

电工实用技术丛书



实用中小型 电动机维修技术



王 建 朱彦齐 主编

《 辽宁科学技术出版社

电工实用技术丛书

实用中小型 电动机维修技术

王 建 朱彦齐 主编

辽宁科学技术出版社

内容简介

本书根据国家职业标准《维修电工》，结合企业生产实际，详细介绍了中小型电动机的维修知识和技术。主要内容包括：电动机维修基础、三相异步电动机的维修、单相异步电动机的维修、直流电动机的维修、特种电动机的维修等。

本书内容取材于生产一线，实用性强，可供生产一线的广大维修电工使用，也可供电气技术人员参考，同时，也是各级职业教育与培训的理想教材。

图书在版编目(CIP)数据

实用中小型电动机维修技术 / 王建, 朱彦齐主编. — 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2010.8

(电工实用技术丛书)

ISBN 978-7-5381-6513-5

I. ①实… II. ①王… ②朱… III. ①电动机—维修 IV. ①TM320.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 120255 号

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 29 号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳市北陵印刷厂有限公司

经销者: 各地新华书店

幅面尺寸: 140mm × 203mm

印 张: 7.5

字 数: 190 千字

印 数: 1~4000

出版时间: 2010 年 8 月第 1 版

印刷时间: 2010 年 8 月第 1 次印刷

责任编辑: 韩延本

封面设计: 杜 江

版式设计: 于 浪

责任校对: 徐 跃

书 号: ISBN 978-7-5381-6513-5

定 价: 15.00 元

联系电话: 024-23284372

邮购热线: 024-23284502

<http://www.lnkj.com.cn>

本书网址: www.lnkj.cn/uri.sh/6513

目 录

第一章 电动机维修基础	1
第一节 电动机的基本结构	1
一、三相异步电动机的结构	1
二、三相异步电动机的铭牌	6
三、三相异步电动机的工作原理	7
四、转差与转差率	10
五、运行理论	11
第二节 三相异步电动机的绕组	12
一、绕组术语	12
二、交流绕组的构成原则	14
三、三相绕组	14
第三节 电动机的维修项目和工艺程序	16
一、电动机修理工作的一般规定	16
二、试机中应注意的事项	17
三、修理项目和周期	17
四、电动机修理工艺程序	19
五、修理工作的组织管理	20
第二章 三相异步电动机的维修	21
第一节 三相异步电动机的拆装	21
一、三相异步电动机的拆装步骤	21
二、三相异步电动机的维护	28
三、三相异步电动机的保养	32
第二节 三相异步电动机故障分析与检查	33
一、三相异步电动机的常见故障	33
二、三相异步电动机故障分析与检查	38

第三节	三相异步电动机定子故障的维修	39
一、	绕组接地的检修	39
二、	绕组绝缘电阻很低的检修	40
三、	绕组断路的检查与修理	43
四、	定子绕组短路的检查与修理	48
第四节	三相异步电动机转子故障的维修	49
一、	笼型转子故障的检查与排除	49
二、	绕线式转子故障的维修	49
第三章	三相异步电动机定子绕组的重绕	51
第一节	电动机定子绕组的拆除	51
一、	记录原始数据, 填写电动机修理单	51
二、	拆卸方法	52
第二节	清槽与绝缘材料的制作	56
一、	清槽	56
二、	绝缘材料的裁剪与制作	56
第三节	线圈的绕制	61
一、	绕制工艺	61
二、	绕制线圈时的注意事项	63
第四节	嵌线	65
一、	嵌线步骤	65
二、	几种不同绕组嵌线的具体方法和特点	70
三、	接线	77
四、	绑扎与整形	81
第五节	浸漆与烘干	82
一、	浸漆处理的目的	82
二、	浸漆处理的方法	83
三、	浸漆、烘干工艺	84
第四章	三相异步电动机的试验	89
第一节	直流电阻和绝缘电阻测定	89

一、直流电阻测定	89
二、绝缘电阻测定	91
第二节 耐压试验	93
第三节 空载试验	96
第四节 短路试验和温升试验	97
一、短路试验	97
二、温升试验	98
第五章 单相异步电动机的维修	100
第一节 单相异步电动机的结构形式	100
一、单相异步电动机的结构	100
二、单相异步电动机分类及其应用	104
三、铭牌	106
四、工作原理	107
第二节 单相电动机的拆装	108
一、单相电动机的拆装要点	108
二、单相电动机轴承的拆卸和维修	110
三、滚动轴承的清洗和检查	111
四、滚动轴承的润滑和安装	112
第三节 单相异步电动机常见故障及处理	116
一、单相异步电动机常见故障分析	116
二、单相异步电动机常见故障的处理	118
第四节 单相异步电动机绕组故障及维修	120
一、绕组断路故障及维修	120
二、绕组短路故障及维修	122
三、绕组接地故障及维修	124
四、绕组接错线故障	126
五、启动元件故障及维修	127
六、电容器故障及维修	129
第五节 单相电动机绕组重绕	130

一、原始记录	130
二、拆除旧线圈	131
三、清理铁芯	132
四、绕线模制作	133
五、准备电磁线和绝缘材料	134
六、绕线准备	135
七、绕线工艺	135
八、嵌线和接线	136
九、励磁绕组的嵌线	136
十、正弦绕组嵌线方法	137
十一、同心式绕组嵌线方法	142
十二、绕组嵌线质量要求	147
十三、电动机质量检查	147
十四、单相异步电动机检查试验的特点	148
第六章 直流电动机的维修	158
第一节 直流电动机的结构与工作原理	158
一、直流电动机的结构	158
二、铭牌	162
三、直流电动机的分类	164
四、直流电动机的工作原理	166
五、直流电机的基本理论	167
第二节 直流电动机的拆装与维护	172
一、直流电动机的拆装	172
二、直流电动机的维护	174
第三节 直流电动机的故障检修	177
一、直流电动机的常见故障及排除	177
二、电枢绕组故障的检修	178
三、换向器的检修	182
四、调整电刷中性线位置	182

五、直流电动机的试验	183
第七章 特种电机的维修	187
第一节 步进电动机	187
一、步进电动机的分类与用途	187
二、步进电动机结构	188
三、步进电动机常见故障及维修	193
第二节 伺服电动机	200
一、交流伺服电动机	201
二、直流伺服电动机	204
第三节 自整角机	209
一、自整角机结构及工作原理	210
二、自整角机常见故障及维修	215
第四节 电磁调速异步电动机	217
一、电磁调速异步电动机结构及工作原理	217
二、电磁调速异步电动机工作原理	220
三、电磁调速异步电动机常见故障及维修	222
第五节 锥形转子异步电动机	225
一、锥形转子异步电动机结构及工作原理	226
二、锥形转子异步电动机常见故障及维修	227
参考文献	231

第一章 电动机维修基础

电动机是指将电能转变为机械能的装置。按电流类型分类，可分为交流电动机和直流电动机。交流电动机可分为异步电动机和同步电动机两大类，异步电动机又分为三相异步电动机和单相异步电动机。异步电动机主要用作拖动各种生产机械，和其他电动机比较，具有结构简单、制造容易、价格低廉、运行可靠、维护方便、效率较高等一系列优点，所以，异步电动机得到广泛的应用。

第一节 电动机的基本结构

一、三相异步电动机的结构

三相异步电动机的种类很多，但各类三相异步电动机的基本结构是相同的，它们都由定子和转子这两大基本部分组成，在定子和转子之间具有一定的气隙。此外，还有端盖、轴承、接线盒、吊环等其他附件，如图 1-1 所示。

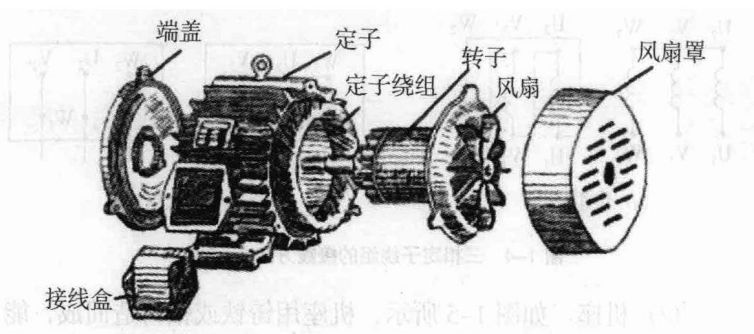


图 1-1 三相异步电动机的内部结构

1. 定子

定子由定子铁芯、定子绕组和机座组成。

(1) 定子铁芯。如图 1-2 所示，定子铁芯用薄硅钢片叠成，是电动机的磁路部分。

(2) 定子绕组。如图 1-3 所示，定子绕组用铜或铝制的绝缘线绕制而成，它有三相绕组，对称嵌放在定子铁芯槽内。

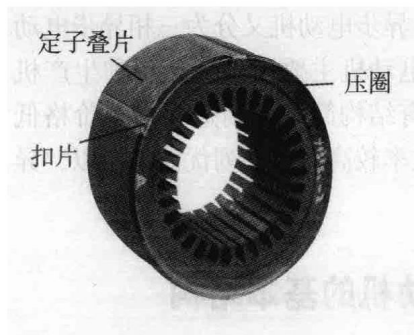


图 1-2 三相异步电动机的定子铁芯结构

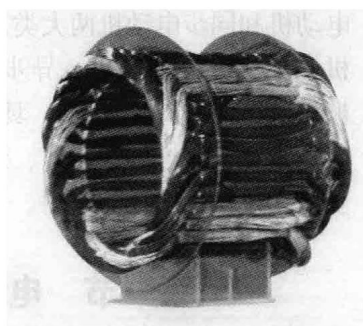


图 1-3 三相异步电动机的
定子绕组结构

三相绕组的首端分别用 U_1 、 V_1 、 W_1 表示，末端用 U_2 、 V_2 、 W_2 表示。为了便于改变接线，三相绕组的六个端线都接在电动机定子壳体外的接线盒内。绕组可以连接成星形或三角形，如图 1-4 所示。

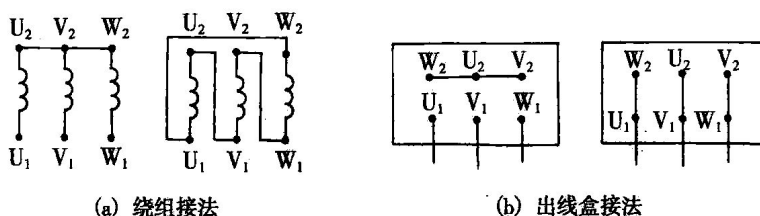


图 1-4 三相定子绕组的接线方法

(3) 机座。如图 1-5 所示，机座用铸铁或铝铸造而成，能固定铁芯和支持端盖。

2. 转子

转子由转子铁芯、转子绕组和转轴组成。

(1) 转子铁芯。转子铁芯也是由薄硅钢片叠压而成，导磁。为了改善启动和运行性能，鼠笼式异步电动机一般采用斜槽结构，如图 1-6 所示。

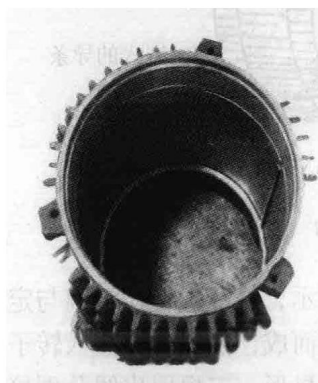


图 1-5 三相异步电动机的机座

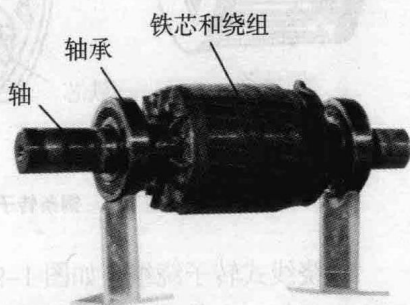


图 1-6 三相异步电动机的转子

(2) 转子绕组。

① 笼型转子绕组。如图 1-7 和图 1-8 所示，笼型绕组用铝浇铸或铜条与端环铆接而成。

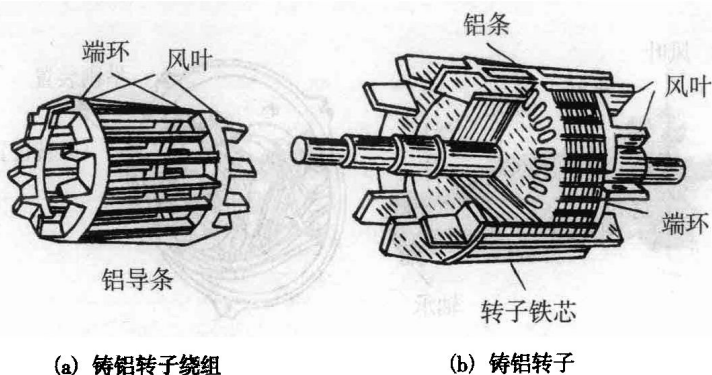


图 1-7 铸铝转子结构

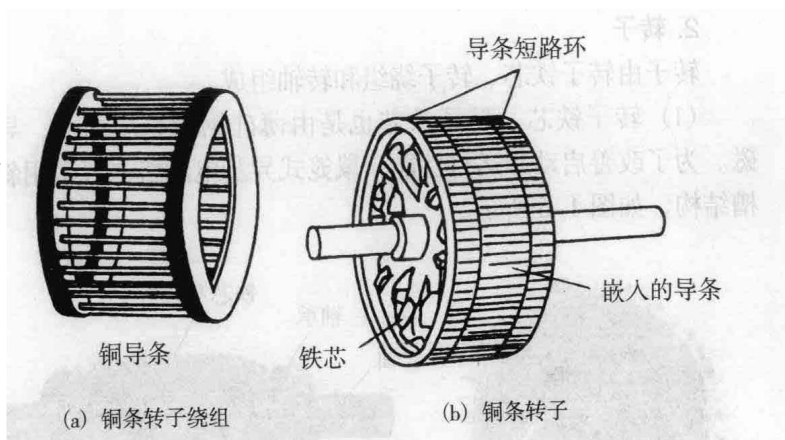


图 1-8 铜条转子结构

②绕线式转子绕组。如图 1-9 所示，绕线式转子绕组与定子绕组相似，也是采用绝缘铜线绕制而成，然后对称嵌入转子铁芯槽内。转子的三相绕组一般接成星形，三根引出线分别接在转轴上的三个铜制滑环上。环与环之间以及环与轴之间彼此绝缘。

转子绕组通过电刷与外电路接通，如图 1-10 和图 1-11 所示。

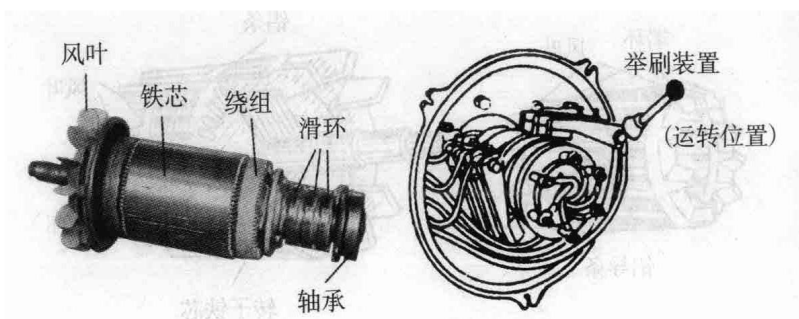


图 1-10 三相绕线式异步电动机的
举刷装置

图 1-9 三相异步电动机的绕线转子

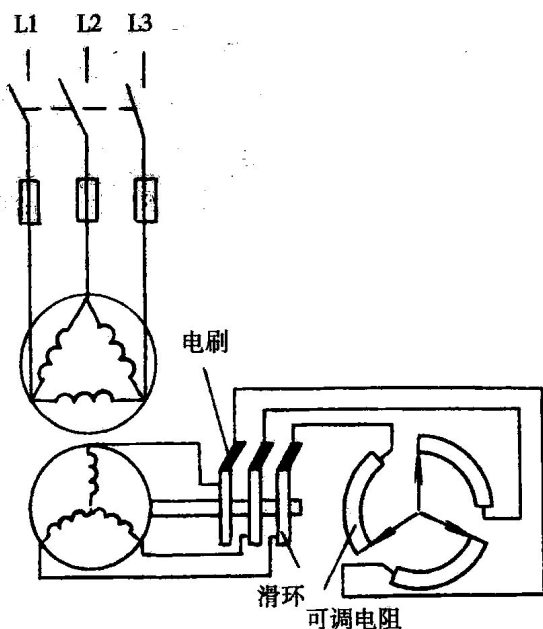


图 1-11 绕线转子与外电阻接线图

③转轴。如图 1-12 所示，转轴由碳钢或合金钢制成，传递动力。

3. 其他附件

(1) 端盖。电动机的端盖由铸铁或铝铸成，起支撑转子作用。

(2) 轴承。连接转动与不转动部分，一般采用滚动轴承。

(3) 轴承端盖。保护轴承，不使润滑油溢出。

(4) 风扇。风扇用铝材或塑料制成，起冷却作用。



图 1-12 三相异步电动机的转轴

二、三相异步电动机铭牌

三相异步电动机的铭牌如图 1-13 所示。



图 1-13 三相异步电动机的铭牌

1. 型号



2. 额定值

(1) 额定电压 U_N (V)。额定运行时，规定加在定子绕组上的线电压。

(2) 额定电流 I_N (A)。额定运行时，规定加在定子绕组上的线电流。

(3) 额定功率 P_N (W)。额定运行时，电动机的输出功率。

(4) 额定转速 n_N (r/min)。额定运行时，电动机的转子转速。

(5) 额定频率 f (Hz)。规定的电源频率。

3. 绕组连接方式

△接法或Y接法。

4. 三相异步电动机的分类

按转子结构分为笼型和绕线型两种。

按用途有：

Y系列为一般的小型笼型全封闭自冷式三相异步电动机，主要用于金属切削机床、通用机械、矿山机械和农业机械等；

YD 系列是变极多速三相异步电动机；

YR 系列是三相绕线式异步电动机；

YZ 和 YZR 系列是起重和冶金用三相异步电动机，YZ 是鼠笼式，YZR 是绕线式；

YB 系列是防爆式笼型异步电动机；

YCT 系列是电磁调速异步电动机。

其他类型的异步电动机可参阅有关的产品目录。

5. 铭牌额定数值计算

(1) 转矩和功率的关系。

$$T_N = 9.55 \frac{P_N}{n_N}$$

(2) 输入功率和额定电压、额定电流的关系。

$$P_1 = \sqrt{3} U_N I_N \cos \varphi_N \quad (\cos \varphi_N \text{ 是指定子绕组的功率因数})$$

(3) 效率。

① 损耗。

a. 铁损耗。铁芯中的涡流损耗和磁滞损耗，与电源电压有关，是不变损耗。

b. 铜损耗。通过定子绕组和转子绕组中的电流发热产生的损耗，与电流的平方成正比，是可变损耗。

c. 机械损耗。机械摩擦和空气阻力所产生的损耗。

总损耗：

$$\Delta P = P_1 - P_2 \quad (P_1 \text{ 为输入功率, } P_2 \text{ 为输出功率})$$

② 效率。

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \times 100\%$$

三、三相异步电动机的工作原理

在电动机定子上有三相对称绕组，如图 1-14 (a) 和 (b) 所示，当三相对称绕组中通入三相对称交流电时，如图 1-14 (c)

所示；电动机气隙空间产生旋转磁场（安培定则），如图 1-14 (d) 所示。

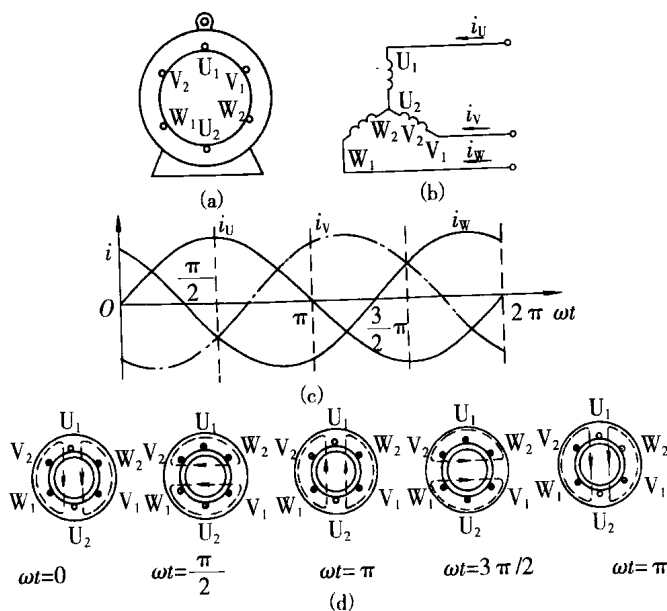


图 1-14 三相（2 极）定子绕组的旋转磁场的形成

1. 旋转磁场的方向

如图 1-14 所示，U 相电接 U 相绕组，V 相电接 V 相绕组，W 相电接 W 相绕组，旋转磁场的旋转方向为顺时针，与三相交流电的相序 $U \rightarrow V \rightarrow W$ 一致。如图 1-15 所示，U 相电接 U 相绕组，V 相电接 W 相绕组，W 相电接 V 相绕组，旋转磁场的旋转方向为逆时针，还与三相交流电的相序 $U \rightarrow V \rightarrow W$ 一致。

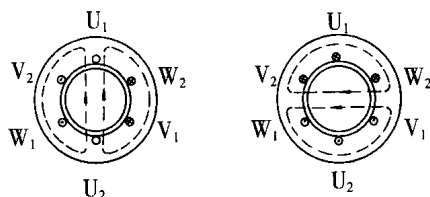


图 1-15 旋转磁场转向的改变

因此，旋转磁场的旋转方向决定于通入定子绕组中的三相交流电的相序，且与相序 $U \rightarrow V \rightarrow W$ 一致。只要调换电动机任意两相绕组所接电源的相序，旋转磁场即反转。

2. 旋转磁场的转速

如图 1-14 所示，两极电机 $2p=2$ ，旋转磁场的转速 $n_1=60f_1=3000\text{r/min}$ 。

如图 1-16 所示，四极电机 $2p=4$ ，旋转磁场的转速 $n_1=60f_1/2=1500\text{r/min}$ 。

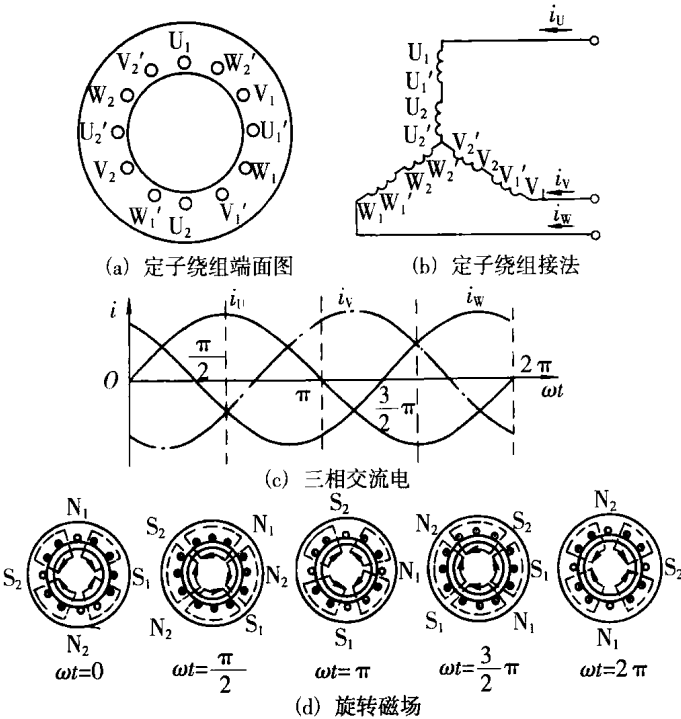


图 1-16 三相（4 极）定子绕组的旋转磁场的形成

以此类推， p 对磁极电机，旋转磁场的转速：

$$n = \frac{60f_1}{p}$$