

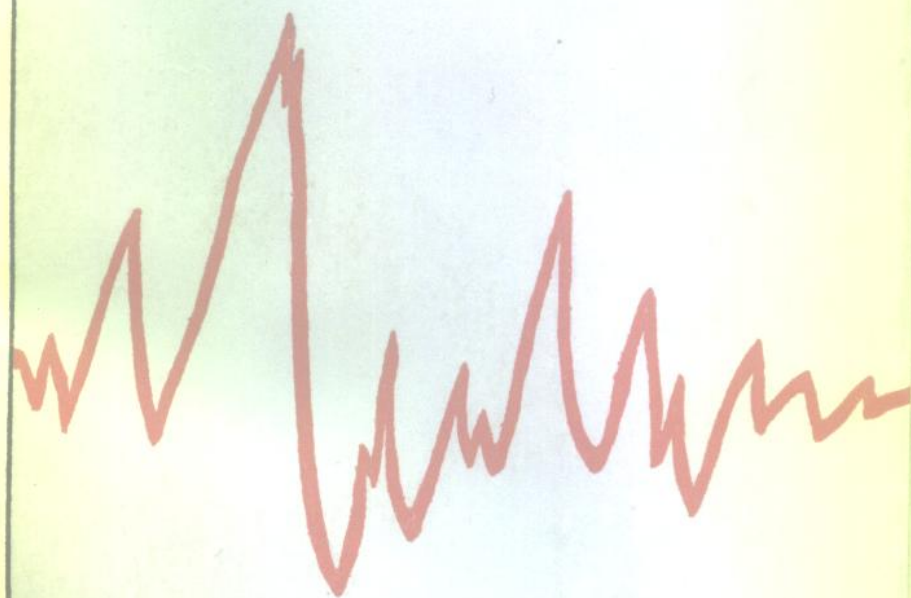


GH

高等 学 校 规 划 教 材
工 科 电 子 类

电子显示技术

张兴义 编著



北京理工大学出版社

73.112
536

电子显示技术

张兴义 编著

北京理工大学出版社

内 容 简 介

电子显示技术是将电信号转换为字符、图形与图象等光信号的技术。本书从熟悉、应用与发展电子显示技术的目的出发,讨论了电子显示的基本问题,系统而深入浅出地介绍了各主要显示器件与装置的工作原理、特性与应用,并对它们的驱动方法与相应的电路技术作了较详细的叙述。书中讨论的电子显示包括真空型显示、液晶显示、等离子体显示、电致发光显示、投影显示、室外泛束管大屏幕显示、电致变色和电泳显示,分析比较了它们的特点、应用环境和发展前景。

本书可作为高等院校信息电子技术、光电技术、通讯技术、电子器件和无线电技术专业本科生教材,也可供从事电子显示器件、装置与系统的研究、制造与应用的科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子显示技术/张兴义编著,一北京:北京理工大学出版社,1995

ISBN 7-81045-046-8

I. 电… II. 张… III. 显示-显示器-基本知识 IV. TN27

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 10495 号

北京理工大学出版社出版发行

(北京市海淀区白石桥路 7 号)

(邮政编码 100081)

各地新华书店经售

北京地质印刷厂印刷

*

850×1168 毫米 32 开本 12.125 印张 312 千字

1995 年 10 月第一版 1995 年 10 月第一次印刷

印数:1—2500 册 定价:12.80 元

※图书印装有误,可随时与我社退换※

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作分工的规定,我公司承担了全国高等学校、中等专业学校工科电子类专业教材的编审、出版的组织工作。由于各有关院校及参与编审工作的广大教师共同努力,有关出版社的紧密配合,从1978年至1990年,已编审、出版了三轮教材,正在陆续供给高等学校和中等专业学校教学使用。

为了使工科电子类专业教材更好地适应“三个面向”的需要,贯彻国家教委《高等教育“八五”期间教材建设规划纲要》的精神,调动广大教师编写教材,依靠学校管理部门和有关出版社,“以全面提高教材质量水平为中心,保证重点教材,依靠学校管理部门和有关出版社,“以全面提高教材质量水平为中心,保证重点教材,保持教材相对稳定,适当扩大教材品种,逐步完善教材配套”作为“八五”期间工科电子类专业教材建设工作的指导思想。我公司所属的八个高等学校教材编审委员会和四个中等专业学校专业教学指导委员会,在总结前三轮教材工作的基础上,结合教育形势的发展和教学改革的需要,制订了1991~1995年的“八五”(第四轮)教材编审出版规划。列入规划的教材,以主要专业主干课程教材及其辅助教材为主,并配置一些教学参考书等约300余种选题。这批教材的评选推荐和编写工作由各编委或教学指导委员会直接组织进行。

这批教材的书稿,其一是通过教学实践,师生反应较好的讲义中经院校推荐,由编审委员会(小组)评选择优产生出来的;其二是在认真遴选主编人的条件下进行约编的;其三是经过质量调查在前几轮组织编写出版的教材中修编的。广大编审者、各编审委员会、教学指导委员会和有关出版社为保证教材的出版和提高教材的质量,

作出了不懈的努力。

限于水平和经验,这批教材的编审、出版工作还会有缺点和不足之处,希望使用教材的单位、广大教师和学生积极提出批评建议,共同为不断提高工科电子类专业教材的质量而努力。

中国电子工业总公司教材办公室

前 言

本教材是按“电子物理与器件”八五教材编委员会审定的编写大纲编写的。本书主要以作者多年来“电子显示技术”教学讲义为基础,充实了近年来电子显示的 latest 发展成果编写而成。“电子显示技术”作为发展中的交叉学科教材,涉及的学科知识面很宽,又由于电子显示技术发展很快,新的技术资料不断涌现,面对这些特点,作者力求简明阐述当今电子显示技术的主要内容、基本概念及各主要电子显示器件的工作原理,同时对它们的主要性能与应用、相应的驱动方法,都作了必要的介绍。

本课程的参考学时为 60 学时,授课教师可视具体情况对有关章节内容进行适当取舍,以适应 56—60 学时的教学计划,授课中可适当加进演示实验和电化教学内容,以增进有关器件原理的教学效果。

电子显示技术在信息科学中占有十分重要的地位,并日益深入社会生活各个领域,作者在教学实践中看到,开设“电子显示技术”课程,对于拓宽学生视野、增强学生的工作适应性、全面了解各类电子显示技术是十分有益的。

全书共十二章,前四章对电子显示技术必备的基础知识作了概括与全面的介绍,第五章到第七章,对当前以及在下一世纪仍将占相当地位的 CRT 显示以及日渐普及的液晶显示作了较详细的介绍,第八、九、十章重点介绍了有希望作 HDTV 平板显示器的等离子体显示以及很有发展前途的电致发光显示,各章内容力求照顾教学基本要求,同时又反映它们的最新发展。第十一章使读者了解计算机显示与电视图象显示的异同,第十二章主要介绍 CRT 投影和液晶投影显示以及室外大屏幕显示。

本教材在通过 1994 年 5 月“电子物理与器件”第四次

编委会审定后,又根据编审组和主审人的意见认真作了修改。全书由东南大学童林凤教授审阅,童教授审阅了全书提出了宝贵意见,本书在编写过程中得到了沈庆垓教授、周文教授、陈抗生教授关心,并得到凌明芳副教授多方面的支持与帮助,同时也得到了责任编辑应根裕教授和钱慰宗教授、李志能教授和章献民博士的帮助,作者在此一并表示衷心的感谢。

由于编写水平有限,修改时间仓促,书中缺点在所难免,恳切希望读者批评指正。

作 者
于浙江大学

目 录

第一章 绪论

1.1 电子显示技术的主要特点和内容	(1)
1.2 电子显示技术的发展历史	(4)
1.3 电子显示技术的分类	(7)
1.4 CRT 与平板显示器件	(10)
1.5 电子显示技术应用与发展前景	(12)
思考题和习题	(16)

第二章 视觉特性与三色原理

2.1 人眼的视觉特性	(17)
2.2 视觉时间特性	(21)
2.3 视觉适应范围、对比度、灰度	(23)
2.4 光度学的几个主要物理量	(24)
2.5 彩色光的三色原理和色度图	(27)
思考题和习题	(39)

第三章 显示系统的要求与图象质量的评价

3.1 显示系统的构成	(41)
3.2 显示图象的组成、象素	(42)
3.3 平板显示器发光单元的排列	(49)
3.4 显示系统的寻址	(53)
3.5 发光单元的亮度调制	(58)
3.6 图象质量的评价	(59)

3.7 图象分辨率的测量方法	(67)
思考题和习题	(76)

第四章 信号的波形显示

4.1 示波管的结构和主要特性	(78)
4.2 高频信号显示对示波管垂直偏转系统提出的要求	(88)
4.3 偏转系统带宽的限制因素	(93)
4.4 行波示波管	(95)
4.5 取样显示	(99)
思考题和习题	(101)

第五章 真空型显示器的图象显示

5.1 图象的分解、传送与合成	(103)
5.2 我国广播电视的扫描参数	(105)
5.3 彩色显象管发展简史	(108)
5.4 彩色显象管工作原理	(112)
5.5 高清晰度电视(HDTV)	(130)
思考题和习题	(142)

第六章 液晶显示

6.1 液晶显示的特点和发展	(143)
6.2 液晶的性质与分类	(145)
6.3 液晶的电光效应	(147)
6.4 液晶显示的驱动	(163)
6.5 LCD 静态驱动	(165)
6.6 LCD 简单矩阵驱动	(167)
6.7 铁电液晶显示	(179)
6.8 铁电寻址液晶显示屏	(180)
6.9 有源矩阵液晶显示屏	(182)
思考题和习题	(185)

第七章 液晶电视

7.1 非自发光型显示的特点	(187)
----------------------	-------

7.2 电视图象显示对液晶显示屏提出的要求	(188)
7.3 液晶电视图象的彩色化	(189)
7.4 简单矩阵寻址液晶电视	(194)
7.5 TFT 矩阵寻址液晶电视	(201)
7.6 液晶电视的背照光源	(210)
7.7 液晶显示的应用与发展前景	(217)
思考题和习题	(218)

第八章 等离子体显示

8.1 等离子体显示的主要特点	(221)
8.2 气体放电基本知识	(222)
8.3 单色等离子体显示板的基本结构和工作原理	(231)
8.4 彩色 PDP 结构和工作原理	(242)
8.5 HDTV 与 PDP	(254)
思考题和习题	(258)

第九章 电致发光显示

9.1 电致发光显示的特点与分类	(259)
9.2 电致发光机理	(261)
9.3 薄膜电致发光	(266)
9.4 电致发光显示的驱动方式	(271)
9.5 电致发光板的彩色显示	(275)
9.6 电致发光板的应用	(277)
9.7 发光二极管显示	(278)
思考题和习题	(292)

第十章 真空荧光显示

10.1 真空荧光显示发展概况	(293)
10.2 真空荧光显示的结构和电光特性	(294)
10.3 真空荧光显示的工作原理和特性	(300)
10.4 真空荧光显示的应用与发展趋势	(308)
10.5 真空微尖荧光显示	(312)

10.6 金刚石薄膜冷阴极显示屏	(319)
------------------------	-------

思考题和习题	(321)
--------------	-------

第十一章 计算机显示

11.1 显示器在计算机系统中的作用	(323)
--------------------------	-------

11.2 计算机显示器的组成和分类	(325)
-------------------------	-------

11.3 光栅扫描显示器的结构	(329)
-----------------------	-------

11.4 图形显示器的主要参量	(331)
-----------------------	-------

11.5 图形显示器的工作原理	(333)
-----------------------	-------

11.6 图形显示器标准	(338)
--------------------	-------

思考题和习题	(340)
--------------	-------

第十二章 其它电子显示

12.1 投影显示	(341)
-----------------	-------

12.2 大屏幕显示	(350)
------------------	-------

12.3 电致变色显示	(359)
-------------------	-------

12.4 电泳显示(EPID)	(362)
-----------------------	-------

12.5 几种电子显示技术的比较	(365)
------------------------	-------

思考题和习题	(365)
--------------	-------

主要参考资料	(368)
--------------	-------

第一章 绪 论

1.1 电子显示技术的主要特点和内容

电子显示技术是用电子学手段将各种信息以文字、符号、图形、图象的形式付诸于人的视觉的技术。

材料、能源和信息是现实的物质生产力的三大基本要素,进入 20 世纪以来,随着人类活动领域的日益扩张和科学研究的深入,知识的作用越来越重要,信息的处理量也越来越大,并且日渐显露了自然赋与人的智力的局限性,因此,信息这个要素在技术发展中上升到首位。以微电子学为基础的信息技术极大地解放了人脑,并且使材料和能量得到了高度集约化的应用,在技术领域内产生了一次重大的革命。当今社会中,各种信息的获取、存储、传递、处理、输出变得越来越频繁和重要,信息包括了各种电信号和非电信号,各种物理量和非物理量。

在人们从事科研、生产等社会活动及日常生活中,各种信息大量产生、更新和传递着,而在信息的传输、处理的过程中,显示技术是人-机器-系统的重要一环。

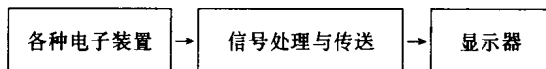


图 1.1 信息显示过程

图 1.1 表明了信息显示的基本过程,信息源是各种电子装置,它包括各类传感器、计算机、电视摄像机、信号存储磁盘、雷达天线、通讯卫星等,这些装置产生的电信号经放大等处理后送入显示器,在显示器上以文字、数字、图象形式显示出来。电子显示技术具

有技术新、发展快、应用广、前景好等几个特点：

(1) 电子显示技术传输与处理信息具有准确、实时、直观、处理信息量大的特点。人们的五官是感知外部世界的传感器，但在视觉、听觉、触觉、味觉、嗅觉中，视觉感知了 70% 以上的信息。人们常说“百闻不如一见”，说明对一个事物的仔细描述虽可激发人们丰富的想象，但如能以某种方式看见事物本身，常可一览无余，一目了然。图象包容了极大的信息量：二维或三维坐标、明暗、色彩以及它们与时间的关系，因此，信息以图象形式表现和传递，无疑比其它方式，如语言、文字，更为有效和迅速。计算机技术、电子技术、传感器技术与电子显示技术的结合，极大地从空间和时间上延伸和扩展了人类的视觉能力，借助现代科学技术，并在电子显示技术必不可少的帮助下，现在人们已能进入微观世界“看见”原子的排列与表面状况、升入太空与宇航员“同登”月球观看月球地貌、潜入太平洋深不可测的海沟观察地壳断层，另外，用红外夜视在黑夜中看清远近物体、遥感遥测使我们对地球大地的一切了如指掌、电视技术使亿万人能同时目睹世界任何一个角落正在进行的事件，……，同时，由于和显示技术同步发展起来的信息记录与存储技术，又使我们能够超时空地对瞬间万变的事物得以从容观察和研究，总之，显示技术赋与了人类无以伦比的洞察客观世界的视觉能力，是人类获得与认识信息的有力手段。

(2) 电子显示技术有很强的综合性与应用性。可以说，它包括的每一种显示方法都涉及了许多学科的知识，如光学、电子学、材料科学、集成电路、真空技术、气体放电、固体物理、半导体技术、微电子技术、计算机技术等，毫无疑问，显示技术已经取得的成就和新的发展都必然与这些学科的进步联系在一起。显示技术从它诞生时起就与应用紧密结合，而实用价值又促进了它的发展，电视技术和计算机技术即是两个最生动的例子。

(3) 应用广。电子显示技术作为人机联系和信息展示的窗口已广泛地应用于军事、工业、交通、通讯、教育、航空航天、卫星遥

感、娱乐、医疗。人们最熟悉的广播电视是电子显示技术重要应用之一,电视深入千家万户,已成为人们生活不可分的一部分。而随着科学技术和社会的进步,显示技术扩展了它的应用领域,如可视电话、医用断层扫描显示、巨型显示。可以说,在现代生活的各个方面,已很难想象不应用电子显示技术。

(4) 电子显示技术发展快。电子显示有较长的历史,从第一只阴极射线示波管发明至今已有百年历史,这期间仅电子显示器件就出现了上千个品种,而且从原理上完全不同于阴极射线管(Cathode Ray Tube 简称 CRT)的新型显示器件也相继出现,许多都已实用化。显示技术的广泛应用又促进了它自身的发展,特别半导体集成电路技术、计算机技术、材料科学与显示技术的发展相互促进,并且都取得了长足的进步。

电子显示技术目前已形成了一个很大的产业。计算机技术、电视技术,特别是高清晰度电视的出现将在下一世纪对人类的社会生活各方面发生更深刻的影响。正因为如此,世界各发达国家都竞相投资开发研究,力争在竞争中走在前列。

本课程所涉及的电子显示技术主要有以下几个方面的内容:

电子显示技术的主要作用是在将电信号或原本是图象的光信号转换成电信号经处理传输后再变成光信号并作用于人的视觉系统,因此,不仅要了解显示电子学的有关问题,了解人的视觉生理和心理特性也是十分重要的。显示技术必须首先考虑人眼的视觉特性,因此,人眼的视觉空间特性和时间特性以及光度学基本概念是研究显示技术的必备知识。

显示器件中,如彩色显象管、液晶显示屏、等离子体显示屏、电致发光屏等是电子显示系统的核心部件,电信号最终都是在这些器件上变成光信号,因此,深入了解各种显示器件的工作原理、结构、特性是本课程的又一主要内容。各种不同器件应用了不同的电子物理规律,了解实施这些原理的方法,对加深理解各基础学科知识、开阔思路、深入理解显示系统与应用电路无疑大有好处。

电子显示技术包括了传统的真空器件显示以及各类平板显示技术,尽管它们原理迥然不同,优劣各有长短,但作为图象显示系统,它们有其共同的要求和特点,如像素排列、寻址方法、亮度调制等。本书的又一内容是介绍显示系统的基本要求和图象质量的评价方法。

各种平板显示特别是非真空型平板显示如液晶显示、等离子体显示、电致发光、发光二极管显示以及最新出现的真空微尖阵列荧光显示是引入注目的新型显示技术,它们的工作原理、驱动方式、存在问题、发展趋势都是电子显示技术的重要内容。

计算机图形显示是电子显示技术重要应用的又一方面。计算机的图形显示方法与电视显示不同,我们专列一章来简要回答“信息在计算机中如何转换为字符和图象?”

1.2 电子显示技术的发展历史

人们一提起图象显示就马上会想起广播电视,想到电视接收机,而目前民用电视接收机中显示图象的核心器件几乎毫无例外是真空型显象管,显象管是一种典型的阴极射线管(CRT)。电视,这个用无线电电子学的方法,实时地远距离传送活动或静止图象的技术,它的发展在电子显示技术的发展史中,确实占有引人注目的篇章。

从 1888 年开始,科学家们发明了电磁波和各种装置,并用来传送文字和声音信息。1897 年,德国人布劳恩(K·F·Braun)发明了示波管,这只采用气体放电产生电子射束并激发荧光质发光的世界上第一只电子显示器件,实现了电信号向光输出的转换,成为电子显示的起点。在追溯显示技术发展历史时,我们不能忽视光电现象的发现,如果没有光电效应,就不能实现光能向电能的转换,也就不能把可见光信号变成电信号进行远距离传输。1817 年瑞典科学家贝尔兹列斯发现了晒在光的照射下可改变电阻,英国

科学家史密斯在 1873 年实验证实了硒的光电转化作用,预示了将光变成电信号并发射出去的可能性。1839 年埃德蒙·贝克莱提出了被人称为“用电的方法看东西”的光电原理,从而在显示活动图象的漫长道路上跨出了重要的一步。1883 年德国工程师保罗·尼普科夫发明了圆盘式光点扫描器,解决了图象的扫描方法,而 1922~1929 年,英国发明者拜尔德实验成功了无线电传影机,并与英国几家广播公司合作播出电视实验节目,使机械电视从此开始。

1931 年,英国静电聚焦高真空型阴极射线管的研制成功,取代了充气放电的布劳恩管,而 1933 年由被称为“电视之父”的佐利金发明的光电摄像管和显象管打开了电视系统由机械电视进入电子时代的大门,从此进入了黑白电视的时代,30 年代到 50 年代初黑白电视进入了它的全盛时期。二次世界大战期间,显示技术在电视应用方面处于停滞,但雷达定位技术的发明,用波形显示目标的距离与方位受到了极大重视。二战结束后,电视和其它显示技术都迅速发展,应用也愈来愈广。1950 年美国无线电公司(RCA)研制出第一只彩色显象管,标志着图象显示进入了彩色阶段,60 年代后,由于各大企业的努力,不仅改进了彩色显象管的结构,提高了性能,更重要的是解决了大量生产的一系列难题,使电子显示形成了很大的产业并促进了它的发展。

值得指出的是,新型平板显示器件在进入 60 年代后相继出现,这些原理上完全不同于真空显示器的平板显示器件,如 1968 年 RCA 研究工作者海麦尔发明的液晶显示板,1969 年日本学者伊次顺章研究的电致发光板,1966 年美国伊利诺思大学贝塞特与斯诺研制的等离子体显示板等,由于他们在体积、功耗、全固态、低电压驱动以及与集成电路匹配等方面与 CRT 器件相比,有明显的长处,因而倍受重视,各发达国家竞相研究,力图取 CRT 显示而代之,迄今经历 30 余年,虽然在电视技术领域并未动摇 CRT 的霸主地位,但已取得了相当的成就,如液晶、等离子显示在小型

显示与大屏幕显示等方面已达很高的水平,并且保持着持续发展的势头。

计算机技术与显示技术结合是显示技术发展进程中又一鲜明标志。作为人机界面的图形显示器,比电视应用有更高的要求,微型计算机的普及也使图形、文字显示器等的性能提高、品种、数量增加,同时,平板显示技术也成为计算机显示更迫切的需要。

除计算机技术外,电子显示技术的其它非广播电视应用也是不容忽视的一个方面,军事、检测、医学、工业监视、电子印刷等,它们涉及面广、要求独特,因此在显示发展历史中,也促使了更多的器件被研制出来。电子显示技术目前已进入了高清晰度显示的新阶段。高清晰显示技术较早地在军事、航天、科研部门中被研制与应用,这些方面的技术积累又极大地推动了目前民用高清晰度电视(HDTV)的发展。

综上所述,在我们追本溯源,回顾了显示技术发展史后,我们可以看到显示技术的发展有以下几个特点:

(1) 电子显示技术能有今天如此辉煌的成就,这是许多国家不同学科的众多科学工作者长期辛勤努力、相互效力的结果。从第一只示波管的发明到高清晰度电视的出现,几乎走了近百年的旅程,电视技术的发展也经历了半个世纪,而今天科学工作者们仍在锲而不舍地进行着新的探索。

(2) 往往一种重要的新原理的显示器件的出现就标志着显示技术发展进入了一个新的阶段,如果注意到许多显示器件是显示系统中的核心部件的话就不难理解这个特点了,液晶等巧妙地实施了不同物理效应的显示器件的不断涌现,对显示技术的发展起了重要的作用。

(3) 电子显示技术的发展也表明,它与其它学科的进步,如材料科学、电子电路、半导体集成电路技术等都有密不可分的关系。许多技术方案,如液晶显示,在早期虽有人预见了它们在显示方面的应用前景,但限于当时技术水平却无力实施,而在相关科学技术