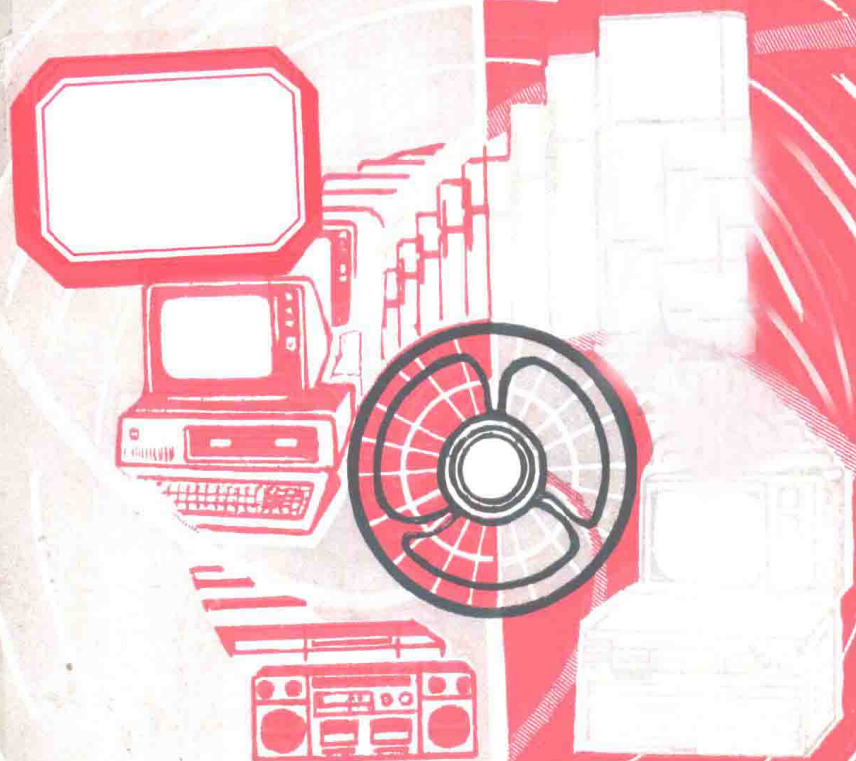


学一门手艺丛书

家用电器电动机和变压器的 结构、原理及维修技术

庞素英 杨钰平 编



新时代出版社

学一门手艺丛书

家用电器电动机和变压器的结构、原理及维修技术

庞素英 杨钰平 编

新时代出版社

(京)新登字 105 号

图书在版编目 (CIP) 数据

家用电器电动机和变压器的结构、原理及维修技术/庞素英, 杨钰平编. —北京: 新时代出版社, 1993

(学一门手艺丛书)

ISBN 7-5042-0211-8

I. 家…

II. ①庞…②杨…

III. ①日用电气器具-电动机-基本知识②电动机-日用电气器具-维修③日用电气器具-变压器-基本知识④变压器-日用电气器具-维修

IV. TM925

家用电器电动机和变压器
的结构、原理及维修技术

庞素英 杨钰平 编

责任编辑 邢海鹰

*

新时代出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

新华书店经售

北京市王史山胶印厂印刷

*

开本 850×1168 1/32 印张 14 365 千字

1994 年 9 月第 1 版 1994 年 9 月北京第 1 次印刷 印数: 1—8000 册

ISBN 7-5042-0211-8/TS·15 定价: 14.20 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

前 言

本书系“学一门手艺”丛书之一。

随着人民生活水平的日益提高,各种家用电器纷纷进入家庭,对家用电器维修工作的要求也越来越高。而电动机及变压器是家用电器的关键部件,很多维修任务主要是对电动机和变压器的维修。因此在多年实践的基础上,我们系统地整理了家用电器电动机和变压器的维修经验,编写了本书。

本书共分六章,内容以电动机的结构类型编排。先分别对各类电动机的原理及结构特点作简要介绍,以便读者判断所维修的电动机属何类型,然后详细阐述各类电动机的故障检查方法及维修方法,并配合大量的维修实例。例如在异步电动机一章中着重介绍洗衣机、电风扇电动机的修理;直流电动机一章中重点介绍盒式录音机电动机修理。在修理方法的叙述上也各有侧重,异步电动机中主要介绍定子绕组的修理;串激电动机中主要介绍转子绕组的修理;直流电动机修理中,换向器的修理占主要篇幅。变压器一章不但介绍了变压器的维修技术,还用相当的篇幅介绍了小型变压器的设计方法及步骤。本书还收集了大量的维修数据,供维修时参考。

由于水平有限,不足之处在所难免,热忱地希望广大读者提出宝贵意见。

作 者

内 容 简 介

本书系“学一门手艺”丛书之一。

全书分六章，分别讲述了电动机、变压器的基本概念；单相异步电动机定子绕组检修的全部过程，并以电风扇、洗衣机、电冰箱电动机为例介绍绕组的配置及嵌线特点；磁滞、反应、永磁三类单相同步电动机的用途、特点、工作原理及有关技术数据和修理方法；单相串激电动机的特点、调速方法，重点讲述电枢绕组的检修，并以家用缝纫机、手电钻、吸尘器等电动机为实例；直流电动机的原理、调速，重点讲述电枢及换向器的故障检修；变压器的结构及修理，小型电源变压器的简易设计及修理改进实例。全书内容丰富，图文并茂，各章都列有维修用的各种数据资料，并配合很多维修实例。

本书可供初中以上文化程度的在校学生，城市、农村、部队青年及从事家电维修人员和业余爱好者阅读、参考；还可做职业高中、技校和技术培训班的教材。

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 磁场	(1)
一、磁场与磁力线	(1)
二、通电导体的磁场	(2)
三、磁动势、磁场强度、磁通密度 (磁感应强度)、 磁路欧姆定律	(3)
四、磁化、导磁系数、磁滞、铁磁材料	(5)
第二节 运动导体在磁场中产生的感应电势	(7)
一、感应电势的大小与方向	(7)
二、自感与互感	(9)
第三节 通电导体在磁场中受力现象	(10)
一、单根通电导体在磁场中受力现象	(10)
二、通电线圈在磁场中受到的电磁转矩	(11)
三、通电导体在磁场中受到电磁力作用的原理	(12)
第四节 电动机的基本性能	(13)
第五节 电动机类型	(16)
一、单相交流电动机	(17)
二、直流电动机	(18)
三、交直流两用电动机	(18)
第二章 单相异步电动机	(20)
第一节 单相异步电动机的分类及结构	(20)
一、单相异步电动机的分类	(20)
二、型号与系列	(20)
三、单相异步电动机的结构、特点与用途	(21)
第二节 单相异步电动机的工作原理	(29)
一、单绕组的定子磁场	(30)

二、两相绕组形成的磁场	(31)
第三节 分相式电动机	(33)
一、分相式电动机结构	(33)
二、电阻启动式电动机	(38)
三、电容启动式电动机	(39)
四、电容运转式电动机	(40)
五、电容启动运转式电动机	(42)
第四节 罩极式电动机	(43)
一、结构类型	(44)
二、工作原理	(45)
三、性能特点	(47)
第五节 单相异步电动机的绕组	(48)
一、概述	(48)
二、与绕组有关的基本概念	(48)
三、单元绕组的联接方法	(51)
四、分相式单相电动机绕组的类型	(51)
第六节 单相异步电动机的调速	(59)
一、单相异步电动机调速原理	(59)
二、风扇电动机调速方法	(60)
三、电子调速	(66)
第七节 单相异步电动机的运行与维护	(69)
一、在使用前的一般检查	(69)
二、电动机在运行中的维护	(70)
三、对洗衣机电动机的要求与维护	(70)
第八节 单相异步电动机常见故障的检查及修理	(72)
一、外观检查	(72)
二、机械结构方面的故障检查	(72)
三、机械结构方面的故障修理	(74)
四、电气结构(绕组)方面的故障检查及修理	(87)
第九节 单相异步电动机的故障分析与处理	(95)
一、单相异步电动机的故障分析及处理方法	(95)
二、电风扇的故障分析与处理方法	(100)
三、普通家用洗衣机的故障分析及处理方法	(109)

第十节 单相异步电动机定子绕组重绕	(114)
一、记录原始数据	(114)
二、定子绕组的拆除方法	(115)
三、测绕组导线的直径、匝数、平均匝长	(116)
四、制作绕线模	(117)
五、制作槽绝缘材料	(121)
六、绕制线圈	(123)
七、嵌线与接线	(125)
八、端部整形与绑扎	(134)
九、嵌线质量检查	(134)
十、浸漆与烘干	(135)
十一、电动机装配	(140)
十二、电动机试验	(143)
第十一节 电风扇、洗衣机、电冰箱电动机定子绕组 的配置及其嵌线特点	(145)
一、电风扇电动机的定子绕组	(145)
二、洗衣机用电动机定子绕组	(171)
三、电冰箱压缩机用电动机绕组	(175)
第三章 单相同步电动机	(206)
第一节 磁滞同步电动机	(206)
一、用途和分类	(206)
二、结构特点	(207)
三、工作原理	(210)
四、技术数据	(211)
第二节 反应式(磁阻式)同步电动机	(212)
一、用途和分类	(212)
二、结构特点	(213)
三、工作原理	(214)
四、技术数据	(215)
第三节 永磁同步电动机	(215)
一、用途和分类	(215)
二、结构特点	(216)
三、工作原理	(220)

四、技术数据	(220)
第四节 同步电动机常见故障及修理	(223)
第四章 单相串激电动机	(227)
第一节 单相串激电动机的结构及用途	(227)
一、结构	(227)
二、用途	(232)
第二节 单相串激电动机的工作原理	(232)
第三节 单相串激电动机的工作特性	(233)
一、转速特性	(234)
二、转矩特性	(235)
三、效率特性	(236)
四、机械特性	(236)
五、电动机的启动电流和工作电流	(237)
第四节 单相串激电动机的调速	(237)
一、变阻器调速	(237)
二、离心调速器调速	(238)
三、电子调速器调速	(240)
四、自耦变压器调速	(241)
五、整流器调速	(241)
第五节 单相串激电动机的绕组	(242)
一、电枢绕组	(242)
二、电枢绕组的重绕	(244)
三、定子绕组的重绕	(256)
第六节 单相串激电动机常见故障的检查	(260)
一、定子绕组的故障检查	(261)
二、电枢绕组的故障检查	(262)
三、换向器部位的故障检查	(266)
第七节 单相串激电动机常见故障的修理	(271)
一、定子绕组故障的修理	(271)
二、电枢绕组故障的修理	(271)
三、换向器部位故障的修理	(272)
四、噪音过高的原因及降低噪音的方法	(277)
五、单相串激电动机常见故障的原因分析及排除方法	(278)

第八节 家用缝纫机电动机的维修	(282)
一、电动机的结构	(282)
二、绕组数据	(282)
三、装配要求	(285)
四、调速器修理	(286)
第九节 电钻电动机的技术数据	(289)
一、电钻结构及使用要求	(289)
二、绕组数据	(291)
三、绕组展开图	(291)
第十节 吸尘器电动机的技术数据	(297)
一、电动机结构	(297)
二、技术数据	(298)
第五章 直流电动机	(300)
第一节 直流电动机的类型及结构	(300)
一、直流电动机的类型	(300)
二、直流电动机的结构	(301)
第二节 直流电动机的工作原理	(307)
第三节 直流电动机的机械特性	(309)
一、永磁式直流电动机的机械特性	(309)
二、它激式、并激式直流电动机的机械特性	(310)
三、串激式直流电动机的机械特性	(310)
第四节 直流电动机的启动、反转和调速	(310)
一、直流电动机的启动	(310)
二、直流电动机的反转	(311)
三、直流电动机的调速	(311)
第五节 直流电动机的绕组	(312)
一、磁场绕组(激磁绕组)	(313)
二、电枢绕组	(313)
第六节 直流电动机的换向	(316)
一、直流电动机换向发生的电磁现象	(316)
二、直流电动机换向器上产生火花的其它原因	(317)
第七节 直流电动机的故障检查与修理	(319)
一、机械结构故障检查及修理	(319)

二、绕组故障检查和修理	(320)
三、换向器部位故障检查和修理	(320)
第八节 直流电动机常见故障原因及排除方法	(321)
第九节 直流电动机电枢绕组的重绕	(327)
第十节 盒式录音机电动机	(328)
一、结构	(329)
二、故障的检查与判断	(336)
三、电动机的修理	(339)
四、电动机检修后性能检查	(344)
第十一节 永磁直流玩具电动机	(347)
一、玩具电动机典型结构	(347)
二、玩具电动机的种类	(348)
三、玩具电动机的性能数据及结构参数	(350)
第十二节 无刷直流电动机	(352)
一、工作原理	(352)
二、电唱机用电动机	(354)
三、录像机用电动机	(355)
第十三节 直流电动机的试验	(361)
一、试验项目	(361)
二、测试仪器的选择	(361)
三、测试前的检查	(361)
四、测试方法	(363)
第六章 变压器	(368)
第一节 变压器的种类及用途	(368)
第二节 电源变压器的结构	(369)
一、铁心	(370)
二、线圈	(371)
三、固定支架	(372)
第三节 电源变压器的工作原理及特性	(372)
一、工作原理	(372)
二、特性	(372)
第四节 电源变压器的故障检修	(376)
一、电源变压器的常见故障及原因	(376)

二、电源变压器的常见故障检查	(378)
三、电源变压器常见故障的修理	(379)
第五节 小型单相电源变压器的简易设计	(391)
一、500VA 以下小功率电源变压器简易设计方法	(391)
二、C 型铁心 50Hz 电源变压器的典型计算	(400)
第六节 进口收录机电源变压器的使用与维修	(408)
一、易损坏的原因	(409)
二、进口收录机的正确使用	(409)
三、电源变压器的修理	(409)
第七节 OCL 电源变压器绕组的重绕	(412)
一、OCL 电源变压器次级绕组的重绕	(412)
二、利用废旧变压器改制成 OCL 电源变压器	(413)
第八节 开关型稳压电源脉冲变压器	(415)
一、开关稳压电源的特点	(415)
二、脉冲变压器绕制方法	(418)

第一章 概 述

为了更好地理解电动机的工作原理，这里先介绍一下有关的基础知识，包括通电导体产生的磁场及其性质；载流导体在磁场中受力现象；运动导体在磁场中产生的感应电势以及电动机的性能及分类。

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。磁场的形成有两种基本形式，永久磁铁形成的磁场和电流产生的磁场即电磁场。

天然磁铁和人造磁钢都能长久保持磁性，故称为永久磁铁。磁铁具有吸引铁、钴、镍等含有铁磁性物质的性质称为具有磁性。磁铁两端吸引力最强，称为磁铁的磁极。用符号“N”表示北极，用符号“S”表示南极。磁铁的两极具有共存性。磁极之间存在着相互作用力，即磁力。异性磁极具有互相吸引的作用，同性磁极具有相互排斥的作用。

一、磁场与磁力线

力总是通过物质传递的，磁极间的“同性相斥、异性相吸”作用是通过磁极间的一种称为“磁场”的特殊物质来传递的。

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(a)所示。而且磁力线永远不会交织在一起。两异性磁极间的磁力线若分布均匀可称为均匀磁场，如图1-1(b)中部的磁场即是。磁力线与磁极端面是互相垂

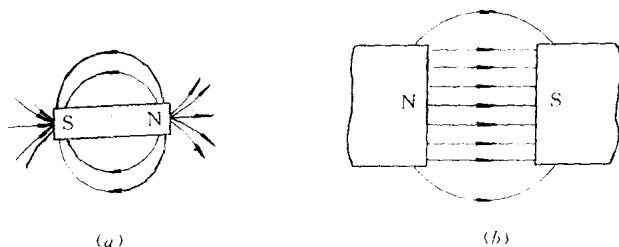


图 1-1 磁场与磁力线

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。磁力线各点的切线方向便是该点磁场方向，可以用小磁针放入磁场来测定磁场方向，小磁针 N 极所指方向即为磁场方向。

二、通电导体的磁场

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，这就是所谓的电磁场。当导体中电流方向改变时，其磁场方向也相应改变。

单根通电导体产生的磁场方向，用右手螺旋法则判定。具体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磁场方向，也即磁力线的走向，见图 1-2。对于通电线圈的磁场方向，判定方法是用右手握线圈，使弯曲的四指和电流方向相同，这时与四指垂直的拇指方向就是磁场方向。拇指所指即为线圈磁场的 N 极，其相反方向为 S 极。

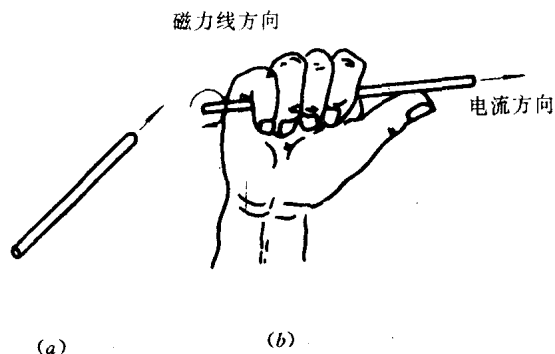


图 1-2 单根通电导体的磁场

三、磁动势、磁场强度、磁通密度（磁感应强度）、磁路欧姆定律

1. 磁动势（磁势）

磁力线通过的闭合路径称为磁路，正如在电路中产生电流必须有电动势一样，在磁路中要形成磁力线也要有磁动势（磁势）。磁动势大小等于导体通过的电流强度与通电导体数目之积。即

$$F = IN$$

式中 F ——磁动势 (A)；

I ——电流强度 (A)；

N ——通电导体数目（线圈匝数）。

2. 磁场强度

作用于单位长度磁路上的磁动势定义为磁场强度。它是描述磁场强弱的很重要物理量。磁场强度一般用字母“H”表示。

$$H = F/l$$

式中 H ——磁场强度 (A/m)；

F ——磁动势 (A)；

l ——磁路长度 (m)。

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称为磁通密度或磁感应强度。

磁通密度和磁通之间的关系为:

$$B = \Phi / S$$

式中 Φ ——磁通量 (Wb);

S ——面积 (m^2);

B ——磁通密度 (T)。

磁通密度 (磁感应强度) 和磁场强度都是表征磁场强弱的物理量, 二者关系如下:

$$B = \mu H$$

式中 μ ——导磁物质的导磁系数 (H/m);

H ——磁场强度 (A/m);

B ——磁感应强度 (T)。

4. 磁路的欧姆定律

电路的欧姆定律描述电路电动势、电流和电路总电阻之间的关系。同样, 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, 即为:

$$F = \Phi R$$

或者表示为

$$\Phi = F / R$$

由此式可知, 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。这一表达式称为磁路的欧姆定律。

磁路的磁阻可用下式求得:

$$R = l / \mu \cdot S$$

式中 μ ——组成磁路的导磁物质的导磁系数 (H/m);

l ——磁路长度 (m);

S ——磁路截面积 (m^2)。

由上式可知，磁路的磁阻与磁路长度成正比而与导磁系数及磁路截面积成反比。

四、磁化、导磁系数、磁滞、铁磁材料

1. 磁化

由于分子热运动存在，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，产生磁场，即为物质被磁化。

2. 导磁系数

通电导体在其周围产生的磁场强弱除与通过导体的电流强弱有关之外，还与导体周围的导磁介质有关。通电导体周围是空气还是铁磁物质，在导体电流相同情况下，前者磁场很弱，后者很强。这是因为空气的导磁系数很小 ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{H/m}$) 而铁磁物质的导磁系数比它大 2000~6000 倍的缘故。

表 1-1 铁磁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
变压器的硅钢片	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
软钢	2180
已退火的铁	700

某种物质的导磁系数 μ 与真空导磁系数 μ_0 的比值，称作该物