

微型计算机在工业控制 中的应用技术

孙廷才 编著



光明日报出版社



微型计算机在工业控制中的应用技术

孙廷才 编著

光明日报出版社

微型计算机在工业控制中的应用技术

孙廷才 编著

光明日报出版社出版

北京永安路 106 号

光明日报出版社软件出版部编辑

上海华山路 1297 号

责任编辑 叶安麒

昆山兵希印刷厂印刷 新华书店上海发行所发行

开本: 787×1092 1/32 印张: 7.5 字数: 17,8千字

1987 年 12 月第 1 版(上海) 1987 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1—8,000

统一书号: 13263·203 定价: 2.30 元

前 言

本文是为了配合微型计算机的推广应用，特别是在工业过程控制方面的应用而编写的。主要介绍应用技术及实例，这些技术大多是实际应用的经验体会，因而对从事微型机应用的人员来说是会有所帮助和启发的。

由于篇幅所限，本文不介绍微型机的原理，因而在阅读本文时，涉及到微型机基本知识和有关电路芯片，请读者参考已出版较多的微机原理方面的书籍。

本书第三章、第六章、第七章由冯沛霞、缪学勤、吴德顺同志参与编写。

在编写过程中参考和取材了一些典型实例，参考资料及作者列入书末参考资料中，同时对这些作者表示感谢。

上海交通大学白英彩副教授对全书作了悉心审校，在此表示衷心的感谢。

由于水平有限，文中错误之处一定不少，望读者批评指正。

编 者

1987年6月

目 录

第一章 微机用于工业控制的基本知识	(1)
一、工业控制计算机的特点	(1)
二、工业控制机系统结构	(2)
三、软件系统	(7)
四、应用工业控制机须具有的知识	(8)
第二章 工业现场输入信号的变换和处理	(10)
一、输入信号的处理技术	(10)
二、输入信号的干扰和抗干扰措施	(15)
三、输入信号的软件处理	(20)
第三章 过程输入通道	(25)
一、功能	(25)
二、模拟量输入通道 (AI)	(26)
三、逐次比较式ADC	(48)
四、典型数据采集系统介绍	(64)
五、开关量输入	(69)
第四章 过程输出通道	(71)
一、过程输出通道的作用和分类	(71)
二、模拟量输出通道(AO)	(71)
三、模拟量输出通道实例	(81)
四、隔离型模拟量输出通道	(84)
五、电压——电流转换器	(87)
六、手动/自动操作	(89)

七、开关量输出通道(DO)	(91)
第五章 工业控制机输入输出接口技术实例	(97)
一、接口的定义和分类	(97)
二、输入输出调度方式	(97)
三、过程输入通道与微机接口技术实例	(99)
四、用8255A作为字符打印机接口	(106)
五、模拟量输出通道与微机接口实例	(109)
六、其它 I/O 接口芯片	(113)
第六章 数据通信技术	(114)
一、概述	(114)
二、标准通信总线	(114)
三、专用通信总线	(123)
四、过程数据公路	(125)
第七章 过程控制软件	(129)
一、工业控制机应用软件	(129)
二、DJK—100工业控制机软件	(131)
三、过程控制语言	(138)
四、用过程控制语言编制应用软件的实例	(143)
第八章 工业控制机的应用方法	(149)
一、系统组态方法	(149)
二、系统组态基本知识	(149)
三、控制软件包	(152)
四、CRT 组态操作和显示操作	(164)
五、控制参数的整定方法	(172)
六、采样周期的确定	(177)
七、数学模型建立方法	(178)
第九章 工业控制机的安装技术	(184)
一、使用环境条件	(184)
二、工业控制机系统的接“地”	(186)

三、现场接线.....	(187)
四、供电方式.....	(189)
五、干扰的抑制.....	(189)
六、开机的准备.....	(191)
第十章 工业控制机应用实例.....	(192)
一、高炉上料微机控制系统.....	(192)
二、饱和塔微机优化自动控制系统.....	(196)
三、连续式燃油加热炉微机控制系统.....	(199)
第十一章 典型工业控制计算机系统介绍	(203)
一、概述.....	(203)
二、CENTUM综合仪表控制系统.....	(203)
三、TDC3000 分散型信息管理控制系统	(213)
四、西屋 WDPF 分散型控制系统.....	(219)
五、A.C.S 工业控制机	(223)
六、港口码头计算机控制与管理系统.....	(224)

第一章 微机用于工业控制的基本知识

一、工业控制计算机的特点

工业控制计算机(以下称工控机)是用于过程测量、过程控制及监督管理的计算机。为了适应各种控制对象的要求,它与一般的通用计算机有许多不同之处;必须具有以下几个特点:

(1) 可靠性要求高:工控机通常用于控制连续的生产过程。在此期间一般不允许停机检修。一旦计算机发生故障将会引起质量事故,甚至生产事故。因而它应具有很高的可靠性。必须采取一系列的安全措施以确保平均故障间隔时间MTBF达到几千到几万小时,并要求故障修复时间短,运行效率高。

(2) 实时响应性好:工控机对生产过程进行实时控制,要求它即时响应控制对象各种参数的变化,抓住控制时机进行控制,所以它必须具有实时时钟。此外,由于多种事件和多种设备均请求执行相应的任务,因而要求具有完善的中断系统,保证快速的中断响应和直接存贮器存取DMA功能。

(3) 环境适应性强:工业现场干扰较大,供电系统也常有波动,有些现场还有振动(如炼钢高炉)、腐蚀(石油、化工等厂)、尘埃,因而要求工控机能适应较恶劣的环境。特别是现场控制级的机器,有时安装在仪表控制室,因而对温度、湿度变化的适应范围要宽,必要时采取防尘、防腐蚀等措施。

(4) 系统配套性好: 工控机包括各种类型的过程I/O通道, 如模拟量、开关量、脉冲量、频率量的实时采集处理、控制, 此外还要求具有一系列外部设备、人机对话设备和操作台等。

(5) 系统扩充性好: 随着控制水平和生产指标的提高, 控制规模也将不断扩大, 因而要求工控机具有灵活的扩充性。工控机系统的构成往往采用积木化的结构方式。

(6) 控制软件支持功能强: 操作系统方面要求具有实时操作系统; 应用软件要具有控制软件包。在高级语言方面要求在线的过程控制语言和汇编语言等等。为了提高可靠性, 应具有在线及离线的诊断软件等。有强大的软件支持, 可使用户按自己的要求方便地修改控制模式、系统组态、各种控制画面的生成以及扩大控制功能。

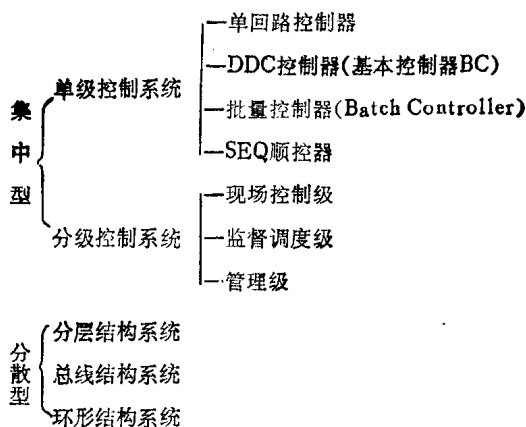
(7) 人机对话手段方便: 采用单色或彩色CRT显示器, 对各种控制画面、工艺流程图等进行显示; 具有专用控制功能键盘, 菜单式工作方式; 使人机对话作得十分方便灵活。为适应我国国情, 还要配有必要的工业汉字显示器等。

(8) 系统通信能力强: 为了构成分层分级式管理控制系统和集散型控制系统, 要求具有通信能力, 从而能将各控制系统有机地连接起来, 构成较大规模的控制系统。

(9) 后备措施齐全: 包括供电后备、存储器信息保护电池后备、手/自动操作后备、关键控制回路的后备、必要时采用的冗余后备等, 从而确保系统的可靠性。

二、工控机系统结构

工控机分集中型和分散型两种。其大致分类如下:



1. 单级控制系统

(1) 单回路控制器：以微型计算机为基础发展起来的新型数字式调节器。它充分利用计算机技术实现PID控制算法及其他辅助功能，但在操作上又模仿了模拟仪表的各种特性，易于操作。通常一个控制器只控制一个调节回路，但它可与上位机进行通信，接受上位机的控制命令。既可实现比较复杂的控制规律，又可实现按程序的非定值控制或初级最优控制。代表机种有日本的Uni-box单回路调节器、TOSDIC210系列、MACTUS200系列、3S系列、YS-80系列SLPC/SLCD、HOMAC300/100、PMC-200以及美国的MOD30系统等等。

(2) DDC 控制器(多回路控制器)：有时也称基本控制器(BC)，是指直接与生产过程相联系的现场控制级，既可单独使用又可通过通信系统构成分级控制系统或集散型控制系统。其系统框图如1-1所示。

该基本系统可构成8~16个调节回路；控制算法28种；具有自动、手自动、上位机、保持、通信等控制方式。这种基本控制器可适用于许多控制对象。

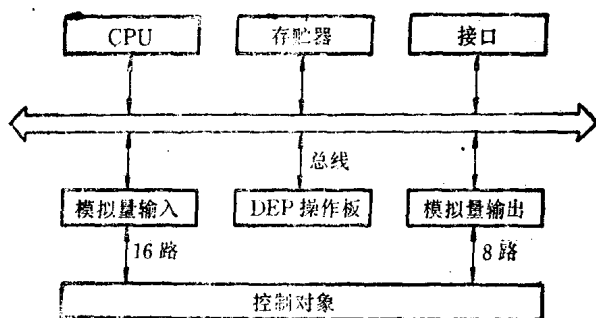


图 1-1 DDC 控制器框图

(3) 批量控制器：这是应用较普遍的控制器的，除了具有上述 DDC 控制器的功能外还具有少量的开关量输入、开关量输出功能，从而又可完成顺控操作。图 1-2 是 DJK-100A 工业控制

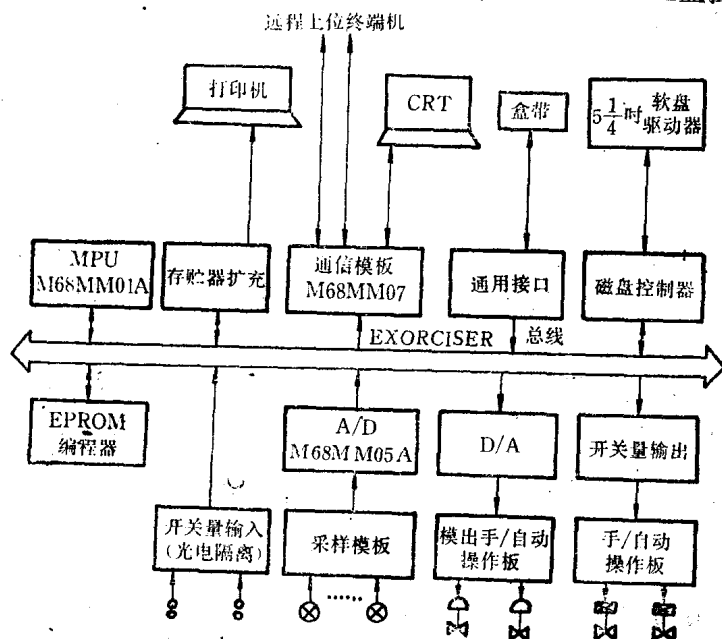


图 1-2 批量控制器框图

微型计算机系统框图,说明了批处理控制器的构成。

(4) SEQ 顺控器: 又称可编程序控制器。用于开关量输入输出控制。如织布机控制、被单印花、选煤厂控制, 码头皮带机控制等。目前有许多是采用 1 位微处理机 MC14500B 组成的可编程序控制器。近几年又出现现象 MODICON 184、284、384, 和 484、584 等程序控制器。 μ -84 输入输出容量各为 64 点, 584 较好, 它是由执行逻辑、实时、连续和工业控制应用的多种计算功能的固体组件构成, 以通用为目的, 可在工业环境中用来代替继电器, 利用阶梯图语言编程, 带有 CRT 编程器进行编程输入。

(5) 数据采集器: 主要对现场数据或者实验室数据进行采集、处理、打印、记录、显示以及必要的少量控制。有时也可充任过程 I/O 子系统的任务, 即可与上位机连接在一起。

2. 分级控制系统

分级控制系统由若干级构成, 第一级为现场控制级(直接控

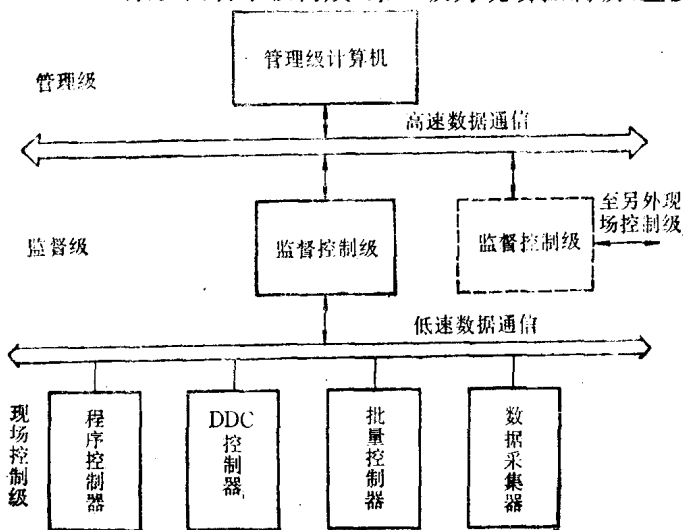


图 1-3 典型的分级控制系统框图

制级);第二级为监督控制级(SPC),主要用于系统监督控制,以实现最佳控制;第三级为管理级,负责管理、生产指挥、调度。其结构如图1-3所示。现场控制级采用8位或16位微机,监督级为超级微机,管理级一般采用IBM-4300系列。

3. 分层结构系统

在分散型系统中,有些系统是分层方式构成。层与层之间的连接用通信方式,下层利用低速总线,上层采用 DHW 通信。如美国Fisher Control公司的PROVOX系统;Honeywell 公司的TDCS-2000系统。

4. 总线式结构系统

利用数据公路DHW将各个系统功能单元连接起来,站间可进行直接通信,各单元之间是平行关系。即各站都有争夺总线的权利。如美国西屋公司的分散型系统WDPF就是这种结构,如图1-4所示

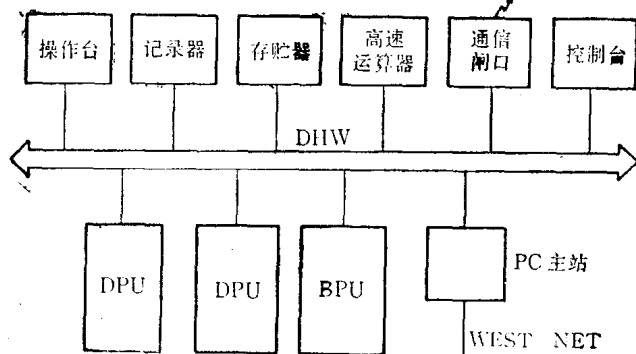


图 1-4 总线式结构框图

此系统提供调节控制、顺序控制及数据采集。该系统包括以下部分:分散处理单元DPU(用于采集及控制);批量处理单元BPU;操作者/报警控制台;工程师控制台(用于对系统编程);

记录器(用于记录和打印);历史存贮和检索;大容量存贮器;高速运算器,用于最佳化数学模型的计算等;此外尚有通信口与其他计算机通信;程控器主站等。

另外,美国Foxboro公司的FOXNET数据公路也是这种类型。

5. 环形式结构系统

数据公路 DHW 为环形,各工作站间无主从关系,信息传送单方向,接口简单。为提高可靠性可采用双环形。如日立公司的EX系列,如图1-5所示。

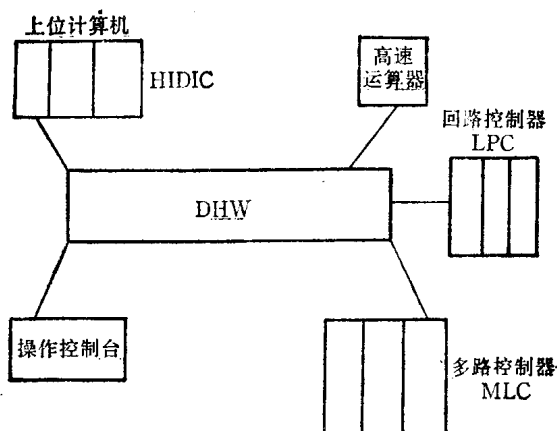
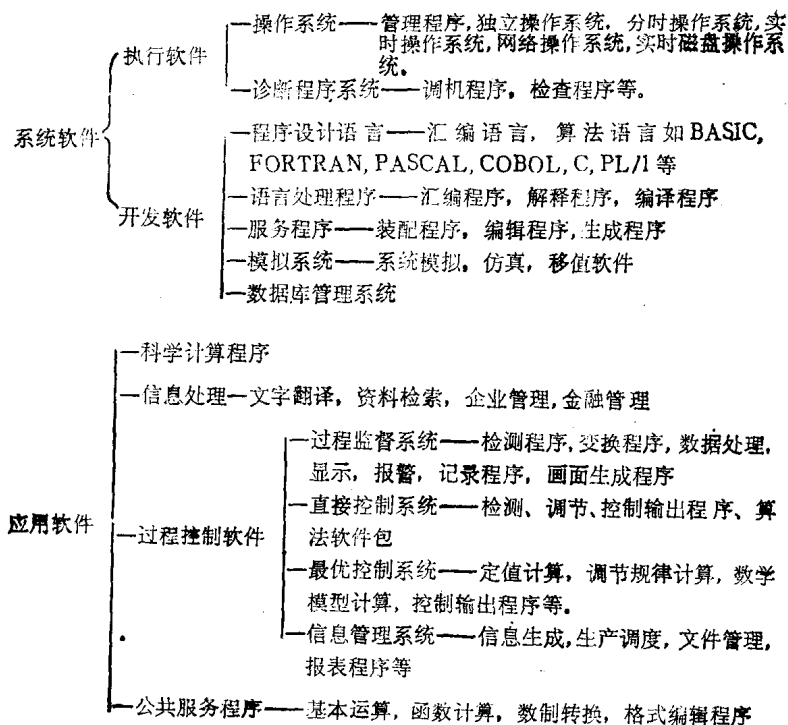


图 1-5 环形式结构框图

三、软件系统

软件有许多种类型,系统具备的软件越丰富,系统的功能就越强。主要有系统软件和应用软件两大类,如下所示:



四、应用工业控制机须具有的知识

(1) 现场知识: 熟悉对象特性; 摸清检测仪表类型、精度和输入/输出信号特性; 掌握现场条件, 如接线距离, 干扰(共模, 串模)预测; 现场配电情况, 包括供电电网状况、干扰源、停电情况等; 地线安装和连接方法; 机器安装的环境(腐蚀、振动、磁场、辐射等)采取必要的抗干扰措施等。

(2) 硬件知识: 了解系统硬件配置、接口情况、与系统相连接的信号、外部设备配置和简单工作原理。

(3) 软件知识: 实时操作系统命令的熟悉、应用软件的使用方法、系统调用方法等。

(4) 系统知识: 控制规律的确定、控制回路的构成、控制参数的整定方法, 控制系统的构成方案等。

(5) 操作知识: 了解制造厂家提出的机器维护说明、小故障的维修、外部设备的维护等。

第二章 工业现场输入信号的变换和处理

一、输入信号的处理技术

1. 工业现场常用信号的种类

在过程控制系统中,现场输入信号有模拟量输入,一般来自热电偶、热电阻、电子秤、变送器($0\sim 10\text{mA}$ 或 $4\sim 20\text{mA}$);开关量(数字量)输入;脉冲量输入;现场中断信号输入以及频率量输入等类型。

2. 模拟量输入信号的处理

(1) 统一信号电平:输入信号有毫伏电压信号、电阻信号(通过变送器转换成毫伏电压信号)、电流信号等,均需转换成统一信号电平送到输入通道。一种是转换成统一的小信号电平(如 $0\sim 50\text{mV}$),这样,电流输入信号须经电阻网络转换成 $0\sim 50\text{mV}$ 小信号;另一种是转换成统一的大信号(如 $0\sim 5\text{V}$),这就要求将热电偶信号通过温度变送器转换成 $0\sim 10\text{mA}$,然后再用电阻网络转换成统一信号 $0\sim 5\text{V}$ 。目前常用的统一信号电平种类有: $0\sim 5\text{V}$ 、 $0\sim 10\text{V}$ 、 $\pm 5\text{V}$ 、 $\pm 10\text{V}$ 、 $0\sim 50\text{mV}$ 、 $\pm 2.5\text{V}$ 等。

(2) 热电偶输入信号:主要进行热电偶参比端(过去习惯称“冷端”)补偿和非线性校正。热电偶参比端的温度不同所产生的热电势也不同。为了防止环境温度的变化影响测量,热电偶需要进行温度补偿。其方法有:

① 直接无补偿的测量:这种方法是在转换后的温度值上再加一个参考温度常数。这个参考温度常数由使用者根据环境