

D1-H Linux EMAC 开发指南

版本号: 1.0

发布日期: 2021.4.11





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







目 录

1	概述		1
	1.1	编写目的	1
	1.2	适用范围	1
	1.3	相关人员	1
2	相关	术语介绍	2
3	模块	介绍	3
	3.1	模块功能介绍	3
		3.1.1 以太网简介	3
		3.1.2 网络设备框架	3
	3.2	模块配置介绍	4
		3.2.1 menuconfig 配置说明	4
		3.2.2 device tree 配置说明	7
		3.2.3 board.dts 配置说明	8
		3.2.3.1 RGMII 接口配置	8
		3.2.3.2 RMII 接口配置	9
	3.3	GMAC 源码结构	9
1	IJ 	网常用调试手段	10
4			10
	1.1		10
	4.2		10
			11
	4 3		11
	1.0		11
			11
			12
			12





插图

3-1	以太网在 TCP/IP 协议族中的位置	3
3-2	网络设备框架	4
3-3	网络协议栈配置	5
3-4	GMAC 驱动配置	5
3-5	ACX00 驱动配置	6
3-6	FPHY 驱动配置	6





1 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-H	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。



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		
GMAC	千兆以太网控制器		
PHY	物理收发器		
MII	Media Independent Interface,媒体独立接口,是 MAC 与 PHY 之间的接口		
RMII	简化媒体独立接口		
RGMII	简化千兆媒体独立接口		





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:

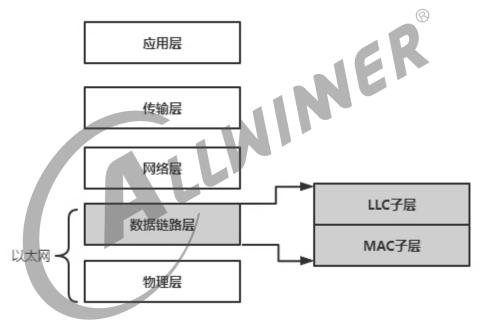


图 3-1: 以太网在 TCP/IP 协议族中的位置

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:



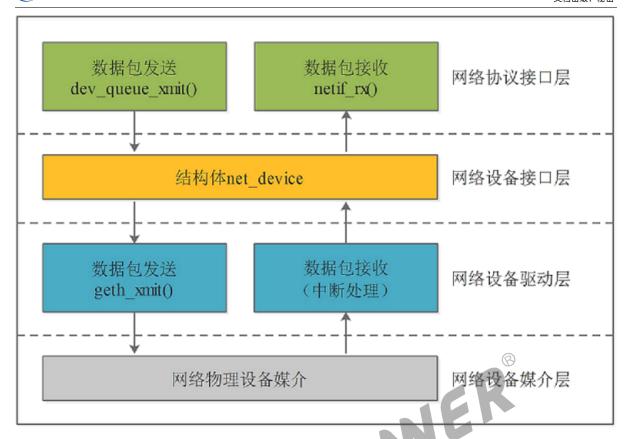


图 3-2: 网络设备框架

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:



> Networking support > Networking options Networking options Arrow keys navigate the menu. <Enter> selects submenus --Highlighted letters are hotkeys. Pressing <Y> includes, < features. Press <Esc><Esc> to exit, <?> for Help, </>> for [] excluded <M> module < > module capable <*> Packet socket < > Packet: sockets monitoring interface <*> Unix domain sockets <*> UNIX: socket monitoring interface < > Transformation user configuration interface < > Transformation virtual interface [] Transformation sub policy support [] Transformation migrate database [] Transformation statistics <*> PF KEY sockets PF KEY MIGRATE [*] TCP/IP 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:

```
.config - Linux/arm64 4.9/170 Kernel Configuration
> Device Drivers > Network device support > Ethernet driver \circ
                                     Ethernet driver 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 devices
```

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





🛄 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
Search. Legend: [*] built-in [ ] excluded <M> module < >

[*] Support Allwinnertech ACX00

[ ] Support Allwinnertech ACX00

[ ] ANS AS3711

< > ams AS3722 Power Management IC

[ ] 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 > PHY Device su
                        PHY Device support and infrastru
    Arrow keys navigate the menu. <Enter> selects submen
    ----). Highlighted letters are hotkeys. Pressing <Y
    <M> modularizes features. Press <Esc><Esc> to exit,
             Legend: [*] built-in [ ] excluded <M> modu
    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 EPHY
               AMD PHYS
               Aquantia PHYs
         < >
               AT803X PHYs
         < >
```

图 3-6: EPHY 驱动配置



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 {
 2
            compatible = "allwinner,sunxi-gmac";
 3
            reg = <0x0 0x04500000 0x0 0x10000>,
 4
                  <0x0 0x03000030 0x0 0x4>;
            interrupts-extended = <&plic0 62 IRQ_TYPE_LEVEL_HIGH>;
 5
 6
            interrupt-names = "gmacirq";
 7
            clocks = <&ccu CLK_BUS_EMAC0>, <&ccu CLK_EMAC0_25M>;
 8
            clock-names = "gmac", "ephy";
            resets = <&ccu RST_BUS_EMAC0>;
9
            device_type = "gmac0";
10
11
            pinctrl-0 = <&gmac_pins_a>;
12
            pinctrl-1 = <&gmac_pins_b>;
            pinctrl-names = "default", "sleep";
13
14
            phy-mode = "rgmii";
15
            use ephy25m = <1>;
                                                        INIER
16
            tx-delay = <7>;
            rx-delay = <31>;
17
18
            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

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{
2
                phy-mode = "rgmii";
3
                use\_ephy25m = <1>;
4
                tx-delay = <7>;
5
                rx-delay = <0>;
                status = "okay";
6
           };
```

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

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

```
LWINE
       gmac1: eth@05030000 {
           phy-mode = "rmii";
 2
 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:

```
drivers/net/ethernet/allwinner/

sunxi-gmac.h // Sunxi平台GMAC驱动头文件,里面定义了一些宏、数据结构及内部接口
sunxi-gmac.c // Sunxi平台GMAC驱动核心代码
sunxi_gmac_ops.c // Sunxi平台GMAC驱动各个内部接口具体实现
```



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;
- (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:

(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:

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





(2) 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;





著作权声明

版权所有 © 2022 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。