

實用電子電路手冊

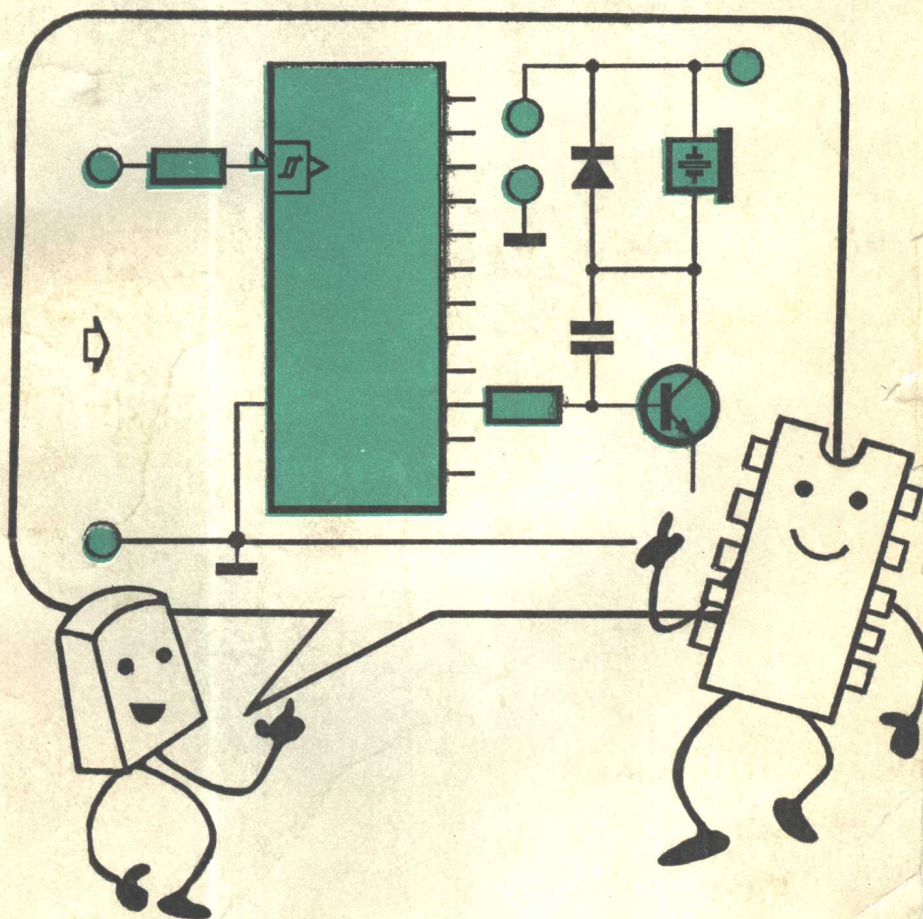
王乃康 陳寶吉

劉玉枝 孫錦錄

編譯

科學技術文獻出版社

第三冊



实用电子电路手册

(3)

王乃康 陈宝吉 编译
刘玉枝 孙锦录

科学技术文献出版社

(京)新登字130号

内 容 简 介

《实用电子电路手册》反映了近年来电子电路技术的新发展,同时对基础电子电路也给予了足够的重视。它的内容主要取材于国外电子专业书刊。本书是第三册。内容包括:数字电路,模拟电路,电力控制电路,测量电路,光电耦合器应用电路。每个电路除给出电路图外,还比较详细地介绍了电路的工作原理、特性等,为读者理解和应用这些电路提供方便。

实用电子电路手册

(3)

王乃康 陈宝吉 编译
刘玉枝 孙锦录

科学技术文献出版社出版

(北京复兴路15号 邮政编码100038)

一二〇一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

850×1168毫米 32开本 13印张 450千字

1992年9月第1版 1992年9月第1次印刷

印数:1—10200册

ISBN 7-5023-1722-8/TN·102

定价:8.80元

前 言

电子学的发展非常迅速，尤其在半导体电子学方面，一九四八年晶体管发明至今已有四十多年，但目前几乎所有的电子设备都实现了集成电路化。

半导体器件最初以二极管和晶体管为主，最近晶闸管以及场效应晶体管、光半导体、集成电路等新的器件迅速被开发。由于没有充裕的时间慢慢的从阅读基础教科书开始，电子科技人员往往不容易经常获取最新的知识，而且其它各行各业人员也在越来越多的使用电子电路。本书是以包括电子学在内的各行业科技人员及对电子学感兴趣的业余电子爱好者为对象，作为一套立竿见影的实用图书汇编而成的。

本书共分五册，收编了数千个各种不用功能的实用电路。每个电路都有详实的文字说明，其大部分内容取材于近年来国外电子书刊对各种实用电子电路的介绍。读者通过阅读本书，不仅能对手头的实际工作有所帮助，而且还可掌握电路工作原理和设计方法，达到举一反三的目的。

此外，本书的特点是各章分类与一般图书不同，特别突出实用项目，而且把各章分为基础篇和实用篇，在实用篇中收编了尽可能多的实用电路。

目 录

第一章 数字电路	1
TTL与C-MOS逻辑集成电路	1
微计算机与微处理器	5
模/数、数/模转换器	7
1-1 数字电路	13
变形施密特触发器电路	13
无延迟防通断展顺电路	14
用555组成缓冲器和反相器的方法	15
555直接连结积分触发法	16
由3个IC组成可预置的加/减计数器	17
1/2~1/100可变分频器	18
可预置初值的计数器	20
程控多档分频器	21
用加法计数器进行减法计数	22
BCD码除2电路	23
将段显示码转换为BCD码的电路	25
二路计数的多路调制显示	27
二进制输入十进制显示电路	27
2的补码输入十进制显示输出电路	29
条形液晶显示电路	30
数字比较器	32
4组二进制数比较选择器	34
动态比较器	35
用计数器进行加减运算的电路	37
用计数器进行运算的电路	38
数字线性器	40
程控延时电路	42

数字延时电路	43
多输入多路转换器	45
时序多路开关	47
用集成多路转换器的字符发生器	48
用集成多路转换器进行逻辑综合	48
非同步脉冲合成电路	51
同步式脉冲调宽电路	52
电池电压检测电路	54
多开关排它选通电路	55
用C-MOS组成的自控电路	56
用移位寄存器制作的旋转开关	58
C-MOS/LED驱动增辉电路	59
数字式可变相位信号发生器	62
1-2 微型计算机外围电路	62
地址转换电路	62
ROM地址译码电路	64
录音机接口	65
并行输入-串行输出转换器	66
微计算机的动态输出显示	69
防止信号同时输入电路	70
中断发生电路	71
微机控制的模/数转换器	74
用微机制作模/数转换逻辑	76
数/模转换器与微机连接的方法	78
光旋转编码器	79
1-3 模/数, 数/模转换电路	80
采用数/模转换器的数字分压器	80
倍增数/模转换器电路	81
输入输出隔离的模/数转换器	82
廉价的脉宽调制型数/模转换器	84
进行开平方运算的模/数转换器	87
低成本, 高精度的脉宽调制型数/模转换器	88
适用于模/数转换器前级的自动调整增益的前置放大器	91

多通道模/数转换器.....	94
将二进制数/模转换器改为BCD输入.....	96
数/模转换器加极性符号转换的方法	97
动态范围大的非线性数/模转换器及其应用	99
1-4 电压/频率, 频率/电压转换器	100
电压/频率转换器.....	100
用555和运放组成的电压/频率转换器	102
频率/电压转换器	103
电压-脉冲串变换器	105
用ICL8038制作高质量的电压/频率转换器.....	106
1-5 定时器电路.....	107
可编程定时器	107
数字式可逆定时器	109
用集成定时器555的时序定时器	110
自拍·间隔定时器.....	112
电源接通就置位的定时器	113
电源接通就复位的定时器	114
用555制作任意时间检测电路	115
1-6 信号发生器电路.....	116
音叉振荡器	116
程控振荡器	117
由数字输入控制的振荡器	118
精密的压控振荡器(VCO)	119
用定时器555制作锯齿波发生器	120
占空比50%的宽频带方波振荡器	121
使用C-MOS集成电路的压控振荡器(VCO)	122
555振荡器的使用方法	123
用与非门(NAND)制作锁相环(PLL)电路.....	124
锁相环(PLL)脉冲发生器.....	125
16个脉冲发生器.....	127
用数/模转换器构成的长周期锯齿波发生器	129
用单稳态多谐振荡器制作的脉冲发生器	130

阶数可变的阶梯波发生器	131
简单的脉冲宽度调制电路	132
斜坡函数发生器	134
简易型音阶发生器	135
第二章 模拟电路	138
离子注入技术的应用	138
Bi-FET, Bi-MOS集成电路	140
LF155系列(Bi-FET)	143
CA3130系列(Bi-MOS)	144
基准电源新技术	146
表面下的稳压二极管	147
带隙基准	148
穿通基准	149
-1 高频电路	150
用IC构成的简单AM调谐电路	150
IC化的AM/FM收音机电路	151
FM接收机用的IF电路和MPX解调电路	151
用IC的FM中频放大器和MPX解调电路	155
FM接收机的静调谐电路	156
尖锐的调谐电路	157
80MHz频段调频无线话筒	158
CB收发两用机使用的锁相环频率合成器	159
27MHz, 输出4W的功率放大电路	162
175MHz, 100W功率放大器	163
使用锁相环的4.5MHz 调频器	163
航空电台使用的锁相环频率合成器	164
2-2 音频电路	164
MC盒式录音机前级放大器	164
用FET并联制作的MC低噪声前置放大器	166
射极输入前置放大器	168
使用运算放大器的音调控制电路	169

4 通道音调控制电路	170
低失真低噪声缓冲放大器	171
使用电子开关的音频混频器	173
通道分离用的缓冲器	174
音频功率放大器	174
反相大型功率放大器	175
输出功率为30W的主放大器	176
FET输入的直流功率放大器	178
使用单电源的扬声器保护电路	179
噪声抑制电路(1)	180
噪声抑制电路(2)	181
 2-3 放大器电路	 182
无失真电流放大器	182
宽频带缓冲放大器	183
无损耗直流电平变换推挽放大电路	184
宽频带不反相放大器	185
增益可调的运放电路	186
程控增益放大器	188
高输入阻抗可编程增益放大电路	189
高精度模拟多路转换器	190
折线式音频压缩器电路	191
用反相放大器制作的电压跟随器	191
有源滤波器穿越现象防止方法	193
直流伺服放大电路	195
高电压FET输入运算放大器	196
调零电路	197
提高运放工作频率的相位补偿电容接法	198
噪声抑制电路	201
电压控制放大器(VCA)	202
对数放大器	204
稳定大功率FET漏极电流 I_D 的电路	204
电流-电压变换电路	205
用C-MOS的模拟比较器	206
平衡转换电路	208

FET斩波放大器	200
气相色谱仪用接口电路	210
2-4 检波、整形电路	211
由Bi-MOS, Bi-FET运放组成的峰值检测电路	211
程控峰值保持器	212
最小值保持电路	213
带有数字输出的峰值检测电路	214
峰值检测电路	215
快速绝对值电路	216
模拟3值比较器	219
精密的全波整流电路	221
信号选择器	222
下限幅电路	223
模拟乘法电路	226
低漂移施密特电路	227
采用FET的单稳多谐振荡器	228
变化率限制电路	229
计算机控制的畸变波发生器	230
2-5 振荡电路	232
实验用低频振荡器	232
文氏桥振荡器	233
单猝发波发生器	234
定幅锯齿波发生器	235
用FET作可变阻抗的CR型扫描发生器	237
带高振幅稳定度AGC的振荡电路	239
图象信号振荡器	240
二极管限幅的扫描振荡器	242
第三章 电力控制电路	244
晶闸管与晶体管的使用注意事项	244
晶闸管的过电压保护	244
对 dv/dt 造成的误动作的保护	246
轻负载时的问题	247

过电压保护	247
安全工作区 (ASO)	248
减少晶闸管干扰的措施	249
开关稳压器	250
输入输出共地的开关稳压器	251
输入输出隔离型开关稳压器	255
3-1 电源电路	262
低功耗5V, 5A稳压电源	262
0~20V, 2A实验用稳压电源	263
数字控制电源电路	264
用于高压的纹波滤波器	265
浮动稳压电源	266
简易的可异地工作的稳压电源	268
保护特性为“ π ”字型的稳压器	269
使用互补差分放大器的+75V稳压器	270
带保护电路的可变跟踪稳压器	271
使用齐纳二极管LM399的10~30V, 1A稳压电路	272
适应输入变化较大的稳压电源	273
高稳定度稳压器	274
标准电池代用电路	275
LM199过热保护电路	275
小功耗过电流保护电路	276
5V, 20A开关稳压器电路	277
RCC方式开关稳压器	281
开关稳压器	283
晶闸管开关稳压器	284
恒压变换器	286
小功率DC-DC变换器	287
无变压器DC-DC变换器	288
使用变换器的高压稳压电源	289
EL(电发光)的驱动电路	290
3-2 其它电力控制电路	291
电池充电器	291

使用电化学元件的电池充电器	292
镍镉电池充电器(1)	294
镍镉电池充电器(2)	295
用双向晶闸管的自动温度调整器	296
零电压开关比例温度控制电路	297
可逆伺服驱动控制	298
使用IC的串激电机驱动	298
串激电机转速控制	300
短路环起动型电机的转速控制	301
白炽灯软起动电路	303
日光灯电子启辉	305
日光灯的调光	309
闪光灯电路	310
应用GTO的交流无触点开关	313
C-MOS相位控制电路	314
耐高噪声与电源同步的电路	316
单发晶闸管触发电路	317
电磁离合器制动控制电路	319
超负荷、漏电检测继电器	320
线路噪声衰减器	322

第四章 测量电路 324

简单的 V_{CEO} 测定仪	324
h_{FE} 测量仪	325
用FET运算放大器的毫微安测量电路	326
用C-MOS运算放大器(CA3130)的直流微电流表	327
电容容量计	328
运算放大器检测仪	329
示波器的多路跟踪电路	330
示波器触发电平自动调整电路	331
水平轴方向二踪显示电路	332
自动触发延迟电路	334
自动扫描定时电路	335
简易耐压试验器	337

晶体试验用振荡器.....	338
表头用宽带全波整流电路.....	340
微电容检测器.....	341
简易电阻比值检测器.....	342
数字电压表用电阻测量插件.....	34
使用压力传感器的压力测定控制器.....	344
使用半导体应变计的宽带高灵敏度压力计.....	345
磁场检测电路.....	346
使用SMD的探伤电路.....	37
用LED和光敏晶体管测定透明物体的透明度.....	348
高精度电位差测量电路.....	349
用声与光显示的导通检测器.....	350
适用于多噪声信号测量的区间平均电路.....	351
用E-24系列电阻制作的dB可变衰减器阶梯电路.....	354
峰值电流测量电路.....	355
移相电路.....	356
使用减法的失真系数测试仪.....	357
高稳定度 $4\frac{1}{2}$ 位数字电压表电路.....	358
液晶显示的数字电压表.....	360
逻辑电平检测电路.....	360
由PLL用IC组成的简易相位计.....	362
用3片IC组成的转速表.....	363
用CR充当1kHz电感器.....	364
唱针使用时间计.....	365

第五章 光电耦合器应用电路.....367

光电耦合器的种类与特点.....367

光电耦合器的现状与应用.....369

用光电耦合器作噪声隔离器的例子.....370

用光电耦合器作电位差不同的电路接口的例子.....370

用光电耦合器作无触点开关的例子.....371

光电耦合器的发展动向.....373

用光电隔离器作逻辑电路间接口.....373

用光电隔离器作系统间接口.....379

使用光电隔离器的脉冲放大电路.....379

光电隔离器在逻辑电路上的应用	381
用光电耦合器进行高速脉冲传送	382
模拟信号的隔离	385
使用光电耦合器进行视频信号传送	385
使用光电耦合器的高压开关电路	386
使用光电耦合器的电源电路	387
用光电耦合器组成的固态继电器(SSR)	388
使用光电耦合器的固体开关	389
使用LED-CdS耦合器的效果音发生电路	391
光闸流管在电话机上的应用	392
采用LED-CdS耦合器的电力控制电路	395
由LED-CdS组成的AGC放大电路	400

第一章 数字电路

近年来,随着集成电路(IC)的发展,数字电路技术也有了惊人的进步,并得到广泛的应用。就拿电子计算机来说,随着大规模集成电路(LSI)的出现和使用,现在不仅有台式计算机,还出现了手提式计算机,体积越来越小,功耗也越来越低。

半导体技术的发展,使我们有可能制作更加复杂的IC。制作厂家充分利用微电子学的成果,针对不同的逻辑电路,制作了各种各样的IC器件。

随着时间的推移,一部分IC器件已被淘汰,现在数字IC器件主要以双极型的TTL,金属-氧化物-半导体(MOS)型的P-MOS、N-MOS以及C-MOS为主。

MOS IC技术的进步加快了中规模集成电路(MSI)和大规模集成电路(LSI)开发的进程,具有更复杂功能的IC正在源源不断地问世。现在典型的逻辑器件是双极型的TTL和MOS型的C-MOS,这两个系列的器件品种最多,价格最便宜,也最容易从市场上买到。我们在这一章里,将对TTL和CMOS这两种逻辑器件的特性作一简单比较。

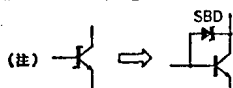
通用的逻辑器件集成度越高,越LSI化,它的用途(市场需求)就越窄。只有那些专用的电路,例如计算器、电子钟上用的电路,提高集成度实现LSI化才是有意义的,因为它们市场需求量大。但是,这些专用的电路一般都不能移作它用,所以对市场需求量小的仪器设备所需电路进行LSI化在经济上是不合算的,得不偿失。

解决这个问题的办法之一就是采用微处理器。微处理器可以简便地处理各种机器复杂的随机逻辑,具有广阔的市场前景。它具有将生产厂制造的硬件和用户自己制作的软件结合在一起组成不同系统的灵活性,可充分发挥生产厂家和用户的各自所长。关于这一点,我们后面还要详细介绍。

TTL与C-MOS逻辑集成电路

目前使用最多的通用逻辑IC是TTL,但是在一般工业仪器上使用C-MOS的也日益增多,可以说C-MOS已经和TTL并肩而立了。最早的TTL产

参数	系列	74系列	74H系列
特点		TTL集成电路标准系列, 品种多, 应用广泛	高速TTL74系列
典型门电路			
典型门平均传输延迟时间		10nS	6nS
典型门平均功率消耗		10mW	22mW
输入电流 I_{IL}		-1.6mA	-2mA
输出电流	I_{OL}	-400μA	-500μA
	I_{OH}	16mA	20mA



肖特基势垒晶体管如左图所示, 在NPN晶体管集电极和基极之间加有肖特基势垒二极管, 防止晶体管进入饱和状态。

图1-1 TTL集

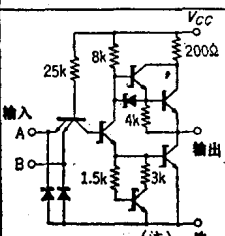
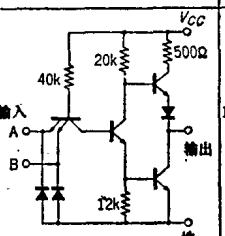
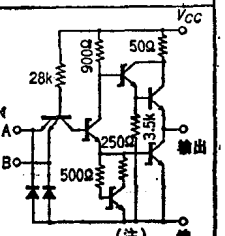
品是美国Texas公司制作的, 现在各半导体器件公司都有生产。其种类有标准TTL(74系列), 高速型的74H, 低功耗型的74L, 采用肖特基二极管实现高速化的74S以及74S的低功耗型74LS五个系列。

一般所说TTL是指标准型TTL74系列, 为了适应各种不同用途仪器设备的需要, 在标准型TTL系列的基础上开发出高速型和低功耗型的TTL其它系列。各种类别TTL系列的特性如图1-1所示, 读者可进行比较。

C-MOS IC最早是美国的RCA公司和Motorola公司生产的。RCA公司生产的是CD4000系列, Motorola公司生产的是MC14500系列。现在日本的东芝, 冲, NEC等公司也已先后开始生产, 品种也相当齐全。

C-MOS与TTL相比有如下一些特点:

- (1) 耗电非常少;
- (2) 适用电源电压范围宽;
- (3) 噪声容限大;

74S系列	74L系列	74LS系列
用肖特基二极管钳位的超高速TTL电路系列	低功耗的74系列	低功耗的74S系列
		
3nS	33nS	9.5nS
19mW	1mW	2mW
-2mA	-0.18mA	-0.36mA
~1000μA	~200μA	~400μA
20mA	3.5mA	8mA

成电路系列

(4) 扇出端数多等。

图1-2分别比较了TTL和C-MOS的几种主要特性。

C-MOS的最大特点就是它耗电非常少。耗电少，所用电源就可以小，这就使得我们可以用后备电池来支持C-MOS存储器存储信息。耗电少，发热量就小，这才使我们有可能提高电路的集成度。TTL的集成度能到MSI就算不错了，但C-MOS的LSI现在已经很普遍了，使用起来相当方便。

TTL适用电压范围是5V(±5~10%)，而C-MOS的适用电压范围要宽得多，一般为3~16V，所以采用C-MOS电路无需特别稳定的稳压电源供电，又加之它耗电少，所以用简单的电源供电就可解决问题，这是它的又一大优点。

从图1-2上可以看出，TTL和C-MOS的输入输出特性是不同的，TTL的噪声容限是0.4V，而C-MOS的噪声容限可以大到1.5V，约为TTL的4倍。从图1-2上还可以看出，它们的扇出端数也大不一样，TTL的扇出端数一般