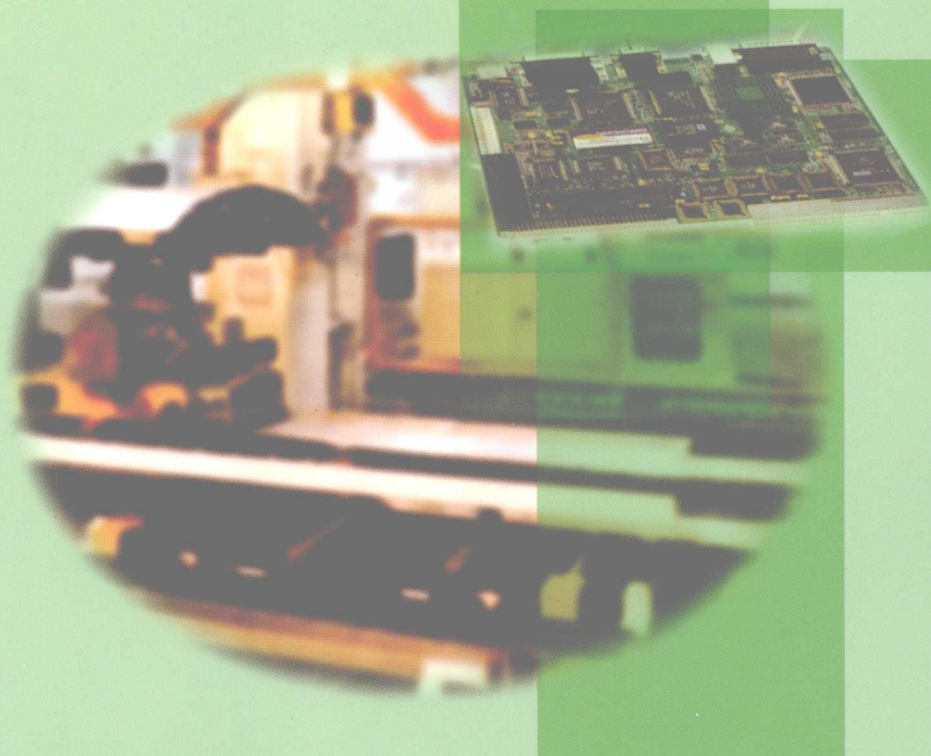


机械系统

计算机控制

(第2版)

钟约先
林 亨 编著



清华大学出版社

机械系统计算机控制

(第2版)

钟约先 林 亨 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书系统地讲述了机械系统实现计算机控制的基本原理、基本组成、系统设计和实现方法;并介绍了现代制造系统的特点、系统结构和实现多台 CNC 设备连线控制的控制网络结构和监控、管理技术,以及数控加工技术和工业机器人等内容,力求反映机械系统计算机控制技术发展的最新成果。本书可作为高等院校机械类研究生或本科生学习机械系统计算机控制基础知识的教材,也可供从事机电一体化技术工作的企业工程技术人员参考。

本书配有工业控制机原理及应用的课件光盘一张。

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

机械系统计算机控制/钟约先,林亨编著.—2版.—北京:清华大学出版社,2008.9
ISBN 978-7-302-18349-5

I. 机… II. ①钟… ②林… III. 机械系统—计算机控制系统 IV. TH-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 119555 号

责任编辑:宋成斌

责任校对:刘玉霞

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

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

印 刷 者:北京国马印刷厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:25 字 数:600 千字

版 次:2008 年 9 月第 2 版 印 次:2008 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:48.00 元(附光盘 1 张)

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:029154-01

前 言

随着计算机技术、信息技术的迅速发展,以及它们在机械制造业的广泛应用,促进了我国机械制造业的发展和水平的提高。机、电、液的有机结合,大大提高了企业的产品质量和生产效率,增强了企业的市场竞争力。机电一体化技术以及所形成的现代制造技术和系统已成为我国机械制造业发展的方向和趋势。普及机电一体化的知识和技术,培养了解和掌握机电一体化技术的人才,促进我国机械制造业的发展,是编写这本书的宗旨。

本书是在作者总结大学中机械系统计算机控制课程多年的教学和科研经验,并收集了20世纪90年代以来这一领域大量的最新发展资料,以及参考有关这一方面最新书籍的基础上编写的。在编写过程中,力求做到内容安排上的系统性、先进性和实用性,编写方法上能够深入浅出、图文并茂和避免繁琐枯燥的理论公式推导,有些章节还提供了相关资料,以便实际使用时能够方便地查阅。

根据机械系统实现计算机控制的技术发展,本书在2001年4月出版的基础上,这次再版作了如下的修订和内容更新。在讲述单台设备实现计算机控制的系统组成、工作原理、设计方法的基础上,增加了多台CNC设备组成自动化生产线的计算机控制网络结构、控制和管理方法等内容。增加了现代制造系统的特点和体系结构的论述,并叙述了计算机集成制造系统、虚拟制造等先进的制造系统。对整书的篇幅进行了适当的压缩,删除了在计算机控制实际中使用较少的工业控制机的内容以及相关的附录,同时,也增加了新近常用的工业控制机的内容。

全书共分8章。第1章概论;第2章工业控制计算机的工作原理;第3章机械参数检测及与计算机的接口电路;第4章常用的驱动元件及其计算机控制原理;第5章机械系统实现计算机控制的设计方法和抗干扰技术;第6章计算机数控加工设备与NC编程;第7章有关工业机器人及其控制的简要介绍;第8章多台CNC设备连线控制与管理,以及现代制造系统的特点和体系结构。

本书可以作为高等学校机械类专业的研究生、本科生学习有关机械系统计算机控制的原理和应用内容的教材或教学参考书,也可作为从事该领域工作的工程技术人员自学提高的参考书。本书的学习需要具备模拟电路、数字电路和微型计算机原理的预备知识。

本书第1、4、5、8章由钟约先老师编写;第2、3、6、7章由林亨老师编写。其中第2章和第7章的编程实例由袁守华老师提供。

由于作者水平有限,加上计算机技术、信息技术发展很快,本书难免出现错误与不足,敬请读者批评指正。

作 者

2008年4月

第 1 版前言

随着计算机技术、信息技术的迅速发展,以及它们在机械制造业的广泛应用,机电一体化技术以及新形成的现代制造技术和系统已成为我国机械制造业发展的方向和趋势。机、电、液的有机结合,大大提高了企业的产品质量和生产效率,增强了企业的市场竞争力。普及机电一体化的知识和技术,培养了解和掌握机电一体化技术的人才,促进我国机械制造业的发展,是编写这本书的宗旨。

本书是在作者总结大学中机械系统计算机控制课程多年的教学和科研经验,并收集了 20 世纪 90 年代以来大量的最新发展资料,以及参考有关这一方面最新书籍的基础上编写的。在编写过程中,力求做到内容安排上的系统性、先进性和实用性,编写方法上能够深入浅出、图文并茂和避免繁琐枯燥的理论公式推导,有些章节还提供了相关资料,以便实际使用时能够方便地查阅。

全书共分 8 章。第 1 章概论;第 2 章工业控制机的工作原理,介绍了几种当前流行的工业控制机,包括 STD 总线工控机、工业 PC、可编程序控制器(PLC)、单片机;第 3 章机械参数检测及与计算机的接口电路;第 4 章常用的驱动元件及其计算机控制原理;第 5 章机械系统实现计算机控制的设计方法和抗干扰技术;第 6 章计算机数控加工技术;第 7 章是有关工业机器人及其控制的简要介绍;第 8 章在前面各章的基础上,介绍了现代制造系统的控制和管理。

本书可以作为高等学校机械类专业的研究生、本科生学习有关机械系统计算机控制的原理和应用内容的教材或教学参考书,也可作为从事该领域工作的工程技术人员自学提高的参考书。学习本书需要具备模拟电路、数字电路和微型计算机原理的预备知识。

本书第 1、4、5 章,第 8 章第 3 节由钟约先老师编写;第 2、3、6、7 章,第 8 章第 1、2 节由林亨老师编写。其中第 2 章和第 6 章的编程实例由袁守华老师提供。全书统稿由林亨老师完成。

由于作者水平有限,加上计算机更新换代很快,本书难免出现错误与不足,敬请读者批评指正。

作 者

2000 年 4 月

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 机电一体化的概念和发展概况	1
1.2 机电一体化的机械系统的组成	2
1.3 机电一体化的机械系统的评价	3
1.4 机械加工自动化的发展	4
第 2 章 工业控制计算机	7
2.1 概述	7
2.1.1 工业现场计算机控制的特点和要求	7
2.1.2 工业控制计算机的组成及工作原理	7
2.1.3 工业控制计算机的总线结构	8
2.1.4 工业控制计算机种类及其发展	13
2.2 工业 PC	15
2.2.1 工业 PC 的发展	15
2.2.2 工业 PC 的特点	15
2.2.3 工业 PC 产品系列	16
2.2.4 工业控制组态软件	31
2.2.5 新一代嵌入式工业控制计算机——PC/104 工业 PC	32
2.3 可编程序控制器(PLC)	36
2.3.1 可编程序控制器概述及工作原理	36
2.3.2 OMRON C200H 可编程序控制器	49
2.3.3 OMRON CQM1 可编程序控制器	79
2.4 单片机	95
2.4.1 单片机概述	95
2.4.2 MCS-51 单片机	96
2.4.3 单片机系统扩展及应用	112
2.4.4 单片机开发系统简介	119
第 3 章 机械参数检测与接口电路	122
3.1 概述	122
3.2 传感器定义及分类	122

3.3 常用的传感器	124
3.3.1 机械式传感器	124
3.3.2 电阻式传感器	124
3.3.3 电感式传感器	126
3.3.4 压电式传感器	127
3.3.5 磁电式传感器	127
3.3.6 半导体敏感元件	128
3.3.7 其他类型检测技术	130
3.4 现代传感器——集成传感器与智能传感器	131
3.5 对传感器的要求	131
3.6 机械参数检测	132
3.6.1 位移的测量	132
3.6.2 速度的测量	137
3.6.3 力和压力的测量	139
3.6.4 流量的测量	141
3.6.5 温度的测量	143
3.6.6 开关型信号及其检测	145
3.7 检测传感器与计算机的接口技术	149
3.7.1 开关量接口电路	149
3.7.2 数字量接口电路	153
3.7.3 模拟量输入输出接口电路	155
第4章 驱动元件及其计算机控制	166
4.1 步进电机和驱动电源	166
4.1.1 步进电机的结构和工作原理	166
4.1.2 步进电机的基本特性	167
4.1.3 步进电机驱动电源	169
4.1.4 步进电机的计算机控制	177
4.1.5 步进电机的选择	178
4.2 直流伺服电机及其控制	179
4.2.1 伺服系统的要求	179
4.2.2 直流伺服电机结构和速度控制原理	180
4.2.3 直流伺服电机的基本特性	182
4.2.4 直流伺服电机的种类和主要技术参数	183
4.2.5 直流伺服电机的速度控制	185
4.2.6 直流电机位置伺服控制系统	193

4.3	交流伺服电机及其控制	196
4.3.1	交流伺服控制的发展	196
4.3.2	交流伺服电机的结构和工作原理	197
4.3.3	感应式电机的速度控制	198
4.3.4	感应式电机的矢量控制	203
4.3.5	逆变器	207
4.4	液压、气动阀及其控制	213
4.4.1	液压系统的基本原理和液压阀的分类	213
4.4.2	开关型电动液压阀	215
4.4.3	模拟量型电动液压阀	216
4.4.4	液压阀的计算机控制	219
第5章	机械系统计算机控制的设计	221
5.1	计算机控制系统的组成	221
5.1.1	计算机控制系统的组成	221
5.1.2	计算机控制系统的基本要求	223
5.2	计算机控制系统的设计步骤	224
5.3	控制系统硬件设计	227
5.3.1	硬件设计	227
5.3.2	设计举例	230
5.4	控制系统软件设计	232
5.4.1	软件设计	232
5.4.2	设计举例	237
5.5	控制系统抗干扰设计	238
5.6	控制系统的故障检测和处理	244
第6章	计算机数控加工技术	249
6.1	机械系统的控制方式	249
6.2	数控制造系统的分类	249
6.3	数控机床的结构	251
6.4	计算机数控(CNC)系统	252
6.4.1	概述	252
6.4.2	CNC 装置的硬件结构	252
6.4.3	CNC 系统软件	254
6.4.4	CNC 装置的插补算法	257
6.4.5	CNC 装置的工作过程	257

6.4.6	CNC 装置的功能	257
6.5	数控加工的程序编制	259
6.5.1	CNC 机床的坐标系和参考点	259
6.5.2	数控编程的工艺处理	262
6.5.3	手工编程	264
6.5.4	图形交互自动编程	283
第7章	工业机器人	288
7.1	概述	288
7.1.1	工业机器人定义	288
7.1.2	工业机器人的种类	288
7.1.3	工业机器人的系统组成及工作过程	289
7.2	工业机器人的机械结构	291
7.3	工业机器人的驱动系统及控制系统	294
7.3.1	驱动系统	294
7.3.2	控制系统	295
7.4	工业机器人实例	302
7.4.1	Mr. AROS 弧焊机器人	302
7.4.2	FANUC 工业机器人	306
第8章	多台 CNC 设备连线控制与管理	309
8.1	多台 CNC 设备组成生产线的控制网络结构	309
8.1.1	制造自动化系统的局域网结构	309
8.1.2	CNC 设备之间的网络通信方式	312
8.1.3	CAN 现场总线	319
8.2	多台 CNC 设备组成生产线的控制和管理	330
8.2.1	生产线加工过程的协调控制	330
8.2.2	生产线加工过程的调度和控制	332
8.2.3	生产线加工过程的监控和故障诊断	334
8.2.4	制造系统数据库	336
8.2.5	柔性制造系统控制实例	338
8.3	计算机集成制造系统	339
8.3.1	计算机集成制造(CIM)的概念	339
8.3.2	计算机集成制造系统的组成结构	340
8.3.3	计算机集成制造系统的信息管理	343
8.3.4	CIMS 网络系统和数据库	349

8.4 虚拟制造系统	351
8.4.1 虚拟制造产生的背景	351
8.4.2 虚拟制造的概念及内涵	352
8.4.3 虚拟制造的分类	353
8.4.4 虚拟制造的体系结构	354
8.4.5 虚拟制造的应用实例	356
8.5 现代制造系统的特点和体系结构	356
8.5.1 现代制造系统的特点	356
8.5.2 现代制造系统的体系结构	358
附录 1 C200H PLC 指令系统一览表	361
附录 2 C200H PLC 指令执行时间	377
附录 3 MCS-51 系列单片机的指令表	382
参考文献	386

第 1 章 概 论

1.1 机电一体化概念和发展概况

随着计算机技术,特别是大规模集成电路制造技术的不断发展,计算机日益小型化,功能增强,抗干扰能力提高,而且价格日益便宜,这就为计算机应用于工业生产现场控制创造了条件。20 世纪 80 年代中期以来,计算机特别是微型计算机已日益广泛应用于机械产品和生产过程的控制,使机、电、液有机地结合,发展成机电一体化技术。机电一体化技术的应用,给机械行业带来了显著的效益,提高了生产率,提高了产品的性能和质量,降低了原材料消耗,节约了能源,减轻了操作工人的劳动强度,增强了企业在市场中的竞争力。

“机电一体化”在国外称为“机械电子学”。这一名称开始于日本,后来为欧美等国家所接受。对于机电一体化,目前国际上尚没有一个公认的、统一的定义,下面仅列举日本几个组织对其内涵的阐述。

日经产业新闻:“电子技术的电子学与机械技术的机械学相结合的技术进步的总称。”

富士通法纳克公司:“将机械学和电子学有机结合而提供的更为优越的技术。”

日本机械技术研究所:“机械电子学一词,意味着机电一体化技术或者机电、机信一体化技术。由于把电子学应用到机械系统中,可望从硬件和软件两方面实现高度化的机械功能,甚至达到赋予全新功能的目的。”

上述这些定义因出发点和着重点不同而有所区别,但总的来说,机电一体化的基本概念应包括如下两个方面的含义。

(1) 机电一体化技术是机械技术与电子技术有机结合而形成的一种高技术。这里强调机械技术与电子技术的有机结合,不是简单地用电子设备代替部分机械结构,或孤立地发挥两种技术各自的长处,而是两种技术有机结合产生的新的思维方法和技术手段。

例如,如何提高机床进给系统的定位精度问题,如图 1.1-1 所示。

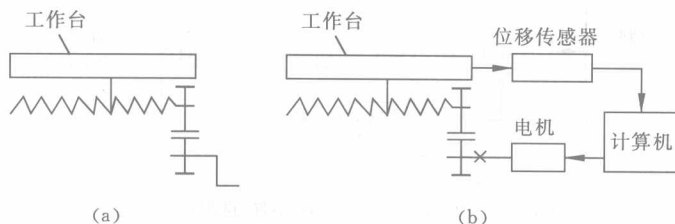


图 1.1-1 机床进给系统的定位

工作台的移动是通过齿轮、丝杠螺母来驱动的,由于齿轮、丝杠螺母之间存在的间隙,要提高机床进给系统的定位精度,传统的机械方法是靠提高齿轮、丝杠螺母的加工精度和安装精度来实现(图 1.1-1(a)),导致机床制造成本大大提高。采用机电结合的方法,如图 1.1-1

(b)所示,用位移传感器实时检测工作台的实际位置,将位移信息输入到计算机,计算机对定位误差进行修正或补偿,然后发出控制命令,启动电机驱动工作台移动,实现进给系统的准确定位。这样,在齿轮、丝杠螺母的加工精度不变的情况下,却大大提高了进给系统的定位精度。

(2) 信息处理技术是机电一体化技术中必不可少的部分。一个机械系统实现计算机控制,例如 NC、CNC 控制(computerized numeral control,计算机化数字控制),由于其具有信息自动处理功能,才能对生产过程出现的各种情况,按照预先规定的控制规律,自动地实时地进行分析处理,发出相应的控制指令,达到预定的目标,实现生产过程的自动化。

例如,对驱动元件直流电机的速度控制问题,如图 1.1-2 所示,速度传感器实时检测直流电机的实际转速,然后输入到计算机,通过计算机的分析和处理,根据预先确定的控制方法,发出控制指令,改变直流电源的输出电压和电流,使直流电机的速度保持恒定。在这里,计算机的信息分析和自动数据处理起着核心的作用。

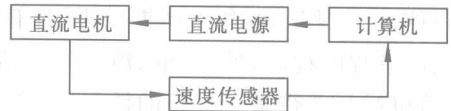


图 1.1-2 直流电机的速度控制

传统的机械制造技术与计算机技术、信息技术相结合,不仅促使生产经营模式的发展和变革,而且促进开发性能优越的、机电相结合的机械产品,创造新的制造工艺和加工手段,大大提高企业的市场竞争力。机电一体化技术在机械制造业中的应用,大致经历了参数数显、硬件数控(NC 控制),计算机数控(CNC 控制),柔性生产系统(FMS),计算机集成制造系统(CIMS),虚拟制造系统(VMS)等过程,使加工制造技术与生产经营模式紧密结合,形成现代制造技术和系统。

1.2 机电一体化的机械系统的组成

机电一体化的机械系统一般由 5 个部分组成,如图 1.2-1 所示。各个部分的功能和作用如下。

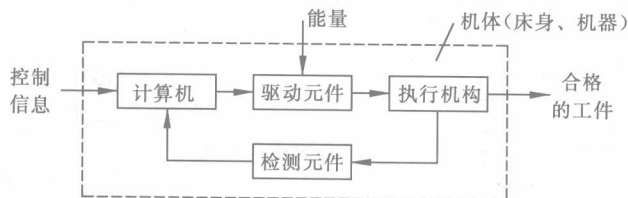


图 1.2-1 机电一体化机械系统的组成框图

① 执行机构 完成特定的加工任务,如零件的加工或物料的输送。执行机构直接与加工对象接触。根据不同的用途,执行机构具有不同的工作原理、运动规律、性能参数和结构形状,如车床、铣床、压力机、送料机械手等,结构上千差万别。

② 驱动元件 与执行机构相连接,给执行机构提供动力的部件,并控制执行机构启动、停止和换向。驱动元件的作用是完成能量的供给和转换。常用的机电一体化机械系统的驱

动元件有步进电机、直流伺服电机、交流伺服电机和液压(气动)油缸、油马达及其控制阀。

③ 检测元件 对执行机构的运动参数、加工状况进行实时检测的元件。参数的检测是选用合适的传感器来完成的,被检测的机械参数通常有位移、速度、加速度、转角、压力、流量、温度等。

④ 计算机 机电一体化机械系统的核心部件,其作用是完成加工过程的控制,协调机械系统各部分的运动,具有分析、运算、实时处理功能。目前用于工业现场控制的计算机有:可编程控制器(PLC)、STD 总线工业控制机、工业微机(PC)、单片微机以及专用控制计算机。

⑤ 机体 将以上各个部分组装成一个有机整体的支撑构架,如机床床身。由于各种机械系统的目的和用途不同,其机体的形状、尺寸也不同。

机电一体化的机械系统的基本工作原理是,操作人员将加工信息(如尺寸、形状、精度等)输入到控制计算机,计算机发出启动命令,启动驱动元件运转,带动执行机构进行加工。检测元件实时检测加工状态,将信息反馈到计算机,经计算机分析、处理后,发出相应的控制指令,实时地控制执行机构运动,如此往复进行,自动地将工件按输入的加工信息完成加工。

机电一体化机械系统各组成部分之间的连接匹配部分,称为接口。接口分为两种,机械与机械之间的连接称为机械接口。电气与电气之间的连接称为接口电路。如果两个组成部分之间相匹配,则接口只起连接作用。如果不相匹配,则接口除起连接作用外,还须起某种转换作用,如连接机床主轴和电机的减速箱,连接传感器输出信号和模数转换器的放大电路,这些接口既起连接又起匹配的作用。

由于不同的工件,其被加工制造的原理和工艺过程不同,执行机构的结构、形状和尺寸存在很大差别,但由执行机构组成的机械系统实现计算机控制的原理和组成却是基本相同的,且具有共同点,其组成框图如图 1.2-2 所示,由检测元件(输入信号部分)、计算机(分析、处理和输出控制部分)、驱动元件(输出控制部分)三部分组成。以下各章将对工业控制计算机的种类和工作原理、检测传感器及接口电路、驱动元件及驱动电源、计算机控制系统的设计、现代制造系统作详细的阐述,使读者能基本掌握机械系统计算机控制的基本原理和实现方法。

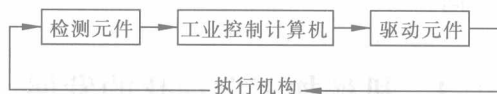


图 1.2-2 计算机控制系统的组成

1.3 机电一体化的机械系统的评价

对一个机电一体化的机械系统的性能评价,主要看其是否能满足工作要求、工作的可靠性和稳定性、生产率的高低、自动化程度,以及可制造性、可维护性和可操作性等方面,评价指标一般分为 3 类。

1. 基本指标

基本指标是指一个机电一体化的机械系统完成对原材料的加工制造、生产出合格工件所必须具备的性能参数指标,具体内容如下。

(1) 运动参数指标: 根据加工原理和工艺过程所必须达到的速度、行程、运动轨迹、运动方向和启停位置等。

(2) 动力参数指标: 根据加工原理、工艺过程和加工工件的尺寸所必须达到的输出动力的大小, 如力、转矩、功和功率等。

(3) 表征运动参数和动力参数的品质指标: 如运动轨迹的精度、行程精度、速度的稳定性、力和转矩的可调性或恒定性等。

基本指标以能满足用户的使用要求为度, 以能加工制造出合格的工件为标准, 不是越高越好。基本指标的提提高, 将导致投资的增加。

2. 优化指标

优化指标是同类产品对比中的评价指标。主要有生产率、柔性度、自动化程度、设备的可靠性和稳定性、成本等。通常是在满足基本指标的前提下, 优化指标越高, 而且制造成本越低, 则表明该机械系统具有较高的性能价格比。优化指标一般可采用数学规划论的方法进行评估。

3. 其他指标

其他指标是指除基本指标、优化指标以外的评价指标, 涉及的有机械系统的加工工艺性、可操作性、可维护性等方面内容, 具体如下。

(1) 工艺性指标: 是表征产品制造的加工工艺性和可维护性指标, 设计的机电一体化产品应容易制造、便于维修。

(2) 人类工程学指标: 是表征人与机器之间关系的指标, 指人类在生产和生活过程中所表现出来的卫生学、体型测量学、生理学和心理学等方面对机械产品提出的综合性要求。人在操作使用机械产品过程中, 往往要求安全舒适、操作简便和容易。

(3) 美学指标: 是表征产品外观的指标。

(4) 标准化指标: 是表征机械产品中元部件的标准化程度。一个机械产品, 其标准化程度越高, 则加工制造、装配和维护越容易, 所需的费用就越低。

对机电一体化机械系统的评价, 是一个综合评估过程, 其评估结果因用户的使用要求、强调的侧重面不同而有所不同。

1.4 机械加工自动化的发展

机电一体化机械系统(自动化机械加工设备), 实现零件加工过程的自动化, 提高了生产效率, 提高了产品的质量, 增强了企业在市场中的竞争力。随着计算机技术、信息技术、自动控制技术、现代管理技术的发展, 并与机械制造的结合和融合, 机械制造由传统的制造学科, 发展成多学科交叉和融合, 形成制造系统工程学; 由原来的只关注零件的加工和成形, 发展成包括设计、制造、销售、市场的大系统, 以信息为核心和纽带, 求取整个系统的最优解决方案, 以提高企业的生产经营效益。

机械加工自动化以 CNC 数控加工设备为基本单元, 结合物料输送技术、计算机网络技术、数据库技术、现代管理技术等, 逐步发展成自动化加工单元、自动化加工生产线、现代制造系统。

1. 自动化加工单元

以一台 CNC 加工设备为核心,配置上下料自动装置或上下料机器人、运行状态检测装置、工作站控制器,组成自动化加工单元。CNC 加工设备中设备控制器的零件 NC 加工程序完成 CNC 设备对零件的自动循环加工。工作站控制器协调上下料自动装置与 CNC 设备之间的动作,完成工件的抓取、装卡、CNC 设备的自动加工、卸料、输送到储料箱等工作,同时,通过运行状态检测装置,监测加工单元的运行情况,对不正常状态或故障进行实时的处理。CNC 加工中心是在 CNC 加工设备的基础上,增加加工工具(刀具)的存储和自动换刀系统,具有与上下料装置的通信接口。

2. 自动化加工生产线

自动化加工生产线按被加工的零件的品种和数量,分少品种、大批量的刚性自动化生产线和多品种、小批量的柔性加工生产线。自动化加工生产线由多个自动化加工单元配置物料输送系统、物料存储系统(立体仓库)组成,物料输送、存储系统完成工件(被加工零件)按加工工艺、加工顺序在各自动化加工单元之间的流动,完成工件的加工。

自动化加工生产线设置单元控制器,负责各自动化加工单元之间加工活动以及自动化加工单元与物料系统之间的协调、控制和管理。单元层控制器和自动化加工单元的工作站控制器、设备层控制器构成三级控制系统,采用递阶式控制逻辑结构和方式,各自完成其控制目标和任务。自动化加工生产线的三层控制系统(设备层、工作站层、单元层)是计算机集成制造系统(CIMS)五层控制结构模型(设备层、工作站层、单元层、车间层、工厂层)的底层,具体负责 CIMS 的经营管理、工程设计、制造的三大功能中制造功能的实施。

自动化加工生产线是一个复杂的大系统,单元层控制器的控制、管理软件起着核心的作用,它负责工件加工活动的协调、控制,使自动化加工生产线能安全、有序、高效的运行。同时,对自动化加工生产线的运行状态进行实时监控,出现故障进行实时诊断和处理,重新进行调度,改变被加工零件的加工排序队列,最大限度地保证自动化加工生产线的运行和零件的交货期。

3. 现代制造系统

在自动化加工生产线的基础上,增加工程设计、企业生产经营管理、质量保证等功能,就构成现代制造系统。现代制造系统的“广义”概念,包括一个企业的经营决策、产品设计、加工制造、售后服务全过程。企业采用先进的管理方法、先进的产品设计手段、先进的加工制造技术、严格的质量保证体系,进行科学的市场预测、快捷的产品设计、高质量的产品加工装配、良好的售后服务体系,缩短新产品的开发周期,保证产品的质量和售后服务,增强企业在经济全球化、产品需求多样化的竞争激烈的市场中竞争力和活力。

现代制造系统的“狭义”概念,是企业内部产品加工制造过程的高生产效率、高产品质量和高自动化程度,以及产品制造过程的科学的组织管理和先进的物流系统。现代制造系统是以先进的计算机技术、信息技术、自动控制技术、网络技术、现代管理技术为基础,是这些技术在制造领域的应用。产品设计采用 CAD/CAE/CAPP/CAM 和 PDM 的计算机辅助设计手段和方法,产品制造采用 CNC 机床、CNC 专用加工机床、加工中心、FMC/FMS、自动化物流系统,保证产品制造的高效率和高质量,企业生产的组织采用 MRP II(企业资源规划)、MIS(管理信息系统)、质量管理、物流系统管理等先进的管理理念、方法和相应的软件,使企业获取的经济效益最大化。

现代制造系统的控制是在自动化加工生产线的三层控制结构(设备层、工作站层、单元层)的基础上,增加车间层、工厂层控制和管理计算机,形成设备层、工作站层、单元层、车间层、工厂层五层控制结构。工厂层控制器的功能有:履行“厂部”职能,进行市场预测、制订生产计划、确定生产资源需求、制订资源规划、制订产品开发及工艺过程规划、厂级经营管理(成本核算、库存统计、用户订单处理等)。车间层控制器的功能有:根据工厂层的生产计划,安排生产作业计划、制造资源的合理分配、协调车间的生产、设备的维护和管理等。

随着制造业的发展,企业追求产品制造的高效率、高精度、低耗能、低成本、环境友好等目标,发展了许多先进的生产管理模式和理念,如精益生产、并行工程、计算机集成制造、敏捷制造、网络化制造、智能制造、虚拟制造、绿色制造等,以适应市场的激烈竞争和企业的生存和发展。

第 2 章 工业控制计算机

2.1 概 述

2.1.1 工业现场计算机控制的特点和要求

计算机尤其是微型计算机在各行各业的应用日益普及,工业控制领域也不例外。最初,计算机仅用于科学计算、数据处理和办公自动化。随着工业生产现代化的需要和微电子技术的迅速发展,应用微型计算机来进行工业生产过程控制成为提高生产自动化水平,提高生产率,实现工业现代化的重要途径和标志。然而,工业控制系统往往要求长期连续运行,工业生产现场的环境常常很恶劣:高温、高湿、高寒、大振动、强冲击、强电磁干扰、大粉尘等。因此,适应工业现场应用而开发的工业控制计算机必须满足以下几点要求。

- ① 高可靠性,以适应工业现场十分恶劣和复杂的工作条件;
- ② 具有实时响应处理能力,以满足工业生产过程实时控制要求;
- ③ 有丰富的可与工业生产现场信号相连接的工业接口;
- ④ 控制系统结构应能组配灵活,易于扩展;
- ⑤ 有先进的系统软件和应用软件,便于开发。

20 世纪 60 年代开始,尤其是 70 年代以来,各种类型的适用于工业生产过程控制的工业控制计算机应运而生。

2.1.2 工业控制计算机的组成及工作原理

用计算机来实现工业生产过程控制的系统,包括两大部分,即工业控制计算机和工业生产设备。其组成框图如图 2.1-1 所示。

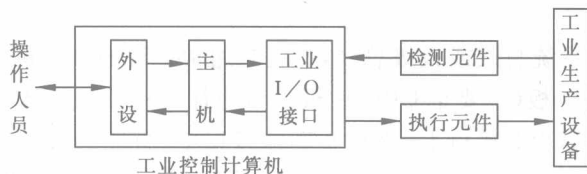


图 2.1-1 计算机控制系统组成框图

图 2.1-1 中,工业输入输出(I/O)接口在计算机和工业生产过程之间起着联系和桥梁的作用,它完成以下两个基本功能。

- ① 输入接口把生产过程的各种参数和执行机构的运行状态,转换成计算机能够识别和接收的信号,并输入给计算机,以便计算机进行运算处理;
- ② 输出接口把计算机根据算术和逻辑运算的结果发出的各种控制命令,转换成操作执行机构的控制信号,以便通过执行机构去控制生产过程。