Rockchip HDMI RX开发指南

文件标识：RK-KF-YF-321

发布版本：V1.1.2

日期：2023-04-12

文件密级：□绝密 □秘密 □内部资料 ■公开

瑞芯微电子股份有限公司

Rockchip Electronics Co., Ltd.

地址： 福建省福州市铜盘路软件园A区18号

网址： www.rock-chips.com

客户服务电话： +86-4007-700-590

客户服务传真： +86-591-83951833

客户服务邮箱： fae@rock-chips.com

前言

本文档是基于RK3588 Android 12平台使用HDMI RX模块开发 HDMI IN功能的帮助文档。

概述

HDMI IN功能可以通过桥接芯片的方式实现，将HDMI信号转换成MIPI信号接收，RK3588芯片平台自带HDMI RX模块，可以直接接收HDMI信号。本文档主要介绍在RK3588 Android 12平台通过HDMI RX模块开发实现HDMI IN功能的方法。支持HDMI IN自适应分辨率：4K60、4K30、1080P60、720P60等，支持HDMI IN热拔插，支持录像功能，支持EDID可配置，支持HDCP1.4/HDCP2.3，支持CEC。

产品版本

芯片名称	Kernel版本	Android版本
RK3588	Linux 5.10	Android12

读者对象

本文档（本指南）主要适用于以下工程师：

技术支持工程师

软件开发工程师

修订记录

版本号	作者	修改日期	修改说明
V1.0.0	温定贤/郭旺强/王杭/陈顺庆/兰顺华	2022.06.29	初始版本
V1.1.0	陈顺庆	2022.08.09	修改HDCP和CEC说明
V1.1.1	王杭	2022.11.04	修改HDMIIN APK说明
V1.1.2	陈顺庆	2023.4.12	更新HDCP/CEC相关配置说明

目录

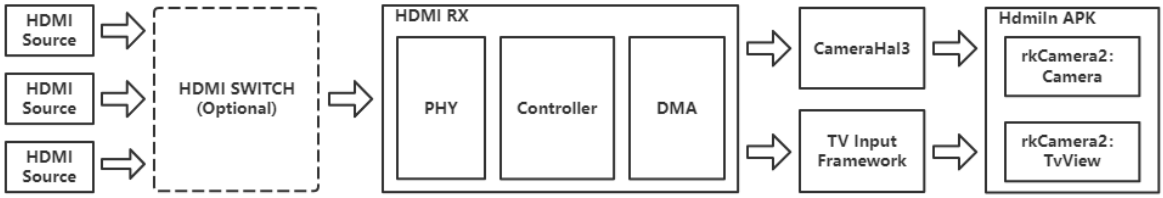
1. HDMI IN功能概述

1.1 HDMI RX模块特性简介

- HDMI 1.4b/2.0 RX：Up to 4K@60fps
- Support FMT：RGB888/YUV420/YUV422/YUV444 8bit
- Pixel clock：Up to 600MHz
- HDCP1.4/2.3
- CEC hardware engine
- E-EDID configuration
- S/PDIF 2channel output
- I2S 2/4/6/8channel output

注：RK3588S不含HDMI RX模块。

1.2 HDMI IN功能框图



根据应用场景需要，HDMI RX可适配TIF框架或是Camera框架，适配TIF框架图像传输延时更低，适配Camera框架可以使用标准Camera API，更方便录像、对接后端算法等应用功能开发。

2. HDMI RX驱动代码和dts配置

2.1 SDK版本要求

HDMI IN功能可能存在持续更新，建议将SDK版本升级到最新，SDK版本号的查询方法如下：

```
rk3588_s:/ # getprop | grep rksdk
[ro.rksdk.version]: [ANDROID12_RKR9]
```

2.2 驱动代码和Kernel配置

驱动代码：

```
drivers/media/platform/rockchip/hdmirx/
```

Kernel Config配置：

```
CONFIG_VIDEO_ROCKCHIP_HDMIRX=y
```

2.3 dts配置说明

参考SDK中RK3588 EVB1的dts配置：

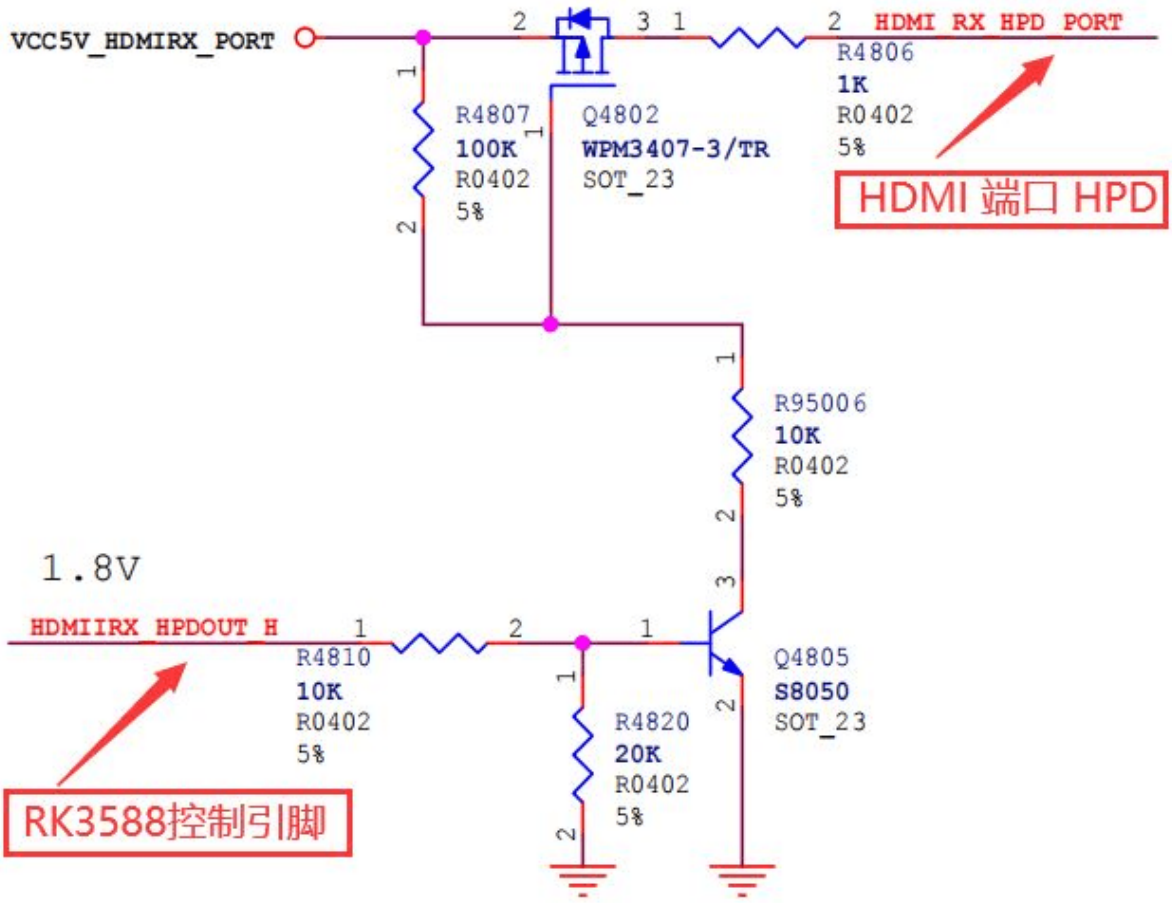
```
arch/arm64/boot/dts/rockchip/rk3588-evb1-lp4.dtsi
```

2.3.1 HDMI RX控制器配置

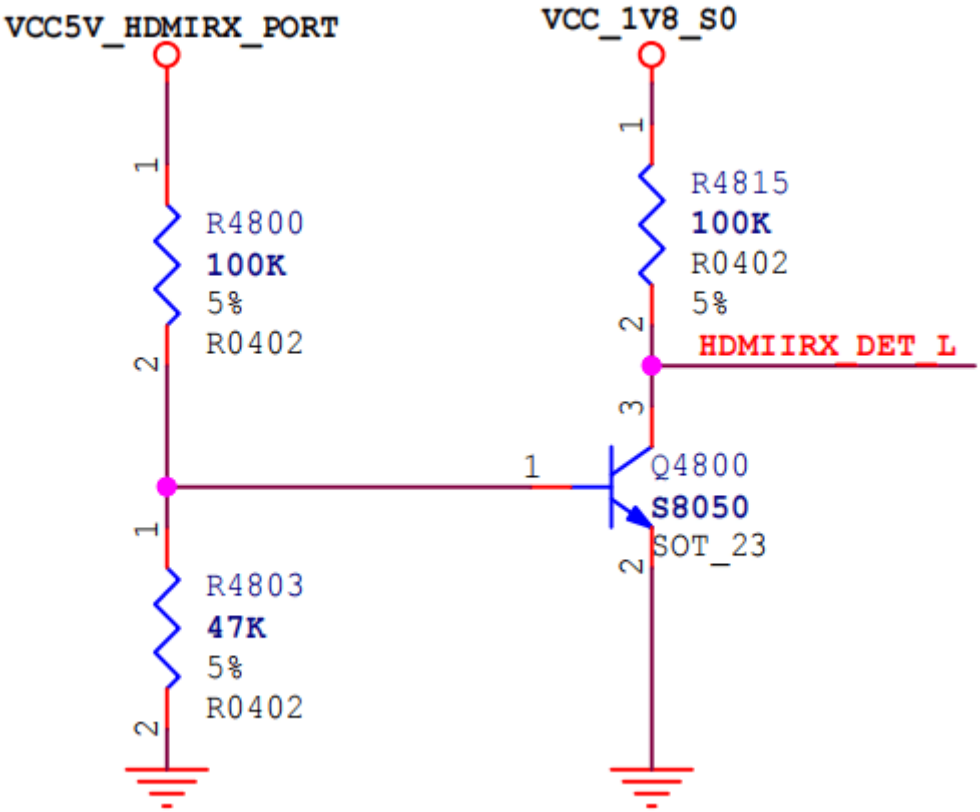
```
/* Should work with at least 128MB cma reserved above. */
&hdmirx_ctrler {
    status = "okay";

    /* Effective level used to trigger HPD: 0-low, 1-high */
    hpd-trigger-level = <1>;
    hdmirx-det-gpios = <&gpio2 RK_PB5 GPIO_ACTIVE_LOW>;
    pinctrl-names = "default";
    pinctrl-0 = <&hdmim1_rx &hdmirx_det>;
};

hdmi {
    hdmirx_det: hdmirx-det {
        rockchip,pins = <2 RK_PB5 RK_FUNC_GPIO &pcfg_pull_up>;
    };
};
```

板级配置需要与实际硬件电路连接对应：

- hpd-trigger-level：触发HPD的有效电平，<1>表示RK3588控制引脚和HDMI端口HPD电平状态相同，<0>则表示相反。



- hdmirx-det-gpios：HDMI插入检测引脚，需要根据实际硬件连接配置GPIO和有效电平，低电平有效时，需要配置pinctrl为内部上拉。



2.3.2 预留内存

RK3588 HDMI RX模块只能使用物理连续内存，需要预留至少128MB的CMA内存：

注：按3840x2160分辨率，RGB888图像格式，4个轮转Buffer计算。

```
/* If hdmirx node is disabled, delete the reserved-memory node here. */
reserved-memory {
    #address-cells = <2>;
    #size-cells = <2>;
    ranges;

    /* Reserve 128MB memory for hdmirx-controller@fdee0000 */
    cma {
        compatible = "shared-dma-pool";
        reusable;
        reg = <0x0 (256 * 0x100000) 0x0 (128 * 0x100000)>;
        linux,cma-default;
    };
};
```

2.3.3 Audio配置

DTS添加声卡配置

```
diff --git a/arch/arm64/boot/dts/rockchip/rk3588-evb1-lp4.dtsi
b/arch/arm64/boot/dts/rockchip/rk3588-evb1-lp4.dtsi
index 4aa6a8ce9364..84c9c51d3b7f 100644
--- a/arch/arm64/boot/dts/rockchip/rk3588-evb1-lp4.dtsi
+++ b/arch/arm64/boot/dts/rockchip/rk3588-evb1-lp4.dtsi
@@ -47,6 +47,26 @@ play-pause-key {
                };
        };
+       hdmiin_dc: hdmiin-dc {
+               compatible = "rockchip,dummy-codec";
+               #sound-dai-cells = <0>;
+       };
+
+       hdmiin-sound {
+               compatible = "simple-audio-card";
+               simple-audio-card,format = "i2s";
+               simple-audio-card,name = "rockchip,hdmiin";
+               simple-audio-card,bitclock-master = <&dailink0_master>;
+               simple-audio-card,frame-master = <&dailink0_master>;
+               status = "okay";
+               simple-audio-card,cpu {
+                       sound-dai = <&i2s7_8ch>;
+               };
+               dailink0_master: simple-audio-card,codec {
+                       sound-dai = <&hdmiin_dc>;
+               };
+       };
+
        pcie20_avdd0v85: pcie20-avdd0v85 {
```

```
                compatible = "regulator-fixed";
                regulator-name = "pcie20_avdd0v85";
@@ -460,6 +480,10 @@ &i2s6_8ch {
        status = "okay";
 };
+&i2s7_8ch {
+       status = "okay";
+};
+
```

HAL填写HDMIIN声卡信息

```
diff --git a/tinyalsa_hal/audio_hw.c b/tinyalsa_hal/audio_hw.c
index ea97bee..509d140 100644
--- a/tinyalsa_hal/audio_hw.c
+++ b/tinyalsa_hal/audio_hw.c
@@ -362,6 +362,7 @@ struct dev_proc_info HDMI_IN_NAME[] =
 {
     {"realtekrt5651co", "tc358749x-audio"},
+    {"rockchiphdmiin", NULL},
     {NULL, NULL}, /* Note! Must end with NULL, else will cause crash */
 };
```

以上配置，默认SDK已经包含，如果客户自己修改声卡名称，则需要在HAL的HDMI_IN_NAME数组里面添加对应的声卡信息

2.3.4 HDCP配置

RK3588有两个HDCP2.3控制器(hdcp0 和 hdcp1)，每个HDCP2.3控制器都有3个port：

hdcp0：DPTX0和DPTX1

hdcp1：HDMIRX、HDMITX0和HDMITX1

若HDMIRX需要支持 HDCP2.3，则需要使能 hdcp1。

- 单独支持 HDCP1.4：

```
&hdmirx_ctrler {
    status = "okay";
    hdcp1x-enable;
};
```

- 支持 HDCP2.3，HDCP2.3 开启之后会默认兼容 HDCP1.4：

```
&hdcp1 {
    status = "okay";
};

&hdmirx_ctrler {
    status = "okay";
    hdcp2x-enable;
};
```

2.3.5 CEC配置

```
&hdmirx_ctrler {
    status = "okay";
    cec-enable;
};
```

2.4 EDID配置方法

RK3588支持EDID可配置，目前驱动代码中EDID支持的分辨率包括：

```
3840x2160P60、3840x2160P50、3840x2160P30、3840x2160P25、3840x2160P24、
1920x1080P60、1920x1080P50、1920x1080P30、1920x1080i60、1920x1080i50、
1600x900P60、1440x900P60、1280x800P60、
1280x720P60、1280x720P50、1024x768P60、
720x576P50、720x480P60、720x576i50、720x480i60、
800x600P60、640x480P60
```

支持输入的格式包括：

```
RGB888、YUV420、YUV422、YUV444
```

当前EDID分为两组，通过上层应用可选择配置：

- edid_init_data_340M：是pixel clk小于340M的分辨率，主要是HDMI1.4支持的分辨率，包含4K60 YUV420。
- edid_init_data_600M：是pixel clk为594M的分辨率，支持4K60 YUV422/YUV444/RGB888。

若有EDID配置需求，可直接在驱动代码中修改相应数组：

drivers/media/platform/rockchip/hdmirx/rk_hdmirx.c

```
static u8 edid_init_data_340M[] = {
    0x00, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0x00,
    0x49, 0x70, 0x88, 0x35, 0x01, 0x00, 0x00, 0x00,
    0x2D, 0x1F, 0x01, 0x03, 0x80, 0x78, 0x44, 0x78,
    ...
};

static u8 edid_init_data_600M[] = {
    0x00, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0x00,
    0x49, 0x70, 0x88, 0x35, 0x01, 0x00, 0x00, 0x00,
    0x2D, 0x1F, 0x01, 0x03, 0x80, 0x78, 0x44, 0x78,
    ...
};
```

或是通过调用vidoe节点的ioctl接口来动态配置EDID：

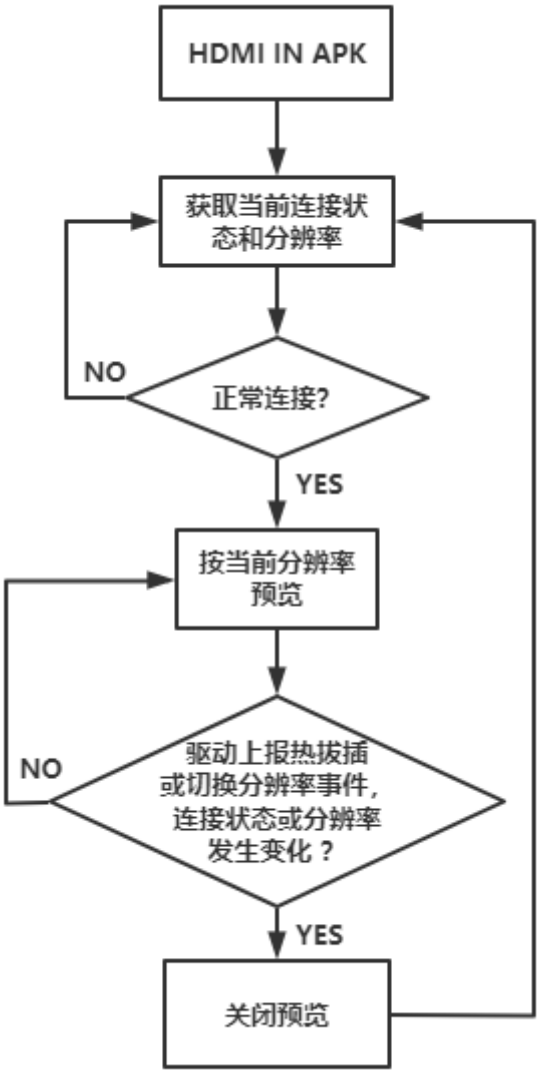
```
static const struct v4l2_ioctl_ops hdmirx_v4l2_ioctl_ops = {
    ...
    .vidioc_g_edid = hdmirx_get_edid,
    .vidioc_s_edid = hdmirx_set_edid,
    ...
};
```

可通过工具编辑配置EDID，再替换到驱动代码中，推荐EDID可视化编辑工具如下：

https://www.quantumdata.com/support/downloads/980/release_5_05/R_980mgr_5.05_Win32.msi

3. HDMI IN Video架构

3.1 HDMI IN Video工作流程

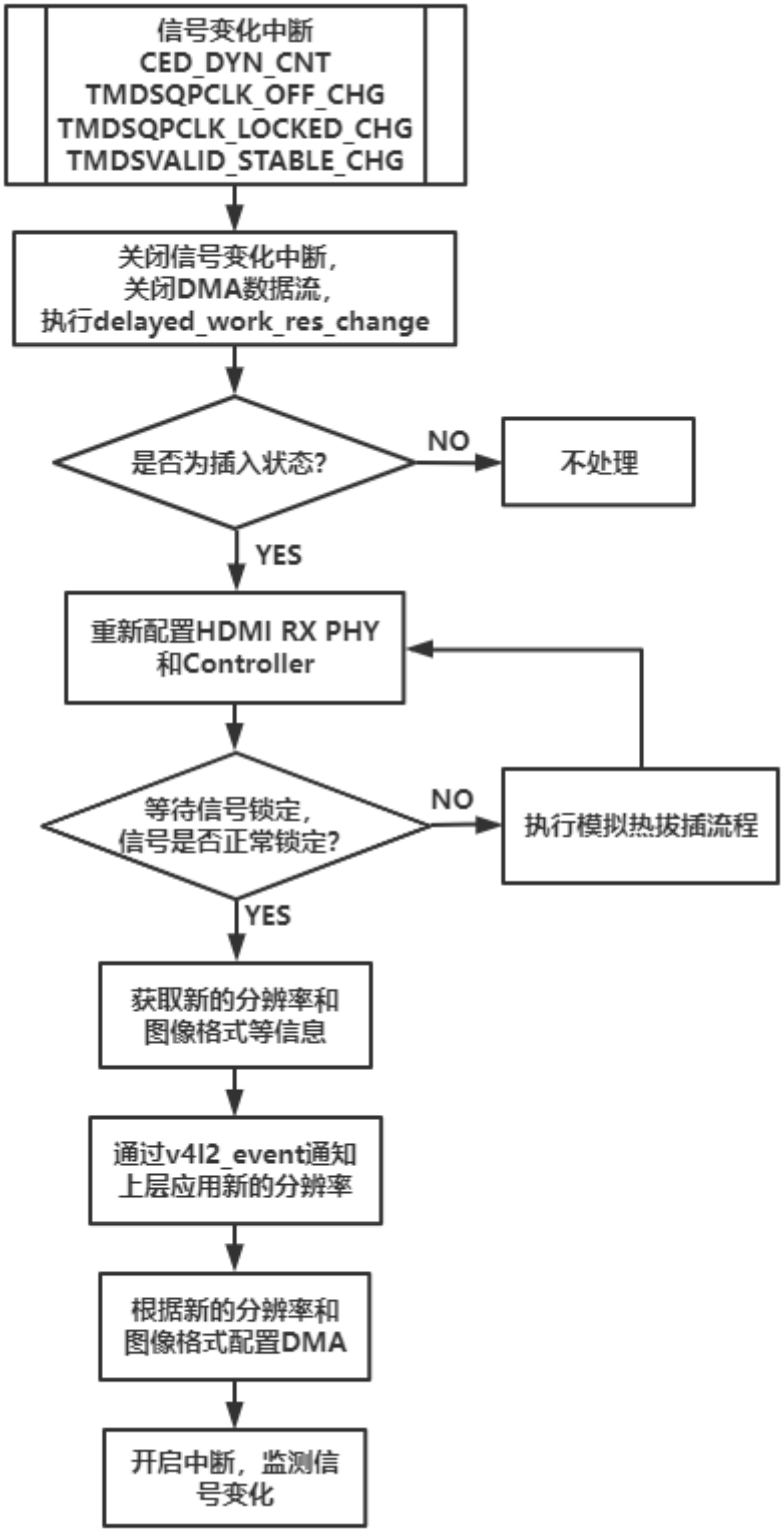


3.2 HDMI RX主要驱动架构

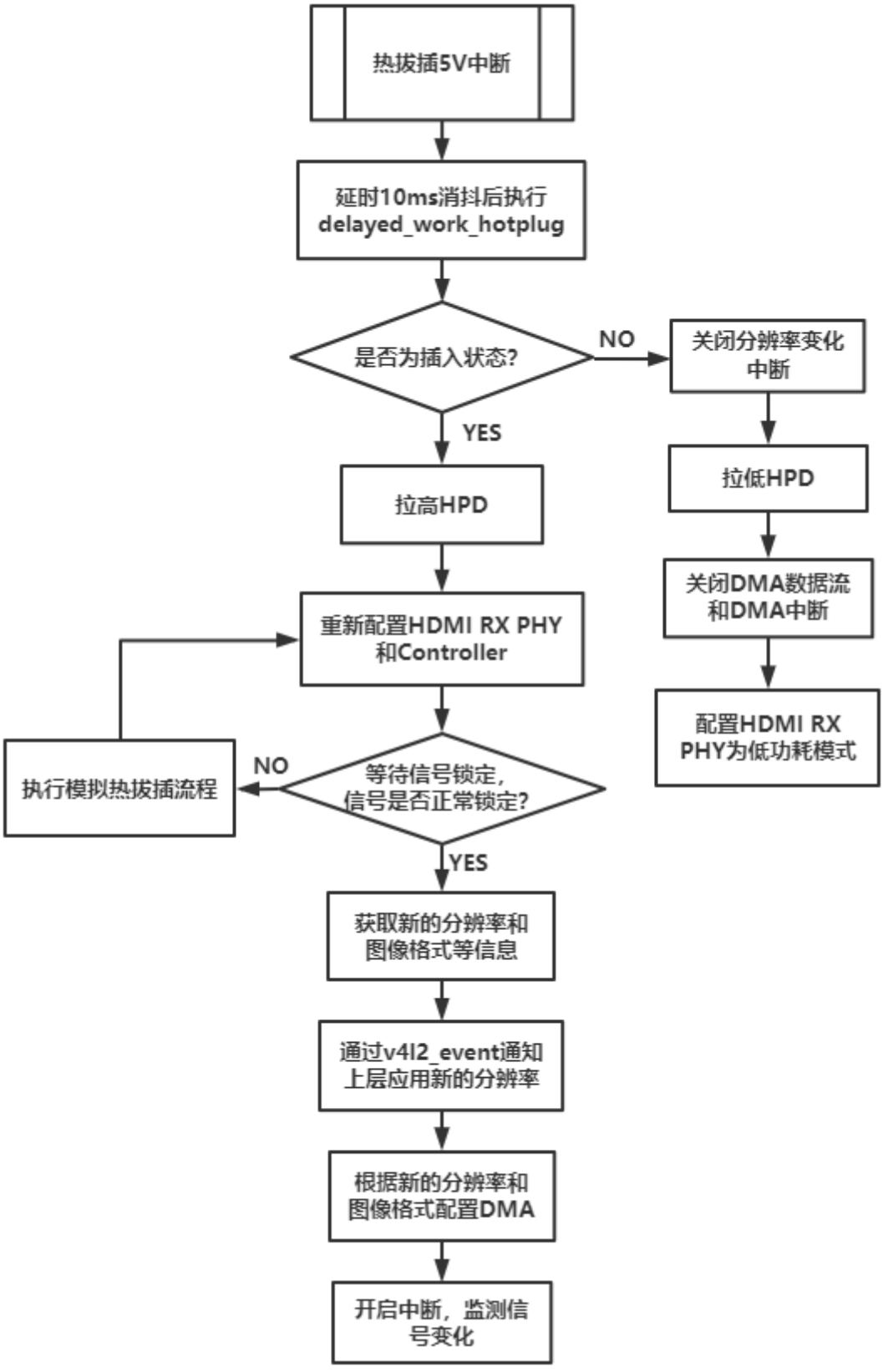
HDMI RX驱动架构中需要重点关注以下几个中断和delayed_work：

- hdmirx_5v_det_irq_handler：5V检测中断，由gpio引脚HDMIIRX_DET_L触发，用于检测HDMI接口的拔插动作。
- hdmirx_hdmi_irq_handler：HDMI RX控制器中断，主要用于初始化配置，以及监测HDMI信号变化时使用。
- hdmirx_dma_irq_handler：HDMI RX DMA中断，主要是在图像预览过程中Buffer转轮时使用。
- hdmirx_delayed_work_hotplug：5V检测中断对应的delayed_work，产生热拔插动作时，对HDMI RX模块进行相应的配置处理。
- hdmirx_delayed_work_res_change：HDMI RX控制器检测到信号变化中断时，对控制器进行重新配置，等待信号锁定。

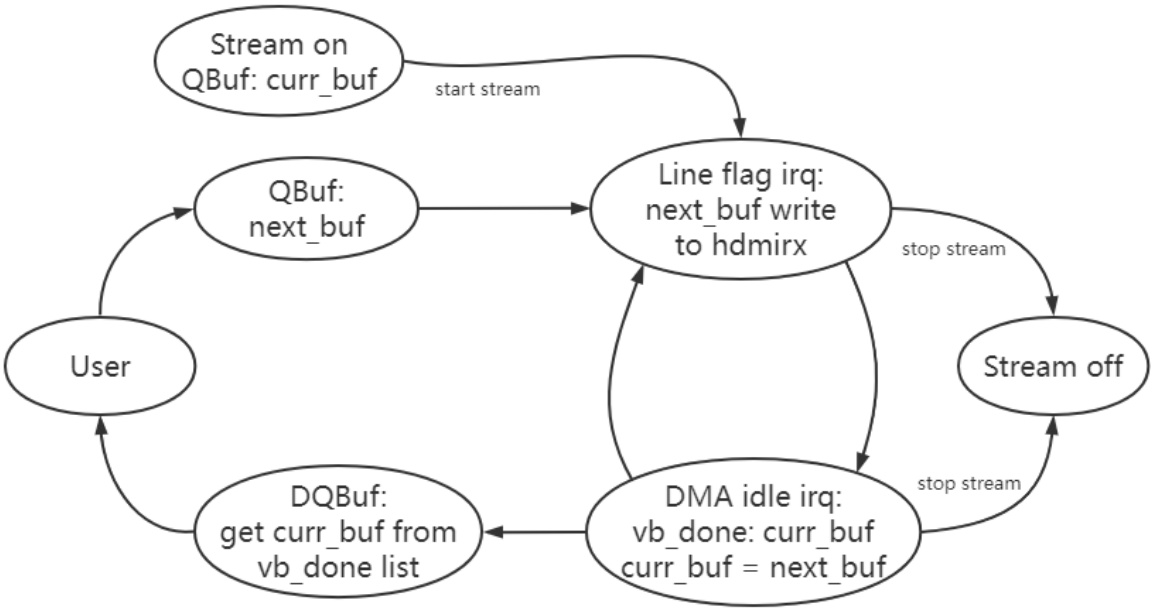
分辨率切换流程如下：


信号变化中断
CED_DYN_CNT
TMDSQPCLK_OFF_CHG
TMDSQPCLK_LOCKED_CHG
TMDSVALID_STABLE_CHG
关闭信号变化中断，
关闭DMA数据流，
执行delayed_work_res_change
是否为插入状态?
NO
不处理
YES
重新配置HDMI RX PHY
和Controller
等待信号锁定，
信号是否正常锁定?
NO
执行模拟热拔插流程
YES
获取新的分辨率和
图像格式等信息
通过v4l2_event通知
上层应用新的分辨率
根据新的分辨率和
图像格式配置DMA
开启中断，监测信
号变化

热拔插流程如下：



3.3 图像Buffer轮转机制



- QBuf/DQBuf：用户通过QBuf传入空闲buffer，通过DQBuf获取已经完成图像数据填充的buffer。
- Line flag irq：配置固定行数产生中断，当前是配置width/2行，即半帧时中断，在中断程序中更新buffer，buffer的物理地址写入HDMI RX控制器不会立即生效，在下一个vsync才会生效。因为vblank时间较短，可能会来不及更新buffer，导致下一帧内容覆盖到上一帧，所以需要提前更新buffer。
- DMA idle irq：DMA空闲中断，可以理解为frame end中断。一帧图像数据传输完成后，会产生此中断。中断后将buffer加入vb_done list，等待用户通过DQBuf来获取。
- Stream on：开流指令，初始buffer是使用curr_buf。
- Stream off：关流指令，用户发出关流指令后，驱动会等待中断后再停止数据流，之后归还所有buffer。

3.4 图像传输延时

- 对接TIF框架后加速显示，延时约为：20-30ms。
- 对接Camera框架，显示延时约为：100~120ms。

4. HDMI IN HDCP功能

HDCP1.4 或是 HDCP2.3 KEY 都需要客户自行到 HDCP 官网购买，RK3588 没有内置 HDCP KEY.

4.1 HDCP1.4

4.1.1 dts 配置

参考HDCP配置章节，配置为hdcp1x-enable;

4.1.2 Key 烧写

Key 拆分和转换工具从SDK获取:

`RKTools/windows/Rockchip_HdcpKey_Writer_V1.0.1.7z` 工具包下面有 `KeyConvertor key` 的拆分和转换工具，更新到 `KeyConvertor-V2.0.5` 可以拆分成一个`bin`文件只有一个`key.`

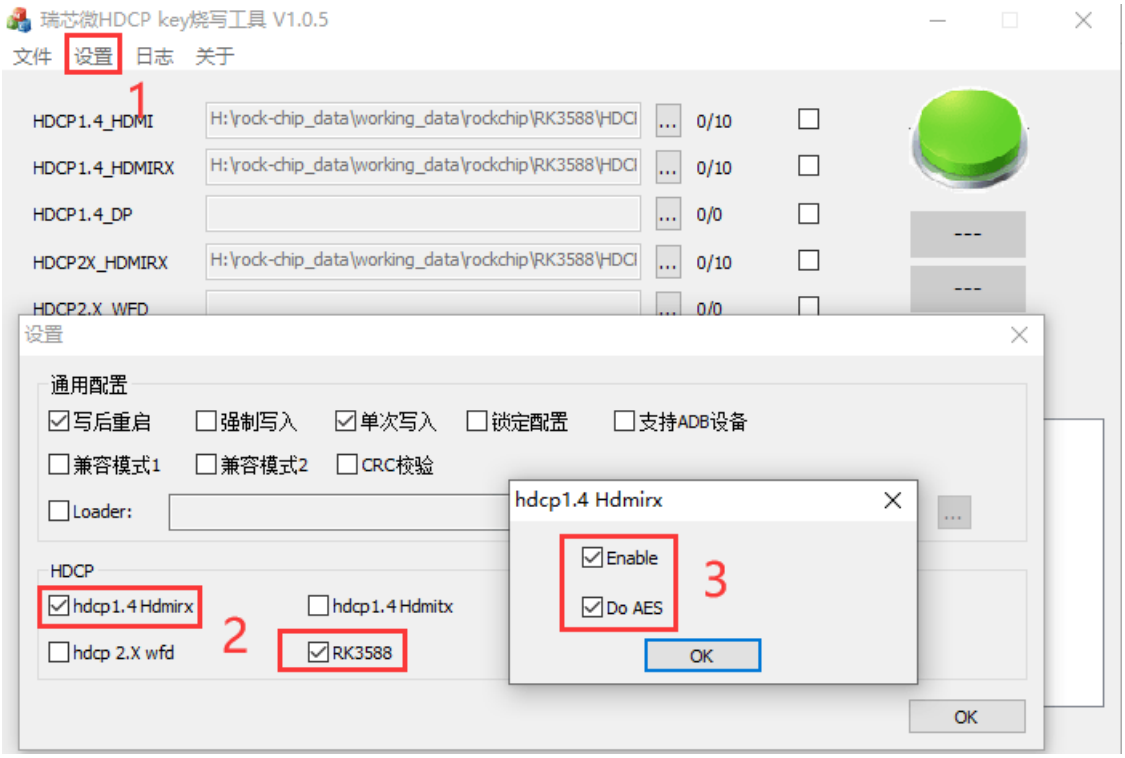
Key 烧写工具从SDK获取:

`RKTools/windows/Rockchip_HdcpKey_Writer_V1.0.1.7z`

- 先用 Key 拆分和转换工具，从原始的 Key 文件中拆出部分 Key， 然后把该 Key 转成 .skf 后缀的烧写Key.
- 如果不用RK提供的工具烧写，需要把Key拆成一个文件只包含一个Key，可以在提取原始Key的"每文件KEY个数"填入 1 ，点提取即可生成单独的Key文件，不需要转成 .skf 格式。

- 机器进入Loader模式，烧写工具勾选 "hdcp1.4Hdmirx" 和 "RK3588" 选项，RK3588 HDCP1.4 Key 增加了 AES 加密，所以 "Do AES" 为可选项，不选的话只有 SEED 加密，选上的话会在 SEED 加密的基础上再进行 AES 加密，更安全。然后导入上面的 .skf 文件，点击写入即可完成 Key 的烧写。

  说明：工具写完一个 Key 之后自动会跳到下一个 Key。



- HDCP1.4 Key 结构说明。

```
一个HDCP 1.4 KEY有308 Bytes，分别如下:
8 Bytes KSV: 5 Bytes KSV + 3 Bytes 0x0组成;
280 Bytes DPK;
20 Bytes SHA.
```

4.1.3 HDCP1.4 状态查看

```
cat /sys/class/misc/hdmirx_hdcp/status

HDCP Disable: hdcp1.4 没使能
HDCP1.4: Authenticated start: 认证过程中
HDCP1.4: Authenticated success: 认证成功
HDCP1.4: Authenticated failed: 认证失败
HDCP1.4: Unknown status: 未知状态
```

4.2 HDCP2.3

当前 HDCP2.3 Firmware 打包工具需要单独提供，所以需要先通过 Redmine 获取到 HDCP2.3 的工具包 。

4.2.1 dts 配置

参考HDCP配置章节，配置为hdcp2x-enable;

4.2.2 打包 firmware 和 启动服务

- WC_HDCP2_BASE_ESM_Firmware 解压到 Linux 环境下，然后把 hdcp_receivers.bin 拷贝到根目录和 tools/ 目录下，如果同时支持HDMITX的话，可以同时把 hdcp_transmitter.bin 也拷贝到相同的目录下。

```
DWC_HDCP2_BASE_ESM_Firmware$
cp  ../hdcp_receivers.bin .
cp  ../hdcp_receivers.bin tools/
```

- 打包 Firmware 和 RX KEY，执行 **build_rockchip_fw.sh** 脚本

```
DWC_HDCP2_BASE_ESM_Firmware$ ./build_rockchip_fw.sh
```

打包过程会有几个步骤会提示输入的:

1、选择打包固件类型，选择: 1 -build firmware for both HDMIRX and HDMITX，生成 **./firmware/hdpc2_hdmi.fw** 固件。

```
1 -build firmware for both HDMIRX and HDMITX
2 -build firmware for HDMITX only
3 -build firmware for DP
Choose the fw type: 1
```

2、需要创建 RX KEY 的数量，根据需求创建，比如10或是100等，生成单独的 KEY 存放到 **./rxkeys/hdcpkeys?-?/** 目录下的 **fw_hdcp_receivers_*.bin** 文件，如果客户用自己的工具烧写的话，可以直接烧写 **fw_hdcp_receivers_*.bin** 文件

```
Create Rx Key Number:
10
......
Create 10 keys to tools/rxkeys/hdcpkeys1-10/
```

3、如果需要用 RK 提供的工具烧写 KEY，需要打包成 .skf 文件，存放到**./rxkeys/hdcpkeys?-?/**目录下，如果不需要 RK 的工具烧写，这边可以选择 n。

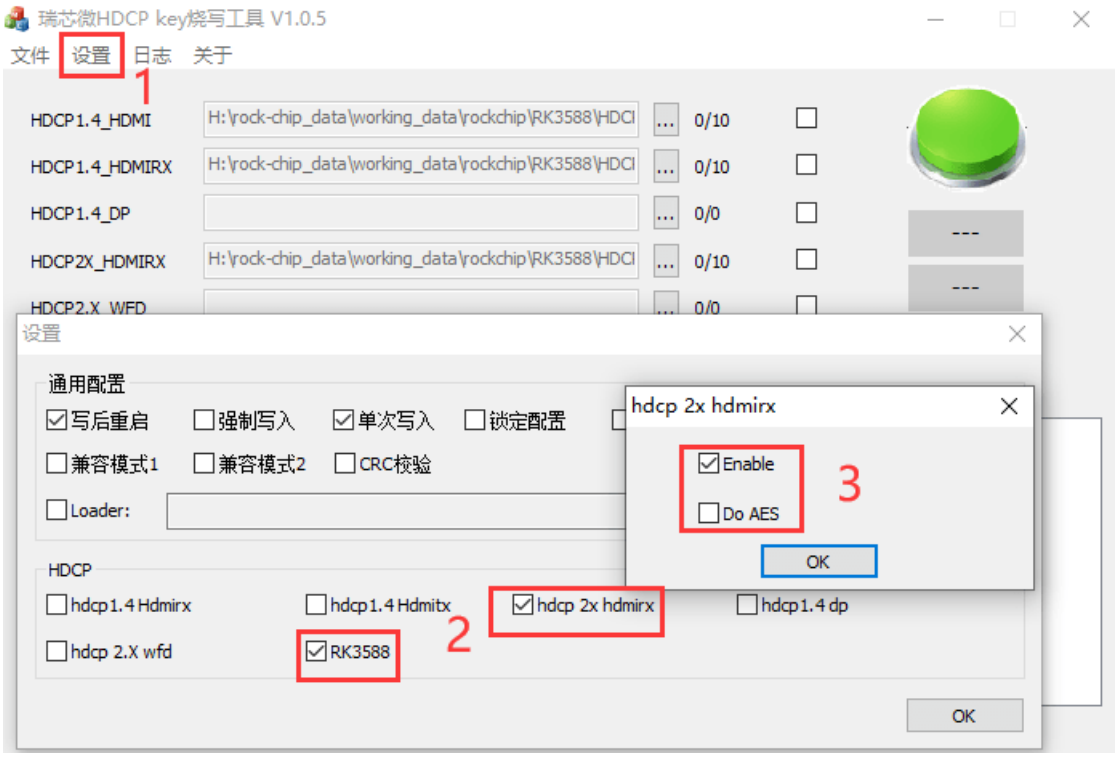
```
Do want to pack these keys to .skf file? [y/n]:
y

10 file packed to ./rxkeys/hdcpkeys1-10/hdcprxkeys1-10.skf
```

- HDCP2.3 RX KEY 的烧写

1、把 hdcp2_hdmi.fw 放到 device/rockchip/rk3588/ 工程目录下，编译的时候会拷贝到 vendor/firmware/hdcp2_hdmi.fw。

2、用 RKDevInfoTool.exe 工具，选择 HDCP2X_HDMIRX 导入上面生成的 hdcprxkeys1-10.skf，进入 Loader 模式进行烧写。写完一个 Key，工具会自动跳到下一个 Key 等待烧写。

3、HDCP2.3 Key 不需要AES加密，所以这边只需要勾选 "RK3588" 和 "hdcp2x hdmirx"。



- hdcp2_rx_tx 服务

开机自动加载服务，如果出现认证异常，可以logcat | grep HDCP2 查看对应的log.

4.2.3 HDCP2.3 状态查看

```
cat /sys/class/misc/hdmirx_hdcp/status

HDCP Disable: HDCP没使能
HDCP2.3: Authenticated success: 认证成功
HDCP2.3: Authenticated failed: 认证失败
HDCP2.3: No dectypted: 源端没有开启HDCP2.x
```

4.3 HDCP KEY 烧写

1. 客户可以用 RK 提供的工具进行烧写，可以从 SDK 的 RKTools/windows/ 目录下获取到对应的工具。
2. 客户可以自己写应用来烧写 Key，这种情况下可以用 RK 提供的 libhdcp.so 库，然后应用直接调用库接口对 Key 进行加密并烧写到 vendor storage. SDK 默认没有包含该库，可以提 Redmine 来获取。

   libhdcp.so 包含以下接口：

```
enum HDCP_KEY_ID {
    HDCP1X_KEY_HDMITX_RK33 = 0,
    HDCP1X_KEY_HDMITX_RK3588,
    HDCP1X_KEY_HDMIRX_RK3588,
    HDCP1X_KEY_HDMIRX_RK628,
    HDCP1X_KEY_DP_RK3588,
    HDCP2X_KEY_HDMIRX_RK3588,
};

/*
```

```
 * Encrypt the key, but is not written to vendor
 *
 * id: HDCP KEY type
 * keyin: HDCP1.x 308 Byte raw Key, HDCP2.x 1000 Byte Key
 * keyin_size: HDCP1.x 308, HDCP2.x 1000
 * keyout: The encrypted key
 * keyout_size: HDCP1.x 314, HDCP2.x 1000
 */
int hdcp_key_process(enum HDCP_KEY_ID id, uint8_t *keyin, int keyin_size, uint8_t
*keyout, int keyout_size);

/*
 * Encrypt key and write it to vendor
 *
 * id: HDCP KEY type
 * keyin: HDCP1.x 308 Byte raw Key, HDCP2.x 1000 Byte Key
 * keyin_size: HDCP1.x 308, HDCP2.x 1000
 */
int hdcp_key_process_and_write(enum HDCP_KEY_ID id, uint8_t *keyin, int
keyin_size);

/*
 * Write key to vendor
 *
 * id: HDCP KEY type
 * key: HDCP1.x 308 Byte raw Key, HDCP2.x 1000 Byte Key
 * size: key size
 */
int hdcp_key_write(enum HDCP_KEY_ID id, uint8_t *key, int size);

/*
 * Read key from vendor
 *
 * id: HDCP KEY type
 * key: HDCP1.x 308 Byte raw Key, HDCP2.x 1000 Byte Key
 * len: key length
 */
int hdcp_key_read(enum HDCP_KEY_ID id, uint8_t *key, int *len);
```

5. HDMI IN CEC功能

device/rockchip/common 如下修改:

TX: ro.hdmi.device_type=4 (Playerback) ;

RX: ro.hdmi.device_type=0 (TV) ;

```
diff --git a/device.mk b/device.mk
index d600bf1..a5e9ae3 100644
--- a/device.mk
+++ b/device.mk
@@ -699,10 +699,10 @@ endif
 endif
```

```
 # hdmi cec
-ifneq ($(filter atv box, $(strip $(TARGET_BOARD_PLATFORM_PRODUCT))), )
+ifneq ($(filter atv box tablet, $(strip $(TARGET_BOARD_PLATFORM_PRODUCT))), )
 PRODUCT_COPY_FILES += \

frameworks/native/data/etc/android.hardware.hdmi.cec.xml:$(TARGET_COPY_OUT_VENDOR
)/etc/permissions/android.hardware.hdmi.cec.xml
-PRODUCT_PROPERTY_OVERRIDES += ro.hdmi.device_type=4
+PRODUCT_PROPERTY_OVERRIDES += ro.hdmi.device_type=0
 PRODUCT_PACKAGES += \
        hdmi_cec.$(TARGET_BOARD_PLATFORM)

+DEVICE_MANIFEST_FILE +=
device/rockchip/common/manifests/android.hardware.tv.cec@1.0-service.xml
 # HDMI CEC HAL
 PRODUCT_PACKAGES += \
diff --git a/manifests/android.hardware.tv.cec@1.0-service.xml
b/manifests/android.hardware.tv.cec@1.0-service.xml
new file mode 100644
index 00000000..5afa59d7
--- /dev/null
+++ b/manifests/android.hardware.tv.cec@1.0-service.xml
@@ -0,0 +1,11 @@
+<manifest version="1.0" type="device">
+    <hal format="hidl">
+        <name>android.hardware.tv.cec</name>
+        <transport>hwbinder</transport>
+        <version>1.0</version>
+        <interface>
+            <name>IHdmiCec</name>
+            <instance>default</instance>
+        </interface>
+    </hal>
+</manifest>
```

6. HDMI IN APK适配方法

6.1 APK源码路径

- packages/apps/TV/partner_support/samples： 提供TV源数据服务，通过framework与HAL层、预览APK进行交互，由于是开机运行的隐藏服务，该APK在桌面上是隐藏图标的。
- packages/apps/rkCamera2： 预览apk，通过framework层与上述TV源数据服务进行交互，该APK在桌面上图标名称为 HdmiIn ，通常客户会二次开发替换为自己的预览APK。
- hardware/rockchip/tv_input： HAL层代码，开关流、热拔插和分辨率切换事件等与驱动进行命令交互。
- SDK默认代码HDMI IN功能是关闭的，使能HDMI IN功能，需配置如下属性，开启后会编译含上述APK在内的相关模块：

```
vim device/rockchip/rk3588/BoardConfig.mk
BOARD_HDMI_IN_SUPPORT := true
```

6.2 HdmiIn预览APK说明

- MainActivity主界面，TIF预览方式，支持HDMI RX通路数据预览，如需自己编写预览APK，需要使用标准的TvView控件。

```
String INPUT_ID =
"com.example.partnersupportsampletvinput/.SampleTvInputService/HW0";
Uri channelUri = TvContract.buildChannelUriForPassthroughInput(INPUT_ID);
tvView.tune(INPUT_ID, channelUri);
```

在MainActivity的预览界面点击任一位置，会出现EDID的切换UI，显示当前所设置的EDID组。点击EDID按钮，会切回到另一组EDID，APK对以下节点进行写值，HDMI RX驱动会实现EDID分组切换：

```
sys/class/hdmirx/hdmirx/edid
```

为实现掉电记忆EDID分组功能，APK在选择EDID分组时，会同步将节点值存储到以下属性。在下次机器开机时，SystemServer系统服务会根据该属性值，修改edid节点：

```
persist.sys.hdmirx.edid
```

其中340M对应的属性和节点值为1 ，600M对应的属性和节点值为2 ，未配置时默认是340M。EDID详细配置说明请参考章节EDID配置方法。

- RockchipCamera2界面，Camera预览方式，支持HDMI TO MIPI与HDMI RX通路预览。默认情况下，点击app图标，启动的是MainActivity界面，如需启用camera通路预览，请先使能HDMI IN的camera功能，配置属性：

```
vim device/rockchip/rk3588/BoardConfig.mk
CAMERA_SUPPORT_HDMI := true
```

同时需要配置属性persist.sys.hdmiinmode值为2，此时点击HdmiIn应用，启动的是RockchipCamera2通过camera方式预览数据界面，也可以用系统自带camera相机进行预览。

6.3 TIF与Camera预览方式差异

	TIF	**Camera**
优点	延迟低	app端能够拿到预览数据进行后处理
缺点	不支持屏幕旋转、分屏、画中画、异显功能； app端拿不到预览buffer数据； 不支持screencap方式的截图命令	延迟高于TIF

1. TIF预览不支持画中画功能，要使用画中画，可以从TIF切换为camera方案。在TIF预览示例MainActivity中，点击屏幕任一位置，弹出框的“PIP”按钮，提供了从TIF预览切换到camera画中画预览的功能，要查看该效果，前提需确保CAMERA_SUPPORT_HDMI := true，即camera预览方案是使能状态。
2. TIF预览下，支持谷歌标准的MediaProjectionManager创建虚拟屏方式进行录像与截图，也支持screenrecord命令录屏。

   如果有上述录屏和截图需求，或者需要pc通过adb投屏进行投屏操作，需要配置属性：

   ```
   vim device/rockchip/rk3588/device.mk
   PRODUCT_PROPERTY_OVERRIDES += debug.sf.enable_hwc_vds=true
   ```

   如果有重载过 device 下的产品目录，需将其配置在对应产品的目录下，可在开机后通过 adb 执行 getprop debug.sf.enable_hwc_vds 查看打印值是否为 true确认是否改动有效。
3. TIF预览下，不支持screencap命令截图。MainActivity.java中也提供了另一种截图方式，见当中的startScreenShot函数。也可以使用上述第2点提到的谷歌标准MediaProjectionManager虚拟屏截图。

7. 驱动调试方法

7.1 调试工具获取

调试需要使用v4l2-ctl工具，目前SDK编译固件时会自动拷贝集成，具体是放置在SDK目录：

```
hardware/rockchip/camera/etc/tools/
```

7.2 调试命令举例

一般在调试分析问题时，建议配置开启debug log，参考章节打开log开关。

7.2.1 查看所有video节点

```
ls /dev/video*
```

7.2.2 查找rk_hdmirx设备

使用v4l2-ctl -d参数指定vidoe节点，-D命令查看节点信息，通过Driver name确认哪个是节点是rk_hdmirx设备：

```
rk3588_s:/ # v4l2-ctl -d /dev/video17 -D
Driver Info:
        Driver name      : rk_hdmirx
        Card type        : rk_hdmirx
        Bus info         : fdee0000.hdmirx-controller
        Driver version   : 5.10.66
        Capabilities     : 0x84201000
                Video Capture Multiplanar
                Streaming
                Extended Pix Format
                Device Capabilities
        Device Caps      : 0x04201000
                Video Capture Multiplanar
                Streaming
                Extended Pix Format
```

7.2.3 获取驱动tmings信息

获取设备在信号锁定时保存的timings信息：

```
rk3588_s:/ # v4l2-ctl -d /dev/video17 --get-dv-timings
DV timings:
        Active width: 3840
        Active height: 2160
        Total width: 4400
        Total height: 2250
        Frame format: progressive
        Polarities: -vsync -hsync
        Pixelclock: 594024000 Hz (60.00 frames per second)
        Horizontal frontporch: 172
        Horizontal sync: 92
        Horizontal backporch: 296
        Vertical frontporch: 8
        Vertical sync: 10
        Vertical backporch: 72
        Standards:
```

```
        Flags:
```

7.2.4 实时查询timings信息

实时从HDMI RX的寄存器读取timings信息:

```
rk3588_s:/ # v4l2-ctl -d /dev/video17 --query-dv-timings
        Active width: 3840
        Active height: 2160
        Total width: 4400
        Total height: 2250
        Frame format: progressive
        Polarities: -vsync -hsync
        Pixelclock: 594024000 Hz (60.00 frames per second)
        Horizontal frontporch: 172
        Horizontal sync: 92
        Horizontal backporch: 296
        Vertical frontporch: 8
        Vertical sync: 10
        Vertical backporch: 72
        Standards:
        Flags:
```

执行query-dv-timings时，若debug等级配置为2，通过dmesg查看kernel log，其中会打印详细的timings信息，以及pixel fmt，color depth，tmds clk等信息，参考如下:

```
[16750.029542][ T2247] fdee0000.hdmirx-controller: hdmirx_get_pix_fmt: pix_fmt:
YUV422
[16750.029581][ T2247] fdee0000.hdmirx-controller: hdmirx_get_colordepth:
color_depth: 24, reg_val:4
[16750.029592][ T2247] fdee0000.hdmirx-controller: get timings from dma
[16750.029602][ T2247] fdee0000.hdmirx-controller: act:3840x2160,
total:4400x2250, fps:60, pixclk:594024000
[16750.029610][ T2247] fdee0000.hdmirx-controller: hfp:172, hs:92, hbp:296,
vfp:8, vs:10, vbp:72
[16750.029618][ T2247] fdee0000.hdmirx-controller: tmds_clk:594024000
[16750.029626][ T2247] fdee0000.hdmirx-controller: interlace:0, fmt:1, vic:127,
color:24, mode:hdmi
[16750.029633][ T2247] fdee0000.hdmirx-controller: deframer_st:0x11
[16750.029643][ T2247] fdee0000.hdmirx-controller: query_dv_timings:
3840x2160p60.00 (4400x2250)
```

7.2.5 查询分辨率和图像格式

查询当前的分辨率和图像格式:

```
rk3588_s:/ # v4l2-ctl -d /dev/video17 --get-fmt-video
Format Video Capture Multiplanar:
        Width/Height      : 3840/2160
        Pixel Format      : 'NV16'
        Field             : None
        Number of planes  : 1
```

```
        Flags             : premultiplied-alpha, 000000fe
        Colorspace        : Unknown (1025fcdc)
        Transfer Function : Unknown (00000020)
        YCbCr Encoding    : Unknown (000000ff)
        Quantization      : Default
        Plane 0           :
           Bytes per Line : 3840
           Size Image     : 16588800
```

7.2.6 开启图像数据流

开启图像数据流，需要根据实际情况配置正确的video节点、分辨率、pixelformat：

```
v4l2-ctl --verbose -d /dev/video17 \
--set-fmt-video=width=3840,height=2160,pixelformat='NV16' \
--stream-mmap=4
```

7.2.7 抓取图像文件

保存图像文件到设备，可adb pull到PC端，通过7yuv、YUView等工具软件查看：

```
v4l2-ctl --verbose -d /dev/video17 \
--set-fmt-video=width=3840,height=2160,pixelformat='NV16' \
--stream-mmap=4 --stream-skip=3 \
--stream-to=/data/4k60_nv16.yuv \
--stream-count=5 --stream-poll
```

7.2.8 正常取流log

若一切正常，能接收到图像数据，会打出帧率，参考log如下：

```
VIDIOC_QUERYCAP: ok
VIDIOC_G_FMT: ok
VIDIOC_S_FMT: ok
Format Video Capture Multiplanar:
        Width/Height      : 3840/2160
        Pixel Format      : 'NV16'
        Field             : None
        Number of planes  : 1
        Flags             : premultiplied-alpha, 000000fe
        Colorspace        : Unknown (1025fcdc)
        Transfer Function : Unknown (00000020)
        YCbCr Encoding    : Unknown (000000ff)
        Quantization      : Default
        Plane 0           :
           Bytes per Line : 3840
           Size Image     : 16588800
VIDIOC_REQBUFS: ok
VIDIOC_QUERYBUF: ok
VIDIOC_QUERYBUF: ok
```

```
VIDIOC_QBUF: ok
VIDIOC_QUERYBUF: ok
VIDIOC_QBUF: ok
VIDIOC_QUERYBUF: ok
VIDIOC_QBUF: ok
VIDIOC_QUERYBUF: ok
VIDIOC_QBUF: ok
VIDIOC_STREAMON: ok
idx: 0 seq:      0 bytesused: 16588800 ts: 103.172405
idx: 1 seq:      1 bytesused: 16588800 ts: 103.189072 delta: 16.667 ms
idx: 2 seq:      2 bytesused: 16588800 ts: 103.205738 delta: 16.666 ms
idx: 3 seq:      3 bytesused: 16588800 ts: 103.222404 delta: 16.666 ms
idx: 0 seq:      4 bytesused: 16588800 ts: 103.239070 delta: 16.666 ms fps: 60.00
idx: 1 seq:      5 bytesused: 16588800 ts: 103.255736 delta: 16.666 ms fps: 60.00
idx: 2 seq:      6 bytesused: 16588800 ts: 103.272402 delta: 16.666 ms fps: 60.00
```

8. 常见问题调试方法

8.1 打开log开关

- 可参考如下命令配置HDMI RX驱动的debug log等级：0-3。然后通过demsg命令打印kernel log：

```
echo 2 > /sys/module/rockchip_hdmirx/parameters/debug
dmesg
```

- 若要抓取上电开机过程的log，建议直接修改代码并重新编译烧写kernel相关部分，参考如下补丁：

```
diff --git a/drivers/media/platform/rockchip/hdmirx/rk_hdmirx.c
b/drivers/media/platform/rockchip/hdmirx/rk_hdmirx.c
index c763a9558169..bd7f3effb45a 100644
--- a/drivers/media/platform/rockchip/hdmirx/rk_hdmirx.c
+++ b/drivers/media/platform/rockchip/hdmirx/rk_hdmirx.c
@@ -34,7 +34,7 @@
 #include "rk_hdmirx_cec.h"

 static struct class *hdmirx_class;
-static int debug;
+static int debug = 2;
 module_param(debug, int, 0644);
 MODULE_PARM_DESC(debug, "debug level (0-3)");

diff --git a/include/media/v4l2-common.h b/include/media/v4l2-common.h
index 1cc0c5ba16b3..e74f3a85f0b8 100644
--- a/include/media/v4l2-common.h
+++ b/include/media/v4l2-common.h
@@ -75,7 +75,7 @@
 #define v4l2_dbg(level, debug, dev, fmt, arg...)                        \
        do {                                                             \
                if (debug >= (level))                                    \
-                       v4l2_printk(KERN_DEBUG, dev, fmt , ## arg);      \
+                       v4l2_printk(KERN_INFO, dev, fmt , ## arg);       \
        } while (0)
```

注：一般情况不建议配置debug等级为3，因为会打印大量的log。

8.2 通过io命令读写寄存器

- 可通过io命令读写HDMI RX的寄存器，需要在kernel config中使能以下配置：

```
CONFIG_DEVMEM=y
```

- io命令查询寄存器举例：

```
// 通过以下命令可查看io使用帮忙：
io -h

rk3588_s:/ # io -4 -l 0xc 0xfdee0594
fdee0594:  0000000f 80008000 00008000
```

8.3 HDMI RX状态查询

- 查询HDMI RX当前状态，包括信号锁定情况、图像格式、Timings信息、Pixl Clk等：

```
rk3588_s:/ # cat /d/hdmirx/status
status: plugin
Clk-Ch:Lock     Ch0:Lock        Ch1:Lock        Ch2:Lock
Ch0-Err:0       Ch1-Err:0       Ch2-Err:0
Color Format: YUV422                    Store Format: YUV422 (8 bit)
Mode: 3840x2160p60 (4400x2250)          hfp:172  hs:92  hbp:296  vfp:8  vs:10
vbp:72
Pixel Clk: 594024000
```

- 查询HDMI RX控制器寄存器信息：

```
rk3588_s:/ # cat /d/hdmirx/ctrl

--------------------hdmirx ctrl--------------------
00000000: 48515258 30313130 6c753031 01000310
00000010: Reserved 31353138 30333039 32303231
00000020: WO...... 00211f01 198b7b25
00000040: WO...... 00001001 00000000
00000050: 00000001
...
-----------------------------------------------------
```

- 查询HDMI RX PHY寄存器信息：

```
rk3588_s:/ # cat /d/hdmirx/phy

--------------------hdmirx phy--------------------
0000004f: 01000000
0000100f: 01000000
0000110f: 01000000
0000120f: 01000000
0000130f: 01000000
0000104a: 01002600
...
-------------------------------------------------
```

8.4 HDMI IN信号不锁定问题

HDMI IN信号不锁异常log如下：

```
[  285.949990][  T191] fdee0000.hdmirx-controller:
hdmirx_wait_lock_and_get_timing signal not lock, tmds_clk_ratio:0
```

排查分析步骤如下：

- 测量插入检测引脚HDMIIRX_DET_L电平是否符合设计预期，拔插HDMI接口，是否会有电平跳变。
- 在HDMI插入时，在HDMI端口处测量HDMI_RX_HPD_PORT是否正常拉高，拔出时是否会拉低。
- 在HDMI插入时，用示波器实测TMDS信号是否正常输出。
- 根据log提示确认SCDC是否正常交互，HDMI协议规定，在pixel clk大于340M时tmds_clk_ratio需要配置为1。假设当前源端输出图像为4K60，pixel clk 594M，但log提示tmds_clk_ratio:0，则说明SCDC没有正常交互，需要检查HDMI的DDC通讯情况，或是拔插重试；
- 查询寄存器状态：

```
console:/ # io -4 0xfdee0050
fdee0150: 00000001 // bit0: 1表示HPD拉高，0表示HPD拉低

// 0x0594: bit[3:0]表示scdc_ch2locked、scdc_ch1locked、scdc_ch0locked、
scdc_clockdetected;
// 0x0598: bit[31]:scdc_err_det1_valid，bit[15]:scdc_err_det0_valid，低bit为误码数量
统计;
// 0x059c: bit[31]:scdc_erdet_lane0_valid，bit[15]:scdc_err_det2_valid，低bit为误码
数量统计;
console:/ # io -4 -l 0xc 0xfdee0594
fdee0594: 0000000f 80008000 00008000 // 正常锁定时的值
```

- 部分设备拔插概率性lock，可尝试延长wait lock的等待时间，确认能否完成锁定：

```
diff --git a/drivers/media/platform/rockchip/hdmirx/rk_hdmirx.c
b/drivers/media/platform/rockchip/hdmirx/rk_hdmirx.c
index 39e4e15a6e17..a612fe30bda4 100644
--- a/drivers/media/platform/rockchip/hdmirx/rk_hdmirx.c
+++ b/drivers/media/platform/rockchip/hdmirx/rk_hdmirx.c
@@ -1264,7 +1264,7 @@ static int hdmirx_wait_lock_and_get_timing(struct
rk_hdmirx_dev *hdmirx_dev)
        u32 mu_status, scdc_status, dma_st10, cmu_st;
        struct v4l2_device *v4l2_dev = &hdmirx_dev->v4l2_dev;
```

```
-       for (i = 0; i < 300; i++) {
+       for (i = 0; i < 600; i++) {
                mu_status = hdmirx_readl(hdmirx_dev, MAINUNIT_STATUS);
                scdc_status = hdmirx_readl(hdmirx_dev, SCDC_REGBANK_STATUS3);
                dma_st10 = hdmirx_readl(hdmirx_dev, DMA_STATUS10);
@@ -1283,7 +1283,7 @@ static int hdmirx_wait_lock_and_get_timing(struct
rk_hdmirx_dev *hdmirx_dev)
                hdmirx_tmds_clk_ratio_config(hdmirx_dev);
        }

-       if (i == 300) {
+       if (i == 600) {
                v4l2_err(v4l2_dev, "%s signal not lock, tmds_clk_ratio:%d\n",
                                __func__, hdmirx_dev->tmds_clk_ratio);
                v4l2_err(v4l2_dev, "%s mu_st:%#x, scdc_st:%#x, dma_st10:%#x\n",
```

- 部分设备在切分辨率以后容易出现锁定失败的情况，可尝试在拉搞HPD前增加一些延时，确认是否有改善:

```
diff --git a/drivers/media/platform/rockchip/hdmirx/rk_hdmirx.c
b/drivers/media/platform/rockchip/hdmirx/rk_hdmirx.c
index 8183485a6e4c..27b900e90501 100644
--- a/drivers/media/platform/rockchip/hdmirx/rk_hdmirx.c
+++ b/drivers/media/platform/rockchip/hdmirx/rk_hdmirx.c
@@ -2768,6 +2768,7 @@ static void hdmirx_delayed_work_res_change(struct
work_struct *work)
                hdmirx_submodule_init(hdmirx_dev);
                hdmirx_update_bits(hdmirx_dev, SCDC_CONFIG, POWERPROVIDED,
                                   POWERPROVIDED);
+               msleep(300);
                hdmirx_hpd_ctrl(hdmirx_dev, true);
                hdmirx_phy_config(hdmirx_dev);
                hdmirx_audio_setup(hdmirx_dev);
```

9. 典型日志说明

一般需要配置debug等级为2，通过dmesg才会输出相关日志，或是直接修改代码，参考章节：打开log开关。

9.1 拔插日志

```
// 检测到拔出动作
[29830.165185][ T2655] fdee0000.hdmirx-controller: hdmirx_delayed_work_hotplug:
plugin:0
// 关闭中断
[29830.165203][ T2655] fdee0000.hdmirx-controller: hdmirx_interrupts_setup:
disable
// 拉低HPD
```

```
[29830.165211][ T2655] fdee0000.hdmirx-controller: hdmirx_hpd_ctrl: disable,
hpd_trigger_level:1
[29830.177109][  T598] fdee0000.hdmirx-controller: hdmirx_query_dv_timings port
has no link!
...
// 检测到插入动作
[29843.128833][ T2655] fdee0000.hdmirx-controller: hdmirx_delayed_work_hotplug:
plugin:1
// 拉高hpd
[29843.139653][ T2655] fdee0000.hdmirx-controller: hdmirx_hpd_ctrl: enable,
hpd_trigger_level:1
...
[29843.247796][ T2655] fdee0000.hdmirx-controller: wait_reg_bit_status:  i:0,
time: 10ms
[29843.286353][ T2655] fdee0000.hdmirx-controller: wait_reg_bit_status:  i:38,
time: 50ms
[29843.286373][ T2655] rk_hdmirx fdee0000.hdmirx-controller:
hdmirx_audio_interrupts_setup: 1
// HDMI信号锁定
[29843.703996][ T2655] fdee0000.hdmirx-controller:
hdmirx_wait_lock_and_get_timing signal lock ok, i:54!
...
// 图像格式
[30098.978794][ T2655] fdee0000.hdmirx-controller: hdmirx_get_pix_fmt: pix_fmt:
YUV422
[30098.978803][ T2655] fdee0000.hdmirx-controller: hdmirx_get_colordepth:
color_depth: 24, reg_val:4
// 详细分辨率timing
[30098.978813][ T2655] fdee0000.hdmirx-controller: get timings from ctrl
[30098.978819][ T2655] fdee0000.hdmirx-controller: act:1920x1080,
total:2200x1125, fps:60, pixclk:148500000
[30098.978825][ T2655] fdee0000.hdmirx-controller: hfp:84, hs:48, hbp:148, vfp:4,
vs:5, vbp:36
// TMDS CLK
[30098.978829][ T2655] fdee0000.hdmirx-controller: tmds_clk:148500000
[30098.978835][ T2655] fdee0000.hdmirx-controller: interlace:0, fmt:1, vic:127,
color:24, mode:hdmi
[30098.978840][ T2655] fdee0000.hdmirx-controller: deframer_st:0x11
...
// 上报分辨率变化事件
[30099.023034][ T2655] fdee0000.hdmirx-controller: hdmirx_format_change: New
format: 1920x1080p60.00 (2200x1125)
[30099.023039][ T2655] fdee0000.hdmirx-controller: hdmirx_format_change: queue
res_chg_event
```

9.2 切换分辨率日志

```
// 信号变化，检测到数据误码中断
[  312.662740][    C4] fdee0000.hdmirx-controller: avpunit_0_int_handler:
avp0_st:0x700000
[  312.662750][    C4] fdee0000.hdmirx-controller: mu2_st:0x2
// TMDS信号变化中断
[  312.662756][    C4] fdee0000.hdmirx-controller: mainunit_2_int_handler:
TMDSVALID_STABLE_CHG
```

```
[  312.662760][    C4] fdee0000.hdmirx-controller: hdmirx_hdmi_irq_handler:
en_fiq
[  312.688916][  T196] fdee0000.hdmirx-controller: hdmirx_delayed_work_audio: no
supported fs(0), cur_state 0
[  312.688928][  T196] rk_hdmirx fdee0000.hdmirx-controller: audio off
// 进入切换分辨率流程，当前HDMI状态为插入
[  312.723309][  T196] fdee0000.hdmirx-controller:
hdmirx_delayed_work_res_change: plugin:1
[  312.723316][  T196] fdee0000.hdmirx-controller: hdmirx_interrupts_setup:
disable
[  312.724986][    C4] fdee0000.hdmirx-controller: mu0_st:0x4000000
[  312.724991][    C4] fdee0000.hdmirx-controller: hdmirx_hdmi_irq_handler:
en_fiq
// 相关配置完成后拉高HPD
[  312.725000][  T196] fdee0000.hdmirx-controller: hdmirx_hpd_ctrl: enable,
hpd_trigger_level:1
...
// 信号锁定
fdee0000.hdmirx-controller: hdmirx_wait_lock_and_get_timing signal lock ok, i:2!
...
// 获取新的分辨率，图像格式等
[  312.849040][  T196] fdee0000.hdmirx-controller: hdmirx_get_pix_fmt: pix_fmt:
YUV420
[  312.849049][  T196] fdee0000.hdmirx-controller: hdmirx_get_colordepth:
color_depth: 24, reg_val:4
[  312.849056][  T196] fdee0000.hdmirx-controller: get timings from ctrl
[  312.849060][  T196] fdee0000.hdmirx-controller: act:3840x2160,
total:4400x2250, fps:60, pixclk:296996000
[  312.849064][  T196] fdee0000.hdmirx-controller: hfp:84, hs:48, hbp:148, vfp:8,
vs:10, vbp:72
[  312.849067][  T196] fdee0000.hdmirx-controller: tmds_clk:296996000
[  312.849070][  T196] fdee0000.hdmirx-controller: interlace:0, fmt:3, vic:127,
color:24, mode:hdmi
```

9.3 信号未锁定异常日志

```
// 信号未锁定
[  285.949990][  T191] fdee0000.hdmirx-controller:
hdmirx_wait_lock_and_get_timing signal not lock, tmds_clk_ratio:0
[  285.950011][  T191] fdee0000.hdmirx-controller:
hdmirx_wait_lock_and_get_timing mu_st:0x0, scdc_st:0x0, dma_st10:0x10
...
// 读取到错误的分辨率
[  257.222739][  T193] fdee0000.hdmirx-controller: get timings from dma
[  257.222744][  T193] fdee0000.hdmirx-controller: act:39024x0, total:17732x1,
fps:8375, pixclk:148500000
[  257.222749][  T193] fdee0000.hdmirx-controller: hfp:4294904560, hs:184,
hbp:41260, vfp:1, vs:0, vbp:0
[  257.222753][  T193] fdee0000.hdmirx-controller: tmds_clk:148500000
[  257.222758][  T193] fdee0000.hdmirx-controller: interlace:0, fmt:0, vic:127,
color:24, mode:dvi
// 连续读取到错误分辨率
[  257.254994][  T193] fdee0000.hdmirx-controller: hdmirx_try_to_get_timings: res
not stable!
```