

智能传感器及传感器系统实用技术丛书

丛书主编：沙占友

智能传感器系统设计与应用

主 编 沙占友

副主编 王彦朋 葛家怡 文环明等

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书从实用角度出发,全面系统深入地阐述了智能传感器系统的原理与应用。

全书共 15 章,分别介绍了传感器信号调理器、信号处理系统、网络传感器系统、单片数据采集系统和 16 通道高速数据采集系统的设计;单片宽频带交流真功率检测系统、相位差测量系统、单片电子称重系统、单片电能计量系统、单片彩色扫描仪的设计原理与应用;智能传感器系统的总线及接口技术、智能传感器系统外围电路设计及抗干扰措施。本书是国内第一部介绍集成化智能传感器系统的专著,与《集成化智能传感器原理与应用》共为姊妹篇。

本书题材新颖,内容丰富,深入浅出,具有科学性、先进性和很高的实用价值,可供电子、计算机和电气工程技术人员阅读,亦可作为高等院校有关专业的教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

智能传感器系统设计与应用/沙占友主编. —北京:电子工业出版社,2004.6

(智能传感器及传感系统实用技术丛书)

ISBN 7-120-00028-4

. 智... . 沙... . 传感器—系统设计 . TP212.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 044601 号

责任编辑:魏永昌

印 刷:北京民族印刷厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1 092 1/16 印张:26.5 字数:678.4 千字

印 次:2004 年 6 月第 1 次印刷

定 价:38.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

《智能传感器系统设计与应用》编委会

主 编 沙占友

副 主 编 王彦朋 葛家怡 文环明 庞志锋 薛树琦 周万珍

王晓君 孟志永 张 英 安国臣 张永昌 张晓明

编 委 沙占友 王彦朋 葛家怡 文环明 庞志锋 薛树琦

周万珍 王晓君 孟志永 张 英 安国臣 张晓明

张永昌 李学芝 沙占为 沙 江 赵晓平 马洪涛

睢丙东 岳永哲 王书海 李春明 许云峰 韩振廷

张文清 宋怀文 王志刚 刘立新 张启明 刘东明

赵伟刚 宋廉波 刘建民 李志清 郑国辉 林志强

刘庆华

责任编辑 魏永昌

前 言

目前,传感器正沿着分立式→集成化→智能化→单片系统化、网络化的方向迅速发展。智能传感器系统是在智能传感器的基础上发展而成的,被誉为 21 世纪的高、精、尖产品。其主要特征是整个传感器系统可集成在一个(或几个)芯片上,因此它比智能传感器的集成度更高、性能更优、功能更强、性价比更高。智能传感器系统主要包括传感器信号调理器、传感器信号处理系统、单片智能传感器系统、单片数据采集系统、网络智能传感器系统等。

早在半个多世纪之前,当人类步入汽车时代时,有人声称要把整个英国放在轮子上。在进入信息时代的今天,又有人提出要把世界放进芯片中。20 世纪末,人们首先提出了“单片系统”这一新概念。单片系统的英文缩写为 SOC (System On Chip),又被译为“系统级芯片”或“系统芯片”,它是将一个可灵活应用的系统集成在一个芯片中。上述预言在 21 世纪初就已成为现实。预计到 2005 年,SOC 在世界半导体市场的份额将达到 24%。与此同时,单片系统的集成度也在迅速提高,不久即可达到每片集成 10^9 个晶体管的水平。这必将给整个 IC 产业及 IC 应用带来划时代的进步,使 IC 从传统意义上的“集成电路”发展成为全新概念的“集成系统”。目前这类系统主要包括通用型单片数据采集系统、专用型单片智能传感器系统、单片办公设备(如单片彩色扫描仪)、单片家用电器(如单片 DVD)、单片网络设备(如 Web PAD)和单片个人计算机(PC-on-a-Chip)。单片系统集成正为实现传感技术的跨越式发展起到重要的推动作用。

智能传感器系统作为 21 世纪的高、新科技产品,正引起国内外电子信息界的高度重视,人们对它的认识也在不断地深化。鉴于目前国内尚未出版过专门介绍集成智能传感器系统的专著或译著,难以适应电子信息技术的发展。为满足广大读者的急需,我们将近年来从事教学与科研工作中积累的经验及部分科研成果进行了系统总结,并参考国内外厂家提供的最新资料后撰写成此书,以飨广大读者。本书与《集成化智能传感器原理与应用》共为姊妹篇。

本书融科学性、先进性、系统性、实用性于一体,主要有以下特点:

第一,全面、深入地阐述了国外智能传感器系统领域的新技术和新成果,详细介绍了集成化传感器信号调理器、传感器信号处理系统、单片网络智能传感器系统、单片数据采集系统、高速数据采集系统、单片宽频带交流真功率检测系统、单片宽频带相位差测量系统、电子称重系统、单片电能计量系统、单片彩色扫描仪和智能传感器系统外围电路的设计,充分反映出该领域的国内外最新科技成果。

第二,结构严谨,条理清晰,逻辑性强。例如,第 3 章先介绍传感器信号调理器,第 4 章再介绍性能更先进、功能更强大的传感器信号处理系统。内容由浅入深,各章之间也保持相对的独立性,读者既可通读全书,亦可选读部分章节的内容。

第三,具有很高的实用价值。全书给出了各种新型集成智能传感器系统的应用电路,对于广大读者利用集成智能传感器系统级芯片开发新型传感器系统及测控系统,具有重要的参考价值。

第四，信息量大，知识面宽，便于读者触类旁通，灵活运用。

沙占友教授任本书主编，王彦朋、葛家怡、文环明、庞志锋、薛树琦、周万珍、王晓君、孟志永、张英、安国臣、张永昌、张晓明担任副主编。沙占友撰写了第1章、第3章至第5章、第14章，与张晓明、许云峰合作撰写了第6章，并完成了全书的审阅及统稿工作。葛家怡撰写了第2章，王彦朋撰写了第7章，文环明撰写了第8章，孟志永撰写了第9章，安国臣、张永昌撰写了第10章，庞志锋、王晓君撰写了第11章，薛树琦、张英撰写了第12章。周万珍、沙占为、赵晓平、王书海、岳永哲撰写了第13章。马洪涛、沙江、睢丙东、李春明撰写了第15章。参加本书撰写工作的还有李学芝、韩振廷、张文清、宋怀文、王志刚、刘立新、张启明、刘东明、赵伟刚、宋廉波、刘建民、李志清、郑国辉、林志强、刘庆华同志。

由于作者水平有限，书中难免存在缺点和不足之处，欢迎广大读者指正。

作 者

目 录

第 1 章 智能传感器系统概述	1
1.1 智能传感器系统的基本概念及构成	1
1.1.1 智能传感器系统基本概念	1
1.1.2 智能传感器系统的基本构成及应用	1
1.2 智能传感器系统新技术与发展趋势	3
1.3 智能传感系统的总线接口	6
1.3.1 智能传感器系统常用的串行总线	6
1.3.2 基于 HART 协议的现场总线	8
1.4 集成化智能传感器系统的产品分类	9
1.4.1 传感器信号调理器及信号处理系统	9
1.4.2 单片数据采集系统	10
1.4.3 单片检测系统	10
1.4.4 单片设备	11
1.5 单片智能传感器系统典型产品的技术指标	11
第 2 章 传感器信号调理器的原理与应用	13
2.1 UZZ9000/9001 型角度传感器信号调理器	13
2.1.1 UZZ9000 型电压输出式角度传感器信号调理器	13
2.1.2 UZZ9001 型电压输出式角度传感器信号调理器	16
2.2 CS2001 型电容式传感器信号调理器	18
2.2.1 CS2001 的工作原理	18
2.2.2 CS2001 的典型应用	20
2.3 1B31 型宽带应变信号调理器	20
2.3.1 1B31 的性能特点	21
2.3.2 1B31 的工作原理	21
2.3.3 1B31 的典型应用	27
2.4 1B32 型桥式传感器信号调理器	29
2.4.1 1B32 的工作原理	29
2.4.2 1B32 的典型应用	31
2.5 AD22055 型桥式传感器信号放大器	32
2.5.1 AD22055 的性能特点	32
2.5.2 AD22055 的原理与应用	32
2.6 MAX1459 型模拟传感器信号调理器	34
2.6.1 MAX1459 的性能特点	34
2.6.2 MAX1459 的工作原理	35

2.6.3	MAX1459 的典型应用	39
第 3 章	传感器信号处理系统的原理与应用	42
3.1	TSS400-S1/S2 型低功耗可编程传感器信号处理系统	42
3.1.1	TSS400-S1/S2 的性能特点	42
3.1.2	TSS400-S1/S2 的工作原理	43
3.1.3	TSS400-S1/S2 的典型应用	50
3.2	MAX1460 型智能化传感器信号处理系统	52
3.2.1	MAX1460 的性能特点	52
3.2.2	MAX1460 的工作原理	53
3.2.3	MAX1460 的典型应用	55
3.3	MAX1463 型双通道智能化传感器信号处理系统	57
3.3.1	MAX1463 的性能特点	57
3.3.2	MAX1463 的工作原理	57
3.3.3	MAX1463 的典型应用	64
3.4	AD7714 型 5 通道低功耗可编程传感器信号处理系统	64
3.4.1	AD7714 的性能特点	64
3.4.2	AD7714 的引脚功能	65
3.4.3	AD7714 的工作原理	66
3.4.4	AD7714 的典型应用	70
第 4 章	基于网络的智能传感器系统的设计	74
4.1	网络测控系统发展概述	74
4.1.1	网络测控系统发展概述	74
4.1.2	网络化测控系统的体系结构	75
4.2	基于以太网的嵌入式单片机网络系统的设计	76
4.2.1	嵌入式单片机网络系统的设计方案	76
4.2.2	嵌入式单片机网络系统的电路设计	78
4.2.3	网卡的配置	80
4.2.4	系统参数的自定义设置	80
4.3	网络传感系统的程序设计及应用	83
4.3.1	程序设计	83
4.3.2	应用实例	85
4.4	单片机应用层软件设计	85
4.4.1	AT24C02 读、写程序的设计	85
4.4.2	串行口程序的设计	85
第 5 章	单片数据采集系统的原理与应用	89
5.1	TC534 型可编程数据采集系统	89
5.1.1	TC534 的性能特点	89
5.1.2	TC534 的工作原理	90
5.1.3	编程方法	92

5.1.4	四通道数据采集系统的设计	93
5.2	ADuC824 型高精度单片数据采集系统	94
5.2.1	ADuC824 的性能特点	95
5.2.2	ADuC824 的工作原理	95
5.2.3	ADuC824 的典型应用	102
5.3	VERSA1 型具有 DSP 功能的单片数据采集系统	106
5.3.1	VERSA1 的性能特点	106
5.3.2	VERSA1 的工作原理	107
5.3.3	VERSA1 的典型应用	113
第 6 章	HP34970A 型 16 通道高速数据采集系统	116
6.1	HP34970A 型数据采集系统性能特点	116
6.1.1	HP34970A 型数据采集系统的性能特点	116
6.1.2	HP34970A 型数据采集系统的操作面板	116
6.2	HP34970A 型数据采集系统的电路结构	119
6.2.1	HP34970A 多通道数据采集系统的框图	119
6.2.2	HP34970A 多通道数据采集系统的结构原理	121
6.3	HP34970A 型数据采集系统的测量原理及多路切换技术	126
6.3.1	HP34970A 的测量原理	126
6.3.2	HP34970A 的多路切换技术	131
6.4	HP34970A 型数据采集系统软件的汉化	133
6.5	HP34970A 型数据采集系统的软件	135
6.5.1	Agilent Bench Link Data Logger 软件的使用方法	135
6.5.2	高级任务	140
6.6	HP34970A 型数据采集系统的应用	141
6.6.1	利用 HP34970A 实现多点测温的方法	141
6.6.2	测量低阻值电阻的方法	144
6.7	HP34970A 型数据采集系统的使用注意事项	144
第 7 章	单片射频真有效值功率测量系统的设计	150
7.1	射频功率测量技术	150
7.1.1	现代通信系统的构成	150
7.1.2	功率测量的基本概念	150
7.1.3	功率测量技术	152
7.2	AD8362 型单片真有效值功率测量系统	158
7.2.1	AD8362 的性能特点	158
7.2.2	AD8362 的工作原理	158
7.2.3	AD8362 的典型应用	161
7.3	LT5504/5507 型单片射频功率测量系统	164
7.3.1	LT5504 型射频功率测量系统	164
7.3.2	LTC 5507 型射频功率测量系统	167

第 8 章 相位差测量系统的设计原理与应用	169
8.1 AD8302 型单片宽频带相位差测量系统的原理	169
8.1.1 AD8302 的性能特点	169
8.1.2 AD8302 的工作原理	170
8.2 AD8302 的基本接线方式	172
8.2.1 工作模式的选择	172
8.2.2 输入通道的接口	174
8.2.3 修改灵敏度和中心点的方法	175
8.3 AD8302 型单片宽频带相位差测量系统的应用	176
8.3.1 AD8302 的典型应用	176
8.3.2 宽频带相位差 / 频率测量系统	178
8.3.3 AD8302 的特殊应用	178
8.4 基于 FPGA 和单片机的低频数字式相位差测量系统	180
8.4.1 设计方案	180
8.4.2 系统框图	180
8.4.3 电路及程序设计	181
8.4.4 测量数据及测试结果分析	183
第 9 章 单片电子称重系统的设计原理与应用	187
9.1 应变式称重传感器的测量原理	187
9.1.1 电阻应变片的性能特点及产品分类	187
9.1.2 电阻应变片的工作原理	188
9.1.3 应变式称重传感器的技术指标	189
9.2 单片电子称重系统的电路设计	190
9.2.1 由 ZEM 系列构成的单片电子称重系统	190
9.2.2 由 S8、S9 构成的单片电子计价秤	193
9.3 数字式电子秤的电路设计	194
9.3.1 称重传感器及 A/D 转换器	194
9.3.2 外围电路的设计	198
第 10 章 单片电能计量系统的设计原理与应用	199
10.1 AD7751 型单相电能计量系统	199
10.1.1 AD7751 的性能特点	199
10.1.2 电能计量的基本原理	200
10.1.3 AD7751 的工作原理	200
10.1.4 AD7751 的典型应用	205
10.2 SM9903 型单相电能计量系统	206
10.2.1 SM9903 的工作原理与典型应用	206
10.2.2 SM9913 的工作原理与典型应用	209
10.3 ADE7752 型三相电能计量系统	211
10.3.1 ADE7752 的性能特点	211

10.3.2	ADE7752 的工作原理	212
10.3.3	ADE7752 的典型应用	217
第 11 章	单片彩色扫描仪的设计原理与应用	221
11.1	彩色扫描仪的产品分类及基本原理	221
11.1.1	扫描仪的产品分类	221
11.1.2	扫描仪的主要技术指标	224
11.1.3	平板式扫描仪的基本原理	225
11.2	单片彩色扫描仪的性能特点	226
11.2.1	LM9832 的性能特点	227
11.2.2	单片彩色扫描仪系列产品的性能比较	227
11.3	LM9832 型单片彩色扫描仪的工作原理	228
11.3.1	LM9832 型单片彩色扫描仪的引脚功能	228
11.3.2	LM9832 型单片彩色扫描仪的工作原理	230
11.4	LM9832 型单片彩色扫描仪的应用电路	236
11.4.1	单片彩色扫描仪的应用电路	236
11.4.2	单片彩色扫描仪的工作流程	237
第 12 章	智能传感器系统的总线及接口技术	239
12.1	USB 总线接口与应用	239
12.1.1	USB 总线接口简介	239
12.1.2	USB 系统的结构	240
12.1.3	USB 总线接口在智能传感器系统中的应用	241
12.2	IEEE1451 通用网络化智能传感器接口标准	243
12.2.1	IEEE1451 智能传感器接口标准	243
12.2.2	基于 IEEE1451.2 标准的智能压力变送器	244
12.3	单线总线接口与应用	245
12.3.1	单线总线接口的通信协议	246
12.3.2	单线总线接口的应用	248
12.4	I ² C 总线接口与应用	249
12.4.1	I ² C 总线的特点	249
12.4.2	I ² C 总线的信号定义及数据传输过程	250
12.4.3	I ² C 总线接口的应用	252
12.5	SMBus 总线接口与应用	255
12.5.1	SMBus 总线接口	255
12.5.2	SMBus 总线接口的应用	255
12.6	SPI 总线接口与应用	256
12.6.1	SPI 总线接口概述	256
12.6.2	SPI 总线接口的应用	258
第 13 章	智能传感器系统外围电路设计	261
13.1	数字电位器	261

13.1.1	数字电位器的主要特点	261
13.1.2	数字电位器的产品分类及工作原理	262
13.1.3	数字电位器的误差分析	264
13.1.4	数字电位器的典型应用	265
13.2	高精度实时日历时钟电路	266
13.2.1	产品分类及性能特点	267
13.2.2	SD2001 系列产品的工作原理	267
13.2.3	SD2001 系列产品的典型应用	271
13.3	基准电压源	273
13.3.1	基准电压源的特点与产品分类	273
13.3.2	带隙基准电压源的基本原理	274
13.3.3	基准电压源的应用	275
13.4	集成恒流源	277
13.4.1	恒流源的特点与产品分类	277
13.4.2	恒流二极管的原理与应用	278
13.4.3	恒流三极管的原理与应用	280
13.4.4	可调精密集成恒流源的原理与应用	281
13.5	单片精密 U - f 、 f - U 转换器	282
13.5.1	AD650 的性能特点	283
13.5.2	U - f 转换器的原理与应用	283
13.5.3	f - U 转换器的原理与应用	288
13.6	真有效值数字电压及电平转换电路	289
13.6.1	真有效值数字仪表的基本原理	289
13.6.2	单片真有效值/直流转换器的产品分类	290
13.6.3	多量程真有效值数字电压表	291
13.6.4	多量程真有效值数字电压 / 电平表	292
13.7	带串行接口的多位译码 / 驱动器	293
13.7.1	MAX7219 的性能特点	293
13.7.2	MAX7219 的工作原理	294
13.7.3	MAX7219 的典型应用及多片级联方法	296
13.8	单片多位计数 / 锁存 / 译码 / 驱动器	297
13.8.1	ICM7217A 的性能特点	297
13.8.2	ICM7217A 的工作原理	297
13.8.3	ICM7217A 的典型应用	299
13.9	在线测量电路的设计	302
13.9.1	在线测量直流电流	302
13.9.2	在线测量电阻	304
13.9.3	在线测量晶体管的 h_{FE}	306
13.10	数字音频电压放大器的设计	307

13.10.1	TAS3004 型数字音频处理器	308
13.10.2	TAS3001C 型数字音频处理器	309
13.10.3	数字音频系统的电路设计	310
13.11	数字立体声功率放大器的设计	312
13.11.1	TAS5000 和 TAS5100 的性能特点	312
13.11.2	数字音频功率放大器的工作原理	313
13.11.3	数字音频功率放大器的电路设计	316
13.12	适配微处理器的单片开关电源	318
13.12.1	TOPSwitch - GX 的工作原理	318
13.12.2	适配微处理器的多路输出式单片开关电源	319
13.13	带串行接口的 4½ 位 LCD 显示数字电压表	321
13.13.1	MAX1494 的性能特点	321
13.13.2	MAX1494 的工作原理	322
13.13.3	MAX1494 的典型应用	326
第 14 章	智能显示技术	330
14.1	显示器简介	330
14.2	LED 点阵显示器	331
14.2.1	LED 点阵显示器	331
14.2.2	字符编码方式	333
14.3	4 位 5 × 7 LED 点阵驱动器	334
14.3.1	MAX6952 的性能特点	335
14.3.2	MAX6952 的工作原理	335
14.3.3	MAX6952 的典型应用	341
14.4	LCD 点阵显示器	342
14.4.1	液晶显示器的性能特点与工作原理	342
14.4.2	液晶点阵显示器	343
14.5	大屏幕智能显示技术	344
14.5.1	大屏幕智能显示屏	344
14.5.2	扫描方式与显示方式的设计	345
14.5.3	灰度屏、彩色屏及多媒体彩色屏	346
14.5.4	汉字点阵芯片	347
14.6	大屏幕 LED 智能显示屏的设计	348
14.6.1	主机电路设计	348
14.6.2	主机程序及计算机控制程序的设计	352
14.7	由像元管或磁翻板构成的大屏幕智能显示屏	354
14.7.1	像元管智能显示屏	354
14.7.2	磁翻板智能显示屏	355
14.8	多重显示仪表的电路设计	357
14.8.1	多重显示仪表专用集成电路的分类	357

14.8.2	ICL7182 型高分辨率液晶条图 A/D 转换器	358
14.8.3	LED 条图驱动器及条图显示扫描器	359
14.8.4	多重数字 / 液晶条图显示仪表的电路设计	362
第 15 章	智能传感器系统的抗干扰措施	364
15.1	电磁兼容性的设计与测量	364
15.1.1	电磁兼容性的研究领域	364
15.1.2	电磁兼容性的设计与测量	366
15.2	ENS-24XA 型高频噪声模拟发生器的原理与应用	369
15.2.1	高频噪声模拟器的性能特点	369
15.2.2	高频噪声模拟器的工作原理	370
15.2.3	高频噪声模拟器的应用	372
15.3	电磁干扰滤波器的构造原理与应用	374
15.3.1	电磁干扰滤波器的构造原理及应用	374
15.3.2	电磁干扰滤波器的技术参数及测试方法	377
15.4	抑制开关电源的电磁干扰	378
15.4.1	单片开关电源的基本电路	379
15.4.2	单片开关电源电磁干扰的波形分析	380
15.4.3	造成电磁干扰的电路模型	380
15.5	抑制开关电源的瞬态干扰及音频噪声	382
15.5.1	抑制瞬态干扰	382
15.5.2	抑制音频噪声	383
15.5.3	抑制其他干扰	384
15.6	智能传感器系统的接地	386
15.6.1	接地的作用及方式	387
15.6.2	智能传感器系统的接地	389
15.7	智能传感器系统的屏蔽	392
15.7.1	屏蔽的分类	392
15.7.2	静电屏蔽	392
15.7.3	磁屏蔽	394
15.8	智能传感器系统的抗干扰措施	395
15.8.1	干扰的成因及后果	395
15.8.2	电路设计中的抗干扰措施	396
15.9	利用软件来提高抗干扰能力	400
15.9.1	数字滤波器	400
15.9.2	其他软件抗干扰技术	403
15.10	系统的安全性	406
15.10.1	安全标准	407
15.10.2	安全认证	408
参考文献		409

第 1 章 智能传感器系统概述

智能传感器及传感器系统是 21 世纪最具代表性的一项高新科技成果。智能传感器系统是在智能传感器的基础上发展而成的。本章首先介绍智能传感器系统的基本概念及构成, 然后分别阐述智能传感器系统的新技术与发展趋势、总线接口及单片智能传感器系统的产品分类, 最后介绍几种单片智能传感器系统典型产品的技术指标。

1.1 智能传感器系统的基本概念及构成

1.1.1 智能传感器系统基本概念

智能传感器是带微处理器、兼有信息检测和信息处理功能的传感器。其主要特征就是将传感器检测信息的功能与微处理器的信息处理功能有机地融合在一起, 具有一定的人工智能作用。

关于智能传感器系统的定义, 目前国内外尚未形成规范化的意见。一般认为, 智能传感器系统就是采用智能传感器、计算机技术和通信技术而构成的检测或测控系统。智能传感器系统是国际上正在飞速发展的一项综合性高新科技, 它将对人类社会产生重要而深远的影响。

需要说明以下两点:

第一, 广义的智能传感器系统可由普通传感器、微处理器和通信接口所组成, 但随着微电子和计算机技术的发展, 目前已能将整个智能传感器系统集成在一个芯片中, 本书称之为“单片智能传感器系统”, 其典型产品有 AD8362 型单片射频真有效值功率检测系统, ZEM303 型单片电子称重系统等。

第二, 随着智能传感器高端产品的问世, 智能传感器与智能传感器系统的差异已逐步缩小, 因为某些新型单片智能传感器本身就是系统级芯片 (SOC), 例如, 国际上新推出的 SHT15 型单片智能化湿度 / 温度传感器, ADXRS300 型单片偏航角速度陀螺仪, US0012 型基于 DSP 和模糊逻辑技术的超声波干扰探测器、智能微尘传感器等新产品, 都属于智能传感器系统级芯片。

1.1.2 智能传感器系统的基本构成及应用

1. 智能传感器系统的基本构成

智能传感器系统的基本框图如图 1.1.1 所示。主要包括传感器, 信号调理器, 模 / 数转换器, 微处理器, 存储器, 通信接口, 键盘及显示器。若用智能传感器来代替传统的模拟传感器, 还可省去信号调理器等电路。

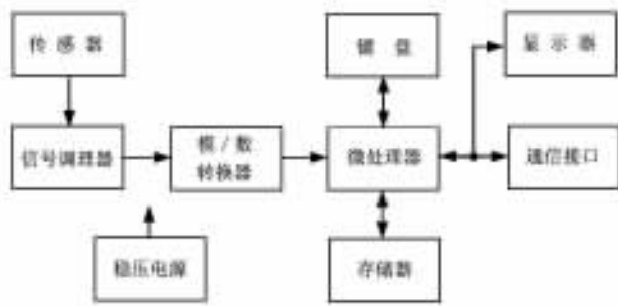


图 1.1.1 智能传感器系统的基本框图

2. 智能传感器系统的应用

1) 由智能温度传感器构成的温度测控系统

由 DS18B20 型智能温度传感器和 80C31 单片机构成的温度测控系统的电路框图如图 1.1.2 所示。该系统采用 6 片 DS18B20 同时测控 6 路温度，另外使用一片 DS18B20 专门监测机内 μP 的温度。主 CPU 采用 80C31 单片机，再用 4KB 程序存储器 2732 和 8KB 数据存储器 6264 各一片，分别扩展 ROM 和 RAM。80C31 经过 MC1413 分别驱动 6 只固态继电器。通过改变加热或致冷系统的工作状态，即可实现对被监测系统的实时控制。键盘扫描与 LED 显示器的动态扫描电路合用一片可编程键盘及显示接口芯片 8279。显示器采用 9 位共阴极 LED 数码管，可分别显示出通道数、温度测量值、以及所设定的上限温度和下限温度。

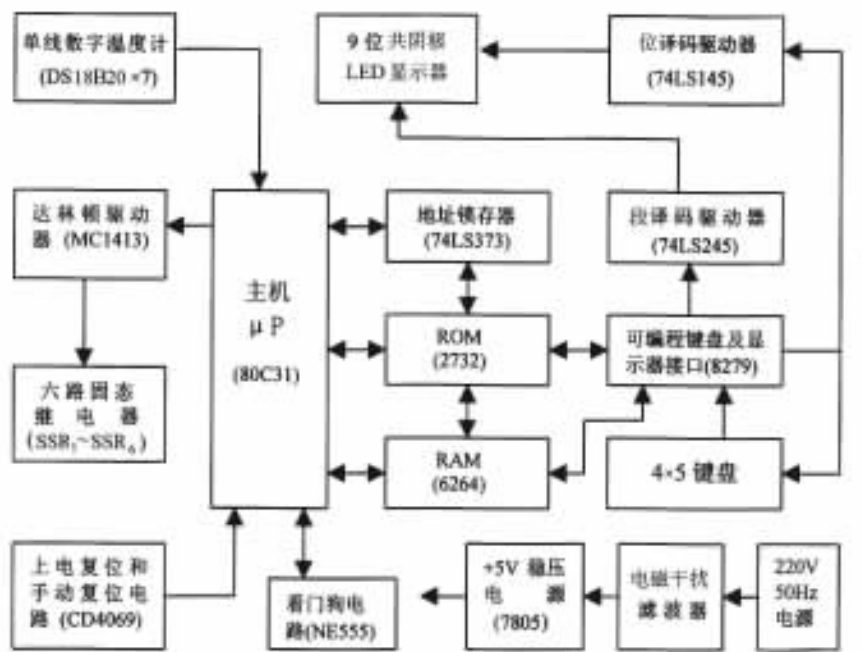


图 1.1.2 由智能温度传感器构成温度测控系统的电路框图

2) 分布式光纤温度传感器系统

分布式光纤温度传感器系统是一种能实时测量空间温度场的高新科技产品。它能连续测量光纤沿线所在处的温度，信号传输距离可达几千米，空间定位精度为 1m。它具有精度高、数据传输速度快、自适应能力强等优点，可取代传统的电缆式温感火灾探测系统。最近，我国自行开发的分布式光纤温度传感器系统采用先进的半导体激光技术、光纤光学滤波技术、高速光电转换和信号采集技术。其测量原理是在给光纤注入一定能量和宽度的激光脉冲时，它就在传输的同时不断产生后向散射光波。这些后向散射光波的状态与所在光纤散射点的温度有关，将散射回来的光波经过波分复用、检测、解调后，再进行信号处理便可获得温度信号，最终显示出实时温度值。

分布式光纤传感系统和传统传感器系统的性能比较见表 1.1。

表 1.1 分布式光纤传感系统和传统传感器的性能比较

主要性能	分布式光纤传感器系统	传统传感器系统
传感器的分布特性	检测点连续，可以全面检测被监视对象的各点的情况，检测范围宽	检测点间断，只有探头接触到的点才能被检测，检测范围窄
探头	光纤传感器，耐高压，不会被电击穿	电子传感器，对于高压设备的绝缘要求很高
检测信号输出	光信号，不受电力设备的电磁干扰	弱电信号，极易受到电磁干扰
信号通道	用光纤做信号通道时，探头与信号通道合为一体，工艺简单可靠	用电路做信号通道，易受到干扰，不便于检修
信号处理技术	采用光电检测技术、光信号传输及高速数字信号处理技术	采用电子检测技术、弱电信号传输及数字信号处理技术
系统的可靠性	高可靠性，仅取决于主机	可靠性低，受传感器、信号传输通道、主机等多种因素的影响
其他特点	不带电，抗电磁干扰（含射频干扰）能力强，防燃，防爆，抗腐蚀，耐高压和强电磁场，耐辐射，能在各种恶劣的环境中工作	——

1.2 智能传感器系统新技术与发展趋势

1. 微传感器系统

近年来随着微电子技术的不断发展和工艺日臻成熟，微电子机械加工技术（MEMT，Micro Electro Mechanical Technology）已获得飞速发展，成为开发新一代微传感器（Micro Sensor）微系统的重要手段。在微传感器系统中包含了微型传感器（或具有微机械结构的微传感器）、CPU、存储器和数字接口，并具有自动补偿、自动校准功能，其特征尺寸已进入到从微米到毫米的数量级。MEMT 不仅可制成简单的三维结构，还可做成三维运动结构与复杂的力平衡结构。微传感器系统具有微小体积、低成本、高可靠性等优点。目前，MEMT 已被应用到工业、办公自动化等领域。例如，经过微电子机械加工后生产的加速度计，目前已是汽车安全气囊触发器的首选产品。美国 ADI 公司生产的 ADXL05 型单片加

速度传感器中的工字梁、以及 XRS300 型单片偏航角速度陀螺仪集成电路内部的音叉陀螺仪，都是采用这种技术制成的。此外，利用 MEMT 工艺还研制出新一代喷墨打印头以及测量血液流量的微型压力传感器。

2. 多传感器数据融合技术

数据融合 (Data Fusion) 是 20 世纪 70 年代初由美国最早提出的。1973 年美国国防部资助的声纳解析系统用于检测某海域中的敌方潜艇，为消除杂波对信号的影响，才引入了多传感器数据融合 (以下简称多传感器融合) 的概念。

与单传感器测量相比，多传感器融合技术具有无可比拟的优势。举例说明，人们用单眼和双眼分别去观察同一个物体，二者在大脑神经中枢所形成的影像就不同，后者更具有立体感和距离感。这是因为用双眼观察物体时尽管两眼的视角不同，所得到的影像也不同，但经过神经中枢融合后会形成一幅新的影像，这是人脑的一种高级融合技术。同样，普通的天文望远镜只能观察夜空的一个点，要想观察银河等大面积的天体就需要不断地移动镜头，浪费大量时间。最近，国外已将 1521 个镜头组合成一个“复眼天文望远镜”。每个镜头根据波长分工各自测量天体的发光强度，在对所有镜头测出的数据进行综合分析之后，即可知道被观测天体的温度、元素比例等重要参数。这是应用多传感器融合技术的又一例证。

多传感器数据融合的基本原理就如同人脑处理信息一样，充分利用多个传感器资源，通过微处理器或计算机对这些传感器所检测到的信息进行综合处理，以获得被测对象的客观描述，进而还可推导出更多有价值的信息。

多传感器融合技术在汽车领域有着特殊用途。随着电子技术的发展，汽车电子化程度也不断提高。目前普通汽车上大约装有 10 只 ~ 20 只传感器，高级豪华轿车则更多。这些传感器主要分布在发动机控制系统、底盘控制系统和车身控制系统中，主要有温度传感器、压力传感器、转速和角度传感器、流量传感器、位置传感器、气体浓度传感器、爆震传感器、变速器控制传感器、悬架系统控制传感器、动力转向系统传感器、防抱制动传感器、车身控制用传感器等。采用多传感器融合技术不仅能大大简化布线，还可实现各种类型传感器的兼容性，提高汽车的综合性能指标。

多传感器融合的方法很多，可以将多个相同的传感器 (或敏感元件) 集成在同一芯片上，在保证测量精度的条件下扩大传感器的测量范围；也可以把不同类型的传感器集成在一个芯片中以测量不同性质的参数，实现综合测量功能。例如，由瑞士 Sensirion 公司生产的 SHT11 系列多功能式智能传感器，就采用了多传感器融合技术，可用来测量相对湿度、温度和露点等参数，并且输出经过校准的相对湿度和温度的串行数据。与传统的温湿度测量仪相比较，SHT11 系列传感器所具有的主要优点见表 1.2。

多传感器融合技术的主要优点可概括如下：提高信息的可信度，增加目标特征参数的种类及数量，降低获取信息的成本，缩短获取信息的时间，提高系统的性价比。因此，该项技术适用于工业自动化、医学诊断、模式识别、设备监测、气象预报、卫星遥感、航天器导航等领域。