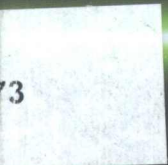


先进  电子技术丛书 1
〔日〕伊贺健一 池上彻彦 荒川泰彦 主编

先进显示器技术

〔日〕谷 千束 著



科学出版社

共立出版

图字:01-2001-4115 号

Original Japanese language edition

Sentan Hikari Electronics Series① Display Sentan Gijutsu

by Chizuka Tani

Copyright © 1998

Published by Kyoritsu Shuppan Co., Ltd.

This Chinese language edition is co-published by

Kyoritsu Shuppan Co., Ltd. and Science Press

Copyright © 2002

All rights reserved

本书中文版权为科学出版社和共立出版(株)所共有

先端光エレクトロニクス シリーズ 1

ディスプレイ先端技術

谷 千束 共立出版(株) 1998

图书在版编目(CIP)数据

先进显示器技术/(日)谷 千束著;金珍裕译. —北京:科学出版社,2002

(先进光电子技术丛书 1)

ISBN 7-03-010263-0

I. 先… II. ①谷… ②金… III. 显示器-基础知识 IV. TN873

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 017804 号

北京东方科龙图文有限公司 制作

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

科学出版社 共立出版 出版

北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

2002 年 8 月第 一 版 开本: A5(890×1240)

2002 年 8 月第一次印刷 印张: 6 3/4

印数: 1—5 000

字数: 176 800

定 价: 20.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

《先进光电子技术丛书》序

1970年,半导体激光器室温连续振荡的成功和低损耗光纤的实现拉开了光电子时代的序幕。现在主干信息通信网几乎全部都实现了光通信,今后光纤也将进入每个家庭。另外,在存储和显示领域对新的光技术的期望也越来越高,而且期望光技术对计算机技术的发展也有所贡献。在21世纪这个高度信息化的社会中,光技术将起十分重要的作用,对它的发展,人们寄予厚望。

为使希望变成现实,光技术必须要不断地创新和发展。因而,从事光技术的人必须具备两种素质:一是具有在任何时候都能从物理学的角度对光的本质有深入理解的能力;二是具有敢于开辟新领域的开拓精神。为此,就要不断地提高基础知识和基本能力水平,而这种水平要建立在从学术性的基础研究到开发研究,直至应用实践的较宽领域的知识积累之上。

策划编撰本丛书的目的是使那些立志承担21世纪光电子技术发展重任的大学生、企业中的研究人员以及技术工作者,充分掌握要实现光电子最新技术的基础知识及应用知识,并把所掌握的知识有效利用到实际工作中。光电子技术人员往往需要较扎实的基础理论知识与器件技术及系统技术有机结合的广泛知识。本丛书系统地归纳了这些知识,因此通过本丛书的学习可以掌握光电子最前沿的技术。本丛书的另一特点是力求叙述简明,以使非光电子专业的学生或科技工作者也能容易理解;编者在编写本丛书时尽量做到使本丛书系统、完整,自成体系,使之达到不依赖其他参考书也能理解的水平;本丛书中各册的执笔者都是其相应领域中的知名学者。

如果能对飞速发展的光电子的最前沿技术有深刻的了解,那

么就能担负起下一次技术创新的使命。本丛书若能对作为 21 世纪信息通信技术支柱的光电子技术的发展有所贡献,编者将不胜荣幸。

编 委

前 言

在社会多媒体信息化的大潮流中，作为人机交互的界面，“显示器”的重要性越来越大，它的市场也非常庞大，发展前景十分看好。这种社会的和市场需求促使显示器技术必须进行多种多样的变革和创新。为此，世界各地正在积极地进行着各种显示器技术的研究和开发。

本书的读者将是那些关心显示器技术的人们，或刚刚进入显示器领域的技术人员，以及在显示器外围领域及应用领域工作的技术人员。本书用了大量的插图，深入浅出地分析和介绍了各类显示器装置及基本显示技术。本书各章的主要内容如下：第1章介绍显示器外围环境与市场的大趋势；第2章介绍显示器的分类与特性、用途比较；第3章介绍含有最新显示器技术的各种显示器的工作原理和基本技术；第4章介绍根据主要市场分类，介绍显示器的最新开发动向；第5章归纳各种技术发展的动向和存在的问题及未来展望。

在编写本书的过程中，在技术内容方面承蒙了多位专家的热情帮助和指导，还有很多企业提供了显示器样品、产品的照片。另外，有很多论文、专著的作者允许引用他们的重要的插图。在此谨向给予协助的各位一并表示诚挚的谢意。

谷 千束

目 录

概 述	1
-----------	---

- 1 文明的变迁和信息媒体的革命 1
- 2 显示器的第三次革命与多媒体信息社会 4
- 3 作为人机界面的显示器 4
- 4 显示器的主要功能与性能 6

第 1 章 多媒体时代的市场环境与需求动向	11
-----------------------------	----

- 1.1 从多媒体动向看显示器环境 11
 - 1.1.1 走向多媒体社会的动向 11
 - 1.1.2 信息通信媒体的进展和显示器的革命 12
- 1.2 多媒体时代的显示器需求 14
 - 1.2.1 多媒体机的功能需求 14
 - 1.2.2 显示器的需求与发展方向 15
- 1.3 对非电子类媒体的对策与分辨率 17
 - 1.3.1 视觉信息类媒体的多媒体化方向 17
 - 1.3.2 印刷、照相媒体的分辨率 18
 - 1.3.3 显示器分辨率的今后目标 19
- 1.4 显示器应用市场动向 20
 - 1.4.1 应用市场总的情况 20

1.4.2 信息机市场	20
-------------	----

1.4.3 AV机市场	22
-------------	----

第2章 显示器的分类与特性、用途的比较 25

2.1 显示器的基本结构	25
2.2 显示器的分类——按光学方式	25
2.3 显示器的分类——按驱动方式	27
2.4 显示器件技术上的分类	29
2.5 显示器件技术的开发史	30
2.6 显示器件基本特性的比较	32
2.7 显示器件的用途比较	33
2.8 显示器件的市场发展动向	34

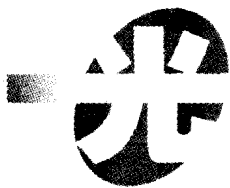
第3章 显示器的工作原理和基本技术 37

3.1 非发光型——液晶显示器	37
3.1.1 液晶相和液晶物质	37
3.1.2 液晶的分子取向控制与电光效应	38
3.1.3 在LCD中的液晶基本工作模式	40
3.1.4 有源矩阵驱动方式	54
3.1.5 LCD总的现状和动向	60
3.2 其他非发光型显示器	64
3.2.1 数字微镜器件(DMD)显示器	64
3.2.2 电致变色显示器(ECD)和电泳显示器(EPID)	66
3.3 发光型显示器	68
3.3.1 阴极射线管(CRT)	68

3.3.2	等离子体显示器(PDP)	72
3.3.3	真空荧光显示器(VFD)	82
3.3.4	电致发光显示器(EL)	85
3.3.5	发光二极管(LED)	91
3.4	新型显示器件	94
3.4.1	场发射显示器(FED)	94
3.4.2	有机 EL	99
3.5	空间成像型	104
3.5.1	高现场感显示与空间成像型显示器	104
3.5.2	空间成像型显示方式的分类与问题	105
 第 4 章 从用途和市场看显示器最新开发动向 ... 113		
4.1	室内设置用显示器	113
4.1.1	台 式	
	(CRT、LCD、其他平板显示器)	113
4.1.2	壁挂式	
	(PDP、PALC、LCD)	131
4.1.3	投影式(投影机)	
	(液晶投影机、DMD 投影机)	136
4.2	便携式显示器	143
4.2.1	笔记本电脑显示的动向	143
4.2.2	便携式信息终端用显示器	144
4.2.3	反射型彩色 LCD 的开发	
	(对旧方式的改进、新的反射型彩色液晶显示方式的开发)	146

4.2.4	内装周边电路的低温 p-SiTFT 面板的开发	156
4.2.5	塑料 LCD	157
4.3	公众用显示器	158
4.3.1	户外用途	158
4.3.2	屋内用途	160
4.4	高现场感显示器	162
4.4.1	HMD(头盔显示器)	163
4.4.2	立体显示器(3D 显示器)	
	(使用眼镜[包括 HMD]、无眼镜方式、电子动画全息方式及其他)	164
第 5 章	课题与未来的展望	173
5.1	最新技术状况与课题	173
5.2	未来展望	177
结束语		183
索 引		185

附栏 1	显示领域的国际学会和日本的相关情况	23
附栏 2	技术论文的数量与变化	35
附栏 3	硅周期和晶体周期	108
附栏 4	显示器新产品及有关奖项	168
附栏 5	显示器之梦	179



概述

自电子显示器的主导产品 CRT(阴极射线管)问世以来,已整整 100 年了。而现在,新的平板显示器不断被推出,为夺取显示器霸主地位正展开激烈的竞争。对于这种巨变,不应仅限于显示器范畴来议论,而应该与其所处时代本身所蕴育着的巨大变化密切结合来看待。

显示器是以视觉的形式将信息传达给人类的媒体,在已进入高度信息化社会的今天,人类和社会比以往任何时候都离不开它。从电子工业发展情况也可以看出它的重要性。日本国内电子工业生产量的增长率也显示出,显示器的增长仅次于个人电脑和移动通信设备。在显示器领域,令人吃惊的是平板显示器,尤其是现已占有大部分市场的液晶显示器的急剧增长。不分男女老少,不论生活和职业环境如何,在日常生活中都随处可见到液晶显示器。现在,为了实现壁挂电视的梦想,大面积彩色等离子体显示器的研究已开始启动,人们从把电子报纸作为实现目标的反射型彩色液晶显示器的开发热看到了成功的希望。这种显示器大变革的过程正融入社会多媒体化的大潮之中。

1. 文明的变迁和信息媒体的革命

现在世界上正在发展的多媒体化信息通信系统新框架,将信息通信产业以外的很多产业也卷了进来,掀起了 21 世纪新的产业革命。可以预测,这种结构思想的改变(paradigm shift)将引发工业文明向信息文明的转变。在这里,先来探讨一下信息媒体与文明的关系。图 1 以信息流通量作为坐标,定性地表示了人类文明的变迁和信息媒体革命的关系^[1]。信息流通量的增大显示文明的进步。在史前狩猎采集时代,即数十万年前,人类创造了语言这一媒体。在史前时代的末期掌握了洞穴壁画¹⁾这种绘画媒

1) 在法国多尔多涅的旧石器时代遗迹,有很多洞窟壁画。——译者注

体。拉斯科(Lascux)壁画等表现了丰富的信息,即使现代人看了也很激动。然而,仅用语言和手绘的方式基本上是不可能扩大信息交流的,也不可能构筑所谓的文明社会。

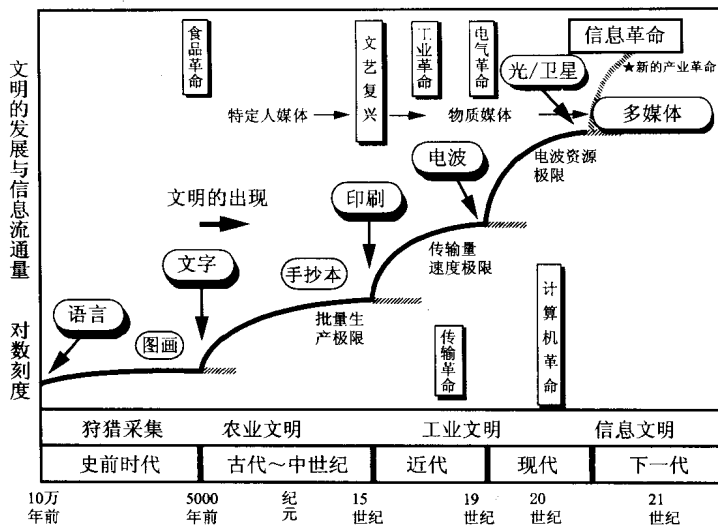


图1 文明变迁与信息媒体革命的关系

到了大约5000年前,在美索不达米亚(Mesopotamia)附近发明了具有划时代意义的媒体——文字。将字写在黏土板或纸莎草纸(papyrus)上,从而使信息流通量大幅度增加。在这个时期,随着金属工具和灌溉耕作方式的发明,引起食品革命,发生了人口的急剧增长和集中化,建立了用所发明的文字进行管理和经营的都市文明。很显然,文字这一新媒体对文明的开始是功不可没的。当初美索不达米亚用楔形文字,埃及用象形文字,后来在腓尼基(Phoenicia)文字被改进为简单的表音文字而普及起来。即使国家总体制度有变迁,但文字媒体时代却从古代一直延续到中世纪,从基础文明论的角度,也将文字媒体时代叫做农业文明。中世纪时代,欧洲的信息传输多依赖于基督教的传教目的而用的手抄本,然而,用修道院式的手写方式增大信息流通量当然是有局限的,这种信息流通量达到饱和就意味着最初的基础文明时代的结束。

接着当然是工业文明的兴起,而开创这一新文明的契机正是15世纪

文艺复兴时期古德堡印刷媒体的发明和普及。金属凸版印刷技术及造纸术最早是在东方发明的，经过一段时间后传到欧洲。总之，能够把流通信息量扩大几个数量级的印刷媒体是最初的物质媒体。它的出现从根本上改变了世界，将时代引入到了近代。印刷媒体的效果首先体现在大大促进了基督教圣经的普及，当时基督教与王权联合统治着欧洲。而圣经的大量普及导致了 16 世纪宗教革命的爆发。正是在从宗教革命中获得的自由精神引导下，在进入 17 世纪后，先后引发了牛顿等人的科学革命、笛卡儿等人的思想革命和平民革命。在此基础上，18 世纪英国出现了工业革命，正式的工业文明(前期)由此开始。19 世纪，铁路、轮船投入使用，从而促进了印刷媒体在国内、国际上的传播。综上所述，正是印刷术的发明和普及显著地扩大了信息流通量，从而使文明程度大大改观。但是，通过铁路或轮船传输信息仍存在着物理局限，信息流通量达到饱和，表明近代工业文明发展到了尽头。

下一个打开文明革命之窗的是电，即电波媒体的出现。19 世纪末，由马可尼发明的无线电通信技术导致了 20 世纪初的无线电广播的诞生，使得国内、国际的各种信息可以实时地，而且不特定地向许多人提供，首开革命性媒体之先河。又过了十几年，电视广播实用化，它不仅能传送声音和语言，还能把图像信息传送到世界各地。而电视机所用的依然是 19 世纪末发明的划时代的器件——阴极射线管。图像的信息量比声音的信总量大得多，因而对人类的意义和影响比单一的声音明显地大。电视媒体能把世界的新闻实时地传播到地球的每个角落，从而大大有利于民主主义的发展与壮大，而且，作为最有效而强大的媒体，强有力地促进了以大量生产、消费为特点的资本主义经济结构的发展。可以说，新的电波媒体、电视传播媒体的出现，开创了直至今日的现代工业文明。阴极射线管这一显示器件的发明，不仅对于信息媒体的革命，而且对于文明的不断变迁，也是不可或缺的重要因素，并为之做出了贡献。但众所周知，曾被视为无穷无尽的电波资源也在开始枯竭，这是因为它除了被电视广播所使用之外，还广泛用于手机之类的移动通信。这意味着电波媒体的信息流通量开始达到饱和，并暗示着现代工业文明离终点不远了。有人从另一个角度也做出了同样的论断。尽管我们每天都平平淡淡地就眼前的课题做着技术改进的工作，但若站在人类历史发展的高度来看，我们实际上处在大的文明

变迁时期，并正投身于创造新文明的技术创新之中。

2. 显示器的第三次革命与多媒体信息社会

实现 21 世纪的信息流通量的大幅度提高、实现文明创新的主要媒体将是什么？作为在下一个文明时期核心的社会、生产系统将会怎样？这就是如图 1 所示的光媒体或卫星媒体，是通过这些媒体统辖的具有大量、高速信息的多媒体系统。多媒体是这样一种新型媒体，它依靠数字技术、网络系统以及任何人都能参与利用的人机界面，以图像信息为核心，向所有生活、经济系统提供比以往格外多样的网络信息服务。迄今为止，电视广播等都是单向性物质媒体，而多媒体则具有双向功能，也可以发送来自用户的信息。虽然多媒体统一的未来形象尚未确立，但可以推测，它将引发新的产业革命。产业基础要从迄今为止的工业向信息方面转移，从而引起社会形态、个人的生活方式都将有大的改变的文明革命，即向信息文明的转移。

正如阴极射线管显示器的发明对现代工业文明的兴起是不可缺少的那样，向多媒体信息文明发展，也必须要有新的显示器出现，它要满足更新的人机界面的需求。如果把在 20 世纪初的阴极射线管的出现叫做第一次显示器革命，那么在工业文明中促进信息化社会发展的液晶平板显示器的出现应叫做第二次显示器革命。而为开创从现在开始的多媒体时代所必须的、下一代显示器的开发就是第三次显示器革命。因此，本书中将把介绍第三次显示器革命的动向作为重点。

3. 作为人机界面的显示器

在正式进入本书内容之前，先对作为人机界面的显示的作用和地位稍做分析。图 2 表示了利用原有媒体的信息交流系统。除示出了电子类和非电子类外，还示出了物质媒体和个人媒体，普及得很广。代表性的物质媒体有图书、报纸及电视广播等，而代表性的个人媒体有邮政、电话及最近普及的电子函件等。概括起来说，物质媒体是单向性的，而双向性则仅限于个人媒体。人类固有的交流手段古往今来就是对话。信息、请求、意向的传达与确认是要双向的，这就是通信本来的面貌。今后的多媒体化将通过这些已有电子媒体的结合或新型的媒体的出现，开发出双向性物质媒体或能连接到物质媒体的个人媒体，以实现交流的双向性。

3. 作为人机界面的显示器

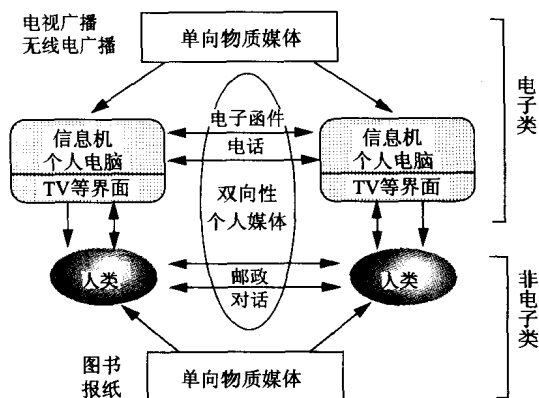


图2 信息通信系统

电子类和非电子类媒体的根本区别之一就是与人类之间的界面。非电子类媒体的界面媒质是声音或纸类，而电子类媒体则必须通过信息机的电子类界面。人类发出信号或接受信号必须准确而快速传递。尤其是当今今后多媒体化进一步发展、高度信息化进一步推进、信息质量的要求变得更高，或者应用于各种环境以及应用于各种用户时，人机界面将变得更加重要。在人机界面技术中，软件和硬件都很重要，但在这里只讨论硬件。

图3表示了人机界面的种类。文字信息的输入使用笔或键盘，而输出界面在电子类中则使用打印机或显示器。声音和音乐则和以往一样使用话筒和扩音器。当图像信息为动态图像时，在输入上用摄像机，输出则用显示器；当图像信息为静态图像时，输入用扫描仪或数码相机，输出则用打印机。考虑到今后的多媒体将以实时动态图像信息为中心，频繁用于日常生活和业务上，因而输出界面中的显示器技术在今后将是最重要的技术。

图4表示了显示器为使用信息的人们传递的信息量和其他显示媒体的比较。文字信息是记录于最常用的A4纸上的，每张纸大约为32Kbit。精读时的阅读信息量约为160bit每秒。在语音信息中，人的对话约80bit每秒，电话传输则为64Kbit左右。另一方面，在图像信息方面，静态图像的彩印、照相按常用尺寸每张大约数百兆比特以上；而电视动态图像则每秒达100Mbit以上。综上所述，图像信息与文字类信息相比，其信息量之大是很悬殊的，正在进行中的对图像高清晰度的研究开发，肯定将使图像

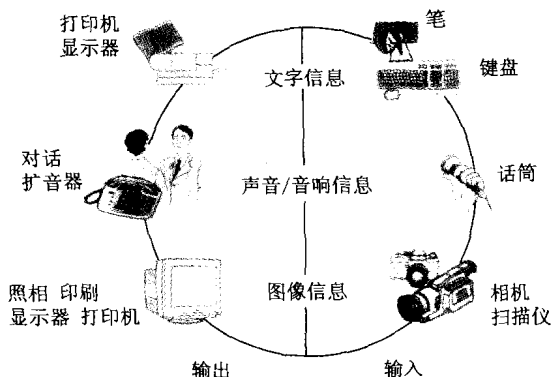
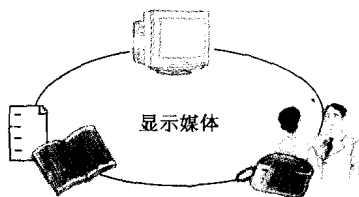


图3 人机界面的种类

图像信息： 彩印·照相 ~数百兆位/张以上
TV动态图像 ~100Mbit/s以上



文字信息： 目读 ~10字/秒~160bit/s
A4大小的文件 ~32Kbit/张

音响信息： 会话 ~5字/秒~80bit/s
电话传输 ~64Kbit/s

图4 信息传输量的媒体比较

的信息量变得更大。

4. 显示器的主要功能与性能

图5归纳列出了本书中经常出现的显示器的主要功能与性能。显示功能方面可分为静态图像、动态图像和立体图像几类。静态图像还可分为文字显示和图像显示，但本书将其合而为一。实际上因功能要求不同所用的器件技术也是不一样的。

显示性能的主要指标有画面尺寸、显示容量(分辨率)、亮度、对比度、中间色调、显示色数(色域)、响应速度、视场角、功耗、体积/重量等。

4. 显示器的主要功能与性能

功能	静态图像 动态图像 立体图像
性能	画面尺寸 显示容量(分辨率) 亮度 明度(反射型) 对比度 中间色调 显示色数 (色域) 响应速度 视场角 功耗 体积/重量

图 5 显示器的主要功能与性能

画面尺寸一般用画面对角线的长度表示,单位用英寸¹⁾,而最近常把对角线的英寸数作为型号表示,有时也以厘米表示。

显示容量表示总像素数。在彩色显示时,一般将 R、G、B 三点(dot)加起来表示为一个像素。有时也有将总像素数以分辨率来表示的情况。而关于分辨率,本书原则上以印刷、记录材料领域所用的每 1mm 的像素数来表示。分辨率的表示中,也常用像素节距(pitch,指像素间的长度)表示。如上所述,在显示器领域,分辨率这一词的法并不完全统一,必须要注意。

亮度表示显示器的发光强度。用每单位面积的亮度 cd/m^2 或 $\text{ft} \cdot \text{L}$ (英尺朗伯)²⁾ 表示。最近常用前者。在非发光型液晶显示器中,内装背光源的、被视为表观发光型的,在明度的评价中将采用这种亮度单位系统。对于不装背光源而利用周围光反射的液晶显示器,则常用与标准白板的反射光量的比较表示其明度。在发光型器件中,评价元件单体的发光强度时,使用每单位立体角的光束 $\text{cd}(\text{坎}[\text{德拉}])$ 表示。

对比度则用最大亮度(明度)和最小亮度(明度)之比来表示。一般用

1) 1 英寸 = 2.54 厘米。——译者注

2) 1 英尺朗伯 = 3.42626 坎[德拉]/ m^2 。——译者注

在暗室测定的亮度比来表示,但在实用环境下,最小亮度往往因周围光而升高,所以实际对比度降低。因此,最近也出现了使用在接近实用照度环境下的测定值的情况。

所谓中间色调是表示最大亮度与最小亮度的中间灰度等级。在黑白显示时,则表示灰色标度的状况;而在彩色显示时,意味着各基色的灰度等级,这就是下述显示色数的基本性能指标。往往把中间色调的灰度等级用 bit 来表示。如 256 级灰度为 8bit。

显示色数是指能够显示的颜色总数,用上述每个基色的灰度等级数相乘之积来表示。显示色数除了取决于显示器本身的性能之外,还取决于驱动信号系统的水平。显示色数是用来表示中间色的规定细度的,而不是直接表示显示颜色的范围和鲜明度。色域表示显示颜色的再现范围和鲜明度,通常用国际标准之一的 CIE 1931 标准色度图表示。具体来说,用图 6 所示的 CIE 色度图来表示。在马蹄形线框中,越接近外侧颜色的饱和度越高;越接近中心就越靠近白色。

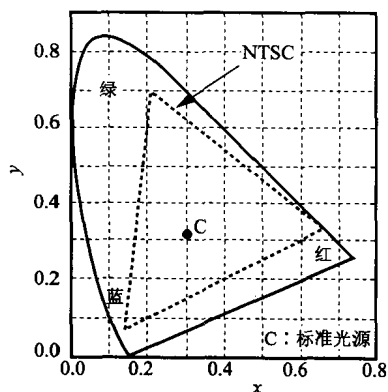


图 6 CIE 的色度图

往往有所谓全色的表述方式,但并没有统一的规定说明它是指何种程度的彩色再现能力。严格来说,应在模拟驱动显示,并具有与自然界相同水平色域的场合下使用。但实际上却在能够达到一般电视或视频图像显示水平的场合广泛使用。因此,在数字驱动场合,正确的表示方法应该是同时表示全色级别,如 1670 万色(或 256 级灰度或 8bit)全色。本书用