

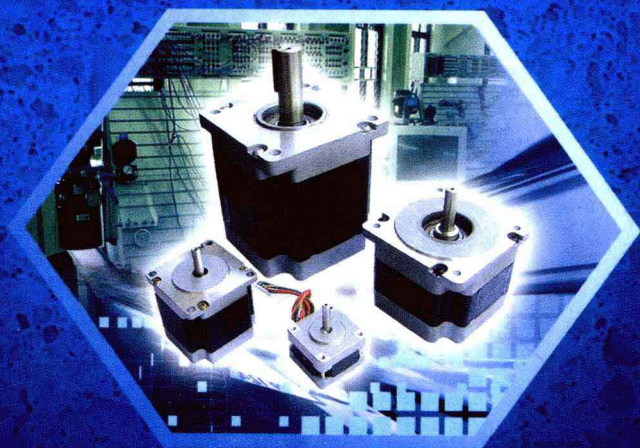


普通高等教育“十二五”精品规划教材

常用电机控制及 调速技术

CHANGYONG DIANJI KONGZHI JI
TIAOSU JISHU

◎主编 翟雄翔
◎主审 史先焘
◎组编 葛金印



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

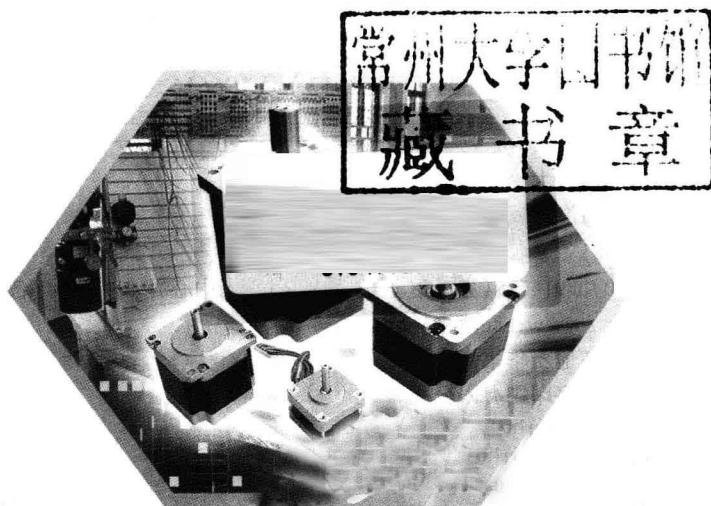


普通高等教育“十二五”精品规划教材

常用电机控制及 调速技术

CHANGYONG DIANJI KONGZHI JI
TIAOSU JISHU

◎主编 翟雄翔
◎主审 史先焘
◎组编 葛金印



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是根据高等学校机电一体化技术专业核心课程“常用电机控制与调速技术”的课程标准编写的,结合高等教育的特点,把握学生的认识过程和接受能力的规律,注重对学生创新意识和创新能力、综合意识与综合能力、实践意识与实践能力的培养。本书以任务引领式的课程体系,围绕完成工作任务的需要安排课程内容,并力求将知识转化为能力,使学习者在学习本课程之后,既掌握了必要的知识点,又得到技能的训练。主要内容包括交流电动机的控制和调速技术以及调速控制系统的维护和故障诊断检修方法、滑差电动机的控制和调速技术以及调速控制系统的维护和故障诊断检修方法、直流电动机的控制和调速技术以及调速控制系统的维护和故障诊断检修方法、步进电动机的控制和调速技术以及调速控制系统的维护和故障诊断检修方法、伺服电动机的控制和调速技术以及调速控制系统的维护和故障诊断检修方法以及其他特种电动机的控制和调速技术等。

本书的内容贴近实际应用,符合目前机电一体化专业学生学习的需要。为了能帮助他们掌握理论知识和相应的操作技能,全书内容通俗易懂,深入浅出,便于掌握。

本书可作为高等学校机电类专业的教学用书,也可供相关专业技术人员在工作中参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

常用电机控制及调速技术/翟雄翔主编. —北京:北京理工大学出版社,2012. 10

ISBN 978 - 7 - 5640 - 6680 - 2

I. ①常… II. ①翟… III. ①电机-控制系统-高等学校-教材②电机-调速-高等学校-教材 IV. ①TM301. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 196616 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775 (办公室) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京泽宇印刷有限公司

开 本 / 710 毫米×1000 毫米 1/16

印 张 / 11.5

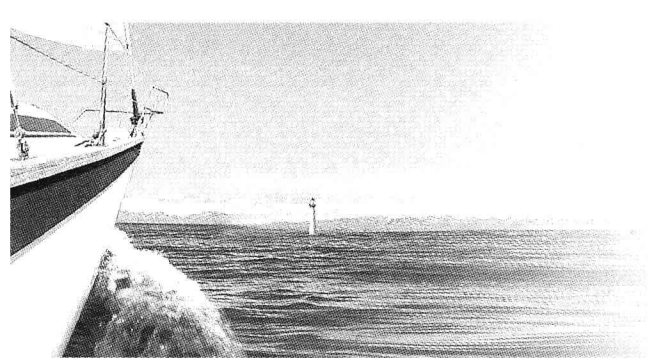
字 数 / 201 千字

版 次 / 2012 年 10 月第 1 版 2012 年 10 月第 1 次印刷 责任编辑 / 张慧峰

印 数 / 1~1 500 册 责任校对 / 陈玉梅

定 价 / 34.00 元 责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题,本社负责调换



普通高等教育“十二五”精品规划教材

编审委员会

总顾问：马能和

顾 问：金友鹏 程又鹏 王稼伟

主 任：葛金印

副主任：（按姓氏笔画排序）

王 猛 朱仁盛 朱崇志 张国军

邵泽强 范次猛 赵光霞

委 员：（按姓氏笔画排序）

史先焘 朱安莉 刘冉冉 许忠梅

庄金雨 李红光 李晓男 李添翼

陈大龙 陈海滨 张 平 张 萍

杨玉芳 杨 羊 杨 欢 金荣华

胡立平 胡 剑 查维康 施 琴

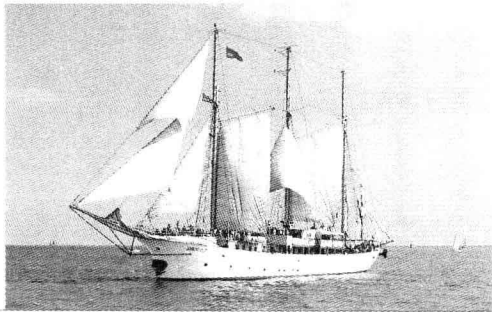
耿 淬 唐建成 徐小红 栾玉祥

梅荣娣 蒋金云 蒋洪平 强高培

缪朝东 翟雄翔 薛智勇

前言

Qianyan



本书是高等学校机电一体化技术专业的理想用书。本书根据“常用电机控制与调速技术”课程标准，坚持以培养目标为依据，遵循“以应用为目的，以必需、够用为度”的原则，以“掌握概念、强化应用、培养技能”为重点，力图做到“精选内容、降低理论、加强基础、突出应用”。通过精心合理组织教学内容，循序渐进，把理论知识和操作技能有机地结合起来编写而成的这本书，实为理实一体化教材。

本书根据“就业为导向，能力为本位”的原则，通过对机电一体化技术专业所涵盖的岗位群的职业能力分析，以拖动动力应用最多的电动机控制与调速技术为主线，结合本专业学习者必须具备的岗位职业能力，把课程教学内容分解成若干个项目和任务，以项目为单位组织教学，以常用电机为载体，通过实例应用引入，引出相关专业理论，使学习者在完成各项任务学习训练过程中，一步步地加深对专业知识技能的理解和应用。同时也培养了学习者的综合职业能力，树立正确的职业道德观，锻炼团队协作精神和创业精神。

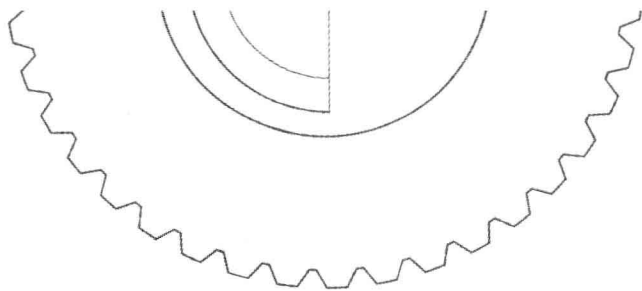
本课程的内容设计为任务引领式课程体系，紧紧围绕工作任务的需要来选择项目内容，将知识本位转化为能力本位，以项目任务和职业能力分析为依据，让科学知识与职业能力进行有机整合，设定职业能力培养目标，以常用电机应用为载体，创设工作情境，培养学习者的实践操作能力。全书分别介绍了交流电动机的控制和调速技术以及调速控制系统的维护和故障诊断检修方法、滑差电动机的控制和调速技术以及调速控制系统的维护和故障诊断检修方法、直流电动机的控制和调速技术以及调速控制系统的维护和故障诊断检修方法、步进电动机的控制和调速技术以及调速控制系统的维护和故障诊断检修方法、伺服电动机的控制和调速技术以及调速控制系统的维护和故障诊断检修方法以及其他特种电机的控制和调速技术。

本书由翟雄翔主编。项目1由朱臻编写，项目2由翟雄翔编写，项目3由闵立中编写，项目4、项目5由张衍红编写，项目6由朱晔编写。本书由史先焘主审。

本书编写过程中，得到了相关专业技术人员和同行专家的关心、帮助和大力支持，在此表示衷心感谢。在编写过程中，也参阅过许多文献和资料，难以一一列举，在此谨致以衷心感谢。

由于编者水平有限，书中难免有错误、疏漏之处，恳请广大读者不吝指正。

编者



目 录

学习项目1 交流电动机的控制与调速技术

任务1 交流电动机基本控制电路的安装	3
一、相关知识	3
二、实践操作	21
任务2 交流电动机常用调速电路的安装	27
一、相关知识	27
二、实践操作	34
任务3 交流电动机变频调速电路的安装	40
一、相关知识	40
二、实践操作	50
任务4 单相异步电动机常用调速控制电路的装调	52
一、相关知识	52
二、实践操作	62
项目作业	64

学习项目2 滑差电动机的控制与调速技术

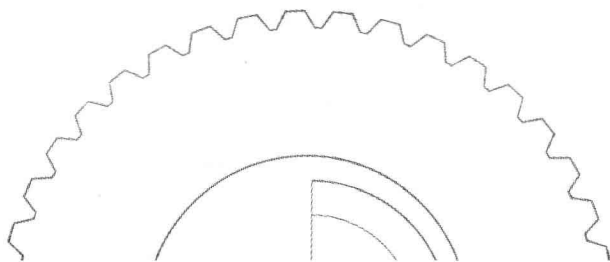
任务1 滑差电动机控制线路的安装调试	71
一、相关知识	71
二、实践操作	77
任务2 滑差电动机速度控制与故障排除方法训练	78
一、相关知识	78
二、实践操作	79
三、知识拓展	80
任务3 实例应用	80
项目作业	82

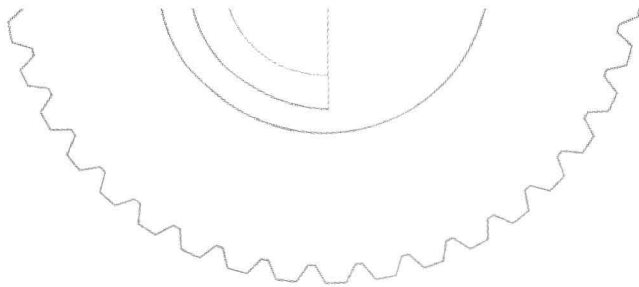
学习项目3 直流电动机的控制与调速技术

任务1 直流电动机常用控制电路的安装	86
一、相关知识	86
二、实践操作	99

目 录 >>>

任务2 直流电动机调速电路的安装	101
一、相关知识	101
二、实践操作	105
任务3 晶闸管直流调速系统的故障诊断与检修	107
一、相关知识	107
二、实践操作	114
项目作业	116
学习项目4 伺服电动机的控制与调速技术	
任务1 直流伺服电动机控制与调速技术	120
一、相关知识	120
二、实践操作	123
任务2 交流伺服电动机控制与调速技术	126
一、相关知识	126
二、实践操作	129
任务3 实例应用	131
项目作业	133
学习项目5 步进电动机的控制与调速技术	
任务1 认识步进电动机的结构和原理	135
一、相关知识	135
二、实践操作	141
任务2 安装与调试简单步进电动机的控制与调速电路	142
一、相关知识	143
二、实践操作	151
项目作业	153

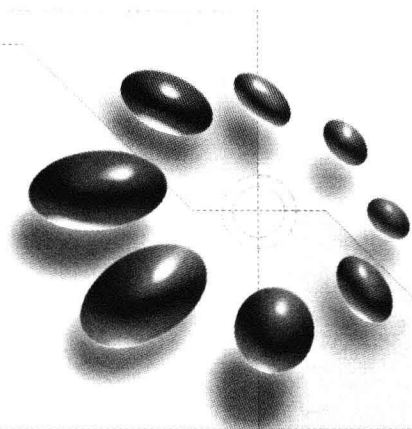




目 录

学习项目 6 其他电机的控制与调速技术

任务 1 认识测速发电机	155
一、测速发电机的分类	155
二、自动控制系统对测速发电机的主要要求	158
三、测速发电机的应用	158
任务 2 认识自整角机	159
一、自整角机的分类	160
二、自整角机工作原理	161
三、选用注意事项	163
任务 3 认识直线电动机	164
一、直线电动机的分类	165
二、直线异步电动机的工作原理	165
三、直线异步电动机的基本结构	166
四、直线电动机的应用	167
项目作业	170
参考文献	171



|| 学习项目 1 ||

交流电动机的控制 与调速技术

通过本项目的训练：

- (1) 了解交流电动机启动、制动和调速的原理和方法；
- (2) 能根据工程需要，正确选用交流电动机启动、制动的控制方法，正确选用其调速方法；
- (3) 学会安装与调试交流电动机启动、制动和调速等控制线路。

[引入情境]

交流电动机广泛用于工农业生产和人们的日常生活中，例如机床、水泵、冶金、矿山设备与轻工机械等都三相异步电动机作为原动机，其容量从几千瓦到几千千瓦；日益普及的家用电器，例如在洗衣机、电风扇、电冰箱、空调器中采用单相异步电动机，其容量从几瓦到几千瓦。

电力拖动自动控制以各类电动机或其他执行电器为对象，采用电气控制的方式，使机械设备实现生产过程自动化。不同的生产机械由于不同的工作性质和加工工艺，使得它们对电气控制有着不同的要求，其相应的电气控制电路也各不同。

应用一：普通车床

普通车床是能对轴、盘、环等多种类型工件进行多种工序加工的卧式车床，常用于加工工件的内外回转表面、端面和各种内外螺纹，采用相应的刀具和附

件,还可进行钻孔、扩孔、攻丝和滚花等。普通车床是车床中应用最广泛的一种,约占车床类总数的65%,因其主轴以水平方式放置故称为卧式车床。

图1-1为CA6140型普通车床。主要组成部件有:主轴箱、进给箱、溜板箱、刀架、尾架、光杆、丝杠和床身。

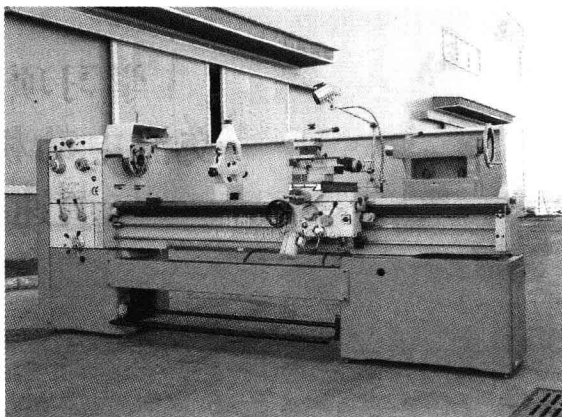


图1-1 CA6140 车床

主轴箱的主要任务是将车床的主电机——一台三相异步电动机传来的旋转运动经过一系列的变速机构使主轴得到所需的正反两种转向的不同转速,同时主轴箱分出部分动力将运动传给进给箱。

应用二: 电风扇

电风扇是一种利用电动机驱动扇叶旋转,来使空气加速流通的家用电器,主要用于清凉解暑和流通空气。广泛用于家庭、办公室、商店、医院和宾馆等场所。电扇主要由扇头、风叶、网罩和控制装置等部件组成。扇头包括单相异步电动机、前后端盖和摇头送风机构等。图1-2为台式电风扇。

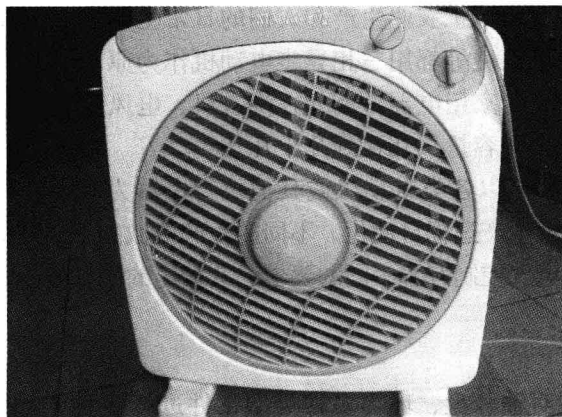


图1-2 台式电风扇

由上述可以看到,交流电动机的应用是十分广泛的。本项目将主要介绍、分析交流电动机的控制与调速的基本知识和方法。

任务1 交流电动机基本控制电路的安装

任务目标

- 1 熟练掌握三相异步电动机的启动、制动控制电路的构成、工作原理。
- 2 能正确地进行三相异步电动机启动、制动控制电路的安装、调试。
- 3 学习掌握并认真实施电气安装基本步骤及工艺规范。

一、相关知识

1. 三相异步电动机的结构

三相异步电动机由两个基本部分组成:一是固定不动的部分,称为定子;二是旋转部分,称为转子。图1-3为三相异步电动机的外形和结构图。

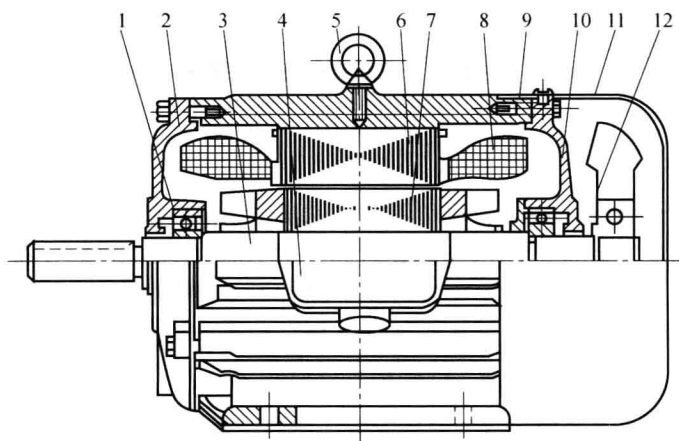


图1-3 三相异步电动机的外形和结构

- 1—轴承; 2—前端盖; 3—转轴; 4—接线盒; 5—吊攀; 6—定子铁芯; 7—转子铁芯
8—定子绕组; 9—机座; 10—后端盖; 11—风罩; 12—风扇

(1) 定子

定子由机座、定子铁芯、定子绕组和端盖等组成。机座通常用铸铁制成,机

座内装有由 0.5 mm 厚的硅钢片叠制而成的定子铁芯,铁芯内圆周上分布着定子槽,槽内嵌放三相定子绕组,定子绕组与铁芯间有良好的绝缘。

定子绕组是定子的电路部分,小型电动机的定子绕组一般由漆包线绕制而成,共分三相,分布在定子铁芯槽内,构成对称的三相绕组。三相绕组共有六个出线端,将其引出接在置于电动机外壳上的接线盒中,三个绕组的首端分别用 U1、V1、W1 表示,其对应的尾端分别用 U2、V2、W2 表示。通过对接线盒上六个端头进行不同连接,可将三相定子绕组接成星形联结或三角形联结,如图 1-4 所示。

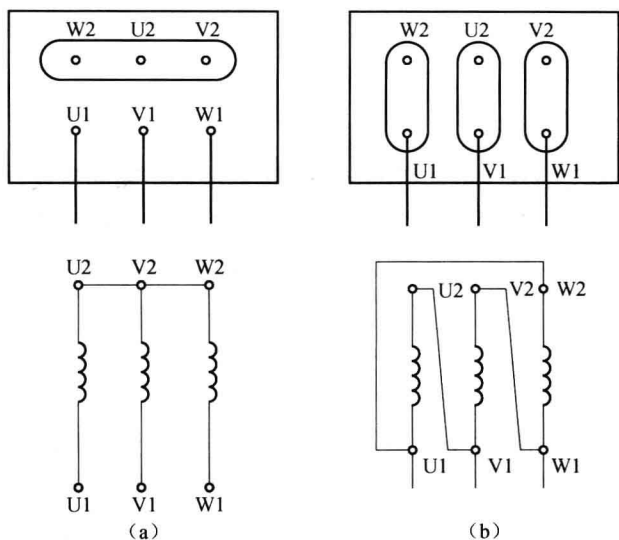


图 1-4 三相定子绕组的接法

(a) 星形联结; (b) 三角形联结

(2) 转子

转子由转子铁芯、转子绕组、转轴、风扇等组成。转子铁芯为圆柱形,通常是利用定子铁芯冲片冲下的内圆硅钢片,将其外圆周冲成均匀分布的槽后叠成,并压装在转轴上。转子铁芯与定子铁芯之间有很小的空气隙,它们共同组成电动机的磁路。转子铁芯外圆周上均匀分布的槽是用来安放转子绕组的。

转子绕组有笼型和绕线型两种结构。笼型转子绕组是由嵌在转子铁芯槽内的铜条或铝条组成,两端分别与两个短接的端环相连。如果去掉铁芯,转子绕组外形像一个鼠笼,故也称鼠笼型转子。目前中小型异步电动机大都在转子铁芯槽中采用浇注铝液,铸成鼠笼型绕组,并在端环上铸出许多叶片,作为冷却用的风扇。

绕线型转子绕组与定子绕组相似,在转子铁芯槽中嵌放对称的三相绕组,作星形联结,将三个绕组的尾端联结在一起,三个首端分别接到装在转轴上的三个铜制圆环上,通过电刷与外电路的可变电阻相连,供启动和调速用。

绕线型转子电动机结构复杂, 价格较高, 一般只用于对启动和调速要求较高的场合, 如起重机等设备。

2. 三相异步电动机工作原理

三相异步电动机的旋转是利用定子绕组中三相交流电所产生的旋转磁场与转子绕组内的感应电流相互作用而产生的。

1) 旋转磁场

(1) 旋转磁场的产生

图 1-5 为一个最简单的二极三相异步电动机定子绕组布置图。每相绕组由一个线圈组成, 三个相同的绕组 U_1 、 U_2 , V_1 、 V_2 , W_1 、 W_2 在定子铁芯槽内互成 120° 放置, 其尾端 U_2 、 V_2 、 W_2 连成一点, 作星形联结。当定子绕组的三个首端 U_1 、 V_1 、 W_1 分别与三相交流电源 L_1 、 L_2 、 L_3 接通时, 在定子绕组中便有对称的三相交流电流 i_U 、 i_V 、 i_W 流过。若电源电压的相序为 $L_1 \rightarrow L_2 \rightarrow L_3$, 电流参考方向或规定正方向如图 1-5 (a) 所示, 即从首端 U_1 、 V_1 、 W_1 流入, 从尾端 U_2 、 V_2 、 W_2 流出, 则三相电流 i_U 、 i_V 、 i_W 波形如图 1-6 所示, 它们在相位上互差 120° 电角度。

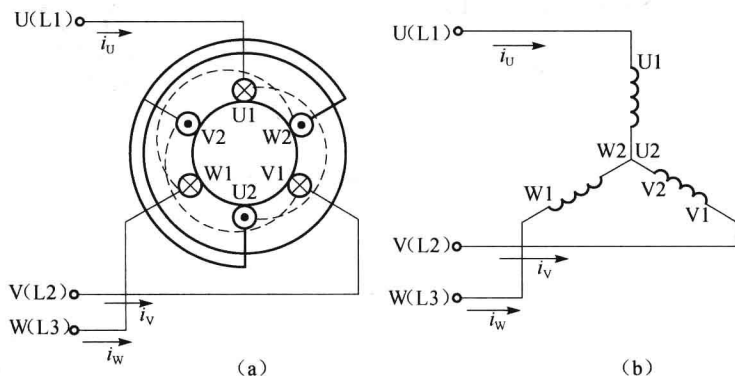


图 1-5 三相异步电动机定子绕组的布置

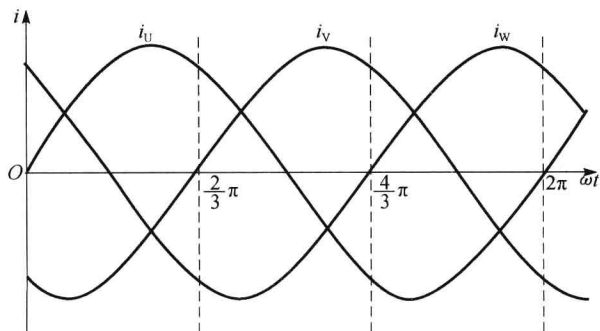


图 1-6 三相交流电流波形

下面分析三相交流电流在铁芯内部空间产生的合成磁场。当 $\omega t = 0$ 时, i_U 为零, $U1U2$ 绕组无电流; i_V 为负, 电流的真实方向与参考方向相反, 即从尾端 $V2$ 流入, 从首端 $V1$ 流出; i_W 为正, 电流真实方向与参考方向一致, 即从首端 $W1$ 流入, 从尾端 $W2$ 流出, 如图 1-7 (a) 所示。将每相电流产生的磁感线相加, 便得出三相电流共同产生的合成磁场, 这个合成磁场此刻的方向是自上而下, 相当于一个 N 极在上、S 极在下的两极磁场。用同样的方法可画出 ωt 为 $\frac{2}{3}\pi$ 、 $\frac{4}{3}\pi$ 、 2π 时各相电流的流向及合成磁场的磁感线方向, 如图 1-7 (b)、(c)、(d) 所示, 磁场沿 $U1 \rightarrow V1 \rightarrow W1$ 的方向依次旋转了 120° , 而 $\omega t = 2\pi$ 时的电流流向与 $\omega t = 0$ 时完全一样, 合成磁场又回到了开始的位置, 以后依此类推。若进一步分析其他瞬时的合成磁场, 可以发现, 各瞬间的合成磁场的磁通大小和分布情况均相同, 仅方向不同而已, 但都向一个方向旋转。因此每当正弦交流电变化一周时, 合成磁场在空间正好旋转了一周。

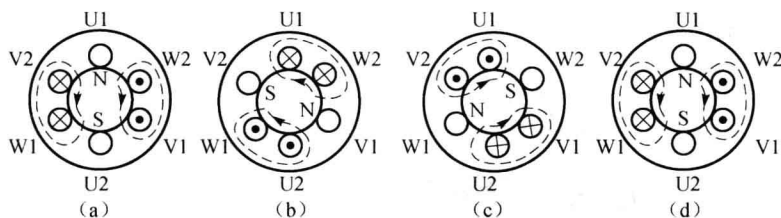


图 1-7 三相旋转磁场的产生

(a) $\omega t = 0$; (b) $\omega t = \frac{2}{3}\pi$; (c) $\omega t = \frac{4}{3}\pi$; (d) $\omega t = 2\pi$

因此, 在定子铁芯中空间互差 120° 的三个线圈中分别通入相位互差 120° 的三相交流电流时, 所产生的合成磁场是一个旋转磁场, 而且旋转磁场每秒的转数等于交流电每秒变化的周数 (即频率 f), 因此旋转磁场每分钟的旋转速度 $n = 60f$, 一般交流电的频率为 50 Hz , 所以形成的旋转磁场 3000 r/min 。

上述电动机定子绕组每相只有一个线圈, 三相定子绕组共有三个线圈, 分别置于定子铁芯的 6 个槽中。当通入三相对称电流时, 产生的旋转磁场相当于一对 N、S 磁极在旋转, 称为二极旋转磁场。普遍使用的电动机定子绕组产生的旋转磁场一般为四极旋转磁场, 每相绕组由两个线圈串联组成, 定子铁芯槽数为 12, 每个线圈平面在空间相隔 60° , 如图 1-8 所示。U 相由 $U1$ 、 $U2$ 与 $U1'$ 、 $U2'$ 串联组成, V 相由 $V1$ 、 $V2$ 与 $V1'$ 、 $V2'$ 串联组成, W 相由 $W1$ 、 $W2$ 与 $W1'$ 、 $W2'$ 串联组成, 三相定子绕组尾端 $U2'$ 、 $V2'$ 、 $W2'$ 相连形成星形联结, 首端 $U1$ 、 $V1$ 、 $W1$ 接三相电源, 此时同一相中两个线圈的首端 (如 $U1$ 与 $U1'$ 端) 在空间上相隔 180° , 而各相绕组的首端 (如 $U1$ 与 $V1$ 、 $V1$ 与 $W1$) 在空间上只相隔 60° , 因此, 当通入三相交流电流时, 可产生具有两对磁极的旋转磁场, 如图 1-8 所示。

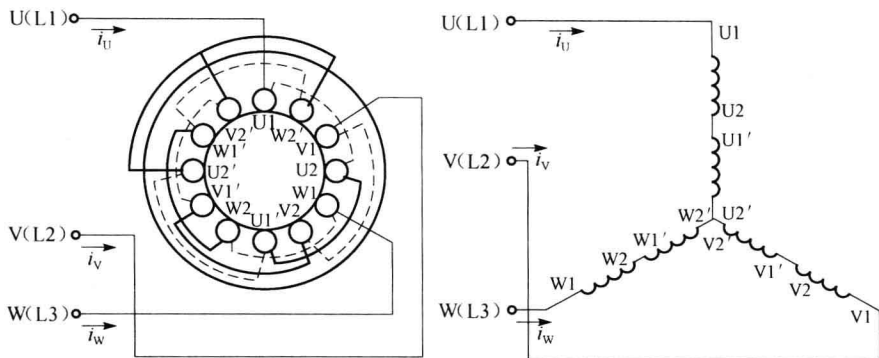


图 1-8 四极电动机定子绕组结构和接线图

当 $\omega t = 0$ 时, i_U 为零, U 相绕组无电流; i_V 为负值, i_W 为正值, V 相与 W 相电流流向及合成磁场如图 1-9 (a) 所示。 $\omega t = \frac{2}{3}\pi$ 、 $\frac{4}{3}\pi$ 及 2π 时, i_U 、 i_V 、 i_W 的流向及合成磁场情况如图 1-9 (b)、(c)、(d) 所示。当正弦交流电变化一周时, 合成磁场在空间只旋转了 180° 。由此可见, 旋转磁场的极对数越多, 其旋转磁场转速越低。

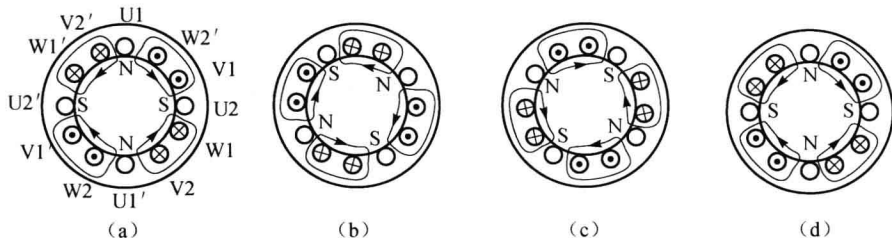


图 1-9 四极电动机旋转磁场

(a) $\omega t = 0$; (b) $\omega t = \frac{2}{3}\pi$; (c) $\omega t = \frac{4}{3}\pi$; (d) $\omega t = 2\pi$

(2) 旋转磁场的转速

如上所述, 有一对磁极的旋转磁场中, 当电流变化一周时, 旋转磁场在空间正好转过一周。对 50 Hz 的工频交流电来说, 旋转磁场每秒将在空间旋转 50 周, 其转速 $n_1 = 60f_1 = 60 \times 50 = 3\,000$ (r/min); 若旋转磁场有 2 对磁极, 则电流变化一周, 旋转磁场只转过 0.5 周, 比极对数为 1 的情况下的转速慢了一半, 即 $n_1 = 60f_1/2 = 1\,500$ (r/min); 同理, 在三对磁极的情况下, 电流变化一周, 旋转磁场仅旋转了 $1/3$ 周, 旋转磁场的转速 $n_1 = 60f_1/3 = 1\,000$ (r/min)。依此类推, 当旋转磁场具有 p 对磁极时, 旋转磁场转速为:

$$n_1 = \frac{60f_1}{p} \quad (1-1)$$

式中, n_1 ——旋转磁场转速 (r/min); f_1 ——交流电源频率 (Hz); p ——旋转磁场的极对数。

旋转磁场的转速 n_1 又称为同步转速。由式 (1-1) 可知, 它决定于电源频率 f_1 和旋转磁场的极对数 p 。当电源频率 $f_1 = 50$ Hz 时, 三相异步电动机同步转速 n_1 与磁极对数 p 的关系如表 1-1 所示。

表 1-1 $f_1 = 50$ Hz 时的旋转磁场转速

磁极对数 p	1	2	3	4	5
同步转速 $n_1 / (\text{r} \cdot \text{min}^{-1})$	3 000	1 500	1 000	750	600

(3) 旋转磁场的旋转方向

旋转磁场在空间的旋转方向是由电流相序决定的。由图 1-7 和图 1-9 中各瞬间磁场的变化可以看出, 当通入三相绕组中电流的相序为 $i_U \rightarrow i_V \rightarrow i_W$, 旋转磁场在空间是沿绕组始端方向旋转的, 即按顺时针方向旋转。如果把通入三相绕组的电流相序任意调换其中的两相, 假如调换 V、W 两相, 此时通入三相绕组电流的相序为 $i_U \rightarrow i_W \rightarrow i_V$, 则旋转磁场按逆时针方向旋转。

2) 转子的转动

(1) 转子转动的原理

当定子绕组接通三相电流后绕组中流过三相交流电流, 如图 1-10 所示为某

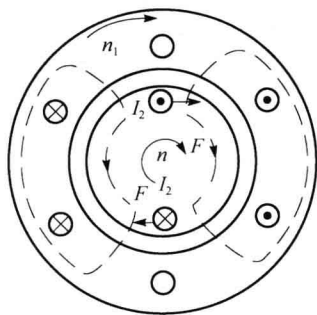


图 1-10 异步电动机转动原理

瞬间定子电流产生的磁场, 如果它以同步转速 n_1 按顺时针方向旋转, 则静止的转子与旋转磁场间就有了相对运动, 这相当于磁场静止而转子按逆时针方向旋转, 则转子导体切割磁感线, 在转子导体中产生感应电动势 E_2 , 其方向可用右手定则来确定, 转子上半部导体的感应电动势方向是出纸面的, 下半部导体的感应电动势方向是进入纸面的。由于转子导体是闭合的, 所以在转子感应电动势作用下, 流过转子的电流为 I_2 , 若忽略 I_2 与 E_2 之间的相位差, 则 I_2 的方向与转子感应

电动势方向一致。通有转子电流 I_2 的转子导体处在定子磁场中, 根据左手定则, 便可确定转子导体受到的电磁力 F 的作用方向, 如图 1-10 所示。由于转子导体是圆周均匀分布的, 所以电磁力 F 对转轴形成电磁转矩 T 的方向与旋转磁场的旋转方向相同, 于是转子就顺着定子旋转磁场旋转的方向转动起来了。

(2) 转子的转速 n 、转差率 s 与转动方向

由以上分析可知, 异步电动机转子旋转方向与旋转磁场的旋转方向一致, 但转速 n 不可能与旋转磁场的转速 n_1 相等。因为产生电磁转矩需要转子中存在感

应电动势和感应电流,如果转子转速与旋转磁场转速相等,两者之间就没有相对运动,转子导体将不切割磁感线,则转子感应电动势、转子电流及电磁转矩都不存在了,转子将减速,不可能继续以 n_1 转动。所以,转子转速 n 与旋转磁场转速 n_1 之间必然有差别,而且 $n < n_1$ 。这就是“异步”电动机名称的由来。另外,又因为产生转子电流的感应电动势是由电磁感应产生的,所以异步电动机也称为“感应”电动机。

同步转速 n_1 与转子转速 n 之差称为转速差,转速差与旋转磁场的转速之比值称为转差率,用 s 表示,即

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} \quad (1-2)$$

转差率是分析异步电动机运行情况的一个重要参数。如启动瞬间 $n=0$, $s=1$,转差率最大;空载时 n 接近 n_1 , s 很小,一般在0.005以下;若 $n=n_1$,则 $s=0$,此时称为理想空载状态,这在实际运行中是不存在的。异步电动机工作时,转差率在0~1之间变化,当电动机在额定负载下工作时,其额定转差率 $s_N=0.01\sim0.07$ 。

异步电动机的转动方向总是与旋转磁场的转向一致。要改变三相异步电动机的旋转方向,只需把定子绕组与三相电源连接的三根导线中任意两根对调,改变旋转磁场的转向,也便实现电动机转向的改变了。

3. 启动的概念

三相异步电动机的启动过程是指三相异步电动机从接入电网开始转动到额定转速为止的这一段过程。

1) 直接启动

当加在电动机定子绕组上的电压为电动机的额定电压时,电动机启动属于全压启动,也称直接启动。直接启动的优点是电气设备少,控制电路简单,维修量较小。

虽然三相异步电动机在启动时启动转矩并不大,但转子绕组中的电流 I 很大,通常可达电动机额定电流的4~7倍,在电源变压器容量不够大而电动机功率较大的情况下,直接启动将导致电源变压器输出电压下降,不仅减小电动机本身的转矩,而且会影响同一供电线路中其他电气设备的正常工作。因此,较大容量的电动机需采用降压启动。

通常规定:电源容量在180 kV·A以上,电动机容量在7 kW以下的三相异步电动机可以采用直接启动。

2) 降压启动

所谓降压启动,是指利用启动设备将电压适当降低后加到电动机的定子绕组上进行启动,待电动机启动运转后,再使其电压恢复到额定值正常运转。由于电流随电压的降低而减小,使用降压启动达到了减小启动电流的目的。但是,由于