

目 录

基 础 篇

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

前 言

第一章 电路图中没有注明的制作技术	3
1.1 制作之前的准备	3
(1) 购买元器件时的注意事项	3
(2) 集成电路和大规模集成电路的使用	5
(3) 印制电路板的使用	3
(4) 必要的工具	7
(5) 电烙铁的选择	10
1.2 布线技术	12
(1) 输入线与输出线不能靠近	12
(2) 电平差大的导线不能靠近	13
(3) 小信号接地与大信号接地的区别	14
(4) 电源接地线应按电路板分别集中	16
(5) 电源用电解电容器应考虑电流方向	17
(6) 电流回路应尽量小	18
1.3 元器件的安装	20
(1) 电源电路、功放电路应远离微弱信号电路	20
(2) 双晶体管 and 场效应管应尽量靠近安装	21
(3) 容易受温度影响的元器件应远离热源	23
(4) 进行热设计时应考虑空气的流通	25
(5) 元器件的安装应考虑便于使用	27

第二章 运算放大器的使用方法	30
2.1 运算放大器简介	30
(1) 什么叫做运算放大器	30
(2) 封装方式	30
(3) 单、双、四运算放大器	32
(4) 原型和复制型产品	33
(5) 运算放大器的互换性	33
(6) 电源供电方式	33
2.2 运算放大器的基本工作原理	36
(1) 理想运算放大器的工作原理	36
(2) 实际的运算放大器	39
(3) 参数的设定	41
第三章 晶体管和晶体二极管的使用方法	44
3.1 晶体管的种类及外形	44
(1) 晶体管的种类	44
(2) 外壳及引线的安装	46
(3) 晶体管的互换性	48
3.2 晶体管的基本工作原理	49
(1) 基极电压、电流与集电极电流的关系	49
(2) 放大电路的基本形式	51
3.3 晶体二极管的使用	53
(1) 基本特性	53
(2) 二极管的种类及其基本使用方法	55
第四章 电阻器和电容器的使用方法	59
4.1 电阻器的使用方法	59
(1) 电阻器的种类及其使用方法	59
(2) 色码的读法	62
(3) 电阻值	63
(4) 额定功率	65

(5) 可变电阻器与半可变电阻器	67
4.2 电容器的使用方法	69
(1) 电容器的种类与用途	69
(2) 电容量的表示方法	74
(3) 耐 压	76

制 作 篇

第一章 电源电路的设计	81
1.1 跟踪电源的电路设计	82
(1) 基准电压发生电路	83
(2) 分压电路	84
(3) 误差放大电路	86
(4) 输出短路保护电路	89
(5) 控制电路	90
(6) 负端稳压电路的设计	92
1.2 散热回路的设计	94
1.3 稳压电路的应用	95
(1) NiCd电池充电器	95
(2) 转换型稳压电路	97
(3) 功率晶体管(T_{r_s} 、 T_{r_s}')的小型化	97
附录1 提高电容器耐压的方法	99
第二章 h_{FE} 测试仪的设计	101
2.1 三极管的基本工作原理	101
(1) I_C-V_{BE} 特性	102
(2) I_C-V_{CE} 特性	103
(3) $h_{FE}-I_C$ 特性	104
(4) h_{FE} 测定的基础知识	104
(5) 简易型 h_{FE} 测试仪	105

附录2 无极性(非极性)电容器的制作方法	107
2.2 h_{FE} 测试仪的设计	108
(1) 控制电路的设计	109
① 恒流电路	109
② 恒压电路	110
③ I_B 控制用运算放大器的外围元器件	111
④ 仪表放大器	112
(2) 除法电路的设计	114
① NJM4200	114
② 在四象限乘法器中的应用	114
③ 除法电路的基本结构	118
(3) 实际的除法电路	118
第三章 功率放大器的设计	122
3.1 低电压工作的功率放大器电路分析	122
(1) BA515的电路组成	123
① 直流工作	124
② 无功电流的确定	125
③ 增益的求法	126
④ 最低工作电压的讨论	127
⑤ 自举	128
3.2 低电压工作的功率放大器的设计	129
(1) 全电路的构成	130
① 使用晶体管的注意事项	131
(2) 电路设计	131
① 偏置电路	131
② 初级差分放大电路	133
③ 第二级差分放大电路	134
④ 输出级	135
⑤ 反馈电路	138

⑥ 增益的计算	139
⑦ 本电路的特性	141
第四章 有源滤波器的设计	143
4.1 滤波器基础	143
(1) 各种滤波器的传输特性	143
(2) 可变状态型滤波器	146
(3) 互导型放大器在滤波器中的应用	148
4.2 滤波器的设计	149
(1) 互导型放大器LM13600	149
(2) 滤波器的组成	151
(3) 滤波器的规格	152
4.3 具体设计	152
(1) 滤波电路	152
(2) 输入缓冲放大器	153
(3) 滤波器部分	154
(4) β 电路(VCA)	156
(5) 电压-电流转换电路	158
① f_c 控制用电压-电流转换电路	158
② Q控制用电压-电流变换电路	159
第五章 图示均衡器的设计	162
5.1 图示均衡器的工作原理	163
(1) 图示均衡器的基本组成	164
(2) 提升量与下降量	164
(3) 波峰(或波谷)的锐度Q	165
5.2 采用半导体电感的图示均衡器	166
(1) 半导体电感	166
(2) 使用半导体电感的图示均衡器的组成	167
5.3 图示均衡器用集成电路	167
(1) 专用图示均衡器集成电路的种类	167

(2) M5226	168
5.4 10段图示均衡器的设计	170
(1) 谐振频率与Q的设定	170
(2) 谐振电路的设计	171
(3) 外围电路的设计	173
附录3 介质损耗与损耗角正切($\tan\delta$)	175
第六章 卡拉OK混频器的设计	177
6.1 概 要	177
6.2 语音消除电路	178
(1) 基本原理	178
(2) 电路的组成	179
(3) 电路的设计	180
① 差动放大器	180
② 低通滤波器(LPF)	181
③ 加法器(1)中 R_5 、 R_6 、 R_7 的确定	183
④ 加法器(2)	184
6.3 话筒输入放大器	185
(1) TA7325P的使用方法	185
(2) 电路设计	186
6.4 其他部分	189
(1) 辅助放大器	189
(2) LEVEL/PANPOT调整	190
(3) 混频放大器	191
6.5 结 尾	193
(1) 使用方法	193
第七章 环绕立体声接续器的设计	195
7.1 环绕立体声的概况	195
7.2 缓冲放大器的设计	197
(1) 具体设计	197

7.3	BBD部分的设计	199
(1)	BBD概要	199
(2)	具体设计	201
7.4	低通滤波器的设计	202
(1)	滤波器的种类	203
(2)	切比雪夫滤波器的设计方法	204
(3)	低通滤波器(LPF ₁)的设计	207
(4)	低通滤波器LPF ₂	210
7.5	倒相器的设计	211
7.6	结束语	212
第八章 双通道对讲机的设计		215
8.1	双线变换电路	215
(1)	双线变换原理	216
①	从IN到I/O	217
②	从I/O到OUT	217
③	从IN到OUT	218
(2)	电路设计	219
附录4 喇叭的使用方法		222
8.2	话筒输入放大器与喇叭输出放大器	223
(1)	关于TA7628P	223
(2)	话筒输入放大器的设计	225
(3)	功率放大器的设计	227
(4)	波纹滤波器	229
附录5 防止振荡		230
8.3	结束语	231
(1)	调整方法	231
附录6 集成电路未使用脚的处理方法		233
第九章 带有振荡器的失真率计的设计		236
9.1	失真率检测基础	236

(1) 什么叫失真率	236
(2) 失真率的检测方法	239
(3) 失真率计的结构	240
9.2 振荡器的设计	241
(1) 振荡电路的设计	241
(2) 输出电平调整与输出缓冲放大器	245
9.3 失真率仪的设计	245
(1) 输入电平调整与输入放大器	245
(2) 陷波滤波器	247
(3) 量程转换与输出放大器	250
9.4 失真率仪的调整与使用	252
(1) 调整	252
(2) 使用方法	254
(3) 失真率仪的特性	255

中国图书馆藏
使用本资料请
注意版权知识

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

基 础 篇

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

第一章 电路图中没有注明 的制作技术

在制作电子电路时，应按电路图制作，然而实际上完全按照电路图进行制作是不行的。其原因在于，实际的印制电路板布线线条具有电阻和电感量，在元器件与线路之间，存在着寄生容量。并且，电阻和电容若按电路图上所标的数值选取，也并非理想状况。

问题是，如何使这种非理想的电阻、电容能使其误差忽略不计。电路图中未标出的注意事项，对于行家而言不必顾虑，而对于初学者来讲，则是必须搞清楚的，因此，本章将对这些应该注意的事项予以介绍。

1.1 制作之前的准备

(1) 购买元器件时的注意事项

例如日本的秋叶原之类的元器件商店，几乎都是由顾客自选的自助式商店。在这类商店中，电阻、电容等元器件基本上都是以各种不同参数排列在用隔板隔开的盒子之中的。在每个盒子中，盛放着数十只，乃至数百只相同参数的产品，顾客可以根据自己的需要从中选取。但是这时应注意防止如图1-1所示的，相邻的产品盒中不同参数的产品相互混入。例如，在盛有 $1\text{k}\Omega$ 电阻器的盒子中，混入了几只 $1.1\text{k}\Omega$ 或 910Ω 的产品。而这些混入的产品大约都是顾客在取货时，不慎弄

错了



超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！



图1-1 相邻产品盒内电阻器的混入

因而，顾客在购买元器件时，必须自己确认产品上所标明的参数。就是说，应该看清产品的色码，以免顾客回家之后发现产品参数值弄错而成笑话。

此外，还经常发现在所出售的旋钮上缺少固定螺钉，因此顾客在选购旋钮时，不仅要注意其设计式样和尺寸，而且还应确认所带的螺钉齐全之后，才能购买(见图1-2)。

图1-2 购买旋钮时的注意事项

虽然是极为少有，然而也会在商店里遇上一些废品。作者曾经将电池盒买回家，要使用时才发现，正负两端均安装着正向端子，不能使用。顾客在购买电池盒时，如果仔细地注意挑选，即可避免这类问题。

如上所述，在以自选方式购买元器件时，一定要自己仔细确认产品没有什么问题之后，才能购买，否则将会后悔。

(2) 集成电路和大规模集成电路的使用

在开始制作电路之前，要先将元器件集中起来。如果此时操作处理不当，则可能会造成产品损坏或产品性能恶化。

值得注意的是C-MOS集成电路和大规模集成电路。人身上积累的静电，当我们脱衣服或触摸车门时，感到有电击，这证实了静电的存在。这种静电，当空气越干燥时，其电压也越高，可达几千伏到几万伏。由于所流过的电流极小，所以通常不会发生人身安全问题。由于C-MOS型集成电路和大规模集成电路承受浪涌电压^①的能力低，容易受到静电损坏(图1-3)。在购买C-MOS型集成电路和大规模集成电路时，一定要将其插入到黑色导电海绵中，或装入导电性袋子之中，或用铝箔包裹。



图1-3 集成电路和大规模集成电路应防止静电

对于以上要求，也许有人过于神经质，最近研制的集成电路，由于其抗静电破坏能力增强，实际上不必过分担心集

① 浪涌(Surge)：指瞬时过大的电压、电流。

成电路的静电破坏问题。当用手拿集成电路时，只要注意不用手指触摸电路引线即可。

使用本复制品
请尊重相关知识产权!

另外，对于C-MOS 之外的双极型集成电路^④(运算放大器、~~温度放大器~~等专用集成电路及其他电路)来讲，其耐静电的能~~的能~~；集成电路强一些。但是也有的产品耐静电能~~的能~~应该注意。



集成电路和大规模集成电路来讲，虽然不会因为跌落在地板上等机械性冲击而造成损坏，但是仍然可能会引起可靠性的下降或性能的恶化，因此必须极力避免这类情况的发生(图1-4)。

图1-4 防止发生机械性冲击

(3) 印制电路板的使用

无论是通用型还是腐蚀型基板，均必须覆有铜箔，以在铜箔的表面上焊接上元器件。如果铜箔上附着着灰尘或油污，则会使焊锡的附着力下降。

这时应注意，不要使手上的油脂等附着在铜箔表面上。虽然这样要求，但也难免铜箔被触摸，因此在制作电路之前，

④ 双极(Bipolar)集成电路：内部等效电路是由双极型晶体管组成的集成电路。大多数线性集成电路，或TTL电路均属于此类型。

操作者必须用肥皂洗手，去除油污。

在加工操作过程中，如果铜箔上沾有油污，可以用酒精加以除去。如果没有酒精，也可以使用橡皮进行除油处理。

如果使用的是长期放置不用的电路板，在铜箔的表面上会有一层薄薄的铜锈。可以使用金属刷、砂纸将其除去。如果没有这类材料，可用涂有牙膏的布，强烈地擦磨铜箔，也可获得良好的焊接效果。

如图1-5所示，有些电路板带有插入端子，以便将其插入到插座之中。这类电路板的端子部分，绝不允许用手触摸或用铅笔涂抹。而且，不仅是端子部分，对于高阻抗电路来讲，即使是一般的电路，也必须防止手摸或用铅笔涂抹。

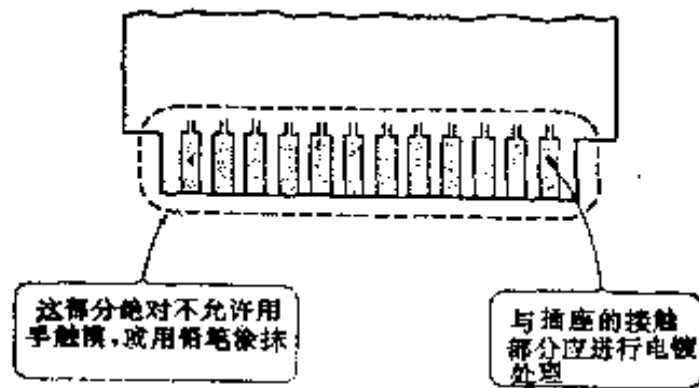


图1-5 电路板的边缘、连接器部分处理时的注意事项

在两个端子或电路线路之间，如果存在着手摸过的油污或铅笔芯粉，会造成绝缘电阻下降。并且，就端子部分而言，又会造成接触电阻增大。虽然这对数字电路来讲，不会形成什么危害。然而，对于模拟电路来讲，则会成为意想不到的故障的原因。

(4) 必要的工具

即使有了电路图和齐备的元器件，如果没有工具，也无

法进行电路制作。那么，应该准备什么工具呢？

下面简单介绍各种工具的使用情况。

电烙铁(图1-6(a)):

对于必须焊接的电路制备来讲，电烙铁是不可缺少的工具。详细情况将在后面介绍。

钳子(图1-6(b)):

钳子的作用在于切断电阻和电容器等元器件的过长的引线。由于要处理的元器件很小，所以小孔型钳子要比大孔型的使用起来更为方便。

无线电钳子(图1-6(c)):

与电烙铁和钳子一样，是必不可少的工具。主要用来夹住元件，或弯曲引线。与钳子一样，小型无线电钳子使用起来方便。

镊子(图1-6(d)):

在夹住小型元件和进行布线时，如果有镊子则是十分方便的。特别是在焊接时，如果用手直接握住元件，则会烫手，而如果使用无线电钳子，则又难以夹住。在选择镊子时，要注意其尖端部分要整齐，弹性应适当。

改锥(图1-6(e)):

在制作电路板时并不需要改锥，但在将电路板或元器件安装在外壳中，或安装外壳时，则是十分需要的。改锥分为 \oplus 和 \ominus 形两类，最好各自准备2~3只。

精密改锥(图1-6(f)):

这种改锥也称仪表改锥。它是能够分解眼镜框架的，其尖端很小。这种改锥也分为 \oplus 和 \ominus 形状两种，其中以 \ominus 形的更为方便实用。

六角扳手(图1-6(g)):

如果旋钮螺钉为六角螺钉时，就得使用这种六角扳手，经常使用的是小型六角扳手。

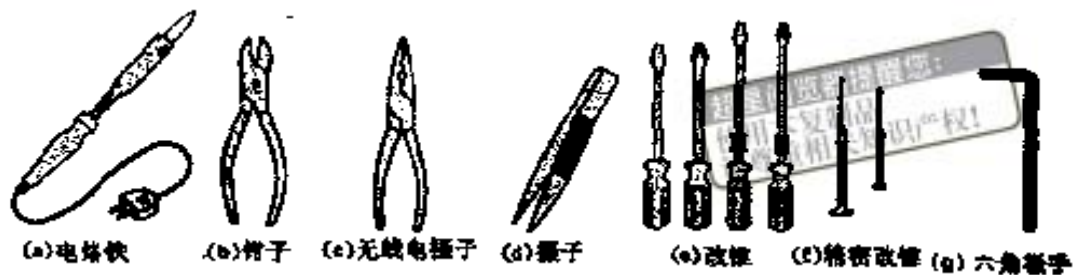


图1-6 各种工具(I)

锉刀(图1-7(a)):

进行外壳加工和电路板切割时，可使用这种锉刀将其断面部分锉齐。按照锉刀断面的不同，可以分为平锉(■)、圆锉(●)、半圆锉(◐)、矩形锉(▨)和三角锉(▲)等。使用得最多的是平锉、半圆锉和圆锉三种。如有可能，可按加工的孔径大小分别准备2~3只。

手摇钻(图1-7(b)):

手摇钻是对印刷电路板和外壳开孔时，不可缺少的工具。其钻头直径从1mm以下直到10mm左右，规格齐全。在进行印制电路板打孔时，配备1mm和1.5mm的钻头；在对外壳进行加工时，配备3mm和6mm的钻头即可满足需要了。另外，可选用小型电钻为印制电路板打孔，这种小型电钻使用起来十分方便。

铰刀(图1-7(c)):

铰刀主要用于对钻孔进行扩张。当缺乏所需直径的钻头时，使用铰刀能够将钻孔扩大成所需较大口径的孔，使用起来十分方便。

钢锯(图1-7(d)):

请尊重相关知识产权!

当可变电阻器或旋转式开关^①的转轴太长时，或者当电路板太大时，可以用这种钢锯将其切割。

老虎钳(图1-7(e)):

当切断电位器或旋转式开关轴时，用它来夹紧转轴。

印制电路板铣刀

它是一种用于加工电路板的专用铣刀，用它，可以进行比使用钢锯更快速而且整齐的切割。

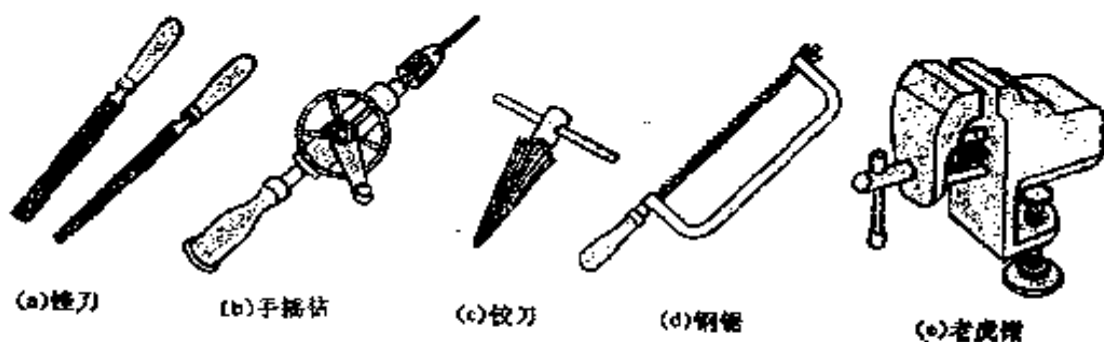


图1-7 各种工具(2)

(5) 电烙铁的选择

在选择电烙铁时，最重要的是应选择合适的耗电功率值。常用电烙铁的功率为10~100W左右，在特殊情况下，也有使用几百瓦的。当然，功率值越大，高温时的热容量也就越大。在制作电子电路时，没有必要使用功率过大的电烙铁。根据元器件的尺寸大小可知，其焊点将是很小的，所以一般使用20~30W的电烙铁也就足够了。如果烙铁的功率超过上述范围，就会形成超过需要的高温状态，往往会造成耐热性不良的元器件的损坏。

^① 旋转开关 (Rotary Switch): 通过转轴的旋转来切换接触点的开关。不是开和关两种动作，而是从多(组)接点中选择一(组)接点进行工作。

除了电烙铁的功率值之外，烙铁头的形状也是很重要的。烙铁头形状如图1-8所示。一般其前端应尽量细为好，图中的(c)、(d)、(e)类产品使用起来比较方便。

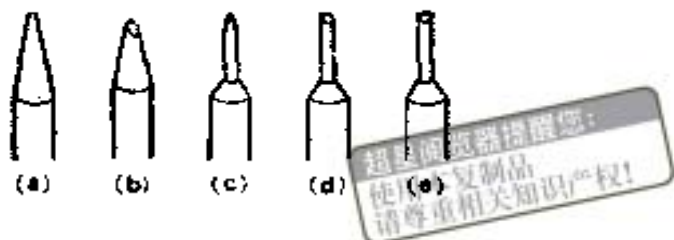


图1-8 烙铁头的种类

烙铁头的材料为铜，但应选用表面镀锡的。如果不镀锡，则烙铁头的氧化是很厉害的，于是烙铁头的斜度将会迅速变坏，寿命也会缩短。

并且，电烙铁的加热器以陶瓷式加热器^①为好。与金属加热器相比，陶瓷加热器的寿命长，绝缘性能也好。如果绝缘性不良，当交流100V(日本市电)漏电时，被焊接集成电路就会损坏。

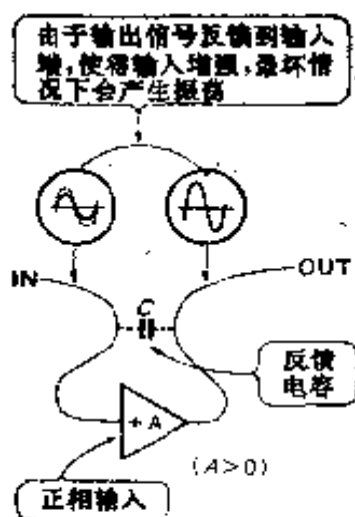


图1-9 输入输出相互耦合造成的故障现象

① 陶瓷加热器 (Ceramic Heater): 发热体 (镍丝) 传热部分为陶瓷的加热器。

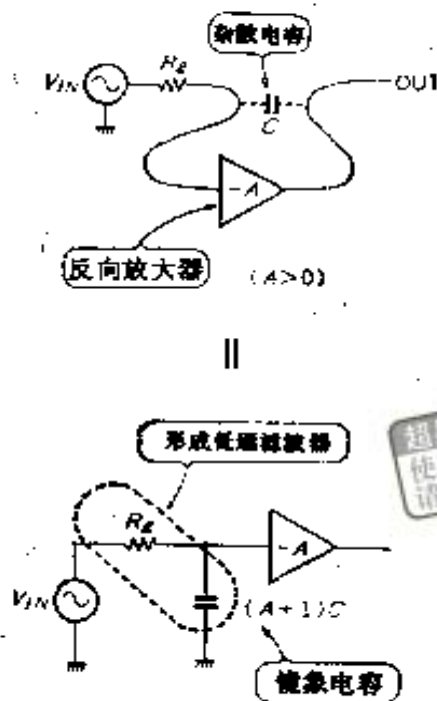


图1-10 镜像效应使高频特性恶化

1.2 布线技术

(1) 输入线与输出线不能靠近

无论是印制电路板中的线路，还是用导线形成的布线，其输入与输出均不得靠近，这是一条原则。当输入与输出之间的增益低时，问题尚不严重。然而，当增益高时，就可能产生悲剧性的结果。

如图1-9所示，正相放大器的输入与输出靠近时，会在其间产生杂散电容。这样一来，在此电容的影响下，输出信号返回到输入端，形成正反馈，随之就会产生振荡。此振荡与输入信号无关，即使没有输入信号了，也会继续这种振荡。振荡频率由正相放大器的电路组成和杂散电容的大小等决定。实际上，其振荡频率大多在1MHz以上。而且，随着杂散容量值的变化，即使没产生振荡，也将使电路工作变得不