

彩色电视机原理

王 川 编著



世纪英才模块式技能实训
高职电工电子系列教材

彩色电视机原理

王 川 编著

人 民 邮 电 出 版 社
北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

彩色电视机原理 / 王川编著. —北京: 人民邮电出版社,
2009. 2
(世纪英才模块式技能实训高职电工电子系列教材)
ISBN 978-7-115-18932-5

I. 彩… II. 王… III. 彩色电视—电视接收机—理论—
高等学校: 技术学校—教材 IV. TN949.12

中国版本图书馆CIP数据核字 (2008) 第152238号

内 容 提 要

本书作为“电视原理”教材, 概括地介绍了电视信号构成及其传送原理, 同时深入地讲解了彩色电视机的组成、原理及电路特点。本书主要内容包括电视传送图像原理、全电视信号组成及发送、彩色电视编码与解码原理、高频调谐器、中频通道和伴音通道、PAL 解码器、行同步和场同步扫描电路、彩色显像管的结构及其附属电路、电视机电源和系统控制电路、整机电路分析以及数字电视原理和平板电视。其中, 数字电视原理介绍了数字电视概念、视频编码及数字电视机的组成原理, 反映了当前电视技术发展的方向。

本书可供高等职业院校电子信息类专业作为教材使用, 也可以作为各类短期培训班的培训教材, 同时适合广大电子爱好者自学使用。

世纪英才模块式技能实训

高职电工电子系列教材

彩色电视机原理

◆ 编 著 王 川

责任编辑 刘 朋

执行编辑 蔡华斌

◆ 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>

北京铭成印刷有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 14

插页: 2

字数: 336 千字

2009 年 2 月第 1 版

印数: 1—3 000 册

2009 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-18932-5/TN

定价: 26.00 元

读者服务热线: (010)67120142 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

世纪英才模块式技能实训·高职电工电子系列教材

编 委 会

主 任：杨承毅

编 委：李忠国 梅开乡 江华圣 王 彦
姚建永 熊新国 刘慎熊 余 华
徐滤非 余宏生

策 划：丁金炎

丛书前言

在我国高等职业教育改革不断深化的今天,技能培训成为高职教育的真正主题这一趋势已越来越明显。高等职业院校的教学应该“基于工作过程”的需要而展开,这不仅是就业市场的需求,也应是职教办学理念上的回归。

如今,高等职业院校的办学方针是“以就业为导向”,因此高职教学所用的教材也应按照新的教学指导思想和学生培养目标的要求来重新编写。

本系列教材是我们根据教育部“教高[2004]1号”文件的要求,借鉴国外职业教育“以能力为本位”和“基于工作过程”的课程开发理念所进行的具体探索。这套新编教材在编写时忠实贯彻了“以就业为导向”的指导思想,扭转了“过多强调学科性”及“盲目攀高升格”的倾向,重视知识、技能传授的宏观设计及整体效果,改变了过去高职教材在学科体系基础上加加减减的编写方法。

本系列教材的主要特点是结构模块化、技能系统化、内容弹性和版面图表化,其主要编写思想有如下几点。

(1)“授之以鱼,不如授之以渔”。本系列教材注重“方法论”的教学思想。我们以为,不能简单地、狭义地将技能实训认为就是学生的实际操作。高职技能实训教材应以传授经过提炼、加工、升华的专家经验(方法论)为主,这也是与传统实验报告的区别所在。

(2)教材结构“模块化”。一个模块一个知识点,重点突出,主题鲜明。模块化教材结构以其良好的弹性和便于综合的特点适应了职业教育市场化的多元需求。

(3)教学内容“本体化”。本系列教材由多本内涵不同的单科教材构成,就是教学内容“本体化”的体现,故而单个科目不向其他学科扩展渗透,追求单科教学内容单纯化,追求系列教材的组合效应是本系列教材的另一个基本思想。

(4)注意中、高职教材的梯度衔接。《世界21世纪高等教育宣言》指出:“教育内部层次的衔接是社会各种工作规范层次的需要,教育与就业的衔接,就是教育本身体现其价值的必然性要求。”我们认为中、高职教材在内容定位上,前者强调“做事”,后者强调“做事方法”,教材的知识及其篇幅都应体现一定的梯度。

(5)合理控制教学成本。本系列教材实践教学以教授做事方法为主导,因此教学成本普遍较低,我们认为若以学生实践为主题,则教学成本会增加许多,一般学校将难以实施。

(6)教材内容更加直观。本系列教材广泛使用图表归纳法,用简洁的图表归纳整理,以解决日益庞大的知识内容与学时偏少之间的矛盾。同时,本系列教材图文并茂、直观清晰、便于自学,文字表达简洁明了、明快易懂。

总之,本系列教材的出版价值不仅在于它贯彻了国家教育部“教高[2004]1号”文件中高等职业教育的改革思想,而且与当前就业单位“招聘的人能立即上岗”的要求合拍,并为学生毕业后在电类各专业间转岗奠定了最基本的知识和技能基础。同时其新(新思想、新技术、新面貌)、实(贴近实际、体现应用)、简(文字简洁、风格明快)的编写风格令人耳目一新。

如果您对这个系列的教材有什么意见和建议，或者您也愿意参与到这个系列教材中其他专业课教材的编写，可以发邮件至 wuhan@ptpress.com.cn 与我们联系，也可以进入本系列教材的服务网站 www.cbook.com.cn 留言。

系列教材编委会

前 言

本书是世纪英才模块式高职电工电子系列教材之一，也是与《彩色电视机维修技能实训》配套的理论教材。本书概括地讲述了电视信号构成及传送原理，系统、深入地讲解了彩色电视机的组成、原理及电路特点，并通过实例对电路原理、信号流程、元器件作用进行了分析。

根据当前电视技术发展的方向，本书设置了数字电视原理这一模块。但是目前模拟电视机的保有量较大，且只要通过机顶盒来接收和转换数字电视信号，就可以在模拟电视上观看数字电视节目。鉴于此，本书对模拟电视进行了详述，对数字电视进行了简介（主要介绍了机顶盒）。

本书以模块式结构编排，每个模块中给出了预备知识及参考教学节奏，便于教师组织教学和学生自学。本书还设置了边学边议环节，以活跃教学过程中课堂的气氛，充分发挥学生的主观能动性。书中的 16 个教学模块相对独立，教师可根据教学条件灵活选择。

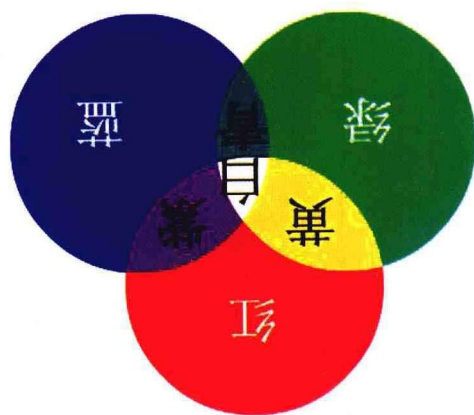
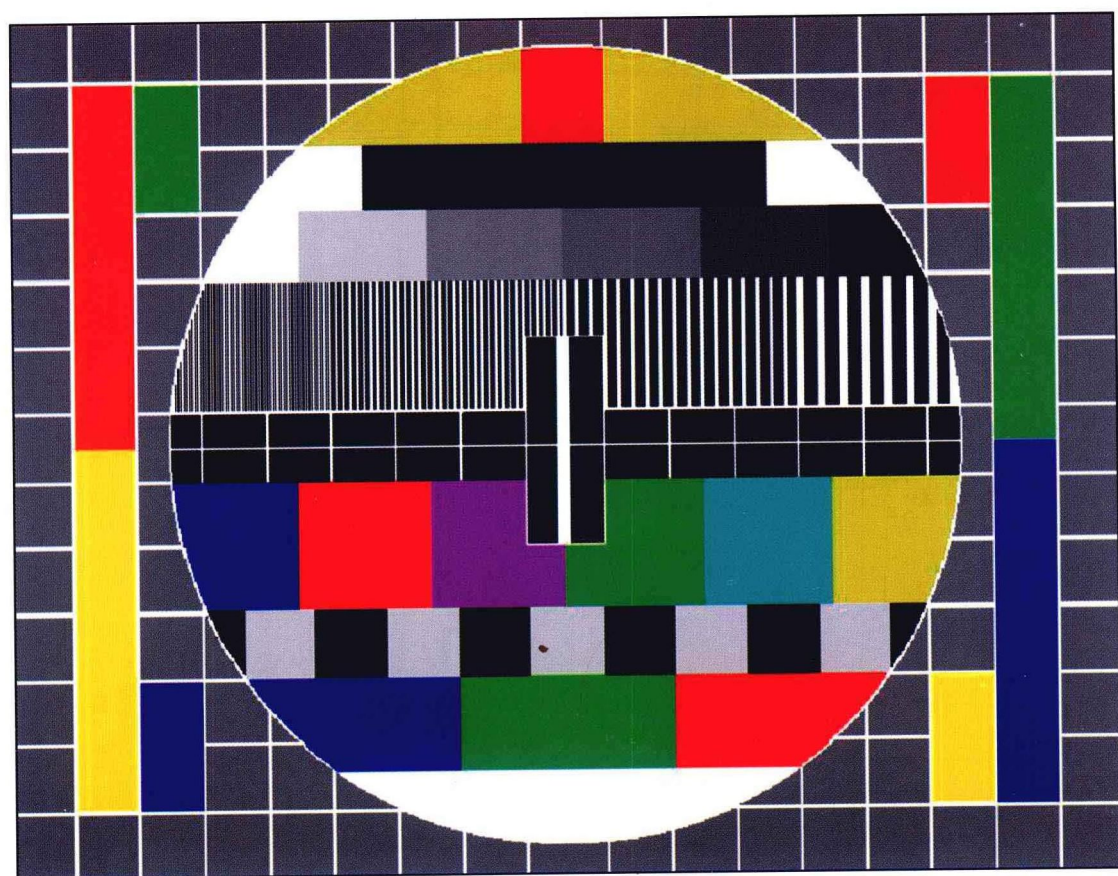
本书由武汉职业技术学院的王川编著，武汉铁路职业技术学院的杨承毅审定。本书在编写过程中，得到了武汉职业技术学院电信工程学院院长姚建永的大力支持，谨此致谢。

由于编者水平有限，书中难免有不当之处，敬请读者批评指正。

下面给出教学建议学时表，建议教学学时控制在 76 学时左右。具体的学时可由任课教师根据实际情况适当调整。

序 号	课 题 名 称	建 议 学 时
知识模块一	电视传送图像原理	4
知识模块二	全电视信号及其发送	4
知识模块三	彩色电视信号编码与解码原理	6
知识模块四	高频调谐器	4
知识模块五	中频通道	4
知识模块六	伴音通道	4
知识模块七	PAL 解码器——亮度通道	4
知识模块八	PAL 解码器——色度通道	6
知识模块九	行同步扫描电路	4
知识模块十	场同步扫描电路	4
知识模块十一	彩色显像管的结构及其附属电路	6
知识模块十二	电源电路	6
知识模块十三	系统控制电路	6
知识模块十四	整机电路分析	4
知识模块十五	数字电视原理	6
知识模块十六	平板电视机	4
合 计		76

编 者



彩色电视测试卡

目 录

知识模块一 电视传送图像原理	1
第一部分 教学组织	1
一、目的要求	1
二、预备知识提示	1
三、教学节奏与方式	1
第二部分 教学内容	2
一、图像传送原理	2
二、电视扫描原理	4
三、电视系统参数及电视图像的基本参量	7
第三部分 思考与练习	9
知识模块二 全电视信号及其发送	10
第一部分 教学组织	10
一、目的要求	10
二、预备知识提示	10
三、教学节奏与方式	10
第二部分 教学内容	10
一、黑白全电视信号	11
二、图像信号	12
三、辅助信号	12
四、同步传送图像原理	15
五、电视信号的发送	16
六、全射频电视信号频谱	18
七、电视发送系统的组成	18
第三部分 思考与练习	19
知识模块三 彩色电视信号编码与解码原理	20
第一部分 教学组织	20
一、目的要求	20
二、预备知识提示	20
三、教学节奏与方式	20
第二部分 教学内容	21
一、色度学基础	21
二、彩色图像的传输	24
三、彩色电视信号的编码与解码	25
第三部分 思考与练习	38
知识模块四 高频调谐器	39
第一部分 教学组织	39

一、目的要求·····	39
二、预备知识提示·····	39
三、教学节奏与方式·····	39
第二部分 教学内容·····	39
一、天线、传输线和匹配器·····	39
二、高频调谐器·····	43
第三部分 思考与练习·····	52
知识模块五 中频通道·····	53
第一部分 教学组织·····	53
一、目的要求·····	53
二、预备知识提示·····	53
三、教学节奏与方式·····	53
第二部分 教学内容·····	53
一、中频通道的组成和特点·····	53
二、中频特性·····	54
三、中频通道主要电路的介绍·····	55
四、中频电路实例分析·····	59
第三部分 思考与练习·····	63
知识模块六 伴音通道·····	64
第一部分 教学组织·····	64
一、目的要求·····	64
二、预备知识提示·····	64
三、教学节奏与方式·····	64
第二部分 教学内容·····	65
一、伴音通道的组成和特点·····	65
二、伴音通道主要电路的介绍·····	66
三、76810 机芯彩电伴音电路实例分析·····	70
第三部分 思考与练习·····	71
知识模块七 PAL 解码器——亮度通道·····	72
第一部分 教学组织·····	72
一、目的要求·····	72
二、预备知识提示·····	72
三、教学节奏与方式·····	72
第二部分 教学内容·····	73
一、亮度通道的组成与功能·····	73
二、亮度通道功能电路·····	73
三、亮度通道电路分析·····	80
第三部分 思考与练习·····	81
知识模块八 PAL 解码器——色度通道·····	82
第一部分 教学组织·····	82

一、目的要求·····	82
二、预备知识提示·····	82
三、教学节奏与方式·····	82
第二部分 教学内容·····	83
一、PAL 解码器电路的组成·····	83
二、色度通道·····	84
三、G—Y 矩阵电路·····	91
四、基色矩阵及末级视放电路·····	92
五、彩色解码电路实例分析·····	94
第三部分 思考与练习·····	97
知识模块九 行同步扫描电路·····	98
第一部分 教学组织·····	98
一、目的要求·····	98
二、预备知识提示·····	98
三、教学节奏与方式·····	98
第二部分 教学内容·····	99
一、扫描系统概述·····	99
二、同步分离电路·····	100
三、行扫描电路·····	101
第三部分 思考与练习·····	108
知识模块十 场同步扫描电路·····	109
第一部分 教学组织·····	109
一、目的要求·····	109
二、预备知识提示·····	109
三、教学节奏与方式·····	109
第二部分 教学内容·····	110
一、场扫描电路的作用、组成及特点·····	110
二、场振荡与场激励电路·····	110
三、场输出电路·····	112
四、LA76810 机芯扫描电路分析·····	113
第三部分 思考与练习·····	117
知识模块十一 彩色显像管的结构及其附属电路·····	118
第一部分 教学组织·····	118
一、目的要求·····	118
二、预备知识提示·····	118
三、教学节奏与方式·····	118
第二部分 教学内容·····	119
一、彩色显像管的分类及特点·····	119
二、彩色显像管的结构及工作原理·····	119
三、显像管的调制特性·····	122

四、偏转线圈·····	122
五、自会聚彩色显像管的调整·····	123
六、彩色显像管的馈电和附属电路·····	126
第三部分 思考与练习·····	129
知识模块十二 电源电路·····	130
第一部分 教学组织·····	130
一、目的要求·····	130
二、预备知识提示·····	130
三、教学节奏与方式·····	130
第二部分 教学内容·····	131
一、电视机电源的特点·····	131
二、开关型稳压电源的电路构成·····	131
三、几种常用的开关稳压电源·····	132
四、并联型开关电源的工作原理·····	134
五、TCL-2116 型彩电电源电路分析·····	135
第三部分 思考与练习·····	138
知识模块十三 系统控制电路·····	139
第一部分 教学组织·····	139
一、目的要求·····	139
二、预备知识提示·····	139
三、教学节奏与方式·····	139
第二部分 教学内容·····	140
一、中央控制系统的基本组成·····	140
二、中央控制系统的基本工作原理·····	142
三、I ² C 总线控制·····	143
四、TCL-2116 型 76810 机芯中央控制系统分析及总线数据调整·····	148
第三部分 思考与练习·····	156
知识模块十四 整机电路分析·····	157
第一部分 教学组织·····	157
一、目的要求·····	157
二、预备知识提示·····	157
三、教学节奏与方式·····	157
第二部分 教学内容·····	158
一、PAL 制彩色电视机组成框图·····	158
二、TCL-2116 型整机介绍·····	158
三、小信号处理电路信号流程分析·····	162
四、末级视放电路·····	165
五、伴音功放电路·····	165
六、行扫描输出电路·····	165
七、场扫描输出电路·····	166

第三部分 思考与练习	167
知识模块十五 数字电视原理	168
第一部分 教学组织	168
一、目的要求	168
二、预备知识提示	168
三、教学节奏与方式	168
第二部分 教学内容	169
一、数字电视概述	169
二、图像/视频压缩编码标准	172
三、数字电视机的原理介绍	174
四、机顶盒	179
第三部分 思考与练习	183
知识模块十六 平板电视机	184
第一部分 教学组织	184
一、目的要求	184
二、预备知识提示	184
三、教学节奏与方式	184
第二部分 教学内容	185
一、液晶平板电视机	185
二、等离子体电视机	193
三、平板电视的主要参数	196
第三部分 思考与练习	198
附录一 电视频道的划分	199
附录二 世界各国的电视标准	201
附录三 电视缩略语英汉对照	203
参考文献	209

知识模块一 电视传送图像原理

电视系统是活动图像信号的传输系统，以传送图像为主，也兼顾声音。与单纯的声音信号传送系统相比，电视信号的显著特点是信号的频带特别宽，这也给电视信号传输带来技术上的难度。电视图像的传送采用扫描方式，而为了节约带宽，一般采用隔行扫描。

第一部分 教 学 组 织

一、目的要求

- ① 了解电视系统的组成。
- ② 记住电视系统的基本参数及含义。
- ③ 了解电视图像传送原理。

二、预备知识提示

知 识 点	内 容
图像特征	光电转换、像素、亮度、对比度、清晰度、分辨率
电视信号的基本参量	周期、频率、带宽、波形

三、教学节奏与方式

项 目		参 考 学 时	教 学 方 式	
1	电视图像传送原理	0.5	重点讲授	① 电视系统的构成； ② 像素的概念及其传送方法； ③ 电视图像的传送方法
		0.5	边学边议	电视信号的传输方式
2	电视扫描原理	1.0	重点讲授	① 逐行扫描方法； ② 隔行扫描方法
		0.5	边学边议	隔行扫描的理解
3	电视系统的基本参量	1.0	重点讲授	① 扫描参数； ② 重现图像的基本参量
		0.5	边学边议	参量的意义

第二部分 教 学 内 容

一、图像传送原理

1. 电视系统组成

从一般的观点来看，电视系统可以看成由光电转换、传输通道、电光转换 3 部分组成，如图 1-1 所示。

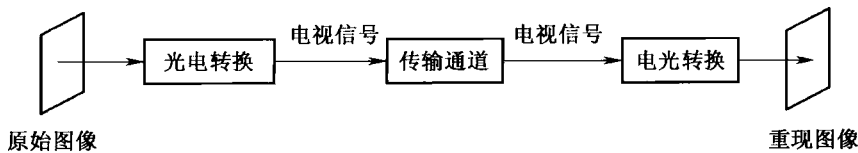


图 1-1 电视系统的组成

重现图像与原始图像要做到完全一样实际上是不可能的。一幅真实的图像，无论是亮度范围、对比度范围还是色彩范围都是相当广泛的，在技术上要想完全重现出来很困难。电视技术要完成的只是使得重现图像让人们可以接受或者基本上可以接受；电视技术的进步和完善无非是使得重现图像越来越逼近原始的真实图像，当然，也应该包括人为的技术处理，即“修饰”。

光电转换将原始图像上的亮度信息和色彩信息转变成电信号，即电视信号。我们称这种电视信号为视频电视信号，或者简称为视频信号。实现这种光电转换的具体器件是摄像管或电荷耦合器件 CCD（Charge Couple Devise）。电光转换则相反，它将电视信号还原成图像，其具体利用器件是显像管、液晶显示器、等离子体显示器或者其他显示器件。光电转换和电光转换部分也称为摄像端和显像端。

电视信号从摄像端传输到显像端有两种方式：一种是直接传输，称为视频传输；另一种是将视频电视信号调制在载波上传输，称为射频传输。视频缩写为 VF（Video Frequency），射频缩写为 RF（Radiation Frequency）。视频传输一般用于专用电视系统中，例如银行的监视系统、公交车上的后门监视系统等。射频传输则一般应用于广播电视。

电视信号传输一般也有两种方式：一种是通过电缆传输，称为闭路电视，典型的例子是有线电视 CATV 系统（Cable TV system）；另一种是通过空间电磁波传输，称为开路电视。开路电视只能是射频传输，而闭路电视则可以是视频传输或射频传输。

2. 像素及其传送

像素是指一幅点阵图像里的最小组成单元，它不能再被划分成更小的单位。如果用放大镜仔细地观察报纸上刊登的传真照片，就会发现整幅画面由很多深浅不同的小黑白点组成，这些小黑白点就是像素。像素越小、越密，画面就越细腻、越清晰。电视图像就是由大量的像素组成的。电视图像的清晰与逼真的程度直接和像素有关，像素越精细，即单位面积上的像素越多，则图像越清晰、越逼真。我国电视像素的标准为一幅图像有 40 多万个像素。

由于一幅图像所包含的 40 多万个像素不可能同时被传送，只能按一定的顺序分别将各

像素的亮度和色彩信息变换成相应的电信号，并依次传送出去；而在接收端按同样的顺序把电信号转换成一个个相应的亮点重现出来。只要顺序传送速率足够快，由于眼睛的视觉惰性和发光材料的余辉特性的影响，人眼就会感觉到这是一幅连续的图像。这种按顺序传送图像像素信息的方法是构成现代电视系统的基础，被称为顺序传送系统。图 1-2 所示是该系统的示意图。

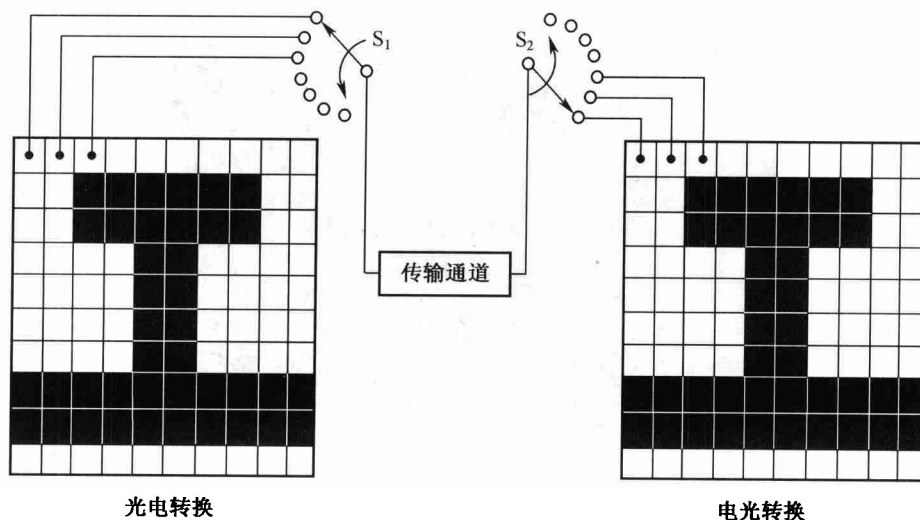


图 1-2 图像顺序传送系统示意图

3. 电视图像传送原理

在黑白电视系统中，所谓摄像就是通过对被摄图像的逐点、逐行、逐帧地扫描，将相应的图像上各点的亮度强弱变成电视信号电平的高低。而在彩色电视系统中，除了将亮度信息变成电信号以外，还需要把各点的色彩信息变成电信号。为了简化问题，我们先只讨论黑白电视系统中的图像传送原理。

电视系统中的扫描，类似于人阅读的方式，即从左到右，从上到下，逐行逐帧地进行。摄像管中的电子束在偏转磁场的作用下，不断地在被摄图像上扫描，而在扫描的同时，将扫描点所在之处的图像亮度转变成电信号的电平。水平方向的扫描称为行扫描，垂直方向的扫描称为帧扫描。一帧扫描是通过很多行扫描实现的。对于行扫描，从左到右的扫描称为行正程；正程完成后，电子束要从右回到左，这称为行逆程。对于帧扫描，从上到下的扫描称为帧正程，电子束从下回到上的过程则称为帧逆程。无论是行扫描还是帧扫描，逆程期间不对图像进行光电转换或者电光转换。对摄像管和显像管来说，逆程期间电子束截止，这称为消隐。在逆程消隐期，电视信号电平与图像亮度无关。在电视技术上，将电视信号在逆程期的电平置定在“黑色电平”上，即全黑图像所对应的电视信号电平，称为消隐电平。

从整个电视系统看，摄像管和显像管中的电子束均在进行扫描。摄像管通过扫描将被摄图像亮度逐点、逐行、逐帧地转换为电视信号电平，而显像管则通过扫描逐点、逐行、逐帧地将电视信号电平转换成图像亮度。显然，摄、显像两端的扫描必须同步进行，不然会导致显像端图像的错位。因此，同步是电视系统中的一个重要问题。

当然，以上讨论的仅仅是图像亮度信息的传送，尚未涉及图像的色彩信息传送。我们在对色度学的基本知识有所了解之后，才能够理解图像的色彩信息传送。

边学边议

① 说出你所知道的电视信号传输的方式及传输媒介。

② 现在的电视机一般都有两种信号接口（见图 1-3）：一种是射频 RF（Radio Frequency）接口，俗称天线端子，用于连接天线或 CATV 信号端；另一种是音频、视频接口，也称为 AV 接口或者 AV 端子（Audio & Video），用于连接影碟机或者录像机的音频、视频信号端。有的影碟机或者录像机上设置有 RF 信号端。

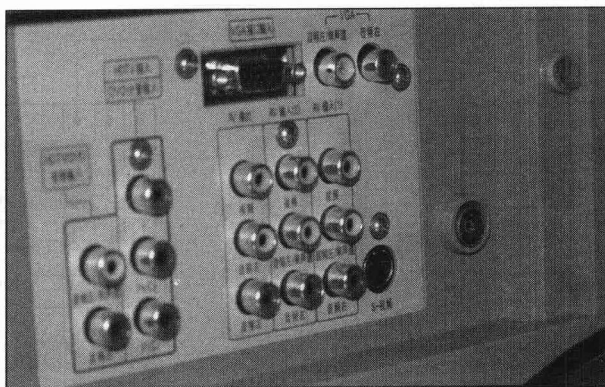


图 1-3 电视机的信号接口

③ 图像分辨率用矩形图像的一边单位长度（1 英寸）内所容纳的像素数来表示，如常说的印刷图像的分辨率是 300，即表示这幅图像 1 英寸长度（合 2.54cm）内含有 300 像素，则 1 平方英寸内有 9 万像素。这样的一幅图像，用分辨率为 72 的屏幕显示，在 100% 显示比例下，该图像尺寸比印刷尺寸大 17 倍左右 $[(300 \times 300 - 72 \times 72) / 72 \times 72 \approx 17]$ 。

二、电视扫描原理

1. 逐行扫描

逐行扫描（见图 1-4）就是电子束在偏转磁场的作用下，进行从左到右、从上到下逐行、逐帧地扫描的方式。为此，显像管中设置了水平和垂直两组偏转线圈，在偏转线圈中加入线性锯齿波电流，以产生电子束所需的偏转磁场。电视系统在正程时间传送图像，在逆程时间不传送图像；逆程扫描只为下次正程扫描作准备，逆程扫描线（回扫线）将被消隐掉。帧扫描逆程如图 1-5 所示。

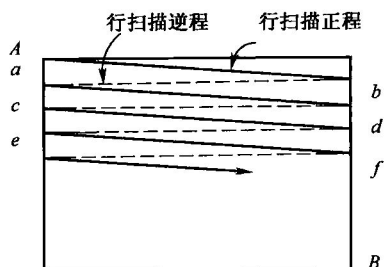


图 1-4 逐行扫描

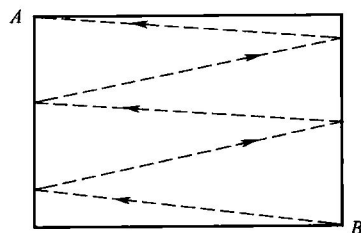


图 1-5 帧扫描逆程

当锯齿波电流的幅度合适时，其与对应的电子束有如下关系。