

RK3588 系统待机配置指南

文件标识：RK-KF-YF-452

发布版本：V1.1.0

日期：2024-05-09

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，由其各自拥有者所有。

版权所有 © 2024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

本文档用于指导用户如何根据产品需求，配置 RK3588 系统待机模式。

产品版本

芯片名称	内核版本
RK3588	5.10

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	黄小东	2022-01-20	初始版本
V1.1.0	黄小东	2024-05-09	补充一些休眠配置说明

目录

RK3588 系统待机配置指南

1. 系统待机
 - 1.1 驱动文件
 - 1.2 DTS 节点
2. DTS 配置
 - 2.1 常规配置
 - 2.2 唤醒配置
 - 2.3 debug 配置
 - 2.4 io retention 配置
 - 2.5 假关机配置
3. 打印信息
4. 典型配置案例
 - 4.1 logic断电模式
 - 4.2 uart0唤醒
 - 4.3 pwm唤醒
 - 4.4 mcu唤醒
 - 4.5 gpio唤醒

1. 系统待机

凡是带有 trust 的 SoC 平台，系统待机（system suspend）的工作都在 trust 中完成。因为各个平台的 trust 对于系统待机实现各不相同，所以不同平台之间的待机配置选项/方法没有任何关联性和参考性，本文档仅适用于 RK3588 平台。

系统待机流程一般会有如下操作：关闭 power domain、模块 IP、时钟、PLL、ddr 进入自刷新、系统总线切到低速时钟（24M 或 32K）、vdd_arm /vdd_log断电、配置唤醒源等。为了满足不同产品对待机模式的需求，目前都是通过 DTS 节点把相关配置在开机阶段传递给 trust。

1.1 驱动文件

```
./drivers/soc/rockchip/rockchip_pm_config.c
./drivers/firmware/rockchip_sip.c
./include/dt-bindings/suspend/rockchip-rk3588.h
```

1.2 DTS 节点

```
rockchip_suspend: rockchip-suspend {
    compatible = "rockchip,pm-rk3588";
    status = "okay";
    // 休眠log开关配置, 0: 关闭打印, 1: 打开打印
    rockchip,sleep-debug-en = <1>;
    // 常规配置
    rockchip,sleep-mode-config = <
        (0
            | RKPM_SLP_ARMOFF_DDRPD
            | RKPM_SLP_PMU_PMUALIVE_32K
            | RKPM_SLP_PMU_DIS_OSC
            | RKPM_SLP_32K_EXT
            | RKPM_SLP_PMU_DBG
        )
    >;
    // 唤醒源配置
    rockchip,wakeup-config = <
        (0
            | RKPM_GPIO_WKUP_EN
        )
    >;
};
```

2. DTS 配置

目前已支持的配置选项都定义在：

```
./include/dt-bindings/suspend/rockchip-rk3588.h
```

2.1 常规配置

配置项：

```
rockchip,sleep-mode-config = <...>;
```

配置源：

```
// 断电vdd_arm，需要硬件电路设计上能支持
#define RKPM_SLP_ARMOFF BIT(1)
// 断电vdd_arm，且DDR控制器断电，需要硬件电路设计上能支持
#define RKPM_SLP_ARMOFF_DDRPD BIT(2)
// 断电vdd_arm和vdd_log，需要硬件电路设计上能支持
#define RKPM_SLP_ARMOFF_LOGOFF BIT(3)
// 断电vdd_arm和vdd_log，且PMU1电源域断电，需要硬件电路设计上能支持
#define RKPM_SLP_ARMOFF_PMUOFF BIT(4)

// 休眠时使用32K时钟源作为系统时钟
#define RKPM_SLP_PMU_PMUALIVE_32K BIT(9)
// 关闭24M晶振，最低功耗模式时可使能，需要配合RKPM_SLP_PMU_PMUALIVE_32K使用
#define RKPM_SLP_PMU_DIS_OSC BIT(10)
// 休眠时的32K时钟源是否选用外部的32K钟源，不配该选项则默认选用内部32K时钟源，需要配合
RKPM_SLP_PMU_PMUALIVE_32K使用
#define RKPM_SLP_32K_EXT BIT(24)
```

注意事项：

- 需要根据具体产品对唤醒源的需求进行相关配置，比如usb唤醒，那休眠时就不能将usb的电源和时钟关闭，所以不能配置RKPM_SLP_ARMOFF_LOGOFF、RKPM_SLP_PMU_DIS_OSC、RKPM_SLP_PMU_PMUALIVE_32K等选项。

2.2 唤醒配置

配置项：

```
rockchip,wakeup-config = <...>;
```

配置源：

```
// 支持所有的中断唤醒（经过GIC管理的休眠可唤醒中断），一般由cpu0运行休眠流程，需要时只配
RKPM_CPU0_WKUP_EN即可
#define RKPM_CPU0_WKUP_EN BIT(0)
```

```

#define RKPM_CPU1_WKUP_EN      BIT(1)
#define RKPM_CPU2_WKUP_EN      BIT(2)
#define RKPM_CPU3_WKUP_EN      BIT(3)
#define RKPM_CPU4_WKUP_EN      BIT(4)
#define RKPM_CPU5_WKUP_EN      BIT(5)
#define RKPM_CPU6_WKUP_EN      BIT(6)
#define RKPM_CPU7_WKUP_EN      BIT(7)
// GPIO0唤醒
#define RKPM_GPIO_WKUP_EN      BIT(8)
// SDMMC唤醒
#define RKPM_SDMMC_WKUP_EN     BIT(9)
// SDIO唤醒
#define RKPM_SDIO_WKUP_EN      BIT(10)
// USB_DEV 唤醒
#define RKPM_USB_WKUP_EN       BIT(11)
// UART0唤醒
#define RKPM_UART0_WKUP_EN     BIT(12)
// VAD唤醒
#define RKPM_VAD_WKUP_EN       BIT(13)
// RK TIMER 唤醒
#define RKPM_TIMER_WKUP_EN     BIT(14)
// 支持所有的中断唤醒（不经过GIC管理），不推荐使用
#define RKPM_SYSINT_WKUP_EN    BIT(15)
// PMU内部timer唤醒（默认1s），用于测试和debug
#define RKPM_TIME_OUT_WKUP_EN  BIT(16)

```

唤醒源注意事项：

- RKPM_GPIO_WKUP_EN（首选）：
GPIO0~4 中仅支持 GPIO0 这组 pin 脚作为唤醒源，该模式下 GPIO0 上的 pin 脚中断信号被直接送往 PMU 状态机，不经过 GIC。在硬件设计上，建议用户把需要的唤醒源尽量都放到 GPIO0 这组 pin 脚上。
- RKPM_CPU0_WKUP_EN（次选）：
支持所有在 kernel 阶段用 `enable_irq_wake()` 注册到 GIC 的可唤醒中断，适用的唤醒中断源数量比 RKPM_GPIO_WKUP_EN 更多。但这种方式相当于把唤醒源的管理权分散交给了 kernel 各个模块，待机时系统有可能被不期望的中断唤醒。
- RKPM_TIMEOUT_WAKEUP_EN：
PMU 内部的 timer 唤醒，默认 1s 超时产生中断，一般仅用于开发阶段测试休眠唤醒使用。

2.3 debug 配置

配置项：

```
rockchip,sleep-mode-config = <...>;
```

配置源：

```

#define RKPM_SLP_TIME_OUT_WKUP  BIT(25)
#define RKPM_SLP_PMU_DBG        BIT(26)

```

debug 注意点：

- RKPM_SLP_TIME_OUT_WKUP：使能该配置后，待机后1s左右会自动唤醒，且只有pmu内部timer才能唤醒系统，该配置只用于休眠唤醒测试和debug。
- RKPM_SLP_PMU_DBG：使能该配置后，待机时 PMU 状态机会通过 GPIO0_A5 一直输出特定波形信号，用于反馈当前 PMU 状态机内部状态，该功能仅用于休眠唤醒测试和debug。

2.4 io retention 配置

在vdd_logic断电的休眠场景下，用户如果仍想维持某个io的电平，则可以配置该属性。

配置项：

```
rockchip,sleep-io-ret-config = <
    (0
      | RKPM_VCCIO1_RET_EN
      ...
    )
>;
```

配置源：

```
// 支持配置以下八个io域
#define RKPM_EMMCIO_RET_EN      BIT(0)
#define RKPM_VCCIO1_RET_EN     BIT(1)
#define RKPM_VCCIO2_RET_EN     BIT(2)
#define RKPM_VCCIO3_RET_EN     BIT(3)
#define RKPM_VCCIO4_RET_EN     BIT(4)
#define RKPM_VCCIO5_RET_EN     BIT(5)
#define RKPM_VCCIO6_RET_EN     BIT(6)
#define RKPM_PMUIO2_RET_EN     BIT(7)
```

注意事项：

- 用户想要维持某个io的电平时，要配置上这个io所在的io域，且该io域的电源不能断电，否则无法维持电平。

2.5 假关机配置

有些产品关机时无法断电，需要使用休眠场景来代替关机场景以降低功耗。

配置项：

```
// 0：关闭假关机模式， 1：开启假关机模式；开启假关机模式后，系统走关机流程时就会跑到休眠流程中去
rockchip,virtual-poweroff = <...>;

// 配置关机时的唤醒中断号，系统收到唤醒中断信号后重启开机
rockchip,virtual-poweroff-irqs = < xx xx xx ...>;
```

3. 打印信息

如下简要介绍系统待机和唤醒时的 trust 打印信息含义。为注释方便，如下对一些打印内容进行分行，不同的待机功耗模式同样也会带来不同的打印，所有打印信息内容以实际显示为主。

配置项：

```
rockchip,sleep-debug-en = <...>;
```

- 0：休眠时不会打印log， 1：休眠时会打印log。

RK3588 系统待机打印：

```
//休眠所用trust bl31版本及commit信息
INFO:    BL31: v2.3():v2.3-264-g378cb8595:derrick.huang

//休眠模式配置及休眠次数打印
INFO:    enter: cfg=0x5000604, sleeptimes:1

//休眠模式打印
INFO:    armoff_ddrpd
INFO:    pmu_pmualive_32k
INFO:    pmu_dis_osc
INFO:    32k ext
INFO:    pmu debug

//休眠gpio中断配置状态打印
INFO:    GPIO0_INTEN: 0xffff 0xffff 0xff7f 0xffff 0x0 0xc81e142d
INFO:    GPIO1_INTEN: 0xffff 0xffff 0xffff 0xffff 0x0 0xe82863
INFO:    GPIO2_INTEN: 0xffff 0xffff 0xffff 0xffff 0x0 0xffefcef7
INFO:    GPIO3_INTEN: 0xffff 0xffff 0xfffe 0xffff 0x0 0xf0044483
INFO:    GPIO4_INTEN: 0xffff 0xffff 0xffff 0xffff 0x0 0xe0dc2003

//休眠关键寄存器信息打印
INFO:    PMU1_PWR_CON(0x1) PMU1_CRU_PWR_CON(0x23) PMU1_WAKEUP_INT_CON(0x100)
PMU2_BUS_IDLE_ST(0x27ffffff 0x0) PMU2_BUS_IDLE_ACK(0x27ffffff 0x0)
PMU2_PWR_GATE_ST(0x67fffffff 0x0)
PMU2_BUS_IDLE_CON(0x0 0xfd80 0xf007) PMU2_BIU_AUTO_CON(0xffff 0xffff 0x7)
PMU2_PWR_GATE_CON(0x0 0x9000 0x3)
PMU2_VOL_GATE_CON(0x7 0x0 0x3)
PMU2_QCHANNEL_PWR_CON(0x0) PMU2_QCHANNEL_STATUS(0xfe0007f)
PMU1_DDR_PWR_CON(0x747 0x747 0x747 0x747)
PMU1_DDR_PWR_SFTCON(0x900 0x900 0x900 0x900)
PMU1_PLLPD_CON(0xffff 0x3)
PMU2_DSU_PWR_CON(0x3)
PMU2_CORE_PWR_CON0(0x1 0x1)
PMU2_CORE_AUTO_PWR_CON0(0x0 0x0)
PMU2_CLUSTER_IDLE_CON(0x75)
INFO:    PMU0_PWR_CON(0x0) PMU0_WAKEUP_INT_CON(0x0)
PMU0_DDR_RET_CON(0x0 0x0)
PMU1_GRF_SOC_CON2(0x7777) PMU0_GRF_OS_REGS9(0xd8394dc7)
```

RK3588 系统唤醒打印：


```
// 唤醒流程步骤打印
012376543edcba2

// 唤醒源
INFO:      gpio0_a7
INFO:      wake up status: 0x100
INFO:      the wake up information:
INFO:      GPIO0 interrupt wakeup
INFO:      GPIO0: 0x80
```

4. 典型配置案例

4.1 logic断电模式

该模式可以支持vdd_logic断电，降低休眠功耗。

配置如下

```
rockchip_suspend: rockchip-suspend {
    compatible = "rockchip,pm-rk3588";
    status = "okay";
    rockchip,sleep-debug-en = <1>;
    rockchip,sleep-mode-config = <
        (0
        | RKPM_SLP_ARMOFF_LOGOFF
        | RKPM_SLP_PMU_PMUALIVE_32K
        | RKPM_SLP_PMU_DIS_OSC
        | RKPM_SLP_32K_EXT
        )
    >;
    rockchip,wakeup-config = <
        (0
        | RKPM_GPIO_WKUP_EN
        )
    >;
};
```

4.2 uart0唤醒

如果产品有uart唤醒需求，则应尽量选择uart0。因为uart0在pd_pmu1中，可以在logic断电的情况下支持uart0唤醒，这样功耗更低。

配置如下

```
rockchip_suspend: rockchip-suspend {
    compatible = "rockchip,pm-rk3588";
    status = "okay";
    rockchip,sleep-debug-en = <1>;
```

```

        rockchip,sleep-mode-config = <
            (0
            | RKPM_SLP_ARMOFF_LOGOFF
            )
        >;
        rockchip,wakeup-config = <
            (0
            | RKPM_GPIO_WKUP_EN
            | RKPM_UART0_WKUP_EN
            )
        >;
    };

```

注意事项

- uart0唤醒需要24M晶振保持工作，所以24M晶振电源不能关闭。

4.3 pwm唤醒

如果产品有红外唤醒需求，则需要使用pwm唤醒。

配置如下

```

rockchip_suspend: rockchip-suspend {
    compatible = "rockchip,pm-rk3588";
    status = "okay";
    rockchip,sleep-debug-en = <1>;
    rockchip,sleep-mode-config = <
        (0
        | RKPM_SLP_ARMOFF_DDRPD
        )
    >;
    rockchip,wakeup-config = <
        (0
        | RKPM_CPU0_WKUP_EN
        | RKPM_GPIO_WKUP_EN
        )
    >;
};

```

注意事项

- pwm唤醒需要24M晶振保持工作，所以24M晶振电源不能关闭。
- pwm唤醒不能关闭vdd_logic。

4.4 mcu唤醒

如果产品需要pmu mcu在休眠时进行一些工作（比如中断过滤等），则需要使用mcu唤醒。

配置如下

```

rockchip_suspend: rockchip-suspend {

```

```

compatible = "rockchip,pm-rk3588";
status = "okay";
rockchip,sleep-debug-en = <1>;
rockchip,sleep-mode-config = <
    (0
    | RKPM_SLP_ARMOFF_DDRPD
    )
>;
rockchip,wakeup-config = <
    (0
    | RKPM_GPIO_WKUP_EN
    | RKPM_PMUMCU_CEC_WKUP_EN
    )
>;
};

```

注意事项

- mcu唤醒需要24M晶振保持工作，所以24M晶振电源不能关闭。
- mcu唤醒不能关闭vdd_logic。

4.5 gpio唤醒

如果产品有gpio0的唤醒需求，因为gpio0在pd_pmu中，则使用logic断电模式的配置即可。

如果是gpio1~4的唤醒，则vdd_logic不能断电，配置如下

```

rockchip_suspend: rockchip-suspend {
    compatible = "rockchip,pm-rk3588";
    status = "okay";
    rockchip,sleep-debug-en = <0>;
    rockchip,sleep-mode-config = <
        (0
        | RKPM_SLP_ARMOFF_DDRPD
        )
    >;
    rockchip,wakeup-config = <
        (0
        | RKPM_GPIO_WKUP_EN
        | RKPM_CPU0_WKUP_EN
        )
    >;
};

```

注意事项

- gpio1~4唤醒需要24M晶振保持工作，所以24M晶振电源不能关闭