

S. 情景·表情情,

D1^{***}Linux EMAC*** **开发指南**

,提出推荐特别/VIIII (1919) 1988

ALK KILK HELD BURNESONS

A SE KILLENIA

版本号: 1.0

A REPORT OF THE PROPERTY OF TH



文档密级: 秘密

版本历史

版本号	日期	制/修订人	内容描述
1.0	2021.4.11	AWA1637	1. 创建该文档

All the state of t

KATA BARITAN



录 目

1.2 适	写目的	月 录	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	文档密	1 · 1 · 1 · 1	WA TO THE
2 相关术ì					2	
3. 3.2 模 3.3. 3. 3. 3. 3.3. 3.3.	以 块功能介绍	·			3 . 3 . 3 . 4 . 4 . 7 . 8 . 8 . 9 . 9	MA TO THE
4.1 以 4.2 以 4. 4. 4.3 以	太网常用调试命令				. 11	HALL TO THE

文利



3-6 EPHY 驱动配置

文档密级: 秘密

A STATE OF THE STA	1	图	A TOP TO SERVE TO SER	
3-1	以太网在 TCP/IP 协议族中的位置			3
3-2	网络设备框架		15. T	A
3-3	网络协议栈配置	*	3,	*5
3-4	GMAC 驱动配置			5
3-5	ACX00 驱动配置			6

A Least Manual M

NA FERTIFICATION OF THE PROPERTY OF THE PROPER

A THE LEWIS CORE

THE WALL OF STREET



概述

1.1 编写目的

介绍以太网模块配置及调试方法,为以太网模块开发提供参考。

1.2 适用范围

表 1-1: 适用产品列表

产品名称	内核版本	驱动文件
D1	Linux-5.4	drivers/net/ethernet/allwinner/sunxi-
		gmac.c

1.3 相关人员

以太网模块开发/维护人员。

X/R/E/KHKHKHKHKHIRITOUSEK

A Kilk Halling V

双所有 © 珠海全志科技股份有限公司。保留一切机



2

相关术语介绍

表 2-1: 以太网相关术语介绍

	术语	解释说明	
	SUNXI	Allwinner 一系列 SOC 硬件平台	
	MAC	Media Access Control,媒体访问控制协议	OS SE
	GMAC	千兆以太网控制器	Many
	PHY	物理收发器	WIV.
XX	MII	Media Independent Interface,媒体独立接口,	是 MAC 与 PHY 之间的接口
~ XXXXXXX	RMII	简化媒体独立接口	C. High
A THE PARTY OF THE	RGMII	简化千兆媒体独立接口	



White Talker ages



3

模块介绍

3.1 模块功能介绍

3.1.1 以太网简介

以太网是一种局域网通信技术,遵循 IEEE802.3 协议规范,包括 10M、100M、1000M 和 10G 等多种速率的以太网。以太网在 TCP/IP 协议族中的位置如下图所示:

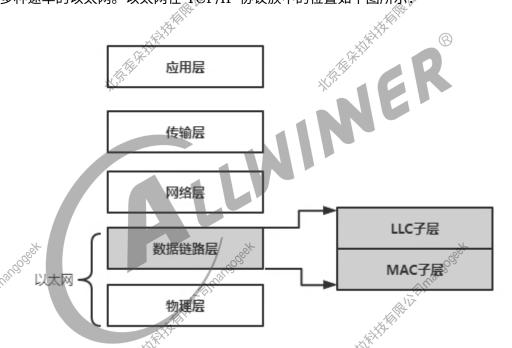


图 3-1: 以太网在 TCP/IP 协议族中的位置

以太网与 TCP/IP 协议族的物理层(L1)和数据链路层(L2)相关,其中数据链路层包括逻辑链路控制(LLC)和媒体访问控制(MAC)子层。

3.1.2 网络设备框架

Linux 内核中网络设备框架如下图所示:



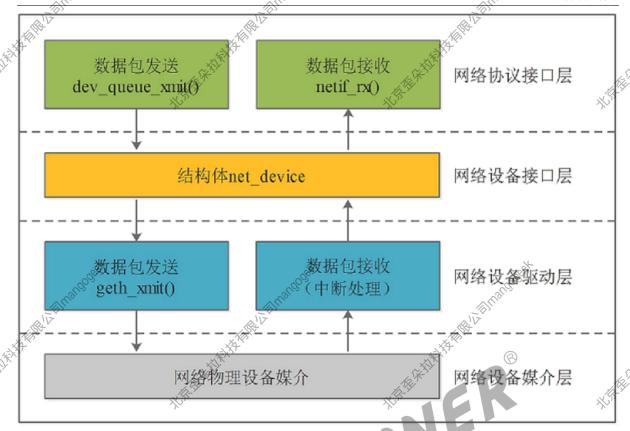


图 3-2: 网络设备框架

从上至下分为 4 层;

- (1) 网络协议接口层: 向网络协议层提供统一的数据包收发接口,通过 dev_queue_xmit() 发送数据,并通过 netif_rx() 接收数据;
- (2) 网络设备接口层: 向协议接口层提供统一的用于描述网络设备属性和操作的结构体 net device,该结构体是设备驱动层中各函数的容器;
- (3) 网络设备驱动层:实现 net_device 中定义的操作函数指针(通常不是全部),驱动硬件完成相应动作;
- (4) 网络设备媒介层: 完成数据包发送和接收的物理实体,包括网络适配器和具体的传输媒介。

3.2 模块配置介绍

3.2.1 menuconfig 配置说明

在 longan 根目录中执行./build.sh menuconfig 进入配置界面, 在 tina 环境的根目录执行 make kernel_menuconfig

(1) 配置网络协议栈,如下图所示:





config - Linux/arm64 🐠9.170 Kernel Configuration Networking support Networking options Networking options Arrow keys nawigate the menu. <Enter* selects submenus -Highlighted tetters are hotkeys. Pressing <Y> includes, < features. Press <Esc><Esc> to exit, <?> for Help, </>> for [] excluded <M> module < > module capable <<mark>*</mark>> Packet socket Packet: sockets monitoring interface <*> Unix domain sockets UNIX: socket monitoring interface > Transformation user configuration interface < > Transformation virtual interface VIZ EM ROOM] Transformation sub policy support] Transformation migrate database 💉 [] Transformation statistics <*> PF KEY sockets F KEY MIGRATE [*] ĈP/ĪP networking IP: multicasting IP: advanced router FIB TRIE statistics IP: policy routing IP: equal cost multipath

图 3-3: 网络协议栈配置

(2) 勾选 GMAC 驱动,如下图所示:

```
Linux/arm64 4.9/139 Kernel Configuration
Device Drivers > Network device support > Ethernet driver
                                   Ethernet priver support
  Arrow keys navigate the menu. <Enter> selects submenus
  Highlighted letters are hotkeys. Pressing <Y> includes,
  features. Press <Esc><Esc> to exit, *?> for Help, </>
   [ ] excluded < M> module < > module capable
                Ethernet driver support
                   Allwinner devices
                    Allwinner A10 FMAC support
                     Allwinner GMAC support
             [*]
                      Use extern phy
                   Altera Triple-Speed Ethernet MAC support
             < >
             [*]
                   Amazon Devices
             [*]
                   AMD devices
                     AMD 10GBE Ethernet driver
            < >
             [*]
                   ARC dexices
```

图 3-4: GMAC 驱动配置

版权所有 © 珠海全志科技股份有限公司。保留一切权利

/₅5



🛄 说明

如果使用 SOC 内置 PHY,则需完成步骤 3 和步骤 4 配置,目前只有部分 H 系列平台有使用内置 EPHY,如 H3、H6、H313、H616,其它平台可直接跳过。

(3) 勾选 SUNXI-EPHY 驱动,如下图所示:首先,SOC 内部 ACX00 封装了 EPHY,因此需要先支持 ACX00 设备:

.config - Linux/arm64 4.9.191 Kernel Configuration > Device Drivers > Multifunction device drivers — Multifunction device drivers Arrow keys navigate the menu. <Enter> selects submenus ---> ----). Highlighted letters are hotkeys. Pressing <Y> inclu <M> modularizes features. Press <Esc><Esc> to exit, <?> for Legend: [*] built in [] excluded <M> module <> Sea⊠ch. [*] Support Allwignertech ACX00 | | Support Allwinnertech AC100 < > Active-semi ACT8945A 1 AMS AS3741 < > ams A\$3722 Power Management⊿£Ĉ [] Analog Devices ADP5520/01 MFD PMIC Core Support [] AnalogicTech AAT2870 < > Atmel Flexcom (Flexible Serial Communication Unit)

图 3-5: ACX00 驱动配置

然后,勾选 SUNXI-EPHY 驱动:

```
.config - Linux/arm64 4.9.191 Kernel Configuration
Device Drivers > Network device support > PHX Device su
                      🎊 PHY Device support 🔊 d infrastru
   Arrow keys navigate the menu. <Enter>
   ----). Highlighted letters are hotkeys. Pressing <Y
   <M> modularizes features. Press <Esc><Esc> to exit,
            Legend: [*] built-in
                                  [A] excluded <M> modul
   Search.
              Hisilicon FEMAC MDIO bus controller
              Octeon and some ThunderX SOCs MDIO buses
              Allwinner sun4i MDIO interface support
              *** MTT PHY device drivers ***
              Drivers for Allwinnertech EPH
              AMD PHYS
              Aguantia PHYs
        < >
              AT803X PHYs &
```

图 3-6: EPHY 驱动配置

版权所有 © 珠海全志科技股份有限公司。保留一切权利

16



3.2.2 device tree 配置说明

EMAC 模块的设备树配置位于longan 的内核目录, 位于 kernel/linux-5.4/arch/riscv/boot/dts/sunxi/sun20ir 下面为配置:

```
gmac0: eth@4500000 {
            compatible = "allwinner,sunxi-gmac";
 2
3
            reg = <0x0 0x04500000 0x0 0x10000>,
 4
                  <0x0 0x03000030 0x0 0x4>;
 5
            interrupts-extended = <&plic0 62 IRQ_TYPE_LEVEL_HIGH>;
 6
            interrupt-names = "gmacirq";
 7
            clocks = <&ccu CLK_BUS_EMAC0>, <&ccu CLK_EMAC0_25M>;
 8
            clock-names = "gmac", "ephy";
 9
            resets = <&ccu RST_BUS_EMAC0>;
10
            device_type = "gmac0";
11
            pinctrl-0 = <&gmac pins a>;
12
            pinctrl-1 = <&gmac pins b>;
13
            pinctrl-names = "default",
            phy-mode = "rgmii";
            use\_ephy25m = <1>;
            tx-delay = <7>;
            rx-delay = <31>;
            phy-rst = <&pio PA 14 GPIO_ACTIVE_LOW>;
19
            gmac-power0;
20
            gmac-power1;
21
            gmac-power2;
22
            status = "disabled";
23
    };
```

- (1) "compatible" 表征具体的设备, 用于驱动和设备的绑定;
- (2) "reg" 设备使用的地址;
- (3) "interrupts" 设备使用的中断;
- (4)⁾"clocks" 设备使用的时钟;
- (5) "pinctrl-0" 设备 active 状态下的 GPIO 配置;
- (6) "pinctrl-1" 设备 suspend 状态下的 GPIO 配置;
- (7) "phy-mode" GMAC 与 PHY 之间的物理接口,如 MII、RMII、RGMII 等;
- (8) "tx-delay" tx 时钟延迟,tx-delay 取值 0-7,一档约 536ps(皮秒);
- (9) "rx-delay "rx 时钟延迟, rx-delay 取值 0-31, 一档约 186ps(皮秒);
- (10) "phy-rst" PHY 复位脚;
- (11) "gmac-powerX" gmac 电源脚,根据实际情况配置;
- (12) "status" 是否使能该设备节点;

其中 gmac pins a, gmac pins a 为 EMAC 的引脚配置的配置节点。



```
gmac_pins_a: gmac@0 {
        pins = "PA0", "PA1", "PA2", "PA3",
                          "PA4", "PA5", "PA6", "PA7",
                          "PA8", "PA10", "PA11", "PA12",
                          "PA13", "PA17", "PA18", "PA28",
                         PA29", "PA30", "PA31";
        function = "gmac0";
        drive-strength = <10>;
gmac pins b: gmac@1 {
        pins = "PA0", "PA1", "PA2", "PA3",
                          "PA4", "PA5", "PA6", "PA7",
                          "PA8", "PA10", "PA11", "PA12",
                          "PA13", "PA17", "PA18", "PA28",
                          "PA29", "PA30", "PA31";
        function = "gpio_in";
        drive-strength = <10>;
```

- (1) "pins" 表示 xMII 使用的 GPIO 管脚;
- (2) "function" pinctrl 用到的 function 名称;
- (3) "drive-strength" GPIO 管脚的驱动能力,具体查看 GPIO 文档;

3.2.3 board.dts 配置说明

3.2.3.1 RGMII 接口配置

对于 RGMII 接口,外挂 RTL8211F PHY 的 EMAC,使用 SOC 内部 EPHY 25M 时钟,支持 10Mbps/100Mbps/1000Mbps 速率。

board.dts 配置范例如下:

路径: longan/device/config/chips/{IC}/configs/{BOARD}/board.dts

```
gmac0: eth@05020000{
    phy-mode = "rgmii";
    use_ephy25m = <1>;
    tx-delay = <7>;
    rx-delay = <0>;
    status = "okay";
};
```

₩ 说明

use_ephy25m=1,代表 PHY 使用 SOC 内部 EPHY_25M 时钟; use_ephy25m=0 或者不配置该参数,代表 PHY 不使用 SOC 内部 EPHY_25M 时钟,需外挂 25M 晶振为 PHY 提供时钟;

RGMII 接口对时钟和数据波形的相位要求比较严格,因此通常需要调整 tx-delay 和 rx-delay 参数保证数据传输的正确性。



3.2.3.2 RMII 接口配置

对于 RMII 接口,外挂 RTL8201F PHY 的 EMAC,使用外挂 25M 晶振,支持 10Mbps/100Mbps 速率。

board.dts 配置范例如下:

路径: longan/device/config/chips/{IC}/configs/{BOARD}/board.dts

```
gmac1: eth@05030000 {
    phy-mode = "rmii";
    status = "okay";
};
```

对于使用 SOC 内置 EPHY 的 EMAC, 25M 时钟由 PWM 模块提供,支持 10Mbps/100Mbps 速率。

路径: longan/device/config/chips/{IC}/configs/{BOARD}/board.dts_

```
gmac1: eth@05030000 {
             phy-mode = "rmii";
 3
             status = "okay";
 4
        };
 5
 6
             ac200: ac200 {
 7
                 tv used = <1>;
 8
                 tv_twi_used = <1>;
 9
                 tv_twi_addr = <16>;
10
                 tv_pwm_ch = <5>;
11
                 status = "okay";
12
```

□ 说明

○ 部分 SOC 内部 AC200 封装了 EPHY, 主控通过 TWI 与 AC200 进行通讯。

当然,关于设备树的配置,可以放在内核的设备树配置,或者是 board.dts。只不过 board.dts 的配置会覆盖内核的设备树配置。

3.3 GMAC 源码结构

GMAC 驱动的源代码位于内核 drivers/net/ethernet/allwinner 目录下:



4

以太网常用调试手段

4.1 以太网常用调试命令

(1) 查看网络设备信息

查看网口状态: ifconfig eth0 查看收发包统计: cat /proc/net/dev

查看当前速率: cat /sys/class/net/eth0/speed

(2) 打开/关闭网络设备

打开网络设备: ifconfig eth0 up 关闭网络设备: ifconfig eth0 down

(3) 配置网络设备

配置静态IP地址: ifconfig eth0 192.168.1.100

配置MAC地址: ifconfig eth0 hw ether 00:11:22:aa:bb:cc

动态获取IP地址: udhcpc -i eth0

PHY强制模式: ethtool -s eth0 speed 100 duplex full autoneg on (设置100Mbps速率、全双工、开启自协

商)

(4) 常用测试命令

测试设备连通性: ping 192.168.1.100

TCP吞吐测试:

|Server端: iperf -s -i 1

Client端: iperf -c 192.168.1.100 -i 1 -t 60 -P 4

UDP吞吐测试:

Server端: iperf -s -u -i 1

Client端: iperf -c 192.168.1.100 -u -b 100M -i 1 -t 60 -P 4

4.2 以太网通用排查手段

4.2.1 常用软件排查手段

- (1) 检查 phy mode 配置是否正确,如 rgmii、rmii 等;
- (2) 检查 clk 配置是否正确,如 gmac clk、ephy_25m clk;

版权所有 © 珠海全志科技股份有限公司。保留一切权利

10



- (3) 检查 GPIO 配置是否正确,如 IO 复用功能、驱动能力等;
- (4) 检查 phy reset 配置是否正确;
- (5) 通过 cat /proc/net/dev 命令查看 eth0 收发包统计情况

4.2.2 常用硬件排查手段

- (1) 检查 phy 供电 (vcc-ephy) 是否正常;
- (2) 检查 phy 时钟波形是否正常;

4.3 以太网常见问题排查流程

4.3.1 ifconfig 命令无 eth0 节点

问题现象:

执行 ifconfig eth0 无相关 log 信息

问题分析:

以太网模块配置未打开或存在 GPIO 冲突

排查步骤:

- (1) 抓取内核启动 log, 检查 gmac 驱动 probe 是否成功;
- (2) 如果无 gmac 相关打印,请参考 3.2 节确认以太网基本配置是否打开;
- (3)如果 gmac 驱动 probe 失败,请参考 4.2.1 节并结合 log 定位具体原因,常见原因是GPIO 冲突导致;

4.3.2 ifconfig eth0 up 失败

问题现象:

执行 ifconfig eth0 up, 出现 "Initialize hardware error" 或 "No phy found" 异常 log

问题分析:

常见原因是供给 phy 使用的 25M 时钟异常

排查步骤:

A TOP TO STATE OF THE PARTY OF



- (1) 检查软件 phy mode 配置与板级情况一致;
- (2) 检查 phy 供电是否正常;
- (3) 若步骤 1 和步骤 2 正常,需重点检查 phy 使用的 25M 时钟(ephy25M 或外部晶振)是 否正常;

4.3.3 网络不通或网络丢包严

问题现象:

ping 不通对端设备、无法动态获取 ip 地址或有丢包现象

问题分析:

一般原因是 tx/rx 通路不通

排查步骤:

- (1) 检查 ifconfig eth0 up 是否正常;
- (2) 检查 eth0 能否动态获取 ip 地址;
- (3) 若步骤 1 正常,但步骤 2 异常,需首先确认 tx/rx 哪条通路不通;
- (4) 若无法动态获取 ip 地址,可配置静态 IP,和对端设备互相 ping;
- (5) 检查对端设备能否收到数据包,若能收到,则说明 tx 通路正常,否则 tx 通路异常;
- (6) 检查本地设备能否收到数据包,若能收到,则说明 rx 通路正常,否则 rx 通路异常;
- (7)若 tx 通路异常,可调整 tx-delay 参数或对照原理图检查 tx 通路是否异常,如漏焊关键器件;
- (8)若 rx 通路异常,可调整 rx-delay 参数或对照原理图检查 rx 通路是否异常,如漏焊关键器件;
- (9) 若经过上述排查步骤问题仍未解决,需检查 phy 供电与 GPIO 耐压是否匹配;

4.3.4 吞吐率异常

问题现象:

千兆网络吞吐率偏低,如小于 300Mbps

排查步骤:

成权所有 © 珠海全志科技股份有限公司。保留一切权利

28

(1) 检查内核有无开启 CONFIG_St UB_DEBUG_ON 宏,若有,则关闭此宏后再进行测试;

如问题仍没有解决,请检查网络是否有丢包、错包现象,若有、参考 4.3.3 进行排查;

XIRIE KHIKHA HIRU TILING GEST A Resident Company of the Company of

XIRE KINKHA MALIZING

XKEEKHIKHAHAMA TAINANGO SEE



著作权声明

版权所有 © 2021 珠海全志科技股份有限公司。保留一切权利。

本文档及内容受著作权法保护,其著作权由珠海全志科技股份有限公司("全志")拥有并保留 一切权利。

本文档是全志的原创作品和版权财产,未经全志书面许可,任何单位和个人不得擅自摘抄、复制、修改、发表或传播本文档内容的部分或全部,且不得以任何形式传播。

商标声明



举)均为珠海全志科技股份有限公司的商标或者注册商标。在本文档描述的产品中出现的其它商标。产品名称,和服务名称,均由其各自所有人拥有。

免责声明

您购买的产品、服务或特性应受您与珠海全志科技股份有限公司("全志")之间签署的商业合同和条款的约束。本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您所购买或使用的范围内。使用前请认真阅读合同条款和相关说明,并严格遵循本文档的使用说明。您将自行承担任何不当使用行为(包括但不限于如超压,超频,超温使用)造成的不利后果,全志概不负责。

本文档作为使用指导仅供参考。由于产品版本升级或其他原因,本文档内容有可能修改,如有变更,恕不另行通知。全志尽全力在本文档中提供准确的信息,但并不确保内容完全没有错误,因使用本文档而发生损害(包括但不限于间接的、偶然的、特殊的损失)或发生侵犯第三方权利事件,全志概不负责。本文档中的所有陈述、信息和建议并不构成任何明示或暗示的保证或承诺。

本文档未以明示或暗示或其他方式授予全志的任何专利或知识产权。在您实施方案或使用产品的过程中,可能需要获得第三方的权利许可。请您自行向第三方权利人获取相关的许可。全志不承担也不代为支付任何关于获取第三方许可的许可费或版税(专利税)。全志不对您所使用的第三方许可技术做出任何保证、赔偿或承担其他义务。

版权所有 © 珠海全志科技股份有限公司。保留一切权利

1/4