

现代工业企业自动化丛书

PC总线工业控制系统精粹

凌 澄 主编
李寿成 审



清华大学出版社

现代工业企业自动化丛书

PC 总线工业控制系统精粹

凌 澄 主 编

李 寿 成 审

清 华 大 学 出 版 社

(京)新登字 158 号

JS156/10

内 容 提 要

PC 总线工业控制系统是 80 年代迅猛发展起来的一种重要工业控制类产品,现已成为我国工业控制领域的主流产品。本书系统介绍了 PC 总线工控产品的发展与应用,分类介绍 PC 总线控制产品的特点、性能,选择相应产品的基本原则,并通过若干经实际检验的实例的介绍,帮助读者掌握其基本性能,选择合适的产品构成实际系统。

本书强调实用性和系统性相结合,既有软硬件、网络系统产品的介绍,又从工程实际出发剖析实例,介绍设计选型和现场应用所必须遵循的基本原则。本书除可供从事工业控制应用的技术人员参考外,亦可作为相近专业的技术人员继续教育的参考教材。对大专院校相关专业高年级学生和关心此类工程应用的人员了解 PC 总线工控产品及其应用,扩大知识面,均有较高的参考价值。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

PC 总线工业控制系统精粹/凌澄主编. —北京:清华大学出版社,1998. 5

(现代工业企业自动化丛书)

ISBN 7-302-02899-0

I. P… II. 凌… III. 个人计算机-总线-控制系统 IV. TP366

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 05647 号

出版者:清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编 100084)

因特网地址: www.tup.tsinghua.edu.cn

印刷者:北京市丰台区丰华印刷厂

发行者:新华书店总店北京科技发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 21.75 字数: 513 千字

版 次: 1998 年 5 月 第 1 版 1998 年 5 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-02899-0/TP · 1533

印 数: 0001~4000

定 价: 27.00 元

《现代工业企业自动化丛书》编委会

名誉主任: 张钟俊

顾问: 吴钦炜

主任: 白英彩

副主任: 邵世煌 王行愚 吴启迪 孙廷才

编委: (按姓氏笔划)

于海川 王行愚 白英彩 孙振飞 孙廷才

江志道 刘元元 邵世煌 吴启迪 张兆琪

杨德礼 周德泽 柴天佑 虞孟起 魏庆福

序

当今世界先进工业国家正处于由“工业经济”模式向“信息经济”模式转变的时期,其中技术进步因素起着极为重要的作用,它在经济增长中占 70%~80%。“以高新技术为核心,以信息电子化手段,提高工业产品附加值”已经成为现代工业企业自动化重要的发展目标。从我国经济发展史来看,其工业经济增长主要是依靠投入大量资金和劳动力来实现的,尚未充分发挥技术进步在工业经济增长中的“二次效益倍增器”的作用。“如何加快发展电子信息技术、调整产业结构,适应世界经济发展需求”是当前我国工业企业自动化界研究的重要课题之一。

工业自动化是一门应用学科,它主要包括单机系统自动化、工业生产过程自动化和工业系统管理自动化等三个方面。企业自动化包括企业生产管理信息电子化、信息处理的自动化以及网络化。现代工业企业自动化涉及到自动化技术、计算机技术、通信技术、先进制造技术和管理学等诸多学科,它需要各学科的专家和工程技术人员通力合作,从而形成“多专业知识与技术集成”的现代工业自动化发展思路。目前工业企业自动化系统主要呈现开放性、集散性、智能性和信息电子化与网络化的特点。在现代工业企业自动化中,计算机控制技术充当了极为重要的角色,它是计算机技术和控制理论有机的结合。自动控制理论的发展是伴随着被控制对象的复杂性、不确定性等因素的研究成果而发展的,它由经典控制理论(频域方法)和现代控制理论(时域方法)发展到第三代控制理论——智能控制理论。计算机控制系统分为数据采集与处理系统、计算机在线操作指导控制系统、直接数字控制系统、监督控制系统、分级控制系统和集散控制系统以及分布式智能控制系统。从当前计算机技术和自动控制技术发展状况来看,高性能工业控制机系统、智能控制系统和基于网络系统的虚拟企业自动化系统将是未来工业企业自动化的重要发展方向。

从系统工程的角度来看,工业自动化技术研究与应用过程分为三个阶段:自动化技术研究阶段、科研成果向实用转化阶段和产品应用阶段。经过我国科技工作者半个世纪卓有成效的研究,在自动化技术研究与应用方面取得可喜的成绩,并给我国的工业自动化事业带来了深刻影响和变革,产生了巨大的社会 and 经济效益,其中有的技术已经接近或达到世界先进水平,但从应用以及成果向产品的转化的总体发展角度来看,仍存在着一些问题,仍需花大力气进一步探索和研究。例如,我国在工控机及其配套设备的生产方面尚需进一步构成规模经济;建立并发展企业网络及其协议和数据库集成技术,为全面实现我国“金企工程”提供技术和手段;开发系列的工控机软件包、实时操作系统,以提高工控机系统的总体水平;充分运用以工控机为核心的电子信息技术来改造我国各类传统工业的工装设备及产品;在我国的部分现代企业中大力倡导推行 MIS,MRP-Ⅱ 和 CIMS/CIPS 以及信息网络系统,以提高企业管理水平和竞争能力等。在 20 世纪 40 年代,计算机刚问世不久,它的应用除在军事、政要部门之外,主要是在各传统工业领域的应用。在 60 年代~70 年代,各国的工业计算机应用极为普遍,促进了其工业企业自动化高速发展,而我国的工业

企业自动化非但没有大踏步前进,反而停滞不前。到了 90 年代这个问题就显得十分严重了,因此我们必须“补上这一课”。我们编写了《现代工业企业自动化丛书》(目前暂定 42 册,并根据实际需要不断增加新的书目),该《丛书》内容既包括工业生产过程自动化,又包括现代企业管理自动化技术,如基于总线工控机系统、工程数据库、CIMS/CIPS 以及企业网络技术等。其编写原则为:“理论与实践密切结合,为实现工业企业自动化提供典型示范系统”。编委会特邀请了国内在该领域有扎实理论基础和富有实践经验的专家分别承担各分册的编审任务,以期在向读者展示国内外相关技术的最新成果和发展动态的同时,提供解决现代企业自动化的思路、方法、技术和设备等。

该《丛书》以工程技术人员为主要读者对象。我们相信该《丛书》的出版必将在推动我国工业企业自动化应用的普及和发展进程中起到积极的作用,为进一步提高我国工业企业自动化水平做出贡献。

清华大学出版社颇具魄力和眼光、高瞻远瞩,及时提出组稿这套《丛书》的任务,他们为编好《丛书》做了认真、细致的准备工作,并为该丛书的出版提供了许多有利的条件,在此深表谢意。同时对于参加各分册编审任务的专家、学者所付出的艰辛劳动表示衷心感谢。编审《丛书》的任务十分繁杂而艰巨,加之时间仓促,书中出现疏漏、欠妥之处也是难免的,希望广大读者不吝赐教,以使我们逐步完善这个《丛书》系列。

中国科学院院士、上海交通大学教授

張鍾俊
1995年5月

前 言

近几年 PC 总线工业控制系统发展迅猛,应用广泛,现已成为我国工业控制领域的主流产品之一,正在国民经济各领域中发挥着越来越重要的作用。

为了促进我国传统工业改造的进程,多年来,广大从事 PC 总线工控系统的技术人员做出了不懈的努力,取得了累累硕果。这些年里,因业务需要,我们也一直在该领域内从事与此相关的工作,并在工作之余,一直在筹划编写一本介绍 PC 总线典型工控产品及应用的专集,以期能较全面地反映出该领域内近年来的技术进步和今后的发展态势,旨在帮助初涉此领域的年轻工程技术人员开阔眼界,学习前人经验,更好地从事本职工作。同时也希望借此机会与同行加强这方面的交流,这对于促进自控技术的发展,是很有好处的。

本书强调实用性和系统性相结合。因此,在章节选编上颇费心思,既有软件产品、硬件产品、网络、系统产品的内容介绍,又从实际应用出发,通过剖析工程实例,介绍了设计选型和现场应用所必须遵循的基本原则。全书内容力求既考虑到一定的系统性,也突出内容的实用性,同时对于目前的技术发展新趋势新动态也给予一定篇幅的介绍。

全书共分 5 章,第 1 章简要地介绍了相关总线产品的发展概况,第 2 章分类介绍了重要的 PC 总线工控产品,第 3 章介绍了工业控制系统的主要设计过程,第 4 章介绍了 11 个成功的应用系统实例,是前几章内容的延伸,第 5 章结合近年来国内外控制技术的发展,介绍了系统集成的一部分新内容。在附录中介绍了对理解测量、采集、系统调试有参考价值的一些相关内容。各章的内容既可独立成篇,又互有联系。

感谢《现代工业企业自动化丛书》编委会为本书的出版提供了机会。本书的第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 5 章和附录由凌澄撰稿,参加第 4 章写稿的有:李寿成、赵章川、梁志、方竣、陈吉安、张功镬、邢传鼎、胡西虹、徐伟勇、忻建华、徐宁、余岳峰等,李寿成教授审阅了全书。丛书编委会主任白英彩教授主持了本书的审稿会议。清华大学出版社为本书的出版给予了积极的配合,在此谨表示最深切的谢意。

由于当今科学技术日新月异,加之作者水平有限,尽管在编写过程中已尽了全力,但错误缺点仍在所难免,敬请读者能批评指正。

作 者

1996 年 8 月 于上海

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 PC 总线工控产品的发展	1
1.1.1 总线与接口的一般概念.....	1
1.1.2 几种常用总线简介.....	2
1.1.3 PC 总线工业控制计算机的发展	4
1.2 PC 总线工控产品的种类、特点与发展趋向	6
1.2.1 PC 工控产品迅速发展的原因	6
1.2.2 PC 总线产品的种类和特点	7
1.3 IPC 应用新领域——由 IPC 集群构成的多功能控制系统	10
第 2 章 PC 总线工控产品分类介绍	11
2.1 工业控制计算机.....	11
2.1.1 工业现场对工控机的基本要求	11
2.1.2 工控机的主要类型及功能	11
2.1.3 根据应用需求选择合适的工控机	17
2.2 外围接口产品.....	18
2.2.1 概述	18
2.2.2 模拟量输入模板	19
2.2.3 模拟量输出模板	22
2.2.4 数字量通道板和其它配套模板	26
2.2.5 智能通用 I/O 单元——UIO 板.....	32
2.2.6 智能 I/O 在过程控制中的应用	42
2.3 数据通信与工业网络.....	43
2.3.1 概述	43
2.3.2 网络标准与通信协议	45
2.3.3 工业控制网络结构与数据收发控制方式	47
2.3.4 一种基于 IEEE 802.4 协议的实时工业网络 F-NET	48
2.3.5 现场总线网络控制系统	52
2.4 工业控制系统中的人-机接口技术	53
2.4.1 显示技术	53
2.4.2 打印输出技术	55
2.4.3 输入接口技术	56
2.5 新型结构体系的工业控制计算机.....	58
2.5.1 IPC-90 的主要构成	59

2.5.2	IPC-90 的主要性能	60
2.5.3	IPC-90 的主要特点	61
2.5.4	S 系列端子板	62
2.6	嵌入式 PC 机发展简介	63
2.7	控制系统中的采集/控制软件	64
2.7.1	概述	64
2.7.2	实时工业控制软件包 ONSPEC	65
2.7.3	实时监控软件包 GENESIS	72
2.7.4	实时集散控制软件包 CONDAC	76
2.7.5	实时工业控制软件包 FIX	86
2.7.6	小结	88
第 3 章	工业控制应用系统的设计	89
3.1	概述	89
3.2	工业现场对控制系统的基本要求	90
3.3	实时控制系统的一般组成	92
3.3.1	硬件设备组成	92
3.3.2	软件组成	95
3.4	控制系统的设计	97
3.4.1	工业控制计算机系统的分类	97
3.4.2	控制系统设计的基本要求	97
3.4.3	系统设计的特点	99
3.5	工业控制系统设计的一般步骤	100
3.5.1	确定系统任务	101
3.5.2	选择工控主机和外围设备	101
3.5.3	确定总体方案	101
3.5.4	硬件和软件的具体设计	102
3.6	工业控制系统的规范化设计	103
3.6.1	系统的功能规范	103
3.6.2	系统的总体设计	108
3.6.3	工业控制系统的设计手段	111
3.6.4	一个设计实例	114
3.6.5	专用系统的设计	118
3.7	控制系统的辅助开发工具——微机开发系统	120
3.7.1	基本原理与组成	120
3.7.2	利用微机开发系统开发控制系统硬件	121
3.7.3	利用微机开发系统进行应用软件的开发	121
3.7.4	开发系统的应用前景	122
3.8	过程通道的抗干扰措施	122

3.8.1	干扰来源与分类	122
3.8.2	抑制常态干扰的常用措施	123
3.8.3	共模干扰的抑制	124
3.8.4	其它抗干扰措施	124
3.8.5	计算机控制系统抗干扰措施实例	125
3.9	中断技术的合理应用	126
第4章	典型应用实例	129
4.1	概述	129
4.2	PC 总线工业微机在柔性制造中的应用	129
4.2.1	柔性制造系统概述	129
4.2.2	PC 总线工业控制计算机与 FMS 的计算机选型	130
4.2.3	典型实例——板材柔性制造系统	131
4.3	IPC 工业控制机用于内燃机测试参数的采控	142
4.3.1	概述	142
4.3.2	系统的组成及工作原理简述	142
4.3.3	硬件介绍	147
4.3.4	试验过程	150
4.3.5	数据处理及记录	161
4.3.6	存在问题及改进设想	163
4.3.7	结束语	164
4.4	高速冷连轧机控制系统的应用	164
4.4.1	高速冷连轧机概述	164
4.4.2	技术改造的实施	165
4.4.3	成果和经验	167
4.5	冶金投料控制系统的设计和应用	167
4.5.1	系统概述	167
4.5.2	设计原理	169
4.5.3	系统实现	174
4.5.4	系统调试	178
4.5.5	经验教训	180
4.6	数据采集系统中的脉冲量处理模板和芯片	180
4.6.1	8253/8254 可编程定时/计数器	180
4.6.2	AM9513 可编程定时/计数器	183
4.7	用计算机数字图像处理技术检测电站锅炉燃烧器火焰	191
4.7.1	电站锅炉火焰检测技术的现状	191
4.7.2	新型光学图像传感器	192
4.7.3	计算机数字图像处理系统	194
4.7.4	新型智能燃烧器火焰检测系统	197

4.8	人造水晶生长微机控制系统	200
4.8.1	高压釜及人造水晶的培育	200
4.8.2	高压釜的温度控制	200
4.8.3	系统工作原理	200
4.8.4	808 型智能温度调节器	204
4.8.5	系统技术性能指标	207
4.8.6	系统组合结构	207
4.8.7	控制系统软件	207
4.8.8	结论	219
4.9	一个涤纶生产流程集散控制系统 FMDCS 的研究	219
4.9.1	简述	219
4.9.2	系统硬件总体结构	220
4.9.3	系统软件的设计	220
4.9.4	提高系统的可靠性	230
4.10	建立在 IPC 机上的油品储运监控管理系统	231
4.10.1	概述	231
4.10.2	DJK-3000 系列油品储运监控管理系统	231
4.10.3	操作站的硬件构成	233
4.10.4	SL3.30 储运监控组态软件	233
4.10.5	应用与发展	239
4.11	工业计算机用于电站汽轮机组热力参数在线监测及故障诊断	240
4.11.1	概述	240
4.11.2	系统描述	242
4.11.3	结论	248
4.12	分布式微机数据采集系统在卷烟厂的应用	248
4.12.1	系统简介	248
4.12.2	系统设计构思	249
4.12.3	从机硬件组成	249
4.12.4	从机通信服务程序框图及程序清单	251
4.12.5	主机中通信变换器的结构及工作原理	253
4.12.6	卷接机物理量检测传感器的结构及工作原理	254
4.12.7	系统的可靠性设计及抗干扰措施	255
4.12.8	小结	256
第 5 章	模块化集散控制系统的设计与应用	257
5.1	集散控制与分级分布控制的概念	257
5.2	DCS 的发展历程	258
5.3	广义的 DCS 系统	259
5.3.1	PLC 控制方式	259

5.3.2	PC 方式的兴起	259
5.3.3	EIC 集成化	260
5.3.4	“鸡脑”型网络化 (智能) I/O 方式	260
5.4	DCS 进展的新趋势	261
5.5	分散控制系统的体系结构	264
5.6	分散控制系统的主要功能简介	266
5.7	分散控制系统的主要组成单元简介	267
5.7.1	过程控制站	267
5.7.2	DDC 控制站	270
5.7.3	监视操作站 (OPS)	272
5.8	分散控制系统的数据通信	274
5.8.1	数据通信在分散控制系统中的作用	274
5.8.2	数据通信的方式	275
5.8.3	通信系统的拓扑结构	275
5.9	以工业控制机为节点机构成的 DCS 系统	277
5.9.1	概述	277
5.9.2	CONNET-9000 系统的特点和主要功能	278
5.9.3	CONNET-9000 系统结构与主要技术手段	279
参考文献		287
附录		288
附录 A	F-NetBIOS 的功能调用	288
附录 B	F-NetBIOS 的出错信息	296
附录 C	数据测量和传感技术	300
附录 D	高性能、多用途的微机开发系统 FDS-128B	313
附录 E	多功能微机开发系统 MICE	322
附录 F	8098 单片机开发装置 DVCC-98	333

第 1 章 概 论

1.1 PC 总线工控产品的发展

1.1.1 总线与接口的一般概念

所谓接口,是指那些用于控制微机系统与外部设备,或外部设备与系统设备之间的数据交换和通信的硬件电路。接口涉及两个基本问题:一是中央处理器如何实现对多个外部设备的识别,即外部设备的寻址;二是中央处理器与外部设备的连接,数据、状态和控制信号的交换。

图 1.1 为一般微机的接口简图。系统中存储器和 I/O 设备通过相应的接口电路与中央处理器相连。中央处理器与接口电路之间有总线相接。接口电路的作用就是将来自外部设备的数据、信号传送给中央处理器 CPU, CPU 对数据加工后,再通过接口传回外部设备。所以,接口的基本功能就是对数据传送的控制,包括数据格式的转换、控制信号与状态信号的交换、通信控制、设备动作和定时控制等。

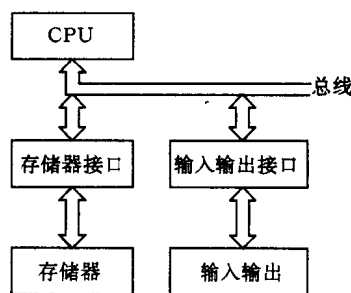


图 1.1 一般微机的接口简图

现代微机系统都采用由大规模集成电路 LSI 芯

片为核心构成的大板级插件,多个不同功能的插件板与主机板共同构成一个系统,如基本的 IBM PC 系列微机就由主机板、打印卡、显示卡、磁盘卡等插件构成。

构成系统的各类插件以及插线板上 LSI 芯片间的连接与通信是通过系统总线来完成的。这里的系统总线不是指中央处理器内部的三类总线,而是指系统插件板之间交换信息的板级总线。这种板级总线就是一种标准化的总线电路,它提供通用的电平信号来实现各种电路信号的传递。同时,总线标准实际上是一种接口信号的标准和协议。现代微机系统都采用总线接口方式,以 IBM PC 系列微机为例,外设一般均通过适配器插件板与中央处理器相连。实现这种连接的电路就是 I/O 通道。各种功能的 I/O 通道板以插座形式固定在系统板上,外设与中央处理器之间的信息交换是通过分布在 I/O 通道上的总线信号来实现的,PC 总线信号共 62 个,与通道插座引脚一一对应。I/O 通道不仅为系统总线信号提供了通路,还对信号进行隔离再加电,以增强总线驱动能力。

不同功能的插件板,包括用户自行开发的插件板,只要是符合 IBM PC 总线标准的插件板,都可以插入 I/O 通道插槽中,作为该系统的扩充部分,这样就增强了系统配置的灵活性。早期的 IBM PC 机有 5 个扩充插槽,PC/XT 有 8 个,这些槽口是 62 个引脚的印制板插座槽,PC 的系统总线通过分开的 62 脚插件板槽连接各接口。所有的插件板槽都按每一相同信号的引线 with 总线连接,除了插接件上的电源线和接地线母线外,所有的信

号都是 TTL 逻辑电平。总线信号支持直接存储器存取、中断、时间整步、I/O 控制、读写存储器、产生等待状态、存储器刷新、错误检测等操作。对应的 PC/AT 总线的地址线有 27 根, 数据线 16 根, 及若干条控制线, 总共有 98 根引线。在此基础上, IBM 公司还发展了微通道体系 PS/2 总线。它有一套信号定义, 时序关系和使用过程, 它专用于微型, 小型计算机主机系列, 其灵活性给所有基于微通道体系的产品提供了混合产品的相容性, 并增加了产品的价值。

总之, 总线是指一系列的信号规定, 过程定义和物理要求, 以此保持各厂家产品的兼容性, 对总线或通道接口的规定, 使采用相同标准的计算机系统的性能升级和不断增强成为可能。

1.1.2 几种常用总线简介

早期计算机总线概念的引进是为了满足存储器和 I/O 的扩展需求。随着集成电路技术的发展, 存储器容量已经从 1kB 到 4kB, 16kB, 64kB, 1MB, 4MB, 16MB, 64MB, 128MB, 256MB 以至更大容量的系列发展, 早几年就可很容易地将与当前处理机相匹配的大容量存储器和微处理器做在同一块母板上。目前, 对 32 位宽的存储器已可提供 256MB 容量的存储单元, 可满足每秒 1 亿条指令的微处理器的要求。

随着微处理器功能的增强, 存储器速度也与之同步增长, 以进一步发挥 CPU 的潜在功能, 这意味着要求使用多级高速缓存存储器, 以便与微处理器速度相匹配。最高一级的高速缓存可做在微处理器芯片中, 通过预取一些指令和保持最近使用过的指令, 以保证微处理机的高速处理。第二级高速缓存容量较大, 可设法保存整页指令和相应的数组数据以备使用。总之, 高速缓存存储器应尽可能多地保存所希望的内容, 以便让微处理器极少为访问主存(这意味着慢速)而等待。另外, 微处理器板上的所有存储器, 作为一个较大的高速缓存存储器, 通过总线与一个共享的中央主存储器联接。

随着对并行处理能力需求的增大, 多处理器并行结构体系也应运而生。由于使用总线有延迟, 这些处理器将拥有各自的在板存储器和高速缓存存储器。

由于历史的原因, 目前已存在有多种总线标准, 国际上已正式公布或推荐的总线标准还包括: VME 总线, MULTIBUS I 总线, NUBUS 总线, UNIBUS 总线, IBM 微通道体系, FASTBUS 总线, FUTUREBUS 总线, STD 总线及 MULTIBUS II 等总线。这些总线标准都是在一定的历史背景和应用范围内产生的。各种总线中有不同的信号线定义、逻辑关系、时序要求、信号表示方法、电路驱动和抗干扰能力。尽管各类总线标准之间有很多的不同之处, 但总体原则是相似的: 可进行信号分类, 传输应答, 同步控制和资源共享分配, 采用了相应标准设计的不同模块, 使之插入总线插座和系统总线接通后即可协调工作。对硬件结构来说, 由于总线标准的引进, 使各模块的接口芯片相对独立化, 只要求各模块达到接口功能要求即可, 而不必强求物理结构上的完全一致, 这样, 对接口软件的模块化设计也带来了很大的便利。

为使读者对总线标准有一些概要的了解, 下面对部分主要总线作简要介绍:

(1) VME 总线 它是在 MOTOROLA 公司的 XERSA 总线基础上发展而来的 32 位标准总线, 由于它简化了紧密耦合的硬件配置中有关数据处理、数据存储和外围控制

设备的集成规范,所以成为一个标准的底板接口,其机械规范描述了框架,底板,插板等机械尺寸,其功能规范描述了各种功能模块的分类,说明总线如何工作,以及模块操作的规范和相应的电气要求。

VME 总线可用以支持多处理器的结构体系,其数据总线由 32 根地址线,32 根数据线、6 根地址修正线和 5 根控制线所组成。

(2) MULTIBUS 总线 第一个 MULTIBUS 标准总线产生于 1974 年,当时它基本上是一条 CPU 和存储器的总线,随着微处理器技术的进步,在 80 年代又在此基础上发展成了 MULTIBUS I 标准。

该总线结构基于 IEEE 796 标准,其应用始于 1976 年 (MULTIBUS I),使用 MULTIBUS 系统总线作为相互联系的总线,可以实现各种系统结构的联接。在典型的系统中,底板本身不是采用唯一总线的组件,如在有的系统里底板也有采用扩展 I/O 总线的,提高了存储器映射 I/O 与处理器的连接速度,使中央处理器寻访存储器的速度比一般底板要快得多,提高了底板的性能价格比。

MULTIBUS I 总线 (ANSI/IEEE 1296 STANDARD) 适用于性能适中,仅有少量处理器,没有高速缓存一致性要求的结构体系,对那些有扩展高速缓存,要求并行一致共享存储的执行模式会受到相应约束。

尽管存在一些限制, MULTIBUS 总线系统的灵活性和易使用性以及它的高可靠性,使之成为目前已得到广泛采用的总线结构之一。

(3) STD 总线 STD 总线是多功能、可靠、模块化的一种系统标准,已大量应用于工业控制。其优点在于它的高效的组织结构体系,其模块化的特点允许设计者能选取所需的功能模块来解决很多具体问题;同时模块功能的独立性,又允许用户通过快速更换相应模板,而使系统故障得以迅速排除。它的另一优点是拥有丰富的 I/O 功能,模板的小尺寸设计帮助消除了冲击和震动的影响,使用印制导线连接器可消除由于误操作和安装误差而损坏引脚的可能,因而增强了系统的稳定性和可靠性。

STD 总线最早由 PROLOG 和 MOSTEK 公司作为工业标准而提出的,起初被设计成可用于 64k 存储空间的 8 位总线,后来逐步发展成可用于 16M 存储空间的 16 位总线。随着存储器的容量和实现复杂逻辑功能的专用集成电路的技术水平的发展,现在可以看到在一个 STD 总线板上会有 8, 16, 32 位的微处理器和以兆位为单位的存储器。对于这种组织结构,在宽带范围内工作时,微处理器可以不受底板总线的限制,在总线上保持了 I/O 的兼容能力。由于 STD 总线具有稳定和模块化的 I/O 接口,使之能广泛应用于工业控制的各个领域。因此在 80 年代中后期,它在工业控制市场上曾占据过重要地位。以后,STD 总线产品市场又不断地向工业 PC 机兼容系统方向发展,STD 总线与 IBM PC 总线的相似结构使二者的部分硬件兼容。以后,在 STD 总线领域中,又逐渐引入了 DOS 系统以用于软件开发,它的标准用户接口和其它优点也能在目标系统中得到发挥。

IEEE961 标准支持 STD 总线,STD 总线也使用其它的 IEEE 标准。

(4) IBM 微通道体系 微通道体系是 IBM 三种重要的通道体系之一。第一种是 IBM 360/370 主机系统 I/O 通道,发展于 20 世纪 60 年代早期;第二种是系统产品分类 (SPD) I/O 系列,与附加的连接总线体系兼容;第三种即微通道,最初是为 IBM 的 PS/2

系列发展的,它的性能也随着在 IBM 中、低目标主机环境中的应用而发展。在微型计算机主机产品中使用微通道体系将提供硬件混合和产品的一致性。设计这种体系的目标是为用户提供一种灵活的、高性能的、低成本的传送媒体,专用于微型、小型计算机主机系列中,其灵活性提供了混合产品的相容性,增加了产品价值。

微通道体系有一套信号定义、时序关系和使用过程,定义了一种 32 位的地址总线,其宽度支持 4GB 的存储器或存储器映射 I/O 地址,定义了一个带宽为 50Hz 到 10kHz 的模拟音频信号和模拟地信号。模拟子系统的功能使主设备上免除了安装附加音频电路的必要。

对于绝大多数的计算机用户而言,只需知道在计算机发展的历程中,存在着不同的总线和相应总线的一系列复杂定义这一事实,事实上每一种总线产品都有其发展背景、应用范围和限制,只有当在某一方面有了进一步的特殊需求后,才真正关心如何挑选总线,进而选择好一种能满足所需功能的总线标准。由于这方面的内容已超出本书讨论范围,有进一步需求的读者可参阅这方面的专门资料和手册。

1.1.3 PC 总线工业控制计算机的发展

1978 年以来,在大规模集成电路技术发展的推动下,INTEL 公司推出了 8086 微处理器。它能够处理 16 位字长数据的运算和传送,其运算速度和精度在当时是最高的。鉴于 70 年代末 8 位机系统的外部设备和各种 8 位接口器件的普遍采用,INTEL 公司随即推出 16 位内部结构和 8 位外部数据总线的准 16 位微处理器 8088,其性能与 8086 相当,优点是能够方便地与 8 位机器件相连接,构成性能和价格俱佳的微机系统。

8088 使用与 8086 相同的指令系统,其 8 位外部接口使它可以与 INTEL 其它的成熟产品(如 8259 中断控制器、8237 DMA 控制器等可编程接口芯片)共同构成功能更强的微机系统。

1981 年 8 月 12 日,IBM 公司正式推出了 IBM PC 微机,并获得了成功。IBM PC 机充分利用了 8088 的性能,组合其它可编程接口芯片,采用开放式的接插件兼容技术,使系统扩充部件可以直接插入机槽内而不必修改原有电路。早期的 IBM PC 配有 5 个扩充插槽,而继 PC 之后推出的 PC/XT 配有 8 个扩充插槽。这种系统结构不仅使用户可以灵活地选择插件,增加系统功能,又使系统具有较好的发展潜力。IBM PC 机推出后,迅速成为微机市场上的主流产品,不仅许多硬件厂商仿效生产 PC 的兼容产品,还有为数众多的软件公司也乐于为 IBM PC 专门编写程序,使之很快成为最受用户欢迎的主流机种。IBM PC 获得了举世瞩目的成功,其原因可归结为:

① 对已制定的工业标准的适应能力和对市场上已有的产品的兼容性。例如,CPU 采用 INTEL 公司的 8088,早期配 EPSON 公司的点阵打印机,后来发展到支持其它类型的打印机;键盘遵循德国 1980 年的 DIN 工业标准;PC 系统支持的串行通信卡符合 RS-232 工业标准,甚至连操作系统和主要应用软件也并非自己开发。因此,IBM 公司只是 PC 的系统设计者,其主要部件均选用其它公司的产品。

② 在推出 PC 的同时,IBM 公布了 PC 机的几乎全部技术资料,甚至包括 BIOS 这样的操作系统底层软件和全部的硬件电路图。它的开放式结构,使 IBM PC 赢得了许多

长期用户，也造就了数以百计与之竞争又合作的兼容机公司，使 IBM PC 机和 MS-DOS 系统成为事实上的一种标准而为全世界用户广泛接受。

为了与 80286 等新的芯片兼容，IBM 又在 PC 总线基础上增加了 36 引脚的扩展插座而形成 AT 总线。在 IBM PC/AT 及其兼容机中，在母板上分别设置数目不等的 AT 及 XT 插槽。这就是一般称之为 ISA 工业标准结构 (Industrial Standard Architecture) PC, PC/AT, PC/XT 等型号的微机虽在性能上彼此都有特色，但其基本结构仍一脉相承。

现在，IBM PC 及其兼容机已在全世界各国得到了广泛的普及，其丰富的硬软件资源，包括各类 I/O 扩展模板，可供组成各种应用系统，其普及程度已使任何其它机型无法与之匹敌。在此背景下，就自然而然地想把 PC 机引入工业自动化领域，赋予 PC 机以新的使命，使之在控制领域也能充当起重要角色。

但是，原来的 IBM PC/AT 及其兼容机是为数据处理，而不是针对工业控制而设计的，其本身有若干严重不足之处，如既没有总线仲裁能力，不支持多主系统，也不如 MULTI BUS, VME 总线设计之全面和周到。在结构上，其母板水平放置，抗冲击和抗震能力差，易积灰尘，总之，难于抵御工业现场的天敌(发热、粉尘、震动和腐蚀性气体等)的侵蚀，因而，难以完成工业 PC 机的基本使命。

一种简单的解决方法是对原 IBM PC 机进行“加固”。IBM 公司首先推出加固型 PC 工控机，其产品系列包括：5531 台式安装，7531 落地式安装、7532 在柜内安装、7552 类似于电气 GEAR BOX 安装以及 5332，7531 工业显示器及 5533 图形打印机；在软件和配置方面与 IBM PC/XT 相兼容。采取的具体加固措施有：空气过滤系统、冷却系统、减振装置、防电磁干扰和抑制电涌 ($\pm 2500V$) 装置及热报警装置。这就使其可靠性比一般的 IBM PC 系列微机提高 3~4 倍。

在 IBM 公司推出上述产品之后，有不少其它公司，如美国 ACTION 等公司相继推出类似的加固型 PC 工控机。现在的加固型 PC 机除了在空气过滤、冷却、减震方面采取措施外，还增加了对驱动器、显示器的保护和对打印机的加固手段，并采用薄膜键盘，使加固型 PC 机能适应高温、震动、粉尘和有害气体等恶劣环境。

IBM 公司早期的三种工业 PC 机的主要指标见表 1.1.1。

表 1.1.1 早期的三种工业 IBM PC 机主要指标

型 号	CPU	时钟	数据线	地址线	RAM	ROM	软盘	硬盘	中断	DMA	其 它
IBM5531	8088	4.77MHz	8 位	20 位	640k	64k	360k	10M	8 级	4 个	
IBM7532/7531	80286	6.0MHz	16 位	24 位	3M	64k	1.2M	40M	16 级	7 个	7531 配彩色监视器
IBM7552	80286	16MHz	16 位	24 位	15M	64k	1.2M	40M	16 级	7 个	

尽管采取了种种加固措施，但是这些 PC 机的本质与内部结构仍是适用于办公室环境的机器，特别是它的大母板为水平放置，抗震效果差，散热不好，元器件失效率也因