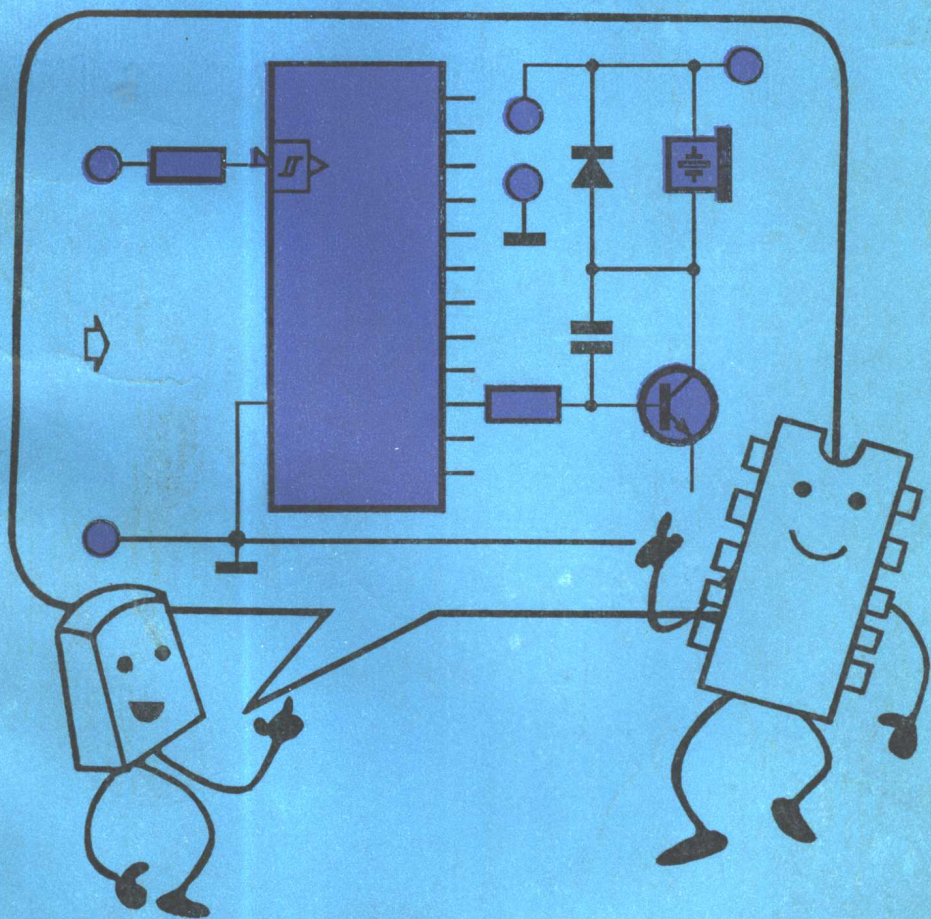


實用電子電路 手冊

易 辛 編譯

科學技術文獻出版社

第四冊



实用电子电路手册

(4)

易 辛编译

科学技术文献出版社

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。本书是第四册,内容包括:数字电路,微型计算机输入/输出电路,微型计算机存储器相关电路,D-A/A-D变换电路,高频电路,音频电路,运算放大器电路,隔离器、敏感元件电路等。每个电路除给出电路图外,还比较详细地介绍了该电路的工作原理、特性等,为读者理解和应用这些电路提供了方便。

实用电子电路手册

(4)

易 辛编译

科学技术文献出版社出版

(北京复兴路15号 邮政编码100038)

昌平北七家印刷厂

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 15.375印张 530千字

1992年9月第1版 1992年9月第1次印刷

印数: 1—10100册

ISBN 7-5023-1723-6/TN·103

定价: 9.80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同功能的实用电路，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。

罗四维先生对本书作了认真的审校，在此表示深切的谢意。

目 录

第一章 数字电路	1
微型计算机及其I/O接口	2
单片微型计算机	2
多片微型计算机	3
微型计算机电路的噪声对策	3
微型计算机的逻辑设计	4
直接与微型计算机连接的硬件	5
微型计算机及其接口	10
微型计算机的电源	13
微型计算机的印制电路板	16
微型计算机系统的布线	21
1-1 数字电路	25
用多余的集成电路构成反相器	25
三态缓冲器/开路漏极集成电路的应用	27
多功能集成电路的应用	30
施密特触发器和由RC构成的时钟振荡器	32
4050构成施密特电路	36
非同步微分电路	39
C-MOS门用作比较电路	41
简单的TTL时钟发生电路	43
用C-MOS门构成直流-直流变换器	43
由触发器构成的单稳多谐振荡器	45
4532编码器的使用方法	47
编码器电路	49
由P-ROM和预置计数器组成的定时电路	52
RC积分定时器在分频电路中的应用	53
不使用RC的脉冲宽度发生电路	55
时序计数器的组成	59
n进制计数器的准确工作法	63
同步式计数器与非同步式计数器哪个工作速度快	64

同步式计数器与非同步式计数器哪个工作频率高	68
用移位寄存器组成的奇偶生成器/奇偶校验	71
用移位寄存器组成LRC发生器及检验	72
用于数据传送等的的数据校验电路	73
时钟同步微分电路	76
固定周期脉冲序列的检出电路	78
使用ROM代替随机逻辑	80
使用ROM的函数发生电路	88
模拟输入最大最小判定电路	94
二进制并行加法、减法和加减法电路	96
二进制串行加法、加减法电路	100
二十进制加法、减法电路	103
选择驱动晶体管的译码器电路	106
LED静态驱动显示电路	109
LED动态驱动显示电路	111
液晶显示电路	114
荧光显示电路	116
气体放电管显示电路	117
1-2 微型计算机输入/输出电路	119
微型计算机外围设备及其接口	119
微型计算机电路的电缆安装	122
微型计算机中窄输入脉冲的检出	125
优先中断编码器电路	126
防止双重打键电路	128
键盘/显示电路	130
键盘、显示及其接口用大规模集成电路	133
FIFO(先入, 先出)	136
脉冲电动机用接口电路	142
微型计算机和热敏闸流晶体管及其接口电路	143
普通接点输入电路	147
小信号用接点输入电路(SI)	149
数字输入电路(DI)	150
继电器驱动电路	150
半导体驱动电路	152
微型计算机用数据通路系统接口电路	153

传送速度的程序控制电路	157
使用UART的远程数据收集系统	159
驱动数字盒式磁带系统	168
纸带引导/穿孔机的接口	179
EP-101记录打印机接口	182
放电打印机的简易接口	185
使用T3444A的软盘控制器	187
电视信号的黑白 γ 值化	195
1-3 微型计算机存储器相关电路	199
微型计算机的地址译码器	199
2107B动态存储器的刷新控制	201
使用2107B的4K字节存储器和刷新控制	205
使用MK4116-4的16K字节存储器电路	208
N-MOS动态RAM的刷新电路	213
使用4512的定时电路	215
不需要的脉冲的检测电路	210
利用微型计算机组成计时器	220
微型计算机设备的停电对策(1)	225
微型计算机设备的停电对策(2)	229
微型计算机的停电检测电路	236
C-MOS RAM的备用电池电路	239
停电时的程序处理	241
停电中断处理(8080A)	246
1-4 数-模/模-数变换电路	249
位数少的数-模变换电路	249
简单的10位数-模变换电路	251
模拟控制接口电路	253
四象限乘法型数-模变换器	256
耐过输入型模拟接口电路	259
使用疑似杂乱脉冲的数-模变换电路	261
12位模-数变换电路	266
简单的模-数变换电路	269
模-数变换电路集成电路的广泛使用	271
第二章 模拟电路	277
运算放大器的故障对策	277

接地电路	278
高精度直流信号电路的一点接地	284
低频电路中的 f_c 点接地	286
慎重选定和使用通路电容器	287
音频频带的接地法	289
宽频带运算放大器的接地法	292
注意分布电容的电路	295
运算放大器电路的振荡	296
强磁场下的接地电路	301
接地分离的方法	303
高阻抗电路的接地	307
2-1 高频电路	309
高频前置放大器电路	309
电子调谐AM调谐器电路	311
调频调谐器(前置电路)	314
电子调谐FM调谐器电路	318
高频混频器电路	324
中频放大电路	326
FM接收机的噪声处理	330
微型计算机控制的电子调谐电路	336
调频 $\rightarrow$ 调幅变换器电路	341
LC振荡电路(1)	343
LC振荡电路(2)	345
LC振荡电路(3)	347
晶体振荡器	350
可变频率振荡器(VFO)单元电路	352
频率调制器电路	354
高频开关电路	356
衰减器电路	358
宽频带放大电路	358
使用场效应晶体管的宽频带大器	365
27MHz单边带12W _{PEP} 发送电路	365
2-2 音频电路	369
功率放大器电路	369
200W音频功率放大器电路	371

低失真率音频功率放大器电路	371
具有优良高频特性的MOS功率场效应管放大器	376
峰值值200V _{p-p} 的高输出放大器	378
适于音频用功率放大器的失真指示器电路	378
使用岸斗式器件(BBD)的信号延迟电路	379
2-3 运算放大器电路	382
直流放大器	382
低噪声放大电路	386
宽频带放大电路	390
高输入阻抗电路(1)	394
高输入阻抗电路(2)	396
增益可变放大电路(1)	398
增益可变放大电路(2)	400
共模抑制放大器	403
采用4运放的测量放大器	405
缓冲放大电路(缓冲电路)	408
运算放大器的输出振幅扩大电路	414
文氏电桥振荡电路	416
90°相位振荡电路	418
正弦波发生电路的要害是高次谐波失真和稳定度	421
模拟运算电路	424
自动跟踪比较电路	430
F-V变换电路	431
V-F变换电路	434
交流-直流变换电路	435
交流有效值-直流变换电路	437
电流-电压变换电路	438
时间-电压变换电路	440
电压-电流变换电路	441
电阻-电压变换电路	444
基准电压发生电路	445
斩波放大器电路	447
用混合集成电路构成的可编程增益控制电路	448
提高模拟门耐压的方法	450
场效应管开关的低尖峰化	453

锯齿波发生器的振幅稳定化法	453
2-4 隔离器、敏感元件电路	456
由光耦合器组成的隔离器电路	456
隔离放大器	462
采用 $V-F/F-V$ 变换器的隔离放大器	465
采用一对光耦合器的隔离电路	466
用光电二极管组成的光检测电路	467
用光电倍增管组成的光检测电路	469
用热敏电阻组成的温度检测	471
用电离真空计组成的压力测定	472
用压力变换器组成的压力检测	475
磁的检测	477

第一章 数 字 电 路

不可否认，支撑迅速发展的电子工业的是半导体技术。在半导体技术中，以数字集成电路为中心的大规模集成电路(LSI)已有了惊人的进步。随着LSI芯片的微细化而出现了超大规模集成电路，并在我们的生活中有了很多的应用。

一方面，早期开发的标准逻辑元件中，有许多现在已完成了它的使命，被人们忘记了。图1-1表示数字集成电路寿命周期的现状，当初的RTL和DTL已被人们忘记，而TTL和C-MOS，或者LS-TTL逻辑集成电路现在正处于全盛期，今后 I^2L 和先进TTL等系列将逐渐向各方面渗透。

此外，专用集成电路领域也在陆续开发具有复杂功能的大规模集成电路，它们主要是按用户的规格开发的专用集成电路。对用户来说，专用集成电路可以构成最合适的系统，但必须负担集成电路的开发费用，总的来看，对使用数量少的系统，其价格就非常昂贵。

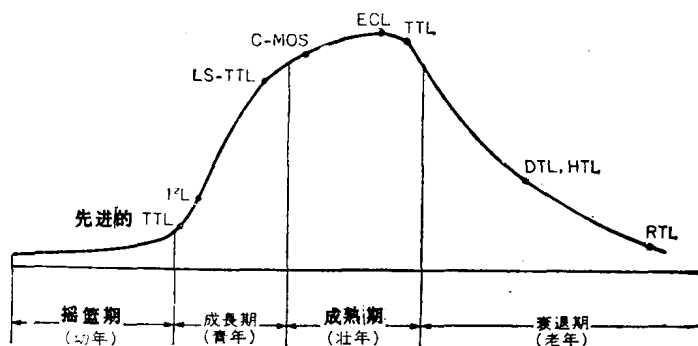


图1-1 半导体制品的寿命周期

可是，由于微型计算机(MPU)的迅速普及，在广泛范围中的应用可以用标准化的LSI来实现。也就是说，只要采用标准化的微型计算机LSI，再开发必需的I/O接口和软件，就可以应用在任何装置中，而且还可使它具有很强的功能。

微型计算机及其I/O接口

微型计算机逐渐实现了实用化,并在各种电子设备中占据了一定地位。微型计算机的应用范围主要有两个方向。一个是由于它易于承担原来小型计算机的工作,在没有正当的操作系统支持和操作者尚未熟练掌握的情况下可以使用,另一个是让微型计算机承担原来硬逻辑构成的功能,用于数据的局部处理。

微型计算机的大小、结构不同,它的型式也不同,但必须做到在构成的系统中使用最合适的微型计算机。按构成系统的LSI芯片数来分,可分为单片机和多片机两大类。按并行处理能力来分,有4位、8位和16位。

单片微型计算机

单片微型计算机是在一块LSI芯片上由计算机必需的处理机(CPU)、存储器(RAM, ROM)、输入输出电路(I/O)、时钟发生电路等单元构成的装置。存储器大多采用掩模ROM方式,这可以说是一个自备程序的专用LSI。也就是内部进行计算机式的处理,处理编程功能,外部只有普通专用LSI的功能。而且,厂家按照用户的调查反馈书(程序数据)写入该程序。因此就用途来说,它可以用作设备内部的微型计算机。

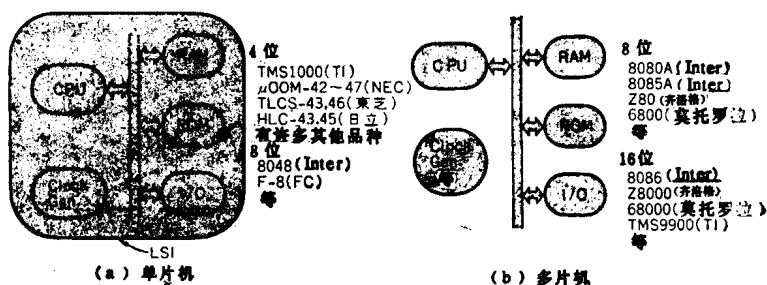


图1-2 单片和多片微型计算机

单片微型计算机大多是4位并行处理的小型机,大多在电视以及洗衣机、空调器等大量生产的家用电器设备中应用。它也是厂家生产量最多的机器。

在要求大规模处理的场合,可以使用8位单片微型计算机。8位的典型

产品有英特尔公司的8048,它是在一块芯片上构成 CPU, RAM/ROM, I/O 通道, 定时器等相当规模的内容, 具有接近通用8位微型计算机8080A的功能。而且可在内部加上ROM/RAM, 也可以在外部附加RAM/ROM或者I/O 通道构成系统结构。

总之, 由于单片微型计算机把程序放入掩模 ROM, 可说它是适合大批量生产的计算机。

多片微型计算机

多片微型计算机是分别制造CPU、存储器、I/O等的芯片, 把它们组合起来, 由此构成一台计算机。由于其构成方法、功能的伸缩性(自由度)大, 一般称其为通用计算机。也就是总线、存储器容量、I/O 数等可以自由构成, 是扩张性强的组件。

作为最典型的多片微型计算机, 8 位并行处理型有英特尔公司的8080A, 8085, Zilog公司的Z80, 莫托罗拉公司的6800等。

这种8位微型计算机用于多种用途, 按其规模分为两大类。

一类是用作装入大量生产设备中的微型计算机, 它被用于从外部无法深知其功能的用途, 也就是用一块印制电路板所构成的、专用化的计算机, 用单片微型计算机也可以构成这类计算机。

另一类计算机用于不增强计算机的功能便不能解决问题的场合。这种计算机由于不能用一块印制电路板构成, 因此被分割为几块。这时, 必须使总线、I/O引出、功能分割等标准化, 易于使用, 使其具有通用性。也就是在不是大量生产的单件装置中易于使用的计算机, 称为通用多插件计算机。

在多片计算机中有功能更强的16位并行处理机, 典型的品种有英特尔公司8086、Zilog公司Z8000、TI公司TMS9900、莫托罗拉公司MC68000等。它们都具有原来的小型计算机级的处理能力, 可用于事务处理、科学计算处理等比较大的系统中。

微型计算机电路的噪声对策

采用集成电路和大规模集成电路组成装置, 很多人都有这样的经验, 到了调整阶段, “照电路图组装起来的装置不工作”。电路设计的错误姑且不论, 在设计没有错误时, 由所谓噪声引起的误动作往往是装置不能正常工作的原因。

这里主要就数字电路在构成微型计算机电路时,对需要注意的抗噪声技巧加以说明。

微型计算机的逻辑设计

微型计算机对噪声要求虽说严格,但也不必特别担心,从噪声安全系数角度来看,微型计算机比TTL优越之处要多,但在接收到噪声时,是与软件有关还是起因于别的什么,一时很难确定,令设计者伤透脑筋。另一方面,由于最近的微型计算机的外围设备非常丰富齐全,不如把注意力放在如何消除外围设备的噪声以及怎样进行外围设备和微型计算机之间信号的交换上。这里试从这样的角度来研究噪声对策。

① 产品目录值和实际值

在数据表中给出产品性能,例如,要求在 $\pm 5\%$ 的电压变动下,在 $0 \sim 70^\circ\text{C}$ 的温度范围内保证某种特性,实际上产品性能大多比这种特性好。这种情况不只是微型计算机。但是,厂家对这种优良特性竟没有任何保证,一般,温度上升,印制电路板的图形伸长时,这种器件会产生延迟,造成误动作,因此一定要保证在产品目录值的范围内使用。

② 微型计算机的启动

这方面,将因8080、8085、Z80等芯片的不同而有若干差异,因为电源接入时要使程序计数器和寄存器复位,这就需要电源接通复位电路。因此一般把RC时间常数电路接到CPU的复位端子上。但是对MOS集成电路来说,缓慢上升的电压会引起误动作,因此把施密特电路放在中间。如图1-3所示,如果接入开关,即使是手动开关也可以复位。此外,图中所使用的二极管供电容放电用,从而使得即使快速进行电源的开/关操作,也不会产生问题。这样一来,在电源接入时就能避免产生由噪声引起的异常动作。

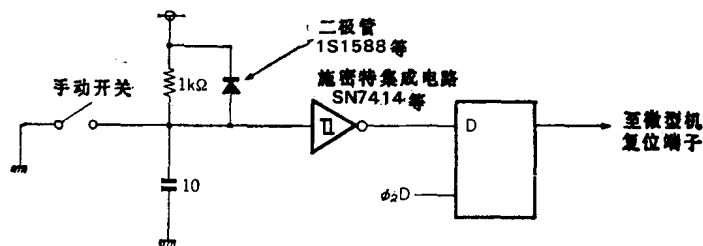


图1-3 复位信号的制法

⑧ 微型计算机的输入动作

以8080为例，如图1-4的脉冲波形图所示，由于地址先到，DB-IN后到，数据总线变成使能。可是，由于在各种控制中使用DB-IN，DB-IN信号接通时，也容易产生噪声。DB-IN是从 T_2 的 ϕ_2 的上升边到 T_3 的 ϕ_2 的上升边，DB-IN到来时在数据线上使数据保持稳定的时间至少要取从 ϕ_1 的下降边开始的 T_{DS1} （或者从 ϕ_2 的上升边开始的 T_{DS2} ）以上的建立时间，需要取从 ϕ_2 的上升边开始的 T_{DH} 以上的数据保持时间宽度。这样考虑时，ROM等外围设备的输出稳定了，即仅仅 T_{DS1} 部分可以晚打开，DB-IN的噪声发生以后，由于把定时错开，可以使数据总线包含准确的数据。

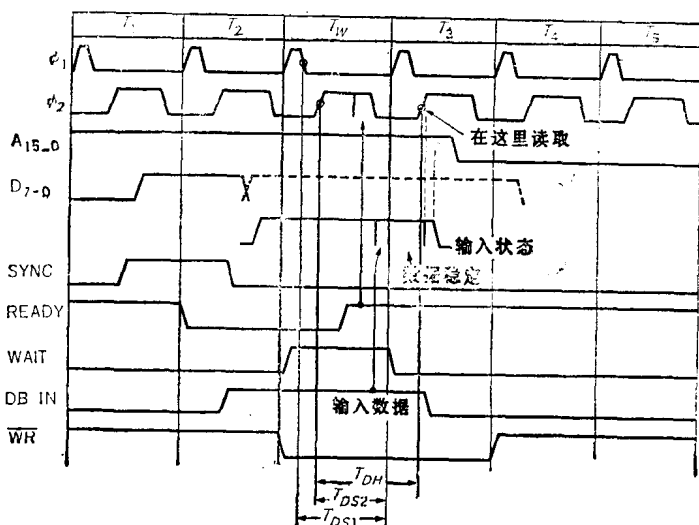


图1-4 8080A的基本定时图

④ 地址总线、数据总线的处理

在大多数情况下，74LS系列的组件可以直接连接微型计算机芯片，但即使在这种情况下，也要如图1-5那样接正偏电阻，这是在噪声对策方面所希望的。

直接与微型计算机连结的硬件

在进行微型计算机的逻辑设计时必须考虑采用哪种技术，是同时与微型

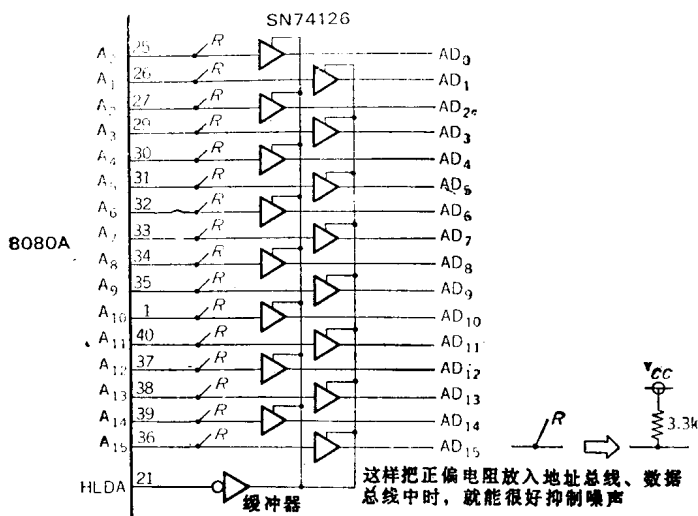


图1-5 正偏电阻

计算机板连接,还是所选择的外围设备不产生噪声,或者进行抑制噪声的设计,对此叙述如下:

① 防止继电器、螺线管等的感应负载产生的反电动势

直流电路的场合 如图 1-6 所示,在尽量靠近发生源的地方并联连接二极管。考虑响应性,把二极管和电阻或者二极管和稳压二极管组合起来,也是有效的。这种组合起来的元件已在市场上出售。

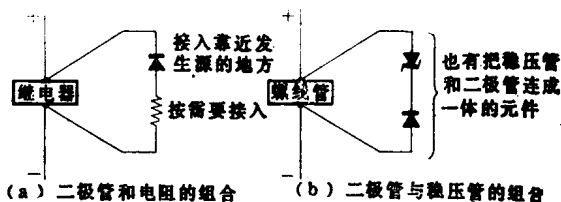


图1-6 直流电路的噪声抑制器

交流电路的场合 与直流电路的情况相同,如图 1-7 那样,在离发生源尽可能近的地方并联连接 R 和 C , 或者非线性电阻等浪涌抑制器。

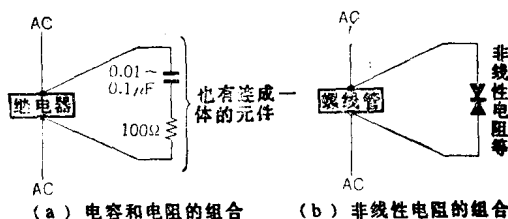


图1-7 交流电路的火花抑制器

② 防止灯泡的点灯噪声

灯丝式的灯泡点灯时会产生涌流，成为噪声的发生源。因此，如图1-8那样连接电阻，使灭灯时流过的暗电流约为点灯时的1/5左右。

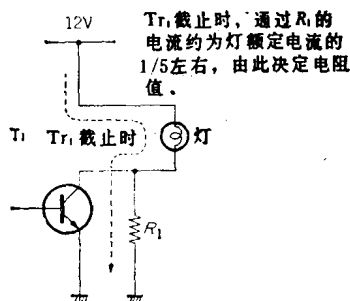


图1-8 灯泡点灯噪声的防止对策

③ 无源元件的选择方法

电容 由于构成的电介质材料不同，电容器种类很多，在选择时要考虑工作频率、环境、价格等，无论哪种电容都不能覆盖全部频率范围，因此，仔细参照表1-1和表1-2，注意使用符合要求的电容器。

固定电阻器 固定电阻器大致分为线绕型、薄膜型和固体型，按其额定功率、大小、使用场所灵活运用。电阻本身接受的噪声和产生的噪声主要由该电阻的制法决定，而电阻具有的电感也会受外部磁场的影响。电感部分的大小顺序为

线绕型 > 薄膜型 > 固体型

电阻本身产生的噪声的大小顺序则为