

任务驱动式PLC编程及运动控制技术应用系列教程

PLC

运动控制技术应用 设计与实践(松下)

● 李全利 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

任务驱动式 PLC 编程及运动控制技术应用系列教程

PLC 运动控制技术应用 设计与实践（松下）



机械工业出版社

本书是“任务驱动式 PLC 编程及运动控制技术应用系列教程”之一，主要包括：PLC 运动控制技术概述、带式传送机的变频调速控制、行走机械手的速度与位置控制、货物传输与搬运系统的 PLC 网络控制、人机界面在行走机械手中的应用、PLC 运动控制系统的设计与实践。

本书的工程性与实践性较强，简明实用，对 PLC 用户具有较大的参考价值。本书学练一体，可作为职业院校学生学习 PLC 运动控制技术的实训教材，也可供从事自动化系统设计与开发的工程技术人员进行系统设计和应用时参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

PLC 运动控制技术应用设计与实践. 松下/李全利主编. —北京：机械工业出版社，2011.1

任务驱动式 PLC 编程及运动控制技术应用系列教程
ISBN 978-7-111-32417-1

I. ①P… II. ①李… III. ①可编程序控制器—教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 214075 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑：王英杰 陈玉芝 责任编辑：赵磊磊

版式设计：霍永明 责任校对：李秋荣

封面设计：赵颖喆 责任印制：乔 宇

北京机工印刷厂印刷 (兴文装订厂装订)

2011 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 13 印张 · 320 千字

0 001—3 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-32417-1

ISBN 978-7-89451-750-0 (光盘)

定价：28.00 元 (含 1CD)

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：(010) 88361066

门户网：<http://www.cmpbook.com>

销售一部：(010) 68326294

销售二部：(010) 88379649

教材网：<http://www.cmpedu.com>

读者服务部：(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

任务驱动式 PLC 编程及运动控制技术应用系列教程按不同的 PLC 型号和内容深浅分为八册,读者可按实际情况选择不同的分册进行阅读学习,本书是其中之一。

可编程序控制器(PLC)是 20 世纪 60 年代发展起来的一种新型工业控制器,作为运动控制器,它远远超出了原先 PLC 的概念,已广泛应用于各种运动控制系统中。目前,运动控制领域已经发生了日新月异的变化,各种现代控制技术已被广泛应用到各种工程实际中。例如,自适应控制、最优控制、鲁棒控制、滑模变结构控制、模糊控制、神经网络控制以及各种智能控制都已经深入到传统的运动控制系统中,具有较高的静态性能的运动控制系统不断涌现。

本书以松下 FP—X 型 PLC 为例,主要介绍 PLC 运动控制系统的控制原理、PLC 编程与调试、系统接线、联网以及监控系统设计等。

全书共分 6 章:第 1 章主要介绍运动控制系统的基本结构,PLC 在运动控制中的应用,运动控制技术实训设备的功能及其实训内容;第 2 章介绍带式输送机变频调速的各种控制方式及其应用;第 3 章介绍行走机械手的速度与位置控制的各种方法及其实践;第 4 章介绍货物传输与搬运系统的 PLC 网络控制;第 5 章详细介绍了人机界面在行走机械手中的应用;第 6 章主要介绍仓储、柔性制造加工、现代生产线等典型的 PLC 运动控制系统的应用实例,介绍了 PLC 运动控制技术的应用与设计,并配有技能大赛通用试题。

本书工程性与实践性比较强,简明实用,对 PLC 用户具有较大参考价值。本书可作为职业院校学生学习 PLC 运动控制技术的实训教材,也可以作为技能大赛参考书。“学练一体”是本书的特点。本套教材配有第 4 章和第 6 章实训内容的程序光盘。

本书由李全利任主编并对全书进行统稿,于德颖任副主编,常斗南任主审,审阅全书。第 1 章由于德颖编写,第 2 章及前言由李全利编写,第 3 章由韦孝平编写,第 4 章由贾亦真编写,第 5 章由方强编写,第 6 章及附录由翟津编写。在本书的编写过程中,虽经反复推敲、多次修改,但由于作者水平所限,难免有疏漏之处,恳请读者批评指正,可通过 E-mail 与我们联系:TJYFWXP@163.COM。

编 者

目 录

前言

第 1 章 PLC 运动控制技术概述	1
1.1 PLC 运动控制技术	1
1.1.1 运动控制的概念	1
1.1.2 运动控制技术的基本要素	2
1.1.3 PLC 与运动控制	2
1.1.4 运动控制系统的分类及其应 用场合	3
1.2 PLC 运动控制系统的组成及各部 分的作用	4
1.2.1 工作人员操作站	4
1.2.2 运动控制器	4
1.2.3 驱动器	5
1.2.4 伺服机构	5
1.2.5 检测装置	6
1.2.6 机械装置	6
1.3 PLC 运动控制技术实训设备	6
1.3.1 TVT—METS3 系统结构及其功能	7
1.3.2 系统的实训内容	8
1.4 小结与作业	9
1.4.1 小结	9
1.4.2 作业	9
第 2 章 带式传送机的变频调速控制	10
2.1 实训任务	10
2.1.1 带式传送机的启动和正反转控 制	10
2.1.2 采用 PLC 实现带式传送机的简单 控制	13
2.1.3 采用 PLC 实现带式传送机的无级 调速控制	16
2.1.4 带式传送机的闭环调速控制	22
2.2 小结与作业	24
2.2.1 小结	24
2.2.2 作业	24
第 3 章 行走机械手的速度与位置 控制	25
3.1 实训任务	25

3.1.1 采用光电编码器、高速计数器和 直流电动机实现行走机械手的定 位控制	25
3.1.2 采用步进驱动系统实现行走机械 手的速度与位置控制	30
3.1.3 采用伺服驱动系统实现行走机械 手的速度与位置控制	35
3.2 小结与作业	40
3.2.1 小结	40
3.2.2 作业	40
第 4 章 货物运输与搬运系统的 PLC 网络控制	41
4.1 货物运输与搬运系统的 PC—LINK 网络控制	41
4.1.1 货物运输与搬运系统的组成及其 实训任务	41
4.1.2 货物运输与搬运系统的 PC—LINK 网络控制的设置与编程	41
4.2 货物运输与搬运系统的 MODBUS RTU 网络控制	50
4.2.1 货物运输与搬运系统的组成及其 实训任务	50
4.2.2 货物运输与搬运系统的 MODBUS RTU 网络控制的设置与编程	50
4.3 小结与作业	58
4.3.1 小结	58
4.3.2 作业	59
第 5 章 人机界面在行走机械手中的 应用	60
5.1 触摸屏	60
5.1.1 触摸屏的特点及功能	60
5.1.2 触摸屏的硬件	61
5.1.3 触摸屏的软件安装	62
5.1.4 触摸屏与 FPX—C40 的连接	62
5.2 触摸屏实训任务	62
5.2.1 制作两个按钮控制行走机械手的 左移动与右移动	62

5.2.2 制作行走机械手触摸屏的监控界面	67	6.2.2 加工入库（分类加工及入库分拣）	121
5.3 组态王	73	6.2.3 柔性制造智能控制	126
5.3.1 组态王的特点	73	6.2.4 柔性制造加工系统组态的实现	131
5.3.2 组态王的功能	74	6.3 现代生产线控制系统的应用设计与实践	132
5.3.3 组态王的安装	74	6.3.1 生产线控制系统一（配套加工系统）	132
5.4 组态王实训任务	75	6.3.2 生产线控制系统二（定量加工系统）	139
5.4.1 制作两个按钮控制行走机械手的左移动与右移动	75	6.3.3 生产线控制系统三（带有初加工的装配系统）	146
5.4.2 制作行走机械手组态王的监控界面	82	6.4 技能大赛通用试题	152
5.5 小结与作业	90	6.4.1 试题一	152
5.5.1 小结	90	6.4.2 试题二	160
5.5.2 作业	90	6.5 小结与作业	167
第6章 PLC 运动控制系统的设计与实践	92	6.5.1 小结	167
6.1 仓储控制系统的设计与实践	92	6.5.2 作业	167
6.1.1 加工制造系统终端货物的识别、分拣与入库	92	附录	169
6.1.2 载货台与库位间货物的传送	96	附录 A PLC 运动控制系统中变频器与交流伺服电动机的参数设置	169
6.1.3 仓库货物的调配	101	附录 B PLC 运动控制系统中电气与气动元器件的图形符号	174
6.1.4 拨码器在仓储控制系统中的应用	104	附录 C PLC 内部继电器、存储器及特殊内部继电器和寄存器数据	180
6.1.5 利用触摸屏实现仓储控制系统的自动控制	111	参考文献	200
6.2 柔性制造加工系统的应用设计与实践	115		
6.2.1 顺序加工（工件流水加工的			

第 1 章 PLC 运动控制技术概述

1.1 PLC 运动控制技术

运动控制技术是自动化技术与电气拖动技术的融合,利用 PLC 作为运动控制器的运动控制技术就是 PLC 运动控制技术。它综合了微电子技术、计算机技术、检测技术、自动化技术以及伺服控制技术等学科的最新成果,现已广泛应用于国民经济的各个行业,并起着重要作用。

运动控制技术所涉及的知识面极广,应用形式繁多,各种现代工业控制技术,如自适应控制、最优控制、模糊控制、神经网络控制及各种智能控制已深入到运动控制系统中。由于本书篇幅所限,只主要介绍采用 PLC 作为运动控制器、以电动机作为动力源的运动控制系统的应用设计与实践。

1.1.1 运动控制的概念

采用 PLC 作为运动控制器的运动控制,是将预定的目标转变为期望的机械运动,使被控制机械实现准确的位置控制、速度控制、加速度控制、转矩或力矩控制以及这些被控制机械量的综合控制。显然,运动控制系统的控制目标是位置、速度、加速度、转矩或力矩等。本书主要介绍位置和速度、加速度控制及其实训指导。

位置控制是将某负载从某一确定的空间位置按某种轨迹移动到另一确定的空间位置,工业机械手或机器人就是典型的位置控制应用实例。速度和加速度控制是使负载以确定的速度曲线进行运动,例如风机和水泵通过调速来调节流量或压力,电梯通过速度或加速度调节来实现轿厢的平稳升降和平层。

传统的运动控制内容是电气传动技术。早期的运动控制一般仅是实现点到点的运动控制,在运动的起点和终点装有位置开关,到位后停止运动。

随着生产的不断发展,从 20 世纪 30 年代开始使用直流调速系统。但直流电动机具有电刷和换向器,成本较高,维护工作量较大。直到 20 世纪 60 年代,电力电子技术的发展使交流变频调速得以推广。目前的调速产品 80% 以上均采用交流调速技术,因为它的成本和维护费用较低,并且交流调速系统具有高精度、大量程、快速反应等技术性能,达到了直流调速系统的水平,所以得到广泛应用。

为了提高产品的质量和产量,并降低成本,20 世纪初,制造业开始采用“大量生产方式”的新技术,零件加工采用专用机床,装配工序采用流水线作业,形成“刚性生产线”。运动控制技术也逐步从位置控制、速度控制发展到加速度控制和轨迹控制。

运动控制系统通常是指机械装置中的一个或多个轴按某一坐标系上的运动以及这些运动之间的协调(涉及各轴运动速度的调节)按一定的加速度曲线进行运动,以及形成准确的定位或遵循某一特定轨迹,通过对多轴控制使机械部件在空间的运动轨迹符合控制要求,或者使被加工的零件表面形成复杂的曲面。

总之，运动控制是自动化技术与电气拖动技术的融合。随着电力电子技术、微电子技术和控制技术的发展，已将电力电子器件、控制、驱动及保护等集为一体，为机电一体化开辟了广阔的前景。数字脉宽调制（PWM）技术、微型计算机控制及各种现代控制技术，都已经深入到系统的运动控制中。

1.1.2 运动控制技术的基本要素

PLC 运动控制技术是自动化技术和电力拖动技术的重要组成部分，它涵盖了运动控制器技术、软件技术、传感器技术、网络技术、接口技术以及传动技术。运动控制技术由六个要素组成，如图 1-1 所示。其功能说明如下：

- ① 运动控制器技术：大脑功能。
- ② 软件技术：大脑中枢功能。
- ③ 传感器技术：眼、耳、鼻功能。
- ④ 传动技术：手、足功能。
- ⑤ 接口技术：神经系统功能。
- ⑥ 网络技术：信息传输功能。

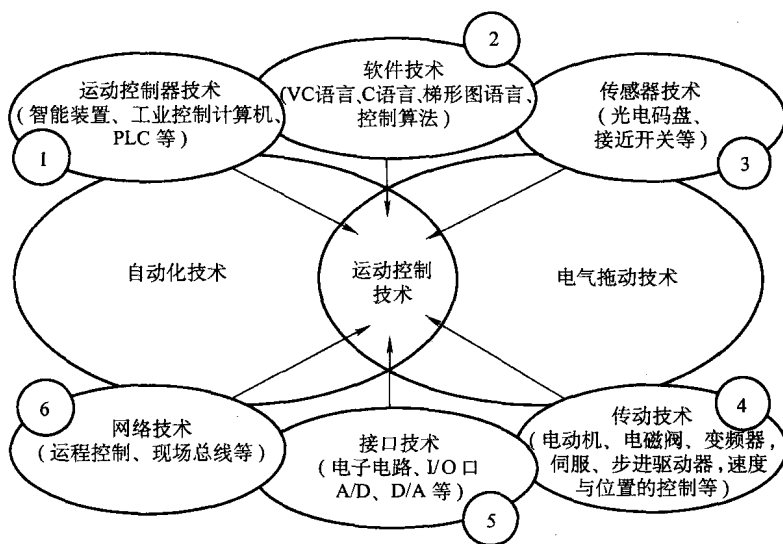


图 1-1 运动控制技术的六个要素

工业机器人是典型的运动控制技术应用实例，它含有上述的六个要素。运动控制器就是工控机，传动装置为交流伺服电动机和电磁阀。传感器为检测工业机器人本体和手臂回转用的编码器。利用接口电路，把工控机与传感器以及传动装置驱动电路连接起来，软件就是工控机程序，通过网络实现器件与器件或器件与工控机之间的通信。因此，要想掌握运动控制技术必须熟练掌握运动控制器、传感器、传动机构（执行机构）、接口电路、软件（PLC 或计算机程序）及网络的基本知识和技术。

1.1.3 PLC 与运动控制

可编程序控制器（PLC）是 20 世纪 60 年代以来发展极为迅速的一种新型的工业控制装

置。现代的 PLC 综合了计算机技术、自动控制技术和网络通信技术，其功能已十分强大，超出了原先 PLC 的概念，应用越来越广泛、深入，已进入到系统的过程控制、运动控制、通信网络、人机交互等领域。

从 1969 年美国 DEC 公司生产世界上第一台 PLC 至今，可编程序控制器已经历了 4 代，第 1 代 PLC 大多采用一位机开发，用磁心存储器存储，只具有单一的逻辑控制功能；第 2 代 PLC 采用 8 位微处理器及半导体存储器，使 PLC 产品系列化；第 3 代 PLC 采用位片式 CPU，处理速度大大提高了，促使 PLC 向多功能方向发展；第 4 代 PLC 全面使用 16 位和 32 位高性能微处理器，进行多通道处理，内含 CPU 的智能模块，使第 4 代 PLC 具有运动控制、数据处理、网络通信等多种功能。PLC 及其网络现已成为工厂首选的工业控制装置，由 PLC 组成的多级分布式网络已成为现代工业控制系统的主要组成部分。

PLC 的主要特点是集“三电”于一体，即集电控、电仪、电传于一体。根据工业自动化系统分类，对于开关量的控制（逻辑控制系统）采用继电器接触器控制装置（电控装置），对于速度较慢的连续量控制（过程控制系统）采用电动仪表控制（电仪装置），对于速度较快的连续量控制（运动控制系统）采用电传装置。在 PLC 的控制装置中实现三电一体化，适用于各种规模的自动化系统。特别是运动控制技术的发展极为迅速，各种现代控制技术如自适应控制、最优控制、鲁棒控制、滑模变结构控制、模糊控制、神经网络控制及各种智能控制都已深入到传统的运动控制系统中，并且具有较高的静动态特性。

PLC 在运动控制系统中可作为运动控制器，即运动控制系统的“大脑”，实现精密金属切削机床的控制以及机械手的控制。由于 PLC 还具有数字运算（包含逻辑运算、函数运算、矩阵运算等）、数据传输、转换、排序、检索和移位，以及数字转换、位操作、编码、译码等功能，可完成数据采集、分析和处理任务，一般应用于大中型运动控制系统，如数控系统、柔性制造系统、机器人控制系统等。

1.1.4 运动控制系统的分类及其应用场合

1. 运动控制系统的分类

按被控制量的性质，运动控制系统可分为位置控制系统、速度控制系统、加速度控制系统、同步控制系统、力矩控制系统。

运动控制系统按伺服机构的能源供给可分为电动控制系统、气动控制系统和液压控制系统三种。气动和液压伺服机构适用于要求防爆且输出力矩较大的场合，而且精度要求较低，目前在工业领域中的使用也非常广泛。

2. 运动控制技术的应用领域

运动控制技术的应用领域非常广泛，遍及国民经济的各个行业，主要应用领域如下：

- (1) 冶金行业 电弧炉电极控制、轧机轧辊控制、产品定尺控制等。
- (2) 机械行业 机床定位控制、加工轨迹控制以及各种流水生产线和机械手的控制等。
- (3) 信息行业 磁盘驱动器的磁头定位控制，打印机、绘图机控制等。
- (4) 建筑行业 电梯控制及电梯群控等。
- (5) 军事行业 雷达天线和各种火炮控制等。
- (6) 其他行业 立体仓库和立体车库的控制等。

1.2 PLC 运动控制系统的组成及各部分的作用

PLC 运动控制系统的控制目标一般为位置控制、速度控制、加速度控制和力矩控制等。

位置控制是将一负载从某一确定的空间位置按一定的轨迹移动到另一确定的空间位置，例如机械手或机器人就是典型的位置控制系统。

速度控制和加速度控制是使负载按某一确定的速度曲线进行运动，例如电梯就是通过速度和加速度调节来实现平稳升降和平层，当然电梯运动控制系统的控制目标也包括位置控制，因为这些控制目标一般是互相配合进行工作的。

转矩控制是要通过转矩的反馈来维持转矩的恒定或遵循某一规律的变化，例如轧钢机械、造纸机械和传送带的张力控制等。

典型运动控制系统的组成框图如图 1-2 所示。

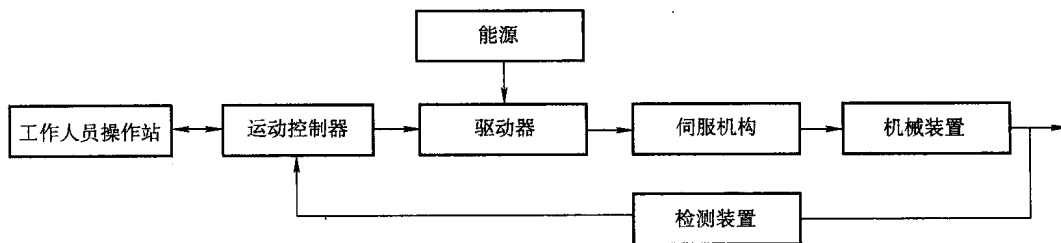


图 1-2 典型运动控制系统的组成框图

在 PLC 运动控制系统中，运动控制器采用 PLC，它是系统的“大脑”，检测装置相当于系统的“眼”、“鼻”等感觉器官，而驱动器则是运动控制系统的“四肢”，负责控制的执行。在运动控制系统中，需要检测的量主要是位置、速度和加速度等参数，执行元件可根据实际需要选取步进驱动系统、伺服驱动系统以及变频器驱动的传动系统。

1.2.1 工作人员操作站

工业现场操作的工作人员使用的设备就称为工作人员操作站，它提供运动控制系统与工作人员的完整接口，通过工作人员的操作来实现各种控制调节和管理功能。

操作站一般采用 PC 装载组态元件，工作人员通过专用键盘、鼠标进行各种操作。在小型运动控制系统中可以采用触摸屏作为工作人员操作站。

运动控制系统还可以通过工作人员操作站与企业信息网络连接，以便实现系统的网络通信。

1.2.2 运动控制器

运动控制器是运动控制系统的核心，可以是专用控制器，但一般都是采用具有通信能力的智能装置，如工业控制计算机（IPC）或可编程序控制器（PLC）等。对于 PLC 运动控制系统，都选用 PLC 作为运动控制器。

运动控制器的控制目标值是由上一级工作人员操作站提供的，在恒速系统中速度是给定的，在伺服系统中是速度与时间关系曲线，即一条运动轨迹。

运动控制器可实现控制算法,如PID算法、模糊控制算法及各类校正算法等。总之,现代运动控制器可实现各种先进的控制算法。

PLC作为通用控制装置,以其高可靠性、功能强、体积小、可以在线修改程序、易于与计算机连接、能对模拟量进行控制等优异性能,在工业控制领域中得到大量运用,现已成为现代工业三大支柱之首。PLC已在流水线、包装线、机械手、立体仓库等设备上得到广泛的应用,这些应用都属于运动控制的范畴。

1.2.3 驱动器

驱动器是指将运动控制器输出的小信号放大以驱动伺服机构的部件。对于不同类别的伺服机构,驱动器有电动、液动、气动等类型。

PLC运动控制系统采用PLC作为运动控制器,通常驱动器为变频器、伺服电动机驱动器、步进电动机环形驱动器等。

在一些对速度、位置的控制精度要求不高的场合,在运动控制系统中可以采用变频器控制交流电动机的方式来完成。在交流异步电动机的诸多调速方法中,变频调速的性能最好,调速范围大、静态稳定性好、运行效率高。采用通用变频器对交流异步电动机进行调速控制,由于使用方便、可靠性高,并且经济效益显著,使得这种方案逐步得到推广。

步进驱动系统(步进电动机与驱动器组成的系统)主要应用在开环、控制精度及响应速度要求不太高的运动控制场合,如程序控制系统、数字控制系统等。步进驱动系统的运行性能是电动机与驱动器两者配合所反映出来的综合效果。效率、可靠性和驱动能力是步进电动机驱动电路所要解决的三大问题,三者之间彼此制约。驱动能力随电源电压的升高而增大,但电路的功耗一般也相应增大,使效率降低。可靠性则随着驱动电路的功耗增大、温度升高而降低。恒流驱动技术采用了能量反馈,提高了电源效率,改善了电动机矩频特性,国内外步进电动机驱动器大多都采用这种驱动方式。

交流伺服电动机的驱动装置采用了全数字式驱动控制技术后,使得驱动装置硬件结构简单,参数调整方便,输出的一致性、可靠性增加。同时,驱动装置可以集成复杂的电动机控制算法和智能控制功能,如增益自动调整、网络通信等功能,大大提高了交流伺服系统的适用范围。

1.2.4 伺服机构

伺服机构是PLC运动控制系统的重要组成部分,选择运动控制系统的伺服机构首先应该是在整个工作过程中都能拖运负载,其次是选择伺服机构必须考虑它的性能对控制系统的影响,最后要考虑的就是在低速运行时必须平衡而且扭矩脉动变化小,在高速运行时振动噪声应该小。

运动控制系统伺服机构按工作介质可分为电动伺服机构、液压伺服机构和气动伺服机构。在中、小功率的运动控制系统中,电动伺服机构的应用比较广泛。电动伺服机构即控制电动机,与一般电动机相比有如下优点:

- (1) 高可靠性 执行元件是控制系统的重要组成部分,所以它的可靠性显得十分重要。
- (2) 高精度 系统的机械运动要精确满足控制要求,这就要求执行元件具有高精度。

(3) 快速性 在有些系统中, 控制指令经常变化, 其系统的动作要求反应非常迅速, 这就要求执行元件能作出快速响应。高转矩、低惯量是控制电动机的基本特性。

(4) 经济性 控制电动机在系统中所占经济价值的比例较大, 控制电动机的经济性显得尤为重要。

(5) 环境适应性 控制电动机应具有良好的环境适应性, 往往比一般电动机的环境要求高许多。

· 目前控制电动机大多采用步进电动机或全数字化交流伺服电动机。

1.2.5 检测装置

在运动控制系统中是通过传感器获取系统中的几何量和物理量的信息, 再将这些信息提供给运动控制器, 为实现控制策略提供依据。

运动控制系统中的测量和反馈部分的核心是传感器。以传感器为核心的检测装置向操作人员或运动控制器反映系统状况, 同时也可以闭环控制系统中形成反馈回路, 将指定的输出量馈送给运动控制器, 而控制器则根据这些信息进行控制决策。运动控制系统中的传感器用于测量运动参数(如位置、速度和加速度等)和力学参数(如力和转矩等), 也可以用于测量电气参数(如电压和电流等)。传感器是利用各种物理学原理, 如电磁感应、光电效应、光栅效应、霍尔效应等, 实现各物理量的检测。

运动控制系统中的传感器在采用新原理、新工艺、新材料, 并与先进的电子技术结合的基础上, 朝着高精度、高可靠性和高速的方向发展。没有信息反馈的控制是盲目的, 而错误的信息反馈也会导致控制的失误。检测装置的测量反馈部分与电动机、驱动器、运动控制器一样, 是运动控制系统的主要组成部分。准确性和实时性是控制系统对测量反馈部分的基本性能要求, 前者在一定程度上由传感器和以传感器为核心的测量静态特性进行描述, 而后者则取决于其动态特性。

1.2.6 机械装置

机械装置是指电动机的负载, 如工业系统中的风机、水泵及流体, 轧机中的传送机构, 轧辊和轧制中的钢材, 机床中的主轴、刀架和工件, 机械手和机器人的手臂, 行走机构和施力对象等。机械装置作为电动机的负载, 不仅包括机械系统的工作部分, 如刀具和工件等, 也包括机械系统中的机械传动链, 如齿轮箱、传送带和滚珠丝杠等。运动控制系统中的机械装置由于其力学特性对系统施加影响, 对整个运动控制系统进行分析时, 机械装置是不可忽略的组成部分。

1.3 PLC 运动控制技术实训设备

TVT—METS3 是一套融合试验、实训及综合开发的新型培训系统, 系统中的大部分部件都是采用工业上常用的传感器、变频器、控制器、执行器, 并通过接口电路组成 PLC 网络, 用户可以通过不同的组合构成各种不同的运动控制系统, 进行 PLC 运动控制技术的应用设计与实践。

1.3.1 TVT—METS3 系统结构及其功能

1. 系统结构

TVT—METS3 系统整体结构外貌如图 1-3 所示。TVT—METS3 系统由 10 个单元组成, 如图 1-4 所示。

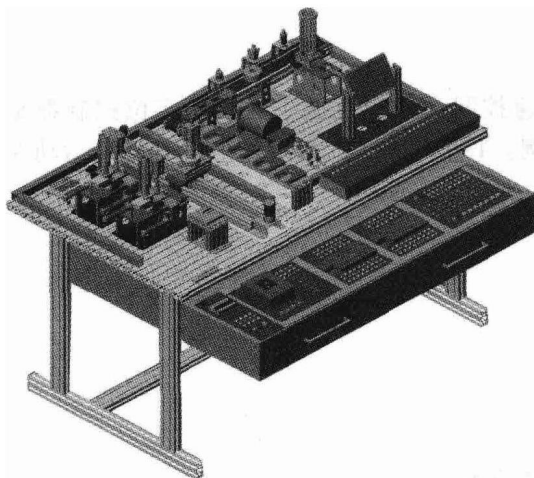


图 1-3 TVT—METS3 系统整体结构外貌

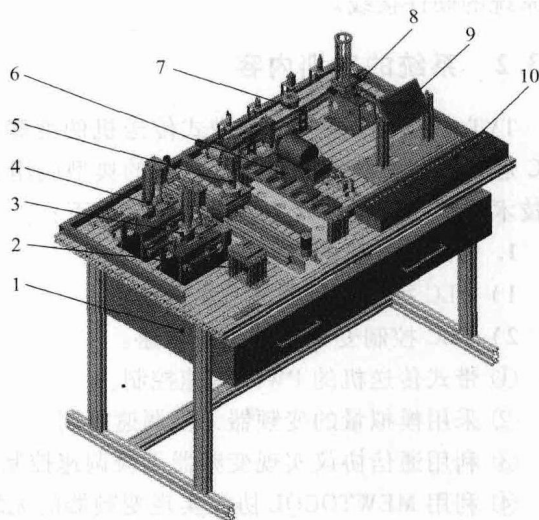


图 1-4 TVT—METS3 系统单元的组成

- 1—型材桌体 2—载货台 3—加工单元 4—装配单元
5—行走机械手单元 6—平面库单元 7—检测分拣单元
8—井式供料单元 9—触摸屏单元 10—电气控制板接口单元

2. 系统功能

TVT—METS3 系统中的井式供料单元、检测分拣单元和行走机械手单元可以组成材料分拣系统。它由传送带、气动机械手、传感器组、PLC、变频器、交流电动机、旋转编码器、井式出料塔、气动推送机构等组成。其中, 变频器、旋转编码器、交流电动机与 PLC 组成带位置反馈的速度控制系统。传感器组由电容传感器、电感传感器、颜色传感器、光敏开关等组成, 可以识别货物的颜色、材质等, 并可统计数量。

TVT—METS3 系统的行走机械手单元、加工单元、装配单元与平面库单元可以组成平面储存系统。它是由步进电动机及其驱动器、平面库、直线导轨、起动入库机构等组成。通过控制气动入库机构在直线导轨上的位移, 实现不同货物进入到不同的位置。

系统可选用 2 台 PLC 分别控制材料分选小系统和平面存储小系统, 然后通过 PLC 网络实现 PLC 之间的相互通信, 完成系统的统一动作。

TVT—METS3 整个系统在 PLC 的控制下, 系统的运行过程如下: 当料块由井式供料单元进入传感器检测分拣单元时, 电动机旋转, 通过同步齿形带使料块进入电容、电感、颜色传感器检测区域, 使不同颜色、不同材质的料块被分拣; 当料块进入机械手取料区域时, 行走机械手开始动作, 通过步进电动机或直流电动机旋转使机械手到达取料区域, 将不同颜色、不同材质的料块放入到相应的平面库库位中, 将待加工、待装配的料块放入加工、装配单元, 实现料块的加工、装配, 最后由行走机械手将加工装配好的成品放入相应的平面库库

位中。

通过旋转编码器使行走机械手实现精确定位，通过调整旋转气缸的缓冲器使旋转角度实现精确定位控制。整个系统通过 PLC 网络实现 PLC 之间的通信，完成货物的传送、定位、检测、搬运以及存储。系统电气控制板接口单元采用开放式结构，系统所有控制线和信号线均通过导线引入到面板上来，因此，在实训时，只需要在面板上接线即可，便于学员独立完成系统的硬件接线。

1.3.2 系统的实训内容

TVT—METS3 系统中的带式传送机的变频调速控制和行走机械手的准确定位控制都是 PLC 运动控制系统速度与位置控制的典型应用实例。TVT—METS3 系统作为学习 PLC 运动控制技术的实训设备，其主要实训内容如下：

1. 带式传送机的变频调速控制

- 1) PLC 控制变频器的有级调速。
- 2) PLC 控制变频器的无级调速。
 - ① 带式传送机的 PWM 调速控制。
 - ② 采用模拟量的变频器无级调速控制。
 - ③ 利用通信协议实现变频器无级调速控制。
 - ④ 利用 MEWTOCOL 协议实现变频器的无级调速控制。

2. 行走机械手的速度与位置控制

- 1) PLC 的高速计数器与旋转编码器的定位控制。
- 2) 采用步进驱动系统实现机械手的速度与位置控制。
- 3) 采用伺服驱动系统实现机械手的速度与位置控制。
- 4) 采用位控单元模块实现机械手的速度与位置控制。

3. 利用 PLC 网络实现对货物的传输与搬运控制

- 1) 货物传输与搬运系统的 PC—LINK 网络控制。
- 2) 货物传输与搬运系统的 MODBUS RTU 网络控制。

4. 采用触摸屏的控制

- 1) 采用触摸屏建立人一机交互界面实现系统的点动控制。
- 2) 采用触摸屏建立人一机交互界面实现系统的自动控制。

5. 组态监控系统的设计

- 1) 采用组态王完成材料分拣监控系统的设计。
- 2) 采用组态王完成平面仓储监控系统的设计。

6. 自动加工、装配、仓储系统的应用设计

- 1) 顺序加工系统的应用设计。
- 2) 加工入库系统的应用设计。
- 3) 自动加工系统的组态实现。

7. 现代生产线控制系统的应用设计

- 1) 现代生产线电气控制系统的应用设计。
- 2) 现代生产线系统的程序设计。

1.4 小结与作业

1.4.1 小结

运动控制技术是自动化技术与电气拖动技术的融合，采用 PLC 作为运动控制器的运动控制技术就是 PLC 运动控制技术，现已广泛应用于冶金、机械、信息、建筑、军事等多个行业中。

运动控制系统主要由运动控制器、传感器检测装置、伺服机构、机械装置等组成。其控制目标一般为位置控制、速度控制、加速度控制和力矩控制等。PLC 运动控制技术实训设备采用 TVT—METS3 系列培训系统。系统中全部采用工业中的传感器、变频器、控制器、执行器及通信网络，利用不同的组合可以构成各种不同的运动控制系统，进行 PLC 运动控制技术的应用设计与实践。

1.4.2 作业

思考题：

- 1) 什么是运动控制？
- 2) 运动控制的目标是什么？
- 3) 绘出运动控制系统的组成示意图。
- 4) 运动控制技术的六个要素是什么？
- 5) 运动控制技术的主要应用场合有哪些？
- 6) 利用 TVT—METS3 系列培训系统主要能完成哪些实训内容？

第 2 章 带式传送机的变频调速控制

2.1 实训任务

2.1.1 带式传送机的起动和正反转控制

1. 采用变频器操作面板的起动和正反转控制

(1) 任务要求 利用变频器的操作面板实现传送机的起动、停止及正反转控制。按下变频器操作面板上的“RUN”，电动机正转起动，经过 4s，电动机稳定运行在 50Hz。电动机进入稳定运行状态后，如果按下“STOP”，经过 2s，电动机将从 50Hz 运行到停止。此外，传送带还可以按照与正转时相同的起动时间、相同的稳定运行频率以及相同的停止时间进行反转。其加、减速曲线如图 2-1 所示，图中 $t_1 = 4\text{s}$ ， $t_2 = 2\text{s}$ 。

(2) 系统组成 采用变频器操作面板控制的调速系统如图 2-2 所示。系统主要由传送带、交流电动机、变频器等组成。带式传送机调速控制系统的接线如图 2-3 所示。

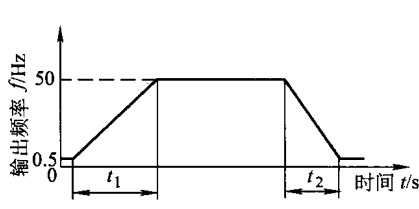


图 2-1 加、减速曲线

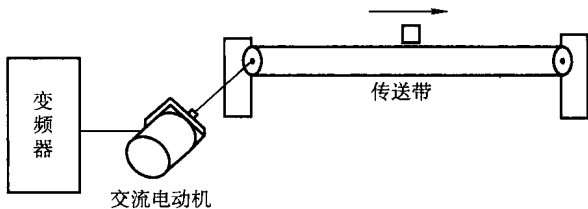


图 2-2 采用变频器操作面板控制的调速系统

(3) 系统的变频器参数设置及操作步骤 本次实训涉及的变频器参数有 P66、P01、P02、P08、P09，具体操作步骤如下：

- 1) 按图 2-3 接好线。
- 2) 变频器参数初始化：将 P66 设置为“1”。
- 3) 设置起动和停止时间：将参数 P01 设置为“4”，P02 设置为“2”。
- 4) 设置频率：将参数 P09 设置为“0”。
- 5) 设置变频器运行方式：将 P08 设置为“1”。
- 6) 按下“MODE”使数码管显示“Fr”，然后按下“SET”，并调节操作旋钮使数码管显示“50.0”。
- 7) 正转运行：按下“MODE”，选择在数码管显示“000”的状态下按下“▲”软按键，此时将显示“0 - F”，再按下“RUN”软按键电动机将开始正转运行，经

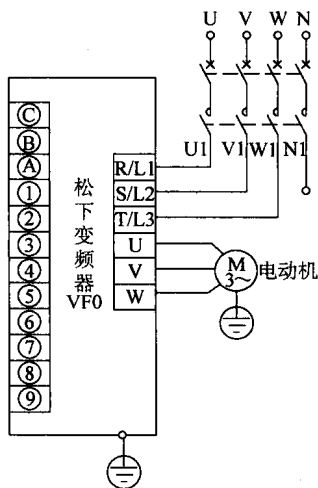


图 2-3 带式传送机调速控制系统的接线

过4s后,变频器将输出频率50Hz。

8) 电动机停止:按下“STOP”软按键,电动机就会停止运行。

9) 反转运行:在数码管显示“000”的状态下按下“▼”软按键,此时将显示“0 - r”,再按下“RUN”软按键,电动机将开始反转运行。

10) 按下“STOP”软按键,电动机停止运行。

(4) 分析与思考

1) 在第一个实训中使用了变频器,那么变频器有什么特点?为什么会被广泛应用?它都有哪些控制方法?变频器的全称为交流变频调速器,主要用于交流电动机的驱动及调速,在调整输出频率的同时按比例调整输出电压,从而改变电动机的转速,以达到实现交流电动机调速的目的。变频器的最大特点是高效、节能。变频器的控制及调速方法有:

- ① 采用变频器操作控制面板实现电动机的起停和正反转控制。
- ② 采用外部按钮实现电动机的起停和正反转控制。
- ③ 采用 PLC 控制实现电动机的起停和正反转运行。
- ④ 采用 PLC 控制电动机,实现多级调速。
- ⑤ 采用脉宽调制(PWM)的调速控制。
- ⑥ 采用模拟量实现变频器的无级调速控制。
- ⑦ 采用通信方式控制实现变频器的无级调速。

以上七种方法中,本实训采用了第一种控制方法。只需一台变频器和一台交流电动机即可构成一个最简单的变频器调速系统,其系统框图如图2-4所示。

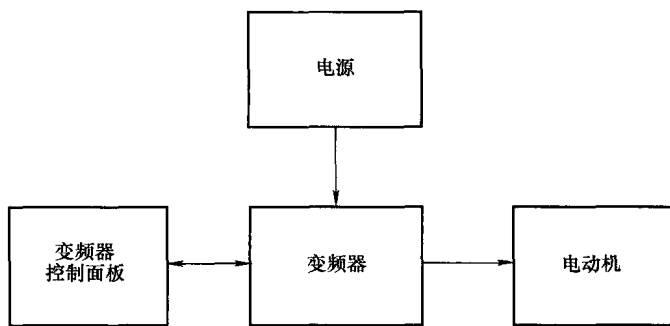


图 2-4 采用操作控制面板的调速系统框图

2) 在上面的操作中,为什么要设置 P66 呢? P66 是用来初始化变频器参数的,当 P66 被设置成“1”后,变频器之前的所有参数设置都被恢复到出厂时的设置。P08 是变频器的“选择运行指令”,它决定了变频器的控制方式,即变频器是采用面板控制方式还是采用外部按钮控制方式。参数 P08 的功能见表 2-1。P09 是频率设定信号,它决定了变频器输出频率的控制方式。参数 P09 的功能见表 2-2。