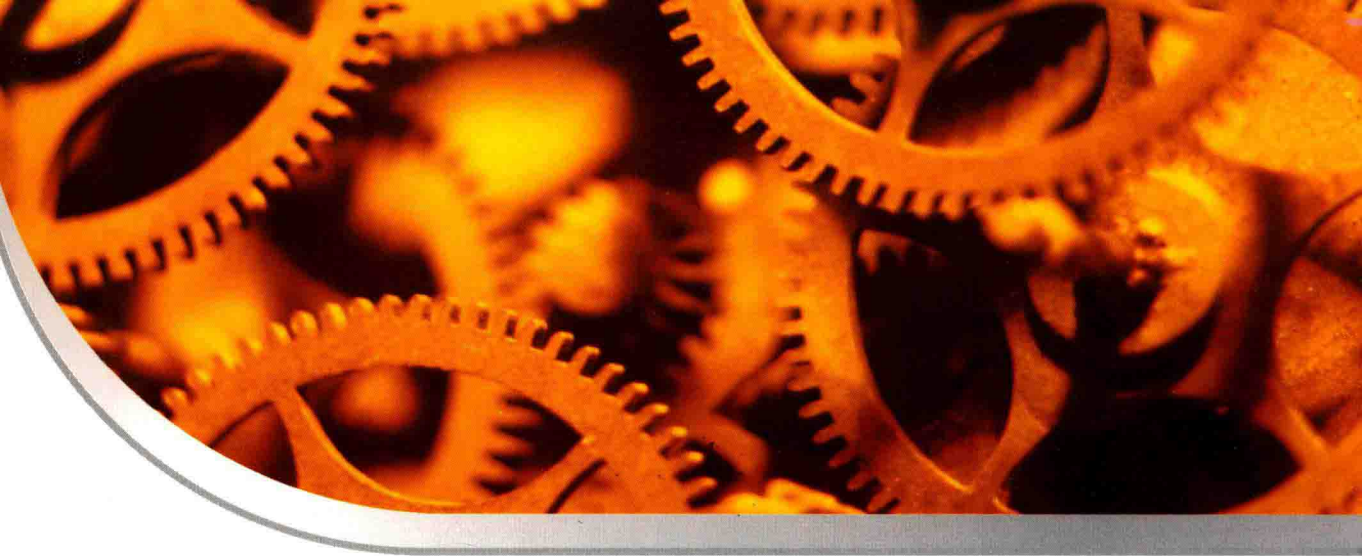




**Jidian Chuandong
Kongzhi**



工学结合·基于工作过程导向的项目化创新系列教材
国家示范性高等职业教育机电类“十二五”规划教材

机电传动 控制 (第2版)

蔡文斐 姜洪有 ▲ 主编



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



工学结合·基于工作过程导向的项目化创新系列教材
国家示范性高等职业教育机电类“十二五”规划教材

机电传动 控制 (第2版)

Jidian Chuandong Kongzhi

▲主 编	蔡文斐	姜洪有	
▲副主编	桂 伟	杜海军	金兴伟
▲参 编	尹 久	劳泽锋	
▲主 审	林新贵		



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 简 介

本书共分6个项目,内容包括:认识三相异步电动机、常用低压电器、三相异步电动机的电气控制、直流电动机及其电气控制、控制电机及其电气控制、典型机械设备的电气控制。每个项目都采用任务驱动的编写模式,以企业典型工作任务构建结构。每个任务包括任务导入、任务分析、相关知识、任务实施等,任务难度由简到繁、由易到难。

本书可作为高等职业教育机电一体化专业、数控专业及非电类等相关专业的教材,也可作为成人教育的电气控制相关课程教材,还可以供机电行业的工程技术人员用作参考书或电工考证培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

机电传动控制(第2版)/蔡文斐 姜洪有 主编. —武汉: 华中科技大学出版社, 2013. 9
ISBN 978-7-5609-8146-8

I. 机… II. ①蔡… ②姜… III. 电力传动控制设备 IV. TM921.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 131547 号

机电传动控制(第2版)

蔡文斐 姜洪有 主编

策划编辑：张 毅

责任编辑：胡凤娇

封面设计：范翠璇

责任校对：张琳

责任监印：张正林

出版发行：华中科技大学出版社（中国·武汉）

武昌喻家山 邮编: 430074 电话: (027)81321915

录 排：禾木图文工作室

印 刷：武汉科利德印务有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 20.25

字 数：503 千字

版次: 2015年2月第2版第2次印刷

定 价：38.00 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前言



高等职业教育的任务是培养动手能力强、职业素质高的高端型技能人才。为贯彻教育部〔2006〕16号文件的精神,全面落实《高职高专教育专业人才培养目标及规格》提出的“以服务为宗旨、以就业为导向”的办学方针和“以就业为导向、以能力为本位”的教育教学指导思想,根据机电一体化专业职业岗位群的要求,在充分调研的基础上,我们组织了一些实践能力较强的教师 and 行业、企业一线专家共同编写了本书。

我们在编写过程中,提出了以工学结合为切入点,以工作过程为导向的教材建设思路。根据企业的工作实际,分析机电一体化专业职业岗位群的要求和工作内容,结合学校实训设备的实际,以项目为载体整合教材结构,以任务驱动安排教学内容,打破传统的学科型课程框架,以期达到落实先进的教学理念的目的。

机电传动控制是机电工程技术人员必须掌握的专业知识。为了帮助机电一体化专业及非电类专业学生尽快掌握机电传动方面的综合知识,本书从机电一体化技术需要出发,坚持理论知识以“必需、够用”为度,突出“教中做、做中学、学中练”这一核心指导原则,努力培养学生的综合应用能力和实际动手能力。

本书由湖北轻工职业技术学院、北京经济管理职业学院、武汉商学院、湖北工业职业技术学院等院校联合编写,由蔡文斐、姜洪有担任主编,由桂伟、杜海军、金兴伟担任副主编,尹久、劳泽锋参编。全书由蔡文斐统稿,由广州番禺职业技术学院林新贵主审。

在本书的编写过程中,参阅了多种同类教材和著作,特向其编著者致以衷心感谢。此外,本书在编写过程中得到了武汉船舶重装集团、湖北新冶钢有限公司及德国克朗斯股份有限公司武汉培训部等有关单位和部门的大力帮助,在此深表谢意。

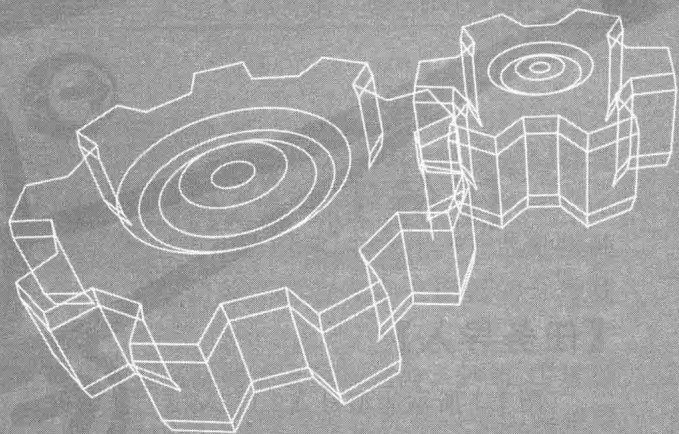
由于编者知识水平有限,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2013 年 7 月

目 录

项目 1 认识三相异步电动机	/1
任务 1 三相异步电动机的拆装与保养	/2
任务 2 三相异步电动机运行时的参数测量	/15
思考与练习 1	/34
项目 2 常用低压电器	/37
任务 1 常用低压电器的认识与使用	/38
任务 2 低压电器的拆装与维修	/84
思考与练习 2	/89
项目 3 三相异步电动机的电气控制	/93
任务 1 三相异步电动机单向控制电路的安装与调试	/94
任务 2 三相异步电动机正反转控制电路的安装与调试	/112
任务 3 三相异步电动机 Y— Δ 降压启动控制电路的安装与调试	/124
任务 4 三相异步电动机的调速、制动及控制电路	/141
思考与练习 3	/165
项目 4 直流电动机及其电气控制	/169
任务 1 认识直流电动机	/170
任务 2 直流电动机的电气控制	/187
思考与练习 4	/216
项目 5 控制电机及其电气控制	/219
任务 1 伺服电动机及其电气控制	/220
任务 2 步进电动机及其电气控制	/239
思考与练习 5	/261
项目 6 典型机械设备的电气控制	/263
任务 1 C650 型普通卧式车床电气控制电路分析	/264
任务 2 X62W 型卧式万能铣床电气控制与维修	/286
思考与练习 6	/302
附录 A 中级维修电工考试大纲	/305
附录 B 中级维修电工鉴定要求	/307
附录 C 中级维修电工技能试卷及评分标准	/311
附录 D 电气图常用图形与文字符号的新旧标准对照表	/313
参考文献	/318



项目

认识三相异步电动机

电能是现代重要的能源之一，由于电能的生产、变换、传送、分配、使用和控制都比较方便，电动机作为将电能转换为机械能及作为原动机驱动生产机械的动力设备，在现代工业中，得到广泛应用并为实现生产机械的高度自动化提供了有利条件。

交流电动机因其结构简单、运行可靠、价格低廉、维护方便，在工业中应用最广、需求量最大。工业生产、农业机械化、交通运输、国防工业等电力拖动装置中，有90%采用三相异步电动机。

本项目主要介绍三相异步电动机的结构、分类、工作原理、机械特性和工作特性。讨论三相异步电动机的常见故障分析、判断与排除。

学习目标

1. 知识目标

- (1)了解机电传动控制的任务、目的及机电传动控制系统的发展。
- (2)掌握机电传动系统的运动方程式及运动状态的分析。
- (3)熟悉和掌握三相异步电动机的结构、分类及工作原理。
- (4)掌握三相异步电动机的机械特性和工作特性。

2. 能力目标

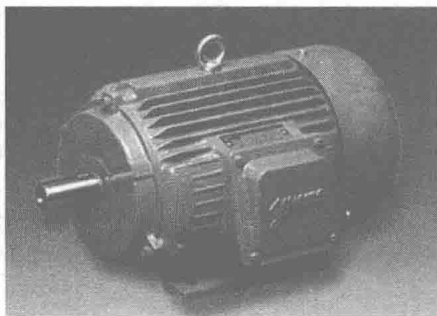
- (1)正确理解三相异步电动机的型号、铭牌含义。
- (2)掌握三相异步电动机的接线及选用原则。
- (3)会使用工具独立完成三相异步电动机的拆卸，认识三相异步电动机的各个部分。
- (4)能使用工具独立完成三相异步电动机的装配，并测试其性能。
- (5)会利用工具、仪表对三相异步电动机的常见故障进行判断并排除。



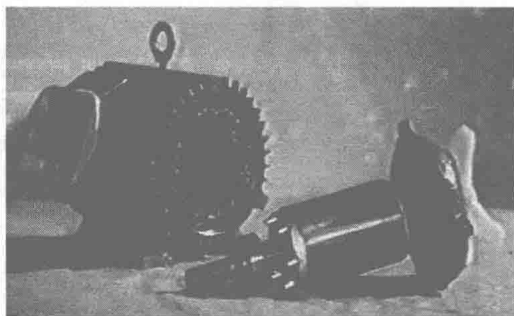
任务1 三相异步电动机的拆装与保养

【任务导入】

图 1-1 所示为型号 Y2-112M-2 三相异步电动机的外形与结构图,本任务要求完成三相异步电动机的拆卸和装配,并对装配好的电动机进行相关电气测试,完成通电运行。



(a) 三相异步电动机的外形



(b) 三相异步电动机的结构图

图 1-1 Y2-112M-2 三相异步电动机的外形与结构图

【任务分析】

本任务需完成一台型号为 Y2-112M-2 三相异步电动机的拆卸和装配。完成本任务的步骤如下:①介绍三相异步电动机的一些基本知识;②查阅三相异步电动机的使用手册和维修手册,熟悉电动机的拆装步骤与方法;③对三相异步电动机进行拆卸和装配,并熟悉和掌握三相异步电动机的种类、结构与工作原理。拆卸电动机还需要用到一些工具和仪表,因此要求大家了解这些工具和仪表的用途和正确使用方法。

【相关知识】

一、机电传动控制的任务和目的

凡是以电动机为原动机,包含控制电动机的一整套控制系统,并能完成一定生产工艺过程要求的系统,都称为机电传动控制系统。生产机械称为电动机的负载。

1. 机电传动控制的任务

- (1) 将电能转换为机械能。
- (2) 实现生产机械的启动、停止以及速度的调节。
- (3) 完成各种生产工艺过程的要求。
- (4) 保证生产过程的正常进行。



2. 机电传动控制的目的

(1)从广义上讲,机电传动控制的目的就是要使生产设备、生产线、车间乃至整个工厂都实现自动化。

(2)从狭义上讲,机电传动控制的目的是控制电动机驱动生产机械,实现生产产品数量的增加(效率)、质量的提高(精度)、生产成本的降低、工人劳动条件的改善以及能量的合理利用等。

随着生产工艺的发展,不同生产领域对机电传动控制系统的要求越来越高。例如:①重型镗床为保证加工精度和表面粗糙度,要求在极慢的稳速下进给,即要求系统有很宽的调速范围;②轧钢车间的可逆式轧机及其辅助机械,正反转操作频繁,要求在不到1s的时间内完成从正转到反转的过程,即要求系统能迅速启动、制动和反向;③电梯和提升机则要求启动和制动平稳,并能准确地停止在给定的位置上;④冷、热连轧机以及造纸机则要求各机架或各分部的转速保持一定的比例关系进行协调运转;⑤为了提高效率,由数台或十几台设备组成的生产自动线,要求统一控制或管理;⑥一些精密机床要求加工精度达到百分之几毫米,甚至几微米。

二、机电传动控制系统的发展概况

原始的机械设备由工作机构、传动机构和原动机(电动机)组成,其控制方式由工作机构和传动机构的机械配合实现。

随着电气元件和自动控制系统的发展,设备的性能不断提高,机电传动及其控制系统也在不断发展,现代机电传动控制系统一般组成如图1-2所示。

机电传动控制系统总是随着社会生产的发展而发展的。就其发展而言,可从机电传动和控制系统两个方面来讨论。

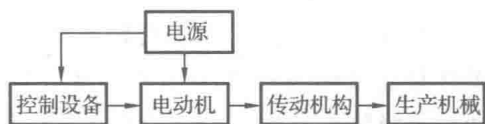


图 1-2 现代机电传动控制系统的一般组成

1. 机电传动的发展

1) 成组拖动

一台电动机拖动一根天轴(或地轴),然后再由天轴(或地轴)通过皮带轮和皮带分别拖动多台生产机械。其特点是生产效率低、劳动条件差,一旦电动机出现故障,将造成成组的生产机械停车。

2) 单电动机拖动

一台电动机拖动一台生产机械的各运动部件。这种拖动方式较成组拖动前进了一步,但当一台生产机械的运动部件较多时,其传动机构仍十分复杂。

3) 多台电动机拖动

一台生产机械的各个运动部件分别由不同的电动机来拖动。这种拖动方式不仅大大简化了生产机械的传动机构,而且为生产机械的自动化提供了有利条件,现代机电传动基本上均采用这种拖动形式。

2. 机电传动控制系统的发展

控制系统伴随控制器件的发展而发展。随着功率器件、放大器件的不断发展,机电传动控



制系统也日新月异地发展,它主要经历了以下四个阶段。

1) 继电器-接触器控制

继电器-接触器控制出现在 20 世纪初,它借助简单的接触器与继电器,实现对控制对象的启动、停车、反转以及有级调速等控制。其特点是,简单、易掌握、价格低、易维修,许多通用设备至今仍采用这种控制系统。它的缺点是,控制速度慢、控制精度差且体积大、功耗大。

2) 电机放大机控制

电机放大机控制是 20 世纪 30 年代出现的一种控制系统,它使控制系统从断续控制发展到连续控制,减少了电路的触点,提高了控制系统的可靠性并使生产效率得到提高。

3) 磁放大器控制和大功率可控整流器控制

磁放大器控制和大功率可控整流器控制是 20 世纪 40 年代出现的一种控制系统,其最后的主流代表是大功率晶闸管、晶体管控制,它开辟了机电传动自动控制系统的新时代,同时在控制理论中出现了采样控制、工业控制中出现了单片机和 PLC 控制。晶闸管、晶体管控制特点是,效率高、控制特性好、反应快、寿命长、易维护、体积小、质量轻。

4) 计算机数字控制(CNC)

计算机数字控制(CNC)是 20 世纪 70 年代初出现的一种控制,主要应用于数控机床和加工中心。它强化了自动化程度,提高了机床的通用性和加工效率,并为机械加工的全部自动化创造了物质基础。

20 世纪 80 年代,由于数控机床、工业机器人和计算机的应用出现了机械加工自动线——柔性制造系统(FMS),它并作为实现自动化车间和自动化工厂的重要组成部分。机械制造自动化高级阶段是走向设计、制造一体化,即利用计算机辅助设计(CAD)与计算机辅助制造(CAM)形成产品设计和制造过程的完整系统。计算机集成制造系统(CIMS)的目标是实现制造过程的高效率、高柔性、高质量。研制计算机集成制造系统是人们今后的任务。

三、机电传动控制课程的性质和基本任务

1. 机电传动控制课程的性质

机电传动控制课程是一门应用性很强的机电一体化专业基础课程。本课程实践性强,与生产实际联系紧密,知识的覆盖面较宽,具有强电与弱电结合,机、电、液结合的特点。机电传动与控制技术在生产、科学研究和其他领域有着十分广泛的应用。

本课程主要内容是以电动机和其他执行电器为主要对象,重点介绍交、直流电动机,控制电动机,常用低压电器的基本结构、原理与选用,基本电气控制电路的原理与应用,机床电气控制电路,电气控制电路的设计等内容。

本课程从应用的角度出发,力求理论联系实际,努力贯彻高职教育机电类岗位高技能人才培养的宗旨,以工学结合为指导思想,以就业为导向,强调学历教育与职业技能“双证”融合的教育理念,力求提高学生的动手能力和综合素质,积极实现高职教育高技能人才培养目标定位的教学内涵。

2. 机电传动控制课程的基本任务

(1)掌握交、直流电动机和控制电机的结构原理、种类、用途、型号及机械特性,达到能正确

的使用和选用的目的。

(2)熟悉常用低压电器的基本原理、用途及型号,达到能正确的使用和选用的目的。

(3)掌握基本电气控制电路的工作原理和分析方法,具有电气控制电路的故障排查能力。

(4)熟悉和掌握典型生产机械电气控制电路,具有从事机电传动设备的安装、调试、运行和维护等技术工作能力。

(5)具有设计、改造、革新一般生产机械控制系统的初步能力。

(6)配合电工考证。

四、三相异步电动机的基本结构

1. 电机的类型

电机的类型很多,按其功能用途来分,可以归纳如下,如图 1-3 所示。

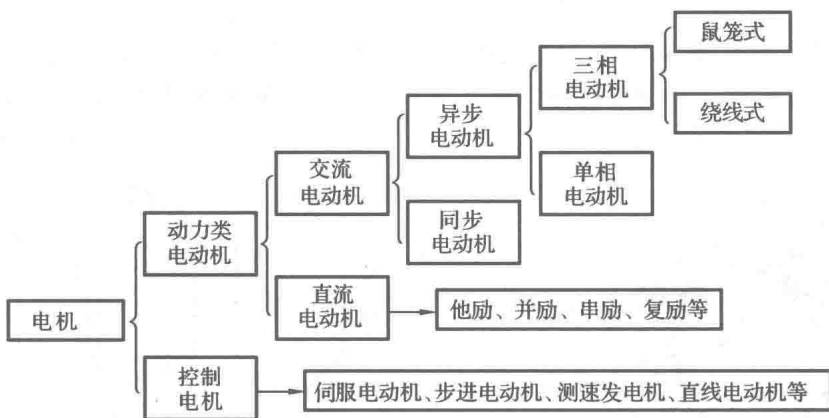


图 1-3 电机的类型

2. 三相异步电动机的基本结构

1) 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。三相异步电动机主要由定子、转子和气隙三大部分组成,此外,还有端盖、轴承、接线盒、风扇等其他附件。定子是静止不动的部分,转子是旋转的部分,且定子和转子之间的气隙。图 1-4 所示为三相异步电动机的结构图。

2) 各组成部分的作用

(1) 定子。

定子的主要作用是产生旋转磁场。三相异步电动机的定子一般由机座、定子铁芯与定子绕组等部分组成。

① 机座:由铸铁或铸钢浇铸成形,它的作用是保护和固定三相异步电动机的定子绕组。中小型三相异步电动机的机座还有两个端盖支承着转子。机座是三相异步电动机的重要组成部分。通常,机座的外表要求散热性能好,所以一般都铸有散热片。

② 定子铁芯:异步电动机定子铁芯是电动机磁路的一部分,由 0.35~0.5 mm 厚的表面

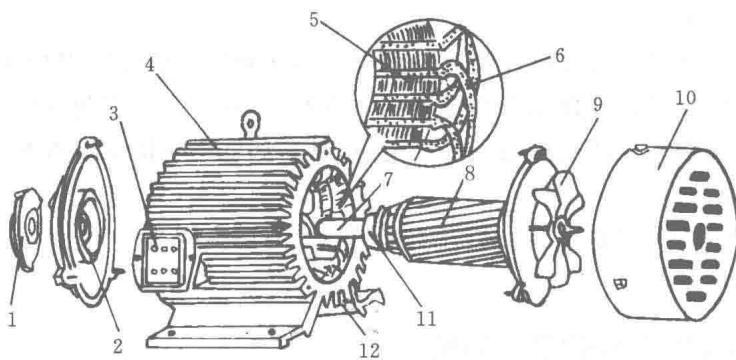


图 1-4 三相异步电动机的结构图

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

涂有绝缘漆的薄硅钢片叠压而成,用来减小由于交变磁通而引起的铁芯涡流损耗。定子和转子的钢片如图 1-5 所示。硅钢片较薄而且片与片之间是绝缘的,铁芯内有均匀分布的槽口,用来嵌放定子绕组。

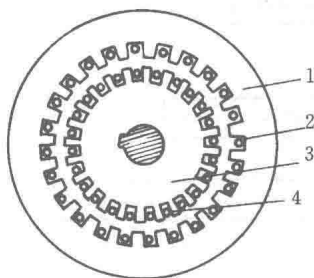


图 1-5 定子和转子的钢片

1—定子铁芯硅钢片;2—定子绕组;
3—转子铁芯硅钢片;4—转子绕组

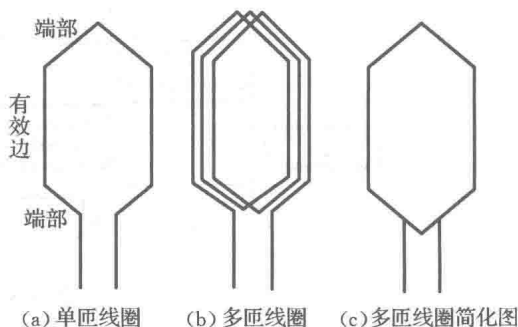


图 1-6 定子绕组的线圈示意图

③ 定子绕组:定子绕组是三相异步电动机的电路部分,当三相异步电动机的三相绕组通入三相对称电流时,就会产生旋转磁场。三相绕组由三个彼此独立的绕组组成,每个绕组在空间上相差 120° 。每个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。定子绕组的线圈示意图如图 1-6 所示。

(2) 转子。

转子由转子铁芯、转子绕组和转轴三部分组成。

① 转子铁芯:用 0.5 mm 厚的硅钢片叠压而成,套在转轴上,转子硅钢片冲片如图 1-5 所示。转子铁芯的作用和定子铁芯的作用相同,一方面作为电动机磁路的一部分,另一方面用来安放转子绕组。

② 转子绕组:异步电动机的转子绕组分为绕线式和鼠笼式两种,由此将交流电动机分为绕线式异步电动机与鼠笼式异步电动机。

③ 绕线式绕组:与定子绕组一样也是一个三相绕组,一般接成Y形,三相引出线分别接到转轴上的三个与转轴绝缘的集电环上,通过电刷装置与外电路相连,这就有可能在转子电路中串接电阻或电动势以改善电动机的运行性能,如图1-7所示。

④ 鼠笼式绕组:在转子铁芯的每一个槽中插入一根铜条(称为导条),在铜条两端各用一个铜环(称为端环)把导条连接起来,称为铜排转子,如图1-8(a)所示。也可用铸铝的方法,把转子导条和端环风扇叶片用铝液一次浇铸而成,称为铸铝转子,如图1-8(b)所示。中小型异步电动机一般采用铸铝转子。

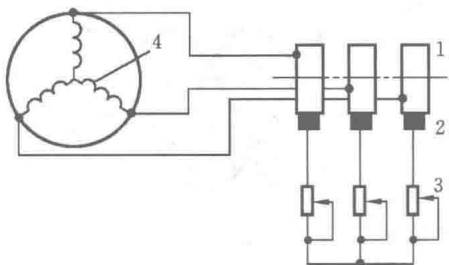
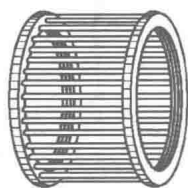
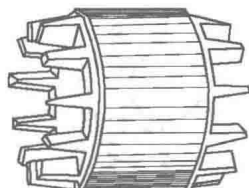


图1-7 绕线式转子绕组与外加变阻器的连接

1—集电环;2—电刷;3—变阻器;4—转子绕组



(a) 铜排转子



(b) 铸铝转子

图1-8 笼形转子绕组

(3) 气隙。

三相异步电动机的气隙是均匀的,是磁路的组成部分之一,中小型异步电动机的气隙一般为0.2~1.5 mm。

气隙的大小对三相异步电动机的性能影响极大。气隙大,则磁阻大,由电网提供的励磁电流(滞后的无功电流)大,使电动机运行时的功率因数降低。但是气隙过小,将使装配困难,运行不可靠,易发生“扫膛”。

(4) 其他部分。

其他部分包括端盖、风扇等。端盖除了起防护作用外,在端盖上还装有轴承,用于支撑转子轴。风扇则用来通风冷却电动机。

注意 绕线式异步电动机还装有电刷短路装置。当电动机启动完毕而又不需调速时,可操作手柄将电刷提起切除全部电阻,同时使三只集电环短路起来,其目的是减少电动机在运行中电刷磨损和摩擦损耗。

五、三相异步电动机的工作原理

1. 三相异步电动机旋转磁场的产生

三相异步电动机转子之所以会旋转并实现能量转换,是因为转子气隙内有一个旋转磁场。下面来讨论旋转磁场的产生。

1) 旋转磁场的产生

当电动机定子绕组通以三相对称电流时,各相绕组中的电流将产生自己的磁场。由于电流随时间变化而变化,它们产生的磁场也将随时间变化而变化,而三相电流产生的合成磁场不仅随时间变化而变化,而且在空间上旋转,故称旋转磁场。

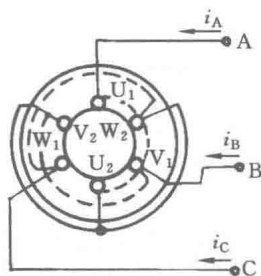


三相定子绕组如图 1-9 所示, U_1U_2 、 V_1V_2 、 W_1W_2 为三相定子绕组, 在空间上彼此相隔 120° , 接成 Y 形。若三相绕组的首端 U_1 、 V_1 、 W_1 接在三相对称电源上, 则有三相对称电流通过三相绕组。若电源的相序为 U、V、W 且 U 相的初相角为零, 则各相电流的瞬时值为

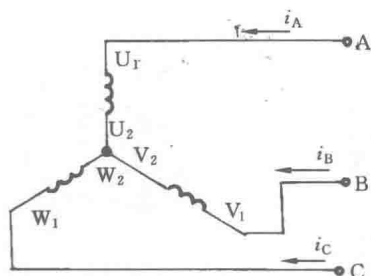
$$i_U = \sin \omega t$$

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

$$i_W = \sin(\omega t + 120^\circ)$$



(a) 嵌放情况



(b) Y形连接接线图

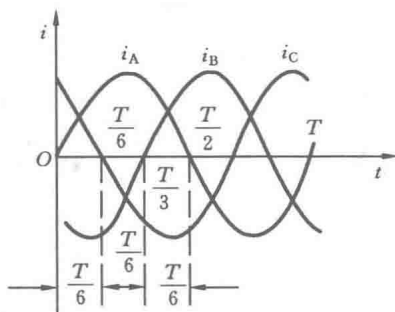


图 1-10 三相交流电流波形图

图 1-9 三相定子绕组

三相交流电流波形图如图 1-10 所示。

假设电流为正值时, 在绕组中从始端流向末端, 电流为负值时, 在绕组中从末端流向首端。在 $\omega t = 0^\circ$ 的瞬间, $i_U = 0$, i_V 为负值, i_W 为正值, 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, 如图 1-11(a) 所示, 可见此时的合成磁场是一对磁极 (即二极), 上为北极 N, 下为南极 S。

在 $\omega t = 60^\circ$, 即经过 $1/6$ 周期后, i_U 由零变成正的最大值, i_V 仍为负值, $i_W = 0$, 如图 1-11(b) 所示, 这时合成磁场的方位与 $\omega t = 0^\circ$ 时的相比, 已按逆时针方向转过了 60° 。应用同样的方法, 可以得出如下结论: 当 $\omega t = 120^\circ$ 时, 合成磁场就按逆时针方向转过了 120° , 如图 1-11(c) 所示; 当 $\omega t = 180^\circ$ 时, 合成磁场按逆时针方向旋转了 180° , 如图 1-11(d) 所示; 按此分析, 当 $\omega t = 360^\circ$ 时, 合成磁场按逆时针方向旋转了 360° , 即转一周, 此时又如图 1-11(a) 所示一样。

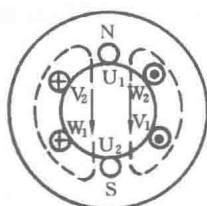
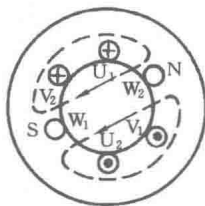
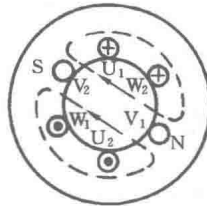
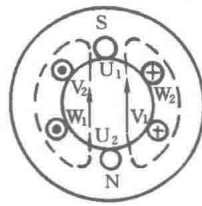
(a) $t=0$ (b) $t=T/6$ (c) $t=T/3$ (d) $t=T/2$

图 1-11 两极旋转磁场示意图

由以上分析可知, 当对称三相电流 i_U 、 i_V 、 i_W 分别通入对称三相绕组 U_1U_2 、 V_1V_2 、 W_1W_2 时, 所产生的合成磁场是一个随时间变化而变化且在空间上产生旋转的磁场。它是三相异步电动机产生旋转的主要原因。

2) 旋转磁场的转速(同步转速)

三相电动机定子旋转磁场的转速 n_0 , 与定子电流频率 f 及磁极对数 p 有关, 其关系为

$$n_0 = \frac{60f}{p} \quad (1-1)$$

式中:

f —— 电源频率, 我国的电源频率为 50 Hz;

p —— 电动机的磁极对数。

当电动机的磁极对数 $p=1$ 时, 同步转速为 3 000 r/min; 电动机的磁极对数为 $p=2$ 时, 同步转速为 1 500 r/min; 电动机的磁极对数为 $p=3$ 时, 同步转速为 1 000 r/min。

3) 旋转磁场的旋转方向

旋转磁场的旋转方向由三相交流电的相序决定, 改变三相交流电的相序, 即将 U—V—W 变为 U—W—V, 则旋转磁场反向。因此, 若要改变电动机的转向, 只要将定子绕组接到电源的三根导线中的任意两根相线对调就可以实现了。

2. 三相异步电动机的工作原理

图 1-12 所示为三相异步电动机的工作原理示意图。其工作原理如下: 在电动机的对称三相定子绕组内通入三相对称交变电流后, 电动机气隙中产生旋转磁场, 设旋转磁场按顺时针方向旋转, 此时转子导体沿逆时针方向旋转切割磁力线, 从而产生感应电动势, 其方向由右手定则判定。由于转子导体是闭合的, 所以, 在感应电动势的作用下, 转子导体内就有感应电流流过, 即转子电流。转子电流在旋转磁场中与磁场相互作用产生电磁力, 其方向用左手定则判定。电磁力对转轴形成一个转矩, 称为电磁转矩 T , 同时实现电能到机械能的变换。电磁转矩 T 的方向与旋转磁场方向一致, 驱动着转子顺着旋转磁场的方向转动。

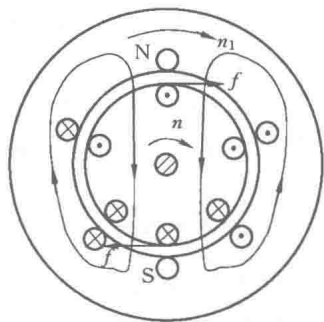


图 1-12 三相异步电动机的工作原理示意图

注意 ①由于转子电流的产生和电能的传递是基于电磁感应现象形成的, 所以异步电动机也称为感应电动机。②绕线式异步电动机和鼠笼式异步电动机的转子构造虽然不同(前者是通过电刷和滑环同外部电路连接形成闭合回路), 但工作原理基本相同。

3. 三相异步电动机的转差率

由于转子转速不等于同步转速, 所以将这种电动机称为异步电动机, 而将转速差 ($n_0 - n$) 与同步转速 n_0 的比值称为异步电动机的转差率, 用 S 表示, 即

$$S = \frac{n_0 - n}{n_0} \quad (1-2)$$

式中:

n_0 —— 旋转磁场的转速(同步转速);

n —— 转子的转速。

通常异步电动机在额定负载时, n 接近于 n_0 , 转差率 S 很小, 为 0.015~0.060。



小问题

问:转差率 S 与电动机的运行状态有何关系?能量如何转换?

答:① 当 $0 < n < n_0$ 时,即 $0 < S < 1$ 时,电动机为电动运行状态(电能 $\rightarrow$ 机械能);

② 当 $n > n_0$ 时,即 $S < 0$ 时,电动机为发电运行状态或再生发电制动状态(机械能 $\rightarrow$ 电能);

③ 当 $n < 0$ 时,即 $S > 1$ 时,电动机为电磁制动运行状态(机械能和电能 $\rightarrow$ 热能);

④ 当 $n = 0$ 时,即 $S = 1$ 时,电动机为停止状态。

【任务实施】

一、实施环境

(1)机电传动控制实训室。

(2)装有三相异步电动机的生产机械或实训室实验用电动机、手锤、活扳手、套筒扳手、拉具、卡尺、吹尘器、铜棒、铜板块、偏口钳、螺丝刀、润滑油、煤油、变压器油、万用表、500 V 兆欧表、钳形电流表、电控实训台、导线、多媒体教学设备、专业网站等。

(3)相应的三相异步电动机使用、维修手册或资料。

二、实施步骤

以 Y2-112M-2 系列小功率三相异步电动机拆卸为例。

1. 拆卸前的准备

(1)备齐常用电工工具及拉具等拆卸工具。

(2)查阅并记录被拆电动机的型号、外形和主要技术参数。

(3)在端盖、轴、螺钉、接线桩等零件上做好标记,以便修复后的装配。

2. 拆卸步骤

三相异步电动机拆卸示意图如图 1-13 所示。



图 1-13 三相异步电动机拆卸示意图

(1)切断电源。拆开电动机与电源的连线,并对电源线的接头做好绝缘处理。

(2)脱开皮带轮或联轴器,松掉地脚螺钉和接地螺栓。

(3)拆卸皮带轮或联轴器,先将皮带轮或联轴器上的紧定螺钉或销子松脱或取下,再用专用工具转动丝杠,把皮带轮或联轴器慢慢拉出。

(4)卸下电动机尾部的风罩、风扇。拆卸皮带轮后,就可把风罩卸下来。然后取下风扇上的定位螺栓,用锤子轻敲风扇四周,旋卸下来或从轴上顺槽拔出,卸下风扇。

(5)拆下前轴承外盖和前、后端盖。用木棒伸进定子铁芯顶住前端盖内侧,用榔头将前端盖敲离机座,最后拉下前、后轴承及轴承内盖。一般小型电动机都只拆风扇一侧的端盖。

(6)从定子中取出转子。

三相异步电动机几个主要部件的拆卸方法如下。

1) 轴承的拆卸

拆卸轴承常用的方法有搁在圆筒上拆卸,如图 1-14(a)所示;用铜棒拆卸,如图 1-14(b)所示;用拉具拆卸,如图 1-14(c)所示;此外还有加热拆卸和轴承在端盖内的拆卸等。



图 1-14 轴承拆卸

2) 小型转子的取出

小型转子可直接从定子腔中抽出,抽出转子时应小心缓慢,不能歪斜。对于大中型电动机,其转子质量较重,则要用起重设备将转子吊出。

3) 旧绕组拆除

(1)旧绕组拆除前应详细记录电动机的铭牌数据和绕组数据。

(2)冷拆法。

在小型电动机中,一般采用半封口式线槽,拆卸绕组比较困难,方法是用一把锋利的带斜度的扁铲,将扁铲的斜面平放在槽口上,用铁锤敲击,便可以将导线一根一根地铲断,操作时用力不要太猛,以防把铁芯铲坏。

(3)热拆法。

对于难以取出的线圈,可以用加热法将旧线圈加热到一定温度,再将定子绕组从槽楔中拉出来。常用的加热方法有:用电热鼓风恒温干燥箱加热法;通电加热法;用木柴直接燃烧法等。

3. 保养

(1)清尘。

用吹尘器吹去定子绕组中的积尘,并用抹布擦净转子体,检查定子和转子有无损伤。



(2) 轴承清洗。

将轴承和轴承盖先用煤油浸泡后,用油刷清洗干净,再用棉布擦净。

(3) 轴承检查。

检查轴承有无裂纹,再用手旋转轴承外套,观察其转动是否灵活、均匀,如发现轴承有卡住或过松现象,要用塞尺检查轴承磨损情况,如超过表 1-1 的允许值,应考虑更换新轴承。

表 1-1 滚动轴承的允许磨损值

轴承内径/mm	最大磨损/mm	轴承内径/mm	最大磨损/mm
20~30	0.1	85~120	0.3~0.4
35~80	0.2	120~150	0.4~0.5

(4) 更换轴承。

更换轴承时,应将其放入 70~80 °C 的变压器油中加热 5 min 左右,待全部防锈脂熔去后,再用煤油清洗干净,并用棉布擦净待装。

4. 装配

电动机的装配工序与拆卸时的工序相反。装配前,各配合处要先清理除锈,装配时应按各部件拆卸时所做标记复位。

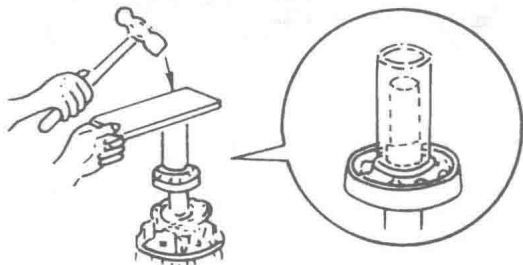


图 1-15 冷套法安装轴承

轴承的装配方法如下。

(1) 冷套法。

如图 1-15 所示,把轴承套到轴上,用一段铁管,一端对准轴颈,顶在轴承的内圈上,用手锤敲打另一端,缓慢地敲入。

(2) 热套法。

轴承可放在温度为 80~100 °C 的变压器油中,加热 20~40 min,趁热迅速把轴承一直推到轴

肩,冷却后自动收缩套紧。

已装配的轴承要在其内外套之间加注润滑脂不要过满,要均匀。轴承的内、外盖中也要加注润滑脂,一般使其占盖容积的 1/3~1/2。

5. 拆卸和装配时注意事项

- (1) 在拆卸端盖前,不要忘记在端盖和机座的接缝处做好标记。
- (2) 拆卸转子和安装转子时,注意不要碰伤定子绕组。
- (3) 在拆卸和装配时要小心仔细,不要损坏零部件。
- (4) 竖立转子时,地面上必须垫木板。
- (5) 紧固端盖螺栓时,要按对角线方向上左右逐步拧紧。
- (6) 在拆卸和装配时,不能用手锤直接敲打零部件,必须垫上铜块或木板。
- (7) 操作时注意安全及环境保护。