

高职高专机电类工学结合模式教材

单片机实验实训教程

魏雅 主编 刘璟 副主编 董少明 主审

清华大学出版社

高职高专机电类工学结合模式教材

单片机实验实训教程

魏雅 主 编 刘璟 副主编

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书是根据电子信息工程技术及计算机控制等专业岗位能力的要求和标准编写的。根据“单片机原理及应用”课程要求,分析和归纳课程各能力单元所对应的知识与技能要求,然后对知识技能进行分析,以实际工作任务为驱动,以工程应用为目标,按项目进行实验实训单元构建,将知识融合到实验实训中,通过实验实训加深学生对知识的理解、记忆和掌握运用,在实验实训项目训练中提高学生的职业技能和应用知识的能力,并注重培养工程应用的设计方法和能力。

本书共分4章。第1章介绍各种工具的使用和各种元器件及基本电路的功能及应用;第2章根据教学内容的要求安排各种实验,重点掌握基本知识和操作技能;第3章以综合应用为目的,通过完整的6个实训项目的训练,培养学生的综合分析及应用能力;第4章通过精选大量的基础知识及能力测试题,并配有测试答案,以供学生进行自我测试和巩固所学知识。

本书配有各种教学资源,可供下载及应用。本书不但可以作为“单片机原理及应用”课程的配套教材使用,也可以作为电子爱好者及单片机爱好者的参考用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

单片机实验实训教程/魏雅主编. --北京:清华大学出版社,2014

高职高专机电类工学结合模式教材

ISBN 978-7-302-34275-5

I. ①单… II. ①魏… III. ①单片微型计算机—高等—职业教育—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 249402 号

责任编辑:张龙卿

封面设计:徐日强

责任校对:袁芳

责任印制:杨艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795764

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:15.75 字 数:357千字

版 次:2014年2月第1版 印 次:2014年2月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:33.00元

产品编号:051994-01



单片机实验实训是一个综合应用课程知识的教学环节,要求学生能够将所学知识系统地联系起来,根据任务要求,科学合理地选择相应理论知识,培养学生应用课程知识解决实际问题的能力,提高对课程内容的认识和理解,培养学生分析问题、解决问题的思维能力,提高学生全局考虑问题、综合应用专业知识的能力。通过实验实训使学生能够掌握用单片机进行实际产品开发的基本过程,加强模块化设计思想的培养,养成良好的设计、编程习惯,同时也增强学生对专业的学习兴趣,培养学生实际操作和编程技能,为今后专业课程的学习和走向工作岗位打下良好的基础。

本着“只看不动没有用”这个道理,根据学生在实际中一旦动手就会有一大堆问题出现的现象,分析其基本原因是知识比较零散、基本技能不够、训练太少、缺少参考等。根据以上分析的结果,我们教研室的几位老师研讨编写了《单片机实验实训教程》这本书,为以后的教学和实训提供服务。

本书由魏雅主编,刘璟任副主编,全斐、田宝珍参加了部分内容的编写,其中第2章和第4章由魏雅编写,第3章由刘璟编写,第1章由全斐编写,附录部分由田宝珍编写。魏雅负责全书的组织、修改和定稿工作,董少明担任主审。在本书的编写过程中,董少明给予了很多的建议和帮助,在此表示衷心的感谢。

本书不但适合本校学生用,也适合作为高等院校本、专科有关专业单片机课程的实践教学用书。实践资源短缺的院校,只要安装仿真软件,也可以训练多方面的知识点,通过动手操作,综合掌握基本知识及技能。各个院校也可以对自己的实验设备稍作修改即可实践操作。

本书配有设计实例中的详细设计图和所有应用实例源文件。

由于作者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者批评、指正。

编 者

2014年1月



第 1 章 基础知识	1
1.1 基本工具的使用	1
1.1.1 万用表	1
1.1.2 逻辑笔	4
1.1.3 示波器	4
1.1.4 函数信号发生器	6
1.1.5 面包板和搭线实验板	7
1.1.6 焊接	8
1.1.7 常用电子元件	9
1.2 基本集成电路的使用	20
1.2.1 模拟集成电路	20
1.2.2 数字集成电路	40
第 2 章 上机实验	46
2.1 51 单片机的指令系统程序设计实验	47
2.1.1 实验 1 Keil μ Vision4 软件的使用	47
2.1.2 实验 2 应用系统开发过程及常用指令实验	56
2.1.3 实验 3 传送类指令练习——数据转换	61
2.1.4 实验 4 算术运算类指令练习	63
2.1.5 实验 5 逻辑运算类指令练习	66
2.1.6 实验 6 顺序程序设计	68
2.1.7 实验 7 分支程序设计	70
2.1.8 实验 8 循环程序设计	72
2.2 硬件功能单元实验	76
2.2.1 实验 1 流水灯实验——Proteus 的使用	76
2.2.2 实验 2 中断应用实验	82
2.2.3 实验 3 定时器/计数器的应用实验一	86
2.2.4 实验 4 定时器/计数器的应用实验二	89
2.2.5 实验 5 音频控制实验	92
2.2.5 实验 6 串行—并行转换实验	97
2.2.7 实验 7 ADC0809 模数(A/D)转换实验	100

2.2.8	实验 8 DAC0832 数模(D/A)转换实验	104
2.2.9	实验 9 步进电机实验	107
2.2.10	实验 10 串行通信实验	111
2.2.11	实验 11 LED 显示实验	114
2.2.12	实验 12 键盘扩展实验	118

第 3 章 项目实训

122

3.1	实训 1 十字路口交通灯控制系统的设计制作	122
3.1.1	实训概述	122
3.1.2	实训要求	122
3.1.3	系统设计	123
3.1.4	硬件设计	124
3.1.5	软件设计	124
3.1.6	系统仿真及调试	132
3.2	实训 2 LED 点阵汉字显示屏的设计与制作	132
3.2.1	实训概述	132
3.2.2	实训要求	132
3.2.3	系统设计	132
3.2.4	硬件设计	133
3.2.5	软件设计	135
3.2.6	系统仿真及调试	137
3.3	实训 3 基于 LCD 液晶显示数字电子钟的 设计与制作	139
3.3.1	实训概述	139
3.3.2	实训要求	139
3.3.3	系统设计	139
3.3.4	硬件设计	140
3.3.5	软件设计	140
3.3.6	系统仿真及调试	161
3.4	实训 4 八路抢答器的设计与制作	163
3.4.1	实训概述	163
3.4.2	实训要求	163
3.4.3	系统设计	163
3.4.4	硬件设计	164
3.4.5	软件设计	164
3.4.6	系统仿真及调试	177
3.5	实训 5 简易计算器的设计与制作	179
3.5.1	实训概述	179

3.5.2	实训要求	179
3.5.3	系统设计	179
3.5.4	硬件设计	180
3.5.5	软件设计	182
3.5.6	系统仿真及调试	191
3.6	实训 6 智能循迹小车设计与制作	193
3.6.1	实训概述	193
3.6.2	实训要求	193
3.6.3	系统设计	193
3.6.4	硬件设计	193
3.6.5	软件设计	197
3.6.6	系统仿真及调试	200
第 4 章	测试题及答案	202
4.1	测试题	202
4.2	测试题答案	211
附录 A	ASCII 码表	227
附录 B	51 的指令表	229
附录 C	80C51 系列单片机产品介绍	235
附录 D	常用 IC 引脚	238
参考文献		242



基础知识

1.1 基本工具的使用

1.1.1 万用表

现在,数字式测量仪表已经成为主流,有取代模拟式仪表的趋势。与模拟式仪表相比,数字式仪表灵敏度高,准确度高,显示清晰,过载能力强,便于携带,使用更简单。下面以 UT30B 型数字万用表(见图 1-1)为例,简单介绍其使用方法和注意事项。

1. 使用方法

(1) 使用前,应认真阅读有关的使用说明书,熟悉电源开关、量程开关、插孔、特殊插口的作用。

(2) 将电源开关置于 ON 位置。

(3) 交直流电压的测量: 根据需要将量程开关拨至 DCV(直流)或 ACV(交流)的合适量程,红表笔插入 V/ Ω 孔,黑表笔插入 COM 孔,并将表笔与被测线路并联,读数即显示。



图 1-1 万用表

(4) 交直流电流的测量: 将量程开关拨至 DCA(直流)或 ACA(交流)的合适量程, 红表笔插入 mA 孔($<200\text{mA}$ 时)或 10A 孔($>200\text{mA}$ 时), 黑表笔插入 COM 孔, 并将万用表串联在被测电路中即可。测量直流量时, 数字万用表能自动显示极性。

(5) 电阻的测量: 将量程开关拨至 Ω 的合适量程, 红表笔插入 V/ Ω 孔, 黑表笔插入 COM 孔。如果被测电阻值超出所选择量程的最大值, 万用表将显示“1”, 这时应选择更高的量程。测量电阻时, 红表笔为正极, 黑表笔为负极, 这与指针式万用表正好相反。因此, 测量晶体管、电解电容器等有极性的元器件时, 必须注意表笔的极性。

(6) 二极管测量。

① 万用表检测普通二极管的极性与好坏。

检测原理: 根据二极管的单向导电性这一特点, 性能良好的二极管, 其正向电阻小, 反向电阻大; 这两个数值相差越大越好。若相差不多, 说明二极管的性能不好或已经损坏。

测量时, 选用万用表的“欧姆”挡。一般用 $R \times 100$ 或 $R \times 1\text{k}$ 挡, 而不用 $R \times 1$ 或 $R \times 10\text{k}$ 挡。因为 $R \times 1$ 挡的电流太大, 容易烧坏二极管; $R \times 10\text{k}$ 挡的内电源电压太大, 易击穿二极管。

测量方法: 将两表笔分别接在二极管的两个电极上, 读出测量的阻值; 然后将表笔对换再测量一次, 记下第二次阻值。若两次阻值相差很大, 说明该二极管性能良好; 并根据测量电阻小的那次的表笔接法(称之为正向连接), 判断出与黑表笔连接的是二极管的正极, 与红表笔连接的是二极管的负极。因为万用表的内电源的正极与万用表的“-”插孔连通, 内电源的负极与万用表的“+”插孔连通。

如果两次测量的阻值都很小, 说明二极管已经击穿; 如果两次测量的阻值都很大, 说明二极管内部已经断路; 两次测量的阻值相差不多, 说明二极管性能欠佳。在这些情况下, 二极管就不能使用了。

必须指出, 由于二极管的伏安特性是非线性的, 用万用表的不同电阻挡测量二极管的电阻时, 会得出不同的电阻值; 实际使用时, 流过二极管的电流会较大, 因而二极管呈现的电阻值会更小些。

② 特殊类型二极管的检测。

稳压二极管: 稳压二极管是一种工作在反向击穿区、具有稳定电压作用的二极管。其极性与性能好坏的测量与普通二极管的测量方法相似, 不同之处在于: 当使用万用表的 $R \times 1\text{k}$ 挡测量二极管时, 测得其反向电阻是很大的, 此时, 将万用表转换到 $R \times 10\text{k}$ 挡, 如果出现万用表指针向右偏转较大角度, 即反向电阻值减小很多的情况, 则该二极管为稳压二极管; 如果反向电阻基本不变, 说明该二极管是普通二极管, 而不是稳压二极管。稳压二极管的测量原理是: 万用表 $R \times 1\text{k}$ 挡的内电池电压较小, 通常不会使普通二极管和稳压二极管击穿, 所以测出的反向电阻都很大。当万用表转换到 $R \times 10\text{k}$ 挡时, 万用表内电池电压变得很大, 使稳压二极管出现反向击穿现象, 所以其反向电阻下降很多, 由于普通二极管的反向击穿电压比稳压二极管高得多, 因而普通二极管不击穿, 其反向电阻仍然很大。

发光二极管 LED(Light Emitting Diode): 发光二极管是一种将电能转换成光能的特殊二极管, 是一种新型的冷光源, 常用于电子设备的电平指示、模拟显示等场合。它常采用砷化镓、磷化镓等化合物半导体制成。发光二极管的发光颜色主要取决于所用半导

体的材料,可以发出红、橙、黄、绿4种可见光。发光二极管的外壳是透明的,外壳的颜色表示了它的发光颜色。发光二极管工作在正向区域,其正向导通(开启)工作电压高于普通二极管。外加正向电压越大,LED发光越亮,但使用中应注意,外加正向电压不能使发光二极管超过其最大工作电流,以免烧坏管子。对发光二极管的检测方法主要采用万用表的 $R \times 10k$ 挡,其测量方法及其性能的好坏判断与普通二极管相同。但发光二极管的正向、反向电阻均比普通二极管大得多。在测量发光二极管的正向电阻时,可以看到该二极管有微微的发光现象。

光电二极管:光电二极管又称为光敏二极管,它是一种将光能转换为电能的特殊二极管,其管壳上有一个嵌着玻璃的窗口,以便于接受光线。光电二极管工作在反向工作区。无光照时,光电二极管与普通二极管一样,反向电流很小(一般小于 $0.1\mu A$),反向电阻很大(几十兆欧以上);有光照时,反向电流明显增加,反向电阻明显下降(几千欧到几十千欧),即反向电流(称为光电流)与光照成正比。光电二极管可用于光的测量,可当作一种能源(光电池)。它作为传感器件广泛应用于光电控制系统中。光电二极管的检测方法与普通二极管基本相同。不同之处是:有光照和无光照两种情况下,反向电阻相差很大;若测量结果相差不大,说明该光电二极管已损坏或该二极管不是发光二极管。

(7) 三极管测量。

① 管型判别。

红定黑动法:红表笔接三极管的任一脚,黑表笔分别接三极管的另外两脚。当测得阻值小时(几十欧姆至十几千欧)为PNP型;当测得阻值大时(几百千欧以上)为NPN型。且红表笔接的是三极管的基极。

黑定红动法:与红定黑动法相反。

② 集电极与发射极的判别。

PNP型管:基极与红表笔之间用手捏,阻值小的一次红表笔对应的是PNP管的集电极,黑表笔对应的是发射极。

NPN型管:基极与黑表笔之间用手捏,阻值小的一次黑表笔对应的是NPN管的集电极,红表笔对应的是发射极。

利用数字万用表的HFE挡可测出三极管的集电极C和发射极E:将量程开关拨至HFE,此时红黑两表笔不起作用,根据三极管的类型将三极管的e、b、c3个脚插入e、b、c3个孔中(已判断出来的基极一定要插入相应的基极插孔内),如果万用表显示的数值很大(大于100),则说明管子插入正确,可以由此分辨三极管的发射极和集电极,显示读数为晶体三极管 β 的近似值;如果万用表显示的数值很小,说明三极管的发射极和集电极正好插反了,需重新测试。

③ 判断硅管与锗管。

用 $R \times 1k$ 挡测发射结(eb)和集电结(cb)的正向电阻,硅管在 $3 \sim 10k\Omega$,锗管在 $500 \sim 1000\Omega$ 之间,两结的反相电阻,硅管一般大于 $500k\Omega$,锗管在 $100k\Omega$ 左右。

④ 判断高频管与低频管。

用万用表 $R \times 1k$ 挡测量基极与发射极之间的反相电阻,如在几百千欧以上,然后将表笔拨到 $R \times 10k$ 挡,若表针能偏转至满度的一半左右,表明该管为硅管,也就是高频管;

若阻值变化很小,表明该管是合金管,即低频管。测量时对 NPN 管,黑表笔接发射极,红表笔接基极;对 PNP 管红表笔接发射极,黑表笔接基极。

2. 使用注意事项

(1) 如果无法预先估计被测电压或电流的大小,则应先拨至最高量程挡测量一次,再视情况逐渐把量程减小到合适位置。测量完毕,应将量程开关拨到最高电压挡,关闭电源。

(2) 满量程时,仪表仅在最高位显示数字“1”,其他位均消失,这时应选择更高的量程。

(3) 测量电压时,应将数字万用表与被测电路并联。测电流时应与被测电路串联,测直流量时不必考虑正、负极性。

(4) 当误用交流电压挡去测量直流电压,或者误用直流电压挡去测量交流电压时,显示屏将显示“000”,或低位上的数字出现跳动。

(5) 禁止在测量高电压(220V 以上)或大电流(0.5A 以上)时换量程,以防止产生电弧,烧毁开关触点。

(6) 当显示“?”、“BATT”或“LOW BAT”时,表示电池电压低于工作电压。

1.1.2 逻辑笔

逻辑笔(见图 1-2)是采用不同颜色的指示灯表示数字电平高低的仪器。它是较简便的测量数字电路工具。使用逻辑笔可快速测量出数字电路中有故障的芯片。逻辑笔上一般有 3 只信号指示灯,红灯一般表示高电平,绿灯一般表示低电平,黄灯表示所测信号为脉冲信号。

逻辑笔一般有两个用于指示逻辑状态的发光二极管,性能较好的还有第 3 个,用于提供以下 4 种逻辑状态指示。

(1) 绿色发光二极管亮时,表示逻辑低电位。

(2) 红色发光二极管亮时,表示逻辑高电位。

(3) 黄色发光二极管亮时,表示浮空或三态门的高阻抗状态。

(4) 如果红、绿、黄三色发光二极管同时闪烁,则表示有脉冲信号存在。

逻辑笔的电源取自于被测电路。测试时,将逻辑笔的电源夹子夹到被测电路的任一电源点,另一个夹子夹到被测电路的公共接地端,然后用探针碰触检测部位,根据发光二极管的状态判断。逻辑笔与被测电路的连接除了可以为逻辑笔提供接地外,还能改善电路灵敏度及提高被测电路的抗干扰能力。

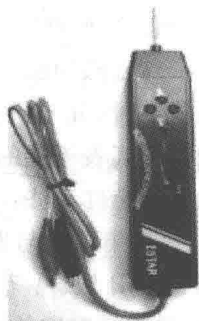


图 1-2 逻辑笔

1.1.3 示波器

示波器(见图 1-3)是利用电子示波管的特性,将人眼无法直接观测的交变信号转换成图像,显示在荧光屏上以便测量的电子测量仪器。它是观察数字电路实验现象、分析实验中的问题、测量实验结果必不可少的重要仪器。示波器由示波管和电源系统、同步系统、X 轴偏转系统、Y 轴偏转系统、延迟扫描系统、标准信号源组成。

虽然示波器的牌号、型号、品种繁多,但其基本组成和功能却大同小异,下面介绍通用示波器的使用方法。

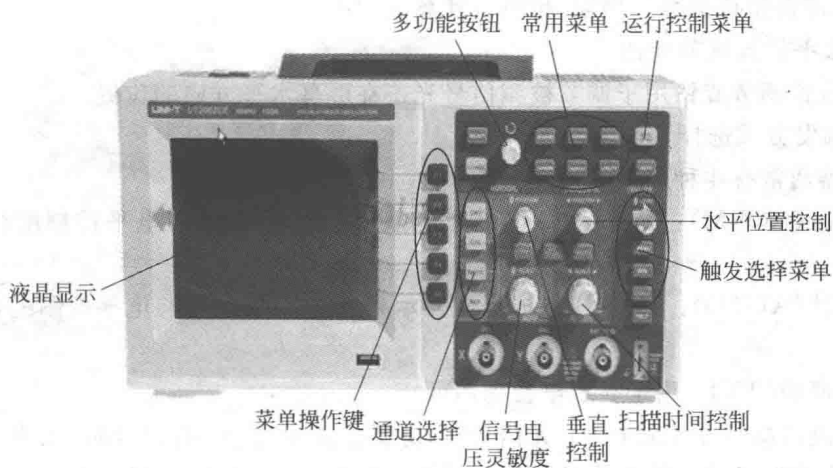


图 1-3 示波器

1. 面板介绍

(1) 亮度和聚焦旋钮

亮度调节旋钮用于调节光迹的亮度(有些示波器称为“辉度”),使用时应使亮度适当,若过亮,容易损坏示波管。聚焦调节旋钮用于调节光迹的聚焦(粗细)程度,使用时以图形清晰为佳。

(2) 信号输入通道

常用示波器多为双踪示波器,有两个输入通道,分别为通道 1(CH1)和通道 2(CH2),可分别接上示波器探头,再将示波器外壳接地,探针插至待测部位进行测量。

(3) 通道选择键(垂直方式选择)

常用示波器有 5 个通道选择键。

① CH1: 通道 1 单独显示。

② CH2: 通道 2 单独显示。

③ ALT: 两通道交替显示。

④ CHOP: 两通道断续显示,用于扫描速度较慢时双踪显示。

⑤ ADD: 两通道的信号叠加。维修中以选择通道 1 或通道 2 为多。

(4) 垂直灵敏度调节旋钮

垂直灵敏度调节旋钮用于调节垂直偏转灵敏度,应根据输入信号的幅度调节旋钮的位置,将该旋钮指示的数值(如 0.5V/div ,表示垂直方向每格幅度为 0.5V)乘以被测信号在屏幕垂直方向所占格数,即得出该被测信号的幅度。

(5) 垂直移动调节旋钮

垂直移动调节旋钮用于调节被测信号光迹在屏幕垂直方向的位置。

(6) 水平扫描调节旋钮

水平扫描调节旋钮用于调节水平速度,应根据输入信号的频率调节旋钮的位置,将该旋钮指示数值(如 0.5ms/div ,表示水平方向每格时间为 0.5ms)乘以被测信号一个周期

占有格数,即得出该信号的周期,也可以换算成频率。

(7) 水平位置调节旋钮

水平位置调节旋钮用于调节被测信号光迹在屏幕水平方向的位置。

(8) 触发方式选择

示波器通常有 4 种触发方式。

① 常态(NORM): 无信号时,屏幕上无显示;有信号时,与电平控制配合显示稳定波形。

② 自动(AUTO): 无信号时,屏幕上显示光迹;有信号时,与电平控制配合显示稳定的波形。

③ 电视场(TV): 用于显示电视场信号。

④ 峰值自动(P-P AUTO): 无信号时,屏幕上显示光迹;有信号时,无须调节电平即能获得稳定波形显示。该方式只有部分示波器(例如,卡尔泰克 CA8000 系列示波器)中采用。

(9) 触发源选择

示波器触发源有内触发源和外触发源两种。如果选择外触发源,那么触发信号应从外触发源输入端输入,家电维修中很少采用这种方式。如果选择内触发源,一般选择通道 1(CH1)或通道 2(CH2),应根据输入信号通道选择,如果输入信号通道选择为通道 1,则内触发源也应选择通道 1。

2. 测量方法

幅度和频率的测量方法(以测试示波器的校准信号为例)如下:

(1) 将示波器探头插入通道 1 插孔,并将探头上的衰减置于“1”挡。

(2) 将通道选择置于 CH1,耦合方式置于 DC 挡。

(3) 将探头探针插入校准信号源小孔内,此时示波器屏幕出现光迹。

(4) 调节垂直旋钮和水平旋钮,使屏幕显示的波形图稳定,并将垂直微调和水平微调置于校准位置。

(5) 读出波形图在垂直方向所占格数,乘以垂直衰减旋钮的指示数值,得到校准信号的幅度。

(6) 读出波形每个周期在水平方向所占格数,乘以水平扫描旋钮的指示数值,得到校准信号的周期(周期的倒数为频率)。

(7) 一般校准信号的频率为 1kHz,幅度为 0.5V,用以校准示波器内部扫描振荡器频率,如果不正常,应调节示波器(内部)相应电位器,直至相符为止。

1.1.4 函数信号发生器

函数信号发生器(见图 1-4)是一种多功能的信号源,它可以输出正弦波、方波或三角波等,输出电压的幅值和频率都可以方便地调节。

函数信号发生器采用恒流充放电原理来产生三角波和方波,改变充放电电流值,就可以得到不同频率信号;当充电与放电电流不相等时,原来的三角波可变成各种斜率的锯齿波,同时方波就变成各种占空比的脉冲波。另外,将三角波通过波形变换电路,就能得



图 1-4 函数信号发生器

到正弦波信号。

1. 面板操作说明

面板操作主要是结合函数信号发生器的外形及面板上的一些按钮来说的,若要更好地使用它,就必须清楚地知道面板上每一个操作按钮/按键的功能及其作用。经常用到的按键有:电源开关 POWER、频率倍乘电位器、频率显示屏、频率计输入选择 EXT/INT、频率计输入衰减选择开关、TTL/CMOS 输出端、频率计输入端、模拟信号输出端、占空比调节/反相输出选择 DUTY/INVERT、输出信号偏置调节、TTL/CMOS 选择及 CMOS 电平调节、模拟输出波形选择开关 FUNTION、模拟输出信号幅度调节 AMPLITUDE/输出衰减 ATTENUATION、频段选择开关等。

2. 使用方法

- (1) 将信号发生器接入交流 220V、50Hz 电源,按下电源开关,指示灯亮。
- (2) 选择所需波形的功能开关按下。
- (3) 需输出脉冲波时,应拉出占空比调节开关,通过调节占空比可获得更加稳定清晰的波形。此时的频率为原频率的 1/10,当处于正弦和三角波状态时按入占空比开关旋钮。
- (4) 如需小信号输出,则按入衰减器。
- (5) 调节幅度旋钮至所需输出幅度。
- (6) 若直流电平可拉出直流偏移调节旋钮,调节直流电平偏移至所需设置的电平值,其他状态时按入直流偏移调节旋钮,直流电平将为零。

1.1.5 面包板和搭线实验板

面包板(见图 1-5)是集成电路实验板的俗称,是一种具有多孔插座的插件板,是实验室中用于搭试电路的重要工具,熟练掌握面包板的使用方法是提高实验效率、减少实验故障出现机会的基础之一。

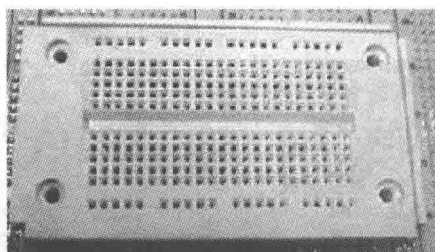


图 1-5 面包板

常用的电子元件可直接插入,大大减少导线数量,并整洁美观。内部有高弹性不锈钢金属片,一般可以使用数万次,不会发生接触不良的情况。

通常,学生实验采用小号的 SYB-46 型面包板。面包板分上下两部分,上面部分一般是由一行或两行的插孔构成的窄条,行和行之间电气不连通。它由 4 行 23 列弹性接触簧片和 ABS 塑料槽板构成。在面包板上,标有 A、B、C、D、E 字母旁边的每竖列上有 5 个方孔,被其内部的一条金属簧片所接通,但竖列与竖列方孔之间是相互绝缘的。同理,标有 F、G、H、I、J 每竖列的 5 个方孔也是相通的。面包板上下两个横行 X 和 Y,各有 20 个方孔也是相通的。简单说来,每 5 列插孔为一组,通常的面包板上有 10 组或 11 组。对于 10 组的结构,左边 3 组内部电气连通,中间 4 组内部电气连通,右边 3 组内部电气连通,但左边 3 组、中间 4 组以及右边 3 组之间是不连通的。对于 11 组的结构,左边 4 组内部电气连通,中间 3 组内部电气连通,右边 4 组内部电气连通,但左边 4 组、中间 3 组以及右边 4 组之间是不连通的。若使用的时候需要连通,必须在两者之间跨接导线。下面部分是由中间一条隔离凹槽和上下各 5 行的插孔构成。在同一列中的 5 个插孔是互相连通的,列和列之间以及凹槽上下部分则是不连通的。

面包板在具体使用的时候,通常是两窄一宽同时使用,两个窄条的第一行一般和地线连接,第二行和电源相连。由于集成块电源一般在上面,接地在下面,如此布局有助于将集成块的电源脚和上面第二行窄条相连,接地脚和下面窄条的第一行相连,减少连线长度和跨接线的数量。中间宽条用于连接电路,由于凹槽上下是不连通的,所以集成块一般跨插在凹槽上。

1.1.6 焊接

1. 焊接工具

(1) 电烙铁

电烙铁(见图 1-6)是焊接的主要工具之一。它主要由烙铁头和烙铁芯构成,烙铁芯是由电阻丝和绝缘材料做成的,烙铁芯是电烙铁的热源,将热传递给烙铁头;烙铁头是用导热良好的紫铜材料制造的,主要用来融化焊锡。

常用电烙铁的种类如下。

- ① 外热式电烙铁:烙铁头安装在烙铁芯内。

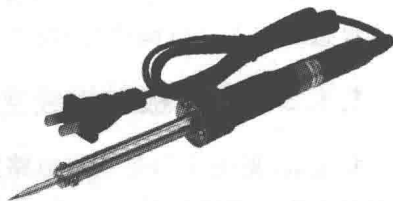


图 1-6 电烙铁

② 内热式电烙铁：烙铁芯安装在烙铁头的里面。

③ 其他烙铁：恒温电烙铁；吸锡电烙铁；气焊烙铁。

(2) 其他工具

① 尖嘴钳；② 偏口钳；③ 镊子；④ 小刀。

2. 焊料与焊剂

(1) 焊料

焊料是一种易熔金属，它能使元器件引线与印制电路板的连接点连接在一起。

手工焊接常用直径为 0.8mm 焊锡丝，且多已加入助焊剂，使用起来很方便。

(2) 焊剂

① 助焊剂：通常使用松香作为助焊剂。

② 阻焊剂：限制焊料只在需要的焊点上进行焊接，把不需要焊接的印制电路板的板面部分覆盖起来。

3. 焊接工艺

焊接五步法：准备好电烙铁以及镊子、剪刀、偏口钳、尖嘴钳、焊料、焊剂等工具，按下述五步法进行焊接。

(1) 准备施焊：准备好焊锡丝和烙铁，将电烙铁及焊件搪锡，左手握焊料，右手握电烙铁。

(2) 加热焊件：将烙铁接触焊接点，加热焊件各部分。

(3) 熔化焊料：当焊件加热到能熔化焊料的温度后将焊丝置于焊点，焊料开始熔化并润湿焊点。

(4) 移开焊锡：当熔化一定量的焊锡后将焊锡丝移开。

(5) 移开烙铁：当焊锡完全润湿焊点后迅速移开烙铁。

4. 焊接技术

(1) 焊前准备

熟悉所焊印制电路板的装配图，按图纸配料，检查元器件型号、规格及数量是否符合图纸要求，并做好装配前元器件引线成型等准备工作。

(2) 焊接顺序

元器件装焊顺序依次为：电阻器、电容器、二极管、三极管、集成电路、大功率管，其他元器件为先小后大。

1.1.7 常用电子元器件

1. 电阻器

(1) 电阻器的含义：在电路中对电流有阻碍作用并且造成能量消耗的部分叫电阻。

(2) 电阻器的英文缩写：R(Resistor)及排阻 RN。

(3) 电阻器的电路符号：R  或 .

(4) 电阻器的常见单位：千欧姆(kΩ)、兆欧姆(MΩ)。

(5) 电阻器的单位换算： $1\text{M}\Omega=10^3\text{k}\Omega=10^6\Omega$ 。

(6) 电阻器的特性：电阻为线性元件，即电阻两端电压与流过电阻的电流成正比，通

过这段导体的电流强度与这段导体的电阻成反比,即欧姆定律: $I=U/R$ 。

(7) 电阻的作用为分流、限流、分压、偏置、滤波(与电容器组合使用)和阻抗匹配等。

(8) 电阻器在电路中用“R”加数字表示,如: R15 表示编号为 15 的电阻器。

(9) 电阻器在电路中的参数标注方法有 3 种,即直标法、数码标示法(数标法)和色环标注法(色标法)。

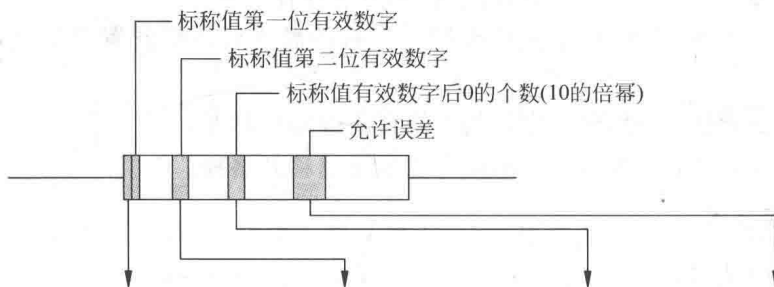
① 直标法: 是将电阻器的标称值用数字和文字符号直接标在电阻体上,其允许偏差则用百分数表示,未标偏差值的即为 $\pm 20\%$ 。

② 数码标示法: 主要用于贴片等小体积的电路,在 3 位数码中,从左至右第一、二位数字表示有效数字,第三位表示 10 的倍幂或者用 R 表示(R 表示 0.)如: 472 表示 $47 \times 10^2 \Omega$ (即 $4.7\text{k}\Omega$); 104 则表示 $100\text{k}\Omega$; R22 表示 0.22Ω , $122=1200\Omega=1.2\text{k}\Omega$, $1402=14000\Omega=14\text{k}\Omega$, $R22=0.22\Omega$, $50C=324 \times 100=32.4\text{k}\Omega$, $17R8=17.8\Omega$, $000=0\Omega$, $0=0\Omega$ 。

③ 色环标注法: 使用最多,普通的色环电阻器用 4 环表示,精密电阻器用 5 环表示,紧靠电阻体一端头的色环为第一环,露着电阻体本色较多的另一端头为末环。现举例如下:

如果色环电阻器用 4 环表示(四色环电阻器—普通电阻),前面两位数字是有效数字,第三位是 10 的倍幂,第四位是色环电阻器的误差范围(见表 1-1)。

表 1-1 两位有效数字阻值的色环表示法



颜色	第一位有效值	第二位有效值	倍率	允许偏差
黑	0	0	10^0	
棕	1	1	10^1	$\pm 1\%$
红	2	2	10^2	$\pm 2\%$
橙	3	3	10^3	
黄	4	4	10^4	
绿	5	5	10^5	$\pm 0.5\%$
蓝	6	6	10^6	$\pm 0.25\%$
紫	7	7	10^7	$\pm 0.1\%$
灰	8	8	10^8	
白	9	9	10^9	$-20\% \sim +50\%$
金			10^{-1}	$\pm 5\%$
银			10^{-2}	$\pm 10\%$
无色				$\pm 20\%$