

JIDIAN CHANPIN KAIFA SHE
& ZHIZAO JISHU BIAOZHUN
SHIYONG SHOUCE

机电产品开设计 与制造技术标准

实用手册

◎主编：刘 力◎

世图音像电子出版

《机电产品开发设计 与制造技术标准实用手册》

(第一卷)

世图音像出版社

《机电产品开发设计 与制造技术标准实用手册》

编委会

主编：刘力

副主编：马军

编委：(排名不分先后)

刘伟	王金
吴飞	陈兵
张月	陈冬
何风	吴可
袁木	张力
孙红	胡杰
张咏明	程为

目 录

第一卷

第一篇 机电一体化总论	(2)
-------------------	-----

第一章 机电一体化概述	(3)
-------------------	-----

第一节 机电一体化基本概念、技术特征及分类	(3)
第二节 机电一体化系统的基本结构要素	(4)
第三节 机电一体化相关技术	(6)
第四节 机电一体化的经济与社会效益以及在现代企业中的作用	(8)
第五节 我国机电一体化产业现状和发展战略	(14)
第六节 机电一体化系统设计简介	(23)
第七节 机电一体化系统设计和工程路线	(24)

第二章 机电产品现代设计方法	(33)
----------------------	------

第一节 现代设计概述	(33)
第二节 系统化设计	(40)
第三节 创造性思维与方法	(45)
第四节 人机工程学在设计中的应用	(61)
第五节 在产品阶段降低设计成本的方法	(72)
第六节 模块化设计简介	(87)

第三章 机电产品的可靠性技术	(97)
----------------------	------

第一节 可靠性概述	(97)
第二节 常用的产品寿命分布及特征	(106)
第三节 可靠性的预计与分配	(122)
第四节 系统可靠性设计评定	(135)
第五节 可靠性管理	(151)

第二篇 机电一体化共性关键技术与设计 (178)

第一章 检测传感技术与设计 (179)

- 第一节 概 述 (179)
- 第二节 超声波检测技术 (181)
- 第三节 位移传感器 (191)
- 第四节 角度检测传感器 (203)
- 第五节 速度传感器 (205)
- 第六节 力、力矩和压力传感器 (209)
- 第七节 物位传感器 (213)
- 第八节 温度传感器 (216)
- 第九节 智能式传感器 (220)
- 第十节 湿度传感器的分类 (231)
- 第十一节 生物传感器 (235)
- 第十二节 传感器的发展 (243)
- 第十三节 传感器的正确选择和使用 (247)

第二章 电磁兼容技术与设计 (250)

- 第一节 电磁兼容技术概述 (250)
- 第二节 电磁骚扰 (258)
- 第三节 接地技术及其应用 (269)
- 第四节 搭接及搭接技术 (280)
- 第五节 滤波器的选择和使用 (292)
- 第六节 电磁兼容性预测技术 (299)
- 第七节 电磁兼容测试技术 (322)

第三章 接口技术与设计 (340)

- 第一节 概 述 (340)
- 第二节 地址译码器、I/O 口与 CPU 的接口 (341)
- 第三节 人机接口与设计 (347)
- 第四节 机电接口与设计 (363)

第四章 自动控制技术 (380)

- 第一节 概 述 (380)
- 第二节 用于控制的计算机和控制器 (384)

目 录

第三节 计算机控制简介	(394)
第五章 抗干扰技术	(402)
第一节 干扰的基本概念	(402)
第二节 常用抗干扰元件	(407)
第三节 抗干扰技术	(412)
第四节 过渡干扰的抑制	(427)
第五节 感性负载干扰与机械振动干扰的抑制措施	(433)
第六节 数字系统内部固有干扰及其抑制	(439)
第六章 机电一体化中的计算机技术	(442)
第一节 微型计算机在机电一体化中的地位	(442)
第二节 计算机的基本结构和功能	(443)
第三节 计算机技术中的中断处理	(455)
第四节 程序语言的种类及特点	(463)
第五节 工业控制机分类	(465)
第三篇 机电一体化系统设计	(481)
第一章 机械系统设计	(483)
第一节 概 述	(483)
第二节 传动机构	(488)
第三节 导向机构设计	(517)
第四节 执行机构设计	(529)
第五节 机械传动系统方案的选择	(540)

第二卷

第二章 检测系统设计	(545)
第一节 概 述	(545)
第二节 检测系统的基本特性	(547)
第三节 转换与测量电路	(556)
第四节 检测信号的采集和预处理	(563)
第五节 非线性特性的线性化	(575)
第六节 传感器和微型计算机的连接	(581)

第七节 传感器电路的噪声抑制·····	(589)
第八节 人工智能在检测技术中的应用·····	(595)
第三章 机电系统驱动及执行机构设计·····	(603)
第一节 典型载荷分析与负载的力矩特性·····	(603)
第二节 机电一体化系统执行装置分析·····	(608)
第三节 电动执行装置设计·····	(620)
第四节 液压传动系统和气压传动系统·····	(642)
第五节 微动装置与误差补偿装置简介·····	(648)
第六节 新型微执行机构技术·····	(657)
第七节 执行装置的设计·····	(667)
第四章 机电一体化系统的电磁兼容设计·····	(676)
第一节 系统的接地布置·····	(676)
第二节 系统的电源供电·····	(681)
第三节 静电防护·····	(688)
第四节 系统的配线·····	(691)
第五节 系统的防雷·····	(694)
第五章 计算机控制系统·····	(698)
第一节 概述·····	(698)
第二节 分散型控制系统·····	(700)
第三节 可编程控制技术与系统·····	(708)
第四节 现场总线和控制系统·····	(723)
第五节 STD 总线系统·····	(737)
第六节 控制系统的选用·····	(749)
第七节 计算机传输网络·····	(753)
第六章 机电有机结合的分析与设计·····	(761)
第一节 概 述·····	(761)
第二节 机电一体化系统动态设计的考虑方法·····	(762)
第三节 机电一体化系统稳态设计的考虑方法·····	(776)
第四节 可靠性、安全性设计·····	(787)
第七章 机电一体化总体设计·····	(797)
第一节 概 述·····	(797)
第二节 性能指标分析·····	(800)

第三节	功能及性能指标的分配	(815)
第四节	定量电子秤总体设计举例	(820)
第八章	机电一体化生产系统设计综述	(824)
第一节	机电一体化生产系统的组成	(824)
第二节	机电一体化生产系统设计方法	(826)
第三节	机电一体化生产系统开发工程路线	(833)
第四节	机电一体化生产系统的仿真	(835)
第五节	机电一体化生产系统总体设计的工作流程	(838)
第六节	机电一体化生产系统优化	(852)
第四篇	数控技术与数控机床	(857)
第一章	数控检测装置	(859)
第一节	概 述	(859)
第二节	编码器与编码盘	(861)
第三节	光栅测量装置	(868)
第四节	旋转变压器测量装置	(871)
第五节	感应同步器	(874)
第六节	磁栅测量装置	(881)
第七节	霍耳检测装置	(885)
第二章	数控机床的结构设计	(887)
第一节	数控机床总体结构设计	(887)
第二节	数控机床的主传动系统	(895)
第三节	数控机床进给传动系统	(906)
第四节	机床支承件	(914)
第五节	数控机床的自动换刀装置	(917)
第六节	回转工作台	(928)
第七节	数控机床的液压与气压传动系统	(931)
第三章	数控伺服系统	(941)
第一节	概 述	(941)
第二节	步进电动机伺服系统	(946)
第三节	速度控制	(959)
第四节	交流伺服电动机的矢量控制	(972)

目 录

第五节 数控进给伺服系统建模及伺服性能分析	(982)
第四章 普通机床的数控改造设计	(991)
第一节 经济型数控机床的原理与组成	(991)
第二节 经济型数控机床改装的典型部件结构	(993)
第三节 经济型数控车床机械传动系统的改造	(1000)
第四节 普通类型车床的改造实例——调节盘	(1007)
第五章 数控机床的故障诊断	(1012)
第一节 概 述	(1012)
第二节 预防性维修	(1015)
第三节 数控机床常用的故障诊断方法	(1016)
第四节 数控装置故障维修	(1020)
第五节 进给伺服系统故障维修	(1023)
第六节 主轴伺服系统故障维修	(1026)
第七节 人工智能(AI)在故障诊断中应用	(1029)
第六章 数据机床的使用与管理	(1033)
第一节 数控机床的操作方法	(1033)
第二节 数控机床的投资决策	(1037)
第三节 数控系统的验收、安装及调试	(1043)
第四节 数控机床的生产管理	(1047)

第三卷

第五篇 工业自动化	(1112)
-----------------	--------

第一章 工业机器人	(1113)
第一节 工业机器人及其分类	(1113)
第二节 工业机器人的发展	(1128)
第三节 工业机器人的机械结构	(1148)
第四节 工业机器人的控制系统	(1160)
第五节 机器人传感器	(1183)
第六节 工业机器人的计算机控制	(1201)
第七节 工业机器人的总体设计	(1216)

目 录

第八节 工业机器人的应用	(1290)
第二章 CAD/CAM 与现代制造加工技术	(1352)
第一节 CAD/CAM 概述	(1352)
第二节 CAD/CAM 系统的支撑环境	(1360)
第三节 计算机图形软件和数据库	(1399)
第四节 计算机辅助工程设计分析	(1409)
第五节 机械 CAD/CAPP/CAM 系统集成技术	(1424)
第六节 基于 PDM 技术的集成方案	(1439)
第七节 计算机辅助生产管理与控制	(1440)
第八节 助装配工艺设计	(1449)
第九节 装配工序图的自动生成	(1457)
第十节 CAD 技术的发展趋势	(1459)
第十一节 计算机集成制造系统	(1463)
第六篇 机电体化的发展与管理	(1481)
第一章 机电一体化系统的集成技术	(1483)
第一节 集成技术简介	(1483)
第二节 机电一体化系统的集成技术	(1485)
第二章 微机电一体化系统	(1491)
第一节 微机电一体化系统概述	(1491)
第二节 物质和技术基础	(1492)
第三节 微机电一体化系统的应用	(1498)
第四节 微机电一体化的发展前景	(1501)
第三章 机电一体化系统的智能化	(1505)
第一节 智能化概述	(1505)
第二节 专家系统简介	(1505)
第三节 模糊逻辑与控制	(1513)
第四节 人工神经网络	(1521)
第四章 先进制造技术发展趋势	(1526)
第一节 先进制造技术概述	(1526)
第二节 典型先进制造技术简介	(1529)

目 录

第三节 先进制造技术发展趋势	(1541)
第五章 系统调式解	(1546)
第六章 机电设备招标投标	(1549)
第一节 机电设备招标投标的形式与规则	(1549)
第二节 机电设备的采购招标与投标程序	(1556)
第三节 招标投标中的关键性问题	(1557)
第四节 投标报价技巧与风险防范	(1570)
第七篇 机电一体化应用实例	(1591)
实例一 工业污染物在线处理自控技术与装置	(1593)
实例二 机电一体在绿色产品制作中的原因	(1613)
实例三 自动化立体仓库	(1623)
实例四 自动装配生产线	(1633)
实例五 高速传真机	(1666)
实例六 自动读卡仪	(1680)
实例七 自动售票机	(1685)
实例八 洗衣机的机电一体化	(1690)
实例九 机电一体化教育系统	(1697)

第一篇

机电一体化总论

第一章 机电一体化概述

第一节 机电一体化基本概念、 技术特征及分类

机电一体化是在大规模集成电路和微型计算机为代表的微电子技术高度发展,并向传统机械工业领域迅速渗透,机械电子技术深度结合的现代工业基础上,综合应用机械技术、微电子技术、自动控制技术、信息技术、传感测试技术、电力电子技术、接口技术、信号变换技术以及软件编程技术等群体技术,根据系统功能目标和优化组织结构目标,合理配置布局机械本体、执行机构、动力驱动单元、传感测试元件、控制元件、微电子信息接收、分析、加工、处理、生产、传输单元和线路以及衔接接口元件等硬件元素,并使之在软件程序和微电子电路逻辑的有目的的信息流向导引下,相互协调、有机融合和集成,形成物质和能量的有序规则运动,在高功能、高质量、高可靠性、低能耗的意义上实现特定功能价值的系统工程技术。由此而产生的功能系统则成为一个以微电子技术为主导的现代高新技术支持下的机电一体化系统或机电一体化产品。

机电一体化的技术特征:

- 1) 机械技术,电子技术和信息技术的彼此功能交互,大多以机械系统的高级微机控制的形式出现。
- 2) 在一个具体的物理单元中不同子系统空间上的集成。
- 3) 机电一体化系统的控制功能的智能化。越来越先进的控制功能取代了许多人类操作员的推理和判断。
- 4) 柔性化使得机电一体化产品能够灵活地满足各种要求,适应各种环境。
- 5) 产品中一旦包含了微处理器,那么它潜在的功能似乎可以没有止境地增多,并且不需要增加制造的成本。
- 6) 由于绝大部分的控制功能实现了电子化,因此,对于用户来说,机电一体化系统的内部运行机制是隐蔽的。
- 7) 在机电一体化技术中,设计思想方法与制造技术紧密联系在一起,它们是并行发展的。

目前,机电一体化的应用领域还在不断扩大,与之相适应的应用面很广,种类很

多,按其功能不同,可以大致分类为:

1) 在原有的机械本体上采用电子控制设备实现高性能和多功能。如:数控机床,机器人,发动机控制系统,自动洗衣机等。

2) 用电子设备局部置换机械控制结构。如:电子缝纫机,电子打印机,自动售货机,电子电动机,无整流子电动机等。

3) 在信息机器中与电子设备有机结合的结构。如:电报机,传真机,打印机,复印机,录音机,磁盘存储器及办公室自动化设备等。

4) 用电子设备全面置换机械机构的信息处理机构。如:石英电子表,电子计算机,电子秤,电子交换机,电子计费等。

5) 在检测系统中与电子设备有机结合的机构。如:自动探伤机,形状识别装置,CT扫描仪和生物化学自动分析仪等。

6) 利用电子设备代替机械本体工作的机构。如:电火花加工机床,线切割放电加工机,激光测量机,超声波缝纫机等。

第二节 机电一体化系统的基本结构要素

一个较完善的机电一体化系统,应包括以下几个基本要素:机械本体、动力部分、测试传感部分、执行机构、驱动部分、控制及信息处理单元及接口,各要素和环节之间通过接口相联系。

(1) 机械本体 系统所有功能元素的机械支持结构,包括机身、框架、机械连接等。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、多功能、可靠和节能、小型、轻量、美观等要求。

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

(3) 测试传感部分 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和仪器仪表完成。

(4) 执行机构 根据控制信息和指令,完成要求的动作。执行机构是运动部件,一般采用机械、电磁、电液等机构。根据机电一体化系统的匹配性要求,需要考虑改善性能,如提高刚性、减轻重量、实现组件化、标准化和系列化,提高系统整体可靠性等。

(5) 驱动部分 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。机电一体化系统一方面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。由于几何尺寸上的限制,动作范围狭窄,还需考虑维修和实行标准化。由于电力电子技术的高度发展,高性能步进驱动、直流和交流伺服驱动大量应用于机电一体化系统。

(6) 控制及信息处理单元 将来自各传感器的检测信息和外部输入命令进行集中、贮存、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和小型、轻量、标准化等。

(7) 接口 接口是系统中各单元和环节之间进行物质、能量和信息交换的联接界面,基本功能主要有三个:

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

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) 传递 变换和放大后的信号在环节间能可靠、快速、准确地交换,必须遵循协调一致的时序。信号格式和逻辑规范。接口具有保证信息传递的逻辑控制功能,使信息按规定模式进行传递。

由于接口的作用使各组成要素连接成为一个有机整体,由于控制和信息处理单元的预期信息导引,使各功能环节有目的地协调一致运动,从而形成机电一体化系统工程。

电子式照相机是一个典型的机电一体化产品。全自动照相机用微型电动机驱动快门、变焦及卷片倒片机构,内部装有测光测距传感器,用微处理机进行信息处理及控制,从测光、测距、调光、调焦、曝光、卷片倒片、闪光及其他附件的控制都实现了自动化。

数控机床和加工中心机床也是典型的机电一体化产品,同时又是用于产品制造的机电一体化生产设备。以美国辛辛那提 1210—U 车削加工中心为例,机床拥有刀塔的 Z、X、纵横直线运动和主轴转角位置 C 三个坐标及相应伺服驱动单元,两坐标联动;转塔式刀库有十二个刀位,可安装自转和非自转刀具,因此除一般车削加工外,还可进行端面 and 柱面分布孔、槽及螺旋表面的钻削和铣削加工;机床配备有刀具测头和工件测头,可对刀具坐标和工件尺寸进行测量。机床使用高档的 ACRAMATIC—950 数控系统,其控制系统结构原理如图 1—1。它采用多总线,多 CPU 结构,各 CPU 分别进行数据传送通道管理、操作键盘和显示管理、磁盘驱动器读写操作、可编程序控制器输入输出、插补运算和伺服驱动控制等,由总线仲裁器按中断优先原则管理总线分配和通信,协调各子模块的运算和控制功能。数控系统通过可编程序控制器管理机床的 M 辅助功能和系统各环节运行状态监测信息。系统开发了很强的自诊断功能,对系统运行故障和操作错误实时显示报警。同时系统设置有标准数据传送通道,可以通过 RS511 接口与上位计算机联机,进行程序传送和管理,控制信息通信,因此可直接接入计算机集成制造系统网络。

这种机电一体化生产装备,不仅自身具有很强的功能,而且以此为基础,能够形成更高级的机电一体化制造系统。数控机床和加工中心机床配备自动上下料装置,包括机

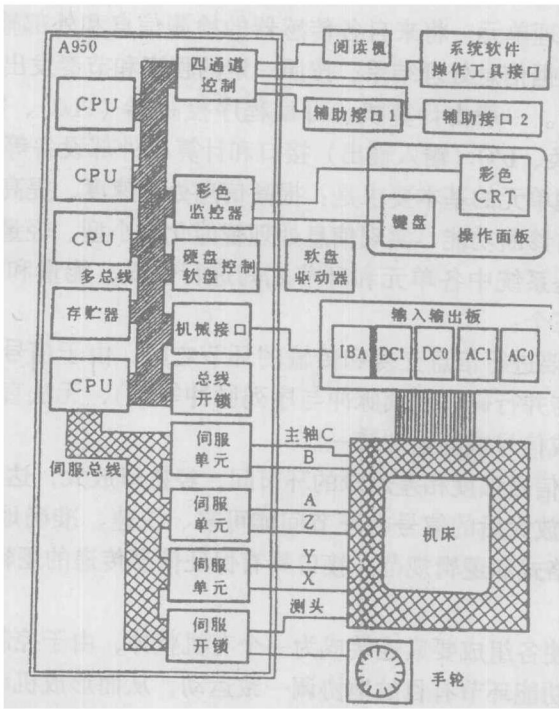


图 1-1 A950 车削加工中心控制系统结构原理图

床工作台自动交换设备或工业机器人,在上位计算机程序控制下实现多品种加工对象的连续自动化生产,构成柔性制造单元(FMC);根据加工对象的类别范围,合理组织不同种类的FMC,并配置工件、工具等的自动物流传送设备,采用控制级、决策级等层次结构式的多级计算机管理与控制,实现优化自动生产过程,构成能够适应多品种、中小批量自动化生产的柔性制造系统(FMS);而计算机集成化制造系统(CIMS)则是计算机经营决策管理系统、计算机辅助设计和辅助制造(CAD/CAM)与FMS的有机集成。

机电一体化产品和机电一体化生产系统是机电制造工业进步的必然趋势,也是现代高新技术支持下的综合技术发展的结果。

第三节 机电一体化相关技术

机电一体化是系统技术、计算机与信息处理技术、自动控制技术、检测传感技术、伺服传动技术和机械技术等多学科技术领域综合交叉的技术密集型系统工程。

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,在系统结构,重量、体积,刚性与耐用性方面对机电一体化系统有着重要的影响。机械技术的着眼点在