

交通运输行业 视频编解码器测试方案

V1.0



北京度纬科技有限公司

2020.04

交通运输行业视频编解码器测试方案

1 需求概述

交通运输行业为了高质量进行视频图像传输，目前已经针对SD和HD视频传输定义了一些规范，在传输链路的头端和终端定义了视频编码器和视频解码器，编码器实现对摄录的视频进行压缩，解码器对接收到的压缩视频解压。

视频编解码器是视频传输链路中的两个关键设备，因此针对视频编解码器的性能评测也十分必要。本测试技术方案基于德国R&S公司的视频分析仪VTE、视频信号发生器VTS及码流分析仪DVMS1进行设计，同时配合我司提供的模拟信号源VSG、码流发生器TSA和视频分析仪QX来进行补充，完整地解决了视频编解码器的综合测试。

2 视频编码器测试原理

2.1 编码器简介

一个典型的标清（SD）视频编码器输入输出接口如图1所示：

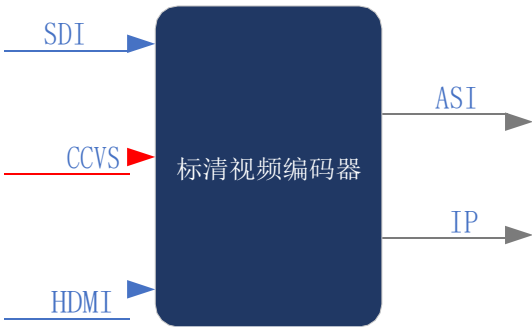


图1 SD视频编码器

视频编码器对输入的非压缩或是浅压缩视频进行压缩编码，封装为TS流后以ASI接口或是SDI over IP形式输出给传输网络。一般的标清视频编码器主要的输入是模拟复合视频（CCVS）或是SDI接口，也有部分商用产品支持HDMI接口。

一个典型的高清（HD）视频编码器输入输出接口如图2所示：

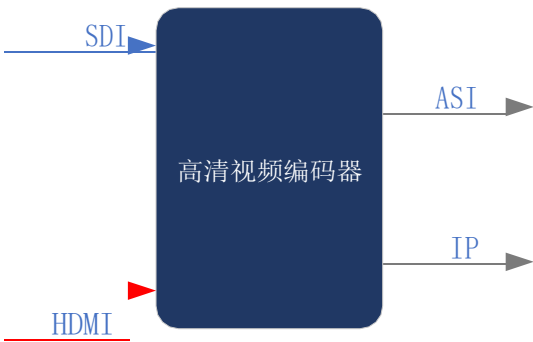


图2 HD视频编码器

高清视频编码器相比标清视频编码器最大的区别就是视频分辨率要基于HD格式，因此完全应用于SD领域的CCVS接口就失去了用武之地，输入接口变为了主要的SDI或HDMI接口，输出接口仍然是ASI或IP接口，承载的仍然是TS流。

交通运输行业视频编解码器测试方案

2.2 编码器测试原理

标清视频编码器的测试示意图如图3所示：

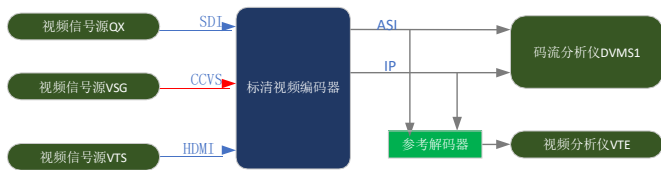


图3 HD视频编码器

视频编码器因为其核心功能是对输入的视频进行压缩然后输出TS流给传输网络，因此测试需要覆盖各类输入接口，并需要对输出格式进行一致性测试。

无论是哪种输入，输出的都是TS流，因此需要利用码流分析仪进行TS一致性测试。为了使测试有效，需要对各个输入接口输入有效的有品质保障的视频信号，因此针对SDI/CCVS和HDMI都需要有对应的信号源，针对一致性测试，无需对发生的视频内容做要求，但是接口必须是符合规范的。

为了对视频质量参数进行评价，考虑到编码器输出的是TS流，无法对前端输入的非压缩或浅压缩视频进行有效对比，为了可直观进行视频质量测试，交通行业纳入“参考解码器”的概念，参考解码器是一种被视频行业广泛认可的知名解码器厂家或是测试解码器厂家的知名产品，代表着是解码行业的最高水准，利用这种参考解码器，可将被测编码器的输出解码为CCVS信号，如此一来，即可利用视频分析仪VTE进行复合视频测试，从而可利用视频信号源VSG发生特定的测试信号来做具体的指标测试。

注：严格说，参考解码器也可以解码出SDI，但是在标清视频领域用的最多的是复合视频，因此公路交通行业主要对复合视频指标做了定义。若是要针对SDI进行测试，则是利用波监器进行测试，测试的参数跟CCVS不同，是另外一套评价方式。

高清视频编码器的测试示意图如图4所示：

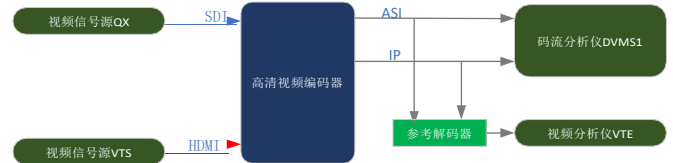


图4 HD视频编码器测试示意图

HD视频编码器的测试原理与SD视频编码器没有太多的概念区别，仍然采用“参考解码器”来做桥接。区别在于HD视频编码器再无CCVS信号输入，因此视频分析仪VTE配置的模块也不再是复合视频测试，而应该是HD分量测试模块和HDMI测试模块。

注1：无论输入的是SDI信号还是HDMI信号，参考解码器的输出都有可能是Y/Cb/Cr/RGB或是HDMI信号，VTE都可以测试。

注2：公路交通行业目前主要定义HDMI输入接口，实际很多商用产品也支持Y/Cb/Cr和RGB输入，只要参考解码器支持Y/Cb/Cr/RGB或是HDMI信号输出，VTE都可以测试。

注3：依照公路交通行业的指导要求，即便利用的是HDMI接口进行测试，评价的指标仍然是以Y/Cb/Cr和RGB分量模式，因此视频信号源VTS输出的HDMI信号仍然是要符合“模拟HD分量测试”要求的测试图卡，只是利用HDMI接口输出而已。从这个角度分析，若编码器直接支持模拟HD分量输入，而且有这样的一个视频信号源可输出同样测试图卡的模拟分量视频，那么也可以与VTE对接进行高清分量测试。

注4：交通行业的指导要求并没有对HDMI传输协议一致性进行约束（属于CTS测试范畴），仅仅提及了物理层的指标要求。因此本技术方案遵循指导要求，不做HDMI CTS协议测试说明，仅提供VTE的时域测试模块来实现眼图和抖动测试。

交通运输行业视频编解码器测试方案

2.3 编解码器测试参数

视频编解码器的测试参数主要包括3个层面，1) 接口电气特性参数；2) TS流协议一致性参数；3) 视频质量参数。

2.3.1 接口电气特性参数

关于接口电气特性测试，主要是涉及如下几个接口的电气指标测试：

复合视频接口（CCVS）：此为模拟SD视频接口，由于是模拟视频，所以接口的物理参数直接影响到图像质量，并且在复合视频指标里面都有对应体现，比如电平要求700 mV就在白条电平里面有指标定义，因此复合视频接口的电气特性测试可直接在视频参数里面体现。

针对编解码器而言，主要需要约束编码的输出接口，按照公路交通行业要求，ASI输出接口要求如下：

序号	项目	技术要求
1	输出幅度，mV	800±80
2	上升时间（20%~80%），ps	≤1200
3	下降时间（20%~80%），ps	≤1200
4	确定性抖动，%	≤10

严格说，编解码器SDI输入和HDMI输入也是需要对应的要求，本技术方案推荐的仪器设备也可以做此方面的测试，但是不是测试重点。

IP接口：IP接口一般为GE电口或SFP光口，对于IP接口的电气特性测试是属于传统电信网络测试的范畴，可以利用通用的IP网络检测仪来实现，本方案不做讨论。针对IP接口传输TS流，RFC定义了MDI参数进行测试，由于IP仅是TS流和视频内容之间的一个承载方式，因此我们将IP接口的MDI要求列入基础要求，公路交通所要求的参数如下：

序号	项目	技术要求
1	传输延时因子，ms	≤5
2	丢包率，%	0

（注：此要求须在特定的码率条件下测试，本技术方案推荐的DVMS1设备可测试MDI参数）

2.3.2 TS流协议一致性参数

编解码器的输出无论是ASI还是IP，本质上承载的都是TS流，无论是MPEG2，还是采用H. 264或是HEVC编码压缩，传输层都会被封包为188字节的TS，因此TS流的协议一致性就十分重要，按照公路交通行业的要求，具体的一致性参数如下：

1) PCR抖动及核心表格重复间隔要求：

序号	项目	技术要求
1	PCR抖动，ns	-500~+500
2	PAT重复间隔，ms	≤500
3	PMT重复间隔，ms	≤500
4	PTS重复间隔，ms	≤700
5	PCR重复间隔，ms	≤40

2) TS流三级错误参数

序号	项目	技术要求
一级		
1	TS同步丢失（TS_sync_loss），次/15min	0
2	同步字节错误（sync_byte_error），次/15min	0
3	PAT表错误（PAT_error），次/15min	0
4	连续计数错误（Continuity_count_error），次/15min	0
5	PMT表错误（PMT_error），次/15min	0
6	PMT表错误2（PMT_error_2），次/15min	0
7	PID错误（PID_error），次/15min	0
二级		
1	传送错误（Transport_error），次/15min	0
2	CRC错误（CRC_error），次/15min	0
3	PCR错误（PCR_error），次/15min	0
4	PCR重复错误（PCR_repetition_error），次/15min	0
5	PCR非连续指示错误（PCR_discontinuity_indicator_error），次/15min	0
6	PCR准确度错误（PCR_accuracy_error），次/15min	0
7	PTS错误（PTS_error），次/15min	0
8	CAT错误（CAT_error），次/15min	0
三级		
1	缓冲器错误（Buffer_error），次/15min	0
2	未定义PID错误（Unreferenced_PID），次/15min	0
3	空缓冲器错误（Empty_buffer_error），次/15min	0
4	数据延时错误（Data_delay_error），次/15min	0

交通运输行业视频编解码器测试方案

2.3.3 视频质量参数

1) 支持的视频格式和编码方式要求：

序号	项目	参考值	
		标清	高清
1	水平尺寸	720像素	1920像素
2	垂直尺寸	576行	1080行
3	高宽比	4 : 3	16 : 9
4	帧率	25 Hz	25 Hz
5	编码方式	MPE-2或H. 264	H. 264或H. 265
6	GOP长度	/	至少支持24帧

2) 标清视频评价参数

序号	项目	技术要求
1	视频电平, mV	700±20
2	同步脉冲幅度, mV	300±10
3	K系数, %	≤3
4	亮度非线性, %	≤5
5	色度/亮度增益差, %	±5
6	色度/亮度时延差, %	≤50
7	微分增益, %	≤10
8	微分相位, °	≤10
9	幅频特性 (5.8 MHz带宽内), dB	±2
10	视频信杂比 (加权), dB	≥56

3) 高清Y/Cb/Cr视频评价参数

序号	项目	技术要求
1	Y信号输出幅度误差, %	-10~+10
2	C _b 信号输出幅度误差, %	-10~+10
3	C _r 信号输出幅度误差, %	-10~+10
4	Y信号幅频特性, dB	±0.8 (0~25 MHz) +0.8~-3 (25 MHz~30 MHz)
5	Y, C _b , C _r 信号的非线性失真, %	≤5
6	亮度通道的线性响应 (Y信号的K系数), %	≤3
7	Y/C _b , Y/C _r , C _b /C _r 信号时延差, ns	±10
8	Y, C _b , C _r 信号的信噪比 (加权), dB	≥56

4) 高清RGB视频评价参数

序号	项目	技术要求
1	G信号输出幅度误差, %	-10~+10
2	B信号输出幅度误差, %	-10~+10
3	R信号输出幅度误差, %	-10~+10
4	G/B/R信号幅频特性, dB	±0.8 (0~25 MHz) +0.8~-3 (25 MHz~30 MHz)
5	G, B, R信号的非线性失真, %	≤5
6	亮度通道的线性响应 (G, B, R信号的K系数), %	≤3
7	G/B, G/R, B/R信号时延差, ns	±10
8	G, B, R信号的信噪比 (加权), dB	≥56

交通运输行业视频编解码器测试方案

3 视频解码器测试原理

3.1 解码器简介

一个典型的标清（SD）解码器输入输出接口如图5所示

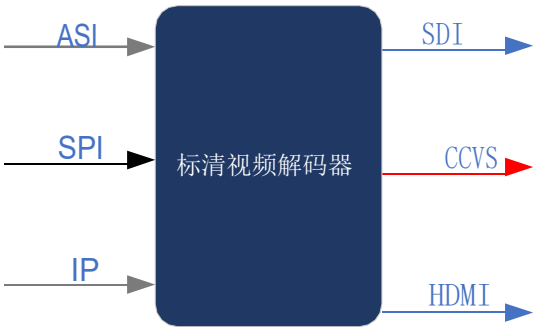


图5 SD视频解码器

视频解码器与视频编码器正好是一对，实现对压缩TS流的解码，因此输入输出接口与编码器正好相反。标清视频解码器的输入主要仍然是ASI或IP接口，输出主要是复合视频CCVS接口，同时也可选SDI和HDMI接口。

注：公路交通行业对输入也定义了并行TS流接口（SPI），由于此接口目前视频行业已经不再主流，因此本技术方案暂不考虑。同时，由于标清领域的主要模拟接口是CCVS，因此本技术方案主要基于CCVS来进行测试考虑。

一个典型的高清（HD）解码器输入输出接口如图6所示

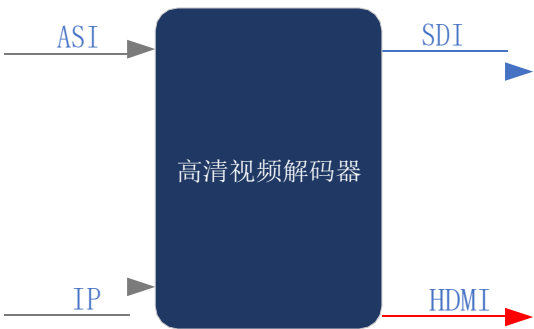


图6 HD视频解码器

高清视频解码器与标清视频解码器没有概念区别，同样是不再具有CCVS接口。公路交通行业主要要求高清解码器支

3.2 解码器测试原理

标清视频解码器的测试示意图如图7所示：

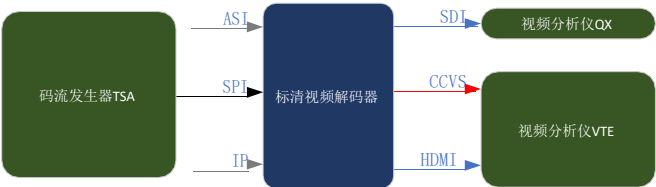


图7 SD解码器测试示意图

针对SD解码器测试，原理是利用码流发生器输出携带SD测试图卡的TS流，输出给被测解码器，然后利用视频分析仪VTE进行复合视频指标测试。

高清视频解码器的测试示意图如图8所示：

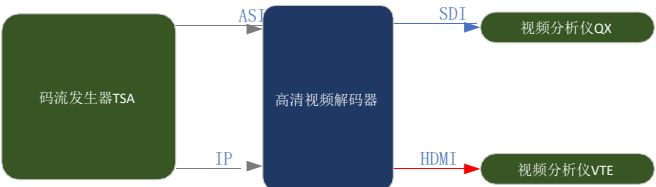


图8：HD视频解码器测试示意图

与SD解码器测试原理类似，原理也是利用码流发生器输出携带SD测试图卡的TS流，输出给被测解码器，然后利用视频分析仪VTE进行高清视频指标测试。只是有所区别的是，因为公路交通行业主要要求的是HDMI接口，同时指标参数约束的是模拟高清分量指标，因此视频分析仪需要提供基于HDMI接口的模拟高清分量测试。

注：公路交通行业并未对HDMI协议一致性做要求，本技术方案不做考虑。

持HDMI输出。

交通运输行业视频编解码器测试方案

3.3 解码器测试参数

视频解码器的测试参数主要包括2个层面：1) 接口电气特性参数；2) 视频质量参数。

3.3.1 接口电气特性参数

解码器接口的电器特性测试主要是考虑最主要类型的ASI输入接口和各类解码输出接口，分别要求如下：

1) 解码器ASI输入接口要求：

序号	项目	技术要求
1	最大输入幅度 (p-p), mV	≥880
2	最小输入幅度 (p-p), mV	≤200
3	反射损耗 (0.3 MHz~1 GHz), dB	≥15

2) 解码器SDI输出接口要求：

1	眼图	输出幅度, mV	800±80
2		上升时间 (20%~80%), ps	750~1500
3		下降时间 (20%~80%), ps	≤200
4		上升时间与下降时间差的绝对值, ps	≤500
5		上升/下降过冲, mV	≤4 0
6		抖动 (1 kHz滤波器), UI	≤0.2

3) 解码器HDMI输出接口：

序号		项目	技术要求
1		HDMI 类型	Type A
2		输出端口电压, V	+4. 8~+5. 3
3	眼图	TMDS单端低电平输出电压, V	当接收器的时钟频率 ≤165 MHz, 低电平输出 电压须在2.7 V-2.9 V; 当接收器的时钟频率>165 MHz, 低电平输出电压须 在2.6 V~2.9 V;
4		上升时间 (20%~80%), ps	≥75 ps
5		下降时间 (20%~80%), ps	≥75 ps
6		TMDS信号对内时间偏差	≤0.15* T _{bit} ; T _{bit} =1/10 * 时钟周期
7		TMDS信号对间时间偏差	≤0.15* T _{ehar} ; T _{ehar} =时 钟周期
8		TMDS时钟抖动	≤0.25* T _{bit} ; T _{bit} =1/10 * 时钟周期

以上这些物理参数测试都可以利用示波器或是本技术方案推荐的视频分析仪QX及VTE配置相应的模块来实现。

3.3.2 视频质量参数

1) 支持的视频格式和解码方式要求：

序号	项目	参考值	
		标清	高清
1	水平尺寸	720像素	1920像素
2	垂直尺寸	576行	1080行
3	隔行比	2 : 1	/
4	扫描行数	625	1125
5	高宽比	4 : 3	16 : 9
6	场频	50 Hz	/
7	行频	15.625 kHz	/
8	解码方式	MPEG-2或H.264	H.264或H.265

2) 标清视频评价参数

序号	项目	技术要求
1	视频电平, mV	700±20
2	同步脉冲幅度, mV	300±10
3	K系数, %	≤3
4	亮度非线性, %	≤5
5	色度/亮度增益差, %	±5
6	色度/亮度时延差, %	≤50
7	微分增益, %	≤10
8	微分相位, °	≤10
9	幅频特性 (5.8 MHz带宽内), dB	±2
10	视频信杂比 (加权), dB	≥56

3) 高清Y/Cb/Cr视频评价参数

序号	项目	技术要求
1	Y信号输出幅度误差, %	-10~+10
2	C _r 信号输出幅度误差, %	-10~+10
3	C _b 信号输出幅度误差, %	-10~+10
4	Y信号幅频特性, dB	±0.8 (0~25 MHz) +0.8~-3 (25 MHz~30 MHz)
5	Y, C _b , C _r 信号的非线性失真, %	≤5
6	亮度通道的线性响应 (Y信号的K系数), %	≤3
7	Y/C _b , Y/C _r , C _b /C _r 信号时延差, ns	±10
8	Y, C _b , C _r 信号的信噪比 (加权), dB	≥56

交通运输行业视频编解码器测试方案

4) 高清RGB视频评价参数

序号	项目	技术要求
1	G信号输出幅度误差, %	-10~+10
2	B信号输出幅度误差, %	-10~+10
3	R信号输出幅度误差, %	-10~+10
4	G/B/R信号幅频特性, dB	± 0.8 (0~25 MHz) $+0.8\sim-3$ (25 MHz~30 MHz)
5	G, B, R信号的非线性失真, %	≤ 5
6	亮度通道的线性响应 (G, B, R信号的K系数), %	≤ 3
7	G/B, G/R, B/R信号时延差, ns	± 10
8	G, B, R信号的信噪比 (加权), dB	≥ 56

核心设备资料 (可联系销售索取以下详细资料)

- J 模拟视频发生器VSG
- J HDMI信号源VTS
- J SDI信号源QX
- J TS分析仪DVMS1
- J TS记录回放器TSA
- J 视频分析仪VTx