

实用数字电路 设计手册

● 荀殿栋 程宗汇 主编



● 电子工业出版社

实用数字电路设计手册

荀殿栋 程宗汇 主编

電子工業出版社

(京)新登字 055 号

内 容 提 要

本书全面地阐述了 SSI、MSI、LSI 组件的性能,提供了组件选择资料 and 主要应用,系统地讨论了数字电路的设计方法,介绍了 PAL、GAL 等新组件。给出了约六百种应用电路实例,读者既可直接应用,也可以此为参考设计出符合各自需要的电路和系统。本书内容全面、系统、新颖、实用,适合大专院校师生、工厂和研究所从事数字系统设计工作的技术人员参考。

实用数字电路设计手册

荀殿栋 程宗汇 主编

责任编辑 陆伯雄

*

电子工业出版社出版(北京市万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经售

电子工业出版社计算机排版室排版

北京科技印刷厂印刷

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:71.5 字数:1700 千字

1994 年 1 月第 1 版 1994 年 1 月第 1 次印刷

印数:4000 册 定价:88.00 元

ISBN7-5053-1942-6/TN·576

前 言

进入九十年代,数字集成电路组件已相当完备,并广泛应用于各种技术领域。广大科技工作者迫切要求掌握逻辑设计这门设计艺术,并渴望得到一本有助于数字电路、系统设计的手册。编著本手册意在适应这种形势的需要。

与六七十年代迥然不同,微电子工业日新月异地发展,新的集成电路组件不断地推出,给数字电路、系统的设计以巨大的冲击。现在要设计出性能/价格比高的电路系统,设计工作者必须了解究竟有哪些 MSI、LSI、SSI 组件可供选用;必须通晓各种组件的特性以及它们究竟能实现哪些逻辑功能;必须选择较佳的电路结构。这些问题的解决,除依靠设计者所具有的理论水平和实际设计能力之外,本手册能提供最有效的帮助。

全面、系统、新颖、实用是本手册的四大特点。手册全面地阐述了 SSI、MSI、LSI 组件的性能,提供了组件选择资料和主要应用;系统地讨论了数字电路的设计方法,既包括了系统模型,也包括了适于复杂系统设计的算法模型设计方法;介绍了 PAL(可编程阵列逻辑)、GAL(通用阵列逻辑)等八十年代中期流行的新组件。手册给出了约六百种应用电路实例,对其中的绝大多数不仅提供了典型的电路结构,而且较详细地阐述了工作原理。设计师既可直接应用,也可以这些电路为参考,设计出自己需要的电路和系统。

手册分为两篇。第一篇为数字集成电路组件特性及其应用,含 1 至 4 章。第二篇为实用数字电路设计,含 5 至 18 章。

第 1、2 章从设计、使用的角度简要地阐述了 SSI、MSI 组件的特性,给出了器件选择表。通过实例介绍了用 SSI 组件设计简单数字电路的基本方法。第 2 章扼要地探讨了各种 MSI 组件的主要应用实例,叙述了一般设计准则和用 MSI 组件采用试探法设计系统的方法。

第 3 章扼要地介绍了 ROM、RAM、PLA、PAL 和 GAL 五种器件的基本知识,以及应用它们实现随机逻辑的设计方法。通过典型实例,阐述用这些 LSI 组件以试探法进行系统设计的基本方法。

第 4 章详细阐述了通用型、专用型单循环定时器和定时器/计数器型定时器组件的基本工作原理和特性,给出了器件选择表,介绍了将近二十种定时器的实用电路。

第 5 章介绍了各种实用码变换电路,包括各种代码、码型的相互变换。对其中的大多数电路,尽可能给出了逻辑变换的数学推导或详细的工作过程分析。

第 6 章讨论了近二十种 MSI 计数器组件的应用,以及采用反馈复位法和反馈预置法设计任意模计数器的方法,并讨论了一些特殊的计数器电路,如复位时无输出的计数器、采用科学记数法的计数器等。在本手册的许多章节都可以找到计数器的应用实例。

第 7 章阐述了能输出对称方波的分频器电路和分频系数不是整数的分频器电路的设计原理,介绍了 CMOS 专用芯片比例乘法器 CD4089 和 CD4527 的具体用法。

第 8 章简要地阐述了单音发声器、序列发生器和随机序列发生器的工作原理。以此为基础,可构成电子音乐和音响电路。讨论了用分频器、倍频器构成多种音响电路。介绍了二十五种颤音电路,报警器等实用音响电路。

ABD 83/06

第9章着重介绍当前以广泛使用的集成电路来实现算术运算的逻辑电路的工作原理,并绍了实现同一种算术运算的多种电路结构,供读者比较、选用。

第10章介绍了由数字集成电路构成的自激多谐振荡器、多相时钟电路、计时用钟表电路计算机时钟电路。

第11章介绍了单脉冲发生器、脉冲序列发生器、用于定时控制的时序发生器、多种波形发生器和函数发生器。

第12章介绍了时序检测电路、脉冲信号检测电路、脉冲边沿检测电路、脉冲相位检测电路工作状态检测电路等。

第13章介绍了物理量测试电路、元器件测试电路、波形参数测试电路以及频率计、电压表、温度计和数字式多用表。

第14章以单片集成A/D变换器为主线,详细地介绍了百余个实用的A/D变换电路,包括与8位、16位微机的接口。考虑到高分辨率A/D器件价格昂贵,因此,也以相当的篇幅介绍分辨率扩展型A/D变换电路以及用V/F器件构成的廉价高分辨率A/D变换电路。

第15章通过单片D/A变换器工作原理的阐述,介绍了各种典型D/A芯片的电路连接、使用方法,与微机的接口等。同时也以大量的篇幅讨论了D/A变换器在放大器、滤波器等方面的实用电路。对每一个电路,尽可能给出了数学推导和工作过程说明。

第16章较详细地阐述了四十二种显示器的驱动和控制电路的工作原理和基本设计思想。本章最后几节介绍了泰勒达因半导体公司提供的复杂显示驱动组件的多种实用电路。

第17章讨论了利用三种扫描技术实现比较复杂的键盘编码器,以及接口电路的实例十八种,包括10至64个键的小型键盘编码及与微处理器的接口。同时简要地介绍了键盘编码器组件的特性。

第18章首先简要地介绍了算法模型设计复杂数字系统的原理,为设计控制器打下基础。然后通过五个实例,系统地阐述了控制器设计。

手册由荀殿栋教授、程宗汇副教授主编。

第1、2、3(不含3.5、3.6两节)、4、8、16、17、18等八章以及附录一、二由荀殿栋编著。

第10、11、12、13等四章由关宇编著。

第5、14、15等三章由邓元庆编著。

第6、7两章和3.5、3.6两节由程宗汇编著。

第9章由瞿于福编著。

当读者较深入地理解了手册中的基础理论,且较熟练地掌握了基本设计方法和有关的组件知识时,读者会有足够的信心,认为自己已进入现代数字技术的激动人心的世界。而那些神秘的微小器件,将会为读者实现多么复杂的各种功能。

时间仓促,水平所限,错漏之处在所难免,敬请读者指正,不胜感激之至。

编者

92.5

目 录

第一篇 数字集成电路组件特性及其应用	(1)
第1章 SSI 逻辑电路	(3)
1.1 逻辑系列的类型	(3)
1.1.1 TTL 工艺	(3)
1.1.2 CMOS 工艺	(3)
1.1.3 ECL 工艺	(4)
1.2 逻辑系列的特性	(5)
1.2.1 典型门结构	(5)
1.2.2 电压传输特性	(6)
1.2.3 速度或传输延迟	(6)
1.2.4 功耗	(8)
1.2.5 抗扰度	(8)
1.2.6 加载	(10)
1.3 手册的查阅	(10)
1.3.1 绝对最大额定值	(11)
1.3.2 电特性	(11)
1.4 逻辑门	(11)
1.4.1 与门	(11)
1.4.2 与非门	(13)
1.4.3 或门	(13)
1.4.4 或非门	(14)
1.4.5 异或门	(14)
1.4.6 同门	(14)
1.4.7 非门	(14)
1.4.8 与或门	(14)
1.4.9 与或非门	(15)
1.5 SSI 门	(15)
1.5.1 三态门与 OC 门	(16)
1.5.2 SSI 门综述	(16)
1.6 锁存器和触发器	(19)
1.6.1 D 触发器	(20)
1.6.2 JK 触发器	(20)
1.6.3 SSI 触发器综述	(21)
1.7 单稳态触发器	(21)
1.7.1 非重复触发型	(22)
1.7.2 重复触发型	(23)
1.8 专用电路	(23)

1.8.1	施密特触发器	(23)
1.8.2	传输线驱动器	(23)
1.8.3	电平移位器	(24)
1.9	器件选择图表	(25)
1.10	定时关系、扇入和扇出	(29)
1.10.1	定时关系研究	(29)
1.10.2	扇入、扇出限制	(32)
1.11	利用SSI组件的设计	(33)
1.11.1	设计过程	(33)
1.11.2	组合电路设计举例	(35)
1.11.3	时序电路设计举例	(37)
第2章	MSI 逻辑电路	(42)
2.1	引言	(42)
2.1.1	MSI 的历史	(42)
2.1.2	MSI 工艺	(42)
2.1.3	命名和符号	(42)
2.1.4	MSI 特点	(44)
2.2	组合器件	(45)
2.2.1	数据选择器	(45)
2.2.2	译码器	(51)
2.2.3	编码器	(56)
2.2.4	运算器	(64)
2.3	时序电路	(88)
2.3.1	锁存器	(88)
2.3.2	寄存器	(90)
2.3.3	计数器	(95)
2.4	用MSI组件的设计	(101)
2.4.1	一般系统设计准则	(102)
2.4.2	简单可编程逻辑控制器的设计	(102)
2.4.3	用MSI组件的试探法设计	(104)
2.5	MSI 选择表	(111)
第3章	LSI 逻辑电路	(117)
3.1	引言	(117)
3.2	以ROM为基础的逻辑电路设计	(118)
3.2.1	多位二进制加法器的实现	(119)
3.2.2	时标序列发生器	(120)
3.2.3	字符发生器	(122)
3.2.4	8位乘法器	(123)
3.2.5	ROM的主要应用及其优点	(125)
3.3	以RAM为基础的逻辑电路设计	(125)
3.3.1	RAM组件介绍	(125)
3.3.2	以RAM为基础的设计	(127)
3.4	可编程逻辑阵列(PLA)	(130)

3.4.1	PLA 组件介绍	(130)
3.4.2	组合电路设计	(132)
3.4.3	可编程时序阵列(PSA)	(132)
3.5	可编程阵列逻辑(PAL)	(134)
3.6	通用阵列逻辑(GAL)	(135)
3.6.1	GAL 器件简介	(137)
3.6.2	GAL 器件的编程简介	(143)
3.6.3	GAL 器件的应用举例	(143)
3.7	器件选择表	(159)
第4章	定时器电路	(164)
4.1	引言	(164)
4.2	集成电路定时器的基本工作原理	(166)
4.2.1	指数上升型定时器电路	(166)
4.2.2	线性上升型定时器电路	(167)
4.2.3	单循环定时器的性能极限	(168)
4.2.4	定时器/计数器组件	(168)
4.3	555 定时器组件	(170)
4.3.1	内部结构和分析	(170)
4.3.2	单稳态工作方式	(171)
4.3.3	无稳态工作方式	(172)
4.4	其它单循环定时器	(173)
4.4.1	320 线性上升型定时器	(174)
4.4.2	通用 322/3905 精确单稳态定时器	(175)
4.4.3	556 双定时器	(177)
4.4.4	四定时器(NE558/NE559)	(179)
4.4.5	355 工业定时器	(181)
4.5	微功耗定时器组件	(182)
4.5.1	7555/7556CMOS 定时器	(183)
4.5.2	L555/L556 低耗定时器	(184)
4.6	定时器/计数器组件	(185)
4.6.1	2240 二进制可编程定时器/计数器组件	(186)
4.6.2	另外一些可编程定时器/计数器组件	(189)
4.6.3	2242 固定定时器/计数器组件	(189)
4.7	定时器的应用	(190)
4.7.1	事件定时,延时	(191)
4.7.2	单稳定时器的设计	(193)
4.7.3	抗噪声强的单稳定时器	(194)
4.7.4	低功耗单稳定时器	(194)
4.7.5	长延时定时器	(195)
4.7.6	时序定时器设计	(195)
4.7.7	可编程定时器	(197)
4.8	脉冲产生和整形应用	(198)
4.8.1	脉冲分频与展宽	(198)

4.8.2 脉宽调制	(199)
4.9 振荡器或时钟发生器	(200)
4.9.1 555 型振荡器	(200)
4.9.2 低功耗时钟振荡器	(201)
4.9.3 10kHz 方波振荡器	(202)
4.9.4 超低频时钟振荡器、二进制数据伪随机模式产生器	(202)
4.10 扫描信号发生器	(203)
4.11 阶梯波信号发生器	(203)
第二篇 实用数字电路设计	(205)
第 5 章 码变换电路	(207)
5.1 8421BCD/余 3 码变换电路	(208)
5.2 余 3 码/8421BCD 变换电路	(208)
5.3 8421BCD/5421BCD 变换电路	(208)
5.4 5421BCD/8421BCD 变换电路	(209)
5.5 8421BCD/2421BCD 变换电路	(210)
5.6 2421BCD/8421BCD 变换电路	(211)
5.7 8421BCD/4221BCD 变换电路	(211)
5.8 4221BCD/8421BCD 变换电路	(212)
5.9 8421BCD/5121BCD 变换电路	(213)
5.10 5121BCD/8421BCD 变换电路	(214)
5.11 8421BCD/余 3 循环码变换电路	(215)
5.12 余 3 循环码/8421BCD 码变换电路	(215)
5.13 5421BCD/余 3 码变换电路	(216)
5.14 余 3 码/5421BCD 变换电路	(218)
5.15 8421BCD/七段显示码变换电路	(218)
5.16 七段显示码/8421BCD 变换电路	(221)
5.17 七段显示码/8421BCD 码及十进制数变换电路	(225)
5.18 十六进制数/七段显示码变换电路	(226)
5.19 七段显示码/十六进制数变换电路	(229)
5.20 十六进制数 ASCII 码/七段显示码变换电路	(232)
5.21 七段显示码/十六进制数 ASCII 码变换电路	(234)
5.22 十六进制数/ASCII 码变换电路	(235)
5.23 ASCII 码/十六进制数变换电路	(236)
5.24 一片 74184 构成的 BCD 码/6 位二进制数变换电路	(237)
5.25 一片 7483 全加器构成的 BCD 码/6 位二进制数变换电路	(238)
5.26 2 位十进制数 BCD 码/7 位二进制数变换电路	(239)
5.27 3 位十进制数 BCD 码/10 位二进制数变换电路	(241)
5.28 4 位十进制数 BCD 码/14 位二进制数变换电路	(247)
5.29 5 位十进制数 BCD 码/17 位二进制数变换电路	(253)
5.30 6 位十进制数 BCD 码/20 位二进制数变换电路	(265)
5.31 串入/串出(BCD 码/二进制数)变换电路	(267)
5.32 8421BCD 码/9 的补码变换电路	(268)
5.33 可控 8421BCD 码/9 的补码变换电路	(270)

5.34	8421BCD 码/10 的补码变换电路	(271)
5.35	4 位二进制数/BCD 码变换电路	(271)
5.36	6 位二进制数/BCD 码变换电路	(272)
5.37	8 位二进制数/BCD 码变换电路	(274)
5.38	9 位二进制数/BCD 码变换电路	(274)
5.39	12 位二进制数/BCD 码变换电路	(276)
5.40	16 位二进制数/BCD 码变换电路	(277)
5.41	利用 SN74S485 组成的多位二进制数/BCD 码变换电路	(278)
5.42	高位先入二进制数/BCD 码变换电路	(279)
5.43	格雷码/二进制数变换电路	(282)
5.44	非线性码与线性码的变换电路	(284)
5.45	串入/串出倍速码变换电路	(297)
5.46	7 位串行码/并行码变换电路	(298)
5.47	8 位串行码/并行码变换电路	(300)
5.48	16 位串行码/并行码变换电路	(301)
5.49	7 位并行码/串行码变换电路	(302)
5.50	8 位并行码/串行码变换电路	(303)
5.51	16 位并行码/串行码变换电路	(305)
5.52	串入/串出隔位翻转码变换电路	(306)
5.53	单极性不归零码/单极性归零码变换电路	(307)
5.54	单极性不归零绝对码/相对码变换电路	(308)
5.55	单极性归零码(RZ 码)/极性交替归零码(AMI 码)变换电路	(310)
5.56	单极性不归零码(NRZ 码)/三阶高密度双极性码(HDB ₃ 码)变换电路	(311)
5.57	HDB ₃ 码/NRZ 码变换电路	(315)
第 6 章	计数器电路	(327)
6.1	行波加法计数器	(328)
6.2	行波减法计数器	(329)
6.3	在宽范围内可变模的低耗行波计数器	(330)
6.4	8421BCD 码计数器	(331)
6.5	余 3BCD 码计数器	(332)
6.6	2421BCD 码计数器	(333)
6.7	4221BCD 码计数器	(333)
6.8	5121BCD 码计数器	(334)
6.9	5421BCD 码计数器	(334)
6.10	模 24 小时计数器	(335)
6.11	单块 7490 组成不同模数的计数器	(337)
6.12	模 97 计数器	(338)
6.13	带有复位脉冲展宽电路的模 97 计数器	(338)
6.14	准确复位的模 97 计数器	(339)
6.15	加 1/加 2 计数器	(340)
6.16	可编程减法计数器	(341)
6.17	单时钟可逆计数器	(342)
6.18	将可逆计数器的预置端作为时钟禁止端的计数器	(343)

6.19	异相电路	(343)
6.20	不产生加/减溢出的 8 位二进制加/减计数器	(343)
6.21	带译码输出的模 6 计数器	(345)
6.22	带译码输出的模 54 计数器	(346)
6.23	一次性计数的计数器	(346)
6.24	复位时无输出的十进制计数器	(347)
6.25	模 4 环形计数器	(348)
6.26	上电时能自行启动的模 5 环形计数器	(349)
6.27	通用五级扭环计数器	(350)
6.28	模 3、5、7、9、变形扭环计数器	(351)
6.29	CMOS 多位十进制减法计数器	(351)
6.30	10 分钟计时并显示的计数器	(353)
6.31	带数字显示的 8 位十进制计数器	(353)
6.32	事件/时间/速度/长度测量用计数器	(354)
6.33	八个计数脉冲源共同驱动的计数器	(357)
6.34	用 EPROM 控制的计数器	(358)
6.35	最高计数频率达 50MHz 的低功耗 5 位十进制计数器	(359)
6.36	最高计数频率达 1200MHz 的 7 位十进制计数器	(361)
6.37	采用科学记数法的计数器	(363)
第 7 章 脉冲分频电路		(366)
7.1	模 5 计数器和译码电路组成的 5 分频器(一)	(367)
7.2	模 5 计数器和译码电路组成的 5 分频器(二)	(368)
7.3	用延时相加法组成的 3 分频器(一)	(369)
7.4	用延时相加法组成的 5 分频器(三)	(369)
7.5	分频系数为 7 和 9 的分频器	(370)
7.6	分频系数为 15 和 17 的分频器	(371)
7.7	分频系数为 3~31 之间任何一个奇数的分频器	(371)
7.8	模 4 计数器和异或门组成的 3 分频器(二)	(373)
7.9	分频系数为 $(2n-1)$ 的分频器	(375)
7.10	单块 74161 组成分频系数为 3、7、15 的分频器	(375)
7.11	分频系数为 (2^n-1) 的分频器	(375)
7.12	模 6 计数器和异或门组成的 5 分频器(四)	(376)
7.13	模 6 计数器和异或门组成的 5 分频器(五)	(377)
7.14	扭环计数器和异或门组成的 5 分频器(六)	(378)
7.15	扭环计数器和异或门组成的 7 分频器	(379)
7.16	分频系数为 11 的分频器	(379)
7.17	用 4×4 键盘控制分频系数的分频器	(380)
7.18	5421BCD 码计数器和异或门组成的 9 分频器	(382)
7.19	分频系数为 1 或 2 的切换型分频器	(382)
7.20	分频数为 1、2、3 或 4 的分频器	(383)
7.21	分频系数为 1、2.5 或 10 的分频器	(383)
7.22	用 74161 计数器设置分频系数的分频器	(384)
7.23	分频系数为 3000 的分频器	(384)

7.24	最高工作频率达 1200MHz 的预分频器	(385)
7.25	分频系数为 3.5 的分频器	(386)
7.26	用 CD4024 计数器和异或门组成的分频器	(387)
7.27	用移位寄存器和异或门组成分频系数为整数和非整数的分频器	(387)
7.28	4 位二进制码比例乘法器 CD4089 组成的分频器	(388)
7.29	CD4089 按“加”的模式级联	(390)
7.30	CD4089 按“乘”的模式级联	(391)
7.31	BCD 码比例乘法器 CD4527 组成的分频器	(392)
7.32	CD4527 按“加”的模式级联	(393)
7.33	CD4527 按“乘”的模式级联	(394)
第 8 章	电子音乐与音响电路	(395)
8.1	单音发生器	(395)
8.2	序列发生器	(396)
8.2.1	四单音序列发生器	(396)
8.2.2	输出十种音调的序列发生器	(399)
8.2.3	复杂音调合成器	(400)
8.3	随机序列发生器	(400)
8.3.1	随机产生十六种单音的序列发生器	(400)
8.3.2	随机单音序列发生器	(403)
8.4	用分频器产生多种音调	(403)
8.5	用倍频器产生多种音调的电路	(404)
8.6	颤音电路	(404)
8.7	报警器电路	(405)
8.7.1	啸叫报警器	(405)
8.7.2	颤音报警器	(406)
8.7.3	警笛报警器	(406)
8.7.4	双音调报警器	(407)
8.7.5	高功率警笛	(408)
8.8	火车喘声发生器	(408)
8.9	用序列发生器实现音乐合成	(409)
8.10	四个八度风琴音电路	(410)
8.11	节拍发生器	(411)
8.12	随机音乐发生器	(411)
8.13	SN76477 合成音响发生器	(412)
8.13.1	射击/爆炸声发生器	(412)
8.13.2	赛车马达/碎裂声发生器	(413)
8.13.3	蒸气火车/螺旋桨飞机声发生器	(413)
8.13.4	鸟声发生器	(414)
8.13.5	风琴/口琴声发生器	(414)
8.13.6	汽笛/空战声发生器	(415)
8.14	SN76488 合成音响发生器	(415)
8.14.1	枪炮/射击声发生器	(415)
8.14.2	玩具蒸汽机车和汽笛声发生器	(416)

8.14.3	射击声发生器	(416)
8.14.4	炸弹降落和爆炸声发生器	(417)
8.14.5	枪、炮射击声发生器	(417)
8.14.6	复杂音响发生器	(418)
第9章	算术运算电路	(419)
9.1	二进制数串行加法器	(419)
9.2	二进制数串行加/减电路	(422)
9.3	二进制数并行加法器	(424)
9.4	多个(两个以上) n 位二进制数的累加电路	(425)
9.5	用4位全加器7483构成的二进制数加/减电路	(425)
9.6	原码输出的4位二进制数减法电路	(426)
9.7	反码形式的4位二进制数加/减电路	(427)
9.8	补码形式的4位二进制数加/减电路	(427)
9.9	补码加/减运算的溢出检测电路	(428)
9.10	用先行进位发生器构成的高速加法电路	(429)
9.11	用全先行进位可扩展处理 n 位字的高速累加电路	(432)
9.12	1位8421BCD码加法器	(435)
9.13	1位余3BCD码加法电路	(436)
9.14	8421BCD数串行相加电路	(437)
9.15	8421BCD数减法电路	(438)
9.16	余3BCD数减法电路	(442)
9.17	8421BCD数加/减电路	(443)
9.18	按十进制位串行加/减的8421BCD数加/减电路	(446)
9.19	4位乘4位并行相乘电路	(447)
9.20	用4位乘2位并行二进制乘法器构成的16位 $\times$ 16位快速乘法电路	(447)
9.21	用4位 $\times$ 4位二进制乘法器构成的8位 $\times$ 8位快速乘法电路	(451)
9.22	用4位 $\times$ 4位乘法器构成的16位 $\times$ 16位快速乘法电路	(451)
9.23	7位 $\times$ 7位移位相乘电路	(457)
9.24	8位 $\times$ 8位的乘法电路	(460)
9.25	用累加法实现的乘法电路	(461)
9.26	4位 $\times$ 4位串行相乘的乘法电路	(462)
9.27	用二进制比率乘数器实现的乘法电路	(464)
9.28	重复相减的除法电路	(467)
9.29	组合逻辑恢复余数除法电路	(468)
9.30	组合逻辑不恢复余数除法电路	(470)
9.31	用4位算术逻辑单元47181构成的补码不恢复余数除法电路	(471)
9.32	用二进制比率乘数器构成的除法电路	(472)
第10章	振荡器与时钟电路	(475)
10.1	带RC延迟的TTL环形振荡器	(475)
10.2	由TTL非门组成的简单振荡器	(476)
10.3	TTL双非门考比兹振荡器	(477)
10.4	TTL与非门组成的自激多谐振荡器	(477)
10.5	由TTL门电路组成的晶体振荡器	(479)

10.6	由 CMOS 非门构成的简单振荡器	(481)
10.7	CMOS 四门时钟电路	(482)
10.8	由 CMOS 门电路组成的可调振荡器	(482)
10.9	由 CMOS 门电路组成的压控振荡器	(483)
10.10	CMOS 门电路组成的晶体振荡器	(483)
10.11	ECL 或/或非门组成的 RC 振荡器	(485)
10.12	ECL 门电路组成的高频晶体振荡器	(485)
10.13	采用施密特触发器的多谐振荡器	(487)
10.14	D 触发器组成的 RC 振荡器	(489)
10.15	由触发器构成的可控振荡器	(490)
10.16	单稳态触发器级联组成的振荡器	(491)
10.17	单稳电路组成的频率和占空比独立可调振荡器	(493)
10.18	占空比受启动脉宽控制的振荡器	(493)
10.19	555 定时器组成的基本振荡器	(494)
10.20	555 定时器组成的数控频率式振荡器	(496)
10.21	用参考频率实现稳频的 555 振荡器	(498)
10.22	程控频率和占空比的 555 振荡器	(498)
10.23	感光式 555 振荡器	(499)
10.24	用 CD4047 构成自激多谐振荡器	(500)
10.25	由 CD4007 和 CD4046 构成的压控振荡器	(500)
10.26	简单的可控多频振荡器	(502)
10.27	用 CD4060 构成的多频输出振荡器	(503)
10.28	能与基准频率快速同步的压控振荡器	(503)
10.29	由时基电路 MK5009 构成的数控振荡器	(504)
10.30	由 XR2240 构成的程控振荡器	(505)
10.31	二相无重叠时钟电路	(505)
10.32	可驱动 PMOS 器件的二相时钟电路	(508)
10.33	由基准时钟产生三相时钟的电路(一)	(508)
10.34	由基准时钟产生三相时钟的电路(二)	(510)
10.35	四相时钟电路	(510)
10.36	多路时序产生电路	(513)
10.37	由移位寄存器构成的时序脉冲发生器	(513)
10.38	占空比可变的三路时钟发生器	(516)
10.39	混合式三路时钟发生器	(518)
10.40	采用 CMOS 通用芯片的标准秒时钟电路	(519)
10.41	由市电频率产生分时钟的电路	(520)
10.42	有备用电源的 1Hz 时钟发生器	(520)
10.43	采用专用芯片的标准秒时钟电路	(521)
10.44	MM5369 组成的基准时钟电路	(523)
10.45	用 LED 制作环形时钟	(523)
10.46	有备用振荡器的交流电钟	(524)
10.47	配备有备用电池的交流数字时钟	(527)
10.48	由 MC14440 构成的液晶显示手表电路	(527)

10.49	Z80 时钟与中断信号发生器	(527)
10.50	用于微处理器 8080 的双相时钟电路	(529)
10.51	用于 MC6800 微处理器的两相时钟	(530)
第 11 章	信号产生电路	(532)
11.1	由门电路组成的单脉冲发生器	(532)
11.2	由触发器组成的单脉冲发生器	(533)
11.3	由专用芯片构成的单脉冲发生器	(535)
11.4	双沿触发的单脉冲发生器	(536)
11.5	数控脉宽的单脉冲发生器	(538)
11.6	延时单脉冲发生器	(539)
11.7	选通脉冲串发生器	(539)
11.8	短脉冲序列发生器	(540)
11.9	方波短脉冲串发生器	(540)
11.10	简单的延迟脉冲发生器	(541)
11.11	两种基本类型的序列发生器	(543)
11.12	8/16 位串行码发生器	(543)
11.13	串行数据的偶校验码发生器	(547)
11.14	低功耗伪随机序列发生器	(548)
11.15	通用伪随机序列发生器	(549)
11.16	加密数据发生器与接收器	(551)
11.17	串行 BCD 码发生器	(552)
11.18	巴克码序列发生器	(552)
11.19	ROM 控制的时序发生器	(555)
11.20	多用途脉冲序列发生器	(556)
11.21	n 脉冲发生器	(558)
11.22	可编程脉冲串发生器	(559)
11.23	按键式电话拨号脉冲产生电路	(561)
11.24	可数控脉宽的脉冲发生器	(562)
11.25	微机数据字控制脉宽的脉冲发生器	(563)
11.26	实验室用脉冲信号发生器	(565)
11.27	数控频率式脉冲信号源	(566)
11.28	微机控制的脉冲信号发生器	(567)
11.29	采用频率合成法的脉冲信号源	(568)
11.30	用于时序控制的定时脉冲发生器	(569)
11.31	简单的阶梯波发生器	(571)
11.32	完整的阶梯波发生器	(573)
11.33	采用 D/A 转换芯片的阶梯波发生器	(573)
11.34	线性锯齿波发生器	(575)
11.35	由 D 触发器构成的模拟锯齿波电路	(575)
11.36	模拟三角波发生器	(576)
11.37	模拟正弦波发生器	(577)
11.38	权电阻法正弦波发生器	(577)
11.39	阶梯状三相正弦波发生器	(578)

11.40	566 构成的斜波发生器	(580)
11.41	实验室用的方波发生器	(580)
11.42	用 555 定时器构成的多种波形发生器	(581)
11.43	采用通用器件的任意波形发生器	(582)
11.44	由 8038 构成的多种波形发生器	(582)
11.45	XR-2206 构成的多种波形发生器	(583)
11.46	XR-S200 构成的多种波形发生器	(584)
11.47	用 ROM 实现的函数发生器	(584)
11.48	D/A 转换器构成的幂级数发生器	(586)
第 12 章	信号检测电路	(588)
12.1	时序鉴别器	(588)
12.2	用中规模组件实现的序列检测器	(589)
12.3	数据总线检测器(一)	(591)
12.4	数据总线检测器(二)	(591)
12.5	8 路逻辑检测电路	(592)
12.6	典型的 8 位奇偶校验系统	(593)
12.7	存储器中信息的奇偶校验	(595)
12.8	汉明校验系统	(595)
12.9	简单的第一信号检测器	(598)
12.10	第一信号鉴别电路	(599)
12.11	数字最大值检出电路	(599)
12.12	具有数字保持功能的模拟峰值检测器	(600)
12.13	与非门检测计数器的 MSD	(602)
12.14	CMOS 逻辑探头电路	(603)
12.15	TTL 逻辑探头电路	(604)
12.16	锁存式脉冲探测器	(604)
12.17	数字集成电路通用逻辑探头	(605)
12.18	音响式逻辑探头电路	(605)
12.19	"1"检出电路	(606)
12.20	尖脉冲检测器	(607)
12.21	能检测宽脉冲中的窄尖峰的电路	(608)
12.22	结构简单的毫微秒脉冲检测器	(608)
12.23	高频脉冲检测器	(609)
12.24	双脉冲检出电路	(610)
12.25	漏时钟检测电路(一)	(610)
12.26	漏时钟检测电路(二)	(611)
12.27	漏时钟检测电路(三)	(612)
12.28	漏时钟检测电路(四)	(613)
12.29	简易噪声鉴别与消除电路	(613)
12.30	噪声检测与消除电路	(614)
12.31	低速率噪声检测器	(614)
12.32	脉冲边沿检出电路	(615)
12.33	简单的脉冲宽度鉴别器	(616)

12.34	宽范围的脉冲宽度鉴别器	(617)
12.35	555 脉冲宽度检测器	(618)
12.36	频率检测电路	(619)
12.37	不受抖动影响的频率检测器	(621)
12.38	简易频率检测器	(622)
12.39	频率检出电路	(622)
12.40	简易差频显示电路	(624)
12.41	频率比较与差频输出电路	(624)
12.42	宽频带频率/相位比较器	(626)
12.43	相位同步检测器	(627)
12.44	相序检测器	(628)
12.45	抗干扰的音调检测器	(629)
12.46	锁相环(PLL)锁定检测器	(630)
12.47	简易的音响式导通率测试器	(631)
12.48	交流电源掉电检测器	(632)
12.49	镍镉电池电压监测器	(632)
12.50	感应式声光验电器	(634)
12.51	555 构成过压检测电路	(634)
12.52	微功耗的金属探测器	(634)
12.53	物体运动方向检测电路	(635)
第 13 章	测试与测量电路	(637)
13.1	简易水位计	(637)
13.2	用晶体管作传感器的简易场强计	(638)
13.3	光照度测试电路	(639)
13.4	16 位双通道脉冲图形测试电路	(639)
13.5	简易指针式转速表	(640)
13.6	采用 TCA965 的电阻测试电路	(641)
13.7	单片式比较法电阻测量器	(641)
13.8	电容筛选电路	(642)
13.9	简易电容测量电路	(643)
13.10	数字式电容表	(644)
13.11	高精度数字式电容表	(646)
13.12	简易晶体管测试电路	(647)
13.13	晶体管速测器	(647)
13.14	比较法门电路测试器	(649)
13.15	555 定时器专用测试电路	(650)
13.16	简易运算放大器测试电路	(651)
13.17	集成电路开路/短路测试器	(651)
13.18	数字式脉宽测量电路	(654)
13.19	简易相位测试电路	(654)
13.20	高精度相位测量电路	(656)
13.21	频率比测量电路	(658)
13.22	简易指针式频率计	(659)