

# 团 体 标 准

T/CAAMTB xx—20xx

## 汽车辅助驾驶片上系统摄像头数据记录功能技术要求及试验方法

Technical requirements and test methods for camera data recording functions of advanced driver-assistance systems system on chip

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的该标准所涉必要专利信息连同支持性文件一并附上。

20xx-xx-xx 发布

20xx-xx-xx 实施

中国汽车工业协会 发布



# 目 次

|                 |    |
|-----------------|----|
| 前言 .....        | II |
| 1 范围 .....      | 1  |
| 2 规范性引用文件 ..... | 1  |
| 3 术语和定义 .....   | 1  |
| 4 缩略语 .....     | 1  |
| 5 硬件构成 .....    | 2  |
| 6 技术要求 .....    | 2  |
| 6.1 功能要求 .....  | 2  |
| 6.2 性能要求 .....  | 3  |
| 7 试验方法 .....    | 4  |
| 7.1 试验条件 .....  | 4  |
| 7.2 功能试验 .....  | 5  |
| 7.3 性能试验 .....  | 6  |

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由xx提出。

本文件起草单位：湖北芯擎科技有限公司

本文件主要起草人：

# 汽车辅助驾驶片上系统摄像头数据记录功能技术要求及试验方法

## 1 范围

本文件规定了汽车辅助驾驶片上系统摄像头数据记录功能的硬件构成、技术要求和试验方法。  
本文件适用于汽车辅助驾驶片上系统摄像头数据记录功能的设计、功能验证与性能评估。

## 2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

## 3 术语和定义

本文件没有规范性引用文件。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CPU: 中央处理器 (Central Processing Unit)  
CSI: 摄像头串行接口 (Camera Serial Interface)  
DSP: 数字信号处理器 (Digital Signal Processor)  
EVB: 开发板 (Evaluation Board)  
eMMC: 嵌入式多媒体卡 (Embedded Multi-Media Card)  
FFmpeg: 多媒体处理工具 (Fast Forward MPEG)  
FPS: 每秒帧数 (Frames Per Second)  
GPIO: 通用输入输出接口 (General Purpose Input/Output)  
GPU: 图形处理器 (Graphics Processing Unit)  
ISP: 图像信号处理器 (Image Signal Processor)  
I<sup>2</sup>C: 串行通信总线 (Inter-Integrated Circuit)  
JPEG: 联合图像专家组 (Joint Photographic Experts Group)  
MD5: 消息摘要算法第5版 (Message-Digest Algorithm 5)  
MIPI: 移动产业处理器接口 (Mobile Industry Processor Interface)  
MPEG: 运动图像专家组 (Moving Picture Experts Group)  
MTF: 调制传递函数 (Modulation Transfer Function)  
NPU: 神经网络处理器 (Neural network Processing Unit)  
OTA: 空中下载技术 (Over The Air)  
PCIe: 外围组件互连高速总线 (Peripheral Component Interconnect Express)  
SNR: 信噪比 (Signal-to-Noise Ratio)  
UFS: 通用闪存存储 (Universal Flash Storage)

VPU：视频处理器（Video Processing Unit）

## 5 硬件构成

汽车辅助驾驶片上系统摄像头数据记录功能的基本硬件构成见图1，包括摄像头接口单元、图像信号处理单元、控制接口单元、视频流处理单元、高速网络接口单元、存储接口单元和图像处理单元。其中，摄像头接口单元应包括支持MIPI CSI协议的接口。图像信号处理单元宜包括图像信号处理器（ISP）。视频流处理单元应包括视频处理器（VPU）。图像处理单元至少应包括中央处理器（CPU）、图形处理器（GPU）、数字信号处理器（DSP）、神经网络处理器（NPU）中的一种。存储接口单元至少应包括通用闪存存储（UFS）、嵌入式多媒体卡（eMMC）、外围组件互连高速总线（PCIe）中的一种。高速网络接口应包含以太网（Ethernet）接口。控制接口单元应包括串行通信总线（I<sup>2</sup>C）、通用输入输出接口（GPIO）等接口。

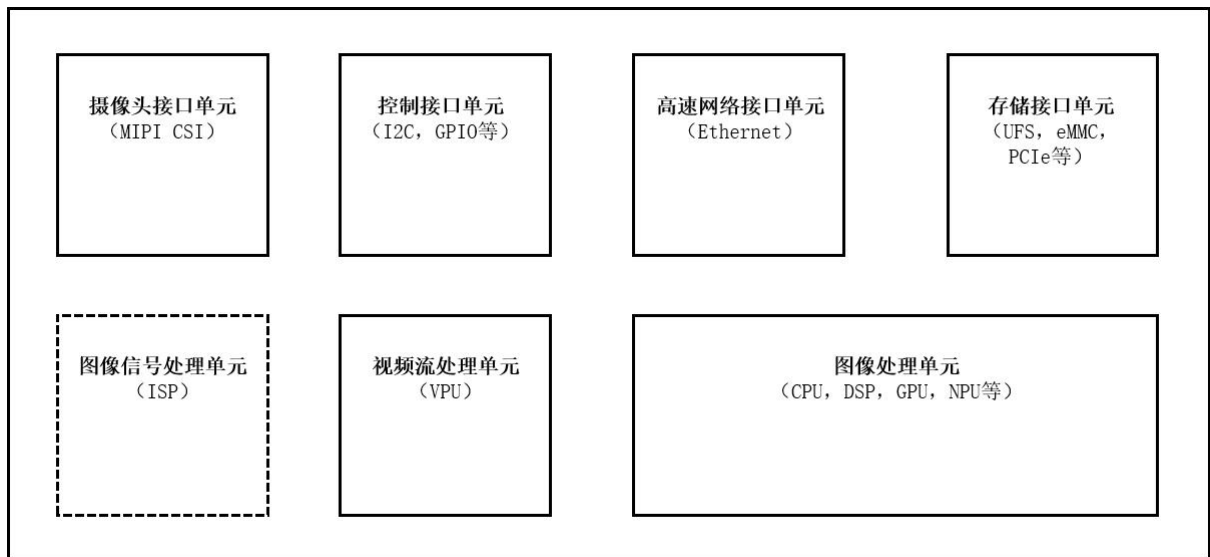


图1 摄像头数据记录功能硬件构成示意图

## 6 技术要求

### 6.1 功能要求

#### 6.1.1 摄像头数据接入功能

汽车辅助驾驶片上系统摄像头数据记录功能应支持原始图像格式（Raw）、红绿蓝颜色空间格式（RGB）、亮度色度颜色空间格式（YUV）的图像数据接入功能。按 7.2.1 进行试验，三种分辨率的 Raw 格式、RGB 格式和 YUV 格式图像/视频，均能正常采集、存储、显示，且无数据丢失和格式错误。

#### 6.1.2 图像信号处理功能

汽车辅助驾驶片上系统摄像头数据记录功能应具备传感器数据校正、图像优化和格式转换功能。按 7.2.2 进行试验，处理后的格式图像数据完成降噪和锐化、黑电平和白平衡校正、YUV 或 RGB 格式转换。

### 6.1.3 视频流编码处理功能

汽车辅助驾驶片上系统摄像头数据记录功能应支持视频流的硬件编码功能，视频流编码格式至少应支持 H.263、H.264 或 HEVC(H.265) 中的一种。按 7.2.3 进行试验，监测上位机上播放的视频无卡顿、跳帧，画面无明显模糊、块效应；处理后的视频编码格式、编码码率与 7.2.3 步骤 a) 参数配置时保持一致。

注：H.263 为低码率视频编码，H.264 为高级视频编码，H.265 为高效视频编码。

### 6.1.4 图像脱敏处理功能

汽车辅助驾驶片上系统摄像头数据记录功能应具备图像脱敏处理功能。按 7.2.4 进行试验，监测上位机上的人脸、车牌信息有脱敏且无法还原。

### 6.1.5 数据存储功能

汽车辅助驾驶片上系统摄像头数据记录功能应具备视频流存储功能。按 7.2.5 进行试验，计算得到的 MD5 值与原始视频流的 MD5 值应保持一致。

### 6.1.6 数据云端上传功能

汽车辅助驾驶片上系统摄像头数据记录功能应具备视频流上传或图像云端上传的功能。按 7.2.6 进行试验，上传至模拟云端服务器的 100 MB、200 MB、500 MB 三种测试数据应保持完整和准确。

## 6.2 性能要求

### 6.2.1 图像信号处理性能

若汽车辅助驾驶片上系统摄像头数据记录功能硬件中含 ISP，按 7.3.1 进行试验，其图像信号处理性能应满足表 1 的要求。

表1 摄像头规格和图像信号处理要求

| 场景          | 摄像头规格和图像信号处理要求   |
|-------------|--|
| 1 路摄像头场景    | 至少应支持 200 万像素摄像头，30 FPS 的图像信号处理能力  |
| 5 路摄像头场景    | 至少应支持 1 个 200 万像素摄像头，30 FPS 的图像信号处理能力，以及 4 个 100 万像素摄像头，15 FPS 的图像信号处理能力 |
| 7 路及以上摄像头场景 | 至少应支持 2 个 800 万像素摄像头 30 FPS 和 5 个 200 万像素摄像头 20 FPS 及以上的图像信号处理能力         |

### 6.2.2 视频流编码处理性能

6.2.2.1 按 7.3.2.1 进行试验，汽车辅助驾驶片上系统摄像头数据记录功能的实际处理帧率与输入帧率偏差应不大于 1 FPS。

6.2.2.2 按 7.3.2.2 进行试验，摄像头像素和视频编码能力应满足表 2 的要求。

表2 摄像头规格和视频编码处理要求

| 场景       | 摄像头规格和视频编码处理要求   |
|----------|--|
| 1 路摄像头场景 | 至少应支持 200 万像素摄像头 30 FPS 的视频编码能力                                |
| 5 路摄像头场景 | 至少应支持 1 个 200 万像素摄像头 30 FPS 和 4 个 100 万像素摄像头 15 FPS 视频编码能力     |
| 7 路摄像头场景 | 至少应支持 2 个 800 万像素摄像头 30 FPS 和 5 个 200 万像素摄像头 20 FPS 及以上的视频编码能力 |

|           |  |
|-----------|--|
| 11 路摄像头场景 | 至少应支持 2 个 800 万像素摄像头 30 FPS 和 9 个 200 万像素摄像头 20 FPS 及以上的视频编码能力 |
|-----------|--|

### 6.2.3 图像脱敏处理性能

按 7.3.3 进行试验，图像的人脸脱敏覆盖率、车牌的脱敏覆盖率均应不小于 95%。

### 6.2.4 数据存储性能

对于不同数据存储接口，按 7.3.4 进行试验，汽车辅助驾驶片上系统摄像头数据记录功能的存储速率应满足表 3 的要求。

表 3 不同接口的数据存储速率要求

| 存储接口类型           | 存储速率要求                          |
|------------------|---------------------------------|
| UFS3.0 及以上的存储接口  | 存储速率至少应达到 500 MB/s              |
| eMMC5.0 及以上的存储接口 | 存储速率至少应达到 70 MB/s               |
| PCIe3.0 及以上存储接口  | 存储速率至少应达到单通道 (lane) 单向 500 MB/s |
| 其他               | 存储速率至少应不小于 20 MB/s              |

### 6.2.5 数据云端上传要求

对于不同接口，按 7.3.5 进行试验，数据云端上传性能应满足表 4 的要求。

表 4 数据云端上传性能要求

| 接口      | 要求                          |
|---------|-----------------------------|
| 百兆以太网接口 | 单批次 100 MB 数据的上传时间应不大于 10 s |
| 千兆以太网接口 | 单批次 1 GB 数据的上传时间应不大于 10 s   |
| 万兆以太网接口 | 单批次 10 GB 数据的上传时间应不大于 10 s  |

## 7 试验方法

### 7.1 试验条件

#### 7.1.1 硬件环境

硬件环境应包括：

- 硬件系统应包括支持 MIPI CSI 协议的摄像头输入接口，具备调试接口的 EVB 板，摄像头输入相关的配套线束，以及符合存储接口单元要求的存储设备（如 UFS、eMMC、PCIe 存储设备），和速率为百兆及以上的以太网接口；
- 监测上位机，如计算机、网络性能测试工具、存储性能测试工具和显示器等。

#### 7.1.2 软件环境

软件环境应包括：

- 支持摄像头输入及数据记录功能的操作系统，如自由开源的类 UNIX 操作系统 (Linux) 等；
- 支持摄像头输入及数据记录功能关联的固件、驱动程序（包括 MIPI CSI 驱动、存储设备驱动、以太网驱动等）、EVB 板级外设驱动程序等；

- c) 支持开发及调试的交叉编译环境；
- d) 摄像头数据记录功能关联的测评和试验工具。如媒体播放工具、调试工具、图像脱敏效果检测工具、数据完整性校验工具和网络数据传输测试工具等。

## 7.2 功能试验

### 7.2.1 摄像头数据接入功能

按下列步骤进行试验：

- a) 在 7.1 的条件下搭建试验系统，将摄像头信号模拟器或真实摄像头，与 EVB 的 MIPI CSI 接口用配套线束连接，将监测上位机与 EVB 进行调试连接，在 EVB 的操作系统中加载 MIPI CSI 驱动程序；
- b) 通过摄像头信号模拟器或真实摄像头生成 Raw 格式、RGB 格式和 YUV 格式的图像数据，每种格式的图像数据设置为 1280\*720、1920\*1080、3840\*2160 三种分辨率，且每种格式的图像数据输出帧率设置为 30 FPS；
- c) 在 EVB 的操作系统中运行摄像头数据采集程序，开启摄像头数据接入功能，在 10 min 内持续采集每种格式、每种分辨率的图像数据；
- d) 将采集的图像数据导入至监测上位机，通过监测上位机的调试软件，读取 EVB 存储的采集数据日志，检查数据是否丢失、格式是否正确；
- e) 通过监测上位机的媒体播放软件，查看图像/视频是否正常显示，无花屏、卡顿现象；
- f) 通过视频分析软件，查看所有格式、分辨率数据是否均能正常采集、存储，且显示正常，无数据丢失或格式错误。

### 7.2.2 图像信号处理功能

按下列步骤进行试验：

- a) 在 7.1 的条件下搭建试验环境，在 EVB 中启用 ISP，配置传感器数据校正（如黑电平校正、白平衡校正）、图像优化（如降噪、锐化）、格式转换（如将 Raw 格式转换为 YUV 格式，或 Raw 格式转换为 RGB 格式）的功能参数；
- b) 通过摄像头信号模拟器或真实摄像头，生成噪声干扰（如椒盐噪声、高斯噪声）、白平衡偏差（偏红、偏蓝）的 Raw 格式图像数据，并将该图像数据设置为 1280\*720、1920\*1080、3840\*2160 三种分辨率，数据输出帧率设置为 30 FPS；
- c) 在 EVB 的操作系统中运行图像信号处理程序，对输入的 Raw 格式图像数据进行黑电平和白平衡校正、降噪和锐化，以及 YUV 格式或 RGB 格式转换处理，将处理后的 YUV 或 RGB 格式图像数据存储至 EVB 的存储器中；
- d) 通过摄像头信号模拟器或真实摄像头，生成和导出原 Raw 格式图像数据。从 EVB 的存储器中导出处理后的 YUV 或 RGB 格式图像数据；
- e) 比对原 Raw 格式图像数据和处理后的格式图像数据，通过图像质量分析软件，查看处理后的格式图像数据是否完成降噪和锐化、黑电平和白平衡校正、YUV 或 RGB 格式转换。

### 7.2.3 视频流编码处理功能

按下列步骤进行试验：

- a) 在 7.1 的条件下搭建试验环境，在 EVB 中开启 VPU，设置硬件编码参数（编码格式选择 H. 263 或 H. 264 或 H. 265，编码码率设置为 2 Mbps、4 Mbps 和 8 Mbps 三种档位）；

- b) 通过摄像头信号模拟器或真实摄像头，生成 YUV 格式的视频流数据（分辨率 1920\*1080，帧率 20 FPS），并输入至 EVB；
- c) 在 EVB 的操作系统中运行视频编码程序，将 H. 263 或 H. 264 或 H. 265 编码格式，与三种编码码率进行组合对 EVB 中的视频流进行编码处理，每种组合持续 10 min；
- d) 编码处理后的视频流数据存储至 EVB 的存储器后，再导出至监测上位机；
- e) 使用监测上位机的媒体播放软件，播放编码处理后的视频，检查播放的视频是否卡顿、跳帧，画面是否有明显模糊、块效应；
- f) 通过视频分析软件，查看视频的编码格式、编码码率是否与步骤 a) 参数配置时保持一致。

#### 7.2.4 图像脱敏处理功能

按下列步骤进行试验：

- a) 在 7.1 的条件下搭建试验环境，在 EVB 中开启图像脱敏处理功能，加载脱敏处理算法；
- b) 准备测试数据集，包含 100 张含人脸的图像、100 张含车牌的图像，图像分辨率包括 1280\*720 和 1920\*1080，图像场景包括白天、夜间和逆光；
- c) 将测试数据集存储至 EVB 的存储器中，在 EVB 的操作系统中运行图像脱敏处理程序，对测试数据集进行脱敏处理；
- d) 将脱敏处理后的图像导入监测上位机，检查图像中的人脸、车牌信息是否有脱敏且无法还原。

#### 7.2.5 数据存储功能试验

按下列步骤进行试验：

- a) 在 7.1 的条件下搭建试验环境，将存储设备器（如 UFS 3.1）连接至 EVB 的存储接口，在 EVB 的操作系统中加载存储器的驱动程序；
- b) 通过摄像头信号模拟器或真实摄像头，生成 YUV 格式的视频流数据（分辨率 1920\*1080，帧率 20 FPS，码率 8 Mbps），并输入至 EVB；
- c) 在 EVB 的操作系统中运行数据存储程序，将视频流数据实时存储至 EVB 的存储器，持续存储 10 min 通过存储性能测试工具监测存储速率；
- d) 存储完成后，导出存储的视频流数据，通过 MD5 计算软件，计算视频流数据的 MD5 值；
- e) 将计算得到的 MD5 值与原始视频流的 MD5 值进行对比，两个 MD5 值是否一致；

#### 7.2.6 数据云端上传功能试验

按下列步骤进行试验：

- a) 在 7.1 的条件下搭建试验环境，将 EVB 通过以太网接口连接至网络环境（网络带宽不小于 100 Mbps），在监测上位机中搭建模拟云端服务器（支持数据接收与存储）；
- b) 配置 EVB 的网络参数（包括 IP 地址、子网掩码和网关），保证 EVB 与云端服务器正常通信；
- c) 准备 100 MB、200 MB、500 MB 三种测试数据，并存储至 EVB 的存储器中；
- d) 在 EVB 的操作系统中运行数据上传程序，将三种测试数据上传至模拟云端服务器；
- e) 上传完成后，在模拟云端服务器中查看三种测试数据是否完整、准确。

### 7.3 性能试验

#### 7.3.1 图像信号处理性能

##### 7.3.1.1 1 路摄像头场景试验

按下列步骤进行试验：

- a) 在 7.1 的条件下搭建试验环境，采用摄像头信号模拟器或真实摄像头，生成 1 路 200 万像素（分辨率 1920\*1080、帧率 30 FPS）Raw 图像信号；
- b) 连接至 EVB 的 MIPI CSI 接口；
- c) 在 EVB 中开启 ISP，配置传感器数据校正（如黑电平校正、白平衡校正）、图像优化（如降噪、锐化）、格式转换（如 Raw 格式转换为 YUV 格式）的功能参数；
- d) 在 EVB 的操作系统中启动图像信号处理程序，对输入至 EVB 的 Raw 图像数据进行校正、优化和格式转换，持续 10 min；
- e) 将处理后的 YUV 格式的视频流数据，存储至 EVB 的存储器中，再将视频流数据导入监测上位机；
- f) 通过软件工具（如 FFmpeg）监测图像输出帧率是否为 30 FPS 及以上。

### 7.3.1.2 5 路摄像头场景试验步骤

按下列步骤进行试验：

- a) 在 7.1 的条件下搭建试验环境，采用摄像头信号模拟器或真实摄像头，生成 1 路 200 万像素（分辨率 1920\*1080、帧率 30 FPS）、4 路 100 万像素分辨率（1280\*720、帧率 15 FPS）Raw 图像信号；
- b) 分别连接至 EVB 的 MIPI CSI 接口（共 5 路）；
- c) 在 EVB 中开启 ISP，配置传感器数据校正（如黑电平校正、白平衡校正）、图像优化（如降噪、锐化）、格式转换（如将 Raw 格式转换为 YUV 格式）的功能参数；
- d) 在 EVB 的操作系统中启动图像信号处理程序，对输入至 EVB 的 Raw 图像数据进行校正、优化及格式转换，持续 10 min；
- e) 将处理后的 YUV 格式的视频流数据，存储至 EVB 的存储器中，再将视频流数据导入监测上位机；
- f) 通过软件工具（如 FFmpeg），监测 1 路前视摄像头图像输出帧率是否为 30 FPS 及以上，4 路环视摄像头图像输出帧率是否为 15 FPS 及以上。

### 7.3.1.3 7 路及以上摄像头场景试验步骤

按下列步骤进行试验：

- a) 在 7.1 的条件下搭建试验环境，采用摄像头信号模拟器或真实摄像头，生成 1 路 800 万像素（分辨率 3840\*2160、帧率 30 FPS）、5 路 200 万像素分辨率（1920\*1080、帧率 20 FPS）Raw 图像信号；
- b) 分别连接至 EVB 的 MIPI CSI 接口（共 7 路）；
- c) 在 EVB 中开启 ISP，配置传感器数据校正（如黑电平校正、白平衡校正）、图像优化（如降噪、锐化）、格式转换（如将 Raw 格式转换为 YUV 格式）的功能参数；
- d) 在 EVB 的操作系统中启动图像信号处理程序，对输入至 EVB 的 Raw 图像数据进行校正、优化及格式转换，持续 10 min；
- e) 将处理后的 YUV 格式的视频流数据，存储至 EVB 的存储器中，再将视频流数据导入监测上位机；
- f) 通过软件工具（如 FFmpeg），监测 2 路前视摄像头图像输出帧率是否为 30 FPS 及以上，其余 5 路摄像头图像输出帧率是否为 20 FPS 及以上。

## 7.3.2 视频流编码处理性能

### 7.3.2.1 帧率偏差试验

按下列步骤进行试验：

- a) 在 7.1 的条件下搭建试验环境，在 EVB 中开启 VPU，配置硬件编码参数（选择 H.264、H.265 两种编码格式，并分别设置编码码率为 2 Mbps、4 Mbps 和 8 Mbps 三个档位）；
- b) 通过摄像头信号模拟器或真实摄像头，生成 YUV 格式的视频流数据（分辨率 1920\*1080，帧率 20 FPS），并输入至 EVB；
- c) 在 EVB 的操作系统中运行视频编码程序，分别采用 H.264、H.265 格式和三种编码码率，对输入的视频流数据进行编码处理，每种编码格式和编码码率组合持续编码 30 min；
- d) 将编码后的视频文件存储至 EVB 的存储器中，再将视频流数据导入监测上位机；
- e) 使用媒体播放软件，播放视频，检查播放的视频是否流畅（无卡顿、跳帧），画面是否清晰（无明显模糊、块效应）；
- f) 通过视频分析软件（如 FFmpeg），读取视频文件的编码信息，验证编码格式、码率是否与配置一致；
- g) 统计每种编码格式及编码码率组合下的视频帧率，并计算与输入帧率（20 FPS）的偏差。

### 7.3.2.2 摄像头规格和视频编码能力试验

#### 7.3.2.2.1 1路摄像头场景试验

1路摄像头场景试验步骤如下：

- a) 在 7.1 的条件下搭建试验环境，采用摄像头信号模拟器或真实摄像头，生成 1 路 200 万像素（分辨率 1920\*1080、帧率 30 FPS）YUV 图像信号；
- b) 连接至 EVB 板的 MIPI CSI 接口；
- c) 在 EVB 中开启 VPU，配置硬件编码参数（选择 H.264、H.265 两种编码格式，并分别设置编码码率为 2 Mbps、4 Mbps 和 8 Mbps 三个档位）；
- d) 在 EVB 的操作系统中运行视频编码程序，分别采用 H.264、H.265 格式和三种编码码率，对输入的视频流数据进行编码处理，每种编码格式和编码码率组合持续编码 30 min；
- e) 将编码后的视频文件存储至 EVB 的存储器中，再将视频文件导入监测上位机；
- f) 使用媒体播放软件，播放视频，检查播放的视频是否流畅（无卡顿、跳帧），画面是否清晰（无明显模糊、块效应）；
- g) 通过视频分析软件（如 FFmpeg），读取视频文件的编码信息，验证编码格式、码率是否与配置一致；
- h) 统计和确认每种编码格式及编码码率组合下的视频帧率是否为 30 FPS 及以上。

#### 7.3.2.2.2 5路摄像头场景试验

5路摄像头场景试验步骤如下：

- a) 在 7.1 的条件下搭建试验环境，采用摄像头信号模拟器或真实摄像头，生成 1 路 200 万像素（分辨率 1920\*1080、帧率 30 FPS）、4 路 100 万像素（分辨率 1280\*720、帧率 15 FPS）YUV 图像信号；
- b) 连接至 EVB 板的 MIPI CSI 接口；
- c) 在 EVB 中开启 VPU，配置硬件编码参数（选择 H.264、H.265 两种编码格式，并分别设置编码码率为 2 Mbps、4 Mbps 和 8 Mbps 三个档位）；
- d) 在 EVB 的操作系统中运行视频编码程序，分别采用 H.264、H.265 格式和三种编码码率，对输入的视频流数据进行编码处理，每种编码格式和编码码率组合持续编码 30 min；
- e) 将编码后的视频文件存储至 EVB 的存将视频文件导入监测上位机；

- f) 使用媒体播放软件，播放视频，检查播放的视频是否流畅（无卡顿、跳帧），画面是否清晰（无明显模糊、块效应）；
- g) 通过视频分析软件（如 FFmpeg），读取视频文件的编码信息，验证编码格式、码率是否与配置一致；
- h) 统计和确认每种编码格式及编码码率组合下，1路200万像素视频帧率是否为30 FPS及以上，4路100万像素帧率是否为15 FPS及以上。

#### 7.3.2.2.3 7路摄像头场景

7路摄像头场景试验步骤如下：

- a) 在7.1的条件下搭建试验环境，采用摄像头信号模拟器或真实摄像头，生成2路800万像素（分辨率3840\*2160、帧率30 FPS）、5路200万像素（分辨率1920\*1080、帧率20 FPS）YUV图像信号；
- b) 连接至EVB板的MIPI CSI接口；
- c) 在EVB中开启VPU，配置硬件编码参数（选择H.264、H.265两种编码格式，并分别设置编码码率为2 Mbps、4 Mbps和8 Mbps三个档位）；
- d) 在EVB的操作系统中运行视频编码程序，分别采用H.264、H.265格式和三种编码码率，对输入的视频流数据进行编码处理，每种编码格式和编码码率组合持续编码30 min；
- e) 将编码后的视频文件存储至EVB的存储器中，再将视频文件导入监测上位机；
- f) 使用媒体播放软件，播放视频，检查播放的视频是否流畅（无卡顿、跳帧），画面是否清晰（无明显模糊、块效应）；
- g) 通过视频分析软件（如 FFmpeg），读取视频文件的编码信息，验证编码格式、码率是否与配置一致；
- h) 统计和确认每种编码格式及编码码率组合下，2路800万像素视频帧率是否为30 FPS及以上，5路200万像素帧率是否为20 FPS及以上。

#### 7.3.2.2.4 11路摄像头场景

11路摄像头场景试验步骤如下：

- a) 在7.1的条件下搭建试验环境，采用摄像头信号模拟器或真实摄像头，生成2路800万像素（分辨率3840\*2160、帧率30 FPS）、9路200万像素（分辨率1920\*1080、帧率20 FPS）YUV图像信号；
- b) 连接至EVB板的MIPI CSI接口；
- c) 在EVB中开启VPU，配置硬件编码参数（选择H.264、H.265两种编码格式，并分别设置编码码率为2 Mbps、4 Mbps和8 Mbps三个档位）；
- d) 在EVB的操作系统中运行视频编码程序，分别采用H.264、H.265格式和三种编码码率，对输入的视频流数据进行编码处理，每种编码格式和编码码率组合持续编码30 min；
- e) 将编码后的视频文件存储至EVB的存储器中，再将视频文件导入监测上位机；
- f) 使用媒体播放软件，播放视频，检查播放的视频是否流畅（无卡顿、跳帧），画面是否清晰（无明显模糊、块效应）；
- g) 通过视频分析软件（如 FFmpeg），读取视频文件的编码信息，验证编码格式、码率是否与配置一致；
- h) 统计和确认每种编码格式及编码码率组合下，2路800万像素视频帧率是否为30 FPS及以上，9路200万像素帧率是否为20 FPS及以上。

### 7.3.3 图像脱敏处理试验

按下列步骤进行试验：

- a) 在 7.1 的条件下搭建试验环境，在 EVB 中开启图像脱敏处理功能，加载脱敏处理算法；
- b) 准备测试数据集，包含 100 张含人脸的图像、100 张含车牌的图像，图像分辨率包括 1280\*720 和 1920\*1080，图像场景包括白天、夜间和逆光；
- c) 将测试数据集存储至 EVB 的存储器中，在 EVB 的操作系统中运行图像脱敏处理程序，对测试数据集进行脱敏处理；
- d) 将脱敏处理后的图像导入监测上位机，使用脱敏效果检测工具，统计人脸和车牌图像完成脱敏的数量。

### 7.3.4 数据存储试验

#### 7.3.4.1 UFS3.0 及以上存储接口试验

按下列步骤进行试验：

- a) 在 7.1 的条件下搭建试验环境，将 UFS 存储器格式化后挂载至指定分区，部署 fio（灵活 I/O 测试工具）测试工具及 iostat（输入/输出统计工具）监控工具；
- b) 清空系统磁盘缓存，确认待测分区剩余存储空间充足；
- c) 启动 fio 文件顺序写测试程序，执行标准测试命令（配置块大小 128 KB、队列深度 1、直接开启 I/O、测试时长不小于 10 min），同时启动 iostat 工具实时监测存储速率；
- d) 测试结束后，采集并记录存储速率，检查实测存储速率是否不低于 500 MB/s。

#### 7.3.4.2 eMMC5.0 及以上存储接口试验

按下列步骤进行试验：

- a) 在 7.1 的条件下搭建试验环境，将 eMMC 存储器格式化后挂载至指定分区，部署 fio（灵活 I/O 测试工具）测试工具及 iostat（输入/输出统计工具）监控工具；
- b) 清空系统磁盘缓存，确认待测分区剩余存储空间充足；
- c) 启动 fio 文件顺序写测试程序，执行标准测试命令（配置块大小 128KB、队列深度 1、直接开启 I/O、测试时长不小于 10 min），同时启动 iostat 工具实时监测存储速率；
- d) 测试结束后，采集并记录存储速率，检查实测存储速率是否不低于 70 MB/s。

#### 7.3.4.3 PCIe3.0 及以上存储接口试验

按下列步骤进行试验：

- a) 在 7.1 的条件下搭建试验环境，将 PCIe 存储器格式化后挂载至指定分区，部署 fio（灵活 I/O 测试工具）测试工具及 iostat（输入/输出统计工具）监控工具；
- b) 清空系统磁盘缓存，确认待测分区剩余存储空间充足；
- c) 启动 fio 文件顺序写测试程序，执行标准测试命令（配置块大小 128KB、队列深度 1、直接开启 I/O、测试时长不小于 10 min），同时启动 iostat 工具实时监测存储速率；
- d) 测试结束后，采集并记录存储速率，检查实测存储速率是否不低于单通道单向 500 MB/s。

#### 7.3.4.4 其他类型存储接口试验

按下列步骤进行试验：

- a) 在 7.1 的条件下搭建试验环境，将相应接口存储器格式化后挂载至指定分区，部署 fio（灵活 I/O 测试工具）测试工具及 iostat（输入/输出统计工具）监控工具；

- b) 清空系统磁盘缓存，确认待测分区剩余存储空间充足；
- c) 启动fio文件顺序写测试程序，执行标准测试命令（配置块大小128KB、队列深度1、直接开启IO、测试时长不小于10 min），同时启动iostat工具实时监测存储速率；
- d) 测试结束后，采集并记录存储速率，检查实测存储速率是否不低于 20 MB/s。

### 7.3.5 数据云端上传试验

#### 7.3.5.1 百兆以太网接口

按下列步骤进行试验：

- a) 在7.1的条件下搭建试验环境，将EVB通过百兆以太网连接至模拟云端服务器，使用网络分析仪监测网络带宽，在云端服务器中部署数据接收程序；
- b) 在EVB的存储器中准备100个100 MB的文件；
- c) 启动EVB中的数据上传程序，依次将100个100 MB文件上传至云端服务器，使用网络数据传输测试软件，记录每个文件的上传完成时间。

#### 7.3.5.2 千兆以太网接口

按下列步骤进行试验：

- a) 在7.1的条件下搭建试验环境，将EVB通过千兆以太网连接至模拟云端服务器，使用网络分析仪监测网络带宽，在云端服务器中部署数据接收程序；
- b) 在EVB的存储器中准备100个1 GB大小的文件；
- c) 启动EVB中的数据上传程序，依次将100个1 GB文件上传至云端服务器，使用网络数据传输测试软件，记录每个文件的上传完成时间。

#### 7.3.5.3 万兆以太网接口

按下列步骤进行试验：

- a) 在7.1的条件下搭建试验环境，将EVB通过万兆以太网连接至模拟云端服务器，使用网络分析仪监测网络带宽，在云端服务器中部署数据接收程序；
- b) 在EVB的存储器中准备100个10 GB大小的文件；
- c) 启动EVB中的数据上传程序，依次将100个10 GB文件上传至云端服务器，使用网络数据传输测试软件，记录每个文件的上传完成时间。