

21世纪
高职高专电子信息类规划教材



电子技术训练

邓木生 主 编
曹德跃 副主编

43
 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



21 世纪高职高专电子信息类规划教材

电 子 技 能 训 练

主 编 邓木生

副主编 曹德跃

参 编 张咏梅 王效华 段树华

主 审 黄 旭



机 械 工 业 出 版 社

本书为 21 世纪高职高专电子信息类规划教材, 全书以职业能力的培养为主线, 从电子工艺基本知识到电子电路综合训练, 内容循序渐进, 注意内容的实用性和先进性, 语言通顺易懂。全书分六章, 主要内容有: 常用仪器仪表的使用, 常用电子元器件与材料, 电子识图知识, 电子电路焊接工艺, 电子电路的装接、调试与检测, 电子电路的制作与实训过程, 电子电路仿真 EWB 和电子电路实训。

本书适用于高职高专电子信息类专业, 亦可供高职数控专业、电气专业和其他专业使用, 同时可供实践指导教师和从事电气、电子工作的工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电子技能训练/邓木生主编. —北京: 机械工业出版社, 2002.8

21 世纪高职高专电子信息类规划教材

ISBN 7-111-10625-3

I. 电… II. 邓… III. 电子技术—高等学校: 技术学校—教材
IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 053678 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 贡克勤 版式设计: 冉晓华 责任校对: 樊钟英

封面设计: 姚毅 责任印制: 闫焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

1000mm×1400mmB5·8.25 印张·317 千字

0 001—4 000 册

定价: 21.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677—2527

封面无防伪标均为盗版

前 言

本教材是21世纪高职高专电子信息类系列规划教材之一。随着电子工业日新月异飞速发展,新知识、新技术、新工艺的不断涌现,现有的电子实训教材显然不能满足时代发展的要求,需要一本能满足高职高专毕业生岗位能力培养要求,具有先进性、实用性的高职高专电子技能训练教材。

本书以高职高专岗位能力培养为主线,结合高职教育的时代背景,注意吸收目前国内外电子、电器专业理论教学和技能训练的成功经验,教材具有以下特点:

1) 打破学科体系,淡化行业之间、理论与实践之间的界限,做到综合化,实施化。

2) 突出了实训教材的应用特色,注重动手能力的培养,第一章和第二章每节中设置了实践训练,第三章和第四章以实例为主线来编写,有利于学生在学习过程中牢固掌握与活学活用。

3) 体现了高职特色,在第四章和第六章中编入中职教材中所未有的电子电路的设计与制作内容,有利于培养学生的创新能力和应用能力。

4) 为培养学生分析问题与解决问题的能力,选择了较多的装配、调试和检测等综合实训内容,提高了学生处理实际问题的能力,拉近与现场的距离。

本书教学课时共100学时,各章学时分配参考如下:

章 节	内 容	课 时 安 排
第一章	常用仪器仪表的使用	10
第二章	常用电子元器件检测	12
第三章	基本技能训练	24
第四章	电子电路的制作与实训	24
第五章*	Electronic Workbench 简介	10
第六章	电子电路实训	24
机 动		6
合 计		100

书中带有*号的部分,可作为课堂内容,也可作为第二课堂活动内容,供各

IV

校选用。

参加本书编写的有曹德跃（第一、三章），张咏梅、王效华（第二章），段树华（第四章），邓木生（第五、六章）等教师，邓木生任主编，曹德跃任副主编，黄旭主审。

本书的编写过程中得到了湖南铁道职业技术学院的赵承荻、童唯捷、王学梅、吴新跃等老师的大力帮助，在此深表感谢。

由于编者水平有限，书中错漏在所难免，不当之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 常用仪器仪表的使用	1
第一节 常用电装工具	1
第二节 直流稳压电源	3
第三节 指针式万用表	4
第四节 数字式万用表	6
第五节 晶体管毫伏表	8
第六节 示波器	10
第七节 低频信号发生器	13
第八节 高频信号发生器	15
第九节 晶体管特性图示仪	17
*第十节 频率特性测试仪	20
*第十一节 调频调幅信号发生器	23
本章小结	26
思考题	27
第二章 常用电子元器件检测	28
第一节 电阻器	28
第二节 电容器	36
第三节 电感器	42
第四节 半导体器件	46
第五节 其他电子器件	60
本章小结	67
思考题	67
第三章 基本技能训练	69
第一节 识图基础	69
第二节 焊接工艺	74
第三节 整机的装接工艺	89
第四节 收音机整机装配与调试	100
本章小结	104
思考题	104
第四章 电子电路的设计与制作	105

第一节 电子电路的设计概述	105
第二节 电子电路的设计实例	109
第三节 印制电路板的设计与制作	114
* 第四节 PCB 设计印制电路板	126
第五节 电子电路的制作与改进	158
本章小结	163
思考题	163
* 第五章 Electronic Workbench 简介	164
第一节 EWB 基本界面	164
第二节 EWB 基本操作	166
第三节 EWB 仪器仪表的使用	177
第四节 EWB 子电路的使用	186
第五节 帮助信息	190
第六节 EWB 电路仿真设计实例	190
本章小结	194
思考题	195
第六章 电子电路实训	196
实训一 低频放大器电路的制作与实训	196
实训二 电子助记器的制作与实训	199
实训三 60W 功率放大器的制作与实训	202
实训四 彩灯控制器的制作与实训	206
实训五 简易信号发生器的制作与实训	210
实训六 声光双控节电灯的制作与实训	213
实训七 模拟“知了”电子电路的制作与实训	216
实训八 门锁防盗报警器的制作与实训	219
实训九 语音报警喇叭的制作与实训	222
实训十 BTL 集成电路扩音板的设计与制作	224
实训十一 数字钟的设计与制作	224
实训十二 智力竞赛抢答器的设计与制作	225
实训十三 温度报警器的设计与制作	226
本章小结	226
附录	227
附录 A 国内硅整流二极管型号、参数表	227
附录 B 国产三极管参数及相应的型号对照表	229
附录 C 常用 TTL 数字集成电路型号	233
附录 D 常用 CMOS (CC4000 系列) 数字集成电路国内外型号对照表	234
附录 E 常用运算放大器国内外型号对照表	236

附录 F Protel 原理图常用元器件图形样本	237
附录 G (Sheet1.NET) 网络表	240
附录 H 常用的 PCB 库元件	243
附录 I EWB 元器件图形库	247
附录 J Electronic Workbench 菜单	251
参考文献	254

第一章 常用仪器仪表的使用

第一节 常用电装工具

在无线电整机装配中，常用到以下工具，例如剥线钳、电剥头器、无锡焊接专用工具、无感螺钉旋具等，下面对这些工具进行说明。

一、剥线钳

剥线钳是无线电整机装配过程中常用的装配工具。它适用于剥掉塑胶线、蜡克线等线材的端头表面绝缘层。剥线钳的使用效率高、剥线尺寸准确、不易损伤芯线。它的钳口有数个不同直径的位置，可根据剥头导线的不同线径选用钳口位置，这样，既能保证剥掉绝缘层，又不损坏芯线。图 1-1 所示为剥线钳及使用。

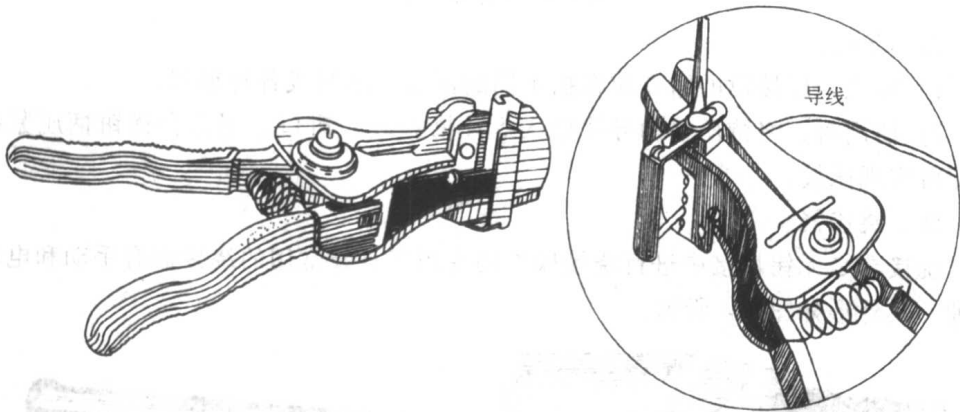


图 1-1 剥线钳及使用

操作步骤：操作时一手握着剥线钳，另一手握着钳柄，将导线放入选好的钳口，紧握钳柄用力合拢，这样即可切断导线的绝缘层并将其拉出，然后松开钳柄取出导线。

使用剥线钳剥掉导线端头的绝缘层时，有时切口不够整齐，操作比较费力，因此在进行大批量导线剥头时，应选用导线剥头机。

二、电剥头器

电剥头器的原理是借助于电流加热金属丝，烧断导线绝缘物而去掉绝缘层。图 1-2 为电剥头器外形图。

操作步骤：

1) 操作前，先根据加工导线的线径和绝缘材料，调整发热器件的温度，一般情况下，发热器呈暗红色比较适宜。温度过高，易烧焦导线绝缘层；温度过低，不易去掉绝缘层。

2) 操作时，双手握着导线在发热的金属丝上滚动，先烧断塑胶绝缘层，将其除去，再烧断纤维层，然后拉掉。

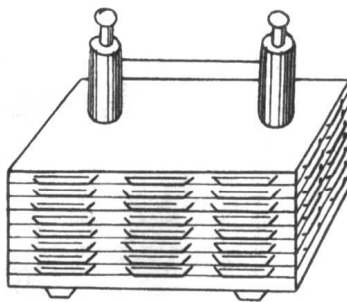


图 1-2 电剥头器外形图

三、压接钳

压接钳是无锡焊接中进行压接操作的专用工具，其外形如图 1-3 所示。

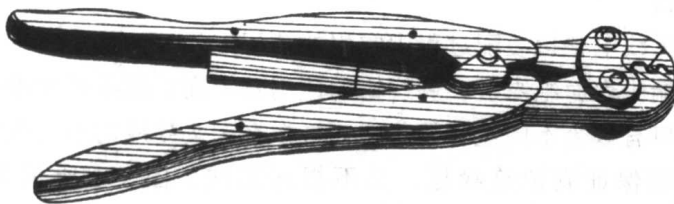


图 1-3 压接钳外形图

操作步骤：

1) 首先，压接钳的钳口应根据不同的压接要求制成各种形状。

2) 使用时，将待压接的导线插入焊片槽并放入钳口，用力合拢钳柄压紧接点即可实现压接。

四、绕接器

绕接器是无锡焊接中进行绕接操作的专用工具，常用的绕接器有手动和电动两种。其外形如图 1-4 所示。

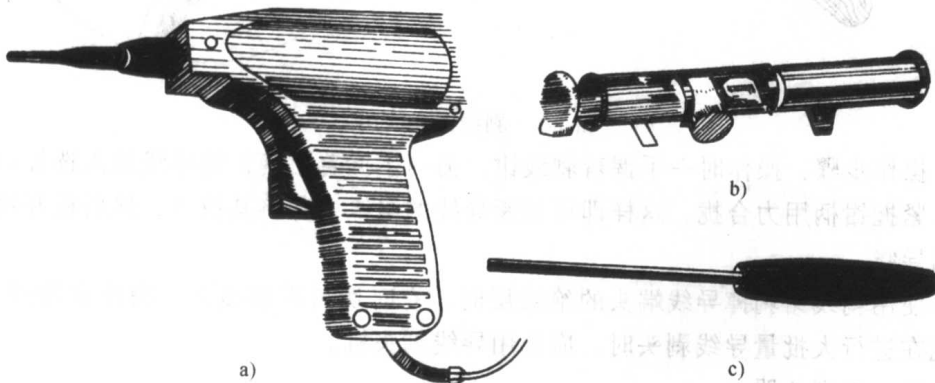


图 1-4 绕接器外形图

a) 电动绕接器 b) 手动拉脱力测试器 c) 手动退烧器

操作步骤:

1) 根据绕接导线的线径、接线柱的对角线尺寸与绕接要求, 选择适当规格的绕线头。

2) 将单股实芯、去掉绝缘层的导线端头或者裸导线插入绕接头中, 套入带有棱角的接线柱上。

3) 起动绕线器, 导线即受到一定的拉力, 按照规定的圈数紧密地绕在接线柱上, 形成具有可靠电气性能和力学性能的连接。

手动绕线器重量轻, 使用简便, 但要施加一定的压力, 适用于小批量的绕接。

台式手动拉脱力测试器的作用是: 用来测试绕接点是否合格, 可测范围 0~150N, 可卡 0.5~1.0mm 厚的接线柱。

手动退绕器的作用是: 退绕接在不同规格接线柱上的绕接线。

五、无感螺钉旋具

无感螺钉旋具也叫无感起子。它是在整机调试时, 调整高中频谐振回路的电感与电容的专用工具。因为高频谐振回路的工作频率较高, 所以用普通金属杆螺钉旋具进行调整, 金属体以及人体会对电路产生感应, 使得调整工作不能顺利进行。因此, 收音机、电视机的高中频谐振回路、电感线圈、微调电容、磁芯的调整都应使用该专用工具。

常用无感螺钉旋具有两种: 一种是用尼龙棒等材料制造, 适用于较高频率; 另一种用塑料压制而在顶部镶有一块不锈钢片, 适用于较低频率。其外形如图 1-5 所示。

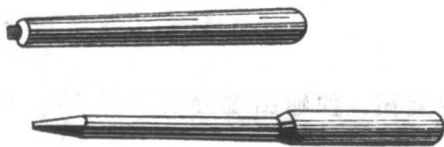


图 1-5 无感螺钉旋具外形图

第二节 直流稳压电源

直流稳压电源是实验室中最常使用的直流电源, 它可以将 220V、50Hz 的正弦交流电变换成直流电。其中 DH1718 型双路直流电源具有步进换档, 电压连续可调功能, 当输出直流电流超过最大允许值时, 可进行自动截流保护, 此电源内阻极小, 可作为恒压源使用。该电源输出额定电压为 0~30V (3V 步进、共分 10 档), 输出额定电流为 0~2A。DH1718 型双路直流稳压电源面板示意图如图 1-6 所示。

一、使用方法

- 1) 将直流稳压电源接入 220V、50Hz 的正弦交流电源。
- 2) 将电压连续调整旋钮逆时针转到零。
- 3) 根据所要求的输出电压的大小步进调整旋钮至合适的位置。
- 4) 打开面板上的电源开关，指示灯亮。
- 5) 顺时针调节电压连续调整旋钮至所需电压值，此值可在电压/电流表显示出来。
- 6) 在输出接线处测试输出电压。

二、使用注意事项

- 1) 通电前检查供应电压是否符合仪表要求，以免损坏仪表。
- 2) 开机前根据需要电压步进选择旋钮放在合适位置。
- 3) 如果需要调整步进选择旋钮的位置，应将负载去掉后再进行调节。
- 4) 在使用中，防止输出端过载和短路，发现电压表指示突然降为零，表示输出电流过大，内部保护电路部分动作而停止电压输出，这时要减小输出电流，关闭电源开关后，重新打开，输出电压恢复正常。

三、实训练习

调节直流稳压电源旋钮，使输出端分别获得 4V、18V、26V 的直流电压，注意选择量程。

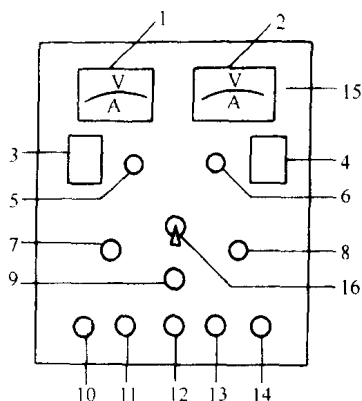


图 1-6 DH1718 型双路

直流电源面板示意图

1—左路电压/电流表

2—右路电压/电流表

3—左路电压/电流指示选择

4—右路电压/电流指示选择

5—左路输出电压连续调整

6—右路输出电压连续调整

7—左路输出电压步进调整

8—右路输出电压步进调整

9—电源开关

10—左路输出正接线柱

11—左路输出负接线柱

12—整机接地（机壳）

13—右路输出正接线柱

14—右路输出负接线柱

15—机箱面板

16—交流电源接通指示灯

第三节 指针式万用表

MF-47 型万用表在实验室中广泛应用。它可以测量电压、电流、电阻、电平、电容、电感、二极管、晶体管等，具有 26 个基本量程和 7 个附加参考量程，且档位划分较细，MF-47 型万用表外形图如图 1-7 所示。

一、使用方法

使用前应检查指针是否指在机械零位，若不指在零位上，可旋转表盖上的调零旋钮，使指针指在零位。红、黑表笔分别插入面板上的“+”、“-”插座上。

1. 直流电流测量 MF-47 型万用表直流电流档量程如下：0~0.05mA~

0.5mA~5mA~50mA~500mA~5A。测量时，转换开关至所需电流档，将万用表串接在被测电路中，红表笔为电流流入端，黑表笔为电流流出端。

2. 交、直流电压测量 MF-47 型万用表直流电压档量程如下：0~0.25V~1V~2.5V~10V~50V~250V~500V~1000V；交流电压档量程为：0~10V~50V~250V~500V~1000V~2500V。测量交、直流电压时，转换开关至所需电压档，万用表并接在被测电路中，红表笔接被测高电位端，黑表笔接被测低电位端或接地。

3. 电阻测量 电阻档有以下量程： $R \times 1\Omega$ 、 $R \times 10\Omega$ 、 $R \times 100\Omega$ 、 $R \times 1k\Omega$ 、 $R \times 10k\Omega$ 。使用时，应检查表内是否装好电池（ $R \times 10k\Omega$ 档需 9V 电池）。转换开关至所需电阻档位，将测试表笔短接，观察指针是否指在零欧姆，若不在，应调整零欧姆调节电位器，使指针指在零欧姆处，然后分开测试表笔进行电阻测量。使用时应注意：

- 1) 每次更换电阻档位进行测量之前，都必须先调零。
- 2) 在电路中测量电阻时，必须先切断电源。

4. 电容测量 电容档量程范围是 0.001~0.3 μ F。测量时，转动开关至交流 10V 档，被测电容接于任一测试表笔，另一测试表笔与电容另一端跨接在 10V 交流电压电路中进行测量。

5. 电感测量 与电容的测量方法相同。

6. 音频电平测量 在一定的负载阻抗上，用以测量放大级的增益和线路传输的损耗，测量单位以分贝表示。音频电平测量量程为 -10~+22dB。

音频电平是以交流 10V 为基准刻度，如果指示值大于 +22dB 时，可在 50V 以上各量程测量，其示值可按照表 1-1 所示值进行修正。

表 1-1 音频电平修正表

量程/V	按电平刻度增加值/dB	电平的测量范围/dB
10		-10~+22
50	14	-4~+36
250	28	+18~+50
500	34	+24~+56

其测量方法与测量交流电压的方法基本相似，转动开关至相应的交流电压档，并使指针有较大的偏转。如被测电路中带有直流电压成分时，可在“+”插座中串接一个 0.1 μ F 的隔直电容。

7. h_{FE} 的测量 先转动开关至 ADJ 位置，将红、黑表笔短接，使指针对准

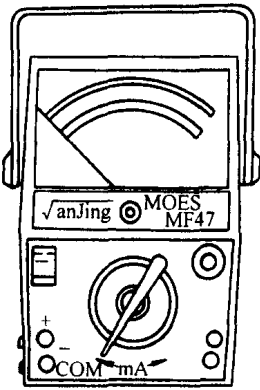


图 1-7 MF-47 型万用表外形图

300 h_{FE} 的刻度线,然后分开表笔,转动开关到 h_{FE} 档,将被测晶体管按N型或P型插入相应的EBC管座内,指针偏转所示数值为晶体管的 h_{FE} 值。晶体管直流电流放大倍数在0~300之间。

二、使用注意事项

1) 测量高电压和大电流时,为避免烧坏开关,应再切断电源的情况下变换量程。

2) 测量未知的电压或电流时,应首先选择最高电压或电流量程,待第一次读取数值后,方可转至适当位置,以取得较准确的读数,并且避免烧坏电路。

3) 定期检查干电池,发现电池无电流或电压不足,应及时更换,以保证电阻档测量准确。若长期不用,应取出电池,以防电解液溢出而腐蚀损坏其他零件。

三、实训练习

熟悉指针式万用表的面板结构、各旋钮作用、测量种类和量程范围,识别表盘上各种符号的意义和各标尺的读数方法。

第四节 数字式万用表

数字式万用表是目前常用的一种数字化仪表。它具有以下特点:数字显示,读取直观、准确,可避免指针式万用表的读数误差;分辨率高;测量速度快;输入阻抗和集成度高;测试功能、保护电路齐全;功率损耗小;抗干扰能力强。下面以DT890A为例,进行介绍。

DT890A型万用表面板示意图如图1-8所示。

一、使用方法

操作时首先将ON-OFF开关置于ON位置。检查9V电池,如果电压不足,需更换电池。

1. 直流电压(DCV)测量 将量程转换开关置于DCV范围,并选择量程,其量程分为五档:200mV、2V、20V、200V、1000V。测量时,将黑表笔插入COM插孔,红表笔插入V/ Ω 插孔,测量时若显示器上显示“1”,表示过量程,应重新选择量程。

2. 交流电压(ACV)测量 将量程转换

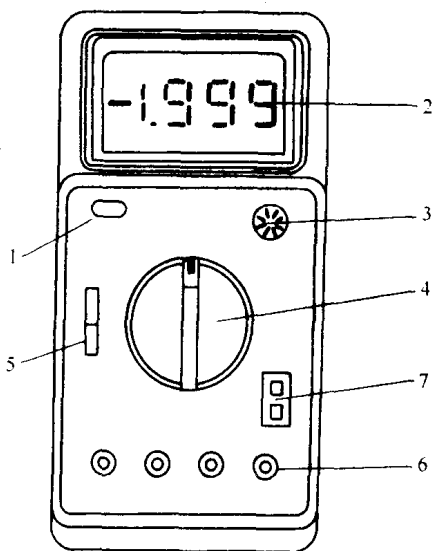


图 1-8 DT890A 型万用表面板示意图

- 1—按键式电源开关 2—液晶显示器
- 3—晶体管测试座 4—量程转换开关
- 5—电容测试座 6—输入插孔
- 7—温度测试座

开关置于 ACV 范围，并选择量程，其量程分为五档：200mV、2V、20V、200V、700V。测量时，将黑表笔插入 COM 插孔，红表笔插入 V/ Ω 插孔。测量时不允许超过额定值，以免损坏内部电路。显示值为交流电压的有效值。

3. 直流电流 (DCA) 测量 将量程转换开关转到 DCA 位置，并选择量程，其量程分为四档：2mA、20mA、200mA、10A。测量时，将黑表笔插入 COM 插孔，当测量最大值为 200mA 时，红表笔插入 mA 插孔；当测量最大值为 20A 时，红表笔插入 A 插孔。注意：测量电流时，应将万用表串入被测电路。

4. 交流电流 (ACA) 测量 将量程转换开关转到 ACA 位置，选择量程，其量程分为四档：2mA、20mA、200mA、10A。测量时，将测试表笔串入被测电路，黑表笔插入 COM 插孔，当测量最大值为 200mA 时，红表笔插入 mA 插孔；当测量最大值为 20A 时，红表笔插入 A 插孔。显示值为交流电压的有效值。

5. 电阻测量 电阻档量程分为七档：200 Ω 、2k Ω 、20k Ω 、200k Ω 、2M Ω 、20M Ω 、200M Ω 。测量时，将量程转换开关置于 Ω 量程，将黑表笔插入 COM 插孔，红表笔插入 V/ Ω 插孔。注意：在电路中测量电阻时，应切断电源。

6. 电容测量 电容档量程分为五档：2000pF、20nF、200nF、2 μ F、20 μ F。测量时，将量程转换开关置于 CAP 处，将被测电容插入电容插座中，注意：不能利用表笔测量。测量容量较大的电容时，稳定读数需要一定的时间。

7. 二极管测试及带蜂鸣器的连续性测试 测试二极管时，只需将量程转换开关转换到二极管的测试端，显示器显示二极管的正向压降近似值。

8. 晶体管 h_{FE} 的测试 将量程转换开关置于 h_{FE} 量程，确定 NPN 或 PNP，将 E、B、C 分别插入相应插孔。

9. 音频频率测量 音频频率测量分为两档：2kHz、20kHz。测量时，将量程转换开关置于 kHz 量程，黑表笔插入 COM 插孔，红表笔插入 V/ Ω /f 插孔，将测试笔连接到频率源上，直接在显示器上读取频率值。

10. 温度测试 温度测试分为三档：-20~0 $^{\circ}$ C、0~400 $^{\circ}$ C、400~1000 $^{\circ}$ C。测试时，将热电偶传感器的冷端插入温度测试座中，热电偶的工作端置于待测物上面或内部，可直接从显示器上读取温度值。

二、使用注意事项

1) 测量电流时应将表笔串接在被测电路中，测量电压时应将表笔并接在被测电路中。

2) 不能测量高于 1000V 的直流电压和高于 700V 的交流电压。

3) 测量高电压时要注意，避免触电。

4) 测量电流时，若显示器显示“1”，表示过量程，量程转换开关应及时置于更高量程。

5) 更换电池或保险管时，应检查确信测试表笔已从电路中断开，以避免电击。

三、实训练习

1) 将直流稳压电源输出电压调至 1V、3V、10V、15V、30V，用指针式万用表、数字式万用表分别进行测量，将测量结果记入表 1-2 中。

表 1-2 直流电压测量结果记录表

输出电压 /V	指针式万用表测量		数字式万用表测量	
	量 程	指示值	量 程	指示值
1				
3				
10				
15				
30				

2) 分别用指针式万用表、数字式万用表测量阻值为 5.1Ω、100Ω、1kΩ、8.2kΩ、10kΩ、47kΩ 的实际值，注意选择量程，将测量结果记入表 1-3 中。

表 1-3 电阻测量结果记录表

电阻值	指针式万用表测量		数字式万用表测量	
	档 位	指示值	档 位	指示值
5.1Ω				
100Ω				
1kΩ				
8.2Ω				
10kΩ				
47kΩ				

第五节 晶体管毫伏表

晶体管毫伏表是用于测量正弦交流电压有效值的常用仪表。它具有高灵敏度、高输入阻抗及高稳定性等优点。下面以 DA-16 为例，进行介绍。

DA-16 型晶体管毫伏表面板示意图如图 1-9 所示。

一、使用方法

DA-16 型晶体管毫伏表电压测量范围在 $100\mu\text{V} \sim 300\text{V}$ 之间，可分为 12 档：1mV、3mV、10mV、30mV、0.1V、0.3V、1V、3V、10V、30V、100V、300V，被测电压频率范围在 10Hz~2MHz 之间。下面说明使用方法。

1) 晶体管毫伏表在接通前要先进行调零。调整调谐螺钉，使表头指针指在

A 型字体

斜体

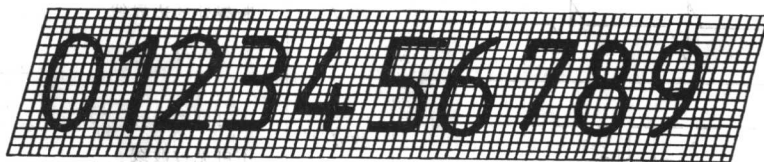


直体



图 1-12 阿拉伯数字 (A 型字体)

斜体



直体

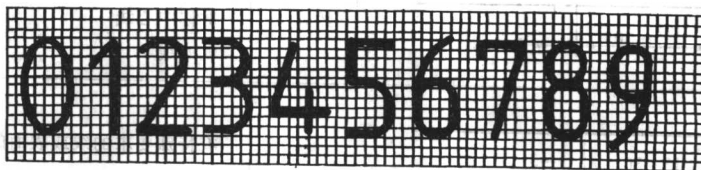


图 1-13 阿拉伯数字 (B 型字体)

$$\phi 20^{+0.010}_{-0.023} \quad 7^{\circ+1^{\circ}}_{-2^{\circ}} \quad \frac{3}{5}$$

图 1-14 小一号字体示例

名称、型式、宽度以及在图样上的应用见表 1-6。

在图样中各种图线的应用举例见图 1-15 所示。

图线的宽度分粗、细两种，粗线的宽度 d 应按图的大小和复杂程度，在 0.5~2mm 之间选择，细线宽度约为 $d/4$ 。

2. 图线画法

(1) 在同一张图样上，同类图线宽度应保持基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长短和间距大小应各自大致相等。