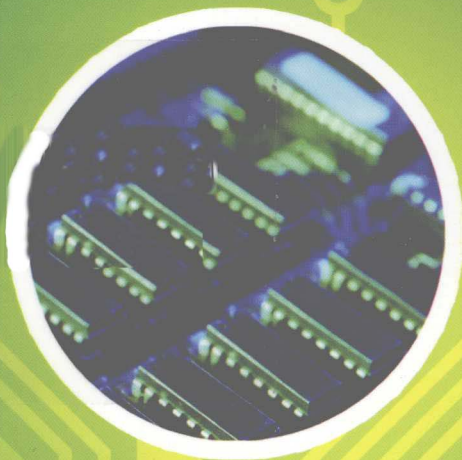
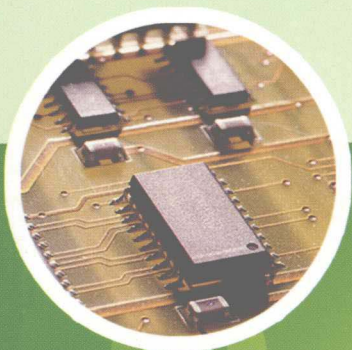


集成电路精选丛书

# CMOS数字集成电路 精选

肖景和 编著



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

集成电路精选丛书

# CMOS数字集成电路 精选

肖景和 编著



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书属于数字电子技术类的科普性读物，介绍了 CMOS 数字集成电路的原理与应用。本书按照集成电路的功能分成 CMOS 集成门电路及其应用、CMOS 触发器及其应用、CMOS 集成计数器及其应用、CMOS 数字电路中的特殊电路及其应用共 4 个部分。

本书通过电路实例介绍数字集成电路的工作原理及使用，使读者通过实例掌握各类集成电路在电子电路中的使用方法。

本书可供有一定电子基础知识的电子技术爱好者自学，也可供有关技术人员在电路设计选型中参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

CMOS 数字集成电路精选/肖景和编著. —北京：中国电力出版社，2011.5

(集成电路精选丛书)

ISBN 978-7-5123-1640-9

I. ①C… II. ①肖… III. ①CMOS 电路 IV. ①TN432

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 080011 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2012 年 1 月第一版 2012 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 19.125 印张 415 千字

印数 0001—3000 册 定价 39.00 元

## 敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失  
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



CMOS 数字集成电路的特点是输入阻抗高、功耗低、工作电压范围宽、带负载能力强，因此目前被广泛应用在工业控制电路、家用电器、通信设备和文化娱乐设备等等。

进入 21 世纪以来，电子技术和设备几乎完全进入了数字化时代，它已关系到我们生活的各个方面。因此，掌握数字电路的基础知识，了解数字电路在各方面的应用，对电子技术爱好者是十分必要的。

本书从众多的应用实例中精选出 200 余例，通过对每一例电路的工作分析，详细介绍了有关数字集成电路的内部基本结构、引脚功能、工作原理和使用方法。

本书主要选择了 4000 系列 CMOS 数字集成电路的应用。本书选材内容广泛，实用性强，编写方式通俗易懂，电路分析详尽。

在电路应用实例的选择中，既考虑到电路的实用性，又考虑到需要介绍的集成电路品种。由于每一种集成电路在各种电路中应用的频繁程度不同，所以每一品种的集成电路在实例中所占的数量各不相同，有的电路品种在书中的实例较多，有的则较少。对于这些在一般电路中很少使用的集成电路，本书没有编入其应用实例。

由于作者水平所限，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正。

编 著 者

# 目 录



## 前言

<b>第一章 CMOS 集成门电路及其应用</b> .....	1
1. 用门电路组成 LED 电压表 .....	1
2. 用门电路组成脉冲整形电路 .....	3
3. 用门电路组成的文字显示型逻辑笔 .....	4
4. 能识别来客和家人的门铃 .....	5
5. 红外线自动水龙头 .....	6
6. 声控延时节电开关 .....	8
7. 触摸式卫生间排气扇延时开关 .....	9
8. 停电来电自动告知器 .....	10
9. 触摸式台灯开关 .....	11
10. 用门电路组成的脉冲解调器 .....	12
11. 用门电路组成的石英晶体振荡器 .....	13
12. 电子闪光胸花电路两例 .....	13
13. 用门电路组成的数控振荡器 .....	14
14. 用门电路组成警笛声发生器 .....	15
15. 电容器质量鉴定仪 .....	16
16. 触摸式 10 挡互锁开关控制器 .....	17
17. 触摸式双音调门铃 .....	18
18. 夜间安全指示闪光灯 .....	19
19. 新颖的彩灯闪烁控制器 .....	20
20. 8 声连续太空枪电路 .....	21
21. 碰触式电灯开关 .....	22
22. 用或非门电路组成的数码显示型逻辑笔 .....	23
23. 用或非门电路组成的文字显示型逻辑笔 .....	24
24. 能够显示开路状态的逻辑笔 .....	25
25. 用门电路组成的单稳态触发器 .....	26
26. 用门电路组成脉冲展宽电路 .....	27
27. 卫生间门控照明排气开关 .....	28

28. 用或非门组成多乐曲音乐门铃 .....	29
29. 用或非门组成 10 挡互锁开关控制器 .....	30
30. 用门电路组成的门控振荡器 .....	31
31. 用门电路组成的运动方向传感器 .....	32
32. 单地址多按键开关控制电路 .....	33
33. 晶体管类型检测仪 .....	35
34. 用与非门组成 16 声音响发声电路 .....	36
35. 具有洒水车音调的双音电子门铃 .....	38
36. 用门电路组成无源型停电报信器 .....	39
37. 电源超、欠压检测与延时保护电路 .....	40
38. 声光控触摸一体化延时节电开关 .....	41
39. 用门电路组成超温监测警示电路 .....	42
40. 简易听力测试仪 .....	43
41. 10 挡频率信号发生器 .....	44
42. 用门电路组成脉冲倍频器 .....	45
43. 与非门组成的抢答器 .....	46
44. 市电上、下限电压限制器 .....	47
45. 轻触式光控延时节电开关 .....	48
46. 触摸数控式调光灯 .....	49
47. 触摸声控电灯开关 .....	50
48. 带声光指示的 10 挡互锁开关 .....	51
49. 触摸式闪光蜂鸣器 .....	52
50. 观看电视限距限时器 .....	53
51. 交流电三相供电断相报警器 .....	54
52. 模拟电台报时声电路 .....	55
53. 双音调蜂鸣器 .....	57
54. 单负载多地点开关控制电路 .....	58
55. 多功能视力保护器 .....	59
56. 用数字电路与 LED 组成的骰子 .....	61
57. 数字式密码锁电路 .....	62
58. 信号测量中的峰值保持电路 .....	63
59. 电路状态显示器 .....	65
60. 电子校音仪 .....	66
61. 能表明来客身份的门铃 .....	67
62. 停电来电告知器 .....	68
<b>第二章 CMOS 触发器及其应用 .....</b>	<b>70</b>
1. CMOS 触发器介绍 .....	70

2. 电灯用触摸开关 .....	72
3. 电冰箱用循环式定时控制器 .....	73
4. 用 CD4013 组成的防抖动开关 .....	75
5. 用 CD4013 组成的触摸式电源开关 .....	75
6. 用 CD4013 组成的触摸式音频切换开关 .....	76
7. 工业用触摸式电子开关 .....	77
8. 轻触式延时开关 .....	78
9. 单组负载多地点单按键开关 .....	79
10. 延时式催眠声响电路 .....	80
11. 能发出两种不同声音的电子门铃 .....	81
12. 用 CD4013 组成模拟式小容量电容测量仪 .....	82
13. 交流电源超、欠压检测电路 .....	83
14. 路障自动警示灯 .....	85
15. 用 CD4013 组成的运动方向判别电路 .....	85
16. 用 CD4013 组成的触摸式床头灯 .....	86
17. 敲击式门铃 .....	87
18. 静态低功耗触摸式电灯开关 .....	89
19. 家用电器待机节电控制器 .....	90
20. 家庭影院系统电源控制开关 .....	91
21. 10 位数字密码开关 .....	93
22. 多功能音乐门铃 .....	94
23. 用 CD4013 组成的多谐振荡器 .....	95
24. 1Hz 时钟信号源 .....	96
25. 卫生间门控自动开关 .....	98
26. 9 位按键密码锁电路 .....	99
27. 用门电路组成的防抖动开关 .....	100
28. 10 位按键密码开关 .....	101
29. 8 路电子抢答器电路 .....	103
30. 可变门限的过电流、过电压保护器 .....	104
31. 脉冲延迟电路 .....	106
32. 普通电话机附加报警功能 .....	107
33. 多功能调光台灯 .....	109
34. 密码式电子门铃 .....	111
35. 具有抗干扰功能的光控电子开关 .....	112
36. 轻触式电子换挡稳压电路 .....	113
37. 家庭卫生间自动控制电路 .....	115
38. 体育运动运动量计数器 .....	116

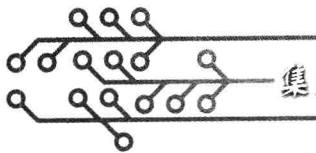
39. 流水式广告灯控制器 .....	118
40. 4 路电子切换开关 .....	119
41. 双 4 路输入/输出音频切换开关 .....	120
42. 有报警功能的密码锁 .....	122
43. 触摸式防盗报警器 .....	123
44. 红外线遥控音量电位器 .....	125
45. 输液加热器 .....	127
46. 具有声光报警功能的市电超、欠压自动保护电路 .....	128
47. 电子数字式自行车速度表 .....	131
<b>第三章 CMOS 集成计数器及其应用</b> .....	<b>134</b>
1. 电子音乐盒 .....	134
2. 光控自动调光灯 .....	135
3. 触摸开灯、延时熄灭式音乐台灯 .....	137
4. 乐控变色 LED 彩灯 .....	138
5. 10 位流动彩灯控制器 .....	139
6. 自动步进调光台灯 .....	139
7. 节日字灯显示电路 .....	140
8. 定时循环排气扇控制器 .....	142
9. LED 运动方向显示器 .....	144
10. 加速运动显示电路 .....	144
11. 多路显示器电路 .....	145
12. 电子百鸟朝凤 .....	146
13. 能识别伪码的密码锁 .....	147
14. 有报警功能的密码开关 .....	149
15. 可编程定时式程序控制器 .....	150
16. 具有开、停预置功能的循环定时器 .....	152
17. 音源切换开关 .....	153
18. 数控式多级可调稳压电源 .....	154
19. 用 CD4017 组成多地控制开关 .....	155
20. 抗干扰性能良好的声控开关 .....	156
21. 防抖动按键开关 .....	158
22. 用 CD4017 组成多路多态控制开关 .....	158
23. 音量渐增式关门提醒器 .....	159
24. 发声特殊的音频振荡器 .....	161
25. 多频率超声波驱虫器 .....	162
26. 数字式光电计数器 .....	163



27. 具有加减功能的绕线机电子计数器 .....	164
28. 用 CD4017 组成 20 进制计数器 .....	166
29. 用 CD4017 和选择开关组成多进制计数器 .....	167
30. 用 CD4017 组成单稳态触发器 .....	167
31. 用 CD4017 组成双稳态触发器 .....	168
32. 用 CD4017 组成多谐振荡器 .....	169
33. CD4017 自身质量检测仪 .....	169
34. 简单实用的 8 通道红外线遥控器 .....	171
35. 2-10 进制计数双显示电路 .....	172
36. 高精度长延时定时控制器 .....	174
37. 高精度 50Hz 时基信号源 .....	175
38. 长延时定时控制器 .....	176
39. 光控定时语音广告灯箱 .....	178
40. 2 位数显式秒计时器 .....	179
41. 新颖的数字式电子钟 .....	180
42. 数字显示式时钟信号源 .....	182
43. 键控式音量控制器 .....	184
44. 16 通道数显式自动巡检电路 .....	185
45. 多频率电脉冲治疗仪 .....	187
46. 可预置定时的倒计时定时器 .....	188
47. 星期历数显电路 .....	190
48. 1 位数显式定时器 .....	192
49. 球赛计分显示屏 .....	193
50. 16 级调光台灯 .....	194
51. 数字显示式倒计时定时器 .....	195
52. 3 位数显式电子计时器 .....	197
53. 利用 50Hz 电源分频后作时基的数显定时器 .....	198
54. 简易型数字频率计 .....	200
55. 绕线机电子计数器 .....	201
56. 数字显示式 31/2 位电子计数器 .....	203
57. 3 位数字电容表 .....	204
58. LED 动感闪烁灯 .....	206
59. 交替发光式 LED 闪烁灯 .....	207
60. 双 5 挡电子开关控制器 .....	208
61. 只用 1 个按键的密码锁 .....	209
62. 模拟火箭发射电子游戏机 .....	210

<b>第四章 CMOS 数字电路中的特殊电路及其应用</b> .....	214
1. 键控式电子八音盒 .....	214
2. LED 8 通道温度监测指示仪 .....	216
3. 4 路 A/V 切换电路 .....	217
4. 触摸式数控换挡可调稳压电源 .....	218
5. 1 位随机数发生器 .....	219
6. 4 路互锁控制电路 .....	221
7. 4 路互锁开关电路 .....	222
8. 4 路互锁开关控制电路 .....	223
9. 触摸式电子调光器 .....	224
10. 形式多变的彩灯控制器 .....	225
11. 6 位数字显示式电子计数器 .....	227
12. 压电陶瓷晶体检测仪 .....	228
13. 数字式音量电平显示器 .....	229
14. 数字编码式病房无线电传呼报信系统 .....	230
15. 由电话遥控的 8 路遥控器 .....	234
16. 12 路无线遥控灯光控制电路 .....	236
17. 延时熄灯电路 .....	237
18. 循环式定时提醒电路 .....	238
19. 电扇模拟自然风控制电路 .....	239
20. 定时服药提醒器 .....	240
21. 能调光和延时关灯的床头灯 .....	241
22. 床头灯延时控制电路 .....	243
23. 锁相环电路 CD4046 及其应用 .....	244
24. 电子驱鼠灭鼠器 .....	246
25. 电子式快速心率测量仪 .....	247
26. 用 CD4046 组成的温度—频率变换器 .....	249
27. 用 CD4046 组成的频率合成器 .....	250
28. 用 CD4046 组成的频率校准仪 .....	250
29. 用 CD4046 组成的相位检测仪 .....	251
30. 用 CD4046 组成的比较式电容检测仪 .....	253
31. 用 CD4046 组成的报警声发生器 .....	254
32. 用 CD4046 组成的相移式报警声发生器 .....	255
33. 用 CD4046 组成的鸟鸣声发生器 .....	256
34. 用 CD4046 组成的斜波发生器 .....	257
35. 用 CD4046 组成的三角波发生器 .....	257
36. 用 CD4046 组成的多波形发生器 .....	258

37. 用 CD4046 组成的扫频信号发生器 .....	259
38. 频率式电子密码锁 .....	260
39. 温频转换式温控器 .....	261
40. 电子式盲人探路器 .....	262
41. “热得快”水开报警器 .....	263
42. 亚超声遥控开关 .....	265
43. 红外遥控换挡可调电阻盒 .....	266
44. 利用电话遥控电饭煲的装置 .....	268
45. 5 通道音响设备红外遥控器 .....	271
46. DTMF 编译码多路红外遥控开关 .....	272
47. DTMF 编译码 6 通道红外遥控器 .....	275
48. 无线遥控密码电子锁电路 .....	277
49. 用数字集成电路组成的门诊叫号器 .....	279
50. 3-1/2 位数显电压表 .....	283
<b>附录</b> .....	285
附录 A TIL 与 CMOS 电路功能相近型号表 .....	285
附录 B CMOS4000 系列数字集成电路检索表 .....	285
附录 C 本书所用集成电路引脚 .....	290



## CMOS 集成门电路及其应用

CMOS 集成门电路是 CMOS 数字电路中最常用的电路之一，这些门电路包括非门（反相器）、与门、或门、与非门、或非门等。CMOS 集成门电路在各种电路中的用途是多方面的，它可以用作控制门，也可以组成反相器、放大器、脉冲整形和缓冲变换等电路。还可以组成振荡器、触发器和定时器等电路。

CMOS 集成门电路的品种也较多，在电路中常用的品种有 6 反相器 CD4069（非门）、4-2 输入端或非门 CD4001、4-2 输入端与非门 CD4001、4-2 输入端或门 CD4071、2-4 输入端或门 CD4072、4-2 输入端与门 CD4081、2-4 输入端或门 CD4082 和 8 输入端或非门/或门 CD4078、8 输入端与非门/与门 CD4068、8 输入端可扩展多功能门 CD4048 等，下面通过几个实例电路具体进行介绍。

### 1. 用门电路组成 LED 电压表

测量电压本应使用电压表或万用表的电压挡。这里介绍一例采用发光二极管做电压指示的电压表，用发光二极管做电压表虽然没有用指针式或数字式电压表精确，但它有着显示直观和明确的优点。这在某些电路中有一定的实用价值。本电路使用的主要电路元件是一种 CMOS 集成门电路——CMOS 6 反相器 CD4069。

通常，采用指示灯来作为电压指示的电路，主要点用两种方法：①采用由运算放大器组成的电压比较器，将输入电压与设定的基准电压进行比较，将比较结果输出后驱动发光二极管进行显示，这种电路结构较为复杂；②将输入电压通过电阻分压后直接驱动发光二极管，但由于发光二极管的发光阈值电压有较大的离散性，使测量与显示结果和实际电压有较大的差异。下面要介绍的电路实例上是一种介于上述两者之间的 LED 显示式电压测量电路，这种测量电路由 CMOS 集成门电路组成，它采用 LED 作电压指示，称为 LED 电压表。该电路结构简单，电压的测量与显示也比较准确，十分经济适用。电路组成如图 1-1 所示。

#### (1) 电路组成与工作原理。

本电路由 6 反相器 CD4069 和发光二极管以及输入电源稳压器和分压电阻等组成。电路中，将 CD4069 的 6 个反相器组成指示电压高低的 7 个挡位，用电阻  $R_1 \sim R_7$  组成 7 级分压器，将输入电压通过分压后分别加至每个反相器的输入端。7 级分压器的每一级对地（电源负极）电压按等差逐级上升，但相邻两级之间的电压是相等的。

电路中，将被测电源通过集成稳压器 CW7806 稳压后加至测量电路的输入端，使被测电源电压保持相对的稳定性，保证测量与显示的准确性。

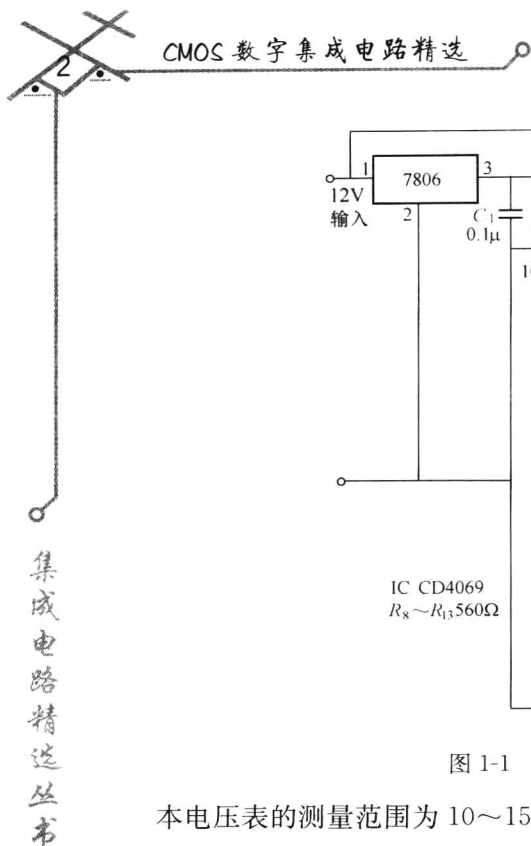


图 1-1 发光二极管电压表的电路图

本电压表的测量范围为 10~15V，分 6 挡，每挡间差值为 1V。

CMOS 集成门电路的输入端的阈值电平约为工作电源电压  $V_{DD}$  的  $1/2$ ，在这一电压下，门电路能将输入端输入的电压反相后从输出端输出。从门电路的工作特性曲线上来看，在曲线的这一段 ( $V_{DD}/2$  处) 它几乎与水平坐标轴垂直，因此在这一工作区，门电路不仅有很高的翻转灵敏度，而且具有很高的放大倍数。这也正是在电子电路中不仅利用其这一特性对脉冲整形，而且常用作电压放大器的原因。本电路利用 7 只分压电阻 ( $R_1 \sim R_7$ ) 将电源电压等分为 7 段，使每段间的电压间隔为 1V，每当电源电压变化 1V，使 1 只 LED 发光或者熄灭，以此来显示电压的升降及其升降范围的大小。

CMOS 集成门电路的输入电路均为场效应管，它的输入电流极小，因此在分压电路的设计计算中，主要考虑的是分压回路的电流消耗，而对于门电路的消耗几乎可以忽略。根据这一原理，对于分压电阻的计算方法如下。

假定被测电压的最小值为 10V 时，分压回路中的电流为  $100\mu\text{A}$ ，则分压器的总电阻  $R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 = 10\text{V}/0.1\text{mA} = 100\text{k}\Omega$ 。基准电压即阈值电压，等于电源电压的  $1/2$ ，即  $6\text{V}/2 = 3\text{V}$ 。

对于分压器中各电阻的阻值：在输入电压为 15V 时， $R_7$  的电压降应为 3V，通过的电流为  $15\text{V}/100\text{k}\Omega = 0.15\text{mA}$ ，则  $R_7 = 3\text{V}/0.15\text{mA} = 20\text{k}\Omega$ 。对于 D6，当它的输入电压为 3V 时，相对的输入电压值为 14V，这时流过分压器的电流值为  $14\text{V}/100\text{k}\Omega = 0.14\text{mA}$ ，则  $R_6 + R_7 = 3\text{V}/0.14\text{mA} = 21.5\text{k}\Omega$ ， $R_6 = 21.5 - 20 = 1.5 (\text{k}\Omega)$ 。

$R_5 \sim R_1$  的阻值可按上面的计算方法逐一算出。其计算结果为  $R_5 = 1.6\text{k}\Omega$ ， $R_4 = 2\text{k}\Omega$ ， $R_3 = 2.2\text{k}\Omega$ ， $R_2 = 2.7\text{k}\Omega$ ， $R_1 = 100\text{k}\Omega - (R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7) = 70\text{k}\Omega$ ，实际取值按国家标准系列取  $68\text{k}\Omega$ 。

## (2) 电压表的调整。

由于每一块 CMOS 集成门电路中每一个门的阈值电平都较一致，因此根据计算结果阻值所组装好的电路，其准确度是可靠的。而唯一需要调整的是  $R_1$  的阻值，它是决定电压表精度的关键，需要正确调整。

其调整过程为：用一只电位器和一只固定电阻来取代  $R_1$ ，用一台可调式稳压电源接至电路的输入端，将稳压电源电压调至 10V。逐渐缓慢地减小电位器的阻值，直至第一只发光二极管 LED1 发光为止。其余各挡位将自动跟踪 LED1 使其符合所设定的电压值。

利用上面所介绍的方法，通过增加门电路的数量进行多级分压设计，可将测量电压的范围或被测电源电压的精度范围扩大。

## (3) CD4069 介绍。

CMOS 6 反相器 CD4069 是 1 只应用最广泛的集成门电路，在电路中它可以用来作反相器，也可用来作放大器，也可以与  $R$ 、 $C$  元件组成脉冲振荡器，为计数电路提供时钟脉冲。CD4069 通常多为双列直插式扁平塑封结构，它有 14 只引脚，其中引脚 14 ( $V_{DD}$ ) 为电源端，引脚 7 ( $V_{SS}$ ) 为接地端（接电源负极），6 个反相器的输入→输出端分别为 1（输入）→2（输出）；3→4；5→6；9→8；11→10；13→12。

## 2. 用门电路组成脉冲整形电路

由于 CMOS 集成门电路有一个固定的阈值电平，这个阈值电平对于信号脉冲中低于它的部分，门电路的输入端不予响应。利用门电路的这一特点，常将其直接用于对脉冲的整形，这样的实例在很多电路的实例中会经常遇到。在各种各样的电子电路中，集成门电路是应用最多的电路之一。多数用作控制门或用来组成时钟脉冲发生器。

由于一块集成门电路中往往包含多个门电路，如 CD4069 就有 6 个结构相同的门电路。在组成电路的主要结构之后，总有一些多余的部分。利用这些多余的部分来作脉冲的整形、反相以及放大等，可以使集成门电路得到充分利用。

对于某些要求较高的电路，直接用门电路整形有时还不能满足要求，而要将门电路组成一个施密特触发器，利用施密特触发器的滞回特性，使脉冲的整形符合电路的要求，这种电路的结构如图 1-2 所示。

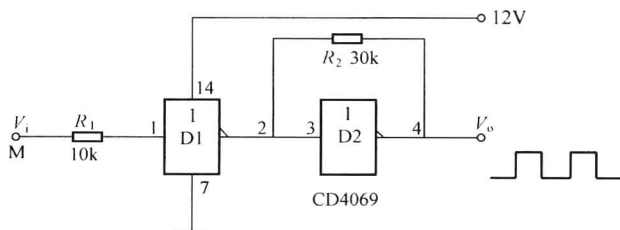


图 1-2 用门电路组成的脉冲整形电路图

电路组成与工作原理如下。

电路中，CD4069 中的 2 个反相器 D1、D2 串联，电阻  $R_2$  将 D2 的输出端与输入端

连接, 构成反馈偏置电路, 这种电路具有施密特触发器的工作特性, 即电压滞回特性。其中滞后电压在电源电压中所占比例由  $R_1$  与  $R_2$  的比值决定。适当选择  $R_1$  与  $R_2$  的值, 可获得所需要的上、下阈值电压。对于图 1-2 所示电路来说, 按图中  $R_1$ 、 $R_2$  的数值, 上阈值电压为 8V, 下阈值电压为 4V。通过整形电路整形后, 输出脉冲的波形成为符合要求的矩形波。

### 3. 用门电路组成的文字显示型逻辑笔

逻辑笔是数字电路中检测电路电平的常用工具, 这种工具在市场上有专售, 利用集成门电路也可以根据自己的需要自制。在本电路中, 用来表示电平的高或低是采用了英语中高、低两字的字头 H 和 L。由于这两个字母字形的特殊性, 正好与 LED 数码管中的笔段相符合, 因此可以很方便地用它来组成逻辑电平测试笔。下面介绍一例这样的逻辑笔, 其电路组成如图 1-3 所示。

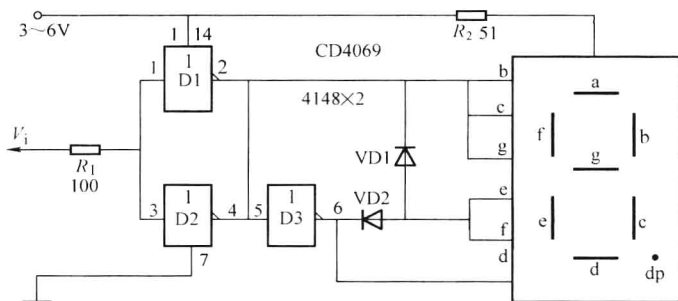


图 1-3 文字显示型逻辑笔的电路图

电路组成与工作原理如下。

本电路由 6 反相器 CD4069 和一只共阳极 LED 数码管共同组成, 它的组成原理和数码显示原理是相同的, 只是所连接的数码笔段输入端不同而已。这是由它们所显示的字形不同而决定的。

从 7 段式 LED 数码管的结构中可知, 每一数码管都是由 7 段单独的 LED 发光管组合而成的, 这 7 段的名称分别用字母 a、b、c、d、e、f、g 来表示。由数码管中的笔段排列和 H、L 两个字母的形状相对照可以看出, 字母 L 可由数码笔段 f、e、d 组成; 字母 H 可由数码笔段 b、c、e、f、g 来组成。分析了字母的字形和数码笔段的关系之后, 就可以通过对电路笔段的连接, 有目标地组成所要显示文字的电路结构。对于本电路, 其连接方法如图所示。

当逻辑笔的测试输入端输入低电平时, D1、D2 的输出端均为高电平。由于数码管为共阳极性的, 所以 b、c、g 段不发光。D2 输出的高电平经 D3 反相后变为低电平, 这时 VD2 导通, f、e、d 通电发光显示 L, 即低电平。

当测试输入端输入高电平时, D1、D2 均输出低电平。D1 输出的低电平使数码管的 b、c、g 段发光显示。D2 输出的低电平由 D3 反相为高电平, 这一高电平首先使 d 段不发光。同时这一高电平使 VD2 反偏, 而 VD1 则因 D1 输出的低电平而导通, e、f 段

通电发光显示。其最终结果为 b、c、g、e、f 发光，显示高电平 H。

本电路所示的连接方式为使用共阳极数码管，若使用共阴极数码管，则 VD1、VD2 的极性应反接。

#### 4. 能识别来客和家人的门铃

本电路利用门电路 CD4069 与 RC 元件组成延时电路，这种延时电路能对输入电路的脉冲信号的长短给出不同的反应，利用电路的这一特点再和使用者对电路特点的熟悉程相结合，产生出不同的客观效果。这一电路具体应用在家用门铃中，使主人能够通过门铃的不同声响效果区别来客是家人还是客人。该门铃电路只用一只按钮，它通过按动按钮的次数的不同触发不同的发声电路，以此来区别来客和家人，电路组成如图 1-4 所示。

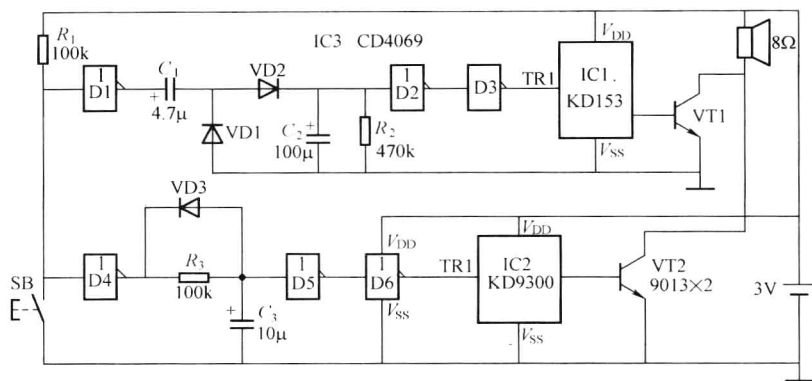


图 1-4 能识别来客和家人的门铃的电路图

电路组成与工作原理如下。

本电路由 1 只 6 反相器 CD4069 组成一组长脉冲识别电路和一组短脉冲识别电路，用 1 只 KD153 和 1 只 KD9300 发出不同的音乐声作来客识别。

长脉冲识别电路由 D4~D6 与  $R_3$ 、 $C_3$  及 VD3 组成。当按下 SB 后使 D4 的输入端变为低电平，它的输出端变为高电平。如果按下时间超过 1s 时，由 D4 输出的高电平时间也超过 1s，称为长脉冲。当 D4 输出高电平后，通过  $R_3$  向  $C_3$  充电，由于充电时间较长， $C_3$  上的充电电压可以达到 D5 的翻转电平，使 D5 输出低电平，经 D6 反相为高电平后触发音乐片电路 KD9300 发出一段音乐声。

当按下 SB 时间小于 1s 的连续脉冲时，称为短脉冲。连续的短脉冲虽然也能使 D4 输出高电平，同时也通过  $R_3$  向  $C_3$  充电，但由于每一脉冲的延续时间较短，对  $C_3$  的充电总不能达到 D5 的翻转电平。而且当每一脉冲过后， $C_3$  上已被充电的电荷又通过 VD3 放电，使  $C_3$  上的电荷永远达不到 D5 的反转电平，因此也不可能将音乐电路触发。

短脉冲识别电路由 D1~D3 与  $C_1$ 、VD1、VD2 和  $C_2$ 、 $R_2$  组成。它和长脉冲识别电路的最主要区别是 D1 与 VD2 之间加入了耦合电容  $C_1$ ，也正是这只电容成为识别短脉冲的关键。当以每秒少于一次的速度连续按动 SB 数次时，形成的连续短脉冲使 D1 的



输出端也连续输出数个短脉冲。每一个短脉冲都会通过  $C_1$  的充、放电将其展宽并通过 VD2 向  $C_2$  充电, 约经过 3~4 个短脉冲的充电后, 使  $C_2$  的充电电压升高到 D2 的翻转电平, 经 D2、D3 两级反相后输出高电平, 这一高电平将 KD153 触发, 使其发声并通过 VT1 放大后由扬声器发出响亮的“叮咚”声。

而对于长脉冲, D1 输出的高电平仅能使  $C_2$  充电一次, 所以它积累的充电电压不可能达到 D2 的翻转电平, 因而也不会触发发声电路。

电路中的 VD1 是电容  $C_2$  的放电回路, 使每次  $C_2$  被充电后完成触发任务后, 迅速放电为下次工作做好准备。

在本电路中, 按钮开关 SB 应选择作用灵活的开关, 即按钮按下后触点接触良好, 松开后按钮能及时复位、触点迅速脱离接触。

## 5. 红外线自动水龙头

这种红外线自动水龙头有两个特点: ①当有人走近它时, 延时 2~3s 自动开启, 当人离开时水龙头自动关闭; ②在夜间它还有灯光控制功能, 当有人走近时, 它首先打开电灯, 然后开启水龙头, 当人离开后电灯会延时数十秒后自动关闭。它完全符合人工操作程序, 使用十分方便。在一些公共场所, 例如医院、厕所、饭店等处使用可取得卫生、节电、节水的效果。电路组成如图 1-5 所示。

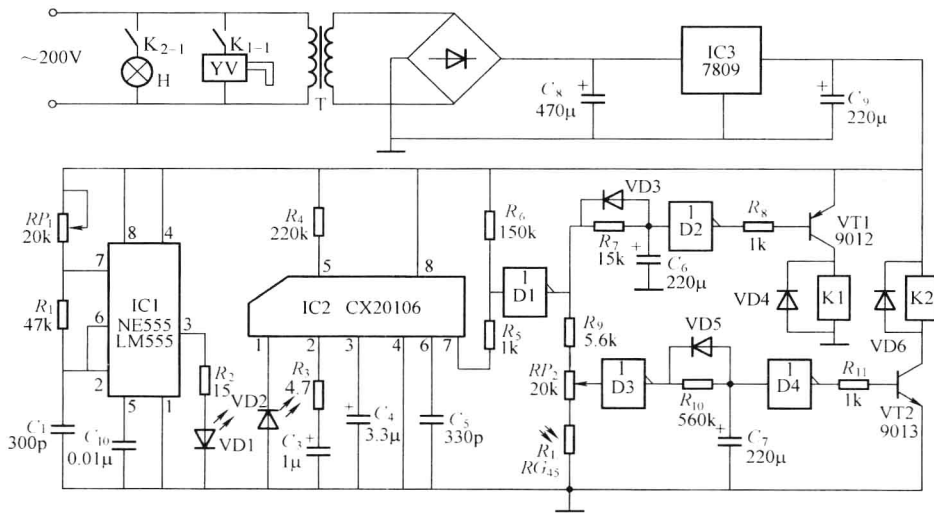


图 1-5 红外线自动水龙头电路图

电路组成与工作原理如下。

该电路采用红外线控制电路作为自动控制电路。全电路由红外发射器, 红外信号接收与转换电路、电磁阀控制器和电灯控制电路组成。电路中, CD4069 主要用作反相器, 作电平变换, 它也和电容器组成延时控制电路。

红外线控制电路采用红外线反射式控制方式, 红外发射器与接收器组装在同一电路内并且安装在同一平面。