

GONGKONGJI JI ZUTAI KONGZHI JISHU
YUANLI YU YINGYONG

工控机及组态控制技术 原理与应用

(第二版)

薛迎成 何坚强 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

GONGKONGJI JI ZUTAI KONGZHI JISHU
YUANLI YU YINGYONG

工控机及组态控制技术 原理与应用

(第二版)

薛迎成 何坚强 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

前言

工控机(Industrial Personal Computer, IPC)即工业控制计算机,是一种采用总线结构,对生产过程及机电设备、工艺装备进行检测与控制的工具总称。工控机具有重要的计算机属性和特征,如具有计算机 CPU、硬盘、内存、外设及接口,并有操作系统、控制网络和协议、计算能力、友好的人机界面等。

自 1983 年工业控制计算机被列入国家计算机系列型普及发展规划以来,我国工控机事业获得了迅速发展,在工业控制机开发和产业化的推广与应用方面也取得了长足进步,许多工控技术产品已经成熟,在各领域获得成功应用,有的也可以与国外或境外产品竞争,特别是在 DCS、IPC 以及某些嵌入式控制装置方面硕果累累。

目前国内的工控机供应渠道主要来源于中国台湾及内地的厂商,国外的产品(例如 RADISYS、ROCKWELL、INTEL 等)经过几年的市场拼杀后,由于成本高、价格高、服务难,现已完全退出国内市场。目前,国内的 IT 业研发、加工技术力量不断提升;各类芯片和各类器件、生产设备在国际市场基本可平等选购;软件资源的可移植性可节省大量的人力、物力。在这些有利条件下,国内一些厂商抓住机会快速崛起,利用本土综合竞争优势逐步将国外品牌挤出国内工控市场。某些企业以每年超过 100% 的资产增长速度,鼎立于国内的工控市场,而且已成功打入国际工控市场。

工控行业的产品和技术非常特殊,属于中间产品,是为其他各行业提供可靠、嵌入式、智能化的工业计算机。随着社会信息的不断深入,关键性行业的关键任务将越来越多地依靠工控机,而以 IPC 为基础的低成本工业控制自动化正在成为主流,本土工控机厂商所受到的重视程度也越来越高。随着电力、冶金、石化、环保、交通、建筑等行业的迅速发展,从数字家庭用的机顶盒、数字电视,到银行柜员机、高速公路收费系统、加油站管理、制造业生产线控制,金融、政府、国防等行业信息化需求不断增加,对工控机的需求很大,工控机市场发展前景十分广阔。

目前,介绍工业机及系统的书较少,而介绍工业机及系统硬件和软件具体应用的书更少,因此,在 2007 年,作者根据多年来工业机硬、软件使用的体会,编写了本书第一版,希望给读者有所帮助,由于该书涉及面十分广泛,限于当时作者能力和篇幅,只能将主要的部分作一介绍。

本书第二版在第一版的基础上作了一些调整,增加了具体应用例子,如第十九章组态王在洋河污水处理厂集散控制系统中的应用,对第十六章 OPC 在组态软件中的应用补充了一些内容,对第十四章也补充了第八节、第九节。这些例子都比较实用,针对实际项目讲解,针对性强,易于引起读者的兴趣。

本书第二版保留了第一版的以下特点:

(1) 注重实用性。做到理论知识够用为度。

(2) 注重学生技能训练。

(3) 注重内容的实用性、先进性。

本书第十章、第十一章由何坚强编写，在编写过程中得到了北京亚控科技发展有限公司、研华科技（中国）有限公司等单位的大力支持。商志根参加了本书的部分编写和校对工作，邓锋、崔旭兰、薛文菁、王柏、张领等人参加了本书大量文稿的整理工作，在此表示感谢。

由于作者水平有限，书中还有许多不完善之处，希望各位同仁、专家多提宝贵意见。读者若有问题和建议，欢迎通过电子邮件 `xyc_xyc_xyc@sohu.com` 提出。

作 者

2010 年 8 月

第一版前言

随着现代科学技术的迅猛发展,工厂自动化的规模越来越大,要求控制技术水平也愈来愈高,原来常规模拟式的仪表控制方式已满足不了先进控制水平的需求。在这种情况下,工业控制计算机及其系统伴随着这种需求而日新月异地发展。可以说,所有先进的工厂无不装备工业控制计算机,并以它作为控制和管理的主要工具。

我国工业控制计算机从20世纪60年代初开始,经历了近40年的历史,从晶体管工业控制计算机到中小规模集成电路工业控制计算机,以及今天的大规模集成电路工业控制计算机,经历了三代的变化,体积越来越小,功能越来越强。

20世纪60年代初期的工业控制计算机并没有统一的标准,软件编程也是很原始的机器指令编程方式。20世纪80年代,工业控制计算机的发展跃进了一大步,无论从硬件还是从软件方面都有了较大的发展,出现了STD总线工业控制计算机、VME总线工业控制计算机等,出现了工业控制组态软件包,用户可自己组态,组成自己的控制系统。

到了20世纪90年代出现了PC总线工业控制计算机,而且来势凶猛,占据了很大的市场。从硬件来说,主机从Intel 80486到Pentium工控机,又发展到Pentium 4工控机。总线从PC总线(ISA总线)发展到ISA+PCI总线,现在又出现了PCI总线工控机,称为Compact PCI。

从工业控制软件来说,大型监控软件包逐渐成熟,国际上流行的有Genesis监控软件包、FIX大型监控软件包、Paragon监控软件包、Intouch监控软件包和国产组态软件King-View、MCGS、ForceControl等,其支持的操作系统平台也从DOS发展成Windows 95、Windows XP。

从工业控制通信网络来说,由原来的不标准的通信方式发展成符合国际标准的工业控制实时通信网络,特别在现场控制层的通信方式方面发生了更大的变化,由原来的RS-232、RS-422、RS-485串行通信总线发展成现场总线通信方式,主要类型有CAN、LonWorks、Profibus、Interbus和FF等,近来又有直接采用以太网为现场总线的系统。

总之,工业控制计算机及系统包含了工业自动化技术、计算机技术、软件技术、网络通信技术和系统集成技术于一体的现代科学技术,涉及的面十分广泛。正因为如此,编写本书具有相当大的难度。限于作者能力和篇幅,只能将主要的部分作一个简单介绍。

本书在编写中主要突出以下特点:

(1) 注重实用性。做到理论知识够用为度,充实教学和实际应用知识的内容。教材中所有讲述都针对实际项目,针对性强,易于引起学生的兴趣。

(2) 注重技能训练。本书的编排与一般教材不同,理论和项目穿插进行,学生在练习中学习,充分体现了应用教育的特色。

(3) 注重内容的实用性、先进性。组态控制技术作为计算机控制技术发展的产物,其先进

性和实用性已为广大技术人员认可。本书选择了当前应用较为普遍的 KingView、WinCC 组态软件，通过对这些软件的学习，使学生掌握一般组态控制技术和组态软件的使用方法。在设计实验时，提供了开关量设计、模拟量设计、简单系统设计和分布式系统设计；硬件选用上，既有 I/O 板卡、PLC，又有 I/O 模块，内容丰富，基本反映了组态控制技术的几个不同方面。

(4) 结构安排合理，便于组织教学。教材在内容上由浅入深，分为快速入门、简单设计、深入学习、实际设计 4 个部分。经过快速入门部分，学生可以进行简单的系统设计了。也可按照快速入门→简单设计→深入学习→实际设计几个环节进行组织。此外，不同专业的学生可根据情况在题目中选择其中的若干个部分进行学习。

本书第十章、第十一章由何坚强编写，在编写过程中得到了北京亚控科技发展有限公司、研华科技有限公司等单位的大力支持。何坚强、商志根参加了书的部分编写和校对工作，邓锋同学参加了本书大量文稿的整理工作，在此一并表示感谢。

限于作者水平，书中还有许多不完善之处，希望各位同仁、专家多提宝贵意见。

作 者

2006 年 12 月

目 录



前言

第一版前言

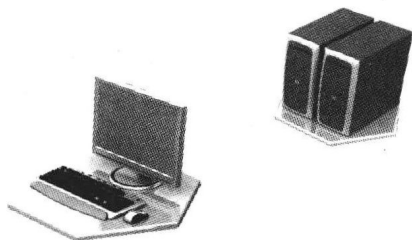
第一章 工控机概述	1
第一节 工控机的特点	1
第二节 工控机及系统的分类与组成	3
第三节 工控机及系统的应用与发展	5
思考题	9
第二章 典型 PC 总线工控机组成及工控机的选配	10
第一节 典型 PC 总线工控机组成	10
第二节 工控机的选配	13
第三节 可编程自动化控制器	17
思考题	24
第三章 工控机总线技术	25
第一节 计算机总线技术基础知识	25
第二节 工控机总线	27
思考题	33
第四章 工控机 I/O 板卡基础	34
第一节 数据采集与控制卡的基本任务	34
第二节 I/O 信号的种类与接线方式	35
第三节 数据采集板卡选择参数与 I/O 接口模板名词浅释	40
思考题	42
第五章 板卡的安装与测试	44
第一节 板卡的安装	44
第二节 板卡的测试	48
思考题	54
第六章 基于 PC 的数据采集控制系统的产品	55
第一节 数据采集控制系统组成与功能	55
第二节 插入式数据采集控制卡的用途与种类	56
第三节 研华 PCL724 数字量 I/O 卡	57
第四节 研华 ISA 总线 PCL818L 多功能卡	58
第五节 研华模拟量输出全长卡 PCL726	62

第六节	中泰 PC6508 光隔离脉冲计数接口卡	63
第七节	远程数据采集和控制模块 ADAM4000	67
思考题		69
第七章	信号调理	70
第一节	信号处理原理和方法	70
第二节	研华 PCLD8115 (PCLD8710) 信号调理端子板	72
第三节	中泰 PS003 接线端子板	73
第四节	中泰 PS011 热电阻信号调理板	75
思考题		78
第八章	数据采集控制卡的控制方法与编程	79
第一节	数据采集控制卡编程的基本知识	79
第二节	数据采集控制卡硬件 I/O 控制原理	81
第三节	研华采集卡驱动程序及编程使用说明	82
思考题		85
第九章	工业控制系统通信技术	86
第一节	概述	86
第二节	数字信号传输与通信系统原理	87
第三节	计算机串行通信分类	89
第四节	RS-232C 串行通信接口标准	91
第五节	RS-422 与 RS-485 串行通信接口标准	95
第六节	USB 通用串行接口标准	99
思考题		102
第十章	现场总线技术和工业以太网	103
第一节	现场总线的概念和特点	103
第二节	FCS 对工业控制系统发展的影响	104
第三节	Profibus 现场总线及应用实例	106
第四节	DeviceNet 现场总线及应用实例	107
第五节	LonWorks 现场总线及应用实例	109
第六节	CAN 现场总线及应用实例	110
第七节	CC-Link 现场总线及应用实例	111
第八节	FF 现场总线及应用实例	113
第九节	Modbus 现场总线及应用实例	114
第十节	基于工业 Ethernet 的控制系统	115
思考题		118
第十一章	集散控制系统	119
第一节	集散控制系统概述	119
第二节	集散控制系统的软/硬件结构	120
第三节	DCS 系统选型	123

思考题	124
第十二章 工业控制软件系统	125
第一节 工控软件系统的主要特性	125
第二节 组态软件的功能和特点	125
第三节 工业监控组态软件的产生及发展	127
第四节 几种知名组态软件的概述	128
思考题	129
第十三章 通过工程转向架喷烤漆房系统学习组态王软件	130
第一节 了解组态王	130
第二节 建立转向架喷烤漆房监控系统的一般过程	130
第三节 定义转向架喷烤漆房监控系统外部设备和数据库	132
第四节 开始主界面制作	135
第五节 管理员登录界面制作	137
第六节 系统状态参数界面制作	137
第七节 帮助界面制作	141
第八节 历史报警界面制作	142
第九节 实时报警界面制作	145
第十节 烤漆时间到提示界面制作	148
第十一节 喷烤漆工艺流程界面制作	149
第十二节 系统访问权限和运行参数的设置	154
思考题	156
第十四章 组态王与常用硬件设备的通信	157
第一节 组态王的设备管理	157
第二节 组态王与三菱 Q01 PLC 通信	160
第三节 组态王与两台三菱 FX2N 通过 FX2-485 协议通信	163
第四节 组态王与 ORMON CJ01 PLC 通信	165
第五节 组态王与研华 PCL818L 板卡通信	167
第六节 组态王与研华 PCL726 板卡通信	169
第七节 组态王与上润仪表通信	170
第八节 组态王与 S7-300 PLC 设备的连接	172
第九节 S7-300 PLC 模拟量在组态王中的读取	176
思考题	179
第十五章 通过工程汽车变速箱涂装生产线系统学习 WinCC	181
第一节 了解 WinCC	181
第二节 创建东风汽车变速箱涂装生产线项目和 WinCC 变量标签	183
第三节 开始界面的制作	190
第四节 前处理系统界面的制作	197
第五节 实时和历史报警的实现	204

思考题	214
第十六章 组态软件和 PLC 通过 OPC 通信	215
第一节 OPC 的优越性	215
第二节 OPC 的基本结构	216
第三节 组态王 OPC 通信实例	218
第四节 iFIX 通过 Simatic NET OPC Server 与 S7 - 300 PLC 的通信	223
第五节 iFIX 通过第三方 OPC 服务器与 Modicon PLC 通信	225
第六节 S7 - 200 PLC 通过 OPC 与 WinCC、iFIX 的通信	227
第七节 Intouch 通过第三方 OPC 服务器与 PLC 通信	234
第八节 iFIX 通过第三方 OPC 服务器与 S7 - 300 PLC 的通信	237
第九节 WinCC 通过 RSLinx OPC 与罗克韦尔 PLC 通信	245
思考题	253
第十七章 工控机人机界面设计	254
第一节 对界面监控平台的基本要求	254
第二节 人机界面设计原则	255
第三节 人机界面设计方法	256
思考题	259
第十八章 工控机系统的设计	260
第一节 工控机系统的设计过程	260
第二节 计算机测控系统的功能规范	262
第三节 计算机测控系统的性能规范	263
第四节 构建数据采集控制系统的步骤	264
思考题	265
第十九章 组态王在洋河污水处理厂集散控制系统中的应用	266
第一节 中央控制室 CRT 显示及控制功能	266
第二节 建立洋河污水处理厂监控组态程序的步骤	268
第三节 定义洋河污水处理厂监控系统外部设备和数据库	269
第四节 开始主画面制作	278
第五节 工艺流程图画面制作	280
第六节 格栅控制画面制作	287
第七节 刮泥机回流泵控制画面制作	290
第八节 提升泵闸门控制画面制作	292
第九节 报表画面制作	294
第十节 报警画面制作	301
第十一节 帮助画面制作	307
附录 工控机及组态实验	310
参考文献	322

第一章



工控机概述

第一节 工控机的特点

一、工业控制计算机的概念

工业控制计算机（Industrial Personal Computer, IPC）是指对工业生产过程及其机电设备、工艺装备进行测量与控制用的计算机，简称工控机，也称产业电脑、工业计算机、产业计算机。工控机通俗地说就是专门为工业现场而设计的计算机。

工业控制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、控制和管理的计算机统称为工业控制计算机，包括计算机和过程输入/输出通道两部分。但今天工业控制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，工业控制计算机是应用在国民经济发展和国防建设的各个领域、具有恶劣环境适应能力、能长期稳定工作的加固的增强型个人计算机（PC），因此也简称工控机。

工控机之所以大受欢迎，其根本原因在于 PC 的开放性。其硬件和软件资源极其丰富，并且为工程技术人员和广大用户所熟悉。基于 PC 的（包括嵌入式 PC）控制系统，正以 20% 以上的速率增长，并且已经成为 DCS、PLC 未来发展的参照物。

二、工控机的特点

工控机是一种加固的增强型个人计算机，它可以作为一个工业控制器在工业环境中可靠运行。早在 20 世纪 80 年代初期，美国 AD 公司就推出了类似工控机的 MAC150 工控机，随后美国 IBM 公司正式推出工业个人计算机 IBM7532。由于工控机的性能可靠、软件丰富、价格低廉，在控制系统中异军突起，后来居上，应用日趋广泛。目前，工控机已被广泛应用于通信、工业控制现场、路桥收费、医疗、环保及人们生活的方方面面。

工控机是根据工业生产的特点和要求而设计的电子计算机，它应用于工业生产中，实现各种控制目的、生产过程和调度管理自动化，以达到优质、实时、高效、低耗、安全、可靠，减轻劳动强度、改善工作环境的目的。它是自动化仪表的重要分支，也是电子计算机的重要分支。它主要用于工业过程测量、控制、数据采集等工作。而工业现场一般具有强烈振动、灰尘多、电磁场力干扰强等特点，且一般工厂均是连续作业，即一年中一般没有休息。因此，工控机与普通计算机相比具有以下特点：

(1) 可靠性高。工控机通常用于控制不间断的生产过程, 在运行期间不允许停机检修, 一旦发生故障将会导致质量事故, 甚至生产事故。因此要求工控机具有很高的可靠性, 也就是说要有许多提高安全可靠性的措施, 以确保平均无故障工作时间 (MTBF) 达到几万小时, 同时尽量缩短故障修复时间 (MTTR), 以达到很高的运行效率。

(2) 实时性好。工控机对生产过程进行实时控制与监测, 因此要求它必须实时地响应控制对象各种参数的变化。当过程参数出现偏差或故障时, 工控机能及时响应, 并能实时地进行报警和处理。

(3) 环境适应性强。工业现场环境恶劣, 电磁干扰严重, 供电系统也常受大负荷设备启停的干扰, 其接“地”系统复杂, 共模及串模干扰大。因此要求工控机具有很强的环境适应能力, 如对温度、湿度变化范围要求高; 要有防尘、防腐蚀、防振动冲击的能力; 要具有较好的电磁兼容性和高抗干扰能力以及高共模抑制的能力。

(4) 过程输入/输出配套较好。工控机要具有丰富的多种功能的过程输入/输出配套模板, 如模拟量、开关量、脉冲量、频率量等输入/输出模板。具有多种类型的信号调理功能, 如隔离型和非隔离型信号调理; 各类热电偶、热电阻信号输入调理, 电压和电流信号输入/输出信号的调理等。

(5) 系统扩展性好。随着工厂自动化水平的提高, 控制规模也在不断扩大, 因此要求工控机具有灵活的扩展性。

(6) 系统开放性。要求工控机具有开放性体系结构, 也就是说在主机接口、网络通信、软件兼容及升级等方面遵守开放性原则, 以便于系统扩展、异机种连接、软件的可移植和互换。

(7) 控制软件包功能强。工控软件包要具备人机交互方便、界面丰富、实时性好等性能; 具有系统组态和系统生成功能; 具有实时及历史的趋势记录与显示功能; 具有实时报警及事故追忆等功能。此外尚须具有丰富的控制算法, 除了常规 PID (比例、积分、微分) 控制算法外, 还应具有一些高级控制算法, 如模糊控制、神经网络、优化、自适应、自整定等算法, 并具有在线自诊断功能。目前一个优秀的控制软件包往往将连续控制功能与断续控制功能相结合。

(8) 系统通信功能强。具有串行通信、网络通信功能。由于实时性要求高, 因此要求工控机通信网络速度高, 并且符合国际标准通信协议, 如 IEEE 802.4、IEEE 802.3 协议等。有了强有力的通信功能, 工控机可构成更大的控制系统, 如 DCS (Distributed Control System, 集散控制系统)、CIMS (Computer Integrated Manufacturing System, 计算机集成制造系统) 等。

(9) 后备措施齐全。包括供电后备、存储器信息保护、手动/自动操作后备、紧急事件切换装置等。

(10) 具有冗余性。在可靠性要求更高的场合, 要有双机工作及冗余系统, 包括控制站、双操作站、双网通信、双供电系统、双电源等; 具有双机切换功能、双机监视软件等, 以确保系统长期不间断地运行。

(11) 系统能监测和自复位。如今, 看门狗电路已成为工业 PC 设计不可缺少的一部分。它能在系统出现故障时迅速报警, 并在无人干预的情况下, 使系统自动恢复运行。

(12) 软硬件兼容性。能同时利用 ISA 与 PCI 及 PICMG 资源, 并支持各种操作系统, 多种编程语言, 多任务操作系统, 充分利用商用 PC 所积累的软、硬件资源。

第二节 工控机及系统的分类与组成

一、工控机的分类

1. 工控机主机分类

按照所采用的总线标准类型可将工控机分成下列 4 类:

(1) PC 总线工控机。有 ISA 总线、VESA 局部总线 (VL-BUS)、PCI 总线、PCI04 总线等几种类型工控机, 主机 CPU 类型有 80386、80486、Pentium 等。

(2) STD 总线工控机。它采用 STD 总线, 主机 CPU 类型有 Intel80386、Intel80486 等, 另外与 STD 总线相类似的还有 STE 总线工控机。

(3) VME 总线工控机。它采用 VME 总线, 主机 CPU 类型以 Motorola M68000, M68020 和 M68030 为主。

(4) 多总线工控机。它采用 MultiBus 总线, 主机 CPU 类型有 Intel80386、Intel80486 和 Pentium 等。

2. 典型的工控机组成

(1) 加固型工业机箱。由于工控机应用于工业环境, 因此机箱必须采取一系列加固措施, 以达到防震、防冲击、防尘, 适应宽的温度和湿度范围。机箱内具有正的空气压力和良好的屏蔽。

(2) 工业电源。具有抗干扰能力强的电源, 有防冲击、过电压、过电流保护, 达到电磁兼容性标准。

(3) 主板。工控机核心部件是主板, 其所采用的元器件满足工业环境, 并且是一体化 (ALL-IN-ONE) 主板, 以易于更换。工控机采用标准总线, 如 ISA 总线、PCI 总线等。

(4) 显示卡。要求具有 SVGA 以上。

(5) 软驱。一般工控机的软驱有 5.2in 和 3.5in 两种类型, 还可外加一个光驱。

(6) 硬盘。目前工控机的硬盘容量可达 160GB 以上。

(7) 各类输入/输出接口模板。

(8) 彩色显示器尺寸为 17in 或 21in。

(9) 键盘一般采用 101 标准键盘和触摸式键盘。

(10) 鼠标为机械式或光电式。

(11) 打印机用于制表打印。

二、典型工控机及系统的组成

1. 工控机系统的基本分类

按应用分类, 工控机系统可分 5 大类: 工业控制功能模板、模块系列 (即单板机、单片机控制); 集中型工控机系列; 分散型工控机系统; 可编程控制器及数控装置; 工业自动测试系统等。

按系统构成本身分类, 工控机系统可分单机型和多机型。多机型又分集中型和分散型。

工控机系统按结构层次可划分为:直接数字控制(Direct Digital Control, DDC)系统、监督控制(Supervisory Computer Control, SCC)系统、集散型控制系统(DCS)、递阶控制系统(Hierarchical Control System, HCS)和现场总线控制系统(Fieldbus Control System, FCS)等几种,其中DCS是融DDC系统、SCC系统及整个工厂的生产管理为一体的高级控制系统,该系统克服了其他控制系统中存在的“危险集中”问题,具有较高的可靠性和实用性。但是,为了进一步适合现场的需要,DCS也在不断更新换代。近年来,集计算机、通信、控制3种技术为一体的第5代过程控制体系结构,即现场总线控制系统,成为国内外计算机过程控制系统一个重要的发展方向。

2. 典型的工控机系统构成

(1) 典型的工业自动化系统的三层网络结构。典型工业控制自动化主要包含3个层次,从下往上依次是基础自动化、过程自动化和管理自动化,其核心部分是基础自动化和过程自动化。传统的自动化系统,基础自动化部分基本被PLC和DCS所垄断,过程自动化和管理自动化部分主要是由小型机组成。

图1-1所示是一个典型的工业自动化系统的三层网络结构,其低层是以现场总线将智能测试、控制设备以及工控机或者PLC设备的远程I/O点连接在一起的设备层,中间是将

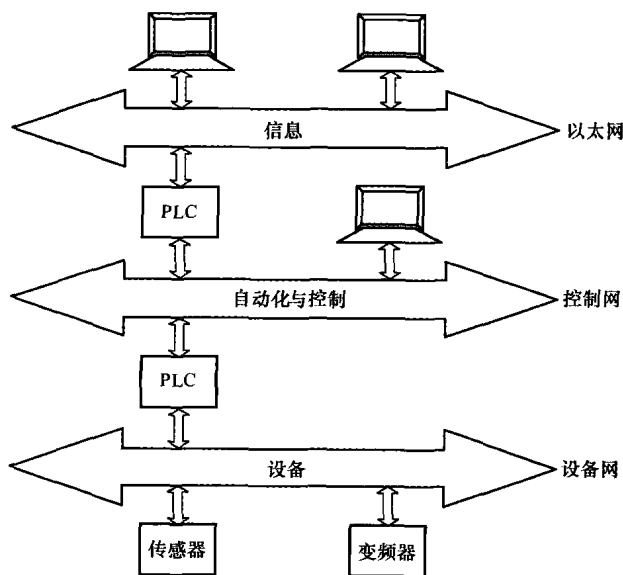


图 1-1 工业自动化系统的三层网络结构示意图

PLC、工控机以及操作员界面连接在一起的控制层网络,而上层的以太网以PC或工作站为主完成管理和信息服务任务。三级网络各司其职,描述了工业自动化的典型结构。

在IPC的基础上通过如上三级网络设备构建连接工厂生产过程控制到企业ERP系统。企业管理层可以通过网络直接接受工厂端反馈的生产过程控制信息,而工厂控制端也可以直接接受来自管理层的信息指导,工业生产过程就可以变得透明,使不同职能部门可以通过网络实现有机结合。这样就使得企业管控一体化、工业企业信息化、基于网络自动化的目标得以实现。

(2) 典型的工控机系统由下列几部分构成:

- 1) 工控机主机。包括主板、显卡、无源多槽ISA/PCI底板、电源、机箱等。
- 2) 输入接口模板。包括模拟量输入、开关量输入、频率量输入等。
- 3) 输出接口模板。包括模拟量输出、开关量输出、脉冲量输出等。
- 4) 通信接口模板。它包括串行通信接口模板(RS-232、RS-422、RS-485等)与网络通信模板(ARCNET网板或Ethernet网板),还需配现场总线通信板等。

5) 信号调理单元。这是工控机很重要的一部分,信号调理单元对工业现场各类输入信号进行预处理,包括对输入信号的隔离、放大、多路转换、统一信号电平处理,对输出信

号进行隔离、驱动、电压转换等。该单元由各类信号调理模块或模板构成,安装在信号调理机箱中,该机箱具有单独的供电电源。信号调理单元的输出连接到主机相应的输入模板上,主机输出接口模板的输出连接到信号调理单元输出调理模块或模板上。一般信号调理模块本身均带有与现场连接的接线端子,现场输入/输出信号可直接连接到信号调理模块的端子上。

6) 远程采集模块。近几年发展了各类数字式智能远程采集模块。该模块体积小、功能强,可直接安装在现场一次变送器处,将现场信号直接就地处理,然后通过现场总线 Fieldbus 与工控机通信连接。目前采用较好的现场总线类型有 CAN 总线、LonWorks 总线、Profibus、CC-Link 总线以及 RS-485 串行通信总线等。

7) 工控软件包。它支持数据采集、控制、监视、画面显示、趋势显示、报表、报警、通信等功能。工控机必须具有相应功能的控制软件才能工作。这些控制软件有的是以 Ms-DOS 操作系统为平台,有的是以 Windows 操作系统为平台,有的是以实时多任务操作系统为平台,选用时应依实际控制需求而定。典型的工控机系统构成原理框图如图 1-2 所示。

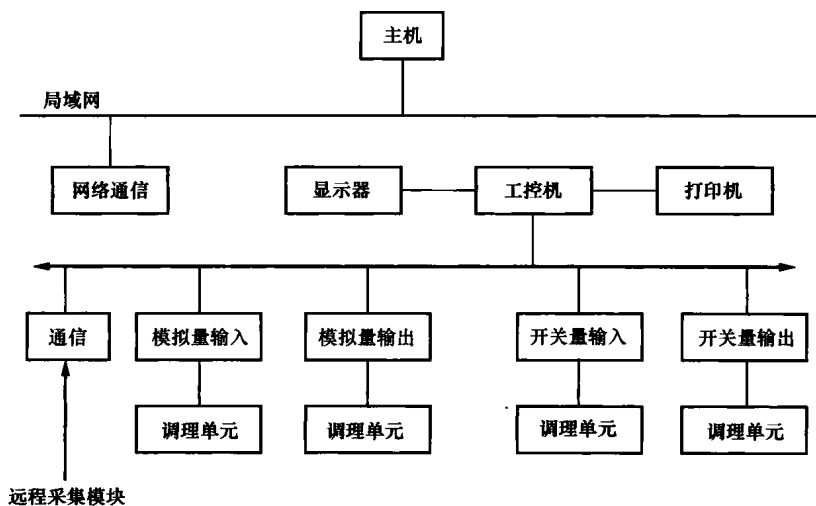


图 1-2 工控机系统构成原理框图

第三节 工控机及系统的应用与发展

自 20 世纪 90 年代初进军工业自动化领域以来,工控机正以势不可挡的速度进入各领域,获得广泛的应用。众多工控机生产厂家更是不断推陈出新,使工控市场越来越活跃。

1. 国内工控机应用领域

作为一种具备特殊性能的计算机,工控机能够在苛刻的外界环境下连续长时间地稳定运行,产生于传统工业中过程控制与制造自动化对计算机高适应性和高可靠性的特殊需求。最初,工控机主要应用于专业的工业控制现场领域。由于工控机具有抗恶劣环境、结构扩展性能好、电压适用范围宽、各种 I/O 设备配套齐全以及它对普通 PC 软件的完全兼容性等诸多优点,使得它的应用广泛性要远远高于普通 PC。

系统集成商可以根据需要,从市场上选择符合功能要求的系统平台和一定数量的 I/O

模板,组成应用系统。操作系统可以选择 Windows、VxWorks、QNX、Linux 以及其他的操作系统。在此基础上,基于组态软件,编制面向对象的应用程序。这样可以在很短的时间内完成一个典型应用系统的开发,达到产品起点高、开发时间短、投放市场快、见效快的目标。从开始选型,到最后调试完成,一般系统集成时间在 1~3 个月就可以完成。如果完全自主开发,一般至少需要一年以上的的时间。例如,对电子制造业的许多用户来说,如果能组建一个既符合现有功能需求又具有未来扩展性的测试系统是最理想和经济的。一般而言,电子制造测试系统的结构可分成几个部分:第一部分为硬件结构,包含系统平台(3U 或 6U)、系统控制器(外接式桌面机需搭配 PCI/PXI 延伸套件以与 PXI 系统机箱或嵌入式 PXI 控制器连接)、测试仪器(独立式仪器或 PXI 仪器模块)及切换器。第二部分为软件驱动程序,包含可支持 LabVIEW、Visual Basic (以下简称 VB)、Visual C++ (以下简称 VC)、DAQBench、PnP 等的驱动程序。第三部分则为连接被测对象的测试工具。这样,一个典型的电子制造测试应用系统就组成了。

一方面国内工控机应用领域正在不断扩展,尤其最近几年,其应用更是突破了传统的过程控制、制造业自动化而向通信、电信、监控、金融、网络等许多新兴产业扩展,传统工业现场应用和过程控制应用所占比例已经下降,而通信、电信、电力、军事应用则飞速上升;同时 DVR、查询机、彩票机、综合仪表等工控机嵌入式应用正在迅速崛起,并占据了工控机应用市场越来越大的市场份额,同时也取代了部分通常由普通 PC 占领的市场领域。时至今日,IPC 已成为计算机应用的重要分支。

另一方面随着工业控制要求的不断提高,需要新一代工控机替代第一代和第二代工控机。例如,随着铁路多次提速,原来应用在车站计算机联锁系统、行车调度监督系统以及铁路红外热轴探测系统上的数千套第一代和第二代工控机已经不能满足要求,现在已经开始用新一代 Compact PCI 总线和 PXI 总线工控机替代;由于电力紧缺而正在加快建设的发电厂和电网系统,需要大量的新一代工控机产品来实现电力系统综合自动化;正在迅速发展的智能交通系统需要新一代工控机技术;纺织工业、制造业、食品加工、石油化工行业、车载信息系统等需要采用新一代工控机技术。海军舰载测控设备、陆军车载武器控制系统和指挥系统、新型的飞行模拟教练系统等需要高性能的新一代工控机;航空和航天器地面测控设备、雷达识别跟踪系统和电子对抗系统需要新一代工控机技术;核电站的核聚变低杂波数据采集与控制系统、大专院校的虚拟仪器教学实验系统、汽车功能测试性能测试系统、防洪数字化大坝在线监测系统等需要新一代工控机技术;下一代的网络设备、电信核心和边缘设备、数据通信设备、计算机电话集成(CTI)系统和增值服务业务需要 Compact PCI、PICMG2.16 及 ATCA 等新一代工控机技术。

各种迹象表明,工控机在国内将成为一个新的“黄金”产业,这不仅得益于国家大力倡导和扶持的“科技兴国”策略,更主要的是通过工控机的应用能提高最终产品的核心竞争力,提高企业的生产力和减轻劳动强度。这一快速发展期将持续至少十年以上,随着工控机技术的不断完善和普及,其外延应用的价值将同样是不可估量的。

2. 中国工控机技术的发展

改革开放以来,工控机为工业自动化、信息产业和国防建设的发展提供了一条低成本的自动化技术方案,促进了国民经济的发展。实践证明:可靠而廉价的工控机适合中国国情。

同时,工控机技术自身也得到了迅速发展。

自 1983 年工控机被列入国家计算机系列型普及发展规划以来,我国工控机事业获得了迅速发展,在工控机开发和产业化的推广与应用方面也取得了长足进步,许多工控技术产品已经成熟,在各领域获得成功应用,有的甚至可以与国外或境外产品竞争,特别是在 DCS、工控机以及某些嵌入式控制装置方面。

和利时、浙大中控、新华、威盛等国内公司的 DCS 系列产品,已经进入许多大型工程,甚至出口到国外。据化工行业统计,国产 DCS 已占有 50% 左右的市场份额。同时据了解,研祥等公司工控机产品的发展势头很强劲;盛博的嵌入式产品已经进入国际市场,成为西门子、阿尔斯通等欧洲公司的配套产品;航天测控公司的 VXI、PXI 产品已成为国防工业中的重点地面测控产品;康拓公司的新一代 Compact PCI 系列产品也已开发成功。

回顾历史,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 年代末和 90 年代初,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。STD 总线工控机是机笼式安装结构,具有标准化、开放式、模块化、组合化、尺寸小、成本低、PC 兼容等特点,并且设计、开发、调试简单,得到了当时急需用廉价而可靠的计算机来改造和提升传统产业的中小企业的广泛欢迎和采用,在中国工控机发展史上留下了辉煌的一页。PCDOS 软件的兼容性使 STD 总线得以发展,也由于运行 PC Windows 软件的局限性使 STD 总线被淘汰出局,取而代之的是与 PC 完全兼容的 PC 总线工控机。

工控机在中国的发展大致可以分为三个阶段:第一阶段是从 20 世纪 80 年代末到 20 世纪 90 年代初,这时市场上主要是国外品牌的昂贵产品。第二阶段是从 1991 年到 1996 年,中国台湾生产的价位适中的工控机开始大量进入大陆市场,这在很大程度上加速了工控机市场的发展,工控机的应用也从传统工业控制向数据通信、电信、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,大陆本土的工控机厂商开始进入该市场,促使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,工控机也随之发展成了中国第二代主流工控机技术。目前,中国工控机的大小品牌约有 15 个左右,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 总线技术逐渐被淘汰,PCI 总线技术开始在工控机中占主导地位,使工控机得以继续发展。但由于工控机的结构和“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适应性问题,工控机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 Compact PCI 总线工控机为核心的第三代工控机技术。

作为新一代主流工控机技术,Compact PCI 标准 1997 年发布之初就备受业界瞩目。相对于以往的 STD 和工控机,它具有开放性、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 和工控机之后的第三代工控机的技术标准。采用模块化的 Compact PCI 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、提升系统的整体性能。它具有在不关闭系统的情况下的即插即用功能,该功能的实现对高可用系统和容错系统非常重要。