



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
(高职高专教育)

电视技术

(第2版)

张新芝 主编
于晓平 副主编



高等教育出版社
Higher Education Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
(高职高专教育)

电视技术

(第2版)

张新芝 主 编
于晓平 副主编

高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材(高职高专教育)。全书共12章,主要包括彩色电视信号产生、发送与接收的基本知识;彩色电视机的结构、原理与检修技术;I²C总线控制彩色电视机的特点、原理、检修和软件调整技术;平板电视和数字电视技术。本书各章都设有学习目标,并安排了实训项目、小结、练习与思考题,便于进行实践性教学,有利于学生巩固所学知识。

本书可作为高职高专电子类、信息类、无线电技术类专业教材,也可供电视机生产、维修人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

电视技术/张新芝主编. —2版. —北京:高等教育出版社, 2008.6

ISBN 978 - 7 - 04 - 024209 - 6

I. 电… II. 张… III. 电视 - 技术 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV. TN94

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 051700 号

策划编辑	孙 杰	责任编辑	孙 薇	封面设计	张志奇	责任绘图	朱 静
版式设计	王艳红	责任校对	王效珍	责任印制	韩 刚		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010 - 58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 廊坊市文峰档案文化用品有限公司

购书热线 010 - 58581118
免费咨询 800 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

开 本 787 × 1092 1/16
印 张 20.75
字 数 520 000
插 页 2

版 次 2003 年 8 月第 1 版
2008 年 6 月第 2 版
印 次 2008 年 6 月第 1 次印刷
定 价 27.20 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 24209 - 00

第2版前言

《电视技术》自2003年出版以来,得到了许多高职高专院校的认可,多次重印,销售量逐年攀升。但是,随着技术的进步和高职高专教育改革的深化,有必要对教材内容进行更新和调整。很多学校在对教材给予充分肯定的同时,也提出了一些宝贵的意见和建议,这为教材的本次修订提供了有利条件。

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材(高职高专教育),在本次修订过程中,力图体现以下特色:

1. 突出教材的技术应用性。本教材根据课程的需要,精选和提炼理论知识内容,理论知识的讲授以技术应用为目的,强调应用性。

2. 突出电路分析的典型性和知识点的递进性。在教材内容选取、体系结构建立与教学进程安排等方面,按照由浅入深、循序渐进的原则,以符合学生的认知规律。在分析彩色电视机各部分电路的工作原理时,采用A6机芯作样机。因为A6机芯代表了非总线控制彩色电视机发展的最高阶段,社会保有量很大,也是职业技能鉴定考核普遍选用的机型。而学习非总线控制彩色电视机是学习其他新型彩色电视机的基础,对于培养学生的识图能力、分析电路和判断故障能力具有十分重要的意义。

3. 体现教材内容的先进性和新颖性。本次修订的重点是第十一、十二章。第十一章在对I²C总线控制彩色电视机进行电路分析时,采用的样机由原来的TB1231机芯改为新型的超级单片TDA9373机芯。第十二章原有的“彩色电视新电路、新技术”有些已经过时,改为现在的“平板电视和数字电视技术”。

4. 突出考核、鉴定的针对性和实用性。本教材结合国家职业技能鉴定考核来组织实训内容,附录中增加了高级家用视频设备维修工职业技能鉴定模拟试题。教学内容、实训项目、练习与思考题与职业技能鉴定内容相结合,强化学生职业能力的培养与训练,帮助学生在校学习的同时获得家用视频设备维修工中级或高级职业资格证书。

本书参考学时为90~120学时,有些章节可根据专业需求进行取舍。

本书附录的电视机整机电路原理图由厂家提供,为了便于读者与实物相对照,图中电子元器件的图形符号和文字符号仍保留了原来的形式。

本书由张新芝担任主编,于晓平担任副主编。第一、二、八至十章由张新芝编写,第三、四章由贾连芹编写,第五章由张琳编写,第六章及附录由初风钦编写,第七章由张京贵编写,第十一章由于晓平编写,第十二章由姜荣编写。

本书由北京信息职业技术学院尹立俊老师审阅,尹老师提出了许多宝贵意见,在此,表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中的错误与缺点在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2008年1月

第1版前言

随着电子技术、通信技术、计算机技术和互联网技术的飞速发展,电视技术已进入一个崭新的领域。作为无法替代的信息终端,电视系统将在各个方面扮演越来越重要的角色。因此,在高职高专的相关专业开设电视技术课程是十分必要的。

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育),可作为电子类、信息类、无线电技术类的专业教材。本教材参考学时为90~120学时(含实验),有些章节可根据专业要求进行取舍。

本书体现了高职教育的特色,针对高等技术应用型人才的培养目标和高职高专的特点,正确处理了理论知识和技术应用的关系,理论知识的讲授以技术应用为目的,以必需够用为度,强调应用性;正确处理了传统内容与新知识、新技术的关系,在对传统知识进行合理取舍的同时,大量引入新技术、新设备,使内容具有先进性;结合国家职业技能鉴定考核内容去组织练习与思考题及实训内容,理论联系实际,强化学生职业能力的培养与训练,使教材具有实用性。

本书由张新芝担任主编,于晓平担任副主编。第一至第五、第八至第十章由张新芝编写,第六章及附录由田丽丽编写,第七章及部分实训内容由张京贵编写,第十一章由于晓平编写,第十二章由姜荣编写。

由于时间仓促和编者水平有限,书中错误和缺点在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2002年12月26日

目 录

第一章 电视信号的产生、发送

与接收 1

第一节 电视传像基本原理 1

第二节 黑白全电视信号 9

第三节 色度学的基本知识 12

第四节 兼容制彩色电视 15

第五节 NTSC 制编码原理 18

第六节 PAL 制编码过程 26

第七节 SECAM 制编码器简介 31

第八节 电视信号的发送 32

第九节 彩色电视接收机的基本组成 37

实训一 彩色电视接收机的使用与内部结构的初步认识 38

本章小结 40

练习与思考题 41

第二章 高频调谐器 43

第一节 高频调谐器概述 43

第二节 全频道电子调谐器 45

第三节 高频调谐器外围电路分析 51

实训二 高频调谐器的测试 53

本章小结 54

练习与思考题 54

第三章 图像中频通道 56

第一节 图像中频通道的组成及性能要求 56

第二节 图像中频通道的基本原理 58

第三节 图像中频通道实例 63

实训三 图像中频通道的测试 67

本章小结 68

练习与思考题 69

第四章 伴音通道 70

第一节 伴音通道的基本组成和工作原理 70

第二节 伴音通道实例 71

实训四 伴音通道的测试 75

本章小结 75

练习与思考题 76

第五章 彩色解码器 77

第一节 PAL-D 解码器 77

第二节 多制式解码电路 87

实训五 彩色解码电路测试 97

本章小结 100

练习与思考题 101

第六章 彩色显像管及其附属

电路 102

第一节 自会聚彩色显像管的结构及电气特性 102

第二节 自会聚彩色显像管的附属部件 105

第三节 彩色显像管的附属电路 107

第四节 末级视放电路 110

实训六 显像管电路测试与调整 113

本章小结 114

练习与思考题 114

第七章 扫描电路 116

第一节 扫描电路概述 116

第二节 同步分离电路 117

第三节 行扫描电路 119

第四节 场扫描电路 126

第五节 扫描电路实例 129

实训七 扫描电路的测试 135

本章小结 137

练习与思考题 139

第八章 开关型稳压电源 140

第一节 开关电源的特点、组成及类型 140

第二节 开关电源的基本工作原理	143
第三节 开关电源实例	145
实训八 开关电源电路的测试	150
本章小结	151
练习与思考题	152
第九章 遥控电路	153
第一节 电视机遥控电路的组成及功能	153
第二节 调谐选台电路	156
第三节 遥控发射与接收电路	161
第四节 微处理器及控制电路	166
实训九 遥控电路的测试	171
本章小结	172
练习与思考题	173
第十章 彩色电视机故障的检修	174
第一节 彩色电视机基本检修技术	174
第二节 彩色电视机的故障分析与检修	179
实训十 “三无”故障的检修	202
本章小结	203
练习与思考题	204
第十一章 I²C 总线控制彩色电视机	205
第一节 I ² C 总线控制技术	205
第二节 I ² C 总线控制彩色电视机电路分析	209
第三节 I ² C 总线控制彩色电视机的调整与检修	253
实训十一 I ² C 总线控制彩色电视机的调整	264

本章小结	265
练习与思考题	265

第十二章 平板电视和数字电视技术

第一节 平板电视技术	267
第二节 数字电视技术	276
实训十二 平板电视机的使用与内部结构的初步认识	297
本章小结	299
练习与思考题	300

附录 A 中级家用视频设备维修工理论知识模拟试卷	301
---------------------------------------	-----

附录 B 中级家用视频设备维修工操作技能模拟试卷	307
---------------------------------------	-----

附录 C 高级家用视频设备维修工理论知识模拟试卷	311
---------------------------------------	-----

附录 D 高级家用视频设备维修工操作技能模拟试卷	318
---------------------------------------	-----

参考文献	322
-------------------	-----

彩色电视测试图

附图一 康佳 T5429D 型彩色电视机电路原理图(厂家提供)
附图二 TCL-AT29166G/AT29166GF 型彩色电视机电路原理图(厂家提供)

第一章 电视信号的产生、发送与接收

引言

电视技术是同时传送图像与声音信号的电子技术，是广播或通信的一种重要方式。在发送端，由摄像机把静止或活动景物的图像发出的光信息转变成相应的视频信号，同时由微音器把与图像相关的声音转变成相应的音频信号。视频信号和音频信号经过处理后，调制在高频载波上，通过一定的途径传输到接收端，再由显示设备即时显示原景物的图像，同时由扬声器发出原来的声音。本章主要介绍电视信号产生、发送与接收的基本知识。

学习目标

了解电视信号的摄取与传送过程；掌握我国电视扫描的基本参数；掌握黑白与彩色全电视信号的组成及特点；熟悉电视信号的发射过程；了解彩色电视接收机的基本组成。

第一节 电视传像基本原理

一、图像的顺序传送

如果仔细观察报纸上的传真照片，就会发现整幅画面是由很多深浅不同的小黑白点组成。这些小黑白点是构成一幅图像的基本单元，称为像素。像素越小、越密，单位面积上的像素数目就越多，图像就越清晰。电视图像也是由大量的像素组成，按照现代电视技术要求，一幅图像有 40 多万个像素。

如果把一幅图像所包含的 40 多万个像素同时传送出去，这在技术上是难以实现的。因此在现代电视系统中，采用顺序传送方式，即按照一定顺序分别将各像素的亮度转变成相应的电信号，并依次传送出去；而在接收端则按同样的顺序再把电信号转变成一个一个相应的亮点重现出来。只要顺序传送速率足够快，利用人眼的视觉惰性和发光材料的余辉特性，人们就会感到整幅图像同时发光而没有顺序感。

图 1-1 是顺序传送电视系统示意图。在电视技术中，将一帧图像的像素，按顺序转换成电信号的过程，称为扫描。扫描如同读书一样，从左到右、自上而下地依次进行。图 1-1 中的开关 S_1 、 S_2 是同时运转的，当它们接通某个像素时，那个像素就被发送和接收，并使发送和接收的像素位置一一对应，这称为同步。在实际电视技术中是采用电子扫描方式代替开关 S_1 、 S_2 工作的。

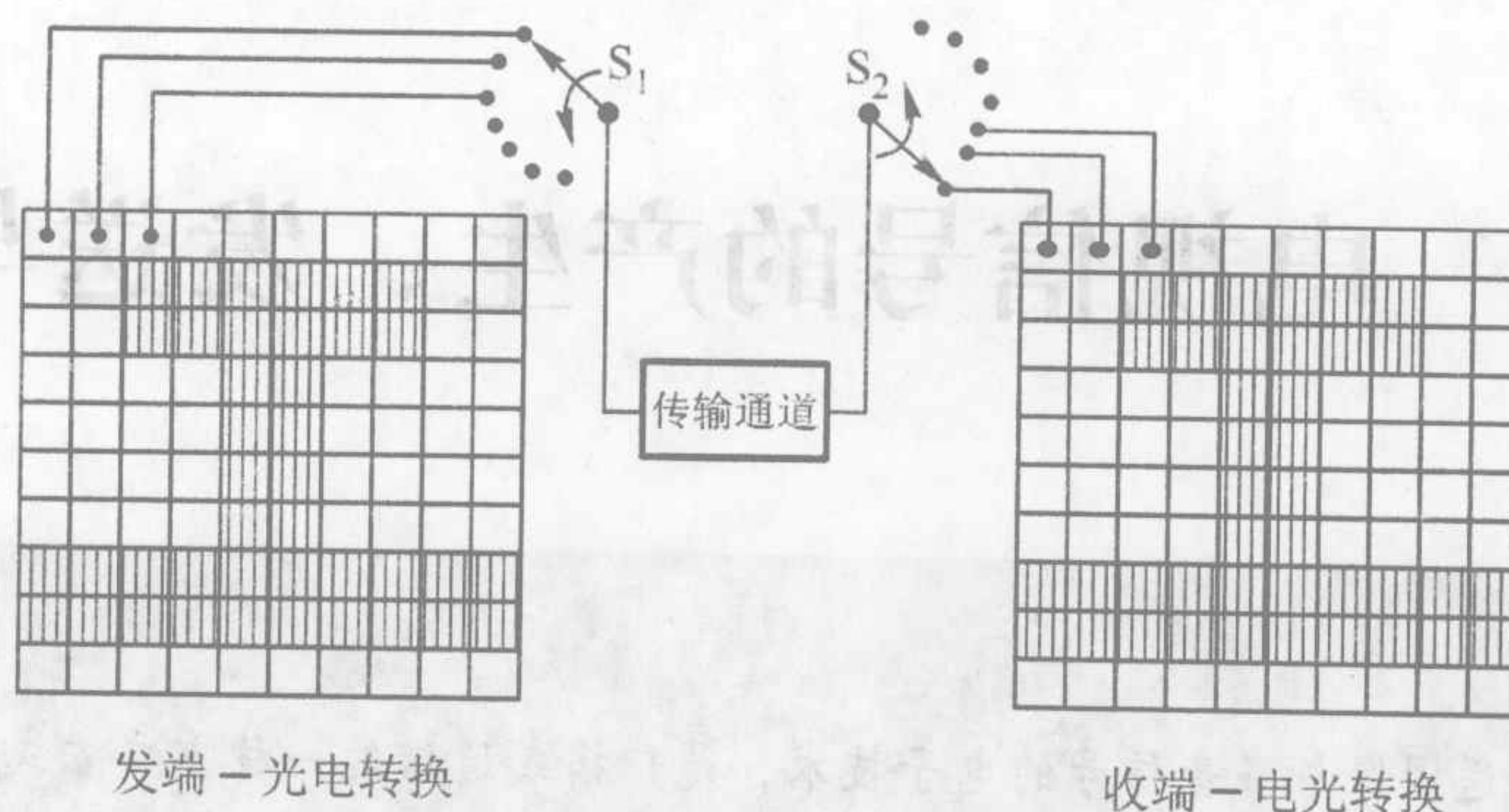


图 1-1 顺序传送电视系统示意图

二、图像的摄取与重现

1. 图像的摄取

图像的摄取是基于光 - 电转换原理，利用摄像管来实现的。摄像管有多种类型，下面以光电导摄像管为例，说明图像摄取的原理。

光电导摄像管的结构主要包括光电靶和电子枪两部分，在外部还装有偏转线圈、聚焦线圈和校正线圈，如图 1-2(a) 所示。

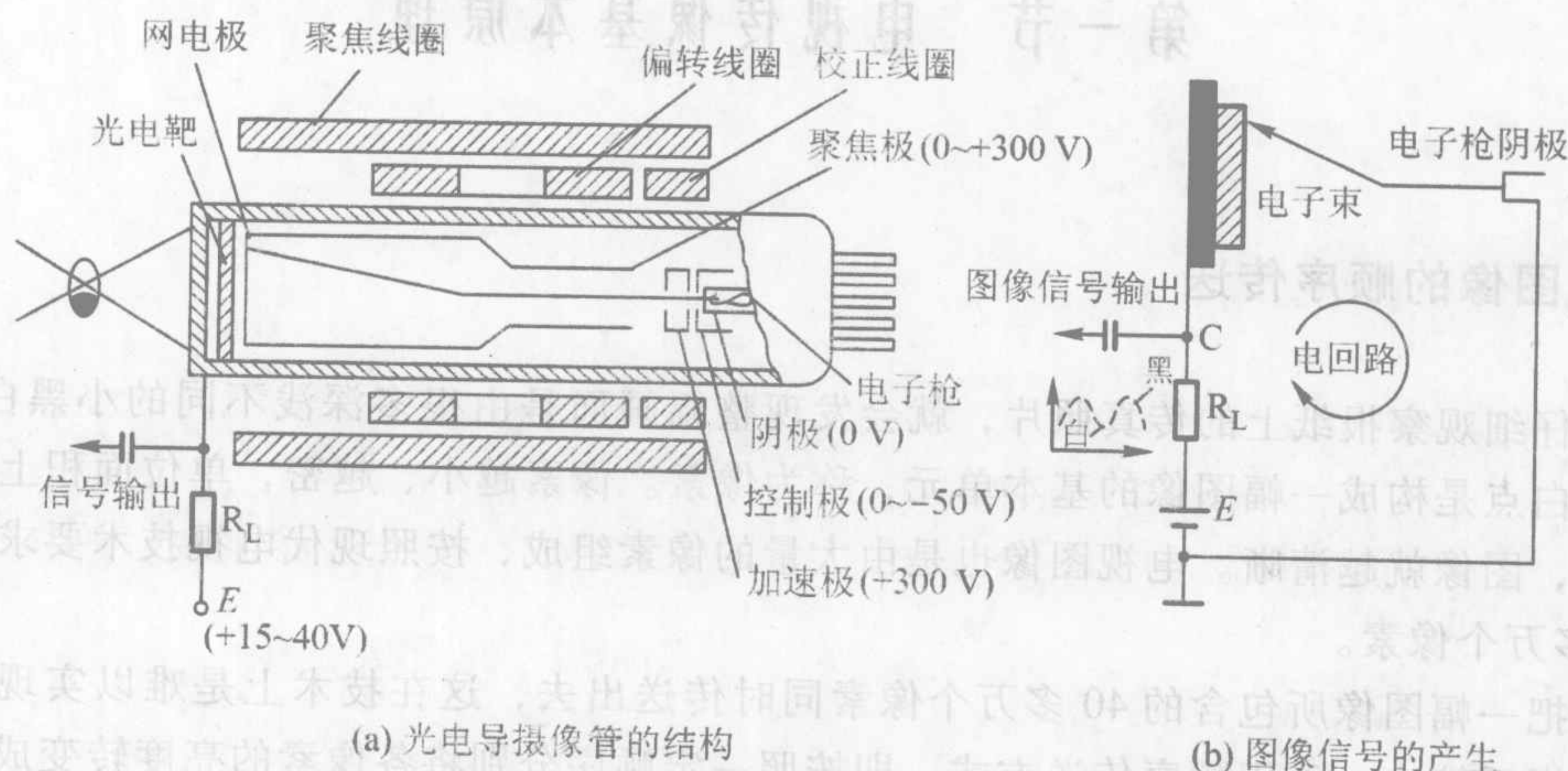


图 1-2 摄像管及图像信号的产生示意图

在摄像管的前方玻璃内壁上，镀有一层透明的、导电性能良好的金属膜，在金属膜内有一层光电导层，称为光电靶，它由半导体光敏材料制成。被摄景物通过光学镜头正好在光电靶面上成像。由于光像各部分的亮度不同，使靶面各部分的电导率不同，与光像较亮部分对应的靶像素电导较大；与光像较暗部分对应的靶像素电导较小。于是“光像”就变成了“电像”。

电子枪装在真空玻璃管内，产生的电子束由阴极射到光电靶，电子束在行、场偏转磁场的作用下，沿靶面从上到下、从左到右地进行扫描，拾取光电靶上各点的信号，产生回路电流，如图 1-2(b) 所示。当电子束扫描到亮光点对应的靶像素时，因靶像素电导较大，产生的回路

电流较大，输出的图像信号电平较低；当电子束扫描到暗光点对应的靶像素时，因靶像素电导较小，产生的回路电流较小，输出的图像信号电平较高。

这样，就完成了把一幅图像分解成像素，并且把各像素的亮度转变成电信号的光电转换过程。

2. 图像的重现

电视图像的重现是通过显像管来实现的。显像管与摄像管一样，也是一种电真空器件，它主要由电子枪和荧光屏两部分组成，其结构如图 1-3 所示。

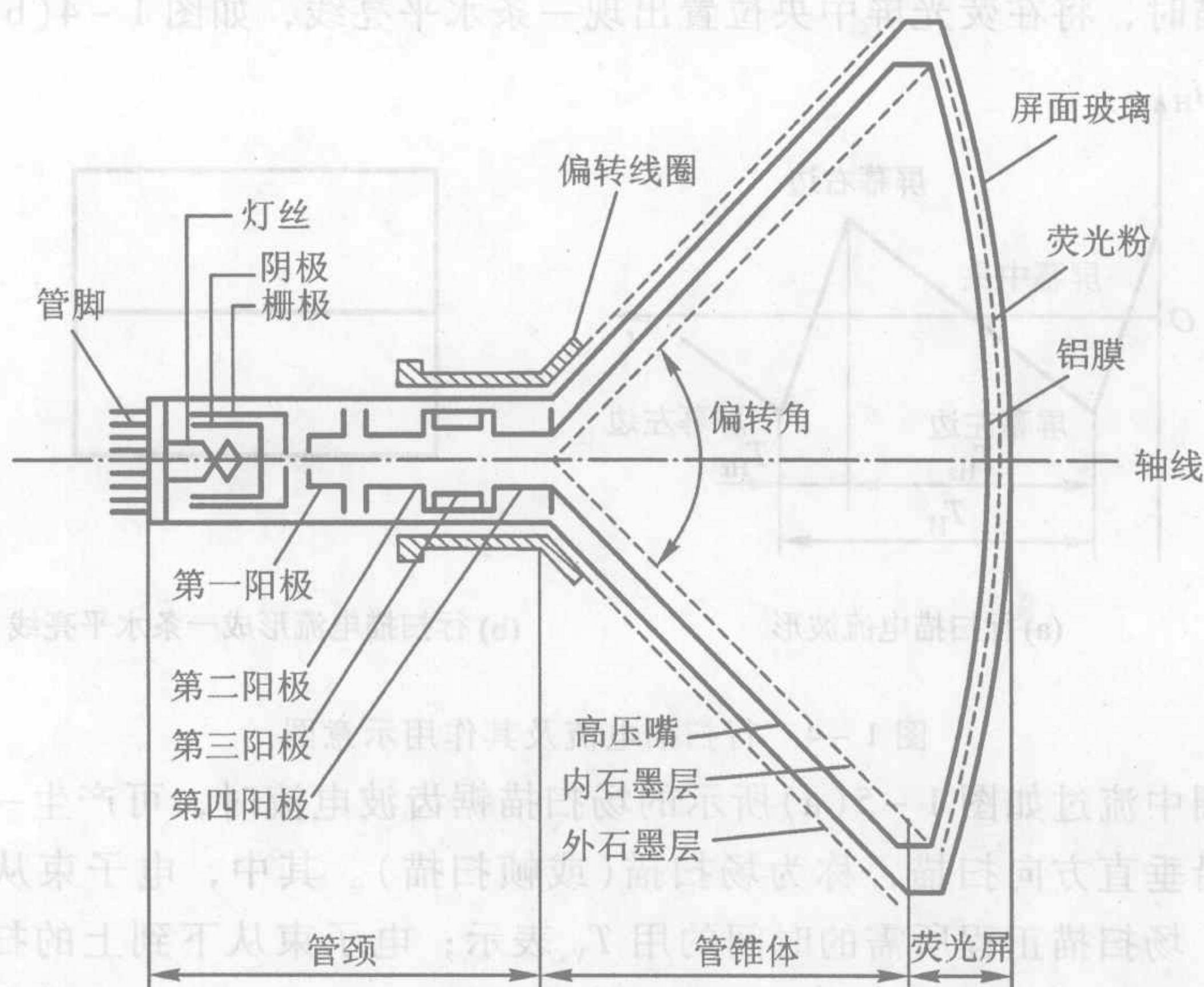


图 1-3 显像管结构示意图

电子枪被封装在玻璃管壳内，由灯丝、阴极、栅极、加速极（第一阳极）、聚焦极（第三阳极）、高压阳极（第二、四阳极）组成。在显像管屏面玻璃内壁涂有一层荧光粉，使之成为荧光屏。

电子枪的作用是发出一束聚焦良好的电子束，以高速轰击荧光屏上的荧光粉，使之发光。荧光屏的发光亮度除了与荧光粉的发光效率有关外，还与电子束电流的大小和轰击速度有关。

在显像管电子枪各极加上适当的直流电压，则产生一个聚焦良好的电子束高速轰击荧光屏，在屏幕中心产生一个亮点。这时，如果给套在管颈上的偏转线圈中通入合适的电流，则形成偏转磁场，控制电子束对荧光屏进行扫描，形成亮度均匀的“光栅”。在形成光栅的基础上，再在显像管的阴极与栅极之间叠加上图像电信号，控制电子束电流的大小，使电子束电流的变化与发送端被摄景物的亮度变化一致，并保证电子束扫描与发送端的扫描同步，就可在荧光屏上重现被摄景物的图像。

三、电视扫描原理

在电视技术中，电子束在电磁场的作用下在摄像管或显像管的屏面上按一定规律做周期性的运动称为扫描。

1. 行扫描和场扫描

当行偏转线圈中流过如图 1-4(a) 所示的行扫描锯齿波电流时, 可产生一个水平方向的偏转力, 使电子束沿水平方向扫描, 称为行扫描。其中, 电子束从左到右的扫描称为行扫描的正程, 行扫描正程所需的时间用 T_{Hs} 表示; 电子束从右到左的扫描称为行扫描的逆程, 行扫描逆程所需的时间用 T_{Hr} 表示。行扫描周期 $T_H = T_{Hs} + T_{Hr}$ 。我国电视标准规定 $T_H = 64 \mu s$, $T_{Hs} = 52 \mu s$, $T_{Hr} = 12 \mu s$ 。行扫描周期的倒数就是行扫描频率, 用 f_H 表示, $f_H = 1/T_H = 15\ 625\text{ Hz}$ 。电子束仅作行扫描时, 将在荧光屏中央位置出现一条水平亮线, 如图 1-4(b) 所示。

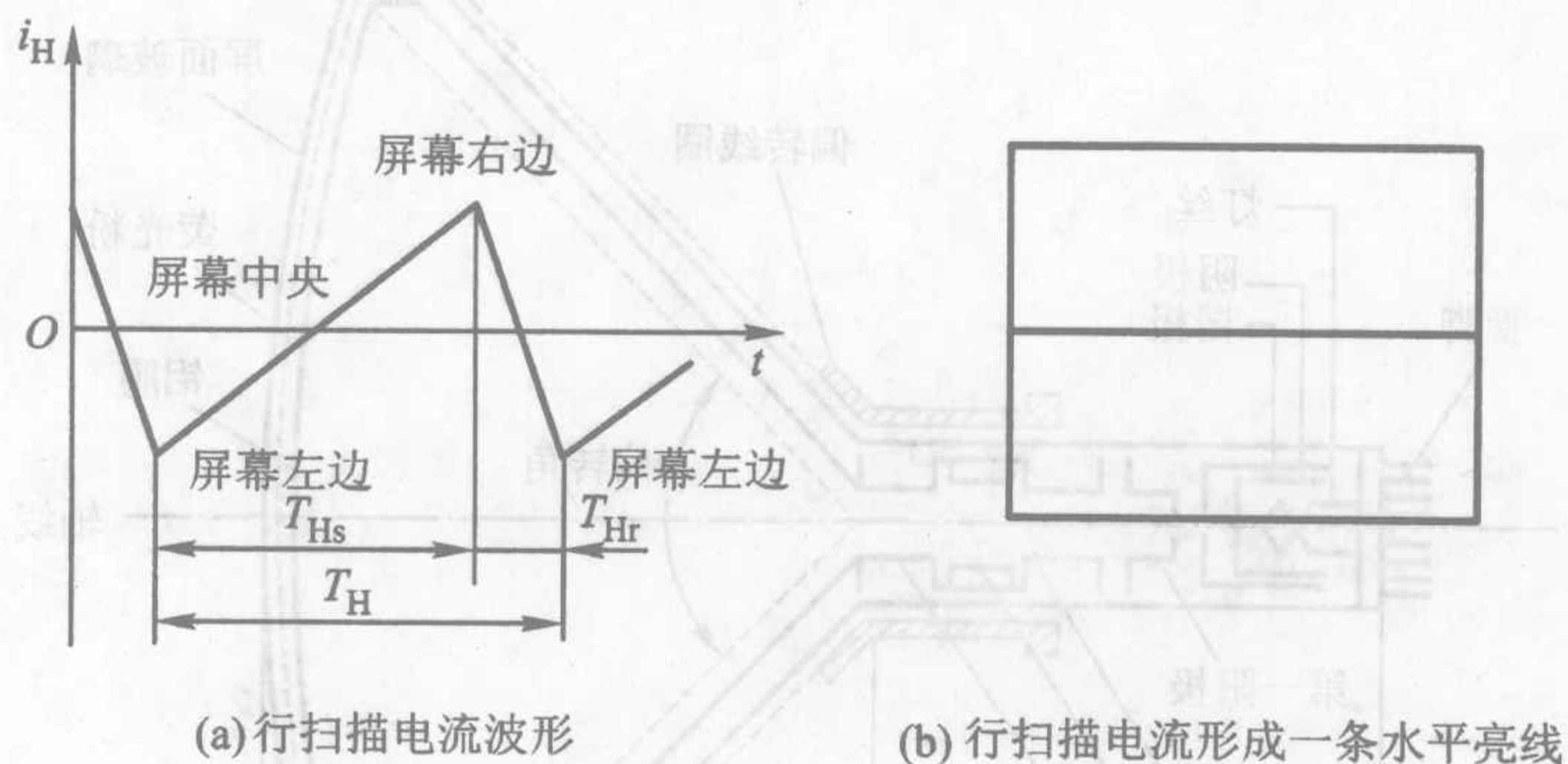


图 1-4 行扫描电流及其作用示意图

当场偏转线圈中流过如图 1-5(a) 所示的场扫描锯齿波电流时, 可产生一个垂直方向的偏转力, 使电子束沿垂直方向扫描, 称为场扫描(或帧扫描)。其中, 电子束从上到下的扫描称为场扫描的正程, 场扫描正程所需的时间用 T_{Vs} 表示; 电子束从下到上的扫描称为场扫描的逆程, 场扫描逆程所需的时间用 T_{Vr} 表示。场扫描周期 $T_V = T_{Vs} + T_{Vr}$ 。我国电视标准规定: $T_V = 20\text{ ms}$, $T_{Vs} = 18.4\text{ ms}$, $T_{Vr} = 1.6\text{ ms}$ 。场扫描频率 $f_V = 1/T_V = 50\text{ Hz}$ 。电子束仅作场扫描时, 将在荧光屏中央位置出现垂直一条亮线, 如图 1-5(b) 所示。

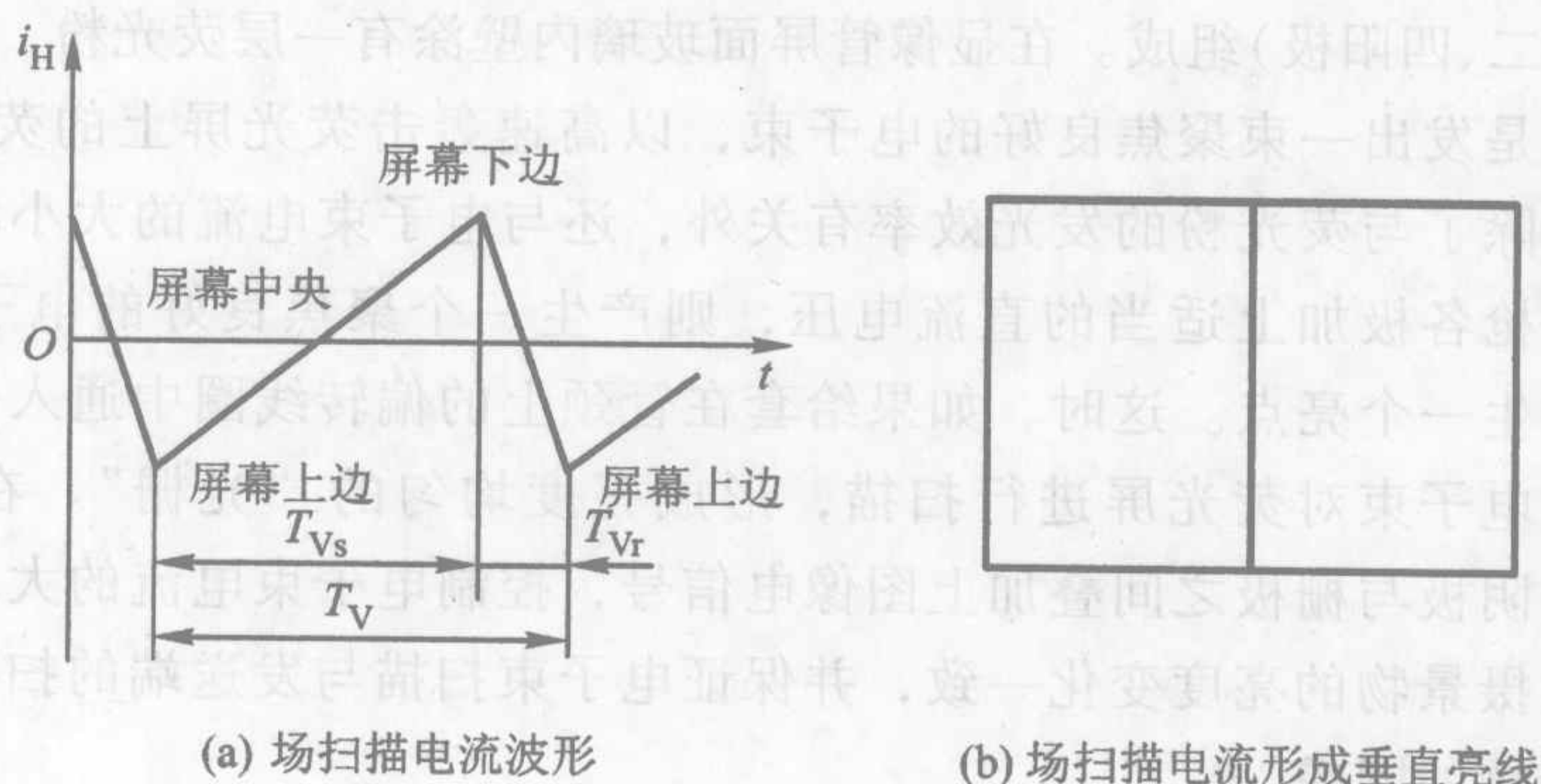
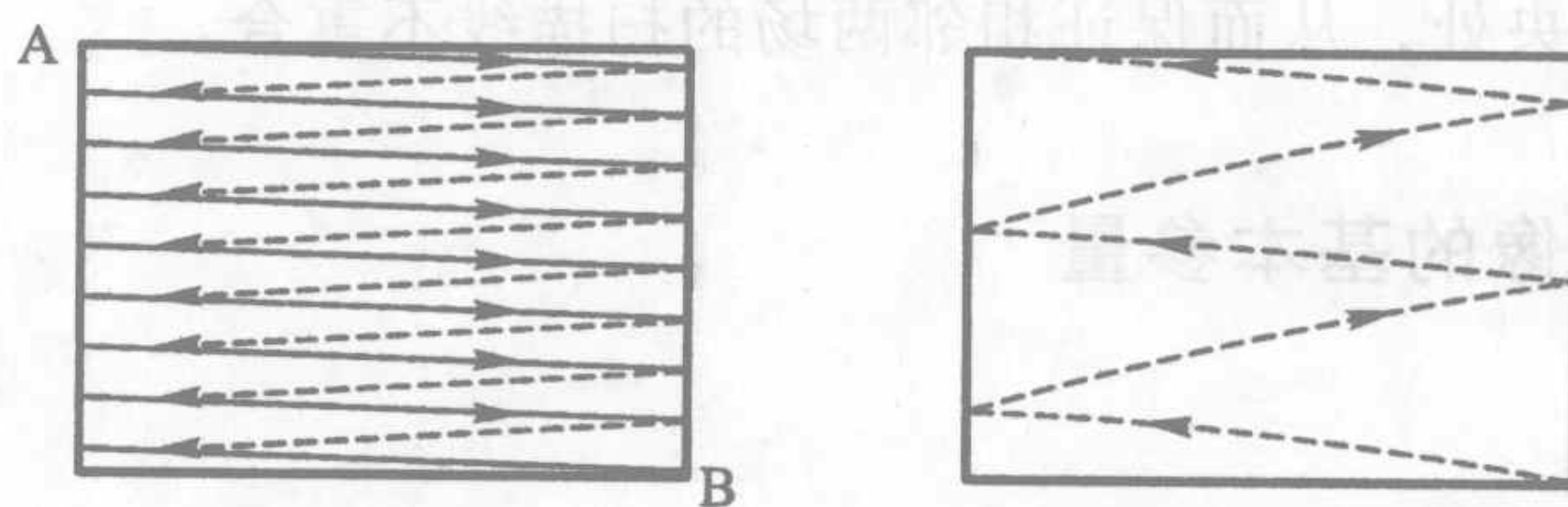


图 1-5 场扫描电流及其作用示意图

2. 逐行扫描和隔行扫描

在电视技术中, 行扫描和场扫描是同时进行的, 且行扫描速度远远大于场扫描速度, 所以屏幕上得到的是一行紧挨着一行略向右下方倾斜的水平亮线, 这些亮线合成为光栅, 如图 1-6(a) 所示。



(a) 逐行扫描

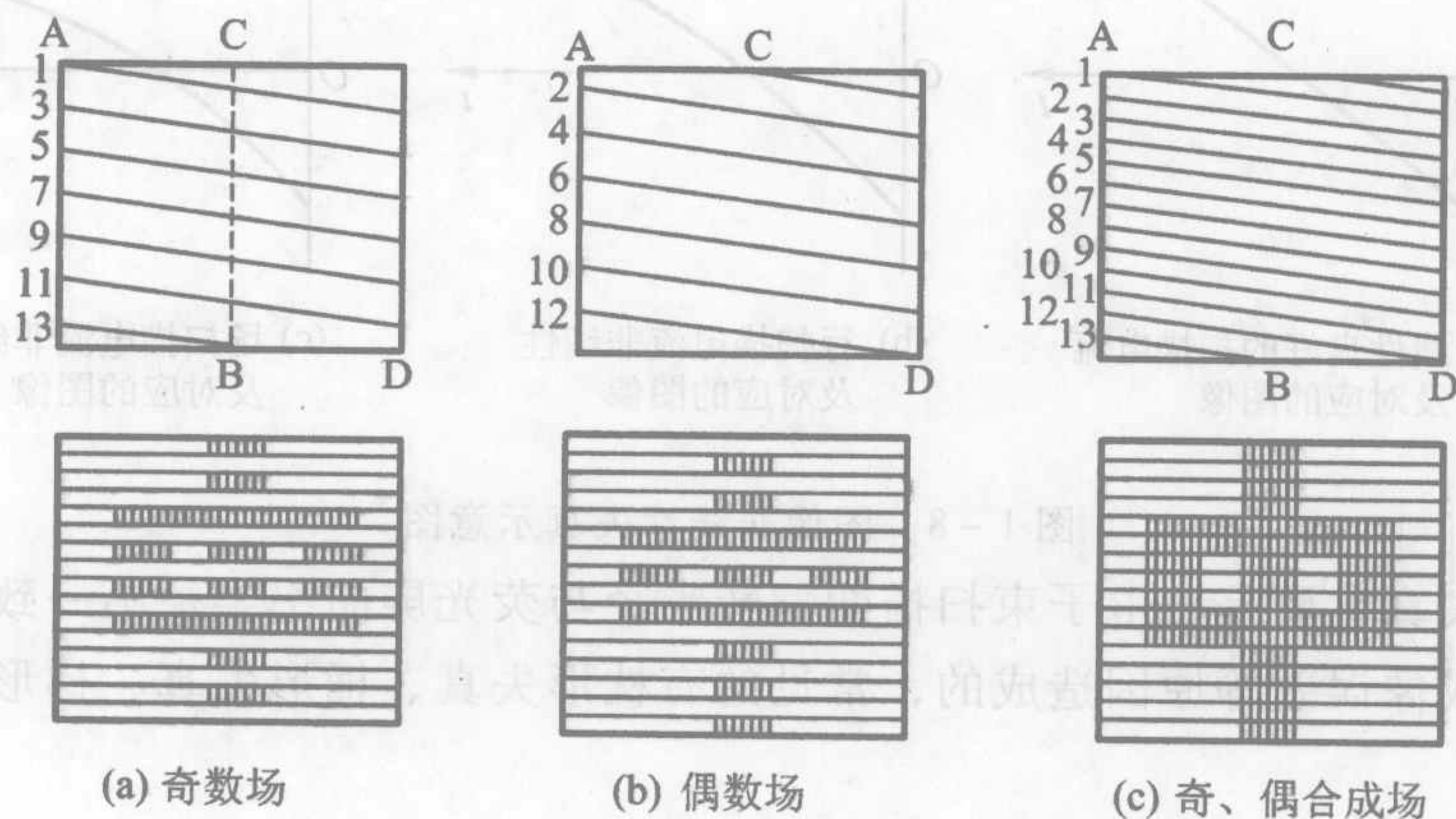
(b) 帧扫描逆程

图 1-6 逐行扫描示意图

这种电子束自上而下一行紧跟一行的扫描方式，称为逐行扫描。图 1-6(a) 中实线表示行扫描正程，虚线表示行扫描逆程。电子束在垂直方向从 A 到 B 为帧扫描正程，从 B 回到 A 为帧扫描逆程。由于帧扫描逆程的时间远远大于行扫描周期，所以从 B 回到 A 的帧逆程扫描轨迹不是一条直线，而是进行多次左右折射的扫描，如图 1-6(b) 所示。电子束在扫描正程期间传送和重现图像，而扫描逆程不传送图像内容，它只是为下次扫描正程做准备，因此要设法将逆程期间的电子束截止，使逆程扫描线（又称回扫线）不在荧光屏上出现。

逐行扫描存在这样一个问题，如果每秒钟传送 25 帧图像，则会有闪烁感；如果每秒钟传送 50 帧图像，虽然可克服闪烁感，却使电视信号所占频带太宽，使电视设备复杂化，且在一定电视波段范围内使可容纳的电视台数目减少。因此，电视广播不采用逐行扫描方式，而采用隔行扫描方式。

所谓隔行扫描就是把一帧图像分为两场来扫描，第一场扫描 1、3、5 等奇数行，形成奇数场图像，如图 1-7(a) 所示；然后进行第二场扫描，扫描 2、4、6 等偶数行，形成偶数场图像，如图 1-7(b) 所示。奇数场和偶数场图像镶嵌在一起，由于人眼的视觉暂留特性，看到的是一幅完整的图像，如图 1-7(c) 所示。



(a) 奇数场

(b) 偶数场

(c) 奇、偶合成场

图 1-7 隔行扫描示意图

采用隔行扫描，如果每秒传送 25 帧图像，每秒则扫描 50 场，即帧频(f_z)为 25 Hz，场频为 50 Hz。由于人眼每秒依次看到 50 幅画面，不会有闪烁的感觉。

隔行扫描的关键是保证奇数场和偶数场的扫描线相互镶嵌，否则将出现并行现象，降低图像清晰度。要保证隔行扫描准确，每帧扫描行数应为奇数。我国电视标准规定，每帧为 625 行，一场要扫 312.5 行。这就要求奇数场扫描正程结束于最后一行的半行，偶数场扫描正程则

起始于屏幕最上边的中央处，从而保证相邻两场的扫描线不重合。

四、重现电视图像的基本参量

1. 图像的几何特征

实践证明，人眼视觉最清楚的范围约为垂直夹角 15° 、水平夹角 20° 的一个矩形面积。因此，电视机屏幕的宽高比多为 4:3。为增强临场感与真实感，也可适当增加宽高比，例如高清晰度电视屏幕的宽高比一般采用 16:9。

显像管屏幕的大小常用对角线尺寸来表示，例如一般家用彩色电视机有 54 cm(21 英寸)、64 cm(25 英寸)、74 cm(29 英寸)等。

重现的电视图像与摄取的实际景物形状相似，比例要一致，否则将产生图像失真。图像失真可分为非线性失真和几何失真两种情况。

图像的非线性失真主要是由行、场扫描锯齿波电流的非线性引起的。当接收黑白相间的棋盘格信号时，线性良好的扫描锯齿波电流及对应的图像如图 1-8(a)所示；当行或场扫描电流出现非线性时，重现棋盘格的宽度或高度就会不均匀而造成图像的非线性失真，如图 1-8(b)、(c)所示。

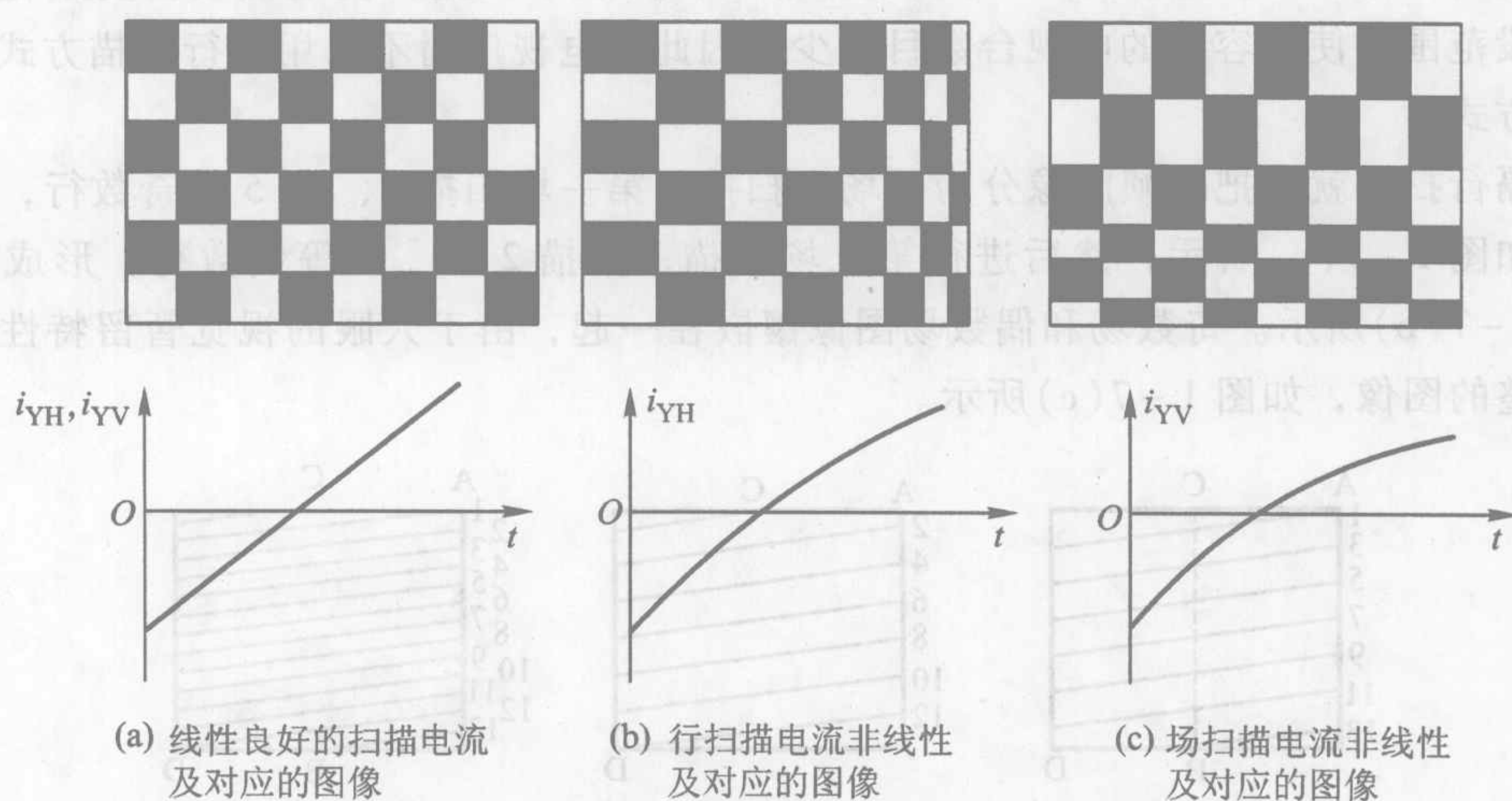


图 1-8 图像非线性失真示意图

图像的几何失真主要是由电子束扫描的偏转半径与荧光屏曲率半径不一致、偏转线圈装配误差、光学系统成像误差等原因造成的，常见的有枕形失真、桶形失真、梯形失真、平行四边形失真等。

对于图像失真现象，应采取一定的措施进行校正。

2. 图像清晰度与电视系统分解力

图像清晰度是人们主观感觉到的图像细节的清晰程度。它与电视系统传送图像细节的能力有关，这种能力称为电视系统的分解力。分解力又分为垂直分解力与水平分解力。

(1) 垂直分解力 垂直分解力是指沿图像垂直方向所能分解的像素数目，用 M 表示。垂直分解力的高低主要取决于扫描行数的多少，还和图像与扫描线间的相对位置有关。

垂直分解力等于或小于帧正程扫描行数(575行)。例如,图1-9(a)所示为被摄取的水平细条,其宽度与扫描行相当。其中a列正好落在扫描线上,此时摄像管输出的相邻两行图像信号电平高低分明,并分别代表黑条和白条,因而接收机的显像管就能得到清晰的重现图像,如图1-9(b)中的图像a'。在这种最佳情况下,垂直分解力等于帧正程扫描行数。而图1-9(a)中的b列图像,摄像时扫描线正好覆盖黑白条各一半,所得每行图像信号电平均为黑条与白条电平的平均值,因而显像管重现图像是一条均匀的灰色带,如图1-9(b)中的b'所示。这时完全丧失了垂直分解力,即垂直分解力为零。当摄取图1-9(a)中的c列图像时,则重现图像如图1-9(b)中的c'所示,这时垂直分解力为最大值的二分之一。

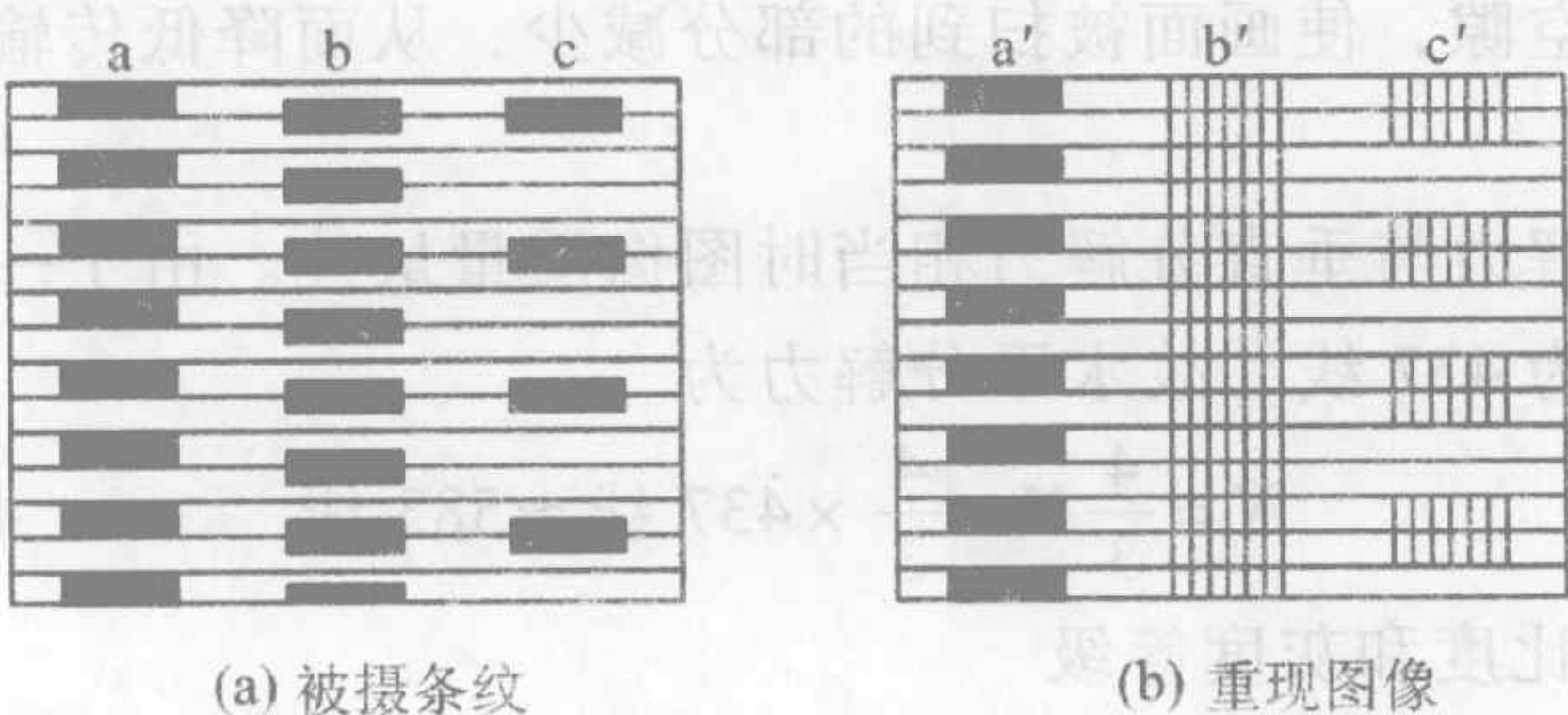


图 1-9 图像位置对垂直分解力的影响

考虑到图像内容的随机性, M 通常在 $\frac{1}{2}Z' \sim Z'$ (Z' 为帧扫描正程行数) 之间取值。我国电视标准规定, $M = 437$ 线。

(2) 水平分解力 水平分解力是指沿图像水平方向所能分解的像素数目, 用 N 表示。水平分解力的高低主要取决于图像信号通道的频带宽度及扫描电子束横截面积的大小。

如果要传送如图1-10(a)所示由黑白相间竖条组成的图像, 与其对应的图像信号应是矩形脉冲波, 如图1-10(b)所示。显然, 竖条越多, 一行内信号的变化次数也越多, 信号频谱也就越宽。传送这种信号的通道的通频带也要很宽, 否则信号将产生失真。可见, 图像的水平分解力将受到信号通道的通频带宽度的限制。

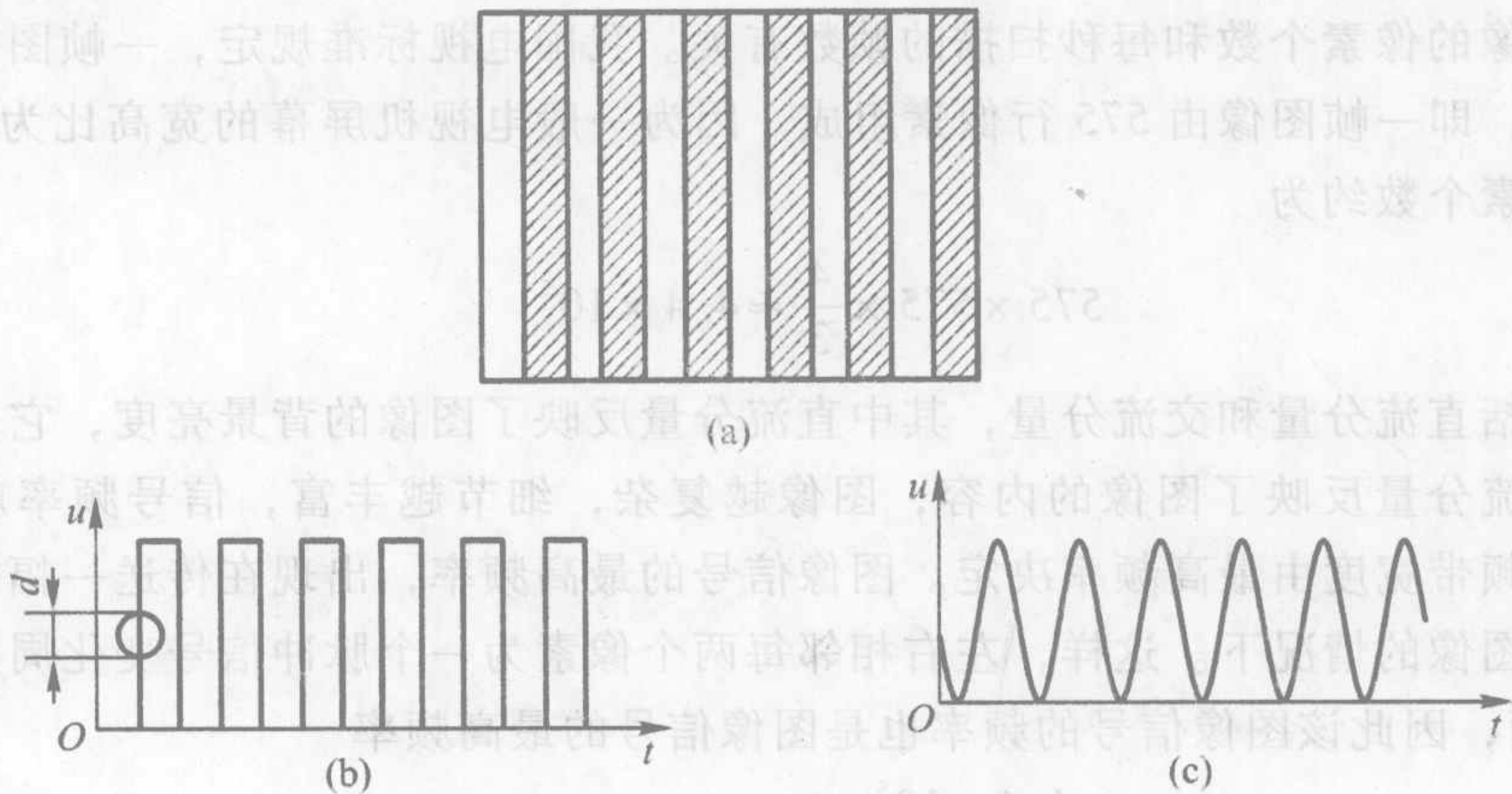


图 1-10 竖条图像及其信号波形

图像的水平分解力还受到扫描电子束横截面积的影响。尽管电子束可以聚焦得很细，但总有一定的截面积(接近于像素)，它在水平方向扫描时将使黑、白像素之间的界限模糊，输出的图像信号电平不能突变。如果要传送的黑白竖条宽度与电子束截面积相当时，则摄取的图像信号将由矩形波失真成为近似于正弦波，如图 1-10(c)所示，它将使重现图像的黑白交界处模糊不清；如果图像竖条宽度比电子束截面积更小，则输出信号根本反映不出竖条的黑白变化。由于扫描电子束存在一定的截面积而造成电视系统水平分解力下降的现象，称为孔阑效应。为克服孔阑效应的影响，在电视发送端采用专门的孔阑校正电路进行校正。

显然，减小电子束直径可以提高水平分解力。但在扫描行数一定的情况下，电子束太细将使行与行之间产生明显空隙，使画面被扫到的部分减少，从而降低传输效率。因此，电子束直径的大小要适当。

实验证明，水平分解力与垂直分解力相当时图像质量最佳。由于一般电视机屏幕的宽高比为 4:3，垂直分解力 M 为 437 线，故水平分解力为

$$N = \frac{4}{3}M = \frac{4}{3} \times 437 \text{ 线} \approx 583 \text{ 线} \quad (1-1)$$

3. 图像的亮度、对比度和灰度等级

亮度是指人眼对光的明暗程度的感觉，其大小不仅与光的辐射能量有关，还与人的主观感觉有关。

客观景物的最大亮度与最小亮度之比称为对比度。重放电视图像的对比度主要取决于图像中最大亮度与最小亮度之比，还与环境亮度有关，环境亮度越亮，对比度就越低。

黑白图像从黑色(最暗)到白色(最亮)之间的过渡色统称为灰色。灰色所划分的能加以区分的亮度层次数，称为灰度等级。灰度等级越多，图像就越清晰、逼真。电视信号发生器发出的标准彩条信号具有 8 级灰度。

电视重现图像没有必要也不可能达到客观景物的实际亮度，只要与客观景物有相同的对比度和适当的亮度层次，就给人以真实的亮度感觉。

4. 视频图像信号的频带宽度

视频图像信号是指经扫描及光-电转换过程，由光像转变成的电信号。视频图像信号的频带宽度与一帧图像的像素个数和每秒扫描的帧数有关。我国电视标准规定，一帧图像的正程扫描行数为 575 行，即一帧图像由 575 行像素组成。因为一般电视机屏幕的宽高比为 4:3，所以一帧图像的总像素个数约为

$$575 \times 575 \times \frac{4}{3} \approx 4.4 \times 10^5 \quad (1-2)$$

图像信号包括直流分量和交流分量，其中直流分量反映了图像的背景亮度，它是图像信号的最低频率；交流分量反映了图像的内容，图像越复杂，细节越丰富，信号频率就越高。显然，图像信号的频带宽度由最高频率决定。图像信号的最高频率，出现在传送一幅左右相邻像素为黑白交替的图像的情况下。这样，左右相邻每两个像素为一个脉冲信号变化周期，而每秒钟传送 25 帧画面，因此该图像信号的频率也是图像信号的最高频率

$$f_{\max} = \frac{4.4 \times 10^5}{2} \times 25 \text{ Hz} = 5.5 \text{ MHz} \quad (1-3)$$

考虑到适当留有余量，我国电视技术标准规定，视频图像信号的频带宽度为 0~6 MHz。

第二节 黑白全电视信号

黑白全电视信号包括黑白图像信号、复合同步信号和复合消隐信号。其中，图像信号反映了电视系统所传送的图像信息，在行、场扫描正程期间传送；复合同步信号和复合消隐信号是电视系统传送的辅助信息，在行、场扫描逆程期间传送。复合同步信号的作用是使电视机重现图像与电视台发送图像保持严格同步，复合消隐信号则用于消除行、场逆程期间的回扫线。

一、图像信号

图像信号是全电视信号的主体，是通过电子束扫描，由摄像管把光像中明暗不同的像素分布转变成按时间顺序排列的电信号。图像信号有正、负极性之分，若像素越亮，信号电平越高，称为正极性图像信号；反之，若像素越暗，信号电平越高，称为负极性图像信号。图 1-11 是 6 级灰度负极性图像信号波形图。图像信号的电平范围为 10% ~ 75%，参看图 1-18。

图像信号具有单极性和相关性的特点。

图像信号总是在零值以上或零值以下的一定电平范围内变化，它不会同时跨越零值上下两个区域，这称为单极性。图像信号总有一定的直流分量，它决定了图像的背景亮度。在传输中如果丢失了图像信号的直流分量，应采取措施把它恢复过来。

对于活动图像，虽然每帧画面的内容是不同的，但由于电子束的行、场扫描是以较快的频率按周期变化的，因而相邻两行、两场信号差别很小，具有很强的相关性。对于特定的静止图像，图像信号则具有周期性的特点。

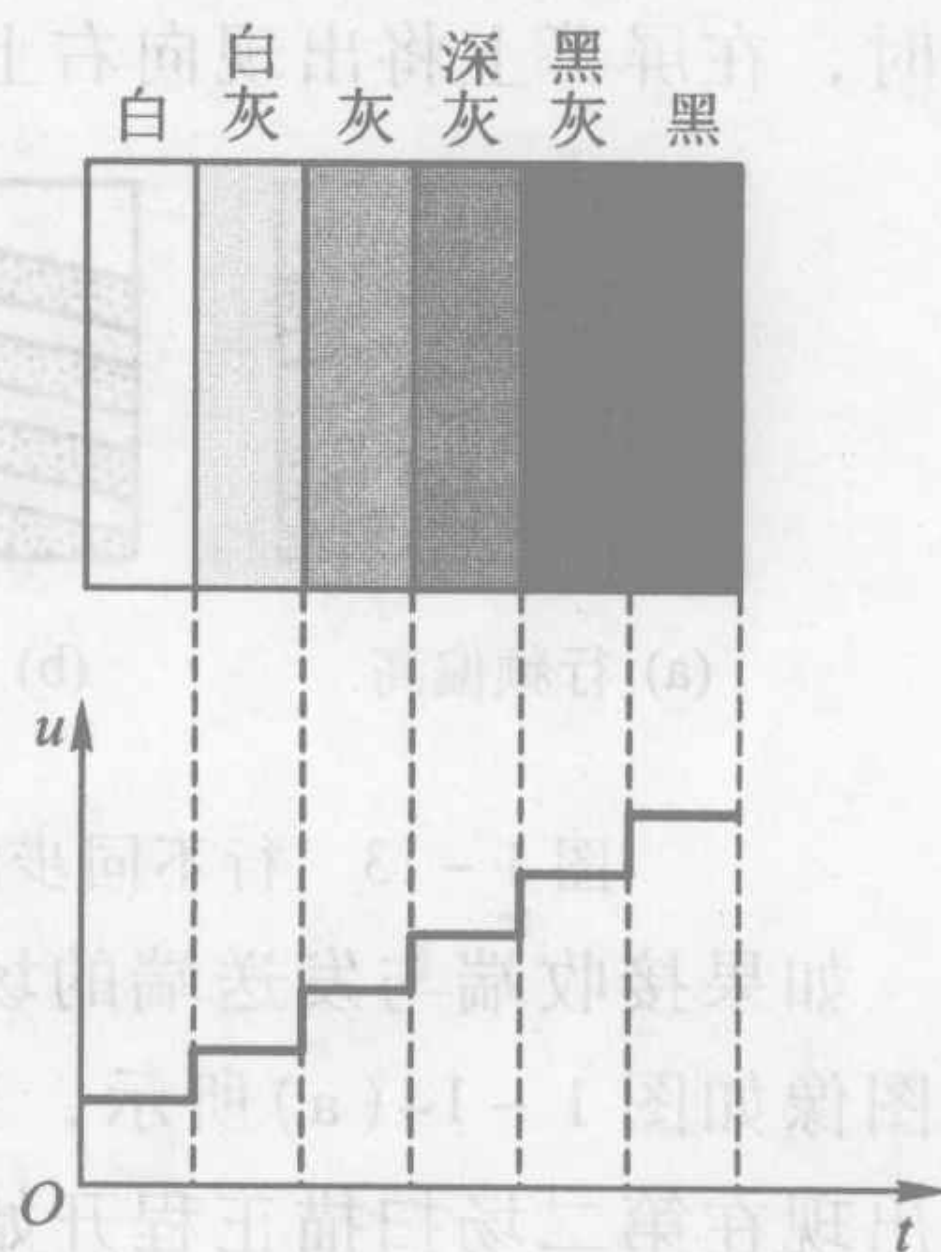


图 1-11 图像信号波形

二、复合消隐信号

复合消隐信号包括行消隐和场消隐信号，行消隐信号出现在行扫描逆程期间，用来消除行回扫线；场消隐信号出现在场逆程期间，用来消除场回扫线。

复合消隐信号的电平值为 75%，相当于图像信号黑电平。行消隐脉宽为 12 μs ，周期为 64 μs ；场消隐脉宽为 1.612 ms，周期为 20 ms。复合消隐信号的电压波形如图 1-12 所示。



图 1-12 复合消隐信号波形图

三、复合同步信号

复合同步信号包括行同步脉冲、场同步脉冲、开槽脉冲和前后均衡脉冲。

1. 电视扫描的同步

要正确地重现发送端的图像，接收端与发送端的扫描必须同步。所谓同步是指接收端与发送端的扫描点保持一一对应的几何位置，它要求收、发两端的电子束扫描必须同频、同相。

当收、发两端的电子束扫描不同步时，重现图像就不稳定或无法收看，如果接收端与发送端的行扫描频率不一致时，就会出现行不同步的故障。当接收端行频偏高时，发送端第一行末的像素及行消隐黑点将在第二行左端出现，发送端第二行末的像素及行消隐黑点将在第三行左端稍偏右出现，以此类推，其结果是原图像被逐行撕裂而无法辨认，出现每行的消隐黑点依次右移，在屏幕上形成向右下方倾斜的消隐黑条，如图 1-13(a) 所示；反之，当接收端行频偏低时，在屏幕上将出现向右上方倾斜的消隐黑条，如图 1-13(b) 所示。

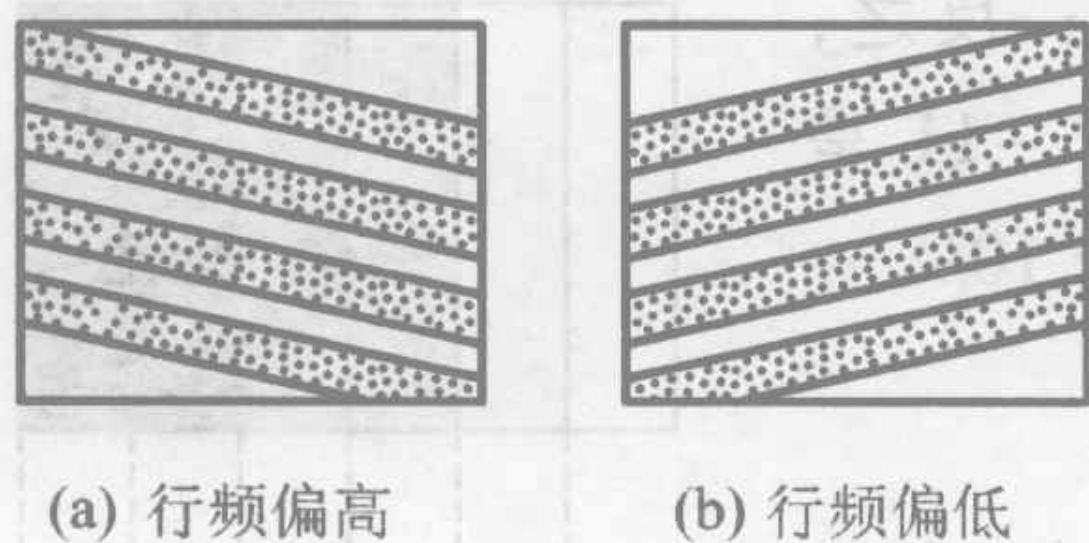


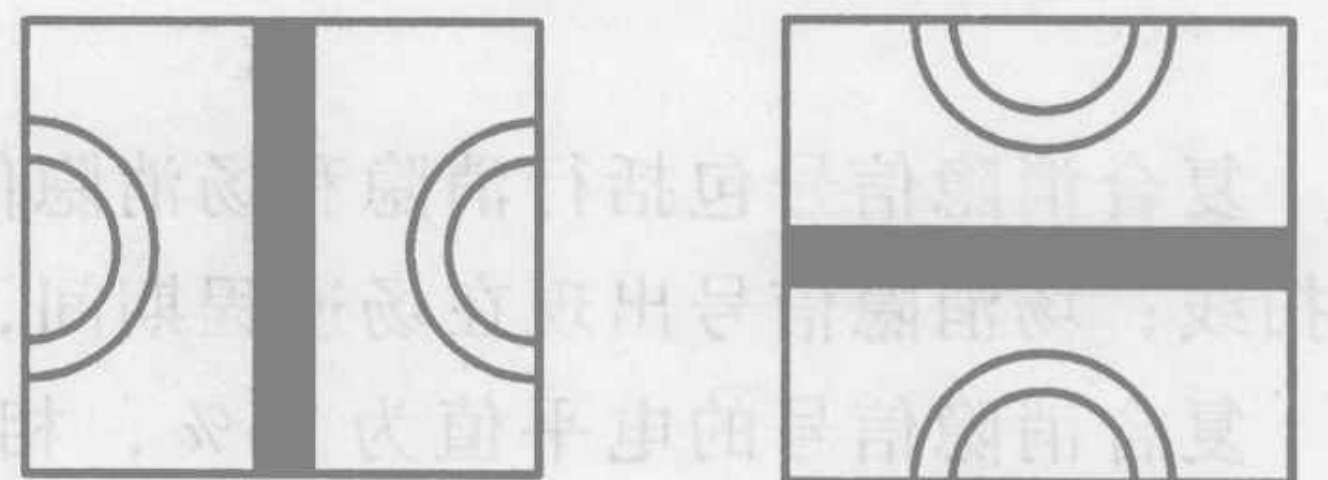
图 1-13 行不同步的现象



图 1-14 场不同步的现象

如果接收端与发送端的场扫描频率不一致时，重现图像就会出现场不同步的故障。设传送的图像如图 1-14(a) 所示，当接收端场频偏高时，第一场图像信号结束后的场消隐逆程黑带将出现在第二场扫描正程开始的部分，即屏幕上端，第二场图像信号结束后的场消隐逆程黑带将出现在第三场扫描正程开始偏下的部分，以此类推，其结果出现图像及场消隐带逐场依次下移的现象，如图 1-14(b) 所示；当接收端场频偏低时，将出现图像及场消隐带逐场依次上移的现象，如图 1-14(c) 所示。

如果接收端与发送端的扫描频率相同而相位不同时，重现图像将出现被分割的现象，例如传送如图 1-14(a) 所示的图像，当行扫描相位不同时，重现图像将出现左右被分割的情形，如图 1-15(a) 所示；当场扫描相位不同时，重现图像将出现上下被分割的情形，如图 1-15(b) 所示。



(a) 行扫描相位不正确 (b) 场扫描相位不正确

图 1-15 扫描相位不正确的现象

2. 行、场同步信号

行、场同步信号是在行、场消隐期间传送的脉冲信号，用于保证电视机的行、场扫描与发送端同步。行、场同步信号的电平高于消隐电平 25%，占据电视信号 75% ~ 100% 的位置。行同步脉冲的宽度为 $4.7 \mu\text{s}$ ，其脉冲前沿滞后行消隐脉冲前沿约为 $1.3 \mu\text{s}$ ；场同步脉冲的宽度为 $160 \mu\text{s}$ (2.5 个行周期)，其脉冲前沿滞后场消隐脉冲前沿约为 $160 \mu\text{s}$ 。行、场同步信号如图 1-16 所示。