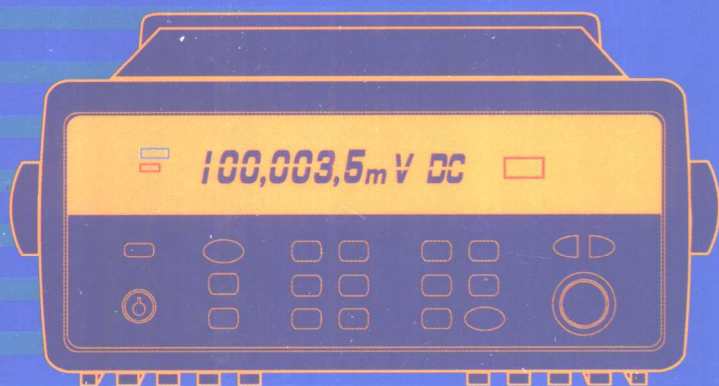


高等学校教材

数字化测量 技术与应用

沙占友 主编



高等学校教材

数字化测量技术与应用

沙占友 主编



机械工业出版社

本书从实际应用角度出发,全面、系统、深入、精辟地阐述了数字化测量领域的新技术。全书共分十五章。第一章为数字化测量概述。第二章至第十章分别介绍了各种数字集成电路、数字显示与大屏幕智能显示技术、通用及特种集成电源、单片智能传感器与网络传感器系统、数字采集系统的原理及应用。第十一章至第十四章深入剖析了由大规模或超大规模集成电路构成的几十种新型数字仪表、智能仪器及测控系统的设计原理。第十五章介绍了测试系统的抗干扰设计,可帮助读者解决在科研、生产和实验中遇到的一些数字化测量领域的新课题。

本书题材新颖,内容丰富,深入浅出,图文并茂,既富有科学性和先进性,又具有很高的实用价值。可作为高等院校电子信息工程、检测技术及仪器、测控技术及仪器等专业的本科生教材,也可作为相关专业硕士研究生教材,并可供各类电子技术人员和电子爱好者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

数字化测量技术与应用 / 沙占友主编. —北京:机械工业出版社, 2004.3
ISBN 7-111-13953-4

I. 数… II. 沙… III. 数字技术—应用—技术测量 IV. TG8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 007850 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:牛新国 张俊红

封面设计:解 辰 责任印制:洪汉军

北京中加印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·20.75 印张·510 千字

0001—4000 册

定价:30.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

《数字化测量技术与应用》编委会

主 编 沙占友

副 主 编 睢丙东 王彦朋 岳永哲 沙占为 王晓君 孟志永
刘齐跃 杜之涛 文怀明

编 委 沙占友 睢丙东 王彦朋 岳永哲 沙占为 王晓君
孟志永 文怀明 刘齐跃 杜之涛 马洪涛 王书海
安国臣 张永昌 张 英 陈庆华 张文清 宋怀文
陈 明 刘立新 张启明 赵伟刚 刘建民 李志清
郑国辉

前 言

数字化测量是 21 世纪一项高新科学技术。其基本内容是将连续变化的被测模拟量转换成离散的数字量，再经过数据采集、计数、编码、数据传输与存储，最后完成数据处理、图像处理、显示及打印工作。它所涉及的内容广泛，既有智能传感器与检测电路，又有数字化仪表、智能仪器、智能传感器系统、数据采集系统和测控系统。目前，数字化测量技术已被广泛用于工业、交通、通信、军事、金融、文教、家庭等各个领域，成为高精度、高速率、高抗扰、实时测量及自动控制的最佳选择和可靠保证。

鉴于国内介绍数字化测量基本原理的书籍较多，但专门介绍其应用技术的书并不多见，我们曾编著《实用数字化测量技术》一书，1991 年由国防工业出版社出版后，受到国内专家与许多读者的好评，并作为我校教材，还被兄弟院校选作本科生及研究生教材。该书于 1998 年 1 月再版并更名为《新编实用数字化测量技术》之后，又重印过多次。鉴于近几年来数字化测量领域又获得了飞速发展，新技术与新产品大量涌现，亟待推广应用，而广大读者迫切需要系统地掌握该领域的新技术。为此，我们又将近年来从事科研、检测和教学工作中所积累的经验及部分科研成果加以系统总结，并参考国内外厂家提供的最新资料后撰成此书，以飨广大读者。

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、系统、深入、多方位地阐述了国内外在数字化测量领域的新技术与新成果。例如，第一章所介绍的 VXI 总线仪器系统是一项被公认为跨世纪的高新技术。第六章、第七章中分别介绍的单片开关电源、Pentium 4 处理器散热控制电路的设计代表着国际先进水平。第八章至第十章分别介绍的单片智能传感器及传感器系统、基于网络的智能传感器系统及单片数据采集系统，均被誉为 21 世纪的高、精、尖产品。电磁兼容性是一门独立的新兴学科，本书第十五章专门阐述了测试系统的抗干扰设计。

第二，结构严谨，条理清楚，逻辑性强。以第四章为例，首先介绍 LED、LCD 数字及点阵显示器，然后介绍数字仪器的动态扫描显示技术，再阐述大屏幕智能显示技术，最后讲述三种大屏幕智能显示屏的设计原理，内容由浅入深，循序渐近。全书贯穿着由器件到整机，从检测电路到测试系统、由原理到应用的体系，以硬件为主，做到软、硬件结合。所选用的集成电路、整机或系统，均具有代表性。本书既便于读者阅读，又能给读者以完整、清晰的概念。

第三，具有很高的实用价值。本书以基本原理和设计思想为基础，而把集成电路应用和新型数字仪表、智能仪器和测试系统的设计作为全书的重点。在阐述大规模或超大规模 CMOS 集成电路时，还详细介绍其电路设计要点、应用技巧及注意事项。本书内容对研制具有高性价比的通用及专用数字仪表、开发新型智能仪器和测控系统的新产品，具有重要的参考价值，可帮助读者解决在科研、生产、教学实验中遇到的一些数字化测量领域的新课题。

第四，信息量大，知识面宽。本书反映了数字化测量中的多项新技术、新器件和新产品。在介绍新型集成电路典型产品的同时，还与其他同类产品做了比较，所涉及的集成电路有数百种，便于读者触类旁通，灵活运用。

第五，每章后面都附有习题，既有复习题，也有综合性练习题，还增加了一些能够扩展知识面并具有实用性的题目。

沙占友教授任本书主编，睢丙东、王彦朋、岳永哲、沙占为、王晓君、孟志永、文怀明、刘齐跃、杜之涛老师任副主编。沙占友撰写了第一章、第四章、第八章、第九章、第十章和第十三章，并完成了全书的审阅及统稿工作。睢丙东撰写了第六章，王彦朋撰写了第三章，岳永哲撰写了第二章，王晓君撰写了第五章，孟志永撰写了第七章，沙占为、张英撰写了第十一章，刘齐跃、杜之涛撰写了第十二章，马洪涛、王书海撰写了第十四章，文怀明、安国臣、张永昌撰写了第十五章。参加本书撰写工作及提供资料的还有陈庆华、张文清、宋怀文、陈明、刘立新、张启明、赵伟刚、刘建民、李志清、郑国辉。

由于作者水平有限，书中难免存在缺点和不足之处，敬请广大读者指正。

作 者

2004 年 1 月于河北科技大学

目 录

前言

第一章 数字化测量概述	1
第一节 集成电路发展的新趋势	1
一、集成电路发展概况	1
二、集成电路发展的新趋势	2
第二节 数字集成电路的分类	5
一、我国集成电路型号命名法	5
二、数字集成电路的分类	5
第三节 数字 IC 的接口电路	7
一、TTL 与 CMOS 接口	7
二、CMOS 与晶体管接口	7
三、利用驱动器阵列作接口	8
四、利用施密特触发器作接口	9
五、利用固态继电器作接口	9
六、串行通信接口	10
七、网络通信接口	11
第四节 智能传感器及传感器系统	11
一、智能传感器的定义及特点	11
二、智能传感器的发展趋势及应用	13
三、智能传感器的产品分类及技术指标	16
第五节 新型数字仪表的发展趋向	17
一、广泛采用新技术, 不断开发新产品	17
二、广泛采用新工艺	18
三、多重显示仪表	18
四、安全性	18
五、操作简单化	19
第六节 VXI 总线仪器系统	19
一、VXI——21 世纪的仪器总线	19
二、VXI 总线系统的发展史	20
三、VXI 总线仪器系统集成	20
第七节 标准源与电子测量仪器的标准条件	21
一、标准源与量值传递	21
二、电子测量仪表的标准测试条件	22
习题一	23

第二章 CMOS 门电路的特殊应用	24
第一节 方波发生器	24
一、两级反相式阻容振荡器	24
二、三级反相频率可调式阻容振荡器	25
三、方波信号发生器的特殊应用	26
第二节 占空比可调的矩形波发生器	27
一、由门电路构成的矩形波发生器	27
二、由定时器构成的矩形波发生器	27
第三节 石英晶体振荡器及秒基准信号发生器	28
一、石英晶体振荡器	28
二、几种秒基准信号发生器	29
第四节 CMOS 门电路的使用技巧	32
一、电压放大器	32
二、门控振荡器	33
三、声、光报警器	33
四、开机自动复位电路	34
五、负电源发生器	34
习题二	35
第三章 一位及多位计数/锁存/译码/驱动器	36
第一节 典型产品分类	36
第二节 双 BCD 同步加法计数器	37
一、CD4518 的工作原理	37
二、CD4518 的应用	37
第三节 可编程计数器	38
一、MC14522 的工作原理	38
二、可编程分频器的电路设计	39
第四节 锁存/译码/驱动器与无效零自动消隐电路	41
一、BCD 码锁存/译码/驱动器	41
二、无效零消隐电路的设计	42
第五节 单片多位计数/锁存/译码/驱动器	43
一、ICM7217A 的性能特点	44
二、ICM7217A 的工作原理	44
三、ICM7217A 的典型应用	45
第六节 单片 10MHz 数字频率计	48
一、产品分类及性能特点	48
二、ICM7216D 的工作原理	48
三、由 ICM7216D 构成的 10MHz 数字频率计	49
习题三	51
第四章 数字显示与大屏幕智能显示技术	53
第一节 显示器简介	53

第二节 LED 数字及点阵显示器	54
一、LED 数码管及字符管	54
二、LED 点阵显示器	55
第三节 LCD 数字及点阵显示器	59
一、液晶显示器的性能特点与工作原理	59
二、液晶点阵显示器	60
第四节 数字仪器的动态扫描显示技术	61
一、能消隐无效零的动态扫描显示电路	61
二、多位 LED 显示组件的动态扫描显示电路	62
第五节 大屏幕智能显示技术	63
一、大屏幕智能显示屏	64
二、扫描方式与显示方式的设计	64
三、灰度屏、彩色屏及多媒体彩色屏	65
四、汉字点阵芯片	66
第六节 大屏幕 LED 智能显示屏的设计	66
一、主机电路设计	67
二、主机程序及计算机控制程序的设计	70
第七节 由像元管或磁翻板构成的大屏幕智能显示屏	70
一、像元管智能显示屏	70
二、磁翻板智能显示屏	72
习题四	72
第五章 集成锁相环	74
第一节 锁相环简介	74
第二节 集成锁相环的工作原理	75
一、相位比较器	75
二、压控振荡器	76
三、线性放大及整形电路	77
第三节 集成锁相环的典型应用	77
一、电压/频率 (U/f) 转换器	77
二、频率/电压 (f/U) 转换器	78
三、频率合成器	78
第四节 锁相技术在电子测量领域中的应用	80
一、锁相技术在流量测控系统中的应用	80
二、利用锁相时钟抑制串模干扰	82
习题五	84
第六章 通用集成电源	85
第一节 集成稳压器的分类	85
一、集成稳压器的分类	85
二、稳压电源的主要参数	86
第二节 三端固定式集成稳压器的原理与应用	87

一、三端固定式集成稳压器的产品分类	87
二、三端固定式集成稳压器的的工作原理	87
三、三端固定式集成稳压器的应用	88
第三节 三端可调式集成稳压器的原理与应用	91
一、三端可调式集成稳压器的产品分类	91
二、三端可调式集成稳压器的的工作原理	92
三、三端可调式集成稳压器的应用	92
第四节 低压差集成稳压器的性能特点与应用	93
一、低压差集成稳压器的性能特点	93
二、低压差集成稳压器的应用	94
第五节 由脉宽调制器构成的开关电源	96
一、脉宽调制器的产品分类	96
二、脉宽调制器的基本工作原理	96
三、由 UC3842 构成的开关电源	97
第六节 单片开关式稳压器的原理与应用	99
一、单片开关式稳压器的产品分类	99
二、L4960/4962 的工作原理	99
三、由 L4960 构成的单片开关电源	101
第七节 单片开关电源的原理与应用	102
一、TOPSwitch—II 系列单片开关电源的性能特点	103
二、TOPSwitch—II 系列单片开关电源的工作原理	103
三、TOPSwitch—II 系列单片开关电源的典型应用	105
第八节 散热器的设计	107
一、散热器的设计原理	108
二、散热器的设计方法	108
三、注意事项	110
习题六	111
第七章 特种集成电源	112
第一节 基准电压源的工作原理与应用	112
一、基准电压源的特点与产品分类	112
二、带隙基准电压源的基本工作原理	113
三、基准电压源的应用	113
第二节 集成恒流源的工作原理与应用	115
一、恒流源的特点与产品分类	115
二、恒流二极管的工作原理与应用	116
三、恒流晶体管的工作原理与应用	117
四、可调精密集成恒流源的工作原理与应用	118
第三节 单片 DC/DC 电源变换器的工作原理与应用	119
一、单片 DC/DC 电源变换器的产品分类	119
二、ICL7660 型极性反转式 DC/DC 电源变换器	119

三、MAX770 型升压式 DC/DC 电源变换器	121
四、MAX639 型降压式 DC/DC 电源变换器	122
第四节 Pentium 4 处理器散热控制电路的设计	123
一、ADT7460 的性能特点	123
二、ADT7460 的工作原理	123
三、ADT7460 的典型应用	124
习题七	126
第八章 智能传感器及传感器系统的工作原理与应用	127
第一节 智能传感器的产品分类	127
第二节 单片智能温度传感器	129
一、DS18B20 的性能特点	129
二、DS18B20 的工作原理	130
三、由 DS18B20 构成的电脑温控系统	131
第三节 单片集成温度控制器	133
一、TMP01 型集成温度控制器的工作原理	133
二、TMP01 的外部驱动电路	134
第四节 单片热电偶冷端温度补偿器	136
一、热电偶的测温原理	136
二、基于 SPI 总线的数字式 K 型热电偶冷端温度补偿及转换器	137
三、隔离式热电偶冷端温度补偿及信号调理器	138
第五节 单片智能化湿度/温度传感器系统	140
一、SHT11/15 的性能特点	140
二、SHT11/15 的工作原理	141
三、相对湿度/温度测试系统的设计	142
第六节 单片加速度传感器	144
一、ADXL05 型单片加速度传感器的性能特点	145
二、ADXL05 型单片加速度传感器的工作原理	145
三、ADXL05 型单片加速度传感器的典型应用	146
第七节 单片压力传感器及信号调理器	147
一、集成硅压力传感器	147
二、集成压力信号调理器及微机接口电路	149
第八节 智能混浊度传感器系统	152
一、APMS-10G 的性能特点	152
二、APMS-10G 的测量原理	153
三、使用注意事项	154
第九节 单片指纹传感器	155
一、生物识别技术简介	155
二、指纹图像的特点及获取方法	155
三、FPS100 型单片指纹传感器的工作原理	157
四、FPS200 型单片指纹传感器的特点及应用	160

习题八	161
第九章 基于网络的智能传感器系统的设计	162
第一节 网络测控系统发展概述	162
一、网络测控系统发展概述	162
二、网络化测控系统的体系结构	162
第二节 网络化智能压力传感器的工作原理与应用	164
一、PPT、PPTR 系列智能压力传感器的性能特点	164
二、PPT、PPTR 系列智能压力传感器的工作原理	165
三、PPT、PPTR 系列智能压力传感器的应用	166
第三节 基于以太网的嵌入式单片机网络系统的设计	168
一、嵌入式单片机网络系统的设计方案	168
二、嵌入式单片机网络系统的电路设计	169
三、网卡的配置	171
四、系统参数的自定义设置	171
第四节 网络传感系统的程序设计及应用	173
一、程序设计	173
二、应用实例	175
习题九	175
第十章 数据采集及语音处理技术	176
第一节 多路模拟开关的工作原理与应用	176
一、CMOS 集成模拟开关的工作原理	176
二、多路模拟开关的应用技巧	177
第二节 高精度单片数据采集系统	180
一、AD μ C824 的性能特点	181
二、AD μ C824 的工作原理	181
三、精密测温系统的电路设计	184
第三节 HP34970A 型 16 通道高速数据采集系统	186
一、HP34970A 型数据采集系统的性能特点	186
二、软件的汉化	187
三、HP34970A 型数据采集系统的应用	188
第四节 语音处理技术及其应用	190
一、语音处理技术	190
二、语音处理器典型产品及语音电路开发系统	192
三、语音处理器的应用实例	193
第五节 数字音频电压放大器	194
一、TAS3004 型数字音频处理器	194
二、TAS3001C 型数字音频处理器	195
三、数字音频系统的电路设计	197
第六节 数字音频功率放大器	199
一、TAS5000 和 TAS5100 的性能特点	199

二、数字音频功率放大器的工作原理	200
三、数字音频功率放大器的电路设计	202
习题十	204
第十一章 数字电压表	205
第一节 数字电压表的特点	205
第二节 单片 A/D 转换器产品分类	206
一、单片 A/D 转换器	207
二、单片数字多用表专用集成电路	207
三、多重显示仪表专用集成电路	208
第三节 3½位 LCD 数字电压表	208
一、ICL7106 的性能特点和工作原理	208
二、由 ICL7106 构成的 3½位数字电压表	213
第四节 3½位 LED 显示数字电压表	214
一、MC14433 的性能特点	214
二、MC14433 的引脚功能工作原理	214
三、由 MC14433 构成的 3½位数字电压表	217
第五节 5½位智能数字电压表	218
一、HI7159A 的性能特点	218
二、HI7159A 的工作原理	219
三、由 HI7159A 构成的 5½位智能数字电压表	223
习题十一	224
第十二章 数字仪表中的新颖检测电路	226
第一节 数字仪表的在线测量电路	226
一、在线测量直流电流	226
二、在线测量电阻	228
三、在线测量晶体管的 h_{FE}	230
第二节 平均值 AC/DC 转换电路	231
第三节 真有效值电压及电平转换电路	232
一、真有效值数字仪表的基本工作原理	232
二、单片真有效值/直流转换器的产品分类	234
三、多量程真有效值数字电压表	234
四、多量程真有效值数字电压/电平表	235
第四节 测量电阻的电路	236
一、用比例法测量常规电阻	236
二、测量高阻的电路	238
第五节 测量电导的电路	239
一、测量电导的基本工作原理	239
二、数字电导表的电路工作原理	240
第六节 测量电容及电感的电路	241
一、用容抗法测量电容	241

二、测量电感	242
第七节 测量频率及占空比的电路	243
一、测量频率的工作原理	243
二、测量占空比的电路	245
第八节 测量温度的电路	246
一、测温电桥的工作原理	246
二、设计要点	248
第九节 检测二极管和晶体管的电路	248
一、测量二极管正向压降的电路	248
二、测量晶体管 h_{FE} 的电路	249
第十节 自动关机及蜂鸣器电路	250
一、自动关机电路	250
二、具有声、光指示的蜂鸣器电路	251
习题十二	252
第十三章 数字仪表及测控系统的电路设计	253
第一节 数字照度计	253
一、性能特点	253
二、LX101 型数字照度计的整机电路工作原理	254
第二节 VC890D 型 3½ 位数字多用表	255
一、VC890D 型数字多用表的性能特点	255
二、VC890D 型数字多用表的整机电路工作原理	256
第三节 4¾ 位智能数字多用表	260
一、MAX134 的性能特点	260
二、MAX134 的工作原理	261
三、4¾ 位智能数字多用表的电路设计	263
第四节 能源自动检测系统	265
一、性能简介	265
二、接口板的设计	265
三、能源自动测控系统的电路设计及主程序流程图	266
第五节 低频数字式相位测量仪	270
一、设计方案	270
二、系统框图	270
三、电路及程序设计	271
四、测量数据及测试结果分析	274
习题十三	275
第十四章 智能仪表专用集成电路	276
第一节 高精度实时日历时钟电路	276
一、产品分类及性能特点	276
二、SD2001 系列产品的工作原理	277
三、SD2001 系列产品的典型应用	279

第二节 单片精密 U/f 、 f/U 转换器	280
一、AD650 的性能特点	280
二、 U/f 转换器的原理与应用	280
第三节 带串行接口的多位译码/驱动器	283
一、MAX7219 的性能特点	283
二、MAX7219 的工作原理	283
三、MAX7219 的典型应用及多片级联方法	285
第四节 LED 条图显示仪表集成电路	286
一、LM3914 型 LED 条图驱动器的工作原理	286
二、LED 条图显示温度计的电路设计	287
第五节 数字电位器	290
一、数字电位器的主要特点	290
二、数字电位器的产品分类及工作原理	290
三、数字电位器的误差分析	293
四、数字电位器的典型应用	294
习题十四	294
第十五章 测试系统的抗干扰设计	295
第一节 电磁兼容性的设计与测量	295
一、电磁兼容性的研究领域	295
二、电磁兼容性的设计与测量	297
第二节 电磁干扰滤波器的构造原理与应用	299
一、电磁干扰滤波器的构造原理及典型应用	299
二、电磁干扰滤波器的技术参数及测试方法	300
第三节 测试系统中常用的抗干扰措施	302
一、干扰的成因及后果	302
二、电路设计中的抗干扰措施	303
第四节 利用软件提高测试系统的抗干扰能力	306
一、数字滤波器	307
二、其他软件抗干扰技术	308
第五节 高频噪声模拟发生器的构造原理与应用	309
一、高频噪声模拟器的性能特点	309
二、高频噪声模拟器的工作原理	310
三、高频噪声模拟器的应用	312
习题十五	314
参考文献	315

第一章 数字化测量概述

本章重点介绍了集成电路和新型数字仪表的发展趋势以及数字 IC 的接口电路，并详细阐述了智能传感器及传感器系统、VXI 总线仪器系统等多项新技术。此外，还对目前生产的各种数字集成电路作了分类介绍。

第一节 集成电路发展的新趋势

一、集成电路发展概况

电子技术经历了四个发展阶段：①1906 年电子管的问世和 1947 年晶体管的发明，揭开了电子电路的设计阶段；②1958 年集成电路（IC）的诞生，跨入了新一代电路的逻辑设计阶段；③1975 年以后超大规模集成电路（VLSI）的问世，将电子技术引向 IC 的系统设计与相关的软件设计阶段；④面向 21 世纪的以微电子为基础、以计算机和通信为媒体的新阶段。

集成电路自 1958 年问世以来，其发展速度惊人。目前，全世界每年可生产 6000 多亿块、数千万种集成电路。在发展电子信息产业的过程中，无论是增加产量、扩大应用，还是开发新产品、提高性价比，无不依赖于 IC 产业的发展。从电子测量仪器、计算机系统到通信设备，从国防尖端到工业及民用领域，都与 IC 密切相关。据报道，在发达国家中一个家庭的家用电器内所用微控制器数量已超过 300 个。目前，世界国民生产总值的 70%以上与 IC 有关。IC 在电子设备中的价值比已从 20 世纪 80 年代的 7%，发展到现在的 30%以上，而在某些军事装备中已超过 80%。IC 被誉为工业“粮食”和“朝阳”产品，现已成为发展电子信息技术的核心以及衡量综合国力的重要标志。

我国于 1965 年研制成功集成电路，但由于种种因素，拉大了我国 IC 产业与世界先进水平的差距。近年来，国家制定了重点发展集成电路的战略方针，我国的 IC 产业也获得了飞速发展。1990 年我国的集成电路产量只有 1.1 亿块，1995 年才增加到 3.1 亿块，但 2003 年就达到 148.31 亿块。预计今后 3 年内，我国集成电路市场将保持 30%的高速度增长。2003～2010 年，我国集成电路市场需求量和总产量的预测情况详见表 1-1。

表 1-1 2003 年～2010 年我国集成电路市场需求和总产量预测

年 份	2003 年	2005 年	2010 年
国内需求量/亿块	350	500	1000
国内总产量/亿块	148.31	200	500
IC 自给率（%）	28.6	30	50
占全球 IC 产量份额（%）	1.5	3	5

2002 年 9 月 28 日，由中国科学院计算技术研究所自主开发的“龙芯 1 号”通用 CPU 芯片的诞生，结束了我国无“芯”的历史。它是采用 0.18 μm 的 CMOS 工艺制成的，内含 400 万只晶体管，定点字长 32 位，浮点字长 64 位，主频为 266MHz。2002 年 12 月 18 日，另一款高性能、低功耗的“方舟 2 号”高集成度 CPU 芯片问世，其主频可达 400 MHz，最大功

耗仅为 360mW。2003 年 10 月 31 日,由北京大学等单位研制的八六三 CPU 系统芯片通过了量产测试,其内部集成了 800 万只晶体管,这是目前国产集成度最高的 CPU 系统芯片。以“龙芯”、“方舟”和“八六三 CPU”为代表的一批嵌入式 CPU 和军用 CPU 芯片,以及第二代居民身份证非接触 IC 卡芯片为代表的各种 IC 卡芯片的开发成功,标志着我国集成电路已进入全面发展的新时期。截至 2002 年 6 月底,国内已建立起由 10 多家芯片制造骨干企业、20 多家封装测试企业和 200 多家 IC 设计公司组成的产业配套格局,形成环渤海地区、长江三角洲、珠江三角洲三大生产基地,从业人员达 11.5 万人。当然,我国 IC 产业与国际先进水平尚有不少差距。但随着我国经济持续高速增长,预计到 2010 年我国集成电路的产量将占全球的 5%左右,到 2020 年将达到 10%左右,成为真正的世界 IC 生产大国。

2003 年 10 月 15 日,我国利用“长征 2F”运载火箭成功地发射了神舟五号载人飞船,使亿万炎黄子孙的千年飞天梦得以实现。这标志着我国科学技术已达到新的水平。该火箭的测试系统采用 VXI 总线仪器系统,而制导系统采用“平台-计算机”方案。为了提高可靠性,计算机上实现了部件冗余,增加了冗余管理,采用 CPU、A/D 和 D/A 三冗余,姿态控制系统采用“姿态角-姿态角速率-数字网络-摇摆发动机”方案。为了提高可靠性采取了以下冗余措施:①相敏检波滤波装置及箭载计算机 A/D 转换器采用了三冗余;②箭载计算机 D/A、综合放大器、伺服机构伺服阀前置级和反馈电位计也采用了三冗余。故障检测处理系统有两个主要任务,一是检测火箭的重要参数,判断火箭故障,一旦出现故障时就向有关系统发出逃逸指令和中止飞行指令;二是在逃逸时完成逃逸飞行器的时序控制和火工品配电。火箭上的故障检测处理设备包括故障检测处理器、指令控制器、逃逸程序控制器、火工品配电器和电池。故障检测参数分别由遥测系统和控制系统来提供,包括姿态角偏差、箭体角速率、轴向过载、逃逸塔分离信号、助推器分离信号、整流罩横纵向分离信号及平台切换信号等。

二、集成电路发展的新趋势

目前,集成电路正进入一个蓬勃发展的新时期,主要表现为新技术不断涌现,新工艺被普遍采用,新产品层出不穷。人们对集成电路的认识也不断深化,从设计思想到使用观念都在更新。下面从四个方面来综述集成电路发展的新趋势。

(一) CMOS 电路的迅速崛起

CMOS 电路是集成电路大家族中的后起之秀。国外于 1963 年研制成功,1968 年才实现商品化。但它一经问世便显示出强大的生命力,以其独具的优点迅速占领国际电子市场。目前,CMOS 电路已成为超大规模集成电路(VLSI)的主流产品。正如日本《半导体世界杂志》早在 20 世纪 80 年代初所预言的:“CMOS 在半导体界起着火车头的作用,它给半导体界带来了新的光明。”

近年来,CMOS 电路的产量及销售额大幅度上升,而 TTL 电路却以抛物线规律迅速下降。CMOS 电路中标准系列(4000 系列和 14000 系列)以及高速系列(74HC 系列),以其输入阻抗高、抗干扰性强和低功耗等优点,正在许多领域取代传统的 74-TTL 和 LS-TTL、S-TTL 电路。国外已将采用 CMOS 电路和再生塑料机箱制成的低电压(3.3V 以下)、低功耗、低噪声、低辐射的计算机,称之为“绿色”计算机(Green-PC)。

与此同时,CMOS 电路也迅速扩展到模拟器件领域。用 CMOS 工艺技术取代双极型晶体管技术,现已研制出许多性能优良的模拟 IC 和功率 MOS 器件。

(二) 单片 IC 和单片系统的广泛应用

集成电路强大的生命力在于应用。目前集成电路正朝着单片集成化和单片系统化的方向