第二节	修理前的注意事项及思路分析	(112)
第三节	电风扇的故障及排除	(113)
第四节	吊扇常见故障及排除	(126)
第五节	转页扇的故障及排除	(141)
第六节	换气扇的故障及排除	(142)

第 三 篇 吸 尘 器

第一章	吸尘器的生产概况及发展方向	(143)
第二章	吸尘器的型式和种类	(146)
第三章	吸尘器的结构原理	(150)
第四章	吸尘器的使用与保养	(165)
第五章	吸尘器的常见故障及处理	(169)
附录:		(197)
附图 1	150毫米离心风机电机绕组展开图和接线原理图	(197)
附图 2	14槽12槽抽头定子绕组展开图	(197)
附图 3	磁滞式同步电动机定子绕组展开图	(197)
附图 4	18槽电容式电动机定子绕组接线图	(197)
附图 5	单相24槽 2 极电动机单层绕组展开图	(197)
附图 6	单相24槽 4 极电动机单层绕组展开图	(198)
附图 7	单相24槽电动机定子绕组展开图	(198)
附图 8	压缩机电动机定子绕组展开图	(198)
附图 9	日本抽头调速10只线圈嵌线图	(198)
附图 10	中国抽头调速10只线圈嵌线图	(199)
附图 11	电容起动式电动机16槽定子绕组展开图	(199)
附图 12	电容运转式24槽定子绕组展开图	(199)

附图 13	日本L型E种接法电动机嵌线图	(200)
附图 14	电枢绕组展开图及电势曲线	(200)
附图 15	电枢接线示意图	(200)
附图 16	电枢绕组展开图	(201)
附表 1	圆铜线的规格及重量	(202)
附表 2	润滑脂的品种、代号及物理化学性质	(205)
附表 3	手电钻电机主要技术数据	(206)
附表 4	国产电冰箱压缩机用电机技术数据	(207)
附表 5	电抗器绕组的技术数据	(208)
附表 6	钻石牌台扇绕组线模尺寸	(209)
附表 7	华生牌台扇的线模尺寸	(209)
附表 8	几种国产吊扇技术数据	(210)
附表 9	同一电动机改变电容器容量时的变化数据	(210)
附表 10	(一) 部分国家起动电容器标准	(211)
	(二) 部分国家运行电容器标准	(211)
附表 11	台扇的故障表现及其原因和处理方法	(212)
附表 12	各种规格台扇电动机部分的主要技术数据	(217)
附表 13	台扇主要易损件规格	(221)
附表 14	各种绝缘材料的名称及用途	(223)
附表 15	吸尘器技术参数	(224)

第一篇 电动机

家用电器产品，除电热类器具外，基本上都以电动机作为动力源，如电风扇、吸尘器、洗衣机、电冰箱、家用搅拌器等，都由电动机驱动进行工作。为了叙述的方便和避免重复，我们把电动机作为单独一篇来介绍。

电动机是一种能量转换装置，其作用是将电能转换成机械能，它的工作原理是建立在电磁学的基础上的，因此，在讲述电动机前，我们先来回顾一下电磁学的基本现象。

第一章 电磁基本原理

第一节 电流和磁场

静止的电荷周围存在着电场。电荷运动形成电流，而在电流的周围又会产生磁场。电与磁是电学中不可分割的两个基本现象。

一、永久磁铁及其性质

天然磁铁和人造磁钢都能长久保持磁性，故称其为永久磁铁。磁铁早已为人们所利用。根据需要，可以加工成不同形状。如图1-1-1所示。

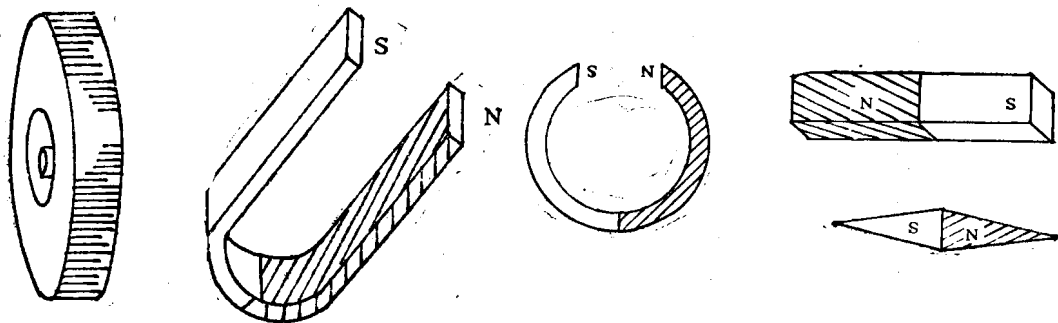


图 1-1-1 永久磁铁

磁铁具有吸引铁、钴、镍等含铁性物质的性质称为磁性。磁铁的两端吸引力最强，称为磁铁的“磁极”。用符号“N”表示“北极”，用符号“S”表示“南极”。磁铁的两极具有相互依存的特性。将一段折成若干段后，每一小段磁铁仍具有 N、S 两个磁

极。磁极之间存在着相互的作用力，即磁力。实践证明，异性磁极具有相互吸引力的作用；同性磁极有相互排斥力的作用。

二、磁场与磁力线

力总是通过物质传递的，磁极间“同性排斥、异性相吸”是有一定范围的，磁极间的作用力所能达到的范围称磁场。磁场是一种特殊物质。

磁场在空间的分布状况，可用磁力线表示，磁场的强弱，可用磁力线的疏密程度表示。在磁铁外部的磁力线是自N极经空间进入S极形成闭合曲线，如图1—1—2(a)所示。且磁力线间永远不会交织在一起。两异性磁极间的磁力线均匀分布可称均匀磁场。如图1—1—2(b)所示，磁力线与磁极端面是相互垂直的，在空间的磁力线虽然可以扩大、弯曲或变形，但总是处于力求缩短的趋向。这些都是磁场所具有的特性。置于磁场中的小磁针N极的指向即为磁场方向，也是磁力线该点的切线方向。这是利用磁极同性相斥，异性相吸的道理来判断磁场方向的简易方法。

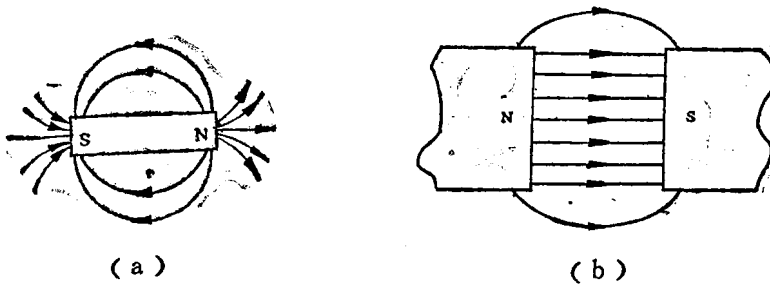


图 1-1-2 磁力线与磁场

通电导体周围都存在着磁场

用右手螺旋定则可以判断通电导体周围磁力线的方向，即右手握导线，拇指指向电流方向，其余四指弯曲的方向即为磁力线的方向。如图1—1—3(a)所示。载流线圈的磁力线方向，可以用右手螺旋定则判断，即用右手握住线圈，且使弯曲的四指指向线圈中电流方向，拇指所指方向为磁力线的方向。如图1—1—3(b)所示。

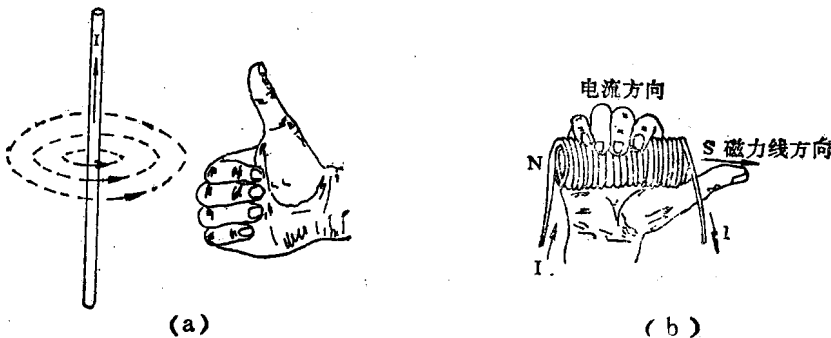


图 1-1-3 载流导体的磁场判断

三、磁感应强度与磁通

(一) 磁感应强度

磁感应强度，是表示磁场强弱的，且是矢量。它的方向是被测点的磁场方向。磁感应强度用符号 B 表示。用下式计算：

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

该式表示垂直于磁场方向的通电导体，在磁场中所受到的作用力 F 与通过导体电流的强度 I 及导线长度 L 的乘积的比值，称之为通电导线在该点的磁感应强度， B 的单位由 F 、 I 、 L 的单位决定。当 F 的单位为 N （牛顿）， I 的单位为 A （安培）， L 的单位为 m （米），则 B 的单位为 T （特拉斯，1特拉斯=1牛顿/安培·米， B 的单位为牛顿/安·米，经换算可得伏·秒/米²，又称作韦伯（ Wb ），简称“韦”。所以 B 的单位亦可用 Wb/m^2 （韦/米²）1 $T = 1 Wb/m^2$ 。

磁场中某给定点的 B 值是常数，但磁场中的不同点的 B 值不一定相同。

(二) 磁通

磁感应强度 B 及与之相垂直面积 S 的乘积叫做该面积的磁通。磁通用符号“ Φ ”表示，

$$\Phi = BS (Wb)$$

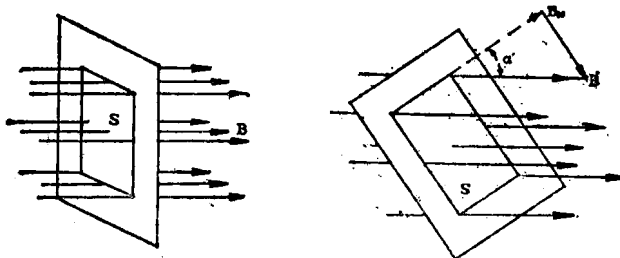


图 1-1-4 磁 场

式中 B 的单位为 Wb/m^2 ， S 的单位为 m^2 ，所以 Φ 的单位为 Wb （韦）。上式可写成 $B = \Phi/S$ ，也就是说，磁感应强度是与磁场垂直的单位面积上的磁通，故又称磁通密度或磁密。

当面积与磁场不垂直时（图1-1-4）， S 的法线与 B 之间夹角 α ，则穿过 S 面的磁通为：

$$\Phi = B_n S = BS \cos \alpha$$

四、磁场对载流导体的作用

有电流通过的导体称为载流导体，它的周围存在着磁场。因此，无论是两根载流体间还是载流体与磁铁间都存在着力的相互作用。这种力称为电磁力。

图1-1-5 表示两根平行载流体间的相互作用。其中(a)图表示, 通过同方向电流的平行载流体相互吸引。其中(b)图表示, 通过反方向电流的平行载流体相互排斥。

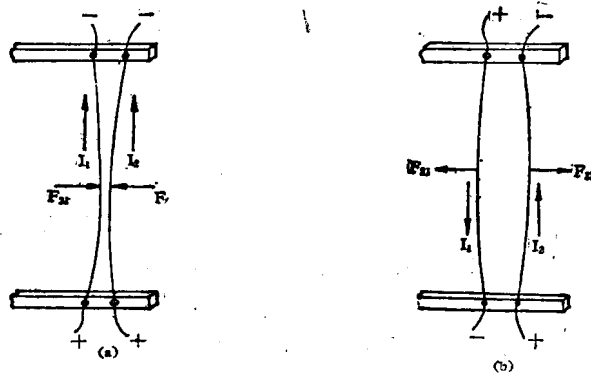


图 1-1-5 两根平行载流体间的相互作用

实验证明: 载流导体受到电磁力的大小和方向与磁场的强弱、电流的大小及导体和磁场的相对位置有关。这三个物理量之间的关系, 可用左手定则判断。如图 1-1-6 所示。

伸出左手, 使拇指与四指在同一平面垂直, 让磁力线垂直穿过手心, 四指指向电流方向, 则拇指指向就是载流体受力的方向。当导体与磁场垂直时, 产生的电磁力为:

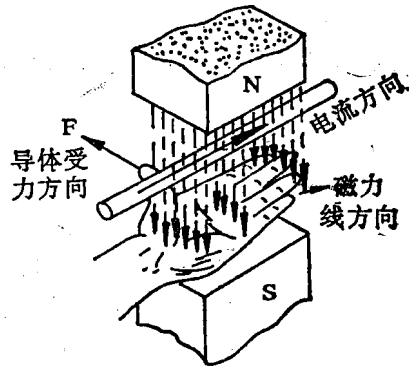


图 1-1-6 左手定则

$$F = BIL \text{ 或 } F = BIL \sin \alpha$$

即磁场对载流体作用力的大小与磁感应强度、电流强度、导体长度以及电流方向与磁力线方向夹角正弦的乘积成正比 ($\alpha = 0^\circ$ 时, $F = 0$)

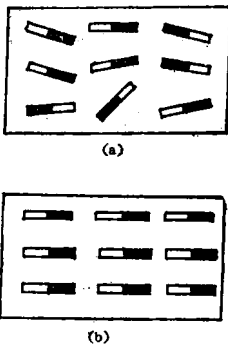


图 1-1-7 物质磁化
(a)无外磁场(b)有外磁场

五、磁化与磁路

(一) 磁化

由于分子热运动的存在, 通常情况下, 各磁分子排列紊乱, 其磁场相互抵消而对外不显示磁性。一旦有外加磁场作用时, 物体内部的磁分子将按一定方向规则排列, 产生附加磁场, 即为物质被磁化。如图1-1-7所示。

(二) 磁路

实际生产的电器设备中, 常把导线绕在铁芯上, 当线圈通电后产生很强的磁场, 并且大部分磁力线集中在铁芯

中形成闭合回路。磁通所通过的路径称为磁路。

磁路中磁通 Φ 的大小与线圈的匝数 N 及所通过线圈的电流 I 有关。实验证明，电流或线圈匝数的增加，都可增大磁通。所以他的乘积称作磁动势或磁势。单位用安匝表示。

磁阻表示磁路对磁势建立磁通所呈现的阻碍作用（阻力），用符号 R_m 表示。磁通、磁势与磁阻间的关系，可用磁路欧姆定律计算，即

$$\Phi = \frac{IN}{R_m}$$

磁阻的大小与构成磁路材料及几何尺寸有关。即

$$R_m = \frac{L}{\mu S}$$

式中： μ 为导磁系数； L 为磁路长度； S 为磁路截面积。也就是说磁阻的大小与磁路的长度成正比，与导磁系数和磁路截面积的乘积成反比。

导磁系数 μ ，是表示材料导磁性能的参数。 μ 值大的材料构成磁路具有较小的磁阻，在一定大的磁势作用下就能产生很大的磁通。 μ 的单位是亨/米。实验证明，真空中的导磁系数为：

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{H/m (亨/米)}$$

某种物质的导磁系数 μ 与真空导磁系数的比值，称作该物质的相对导磁系数，用 μ_r 表示，即

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0} \quad \text{或} \quad \mu = \mu_r \cdot \mu_0$$

非磁性材料的 μ_r 约为1。

导磁系数远大于真空的导磁系数的各种物质称为铁性物质。表1—1—1为几种铁性物质的相对磁导系数：

表 1—1—1

铁性物质的相对导磁系数

物 质 名 称	相对导磁系数 μ_r
钴	174
未退火的铸铁	240
已退火的铸铁	620
变压器的钢片	7500
真空中熔化的电解铁	12950
镍铁合金	60000
“C”型坡莫合金	115000
镍	1120
软铁	2180
已退火的铁	700

(三) 铁磁材料特性

常用的铁磁材料具有下列特性:

1、高导磁性 其导磁系数高, 相对导磁能力可达真空中导磁能力的几千、几万倍, 因而使其具有被强烈, 磁化的特性。

2、磁饱和性 通电螺线管中的铁芯所产生的附加磁场, 能随电流的增大而增强, 但却不会无限增强, 它有一个最大值, 称之为饱和值。

3、剩磁 加大通电螺线管电流, 螺线管中的铁芯磁化程度会增强, 当电流增大到一定值时, 磁化即饱和, 这时如果对螺线管停止供电, 铁芯仍保持一定磁性, 称为剩磁。永久磁铁具有的磁性就是由剩磁产生的。要消除剩磁, 可采用在线圈中通入反方向电流的方法(通电强度及时间长短, 因材料不同而异)。

(四) 磁场强度

磁场强度是表示磁场特性的一个物理量。磁场中某点的磁场强度大小等于该点的磁感应强度与介质导磁系数 μ 的比值, 用符号 H 表示, 即:

$$H = \frac{B}{\mu} = \frac{B}{\mu_r \mu_0} \quad \text{或} \quad B = \mu H = \mu_r \mu_0 H$$

磁场强度的单位为A/m(安/米)。

磁场强度是一个矢量, 它的方向与该点的磁感应强度方向一致。

第二节 电磁感应

电与磁是互相联系的, 在一定条件下电与磁可以相互转化。

1832年英国科学家法拉弟通过实验证明: 当导线周围的磁场发生变化时, 可以在导线中产生感应电势。这种产生电势的方法叫做电磁感应。由于感应电势而产生的电流叫做感应电流。

一、感应电势的方向和大小

如图1-1-8所示, 将一根直导体置于磁场中, 与检流计接成闭合回路, 当导体运

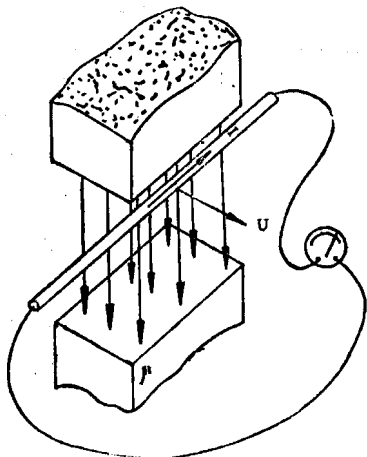


图 1-1-8 导体在磁场中运动产生感应电流

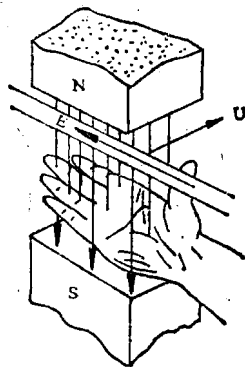


图 1-1-9 右手定则

动并切割磁力线时，可观察到检流计的指针发生偏转，这说明导体中产生了电流，当导体改变运动方向时（与原来方向相反），则检流计指针反向偏转，这说明电流改变了方向。由此可见，感应电势的方向与磁场和导体的运动方向有关。它们之间的关系可用右手定则来判断：如图1—1—9所示，伸出右手，并使拇指与四指垂直，手心迎着磁场方向，让磁力线串过手心，拇指指向导体运动方向，则四指指向就是感应电势方向。若三者互相垂直，感应电势为：

导线中所产生的感应电动势 E 的大小与磁场强度 B ，导线长度 L 及导线切割速度 v 成正比。

当导线不垂直切割磁力线，而是与磁力线方向有一个夹角 α 时，如图1—1—10所示，计算式为

$$E = BLv \sin \alpha$$

当 $\alpha = 90^\circ$ 时， $E = BLv \sin 90^\circ = BLv$ ；当 $\alpha = 0^\circ$ 时， $E = BLv \sin 0^\circ = 0$ ，说明当导体与磁力线作平行运动时，因为没有切割线，所无感应电动势。

图中感应电动势的大小，可按下式计算：

$$E = W \frac{\Phi}{t}$$

式中 E 单位为伏； W 为线圈匝数； Φ 为磁力线变化总数，单位为韦； t 为发生变化所需时间，单位为秒。

线圈中感应电势的大小与穿过线圈磁通变化率成正比——法拉第电磁感应定律。它用以判断感应电动势的大小。

感应电势产生感应电流，由此电流建立的磁，总是阻止原来磁通的变化——楞次定律。利用它可以判断感应电势的方向。如图1—1—11所示。

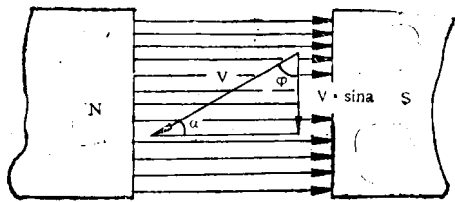


图 1-1-10

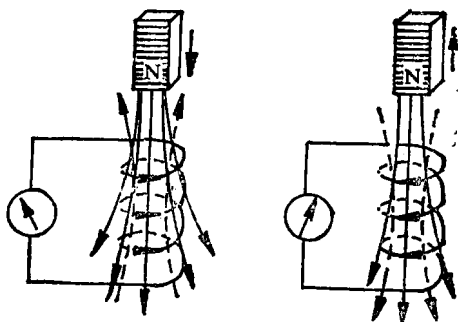


图 1-1-11 线圈中感应电势的方向

二、自感与互感

通电线圈中电流的变化，使线圈自身产生电势的电磁感应现象叫做自感现象。由于自感应而产生的电势叫自感电势，用 E 表示。若电流变化量为 ΔI ，电流变化时间为 t ，电感为 L 则

$$E = L \cdot \frac{\Delta I}{t}$$

电感的单位为亨利 (H)，毫亨 (mH) 和微亨 (μH)，其关系式为

$$1\text{H} = 10^3 \text{mH} = 10^6 \mu\text{H}$$

电感越大，自感电势越大，电路中阻止电流变化的能力越大。从 $L = W \cdot \Phi / \Delta I$ 可知，线圈匝数越多，电感越大；电流 1 安培时引起磁力线的变化越多，电感也越大；有铁芯的线圈比没有铁芯的线圈电感要大的多。

互感是指两个相互接近的线圈，如图 1-1-12 所示，当线圈 A 通过变化的电流时，在另一个线圈 B 里也会产生感应电势，这种现象叫互感。互感时产生的感应电势叫互感电势，其方向和大小服从电磁感应一般规律。

在实际应用中，变压器是最常见的一种。线圈 A 的电流是由电源供给的交流电，A 叫原线圈（初级圈），线圈 B 的电流是由互感电动势产生的，叫副线圈（次级线圈）。初次级线圈绕在同一铁芯上，用铁芯做磁路，使初级线圈产生的磁力线基本上包在铁芯中，从而使它绝大部分能穿过副线圈。其原线圈端的输入电压 U_1 与副线圈端的输出电压 U_2 之比，等于两线圈匝数 W_1 、 W_2 之比，即

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2}$$

当 $W_1 > W_2$ 时， $U_1 > U_2$ ，此变压器为降压器；当 $W_2 > W_1$ 时 $U_1 < U_2$ ，此变压器为升压器。

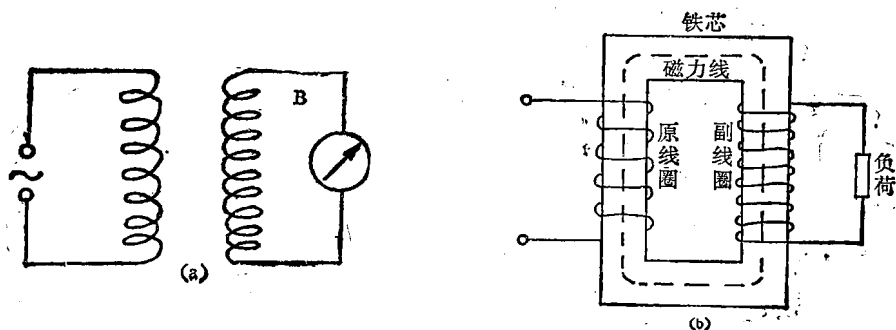


图 1-1-12 互感现象

第三节 电动机的基本性能

为了读者学习方便，现将电动机的一些基本性能作一介绍

一、额定电压

电动机在规定条件下运行，定子绕组所加的电压称为电动机的额定电压，单位为 V（伏）。如农业生产中用的扬谷扇电动机，工业生产中的降温扇、排气扇即是三相异步电动机，其额定电压为 380V。家用电风扇、洗衣机、冰箱电动机均是单相交流电动机，其额定电压为 220V。与人体直接接触的电动器具、电推剪、按摩器、电剃刀用电动机的额定电压为 36V（安全电压）或直流 12V、6V、3V、1.5V。

二、额定电流

额定电流是指电动机输出额定功率时,定子电路中所流过的电流,单位为A(安培)。

三、起动电流

起动电流是指电动机起动瞬间,定子绕组流过的电流,单位为A。

电动机起动电流一般很大,可达到额定电流的6—9倍。设计和选用电动机时对其起动电流要加以限制。如,家用电器的电动机一般输出功率为120W以下,其电动机起动电流不同。

四、额定转速

额定转速是指电动机在额定条件下运行时,转子的转动速度,其单位为r/min(转/分)。

五、起动转矩

电动机接通电源后,转子尚未转动的瞬间,电动机所产生的转矩,称为起动转矩,其单位为 $\text{Kg} \cdot \text{m}$ (千克·米)。

起动转矩大小,标志着电动机克服起动阻力能力大小,如果负载起动阻力大于驱动电动机转矩,电动机将不能起动。因此,对洗衣机、电冰箱之类电动机,起动转矩设计得比较大,因为电动机起动时要克服较大的负载起动阻力。其起动转矩在额定转矩的1.1~3.5倍时方能正常起动。

六、最大转矩

电动机在最大负荷下运行时所输出的转矩,称为最大转矩。

最大转矩的大小标志着电动机过载能力的大小。电动机负载过大,如超过了最大转矩,电动机就会停转。一旦发生这种情况,电动机就会发热,时间长了就会烧毁电动机。因此,设计最大转矩要留有充分余地。

七、输入功率

输入功率是指电动机在额定条件下运行时,由电源输入到电动机的功率,其单位为KW(千瓦)。

八、输出功率

输出功率是指电动机在额定条件下运行时,由电动机向外输出的功率。其单位为KW。

九、效率

在额定条件下,电动机的输出功率与输入功率之比值。它表示电动机将电能转换为