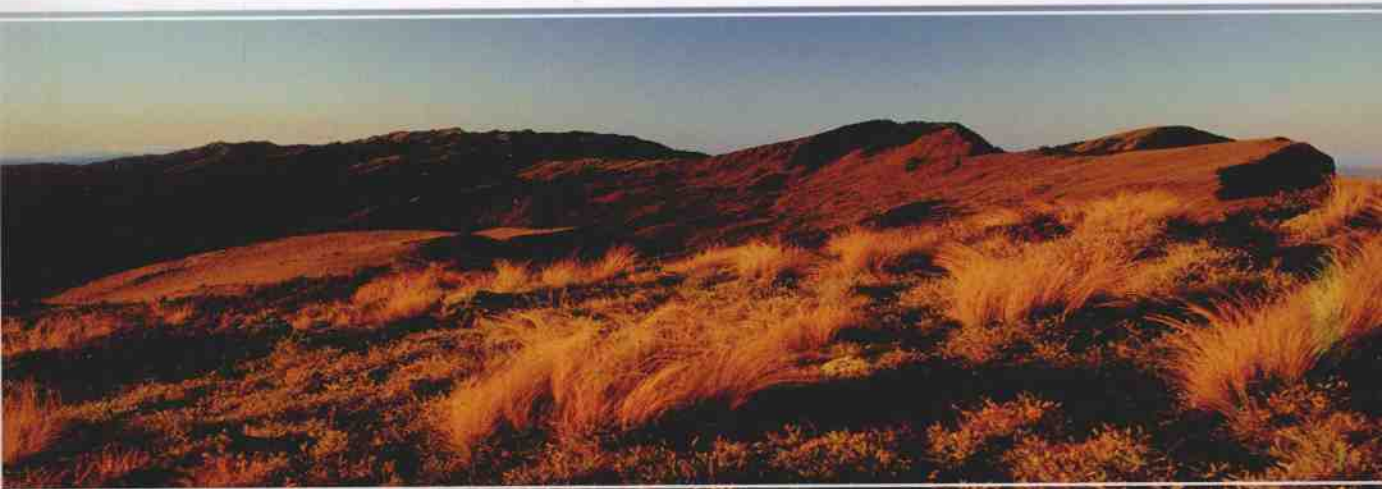


高等职业教育电子技术技能培养规划教材
Gaodeng Zhiye Jiaoyu Dianzi Jishu Jineng Peiyang Guihua Jiaocai

电子产品 整机装配实训

王成安 马宏蹇 编著



A Training for Assembling
Electronic Equipment

以工作过程为导向
以单项技能训练为主
理论实训一体化



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

高等职业教育电子技术技能培养规划教材
Gaodeng Zhiye Jiaoyu Dianzi Jishu Jineng Peiyang Guihua Jiaocai

电子产品 整机装配实训

王成安 马宏骞 编著



A Training for Assembling
Electronic Equipment

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

电子产品整机装配实训 / 王成安, 马宏骞编著. —
北京: 人民邮电出版社, 2010.9
高等职业教育电子技术技能培养规划教材
ISBN 978-7-115-22480-4

I. ①电… II. ①王… ②马… III. ①电子产品—装
配—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TN605

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第059314号

内 容 提 要

本书以“工作过程导向”为主线, 采取项目式的教学方法, 对电子产品整机装配的生产过程进行有机整合, 系统地介绍电子产品整机的装配过程。

本书共包含6个项目: 电子产品整机装配工具和检测仪器、电子产品整机生产工艺文件的识读、电子产品整机电路图的识读、电子产品整机的装配、电子产品整机的检验和包装及电子产品整机装配与调试训练。

本书可作为高职高专院校电子信息工程和应用电子技术专业的教材, 对从事电子产品整机生产的工厂技术人员也具有参考价值。

高等职业教育电子技术技能培养规划教材

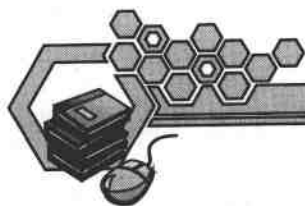
电子产品整机装配实训

- ◆ 编 著 王成安 马宏骞
责任编辑 赵慧君
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 13.75 2010年9月第1版
字数: 349千字 2010年9月河北第1次印刷

ISBN 978-7-115-22480-4

定价: 26.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154



前言

当今,电子产品整机的生产已经由传统的手工装配、半自动化装配向全自动化装配方向迈进,SMT技术在电子产品整机的装配上已经普及。“电子产品整机装配实训”作为高职高专院校应用电子技术专业的一门实训课程,应该及时反映电子产品整机装配技术的最新进展,内容应按照企业生产的实际情况来编写,从而培养并锻炼学生的操作技能,使学生能够毕业即能上岗,真正做到学校和企业零距离接轨。本书正是按照上述原则和要求来组织教材内容,并力求体现如下特色。

(1) 本书既重视基本技能的训练,又突出综合性的技能训练。全书除了包含电子产品整机装配基础环节的知识和训练外,还包括20个整机的装配与调试训练,使学生在掌握扎实的基本技能的同时,又能够进行整机的装配与调试,从而进一步拓展专业技能。

(2) 本书在内容的安排上,以项目为中心,以实际电子产品整机为载体,以单项技能训练为主,综合训练为辅。

(3) 本书既可以作为理论实训一体化教材,也可作为专门开设的实训课程教材。

本书的总学时数建议安排60学时,具体见下表。

序号	项目名称	建议学时	教学方法
项目1	电子产品整机装配工具和检测仪器	8	结合实物进行操作,理论实训一体化
项目2	电子产品整机生产工艺文件的识读	4	结合实际电子产品整机的生产工艺文件进行识读
项目3	电子产品整机电路图的识读	4	结合实际电子产品整机的电路图进行识读
项目4	电子产品整机的装配	8	结合一种产品装配进行电子产品整机装配方法的训练
项目5	电子产品整机的检验和包装	4	结合实际电子产品整机进行检验和包装
项目6	电子产品整机装配与调试训练	32(每个项目8学时)	至少选择4种实际电子产品整机进行装配和调试训练
合计		60	

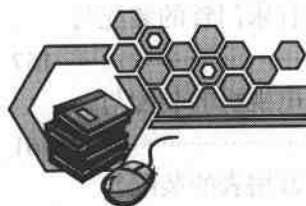
本书由辽宁机电职业技术学院王成安和马宏骞编著,对书后所列参考文献的各位作者,编者表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中不妥之处在所难免,敬请广大读者给予批评和指正。

欢迎您把对本书的建议发至 wang-ca420@sohu.com。

编者

2010年3月



目 录

项目1 电子产品整机装配工具和检测仪器.....1

项目要求.....1

项目相关知识.....1

知识1 电子产品整机装配工具和紧固件.....2

知识2 电子产品整机装配需要使用
的检测仪器.....5

知识3 示波器、信号发生器和毫伏
表的综合使用.....23

项目实施.....25

课后练习.....25

项目2 电子产品整机生产工艺文件的识读.....26

项目要求.....26

项目相关知识.....26

知识1 电子产品整机生产工艺文件
的种类和内容.....26

知识2 实际电子产品整机工艺文件
的编写.....35

项目实施.....41

课后练习.....42

项目3 电子产品整机电路图的识读.....43

项目要求.....43

项目相关知识.....43

知识1 电子产品整机电路图的基本
知识.....44

知识2 电子产品整机电路图的读图
步骤和查找元器件资料的
途径.....51

知识3 实际电子产品整机电路图的
分析.....54

项目实施.....57

课后练习.....58

项目4 电子产品整机的装配.....59

项目要求.....59

项目相关知识.....59

知识1 电子产品整机装配过程.....59

知识2 元器件的装配.....61

知识3 压接、绕接、胶结和螺纹
连接.....65

知识4 整机装配的生产环节和需要
考虑的问题.....68

知识5 整机装配中的表面装配
工艺.....80

项目实施.....81

课后练习.....82

项目5 电子产品整机的检验和包装.....83

项目要求.....83

项目相关知识.....83

知识1 电子产品整机的检验.....84

知识2 电子产品整机的包装.....88

项目实施.....90

课后练习.....90

项目6 电子产品整机装配与调试训练.....91

训练1 超外差式收音机的装配与
调试.....91

训练2 MF-47 型指针式万用表的
装配与调试.....101



训练 3 充电器和稳压电源两用 电路的装配与调试.....	107	训练 13 无线音乐门铃的装配与 调试.....	157
训练 4 集成电路扩音机的装配与 调试.....	114	训练 14 黑白电视机的装配与 调试.....	161
训练 5 正弦波信号发生器的 装配与调试.....	118	训练 15 数字万用表的装配与 调试.....	177
训练 6 荧光灯电子镇流器的 装配与调试.....	123	训练 16 8 路竞赛抢答器的 装配与调试.....	181
训练 7 摩托车防盗报警器的 装配与调试.....	128	训练 17 数字电子钟的装配与 调试.....	185
训练 8 声光两控延时电路的 装配与调试.....	132	训练 18 LCD 数显温度计的 装配与调试.....	189
训练 9 双音频电话机的装配与 调试.....	135	训练 19 彩灯控制器的装配与 调试.....	196
训练 10 太阳能手机电池充电器的 装配与调试.....	141	训练 20 交通信号控制电路的 装配与调试.....	202
训练 11 无线对讲机的装配与 调试.....	145	附录	209
训练 12 无线遥控开关的装配与 调试.....	152	参考文献	212

项目1

电子产品整机装配工具和检测仪器

项目要求

本项目通过对常用装配工具和仪器仪表的认识和使用,要求学生掌握常用装配工具的用途和使用方法,掌握常用检测仪器仪表的工作原理和操作方法。

【知识目标】

- (1) 了解常用的装配工具和紧固工具的种类与特点。
- (2) 掌握紧固件的种类与选用原则。
- (3) 了解常用手工装配工具和工厂专用装配工具的区别。
- (4) 掌握万用表、信号发生器、示波器、电子毫伏表、直流稳压电源、万能电桥和高频 Q 表的工作原理。

【技能目标】

- (1) 能熟练使用常用装配工具和紧固工具。
- (2) 会选择合适的紧固件。
- (3) 能正确操作使用万用表、信号发生器、示波器、电子毫伏表、直流稳压电源、万能电桥和高频 Q 表。

项目相关知识

电子产品整机的组装是将电子零件和部件按照设计要求装配成整机,是多种电子技术的综合。熟练使用电子产品整机的装配工具,按照正确的装配方法对产品进行组装,是



从事电子产品整机生产的人员必须掌握的基本技能。

电子产品整机的组装工艺是电子产品整机生产过程中及其重要的环节。一个设计精良的产品可能因为组装工艺不当而无法实现预定的技术指标，一台精密的电子仪器可能由于一个螺钉的松动而无法正常工作，这样的例子在实际工作中并不鲜见。

在组装和调试电子产品整机的过程中，不可避免的要用到许多检测用的仪器仪表，正确使用各种测量仪器，是从事电子产品整机的制造和维修工作的技术人员必须掌握的技能。

知识 1 电子产品整机装配工具和紧固零件

电子产品整机的组装是将电子零部件按照要求装接到规定的位置上，大部分组装离不开螺钉紧固，也有些零部件仅需要简单的插接即可。组装质量不仅取决于工艺设计，很大程度上也依赖于操作人员的技术水平和组装工具。

1.1.1 常用装配工具和紧固工具

在电子产品整机的装配工作中，紧固组装占有很大比例。用螺钉、螺母将零部件紧固在各自的位置上，看似简单，但要达到牢固、安全和可靠的要求，则必须要切实掌握紧固件的规格、紧固工具和操作方。

1. 常用紧固工具

紧固螺钉所用的工具有普通螺丝刀（又名螺丝起子、改锥）、力矩螺丝刀、固定扳手、活动扳手、力矩扳手、套管扳手等。其中螺丝刀又有一字头和十字头之分。

工业生产中都使用力矩工具，以保证每个螺钉都以最佳力矩紧固。大批量工业生产中均使用电动或气动紧固工具，并且都有力矩控制机构。常用的手动紧固工具如图 1.1 所示。



图 1.1 常见的手动螺丝刀



对于工厂来说,因为装配的工作量很大,常常需要使用机动紧固工具。机动紧固工具内部装有电动机,需要使用交流电或直流电源驱动,也有采用充电电池供电的,以便于在移动中使用。常见的机动紧固工具如图 1.2 所示。

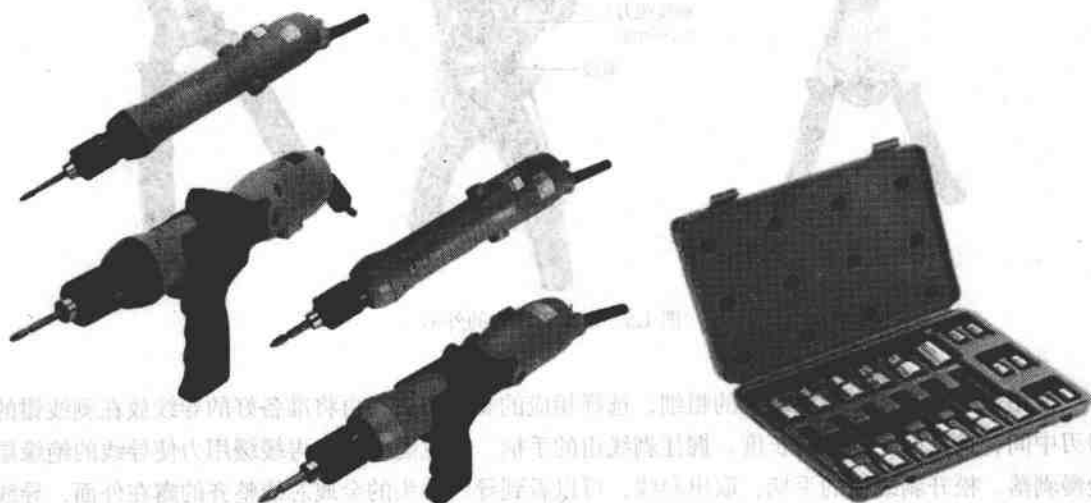


图 1.2 常见的机动紧固工具

2. 常见钳口工具

(1) 尖嘴钳

尖嘴钳的形状如图 1.3 所示。它主要用来夹住导线和元器件的引线,将元器件的引线成形,使用导线布线等。尖嘴钳都带有塑料套柄,使用方便,绝缘性能良好。

(2) 偏口钳

偏口钳又称斜口钳,如图 1.4 所示。它主要用于剪切导线,尤其适合用来剪除焊接后元器件上多余的引线。需要注意的是,在使用斜口钳剪线时,要使钳头朝下,在不能改变钳口的方向时,可用另一只手将钳口遮挡一下,以防止剪下的线头飞出伤人或掉落到电路板上。



图 1.3 尖嘴钳

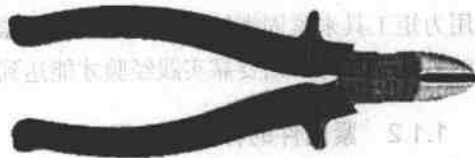


图 1.4 斜口钳

(3) 剥线钳

剥线钳是一种专用的剥线工具,对于直径 6mm 及以下的带有绝缘层的导线,最适合用剥线钳将导线的绝缘层剥掉。剥线钳的外形如图 1.5 所示。它由钳口和手柄两部分组成。剥线钳的钳口上面排列着直径为 0.1~3mm 的多个半圆切口,用于和不同规格的导线直径相匹配。使用时,要选择合适的切口,切口过大时难以将绝缘层剥掉,切口过小则会伤及导线的芯线,甚至可能切



断芯线。剥线钳的手柄上也装有绝缘套。



图 1.5 常见剥线钳的外形

使用剥线钳时,先根据导线的粗细,选择相应的剥线刀口,再将准备好的导线放在剥线钳的刀刃中间,选择好要剥线的长度,握住剥线钳的手柄,将电缆夹住,再缓缓用力使导线的绝缘层慢慢剥落。松开剥线钳的手柄,取出导线,可以看到导线端头的金属芯线整齐的露在外面,导线上其余的绝缘层则完好无损。

(4) 网线钳

网线钳的钳口有一个用于压线的六角形缺口,如图 1.6 所示。它专门用来加工网线和电话线,主要用来给网线或电话线加装水晶头。网线钳也同时具有剥线和剪线的功能。

3. 紧固方法

(1) 使用普通螺丝刀紧固要领

先用手指尖握住手柄拧紧螺钉,再用手掌拧半圈左右即可。紧固有弹簧垫圈的螺钉时,要求把弹簧垫圈刚好压平即可。对成组的螺钉紧固,要采用对角轮流紧固的方法,先轮流将全部螺钉预紧(刚刚拧上为止),再按对角线的顺序轮流将螺钉紧固。

(2) 最佳紧固力矩

其实每种尺寸的螺钉都有固定的最佳紧固力矩,在工厂中常常使用力矩工具来紧固螺钉,容易达到最佳紧固力矩的要求。使用一般的紧固工具时,则要靠实践经验才能达到最佳紧固力矩。



图 1.6 常见网线钳的外形

1.1.2 紧固件的种类与选用

1. 螺钉的结构和适用范围

图 1.7 所示为电子产品在装配时常用的各种螺钉,这些螺钉在结构上有一字槽与十字槽两种。由于十字槽螺钉具有对中性好、组装时螺丝刀不易划出的优点,使用更为广泛。

当被紧固的板面需要保持平整时,要选用沉头螺钉。选择的沉头螺钉大小合适,可以使螺钉与板面的平面保持同高,并且使连接件准确定位。

自攻螺钉适用于薄铁板与塑料件之间的连接,它的特点是不需要在连接件上攻螺纹。



2. 螺钉的材料和选择

用在一般电子仪器上的连接螺钉, 可以选择镀钢或镀铬螺钉; 用在仪器面板上的连接螺钉, 为增加美观和防止生锈, 可以选择镀铬或镀镍的螺钉。紧定螺钉由于埋在元件内, 所以只需选择经过防锈处理的螺钉即可。对导电性能要求比较高的连接和紧固, 可以选用黄铜螺钉或镀银螺钉。

3. 螺钉防松的方法

常用的防止螺钉松动的方法有三种, 可以根据具体组装的对象选用。

- ① 加装垫圈。
- ② 使用双螺母。
- ③ 使用防松漆。

4. 导电螺钉的使用

作为电气连接用的螺钉, 需要考虑螺钉的载流量。这种螺钉一般用黄铜制造, 各种规格的螺钉导电能力如表 1.1 所示。

表 1.1

黄铜螺钉的导电能力

电流范围/A	<5	5~10	10~20	20~50	50~100	100~150	150~300
选用螺钉	M3~M4	M4	M5	M6	M8	M10	M12

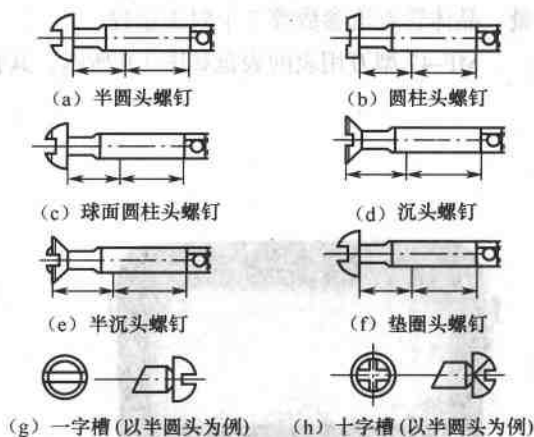


图 1.7 电子装配常用的各种螺钉

知识2 电子产品整机装配需要使用的检测仪器

电子测量仪器是在电子产品整机生产过程中不可缺少的设备, 必须掌握常用仪器仪表的使用方法, 才能胜任电子产品整机的生产、检测和调试。

1.2.1 万用表

万用表是一种应用最广泛的测量仪器, 可以用来测量直流电流、直流电压、交流电流、交流电压、电阻和晶体管直流电流放大系数等物理量。根据测量原理及测量结果显示方式的不同, 万用表可分为两大类: 模拟式(指针)万用表和数字式万用表。

指针式万用表的性能可以用以下几个指标来衡量: 准确度、直流电压灵敏度、交流电压灵敏度、中值电阻和频率特性。

在工厂中一般都使用 MF500 型万用表, 其外形如图 1.8 所示。MF500 型万用表以其测量范围广、测量精度高、读数准确, 被电子技术人员和电工技术人员所推崇。而 MF-47 型万用表则是一款便携式的多量程万用电表, 在一般的无线电爱好者中得到广泛使用。

1. MF-47 型万用表的主要功能及技术指标

MF47 型万用表是常用的磁电系、整流式、便携式、多量程万用电表, 可以测量直流电流、交流电压、直流电压、直流电阻等, 具有 26 个基本量程, 还具有测量信号电平、电容量、电感



量、晶体管直流参数等 7 个附加量程。

MF-47 型万用表的表盘如图 1.9 所示, 其技术指标如下。



图 1.8 MF500 型万用表的外形



图 1.9 MF47 型万用表的表盘

直流电压: $0 \sim 0.25V \sim 1V \sim 10V \sim 50V \sim 250V \sim 500V \sim 1\,000V$ 。

交流电压: $0 \sim 10V \sim 50V \sim 250V \sim 500V \sim 1\,000V \sim 2\,500V$ 。

直流电流: $0 \sim 50\mu A \sim 0.5mA \sim 5mA \sim 50mA \sim 500mA \sim 5A$ 。

电阻: $0 \sim 2k\Omega \sim 20k\Omega \sim 200k\Omega \sim 2M\Omega \sim 40M\Omega$ 。

音频电平: $-10 \sim +22dB$ 。

h_{FE} : $0 \sim 300$ 。

电感: $20 \sim 1\,000H (50Hz)$ 。

电容: $0.001 \sim 0.3\mu F$ 。

2. MF-47 型万用表的使用方法

(1) 机械调零

使用前必须调节表盘上的机械调零螺丝, 使表针指准零位。

(2) 插孔选择

红表笔插入标有“+”符号的插孔, 黑表笔插入标有“-”符号的插孔。

(3) 物理量及量程选择

物理量选择就是根据不同的被测物理量将转换开关旋至相应的位置。

合理选择量程的标准: 测量电流和电压时, 应使表针偏转至满刻度的 $1/2$ 或 $2/3$ 以上; 测量电阻时, 应使表针偏转至中心刻度值的 $1/10 \sim 10$ 倍。

(4) 各种物理量的测量

① 电压测量: 将万用表与被测电路并联测量; 测量直流电压时, 应将红表笔接高电位、黑表笔接低电位, 若无法区分高低电位, 应先将一支表笔接稳一端, 另一支表笔触碰另一端, 若表



针反偏,则说明表笔接反;测量高电压(500~2500V)时应戴绝缘手套,站在绝缘垫上进行,并使用高压测试表笔。

② 电流测量:将万用表串联在被测回路中;测量直流电流时,应使电流由红表笔流入、由黑表笔流出万用表;在测量中不许带电换挡,测量较大电流时应断开电源后再撤表笔。

③ 电阻测量:首先应进行电气调零,即将两表笔短接,同时调节面板上的“欧姆调零旋钮”,使表针指在电阻刻度的零点,若调不到零点,说明万用表内电池不足,需要更换电池;断开被测电阻的电源及联结导线进行测量;测量过程中每变换一次量程挡位,应重新进行欧姆调零;测量过程中表笔应与被测电阻接触良好,手不得触及表笔的金属部分,以减小不必要的测量误差;被测电阻不能有并联支路。

④ 音频电平测量:该功能主要用于测量电信号的增益或衰减。测量方法与交流电压的测量方法相同,读数是表面最下边一条刻度线,该刻度数值是量程选择开关在交流“10V”挡时的直接读数值。当交流电压为“50V”、“250V”、“500V”各挡时,测量结果应在表面读数值上分别加上+14dB、+28dB和+34dB。

⑤ 晶体管直流放大倍数 h_{FE} 测量:先将转换开关旋至晶体管调节ADJ位置进行电气调零,使表针对准300 h_{FE} 刻度线;然后将转换开关旋至 h_{FE} 位置,把被测晶体管插入专用插孔进行测量。N型管孔插NPN型晶体管,P型管孔插PNP型晶体管。

⑥ 电感和电容的测量:将量程选择开关旋至交流10V位置,将被测电容或电感串接于任一测试棒,然后跨接于10V交流电压电路中进行测量。

(5) 读数

读数时应根据不同的测量物理量及量程,在相应的刻度尺上读出指针指示的数值。另外,读数时应尽量使视线与表面垂直,以减小由于视线偏差所引起的使用误差。

【指针式万用表的使用技巧】

技巧1:“舍近求远”:

转动万用表的拨盘时,一定要顺时针旋转,例如,原来的挡位是 $R \times 100$,想要扭转到 $R \times 1k$ 挡,就要旋转一大圈才行,这样能有效地保护万用表的多刀多掷开关,使之不损坏。

技巧2:“偷工减料”

测量电路的通断和测量二极管和三极管的PN结时,不必做几挡的校准工作。

技巧3:“联合作战”

用万用表测量发光二极管时,尽量使用 $R \times 1$ 和 $R \times 10$ 低挡位,以减少电池的消耗。若表内没有9V电池,只能用 $R \times 1k$ 挡,就不容易测量出发光二极管的正反向电路,因为此时表内的电池只有1.5V,不能将PN结导通。采用两块万用表串联,将甲表的红表笔插入乙表的黑表笔插孔中,用甲表的黑表笔和乙表的红表笔来测量发光二极管。若仍用 $R \times 1k$ 挡,则能明显看出正反向电阻的差别;若用 $R \times 10$ 挡,则在正向导通时,可使发光二极管发光。

技巧4:“孤身迎敌”

在测量220~380V或高压直流电时,要用一只手握住表笔进行测量,以免造成以外触电事故。

3. F15B型数字万用表的主要功能及技术指标

F15B型数字万用表是一块 $3\frac{3}{4}$ 位数字表,其外形如图1.10所示。



图 1.10 F15B 型数字万用表的外形

F15B 型数字万用表的各种技术指标如下。

直流电压 DCV: $200\text{mV} \sim 2\text{V} \sim 20\text{V} \sim 200\text{V} \sim 1\,000\text{V}$ 。

交流电压 ACV: $200\text{mV} \sim 2\text{V} \sim 20\text{V} \sim 200\text{V} \sim 750\text{V}$ 。

直流电流 DCA: $200\mu\text{A} \sim 2\text{mA} \sim 20\text{mA} \sim 200\text{mA}$ 。

交流电流 ACA: $200\mu\text{A} \sim 2\text{mA} \sim 20\text{mA} \sim 200\text{mA}$ 。

电阻 Ω : $200\Omega \sim 2\text{k}\Omega \sim 20\text{k}\Omega \sim 200\text{k}\Omega \sim 2\text{M}\Omega \sim 20\text{M}\Omega$ 。

晶体管放大系数 h_{FE} : $0 \sim 300$ 。

二极管: 显示正向导通压降数值。

线路通断: 蜂鸣器提示线路的导通。

附加挡:

- DCA: 10A ;

- ACA: 10A 。

另外, F15B/17B 型数字万用表还具有自动调零、显示极性、超量程显示和低压指示等功能, 并装有快速熔丝管、过流保护电路和过压保护电路。

4. F15B 型数字万用表的使用方法

(1) 电压测量

将红表笔插入“V· Ω ”插孔, 根据所测电压选择合适量程后, 将两表笔与被测电路并联即可进行测量。但要注意, 不同的量程其测量精度也不同, 不能用高量程挡去测小电压。

(2) 电流测量

将红表笔插入“10A”或“mA”插孔 (根据测量值的大小选择), 合理选择量程, 将两表笔串联接入被测电路即可进行测量。

(3) 电阻测量

将红表笔插入“V· Ω ”插孔, 合理选择量程即可进行测量。

(4) 二极管测量

将量程开关拨至二极管挡, 红表笔插入“V· Ω ”插孔、接二极管正极, 黑表笔接二极



管负极,若管子正常,则测锗管时应显示 $0.150 \sim 0.300\text{V}$,测硅管时应显示 $0.550 \sim 0.700\text{V}$,此为正向测量;反向测量时,将二极管反接,若管子正常将显示“1”,若管子不正常将显示“000”。

(5) h_{FE} 值测量

根据被测管的类型选择量程开关的“PNP”挡或“NPN”挡,将被测管的三个管脚 e、b、c 插入相应的插孔,显示屏上将显示出 h_{FE} 值的大小。

(6) 电路通断的检查

将红表笔插入“V· Ω ”插孔,量程开关旋至蜂鸣器挡,让表笔触及被测电路,若表内蜂鸣器发出叫声,则说明电路是通的,反之则不通。

5. 使用万用表的注意事项

① 先检查表笔的绝缘层和连线是否有损坏甚至裸露出金属,再检查表笔连线的通断性。若连线有损坏,应更换后再使用。

② 用万用表测量一个已知的电压,来确定万用表是否能正常工作。若万用表工作异常,请勿使用,因为此时保护设施可能已遭到损坏。

③ 切勿在任何端子和地线间施加超出万用表上标明的额定电压,在超出 30V 交流电均值,42V 交流电峰值或 60V 直流电时使用万用表,请特别注意安全。

④ 测量各种物理量时,必须使用正确的端子,选择正确的功能和量程。

⑤ 使用测试探针时,手指应在保护装置的后面。

⑥ 与其他仪器和电路进行连接时,先连接公共测试导线,再连接带电的测试导线;切断连接时,则先断开带电的测试导线,再断开公共测试导线。

⑦ 测试电阻、导线和铜箔的通断性、二极管或电容以前,必须先切断电源再进行测试。大容量的电容器必须先进行放电。

1.2.2 示波器

示波器是一种常用的电子测量仪器,可以用来观测各种不同电信号的幅度随时间变化的波形曲线,还可以测定各种电量,如电压、电流、频率、周期、相位、失真度等。另外,若配以传感器,示波器还可以对压力、温度、密度、速度、声、光、磁等非电量进行测量。

示波器的种类繁多,根据其用途及特点的不同,可以分为通用示波器、取样示波器、逻辑示波器、记忆与存储示波器等。

1. 数字示波器

(1) UT81A 数字示波器

UT81A 数字示波器的外形如图 1.11 所示,其采用液晶显示和机械式换挡结构。高级的数字示波器一般采用自动换挡结构或者是按键式切换结构。



图 1.11 UT81A 数字示波器的外形

(2) UT81A 数字示波器的技术指标

UT81A 数字示波器的技术指标如表 1.2 所示。



表 1.2 UT81A 数字示波器的技术指标

基本功能	量 程	基本精度
直流电压	400mV/4V/40V/400V/1 000V	$\pm(0.8\%+8)$
交流电压	4V/40V/400V/750V	$\pm(1\%+15)$
直流电流	400 μ A/4 000 μ A/40mA/400mA/4A/10A	$\pm(1\%+8)$
交流电流	400 μ A/4 000 μ A/40mA/400mA/4A/10A	$\pm(1.5\%+8)$
电阻	400 Ω /4k Ω /40k Ω /400k Ω /4M Ω /40M Ω	$\pm(1\%+5)$
电容	40nF/400nF/4 μ F/40 μ F/100 μ F	$\pm(3\%+8)$
频率	10Hz~10MHz	$\pm(0.1\%+3)$
垂直精度		$\pm(5\%+1)$
垂直灵敏度	20mV/div~500V/div(1-2-5)	$\sqrt{\quad}$
水平精度		$\pm(0.01\%+1)$
水平灵敏度	100ns/div~5s/div(1-2-5)	$\sqrt{\quad}$
实时带宽	8MHz	$\sqrt{\quad}$
显示分辨	160 $\times$ 160	$\sqrt{\quad}$
采样率	40MSa/s	$\sqrt{\quad}$
占空比	0.1%~99.9%	$\sqrt{\quad}$
特殊功能		
二极管测试		$\sqrt{\quad}$
音响通断		$\sqrt{\quad}$
显示色彩	160 $\times$ 160 单色	$\sqrt{\quad}$
触发模式	自动/正常/单次	$\sqrt{\quad}$
波形存储/回放		$\sqrt{\quad}$
对比度, 亮度设置保存		$\sqrt{\quad}$
测量输入阻抗		$\sqrt{\quad}$
校偏		$\sqrt{\quad}$
自动关机		$\sqrt{\quad}$
低电压显示		$\sqrt{\quad}$
背光		$\sqrt{\quad}$
USB 接口		$\sqrt{\quad}$
最大显示		$\sqrt{\quad}$
一般特征		
电源	1.5V 电池 (R6) $\times$ 4	
LCD 尺寸	60mm $\times$ 60mm	
机身颜色	红色 + 铁灰	
机身重量	498g	
机身尺寸	200mm $\times$ 100mm $\times$ 48mm	
标准配件	说明书、表笔、保修卡、电池、鳄鱼夹、光盘软件、USB 接口线、电源适配器	
可选配件*	波形测试探头、探头连接线 BNC	
标准包装	彩盒	
标准包装数量	20 台	
标准包装尺寸	542mm $\times$ 376mm $\times$ 388mm	
标准包装箱毛重	25kg	

2. 双踪示波器

采用阴极射线管作为显示器件的双踪示波器仍然是现在常用的示波器, 有多种型号可供选用, 但操作方法基本上是一样的。图 1.12 所示为现在常用的 YB-4320 双踪四线示波器的外形面板图。

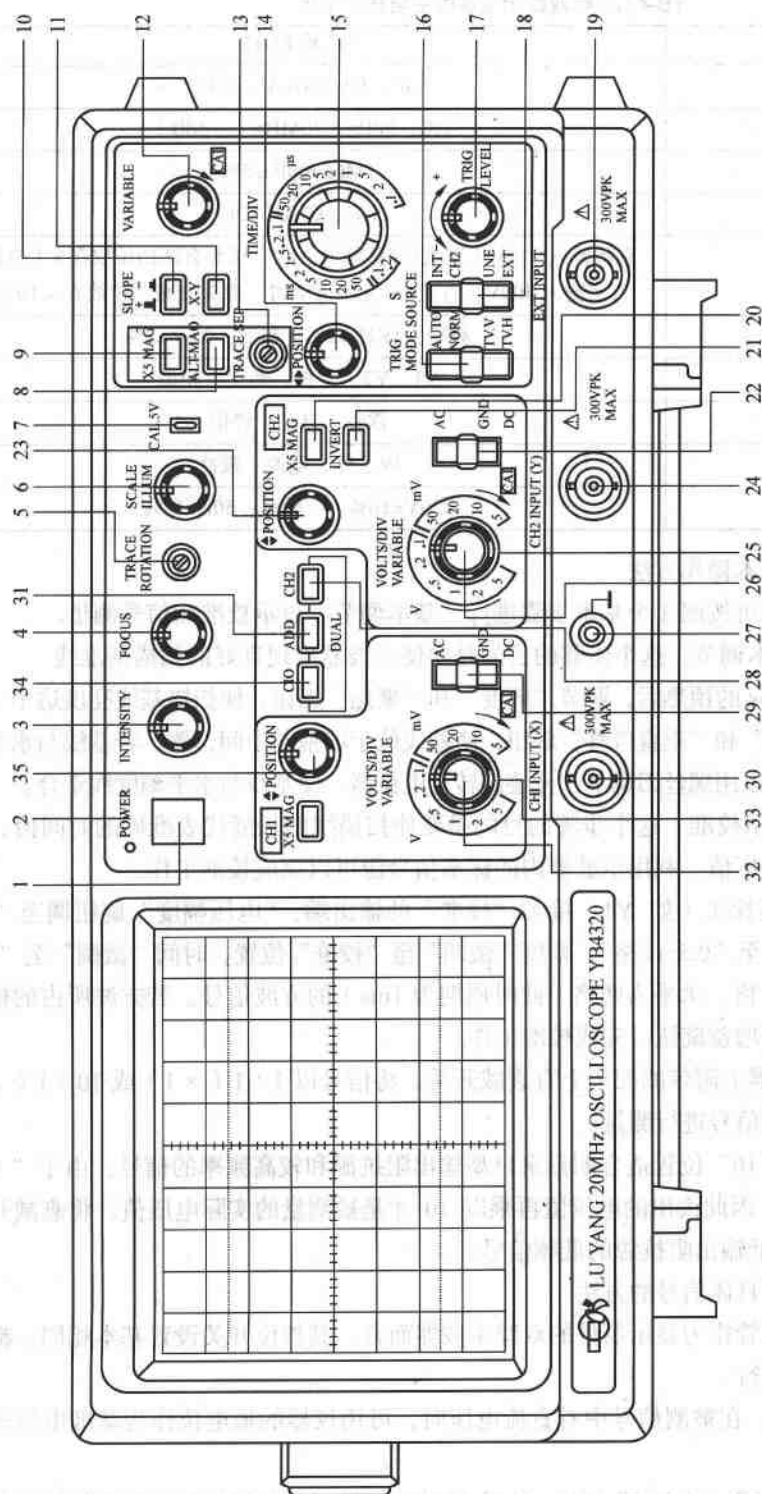


图 1.12 YB-4320 双踪四线示波器的面板图

1—电源开关, 用于控制电源的通断 2—电源指示 3—辉度, 用于调节扫描光迹的亮度 4—聚焦, 用于调节扫描光迹的清晰度 5—光迹旋转, 用于调节扫描线与屏幕水平刻度的平行度 6—刻度照明控制按钮, 用于调节屏幕亮度 7—校正信号, 该端输出仪器内电路产生的频率为1000Hz、幅度为0.5V的方波信号, 用于校准示波器的读数 8—扩展按钮 9—扩展控制按钮 10—触发极性按钮 11—“X-Y”控制按钮 12—扫描微调控制按钮 13—光迹分离控制按钮 14—水平位移 15—扫描时间因数选择开关 16—触发方式选择 17—触发电平按钮 18—触发电源选择开关 19—外触发输入插座 20、32—垂直扩展按钮 21—CH2极性开关 22、28—垂直输入耦合选择开关 23、35—垂直位移 24—通道2输入端 25、31—垂直微调按钮 26、30—衰减器开关 27—接地端 29—通道1输入端 33—交替触发 34—工作方式选择