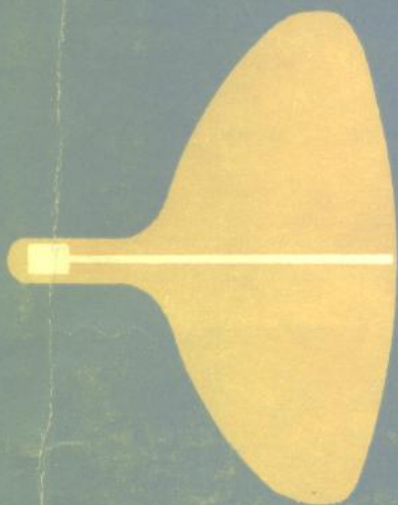
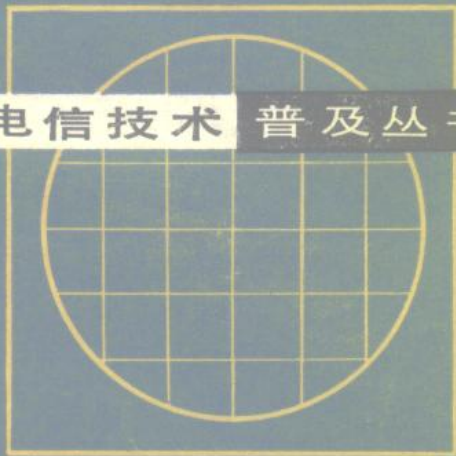


电信技术 普及丛书



显示技术与显示器件

彭国贤 编著

人民邮电出版社

电信技术普及丛书

显示技术与显示器件

彭国贤 编著

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书较通俗地介绍显示技术和显示器件。分别讲述了电子束显示器件和平板显示器件，讲述了大屏幕显示、数字显示、立体显示、计算机显示等显示方式和显示器件。重点介绍这些显示器件的工作原理以及各种显示方式的实现方法，也结合着谈了谈显示器件在各方面的应用。

电信技术普及丛书
显示技术与显示器件
彭国贤 编著

人民邮电出版社出版
北京东长安街27号
天津新华印刷一厂印刷
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售

开本：787×1092 1/32 1981年6月第一版
印张：8 8/32 页数：132 1981年6月天津第一次印刷
字数：187千字 印数：1—14,500册
统一书号：15045·总2479—无6138
定价：0.67 元

出版者的话

为了普及电信技术知识，特别是电信新技术知识，为我国的通信现代化服务，我们组织编写了一套“电信技术普及丛书”，陆续出版。这套丛书的主要读者对象是具有中学文化水平、有一些电信基本知识的工人、管理干部和初级技术人员。在编写中，力求做到内容正确，概念清楚，深入浅出，通俗易懂；使读者读过一书后，能对某项技术的基本原理和主要情况有一个概括的了解，作为进一步学习的入门向导。我们殷切希望广大读者对这套丛书提出意见和建议，帮助我们做好这一工作。

目 录

一、概说	1
1.应用广泛的显示技术	1
2.显示器件的分类	6
3.对显示器的基本要求	8
二、电子束显示器件	11
1.示波管	11
(1) 灵巧的“画笔”——电子枪	12
(2) 偏转系统	23
(3) 荧光屏	25
(4) 示波器的基本原理	30
(5) 其他示波管	33
2.黑白显象管	38
(1) 电视的基本知识	38
(2) 显象管的结构特点	40
3.彩色显象管	46
(1) 三枪三束彩色显象管	48
(2) 单枪三束彩色显象管	54
4.雷达指示管	57
(1) 雷达及雷达显示器原理	58
(2) 雷达指示管的结构	62
5.存储管	65
(1) 介质表面的电荷累积过程	66
(2) 直观式储能管	68
(3) 转换式存储管	73

6. 变色存储管	76
7. 记录管	78
(1) 光导纤维记录管	79
(2) 静电记录管	82
(3) 电子穿透式记录管	82
(4) 薄窗管	82
8. 电压穿透式多色指示管	83
9. 字码管	85
10. 后窗管	87
11. 扁平显象管	89
12. 投影管	92
13. 高分辨率管	94
14. 高精度管	96
15. 电子束显示器件的制造工艺	98
三、平板显示器件	106
1. 什么叫做平板显示器件	106
2. 场致发光显示板	112
(1) 本征式场致发光电视机	113
(2) 直流场致发光显示板	121
(3) 薄膜式场致发光显示板	121
3. 等离子体显示板	122
(1) 气体放电的基本知识	123
(2) 交流型等离子体显示板	126
(3) 直流型等离子体显示板	131
4. 液晶矩阵显示板	133
(1) 液晶	133
(2) 矩阵式液晶显示板的应用	138
四、大屏幕显示	145

1. 什么叫做大屏幕显示	145
2. 投影电视	147
3. 激光显示	150
(1) 激光器	151
(2) 光调制器	153
(3) 光偏转器	158
(4) 激光显示器	160
4. 光阀显示	161
(1) 可控媒质形变光阀 (施里林光阀)	161
(2) 电光效应光阀	172
(3) 可控媒质光学性质变化的光阀	180
五、数字显示	184
1. 半导体显示器件	185
(1) 发光二极管	185
(2) 实现数字显示的方法	188
(3) 驱动方法	191
2. 气体放电显示器件	196
3. 荧光显示器件	201
(1) 数字式场致发光板	202
(2) 荧光数码管	202
4. 液体显示	204
(1) 液晶显示电子手表	204
(2) 电泳显示	207
(3) 电致变色显示	208
(4) 蒸汽显示	209
(5) 液体荧光显示	210
5. 其他数字显示器件	211
(1) 灯丝显示器件	211

(2) 投影式数字显示器件·····	212
(3) 边光显示器件·····	213
(4) 灯泡显示·····	214
六、立体显示 ·····	216
1. 双目效应和立体显示技术·····	216
(1) 什么叫做双目效应?·····	216
(2) 立体电视·····	218
2. 利用全息原理进行立体显示·····	222
(1) 奇怪的照相底片·····	223
(2) 全息照相的特点·····	224
(3) 白光全息摄影·····	227
(4) 扫描式激光全息摄影·····	229
(5) 激光全息立体显示·····	229
3. 变焦镜面法立体显示·····	234
七、计算机显示 ·····	237
1. 什么叫计算机显示·····	237
2. 字码显示器·····	238
3. 字码显示的其他方法·····	242
4. 图形显示器·····	246
(1) 奇妙的光笔·····	247
(2) 光笔的妙用·····	247
(3) 图形显示器的用途·····	249
八、结束语 ·····	251

一、概 说

1. 应用广泛的显示技术

从古代起，人类就把自己美好的愿望和理想反映到神话和传说之中。像“千里眼”、“顺风耳”这样的故事，不知激动了多少人的心弦。科学技术的发展，使许多幻想变成了现实。今天，人们利用科学的“顺风耳”——电话和无线电收音机，可以听到全国、全世界的声音；而利用科学的“千里眼”——电视和雷达，可以看到千里甚至万里之外的景物。在遥远的边疆，广大群众可以通过电视看到北京电视台的实况转播。雷达时刻监视着祖国的领空，在四个现代化的建设中起着巨大的作用。

电视和雷达的原理虽然不同，但最后都必须把收到的电信号显示出来，才能起到“千里眼”的作用。这一点是由显示技术来完成的。

显示技术也叫信息显示，利用这门电子技术可以把看不见的电信号转变成发光信号（包括图形、图象或字码等）。它的作用和洗照片时的显影相似。拍好了照片，就在胶卷上记录下人像。但是如不经过显影是什么也看不见的。如果把胶卷在显影液中一浸，影像就出来了。同样，电视摄象机和雷达所获得的电信号，不用显示技术也是什么也看不见的。只有经过显示技术处理后，才能把它的内容显示出来。

显示技术除在电视和雷达方面有极重要的用途之外，在其

他方面的应用也相当广泛。

计算机是现代科学技术的巨大成就之一，它可以解决许多复杂的技术问题。如果用显示器作为计算机的终端输出设备，就会扩大计算机的功能，使其应用范围更加广泛。一般计算机通常用穿孔机或打字机输出数据。用显示器来输出数据，则可大大提高输出速度。用光笔可以输入或输出数据，即所谓人一机对话。如图1·1所示，人可用光笔在荧光屏上修改图案和数据。配上计算终端显示器，会给计算机带来一些新的用途，例如



图 1·1 用光笔进行人一机对话

计算机辅助设计、辅助教学和情报检索等。

现代战争的局势瞬息万变，需要把这种多变的局面及时而准确的表示出来。显示技术又在这方面大显身手。在军事指挥系统中，可用显示器把敌我双方的形势显示出来，供指挥员和

参谋人员观看。

在宇宙航行中心，要显示卫星的位置和运行姿态，在大型工厂和车站码头，要显示现场的情况等等，都可以采用显示技术。

在实验室中有大量的仪表。目前，正在用数字显示的方式来取代机械表示方式。例如常用的万用表，如果用数字显示器件来取代动圈式表头，可以向人们直观地示出读数，方便而准确。数字式频率计，数字式电压表等已是实验室的常见仪器，它们都用数字显示器件来显示测量结果。

随着科学技术的迅速发展，显示技术已经进入到人们的日常生活中。例如，电子手表的出现改变了传统的机械钟表结构，它采用电子方式计时，并用液晶数字显示器件显示时间。在许多商店里，采用电子秤称货和计款，人们从数字显示器中很快地看到了购物的重量和需付的款额。过去算账总离不开算盘，现在用袖珍计算器或台式计算器来算账，不但迅速准确，

还可以用数字显示器件立即显示出计算的结果。你打电话只能听到朋友的声音，要是能看他一面该多好呀！现在电视电话可以满足你的愿望（图 1·2）。这种新式电话机配有一台摄像象机和一台显示器，这样，



图 1·2 电视电话

在显示器屏幕上就可以看到你朋友熟悉的笑容。在宽敞的首都体育馆去观看球赛，可以清楚地看到由数字显示器件作成的电子记分牌所显示的场上比分。

近年来，医疗战线大量采用电子技术，显示技术也随之得到了广泛应用。超声波是一位优秀的“侦察员”，利用它可以诊断多种疾病，例如脑肿瘤、脑出血、肝癌和胆结石等。这种超声波诊断机采用显示器件来显示人体组织的病态。如果用计算机来处理探测到的数据，再在显示器上显示出来，还会提高精确度和准确性。大家检查身体作过X光透视吧！X光机的操作者长期受到X光的照射，会影响健康。采用闭路电视在远离

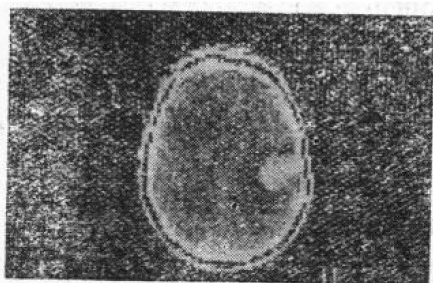


图 1·3 受伤者的脑部扫描图

透视室的地方观看透视的情况，可使操作者不受X光的不良影响。近年来，采用X射线层断面扫描技术可以显示脑部的受伤状况。如图1·3所示，图中右部的亮区是脑部的血肿块，左边的

数字是病历号和工作号等。这种图象是由 80×80 个小方块镶起来的，每一个小方块代表头部某一断面 3×3 毫米的区域。

随着科学技术的发展，各行各业的自动化程度越来越高，许多地方都需要直观而快速地显示图象和数据。显示技术将会得到更广泛的应用。

显示技术的应用虽然这样广泛，显示方式虽然名目繁多，但是，各种显示器的基本结构都大体上是一样的。

一台显示器大致可以分成显示电路、显示器件和电源三部分，如图1·4所示。显示电路的作用是把输入电信号经过处

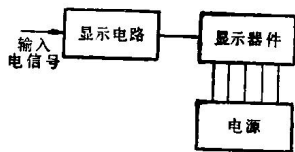


图 1·4 显示器的基本结构

理加到显示器件上,以控制显示器件的发光,从而形成图象或字码。显然,显示器件的作用是把处理过的电信号转变成图象。为了使显示器件正常工作,还必须加上各种工作电压(例如,高压、低压、直流或高频等),所以,显示器中还必须包括电源部分。

大家对电视机较为熟悉吧!事实上,电视机的主要部分就是一种显示器。下面我们就以电视机为例来说明显示器各部分的作用。

电视机的简单方块图如图1·5所示。天线接收到的高频信号经过高频通道后,分离出伴音中频信号和图象中频信号,分别送入相应的通道。从伴音中频信号产生音频信号加到喇叭上,形成电视伴音。从图象中频信号产生图象信号加到显象管

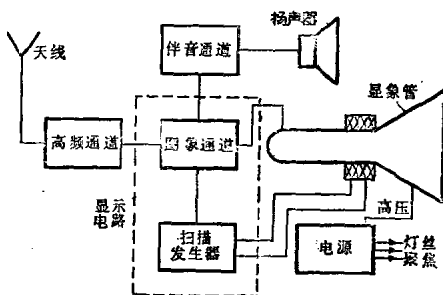


图 1·5 电视机方块图

的调制极上,以便形成图象。为了实现电视扫描还应有扫描电压发生器,其扫描电压必须同电视台摄像机的扫描电压一致。此外,为了使显象正常工作,还必须有高压电源、灯丝电源和聚焦电源。

我们可以把图象通道和扫描发生器称为显示电路。由此可见,电视机中除了高频通道和天线组成的接收部分以及伴音通道外,剩下的其他部分就构成了一个显示器。在这里,显示器的基本结构也是由显示器件、显示电路和电源三部分组成的。

电视机中的显象管就是一种显示器件。事实上,显示器件

的种类是很多的。各种显示器件的原理和结构都不尽相同，有的还具有本质上的区别。它们各自配合着不同的显示电路，以完成多种多样独特的显示任务。下面让我们大致介绍一下有哪些显示器件。

2. 显示器件的分类

当前人们正在沿着不同的途径来研制新型显示器件。显示器件种类繁多，利用了许多物理的和化学的现象。因此，要对显示器件进行严格的分类很困难。下面只是很粗略地把它归为几大类。

最常用的是电子束显示器件。它是在一个真空容器内用电子束轰击荧光粉使之发光，再辅以适当电路就可以显示图象。这类器件主要有示波管、显象管和存储管等。这类器件有许多优点，因而得到了广泛的应用。但它的缺点是体积较大，比较笨重，使用的工作电压很高。随着电子设备朝着小型化、低电压和低功耗的方向发展，电子束显示器件就显得不太适应了。

为了克服电子束显示器件的这些缺点，人们又研制出了平板显示器件。这类器件的结构很简单，是由两块玻璃板夹持住发光物质(例如荧光粉、液晶和气体等)组成的。在一块玻璃板上制作一条条横向电极(又称 x 电极)、另一块玻璃板上制作一条条纵向电极(又称 y 电极)。 x 电极和 y 电极形成空间正交。当在两种电极上加上不同工作电压的时候，就使一些交叉点处的发光物质受到激发而发光，组成文字或图形。这类显示器件不用电子束轰击荧光粉，故没有电子束显示器件的“尾巴”。由于它是平板式的，所以体积小，重量轻，还可用集成电路来驱动。因此，这是一类很有前途的显示器件。

上述两类显示器件的显示面积较小，一般在一平方米以下。但是，现代军事指挥中心和大屏幕电视都要求有较大的显示面积。一般把显示屏幕尺寸大于一平方米的称为大屏幕显示。有的大屏幕显示方法可以显示的屏幕尺寸为 3×4 米²，甚至 10×10 米²。目前，大屏幕显示技术主要有激光显示、光阀显示（如油膜光阀和晶体光阀等）和投影电视等。

随着台式计算器及数字化仪表的迅速发展，出现了另一类显示器件——数字显示器件。这类器件也有多种型式，用得较多的一种是将电极作成日字形，如图1·6(a)所示。这个字形共有七划，利用电路来选择不同的笔划，并使之发光，就可显示出0~9的数字，见图1·6(b)。这类器件主要有发光二极管显示器件，气体放电显示器件和电泳显示器件等。

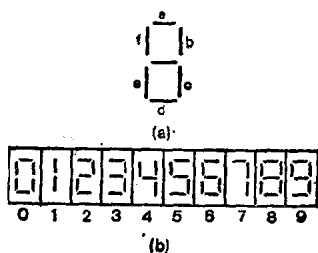


图 1·6 7划数字显示管

以上四类显示器件都作平面显示，立体感较差。目前，人们正在研究各种立体显示的方法，以便增加立体感和显示空间坐标。因此，在显示技术中还有立体显示和平面显示之分。

把以上所说的概括起来，可以得到表1·1。

表1·1 显示器件的分类

种 类	典型器件	特 点	叙述的 章 节
电子束显示器件	显象管,示波管,存贮管,投影管等	用电子枪扫描荧光屏,以显示图象,是一种电真空器件。体积大、笨重、电压高。	二
平板显示器件	场致发光显示板,等离子体显示板,液晶显示板	由两块玻璃板夹住工作物质。体积小、重量轻,有的可用集成电路驱动。	三
大屏幕显示	光阀显示,激光显示,投影管显示	可显示一平方米以上的图象。	四
数字显示器件	发光二极管显示器,气体放电显示器,荧光数码管	电极呈日字形。结构简单,驱动方便,体积小,重量轻。	五
立体显示	双目视差效应方案,全息照象方案	可显示逼真的立体图象。	六

3.对显示器的基本要求

我们对一幅照片的基本要求是清晰、层次分明、优美逼真。对显示器所显示的图象也可作同样的要求。一幅图象的质量,可以用下面的指标来衡量。

a. 亮度 亮度是指在垂直于光束传播的方向上单位面积上的发光强度。发光强度的单位是烛光(坎德拉)。最早是以某种规定的蜡烛所发出的光为一烛光。每平方厘米上的发光强度为一个烛光叫作一个熙提。每平方米上的发光强度为一烛光

叫做一尼特。一尼特是一熙提的万分之一。在英制单位中，常用英尺·朗伯 ($f \cdot L$) 为亮度单位。一英尺·朗伯等于3.426尼特。

一般显示器应有20英尺·朗伯的亮度，具有这种亮度的图象在普通室内照度下清晰可见。在室外观看要求亮度更高，可达一百多英尺·朗伯。较好的电视机可达到这种亮度。普通电影的亮度大约为10—15英尺·朗伯。明亮阳光照射的雪地里，其亮度约为15000英尺·朗伯。这是人眼可忍受的极限亮度，而人眼可见的最低亮度为0.01英尺·朗伯。

b. 对比度和灰度 对比度是指画面上最大亮度与最小亮度之比。一般显示器应有30:1的对比度。灰度是画面上亮度的等级差别。例如一幅电视图象应有八级左右的灰度，就是说应有八种不同的亮度（在对比度范围内）。显然，灰度越多，图象层次越分明，图象越柔和。眼睛可分辨的最大灰度级大致为100级。在显示技术中，把数字、英文字母、汉字及特殊符号等称为字码。把机械零件等黑白线条图称为图形，而图象是有灰度级别的。显示字码、图形、表格曲线对灰度没有要求，只要求对比度较高即可。

c. 分辨率 分辨率是图象清晰程度的标志。对于电子束显示器件，常用一定显示面积上的扫描线数来表示。例如，显象管在垂直方向的扫描线数为625行，水平分辨率为： $625 \times \frac{4}{3} = 834$ 个点子（因为图象高与宽之比为3:4），在整个画面上就有52万个点子。在一定扫描面积上，光点直径越细，就有可能得到更多的扫描线数。例如，高分辨示波管扫描线数可达5000行左右，光点直径可达20微米左右（1微米=10⁻⁶米），比一根头发丝还细。一般电视显象管的光点直径在0.5~0.8毫