

中国教育电视台实用电子技术培训教材

附赠光盘



常用仪表 的使用方法

韩广兴 编著

- 掌握常用示波器的使用方法
- 学会用示波器检修音频设备和视频设备
- 学习示波器的电路结构与故障检修方法
- 了解扫频仪、万用表、场强仪等仪表的使用方法
- 附赠VCD光盘，手把手教您学会书中的内容



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

中国教育电视台实用电子技术培训教材

常用仪表的使用方法

韩广兴 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 提 要

本书重点介绍了在电子产品的调试和维修工作中常用的仪表——示波器的基本特点、工作原理和操作使用方法,以及示波器在维修电子产品中的使用方法。详细讲解了示波器在音响设备、电视机、影碟机等产品的维修、调试和检测中的使用方法,介绍了不同电路的测试条件、连接方法及避免误差的多种技巧,并对示波器的基本结构和维修方法也进行了讲解。此外,对万用表、扫频仪、计数器及数字示波器等新型电子仪表的功能和使用方法也做了简单明了的介绍。

本书附赠的 VCD 光盘,能够使读者的学习更加直观、方便。本书适用于从事电子产品的科研、生产、调试和维修的技术人员、大专院校的师生及业余爱好者阅读。

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,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

常用仪表的使用方法 / 韩广兴编著. —北京: 电子工业出版社, 2002.8
(中国教育电视台实用电子技术培训教材)

ISBN 7-5053-7911-9

I. 常... II. 韩... III. 电工仪表—使用—技术培训—教材 IV. TM930.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 059892 号

责任编辑: 张瑞喜

印 刷: 北京天竺颖华印刷厂

出版发行: 电子工业出版社 <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 字数: 290 千字 附光盘 1 张

版 次: 2002 年 8 月第 1 版 2002 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册 定价: 26.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话: (010)68279077

中国教育电视台实用电子技术培训教材

编 委 会 名 单

主 任：李 鹏 中国教育电视台台长

王志刚 电子工业出版社社长

委 员：文宏武 王小民 韩广兴 李玉全

陆伯雄 王明臣 廖汇芳 刘学达

周 明 高雨春 李士平 祁玉芹

11/15/03

出版说明

伴随着数字化、信息化、网络化的进步，人们的工作和生活正在发生着巨大的变化。琳琅满目的电子产品迅速地进入千家万户，成为现代信息社会中人们学习、工作、生活、交流、娱乐和智力开发等方面不可或缺的工具。目前使用最多最广泛的除了彩电、冰箱、空调、洗衣机外，音响、影碟机、投影电视、数字摄录像设备，以及电脑也大量进入家庭，这些设备又称为信息家电产品。

家电产品的热销刺激了家电高新技术的发展。国内外有实力的厂商为了争夺市场，纷纷采用当今最新的电子技术成果，更新生产工艺，开发新型器件。其中微电子技术、微电脑技术、精密机械和光电技术的开发和应用，为家电产品增加了新的光彩。

由于各种家电产品的机型品种多样，电路和结构复杂，更新换代频繁，因而增加了产品使用及维修的难度，迅速普及家电使用和维修知识已成为当前人们普遍关注的热点问题。

为实施“科教兴国”战略，认真落实全国科普工作大会精神，充分发挥电视传媒形象直观、覆盖面广和传播快的特点，努力提高劳动者的科技素质，适应家电产品发展的需要，中国教育电视台、电子工业出版社和全国家电中心联合举办了“全国家电维修技术系列电视讲座”，由中国教育电视台向全国播出。

电视讲座的课本和音像教材由电子工业出版社出版。本套教材是根据家用电子产品维修工国家职业标准的要求编写并作为全国家电维修技术音像技术和实用电子技术培训的推荐教材。

本套教材主要包括如下书目：

- 《电子元器件与实用电路基础》
- 《常用仪表的使用方法》
- 《最新扫描仪的原理、使用与维修》
- 《最新数字相机的原理、使用与维修》
- 《最新投影机的原理与维修》
- 《最新彩色电视机的原理与维修》
- 《最新影碟机(VCD/DVD)的原理与维修》
- 《最新音响与家庭影院的原理、维修与配置》
- 《最新打印机的原理、使用与维修》
- 《最新摄录一体机的原理、使用与维修》等。

本套教材均配有光盘，并以实际样机为例，形象、生动地演示家电产品中电路及机械结构，各种典型故障的症状，检测和调整的方法。在讲座中，特别针对那些难于用语言和

文字表达的拆卸及机械对位方法，调整和维修技巧，进行实际操作演示，使学员易于快速掌握。

由于广大维修人员在实际维修工作中使用的电路图大多为生产厂家提供的电原理图，因此，本套教材也尽量使用原机线路图。并且对原机线路图中的非规范表示法没有进行更改，以免造成讲授与实际脱节的现象，在此特别予以说明。

电视讲座的具体播出时间，请注意中国教育电视台的预告，以及《中国教育电视报》、《电视机维修》、《录像机维修》和《音响维修》等报刊杂志的介绍。

丛书编委会

前 言

在电子产品的调试和维修工作中，常常需要对各种电路进行检测，不同的产品、不同的电路需要不同的电子测量仪表，示波器(Oscilloscope)便是一种较为重要的测试仪表。

示波器是一种用于测量信号波形的常用仪器，除了用于观测信号波形，还能测量信号的电压、电流、频率、相位差、失真度等，此外还有很多其他的功能。正确掌握示波器的使用，能够为科研、生产调试及维修工作带来高效率。

目前数字技术已经应用到各种领域，例如家庭影院系统、激光唱机、影碟机、数字电视、数字摄录像机等家用电子产品其性能不断提高，功能不断增强。电脑、激光打印机、扫描仪、数码相机、复印机、传真机等办公自动化产品更是离不开数字技术。如今这些产品正以极快的速度进入人们生活之中，成为娱乐、智力开发和社会生活中不可缺少的信息处理工具。数字产品的大量上市，也给维修和售后服务提出了许多新的课题。数字产品问世之后，过去在维修行业只凭一只万用表进行电子产品的调试与维修已经行不通了。因为很多数字电路的故障万用表已经无法检测，必须用示波器对整机和电路进行信号的检测和分析，才能判断故障。示波器的使用可以大大提高检修效率，并可以使维修人员快速准确地判断故障。过去，我们在中国教育台讲课时介绍过示波器等仪表的使用方法，引起了很多观众对常用电子仪表的兴趣，纷纷来电、来信咨询示波器等仪表的使用方法。为了满足广大读者的要求，我们编辑出版了这本书。

本书从实用的角度出发，重点介绍了最常用的电子仪表——示波器的基本结构、工作原理和使用方法。书中以实际的检测为例，介绍了示波器在音响设备、电视机、影碟机等产品的维修、调试和检测中的使用方法。其中第1~3章介绍了几种常用示波器的工作原理和使用方法；第4章介绍了示波器在各种信号测量中的应用方法和调整技巧；第5章介绍了示波器在音频、视频设备以及数字设备(影碟机)的维修中的应用实例；第6章介绍了示波器的电路结构和维修方法；第7章介绍了万用表、扫频仪、计数器等仪表的使用方法；第8章简要地介绍了数字示波器的功能特点。书中还介绍了不同电路的测试条件、连接方法以及测量时避免误差的多种实用技巧。

参加本书编写的还有李玉金、韩雪涛、胡南平、唐艳辉、闵杰、吴瑛、孙志强和赵俊彦等。

由于作者的水平有限，错误之处敬请读者批评指正。在实际使用中技术问题可与作者联系(邮编：300191，地址：天津市南开区复康路23号306室，电话：022-23369060)。

作 者
2002年6月

目 录

第 1 章 示波器的基本功能和特点	1
1.1 常用示波器的种类和特点.....	2
1.2 示波器的基本结构.....	2
1.2.1 示波管的工作原理.....	3
1.2.2 示波器的整机结构.....	6
1.2.3 同步示波器.....	11
1.3 示波器键钮的标记和功能.....	12
1.3.1 示波器前面板的键钮部位.....	12
1.3.2 示波器各键钮的功能.....	13
第 2 章 示波器的操作方法	21
2.1 示波器使用前的检查.....	22
2.1.1 示波器使用前的设置和调整.....	22
2.1.2 示波器开机及调整.....	22
2.2 测量信号的基本方法.....	23
2.2.1 信号的接入与测量.....	23
2.2.2 示波器探头的连接和校正.....	24
2.2.3 测量信号的基本操作.....	25
2.2.4 波形参数的读取.....	26
2.3 观测波形实例.....	27
2.3.1 观测信号波形的基本操作.....	27
2.3.2 波形观测调整实例.....	28
第 3 章 双踪示波器	31
3.1 双踪示波器的特点.....	32
3.2 典型双踪示波器的功能.....	32
3.2.1 LBO-522/523 示波器的特点	32
3.2.2 示波器使用注意事项.....	32
3.3 示波器的功能及使用方法.....	34
3.3.1 双踪示波器的面板(LBO-522/523).....	34

3.3.2	各键钮的功能.....	35
3.3.3	初次使用示波器操作过程.....	47
3.3.4	示波器探头的功能和使用方法.....	49
3.3.5	测量中的干扰和误差对策.....	50
3.3.6	接地问题.....	51
3.3.7	双踪测量方法.....	51
3.3.8	如何使波形稳定.....	51
第 4 章	信号的基本测量方法	57
4.1	信号波形的观测.....	58
4.2	信号幅度的检测.....	58
4.2.1	直流电压(含交流成分)的测量	58
4.2.2	交流信号的幅度测量.....	59
4.2.3	测量误差.....	60
4.3	信号周期或时间的测量.....	61
4.4	脉冲信号的测量.....	62
4.4.1	脉冲宽度的测量.....	62
4.4.2	脉冲上升沿和下降沿时间的测量.....	62
4.4.3	两个信号时间差的测量.....	64
4.4.4	延迟特性对测量的影响.....	64
4.5	相位差的测量.....	65
4.5.1	用单踪示波器测量正弦信号的相位差.....	65
4.5.2	用双踪示波器测量正弦信号的相位差.....	67
4.6	利用 X-Y 功能进行频率和相位的测量.....	67
4.6.1	利用 X-Y 功能测量频率.....	67
4.6.2	利用 X-Y 功能测量相位差.....	68
4.7	示波器的误差及其消除方法.....	70
4.7.1	用示波器测量电压的误差.....	70
4.7.2	探头对脉冲波形的影响.....	71
4.7.3	测量高频信号的方法.....	73
4.7.4	差动放大器输出信号的检测方法.....	74
4.8	场效应晶体管(FET)互导的测量.....	75
第 5 章	示波器对音频、视频设备的检测	77
5.1	示波器在音频设备中的常用检测项目	78
5.1.1	频率特性的测量.....	78
5.1.2	最大不失真功率的测量.....	80

5.1.3	立体声录放机的相位调整.....	82
5.2	示波器在视频设备中的常用检测项目.....	83
5.2.1	彩色电视机各单元电路的信号检测.....	83
5.2.2	彩色电视机的检测实例.....	85
5.3	CD/VCD 光盘机的测量.....	88
5.3.1	CD 唱机的信号检测.....	90
5.3.2	VCD 视盘机的信号检测.....	99
5.3.3	VCD 视盘机信号检测实例.....	113
第 6 章	示波器的电路结构和故障检修.....	133
6.1	示波器的整机电路方框图.....	134
6.2	示波器各单元电路的结构和故障检修.....	136
6.2.1	电源供电电路.....	136
6.2.2	水平、垂直扫描和示波管电路.....	138
6.2.3	CH-1 垂直预放电路.....	140
6.2.4	CH-2 垂直预放电路.....	142
6.2.5	垂直扫描模式和末级放大器.....	144
6.2.6	触发电路.....	147
6.2.7	水平扫描时间轴电路.....	149
6.2.8	水平通道放大器.....	151
第 7 章	其他常用仪表.....	153
7.1	电视信号发生器.....	154
7.2	扫频仪.....	154
7.2.1	幅频特性的逐点测试法.....	156
7.2.2	用扫频仪测量幅频特性.....	156
7.3	频率计数器.....	157
7.4	万用表.....	158
7.4.1	万用表的结构.....	158
7.4.2	万用表各主要部分的功能.....	160
7.4.3	万用表的性能参数.....	160
7.4.4	万用表的使用方法.....	161
7.4.5	使用注意事项.....	164
7.4.6	万用表应用实例.....	166
7.5	数字万用表.....	168
7.5.1	数字万用表的电源.....	168
7.5.2	电容及损失系数的测量.....	169

7.5.3	电感和损失系数的测量.....	169
7.5.4	电阻的测量.....	169
7.6	兆欧表.....	170
7.6.1	兆欧表的功能.....	170
7.6.2	兆欧表的结构及使用方法.....	170
7.6.3	测量注意事项.....	171
7.7	场强仪.....	171
7.7.1	场强仪的基本功能.....	171
7.7.2	场强仪的使用方法.....	172
7.8	钳形表(交流电流表).....	173
7.9	接地电阻测试表.....	173
7.10	交流电压测试仪表.....	174
7.10.1	毫伏表.....	174
7.10.2	毫伏表的应用实例.....	174
第8章	数字示波器.....	177
8.1	数字示波器的特点.....	178
8.2	数字示波器的结构和原理.....	178
8.3	数字存储示波器.....	179
8.3.1	数字存储示波器的特点.....	179
8.3.2	技术参数(性能指标).....	182
8.3.3	测试及数学功能.....	185
8.4	模拟/数字存储两用四踪示波器.....	186
8.4.1	模拟/数字存储两用四踪示波器的特点.....	186
8.4.2	技术指标.....	190
8.4.3	模拟制式.....	190
8.4.4	数字制式.....	191
8.5	万用示波表.....	193
8.5.1	基本特点.....	194
8.5.2	数字万用表功能.....	194
8.5.3	函数发生器功能.....	194

第 1 章

示波器的基本功能 和特点

示波器(Oscilloscope)是电子产品在开发、生产、调试和维修中不可缺少的测量仪器,并已成为家用电子产品中重要的维修工具。过去的家用电子产品品种较少,电路也比较简单,有一台万用表便可以完成电视机、收录机等产品的测试和维修工作。随着数字技术在家用电子产品中的应用,单一的万用表就不能解决问题了。因为万用表只能用于测量直流信号和低频信号(低于 200 Hz)。采用大规模和超大规模数字电路的 VCD/DVD 视盘机,数字式画中画电路,数字音频信号处理电路,图文电路,高画质、高音质电路在大屏幕彩电中的应用,以及各种数字音频、视频设备的出现,给电子线路的测试和维修提出了新的问题。示波器在维修这些产品中起着重要的作用,因为示波器可以测量交流信号以及数字脉冲信号,它的使用可以大大提高维修效率。

1.1 常用示波器的种类和特点

示波器就是用示波管显示信号波形的设备,主要应用于检测电子设备中的各种信号的波形。在电子设备中有很多用来传输、存储或处理各种信号的电路,在检查、调试或维修这些设备时,往往需要检测电路的输入或输出信号的波形。通过对信号波形的观测,判断电路是否正常或通过波形将电路调整到最佳状态。

示波器根据内部结构、使用领域以及测量范围等可划分为多种。

根据测量信号的范围来分类有超低频示波器——适合于测量超低频信号;普通示波器——适合于测量中频信号;高频示波器和超高频示波器——适合于测量高频(100 MHz)和超高频(1000 MHz)信号。

根据显示信号的数量来分类有单踪示波器(只显示一个信号)、双踪示波器(可同时显示两个信号),以及可同时显示多个信号的多踪示波器。

根据电路结构来分类有电子管示波器、晶体管示波器和集成电路示波器。

根据测量功能来分类有模拟示波器和数字式记忆示波器。数字式记忆示波器是将测量的信号数字化以后暂存在存储器中,然后再显示在示波管上。在测量数字信号时经常使用,便于观察数字数据信号的波形和信号内容。

为适应测量电视信号的特点,示波器生产厂家生产了专门的同步示波器。这种示波器在示波器电路中设有与电视的行、场信号同步的电路,在控制面板上专门设置了选择电视行或电视场的键钮,以便在观测电视信号时,得到稳定的信号波形。此外还有一些用于特殊环境的示波器。

1.2 示波器的基本结构

示波器的外观结构如图 1-1 所示,它是由一只示波管和为示波管提供各种信号的电路组成的。在示波器的控制面板上设有一些输入插座和控制键钮。测量用的探头通过电缆和插头与示波器输入端子相连。

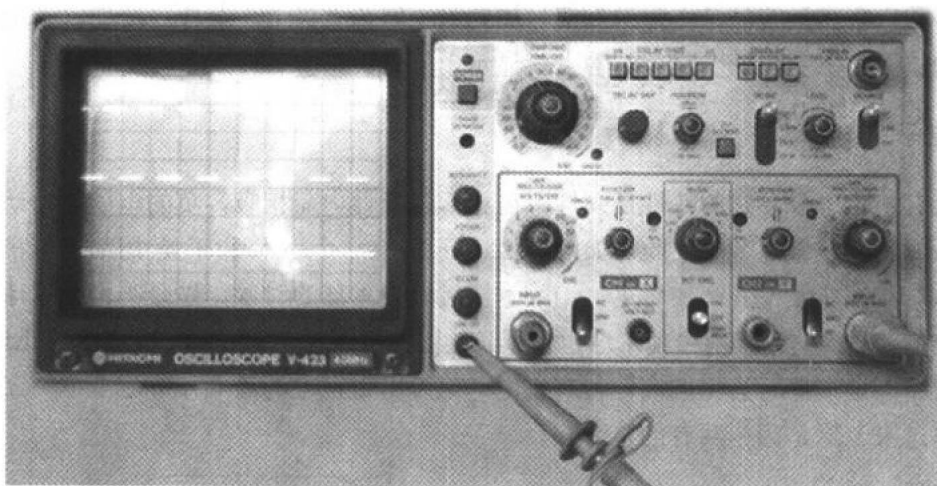


图 1-1 一般示波器的面板

1.2.1 示波管的工作原理

显示信号波形的主要器件是示波管。示波管实际上就是一个小的显像管，又叫阴极射线管(CRT)。示波管的工作原理如图 1-2 所示，它的前端是一个圆形或方形的荧光屏，荧光屏的内侧涂有荧光粉。在示波管的尾部设有电子枪，电子枪被灯丝加热后会向阳极(荧光屏设有阳极)发射电子束，电子束射到荧光粉上就会发光。只要使示波管内的电子枪所发射的电子束按照输入信号的波形变化，就可以在示波管上显现出信号的波形。电子束通过示波器内偏转电极的作用发生摆动时，便可在荧光屏上留下信号的波形移动的轨迹。

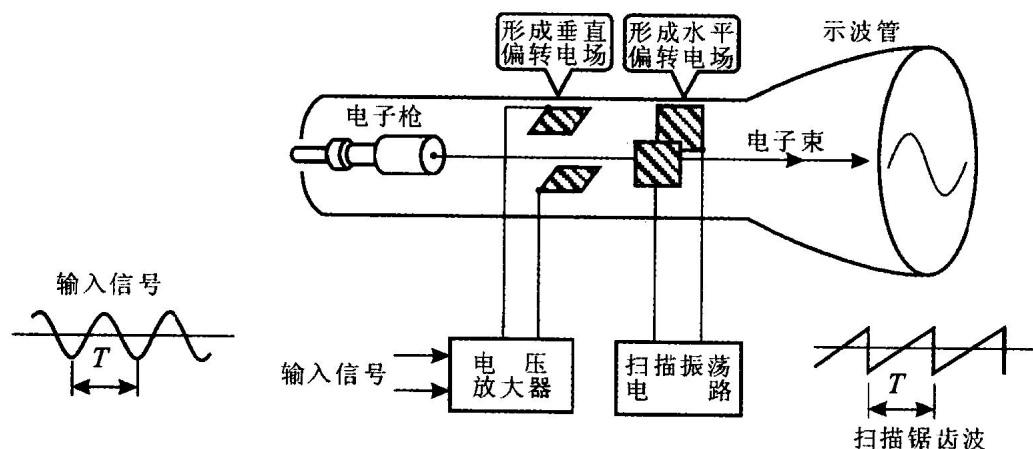


图 1-2 示波管的工作原理

从图 1-2 中可见，在示波管中设有两组偏转电极，一组为水平设置，另一组为垂直设置。扫描振荡电路产生的锯齿波信号加到垂直偏转电极上，使电子束在锯齿波电压的作用

下左右移动；将测量的信号作为输入信号加到水平偏转电极上。这样就会使电子束按照输入信号的波形上下变化，于是示波管上就显示出信号波形。

1. 电子束与偏转

电荷有正负之分，它的特性是同性电荷相斥，异性电荷相吸，负的电子会自动飞向正端。下面，我们来做一个小实验。如图 1-3 所示，将一个小木球(干燥)用细线绳吊起。首先用胶木棒摩擦头发使其产生负电，当胶木棒接近小木球的时候，先是吸引小木球。但当小木球接触胶木棒时，胶木棒使木球也带了负电。由于同性电荷相斥，所以木球迅速反弹。而用棉布摩擦玻璃棒时会使玻璃棒带有正电，这时用带正电的玻璃棒靠近木球，立刻会将木球吸引过来，这是因为两者的电荷相反。

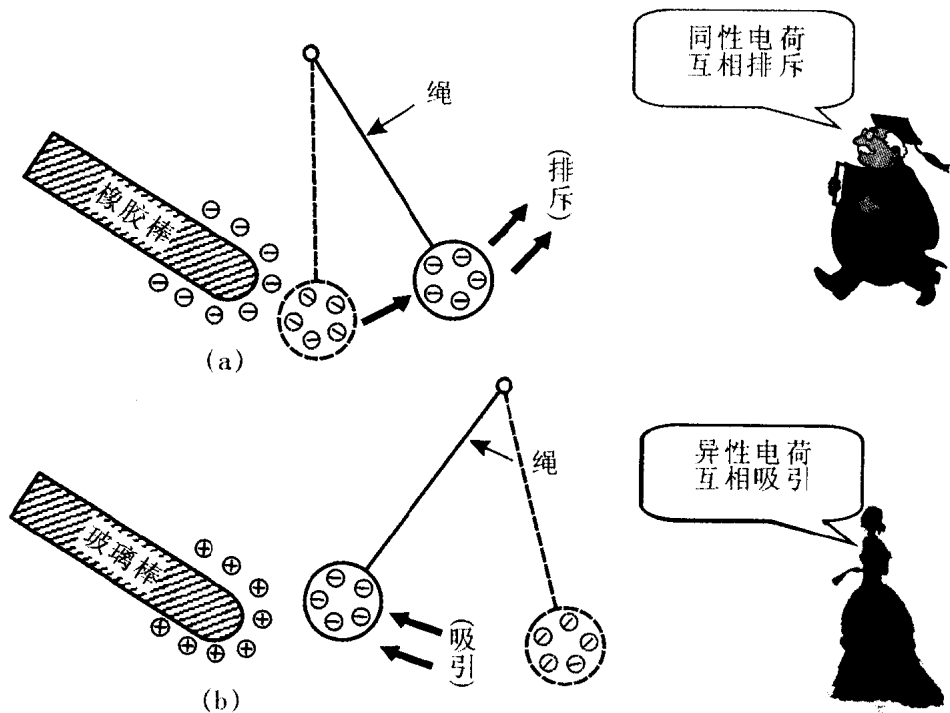


图 1-3 电荷的特性

在显像管中，阴极被加热后其中的自由电子便放射出来。当设在示波管屏幕上的阳极加上高压以后，对电子产生了很强的吸引力，于是电子就会迅速地飞向阳极。由于屏幕上涂有一层荧光粉，所以当电子遇到屏幕的荧光粉时，就会发光，从而显示出电子束射向荧光屏的位置。如果电子束没有受到外力的作用，电子束会射到荧光屏的中间，于是中间会有一个亮点。电子束如果横向摆动，就会在屏幕上扫出一条横向亮线；如果电子束既有水平的摆动，又有上下的移动，屏幕上就会出现一个随电子束运动的曲线。设法使电子束的

运动跟随输入信号的规律变化,就能显示出信号的波形。

电子束的摆动是通过偏转极板的电场作用实现的。当偏转极板上外加电压时,在两个极板之间就形成如图 1-4 中所示的电场。当电子束从电场中飞过的时候,电子束受到电场的作用会向一侧偏移。如果偏转极板上的电压极性发生变化,电子束的偏转方向也会随之变化。

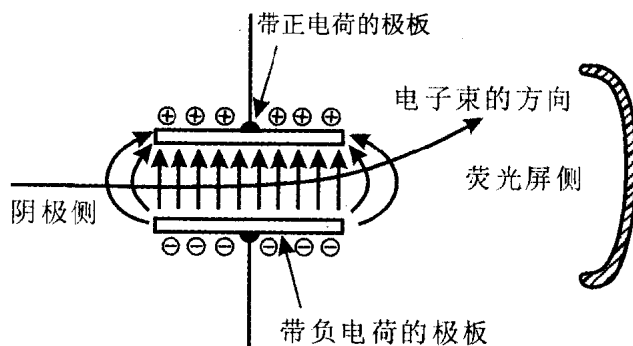


图 1-4 电子束与偏转极板

示波管的偏转方式有静电偏转方式和电磁偏转方式。上述方式即为静电偏转方式,这也是示波器中常用的方式。电磁偏转方式是通过偏转线圈形成的磁场,从而对电子束产生偏转作用,在电视机的显像管中采用电磁偏转方式。

2. 示波管的结构

静电偏转型示波管的结构如图 1-5 所示。在一个示波管中,除了有发射电子的阴极和偏转极之外,还设有为阴极加热的灯丝。

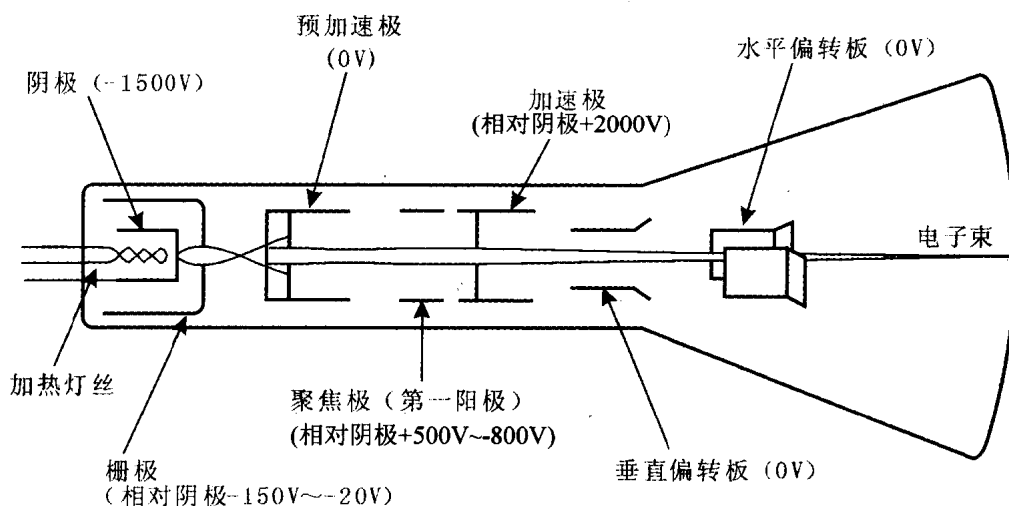


图 1-5 静电偏转方式的示波管

第二阳极被称为加速电极，其上加有 2 kV 的高压(相对于阴极)，形成对电子束的超强吸引力，使电子束从第二阳极中间的孔中穿过射向屏幕。

在阳极和阴极中间还设有一个聚焦电极，是进行聚焦调整的电极，又称第一阳极。其作用是使电子束聚集成一点，在屏幕上形成一个清晰的圆点。

在阴极旁还设有一个栅极，相对于阴极电压为负极性，其作用是用来调整亮度的。如果栅极电压相对于阴极向负的方向增加电压，会使电子的发射减少，显示变暗；在反向增加电压会使电子增加而变亮。

此外还设有一个预加速电极(0 V)，相对于阴极为正，对电子束起预加速的作用。

1.2.2 示波器的整机结构

1. 示波器的电路方框图

示波器的电路方框图如图 1-6 所示。由图可见，它主要是由示波管和为垂直偏转、水平偏转提供驱动信号的电路构成的。

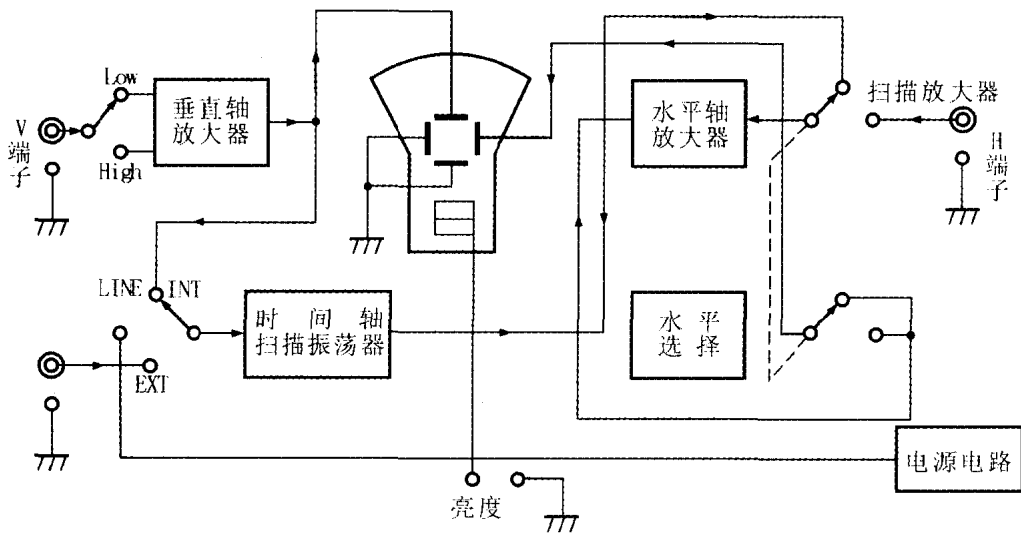


图 1-6 示波器的方框图

将要观测的信号加到示波器面板上的垂直输入端子(V 端子)，此信号由垂直放大器进行放大，然后加到示波管的垂直偏转电极上。与此同时，在示波器内部设有水平扫描电压产生电路，它所产生的水平扫描锯齿波电压加到示波管的水平偏转电极上。这个电路又被称为“时间轴扫描振荡电路”。

2. 测量信号与扫描锯齿波

要观测的信号波形与锯齿波信号之间的关系如图 1-7 所示，图中所示为垂直偏转上的