

维修技术精讲课

电动机使用与 维修技巧

DIANDONGJI SHIYONG YU WEIXIU JIQIAO

谭影航 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



维修技术精讲课

电动机使用与维修技巧

谭影航 编著

机械工业出版社

本书详细讲述了三相异步电动机的基本结构、工作原理、使用维护、控制电路、故障原因及处理、各种维修工具与仪表及电动机绝缘等级材料、绝缘结构、绕组结构特点、绕组展开图与接线图的画法、绕组重绕修理、嵌线规律与工艺、修后检测与试验,以及许多范例。同时,对单相异步电动机的故障与修理也进行了简要的介绍。书中还收集了常用电动机的技术数据、常用电动机材料的型号、特性和用途等,便于读者在修理电动机时查阅使用。

本书适合具有初中以上文化程度的人员自学与实践,可供专业电动机修理人员使用参考,也供高职高专、中等职业学校的机电维修专业或电子电器应用与维修专业的师生、电气技术人员阅读与参考。

图书在版编目(CIP)数据

电动机使用与维修技巧/谭影航编著. —北京:机械工业出版社, 2011. 1
(维修技术精讲课堂)

ISBN 978-7-111-28955-5

I. ①电… II. ①谭… III. ①电动机+使用②电动机-维修 IV. ①TM32

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 174440 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:牛新国 责任编辑:王欢

版式设计:霍永明 责任校对:李锦莉

封面设计:路恩中 责任印制:杨曦

北京中兴印刷有限公司印刷

2011 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 18.75 印张 · 463 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-28955-5

定价:47.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

电动机是生产机械动力的来源，应用范围较广。随着我国经济建设的腾飞，电动机的使用量越来越大，修理的任务更加繁重。为了提高电动机使用维修人员的技术水平，普及电气工人和农民兄弟掌握电动机使用修理知识，作者编写了本书。

电动机的修理，主要是绕组的重绕修理，绕组的质量会直接影响到电动机的性能。为此，本书从三相异步电动机和单相异步电动机的基本结构、工作原理、使用维护、控制电路、故障原因与处理方法、各种维修工具与仪表及电动机绝缘等级材料、绝缘结构知识入手，重点详细地介绍了电动机绕组的构成原则、连接规律、绕组展开图与接线图的画法、绕组重绕修理、嵌线工艺及检测、试验方法等实用修理技术，并配有很多范例和大量插图，以加深读者的理解，使读者在阅读文字时，可按照图意进行实际操作。本书收集了常用电动机材料的型号、特性和用途，还收录了常用电动机的技术数据，便于读者在修理电动机时查阅使用。还穿插介绍了电动机使用与维修的理论知识与修理方面实际问题解答，以及废旧电动机铁心的利用方法，使得本书内容更加丰富。

本书使用维护部分内容约占 20%，修理部分内容约占 80%，在文字叙述上力求简明扼要、深入浅出、通俗易懂、图文并茂、突出重点，易于读者理解。本书适合具有初中以上文化程度的人员自学与实践之用，可供专业电动机维修人员学习提高，也可供高职高专、中等职业学校的机电维修专业或电子电器应用与维修专业的师生以及电气技术人员阅读与参考。

在本书编写过程中，作者除了总结了多年来为工厂与农村、单位和个人修理电动机的实践经验，并采纳多位几十年来从事电动机修理工作的老师傅的意见之外，还参考和引用了各种有关的书刊、标准、数据及文献等。另外，谭趣攀同学为本书绘制了很多插图，在此，作者表示衷心感谢。

由于作者水平有限，书中缺点和错误在所难免，恳请广大读者批评指正。

作 者

2010 年 7 月

目 录

前言

第一章 电动机的使用与维修基础..... 1

一、电动机的使用与维护 1

(一) 电动机的基本结构与工作原理 1

(二) 交流电动机的分类 5

(三) 电动机的铭牌解读 5

(四) 电动机的选择 7

(五) 电动机的正确使用 9

(六) 如何确保电动机安全运行 10

(七) 电动机的正确拆装方法 13

(八) 电动机的正确保养与维护方法 16

二、电动机的起动方法、控制电路及保护 18

(一) 电动机的控制电路图 18

(二) 电动机的起动方法 24

(三) 笼型异步电动机的起动设备及控制电路 25

(四) 绕线转子异步电动机的起动设备及控制电路 30

(五) 电动机的保护 32

三、修理电动机时的注意事项及对绕组修理的技术要求 34

(一) 电动机修理人员应具备的技术素质 34

(二) 修理电动机绕组时的注意事项与技术要求 35

(三) 电动机修理工序 36

四、电动机修理工具及使用 37

(一) 常用的工具 37

(二) 电动机修理的专用工具 40

(三) 简易短路侦察器的使用与制作 43

五、小型电动机的绝缘结构与所需材料、配件 45

(一) 小型电动机的绝缘结构 45

(二) 电动机修理常用的绝缘材料及

绕组线 49

(三) 轴承和润滑脂 59

(四) 集电环和电刷尺寸 61

第二章 三相电动机绕组 63

一、电动机绕组 63

(一) 三相电动机绕组的基本要求 63

(二) 三相电动机绕组的术语解读 64

(三) 三相电动机绕组的对称条件与分布原则 66

(四) 三相电动机绕组的连接规律 67

(五) 单层绕组 71

(六) 双层叠绕组 81

(七) 单双层混合绕组 85

(八) 多速电动机的绕组 89

(九) 绕线转子异步电动机绕组 93

二、三相电动机绕组展开图的绘制方法 96

(一) 三相 4 极 36 槽异步电动机单层整距绕组展开图的绘制方法 97

(二) 4 极 36 槽单层同心绕组 1 路接法展开图的绘制方法 100

(三) 4 极 36 槽单层交叉绕组 1 路接法展开图的绘制方法 102

(四) 6 极 36 槽单层链式绕组 1 路接法展开图的绘制方法 103

(五) 4 极 48 槽双层短距叠绕组 2 路接法展开图的绘制方法 105

三、三相绕组圆形接线图的绘制方法 107

四、用槽矢量星形图排列多速电动机绕组的方法 109

第三章 三相异步电动机故障维修 114

一、定子绕组的故障维修 114

(一) 电动机绝缘电阻偏低的原因与检修 114

(二) 定子绕组接地故障的原因与检修 115

(三) 定子绕组断路故障的原因与检修	118	实例	207
(四) 定子绕组短路故障的原因与检修	122	六、多速电动机绕组的嵌线实例	209
(五) 绕组接线错误的原因与检查	127	第六章 单相异步电动机维修	213
(六) 定子绕组烧毁的原因	130	一、单相异步电动机的基本结构 与原理	213
二、转子绕组的故障维修	130	二、单相异步电动机的定子绕组	218
(一) 笼型异步电动机转子绕组的故障 维修	130	(一) 单相异步电动机的定子绕组的 类型	218
(二) 绕线转子异步电动机转子绕组的 故障维修	133	(二) 单相异步电动机的正弦绕组	218
三、机械部分的故障维修	136	(三) 正弦绕组每极下匝数的计算 方法	220
(一) 机座和端盖的故障维修	136	(四) 正弦绕组每极下匝数的分配计算 实例	220
(二) 转轴的故障维修	138	三、单相异步电动机的正弦绕 组的重绕修理	224
(三) 滚动轴承的故障维修	140	四、单相异步电动机常见故障 排除	231
(四) 铁心的故障维修	141	第七章 电动机的改制与废旧电动机的 利用	236
四、修复后的检验	143	一、三相电动机改为单相电动机的方法	236
五、常见故障排除	143	(一) 电容器的选择和电容量计算	236
第四章 三相电动机绕组的重绕维修 技术	150	(二) 接线方法	236
一、查明电动机故障, 确定修理方案	150	(三) 使用注意事项	237
二、判断绕组型式及记录绕组技术数据	150	二、异步电动机改为异步发电机的方法	237
三、拆下旧绕组	153	(一) 电容器的选择及电容量的计算	237
四、清除槽内杂物和修整或校正 位移的铁心冲片	157	(二) 接线方法	237
五、选定导线直径和线圈匝数	157	(三) 使用注意事项	238
六、线模尺寸的确定和计算	162	三、利用废旧电动机定子铁心制作交流 电焊机的方法	238
七、绕制线圈	165	(一) 废旧电动机定子铁心的选择	238
八、裁剪绝缘纸和制作槽楔	169	(二) 简要设计与计算	238
九、嵌线	172	(三) 制作工艺	241
十、线圈组引线的连接和焊接	180	四、利用废旧电动机定子铁心制作电焊 - 充电两用机的方法	242
十一、绕组端部的整形和绑扎	186	(一) 电路原理	242
十二、半成品的检验	187	(二) 变压器的有关数据	242
十三、浸漆和烘干	188	(三) 桥式整流电路元件的选取	242
十四、修后装配与检查试验	194	(四) 变压器制作要点	242
第五章 维修实例	196	(五) 使用说明	243
一、单层同心绕组的嵌线实例	196	第八章 异步电动机使用维修有关问题的 问答	244
二、单层交叉绕组的嵌线实例	200		
三、单层链式绕组的嵌线实例	202		
四、双层叠绕组的嵌线实例	203		
五、单、双层混合绕组的嵌线			

- (一) 异步电动机的电磁转矩与外加电压的关系是怎样的? 244
- (二) 电动机的温度和温升有什么区别? 极限允许温升是多少? 244
- (三) 绝缘材料的绝缘电阻为什么随着温度升高而减少, 而导体的电阻为什么随着温度升高而增加? 244
- (四) 笼型异步电动机转子绕组对地为什么不要绝缘, 而绕线转子异步电动机转子绕组对地则必须绝缘? 245
- (五) 笼型异步电动机起动电流很大, 而起动转矩为什么不大? 245
- (六) 为什么绕线转子异步电动机在转子回路中串入适当的电阻, 就能改善起动性能? 245
- (七) 电源电压过高或过低对电动机起动和运行有何影响? 245
- (八) 异步电动机的空载电流过大或过小对电动机性能有何影响? 空载电流与哪些因素有关? 246
- (九) 电动机绕组原为Y联结的, 为什么不能改成 Δ 联结? 而在什么情况下, 绕组为 Δ 联结可以改成Y联结? ... 246
- (十) 电动机是怎样通风散热的? 247
- (十一) 假如电动机不安装风罩或风叶, 运转时会发生什么现象? 247
- (十二) 有的电动机端盖内侧装有挡风板, 运转时不装挡风板, 其后果如何? 247
- (十三) 为什么对小型异步电动机笼型转子采用斜槽? 247
- (十四) 定子绕组线圈导体直径 (或截面积) 过大或过小对电动机有何影响? 247
- (十五) 定子绕组每相串联匝数过多或过少对电动机性能有何影响? ... 247
- (十六) 修后的电动机在空载试验时, 出现三相电流不平衡故障是什么

原因? 247

- (十七) 怎样用简便易行的方法来测量电动机的温升? 248

第九章 异步电动机技术数据、绕组

参数 249

- (一) Y2 系列 (IP54) 三相异步电动机技术数据、绕组参数 249
- (二) Y 系列 (IP44) 三相笼型异步电动机技术数据、绕组参数 254
- (三) YX 系列高效率三相异步电动机技术数据、绕组参数 257
- (四) YR 系列 (IP44) 绕线转子三相异步电动机技术数据、绕组参数 ... 259
- (五) YD 系列变极多速三相异步电动机技术数据、绕组参数 264
- (六) JO3 系列三相笼型异步电动机技术数据、绕组参数 275
- (七) YU 系列 (电阻起动) 单相异步电动机技术数据 279
- (八) YC 系列 (电容起动) 单相异步电动机技术数据 279
- (九) YY 系列 (电容运转) 单相异步电动机技术数据 281
- (十) YL 系列 (双值电容) 单相异步电动机技术数据 281
- (十一) YC 系列单相异步电动机铁心、绕组参数 282
- (十二) YL 系列单相异步电动机铁心、绕组参数 283
- (十三) BO2 系列 (电阻起动) 单相异步电动机技术数据、绕组参数 ... 284
- (十四) CO2 系列 (电容起动) 单相异步电动机技术数据、绕组参数 ... 285
- (十五) DO2 系列 (电容运转) 单相异步电动机技术数据、绕组参数 ... 285
- (十六) 常用分数槽绕组的分配排列表 286

第一章 电动机的使用与维修基础

一、电动机的使用与维护

(一) 电动机的基本结构与工作原理

1. 三相异步电动机的结构

三相笼型异步电动机的外形和结构如图 1-1-1 和图 1-1-2 所示，它主要由两个基本部分组成：定子和转子。

(1) 定子主要由机座、定子铁心、定子绕组和端盖组成，其作用是产生旋转磁场。机座常用铸铁制成，机座内装有定子铁心，铁心由硅钢片冲制的铁心片叠压而成（见图 1-1-3），铁心槽内嵌放三相绕组。绕组与铁心之间有良好的绝缘。定子铁心是压装在机座上的如图 1-1-4 所示。

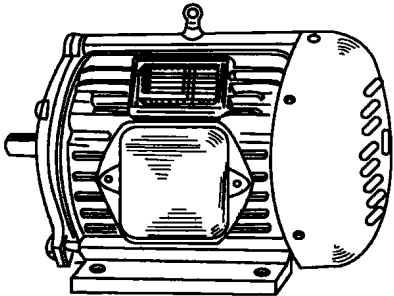


图 1-1-1 三相笼型异步电动机的外形

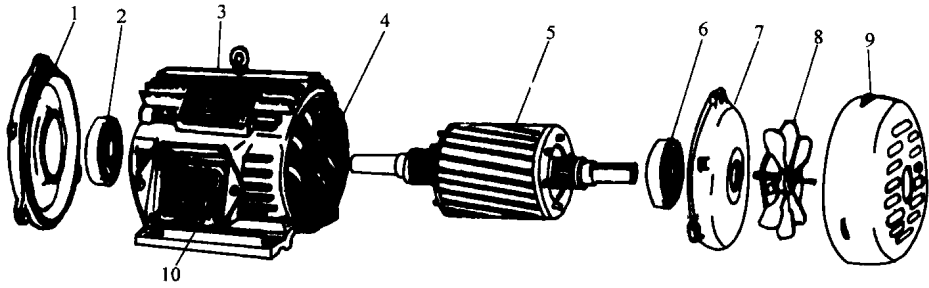


图 1-1-2 三相笼型异步电动机的结构

1—端盖 2—轴承 3—机座 4—定子 5—转子 6—轴承
7—端盖 8—风扇 9—风罩 10—接线盒

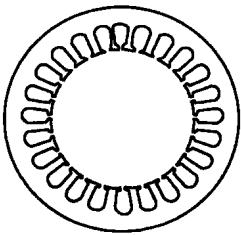


图 1-1-3 电动机定子铁心片

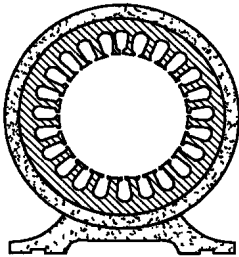


图 1-1-4 压装在机座上的定子铁心

(2) 三相异步电动机的转子分为笼型转子和绕线转子两种。转子由转子铁心、转子绕

组、转轴及轴承组成。转子铁心压装在转轴上，转轴两端分别装有轴承。转子的作用是在旋转磁场的作用下获得一个转动力矩，以向外输出功率。笼型异步电动机笼型转子和笼型绕组如图 1-1-5 所示。

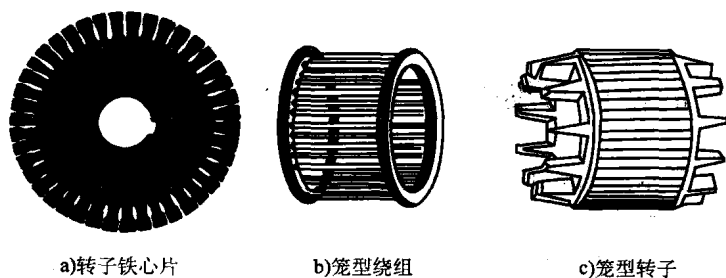


图 1-1-5 笼型异步电动机笼型转子和笼型绕组

笼型电动机，其转子绕组通常是用熔化的铝浇铸在槽内而制成的，称为铸铝转子。铸铝转子的端环上铸有叶片，起冷却电动机的作用。另一种转子绕组是把裸铜条插入转子铁心的槽内，两端由两个端环焊接成通路。

绕线转子异步电动机绕组是仿照定子绕组的形式制成。转子铁心上也绕有三相绕组，其三个末端接成星形（Y），三个始端分别接到同轴固定的三个集电环上，通过集电环与电刷接触，使转子绕组与外加变阻器接通，以便改善电动机的起动和调速性能。绕线转子异步电动机转子如图 1-1-6 所示。

定子铁心或转子铁心都是用硅钢片叠成，硅钢片两面涂有绝缘漆，以减少涡流损耗。

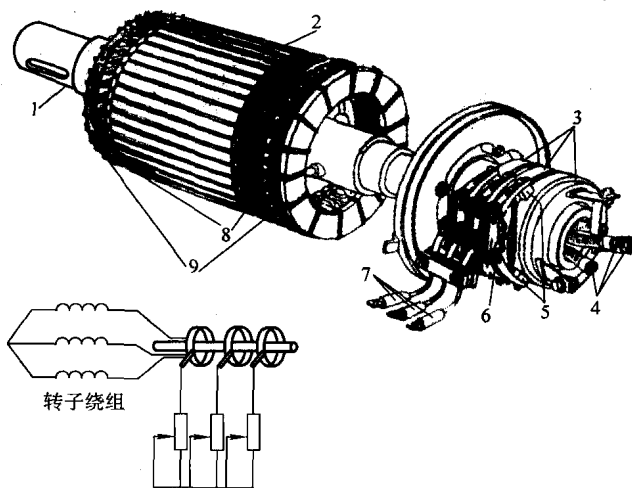


图 1-1-6 绕线转子异步电动机转子

1—转轴 2—转子铁心 3—集电环 4—转子绕组出线头 5—电刷 6—刷架
7—电刷外接线 8—三相转子绕组 9—镀锌钢丝箍

2. 电动机的工作原理

(1) 三相异步电动机的转动原理

将三相交流电通入电动机的三相绕组，在定子内的空间就产生一个交变的旋转磁场，旋

转磁场的磁通经过定子、气隙后和转子铁心形成闭合磁路。转子由于切割旋转磁场的磁力线，因而使转子绕组产生感应电动势，从而产生电流，电流又与旋转磁场相互作用产生电磁力，电磁力对转轴形成一个转矩，其作用方向与旋转磁场旋转方向一致，故转子顺着旋转磁场的方向转动起来，如图 1-1-7 所示。

(2) 旋转磁场的产生

异步电动机是利用旋转磁场来工作的，这里，先讲旋转磁场是怎样产生的。

图 1-1-8 所示是三相异步电动机最简单的三相定子绕组，三个绕组在空间彼此相隔 120° （电角度），绕组采用星形联结，即把末端 U_2 、 V_2 、 W_2 连接在一起，始端 U_1 、 V_1 、 W_1 分别通入三相电源，如图 1-1-9 所示。

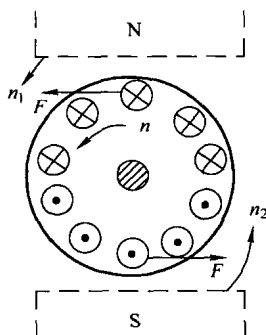


图 1-1-7 旋转磁场中转子导体感应的电流方向和受力方向

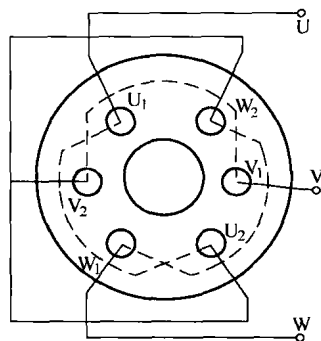


图 1-1-8 最简单的三相定子绕组

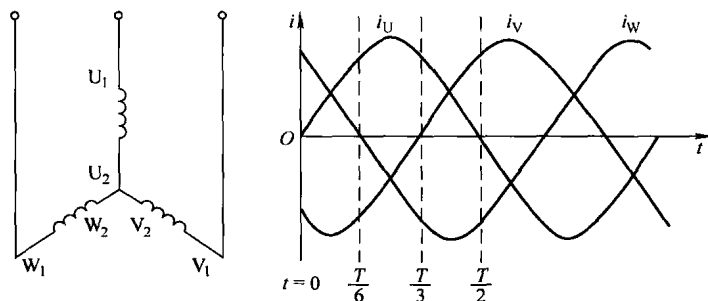


图 1-1-9 三相定子绕组和三相电流的波形

假定电流为正时，电流由定子绕组始端 U_1 、 V_1 、 W_1 流入（以 $\otimes$ 记号表示流入），由末端 U_2 、 V_2 、 W_2 流出（以 $\odot$ 记号表示流出）；电流为负时，则方向相反。下面从几个不同瞬间来分析三相交流电在定子绕组内产生的合成磁场方向。

当 $t=0$ 时， $i_U=0$ ，U 相绕组没有电流流过。 i_W 为正值，W 相绕组的电流从 W_1 端流向 W_2 端。 i_V 为负值，V 相绕组的电流从 V_2 端流向 V_1 端。用右手螺旋定则，可确定合成磁场的方向，如图 1-1-10a 所示。

当 $t=T/6$ 时， $i_W=0$ ， i_U 为正值，电流由 U_1 端流入，由 U_2 端流出； i_V 为负值，电流由 V_2 端流入，由 V_1 端流出。合成磁场的方向如图 1-1-10b 所示。合成磁场的方向在空间按顺时针方向旋转了 60° 。

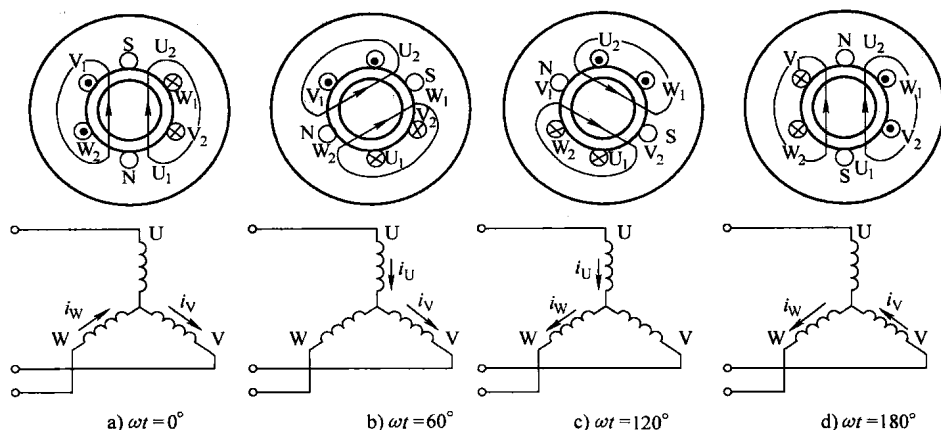


图 1-1-10 两极旋转磁场的形成

当 $t = T/3$ 时, $i_V = 0$, i_U 为正值, 电流由 U_1 端流入, 由 U_2 端流出; i_W 为负值, 电流由 W_2 端流入, 由 W_1 端流出。合成磁场的方向如图 1-1-10c 所示。合成磁场又顺时针方向旋转了 60° 。

当 $t = T/2$ 时, $i_U = 0$, i_V 为正值, 电流由 V_1 端流入, 由 V_2 端流出; i_W 为负值, 电流由 W_2 端流入, 由 W_1 端流出。合成磁场的方向如图 1-1-10d 所示。其合成磁场与 $t = 0$ 时的合成磁场相比, 旋转了 180° 。

可见, 随着定子绕组的三相电流不断地周期性变化, 它所产生的合成磁场也在空间不断地旋转。所以三相交流电通入异步电动机绕组时就能够产生旋转磁场。如图 1-1-10 所示, 磁场是顺时针旋转, 转子也是顺时针转动。如使旋转磁场反转, 则转子也随磁场旋转方向而反转。

(3) 电动机反向旋转的原理

从图 1-1-10 可知, 旋转磁场的转向与三相电流的相序 $i_A \rightarrow i_B \rightarrow i_C$ 是一致的。若要改变转子转动方向, 就得改变旋转磁场的转向, 只要把通入定子绕组的电流相序改变, 即调换任意两根电源线就可。调换两根电源线的情况如图 1-1-11 所示。

如图 1-1-12 所示, 假定三相电源的相序为: $i_A \rightarrow i_B \rightarrow i_C$ (即 B 相电流 i_B 滞后于 A 相电流 i_A 120° , C 相电流 i_C 滞后于 A 相电流 i_A 240°)。电动机绕组的电流相序为: $i_U \rightarrow i_V \rightarrow i_W$ 。调换电源线前, 电动机绕组的相序与三相电源的相序关系为: $i_A = i_U$, $i_B = i_V$, $i_C = i_W$ 。调换电源线后, 电动机绕组的相序与三相电源的相序关系为: $i_A = i_V$, $i_B = i_U$, $i_C = i_W$ 。因此, 电源线 A 与 B 调换后, 通入电动机绕组的电流相序为: $i_V \rightarrow i_U \rightarrow i_W$ 。为了理解磁场改变旋转方向, 可在图 1-1-12c 上任取两个时刻 t_1 、 t_2 , 画出定子导线电流方向图

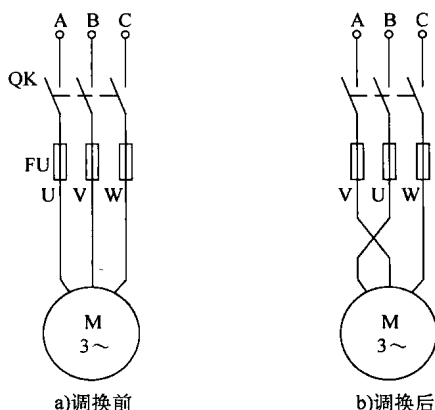


图 1-1-11 调换两根电源线的情况

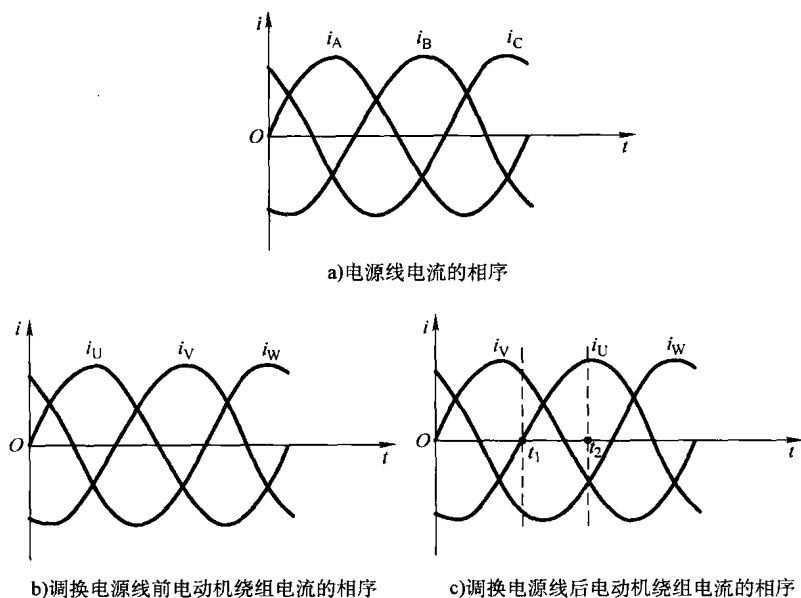


图 1-1-12 调换电源线前、后电动机绕组电流相序的变化情况

和磁力线图。由图 1-1-13 看出, 在 t_1 到 t_2 的 $1/4$ 周期内, 磁场逆时针旋转了 90° 。可见, 任意调换两根电源线后, 磁场转向就会与原来的方向相反。

(二) 交流电动机的分类

交流电动机是将电能转换成机械能的一种设备, 应用广泛。

1) 按工作原理来分, 可分为异步电动机和同步电动机。

2) 按所使用的电源性质来分, 可分为交流电动机、直流电动机和交直流两用电动机。

3) 按使用的相数来分, 可分为三相交流异步电动机和单相交流异步电动机。

4) 按输入的电压等级来分, 可分为高压电动机 (输入的电压为 3kV 以上) 和低压电动机 (输入的电压为 500V 以下)。

5) 按转子的结构来分, 异步电动机可分为笼型电动机和绕线转子电动机。

6) 按功率大小或机座号来分, 可分为大型电动机 (功率在 100kW 以上)、中型电动机 (功率在 $30 \sim 90\text{kW}$ 之间) 和小型电动机 (功率在 30kW 以下)。

7) 按工作制来分, 可分为 10 种工作制, 其中最常用的为连续工作制 (S1) 和短时工作制 (S2) 等。

8) 按防护型式来分, 可分为开启式、防护式、封闭式、气候防护式、防水式、水密式及隔爆式等。

(三) 电动机的铭牌解读

电动机机座上有一块铭牌, 铭牌上标注有电动机的各种技术数据。为了更好地使用与维

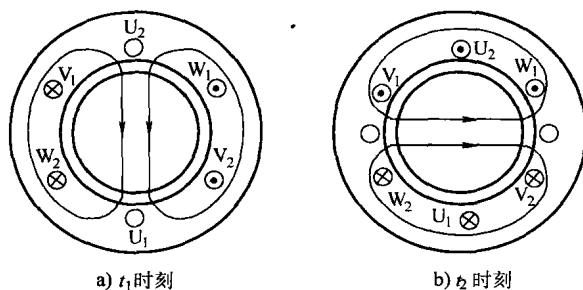


图 1-1-13 调换两根电源线后磁场会逆时针旋转

修电动机，必须对电动机铭牌上的各种数据和各项内容有正确的理解。下面以三相异步电动机为例进行说明。

1. 三相异步电动机的铭牌（见图 1-1-14）

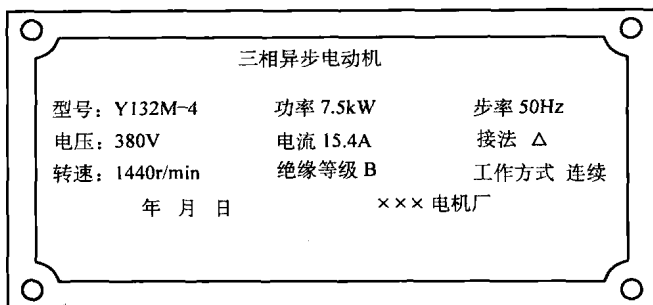
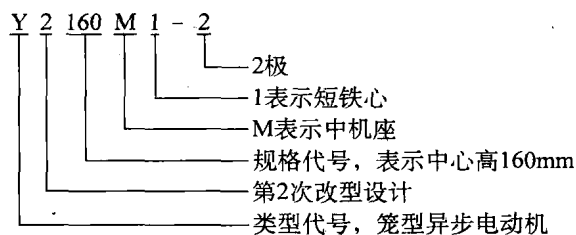
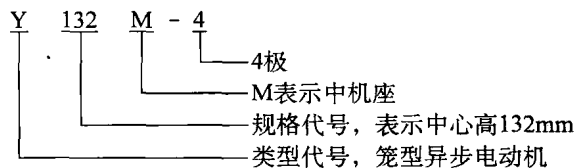


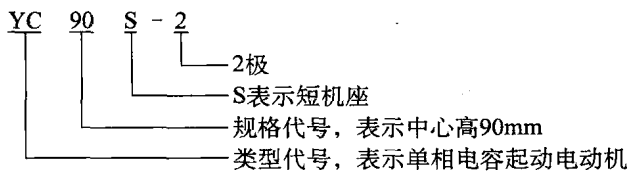
图 1-1-14 三相异步电动机的铭牌

2. 型号

(1) 三相异步电动机的型号的含义举例



(2) 单相异步电动机的型号的含义举例



(3) 常用主要系列电动机产品的规格代号构成见表 1-1。

表 1-1 常用主要系列电动机产品的规格代号构成

电动机类型	规格代号构成	举 例
小型异步电动机	中心高 (mm)、机座长度 (字母代号)、铁心长度 (数字代号) - 极数	YR132M1 - 4
	中心高 (mm)、机座长度 (字母代号) - 极数	Y2 - 112M - 4

(续)

电动机类型	规格代号构成	举 例
中大型异步电动机	中心高 (mm)、机座长度 (字母代号)、铁心长度 (数字代号) - 极数	Y400 - 2 - 6
小型同步电动机	中心高 (mm)、机座长度 (字母代号)	T2 - 160S2
小型直流电动机	中心高 (mm)、铁心长度 (数字代号) - 端盖代号 (数字代号)	Z4 - 180 - 21

3. 额定功率

它是指在额定转速下长期持续工作时，电动机不过热，转轴所能输出的机械功率，单位为 kW，或 W。

4. 额定电压

它是指定子的三相绕组规定应加的线电压值。通常在铭牌上标有两种电压值，如 220/380V，相应于定子绕组采用 Δ /Y 联结时所加的线电压值。

5. 额定电流

当电动机转轴上输出额定功率时，定子三相绕组的线电流。有时在铭牌上标有两个额定电流值，表示绕组在两种不同联结方式时的线电流。

6. 额定频率

它是指加在电动机定子绕组上的容许频率。我国规定交流电电源的标准频率为 50Hz。

7. 额定转速

它是指电动机满载时的转子转速，单位为 r/min。

8. 绝缘等级

它是指电动机绕组所用的绝缘材料的等级，它表明电动机所允许的最高工作温度。

9. 接法

它是指定子绕组引出线的联结方式。联结方式不同，绕组所承受的电压就不同。如电动机铭牌联结方式标明 Δ /Y 220V/380V，是指电动机绕组 Δ 联结时，应接于 220V 线电压；Y 联结时，则应接于 380V 线电压。如果以承受 220V 电压的 Δ 联结，接到 380V 电压的电源上，会造成电流过大而烧坏绕组。相反，将 Y 联结绕组接到 220V 电源上，则绕组电压降低了 $\sqrt{3}$ 倍，电动机转矩就随着电压的降低而减小，而电流必将增大，电动机会过热，甚至烧毁。电动机接线盒上的联结方式如图 1-1-15 所示。

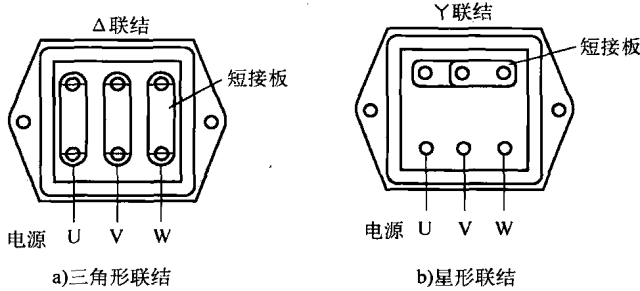


图 1-1-15 电动机接线盒接法

(四) 电动机的选择

选择电动机的正确方法：①根据电源电压频率、使用条件和拖动对象来选择电动机，要

求电源电压、频率与电动机的额定值相等。②根据安装地点和工作环境选择合适的电动机。③根据功率、转速、效率和功率因数选择不同型号的电动机。除了符合上述要求之外，还特别强调以下几个方面。

1. 电动机型号的选择

比如在农村，应根据农业机械的技术要求和电动机安装环境的条件，选择相应型号电动机。实际上，农村用来打谷、碾米、粉碎、抽水等农业机械的小型电动机，选用 Y 系列或 Y2 系列的电动机就能满足要求，而 JO₂、JO₃ 等较旧系列电动机均属淘汰产品，已停止生产，不宜再选用。如广西属于亚热带区，应尽量选用绝缘等级高的电动机；在潮湿、粉尘飞扬的处所应选用封闭式电动机；在水下工作时，应选择潜水电泵；在易爆工况下，应选用防爆电动机。在满足运行而又安全可靠的条件下，尽可能选用价格低廉的电动机。

2. 功率的选择

所选电动机功率的大小，应根据工作机械所需要输入的轴功率大小来决定，就是根据负载功率大小来决定。一般电动机的额定功率 (P_e) 要比负载的功率稍选大一些 (大 10% 左右)，即 $P_e > P$ 。先计算得到工作机械的负载功率，再增大 10% 就是所需电动机的功率。在负载不变的情况下，电动机功率计算公式为

$$P = P_c / (\eta_c \eta)$$

式中 P ——电动机功率 (kW)；

P_c ——工作机械功率 (kW)；

η_c ——工作机械本身效率，如离心水泵为 0.3 ~ 0.7；

η ——电动机和工作机械之间的传动效率，如联轴器传动效率为 0.95 ~ 1，带传动效率为 0.9 左右。

若选择功率过大，购买电动机的费用就相应增加，会使电动机运行时处于轻载状态，功率因数较低、经济效益下降。若选择功率过小，则不能起动，或者勉强起动，运转电流也会超过电动机的额定电流，电动机转速降低、温度升高、绕组产生过热现象、绝缘材料老化变质，导致电动机早期损坏。严重时，会造成电动机绕组烧毁。

3. 电动机过载能力和起动转矩的要求

①电动机应有一定的过载能力，以保证短时过载时能正常运行。过载能力用最大转矩与额定转矩之比表示，其比值通常为 1.8 ~ 3.0。②电动机应具有工作机械所需要的起动转矩。异步电动机的起动转矩一般为额定转矩的 0.95 ~ 2.0 倍。

4. 电动机转速的选择

电动机是动力机械，被拖动的机具或设备是工作机械。电动机的转速不能过高或过低，两者转速应配套。异步电动机的转速是由它本身的极数决定的。由于定子旋转磁场的转速和转子的转速有转差率，转差率一般在 2% ~ 5% 之间。因此，2 极电动机转速约为 2900r/min (同步转速为 3000r/min)，4 极电动机转速约为 1450r/min (同步转速为 1500r/min)，6 极电动机转速约为 900r/min (同步转速为 1000r/min)，8 极电动机转速约为 740r/min (同步转速为 750r/min)。在三相电压正常的情况下，转子的转速是一定的，也是不可调整的。若要使转速配套，可通过改变带轮直径或啮合齿轮的齿数来实现。若电动机的转速与工作机械正好相等，应用联轴器直接传动，以减少传动功率损耗。

若电动机转速过高，会使工作机械的配合件磨损速度加快，轴承也容易损坏，或者使传

动装置过于复杂。还会使电动机的起动电流大、转矩小,使用很不安全。若电动机转速过低,工作效率会降低,作业质量不好,甚至使工作机械不能正常工作。还有电动机转速不宜选得太低,因为多极数的电动机造价高、体积大、功率因数低。目前,农村使用最多的是2极和4极三相笼型异步电动机,其适应性强、功率因数与效率也较高。

(五) 电动机的正确使用

1. 电动机起动前的检查

新安装或长期放置不用的电动机,在使用前应进行以下检查。

(1) 检查机房内外及机组周围是否有杂物妨碍安全运行和通风。清除电动机内部及外部的污垢和杂物,最好用干燥的压缩空气吹净其内部的尘埃及杂质。

(2) 用绝缘电阻表(又称兆欧表或摇表)对电动机绝缘电阻进行测量,检查电动机各相绕组间和绕组对电动机壳体的绝缘电阻。对于电压在3000V以上的电动机,用2500V绝缘电阻表测量。对于电压在500~3000V、功率在1000kW以下的电动机,用1000V绝缘电阻表测量,其绝缘电阻值应不低于 $0.5\text{M}\Omega$ 。对于380V的低压电动机,用500V绝缘电阻表测量绝缘电阻应不低于 $0.5\text{M}\Omega$ 。若绝缘电阻低于 $0.5\text{M}\Omega$,说明电动机绕组已受潮,要进行烘干处理。若绝缘电阻为零,说明电动机绕组有相间短路或接壳故障,应查找故障点,并加以排除。

(3) 检查各处机座螺栓是否紧固;联轴器是否校正(电动机的转轴与拖动机械的转轴应保持一定的同轴度),安装是否正确,连接螺栓和销子是否可靠;轴承润滑脂是否充足、干净,油质是否符合要求。用手扳动电动机转子和所带机械的转轴,是否灵活转动或有无扫膛卡住现象。对于滑动轴承,转子的轴向窜动量为2~3mm。

(4) 检查传动装置的传动带是否过紧或过松,有无断裂。若过紧或过松,可拧松机座固定螺栓,重新调整。若有一根传动带断裂,几根传动带应同时更换。

(5) 检查起动设备及电路的接线是否正确,特别注意电动机铭牌规定的联结方式是星形(Y)联结、还是三角形(Δ)联结,不能接错;检查开关容量是否合适,熔体(包括熔丝和熔片)大小要符合规定,装接要牢固;检查其他有关电器装置是否完好,防护设施是否安全可靠,电动机的壳体接地(或接零)线是否良好等。如果是减压起动,还要检查起动设备接线是否正确牢靠和能否正常工作。电气控制设备应放在干燥、通风和便于操作的位置,检查各接线紧固螺钉是否松动、接触器触头是否接触良好可靠,机械部位是否灵敏、准确,保持其良好的技术状态。

(6) 根据电动机铭牌上所标出的额定电压、频率数据,检查是否与电源电压、频率相符。

(7) 检查电源电压是否正常,三相电源是否都有电。标准规定电动机的电源电压允许在额定电压的 $\pm 5\%$ 范围内变化。电压的波动范围在 $\pm 10\%$ 以下可允许电动机起动。如果电压波动范围超过额定电压的 $\pm 10\%$,则要会同供电部门检查解决。例如,380V电动机不宜在360V以下或在400V以上运转。

2. 起动电动机时注意事项

(1) 电动机在起动前应注意电动机附近是否有人或其他杂物,以免造成人身及设备事故。

(2) 合上刀开关接通电源后,如果电动机不能转动或起动很慢,产生“嗡嗡”电磁声音且传动机械不正常等现象。这时要迅速、果断地切断电源。如果不及时断电,电动机在短时间内会冒烟烧毁。

(3) 对于不可反转的电动机, 起动后如发现反向旋转时, 应立即停机, 将电源与电动机间的三根导线中的任意两根调换就能改变旋转方向。

(4) 电动机起动后, 应注意观察电动机、传动装置、工作机械的噪声、振动情况以及电路的电压表和电流表是否正常。如果出现异常现象, 应立即停机检查处理。

(5) 起动多台电动机时, 应从大到小顺序起动, 最好不要同时起动, 以免起动电流过大, 造成电路电压下降过大或引起开关跳闸。

(6) 笼型异步电动机采用全电压起动时, 连续起动次数不能过多。电动机冷态时起动次数不能超过 3~5 次。经长时间运行, 处于热态下的电动机, 连续起动不能超过 3 次, 间隔时间要长一些。否则, 频繁起动或起动次数较多 (起动时电流很大), 会使电动机发热, 影响电动机的使用寿命。

(六) 如何确保电动机安全运行

在农业生产中, 电动机的应用十分广泛。若使用维护不当, 会使电动机温度升高, 导致电动机过热烧毁, 缩短电动机的使用寿命。为了确保电动机可以安全运行, 必须采取以下几项措施。

1. 电动机功率的选择要适当, 且不能过载运行

(1) 电动机功率如何选择见本节“(四) 电动机的选择”中相关内容。

(2) 为了使电动机安全运行, 电动机应该在额定负载下工作。若电动机过载运行, 电动机的转速会下降, 定子绕组电流增加, 温度过高, 导致绝缘损坏而烧毁电动机。因此, 除了在额定负载下工作之外, 还要做好起动前的检查。起动前如何检查见本节“(五) 电动机的正确使用”中相关内容。

2. 熔体的选择要合理

熔体 (俗称保险), 是装在刀开关或熔断器熔管内的, 其作用是电动机在运行时由于电路的短路使熔体熔断, 从而达到保护电动机的目的。熔体的尺寸、熔体的额定电流或熔体容量选择得过大或过小, 都不能起到保护的作用。若选用的熔体尺寸过大或额定电流过大 (如等于电动机的起动电流), 虽电动机起动时熔体不会熔断, 但在电动机运行中发生短路故障时, 熔体起不到保护作用 (不熔断)。若选用的熔体尺寸过小或额定电流太小 (如等于电动机的额定电流), 则电动机起动时, 熔体会因电流较大而很快熔断, 使电动机无法起动。或者电动机能起动而在运行中稍有过载, 熔体就会熔断, 引起频繁停机, 影响生产。因此, 必须合理地选用熔断器的熔体。熔体选择参考数据见表 1-2。

电动机的起动电流, 一般为其额定电流的 4~7 倍。为此, 在选择电动机的熔体时, 考虑到熔体在电动机起动时不熔断就可以。

(1) 一台电动机熔体额定电流 I_{RC} 可按式计算:

$$I_{RC} = (1.5 \sim 3) I_e$$

式中 I_{RC} ——熔体的额定电流;

I_e ——电动机的额定电流。

(2) 多台电动机电路总熔体额定电流 I'_{RC} 的计算:

$$I'_{RC} = (1.5 \sim 3) I_{em} + \sum I_e$$

式中 I'_{RC} ——多台电动机电路总熔体额定电流;

I_{em} ——功率最大的电动机的额定电流;

$\sum I_e$ ——同时使用的其他电动机额定电流之和。