

# IO-Domain 开发指南

---

发布版本: 1.0

作者邮箱: [david.wu@rock-chips.com](mailto:david.wu@rock-chips.com)

日期: 2019.01

文档密级: 公开资料

## 前言

一般 IO 电源的电压有 1.8v, 3.3v, 2.5v, 5.0v 等, 有些 IO 同时支持多种电压, io-domain 就是配置 IO 电源域的寄存器, 依据真实的硬件电压范围来配置对应的电压寄存器, 否则无法正常工作; 下面有罗列出哪些 RK 芯片都需要配置 io-domain。

## 产品版本

芯片名称	内核版本
RK3188	4.4
RK3288	4.4
RK3036	4.4
RK312x	4.4
RK322x	4.4
RK3368	3.10
RK3368	4.4
RK3366	4.4
RK3399	4.4
RV1108	3.10
RV1108	4.4
RK3228H	3.10
RK3328	4.4
RK3326/PX30	4.4
RK3308	4.4

## 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

日期	版本	作者	修改说明
2019.01.28	V1.0	吴达超	

## IO-Domain 开发指南

1. 驱动文件与 DTS 节点
  - 1.1 驱动文件
  - 1.2 DTS 节点
2. TRM 中的描述
3. 驱动软件流程
  - 3.1 初始化配置
  - 3.2 动态配置
4. 如何配置 io-domain
  - 4.1 通过 rockchip-io-domain.txt 文档寻找名称
  - 4.2 通过硬件原理图寻找 io-domain 配置的真实电压
  - 4.3 通过 DTS 配置
5. 通过硬件 Pin 脚控制的电源域一般不做配置
6. DTS 中无定义 Regulator 情况处理
7. 常见问题
  - 7.1 如何确定某个 Pin 脚所在的电源域寄存器是否配置正确
  - 7.2 io-domain 的寄存器不正确

# 1. 驱动文件与 DTS 节点

## 1.1 驱动文件

驱动文件所在位置:

drivers/power/avs/rockchip-io-domain.c

## 1.2 DTS 节点

- 内核 3.10 版本的 DTS 节点合并:

```
io-domains {
    compatible = "rockchip,rk3368-io-voltage-domain";
    rockchip,grf = <&grf>;
    rockchip,pmugrf = <&pmugrf>;

    /*GRF_IO_VSEL*/
    dvp-supply = <&ldo7_reg>;      /* DVPIO_VDD */
    wifi-supply = <&ldo7_reg>;      /* APIO2_VDD */
    audio-supply = <&dcdc2_reg>;    /* APIO3_VDD */
    sdcard-supply = <&ldo1_reg>;    /* SDMMC0_VDD */
    gpio30-supply = <&dcdc2_reg>;   /* APIO1_VDD */
    gpio1830-supply = <&dcdc2_reg>; /* ADIO4_VDD */

    /*PMU_GRF_IO_VSEL*/
    pmu-supply = <&ldo5_reg>;       /* PMUIO_VDD */
    vop-supply = <&ldo5_reg>;       /* LCDC_VDD */
};
```

- 内核 4.4 版本的 DTS 节点 GRF 和 PMUGRF 分开:

```
&io_domains {
    status = "okay";
    dvp-supply = <&vcc_18>;
    audio-supply = <&vcc_io>;
    gpio30-supply = <&vcc_io>;
    gpio1830-supply = <&vcc_io>;
    sdcard-supply = <&vccio_sd>;
    wifi-supply = <&vccio_wl>;
};

&pmu_io_domains {
    status = "okay";

    pmu-supply = <&vcc_io>;
    vop-supply = <&vcc_io>;
};
```

## 2. TRM 中的描述

---

很多工程师反映在 TRM 中找不到 io-domain 相关的寄存器，可以通过 TRM 来搜索需要配置的 io-domain 寄存器描述，在 GRF/PMUGRF 章节搜索 'vsel'，'VSEL' 或者 'volsel' 索引，PMUGRF 中的 io-domain 是用来控制 PMU IO。

支持配置的两种电压 1.8v / 3.3v:

- 寄存器配置成 1，一般对应的电压范围是 1.62v ~ 1.98v，typical 电压 1.8v;
- 寄存器配置成 0，一般对应的电压范围是 3.00v ~ 3.60v，typical 电压 3.3v。

具体电压范围要以实际芯片的 Datasheet 为准。

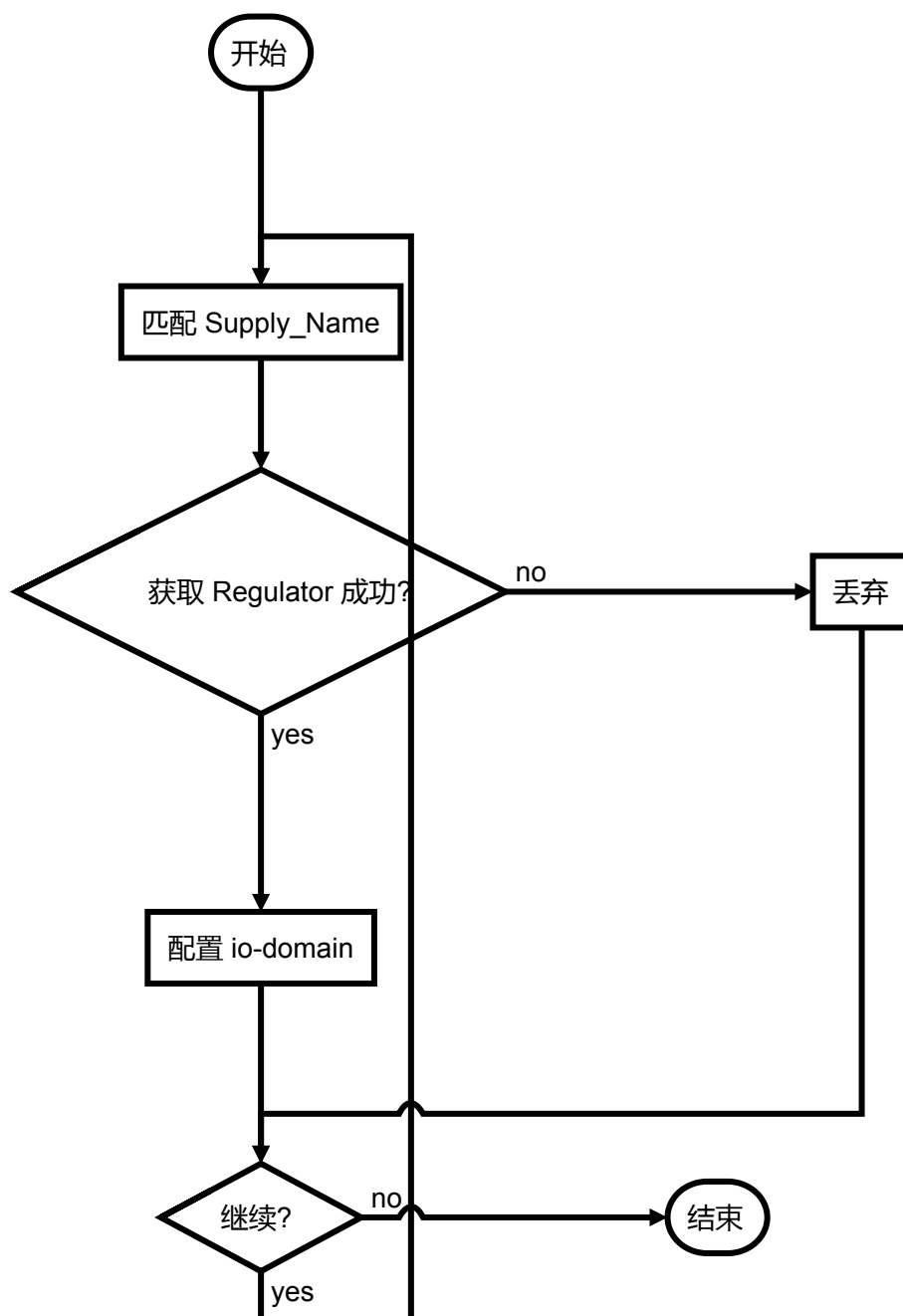
### 3. 驱动软件流程

---

下面是 rockchip-io-domain.c 驱动的软件流程图，主要分为两个方面：

#### 3.1 初始化配置

在驱动的 probe 函数中的 supply name，获取 dts 中对应 supply name 定义的 regulator，再根据 regulator 的电压配置 io-domain 寄存器，如果是 1.8v 那一档，该 bit 配置为 1；如果是 3.3v 那一档，该 bit 配置为 0。



## 3.2 动态配置

在初始化的过程中，会绑定 `regulator`，通过注册 `notify` 的方式，一旦这个 `regulator` 的电压发生变化，就会通知 `io-domain` 驱动更新成对应的寄存器，做到动态更新寄存器的效果。

## 4. 如何配置 io-domain

---

不是每个 IO 电源域都需要配置，有些 IO 的电源域是固定的，不需要配置。下面 3 个步骤描述如何通过软件配置 io-domain:

### 4.1 通过 rockchip-io-domain.txt 文档寻找名称

需要在软件上通过 dts 配置的 IO 电源域在 Linux Kernel 的目录下的文件都有描述:

Documentation/devicetree/bindings/power/rockchip-io-domain.txt; 由于 TRM 文档和硬件原理图上对同一个 io-domain 名称描述可能有差异，在 rockchip-io-domain.txt 文档上统一描述了 TRM 与 硬件原理图上 io-domain 名称的对应关系。

例如 RK3399 Soc，通过查看 rockchip-io-domain.txt 文档，我们知道了 RK3399 的电源域需要配置包含 bt656，audio，sdmmc，gpio1830，以及 PMUGRF 下面的 pmu1830 这几个 supply，后面的 The supply connected to “\*\_VDD” 表示在硬件原理图上对应的名称。

Possible supplies for rk3399:

- bt656-supply: The supply connected to APIO2\_VDD.
- audio-supply: The supply connected to APIO5\_VDD.
- sdmmc-supply: The supply connected to SDMMC0\_VDD.
- gpio1830-supply: The supply connected to APIO4\_VDD.

Possible supplies for rk3399 pmu-domains:

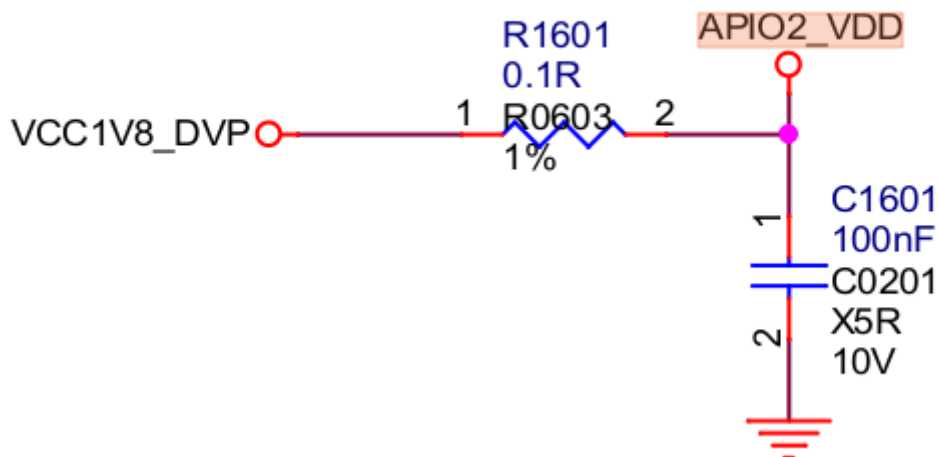
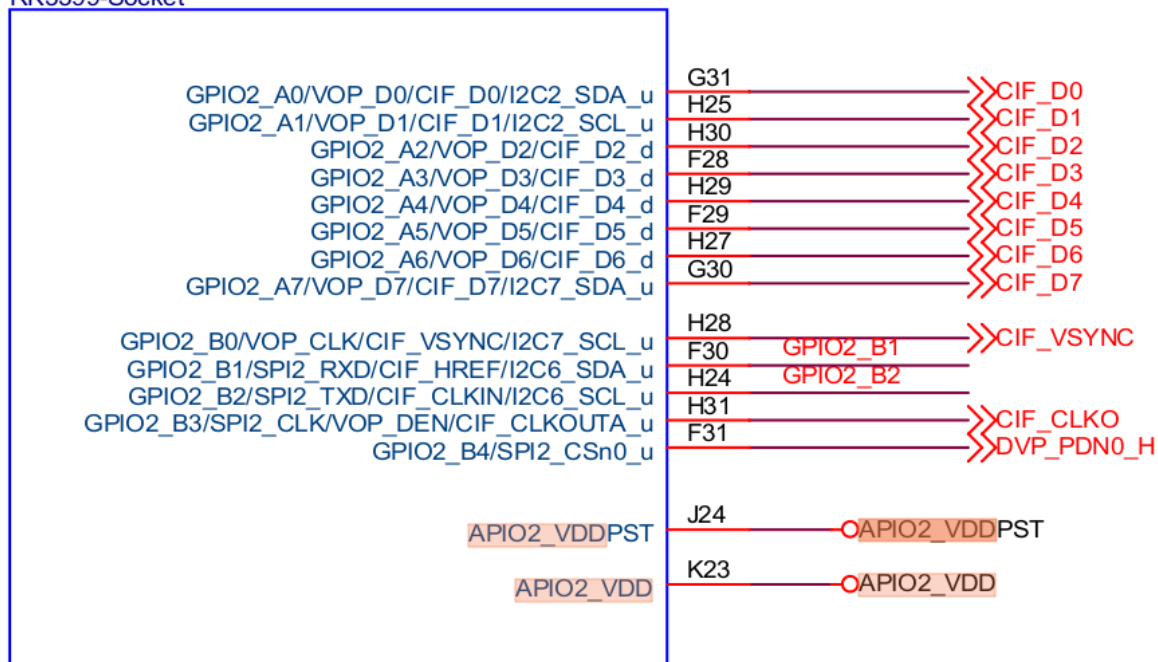
- pmu1830-supply: The supply connected to PMUIO2\_VDD.

### 4.2 通过硬件原理图寻找 io-domain 配置的真实电压

仍以 RK3399-EVB 原理图 和 bt656 IO 电源域为例，我们在 rockchip-io-domain.txt 中找到了 bt656 对应的硬件原理图上表示为 APIO2\_VDD。所以通过逆向搜索 ‘APIO2\_VDD’ 得到 RK3399-EVB 硬件原理图上的 APIO2\_VDD 电源是由 RK808 下的 VCC1V8\_DVP 供给。



U1000L  
RK3399-Socket



### 4.3 通过 DTS 配置

以上两步做完后，得到了配置的名称和供电源头，在 DTS 里面找到对应的 regulator: vcc1v8\_dvp，就可以在 rk3399-evb.dtsi 配置上 “bt656-supply = <&vcc1v8\_dvp>;”，其他的电源域配置类似。

## 5. 通过硬件 Pin 脚控制的电源域一般不做配置

在 RK Soc 中的一些 IO 电源域在硬件上已经通过某个 Pin 脚来控制的，这种情况下我们 kernel 的 DTS 一般不去配置，不破坏当前的硬件状态，像 flash 和 emmc 这些模块的 IO 电源域一般都是 Pin 脚来控制的。

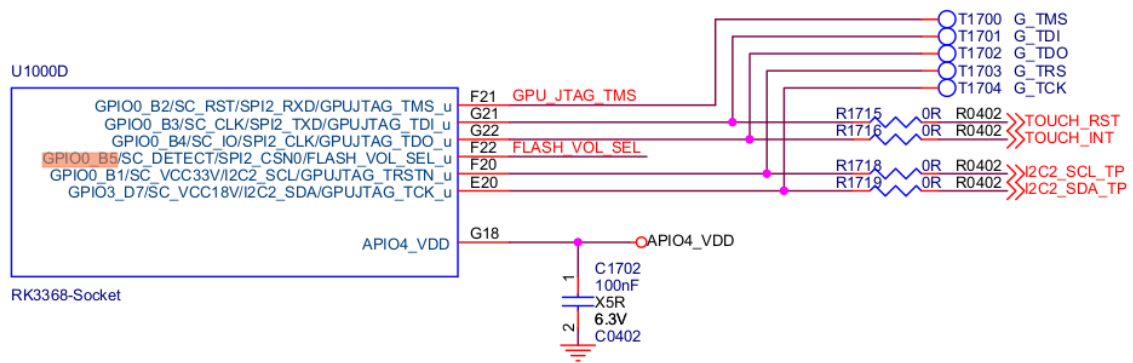
在 TRM 的 io-domain 寄存器描述中，我们可以看到哪些电源域是可以通过 Pin 脚来控制的，以及通过硬件上这个 Pin 脚的输入电压状态来确认当前这个电压域的配置；也可以通过 GRF 寄存器来配置，两种选择。

例如，RK3368 Soc 的 TRM 和 RK3368-evb 的硬件原理图上有下面寄存器的描述和硬件上 Pin 脚的配置。

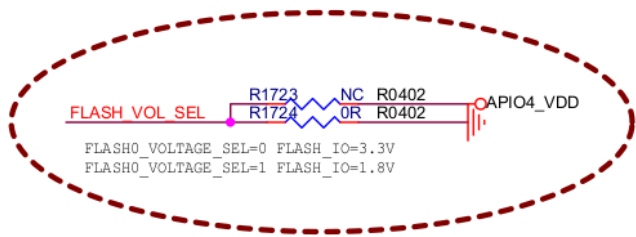
- TRM 寄存器描述：

14	RW	0x0	flash_poc_ctrol flash IO domain poc control selection 0: controled by gpio_0b5 pad 1: controled by bit 2 of IO_VSEL
2	RW	0x1	flash0_v18sel FLASH0 IO domain 1.8V voltage selection 1'b0: 3.3V/2.5V 1'b1: 1.8V

- 硬件原理图：



### FLASH Driver IO SEL



FLASH_VOL_SEL	FLASH_IO Voltage
1.8V or 2.5V or 3.3V	1.8V Driver IO
0V	3.3V Driver IO

## 6. DTS 中无定义 Regulator 情况处理

在使用的过程中可能会遇到，你找不到相应的 regulator 来配置，可能项目上面未使用 pmic 等电源，只是简单的拉了一个电源过来，dts 上找不到 regulator 的定义，那么你需要在 dts 文件里面增加 fixed regulator 的定义，一般 3.3v 和 1.8v 两个 regulator 就够用了。

下面是 rk3229-evb.dts 的配置例子，确定硬件上的电压是用 1.8v 还是 3.3v，配置成相应的 regulator:

```
regulators {
    compatible = "simple-bus";
    #address-cells = <1>;
    #size-cells = <0>;

    vccio_1v8_reg: regulator@0 {
        compatible = "regulator-fixed";
        regulator-name = "vccio_1v8";
        regulator-min-microvolt = <1800000>;
        regulator-max-microvolt = <1800000>;
        regulator-always-on;
    };

    vccio_3v3_reg: regulator@1 {
        compatible = "regulator-fixed";
        regulator-name = "vccio_3v3";
        regulator-min-microvolt = <3300000>;
        regulator-max-microvolt = <3300000>;
        regulator-always-on;
    };
};

&io_domains {
    status = "okay";

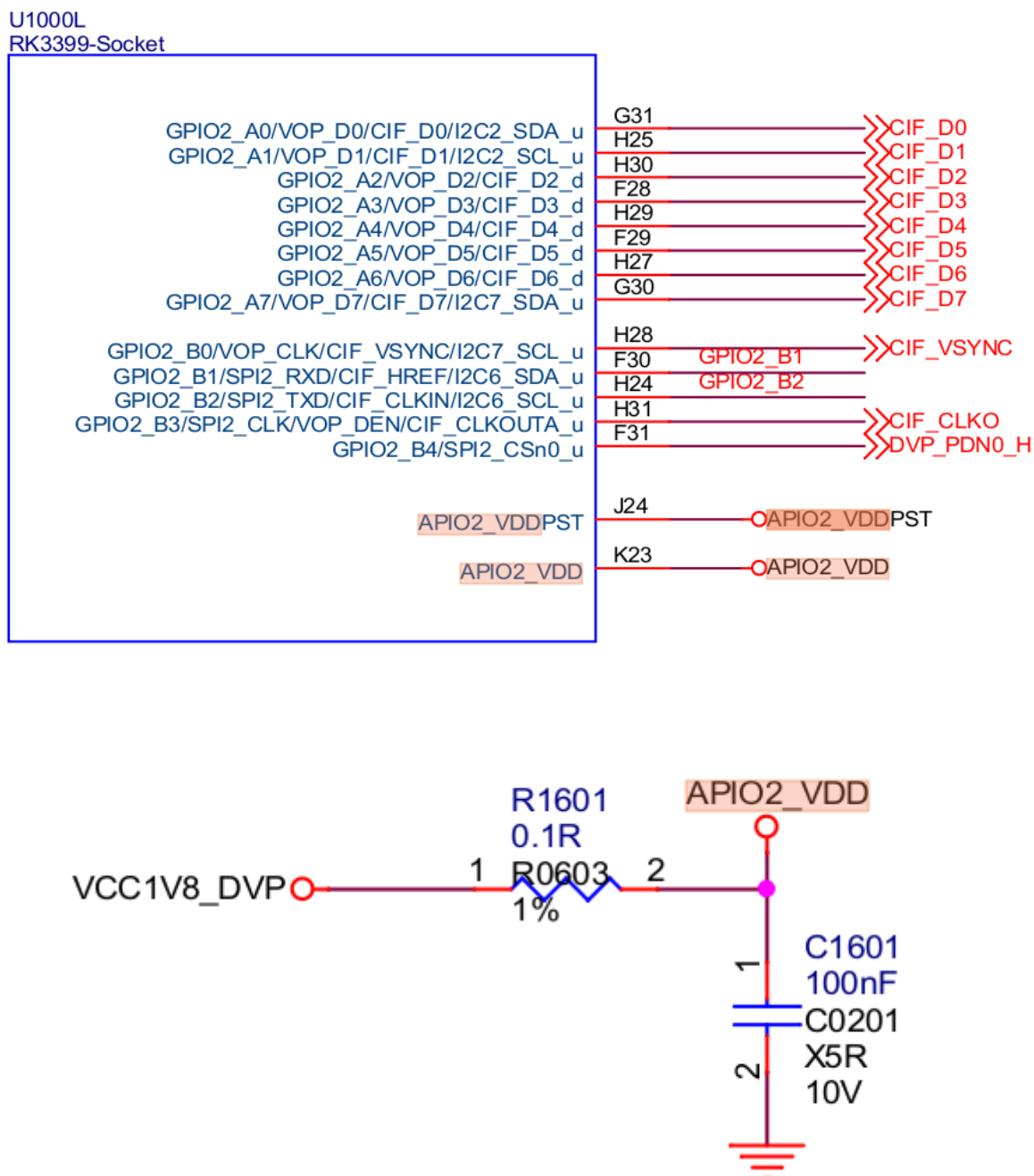
    vccio1-supply = <&vccio_3v3_reg>;
    vccio2-supply = <&vccio_1v8_reg>;
    vccio4-supply = <&vccio_3v3_reg>;
};
```

## 7. 常见问题

### 7.1 如何确定某个 Pin 脚所在的电源域寄存器是否配置正确

经常遇到客户报的问题是某 pin 脚的电压与所期望的不符，很有可能就是电源域配置问题。例如，在 RK3399 上，软件上代码已经让 GPIO2\_B1 输出高，但是实际通过量测发现电压不对；通过读取寄存器已经确认该 pin 脚已经将 iomux 配置成 gpio，并且也设置成输出高，这就很有可能是 io-domain 没有配置正确。那么这时候就要确认电源域寄存器是否配置正确，方法就是上面介绍的如何配置电源域的反步骤。

- 先确定这个 io 所在的电源域，一般是看硬件原理图或者 Datasheet 来确定。例如，RK3399 下面通过硬件原理如图发现 GPIO2\_B1 所在的电源域硬件上表示为 APIO2\_VDD，并且 APIO2\_VDD 是接的电压是 VCC1V8\_DVP。



- 通过 rockchip-io-domain.txt 文档找到对应的名称。例如，在 rockchip-io-domain.txt 文档上找到的电源域对应的名称是“bt656”。

```
Possible supplies for rk3368 pmu-domains:
- pmu-supply:      The supply connected to PMUIO_VDD.
- vop-supply:      The supply connected to LCDC_VDD.

Possible supplies for rk3399:
- bt656-supply:    The supply connected to API02_VDD.
- audio-supply:    The supply connected to API05_VDD.
- sdmmc-supply:    The supply connected to SDMMC0_VDD.
- gpio1830         The supply connected to API04_VDD.

Possible supplies for rk3399 pmu-domains:
- pmu1830-supply:  The supply connected to PMUIO2_VDD.
```

- 在 TRM 上找到这个寄存器，通过 io 命令或者其他方式读取这个寄存器的值，一般基地址是 GRF 或者 PMUGRF。例如，在 TRM 文档上搜索到“bt656”寄存器描述，为 bit0，查看寄存器偏移为 0xe640，GRF 基地址为 0xff770000。在串口终端输入“io -4 0xff77e640”，得到 io-domain 寄存器值，如果该寄存器值 bit0 为 1，表示 1.8v，与硬件实际电压 VCC1V8\_DVP，dts 中该项配置正确；如果 bit0 为 0，则表示 3.3v，与硬件实际电压 VCC1V8\_DVP 不符，dts 中该项配置不正确。

3	RW	0x0	gpio1833_gpio4cd_ms
2	RW	0x0	sdmmc_gpio4b_ms
1	RW	0x0	audio_gpio3d4a_ms
0	RW	0x0	bt656_gpio2ab_ms

## 7.2 io-domain 的寄存器不正确

常见的寄存器不对，可能是以下几个问题

- 所配置的 regulator 电压不对；
- 未配置 Regulator 或 Regulator 未使能；
- Regulator 比 io-domain 驱动加载更慢，获取 regulator 失败。