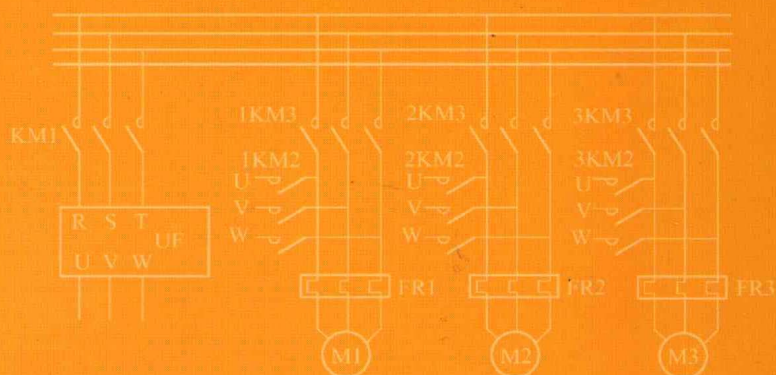


DIANDONGJI
BAOHUQI

电动机保护器

实用手册

● 任致程 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

电动机保护器 实用手册

任致程 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书从交流电动机的工作原理、结构、主要参数及其常见故障入手,收集了国内几家知名电动机保护器厂家的产品,共计24个品牌;详细介绍了它们的用途、技术参数、电气原理、安装方法、操作方法、选型、保护功能等,并列举了电动机保护器典型应用范例(接线图、起动原理图、保护电路图、通信电路图等)共计111例,电路新颖、实用,图文并茂、通俗易懂。

本书是可供维修电工、电气安装人员、设备操作人员、电动机保护器营销人员使用,也可供大中专院校相关专业师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

电动机保护器实用手册/任致程主编. —北京:中国电力出版社,2008

ISBN 978-7-5083-7316-4

I. 电… II. 任… III. 电动机-保护装置-技术手册
IV. TM32-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第070175号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2008年8月第一版 2008年8月北京第一次印刷
787毫米×1092毫米 16开本 21.25印张 520千字
印数0001—4000册 定价40.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

电动机保护器以其优异的性能倍受青睐，被誉为电动机“保护神”。而今的电动机保护器的保护功能已从原先的三四个，增加到十四五五个，有的甚至更多；从结构上看，它也不是简单的电子式，而是基于微处理技术，采用模块设计结构，保护精度可达10%，可与电脑通信联网，实现自动化管理。

为了编撰本书，作者深入一些电动机保护器制造公司和使用单位，获得了第一手材料。近年来，电动机保护器的性能更先进了，用途更广泛了，保护功能更多了，操作更方便了，人机对话更亲切了，制造公司的生产规模更大了，用户的应用场所更广了。总之，电动机保护器大有取代传统电动机起动设备的趋势，已经进入了一个崭新的电气时代。然而，生产电动机保护器的厂家较多，产品质量良莠不齐，产品名称及质量标准、检测方法等有待规范。

本书对众多电动机保护器加以介绍的目的有以下几个方面：

- (1) 让读者认识更多的电动机保护器，充分了解它们的技术条件、参数、电气原理、操作方法、保护功能、安装技巧，从而有所比较，选择更符合自身要求的产品。
- (2) 对提高各行各业电工、设备操作工、电气维修工的业务素质无疑是大有益处的。
- (3) 让广大电气产品营销人员了解电动机保护器最新发展动态和潮流，以及各产品的优势。
- (4) 对电动机保护器制造公司和产品开发商而言，可通过本书知己知彼，提升产品市场竞争实力。

本书不仅收集了24个品牌的电动机保护器，还列举了111个应用设计范例，这对普通电气工作人员看图识图有所帮助，对从事电气专业设计人员来说，更是不可多得的设计资料，可大大减轻设计劳动强度。

电动机保护器是一种崭新的高科技产品，方兴未艾，尚未写入高等院校教材，因此，其普及宣传的任务艰巨，希望本书能做一些微薄的贡献。

在编写本书的过程中，得到了苏州万龙集团有限公司程玉标总经理兼总工程师、王军部长、姜必成工程师兼经理；瑞安市工泰电器有限公司蔡甫寒总经理、蔡甫权副总经理；苍南双华电器有限公司谢炳华总经理；常熟开关制造有限公司唐春潮董事长；济南新中兴电器有限公司马亚军总经理以及深圳市亚特尔科技有限公司总经理的大力支持，他们为本书提供了大量的高科技知识，并给予作者宝贵的指导，在此表示衷心的感谢。

由于作者才疏学浅，能力有限，书中难免有错误和疏漏之处，恳请广大读者给予批评指正。

目 录

前言
第一章 交流电动机及其常见故障
第一节 感应电动机的工作原理
第二节 三相感应电动机的基本结构
第三节 三相感应电动机的转动原理
第四节 常用感应电动机
第五节 怎样看电动机的铭牌
第六节 电动机的常见故障
第二章 电动机常用的开关电器
第一节 刀开关
第二节 熔断器
第三节 交流接触器
第四节 中间继电器
第五节 热继电器
第六节 塑料外壳式断路器
第三章 电动机电子保护电路
第一节 三相电源电压缺相保护原理
第二节 三相电源电流缺相保护原理
第三节 三相电动机保护电路
第四章 万龙电动机保护器
第一节 ST500 智能型电动机控制器
第二节 ST500E 智能型电动机的保护装置
第三节 ST500M/H 智能型电动机控制器
第四节 ST500L 电动机保护器
第五章 双华电动机保护器
第一节 MC-105 电动机保护监控装置
第二节 MC-106 电动机保护监控装置
第三节 MC-205 电动机保护监控装置
第四节 ZNB 系列智能型电动机保护装置

前言

第一章 交流电动机及其常见故障	1
第一节 感应电动机的工作原理.....	1
第二节 三相感应电动机的基本结构.....	2
第三节 三相感应电动机的转动原理.....	3
第四节 常用感应电动机.....	6
第五节 怎样看电动机的铭牌.....	7
第六节 电动机的常见故障	10
第二章 电动机常用的开关电器	17
第一节 刀开关	17
第二节 熔断器	18
第三节 交流接触器	19
第四节 中间继电器	21
第五节 热继电器	22
第六节 塑料外壳式断路器	23
第三章 电动机电子保护电路	25
第一节 三相电源电压缺相保护原理	25
第二节 三相电源电流缺相保护原理	27
第三节 三相电动机保护电路	29
第四章 万龙电动机保护器	33
第一节 ST500 智能型电动机控制器	33
第二节 ST500E 智能型电动机的保护装置	72
第三节 ST500M/H 智能型电动机控制器	85
第四节 ST500L 电动机保护器	104
第五章 双华电动机保护器	113
第一节 MC-105 电动机保护监控装置	113
第二节 MC-106 电动机保护监控装置	129
第三节 MC-205 电动机保护监控装置	139
第四节 ZNB 系列智能型电动机保护装置	153

第五节	WJB ⁺ 系列智能监控保护装置	156
第六节	JDB-LQ ⁺ 系列智能监控保护装置	167
第六章	工泰电动机保护器	175
第一节	GT500系列电动机智能监控装置	175
第二节	GT-JDG6系列电动机智能监控器	194
第七章	亚特尔 M60 系列电动机保护器	206
第八章	新中兴电动机保护器	223
第一节	GDH-30系列数显智能电动机保护器	223
第二节	GDH -KT系列电动机保护器	232
第九章	常熟 CD4 系列电动机保护器	256
第十章	电动机保护器应用设计范例	274

交流电动机及其常见故障

电动机保护器的保护对象是电动机，因此很有必要对电动机的结构与常见故障进行了解。

电动机是用电来作功的机器。它输入电能，输出机械能，即经过电动机的作用，将由供电线路取得的电能变换为机械能，用以拖动各种生产机械。

电动机的种类颇多。按电动机的电源性质，可分为直流电动机和交流电动机。直流电动机主要应用在没有调速和起动转矩大的机械上，例如起重机、电车等。但由于直流电动机需要直流电源，所以应用受到限制。

交流电动机又分为很多类型，主要有同步电动机和感应电动机（也叫作“异步电动机”）。同步电动机一般在功率较大或者转速必须恒定时才采用，例如拖动大型水泵等。但是由于同步电动机的构造复杂、造价较高，起动和维护都比较麻烦，因此也用得很少。

感应电动机由于结构简单，坚固耐用，价格便宜，工作可靠，效率又高，安装维护方便等许多突出的优点，因此它是应用最广的一种电动机。

第一节 感应电动机的工作原理

感应电动机工作原理如图 1-1 所示。

马蹄形磁铁借助于手柄使其旋转，形成一个旋转磁场。马蹄形磁铁的两个磁极 N、S 之间的导体 abcd 在端部连接起来，组成了一个闭合回路，称其为转子绕组。如果用外力使图

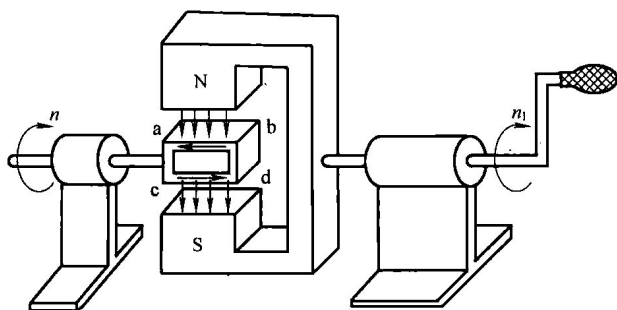


图 1-1 感应电动机的工作原理

1-1 中的马蹄形磁铁旋转，则旋转着的磁场就切割转子导体而在其中感应出电动势。感应电动势的方向可用发电机右手定则来决定。如果马蹄形磁铁按照 n_1 所示方向旋转，则转子导体的电动势方向如图 1-1 中的箭头所示，在 S 极下，导体 ab 的电动势是从右向左，而在 N 极下导体 cd 的电动势则为从左向右。由于转子导体是闭合的，因此

在导体中便有电流流过，其方向与电动势方向相同。转子导体中的电流与气隙磁场相互作用而产生电磁转矩。电磁转矩的方向可以利用电动机左手定则来决定，它与旋转磁场同方向。在电磁转矩作用下，转子以转速 n 顺着磁场方向旋转，能够带动机械负载，成为电动机

运行。

感应电动机在运行中，为了克服负载的阻力转矩，转子导体中必须要有一定数量的电流，以产生足够的电磁转矩，所以感应电动机的转子转速 n 总是略低于磁场的转速 n_1 ，这样磁场才能切割转子，导体在其中产生感应电动势。

第二节 三相感应电动机的基本结构

三相感应电动机又叫三相异步电动机，在结构上主要由两大部分所组成：①产生旋转磁场的部分，其作用相当于图 1-1 中旋转着的马蹄形磁铁，但在三相感应电动机中这部分是不动的，称为“定子”；②可以自由旋转的部分，如图 1-1 的 abcd 转子，但在三相感应电动机中，导线嵌在鼠笼式铁芯中，俗称鼠笼转子，简称“转子”。转子与定子之间有空气隙，简称“气隙”。此外还有端盖、轴承、接线盒等其他附件，如图 1-2 所示。

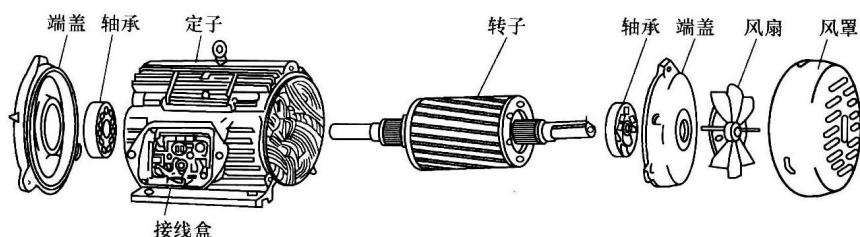


图 1-2 三相感应电动机的结构

下面就电动机的各个部件加以说明。

一、定子

定子是用来产生旋转磁场的。

定子一般由定子铁芯、定子绕组和机座三部分组成。

(一) 定子铁芯

定子铁芯是电动机磁路的一部分，一般用 0.35~0.5mm 厚表面涂有绝缘漆或氧化膜的薄硅钢叠压而成。由于硅钢片较薄而且互相绝缘，可以减少由于交变磁通而引起的铁芯涡流损耗。定子硅钢片的内圆上冲有均匀分布的槽口（见图 1-3），用以嵌放绕组。定子铁芯装在用铸铁或铸钢制成的机座内。

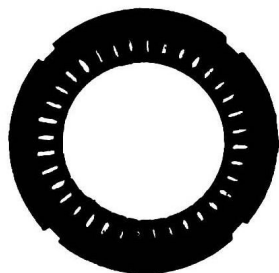


图 1-3 定子铁芯的硅钢片

(二) 定子绕组

定子绕组是电动机的电路部分。三相感应电动机有三相绕组，通入三相对称电流时，就产生旋转磁场。三相绕组是三个彼此独立的绕组，每相绕组又由若干线圈连接而成。线圈由绝缘铜导线或绝缘铝导线绕制，中小型电动机多用漆包线，大中型感应电动机的定子线圈则用较大截面的绝缘扁铜或扁铝线绕制后，再绕包绝缘，按一定的规律嵌放入定子铁芯的槽内。

(三) 机座

机座是用来固定定子铁芯和定子绕组。中小型感应电动机的机座还有两个端盖支承着转子。它是电动机机械结构的重要组成部分。通常，机座都用铸铁或钢板制成。机座的外表要求散热性能好，所以通常铸有散热筋。

二、转子

转子是电动机的转动部分，它的功用就是带动其他机械设备旋转做功。

转子由转子铁芯、转子绕组和转轴等部分组成。转子铁芯是用硅钢片叠成的圆柱体，转子硅钢片的外圆周上冲有均匀分布的槽，槽内嵌放着转子绕组，铁芯装在转轴上或套在轴上的转子支架上。转子铁芯、定子铁芯，及它们之间的气隙一起，构成了电动机的完整的磁路。

三相感应电动机按照转子绕组的构造不同，分有鼠笼式和绕线式两种型式。

(一) 鼠笼式转子

鼠笼式转子的槽内放置没有绝缘的裸铜条，铜条的两端用短路环焊接起来，形成一个鼠笼的样子，因此而得名。中小型鼠笼式电动机一般采用在转子槽内浇铸熔化了的铝，铸成鼠笼，同时在端环上铸出叶片作为冷却用的风扇，如图 1-4 所示。为了改善电动机的启动性能，铝鼠笼转子还采用斜槽结构，即转子的槽不与轴线平行，而是扭斜一个角度。

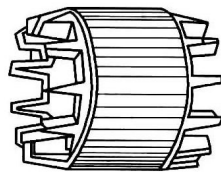


图 1-4 铸铝鼠笼式转子

常用的感应电动机，都是这种铸铝鼠笼式转子。

(二) 绕线式转子

绕线式转子绕组和定子绕组相似，由绝缘导线制成绕组元件，嵌放在转子铁芯槽内，然后连接成对称的三相绕组。一般接成星形，三相引出线接到固定在转轴上三个互相绝缘的滑环上，由滑环上的电刷引出与外加变阻器相连接。

绕线式转子及接线图如图 1-5 所示。

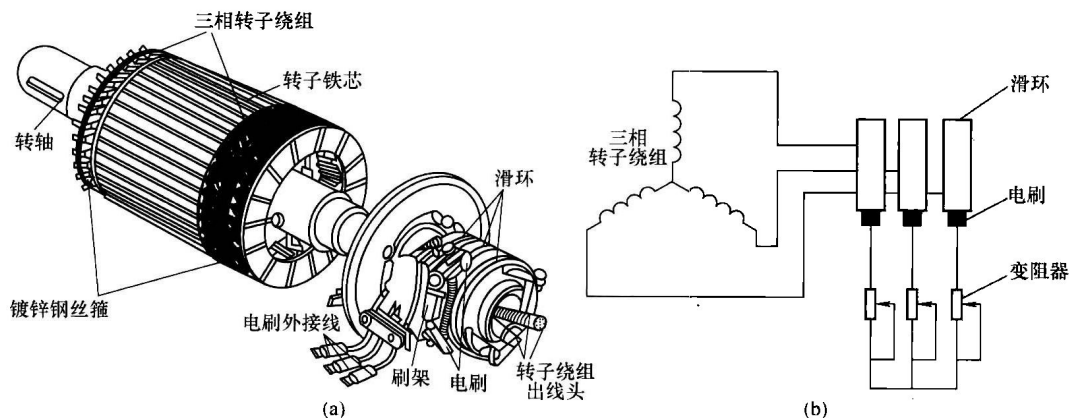


图 1-5 绕线转子式异步电动机的转子

(a) 绕线式转子结构图；(b) 外加变阻器接线图

第三节 三相感应电动机的转动原理

图 1-1 所示的感应电动机之所以能够旋转，是因为有人在转动马蹄形磁铁产生旋转磁场，再者就是有一个 abcd 闭合回路的转子。三相感应电动机之所以能转动，也是因为具备有转子和产生旋转磁场的定子。

一、旋转磁场

以两极三相交流电机为例，对称的三相绕组 AX、BY、CZ 在空间彼此相隔 120°，接成星形，如图 1-6(a)、(b)所示。

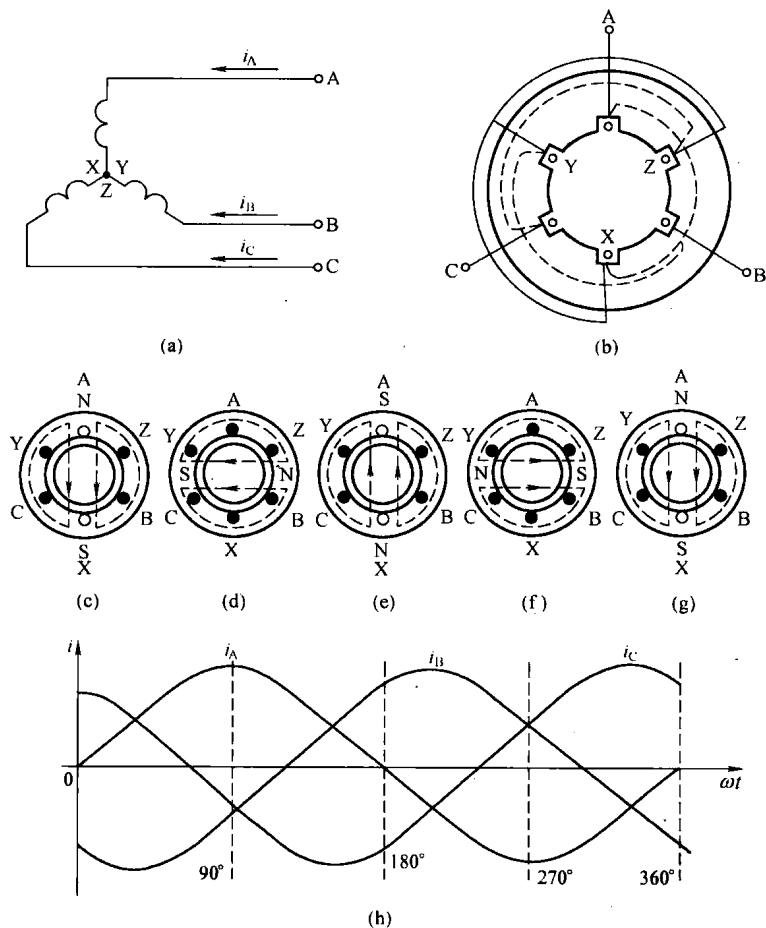


图 1-6 鼠笼式三相二极定子绕组星形连接
(a)、(b) 星形连接；(c)~(g) 旋转磁场示意图；(h) 正弦波曲线

图 1-6 中，三相绕组的首端 A、B、C 接在三相对称电源上，就有三相对称电流通过三相绕组。设电源的相序为 A、B、C， i_A 的初相角为零，则通入 AX 绕组的是 A 相电流 i_A ，通入 BY 绕组的是 B 相电流 i_B ，通入 CZ 绕组的是 C 相电流 i_C 。

$$i_A = I_m \sin \omega t$$

$$i_B = I_m \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$i_C = I_m \sin(\omega t - 240^\circ)$$

如图 1-6(c)~(g)所示，为了分析方便，设电流为正值时，在绕组中从始端流向末端。如图 1-6(h)所示，在 $\omega t = 0$ 的瞬间， $i_A = 0$ ； i_B 是负值，则 B 相绕组的电流 i_B 是由末端 Y 流进，始端 B 流出； i_C 为正值，则 C 相绕组的电流 i_C 由始端 C 流进，末端 Z 流出。根据右手

螺旋定则，三相电流所产生的磁场叠加的结果，便形成一个合成磁场[见图 1-6(c)]，可见此时的合成磁场是一对磁极(即二极)，上方是 N 极，下方是 S 极。

在 $\omega t = 90^\circ$ 时[见图 1-6(h)]，即经过 1/4 周期后， i_A 由零变成正的最大值，电流 i_A 从 A 流进，X 流出； i_B 仍为负值，由 Y 流进，B 端流出； i_C 已变成负值，自 Z 端流进，C 端流出。从图 1-6(d) 看出，这时合成磁场的方位已较 $\omega t = 0$ 时按顺时针方向转过了 90° 。

应用同样的方法，可以得出结论：当 $\omega t = 180^\circ$ 时，合成磁场转过了 180° ，如图 1-6(e) 所示；当 $\omega t = 270^\circ$ 时，合成磁场方向旋转了 270° ，如图 1-6(f) 所示；当 $\omega t = 360^\circ$ 时，合成磁场旋转 360° ，即一周，如图 1-6(g) 所示。

由此可见，对称三相电流 i_A 、 i_B 、 i_C 分别通入对称三相绕组 AX、BY、CZ 中所形成的合成磁场，是一个随时间变化的旋转磁场。

二、旋转磁场的转速

图 1-7 为三相四极感应电动机的定子绕组星形连接时的旋转磁场分析图。它与图 1-6 基本相似，所不同的是图 1-7 所示的感应磁场极数为四极(两对磁极)，比图 1-6 多了两极。

用分析图 1-6 的同样方法，可分析出四极定子绕组旋转磁场的形成，并且可从图 1-6、

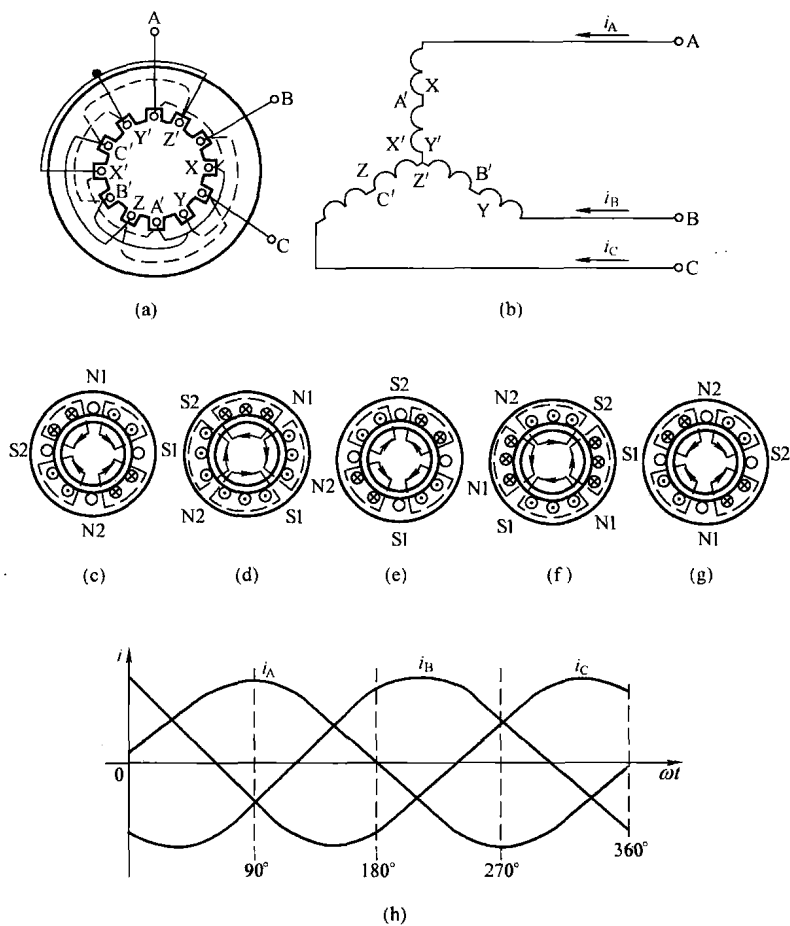


图 1-7 鼠笼式三相四极定子绕组星形连接

(a)、(b) 星形连接；(c)~(g) 旋转磁场示意图；(h) 正弦波曲线

图 1-7 中进一步分析出旋转磁场的转速与哪些因素有关。

如图 1-7 所示,若把绕组数增加一倍,每相由两个绕组组成,三相共有六个绕组。它们在空间彼此相隔 60° ,并把两个沿轴线相差 180° 的绕组串联成一相绕组,即 A 相绕组由 AX 与 A'X' 串联而成, B 相由 BY 与 B'Y' 串联而成, C 相由 CZ 与 C'Z' 串联而成。

同前述的分析方法,当 i_A 、 i_B 、 i_C 分别通入三相绕组时,便产生如图 1-7(c)~(g)所示的四极旋转磁场。

对照图 1-6 和图 1-7:当交流电流变化一周时,两极的旋转磁场在空间旋转 360° ,即一圈;而四极的旋转磁场只转 180° ,即半圈。依此类推,当旋转磁场具有 p 对极时(即磁极数为 $2p$),交流电流每变化一周,其旋转磁场就在空间转动 $1/p$ 圈。因此,三相交流电动机定子旋转磁场每分钟的转速 n_1 、定子电流频率 f 及磁极对数 p 之间的关系为

$$n_1 = \frac{60f}{p}$$

三、三相感应电动机的转动原理

三相感应电动机的转动原理如图 1-8 所示。

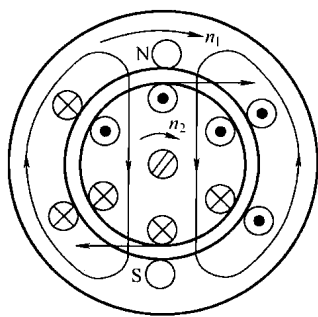


图 1-8 三相感应电动机的转动原理

三相交流电通入定子绕组,便形成了一个旋转磁场,其转速 $n_1 = \frac{60f}{p}$ 。

旋转磁场磁力线被转子导体所切割,根据电磁感应原理,转子导体中将产生感应电动势。由于转子绕组是闭合的,并把它认为是纯电阻性电路,则转子导体中将有电流流过,其相位与感应电动势相同。设旋转磁场按顺时针方向旋转,根据右手定则,在上半部转子导体中的电动势和电流方向由里向外,用 \odot 表示;而下半部则由外向里,用 \otimes 表示。

因为载流导体在磁场中要受到电磁力的作用,力的方向可用左手定则确定。电磁力作用于转子导体上,于是转子就在电磁转矩的作用下,按照旋转磁场的方向,旋转起来,其转速为 n_2 。

感应电动机转子的转速 n_2 总是小于旋转磁场的转速 n_1 ,因为只有这样,转子绕组与旋转磁场之间才有相对运动切割磁力线,转子绕组导体中才能产生感应电动势和电流,从而产生电磁转矩,使转子沿 n_1 的方向旋转。若 $n_2 = n_1$,旋转磁场与转子导体相对静止,它们之间就不会发生电磁感应作用。由于 n_2 总是小于 n_1 ,即转子旋转速度与定子旋转磁场的旋转速度不同步,所以这种感应电动机又叫作异步电动机。又因其转子电流是通过电磁感应所产生的,所以又叫作感应电动机。

由旋转磁场原理可知,旋转磁场的转向取决于三相电源的相序。改变感应电动机的相序,如任意对调两根电源线的接线,旋转磁场便会反方向旋转,感应电动机也就随之反转了。

第四节 常用感应电动机

过去人们选用电动机时,往往只注意电动机的额定电压、频率、额定功率、转速及价格等

因素，而忽视其效率。为了提高电动机的效率，现在普遍采用了高效节能电动机 Y 系列的 Y2 系列，而淘汰 J2、JO2、JR、JRO2、JR2、JZ2、JZR2、JLB2、BJO2 等旧型号电动机。

一、交流电动机的外形

闭式三相鼠笼异步电动机外形如图 1-9 所示。

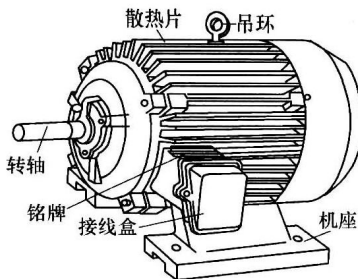


图 1-9 封闭式三相鼠笼式异步电动机

二、电动机的电路图形符号与文字符号

无论何种型号、何种电压等级的电动机，其电路文字符号一律采用“M”表示，如果要区别于交、直流电动机，则可分别用 \underline{M} 、 \underline{M} 表示；其图形符号如图 1-10 所示，通常采用图中的“一般符号”。

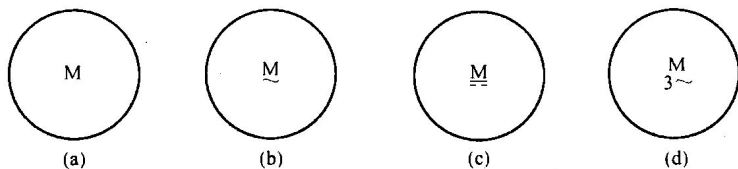


图 1-10 电动机图形符号

(a) 一般符号；(b) 交流电动机；(c) 直流电动机；(d) 三相交流电动机

第五节 怎样看电动机的铭牌

铭牌，是电动机的身份证。认识和了解电动机铭牌中有关技术参数的作用和意义，可以帮助人们正确地选择、使用和维护它。这里结合我国使用最多的 Y 系列三相感应电动机铭牌的实例作一介绍，三相异步电动机的铭牌如图 1-11 所示。

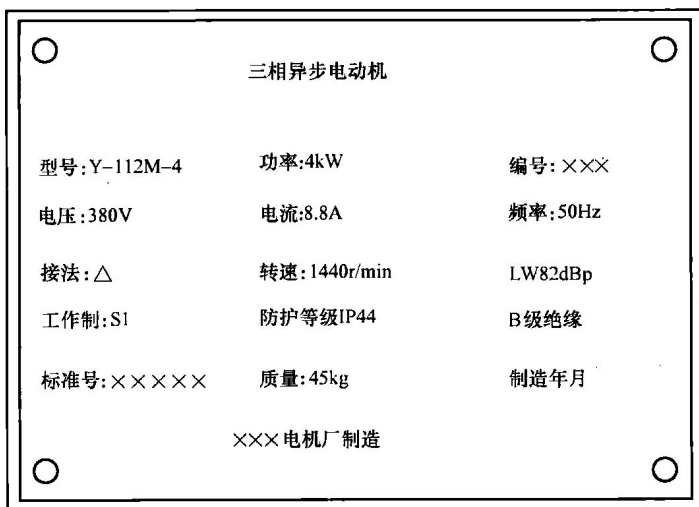
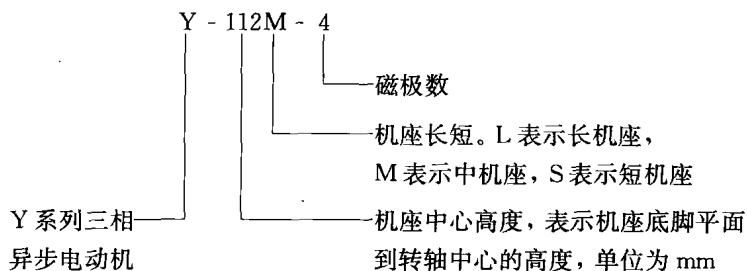


图 1-11 三相异步电动机的铭牌

一、型号

如图 1-11 所示，Y-112M-4 表示电动机的类型、品种及其机座尺寸和性能等，型号中各

项所代表的意义如下:



利用型号，人们还可以从有关手册中查出该电动机的其他技术数据，如功率因数、效率、堵转电流和堵转转矩，以及铁芯内径、外径、长度，定子、转子槽数，线圈的型号、节距、线径、匝数和重量等。这些数据可以更好地帮助人们选择、安装和维护电动机。

二、额定功率

4kW表示电动机在额定工作情况下满载运行时，电动机轴上所允许输出的机械功率。常以W(瓦)或kW(千瓦)为单位。由于电动机在运行时定子和转子绕组中将分别产生铜损和铁损(又叫铜耗和铁耗)，铁芯中要产生铁损(涡流和磁滞损耗)，转子旋转时风扇和轴承等还将产生风摩擦损耗(简称“风摩耗”)，另外还有少量的杂散损耗，所有这些损耗都是电源供给的，并转变为热能而被白白地消耗掉。所以，电动机的功率并不就是电动机从电源吸取的电功率。电源所供给的功率，即输入功率，包括了电动机的各种损耗，即输入功率=输出功率+损耗。

输出和输入功率之比，即为电动机的效率。若是已知某电动机的效率，则不难求得其输入功率和损耗大小。例如Y-112M-4型电动机，其额定功率为4kW，已知效率为84.5%，则其输入功率 P_1 为

$$P_1 = 4 \div 0.85 = 4.73(\text{kW})$$

$$\text{损耗} = 4.73 - 4 = 0.73(\text{kW})$$

当然，若已知该电动机的额定电压 U 、额定电流 I 和功率因数 $\cos\varphi$ ，则亦能由式 $P_1 = \sqrt{3}UI\cos\varphi$ 求得输入功率 P_1 。

三、额定电压

380V表示电动机在额定工作情况下运行时，电动机定子绕组两端所接电压的高低。按国家有关标准规定，电源电压与电动机额定电压的偏差一般不得超过 $\pm 5\%$ ，即电源电压允许在361~399V。

当电源频率一定时，电动机的电磁转矩与电源电压的平方成正比，所以电源电压的高低将直接影响到电动机的性能。如电源电压过低，将使电动机起动困难，并由于定子绕组中所产生的旋转磁场减弱，在相同负载的情况下将引起负载电流增加，损耗与发热量都将增大，时间过长将使绝缘老化，甚至烧毁电动机；相反，如果电源电压过高，电动机铁芯磁路过饱和，亦将使电动机的定子总电流增加，同样可导致定子绕组过热，甚至引起烧毁电动机和火灾事故。

综上所述，电动机运行时，一定要随时观察电源电压的变化，如发现电源电压过低或过高要及时、果断处理。

四、额定电流

8.8A 表示电动机额定工作情况下运行时，流入定子绕组线电流的大小。

根据额定电流，可以选择相应的控制电路和保护装置，使控制、保护装置的元器件与线路的配线规格、型号、容量配套。

五、频率

表示电动机所使用的交流电源的频率。我国电网的频率均为 50Hz。

六、接法

表示电动机定子三相绕组与交流电源的连接方式。电动机接线盒中有一块接线板，三相绕组的六个引出线头接在接线板的桩头上，并排成两排，如图 1-12(a)所示。

图 1-12(b)中，上排三个接线桩头自左至右的编号为 1(U₁)、2(V₁)、3(W₁)；下排自左至右的编号为 6(W₂)、4(U₂)、5(V₂)。其定子绕组端子与接线盒编号的对应关系如图 1-12(b)所示。

若是将接线板上的“1”和“6”、“2”和“4”、“3”和“5”接线桩头分别短接起来，并将三相电源分别接至“6”、“4”、“5”三个接线桩头上，此时电动机即为三角形(△)接法，其定子绕组电路接线如图 1-12(c)所示。

如果将“1”、“2”、“3”接线桩头短接起来，再将“6”、“4”、“5”接线桩头接三相电源，则此时电动机即为星形(Y)接法，如图 1-12(d)所示。

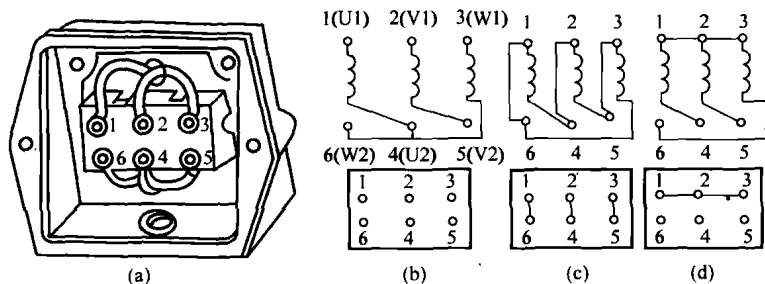


图 1-12 三相异步电动机的接线盒

(a) 接线端子；(b) ~ (d) 接线方法

Y 系列电机产品标准规定，电动机容量在 3kW 及以下者采用星形接法；4kW 及以上者采用三角形接法。

值得一提的是，星形接法时，电动机的每相绕组所承受的电压只有 220V，而三角形接法时电动机每相绕组所承受的电压即为线电压，为 380V，所以实际使用时一定要按铭牌规定接线。

七、额定转速

额定转速表示电动机在额定工作情况下运行时每分钟的转速。感应电动机的转速随负载大小而稍有变化，空载时最高，但其转速却小于定子的旋转磁场的转速。旋转磁场的转速也叫作同步转速，常用 n_1 表示。对于 Y-112M-4 来说，其同步转速 n_1 应为 1500r/min。图 1-11 铭牌中的转速为 1440r/min，是电动机的额定转速 n 。同步转速 n_1 与电动机的转速 n 之差，再与 n_1 之比，称为转差率 s ，即

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1}$$

八、噪声等级

它表示电动机在运行过程中所产生噪声的大小。噪声由通风、电噪及机械噪声三部分构成。噪声对环境造成污染,并影响人的健康,所以电机噪声也是衡量电动机质量的一项指标,其大小可用声压级或声功率来表示。按 Y 系列电机产品标准的规定,其噪声的允许限值采用声功率级(用 LW 表示),噪声的单位为 dB。

九、定额(工作制)

指电动机在额定工作情况下运行的方式和时间。S1 表示连续运行方式,即该电动机可以按额定工况连续运行。有些电动机,如起重用电动机等,其工作制为断续运行方式;开闭闸门的电动机,其工作制为短时运行方式。我国国家标准规定电机的工作方式分为 S1~S8,共 8 类,数字越大,运行条件一般越严酷,电动机的功率将有所下降。不同的运行方式,电动机的发热情况不一样,使用时不得混同。

十、防护等级

防护等级表示电动机外壳的防护等级。IP 是防护等级标志符号,其后面的两位数字分别表示电机防固体和防水能力,数字越大,防护能力越强。IP44 中第一位数字“4”表示电动机能防止 1mm 直径或 1mm 的固体物进入电动机内壳,第二位数字“4”表示能承受任何方向的溅水。

十一、绝缘等级

绝缘等级表示电动机整个绝缘结构(包括电磁漆包线、槽绝缘、相间绝缘及浸渍漆等)的耐热等级,与电动机温升有关。标准规定绝缘材料按其耐热性能不同,共分为 7 个等级,见表 1-1 所示。

表 1-1 电动机绝缘等级

绝缘等级	Y	A	E	B	F	H	C
最高允许温度(℃)	90	105	120	130	155	180	>180

电动机中使用最多的为 E、B 或 F 级绝缘。值得一提的是,电动机在使用中,超过绝缘材料的最高允许使用温度,其寿命将显著缩短。

十二、标准编号

标准有“GB”、“JB”等。“GB”表示为国家标准、“JB”表示为机械工业部部颁标准。如 JB 22007—1988 为部颁标准编号,1988 为该标准颁布的年份。

十三、质量

指电动机自身的质量。据此可以准确地选择运输和起吊设备。

十四、出厂编号及日期

指电动机出厂时的编号及生产日期。据此可以直接向生产厂家索取该电动机的有关资料,以供使用或维修时参考。

第六节 电动机的常见故障

电动机故障颇多,常见的有电源缺相、匝间短路、相间短路、绕组接地、绕组断路、接线错误和嵌反线圈、过载运行、转子断条等。熟悉这些常见故障,对选购及推销适用保护功

能的电动机保护器是大有益处的。

一、断相

当电动机发生故障的原因不明时，首先打开电灯，如果电灯能亮，说明电源有电。此时应拨动换相开关，检查电源的三相是否都有电压。如果配电室三相电源正常，则应检查电动机回路中的刀开关、熔断器、起动器，看电动机有无线路松动、熔丝熔断现象。

当三相电源中的一相断路，电动机的这种状态叫作电源缺相。对于星形接法的电动机来说，若一相断路，这时电动机就没有起动转矩，只有运行转矩。如果电动机在起动前电源已缺一相，则电动机不能起动，而且发出强烈的“嗡嗡”声。此时可以看到电流表电流值很大。在运行过程中，如果有一相的熔丝烧断，或有一相线路接头松动，这时的电动机就成了缺相运行（亦叫“单相运行”）。在负载不变的情况下，定子和转子电流都比不缺相时增大，增大的程度与负载的轻重有关。定子电流和转子电流的增大，都会使电动机的温度升高，以致烧坏电动机绕组。

三角形接法的电动机缺一相时，不与缺相电源相连的那一相绕组电流很大，烧得厉害。而星形接法则两相绕组烧得厉害。缺相烧毁的电动机，应重新下线。

二、短路

（一）匝间短路

电动机绕组相互靠着的两匝或多匝线圈因绝缘层破损，使导线直接接触，称为匝间短路。匝间短路后，短路的两匝或几匝线圈自身组成闭合回路，感应电动势就会在这个电阻很小的闭合回路中产生很大的电流。这个电流使短路匝的温度比其他匝高，时间一久，短路匝的绝缘外皮及附近的绝缘材料就会焦脆或脱落，最后可能导致更严重的短路，导致烧毁电动机。当一相缺相绕组有匝间短路时，往往两相空载电流比正常值大（其中一相就是短路相），一相电流较小（甚至小于正常值）。

当电动机三相空载电流出现上述情况时，为了进一步确定是否匝间短路，可使电动机空载运行几分钟，然后迅速拆开电动机（仅指小型电动机），抽出转子，用手依次摸每个线圈的端部（不要摸铁芯）。如果有一个线圈端部比其他的都烫，就可肯定这个线圈有匝间短路。如果没有发现哪一个线圈明显发烫，则在设备许可的条件下，可把电压升高到额定值的1.3倍，让电动机空转5min后，再拆开检查。这样，一般来说能够找到短路线圈，有时甚至能见到短路匝出现冒烟的现象。

对于刚下完线尚未浸漆的电动机，该验时应当谨慎。若找出有短路的线圈后，只要在有短路的地方涂上绝缘漆，并把靠得很紧的短路匝拨开往往就能修复，不必拆掉线圈重下。

若是被修的电动机急着用，一时又没有拆掉线圈重下的条件，此时试验也要格外小心，以防短路故障扩大。确定某个线圈有匝间短路后，对单星形接法的电动机，可将这个线圈全部剪断，再将与它连接的前后两个线圈接通，使这一整相的绕组不致因为这个线圈剪除而断开。这种跳接方法可暂时在降低负载的情况下使用，若满载运行，则很快就会烧坏。

（二）相间短路

以星形接法的电动机为例，三相绕组除了三个尾端连成星点之外，其他各处都要相互绝缘。相间绝缘比匝间绝缘要求更高。为了安全起见，凡是不同相的导线互相接触的地方，都要用绝缘材料隔开。这些绝缘材料，就叫相间绝缘。如果相间绝缘由于过热或机械碰伤而被损坏，就可能发生相间短路。相间短路时，电动机的损坏程度与短路点的位置和其他一些因