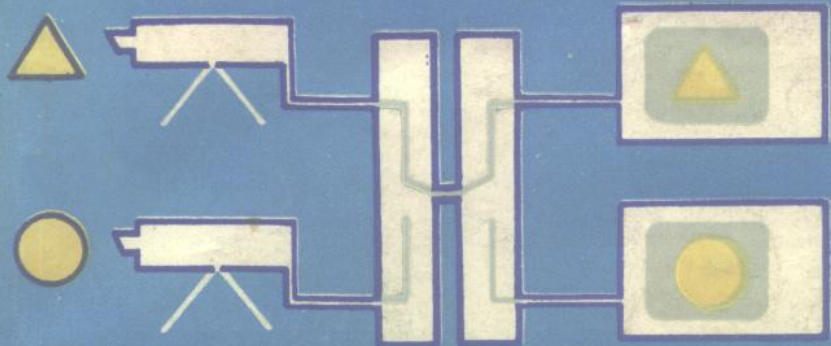




电视与 图象通信

● 张春田 王兆华 编著

● 人民邮电出版社

电视与图象通信

张春田 王兆华 编著

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书是一本以电视技术为主线的科普读物，分为概论、活动图象的模拟传输、活动图象的数字传输、高清晰度电视与高质量电视、电视电话与电视会议、静态图象传输六章，系统地介绍了当代各种图象通信新技术发展动向、基本原理与实现方法。它可以帮助图象通信部门的管理干部、非图象通信部门而又接触图象通信设备的工程技术人员、相关科系学生和广大社会读者开阔眼界，了解当代电视和图象通信技术的新发展和基本技术知识。

电 视 与 图 象 通 信

Dianshi Yu Tuxiang Tongxin

张春田 王兆华 编著

人民邮电出版社出版
北京东长安街27号
河北省邮电印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售

开本：787×1092 1989年10月 第一版
印张：6²⁰/₃₂ 页数：106 1989年10月河北第1次印刷
字数：148千字 印数：1-3 000册

ISBN7-115-03929-1/TN·217

定价：2.65元

前 言

电视已发展为全世界范围的、家喻户晓的通信方式。除了人们最熟悉的广播电视之外，近年来，电视技术又有了许多新的发展，诸如电缆电视、卫星电视、图文电视、可视图文、电视电话、电视会议等。从通信技术的角度讲，电视属于图象通信的范畴。图象通信是传送和接收图象信号或视觉信息的通信；除电视外，还有多种多样的图象通信方式，象各种静止图象传输、真迹和图片传真、自太空至地面的遥感照片及气象云图的传送等等。

图象通信是当今通信技术中发展非常迅速的一个分支。光纤、卫星等新型宽带信道的出现，微电子技术的飞速发展，都有力地推动了这门学科的发展。利用模拟和数字图象传输技术产生了愈来愈多的新的图象通信方式。图象通信的范围在日益扩大，图象传输的有效性和可靠性也在不断得到改善。

本书以电视技术为主线，对蓬勃发展的各种图象通信新技术的基本原理和主要情况进行通俗和简要的介绍，希望能够起到一些开阔眼界，扩大知识面的作用，对读者进行更进一步的学习、研究有所帮助。

本书第一、二章由王兆华编写，第三、四、五、六章由张春田编写，全书由张春田统稿。由于我们水平有限，书中缺点和错误在所难免，恳请读者批评指正。

张春田 王兆华

目 录

第一章 概论	(1)
1.1 图象信息	(1)
1.2 图象通信的历史和未来	(4)
1.3 图象通信系统	(9)
1.4 图象信号的带宽与传输时间	(13)
第二章 活动图象的模拟传输	(16)
2.1 图象的分解和传输	(16)
2.1.1 逐行扫描和隔行扫描	(20)
2.1.2 扫描的同步	(23)
2.2 彩色电视编码	(25)
2.2.1 NTSC制	(28)
2.2.2 PAL 制	(34)
2.2.3 SECAM 制	(37)
2.3 电视的时分多路传输和多工传输	(39)
2.3.1 时分多路彩色编码	(39)
2.3.2 场消隐期间附加信息的传送	(42)
2.4 有线电视	(47)
2.4.1 有线电视系统	(47)
2.4.2 光缆电视系统	(51)
2.5 卫星电视	(55)

第三章 活动图象的数字传输..... (63)

3.1 概述 (63)

3.1.1 数字电视传输的优缺点 (64)

3.1.2 数字电视传输系统 (66)

3.2 电视信号数字化 (68)

3.2.1 取样 (68)

3.2.2 量化 (71)

3.2.3 编码 (73)

3.2.4 PCM 电视信号的数码率 (74)

3.3 图象信号的数码率压缩 (79)

3.3.1 数码率压缩的途径 (80)

3.3.2 冗余度压缩 (81)

3.3.3 利用视觉特点进行压缩 (85)

3.4 差分脉冲编码调制 (87)

3.4.1 基本原理 (87)

3.4.2 预测 (90)

3.4.3 量化与编码 (94)

3.4.4 彩色电视信号的 DPCM 编码 (97)

3.5 正交变换编码 (101)

3.5.1 正交变换编码的工作过程 (101)

3.5.2 正交变换的意义 (103)

3.5.3 数据压缩方法 (106)

第四章 高清晰度电视与高质量电视..... (108)

4.1 概述 (108)

4.2 高清晰度电视 (111)

4.2.1	图象质量的主观评定和实验结果	(111)
4.2.2	扫描行数与频带宽度	(112)
4.2.3	高清晰度电视的传输	(120)
4.2.4	图象质量及应用前景	(125)
4.3	高质量电视	(127)
4.3.1	向HDTV的过渡	(127)
4.3.2	数字电视接收机	(129)
4.3.3	扩展清晰度的MAC制	(139)
第五章	电视电话与电视会议	(148)
5.1	电视电话	(148)
5.1.1	对话形式的图象传输	(149)
5.1.2	参数选择	(151)
5.1.3	画面尺寸与清晰度	(154)
5.1.4	连接方式	(156)
5.1.5	频带压缩	(158)
5.2	电视会议	(162)
第六章	静态图象传输	(168)
6.1	概述	(168)
6.2	静态图象的发送扫描与接收记录	(169)
6.2.1	机械扫描方式	(170)
6.2.2	电子慢扫描	(174)
6.2.3	带有标准转换的电视扫描	(178)
6.3	传真	(182)
6.3.1	传真原理	(182)
6.3.2	真迹传真	(183)

6.3.3 相片传真	(193)
6.4 “冻结”图象窄带传输	(198)

第一章 概 论

1.1 图 象 信 息

图象信息，特别是带声音的活动图象信息，在人类感觉中起着重要的作用。人类的感觉有视觉、听觉、触觉、味觉和嗅觉。人通过五官接收和传递各种信息。人类感觉器官接受的各类信息中，视觉占60%，听觉占20%，触觉占15%，味觉占3%，嗅觉占2%。俗话说：“百闻不如一见”。图象信息是人类所获取的最重要的信息形式。瞎子比聋子痛苦得多。在研究人的记忆保持率时发现：仅仅用耳听，3小时后能记忆原来信息的70%，3天后为10%；仅用眼看，3小时后能记忆原来信息的72%，3天后为20%；如果边听边看，3小时后能记忆85%，3天后记忆仍能保持65%左右。这说明视觉和听觉同时起作用，比单纯听或看的记忆保持率高得多。电视能同时传输活动图象和声音，使语言声音描述和图象变化在时间和空间上完全一致，能使视觉和听觉同时作用，发挥其最大的效能。

随着技术的进步，图象通信在人类社会发挥着愈来愈大的作用。但通信传输的费用随所要求的频带宽度和参数的增长而增长。在各种通信形式中，图象传输将这两个因素推向顶峰。特别在传输彩色和运动图象的情况下，更是如此。一路625行模拟彩色电视的带宽是一路模拟电话的1千多倍。一个可以和35mm电影质量相比较的高清晰度电视系统的带宽，要

比现在流行的625行电视系统的带宽再增加3倍。

随着科学技术的进步，人类逐步解决了图象传输的各种问题，使图象通信得到了迅速的发展，它给人类生活带来了深刻的影响。1964年8月美国向太平洋上空发射了辛康3号地球同步卫星，向全世界大部分地区转播了在东京举行的奥林匹克运动会的电视实况。1969年7月16日美国发射的阿波罗11号宇宙飞船，从月球发回第一个话音消息和电视图象，全世界有几亿人坐在电视机前观看宇航员阿姆斯特朗和奥尔德林在月球上活动的真实情景。这些都是图象传输技术创造的奇迹。

现在人类社会进入了信息时代，人们无时无刻不和图象信息打交道，需要利用各种通信信道传输各种类型的图象信息。

图象按照其内容的运动状态，可划分为静止图象和活动图象两大类。静止图象包括黑白二值图象（文字、符号、真迹、图形、图书、报刊等）、黑白或彩色照片（人物象、风景象、 $\times$ 光片，工业、科技摄影等）、高分辨率照片（航空摄影照片、气象卫星云图、资源卫星遥感照片等）。活动图象是对运动景物连续摄取的图象，如电影、电视中的图象就是活动图象。图象通信包括静态图象通信与活动图象通信。静态图象通信又可分为静止图象传输（如文件传真、图片传真、遥感照片传输等）、静止图象广播、“冻结”图象（从电视摄像机拍摄的活动景物中取出一幅画面）传输等。活动图象通信就是常见的电视，如彩色广播电视、闭路电视、工业电视、电视电话、电视会议等。图象也可按照其色彩成分划分为黑白的（包括二值的、有灰度层次的）、彩色的和多光谱的（包括紫外光、可见光及红外光，甚至声波和微波成象等）。图象还可以按照其空间的性质划分为平面图象及立体图象（如 $\times$ 光断层摄影、全息照相、立体电视）。

传输方式一般分模拟制和数字制两大类。前者传输的信号是时间上连续的模拟信号，后者传输的信号是离散的数字信号。莫尔斯码电报和移频制的无线电传真，是数字制通信早期的例子。但是过去发展较多的通信，如电话、声音广播、电视广播等，主要是模拟制的。

图象显示的是客观世界的景象。空间景象是由无数个点的集合构成的，每一个点都有确定的几何位置、亮度和色度，而且每一点的亮度和色度都随时间不断地变化着，即图象信息是空间和时间的函数。这是一个十分复杂的函数，它所包含的信息量非常巨大。若能全部传送这些信息，即可实现立体彩色电视。但是这在技术上是十分复杂的。

各种图象中比较简单的是黑白静止图象，它可以看作是由许多亮度不同的点组成的。黑白静止图象在任一点的亮度是图象所在平面上直角坐标 x 、 y 两个变量的函数，可用一个二维函数 $B(x, y)$ 来描述。而黑白活动图象(如黑白电视)，由于其每一点的亮度又是随时间变化的，因而可表示为 x 、 y 、 t 的函数 $B(x, y, t)$ 。受人们欢迎的彩色照片是彩色静止图象，它由三种颜色合成，所以它由函数 $B(x, y, \nu)$ 描述，其中 ν 表示不同的颜色。而对彩色的或多光谱的活动图象(如彩色电视)，其数学形式为 $B(x, y, t; \nu)$ 。静止的黑白立体图象须用三维函数 $B(x, y, z)$ 表示，而立体彩色电视则需用五个变量的函数 $B(x, y, z, t; \nu)$ 来描述。综上所述，图象信息有一个特点，即它是二维以上的多维信息。与此相反，语音信息只随时间变量 t 而变动，它可以用函数 $f(t)$ 表示，是一个一维信息。

图象信息区别于语音信息的第二个特点是信息量大。如前所述，在模拟传输体制中传 1 路电视所需带宽是传 1 路电话所需带宽的 1 千多倍。在数字传输体制中，情况类似，传 1 路数

字电视的数码率是传一路数字电话的数码率的1千多倍。

图象信息虽是二维甚至多维的，但是处理的方式基本有两种。一种是平面处理，如拍摄和放映电影那样。摄制电影时全部景物同时被记录在影片底片上，成为一幅图象，放映时也同时投影成象在屏幕上。另一种是将它变成一维信号来处理，在电子学中常用这种方式。如前所述，图象可以表示为亮度函数 $B(x, y, t)$ ，决定于三个变量，景物坐标 x 、 y 和时间 t 。而电信号仅仅是一个变量（时间）的函数。为了使电信号包括函数 B 的所有变量，图象必须被连续扫描。电视中就是这样做的：一帧图象被分解成若干行，每行中又分成若干个像素，然后按时间顺序，将画面从上至下、从左至右把每一点的信号值陆续传输出去；每行、每帧都有同步信号作为标志，接收端可按同样顺序再现出原图象来。这和摄制电影的情况大不相同。电视摄象可以看作是串联操作，而电影摄制则是并联操作。由于串联操作，使多维的静止图象甚至活动图象信号变成一维的了，可以用一维函数 $B(t)$ 来表示。在数字计算机出现前，图象信息的电处理只能是一维的。一维电处理有许多优点，如便于产生、传输、转换和显示图象信号。有了数字计算机后，则可以把电信号储存起来，在一个瞬间能同时得到一幅图象上各点的电信号，所以可以进行平面处理（如把一幅图象的轮廓检测出来）。

1.2 图象通信的历史和未来

通信的目的是把自己的意思传达给别人。讲话、做手势都是通信，这是人类利用自己的器官完成的通信。为了扩展通信的距离，人们逐渐借助于工具。在人类历史上首先采用的是

旗、锣、钟、鼓等简单工具，借以扩充人的视觉与听觉所能达到的距离。我国古代有用烽火传递消息的做法。在公元前300年，希腊将领包里比尤斯就用十个火把组成的阵列来传送信号。罗马军队则广泛使用旗语信号。利用这些方法，通信的距离可以较远，但是所能表达的仅限于简单的意思。

人类通信方式的划时代改变是在利用电以后，1832年有线电报的发明及1876年有线电话的发明使通信的距离扩展到数百、数千公里以上，并且不受山河海洋的阻挡。

图象通信基本原理的发明可以追溯到很久以前。属于图象通信范围的传真原理是由英国的白英于1843年发明的，过了5年英国的贝开尔发明了现在仍使用的滚筒扫描原理。虽然这个原理发明很早，但实用的传真设备的出现是进入20世纪以后的事情。1925年美国电话公司的贝尔研究所完成了现代传真的研制工作，第二年横贯美国大陆的有线照片传真装置投入了运行。1873年英国电机工程师梅依在发现硒的光电效应时，同时发现了图象转换成电信号的基本原理——光电变换。1880年法国罗勃伦发明了对图象通信最重要的电视扫描原理。1929年俄国人兹沃列金使用光电摄像管演示了第一个电视系统。1939年英国BBC公司用商业广告节目进行电视广播，当时在伦敦销售出的电视机已超过2万台。在30年代，电视技术和电子束器件进一步结合，使得它们二者有了飞跃的进展。1933年起发展了超光电象管。1938年，超正析象管的出现使摄取的图象质量显著改进。1950年发明的光导摄像管以及以后的氧化铅光导摄像管，不仅灵敏度大为提高，管子的操作和制造程序也大为简化。这些新型摄像管今天已取代了老式的摄像器件，但是它们的工作原理（扫描）仍然是相同的。

1954年美国正式开始了彩色电视广播，它较黑白电视复

杂，因为它要传送三种基色的信号。通过某些十分巧妙的设计，彩色电视与黑白电视兼容起来。这意味着在不需要增加信道带宽的前提下，黑白电视接收机能够接收彩色电视广播，显示黑白图象；反之，彩色电视机也能接收黑白电视广播，显示黑白图象。由于现在的彩色电视制式能够在一个黑白电视信道中传送彩色电视所需的三个信号，从而节省了传输费用。

在传输媒质方面，直到19世纪末，所有实用的电信系统都使用金属传输线。第一条横贯大西洋的电报电缆是美国人菲尔德及英国人贝列特和布赖特合作的产物。在敷设电缆的过程中，菲尔德和他的两个英国伙伴遇到了难以置信的困难，但终于在1866年7月27日成功了，使欧美大陆之间有了永久性的电报线路。但是，直到1953年才完成了第一条横越大西洋的海底电话线路。

利用伦敦和纽约之间的海底电缆可以传送数字化报纸图片。早在本世纪20年代，利用巴特兰的图片传输系统，把横跨大西洋传送一幅图片所需的时间从1个多星期减少到不到3小时。为了用电缆传输图片，首先要进行编码，然后在接收端用专用打印设备重建图象。此后打印方式改为照象复制方式，再现图象的灰度级和清晰度有了明显改善。

但是，人们对于有线通信还不满足，因为它仅限于在有线路的地方才能完成通信。1887年赫兹发现了电磁波，1895年马可尼和波波夫发明了无线电通信。随着有效调制方法的发明，无线通信已成为主要传输方式。

在传输方面所取得的所有成果中，最振奋人心而又演变最快的是卫星通信。1964年4月6日，世界上第一颗商用卫星晨鸟（*Early Bird*）在肯尼迪角射入太空，成功地进行了传输试验。此后世界各地纷纷建立卫星地面站。卫星通信最初的费用

很昂贵。随着技术的发展费用不断下降，卫星已经可以与海底电缆相竞争。海底电缆的拥有者为了保护他们的投资，采用政治手段来阻止卫星的发展。但没多久，用卫星接通的电话数就超过了用电缆接通的电话数。到后来，由于电缆的容量不足以传输实况电视，因此用卫星越洋转播电视就普及起来。

另一方面，有线传输也在发展。电缆电视始于1949年，如今美国有十几万个家庭使用了电缆电视。1960年迈曼观察到激光的作用，认为它具有带宽不受限制的可能性。现在光缆已开始实用。光缆和卫星是未来的高清晰度电视传输的主要媒介。由于激光的发明，有用新的方法产生图象的可能性，这就是全息照相技术，它能构成三维的空间图象。但人们在电视和电影中，实际应用全息摄影以重现三维图象还会遇到许多困难。

在未来的信息社会中，可能广泛采用的图象通信形式，有传真、可视图文（*Videotex*）、图文电视（*Teletext*）、电写（*Telewriting*）、电视电话、电视会议和电视节目，前四种属静止图象传输，后三种属活动图象传输。

传真通信用于传输文字和图画真迹，是一种方便的记录通信，其效果是打字电报通信不能比拟的。传输速率过去每页6分钟，近来多数采用每页3分钟的速率，甚至每页1分钟的速率，并有希望达到每页10秒钟的速率。传真通信的发展，很有可能推广到家用报纸传真，使报纸直接在家庭住宅中录印。

可视图文（*Videotex*）是一种对话式的静止图象传输系统。用户可以通过普通电话线索取需要的数据信息，并在家中的电视屏幕上显示出这些数据信息。数据信息是多种多样的，包括检索情报资料、预订旅行座位、银行存款、了解市场行情、购买商品等等。为此，必须有数据信息中心，或者数据库。用户索取信息时，他的电话机通过市内电话网或长途网连

接至数据通信处理器，而数据通信处理器相应地将数据库或其它计算机系统供给的数据信息通过公用网传给用户终端的图象显示器，以便用户收看和存储。这就是用户和数据库的对话。这种可视图文通信系统也可以用来传输照片或图片，有传真的作用。可视图文也可利用电视广播为媒介，在用户终端用家用电视机收看，那就成为另一种类型的静止图象系统——图文电视（*Teletext*）。但是，这种通信是单向的，只能由电视台向用户播放信息。比较起来，可视图文的发展前途更广，它通过对话方式，让用户获得他所需要的信息，这将在未来的信息社会中具有十分重要的意义。

电写（*Telewriting*）中的用户终端既有普通的电话机，又有发送用的写画板和接收用的图象显示器，必要时接收端还装录印器。用户一面讲话，一面用手书写或画图，话音信号和字图信号由频分复用法经过模拟电话线路传到对方用户。对方用户可以应答，并在显示器上看到写的字和画的图，需要时可以把显示器上的字图录印成副本保存。这种电话和图象通信兼用的方式，不仅在经营业务和家庭社交的场合很有用，还可弥补听觉不灵的人在通信中遇到的困难。

电视电话的用户双方通电话时，可同时互见对方的头象和说话时的面部姿态和表情，用户终端不仅有电话机，还要有摄像机和显示器。电话信号和图象信号一起在电话线中传输。

在未来的社会中，经济活动越来越复杂，并且广泛分散各地，不同远近地区一起开会的需要越来越频繁。因此，电视会议的服务可以节约聚集一起开会所需的旅费和时间。各企业、机关在各自的办公室内开辟专用电视会议室，室内设置摄像机、电视机、话筒和扬声器。大型会议还可设置大屏幕投影电视机，使图象更生动。

未来的电视将向数字化、大屏幕、高清晰度发展，高清晰度电视要达到电影片所具有的图象质量，并且明显提高图象的真实感和立体感，与此同时，立体电视也会有迅速发展。

1.3 图象通信系统

图象通信系统的任务是把图象信息用电信号方式传送到远方。图象通信系统的方框图如图 1.1 所示，由摄象设备、编码器、调制器、传输信道、解调器、解码器和显示终端等部分组成。

最常用的摄象设备是显微微光光密度计、飞点扫描器、析象管和各种类型电视摄象机。前两种设备要求图象是透明的胶片或照片。析象管和电视摄象机除了可以摄取这种形式的图象外，还能直接摄取自然景象。

在显微微光光密度计中，透明胶片或照片装在一个平台或卷在一个鼓上，通过把光束聚焦在图象上并移动平台或旋转转鼓的方法实现扫描。反映图象信息的透射光或反射光由光电检测器记录。飞点扫描器的图象是静止的，光源是阴极射线管，

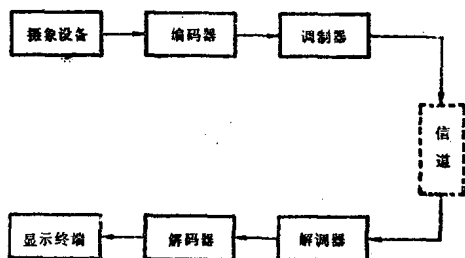


图 1.1 图象通信系统方框图