

21 世纪技工技能入门丛书

仪器仪表工技能 快速入门

编著 上海市职业指导培训中心

便于自学

适合培训

就业入门



凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

21 世纪技工技能入门丛书

仪器仪表工 技能快速入门

编著 上海市职业指导培训中心

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

仪器仪表工技能快速入门/上海市职业指导培训中心编著. —南京: 江苏科学技术出版社, 2010. 8

(21 世纪技工技能入门丛书)

ISBN 978-7-5345-7482-5

I. ①仪… II. ①上… III. ①仪器—基本知识②仪表—基本知识 IV. ①TH7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 135264 号

仪器仪表工技能快速入门

编 著 上海市职业指导培训中心

责任编辑 谷建亚

责任校对 刘 虹

责任监制 张瑞云

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 1 号 A 楼, 邮编: 210009)

网 址 <http://www.pspress.cn>

集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市湖南路 1 号 A 楼, 邮编: 210009)

集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>

经 销 江苏省新华发行集团有限公司

照 排 南京展望文化发展有限公司

印 刷 南京大众新科技印刷有限公司

开 本 787 mm×1 092 mm 1/32

印 张 8.375

字 数 230 000

版 次 2010 年 8 月第 1 版

印 次 2010 年 8 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5345-7482-5

定 价 18.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

前 言

改革开放二十多年来,我国经济保持持续增长的势头。进入 21 世纪后,随着新一轮经济增长周期的到来,经济发展将跨上一个新的平台。其中,以先进制造业为主的第二产业对我国国民经济的飞速发展起到非常重要的作用;制造业的迅速发展,为国民经济和社会发展作出了重要的贡献,成为我国经济腾飞的强劲引擎。根据联合国工业发展组织公布的《工业发展报告 2002/2003》,我国制造业增加值占世界制造业的 6.3%,位居美国、日本和德国之后,排名世界第 4 位。

随着我国工业化进程的加速、产业结构的调整和升级,经济发展对高质量技能人才的需求不断扩大。然而,技能人才短缺已是不争事实,并日益严重,这已引起中央领导和社会各界广泛关注。

面对技能人才短缺现象,政府及各职能部门快速做出反应,采取措施加大培养力度,鼓励各种社会力量倾力投入技能培训领域。同时,社会上掀起尊重技能人才的热潮,营造出一个有利于技能人才培养与成长的轻松、和谐的社会环境。

为认真贯彻党的十六届五中全会精神和《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》,适应全面建设小康社会对高素质劳动者和技能型人才的迫切要求,促进社会主义和谐社会建设,江苏科学技术出版社特邀请上海市职业指导培训中心的有关专家组织编写了“21 世纪技工技能入门”系列丛书。

本套丛书的编写以企业对人才需求为导向,以岗位职业技



能要求为标准,以与企业无缝接轨为原则,以企业技术发展方向为依据,以知识单元体系为模块,结合职业教育和技能培训实际情况,注重学员职业能力的培养,体现内容的科学性和前瞻性。

《仪器仪表工技能快速入门》一书系统地介绍了仪器仪表工常用基础知识、电子元器件与集成电路的测量、万用表及其使用方法、示波器及其使用方法、信号发生器及其使用方法、交流信号电压表及其应用、其他常用电工仪表的使用与维护等内容,并通过实例提供详细的操作方法和技巧,以加深理解,达到事半功半的效果。本书可作为职业学校仪器仪表专业的教材及相关行业的培训、学习用书,同时也可供仪表专业的技术人员和维修人员在实际工作中参考使用。

因编者水平有限,加上时间仓促,书中如有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

丛书编写委员会

2010年6月

目 录

第一单元 仪器仪表工常用基础知识	1
课题一 电子仪器仪表概述	1
一、电子仪器仪表的发展	1
二、电子仪器仪表的分类	2
三、测量系统的组成和工作特性	3
四、电子仪器仪表使用及维护的基本原则	5
五、电工仪表的表面标志	8
课题二 误差分析	10
一、仪表的误差和准确度	10
二、测量误差及其减小方法	14
三、有效数字和测量数据的分析处理	18
课题三 识图基本知识	20
一、机械制图的基本知识	20
二、零件图	30
三、电路图识读能力	40
 第二单元 电子元器件与集成电路测量	 46
课题一 电阻、电感和电容的测量	46
一、阻抗的概念	46
二、电阻器的特性与测量	46
三、电感器的特性与测量	51
四、电容器的特性与测量	53
课题二 二极管、晶体管与晶闸管的测量	55
一、二极管的测量	55
二、晶体管的测量	59
三、晶闸管的测量	61



课题三 集成电路的测试	63
课题四 绝缘电阻表与接地电阻测量仪	71
一、绝缘电阻表的结构与测量原理	71
二、绝缘电阻表的选择与使用	74
三、接地电阻测量仪的工作原理	77
四、接地电阻测量仪的使用	80
第三单元 万用表的组成与使用方法	83
课题一 万用表概述	83
课题二 指针式万用表的组成原理	84
一、指针式万用表的组成	84
二、指针式万用表工作原理及技术指标	88
课题三 数字式万用表的组成原理	91
一、数字式万用表的特点	91
二、数字式万用表的组成	93
课题四 指针式万用表的使用方法	94
一、使用中的注意事项	94
二、基本使用方法	94
三、直流电流挡的使用	96
四、直流、交流电压挡的使用	98
五、欧姆挡的使用	101
课题五 数字万用表的使用方法	105
一、DT890 型数字万用表	105
二、使用中的注意事项	105
三、直流电压挡的使用	107
四、交流电压挡的使用	108
五、直流电流挡的使用	108
六、交流电流挡的使用	108
七、电阻挡的使用	108
八、 h_{FE} 挡的使用	109
九、电容挡的使用	109



第四单元 示波器的结构和使用方法	111
课题一 常用示波器的种类和特点	111
课题二 示波器的基本结构	112
一、示波管的工作原理	112
二、示波器的整机结构	116
三、同步示波器	121
课题三 示波器键钮的标记和功能	122
一、示波器前面板的键钮部位	122
二、示波器各键钮的功能	122
课题四 示波器使用前的检查	131
一、示波器使用前的设置和调整	131
二、示波器的开机及调整	132
课题五 示波器探头的功能和使用方法	132
一、如何使用低电容直接探头	132
二、示波器探头的连接和校正	133
三、示波器探头的使用方法	134
课题六 示波器的测量方法	136
一、信号的接入与测量	136
二、测量信号的基本操作	137
三、波形参数的读取	137
四、信号波形的检测实例	138
课题七 双踪示波器的操作方法	141
一、双踪示波器的键钮分布(LBO—522/523)	141
二、双踪示波器的键钮功能	143
课题八 示波器的误差及其消除方法	155
一、用示波器测量电压的误差	155
二、探头对脉冲波形的影响	157
三、测量高频信号的方法	158
四、差动放大器输出信号的检测方法	160
课题九 示波器在音频、视频设备检测中的应用	161
一、示波器在音频设备中的常用检测项目	161



二、示波器在视频设备中的常用检测项目	166
第五单元 信号发生器	171
课题一 低频信号发生器	172
一、低频信号发生器的工作原理	172
二、低频信号发生器的主要性能指标与要求	178
三、低频信号发生器的使用	179
课题二 高频信号发生器	184
一、基本组成和工作原理	184
二、高频信号发生器应用	186
课题三 函数信号发生器	189
一、函数信号发生器工作原理	189
二、函数信号发生器(EE1641B型)应用	190
课题四 合成信号发生器	198
一、直接合成法	198
二、间接合成法	199
第六单元 交流信号电压表及其应用	201
课题一 交流信号的参数及测量方法	201
一、交流信号及电压的测量	201
二、模拟式电子电压表	202
三、电压表的主要技术指标	222
课题二 毫伏表	224
一、毫伏表的基本功能	224
二、毫伏表的电路结构	224
三、毫伏表的使用方法和注意事项	227
课题三 GB—9B型电子管毫伏表	227
一、主要性能	228
二、使用方法	228
课题四 JFX型晶体管万用表	229
课题五 在信号测量中应注意的问题	231

一、被测电压的频率与波形	231
二、被测电路的阻抗	233
三、零位调整	233
四、量程开关的位置	234
五、使用注意事项	234
第七单元 其他常用电工仪表的使用与维护	236
课题一 功率因数表的使用与维护	236
一、相位表与功率因数表	236
二、相位表与功率因数表的使用	237
课题二 转速表的使用与维护	238
一、机械式转速表的使用与维护	238
二、数字式转速表的使用与维护	239
课题三 频率表的使用与维护	242
一、频率表	242
二、频率表的使用	245
三、频率表的维护	248
课题四 接口总线系统与智能仪表	249
一、通用接口总线系统 GPIB	249
二、VXI 总线	252
三、智能仪表	252
课题五 虚拟仪表	253
一、虚拟仪表的基本概念	254
二、虚拟仪表的结构	254
三、虚拟仪表的软件结构	255
附录	257
参考文献	258

第一单元 仪器仪表工常用基础知识

课题一 电子仪器仪表概述

一、电子仪器仪表的发展

电子仪器仪表的发展是与电子技术的发展相关的,总的说来,电子仪器仪表的发展可以简单地分为三个阶段:

第一个阶段是电磁仪表阶段,从人们发现电磁现象后就开始应用了,至今还在测量仪器仪表的领域内占有一席之地。电磁仪表对电量的测量是通过电磁方式获得对被测量对应的位移量来进行的。这一阶段的典型仪表是电磁电流计,它是通过电流流过磁场中的线圈获得旋转的力,又由这个力驱动一个指针的偏转来表示电流的大小。因此在电磁电流计上,指针偏转的大小就可以反映流过线圈的电流的大小。

在电磁电流计的基础上,通过将其他量转换为电流,就可以对其他电量进行测量,如通过电阻将电压转换为电流就可以成为电压表,通过电容对不同频率阻抗的不同可以将频率转换为电流从而进行频率的测量等等。

第二个阶段是数字仪表阶段,它起源于 20 世纪五六十年代,它是将被测量通过模拟-数字转换器(A/D)转换为数字信号,再通过数码显示出来。数字仪表显示比电磁指针式更直观,测量的结果也更容易被电路处理,被广泛应用到各种自动控制设备的测量中。

第三个阶段是虚拟仪器阶段,它是在 20 世纪末计算机技术成熟后发展起来的。虚拟仪器是使用计算机技术,将模拟-数字转换器(A/D)测量所得的数字信号进行计算处理分析,获得更为广泛的测量。例如,利用 A/D 转换器将信号输送到计算机后,可以通过软件分析获得信号波形、频谱、数据等特性。计算机技术的应用使仪器仪表的发展进入一



个全新的阶段。

二、电子仪器仪表的分类

电子测量仪器品种繁多,有多种分类方法。按使用和功能分类可分为专用仪器和通用仪器两大类。专用仪器是为特定目的而专门设计制造的,它只适用于特定的测量对象和测量条件。通用仪器的灵活性好,应用面广,按功能主要可以分为以下几类。

(1) 电源

用于为试验电路或设备提供电源。电源类仪器不是测量仪器,而属于为测量环境提供的设备,在具体的测量中,采用合适的电源是保证测量正确进行的必要条件。常用的电源设备有直流稳压电源、交流稳压电源、跟踪电源等。

(2) 信号发生器

用于提供测量所需的各种波形的信号。如低频信号发生器、高频信号发生器、脉冲信号发生器、函数信号发生器和噪声信号发生器等。

(3) 信号分析仪器

用于观测、分析和记录各种电量的变化,包括时域、频域和数字域分析仪,如电压表、示波器、电子计数器、频谱分析仪和逻辑分析仪等。

(4) 网络特性测量仪器

用于测量电气网络的频率特性、阻抗特性等,如频率特性测试仪、阻抗测试仪和网络分析仪等。

(5) 电子元器件测试仪器

用于测量各种电子元器件的各种电参数或显示元器件的特性曲线等,如电路元件(R、L、C)测试仪、晶体管特性图示仪、集成电路测试仪等。

(6) 电波特性测试仪器

用于对电波传播、电磁场强度、干扰强度等参量进行测量,如测试接收机、场强测量仪、干扰测试仪等。

(7) 辅助仪器

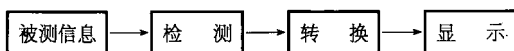
用于配合上述各种仪器对信号进行放大、检波、衰减、隔离等,以便

上述仪器更充分地发挥作用,如各种放大器、检波器、衰减器、滤波器、记录仪以及交、直流稳压电源等。

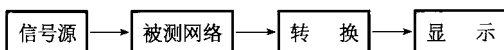
三、测量系统的组成和工作特性

1. 测量系统的基本组成

测量系统是由一些功能不同的单元所组成,这些电路单元保证了由获取信号到获得被测量值所需的信号流程功能。从完成测量任务的角度来看,基本的测量系统大致可以分为两种,即对主动量的测量和对被动量的测量,如图 1-1 所示。



(a) 对主动量的测量



(b) 对被动量的测量

图 1-1 测量系统的组成方框图

图 1-1(a)中,被测信息即为测试对象,它既可以是电信号,也可以是非电信号。在整个测量系统中,被测信号是自发的,因而是主动的。检测环节主要是针对被测信号是非电量,如温度、压力等,该环节主要由传感器组成,将非电量变换为有用的电量(例如电压、电流)。若被测信息是电信号,则检测环节可以省略。

图 1-1(b)中,测量对象是被测网络中的某个特性参数,它只有在信号源的激励下才能产生,因而是被动的。激励信号由信号发生器提供。

转换环节用于对被测信号进行加工转换,如放大、滤波、检波、调制与解调、阻抗变换、线性化、数/模或模/数转换等,使之成为合乎需要,便于输送、显示或记录以及可作进一步后续处理的信号。显示环节是将加工转换后的信号变成一种能被人们理解的形式,如模拟指示、数字显示、图形等,以供人们观测和分析。



2. 电子测量仪器基本结构模型

电子测量仪器的基本结构模型如图 1-2 所示。

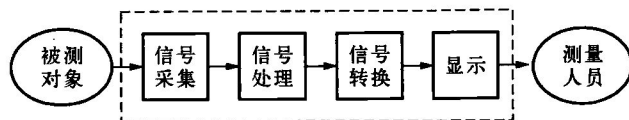


图 1-2 电子测量仪器基本结构模型

(1) 信号采集

信号采集是将被测对象需要被测量的信号输入到仪器的装置或电路,它可以将过大的信号衰减或将太小的信号放大,同时要隔离被测对象与仪器电路,使测量仪器不至对被测对象造成过大的影响。

(2) 信号处理

信号处理是将采集来的原始信号进行必需的处理,例如功率表,就是将采集来的电流信号 I 和电压信号 U 相乘,以获得一个功率信号。现在一些采用 DSP(数字信号处理)电路的仪器,信号处理电路十分复杂,功能也十分强大。

(3) 信号转换

信号转换是将处理后的信号转换成可被显示或需要传输的信号,以便于显示和传输。

(4) 显示

显示是将最后的结果通过显示器显示出来。最初的仪器多是通过表盘进行显示的,后来又通过数码的方式进行显示,出现了 CRT(阴极射线管)显示器后又出现了图形显示方式,如示波器、晶体管图形测试仪等。虚拟仪器出现后,显示方式可通过计算机显示器进行更为复杂和人性化的显示。

电子测量仪器的这一基本结构模型是对电子测量仪器的一个总体描述,在具体的仪器中,情况会很不相同。如电压表的信号采集、信号处理、信号转换都是由同一电阻网络电路完成,而现代的数字存储示波

器仪信号处理电路都是由多个电路构成的。

3. 电子测量仪器的工作特性

工作特性是用数值、误差范围来表征仪器性能的量,通常又可称为技术指标。电子测量仪器的工作特性主要分为电气工作特性和一般工作特性。如电压表,电气工作特性指量程、误差、工作频率范围、输入特性等;一般工作特性指电源、尺寸、重量、可靠性等。

(1) 误差

可以用工作误差、固有误差、影响误差、稳定误差等来表示。

(2) 稳定性

在工作条件恒定的情况下,在规定时间内仪器保持其指示值或供给值不变的能力称为仪器的稳定性。稳定性直接与时间有关。

(3) 分辨力

是测量仪器可能检测出的被测量最小变化的能力。一般来说,数字式仪器的分辨力是读数装置最后一位的一个数字,模拟式仪器的分辨力是读数装置的最小刻度的一半。

(4) 有效范围和动态范围

有效范围是指仪器在满足误差要求的情况下,所能测量的最大值与最小值之差。习惯上称为仪器的量程。

动态范围是仪器在不调整量程挡级和满足误差要求的情况下,容许被测量的最大相对变化范围。

(5) 测试速率

是指单位时间内仪器读取被测量数值的次数。数字式仪器测量速率远高于指针式仪器。

(6) 可靠性

仪器在规定时间内和规定条件下,满足其技术条件、规定性能的能力。它是反映产品是否耐用的一项综合性质量指标。

四、电子仪器仪表使用及维护的基本原则

电子仪器仪表是精密仪器,要正确地使用才能保证仪器的正常工



作而不至损坏,且能正确有效地获得测量结果。电子仪器仪表的使用有三大原则:

1. 仪器安全使用原则

仪器安全使用原则是指在使用仪器时,应充分考虑人身安全和仪器、被测量电路安全,避免安全事故。一般说来,仪器安全使用原则有:

(1) 安全用电原则

安全用电是仪器使用中首先要注意的,安全用电指不对人身、仪器和被测电路造成危害的用电方式,其重点是仪器的正确接地。

大多数仪器使用交流市电作为电源,这时要特别注意使用带地线的交流电,使仪器本身不带电,否则可能会对人身安全造成危害,也有可能对仪器和被测电路造成危害。

接地时还要注意不能形成电路回路,有接地的仪器和与交流电源有热连接的被测电路时特别要注意这一点。

例如:彩色电视机(简称彩电)的电源部分通常与交流电有热连接,即彩电的电源电路与交流电的火线没有隔离,电路上包括电路的地上都带有 220 V 的电压,俗称“热地”。如果此时用带有地线的示波器测量其某点的波形时,会造成短路,烧毁仪器和电路。为避免这一问题,应对仪器或电视机的任意一方与市电进行隔离,方法是用 1:1 的隔离变压器给电视机供电,即可消除这一问题。由于隔离变压器比较昂贵,有的维修人员采用取掉示波器的地线方式进行隔离,在一般情况下这种方法是可行的,但会增加示波器带电而导致人身安全事故的可能,不值得推荐。

(2) 量程裕量原则

如果被测量超过仪器仪表的量程,会给仪器仪表带来不安全因素,严重时损坏仪器仪表,即使未给仪器仪表造成损坏,也会导致性能的下降。因此在使用时,仪器仪表的量程应大于被测量,但不要过大,否则会造成测量精度下降。

一般来说,在不知被测量大致值的情况下,应首先选用仪器仪表的高挡位,然后逐渐减小量程。

(3) 降低冲击电流或瞬时高压的影响

在电源开、关的瞬间,或仪器仪表接入电路的瞬间,都会或多或少地产生冲击电流或瞬时高压,特别是在一些电感和电容的电路中,常常会产生这些冲击电流或瞬时高压,这个电流可能会对电路或仪器带来危害,因此在使用时,应先分析电路,同时在接入仪器时,最好先将电路断电,最大限度地降低冲击电流或瞬时高压的影响。

(4) 仪器和被测电路安全原则

一些仪器,如稳压电源、信号发生器等,会向电路提供电源或信号,如果提供的电源或信号超过电路的承受能力,也可能对电路造成危害。因此在使用这些仪器时,应先分析电路,再选择合适的挡位。

在实际电路中,由于电路板的焊点很近或导线位置很近,测量时极易导致短路而损坏电路或仪器,因此在仪器仪表接入电路时,应先断开电路的电源,如果有大电容等储能元件,还应用安全的方法将其中储存的电放掉,再进行测量。例如:用万用表的欧姆挡测量稳压电路输入端的电阻,由于没有将滤波电容中的电荷放掉,导致大电流流过万用表造成万用表的损坏。

(5) 正确运输和保管

仪器仪表是精密设备,要正确地运输和保管才能保证不致损坏和降低性能。一般说来,仪器仪表在运输以及搬动和移动时,应轻拿轻放,避免剧烈振动。在储放时,应保持低湿度、同时避免高温和低温。储存室的地面和放置架应有防静电措施,并且储存室和使用仪器的实验室不能离避雷针的接地线过近。

2. 仪器正确测量原则

仪器正确测量是指仪器在使用时,应按要求和程序进行,以提高测量的精度,避免误差。例如仪器的正确读数方法、量程的正确选择等。

仪器仪表的正确测量,还包括测量的有效性。这主要考虑频率范围和噪声等因素的影响,例如:使用万用表测量交流电压时,如果被测