

高等学校教材

WEIJIJIANCEYUKONGZHI

微机检测与控制

应用系统设计



YINGYONGXITONGSHEJI

余祖俊
编著



北方交通大学出版社
Northern Jiaotong University Press

高等学校教材

微机检测与控制应用系统设计

余祖俊 编著

北方交通大学出版社
Northern Jiaotong University Press
北京·BEIJING

内 容 简 介

本书从微机测控系统工程应用设计的角度出发,着重讨论了计算机测试技术、控制技术、接口技术、通讯技术、现场控制网络技术、数据采集记录与转储技术、抗干扰设计技术等方面的理论及其最新技术发展和工程设计方法并介绍了大量的软硬件应用实例。

全书共分 10 章,内容包括:测控系统常测参数及测试方法、MCS-96 系列单片机的原理及典型运用、总线扩展技术、现场总线技术、PC 机接口技术、微机测试系统中信号调理和前向通道配置技术、微机测控系统后向通道输出驱动技术、人机界面设计和语音技术、微机测控系统的相互通道配置技术、数据记录与转储技术、微机测控系统抗干扰设计等。

本书可作为相关专业的本科生和研究生的教学用书。同时,书中列举了大量作者科研成果中成熟的硬件接口实例和软件源程序,可作为科研人员和工程技术人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

微机检测与控制应用系统设计 / 余祖俊编著. —北京: 北方交通大学出版社, 2001.12

高等学校教材

ISBN 7-81082-005-2

I. 微… II. 余… III. 微型计算机-测控系统-系统设计 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 056652 号

丛 书 名: 高等学校教材

书 名: 微机检测与控制应用系统设计

编 著 者: 余祖俊

责任编辑: 高学民

排版制作: 北京依特佳图文设计中心

印 刷 者: 北京黄坎印刷厂

装 订 者: 北京黄坎印刷厂

出版发行: 北方交通大学出版社 邮编 100044

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 25 插页: 2 页 字数: 624 千字

版 次: 2001 年 12 月第 1 版 2001 年 12 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-81082-005-2
TP-2

印 数: 3000 册 定价: 32.00 元

凡购买北方交通大学出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;若书店售缺,请与本社发行部联系调换。

前 言

随着电子技术和微机的迅速发展,微型计算机检测与控制技术得到了快速发展和广泛应用。微机检测与控制系统的应用已渗透到国民经济的各个部门,在工业控制系统、数据采集系统、自动测试系统、智能仪器仪表、遥感遥测、通讯设备、机器人、高档家电中得到了广泛的应用。微机测控技术的开发和应用水平已逐步成为代表一个国家工业发展水平的标志之一。

本书介绍了微机测控系统基本构成和发展趋势,以及计算机和单片机的最新发展和应用。书中系统阐述了微机测控技术,并列举了大量最新器件和软件技术以及应用实例,内容包括:测控系统中常测参数及检测方法;MCS-96 单片机的原理及典型运用;总线扩展技术(含 SPI、I²C、1-Wire 单总线等);现场总线技术(含 CAN、LONWORKS 现场控制总线网络等);PC 机接口技术;微机测控系统中信号调理和前向通道配置技术;微机测控系统后向通道输出驱动技术;控制算法及计算机实现;人机界面设计(含 LCD 及触摸屏等)和语音技术;微机测控系统的相互通道配置技术;数据记录与转储技术(含 IC 卡技术等);微机测控系统抗干扰设计(含型式试验、电磁兼容等),等。

作者多年来一直从事相关领域的科研工作,并承担了相关课程的本科生和研究生的教学任务,因缺乏十分合适的教材,结合最新技术资料和本人的科研成果,特编写此书,便于相关专业的教学。同时,书中列举了大量本人科研成果中成熟的硬件接口实例和软件源程序,可作为科研人员和工程技术人员的参考资料。

全书由余祖俊主编,其中第二章、第十章由史红梅编写,其余章节由余祖俊编写。该书受到“北方交通大学出版基金”资助,在编写过程中得到了许多同志的大力支持,同时参阅了大量文献资料,在此一并表示深深的谢意。

由于编者水平所限,加之时间仓促,书中缺点、错误在所难免,恳请广大读者批评指正。

编著者 2001 年 12 月于北京

目 录

第1章 概 论	(1)
1.1 引 论	(1)
1.1.1 智能机电一体化	(1)
1.1.2 智能化测量控制仪器仪表	(3)
1.2 微机测控应用系统设计的主要内容	(6)
1.3 单片机技术的发展	(8)
1.3.1 Intel 系列单片机及其发展过程简介	(8)
1.3.2 专用集成单片机的发展	(10)
1.4 微机测控系统的发展	(11)
1.4.1 集中型测控系统	(11)
1.4.2 分布式测控系统	(12)
1.4.3 DCS 集散控制系统的发展趋势和现场控制网络 LONWORKS	(12)
第2章 微机测控系统主要检测参数及传感器	(14)
2.1 微机测控系统中主要检测参数	(14)
2.2 传感器技术	(15)
2.2.1 温度传感器	(15)
2.2.2 压力传感器	(20)
2.2.3 转速及线速度传感器	(22)
2.2.4 振动传感器	(27)
2.2.5 烟度(气敏)传感器	(28)
2.2.6 光电(明火)传感器	(28)
2.2.7 电流、电压传感器	(29)
2.2.8 流量传感器	(30)
2.2.9 CCD 图像传感器	(31)
第3章 MCS-96 系列单片机简介及应用实例	(33)
3.1 MCS-96 系列单片机硬件结构	(34)
3.1.1 内部定时	(34)
3.1.2 存储空间	(34)
3.1.3 芯片配置寄存器 CCR	(36)
3.1.4 状态和控制寄存器	(37)
3.1.5 中断结构	(38)
3.1.6 定时器	(39)
3.1.7 高速输入单元	(42)

3.1.8	高速输出单元.....	(43)
3.1.9	模拟接口.....	(44)
3.1.10	串行口.....	(45)
3.1.11	监视定时器.....	(50)
3.1.12	复位和掉电保护.....	(50)
3.2	MCS-96 系列单片机指令系统.....	(50)
3.2.1	操作数类型.....	(50)
3.2.2	操作数的寻址.....	(51)
3.2.3	程序状态字 PSW.....	(52)
3.2.4	指令系统.....	(52)
3.3	80C196KB 单片机测控系统应用实例——机车随车质量状态诊断记录装置.....	(54)
3.3.1	装置研制背景.....	(54)
3.3.2	系统总体结构、检测参数及功能.....	(54)
3.3.3	系统软硬件设计.....	(59)
3.3.4	试验及结论.....	(66)
第4章	输入通道技术.....	(67)
4.1	电阻变化信号提取技术.....	(67)
4.1.1	恒流供电检测.....	(67)
4.1.2	电桥法.....	(68)
4.2	电压信号放大技术.....	(69)
4.2.1	电压信号放大基本电路及理想特征.....	(69)
4.2.2	常用运算放大器.....	(70)
4.2.3	仪表放大器(抑制共模干扰).....	(70)
4.2.4	增益可编程控制集成运算放大器.....	(71)
4.2.5	AD620 低价格、低功耗仪器用放大器.....	(71)
4.3	输入通道配置技术.....	(72)
4.3.1	输入通道的基本形式.....	(72)
4.3.2	信号隔离技术.....	(72)
4.3.3	多路切换技术.....	(74)
4.3.4	多路信号采集系统应用举例.....	(75)
4.3.5	V/F、F/V 变换技术.....	(76)
4.3.6	低功耗、8 通道、串行 12 位 A/D 变换器 MAX186.....	(78)
4.3.7	开关量输入的 CPU 接口.....	(85)
4.3.8	MCS-96 系列单片机 HIS 中断子程序和 A/D 变换子程序.....	(88)
4.3.9	单总线 4 通道 A/D 转换器 DS2450.....	(88)
4.3.10	键盘输入技术和触摸屏技术.....	(99)
4.4	单片机采集系统举例.....	(103)
4.4.1	单片机对频率量的采集.....	(103)
4.4.2	单片机对于多路模拟量的循环采集.....	(106)
4.5	实时时钟技术.....	(106)

4.5.1	RAM 插座 DS1216B.....	(106)
4.5.2	实时时钟集成电路 DS1287 和 DS12887.....	(110)
4.5.3	微电流充电式实时时钟芯片 DS1302.....	(116)
第 5 章	输出通道技术.....	(122)
5.1	输出通道基本结构.....	(122)
5.2	输出接口隔离技术.....	(122)
5.2.1	基本形式	(122)
5.2.2	反向驱动(输出为 OC 门)	(123)
5.3	继电器输出驱动技术.....	(124)
5.3.1	机械式继电器.....	(124)
5.3.2	固态继电器.....	(125)
5.3.3	可控硅	(125)
5.4	输出显示技术.....	(126)
5.4.1	数码管各段的定义.....	(126)
5.4.2	数码管的基本驱动方式.....	(127)
5.4.3	新型数码显示芯片 MAX7219	(127)
5.4.4	LCD 液晶显示技术.....	(129)
5.5	模拟仪表驱动技术.....	(139)
5.5.1	D/A 变换器 AD558.....	(139)
5.5.2	MAX528/529 串行 D/A 转换器	(140)
5.6	语音技术	(143)
5.6.1	概述	(143)
5.6.2	串行大容量 ISD 语音芯片的功能原理	(144)
5.6.3	ISD4003 系列语音芯片分段录放功能的开发.....	(145)
5.6.4	基于 PC 机的 ISD 语音开发装置简介.....	(146)
5.6.5	ISD 语音芯片的应用	(147)
5.7	步进电机控制技术.....	(149)
5.7.1	步进电机的工作原理.....	(149)
5.7.2	步进电机的方向控制.....	(150)
5.7.3	步进电机和计算机的接口电路.....	(151)
5.7.4	步进电机控制的软件设计	(151)
5.8	直流伺服电动机.....	(153)
5.8.1	直流伺服电动机接口.....	(153)
5.8.2	与执行机构配用的接口集成电路.....	(153)
5.9	TPμp-40T 串行微型打印机.....	(153)
5.9.1	概述	(153)
5.9.2	性能指标.....	(154)
5.9.3	硬件连接	(154)
5.9.4	打印举例.....	(155)
5.10	水阻极板控制输出电路实例.....	(155)

第 6 章 PC 机接口技术.....	(158)
6.1 IBM PC/AT 概述.....	(158)
6.1.1 扩展槽	(158)
6.1.2 存储器空间和 I/O 地址分配	(158)
6.2 PC/AT 系统总线的扩充.....	(161)
6.2.1 PC/AT I/O 和 MEM 扩展插槽引脚原理图	(161)
6.2.2 PC/AT 总线引脚的功能定义.....	(161)
6.2.3 I/O 和 MEM 扩展的地址译码逻辑.....	(164)
6.3 GAL 译码技术.....	(166)
6.3.1 GAL 译码的特点	(166)
6.3.2 常用 GAL 器件	(166)
6.3.3 GAL 的开发语言 ABEL 语言	(166)
6.3.4 写入设备.....	(167)
6.4 PC/AT 总线驱动.....	(167)
6.4.1 地址总线和控制总线驱动器.....	(167)
6.4.2 数据总线驱动器.....	(168)
6.5 PC 机软件设计.....	(168)
6.5.1 VB 和 VC 的关系.....	(168)
6.5.2 动态链接库 DLL.....	(169)
6.5.3 WIN32 API	(169)
6.5.4 用 VC 编写 WIN32 下的 DLL	(169)
6.5.6 VB 对 DLL 的调用	(171)
6.6 PC 机串行接口技术.....	(173)
6.6.1 PC 机串行接口的引脚定义.....	(173)
6.6.2 信号线的定义.....	(173)
6.6.3 逻辑电平变换.....	(173)
6.6.4 8250 串行接口芯片	(174)
6.6.5 利用 VB 的 MSCOMM 控件来控制 PC 机的串行通讯	(177)
6.7 PC 机并行打印口.....	(181)
6.7.1 打印机接口“标准”	(181)
6.7.2 IBM PC 打印机接口	(182)
6.7.3 IBM PC 打印机接口编程和系统子程序调用.....	(183)
6.7.4 IBM PC 并行接口 I/O 口的扩展.....	(185)
6.8 并行通讯接口 (GP-IB)	(189)
6.8.1 IEEE-488 标准 (GP-IB 标准)	(189)
6.8.2 基本接口功能要素.....	(189)
6.8.3 消息及其编码.....	(190)
6.8.4 接口功能.....	(191)
6.8.5 总线结构.....	(194)
6.8.6 三线挂钩原理.....	(196)

6.8.7 GP-IB 接口实现和 GP-IB 集成电路	(197)
第 7 章 相互通道技术	(200)
7.1 并行通讯设计	(200)
7.1.1 用并行接口芯片 8255 实现并行通讯	(201)
7.1.2 利用 IDT7132/134 双口 RAM 实现并行通讯	(202)
7.1.3 利用 DS1609 双口 RAM 进行并行通讯	(203)
7.2 串行通讯技术	(204)
7.2.1 串行异步通讯方式下的三种同步机制	(205)
7.2.2 PC 机和单片机之间的双机串行通讯技术	(205)
7.2.3 80C196 KB 单片机和单片机之间的多机通讯	(209)
7.2.4 以 PC 机为主机的多机通讯	(210)
7.2.5 RS-485 和 RS-422 通讯技术	(212)
7.3 数据校验算法	(216)
7.3.1 数据奇偶校验	(216)
7.3.2 累加和校验与垂直异或校验	(216)
7.3.3 CRC 校验算法	(216)
7.4 计算机控制网络	(218)
7.4.1 局部网络	(218)
7.4.2 网络的组成	(218)
第 8 章 总线接口技术	(223)
8.1 总线的接口概述	(223)
8.1.1 内部总线和外部总线	(223)
8.1.2 总线功能	(224)
8.1.3 总线握手	(224)
8.1.4 总线约定或协议	(225)
8.1.5 同步总线传输与非同步总线传输	(225)
8.2 串行总线接口技术	(229)
8.2.1 SPI 总线技术	(229)
8.2.2 I ² C 总线技术	(235)
8.2.3 1-Wire (单线) 总线技术	(243)
8.3 并行总线接口技术 (大容量存储器扩展技术)	(250)
8.3.1 FLASHRAM 28SF040 的性能特点及技术参数	(250)
8.3.2 多片 FLASHRAM 与 80C196 单片机接口实例	(251)
8.3.3 FLASHRAM 的软件操作	(253)
8.4 现场总线接口技术	(253)
8.4.1 现场总线概述	(253)
8.4.2 CAN 总线技术	(258)
8.4.3 LonWorks 技术和 LON 总线	(262)
8.5 软件例程	(270)

8.5.1 45D041 操作源程序.....	(270)
8.5.2 I ² C 操作源程序.....	(275)
第9章 数据记录与转储技术.....	(281)
9.1 数据记录压缩算法.....	(281)
9.1.1 数据记录存储介质.....	(281)
9.1.2 车载数据记录压缩算法.....	(281)
9.2 数据转储技术.....	(287)
9.2.1 串行口转储技术.....	(287)
9.2.2 转储盒数据转储技术.....	(295)
9.2.3 IC 卡转储技术.....	(301)
9.2.4 无线智能卡技术.....	(302)
第10章 微机系统设计和抗干扰技术.....	(309)
10.1 单片机系统设计.....	(309)
10.1.1 8 位外部数据总线单片机系统基本构成.....	(309)
10.1.2 16 位数据总线的扩展.....	(310)
10.2 微机系统抗干扰设计.....	(311)
10.2.1 主要干扰源.....	(311)
10.2.2 电源干扰和接地干扰.....	(312)
10.2.3 便携仪器的电源设计.....	(313)
10.2.4 I/O 通道干扰.....	(313)
10.2.5 空间静电干扰.....	(314)
10.2.6 印刷电路板抗干扰设计.....	(314)
10.2.7 软件抗干扰设计.....	(316)
10.3 型式试验与电磁兼容.....	(317)
10.3.1 型式试验.....	(317)
10.3.2 电磁兼容.....	(322)
10.4 机电测控系统产品开发的基本思路.....	(325)
10.4.1 基本开发思路.....	(325)
10.4.2 市场调查与预测.....	(325)
10.4.3 构思比较.....	(326)
10.4.4 方案的评价.....	(327)
10.4.5 详细设计.....	(327)
10.4.6 系统设计中的质量控制.....	(328)
10.4.7 制造工程质量管理.....	(329)
附录1 微机测控系统原理图实例.....	(331)
附录2 测控系统源程序实例.....	(332)
参考文献.....	(388)

第1章 概 论

1.1 引 论

微机检测与控制系统的應用已渗透到国民经济的各个部门。国防技术、航空、航天、铁路、冶金、化工等产业自不必说，就连日常生活中也用上了微机测控技术，如电梯、微波炉、电冰箱、电视机、电扇、智能照像机、玩具、模糊控制洗衣机、模糊控制空调机、便携式心脏监护机等。由于单片机具有集成度高、功能强、速度快、体积小、功耗低、可靠性高、价格便宜、实用灵活、开发周期短、适合国情等诸多优点，因此，在工业控制系统、数据采集系统、自动测试系统、智能仪器仪表、遥感遥测、通讯设备、机器人、高档家电中随处可见其身影。微机技术开发和应用水平已逐步成为代表一个国家工业发展水平的标志之一。

下面以智能机电一体化产品和智能仪器仪表的发展来描述微机测控技术的应用和发展趋势。

1.1.1 智能机电一体化

“机电一体化”根源于“Mechatronics”，它是一门新兴的边缘学科，国内外均处于发展阶段，代表着机械工业技术革命的前沿方向。

微电子技术及信息技术是这种新技术革命的主导。微电子技术、微型计算机使信息与智能和机械装置与动力设备有机结合，使得产品结构和生产系统发生了质的飞跃。机电一体化产品的功能，除了精度、动力、快速性外，更需要自动化、柔性化、信息化、智能化，逐步实现自适应、自控制、自组织、自管理，向智能化过渡。因此，机电一体化是设备机械类模块，电脑类模块、电子类模块、电力电子类模块等集成融合成的一体化。

1. 机电一体化中的基本组成要素

一个较完善的机电一体化系统，应包含以下几个基本要素：机械本体、动力与驱动部分、执行机构、传感测试部分、控制及信息处理部分。我们将这些部分归纳为：结构组成要素、动力组成要素、运动组成要素、感知组成要素、智能组成要素，这些组成要素内部及其之间，通过接口耦合、运动传递、物质流动、信息控制、能量转换有机融合集成一个完整系统。

数控机床和加工中心机床是典型的机电一体化产品，同时又是用于产品制造的机电一体化生产设备。这种机电一体化生产设备，不仅自身具有很强的功能，而且以此为基础，能够形成更高级的机电一体化制造系统。数控机床和加工中心机床配备自动上下料装置，包括机床工作台自动交换设备或工业机器人，在上位计算机程序控制下实现多品种加工对象的连续自动化生产，构成柔性制造单元（FMC）；根据加工对象的类别范围，合理组织不同种类的 FMC，并配置工作、工具等的自动物流传送设备，采用控制组、决策级等层次结构式的多级计算机管理与控制，实现优化自动生产过程，构成能够适应多品种、中小批量自动化生产的柔性制造系统（FMS）；而计算机集成制造系统（CIMS）则是计算机管理信息系统，简称 MIS，计算机辅

助设计、辅助制造、辅助工艺规划及辅助分析(CAD/CAM/CAPP/CAE), 简称 TIS, 质量控制系统, 简称 QIS, 以及以 FMS 为代表的制造自动化系统, 简称 MAS, 通过网络及数据库两个支持系统的有机集成。

机电一体化产品和机电一体化生产系统是机电制造工业进步的必然趋势, 也是现代高新技术支持下的综合技术发展的结果。

2. 机电一体化中的关键技术

机电一体化是系统技术、计算机与信息处理技术、自动控制技术、检测传感技术、伺服传动技术和机械技术等多学科技术领域综合交叉的技术密集型系统工程。

在机电一体化系统中, 计算机信息处理部分指挥整个系统的运行。信息处理是否正确、及时, 直接影响到系统工作的质量和效率。因此计算机应用及信息处理技术已成为促进机电一体化技术发展和变革的最活跃的因素。

系统技术就是以整体的概念组织应用各种相关技术, 从全局角度和系统目标出发, 将总体分解成相互有机联系的若干功能单元, 以功能单元为子系统进行二次分解, 生成功能更为单一和具体的子功能单元。这些子功能单元同样可继续逐层分解, 直到能够找出一个可实现的技术方案。深入了解系统内部结构和相互关系, 把握系统外部联系, 对系统设计和产品开发十分重要。

接口技术是实现系统各部分有机连接的保证。接口包括电气接口、机械接口、人-机接口。电气接口实现系统间电信号连接; 机械接口则完成机械与机械部分、机械与电气装置部分的连接; 人-机接口提供了人与系统间的交互界面。

自动控制技术范围很广, 主要包括: 基本控制理论, 在此理论指导下, 对具体控制装置或控制系统进行设计; 设计后的系统仿真, 现场调试; 最后使研制的系统可靠地投入运行。由于控制对象种类繁多, 所以控制技术的内容极其丰富, 例如高精度定位控制、速度控制、自适应控制、自诊断、校正、补偿、再现、检索等。

随着微型机的广泛应用, 自动控制技术越来越多地与计算机控制技术联系在一起, 成为机电一体化十分重要的关键技术。

传感与检测装置是系统的感受器官, 它与信息系统的输入端相联并将检测到的信息输送到信息处理部分。传感与检测是实现自动控制、自动调节的关键环节, 它的功能越强, 系统的自动化程度就越高。传感与检测的关键元件是传感器。

现代工程技术要求传感器能快速、精确地获取信息, 并能经受各种严酷环境的考验。与计算机技术相比, 传感器的发展显得缓慢, 难以满足技术发展的要求。不少机电一体化装置不能达到满意的效果或无法实现设计的关键原因在于没有合适的传感器。因此大力开展传感器的研究, 对于机电一体化技术的发展具有十分重要的意义。

3. 发展趋势

制造工程中的机电一体化技术提出了许多新的和更高的要求, 制造工程中出现了新的概念。毫无疑问, 机械制造自动化中的数控技术、CNC(计算机数控)、FMS、CIMS 及机器人等都会一致被认为是典型的机电一体化技术、产品及系统。

(1) 机电一体化的高性能化

高性能化一般包含高速化、高精度、高效率和高可靠性。

(2) 机电一体化的智能化趋势

人工智能在机电一体化技术中的研究日益得到重视,机器人与数控机床的智能化就是重要应用。智能机器人通过视觉、触觉和听觉等各类传感器检测工作状态,根据实际变化过程反馈信息并作出判断与决定。

1) 诊断过程的智能化

诊断功能的强弱是评价一个系统性能的重要智能指标之一。CNC(Computerized Numerical Control)引入了人工智能的故障诊断系统,采用了各种推理机制,能准确判断故障所在,并具有自动检错、纠错与系统恢复功能,从而大大提高了系统的有效度。

2) 人-机接口的智能化

智能化的人-机接口,可以大大简化操作过程,这里包含多媒体技术在人-机接口智能化中的有效应用。

3) 自动编程的智能化

操作者只需输入加工工件素材的形状和需加工形状的数据,加工程序就可全部自动生成。

4) 加工过程的智能化

通过智能工艺数据库的建立,系统根据加工条件的变更,自动设定加工参数。同时,将机床制造的各种误差预先存入系统中,利用反馈补偿技术对静态误差进行补偿。还能对加工过程中的各种动态数据进行采集,并通过专家系统分析进行实时补偿或在线控制。此外,现代CNC系统大都具有学习与示教功能。

(3) 机电一体化的系统化发展趋势

系统化的表现特征之一是系统体系结构进一步采用开放式和模式化的总线结构。系统可以灵活组态,进行任意剪裁和组合;特征之二是通信功能的大大加强,一般除RS-232、RS-422/485之外,现场总线技术也越来越受到大家的重视和应用。同时,考虑通信联网需要,建立通信局部网络(LAN)。

(4) 机电一体化的轻量化及微型化发展趋势

一般机电一体化产品,除了机械主体部分,其他部分均涉及电子技术,随着片式元器件(SMD)的发展,表面组装技术(SMT)正在逐渐取代传统的通孔插装技术(THT)成为电子组装的重要手段,电子设备正朝着小型化、轻量化、多功能、高可靠性方向发展。因此,机电一体化中具有智能、动力、运动、感知特征的组成部分将逐渐向轻量化、小型化方向发展。

1.1.2 智能化测量控制仪器仪表

1. 智能化测量控制仪器仪表的发展

单片机是仪表的主体,对于小型仪表来说,单片机内部的存储器已经足够,而大型的仪表要进行复杂的数据处理,或者要完成复杂的控制功能,其监控程序较大,测量数据较多,这时就需要在单片机外部扩展片外存储器。被测量的模拟信号经过A/D转换后,通过输入通道进入单片机内部。单片机根据由键盘置入的各种命令,或者送往打印机打印,或者经过D/A转换后成为能够完成某种控制功能的模拟电压。

智能化测量控制仪表的整个工作过程都是在软件程序的控制下自动完成的,装在仪表内部EPROM中的监控程序由许多程序模块组成,每一个模块完成一种特定的功能,例如实现某种

算法、执行某一中断服务程序、接受并分析键盘输入命令等。编制完善的监控程序中的某些功能模块,能够取代某些硬件电路的功能。需要指出的是,智能化测量控制仪表中引入单片机之后,有可能降低对某些硬件电路的要求,这绝不是说可以忽略测试电路本身的重要性,尤其是直接获取被测信号的传感器部分,仍应给予充分的重视,有时提高整台仪表性能的关键仍然在于测试电路尤其是传感器的改进。现在传感器也正在受着微电子技术的影响,朝着小型、固态、多功能和集成化的方向发展。有许多国家正致力于将微处理器与传感器集成于一体,以构成超小型、廉价的测量仪器的主体。

通讯接口的功能是通过总线与其他的仪器仪表甚至计算机作远距离通讯,以达到资源共享的目的。

近年来国内市场上已经出现了各种各样的智能化测量控制仪表,例如,能够进行差压补偿的智能节流式流量计,能够对各种谱图进行分析和数据处理的智能色谱仪,能够进行程序控温的智能多段温度控制仪以及能够实现数字 PID 和各种复杂控制规律的智能式调节器等。国际上智能化测量控制仪表更是品种繁多,例如,美国 FLUKE 公司生产的直流电压标准器 5440 A,内部采用了 3 个微处理器,其短期稳定性达到 1 ppm,线性度可达到 0.5 ppm;美国 RACA-DANA 公司的 9303 型超高电平表,利用微处理消除电流流经电阻所产生的热噪声,测量电平可低至 77 dB;英国 JISKOOT AUTOCONTROL 公司生产的在线取样系统、在线调和系统,能够对原油、精炼化学品等各种非均匀液体自动取样分析,并能对两种以上形成分流,按精确的配比进行调和;法国 TE 电器公司生产的 TSX 系列可编程序控制器,能够完成各种顺序控制、定位调速、机床数控以及系统识别等功能;美国 HONEYWELL 公司生产的 DSTJ-3000 系列智能变送器,能进行差压值状态的复合测量,可对变送体本体的温度、静压等实现自动补偿,其测量精度可达到 $\pm 0.1\% \text{ FS}$;美国 FOXBORO 公司生产的数字化自整定调节器,采用了专家系统技术,能够像有经验的控制工程师那样,根据现场参数迅速地整定调节器,这种调节器特别适用于对象变化频繁或非线性的控制系统,由于这种调节器能够自动整定调节参数,可使整个系统在生产过程中始终保持最佳品质。

近 20 年来,智能化测量控制仪表已经取得了巨大的进展。从技术背景上来说,硬件集成电路的不断发展和创新是一个重要因素。各种集成电路芯片都在朝着超大规模、全 CMOS 化的方向发展。CMOS 电路具有功耗低、工作温度范围宽的特点,近年来又采用“硅门”技术取代了原来的“金属门”,使 CMOS 电路的速度与 NMOS 及 PMOS 基本相同,输入保护技术也已经有效地克服了静电损坏的缺点。目前已经出现了许多超大规模的 CMOS 集成电路芯片,如 80C51、80C552 等新一代增强型单片机芯片。它不仅与 MCS-51 单片机在指令系统上完全兼容,而且在其芯片内部集成了许多新的功能部件,如片内 A/D 转换器、片内看门狗电路(WATCH DOG TIMER)、片内脉宽调制器(PWM)、芯片间串行总线(I²C BUS)等,从而使用户具有了更大选择范围。一个全 CMOS 电路系统的功耗只是普通 TTL 系统功耗的 1/10,采用这种 CMOS 芯片组成的智能化测量控制仪表可以采用干电池供电,从而根本上解决了市电干扰的问题。同时还可以使仪器小型化,以便于野外使用。如今还出现了许多专用的数字信号处理芯片,例如美国 TI 公司生产的 TMS320 系列数字信号处理芯片,其运算速度非常快,特别适用于数字信号处理仪表,如各种分析仪等。

2. 智能化测量控制仪器仪表的功能特点

传统测控仪表对于输入信号的测量准确性完全取决于仪表内部各功能部件的精密性和稳

定性水平。另外传统仪表对于测量结果的正确性也不能完全保证。所谓正确性是指仪表应在其各个部件完全无故障的条件下进行测量,而传统仪表在其内部某些部件发生故障时仍然继续进行测量,并继续给出测量结果值,显而易见这时的测量结果将是不正确的。智能化测量控制仪表的出现使上述两个问题的解决有了突破性的进展。

智能化测量控制仪表可以采用自动校准技术来消除仪表内部器件所产生的漂移电压。众所周知,任何仪表都必须进行周期性的校准,以保证其额定精度的合法性。传统仪表的校准通常是采用与更高一级的同类仪表进行对比测量来实现的。这种校准方法费时费力,而且校准后,在使用时还要反复查对检定部门给出的误差修正值表,给用户造成很大的不便。智能化测量控制仪表提供了一种先进而方便的自动校准方法。这种校准方法完全基于单片机的计算与存贮功能,校准时间短,操作方便,不用打开机盖,不需调整任何元件,非专业人员也可操作,因此深受仪表使用者的欢迎。自动校准是智能化测量控制仪表的一大功能特点,它可降低仪表对于内部器件(如衰减器、放大器等)稳定性的要求,这点对于仪表的设计和制造都有重大意义。

在提高仪表的可靠性,保证测量结果的正确性方面,智能化测量控制仪表也明显优于传统仪表。通常智能化测量控制仪表都设置有自检功能。所谓自检,就是仪表对其自身各主要部件进行的一种自我检测过程,目的是检查各部件的状态是否正常,以保证测量结果的正确性。自检一般可分为开机自检、周期性自检和键控自检3类。

开机自检是每当接通电源或复位时,仪表即进行一次自检过程;周期性自检是在仪表的工作过程中,周期性地插入自检操作,它是完全自动的,通常在仪表工作的间歇期间插入,不干扰正常测量过程(除非是检查到故障),它是不为仪表操作者所察觉的;键控自检是在仪表的面板上设置一个专门的自检按键,需要时可由操作人员启动仪表进行自检。

仪表自检的内容比较广泛,自检项目与仪表的功能和特性密切相关。通常自检的对象包括RAM、ROM、A/D转换器、显示器以及一些特殊功能部件等。对于不同的自检对象和目的,检查的方法也不相同。对于RAM的自检可采用写入数据和读出数据是否一致的方法进行,如果写入的数据与读出的数据不一致,则说明该RAM器件存在故障。对于显示器的自检可让其全部发光,如果某显示器不发光,则说明它存在故障。对于A/D转换器的自检可给其施加一个标准电压,如果此时的A/D转换结果数据在预期的范围之内,说明A/D转换器工作正常。对于ROM的自检可采用校验的方法进行,在将程序代码写入ROM时,保留一个单元(一般为最后一个单元)不写程序代码,而是写入“校验字”,利用这个校验字使ROM的每一竖列都具有奇数个“1”,这样就使ROM的每一竖列的校验和全为“1”。当进行ROM自检时,如果程序的出口参数(即校验和)为“11111111”,则说明该段程序代码没有丢失。

在进行自检的过程中,如果检测到仪表的某一部分存在故障,仪表将以某种特殊的显示方式提醒操作人员注意,并显示当前的故障状态或故障代码,从而使仪表的故障定位更加方便。一般来说,仪表的自检项目越多,使用和维修也就越方便,但是相应的自检硬件和软件也就越复杂。

智能化测量控制仪表内含单片机,可以充分利用单片机对于数据的处理能力,最大限度地消除仪表的随机误差和系统误差。随机误差存在于每一次测量过程之中,而且其大小、符号都是不确定和不可预知的。但是 N 个测量数据中所包含的随机误差具有统计规律。概率统计理论证明,随机误差服从正态分布。 N 个测量值中包含的随机误差具有对称性或相消性,因此可以用统计平均的方法来消除随机误差。概率统计理论还证明,对于 N 个带有随机误差的测量

数据, 当 N 逐步增大时, 其平均值是真值的无偏估计值。因此在智能化测量控制仪表完成一次测量, 实际上是对被测量进行了 N 次采样之后, 取这 N 次采样值的平均值。对于仪表系统误差的消除可以采用前面介绍的自动校准方法。利用单片机对于测量数据的计算处理能力, 是智能化测量控制仪表提高测量和控制准确度的一个重要方法。此外还可以用这种方法来进行仪表的非线性特性校正。根据仪表功能的不同, 数据处理的方法也多种多样。智能化测量控制仪表除了具有上述功能之外, 还可以带有串行或并行通讯接口, 从而使之具有数据远传和远地程控的能力。利用若干台带有 GIP-IB 接口的智能化测量控制仪表, 可以方便地组成一个自动测控系统。

1.2 微机测控应用系统设计的主要内容

1. 微机测控系统的结构特点

微机测控系统结构如图 1-1 所示, 此结构具有很好的灵活性和可扩充性, 设计者可以根据自己的实际情况增减, 所有的外围接口均适合 PC 机和单片机, 其中 PC 机和单片机具有同等的地位。

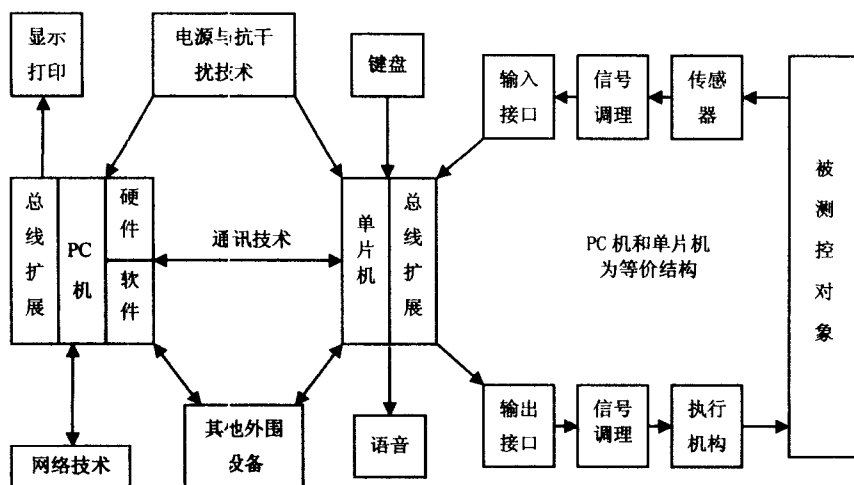


图 1-1 微机测控系统结构示意图

2. PC 机的总线扩展和硬件配置

PC 机有多种不同总线的结构, 书中主要介绍 IBM PC/AT 总线结构及其扩展技术, 包括输入/输出 (I/O) 扩展和内存 (MEM) 方式扩展。

PC 机扩展包括声卡、视霸卡、压缩解压卡、调制解调器 (可连 INTERNET) 等等。

3. PC 机的软件配置

随着 PC 机硬件的不断发展, PC 机的软件也取得了惊人的发展速度, 现在的系统软件大小可达 400 MB~500 MB, 具有良好的人机界面, 软件的功能越来越强大, 同时软件的开发也

越来越容易。常用软件环境的配置:

(1) DOS 环境下, DOS6.22

单片机开发环境: TWAY3.0 中文环境+单片机开发软件+ZRM 中文输入法(或 WBX);

电路设计: PROTEL(TANGO3.16)原理图设计+PCB 图设计软件包;

文字处理: UC DOS6.0 中文环境+CXED 制表软件+ZRM 中文输入法(或 WBX);

应用软件: C、C++、QB 等。

(2) WINDOWS 环境下

文字处理: OFFICE+ZRM 中文输入法(或 WBX);

电路设计: PROTEL 原理图和 PCB 图设计软件包;

应用软件: VB、VC 等。

4. 电源技术

电源是微机测控系统的能源系统,它的稳定性和抗干扰能力直接影响微机测控系统的正常工作,电源常常是微机系统的故障多发点。本书电源部分包括:UPS 电源、微机用开关电源、DC/DC 集成电源模块、电源转换集成芯片、电源监控技术等。

5. 单片机总线扩展技术

为了对机电系统进行检测和监控,就必须对单片机的外围总线进行扩展,以满足设计要求,随着电子技术的不断进步,现在有许多特殊功能的集成芯片,可以用来满足我们某些特殊的要求,使得接口方便、简捷、功能强大,同时也具有较强的抗干扰能力。如:集成的语音芯片、FLASHRAM、各类串行接口芯片(串行显示、串行 A/D、D/A、串行 E²PROM)等等。

本书重点论述了 SPI、I²C 以及 1-WIRE 等最新总线扩展技术。

同时,随着 16 位单片机的出现,我们将介绍 16 位的外部总线扩展技术。

6. 传感器技术

在机电系统中,我们常用的传感器包括:压力、温度、速度、转速、距离、角位移、频率、振动、流量、电流、电压、图像(视频)等传感器。

7. 信号调理技术

传感器采集到的信号,一般不能直接接入 CPU,需要对传感器的信号进行调理,对其进行放大、隔离、整形、多路切换、A/D 变换等处理。

8. 输出控制技术

微机系统通过前向通道技术和微机采集处理,对系统状态进行判断,有时需要输出控制系统状态,这样就需要采用适合的控制算法,输出相应的量,通过隔离、驱动后带动执行机构控制系统状态,常用的执行机构包括继电器、步进电机等。

9. 人机界面设计

一个微机系统常常需要人工输入一些参数和控制命令,以适合不同的工作条件或执行不同