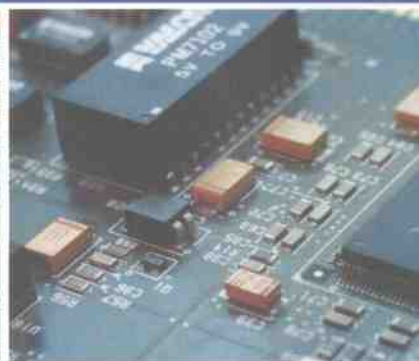
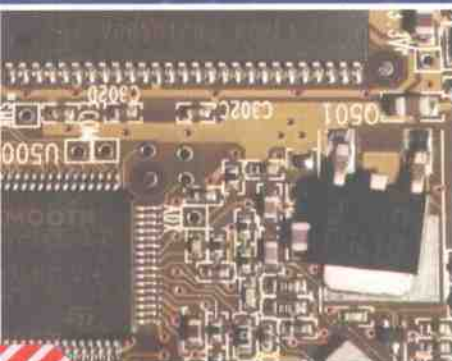


孙余凯 吴鸣山 项绮明 等编著

巧用4017 数字计数器 实用电路180例

- ◆ 电子开关、调压、调功、电源及保护电路
- ◆ 计数分频、波形产生及电话类电路
- ◆ 监测、检测、报警显示及灯光照明电路
- ◆ 遥控、密码、音频/视频处理及控制类电路



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

巧用 4017 数字计数器 实用电路 180 例

孙余凯 吴鸣山 项绮明 等编著



電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书精选了国内外(以国外、境外为主)4017 数字计数器巧用于电子开关、调压、调功、电源、保护电路类,定时、计数分频、波形产生处理、电话类,灯光照明类,监测、检测、测量、报警和显示类,遥控,密码,电扇及控制类,娱乐、音/视频处理、电子铃及其他类电路 180 例。书中详细介绍了每一实用电路的电路组成、基本工作原理以及应用中的注意事项。这些电路设计新颖,结构合理,性能优良,实用性强,既可独立工作,又可组合应用,或稍加修改为已用,使所设计的数字电子产品性能达到最佳效果。

本书电路分类明确,结构合理,说明简要,启发性强,故可提供给产品设计、电子工程技术开发人员和电子技术爱好者使用,也可为电子技术学校的电子电路实践、毕业设计提供电路选择和学习参考。

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

巧用 4017 数字计数器实用电路 180 例 / 孙余凯等编著. —北京:电子工业出版社, 2008.8

ISBN 978-7-121-07184-3

I. 巧… II. 孙… III. 计数器—数字电路—应用 IV. TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 115456 号

策划编辑: 谭佩香

责任编辑: 刘真平

印 刷: 北京市天竺颖华印刷厂

装 订: 三河市金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 19 字数: 462 千字

印 次: 2008 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册 定价: 29.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

在数字电路 IC 中,提起数字计数器 4017,大家都非常熟悉。数字计数集成电路 4017 在刚问世时,一般是用做十进制计数/分配器。人们在应用 4017 设计电路的实践当中,发现该电路有着非常灵活的使用方法,极其通用的电路功能。现在,4017 的应用几乎涉及电子技术的各个领域,是继 555/556 时基集成电路之后的又一通用性极强的集成电路,并且大有应用潜力可挖。

4017 是用 CMOS 工艺制造的十进制计数/脉冲分配器,它与双极型工艺制成的 555 时基集成电路(当然,也有 CMOS 型的 555 时基电路,如 ICM7555 等)相比,4017 的静态功耗很低(仅几微安),故由 4017 构成的红外线遥控发射器无须设置电源开关。555/556 时基电路最基本的三种应用就是单稳态电路、双稳态电路及无稳态电路,而 4017 同样也可构成这 3 种基本应用电路,而且后者扩展后的功能比前者更加强大,应用范围更广。

面对 4017 数字计数器如此多的应用方式,从它们的基本应用来看,许多都是由最基本的典型应用方式根据实际需要经过参数重新配置、电路重新组合(指不同应用方式典型应用电路之间,典型应用电路与其他类型单元电路之间等)并进行电路扩展后得到的。因此,4017 数字计数器的基本典型应用方式是各种专用 4017 电路的基础,无论产品设计、产品开发,还是产品维修,都离不开 4017 最基本的典型应用电路。

本书正是从这些最基本的 4017 典型应用方式入手,详细介绍了其应用特点、工作原理。书中所提供的典型应用电路具有新颖、实用的特点,通过简明扼要地讲述它们的电路功能、电路组成、电路基础工作原理以及应用中应注意的事项,使读者一看就懂,一学就会,为读者应用这些电路提供了方便。

本书在编排上,从基础知识入手,以讲解巧用的基点,然后逐步深入介绍巧用的实际电路,其目的是由浅入深,使读者能尽快掌握 4017 数字计数器的应用技巧和识图知识,进而可以很熟练地读懂各种更加复杂的 4017 应用电路,设计出更加巧妙的数字应用电路。

本书的另一特点是浅显通俗,图文并茂,取材新颖,资料丰富,实用性强。

本书主要由孙余凯、吴鸣山、项绮明统稿编著,参加本书编写的人员还有:孙余明、徐绍贤、吕颖生、孙余正、刘忠新、王五春、周志平、许风生、王艳玉、吕晨、项天任、陈芳、金宜全、谭长义、王燕芳、刘英、王华君、项宏宇、沈济坤、陈帆等。

本书在编写过程中，参考了国内外有关 4017 数字计数器方面的书刊杂志及相关资料，参考了李定宣、陈双平、曾庆贵、王毅、张增照、谢春林、李祥明、陈生、郑建国、裴岩等同志的文章，在此谨向有关单位和作者一并致谢。同时，对给予我们支持和帮助的有关专家和部门深表谢意！

由于 4017 应用方式极其广泛，应用技术发展极为迅速，限于作者水平有限，书中存在的不足之处，诚请专家和广大读者批评指正。

编著者

2008 年 5 月

目 录

第 1 章 数字计数器 4017 基础知识	1
1.1 数字计数器 4017 的类型及同类产品	1
1.1.1 计数器 4017 电路特点	1
1.1.2 计数器 4017 电路类型	1
1.1.3 计数器 4017 电路的同类产品	1
1.2 数字计数器 4017 的封装与引脚功能	2
1.3 数字计数器 4017 的主要参数	2
1.4 数字计数器 4017 的组成及原理	3
1.4.1 约翰逊计数器	3
1.4.2 时序译码电路	5
1.5 数字计数器 4017 的检测和使用注意事项	6
1.5.1 计数器 4017 质量的检测	6
1.5.2 使用计数集成电路 4017 应注意的问题	7
1.6 数字计数器 4017 电路的工作方式	8
第 2 章 由 4017 构成的电子开关、调压、调功、电源、保护电路	9
2.1 电子开关类电路	9
2.1.1 由 CD4017 构成的旋转式电子开关电路	9
2.1.2 由 CD4017 构成的触摸电子开关电路	10
2.1.3 由 CC4017B 构成的多路多状态控制开关电路	11
2.1.4 由 CD4017 构成的采用霍尔元件触发的开关电路	13
2.1.5 由 CC4017B 构成的可选择不同电容量的 10 挡电子互锁开关电路	14
2.1.6 由 CC4017B 构成的电子开关电路	15
2.1.7 由 CD4017 构成的采用霍尔元件触发的循环开关电路	16
2.1.8 由 CD4017B 构成的多通道电子开关电路	18
2.1.9 由 CD4017B 构成的多路开关控制电路	20
2.1.10 由 CC4017 构成的多路开关电路	22
2.1.11 由 CH4017 构成的多路顺序延时通电开关电路	23
2.1.12 由 SCL4017 构成的计算机自动顺序开关机控制电路	26
2.1.13 由 CC4017B 构成的无触点互锁电子切换开关电路	27
2.1.14 由 CC4017B 构成的 8421 编码开关电路	29
2.2 电源及控制类电路	30
2.2.1 由 CC4017B 构成的自动顺序接通电源控制电路	30
2.2.2 由 CD4017 构成的多设备电源控制电路	31

2.2.3	由 CH4017 构成的可顺序开关的多路电源控制电路.....	33
2.2.4	由 HFC4017BP 构成的数控步进式电压调整电路	34
2.2.5	由 CC4017B 构成的可从 5~14 V 分 10 段调整的稳压电源电路	36
2.2.6	由 MN4017B 构成的多挡调压控制电路	37
2.2.7	由 CD4017B 构成的触摸式可调稳压电源电路	39
2.2.8	由 CD4017 构成的自动换挡稳压电路	41
2.3	调功类电路	42
2.3.1	由 C217 构成的具有 10 级变化的调功控制电路	42
2.3.2	由 CC4017B 构成的调压、调功控制电路	44
2.3.3	由 CD4017B 构成的过零调功电路	47
2.3.4	由 CD4017B 构成的电功率控制电路	48
2.4	电源其他类与保护电路	49
2.4.1	由 CH4017B 构成的可消除镍镉电池记忆效应的电路	49
2.4.2	由 CC4017B 构成的多路电压自动检测电路	51
2.4.3	由 CD4017 构成的负载短路、过流保护电路	53

第 3 章 由 4017 构成的定时计数分频、波形产生处理、电话类电路.....55

3.1	定时类电路	55
3.1.1	由 C187 构成的具有两种定时方式的定时控制电路	55
3.1.2	由 CC4017B 构成的 1~99 天循环定时控制电路	56
3.1.3	由 CD4017B 构成的多挡位长延时电子定时电路	57
3.1.4	由 CC4017B 构成的 1 min~20 h 定时电路	59
3.1.5	由 CC4017B 构成的单键可预置 9 挡定时时间电路	61
3.1.6	由 CC4017B 构成的 24 h 循环精密定时控制电路	62
3.1.7	由 CD4017 构成的定时喷灌电子控制电路	63
3.1.8	由 CD4017B 构成的定时时间扩展电路	66
3.1.9	由 CC4017B 构成的自动光控具有暂停累积计时的定时电路	67
3.1.10	由 CC4017B 构成的可在 99 天内任意设定时间的电路	70
3.2	计数分频类电路	72
3.2.1	由 CH4017 构成的倒计时电路	72
3.2.2	由 CH4017 构成的十七进制计数电路	73
3.2.3	由 CC4017B 构成的电子计数电路	74
3.2.4	由 HFC4017BP 构成的具有分频提醒的 24 分频电路	76
3.2.5	由 CD4017B 构成的采用 RS 触发器同步的 60 分频计数电路	77
3.2.6	由 CD4017B 构成的 60 分频计数电路	79
3.3	波形产生处理类电路	80
3.3.1	由 CD4017B 构成的 50 Hz 方波发生电路	80
3.3.2	由 CD4017 构成的随机脉冲信号源产生电路	81
3.3.3	由 CD4017 构成的 1 kHz 主控振荡器电路	82
3.3.4	由 CC4017 构成的输出频率为 1~9 kHz 频率合成器电路	84

3.4	电话计时及功能扩展电路	85
3.4.1	由 CD4017 构成的电话计时电路	85
3.4.2	由 CD4017B 构成的电话限时电路	86
3.4.3	由 CC4017B 构成的电话自动计时电路	88
3.4.4	由 CD4017 构成的可调讲话限时电路	90
3.4.5	由 CD4017B 构成的电话通话时间限制电路	91
3.4.6	由 TC4017 构成的电话机通话计时显示控制电路	92
3.4.7	由 CC4017B 构成的可使电话铃声逐渐变大电路	94
3.4.8	由 CC4017B 构成的电话机拨号显示电路	97
3.4.9	由 CD4017B 构成的电话锁控制电路	98
第 4 章	由 4017 构成的灯光照明电路	101
4.1	发光二极管 (LED) 类电路	101
4.1.1	由 CD4017B 构成的可组成各种图形的 LED 广告灯控制电路	101
4.1.2	由 CD4017B 构成的发光二极管加速和减速显示电路	105
4.1.3	由 CC4017B 构成的变色循环 LED 灯控制电路	106
4.1.4	由 CD4017 构成的触摸 LED 追逐电路	107
4.1.5	由 CH4017 构成的双十段图示发光二极管显示控制电路	108
4.2	彩灯类电路	109
4.2.1	由 CC4017B 构成的彩灯控制电路	109
4.2.2	由 CD4017 构成的装饰彩灯控制电路	111
4.2.3	由 TC4017 构成的声控彩灯控制电路	112
4.2.4	由 CD4017B 构成的多路彩灯控制电路	113
4.2.5	由 TC4017 构成的电子程序控制式调色灯控制电路	115
4.3	流水循环灯类电路	116
4.3.1	由 CC4017B 构成的流水彩灯控制电路	116
4.3.2	由 CD4017 构成的流水式广告灯电路	118
4.3.3	由 CC4017B 构成的电子流水灯电路	119
4.3.4	由 CC4017B 构成的大功率流水灯电路	121
4.3.5	由 CC4017B 构成的车辆灯光循环指示控制电路	122
4.3.6	由 CC4017B 构成的步进追逐式循环发光控制电路	123
4.3.7	由 CC4017B 构成的双花变色跑灯控制电路	125
4.3.8	由 CC4017B 构成的 3 基色循环流水灯电路	126
4.3.9	由 C187 构成的步进追逐式循环发光控制电路	128
4.3.10	由 CD4017B 构成的光控彩灯循环闪烁电路	129
4.3.11	由 CH4017 构成的 10 路彩灯循环控制电路	130
4.4	广告、标志灯类电路	131
4.4.1	由 CC4017B 构成的广告字灯控制电路	131
4.4.2	由 CD4017B 构成的夜间指示用标志灯电路	132
4.4.3	由 CC4017B 构成的霓虹标志灯控制电路	134

4.4.4	由 CC4017B 构成的交通灯自动控制电路	136
4.5	照明及其他类灯光电路	137
4.5.1	由 CC4017B 构成的自动步进式调光控制电路	137
4.5.2	由 CD4017B 构成的光控调光灯电路	138
4.5.3	由 CD4017 构成的触摸式台灯电路	140
4.5.4	由 CC4017B 构成的调光台灯电路	141
4.5.5	由 CC4017B 构成的卫生间照明灯自动开关电路	143
4.5.6	由 CD4017B 构成的触摸式延时熄灭照明灯控制电路	145
4.5.7	由 C157 构成的延时自动熄灭照明灯控制电路	146
4.5.8	由 MN4017 构成的多地控制同一照明灯电路	147
第 5 章	由 4017 构成的监测、检测、测量、报警和显示电路	149
5.1	监测类电路	149
5.1.1	由 CD4017 构成的交流市电频率监测显示电路	149
5.1.2	由 CH4017 构成的多路监测控制电路	151
5.1.3	由 CD4017B 构成的储水装置水位监测电路	152
5.1.4	由 TP4017 构成的 8 路自动巡回分时监测电路	154
5.1.5	由 CC4017B 构成的多路温度监测显示电路	155
5.2	检测类电路	158
5.2.1	由 CD4017B 构成的网线检测器电路	158
5.2.2	由 CD4017B 构成的电缆自动检测电路	159
5.2.3	由 CC4017 构成的电缆通/断检测指示电路	161
5.3	测量(试)仪表类电路	162
5.3.1	由 SCL4017 构成的数字显示式周波测量电路	162
5.3.2	由 CD4017B 构成的灰度信号发生电路	164
5.3.3	由 CD4017 构成的电平表电路	165
5.3.4	由 MC4017 构成的数字显示自动计数式频率计电路	166
5.3.5	由 CD4017B 构成的数字控制电阻箱电路	167
5.3.6	由 CD4017B 构成的 2~8 通道测试电路	169
5.3.7	由 CC4017B 构成的安培定则演示控制电路	171
5.3.8	由 CC4017B 构成的电容器充、放电过程演示电路	173
5.4	报警类电路	174
5.4.1	由 TC4017 构成的调频无线报警电路	174
5.4.2	由 CD4017B 构成的多路报警电路	176
5.4.3	由 CC4017B 构成的振动报警控制电路	177
5.4.4	由 5G858 构成的可分段定时报警控制电路	178
5.5	显示类电路	180
5.5.1	由 CD4017B 构成的 60 s 计时显示电路	180
5.5.2	由 CD4017 构成的室内运动量显示电路	181
5.5.3	由 CD4017 构成的声频显示电路	183

5.5.4	由 CD4017 构成的数字显示输出电路	184
5.5.5	由 CH4017 构成的多种方式触摸计数显示电路	186
5.5.6	由 CD4017B 构成的可显示 1~6 及 8 的数字显示电路	187
5.5.7	由 CD4017 构成的星期数字显示电路	189
5.5.8	由 CD4017 构成的星期指示电路	190
5.5.9	由 CD4017B 构成的 LED 显示电子日历钟电路	191
5.5.10	由 CD4017B 构成的报时式数字电子钟控制电路	193
第 6 章	由 4017 构成的遥控、密码、电扇及控制类电路	197
6.1	无线遥控类电路	197
6.1.1	由 CD4017 组成的音量红外遥控发射接收电路	197
6.1.2	由 CC4017B 构成的双音多频无线接收电路	198
6.1.3	由 CH4017 构成的超声波遥控接收多路开关电路	200
6.1.4	由 SCL4017 构成的红外遥控电机正/反转控制电路	202
6.1.5	由 CD4017 构成的多路红外遥控开关电路	204
6.1.6	由 CH4017 构成的红外接收调光、调速电路	205
6.1.7	由 CC4017B 构成的双音多频无线发射电路	207
6.1.8	由 MC14017 构成的双音多频译码电路	210
6.1.9	由 C187 构成的 999 路无线呼叫电路	211
6.2	电子密码锁(开关)类电路	215
6.2.1	由 CH4017 构成的具有封锁功能的电子密码锁控制电路	215
6.2.2	由 CH4017 构成的密码开关控制电路	216
6.2.3	由 CD4017 构成的密码电路	218
6.2.4	由 CC4017B 构成的需两次输入密码的数字锁电路	218
6.2.5	由 CC4017B 构成的密码锁电路	220
6.3	电扇性能改进类电路	222
6.3.1	由 CD4017BE 构成的遥控电扇接收控制电路	222
6.3.2	由 MC4017 构成的电风扇自然风控制电路	224
6.3.3	由 MN4017B 构成的遥控调速电风扇电路	225
6.3.4	由 CD4017B 构成的手控、光控风扇调速电路	229
6.4	控制类电路	231
6.4.1	由 HFC4017B 构成的光控电动机控制电路	231
6.4.2	由 CC4017 构成的空气清新控制电路	233
6.4.3	由 C187 构成的臭氧产生控制电路	235
6.4.4	由 TC4017 构成的电子模拟钟摆控制电路	236
6.4.5	由 TC4017 构成的模拟钟摆控制电路	237
6.4.6	由 TP4017 构成的可显示 0~6 数字的控制电路	238
第 7 章	由 4017 构成的娱乐音频处理、电子铃及其他类电路	241
7.1	娱乐类电路	241

7.1.1	由 CD4017B 构成的猜灯游戏电路	241
7.1.2	由 CC4017B 构成的七连星抽奖游戏机电路	242
7.1.3	由 SCL4017 构成的模拟枪、炮发射电路	243
7.1.4	由 CH4017B 构成的具有红外信号发射功能的玩具枪电路	244
7.1.5	由 CC4017B 构成的歌曲“点唱”游戏电路	245
7.1.6	由 CC4017B 构成的多功能抢答电路	248
7.1.7	由 CD4017B 构成的电子琴自动节奏控制电路	250
7.1.8	由 CC4017B 构成的由电子爆竹声控制的爆竹闪亮电路	252
7.1.9	由 CC4017 构成的麻雀驱散鸣叫电路	253
7.2	音、视频处理类电路	256
7.2.1	由 CD4017B 构成的音源效果激励均衡器电路	256
7.2.2	由 HEF4017 构成的开关式混音电路	258
7.2.3	由 TC4017 构成的音频立体显示控制电路	258
7.2.4	由 HFC4017 构成的多路音、视频切换控制电路	260
7.2.5	由 CC4017 构成的电子式多通道音频切换控制电路	261
7.2.6	由 CC4017B 构成的多路音源切换电路	263
7.2.7	由 CC4017 构成的触摸式电子音量调节电路	264
7.2.8	由 CC4017B 构成的电调谐式自动搜索 FM 接收电路	266
7.2.9	由 CC4017B 构成的多路话筒有源扩展电路	269
7.3	电子铃类电路	270
7.3.1	由 CD4017B 构成的敲击式电子门铃电路	270
7.3.2	由 CC4017B 构成的双音多频门铃控制电路	272
7.3.3	由 CD4017 构成的音量、音调递增式关门提醒电路	273
7.3.4	由 CD4017B 构成的自动铃电路	275
7.3.5	由 CD4017 构成的带门铃的进/出自动变换显示电路	277
7.3.6	由 CD4017 构成的可辨身份的音乐门铃电路	279
7.4	其他类型电路	281
7.4.1	由 CD4017 构成的多功能变频式 15 W 电子驱虫电路	281
7.4.2	由 CD4017BE 构成的多功能变频式 7 W 电子驱虫电路	283
7.4.3	由 CD4017 构成的变频超声波害虫驱逐器电路	284
7.4.4	由 CC4017B 构成的旋光蚊香电路	285
7.4.5	由 CC4017B 构成的衣橱电子消毒电路	286
7.4.6	由 CD4017 构成的模拟存储器电路	288
7.4.7	由 CD4017B 构成的多路电容量电子调整电路	289
7.4.8	由 CD4017 构成的 EPROM 辅助程序复制电路	290
7.4.9	由 HFC4017 构成的具有循环功能的 10 级编程电路	292

参考文献	294
------------	-----

第 1 章 数字计数器 4017 基础知识

数字计数器 4017 的应用几乎涉及电子技术的各个领域，是继 555/556 时基集成电路之后的又一通用性极强的集成电路，并且大有应用潜力可开发。4017 计数器电路具有线路简单，功能灵活和调节方便等优点。

1.1 数字计数器 4017 的类型及同类产品

4017 数字计数器电路具有非常灵活的使用方法和极其通用的电路功能。4017 集成电路在计数分配方面应用极为广泛，它可以在最基本的典型应用方式的基础上，根据实际需要，经过参数的重新配置和电路的重新组合，与外接元器件组成各种不同用途的电路，例如脉冲计数电路、脉冲分频电路、单稳态电路、双稳态电路、无稳态电路等。

1.1.1 计数器 4017 电路特点

4017 是十进制计数/时序译码器，或称为十进制计数/脉冲分配器，主要具有以下特点。

- 具有计数、译码双重功能。
- 具有 3 个输入端和清零端 Cr （或 R ），当在其上加高电平或正脉冲时，只有对应于“0”状态（低电平）的 Q_0 （或 Y_0 ）端为高电平。时钟输入端 CP （或 CL ）和 $\overline{\text{EN}}$ ， CP 用于上升沿计数， $\overline{\text{EN}}$ 用于下降沿计数，设置两个时钟输入，级联时比较方便。
- 所具有的 10 个译码输出端，每个输出端的状态与输入计数器的时钟脉冲的个数相对应。例如，输入 4 个时钟脉冲，如果计数器从 0 开始计数，则此时译码输出端 Q_4 （或 Y_4 ）应为高电平，其余输出端均为低电平。 Q_{CO} 是进位输出端，每输入 10 个时钟脉冲，就得到一个进位脉冲，此脉冲可作为下一级计数器的时钟信号。随着时钟脉冲信号的输入， $\text{Q}_0 \sim \text{Q}_9$ （或 $\text{Y}_0 \sim \text{Y}_9$ ）就依次出现高电平。利用这一特性，可组成许多新颖有趣的电路，如环形彩灯、时序分配器、分频器等。

1.1.2 计数器 4017 电路类型

计数器 4017 主要有 CMOS 一类，但有 CMOS 4000 系列和 CMOS 54/74H 系列之分，两大系列产品的最大区别是工作电源电压相差较大。

1.1.3 计数器 4017 电路的同类产品

由于计数器 4017 电路的实用性，各电子器件的主要生产厂家相继生产了各自的 4017 产品。

1. CMOS 4000 系列

CMOS 4000 系列的 4017 产品最多，常见型号有：CD4017、CD4017B、CC4017、CC4017C、MN4017、TP4017、SCL4017、TC4017、CH4017、5G85B、C187、C217、C157、K176HE8（前苏联型号）、HFC4017、HFC4017BP、MC14017 等。

2. CMOS 74H 系列

CMOS 74H 系列的 4017 产品常见型号为：74HC4017、CC74HC4017、CC74HCT4017 等。

1.2 数字计数器 4017 的封装与引脚功能

1. 数字计数器 4017 的封装

数字计数器 4017 采用双列 16 脚封装。其引脚排列方式如图 1-1 所示。

2. 数字计数器 4017 引脚功能

数字计算器 4017 各引脚字母代号及引脚功能如表 1-1 所示。由于生产厂家不同，4017 引脚字母代号也不一样，使用中应注意不同字母的同一含义，以便于正确识别引脚功能。

表 1-1 数字计数器 4017 各引脚字母代号及引脚功能

引脚号	字母代号	功能说明
①	Y_5 或 Q_5	被分配的第 5 个高电平信号输出端
②	Y_1 或 Q_1	被分配的第 1 个高电平信号输出端
③	Y_0 或 Q_0	复位后的初始端高电平信号输出
④	Y_2 或 Q_2	被分配后的第 4 个高电平信号输出端
⑤	Y_6 或 Q_6	被分配后的第 6 个高电平信号输出端
⑥	Y_7 或 Q_7	被分配后的第 7 个高电平信号输出端
⑦	Y_3 或 Q_3	被分配后的第 3 个高电平信号输出端
⑧	V_{SS} 或 GND	接地线端
⑨	Y_8 或 Q_8	被分配后的第 8 个高电平信号输出端
⑩	Y_4 或 Q_4	被分配后的第 4 个高电平信号输出端
⑪	Y_9 或 Q_9	被分配后的第 9 个高电平信号输出端
⑫	CARRYOUT 或 CO 、 Q_{CO} 、 Q_C	进位信号输出端，当⑭脚接收到 10 个时钟脉冲信号后，该脚就会有一个高电平的进位信号输出
⑬	CLOCK、CLENABLE、 $\overline{EN}$ 、 $\overline{CE}$	该脚为脉冲下降沿触发计数信号输入端，当使用该脚进入计数时，⑭脚要接高电平；当⑭脚为高电平时，禁止输入
⑭	CLOCK、CL、CP	该脚为脉冲上升沿触发计数信号输入端，当使用该脚进行计数时，⑬脚要接低电平；当⑬脚为高电平时，禁止输入
⑮	CLEAR、CY、R	复位信号输入端，当该脚为高电平时，芯片被复位，③脚输出高电平，其余的所有引脚输出均为低电平。在任何时刻， $Y_0 \sim Y_9$ 这 10 个输出端中只有一个为高电平
⑯	V_{DD}	工作电源电压输入端

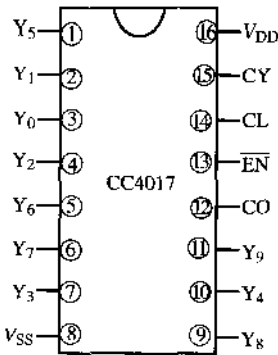


图 1-1 数字计数器 4017 引脚排列方式

1.3 数字计数器 4017 的主要参数

为了正确合理地使用 4017 数字计数器，必须了解它的基本特性。表 1-2 列出了 4017 的主要电参数，供使用时参考。

表 1-2 数字计数器 4017 的主要电参数

名称	符号	数值	测试条件
电源电压	V_{DD}	2~18 V	$T_A=25^{\circ}\text{C}$
静态电流	I_{DD}	$<10\ \mu\text{A}$	$V_{DD}=10\ \text{V}$
输出电流	I_O	$\pm 10 \sim 15\ \text{mA}$	$V_{DD}=10\ \text{V}$
最高时钟频率	f_{max}	12 MHz	$V_{DD}=10\ \text{V}$

由于 4017 为 CMOS 结构, 静态耗电仅几 μA , 无须加设电源开关。CMOS 4000 系列的 CD4017 工作电压为 3~18 V, 而 54/74H CMOS 系列的 74HC4017 工作电压最低可达 2 V (工作电压范围为 2~6 V), 因此用其制作红外编码发射器只需两节 5 号电池供电, 可以不设电源开关。

1.4 数字计数器 4017 的组成及原理

数字计数器 4017 的逻辑电原理图如图 1-2 所示, 主要由十进制计数电路和时序译码电路两部分组成。D 触发器 $F_1 \sim F_5$ 构成十进制约约翰逊计数器, 门 5~14 构成时序译码电路。

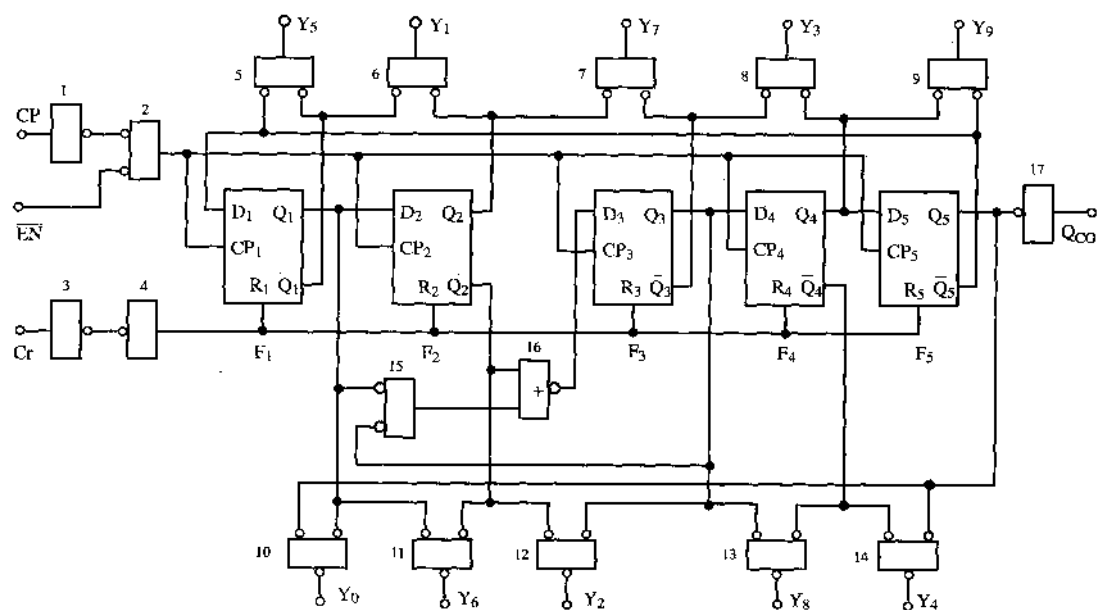


图 1-2 数字计数器 4017 的逻辑电原理图

1.4.1 约翰逊计数器

1. 结构特点

约翰逊计数器的构成比较简单, 它实际上是一种串行移位寄存器, 除了第 3 个触发器是通过门 15、门 16 构成的组合逻辑电路作用于 D_3 端外, 其余各级均是将前一级触发器的输出端连到后一级触发器的输入端 D 的。计数器最后一级的 $\bar{Q}_5$ 端连至第一级的 D_1 端。

2. 输入信号方式

约翰逊计数器有两个计数信号输入端, 即 CP 端和 $\overline{\text{EN}}$ 端。由数字电路的知识可知, D 触发器的 CP 端是上升沿有效 (触发)。若用上升沿计数, 信号从 CP 端输入。此时 $\overline{\text{EN}}$ 端接 “0” (低电压) 电平, 经门 2 反相变为 “1” (高) 电平。

这样, 当 CP 脉冲的上升沿到来时, 经门 1 反相后变为负脉冲, 到达门 2 前又反相变为正脉冲作用于门 2 的输入端, 使门 2 输出正脉冲, 作用于 $F_1 \sim F_5$ 共 5 个 D 触发器的 CP 端。

若用下降沿计数, 则 CP 端接“1”(高电平, 以下同)。计数信号从 $\overline{\text{EN}}$ 端输入, 下降沿到达门 2 前先反相变为正脉冲, 结果门 2 同样输出正脉冲作用于各 D 触发器的 CP 端。

3. 工作过程

为了便于分析, 假设计数器的初始状态为“00000”, 并从 CP 端加入时钟脉冲, 计数器的工作过程如下。

从数字电路的知识可知, D 型触发器的基本逻辑功能是: 其输出端 Q 的状态总是与输入端 D 的状态相同, 即

$$Q^{n+1}=D$$

通常将 Q^{n+1} 称为次态, 将 Q^n 称为现态。

当计数器为“00000”状态时, F_1 触发器的 D_1 端与 F_5 的 Q_5 端状态相同, 即

$$D_1=\overline{Q_5}=\text{“1” (高电平, 以下同)}$$

$$D_2=Q_1=\text{“0” (低电平, 以下同)}$$

$$D_3=\overline{Q_1 \cdot Q_3 + Q_2}=\overline{\text{“1”}}=\text{“0”}$$

$$D_4=Q_3=\text{“0”}$$

$$D_5=Q_4=\text{“0”}$$

- 当第 1 个 CP 脉冲作用后, F_1 变为“1”状态, $F_2 \sim F_5$ 触发器保持“0”状态, 此时计数器为“10000”状态。由此可知:

$$D_1=\overline{Q_5}=\text{“1”}$$

$$D_2=Q_1=\text{“1”}$$

$$D_3=\overline{Q_1 Q_3 + Q_2}=\overline{\text{“1”}}=\text{“0”}$$

$$D_4=Q_3=\text{“0”}$$

$$D_5=Q_4=\text{“0”}$$

- 当第 2 个 CP 脉冲作用后, F_1 触发器仍为“1”状态, F_2 也为“1”状态, $F_3 \sim F_5$ 保持为“0”状态, 故计数器变为“11000”状态。
- 以此类推, 当第五个 CP 脉冲作用后, 计数器将变为“11111”状态。

由以上分析可见, 随着输入脉冲个数的增加, 状态为“1”的 D 触发器的个数逐渐增多, 在第 5 个 CP 脉冲作用后, 状态为“1”的 D 触发器的个数为最多, 全为“1”状态。此时:

$$D_1=\overline{Q_5}=\text{“0”}$$

$$D_2 \sim D_5=\text{“1”}$$

因此, 当第 6 个 CP 脉冲作用后, F_1 触发器变为“0”状态, $F_2 \sim F_5$ 触发器仍为“1”状态, 计数器变为“01111”状态。

根据上述方法继续分析可以得出: 当第 7、第 8、第 9 个时钟脉冲作用以后, 计数器的状态将依次为“00111”、“00011”、“00001”。由此可见, 从第 6 个脉冲开始, 随着输入脉冲个数的增加, 状态为“1”的触发器的个数逐次减少。由于第 9 个 CP 脉冲作用后, $Q_1 \sim Q_4=\text{“0”}$, $Q_5=\text{“1”}$ 。所以, 当第 10 个 CP 脉冲作用后, 各触发器均为“0”状态, 计数器



返回初始状态“00000”，从而完成一个计数循环。从下一个 CP 脉冲开始，又重复上述过程。

1.4.2 时序译码电路

计数器 4017 的时序译码电路也很简单。它由门 5~门 14 组成，共有 $Y_0 \sim Y_9$ 共 10 个时序信号输出端和 Q_{CO} 进位端。由图 1-2 可知：

$$Y_0 = \overline{Q_1} \overline{Q_5}$$

$$Y_5 = \overline{Q_3} \overline{Q_1}$$

$$Y_1 = \overline{Q_1} \overline{Q_2}$$

$$Y_6 = \overline{Q_1} \overline{Q_2}$$

$$Y_2 = \overline{Q_2} \overline{Q_3}$$

$$Y_7 = \overline{Q_2} \overline{Q_3}$$

$$Y_3 = \overline{Q_3} \overline{Q_4}$$

$$Y_8 = \overline{Q_3} \overline{Q_4}$$

$$Y_4 = \overline{Q_4} \overline{Q_5}$$

$$Y_9 = \overline{Q_4} \overline{Q_5}$$

由此不难看出，时序译码电路的工作情况是对应于计数器各状态下的译码器的输出状态的。

例如，当计数器为“00000”状态时，

$$Y_0 = \overline{Q_1} \overline{Q_5} = \overline{0} \overline{0} = 1$$

当计数器为“10000”状态时，

$$Y_1 = \overline{Q_1} \overline{Q_2} = \overline{1} \overline{0} = “1”$$

显然，当计数器从“00000”状态依次变为“00001”状态时，在 $Y_0 \sim Y_9$ 这 10 个输出端便得到顺序输出的正脉冲，即时序脉冲。在第 10 个脉冲作用后，计数器为“00000”状态，此时产生进位信号，即

$$Q_{CO} = \overline{Q_5} = “1”$$

输出的是一个正脉冲，即进位脉冲，作为下一级的时钟脉冲信号。

图 1-2 中的 Cr 端为清零端。当在 Cr 端加上高电平或正脉冲时，计数器中各计数单元 $F_1 \sim F_5$ 均被置零，计数器为“00000”状态。

综合上述分析可以看出，计数器 4017 的基本功能是对 CP 端输入脉冲的个数进行十进制计数，并进行时序译码，按照输入脉冲的个数顺序地将脉冲分配在 $Y_0 \sim Y_9$ 这 10 个输出端，计满 10 个数后计数器变为零，并输出一个进位脉冲。

计数器 4017 的工作过程可由图 1-3 所示的工作波形来表示，输出脉冲从 $Y_0 \sim Y_9$ 这 10 个端子输出，输出的顺序为 $Y_0 \sim Y_9$ ，依次输出，循环不已。

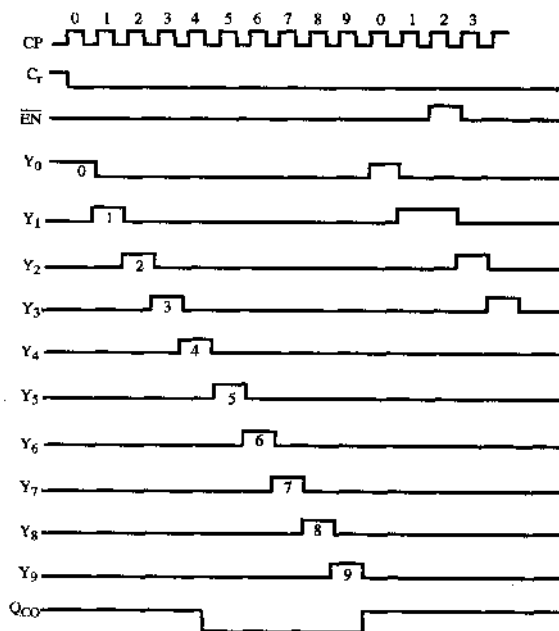


图 1-3 计数器 4017 工作过程波形示意图

1.5 数字计数器 4017 的检测和使用注意事项

4017 的前缀较多,不同的前缀表示不同的生产厂家,但对这类十进制计数/时序分配器的检测以及使用它们的注意事项却基本相同。以下介绍的就是这方面的内容。

1.5.1 计数器 4017 质量的检测

计数器的型号较多,CC4017 (或 CD4017B 等)就是常用的一种。鉴别其质量的优劣,可依据其工作原理来进行。

1. CC4017 引脚功能说明

CC4017 采用双列 16 脚封装。其引脚排列方式如图 1-1 所示。

2. CC4017 质量鉴别电路

鉴别 CC4017 质量的电路如图 1-4 所示,由 6 V 电压、11 只发光二极管、两只按钮小开关等构成,利用 CC4017 的工作原理来进行检测和判断。

3. 鉴别判断方法

鉴别 CC4017 质量的方法较多,下面介绍几种较常用的、简便的方法。

(1) 方法一

- 首先按下开关 SA2 不放,使 $\overline{\text{EN}}$ (⑬脚) 端一直接地。
- 同时按一下 SA1 开关,相当于给 CL 端 (⑭脚) 一个正脉冲,如果集成电路是完好的,则 LED1 发光;再按一下 SA1,LED1 熄灭,LED2 发光。连续按动 SA1,LED1~LED10 逐个发光,在 LED10 发光后,紧接着 LED11 发光。由于 CO (⑫脚) 端通过 LED11 反馈至 CC4017 的 Cr 端 (⑮脚),相当于给 Cr 端一个正脉冲,CC4017 复位,LED1 发光。

(2) 方法二

也可以采用以下方法进行检测:如当 LED4 发光后,松开 SA2,再按 SA1,给 CL 端 (⑭脚) 一个正脉冲信号,LED5 发光二极管应该不发光,LED4 发光二极管则保持发光状态。

(3) 方法三

首先按下 SA1 不放,使 CL 端 (⑭脚) 一直接高电平,再按 SA2 开关,相当于给 $\overline{\text{EN}}$ (⑬脚) 端一个负脉冲,以后的发光情况与上述相同。

然后,当 LED4 发光二极管发光后,放开 SA1 开关,再按下 SA2 开关,则 LED5 发光二极管也不应发光,而 LED4 发光二极管则一直发光。

在检测过程中,若均符合上述情况,则表明所检测的 CC4017 各引脚功能完好。若有一种

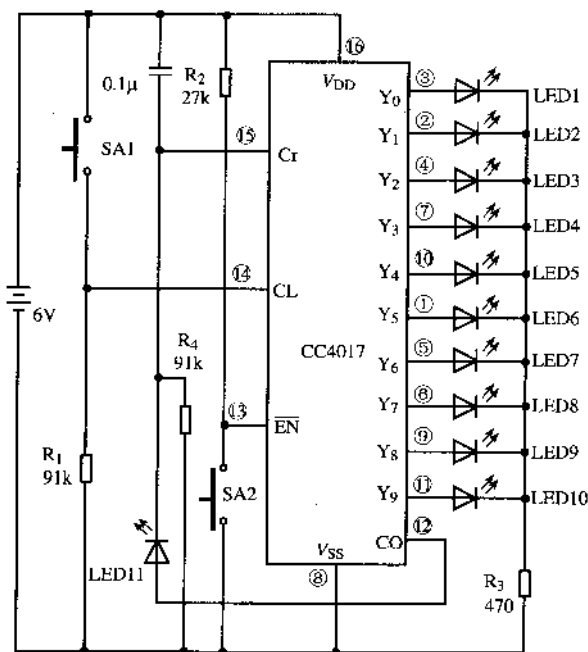


图 1-4 计数器 4017 质量鉴别电路