

电视信号的实时监测与数字化处理

北京航空航天大学电子信息工程学院(100083) 陈 雁
北京理工大学信息科学技术学院(100081) 徐绍剑

摘 要: 基于射频和视频指标的测量将模拟视频信号数字化,对采样数据进行处理、判断和识别,并对异常状态进行报警和记录,构成了一套对电视信号进行实时跟踪监测与管理系统的。

关键词: 电视信号 视频指标 监测系统 数字处理

目前广播电视网基本上覆盖了全国各地,广播和电视已经成为人民生活中不可缺少的重要部分,同时也是中央和地方政府以及科学技术、文化、卫生等部门的主要传媒和信息传播工具。广播电视网播出的内容质量和网络运行的正常与否,直接影响党和政府方针政策的宣传贯彻和社会的稳定,同时也将影响全国各行业之间、国内与国外之间信息的准确和及时传播。因此,利用高科技对全国广播电视网的技术指标进行实时监测,对于加强中央控制、净化屏幕和提高接收质量,防止异常干扰具有重要的现实意义。本文正是基于上述考虑,提出了对电视播放出现的大故障如停播、无图像、无伴音等定性指标和信号质量劣变等定量指标进行实时监测。采用数字化自动监测系统,可以大大提高广播电视监测的自动化水平,使广播电视监测更加准确、及时、可靠,同时也可大大减轻值班和管理人员的工作量。

1 监测系统组成

本监测系统可以对播出中的电视信号无图像、无伴音以及图像静止报警,并且可以对射频及视频指标进行测量。系统原理如图 1 所示。

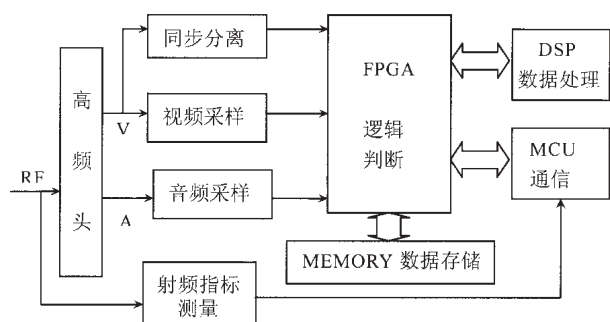


图 1 监测系统原理图

本检测系统由三部分组成:射频指标测量、音视频数据检测与处理、通信与参数设置。电视的射频信号 RF 输入后,经过分支器,将其中一路进行射频指标的测量,如图像电平、声音电平、载噪比等;另一路输入到高频头,解调出音视频信号,进行后处理。音频信号经过 A/

D 采样后,通过 FPGA 可以判断伴音的有无。视频信号在采样后的数据处理本文将重点论述。系统使用 MCU 对可编程的高频头和图像采样芯片进行设置,将报警和处理结果上传。

2 射频指标测量

我国的国家标准对电视信号的性能参数已做出了一系列规定。这些性能参数按照其性质可分为两类:一类是在射频上测试的性能参数;另一类是在视频上测试的性能参数。射频指标有图像电平(系统输出口电平)、伴音电平、载噪比、图像载频点频偏等^[1]。

图像电平表示当系统正常工作时,系统输出口上的图像载波电平范围。我国标准规定,系统输出口的电平为 57dB μ V~83dB μ V,对于 UHF 波段则要求为 60dB μ V~83dB μ V。

伴音电平是指电视信号中音频信号的载波电平。要求它比图像电平低 17 \pm 3dB μ V。因为图像电平和伴音电平均用分贝表示(对数关系),所以图像电平/伴音电平之比(V/A)=图像电平(对数)-伴音电平(对数)。V/A 的范围对邻频传输系统为 17 \pm 3dB。

有线电视系统除前端摄像机输出信号为视频信号外,其余部分传输的信号都是高频载波信号(射频信号),通常使用载噪比这一概念。它定义为载波功率和噪声功率之比:

$$\frac{C}{N} = 20 \lg \left(\frac{\text{载波电压}}{\text{噪声电压}} \right)$$

斜率是指两频道间载波电平差。要求相邻两频道间载波电平差 ≤ 3 dB,任意两频道间载波电平差 $\leq 8 \sim 10$ dB。这个指标可以反映全频道内的频率特性。

图像载频点相对于标准载频点的偏移称为载频点偏移量。如偏移过大,则会使图像电平下降。

上述射频指标可以采用场强仪直接测量,只需在接口中加入一些通信协议即可,本文不加赘述。

3 视音频数据处理

在高频头解调出音视频信号后,将分别进行信号处理。

3.1 音频数据的处理

因为音频的采样速率可以较慢(在监控系统中,一

一般为几 kHz~几十 kHz), 因此可采用较便宜的串行输出芯片进行 A/D 转换, 而在 FPGA 中再进行串并转换, 并作进一步处理。这样可以减少所使用芯片的 I/O 脚, 进而可以缩小 PCB 的面积, 还可以提高 FPGA 的使用率, 增强系统的抗干扰能力, 提高系统的性价比。一般而言, 音频信号只需判断有无即可。

3.2 视频数据的处理

视频的同步分离可以得到奇偶场信号, 可以用该信号作为控制信号, 只对奇场进行处理。电视视频信号经视频采样芯片后, 可得到 (UYVY) 形式的数字码流 IPD, 同时还有场同步信号 IGPV、行同步信号 IGPH 以及码流时钟 ICLK。它们的时序关系如图 2 所示。

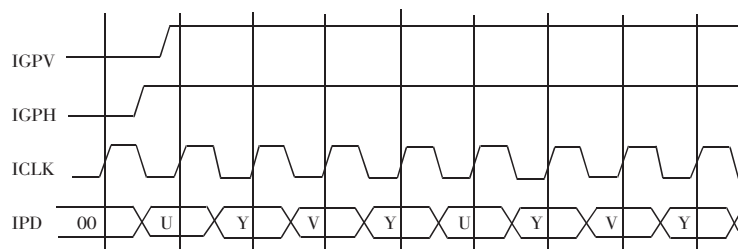


图 2 视频信号时序关系图

3.2.1 视频报警处理

若没有同步信号, 则可以判断为无图像报警。而在有同步信号的情况下, 对视频数据的进一步处理可以得到图像静止的报警。先将一场的数据存入存储器 (共有 4 字节/点×360 点/行×240 行/场=345600 字节, 故需选用 512KB RAM), 在新的一场数据到来时将其读出并比较, 同时将新一场的数据存入存储器中。若两场中有若干数据相同, 则认为该两场信号没有发生变化, 即为图像静止报警。在实际应用中, 因为一场信号仅占用 0.02s 时间, 因此没有必要对每场都进行比较, 可以通过计时, 每 0.5s 比较一次。这可以通过在 FPGA 中设计一个计数器方便地实现。本系统采用计数器对 IGPV 计数, 每当计数值为 25 时进行一次比较, 即可得到满意的结果。

3.2.2 视频指标处理

当用户要求对信号质量逐渐劣变进行监测时, 仅仅对图像静止、无图像、无伴音等的定性测量是远远不够的, 需要更好的测量手段对电视信号的视频指标测量。电视视频信号指标测试的原理是对在电视信号逆程插入的一组标准信号进行采样、计算及处理。

国际无线电咨询委员会 (CCIR) 早在 1969 年就推荐用于国际节目交换的 625 行系统的电视插入测试行信号, 规定 17、18 (330、331) 行为国际电视插入测试信号位置, 供国际间的传播、交换节目使用; 19、20 (332、333) 行供各国国内插入测试信号使用。第 17、18 行电视插入测试行如图 3(a)、(b) 所示。

测试行信号主要含以下几种测试信号:

(1) 白条方波: 幅度为 $0.7V \pm 7mV$, 作为标准电平;

- (2) 2T 正弦方波: 可用于检查通道的高频特性等;
- (3) 充填色度副载波的 10T 或 20T 信号: 用来检查通道的色度亮度不等性;
- (4) 五级阶梯波: 用于检测通道的亮度非线性失真;
- (5) 叠加有色度副载波的阶梯波信号: 用于检查由于通道亮度部分的变化引起的色度幅度和相位的失真;
- (6) 多波群信号: 用于测量通道 6MHz 带宽的幅频特性。

对于反映视频信号质量的指标, 按 GB 3659-83《电视视频通道测试方法》中定义, 可从逆程的 17、18 和 330、331 插测行中提取。通过 DSP 对上述采样数据的处理, 可以得到如下各指标:

- (1) 介入增益: 这项指标可以反映图像的对比度、平均亮度和色饱和度;
- (2) K 系数 K_b 和 K_{pb} : 人的视觉对不同波形的失真有不同的敏感度, 这两个 K 系数能把波形失真和观众对图像损伤的反映联系起来, K 系数评价法就是在各种波形失真按人眼视觉特性给出不同评价的基础上度量图像损伤的一套系统方法;
- (3) 短时间波形失真: 这个指标反映 2T 脉冲的幅度, 它能方便地识别高频失真;

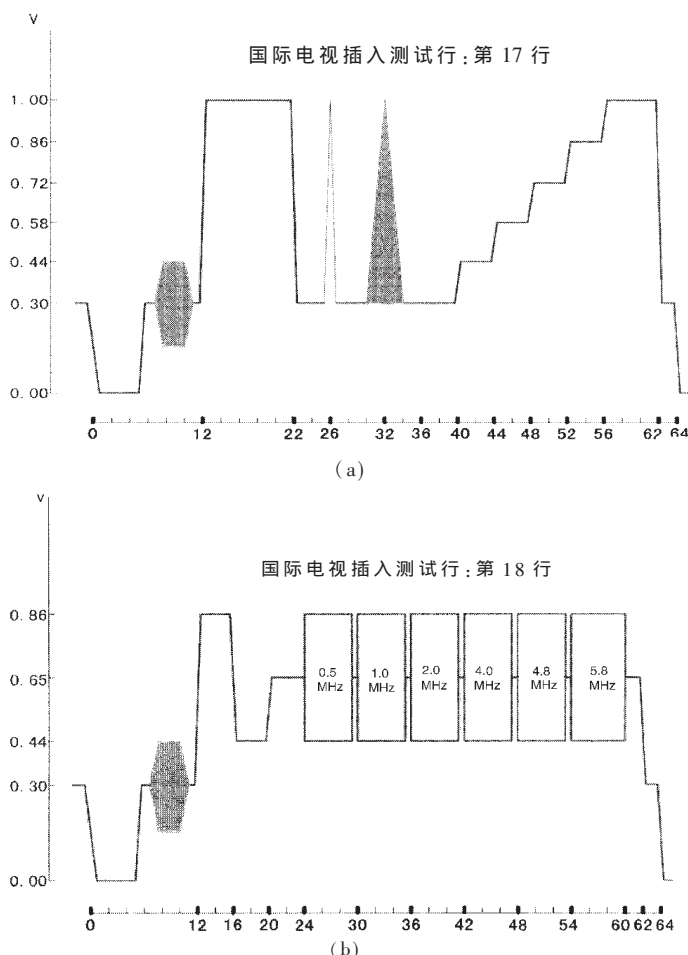


图 3 国际电视插入测试行示意图

基于 DSP 的电力线载波 OFDM 调制解调器

武汉大学电子信息学院(430072) 倪亮 赵正予

华中科技大学工程计算与仿真研究所(430074) 李家欣

摘要: 提出一种基于 OFDM 的电力线宽带高速通信系统的实现方案,讨论了 OFDM 应用于电力线载波通信的原理,探讨了通信系统调制解调部分的硬件实现和软件流程,并对其关键的 FFT 算法进行了优化。

关键词: 电力线载波 DSP OFDM FFT

利用电力线作为信道进行通信,是解决“最后一公里”问题的一个很好的方法。然而电力线作为通信信道,存在着高噪声、多径效应和衰落的特点。OFDM 技术能够在抗多径干扰、信号衰减的同时保持较高的数据传输速率,在具体实现中还能够利用离散傅立叶变换简化调制解调模块的复杂度,因此它在电力线高速通信系统中的应用有着非常乐观的前景。文中给出一种基于正交频分复用技术(OFDM 技术)的调制解调器的设计方案。

1 OFDM 原理

OFDM 全称为正交频分复用(Orthogonal Frequency Division Multiplexing),其基本思想是把高速数据流经过串/并变换,分成几个低比特率的数据流,经过编码、交织,它们之间具有一定的相关性,然后用这些低速率的数据流调制多个正交的子载波并迭加在一起构成发送信号。每个数据流仅占用带宽的一部分,系统由许多子载波组成。在接收端用同样数量的载波对发送信号进行相干接收,获得低速率信息数据后,再通过并/串变换得到原来的高速信号。从而降低子载波上的码率,加长码

元的持续时间,加强时延扩展的抵抗力。

在 OFDM 中,为了提高频带利用率,令各载波上的信号频谱相互重叠,但载波间隔的选择要使这些载波在整个符号周期上正交,即相加于符号周期上的任何两个子载波乘积为零。这样,即使各载波上的信号频谱间存在重叠,也能不失真复原。当载波间最小间隔等于符号周期的倒数的整数倍时,可满足正交性条件。实际上为实现最大频谱效率,一般取载波间最小间隔等于符号周期的倒数。

OFDM 允许各载波间频率互相混叠,采用了基于载波频率正交的 IFFT/FFT 调制,直接在基带处理。1971 年,Weinstein 和 Ebert 将 DFT 引入到并行传输系统的调制解调部分。应用时去掉了频分复用所需要的子载波振荡器组、解调部分的带通滤波器组,并且可以利用 FFT 的专用器件实现全数字化的调制解调过程。

OFDM 技术具有频谱利用率高、抗多径干扰能力强、易于实现等优点,尤其适于多径效应严重的宽带传输系统,是一门具有发展前景、非常适合电力线高速数字通信的新兴技术。

(接上页)

(4)亮度增益差 ΔK :此指标能反映图像“掺白”量的变化及引起的色饱和度的变化;

(5)亮色时延差 $\Delta \tau$:当亮色时延差 $\Delta \tau$ 较大时,会引起图像套色;

(6)亮度非线性失真 D :如果这项指标过大,会造成图像亮度不均;

(7)随机杂波信杂比:杂波对信号的干扰十分明显。随机杂波在图像上表现为雪花状的干扰,使荧光屏出现象下雪似的图像背景,影响图像的清晰度;

(8)幅频特性:幅频特性反映 6MHz 带宽内的频率响应,特别能看出传输通道内频率的衰减情况,当高频损失较大时,图像的边缘就会变得不清晰;

(9)微分相位 DP 和微分增益 DG:DP 和 DG 是由于亮度的变化引起色度相位和幅度的变化。它会引起色饱

和度的变化,当图像上出现彩色字幕时,这种失真使彩色字幕相对于背景出现不正常的对比度。

本文阐述了一种可以很好地监测电视信号定性播出质量和定量视频指标的方法,可以有效地提高广播电视监测自动化的水平。由于电视信号在播放过程中,随时都可能由于各种原因发生异常状态,因此需要每时每刻对每个电视台播出的节目进行跟踪监测,以保证播出的广播电视质量和安全。

参考文献

- 1 马友本.广播电视检测技术.北京:国家广播电影电视总局监测中心编印,2001
- 2 黄正瑾,徐坚,章小丽. CPLD 系统设计技术入门与应用.北京:电子工业出版社,2002

(收稿日期:2003-06-23)