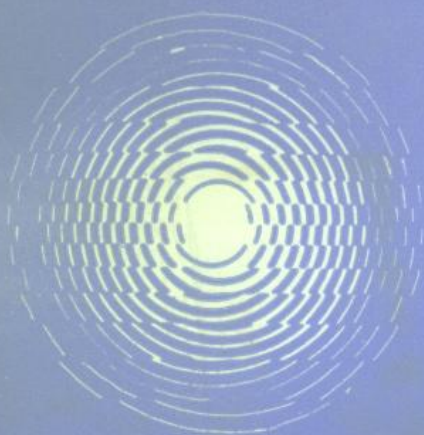




于永晓 编

单相异步电动机 修理技术

山东科学技术出版社

TM 347
Y 87

301053

单相异步电动机修理技术

于永晓 编

山东科学技术出版社

一九八七年·济南

责任编辑 李 青

DV91/12

单相异步电动机修理技术

宁永晓 编

*

山东科学技术出版社出版

(济南市玉函路)

山东省新华书店发行

山东新华印刷厂德州厂印刷

*

787×1092毫米32开本 13.5印张 250千字

1987年12月第1版 1987年12月第1次印刷

印数 1—10900

ISBN 7—5331—0213—4/TM·2

书号 15195·243 定价 3.35 元

前 言

随着工农业生产的发展和日用电器的普及，单相异步电动机的应用日趋广泛。为了适应电动机维修的需要，根据多年来电动机制造与维修的经验，编写了《单相异步电动机修理技术》一书。

本书对于单相异步电动机的基本理论、故障原因、修理技术、计算方法、检修中的工艺改进以及常用日用电器电动机的检修等都作了较详细介绍，还编入了许多修理中常用的图表。本书可供从事电动机修理的工人和技术人员参考。

由于编者水平所限，书中可能有不当之处，恳请读者批评指正。

编 者

1987年1月

目 录

第一章	电磁基本知识	1
第一节	磁场和磁力线	1
第二节	磁通和磁通密度	4
第三节	磁场对载流导体的作用力	5
第四节	电磁感应	6
第五节	正弦交流电	8
第六节	三相交流电	13
第二章	单相异步电动机工作原理与结构	18
第一节	单相异步电动机的工作原理	18
第二节	单相异步电动机的结构	20
第三节	单相异步电动机的类型及用途	23
第四节	单相异步电动机产品型号、性能及选用	29
第五节	单相异步电动机铭牌介绍	34
第三章	单相异步电动机的绕组及其接线	36
第一节	绕组的名词术语	36
第二节	单相异步电动机绕组的排列	39
第三节	单相异步电动机的绕组	41
第四节	单相异步电动机绕组的接线	53
第五节	单相异步电动机转向的改变	59
第四章	单相异步电动机故障的修理	62

第一节	单相异步电动机故障分析	62
第二节	定子绕组通地的修理	67
第三节	定子绕组开路的修理	72
第四节	定子绕组短路的修理	75
第五节	定子绕组接线错误的修理	79
第六节	单相异步电动机的正确拆装	81
第七节	轴的修理	84
第八节	轴承的修理	89
第九节	机座和端盖的修理	93
第十节	转子断条的修理	97
第十一节	电容器的修理	99
第五章	单相异步电动机定子绕组的拆除及重嵌	105
第一节	记录各项数据	105
第二节	旧绕组的拆除	107
第三节	绕线模的设计和制作	109
第四节	槽绝缘的配制	114
第五节	绕组重绕及嵌线	116
第六节	绕组的接线	123
第七节	绕组浸漆及烘干	124
第六章	单相异步电动机绕组计算	133
第一节	无铭牌电容运转式单相异步电动机空壳重绕计算	133
第二节	单相罩极鼓风机电动机空壳重绕计算	139
第三节	无铭牌电阻分相式单相异步电动机空壳重绕计算	146
第四节	单相异步电动机改变电压的计算	153
第五节	单相异步电动机正弦绕组曲线计算法	154
第七章	单相异步电动机检修后的质量检查与试验	159

第一节	单相异步电动机检修后的质量检查	159
第二节	单相异步电动机试验项目	160
第三节	单相异步电动机试验方法	161
第八章	单相串激电动机的修理	167
第一节	单相串激电动机结构特点及工作原理	167
第二节	单相串激电动机常见故障分析	173
第三节	单相串激电动机电枢绕组与换向器的修理	176
第四节	单相串激电动机定子线圈的修理	187
第五节	单相串激电动机枢绕组重绕修理	194
第六节	单相串激电钻改压和重绕计算	202
第七节	换向器的修理	209
第八节	炭刷的选择	214
第九章	单相异步电动机使用及修理中几种检修工艺的改进	226
第一节	小功率三相异步电动机在单相电源上的运行	226
第二节	无溶剂漆浸渍绕组在电动机修理中的应用	230
第三节	单相罩极鼓风机电动机在重绕修理时改为正弦绕组的计算	232
第四节	远红外线烘燥电动机绕组	238
第五节	电动机重绕修理中绝缘等级的提高	240
第六节	单相异步电动机嵌线工艺的改进	242
第七节	电阻分相式单相异步电动机绕组连线的改进	244
第八节	绕组接头熔焊代替锡焊	245
第九节	罩极式单相电动吹风机修理工艺的改进	247
第十节	轴承的代用	248
第十章	日用电器电动机的维修	264

第一节	电风扇电动机的维修	265
第二节	洗衣机电动机的维修	283
第三节	电冰箱电动机的维修	290
第四节	电吹风电动机的维修	296
第五节	空气调节器电动机的维修	298
第六节	家用电动缝纫机电动机的维修	306
第七节	微型家用电动水泵电动机的维修	312
第八节	家用吸尘器电动机的维修	315
附表		321
附图		422

第一章 电磁基本知识

修理单相异步电动机时，常常要接触到一些电、磁现象。为了便于判断、解决修理中所遇到的各种问题，本章将简单介绍有关电、磁基本知识。

第一节 磁场和磁力线

如果把一块条形磁铁移近一堆铁屑，它就会吸附上很多铁屑。这些被吸附的铁屑大部分集中在磁铁的两端，中间很少或者完全没有。这个现象说明，磁铁两端对铁屑的吸力最大，这两端就叫做磁极。

用细线把条形磁铁悬挂起来，使它能在水平位置自由转动，当它静止时，总是有一个磁极指南，另一个磁极指北。通常，把指南的一端叫做南极，用字母S表示；指北的一端叫做北极，用字母N表示。实验证明，同性磁极互相排斥，异性磁极互相吸引。因此，只要用一个小指南针就可以辨别任何磁铁的南、北极。当指南针移近磁铁的一端时，如果指南针的S极被吸引，那么磁铁的这一端就是N极，另一端就是S极。

磁铁、运动的带电体或载有电流导线的周围空间都有磁

力作用，这种空间称为磁场。在电工学中，为了使磁场形象化，人们常用磁力线来描述磁场的形状和强弱。通常规定：在磁铁的外部，磁力线的方向总是从N极出发回到S极；而在磁铁的内部，磁力线则由S极回到N极，如图1—1(a)所示。如果两段磁铁的异性磁极靠得比较近，磁力线就从一段磁铁的N极出发进入靠得近的另一段磁铁的S极，形成闭合回路，如图1—1(b)所示。如果两段磁铁的同性磁极靠得比较近，磁力线将分别形成如图1—1(c)所示的闭合回路。所以，磁力线总是闭合的，不能中断。

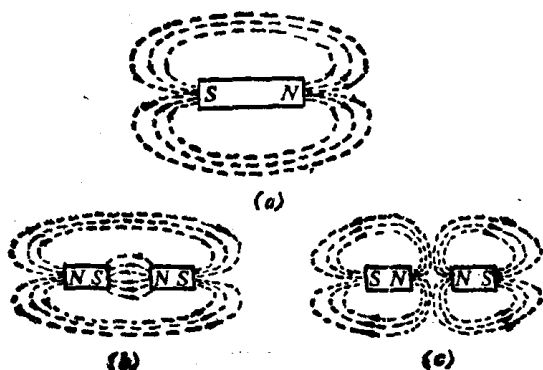


图1—1 磁力线的特性

- (a) 一根条形磁铁的磁力线 (b) 两个异性磁极相邻近的磁力线
(c) 两个同性磁极相邻近的磁力线

通常，用磁力线的疏密程度表明磁场的强弱。在磁场强的地方，磁力线比较密；在磁场弱的地方，磁力线比较疏；在磁场均匀的地方，磁力线均匀且互相平行。以上说明了磁力线的条数与磁场强弱程度成正比。

磁力线的方向即为磁针N极受磁场力作用的方向。由于在磁场中任意一点磁针只能受到一个磁场力的作用，所以磁力线互不相交。将一根长直导线通入直流电，并把小磁针放在通电导线的附近，当导线中的电流方向改变时，则小磁针所指示的磁力线的方向也随着改变。这表明通电导线周围有磁场存在。如果导线中的电流方向一定，则磁力线的方向也一定。电流与磁力线方向之间的关系如图 1—2 所示。判定

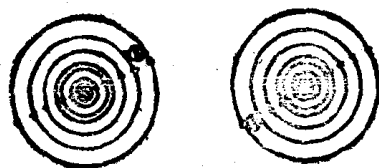


图 1—2 导线中的电流方向和
导线周围磁力线的方向



图 1—3 磁力线方向与
电流方向的关系

磁力线方向的方法是：以右手握住导线，拇指指向电流方向，其余四指指的就是磁力线的方向，如图 1—3 所示。

把导线弯成管状线圈，当通电时，也会产生磁场。其磁力线的分布情况如图 1—4 (a) 所示。管状线圈磁力线的方向也同样可以用右手定则来判定：用右手四指握住线圈，使四指指向电流方向，则大拇指所指的便是磁力线方向，如图 1—4 (b) 所示。

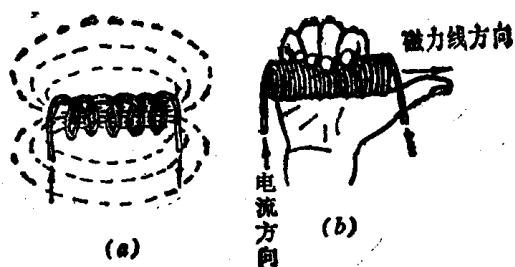


图 1—4 通电线圈的磁场方向
(a) 通电线圈的磁场 (b) 右手螺旋定则示意图

从物理意义上可以理解，管状线圈内通过的电流越大，线圈匝数越多，所产生的磁场越强。也就是说，磁场的强弱决定于通过的电流 (I) 和线圈匝数 (N)。电流和线圈匝数的乘积 IN 称为磁动势 (简称磁势)，磁动势的单位是安培匝数 (简称安匝)。

第二节 磁通和磁通密度

在电工学中，为了对磁场定量分析，引用了磁通这个物理量。

在磁场内任意取定一块面积，该面积内有一定数量的磁力线通过，垂直通过这块面积的磁力线总数叫做这块面积的磁通量。磁通量用符号 ϕ 表示，单位为韦伯 (简称韦，符号是 Wb)。

磁通量有时不能完全说明问题，因为磁通量是通过某一面积的磁力线总和，不能说明这一面积上磁力线分布的疏密

情况，所以有必要用单位面积的磁力线数来表示。单位面积的磁通量叫做磁通密度，也称磁感应强度，用符号 B 表示。如果用 S 表示磁通所通过的垂直面积，那么磁通密度可以表示为

$$B = \frac{\phi}{S} \quad (\text{T})$$

式中： ϕ 为磁通量，单位是韦； S 为磁通所通过的垂直面积，单位是平方米； B 为磁通密度，单位是特。

当面积 S 与磁通 ϕ 不垂直时，磁通密度可表示为

$$B = \frac{\phi}{S \cdot \cos \alpha} \quad (\text{T})$$

式中： α 为面积 S 与垂直有效面积的夹角。

磁通密度的大小，实际反映了磁场的强弱。磁场内某一处的磁通密度越大，说明该处磁力线分布越密，磁场也越强。反之，则磁场越弱。

第三节 磁场对载流导体的作用力

通电导体的周围存在着磁场，若把通电导体放在磁场中，它将会受到一定的作用力而运动。实验表明，当导体与磁场的方向垂直时，磁场对通电导体的作用力与通电导体中的电流、磁通密度及磁场中的导体长度成正比，则

$$F = B l I \quad (\text{N})$$

式中： F 为导体所受到的作用力，单位是牛； B 为磁通密度，单位是特； l 为导体的有效长度，单位是米； I 为通过导体中的电流，单位是安。

如果通电导体与磁场的方向成角度 α ，此时导体所受的作用力为

$$F = B l I \cdot \sin \alpha \quad (\text{N})$$

导体所受作用力的方向与通电导体中的电流方向有关。导体受力的方向可以用左手定则来判定，如图1—5所示。平伸左手，拇指与其余四指垂直，使手掌向着磁力线的方向，让磁力线垂直进入手掌，用四指指向电流的方向，拇指所指的方向就是载流导体受作用力的方向。

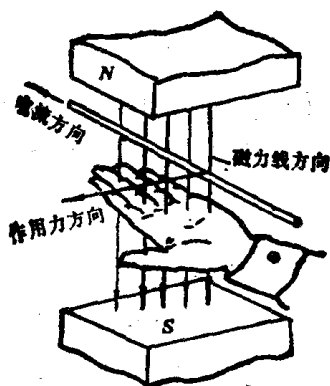


图1—5 左手定则

异步电动机就是利用磁场对电流的作用这一基本原理制成的。电动机的转子所以能够转动，就是因为电动机气隙中的磁场与转子绕组中的电流相互作用的结果。

第四节 电磁感应

将一根导线放在均匀磁场中，导线与一个检流计接成闭合回路，如图1—6所示。当导线在磁场中沿着与磁力线垂

直的方向向下移动时，就可看到检流计的指针向左偏转，这说明导线中出现了电流或导线中产生了感应电动势。如果导线自下而上移动，可以看到检流计的指针向右偏转，说明导线中也产生了感应电动势。如果导线不动，而磁场上下移动，

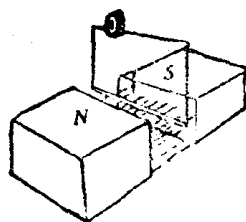


图 1—6 导线切割磁力线产生电动势

就会发现磁场向上移动与导线向下移动的结果相同，磁场向下移动与导线向上移动的结果相同。这个现象说明，变动的磁场能够在导体中引起电动势，这种现象叫做电磁感应。变动的磁场系指导体切割磁力线，或者说导体与磁场之间有相对运动。对于线圈来说，只要穿过线圈中的磁通量发生变化，线圈中就会产生感应电动势。此时，如果电路接通，线圈内将产生感应电流。

由电磁感应定律知道，当导线在均匀磁场（即磁场中各点的磁感应强度相等）中沿着磁力线垂直的方向运动时，所产生感应电动势的大小，与导线的有效长度 l 、导线的运动速度 u 和磁通密度 B 成正比，即

$$e = Bl u \quad (\text{V})$$

式中： e 为感应电动势，单位是伏； B 的单位是特； l 的单位是米； u 的单位是米每秒。

当导线的运动方向与磁力线方向间的夹角为 α 时，垂直于磁场的速度分量为 $u \cdot \sin \alpha$ ，此时感应电动势为

$$e = Blv \cdot \sin \alpha \quad (\text{V})$$

线圈的感应电动势与单位时间内线圈中的磁通变化量和线圈的匝数成正比，即

$$e = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \quad (\text{V})$$

式中： e 为感应电动势，单位是伏； N 为线圈匝数； $\Delta \phi$ 为线圈中磁通的变化量，单位是韦； Δt 为磁通变化 $\Delta \phi$ 所需的时间，单位是秒；“ $-$ ”号表示感应电动势所产生的感应电流反抗磁通的变化（磁通的正方向与感应电动势正方向之间要符合右螺旋关系）。

电磁感应在导线中产生的感应电动势的方向，可以用右手定则来判定，如图 1—7 所示。平伸右手，手掌朝向磁场的 N 极，使磁力线穿过手心，拇指指向导线运动的方向或指向磁场运动的反方向，其余四指指的就是感应电动势的方向，导线中感应电动势的方向也就是感应电流的方向。

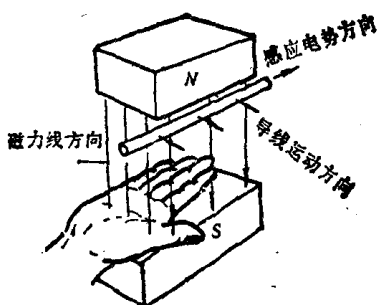


图 1—7 右手定则

第五节 正弦交流电

现代工业、农业、交通运输业及日常生活等用电大部分都是交流电。近几年，由于各种功率的半导体整流元件的发

展，在需要直流电的场合，往往也是将交流电通过整流设备变换为直流电，如直流电动机的电源、交流发电机的可控硅励磁及各种电子仪器中的直流电源等。

交流电之所以得到如此广泛的应用，主要是因为它在生产、输送和使用方面比直流电优越得多。在交流电路中，可以用变压器将电压升高或者降低。输电时，将电压升高，电能输送很远而损耗较少。用电时，再将电压降低，既能保证安全，又能降低对设备绝缘水平的要求，减少用电设备的造价。交流电动机和交流发电机的结构、工艺都比直流电动机简单得多，造价比较便宜，因此作为动力电源来说，主要用的是交流电。工业上用的交流电是指按正弦规律变化的正弦交流电。

交流电是指大小和方向都随时间作周期性变化的电流。

描绘电流（或电压、电动势）随时间变化的规律的曲线称波形图。交流电的波形图如图 1—8 所示。电流 i 的大小变化范围为 $0 \sim 5$ 安，并且每隔一定时间（0.01 秒）就改变一次方向。

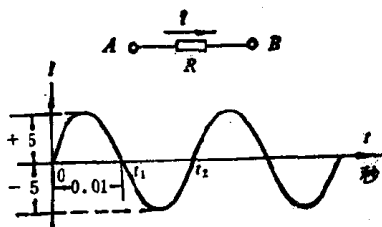


图 1—8 交流电波形图

也就是说，在 $0 \sim t_1$ 的时间之内，电流 i 从 A 流向 B ；在 $t_1 \sim t_2$ 的时间内，电流就从 B 流向 A 。图中所画的电流是按正弦规律变化的，因此通常叫做正弦交变电流，简称交流。工业上一般都用正弦交流电，本书以后讨论中交流都是指正弦