



普通高等教育“十二五”规划教材

计算机控制系统

田宏 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



普通高等教育“十二五”规划教材

计算机控制系统

田宏 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书为普通高等教育教材（高职高专教育）。本书以 MCS—51 型单片机为基础，以 TDC—3000 型集散控制系统为发展，针对当前学生的就业和教学需要编写而成。全书共分 8 章，主要内容有：微型计算机控制系统概述、过程输入/输出通道及接口技术、人机交互接口技术、数字控制器、抗干扰技术、集散控制系统、系统设计及控制实例等，主要涉及计算机控制系统的基本理论、分析、设计、与工程实现等多方面内容。

本书可作为高等职业学校、高等专科学校、成人本科及专科的工业电气自动化、自动化仪表、检测技术及应用、机电一体化技术、应用电子技术、数控技术应用和计算机控制技术等专业教材使用，也可供相关工程技术人员参考使用。

图书在版编目（C I P）数据

计算机控制系统 / 田宏编著. — 北京：中国水利水电出版社，2013. 11
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5170-1386-0

I. ①计… II. ①田… III. ①计算机控制系统—高等学校—教材 IV. ①TP273

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第265103号

书 名	普通高等教育“十二五”规划教材 计算机控制系统
作 者	田宏 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京时代澄宇科技有限公司
印 刷	北京纪元彩艺印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 11.25 印张 260 千字
版 次	2013 年 11 月第 1 版 2013 年 11 月第 1 次印刷
印 数	0001—3000 册
定 价	26.00 元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前言

微型计算机控制系统是当今工业生产自动控制的主流系统,在实时控制领域中获得了极为广泛的应用。微型计算机控制技术是自动化、信息类专业必不可少的一门专业课,如电气自动化、机电一体化、自动化仪表(检测)、计算机控制等专业。本书力求重点在教学方法和教学内容上对学生的理论知识和实践能力进行培养,主要涉及计算机控制系统的基本理论、分析、设计、与工程实现等多方面内容。

全书共分8章,难易程度适中,内容以现场实际应用基础为主,分为概述、过程输入通道及接口技术、过程输出通道及接口技术、人机交互接口技术、数字控制器、微型计算机控制系统的抗干扰技术、集散控制系统及系统设计及控制实例等8章。第4章篇幅不多,因CRT部分主要安排在集散系统的内容中讲述;控制系统的应用实例也因本学院的侧重方向主要选取钢铁冶金行业的生产控制内容。在内容编写组织上,主要是为了增强并拓宽学生的专业知识、提高就业适应性,同时考虑到教师授课的条理性、学生自学及扩展讨论研究的可行性。本书的第2、3章中的实例都以单片机为例叙述接口技术,在第5章及以后章节中多以PLC、集散系统为例,这主要是考虑到钢铁冶金生产过程中,单片机应用较少,而PLC和集散系统的应用较为普遍,如此选择可使学生对生产现场的实际应用设备有预先的理论认识。第5章中除了基本的PID控制算法、还非常详细地叙述了很多常用的复杂控制算法及适用条件,也为学生将来从事专业工作打下了良好的基础。本书内容的目的性强,且编排紧凑,为培养学生有较强的实际操作动手能力,强调技术特性和使用方法也是编写过程中的主要侧重点。本书理论学时可安排在50学时左右,实验学时应不少于10学时,如学院实验实训设备条件较好,可增加实验学时或可安排实训科目。学生在学习本课程之前,应具备MCS—51单片机系统及其基本原理内容的知识,还应对检测技术具备一定常识的

基础知识。全书的学习内容分为熟、知、会三个层次：第一层次指大部分章节的基础知识及现场实际使用方法，应达到熟练掌握的程度；第二层次指 DCS 系统的内容，要求一般性的掌握；第三层次要求了解现场总线技术的内容。

全书由田宏高级工程师主编（编写第 1 章、2.2 节、第 5~8 章），李夜老师参编（2.1 节、2.3 节、第 3 章、第 4 章），由田宏对全书进行审核。

由于编写时间仓促，水平有限，书中难免有错漏及不足之处，恳请读者批评指正。

本书在编写过程中，参考和引用了书后列出的大量文献资料，在此特向其作者表示由衷的感谢！

编 者

2013 年 7 月

目 录

前言

第 1 章 微型计算机控制系统概述	1
1.1 微型计算机控制系统概述	1
1.2 微机控制系统的分类	5
1.3 微机控制的主要研究内容及发展前景	10
第 2 章 过程输入通道及接口技术	18
2.1 输入通道的结构	18
2.2 模拟量输入通道中的常用放大器	25
2.3 A/D 转换器及其与单片机接口电路	27
第 3 章 过程输出通道及接口技术	38
3.1 输出通道结构	38
3.2 D/A 转换器及其与单片机接口电路	41
3.3 常用执行机构	47
第 4 章 人机交互接口技术	58
4.1 键盘接口技术	58
4.2 LED 显示接口技术	64
第 5 章 数字控制器	71
5.1 PID 模拟控制器	71
5.2 PID 调节规律的数字化	75
5.3 PID 控制器的几种改进形式	77
5.4 PID 控制参数的整定方法	81
5.5 串级控制技术	84
5.6 比值控制系统	86
5.7 前馈—反馈控制系统	89
5.8 模糊控制器	94
第 6 章 微型计算机控制系统的抗干扰技术	100
6.1 干扰的来源和分类	100
6.2 硬件方面对几种主要干扰的抑制方法	103

6.3	CPU 软件抗干扰	109
6.4	输入输出通道软件抗干扰	112
6.5	可靠性设计与故障诊断	115
第 7 章	集散控制系统	123
7.1	集散控制系统概述	123
7.2	集散控制系统的网络通信	127
7.3	集散控制系统的软件配置及组态方法	130
7.4	TDC—3000 的系统特性	137
7.5	集散控制系统的设计及其发展	143
7.6	现场总线控制系统	146
第 8 章	系统设计及控制实例	157
8.1	微机控制系统设计的要求和步骤	157
8.2	纸机转速控制	161
8.3	加热炉炉温的控制	164
8.4	用 DCS 完成结晶器钢水液位的控制	167
参考文献		172

第 1 章 微型计算机控制系统概述

微型计算机控制系统（以下简称微机控制系统）是以微型计算机为核心的自动控制系统或过程控制系统。作为当今工业控制的主流系统，微机控制系统已取代常规的模拟检测、调节、显示、记录等仪表，并具有较高级、复杂的计算方法和处理方法，以完成各种过程控制、操作管理等任务。微机控制系统已广泛应用于生产现场乃至生产职能部门，并深入到各行业的许多领域。

微机控制技术是计算机、控制技术、通信技术等多学科内容的集成，其中包括微机控制系统的过程输入/输出接口、人机接口、控制器的设计及使用、抗干扰技术、可靠性技术、网络与通信、系统设计等。

1.1 微型计算机控制系统概述

1.1.1 微机控制系统发展概况

微机控制技术是自动控制理论与计算机技术相结合的产物，它的发展离不开控制理论特别是计算机技术的发展。在世界上第一台计算机于 1946 年诞生之后，于 20 世纪 50 年代初就产生了将计算机用于工业控制的思想。1956 年美国 TRW (Thomson Ramo Woolridge) 航空公司与美国第一个炼油厂合作，开始进行计算机过程控制的研究。经过 3 年的努力，第一台过程控制计算机系统在美国德克萨斯州的 Port Arthur 炼油厂正式投入运行，采用 RW—300 计算机进行数据采集和操作指导，它对 26 个流量、72 个温度、3 个压力和 3 个成分等进行控制。该系统的基本功能是保证反应器的压力最小，实现反应器供料的最佳分配；控制热水流入量，确定最佳循环。这项有意义的工作标志着计算机过程控制时代的开始。随后，IBM 公司也推出了一种专门用于过程控制的计算机——IBM1700，先后安装于印第安纳美国石油公司、加利福尼亚标准石油公司和杜邦公司。1962 年英国帝国化学工业公司 (ICI) 研制了一种装置，其过程控制中的全部模拟仪表由一台计算机替代，实现了 244 个数据量采集，129 个阀门控制的直接数字控制系统 (DDC)，开创了计算机控制系统的新纪元。1972 年诞生的微型计算机，以其速度快、体积小、可靠性高和价格便宜等优点被广泛应用于过程控制，使得计算机控制技术获得了突飞猛进的发展。

与此同时，计算机控制理论也与计算机技术同步发展，为计算机控制系统提供了分析设计的理论基础。香农 (Shannon) 在 1949 年完成的采样定理解决了采样值复现信号的理论问题。1952 年被定义的 Z 变换经改进，在 20 世纪 50 年代末发展成熟并引出了脉冲传递

函数的概念，为分析采样系统提供了有效的数学工具。20 世纪 60 年代初至 70 年代末掀起了现代控制理论向过程控制领域推广应用的热潮，随机控制、自适应控制和大系统控制等理论逐步成熟起来。

正是基于上述情况，20 世纪 70 年代中期至 80 年代初计算机控制系统的应用普及程度达到了前所未有的高潮。世界上几个主要的计算机和仪表制造厂于 1975 年几乎同时研制生产出分散控制系统（DCS）。例如，美国 Honeywell 公司的 TDC-2000，日本横河公司的 CENTUM 等。20 世纪 80 年代末又推出了具有计算机辅助设计系统（CAD）、专家系统、控制和管理功能融为一体的新型集散控制系统。国内在 20 世纪 70 年代末和 80 年代初开始引进和研究计算机控制系统，各类工厂上马了大量的计算机控制方面的项目，也研制出一些有一定影响的计算机控制系统。

1.1.2 微机控制系统的组成

计算机控制系统由计算机和工业对象组成，如图 1.1 所示。计算机多采用专门设计的工业控制计算机，也有采用一般微机或单片机的。计算机由硬件和软件两部分组成。硬件是指计算机及外围设备，软件指管理计算机的程序及过程控制应用程序，生产过程包括被控对象、测量变送和执行机构等装置。

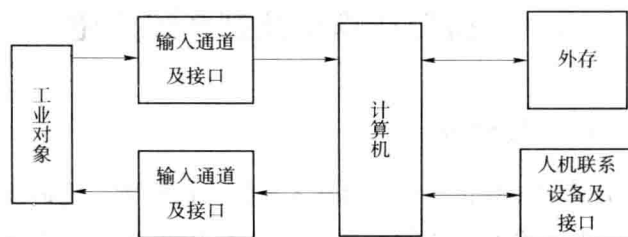


图 1.1 计算机控制系统的组成框图

1. 硬件

硬件是由计算机、过程输入/输出通道及接口、人机联系设备及接口、外部存储器（简称外存）等组成。由于系统的不同，组成微型机控制系统的硬件也不同，一般可根据系统的需要进行扩展。

（1）计算机。计算机是整个控制系统的核心，其关键部件是 CPU。CPU 通过接口接收人的指令和各类工业对象的参数，并可向系统的各个部分发出各种命令，对被测参数进行巡回检测、数据处理、控制计算、报警处理以及逻辑判断等操作。

（2）过程输入/输出通道及接口。过程输入/输出通道及接口是主机与被控对象进行信息传递和转换的纽带。主机通过 I/O 接口与外部设备进行数据交换。过程输入/输出通道及接口分为模拟量和数字量两种。过程输入通道及接口将工业对象的参数转换成计算机可以接收的数字编码；过程输出通道及接口将计算机处理结果转换成用于控制工业对象的信号。

（3）人机联系设备及接口。人机联系设备及接口包括显示操作台、显示器、键盘、打印机和记录仪等，主要用来显示、打印、存储及传送数据，是操作人员与计算机进行联系的工具。

(4) 外存。外存包括磁盘、光盘和磁带等，主要用于存储系统大量的程序和数据。它是内部存储器的扩充，应根据要求决定外存的选用。

2. 软件

软件是指完成各种功能的计算机程序的总和，如操作、监控、管理、控制、计算和自诊断程序等。软件分系统软件和应用软件两大部分。系统软件是指专门用来使用和管理计算机的程序，通常包括程序设计系统、操作系统、语言处理程序等，具有一定的通用性，一般由计算机厂家提供。应用软件是面向生产过程的程序，如 A/D 或 D/A 转换程序、数据采样程序、数字滤波程序、标度变换程序、键盘处理程序、显示程序以及过程控制程序（如 PID 运算程序、数字控制程序）等。应用软件大都由用户根据实际需要自行开发。这些应用软件的特点是功能强、使用方便、组态灵活，可节省设计者大量时间，因而越来越受到用户的欢迎。

1.1.3 微机控制系统的结构和原理

对于按偏差进行调节的常规模拟闭环负反馈控制系统，如果把控制器换成微机 and 转换接口，就构成了微机控制系统，如图 1.2 所示。

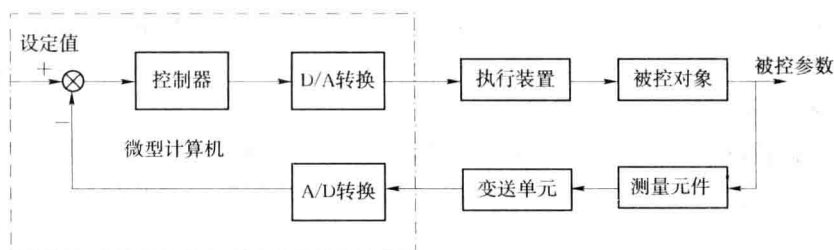


图 1.2 微机闭环控制系统结构图

计算机把通过测量元件、变送单元和 A/D 转换接口送来的数字信号直接反馈到输入端与设定值进行比较。然后，对其偏差按某种控制算法进行计算，所得数字量输出信号经 D/A 转换接口直接驱动执行装置，对控制对象进行调节，使其保持在设定值上。这种控制结构一般称为闭环控制结构。从本质上讲，微机控制系统的工作原理可归纳为以下 3 个步骤：

(1) 实时数据采集。对来自测量元件和变送单元的被控量的瞬时值进行检测和输入。

(2) 实时数据处理。对采集到的被控量进行分析和处理，按一定的控制规律运算，进行控制决策。

(3) 实时控制输出。根据控制决策，适时地对执行装置发出控制信号，完成任务。

工程实践中上述过程不断重复。所谓“实时”是指信号的输入、运算处理和输出能在一定的时间内完成，即要求微机对输入信号要以足够快的速度进行测量与处理，并在一定的时间内做出反应或产生相应的控制。超过这个时间，就会失去控制时机。“实时”概念不能脱离具体过程，如炼钢的炉温控制，由于时间惯性很大，输出延迟几秒仍然是“实时”的；而轧钢机的拖动电机控制，一般需在几毫秒或更短的时间内完成对电流的调节，

否则，电流失控将造成事故。

不同的生产过程所需要的控制结构形式是不同的，有的场合用开环控制可以满足要求，如计算机巡回检测及数据处理系统、顺序控制等均属于开环控制。其特点是：对控制对象的状态参数不进行检测，或检测后直接参与控制。这类系统的结构如图 1.3 和图 1.4 所示。



图 1.3 微机顺序控制系统结构图

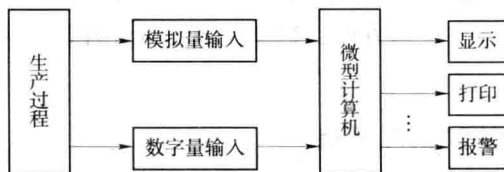


图 1.4 微机数据采集与处理系统结构图

微机数据采集及处理系统，只对被控对象的各物理量经计算机处理后进行显示和打印，给操作者提供一个参考值，而不是直接驱动执行机构去参与控制。微机顺序控制是根据事先设计的逻辑关系，按某种规律去顺序驱动执行机构，完成一定的工序。两者不形成回路，所以是开环控制。

在常规模拟控制系统中，系统的控制规律是用硬件电路实现的，改变控制规律需要改变硬件；而在微机控制系统中，控制规律程序化了，改变控制规律和被控参数，只需改变程序就可以了。

受控对象和微机直接连接的方式称为在线方式或联机方式；受控对象不和计算机相连，靠人操作的方式称为离线方式或脱机方式。一个在线系统不一定是一个实时系统，但一个实时系统必定是在线系统。

1.1.4 微机控制系统的特点

工业控制计算机是比较有代表性的计算机控制系统，与一般的常规模拟系统相比，具有以下突出的特点：

(1) 技术集成和系统复杂程度高。微机控制系统是微机、控制、通信、电子等多种高新技术的集成，是理论方法和应用技术的结合。由于计算机的运算速度快、精度高、信息量大，且具有极丰富的逻辑判断功能和大容量的存储能力，因此，容易实现复杂的控制规律，如最优控制、自适应控制及各种智能控制等，从而达到较高的控制质量，极大地提高了系统性能。

(2) 系统可靠性和可维修性好。可靠性和可维修性决定了系统的应用程度。由于采用有效的抗干扰、冗余、可靠性技术和系统的自诊断功能，一旦出现故障，就能迅速指出故障点和处理办法，便于立即修复，因此提高了计算机控制系统的可靠性和容错能力。

(3) 环境适应性强。工业环境条件恶劣，要求工业控制机适应高温、高湿、腐蚀、振动、冲击和灰尘等环境。工业环境电磁干扰严重、供电条件不良，一般的工业控制机都有

较高的电磁兼容性。

(4) 控制的多功能性。计算机控制系统具有集中操作、实时控制、控制管理和生产管理等多种功能。

(5) 应用的灵活性。由于计算机控制系统的软件功能丰富、编程方便、硬件体积小、重量轻以及结构设计上的模块化、标准化，在系统配置上有很强的灵活性。很多工控机都有操作简易的结构化、组态化控制软件，硬件的可装配性、可扩充性也很好。

另外，技术更新快、信息综合性强、测量灵敏度高、操作便利、性价比高等也都是计算机控制系统的一些特点。

1.2 微机控制系统的分类

目前，微型计算机控制系统种类繁多，与其所控制的生产对象密切相关，控制的对象不同，其控制系统也不同。根据应用特点、控制功能和系统结构，微型计算机控制系统主要分为 6 种类型，下面根据微机系统的工作特点分别进行介绍。

1.2.1 操作指导控制系统

所谓操作指导是指计算机的输出不直接用来控制生产对象，而只对系统过程参数进行收集、加工处理，然后输出数据。操作人员根据这些数据进行必要的操作。其系统结构图如图 1.5 所示。

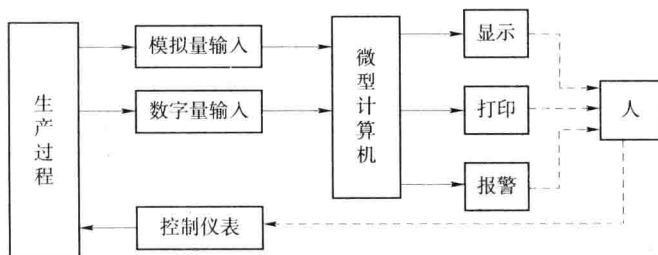


图 1.5 计算机操作指导控制系统结构图

在这种系统中，生产过程需要收集的参数，经多路模拟量输入、多路数字量输入送入微机，进行数据采集和分析处理，并将采集处理的数据以一定形式显示或打印出来。计算机不直接参与影响生产的过程控制，仅为操作人员提供指导信息，操作人员根据此信息进行设定值的改变或必要的操作，通过控制仪器对生产过程进行控制。

该系统最突出的特点是比较简单，且安全可靠，特别是对于未摸清控制规律的系统更为适用。它常常被用于计算机系统的初级阶段，或用于试验新的数学模型和调试新的控制程序等。它的缺点是仍要进行人工操作，所以操作速度不能太快，否则人跟不上计算机的变化，而且不能同时操作几个回路。它相当于模拟仪表控制系统的手动与半自动工作状态。

1.2.2 直接数字控制系统 (DDC)

直接数字控制系统 (Direct Digital Control, DDC)，一般为在线实时系统，计算机通

过模拟量输入通道及接口 (AI)、数字量输入通道及接口 (DI) 对多个被控参数进行巡回检测、数据采集, 检测结果与设定值进行比较, 再按已定的控制规律进行实时控制运算, 最后通过模拟量输出通道及接口 (AO)、数字量输出通道及接口 (DO) 输出到执行机构对生产过程进行控制, 其系统结构图如图 1.6 所示。

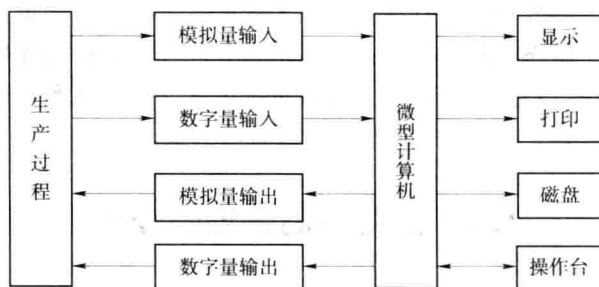


图 1.6 直接数字控制系统结构图

DDC 系统属于闭环控制系统, 是计算机在工艺控制过程中最普遍的一种应用方式, 由于微型计算机的速度快, 一台微型机可代替多个模拟调节器, 这是非常经济的。DDC 系统的另一个优点是灵活性大, 可靠性高。因为计算机的计算能力强, 用它可以实现各种比较复杂的控制, 如串级控制、前馈控制、自动选择控制以及大滞后控制等, 正因如此, DDC 系统得到了广泛的应用。

1.2.3 计算机监督系统 (SCC)

计算机监督系统 (Supervisory Computer Control, SCC), 系统结构如图 1.7 所示。SCC 系统是一种两级计算机控制系统, 其中 DDC 级微机完成生产过程的直接数字控制; SCC 级微机则根据生产过程的工况和已定的数学模型, 进行优化分析计算, 产生最优给定值, 送给 DDC 级执行, 使生产过程处于最优工作状态。SCC 级微机承担高级控制与管理任务, 要求数据处理功能强、存储容量大。SCC 系统较 DDC 系统更接近生产变化的实际情况。它不仅可以进行给定值控制, 同时还可以进行顺序控制、最优控制以及自适应控制等, 它是操作指导和 DDC 系统的综合与发展。

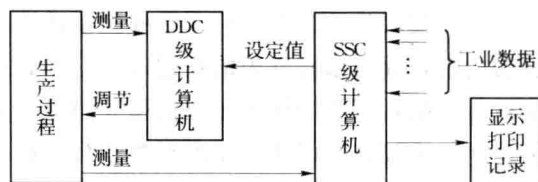


图 1.7 计算机监督控制系统结构图

1.2.4 集散型控制系统 (DCS)

集散型控制系统, 也称分散型控制系统 (Distributed Control System, DCS), 主要采用分散控制、集中操作、分级管理、综合协调的设计原则, 将系统由下至上分为过程控制级、控制管理级、生产管理级等若干级, 形成分布式控制, 其系统结构如图 1.8 所示。

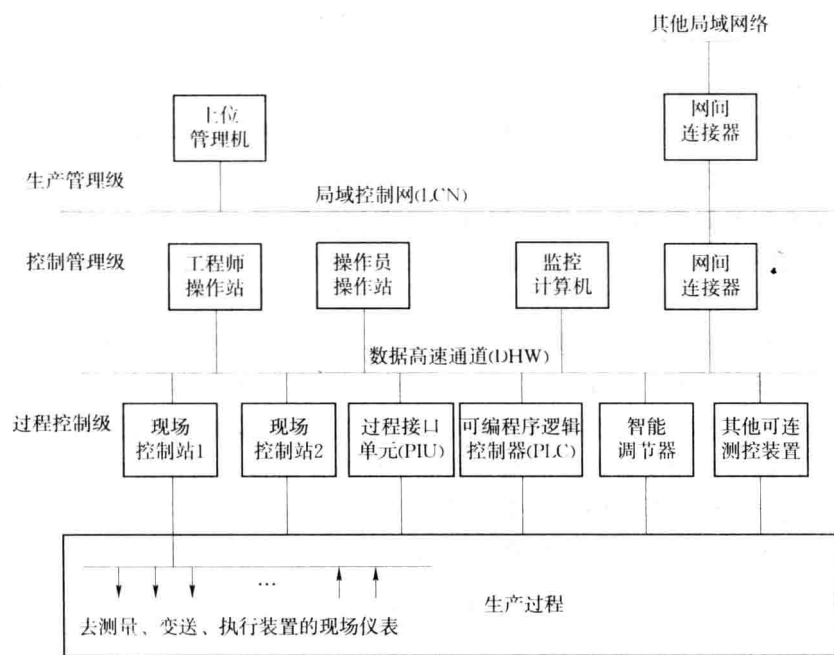


图 1.8 DCS 的组成结构图

三级系统由数据高速通道（DHW）和局域网（LCN）两级通信线路相连。控制管理层与过程控制级为操作站—控制站—现场仪表 3 层结构模式，由现场控制站、输入输出过程接口单元 PIU、CRT 显示操作站、数据高速通道和监控计算机 5 部分组成。在数据高速通道上可以挂接可编程控制器 PLC、智能调节器或其他可连测控装置。控制管理级的监控计算机通过协调各控制站的工作，达到生产过程的动态最优化控制。生产管理级的上位机具有制定生产计划和工艺流程以及产品、财务、人员的管理等功能，以实现生产管理的优化。生产管理级可具体细分为工段、车间、厂、公司等几层，由上层其他局域网络互相连接，传递信息，进行更高层次的管理、协调工作。

集散控制系统（DCS）实质上是利用计算机技术对生产过程进行集中监视、操作、集中管理和分散控制的一种新型控制技术。它是由计算机技术、信号处理技术、测量控制技术、通信网络技术和人机接口技术相互发展、渗透而产生的，具有通用性强、系统组态灵活、控制功能完善、数据处理方便、显示操作集中、人机界面友好、安装简单规范化、调试方便以及运行安全可靠等特点，能够适应工业生产过程的各种需要，提高生产自动化水平和管理水平，提高产品质量，降低能源消耗和原材料消耗，提高劳动生产率，保证生产安全，促进工业技术的发展，创造最佳经济效益和社会效益。

1.2.5 计算机集成制造系统（CIMS）

计算机集成制造系统（Computer Integrated Manufacturing System, CIMS）是一种对企业生产过程与生产管理进行优化的新哲理的产物。它认为企业的计划、采购、生产、销售等各个环节是不可分割的，整个生产运作过程实际上是对各个有关环节信息的采集、传递、加工、协调、控制的过程，必须统一考虑以利优化决策。CIMS 是计算机技术、自

动控制技术、制造技术、信息技术、管理技术、网络技术和系统工程技术等新技术综合发展的结果。

CIMS 采用多任务分层体系结构,经过多年的发展,现在已经形成多种方案,如美国国家标准局 (AMRF) 的自动化制造实验室提出的 5 层递阶控制体系结构,面向集成平台的 CIMS 体系结构,连续型 CIMS 体系结构及局域网型 CIMS 体系结构等。但不管结构如何变化,其基本控制思想都采用递阶控制。所谓递阶控制 (Hierarchical Control),是一种把所需完成的任务按层次分级成层状或树状的命令的反馈控制方式。高一级装置控制次一级的装置,次一级的功能更具体,而最后一级完成要求的最具体的最后一道任务。如图 1.9 所示为 CIMS-ERC 4 层递阶控制功能模型图,由决策管理、规划调度、监控和控制 4 个功能层次的子系统构成,实现管理控制的一体化模式。具体地说,决策层根据生产过程的实时信息和管理信息,发出多目标决策指令,规划调度层则按指令制定相应的生产计划,进行调度,通过监控层对控制层加以实施,使生产结构和操作条件在最短时间内得到调整,跟踪和满足上层指令。同时,生产结构和操作条件调整后的信息反馈到决策层与决策目标进行比较评估。如有偏差,则修改决策,使整个系统处于最优的运行状况。

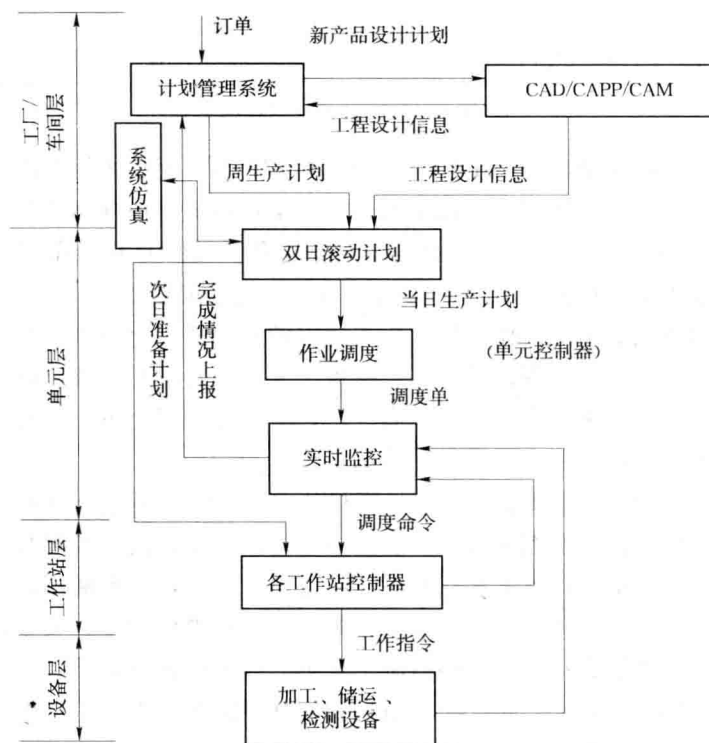


图 1.9 CIMS-ERC 4 层递阶控制功能模型图

CIMS 代表着工业控制系统的未来, CIMS 的研究开发不是以某个部门或某项活动为对象,而是以企业的全部活动为对象。从市场预测、接受订货、原料供应、生产计划、作业排序、过程控制、产品销售,到用户反馈、新产品开发、经营管理,形成了一个完整的动态反馈系统,具有自判断、自组织、自学习的能力。由此可见, CIMS 不仅是对生产技术的变革,也是对生产组织和生产方式的变革,它不是单纯地对现行生产模式进行计算机

化及自动化，而是必须按照新的生产组织原理，对现行生产模式进行全面改造。

CIMS把孤立的工厂自动子系统，在新的管理模式与工艺指导下，综合运用信息技术、自动化技术，并通过软件支持，构成一个完整的系统，对生产过程的物质流、管理过程的信息流以及决策过程的决策流进行有效的控制和协调，以适应新的竞争模式下市场对生产和管理过程提出的高质量、高速度、高灵活性和低成本的要求。

总之，CIMS是在DCS系统之后发展起来的更高级的控制系统，其根本区别在于CIMS的管理级不仅编制生产计划，制定控制方案，而且对市场信息、生产规划、销售等进行全面统一管理。DCS主要任务是控制，而CIMS的主要任务则是管理加控制。

1.2.6 现场总线控制系统 (FCS)

现场总线控制系统 (Fieldbus Control System, FCS) 是新一代分布式控制系统，结构如图 1.10 所示，并且已经成为工业生产过程自动化领域中一个新的热点。

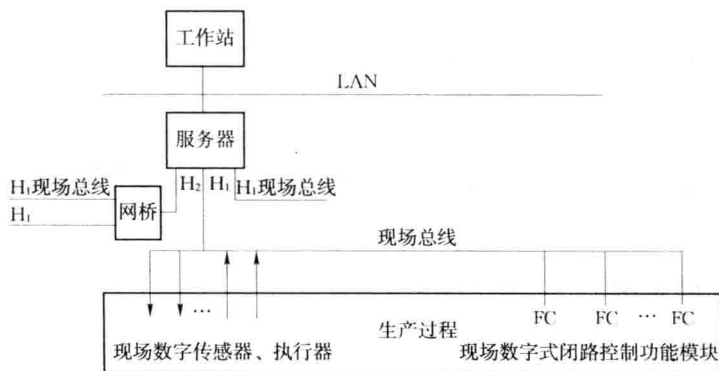


图 1.10 现场总线控制系统结构图

现场总线控制系统 (FCS) 与传统的分布控制系统 (DCS) 相比，有以下几点特点。

1. 数字化的信息传输

无论是现场底层传感器、执行器、控制器之间的信号传输，还是与上层工作站及高速网之间的信息交换，系统全部使用数字信号。在网络通信中，采用了许多防止碰撞，检查纠错的技术措施，实现了高速、多变量、多地点之间的可靠通信。与传统的 DCS 中底层到控制站之间 4~20mA 模拟信号传输相比，它在通信质量和连线方式上都有重大的突破。

2. 分散的系统结构

这种结构废除了传统的 DCS 中采用的“操作站—控制站—现场仪表”3 层主从结构的模式，把输入/输出单元、控制站的功能分散到智能型现场仪表中去。每个现场仪表作为一个智能节点，都带 CPU 单元，可分别独立完成测量、校正、调节、诊断等功能，靠网络协议把它们连接在一起统筹工作。任何一个节点出现故障只影响本身而不会危及全局，这种彻底的分散型控制体系使系统更加可靠。

3. 方便的互操作性

FCS 特别强调“互联”和“互操作性”。也就是说，不同厂商的 FCS 产品可以异构，但组成统一的系统后，便可以相互操作，统一组态，打破了传统 DCS 产品互不兼容的缺

点,方便了用户。

4. 开放的互连网络

FCS 技术及标准是全开放式的。从总线标准、产品检验到信息发布都是公开的,面向所有的产品制造商和用户的。通信网络可以和其他系统网络或高速网络相连接,用户可共享网络资源。

5. 多种传输媒介和拓扑结构

FCS 由于采用数字通信方式,因此可采用多种传输介质进行通信,即根据控制系统中节点的空间分布情况,可采用多种网络拓扑结构。这种传输介质和网络拓扑结构的多样性给自动化系统的施工带来了极大的方便。据统计,与传统 DCS 的主从结构相比,只布线工程一项即可节省 40% 的经费。

FCS 的出现将使传统的自控系统产生革命性的变革。它改变了传统的信息交换方式、信号制式和系统结构,改变了传统的自动化仪表功能概念和结构形式,也改变了系统的设计和调试方法。现场总线不单单是一种通信技术,也不仅仅是用数字仪表代替模拟仪表,它是现场总线通信网络与控制系统的集成,它开辟了控制领域的新纪元,因此也被称为 21 世纪工业控制网络标准。

1.3 微机控制的主要研究内容及发展前景

1.3.1 技术性能指标

技术性能指标用以反映微机控制系统的稳定性、稳态精度、动态特性、使用特性、先进可靠程度和产品质量等。

1. 微机控制系统的稳定裕量

微机控制系统在给定输入作用或干扰作用下,输出量首先必须是稳定的,即过渡过程只能是振荡衰减或单调衰减,不允许出现发散或等幅振荡的情况。所以,稳定性分析是计算机控制理论中的一个重要方面。

在连续系统中为了衡量控制系统的稳定程度,引入了稳定裕量的概念,稳定裕量包括相角裕量和幅值裕量。同样,微机控制系统中,可以引入连续系统中稳定裕量的概念。因此,可以用相角裕量和幅值裕量来衡量微机控制系统的稳定程度。

2. 稳态指标

稳态指标是衡量微机控制系统精度的指标,用稳态误差来表征。稳态误差是表示输出量 $Y(t)$ 的稳态值 $Y(\infty)$ 与要求值 Y_0 的差值,定义为:

$$e_{ss} = Y_0 - Y(\infty) \quad (1.1)$$

e_{ss} 表示了控制精度,越小越好。稳态误差 e_{ss} 与控制系统本身特性有关,也与作用于系统的输入信号类型有关。

3. 动态指标

在古典控制理论中用动态时域指标来衡量系统性能的好坏。动态指标能够直观地反映系统过渡过程特性,其中包括超调量 σ_P , 调节时间 t_s , 峰值时间 t_P , 振荡次数 N 和衰减