

高职高专机电类
工学结合模式教材

机电系统技术

——模块化生产系统及PLC (三菱系列)

张君艳 编著

清华大学出版社



机电一体化技术
第2版

机电系统技术

——模块化生产系统PLC应用案例

张明 主编



高职高专机电类
工学结合模式教材

机电系统技术

——模块化生产系统及PLC(三菱系列)

张君艳 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书采用单元编写体例,将知识、技能、素质的培养融为一体,共设计十个单元。单元一至单元六贯穿了机电系统技术的理论知识、专业技能知识、PLC应用等,单元七至单元九主要讲解了通信技术和人机界面技术等,单元十为综合项目设计。

本书可作为高职高专院校电气自动化、工业自动化、电气控制、机电一体化等相关专业的教材或短期培训使用,也可供广大工程技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

机电系统技术——模块化生产系统及PLC(三菱系列)/张君艳编著. —北京:清华大学出版社, 2012.7

(高职高专机电类工学结合模式教材)

ISBN 978-7-302-28276-1

I. ①机… II. ①张… III. ①机电系统:综合生产系统—高等职业教育—教材 ②PLC技术—应用—机电系统—高等职业教育—教材 IV. ①TH-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第040649号

责任编辑:朱怀永

封面设计:傅瑞学

责任校对:袁芳

责任印制:何芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795764

印 刷 者:三河市君旺印装厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:16

字 数:367千字

版 次:2012年7月第1版

印 次:2012年7月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:32.00元



目前,以 PLC、触摸屏以及变频器为主的机电系统技术在各个生产领域被广泛应用。为了适应机电系统领域对技术人员的机电系统安装与调试、控制系统的运行调试、故障排除以及维修等各方面的要求,满足职业院校教学改革的需求,我们编写了本书。

本书是在总结多年教学改革实践经验的基础上编写而成的,按照单元体系来重构知识和技能;在学习单元内容的过程中掌握机械构件安装与拆卸、气动传动系统、传感器与 PLC、PLC 通信、触摸屏以及变频器等机电系统综合技术的应用。

本书具有以下特色。

1. 采用单元体系编写,将知识、技能、素质的培养有机融合在每个相对独立的单元中。

2. 教材的编写以能力为主线,每个单元先以导入的方式详细介绍相关技术、系统或设备的实际应用,在单元的学习过程中引入新的知识点,同时贯穿已掌握的知识 and 技能,继而拓展相关的知识。

3. 本书实训项目来源于企业同时又高于企业,借鉴企业的真实项目和工业案例。

4. 以企业和行业标准来规范学生,做到零距离就业。

5. 采用“先会后懂”的教学逻辑,理实一体化的教学,做到“做中学、做中教”。

6. 以国际技能大赛的标准和要求组织课程内容。

本教材共设计十个单元,建议总课时 96 课时。具体分配如下:

序号	单元名称	理论课时	实训课时
1	单元一 机电一体化系统	2	2
2	单元二 机电一体化系统机械本体安装与调试	3	5
3	单元三 机电一体化系统动力与执行机构的安装与调试	3	5
4	单元四 机电一体化电气控制系统	2	6
5	单元五 模块化生产系统 MPS 的 PLC 控制运行	6	10
6	单元六 模块化生产系统 MPS 编程	2	6
7	单元七 CC-Link 通信系统构建	4	8
8	单元八 Profibus 通信系统构建	4	12
9	单元九 触摸屏监控界面设计	2	4
10	单元十 机电一体化系统综合项目设计	2	8
	合 计	30	66
	总 计	96	

本书由苏州工业园区职业技术学院张君艳编著,在编写过程中参阅了许多同行专家的论著文献,借鉴了企业技术人员的宝贵意见,在此对曾给予帮助的同志一同表示感谢。

本书可作为高职高专院校电气自动化、工业自动化、电气控制、机电一体化等相关专业的教材或短期培训使用,也可供广大工程技术人员参考。

由于编者的水平有限,在编写过程中难免存在不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2012年4月



单元一 机电一体化系统	1
一、导入 模块化生产系统	1
二、相关理论知识	1
(一) 模块化生产系统介绍	1
(二) MPS 的应用技术	2
(三) MPS 基本功能	2
三、相关技能知识	3
(一) 观察 MPS 设备结构以及系统组成	3
(二) 实训项目	3
四、相关拓展知识	3
(一) 机电一体化技术定义	3
(二) 机电一体化系统基本组成要素	4
(三) 机电一体化技术分类	5
(四) 机电一体化系统技术组成	6
(五) 机电一体化技术与其他技术的区别	7
(六) 机电一体化的发展历程与现状	8
(七) 机电一体化的发展趋势	8
五、应用案例	10
(一) 机电一体化生产培训系统分析	10
(二) 点阵式打印机分析	10
(三) 机电一体化系统基本构造	10
(四) 机电一体化技术	11
单元小结	12
思考题	12
单元二 机电一体化系统机械本体安装与调试	13
一、导入 模块化生产系统各单元	13
二、相关理论知识	14
(一) 送料单元的机械结构	14
(二) 检测单元的机械结构	17
(三) 加工单元的机械结构	19

(四) 提取单元的机械结构	20
(五) 分配单元的机械结构	21
三、相关技能知识	22
(一) 拆卸与分解 MPS 的机械部件	22
(二) 安装与调试 MPS 各单元的机械构件	23
四、应用案例	24
(一) 上料检测站	24
(二) 搬运站	25
(三) 加工站	25
(四) 安装站	26
(五) 装配搬运站	26
(六) 分配站	27
单元小结	27
思考题	28
单元三 机电一体化系统动力与执行机构的安装与调试	29
一、导入 MPS 执行机构(气动系统)	29
二、相关理论知识	32
(一) 气动系统	32
(二) 电气动系统	46
(三) 传感检测系统	52
三、相关技能知识	56
四、相关拓展知识	57
(一) 真空概述	57
(二) 真空技术应用	58
(三) 真空元件	59
(四) 真空发生器种类	60
(五) 吸盘	61
(六) 真空电磁阀	63
(七) 真空顺序阀	63
(八) 真空气动系统	63
(九) 真空回路设计	64
(十) FESTO 阀岛介绍	66
(十一) 气动系统维护常识	66
单元小结	69
思考题	69

单元四 机电一体化电气控制系统	70
一、导入 MPS 电气控制系统	70
二、相关理论知识	71
(一) PLC 概述	71
(二) 三菱 PLC 硬件	73
(三) MPS 电气原理图	79
三、相关技能知识	83
四、相关拓展知识	83
单元小结	89
思考题	90
单元五 模块化生产系统 MPS 的 PLC 控制运行	91
一、导入一 模压装置	91
二、相关理论知识	92
(一) PLC 工作原理	92
(二) 三菱 FX2N 软件系统	96
(三) FX2N 软元件	98
(四) 三菱 PLC 基本指令	100
三、相关技能知识	102
四、导入二 声光报警系统	103
五、相关理论知识	103
(一) 定时器指令	103
(二) 计数器指令	106
(三) FX2N 系列 PLC 编程软件	108
六、相关技能知识	114
七、相关拓展知识	117
八、导入三 传送站控制	118
九、相关理论知识	119
(一) PLC 步进指令(单流程控制)	119
(二) PLC 步进指令(多流程控制)	121
十、相关技能知识	126
单元小结	129
思考题	129
单元六 模块化生产系统 MPS 编程	131
一、导入 MPS 各单元控制要求	131
二、相关理论知识	134

(一) 编程思路和方法	134
(二) Step By Step 编程思路	134
(三) Shift 编程思路	137
三、相关技能知识	138
(一) 实训项目一	138
(二) 实训项目二	139
四、步进顺控指令编程练习	140
五、相关拓展知识	146
单元小结	148
思考题	149
单元七 CC-Link 通信系统构建	150
一、导入 MPTS 通信要求	150
二、相关理论知识	151
(一) 现场总线概述	151
(二) CC-Link 的硬件系统配置	155
(三) MPTS 中的通信参数设定与通信程序设计	159
(四) 主从站程序设计	171
三、相关技能知识	172
单元小结	185
思考题	185
单元八 Profibus 通信系统构建	186
一、导入 自动装配系统通信要求	186
二、相关理论知识	187
(一) Profibus 概述	187
(二) Profibus-DP 介绍	191
(三) S7-300 系列编程软件 STEP7	194
(四) S7-300 系列 PLC 硬件组态	198
三、相关技能知识	200
(一) Profibus-DP 硬件组态	200
(二) 通信程序设计	210
单元小结	214
思考题	214
单元九 触摸屏监控界面设计	216
一、导入 自动装配系统监控界面设计	216
二、相关理论知识	216

三、相关技能知识	220
单元小结	222
思考题	222
单元十 机电一体化系统综合项目设计	223
一、导入 音乐喷泉的系统设计	223
二、相关理论知识	224
三、相关技能知识	226
(一) 音乐喷泉的 PLC 控制系统设计	226
(二) 小型自动化生产线的设计	227
(三) 简易传送装置系统设计	228
四、相关拓展知识	229
(一) 变频器的选型及参数设置	229
(二) 音乐喷泉设计	232
单元小结	244
思考题	244
参考文献	245

机电一体化系统

【知识目标】

- (1) 掌握机电一体化系统概念、组成、分类和应用技术。
- (2) 明确模块化生产系统 MPS 功能、系统组成、应用技术。
- (3) 机电一体化组成以及各部分作用、机电一体化技术分类及组成。
- (4) 机电一体化技术发展现状和趋势。

【技能目标】

- (1) 熟悉模块化生产系统的设备构造。
- (2) 明确机电一体化系统的组成以及应用技术。

一、导入 模块化生产系统

MPS 是 Modular Production System 的缩写,中文译为模块化生产系统,是德国 FESTO 公司生产,并经过教学改造的一套教学设备。模块化生产系统充分体现了机电一体化技术的实际应用。MPS 教学设备是一套开放式的设备,用户可根据自己的需要选择单元的数量、类型来组成相应的系统,由多个单元组成的系统可以体现出自动化生产线的控制特点。

MPS 设备采用 PLC(Programmable Logic Controller,可编程逻辑控制器)作为其核心控制器,PLC 是专为工业过程控制而设计的控制设备,在工业控制领域中的应用非常广泛。

二、相关理论知识

(一) 模块化生产系统介绍

模块化生产系统是由送料单元、检测单元、加工单元、提取单元和分

配单元等组成(见图 1-1);该系统可较为真实地模拟企业自动生产线的工作过程。MPS 是一个典型的机电一体化系统,同时各个单元又可自成为一个独立的系统,单元本身也是一个机电一体化系统。各个单元的执行机构主要采用气动执行机构,这些执行机构的运动位置可通过传感器来检测。

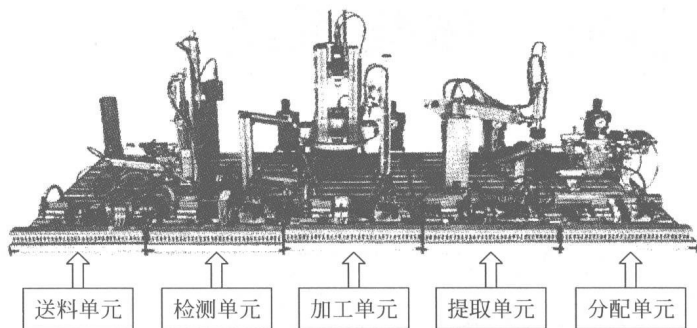


图 1-1 模块化生产系统

(二) MPS 的应用技术

MPS 设备应用了多种类型的传感器,分别用于判断物体是否存在、物体通过状态、物体颜色和材质等。传感器技术是机电一体化系统中的关键技术之一,也是现代工业实现高度自动化的前提。在控制方面,MPS 设备采用 PLC 作为核心控制器,用户可根据需要选择不同厂家的 PLC。另外,MPS 整个系统的运动控制是通过现场总线技术进行数据和信息的交换,实现联网通信功能。MPS 设备的硬件结构是相对独立的,学习者可以根据自己对设备和生产加工工艺过程的理解,对硬件进行安装和配线。MPS 设备安装完成后,通过编写 PLC 控制程序来实现该系统的控制要求,同时还应用到系统调试和故障排除、系统维护和保养等技术。

(三) MPS 基本功能

MPS 教学设备给学习者提供了一个开放式的学习环境,各组成单元的结构虽然已经固定,但是,教学设备的各个执行元件按照什么样的动作顺序执行,各个单元之间如何配合,最终使 MPS 模拟一个什么样的生产加工控制过程,MPS 作为一条自动生产流水线具有怎样的操作运行模式等,学习者都可根据自己的理解,运用所学理论知识,设计出 PLC 控制程序,使 MPS 设备实现一个最符合实际的自动控制过程。MPS 设备的每个单元都具有最基本的功能,各个单元的基本功能如下。

(1) 送料单元的基本功能:将放置在料仓中的待加工工件(缸体工件)自动地推出(最多放置 8 个工件),并将其传送到检测单元。

(2) 检测单元的基本功能:将送料单元送来的待加工工件进行颜色和材质的识别,并进行高度模拟检测,将符合要求的工件通过上滑槽分流到加工单元;将不符合要求的工件从本单元下滑槽剔除。

(3) 加工单元的基本功能:将检测单元传送来的待加工工件进行模拟钻孔加工,并

可以对加工结果进行检测。

(4) 提取单元的基本功能：将加工单元加工后的工件提取，取出的工件有两个流向，对符合要求的工件，送往分配单元；对不符合要求的工件则通过本单元的下滑槽剔除。

(5) 分配单元的基本功能：对提取单元传送来的合格工件按颜色和材质的不同，分别从不同的滑槽进行分流入库。

三、相关技能知识

(一) 观察 MPS 设备结构以及系统组成

利用已经掌握的知识去分析理解机械技术、气动控制技术、传感器技术、电子技术、PLC 技术等是如何在一个设备系统中有机地融合在一起的。

(二) 实训项目

观察和了解机电一体化系统(MPS)的组成,实训项目要求和工作任务见表 1-1。

表 1-1 实训要求和工作任务

参考学时	2 学时	
学习目标	明确实训室设备	
工作任务	工作任务一	绘制 MPS 组成图
	工作任务二	观察各单元的应用技术并记录
	工作任务三	观察 MPS 的机械硬件系统
	工作任务四	观察 MPS 的控制系统
相关理论知识	机电一体化系统组成	
相关技能知识	熟练掌握模块化生产系统的组成	
拓展知识	明确 MPS 各单元的机械、气动和电器元件	

四、相关拓展知识

机电一体化系统主要由广义执行机构子系统、信息处理及控制子系统、传感检测子系统等组成。广义执行机构子系统由驱动元件和执行元件(或执行机构)组成,用来传递动力、完成运动。信息处理及控制子系统由电子计算机来实现,传感检测子系统由传感器来实现,它们是机电一体化系统重要的特征。

(一) 机电一体化技术定义

机电一体化技术又称为机械电子技术,是机械技术、电子技术、信息技术、自动控制技术等相关技术的综合。机电一体化在国外被称为“Mechatronics”,它取机械学(Mechanics)的前半部分和电子学(Electronics)的后半部分组合起来构成,意思是机械技术和电子技术的有机结合。

(二) 机电一体化系统基本组成要素

一个较完善的机电一体化系统,应包含以下几个基本要素:机械本体、动力与驱动部分、执行机构、传感检测部分、控制及信息单元处理部分。这些组成部分内部及其相互之间,通过接口耦合、运动传递、物体流动、信息控制、能量转换等有机结合集成一个完整的机电一体化系统(见图1-2),这与人体是由头脑、感官(眼、耳、鼻、舌、皮肤)、手足、内脏以及骨骼五大部分构成相类似。机械本体相当于人的骨骼,动力与驱动部分相当于人的内脏,执行机构相当于人的手足,传感器相当于人的感官,控制及信息处理部分相当于人的头脑。由此可见,机电一体化系统内部的五大功能与人体的五大功能几乎是一样的,因此,人体是机电一体化产品发展的最好蓝本。机电一体化系统实现各功能的相应构成要素如图1-2所示。

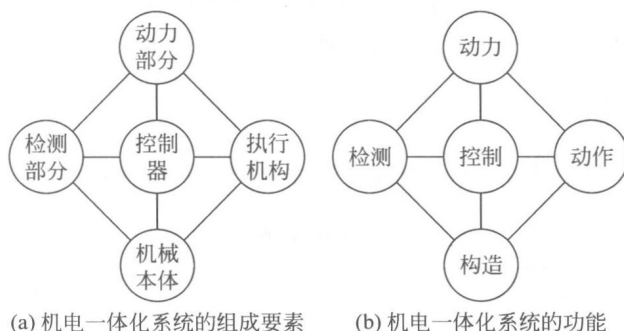


图 1-2 机电一体化系统的组成要素及功能

1. 机械本体

机电一体化系统的机械本体包括机身、框架、连接等。由于机电一体化产品技术性能、水平和功能的提高,机械本体要在机械结构、材料、加工工艺性以及几何尺寸等方面适应产品高效率、多功能、高可靠性和节能、小型、轻量、美观等要求。

2. 动力与驱动

动力部分是按照系统控制要求,为系统提供能量和动力并使系统正常运行。用尽可能小的动力输入获得尽可能大的动力输出,是机电一体化产品的显著特征之一。

驱动部分是在控制信息作用下提供动力,驱动各执行机构完成各种动作和功能。机电一体化系统要求驱动的高效率和快速响应特性,同时要求对水、油、温度、尘埃等外部环境的适应性和可靠性。由于电力电子技术的高度发展,高性能的步进驱动、直流伺服和交流伺服驱动技术被大量应用于机电一体化系统。

3. 传感检测部分

传感检测部分对系统运行中所需要的本身和外界环境的各种参数及状态进行检测,变成可识别信号,传输到信息处理单元,经过分析处理后产生相应的控制信息。其功能一般由专门的传感器及转换电路完成。

4. 执行机构

执行机构是根据控制信息和指令完成要求动作的装置。执行机构是运动部件,一般

采用机械、电磁、电液等方式来驱动。根据机电一体化系统的匹配性要求,需要考虑改善系统的动、静态性能,如提高刚性、减小重量和适当的阻尼,应尽量考虑组件化、标准化和系列化,提高系统整体可靠性等。

5. 控制及信息单元

控制及信息单元是将来自各传感器的检测信息和外部输入命令进行集中、储存、分析、加工,根据信息处理结果,按照一定的程序和节奏发出相应的指令,控制整个系统有目的地运行。一般由计算机、可编程控制器(PLC)、数控装置以及逻辑电路、A/D与D/A转换、I/O(输入/输出)接口和计算机外部设备等组成。机电一体化系统对控制和信息处理单元的基本要求是:提高信息处理速度,提高可靠性,增强抗干扰能力以及完善系统自诊断功能,实现信息处理智能化。

以上这五部分我们通常称为机电一体化的五大组成要素。在机电一体化系统中的这些单元和它们各自内部各环节之间都遵循接口耦合、运动传递、信息控制、能量转换的原则,称它们为四大原则。

6. 接口耦合、能量转换

(1) 变换 两个需要进行信息交换和传输的环节之间,由于信息的模式不同(数字量与模拟量、串行码与并行码、连续脉冲与序列脉冲等),无法直接实现信息或能量的交流,需要通过接口完成信息或能量的统一。

(2) 放大 在两个信号强度相差悬殊的环节间,经接口放大,达到能量的匹配。

(3) 耦合 变换和放大后的信号在环节间能可靠、快速、准确地交换,必须遵循一致的时序、信号格式和逻辑规范。接口具有保证信息的逻辑控制功能,使信息按规定模式进行传递。

(4) 能量转换 包含了执行器、驱动器。涉及不同类型能量间的最优转换方法与原理。

7. 信息控制

在系统中,所谓智能组成要素的系统控制单元,在软、硬件的保证下,完成数据采集、分析、判断、决策,以达到信息控制的目的。对于智能化程度高的系统,还包含了知识获取、推理及知识自学习等以知识驱动为主的信息控制。

8. 运动传递

运动传递是指运动各组成环节之间的不同类型运动的变换与传输,如位移变换、速度变换、加速度变换及直线运动和旋转运动变换等。运动传递还包括以运动控制为目的的运动优化设计,目的是提高系统的伺服性能。

(三) 机电一体化技术分类

目前,世界上普遍认为机电一体化技术可以分为两大类,即生产过程的机电一体化和机电产品的机电一体化。生产过程的机电一体化意味着整个工业体系的机电一体化,如机械制造过程的机电一体化、电子产品生产过程的机电一体化。机电产品的机电一体化是机电一体化的核心,是生产过程的机电一体化的物质基础。机电一体化产品,小到儿童

玩具、家用电器、办公设备；大到数控机床、机器人、自动化生产线、航空航天器等。

(四) 机电一体化系统技术组成

机电一体化系统是多学科技术的综合应用,是技术密集型的系统工程。其技术组成包括机械技术、传感与检测技术、伺服传动技术、计算机与信息处理技术、自动控制技术和系统总体技术等。现代的机电一体化产品甚至还包含了光、声、化学、生物等技术的应用。

1. 机械技术

机械技术是机电一体化的基础。随着高新技术引入机械行业,机械技术面临着挑战和变革。在机电一体化产品中,它不再是单一地完成系统间的连接,而是要优化设计系统结构、重量、体积、刚性和寿命等参数对机电一体化系统的综合影响。机械技术的着眼点在于如何与机电一体化的技术相适应,利用其他高、新技术来更新概念,实现结构上、材料上、性能上以及功能上的变更,满足减少重量、缩小体积、提高精度、提高刚度、改善性能和增加功能的要求。

在制造过程的机电一体化系统中,经典的机械理论与工艺应借助于计算机辅助技术,同时采用人工智能与专家系统等,形成新一代的机械制造技术。这里原有的机械技术以知识和技能的形式存在。如计算机辅助工艺规程编制(CAPP)是目前 CAD/CAM 系统研究的瓶颈,其关键问题在于如何将各行业、企业、技术人员中的标准、习惯和经验进行表达和陈述,从而实现计算机的自动工艺设计与管理。

2. 计算机与信息处理技术

信息处理技术包括信息的交换、存取、运算、判断和决策,实现信息处理的工具是计算机,因此计算机技术与信息处理技术是密切相关的。计算机技术包括计算机软件技术和硬件技术、网络与通信技术、数据技术等。

在机电一体化系统中,计算机信息处理部分指挥整个系统的运行。信息处理是否正确、及时,直接影响到系统工作的质量和效率。因此,计算机应用及信息处理技术已成为促进机电一体化技术发展和变革的最活跃因素。人工智能技术、专家系统技术、神经网络技术等都属于计算机信息处理技术。

3. 自动控制技术

自动控制技术范围很广,机电一体化的系统设计是在基本控制理论指导下,对具体控制装置或控制系统进行设计;对设计后的系统进行仿真,现场调试;最后使研制的系统可靠地投入运行。由于控制对象种类繁多,所以控制技术的内容极其丰富,例如高精度定位控制、速度控制、自适应控制、自诊断、校正、补偿、再现、检索等。

随着微型机的广泛应用,自动控制技术越来越多地与计算机控制技术联系在一起,成为机电一体化中十分重要的关键技术。

4. 传感与检测技术

传感与检测装置是系统的感受器官,它与信息系统的输入端相连并将检测到的信息输送到信息处理部分。传感与检测是实现自动控制、自动调节的关键环节,它的功能越强,系统的自动化程度就越高。传感与检测的关键元件是传感器。