

# 二次编码对数字电视图像质量的影响

李蓉 沈炜 汪泳霞 余颖

(上海文广新闻传媒集团技术运营中心, 上海 200041)

**摘要** 针对上海数字电视图像质量较差的问题,对播出系统中几个环节进行图像质量的客观测量,通过对测量数据的分析,发现编码器的编码带宽对图像质量影响较大。为此,在对目前的播出系统进行讨论的基础上,提出一种加大编码器的编码率,从而提高数字电视图像质量的方法。

**关键词** 图像质量 客观测量 图像质量等级 编码码率

中图分类号: TN949.6 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2006)11-1574-04

## The Influence of Second Encoding on Digital Television Picture Quality

LI Rong, SHEN Wei, WANG Yong-xia, YU Ying

(Shanghai Media Group Broadcasting Technical Center, Shanghai 200041)

**Abstract** To deal with the problem that Shanghai digital TV picture quality is poorer than traditional cable TV, picture qualities of several broadcasting taches are measured objectively. Lots of testing data are analyzed, and a conclusion is drawn that the encoding bandwidth of encoders have great influence on picture quality. Therefore, on the basis of current broadcasting system, a new method for increasing the encoding bandwidth of encoders is discussed and put forward to improve the digital television picture quality.

**Keywords** picture quality, objective evaluation, picture quality ratio(PQR), encoding rate

## 1 引言

随着上海文广数字电视产业日渐发展,收看数字电视节目的观众越来越多,同时也越来越多地收到观众的反映,他们普遍认为数字电视图像不够清晰。经过初步分析,笔者认为数字电视播出系统中的编码环节导致了上述问题。

由于目前上海数字电视中,模拟电视数字化部分的编码环节涉及到 SONY MAV70XGI 视频服务器编码卡和几种型号的数字电视编码器,即播出链路中存在着二次编码的情况,因此一时无法查清到底是哪个环节的编码设备存在问题;再者,用什么方法进行测量,才能得到最专业客观的数据,也是必须思考的问题。

## 2 测量仪器 Tektronix PQA300

### 2.1 PQA300 的测量原理

近几年,随着人们对人眼视觉系统研究的深入,客观测量的方法和工具不断被开发出来,国际上也成立了国际电信联盟视频质量专家组(video quality experts group, ITU-R VQEG)来专门研究和规范图像质量客观测量的方法和标准。

泰克 PQA300 测试仪就是根据这些方法和标准,对复杂的活动测试序列进行必要的 3 维测评,即空间分析、时域分析和全彩色分析,以便得到图像的全图像质量等级(picture quality rating, PQR)值,同时还可以显示、存储每一帧的 PQR 图、PQR 值、归一化数值和信号质量测量值。在对压缩视频系统进行

收稿日期:2006-07-27;改回日期:2006-08-02

第一作者简介:李蓉(1970~),女,工程师,1996年毕业于上海第二工业大学。主要研究方向为广播电视、新媒体、图像处理。E-mail: senwei@21cn.com

测试时,PQA300 既可作为提供参考测试素材的发生器,又可用于采集存储被测系统的输出,并可用数字信号处理器(digital signal process, DSP)加速硬件来对经压缩后回放的序列进行分析,图像质量的测量结果可用一单个数值来表示,该数值即是 PQR 值,PQR 值越小,还原图像质量越高<sup>[1]</sup>。

### 2.2 PQR300 内部测试图像的选择

针对目前数字电视播出系统的实际情况,选用泰克 PQA300 内置的 10 种测试图像,作为本次编码器测量的测试图像,它们是:用于考察图像快速运动的 auto 测试图像;用于考察图像纵向、横向和圆周运动的 bbc 测试图像;用于考察图像边缘细节的 diva 测试图像;用于考察平面运动图像色度细节的 flower 测试图像;用于考察镜头运动图像亮度细节的 kiel 测试图像;用于考察静止图像亮度分辨率的 lily 测试图像;用于考察图像慢速随机运动的 mobile 测试图像;用于考察图像高速运动物体的 soccer 测试图像;用于考察图像平面随机运动的 tennis 测试图像;用于考察人脸部特写的 susie 测试图像<sup>[1]</sup>。

## 3 数字电视现状测量

### 3.1 测量环境

(1) 测量工作在数字电视实际播出环境中进行;

(2) 所有编码器的亮色取样结构  $Y: Cr: Cb = 4:2:0$ , 图像组(group of picture, GOP) 长度为 12, 其结构为 IBBPBBPBBPBB, 该参数是目前使用的编码设备默认设置, 测试中可调整的参数仅为编码码率;

(3) 测试视频格式: 串行数字接口(serial digital interface, SDI) 视频信号;

(4) 为了模拟数字电视播出系统的真实环境, 在几个测量子项目中, 首先把 PQA300 的 10 个测试图像录制成 SONY IMX 节目带, 输入到系统中, 最后将系统输出的图像序列与 PQA300 原始图像序列进行比较。这样做不仅完全模拟了实际的数字电视播出系统, 而且经实际测量发现, 由于 SONY IMX 录像机采用全 1 帧、50Mbps、 $Y: Cr: Cb = 4:2:2$  编码, 因此其对图像质量的损伤极小。

### 3.2 传统电视转数字电视节目——录播节目测量

(1) 测量路径: SONY IMX 录像机信号输出→SONY MAV70XGI 编码器→SONY MAV70XGI 解码器→PQA300 测量仪→数字电视编码器→解码器→

PQA300 测量仪(如图 1 所示);

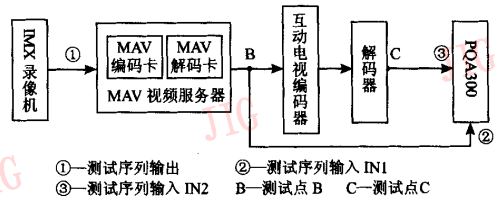


图 1 录播节目测试流程图  
Fig. 1 Recorded program testing flow chart

(2) 测量设备: SONY MAV70XGI 内置编码器、TANDBERG 5710 编码器、THOMSON 4120 编码器、SCOPUS 2600 解码器、SONY MAV70XGI 内置解码器;

(3) SONY MAV70XGI 内置编码器编码率设为 8Mbps;

(4) 测量结果如表 1, 表 2 所示。

表 1 SONY MAV70XGI 编码器一次编码测量结果  
Tab. 1 Results of SONY MAV70XGI encoders

序号	测试图像	B 点测量数据	
		PQR 平均值	PQR 峰值
1	auto	3.2	3.75
2	bbc	2.72	3.12
3	diva	1.73	1.93
4	flower	3.28	3.97
5	kiel	4.76	5.73
6	lily	1.74	1.96
7	mobile	4.2	4.88
8	soccer	4.62	5.66
9	tennis	3.91	4.17
10	susie	2.16	2.43

表 2 TANDBERG 5710/THOMSON 4120 二次编码结果  
Tab. 2 Results of second encoding with TANDBERG 5710 and THOMSON 4120 encoders

C 点测量数据图像质量等级值					
编码器		TANDBERG 5710		THOMSON 4120	
编码带宽		4.2Mbps	6Mbps	4.2Mbps	6Mbps
序号	测试文件	PQR 平均值	PQR 平均值	PQR 平均值	PQR 平均值
1	auto	4.44	3.66	4.32	3.66
2	bbc	3.96	3.06	3.59	3.13
3	diva	2.7	2.06	2.28	2.07
4	flower	5.91	4.74	5.21	4.73
5	kiel	8.09	6.02	7.29	6.25
6	lily	4.54	2.63	3.15	2.62
7	mobile	6.83	5.08	5.57	4.91
8	soccer	6.39	5.42	6.16	5.23
9	tennis	5.35	4.35	4.74	4.27
10	susie	2.9	2.63	2.79	2.61

### 3.3 数字电视自办节目测量

(1) 测量路径: SONY IMX 录像机信号输出 → OPTIBASE 编码卡 → 数字电视播出视频服务器 → 解码器 → PQA300 测量仪 (如图 2 所示);

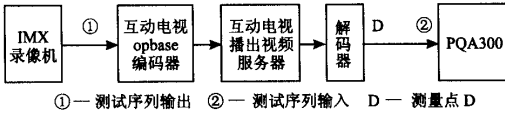


图 2 数字自办节目测试流程图

Fig. 2 Digital program testing flow chart

- (2) 测量设备: OPTIBASE 编码卡、SCOPUS 2600 解码器;
- (3) 测量结果如表 3 所示。

表 3 OPTIBASE 编码卡 (4:2:0 IBBP GOP 12) 测量结果  
Tab. 3 Results of OPTIBASE encoding card (4:2:0, IBBP GOP 12)

D 点测量数据图像质量率					
编码器		OPTIBASE 编码卡			
编码带宽		4Mbps		6Mbps	
序号	测试文件	PQR 平均值	PQR 峰值	PQR 平均值	PQR 峰值
1	auto	4.26	5.08	3.33	3.78
2	bbc	3.83	4.54	2.97	3.42
3	diva	2.15	2.48	1.87	2.09
4	flower	5.12	5.92	4.48	4.94
5	kiel	8.18	9.36	6.28	7.23
6	lily	2.67	2.89	2.39	2.82
7	mobile	5.99	6.69	4.78	5.54
8	soccer	6.46	7.5	5.03	6.05
9	tennis	4.43	4.68	3.98	4.26
10	susie	2.57	2.99	2.27	2.67

## 4 对数字电视目前现状的分析

### 4.1 数据分析

由以上的测量数据可得以下结论:

(1) TANDBERG 5710 编码器、THOMSON DBE4120 编码器以及 OPTIBASE 编码器的编码质量基本相当,且针对不同测量图像互有好坏。

(2) 从图 3“各点编码环节带宽为 4.2Mbps 测量结果的比较曲线”中可以看到,4.2Mbps 码率下的图像质量较差,若改为 6Mbps,则图像质量有明显提高(如图 4 所示)。

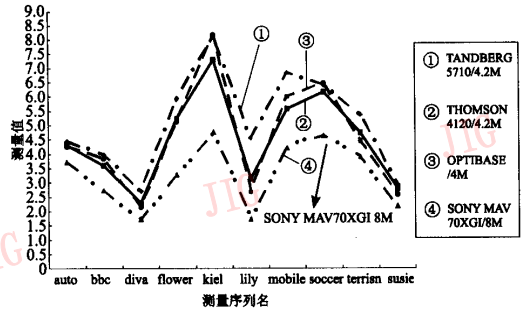


图 3 不同编码器 4.2Mbps 编码测量指标分析比较图

Fig. 3 Comparison of the measure datas of encoders at 4.2M encoding rate

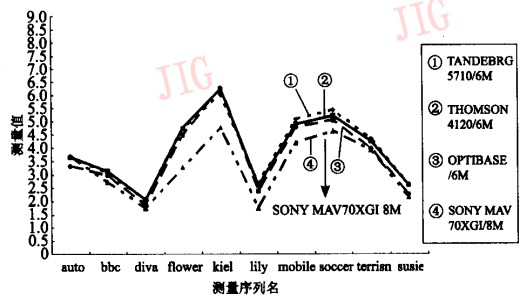


图 4 不同编码器 6Mbps 编码测量指标分析比较图

Fig. 4 Comparison of the measure datas of encoders at 6M encoding rate

(3) 从图 5“编码器一次编码和二次编码比较曲线”中可以看到,在目前码率情况下,SONY MAV70XGI 对二次编码的影响较小,质量降低程度约在 5% ~ 10% 左右,基本上可以忽略,而 TANDBERG 5710 编码器和 THOMSON DBE4120 编码器因为 4.2Mbps 码率的关系,所以对二次编码的

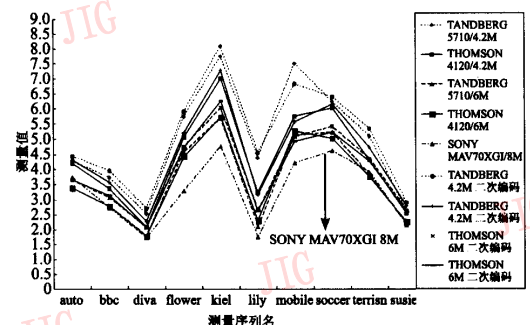


图 5 编码器一次编码和二次编码测量数据比较图

Fig. 5 Comparison of the one-time and secondary encoding

影响较大。

#### 4.2 目前数字电视图像质量的现状

通过测试,确认目前数字电视的节目图像质量的确较差,这是由于数字电视的播出链路中存在着二次编码的情况,而且在目前码率情况下,造成图像质量差的主要原因是:数字电视编码器目前所使用的编码码率较小,仅为 4.2Mbps 所致。

### 5 改善数字电视图像质量的尝试

#### 5.1 改变 SONY MAV70XGI 的编码率

提高编码率固然能够提高图像质量,但这也对传输网络提出更高的带宽要求,这势必会侵占其他业务的带宽。因此能否在不改变 4.2Mbps 编码率前提下,通过改变 SONY MAV70XGI 的编码率,能同样达到改善数字电视图像质量的效果呢?

在提高 SONY MAV70XGI 视频服务器编码率的基础上,再与数字电视编码器的不同编码率进行组合后做图像质量测量。然而经过与 SONY MAV70XGI 和 TANDBERG5710 不同码率组合的测量结果比较后发现,仅提高 MAV70XGI 编码率,对于提高上海互动电视的图像质量没有实质的帮助。

#### 5.2 改变 TANDBERG5710 的 GOP 结构

目前所使用的 TANDBERG5710 编码器的参数设为 4:2:0, GOP 尺寸为 12,其 GOP 结构为 IBBPBBPBBPBB。此外它还有其他多种 GOP 结构和长度可供选择,通过改变它的 GOP 结构,能否达到提高图像质量的目的呢?

在 TANDBERG5710 和 SONY MAV70XGI 视频服务器编码率不变的情况下,又对 TANDBERG5710 的所有 GOP 结构进行了测量,但经过测量发现,在编码带宽相等的前提下, GOP12、IBBP 结构的图像质量基本上是最佳的。

#### 5.3 改用新型号的编码器

为验证编码器对图像质量的影响,还在 2 台最

新型号的 MPEG2 编码器:THOMSON VIBE DP 和新版本的 TANDBERG5710 上进行了测量,经过比较发现,相对于 THOMSON 4120 编码器和旧版的 TANDBERG5710 编码器,电视图像质量有一定的改善,在 6Mbps 带宽的情况下,已与用 MAV70XGI 8Mbps 编码的图像质量相当。THOMSON VIBE DP 和新版的 TANDBERG5710 编码器之间的差别不大。

此外,THOMSON Vibe DP 编码器支持长 GOP 结构,经测量比较,结果发现在编码带宽相等的前提下,采用长 GOP 结构的确会改善图像质量,有部分 3.2Mbps GOP45 的 PQR 指标甚至超过了 4.2Mbps GOP12 的指标。

### 6 结论与建议

上海数字电视图像质量差的主要原因在于编码器的编码率设置过低。因编码率的大小很大程度上决定着 DCT 非线性量化时的系数,若编码码率设置得小,则将使许多细节在 DCT 变换后从宏块中消失,而且这种由 DCT 变换造成的图像质量的劣化是单向不可逆的,故电视图像就模糊<sup>[2]</sup>。

由于编码器的编码带宽对最终图像的影响较大,因此本文建议在选定编码器带宽前,首先要做大量测量工作;其次为提高数字电视图像质量,建议将编码码率由 4.2Mbps 提高至 6Mbps,最后可考虑使用统计复用功能。

#### 参考文献 (References)

- 1 PQA300 User Manual [M]. Beaverton, Oregon USA: Tektronix, Inc.
- 2 Zhang Q. Measure Method of Picture Quality [J]. International Broadcast Information, Nov. 2001. [张琦. 图像质量的测量方法 [J]. 世界广播电视, 2001 年 11 月.]