

Rockchip Clock 开发指南

文件标识: RK-KF-YF-173

发布版本: V1.0.1

日期: 2021-04-26

文件密级: 绝密 秘密 内部资料 公开

免责声明

本文档按“现状”提供, 瑞芯微电子股份有限公司 (“本公司”, 下同) 不对本文档的任何陈述、信息和内容的准确性、可靠性、完整性、适销性、特定目的性和非侵权性提供任何明示或暗示的声明或保证。本文档仅作为使用指导的参考。

由于产品版本升级或其他原因, 本文档将可能在未经任何通知的情况下, 不定期进行更新或修改。

商标声明

“Rockchip”、“瑞芯微”、“瑞芯”均为本公司的注册商标, 归本公司所有。

本文档可能提及的其他所有注册商标或商标, 由其各自所有者所有。

版权所有 © 2021 瑞芯微电子股份有限公司

超越合理使用范畴, 非经本公司书面许可, 任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部, 并不得以任何形式传播。

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

概述

本文档主要介绍 RK 平台时钟子系统框架介绍以及配置。

产品版本

芯片名称	内核版本
RK303X	LINUX4.4 & 4.19
RK312X	LINUX4.4 & 4.19
RK322X	LINUX4.4 & 4.19
RK3288X	LINUX4.4 & 4.19
RK3328	LINUX4.4 & 4.19
RK3368	LINUX4.4 & 4.19
RK3399	LINUX4.4 & 4.19
RV1108	LINUX4.4 & 4.19
PX30	LINUX4.4 & 4.19
RV1126	LINUX4.4 & 4.19
RK356X	LINUX4.4 & 4.19

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	张晴	2021-01-18	第一次临时版本发布
V1.0.1	黄莹	2021-04-26	增加文件标识，修改格式

目录

Rockchip Clock 开发指南

1. 方案概述
 - 1.1 概述
 - 1.2 重要概念
 - 1.3 时钟方案
 - 1.4 总体流程
 - 1.5 代码结构
2. CLOCK 开发指南
 - 2.1 概述
 - 2.2 时钟的相关概念
 - 2.2.1 PLL
 - 2.2.2 总线
 - 2.2.3 GATING
 - 2.3 时钟配置
 - 2.3.1 时钟初始化配置
 - 2.3.2 时钟ID
 - 2.3.3 主要的CLOCK注册类型函数
 - 2.3.4 Driver 的时钟配置
 - 2.4 CLOCK API 接口
 - 2.4.1 主要的CLOCK API
 - 2.4.2 示例
 - 2.5 CLOCK 调试
3. 常见问题分析
 - 3.1 PLL 设置
 - 3.1.1 PLL 频率表格定义
 - 3.1.2 PLL 计算公式
 - 3.2 部分特殊时钟的设置
 - 3.2.1 LCDC 显示相关的时钟
 - 3.2.2 小数分频
 - 3.2.3 以太网时钟

图表目录

[图表 1-1 时钟树的示例图](#)

[图表 1-2 时钟配置流程图](#)

[图表 1-3 CLOCK 代码构成](#)

[图表 2-1 PLL描述](#)

[图表 2-2 总线时钟结构](#)

[图表 2-3 GATING示例图](#)

[图表 2-4 CLOCKID示例图](#)

[图表 2-5 CLOCKTYPE示例图](#)

[图表 2-6 CLOCKPARENT示例图](#)

[图表 2-7 TESTCLOCK示例图](#)

[图表 2-8 TESTCLOCK_MUX](#)

[图表 2-9 TESTCLOCK_DIV](#)

[图表 2-10 TESTCLOCK_GATE](#)

[图表 3-1 DCLK分配图](#)

[图表 3-2 小数分频时钟示意图](#)

1. 方案概述

1.1 概述

本章主要描述时钟子系统的相关的重要概念、时钟方案、总体流程、代码结构。

1.2 重要概念

时钟子系统

这里讲的时钟是给 SOC 各组件提供时钟的树状框架，并不是内核使用的时间，和其他模块一样，CLOCK 也有框架，用以适配不同的平台。适配层之上是客户代码和接口，也就是各模块（如需要时钟信号的外设，USB 等）的驱动。适配层之下是具体的 SOC 台的时钟操作细节。

时钟树结构

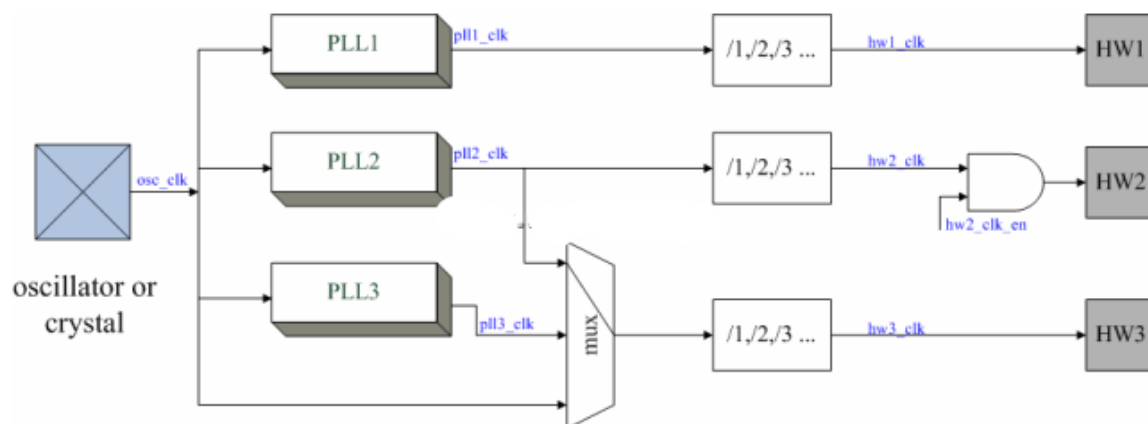
可运行 LINUX 的主流处理器平台，都有非常复杂的 CLOCK TREE，我们随便拿一个处理器的 SPEC，查看 CLOCK 相关的章节，一定会有一个非常庞大和复杂的树状图，这个图由 CLOCK 相关的器件，以及这些器件输出的 CLOCK 组成。

相关器件

CLOCK 相关的器件包括：用于产生 CLOCK 的 Oscillator（有源振荡器，也称作谐振振荡器）或者 Crystal（无源振荡器，也称晶振）；用于倍频的 PLL（锁相环，Phase Locked Loop）；用于分频的 Divider；用于多路选择的 MUX；用于 CLOCK ENABLE 控制的与门；使用 CLOCK 的硬件模块（可称作 CONSUMER）；等等。

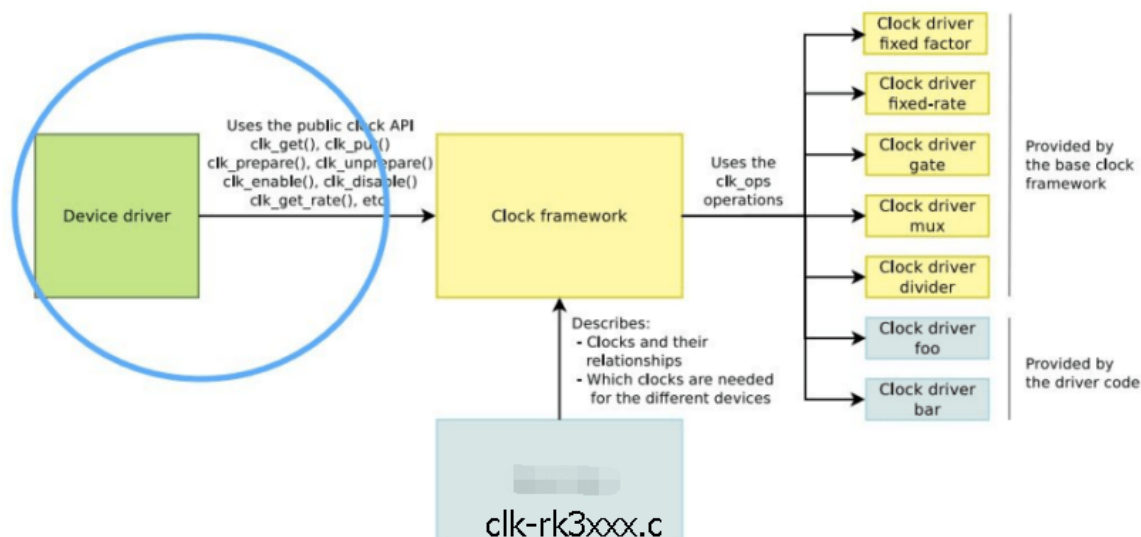
1.3 时钟方案

每一个 SOC 都有自己的时钟分配方案，主要是包括 PLL 的设置，各个 CLOCK 的父属性、DIV、MUX 等。芯片不同，时钟方案是有差异的。



图表 1-1 时钟树的示例图

1.4 总体流程



图表 1-2 时钟配置流程图

主要包括（不需要所有 CLOCK 都支持）：

1. Enable/Disable CLOCK。
2. 设置 CLOCK 的频率。
3. 选择 CLOCK 的 Parent。

1.5 代码结构

CLOCK 的软件框架由 CLOCK 的 Device Tree（CLOCK 的寄存器描述、CLOCK 之间的树状关系等）、Device driver 的 CLOCK 配置和 CLOCK API 三部分构成。这三部分的功能、CLOCK 代码路径如表 1-1 所示。

项目	功能	路径
Clk-rk3xxx.c	.c中主要是CLOCK的寄存器描述、CLOCK之间的树状关系描述等	Drivers/clk/rockchip/clk-rk3xxx.c
Rk3xxx-cru.h	.h中是CLOCK的ID定义，通过ID匹配CLOCK Name。	Include/dt-bindings/clock/rk3xxx-cru.h
RK 特别的处理	处理 RK 的 PLL 时钟, 处理 RK 的一些特殊时钟如 LCDC、I2S 等	Drivers/clk/rockchip/clk-xxx.c
CLK API	提供 Linux 环境下供 Driver 调用的接口	Drivers/clk/clk-xxx.x

图表 1-3 CLOCK代码构成

2. CLOCK 开发指南

2.1 概述

本章描述如何修改时钟配置、使用 API 接口及调试 CLOCK 程序。

2.2 时钟的相关概念

2.2.1 PLL

锁相环，是由 24M 的晶振输入，然后内部锁相环锁出相应的频率。这是 SOC 所有 CLOCK 的时钟的源。SOC 的所有总线及设备的时钟都是从 PLL 分频下来的。RK 平台主要 PLL 有：

PLL	子设备	用途	备注
APLL	CLOCK_CORE	CPU 的时钟	一般只给 CPU 使用，因为 CPU 会变频，APLL 会根据 CPU 要求的频率变化
DPLL	CLOCK_DDR	DDR 的时钟	一般只给 DDR 使用，因为 DDR 会变频，DPLL 会根据 DDR 要求变化
GPLL		提供总线、外设时钟做备份	一般设置在 594M 或者 1200M，保证基本的 100、200、300、400M 的时钟都有输出
CPLL		GMAC 或者其他设备做备份	一般可能是 400、500、800、1000M。或者是给 Lcdc 独占使用。
NPLL		给其他设备做备份	一般可能是 1188M，或者给 Lcdc 独占使用。

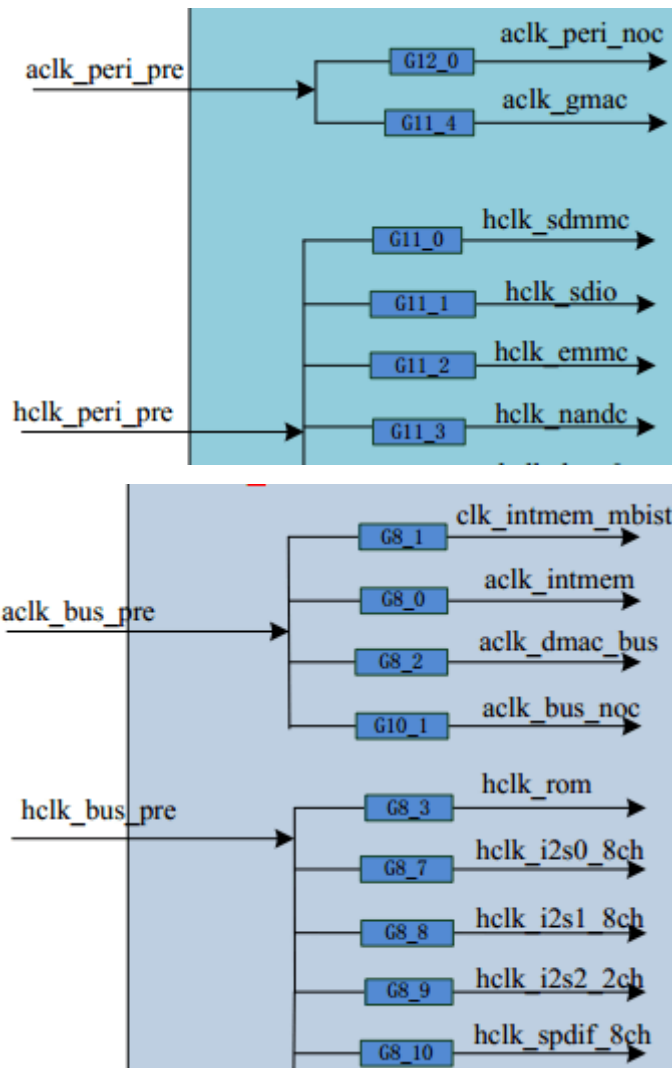
图表 2-1 PLL描述

2.2.2 总线

我们 SOC 的总线有 ACLK_PERI、HCLK_PERI、PCLK_PERI、ACLK_BUS、HCLK_BUS、PCLK_BUS. (ACLK 用于数据传输，PCLK 跟 HCLK 一般是用于寄存器读写)

而区分 BUS 跟 PERI 主要是为了做高速和低速总线的区分，ACLK 范围 100-300M，PCLK 范围 50M~150M，HCLK 范围 37M~150M。BUS 下面主要是一些低速的设备，如 I2C、I2S、SPI 等，PERI 下面一般是 EMMC、GMAC、USB 等。不同的芯片在设计时会有一些差异。例如：对于某些对总线速度要求较高时，可能单独给此设备设计一个独立的 ACLK (如 ACLK_EMMC 或者 ACLK_USB 等)。

各个设备的总线时钟会挂在上面这些时钟下面，如下图结构：



pd_perilp	cm0, crypto, dcf, imem, dmac, bootrom, efuse_con, spi, i2c, uart, saradc, tsadc
pd_perihp	pcie, usb2, hsic

图表 2-2 总线时钟结构

（如：GMAC 想提高自己设备的总线频率以实现其快速的数据拷贝或者搬移，可以提高 ACLK_PERI 来实现）

备注：

RK3399上设计将高速和低速总线彻底分开，分成高速：ACLK_PERIHP、HCLK_PERIHP、PCLK_PERIHP；低速：ACLK_PERILP0、HCLK_PERILP0、PCLK_PERILP0、HCLK_PERILP1、PCLK_PERILP1。这样做是为了功耗最优，根据不同的需求可以设置不同的总线频率。（具体每个设备在哪条总线下详细见时钟图）

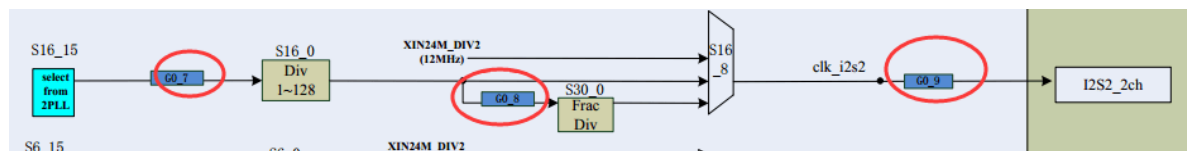
可以参考（EMMC、GMAC、USB等有自己的ACLK）。

2.2.3 GATING

CLOCK 的框架中有很多的 GATING，主要是为了降低功耗使用，在一些设备关闭，CLOCK 不需要维持的时候，可以关闭 GATING，节省功耗。

RK CLOCK 的框架的 GATING 是按照树的结构，有父子属性。GATING 的开关有一个引用计数机制，使用这个计数来实现 CLOCK 打开时，会遍历打开其父 CLOCK。在子 CLOCK 关闭时，父 CLOCK 会遍历所有的子 CLOCK，在所有的子都关闭的时候才会关闭父 CLOCK。

（如：I2S2 在使用的时候，必须要打开图中三个 GATING（如图 2-2），但是软件上只需要开最后一级的 GATING，时钟结构会自动的打开其 parent 的 GATING）



图表 2-3 GATING 示例图

2.3 时钟配置

2.3.1 时钟初始化配置

与 LINUX3.10 不同的，4.4 内核时钟的初始化使用 "of_clk_set_defaults" 然后解析 "assigned-clocks" 获取 CLOCK 的 ID，然后获取 CLOCK Name，解析 "assigned-clock-parents" 获取需要设置的 PARENT，解析 "assigned-clock-rates" 获取需要设置的频率。

```
arch/arm64/dts/rockchip/rk33xx.dtsi

cru: clock-controller@ff760000 {
    compatible = "rockchip,rk3399-cru";
    reg = <0x0 0xff760000 0x0 0x1000>;
    #clock-cells = <1>;
    #reset-cells = <1>;
    assigned-clocks =
        <&cru ACLK_VOPO>, <&cru HCLK_VOPO>,
        <&cru ACLK_VOP1>, <&cru HCLK_VOP1>,
        <&cru ARMCLKL>, <&cru ARMCLKB>,
        <&cru PLL_GPLL>, <&cru PLL_CPLL>,
        <&cru PLL_NPLL>,
        <&cru ACLK_PERIHP>, <&cru HCLK_PERIHP>,
        <&cru PCLK_PERIHP>,
        <&cru ACLK_PERILP0>, <&cru HCLK_PERILP0>,
        <&cru PCLK_PERILP0>,
        <&cru HCLK_PERILP1>, <&cru PCLK_PERILP1>;
};
```

1. 频率

CLOCK TREE 初始化时设置的频率：

```
assigned-clock-rates =
    <400000000>, <200000000>,
    <400000000>, <200000000>,
    <816000000>, <816000000>,
    <594000000>, <800000000>,
    <1000000000>,
    <150000000>, <75000000>,
    <37500000>,
    <100000000>, <100000000>,
    <50000000>,
    <100000000>, <50000000>;
```

2. Parent

CLOCK TREE 初始化时设置的 PARENT:

```
assigned-clock-parents =
    <&cru VPLL>, <&cru VPLL>,
    <&cru CPLL>, <&cru CPLL>,
    <&cru APLLL>, <&cru APLLB>,
    <&cru GPLL>, <&cru GPLL>,
    <&cru GPLL>,
    <&cru GPLL>, <&cru GPLL>;
```

注意:

Assigned的配置Parent和Rate时候, 需要跟Assigned-Clocks一一对应, 因为设置是按照Assigned-Clocks的CLK ID进行查找并设置的。

3. Gating

CLOCK TREE 初始化时是否默认 Enable:

注意: 对于没有默认初始化 Enable, 且设备没有引用去 Enable 的时钟, 在CLOCK初始化完成之后, 会被关闭。

(1) 常开CLOCK:

需要在clk-rk3xxx.c中增加Critical配置, 主要在rk3399_cru_critical_clocks中增加需要默认打开的CLOCK Name, 一旦增加CLOCK的计数被加1, 后面这个CLOCK将不能被关闭。

```
static const char *const rk3399_cru_critical_clocks[] __initconst = {
    "aclk_usb3_noc",
    "aclk_gmac_noc",
    "pclk_gmac_noc",
    "pclk_center_main_noc",
    "aclk_cci_noc0",
    "aclk_cci_noc1",
    "clk_dbg_noc",
    "hclk_vcodec_noc",
    "aclk_vcodec_noc",
    "hclk_vdu_noc",
    "aclk_vdu_noc",
};
```

(2) CLOCK的定义时候增加Flag属性CLK_IGNORE_UNUSED, 这样即使这个CLOCK没有使用, 在最后CLOCK关闭没有用的CLOCK时也不会关闭这个。但是在CLOCK TREE上看到的Enable Cnt还是0, 但是CLOCK是开启的。

```
GATE(PCLK_PMUGRF_PMU, "pclk_pmugrf_pmu", "pclk_pmu_src", CLK_IGNORE_UNUSED,
RK3399_PMU_CLKGATE_CON(1), 1, GFLAGS),
```

2.3.2 时钟ID

LINUX4.4和4.19上对CLOCK的操作都是引用CLOCK ID, 而ID如何获取?

在clk-rk3xxx.c中找到需要控制的CLOCK(可以用过Name查找):

```

COMPOSITE_FRACMUX(0, "clk_uart4_frac", "clk_uart4_div", CLK_SET_RATE_PARENT,
RK3399_PMU_CLKSEL_CON(3), 0,
CLK ID RK3399_PMU_CLKGATE_CON(0), 6, GFLAGS,
&rk3399_uart4_pmu_fracmux),


clkout_name


DIV(PCLK_SRC_PMU, "pclk_pmu_src", "pclk_pmu_src", CLK_IGNORE_UNUSED,
RK3399_PMU_CLKSEL_CON(0), 0, 5, DFLAGS),


clk_parent_name


/* pmu clock gates */
GATE(SCLK_TIMER12_PMU, "clk_timer0_pmu", "clk_timer_src_pmu", 0, RK3399_PMU_CLKGATE_CON(0), 3, GFLAGS),
GATE(SCLK_TIMER13_PMU, "clk_timer1_pmu", "clk_timer_src_pmu", 0, RK3399_PMU_CLKGATE_CON(0), 4, GFLAGS),

```

图表 2-4 CLOCKID示例图

2.3.3 主要的CLOCK注册类型函数

常用的有如下几种：

GATE：描述GATING，主要包括CLOCK ID、类型、GATING的寄存器偏移地址、BIT位等。

MUX：描述SLECT，主要包括CLOCK ID、类型、MUX的寄存器偏移地址、BIT位等。

COMPOSITE：描述有MUX、DIV、GATING的CLK，主要包括CLOCK ID、类型、MUX、DIV、GARING的寄存器偏移地址、BIT位等。

```

#define MUX(_id, cname, pnames, f, o, s, w, mf) \
{ \
    .id = _id, \
    .branch_type = branch_mux, \
    .name = cname, \
    .parent_names = pnames, \
    .num_parents = ARRAY_SIZE(pnames), \
    .flags = f, \
    .muxdiv_offset = o, \
    .mux_shift = s, \
    .mux_width = w, \
    .mux_flags = mf, \
    .gate_offset = -1, \
}

#define DIV(_id, cname, pname, f, o, s, w, df) \
{ \
    .id = _id, \
    .branch_type = branch_divider, \
    .name = cname, \
    .parent_names = (const char *[]){ pname }, \
    .num_parents = 1, \
    .flags = f, \
    .muxdiv_offset = o, \
    .div_shift = s, \
    .div_width = w, \
    .div_flags = df, \
    .gate_offset = -1, \
}

#define COMPOSITE(_id, cname, pnames, f, mo, ms, mw, mf, ds, dw, \
df, go, gs, gf) \
{ \
    .id = _id, \
    .branch_type = branch_composite, \
    .name = cname, \
    .parent_names = pnames, \
    .num_parents = ARRAY_SIZE(pnames), \
    .flags = f, \
    .muxdiv_offset = mo, \
    .mux_shift = ms, \
    .mux_width = mw, \
    .mux_flags = mf, \
    .div_shift = ds, \
    .div_width = dw, \
    .div_flags = df, \
    .gate_offset = go, \
    .gate_shift = gs, \
    .gate_flags = gf, \
} ? end COMPOSITE ?

```

图表 2-5 CLOCKTYPE示例图

Clk-rk3xxx.c中的使用，使用这些CLOCK的注册函数，描述此CLOCK的类型，寄存器及父子关系等。

```
3:
4: /* usbphy */
5: GATE(SCLK_USB2PHY0_REF, "clk_usb2phy0_ref", "xin24m", CLK_IGNORE_UNUSED,
6:     RK3399_CLKGATE_CON(6), 5, GFLAGS),
7: GATE(SCLK_USB2PHY1_REF, "clk_usb2phy1_ref", "xin24m", CLK_IGNORE_UNUSED,
8:     RK3399_CLKGATE_CON(6), 6, GFLAGS),
9:
10: GATE(0, "clk_usbphy0_480m_src", "clk_usbphy0_480m", CLK_IGNORE_UNUSED,
11:     RK3399_CLKGATE_CON(13), 12, GFLAGS),
12: GATE(0, "clk_usbphy1_480m_src", "clk_usbphy1_480m", CLK_IGNORE_UNUSED,
13:     RK3399_CLKGATE_CON(13), 12, GFLAGS),
14: MUX(0, "clk_usbphy_480m", mux_usbphy_480m_p, CLK_IGNORE_UNUSED,
15:     RK3399_CLKSEL_CON(14), 6, 1, MFLAGS),
16:
17: MUX(0, "upll", mux_pll_src_24m_usbphy480m_p, 0,
18:     RK3399_CLKSEL_CON(14), 15, 1, MFLAGS),
19:
20: COMPOSITE_NODIV(SCLK_HSICPHY, "clk_hsicphy", mux_pll_src_cppll_gppll_nppll_usbphy480m_p, 0,
21:     RK3399_CLKSEL_CON(19), 0, 2, MFLAGS,
22:     RK3399_CLKGATE_CON(6), 4, GFLAGS),
23:
24: COMPOSITE(ACLK_USB3, "aclk_usb3", mux_pll_src_cppll_gppll_nppll_p, 0,
25:     RK3399_CLKSEL_CON(39), 6, 2, MFLAGS, 0, 5, DFLAGS,
26:     RK3399_CLKGATE_CON(12), 0, GFLAGS),
```

图表 2-6 CLOCKPARENT示例图

2.3.4 Driver 的时钟配置

1. 获取 CLOCK 指针

DTS 设备结点里添加CLOCK引用信息（推荐）

```
clocks = <&cru SCLK_TSADC>, <&cru PCLK_TSADC>;
clock-names = "tsadc", "apb_pclk";
```

```
dev->pclk = devm_clk_get(&pdev->dev, "tsadc");
dev->clk = devm_clk_get(&pdev->dev, "apb_pclk");
```

DTS 设备结点里未添加CLOCK引用信息

Driver code:

```
dev->pclk = devm_clk_get(NULL, "g_p_saradc");
dev->clk = devm_clk_get(NULL, "clk_saradc");
```

2.4 CLOCK API 接口

2.4.1 主要的CLOCK API

1. 头文件

```
#include <linux/clock.h>

clk_prepare/clock_unprepare
clk_enable/clock_disable
clk_prepare_enable/clock_disable_unprepare
clk_get/clock_put
devm_clk_get/devm_clk_put
clk_get_rate/clock_set_rate
clock_round_rate
```

2. 获取CLOCK指针

```
struct clk *devm_clk_get(struct device *dev, const char *id) (推荐使用, 可以自动释放)
struct clk *clk_get(struct device *dev, const char *id)
static inline struct clk *devm_clk_get_optional(struct device *dev, const char *id)
static inline int __must_check devm_clk_bulk_get(struct device *dev, int num_clks, struct clk_bulk_data *clks) (推荐使用, 整组获取, 整组开关)
static inline int __must_check devm_clk_bulk_get_optional(struct device *dev, int num_clks, struct clk_bulk_data *clks)
static inline int __must_check devm_clk_bulk_get_all(struct device *dev, struct clk_bulk_data **clks)
```

3. 准备/使能 CLOCK

```
int clk_prepare(struct clk *clk)
/*开时钟前调用, 可能会造成休眠, 所以把休眠部分放到这里, 可以原子操作的放到enable里*/
void clk_unprepare(struct clk *clk)
/*prepare的反操作*/
int clk_enable(struct clk *clk)
/*原子操作, 打开时钟, 这个函数必须在产生实际可用的时钟信号后才能返回*/
void clk_disable(struct clk *clk)
/*原子操作, 关闭时钟*/
clock_enable/clock_disable, 启动/停止clock。不会睡眠。
clock_prepare/clock_unprepare, 启动clock前的准备工作/停止clock后的善后工作。可能会睡眠。
```

可以使用 `clock_prepare_enable / clock_disable_unprepare`, `clock_prepare_enable / clock_disable_unprepare`(或者 `clock_enable / clock_disable`) 必须成对, 以使引用计数正确。

注意:

`prepare/unprepare`, `enable/disable` 的说明:

这两套 API 的本质, 是把CLOCK的启动/停止分为 Atomic 和 Non-atomic 两个阶段, 以方便实现和调用。因此上面所说的“不会睡眠/可能会睡眠”, 有两个角度的含义: 一是告诉底层的CLOCK Driver, 请把可能引起睡眠的操作, 放到 Prepare/Unprepare 中实现, 一定不能放到 Enable/Disable 中; 二是提醒上层使用CLOCK的Driver, 调用 Prepare/Unprepare 接口时可能会睡眠, 千万不能在 Atomic 上下文(例如内部包含 Mutex 锁、中断关闭、Spinlock 锁保护的区域)调用, 而调用 Enable/Disable 接口则可放心。

另外, CLOCK的 Enable/Disable 为什么需要睡眠呢? 这里举个例子, 例如 Enable PLL CLOCK, 在启动 PLL 后, 需要等待它稳定。而 PLL 的稳定时间是很长的, 这段时间要把 CPU 交出(进程睡眠), 不然就会浪费 CPU。

最后，为什么会有合在一起的 `clk_prepare_enable/clk_disable_unprepare` 接口呢？如果调用者能确保是在 Non-atomic 上下文中调用，就可以顺序调用 `prepare/enable`、`disable/unprepare`，为了简单，Framework 就帮忙封装了这两个接口。

4. 设置CLOCK频率

```
int clk_set_rate(struct clk *clk, unsigned long rate) (单位Hz)
```

(返回值小于 0，设置CLOCK失败)

2.4.2 示例

DTS

```
tsadc: tsadc@fff260000 {
    compatible = "rockchip,rk3399-tsadc";
    reg = <0x0 fff260000 0x0 0x100>;
    interrupts = <GIC_SPI 97 IRQ_TYPE_LEVEL_HIGH>;
    rockchip,grf = <&grf>;
    clocks = <&cru SCLK_TSADC>, <&cru PCLK_TSADC>;
    clock-names = "tsadc", "apb_pclk";
    assigned-clocks = <&cru SCLK_TSADC>;
    assigned-clock-rates = <750000>;
    resets = <&cru SRST_TSADC>;
    reset-names = "tsadc-apb";
    pinctrl-names = "init", "default", "sleep";
    pinctrl-0 = <&otp_gpio>;
    pinctrl-1 = <&otp_out>;
    pinctrl-2 = <&otp_gpio>;
    #thermal-sensor-cells = <1>;
    rockchip,hw-tshut-temp = <95000>;
    status = "disabled";
};
```

Driver code

```
static int rockchip_thermal_probe(struct platform_device *pdev)
{
    .....

    thermal->reset = devm_reset_control_array_get(&pdev->dev, false, false);
    if (IS_ERR(thermal->reset)) {
        if (PTR_ERR(thermal->reset) != -EPROBE_DEFER)
            dev_err(&pdev->dev, "failed to get tsadc reset lines\n");
        return PTR_ERR(thermal->reset);
    }

    thermal->num_clks = devm_clk_bulk_get_all(&pdev->dev, &thermal->clks);
    if (thermal->num_clks < 1)
        return -ENODEV;

    error = clk_bulk_prepare_enable(thermal->num_clks, thermal->clks);
    if (error) {
        dev_err(&pdev->dev, "failed to prepare enable tsadc bulk clks: %d\n",
```

```
        error);
        return error;
    }
    .....
}

static int rockchip_thermal_remove(struct platform_device *pdev)
{
    .....

    clk_bulk_disable_unprepare(thermal->num_clks, thermal->clks);

    .....
}
```

2.5 CLOCK 调试

1. CLOCK DEBUGS:

打印当前时钟树结构:

```
cat /sys/kernel/debug/clk/clk_summary
```

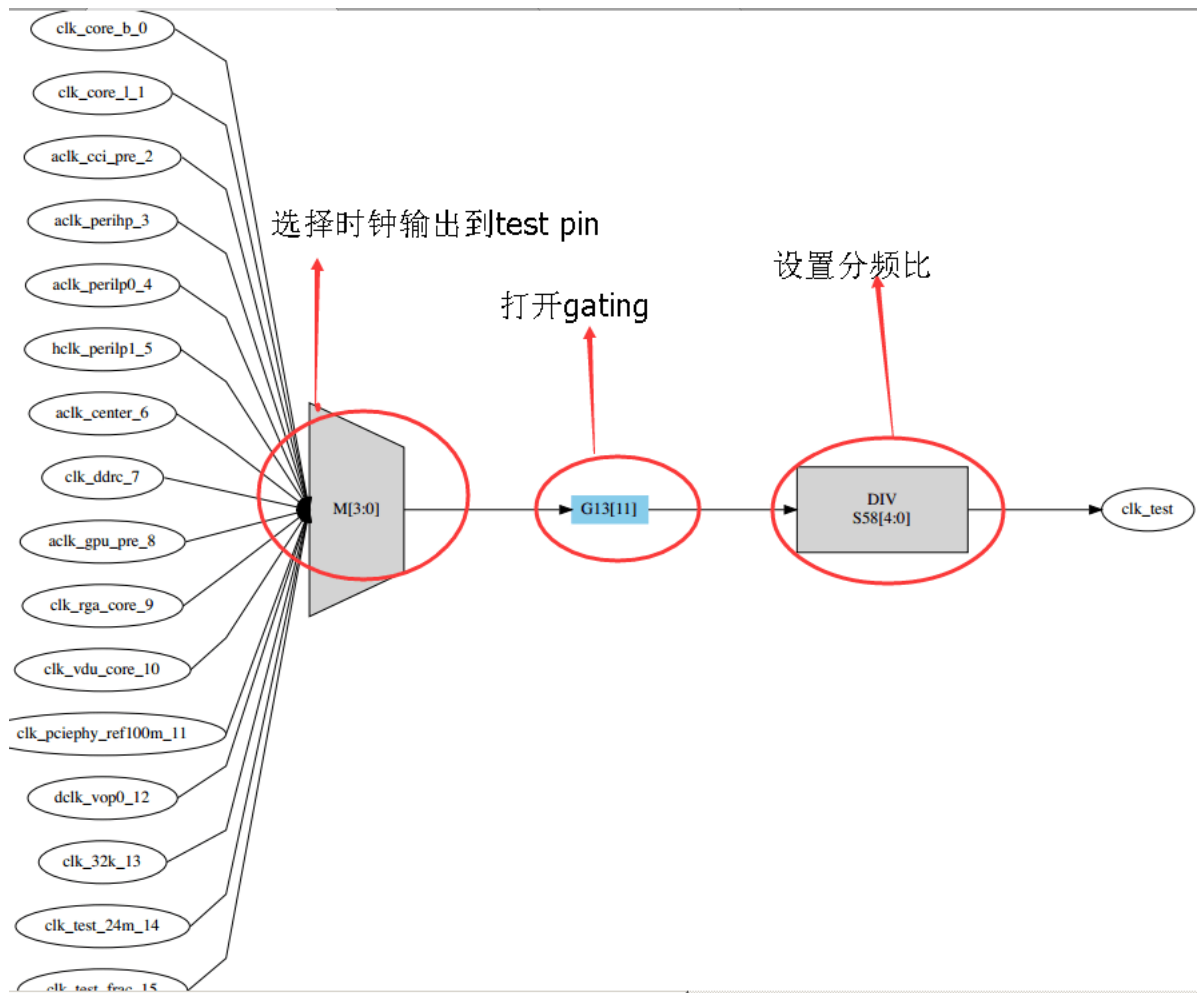
2. CLOCK 设置节点:

节点命令:

```
get rate:
    cat /sys/kernel/debug/clk_saradc/clk_rate
set rate:
    echo 24000000 > /sys/kernel/debug/clk_saradc/clk_rate
打开clk:
    echo 1 > /sys/kernel/debug/clk_saradc/clk_enable_count
关闭clk:
    echo 0 > /sys/kernel/debug/clk_saradc/clk_enable_count
```

3. TEST_CLK_OUT 测试:

部分时钟是可以输出到 `test_clk_out`, 直接测试CLOCK输出频率, 用于确认某些时钟波形是否正常。配置方法(以 RK3399 为例):



图表 2-7 TESTCLK示例图

设置CLOCK的 MUX

CRU_MISC_CON

Address: Operational Base + offset (0x050c)

Bit	Attr	Reset Value	Description
3:0	RW	0x0	testclk_sel Output clock selection for test 4'h0: clk_core_b_2wrap 4'h1: clk_core_l_2wrap 4'h2: aclk_cci_2wrap 4'h3: aclk_perihp_2wrap 4'h4: aclk_perilp0_2wrap 4'h5: hclk_perilp1_2wrap 4'h6: aclk_center_2wrap 4'h7: clk_ddrc_2wrap 4'h8: aclk_gpu_2wrap 4'h9: clk_rga_core_2wrap 4'ha: clk_vdu_core_2wrap 4'hb: clk_pciephy_ref100m 4'hc: dclk_vop0_2wrap 4'hd: clk_rtc 4'he: clkout_24m 4'hf: clk_wifi

图表 2-8 TESTCLOCK_MUX

设置CLOCK的 DIV

CRU_CLKSEL58_CON

Address: Operational Base + offset (0x01e8)

Bit	Attr	Reset Value	Description
4:0	RW	0x1f	clk_test_div_con test divider control register clk=clk_src/(div_con+1)

图表 2-9 TESTCLOCK_DIV

设置CLOCK的 GATING

CRU_CLKGATE13_CON

Address: Operational Base + offset (0x0334)

Bit	Attr	Reset Value	Description
11	RW	0x0	testclk_en testclk clock disable bit When HIGH, disable clock

图表 2-10 TESTCLOCK_GATE

3. 常见问题分析

3.1 PLL 设置

3.1.1 PLL 频率表格定义

```
static struct rockchip_pll_rate_table rk3399_pll_rates[] = {
    /* _mhz, _refdiv, _fbdiv, _postdiv1, _postdiv2, _dsmpd, _frac */
    RK3036_PLL_RATE(2208000000, 1, 92, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(2184000000, 1, 91, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(2160000000, 1, 90, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(2136000000, 1, 89, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(2112000000, 1, 88, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(2088000000, 1, 87, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(2064000000, 1, 86, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(2040000000, 1, 85, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(2016000000, 1, 84, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1992000000, 1, 83, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1968000000, 1, 82, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1944000000, 1, 81, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1920000000, 1, 80, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1896000000, 1, 79, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1872000000, 1, 78, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1848000000, 1, 77, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1824000000, 1, 76, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1800000000, 1, 75, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1776000000, 1, 74, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1752000000, 1, 73, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1728000000, 1, 72, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1704000000, 1, 71, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1680000000, 1, 70, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1656000000, 1, 69, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1632000000, 1, 68, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1608000000, 1, 67, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1600000000, 3, 200, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1584000000, 1, 66, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1560000000, 1, 65, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1536000000, 1, 64, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1512000000, 1, 63, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1488000000, 1, 62, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1464000000, 1, 61, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1440000000, 1, 60, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1416000000, 1, 59, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1392000000, 1, 58, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1368000000, 1, 57, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1344000000, 1, 56, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1320000000, 1, 55, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1296000000, 1, 54, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1272000000, 1, 53, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1248000000, 1, 52, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1200000000, 1, 50, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1188000000, 2, 99, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1104000000, 1, 46, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1100000000, 12, 550, 1, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1008000000, 1, 84, 2, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE(1000000000, 1, 125, 3, 1, 1, 0),
    RK3036_PLL_RATE( 984000000, 1, 82, 2, 1, 1, 0),

```

```

RK3036_PLL_RATE( 96000000, 1, 80, 2, 1, 1, 0),
RK3036_PLL_RATE( 936000000, 1, 78, 2, 1, 1, 0),
RK3036_PLL_RATE( 912000000, 1, 76, 2, 1, 1, 0),
RK3036_PLL_RATE( 900000000, 4, 300, 2, 1, 1, 0),
RK3036_PLL_RATE( 888000000, 1, 74, 2, 1, 1, 0),
RK3036_PLL_RATE( 864000000, 1, 72, 2, 1, 1, 0),
RK3036_PLL_RATE( 840000000, 1, 70, 2, 1, 1, 0),
RK3036_PLL_RATE( 816000000, 1, 68, 2, 1, 1, 0),
RK3036_PLL_RATE( 800000000, 1, 100, 3, 1, 1, 0),
RK3036_PLL_RATE( 700000000, 6, 350, 2, 1, 1, 0),
RK3036_PLL_RATE( 696000000, 1, 58, 2, 1, 1, 0),
RK3036_PLL_RATE( 676000000, 3, 169, 2, 1, 1, 0),
RK3036_PLL_RATE( 600000000, 1, 75, 3, 1, 1, 0),
RK3036_PLL_RATE( 594000000, 1, 99, 4, 1, 1, 0),
RK3036_PLL_RATE( 533250000, 8, 711, 4, 1, 1, 0),
RK3036_PLL_RATE( 504000000, 1, 63, 3, 1, 1, 0),
RK3036_PLL_RATE( 500000000, 6, 250, 2, 1, 1, 0),
RK3036_PLL_RATE( 408000000, 1, 68, 2, 2, 1, 0),
RK3036_PLL_RATE( 312000000, 1, 52, 2, 2, 1, 0),
RK3036_PLL_RATE( 297000000, 1, 99, 4, 2, 1, 0),
RK3036_PLL_RATE( 216000000, 1, 72, 4, 2, 1, 0),
RK3036_PLL_RATE( 148500000, 1, 99, 4, 4, 1, 0),
RK3036_PLL_RATE( 106500000, 1, 71, 4, 4, 1, 0),
RK3036_PLL_RATE( 96000000, 1, 64, 4, 4, 1, 0),
RK3036_PLL_RATE( 74250000, 2, 99, 4, 4, 1, 0),
RK3036_PLL_RATE( 65000000, 1, 65, 6, 4, 1, 0),
RK3036_PLL_RATE( 54000000, 1, 54, 6, 4, 1, 0),
RK3036_PLL_RATE( 27000000, 1, 27, 6, 4, 1, 0),
{ /* sentinel */ },
};

```

3.1.2 PLL 计算公式

```

VCO = 24M * FBDIV / REFDIV (450M ~ 2200M)
/*VCO越大jitter越小, 功耗越大; REFDIV越小PLL LOCK时间越短*/
FOUT = VCO / POSTDIV1 / POSTDIV2 /
/* POSTDIV1 >= POSTDIV2*/

```

如: $VCO = 24M * 99 / 2 = 1188M$

$FOUT = 1188 / 2 / 1 = 594M$

如果需要增加其他的 PLL 频率, 按照上述公式补齐表格即可。

有一个 PLL 类型是特殊的, 查表查不到, 会自动去计算 PLL 的参数。如:

(注意: 但是使用自动计算的时候, VCO 不能保证尽量大, 如果对 PLL 的 jitter 有要求的不建议使用。)

3.2 部分特殊时钟的设置

3.2.1 LCDC 显示相关的时钟

LCDC 的 DCLK 是根据当前屏幕的分辨率决定的，所以不同产品间会有很大差异。所以 RK 平台上 LCDC 的 DCLK 一般是独占一个 PLL 的。由于要独占一个 PLL，所以这个 PLL 的频率会根据屏的要求变化。所以一般此 PLL 要求是可以自动计算 PLL 参数的。而且一些其他对时钟有要求的时钟尽量不要挂在此 PLL 下面。如下表中：

产品名称	PLL
RK303X	独占 CPLL
RK312X	独占 CPLL
RK322X	独占 HDMIPHY PLL
RK3288X	独占 CPLL
RK3368	独占 NPLL
RK3399	支持双显独占 CPLL和VPLL

图表 3-1 DCLK分配图

对于显示的 CLOCK 的设置，不同的平台差异很大，在此以 RK322X 和 RK3288 为例。

RK322X:

使用 HDMIPHY PLL 给 DCLK LCDC，所以就比较简单，DCLK LCDC 需要多少，就按照 HDMIPHY 输出多少的时钟就可以了，这个是 HDMIPHY 内部实现 PLL 的锁相输出。

RK3288:

RK3288 的就比较麻烦了，虽然也是 CPLL 独占使用，但是 CPLL 下面还有其他的时钟，而且 3288 是支持双显，也就是有 DCLK_LCDC0 和 DCLK_LCDC1，一个做主显一个做 HDMI 显示。主显跟 HDMI 显示都跟实际屏的分辨率有关系，所以理论上需要两个独立的 PLL 的，但是 3288 设计上只有一个 PLL 给显示用，那么我们就只能要求主显的是可以修改 CPLL 的频率，满足任意分辨率的屏，而另一个 lcdc 只能是在当前 GPLL 和 CPLL 已有的频率下分频出就近的频率。

RK3399:

VPLL是给HDMI使用的，也就是做HDMI显示的VOP的DCLK需要绑定在VPLL上，并且DCLK和VPLL频率是1:1关系。另一个VOP绑定在CPLL。Dts可以如下配置：

VOP0给HDMI

```
&vopb_rk_fb {
    assigned-clocks = <&cru DCLK_VOP0_DIV>;
    assigned-clock-parents = <&cru PLL_VPLL>;
};
&vopl_rk_fb {
    assigned-clocks = <&cru DCLK_VOP1_DIV>;
    assigned-clock-parents = <&cru PLL_CPLL>;
};
```

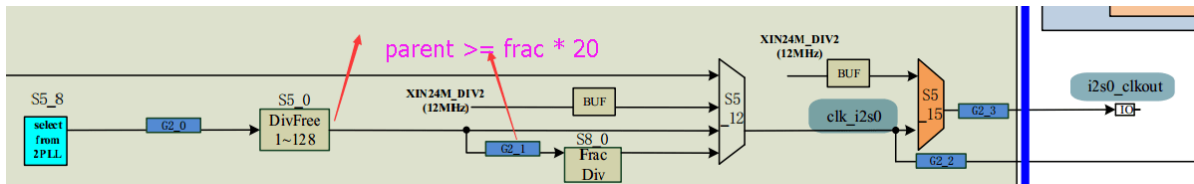
VOP1给HDMI

```
&vopb_rk_fb {
    assigned-clocks = <&cru DCLK_VOP0_DIV>;
    assigned-clock-parents = <&cru PLL_CPLL>;
};
&vopl_rk_fb {
    assigned-clocks = <&cru DCLK_VOP1_DIV>;
    assigned-clock-parents = <&cru PLL_VPLL>;
};
```

具体使用要看具体芯片，每个芯片设计不一样，限制条件也会有差异。

3.2.2 小数分频

I2S、UART 等有小数分频的。对于小数分频设置时有一个要求，就是小数分频的频率跟小数分频的 Parent 有一个 20 倍的关系，如果不满足 20 倍关系，输出的CLOCK会有较大的抖动及频偏。



图表 3-2 小数分频时钟示意图

3.2.3 以太网时钟

对于以太网的时钟，一般要求是精准的，百兆以太网要求 50M 精准的频率，千兆以太网要求 125M 精准的频率。一般有以太网需求的，PLL 也要是精准的时钟输出。如果说当前的时钟方案由于其他的原因不能出精准的时钟，那么以太网就要使用外部时钟晶振。这个是根据项目需求及实际的产品方案定的。