

苍穹电子

2003年11月

总第2期

可离线阅读的电子技术网络刊物
唯一没有新闻稿的电子技术刊物
提供设计原文件的电子技术刊物
附有元器件数据手册的技术刊物

本期精华

实用的多波形信号发生器电路.....	6
车用无线电设备音频功率放大器.....	8
自动洗手器与干手器电路.....	10
给电视机加装无线耳机.....	12
实用的自动开 / 关电子镇流器电路...	13
MC34063 实现低成本 DC-DC 变换.....	14
单片机实现低成本 A/D 转换之二.....	20
MCS51 单片机与 CPLD/FPGA 接口设计..	23
单片机应用中的软件抗干扰技术.....	25
PADS 软件使用介绍之二.....	36
恒流二极管与恒流三极管介绍与应用.	42
诺基亚 3210 移动电话机原理分析....	53



本刊物由苍穹电子网 (<http://www.51circuit.com/>) 提供。

刊物内文章版权归苍穹电子网与原作者所有，任何媒体及网站未经许可，不得复制或转贴。

本期目录

刊首寄语.....	4
征稿启事.....	5
实用电路	
实用的多波形信号发生器电路.....	6
数字式逻辑状态测试器.....	7
车用无线电设备音频功率放大器.....	8
自动洗手器与干手器电路.....	10
电视机加装无线耳机.....	12
电源	
实用的自动开 / 关电子镇流器电路.....	13
MC34063 实现低成本 DC-DC 转换.....	14
也谈《锂离子电池快速充电板的扩展使用》.....	17
单片机应用	
普通单片机实现低成本 A/D 转换之二.....	20
MCS-51 单片机与 CPLD/FPGA 接口逻辑电路设计.....	23
单片机应用中的软件抗干扰技术.....	25
EDA 软件	
MULTISIM2001 电路仿真方法介绍 (一).....	32
PADS 软件使用介绍 (二).....	36
元器件介绍与应用	
恒流二极管与恒流三极管的介绍与应用.....	42
电子知识	
集成电路的种类与应用.....	46

本刊物由苍穹电子网 (<http://www.51circuit.com/>) 提供。

刊物内文章版权归苍穹电子网与原作者所有,任何媒体及网站未经许可,不得复制或转贴。

本期目录 (续)

印制电路板设计

SMT-PCB 的设计原则.....52

电子工艺

电路装联与焊接工艺.....53

通信世界

NOKIA-3210 手机电路详解 (一).....58

电子文摘

步进电机小知识.....62

附录

启事_征集义工.....64

本期附件

MC34063数据手册

MULTISIM2001软件DEMO版

注：本期刊物文件大小在 1M 左右，由于考虑到有不少网友的信箱容量不大，且是拨号上网，其网络传输速度较慢，所收文件不宜过大，因此本期将附件与所提供的软件将放置在苍穹电子网 (HTTP://WWW.51CIRCUIT.COM) 供网友们下载，不便之处，敬请原谅！

刊首寄语

《苍穹电子》第一期推出后，得到众多电子爱好者的热烈反馈，很多网友来信表示支持办刊，并对刊物今后的发展方向表示关注。

作为互联网上**第一本**电子技术类的纯电子刊物，我们将本着“推广电子技术、加快信息交流、提高设计水平、促进行业发展”的办刊宗旨，来进行刊物的建设与发展，努力为广大电子爱好者们提供更多更好的技术文章，使刊物的内容具有知识性、启发性和普及性，并利用纯电子刊物的特点，使每期刊物都有大信息量的实用内容。

《苍穹电子》刊物的创办将不以盈利为目的，因此目前刊物的提供是完全免费的，刊物内的文章也由数十位富有设计经验且具有公益心的电子设计人员撰写提供，本刊支付给他们稿费，但为保证刊物质量，刊物将向外界大量征集优秀稿件，并支付优惠稿费，因此半年或一年后有可能低额收费，其收入将只用于支付供稿者的稿酬。如果其它方面（如广告或赞助）有收入来源，并可以维持刊物继续创办，刊物以后仍将继续实行**完全免费**。

刊物的内容将以实用电子技术为主，内容涵盖电子设计与制作、EDA 软件应用、电子工艺、电子元器件、电子维修等方面，由于受稿件数量限制，目前以月刊形式发行，在来稿较多的情况下，将来会以半月刊或周刊的形式发行。

我们立志于将它办成一本内容实用、资料丰富、价格低廉（或完全免费）、订阅方便的电子技术刊物，在刊物中我们将没有任何新闻稿，只提供给读者们最需要的内容。我们相信它将成为广大电子设计从业人员和电子爱好者的良师益友，并且是互联网上最好的电子技术刊物。

衷心希望广大的电子设计工作者不吝赐教，积极参与进来，把《苍穹电子》当作我们电子设计工作者交流工作心得的平台，交流心得，促进提高。对于在《苍穹电子》上摘录发表的文章我们将给予优惠的稿费酬谢。

《苍穹电子》编辑部

本刊物由苍穹电子网（<http://www.51circuit.com/>）提供。

刊物内文章版权归苍穹电子网与原作者所有，任何媒体及网站未经许可，不得复制或转贴。

征 稿 启 事

为使刊物内容更加丰富，并给网友们提供一个技术文章创作的空间，《苍穹电子》刊物决定进行对外征稿，我们热切希望广大网友给予关心和支持并寻暇撰稿。稿件一经录用，将付以优惠稿酬。

为了突出《苍穹电子》刊物在电子设计方面的专业特色，本站优先刊登与电子设计及其相关领域的应用文章，具体包括实用电路、单片机应用、电源电路、印制板设计、新器件应用和 EDA 软件应用等等。

来稿要求与注意事项：

1. 请采用电子邮件方式投稿，便于作者与编辑的沟通，请将稿件和配图用 Winzip 压缩在一起发送，本刊的投稿邮箱为：azhu@pub3.fz.fj.cn

2. 稿件要求务必论点正确、条理清楚、层次分明、文字精炼、数据可靠。每篇文章一般不超过 6000 字。内容包括：题目，作者姓名，摘要，关键词（3~5 个），正文，参考文献，本稿要求采用纯文本（*.txt）格式，并在文中需要配图的位置以“（图 X）”等形式作出标注。

3. 稿件配图的图像分辨率须在 300DPI 以上，请不要自行减低配图的清晰度或减小配图的尺寸，建议保存为 TIF 或 JPG 格式。

4. 请在稿件的末尾注明作者的真实姓名和笔名、详细通讯地址、邮政编码、联系电话、E-mail 地址等信息。

5. 本刊在收到稿件一周至一月内给予回复，若在一月内未收到本站回复，作者可自行处理。

6. 来稿一经刊用即寄稿酬并邮件通知，若在刊用两月后仍未收到稿酬，请与本刊编辑部联系。

7. 请认真贯彻《中华人民共和国著作权法》，文责自负。对有一稿多投、剽窃和抄袭行为者，我们将严肃处理，情节恶劣者，将追究其相关法律、经济责任。

本刊物由苍穹电子网（<http://www.51circuit.com/>）提供。

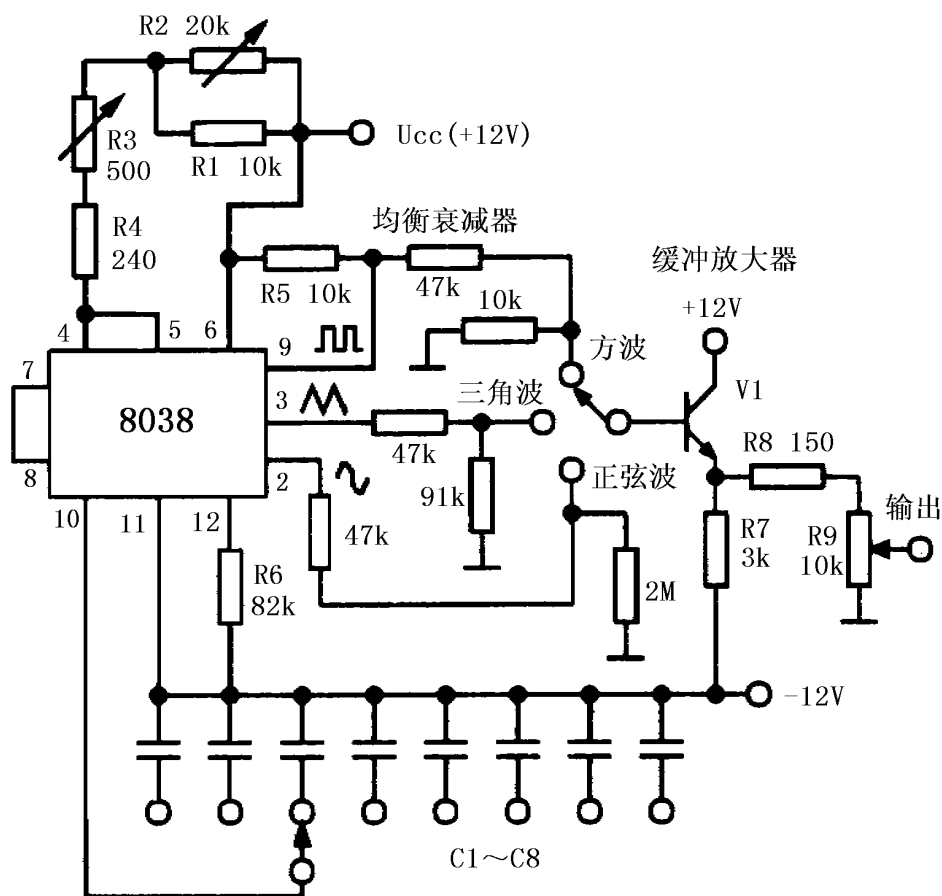
刊物内文章版权归苍穹电子网与原作者所有，任何媒体及网站未经许可，不得复制或转贴。

实用的多波形信号发生器电路

作者：旗帜

信号发生器在电子产品研发过程中使用广泛，但对于电子爱好者来说，个人购买一台信号发生器来使用又显得不太合适，本文提供一个可产生多种波形的信号发生器电路，有兴趣的电子爱好者可以自制一个，作为信号发生器来使用。

电路原理图如下图所示。



图中的 8038 为函数发生器专用 IC，它具有 3 种波形输出，分别正弦波、方波和三角波，8038 的第 10 脚外接定时电容，该电容的容值决定了输出波形的频率，电路中的定时电容从 C1 至 C8 决定了信号频率的十个倍频程，从 500 μ F 开始，依次减小十倍，直到 5500pF，频率范围相应地从 0.05Hz ~ 0.5 Hz ~ 5Hz ~ 50Hz ~ 500Hz ~ 5kHz ~ 50kHz ~ 500kHz，如果 C8 取 250pF，频率可达 1MHz。图中的 V1、R7、R8 构成缓冲放大器，R9 为电位器，用于改变输出波形的幅值。

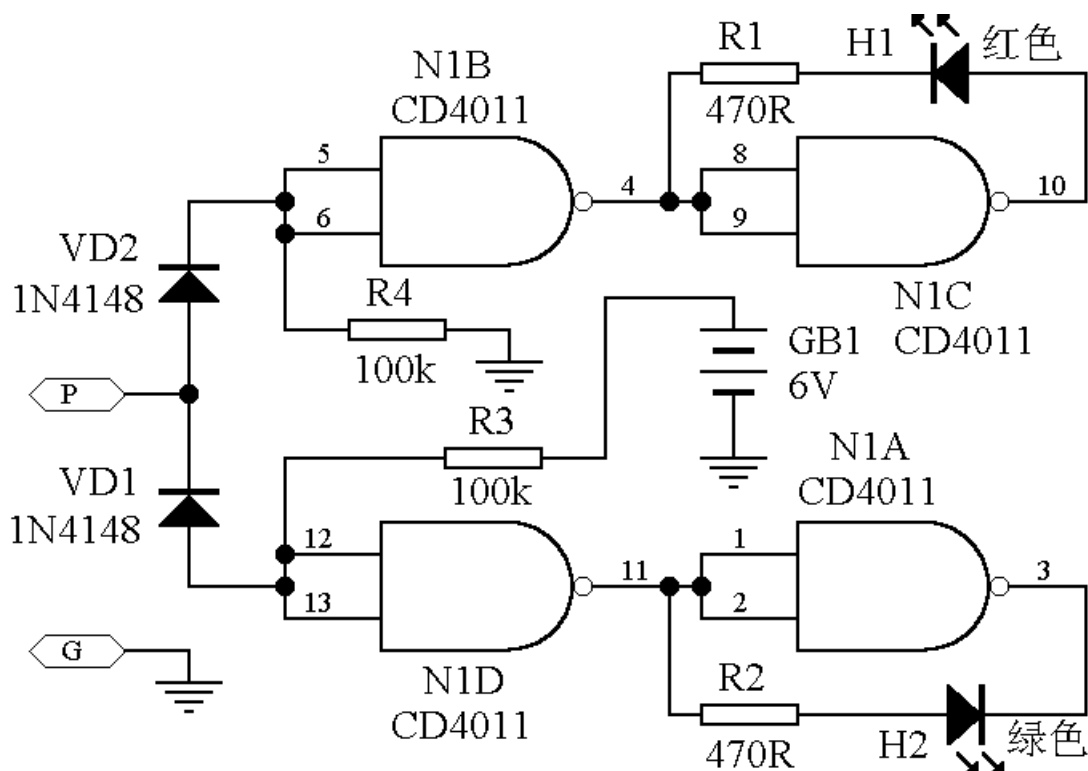
整个电路的频率范围为 0.05Hz ~ 1MHz，占空比可以从 2% 至 98% 调整，失真不大于 1%，线性好，误差不大于 0.1%，因此电路很有实用价值。

数字式逻辑状态测试器

作者：陈晖

在数字电路中常常需要对电路中某点的数字状态进行检测，以判断电路是否正常工作，通常情况下万用表只能测出稳定的高或低电平，当被测点状态不断改变时，用万用表测量就很困难，此时只能用示波器来观测。本文介绍一种数字式逻辑状态测试器，它可以简单地判断出被测点的高、低电平状态，以及是否工作在变化状态。

电路如下图所示，工作原理说明如下：



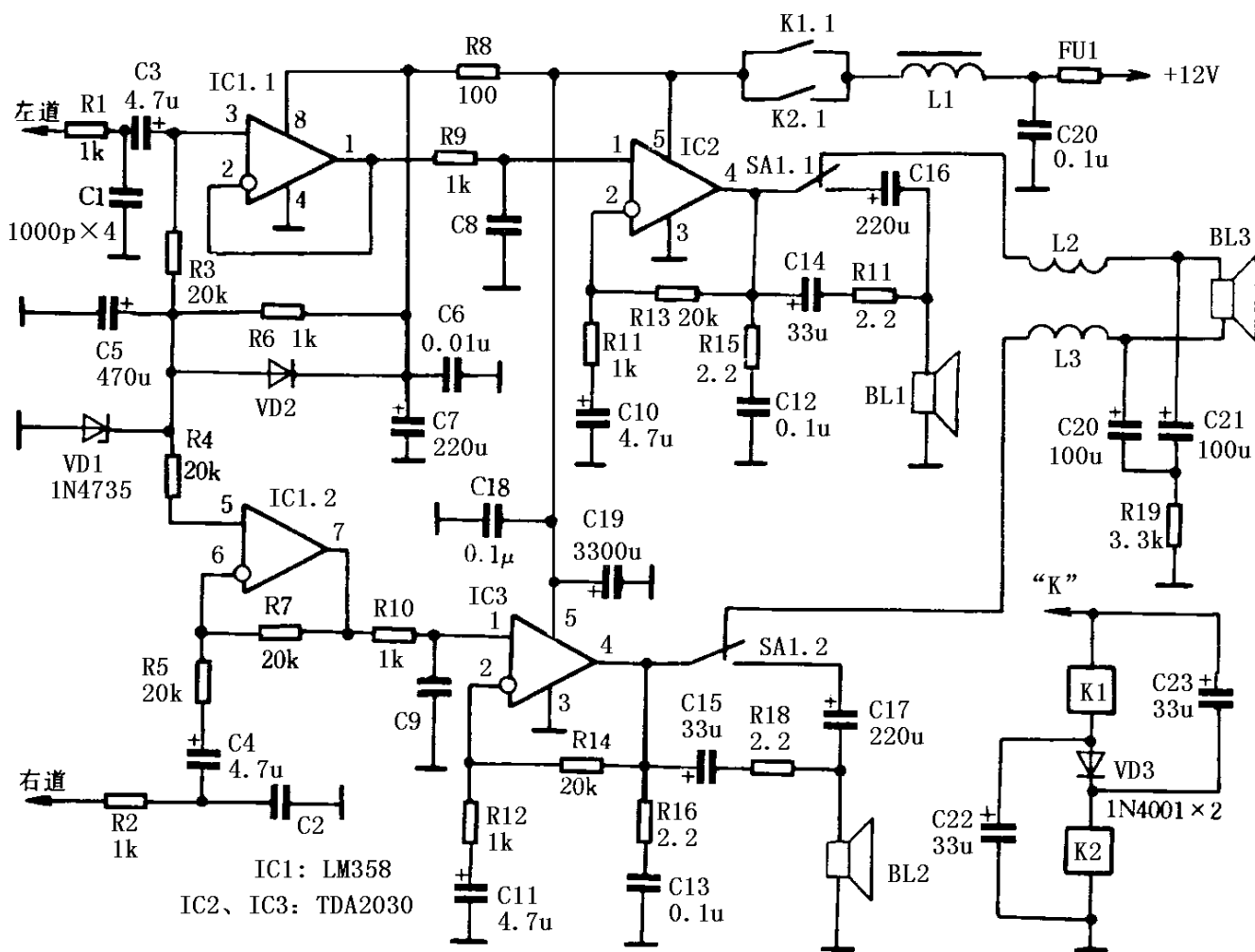
电路中的IC1为CD4011，为4与非门。当探针P悬空时，发光二极管LED2熄灭，LED1亦不点亮。当检测探针P触到高电平“1”时，其二极管D1导通，使得与非门的8、9脚由低电平跳变到高电平，则与非门的11脚输出高电平，故发光二极管LED1导通而发出红色光。当探针P触到低电平时，二极管D2导通，使得与非门的1、2脚为低电平，则与非门的4脚为低电平，故发光二极管LED2导通而发出绿色光。当测试点为低速脉冲串时，则发光二极管LED1和LED2交替点亮。如果测试点为高速脉冲串（占空比1:1）时，则LED1和LED2均点亮且无闪烁现象。测试点的高速脉冲串的占空比不为1:1时，则其中一个发光二极管点亮，而另一个发光二极管微亮或出现闪烁。

车用无线电设备音频功率放大器

作者：绝响

本文介绍一种用于汽车最佳而有趣的声频放音高质量放大器结构方案，以最低的花费就能实现，而且该方案同样可用于小型便携式音乐中心。该功率放大器的特点是低通道没有附加另外的放大器，低频通道的扬声器经滤波器接到二个立体声通道的输出端，其中一个信号反相，因而构成桥式连接电路，在低电压供电的情况下，压缩型低频公共扬声器上可以获得足够的功率。

电路原理：



声频功率放大器电路如图一所示，双运放大器 IC1 构成前置放大器，它的一半在左声道工作于反相状态，而另一半在右声道工作于同相状态，前置放大器的放大倍数等于 1，除了使信号在其中一声道反相外，它还提供功率放大器 IC2 和 IC3 集成电路输入端的偏压。为了使功放放大器输出端在电源电压接通后直流电压平稳缓慢增大，消除接通电源瞬间产生的“喀啦”声，在电路中引入了消“喀啦”声电路 R6、C5，电源接通时，C5 上的电压是缓慢增长的，不会使输出产生“喀啦”声。二极管 VD2 用于电源断开后电容 C5 快速放电，稳压管 VD1 用于功率放大器输出端的直流电压，因而供电回路的波动不会影响声频放音的质量。该电路的另一特点可以工作在普通单

通道状态，例如收听语言节目，在这种情况下降低了消耗功率，提高了被放大信号的下限频率。同时用开关 SA1 断开扬声器 BL3 及滤波器，而扬声器 BL1、BL2 经过电容器 C16、C17 连接，减弱了低于 100Hz ~ 150Hz 频率的信号。BL1、BL2 扬声器也经过 R17、C14 和 R18、C15 连接，使高于 300Hz 频率的信号通过。

声频功率放大器的参数如下：

- (1) 放音频率 (-3dB 电平) 的额定范围为 25 ~ 22000Hz；
- (2) 立体声道的有效功率为 5.5W × 2；
- (3) 低频道的有效功率为 22W；
- (4) 额定输入电压 0.25V；
- (5) 在额定输入电压时谐波系数为 0.12%；
- (6) 电压放大系数为 26dB；
- (7) 静态电流 120mA ~ 150mA；
- (8) 电源电压为 11.7 ~ 14.4V。

该声频功率放大器的最大一个特点是它的接通方式，这种接通方法是借助于二个电磁继电器 K1 和 K2 在“K”端子当电源加上时二个继电器经电容器 C22 和 C23 并联接通，电容器充电之后继电器绕组经二极管 VD3 串联接通，这样可以减少流过继电器绕组的消耗电流，改善了功率放大器的温度状况。

元器件选择与安装：

电感 L1 自制，利用便携式收音机输出变压器的铁芯，用 1.0mm ~ 1.2mm 的漆包线绕满骨架。电感 L2、L3 为空芯线圈，在直径为 50mm 的木模或塑料模上用截面积约 1mm² 的漆包线绕 100 匝。功率放大器的调整首先是确定放大器的静态电流不超过 150 ~ 200mA。继电器 K1、K2 不加电压，其触点 K1.1、K2.1 用短路线短路，在保险丝 FU1 处串接一只安培表，测出其静态电流。给继电器 K1、K2 加上电压（去掉 K1.1、K2.1 的短路线），接通电压电路工作，K1.1、K2.1 触点闭合。开关 SA1 在图示位置，在放大器的输入端加入音乐信号，选取电阻 R17、R18 使低频和中高频网络之间的音量均衡。调节 R11、R12 可以改变放大器的放大系数，调节 C5 可以改变放大器输出端直流电压的增长时间。

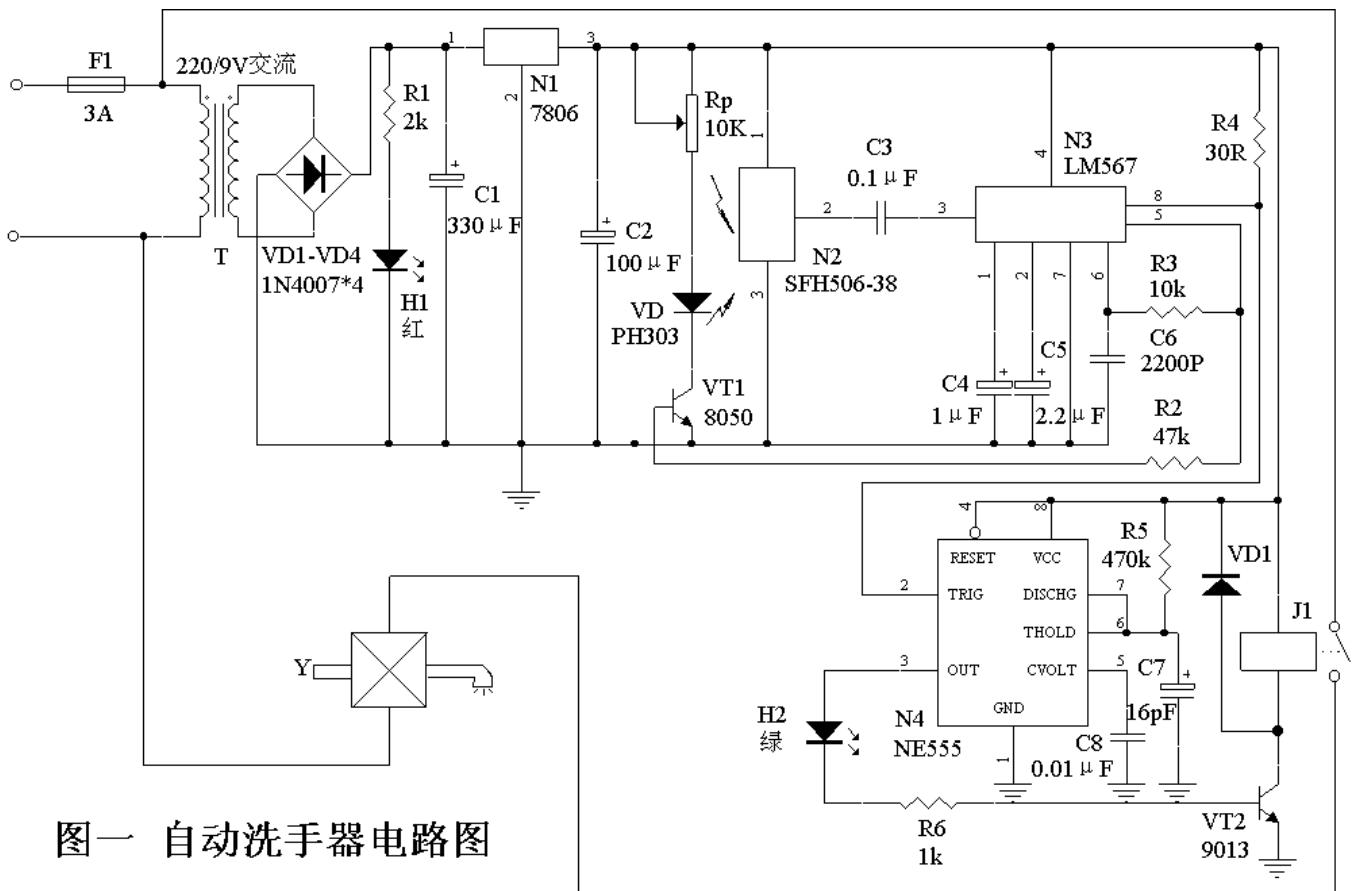
自动洗手器与干手器电路

作者：蜡笔

在经历非典之后，越来越多的人对日常生活卫生习惯更为注意，每日洗手的次数也比以前增多了。这使得自动洗手器与自动干手器产品更为热销，本文向大家推荐一套实用的低成本自动洗手器和自动干手器电路。

1、自动洗手器

自动洗手器的电路原理如图一所示。



图一 自动洗手器电路图

220V 交流电路经变压器 T 降压，变为低压交流电，经整流滤波，成为低压直流，再经三端集成稳压电路 7806 稳压，得到 6V 直流电供给控制电路工作。H1 为红色发光二极管，作为电源指示。N2 为红外接收电路 SFH506-38，N3 为锁相环音频译码器 LM567，N3 与 R3、C6 组成振荡器，R3、R6 决定 N3 内部压控振荡器的中心频率，LM567 的 3 脚为信号输入端，8 脚为逻辑输出端，其输出端为 OC 门输出，最大灌电流为 100mA，LM567 的工作电压为 4.75V ~ 9V，工作频率可从零点几赫兹到 500 千赫，静态工作电流为 8mA。N4 为 NE555 定时器，它与外围元件组成单稳态定时电路，其目的是在人手偶尔偏离了红外线的探测范围时，能保证洗手器的正常出水。

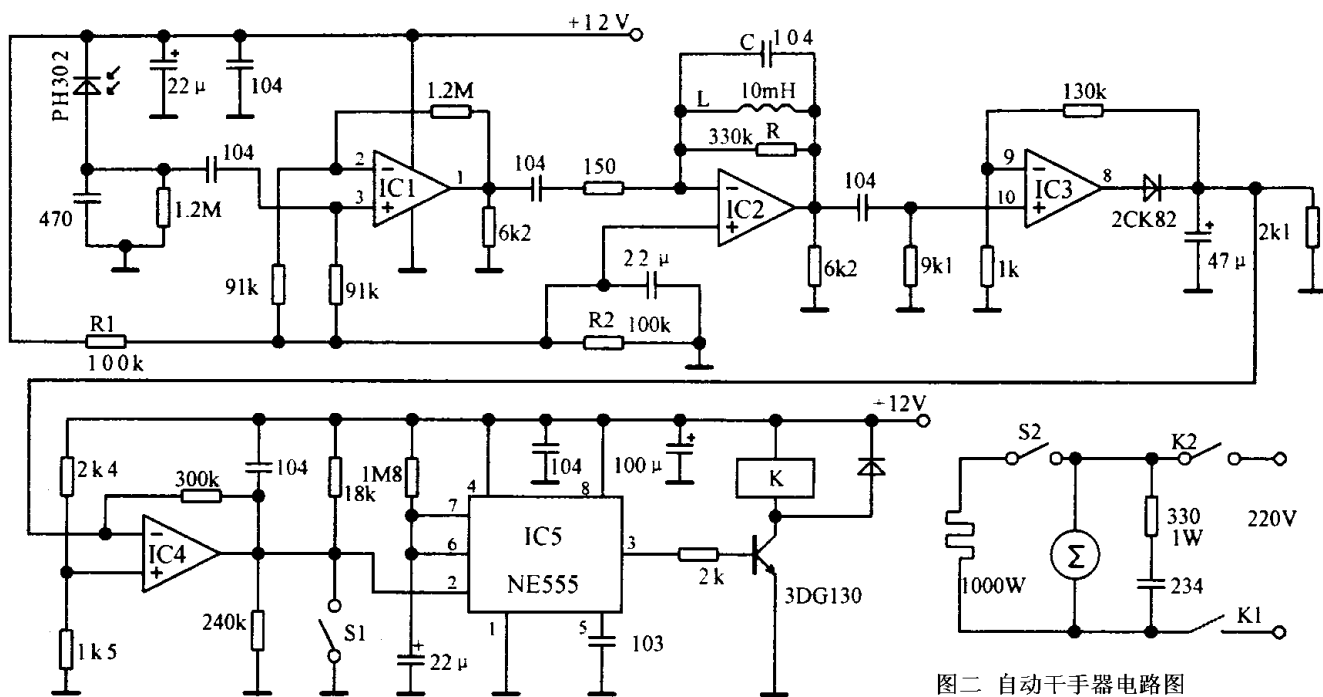
LM567 芯片 5 脚输出的振荡信号经三极管功率放大后，推动红外发射二极管 VD 向外发射红外线。没有人洗手时，红外接收电路 N2 接收不到 VD 向外发射的红外线，N3 的 3 脚无信号输入，8 脚为高电平，N4 的 3 脚为低电平，三极管截止，继电器 K 断电处于释放状态，电磁阀 Y 不动作，洗手

器无自来水放出。当人手放到洗手器下时，N2 接收到人手反射的红外线并经 N2 放大后，输入到 N3 的 3 脚，由 N3 内部处理后使 N3 的 8 脚输出低电平，从而使 N4 的低触发端 2 脚变为低电位，导致 N4 的 3 脚输出高电平，三极管导通，继电器 J1 吸合，使其常开触点闭合，接通电磁阀 Y 的 220V 交流电源，Y 开始动作，使洗手器放出自来水，供人们洗涤之用，同时发光二极管 LED2 发出绿光，指示洗手器正工作于放水状态。洗涤完毕，人手离开洗手器后，N4 延时几秒钟后复位，使洗手器停止放水。

图 1 中，变压器 T 采用 220V/9V 小型交流变压器，VD 为 PH303 红外发射二极管，VT1 为 8050 三极管，VT2 为 9013 三极管，J1 采用 JRX-13F、6V 小型直流继电器，Y 采用市售的 220V 交流电磁阀，其余元件型号与数据见图 1 中所标参数。

2、自动干手器

自动干手器电路图如图二所示，电路由红外发射部分与红外接收控制部分组成。



图二 自动干手器电路图

红外发射部分由 555 时基电路产生频率为 5kHz，占空比为 50% 的方波信号，驱动红外发射管发射红外线。

在手置于干手器下部时，由于手对红外线的反射作用，接收电路中的 PH302 将接收到的红外线变成电信号，经 IC1、IC2、IC3 组成的选频放大器，其输出信号经放大、整形、滤波变成直流信号进入比较器 IC4。比较器的门限电压为 7V，设置较高，其目的是提高电路的抗干扰能力。当 IC4 的输入电平超过 7V 时，其输出变为低电平，触发 IC5 定时器开始定时，同时该定时器的 3 脚变为高电平，使 3DG130 导通，继电器触点吸合，接通电阻丝和风机。在定时器的 2 脚设置了手动开关 S1，可进行手动操作，还可通过 S2 选择冷风或热风。

本刊物由苍穹电子网 (<http://www.51circuit.com/>) 提供。

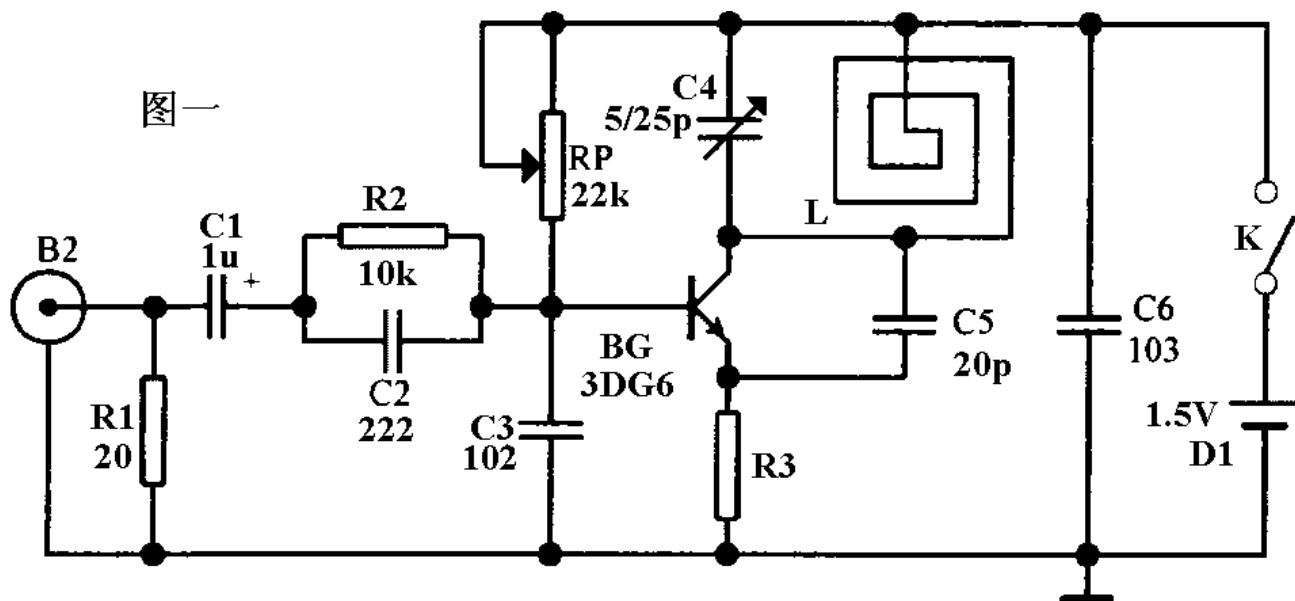
刊物内文章版权归苍穹电子网与原作者所有，任何媒体及网站未经许可，不得复制或转贴。

电视机加装无线耳机

作者：爱如潮水

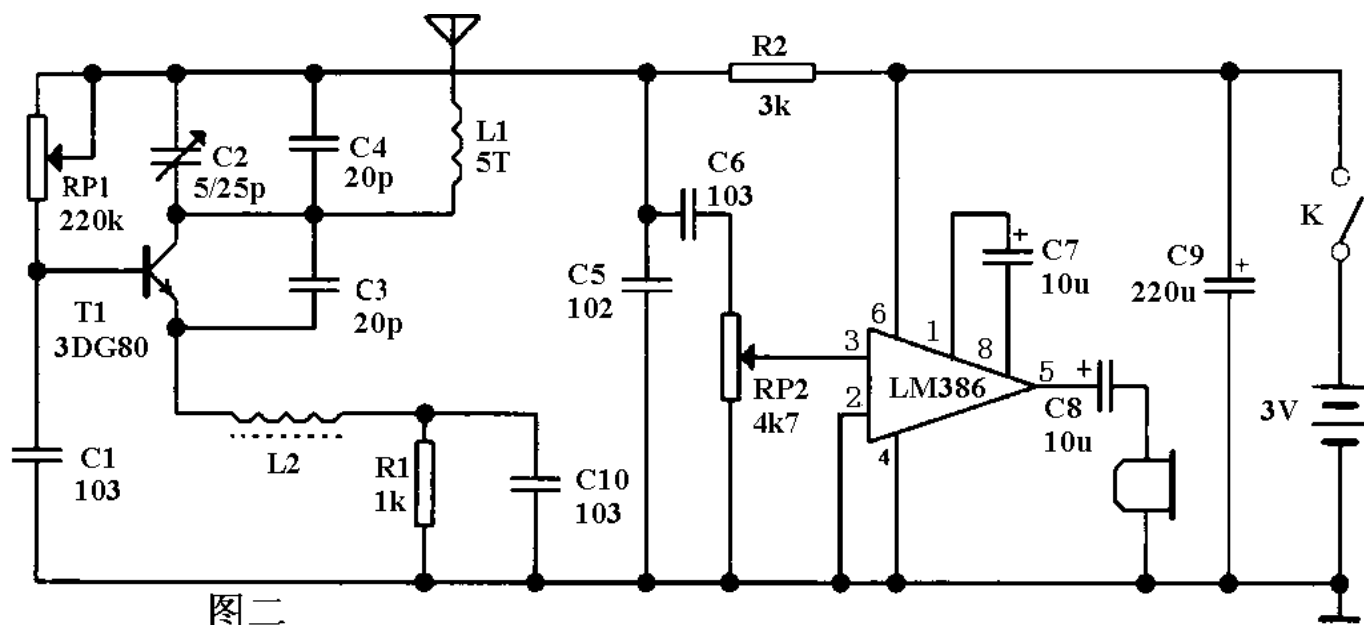
生活中有不少电视迷，他们经常看电视到深夜，这时如果电视音量开太大会影响家人休息，如果太小声又听不清，本文推荐一个电视机用无线耳机电路，可很好地解决这个问题。

电路由发射电路与接收电路组成，其原理简单说明如下：



发射电路：如图一所示。信号取自电视功放输出，R1为模拟喇叭负载。音频信号经C1耦合，R2、C2预加重对由BG组成的电容三点式高频振荡器进行频率调制。其中C4、L为振荡谐振选频回路，C5为反馈电容，C3、C6为高频旁路电容，L做在电路板上兼作发射天线。

接收电路：可以用调频收音机直接接收。图二为一简单的调频接收电路，BG接收到的信号经LM386放大后推动耳机发声。



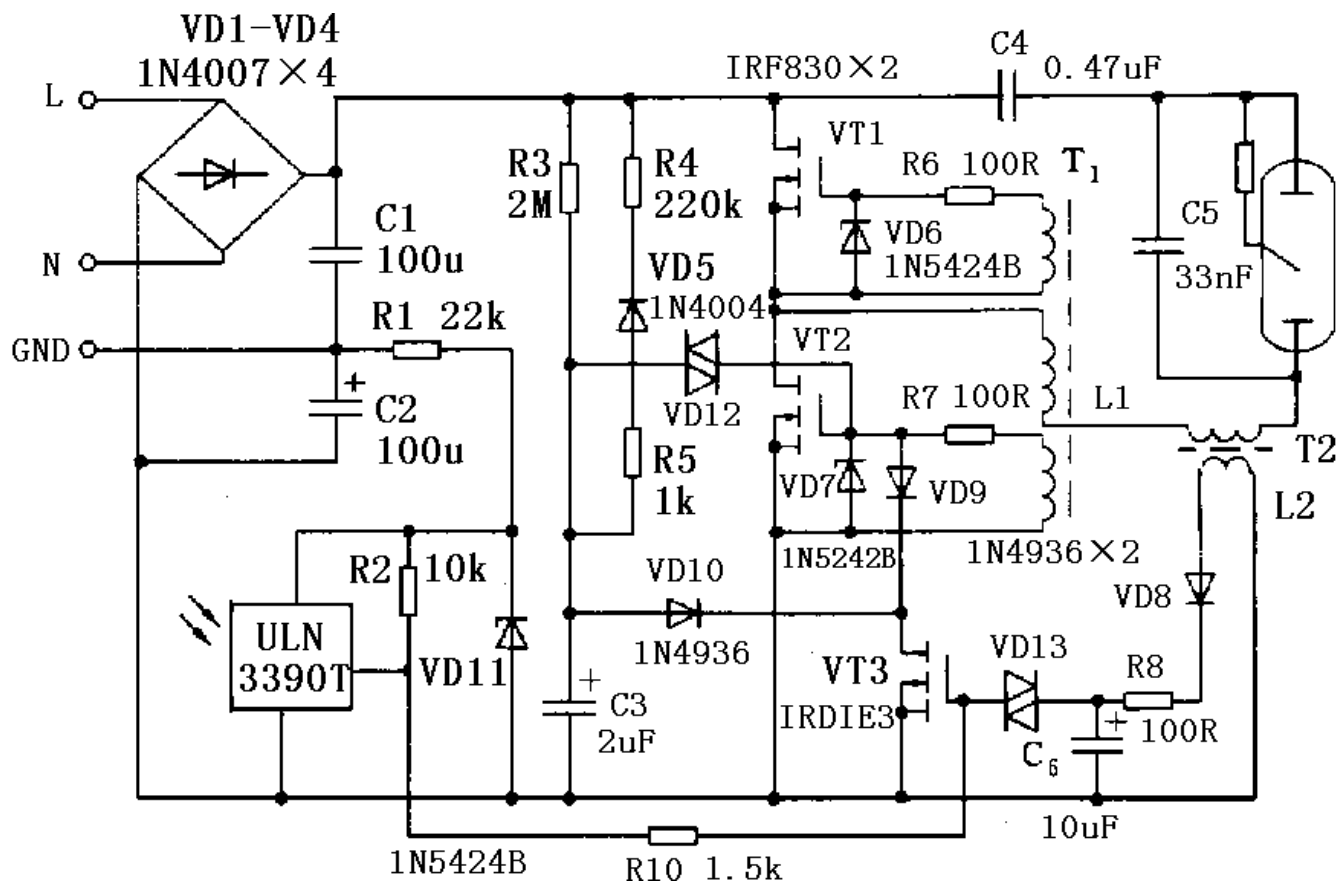
实用的自动开 / 关电子镇流器电路

作者：唐汉

电子镇流器可以提高灯的发光效率，它本身损耗低、电路功率因数很高（接近1）、重量轻、一个镇流器可点多个灯。由于具有这些优点，它逐步替代了传统的电感式镇流器。电子镇流器的作用是：提供受供电源，加热启辉系统中的灯管电极；提供启动电压，电离灯管中气体，并在电极间产生电弧；限制电流，并控制供给灯管的电流，保持进行正常工作；在频率高于20kHz情况下长期稳定工作。电子镇流器实质上是一个电源变换器，它由电源滤波器、高频振荡器、扼流圈以及其他电子元件等组成，把50Hz/60Hz的交流电变换为频率为25k~100kHz的高频电源。电子镇流器研究开发的主要问题是电路的选择、元器件的选择和整体电路的性能测试与老化等。

本文介绍一种自动控制开 / 关的电子镇流器电路

下图是带有自动开 / 关的175W汞蒸气灯电子镇流器电路。



电路中的电阻 R3、电容 C3 和双向触发二极管 VD12 等构成高频振荡器启动电路；脉冲变压器 T1、功率开关管 VT1 和 VT2 等组成半桥逆变电路；L1 和 C4、C5 等组成 LC 串联谐振式输出电路，C4 主要起隔直流的作用；T2 的辅助绕组 L2、VD8、VD13、R8、C6 和 VT3 等组成保护电路；ULN3390T、R1、R2、VD11、R10 和 VT3 等组成自动开 / 关电路。正常状态下，L2

中的感应电压经 VD8 半波整流、R8 和 C6 滤波，输出不足 20V 的直流电压双向触发二极管 VD13 截止，从而 VT3 也处于截止状态。若镇流器出现异常时，在 L2 中产生一个感应电势，使 C6 上的电压达到 30V 以上，则 VD13 击穿，VT3 饱和导通，致使 VT2 栅极电位拉低，振荡器停振，从而保护功率开关管免遭损坏。

自动开/关的工作原理是：当天亮时，光电池 ULN3390T 受到自然光的照射，在 1 脚输出高电平，使 VT3 饱和导通，振荡电路停止工作，灯自动熄灭；当天黑时，ULN3390T 的 1 脚输出低电平，VT3 截止，振荡器启动，灯自动点亮。

MC34063 实现低成本 DC-DC 变换电路

作者：游刃有余

在电源电路中，出于温升、效率以及其它因素的考虑，DC-DC 变换应用很多，本文介绍一种低成本的 DC-DC 变换实现方案，它可以实现降压、升压与电压反转应用，其电路简单、成本低廉、效率高、温升低，这些电路被广泛应用。

电路的核心元件是 MC34063，它是一种单片双极型线性集成电路，专用于直流 - 直流变换器控制部分，片内包含有温度补偿带隙基准源、一个占空比周期控制振荡器驱动器和大电流输出开关，能输出 1.5A 的开关电流。它能使用最少的外接元件构成开关式升压变换器、降压式变换器和电源反向器。MC34063 的功能很强，但价格不高，其市场价不到 2 元。

MC34063 的封装形式为塑封双列 8 引线直插式，内部电路原理框图如图一所示。

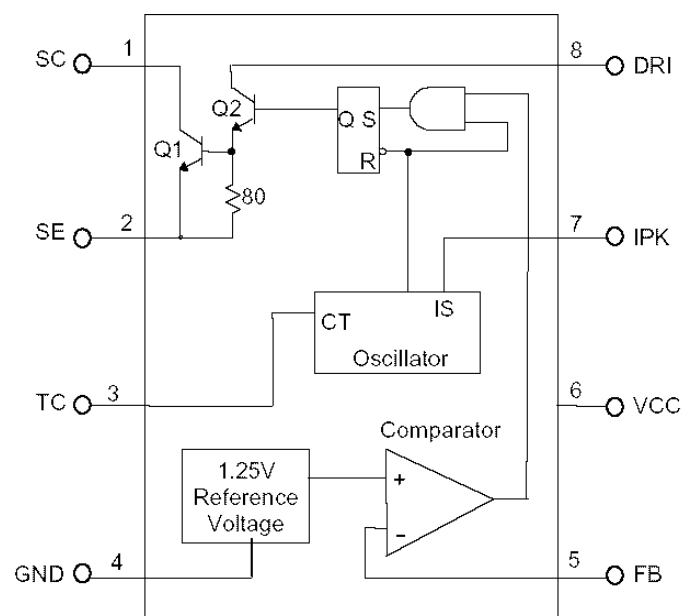
MC34063 具有以下特点：

- 1、能在 3.0~40V 的输入电压下工作。
- 2、带有短路电流限制功能。
- 3、低静态工作电流。
- 4、输出电流可达 1.5A(无外接三极管)。
- 5、输出电压可调。
- 6、工作振荡频率从 100Hz 至 100KHz。
- 7、可构成升压降压或反向电源变换器

工作原理

由于内置有大电流的电源开关，MC34063 能够控制的开关电流达到 1.5A，内部线路包含有参考电压源、振荡器、转换器、逻辑控制线路和开关晶体管。

参考电压源是温度补偿的带隙基准源，振荡器的振荡频率由 3 脚的外接定时电容决定，开关晶体管由比较器的反向输入端和与振荡器相连的逻辑控制线路置成 ON，并由与振荡器输出同



图一 内部原理框图

步的下一个脉冲置成 OFF。

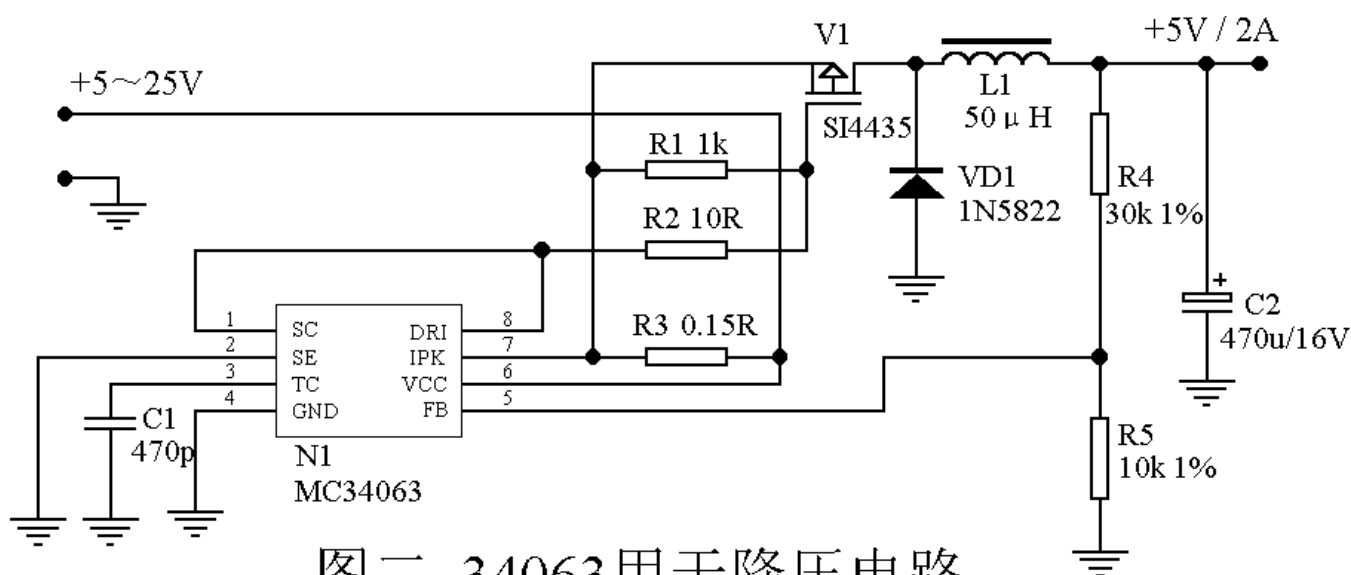
电路原理

图一内部框图中所表示的电路解释如下：

振荡器通过恒流源对外接在 CT 管脚(3 脚)上的定时电容不断地充电和放电以产生振荡波形。充电和放电电流都是恒定的，所以振荡频率仅取决于外接定时电容的容量。与门的 C 输入端在振荡器对外充电时为高电平，D 输入端在比较器的输入电平低于阈值电平时为高电平，当 C 和 D 输入端都变成高电平时触发器被置为高电平，输出开关管导通，反之当振荡器在放电期间，C 输入端为低电平，触发器被复位，使得输出开关管处于关闭状态。

电流限制 SI 检测端(5 脚)通过检测连接在 V+ 和 5 脚之间电阻上的压降来完成功能。当检测到电阻上的电压降接近超过 300mV 时，电流限制电路开始工作，这时通过 CT 管脚(3 脚)对定时电容进行快速充电以减少充电时间和输出开关管的导通时间，结果是使得输出开关管的关闭时间延长。

典型应用：



图二 34063用于降压电路

图二是进行降压式的 DC-DC 转换应用。

该电路的输出电压为 5V，在实际应用中，输出电压值可通过改变 R4、R5 电阻值来进行调整，其输出电压符合以下公式： $V_{out} = (1 + R4/R5) * 1.25V$

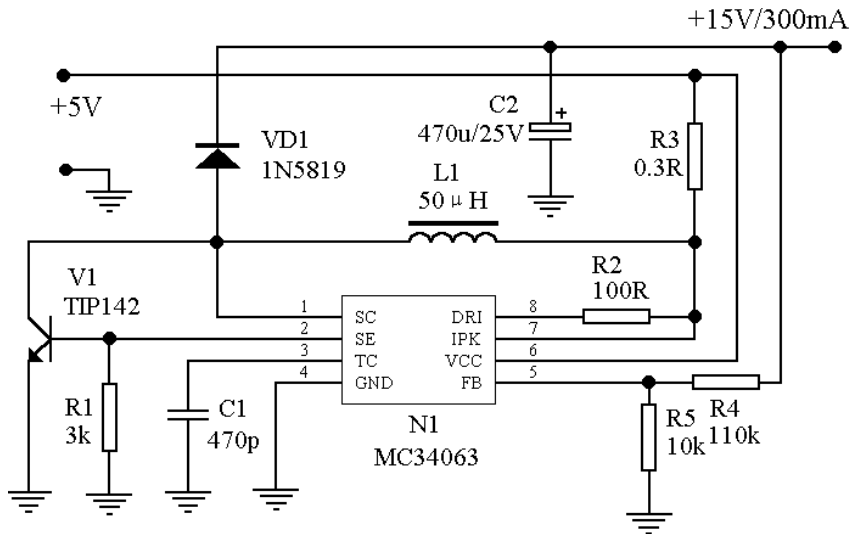
电路中限流电阻取值为 0.15，因此输入电流被限流在 $0.3V/0.15 = 2A$ 。改变限流电阻即可改变限流值。（注：下同）

电路中的 V1 为外接 MOSFET，用于扩展输出电流大小，L1 为储能与滤波电感，VD1 为续流二极管，C1 为外接振荡电容，其容值大小决定电路的工作频率。若实际使用中，在输出电流不大的情况下，可以无需外接三极管或 MOSFET，电路可以更为简单，成本也就更低。

本刊物由苍穹电子网 (<http://www.51circuit.com/>) 提供。

刊物内文章版权归苍穹电子网与原作者所有，任何媒体及网站未经许可，不得复制或转贴。

图三是进行升压式的DC-DC转换应用。



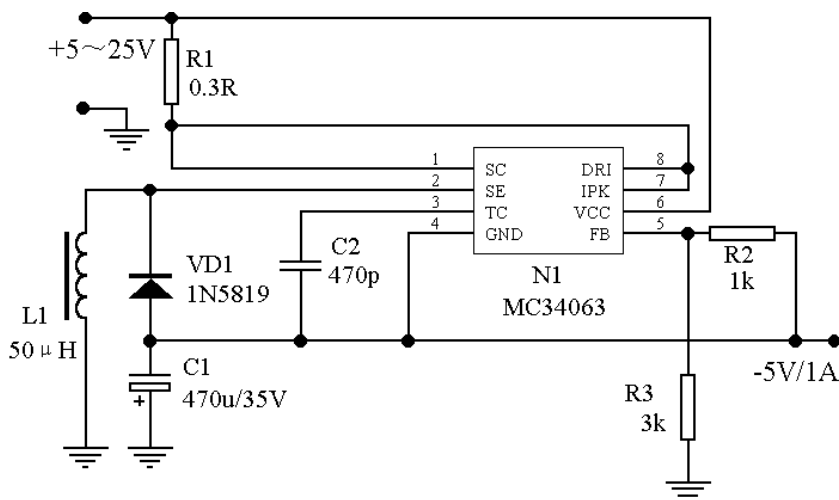
图三 34063用于升压电路

升压电路中的输出电压值也是通过改变 R4、R5 电阻值来进行调整，其输出电压符合以下公式： $V_{out}=(1+R4/R5)*1.25V$

电路中限流电阻取值为 0.3，因此输入电流被限流在 $0.3V/0.3 = 1A$ 。

电路中外接三极管为 TIP142，用于电流扩展，在电流不大时，也可将三极管省去，而直接用 MC34063 内部的三极管驱动。

图四是反转式的DC-DC转换应用。



图四 34063用于电压反转电路

其输出电压值也是通过改变 R2、R3 电阻值来进行调整，其输出电压符合以下公式： $V_{out}=(1+R3/R2)*1.25V$

电路中限流电阻取值为 0.3，因此输入电流被限流在 $0.3V/0.3 = 1A$ 。

电路中没有用外接三极管。

也谈《智能型锂电池快速充电板的扩展使用》

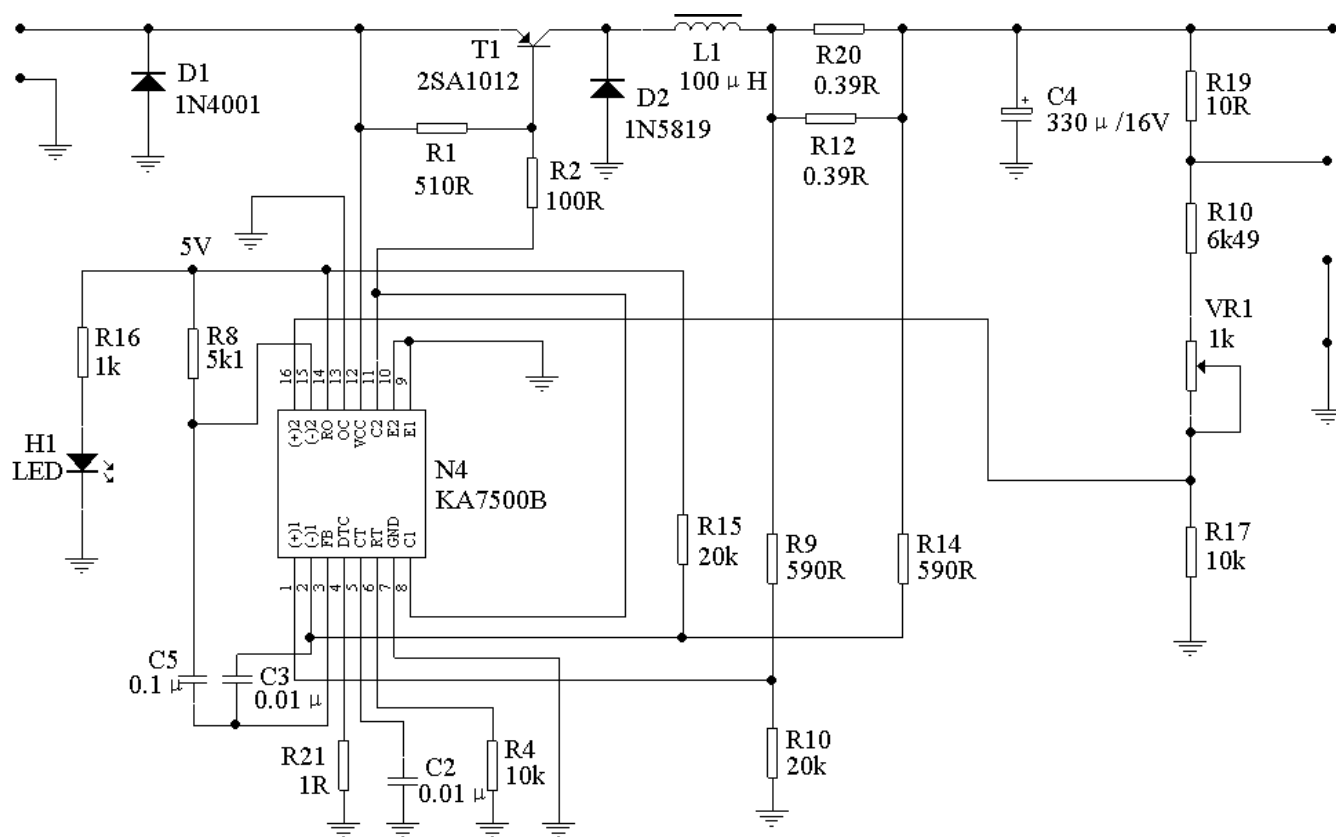
作者：俞峰

概述：本文针对《家庭电子》2003年第5期上所刊登的《智能型锂电池快速充电板的扩展使用》一文的电路作了修正，补充说明了其工作原理，并从另一个角度来说明该如何以最佳的方式对其进行扩展使用。

关键词：KA7500B TL494 恒流 恒压 锂离子电池充电器 反馈电路

本人详细阅读了《家庭电子》2003年第5期上所刊登的《智能型锂电池快速充电板的扩展使用》一文，觉得该文很有启发意义，但该文所附电路显然是作者按照实际的电路板描绘出来，因此所绘电路不够完善，同时由于该文作者对其工作原理不是很了解，其所述扩展使用方法并非最佳，因此特作此文进行补充说明，以让读者们更多地了解其电路原理，并使其有更广泛的用途。

文中所述的集成电路KA7500B是三星公司出品的一颗专用的脉宽调制型开关电源集成控制器，它与TL494完全兼容并可互换，由于大多数人对TL494很熟悉，但对KA7500B并不了解，因此该文中所绘电路没有绘出它的引脚说明。同时文中有一个大节点（KA7500B的第7脚所在节点）应为接地，估计是作者测绘时疏漏，该节点未接地，重新绘出的完整电路图应如下图所示。



下面对该电路的工作原理作一说明：

图中所绘电路本质上是一个电源电路，具有恒流/恒压输出功能。电路中的 R4、C2 为 RC 振荡用电阻、电容，KA7500B 通过它们的振荡产生锯齿波在内部与反馈电压进行比较，从而改变输出的脉冲宽度大小。

电路带有两路反馈，为电流反馈和电压反馈，其中电流反馈的正、负极对应 KA7500B 的第 1、2 脚，输出电流在电阻 R12 和 R20 上产生一压降，该压降经 R9、R10 和 R14、R15 电阻回馈回来，当 KA7500B 的第 1 脚电压大于第 2 脚电压时，KA7500B 会减小输出脉宽（第 8、11 脚），使电流减小，否则增加脉宽，使输出电流恒定在预设值，其恒流值符合以下公式：

$$I = 5V * \frac{0.59k}{0.59k + 20k} / R$$

式中 R 为 R12 和 R20 并联后的阻值，因此恒流值理论上计算值为 750mA。

电路中的电压反馈的正、负极对应 KA7500B 的第 16、15 脚，在上电后，KA7500B 的第 14 脚输出稳定的 5V 电压，该电压使 LED 发光，作为电源指示，同时该 5V 电压作为基准电压，提供给 KA7500B 的 15 脚作为电压基准，输出电压经过 R19、R10、VR1 和 R17 分压后，与电压基准比较，当电压太大时，则减小脉宽，太小则增加脉宽，使之保持恒定的输出电压值，其输出电压值符合下列公式：

$$V_{OUT} * \frac{R17}{R19 + R10 + VR1 + R17} = 5V$$

由于 KA7500B 的两路反馈是在其内部是相“与”后再进行控制的，因此当输出电压低于恒压值时，电流反馈起控制作用，当输出电压达到 8V4 后，电压反馈起控制作用，这样电路就完成了恒流/恒压控制功能，其原理与稳压电源的工作原理完全一样，只是该电路为开关电源控制方式，因此效率高，温升低。

图中的 D1 为防止极性反相输入二极管，D2 为开关电源工作的续流二极管，T1 工作于开关状态。

在明白其工作原理后，要想对其进行扩展应用就简单多了，现分述如下：

- 1、 正常使用时，调整 VR1 电位器可得到相应的输出电压。
- 2、 扩展 1：充小容量 7V2 锂电池。原文中所述用串联电阻的方法不可取，一方面会降低效率，另一方面所串电阻会发热，并使输出电流失去恒流意义。正确的方法是改变 R12 和 R20 的阻值，所需电流值可按照前文所述公式自行计算来

设定。

- 3、扩展2：充大容量7V2锂电池。原文中所用方法为多块板并联来增加输出电流，可谓一种低效率的方法，同上所述，只需改变R12和R20阻值即可。但由于电流加大，需给T1加装一散热片，同时续流二极管应改用1N5822，以承受更大电流。
- 4、扩展3：充高电压锂电池。原文中所用方法为两块板串联，显然浪费。从上述原理可知，要改变输出电压只需改变R10或R17即可，具体所需输出电压值可按公式计算后设定。
- 5、扩展4：用于6V铅酸电池、镍镉电池的充电。同上所述，改变相应电阻值即可。
- 6、扩展5：作高精度稳压电源。其输出电压原理与上述一致，但需要注意纹波，可能情况下应加大电路中电感的电感量和滤波电容，以减小纹波。
- 7、扩展6：同以上一样的原理。

在上述的扩展使用中，均无需另外增加电路板，其改动只在原电路上作轻微改动即可，因此方法更佳。希望广大读者在分析电路时，不仅能知其然，更能知其所以然，这样在电路应用上才可以起到事半功倍的效果。

由于KA7500B或TL494价格低廉，因此该电路是个低成本的开关电源电路，整个电路的成本不超过5元钱（注：该期刊物中该板售价为30元）。由于该电路具有恒流/恒压特性，且工作于开关状态，因此温升高，工作效率高，也可以作为很好的稳压电源电路使用。

KA7500B与TL494是很常用的PWM控制IC，其资料可从网络上下载到。

用普通单片机实现低成本 A / D 转换（二）

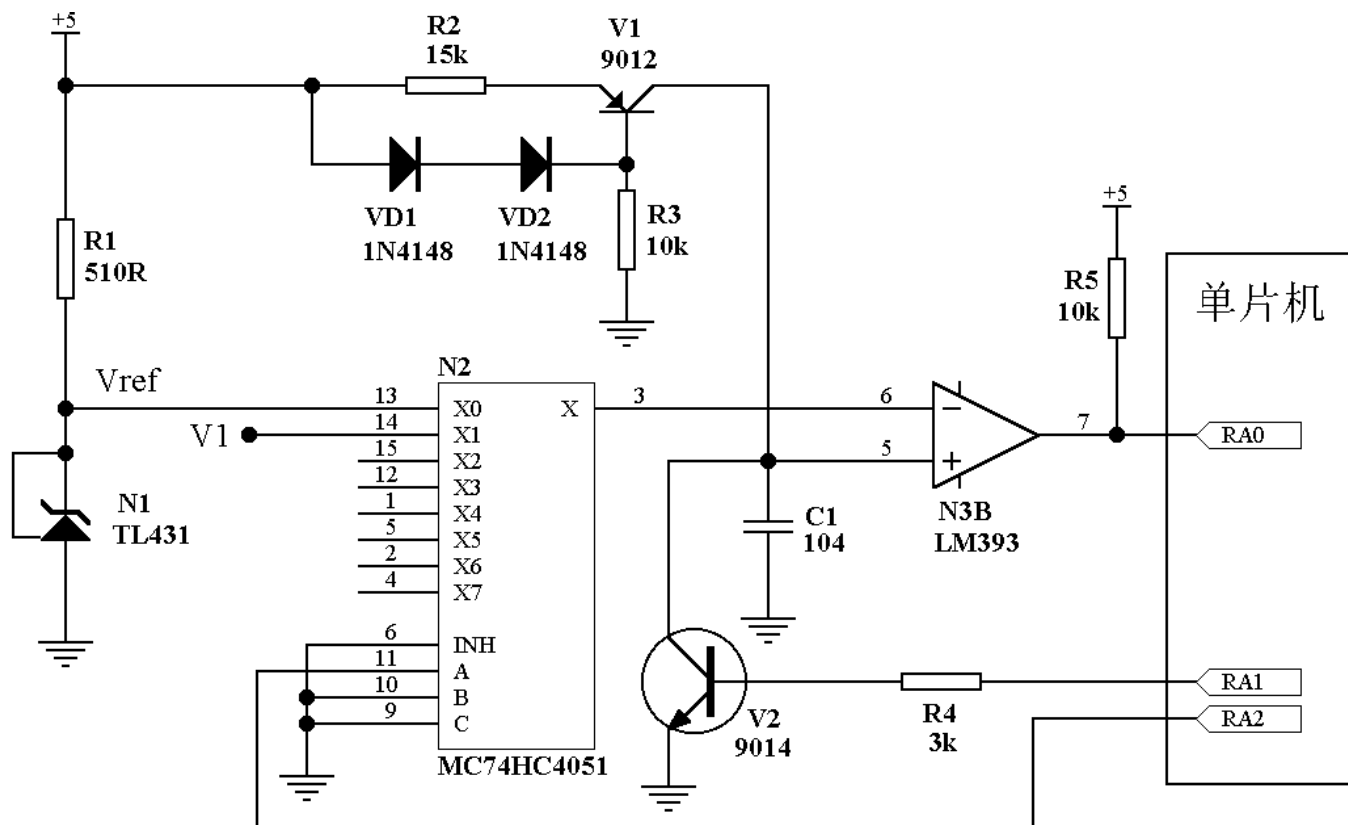
作者：秋水

摘要：用普通单片机实现低成本的多路 A / D 转换。

关键词：单片机 A/D 转换 比较器 计时器

在《苍穹电子》第一期中曾介绍了普通单片机实现低成本 A/D 转换的一种方法，在实际使用中还有其它的不少方法可以实现低成本 A/D 转换，在本文中我们继续为电子设计者们提供又一种 A/D 转换方法，该方法同样占用较少的单片机资源，成本也很低，仍然有很强的实用性，该电路曾在锂离子电池充电器中作 A/D 转换使用，效果良好。

其电路如图一所示：



图一

其工作原理说明如下：

1、硬件电路说明：

图一中的 R1 和 N1 (TL431) 产生一个 2.495V 的稳定电压，作为 A/D 转换比较基准。R2、V1、VD1、VD2 和 R3 构成一个恒流源电路给 C1 充电，C1 上的电压与恒流源的电流大小及充电时间成正比。MC74HC4051 为 8 选 1 模拟开关，其输入通道由单片机控制来选择。LM393 作为

比较器，当 C1 上的电压由低到高上升到超过模拟开关输出电压时，其输出端会从低电平转变为高电平。“RA0”、“RA1”和“RA2”为单片机的 3 个 I/O 脚，RA0 设置为输入状态，用于检测比较器输出电平变化，RA1 和 RA2 设置为输出状态，RA1 输出高电平时，V2 导通，用于将 C1 上的电荷放空，RA2 用于选择模拟开关的输入通道。

2、 A/D 转换过程：

首先 RA2 输出低电平，使模拟开关选择 X0（基准电压）作为输入，RA1 输出高电平，使 V2 导通将 C1 上的电量放完，然后使 RA1 输出低电平，使 V2 截止，此时 C1 上的电容开始被充电，同时计数器开始计数，当 C1 上的电压不断上升，并达到比较器输入负端的电压（此时为基准电压 V_{ref} ）时，比较器的输出端由低电平转为高电平，此时记录下计数器的计数值，为 T1。

接着 RA2 输出高电平，使模拟开关选择 X1（被测电压）作为输入，RA1 输出高电平，使 V2 导通将 C1 上的电量放完，然后使 RA1 输出低电平，使 V2 截止，此时 C1 上的电容又开始被充电，同时计数器开始计数，当 C1 上的电压不断上升，并达到比较器输入负端的电压（此时为基准电压）时，比较器的输出端由低电平转为高电平，此时记录下计数器的计数值，为 T2。

由于 C1 是被恒流充电，因此 C1 上的电压与充电时间成正比，即 $V=T*k$ 。当 C1 的容值与充电的恒流值不变时，k 是一个固定不变的常数。由此可以得到：

$$V_{ref}/T1=V1/T2 \quad , \text{即} \quad V1=V_{ref}*T2/T1$$

由于 V_{ref} 是基准电压（2.495V），因此只要利用单片机的定时器测出 T1 和 T2，就可以计算出被测电压 V1 的值。

3、 A/D 转换误差分析及解决办法：

A/D 转换的误差主要由以下几个方面决定，分别说明如下：

- 1、 基准电压 V_{ref} ：在该 A/D 转换中， V_{ref} 电压是造成 A/D 转换误差的主要原因，如果使 V_{ref} 电压精度做到较高，则 A/D 转换误差可以做到很小，在 V_{ref} 电压精度为 0.5% 情况下，实际的 A/D 转换误差小于 1%。
- 2、 定时器误差：若单片机对比较器输出端的电位变化反应慢，或定时器误差较大，则测量到的 T1 与 T2 值不准，也会导致测量误差。
- 3、 比较器输入端的失调电压：该电压对 A/D 转换精度有一定影响，但影响较小。
- 4、 运算误差：由于 V1 值要经过乘除法运算后得到，在进行运算过程中如果数据处理不当，如余数处理不当，也会产生误差。
- 5、 干扰误差：当输入电压不稳时，恒流源的输出电流会有一些影响，会产生干扰误差。

A/D 转换误差的解决办法：

- 1、对 V_{ref} 造成的误差，只能通过提高 V_{ref} 电压精度来解决，它相当于 A/D 转换的基准电压。
- 2、对于定时器误差，在单片机中可使 RA0 口采用带电平变化中断功能的 I/O 口，以提高反应速度，同时减少恒流源的电流大小，或加大 C1 电容容量，可以增加 T1、T2 的测量时间，使计数值加大，达到提高 A/D 转换精度的目的。
- 3、选用灵敏度高的比较器可解决比较器输入端导致的误差问题。
- 4、对运算误差，可以通过软件上的改进来解决。
- 5、对于干扰造成的误差，可对 A/D 转换值进行数字滤波，如多次转换求平均值等方法来解决。数字滤波消除误差的方法很多，在此不再赘述。

4、A/D 转换速度及提高办法：

由于该 A/D 转换是通过恒流源对 C1 电容充电后再进行比较来完成的，C1 电容的充电过程需要一定的时间，因此其 A/D 转换速度较慢，适用于对 A/D 转换速度要求不高的产品中，其 A/D 转换速度取决于以下几个方面：

- 1、恒流源的电流大小：恒流源的充电电流越大，C1 上的电压上升速度就越快，到达被比较电压的时间也就更短，转换速度就更快。
- 2、C1 电容的大小：其道理与前一点一样，当电容小时，电压上升速度就越快，到达被比较电压的时间也会越短，转换速度就越快。但由于计数值小，由定时器造成的测量误差也有可能加大。
- 3、单片机的工作频率：由于 A/D 转换值是经过乘除运算后完成的，因此单片机的运算速度也会对 A/D 转换速度有影响，尤其当计数器值为 16 位时。

由上所述，A/D 转换的速度可以通过提高单片机的工作频率，增大恒流源的输出电流，减小 C1 电容容值来加快 A/D 转换速度，但要注意当 T1、T2 计数值太小时有可能使定时器因素造成的误差增大，因此在实际使用中要综合考虑，在提高转换速度时，保证 A/D 转换精度，选择最适用于产品的参数值。

5、输入电压的测量范围：

A/D 转换的输入电压测量范围为 0V 至 4.5V，当 C1 被充电至大于 4.5V 时，恒流源输出将不再恒流，C1 上的电压与时间将不成正比，因此测量范围只到 4.5V。若要提高被测电压范围，可将输入电压通过电阻分压后进行测量，但其 A/D 转换的误差会受分压电阻影响。

6、A/D 转换通道的多路扩展：

图中的 8 选一模拟开关只用到其中的 2 路，实际应用中其它的 6 路也可使用，这样 A/D 转换的通道可扩展到 7 路，因此在用 4 个 I/O 口情况下，可实现 3 路 A/D 转换，在用 5 个 I/O 口情况下，可实现 7 路 A/D 转换。

MCS-51 单片机与 CPLD/FPGA 接口逻辑设计

作者：一苇

在功能上，单片机与大规模 CPLD 有很强的互补性。单片机具有性能价格比高、功能灵活、易于人机对话、良好的数据处理能力特点；CPLD/FPGA 则具有高速、高可靠以及开发便捷、规范等优点。以此两类器件相结合的电路结构在许多高性能仪器仪表和电子产品中仍将被广泛应用。本文就单片机与 CPLD/FPGA 的接口方式作一简单介绍，希望对从事单片机和 CPLD/FPGA 研发的朋友能有所启发。

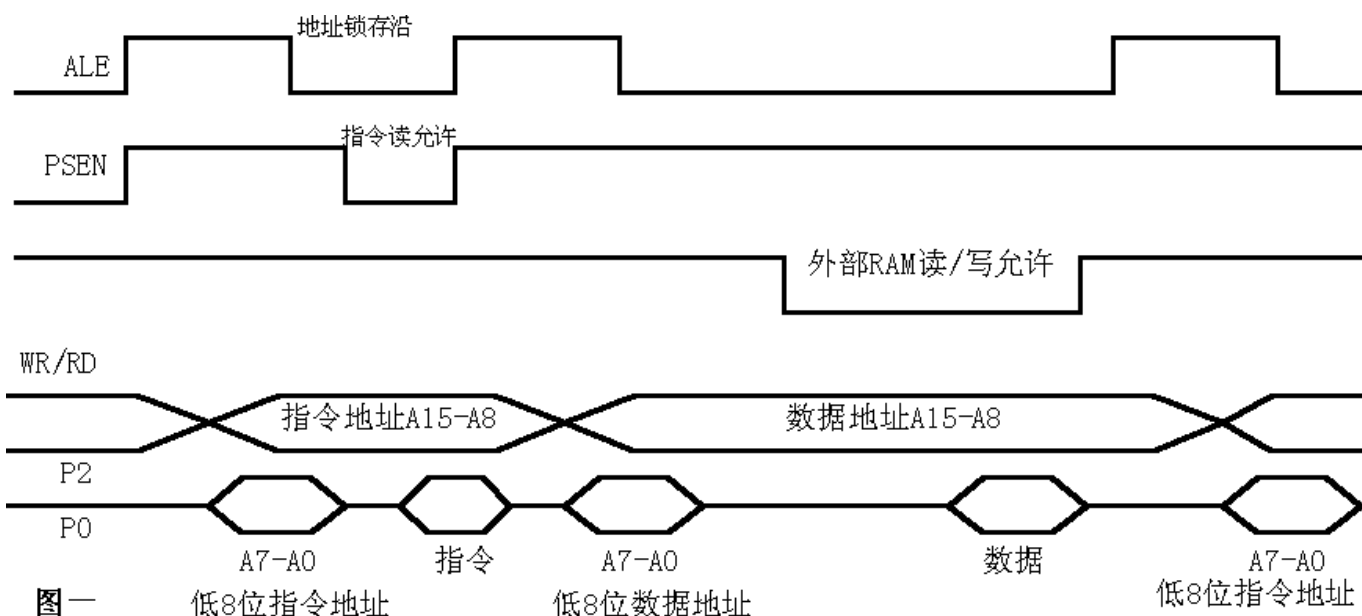
单片机与 CPLD/FPGA 的接口方式一般有两种，即总线方式与独立方式，分别说明如下：

一、总线方式

单片机以总线方式与 CPLD/FPGA 进行数据与控制信息通信有许多优点。

(1) 速度快。如图一所示，其通信工作顺序是纯硬件行为，对于 MCS-51 单片机，只需一条单字节指令就能完成所需的读/写时序，如：

```
MOV @DPTR,A;MOV A,@DPTR
```



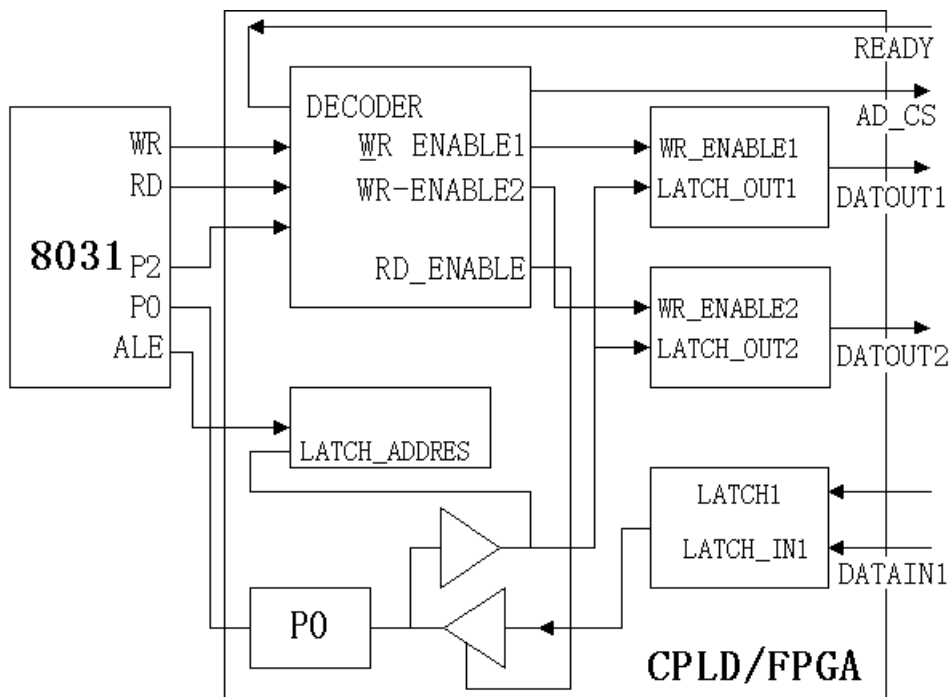
(2) 节省 CPLD 芯片的 I/O 口线。如图二所示，如果将图中的译码器 DECODER 设置足够的译码输出，并安排足够的锁存器，就能仅通过 19 根 I/O 口线在 CPLD 与单片机之间进行各种类型的数据与控制信息交换。

(3) 相对于非总线方式，单片机编程简捷，控制可靠。

(4) 在 CPLD/FPGA 中通过逻辑切换，单片机易于与 SRAM 或 ROM 接口。这种方式有许多实用之处，如利用类似于微处理器系统的 DMA 的工作方式，首先由 CPLD/FPGA 与接口的高速 A/D 等器件进行高速数据采样，并将数据暂存于 SRAM 中，采样结束后，通过切换，使单片机与 SRAM 以总线方式进行数据通信，以便发挥单片机强大的数据处理能力。

单片机与 CPLD/FPGA 以总线方式通信的逻辑设计，重要的是要详细了解单片机的总线读写时序，根据时序图来设计逻辑结构。图一是 MCS-51 系列单片机的时序图，其时序电平变化速度与单片机工作时钟频率有关。图中，ALE 为地址锁存使能信号，可利用其下降沿将低 8 位地址锁存于 CPLD/FPGA 中的地址锁存器 (LATCH_ADDRES) 中；当 ALE 将低 8 位地址通过 P0 锁存的同时，高 8 位地址已稳定建立于 P2 口，单片机利用读指令允许信号 PSEN 的低电平从外部 ROM 中将指令从 P0 口读入，由时序图可见，其指令读入的时机是在 PSEN 的上升沿之前。接下来，由 P2 口和 P0 口分别输出高 8 位和低 8 位数据地址，并由 ALE 的下降沿将 P0 口的低 8 位地址锁存于地址锁存器。若需从 CPLD/FPGA 中读出数据，单片机则通过指令“MOVX A, @DPTR”使 RD 信号为低电平，由 P0 口将图二中锁存器 LATCH_IN1 中的数据读入累加器 A；但若欲将累加器 A 的数据写进 CPLD/FPGA，则需通过指令“MOVX @DPTR, A”和写允许信号 WR。这时，DPTR 中的高 8 位和低 8 位数据作为高、低 8 位地址分别向

P2 和 P0 口输出，然后由 WR 的低电平并结合译码，将累加器 A 的数据写入图中相关的锁存器。



图二 CPLD/FPGA 与 MCS-51 单片机的总线接口通信逻辑图

二、独立方式

与总线接口方式不同，几乎所有单片机都能以独立接口方式与CPLD/FPGA进行通信，其通信的时序方式可由所设计的软件自由决定，形式灵活多样。其最大的优点是CPLD/FPGA中的接口逻辑无需遵循单片机内固定总线方式的读/写时序。CPLD/FPGA的逻辑设计与接口的单片机程序设计可以分先后相对独立地完成。事实上，目前许多流行的单片机已无总线工作方式，如89C2051、97C2051、Z84系列、PIC16C5X系列等。

独立方式的接口设计方法比较简单，在此不拟做详细介绍。下面介绍图二所示的总线接口逻辑设计，其外部接口如图三所示。

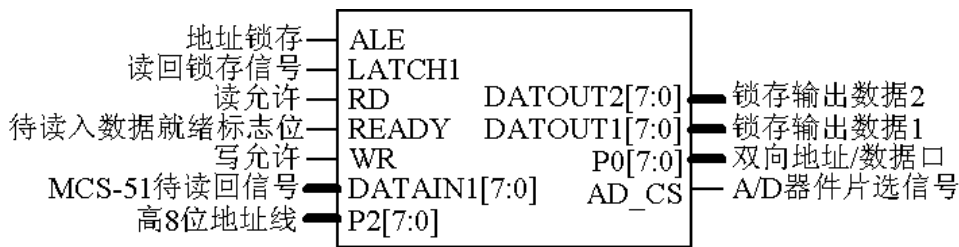
这是一个CPLD/FPGA与MCS-51系列单片机接口的VHDL电路设计。MCS-51以总线方式工作，例如，由8031将数据#5AH写入目标器件中的第一个寄存器LATCH_OUT1的批令是：

```
MOV A, #5AH
MOV DPTR, #6FF5H
MOVX @DPTR, A
```

当READY为高电平时，8031从目标器件中的寄存器LATCH_IN1将数据读入的指令是：

```
MOV DPTR, #9F7EH
MOVX A, @DPTR
```

以上介绍了MCS-51单片机与CPLD/FPGA接口逻辑设计的两种接口方式，希望对从事单片机和CPLD/FPGA研发的朋友能有所启发。



图三 MCS-51与FPGA总线方式接口逻辑外部引脚

单片机应用中的软件抗干扰技术

作者：江湖

随着单片机应用的普及，采用单片机控制的产品与设备日益增多，而某些设备所在的工作环境往往比较恶劣，干扰严重，这些干扰会严重影响设备的正常工作，使其不能正常运行。因此，为了保证设备能在实际应用中可靠地工作，必须要周密考虑和解决抗干扰的问题。本文对单片机应用中的软件抗干扰技术作详细介绍，文中所用单片机为 MCS51。

一、数字量输入输出中的软件抗干扰

数字量输入过程中的干扰，其作用时间较短，因此在采集数字信号时，可多次重复采集，直到若干次采样结果一致时才认为其有效。例如通过 A/D 转换器测量各种模拟量时，如果有干扰作用于模拟信号上，就会使 A/D 转换结果偏离真实值。这时如果只采样一次 A/D 转换结果，就无法知道其是否真实可靠，而必须进行多次采样，得到一个 A/D 转换结果的数据系列，对这一系列数据再作各种数字滤波处理，最后才能得到一个可信度较高的结果值。本书第八章将给出各种具体的数字滤波算法及程序。如果对于同一个数据点经多次采样后得到的信号值变化不定，说明此时的干扰特别严重，已经超出允许的范围，应该立即停止采样并给出报警信号。如果数字信号属于开关量信号，如限位开关、操作按钮等，则不能用多次采样取平均值的方法，而必须每次采样结果绝对一致才行。这时可编写一个采样子程序，程序中设置有采样成功和采样失败标志，如果对同一开关量信号进行若干次采样，其采样结果完全一致，则成功标志置位；否则失败标志置位。后续程序可通过判别这些标志来决定程序的流向。

单片机控制的设备对外输出的控制信号很多是以数字量的形式出现的，如各种显示器、步进电机或电磁阀的驱动信号等。即使是以模拟量输出，也是经过 D/A 转换而获得的。单片机给出一个正确的数据后，由于外部干扰的作用有可能使输出装置得到一个被改变了的错误数据，从而使输出装置发生误动作。对于数字量输出软件抗干扰最有效的方法是重复输出同一个数据，重复周期应尽量短。这样输出装置在得到一个被干扰的错误信号后，还来不及反应，一个正确的信号又来到了，从而可以防止误动作的产生。

在程序结构上，可将输出过程安排在监控循环中，循环周期取得尽可能短，就能有效地防止输出设备的错误动作。需要注意的是，经过这种安排后输出功能是作为一个完整的模块来执行的，与这种重复输出措施相对应，软件设计中还必须为各个外部输出设备建立一个输出暂存单元，每次将应输出的结果存入暂存单元中，然后再调用输出功能模块将各暂存单元的数据一一输出，不管该数据是刚送来的，还是以前就有的。这样可以使每个外部设备不断得到控制数据，从而使干扰造成的错误状态不能得以维持。在执行输出功能模块时，应将有关输出接口芯片的初始状态也一并重新设置。因为由于干扰的作用可能使这些芯片的工作方式控制字发生变化，而不能实现正确的输出功能，重新设置控制字就能避免这种错误，确保输出功能的正确实现。

二、程序执行过程中的软件抗干扰

前面述及的是针对输入输出通道而言的，干扰信号还未作用到 CPU 本身，CPU 还能正确地执行各种抗干扰程序。如果干扰信号已经通过某种途径作用到了 CPU 上，则 CPU 就不能按正常状态执

行程序，从而引起混乱，这就是通常所说的程序“跑飞”。程序“跑飞”后使其恢复正常的一个最简单的方法是使 CPU 复位，让程序从头开始重新运行。很多单片机控制的设备中都有设置人工复位电路。人工复位一般是在整个系统已经完全瘫痪，无计可施的情况下才不得已而为之的。因此在进行软件设计时就要考虑到万一程序“跑飞”，应让其能够自动恢复到正常状态下运行。

程序“跑飞”后往往将一些操作数当作指令码来执行，从而引起整个程序的混乱。采用“指令冗余”是使“跑飞”的程序恢复正常的一种措施。所谓“指令冗余”，就是在一些关键的地方人为地插入一些单字节的空操作指令 NOP。当程序“跑飞”到某条单字节指令上时，就不会发生将操作数当成指令来执行的错误。对于 MCS51 单片机来说，所有的指令都不会超过 3 个字节，因此在某条指令前面插入两条 NOP 指令，则该条指令就不会被前面冲下来的失控程序拆散，而会得到完整的执行，从而使程序重新纳入正常轨道。通常是在一些对程序的流向起关键作用的指令前面插入两条 NOP 指令。应该注意的是在一个程序中“指令冗余”不能使用过多，否则会降低程序的执行效率。

采用“指令冗余”使“跑飞”的程序恢复正常是有条件的，首先“跑飞”的程序必须落到程序区，其次必须执行到所设置的冗余指令。如果“跑飞”的程序落到非程序区（如 EPROM 中未用完的空间或某些数据表格等），或在执行到冗余指令之前已经形成了一个死循环，则“指令冗余”措施就不能使“跑飞”的程序恢复正常了。这时可以采用另一种软件抗干扰措施，即肠胃“软件陷阱”。“软件陷阱”是一条引导指令，强行将捕获的程序引向一个指定的地址，在那里有一段专门处理错误的程序。假设这段处理错误的程序入口地址为 ERR，则下面三条指令即组成一个“软件陷阱”：

```
NOP
NOP
LJMP    ERR
```

“软件陷阱”一般安排在下列四种地方。

(1) 未使用的中断向量区。MCS - 51 单片机的中断向量区为 0003H ~ 002FH，如果所设计的智能化测量控制仪表未使用完全部中断向量区，则可在剩余的中断向量区安排“软件陷阱”，以便能捕捉到错误的中断。例如某设备使用了两个外部中断 INT0、INT1 和一个定时器中断 T0，它们的中断服务子程序入口地址分别为 FUINT0、FUINT1 和 FUT0，则可按下面的方式来设置中断向量区。

```
ORG 0000H
0000H START :  LJMP  MAIN      ; 引向主程序入口
0003H          LJMP  FUINT0    ; INT0 中断服务程序入口
0006H          NOP              ; 冗余指令
0007H          NOP
0008H          LJMP  ERR        ; 陷阱
```

000BH	LJMP	FUTO	; T0 中断服务程序入口
000EH	NOP		; 冗余指令
000FH	NOP		
0010H	LJMP	ERR	; 陷阱
0013H	LJMP	FUINT1	; INT1 中断服务程序入口
0016H	NOP		; 冗余指令
0017H	NOP		
0018H	LJMP	ERR	; 陷阱
001BH	LJMP	ERR	; 未使用 T1 中断, 设陷阱
001EH	NOP		; 冗余指令
001FH	NOP		
0020H	LJMP	ERR	; 陷阱
0023H	LJMP	ERR	; 未使用串行口中断, 设陷阱
0026H	NOP		; 冗余指令
0027H	NOP		
0028H	LJMP	ERR	; 陷阱
002BH	LJMP	ERR	; 未使用 T2 中断, 设陷阱
002EH	NOP		; 冗余指令
002FH	NOP		
0030H	MAIN :	...	; ; 主程序
...		...	
...		...	

(2) 未使用的大片 EPROM 空间。智能化测量控制仪表中使用的 EPROM 芯片一般都不会使用完其全部空间, 对于剩余未编程的 EPROM 空间, 一般都维持其原状, 即其内容为 OFFH。OFFH 对于 MCS51 单片机的指令系统来说是一条单字节的指令: MOV R7, A, 如果程序“跑飞”到这一区域, 则将顺序向后执行, 不再跳跃(除非又受到新的干扰)。因此在这段区域内每隔一段地址设一个陷阱, 就一定捕捉到“跑飞”的程序。

(3) 表格。有两种表格, 即数据表格和散转表格。由于表格的内容与检索值有一一对应的关系, 在表格中间安排陷阱会破坏其连续性和对应关系, 因此只能在表格的最后安排陷阱。如果表格区较长, 则安排在最后的陷阱不能保证一定能捕捉到飞来的程序的流向, 有可能在中途再次“跑飞”。

(4) 程序区。程序区是由一系列的指令所构成的, 不能在这些指令中间任意安排陷阱, 否则会破坏正常的程序流程。但是在这些指令中间常常有一些断点, 正常的程序执行到断点处就不再往下执行了, 如果在这些地方设置陷阱就有能有效地捕获“跑飞”的程序。例如在一个根据累加器 A 中内容的正、负和零的情况进行三支的程序, 软件陷阱安排如下。

```

JNY   XYZ
...           ; 零处理
...
...
AJMP  ABC           ; 断裂点
NOP
NOP
LJMP  ERR           ; 陷阱
XYZ : JB   ACC.7 , UVW
...           ; 零处理
...
AJMP  ABC           ; 断裂点
NOP
NOP
LJMP  ERR           ; 陷阱
UVW : ...
...
ABC : MOV  A , R2    ; 取结果
      RET                ; 断裂点
      NOP
      NOP
      LJMP  ERR

```

由于软件陷阱都安排在正常程序执行不到的地方，故不会影响程序的执行效率。在 EPROM 容量允许的条件下，这种软件陷阱多一些为好。

如果“跑飞”的程序落到一个临时构成的死循环中时，冗余指令和软件陷阱都将无能为力。这时可以采用人工复位的方法使系统恢复正常，实际上可以设计一种模仿人工监测的“程序运行监视器”，俗称“看门狗”(WATCHDOG)。

WATCHDOG 有如下特征：

(1) 本身能独立工作，基本上不依赖于 CPU。CPU 只在一个固定的时间间隔内与之打一次交道，表明整个系统“目前尚属正常”。

(2) 当 CPU 落入死循环之后，能及时发现并使整个系统复位。

目前有很多单片机在内部已经集成了片内的硬件 WATCHDOG 电路，使用起来更为方便。也可以用软件程序来形成 WATCHDOG。例如可以采用 8031 的定时器 T0 来形成 WATCHDOG：将 T0 的溢出中断设为高级中断，其它中断均设置为低级中断，若采用 6M 的时钟，则可用以下程序使 T0 定时约 10ms 来形成软件 WATCHDOG：

```

MOV  TMOD, # 01H ;置 T0 为 16 位定时器
SETB ET0 ; 允许 T0 中断
SETB  PT0 ;设置 T0 为高级中断
MOV  TH0, # 0E0H ;定时约 10ms
SETB  TR0 ;启动 T0
SETB  EA ;开中断

```

软件 WATCHDOG 启动后,系统工作程序必须每隔小于 10ms 的时间执行一次 MOV TH0, # 0E0H 指令,重新设置 T0 的计数初值。如果程序“跑飞”后执行不到这条指令,则在 10ms 之内即会产生一次 T0 溢出中断,在 T0 的中断向量区安放一条转移到出错处理程序的指令:LJMP ERR,由出错处理程序来处理各种善后工作。

采用软件 WATCHDOG 有一个弱点,就是如果“跑飞”的程序使某些操作数变形成为了修改 T0 功能的指令,则执行这种指令后软件 WATCHDOG 就会失效。因此软件 WATCHDOG 的可靠性不如硬件高。

三、系统的恢复

前面列举的各项措施只解决了如何发现系统受到干扰和如何捕捉“跑飞”程序,但仅此还不够,还要能够让单片机根据被破坏的残留信息自动恢复到正常工作状态。

硬件复位是使单片机重新恢复正常工作状态的一个简单有效的方法。前面介绍的上电复位、人工复位及硬件 WATCHDOG 复位,都属于硬件复位。硬件复位后 CPU 被重新初始化,所有被激活的中断标志都被清除,程序从 0000H 地址重新开始执行。硬件复位又称为“冷启动”,是将系统当时的状态全部作废,重新进行彻底的初始化来使系统的状态得到恢复。用软件抗干扰措施来使系统恢复到正常状态,是对系统的当前状态进行修复和有选择的部分初始化,这种操作又可称为“热启动”。热启动时首先要对系统进行软件复位,也就是执行一系列指令来使各专用寄存器达到与硬件复位时同样的状态,这里需要注意的是还要清除中断激活标志。如用软件 WATCHDOG 使系统复位时,程序出错有可能发生在中断子程序中,中断激活标志已经置位,它将阻止同级的中断响应;而软件 WATCHDOG 是高级中断,它将阻止所有的中断响应。由此可见清除中断激活标志的重要性。在所有的指令中,只有 RETI 指令能清除中断激活标志。前面提到的出错处理程序 ERR 主要就是用来完成这一功能。这部分程序如下:

```

ORG  0030H
ERR :  CLR  EA          ; 关中断
      MOV  DPTR, # ERRI ; 准备返回地址
      PUSH DPL
      PUSH DPH
      RETI             ; 清除高级中断激活标志
ERRI :  MOV  66H, # 0AAH ; 重建上电标志
      MOV  67H, # 55H

```

```

CLR   A           ; 准备复位地址
PUSH  ACC         ; 压入复位地址
PUSH  ACC
RETI              ; 清除低级中断激活标志

```

在这段程序中用两条 RETI 指令来代替两条 LJMP 指令，从而清除了全部的中断激活标志。另外在 66H、67H 两个单元中存放一个特定的数据 0AA55H 作为软件复位标志，系统程序在执行复位操作时可以根据这一标志来决定是进行全面初始化还是进行有选择的部分初始化。如前所述，热启动时应进行部分初始化，但如果干扰过于严重而使系统遭受的破坏太大，热启动不能使系统得到正确的恢复时，则只有采取冷启动，对系统进行全面初始化来使之恢复正常。

在进行热启动时，为使启动过程能顺利进行，首先应关中断并重新设置堆栈。因为热启动过程是由软件复位（如软件 WATCHDOG 等）引起的，这时中断系统未被关闭，有些中断请求也许正在排队等待响应，因此使系统复位的第一条指令应为关中断指令。第二条指令应为重新设置栈底指令，因为在启动过程中要执行各种子程序，而子程序的工作需要堆栈的配合，在系统得到正确恢复之前堆栈指针的值是无法确定的，所以在进行正式恢复工作之前要先设置好栈底。然后将所有的 I/O 设备都设置成安全状态，封锁 I/O 操作，以免干扰造成的破坏进一步扩大。接下来即可根据系统中残留的信息进行恢复工作。系统遭受干扰后会 RAM 中的信息受到不同程度的破坏，RAM 中的信息有：系统的状态信息，如各种软件标志、状态变量等；预先设置的各种参数；临时采集的数据或程序运行中产生的暂时数据。对系统进行恢复实际上就是恢复各种关键的状态信息和重要的数据信息，同时尽可能地纠正由于干扰而造成的错误信息。对于那些临时数据则没有必要进行恢复。在恢复了关键的信息之后，还要对各种外围芯片重新写入它们的命令控制字，必要时还需要补充一些新的信息，才能使系统重新进入工作循环。

对于系统信息的恢复工作是至关重要的。系统中的信息以代码的形式存放在 RAM 中，为了使这些信息在受到破坏后能得到正确的恢复，在存放系统信息时应该采取代码冗余措施。下面介绍一种三重冗余编码，它是将每个重要的系统信息重复存放在三个互不相关的地址单元中，建立双重数据备份。当系统受到干扰后，就可以根据这些备份的数据进行系统信息的恢复。这三个地址应当尽可能的独立，如果采用了片外 RAM，则应在片外 RAM 中对重要的系统信息进行双重数据备份。片外 RAM 中的信息只有 MOVX 指令才能对它进行修改，而能够修改片内 RAM 中信息的指令则要多得多，因此在片外 RAM 中进行双重数据备份是十分必要的。通常将片内 RAM 中的数据供程序使用以提高程序的执行效率，当数据需要进行修改时应将片外 RAM 中的备份数据作同样的修改。在对系统信息进行恢复时，通常采用三中取二的表决流程。

首先将要恢复的单字节信息及它的二个备份信息分别存放到工作寄存器 R2、R3 和 R4 中，再调用表决子程序。子程序出口时若 F0=0 表示表决成功，即三个数据中有两个是相同的；若 F0=1 表示表决失败，即三个数据互不相同。表决结果存放在累加器 A 中。表决子程序如下：

```

VOTE3:      MOV   A, R2    ; 第一数据与第二数据比较
            XRL   A, R3

```

```
JZ    VOTE32
MOV   A , R2    ; 第一数据与第三数据比较
XRL   A , R4
JZ    VOTE32
MOV   A , R3    ; 第二数据与第三数据比较
XRL   A , R4
JZ    VOTE31
SETB  FO        ; 失败
RET
VOTE31 : MOV   A , R3    ; 以第二数据为准
        MOV   R2 , A
VOTE32 : CLR   FO        ; 成功
        MOV   A , R2    ; 取结果
        RET
```

所有重要的系统信息都要一一进行表决，对于表决成功的信息应将表决结果再写回到原来的地方，以进行统一；对于表决失败的信息要进行登记。全部表决结束后再检查登记，如果全部成功，系统将得到满意的恢复。如果有失败者，则应根据该失败信息的特征采取其它补救措施，如从现场采集数据来帮助判断，或者按该信息的初始值处理，其目的都是为了使系统得到尽可能满意的恢复。

MULTISIM2001 电路仿真分析方法之一 —— 直流工作点分析

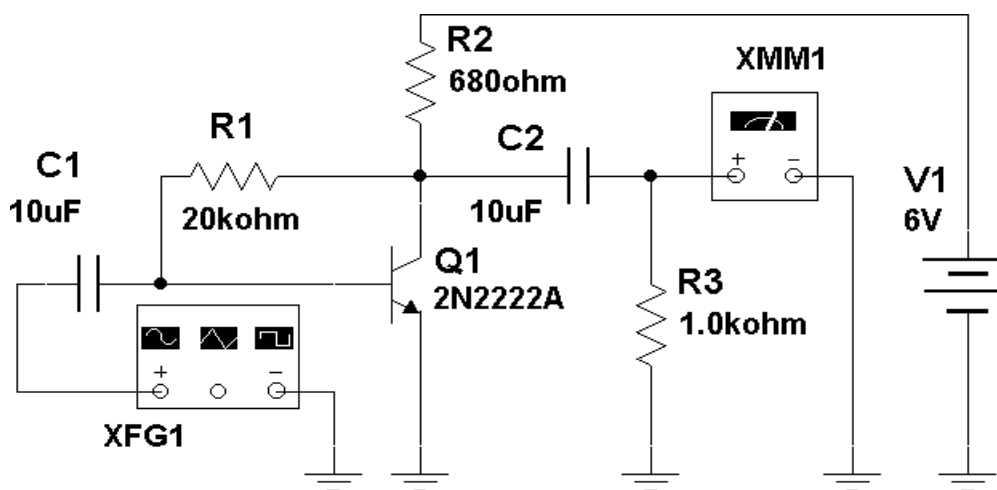
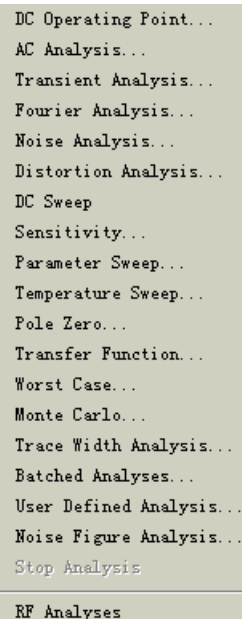
作者：苍穹

目前 MULTISIM 软件在国内被普遍使用，很多电路工程师用其进行电路仿真，但有不少工程师对它的各种分析方法不太了解，本刊将对其的各种分析方法逐一进行介绍。

启动 Simulate 菜单中的 Analyses 命令，即可弹出如右图所示的一组菜单项。菜单项中共列有 18 项分析方法，从上至下分别为：直流工作点分析、交流分析、瞬态分析、傅里叶分析、噪声分析、失真分析、直流扫描分析、灵敏度分析、参数扫描分析、温度扫描分析、极点—零点分析、传输函数分析、最坏情况分析、蒙特卡罗分析、批处理分析、用户定义分析、噪声图形分析及 RF 分析。本篇先介绍直流工作点分析。

直流工作点分析 (DC Operating Point Analysis) 是在电路电感短路、电容开路的情况下，计算电路的静态工作点。直流分析的结果通常可用于电路的进一步分析，如在进行暂态分析和交流小信号分析之前，程序会自动先进行直流工作点分析，以确定暂态的初始条件和交流小信号情况下非线性器件的线性化模型参数。

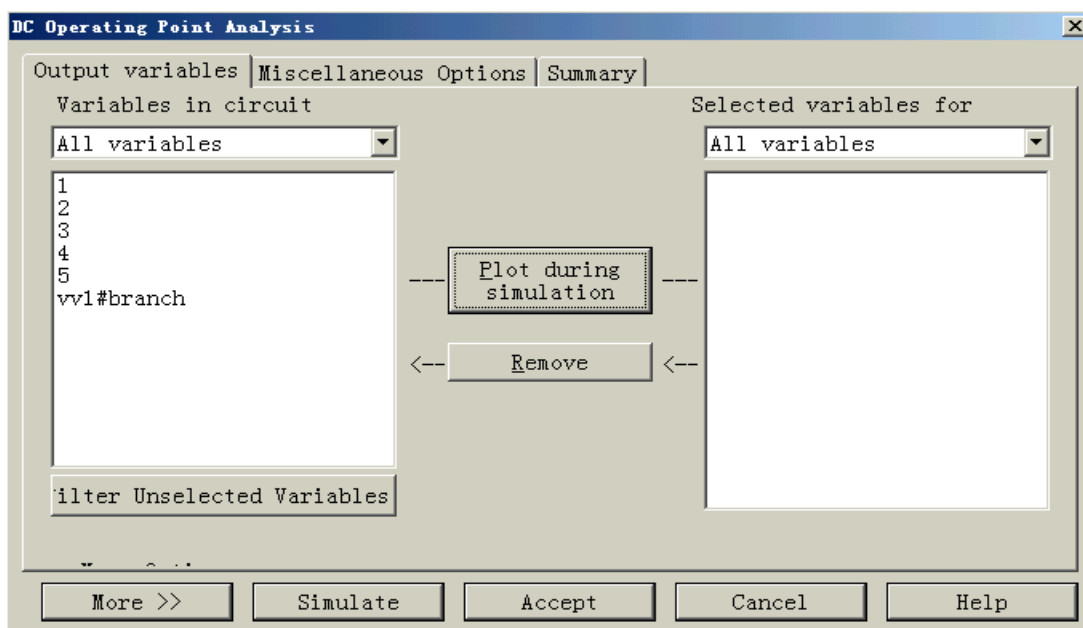
下面以图一所示的简单晶体管放大电路为例，介绍直流工作点分析的基本操作过程。



图一

首先在电路窗口中编辑出图一所示的电原理图，再启动 Simulate 菜单中 Analyses 命令下的 DC Operating Point 命令项，此时出现如图二所示的 DC Operating Point Analysis 对话框。

该对话框包括 Output variables、Miscellaneous Options 及 Summary 共 3 页。注意：这 3 页也会同样出现于其他分析的对话框中，因而此处给出详细介绍。



图二

1. Output variables 页：主要作用是选定所要分析的节点。

Variables in circuit 栏内列出的是电路中可用于分析的节点以及流过电压源的电流等变量。如果不需要这么多的变量显示，可点击 Variables in circuit 下拉列表的下箭头按钮，出现变量类型选择表。其中 Voltage and current 是仅显示电压和电流变量，Voltage 仅显示电压变量，Current 仅显示电流变量，Device / Model Parameters 显示的是元件 / 模型参数变量（如果有的话），All variables 则显示程序自动给出的全部变量。

如果还需显示其他参数变量，可点击该栏下的 Filter Unselected Variables 按钮，可对程序没有自动选中的某些变量进行筛选。点击此按钮，出现 Filter nodes 对话框。

该对话框有 3 个选项，Display internal nodes 选项的功能是显示内部节点，Display submodules 选项的功能是显示子模型的节点，Display open pins 选项的功能是把连接开路的引脚（即没被用到的引脚）也显示出来。选中者将与节点等变量同时出现在栏内。

Selected variables for analysis 栏用来确定需要分析的节点。默认状态下为空，需要用户从 Variables in circuit 中选取，方法是：首先选中左边的 Variables in circuit 栏中需要分析的一个或多个变量，再点击 Plot during simulation 按钮，则这些变量出现在 Selected variables for analysis 栏中。如果不想分析其中已选中的某一个变量，可先选中该变量，点击 Remove 按钮即将其移回 Variables in circuit 栏内。

该区中按钮的作用分别为：

Add device / model parameter 是在 Variables in circuit 栏内增加某个元件 / 模型的参数。点击该按钮，出现 Add device/model parameter 对话框。

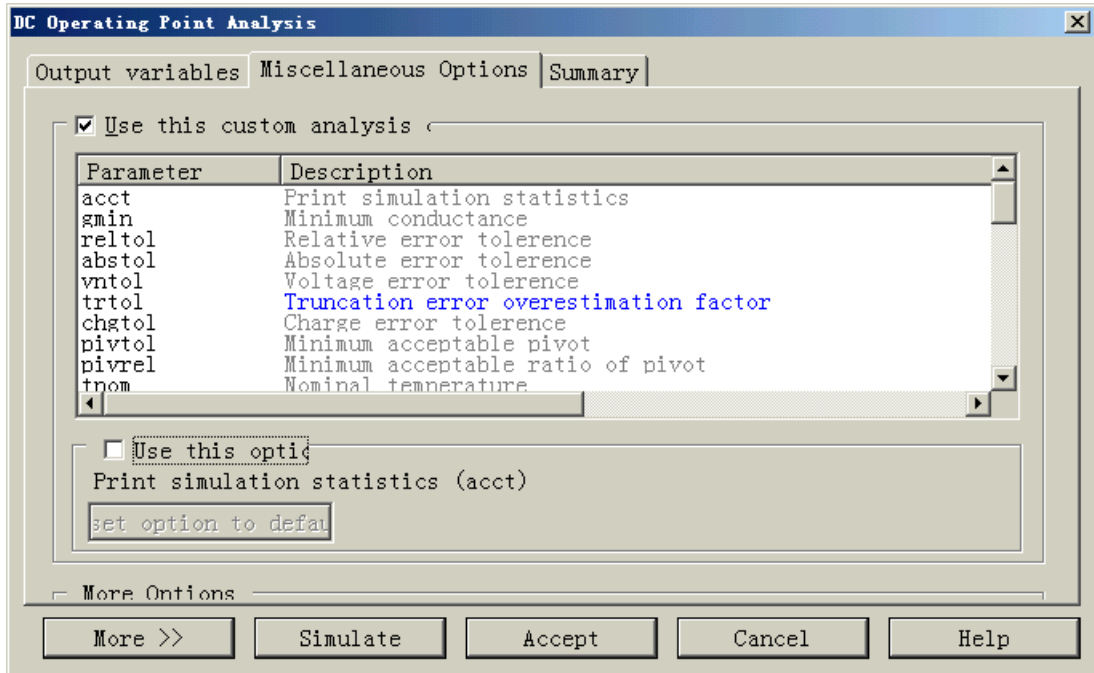
可以在 Parameter Type 栏内指定所要新增参数的形式：然后分别在 Device Type 栏内指定元件模块的种类、在 Name 栏内指定元件名称（序号）、在 Parameter 栏内指定所要使用的参数。

Delete selected variables 是删除已通过 Add device / model parameter 按钮选择到 Variables in circuit

栏内且不再需要的变量。首先选中变量，然后单击该按钮即可删除。

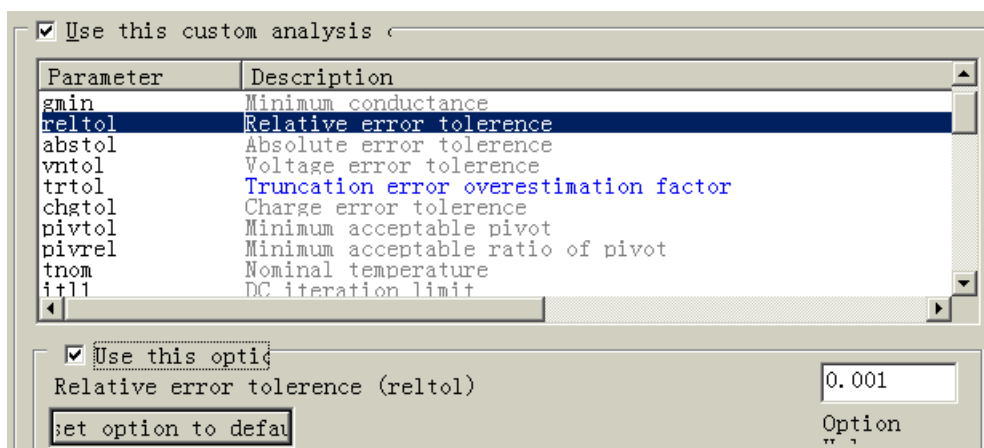
Filter Selected Variables 与 Filter Unselected Variables 类似，不同之处在于前者只能筛选由后者已经选中且放在 Selected variables for analysis 栏的变量。

2. Miscellaneous Options 页：与仿真分析有关的其他分析选项设置页，如图三所示。



图三

其中 Use this custom analysis 用来选择程序是否采用用户所设定的分析选项。可供选取设定的项目已出现在下面的栏中，其中大部分项目应该采用默认值，如果想要改变其中某一个分析选项，则在选取该项后，再选中下面的 Use this option 选项，并在其右边出现一个栏，可在该栏中指定新的参数。以相对的误差量为例，选取 reltol 项，再选中下面的 Use this Option 选项，如图四所示。



图四

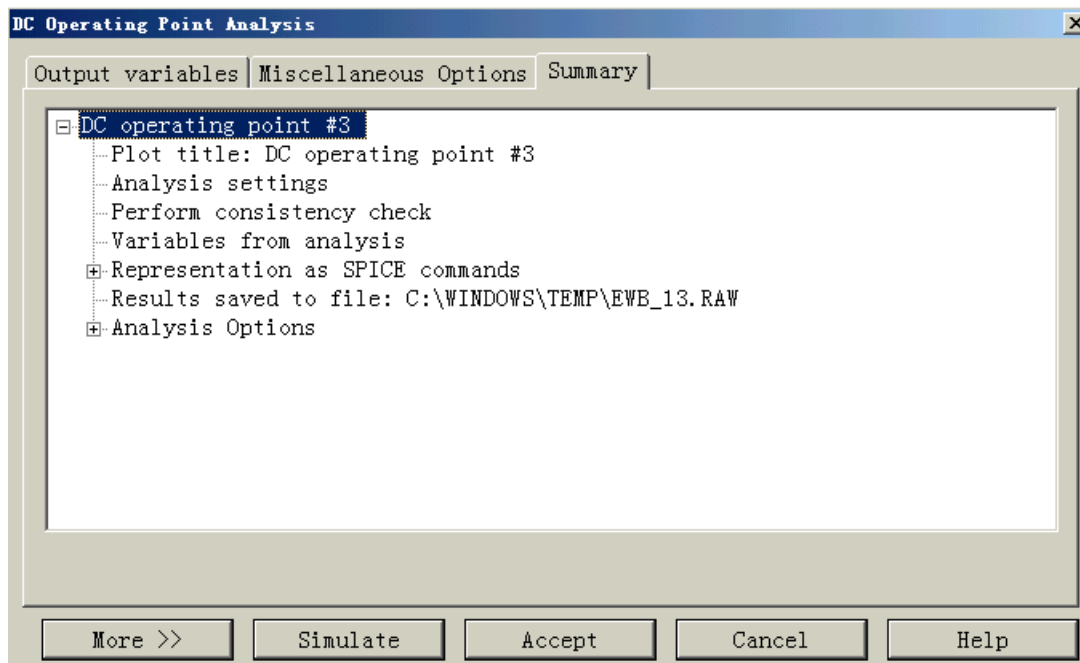
在此对话框右下角的栏内输入新的值即可改变相对误差参数。如要恢复默认值只需点击左下角的

Reset option to default 按钮即可，

该页右下角也有一个 MORE>>按钮，点击该按钮后将出现 More Option 对话框。

其中，若选择 Perform Consistency check before starting analysis 项，则表示在进订分析之前要先进行一致性检查。Maximum number of 栏用来设定最多的取样点数。Title for 用来输入所要进行分析的名称（可用中文）。

3. Sununny 页：对分析设置进行汇总确认，如图五所示。



图五

在 Summary 页中，程序给出了所设定的参数和选项，用户可确认检查所要进行的分析设置是否正确。

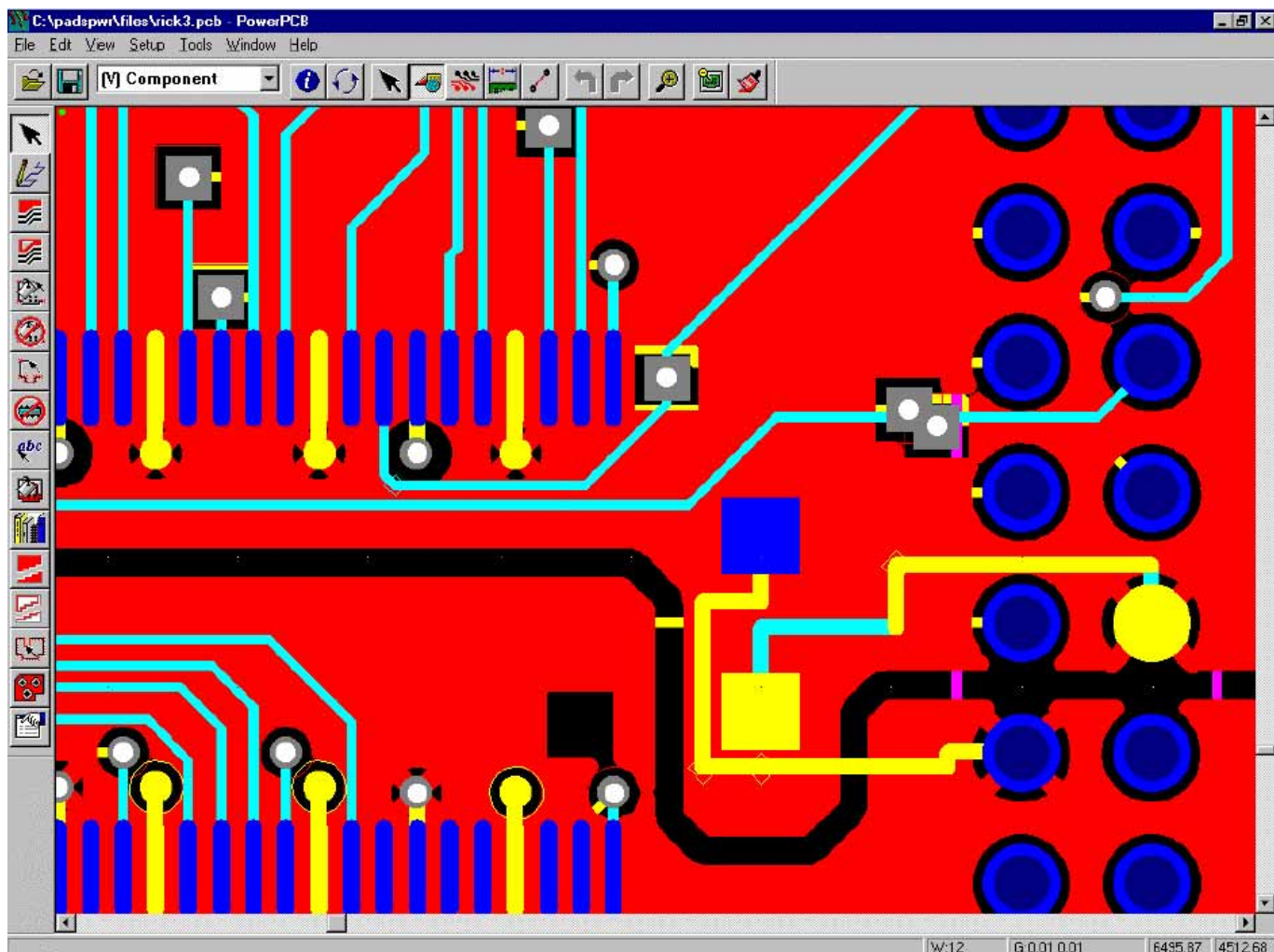
经过前两页的设置，如果在 Summary 页内确认正确，点击 Simulate 按钮即可进行分析。

如果不想立即进行分析，而要保存设定的话，可点击 Accept 按钮；如果要放弃设定则点击 Cancel 按钮即可。

PADS 软件使用介绍（二）

（接上期）

多电源 / 地线自动分隔设计(Split/Mixed Planes Tools)



多电源 / 地线自动分隔设计工具(Split/Mixed Planes Tools)提供了一个自动化的工具,对于同一平面层(电源或地线层)上的多个电源或地线自动进行分隔,自动生成所需用的热焊盘(Thermal Pad),避免了由于区域分隔不当而产生的错误。

物理设计可重复设计(Physical DesignReuse)

对于可重复设计利用的部分 PCB 布局 / 布线,将其保存并且在新的设计中加以利用,以达到节约设计时间,缩短产品推向市场的周期。

可测试性设计(DFT-Audit)

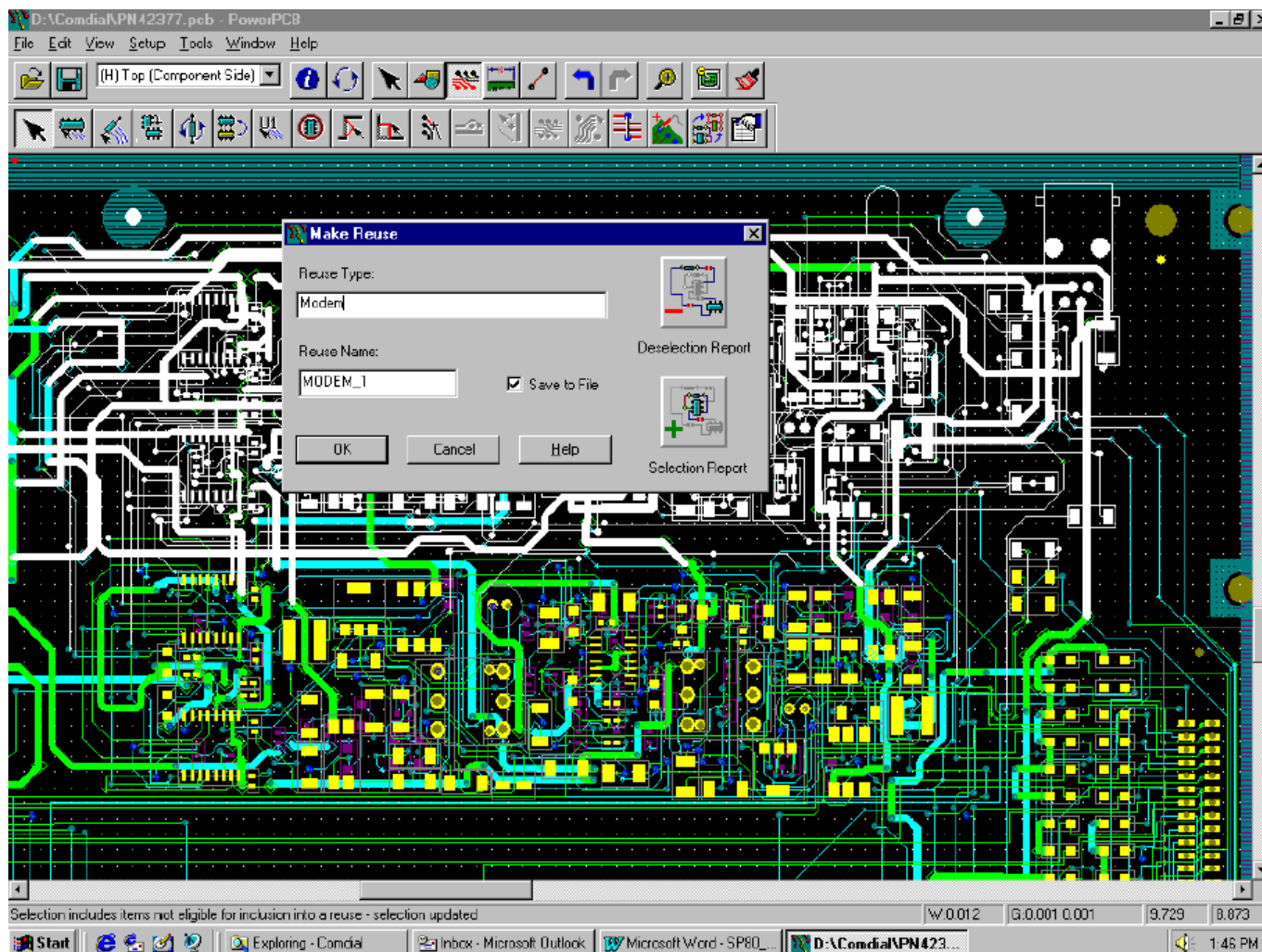
针对已经完成的 PCB 设计,可测试性设计(DFT-Audit)模块自动地对所有需要的网络自动地增加测试点,以便与在线测试仪连接,进行 PCB 板的自动测试。

无网格布线器(Cadence/CCT-Specctra)

— 界面与工作模式:具有 Windows 标准图形用户界面;可在 Batch 批处理模式下全自动工作,也可在人工控制下交互式操作。具有完整的在线帮助;使用下拉菜单、命令行和弹出菜单进行控制。

— 数据库:以外形为基础(Shape Base)无网格数据库,系统精度为 0.01mil,可使用微米、毫米、mil 和英寸四种单位进行工作;可进行作业的自动备份,并能判断设计完成状态进行最佳备份。

设计约束：每层的布线方向可设定为水平、垂直和任意；使用复杂的层次设计约束规则，从 PCB、Class 类(网络的集合)、Net 网络、Group 组(管脚对的集合)到 FromTo 管脚对，并可对管脚、器件的类型进行定义，实现菊花链、平衡驱动、中间驱动和最小分枝树等布线方法；约束规则可指定复杂间距阵列、布线



方法、布线顺序，允许 T 型布线和 T 型分枝长度，并可对线形、过孔数目和布线方向进行定义和约束。

定义与选择：可定义 Class 类、Group 组、复杂形状布线窗口和禁布区域；支持预布线；可对元素进行排序；设定布线原则和策略；可对所选元素进行多重选择；可定义多个窗口，并可使约束规则和命令操作仅作用于所定义的选择或窗口，以便于实现数模混合电路以及复杂电路的设计。

自动布线：可对长对角型飞线做截断优化处理；可对 SMD 器件做自动引伸过孔处理，可控制引伸的长度和方向，并能实现过孔共享及相邻通孔焊盘借用；可以将对称线集中预布；可对元素进行保护，防止已布的线重布；布线器采用以外形为基础的直接 Manhattan 连线连接、拆线重布消除冲突、动态推挤等算法进行布线，并可自动根据约束规则、目前状态和上一遍结果作出策略调整，以迅速达到高速度布线和 100% 布通率；可使用 Center 功能将导线在焊盘之间自动居中、使用 Clean 功能自动拆线并重新布线、使用 Critic 功能自动清除冗余线、使用 Recorner 功能自动将 90 度线转换为 45 度和 135 度布线。

智能化工具：具有智能网格功能。可根据设计的复杂程度和现在的状态，在布线过程中智能地调整布线栅格，并可限定调整范围。具有智能布线功能，可根据设计的复杂程度、器件的封装类型自动作出最佳布线策略和方法的智能化调整，以便在达到更高的布通率和更好的布线效果。

视图与控制：具有完善的设计元素显示、高亮控制和视图控制功能，并可实现自动的视图按层分解；自动测量功能可测量任意两点之间的直线距离以及 X、Y 方向上的距离；具有 Undo/Redo 功能；可生成完整的设计报告，包括元器件、焊盘、过孔、所定义的元素、约束规则、布线状态和设计错误等。Cadence/CCT-

Specctra 集成在 PADS-PowerPCB 环境中，也可通过转换器(Translator)进行独立操作。

CCT 高级规则控制(CCT-ADV)

CCT 高级规则控制(CCT-ADV)作为 Cadence/CCT-Specctra 的功能选件，支持 CCT 复杂规则集(PCB、Class 类(网络的集合)、Net 网络、Group 组(管脚对的集合)和 From To 管脚对)在某一层次上的约束设计；支持对于过孔类型的约束规则；可定义时间(延时)和长度等电参数因子。

CCT 生产工艺设计(CCT-DFM)

CCT-DFM 作为 CCT-Specctra 的功能选件，能够自动将 90 度角转换为 45 度或 135 度倒角，并可控制转换参数(效果优于 Cadence/CCT-Specctra 的 Recorner 功能)；可自动将平行线分散排匀；可自动添加测试点(Test Point)，可定义测试点的类别，并可定义和控制测试点的分布。

CCT-Hybrid 设计(CCT-HYB)

CCT-HYB 作为 CCT-Specctra 的功能选件，可在 Cadence/CCT-Specctra 中支持盲孔和埋孔，可支持在 SMD 焊盘上生成过孔，可对高密度焊盘做分散处理。

CCT 高速电路设计控制(CCT-FST)

CCT-FST 高速电路设计控制作为 Cadence/CCT-Specctra 的功能选件，可控制高速电路设计中布线的长度、延时，并可进行串扰和噪声的计算、分析和控制；可进行不同网络或管脚对的耦合布线；支持区域规划，实现不同区域范围的分区布线；可自动为信号线增加地线或电源线屏蔽；支持自动将 90 度角转换为圆弧倒角；支持虚拟管脚功能，以实现复杂信号布线和汇流点控制。

四、PCB 设计分析工具

动态电性能检查(Electro Dynamic Checking)

概述：动态电性能检查(EDC)提供了在 PCB 设计过程中或设计后对 PCB 设计进行电特性的检验和仿真功能，用于检查当前设计是否满足高速电路设计的要求。EDC 提供了不必进行 PCB 实际制造和元器件装配以及实际电路测量，而是通过仿真 PCB 电特性参数的手段，进行 PCB 设计分析，从而为高速电路 PCB 设计提供依据，缩短设计周期、降低成本。

检查类型：EDC 分为线性参数检查和串扰分析检查两部分，并可定义检查项目。

线性参数检查：EDC 依据在 PowerPCB 中定义的 PCB 板参数(PCB 板的层数、每层铜的厚度、层间介质的厚度以及介质的绝缘参数)、导线和覆铜的宽度和长度、空间距离，并指定电、地层等参数，自动对 PCB 设计的每条网络和导线计算出阻抗、长度、容抗和延时等数据。DEC 对 PowerPCB 中基本规则集和扩展规则集中的高速电路设计规则进行约束定义，对于检查中超出约束范围的错误给出指示并产生相应的报告。

串扰分析检查：串扰是指在 PCB 板上存在着两条以上的导线，由于平行走线长度过长或距离过近，或信号网络产生过长的分支或回路，所引起信号交叉干扰或混乱现象。

平行串扰：限定于同一信号层中两条以上的平行导线。

串行串扰：限定于不同信号层上的中两条以上的平行导线，并考虑到电、地层的屏蔽作用。

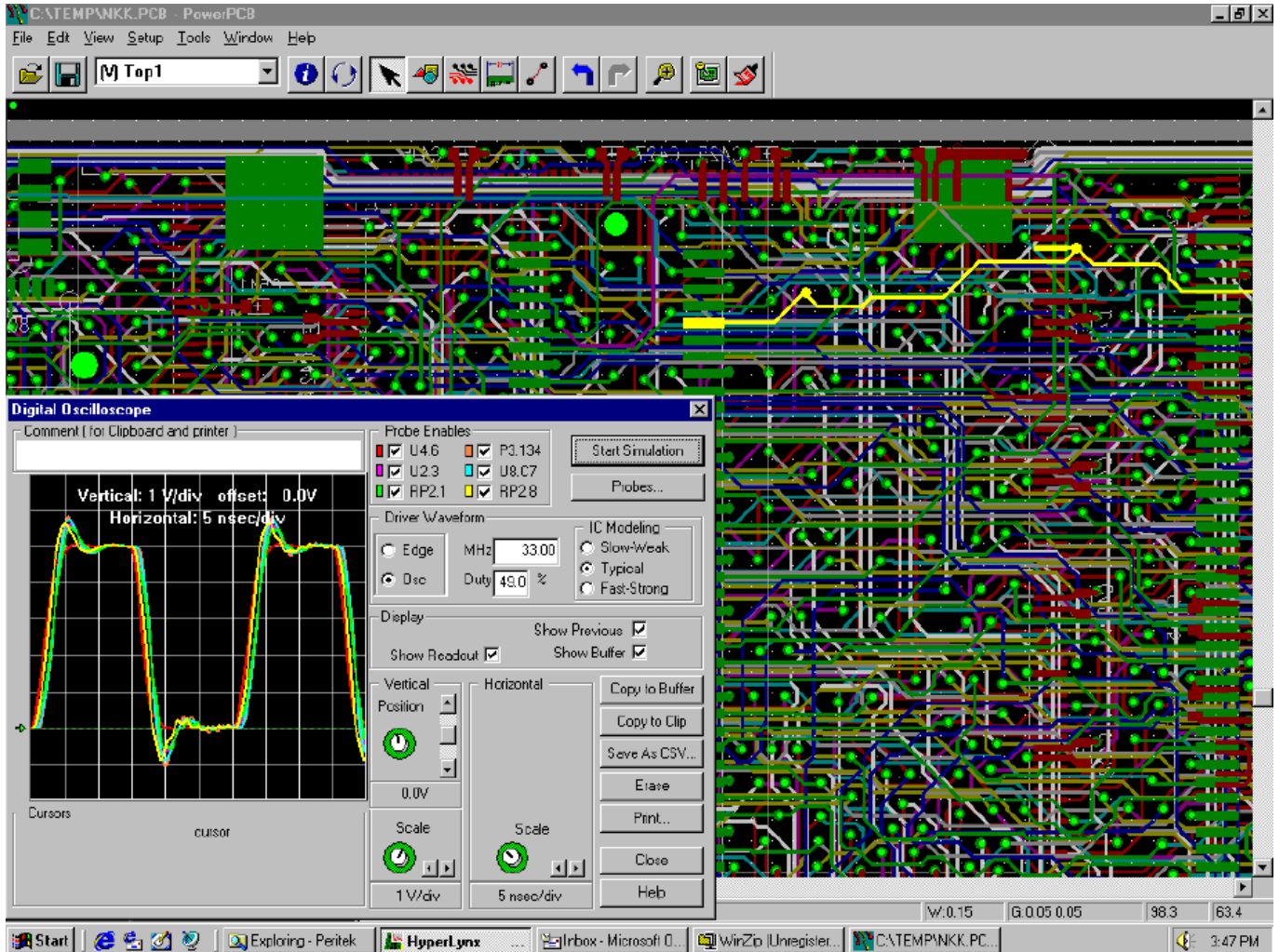
分支线：分支线(T型连线)是指在主信号干线上由分支线与其它管脚或导线相连，分支线长度过长时将会引起信号衰减或混乱。

回路：回路是指信号网络构成闭合回路，使信号混乱或产生振荡，并容易引起电流干扰和寄生信号。良好的高速电路设计应避免信号串扰、回路和分支线过长的产生，即采用菊花链布线，EDC 可自动判断信号网络是否为菊花链布线。串扰分析检查从 PowerPCB 中基本规则集和扩展规则集中的高速电路设计规则进行定义，由 EDC 进行检查，对于超出约束范围的错误给出指示并产生相应的报告。

布局布线后信号完整性分析(BoardSim)、电磁兼容性分析(BoardSim EMC)和串扰分析(BoardSim Crosstalk)

BoardSim EMC 在 PCB 设计中或 PCB 设计完成后，进行门特性、传输线特性、信号特性以及电磁兼容分析。它具有 Windows 标准的图形用户界面和完整的在线帮助系统，并支持标准的 Windows 图形剪贴板。BoardSim EMC 与 PowerPCB 具有内部的转换接口，可将 PowerPCB 的 PCB 参数、布局布线设计结果、元器件类型参数自动传输到 BoardSim EMC 中。BoardSim EMC 支持 IBIS 标准器件模型，并允许用户对 PCB 参数和元器件

参数进行重新定义。



BoardSim EMC 可以提供上升沿、下降沿、频率或占空比可调的方波激励信号，通过对信号进行时域上的计算和仿真，以分析传输线、门特性对系统时序及信号质量的影响，通过加在被分析网络上各点的多通道波形显示器观察过冲、下冲、扰动和振荡等故障现象。BoardSim EMC 的时域波形显示器支持对数坐标和线性坐标。

BoardSim EMC 综合门特性和 PCB 布局布线引起的延时、阻抗和容抗等传输线特性，做出综合信号仿真，提供给工程师设计高速电路必需的信号仿真及分析手段，并允许用户根据仿真结果改变元器件类型和参数，以达到理想的信号质量。BoardSim EMC 无需进行实际的 PCB 制造、元器件的装配和加电测试，从而大大缩短了研制开发周期。

BoardSim EMC 可以自动将仿真结果通过频谱分析仪在频域上进行变换和映射，可提供上升沿、下降沿、频率和占空比可调的方波激励信号，可定义射频分析中心频率和带宽。BoardSim EMC 可通过分析结果迅速侦测出设计中存在的电磁兼容性问题。BoardSim EMC 的频域波形显示器支持对数坐标和线性坐标。

BoardSim Corsstalk 串扰分析工具采用内置的电磁场分析工具和耦合方式模拟仿真器，可以进行多个高速信号之间的串扰分析。既可以进行正向的串扰分析，也可以进行反向的串扰分析。

五、CAM 工具

自动尺寸标注(Automatic Dimensioning)可采用毫米、Mil 和英寸三种单位对各种元素进行自动测量和尺寸标注。

不同装配版本输出(Assembly Variant)可以根据需要，对同一个设计产生不同的生产加工装配版本文档资料。

DXF 双向接口(DXF Link)具有与 Autodesk 公司的 AutoCAD 软件进行 DXF 文件格式的双向转换。可在 PADS 系统中进行的 PCB 设计文件以 DXF 格式输出,供 AutoCAD 输入,以完成更为复杂的图形处理以及三维变换工作;同时,也可将 AutoCAD 中进行的设计,以 DXF 格式输出至 PADS-PowerPCB 系统,以实现在原理图中和 PCB 系统中应用复杂图形和文字,具有多种线型和文字功能,可实现复杂线型、文字和汉字的输入,支持 Windows 西文和汉字字体,并可以文本编辑器方式整段输入,缺省提供汉字和特殊符号库。

PDC 双向接口(Pro/Engineer Link)

具有与 PDC 公司的三维机械 CAD 软件 Pro/Engineer 的双向接口,进行 IDF 文件格式的双向转换。可在 PADS 系统中进行的 PCB 设计文件以 IDF 格式输出,供 Pro/Engineer 输入,以完成更为复杂的图形处理以及三维变换工作;同时,也可将 Pro/Engineer 中进行的设计,以 DIF 格式输出至 PADS-PowerPCB 系统,以实现在原理图中和 PCB 系统中应用复杂图形和文字,具有多种线型和文字功能,可实现复杂线型、文字和汉字的输入,支持 Windows 西文和汉字字体,并可以文本编辑器方式整段输入,缺省提供汉字和特殊符号库。

CAM 工具(CAM350 系列软件)

CAM350 具有 32 层光绘文件的检查和处理能力;可自动生成负片;可自定义 D 码表,并可自动实现 D 码合并和优化;具有自动覆铜、编辑层和电气元素功能;自动切除丝印;自动生成泪滴焊盘;自动去除孤立焊盘;自动生成网络连接表;PCB 设计规则检查(DRC);具有查询、测量和拼板等强大的 CAM 功能;支持 274-D、274-X、Fire9000、Barco DPF、HPGL、HPGL/2 和 IPC D-350 等标准格式输入和输出;提供与 PADS 系统设计文件的双向翻译和传输。

贴片 / 插件数据生成工具(CAM Plus)

将 PADS 系统的 PCB 设计 CAM 输出功能扩展至实现计算机辅助装配,产生自动贴片机和自动插件机所需的文件和数据,以便自动地完成元器件的拾取、粘贴和装配等工作。支持 Dynapert、Simens、Universal、Philips、Quad 和其它厂家的自动贴片机和插件机的数据格式。

附:PADS Software Inc. (比思软件公司)介绍

PADS Software Inc. (比思软件公司)成立于 1986 年,公司总部位于美国麻萨诸塞州的万宝路市,在全球 45 个国家和地区设有销售和服务机构,是国际著名的电子设计自动化(EDA)软件厂商。在印制电路板计算机辅助设计(PCB-CAD)系统中占有很大的市场份额。全球已安装了 60,000 多套 PADS 软件。

PADS 软件公司成立十三年来,先后推出了 PADS-Logic、PADS-PCB、PADS-2000、PADS-Work、PADS-Perform、PADS-PowerPCB、PowerBGA、PADS-PowerLogic 和 PADS-PowerSuite 等一系列主流产品。

PADS 软件公司主要致力于互连设计(Interconnect Design)工具的开发,包括 BGA、多芯片模式(MCM)等设计工具、PCB 设计工具和分析工具、信号完整性分析 / 电磁兼容性 / 串扰分析工具、生产加工制造等一系列在电子设计领域中应用最为普遍、而又非常重要的设计环节的设计开发工具,PADS 软件公司为用户提供高性能、高效率、非常实用的专业互连设计工具。

PADS 软件具有业界公认的先进技术和强大的功能,其设计系统使用的方便性和容易性也是一致公认的。PADS 软件公司的 PowerPCB 系统于 1998 年被业界评选为最容易使用的设计工具。

PADS 软件公司是目前唯一能在 PC 平台全面采用下列多项先进技术的 EDA 软件厂商。这些技术包括在线设计规则检查(On-lineDRC)、动态布线(Dynamic Route)、规则驱动(Rules Driven)设计、动态电性能分析(Electro Dynamic Check)、以外形为基础(Shape Base)的无网格布线、簇布局(Cluster Placement)、目标连接与嵌入(OLE Automation)、设计系统中嵌入 SaxBasic Engine、可测试性设计(Design for Testing)、极坐标方式的元件布局(RadialArray Placement)、多电源 / 地线的自动分隔(Split/Mixed Layer)、不同的装配版本输出(Assembly Variant)、物理设计可重复(Physical Design Reuse)、支持用户定义属性(attributes)、软件模块的网络浮动(Float License)、信号完整性分析(Signal Integred) / 电磁兼容性(EMI)和串扰分析(Crosstalk)工具等。同时,PADS 软件还具有元器件库的在线编辑和浏览、智能建库工具(Wizard)、原理图与 PCB 版图的自动对应修改(Engineering Change Order)、可编辑大小和形状的泪滴焊盘、智能覆铜(Cooper Pour)、圆弧倒角、任意角度(0.001°)布局和布线、支持单面板布线时自动产生跳线

(Jumper)、元器件的推挤布局(Shove)、导线的推挤布线(Shove)/总线布线(Bus Route)/草图法布线(Sketch)等功能,具有强大的打印/绘图和光绘/钻孔输出功能,并可进行输出预览(Preview),全面地支持数控钻床/自动贴片机/自动插件机等多种CAM设备,支持PCB生产加工的数据处理。为了满足片上系统(System on a Chip)设计需要、PADS软件推出全新的PowerBGA软件。

PADS软件公司于1997年成功的收购了HyperLynx公司,使自己的产品范围从PCB设计扩展到信号完整性分析/电磁兼容性分析/串扰分析领域。1998年,PADS软件公司收购了Advanced CAM Technology公司,使PADS软件公司又进入了新的生产加工制造数据管理系统领域。

PADS软件运行在Windows 95、98、ME和NT操作环境中。

PADS软件公司的产品,具有UNIX功能强大和Windows图形用户环境易于使用的特点,这使得电子工程师很容易掌握并控制这些强大的功能。这些先进技术的应用、多平台多层次的解决方案、高性能价格比、易于学习和使用的特点,使得PADS软件毋庸置疑地成为板级设计和分析领域的绝对领导者。

随着电子技术的飞速发展,PC机的性能不断地提高,同时伴随着WindowsNT操作系统的不断发展和完善,以及PC机和UNIX工作站硬件和软件的价格差异,越来越多的电子工程师愿意在PC机上完成电子系统设计和分析、电路仿真、可编程器件设计、PCB设计和分析以及包括文档资料编辑等在内的全部电子设计工作。当众多的EDA厂商现在开始意识到EDA软件系统PC化这一潮流,纷纷推出其Windows NT版本时,而PADS软件公司早在多年之前,就开发了高性能的基于Windows环境的PC版本,同时提供PC网络版本,为用户建立自己的EDA系统提供了灵活的多平台和多环境配置方案。

PADS软件的灵活性,不仅仅体现在能适应多种硬件和软件环境,其软件产品的模块化结构、组合配置方案、便捷的升级方式,都给用户提供了灵活自由的配置方法。PADS软件针对不同的用户,提供了从通用的基本PCB设计、封装设计到专业的高速系统设计工具。

进入九十年代以来,电子技术高速发展,新技术、新工艺的不断涌现,使得EDA的范围在不断地扩大、技术在不断地发展。全线产品的EDA厂家将精力分散于EDA系统的各个环节,而难于做到面面俱到又样样精通;相反,一些专业性的EDA厂商,则针对某些设计技术和领域,进行开发和应用,做到专一独到、行之有效。PADS软件公司就是在PCB设计和分析领域非常成功的EDA厂商,其软件产品匠心独具、技术专长。PADS软件公司的PCB设计和分析工具已成为全球电子工程师最乐意使用、应用数量最多、应用范围最广的EDA工具。

EDA是一个环节众多、技术全面的多文化世界,众多的专项技术公司占据了绝大部分的市场份额。这些公司在各自的技术领域具有最先进的技术和软件产品,集中这些先进技术的代表者,将会构成一个最佳的EDA系统。PADS软件公司在致力于发展PCB设计和分析技术的同时,保持其系统开放性的特点,PADS软件不仅给用户的功能强大、技术先进的PCB设计和分析工具,而且为集成第三方优秀的EDA软件提供了开放的环境。PADS软件全面支持OLE协议和标准,PADS软件的先进性和开放性,获得了众多EDA厂商的一致认同,绝大多数EDA软件都提供与PADS软件的接口。

PADS软件公司著名的联合销售联盟(VIA-Vendor IntegrationAlliance)程序框架,提供了集成第三方EDA软件最佳环境。PADS公司高性能的PCB设计和分析工具与第三方高性能的CAE、CAM和M-CAD的组合,为用户提供了完整的EDA环境和解决方案。目前,PADS公司的VIA系统已经集成了数十家著名的EDA厂商的软件产品。例如,Dynamic Soft Analysis的热分析工具BETAsoft;Aldec, Inc.的系统和电路仿真设计工具ACTIVE-CAD;ViewlogicSystem, Inc.先进的EDA系统;Cadence/CCT著名的无网格布局布线器SPECCTRA等。

PADS推出集成化的EDA系统 PADS - PowerSuite就是技术先进、功能强大、全面的电子设计解决方案。

本刊物由苍穹电子网(<http://www.51circuit.com/>)提供。

刊物内文章版权归苍穹电子网与原作者所有,任何媒体及网站未经许可,不得复制或转贴。

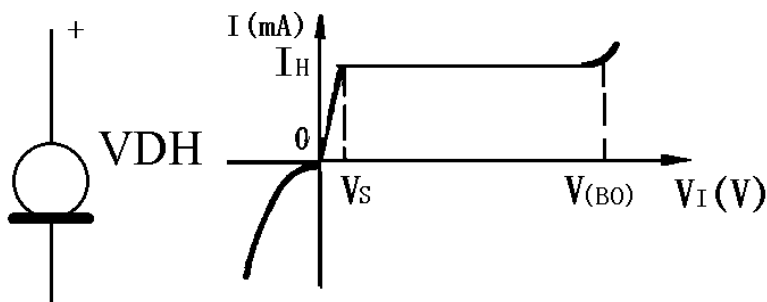
恒流二极管与恒流三极管的介绍与应用

作者：流星

恒流二极管和恒流三极管是近年来问世的半导体恒流器件，而恒流三极管又是在恒流二极管的基础上发展而成的。它们都能在很宽的电压范围内输出恒定的电流，并具有很高的动态阻抗。由于它们的恒流性能好、价格较低、使用简便，因此目前已被广泛用于恒流源、稳压源、放大器以及电子仪器的保护电路中。

一、恒流二极管的性能特点

恒流二极管（CRD）属于两端结型场效应恒流器件。其电路符号和伏安特性如图一所示。恒流二极管在正向工作时存在一个恒流区，在此区域内 I_H 不随 V_I 而变化；其反向工作特性则与普通二极管的正向特性有相似之处。恒流二极管的外形与3DG6型晶体管相似，但它只有两个引线，靠近管壳突起的引线为正极。



(a) 电路符号 (b) 伏安特性

图一 恒流二极管

恒流二极管的主要参数有：恒定电流（ I_H ），起始电压（ V_S ），正向击穿电压（ $V_{(BO)}$ ），动态阻抗（ Z_H ），电流温度系数（ T ）。其恒定电流一般为0.2~6mA。起始电压表示管子进入恒流区所需要的最小电压。恒流二极管的正向击穿电压通常为30~100V。动态阻抗的定义是工作电压变化量与恒定电流值变化量之比，对恒流管的要求是 Z_H 愈大愈好，当 I_H 较小时 Z_H 可达数兆欧， I_H 较大时 Z_H 降至数百千欧。电流温度系数由下式确定：

$$T = [(I_H / I_H) / T] * 100\%$$

式中的 I_H 、 T 分别代表恒定电流的变化量与温度变化量。需要指出，恒流二极管的 T 可以为正值，也可以是负值，视 I_H 值而定。一般讲，当 $I_H < 0.6\text{mA}$ 时， $T > 0$ ；当 $I_H > 0.6\text{mA}$ 时， $T < 0$ 。因此， $I_H < 0.6\text{mA}$ 的恒流管具有正的电流温度系数， $I_H > 0.6\text{mA}$ 的管子则具有负的电流温度系数。假如某些管子的 I_H 值略低于0.6mA，那么其 T 值伴随 I_H 的变化既可为正，又可为负，通常就用绝对值表示。 T 的单位是%/。

恒流二极管在零偏置下的结电容近似为10pF，进入恒流区后降至3~5pF，其频率响应大致为0~500kHz。当工作频率过高时，由于结电容的容抗迅速减小，动态阻抗就降低，导致恒流特性变差。

常用的国产恒流二极管有2DH系列，它分为2DH0、2DH00、2DH100、2DH000四个子系列。

二、恒流三极管的性能特点

恒流三极管是继恒流二极管之后开发出的三端半导体恒流器件。前已述及，恒流二极管只能提

供固定值的恒定电流，外界无法改变；而恒流三极管增加了一个控制端，能在一定范围内对恒定电流进行连续调节，调节范围为 0.08 ~ 7.00mA，视具体管子型号而定，这就给用户带来了方便。

恒流三极管的电路符号、典型接法和如图二所示。与普通晶闸管 (SCR) 相似，它也有三个电极：阳极 (A)，阴极 (K)，控制极 (G)。在电路中 A 极接正电压，K 极接可调电阻 R_K ，G 极接 R_K 的另一端。由图二 (b) 可见，当 $R_K=0$ 时，G-K 极间短路，恒流三极管就变成了恒流二极管，此时输出电流为最大，有关系式： $I_O=I_{Hmax}$ ，接入 R_K 之后， I_H 就减小，并且 R_K 越大， I_H 越小。因此，调节 R_K 就能获得连续变化的恒定电流。

国产 3DH 系列恒流三极管包含 3DH1 ~ 3DH15 (金属壳封装) 15 种型号。

三、检测恒流二极管的方法

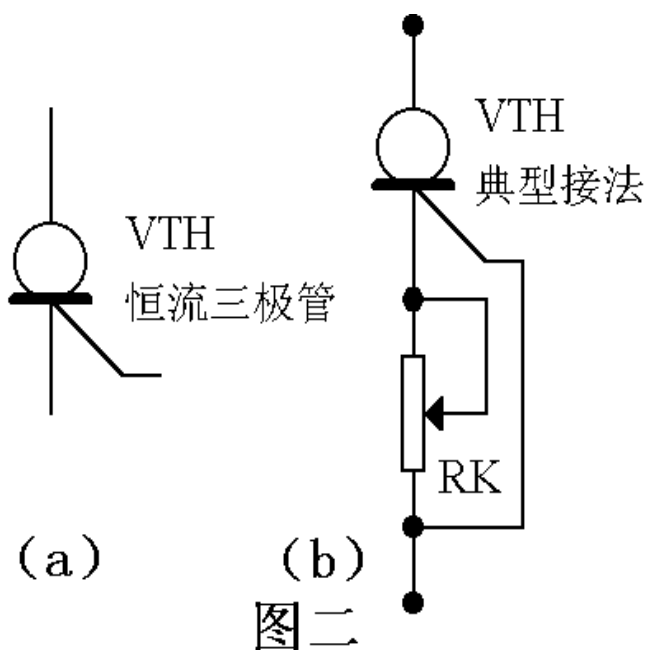
检测恒流二极管的电路如图三所示。E 是可调直流电源，向恒流二极管提供工作电压 V_I 。用直流毫安表测量恒定电流 I_H ，同时用一块直流电压表监测工作电压 V_I 。当 V_I 从 V_s 一直上升到 $V_{(BO)}$ 时， I_H 应保持恒定。电路中的 R_L 为负载电阻。

实际测量一只 2DH04C 型恒流二极管，其标称恒定电流 $I_{Hn}=0.4mA$ ，正向击穿电压 $V_{(BO)}=70V$ 。采用如图三所示电路，由 HT-1714C 型直流稳压电源代替 E，提供 0 ~ 30V 的工作电压。将两块 500 型万用表分别拨到直流 1mA 挡和 2.5V (或 10V、50V 挡)，测量 I_H 与 V_I 值。 R_L 选用 10k 欧电位器。首先把 R_L 调至零欧，然后改变 E 值，可测得其特性参数。

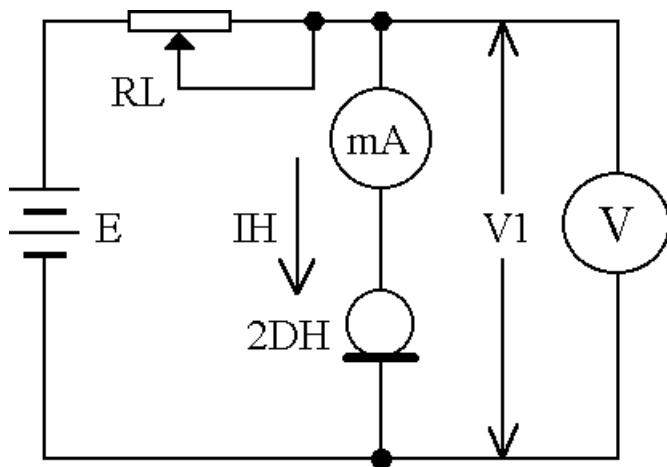
从实测数据可以得到，当 $V_I=1.5V$ 时管子进入恒流区， $I_H=0.34 \sim 0.36mA$ ，因此该管子的起始电压 $V_s=1.5V$ 。当 $V_I=1.5 \sim 15V$ 时， I_H 恒定不变；当 $V_I=1.5 \sim 30V$ 时， I_H 最多只增加 0.02mA，变化率小于 5.9%。

然后将 R_L 从零欧调至 10k 欧，重复上述试验。在 $V_I=1.5 \sim 30V$ 的范围内， $I_H=0.34 \pm 0.03mA$ ，变化率 $I_H/I_H < 8.9%$ 。由此证明被测恒流二极管的恒流特性良好，在满足 $R_L \ll Z_H$ 之条件下， I_H 基本不随负载而变化。

测量时需注意以下事项：



图二



图三 恒流二极管检测电路

- (1) 测量恒流二极管时极性不得接反，否则起不到恒流作用，并且还容易烧毁管子。
- (2) 由恒流二极管组成电路时，必须使 $R_L \ll Z_H$ ，否则恒流特性无法保证。
- (3) 恒流二极管的正向击穿电压 $V_{(BO)}$ 一般为 30 ~ 100V。利用兆欧表与直流电压表能够测量 $V_{(BO)}$ 值。具体方法是将恒流二极管的正、负极分别接兆欧表的 E、L 接线柱。然后按额定转速摇动兆欧表的手柄，使恒流二极管处于正向软击穿状态，借助于直流电压表即可读出 $V_{(BO)}$ 值。兆欧表的输出电压虽然可达几百至几千伏，但其内阻很高，因此输出电流很小，不会损坏管子。一旦被测管子正向击穿，兆欧表的输出电压就被钳位于击穿电压上。用此法实测上例中的 ZDH04C， $V_{(BO)}=72V$ ，比规定值（70V）略高一点。测量时管子极性亦不得接反。

四、恒流管的应用技巧

1、扩展电流或电压的方法

(1) 利用并联法扩流、串联法升压

使用一只恒流二极管只能提供几毫安的恒定电流，若将几只恒流管并联使用，则可以扩大输出电流。例如 2DH5C 型恒流管的 $I_H=5mA$ ，两只管子并联后为 10mA，电流扩展了一倍。需要指出，将几只恒流二极管并联使用时，恒流源的起始电压等于这些管子中的最大值，而正向击穿电压则等于这些管子中的最小值。此外，在扩展电流的同时，恒流源的动态阻抗将变小。

利用串联法可以提升电压。例如，将几只性能相同的恒流二极管串联使用，可将耐压值提高到 100V 以上。假如每只管子的恒流值不等，那末恒流值较小的管子将首先进入恒流状态。必要时可给 I_H 值较小的管子并联一只分流电阻，使各管子同时进入恒流状态。

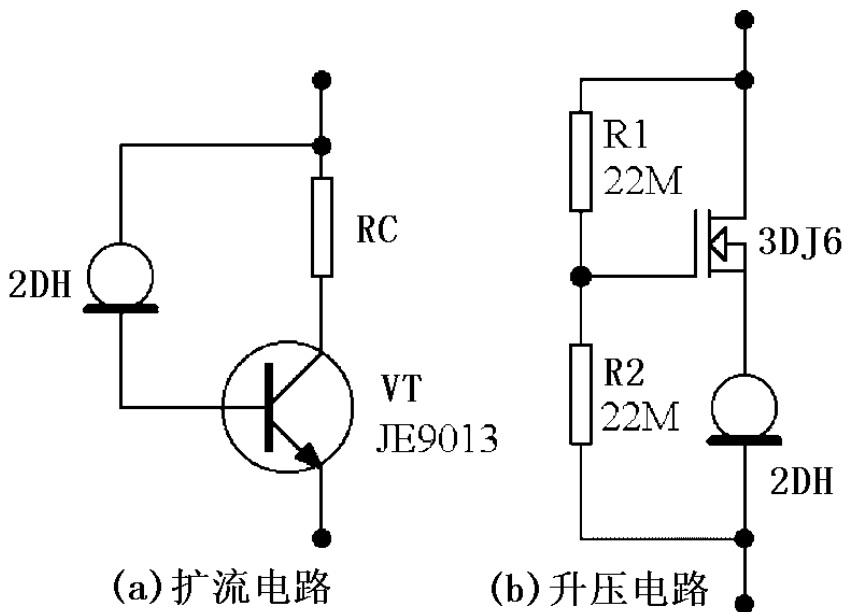
(2) 利用晶体管、场效应管进行扩流及升压

扩流及升压电路分别如图四 (a)、(b) 所示。

图四是由晶体管 JE9013 和恒流二极管构成的扩流电路。设恒流管的恒定电流为 I_H ；JE9013 的共发射极电流放大系数为 h_{FE} ，扩展后的恒流值由下式确定：

$$I_H' = (h_{FE} + 1)I_H \quad h_{FE} I_H$$

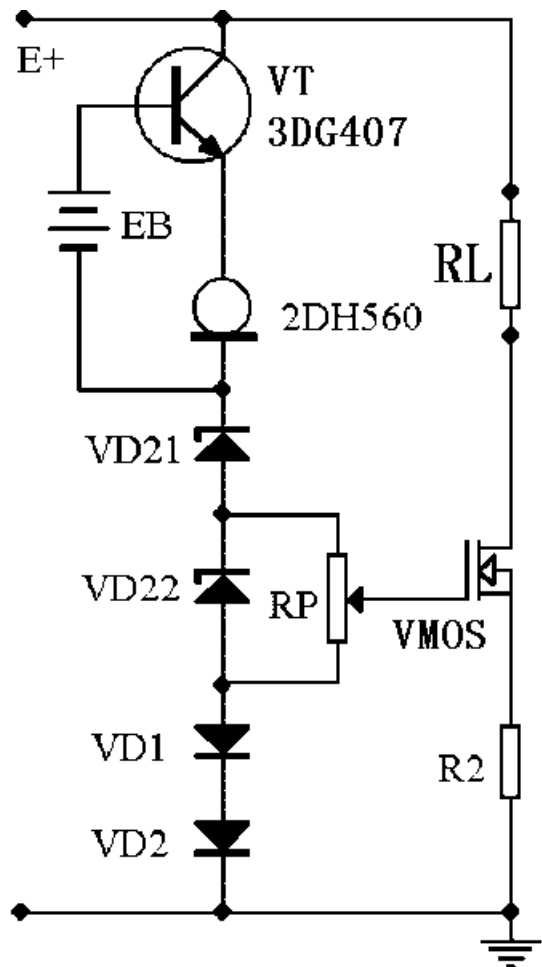
由结型场效应管 3DJ6 与恒流二极管组成的升压电路如图四 (b) 所示。R1、R2 均为偏置电阻，阻值应取几十兆欧。令恒流二极管的正向击穿电压为 $V_{(BO)}$ ，结型场效应管的漏-源极击穿电压为 V_1 ，则恒流源的耐压值 $V_2 = V_{(BO)} + V_1$



图四 扩流及升压电路

2. 同时进行扩流和升压

某些情况下要求对恒流二极管同时进行扩流与升压，这时可采用如图五所示的电路。现由NPN型高反压管VT(3DG407)、恒流二极管2DH560、辅助电源 E_B 构成扩流电路。2DH560的 $I_H=5.60\text{mA}$ ，起始电压 $V_S=4.0\text{V}$ ，设VT的发射结压降 $V_{BE}=0.65\text{V}$ ， E_B 应大于 V_S 与 V_{BE} 之和(4.65V)。VD1和VD2为温度补偿二极管。输出级采用VMOS管，其栅极电压由稳压管VDz1、VDz2和电位器RP所决定。VMOS管属于高效场效应功率管，其性能远优于双极型功率管。它具有输入阻抗高、驱动电流小、耐压高(最高可承受1200V的高压)、工作电流大(1.5~100A)、输出功率高(1~250W)等优点。该恒流源电路能同时达到扩展恒定电流与提高工作电压之双重目的。在业余条件下，亦可用3只3DD15型大功率晶体管并联后代替VMOS管，但是要求这些管子的 h_{FE} 值必须一致，并且要给每只管子加装合适的散热器。



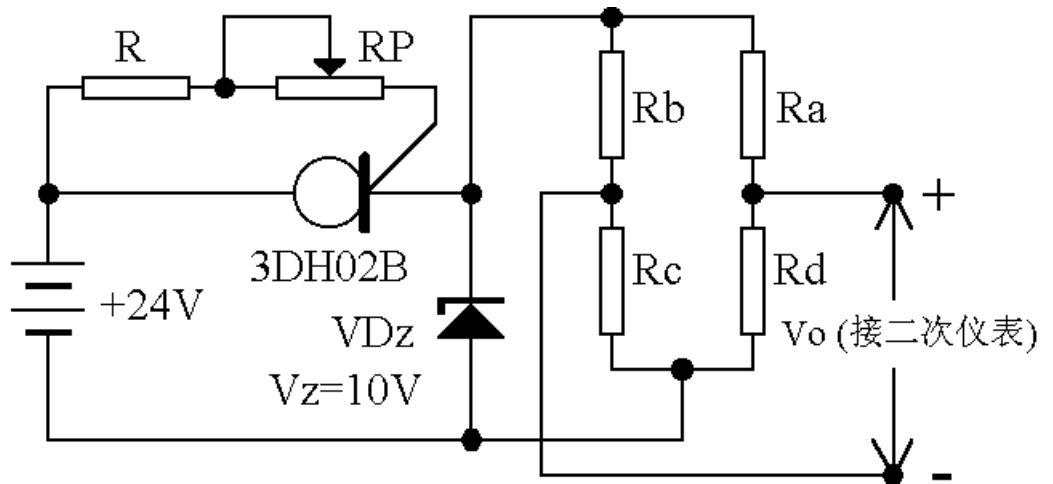
图五 同时扩流和升压的电路

五、恒流管在测量仪表中的应用

1. 恒流三极管在电子秤中的应用

恒流三极管在电子秤中的应用电路如图六所示。力敏传感器由4只接作桥路的电阻应变片 R_a - R_d 构成。供桥电压采用了恒流、稳压供电。输入电压为24V直流电压。调整电位器RP，可使恒流三极管3DH02B输出 $I_H=40\text{mA}$ 的恒定电流。其中，流过12V稳压管的电流 $I_z=10\text{mA}$ ，而流过传感器的电流

$I_L=30\text{mA}$ 。在称重时，应变片发生应变，传感器就产生相应的输出电压 V_o ，送至二次仪表，最终显示出被测物体的重量。由于供桥电压E是用恒流与稳压方式获得的，其稳定度达0.05%，因此可保证称重的准确性。



图六 恒流三极管在电子秤中的应用

集成电路的种类与用途

作者：陈建新

在电子行业，集成电路的应用非常广泛，每年都有许许多多通用或专用的集成电路被研发与生产出来，本文将对集成电路的知识作一全面的阐述。

一、集成电路的种类

集成电路的种类很多，按其功能不同可分为模拟集成电路和数字集成电路两大类。前者用来产生、放大和处理各种模拟电信号；后者则用来产生、放大和处理各种数字电信号。所谓模拟信号，是指幅度随时间连续变化的信号。例如，人对着话筒讲话，话筒输出的音频电信号就是模拟信号，收音机、收录机、音响设备及电视机中接收、放大的音频信号、电视信号，也是模拟信号。所谓数字信号，是指在时间和幅度上离散取值的信号，例如，电报电码信号，按一下电键，产生一个电信号，而产生的电信号是不连续的。这种不连续的电信号，一般叫做电脉冲或脉冲信号，计算机中运行的信号是脉冲信号，但这些脉冲信号均代表着确切的数字，因而又叫做数字信号。在电子技术中，通常又把模拟信号以外的非连续变化的信号，统称为数字信号。目前，在家电维修中或一般性电子制作中，所遇到的主要是模拟信号；那么，接触最多的将是模拟集成电路。

集成电路按其制作工艺不同，可分为半导体集成电路、膜集成电路和混合集成电路三类。半导体集成电路是采用半导体工艺技术，在硅基片上制作包括电阻、电容、三极管、二极管等元器件并具有某种电路功能的集成电路；膜集成电路是在玻璃或陶瓷片等绝缘物体上，以“膜”的形式制作电阻、电容等无源器件。无源元件的数值范围可以作得很宽，精度可以作得很高。但目前的技术水平尚无法用“膜”的形式制作晶体二极管、三极管等有源器件，因而使膜集成电路的应用范围受到很大的限制。在实际应用中，多半是在无源膜电路上外加半导体集成电路或分立元件的二极管、三极管等有源器件，使之构成一个整体，这便是混合集成电路。根据膜的厚薄不同，膜集成电路又分为厚膜集成电路（膜厚为 $1\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ ）和薄膜集成电路（膜厚为 $1\mu\text{m}$ 以下）两种。在家电维修和一般性电子制作过程中遇到的主要是半导体集成电路、厚膜电路及少量的混合集成电路。

按集成度高低不同，可分为小规模、中规模、大规模及超大规模集成电路四类。对模拟集成电路，由于工艺要求较高、电路又较复杂，所以一般认为集成50个以下元器件为小规模集成电路，集成50 - 100个元器件为中规模集成电路，集成100个以上的元器件为大规模集成电路；对数字集成电路，一般认为集成1~10等效门/片或10~100个元件/片为小规模集成电路，集成10~100个等效门/片或100~1000元件/片为中规模集成电路，集成100~10,000个等效门/片或1000~100,000个元件/片为大规模集成电路，集成10,000以上个等效门/片或100,000以上个元件/片为超大规模集成电路。

按导电类型不同，分为双极型集成电路和单极型集成电路两类。前者频率特性好，但功耗较大，而且制作工艺复杂，绝大多数模拟集成电路以及数字集成电路中的TTL、ECL、HTL、LSTTL、STTL型属于这一类。后者工作速度低，但输入阻抗高、功耗小、制作工艺简单、易于大规模集成，其主要产品为MOS型集成电路。MOS电路又分为NMOS、PMOS、CMOS型。

NMOS 集成电路是在半导体硅片上，以 N 型沟道 MOS 器件构成的集成电路；参加导电的是电子。PMOS 型是在半导体硅片上，以 P 型沟道 MOS 器件构成的集成电路；参加导电的是空穴。CMOS 型是由 NMOS 晶体管和 PMOS 晶体管互补构成的集成电路称为互补型 MOS 集成电路，简写成 CMOS 集成电路。

除上面介绍的各类集成电路之外，现在又有许多专门用途的集成电路，称为专用集成电路。

下面我们先介绍模拟集成电路中不同功能的电路。

1. 集成运算放大器

集成运算放大器是一种高增益的直接耦合放大器，其内部包含数百个晶体管、电阻、电容，但体积只有一个小功率晶体管那么大，功耗也仅有几毫瓦至几百毫瓦，但功能很多。它通常由输入级、中间放大级和输出级三个基本部分构成。运算放大器除具有十、一输入端和输出端外，还有十、一电源供电端、外接补偿电路端、调零端、相位补偿端、公共接地端及其他附加端等。它的放大倍数取决于外接反馈电阻，这给使用带来很大方便。其种类有通用型运算放大器，比如 $\mu\text{A}709$ 、5G922、FC1、FC31、F005、4E320、8FC2、SG006、BG305 等；通用型有 F748、F108、XFC81、F008、4E322 等；低功耗放大器（UPC253、7XC4、5G26、F3078 等）；低噪声运算放大器（如 F5037、XFC88）；高速运算放大器（如国产型号有 F715、F722、4E321、F318，国外的有 $\mu\text{A}702$ ）；高压运算放大器（国产的有 F1536、BG315、F143）；还有电流型、单电源、跨导型、静电型、程控型运算放大器等。

2. 稳压集成电路

稳压集成电路又称集成稳压电源，其电路形式大多采用串联稳压方式。集成稳压器与分立元件稳压器相比，体积小，性能高、使用简便可靠。集成稳压器的种类有，多端可调式、三端可调式、三端固定式及单片开关式集成稳压器。

多端可调集成稳压器精度高、价格低，但输出功率小，引出端多，给使用带来不方便。多端可调式集成稳压器可根据需要加上相应的外接元件，组成限流和功率保护。国内外同类产品基本电路形式有区别，基本原理相似。国产的有 W2 系列、WB7 系列、WA7 系列、BG11 等。

三端可调式输出集成稳压器精度高，输出电压纹波小，一般输出电压为 1.25V ~ 35V 或 1.25V ~ 35V 连续可调。其型号有 W117、W138、LM317、LM138、LM196 等型号。

三端固定输出集成稳压器是一种串联调整式稳压器，其电路只有输入、输出和公共 3 个引出端，使用方便。其型号有 W78 正电压系列、W79 负电压系列。

开关式集成稳压器是新的一种稳压电源，其工作原理不同上述三种类型，它是由直流变交流再变直流的变换器，输出电压可调，效率很高。其型号有 AN5900、HA17524 等型号，广泛用于电视机、电子仪器等设备中。

3. 音响集成电路

单响集成电路随着收音机、收录机、组合音响设备的发展而不断开发。对音响电路要求多功

能、大功率和高保真度。比如一块单片收音机、录音机电路，就必须具有变频、检波。中放、低放、AGC、功放和稳压等电路。音响集成电路工艺技术不断发展，采用数字传输和处理，使音响系统的各项电声指标不断提高。比如，脉冲码调制录音机、CD唱机，能使信噪比和立体声分离度切变好，失真度减到最小。

音响集成电路按本身的电路功能分有，高、中频放大集成电路、功放集成电路、低噪前置放大集成电路、立体声解码集成电路、单片收音机、收录机集成电路。驱动集成电路及特殊功能集成电路。

高、中频放大器集成电路体积小而紧凑，自动增益高、控制特性好、失真小，在收音机、收录机中得到广泛应用。其中调幅集成电路的型号有FD304、SL1018、SL1018AM、TB1018等型号。调频集成电路有TA7303、TDA1576、LA1165、LA1210、TDA1062等型号。调幅、调频共用集成电路内设AM变频功能、AM检波功能、FM鉴频限幅功能。调频立体声接收机的专门用的立体声解码电路。后期（70年代以后）产品有LA3350、LA3361、HA11227、AN7140、BA1350、TA7343P等型号。单片集成电路已成为世界流行的一种单片音响集成电路。用单片收音机集成电路装配收音机其成本低，调试方便。其中ULN2204型AM收音机集成电路，功能齐全，能在3V~12V电压范围内工作。类似型号有HA12402、TA7613、ULN2204A型等。

特殊功能集成电路有显示驱动电路、电动机稳速电路、自动选曲电路及降噪电路等。

其中双列5点LED电平显示驱动集成电路可同时驱动10只发光二极管，它是高中档收录机、收音机、CD唱机等音响设备中，用来作音量指示、交直流电平指示、交直流电源电压指示的常用集成电路。比如，我国生产的SL322、SL325等型号，国外的LB1405、TA7666P型等。6、7、9点LED电平显示驱动集成电路的型号有SL326、SL327、LB1407、LB1409型等。

特殊功能的集成电路除上述外，还有自动选曲集成电路、降噪集成电路等。比如，有NE464、LM1101、LA2730、uPC1180、HA12045、HA12028等型号，有的电路型号具有一定的兼容性。

4. 电视集成电路

电视机采用的集成电路种类繁多，型号也不统一，但有趋向单片机和两片机的高集成化发展。用于电视机的集成电路列举如下：

（1）伴音系统集成电路

电视伴音系统目前新动向，就是采用电视多重伴音系统，使用各种单片式或多块式电视双伴音信号处理集成电路。比如，用于彩色电视机伴音电路的BL5250型、BJ5250、DG5250型伴音中放、音频功放集成电路。该电路采用16引脚双列直插式，并附有散热片。D7176P、uPC1353C型伴音中放、限幅放大集成电路，具有高增益、直流工作点稳定、检波失真小、频响性能好、输出功率大等特点。uPC1353C型与AN1353型功能完全相同。其直流音量控制范围达80dB，输出级电压范围为9V~18V，失真小于0.6%，最大音频输出功率为1.2W~2.4W。

用于伴音中放、功放的集成电路还有：D7176、TA7678AD、IX0052CE、IX0065CE、AN241P、CA3065、KA2101、LA1365、TA7176、KC583型等。

（2）行场扫描集成电路

行场扫描集成电路性能优于分立元件电路，并且有的集成扫描电路系统采用了数字自动同步电路，可得到稳定的场频信号，保证了隔行扫描的稳定性，可省掉“场同步”电位器调整，提高了自动化程度。比如，D7609P、LA1460、TA7609P、TB7609等型号，电路功能有：同步分离、场输出、场振荡、AFT、行振荡保护等。

D002（国产）、HA11669（国外）型电路，电路功能有行振荡、行激励；D004（国产）、KC581C（国外）型电路，主要功能是场振荡、场输出；D7242、TA7242P、KA2131、uPC1031Hz、LA1358、uPC1378h等型号，主要功能是场振荡、场输出，场激励；D1031Hz、BG1031Hz、LD1031Hz、uPC1031Hz型电路主要功能有：场振荡、场输出。

（3）图像中放、视放集成电路

早期的中频通道集成电路，是用三块集成电路分别完成中放、视频检波及AFT等功能。目前已出现把图像中放、视频，伴音中放，行场扫描三大系统压缩在一块芯片中的集成电路，使电路简化，给使用、调试带来更大方便。

该类集成电路有：D1366C、SF1366、uPC1366、CD003、HA1167、D7607AP、TA7607、AN5132、CD7680CD、HA1126D、HA11215A、TB7607、TA7611AP、LA1357N、AN5150、M51353 P等。

（4）彩色解码集成电路

彩色解码电路的功能是恢复彩色信号，使图像的颜色正常。早期的彩色解码集成电路是由几块电路完成，如国产的5G3108、5G314、7CD1、7CD2、7CD3等；后来采用单片式PAL制彩色解码集成电路，如TA7193AP / P、TA7644AP/P、IX02ICE、uPC1400c、M51338SP、M51393AP、IX0719CE、AN5625型等。其中的AN5625、uPC1400C等集成电路应用了数字滤波延时网络，有的把全部小信号处理集成到一块电路中，使电路体积减小，功能更全。

（5）电源集成电路

目前多数电视机的电源控制采用了集成电路，电路类型有开关型和串联型。

开关稳压电源控制的集成电路有：W2019、IR9494、NJM2048、AN5900型等；属于串联型直流稳压集成电路有：STR455、STR451、LA5110、LA5112、STR5404等型号。

（6）遥控集成电路

遥控集成电路分为遥控发射集成电路和遥控接收集成电路。比如，用于日立CEP - 323D型彩电、福日HFC - 323型彩电的集成电路为uPD1943G和LA7234型遥控集成电路。uPD1943G为遥控发射电路，发射红外光信号；LA7224为遥控接收集成电路。

uPD1943G为20引脚双引直插封装（也有22列扁平封装），其主要参数与特点如下：

为CMOS电路，特点与M50119相似；

电源电压为3V，电源电流为0.1mA ~ 1mA；

输出电流为13mA，功耗为0.25W；

可配接4 × 8键，共32个控制功能。

M50142P和uPC1373H为一对遥控集成电路。

uPC1373H的主要参数与特点：

电源电压为 6V ~ 14.4V。

电流变化范围为 1.3mA ~ 3.5mA；

允许耗散功率为 0.27W；

主要特点、结构、引脚排列与 LA7224 相同；

常在第 4 脚对地接一个 150k 电阻。

5. 电子琴集成电路

电子琴集成电路有 5G2208、5G001、5G002、CW93520、LM6402、M112、Z8611 等型号，其外形只有小钮扣大小，内部含有振荡器、音符发生器、前置放大器等电路，能演奏 22 ~ 61 个基本音符。5G005 型为音阶发生器，LM8071 集成电路可作回响主音阶发生器，它是电子琴核心器件之一。M208 是一种单片电子琴 NMOS 集成电路，内设短阵处理 61 琴键，并设可抗抖动电路。YM3812 是一种新型电子琴专用音源集成电路。

6. CMOS 集成电路

在数字集成电路中，我们只介绍 MOS 数字集成电路中的 CMOS 电路。因为在一些小家电中，CMOS 集成电路用得比较广泛。

(1) CMOS 集成电路的特点

CMOS 电路的结构、制作工艺不同于 TTL 电路，CMOS 集成电路的功耗很低。一般小规模 CMOS 集成电路的静态平均功耗小于 10uW，是各类实用电路中功耗最低的。比如 TTL 集成电路的平均功耗为 10mw 是 CMOS 电路的 10 倍。但 CMOS 集成电路的动态功耗随工作频率的升高而增大。

CMOS 电路的输入特性用输入电流和电容表示，由于电路的输入电阻很高，输入电路一般小于 0.1uA；输入电容是各种杂散电容总和，一般在 5pF 左右。

CMOS 电路的输出特性取决于输出线路形式和输出管的特性参数。大多数 CMOS 电路可用输出驱动电流、逻辑电平及状态转换时间来表示输出特性。

(2) CMOS 集成电路的类型

CMOS 电路的类型很多，但最常用的是门电路。

CMOS 电路中的逻辑门有非门、与门、与非门、或非门、或门、异或门、异或非门，施密特触发门、缓冲器、驱动器等。

非门也称反相器，它是只有 1 个输入端和 1 个输出端的逻辑门。输入为高电平时，输出即为低电平；反之，输出为高电平。输出与输入总是反相或互补的。与门具有 2 个或 2 个以上输入端和 1 个输出端。当所有输入都是高电平时，输出也为高电平；只要有 1 个或互个以上输入低电平时，输出就为低电平。

与非门则是当输入端中有 1 个或 1 个以上是低电平时，输出为高电平；只有所有输入是高电平时，输出才是低电平。

或门具有 1 个或端，2 个或 2 个以上的输入端。当所有输入为低电平时，输出才是低电平。如果有 1 个或 1 个以上输入是高电平，则其输出变相电平。或非门电路是当得入端都处于低电平时，

其输出才呈现高电平；只要有1个或互个以上输入为高电平，输出即为低电平。

异或门电路有2个输入端，1个输出端。当2个输入端中只有一个是高电平时，输出则为高电平；当输入端都是低电平或都是高电平时，输出才是低电平。

异或门倒相就变为异或非门。异或非门也称作为“同或门”。异或非门只有2个输入端，1个输出端，当2个输入端都是低电平或都是高电平时，输出为高电平；2个输入端只有1个是高电平时，输出才是低电平。

最基本线路构成的门电路存在着抗干扰性能差和不对称等缺点。为了克服这些缺点，可以在输出或输入端附加反相器作为缓冲级；也可以输出或输入端同时都加反相器作为缓冲级。这样组成的门电路称为带缓冲器的门电路。

带缓冲输出的门电路输出端都是1个反相器，输出驱动能力仅由该输出级的管子特性决定，与各输入端所处逻辑状态无关。而不带缓冲器的门电路其输出驱动能力与输入状态有关。另一方面。带缓冲器的门电路的转移特性至少是由3级转移特性相乘的结果，因此转换区域窄，形状接近理想矩形，并且不随输入使用端数的情况而变化、加缓冲器的门电路，抗干扰性能提高10%电源电压。此外，带缓冲器的门电路还有输出波形对称、交流电压增益大、带宽窄、输入电容比较小等优点。不过，由于附加了缓冲级，也带来了一些缺点。例如传输延迟时间加大，因此，带缓冲器的门电路适宜用在高速电路系统中。

在数字电路中，由于TTL电路、CMOS电路、ECL电路等，它们的逻辑电平不同，当这些电路相互联接时，一定要进行电平转换，使各电路都工作在各自允许的电压工作范围内。

数字电路中的三态逻辑门，一般是指电路的输出端的状态可呈现三种输出阻态，或简称“三态输出”，这个状态通常用字母“Z”表示。

三状态电路在使用时的两状态特性与普通电路相同，而在禁止时的“Z”状态特性则取决于三态门电路的漏电流大小。

SMT-PCB 的设计原则

作者：行云流水

一、SMT-PCB 上元器件的布局

- 1、当电路板放到回流焊接炉的传送带上时，元器件的长轴应该与设备的传动方向垂直，这样可以防止在焊接过程中出现元器件在板上漂移或“竖碑”的现象。
- 2、PCB 上的元器件要均匀分布，特别要把大功率的器件分散开，避免电路工作时 PCB 上局部过热产生应力，影响焊点的可靠性。
- 3、双面贴装的元器件，两面上体积较大的器件要错开安装位置，否则在焊接过程中会因为局部热容量增大而影响焊接效果。
- 4、在波峰焊接面上不能放置 PLCC/QFP 等四边有引脚的器件。
- 5、安装在波峰焊接面上的 SMT 大器件，其长轴要和焊锡波峰流动的方向平行，这样可以减少电极间的焊锡桥接。
- 6、波峰焊接面上的大、小 SMT 元器件不能排成一条直线，要错开位置，这样可以防止焊接时因焊料波峰的“阴影”效应造成的虚焊和漏焊。

二、SMT-PCB 上的焊盘

- 1、波峰焊接面上的 SMT 元器件，其较大元件之焊盘(如三极管、插座等)要适当加大，如 SOT23 之焊盘可加长 0.8-1mm，这样可以避免因元件的“阴影效应”而产生的空焊。
- 2、焊盘的大小要根据元器件的尺寸确定，焊盘的宽度等于或略大于元器件的电极的宽度，焊接效果最好。
- 3、在两个互相连接的元器件之间，要避免采用单个的大焊盘，因为大焊盘上的焊锡将把两元器件接向中间，正确的做法是把两元器件的焊盘分开，在两个焊盘中间用较细的导线连接，如果要求导线通过较大的电流可并联几根导线，导线上覆盖绿油。
- 4、SMT 元器件的焊盘上或在其附近不能有通孔，否则在 REFLOW 过程中，焊盘上的焊锡熔化后会沿着通孔流走，会产生虚焊，少锡，还可能流到板的另一面造成短路。

本刊物由苍穹电子网(<http://www.51circuit.com/>) 提供。

刊物内文章版权归苍穹电子网与原作者所有，任何媒体及网站未经许可，不得复制或转贴。

电路装联与焊接工艺

作者：FLASH

电子电路装联工序是电子机（电子产品和机电产品）生产的中间环节，也是影响整机质量和寿命的重要因素。

电子电路装联工艺，随着电子工业的迅速发展，已经经历了若干个发展阶段。在电路板装配方面，已由原来的电烙铁手工焊接，发展到了能适应机械化，自动化需要的浸焊、波峰焊以致完全脱离电接触威胁的红外线再流焊，近来，又出现了更为先进的装嵌技术，使印刷电路板的装配工序一跃进入智能化阶段；在整机装联方面，可以完全脱离了热接触，采用绕接、压接、粘贴等新工艺。

目前电子电路的装联手段仍然是以焊接为主，以绕接、压接等方法为辅，本文对电路装联的要求与焊接工艺作一介绍。

所谓电路焊接，就是将电子元器件、导线置于预先设计好的电路图形上，如印刷电路板或由电气接插件组成的电路机架，利用焊接工具（设备），使焊料加热熔融，在短暂的时间内把元器件的引线（导线）与电路图形上的焊盘或接片连成一体，实现良好的电气接触，以达到电路的设计功能。

电子电路焊接技术的发展，从使用的工具（设备）上来看，已经经历了4个明显阶段：电烙铁—浸焊与波峰焊—红外线再流焊—粘贴。这些手段并存，互为补充，各有长处，也各有缺点。

在焊接工具发展的同时，焊料、焊剂及焊件的可焊性也都在不断地改善，以满足现代化生产、高质量的要求。

电路装联的一般要求：

评价电路装联质量的标准是一个比较复杂的问题。一般来说，如能满足以下要求就基本上合格了。

1. 布线合理，线束匀称，元器件栽插整齐，疏密适度，有效果良好的防电防磁干扰措施；
2. 焊点、结点匀称美观，具有一定的机械强度，在受到振动或冲击时，不会破裂、松脱，符合电性能要求；
3. 导线的绝缘皮，接插件用的防护套管、电路板、元器件等均无灼伤、磨损等现象；
4. 整机组装合理，拆装方便快捷，连线可靠，电性能符合要求。

印制板组装件的焊接工艺标准：

本标准规定了电子产品中的印制板（包括单面、双面和多层印制板）电路中分立元器件、集成电路等组件的手工锡焊和波峰焊接焊点的质量要求。

本标准是设计、生产和检验的依据之一。

一、一般要求

1. 产品焊接焊点的质量应符合本标准的规定和设计文件。工艺文件中的有关要求。
2. 电子元器件、组件应采用经过质量认定的合格品，对无质量保证的不应采用。
3. 产品焊接前，应仔细检查电子元器件、组件和印制板等质量，如外观、机械性能、电气性能及可焊性等。凡有问题的应剔除，不得混入生产线。

4. 元器件的安装应符合有关的安装技术条件。
5. 对于 MOS 集成电路的焊接必须采取防静电措施。
6. 焊点应保证良好的导电性及一定的机械强度。

二、有关的名词术语及其定义

1. 助焊剂：能够促使金属与焊料润湿的一种具有化学活性的化合物。
2. 焊料：焊料是一种合金（例如锡铅合金）。在电路焊接中，通过它熔化时能产生与被焊金属的润湿作用，完成金属表面的导电连接和机械连接。
3. 润湿：属于金属表面之间亲和力的一种性能。润湿性良好的焊料熔融后，能在金属表面之间形成一层相当均匀、平滑而且不断裂的焊料薄膜。
4. 润湿角：印制板被焊金属和焊料间的交界面与料焊和空气间的交界之间的夹角。
5. 焊接：使用焊料将两个或多个导体相连，具有一定电气和机械性能的连接方法。
6. 焊点：经过焊接所形成的被焊金属与焊料的连接点。
7. 密实焊点：经过焊接所形成的被焊金属与焊料的连接点（比较完好的焊点）。
8. 针孔：完全穿透焊料层或看不见底的小孔。具有针孔的焊点为不良焊点。

三、焊接工艺的一般要求

1. 材料

- (1) 焊料：一般采用符合 QQ-S-571E 的 Sn60 或 Sn63，或采用 GB3131-82 的 H1SnPb39 锡铅焊料，形状任选。
- (2) 焊剂：可采用松香基焊剂，水溶焊剂（一般仅用于波峰焊）。
- (3) 清洗剂：常用清洗剂有无水乙醇（工业纯）、异丙醇、航空洗涤汽油、三氯三氟乙烷和去离子水等。具体采用何种清洗剂清洗应按工艺要求进行。

2. 工具和设备

(1) 电烙铁：适当选择电烙铁的功率，是实现手工焊接可靠性的条件之一。建议采用低压控温电烙铁，烙铁头使用镀镍。镀铁或紫铜烙铁头，形状根据焊接需要而定。

(2) 波峰焊机。

3. 对焊接操作的要求

(1) 手工焊接

焊接温度一般应控制在 260℃ 左右，不能过高或过低，否则将影响焊接质量。

一般焊接的时间控制在 3S 内。对多层板等热容量较大的焊接可控制在 5S 内。集成电路及热敏元器件的焊接，不应超过 2S。若在上述时间内未焊好，应待该点冷却后重焊。重焊焊接的质量标准应与一次焊接焊点的标准相同。

焊接时应防止邻近元器件、印制板等受到过热影响，对热敏元器件要采取必要的散热措施。

在焊料冷却和凝固前，被焊部位必须可靠固定，不允许摆动和抖动，焊点应待其自然冷却，必要时可采用散热措施以加快冷却。

焊接时绝缘材料不应出现烫伤、烧焦、变形、裂痕等现象，而轻微变色是允许的。焊接时

不允许烫伤和损坏元器件。

(2) 波峰焊接

喷涂助焊剂能够保证板面及引线表面迅速而完全地被焊料浸润。一般采用松香型助焊剂(比重为 0.81 ~ 0.87) 或水溶性焊剂。

掌握好预热温度可减少或避免焊点拉尖和圆缺。预热温度一般应控制在 90 ~ 110 。

焊料温度是直接影响焊接质量的重要因素,一般控制在 (250 ± 5) 的范围之内。

焊接夹具(如为可调)进入波峰口的倾斜角可调至 6 度左右。

焊接线速度应掌握在 1 ~ 1.6m / 分。

焊料槽锡面波峰高度约为 10mm,调得太高会产生紊流。峰顶一般调整在印制厚度的 1/2 处。

印制板经波峰焊接后,必须进行适当的冷却。

4. 清洗

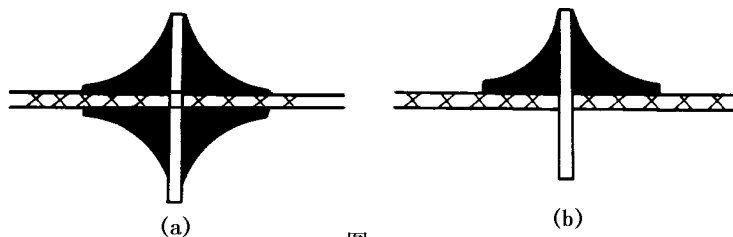
在焊接完毕后,必须及时对板面进行彻底清洗,以便残留的焊剂、油污和灰尘等脏物,具体方法由工艺作出规定。

四、焊点标准

合格的焊点应充分润湿的焊盘上形成对称的焊角,并终止于电路焊盘的边缘,具体要求如下:

1. 元器件在印制板上的穿孔焊接

印制板金属化孔的两面都应出现焊角,单面板仅要求在有电路的那一面有焊角,如图一所示。



图一

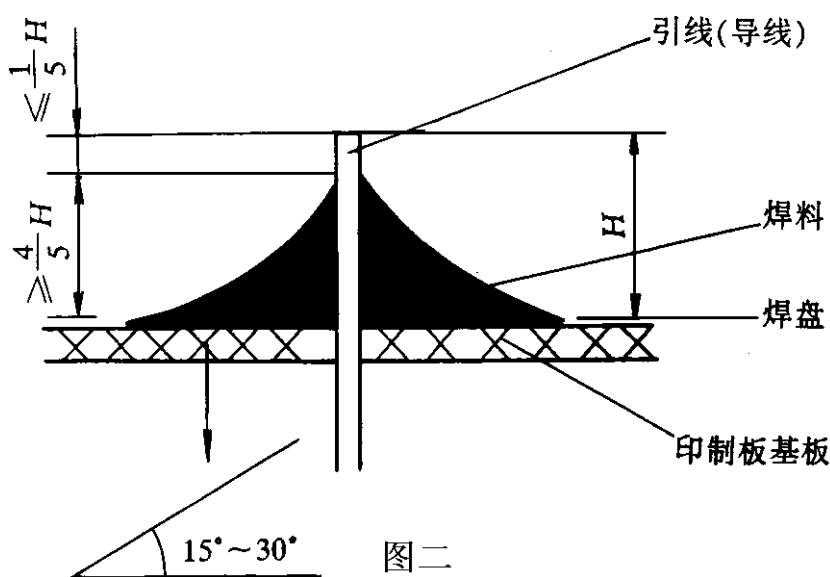
2. 焊点外觀光滑、无针孔,不允许有虚焊和漏焊现象。

3. 焊点上没有可见焊剂残渣。

4. 焊点上没有拉尖、裂纹和夹杂。

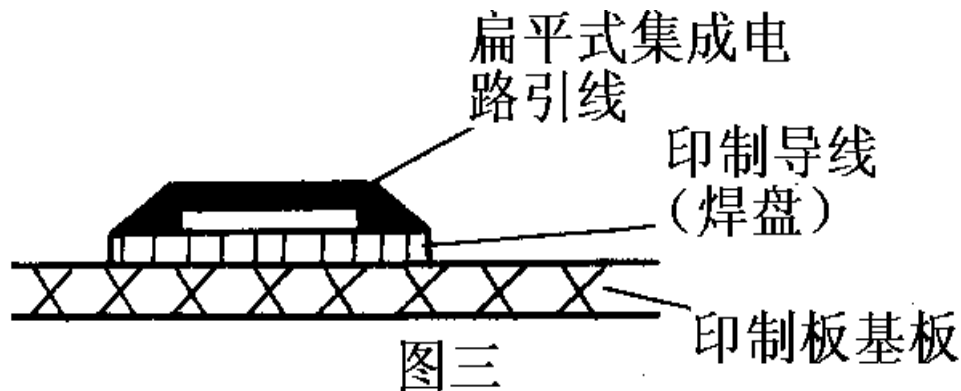
5. 焊点上的焊锡要适量,焊点的湿润角以 15 - 30° 为佳,焊点的大小要和焊盘相适应。如图二所示。

6. 密实焊点是优质合格焊点的重要标志之一,密实焊点强度高、导电性好、抗腐蚀力强,不会造成内腐蚀脱焊。实际焊接过程中获得完全无气孔夹杂的焊点是困难的,对于军品来说,一般要求在一个焊点上气孔或空穴不集中在一处,且不超过表面积 5%,民品可适当放宽。



图二

7. 扁平式封装集成电路的引线在印制板上的平面焊接，焊料不可太多，应略显露引线的轮廓。如图三所示。



(1) 扁平线最小焊接长度应为1mm。

(2) 扁平引线可以伸出电路焊盘，但伸出扁平引线不得影响邻近电路（至少应保持0.3mm的距离）。

五、焊点缺陷

焊点如有下列缺陷，均为不合格焊点。

1. 虚焊点：由于焊接之前加热不够、清洗不充分或焊料中杂质过多等原因，而形成的润湿性差、外观呈灰色、多孔的和牢固的焊接点。

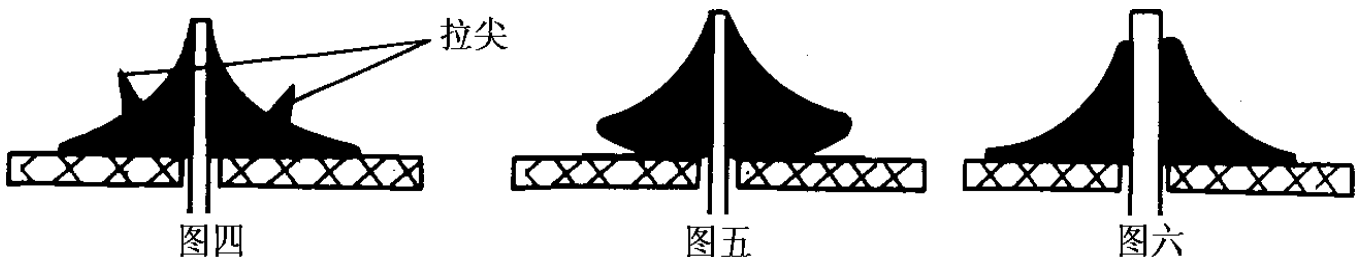
2. 冷焊点：由于未达到焊接温度而成的电气连接不良或根本没有连通的焊点。

3. 夹松香焊点：由于焊接时间不够，焊剂未充分挥发，而使得焊剂残于焊料和被焊金属之间的焊点。

4. 受扰动的焊点：在焊料凝固期间，由于元器件与印制板有相对移动而形成的焊点。受扰动的焊点通常外观粗糙，似豆腐渣一般，且焊角不匀称。

5. 焊剂残余：明显残留有焊剂的焊点。

6. 焊点拉尖（俗称毛刺）：在焊点表面有呈锐利针状的焊料突起，其突起大于0.2mm的焊点。如图四所示。



7. 润湿不良：由于被焊金属表面可焊性差，焊料不能自由流动，未完全润湿被焊金属表面。

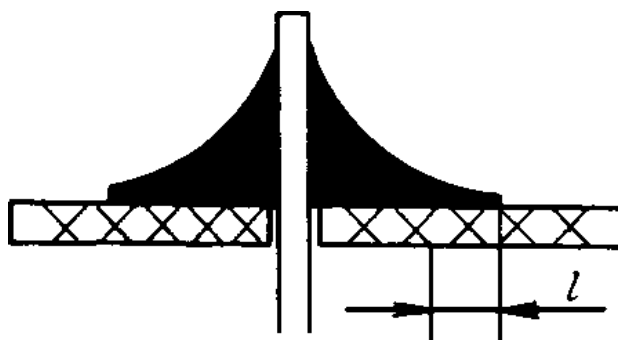
(1) 焊盘不润湿：不润湿面积于焊盘面积1/3的焊点。如图五所示。

(2) 引线不润湿。如图六所示。

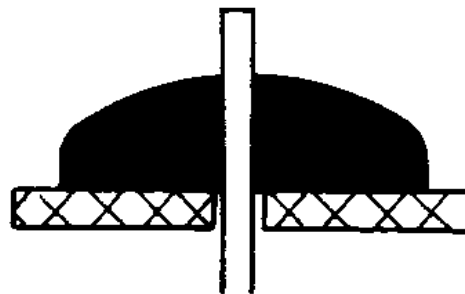
8. 过热焊点：由于焊接温度过高或加热时间过长而引起焊料变质且焊接表面呈霜斑或颗粒状的

焊点。

9. 焊角不对称的焊点：(偏锡 $l >$ 焊盘半径的 20%) 如图七所示。



图七



图八

10. 钮形焊点。如图八所示。

11. 焊盘翘起：焊盘和绝缘基体材料之间的粘连部分出现局部剥离现象。

12. 凹坑：当焊点上凹坑最大直径大于焊盘直径的 20%，或一个焊点上的凹坑不止一个，或凹坑正在引线的边缘上，这种焊点均为不合格焊点。

13. 不透锡：表面金属化孔质量不好。

14. 扁平式封装的集成电路引线从焊盘的侧面伸出。

六、焊接质量检验

由专职检验人员对焊点和焊接部位进行 100% 的检查。需要时，还可对试样进行强度检验和金相结构检查。

1. 外观检查：用 3~10 倍放大镜进行目检。一般焊点外观合乎下列要求者，就是合格的焊点。

- (1) 焊点外形润湿良好；
- (2) 焊点表面光泽好；
- (3) 焊接部位无热损伤现象；
- (4) 无焊剂残留物；
- (5) 无错焊、漏焊等情况；
- (6) 无机械损伤。

2. 拨动检查：在目检中发现有可疑现象时，可用镊子轻轻拨动焊接部位进行检查确认其质量。

- (1) 导线、元器件引线和焊盘与焊锡是否结合良好，有无虚焊现象；
- (2) 引线和导线根部是否有机机械损伤。

3. 焊点强度检验：对试样焊点的引线施加拉力，去掉后检查焊点接合处是否有裂缝等异常，从而判断焊接质量的好坏。对不同直径的引线要分别施加不同的拉力（所加拉力的大小由设计文件或工艺文件来确定）。

4. 焊点金相结构检查：为进一步考检焊接质量的可靠性，可对焊点试样进行金相显微技术检查。

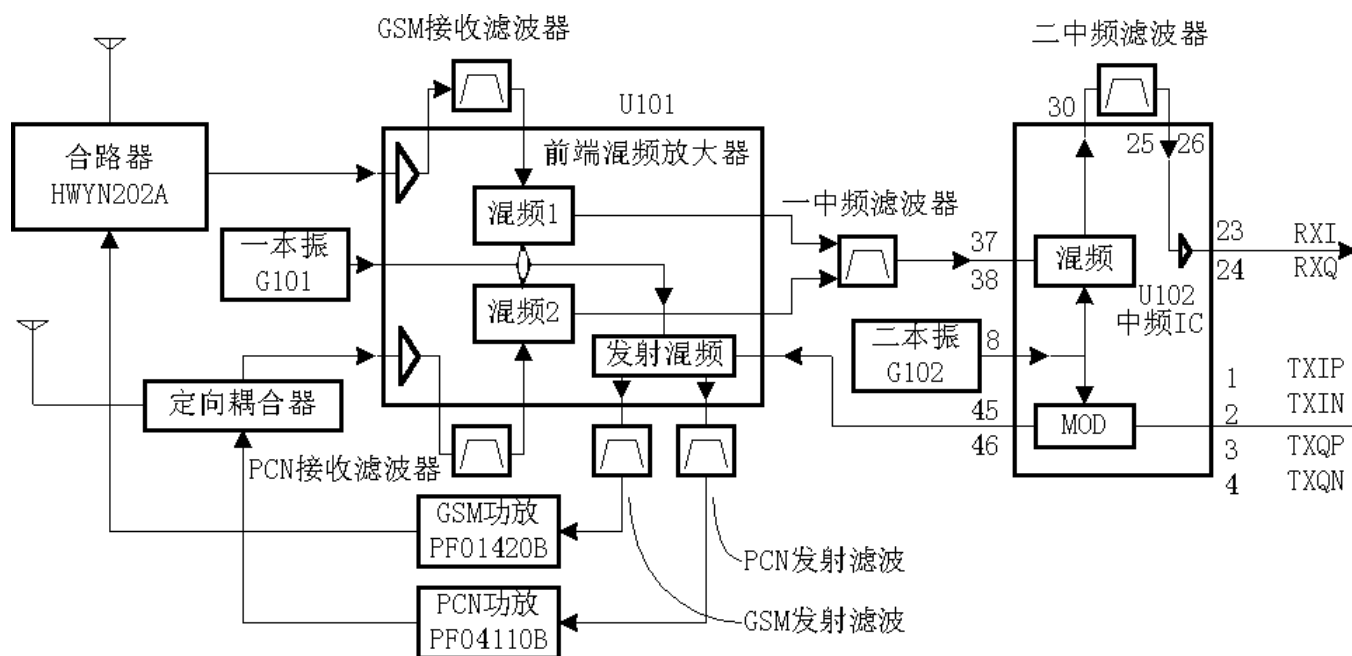
诺基亚 3210 型移动电话机原理分析 (一)

作者：飞雪连天

目前移动通讯行业是电子信息产业中发展最快的行业之一，国内的手机用户已达到 2.5 亿户，手机已成为普及型的家电产品，但大多数电子爱好者对手机电路并不熟悉，本文拟在对诺基亚 3210 手机的电路原理作一分析，使广大电子爱好者对手机电路有所了解。

1. 射频部分

诺基亚 3210 射频部分方框图如图一所示。



图一 诺基亚 3210 射频部分方框图

(1) 射频部分工作原理。

900MHz 系统信号的收发过程。接收过程：从天线接收到的信号经过合路器（型号 HWYN202A），输出 935 ~ 960MHz 接收信号送到前端混频放大电路，经过前端混频放大电路放大后输出，再经过 900MHz 接收滤波器滤波后，送 U101 中与来自一本振 VCO 的一本振信号混频产生一中频信号，再经过一中频滤波器滤波后送中频 IC，在中频 IC 内与来自二本振 VCO 的二本振信号混频产生二中频信号，又经二中频滤波器（13MHz）滤波后输入中频 IC，分解为 RXI 和 RXQ 信号送逻辑部分。

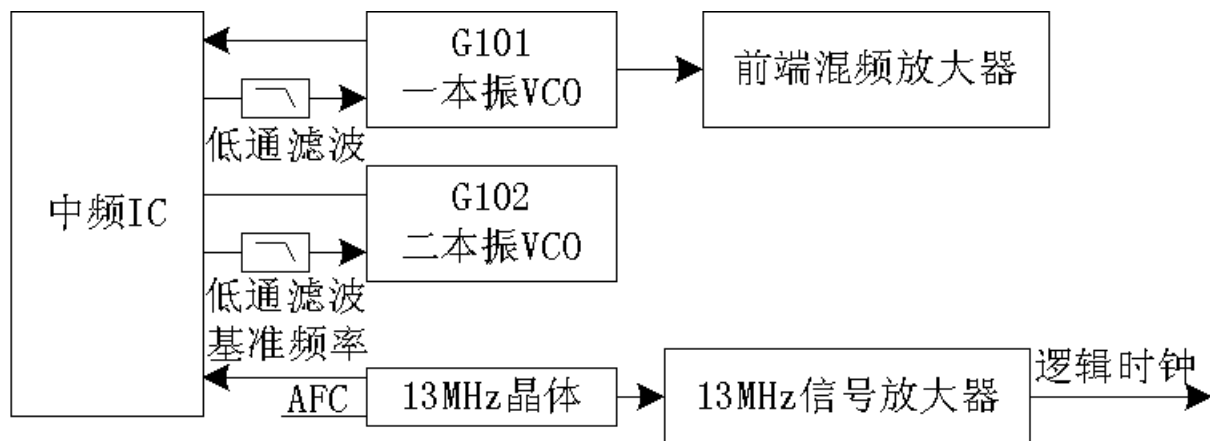
发送过程：从逻辑电路来的四路调制信号 TXIP、TXIN、TXQP、TXQN 送至中频 IC 的第 1、2、3、4 脚，在中频 IC 内被调制到载波上，而载波信号由二本振 VCO 产生，已调信号从中频 IC 输出送到前端混频放大电路中进行发射混频，产生 890 ~ 915MHz 发射信号，经滤波

器滤波后送功放电路。功放集成电路型号为 PF01420B，其中第 脚为信号输入，第 脚为信号输出，第 脚为电源，第 脚为功率控制，与诺基亚 8810 移动电话机功放相似。发射信号从功放输出后经互感耦合器到收发合路器，然后由天线发射出去。

1800MHz 系统信号的收发过程。接收过程：从天线接收的信号经过定向耦合器，输出 1805 ~ 1880MHz 接收信号送到前端混频放大器 U101 进行高频放大，放大后输出经过 1800MHz 接收滤波器滤波，然后输入前端混频放大器中，与来自一本振 VCO 的一本振信号进行混频（注意：两个系统共用一个一本振 VCO，但频率不相同，由 CPU 自动控制），产生的中频信号送到一中频滤波器进行滤波，滤波后输出送到中频集成电路与 GSM900MHz 相同，处理后分解为 RXI 和 RXQ 信号送逻辑电路。

发送过程：从逻辑电路来的四路调制信号 TXIP、TXIN、TXQP、TXQN 送到中频 IC 的第 、 、 脚，在中频 IC 内被调制到载波上，该载波也来自二本振 VCO，但与 900MHz 系统的频率不同，由 CPU 自动控制。已调信号被送到前端混频放大器中进行发射混频，产生 1710 ~ 1785MHz 发射信号经滤波器滤波后送到功放电路。功放集成电路型号为 PF04110B，其中第 脚为信号输入，第 脚为功率控制，第 脚为电源，第 脚为信号输出。发射信号经互感耦合器后到定向耦合器，由定向耦合器送天线发射出。

频率合成器工作原理。频率合成器工作原理方框图如图二所示。



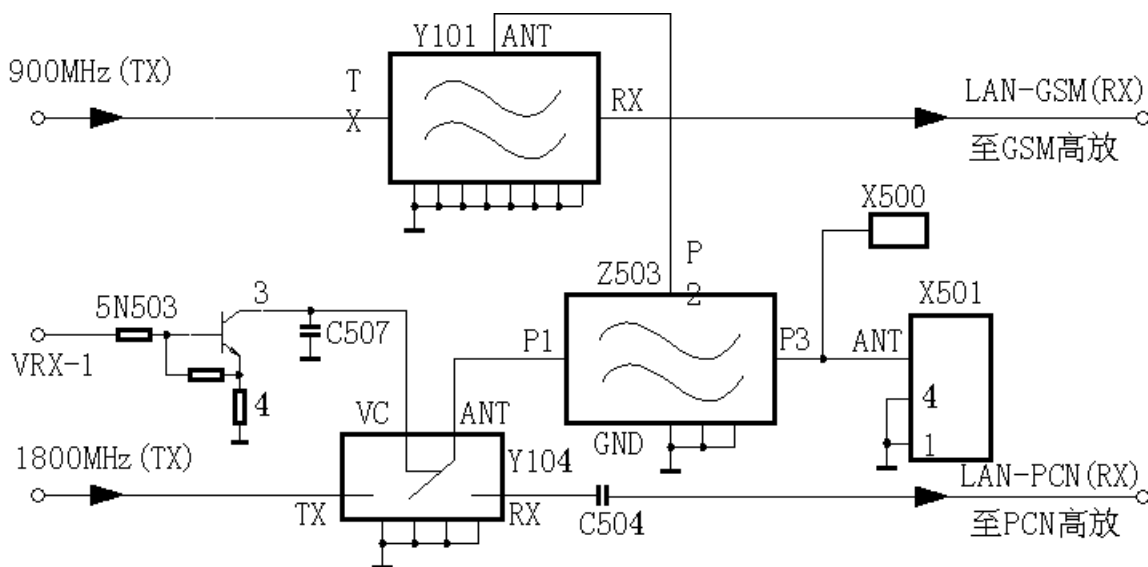
图二 频率合成器工作原理方框图

频率合成器包括三个部分，第一部分为基准信号或逻辑时钟的产生电路，第二部分为一本振 VCO，第三部分为二本振 VCO。与其他诺基亚移动电话机一样，基准信号为 13MHz，仍然由 13MHz 晶振模块组成。在电源正常的情况下；13MHz 晶振模块产生 13MHz 时钟，时钟信号一方面送中频 IC 作为基准频率信号，另一方面又经过放大管放大后送逻辑部分作为逻辑时钟。它的好坏直接关系到是否正常开机。一本振 VCO 产生的信号一方面送前端混频放大器进行收发混频，另一方面送中频 IC 进行比相并产生误差信号，经过低通滤波器滤波产生锁相环控制信号。二本振

VCO 产生的信号送入中频 IC 进行接收二混频，也作为发射调制载波。在中频 IC 中鉴相产生的误差信号经过低通滤波后产生锁相环控制信号。两个系统共用两个 VCO，但分频比例不同，因此可以产生不同的本振信号，由 CPU 进行自动控制。

(2) 射频部分各单元电路分析。

1) 天线切换开关电路。天线切换开关电路主要由双频切换开关 Z503、900MHz 收发合成器 Y101、1800MHz 收发定向耦合器 Y104 以及天线接口 X500、X501 等组成。其主要作用是使话机天线在不同信道之间，接收部分和发射部分之间进行切换。电路如图三所示。



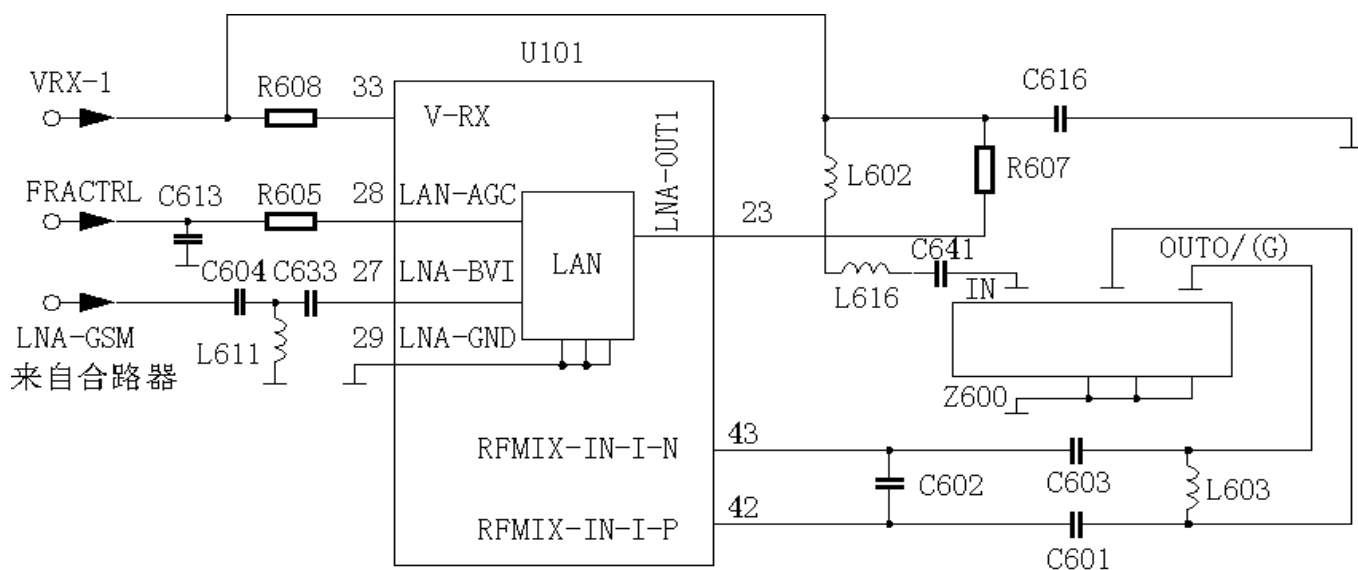
图三 天线切换开关电路

当话机工作在 900MHz 系统时，其收发信控制由 Y101 收发合路器自动切换，无需外界施加控制信号；而当话机工作在 1800MHz 系统时，其收发信控制由前端混频放大电路 U101 送出 VRX-1 信号至开关控制级 N503 的第 3 脚，再经 N503 的第 4 脚送出至 Y104 的 VC 端，从而选通其正常收发信号。900MHz 与 1800MHz 系统间的切换由 Z503 完成，Z503 为双工滤波器。

2) 900MHz 系统接收高频放大电路。900MHz 系统接收高频放大电路主要由前端混频放大电路 U101 内部的线性带通滤波器，L602、R607、L6、C641 组成的选频网络和滤波器 Z600 等构成，其作用是增大接收高频信号的强度，筛选出所需的高频信号，以供混频级使用，电路如图四所示。

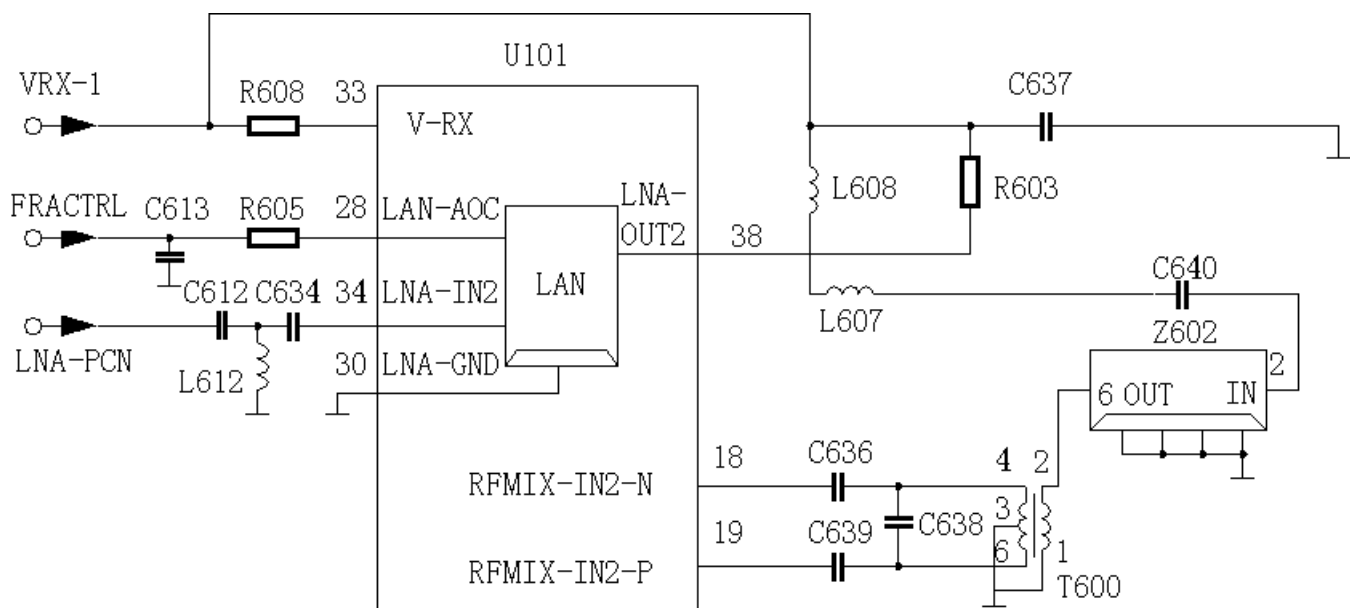
由收发合路器 Y101 送过来的 900MHz 高频信号送至 LNA - GSM 端，经耦合电容 C604、C633 送入 U101 内的带通滤波器，由 U101 内的带通滤波器筛选出所需 900MHz 频率信号。其中，U101 的第 28 脚为带通滤波器控制信号输入端，此信号 FRACTRL 由微处理器 U201 提供

3) 1800MHz 系统接收高频放大电路。1800MHz 系统接收高频放大电路由前端混频放大电路 U101 内部的线性带通滤波器，L608，R603，L607，C640 组成的选频率网络，带通滤波器 Z602，



图四 900MHz系统接收高频放大电路

互感器 T600 等构成，其作用是增大接收高频信号的强度，筛选出所需的高频信号以供混频级使用，电路如图五所示。



图五 1800MHz系统接收高频放大电路

由定向耦合器送来的 1800MHz 高频信号送至 LNA-PCN 端，经耦合电容 C612，C634 后送入 U101 内的带通滤波器，筛选出所需 1800MHz 频率信号，由 U101 的第 38 脚送出，此信号经由 L607，C640 组成的选频网络后，送至滤波器 Z602 进行再次滤波，经再次滤波后的高频信号送入互感器 T600 的第 脚（此互感器在此起隔离作用），最后输出 1800MHz 高频信号至混频级，其中，U101 的第 28 脚为带通滤波器控制端，此控制信号 FRACTRL 由微处理器 U201 提供。

（待续）

步进电机小知识

作者：佚名 摘自互联网

1. 什么是步进电机？

步进电机是一种将电脉冲转化为角位移的执行机构。通俗一点讲：当步进驱动器接收到一个脉冲信号，它就驱动步进电机按设定的方向转动一个固定的角度（及步进角）。您可以通过控制脉冲个数来控制角位移量，从而达到准确定位的目的；同时您可以通过控制脉冲频率来控制电机转动的速度和加速度，从而达到调速的目的。

2. 步进电机分哪几种？

步进电机分三种：永磁式（PM），反应式（VR）和混合式（HB）

永磁式步进一般为两相，转矩和体积较小，步进角一般为 7.5 度或 15 度；反应式步进一般为三相，可实现大转矩输出，步进角一般为 1.5 度，但噪声和振动都很大。在欧美等发达国家 80 年代已被淘汰；混合式步进是指混合了永磁式和反应式的优点。它又分为两相和五相：两相步进角一般为 1.8 度而五相步进角一般为 0.72 度。这种步进电机的应用最为广泛。

3. 什么是保持转矩（HOLDING TORQUE）？

保持转矩（HOLDING TORQUE）是指步进电机通电但没有转动时，定子锁住转子的力矩。它是步进电机最重要的参数之一，通常步进电机在低速时的力矩接近保持转矩。由于步进电机的输出力矩随速度的增大而不断衰减，输出功率也随速度的增大而变化，所以保持转矩就成为了衡量步进电机最重要的参数之一。比如，当人们说 2N.m 的步进电机，在没有特殊说明的情况下是指保持转矩为 2N.m 的步进电机。

4. 什么是 DETENT TORQUE？

DETENT TORQUE 是指步进电机没有通电的情况下，定子锁住转子的力矩。DETENT TORQUE 在国内没有统一的翻译方式，容易使大家产生误解；由于反应式步进电机的转子不是永磁材料，所以它没有 DETENT TORQUE。

5. 步进电机精度为多少？是否累积？

一般步进电机的精度为步进角的 3-5%，且不累积。

6. 步进电机的外表温度允许达到多少？

步进电机温度过高首先会使电机的磁性材料退磁，从而导致力矩下降乃至失步，因此电机外表允许的最高温度应取决于不同电机磁性材料的退磁点；一般来讲，磁性材料的退磁点都在摄氏 130 度以上，有的甚至高达摄氏 200 度以上，所以步进电机外表温度在摄氏 80-90 度完全正常。

7. 为什么步进电机的力矩会随转速的升高而下降？

当步进电机转动时，电机各相绕组的电感将形成一个反向电动势；频率越高，反向电动势越大。在它的作用下，电机随频率（或速度）的增大而相电流减小，从而导致力矩下降。

8. 为什么步进电机低速时可以正常运转,但若高于一定速度就无法启动,并伴有啸叫声?

步进电机有一个技术参数:空载启动频率,即步进电机在空载情况下能够正常启动的脉冲频率,如果脉冲频率高于该值,电机不能正常启动,可能发生丢步或堵转。在有负载的情况下,启动频率应更低。如果要使电机达到高速转动,脉冲频率应该有加速过程,即启动频率较低,然后按一定加速度升到所希望的高频(电机转速从低速升到高速)。

9. 如何克服两相混合式步进电机在低速运转时的振动和噪声?

步进电机低速转动时振动和噪声大是其固有的缺点,一般可采用以下方案来克服:

- A. 如步进电机正好工作在共振区,可通过改变减速比等机械传动避开共振区;
- B. 采用带有细分功能的驱动器,这是最常用的、最简便的方法;
- C. 换成步距角更小的步进电机,如三相或五相步进电机;
- D. 换成交流伺服电机,几乎可以完全克服震动和噪声,但成本较高;
- E. 在电机轴上加磁性阻尼器,市场上已有这种产品,但机械结构改变较大。

10. 细分驱动器的细分数是否能代表精度?

步进电机的细分技术实质上是一种电子阻尼技术(请参考有关文献),其主要目的是减弱或消除步进电机的低频振动,提高电机的运转精度只是细分技术的一个附带功能。比如对于步进角为 1.8° 的两相混合式步进电机,如果细分驱动器的细分数设置为4,那么电机的运转分辨率为每个脉冲 0.45° ,电机的精度能否达到或接近 0.45° ,还取决于细分驱动器的细分电流控制精度等其它因素。不同厂家的细分驱动器精度可能差别很大;细分数越大精度越难控制。

11. 四相混合式步进电机与驱动器的串联接法和并联接法有什么区别?

四相混合式步进电机一般由两相驱动器来驱动,因此,连接时可以采用串联接法或并联接法将四相电机接成两相使用。串联接法一般在电机转速较的场合使用,此时需要的驱动器输出电流为电机相电流的0.7倍,因而电机发热小;并联接法一般在电机转速较高的场合使用(又称高速接法),所需要的驱动器输出电流为电机相电流的1.4倍,因而电机发热较大。

12. 如何确定步进电机驱动器的直流供电电源?

A. 电压的确定

混合式步进电机驱动器的供电电源电压一般是一个较宽的范围(比如IM483的供电电压为12~48VDC),电源电压通常根据电机的工作转速和响应要求来选择。如果电机工作转速较高或响应要求较快,那么电压取值也高,但注意电源电压的纹波不能超过驱动器的最大输入电压,否则可能损坏驱动器。

B. 电流的确定

供电电源电流一般根据驱动器的输出相电流 I 来确定。如果采用线性电源,电源电流一般可取 I 的1.1~1.3倍;如果采用开关电源,电源电流一般可取 I 的1.5~2.0倍。

13. 混合式步进电机驱动器的脱机信号FREE一般在什么情况下使用?

当脱机信号 FREE 为低电平时，驱动器输出到电机的电流被切断，电机转子处于自由状态（脱机状态）。在有些自动化设备中，如果在驱动器不断电的情况下要求直接转动电机轴（手动方式），就可以将 FREE 信号置低，使电机脱机，进行手动操作或调节。手动完成后，再将 FREE 信号置高，以继续自动控制。

14. 如果用简单的方法调整两相步进电机通电后的转动方向？

只需将电机与驱动器接线的 A+ 和 A-（或者 B+ 和 B-）对调即可。

启 事

— 征集义工

《苍穹电子》刊物为扩大发行量，增进影响，现征集有志于推广电子技术的人员，以帮助推广发行《苍穹电子》电子刊物，目前不付给任何报酬。但义工们有以下几个好处：

1、可以永久免费获得苍穹电子网发行的任何电子刊物。（注：苍穹电子网明年下半年将开始正式运作，除现有的《苍穹电子》刊物外，于明、后两年还将陆续推出《苍穹电路》、《苍穹单片机》、《苍穹电源》、《苍穹 EDA》、《苍穹通信》、《苍穹电子维修》等电子技术类刊物，某些刊物完全免费，某些刊物可能收费）

2、在苍穹电子网正式运营后，推广工作做得好的义工可以被正式聘任成为苍穹电子网发行部的兼职工作人员，每个月可获得工资收入。

3、可以阅读《苍穹电子》刊物未上版的其它技术文章。

4、可以认识许多电子设计技术人员，并成为朋友，互相学习进步。

有兴趣参与《苍穹电子》刊物制作与推广的朋友可以发 E-MAIL 到：
azhu@pub3.fz.fj.cn ，我们可以进一步交流具体事项。