

高职高专机电类规划教材

# 电机与电气控制

施振金 主编

刘惠鑫 王 军 副主编

人民邮电出版社  
北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

电机与电气控制 / 施振金主编. —北京: 人民邮电出版社, 2007.12

高职高专机电类规划教材  
ISBN 978-7-115-16873-3

I. 电… II. 施… III. ①电机学—高等学校: 技术学校—教材 ②电气控制—高等学校: 技术学校—教材  
IV. TM3 TM921.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 146634 号

## 内 容 提 要

本书以三相异步电动机的控制为主线, 介绍常用低压电器元件、电动机、可编程控制器 (PLC)、变频器等的基本组成、工作原理及其使用方法; 并分别介绍三相异步电动机基本控制环节的继电器—接触器控制、PLC 控制及变频器控制方法, 并给出电动机在机床控制中的应用实例。

本书在编写上有很强的针对性, 结合了高职高专教育新理念和一些高职高专教学改革经验与成果, 做到了浅显好学, 精简好用, 重点突出, 通俗易懂。

本书可作为高职高专机电类专业教材, 也可供相关工程技术人员参考。

高职高专机电类规划教材

## 电机与电气控制

- 
- ◆ 主 编 施振金  
副 主 编 刘惠鑫 王 军  
责任编辑 潘新文
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号  
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
三河市海波印务有限公司印刷  
新华书店总店北京发行所经销
  - ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 13.5  
字数: 321 千字 2007 年 12 月第 1 版  
印数: 1—3 000 册 2007 年 12 月河北第 1 次印刷

---

ISBN 978-7-115-16873-3/TN

定价: 20.00 元

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223

# 高职高专机电类规划教材

## 编 审 委 员 会

主 任：郭建尊

副主任：赵小平 孙小捞 马国亮

委 员：（以姓氏拼音为序）

毕建平	陈建环	陈桂芳	陈 静	程东风	杜可可
巩运强	霍苏萍	郝 屏	黄健龙	孔云龙	李大成
李俊松	娄 琳	李新德	李秀忠	李银玉	李 英
李龙根	马春峰	宁玉伟	瞿彩萍	施振金	申辉阳
申晓龙	田光辉	童桂英	王 浩	王宇平	王金花
解金榜	于保敏	杨 伟	曾和兰	张伟林	张景耀
张月楼	章志芳	张 薇	赵晓东	周 兰	

# 编者的话

本书以电动机的控制为核心，将“电机原理”、“电力拖动基础”、“机床电气控制”、“可编程控制器”及“变频器”等课程进行了有机整合。全书以培养应用型人才为目标，以技能和工程应用能力的培养为出发点，突出实际应用，在内容上进行了较大的改进，删除了陈旧过时、偏深的内容，减少了繁杂的公式推导和不必要的重复，加强了定性分析，增加了新技术、新器件方面的内容。

本书共分6章，内容包括：电动机的原理与应用、电动机的继电器控制、电动机的PLC控制、电动机的变频器控制以及电动机在机床控制中的应用实例等。

本书通俗易懂，案例丰富，书中许多例子均来自于工厂实践，应用性强，特别适合作为高等职业院校的机电一体化技术方面的教材。

本书由施振金（广东机电职业技术学院）担任主编，刘惠鑫（沈阳理工大学应用技术学院）、王军（湖北荆门职业技术学院）担任副主编。其中施振金编写绪论和第2章，刘惠鑫编写第5章第1、2、5节，吴昱（三一重型装备有限公司）编写第1章；由宁玉伟（许昌职业技术学院）编写第3章；杨一平（许昌职业技术学院）编写第4章第1节；由王浩（广东机电职业技术学院）编写第4章第2、3、4、5、6节；王军编写第5章第3、4节；曾晓玲（广东机电职业技术学院）老师编写第6章。赵海波副教授（沈阳理工大学应用技术学院）及于春生总工程师（沈阳勃孚技术产业总公司）对全书进行了认真审阅，提出了许多宝贵的修改和补充意见，在此表示衷心的感谢。

由于编者的水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

编者

2007年8月

# 丛书前言

目前, 高职高专教育已成为我国普通高等教育的重要组成部分。“十一五”期间, 国家将安排 20 亿元专项资金用来支持 100 所高水平示范院校的建设, 如此大规模的建设计划在我国职业教育发展历史上还是第一次, 这充分表明国家正在深化高职高专教育的深层次的重大改革, 加大力度推动生产、服务第一线真正需要的应用型人才的培养。

为适应当前我国高职高专教育如火如荼的发展形势, 配合高职高专院校的教学和教材改革, 进一步提高我国高职高专教育质量, 人民邮电出版社在相关教育、行政主管部门的大力支持下, 组织专家、高职高专院校的骨干教师及相关行业的工程师, 共同策划编写了一套符合当前职业教育改革精神的高质量实用型教材——“高职高专机电类规划教材”。

本系列教材充分体现了高职高专教育的特点, 突出了理论和实践的紧密结合, 本着“易学, 易用”的编写原则, 强调学生创造能力、创新精神和解决实际问题能力的培养, 使学生在 2~3 年的时间内充分掌握基本技术技能和必要的基本知识。

本系列教材按照如下的原则组织、策划和编写, 以尽可能地适应当今高职高专教育领域教学改革和教材建设的新需求和新特点。

1. 着重突出“实用”特色。概念理论取舍得当, 够用为度, 降低难度。对概念和基本理论, 尽量用具体事物或案例自然引出。
2. 基本操作环节讲述具体详细, 可操作性强, 使学生很容易掌握基本技能。
3. 内容紧随新技术发展, 将新技术、新工艺、新设备、新材料引入教材。
4. 尽可能将实物图和原理图相结合, 便于学生将书本知识与生产实践紧密联系起来。
5. 每本书配备全面的教学服务内容, 包括电子教案、习题答案等。

本系列教材第一批共有 22 本, 涵盖了高职高专机电类各专业的专业基础课和数控、模具、CAD/CAM 专业的大部分专业课, 将在 2007 年年底出版。

为方便高职高专老师授课和学生学习, 本系列教材将提供完善的教学服务体系, 包括多媒体教学课件或电子教案、习题答案等教学辅助资料, 欢迎访问人民邮电出版社网站 <http://www.ptpress.com.cn/download/>, 进行资料下载。

我们期望, 本系列教材的编写和推广应用, 能够进一步推动我国机电类职业技术教育的教学模式、课程体系和教学方法的改革, 使我国机电类职业技术教育日臻成熟和完善。欢迎更多的老师参与到本系列教材的建设中来。对本系列教材有任何的意见和建议, 或有意向参与本系列教材后续的编审工作, 请与人民邮电出版社教材图书出版分社联系, 联系方式: 010-67145004, [panxinwen@ptpress.com.cn](mailto:panxinwen@ptpress.com.cn)。

“高职高专机电类规划教材”丛书编委会

2007.5

# 目 录

绪论	1
第 1 章 三相异步电动机	6
1.1 三相异步电动机基础	6
1.1.1 三相异步电动机的结构	6
1.1.2 三相异步电动机的基本原理	10
1.1.3 三相异步电动机的铭牌	15
1.2 三相异步电动机的选择	17
1.3 三相异步电动机的安装与使用	19
本章小结	21
习题 1	22
第 2 章 三相异步电动机的基本控制	24
2.1 三相异步电动机的全电压启动	24
2.1.1 全电压启动相关低压电器元件介绍	24
2.1.2 常用的全电压启动控制方式	36
2.2 三相异步电动机的降压启动	39
2.2.1 降压启动相关低压电器元件介绍	39
2.2.2 常用的降压启动方式	48
2.3 三相异步电动机的正反转控制	51
2.3.1 电动机的“正-停-反”控制	51
2.3.2 电动机的“正-反-停”控制	52
2.3.3 电动机的正反转自动循环控制	52
2.4 三相异步电动机的制动控制	52
2.4.1 制动控制相关低压电器元件介绍（速度继电器）	53
2.4.2 常用的制动控制方式	54
2.5 三相异步电动机的变速	56
2.6 三相异步电动机的保护环节	59
本章小结	60
习题 2	60
第 3 章 典型机床控制线路	62
3.1 机床电路图的分析	62

3.1.1	电气控制系统图中的图形符号和文字符号	62
3.1.2	电气原理图	62
3.1.3	电气元件布置图	63
3.1.4	电气安装接线图	64
3.2	电葫芦的电气控制	66
3.2.1	电葫芦概述	66
3.2.2	电葫芦的电气控制	66
3.3	C650 卧式车床的电气控制	68
3.3.1	C650 卧式车床概述	68
3.3.2	C650 型车床的电气控制	69
3.4	Z3040 型摇臂钻床的电气控制	72
3.4.1	Z3040 型摇臂钻床概述	72
3.4.2	Z3040 型摇臂钻床的电气控制	73
3.5	XA6132 型卧式万能铣床的电气控制	76
3.5.1	XA6132 型卧式万能铣床概述	76
3.5.2	XA6132 型卧式万能铣床电气控制电路分析	78
3.6	T68 型卧式镗床的电气控制	83
3.6.1	T68 型卧式镗床概述	83
3.6.2	T68 型卧式镗床电气控制电路分析	84
3.7	M7120 型平面磨床的电气控制线路分析	89
3.7.1	M7120 型平面磨床概述	89
3.7.2	电气控制线路分析	89
	本章小结	93
	习题 3	93
<b>第 4 章</b>	<b>三相异步电动机的 PLC 控制</b>	<b>95</b>
4.1	PLC 的分类、组成及工作原理	95
4.1.1	PLC 系统的组成	95
4.1.2	PLC 的工作原理	97
4.1.3	PLC 的表达方式	98
4.1.4	PLC 的技术指标	100
4.1.5	PLC 的分类	101
4.1.6	FX 系列微型 PLC 的型号	101
4.1.7	PLC 的输入输出方式	102
4.2	FX <sub>IN</sub> 系列 PLC 内部的软元件	103
4.2.1	输入继电器 X 和输出继电器 Y	103
4.2.2	辅助继电器 M	104
4.2.3	特殊辅助继电器	104
4.2.4	定时器 T	105

4.2.5	计数器 C	106
4.2.6	常数 K、H	108
4.3	FX 系列 PLC 的基本逻辑指令系统及编程方法	108
4.3.1	I/O 指令 (LD、LDI、OUT)	108
4.3.2	单个触点及电路块的串并联指令	109
4.3.3	脉冲指令及脉冲检出指令	110
4.3.4	置位复位指令 (SET, RST)	112
4.3.5	堆栈指令 (MPS, MRD, MPP)	112
4.3.6	主控及主控复位指令 (MC, MCR)	113
4.3.7	其他指令	113
4.3.8	步进梯形指令	114
4.4	编程实例及注意事项	117
4.4.1	定时器应用电路	117
4.4.2	编程注意事项	119
4.5	用 PLC 控制电动机的基本环节	121
4.5.1	电动机的启动/停止控制	121
4.5.2	电动机的正反转控制	122
4.5.3	电动机的星形-三角形减压启动控制	123
4.5.4	电动机的制动	123
4.6	典型机床的用 PLC 控制	124
4.6.1	C650 卧式车床的 PLC 控制	124
4.6.2	Z3040 摇臂钻床的 PLC 控制	126
4.6.3	T68 卧式镗床的 PLC 控制	128
	本章小结	132
	习题 4	132
第 5 章	其他电机	133
5.1	单相异步电动机	133
5.1.1	单相异步电动机的基本结构	133
5.1.2	单相异步电动机的工作原理	134
5.1.3	单相异步电动机的主要类型和启动方法	135
5.1.4	单相异步电动机的正反转控制	138
5.1.5	单相异步电动机的调速	138
5.1.6	三相异步电动机的单相运行	139
5.2	直流电机	140
5.2.1	直流电机的可逆原理	140
5.2.2	直流电机的结构	141
5.2.3	直流电动机工作原理	144
5.2.4	直流电动机的调速方法	145

5.2.5	直流电机的铭牌	146
5.2.6	直流电动机的分类	148
5.2.7	直流电机主要系列	149
5.3	伺服电动机	149
5.3.1	直流伺服电动机	149
5.3.2	交流伺服电动机	153
5.4	步进电动机	157
5.4.1	步进电动机的工作原理	157
5.4.2	步进电动机的结构	158
5.4.3	步进电动机的特性	158
5.4.4	步进电动机的分类及型号说明	159
5.4.5	步进电动机的应用实例	160
5.5	检测电机	162
5.5.1	测速发电机	163
5.5.2	旋转变压器	165
	本章小结	166
	习题 5	167
<b>第 6 章</b>	<b>电动机的变频器控制</b>	<b>169</b>
6.1	变频器的分类及工作原理	169
6.1.1	变频器的工作原理	170
6.1.2	变频器分类	171
6.1.3	变频器技术指标	172
6.2	变频器的组成	173
6.2.1	主电路	173
6.2.2	控制电路	174
6.3	变频器的基本参数与选择	176
6.3.1	通用变频器基本参数	176
6.3.2	通用变频器的选择	179
6.4	三菱 FR-E500 变频器的使用	182
6.4.1	三菱 FR-E500 变频器的接线端	182
6.4.2	三菱 FR-E500 系列变频器的功能及参数	183
6.5	用变频器控制电动机的基本环节	191
6.5.1	电动机的启动/停止控制	191
6.5.2	电动机的正反转控制	192
6.5.3	电动机的制动控制	195
6.6	变频器实操训练	196
6.6.1	各种模式下的实操练习	196
6.6.2	组合运行操作	197

---

6.6.3 多段速度运行操作 .....	198
6.6.4 频率跳变的设置 .....	199
本章小结 .....	199
习题 6 .....	200
附录 常用电器图形符号 .....	201
参考文献 .....	204

# 绪 论

## 1. 电机的分类

电能是一种能量形式，是人类生产的主要能源和动力，其应用已经遍及各行各业。电能在生产、交换、传输及分配使用和控制等环节中，都必须利用电机进行能量转换或信号变换。

在电力系统中，发电机和变压器是发电厂和变电所的主要设备。在发电厂中，发电机由汽轮机、水轮机或柴油机等带动，把燃料燃烧的动力、水流动力或原子核裂变的能量转变为机械能传递给发电机，再由发电机转变为电能。

在工业企业中，大量应用电动机作为原动机去拖动各种生产机械，如在机械工业中的机床、起重机、鼓风机等，都要用各种各样的电动机来拖动。在日常生活中电动机的应用也越来越广泛，如电风扇、排烟机、洗衣机、吸尘器、空调、冰箱等的使用。

电机是实现能量转换和信号转换的电磁装置。用作能量转换的电机称为动力电机；用作信号转换的电机称为控制电机。

动力电机中，将机械能转换为电能的称为发电机；将电能转换为机械能的称为电动机。任何电机，理论上既可作发电机运行又可作电动机运行，所以电机是一种双向的机电能量变换装置，有可逆性。

按电流的种类不同，动力电机可分为交流电机和直流电机两大类。直流电机按励磁方式的不同有他励电机、并励电机、串励电机和复励电机 4 种。交流电机按其转速与电网电源频率之间的关系可分为同步电机（感应电机）与异步电机；按电源相数可分为单相电机、三相电机和多相电机；按其防护形式可分为开启式、防护式、封闭式、隔爆式、防水式及潜水式等；按电机的冷却方式又可分为自冷式、自扇冷式及他扇冷式等；按其安装结构形式可分为卧式、立式、带底脚、带凸缘等；按其绝缘等级也可分为 E 级、B 级、F 级、H 级等。图 0.1 所示为电动机的分类情况。

控制电机的种类也很多，在自动控制系统中常作检测、放大、执行和校正等元件使用。

## 2. 电力拖动系统的组成及发展

用电动机拖动工作机械来实现生产工艺过程中各种控制要求的系统称为电力拖动系统。电力拖动系统主要由电动机、传动机构、控制设备等基本环节组成，其相互关系如图 0.2 所示。

早期的电力拖动是由一台电动机拖动一组生产机械，称为“成组拖动”。随着生产发展的需要，自 20 世纪 20 年代以来，在生产机械上广泛采用“单电动机拖动系统”，即由一台单独

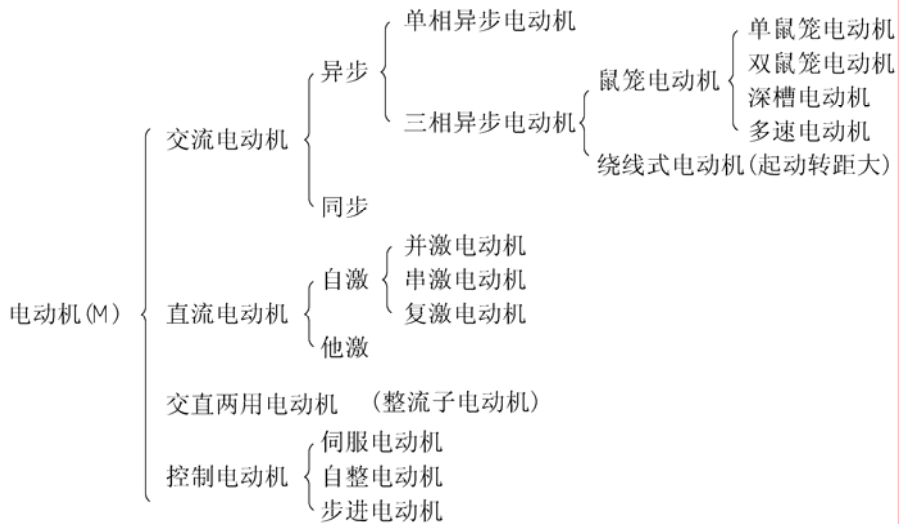


图 0.1 电动机的分类



图 0.2 电力拖动系统示意图

的电动机拖动一台生产机械。为了更好地满足生产机械各运动部件对机械特性的要求，简化机械传动机构，在 20 世纪 30 年代出现了“多电动机拖动系统”，即机械的各运动部件分别由不同的电动机来拖动。

电力拖动系统按拖动电动机不同，分为直流拖动系统和交流拖动系统。直流拖动是以直流电动机为动力，交流拖动是以交流电动机为动力。交流电动机结构简单、坚固耐用，便于制造大容量、高电压、高转速电动机，并具有适应恶劣环境、容易维护等优点，因此，交流拖动在实际应用中占主导地位。直流电动机具有良好的启动、制动特点和调速性能，可在很宽的范围内进行平滑调速，所以，对调速性能要求较高的机床和机械设备过去都采用直流电动机拖动系统。20 世纪 70 年代以来，由于半导体变流技术的发展，直流电动机调速技术和交流电动机调速技术都有较快的发展，特别是克服了交流电动机不易平滑调速的缺点，充分发挥了交流电动机的优点，使交流拖动应用更为宽广，并出现了逐步取代直流拖动系统的趋势。

### 3. 电气控制系统的组成及发展

随着科学技术的发展，对生产工艺不断提出新的要求，电力拖动控制装置也在不断地更新。在控制方法上从手动控制到自动控制；在控制功能上从简单到复杂；在操作上由笨重到轻巧；从控制原理上由单一的有触点硬接线的继电器控制系统，转为以微处理器为中心的软件控制系统。新的控制理论和新型电器及电子器件的出现，不断地推动着电力拖动控制技术的发展。

早期，由继电器、接触器、按钮、行程开关等组成继电器-接触器电气控制系统，实现对电动机的启动、停止、有级调速等控制。这种控制具有使用的单一性，其控制的输入、输出

信号只有通和断两种状态，不能连续反映信号的变化，故称为断续控制。该系统的优点是结构简单、价格低廉、维护方便、抗干扰能力强，因此，广泛应用于各类机械设备中。

在 20 世纪 60 年代出现了一种能够根据需要，方便地改变控制系统的自动化装置—顺序控制器。它是通过组合逻辑元件插接或编程来实现继电器—接触器控制线路功能的装置，它能满足程序经常改变的控制要求，使控制系统具有较大的灵活性和通用性。

随着大规模集成电路和微处理器技术的发展和应用，在 20 世纪 70 年代出现了用软件手段来实现各种控制功能、以微处理器为核心的新型工业控制器—可编程控制器。这种器件完全能够适应恶劣的工业环境，兼备计算机控制和继电控制系统两方面的优点；同时，还具有程序编制清晰直观、方便易学、调试和查错容易等优点，故目前世界各国已作为一种标准化通用设备普遍应用于工业控制。电子计算机控制系统的出现，不仅提高了电气控制的灵活性和通用性，而且其控制功能和控制精度都得到很大提高。

随着近代电力电子技术和计算机技术的发展以及现代控制理论的应用，自动化电力拖动正向着计算机控制的生产过程自动化的方向迈进。

在 20 世纪 50 年代出现了数控机床，它是由计算机按照预先编好的程序，对机床实现自动化的数字控制。数控机床综合应用了电子技术、检测技术、计算机技术、自动控制和机床结构设计等各个技术领域的最新技术成就。

随着价格便宜的微型计算机的出现，数控机床得到了很快的发展，先后出现了由硬件逻辑电路构成的专用数控装置（NC）、小型计算机控制的（CNC）数控系统、计算机群控系统（DNC）、自适应控制系统（AC）和微型计算机数控系统（MNC），近年来又发展成柔性制造系统（FMS）。FMS 是把一群数控机床与工件、刀具、夹具等用自动传递线连接起来，并在计算机的统一控制下形成一个管理和制造相结合的生产整体，这样就组成了计算机群控自动线，或称为柔性制造系统。当今兴起的计算机集成制造系统（CIMS）、设计制造一体化（CAD/CAM），是机械制造自动化的高级阶段，可实现产品从设计到制造的全部自动化，用以实现无人自动化工厂。

#### 4. 伺服系统简介

在自动控制系统中，把输出量能够以一定准确度跟随输入量的变化而变化的系统称为随动系统，亦称伺服系统。伺服系统由伺服驱动装置和驱动元件（或称执行元件）组成，高性能的伺服系统还有检测装置，以反馈实际的输出状态。

伺服系统按其驱动元件分，有步进式伺服系统、直流电动机（简称直流）伺服系统和交流电动机（简称交流）伺服系统。按控制方式分，有开环伺服系统、闭环伺服系统、半闭环伺服系统等。

##### (1) 开环伺服系统

图 0.3 所示为开环伺服系统。开环伺服系统没有反馈元件，由驱动元件——步进电动机控制传动机构。步进电动机的工作实质是数字脉冲到角度位移的变换，它不是用位置检测元件实现定位，而是靠驱动装置本身，其转过的角度正比于指令脉冲的个数，运动速度由进给脉冲的频率决定。

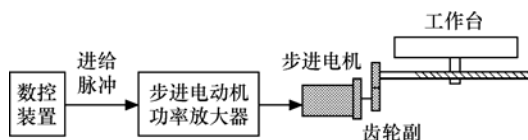


图 0.3 开环伺服系统

开环系统的结构简单，易于控制，但精度差，低速不平稳，高速扭矩小。一般用于轻载

且负载变化不大或经济型数控机床上。

### (2) 闭环伺服系统

图 0.4 所示为闭环伺服系统，其反馈元件有直线位移检测装置和速度检测装置。直线位移检测装置测出实际位移量或者实际所处位置，并将测量值反馈给 CNC 装置，与指令进行比较，再去控制伺服电机。直线位移检测装置一般采用直线光栅，可直接测得工作台的直线位移信号。

闭环伺服系统一般采用交流或直流伺服驱动及伺服电机，精度高。但该系统价格贵，调试困难。

### (3) 半闭环系统

由于闭环伺服系统环内包括较多的机械传动部件，传动误差均可被补偿，理论上精度可以达到很高，但由于受机械变形、温度变化、振动以及其他因素的影响，系统稳定性难以调整。此外，机床运行一段时间后，系统精度只取决于测量装置的制造精度和安装精度，因此目前使用半闭环系统较多。

图 0.5 所示为半闭环伺服系统，其位置检测元件（反馈元件）不直接安装在进给坐标的最终运动部件上，而是经过机械传动部件的位置转换（通常安装在电机轴端）。

半闭环伺服系统的反馈元件多为测量电动机转过角度的旋转变压器或圆光栅，通过角位移的误差信号来推测工作台所移动的直线误差。

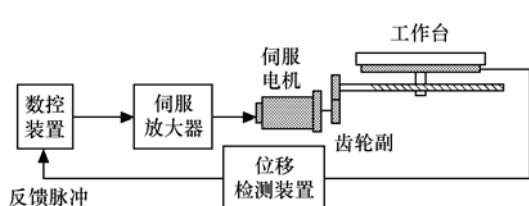


图 0.4 闭环伺服系统

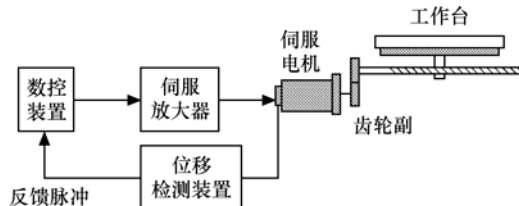


图 0.5 半闭环伺服系统

## 5. 教材的性质和任务

电机与电气控制是电气自动化、机电一体化、数控技术及机械电子工程等专业的一门专业基础课。该教材围绕电力拖动技术阐述电机的原理，着重分析电机应用及电气控制实例。本教材将“电机原理”、“电力拖动基础”、“机床电气控制”和“PLC 控制”等内容进行了有机结合。

由于三相异步电动机的应用广泛，具有一定的代表性，因此本教材着重介绍三相异步电动机的工作原理及其控制的基本环节，分别介绍用继电器系统控制和用 PLC 系统控制其基本环节的实例；并从这两个方面入手，对典型机床的电气控制系统进行了分析，故应用性较强。

本教材将介绍常用低压电器的工作原理和选用方法，介绍交、直流电机的基本结构与工作原理，介绍电力拖动系统的运行性能和控制方法，为学习“交流调速系统”、“数控机床”及“计算机控制技术”等课程准备了必要的专业基础知识。

学习本课程后，应达到的具体要求如下：

- ① 熟悉常用低压电器的基本结构、工作原理及用途，具有正确的选用能力；
- ② 熟悉交、直流电机的基本结构和工作原理，了解电动机调速的基本概念和性能指标，

---

初步掌握电动机的调速方法，了解变频调速的工作原理和使用方法；

③ 熟练掌握机床电气控制电路的基本控制环节，初步具有对不太复杂的生产机械控制电路改造、设计能力和维修能力；

④ 初步掌握可编程序控制器（PLC）的基本工作原理、指令系统、编程特点和方法，能根据生产工艺过程和控制要求正确选用 PLC 和编制用户程序，经调试应用于生产过程控制；

⑤ 初步掌握变频器控制电动机的方法。

# 第 1 章 三相异步电动机

异步电动机具有运行可靠、结构简单、制造方便、维护容易、价格低廉等一系列优点，因此在各行各业中被广泛使用。异步电动机可分为三相异步电动机和单相异步电动机。单相异步电动机因容量小，在实验室和家用电器设备中用得较多，而三相异步电动机则广泛用于生产中。三相异步电动机的种类及外形如图 1.1 所示。



图 1.1 三相异步电动机的种类及外形图

## 1.1 三相异步电动机基础

### 1.1.1 三相异步电动机的结构

三相异步电动机的种类很多，但它们的基本结构类似，都是由定子和转子构成的，在定

子和转子之间留有一定的气隙。此外，还有端盖、轴承、接线盒、吊环等其他附件，如图 1.2 所示。

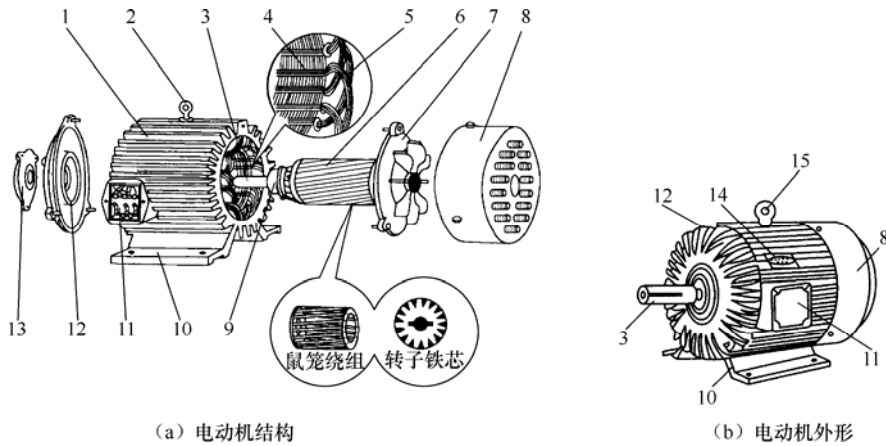


图 1.2 电动机的结构及外形

1—散热筋 2—吊环 3—转轴 4—定子铁芯 5—定子绕组 6—转子 7—风扇 8—罩壳  
9—轴承 10—机座 11—接线盒 12—端盖 13—轴承盖 14—铭牌 15—吊环

## 1. 定子

定子是电动机的固定部分，是用来产生旋转磁场的，一般由定子铁芯、定子绕组和外壳等组成。

### (1) 定子铁芯

定子铁芯是电动机磁路的一部分，如图 1.3 (a) 所示，它是由厚度为  $0.35\text{mm}\sim 0.5\text{mm}$ 、表面涂有绝缘漆的薄硅钢片叠压而成的圆筒。由于硅钢片较薄而且片与片之间是绝缘的，所以减少了由于交变磁通通过引起的铁芯涡流损耗。铁芯内圆有均匀分布的槽口，用来嵌放定子绕组。定子硅钢片如图 1.3 (b) 所示。

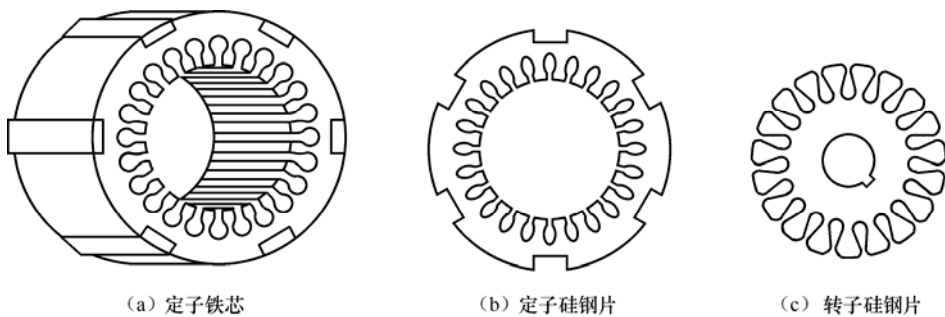


图 1.3 定子铁芯、硅钢片和转子硅钢片

### (2) 定子绕组

定子绕组是电动机电路的一部分，由绝缘铜线或铝线绕制而成，中、小型三相电动机多采用圆漆包线，大、中型三相电动机的定子绕组则用较大截面的绝缘扁铜线或扁铝线绕制。定子绕组由三个彼此独立的绕组组成，每个绕组即为一相，通入三相对称电流时，就会产生