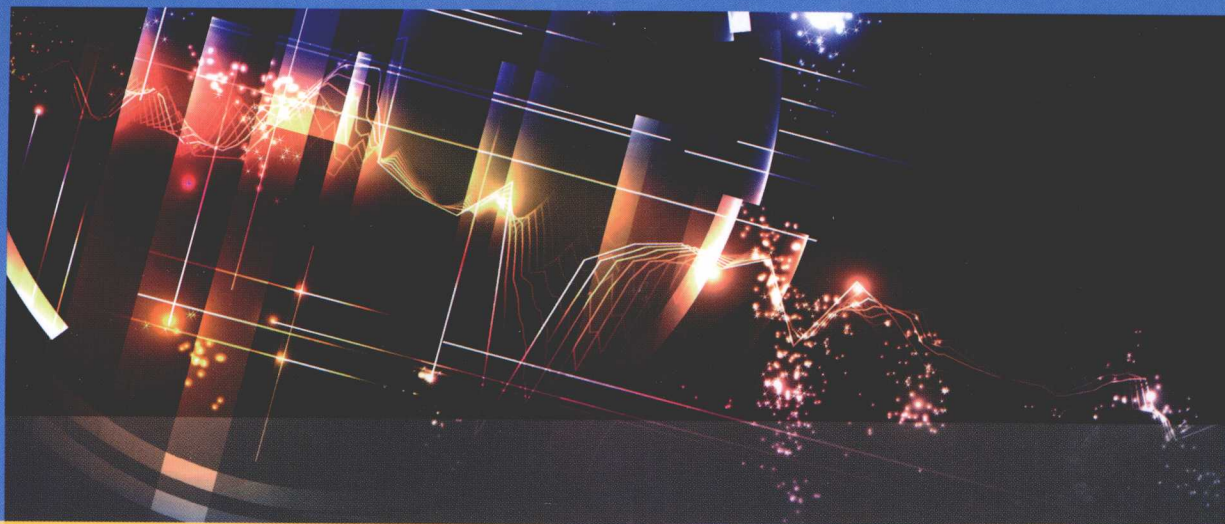




机电一体化 系统设计

主编 王纪坤 李学哲



国防工业出版社
National Defense Industry Press

013044131

TH-39
227

机电一体化系统设计

主 编 王纪坤 李学哲
副主编 杨婉霞 李孝平
参 编 孟祥侠 封孝辉



国防工业出版社

· 北京 ·



北航

C1647055

TH-39
227

1011330210

内 容 简 介

本书从系统工程的理论出发,参考了大量相关资料,引入了机电一体化方面的最新成果,从机电一体化构成五个基本要素角度,全面系统地介绍了机电一体化构成及原理,系统阐述了机电一体化系统的设计方法,并用典型实例加以说明。全书共分8章,包括概述、机电一体化机械系统设计、机电一体化检测系统设计、机电一体化计算机控制系统设计、机电一体化伺服系统设计、机电一体化抗干扰技术、机电一体化系统实例、机电一体化生产制造系统。

本书注重理论与实际相结合,强调实际应用,可作为高等院校机械设计制造、机械电子工程、机电一体化、工业自动化等专业的教材;也可作为高等专科学校、高等职业学校、成人高校、电视大学相关专业教材,以及机电类工程技术人员和研究人员实用的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机电一体化系统设计/王纪坤,李学哲主编. —北京:国防工业出版社,2013.4
ISBN 978-7-118-08617-1

I. ①机... II. ①王... ②李... III. ①机电-体化-系统设计 IV. ①TH-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 052787 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 21 $\frac{3}{4}$ 字数 507 千字

2013 年 4 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 49.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前 言

机电一体化技术是将机械技术、电力电子技术、计算机技术、信息技术、传感器技术、接口技术、信号变换技术等多种技术进行有机结合,应用于实际的综合技术。机电一体化系统实现了机械技术与电子、信息、软件等技术的有机结合,极大地扩展了机械系统的发展空间。机电一体化技术属高新技术,是当前发展最快的技术之一,也是先进制造技术的重要组成部分。它的发展推动了当前制造技术的迅速更新换代,使产品向高、精、尖迅速迈进,使劳动生产率迅速提高。

机电一体化发展改变着人们的传统观念,机电一体化技术已经渗透到世界经济与技术发展的各个领域,成为世界技术竞争的制高点。现在技术竞争的关键是人才的竞争,因此,机电一体化领域的人才培养和专业教育具有重要的意义。现在我国逐渐成为世界制造业基地,传统企业面临大规模的技术改造与设备更新,国内急需大量先进制造技术专业人才。目前,许多高等院校开设了有关机电一体化方面的相关课程,同时有大量的工程技术人员在从事机电一体化方面的研究和技术开发工作。编写本书的目的在于为机电一体化教学和研究领域提供一本内容丰富成熟、体系完整清晰、偏重技术实用的教材和参考书。

本书是在编者总结多所相关院校课程教学和科研经验,并借鉴该领域已经出版的众多教材和相关技术资料的基础上编写而成的。书中汇集了编者多年的教学讲义和教学资料,并将机电一体化领域近年来的最新发展成果引入其中。本书内容的选择和章节的设置力求实用,将繁杂分散的教学内容用清晰简洁的方式融合起来,注重理论与实践相结合,突出案例教学。

全书共分8章,包括概述、机电一体化机械系统设计、机电一体化检测系统设计、机电一体化计算机控制系统设计、机电一体化伺服系统设计、机电一体化抗干扰技术、机电一体化系统实例、机电一体化生产制造系统。每章后均有思考题,便于教师布置作业、学生课后练习。

本书第一章由杨婉霞、封孝辉编写,第二章由王纪坤编写,第三章由李学哲、李孝平编写,第四章和第五章由王纪坤编写,第六章由杨婉霞、孟祥侠编写,第七章由杨婉霞编写,第八章由王纪坤编写。全书由王纪坤、杨婉霞完成统稿。

本书注重理论与实际相结合,强调实际应用,可作为高等院校机械设计制造、机械电子工程、机电一体化、工业自动化等专业的教材;也可作为高等专科学校、高等职业学校、成人高校、电视大学相关专业教材,以及机电类工程技术人员和研究人员的参考书。

本书在编写的过程中,参考了大量书籍资料,在此表示感谢。

书中存在的错误与不足,敬请批评指正,请联系电子邮箱 huxingzhi@sina.com。

编 者

2013年2月

目 录

第一章 概论	1
第一节 机电一体化基本概念.....	1
第二节 典型机电一体化系统.....	2
第三节 机电一体化技术发展概况.....	9
第四节 机电一体化系统的构成	10
第五节 机电一体化系统的技术组成	12
第六节 机电一体化系统设计依据与评价标准	14
第七节 机电一体化设计思想与方法	16
第八节 机电一体化设计过程	21
思考题	25
第二章 机电一体化机械系统设计	26
第一节 概述	26
第二节 机械传动	28
第三节 机械传动设计的原则	50
第四节 支撑部件	54
第五节 力学系统性能分析	79
第六节 机械系统的运动控制	87
思考题	92
第三章 机电一体化检测系统设计	94
第一节 概述	94
第二节 线位移检测传感器	99
第三节 角位移检测传感器.....	106
第四节 速度、加速度传感器	109
第五节 测力传感器.....	113
第六节 其他传感器.....	118
第七节 传感器的正确选择和使用.....	123
第八节 检测信号的采集与处理.....	125
思考题.....	134

第四章 机电一体化计算机控制系统设计	135
第一节 概述	135
第二节 工业控制计算机	142
第三节 计算机接口技术	152
第四节 计算机接口设计	162
第五节 D/A 转换器	172
第六节 A/D 转换器	180
思考题	191
第五章 机电一体化伺服系统设计	192
第一节 概述	192
第二节 执行元件	194
第三节 电力电子变流技术	212
第四节 PWM 型变频电路	219
第五节 伺服系统设计	225
思考题	235
第六章 机电一体化抗干扰技术	236
第一节 产生干扰的因素	236
第二节 抗干扰的措施	239
第三节 提高系统抗干扰的措施	244
思考题	246
第七章 机电一体化系统实例	247
实例 1 黄瓜收获机器人和等级自动判别	247
实例 2 三维激光扫描仪	253
实例 3 激光切割技术	256
实例 4 汽车 ABS 系统	260
实例 5 喷水织机	265
实例 6 立体车库	270
实例 7 装载机工作装置	276
实例 8 盾构机	281
实例 9 自动售货机	285
实例 10 自动旋转门	288
实例 11 计算机数控机床	294
思考题	303
第八章 机电一体化生产制造系统	304
第一节 概述	304

第二节	数控机床·····	315
第三节	工件储运设备·····	321
第四节	工业机器人·····	325
第五节	检测与监控系统·····	329
第六节	辅助设备·····	335
思考题	·····	340
参考文献	·····	341

第一章 概 论

第一节 机电一体化基本概念

机电一体化技术是 20 世纪 60 年代以来,在传统的机械技术基础上,随着电子技术、计算机技术,特别是微电子技术和信息技术的迅猛发展而发展起来的一门新技术。

机电一体化 (Mechatronics) 一词最早出现在 1971 年日本《机械设计》杂志的副刊上,这个词的前半部分 mecha 表示 mechanics (机械学),后半部分 tronics 表示 elec - tronics (电子学)。在日本提出这一术语后,日、美、英各国先后有一些专著问世。国际自动控制联合会 (IFAC)、美国电气和电子工程师协会 (IEEE) 先后创办了名为 *Mechanics* 的期刊,国内也有不少教科书和期刊出版。1996 年出版的 WEBSTER 大词典收录了这个日本造的英文单词,这不仅意味着 Mechatronics 这个单词得到了世界各国学术界和企业界的认可,而且还意味着“机电一体化”的哲理和思想为世人所接受。

Mechatronics 字面上表示机械学与电子学两个学科的综合,我国通常称为机电一体化或机械电子学。但是,机电一体化并非是机械技术与电子技术的简单叠加,而是有着自身体系的新型学科。

机电一体化可以定义为在机械主功能、动力功能、信息功能和控制功能上引进微电子技术,并将机械装置与电子装置用相关软件有机结合而构成系统的总称。

机电一体化是以机械学、电子学和信息科学为主的多门技术学科在机电产品发展过程中相互交叉、相互渗透而形成的一门新兴边缘性技术学科。这里面包含了三重含义:首先,机电一体化是机械学、电子学与信息科学等学科相互融合而形成的学科。图 1-1 形象地表达了机电一体化与机械学、电子学和信息科学之间的相互关系。其次,机电一体化是一个发展中的概念,早期的机电一体化就像其字面所表述的那样,主要强调机械与电子的结合,即将电子技术“溶入”到机械技术中而形成新的技术与产品。随着机电一体化技术的发展,以计算机技术、通信技术和控制技术为特征的信息技术(即“3C”技术:Computer、Communication 和

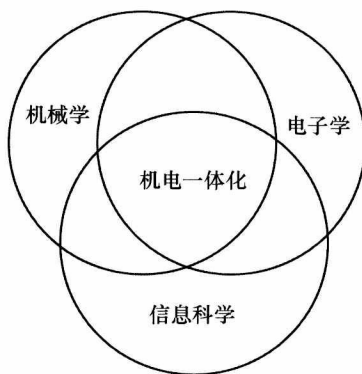


图 1-1 机电一体化与其他学科的关系

Control Technology)“渗透”到机械技术中,丰富了机电一体化的含义,现代的机电一体化不仅仅指机械、电子与信息技术的结合,还包括光(光学)机电一体化、机电气(气压)一体化、机电液(液压)一体化、机电仪(仪器仪表)一体化等。最后,机电一体化表达了技术之间相互结合的学术思想,强调各种技术在机电产品中的相互协调,以达到系统总体最优。机电一体化是多种技术学科有机结合的产物,而不是它们的简单叠加。

机电一体化包含机电一体化技术和机电一体化系统两方面的内容。机电一体化技术是指包括技术基础、技术原理在内的,使机电一体化系统得以实现、使用 and 发展的技术。机电一体化系统有机电一体化产品和机电一体化生产系统。机电一体化产品是指采用机电一体化技术,在机械产品基础上创造出来的新一代产品或设备;机电一体化生产系统是运用机电一体化技术把各种机电一体化设备接目标产品的要求组成的一个高生产率、高柔性、高质量、高可靠性、低能耗的生产系统。

目前,机电一体化产品及系统已经渗透到国民经济和日常工作、生活的许多领域。电冰箱、全自动洗衣机、录像机、照相机等家用电器,电子打字机、复印机、传真机等办公自动化设备,核磁共振成像诊断仪、纤维光束内窥镜等医疗器械,数控机床、工业机器人、自动化物料搬运车等机械制造设备,以及生产制造机电产品或非机电产品的计算机集成制造系统(CIMS)、柔性制造系统(FMS)等都是典型的机电一体化产品或系统。机电一体化产品和系统的种类繁多。随着科学技术的蓬勃发展,新的机电一体化产品和系统不断涌现出来。目前机电一体化产品和系统的分类如图 1-2 所示。

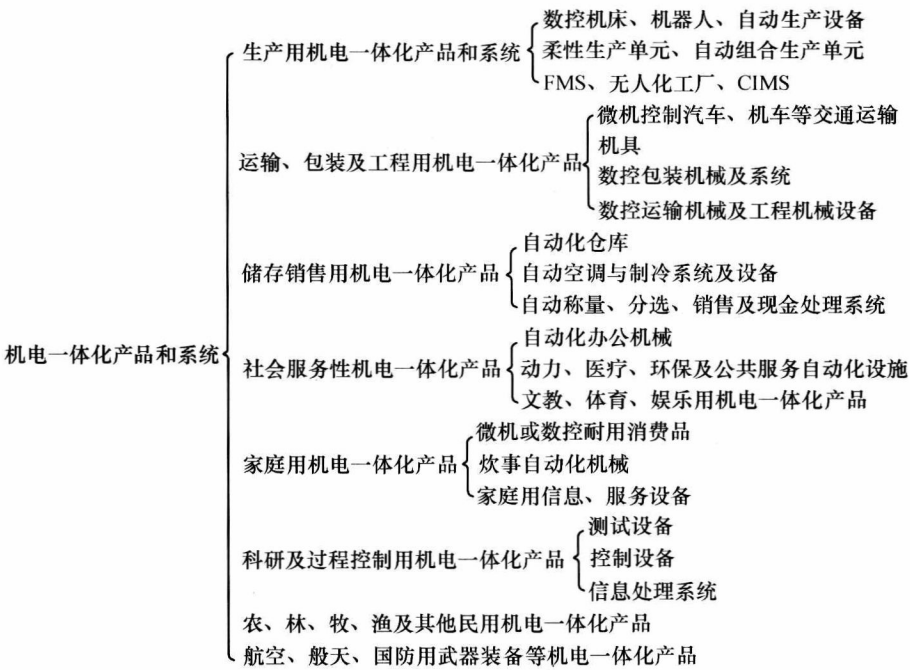


图 1-2 机电一体化产品和系统分类

第二节 典型机电一体化系统

从传统的机电系统向机电一体化系统的过渡主要是依靠引用不断完善控制技术加以实现的,其范围包括监控、开环控制、闭环控制、自适应控制、模糊控制以及智能控制等。但是控制技术和机电一体化技术两者之间存在着基本的区别,机电一体化伴随着机械系统的再设计,机电一体化系统往往是将复杂的功能,如精密定位,由机械转移给电子,从而产生更加简单的机械系统。

根据机电一体化系统的定义概念,在工厂自动化中,典型的机电一体化系统有以下几种形式。

一、机械手关节伺服系统

图 1-3 是机械手的一个关节伺服系统,它的受控过程是机器人的关节运动。

伺服系统 (Servosystem) 又称为随动系统,它是一种反馈控制系统,它的受控变量是机械运动,如位置、速度及加速度。多数伺服系统用来控制运动机械的输出位置紧紧跟随电的输入参考信号。

关节伺服系统可采用微处理机作为控制器,关节轴的实际位置由旋转变压器测量,转换为电的数字信号后,反馈给微处理机控制器。微处理机经过控制算法运算后,输出控制指令,再经过数/模 (D/A) 转换和伺服功率放大,供给关节轴上的伺服电机。伺服电机根据控制指令驱动关节轴转动,直至机器人手爪到达输入参考信号设定的希望位置为止。

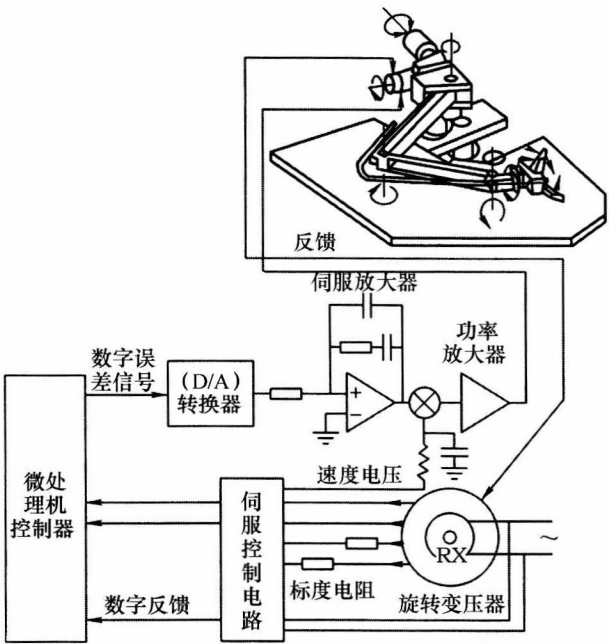


图 1-3 机械手关节伺服系统

二、数控机床

通过数字控制 (NC) 系统控制加工过程的机床称为数控机床。数控系统是一种利用预先决定的指令控制一系列加工作业的系统。指令以数码的形式储存在某种形式的输入介质上,如磁带、磁卡等。指令确定位置、方向、速度以及切割速度等。零件程序包含加工零件所要求的全部指令。数控机床可以形成镗、钻、磨、铣、冲、锯、车、刨、弯、焊以及特种加工等加工作业。

数控通过编制程序以替代原机械凸轮、模具及样板等,显示出柔性及机电一体化的优

越性。同一数控机床采用不同的程序可以生产各种不同的零件。数控加工最适合在同一机床上加工大量不同的零件,而极少在同一机床上连续生产单一零件。当一个零件或一个加工过程能由数学定义的时候,数控是最理想的。随着计算机辅助设计(CAD)的应用日益增加,由数学定义的过程和产品越来越多。

图1-4表示了一种三坐标闭环数控机床。它利用闭环系统控制 x 、 y 及 z 三个坐标位置。 x 位置控制器沿 x 方向水平移动工件。 y 位置控制器沿 y 方向水平移动铣床头。 z 位置控制器沿 z 方向垂直运动铣刀。图中,箭头表示改变 x 位置的信息传递过程。计算机转换符号程序为零件程序或者机器程序。零件或机器程序存储在磁带或磁卡上。数控机床操作人员将数据输进机床,并且监视操作。如果需要改变,必须编制新程序。现在,可以把程序储存在公共数据库内,按需要分配给数控机床。加工中心的图形终端容许操作人员评阅程序,必要时可以加以修改。

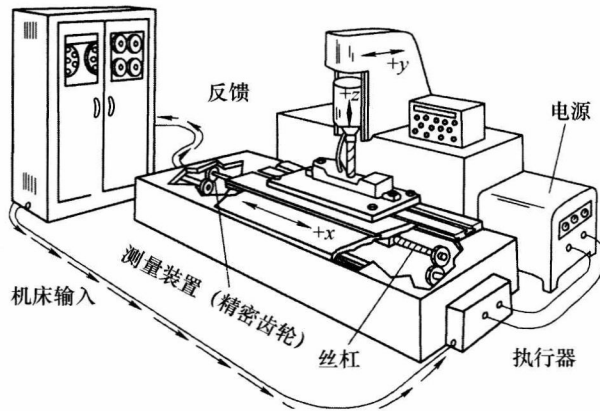


图1-4 三坐标数控机床

三、工业机器人

工业机器人是另一类数控机器。它是可编程多自由度的,用来通过一系列动作,搬运物料、零件、工具,或者其他装置,以实现给定的任务。工业机器人有能力移动零件,加载数控机床,操作压铸机,装配产品,焊接、喷漆、打毛刺,以及包装产品。最典型的工业机器人是具有六自由度的机械手,如图1-5所示。

每一个运动轴都有自己的执行器,连接到机械传动链,以实现关节运动。执行器最常用的是伺服电机,也可以是汽缸、气动马达、液压缸、液压马达或者步进电机。

气动执行器便宜、快速、清洁,但是,气体可压缩性限制了它的精度和保持负载不动的能力。液压执行器能够驱动重负载和保持负载不动,但是价格昂贵,有噪声,比较慢,并且可能产生漏油。电动执行器快速、精密、安静,但是如果配减速器,其游隙会限制它的精度。

最简单的机器人是开环搬运(PNP)机器人。PNP机器人搬取一个物件并将它运到另一个地方。机器人的运动可以由限位开关、凸轮作用阀或者机械挡块控制的气动执行器实现。控制器以事件驱动顺序按时启动沿着一轴的运动。每一个运动一直继续到限位开关断开才停止。然后,控制器再依次启动下一个轴的运动。典型应用包括机床加载或卸载、堆垛以及一般的物料处理任务。开环的PNP机器人是相当精确的,但是缺少各个

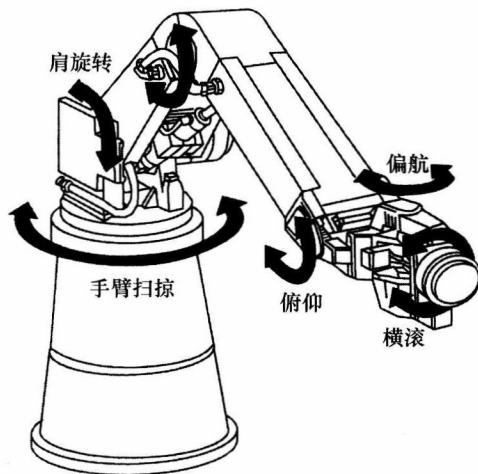


图 1-5 六自由度工业机器人

轴的协调。

四、自动导引车

自动导引车 (Automatic Guided Vehicle, AGV) 是另一种形式的移动工业机器人。它能够跟踪编程路径,在工厂内将零件从一个地方运送到另一个地方。在汽车工业、电子产品加工工业以及柔性制造系统中,自动导引车物料运输系统已经得到广泛使用。

图 1-6 表示了一种感应导线式 AGV。该车采用单驱动轮/驾驶机构,即前轮为驱动轮,它能够绕驾驶轴转动,因而又是驾驶轮。两个后轮安装在固定轴上,允许沿车身纵轴方向滚动。

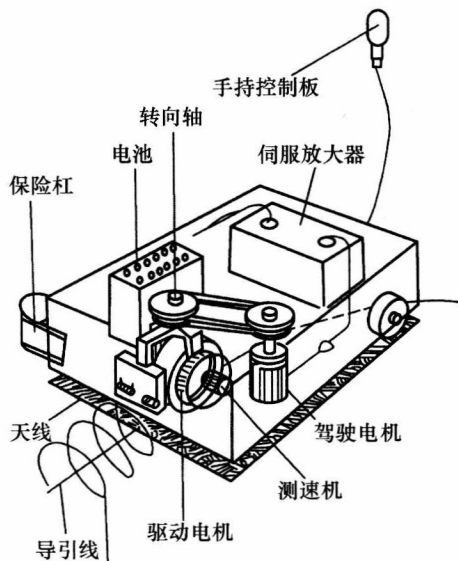


图 1-6 感应导线式自动导引车

五、顺序控制系统

顺序控制系统是按照预先规定的次序完成一系列操作的系统。在顺序控制系统中,每一步操作是一个简单的二进制作,如电源开关的通断或制造设备专用控制器的启停站等。实现顺序控制功能可有多种手段,如继电器逻辑、集成电路、通用微型计算机等。

当前,普遍采用可编程序逻辑控制器(Pro-gramming Logical Controller, PLC)作为顺序控制器。PLC 具有足够数量的输入/输出(I/O)端口,带有专用的逻辑编程语言,还有通信接口,与制造设备和系统连接十分方便,因而实际使用非常广泛。

根据如何开始和终结操作,顺序控制可以分为两类:①当某一事件发生时,开始或结束操作的称为事件驱动顺序控制;②在某一时刻或一定时间间隔之后,开始或结束操作的称为时间驱动顺序控制。自动洗衣机是最常见的时间驱动顺序控制的实例。洗衣周期以某一操作开始,当某人按压启动按钮时,注水操作开始,直到洗衣桶灌水到设定值时结束。而后,剩下的所有操作都是按计时器开始和结束的。这些操作包括洗衣、放水、漂清以及甩干等全部操作过程。多数批处理控制系统都是属于时间驱动顺序控制系统。时间驱动顺序控制系统由示意图和定时图描写。示意图表示物理方案,而定时图定义顺序操作。

制造工业存在大量事件驱动顺序控制系统。描写事件驱动顺序控制逻辑常用的是梯形图和布尔代数方程。梯形图中最常用的元件是开关、触点、继电器、接触器、马达起动机、延时继电器、气动电磁阀、汽缸、液压电磁阀以及液压缸等。

图 1-7 表示了一个自动加工过程的事件驱动顺序控制系统。它由供料和卸料传送带、上料和下料机器人、加工机床、自动装配机以及编码转台等制造设备组成。这些制造设备都与可编程序逻辑控制器(PLC)相连,进行 I/O 信息交换。PLC 根据各个输入、输出状态,通过逻辑运算,决定各个输出状态的变化,控制相应设备的启停,从而实现制造过程的自动化。

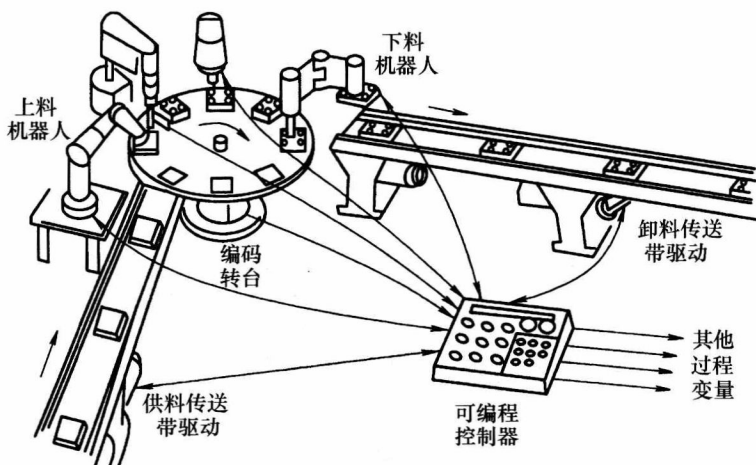


图 1-7 加工过程顺序控制系统

六、数控自动化制造系统

在制造工业中,要求生产系统有能力适应不断变化的市场,以很短的周期生产出各种

形式的小批量新产品。不管是手工生产,或者是大批量生产线,都是不能满足这些要求的。前者虽然适应性强,但是生产率低;后者固有的装配与传送线缺少柔性,改变起来耗费时间和代价。这种在制造过程中增加柔性的要求,必然导致柔性制造系统概念的发展。

1. 柔性制造系统 (FMS)

在柔性制造系统中,将计算机数控机床、工业机器人以及自动导引车连接起来,以适应加工成组产品。图 1-8 表示了一个柔性制造系统。它由两台数控机床、两台工业机器人、三辆自动导引车以及装卸站与刀具库等组成,并通过单元控制器与局域网 (LAN) 相连,以实现各个独立设备之间的通信。这样的制造系统可以独立应用,也可作为生产线中的一个独立的自动化制造岛。它是机电一体化系统在工厂自动化中应用的范例。

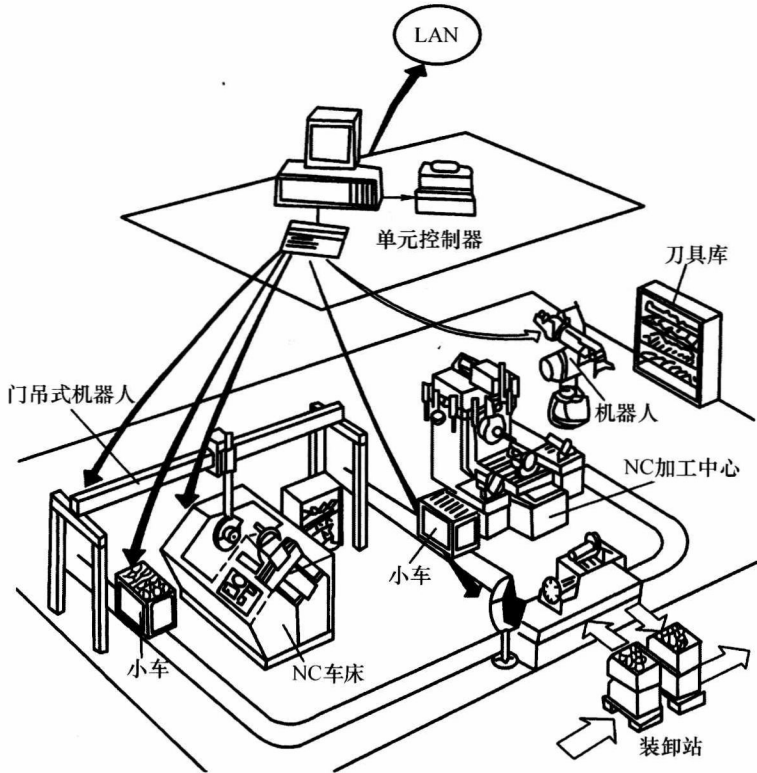


图 1-8 柔性制造系统

2. 计算机集成制造系统 (CIMS)

图 1-9 表示了一个经济型 CIMS 的组成。它通过计算机网络,将计算机辅助设计、计算机辅助规划以及计算机辅助制造,统一连接成一个大系统,实现了全厂的自动化。

在 CIMS 制造环境条件下,为使所有信息都能顺利传输,各个独立设备之间的通信是由局域网实现的,并且通信网络是分级管理的,如图 1-10 所示。

在这样一个分级管理的通信结构中,最高级的是制造自动化协议 (Manufacturing Automation Protocol, MAP) 网络,它由 7 层协议堆栈实现,并采用了宽频带技术,能连接不同厂商提供的各种非标准协议的设备,但是价格较高、实时性不足。中间级采用增强性能结构 (Enhanced Performance Architecture, EPA) 的 MAP 网,简记为 MAP/EPA。MAP/EPA

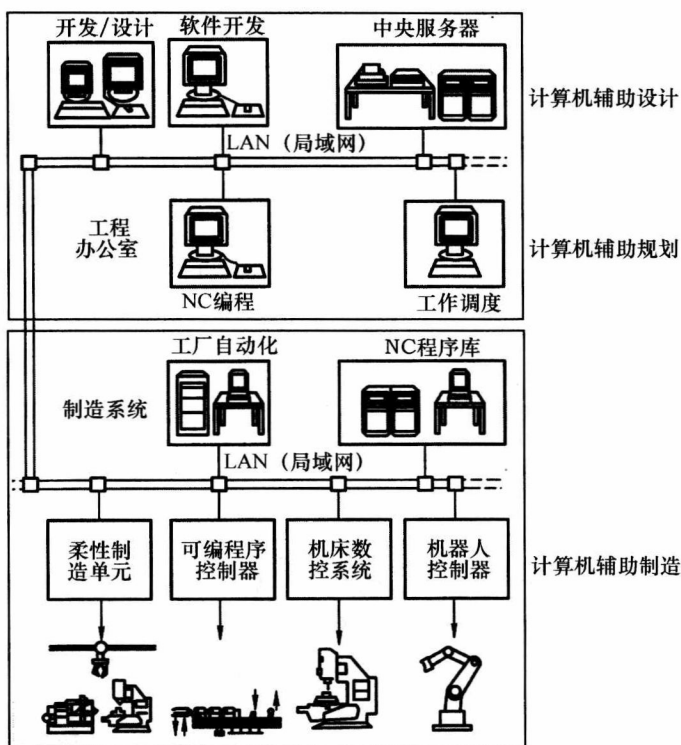


图 1-9 经济型 CIMS 的组成

网采用 3 层的协议堆栈和简单的物理层以及载波频带技术,因此价格便宜,响应速度快。最低级采用现场总线 (Field Bus)。现场总线给传感器、执行器以及底层控制器提供了柔性的通信系统。

随着系统越来越复杂,同时技术上进入数字化后,机电一体化的规模越来越大,各厂家便开始独立创建相互关联产品相互连接的专有协议。不同厂家的产品由于协议不同而缺乏互操作性,这样就出现了一系列新问题。由于很难有单独厂家能不依赖别的厂家提供所有产品来满足应用工厂的全部需求,同时任何厂家都不可能在所有产品方面都是最好的,因此常常需要选择一些其他厂家的产品。由于不同厂家设备采用不兼容的协议,导致将各个部分集成于同一网络成为不可能,这就形成了自动化生产的一个个“孤岛”。由于协议的不同,造成了现场仪表不能与系统集成而进一步发挥仪表的智能。

解决以上矛盾的出路就是制定一种独立于卖方的系统集成标准,因此标准化的总线网络顺势而生。网络是一个开

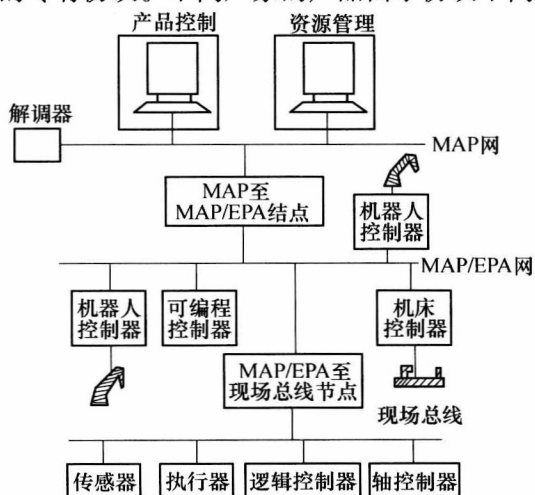


图 1-10 制造系统通信网络分级管理

放式系统的关键要素,在此基础上进一步开发出具有互操作性的现场总线。

现场总线于 20 世纪 80 年代开始发展,专家们开发新技术作为标准的国际通行的现场总线,以满足总线供电、安全运行、远距离通信等要求,不少系统的供应商都参加了标准的开发。

七、微机电系统

机电一体化在微型化领域的发展产生了微机电系统 (MicroElectroMechanical Systems, MEMS)。关于微机电系统一个较普遍的定义为:“微机电系统是电子和机械元件相结合的微装置或系统,采用与集成电路 (IC) 兼容的批加工技术制造,尺寸可从毫米量级到微米量级范围内变化。这些系统结合了传感和执行功能并进行运算处理,改变了我们感知和控制物理世界的方式。”这一新的领域在欧洲多称为微系统技术 (MicroSystems Technology, MST),这一称谓更强调系统的观点,即如何将多个微型化的传感器、执行器、处理电路等元部件集成为一个智能化的有机整体。该领域在精密机械加工方面有传统优势的日本则称为微机器 (Micro - Machine)。

20 世纪 80 年代中后期以来,以集成电路工艺和微机械加工工艺为基础制造的微机电系统平均年增长率达到 30%。微机电系统是尺寸从毫米量级到微米量级的将电子元件和机械元件集成到一起的机电一体化系统,可以对微小尺寸进行感知、控制、驱动,单独地或配合地完成特定的功能;具有体积和质量小、成本和能耗低、集成度和智能化程度高等一系列特点。

第三节 机电一体化技术发展概况

与其他科学技术一样,机电一体化技术的发展也经历了一个较长期的过程。有学者将这一过程划分为萌芽阶段、快速发展阶段和智能化阶段三个阶段,这种划分方法真实客观地反映了机电一体化技术的发展历程。

(1) “萌芽阶段”指 20 世纪 70 年代以前的时期。在这一时期,尽管机电一体化的概念没有正式提出来,但人们在机械产品的设计与制造过程中总是自觉或不自觉地应用电子技术的初步成果来改善机械产品的性能,特别是在第二次世界大战期间,战争刺激了机械产品与电子技术的结合,出现了许多性能优良的军事用途的机电产品。这些机电结合的军用技术在战后转为民用,对战后经济的恢复和技术的进步起到了积极的作用。

(2) 20 世纪 70 年代到 80 年代为第二阶段,称为“快速发展阶段”。在这一时期,人们自觉地、主动地利用 3C 技术的成果创造新的机电一体化产品。在这一阶段,日本在推动机电一体化技术的发展方面起了主导作用。日本政府于 1971 年 3 月颁布了《特定电子工业和特定机械工业振兴临时措施法》,要求企业界“应特别注意促进为机械配备电子计算机和其他电子设备,从而实现控制的自动化和机械产品的其他功能”。经过几年的努力,取得了巨大的成就,推动了日本经济的快速发展。其他西方发达国家对机电一体化技术的发展也给予了极大的重视,纷纷制定了有关的发展战略、政策和法规。我国机电一体化技术的发展也始于这一阶段,从 20 世纪 80 年代开始,国家科委和机械电子工业部分别组织专家根据我国国情对发展机电一体化的原则、目标、层次和途径等进行了深入而广泛

的研究,制订了一系列有利于机电一体化发展的政策法规,确定了数控机床、工业自动化控制仪表、工业机器人、汽车电子化等 15 个优先发展领域及 6 项共性关键技术的研究方向和课题,并明确提出要在 2000 年使我国的机电一体化产品产值比率(机电一体化产品总产值占当年机械工业总产值的比值)达到 15% ~ 20% 的发展目标。

(3) 从 20 世纪 90 年代开始的第三阶段,称为“智能化阶段”。在这一阶段,机电一体化技术向智能化方向迈进,其主要标志是模糊逻辑、人工神经网络和光纤通信等领域的研究成果应用到机电一体化技术中。模糊逻辑与人的思维过程相类似,用模糊逻辑工具编写的模糊控制软件与微处理器构成的模糊控制器,广泛地应用于机电一体化产品中,进一步提高了产品的性能。例如采用模糊逻辑的自动变速箱控制器,可使汽车性能与司机的感觉相适应,用发动机的噪声、道路的坡度、速度和加速度等作为输入量,控制器可以根据这些输入数据找出汽车行驶的最佳方案。除了模糊逻辑理论外,人工神经网络(Artificial Neural Network, ANN)也开始应用于机电一体化系统中。ANN 是研究了生物神经网络(Biological Neural Network, BNN)的结果,是对人脑的部分抽象、简化和模拟,反映了人脑学习和思维的一些特点。同时,ANN 是一种信息处理系统,它可以完成一些计算机难以完成的工作,如模式识别、人工智能、优化等;也可以用于各种工程技术,特别适用于过程控制、诊断、监控、生产管理、质量管理等方面。因此,ANN 在机电一体化产品设计中也十分重要。可以说,智能化将是 21 世纪机电一体化技术发展的方向。20 世纪 90 年代,中国把机电一体化技术列为重点发展的十大高新技术产业之一。

第四节 机电一体化系统的构成

一、机电一体化系统的基本功能要素

机电一体化系统的形式多种多样,其功能也各不相同。但一般一个较完善的机电一体化系统应包括五个基本要素(子系统):机械本体、动力部分、检测部分、执行机构、控制器。这些要素的关系及功能如图 1-11 所示。

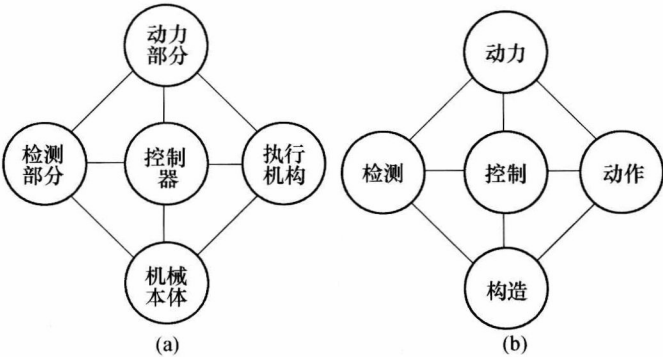


图 1-11 机电一体化系统要素的关系及功能

(a) 机电一体化系统要素的关系；(b) 机电一体化系统的功能。

1. 机械本体

机械本体包括机械传动装置和机械结构装置。机械子系统的主要功能是使构造系统