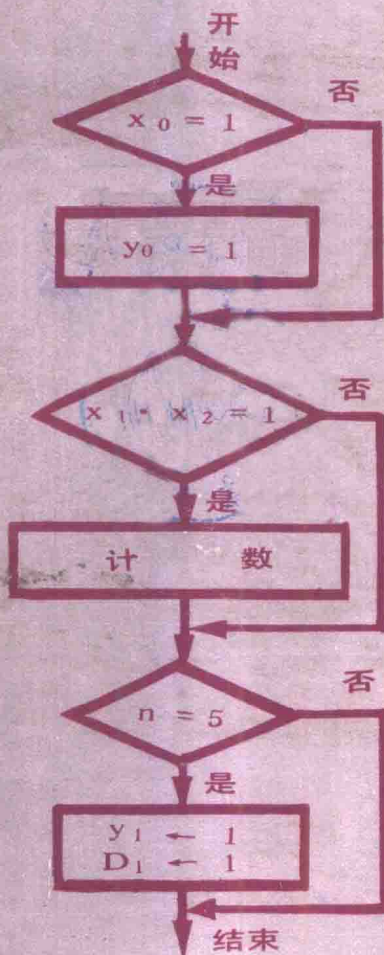


一位微计算机

(下 册)

王景武 编



一位微计算机

下 册

王景武 编

轻工业出版社

内 容 提 要

《一位微计算机》下册为其上册之续篇。本册包括第五至第十章。主要讲述一位微机控制系统的设计方法。其中第七章讲总体方案设计，第八章讲硬件设计，第九章讲软件设计，最后在第十章里以一个具体工业对象的控制实例，说明了一位微机控制系统的设计思想、步骤及具体方法。

本书内容简练、通俗易懂。适合中等以上技术人员阅读，也可供高等院校师生参考。

一位微计算机 下册

王景武 编

•

轻工业出版社出版

(北京广安门南滨河路25号)

地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

•

787×1092 毫米¹/₃₂ 印张：8 字数：174千字

1988年8月 第一版第一次印刷

印数：1—1,500 定价：2.50元

ISBN7-5019-0002-7/TP·001

前 言

本书是“一位微计算机”下册。

本册中，着重叙述了一位微机控制系统的设计方法；其中包括被控制对象分析（第六章）总体方案设计（第七章），硬件线路设计（第八章），软件设计（第九章）。最后在第十章里，以一个具体工业对象的控制实例，说明了一位微机控制系统的设计思想、步骤和具体方法。

本书在编写过程中，参阅了“全国一位微机会论文集”及华中工学院、哈尔滨工业大学等院校的“微计算机控制技术”讲义。还承蒙北京电镀厂王绍喜同志，清华大学董登武同志的大力支持。大连工学院谢昌田副教授在审阅过程中提了不少宝贵意见。对上述同志的帮助，表示深深地谢意。

编 者 1985年8月于大连

目 录

第五章 一位微机控制系统概述	1
§ 5—1 计算机控制系统发展简况.....	2
§ 5—2 计算机控制系统的有关术语.....	3
§ 5—3 一位微机控制系统发展简况.....	6
§ 5—4 一位微机控制系统与其它计算机 控制系统的区别.....	7
§ 5—5 一位微机控制系统设计的出发点.....	12
§ 5—6 一位微机控制系统的技术文件.....	13
第六章 工业对象分析	17
§ 6—1 开关量控制的生产机械分析.....	17
§ 6—2 开关量的过程控制分析.....	21
第七章 一位微计算机控制系统总体方案设计	34
§ 7—1 概述.....	34
§ 7—2 设计任务书.....	35
§ 7—3 熟悉被控制对象.....	36
§ 7—4 “调研技术”与方案比较.....	37
第八章 一位微计算机控制系统的硬件设计	44
§ 8—1 概述.....	44
§ 8—2 存贮器的设计.....	45
§ 8—3 程序计数器的设计.....	55
§ 8—4 ICU附加线路设计.....	69
§ 8—5 输入输出接口的设计.....	87

§ 8—6	I/O通道设计	101
§ 8—7	I/O接口及通道设计的发展	114
§ 8—8	I/O通道的抗干扰措施	147
§ 8—9	暂存器的设计	159
§ 8—10	定时计数设计方案	163
第九章	一位微机控制系统软件设计简述	176
§ 9—1	对一位微机控制系统软件的要求	176
§ 9—2	一位微机控制系统软件设计思路	178
§ 9—3	一位微机软件可实现的功能	179
§ 9—4	一位微机软件设计技巧	192
§ 9—5	软件设计举例	215
第十章	一位微机控制系统设计实例	230
§ 10—1	啤酒生产的糖化工艺控制简况	230
§ 10—2	糖化工艺过程分析	230
§ 10—3	总体方案设计	233
§ 10—4	系统硬件设计	239
§ 10—5	软件设计	248

第五章 一位微机控制系统概述

一位微计算机控制系统是计算机控制系统的内容之一。因此在讲述一位微计算机控制系统之前，应对计算机控制系统的基本概念，术语，发展过程等基本知识有所了解，从而为深入学习一位微计算机控制系统打下基础。

在冶金、电力、化工、轻工、机械等工业部门，为了提高生产率，提高产品质量，确保生产安全，改善劳动条件，最大限度地提高自动化水平，是十分必要的。因此在工业发展的进程中，总要伴随着自动化水平的提高；18世纪锅炉供水的水位调节装置，19世纪的转速调节器，都是随着工业发展而产生的自动控制装置。到20世纪30年代，自动控制技术已普遍应用于各类生产加工过程中。只不过当时采用的是尺寸较大的基地式仪表，仅对单机或对温度、压力、液面，流量等工艺参数进行单个控制。到20世纪40~50年代，发展了气动仪表、气动单元组合仪表、电动单元组合仪表及巡回检测装置，这些仪表和装置对提高自动化水平起了重要作用，直到现在，不少生产环节或过程还普遍应用它们。但是这些仪表有一定局限性：一台仪表仅对1~2个工艺参数进行调节，对复杂生产过程，这些仪表不能实现复杂的调节和控制。20世纪60年代以来，由于生产过程向综合自动化方向发展，对自动化水平提出了更高的要求。

电子计算机出现以后，由于它有高速的运算和逻辑判断能力，可以把信息自动化与过程控制结合起来，实现多级计算机控制，构成高水平的工业自动化系统，把工业自动化

水平推向一个新的阶段。

§ 5—1 计算机控制系统发展简况

早在1952年，首先在化工生产中应用了自动检测和计算机数据处理，可以累计和打印指导生产的生产过程工艺参数。1954年产生计算机控制的开环系统，操作人员根据计算机运算，分析的结果调节控制参数。1957年产生计算机控制的闭环系统，并首先用于石油蒸馏过程的调节。1958年开始采用直接数字计算机控制(Direct Digital Control简称DDC)先后在一个电站和一个炼油厂进行闭环定值控制，即实现了电子计算机的“在线过程控制”。1960年在合成氨和丙烯腈生产过程中实现了计算机监督控制(Supervisory Computer Control简称SCC)。1966年以来产生了过程最优控制(Optimal Control)并向分级控制，网络控制方向发展。

纵观计算机控制的发展进程大体分三个阶段，1965年以前是试验阶段，1965年~1969年是发展和实用普及阶段；1970年后为大量推广和分级控制阶段。在计算机控制发展的实践中，最初人们针对计算机功能强的特点，为了充分发挥它的潜力，因而热衷于搞集中控制，将一个工厂，或一个车间由一台计算机控制以实现全自动化。但这要求计算机控制系统要有高度的可靠性，否则，一旦发生故障，会使整个工厂或车间全部停产，影响生产率。实践表明，将计算机分散到生产装置中去，实现小范围的局部控制，即发展成分散型计算机控制系统。

但是计算机的分散控制，势必影响功能的发挥。70年代微计算机的出现，则为实现分散控制创造了条件，使得计算机控制得到了飞速发展。

现代工业的特点是高度自动化，大型化。为了降低能量损耗，提高生产率，仅进行局部控制是不够的。为了实现企业的综合管理和最优控制，在分散型控制的基础上又发展成系统工程学。它所研究的对象是大系统，一个大系统包括许多子系统，每个子系统有一定的目标和功能，各子系统之间有密切的联系及矛盾。系统工程的任务是按各个目标进行权衡，以获得全面最佳的解决办法，使各子系统之间能最大限度地互相适应与协调。运用系统工程学实现大规模的综合管理控制系统；把大、中、小、微型计算机组合起来，按照各自的特点，在充分发挥各自的潜力下形成分级控制，这就兼顾了集中型和分散型的优点。

§ 5—2 计算机控制系统的有关术语

在谈到计算机控制的时候，应首先了解计算机控制系统的基本概念。

所谓计算机控制系统，就是利用计算机实现生产过程或生产机械的自动控制的系统。如图5-1所示。

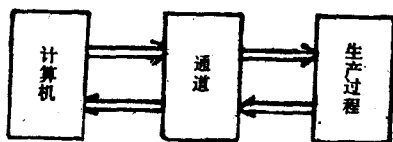


图 5-1 计算机控制系统

图 5-1 中，计算机是控制装置，是计算机控制系统的心脏。它指挥整个系统工作。

通道是计算机与现场（生产过程或生产机械）联系的桥梁；从现场提取的信号经过它送给计算机，计算机通过运行

程序所发出的控制信息经过通道送给现场。

生产过程或生产机械统称“现场”是被计算机控制的对象。为了指导生产，计算机送来的某些信号有时要送给计算机的外部设备，以打印或显示出来。或者控制生产的程序通过一些设备（如光电输入机等）送给计算机。

上述三者构成的整体，即构成计算机控制系统。为了加深对计算机控制系统的理解，先来说明几个术语。

一、直接数字控制(DDC)

由计算机取代模拟调节器直接对生产过程进行控制。因其控制信号是数字量，故称为直接数字控制(Direct Digital Control简称DDC)。

这种控制是将现场采集的信号，经输入通道送入计算机，计算机根据工艺要求进行分析运算，产生控制信号；经输出通道去控制执行机构，以达到改变生产过程状态，控制生产的目的。

DDC不仅可以实现比例-积分-微分调节规律，还可以实现前馈-复合控制，非线性控制和自适应控制等高级的控制方式。

二、监督控制(Supervisory Computer Control简称SCC)

把DDC作为执行级，由另一台计算机按数学模型进行运算，去修改DDC的给定值，使DDC按最优工况进行，即所谓监督控制。

三、计算机闭环控制(Computer Close-loop Control)

如图 5-2 所示。计算机自动接收测量结果，计算控制规

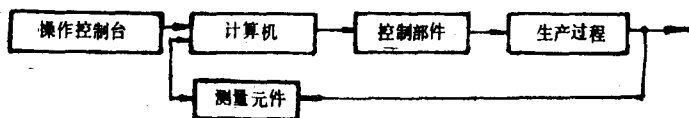


图 5-2 计算机闭环控制

律并直接指挥“控制部件”动作，以控制生产过程。

很显然，生产过程、测量元件、计算机、控制部件构成一个闭环，故称闭环控制。

四、计算机开环控制(Computer Open-loop Control)

与闭环控制不同的是没有测量元件，计算机不接受来自生产过程输出的反馈，而仅按操作者的要求给出控制规律，或者说不直接控制生产过程，而仅将其结果供操作人员参考，由操作者决定控制方案并执行控制作用。

五、离线控制

生产设备的控制不与控制计算机的CPU相联系，而是接受人的操作控制称离线控制。例如化工过程控制中，通常要求响应迟缓，变化较缓慢，所以用人工来实现对生产的控制就足够了。当然，从现场采集的信号进行处理还是靠计算机的。

六、在线控制

从生产过程现场提取信号，或由计算机发出的控制信息去控制生产过程，都要紧密与计算机的CPU相联系称在线控制。

七、过程通道

计算机控制系统中，在计算机和生产过程之间设置信息的传递和变换的连接通道。

八、模拟量，数字量，开关量

时间和幅值都连续的量即在直角坐标平面内是一条连续的函数曲线的量称模拟量。

时间与幅值都离散的量称数字量。

只有开或关两种状态的量称开关量。

§ 5—3 一位微机控制系统 发展简况

上面，对计算机控制系统的总貌作了初步介绍。下面将详细说明一位微计算机控制系统的有关内容。

上册中，曾说过一位微计算机的产生过程；应当说，就世界范围而言，对工业发达国家，劳动力价格昂贵，因此生产加工过程的控制，多要求高度自动化。由于一位微计算机适于开关量控制，所以其应用面较窄。我国的情况不同，广大的工厂，采用继电器控制方式较多，节约劳动力还不是当今控制系统的任务，大型的，高度自动化的控制系统需求不多，

这就成为一位微计算机控制在我国发展快的原因。

我国虽然从1978年开始研究一位微计算机，但成功地用于工业控制还是在1982年，采用14500一位微处理器及其配套芯片构成I/O点数128点系统，用于电镀生产线的控制。实践表明，即使普通工人、经短期训练也能够编程和操作使用。这一事实立即得到国家和许多工厂的重视，使得一位微机的应用立即推广起来。

到目前为止，一位微机控制应用面很广，由于它具有较高的抗干扰性能等一系列优点，而得到用户的喜爱。

诚然，在发展中尚存在一些有待解决的问题；比如，目前还没有形成大规模的规范化、系列化、通用化生产，售价偏高，配置还没做到十分灵活。使用户得到可靠、价廉，维护方便的一位微机控制装置仍是现在的奋斗目标。

§ 5—4 一位微机控制系统与其它 计算机控制系统的区别

就控制系统整体构成的本质而言，一位微机控制与其它计算机控制系统构成有共同点。然而由于控制的参量不同，又有所区别。

一、一般计算机控制系统的组成

一般计算机控制系统是由工业控制计算机（通常称工业控制机）和工业对象两大部分组成。计算机通过输入输出过程通道对生产过程发生控制联系如图5-3所示。以计算机为中心的 control 部分包括硬件和软件。

(一) 硬件

包括主机，外部设备和工业自动化仪表等。主机是计算机控制系统的主体，它包括中央处理单元(CPU)，存贮器及I/O接口等。由计算机来完成程序存贮、程序执行，从而完成数值运算、逻辑判断、数据处理等工作。

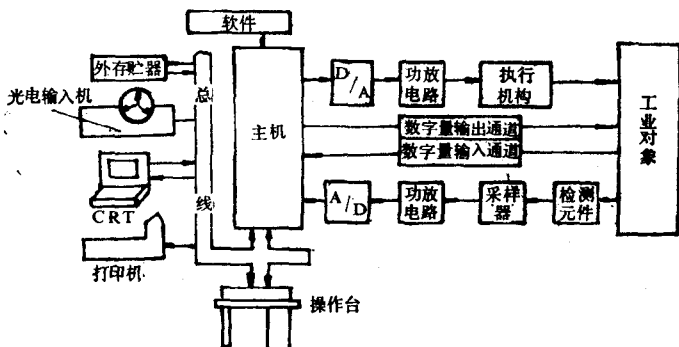


图 5-3 计算机控制系统的组成

主机可以是小型机或者微型机，不同的机型其总体结构、指全系统都有不同之处，功能也有差异，应根据不同使用要求进行选取。

外部设备包括与计算机配套的人-机通信设备（如纸带输入机，控制台打印机，宽行打印机，屏幕显示器CRT，操作控制台、数传机等），还有过程输入/输出设备（称外围设备）。一方面，将工业对象的生产过程参数取出，经过转换，变成计算机能够接受和识别的代码，以使计算机处理；另一方面，又把计算机发出的控制信息变成操作执行机构的控制信号。此外，外部设备还包括外存贮器（辅助存贮器）作为内存贮器容量的扩充。

工业自动化仪表是过程输入/输出设备与控制对象发生

联系的桥梁。它包括检测仪表、显示仪表、调节仪表、执行机构等。

(二) 软件

软件是计算机必须具备的程序系统。计算机程序是指令、工作单元和常数的组合。用指令或程序设计语言编写的各种程序构成程序系统。它是计算机和控制对象联系的信息性质和方向。

过程控制的软件分系统软件及应用软件两类。

1. 系统软件：包括程序编译系统、诊断程序、操作系统以及与计算机相关的程序，有一定通用性，一般由计算机制造厂提供。

2. 应用软件：是描述生产过程和控制规律及实现动作的程序，它涉及到生产工艺、生产设备、数学工具、控制理论、控制工具等。如过程监视程序用于巡回检测，数据处理，显示与报警的服务程序。过程控制计算程序是根据生产工艺要求，按照控制规律实现控制动作的服务程序。这些程序通常由控制系统设计人员或使用单位根据被控制对象提出的要求进行设计和配置的。

由上述可见，作为计算机控制系统，不仅应有计算机的硬件设备，还应有完善的程序系统，通过对工业对象的深入研究，根据控制规律和控制理论建立能体现“优化”控制的数学模型，选择较恰当的计算方法和必要的数学处理，编制成高质量的程序以形成计算机控制系统的程序系统。

二、一位微计算机控制系统的组成

一位微计算机控制系统主要是面向开关量控制，因而对

计算机的要求主要应该有逻辑判断能力，无须进行复杂的数学运算，亦即不必建立复杂的数学模型及其它数学处理，这使得硬件结构简单得多。其硬件系统构成如图5-4所示。

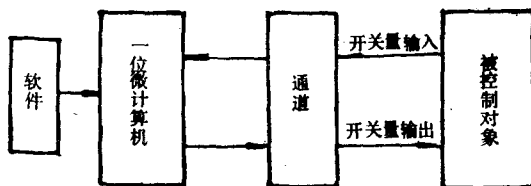


图 5-4 一位微计算机控制系统组成

图中，一位微计算机是控制系统的核心，它由一位微处理器(ICU) 14500，及其配套芯片14516(程序计数器),14512 (8通道输入选择器)，14599 (8位可寻址输出锁存器)，加上EPROM, RAM等存贮芯片构成。详细内容已在上册中叙述，这里不赘述。

一位微计算机控制系统的通道主要是隔离电路；通常输入通道采用光电隔离电路，输出通道采用继电器隔离电路或光电隔离电路。隔离电路的主要作用是将现场的干扰信号与一位微机隔离，以提高抗干扰能力。

一位微计算机控制系统工作时，事先将严格按生产工艺编制的软件送入计算机，启动系统后，由控制现场（被控制对象）提取信号，经输入通道送给一位微机，经逻辑运算后发出控制信号，经输出隔离电路去控制生产加工过程。

三、一位微机控制系统与其它 计算机控制系统的比较

从上面的介绍中，可以清楚地看到，从硬件组成来看，

都是由计算机通过通道与工业对象相联系。从工作过程的本质来说，都是先要把执行控制任务的程序存入存贮器，系统工作时，将构成程序的一条条指令从存贮器中取出，然后分析指令，再执行指令的操作。

但是，一位微机控制系统与其它计算机控制系统有明显的不同点。

首先，一般计算机控制系统的主机是小型计算机或多位微计算机，它们功能较强，适应范围宽，无论是过程控制还是生产机械控制都可以，而且要想使它们的功能潜力充分发挥，最好用于大型过程控制系统。

一位微机控制系统仅适用于开关量控制的生产加工过程或生产机械。而对于大型的过程控制则不适宜。

这样看来，似乎是一位微机控制系统用途不大。然而，目前我国，大多数的生产加工控制任务则属于小规模开关量控制，真正需要大型过程控制的场合较少，这给一位微机控制系统应用范围广提供了前提。加之其可靠性高，性能稳定，易掌握，推广应用它改造传统的控制方式不仅有经济意义，而且有现实意义。所以说它适合当前中国的国情。

其次，一位微机控制系统的通道十分简单，仅有隔离电路，没有一般计算机控制系统那样复杂的过程通道，这在设计上、制造上、操作和维修上将带来很大方便。对于缺少计算机技术力量的单位是适宜的。

再者，一位微机控制系统没有完备的外部设备，如光电输入机、CRT、打印机等，这是它很大不足的地方。这给监视生产带来了不便。

通过上面分析，评价一个计算机控制系统的好坏，应根据使用要求具体分析，断然从某个角度说明一个系统的好坏