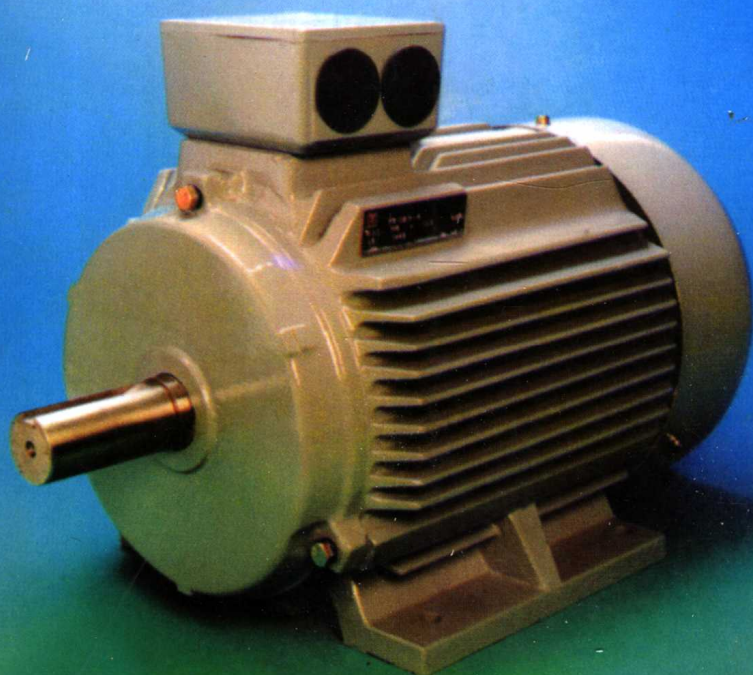


D Z J S R M

电子技术入门丛书



电动机维修入门

浙江科学技术出版社

全国砥 主编

电子技术入门丛书

电动机维修入门

泉州

浙江科学技术出版社

主编：金国砥

编者：孙宝元 金国砥 赵为耿

电子技术入门丛书

电动机维修入门

金国砥 主编

*

浙江科学技术出版社出版

淳安千岛湖环球印务有限公司印刷

浙江省新华书店发行

开本 787×1092 1/32 印张 7.875 字数 177 000

1999年3月第1版

2003年3月第6次印刷

ISBN 7-5341-1160-9/TS · 194

定 价：12.00 元

责任编辑：朱振东

封面设计：金 晖

前 言

电动机是把电能转变成机械能的动力装置，它广泛应用于工农业生产、国防建设、科学研究和日常生活等各个方面。为了帮助广大用户与电动机维修初学者了解中小型电动机的结构、原理、使用与维修等方面的知识，我们根据积累的实践经验并结合维修实际，编写了这本入门读物。

本书主要介绍电动机基础知识、维修工具及操作技能、使用和维护、常见故障和检修、绕组重绕、布线接线和技术参数等方面内容。在编写时力求浅显易懂，把理论知识与维修技能融于一体。本书可供具有初中以上文化程度的电动机维修人员阅读、参考，也可作为职业技术培训和中学劳动技术课教材。

本书第一章由孙宝元编写，第二、第三、第五、第七章由金国砥编写，第四、第六章由赵为耿编写。在编写过程中，得到了杭州中策职业高级中学、杭州市电子电工教研大组和杭州市职教研究中心的许多领导、同志的支持和帮助，董少山同志参与本书部分插图的绘制工作，在此表示衷心感谢！

由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，希望广大读者予以批评指正。

编者

1998年10月

目 录

第一章 电动机维修基础知识	1
第一节 电动机的工作原理	1
一、电动机的旋转磁场	1
二、旋转磁场对电动机转子的作用	6
三、异步电动机的运行分析	7
第二节 电动机的分类和基本结构	8
一、电动机的分类	8
二、电动机的基本结构	10
第二章 维修工具及钳工操作技能	16
第一节 电动机维修工具及其使用方法	16
一、常用工具	16
二、常用仪表	23
第二节 电动机维修钳工操作技能	29
一、锯割	29
二、锉削	33
三、凿削	38
四、钻孔	42
五、攻丝和套丝	46
第三章 三相异步电动机的使用和维护	50
第一节 三相异步电动机的铭牌	50
一、型号	50
二、额定值	54
三、定额	57

四、标准编号	57
第二节 三相异步电动机的选择、安装和接线	57
一、三相异步电动机的选择	57
二、三相异步电动机的安装	63
三、三相异步电动机的接线	69
第三节 三相异步电动机的维护	70
一、三相异步电动机的运行管理	70
二、三相异步电动机的定期检查	71
三、三相异步电动机的拆卸和组装	73
第四章 三相异步电动机的常见故障和检修	82
第一节 三相异步电动机的常见故障	82
第二节 三相异步电动机常见故障的检修	87
一、三相异步电动机绕组故障的检修	87
二、三相异步电动机机械故障的检修	94
三、三相异步电动机的修复试验	95
第五章 三相异步电动机定子绕组的重绕	100
第一节 关于定子绕组的基本原则和概念	100
一、定子绕组分布的对称性	100
二、定子绕组的术语	101
第二节 三相绕组的连接	108
一、一相绕组中线圈的连接	109
二、三相绕组的连接	112
三、三相绕组几种常见的连接形式	113
第三节 三相异步电动机定子绕组的重绕工艺	116
一、拆除旧绕组	117
二、记录数据	117
三、清理定子铁心槽和放置槽绝缘	119
四、制作绕线模	121
五、绕制线圈	125

六、嵌放线圈	129
七、连接线圈	133
八、绕组的检验	134
九、浸漆和烘干	134
第六章 单相异步电动机常见故障的检修	140
第一节 电感分相式电动机	140
一、电感分相式电动机的主要部分	140
二、电感分相式电动机的检修	143
第二节 电容式电动机	146
一、电容式电动机的主要部分	146
二、电容式电动机的检修	149
第三节 罩极式电动机	151
一、罩极式电动机的主要部分	151
二、罩极式电动机的检修	152
第四节 单相串励电动机	153
一、单相串励电动机的主要部分	153
二、单相串励电动机的检修	157
第七章 电动机绕组布线接线范例	161
第一节 电动机绕组布线接线图说明	161
第二节 三相异步电动机绕组布线接线范例	162
一、2 极 12 槽三相异步电动机绕组布线接线	162
二、2 极 24 槽三相异步电动机绕组布线接线	163
三、2 极 36 槽三相异步电动机绕组布线接线	164
四、4 极 12 槽三相异步电动机绕组布线接线	165
五、4 极 24 槽三相异步电动机绕组布线接线	166
六、6 极 36 槽三相异步电动机绕组布线接线	168
七、8 极 24 槽三相异步电动机绕组布线接线	170
第三节 单相异步电动机绕组布线接线范例	170
一、2 极 16 槽单相异步电动机绕组布线接线	171

二、2 极 24 槽单相异步电动机绕组布线接线	171
三、4 极 16 槽单相异步电动机绕组布线接线	171
四、4 极 24 槽单相异步电动机绕组布线接线	172
五、4 极 36 槽单相异步电动机绕组布线接线	172

附录

附录一 电动机有关技术数据	182
附录二 常用漆包线的品种、规格、特点及主要用途 ...	238
附录三 中国线规与近似英规对照	239
附录四 常用覆盖漆的品种、特性和用途	241
附录五 低压电动机、电器线圈绝缘材料	242

第一章 电动机维修基础知识

第一节 电动机的工作原理

电动机种类繁多,大小悬殊,但基本工作原理是一样的,都是由电磁作用产生动力。本节以三相异步电动机为例,从电磁现象、电磁作用和能量转换等方面讨论其工作原理和运行规律。

一、电动机的旋转磁场

三相异步电动机的定子绕组是按一定规律分布的。当通入三相交流电时,定子绕组就会产生一个以一定转速向一定方向旋转变化的磁场(即旋转磁场)。

1.2 极定子绕组的旋转磁场

在2极电动机(只有一对磁极)中,对称的三相绕组在空间彼此相隔 120° 。为了便于分析,我们把三相绕组 u_1-u_2 、 v_1-v_2 、 w_1-w_2 看成一个定子绕组,并把它接成星形,如图1-1所示。其中, u_1 、 v_1 、 w_1 是三相绕组的首端, u_2 、 v_2 、 w_2 是三相绕组的末端。把三相交流电通入三相绕组中,并假定电流从首端流进(用“ $\otimes$ ”表示)、从末端流出(用“ $\odot$ ”表示)为电流的正方向。这样,不同时刻三相绕组中的电流方向和磁场可以用图1-2来表示。

在 $t=0$ 时刻, i_A 为零,绕组 u_1-u_2 内没有电流; i_B 为负,电流从 v_2 端流进,从 v_1 端流出; i_C 为正,电流从 w_1 端流进,从

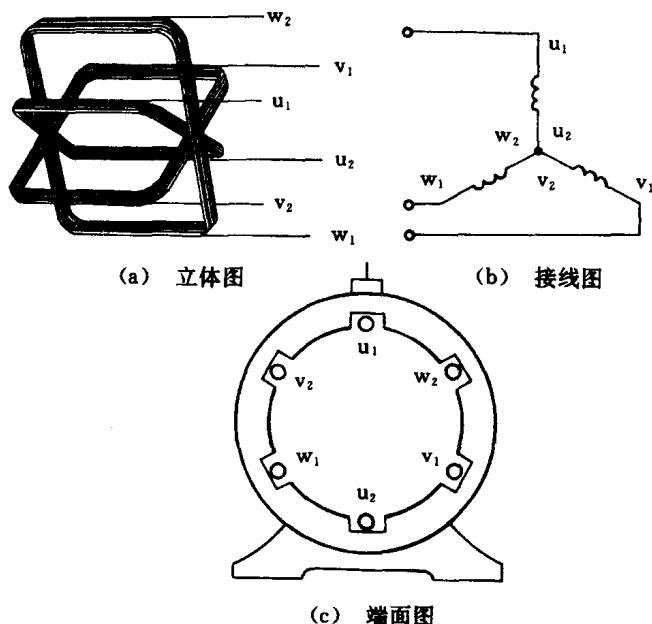


图 1-1 产生 2 极磁转磁场的定子绕组

w_2 端流出。此时三相绕组产生的合成磁场如图 1-2 (a) 所示。 u_1 处可以看成磁铁的 N 极，而 u_2 处则是 S 极。

三相交流电的大小和方向随时间变化。在 $t = \frac{T}{3}$ 时刻， i_A 为正，电流从 u_1 端流进，从 u_2 端流出； i_B 为零，绕组 v_1-v_2 中没有电流； i_C 为负，电流从 w_2 端流进，从 w_1 端流出。此时三相绕组产生的合成磁场如图 1-2 (b) 所示， v_1 处成了 N 极， v_2 处成了 S 极。再经过 $\frac{T}{3}$ 的时间，即 $t = \frac{2}{3}T$ 时刻， i_A 为负，电流由 u_2 端流进，从 u_1 端流出； i_B 为正，电流由 v_1 端流进，从 v_2 端流出， i_C 为零，绕组 w_1-w_2 内没有电流。此时三相绕组产生的合成磁

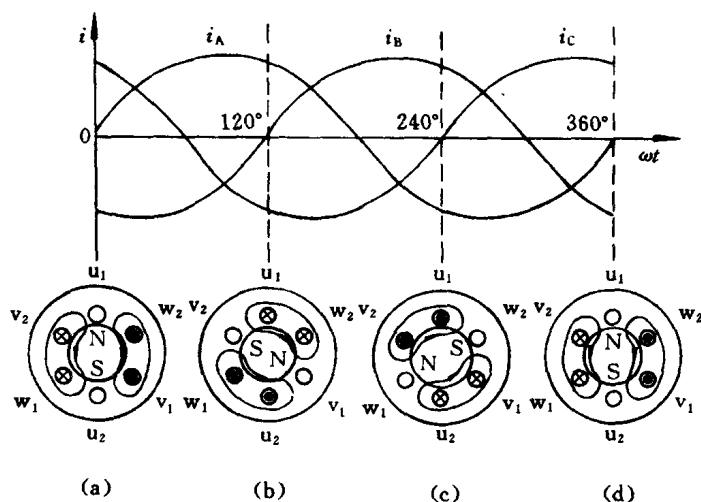


图 1-2 2 极旋转磁场

场如图 1-2(c)所示, w_1 处成了 N 极, w_2 处成了 S 极。同理, $t=T$ 时刻, u_1 处为 N 极, u_2 处为 S 极, 即恢复到起始的情况, 如图 1-2(d)所示。

从图中可以看出, 三相交流电通入三相绕组时产生的合成磁场是一个旋转的磁场。电流变化了一周, 一对磁极在空间也旋转了一周, 这就是 2 极旋转磁场。我国交流电的频率为 50 赫, 即交流电在一秒钟内要变化 50 周, 所以旋转磁场一秒钟也转了 50 周。

旋转磁场的方向与三相交流电的相序 (即三相交流电最大值出现的次序) 有关。将三相绕组 v_1-v_2 、 u_1-u_2 、 w_1-w_2 按 A、B、C 的相序分别接到三相交流电源上, 由此产生的旋转磁场的方向与定子电流的相序一致, 按顺时针方向旋转。如果要改变三相交流电的相序, 只需将定子绕组任意两根引出线调换一下,

如图 1-3 所示。此时, v_1-v_2 中流的是 i_C , w_1-w_2 中流的是 i_B , 三相交流电的相序相反了, 由此产生的旋转磁场的方向也相反, 按逆时针方向旋转。三相异步电动机正是利用这个原理来实现换向的。

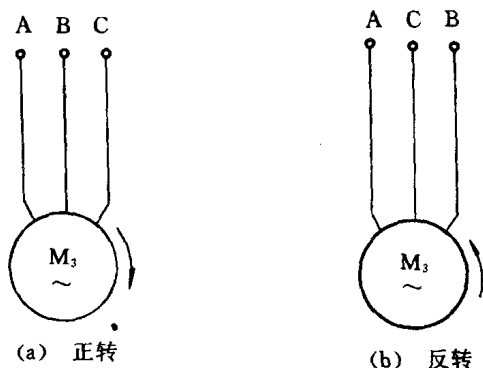


图 1-3 三相异步电动机的换向

2.4 极定子绕组的旋转磁场

在 4 极电动机中, 每相有两个绕组, 三相共 6 个绕组, 相邻两绕组在空间相差 60° , 如图 1-4 所示。把两个互差 180° 的绕组串联起来作为一相绕组, 即 u_1-u_2 与 $u_1'-u_2'$ 串联成 A 相, v_1-v_2 与 $v_1'-v_2'$ 串联成 B 相, w_1-w_2 与 $w_1'-w_2'$ 串联成 C 相。同理, 当三相交流电通入 4 极定子绕组时, 其合成磁场也是一个旋转磁场。但与 2 极定子绕组的旋转磁场不同, 4 极定子绕组的旋转磁场具有两对磁极 (即两个 N 极和两个 S 极), 如图 1-5 所示。从图中可以看出, 当电流完成一个周期的变化时, 4 极旋转磁场仅转了 $\frac{1}{2}$ 周。

在多极电动机中, 如果每相有 p 个绕组, 将它们适当地连

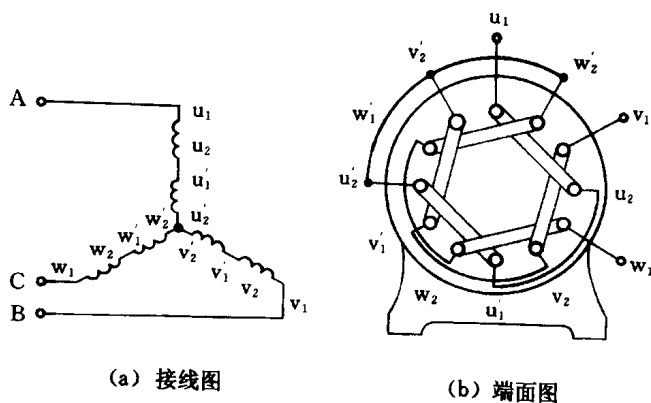


图 1-4 产生 4 极旋转磁场的定子绕组

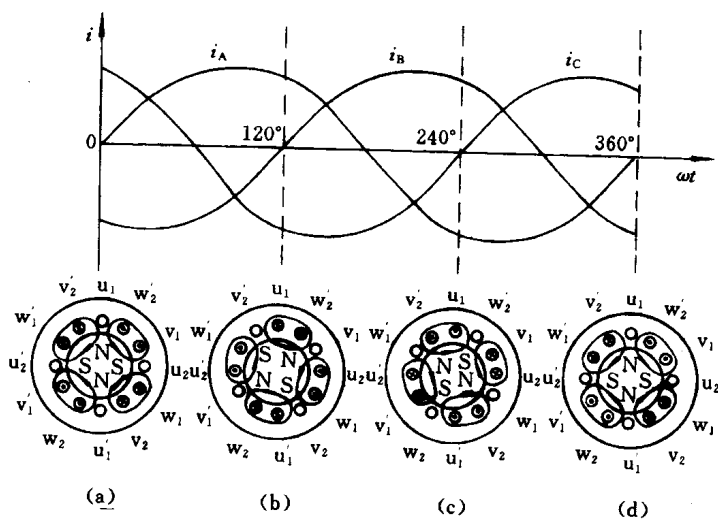


图 1-5 4 极旋转磁场

接起来，通入三相交流电便可产生具有 $2p$ 个磁极（或 p 对磁极）的多极旋转磁场。同理，当电流变化一个周期时，具有 p 对磁极的旋转磁场仅旋转 $\frac{1}{p}$ 周。

总之，三相异步电动机旋转磁场的转速取决于定子绕组（即与绕组的磁极对数 p 有关）。如果交流电的频率为 f （赫），那么旋转磁场的转速 n_0 为：

$$n_0 = \frac{60f}{p} \quad (\text{转/分})$$

通常我们把旋转磁场的转速 n_0 叫做同步转速。

二、旋转磁场对电动机转子的作用

通电导体在磁场中会受到电磁力的作用，其大小和方向与磁场的强弱、电流的大小和方向、通电导线的有效长度有关。电磁力的方向可用左手定则来确定，如图 1-6 所示。伸出左手让磁力线垂直穿过掌心，伸直的四指与导线中的电流方向一致，则大拇指的方向就是导体所受电磁力的方向。当转子导体产生感

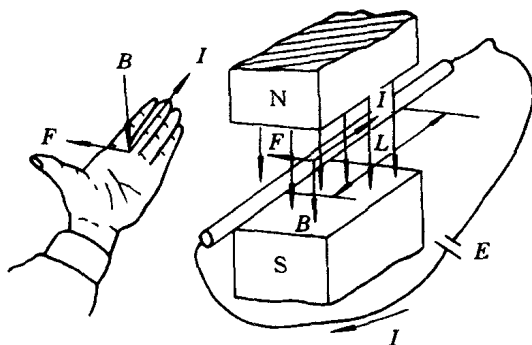


图 1-6 通电导体在磁场中受力方向的判断

生电流时，也会受到电磁力的作用，根据左手定则很容易判定转子导体所受电磁力的方向，如图 1-7 所示。作用于转子导体的电磁力在转轴上形成转矩（即电磁转矩），使转子随着旋转磁场转动起来，从而把电能转变为机械能。

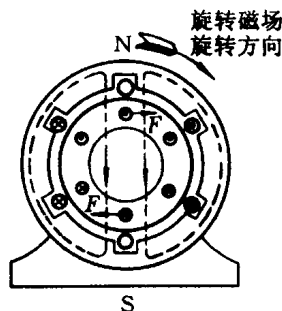


图 1-7 电动机转子的转动原理

异步电动机转子的转速总是低于旋转磁场的转速，即存在着一个转速差，这是异步电动机的工作特点，也是其名字的由来。由于异步电动机是靠电磁感应而运转的，所以它又称为感应电动机。

三、异步电动机的运行分析

异步电动机接通交流电源后便开始运转。如果是在额定负载下起动，电动机转速从零开始逐渐增加一直到额定转速（电动机铭牌上标注的转速），然后进入稳定运行阶段。从转子不动到电动机稳定运转这个阶段叫做起动阶段。

异步电动机的起动电流很大而起动转矩并不大。一般异步电动机的起动电流可达额定电流的 4~7 倍，而起动转矩却只有额定转矩的 1~2 倍。起动转矩是异步电动机起动性能的一个

重要指标。

若异步电动机空载（电动机没有带动机械负载）运行，转子转速将接近旋转磁场的转速（又称同步转速），这时转子电流很小，定子绕组的电流也很小。通常空载电流（电动机空载时定子绕组的电流）为额定电流的 20%~50%。

若异步电动机负载运行，由于电动机必须产生足够的电磁转矩来平衡负载转矩，转速必然降低，转子电流增大，定子绕组的电流也相应增大，定子绕组从电网中吸收的电能增加。因此，定子绕组的电流是随负载的增大而增大。如果电动机的负载超过了额定值（即超载），会使电动机过热。一般电动机都有一定的超载能力，但是长期超载运行将影响电动机的使用寿命，甚至会烧毁定子绕组。

此外，电源电压对异步电动机的运行也有影响。当电源电压降低 10% 时，电动机的电磁转矩就只有原来的 80% 左右，如果所带负载不变，电动机就必须增大电流以产生足够的电磁转矩。若电动机原来已满负荷工作，那么定子绕组的电流就会超过额定值，时间长了也会使电动机过热而烧毁。

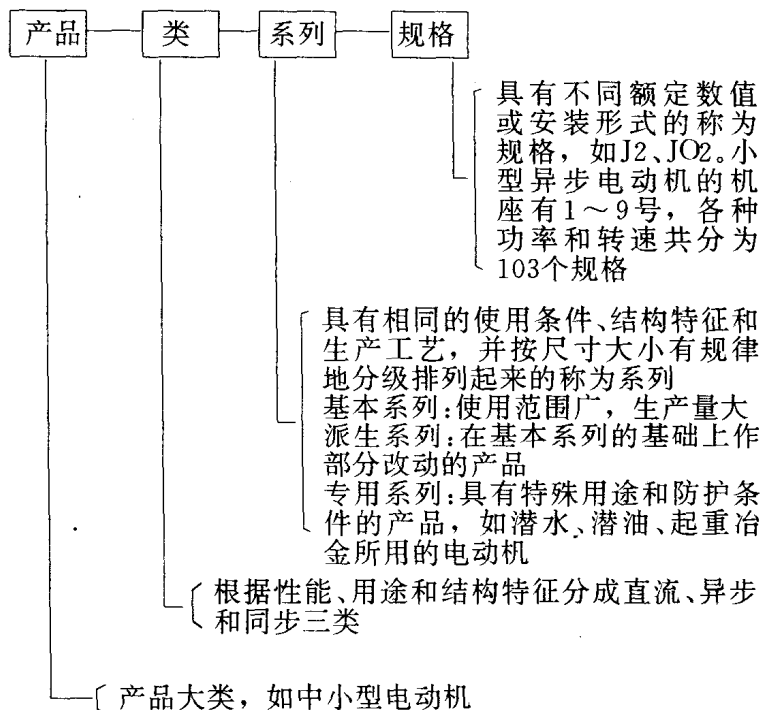
第二节 电动机的分类和基本结构

一、电动机的分类

电动机的种类很多，可按防护形式、安装方式、绝缘等级、额定功率、电源电压、电源频率、运行特性、结构、用途等来分类。目前我国是以电动机的功率来划分大类，并以其性能、用途、结构特征、形式等作为补充来细分。例如，中小型电动机的功率范围为 1~1 000 千瓦，其中 1~100 千瓦是小型电动机，

100~1 000 千瓦为中型电动机。

目前常采用以下的分类方法：



另外，我们也可以下列方式分类：

