

工业计算机 应用与维护

王云良 吴红亚◎著



工业计算机应用与维护

王云良 吴红亚 著



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书针对工业计算机的企业应用案例,对工业计算机控制系统中所涉及的基础知识和应用技术做了较为全面和系统的论述,包括工业计算机控制系统的分析、信号控制的设计及使用C#、MCGS进行系统开发等内容。

本书遵循学生综合能力培养的基本规律,项目设计精心巧妙、涵盖的知识点系统性强。

本书既可作为高等院校、应用型本科、成人高校的教材,也可作为从事工业计算机应用等相关工作人员的参考用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

工业计算机应用与维护 / 王云良, 吴红亚著. —北京: 北京理工大学出版社, 2014.2
ISBN 978-7-5640-8817-0

I. ①工… II. ①王… ②吴… III. ①工业控制计算机-计算机应用-高等学校-教材 ②工业控制计算机-计算机维护-高等学校-教材 IV. ①TP273

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第017044号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市天利华印刷装订有限公司

开 本 / 787毫米 × 1092毫米 1/16

印 张 / 12.5

字 数 / 280千字

版 次 / 2014年2月第1版 2014年2月第1次印刷

定 价 / 36.00元

责任编辑 / 陈 竑

文案编辑 / 胡卫民

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

编委会成员

主 任：刘贤锋

副主任：顾卫杰

成 员：马长胜 王继水 王云良 王景胜 白文新 朱葛俊
朱小刚 朱 轩 毕汪虹 李桂秋 苏宝莉 陈功文
岳 峥 吴红亚 周汉清 钟全亮 洪晓虹 曹伟乾
霍振龙

前言

Preface

近年来,随着电子技术、计算机控制技术、信息技术及自动控制技术的飞速发展,工业计算机控制技术已广泛应用于工农业生产、交通运输及国防建设的各个领域,正在发挥着越来越重要的作用。建立工业计算机控制系统的概念,了解和初步掌握工业计算机控制系统的基本理论和基本设计方法,掌握计算机对模拟量、开关量、数字量及脉冲量的处理和控制在方法,掌握工业计算机监测和维护方法,已成为当前工科高等院校学生适应新形势、新技术发展的当务之急。本书正是为了迎合这一需求,在编者多年从事工业计算机控制技术和科研工作的基础上,将有关的教学和科研成果加以总结和提高,并吸收了近年来国内外本学科发展的先进理论、方法和技术编写而成。

本书以工科高等院校的教学理念为背景,对工业计算机控制系统中所涉及的基础知识和应用技术做了较为全面和系统的论述,包括工业计算机控制系统的分析、信号控制的设计及使用 C#、MCGS 实现工业计算机控制系统等内容。

本书立足于高等院校学生的工程应用需求,力求做到理论分析计算与工程应用紧密结合。在介绍工业计算机时注重软件与硬件的有机结合,以使读者牢固建立工业计算机控制系统的整体概念。为了便于读者自学和理解,本书列举了大量有关工业计算机开发的项目并力求做到突出重点、层次分明、通俗易懂。在编写过程中还注意理论与实际相结合,重视解决工程实际问题,其中包括了编者多年来从事工业计算机控制系统设计工作所得到的体会和经验。此外,根据工业计算机控制技术目前的最新情况,本书有重点地引入了一些新的概念和方法,更新了其他教材的一些陈旧内容。

全书共分五个项目。项目一介绍了工业计算机系统构建;项目二主要讲述了工业计算机开发平台搭建;项目三介绍了工业计算机基本的输入输出项目开发;项目四介绍了如何用 C# 和 MCGS 配合实训台开发项目;项目五介绍了工业计算机的故障诊断与维护。

著 者

目 录

Contents

项目一 工业计算机系统构建	1
任务一 认识工业计算机	1
任务二 认识工业计算机外围设备	17
任务三 工业计算机组装	45
项目二 工业计算机开发平台搭建	50
任务一 Windows CE 系统的安装与设置	50
任务二 Windows XP 系统的安装与设置	67
任务三 Visual Studio 软件的安装与设置	78
任务四 MCGS 组态软件的安装与设置	86
项目三 工业计算机基本的输入输出项目开发	92
任务一 实验环境构建	92
任务二 模拟量输入项目开发	101
任务三 模拟量输出项目开发	106
任务四 数字量输入项目开发	118
任务五 数字量输出项目开发	127
项目四 工业计算机综合项目开发	134
任务一 基于 C# 语言的交通灯控制	134
任务二 基于 MCGS 的水位控制系统开发	136
项目五 工业计算机故障诊断与维护	163
任务一 通用工业计算机及外围设备故障诊断与维护	163
任务二 专用工业计算机及外围设备故障诊断与维护	174



项目一 工业计算机系统构建

任务一 认识工业计算机

学习目标

- (1) 了解工业计算机的外形与结构。
- (2) 了解工业计算机的应用领域。
- (3) 掌握工业计算机控制总线类型和特点。
- (4) 掌握工业计算机不同总线类型的区别。

工作任务

在本项目中，首先讲述了工业计算机外形与结构的特点，然后学习了工业计算机的控制总线类型。在任务中要求读者掌握工业计算机的总线类型，并能掌握不同总线类型的区别。同时在任务中简单地介绍了工业计算机的应用领域。

学习步骤

所谓工业计算机，简单地说，就是把计算机应用在工业中，也正是因为应用在了工业中，工业计算机和普通的计算机有了不同的特点，工业计算机是工业自动化设备和信息产业基础设备的核心。传统意义上，将用于工业生产过程的测量、控制和管理部分的计算机统称为工业计算机，包括计算机和过程输入、输出通道两部分。

步骤一：认识通用型工业计算机

1. 工业计算机概述

在最近的几十年中，计算机极大地改变了我们的生活。在工业中，计算机也得到了相应的应用，这就是工业计算机（Industrial Personal Computer，IPC）。

工业计算机的用途和普通计算机的用途不同，它主要用于工业控制、测试等方面。一个工业计算机的典型应用是通过标准的串行口（RS-232/RS-485 等串口）获得外部的数据，通过计算机内部的微处理器计算，最后通过显示屏或者串行口输出，这样，在工业计算机上，我们就实现了一个计算的过程。很明显，这和普通计算机的娱乐、办公和编程方面的应用是完全不同的。

工业计算机的软件系统和普通计算机的软件系统有所不同。工业计算机的软件系统比较单一，主要实现一个特定的功能，而且由于工业计算机通常采用速度不是非常快的处理器，所以程序的编写要求比较高。工业计算机通常采用仿真环境来开发程序，并采用脱机运行的

方式,而普通计算机拥有大量的通用应用程序,处理器的速度非常快,软件的开发系统也完全在机器上,无须其他环境的支持。

2. 工业计算机的前景

工业计算机是工业自动化设备和信息产业基础设备的核心。传统意义上,将用于工业生产过程的测量、控制和管理部分的计算机统称为工业计算机,包括计算机和过程输入、输出通道两部分。但在今天,工业计算机的内涵已经远不止这些,其应用范围也已经远远超出工业过程控制。因此,工业计算机是“应用在国民经济发展和国防建设的各个领域、具有恶劣环境的适应能力、能长期稳定工作的加固计算机”,简称“工控机”。

回顾历史,中国工控机技术的发展经历了20世纪80年代的第一代STD(State Transition Diagram)总线工控机,20世纪90年代的第二代IPC工控机及现在的第三代CompactPCI总线工控机时期,而每个时期大约要持续15年的时间。STD总线工控机解决了当时工控机的有无问题;IPC工控机解决了低成本和PC兼容性问题;CompactPCI总线工控机解决的是可靠性和可维护性问题。作为新一代工控机技术,CompactPCI总线工控机将不可阻挡地占据生产过程的自动化层,IPC工控机将逐渐由生产过程的自动化层向管理信息化层移动,而STD总线工控机必将退出历史舞台,这是技术发展的必然结果。

(1) 第一代工控机技术开创了低成本工业自动化技术的先河。

第一代工控机技术起源于20世纪80年代初期,盛行于20世纪80年代末90年代初期,到20世纪90年代末期逐渐淡出工控机市场,其标志性产品是STD总线工控机。STD总线最早是由美国Pro-Log公司和Mostek公司作为工业标准而制定的8位工业I/O总线,随后发展成16位总线,统称为STD 80,后被国际标准化组织吸收,成为IEEE 961标准。

(2) 第二代工控机技术造就了一个PC-based系统时代。

1981年8月12日,IBM公司正式推出了IBM PC机,随后PC机借助规模化的硬件资源、丰富的商业化软件资源和普及化的人才资源,于20世纪80年代末期开始进军工业控制机市场。

IPC在中国的发展大致可以分为三个阶段:第一阶段是20世纪80年代末—20世纪90年代初,这时市场上主要是国外品牌的昂贵产品。第二阶段是1991—1996年,我国台湾生产的价位适中的IPC工控机开始大量进入大陆市场,这在很大程度上加速了IPC工控机市场的发展,IPC工控机的应用也从传统工业控制向数据通信、电信和电力等对可靠性要求较高的行业延伸。第三阶段是从1997年开始,大陆本土的IPC厂商开始进入该市场,促使IPC工控机的价格不断降低,也使工控机的应用水平和应用行业发生极大变化,应用范围不断扩大,IPC也随之发展成了中国第二代主流工控机技术。目前,中国IPC工控机的大小品牌约有15个,主要有研华、凌华、研祥、深圳艾雷斯和华北工控等。

20世纪90年代末期,ISA(Industry Standard Architecture)总线技术逐渐淘汰,PCI总线技术开始在IPC中占主导地位,使IPC工控机得以继续发展。但IPC工控机的结构和金手指连接器的限制,使其难以从根本上解决散热和抗振动等恶劣环境的适应性问题,IPC开始逐渐从高可靠性应用的工业过程控制、电力自动化系统以及电信等领域退出,向管理信息化领域转移,取而代之的是以CompactPCI总线工控机为核心的第三代工控机技术。值得一提的是,IPC工控机开创了一个崭新的PC-based时代,对工业自动化和信息化技术的发展产生了深远的影响。

(3) 迅速发展和普及的第三代工控机技术。

PCI 总线技术的发展、市场的需求以及 IPC 工控机的局限性,促进了新技术的诞生, CompactPCI 相对于以往的 STD 和 IPC,具有开放性、良好的散热性、高稳定性、高可靠性及可热插拔等特点,非常适合于工业现场和信息产业基础设施的应用,被众多业内人士认为是继 STD 和 IPC 之后的第三代工控机的技术标准。采用模块化的 CompactPCI 总线工控机技术开发产品,可以缩短开发时间、降低设计费用、降低维护费用以及提升系统的整体性能。

2001 年, PICMG 2.16 将以太网包交换背板总线引入到 CompactPCI 总线标准中,为电信语音增值服务设备和基于以太网的工业自动化系统提供了新的技术平台。2002 年, PICMG 颁布了面向电信的新标准 AdvancedTCA,简称 ATCA。ATCA 比 PICMG 2.16 有更大的规格和容量、更高的背板带宽、对板卡更严格的管理和控制能力、更高的供电能力以及更强的制冷能力等。

21 世纪的头 20 年是新一代工控机技术蓬勃发展的 20 年。以 CompactPCI 总线工控机为代表的第三代工控机技术将在这段时间得到迅速普及和广泛应用,并在中国信息化进程中发挥重要作用。

(4) 新一代工控机的产业化及应用前景。

从 1998 年到今天, CompactPCI 总线工控机在国内发展迅速,并得到了一定程度的应用,但远没有达到理想的程度。需要在科技部和国家有关部委相关政策的引导下,在中国计算机行业协会 PICMG/PRC 的统一组织下,联合国内外从事 CompactPCI 总线工控机技术研制和生产的企业、大专院校、科研院所以及用户,进一步加大对国产化 CompactPCI 总线工控机的研制和推广力度,扩大生产规模,增加产品种类和数量,降低产品价格,提高产品的互操作性,实现产业化,培养更多的人才,为 CompactPCI 总线工控机的发展创造更有利的条件。

3. 工业计算机的特点、结构及类型

事物都有两面性,工业计算机还是和普通计算机有很多相似的特点。比如,它们虽然使用的 CPU 不同,但是这些 CPU 还是相同的产品系列,具有相同的内部结构;两种计算机的总线结构基本相同,不少工业计算机是通用计算机的简化版本;并且不少工业计算机拥有和普通计算机相同或者相兼容的接口。

现在,工业计算机已经成为工业应用中不可缺少的器件之一,它有计算机的特点,也有工业设备的实用性,将会在未来的自动化进程中起到不可替代的作用。

(1) 工业计算机的特点。

工业计算机通俗地说就是专门为工业现场而设计的计算机,而工业现场一般具有强烈震动、灰尘特别多以及很高的电磁场力干扰等特点,而且一般工厂均是连续作业,即一年中没有休息。因此,工业计算机与普通计算机相比必须具有以下特点:

①采用符合“EIA”(Electronic Industries Association,美国电子工业协会)标准的全钢化工业机箱,增强了抗电磁干扰能力。

②采用总线结构和模块化设计技术。CPU 及各功能模块皆使用插板式结构,并带有压杆软锁定,提高了抗冲击、抗振动能力。

③机箱内装有双风扇,正压对流排风,并装有滤尘网用以防尘。

④配有高度可靠的工业电源,并有过压、过流保护。

⑤电源及键盘均带有电子锁开关,可防止非法开、关和非法键盘输入。

⑥具有自诊断功能。

- ⑦可视需要选配 I/O 模板。
- ⑧设有“看门狗”定时器，在故障死机时，无须人的干预而自动复位。
- ⑨开放性好，兼容性好，吸收了 PC 机的全部功能，可直接运行 PC 机的各种应用软件。
- ⑩可配置实时操作系统，便于多任务的调度和运行。
- ⑪可采用无源母板（底板），方便系统升级。
- ⑫机箱内有专用底板，底板上有 PCI 和 ISA 插槽。
- ⑬具有连续长时间工作的能力。
- ⑭一般采用便于安装的标准机箱（4U 标准机箱较为常见）。

（2）工业计算机的主要结构。

1）全钢机箱。

IPC 的全钢机箱是按标准设计的，可以抗冲击、抗振动以及抗电磁干扰，内部可安装同 PC-bus 兼容的无源底板，如图 1-1 所示。

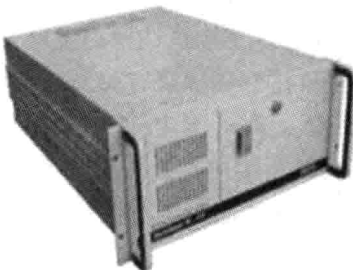


图 1-1 全钢机箱

2）无源底板。

无源底板的插槽由 ISA 和 PCI 总线的多个插槽组成，ISA 或 PCI 插槽的数量和位置根据需要有一定选择，该板为四层结构，中间两层分别为地层和电源层，这种结构方式可以减弱板上逻辑信号的相互干扰和降低电源阻抗。底板可插接各种板卡，包括 CPU 卡、显示卡、控制卡以及 I/O 卡等，如图 1-2 所示。

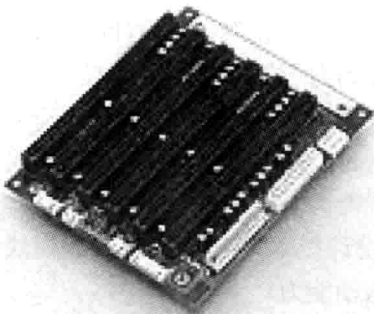


图 1-2 无源底板

3）工业电源。

工业电源为 AT 开关电源，平均无故障运行时间达到 250 000 小时。

4) CPU 卡。

IPC 的 CPU 卡有多种, 根据尺寸可分为长卡和半长卡, 根据处理器可分为 386、486、586、PII 和 PIII 主板, 用户可视自己的需要任意选配。其主要特点是: 工作温度为 $0^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$; 装有“看门狗”计时器; 低功耗, 最大为 $5\text{V}/2.5\text{A}$, 如图 1-3 所示。

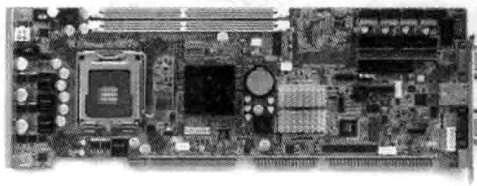


图 1-3 CPU 卡

5) 其他配件。

IPC 的其他配件基本上都与 PC 机兼容, 主要有内存、显卡、硬盘、软驱、键盘、鼠标、光驱和显示器等。

(3) 工业计算机的类型。

1) 台式 IPC (见图 1-4)。



图 1-4 台式 IPC

2) 盘装式 IPC (见图 1-5)。



图 1-5 盘装式 IPC

3) IPC 工作站 (见图 1-6)。

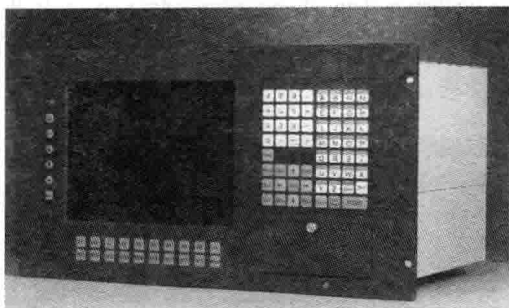


图 1-6 IPC 工作站

4) 嵌入式 IPC (见图 1-7 和图 1-8)。



图 1-7 嵌入式 IPC (一)

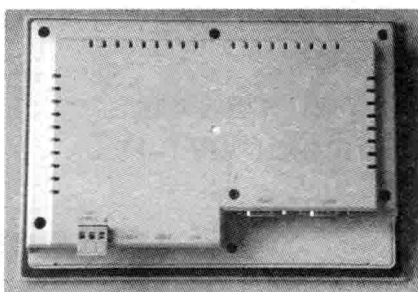


图 1-8 嵌入式 IPC (二)

5) 平板式 IPC (见图 1-9 和图 1-10)。

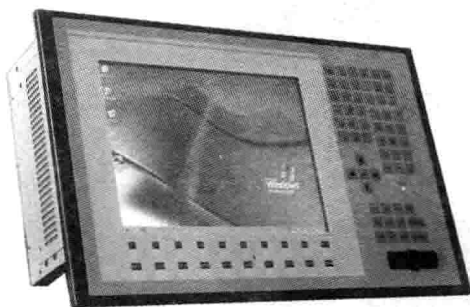


图 1-9 平板式 IPC (一)

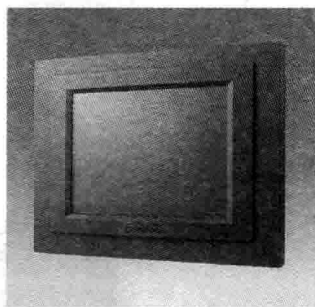


图 1-10 平板式 IPC (二)

4. 工业计算机控制总线类型和特点

工业计算机总线可以分为芯片总线(局部总线)、系统总线(板总线)和外总线(通信总线)。微处理器内部的总线,即局部总线。系统总线是用来连接各种插件板,以扩展系统功能的总线。在大多数工控机中,显示适配器、声卡和网卡等都是以插件板的形式插入系统总线扩展槽的。外总线是用来连接外部设备的总线,如 SCSI、IDE 和 USB 等。

(1) IBM PC 总线。

IBM PC 总线是在 IBM PC/XT 个人计算机上使用的总线,它是针对 Intel 8088CPU

设计的,有 62 条信号线,以适应 8088 的 8 位数据线和 20 条地址线的要求。这种总线是用户在 IBM PC/XT 机器的主板上扩展 I/O 板的 I/O 总线。在 IBM PC/XT 微型计算机中有 8 个 62 线的扩展槽,这 8 个扩展槽是扩充系统的通道,扩展槽上可以插入不同功能的插件板,如内存扩展板、显示适配器、磁盘控制器、打印适配器、串行口适配器和网络适配器等。

(2) ISA 总线。

ISA 又称为工业标准体系结构,是在 80286 为 CPU 的 IBM PC/AT 中使用的总线,因此又称为 AT 总线。ISA 总线具有 16 位的数据宽度,工作频率为 8MHz,最大数据传输速率为 8MB/s。ISA 总线虽然性能并不是很高,但由于得到计算机厂商及大量板卡生产厂商的支持以及兼容性需求,在现在的高档微机中,仍然保留少量的 ISA 插槽。

(3) EISA 总线。

Intel 80486CPU 推出以后,为了充分发挥 486CPU 的速度优势,迫切需要一种速度更快的总线。IBM 公司研制的微总线(MCA)是当时速度最快、数据宽度为 32 位的总线,但它与 ISA 总线不兼容,加上 IBM 公司对微总线技术的封锁,迫使以 Compaq 公司为代表的 9 家公司联合,推出了一个新的总线标准——EISA(Extended Industrial Standard Architecture)总线,即扩展工业标准体系结构。EISA 总线也是一种数据宽度为 32 位的总线,但它与 ISA 总线兼容,即 ISA 卡可以直接插入 EISA 插槽。EISA 总线具有较高的输入输出能力,数据传输速率为 33MB/s。EISA 卡的安装较容易,具有自动配置功能,不需要 DIP 开关。它支持多个总线控制部件,增加了 DMA(Direct Memory Access)功能,增加了“猝发”方式传送,支持多 CPU。因此,EISA 总线广泛用于微型计算机服务器中。

(4) PCI 总线。

PCI(Peripheral Component Interconnect)总线是一种高性能的局部总线,构成了 CPU 与外围设备之间的高速通道。它支持多个外围设备,与 CPU 时钟无关,并用严格的规定来保证高度可靠性和兼容性,其主要特点是:

①高性能。PCI 总线的频率为 33MHz,与 CPU 的时钟频率无关。总线宽度为 32 位,可扩展到 64 位,传输速率可达 132 ~ 264MB/s。

②兼容性好。PCI 总线与 ISA、EISA 及 MCA 总线兼容,同时还兼容另一种局部总线 VL。

③高效益。PCI 总线的设计目的之一就是降低系统的总体成本,使用户得到实惠。在 PCI 的设计中,将大量系统功能,如存储器、高速缓冲器及其控制器高度集成在 PCI 芯片内,以节省各部件互连所需的逻辑电路,减小线路板尺寸,降低成本。

④与处理器 CPU 无关。PCI 总线使用一种独特的中间缓冲器,把处理器子系统与外部设备分开,从而使 PCI 总线本身与处理器无关。这种与处理器无关的特性,使它具有无与伦比的兼容性,给计算机厂商和用户都带来实惠。

⑤预留发展空间。从一开始,PCI 总线就是作为一种长期的总线标准来制定的,如将 3.3V 的工作电压引入到规范中,以适应绿色计算机的节能要求;虽然只是 32 位的总线,但允许扩展到 64 位。

国际电工协会(IEC)的 SP50 委员会对现场总线有以下三点要求:同一数据链路上过程

控制单元 (PCU)、PLC 等与数字 I/O 设备互连;现场总线控制器可对总线上的多个操作站、传感器及执行机构等进行数据存取;通信媒体安装费用较低。

现场总线控制系统主要包括一些实际应用的设备,如 PLC、扫描器、电源、输入输出站和终端电阻等。其他系统也可以包括变频器、智能仪表和人机界面等。系统中的主控器 (Host) 可以是 PLC 或 PC,通过总线接口对整个系统进行管理和控制。其总线接口,有时可以称为扫描器,可以是单独的卡件,也可以集成于 PLC 中。总线接口作为网络管理器和作为主控器到总线的网关,管理来自总线节点的信息报告,并且转换为主控器能够读懂的某种数据格式传送到主控器。总线接口的缺省地址通常设为“0”。电源是网络上每个节点传输和接收信息所必需的设备。通常输入通道与内部芯片所用电源为同一个电源,习惯称为总线电源,而输出通道使用的独立电源,称为辅助电源。

5. 工业计算机的主要厂商和适用领域

(1) 工业计算机的主要厂商:



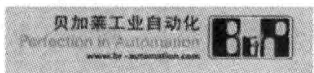
西门子 SIMATIC IPC



日本株式会社康泰克



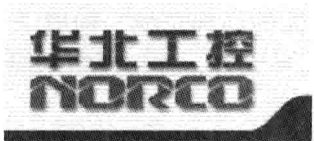
倍福 Beckhoff 工业 PC



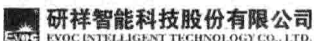
贝加莱 Automation PC



研华 CompactPCI



华北工控工控机



研祥嵌入式智能工控机



控创 CompactPCI

(2) 工业计算机的适用领域。

目前,IPC 已被广泛应用于工业及人们生活的方方面面。例如,控制现场、路桥收费、医疗、环保、通信、智能交通、监控、语音、排队机、POS 机、数控机床、加油机、金融、石化、物探、野外便携、环保及军工、电力、铁路、高速公路、航天、地铁等。

步骤二:认识专用型工业计算机

1. 计算机数控系统 CNC

(1) 概述。

数控技术是指用数字、文字和符号组成的数字指令来实现一台 (见图 1-11) 或多台机械设备动作控制的技术。数控一般是采用通用或专用计算机实现数字程序控制,因此数控也

称为计算机数控, 简称 CNC (Computer Numerical Control)。

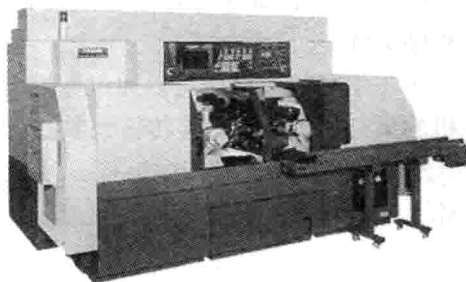


图 1-11 数控机床

传统的机械加工都是用手工操作普通机床作业的, 加工时用手摇动机械刀具切削金属, 靠眼睛、用卡尺等工具测量产品的精度。现代工业早已使用电脑数字化控制的机床进行作业, 数控机床可以按照技术人员事先编好的程序自动对任何产品和零部件直接进行加工, 这就是我们说的“数控加工”。数控加工广泛应用在所有机械加工的任何领域, 更是模具加工的发展趋势和重要、必要的技术手段。

数控机床是按照事先编制好的加工程序, 自动地对被加工零件进行加工。我们把零件的加工工艺路线、工艺参数、刀具的运动轨迹、位移量、切削参数(主轴转数、进给量和背吃刀量等)以及辅助功能(换刀, 主轴正转、反转和切削液开、关等), 按照数控机床规定的指令代码及程序格式编写加工程序单, 再把这程序单中的内容记录在控制介质上(如穿孔纸带、磁带、磁盘和磁泡存储器), 然后输入到数控机床的数控装置中, 从而指挥机床加工零件。

这种从零件图的分析到制成控制介质的全部过程叫作数控程序的编制。数控机床与普通机床加工零件的区别在于数控机床是按照程序自动加工零件, 而普通机床要由人来操作, 我们只要改变控制机床动作的程序就可以达到加工不同零件的目的。因此, 数控机床特别适用于加工小批量且形状复杂、要求精度高的零件。

1) 数控系统的基本概念。

数控是数字控制(Numerical Control, NC)的简称。从广义上讲, 是指利用数字化信息实行控制, 也就是利用数字控制技术实现的自动控制系统, 其被控对象可以是各种生产过程。而这里主要从狭义上理解, 也就是利用数字化信息对机床轨迹和状态实行控制, 如数控车床、数控铣床、数控线切割机床和数控加工中心等。因此, 本书主要以机床作为被控对象, 讨论数控系统的工作原理。

任何生产都有一定的过程。采用数字控制技术, 生产过程被用某种语言编写的程序来描述, 以数字形式送入计算机或专用控制装置, 利用计算机的高速数据处理能力识别出该程序所描述的生产过程, 通过计算和处理将此程序分解为一系列的动作指令, 输出并控制生产过程中相应的执行对象, 从而可使生产过程能在人不干预或少干预的情况下自动进行, 实现生产过程自动化。可见, 计算机数字控制系统都是由输入、决策与输出三个环节组成。

2) 数控机床的系统组成及各部分的功能。

数控加工的过程: 利用数控机床完成零件加工的过程如图 1-12 所示, 主要内容如下。

- ①根据零件加工图样进行工艺分析, 确定加工方案、工艺参数和位移数据。
- ②用规定的程序代码和格式编写零件加工程序单, 或用自动编程软件进行 CAD/CAM 工作, 直接生成零件的加工程序文件。
- ③程序的输入或传输。由手工编写的程序, 可以通过数控机床的操作面板输入; 由编程软件生成的程序, 通过计算机的串行通信接口直接传输到数控机床的数控单元 (MCU)。
- ④将输入 / 传输到数控单元的加工程序, 进行试运行、刀具路径模拟等。
- ⑤通过对机床的正确操作, 运行程序, 完成零件的加工。

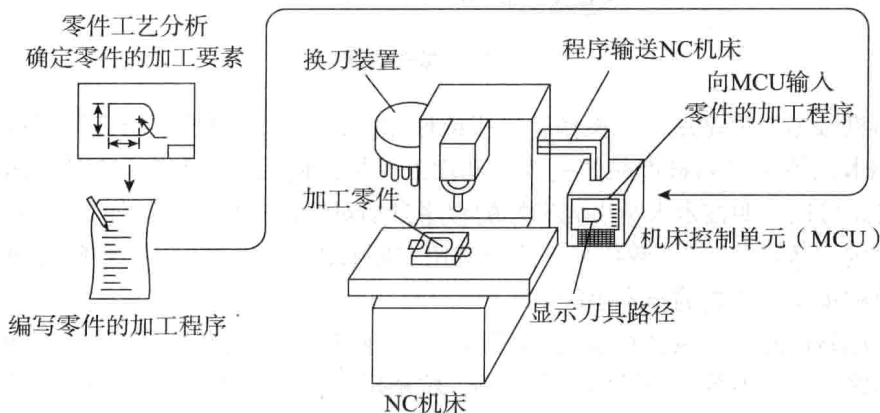


图 1-12 数控机床零件加工过程

数控机床一般由控制介质、数控系统、包含伺服电动机和检测反馈装置的伺服系统、强电控制柜、机床本体和各类辅助装置组成。

①控制介质。

控制介质又称信息载体, 是人与数控机床之间联系的中间媒介物质, 反映了数控加工中全部信息。

②数控系统。

数控系统是机床实现自动加工的核心, 是整个数控机床的灵魂所在。其主要由输入装置、监视器、主控制系统、可编程控制器和各类输入 / 输出接口等组成。它的主控制系统由 CPU、存储器和控制器等组成。数控系统的主要控制对象是位置、角度和速度等机械量以及温度、压力和流量等物理量, 其控制方式又可分为数据运算处理控制和时序逻辑控制两大类。其中主控制器内的插补模块就是根据所读入的零件程序, 通过译码、编译等处理后, 进行相应的刀具轨迹插补运算, 并通过与各坐标伺服系统的位置、速度反馈信号的比较, 来控制机床各坐标轴的位移; 而时序逻辑控制通常由可编程控制器 PLC 来完成, 它根据机床加工过程中各个动作要求进行协调, 按各检测信号进行逻辑判别, 从而控制机床各个部件有条不紊地按顺序工作。

③伺服系统。

伺服系统是数控系统和机床本体之间的电传动联系环节。其主要由伺服电动机、驱动控制系统和位置检测与反馈装置等组成。伺服电动机是系统的执行元件, 驱动控制系统则是伺服电动机的动力源。数控系统发出的指令信号与位置反馈信号比较后作为位移指令, 再经过

驱动系统的功率放大后,驱动电动机运转,通过机械传动装置拖动工作台或刀架运动。

④强电控制柜。

强电控制柜主要用来安装机床强电控制的各种电气元器件,除了提供数控、伺服等一类弱电控制系统的输入电源以及各种短路、过载、欠压等电气保护外,主要在 PLC 的输出接口与机床各类辅助装置的电气执行元件之间起桥梁连接作用,控制机床辅助装置的各种交流电动机、液压系统电磁阀或电磁离合器等。此外,它也与机床操作台有关的手动按钮连接。强电控制柜由各种中间继电器、接触器、变压器、电源开关、接线端子和各类电气保护元器件等构成。

(2) 数字数控装置 (CNC)。

数控系统的核心是完成数字信息运算处理和控制的计算机,一般称它为数字数控装置 (CNC 装置)。现代数控装置不仅能通过读取信息载体方式,还可以通过其他方式获得数控加工程序。例如,通过键盘方式输入和编辑数控加工程序;通过通信方式输入其他计算机程序编辑器、自动编程器、CAD/CAM 系统或上位机所提供的数控加工程序。高档数控装置本身已包含一套自动编程系统或 CAD/CAM 系统,只需通过键盘输入相应的信息,数控装置本身就能生成数控加工程序。

1) CNC 装置的硬件构成。

CNC 装置是数控系统的核心,它是一台专用计算机,其配置的操作系统是控制各执行部件 (各运动轴) 的位移量并使之协调运动,而不是一般进行文档处理和科学计算的计算机。

在 CNC 装置的专用计算机中,除了与普通计算机一样具有 CPU、存储器、总线和输入/输出接口外,还有专门适用于数控机床各执行部件运动位置控制的位置控制器,如图 1-13 所示。此外,在存储器方面 CNC 装置一般由 ROM 和 RAM (磁泡存储器) 构成,而普通计算机则由内存和外存 (硬盘) 构成,且后者容量相对大许多。

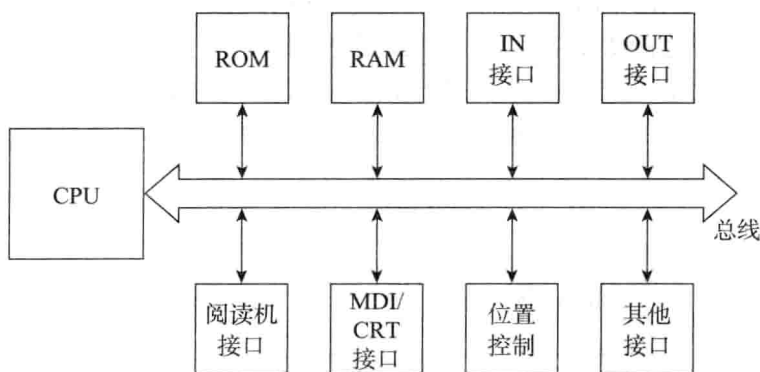


图 1-13 位置控制器

在 CNC 装置中,一般都是将显示器 (CRT) 和机床操作面板做在一起,以便实现手动数据输入 (MDI); 将 CPU、存储器、位置控制器和输出接口等做在一起,构成 CNC 装置。

2) CNC 装置的体系结构。

早期的 CNC 装置多为单微处理器结构,装置内的所有信息处理工作都由一个 CPU 集中控制和管理,通过分时处理的方式来实现各种数控功能,它的优点是投资小、结构简单、