



零起步轻松学系列丛书

零起步

轻松学

步进与伺服应用技术

蔡杏山 ■ 主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



零起步轻松学系列丛书

零起步 轻松学

步进与伺服应用技术

蔡杏山 ■ 主编

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

零起步轻松学步进与伺服应用技术 / 蔡杏山主编

— 北京 : 人民邮电出版社, 2012. 2

(零起步轻松学系列丛书)

ISBN 978-7-115-26835-8

I. ①零… II. ①蔡… III. ①步进电机—基本知识②
伺服电机—基本知识 IV. ①TM35②TM383.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第230355号

内 容 提 要

本书是一本介绍伺服、步进和定位应用技术的图书, 全书共分 6 章, 主要介绍了交流伺服系统的组成与原理、三菱通用伺服驱动器的硬件系统、伺服驱动器的显示操作与参数设置、伺服驱动器的应用实例及标准接线、步进电动机、步进驱动技术和定位模块及应用等内容。

为了让初学者通过阅读本书就能轻松快速地掌握伺服、步进和定位技术, 本书在每章的首页列出本章知识结构图, 在内容安排上遵循循序渐进的原则, 在语言表达上注重通俗易懂, 在书的重点和关键内容上采用了黑体字处理, 以便让读者能掌握并记住这些重点内容。

本书具有起点低、知识介绍由浅入深、语言通俗易懂的特点, 并且内容结构安排符合学习认知规律。本书适合作为学习伺服、步进和定位技术的自学图书, 也适合作为职业院校电类专业的伺服、步进和定位技术教材。

零起步轻松学系列丛书

零起步轻松学步进与伺服应用技术

-
- ◆ 主 编 蔡杏山
责任编辑 张 鹏
 - ◆ 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 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京艺辉印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 11.75
字数: 227 千字 2012 年 2 月第 1 版
印数: 1—4 000 册 2012 年 2 月北京第 1 次印刷

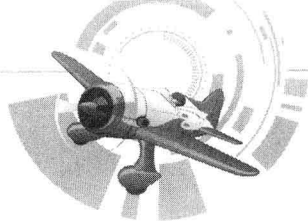
ISBN 978-7-115-26835-8

定价: 26.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号



丛书前言

在现代社会中，随着科学技术的飞速发展，电子、电工技术已经渗透到社会的许多领域，社会需要大量掌握电子、电工技术的人才。电子、电工技术都属于电类技术，但两者侧重点不同：电子技术是处理低电压、小电流的弱电信号的技术；而电工技术则是处理高电压、大电流的强电信号的技术。电子技术和电工技术在早期划分还比较明显，但在现代社会，两种技术融合越来越紧密，社会对同时掌握电子、电工技术的复合型人才的需求非常迫切。

任何一门技术，既可以通过在学校系统学习，也可以通过自学来掌握。但不管哪种学习方式，都需要一套系统全面、通俗易懂的入门教材。好的入门教材可以让我们学习时少走弯路，轻松、快速地掌握技术。

一、丛书简介

《零起步轻松学系列丛书》是一套非常适合初学者使用的入门教材，它分两个系列：电子技术系列和电工技术系列。这套丛书涉及电子、电工技术基础知识体系中的方方面面，各分册既紧密相关，又独立成册，具体内容如下。

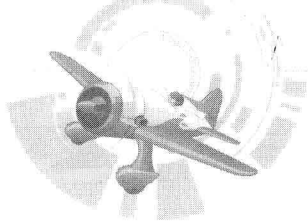
电子技术系列图书：

➤ 《零起步轻松学电子技术（第2版）》 以很低的起点将读者引入电子技术领域，让读者初步全面了解电子技术，对其有一个整体的认识，并掌握一定的动手能力。内容涉及电子技术基础知识、电子元器件知识、电子测量仪器的使用、电子电路和电子设备的检修等。

➤ 《零起步轻松学电子电路（第2版）》 用通俗易懂的语言介绍电子电路（放大电路、谐振电路、滤波电路、正弦波振荡器电路、调制与解调电路、变频电路和电源电路等）的分析方法，培养读者对模拟电路的识图能力。

➤ 《零起步轻松学数字电路（第2版）》 从数字电路中最基本的门电路开始，介绍各种基础数字电路，培养读者对数字电路的识图能力。

➤ 《零起步轻松学电子元器件》 全面地介绍了各种常用电子元器件（电阻器、电容器、电感器、变压器、二极管、三极管、光电器件、电声器件、晶闸管、场效应管、贴片元器件和集成模块等）的种类、性能、重要参数和检测方法等。



➤ 《零起步轻松学电子测量仪器（第2版）》 介绍各种电子测量仪器、仪表的使用方法，如万用表、信号发生器、示波器、毫伏表、频率计、扫频仪、Q表与晶体管特性图示仪等，培养读者使用电子测量仪器及仪表检测电子元器件、电子电路和电子设备的能力。

➤ 《零起步轻松学 Protel 99 SE 电路设计》 介绍如何使用 Protel 99 SE 软件设计电路原理图和印制电路板，使有一定电子技术基础的读者学会利用计算机绘图软件进行电路设计。

➤ 《零起步轻松学单片机技术》 以 MCS-51 单片机为例，介绍了单片机的基础知识和各种实用技术。

电工技术系列图书：

➤ 《零起步轻松学电工技术》 主要介绍电工基础知识、电工仪表、低压电器、电子元器件、变压器、电动机和室内配电布线以及安全用电等内容。

➤ 《零起步轻松学电工常用电子电路》 主要介绍电路基础知识、模拟电子电路、数字电子电路、晶闸管电路和一些实用的电工电子电路。

➤ 《零起步轻松学电动机及控制线路》 主要介绍电气控制线路基础知识和直流电动机、三相异步电动机、单相异步电动机、各种特种电动机的工作原理及相关的控制线路。

➤ 《零起步轻松学变频技术》 主要介绍变频常用电力电子器件、交-直-交变频技术、脉宽调制技术、交-交变频技术和变频技术的应用，另外还介绍变频器的安装、调试和维修。

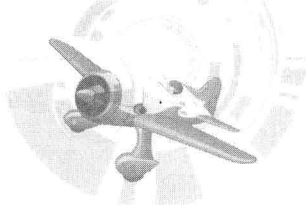
➤ 《零起步轻松学 PLC 技术》 主要以三菱 FX 系列 PLC 为例介绍了 PLC 基础知识、PLC 开发过程、PLC 编程和 PLC 应用系统开发实例等内容。

➤ 《零起步轻松学西门子 S7-200 PLC 技术》 主要介绍了西门子 S7-200 PLC 技术，包括 PLC 的组成与原理、编程基础知识、PLC 编程软件及仿真软件的使用、PLC 应用系统的开发过程及应用等内容。

➤ 《零起步轻松学欧姆龙 PLC 技术》 主要介绍了欧姆龙 CP1H 系列的 PLC 技术，内容包括 PLC 组成与原理、CP1H 系列 PLC 的硬件系统、PLC 编程软件的使用和应用系统的开发、指令的应用等。

➤ 《零起步轻松学变频器使用与电路检修》 主要介绍了常用电力电子器件、变频器常用单元电路的原理，变频器的检修以及日常使用与维护等内容。

➤ 《零起步轻松学步进与伺服应用技术》 主要介绍了交流伺服系统的组成与原理，三菱通用伺服驱动器的硬件系统，伺服驱动器的显示操作、参数设置以及应用实例，步进驱动技术、步进电动机及定位模块等内容。



二、丛书的特点

➤ **结构安排符合人的认知规律。**在图书内容编排上，按照循序渐进、由浅入深的原则进行，读者只需从前往后阅读图书，便会水到渠成。

➤ **起点低，语言通俗易懂。**书中少用专业化的术语，多用通俗易懂的语言，遇到较难理解的内容用比喻来说明，尽量避免复杂的理论分析和烦琐的公式推导，具有初中文化程度的读者即可阅读。

➤ **采用图文并茂的方式表现内容。**书中大多采用读者喜欢的直观形象的图表方式表现内容，使阅读变得轻松。

➤ **突出显示书中知识要点。**为了帮助读者掌握书中的知识要点，书中用阴影和文字加粗的方法突出显示知识要点，指示学习重点。

➤ **网络辅导。**读者在阅读时遇到难理解的问题，可登录**易天教学网**：www.eTV100.com，向老师提问，在网络辅导下更快、更轻松地学习书中的知识。

三、丛书的读者对象

本套丛书起点低，只要具有初中文化程度且对电子、电工技术感兴趣的读者就可阅读，主要的读者对象有以下几类：

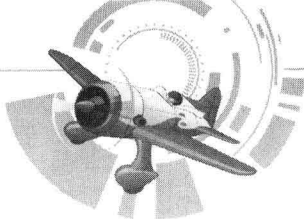
➤ **电子、电工技术爱好者。**对于这类读者来说，本丛书内容丰富、通俗易懂的特点可使读者，尤其是初学者快速掌握电子、电工技术知识，轻松迈入电子、电工技术大门。

➤ **电子、电工技术从业人员。**这包括准备或者正在从事电子、电工技术相关领域工作的人员。对于这类读者来说，本丛书是一套完整的电子、电工技术入门自学教材，学习本丛书可为以后的实践工作打下坚实的基础。

➤ **职业院校相关专业的学生。**这包括以电子、电工技术为主专业的学生，也包括不以电子、电工技术为主专业，但需要学习电子、电工技术知识的学生。对于这类读者来说，本丛书是一套非常好的课外辅导书。

本书在编写过程中得到了易天教学网很多老师的支持，其中蔡玉山、詹春华、何慧、黄晓玲、蔡春霞、邓艳姣、黄勇、刘凌云、刘元能、刘海峰等参与了部分章节的编写工作，在此一致表示感谢。由于我们水平有限，书中错误和疏漏之处在所难免，望广大读者和同仁予以批评指正。

编 者



前言

本书是一本介绍伺服、步进和定位应用技术的图书，主要介绍了交流伺服系统的组成与原理、三菱通用伺服驱动器的硬件系统、伺服驱动器的显示操作与参数设置、伺服驱动器的应用实例及标准接线、步进电动机、步进驱动技术和定位模块及应用等内容。

一、本书章节内容

本书共分 6 章。

第 1 章 交流伺服系统的组成与原理 本章主要介绍了交流伺服系统的组成，伺服电动机、编码器和伺服驱动器的结构与原理。

第 2 章 三菱通用伺服驱动器的硬件系统 本章主要介绍了三菱 MR-J2S 系列通用伺服驱动器的硬件系统，具体有面板与型号说明、伺服驱动器与辅助设备的总接线、伺服驱动器的接头引脚功能及内部接口电路和伺服驱动器的接线。

第 3 章 伺服驱动器的显示操作与参数设置 本章主要介绍了伺服驱动器的状态、诊断、报警和参数模式的显示与操作和参数设置。

第 4 章 伺服驱动器的应用实例及标准接线 本章主要介绍了速度控制模式的应用实例及标准接线、转矩控制模式的应用实例及标准接线和位置控制模式的应用实例及标准接线。

第 5 章 步进电动机及步进驱动技术 本章主要介绍了步进电动机、HM275D 型步进驱动器和步进系统应用实例。

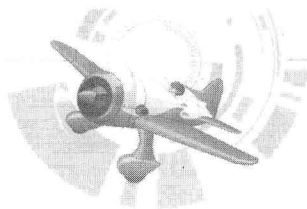
第 6 章 定位模块及应用 本章以三菱 FX_{2N}-1PG 型定位模块为例介绍定位技术，具体内容有定位模块的外形结构与端子说明、定位模块与外部设备的连接、定位模块的参数说明、定位模块的操作模式和单速定位往返运动控制应用实例。

二、本书学习建议

在学习本书内容时，建议读者注意以下几点。

(1) 从前往后逐章节阅读图书，每次不要阅读太多内容，重在理解和掌握；对书中黑体字标注显示的内容要重点理解并记忆。

(2) 在阅读伺服驱动器和定位模块章节时，要学习大量的参数，但在实际使用时用到

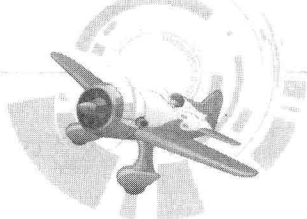


的参数往往较少，故建议初学者可先粗略阅读这些参数的功能说明，待学完后续内容和在实际使用时再慢慢深入了解。

(3) 如果阅读时遇到难题，可以登录易天教学网：www.eTV100.com，通过观看网站有关学习材料或向老师提问进行学习。

本书在编写过程中得到了彭科钧、高柱明老师的技术支持，特别是彭科钧老师在百忙之中审阅了此书，在此一并表示感谢。

编 者



目 录

第 1 章 交流伺服系统的组成与原理1

1.1 交流伺服系统的组成方框图及说明.....2	
1.1.1 工作在位置控制模式时的系统组成及说明.....2	
1.1.2 工作在速度控制模式时的系统组成及说明.....2	
1.1.3 工作在转矩控制模式时的系统组成及说明.....3	
1.2 伺服电动机与编码器.....3	
1.2.1 伺服电动机.....3	
1.2.2 编码器.....5	
1.3 伺服驱动器的结构与原理.....8	
1.3.1 伺服驱动器的内部结构及说明.....9	
1.3.2 伺服驱动器的主电路.....11	

第 2 章 三菱通用伺服驱动器的硬件系统17

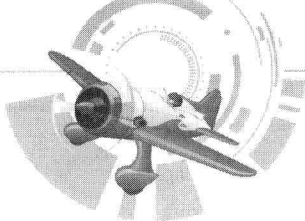
2.1 面板与型号说明.....18	
2.1.1 面板介绍.....18	
2.1.2 型号说明.....19	
2.1.3 规格.....20	
2.2 伺服驱动器与辅助设备的总接线.....21	
2.2.1 100A 以下的伺服驱动器与辅助设备的总接线.....21	

2.2.2 100A 以上的伺服驱动器与辅助设备的总接线.....22	
-------------------------------------	--

2.3 伺服驱动器的接头引脚功能及内部接口电路.....23	
2.3.1 接头引脚的排列规律.....23	
2.3.2 接头引脚的功能及内部接口电路.....24	
2.4 伺服驱动器的接线.....26	
2.4.1 数字量输入引脚的接线.....26	
2.4.2 数字量输出引脚的接线.....28	
2.4.3 脉冲输入引脚的接线.....29	
2.4.4 编码器脉冲输出引脚的接线.....32	
2.4.5 模拟量输入引脚的接线.....33	
2.4.6 模拟量输出引脚的接线.....33	
2.4.7 电源、再生制动电阻、伺服电动机及启停保护电路的接线.....34	
2.4.8 接地的接线.....36	

第 3 章 伺服驱动器的显示操作与参数设置.....37

3.1 状态、诊断、报警和参数模式的显示与操作.....38	
3.1.1 各种模式的显示与切换.....38	
3.1.2 参数模式的显示与操作.....38	
3.1.3 状态模式的显示与操作.....40	
3.1.4 报警模式的显示与操作.....42	
3.1.5 诊断模式的显示与操作.....44	
3.1.6 外部 I/O 信号的显示.....46	
3.1.7 信号强制输出.....47	



3.2 参数设置	48
3.2.1 参数操作范围的设定	48
3.2.2 基本参数	49
3.2.3 电子齿轮的设置	56
3.2.4 扩展参数	60

第4章 伺服驱动器的应用 实例及标准接线

4.1 速度控制模式的应用实例及 标准接线	64
4.1.1 伺服电动机多段速运行控制实例	64
4.1.2 工作台往返限位运行控制实例	70
4.1.3 速度控制模式的标准接线	76
4.2 转矩控制模式的应用实例及 标准接线	77
4.2.1 卷纸机的收卷恒张力控制实例	77
4.2.2 转矩控制模式的标准接线	82
4.3 位置控制模式的应用实例及 标准接线	83
4.3.1 工作台往返定位运行控制实例	83
4.3.2 位置控制模式的标准接线	87

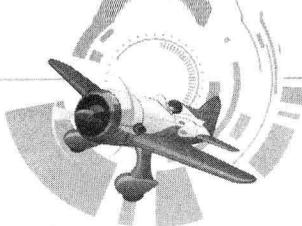
第5章 步进电动机及步进 驱动技术

5.1 步进电动机	91
5.1.1 外形	91
5.1.2 结构与工作原理	91
5.2 步进驱动器	95
5.2.1 外形	95
5.2.2 内部组成与原理	95

5.2.3 步进驱动器的接线及说明	96
5.2.4 步进电动机的接线及说明	98
5.2.5 细分设置	99
5.2.6 工作电流的设置	100
5.2.7 静态电流的设置	101
5.2.8 脉冲输入模式的设置	102
5.3 步进系统应用实例	103
5.3.1 步进电动机正反向定角循环运行 控制实例	103
5.3.2 步进电动机定长运行控制实例	107

第6章 定位模块及应用

6.1 外形结构与端子说明	114
6.1.1 外形结构	114
6.1.2 面板指示灯说明	114
6.1.3 接线端子功能说明	115
6.1.4 性能规格	116
6.2 定位模块与外部设备的连接	117
6.2.1 输入/输出端子的内部接口电路	117
6.2.2 定位模块与步进驱动器的连接	117
6.2.3 定位模块与伺服驱动器的连接	118
6.3 参数说明	120
6.3.1 BFM (缓冲寄存器) 表	120
6.3.2 BFM 读/写 (FROM/TO) 指令	120
6.3.3 BFM 参数说明	124
6.4 操作模式	132
6.4.1 JOG (点动) 操作	133
6.4.2 原位返回操作	135
6.4.3 单速定位操作	139
6.4.4 中断单速定位操作	139



6.4.5 双速定位操作	139
6.4.6 外部命令定位操作	140
6.4.7 变频操作	141
6.5 单速定位往返运动控制	
应用实例	142
6.5.1 控制要求及说明	142
6.5.2 PLC 和 PGU 的 I/O 端子分配	142
6.5.3 控制系统接线图	142
6.5.4 PGU 的参数设置	144
6.5.5 设置及控制程序	145

附录	151
-----------------	-----

附录一、三菱 MR-J2S-A 系列通用伺服 驱动器的 CN1A、CN1B、CN2 和 CN3 接头的引脚功能详解	151
附录二、三菱 MR-J2S-A 系列通用伺服 驱动器的扩展参数 1 功能详解	162
附录三、三菱 MR-J2S-A 系列通用伺服 驱动器的扩展参数 2 功能详解	171

第 1 章

交流伺服系统的组成与原理

本章知识结构

- 1.1 交流伺服系统的组成方框图及说明
 - 1.1.1 工作在位置控制模式时的系统组成及说明
 - 1.1.2 工作在速度控制模式时的系统组成及说明
 - 1.1.3 工作在转矩控制模式时的系统组成及说明
- 1.2 伺服电动机与编码器
 - 1.2.1 伺服电动机
 - 1.2.2 编码器
- 1.3 伺服驱动器的结构与原理
 - 1.3.1 伺服驱动器的内部结构及说明
 - 1.3.2 伺服驱动器的主电路

1.1 交流伺服系统的组成方框图及说明

交流伺服系统是以交流伺服电动机为控制对象的自动控制系统,它主要由伺服控制器、伺服驱动器和伺服电动机组成。交流伺服系统主要有 3 种控制模式,分别是位置控制模式、速度控制模式和转矩控制模式。在不同的模式下,系统工作原理略有不同。交流伺服系统的控制模式可通过设置伺服驱动器的参数来改变。

1.1.1 工作在位置控制模式时的系统组成及说明

当交流伺服系统工作在位置控制模式时,能精确控制伺服电动机的转数,因此可以精确控制执行部件的移动距离,即可对执行部件进行运动定位控制。

交流伺服系统工作在位置控制模式的组成结构如图 1-1 所示。伺服控制器发出控制信号和脉冲信号给伺服驱动器,伺服驱动器输出 U、V、W 三相电源电压给伺服电动机,驱动电动机工作,与电动机同轴旋转的编码器会将电动机的旋转信息反馈给伺服驱动器,如电动机每旋转一周编码器会产生一定数量的脉冲送给驱动器。伺服控制器输出的脉冲信号用来确定伺服电动机的转数,在驱动器中,该脉冲信号与编码器送来的脉冲信号进行比较,若两者相等,表明电动机旋转的转数已达到要求,电动机驱动的执行部件已移动到指定的位置。控制器发出的脉冲个数越多,电动机会旋转更多的转数。

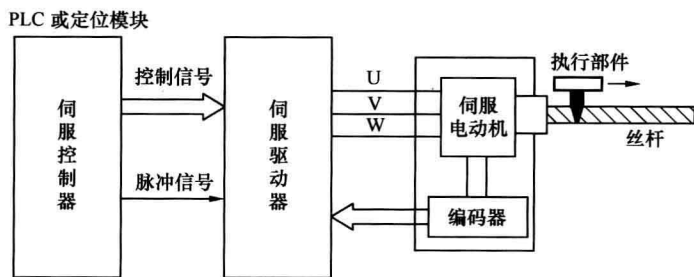


图 1-1 交流伺服系统工作在位置控制模式的组成结构

伺服控制器既可以是 PLC,也可以是定位模块(如 FX_{2N}-1PG、FX_{2N}-10GM 和 FX_{2N}-20GM)。

1.1.2 工作在速度控制模式时的系统组成及说明

当交流伺服系统工作在速度控制模式时,伺服驱动器无需输入脉冲信号也可正常工作,故可取消伺服控制器,此时的伺服驱动器类似于变频器,但由于驱动器能接收伺服电动机的编码器送来的转速信息,不但能调节电动机转速,还能让电动机转速保持稳定。



交流伺服系统工作在速度控制模式的组成结构如图 1-2 所示。伺服驱动器输出 U、V、W 三相电源电压给伺服电动机，驱动电动机工作，编码器会将伺服电动机的旋转信息反馈给伺服驱动器。电动机旋转速度越快，编码器反馈给伺服驱动器的脉冲频率就越高。操作伺服驱动器的有关输入开关，可以控制伺服电动机的启动、停止和旋转方向等。调节伺服驱动器的有关输入电位器，可以调节电动机的转速。

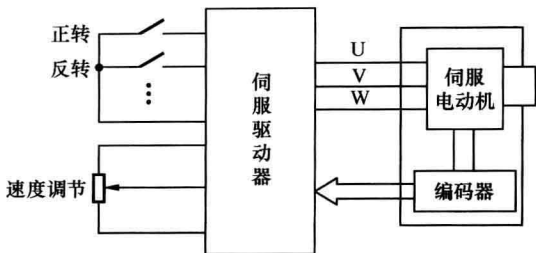


图 1-2 交流伺服系统工作在速度控制模式的组成结构

伺服驱动器的输入开关、电位器等输入的控制信号也可以用 PLC 等控制设备来产生。

1.1.3 工作在转矩控制模式时的系统组成及说明

当交流伺服系统工作在转矩控制模式时，伺服驱动器无需输入脉冲信号也可正常工作，故可取消伺服控制器，通过操作伺服驱动器的输入电位器，可以调节伺服电动机的输出转矩（又称扭矩，即转力）。

交流伺服系统工作在转矩控制模式的组成结构如图 1-3 所示。

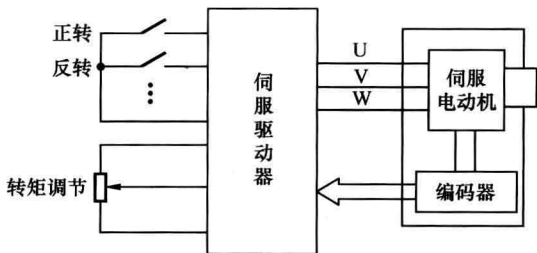


图 1-3 交流伺服系统工作在转矩控制模式的组成结构

1.2 伺服电动机与编码器

交流伺服系统的控制对象是伺服电动机，编码器通常安装在伺服电动机的转轴上，用来检测伺服电动机的转速、转向和位置等信息。

1.2.1 伺服电动机

伺服电动机是指用在伺服系统中，能满足任务所要求的控制精度、快速响应性和抗干扰性的电动机。为了达到控制要求，伺服电动机需要安装位置/速度检测部件（如编码器）。根据伺

伺服电动机的定义不难看出,只要能满足控制要求的电动机均可作为伺服电动机,故伺服电动机可以是永磁同步电动机、直流电动机、步进电动机或直线电动机,但实际广泛使用的伺服电动机通常为永磁同步电动机,无特别说明,本书介绍的伺服电动机均为永磁同步伺服电动机。

1. 外形与结构

伺服电动机的外形如图 1-4 所示,它内部通常引出两组电缆,一组电缆与电动机内部绕组连接,另一组电缆与编码器连接。

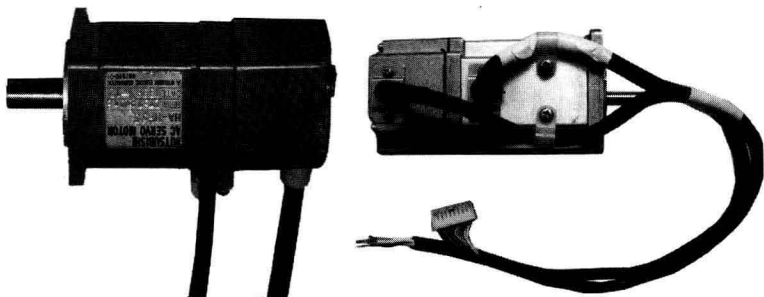


图 1-4 伺服电动机的外形

永磁同步伺服电动机的结构如图 1-5 所示,它主要由端盖、定子铁芯、定子绕组、转轴、轴承、永磁转子、机座、编码器和引出线组成。

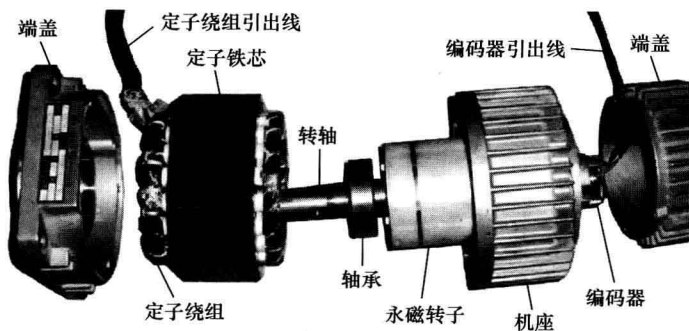


图 1-5 永磁同步伺服电动机的结构

2. 工作原理

永磁同步伺服电动机主要由定子和转子构成,其定子结构与一般的异步电动机相同,并且嵌有定子绕组。永磁同步伺服电动机的转子与异步电动机不同,异步电动机的转子一般为鼠笼式,转子本身不带磁性,而永磁同步伺服电动机的转子上嵌有永久磁铁。

永磁同步伺服电动机的工作原理如图 1-6 所示。

图 1-6 (a) 所示为永磁同步伺服电动机结构示意图,其定子铁芯上嵌有定子绕组,转子上安装一个两极磁铁(一对磁极),当定子绕组通三相交流电时,定子绕组会产生旋转磁场,此时的定子就像是旋转的磁铁,如图 1-6 (b) 所示,根据磁极同性相斥、异性相吸可



知, 装有磁铁的转子会跟随旋转磁场方向同步转动, 并且转速与磁场的旋转速度相同。

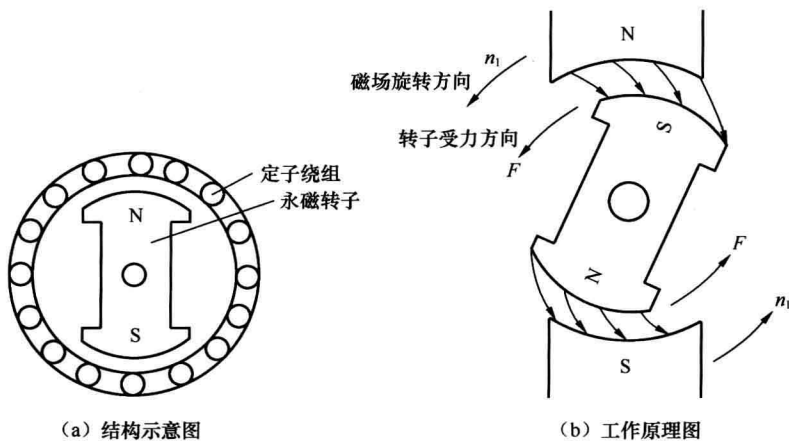


图 1-6 永磁同步伺服电动机的工作原理说明图

永磁同步伺服电动机在转子上安装永久磁铁来形成磁极, 磁极的主要结构形式如图 1-7 所示。

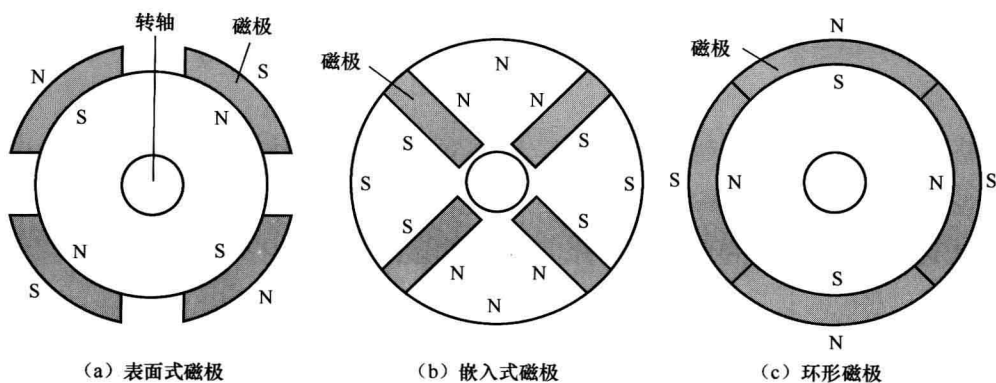


图 1-7 永磁同步伺服电动机转子磁极的主要结构形式

在定子绕组电源频率不变的情况下, 永磁同步伺服电动机在运行时转速是恒定的, 其转速 n 与电动机的磁极对数 p 、交流电源的频率 f 有关。永磁同步伺服电动机的转速可用下面的式子计算:

$$n=60f/p$$

根据上述式子可知, 改变转子的磁极对数或定子绕组电源的频率, 均可改变电动机的转速。永磁同步伺服电动机是通过改变定子绕组的电源频率来调节转速的。

1.2.2 编码器

伺服电动机通常使用编码器来检测转速和位置。编码器种类很多, 主要可分为增量编

码器和绝对值编码器。

1. 增量编码器

增量编码器的特点是每旋转一定的角度或移动一定的距离会产生一个脉冲，即输出脉冲随位移增加而不断增多。

(1) 外形

增量编码器的外形如图 1-8 所示。



图 1-8 增量编码器的外形

(2) 结构与工作原理

增量型光电编码器是一种较常用的增量编码器，它主要由玻璃码盘、发光管、光电接收管和整形电路组成。玻璃码盘的结构如图 1-9 所示，它从外往内分作 3 环，依次为 A 环、B 环和 Z 环，各环中的黑色部分不透明，白色部分透明可通过光线，玻璃码盘中间安装转轴，与伺服电动机同步旋转。

增量型光电编码器的结构与工作原理如图 1-10 所示。编码器的发光管发出光线照射玻璃码盘，光线分别透过 A、B 环的透明孔照射 A、B 相光电接收管，从而得到 A、B 相脉冲，脉冲经放大整形后输出，由于 A、B 环透明孔交错排列，故得到的 A、B 相脉冲相位相差 90° 。Z 环只有一个透明孔，码盘旋转一周时只产生一个脉冲，该脉冲称为 Z 脉冲（零位脉冲），用来确定码盘的起始位置。

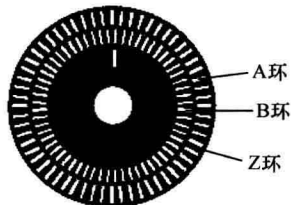


图 1-9 玻璃码盘的结构

通过增量型光电编码器可以检测伺服电动机的转向、转速和位置。由于 A、B 环上的透明孔是交错排列，如果码盘正转时 A 环的某孔超前 B 环的对应孔，编码器得到的 A 相脉冲相位较 B 相脉冲超前，码盘反转时 B 环孔就较 A 环孔超前，B 相脉冲就超前 A 相脉冲，因此了解 A、B 脉冲相位情况就能判断出码盘的转向（即伺服电动机的转向）。如果码盘 A 环上有 100 个透明孔，码盘旋转一周，编码器就会输出 100 个 A 相脉冲；如果码盘每秒钟转 10 转，编码器每秒钟会输出 1000 个脉冲，即输出脉冲的频率为 1kHz；码盘每秒钟转