

交通运输行业 视频传输测试方案

V3.0



北京度纬科技有限公司

2020.06

交通运输行业视频传输测试方案

1 需求概述

视频监控一直是公路交通系统十分重要的一个技术体系，针对传统模拟视频信号（CCVS或是YPbPr）传输系统的测试，一般是直接采用模拟视频接口进行测试，其中CCVS为模拟标清复合视频信号，YPbPr为模拟高清分量视频信号。随着信号的数字化，基于HDMI的视频传输也成为了一个主流，因此针对光发光收的HDMI直传系统，利用基于HDMI的信号测试也是一个必要。

随技术的不断发展，目前视频监控不断向IP化视频传输转换，摄像头直接可输出IP视频数据。由于视频数据（尤其高清视频）传输量大，要求传输网络必须具备较好的性能，同

时因为各级交换处理，更会加大传输出现丢包的可能。因此有一套可以针对高清视频IP传输网络的测试方案势在必行。

视频的数字化和基于IP网络的传输是相辅相成并且共同发展的两个技术趋势，同时视频的分辨率也不断增大，目前公路口的主流应用已经是高清视频信号了。从目前行业的主

流应用来看，基于IP网络传输的视频分为带编解码器和不带编解码器两种系统，带编解码器的系统是为了兼容传统的摄像机，不带编解码器的系统基本都是IP网络摄像机。基于IP网络

的视频传输测试是一个难点，不仅要考虑实际的系统传输特点，还要考虑仪器行业能提供的测试条件。

本测试方案基于德国R&S公司的视频分析仪VTE设计，信号源部分采用R&S公司的HDMI信号源VTS和Doewe公司的视频信号发生器VSG来设计。同时，考虑到IP化的实际现实，采用定制的网关模块实现Video over IP传输系统的HDMI端到端视频测试。

2 视频监控传输系统简介

2.1 传统模拟视频传输系统

针对模拟视频传输，为了维持较好的视频质量，因此有的系统会考虑利用光发光收系统来将模拟信号（甚至是数字化的HDMI信号）直接光调制传输，利用光接收机进行光解调后输入下一级系统或是进入显示监看环节。如图1所示。

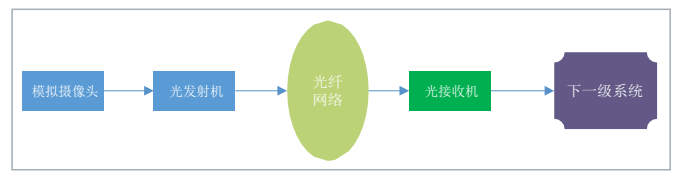


图1 光发光收传输系统

这种传输链路支持模拟复合视频（CCVS）/YPbPr高清分量及HDMI视频。

带编解码器IP传输系统

带编解码的传输系统核心传输网络是IP网络，采用编解码器和解码器实现视频的IP化，典型的示意图如下：

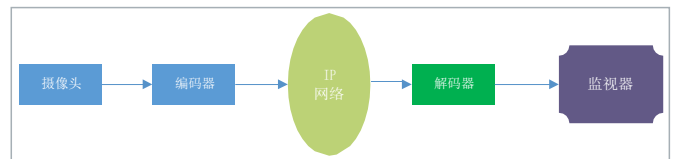


图2 传统编解码传输系统

如果摄像头是标清摄像头，那么编码器须支持标清格式，一个典型的标清（SD）视频编码器输入输出接口如图3所示：

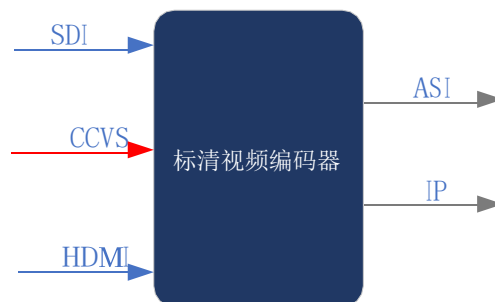


图3 SD视频编码器

交通运输行业视频传输测试方案

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。

同样的道理，解码器也须支持对应的格式，一个典型的标清（SD）解码器输入输出接口如图4所示

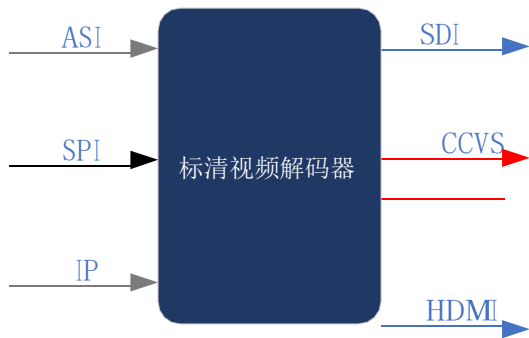
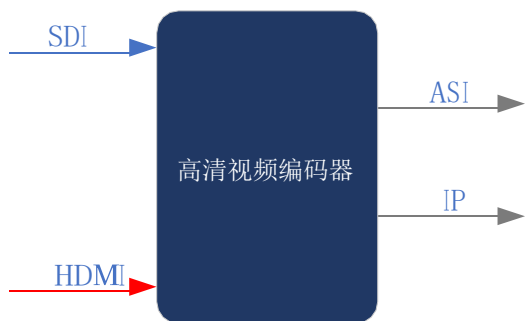


图4 SD视频解码器

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。)

如果摄像头是高清视频，那么编码器须支持高清格式，一个典型的高清（HD）视频编码器输入输出接口如图5所示：



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。

同样的解码器也须对应地支持相应格式，一个典型的高清（HD）解码器输入输出接口如图6所示

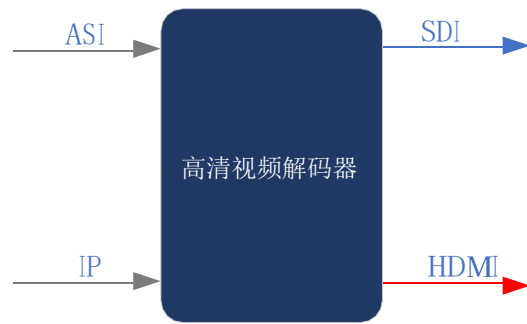


图6 HD视频解码器

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持HDMI输出。

2.2 网络摄像头IP传输系统

随着流媒体技术的发展，视频监控行业不断引入新的技术，比如基于UDP/http或是RTSP的流媒体视频传输方式。并且摄像头也演变为了网络摄像头，直接IP格式输出。一个典型的网络摄像头传输系统框架如下：

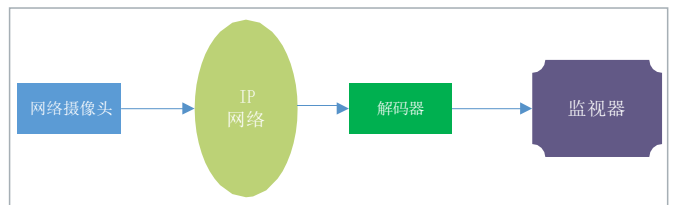


图7 网络摄像头传输系统

在监控中心，解码器直接接收流媒体格式的IP视频，然后解码为HDMI接口或是其它接口输出给监视器。

图5 HD视频编码器

交通运输行业视频传输测试方案

3 传输系统测试原理

3.1 传统模拟视频传输测试架构

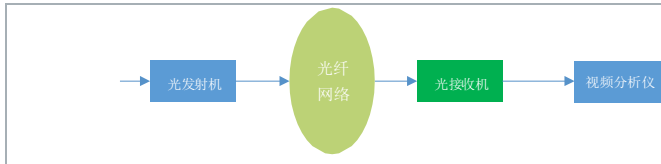


图8 传统模拟视频传输系统

针对传统模拟视频传输系统的测试，典型的测试系统如图8所示。测试设备主要是采用视频信号源和视频分析仪，利用视频信号发生CCVS/YPbPr信号，经过传输系统后，利用视频分析仪进行测试，针对此部分测试，视频行业已经有完善的测试方法和标准，公路系统也发布了自己的测试参数和指标要求。

对于数字化的HDMI视频传输，如果传输环节还是采用光发光收的架构，测试原理与传统模拟视频测试无异，只是信号发生器和分析仪需要支持HDMI接口，同时视频分析仪内部可实现D/A变换。

公路口针对这部分测试的指标要求，标清视频参数参考本方案3.3节，高清分量视频部分参考3.4节。

3.2 IP网络系统测试架构

对一个IP视频网络进行应用测试，按照ISO7层协议的定义可以从底层测试来进行IP网络性能的摸底。严格来说，传输视频只是IP网络承载的一种特定业务，是一种上层应用。但是由于视频业务的特殊性，尤其视频对于实时性的要求使得基于上层应用的测试变得直观而有效。

典型的测试架构如图9所示：

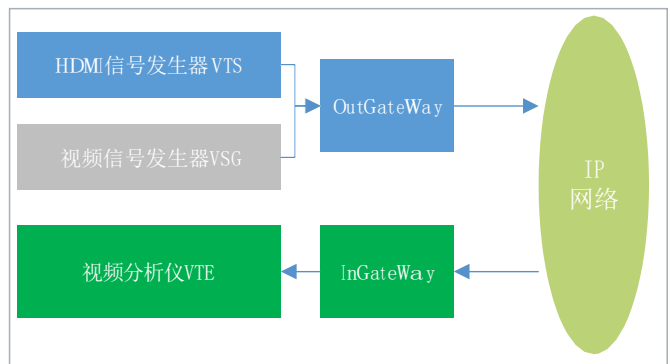


图9 测试架构

无论是哪种传输方式，基于应用层来测试网络，必须给传输网络灌入测试信号，因此需要采用标准的视频信号发生器，同时采用定制的OutGateway网关来实现IP化匹配，如果是传统的网络，网关可直接被编码器替代。接收端也需要定制的InGateway网关实现IP数据到可测接口形式视频的转换。

鉴于实际应用情况及网关参数所限，本方案采用的OutGateway和InGateway从编解码标准支持上涵盖CCVS/HDMI和SDI，但是我们论证过而且推荐客户使用的是HDMI接口，原因首先是SDI在公路系统没有大面积采用，其次CCVS重点针对模拟视频传输测试（若是CCVS经过压缩编码再解码，大概率测试系统的话很难满足指标要求，目前随着技术发展，标清已经越来越少）。当然，采用HDMI进行测试，也会有一些缺陷，我们在本方案第四部分做简要说明。

交通运输行业视频传输测试方案

3.3 标清视频测试参数

一般而言，标清复合视频都应用于传统的模拟视频传输系统，按照公路口的测试标准要求，典型的标清视频测试参数如下表所示：

视频电平	700±30 mV	信号发生器发送75%彩条信号或2T正弦平方波和条脉冲信号，用视频测试仪测量
同步脉冲幅度	300±20 mV	信号发生器发送75%彩条信号或2T正弦平方波和条脉冲信号，用视频测试仪测量
回波E	<7%	信号发生器发送2T正弦平方波和条脉冲信号，用视频测试仪测量
亮度非线性	≤5%	信号发生器发送非调制五阶梯信号，用视频测试仪测量
色度/亮度增益不等	±5%	信号发生器发送副载波填充的10T信号或副载波填充的条脉冲信号，用视频测试仪测量
色度/亮度时延差	≤100 ns	信号发生器发送副载波填充的10T信号或副载波填充的条脉冲信号，用视频测试仪测量
微分增益	≤10%	信号发生器发送调制五阶梯信号，用视频测试仪测量
微分相位	≤10°	信号发生器发送调制五阶梯信号，用视频测试仪测量
幅频特性(5.8 MHz带宽内)	±2 dB	信号发生器发送sinx/x信号，用视频测试仪测量
视频信噪比(加权)	≥56 dB	信号发生器发送多波群信号，用视频测试仪测量

注：通过上述指标进行分析，结合行业常用的高性价比编解码器指标，上述指标参数用于测试独立的解码器（公路口有独立的标准）和传统的模拟视频传输系统较为合适，如果基于带有编码和解码的IP视频传输系统而言，上述指标可能对被测系统有一定挑战。

3.4 高清视频测试参数

高清视频的典型测试参数如下表：

Y信号输出幅度误差	-10~+10%	数字信号发生器发送高清晰度2T脉冲和条幅信号，用数字视频测试仪测量
Cr (Pr) 信号输出幅度误差	-10~+10%	数字信号发生器发送高清晰度2T脉冲和条幅信号，用数字视频测试仪测量
Cb (Pb) 信号输出幅度误差	-10~+10%	数字信号发生器发送高清晰度2T脉冲和条幅信号，用数字视频测试仪测量
Y信号幅频特性	30MHz带宽内±3 dB	数字信号发生器发送高清晰度多波群信号或SinX/X信号，用数字视频测试仪测量
Y、Cb (Pb)、Cr (Pr) 信号的非线性失真	≤5%	数字信号发生器发送高清晰度五阶梯波信号，用数字视频测试仪测量
亮度通道的线性响应 (Y信号的K系数)	≤3%	数字信号发生器发送高清晰度2T脉冲和条幅信号，用数字视频测试仪测量
Y/Cb (Y/Pb)、Y/Cr (Y/Pr)	±10ns	数字信号发生器发送高清晰度彩条信号，用数字视频测试仪测量
Y、Cb (Pb)、Cr (Pr) 信号的信噪比(加权)	≥56dB	数字信号发生器发送静默行信号，用数字视频测试仪测量
G信号输出幅度误差	-10~+10%	数字信号发生器发送高清晰度2T脉冲和条幅信号，用数字视频测试仪测量
B信号输出幅度误差	-10~+10%	数字信号发生器发送高清晰度2T脉冲和条幅信号，用数字视频测试仪测量
R信号输出幅度误差	-10~+10%	数字信号发生器发送高清晰度2T脉冲和条幅信号，用数字视频测试仪测量
G/B/R信号幅频特性	30MHz带宽内±3dB	数字信号发生器发送高清晰度多波群信号或SinX/X信号，用数字视频测试仪测量
G、B、R信号的非线性失真	≤5%	数字信号发生器发送高清晰度五阶梯波信号，用数字视频测试仪测量
亮度通道的线性响应 (G、B、R信号的K系数)	≤3%	数字信号发生器发送高清晰度2T脉冲和条幅信号，用数字视频测试仪测量
G/B、G/R、B/R信号时延差	±10ns	数字信号发生器发送高清晰度彩条信号，用数字视频测试仪测量
G、B、R信号的信噪比(加权)	≥56dB	数字信号发生器发送静默行信号，用数字视频测试仪测量

注：对上述指标进行分析，如下的几类视频系统比较适合采用上述指标参数集：传统的模拟高清分量传输系统（YPbPr, RGB），HDMI视频光发射传输系统和基于IP网络传输的HDMI高清视频传输系统（带编码器或是不带编码器的IP传输系统均适合，一般为YCbCr）。

交通运输行业视频传输测试方案

4 简易结果矫正方法及测试方案缺陷讨论

4.1 传统模拟视频传输测试结果矫正

考虑到所有的模拟视频信号源和模拟视频分析仪都有系统误差，为了快速进行测试，可以采用最简易的线性校准方法来对测试结果进行矫正。在进行正式测试之前，将信号源和分析仪直连，测试结果与标准值进行比较得出系统误差值，然后进行被测系统测试，测试结果减去系统误差即为实际测试结果。

J 拿CCVS的白电平700mV测试举例，假设VSG直连VTE，测试结果是：Y0

J 那么系统误差是：Y0-700

J 如果将VSG接入到网络，VTE接入到终端，测试结果是Y1

J 那么如果不矫正，误差值是Y1-700

J 采用线性矫正方法，则实际误差值应该是： $(Y1-700)-(Y0-700)=Y1-Y0$

4.2 基于HDMI测试IP视频传输系统的缺陷及分析

无论被测系统带不带编解码器，只要传输网络是基于IP的，则意味着传输的信号大概率是压缩后的，由于VTE只能接入解码系统输出的HDMI信号，而公路口要求的HDMI视频分析实质上是对HDMI信号进行D/A变换后的模拟信号进行分析，考虑到模拟信号进行分析的原理，指标只是从特定的行信号的特定测试点进行采样测试，从而导致这种测试原理并不能完整反应HDMI信号的传输特性，极端情况会导致IP链路本身不是很理想的情况下，指标仍然还不错。

解决办法是改变基于D/A变换后的模拟视频测试方法，改为直接基于HDMI进行视频比对测试，VTE提供此类测试方案，可以通过PSNR/SSIM和MOS分值来对图像恶化做直接评估。

(注：目前此方法未写入公路口检测标准)

五 核心设备资料（可联系R&S销售索取以下详细资料）

J 视频信号发生器VSG

J HDMI信号源VTS/视频分析仪VTE
(注：VTS是VTx的简易配置)

J OutGateWay网关单元 (HDMI→IP)

J InGateWay网关单元 (IP→HDMI)