

单片机开发板 制作与应用



化学工业出版社



单片机开发板 制作与应用

张 鹏 编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机开发板制作与应用 / 张鹏编著. —北京: 化学工业出版社, 2014.1

ISBN 978-7-122-18685-0

I. ①单… II. ②张… III. ①单片微型计算机
IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 243764 号



责任编辑: 刘 哲

文字编辑: 吴开亮

责任校对: 王素芹

装帧设计: 关 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京市振南印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 21½ 字数 577 千字 2014 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 55.00 元

版权所有 违者必究

目 录

第 I 篇 基础篇 / 1

第 1 章 常用电子仪器及工具2

1.1 电烙铁2

1.1.1 电烙铁的分类2

1.1.2 电烙铁的使用3

1.1.3 元件的焊接5

1.1.4 电烙铁使用注意事项6

1.2 示波器6

1.2.1 荧光屏8

1.2.2 电源系统8

1.2.3 垂直偏转因数和水平偏转因数8

1.2.4 输入通道和输入耦合选择9

1.2.5 示波器探头的使用9

1.2.6 示波器使用注意事项及技巧10

1.3 信号发生器11

1.3.1 FG-506 型信号源简介11

1.3.2 FG-506 型信号源操作12

1.4 数字万用表13

1.4.1 电压的测量13

1.4.2 电流的测量13

1.4.3 电阻的测量13

1.4.4 二极管的极性和短路测量13

1.4.5 数字万用表使用注意事项14

第 2 章 常用无源电子元件15

2.1 电阻器15

2.1.1 电阻器的分类15

2.1.2 电阻器的命名16

2.1.3 电阻器的主要技术指标17

2.1.4 标称阻值的标注方法19

2.1.5 常见电阻器介绍21

2.1.6 电位器23

2.2 电容器25

2.2.1 电容器的分类25

2.2.2 电容器的型号命名25

2.2.3 电容器的容量标示26

2.2.4 电容器的主要参数26

2.2.5 常见电容器介绍28

2.3 电感器33

2.3.1 概述33

2.3.2 电感器的分类34

2.3.3 电感器的主要参数34

2.3.4 电感器的型号、规格及命名34

2.3.5 常见电感器介绍35

第 3 章 单片机概述37

3.1 什么是单片机37

3.2 单片机的历史及发展37

3.2.1 单片机的发展历史37

3.2.2 单片机的发展趋势38

3.3 单片机的特点及应用39

3.4 MCS-51 系列单片机40

3.5 AT89C51 单片机的硬件结构42

3.6 单片机开发系统组成43

第 II 篇 硬件制作篇 / 45

第 4 章 电路设计软件的使用46

- 4.1 Altium Designer 简介46
 - 4.1.1 Altium Designer 设计环境46
 - 4.1.2 创建项目47
- 4.2 原理图设计48
 - 4.2.1 原理图设计流程48
 - 4.2.2 原理图文件的建立与设置49
 - 4.2.3 原理图设置50
 - 4.2.4 查找组件52
 - 4.2.5 绘制元件库55
 - 4.2.6 放置元件59
 - 4.2.7 放置电源和地符号61
 - 4.2.8 绘制原理图61
 - 4.2.9 编译项目63
- 4.3 PCB 设计64
 - 4.3.1 PCB 的基本概念64
 - 4.3.2 PCB 的设计流程66
 - 4.3.3 新建 PCB 文档67
 - 4.3.4 PCB 图纸基本设置68

- 4.3.5 PCB 封装的查找与指定70
- 4.3.6 PCB 封装的绘制73
- 4.3.7 生成网表和更新 PCB78
- 4.3.8 组件布局80
- 4.3.9 布线规则设置82
- 4.3.10 布线88
- 4.3.11 PCB 与原理图的相互更新97
- 4.3.12 PCB 验证和错误检查98

第 5 章 单片机开发板及下载器的制作100

- 5.1 单片机开发板的制作100
 - 5.1.1 单片机的选择100
 - 5.1.2 功能分析100
 - 5.1.3 开发板电路设计与制作101
- 5.2 单片机开发板下载器的制作106
 - 5.2.1 下载器芯片的选择106
 - 5.2.2 下载器电路设计及制作107

第 III 篇 应用与实践篇 / 111

第 6 章 单片机 Keil C51 程序开发112

- 6.1 单片机的编程语言与工具112
 - 6.1.1 汇编语言112
 - 6.1.2 高级语言113
 - 6.1.3 Keil C51 开发工具114
- 6.2 C51 编程基础114
 - 6.2.1 C51 与标准 C 语言的主要区别114
 - 6.2.2 C51 的数据与数据类型115
 - 6.2.3 C51 的存储类型与 8051 存储器结构118
 - 6.2.4 C51 中的绝对地址访问122

- 6.2.5 C51 的运算符及表达式123
- 6.2.6 C51 的分支与循环程序结构125
- 6.2.7 C51 程序结构126
- 6.2.8 C51 与汇编语言的混合编程129
- 6.3 μ Vision2 集成开发环境使用130
- 6.4 向目标板中下载程序137

第 7 章 STC89C51RC/RD+系列单片机140

- 7.1 概述140
 - 7.1.1 STC89C51RC/RD+简介140

7.1.2	STC89C51RC/RD+系列 单片机的内部结构及 选型	141
7.1.3	STC89C51RC/RD+系列 单片机引脚及封装	141
7.1.4	STC89C51RC/RD+系列 单片机命名规则	144
7.2	省电模式及复位	146
7.2.1	STC89C51RC/RD+系列 单片机的省电模式	146
7.2.2	复位	146
7.3	片内存储器和特殊功能寄 存器 (SFR)	148
7.3.1	程序存储器	148
7.3.2	数据存储器 (SRAM)	149
7.3.3	特殊功能寄存器 (SFR) 及其使用	152
7.3.4	特殊功能寄存器的使用	155
7.4	并行 I/O 口	158
7.4.1	STC89C51RC/RD+系列 单片机 I/O 口介绍	158
7.4.2	I/O 口各种不同的工作 模式及配置介绍	160
7.4.3	P4 口的使用	161
7.5	中断系统	161
7.5.1	中断系统的中断源	161
7.5.2	中断寄存器	163
7.5.3	中断处理	168
7.5.4	外部中断	169
7.6	定时器/计数器	169
7.6.1	定时器/计数器 0/1	169
7.6.2	定时器/计数器 2	173
7.7	串行口通信	178
7.7.1	串行口相关寄存器	178
7.7.2	串行口工作模式	181
7.7.3	串行口通信中波特率 的设置	183
7.7.4	单片机间的通信	185

第 8 章	实战应用	188
8.1	单片机最小系统	188
8.2	电源电路和去耦电容	189
8.3	I/O 口应用	190
8.3.1	I/O 口简介	190
8.3.2	片上 I/O 口输出应用	190
8.3.3	片上 I/O 口输入应用	194
8.3.4	I/O 口串行扩展	196
8.3.5	流水灯	199
8.4	定时器/计数器	201
8.4.1	定时器/计数器应用要点	201
8.4.2	定时器/计数器应用实例	203
8.5	蜂鸣器	207
8.6	外部中断	209
8.6.1	外部中断简介	209
8.6.2	外部中断的响应	209
8.6.3	外部中断应用实例	211
8.7	数码管	212
8.7.1	数码管显示原理	212
8.7.2	数码管显示电路	213
8.7.3	数码管显示模块程序	214
8.8	键盘	215
8.8.1	键盘的工作原理	215
8.8.2	键盘的应用电路	219
8.8.3	键盘应用程序	219
8.9	LCD1602 液晶显示器	221
8.9.1	LCD1602 概述	221
8.9.2	LCD1602 的功能说明	222
8.9.3	LCD1602 应用电路	225
8.9.4	LCD1602 模块程序	225
8.10	实时时钟	228
8.10.1	DS1302 介绍	228
8.10.2	DS1302 的读写操作	230
8.10.3	DS1302 应用电路	231
8.10.4	DS1302 应用程序	232
8.11	DS18B20 温度传感器	237
8.11.1	DS18B20 概述	237
8.11.2	DS18B20 的内部结构和 测量原理	238
8.11.3	DS18B20 的访问	240
8.11.4	DS18B20 应用电路	243

8.11.5	DS18B20 测温程序	244
8.11.6	DS18B20 使用注意事项	247
8.12	I ² C 总线	247
8.12.1	I ² C 总线概述	247
8.12.2	I ² C 总线的数据传送	248
8.12.3	I ² C 总线 C 语言模拟	250
8.13	串行 E ² PROM	254
8.13.1	概述	254
8.13.2	引脚描述	254
8.13.3	串行 E ² PROM 的 读写操作	255
8.13.4	E ² PROM 硬件电路	258
8.13.5	CAT24C02 模块 C 程序	258
8.14	PCF8591 模数转换器应用	262
8.14.1	概述	262
8.14.2	PCF8591 的功能描述	263
8.14.3	PCF8591 应用电路	266
8.14.4	PCF8591 应用程序	267
8.15	红外通信	271
8.15.1	红外发光二极管	271
8.15.2	VS1838B 红外接收头	273
8.15.3	红外通信实例	274
8.16	RS-232 串行通信	279
8.16.1	数据通信的基本概念	279
8.16.2	RS-232 简介	281
8.16.3	RS-232 与 TTL 电平 的转换	283
8.16.4	RS-232 串行口通信 实例	284
8.17	128×64 字符液晶显示器	287
8.17.1	128×64 字符液晶模块 引脚及外形	287
8.17.2	128×64 字符液晶模块 接口时序	288
8.17.3	ST7920 显示存储器及 坐标关系	290
8.17.4	ST7920 指令集	291
8.17.5	128×64 字符液晶模块 的应用	293
附录 A	ASCII 码表	334
附录 B	元器件清单	335

8.17.6	128×64 字符液晶模块 图形数据取模	298
--------	-------------------------	-----

第 9 章 单片机应用系统设计 300

9.1	单片机应用系统的设计步骤	300
9.2	单片机应用系统设计方法	301
9.2.1	典型单片机应用系统	301
9.2.2	硬件设计问题	302
9.2.3	软件设计问题	303
9.3	单片机应用系统的仿真 开发与调试	304
9.3.1	仿真开发系统简介	304
9.3.2	用户样机的仿真调试	306
9.4	单片机应用系统的抗干扰与 可靠性设计	308
9.4.1	单片机片内看门狗定 时器的使用	309
9.4.2	指令冗余和软件陷阱	309
9.4.3	软件滤波	310
9.4.4	开关量软件抗干扰设计	311
9.4.5	隔离	312
9.4.6	印制电路板布线原则	313
9.4.7	掉电保护和硬件 “看门狗”	315
9.4.8	单片机应用系统的低 功耗设计	317
9.5	单片机应用系统的 I/O 功率 驱动	321
9.5.1	单片机与外围集成数字 驱动电路的接口	321
9.5.2	单片机与光电耦合器 的接口	322
9.6	单片机应用系统的人机界面	325
9.7	单片机应用设计实例	326
9.7.1	水温测控系统的设计	326
9.7.2	超声波测距仪的设计	329
参考文献		336

第 I 篇

基础篇

第1章

常用电子仪器及工具

1.1 电烙铁

电烙铁是电子制作和电器维修必不可少的主要工具，主要用途是焊接元件及导线。

1.1.1 电烙铁的分类

电烙铁按结构可分为内热式电烙铁和外热式电烙铁；按功能可分为焊接用电烙铁和吸锡用电烙铁；按照是否能控制温度，可将电烙铁分为可调温电烙铁和恒温电烙铁。

(1) 内热式电烙铁 内热式电烙铁如图 1.1 所示。其结构简单、热效率高、体积较小、加热快、重量轻、价格便宜，而且更换烙铁头也较方便。内热式电烙铁由连接杆、手柄、弹簧夹、烙铁芯、烙铁头（也称铜头）组成。烙铁芯安装在烙铁头的里面。烙铁芯采用镍铬电阻丝绕在瓷管上制成，一般 20W 电烙铁的电阻为 $2.4\text{k}\Omega$ 左右，35W 电烙铁的电阻为 $1.4\text{k}\Omega$ 左右。

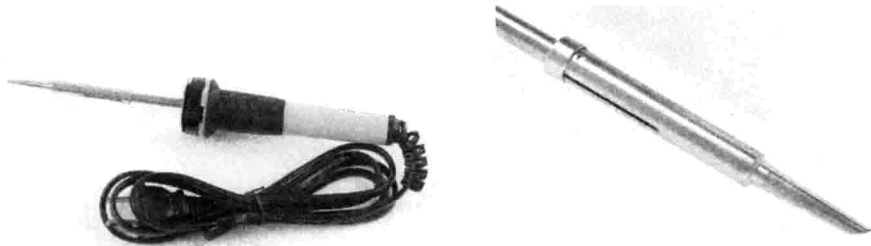


图 1.1 内热式电烙铁

(2) 外热式电烙铁 外热式电烙铁如图 1.2 所示，其制造工艺复杂，效率低，价格高，加热慢，相对比较牢固，使用寿命稍长，但体积和重量稍大，一般功率都较大。外热式电烙铁一般由烙铁头、烙铁芯、外壳、手柄、插头等部分组成，烙铁芯为环状空心管，固定在烙铁头外面，烙铁头用热传导性好的铜为基体的铜合金材料制成。烙铁头的长短可以调整（烙铁头越短，烙铁头的温度就越高）。实践中常用的有凿式、尖锥形、圆面形、圆锥形和半圆沟形等不同的形状，以适应不同焊接面的需要。

(3) 恒温电烙铁 在恒温电烙铁头内装有带强磁体的温度控制器，控制通电时间而实现温控，即给电烙铁通电时，烙铁的温度上升，当达到预定的温度时，因强磁体传感器达到了居里点而磁性消失，从而使磁芯触点断开，这时便停止向电烙铁供电，当

温度低于强磁体传感器的居里点时，强磁体便恢复磁性，并吸动磁芯开关中的永久磁铁，使控制开关的触点接通，继续向电烙铁供电，如此循环往复，达到控制温度的目的。有些恒温电烙铁采用自动调压的方法来进行恒温。图 1.3 给出了内热式恒温电烙铁的外形。



图 1.2 外热式电烙铁



图 1.3 内热式恒温电烙铁

恒温电烙铁价格高、零件多、维修难，主要应用在焊接温度不高、焊接时间不长的场合。由于其自动恒温的特性，使得在用恒温电烙铁进行焊接时能保证焊点质量，特别是做电路实验和修理大量印制板时，用起来效果很好。而且有的地区市电不稳，烙铁经常烧得不沾锡或温度不够、焊不动，为保证焊接质量，就只有使用恒温电烙铁或配置调压系统。如果在使用过程中发现电烙铁温度偏高，可以采用串降压电阻的方法来解决。

(4) 可调温电烙铁 可调温电烙铁（图 1.4 和图 1.5）功率较大，一般在 40~60W，由于温度范围在 100~400℃ 可调，所以能满足各种大小元件的焊接需要。另外，可调温电烙铁大多附有接地线，使烙铁有良好的接地性能，可消除静电，防止损害元件，非常适合维修手机、电脑主板、音响等精密焊接工作。



图 1.4 防静电无铅恒温焊台（可调温）

(5) 吸锡电烙铁 吸锡电烙铁（图 1.6）是将活塞式吸锡器与电烙铁熔于一体的拆焊工具，它具有使用方便、灵活、适用范围广等特点。不足之处是每次只能对一个焊点进行拆焊。

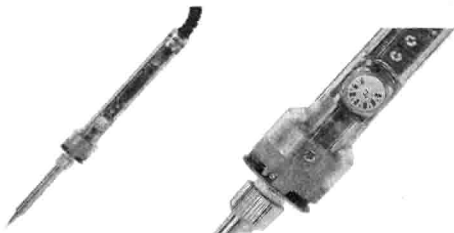


图 1.5 内热式恒温电烙铁（可调温）

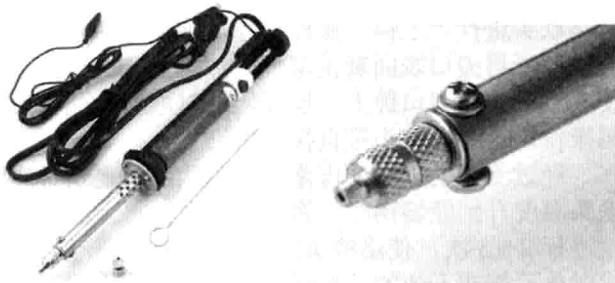


图 1.6 吸锡电烙铁

1.1.2 电烙铁的使用

1.1.2.1 电烙铁的选择

(1) 功率的选择 一般电烙铁的功率有 20W、25W、30W、40W、50W、60W 等。焊接

印刷电路板可以使用 20~40W 的电烙铁；焊接金属底板或者比较大的元件，可以用 40~60W 的电烙铁。

电烙铁的功率应由焊接点的大小决定，焊点的面积大，焊点的散热速度也快，所以选用的电烙铁功率也应该大些。一般电子制作用 20~40W 的内热式电烙铁即可。使用的电烙铁功率过大，容易烫坏元器件（一般二极管、三极管结点温度超过 200℃ 时就会烧坏）和使印制导线从基板上脱落。使用的电烙铁功率太小，焊锡不能充分熔化，焊剂不能挥发出来，焊点不光滑、不牢固，易产生虚焊。一般地，用作焊接集成电路、印制线路板、CMOS 电路、装修晶体管、电视机，做普通电路实验，以 20W 为宜；修理真空管类机器，如胆机、旧式仪器，以 35W 为宜，外热式的为 45W；焊接大型变压器的接线、金属底板上的接地干线，则采用内热式 50W、外热式 75W。还有一些功率更大的应用场合。

(2) 烙铁头的选择 电烙铁的烙铁头是用紫铜制作的，其形状多种多样。常用的电烙铁头有直形和弯形两种。选择的要点是：能经常保持一定的焊锡，能快速有效地熔化接头上的焊锡，不产生虚焊、搭锡、挂锡，焊点无毛刺，不烫坏板子和元件。电烙铁头的刃口形状也很多，可根据具体情况来选用，刀形、尖形、马蹄形烙铁头如图 1.7 所示。如焊点小时，选择细尖刃口为好；机器上的焊点较大，则烙铁头的沾锡截面可大些，用扁平或椭圆头，传热快、自然、操作利索；锡面氧化层较厚，烙铁头相对要尖些，以便于突破氧化层；元器件密度大，需要选用对应尖细的烙铁头，避免烫伤其他元件和搭锡；装拆芯片时，常使用特殊形状的烙铁头；有时因为焊不到和避免烫坏塑料件，选用弯烙铁头。当然，也要看各人的操作习惯和喜好，如果需要，可用锉刀改变刃口的形状。

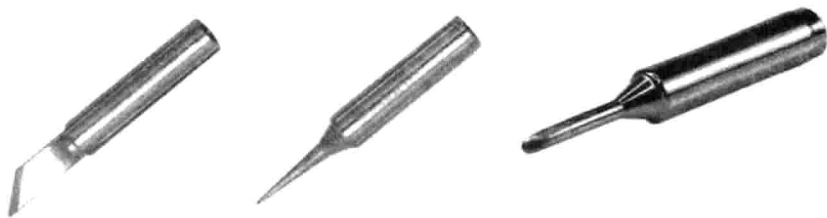


图 1.7 刀形、尖形、马蹄形烙铁头

1.1.2.2 使用前的上锡

新买电烙铁的烙铁头刃口表面有一层氧化铜，不沾锡，因此在第一次使用前应该先通电，对烙铁头进行“上锡”操作，使电烙铁不易被氧化。其方法为：先给电烙铁通电加热，用锉刀或砂纸将刃口表面氧化层打磨掉，在打磨干净的地方涂上焊剂（如松香等），立即沾锡，使其烙铁头的刃口镀上一层锡，这时电烙铁就可以使用了。有些烙铁头在出厂前就进行了上锡操作，这些烙铁头可直接使用。

经过上锡处理后的电烙铁在每次使用之前都应该进行“沾锡”操作。先接上电源，当烙铁头温度升到能熔锡时，将烙铁头在松香上蘸涂一下，等松香冒烟后再沾一层焊锡，如此反复进行 2~3 次，使烙铁头的刃面全部挂上一层锡便可使用。或浸在松香里，放在锡块上磨，锡融化后就在下边的硬木或环氧树脂板上拖着锡珠磨，这样沾锡相当可靠。在沾锡时，不要把烙铁头前端都沾满锡，否则，在焊接过程中容易出现搭锡现象。在以后使用过程中，还可能出现刃口不沾锡现象。这是由于长期高温工作，烙铁头刃口又被氧化了，称这种现象为刃口被烧死，还需要用上述方法进行处理。

1.1.2.3 电烙铁的握法

电烙铁的握法有两种：第一种是常见的“握笔式”，这种握法一般适用于直形电烙铁头；

第二种握法是“拳握式”，这种握法常用于焊接大型的设备，因为待焊接物往往是直立在工作台上的，在焊接者对面，再加上使用的电烙铁功率较大、较重，焊点又大，需要加温的时间长一些，所以采用“拳握式”较好，这种握法一般适用于弯形电烙铁头。

1.1.3 元件的焊接

1.1.3.1 焊前处理

焊接前，应对元件引脚的焊接部位进行焊前处理。

(1) 清除焊接部位的氧化层 可用断锯条制成小刀，刮去金属引线表面的氧化层，使引脚露出金属光泽。印刷电路板可用细砂纸将铜箔打光后，涂上一层松香酒精溶液。经过这样处理后，焊接时就不用逐个处理焊点了，这样既能保证焊接牢固，又能提高焊接速度。

(2) 元件镀锡 在刮净的引线上镀锡。引线蘸一下松香酒精溶液后，将带锡的热烙铁头压在引线上，并转动引线，即可使引线均匀地镀上一层很薄的锡层。

导线焊接前，应将绝缘外皮剥去，再经过上面两项处理，才能正式焊接。若是多股金属丝的导线，打光后应拧在一起，然后再镀锡。

1.1.3.2 直插引脚式元件的焊接方法

(1) 烙铁头与两个被焊件的接触方式 烙铁头应同时接触到相互连接的两个被焊件（如焊脚与焊盘），电烙铁一般倾斜 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ ，应避免只与其中一个被焊件接触。当两个被焊件受热面积相差悬殊时，应适当调整电烙铁倾斜角度，电烙铁与焊接面积大的被焊件倾斜角减小，使焊接面积较大的被焊件与电烙铁的接触面积增大，热传导能力加强。如 LCD 拉焊时倾斜角在 30° 左右，焊麦克风、马达、喇叭等倾斜角可在 40° 左右。两个被焊件能在相同的时间里达到相同的温度，被视为加热理想状态。

(2) 焊锡丝的供给方法 焊锡丝的供给应掌握三个要领，即供给时间、供给位置和供给数量。

① 供给时间：原则上是被焊件升温达到焊料的熔化温度时立即送上焊锡丝。

② 供给位置：应是在烙铁与被焊件之间，并尽量靠近焊盘。

③ 供给数量：应看被焊件与焊盘的大小，焊锡盖住焊盘后焊锡高与焊盘直径的比为 $1/3$ 即可，焊点应呈圆锥形。

(3) 焊接时间及温度设置 温度由实际使用决定，以焊接一个锡点 $1\sim 4\text{ s}$ 最为合适，最长不超过 8 s 。平时观察烙铁头，当其发紫时，说明温度设置过高。对于直插电子材料来说，将烙铁头的实际温度设置为 $350\sim 370^{\circ}\text{C}$ ；对于表面贴装物料（SMT）来说，将烙铁头的实际温度设置为 $330\sim 350^{\circ}\text{C}$ ；对于一般材料，则为焊锡熔点加上 100°C ；特殊物料需要特别设置烙铁温度；对于 LCD 连接器，要用含银锡线为熔丝，温度一般在 $290\sim 310^{\circ}\text{C}$ 之间；焊接大的元件脚时，温度不要超过 380°C ，但可以增大烙铁功率。

(4) 焊接注意事项 焊接前应观察各个焊点（铜皮）是否光洁、是否氧化等。如果有杂物，要用毛刷清理干净后再进行焊接；如焊点有氧化现象，则加适量的助焊剂，以增加焊接强度。在焊接时，要看准焊点，以免线路焊接不良引起短路。如果需要焊接的元件是用塑壳等不耐热材料封装的，可以在元件本体上涂无水酒精后进行焊接，以防止热损伤。在焊接后，要认真检查元件焊接的状态，检查焊点周围是否有残锡、锡珠、锡渣。

1.1.3.3 贴片式元件的焊接方法

① 在焊接之前先在焊盘上涂上助焊剂，用电烙铁处理一遍，以免焊盘镀锡不良或被氧化，致使施焊困难。芯片一般不需处理。

② 用镊子小心地将芯片放到 PCB 板上, 注意不要损坏引脚, 使其与焊盘对齐, 要保证芯片的放置方向正确。把烙铁的温度调到 300℃ 以上, 将烙铁头尖沾上少量的焊锡。用工具向下按住已对准位置的芯片, 在两个对角位置的引脚上加少量的焊锡。仍然向下按住芯片, 焊接两个对角位置上的引脚, 使芯片固定而不能移动。在焊完对角后, 重新检查芯片的位置是否对准, 如有必要, 可进行调整或拆除, 并重新在 PCB 板上对准位置。

③ 焊接所有的引脚时, 应在电烙铁尖上加上焊锡, 将所有的引脚涂上焊锡, 使引脚保持湿润。用电烙铁尖接触芯片每个引脚的末端, 直到看见焊锡流入引脚。在焊接时要保持烙铁尖与被焊引脚并行, 防止因焊锡过量发生搭接。

④ 焊完所有的引脚后, 用助焊剂浸湿所有引脚以便清洗焊锡。吸掉多余的焊锡, 以消除任何可能的短路和搭接。用镊子检查是否有虚焊, 检查完成后, 从电路板上清除助焊剂, 将硬毛刷浸上酒精, 沿引脚方向仔细擦拭, 直到助焊剂消失为止。

⑤ 贴片阻容元件相对容易焊一些, 可以先在一个焊点上点上锡, 然后放上元件的一头, 用镊子夹住元件。焊上一头之后, 再看看是否放正了。如果已放正, 再焊上另外一头。如果引脚很细, 可以先对芯片引脚加锡, 然后用镊子夹好元件在桌边轻磕, 除去多余焊锡, 而后用电烙铁直接焊接。当完成一块电路板的焊接工作后, 要对电路板上的焊点进行检查、修理、补焊。

1.1.4 电烙铁使用注意事项

① 使用电烙铁焊接时, 必须注意安全, 防止触电事故发生。有条件时最好将电烙铁的外皮接上地线。如果使用没有安装地线的电烙铁, 两脚必须踏在胶皮垫或木板上, 防止因电烙铁漏电发生事故。

② 焊接时间不宜过长, 否则容易烫坏元件。在焊接怕热元件时, 可用镊子和尖嘴钳夹住元件的引线帮助散热。

③ 焊接时, 在焊锡未凝固以前, 不得摇动元件的引线, 以免造成虚焊或假焊。

④ 电烙铁在长期使用过程中, 由于温度过高和焊剂的腐蚀作用等原因, 造成烙铁头烧死, 这时可用砂纸将烙铁头的刃口磨亮, 涂上助焊剂, 再镀上锡, 然后就可以继续使用了。

⑤ 电烙铁使用时, 需清洁烙铁头; 电烙铁应放在烙铁架上, 轻拿轻放; 决不要将电烙铁上的锡乱丢, 可将烙铁头上的锡搁入集锡硬纸盒内。

⑥ 电烙铁不易长时间通电而不使用, 这样会使烙铁芯加速氧化而烧断。电烙铁用完后, 先清洁, 再加足锡, 然后马上切断电源。

⑦ 当焊点上焊锡已近饱满, 助焊剂尚未完全挥发, 温度适当, 焊锡最亮, 流动性最强时, 将烙铁头沿元件引脚方向迅速移动, 快离开时快速往回带一下, 同时离开焊点, 才能保证焊点光亮、圆滑、无毛刺。用偏口钳将元件过长的引脚剪掉, 使元件引脚稍露出焊点即可。

⑧ 在焊接集成电路和场效应管时, 一是要注意焊接时温度不要太高, 二是在焊接前要用试电笔(验电笔、电笔)检查电烙铁的外皮有无漏电和感应电现象存在。如果有上述现象, 可将电烙铁电源引线插头调换一下位置, 再检查一下。如果还存在感应电等现象, 只好在焊接这些元件时, 将电烙铁的电源断开后, 利用余热进行焊接。焊接后再继续通电加热, 待电烙铁加热到能熔锡后, 仍用上述方法进行焊接, 这样能防止元件损坏。

1.2 示波器

示波器是一种测量电压波形的电子仪器, 它可以把被测电压信号随时间变化的规律用图

形显示出来。使用示波器不仅可以直观而形象地观察被测物理量的变化全貌,而且可以通过它显示的波形测量电压和电流,进行频率和相位的比较以及描绘特性曲线等。

从示波器的原理上分,可以将示波器分为模拟示波器和数字示波器,如图 1.8 所示。模拟示波器的工作方式是直接测量信号电压,并且通过从左到右穿过示波器屏幕的电子束在垂直方向描绘电压。数字示波器的工作方式是通过模拟转换器(ADC)把被测电压转换为数字信息。数字示波器捕获的是波形的一系列样值,并对样值进行存储,存储限度是判断累计的样值能描绘出波形为止。随后,数字示波器重构波形。

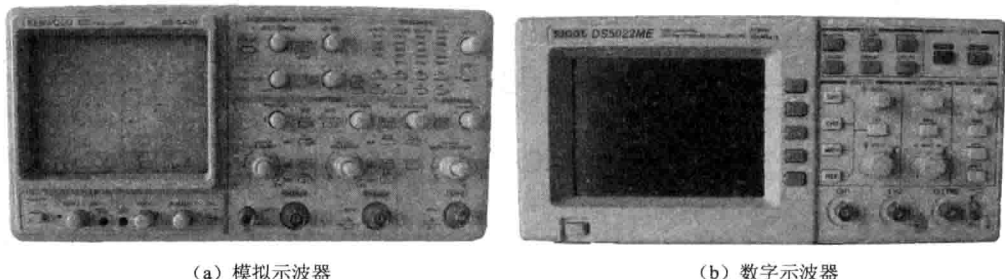


图 1.8 模拟示波器和数字示波器

模拟示波器要提高带宽,需要示波管、垂直放大和水平扫描全面推进。数字示波器要改善带宽,只需要提高前端的 A/D 转换器的性能,对示波管和扫描电路没有特殊要求,加上数字示波管能充分利用记忆、存储和处理,以及具有多种触发和超前触发能力,其在 20 世纪 80 年代异军突起,硕果累累,大有全面取代模拟示波器之势,使模拟示波器从前台退到后台。

但是模拟示波器的某些特点却是数字示波器所不具备的。

- ① 操作简单:全部操作都在面板上,波形反应及时;数字示波器往往要较长处理时间。
- ② 垂直分辨率高:连续而且无限级;数字示波器分辨率一般只有 8~10 位。
- ③ 数据更新快:每秒捕捉几十万个波形;数字示波器每秒捕捉几十个波形。
- ④ 实时带宽和实时显示:连续波形与单次波形的带宽相同;数字示波器的带宽与取样率密切相关,取样率不高时需借助内插计算,容易出现混淆波形。

简而言之,模拟示波器为工程技术人员提供眼见为实的波形,在规定的带宽内可非常放心地进行测试。在某些领域,模拟示波器深受使用者的欢迎。

进入 20 世纪 90 年代,数字示波器除了提高带宽到 1GHz 以上,更重要的是它的性能全面超越模拟示波器,出现了所谓数字示波器模拟化的现象,换句话说,就是尽量吸收模拟示波器的优点,使数字示波器更好用。

数字示波器首先在取样率上有所提高,从最初取样率等于 2 倍带宽提高至 5 倍甚至 10 倍带宽,相应地对正弦波取样引入的失真也从 100%降低至 3%甚至 1%,带宽 1GHz 的取样率就是 5GHz,甚至 10GHz。

其次,数字示波器提高了更新率,达到与模拟示波器相同的水平,最高可达每秒 40 万个波形,对观察偶发信号和捕捉毛刺脉冲就方便多了。

对于大多数的电子应用,模拟示波器和数字示波器都是可以胜任的。对于一些特定的应用,由于模拟示波器和数字示波器所具备的不同特性,才会出现适合和不适合的地方。

示波器的种类虽然很多,但用法都大同小异。下面以建伍 CS-5400 模拟示波器为例,从概念上简单介绍示波器在使用中的常用功能。

CS-5400 模拟示波器是一台 3 通道 100MB 带宽的模拟示波器,它除了具有普通模拟示波器所具有的功能外,还增加了较多实用的附加功能。

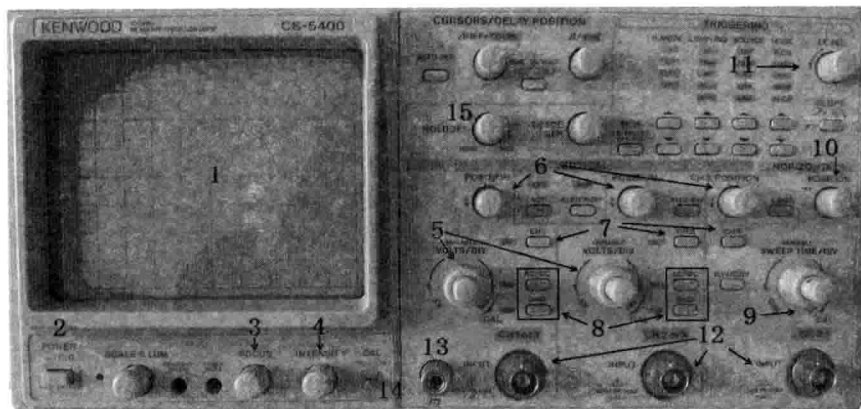


图 1.9 建伍 CS-5400 模拟示波器

1.2.1 荧光屏

见图 1.9 中 1 位置。荧光屏是示波管的显示部分。屏上水平方向和垂直方向各有多条刻度线，称为标尺，指示出信号波形电压和时间之间的关系。水平方向指示时间，垂直方向指示电压。标尺通常在垂直方向有 8 个格，水平方向有 10 个格，每个格为 1cm。根据被测信号在屏幕上占的格数乘以适当的比例常数（VOLTS/DIV，TIME/DIV），即能得出电压值与时间值。

1.2.2 电源系统

（1）电源（POWER） 图 1.9 中 2 位置为示波器主电源开关。按下此开关，电源指示灯亮，电源接通。

（2）聚焦（FOCUS） 见图 1.9 中 3 位置。旋转此旋钮可调节屏幕上光点的大小，以便获得最清晰的波形轨迹。

（3）辉度（INTENSITY） 见图 1.9 中 4 位置。旋转此旋钮能改变光点和扫描线的亮度。一般不要太亮，以延长示波管的使用寿命。

1.2.3 垂直偏转因数和水平偏转因数

（1）垂直偏转因数选择（VOLTS/DIV）和微调 见图 1.9 中 5 位置。垂直偏转系统对输入信号进行比例变换，使之能在屏幕上表现出来。在单位输入信号的作用下，光点在屏幕上偏移的距离称为偏移灵敏度。灵敏度的倒数称为偏转因数。垂直偏转因数的单位是 mV/DIV、V/DIV。示波器中每个通道各有一个垂直偏转因数选择波段开关。

多数示波器上，波段开关一般都是按 1—2—5 的序列从 5mV/DIV 步进到 5V/DIV 的。波段开关指示的值代表荧光屏上垂直方向一格的电压值。例如波段开关置于 1V/DIV 挡时，如果屏幕上信号光点移动 2 格，则代表输入信号电压变化 2V。

每个波段开关上往往还有一个小旋钮，用来微调每挡垂直偏转因数。将它沿顺时针方向旋到底，处于“校准”位置，此时垂直偏转因数值与波段开关所指示的值一致。逆时针旋转此旋钮，能够微调垂直偏转因数。垂直偏转因数微调后，会造成与波段开关的指示值不一致。

许多示波器具有垂直扩展功能，当微调旋钮被拉出时，垂直灵敏度扩大若干倍（垂直偏转因数缩小若干倍）。例如，如果波段开关指示的垂直偏转因数是 1V/DIV，采用“×5”扩展状态时，垂直偏转因数是 0.2V/DIV。

（2）时基选择（TIME/DIV）和微调 见图 1.9 中 9 位置。时基选择和微调的使用方法与

垂直偏转因数选择和微调类似。时基选择也通过一个波段开关把时基分为若干挡。波段开关的指示值代表光点在水平方向移动一个格的时间值。例如在 $1\text{ms}/\text{DIV}$ 挡, 光点在屏上移动 2 格, 代表时间值 2ms 。微调旋钮用于时基校准和微调, 使用方法与垂直偏转因数的类似, 这里不做详细介绍。

(3) 位移 (POSITION) 调节 见图 1.9 中 6 和 10 位置。示波器前面板上的位移 (POSITION) 旋钮调节信号波形在荧光屏上的位置。旋转水平位移旋钮 (标有水平双向箭头) 可以左右移动信号波形, 旋转垂直位移旋钮 (标有垂直双向箭头) 可以上下移动信号波形。

1.2.4 输入通道和输入耦合选择

(1) 输入通道选择 见图 1.9 中 7 位置。输入通道至少有三种选择方式: 通道 1 (CH1)、通道 2 (CH2)、双通道 (CH3)。在建伍 CS-5400 中有三个通道可以选择。测试信号时, 要将示波器的地与被测电路的地连接在一起。

根据输入通道的选择, 将示波器探头插到相应通道插座 (见图 1.9 中 12 位置) 上, 示波器另一端探头接触被测点。示波器探头上有一双位开关, 此开关拨到 “ $\times 1$ ” 位置时, 被测信号无衰减送到示波器, 从荧光屏上读出的电压值是被测信号的实际电压值; 此开关拨到 “ $\times 10$ ” 位置时, 被测信号衰减为 $1/10$ 送往示波器, 从荧光屏上读出的电压值乘以 10 才是信号的实际电压值。

(2) 输入耦合方式 见图 1.9 中 8 位置。输入耦合方式有三种选择: 交流 (AC)、地 (GND)、直流 (DC)。直流耦合用于测定信号直流绝对值和观测极低频信号。交流耦合用于观测交流和含有直流成分的交流信号。当选择 “GND” 时, 扫描线显示出 “示波器地” 在荧光屏上的位置, 在屏幕上将会看到一条位于 0V 电平的直线, 这时可以使用位置控制机构来调节这个参考电平或扫描基线的位置。

(3) 触发电平 (LEVEL) 见图 1.9 中 11 位置。触发电平调节旋钮调节触发信号的触发电平。一旦触发信号超过旋钮设定的触发电平, 扫描即被触发。顺时针旋转旋钮, 触发电平上升; 逆时针旋转旋钮, 触发电平下降。当电平旋钮调到电平锁定位置时, 触发电平自动保持在触发信号的幅度内, 不需要电平调节就能产生一个稳定的触发。当信号波形复杂, 用电平旋钮不能稳定触发时, 用释抑 (HOLD OFF) 旋钮 (见图 1.9 中 15 位置) 调节波形的释抑时间 (扫描暂停时间), 就能使扫描与波形稳定同步。

以上简单介绍了示波器的基本功能和操作。

1.2.5 示波器探头的使用

探头对示波器测量至关重要。在被测信号和示波器的输入通道之间必须有某类电子连接, 也就是某类探头。

除对示波器测量至关重要外, 探头对测量质量也非常关键。把探头连接到电路上可能会影响电路操作, 探头对探测的电路影响必须达到最小, 并对希望的测量保持足够的信号保真度。示波器探头如图 1.10 所示。

在使用示波器探头时, 应注意如下事项。

(1) 观察所有终端额定数据 为避免火灾或电击危险, 应观察产品上的所有额定值和标志。不要对任何端子应用超过该端子最大额定值的电压。检查探头和测试设备说明书, 观察任何额定值下降的信息, 例如随着频率提高, 最大输入电压额定值可能会下降。

(2) 使用正确的接地程序 探头通过示波器电源线的地线间接接地, 图 1.10 中连接在探



图 1.10 示波器探头

头中部的带鳄鱼夹的导线即为地线。为避免电击危险，地线必须连接到接地上。在连接产品的输入或输出端子前，要保证产品正确接地。不要使任何测试设备的电源线接地出现缺陷。探头地线只应连接到接地上。把示波器与没有为这类操作专门设计和指定的接地隔开，或把地线连接到接地之外的任何其他项目上，可能会导致示波器和探头的连接器、控制设备或其他表面出现危险电压。

(3) 正确连接和断开探头 先把探头连接到示波器上。在把探头连接到任何测试点之前，应使探头正确接地，探头地线只应连接到接地上。在从被测电路上断开探头时，先从电路中拔下探头尖端，然后再断开地线。除探头尖端和探头连接器中心导线外，探头上可以接触的所有金属（包括接地夹）都要连接到连接器外壳上。

(4) 避免接触暴露的电路 避免手或身体任何其他部位接触暴露的电路或器件。探头尖端和地线夹的连接方式一定要保证其不会意外碰到被测电路的其他部分。

(5) 不要在没有保护盖的情况下使用测量设备 在拆下任何保护盖或保护外壳时，不应再使用示波器和探头。拆下保护盖、外壳、探头机身或连接器外壳暴露出的导线或元器件，可能会存在危险电压。

(6) 不要在潮湿的环境中使用测量设备 为避免电击或损坏设备，不要在潮湿的环境中使用测量设备。

(7) 不要在爆炸性的空气中使用测量设备 在爆炸性的空气中使用电气或电子设备可能会导致发生爆炸。在使用或存放汽油、溶剂、乙醚、丙烷和其他挥发性物质时，可能会产生爆炸性的空气。另外，悬浮在空气中的某些细尘或粉末可能会产生爆炸性空气。

(8) 不要在可能有问题时使用测量设备 如果怀疑示波器或探头存在电子或物理问题，应由具有相应资质的人员检查后，方能继续使用。

(9) 保持探头表面清洁、干燥 探头上的水汽、尘土和其他杂质会提供一条传导路径。为保证测量的安全和精度，应保持探头表面清洁、干燥。应仅使用探头说明书规定的程序清洁探头。

(10) 不要把探头浸入液体中 把探头浸入液体中可能会在内部器件之间提供一条传导路径，或损坏，或腐蚀内部器件或外部机壳和屏蔽。

1.2.6 示波器使用注意事项及技巧

① 测试前，应首先估算被测信号的幅度大小。若不明确，应将示波器的“V/DIV”选择开关置于最大挡，避免因电压过高而损坏示波器。

② 大部分示波器都设有扩展挡位和旋钮，定量测量时一定要检查这些旋钮所处的状态，否则会引起读数错误。

③ 在用示波器测量较弱的信号时，其波形不容易同步。这时可采用以下两种方法解决。

a. 仔细调节示波器上的触发电平调节（LEVEL）旋钮，使被测信号稳定和同步。必要时，可结合调整扫描微调旋钮，但应注意调节该旋钮时会使屏幕上显示的频率读数发生变化（逆时针旋转扫描因数可扩大 2.5 倍以上），给计算频率造成一定困难。一般情况下，应将此旋钮顺时针旋到底，使之位于校正位置（CAL）。

b. 可使用与被测信号同频率（或整数倍）的另一强信号作为示波器的触发信号，该信号可以直接从示波器的通道 2 输入。

④ 在使用示波器直流输入方式时，先将示波器输入接地，确定好示波器的零基线，才能方便地测量被测信号的直流电压。

⑤ 示波器工作时，周围不要放大功率的变压器，否则测出的波形会有重影和噪声干扰。

⑥ 示波器可作为高内阻的电压表使用。因被测电路中有一些高内阻电路，若用普通万