

CMOS 集成电路 原理及应用

沈 雷 主编

光明日报出版社

CMOS 集成电路原理及应用

沈 雷 主编

光明日报出版社

CMOS集成电路原理及应用

沈 雷 主 编

光明日报出版社出版

(北京永安路106号)

光明日报出版社软件出版部编辑

(上海市长乐路1239号)

*

安徽新华印刷厂印刷

新华书店上海发行所发行

开本: 787×1092 1/16 印张: 47 字数: 1,203,200

1986年8月第1版(上海) 1986年8月第一次印刷

印数: 1—12,000

统一书号: 13263·0121

定价: 平装11.00元 精装13.50元

科技新书目126—211号

内 容 提 要

《CMOS集成电路原理及应用》一书主要介绍近年来新发展的互补型金属氧化物半导体电路的基本原理、特性和应用。全书共分十四章,前面部分阐述了CMOS逻辑电路,如逻辑门、触发器、锁存器、计数器、译码和编码器、移位寄存器、数据选择器及运算器等,同时还介绍了电路的衔接技术和使用准则;后面部分阐述了CMOS模拟电路,如运算放大器、电压比较器、双向开关和多路传输器、锁相环、通用定时器以及D/A和A/D转换器等。本书对每个器件的工作原理都作了简明扼要的介绍,并且还例举了应用实例,全书共收集了330多例各种典型电路,可供电子设计人员参考。

本书可作为工程技术人员的工具书,也可作为大专院校师生的参考书,以及电子技术讲座的教材。

印 制 说 明

《CMOS集成电路原理及应用》是一本大型科技专著。

本书介绍的《CMOS集成电路》包括大、中、小各种规模,吸收借鉴了世界性的研究成果,具有低功耗,抗干扰强等特点,有较强的实用意义。

本书有文字一百二十多万,图表近九百幅,篇幅达七百多面,各种公式繁复,可称“字多、表多、图多、式多”。

为了让本书早日与读者见面,我们采用了分段排,随校随改的工艺,在作者日以继夜的通力合作下,只用三个多月即全部完成了制版、校改定样工作,作者独力承担了本书的全部最后校定工作并采纳了排版工人的一些好建议,使本书得以迅速出版。

我们本着“用户至上”的宗旨,仅用五个半月即全部印装完毕,这正是作者与我们互相配合协作所开出的效益之花。

由于我们排印如此大型的科技专著不多,各方面的不足在所难免,诚挚地欢迎广大读者与同行指正。

借此向作者,沈雷工程师在校印过程中连续二个月日夜工作,通力合作的精神致敬。

安徽新华印刷厂

一九八六年十月

前 言

电子产品的微型化和智能化促使人们孜孜不倦地去研究和制造各种日益复杂的集成电路,其目标几乎是漫无止境的。近十余年来,半导体存储器从1K位发展到1M位,微处理器从4位发展到32位;制造集成电路的技术也有了飞速的进步,加工的线宽已从10微米降到了1~2微米,目前已在探索亚微米技术;加工硅片的直径也从1英寸发展到6英寸以上。在此过程中,世界上许多发达的先进国家为发展集成电路都不惜巨额投资,建造了超净生产线,采用了微细加工技术和高精度的装备,并利用计算机辅助技术来设计极为复杂的电路。现在,集成度已达到每个芯片上拥有几十万个元件的水平。芯片已经可以成为一个系统。

制造集成电路的工艺水平也在不断地提高。在以往相当长的时期内所采用的是TTL传统工艺,目前在标准的中、小规模数字电路(74、74LS系列)及线性电路(音响、运放和电源等)等方面双极型电路在产量上仍占有优势,但由于其功耗较大、工艺复杂,使得它在向高度集成化上面临困难,于是就促使人们倍加关注MOS电路,NMOS很快就成为制造大规模集成电路(LSI)和超大规模集成电路(VLSI)的主流。NMOS电路的速度较高、功耗适中,目前所流行的微型机和存储器电路大多是采用这种工艺制造的。但是随着集成度的进一步提高,NMOS的功耗已经变成一个棘手的问题,随之而引起的散热、温升及可靠性问题都成为发展的障碍,于是人们就开始重视起具有微功耗特性的CMOS电路。在十多年前,美国RCA公司首先开发的CD4000系列中、小规模CMOS电路得到广泛的重视,应用面也相当大。初期,CMOS电路主要应用于军事,还用于便携式的仪器仪表及计算器等要求耗电特别低的场合。由于这类电路是采用6~8微米的铝栅技术制造的,速度达不到微型机的要求,然而,随着技术的进步,采用3微米的硅栅技术来制造CMOS电路时速度可以达到LS—TTL的水平,类似的技术还可以制造相当于8~16位微型机和存储器电路,相当于8086的CMOS微机80C86和64K位的CMOS随机存储器已经问世。目前各大制造厂都特别重视COMS电路,八十年代是CMOS的年代!

为了使从事电子技术的工程技术人员、教师和学生能对CMOS电路的原理和应用有一个比较全面的了解,沈雷工程师根据目前国内的CMOS电路的生产现状编写了本书,对可以提供的和一些将要开发的CMOS电路为重点作了较为详尽的介绍,介绍了相当于美国RCA公司CD4000系列及美国Motorola公司的MC14000系列的国标CC4000系列和CC14000系列,还介绍了目前已广泛使用的电子工业部部标COOO系列以及其它一些广泛流行的CMOS A/D、D/A转换器等。在附录中还介绍了八十年代新的高速CMOS逻辑电路系列,该系列产品将具有很大的生命力,目前世界上各主要厂商都在相继开发,在国内也引起了重视和注意,已在积极试制之中。

本书特从应用的角度出发,例举了大量的应用实例,可以作电子工程技术人员的设计参考手册。

陆德纯

编写说明

八十年代是CMOS电路的黄金时代！

CMOS电路以其低功耗、高噪声容限和宽的工作电压等许多独特优点受到了电子工程技术人员的欢迎和青睐。多年来，作者在电子工业部产品管理局组织的全国各大区、各大城市集成电路应用技术讲座上较系统地介绍了CMOS集成电路，引起了大家的浓厚兴趣，同时接触了不少使用CMOS电路的人员和实地了解了一些使用单位。在此过程中，深知用户希望有一本介绍CMOS电路的书籍的愿望是十分迫切的，因此促使作者萌发了编写《CMOS集成电路原理及应用》一书的心愿，以献给为四化而辛勤工作的这些同志们，但愿为他们的能提供一点微薄帮助和贡献！

参加本书校编工作的有张惠泉、叶柏海、葛林根、沈仁良等工程师和李忠德讲师。他们对本书的全部章节进行了详细的校阅，并提出了不少宝贵的意见。

一九八三年三月在上海通过了本书的审稿，由上海工业大学胡南钟副教授主审，参加审稿的有王元熊副教授、周斌高级工程师、周仁栋和沈莊严讲师以及杨福仁等同志。杨汉皋同志为本书中的应用电路做了大量的验证和测试工作。

另外，刘美英、朱文芳和童亚华同志承担了本书的插图描绘；徐咏和、黄曼圆、周六宝、尹毅弘、卢其雯、姚庆庆及范青等同志承担了本书的誊写工作；杨翔安同志也提供了不少帮助。

在编写本书过程中，得到了上海无线电十四厂各级领导的大力支持，光明日报出版社软件出版部为本书的顺利出版做了大量的工作，陆德纯同志为本书写了前言，在此一并致谢！

由于CMOS技术的广泛性，本书不可能就CMOS产品的所有领域都一一阐述，如CMOS电路在微型计算机、通讯电路和门阵列等方面都未作介绍，希望读者鉴谅。书中谬误之处恳望读者批评指正。

沈 雷

1983年3月于上海

目 录

第一章 MOS 集成电路概述	1
1.1. MOS场效应管	1
1.1.1. MOS场效应管的基本工作原理	2
1.1.2. MOS场效应管的特性曲线	3
1.2. 单沟道MOS集成电路	8
1.2.1. 电阻负载MOS反相器	9
1.2.2. 饱和MOS负载反相器	11
1.2.3. 非饱和MOS负载反相器	13
1.2.4. E/D MOS反相器	14
1.3. CMOS集成电路	16
1.3.1. CMOS电路的特点	16
1.3.2. CMOS电路系列	18
第二章 CMOS电路基本原理和使用准则	19
2.1. CMOS反相器的工作原理和特性	19
2.1.1. 工作原理	20
2.1.2. 直流噪声容限	25
2.1.3. 开关特性、输出能力和功耗	28
2.2. CMOS传输门的工作原理和特性	34
2.2.1. 单沟道MOS场效应管传输门	34
2.2.2. CMOS传输门	40
2.3. CMOS三态电路	46
2.3.1. CMOS三态电路的形式	47
2.3.2. CMOS三态电路的特性	48
2.3.3. CMOS三态总线的有源负载	50
2.4. CMOS电路的栅保护电路	51
2.4.1. 单二极管保护电路	52
2.4.2. 二极管—电阻保护电路	53
2.4.3. 其它形式的保护电路	56
2.4.4. 改进的保护电路	57
2.5. CMOS电路的锁定效应及其防止	59
2.5.1. CMOS电路锁定的产生	60
2.5.2. CMOS电路锁定概率的测试	60
2.5.3. 防止CMOS电路锁定的方法	61
2.6. CMOS电路使用准则	63
2.6.1. 极限使用范围	64

2.6.2.	电源规则	64
2.6.3.	输入、输出信号规则	65
2.6.4.	操作规则	66
2.7.	CMOS系统的电源	67
2.7.1.	选用电源的依据	67
2.7.2.	几种供电方式	68
2.8.	CMOS电路最低标准参数规范(JEDEC最低标准)	71
第三章	CMOS逻辑门	74
3.1.	CMOS逻辑门的工作原理和特性	74
3.1.1.	逻辑门的电路结构	74
3.1.2.	逻辑门的传输特性	74
3.1.3.	逻辑门的噪声容限	77
3.1.4.	组合逻辑功能	89
3.1.5.	逻辑门的典型应用	93
1.	RC振荡器	94
2.	占空比可调的振荡器	96
3.	可控起/停的振荡器	97
4.	最后一个周期完整的可控起/停振荡器	98
5.	第一个周期一致的可控振荡器	98
6.	压控脉宽振荡器	98
7.	压控振荡器	100
8.	上限频率高的环形振荡器	101
9.	LC振荡器	102
10.	晶体振荡器	102
11.	函数发生器	102
12.	正弦(余弦)二相振荡器	104
13.	基本的单稳态电路	104
14.	补偿的单稳态电路	105
15.	低功耗单稳态电路	106
16.	积分型单稳态电路	107
17.	脉冲边缘检出器	107
18.	频率倍增器	108
19.	简单脉冲分解器	109
20.	键控脉冲发生器	109
21.	调制器和解调器	110
22.	负电源产生电路	111
23.	倍压电路	111
24.	施密特触发器	112
25.	简易逻辑探头	114
26.	防抖动电路	115

27.	杂波抑制电路	116
28.	触摸开关电路	116
29.	线性放大器	117
30.	积分器	120
31.	比较器	122
32.	简易4位A/D转换器	124
33.	简易9位D/A转换器	127
34.	互补对加反相器C042的八种典型组合	130
35.	可扩展八输入多功能门C041的扩展使用	131
第四章	CMOS 触发器	135
4.1.	4组三态R-S锁存器	135
4.1.1.	三态R-S锁存器的工作原理和主要电参数	136
4.1.2.	4组三态R-S锁存器的典型应用	137
1.	三态总线输出存储器	137
2.	防抖动电路	138
3.	单稳态电路	140
4.2.	双D型触发器和双J-K型触发器	141
4.2.1.	D型和J-K型触发器的工作原理和主要电参数	141
1.	CC4013(C043)双D型触发器	141
2.	CC14174六D型触发器	144
3.	CC4076 4位三态D型寄存器	145
4.	CC4027(CC044)、CC4095和CC4096 双J-K型触发器	146
4.2.2.	双D型触发器和双J-K型触发器的典型应用	148
1.	双稳态、寄存器和移位寄存器	148
2.	多功能振荡器	152
3.	占空比为50%的低频稳频电路	153
4.	单稳态电路	153
5.	自激振荡消除电路	153
6.	触摸开关电路	154
7.	脉冲同步电路	154
8.	$N/2$ 分频电路	156
9.	移动方向检出电路	157
10.	二相时钟方向检出电路	158
11.	数据显示多路传输电路	158
4.3.	D型锁存器	159
4.3.1.	D型锁存器的工作原理和主要电参数	160
1.	CC4042(C421) 4D锁存器	160
2.	CC14508双4位三态锁存器	160
3.	CC14597和CC14598 8位总线兼容三态锁存器	162
4.	CC14099和CC14599 8位可选地址锁存器	164

4.3.2.	<i>D</i> 型锁存器的典型应用	166
1.	两位 4 <i>D</i> 锁存器电路	166
2.	判别第一的鉴别器	168
3.	数据总线电路	166
4.	双 4 线总线至双 1 线的转换电路	169
5.	双 4 位存贮寄存器电路	169
6.	8 位存贮寄存器电路	171
7.	16 选 1 译码器/数据分离器电路	171
8.	4 × 4 开关矩阵的译码电路	171
9.	<i>A/D</i> 转换器(计数型)	172
4.4.	单稳态触发器/多谐振荡器	175
4.4.1.	单稳态触发器/多谐振荡器的工作原理和主要电参数	175
1.	<i>CC4098</i> (<i>J210</i>) 双单稳态触发器	175
2.	<i>CC14528</i> 双单稳态触发器	177
3.	<i>CC4047</i> 低功耗单稳态触发器/多谐振荡器	178
4.4.2.	单稳态触发器/多谐振荡器的典型应用	184
1.	脉冲展宽电路	184
2.	脉冲延迟电路	184
3.	占空比可调的多谐振荡器	185
4.	键控振荡器	185
5.	包络线检出电路	186
6.	时钟漏失检测电路	186
7.	噪声消除电路	187
8.	<i>F-V</i> 转换电路	187
9.	高通/低通滤波器	188
10.	选通滤波器	188
11.	节电电路	189
12.	简易电容测量仪	189
13.	<i>CC4047</i> 单稳输出脉宽扩展电路	190
14.	多功能脉冲信号发生器	191
4.5.	施密特触发器	192
4.5.1.	施密特触发器的工作原理和主要电参数	192
1.	<i>CC40106</i> 六反相施密特触发器	192
2.	<i>CC4093</i> 四组 2 输入与非施密特触发器	195
4.5.2.	施密特触发器的典型应用	197
1.	整形电路	197
2.	与高阻光开关直耦的整形电路	198
3.	多谐振荡器	199
4.	占空比可调的多谐振荡器	199
5.	压控振荡器(<i>VCO</i>)	200

6.	简易 $F-V$ 转换器	201
7.	脉冲展宽电路	202
8.	单稳态电路	203
第五章	CMOS 计数器	204
5.1.	同步型计数器	204
5.1.1.	同步加计数器的工作原理和主要电参数	204
1.	C180、CC4518 BCD加计数器	204
2.	C183、CC4520二进制加计数器	205
3.	CC40192(C181)可予置数4位BCD可逆计数器(双时钟型)	206
4.	CC40193(C184)可予置数4位二进制可逆计数器(双时钟型)	209
5.	CC4510(C188)可予置数4位BCD可逆计数器(单时钟型)	211
6.	CC4516(C189)可予置数4位二进制可逆计数器(单时钟型)	214
7.	CC4029可予置数二进制/BCD可逆计数器	216
8.	CC14522(C182)可编程4位BCD $1/N$ 计数器	219
9.	CC14526(185)可编程4位二进制 $1/N$ 计数器	221
10.	CC4018可予置数 $1/N$ 计数器	222
11.	CC14553三位BCD计数器	224
5.1.2.	同步型计数器的典型应用	229
1.	同步加计数的行波级连	229
2.	同步加计数的同步级连	229
3.	双时钟型可逆计数器的行波级连	230
4.	单得钟型可逆计数器的同步级连	230
5.	双时钟和单时钟的相互转换电路	231
6.	同步加计数器组成的 $1/N$ 计数器电路	231
7.	单时钟型可逆计数器组成的 $1/N$ 计数器电路	233
8.	二进制同步加计数器组成二进制可逆计数器电路	233
9.	自动加、减翻转电路	234
10.	减计数一周电路	234
11.	三级可编程分频器/除法器电路	234
12.	CC4018组成三级可编程分频器/除法器电路	236
13.	六位扫描计数显示器	238
14.	阶梯波/三角波发生器	239
5.2.	行波型计数器	240
5.2.1.	行波型计数器的工作原理和主要电参数	241
1.	C186可编程4位加计数器	241
2.	CC4024 7级行波进位二进制计数器/分频器	242
3.	CC4040 12级行波进位二进制计数器/分频器	244
4.	CC4020 14级行波进位二进制计数器/分频器	244
5.	CC4045 21级计数器	245
6.	CC4060 14级行波进位二进制计数器/分频器和振荡器	246

5.2.2.	行波型计数器的典型应用	246
1.	$C186$ N 分频的连接电路($N=6$)	246
2.	$C186$ 的扩展使用($N=60$)	248
3.	分信号时间电路	249
4.	具有模拟指示的一小时定时器	249
5.	自动关断电路	250
6.	脉冲延迟控制电路	251
7.	A/D 转换器	252
5.3.	环型计数器	253
5.3.1.	环型计数器的工作原理和主要电参数	253
1.	$CC4017(C187)$ 十进计数器/ $0\sim 9$ 译码器	253
2.	$CC4022$ 八进制计数器/ $0\sim 7$ 译码器	255
3.	$CH250$ 步进电机脉冲分配器	257
5.3.2.	环型计数器的典型应用	261
1.	$CC4017(C187)$ 电路的级连	261
2.	$CC4017(C187)$ 、 $CC4022$ 级连电路的译码	262
3.	$CC4017(C187)$ 组成 $1/N$ 分频器电路	262
4.	可编程脉冲分配器	263
5.	程序分配器	264
6.	累计同时发生信号脉冲的电路	265
7.	位、字脉冲发生器	265
8.	数字按键电话电路	266
第六章	CMOS译码器和编码器	268
6.1.	时序译码器	268
6.1.1.	时序译码器的工作原理和主要电参数	268
1.	$CC4555$ 、 $CC4556$ 双二进制4选1译码器/分离器	268
2.	$CC4028(C301)$ BCD——十进制译码器	269
3.	$CC4514(C300)$ 、 $CC4515$ 四位锁存/ $4\sim 16$ 线译码器	270
6.1.2.	时序译码器的典型应用	273
1.	$CC4555$ 、 $CC4556$ 组成16选1译码器电路	273
2.	$CC4028(C301)$ 组成码转换电路	273
3.	6位二进制—64选1地址译码器电路	274
4.	复杂数据传送系统	274
5.	$CC4028$ 译码器组成全加器和全减器电路	276
6.	$CC4028(C301)$ 组成十进制—BCD码变换器电路	278
7.	译码器驱动发光器件电路	279
6.2.	显示笔段译码器	279
6.2.1.	显示笔段译码器的工作原理和主要电参数	279
1.	$C302$ 、 $C305$ BCD—8段显示译码器	279
2.	$CC14547$ 大电流BCD—7段译码器/驱动器	282

3.	CC14511 BCD—7 段锁存/译码器/驱动器	283
4.	CC14513 BCD—7 段锁存/行波消隐译码器	284
5.	CC14495 BCD—7 段16进制锁存/译码器/驱动器	286
6.	CC14558 BCD—7 段辅助输入译码器	288
7.	CC4026、CC4033 十进制计数器/7 段译码器/驱动器	289
8.	C306 BCD—7 段译码器/液晶驱动器	291
9.	CC14543、CC14544 BCD—7 段锁存/译码器/液晶驱动器	292
10.	CH266、CH267计数器/锁存/7 段译码器/液晶驱动器	294
11.	CH283、CH284计数器/锁存/译码器/LED组合器件	295
12.	CC40110十进制可逆计数器/锁存/译码器/驱动器	297
6·2·2.	显示笔段译码器的典型应用	297
1.	C302显示译码器驱动荧光管和发光二极管电路	297
2.	C305显示译码器驱动荧光管的两种电源供电电路	299
3.	C305显示译码器驱动发光二极管电路	300
4.	C306显示译码器驱动液晶显示电路	301
5.	C305显示译码器的动态显示电路	302
6.	CC4026十进制计数器/译码器的级连电路	303
7.	CC4033十进制计数器/译码器的行波消隐级连电路	303
8.	CC4026、CC4033十进制计数器/译码器组成除2~9电路	303
9.	CC4026、CC4033十进制计数器/译码器组成除60电路	304
10.	12小时回复到1小时的计时电路	305
11.	CC4026、CC4033十进制计数器/译码器驱动多种显示器件电路	306
12.	CC4026十进制计数器/译码器动态驱动发光二极管的显示电路	307
13.	CC4033十进制计数器/译码器动态驱动发光二极管的显示电路	308
14.	CC14547、CC14511、CC14513、CC14495译码器驱动多种显示器件电路	309
15.	CC14513和CC14544译码器的行波消隐级连电路	309
16.	CC14558辅助输入译码器的多种功能连接电路	311
17.	CC14543、CC14544液晶译码器驱动多种显示器电路	312
18.	CC14495 16进制译码器驱动显示器件的典型电路	313
19.	CH283、CH284组合器件的行波消隐级连和电源施加电路	313
20.	7 段笔划—BCD码的变换电路	314
21.	数字作息钟电路	314
6·3.	编码器	316
6·3·1.	编码器的工作原理和主要电参数	316
1.	C304十进制—BCD 编码器	316
2.	CC4532 8 位优先编码器	317
6·3·2.	编码器的典型应用	318
1.	C304组成0—9键盘编码器	318
2.	CC4532组成0—9键盘编码器	319
3.	16状态优先编码器	320

4.	A/D转换器	322
第七章	CMOS移位寄存器和随机存取存储器(RAM)	324
7.1.	静态移位寄存器	324
7.1.1.	静态移位寄存器的工作原理和主要电参数	324
1.	CC4015(C423)双4位静态移位寄存器	324
2.	CC4006 18位静态移位寄存器	325
3.	CC4031 64位静态移位寄存器	326
4.	CC14517 双64位静态移位寄存器	326
5.	CC14562 128位静态移位寄存器	327
6.	CC14557 1—64位可编程长度移位寄存器	328
7.	CC4014 8位静态同步并入或同步串入/串出移位寄存器	330
8.	CC4021 8位静态异步并入或同步串入/串出移位寄存器	331
9.	CC4035 4位并入/并出移位寄存器	331
10.	CC14194 4位双向通用移位寄存器	333
11.	CC40100 32位静态左/右移位寄存器	334
12.	CC4094 8位移位存储总线寄存器	335
13.	CC4034 8位静态双向并/串输入、输出总线寄存器	337
7.1.2.	静态移位寄存器的典型应用	340
1.	数据排队电路	340
2.	时序脉冲发生器	343
3.	三相脉冲发生器	345
4.	CC4035组成4位双向移位寄存器	345
5.	可等待的时序发生电路	345
6.	随机脉冲发生器	346
7.	并行数据转换串行数据电路	348
8.	阶梯波和正弦波发生器	348
9.	CC4031的高速和低速工作的级连电路	348
10.	CC4034总线寄存器的多种扩展使用	349
7.2.	动态移位寄存器	353
7.2.1.	CC4062动态移位寄存器的工作原理和主要电参数	353
7.2.2.	动态移位寄存器的典型应用	356
1.	CC4062动态移位寄存器单相时钟工作级连电路	356
2.	CC4062动态移位寄存器二相时钟工作级连电路	357
3.	CC4062动态移位寄存器使用延迟时钟的单相时钟输入级连电路	357
4.	CC4062动态移位寄存器单相时钟输入和二相延迟时钟级连电路	357
5.	CC4062动态移位寄存器的异步置位——复位和接收电路	358
6.	CC4062动态移位寄存器与通用静态CMOS电路的衔接	358
7.	CC4062动态移位寄存器与TTL电路的衔接	359
8.	简单的二相时钟发生器	359
7.3.	CMOS静态随机存取存储器	360

7.3.1.	静态随机存取存储器的的工作原理和主要电参数	362
1.	CC4061 256×1位静态随机存取存储器	362
2.	CC14505 64×1位静态随机存取存储器	364
3.	CC145101 1024位(256×4)静态随机存取存储器	365
4.	CC146504 4096×1位静态随机存取存储器	367
7.3.2.	随机存取存储器的典型应用	367
1.	CC14505 随机存取存储器的扩展	367
2.	CC4061 随机存取存储器的扩展	368
第八章	CMOS双向开关和数据选择器	371
8.1.	四双向开关CC4066、C544	371
8.1.1.	CC4066、C544四双向开关的工作原理和主要电参数	371
8.1.2.	四双向开关的典型应用	374
1.	多种开关功能电路	374
2.	逻辑功能电路	376
3.	多通道模拟数据选择器	376
4.	速度较高的8通道模拟数据选择器	379
5.	数控网络电阻和数控放大器增益电路	380
6.	数控网络电容和数控振荡器频率电路	382
7.	模拟延迟线	383
8.	采样保持电路	384
9.	电平检出器	385
10.	可编程功能发生器	385
11.	四踪显示器	386
12.	电压型D/A转换器	389
13.	电流型D/A转换器	394
8.2.	模拟传输器/分离器	396
8.2.1	模拟传输器/分离器的工作原理和主要电参数	396
1.	CC4051(C541)单8通道模拟传输器/分离器	396
2.	CC4052(C542)双4通道模拟传输器/分离器	398
3.	CC4053(C543)三组2通道模拟传输器/分离器	398
4.	CC14529双4通道/单8通道模拟数据选择器	399
5.	CC4067单16通道模拟传输器/分离器	399
6.	CC4097双8通道模拟传输器/分离器	401
8.2.2.	模拟传输器/分离器的典型应用	402
1.	数字信号控制传送正负极性交流信号电路	402
2.	键控八音调扫描发生器	405
3.	数控双向电流源	406
4.	数字脉冲合成音频正弦波	407
5.	带通滤波器	407
6.	多路转换音频信号的模拟总线	409

8.3	数据选择器	410
8.3.1	数据选择器的工作原理和主要电参数	410
1.	CC4019(C540)四与或选择门	410
2.	CC14512单8通道数据选择器	411
3.	CC14539双4通道数据选择器	411
8.3.2	数据选择器的典型应用	412
1.	与/或选择门	412
2.	原码/反码选择器	412
3.	与/异或选择器	413
4.	左/右移位寄存器	413
5.	8路信号发送器	413
第九章	CMOS 运算器	415
9.1	异或门(半加器)	415
9.1.1.	CC4070(C660)四异或门的工作原理和主要电参数	416
9.1.2.	异或门的典型应用	416
1.	符合电路	416
2.	奇偶校验器	418
3.	脉冲边缘检出器(两倍频电路)	418
4.	锁相环	418
9.2.	全加器和补码器	420
9.2.1.	全加器和补码器的工作原理和主要电参数	420
1.	C661双全加器	420
2.	CC4008(C662)4位超前进位全加器	422
3.	CC14560 NBCD 全加器	424
4.	CC14561 “9” 补码器	428
9.2.2.	全加器和9补码器的典型应用	431
1.	并行二进制加法电路	431
2.	串行二进制加法电路	431
3.	并行BCD加法电路	432
4.	并行二进制减法电路	432
5.	串行二进制减法电路	436
6.	并行BCD码加/减运算器	437
7.	二进制码——BCD码转换电路	438
8.	BCD码——二进制码的转换电路	439
9.3.	四位量值比较器CC14585、C663	441
9.3.1.	CC14585(C663)四位量值比较器的工作原理和主要电参数	441
9.3.2.	四位量值比较器的典型应用	443
1.	四位量值比较器的连接及其扩展电路	443
2.	可数控脉宽的脉冲发生器	443
3.	数字峰值检出器	443