

家用电器系列维修手册

第二分册



洗衣机 电风扇 吸尘器维修手册

家电维修杂志社组编 潘月琴 主编

轻工业出版社

JIAYONG DIANQI XILIE WEIXIU SHOUC

家用电器系列维修手册

第二分册

洗衣机 电风扇 吸尘器维修手册

《家电维修》杂志社组编

潘月琴 主编

潘月琴 陈敬智 徐源 沈礼忠 编著
任子刚 吴玉琨 张卫栋

轻工业出版社

内 容 简 介

《家用电器系列维修手册》以分册陆续出版。各书比较全面系统地阐述了家用制冷器具、电动器具、电热器具、电子器具等的维修基本知识和维修技术。

本分册全面系统地介绍了家用电动机、洗衣机、电风扇、吸尘器等器具的结构原理、使用保养和维修技术。

全书以器具的结构解剖、故障分析及其排除方法等维修技术为重点篇幅，并结合修理介绍了各主要部件的拆装方法、结构、材料、规格型号、技术参数等，还附有各主要牌号产品的电气线路图，供读者参考。

书中编集了到目前为止的最新技术，内容丰富，具有一定的深度，文字简练、通俗易懂，适合于家用电器行业的维修人员、技术工人、工程技术人员阅读，也可做为大专院校有关专业、职业高中、家用电器维修培训班和函授班的教学参考书。

家用电器系列维修手册

第二分册

洗衣机 电风扇 吸尘器维修手册

《家电维修》杂志社组稿

潘月琴 主编

潘月琴 陈敬智 徐 源 沈礼忠 任子刚 吴玉琨 张卫栋 编著

轻工业出版社出版

(北京广安门南滨河路26号)

大兴张各庄印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米 印张：20.50 字数：468千字

1989年7月第一版 第一次印刷

印数：00001—20,000 定价：8.40元

ISBN 7-5019-0647-5/TH·020

前 言

我国家用电器工业发展很快,诸多家用电器产品相继进入家庭,并逐步得到普及。如电风扇是我国普及较早、普及率最高的产品,洗衣机的普及率仅次于电风扇。现在,吸尘器也开始步入家庭。

随着家用电器的不断普及和使用日久,维修问题则越来越突出。目前,全国从事家用电器维修的人员竟达几十万,他们中间大多数是初中、高中毕业的青年,从事维修工作时间不长、经验不足,迫切需要这方面的知识和提高修理技能。

近年来,有关家用电器知识方面的书颇多,但缺乏维修方面的内容,特别是比较系统全面的维修书籍尤为罕见,远远跟不上当前的需求。据此,我们编写了这本维修手册。

本册除了介绍各种类型的洗衣机、电风扇、吸尘器的维修技术外,还考虑到这类电动器具都是由电动机来驱动的,电器具的损坏往往与电动机有密切的关系。实践表明,在修理的故障事例中,电动机的故障占很大的比重,而且,也有其相同之处。因此我们把电动机修理作为单独一篇来叙述,使全书内容系统实用。

在编写本手册以前,我们曾以多种方式,在行业内外进行了广泛的调查,收集了大量的资料,在编写时力求做到重点突出、针对性强。例如,针对维修部门青年多、经验不足的情况,把重点放在故障的分析、检查、维修方法、零部件的拆装方法上,以便读者掌握基本的维修技能和方法。同时,考虑到维修人员因缺乏技术资料,难以维修的状况,我们收集了全国各种牌号电风扇电动机的技术参数、绕组接线图、电风扇易损件的规格型号、国内外主要牌号洗衣机的接线图40多幅,将这些资料一并编入手册附录内,便于维修人员和用户参考。

全书配有插图450多幅,对于一些关键性的部件,配有立体或结构分解图,便于读者在弄清结构的基础上进行修理。

在编写过程中,我们得到各级领导、企业和有关人员的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,难免有错误和不当之处,诚恳希望广大读者批评指正。

编 者

1988年6月

目 录

第一篇 家用电动机

第一章 电动机的工作原理和特性	(1)
第一节 电磁基本知识.....	(1)
一、电流和磁场.....	(1)
二、电磁感应.....	(3)
第二节 电动机的工作原理.....	(3)
一、直流电动机的工作原理.....	(4)
二、单相异步电动机的工作原理.....	(7)
三、单相串激电动机的工作原理.....	(12)
第三节 电动机的基本性能.....	(15)
一、型号.....	(15)
二、额定功率.....	(15)
三、效率.....	(15)
四、功率因数.....	(16)
五、起动转矩.....	(16)
六、额定转矩和最大转矩.....	(16)
七、起动电流.....	(17)
八、电动机温升.....	(17)
第二章 几种电动机的结构	(18)
第一节 电动机的基本结构特征.....	(18)
一、定子.....	(18)
二、转子.....	(19)
三、绕组.....	(19)
四、轴承和端盖.....	(21)
五、换向装置.....	(21)
第二节 洗衣机电动机结构.....	(22)
一、波轮式洗衣机电动机.....	(22)
二、滚筒式洗衣机电动机.....	(23)
第三节 电风扇电动机结构.....	(24)
一、台扇、落地扇电动机.....	(24)
二、吊扇电动机.....	(26)
第四节 吸尘器电动机结构.....	(30)

一、定子.....	(30)
二、电枢.....	(30)
三、整流子.....	(31)
四、刷握.....	(32)
五、机壳和轴承盖结构.....	(33)
第三章 电动机常见故障及修理.....	(34)
第一节 电动机常见故障及产生原因.....	(34)
一、电气方面的故障及原因.....	(34)
二、机械方面产生的故障及原因.....	(36)
第二节 电动机常见故障的检查与修理.....	(37)
一、绕组通地故障的检查与修理.....	(37)
二、绕组短路的检查与修理.....	(38)
三、绕组断路故障的检查与修理.....	(41)
四、电容器故障的检查与更换.....	(42)
五、电动机轴承和转轴故障的检查与修理.....	(44)
第三节 定子绕组的重新绕制.....	(45)
一、拆除旧绕组.....	(46)
二、绕制线圈.....	(47)
三、嵌线.....	(49)

第二篇 家用电动洗衣机

第一章 双桶洗衣机.....	(55)
第一节 双桶洗衣机的类型与工作原理.....	(55)
一、双桶洗衣机的类型.....	(55)
二、洗衣机的工作原理.....	(67)
第二节 洗衣机的主要质量指标.....	(61)
一、主要技术性能指标.....	(61)
二、主要安全性能指标.....	(62)
第三节 双桶洗衣机的结构.....	(63)
一、洗涤部分.....	(64)
二、脱水部分.....	(66)
三、传动部分.....	(69)
四、控制部分.....	(71)
五、机箱和底座.....	(76)
六、蜂鸣器.....	(77)
第四节 双桶洗衣机的使用和保养.....	(77)
一、洗衣机的安放和接线.....	(77)
二、进水管、排水管的安装.....	(79)
三、洗衣前的准备和检查.....	(80)

四、正确的洗涤方法.....	(81)
五、正确的漂洗和脱水方法.....	(82)
六、双桶洗衣机的日常保养和应注意的几个问题.....	(83)
第五节 双桶洗衣机的常见故障与排除.....	(84)
一、常见故障及其排除方法.....	(85)
二、几个主要部位的故障与修理.....	(85)
第二章 套桶洗衣机	(105)
第一节 套桶全自动洗衣机的结构.....	(105)
一、盛水筒和离心筒结构.....	(106)
二、盖开关及其控制结构.....	(108)
三、离合器结构和工作原理.....	(109)
四、程序控制器结构和工作原理.....	(114)
五、给排水系统主要部件的结构原理.....	(126)
六、支承系统.....	(132)
七、蜂鸣器、指示灯.....	(133)
第二节 主要部件的拆装方法.....	(133)
一、拆卸控制面板.....	(135)
二、拆装波轮.....	(135)
三、拆装离心桶(连同平衡圈).....	(135)
四、拆装电动机和排水电磁铁.....	(136)
五、拆装排水阀.....	(137)
六、拆装盛水桶、大油封.....	(137)
七、拆装离合器.....	(139)
第三节 套桶全自动洗衣机的常见故障与排除方法.....	(139)
一、进排水系统常见故障及排除.....	(139)
二、旋转系统常见故障及排除.....	(142)
三、洗衣机工作时有异常声音.....	(145)
四、其他故障及排除.....	(148)
第三章 滚筒式洗衣机	(150)
第一节 滚筒式洗衣机的工作原理.....	(150)
一、滚筒式洗衣机的洗涤机理.....	(150)
二、全自动滚筒式洗衣机的洗涤过程.....	(151)
第二节 滚筒式洗衣机的结构.....	(153)
一、结构型式.....	(153)
二、洗涤部分结构.....	(155)
三、传动部分结构.....	(157)
四、支承部分结构.....	(158)
五、进排水系统结构.....	(158)
六、控制部分结构.....	(161)

七、加热装置结构.....	(165)
第三节 滚筒式洗衣机的电气原理及其控制.....	(166)
一、TEMA831A型洗衣机电气原理及控制.....	(166)
二、TEMA831型全自动电气控制原理.....	(169)
第四节 滚筒式洗衣机的安装与使用.....	(173)
一、新买洗衣机的安装.....	(173)
二、洗衣机的使用.....	(175)
三、各程序和部件的使用说明.....	(177)
第五节 典型故障的分析与排除.....	(178)
一、使用不当引起的故障及排除.....	(178)
二、机械系统故障及排除.....	(179)
三、电气系统故障及排除.....	(180)

第三篇 电 风 扇

第一章 电风扇的基本知识.....	(183)
第一节 电风扇的种类和型号.....	(183)
一、电风扇的种类.....	(183)
二、电风扇型号编制含义.....	(185)
第二节 电风扇的主要质量指标.....	(187)
一、安全性能指标.....	(187)
二、技术性能指标.....	(189)
第二章 电风扇的结构.....	(194)
第一节 台扇和落地扇的结构.....	(194)
一、机头.....	(194)
二、台扇底座.....	(197)
三、落地扇控制盒和底盘.....	(199)
四、扇叶和网罩.....	(200)
第二节 吊扇的结构.....	(201)
一、扇头.....	(201)
二、悬吊装置.....	(202)
三、机头组件.....	(202)
四、扇叶.....	(202)
第三节 换气扇的结构.....	(203)
一、结构形式和种类.....	(203)
二、单向换气扇.....	(203)
三、双向换气扇.....	(205)
四、开敞式换气扇.....	(206)
第四节 转叶扇的结构.....	(206)
一、工作原理.....	(206)

二、转叶扇结构.....	(207)
第五节 冷风扇的结构.....	(208)
一、工作原理.....	(208)
二、冷风扇的分类.....	(209)
第三章 电风扇的使用与保养.....	(211)
第一节 新买电风扇的检查与装配.....	(211)
一、台扇、落地扇的装配.....	(211)
二、吊扇的装配.....	(212)
三、换气扇的安装.....	(213)
四、壁扇的安装.....	(214)
第二节 电风扇的使用与保养.....	(214)
一、台扇、落地扇的使用与保养.....	(214)
二、转叶扇(鸿运扇)的使用与保养.....	(217)
三、吊扇的使用与保养.....	(217)
四、换气扇的使用与保养.....	(218)
第四章 电风扇的调速和电子技术的应用.....	(220)
第一节 电风扇的调速方法.....	(220)
一、电抗器调速.....	(220)
二、抽头调速.....	(221)
三、电容调速.....	(222)
四、可控硅无级调速.....	(222)
第二节 电子技术在电风扇上的应用.....	(222)
一、模拟自然风.....	(223)
二、微风.....	(224)
三、电子定时控制.....	(225)
四、遥控.....	(225)
五、多功能电脑控制.....	(226)
第五章 电风扇的故障与修理.....	(231)
第一节 电风扇的常见故障与排除方法.....	(231)
第二节 台扇、落地扇典型故障的检查与修理.....	(236)
一、电风扇在运转中产生异常噪音.....	(236)
二、低速档起动困难.....	(238)
三、电路无故障,但电扇不转.....	(239)
四、摇头机构失灵.....	(239)
五、电机温升高或电机烧毁.....	(240)
第三节 吊扇的典型故障与修理.....	(240)
一、吊扇电动机拆卸步骤和方法.....	(240)
二、更换轴承.....	(241)
三、绕组的重绕.....	(242)

四、装配.....	(244)
-----------	---------

第四篇 家用吸尘器

第一章 吸尘器的型式和结构.....	(247)
--------------------	---------

第一节 吸尘器的型式和种类.....	(247)
--------------------	---------

一、落地式吸尘器.....	(247)
---------------	---------

二、便携式吸尘器.....	(248)
---------------	---------

三、推杆式吸尘器.....	(248)
---------------	---------

四、吸尘器打蜡机.....	(249)
---------------	---------

第二节 吸尘器的结构原理.....	(249)
-------------------	---------

一、风机.....	(249)
-----------	---------

二、集尘室.....	(253)
------------	---------

三、滤尘器.....	(254)
------------	---------

四、吸尘器附件.....	(255)
--------------	---------

五、消音装置.....	(257)
-------------	---------

六、自动卷线机构.....	(257)
---------------	---------

七、灰尘指示器.....	(258)
--------------	---------

八、吸力调节装置.....	(258)
---------------	---------

九、抑制无线电干扰装置.....	(259)
------------------	---------

第二章 吸尘器的使用与维修.....	(260)
--------------------	---------

第一节 吸尘器的使用与保养.....	(260)
--------------------	---------

一、使用吸尘器应注意的事项.....	(260)
--------------------	---------

二、吸尘器的维护与保养.....	(262)
------------------	---------

第二节 吸尘器的常见故障与维修.....	(263)
----------------------	---------

一、吸尘器不工作原因及其排除.....	(263)
---------------------	---------

二、吸尘器出风口排出气体过热及其排除.....	(265)
-------------------------	---------

三、吸尘器吸尘力下降及其排除.....	(267)
---------------------	---------

四、吸尘器有异常噪声及其排除.....	(268)
---------------------	---------

五、自动卷线机构失灵及其排除.....	(270)
---------------------	---------

六、灰尘指示器失灵及其排除.....	(271)
--------------------	---------

七、吸尘器有漏电、触电、静电现象及其排除.....	(271)
---------------------------	---------

八、吸尘器开关接触不良及其排除.....	(271)
----------------------	---------

九、滤尘器损坏维修.....	(272)
----------------	---------

第三章 吸尘器电动机的故障与维修.....	(276)
-----------------------	---------

第一节 定子绕组的故障与维修.....	(276)
---------------------	---------

一、定子绕组的拆除.....	(276)
----------------	---------

二、定子线圈的绕制.....	(276)
----------------	---------

三、线圈的接线.....	(277)
--------------	---------

四、绝缘处理.....	(277)
-------------	---------

第二节 电枢绕组的故障与修理.....	(278)
一、电枢绕组断路.....	(278)
二、电枢绕组或整流子换向片短路.....	(279)
三、电枢绕组通地故障.....	(280)
第三节 电枢绕组的重新绕制.....	(281)
一、拆除电枢绕组.....	(281)
二、检查整流子故障.....	(282)
三、绕组重绕的计算.....	(282)
四、放绝缘纸.....	(283)
五、绕制线圈.....	(283)
六、绕组与整流子的焊接.....	(284)
七、绕组捆扎.....	(285)
八、重绕后的检验与绝缘处理.....	(285)
第四节 整流子故障与检修.....	(285)
一、电刷和整流子接触不良的原因.....	(285)
二、整流子故障的排除.....	(286)
附 录.....	(287)
一、电气图常用的图形符号 (GB4728)	(287)
二、常用规格漆包线的最大允许电流.....	(291)
三、各种绝缘材料的名称及用途.....	(291)
四、国内外主要牌号洗衣机的接线图.....	(292)
五、不同型式电风扇的电动机绕组接线图.....	(304)
六、全国主要牌号电风扇电动机的技术参数.....	(306)
七、全国主要牌号电风扇易损件规格型号.....	(313)
八、国内主要牌号吸尘器技术参数.....	(316)

第一篇 家用电动机

当电能输入电动机而转变为机械能输出时，这种运行状态称为电动状态。家用电器很多是以电动机为动力来驱动机械运动和工作，从而完成各自的使命，我们常把这些家用电器归类为电动器具。

本册电动器具所涉及的内容基本上包括两部分，即电动机和器具本身。考虑到电动机结构上的共同特点和为避免叙述的重复，我们把电动机列为单独一篇来介绍，而后介绍器具，这样更便于读者掌握。

第一章 电动机的工作原理和特性

任何电动机的工作原理都是建立在基本电磁定律基础上的。为了更好地了解电动机的工作原理，有必要简单回忆一下电磁的一些基本知识和定律。

第一节 电磁基本知识

一、电流和磁场

在中学物理书中曾学过，电和磁之间有着密切的联系，当电流通过导体时，在它的周围就会产生磁场，靠近导体的地方，磁场强度大，远离导体的地方，磁场强度小。可以把磁场假想成由许多磁力线组成的同心圆，电流的方向和磁力线方向之间的关系可以用右手螺旋定则表示。用右手握住导线，让大拇指的方向与电流方向一致，那末弯曲的四指就是磁力线环绕的方向，如图1-1-1所示。如果用导线的截面图来表示磁场的方向，如图1-1-2 (a) 表示电流向着读者面来，用 $\odot$ 表示，(b)表示电流离读者而去，用 $\otimes$ 表示。

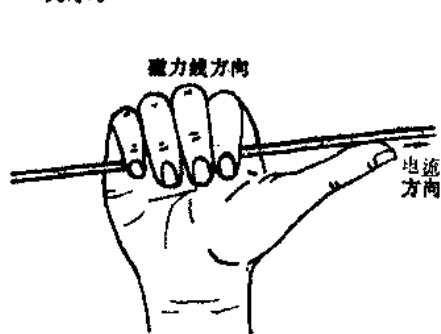


图1-1-1 右手螺旋定则

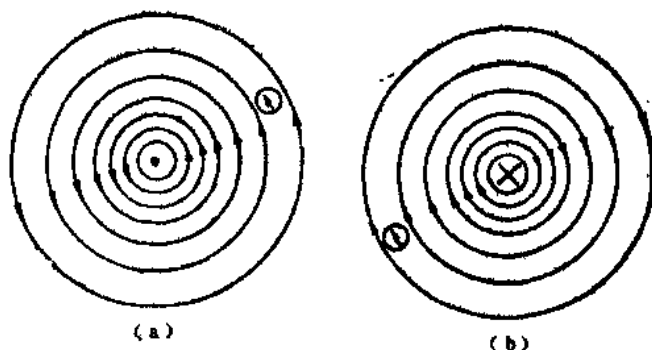


图1-1-2 导线电流方向和磁力线方向

在实际应用中，常把导线弯绕成圈数很多的螺管线圈，当电流在线圈中流过时，磁力线分布的情况就和一根条形磁铁很相似，即螺线管的两端也有磁极性质（图1-1-3）。

其极性与电流的方向的关系可以用右手螺旋定则表示,如图1-1-4所示。用右手握住螺线管,使四指指向电流的方向,那么拇指的方向就是线圈中磁力线的方向。把磁力线出来的一端称为N极,磁力线进去的一端称为S极。所以拇指的一端是N极。

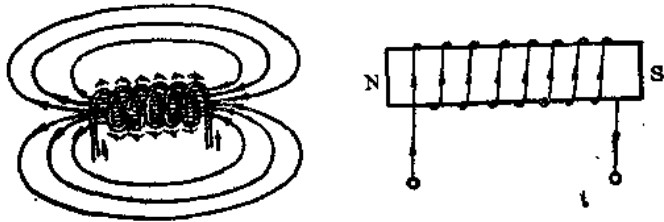


图1-1-3 螺线管通电后的磁场方向

通电导线的周围会产生磁场,那末通有电流的导线也会受到其它磁场的作用而产生运动。把导线放在马蹄形磁铁的磁场里,当导线中通有电流时,

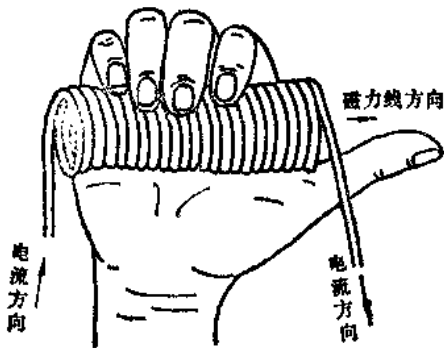


图1-1-4 线圈的右手定则

导线便会产生运动。如果改变导线电流或者磁场的方向,则导线便会向相反方向运动。这表明通电导体在磁场里(导体与磁场垂直)受到力的作用,这个力称之为电磁力,它是由电流和磁场共同作用而产生的。电磁力的大小,决定于磁场的磁通密度、导线中通过的电流和导线在磁场中的有效长度。它们之间的关系式为 $f = Bli$

式中 f —载流导体所受的力(N)

B —磁通密度(T)

l —导线有效长度(m)

i —通过导体的电流(A)

电磁力的方向也就是导体运动的方向。磁力线方向、电流方向和导体运动方向之间的关系可以用左手定则来判定:伸开左手,使大拇指和其余四指垂直,且与手掌在同一平面内,将手掌伸入磁场中,让磁力线穿过手心,四指指向电流方向,则大拇指所指的方向为导线运动方向,即导体受力方向,如图1-1-5所示。

也可以这样理解,图1-1-6(a)为两磁极间的原磁场,(b)为通电导线周围产生的磁场(假定导线中电流穿过纸面向我们而来),(c)表示在两极间导线的合成磁场。可以把磁力线看成有弹性的弦线,导线与磁力线之间的相对运动,会使磁力线弯曲。图1-1-6(c)中,在导线左边,两个磁场的磁力线方向相同,结果磁通密度增加;在导线

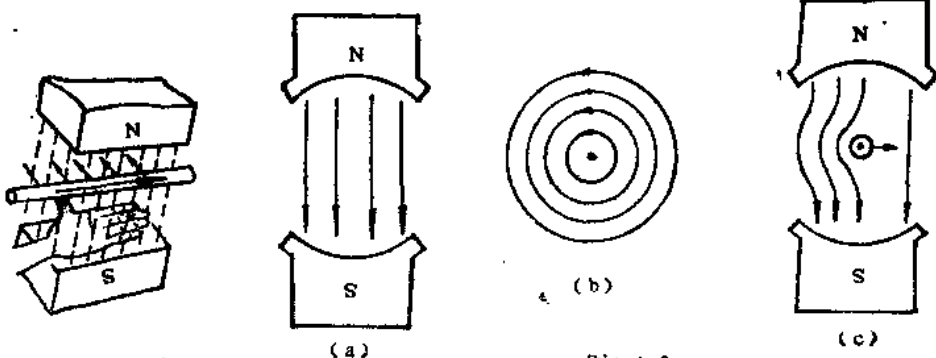


图1-1-5 左手定则

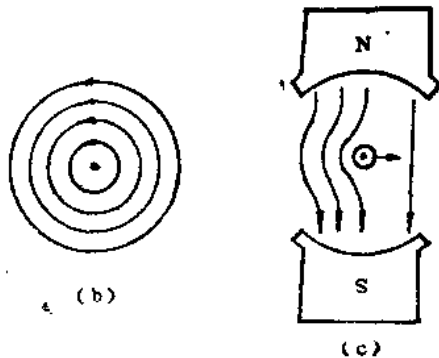


图1-1-6

右边，两个磁场的磁力线方向相反，结果磁通密度减少。磁力线增加的一边，由于磁力线相互排推而发生扭弯，同时又要尽力恢复和缩短自己长度，于是就产生把导线向右推的作用力，使导线在磁场中运动。

弄清了导线在磁场中的运动原理，就不难理解电动机的运转原理了。

图1-1-7为电动机的运转原理图。N、S表示定子磁极，D为转子。转子外面放一个线圈，线圈中电流的方向由a端进入，由b端流出。根据左手定则，在a端和b端产生一电磁力，形成一对力偶，由于力偶的作用，产生一电磁转矩，驱使转子旋转，这就是电动机的工作原理。

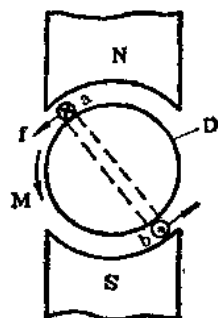


图1-1-7 电动机运转原理

二、电 磁 感 应

通电导体在磁场里会发生运动，那末反过来，把导体放在磁场里运动，也会产生电流或电动势。如果导体是闭合回路，在磁场里作切割磁力线运动，则导体内会产生电流；若导线不是闭合回路，则导体内只产生感应电动势。把这种现象称为电磁感应。感应电动势可用下面的公式来表达，

$$e = Blv$$

式中 B —磁通密度 (T)

l —导体切割磁力线的有效长度 (m)

v —导体与磁场的相对运动速度 (m/s)。

导体运动方向、磁力线方向和电流（或感应电动势）的方向三者之间的关系可用右手定则来判断：伸开右手，四指与拇指垂直并在同一平面内，把右手伸入磁场里，让磁力线穿过手心，大拇指指向导体运动方向，那末，其余四个指头的指向就是导体内电流的运动方向（图1-1-8）。

根据上面电动机的运转示意图，如果给转子以原动力，拖动转子旋转，则转子外面线圈的两个边便切割磁力线，于是，在线圈内产生感应电动势，这就是发电机的运转原理。

熟悉了电磁的关系特性，再进一步了解各种类型电动机的工作原理就不很困难了。

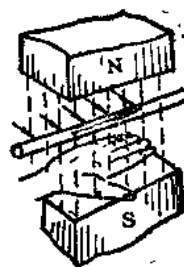
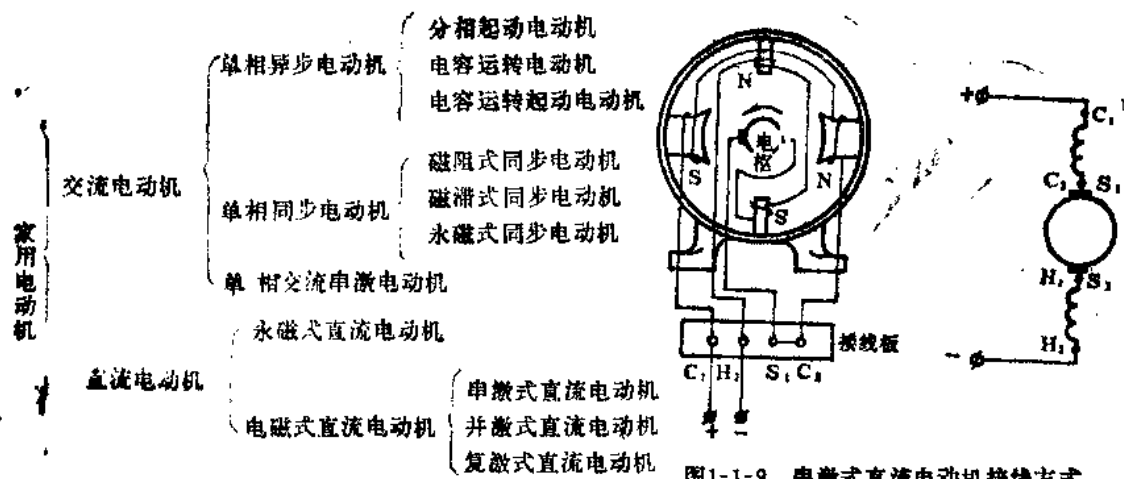


图1-1-8

第二节 电动机的工作原理

家用电器上所使用的电动机，功率都不大，一般都在750W以下，更多的是在几瓦至几百瓦之间的小功率电动机，所以亦称为家用微电机。

家用电动机的种类虽然很多，但是，家用电源只有两种，一种是交流电源，一种是直流电源。根据电源的不同，家用电动机可分为下列几种类型：



电动器具常用的是单相异步电动机、直流电动机和单相交流串激电动机。所以这里着重介绍这三种类型的电动机的工作原理。

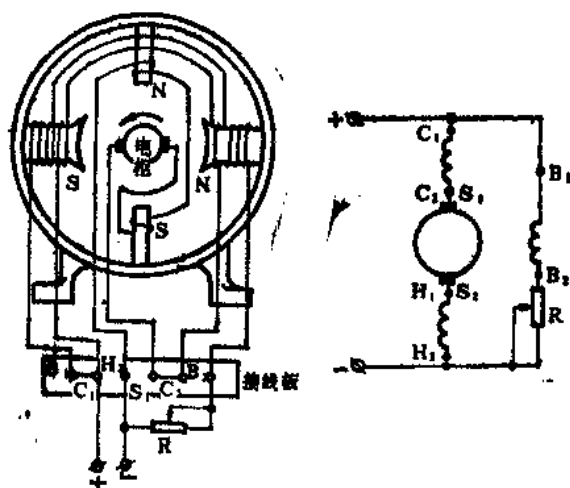
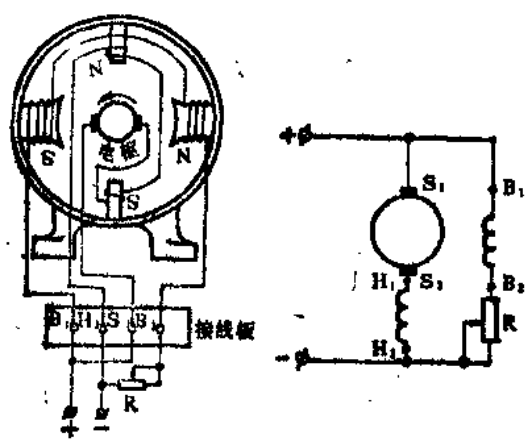
一、直流电动机的工作原理

直流电动机要求供电电源为直流，因此，在以干电池或蓄电池为电源的场合，如电动剃须刀、车、船用电风扇，电动按摩器，电动玩具和一些便携式电动工具等，多采用直流电动机。

1. 直流电动机的种类和特点

直流电动机按其激磁方式不同，可分为电磁式和永磁式两种。所谓电磁式电动机，就是在电动机的定子槽内嵌放有激磁绕组，定子磁场是由激磁绕组通以电源电流而产生的。永磁式电动机，定子为一永久磁铁，不嵌放激磁绕组，定子磁场是由永久磁铁产生的。

①电磁式直流电动机，根据激磁绕组与电枢绕组连接方式的不同，又可分为串激式、并激式和复激式三种，如图1-1-9~图1-1-11所示。



串激式电动机，是将电枢和激磁绕组串联接在电路中。这种电动机起动电流比较大，不允许在轻载和空载时运行，具有轻载时转速高，负载增加时转速急剧下降，满载时转速低的特性。

并激式直流电动机，其激磁绕组和电枢绕组是并联接在线路中。当负载变化时，转速变化不大；起动转矩较大；容许过载。

复激式直流电动机，绕组的连接方式既有串联又有并联。可想而知，这种电动机兼有串激和并激两种电动机的优点，既有良好起动性能又有平稳的运行性能。

②永磁式直流电动机，根据充磁方式的不同，也可分为两种类型。一类是沿磁钢的长度方向充磁，外壳采用不导磁铝合金。这种型式的电动机，其定子和磁路系统有多种，如图1-1-12所示。

另一类是沿磁钢径向方向充磁，外壳采用导磁材料制成的电动机，其定子型式如图1-1-13所示。

此外，在一些转动惯量要求低、快速传动的家用电器中，如录相机、摄影机中，常采用一种叫作空心杯形永磁式直流电动机，其磁路系统见图1-1-14。杯形电枢可在永久磁铁和磁轭之间的气隙中旋转。

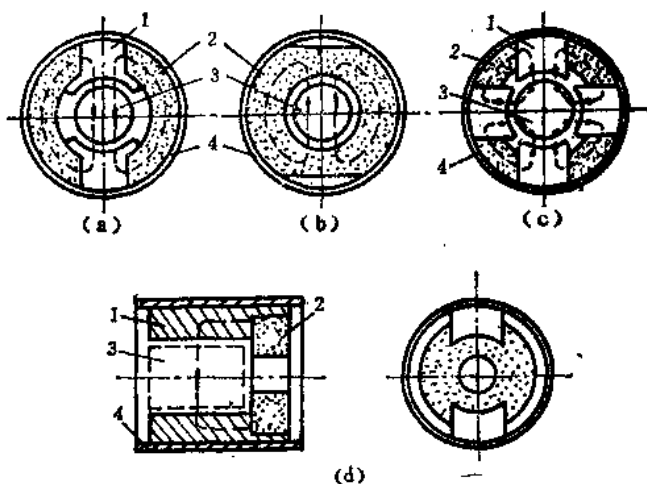


图1-1-12 沿长度方向充磁的磁路系统
(a) 半月型 (b) 环型 (c) 多极型 (d) 端面型
1—磁极 2—永久磁铁 3—电枢 4—机壳

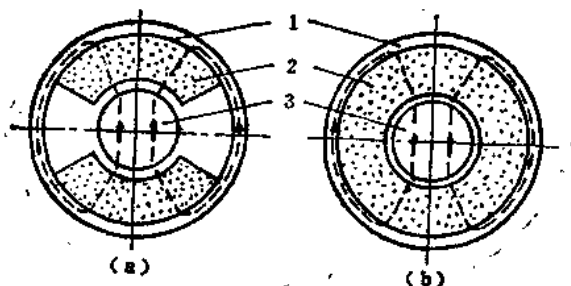


图1-1-13 沿径向充磁的磁路系统
(a) 瓦块型 (b) 环型
1—机壳(导磁磁轭) 2—永久磁铁 3—电枢

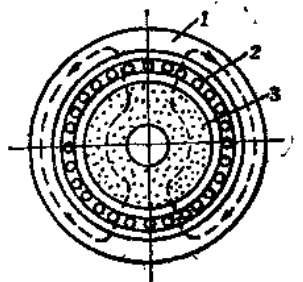


图1-1-14 空心杯永磁电动机磁路系统
1—机壳 2—杯形电枢 3—永久磁铁

杯形电动机的特点是：①转动惯量小；②起动电压低，只要有0.05V的电压，便可空载起动，所以灵敏度高；③效率较高，可达88%；④运转均匀，无抖动现象；⑤无涡流损耗；⑥体积小、重量轻、寿命长。机座外径最小可做到 $\phi 10\text{mm}$ ，寿命可达10000h。

永磁式直流电动机与电磁式直流电动机比较，具有体积小、重量轻、效率高、结构简单可靠等优点，因此在家用电器中得到广泛的应用。

2. 直流电动机的工作原理

图1-1-15为最简单的永磁式直流电动机的工作原理图。电枢放入磁场中（磁场由永久磁铁产生），abcd表示电枢上的一匝线圈绕组，线圈的首尾分别接到换向片 K_1 、 K_2 上，换向片固定在轴端，通过电刷A、B与换向片接触，使电枢和外电路相通。当A、B两端接上直流电压

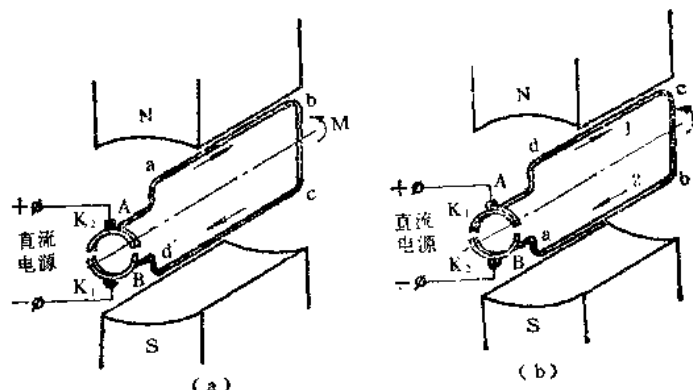


图1-1-15 直流电动机的运转原理

时，线圈内便产生电流，其电流方向如箭头所示，即由 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$ 如图1-1-15(a)所示。

根据电磁原理，该电流与定子磁场相互作用产生一个电磁力，使线圈在磁场内产生运动。运动的方向可用左手定则来判断：线圈ab边受到向左方向的电磁力，cd边受到向右方向的电磁力，于是线圈受到一个力偶的作用，产生一个电磁转矩 M ，迫使线圈逆时针方向旋转。当旋转到线圈所在平面与磁力线垂直的位置时（此时这位置称中性位置）作用在线圈两边的电磁力与线圈在同一平面内，而且大小相等，方向相反，这一对力阻碍着线圈的转动，最终会使线圈停止在中性位置上。如果在线圈冲过中性面的瞬间，立即改变线圈内电流的方向，则线圈将会按原方向旋转下去。这一任务由设在直流电动机中的电刷和换向片来实现。

电刷是固定在机壳或端盖上的导电零件，换向器固定在转轴上，转子线圈绕组与换向器相连。当线圈冲过中性面后，换向片 K_2 与电刷B接触， K_1 与A接触，这时线圈中电流方向由 $d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a$ ，如图1-1-15(b)所示。用左手定则可判断出线圈仍按逆时针方向旋转。线圈每转过半圈，换向一次，周而复始，线圈便获得了连续的旋转运动。

直流电动机的典型结构如图1-1-16、图1-1-17所示。

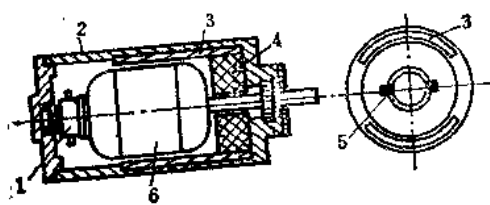


图1-1-16 永磁式直流电动机

1—换向器 2—机壳 3—磁极
4—磁铁 5—电刷 6—电枢

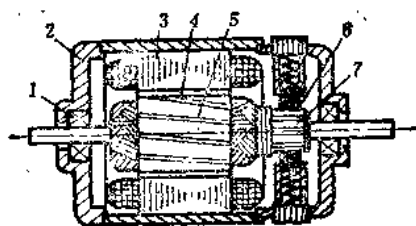


图1-1-17 电磁式直流电动机

1—轴承 2—端盖 3—定子 4—气隙
5—电枢 6—电刷 7—换向器

由上可知，直流电动机的旋转方向是由转子电流方向与定子磁场的方向之间的相互关系来决定的，如果要改变电动机的旋转方向，只要改变电枢电流或定子磁场极性方向之中的一个，便可实现电动机的反转。但要注意，如果同时改变磁场方向和电枢电流的方向，则电动机旋转方向不变。