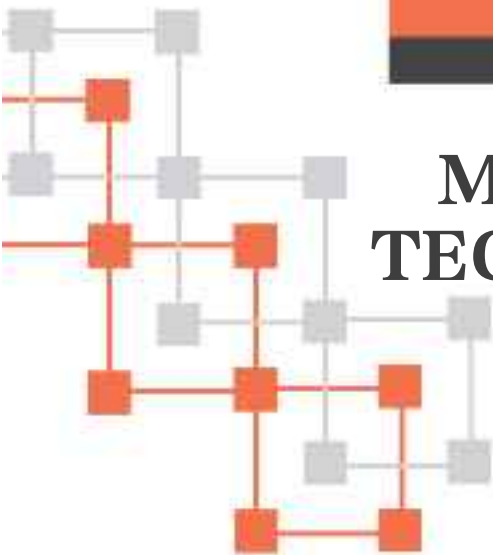


新编高等院校专业课程特色教材

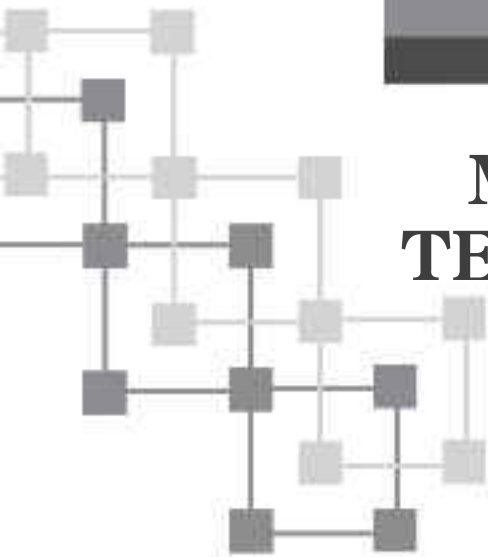


MODERN TV TECHNOLOGY 现代
电视技术

段永良 何光威 周洪萍 蔡莉莉 郭斌◎编著

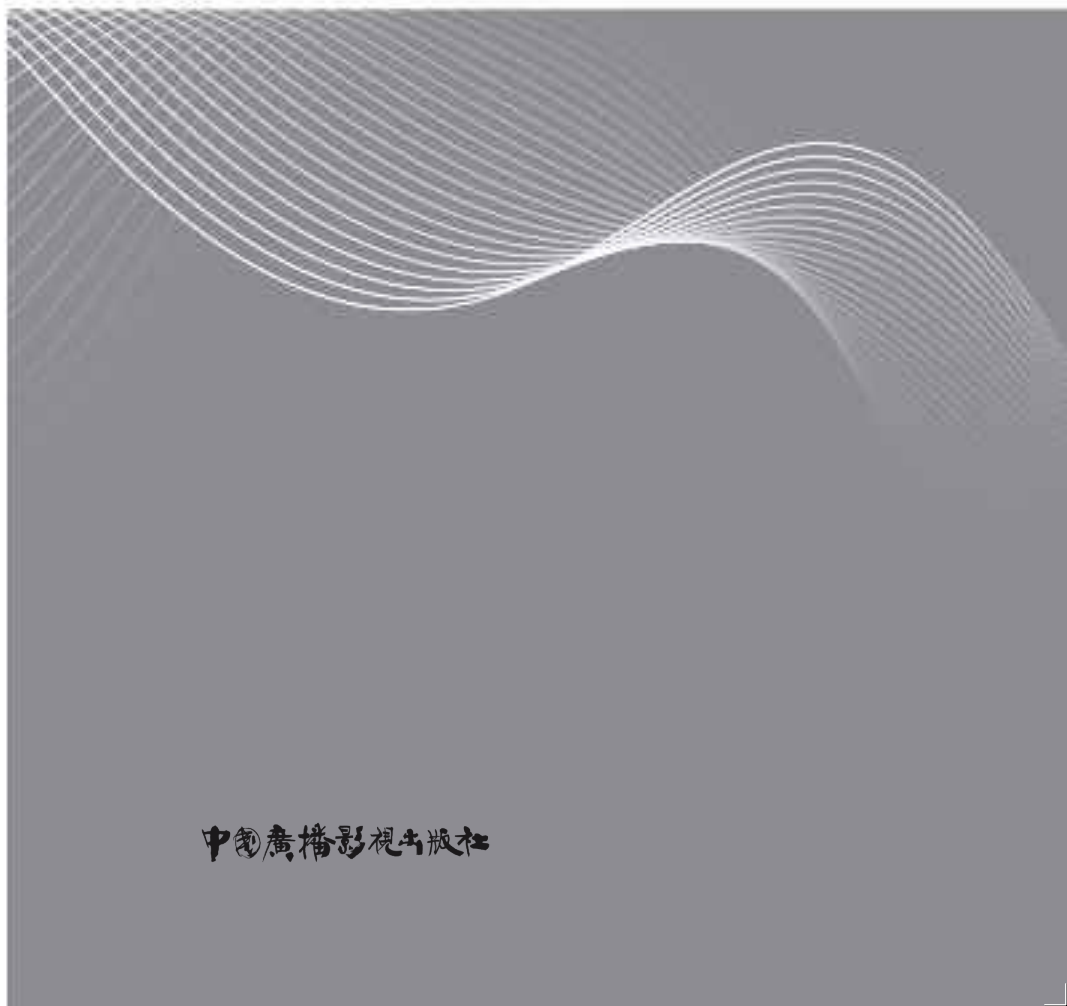
中国广播影视出版社

新编高等院校专业课程特色教材



MODERN TV TECHNOLOGY **现代
电视技术**

段永良 何光威 周洪萍 蔡莉莉 郭斌◎编著



中国广播影视出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现代电视技术 / 段永良等编著. -- 北京 : 中国广播影视出版社, 2020. 5
新编高等院校专业课程特色教材
ISBN 978-7-5043-8358-7

I. ①现… II. ①段… III. ①电视—技术—高等学校—教材 IV. ①TN94

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第250623号

现代电视技术

段永良 何光威 周洪萍 蔡莉莉 郭斌 编著

责任编辑 余潜飞

封面设计 智达设计

出版发行 中国广播影视出版社

电 话 010-86093580 010-86093583

社 址 北京市西城区真武庙二条9号

邮 编 100045

网 址 www.cntp.com.cn

电子信箱 cntp8@sina.com

经 销 全国各地新华书店

印 刷 三河市人民印务有限公司

开 本 787毫米×1092毫米 1/16

字 数 490(千)字

印 张 31.25

版 次 2020年5月第1版 2020年5月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5043-8358-7

定 价 78.00元

(版权所有 翻印必究·印装有误 负责调换)

前 言

自 1900 年开始出现“电视”这个词以来，电视技术经历了从机械电视到电子电视、从黑白电视到彩色电视、从地面电视到卫星电视、从无线电视到有线电视、从标清电视到高清电视、从平面电视到立体电视、从模拟电视到数字电视、从固定电视到移动电视、从广播电视到交互电视、从普通电视到智能电视的过程，正在朝着数字化、网络化、立体化、高清化、智能化的方向发展。

《现代电视技术》的编者具有多年从事电视技术应用、教学和研究的经验，在编写过程中力求简洁明了、图文并茂、原理与应用结合、传统技术与现代技术结合，反映电视技术的最新成果，突出基础性、应用性、先进性，以适应普通高等学校应用型本科学生的特点，也适合广播电视等行业的技术人员学习。

本书共分 12 章。

第一章介绍电视的基本概念和电视的发展，包括发展历史、发展方向、中国电视事业的发展；第二章介绍光的特性、人眼的视觉特性、三基色原理与计色系统；第三章介绍电子扫描、电子摄像器件、彩色全电视信号、PAL 制编码器、标准彩条信号、几个重要原理、电视系统的 γ 特性及其校正；第四章介绍声音基础知识、声音的常用单位、传声器、扬声器、立体声原理、5.1 声道环绕声原理；第五章介绍数字电视基本概念、数字电视信号获取；声音信号数字化；第六章介绍标清电视演播室规范、高清电视演播室规范、超高清电视演播室规范、4K 超高清电视技术应用；第七章介绍数字信号压缩的原因、数据压缩编码分类、数字音频压缩编码基础、数据压缩编码标准、数字音频压缩编码标准；第八章介绍信道噪声与干扰、差错控制编码、线性分组码、循环码、BCH 码、RS 码、交织码、卷积码、编码与调制相结合的卷积码 (TCM)、Turbo 码、循环冗余校验码 (CRC)、校验和 (CS) 码、低密度奇偶校验 (LDPC) 码、信道编码技术的应用；第九章介绍电波特性、调制方式、电视信号的传输方式；第十章介绍卫星数字电视系统、有线数字电视系统、地面数字电视系统、IPTV 系统；第十一章介绍电视信号接收天线、常用的三种器件、卫星电视接收机、彩色电视接收机、数字电视接

收与业务信息；第十二章介绍智能电视概述、智能电视的组成、智能电视的应用场景、电视与手机的互动、智能电视操作系统、智能电视未来技术的展望。

本书部分文稿的录入和插图的制作由我院广播电视工程专业学生完成。

本书在写作过程中参考了大量的相关教材、书籍和网络资料，在此向相关编者和作者表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在不足或错误，诚望读者给予批评指正。

编者

2020年3月写于南京传媒学院

目 录

CONTENTS

第一章 绪论	1
第一节 电视的基本概念	1
第二节 电视的发展	3
第二章 光的特性与视觉特性	13
第一节 光的特性	13
第二节 人眼的视觉特性	19
第三节 三基色原理与计色系统	27
第三章 模拟电视信号	33
第一节 电子扫描	33
第二节 电视摄像器件	40
第三节 彩色全电视信号	49
第四节 PAL 制编码器	84
第五节 标准彩条信号	86
第六节 几个重要原理	96
第七节 电视系统的 γ 特性及其校正	101
第四章 声音信号	107
第一节 声音基础知识	107

第二节	声音的常用单位	112
第三节	传声器	114
第四节	扬声器	117
第五节	立体声原理	121
第六节	5.1 声道环绕声原理	124
第五章	模拟电视数字化基础	129
第一节	数字电视基本概念	129
第二节	数字电视信号获取	133
第三节	声音信号数字化	142
第六章	数字电视演播室规范	148
第一节	标清电视演播室规范	148
第二节	高清电视演播室规范	157
第三节	超高清电视演播室规范	164
第四节	4K 超高清电视技术应用	168
第七章	数字电视信源编码技术	170
第一节	数字信号压缩的原因	170
第二节	数据压缩编码分类	173
第三节	数字音频压缩编码基础	195
第四节	数据压缩编码标准	201
第五节	数字音频压缩编码标准	235
第八章	数字电视信道编码技术	241
第一节	信道噪声与干扰	242
第二节	差错控制编码	245
第三节	线性分组码	248

第四节	循环码	250
第五节	BCH 码	251
第六节	RS 码 (里德—索罗蒙码)	256
第七节	交织码	257
第八节	卷积码	259
第九节	编码与调制相结合的卷积码 (TCM)	261
第十节	Turbo 码	262
第十一节	循环冗余校验码 (CRCC)	263
第十二节	校验和 (CS) 码	265
第十三节	低密度奇偶校验 (LDPC) 码	265
第十四节	信道编码技术的应用	269
第九章 电视信号传输		271
第一节	电波特性	271
第二节	调制方式	275
第三节	电视信号的传输方式	304
第十章 数字电视传输系统		321
第一节	卫星数字电视系统	321
第二节	有线数字电视系统	341
第三节	地面数字电视系统	359
第四节	IPTV 系统	383
第十一章 电视信号接收		390
第一节	电视信号接收天线	390
第二节	常用的三种器件	398
第三节	卫星电视接收机	401
第四节	彩色电视接收机	405
第五节	数字电视接收与业务信息	448

第十二章	智能电视	469
第一节	智能电视概述	469
第二节	智能电视的组成	470
第三节	智能电视的应用场景	473
第四节	电视与手机的互动	477
第五节	智能电视操作系统	480
第六节	智能电视未来技术的展望	489

第一章 绪论

本章学习提要

1. 电视的基本概念：电视的定义、组成、特点、种类。
2. 电视的发展：发展历史、发展方向、中国电视事业的发展。

电视是 20 世纪最伟大的发明之一，是迄今为止人类在研究信息传播技术进程中取得的影响最大的成果。电视的诞生使其成为继报纸、广播之后的新兴媒体。电视机已普及寻常百姓家，看电视成为人们不可或缺的业余生活，电视丰富了人们的学习、娱乐等活动。

第一节 电视的基本概念

电视是将现场的或记录的活动图像和伴音变换成电信号，通过电磁波传送到远处，即时重现的技术系统。

最简单的电视系统由三部分组成，如图 1-1 所示。

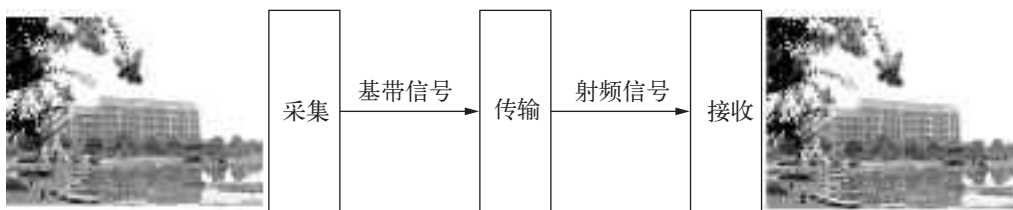


图 1-1 电视系统组成

1. 采集——光电转换（摄像机）、声电转换（话筒）。

2. 传输——基带信号（将光电转换和声电转换得到的视频信号和音频信号直接传输——电缆）、射频信号（将视音频信号调制到高频载波上传输——调制器、发射机）。

3. 接收——电光转换（显像管、LCD、PDP、OLED 等）、电声转换（喇叭）。

与报纸、杂志、书籍相比，电视有图像、有声音，更具形象性；与照片、音像带、音像光盘相比，电视更具及时性；与互联网相比，电视覆盖面最广、受众最多，更具广泛性。

电视可以分为以下种类：

1. 按颜色分

(1) 黑白电视 (Monochrome Television)，只传送景物亮度。

(2) 彩色电视 (Colour Television)，不仅传送景物亮度，还要传送景物色度（色调和饱和度）。

2. 按图像清晰度分

(1) 标准清晰度电视 (SDTV, Standard Definition Television)，每帧 625 行（有效行 575）或每帧 525 行（有效行 483）。

(2) 高清晰度电视 (HDTV, High Definition Television)，每帧 1125 行（有效行 1080）或每帧 1250 行（有效行 1152）。

(3) 超高清晰度电视 (UHDTV, Ultra-High Definition Television)，每帧有效像素数 3840×2160 (4K) 或每帧有效像素数 7680×4320 (8K)。

3. 按信号形式分

(1) 模拟电视 (Analog Television)，用模拟信号表示图像和声音。

(2) 数字电视 (Digital Television)，用数字信号表示图像和声音。

4. 按传播方式分

(1) 卫星电视 (Satellite Television)，通过人造地球卫星传输电视信号，通过机顶盒+电视机接收电视信号。

(2) 地面电视 (Terrestrial Television)，通过地面无线电波传输电视信号，通过电视机接收电视信号。

(3) 有线电视 (CATV, Cable Television)，通过光纤、同轴电缆传输电视信号，通过电视机接收电视信号。

(4) 网络电视 (IPTV, Internet Protocol Television)，通过 IP 网络传输数字电视信号，通过 PC 或机顶盒+电视机接收电视信号。

5. 按用途分

(1) 广播电视 (Broadcast Television)，主要向大众提供电视节目，丰富人们的精神文化生活。

(2) 应用电视 (Application Television), 除广播电视系统以外, 在其他领域中应用的电视系统, 即广播电视之外所有电视的统称, 又称为非广播电视。

第二节 电视的发展

本节主要介绍电视的发展历史、发展方向和中国电视事业的发展。

一、电视的发展历史

电视最早可追溯到 19 世纪末开始的机械电视。电视不是哪一个人的发明创造, 它是处于不同时期、不同国家的人们共同研究的成果。

早在 19 世纪, 人们就开始讨论和探索将图像转变成电信号的方法。

1900 年, 开始出现“电视”一词。

电视的发展经历了四个阶段: 机械电视、电子电视、彩色电视、数字电视。

(一) 机械电视 (Mechanical Television)

1875 年, 乔治·卡瑞 (George Carey) 在波士顿提出了一套将图像分为栅格形式的电视系统, 如图 1-2 所示。

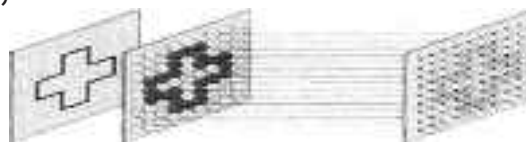


图 1-2 栅格电视

1883 年, 德国电器工程师尼普科夫 (Nipkow) 发明了“机械扫描圆盘”——称为尼普科夫圆盘, 并于 1884 年做了首次发射传送图像的实验, 整幅画面只有 24 行扫描线, 图像相当模糊, 如图 1-3 所示。

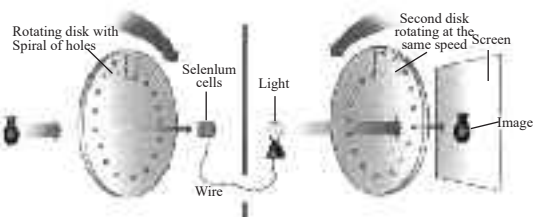


图 1-3 尼普科夫圆盘

1925 年, 苏格兰人贝尔德 (Blaird) 对“尼普科夫圆盘”进行了新的研究, 发明了机械扫描式电视摄像机和接收机, 被称为“电视之父”, 如图 1-4 所示。

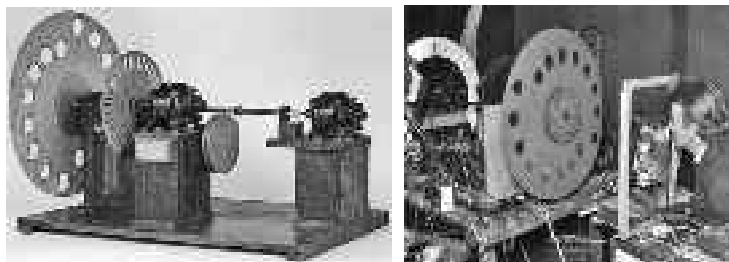


图 1-4 机械扫描式电视摄像机和接收机

(二) 电子电视

1873 年，英国科学家约瑟夫·梅发现硒元素的光电特性。

1897 年，德国人布莱恩发明了阴极射线管，并将其运用于测试仪器上显示快速变化的电信号。

1908 年，英国人肯培尔·斯文顿、俄国人罗申克夫提出电子扫描原理，奠定了近代电视技术的理论基础。

1933 年，美国人兹沃尔金 (V. K. Zworykin) 发明了光电摄像管，可以把光图像变成电信号，为真正的电子电视奠定了基础，如图 1-5 所示。

1936 年，贝尔德电视公司在英国开始了电子方式的黑白电视广播，第一次播出了较高清晰度、能进入实用阶段的电视图像，从此开始了电子电视的时代。

阴极射线管作为电视机的核心部件一直沿用至今，这种电视机简称 CRT 电视机，如图 1-6、图 1-7、图 1-8 所示。



图 1-5 美国人 V.K. 兹沃尔金与光电摄像管

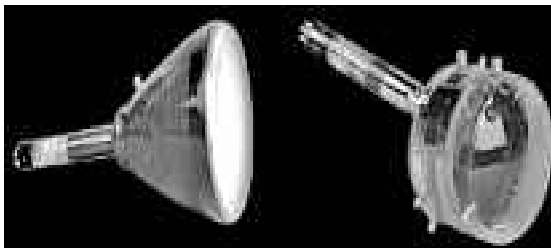


图 1-6 电视显像管(左)和摄像管(右)



图 1-7 1938 年无线电技术展览上的电视机



图 1-8 早期黑白显像管电视机

由于第二次世界大战的影响，延缓了电视广播的发展。

1945 年，二次世界大战结束，到 20 世纪 50 年代初期，黑白电视广播才在各国得到普及。

1954 年，美国德克萨斯公司研制出第一台全晶体管黑白电视接收机，黑白电视进

入高速发展期。

(三) 彩色电视 (Color Television)

1941 年, 贝尔德在伦敦南部西德纳姆月牙街的家里试验新的彩色电视, 如图 1-9 所示。

1949 年, 奥林匹亚展览: 这就是你的家庭娱乐系统, 一台使用阴极管的彩色电视机, 如图 1-10 所示。

1951 年, 美国试播了一种与黑白电视不兼容的场顺序制彩色电视, 没有得到推广。

兼容制——彩色电视将色彩信息放到电视信号的彩色副载波上, 加到黑白电视信号中一起播出。这样黑白电视机可以接收彩色电视信号, 显示黑白图像, 而彩色电视机则利用彩色信息重现彩色图像。

1953 年, 美国联邦通信委员会 (FCC) 批准了以国家电视制式委员会命名的 NTSC (National Television System Committee) 兼容制彩色电视。

1954 年, 美国全国广播公司、哥伦比亚广播公司利用 NTSC 制式正式播出彩色电视节目, 人类进入了彩色电视时代, 如图 1-11 所示。

1956 年, 法国提出 SECAM (Sequential Color Arc Memoire) 彩色电视制式。

1957 年, 日本利用 NTSC 制播出彩色电视。

1960 年, 联邦德国提出了 PAL (Phase Alternation line-by-line) 彩色电视制式并于 1967 年正式公布了 PAL 彩色电视制式。

同年, 法国和前苏联广播了 SECAM 制彩色电视。

1966 年, 加拿大利用 NTSC 制播出彩色电视。

1970 年彩色电视机得到了普及, 如图 1-12 所示。

NTSC、SECAM、PAL 并列为当今世界上



图 1-9 贝尔德和他的彩色电视机



图 1-10 使用阴极管的电视机



图 1-11 最早的彩色电视机



图 1-12 1970 年的彩色电视机

三大彩色电视制式，分别被世界各国使用，三大制式都与黑白电视兼容，但相互之间不兼容。

(四) 数字电视 (Digital Television)

数字电视的概念是美国在 20 世纪 80 年代提出的，90 年代得到快速发展。世界各国都把数字电视看成是电视发展的必然方向。

数字电视是指在电视信号产生后的处理、记录、传输和接收的过程中使用的都是由“0”和“1”组成的数字信号。相应的设备称为数字电视设备。

数字电视的出现使全世界都认识到下一代电视要将整个模拟系统转换成数字系统。

模拟电视广播按传播方式可分为地面无线电视、有线电视、卫星电视。

数字电视就是要将这三种方式全面数字化。

目前，国际上已经形成了多种不同的信源编码标准和信道编码标准。信源编码标准有四个：MPEG-2、MPEG-4、MPEG-4 AVC（简称 AVC，也称 JVT、H.264）和 AVS。信道编码标准包括地面、卫星和有线。地面数字电视标准有四种：美国标准 ATSC、欧洲标准 DVB-T、日本标准 ISDB、中国标准 DTMB，卫星数字电视标准和有线数字电视标准只有欧洲标准 DVB-S、DVB-C。

数字电视发展可分为三个阶段：20 世纪 70 年代开始个别电子设备数字化、80 年代开始使用全功能数字电视演播室、90 年代中期开始全电视系统的数字化。

数字电视包括标准清晰度电视、高清晰度电视、超高清晰度电视，简称标清电视、高清电视、超高清电视。

标清电视 (SDTV) —— 现有电视扫描格式，分为 625/50 和 525/60 两种，我国标准规定整幅图像扫描 625 行。

高清电视 (HDTV) —— 我国标准规定扫描行数可达 1125 行。

超高清电视 (UHDTV) —— 我国标准规定每帧有效像素数为 3840×2160 (4K) 或每帧有效像素数为 7680×4320 (8K)。

无论是在模拟电视还是在数字电视中，高清电视都是一项重要的业务。

国际电联定义高清晰度电视：在屏幕高度 3 倍的距离观看电视节目时有身临其境的感觉；伴音采用多路环绕立体声，有家庭影院效果。

普通电视的观看距离是屏幕高度的 6 倍。

高清电视的图像相当于 35mm 的电影。

高清电视、超高清电视的宽高比为 16:9 (标清电视为 4:3)，人眼的水平视角可达到 30 度。

标清图像清晰度与高清图像清晰度的区别如图 1-13 所示。

美国、欧洲、日本一直把发展数字电视和高清电视作为高新技术的重点，各国都制定了加快发展数字电视的相关标准、政策和法律及模拟电视向数字电视过渡的时间表。

美国已于2009年6月12日关闭模拟电视，欧洲各国已于2010年关闭模拟电视，日本已于2011年关闭模拟电视。

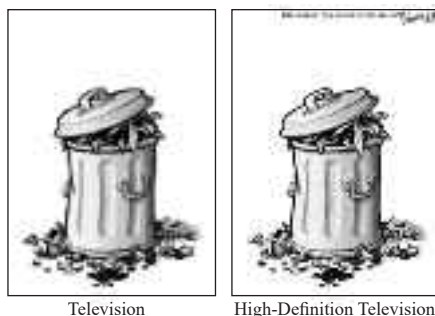


图 1-13 标清图像与高清图像

二、电视的发展方向

电视的发展方向是：数字化、网络化、超高清化、立体化、智能化。

数字化：以高清电视、超高清电视为目标，如图 1-14 所示。

网络化：以网络电视、手机电视为目标，如图 1-15 所示。



图 1-14 高清电视



图 1-15 网络电视与手机电视

超高清化：以 8K (7680×4320) 为目标。

立体化：以二维立体电视、三维立体电视为目标，如图 1-16 所示。



(a) 二维立体电视



(b) 三维立体电视

图 1-16 立体电视

2010年4月，在东京展出了60英寸的3D平板电视。它使用四原色，在传统三原色——红绿蓝的基础上增加了黄色，来补偿使用偏振眼镜观看电视时产生的光缺失，如图 1-17 所示。