H616-Pinctrl 接口使用说明文档

1.0

2019.12.10

文档履历

版本号	日期	制/修订人	内容描述
1.0	2019.12.10	AWA1226	
		AWA1440	

目录

1. 概述

1.1 编写目的

本文档对 Linux4.9 内核的 GPIO 接口使用进行详细的阐述，让用户明确掌握 GPIO 配置、申请等操作的编程方法。

1.2 适用范围

本文档适用于 linux4.9 内核，所有平台。

1.3 相关人员

本文档适用于所有需要在 Linux4.9 内核 sunxi 平台上开发设备驱动的人。

2. 模块介绍

Pinctrl 框架是 linux 系统为统一各 SoC 厂商 pin 管理，避免各 SoC 厂商各自实现相同 pin 管理子系统而提出的。目的是为了减少 SoC 厂商系统移植工作量。

2.1 模块功能介绍

许多 SoC 内部都包含 pin 控制器，通过 pin 控制器，我们可以配置一个或一组引脚的功能和特性。在软件上，Linux 内核 pinctrl 驱动可以操作 pin 控制器为我们完成如下工作：

- 枚举并且命名 pin 控制器可控制的所有引脚
- 提供引脚的复用能力
- 提供配置引脚的能力，如驱动能力、上拉下拉、数据属性等
- 与 gpio 子系统的交互
- 实现 pin 中断

2.2 相关术语介绍

sunxi: Allwinner 的 SoC 硬件平台。

Pincontroller: 是对硬件模块的软件抽象，通常用来表示硬件控制器。能够处理引脚复用、属性配置等功能。

Pin: 根据芯片不同的封装方式，可以表现为球形、针型等。软件上采用常用一组无符号的整数 [0-maxpin] 来表示。

Pin groups: 外围设备通常都不只一个引脚，比如 SPI，假设接在 SoC 的 {0,8,16,24} 管脚，而另一个设备 I2C 接在 SoC 的 {24,25} 管脚。我们可以说这里有两个 pin groups。很多控制器都需要处理 pin groups。因此管脚控制器子系统需要一个机制用来枚举管脚组且检索一个特定组中实际枚举的管脚。

Pinconfig: 管脚可以被软件配置成多种方式，多数与它们作为输入/输出时的电气特性相关。例如，可以设置一个输出管脚处于高阻状态，或是 ``三态"（意味着它被有效地断开连接）。或者可以通过设置将一个输入管脚与 VDD 或 GND 相连 (上拉/下拉)，以便在没有信号驱动管脚时可以有个确定的值。

Pinmux: 引脚复用功能，使用一个特定的物理管脚（ball/pad/finger/等等）进行多种扩展复用，以支持不同功能的电气封装的习惯。

Device tree: 犹如它的名字，是一颗包括 cpu 的数量和类别，内存基地址，总线与桥，外设连接，中断控制器和 gpio 以及 clock 等系统资源的树，Pinctrl 驱动支持从 device tree 中定义的设备节点获取 pin 的配置信息。

Script 脚本: 指的是打包到 img 中的 sys_config.fex 文件. 包含系统各模块配置参数。

2.3 模块配置介绍

在命令行中进入内核根目录，执行 make ARCH=arm(arm64) menuconfig 进入配置主界面，并按以下步骤操作：首先，选择 Device Drivers 选项进入下一级配置，如下图所示：

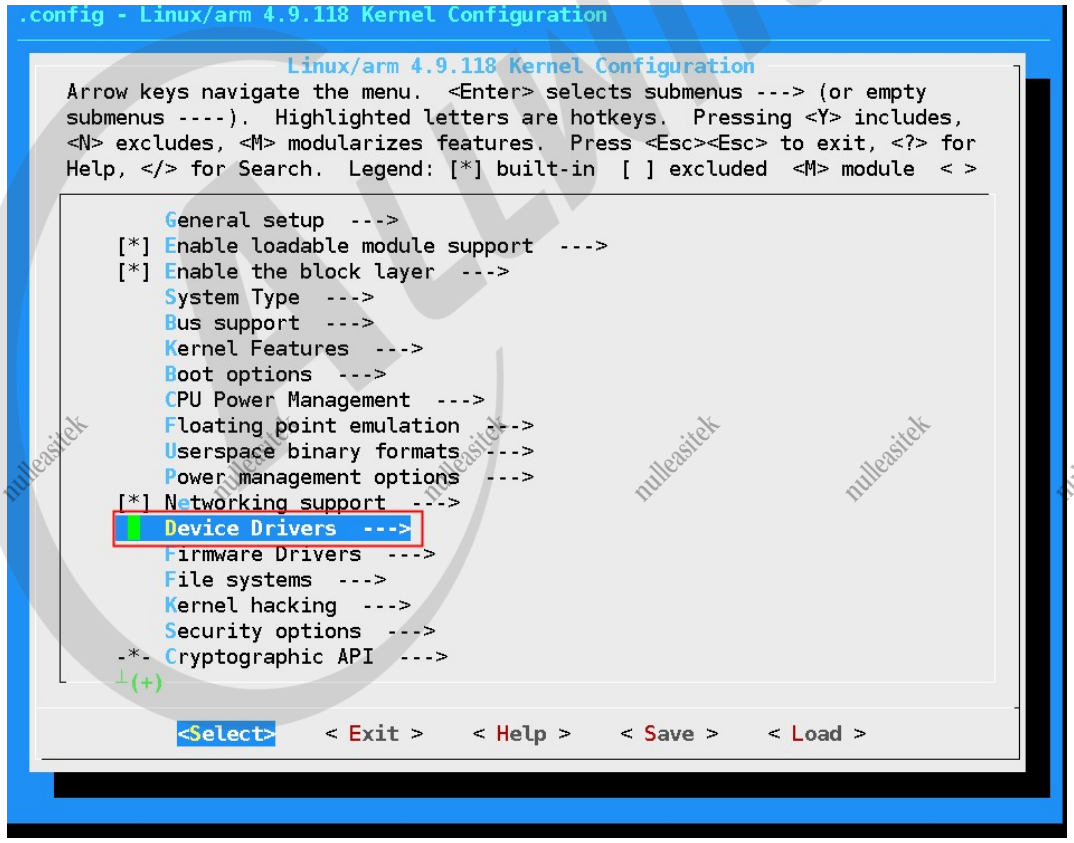

图 1: 内核 menuconfig 根菜单

选择 Pin controllers, 进入下级配置，如下图所示：

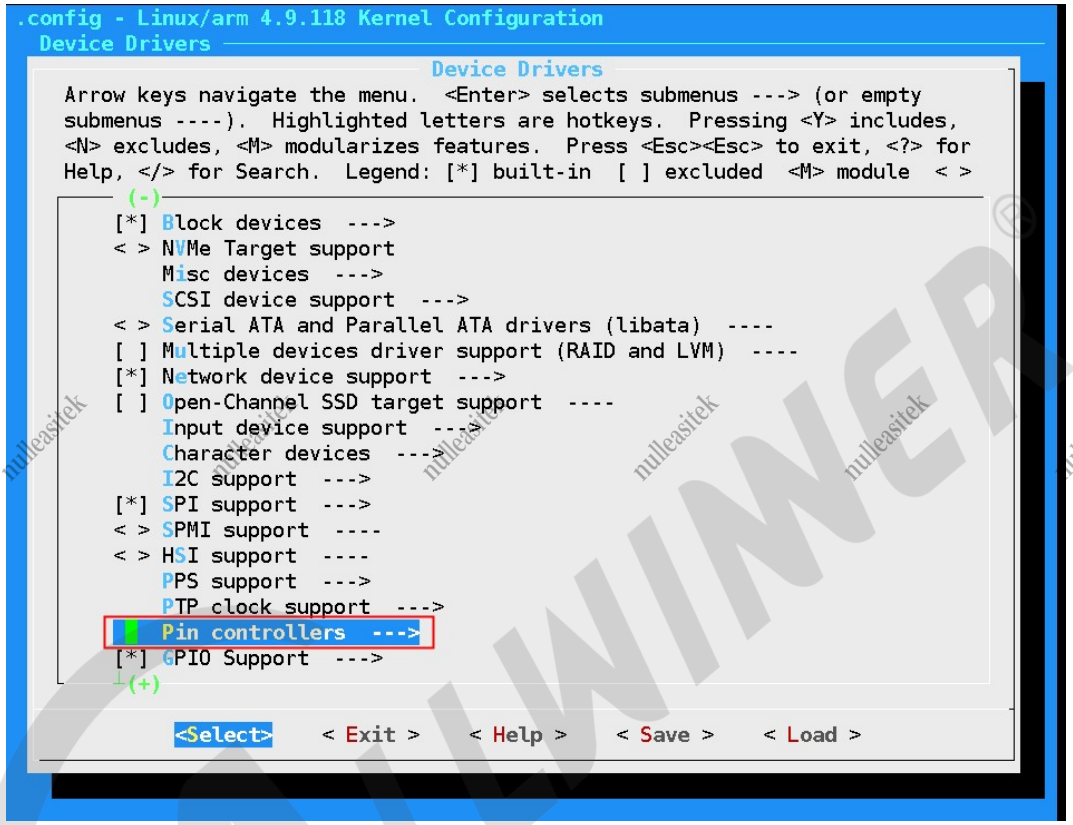

图 2: 内核 menuconfig device drivers 菜单

选择 Allwinner SoC PINCTRL DRIVER, 进入下级配置，如下图所示：

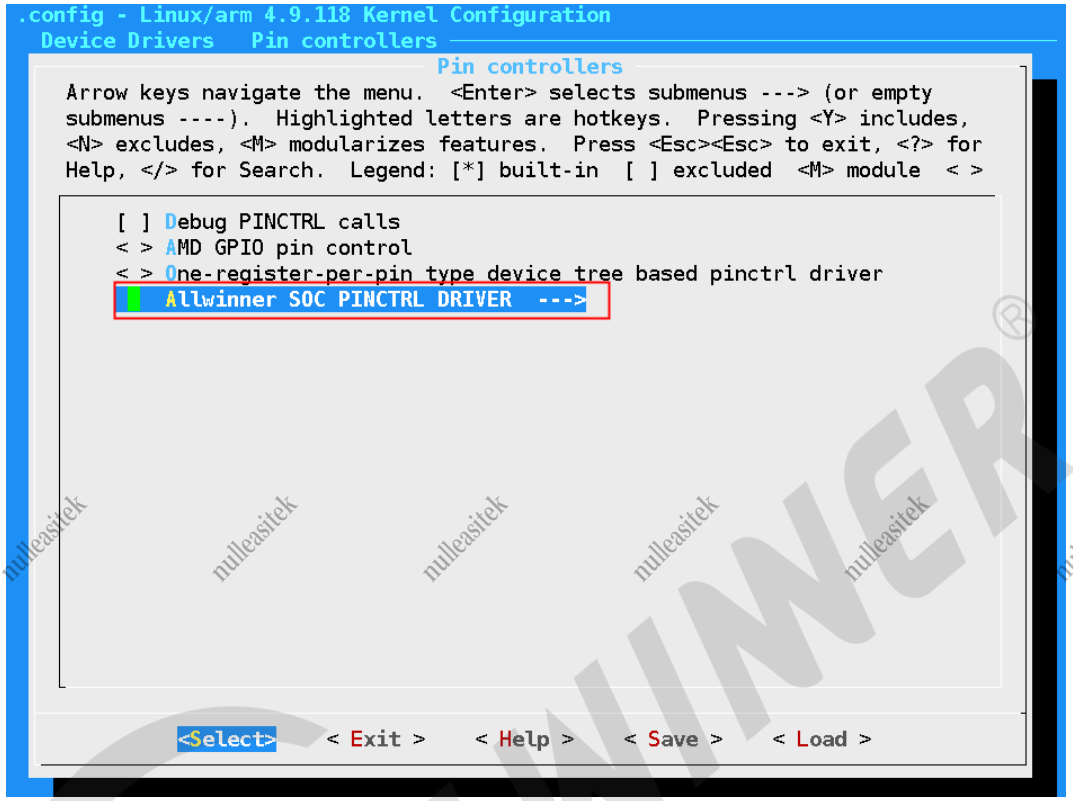

图 3: 内核 menuconfig pinctrl drivers 菜单

Sunxi pinctrl driver 默认编译进内核，如下图（以 sun8iw16 平台为例，其他平台类似）所示：

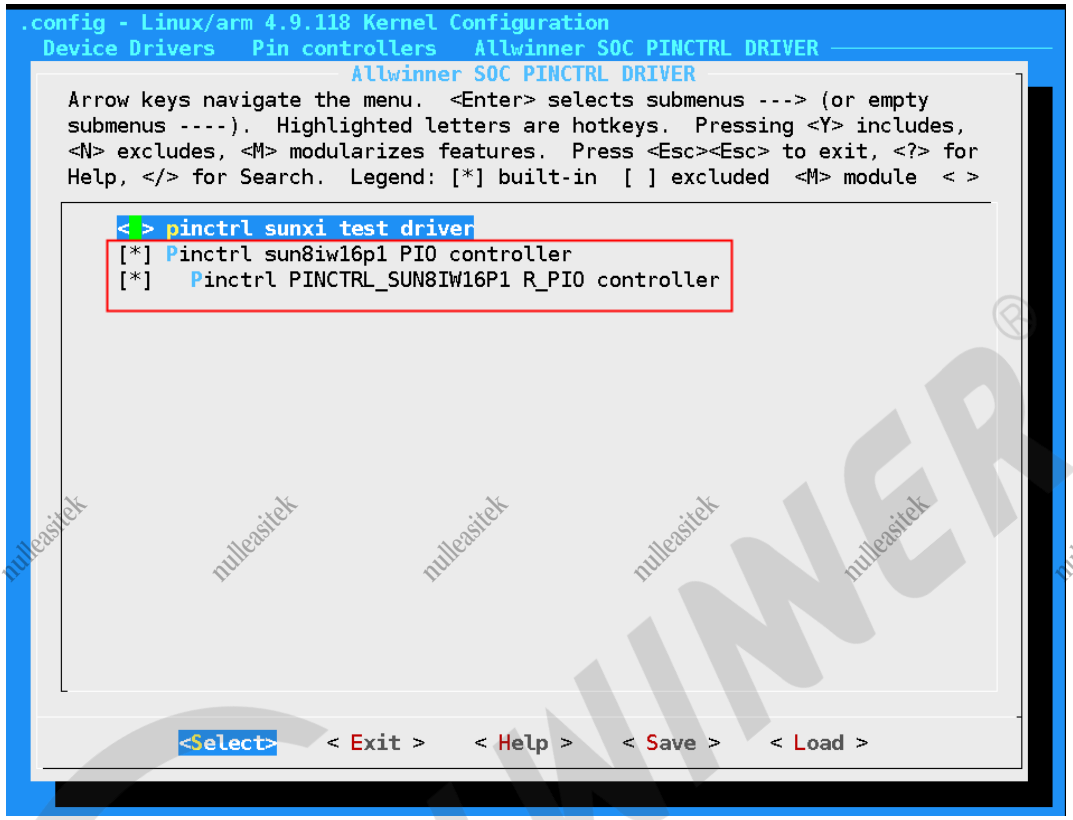

图 4: 内核 menuconfig allwinner pinctrl drivers 菜单

2.4 源码结构介绍

以 sun8iw16 平台为例，其他平台类似：

```
linux4.9

|-- drivers
| |-- pinctrl
| | |-- Kconfig
| | |-- Makefile
| | |-- core.c
| | |-- core.h
| | |-- devicetree.c
| | |-- devicetree.h
| | |-- pinconf.c
| | |-- pinconf.h
| | |-- pinmux.c
```

```
| | `-- pinmux.h
| `-- sunxi
| |-- pinctrl-sunxi-test.c
| |-- pinctrl-sun8iw16p1.c
| |-- pinctrl-sun8iw16p1-r.c
`-- include
        `-- linux
                `-- pinctrl
                        |-- consumer.h
                        |-- devinfo.h
                        |-- machine.h
                        |-- pinconf-generic.h
                        |-- pinconf.h
                        |-- pinctrl-state.h
                        |-- pinctrl.h
                        `-- pinmux.h
```

3. 驱动框架

3.1 总体框架

Sunxi Pinctrl 驱动模块的框架如下图所示，整个驱动模块可以分成 4 个部分：pinctrl api、pinctrl common frame、sunxi pinctrl driver and board configuration。

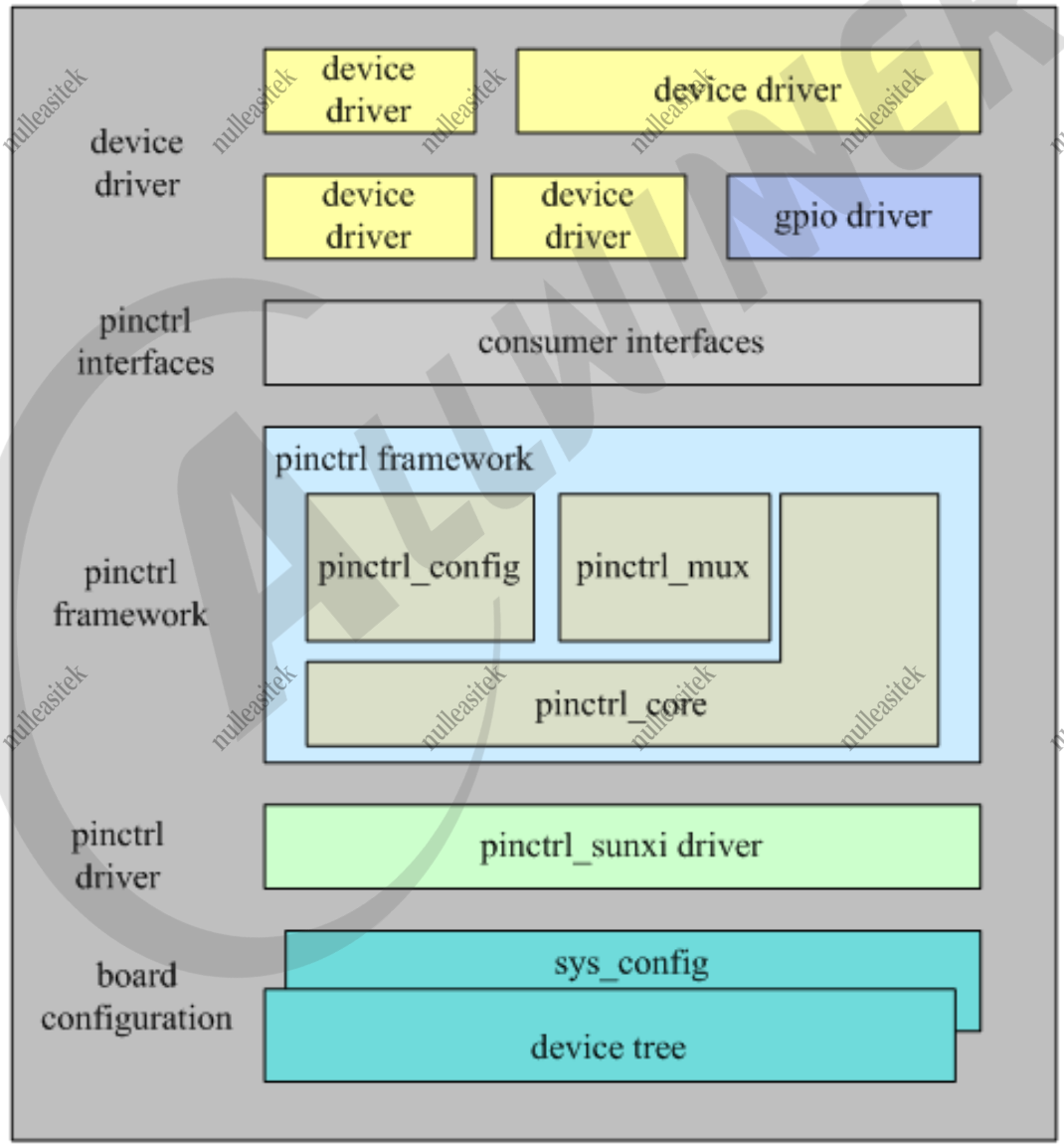

图 5: pinctrl 驱动整体框架图

Pinctrl api: pinctrl 提供给上层用户调用的接口。

Pinctrl framework：Linux 提供的 pinctrl 驱动框架。

Pinctrl sunxi driver：sunxi 平台需要实现的驱动。

Board configuration：设备 pin 配置信息，格式 device tree source 或者 sys_config.

3.2 state/pinmux/pinconfig

Pinctrl framework 主要处理 pinstate、pinmux 和 pinconfig 三个功能，pinstate 和 pinmux、pinconfig 映射关系如下图所示。

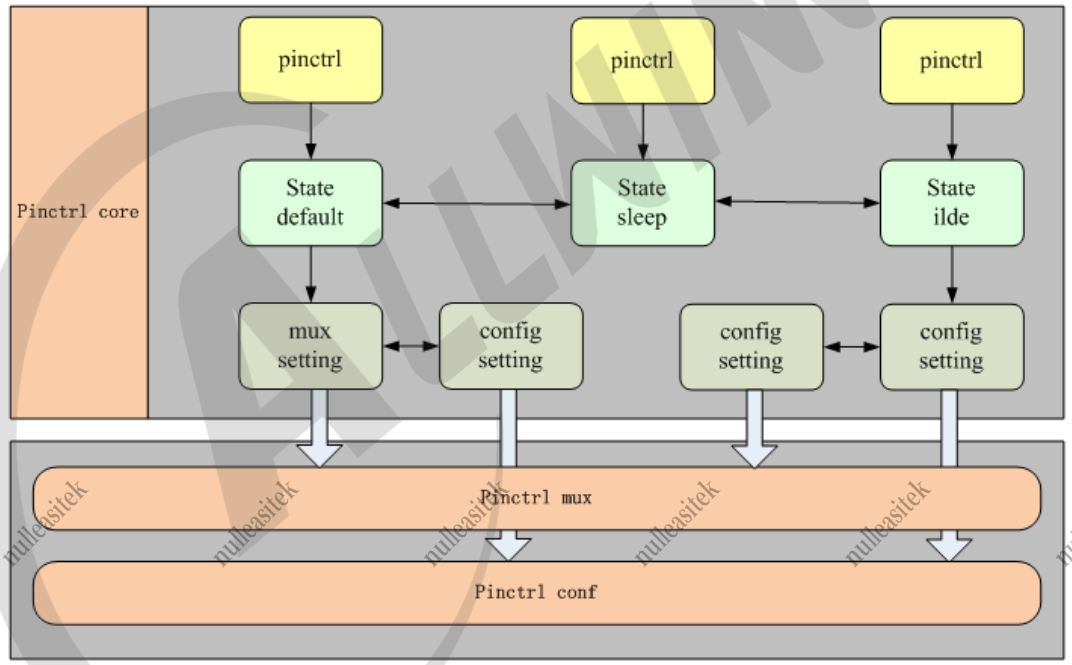

图 6: pinctrl 驱动 framework 图

系统运行在不同的状态，pin 配置有可能不一样，比如系统正常运行时，设备的 pin 需要一组配置，但系统进入休眠时，为了节省功耗，设备 pin 需要另一组配置。Pinctrl framwork 能够有效管理设备在不同状态下的引脚配置。

4. 外部接口

4.1 pinctrl

4.1.1 pinctrl_get

原型：struct pinctrl *pinctrl_get(struct device *dev);

功能：获取设备的 pin 操作句柄，所有 pin 操作必须基于此 pinctrl 句柄；

输入：使用 pin 的设备，pinctrl 子系统通过设备名与 pin 配置信息匹配，获取 pin 配置信息。

输出：pinctrl 句柄。

4.1.2 pinctrl_put

原型：void pinctrl_put(struct pinctrl *p);

功能：释放 pinctrl 句柄，必须与 pinctrl_get 配对使用。

输入：pinctrl 句柄。

输出：无。

4.1.3 devm_pinctrl_get

原型：struct pinctrl *devm_pinctrl_get(struct device *dev);

功能：根据设备获取 pin 操作句柄，所有 pin 操作必须基于此 pinctrl 句柄，与 pinctrl_get 功能完全一样，只是 devm_pinctrl_get 会将申请到的 pinctrl 句柄做记录，绑定到设备句柄信息中。设备驱动申请 pin 资源，推荐优先使用 devm_pinctrl_get 接口。

输入：使用 pin 的设备，pinctrl 子系统通过设备名与 pin 配置信息匹配，获取 pin 配置信息。

输出：pinctrl 句柄。

4.1.4 devm_pinctrl_put

原型：void devm_pinctrl_put(struct pinctrl *p);

功能：释放 pinctrl 句柄，必须与 devm_pinctrl_get 配对使用。

输入：pinctrl 句柄。

输出：无。

4.1.5 pinctrl_lookup_state

原型：struct pinctrl_state *pinctrl_lookup_state(struct pinctrl *p, const char *name)

功能：根据 pin 操作句柄，查找 state 状态句柄；

输入：pin 句柄 state name

输出：state 状态句柄。

4.1.6 pinctrl_select_state

原型：int pinctrl_select_state(struct pinctrl *p, struct pinctrl_state *s)

功能：将 pin 句柄对应的 pinctrl 设置为 state 句柄对应的状态；

输入：pin 句柄 state 句柄

输出：state 设置结果，0-成功, 其他 -失败。

4.1.7 devm_pinctrl_get_select

原型：struct pinctrl *devm_pinctrl_get_select(struct device *dev, const char *name)

功能：获取设备的 pin 操作句柄，并将句柄设定为指定状态；

输入：使用 pin 的设备，pinctrl 子系统通过设备名与 pin 配置信息匹配，state name

输出：pinctrl 句柄。

4.1.8 devm_pinctrl_get_select_default

原型：struct pinctrl *devm_pinctrl_get_select_default(struct device *dev)

功能：获取设备的 pin 操作句柄，并将 pin 句柄对应的 pinctrl 设置为 default 状态；

输入：使用 pin 的设备，pinctrl 子系统会通过设备名与 pin 配置信息匹配；

输出：pinctrl 句柄。

4.1.9 pin_config_get

原型：int pin_config_get(const char *dev_name, const char *name, unsigned long *config)

功能：获取指定 pin 的属性；

输入：pinctrl 名称 pin 名称 pin 配置属性

输出：获取 pin 属性结果，0-成功，其他 -失败。

4.1.10 pin_config_set

原型：int pin_config_set(const char *dev_name, const char *name, unsigned long config)

功能：设置指定 pin 的属性；

输入：pinctrl 名称 Pin 名称 pin 配置属性

输出：设置 pin 属性结果，0-成功，其他 -失败。

4.1.11 pin_config_group_get

原型：int pin_config_group_get(const char *dev_name, const char *pin_group,unsigned long *config)

功能：获取指定 group 的属性；

输入：pinctrl 名称 group 名称 pin 配置属性

输出：获取 group 属性结果，0-成功，其他 -失败。

4.1.12 pin_config_group_set

原型：int pin_config_group_set(const char *dev_name, const char *pin_group,unsigned long config)

功能：设置指定 group 的属性；

输入：pinctrl 名称 group 名称 pin 配置属性

输出：设置 group 属性结果，0-成功，其他 -失败。

4.2 gpio

4.2.1 gpio_request

原型：int gpio_request(unsigned gpio, const char *label)

功能: 申请 gpio. 获取 gpio 的访问权.

参数: gpio: gpio 编号. label: gpio 名称, 可以为 NULL.

输出: 0 表示成功, 否则表示失败.

4.2.2 gpio_free

原型：void gpio_free(unsigned gpio)

功能: 释放 gpio.

参数: gpio: gpio 编号.

输出: 无.

4.2.3 gpio_direction_input

原型：int gpio_direction_input(unsigned gpio)

功能：将 gpio 设置为 input.

参数：gpio: gpio 编号.

输出：0 表示成功, 否则表示失败.

4.2.4 gpio_direction_output

原型：int gpio_direction_output(unsigned gpio, int value)

功能：将 gpio 设置为 output, 并设置电平值.

参数：gpio: gpio 编号. value: gpio 电平值, 非 0 表示高, 0 表示低.

输出：0 表示成功, 否则表示失败.

4.2.5 __gpio_get_value

原型：int __gpio_get_value(unsigned gpio)

功能：获取 gpio 电平值. (gpio 已为 input/output 状态)

参数：gpio: gpio 编号.

输出：gpio 电平, 1 表示高, 0 表示低.

4.2.6 __gpio_set_value

原型：void __gpio_set_value(unsigned gpio, int value)

功能：设置 gpio 电平值. (gpio 已为 output 状态)

参数：gpio: gpio 编号. value: gpio 电平值, 非 0 表示高, 0 表示低.

输出：无.

4.2.7 of_get_named_gpio

原型：int of_get_named_gpio(struct device_node *np, const char *propname, int index)

功能：通过名称获取 GPIO 索引号

参数：np：要获取 GPIO 信息的节点 Propname: 节点中包含 gpio 描述信息的属性. Index: 所要查找的 gpio 在名称为 propname 的属性中的索引号.

输出：GPIO 号.

4.2.8 of_get_named_gpio_flags

原型:int of_get_named_gpio_flags(struct device_node *np, const char *list_name, int index, enum of_gpio_flags *flags)

功能：通过名称获取 GPIO 索引号，并通过 flags 获取 dts 配置信息

参数：np：要获取 GPIO 信息的节点 Propname: 节点中包含 gpio 描述信息的属性. Index: 所要查找的 gpio 在名称为 propname 的属性中的索引号. flags：在 sunxi 平台上，必须定义为 struct gpio_config * 类型变量，因为 sunxi pinctrl 的 pin 支持上下拉，驱动能力等信息，而内核 enum of_gpio_flags * 类型变量只能包含输入、输出信，后续 sunxi 平台需要标准化该接口.

输出：GPIO 号.

5. 使用例子

5.1 配置

文档描述了在 device tree 配置文件，用户如何实现对应配置.

- 用户只配置通用 GPIO，即用来做输入、输出、中断；
- 用户只配置设备管脚，如 Uart 设备的引脚、LCD 的引脚等；
- 用户既要配置通用 GPIO，也要配置设备引脚；

5.1.1 场景一

场景一：用户只需要配置 GPIO，中断，device tree 配置 demo 如下所示：

```
soc{
    ...
    gpiokey {
        device_type = "gpiokey";
        compatible = "gpio-keys";

        ok_key {
            device_type = "ok_key";
            label = "ok_key";
            gpios = <&r_pio PL 0x4 0x0 0x0 0x0 0x1>;
            linux,input-type = "1>";
            linux,code = <0x1c>;
            wakeup-source = <0x1>;
        };
    };
    ...
};

说明：gpio in/gpio out/ interrupt采用dts的配置方法，配置参数解释如下：
gpios = <&r_pio PL 0x4 0x0 0x1 0x0 0x1>;
                |||||| ----------------------输出电平，只有output才有效
                ||||| -----------------------驱动能力，值为0x0时采用默认值
                |||| ------------------------上下拉，值为0x1时采用默认值
                ||| -------------------------复用类型
```

```
        |||----------------------------------------pin bank内偏移
        ||---------------------------------------------哪个bank
        |--------------------------------------------------指向哪个pio，属于cpus要用&r_pio

使用上述方式配置gpio时，需要调用以下接口解析dts的配置参数：
int of_get_named_gpio_flags(struct device_node *np, const char *list_name, int index, enum of_gpio_flags *flags)
拿到gpio的配置信息后(保存在flags参数中，见4.2.8.小节)，在根据需要调用相应的标准接口实现自己的功能
```

5.1.2 场景二

场景二：用户只需要配置设备引脚，device tree 配置 demo 如下所示：

```
soc{
    pio: pinctrl@0300b000 {
    ...
    uart0_pins_a: uart0@0 {
                allwinner,pins = "PH7", "PH8";
                allwinner,pname = "uart0_tx", "uart0_rx";
                allwinner,function = "uart0";
                allwinner,muxsel = <3>;
                allwinner,drive = <0xffffffff>;
                allwinner,pull = <0xffffffff>;
            };
    ...
    };
    ...
    uart0: uart@05000000 {
      compatible = "allwinner,sun8i-uart";
      device_type = "uart0";
      reg = <0x0 0x05000000 0x0 0x400>;
      interrupts = <GIC_SPI 49 IRQ_TYPE_LEVEL_HIGH>;
      clocks = <&clk_uart0>;
      pinctrl-names = "default", "sleep";
      pinctrl-0 = <&uart0_pins_a>;
      pinctrl-1 = <&uart0_pins_b>;
      uart0_regulator = "vcc-io";
      uart0_port = <0>;
      uart0_type = <2>;
      status = "okay";
  };
  ...
};
```

5.1.3 场景三

场景三：用户既要配置通用 GPIO，也要配置设备引脚，device tree 配置 demo 如下：

```
device_tree对应配置：
soc{
    pio: pinctrl@01c20800 {
            ...
            vdevice_pins_a: vdevice@0 {
                allwinner,pins = "PC0", "PC1";
                allwinner,function = "vdevice";
                allwinner,muxsel = <5>;
                allwinner,drive = <1>;
                allwinner,pull = <1>;
            };
        ...
    };
    ...
    vdevie: vdevie@0{
      ...
      pinctrl-names = "default";
      pinctrl-0 = <&vdevice_pins_a>;
      test-gpios = <&pio PC 3 1 2 2 1>;
      ...
    }
};
```

5.2 接口使用示例

5.2.1 配置设备引脚

一般设备驱动只需要使用一个接口 devm_pinctrl_get_select_default 就可以申请到设备所有 pin 资源。

```
static int sunxi_pin_req_demo(struct platform_device *pdev)
{
    struct pinctrl *pinctrl;
    pr_warn("device [%s] probe enter\n", dev_name(&pdev->dev));
    /* request device pinctrl, set as default state */
    pinctrl = devm_pinctrl_get_select_default(&pdev->dev);
```

```
    if (IS_ERR_OR_NULL(pinctrl)) {
        pr_warn("request pinctrl handle for device [%s] failed\n",
        dev_name(&pdev->dev));
        return -EINVAL;
    }
    pr_debug("device [%s] probe ok\n", dev_name(&pdev->dev));
    return 0;
}
```

5.2.2 获取 GPIO 号

```
static int sunxi_pin_req_demo(struct platform_device *pdev)
{
    int ret;
    unsigned int gpio;
    unsigned long out_init;
    enum of_gpio_flags gpio_flags;
    struct device_node *np = dev->of_node;
    struct device *dev = &pdev->dev;

    #get gpio config in device node.
    gpio = of_get_named_gpio(np, "vdevice_3", 0);
    if (!gpio_is_valid(gpio)) {
        if (gpio != -EPROBE_DEFER)
            dev_err(dev, "Error getting vdevice_3\n");
        return gpio;
    }
}
```

5.2.3 GPIO 属性配置

通过 pin_config_set/pin_config_get/pin_config_group_set/pin_config_group_get 接口单独控制指定 pin 或 group 的相关属性。

```
static int pctrltest_request_all_resource(void)
{
    struct device *dev;
```

```
struct device_node *node;
struct pinctrl *pinctrl;
struct sunxi_gpio_config *gpio_list = NULL;
struct sunxi_gpio_config *gpio_cfg;
unsigned gpio_count = 0;
unsigned gpio_index;
unsigned long config;
int ret;

dev = bus_find_device_by_name(&platform_bus_type, NULL, sunxi_ptest_data->dev_name);
if (!dev) {
    pr_warn("find device [%s] failed...\n", sunxi_ptest_data->dev_name);
    return -EINVAL;
}

node = of_find_node_by_type(NULL, dev_name(dev));
if (!node) {
    pr_warn("find node for device [%s] failed...\n", dev_name(dev));
    return -EINVAL;
}
dev->of_node = node;


pr_warn("++++++++++++++++++++++++++++%s++++++++++++++++++++++++++++\n", __func__);
pr_warn("device[%s] all pin resource we want to request\n", dev_name(dev));
pr_warn("-----------------------------------------------\n");

pr_warn("step1: request pin all resource.\n");
pinctrl = devm_pinctrl_get_select_default(dev);
if (IS_ERR_OR_NULL(pinctrl)) {
    pr_warn("request pinctrl handle for device [%s] failed...\n", dev_name(dev));
    return -EINVAL;
}

pr_warn("step2: get device[%s] pin count.\n", dev_name(dev));
ret = dt_get_gpio_list(node, &gpio_list, &gpio_count);
if (ret < 0 || gpio_count == 0) {
    pr_warn(" devices own 0 pin resource or look for main key failed!\n");
    return -EINVAL;
}

pr_warn("step3: get device[%s] pin configure and check.\n", dev_name(dev));
for (gpio_index = 0; gpio_index < gpio_count; gpio_index++) {
    gpio_cfg = &gpio_list[gpio_index];

    /*check function config */
    config = SUNXI_PINCFG_PACK(SUNXI_PINCFG_TYPE_FUNC, 0xFFFF);
    pin_config_get(SUNXI_PINCTRL, gpio_cfg->name, &config);
    if (gpio_cfg->mulsel != SUNXI_PINCFG_UNPACK_VALUE(config)) {
        pr_warn("failed! mul value isn't equal as dt.\n");
        return -EINVAL;
    }
```

```
        /*check pull config */
        if (gpio_cfg->pull != GPIO_PULL_DEFAULT) {
            config = SUNXI_PINCFG_PACK(SUNXI_PINCFG_TYPE_PUD, 0xFFFF);
            pin_config_get(SUNXI_PINCTRL, gpio_cfg->name, &config);
            if (gpio_cfg->pull != SUNXI_PINCFG_UNPACK_VALUE(config)) {
                pr_warn("failed! pull value isn't equal as dt.\n");
                return -EINVAL;
            }
        }

        /*check dlevel config */
        if (gpio_cfg->drive != GPIO_DRVLVL_DEFAULT) {
            config = SUNXI_PINCFG_PACK(SUNXI_PINCFG_TYPE_DRV, 0XFFFF);
            pin_config_get(SUNXI_PINCTRL, gpio_cfg->name, &config);
            if (gpio_cfg->drive != SUNXI_PINCFG_UNPACK_VALUE(config)) {
                pr_warn("failed! dlevel value isn't equal as dt.\n");
                return -EINVAL;
            }
        }

        /*check data config */
        if (gpio_cfg->data != GPIO_DATA_DEFAULT) {
            config = SUNXI_PINCFG_PACK(SUNXI_PINCFG_TYPE_DAT, 0XFFFF);
            pin_config_get(SUNXI_PINCTRL, gpio_cfg->name, &config);
            if (gpio_cfg->data != SUNXI_PINCFG_UNPACK_VALUE(config)) {
                pr_warn("failed! pin data value isn't equal as dt.\n");
                return -EINVAL;
            }
        }
    }

    pr_warn("-------------------------------------------\n");
    pr_warn("test pinctrl request all resource success!\n");
    pr_warn("++++++++++++++++++++++++++++++end++++++++++++++++++++++++++++++\n\n");
    return 0;
}
```

注：需要注意，存在SUNXI_PINCTRL和SUNXI_R_PINCTRL两个pinctrl设备，cpus域的pin需要使用SUNXI_R_PINCTRL

5.3 设备驱动如何使用 pin 中断

方式一：通过 gpio_to_irq 获取虚拟中断号，然后调用申请中断函数即可

目前 sunxi-pinctrl 使用 irq-domain 为 gpio 中断实现虚拟 irq 的功能，使用 gpio 中断功能时，设备驱动只需要通过 gpio_to_irq 获取虚拟中断号后，其他均可以按标准 irq 接口操作。

```
static int sunxi_gpio_eint_demo(struct platform_device *pdev)
{
    struct device *dev = &pdev->dev;
    int virq;
    int ret;
    /* map the virq of gpio */
    virq = gpio_to_irq(GPIOA(0));
    if (IS_ERR_VALUE(virq)) {
        pr_warn("map gpio [%d] to virq failed, errno = %d\n",
        GPIOA(0), virq);
        return -EINVAL;
    }
    pr_debug("gpio [%d] map to virq [%d] ok\n", GPIOA(0), virq);
    /* request virq, set virq type to high level trigger */
    ret = devm_request_irq(dev, virq, sunxi_gpio_irq_test_handler,
    IRQF_TRIGGER_HIGH, "PA0_EINT", NULL);
    if (IS_ERR_VALUE(ret)) {
        pr_warn("request virq %d failed, errno = %d\n", virq, ret);
        return -EINVAL;
    }
    return 0;
}
```

方式二：通过 dts 配置 gpio 中断，通过 dts 解析函数获取虚拟中断号，最后调用申请中断函数即可，demo 如下所示：

```
dts配置如下：
soc{
  ...
  Vdevice: vdevice@0 {
    compatible = "allwinner,sun8i-vdevice";
    device_type = "Vdevice";
    interrupt-parent = <&pio>; /*依赖的中断控制器(带interrupt-controller属性的结点)*/
    interrupts = <PD 3 IRQ_TYPE_LEVEL_HIGH>;
                  |||----------------中断触发条件、类型
                  ||-------------------------pin bank内偏移
                  |--------------------------哪个bank
    pinctrl-names = "default";
    pinctrl-0 = <&vdevice_pins_a>;
    test-gpios = <&pio PC 3 1 2 2 1>;
    status = "okay";
  };
  ...
};
```

在驱动中，通过 platform_get_irq() 标准接口获取虚拟中断号，如下所示：

```
static int sunxi_pctrltest_probe(struct platform_device *pdev)
{
    struct device_node *np = pdev->dev.of_node;
    struct gpio_config config;
    int gpio, irq;
    int ret;

    if (np == NULL) {
        pr_err("Vdevice failed to get of_node\n");
        return -ENODEV;
    }
  ....
  irq = platform_get_irq(pdev, 0);
  if (irq < 0) {
    printk("Get irq error!\n");
    return -EBUSY;
  }
  .....
  sunxi_ptest_data->irq = irq;
  ......
  return ret;
}

//申请中断:
static int pctrltest_request_irq(void)
{
    int ret;
    int virq = sunxi_ptest_data->irq;
    int trigger = IRQF_TRIGGER_HIGH;

    reinit_completion(&sunxi_ptest_data->done);

    pr_warn("step1: request irq(%s level) for irq:%d.\n",
            trigger == IRQF_TRIGGER_HIGH ? "high" : "low", virq);
    ret = request_irq(virq, sunxi_pinctrl_irq_handler_demo1,
                      trigger, "PIN_EINT", NULL);
    if (IS_ERR_VALUE(ret)) {
        pr_warn("request irq failed !\n");
        return -EINVAL;
    }

    pr_warn("step2: wait for irq.\n");
    ret = wait_for_completion_timeout(&sunxi_ptest_data->done, HZ);
    if (ret == 0) {
        pr_warn("wait for irq timeout!\n");
        free_irq(virq, NULL);
        return -EINVAL;
    }

    free_irq(virq, NULL);
```

```
    pr_warn("-------------------------------------------\n");
    pr_warn("test pin eint success !\n");
    pr_warn("++++++++++++++++++++++++++++end++++++++++++++++++++++++++++++\n\n\n");

    return 0;
}
```

5.4 设备驱动如何设置中断 debounce

方式一：通过 dts 配置每个中断 bank 的 debounce，以 pio 设备为例，如下所示：

```
pio: pinctrl@0300b000 {
  compatible = "allwinner,sun8iw16p1-pinctrl";
  reg = <0x0 0x0300b000 0x0 0x400>;
  interrupts = <GIC_SPI 67 4>, //PC bank
          <GIC_SPI 68 4>, //PD bank
          <GIC_SPI 69 4>, //PE bank
          <GIC_SPI 70 4>, //PF bank
          <GIC_SPI 71 4>, //PG bank
          <GIC_SPI 72 4>, //PH bank
          <GIC_SPI 73 4>; //PI bank
  device_type = "pio";
  clocks = <&clk_pio>;
  gpio-controller;
  interrupt-controller;
  #interrupt-cells = <3>;
  #size-cells = <0>;
  #gpio-cells = <6>;
  input-debounce = <0 0 0 1 0 0 0>; //配置中断采样周期，以us为单位
                   |||||||----------PI bank
                   ||||||-----------PH bank
                   ||||||----------PG bank
                   |||||-----------PF bank
                   ||||------------PE bank
                   |||-------------PD bank
                   ||--------------PC bank
```

注意：input-debounce 的属性值中需把 pio 设备支持中断的 bank 都配上，如果缺少，会以 bank 的顺序设置相应的属性值到 debounce 寄存器，缺少的 bank 对应的 debounce 应该是默认值（启动时没修改的情况）。在 sunxi 平台，中断采样频率最大是 24M, 最小 32k，因此 debounce 的属性值只能为 0 或 1，因为 dts 不支持浮点数。

方式二：驱动模块调用 gpio 相关接口设置中断 debounce

```
static inline int gpio_set_debounce(unsigned gpio, unsigned debounce);
int gpiod_set_debounce(struct gpio_desc *desc, unsigned debounce);
```

在驱动中，调用上面两个接口即可设置 gpio 对应的中断 debounce 寄存器，注意，debounce 是以 ms 为单位的。

6. 常用 debug 方法说明

6.1 利用 sunxi_dump 读写相应寄存器。

```
cd /sys/class/dump_reg
1.查看一个寄存器
  echo 0x0300b048 > dump ;cat dump

2.写值到寄存器上
  echo 0x0300b058 0xfff > write ;cat write

3.查看一片连续寄存器
  echo 0x0300b000,0x0300bfff > dump;cat dump

4.写一组寄存器的值
  echo 0x0300b058 0xfff,0x0300b0a0 0xfff > write;cat write

通过上述方式，可以查看，修改相应gpio的寄存器，从而发现问题所在。
```

6.2 利用 sunxi_pinctrl 的 debug 节点。

```
mount -t debugfs none /sys/kernel/debug

cd /sys/kernel/debug/sunxi_pinctrl
```

1. 查看 pin 的配置:

echo PC2 > sunxi_pin
cat sunxi_pin_configure

结果如下图所示：

```
/sys/kernel/debug # cd sunxi_pinctrl/
/sys/kernel/debug/sunxi_pinctrl # ls
data                function            sunxi_pin
device              platform            sunxi_pin_configur
dlevel              pull
/sys/kernel/debug/sunxi_pinctrl # echo PC2 > sunxi_pin
/sys/kernel/debug/sunxi_pinctrl # cat sunxi_pin_configure
pin[PC2] funciton: 4
pin[PC2] data: 0
pin[PC2] dlevel: 1
pin[PC2] pull: 0
```

图 7: figure7.png

2. 修改 pin 属性

每个 pin 都有四种属性，如复用 (function)，数据 (data)，驱动能力 (dlevel)，上下拉 (pull)，修改 pin 属性的命令如下：

```
echo PC2 1 > pull;cat pull
cat sunxi_pin_configure //查看修改情况
```

修改后结果如下图所示：

```
/sys/kernel/debug/sunxi_pinctrl # echo PC2 > sunxi_pin
/sys/kernel/debug/sunxi_pinctrl # cat sunxi_pin_configure
pin[PC2] funciton: 4
pin[PC2] data: 0
pin[PC2] dlevel: 1
pin[PC2] pull: 0
/sys/kernel/debug/sunxi_pinctrl # echo PC2 1 > pull
/sys/kernel/debug/sunxi_pinctrl # cat sunxi_pin_configure
pin[PC2] funciton: 4
pin[PC2] data: 0
pin[PC2] dlevel: 1
pin[PC2] pull: 1
```

图 8: figure8.png

注意：在 sunxi 平台，目前多个 pinctrl 的设备，分别是 pio 和 r_pio 和 axpxxx-gpio，当操作 PL 之后的 pin 时，请通过以下命令切换 pin 的设备，否则操作失败，切换命令如下：

```
echo pio > /sys/kernel/debug/sunxi_pinctrl/dev_name //切换到pio设备
cat /sys/kernel/debug/sunxi_pinctrl/dev_name
echo r_pio > /sys/kernel/debug/sunxi_pinctrl/dev_name //切换到r_pio设备
cat /sys/kernel/debug/sunxi_pinctrl/dev_name
```

修改结果如下图所示：

```
/sys/kernel/debug/sunxi_pinctrl # echo r_pio > dev_name ;cat dev_name
r_pio
/sys/kernel/debug/sunxi_pinctrl # echo pio > dev_name ;cat dev_name
pio
/sys/kernel/debug/sunxi_pinctrl #
```

图 9: figure9.png

7. Declaration

This document is the original work and copyrighted property of Allwinner Technology (“Allwinner”). Reproduction in whole or in part must obtain the written approval of Allwinner and give clear acknowledgement to the copyright owner. The information furnished by Allwinner is believed to be accurate and reliable. Allwinner reserves the right to make changes in circuit design and/or specifications at any time without notice. Allwinner does not assume any responsibility and liability for its use. Nor for any infringements of patents or other rights of the third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Allwinner. This document neither states nor implies warranty of any kind, including fitness for any particular application.tates nor implies warranty of any kind, including fitness for any particular application.