



中等职业学校电类规划教材·电子电器应用与维修专业系列

ZHONGDENG ZHIYE XUEXIAO DIANLEI GUIHUA JIAOCAI · DIANZI DIANQI YINGYONG YU WEIXIU ZHUANYE XILIE

SHUZI
DIANSHI
HE
JIDINGHE
YUANLI
YU
WEIXIU

数字电视和机顶盒 原理与维修

■ 韩雪涛 吴瑛 韩广兴 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

中等职业学校电类规划教材
电子电器应用与维修专业系列

数字电视和机顶盒 原理与维修

韩雪涛 吴 瑛 韩广兴 编 著

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目(CIP)数据

数字电视和机顶盒原理与维修 / 韩雪涛, 吴瑛, 韩广兴编著. — 北京: 人民邮电出版社, 2010.5
中等职业学校电类规划教材. 电子电器应用与维修专业系列
ISBN 978-7-115-22432-3

I. ①数… II. ①韩… ②吴… ③韩… III. ①数字电视—电视接收机—维修—专业学校—教材②数字电视—信号设备—维修—专业学校—教材 IV. ①TN949.197

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第050068号

内 容 提 要

本书采用图解与实操相结合的表现形式, 选择目前市场上典型的数字电视、机顶盒产品, 将典型数字电视、机顶盒产品按照功能特征和电路特点进行划分, 即一个功能电路部分或一个检修技能作为一个项目, 融合项目式教学理念, 通过对这些典型数字电视、机顶盒产品的结构原理的描述和拆卸维修的操作, 使读者真正了解数字电视、机顶盒产品维修的方法和技巧。全书重点在于技能操作的展现, 突出技能传达的特点。

本书可作为中等职业技术学校相关专业的教材, 也可供从事数字电视、机顶盒产品生产、调试与维修的技术人员、售后服务和维修人员以及业余爱好者学习参考。

中等职业学校电类规划教材

电子电器应用与维修专业系列。

数字电视和机顶盒原理与维修

◆ 编 著 韩雪涛 吴 瑛 韩广兴

责任编辑 王亚娜

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

中国铁道出版社印刷厂印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 12.75

字数: 307千字

印数: 1—3 000册

2010年5月第1版

2010年5月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-22432-3

定价: 22.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

中等职业学校电类规划教材编委会

主 任 刘君义

副主任 陈振源 韩广兴 华永平 金国砥 荣俊昌 周兴林

委 员 白秉旭 卜锡滨 程 周 褚丽歆 范国伟 方四清

方张龙 费新华 耿德普 韩雪涛 胡 峥 金 仲

孔晓华 李关华 刘克军 刘文峰 刘玉正 马晓波

马旭洲 倪文兴 潘敏灏 裴 蓓 强高培 任 玮

申小中 谭克清 唐瑞海 王成安 王慧玲 许长兵

许 菁 徐治乐 严加强 杨海祥 姚锡禄 于建华

俞雅珍 袁依凤 张金华 张旭涛 赵 林 周德仁

周中艳 纵剑玲



电子产业是我国国民经济的支柱产业，产业的发展必然带来对人才需求的增长，技术的进步必然要求人员素质的提高。因此，近年来企业对电类人才的需求量逐年上升，对技术工人的专业知识和操作技能也提出了更高的要求。相应地，为满足电类行业对人才的需求，中等职业学校电类专业的招生规模在不断扩大，教学内容和教学方法也在不断调整。

为了适应电类行业快速发展和中等职业学校电类专业教学改革对教材的需要，我们在全国电类行业和职业教育发展较好的地区进行了广泛调研，以培养技能型人才为出发点，以各地中职教育教研成果为参考，以中职教学需求和教学一线的骨干教师对教材建设的要求为标准，经过充分研讨与论证，精心规划了这套《中等职业学校电类规划教材》。第一批教材包括4个系列，分别为《基础课程与实训课程系列》、《电子技术应用专业系列》、《电子电器应用与维修专业系列》、《电气运行与控制专业系列》。

本套教材力求体现国家倡导的“以就业为导向，以能力为本位”的精神，结合教育部组织修订《中等职业学校专业目录》的成果、职业技能鉴定标准和中等职业学校双证书的需求，精简整合理论课程，注重实训教学，强化上岗前培训；教材内容统筹规划，合理安排知识点、技能点，避免重复；教学形式生动活泼，以符合中等职业学校学生的认知规律。

本套教材广泛参考了各地中等职业学校电类专业的教学实际，面向优秀教师征集编写大纲，并在国内电类行业较发达的地区邀请专家对大纲进行了评议与论证，尽可能使教材的知识结构和编写方式符合当前中等职业学校电类专业教学的要求。

在作者的选择上，充分考虑了教学和就业的实际需要，邀请活跃在各重点学校教学一线的“双师型”专业骨干教师作为主编。他们具有深厚的教学功底，同时具有实际生产操作的丰富经验，能够准确把握中等职业学校电类专业人才培养的客观需求；他们具有丰富的教材编写经验，能够将中职教学的规律和学生理解知识、掌握技能的特点充分体现在教材中。

为了方便教学，我们免费为选用本套教材的老师提供教学辅助资源。老师可登录人民邮电出版社教学服务与资源网（<http://www.ptpedu.com.cn>）下载资料。

我们衷心希望本套教材的出版能促进目前中等职业学校的教学工作，并希望得到职业教育专家和广大师生的批评与指正，以期通过逐步调整、完善和补充，使之更符合中职教学实际。

欢迎广大读者来电来函。

电子函件地址：lihaitao@ptpress.com.cn, wangping@ptpress.com.cn

读者服务热线：010-67170985



随着电子技术的发展和人们生活水平的提高,数字电视、机顶盒得到了迅速的发展,产品的种类、型号越来越多,已经成为人们生活中不可或缺的电器产品。

数字电视、机顶盒的迅速普及为电子电器产品的维修领域提供了广阔的市场空间,电子产品售后维修的岗位空缺越来越多。市场的需求为从事电子产品售后维修的人员提供了大量的就业机会。然而,随着数字电视、机顶盒产品的不断丰富,新器件、新技术、新工艺的应用大大提高了数字电视、机顶盒的高新技术含量,这使得数字电视、机顶盒的维修难度不断增加,如何能够掌握数字电视、机顶盒维修的规律,找到共性,快速入门成为许多从事电器维修人员的关键。

为使读者能够快速掌握数字电视、机顶盒维修的技术,本书以目前市场上流行的典型数字电视、机顶盒产品为例,采用知识讲解与技能演练相结合的方式,对知识的讲解立足于实践,理论知识以“实用”、“够用”为原则,使读者通过这部分的学习了解基本的工作过程和维修机理。为突出动手能力,本书将重点放在技能演练的环节,通过对实际样机“实拆”、“实测”、“实修”的全方位操作演示,让读者能够跟着学、跟着练,真正实现快速的入门。为更加突出图书的实用性,本书的实例均来源于实际工作的维修案例,所有的检测操作和检测数据均为实际操作所得。

在表现形式上,本书将多媒体的表现手法引用到了纸质载体上,即对于枯燥、繁琐的理论知识尽可能通过二维或三维原理图的形式配合展现,避免冗长文字的描述。对于实操内容,则使用多媒体采集设备,将维修操作的全部过程记录下来,然后再通过实物照片的形式“演示”出来,让读者一看就懂、一学就会。

本书由韩雪涛、吴瑛、韩广兴编著,其他参编人员有张丽梅、孟雪梅、张明杰、郭海滨、孙涛、马楠、李雪、闫福彤、宋永欣、靳翠霞、周威、张雯乐、吴玮、韩雪冬等。

由于数码技术发展迅速,产品更新换代速度很快,为方便师生学习,我们专门开通了技术咨询网站,读者在学习遇到什么问题,可登录网站咨询或下载相关技术资料。

另外,针对维修人员的需要,我们还另外制作有全套的数字电视、机顶盒维修 VCD 系列教学光盘,有需要者可直接与我们联系。

“数字电视、机顶盒维修”技能也属于电子信息行业职业资格认证的范围,从事数字电视、机顶盒维修的技术人员,可参加职业资格考核,取得国家统一的职业资格证书。本书可作为技能培训教材。

由于时间仓促,书中难免存在不足,读者在教学或职业资格考核认证方面有什么问题,可直接与我们联系,欢迎提出宝贵意见。

网址: <http://www.taoo.cn>, 联系电话: 022-83718162 / 83715667 / 13702178753

地址: 天津市南开区华苑产业园榕苑路 4 号 8-1-401, 邮编: 300384

编 者

2010 年 1 月

目 录

项目 1 数字电视的特点和维修基础	1
1.1 项目说明	1
1.2 相关知识	1
1.2.1 数字电视的发展过程	2
1.2.2 数字电视的技术特点	2
1.2.3 数字电视的种类特点	6
1.2.4 数字电视的电路结构	8
1.3 实训演练	10
1.3.1 学会使用检测工具	10
1.3.2 掌握常用检测方法	15
项目 2 CRT 数字电视机的原理与维修	20
2.1 项目说明	20
2.2 相关知识	21
2.2.1 CRT 数字电视机的结构	21
2.2.2 CRT 数字电视机的工作原理	24
2.3 实训演练	39
2.3.1 一体化调谐器电路的检修	39
2.3.2 音频信号处理电路的检修	40
2.3.3 系统控制电路的检修	43
2.3.4 数字信号处理电路的检修	45
2.3.5 行场扫描电路的检修	49
2.3.6 开关电源电路的检修	52
2.3.7 显像管电路的检修	54
项目 3 等离子数字电视机的原理与维修	58
3.1 项目说明	58
3.2 相关知识	59
3.2.1 等离子数字电视机的结构	59
3.2.2 等离子数字电视机的工作原理	60
3.3 实训演练	89
3.3.1 等离子数字电视机的故障判别方法	89
3.3.2 等离子数字电视机常用信号的检测方法	90



项目 4 液晶数字电视机的原理与维修	100
4.1 项目说明	100
4.2 相关知识	101
4.2.1 液晶数字电视机的结构	101
4.2.2 液晶数字电视机的工作原理	104
4.3 实训演练	116
4.3.1 液晶数字电视机的拆卸与检测环境的搭建	116
4.3.2 液晶数字电视机的检测方法	122
项目 5 数字有线电视接收机顶盒的原理、调试与维修	128
5.1 项目说明	128
5.2 相关知识	129
5.2.1 数字有线电视接收机顶盒的结构	129
5.2.2 数字有线电视接收机顶盒的工作原理	131
5.3 实训演练	138
5.3.1 数字有线电视接收机顶盒的安装连接	138
5.3.2 数字有线电视接收机顶盒的调试	141
5.3.3 数字有线电视接收机顶盒的检测	146
5.3.4 有线电视系统的调试与检测	148
项目 6 数字卫星电视接收机顶盒的原理、调试与维修	162
6.1 项目说明	162
6.2 相关知识	163
6.2.1 数字卫星电视接收机顶盒的结构	163
6.2.2 数字卫星电视接收机顶盒的工作原理	166
6.3 实训演练	173
6.3.1 数字卫星电视接收机顶盒的安装调试	173
6.3.2 卫星天线的寻星操作	181

项目 1 数字电视的特点和维修基础

学习目标

- ◎ 了解数字电视的发展
- ◎ 了解数字电视的技术特点
- ◎ 了解数字电视电路结构的特点

技能目标

- ◎ 熟悉数字电视设备常用检修工具的适用范围
- ◎ 熟悉数字电视设备的检修特点
- ◎ 掌握数字电视设备常用检修工具的使用方法

1.1 项目说明

该项目主要介绍数字电视的基础知识。针对该部分内容较为枯燥、难以理解的特点，项目更多地引用实际产品和实际电路，充分运用“图解”的表现手法，尽可能将难以表现的知识通过示意图的形式体现。

针对数字电视设备的维修特点，在实训环节则主要介绍各种常用的检修工具，让学习者对检修的基本条件和检修工具有一个整体的理解和认识，为接下来的学习和实操打下基础。

1.2 相关知识

数字技术的应用不仅大大地提高了电视机的画质和音质，而且还增添了很多新的功能。液晶高清电视机和等离子体高清电视机的出现，使电视机从技术上已步入了数字高清的时代。如今数字电视已成为人们的热门话题和广播电视行业所关注的热点。



1.2.1 数字电视的发展过程

随着科学技术的发展和我国国力的增强,广播电视技术得到了迅猛的发展。目前,我国已成为世界上彩色电视机销量最大的国家,许多国产名牌也跻身于世界名牌之列。特别是近几年来,新技术、新元件、新工艺的出现,使彩色电视机的性能和高新技术含量都有了很大的提高,而且不断有新的产品问世,我国彩电市场出现了前所未有的活跃。

彩色电视机是应用新技术多,更新换代快的产品。新技术主要表现在数字技术的应用和大规模数字信号处理集成电路的开发,这是彩色电视机的核心技术。

关于数字电视的发展,2000年有关部委就制定了《广播影视科技“十五”计划和2010年远景规划》,“十五”计划包括如下内容。

- 全面启动广播影视数字化,基本实现广播影视节目传播、交换网络化。
- 建设强大的广播电视覆盖及实验系统,卫星数字传输系统和广播电视监视系统。
- 建设数字广播影视节目平台,开展交互式业务。

2005年我国有线数字电视已陆续开通并大力发展,用户已超过5000万,2010年全国实现数字广播电视,2015年停止模拟广播电视的播出。

具体来说可以分为如下4个阶段。

第1阶段:到2005年,直辖市、东部发达城市、中西部省会级城市的有线电视完成向数字化过渡,目前已基本实现这一目标。

第2阶段:到2008年,东部县以上城市、中西部地(市)级城市的有线电视基本完成向数字化过渡,大城市开始普及地面数字广播。

第3阶段:到2010年,中西部地区县以上的城市的有线电视基本完成向数字化过渡,大中城市普及地面数字广播。

第4阶段:到2015年,全国基本实现有线电视和地面数字广播向数字化过渡。

1.2.2 数字电视的技术特点

随着电子技术的发展,我国已成为家电电子产品的研发和生产大国,特别是彩色电视机,我国已成为当今世界上产量最高的国家,也是出口大国,无论是技术水平还是工艺制造水平均已达到相当的高度,可与发达国家媲美,很多国际名牌产品也多在中国组装生产。目前液晶、等离子和数字高清电视机已成为市场的主流。

1. 屏幕尺寸

传统的彩色电视机的屏幕尺寸都是4:3,自从高清晰度电视问世之后,16:9的宽屏彩电也多了起来。彩色电视机的屏幕比例如图1-1所示。目前市场上很多16:9宽屏高清晰度电视机大多为数字/模拟兼容的接收方式,因为目前地面传输系统还是以模拟的电视节目为主。为此,在电路的设计上,一方面可以接收目前的隔行扫描4:3宽高比的模拟电视信号,通过倍频扫描格式变换,变为逐行或隔行扫描的电视信号,可以在16:9的宽屏幕显像管上,采用遮幅方式重显4:3的模拟电视图像;另一方面也可以通过机顶盒接收重显标准清晰度电视信号,同样用遮幅方式显示4:3的图像。由于数字高清(HDTV)和数字标清(SDTV)在技术标准上都是用16:9的宽屏方式传输电视节目,所以未来16:9的宽



屏幕显示将成为主流。

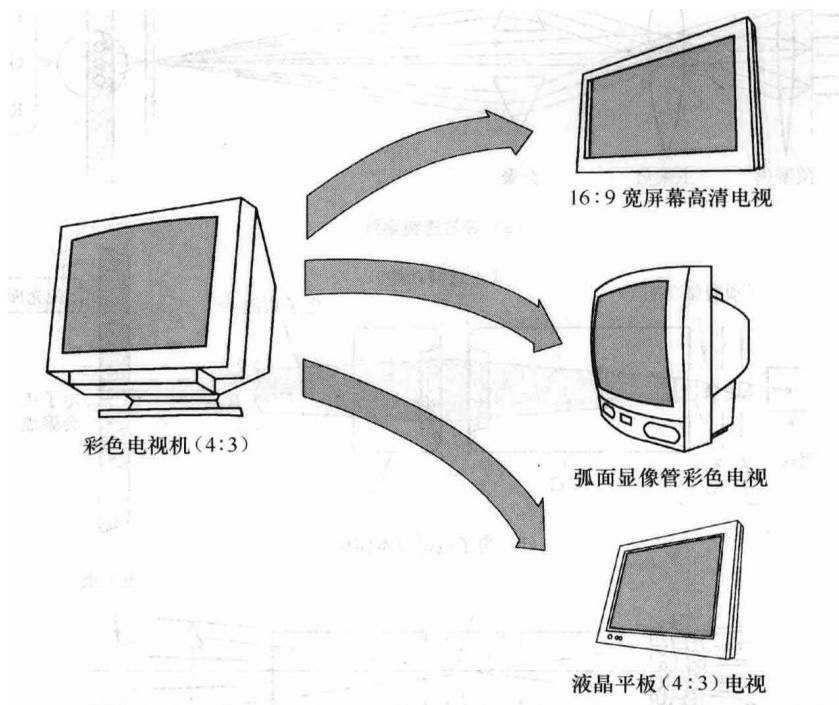


图 1-1 彩色电视机的屏幕比例

2. 图像清晰度

图像清晰度（分辨率）是指电视机分辨图像细节的能力。传统的电视机都以水平方向能分辨出多少条线为评价指标。电视机的最高清晰度与显示器的像素单元尺寸有关，显像管的结构如图 1-2 所示，显像管屏幕和电子枪的结构如图 1-3 所示。电子枪发射的电子束必须精确地射到屏幕的 R、G、B 粉点上，才能显示出清晰的图像。

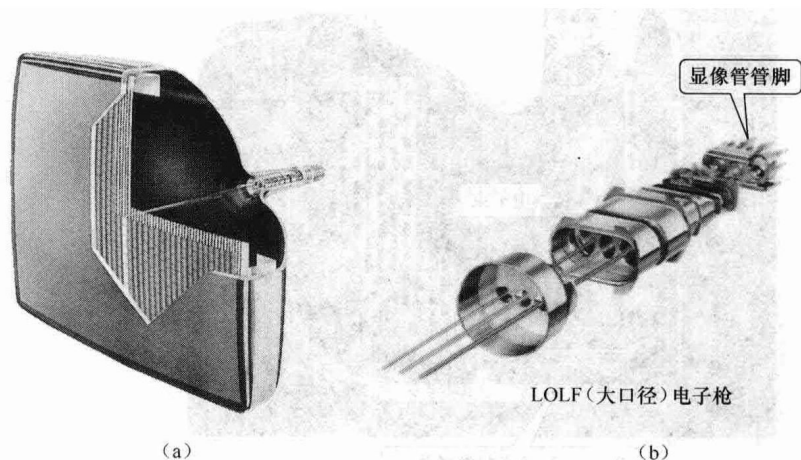
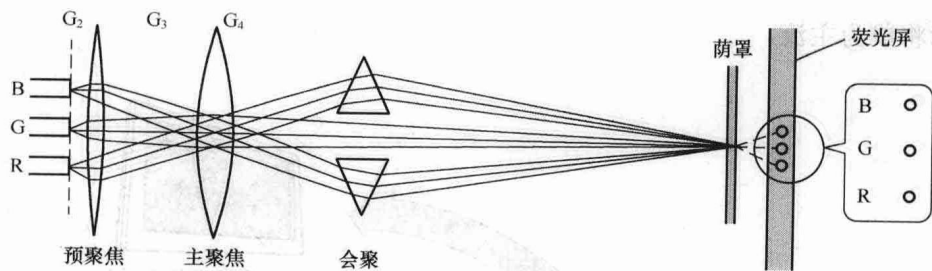
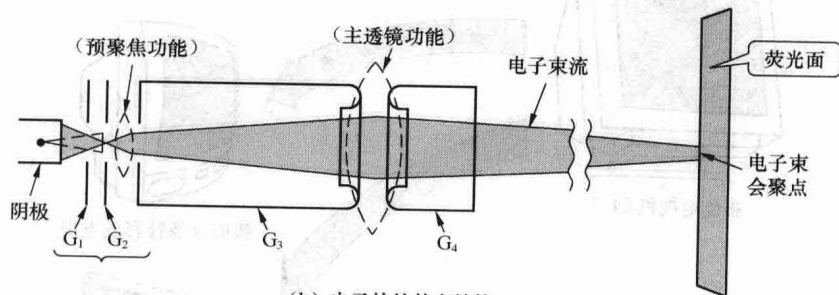


图 1-2 显像管的结构

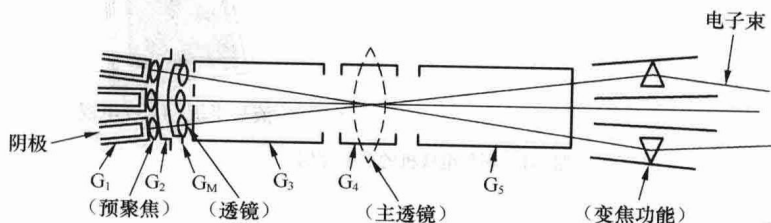




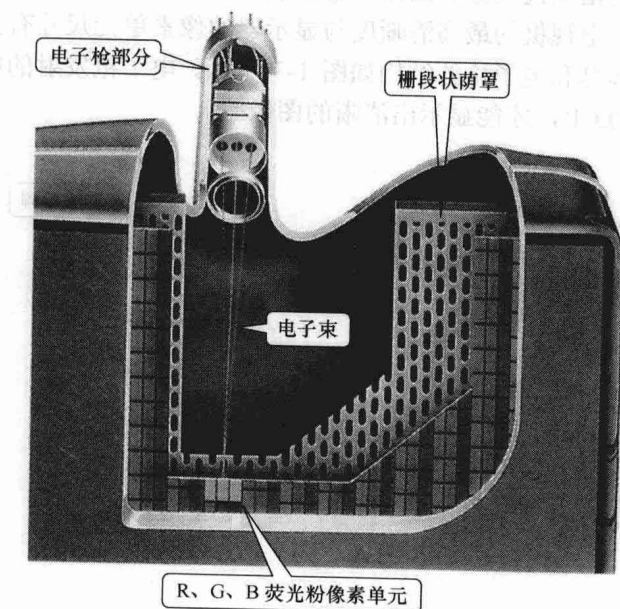
(a) 等效透镜系统



(b) 电子枪的基本结构



(c) 特丽隆管电子枪



(d) 显像管实例

图 1-3 电子枪与屏幕的结构和对应关系



关于图像清晰度的评价,过去对彩色电视机和录像机,都能用在屏幕上看清多少条线来衡量,例如,普通彩色电视机的清晰度为 350 条线,普通 VHS 家用录像机的清晰度为 250 条线。这就是说在电视屏幕的水平方向上最多能看清 350 条线或 250 条线。在观测时,清晰度与信号有一定的关系,如图 1-4 所示,一般来说亮度信号的频率 1MHz 等效 80 条线,如亮度信号的带宽为 3MHz,则清晰度约为 240 条线,又如亮度信号的带宽可达 6MHz,则清晰度约为 480 条线。

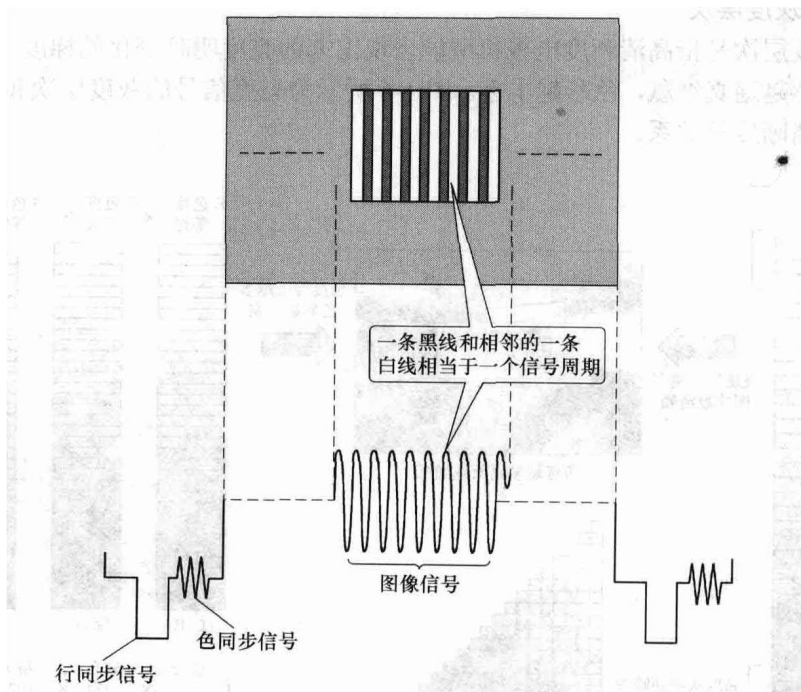


图 1-4 亮度信号频率与清晰度的关系

对数字信号来说,也常用相当于多少条线数来评价图像清晰度,如 DV 机的清晰度可达 500 条线, DV 机输出的信号经 D/A 变换后变成模拟信号,其信号带宽为 6MHz。

图像的清晰度与像素数的关系如图 1-5 所示,数字电视机对图像进行处理时,是将图像分割成一个一个的像素单元。这样整个画面被分割的像素单元数越多,则图像就越清楚。

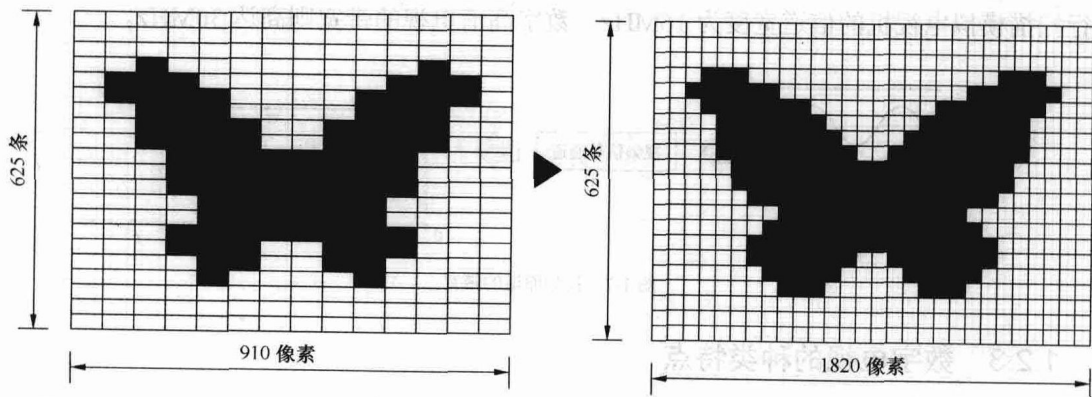


图 1-5 清晰度与像素数的关系



3. 色彩还原度

电视机色彩还原度反映出高清晰度电视对自然色彩的还原能力。彩色电视机的画面色彩越接近自然,则色彩还原度越好。影响色彩还原的因素主要是图像处理芯片和显示器件(显示板或显像管)。此外,电视机的白平衡调整、色纯度调整及色彩处理电路对色彩还原也有不同程度的影响。人眼对肤色的反应比较敏感,观察图像中人物肤色的还原程度通常可以作为色彩还原的重要指标。

4. 图像灰度层次

图像灰度层次是指高清晰度电视机所能表现出来的亮度明暗变化的梯度。灰度层次越多,则画面的质感越逼真细腻,色彩越丰富。图 1-6 所示为亮度信号的灰度层次和 R、G、B 色度层次与图像清晰度的关系。

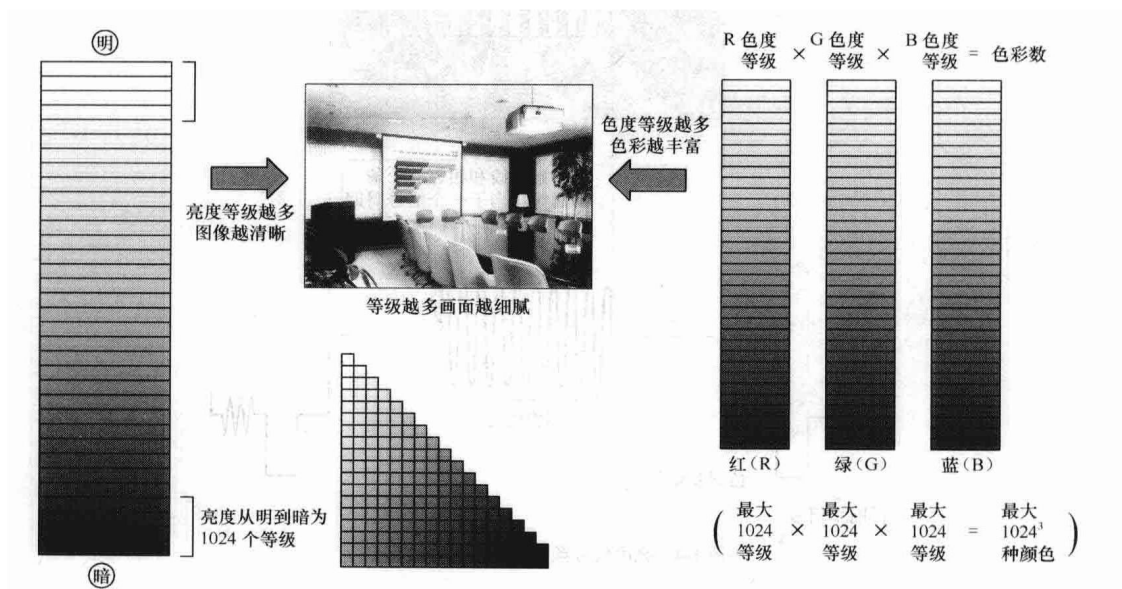


图 1-6 亮度和色度层次与图像清晰度的关系

5. 信道带宽

信道是指电视信号传输电路的频率特性,如图 1-7 所示。图像的清晰度越高,景物的细节则越多,相应信号的频率越高。传统的模拟电视机(隔行扫描方式)信道的带宽是 8MHz,逐行扫描模拟电视机的信道宽度为 16MHz,数字高清电视的带宽则高达 30MHz。



图 1-7 视频通道的带宽

1.2.3 数字电视的种类特点

高清晰度显示的标准是:图像清晰度大于 700 条线,图像的解像度为 1920×1080 (像素),



屏幕宽高比为 16:9。显示屏的像素数在 200 万以上,才能达到该标准。目前正是模拟电视向数字电视过渡阶段,数字高清晰的节目源还比较少,使用普通模拟电视机配机顶盒观看数字节目的情况还比较多。实际上目前能达到该指标的电视显示器只有少数机型。

目前液晶电视和等离子电视机都以数字高清晰为目标,这种电视机的显示板像素数是决定图像清晰度的关键因素。图 1-8 所示为液晶显示板的结构,显示板是由很多像素单元组成的,每个像素单元是由 R、G、B3 个小的显示单元构成的。

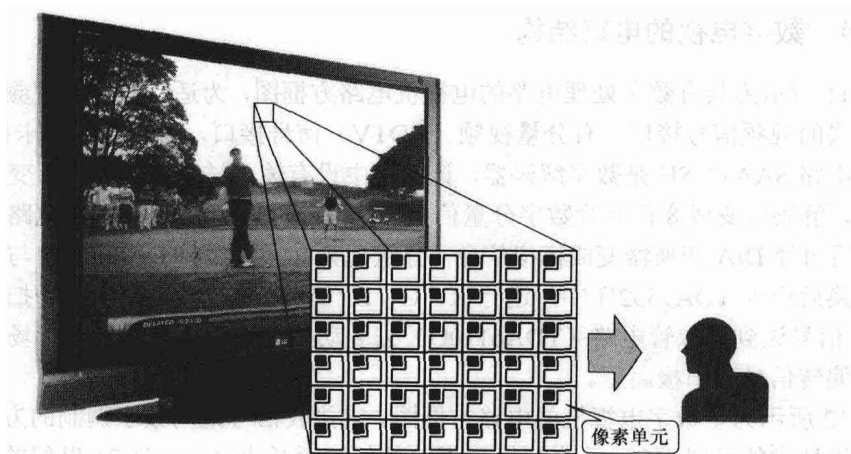


图 1-8 液晶显示板的像素单元

表示图像的视频信号有很多格式,如图 1-9 所示。过去传统彩色电视机都用复合视频信号,即亮度和色度信号复合在一起的视频图像信号。VCD、DVD 常用 S-视频接口传送或接收视频图像信号,这是一种 Y/C 分离的视频信号,使用两条线分别传输亮度信号 Y 和色度信号 C,这种信号可以防止 Y、C 信号之间的干扰,图像质量较好。目前数字高清晰电视机多用分量视频信号传输图像信号,这种信号是由一个亮度信号和两个色差信号(R-Y、B-Y)组成的,适合于传输高清晰信号,如图 1-10 所示。上述信号都有模拟信号和数字信号。

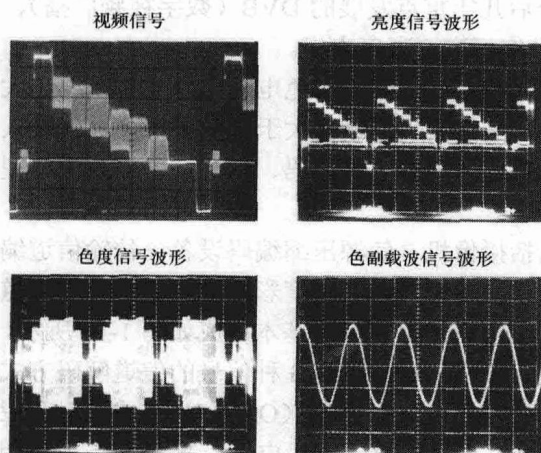


图 1-9 视频信号的波形

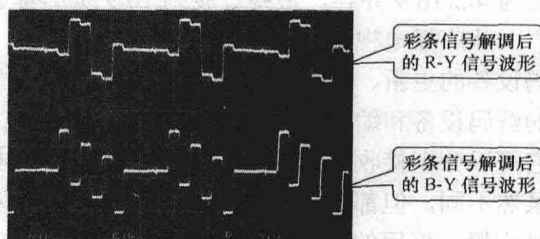


图 1-10 分量视频信号中的色差信号

近几年,数字技术的发展和大规模集成电路芯片制作技术的进步,为数字电视机的发展



提供了强大的技术支持。

数字电视机从技术标准上看,可以分为高清晰度数字电视机(HDTV)(解像度为 1920×1080 像素)和标准清晰度数字电视机(SDTV)(解像度为 1080×768 像素)。除此之外,还有准高清晰度电视机。

目前我国市场上高清数字电视机的品牌和型号很多,其中CRT式高清数字电视机以29英寸和34英寸的居多。大屏幕液晶和等离子数字电视机也都属高清数字电视机。

1.2.4 数字电视的电路结构

图1-11所示为具有数字处理电路的电视机电路方框图,为适应与多种视频设备连接,设有多种格式的视频信号接口,有分量视频(HDTV)信号接口,还有电脑显卡接口(VGA)。视频解码电路SAA7118H是数字解码器,该电路中设有输入转换电路、A/D变换器和数字视频解码器,解码后变成8位并行数字分量信号。该信号再送到SAA4979H电路中进行信号处理,处理后再经D/A变换器变成模拟信号(分量视频),再送到TDA8601中与高清晰信号切换,经切换后送到TDA9332H中,进行R、G、B信号处理,同时产生行场扫描信号。最后R、G、B信号送到显像管电路(TDA6110Q)去驱动显像管的3个阴极,行场扫描分别为显像管提供偏转信号和阳极高压。

图1-12所示为全数字电视机的电路方框图。它接收信号采用数字调制的方式。数字电视是今后电视技术的发展方向,是今后国民经济的经济增长点之一,是21世纪的朝阳工业。数字电视和音频、视频数字化的确可以为人们提供一种全新的视、听享受。从数字化的发展趋势来看,大致可以分为如下3个阶段。

第1步实现普通模拟电视的数字化,即利用数字信号处理技术的特点,改进现有模拟电视的缺陷,提高图像、伴音质量,增加功能。

第2步按MPEG2标准中的初级标准格式,把现行模拟电视制式下的图像、声音信号平均数据压缩到大约4.69Mbit/s,其图像质量可达到电视演播室的质量水平,图像水平清晰度达到500条线以上,并采用AC-3伴音信号压缩标准,传输5.1声道的环绕声效果。这属于标准清晰度电视系统,其清晰度大于550条线。今后几年重点发展的DVB(数字视频广播)、DVD视盘机都属于这种编、解码方式。这就是数字标准清晰度电视。

第3步按MPEG2视频压缩标准中的高级格式,将高清晰度彩色电视信号数据压缩到大约20Mbit/s,图像质量达到35mm电影胶片水平,图像水平清晰度大于800条线,这就是人们期盼已久的高清晰度电视,伴音通道仍采用多声道环绕声压缩编码、解码技术。图像模型比为4:3/16:9并存,最终过渡到16:9宽屏幕显示。

从广播电视中心来说,主要是中心设备,包括摄像机、信源压缩编码设备、传输信道编码设备的更新、改造。从高清晰度彩色电视机来说,主要是高清晰度彩色显像管,传输信道的解码设备和编、解压缩芯片的供应等问题。全数字彩色电视机的基本构成如图1-12所示。它可以分别接收地面广播、卫星广播和有线电视3种传输信号。这3种信号的信道解码方式虽然不同,但都已标准化。对于地面广播,采用的是正交频分复用(OFDM)方式;对于卫星广播,采用的是正交(四相)相移键控(QPSK)方式;对于有线电视,采用的是正交调幅(QAM)方式。信道解调后分别采用前向误码校正(FEC)的里德—索罗门(RS)码,对误码进行校正处理。

