



>>>>

JISUANJI
GONGYE
KONGZHI JISHU

J I S U A N J I G O N G Y E K O N G Z H I J I S H U

计算机工业 控制技术

吴 晓 编著



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

高等学校培养应用型人才教材

计算机工业控制技术

吴 晓 编著

厦门大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机工业控制技术/吴晓编著. —厦门:厦门大学出版社,2005.8
ISBN 7-5615-2422-6

I. 计… II. 吴… III. 工业控制计算机-高等学校-教材 IV. TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 076340 号

厦门大学出版社出版发行

(地址:厦门大学 邮编:361005)

<http://www.xmupress.com>

xmup@public.xm.fj.cn

集大印刷厂印刷

(地址:厦门市集美石鼓路9号 邮编:361021)

2005年8月第1版 2005年8月第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:19.25

字数:490千字

定价:30.00元

本书如有印装质量问题请直接寄承印厂调换

前言

随着工业技术的迅猛发展,工业过程越来越复杂,计算机控制技术应用于工业过程已必不可少。这就要求工程技术人员至少要了解计算机是如何控制工业生产的,在理解计算机工业控制的概念、分类等基础上,再把计算机技术应用于工业实践,为社会主义现代化事业服务。

计算机工业控制,逐渐朝着总线、集散控制方向发展,现已基本普及到电力、石油、化工、智能楼宇等工业、民用的各个领域。根据我国国情,目前集散控制系统(DCS)、现场总线控制系统(FCS)是计算机工业控制的主流,它们又细分为上位机、下位机。下位机主要起自动化现场控制作用,典型的下位机是 PLC、智能仪表、智能模块等;上位机一般为工控机,主要起监视、数据处理、管理决策等作用。它标志着计算机工业控制进入现代化阶段。

本教材由莆田学院吴晓老师编写。文字叙述力求通俗简练,重点突出。教学内容上以工程应用为目的,包括虚拟仪器、组态监控、实验教学、可编程控制器以及论文等。以理论适度、讲清概念和强化应用为重点,注重基本技能的训练和综合能力的培养为基础,并以进口软件 LabVIEW 和国产优秀组态软件组态王 kingview 作为计算机工业控制上位机的典型监控软件,进行详细的组态编程,联系上、下位机论述计算机工业控制系统技术,旨在加强学生的实践能力。

目 录

前 言

第 1 章 概述	(1)
1.1 计算机工业控制的概念	(1)
1.1.1 计算机工业控制的组成	(1)
1.1.2 计算机工业控制的本质	(2)
1.2 计算机工业控制系统的分类	(3)
1.2.1 DDC 计算机直接数字控制系统	(3)
1.2.2 DCS 计算机集散控制系统	(4)
1.2.3 FCS 现场总线控制系统	(4)
1.2.4 现场总线系统 FCS 与集散控制系统 DCS 的比较	(6)
1.3 计算机工业控制系统特点	(7)
1.3.1 计算机工业控制系统的结构特点	(7)
1.3.2 计算机工业控制系统的测量、控制算法数字化	(7)
1.3.3 计算机工业控制系统的多路分时测量控制	(8)
1.4 典型计算机工业控制系统简介	(8)
1.4.1 PLC 可编程控制系统	(8)
1.4.2 DCS 集散控制系统	(9)
1.4.3 FCS 现场总线控制系统	(9)
第 2 章 计算机工业控制的基本元素	(11)
2.1 控制算法	(11)
2.2 过程通道	(12)
2.2.1 模拟量输入通道 AI	(12)
2.2.2 模拟量输出通道 AO	(16)
2.2.3 开关量输入通道 DI	(18)
2.2.4 开关量输出通道 DO	(19)
2.3 通信	(19)
2.3.1 串行通信和并行通信	(20)
2.3.2 RS232、RS422、RS485 和串行通信	(20)
2.3.3 USB 串行通信	(21)
2.3.4 工业以太网和工业总线网串行通信	(21)

2.3.5 波特率	(21)
2.4 总线	(22)
2.4.1 总线的基本概念	(22)
2.4.2 总线的分类	(22)
2.4.3 总线的作用	(22)
2.5 外设	(22)
2.5.1 传感器	(23)
2.5.2 典型传感器应用实例	(26)
2.5.3 执行器	(29)
2.5.4 典型执行器应用实例	(30)
第3章 PLC 可编程控制系统	(36)
3.1 可编程控制器概述	(36)
3.1.1 可编程控制器 PLC 的基本概念	(36)
3.1.2 可编程控制器 PLC 的基本功能和特点	(36)
3.1.3 可编程控制器 PLC 的应用领域	(37)
3.1.4 可编程控制器 PLC 的发展趋势	(38)
3.2 可编程控制器的组成及工作原理	(39)
3.2.1 PLC 的基本组成	(39)
3.2.2 PLC 各组成部分的功能	(40)
3.2.3 PLC 的结构形式	(42)
3.2.4 PLC 的工作原理	(43)
3.2.5 PLC 的使用步骤	(44)
3.3 可编程控制器的指令系统	(45)
3.3.1 基本指令系统特点	(45)
3.3.2 编程语言的形式	(46)
3.3.3 编程器件	(47)
3.3.4 FX2N 系列的基本逻辑指令	(50)
3.3.5 梯形图的设计与编程方法	(52)
3.3.6 实验部分	(53)
3.4 可编程控制器应用系统实例	(55)
第4章 虚拟仪器技术	(71)
4.1 虚拟仪器概述	(71)
4.1.1 虚拟仪器的基本概念、构成及其特点	(71)
4.1.2 虚拟仪器系统引入实验教学	(72)
4.1.3 基于虚拟仪器的虚拟实验实施	(73)
4.1.4 典型虚拟仪器软件 LABVIEW 简介	(74)
4.2 虚拟仪器硬件组成	(76)
4.2.1 虚拟仪器硬件的分类	(76)

4.2.2 虚拟仪器实验教学系统硬件分析	(77)
4.3 虚拟仪器软件系统	(79)
4.3.1 虚拟仪器及 LabVIEW 入门	(79)
4.3.2 程序结构	(91)
4.4 LabVIEW 7.0 快速应用	(104)
4.4.1 创建一个虚拟仪器程序(VI)	(104)
4.4.2 小结	(112)
4.4.3 分析和存储信号	(113)
4.4.4 小结	(120)
4.4.5 扩展 VI 的特性	(121)
4.4.6 小结	(126)
4.4.7 采集数据和与仪器通信	(127)
4.4.8 小结	(131)
4.4.9 使用 LABVIEW 的其他特性	(131)
4.5 虚拟仪器应用实例	(135)
第 5 章 计算机集散控制系统	(154)
5.1 计算机集散控制系统(DCS)概念	(154)
5.1.1 DCS 的基本概念	(154)
5.1.2 DCS 的发展历史	(154)
5.1.3 DCS 的特点	(155)
5.2 计算机集散控制系统的基本结构及功能	(157)
5.2.1 DCS 的基本结构	(157)
5.2.2 集散控制系统的功能	(159)
5.3 集散控制系统的硬件结构	(159)
5.3.1 DCS 的现场控制单元	(159)
5.3.2 DCS 的操作站	(159)
5.4 计算机集散控制系统中的软件技术	(160)
5.5 计算机集散控制系统发展趋势	(162)
第 6 章 现场总线系统	(163)
6.1 现场总线概述	(163)
6.1.1 现场总线的概念	(163)
6.1.2 现场总线的发展趋势	(164)
6.2 现场总线的结构和技术特点	(166)
6.2.1 现场总线的结构	(166)
6.2.2 现场总线的技术特点	(167)
6.3 几种有影响的现场总线	(168)
6.4 现场总线的应用实例	(169)
6.4.1 FF 现场总线在 75 t/h 锅炉中的应用	(169)

6.4.2 Profibus 现场总线的应用	(171)
第7章 组态软件概述	(173)
7.1 组态软件的基本概念	(173)
7.1.1 组态软件的发展背景	(175)
7.1.2 组态软件的发展趋势	(176)
7.2 组态软件的基本结构	(178)
7.2.1 组态软件的基本结构	(178)
7.2.2 组态软件的数据处理流程	(179)
7.2.3 组态软件的特点	(180)
7.2.4 组态软件的性能	(180)
7.2.5 组态软件在监控系统中的地位	(181)
7.3 组态软件的一般使用步骤	(182)
7.4 组态软件的分类	(182)
第8章 组态王软件介绍	(183)
8.1 组态王概述	(183)
8.1.1 组态王通用版软件的结构	(183)
8.1.2 组态王怎样和下位机通信	(184)
8.1.3 怎样产生动画效果	(184)
8.1.4 建立应用工程的一般过程	(185)
8.2 开始一个新工程	(186)
8.2.1 建立新工程	(186)
8.2.2 设计画面	(188)
8.2.3 定义外部设备和数据变量	(193)
8.3 让画面动起来	(204)
8.3.1 动画连接	(204)
8.3.2 命令语言	(207)
8.4 报警和事件	(210)
8.4.1 概述	(210)
8.4.2 建立报警和事件窗口	(212)
8.4.3 报警和事件的输出	(216)
8.5 趋势曲线	(217)
8.5.1 趋势曲线的作用	(217)
8.5.2 实时趋势曲线	(218)
8.5.3 历史趋势曲线	(219)
8.6 控件	(229)
8.7 报表系统	(233)
8.7.1 数据报表的用途	(233)
8.7.2 实时数据报表	(233)

8.7.3 制作历史数据报表	(238)
8.7.4 动态历史数据查询	(240)
8.8 组态王与数据库连接	(242)
8.8.1 SQL 访问管理器	(242)
8.8.2 对数据库的操作	(244)
8.8.3 数据库查询控件	(248)
8.9 组态王 For Internet 应用	(250)
8.9.1 Web 功能介绍	(251)
8.9.2 配置组态王 WEB 发布	(251)
8.9.3 如何在 IE 浏览器端浏览	(257)
8.9.4 组态王 6.5WEB 支持与不支持的功能	(261)
8.10 系统安全性与附属工具	(263)
8.10.1 系统安全性	(263)
8.10.2 附属工具	(266)
8.11 KVHTrend 控件使用方法	(270)
8.11.1 控件属性、方法列表	(270)
8.12 开放型数据库访问控件	(275)
8.12.1 概述	(275)
8.12.2 创建 KvdbGrid 控件	(275)
8.12.3 设置 KvDBGGrid 控件的固有属性	(276)
8.12.3 设置 KvDBGGrid 控件的动画连接属性	(279)
8.12.4 KvDBGGrid 控件的使用	(279)
 附录 虚拟仪器实验手册	 (282)
实验一 温度测量	(282)
实验二 光强检测与控制	(284)
实验三 红绿灯系统实验	(285)
实验四 红外传输	(287)
实验五 信号源发生器	(289)
实验六 电机调速与测速	(291)
实验七 电子秤设计	(293)
 参考文献	 (295)

第 1 章 概述

随着计算机技术的普及和发展,越来越多的领域用上了电脑,而电脑软、硬件技术和可靠性的提高,使得计算机用于工业控制日趋成熟。工业计算机由原来的开关量为主的 PLC 控制,到以模拟量控制为主的 DCS 控制,以及将来以总线、网络为主的 FCS 控制,也只不过经历了短暂的十几年。本书以上、下位机为主线向读者由浅入深地介绍了计算机工业控制的概念、分类和应用,特别是对上位机的监控系统进行了详尽的说明,使读者在有一个清晰的理解之后,又得到了实践,能够很快掌握计算机工业控制的精髓,为社会主义现代化事业服务。

1.1 计算机工业控制的概念

1.1.1 计算机工业控制的组成

1946 年世界第一台数字计算机 ENICA 的问世,开创了人类智力解放的新时代,计算机成为 20 世纪人类科学技术史上最卓越的发明。

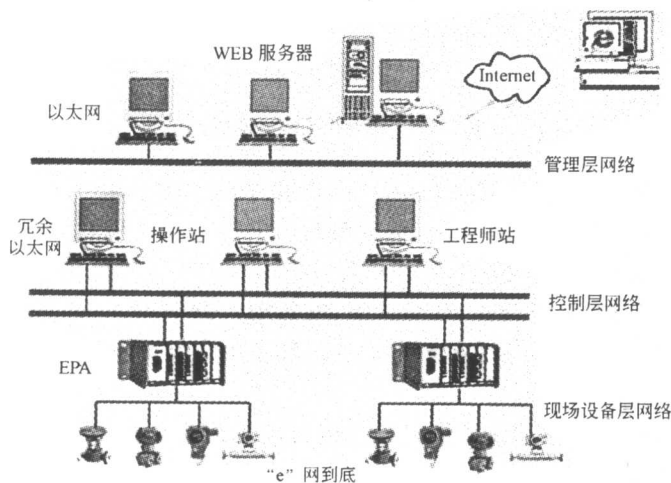


图 1-1 计算机工业控制系统

1986 年以来,随着兼容机性能和可靠性的提高,以及价格的大幅度下降,使计算机应用于一般工业控制成为可能。另外以 PLC 为代表的单片机用于现场工业控制已广泛应用,至此,基于 PC 人机界面监控为主的上位机和基于单片机现场采集、控制为主的下位机所组成的计算机工业控制系统形成了,如图 1-1 所示。

上位机,主要用于人机界面、简单的起始条件(如 PID 策略)和开关量的上传下载,以及数

据处理和管理决策,是计算机工业控制的人机界面,如图 1-1 控制层网络与管理层网络之间的电脑。它与家用兼容机的性能差不多,只是寿命、抗干扰等可靠性指标高些。它们之间是通过双绞线(八根)以太网进行通信的,并可以直接上互联网。

下位机,主要用于现场数据采集、设备控制等开、闭环自动化控制,是计算机工业控制的核心和基础,如图 1-1 现场设备层网络两端。它包括现场设备的单片机采集和控制系统,以及单片机组成的产品西门子 PLC 控制器 S7-400,它们之间是通过双扭线(两根线)进行通信的。由上位机分配并下载地址。

通信,是联系上、下位机的网络,它包括上位机之间的网络即信息网,一般为以太网,传输速率高达 1 000 Mbps;下位机之间的网络即设备网,一般为总线网,传输距离远,可靠性高。通信已成为计算机工业控制的神经网络。

1.1.2 计算机工业控制的本质

传统的控制系统是随着被控对象、控制策略、执行机构的不同而不同,但可以归纳为图 1-2 所示的基本结构。

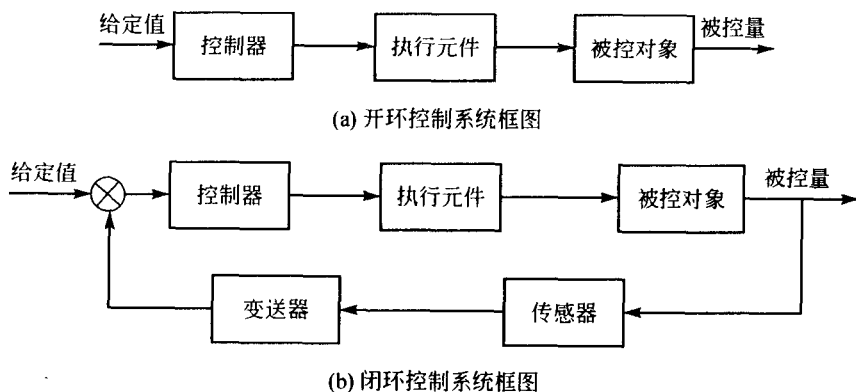


图 1-2 工业控制的一般形式

它主要分为如图 1-2(a)所示的开环控制系统和如图 1-2(b)所示的闭环控制系统。对照图 1-1 计算机工业控制系统,可以看出,给定值是由上位机决策后下载到下位机的,而控制器就是下位机,如单片机和单片机组成的 PLC 等(特殊情况上、下位机为同一计算机);执行元件如机械类的液压缸、气缸、液压马达、气马达等,电器类的继电器、电机、可控硅等;被控对象有机械、电器、声光设备等。其中下位机控制器是计算机工业控制系统的关键部分,它决定了控制系统的控制性能和应用范围。

在开环控制系统中,控制器直接根据给定值去控制被控对象,控制系统简单、可靠、经济、稳定,但控制误差较大。

在闭环控制系统中,多了传感器、变送器两个元件。传感器是把一般的如温度、压力、流量、转速、位移、浓度、亮度、电流、电压等物理、化学信号转变为电信号的装置;而变送器是把电信号变为如 DC1~5 V 电压或 4~20 mA 的电流的标准信号。正因为如此,在控制系统中为了得到控制信号,要将被控制量与给定值进行比较,以构成误差信号,直接利用误差进行控制,使系统误差趋向最小,以至使误差为零,从而达到被控制量趋于给定值的目的。在这种控制系统中,被控量是系统的输出,它又反馈到输入端,与给定值相减,所以称为闭环控制系统。其特点是控制误差小,响应速度可调,但系统复杂,易存在稳定性问题。

1.2 计算机工业控制系统的分类

计算机应用于工业过程控制有各种各样的结构和形式,实现各自不同的功能。按其功能和作用来分,可分为上位机、下位机。下位机包含开环控制和闭环控制,闭环控制分为顺序控制、常规控制(如 PID 控制)、高级控制(如最优控制、自适应控制、预测控制、智能控制、模糊控制等)。

而根据系统的结构特点,则可将计算机工业控制系统分为:1. 由单片机组成的智能现场终端控制系统,也叫直接数字控制系统(DDC),如传统的智能仪表、PLC 可编程控制器、数控 CNC 等,主要用于现场的独立采集、控制,而又内嵌计算机芯片,可认为上、下位机合二为一或没有上位机的现场实时控制系统;2. 由上、下位机组成的分布式控制系统(DCS),或集散控制系统;3. 由上、下位机和现场总线组成的现场总线控制系统(FCS)。

1.2.1 DDC 计算机直接数字控制系统

计算机直接数字控制系统 DDC(Direct Digital Control),是计算机用于工业过程控制最常用的一种类型,其结构框图如图 1-3 所示。计算机通过输入通道(模拟量输入通道 AI 或开关量输入通道 DI)对多个被控生产过程进行巡回检测,根据给定值及控制算法求出控制指令,然后经过输出通道(模拟量输出通道 AO 或开关量输出通道 DO)直接去控制执行机构,并将各被控变量保持在给定值上。在框图中有的系统有虚框内的人机界面,如 CNC 数控系统、工控机集中控制系统、智能仪表控制系统、变频控制系统等,无虚框内人机界面的,如小型 PLC 控制系统、智能化模块控制系统等。

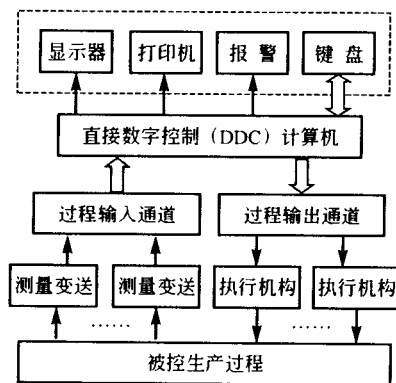


图 1-3 计算机直接数字控制系统框图

在这种系统中,由单片机组成的智能仪表取代了模拟调节器而直接参与开、闭环控制,且只要通过改变程序算法,即可实现一些较复杂的控制规律;小型 PLC 控制系统、CNC 数控系统、变频控制系统更是直接数字控制的典范,它们结构简捷、设计周期短、控制可靠,现有 80% 以上的小型工业控制系统仍然继续使用,短期内不会被替代。

而集中式工业控制计算机(工业 PC),它是在兼容机的基础上加上输入、输出板卡,并加固机箱进行抗干扰设计而成的。集中控制系统具有结构简单、清晰、集中式数据库容易管理和容易保证数据一致性等优点。

但由于集中控制计算机集多通道采集、控制于一身,并且控制软件、管理软件同时运行,上、下位机合二为一,各种功能要由很多实时任务去完成,最终导致系统开销扩大,计算机运算效率降低,软件的可靠性下降;同时系统的可扩充性差,限于计算机硬件的配置和能力,一个系统在建立时基本上已经确定了其最终能力;由于所有的功能、处理集中在一台计算机上,大大增加了计算机失效或故障对整个系统造成的危害,所以现在很少使用。目前采用的是更先进、更科学的控制系统,上、下位机分开,各通道分开采集、控制的 DCS 集散控制系统。

1.2.2 DCS 计算机集散控制系统

计算机集散控制系统 DCS(Distributed Control System),本意是分布式控制系统,以下位机(下虚框内)分散控制为主,上位机(上虚框内)信息管理为辅,但由于其发展迅速、系统庞大,逐渐加强上位机信息管理,即分布控制、集中管理,故又改称集散控制系统,如图 1-4 所示。

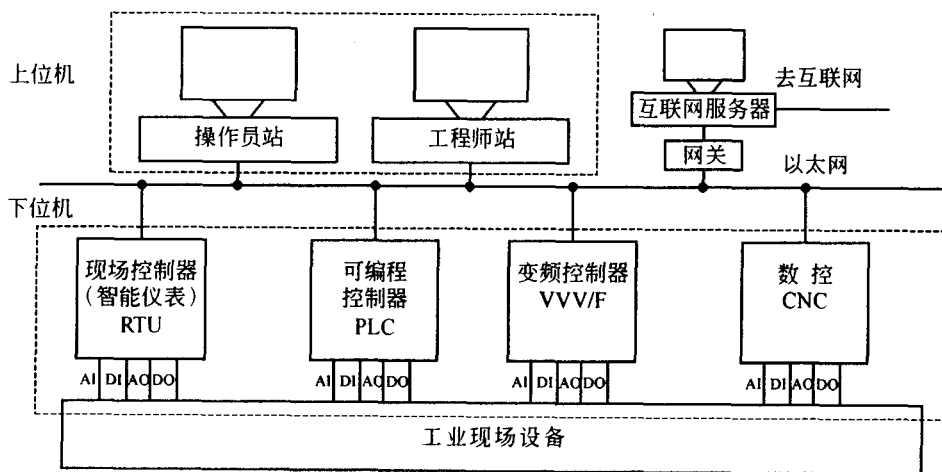


图 1-4 集散控制系统

集散控制系统从结构来看,是分级阶梯的分布式结构,灵活易变,易扩展。它具有较强的分散功能,各个局部系统都能独立工作,各个局部系统之间的信息通过高速数据总线进行通信。从控制的功能来看,集散控制系统大都表现出阶梯控制思想,即整个系统分为优化控制管理级(上位机)和过程控制管理级(下位机)。下位机完成对象基本控制要求,达到平稳操作的目标。上位机完成各单位之间协调管理或控制优化工作,还可以同更上一级的计算机系统(或网络)实现通信。

但由于集散控制系统的采集、控制是一对一的物理连接,且大多进行的是模拟量通信传输,造成了物理电缆过多,模拟传送抗干扰能力差、可靠性降低,因此更先进的 FCS 现场总线控制系统应运而生。

1.2.3 FCS 现场总线控制系统

随着微电子技术、大规模集成电路技术的发展,计算机控制系统中信息交换的范围已逐渐覆盖了从设备、工段、车间、工厂到企业集团乃至国内外市场。要实现整个企业的信息集成,实施企业综合自动化,就必须设计出一种能在工业现场环境运行且性能可靠、造价低廉、具有通信功能的测控设备,形成工厂底层网络,完成现场自动化设备之间的数字通信,并实现底层现场设备之间,生产现场与外部设备之间的信息交换。现场总线(Field bus)正是顺应这种形势

的需要而发展起来的新技术,它是现场通信网络与控制系统的集成。其结构框图如图 1-5 所示。

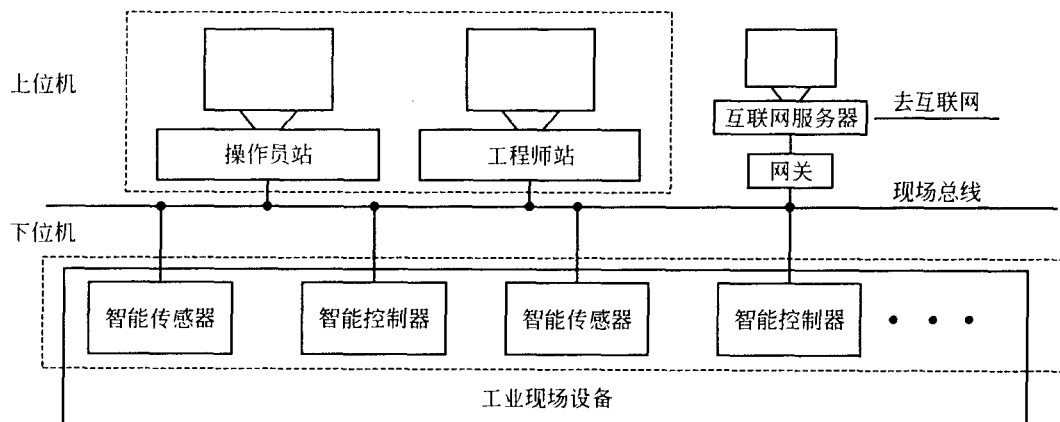


图 1-5 现场总线控制系统

现场总线控制系统(FCS)用现场总线这一开放的、具有可互操作的网络将现场各控制器及仪表设备互联,构成现场总线控制系统,同时控制功能彻底下放到现场,降低了安装成本和维护费用。因此,FCS实质是一种开放的、具可互操作性的、彻底分散的分布式控制系统。

现场总线系统的优势与以往的系统相比,现场总线控制系统优点显而易见:

全数字化。将企业管理与生产自动化有机结合一直是工业界梦寐以求的理想,但只有在 FCS 出现以后这种理想才有可能高效、低成本地实现。在采用 FCS 的企业中,用于生产管理的局域网能够与用于自动控制的现场总线网络紧密衔接。此外,数字化信号固有的高精度、抗干扰特性也能提高控制系统的可靠性。

全分布。在 FCS 中各现场设备有足够的自主性,它们彼此之间相互通信,完全可以把各种控制功能分散到各种设备中,而不再需要一个中央控制计算机,实现真正的分布式控制。

双向传输。传统的 4~20 mA 电流信号,一条线只能传递一路信号。现场总线设备则在一条线上既可以向上传递传感器信号,也可以向下传递控制信息。

自诊断。现场总线仪表本身具有自诊断功能,而且这种诊断信息可以送到中央控制室,以便于维护,而这在只能传递一路信号的传统仪表中是做不到的。

节省布线及控制室空间。传统的控制系统的每个仪表都需要一条线连到中央控制室,在中央控制室装备一个大配线架。而在 FCS 系统中多台现场设备可串行连接在一条总线上,这样只需极少的线进入中央控制室,大量节省了布线费用,同时也降低了中央控制室的造价。

多功能仪表。数字、双向传输方式使得现场总线仪表可以摆脱传统仪表功能单一的制约,可以在一个仪表中集成多种功能,做成多变量变送器,甚至集检测、运算、控制于一体的变送控制器。

开放性。1999 年年底现场总线协议已被 IEC 批准正式成为国际标准,从而使现场总线成为一种开放的技术。

互操作性。现场总线标准保证不同厂家的产品可以互操作,这样就可以在一个企业中由用户根据产品的性能、价格选用不同厂商的产品,集成在一起,从而使用户对不同厂家工控产品有更多的选择余地。避免了传统控制系统中必须选用同一厂家的产品限制,促进了有效的

竞争,降低了控制系统的成本。

智能化与自治性。现场总线设备能处理各种参数、运行状态信息及故障信息,具有很高的智能,能在部件甚至网络故障的情况下独立工作,大大提高了整个控制系统的可靠性和容错能力。

彻底的分散性。彻底的分散性意味着系统具有较高的可靠性和灵活性,系统很容易进行重组和扩建,且易于维护。

低成本。衡量一套控制系统的总体成本,不仅要考虑其造价,而且应该考察系统从安装调试到运行维护整个生命周期内的总投入。相对 DCS 而言,FCS 开放的体系结构和 OEM 技术将大大缩短开发周期,降低开发成本,且彻底分散的分布式结构将 1 对 1 模拟信号传输方式变为 1 对 N 的数字信号传输方式,节省了模拟信号传输过程中大量的 A/D、D/A 转换装置、布线安装成本和维护费用。因此从总体上来看,FCS 的成本大大低于 DCS 的成本。

可以说,它的出现将使传统的自动控制系统产生划时代的变革,这场变革的深度和广度将超过历史上任何一次变革,必将开创自动控制的新纪元。

1.2.4 现场总线系统 FCS 与集散控制系统 DCS 的比较

FCS 是在 DCS 的基础上发展起来的,FCS 顺应了自动控制系统的发展潮流,它必将替代 DCS。这已是业内人士的基本共识。然而,任何新事物的发生、发展都是在对旧事物的扬弃中进行的,FCS 与 DCS 的关系必然也不例外。FCS 代表潮流与发展方向,而 DCS 则代表传统与成熟,也是独具优势的事物。特别是现阶段,FCS 尚没有统一的国际标准而呈群雄逐鹿之势,DCS 则以其成熟的发展,完备的功能及广泛的应用而占据着一个尚不可完全替代的地位。笔者认为,现场总线控制系统 FCS 应该与集散式控制系统 DCS 相互兼容:

首先以工程成本与效益看,现场总线的根本优势是良好的互操作性;结构简单,从而布线费用低;控制功能分散,灵活可靠,以及现场信息丰富。然而这些优势是建立在 FCS 系统初装的前提下,倘若企业建立有完善的 DCS,现在要向 FCS 过渡,则必须仔细考虑现有投资对已有投资的回报率。充分利用已有的 DCS 设施,现有 DCS 的布线以及成熟的 DCS 控制管理方式来实现 FCS 是我们应选之途。虽然现场总线对已有的数字现场协议有优势可言,但向其过渡的代价与风险是必须分析清楚的。

再者,从技术的继承及控制手段上,也要求 FCS 与 DCS 应相互兼容。FCS 实现控制功能下移至现场层,使 DCS 的多层网络被扁平化,各个现场设备节点的独立功能得以加强,因此,在 FCS 中有必要增加和完善现场子层设备间的数据通信功能。由于历史的原因,DCS 通常拥有大型控制柜用以协调各个设备,同时更强调层与层的数据传输。可见,两种控制在策略上各具优势。DCS 适用于较慢的数据传输速率;FCS 则更适用于较快的数据传输速率,以及更灵活的处理数据。然而,当数据量超过一定值过于偏大时,如果同层的设备过于独立,则很容易导致数据网络的堵塞。要解决这个问题,拟设立一个适当的监控层用以协调相互通信的设备,必然是有益的,DCS 就能轻松地胜任这一工作。可见,为使 FCS 的控制方式和手段完善化,是有必要借鉴 DCS 的一些控制思想的。

要把握新世纪工业过程控制的发展趋势,无论在学术研究或是工程应用方面都有必要使 FCS 综合与继承 DCS 的成熟控制策略;与此同时,DCS 的发展也应追寻 FCS 控制策略的新思想,使其具有新的生命力。DCS 应能动地将底层控制权交付给 FCS 系统,将较高层的系统协调管理功能发扬光大,完成对新时代、新形势的工业控制系统的智能设备集成。

1.3 计算机工业控制系统特点

工业控制系统在没有使用计算机之前就已经有比较成熟的理论,它包括古典自动控制理论和现代的多变量时变系统理论,应用的具体调节器都是相对连续控制系统;计算机的到来使连续控制系统向数字控制系统大规模的转化,数字系统便于处理、传输、保存、分析等特点逐渐突显出来,它可将工业生产的过程控制与管理调度相结合,从而使工业自动化在就地控制、集中控制的基础上,进一步向综合自动化方向发展。

1.3.1 计算机工业控制系统的结构特点

1. 管理与控制分开

计算机工业控制系统分工明确,它把人机显示、管理决策、生产调度、人事工资等信息放在上位机上;把控制执行、数据采集放在现场下位机上,以增加实时性、可靠性。上、下位机通过数字通信进行联络,达到集中显示、分散控制的目的。

2. 数字化

常规的连续系统中均使用模拟部件,而计算机控制系统中除测量装置和执行机构等常用模拟部件外,均已数字化,如上位机、通信、下位机等。随着科学技术的发展,已有很多测量传感器、执行机构都已数字化,如智能传感器、步进电机、数字控制阀等。所以可以认为计算机控制系统就是数字控制系统。

3. 数字通信

由于上、下位机均为计算机,所以可以发挥计算机通信优势,实现系统化、网络化、远程数据传输、数据共享、数据存储等。

1.3.2 计算机工业控制系统的测量、控制算法数字化

1. 测量算法数字化

为了减小计算机控制系统的测量误差、信号干扰,测量算法一般在下位机内实现或在上位机实现后下传到下位机内。由于计算机测量系统全数字化,所以传统的滤波原理直接转化为数字滤波即可。实践证明这对于提高测量精度,控制误差有重要意义,且又不增加测量成本,只是进行软件编程即可,并可进行优化设计等。

2. 控制算法数字化

为了增加计算机控制系统的实时性、可靠性,控制算法一般在下位机内实现或在上位机实现后下传到下位机内。在连续控制系统中,PID控制算法是应用最广泛、技术最成熟的控制规律。由于计算机控制系统全数字化,所以传统的模拟算法要离散化,即按照模拟的如PID算法等,先设计出连续的控制算法规律,再将其离散化,转换成差分方程,最后编程实现。这种方法的缺点是只有当采样周期很短时,才能达到原设计的连续系统的性能指标。

而现在有一种全数字化的直接设计法,是一种基于线性离散系统理论直接设计的数字控制器算法。但存在的问题是其忽略了两采样点之间系统的动态过程,可能导致在各采样点系统能满足性能指标要求,而实际系统的I/O特性很差。

所以,为了克服以上缺点,国际上流行的一种方法是既用直接设计法,又考虑两采样点之间的动态过程,对系统进行优化设计,反映真实的物理过程。更重要的是这些控制算法只是软

件编程,不增加控制成本,而且可以在线修改,使系统具有很大灵活性和适应性。

1.3.3 计算机工业控制系统的多路分时测量控制

在连续控制系统中,一般是一个控制器控制一个回路,而在计算机控制系统中,由于计算机具有高速的运算能力,一个控制器通常可以采用分时的控制方式,同时控制多个回路。通常它利用巡检的方式实现多路采集和控制。大大降低了系统成本,提高了系统的性价比和可靠性。

1.4 典型计算机工业控制系统简介

计算机控制分为三大系统,即直接控制、集散控制和现场总线控制,直接控制较典型的例子是 PLC 可编程控制。下面就这三个方面分别举例说明。

1.4.1 PLC 可编程控制系统

PLC 控制系统是计算机工业控制系统中的一种,它以开、关量控制为主且具有设计周期短、系统构成简单、可靠性高、易于实现、对技术人员要求低等特点。我们以图 1-6 所示的 PLC 控制系统进行简要说明,其中图 1-6(a)是三相异步电动机启、停控制的继电器控制原理图。图 1-6(b)利用 PLC 实现电动机启、停控制,启动按钮 SB1、停止按钮 SB2 和热继电器触点 FR 是 PLC 的输入设备,接触器 KM 的线圈是 PLC 的输出设备。其中虚线内是 PLC 设备,内部是梯形图程序,由用户编写的;还有外部输入、输出设备等。梯形图软件与继电器硬件结构差不多,硬件是直接连接的。PLC 工作方式是扫描而不是中断,所以响应速度在 ms 级,不适合于 200 MHz 以上的频域信号。

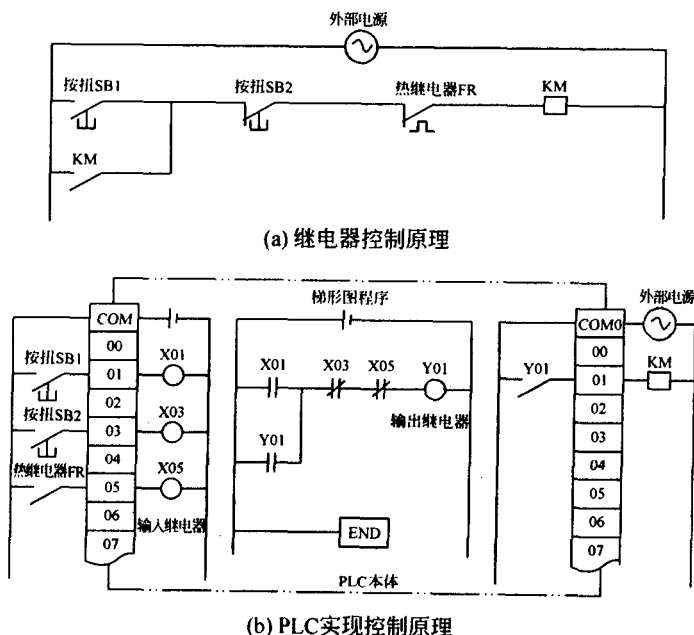


图 1-6 电动机启停控制原理