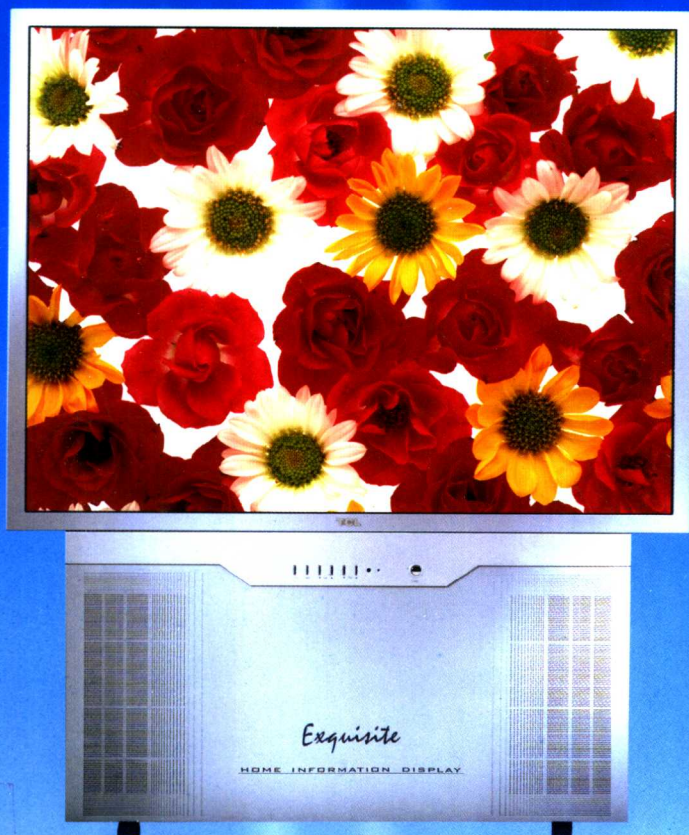


名优家电系列丛书

倍(变)频扫描电视 技术与电路分析 ——TCL王牌 HiD 系列

TCL集团多媒体电子事业本部 编著
TCL电器销售有限公司



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

名优家电系列丛书

倍(变)频扫描电视技术与电路分析 ——TCL 王牌 HiD 系列

TCL 集团多媒体电子事业本部
TCL 电器销售有限公司 编著

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

倍(变)频扫描电视技术与电路分析: TCL 王牌 HiD 系列/TCL 集团多媒体电子事业本部编著. —北京: 人民邮电出版社, 2003. 9

(名优家电系列丛书)

ISBN 7-115-11355-6

I. 倍... II. T... III. ①大屏幕电视: 彩色电视—电视接收机—技术②大屏幕电视: 彩色电视—电视接收机—电路分析 IV. TN949.16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 046608 号

内 容 提 要

本书共分 3 章, 第 1 章主要介绍了倍(变)频扫描彩色电视机的基本原理, 第 2 章对目前国内广泛使用的美国像素科技公司生产的视频信号处理集成电路 PW1230/1235 进行了简要介绍, 第 3 章以 TCL 王牌 HiD 系列大屏幕彩色电视机为例, 对倍(变)频扫描技术的应用进行了详细的分析, 对 TCL 王牌 HiD 系列大屏幕彩色电视机的工作原理进行了全面的介绍。

本书内容新颖、通俗易懂、实用性强, 既介绍经典理论, 又介绍当前最新科技成果的应用, 适合彩色电视机设计、生产、维修人员阅读, 也可作为大中专院校、职业技术学院消费电子类专业的教学参考书。

名 优 家 电 系 列 丛 书

倍(变)频扫描电视技术与电路分析

——TCL 王牌 HiD 系列

◆ 编 著 TCL 集团多媒体电子事业本部

TCL 电器销售有限公司

责任编辑 姚予疆

◆ 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>

读者热线 010-67129264

北京汉魂图文设计有限公司制作

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 15.5

插页: 1

字数: 367 千字

2003 年 9 月第 1 版

印数: 1-8 000 册

2003 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-11355-6/TN · 2099

定价: 22.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

“TCL 王牌彩色电视机系列” 丛书编委会

主 任： 赵忠尧

副 主 任： 张 杰 史万文 张付民 张学军

编 委： 苏德谋 彭秀峰 严方红 张泰兴

主 编： 苏德谋

出版者的话

随着我国市场经济的发展,我们欣喜地看到,在电视机、空调器、电冰箱、洗衣机、微波炉等家电生产行业,经过激烈的市场竞争,优胜劣汰的市场选择,涌现了一批靠优质名牌产品取胜,实现产品规模化生产经营的家电名优企业,这些企业的产品占据了国内家电产品的绝大部分份额。对于广大消费者来说,他们希望购买使用优质的名牌产品,更希望获得优质的售后服务。为此我们组织出版了这套名优家电系列丛书,目的就是在这些名优家电企业和广大消费者之间,架起一座桥梁,协助企业做好售后服务。

这套丛书将选择在我国市场占有率名列前茅的家电名优企业产品,出版一系列图书,由该企业内专业人员为主编写,并提供线路图等维修数据资料,介绍其各类产品的功能特点、工作原理,以及安装和维修方法。相信这套丛书的出版,会有助于提高广大家电维修人员的维修水平,解决维修难的问题。

现代电子技术发展迅速,新产品日新月异,我们衷心希望和全国名优家电企业共同努力,以精益求精、服务社会的精神,出版好这套丛书。我们也希望广大家电维修人员、专家、学者和电子技术爱好者,对这套丛书的编辑出版提出宝贵意见,给予帮助。

《名优家电系列丛书》 编委会

主 任： 杜肤生

副 主 任： 吕晓春

编 委： （以姓氏笔划为序）

王亚明	王晓丹	安永成	刘文铎
刘宪坤	孙景琪	宋东生	李树岭
赵桂珍	姚予疆	唐素荣	龚 克
黄良辅	程仁沛	韩华胜	

前 言

倍(变)频扫描彩色电视机是最近几年市场上的热销产品,它是数字技术在普通模拟彩色电视机中的成功应用,解决了传统模拟彩色电视机由于隔行扫描和低场频造成的行间闪烁和大量图像闪烁,是电视接收技术的进步。TCL 王牌 HiD 系列彩色电视机、如画系列彩色电视机等就是这类产品的典型代表,代表了当前彩色电视技术的发展方向。

倍(变)频扫描彩色电视机利用数字技术中的存储、控制技术,一行信号或一场信号重复使用,低速写入、高速读出,并利用数字技术中的格式变换技术,使场频增加,隔行方式拾取的电视信号以逐行方式显示,可以改善低场频扫描造成的大量图像闪烁现象,减小由隔行扫描造成的行间闪烁,增加图像的细腻程度和透亮度,提高图像垂直清晰度;数字式动态梳状滤波器的应用改善了图像水平清晰度,减小了由频谱交织造成的亮-色串扰。上述两种技术同时采用,就可以增强图像清晰度,达到目前模拟彩色电视机可能达到的最高清晰度。

倍(变)频扫描彩色电视机是模拟彩色电视机向未来数字标准清晰度电视(SDTV)、高清晰度电视(HDTV)过渡的理想产品,它的多模式同步跟踪技术使其有可能兼容未来标准清晰度电视机和高清晰度电视机的显示格式。其最主要的优点是显示以静止图像、字符为主的图像信号时,清晰、细腻、稳定、闪烁小,通过 VGA 接口或 SVGA 接口,能十分方便地与家用计算机连接,是家用彩色电视机用作多媒体终端显示器的成功尝试。

本书共分 3 章。第 1 章从普通模拟电视技术指标确定原则谈起,论述了普通模拟彩色电视机存在的主要缺陷、解决方法,对倍(变)频扫描技术,图像信号、扫描格式变换原理与图像运动补偿原理进行了详细的介绍,使读者对当前各种倍(变)频彩色电视机有一个全面的了解;第 2 章对目前国内广泛使用的美国像素科技公司生产的视频信号处理集成电路 PW1230/1235 进行了介绍,该集成电路具有视频信号的去隔行扫描技术和倍(变)频扫描变换,电影模式识别、还原,锯齿失真消除,三维数字降噪滤波等功能,还具有先进的视频信号增强技术等;第 3 章以 TCL 王牌 HiD 系列大屏幕彩色电视机为例,对其工作原理进行了详细的分析,包括频率合成式高频调谐器、I²C 总线工作原理、锁相环同步解调器、图像/伴音准分离技术、亮度-色度信号梳状滤波器、多制式彩色电视信号解码、图像质量改善技术、多频同步跟踪与显示技术、动态聚焦技术、地磁校正技术、开关电源、交互式网络电视技术等。这些是本书的重点部分,也是反映当前国内彩色电视技术最新发展水平的部分。

本书内容新颖、通俗易懂、实用性强,既介绍经典理论,又介绍当前的最新科技成果,适合彩色电视机设计、生产、维修人员阅读,也可作为大中专院校、职业技术学院消费电子类专业的教学参考书。

本书在编写过程中得到 TCL 王牌电子(深圳)有限公司徐洪涛、杨福中、王峰、严方红、高玉祥、吴晓平等高级工程师的支持与配合,并提供了大量资料,在此一并表示感谢。

由于作者水平有限,加之编写时间仓促,书中错误和不妥之处在所难免,殷切希望广大读者批评指正。

TCL 集团多媒体电子事业本部
TCL 电 器 销 售 有 限 公 司

目 录

第 1 章 倍(变)频扫描彩色电视机的基本原理	1
1.1 概述	1
1.2 普通模拟电视系统主要技术指标的确定	2
1.2.1 普通模拟电视系统场频的确定	2
1.2.2 普通模拟电视系统每帧图像扫描线数的确定	3
1.2.3 逐行扫描与隔行扫描的视频带宽	5
1.2.4 传统隔行扫描方式存在的主要问题	8
1.3 消除隔行扫描图像缺陷的方法	9
1.3.1 消除行间闪烁的原理	10
1.3.2 消除大面积图像闪烁的方法	13
1.4 各种倍(变)频扫描技术的方案介绍	14
1.4.1 飞利浦公司的 MK-9 模块	15
1.4.2 美国像素科技(pixelworks)公司的 PW1210 集成电路变频扫描方案	19
1.4.3 美国泰鼎(Trident)系统有限公司倍(变)频扫描方案	22
1.4.4 德国西门子公司的倍频扫描变换方案	24
1.5 图像信号、扫描格式变换原理与图像信号运动补偿原理	27
1.5.1 图像信号、扫描格式变换原理	27
1.5.2 运动图像的运动估计与插补	31
1.6 各种倍(变)频扫描彩色电视机的特点比较	37
第 2 章 具有防拷贝(复制保护)功能的视频信号处理集成电路 PW1230 简介	40
2.1 概述	40
2.2 输入端口	43
2.3 存储控制器	46
2.4 去隔行处理电路	48
2.5 视频信号变换电路	50
2.6 视频信号增强处理电路	51
2.7 视频信号选择	54
2.8 显示时基发生器	56
2.9 模拟信号显示端口	57
2.10 双线式串行总线系统说明	58
2.11 PW1230 的主要特点	59
第 3 章 TCL 王牌 HiD 系列产品电路原理分析	62
3.1 概述	62
3.1.1 TCL 王牌 HiD 系列产品的特点	62

3.1.2	TCL 王牌 HiD 系列产品组成方框图	62
3.2	HiD 系列产品微处理单元和 I ² C 总线系统	67
3.2.1	微处理单元(CPU)和存储器	67
3.2.2	I ² C 总线控制系统	74
3.2.3	复位电路	75
3.2.4	红外遥控接收放大器与前面板键控电路	76
3.2.5	红外遥控器	78
3.2.6	屏显(OSD)集成电路 MTV030	80
3.3	高频调谐电路	83
3.3.1	高频调谐电路的作用及调谐方式	83
3.3.2	频率合成式高频调谐器的工作原理	84
3.3.3	TCL 王牌 HiD 系列彩色电视机的高频调谐电路	88
3.4	图像、伴音中频信号处理电路	90
3.4.1	LA7566 集成电路概述	90
3.4.2	锁相环同步解调器消除蜂音原理	94
3.4.3	图像、伴音准分离技术	96
3.4.4	LA7566 集成电路在 TCL 王牌 HiD 系列产品中的应用	97
3.5	亮度—色度信号分离	100
3.5.1	彩色电视信号的频谱交织和频移技术	100
3.5.2	传统亮度—色度信号的分离原理及缺点	106
3.5.3	数字式动态梳状滤波器的工作原理	107
3.5.4	集成化多制式梳状滤波器 TDA9181	112
3.5.5	TDA9181 在 TCL 王牌 HiD 系列彩色电视机中的应用	118
3.6	彩色电视信号解码与视频信号切换	119
3.6.1	多制式彩色电视解码器与同步信号处理集成电路 TDA9143	119
3.6.2	行基带延迟线型彩色电视解码器集成电路 TDA4665	137
3.6.3	TDA8601 RGB/YUV 和快速消隐开关电路	142
3.6.4	Y、HD、VD 切换集成电路 4053	144
3.6.5	彩色电视信号解码与视频信号切换典型应用电路	145
3.7	YUV 单片图像质量改善集成电路 TDA9178	147
3.7.1	概述	147
3.7.2	TDA9178 功能说明	150
3.7.3	TDA9178 的 I ² C 总线	161
3.7.4	TDA9178 在 TCL 王牌 HiD 系列产品中的应用	165
3.8	I ² C 总线控制的电视显示处理集成电路 TDA9332H	167
3.8.1	概述	167
3.8.2	TDA9332H 集成电路各部分功能说明	171
3.8.3	TDA9332H 的 I ² C 总线特性	176
3.8.4	TDA9332H 使用中几个注意事项说明	184

3.8.5	TDA9332H 在 TCL 王牌 HiD 系列彩色电视机中的典型应用	186
3.9	同步分离与同步信号切换电路	188
3.9.1	同步分离集成电路 M52036SP	189
3.9.2	M52036SP 集成电路在 TCL 王牌 HiD 系列彩色电视机中的典型应用	191
3.10	AV 切换电路	194
3.10.1	AV 切换集成电路 TA8747	194
3.10.2	TA8747 AV 开关集成电路在 TCL 王牌 HiD 系列彩色电视机中的应用 ...	196
3.11	伴音信号处理电路	197
3.11.1	伴音信号处理电路的组成	197
3.11.2	NICAM 数字声、模拟声信号解调、解码与三维立体声信号处理电路	198
3.11.3	左、右声道功率放大器和重低音功率放大器	200
3.12	行、场扫描电路和光栅几何校正	202
3.12.1	场扫描输出电路	203
3.12.2	行扫描电路和光栅几何校正电路	204
3.12.3	光栅水平枕形失真校正电路和动态聚焦电路	208
3.12.4	B ⁺ 过流保护电路	210
3.13	开关电源电路	210
3.13.1	TDA16850 开关电源系列(SMPS)控制器简介	211
3.13.2	TDA16850 工作原理说明	213
3.13.3	TDA16850 各部分功能说明	216
3.13.4	TDA16850 开关电源控制器在 TCL 王牌 HiD 系列彩色电视机中的 典型应用	220
3.13.5	待机电源电路和地磁校正电路	223
3.14	交互式网络电视	226
3.14.1	易视 2000 系列产品简介	226
3.14.2	彩色电视机附加易视网络模块的方案	227
3.14.3	TCL 王牌 HiD 系列网络电视产品简介	230
3.14.4	交互式网络电视的特点	232

附录

1. TCL-HiD291S. P/HiD296S. P/HiD299S. P 型彩色电视机电路原理图
2. TCL-HiD296B. e/HiD348SB. e/HiD3460B. e 型彩色电视机电路原理图

参考资料	233
------------	-----

第 1 章 倍(变)频扫描彩色电视机的基本原理

1.1 概 述

倍(变)频扫描技术是数字信号处理技术在彩色电视机中的成功应用之一,是电视技术的进步,它解决了普通模拟电视无法解决的技术难题。TCL 王牌 HiD 系列 299S.P 型、348S.P 型等及如画系列 2935i 型、2927i 型等产品便是这种倍(变)频彩色电视机的典型代表,是模拟电视数字化处理的最新技术成果,是近几年国内市场上的热销产品。

倍(变)频彩色电视机利用数字技术中的存储、控制技术,将一行信号或一场信号重复使用,减小了普通模拟彩色电视系统由于隔行扫描和低场频造成的行间闪烁和大面积图像闪烁,增加了图像的细腻感和透亮度,提高了图像的垂直清晰度。数字式动态梳状滤波器改善了图像水平清晰度,减小由频谱交织造成的亮/色串扰。两种技术同时应用,就可以增强图像的清晰度,达到目前模拟彩色电视系统可能达到的最高图像清晰度。

采用倍(变)频扫描技术可以提高彩色电视机图像的垂直清晰度,但其最主要的优点是在显示以静止图像和字符为主的图像信号时,图像更清晰、稳定,并且可以通过 VGA 接口或 SVGA 接口十分方便地与家用计算机相连接,是家用彩色电视机用作多媒体终端显示器的成功尝试,TCL 王牌电器公司把这种产品称之为 HiD。

倍(变)频扫描彩色电视机是模拟彩色电视机向未来数字标准清晰度电视(SDTV)、高清晰度电视(HDTV)过渡的理想产品,它的多模式同步跟踪技术使其扫描、显示格式有可能兼容未来标准清晰度电视和高清晰度电视。将来一旦数字电视广播之后,用户只需购买一部具有数字电视信号接收、解调、解码功能的数字电视接收设备(机顶盒),就可以显示高质量的数字电视信号,图像显示质量取决于彩色显像管。如果使用目前 4:3 幅型比的普通彩色显像管,则可显示标准清晰度电视图像;如果使用 16:9 幅型比的宽屏幕高清晰度彩色显像管,则可显示高清晰度电视图像。

像其他许多新技术一样,倍(变)频扫描技术在为人类提供高质量图像的同时,也会给电视行业带来许多技术难点。倍(变)频扫描技术采用了许多数字电路、控制电路、大容量数字信号存储器,增加了整机电路的复杂程度和成本。首先,倍(变)频扫描电路使彩色电视机的行、场扫描频率增加,必然会引起行、场扫描电路功耗增加,特别是行扫描输出级工作在高频(32kHz)、高压(30kV 阳极电压)、大电流(行扫描锯齿波电流峰峰值达 10~12A)、开关工作状态下,对于这个彩色电视机的故障多发部位,功耗增加的结果,不仅降低了整机的工作稳定性与可靠性,而且对行、场扫描电路,开关电源电路的关键元器件提出了更高的要求。其次,采用倍(变)频扫描技术还会使普通模拟电视体制下的视频信号带宽被展宽,因此对视频信号放大

电路,特别是末级视频放大器提出了更高的要求。视频放大器的带宽必须提高一倍以上,才能达到与普通模拟彩色电视机相同的图像水平清晰度。

随着电子科学技术水平的提高和彩色电视机设计、制造水平的提高,倍(变)频扫描技术带来的诸多技术难题大都已经得到圆满解决,具有倍(变)频扫描技术的大屏幕彩色电视机、彩色投影电视机、逐行扫描 DVD 视盘机等必将成为市场主流产品之一。

1.2 普通模拟电视系统主要技术指标的确定

1.2.1 普通模拟电视系统场频的确定

普通模拟电视系统的场频是由人眼的视觉惰性确定的。人眼的视觉惰性是指人眼对亮度的主观感受滞后于亮度出现和消失的时间。理论与实践证明:人眼的主观亮度感觉是在实际亮度出现之后按指数规律上升;当亮度突然消失之后,人眼的亮度感觉并不立即消失,而是按指数规律下降。人眼对亮度的实际感觉总是滞后于实际亮度出现、消失的特性称为视觉惰性(图 1-2-1)或视觉残留特性。视觉惰性是现代电影和电视的理论基础之一。

我们日常生活中视觉惰性的实际例子很多,例如短暂的光刺激,总不如亮度相同的恒定光明亮;漆黑夜晚天空中的流星或焰火,实际上是快速光点的移动,但人的感觉是快速亮线移动;当我们观察黑白或彩色电影胶片时,发现它们是由一帧一帧内容变化不大的画面组成的,当这些画面快速连续出现时,人们就会感觉到一幅连续的活动图像。这些都是人眼视觉惰性的典型例子。从图 1-2-1 可以看出,人眼的视觉惰性在光出现和光消失后的特性不完全相同,光出现时的视觉惰性时间短,光消失后的视觉惰性时间长,一般情况下光消失后的视觉残留时间大约为 0.1 秒。

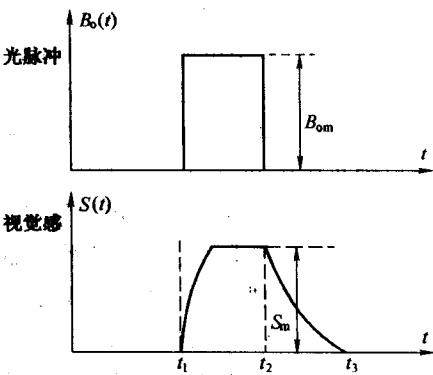


图 1-2-1 视觉惰性

如果图像移动速度过快,或每秒换帧次数太少,或图像亮度太强,人眼就会感到图像跳动或闪烁,而不是连续变化的稳定图像。根据电影技术的经验,每秒换帧 24 次,每帧图像曝光两次,就能给人以连续、稳定的感觉。

当人眼受到频率较低的周期性光脉冲刺激时,会有明、暗交替的亮度感觉,这种现象称为闪烁。如果把光脉冲的频率增加到一定程度后,闪烁就会消失并给人以稳定、连续、顺畅的感觉,人们把人眼恰好感觉不到闪烁的频率称之为临界闪烁频率。

临界闪烁频率与许多因素有关,例如亮度、物体运动速度、相继两幅图像的亮度分布及物体或画面的颜色、观看距离、周围环境光条件等,但最主要的是光脉冲的最大亮度 L_m 。临界闪烁频率 f_c 与光脉冲最大亮度 L_m 之间的经验公式为:

$$f_c = a \lg L_m + b \quad (1-2-1)$$

其中： f_c ——临界闪烁频率，单位为 Hz；

a, b 为常数，一般 $a=9.6, b=26.6$ ；

L_m ——光脉冲或屏幕最大亮度，单位为 cd/m^2 。

当 $L_m = 100\text{cd}/\text{m}^2$ 时， $f_c = 45.8\text{Hz}$ ，当 L_m 上升时，临界闪烁频率随之上升。因此按照人眼临界闪烁频率的要求，电视机的帧频最小应不低于 45.8Hz 。同时随着屏幕亮度提高，尺寸变大，观看距离变小，帧数还应相应提高。

早期广播电视系统选择场频时，还要考虑场频与当地工业用电电源频率锁相，这样当电源电路对图像造成干扰时，干扰图形是固定的；当电源干扰与帧频不锁相时，干扰图形将是移动的（如图 1-2-2(a) 所示），即以两频率之差造成图像干扰黑带向上（场频低）或向下（场频高）滚动，频差越大，滚动速度越快。如果这种干扰进入扫描系统，可能使扫描光栅产生扭曲现象（如图 1-2-2(b) 所示）。为了避免这种现象，在电视技术发展初期，选择广播电视的帧（场）频与市电电源频率同频、同相。因此电源工业频率为 60Hz 的美、日、加拿大等国，帧频选为 30Hz ，利用隔行扫描技术，把 30 帧图像分为 60 场扫描，即场频为 60Hz ；而电源工业频率为 50Hz 的中国、前苏联、欧洲等国，帧频选为 25Hz ，利用隔行扫描技术，把 25 帧图像分为 50 场扫描，即场频为 50Hz 。随着科学技术的发展，特别是电源稳压技术的提高，开关电源的使用，电路设计水平的提高，电源电路对图像信号和扫描电路的干扰问题基本解决，广播电视的场频不再与电源电压频率锁相，彩色电视机的场频可以高于工业频率，也可以低于工业频率，完全由系统本身需要确定。为了保证系统正确运行，彩色电视系统的行频、场频均与彩色副载波锁相，接收端只需保证彩色副载波、扫描电路主振频率（例如 4.43MHz 和 500kHz 晶体振荡器）被色同步信号和行同步信号锁相，就可以保证彩色正确复显，行、场同步稳定，并具有较高的隔行扫描质量。

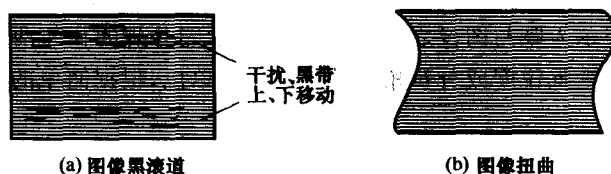


图 1-2-2 电源干扰造成的滚动与扭曲

1.2.2 普通模拟电视系统每帧图像扫描线数的确定

普通模拟电视系统每帧图像的扫描线数是根据人眼对图像细节分辨力有限的特点确定的。人们可以做这样一些实验：当把两个距离很近的黑点或黑线，由近到远移动到一定距离后，人眼就分辨不出两个黑点或黑线；当把一定亮度比例、一组间隔距离很近的红、绿、蓝三个光点由近到远移动到一定距离时，人们看到的将是一个白色的亮点，这种现象称为空间混色原理。当人们用放大镜观察彩色电视机屏幕时，就会发现彩色图像是由许多距离很近的条状发光的红、绿、蓝荧光体组成的。这些发光比例时时处处不同的红、绿、蓝三基色荧光体就组成了一幅绚丽多彩的电视图像。

人眼分辨细节的能力称为视觉锐度。每个人的视觉锐度不完全相同，它与每个人的生理特点、年龄有关，还与观察物体时图像的亮度、对比度、颜色、图像运动速度有关。一个视力正常的人，在中等亮度、中等对比度条件下，观察黑白静止图像的视觉锐度为 $1' \sim 1.5'$ （见图 1-2-

3), 视觉锐度越小, 分辨图像细节的能力越强。

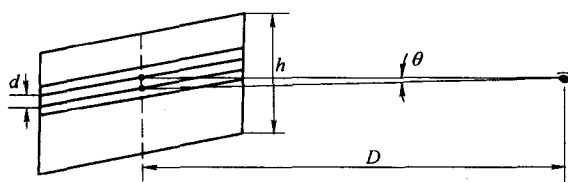


图 1-2-3 人眼视觉锐度图

理论与实践证明: 人眼的视觉锐度还与下述因素有关:

(1) 图像平均亮度越亮, 人眼的视觉锐度越小, 分辨图像细节的能力越强。这就是为什么漆黑的夜晚人们只能看到物体的轮廓, 而看不清图像的细节的缘故。

(2) 图像的黑白对比越强, 视觉锐度越小, 分辨图像细节的能力越强, 图像感觉层次越分明、清晰、细腻、透亮。

(3) 静止图像与运动图像相比, 人眼对静止图像的视觉锐度小, 分辨静止图像细节的能力要强于运动图像, 图像运动速度越快, 视觉锐度越大, 分辨运动图像细节的能力越差。

由于人眼对图像的分辨能力有限, 所以可以用扫描方式分解和重显图像。在广播电视的摄像端用匀速、直线扫描的电子束, 从摄像管的靶面上从左到右、从上到下摄取图像信号; 在显像端采用与摄像端完全相同的方法, 利用人眼的视觉惰性和荧光体的余辉, 利用高速扫描的电子束, 就可以在荧光屏上重显图像。在一幅图像上扫描的线数越多, 分解、重显的图像清晰度越高。利用图 1-2-3 所示的图像锐度的表示方法, 就可以大致计算出在正常人的视觉锐度下, 每帧图像的扫描行数。视觉锐度的定义是人眼对被观察物体上能分辨的相邻两点视角 θ 的倒数。图 1-2-3 中, D 表示人眼与图像之间的距离, d 表示能分辨的相邻两点之间的距离, θ 表示人眼对两点的夹角, 即视觉锐度或分辨角。若 θ 以分为单位, 根据简单的几何关系得出:

$$\frac{d}{2\pi D} = \frac{\theta}{360 \times 60}$$

或

$$\theta \approx \frac{57.3 \times 60 \times d}{D} \approx 3438 \frac{d}{D} \quad (1-2-2)$$

分辨力 (视觉锐度) 等于 $\frac{1}{\theta}$ 。

假设图像垂直方向上的垂直分解力为 M , 图像高度为 h , 普通模拟电视规定观看电视的最佳距离为图像高度 h 的 4~6 倍, 则人眼最小分辨角为:

$$\theta = 3438 \frac{h}{DM}$$

取 $\theta_{\min} = 1.5'$ $D/h = 4$ 时, 人眼能分辨的最多黑白条纹数为:

$$M_{\max} = 3438 \frac{h}{D\theta_{\min}} = \frac{3438}{4 \times 1.5} = 573$$

考虑到场扫描逆程期不能扫描图像, 并考虑到扫描线与黑白相间条纹之间的相对位置关系, 有效扫描行与标称有效行之间应加一个折合系数 K , 一般 $K = 0.5 \sim 1$, 逆程期占周期的 8%, 则折合系数为 $K(1-\beta)$, K 取 0.75, $\beta = 0.08$, 则 $K(1-\beta) \approx 0.7$, 可得到每帧图像最大标称扫描行数为:

$$Z_{\max} = \frac{M_{\max}}{0.7} = \frac{573}{0.7} \approx 819$$

如果选择 $Z_{\max}=819$, 则视频信号带宽太宽, 不仅在有效频率资源条件下, 可传送的电视节目太少, 而且会使广播电视系统变得十分复杂。

实践证明: 当观看电视节目的距离一定时, 人眼对图像清晰度的主观感受与扫描行数并非线性关系(见图 1-2-4)。当扫描行数少时, 增加行数可以明显提高图像清晰度; 当行数达到一定程度后, 再增加行数, 图像清晰度改善不明显, 但视频带宽随扫描行数呈平方急剧增加。从兼顾图像清晰度和视频带宽、电视系统的经济性考虑, 一般情况下选择每帧图像扫描行数为 500 线~600 线, 考虑到隔行扫描的需要, 一般每帧图像的扫描行数为奇数。我国与欧洲、原苏联等选择场频为 50Hz 的国家和地区, 选择每帧图像的扫描行数为 625 行; 美、日、北美等选择场频为 60Hz 的国家和地区, 选择每帧图像的扫描行数为 525 行。两种制式的行数相差不大, 各有优缺点, 625 行/50Hz 的制式, 图像清晰度较高, 但存在大面积图像闪烁; 525 行/60Hz 的制式, 图像清晰度较差, 但大面积图像闪烁较小, 视频信号带宽较窄。

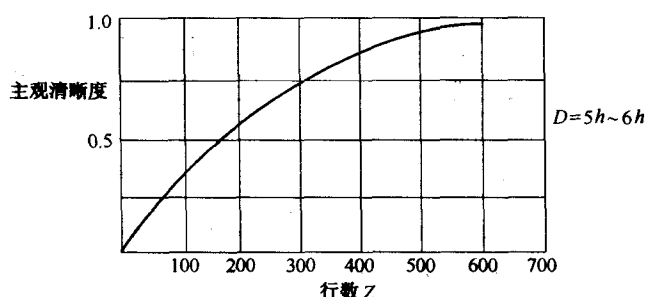


图 1-2-4 主观清晰度与扫描行数关系

对于数字高清晰度电视系统而言, 观看图像距离为图像高度的 2~3 倍, 采用 16:9 宽屏幕显示, 要求图像清晰度与 16mm 电影胶版式相媲美, 因此有效扫描行数为 1080 行(2:1 隔行), 标称扫描行数为 1125 行, 场频大多选择 60Hz, 以便减小图像大面积闪烁, 提高图像质量。

1.2.3 逐行扫描与隔行扫描的视频带宽

电子束在拾取和显示图像信号时的扫描方式有两种: 逐行扫描方式和隔行扫描方式。逐行扫描方式图像清晰、细腻, 但视频信号带宽太宽; 隔行扫描方式降低了视频信号带宽, 但存在行间闪烁。

1. 逐行扫描方式

逐行扫描方式是指电子束在摄像管的光电靶上或显像管的荧光屏上作匀速直线扫描时, 一行紧接一行扫描(见图 1-2-5)。为了求出逐行扫描情况下视频信号的最高频率, 就要求出图像的垂直分解力, 假定每帧图像的扫描行数为 Z , 帧扫描逆程不传送图像, 逆程系数为 0.08, 即在一帧时间内, 逆

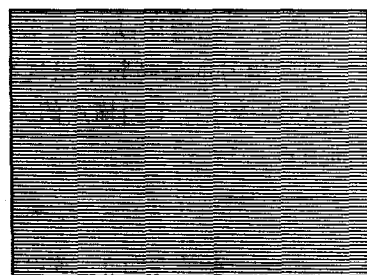


图 1-2-5 逐行扫描

程时间不拾取、不显示有用图像, 必须对帧扫描线数乘以 $(1-\beta)$ 的系数, 才是光栅上有效的扫

描线数。同时考虑到扫描线在分解图像时,图像垂直方向细节与行扫描线之间的相对位置关系,正程行数必须再乘一个系数。图 1-2-6 是扫描单元对垂直分解力的影响。图 1-2-6(a)是一种理想状态,扫描线正好与黑白相间的图像重合,扫描单元对图像垂直分解力没有影响,扫描系数为 1.0;图 1-2-6(b)是一种最恶劣的状态,扫描线正好“骑”在黑白相间的图像上,这时只有把电子束光点减小一半或把黑白相间的距离拉宽一倍,相当于图像垂直分解力降低了一半,扫描系数为 0.5。因此 K 系数为 0.5~1.0,一般为 0.75,因此图像的垂直分解力为:

$$M = K(1 - \beta)Z \quad (1-2-3)$$

其中: M ——图像垂直分解力;

K —— K 系数,取 0.75;

β ——正、逆程比,取 0.08;

Z ——每帧图像标称扫描行数。

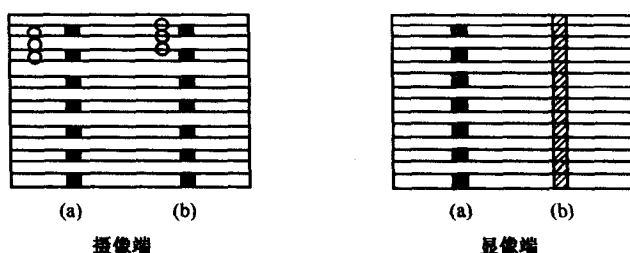


图 1-2-6 扫描单元对图像垂直分解力的影响

对 625 行/50Hz 扫描制式的电视系统,图像垂直分解力为 431 线,对 525 行/60Hz 扫描制式的电视系统,图像垂直分解力为 362 线。

理论与实践证明:只有在图像垂直分解力与水平分解力相等的情况下,图像质量最佳,设备也最经济,视频信号频率最高。这个原则不仅适用于普通模拟电视系统,也适用于目前的数字电视系统。数字电视系统,包括标准清晰度电视系统(SDTV)、高清晰度电视系统(HDTV),它们的水平、垂直方向取样点应呈正方形。实际上显像管、摄像管是 4:3 或 16:9 矩形,图像水平方向宽度大于图像垂直方向高度,造成水平方向的像素数少于垂直方向,因此图像水平方向分解力应乘以幅型比系数 K_1 ,水平方向分解力 N 为:

$$N = KK_1(1 - \beta)Z \quad (1-2-4)$$

其中: N ——水平分解力;

K_1 ——幅型比,取 4:3 或 16:9。

视频信号的最高频率出现在传送一幅全部是细节的图像情况下,细节的大小就相当于一个像素,即等于一个扫描点的大小,等于水平方向分解力 N ,沿图像水平方向扫过一个像素的时间为:

$$t_a = \frac{T_{Hr}}{N} = \frac{T_H(1 - \alpha)}{N} = \frac{1 - \alpha}{Nf_H} = \frac{1 - \alpha}{Nf_FZ} \quad (1-2-5)$$

其中: α ——水平方向正、逆程比,取 $\alpha = 0.18$,它表示水平方向分解图像时,有 18% 的逆程时间不能分解、传输视频信号;

f_F ——帧扫描频率,逐行扫描时 $f_F = 50\text{Hz}$ (PAL-D 制)或 $f_F = 60\text{Hz}$ (NTSC-M 制);

T_{Hr} ——正程有效时间;