

高等职业技术电子信息类专业教材

电子技术 基础操作

主编 邱川弘 副主编 刘守义



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.com.cn>

高等职业技术电子信息类专业教材

电子技术基础操作

主 编 邱川弘

副主编 刘守义

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书为高等职业技术电子信息类专业电子技术课程系列教材之一。

本书围绕高等职业技术教育人才培养目标,紧贴现代企业生产实际,按照电子产品从设计到实现过程的顺序安排“基本知能”的教学内容。主要内容包括:常用仪器、元器件与识别、读图与准备、软件与制版、安装与焊接、调试与诊断及组装实例。每章既有“必需够用”的理论讲解,又有“基本操作”的技能传授及课堂教学后的“操练与思考”以巩固掌握知能。

本书是编者长期从事高等教育和企业生产的经验总结,是一本有别于以往普通高校理论教材、实验教材的独具特色的教材,可作为高等职业技术学院电子类、通信类及相关专业的教材和教学参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术基础操作/邱川弘主编. - 北京:电子工业出版社, 1999.6

高等职业技术电子信息类专业教材

ISBN 7-5053-5175-3

I. ①电… II. 邱… III. 电子技术-技术教育:高等教育-教材 IV. TN0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 08140 号

丛 书 名: 高等职业技术电子信息类专业教材

书 名: 电子技术基础操作

主 编: 邱川弘

副 主 编: 刘守义

责任编辑: 应月燕

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者: 北京四季青印刷厂

装 订 者: 河北省涿州桃园装订厂

出版发行: 电子工业出版社 URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 13.25 字数: 340 千字

版 次: 1999 年 6 月第 1 版 1999 年 8 月第 2 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-5175-3
G·413

印 数: 5000 册 定价: 17.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换。

若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

出版说明

高等职业技术教育是现代教育的重要组成部分。近几年随着社会经济和科学技术的发展,已从客观上提出了发展高等职业技术教育的要求。高等职业技术教育在经历了认识定位和模式创新的阶段之后,开始进入课程建构和教材编写的新阶段。

在教育部职教司教材处的直接领导和电子工业出版社的积极组织下,三所积极发展高等职业技术教育的学校——北京联合大学、上海第二工业大学和深圳职业技术学院组建了教材编写领导小组。

三校教材编写领导小组经过多次研讨,认为目前没有能满足高等职业技术教育需要的现行教材,编写符合高等职业技术教育特点的教材已迫在眉睫。三校对电子信息类专业人才培养目标、职业定位以及电子信息类的内涵等问题达成共识,并将电子信息类教材作为首批开发的选题。

我们组织编写这套教材的原则是:充分探索高等职业教学特点,力图构筑以掌握基本概念、强化实际应用为重点,以获得职业技术所需的最基本、最适用的理论知识,以利于培养学生专业实践的适应能力和应变能力的新课程体系。

编写高等职业技术教育的教材是一个新课题,经验尚不足,希望全国电子信息类高职院校的师生积极提出批评建议,共同探索我国高等职业技术教育的特点和路子,不断提高教材的质量,最终形成电子信息类专业配套的高质量教材。

三校教材编写领导小组
1998年4月

三校教材编写领导小组

组长：牛梦成

组员：高 林 姚家伦 沈耀泉 吴金生
贡文清 朱懿心 戴士弘

序

实行多种教育体制,培养不同层次的专业技术人才,是发展我国科学技术的重要举措之一。

在高等职业教育中,为了培养电子技术应用型人才,除了学习必需够用的理论知识外,还必须有针对性地设置电子产品工艺方面的课程。其中《电子技术基础操作》是一门生产工艺性的基础课程。本教材是教育部职教司组织的、高职教育“电子技术”系列教材之一。它具有如下的特点:

1. 紧密联系生产实际,培养多种技能。例如,查阅电子器件手册、元器件的测试、常用电子仪器的操作、电子电路图的阅读、电子产品的工艺设计、印制板的设计与制作、物料准备、安装与焊接,以及综合调试等。

2. 以现代企业管理的高度,在教材中注意到无论是生产者或组织者均应树立质量第一、安全第一的思想意识,严格检查制度与措施。

3. 教材内容既吸收国外的先进技术,又考虑现实的国情,如测试仪器中既有国外产品,亦有国内产品,使读者扩大视野,提高竞争意识。

4. 本书除系统地讲述电子技术操作基本知识外,备章末均附有操练思考,以加深理解。最后通过二例实际组装,作为本课程的结合点,也是总结。

5. 全书组织严密、条理清楚、文字流畅、便于自学。是一本独具特色的好教材。

本书可作为高等职业教育“电子技术基础操作”课程的教材,也可供从事电子产品设计与制造的工程技术人员参考。应作者之嘱托,特作此序。

康华光

1998年10月于武汉华中理工大学

前言

本教材是为全国高等职业技术学院电子信息类相关专业编写的“电子技术”课程系列教材之一。

高等职业教育是高等教育的一个重要方面,其目标是培养具有高尚职业道德、具有“必需够用”的大学理论、具有较强操作能力、工作在职业现场第一线的技术人员和管理人员。他们的主要工作既不是从事理论研究,也不是从事开发设计,而是把现有的规范、图纸和方案实现为产品、商品和财富。由于培养目标的差异,高等职业技术学院的教学模式与普通的理工科院校都有明显的差异。那就是在教学过程中特别注重学生职业岗位能力的培养、职业技能的训练,同时注重学生解决问题能力及自学能力的培养和训练。在把握高职教育特点时,特别要注意防止“强调学科体系,忽视技能”与“强调操作实践,忽视理论”的两种极端倾向。前一种倾向把高等职业教育办成普通理工科的“压缩饼干”,后一种倾向则把高等职业教育办成中专、中专。

本教材力图突破普通高校实验教材的传统模式,立足于“能力本位”、定位在“基本操作”的岗位实用技术。

因此,本教材的编写力求体现如下特点:

1. 紧贴生产实际 培养操作能力

教材体系以电子产品生产过程为顺序,按培养八种基本操作能力进行安排,如仪器操作、器件识别(含查阅手册)、基本读图、制作准备、工艺设计、印制电路板制作、安装焊接、产品调试(含故障排除)。

教材内容力求结合生产实际,以便学生学后能讲会动直接上岗。如现代企业常用的示波器、数字万用表、频率计和函数发生器等;现代企业常用的几种工艺流程,体现外资企业的生产管理模式;ISO9000 质量保证和质量管理等。

2. 讲求三个“基本” 方便教学安排

考虑到学生普遍基础及前导课程等实际情况,本教材不求过多理论而求基本知能,讲清基本原理,掌握基本方法,强调基本操作技术,然后通过“操练与思考”以帮助学生理解内涵、掌握技术。所以,本教材既可以单独先行,为后续课程采用“教—学—做”引导教学方法必需的操作能力,做好准备与铺垫,又可与“模拟电子技术”或“数字电子技术”等课程齐头并进、相辅相成。

为了方便各校结合自身教学设备状况安排教学,本教材仍以 SR8 型示波器、500 型万用表、XD-2 型信号发生器及 Protel 等为例,讲原理、说方法、练技术,而在附录中体现仪器的先进性。教学时亦可灵活选用、适当重组。

“操作实例”是在学习“基本知能”之后的类似于“实验技术”、“课程设计”的实际制作操练,亦可作为教学总结。前者可为后续电子技术课程准备课外训练条件,再者也有一定趣味性、实用性。

3. 拓宽学生视野 树立生产意识

考虑到学生毕业后所面临的现代企业岗位的实际需求,本教材内容力求不拘于校园环境而向现代企业拓展。如教材内容适当灌输现代企业必需的生产意识,即质量意识、安全意识、

管理意识等;专业术语、仪表标识等,尽量采用中英对照;附录说明书、手册、图表等无论中、英文本基本原文照登,籍此训练学生查阅能力和适应能力。

本系列教材在构思和编写过程中,得到原国家教委职教司牛梦成处长、华中理工大学康华光教授、上海第二工业大学郭维芹教授、北京联合大学贡文清先生、电子工业出版社和深圳职业技术学院领导及有关同志的指导和帮助。特别是康华光教授应编者之嘱托欣然为本教材作序,在此谨向他们表示衷心的感谢!

本教材编写人员:邱川弘高级工程师(第1章及第7章)、常江博士(第2章)、黄志昌副教授(第3章)、冯小军副教授和董明光工程师(第4章)、成再君高级工程师(第5章)、董明光工程师(第6章)。冯小军副教授、陈冬妮同志参与了部分图、文工作。全书由邱川弘担任主编并负责全书统稿,刘守义高级工程师担任副主编。

编写人员中不乏“双师型”的教师,有的既有普通工科院校的教学经验,又有高新技术企业、三资企业的工作经历。有的既有博士学位,又有中级电工资格。他们正努力总结教学、工作的经验,探索高职教材建设的规律。但是,限于作者水平,加之试点任务繁重以及时间仓促,书中错误和缺陷实难避免,殷切希望专业同行及读者不吝批评指正。

第1章 常用仪器

1.1 示波器

示波器(Cathode Ray Oscilloscope, CRO, 准确而言是阴极射线示波器)是一种利用电子射线束的偏转,把任何两个互相关联的电参量表现为 X、Y 坐标图形的仪器。通常,在其水平偏转系统(亦称为 X 轴系统或 X 轴信道)加上一个与时间成正比的锯齿波电压信号,而在垂直偏转系统(亦称为 Y 轴系统或 Y 轴信道)加上被测电压信号,它就能把人眼不能直接看见的电信号的时变规律,以可见的波形在荧光屏上形象地显现出来,这就是“示波器”名称的由来。

示波器的用途十分广泛。示波器不仅能测定连续电信号的幅度、周期、频率和相位,而且还能测定脉冲信号的各种参数。如果在结构上稍加扩展,它就能方便地组成晶体管图示仪、扫频仪和各种用途的雷达等。如果借助于各种传感器,示波器还可以用来测试各种非电量,如温度、压力、速度、振动、声、光、电、磁效应等。

示波器的发展趋势是高带宽、高精度、高性能价格比、多品种、多功能、多通道及智能化(如具有 CRT 数字读出功能和 ΔV 、 ΔT 的光标测量功能等)。

示波器的种类繁多。按其用途大体可分为:

(1) 通用示波器(General Purpose Oscilloscope)

利用一个或多个电子束的偏转来产生一个表示各种变量(通常有一个变量是时间)的瞬间值或其函数图像的普通示波器。

(2) 存储示波器(Storage Oscilloscope)

通过一种除荧光屏的正常余辉之外的手段来保存信息的示波器。其有模拟存储示波器(Analog Storage Oscilloscope)、数字存储示波器(Digitizing Storage Oscilloscope)等。其中数字存储示波器就是一种先将被测模拟信号进行模/数变换转换成数字信号,经过微处理器存储、处理,最后再恢复成模拟信号进行显示的一种示波器。

(3) 取样示波器(Sampling Oscilloscope)

利用信号取样,并能根据获得的样子构成相关显示的示波器。

(4) 特殊示波器(Specific Oscilloscope)

具有专门用途的示波器。其有波形监视器(Waveform Monitor)、图示仪(Tracer)、矢量示波器(Vector Oscilloscope)等。

其中逻辑分析仪(Logic Analyzer)亦称为逻辑示波器,它是计算机、数字仪器、数字通信设备和数字系统的重要测试工具。

1.1.1 基本组成

如图 1.1 所示通用示波器的基本组成有示波管、X 轴系统、Y 轴系统、Z 轴系统和电源五个部分。不同型号的通用示波器只是五个部分的复杂程度不一、功能多少不同或在此基础上附加一些装置而已。

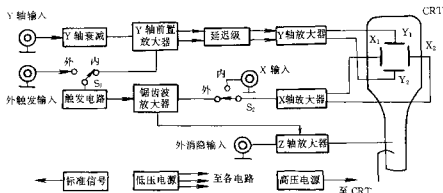


图 1.1 通用示波器的基本组成

1. 示波管(Cathode Ray Tube, CRT)

示波管由电子枪、偏转系统和荧光屏三部分组成。如图 1.2 所示。

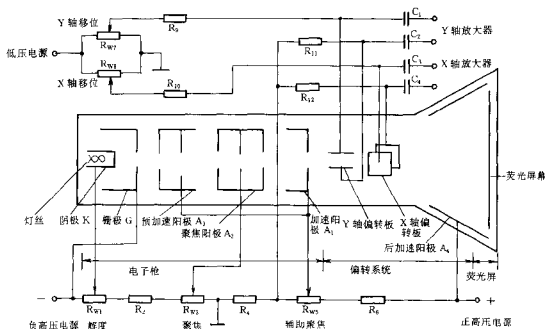


图 1.2 示波管及其自流供电电路

电子枪名称的由来是因 CRT 枪形结构发射出来电子的运动轨迹类同子弹由枪炮打出来的轨迹。它由热阴极 K (Thermioni Cathode)、控制栅极 G (Control Grid)、预加速阳极 A_1 (Pre-accelerating Anode)、聚焦阳极 A_2 (Focusing Anode) 和加速阳极 A_3 (Accelerating Anode) 组成。它的任务是通过静电聚焦产生一束很细、且有一定速度的电子流 (Beam Current)。灯丝加热使阴极产生大量的电子,其密度受相对于阴极为负电位(约 $-30 \sim -50V$) 的控制栅极控制。预加速阳极与加速阳极为一电位,而聚焦阳极的电位则比较低,所以两者之间存在的电位差(约 $+300 \sim +500V$) 形成不均匀电场,使得电子束能沿着示波管的轴线聚焦在荧光屏上。调节电位器 R_{w1} (即前面板“辉度”INTENSITY 旋钮) 能改变栅极的电位以控制到达荧光屏的电子数目,直接影响光点的亮度。调节电位器 R_{w3} (即前面板“聚焦”FOCUS 旋钮) 能改变 A_2 与 A_3 、 A_1 之间电场

的分布情况,直接影响电子束在荧光屏上的会聚。调节电位器 R_{45} (即前面板“辅助聚焦”ASTIGMATISM 旋钮)可以补偿偏转板电位变化时对聚焦性能的影响,使光点在荧光屏中心及其四周尽可能成为圆形。

偏转系统由两对互相垂直并沿轴向顺序排列的金属板组成。它的任务是产生与偏转信号相应的静电场,使得电子束在其控制下运动。靠电子枪的一对垂直(Y轴)偏转板(Vertical Deflection Plates),可用来控制电子束沿垂直方向上、下运动;后一对水平(X轴)偏转板(Horizontal Deflection Plates),则用来控制电子束沿水平方向左右运动。电子束在荧光屏上偏转的距离Y(或X),分别与加在偏转板上的电压 U_y (或 U_x)成正比,其比例系数称为偏转灵敏度 K_y (或 K_x),单位为 cm/V 。在实际电路中,偏转电压的大小由电位器 R_{47} 、 R_{48} (即前面板“Y轴移位”VERTICAL POSITION 旋钮、“X轴移位”HORIZONTAL POSITION 旋钮)来调节。若在两对偏转板上同时加上直流电压,则光点将按电场的合力方向偏移。为了兼顾偏转灵敏度高和记录速度高两方面的要求,偏转系统采用了“先偏转,后加速”的办法,即电子束先以较低的速度通过偏转板后,再由后加速阳极(相对于 A_2 有 $+1000 \sim +1500\text{V}$ 或更高)进一步加速后轰击荧光屏。

荧光屏是在玻璃壳内壁涂上荧光粉而制成的。它的任务是接受高能电子束的轰击,产生辉光并保留余辉以显示被测信号的波形。由于荧光粉的成分各异,所以,发光的颜色及其余辉时间也因此而不同。人们通常都选用肉眼最敏感的黄、绿、蓝三种颜色。荧光粉从激发停止时的瞬间亮度下降为该亮度的 10% 所经过的时间称为余辉时间。按其长短可分为长余辉($100\text{ms} \sim 1\text{s}$)、中余辉($10\text{ms} \sim 100\text{ms}$)和短余辉($10\mu\text{s} \sim 10\text{ms}$)。通用示波器一般选用中余辉示波管,微扫描示波器则选用长余辉示波管。值得指出的是高能电子束轰击荧光屏时,它的动能只有一部分转变为光能,而大部分转变为热能。所以,在使用示波器时,要特别注意适当调节亮度,同时切忌光点长期停在某一位置上,造成该点的荧光粉过热而失去发光性能,影响示波管的使用寿命。

2. Y轴系统(Vertical Deflection System)

Y轴系统是被测信号的主要通道,是由Y轴衰减器(Compensated Attenuate)、Y轴前置放大器(Preamplifier)、Y轴放大器(Vertical Amplifier)延迟级(Delay Stage)及专门配置的高频探头(Probe)组成。

由于示波管的偏转因数(Deflection Factor)较低(约为 $10\text{V/cm} \sim 20\text{V/cm}$),所以被测信号需经Y轴放大器放大后再加到Y轴偏转板,以提高示波管的Y轴偏转因数。对于幅度较大的被测信号,为了保证显示不失真,设置了Y轴衰减器以适应被测信号在大范围内的变化。Y轴衰减器实际上是由若干个RC电压分压器组成,它的衰减量和Y轴放大器的增益,可以通过示波器面板上的“Y轴衰减”和“Y轴增益”旋钮分别予以调节(或由前面板的“伏特/间隔”VOLTS/DIV 旋钮进行调节)。

Y轴系统的耦合方式分为直流耦合(DC)和交流耦合(AC)两种。交流耦合可以隔去被测信号中的直流分量,便于观测高直流电平上迭加的微弱的交流信号(如观测直流稳压电源输出端的纹波电压等)。但观测含有直流分量的脉冲信号时,由于直流分量被滤去,不能真实地反映脉冲波形各点的电平,如图1.3所示。所以在观测脉冲波形时,一般应选用直流耦合方式。

改造了Y轴系统控制电路的“双踪示波器”(Dual Trace CRO)或换用了双电子枪示波管的“双踪示波器”(Dual-beam CRO)就可以同时观测和比较两个信号。双踪示波器所用的普通示

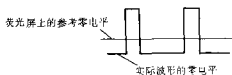


图 1.3 采用交流耦合时所显示的脉冲波形

示波器的双枪示波管有二个电子枪,有两个独立的 Y 轴通道,因此,可分别独立观测两个不同的信号。

延迟级(亦称延迟线 Delay Line)的作用就是延缓被测信号到达示波管垂直偏转板,使之能与加到示波管水平偏转板的扫描信号“同时”抵达,保证被测信号波形能如实地重现在荧光屏上。因为扫描信号的产生是由被测信号去触发的,需要一段时间。

探头(Probe)结构及其等效电路如图 1.4 所示。图中 R_1 、 C_1 为示波器输入电阻与输入电容。通过调整 C_1 ,使得 $R_1 C_1 = R_i C_i$,电容 C_1 、 C_i 的影响能够相互抵消,从探头端部看进去的输入电阻 $R = R_i + R_1$ 变大,输入电容 $C = \frac{C_1 C_i}{C_1 + C_i}$ 变小。则探头与示波器输入端变成分压比为 10:1 的宽频带脉冲分压器,即被测信号通过探头时有 10:1 的衰减,当然整个示波器的灵敏度也相应下降到原来的十分之一。所以使用探头可隔离被测信号源与示波器,测量较高电压信号;可避免杂散信号的干扰;可提高 Y 轴系统的输入阻抗,减少对被测信号源的影响;可减少示波器输入电容和测量引线分布电容对被测脉冲波形的影响。注意:探头与示波器是配套使用的,不能随便换用,否则会增加分压比误差或导致补偿不当。

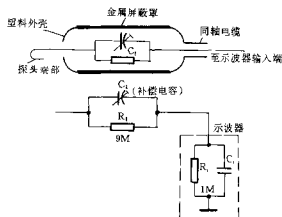


图 1.4 探头结构及其等效电路

3. X 轴系统(Horizontal Deflection System)

X 轴系统由 X 轴衰减器(Compensated Attenuate)、X 轴放大器(Horizontal Amplifier)组成,可以适应大小不同的输入电压。其衰减量与增益可由示波器前面板的“X 轴衰减”和“X 轴增益”旋钮分别予以调节。X 轴放大器的输入既可以内引“锯齿波发生器”的输出,又可以外接“X 输入”的信号。X 轴放大器的输出直接送至示波器的 X 轴偏转板上。

锯齿波发生器用来产生频率可调的、幅值与时间呈线性关系的锯齿波信号,此信号经 X

轴放大器放大后加于 X 轴偏转板作为扫描信号。锯齿波的频率可由示波器前面板上“扫描范围”(或是“时间/厘米”或是“时间/间隔 TIME/DIV”)与“扫描微调”两个旋钮来控制。

示波器的扫描方式分为“连续扫描”(Continuous Sweep)和“触发扫描”(Triggered Sweep)两种。“连续扫描”时,锯齿波发生器处于自激振荡状态,无论 Y 轴系统是否有被测信号加入,总是连续不断地产生锯齿波。其波形如图 1.5(b)所示,它适用于观测正弦波、方波等信号,以及寻找与确定扫描基线。

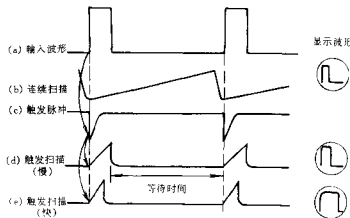


图 1.5 不同扫描方式和速率时的波形显示情况

“触发扫描”时,锯齿波发生器处于它激振荡状态,只有在触发信号源的激励下才开始扫描、完成一次扫描后即处于等待状态,直到下一个触发脉冲到来才再次被激励,进行另一次扫描。波形如图 1.5(d)所示。它适用于观测脉冲波形。只要恰当地调节“扫描速率”SWEEP RATE 旋钮和“触发电平”TRIG LEVEL 旋钮就可以有选择地观测到被测波形的局部,而且锯齿波的上升速度(即扫描速率)不同时,显示的波形也会不同。如图 1.5(d)、(e)右边所示。

为了进一步理解“触发扫描”的工作原理,根据电路的功能,可将其划分成“触发脉冲电路”(Trigger Circuit)和“锯齿波发生器”(Ramp Generator)两个部分,“触发脉冲电路”的任务是在触发信号的控制下适时地产生触发脉冲,如图 1.5(c)所示。“锯齿波发生器”的任务是在触发脉冲的作用下即时产生锯齿波。

触发信号源有二种:来自示波器 Y 轴系统的内触发信号;来自示波器 Y 轴系统的待测的电视场信号;来自“X_{触发}”输入端口的外触发信号。它们经开关 S₁ 选择后送入“触发脉冲电路”。

4. Z 轴系统(Z Axis System)

Z 轴放大器的输入方式可以引入扫描发生器的输出或由 Z 轴输入插座引入外消隐信号经 Z 轴放大器放大后送至示波管的栅级,使屏上显示波形状态最佳以利观察。

5. 电源(Power)

示波器的电源系统将分别提供示波管显示电路所需高压直流电压和各级电路所需的低压直流电源等。

校准信号发生器产生一个幅度与频率准确的矩形波作为探头校正信号(Probe Calibration

Signal 缩写 CAL, 通常频率为 1kHz, 幅度为 1V 或 0.6V), 用以校准示波器的 Y 轴灵敏度, X 轴扫描速率的刻度和调整探头补偿。

1.1.2 显示原理

由静态偏转工作原理可知, 若示波管偏转板间加上直流电压, 荧光屏上光点的位置就要偏移中心点, 其偏移距离的大小则由偏转灵敏度决定。通过“Y 轴移位”或“X 轴移位”可使光点在荧光屏的有效范围内移动。在 Y 轴偏转板和 X 轴偏转板未加电压时, 在荧光屏上选一个合适的起始点即零点, 然后分别加上正弦波信号电压和锯齿波电压, 光点则从此起始点开始变化, 最终能在荧光屏上成功显示被测信号波形。

时间波形显示原理可从以下三步获知:

(1) X 轴偏转板间未加电压, Y 轴偏转板间加正弦波信号电压

当 Y 轴偏转板间加上随时间正弦变化的信号电压时, 二板之间的电场也是随时间按正弦规律变化的。由于 X 轴偏转板间未加电压, 所以示波管电子枪产生的电子束的偏转程度和方向仅仅只受到垂直方向电场强度大小变化的影响。设图 1.6(a) 中荧光屏上光点的起始位置为 0 处, 从 0-1-2-3-4-5-6-7-8, 尽管电子束的偏转也是按正弦规律变化的, 但是在荧光屏上最终显示的还只是一条垂直线段。

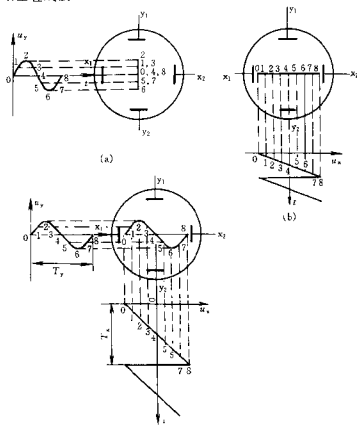


图 1.6 时间波形显示原理图

(2) X 轴偏转板间加锯齿波电压, Y 轴偏转板间未加电压

当 X 轴偏转板间加上随时间线性变化的锯齿波电压时, 二板之间的电场是随时间线性变

化的。由于Y轴偏转板间未加电压,所以电子束只是受水平方向的电场变化的影响。设图1.6(b)中荧光屏上光点的起始位置是0处,然后随着时间的推移从左到右重复移动,0-1-2-3-4-5-6-7-8,最终在荧光屏上形成一条水平线段。

通常,我们将这条水平线段看做“X轴”。正是因为这条水平线段的形成是光点在与时间呈线性关系的锯齿波电压作用下“扫描”的结果。所以,我们将锯齿波电压称为“扫描电压”。正是因为这条水平线段与时间呈线性关系,可作为观测各种信号电压波形的“时间基准”。所以,我们称之为“时基”或“水平扫描基线”。

(3) X轴偏转板间加锯齿波电压,Y轴偏转板间加正弦波信号电压

当X轴、Y轴二对偏转板同时加上电压时,显然,电子束的偏转将同时受到水平方向、垂直方向电场分布的影响。荧光屏上的光点又将如何移动呢?可见图1.6(c)中所示。

当 $t=0$ 时,二对偏转板上所加电压均为零,光点处在起始位置0处,即荧光屏上X轴最左端。

当 $t=1$ 时,二对偏转板均加有电压,相对而言X轴偏转板中 X_1 为负, X_2 为正;而Y轴偏转板中 Y_1 为正, Y_2 为负。显然电子束受到如此电场分布的影响会向屏的右上方偏转,在1处形成光点。其实,我们也可以换一个角度来理解,当 $t=1$ 时,光点1的位置的确定,可以参照上述(1)、(2)所表述的情况共同来确定。

当 $t=2$ 时,可以确定光点2的位置。依此类推,可以确定光点“3”、“4”……直至“8”的位置。

由于整个“扫描”过程足够快,且由于示波管荧光粉的余辉作用,所以上述过程中依时间先后分别确定的光点,在荧光屏上显示的结果却是一个完整的正弦波形。

如图1.6(c)所示,二对偏转板间所加电压的周期是相同的,即 $T_X = T_Y$ 。所以,当Y轴、X轴偏转板所加电压同时都完成了一个周期时,则“扫描”出第一个正弦波形。此时,光点“8”在扫描电压很快回到零的作用下,便很快回到“0”处,紧接着又开始按照X轴、Y轴偏转板分别所加电压的第二个周期的变化“扫描”出第二个正弦波形,并且与第一个正弦波形“重合”。如此往复,所以荧光屏上显示的是一个稳定而完整的正弦波形。如果 $T_X = NT_Y$,则荧光屏上显示的就是N个稳定而完整的正弦波形。

显然,上述能显示一个完整而稳定的信号波形的前提条件是 $T_X = T_Y$ 。若要求在荧光屏上显示出N个完整而稳定的信号波形,则必须使锯齿波的周期 T_X 等于被测信号周期 T_Y 的整数倍,我们称之为“同步”;即

$$T_X = NT_Y \quad N=1,2,3,\dots$$

N不为整数时,将会使显示波形向左或向右移动。例如,当 $N < 1$ 时,即 $T_X < T_Y$,荧光屏上的波形向右移动,如图1.7所示。我们称之为“不同步”。

为了实现信号波形的稳定显示,必须用被测信号或与被测信号相关的其他信号去控制锯齿波发生器,迫使 T_X 在一定范围内自动跟踪 T_Y ,并与之严格保持整数倍关系。这就是示波器中所谓的“同步”(或称“整步”)。“同步”(SYNC SELECTOR)通常有三种方式:

内同步(INT) 从Y轴放大器中取出被测信号电压来控制所产生锯齿波的周期。一般都采用这种同步方式。

外同步(EXT) 通过“同步(整步)输入”接线端从外部取出一个信号电压来控制所产生锯齿波的周期。这个周期应与被测信号周期成整数倍关系。用单线示波器测二个相关波形的相位时应采用这种同步方式。

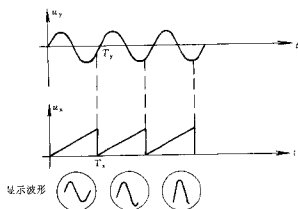


图 1.7 波形显示的“不同步”现象

电源同步(LINE) 从电源变压器中取出 50Hz 交流电压来控制所产生锯齿波的周期、通常用来测量与电源频率相关的信号。

1.1.3 合理选用

示波器的合理选用通常从被测信号特性以及示波器性能所能适应的范围两个方面综合考虑。

1. 根据被测信号特性选择

示波器选择简例可见表 1.1。

表 1.1 示波器选择简例

被测信号特性	类型	型 号	通 道
频率不高的、较正弦波或其他周期性重复信号	通用	XT4210 QW4210	1
		SB68 SS-7802	2
非周期性信号或窄脉冲信号	宽带	SBM-10B SBM-14	1
		QW4310 V212	2
快速变化的周期性信号(大于 300MHz 的正弦波或纳秒级的脉冲信号)	取样	SQ-12A SQ27	2
快速变化的非周期性信号	高速	DC6330	2
低频缓慢变化的信号	低频	SBD-1 TD4651	1 2
两信号波形相互独立	双线	SBR-1 SR46	2
同时观察多个被测信号	多通道	YB4331	3
		SR2 SS5711	4
		HH4370A(COS6100)	5
突出显示被测信号的局部	延时基	GCH7	2
		XJ4362	2
		SR72	2
存储信号波形以便分析研究	记忆数字存储	STT	2
		HH4441	2
特殊信号	专用示波器	SR-37A(波形监视器) SG-1(电生理示波器)	

2. 根据示波器的性能选择

表示波器的性能指标较多,一般只考虑与不失真重现被测信号波形相关的主要几项指标。其中以“频带宽度”和“扫描速度”尤为重要。

(1) 频带宽度(Band Width)

其数值大小决定了示波器不失真地观测周期性连续信号的最高频率或脉冲信号的最小宽度。基本条件之一是Y轴系统有足够的带宽。一般所选示波器的频带宽度应等于被测信号最高频率的三倍以上。若被测脉冲信号的上升时间为 t_r ,则要求Y轴系统通频带BW应满足:

$$t_r \cdot f_{H1} = 0.35$$

式中 t_r 为示波器Y轴系统的阶跃响应上升时间,单位为 μs ;

f_{H1} 为示波器Y轴系统通频带BW的上限频率,单位为MHz。

例如已知SR8型示波器Y轴系统通频带上限频率 f_{H1} 为15MHz,求得 $t_r = 0.023\mu\text{s}$ 。因此被测脉冲信号上升时间或下降时间在 $0.1\mu\text{s}$ 量级以下时,选用SR8型示波器就毫无意义。

(2) 扫描速度(Sweep Rate)

其定义为光点水平位移的速度,其单位为 cm/s 或 div/s 。示波器的最高扫描速度决定了信号波形在荧光屏上水平方向展开的能力。观测不同频率的信号,必须采用不同的扫描速度。对同一台示波器而言,希望扫描速度范围宽一些为好,这样既具有展开高频信号或窄脉冲信号的能力,又可以观测低频缓慢变化的信号。

(3) 偏转灵敏度(Deflection Sensitivity)

其定义为单位输入电压作用下,光点在荧光屏上偏移的距离,单位为 cm/V 或 cm/mV 。其大小反映了对被测信号展开的能力。这一定义同样适用于Y轴系统和X轴系统。

偏转灵敏度的倒数称为“偏转因数”,单位为 V/cm 、 mV/cm 或 V/div 、 mV/div 。因习惯用法和测量电压幅度的读数方便,人们通常把偏转因数看作为偏转灵敏度。

一般应根据被测试的最小信号来确定被选用示波器应具有的最高偏转灵敏度(或最小偏转因数)。

(4) 输入电阻和输入电容(Input Resistor and Input Capacitor)

其是选用示波器的重要因素。为了不影响被测试电路的工作状态,应选用输入电阻高的示波器。为了观测上升时间短的矩形脉冲,则应选用输入电容小的示波器。

1.1.4 操作技术

1. 使用准备

可以参照下述五步进行(以SR8型示波器为例):

第一步:置好旋钮再开机。

“Y轴移位”、“X轴移位”、“X轴移位微调”、“辉度”旋钮置于中间位置。

“显示方式”置于“Y_A”;“极性”拉-Y_A置于“常态”;“DC- $\perp$ -AC”置于“ $\perp$ ”。

“触发方式”置于“自动”;“内触发”拉-Y_B置于“常态”。

开启电源开关,预热一分钟。应该能够看到光点,否则就要借助“寻迹”按键。

第二步:输入“试压”调“辉”“焦”。