

# 图 象 显 示

TUXIANG XIANSHI

---

大 石 巖

〔日〕 大越孝敬 编著

中山典彦

张永辉 叶孔仪 杨志维 译

國防工業出版社

# 图 象 显 示

大石 巖

〔日〕 大越孝敬 编著

中山典彦

张永辉 叶孔仪 杨志维 译

国防工业出版社

## 内 容 简 介

本书以视频终端为中心,介绍了各种图象显示装置。对极为普及的黑白显象管和彩色显象管的构造、工作原理和各种特性作了详尽的分析;对一些特殊用显象管及存储管、印刷管和字符管等阴极射线管均有周到的讲述。近年来在逐步发展的投影电视显示和平板电视显示,就它们使用的各种显示装置,书中以相当的篇幅全面论述了其系统分类、装置构成、器件形式和工作原理等。电子计算机终端显示是图象显示的一大分支,书中充分介绍了这方面的显示方式、种类和性能等内容,并举出了实例和发展方向。对立体图象显示这一科研领域,较全面地谈及了迄今已取得一定进展的各种显示技术,讨论了信息量及其压缩问题,并说明了各种立体电视方案和实现可能性。

本书可供在电视工程、视频工程和计算机工程显示装置方面从事生产、科研和使用等工作的工程技术人员参考,也可供大专院校有关专业的师生阅读。

画像ディスプレイ

大石 巖、大越孝敬、中山典彦 编著

コロナ社, 1975

\*

## 图 象 显 示

〔日〕 大石 巖、大越孝敬、中山典彦 编著

张永辉、叶孔仪、栢志维 译

责任编辑: 李 端

\*

国防工业出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

\*

850×1168  $1/32$  印张  $10\frac{1}{2}$  插页 1 264 千字

1984年6月第一版 1984年6月第一次印刷 印数: 0,001—8,200册

统一书号: 15034·2668 定价: 1.35元

## 序 言

本书是日本电视学会编的《图象电子学讲座》丛书中的一卷，是以电视为主的各种图象系统中的图象显示装置为中心内容编写而成的。

图象显示装置，应该说是图象系统中同观看者直接接触的窗口部分。也就是说，对一般的人来说，可以认为：一提到电视就是指电视接收机，而阴极射线管（这里是指显象管——译者）就代表图象显示装置。实际上，阴极射线管屏幕上呈现出的图象，可以说是归结了图象系统各部分的作用并以具体形态表明的整个图象系统的总结果。图象质量的好坏，最终地决定了对整个图象系统的评价。

另外，利用电子计算机的信息系统，最近广泛地在各种业务范围中应用开来，那种用作人-机接口的显示装置的重要性正日益增高。在这种场合中，显示装置也是系统与人直接对话的窗口，其功能的重要性自不待言。

这些图象显示装置，现在实际上几乎都采用阴极射线管，这是因为：它在功能和性能方面大体上能满足各种要求，而且在可靠性和经济性方面，在阴极射线管中是不成问题的。因此，本书也就首先以相当的篇幅叙述这种阴极射线管〔CRT (cathode ray tube)〕技术。不过，这方面的技术大致已很成熟了，已不能期待有更大的发展，因而有兴味的研究课题也逐渐减小下来。可以预想到，今后随着图象系统的多样化，对图象显示装置的功能和使用条件会提出越来越多的新要求，而这当中决不能说CRT总是一概合适的。

有关图象显示的国际会议，除了信息显示协会 SID(Society of Information Display) 每年春季举行的讨论会外，电气和电子工程师学会 (IEEE) 和 信息显示协会还每两年在秋季共同召

开一次学术会议。这两者都属盛大的一类会议。虽然每年发表许多研究论文，但其中 CRT 方面的问题近来一般只有几篇，而所谓等离子显示等的平板显示、投影显示和利用全息照相术的立体显示等各种新技术方面的论文，则占了论文发表量的大部分。会议期间在会场外的非正式议论中，所谈及的话题也很多是属于对这些新技术的未来的评价。

工程技术人员多年来梦寐以求的平板显示，也以等离子显示为中心，有一部分已开始用作借助电子计算机的图象系统的输出装置；在大屏幕显示方面，投影显示展现出了某些迷人的前景；而立体显示目前虽以供测量用等为目标正在积极地研究着，但要进一步作为将来的最终显示形态，还需扎实地进行探索和研究。这些显示技术与阴极射线管技术相比，从现在的实用性看，它们尚属以后的事情，不过，在研究课题上确实有着丰富的内容。希望它们将来能得到广泛的应用。

本书自第四章起以这些指望于将来的显示装置为中心，讲述它们的技术发展现状。这些显示技术的迅猛发展，确实可说是日新月异的，以致不能说在本书出版时不会遗漏一些最近的重要情报资料。另外，由于显示技术多种多样，所以我们相当注意阐述的全面性。但由于各位作者从事着专门的学科，有些部分恐怕在内容重点的安排上不一定适当。对于这些缺点，敬请读者鉴谅编著者能力的不足。

最后，值此书出版之际，谨向始终热心努力工作的科罗纳（コロナ——Corona）书社编辑部的高山茂氏深表谢意。

大石 巖·大越孝敬·中山典彦

# 目 录

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 第一章 绪论 .....                 | 1  |
| 1.1 图象显示的用途 .....            | 1  |
| 1.2 图象显示的对象 .....            | 2  |
| 1.3 对图象显示所要求的功能和性能 .....     | 3  |
| 1.4 图象显示装置的种类 .....          | 4  |
| 参考文献 .....                   | 6  |
| 第二章 阴极射线管 (之一) .....         | 7  |
| 2.1 概述 .....                 | 7  |
| 2.2 电子光学系统 .....             | 8  |
| 2.2.1 结构和功能 .....            | 8  |
| 2.2.2 电子束的发射和控制系统 .....      | 11 |
| 2.2.3 电子束的聚焦系统 .....         | 18 |
| 2.2.4 电子束的偏转 .....           | 24 |
| 2.3 荧光粉和荧光屏 .....            | 29 |
| 2.3.1 激发发光和荧光粉的梗概 .....      | 29 |
| 2.3.2 荧光粉的发光特性 .....         | 34 |
| 2.3.3 荧光粉的种类 .....           | 40 |
| 2.3.4 荧光屏制作法 .....           | 46 |
| 2.4 显象管的各种特性 .....           | 50 |
| 2.4.1 电特性 .....              | 50 |
| 2.4.2 光特性 .....              | 54 |
| 2.4.3 分解力特性 .....            | 56 |
| 2.4.4 可靠性、安全性方面的特性和试验 .....  | 60 |
| 2.5 彩色显象管 .....              | 64 |
| 2.5.1 发展简史 .....             | 64 |
| 2.5.2 各种彩色显象管概要 .....        | 65 |
| 2.5.3 荫罩式彩色显象管的构造和工作原理 ..... | 70 |
| 2.5.4 彩色显象管的特性 .....         | 75 |
| 2.6 特殊用途显象管 .....            | 81 |
| 2.6.1 屏幕录像用显象管 .....         | 81 |
| 2.6.2 再摄象用显象管 .....          | 82 |

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| 2.6.3 电视台内监视用显象管 .....      | 82         |
| 2.6.4 飞点扫描管 .....           | 84         |
| 参考文献 .....                  | 86         |
| <b>第三章 阴极射线管 (之二)</b> ..... | <b>89</b>  |
| 3.1 前言 .....                | 89         |
| 3.2 电介质受电子轰击时的性质 .....      | 89         |
| 3.2.1 发光 .....              | 89         |
| 3.2.2 光吸收 (发色) .....        | 89         |
| 3.2.3 二次电子发射 (带电) .....     | 91         |
| 3.2.4 感应导电性 .....           | 95         |
| 3.2.5 透射 .....              | 96         |
| 3.3 观测用阴极射线管 .....          | 97         |
| 3.3.1 超高频用示波管 .....         | 97         |
| 3.3.2 高记录灵敏度示波管 .....       | 100        |
| 3.4 存储管 .....               | 100        |
| 3.4.1 分类 .....              | 101        |
| 3.4.2 基本构造和工作原理 .....       | 102        |
| 3.4.3 信号变换式存储管 .....        | 107        |
| 3.4.4 直视式存储管 .....          | 109        |
| 3.5 印刷管 .....               | 117        |
| 3.5.1 静电记录管 .....           | 118        |
| 3.5.2 电子照相式印刷管 .....        | 128        |
| 3.5.3 电子透射记录管 .....         | 134        |
| 3.6 文字显示管和文字发生管 .....       | 135        |
| 3.6.1 文字显示管 .....           | 136        |
| 3.6.2 文字发生管 .....           | 141        |
| 参考文献 .....                  | 143        |
| <b>第四章 投影显示</b> .....       | <b>144</b> |
| 4.1 概述 .....                | 144        |
| 4.1.1 前言 .....              | 144        |
| 4.1.2 投影显示的分类 .....         | 144        |
| 4.2 投影管投影显示 .....           | 146        |
| 4.2.1 投影光学系统 .....          | 146        |
| 4.2.2 各种投影管投影显示 .....       | 151        |
| 4.3 光阀显示 .....              | 156        |
| 4.3.1 光阀显示的基本结构和工作原理 .....  | 156        |

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 4.3.2 各种光阀显示 .....                 | 158 |
| 4.4 激光显示 .....                     | 166 |
| 4.4.1 激光显示的历史 .....                | 166 |
| 4.4.2 激光显示的主要构成要素 .....            | 167 |
| 4.4.3 各种激光显示器 .....                | 176 |
| 4.4.4 激光显示存在的问题 .....              | 185 |
| 4.5 各种投影显示的比较和未来展望 .....           | 186 |
| 参考文献 .....                         | 188 |
| 第五章 平板显示 .....                     | 191 |
| 5.1 平板显示及其电路 .....                 | 191 |
| 5.1.1 平板显示概要 .....                 | 191 |
| 5.1.2 显示系统的构成和寻址法 .....            | 194 |
| 5.2 平板显示及其系统 .....                 | 198 |
| 5.2.1 气体放电平板的单元形式 .....            | 198 |
| 5.2.2 交流驱动型(间接放电型)平板 .....         | 199 |
| 5.2.3 直流驱动型(直接放电型)平板 .....         | 206 |
| 5.2.4 液晶显示 .....                   | 216 |
| 5.2.5 发光二极管显示 .....                | 222 |
| 5.2.6 电致发光显示 .....                 | 224 |
| 5.3 周围电路及其安装 .....                 | 226 |
| 5.3.1 电路器件 .....                   | 226 |
| 5.3.2 扫描器 .....                    | 229 |
| 5.3.3 信号处理电路 .....                 | 231 |
| 5.3.4 安装技术 .....                   | 232 |
| 参考文献 .....                         | 234 |
| 第六章 计算机显示 .....                    | 239 |
| 6.1 概述 .....                       | 239 |
| 6.2 计算机显示的性能和要求 .....              | 239 |
| 6.2.1 显示质量 .....                   | 240 |
| 6.2.2 电性能 .....                    | 242 |
| 6.2.3 显示功能 .....                   | 244 |
| 6.3 计算机显示的显示方式和种类 .....            | 248 |
| 6.3.1 字符显示 .....                   | 248 |
| 6.3.2 图表显示 .....                   | 252 |
| 6.3.3 阴极射线管显示的显示方式 .....           | 254 |
| 6.3.4 等离子显示(交流驱动间接放电型气体放电显示) ..... | 257 |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 6.3.5 投影方式 .....             | 262        |
| 6.4 计算机显示的实例 .....           | 263        |
| 6.4.1 PLATO 系统 .....         | 263        |
| 6.4.2 人-机对话系统 .....          | 265        |
| 6.5 计算机显示今后的课题 .....         | 267        |
| 6.5.1 阴极射线管 .....            | 267        |
| 6.5.2 等离子显示 .....            | 268        |
| 参考文献 .....                   | 275        |
| <b>第七章 立体显示</b> .....        | <b>277</b> |
| 7.1 概说 .....                 | 277        |
| 7.1.1 前言 .....               | 277        |
| 7.1.2 立体图象的分类 .....          | 277        |
| 7.2 透镜板立体图象 .....            | 278        |
| 7.2.1 集成摄影 .....             | 278        |
| 7.2.2 凸透镜板立体图象 .....         | 280        |
| 7.2.3 透镜板式立体图象的最佳设计 .....    | 282        |
| 7.3 投影式立体图象 .....            | 283        |
| 7.3.1 原理 .....               | 283        |
| 7.3.2 各种屏幕 .....             | 283        |
| 7.3.3 镶嵌结构屏幕的最佳节距 .....      | 287        |
| 7.4 全息摄影 .....               | 288        |
| 7.4.1 全息摄影的原理 .....          | 288        |
| 7.4.2 作为立体图象技术的全息摄影的特点 ..... | 289        |
| 7.4.3 全息图的种类 .....           | 290        |
| 7.4.4 白色光摄影的全息图 .....        | 292        |
| 7.4.5 白色光全息图显示和彩色全息摄影 .....  | 294        |
| 7.5 立体图象的信息量及其压缩 .....       | 295        |
| 7.5.1 前言 .....               | 295        |
| 7.5.2 全息图的取样点数 .....         | 295        |
| 7.5.3 其它场合 .....             | 299        |
| 7.5.4 数值举例 .....             | 299        |
| 7.5.5 全息图的信息量压缩 .....        | 300        |
| 7.6 立体电视 .....               | 302        |
| 7.6.1 前言 .....               | 302        |
| 7.6.2 双目式立体电视 .....          | 303        |
| 7.6.3 真正的、宽视域立体电视 .....      | 307        |
| 7.6.4 全息图的电视传输 .....         | 310        |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 7.6.5 直接传输集成摄影信息的立体电视的可能性 ..... | 315 |
| 7.6.6 变焦反射镜图象的电视传输 .....        | 315 |
| 参考文献 .....                      | 318 |
| 第八章 未来的图象显示展望 .....             | 321 |
| 8.1 前言 .....                    | 321 |
| 8.2 用途及其展望 .....                | 321 |
| 8.3 结束语 .....                   | 323 |
| 参考文献 .....                      | 324 |
| 参考图书 .....                      | 324 |

# 第一章 绪 论

“显示”一词，日文是来自英文 display 的外来语。英文原意是陈列、展出物品或美术作品，而在从事电子学方面工作的人们中间，则认为此词在信息传输处理系统中意思是指所谓的信息显示，也就是将人们不能直接感觉到其形态的信息内容按需要显示成能直接感觉到的形态。其中，图象显示是指将信息显示成视觉能感受到的图象形态；或者，指原来本是图象信息，但为了传输和处理方便而变成电信号后，再重现成图象。图象显示是图象电子学中与人们关系最密切的一门学科。

提起图象显示，一般人立刻会想到接收电视广播节目的电视接收机。然而，随着电视技术的发展，图象显示也应用到工业生产和社会生活的各个方面。特别是由于利用电子计算机的信息系统的进展，从七十年代以来图象显示急速地多样化起来。本书从第二章开始介绍图象显示的所有方面，主要根据所使用的显示器件种类，分章进行讲解。

这一章先大致叙述如下三个方面：

(i) 图象显示的用途：用在何处、目的何在；

(ii) 图象显示的对象：显示哪一种图象；

(iii) 根据(i)和(ii)，要求图象显示装置所具有的功能和性能及其他规格。

而后，从显示器件角度出发概述如下两方面：

(iv) 图象显示装置按显示方式的原理分类；

(v) 图象显示装置按所利用的物理现象的分类。

再结合(ii)、(iii)两方面，叙述根据各种显示原理和物理现象而制成的现有显示装置。这些，就是本章绪论的内容。

## 1.1 图象显示的用途

首先，如果把将来发展的可能性包括进来考虑，分类一下图

象显示装置的应用领域, 那么, 大致有如下几个方面:

〔a〕广播电视接收用——重现文娱、新闻报道、教育及其他内容的电视节目。此时, 要求实时地显示出有丰富灰度层次、高清晰度和逼真彩色的图象。

〔b〕工业用——工程的远距离监视和管理。这里, 要求实时地或通过录象显示出有一定灰度层次的活动图象, 并逐步地要求有逼真的彩色。

〔c〕图象通信用——电视电话和其他。要求实时地显示出有一定灰度层次的活动图象。

〔d〕数据通信用——供生活信息服务、报道、通信、公安、银行和其他业务用, 以及通过电话线路向家庭以软拷贝形式主要显示随时间变化的静止文字和图形。

〔e〕小型计算机和测量仪器用——显示输出的信息。要求高速地显示出不断变化着的少量文字和数字。

〔f〕备考事项和资料检索结果的显示——用来显示交通信息(机场、道路等)、经济情报(股份、不动产、存款等)和生产情报(生产量、定货量等)。其他, 如在剧场、运动场等处以软拷贝形式主要显示随时间变化的静止文字和图形。

〔g〕医疗用——监视波形、图形和观测图象。这里, 要求显示多种统计量, 也需要显示彩色图象等。

〔h〕人和计算机共同作业用——利用电子计算机来进行辅助设计(CAD)和模拟, 例如进行机械设计、土木工程设计和电子电路设计。包括能直接控制显示面功能的文字和图形显示。

〔i〕教育用——利用计算机辅助教学(CAI)。为了对各种用途安排相应的硬件, 需要依次整理对显示装置的要求事项。

## 1.2 图象显示的对象

一般, 可把图象显示的对象大体分类如下:

〔a〕文字、数字和符号等

〔i〕少量的文字和数字——台式计算机和测量仪器等;

(ii) 多行文字、数字和文章等——电子计算机输出显示等。

〔b〕图形、图表等

(i) 单色图象；

(ii) 多色图象。

〔c〕一般图象

(i) 静止图象和活动图象；

(ii) 单色图象和彩色图象。

### 1.3 对图象显示所要求的功能和性能

综观上述种种用途，把列于显示装置的说明书中所必要的项目整理如下：

〔a〕显示功能方面

(i) 能显示的信息量

能显示的像素数目、能显示的灰度层次数（灰度级数）、  
能显示的颜色种类、层次和范围。

(ii) 显示精度

位置指定精度、图形畸变

(iii) 显示速度

写入速度、存取速度、显示变更速度、活动图象显示

(iv) 有无记忆功能

(v) 与人对话的功能

(vi) 与其它图象重叠显示的功能

〔b〕图象质量和与观看有关的因素

(i) 外形规格

画面尺寸、画面形状

(ii) 显示形态

文字、数字等的大小和形状，线条的粗细和颜色

(iii) 与观看条件有关的图象质量

亮度、对比度、屏幕增益，屏幕对环境光的反射率、镜面反射

## (iv) 与显示内容有关的图象质量

分解力、清晰度、信杂比、图形畸变、电光变换特性、余辉和质量感觉等

## (v) 与显示方式有关的图象质量

闪烁

## 〔c〕运用方面的因素

## (i) 操作上的问题

调整的难易、平常操作的难易、维护修配问题

## (ii) 稳定性

## (iii) 寿命

## (iv) 功率消耗

## (v) 运用价格

常用的材料、部件等

## (vi) 装置的大小

## 1.4 图象显示装置的种类

在进行图象显示时必须注意考虑●如下的两个基本功能：

表1.1 图象显示方式的分类

| 光控制<br>方式                         | 扫描方式 |              | 扫描点本质上连续移动的方式 |            |     | 切换固定位置像素群的方式   |                                      |
|-----------------------------------|------|--------------|---------------|------------|-----|----------------|--------------------------------------|
|                                   |      |              | 电子束           | 光束         | 金属针 | 电子电路式像素切换      | 电荷耦合扫描                               |
| 控制发光量<br>(控制发光体的输入能量)             | 直视式  | 阴极射线管        |               |            |     | 等离子显示和发光二极管显示等 | 巴勃斯(Burroughs)公司SSPD™(自扫描平板显示)放电型显示等 |
|                                   | 投影式  | 投影管          |               |            |     |                |                                      |
| 控制外光量<br>(自身不发光, 在外界光路中控制进入人眼的光量) | 直视式  | 电子束发色管       | 激光显示          |            |     | 液晶显示等          |                                      |
|                                   | 投影式  | 油膜式光阀(艾多福型等) | 光发色显示及其他      | 划线显示(维吉康型) |     | 幻灯放映机投影        |                                      |

- 坂井<sup>(1)</sup>进一步考虑人眼特性, 对包含有记忆装置的显示方式进行了巧妙分类, 但这里为简单起见仍只考虑两项。

(i) 亮度和彩色信息的表示。→光控制

(ii) 时间和空间位置信息的表示。→扫描

实现它们的方法有好几种, 如表 1.1 所列。

如果按观看方式分类, 则有直视式和投影式两类。直视式原则上是直接观看由显示装置显示出的第一次图象, 而投影式是借助光学系统把第一次图象放大投影在大屏幕上供人们观看。通常, 使用装置简单的直视式, 而在向公众显示、召开会议和大教室讲课等特别需要图象尺寸大的场合, 才用投影式。这些显示里, 激光显示虽然按上述定义应看作是直视式, 但因其图象是借助投影光学系统投影在屏幕上的, 所以从装置的外观形态上可以看作是投影式。

如果按显示装置的实际形态分类, 则大体上可分成三类:

(i) 阴极射线管式——显象管、观测用阴极射线管、存储管和印刷管等;

(ii) 投影式——投影管、光阀和激光显示等;

(iii) 平板式——等离子显示、发光二极管显示和液晶显示等。

当然, 这些里面最为常用的是阴极射线管式, 而在阴极射线管式中, 尤其是第二章将要讲的显象管, 随着电视的发展而大量得到应用。显象管在性能方面有下列优点:

(i) 响应速度快;

(ii) 容易显示灰度层次和彩色;

(iii) 容易得到一般用途所需的分解力;

(iv) 容易得到一般用途所需的画面尺寸和亮度;

(v) 产量高、价格低。

因此, 现在生产着各种规格的显象管。最近, 显象管除在家庭用电视接收机里大量应用外, 在各种信息显示中利用率也极高。如果根据用途改变一下设计(电子枪、偏转方式和荧光粉等), 它几乎能满足各种用途的要求。因此, 本书首先用第二章来概述显象管。

但另一方面, 显象管本身也有其本质上的缺点, 这些缺点是:

(i) 在厚度方面尺寸不能做得很小, 因而使显示装置难以小型化;

(ii) 必需要高电压;

(iii) 没有记忆功能;

(iv) 直视式大屏幕显示十分困难, 而小屏幕显示并非发展方向;

(v) 电子束的选址(位置指定)精度不易高, 因此图形显示等的精度有时不能满足要求。

特别是(i)、(ii)、(iii)三点, 随着大规模集成电路的进展而成了整个显示装置小型化、轻量化的巨大障碍。对于业务、教育等用的普及型终端显示装置, 这三点各会带来具体的问题。不过, 其中(iii)的记忆功能这点, 由于半导体记忆元件和磁盘存储器的发 展, 可根据不同

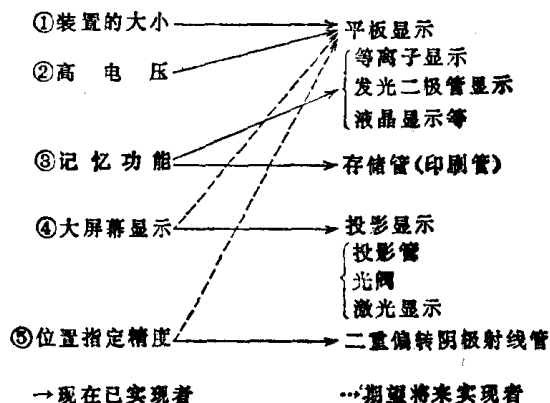


图1.1 显象管的问题及其解决办法

目的综合考虑价格与性能, 或者采用外附记忆装置的阴极射线管显示系统, 或者采用非记忆型显示器件, 这类做法也许较为有利。

克服这些缺点所采取的努力措施及新显示方式的研制, 正在按图 1.1 所示的解决办法探索、发展中, 从第三章起将依次讨论它们。

## 参 考 文 献

- (1) 坂井: 映像表示方式の分類, NHK 技研月報, 12, 4, pp.157-160 (昭 44)

## 第二章 阴极射线管(之一)

### 2.1 概 述

呈漏斗状的、称作布老恩 (Braun) 管的阴极射线管, 是 1897 年提出来的。自那时以来虽经过了四分之三世纪, 但现在管子的形态并没有根本变化。而关于电子束的理论, 其主要方面已在三十年代建立起了大致的体系; 电视用显象管等的形态, 包括外装部件, 也在这个时期大体上定型了。

一般说, 电视用显象管随后的改进, 是相对于荧光屏的尺寸努力缩短管子的全长, 减小功率损耗及降低大量生产的成本等, 主要是把重点转移到商品方面的问题上。为了实现这些改进, 虽然设计和制造技术有了明显的提高, 但本质上的飞跃在最近的二十多年间并没有发生。这种器件很成熟并被广泛使用的一方面原因, 是它的原理十分简单, 几乎已完全达到了使用目的, 而且容易大量生产, 所以价格低廉。

图象显示用显象管 (阴极射线管) 的基本结构如图 2.1<sup>[9]</sup>所示, 它由电子枪、电子束偏转系统和荧光屏构成, 这些部件主要各实现如下功能:

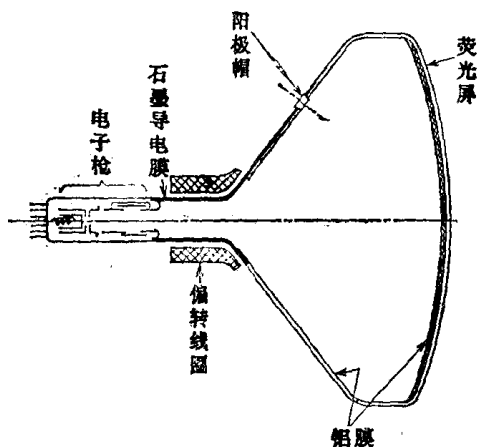


图2.1 显象管的基本结构

(i) 电子枪用来发射电子, 进而形成、加速和聚焦电子束。此外, 依加给电子枪的输入信号的大小, 可控制电子束的强度。

(ii) 偏转系统能依据输入的显示位置指定信号使电子束偏