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

版权所有 © 珠海全志科技股份有限公司。保留一切权利

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

4 以太网常用调试手段 **10**
4.1 以太网常用调试命令 10
4.2 以太网通用排查手段 10
4.2.1 常用软件排查手段 10
4.2.2 常用硬件排查手段 11
4.3 以太网常见问题排查流程 11
4.3.1 ifconfig 命令无 eth0 节点 11
4.3.2 ifconfig eth0 up 失败 11
4.3.3 网络不通或网络丢包严 12
4.3.4 吞吐率异常 12

ALLWINNER®

版权所有 © 珠海全志科技股份有限公司。保留一切权利

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 EPHY 驱动配置 6

ALLWINNER®

版权所有 © 珠海全志科技股份有限公司。保留一切权利

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。

ALLWINNER®

版权所有 © 珠海全志科技股份有限公司。保留一切权利

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

版权所有 © 珠海全志科技股份有限公司。保留一切权利

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：

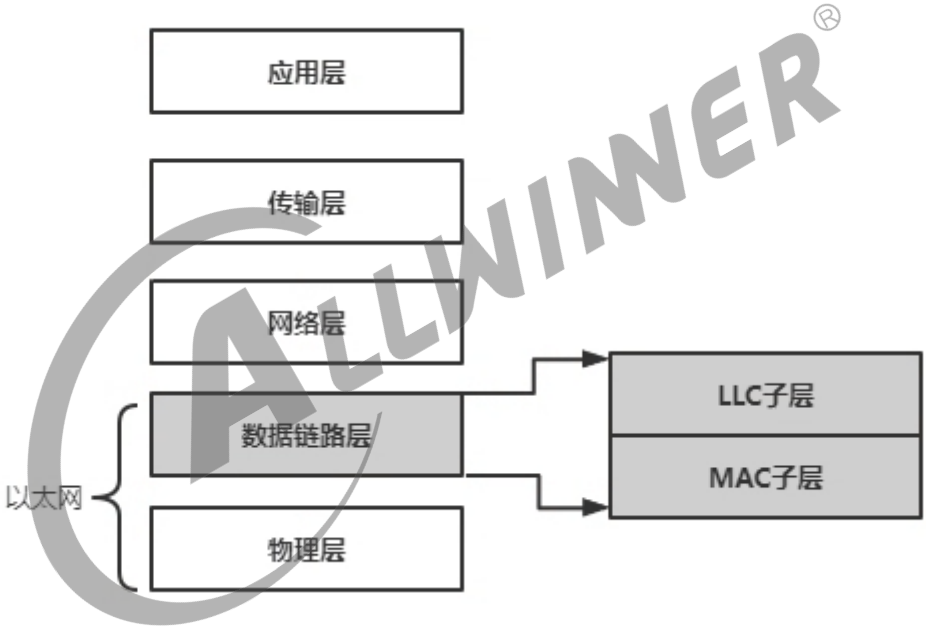

图 3-1：以太网在 TCP/IP 协议族中的位置

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：

版权所有 © 珠海全志科技股份有限公司。保留一切权利

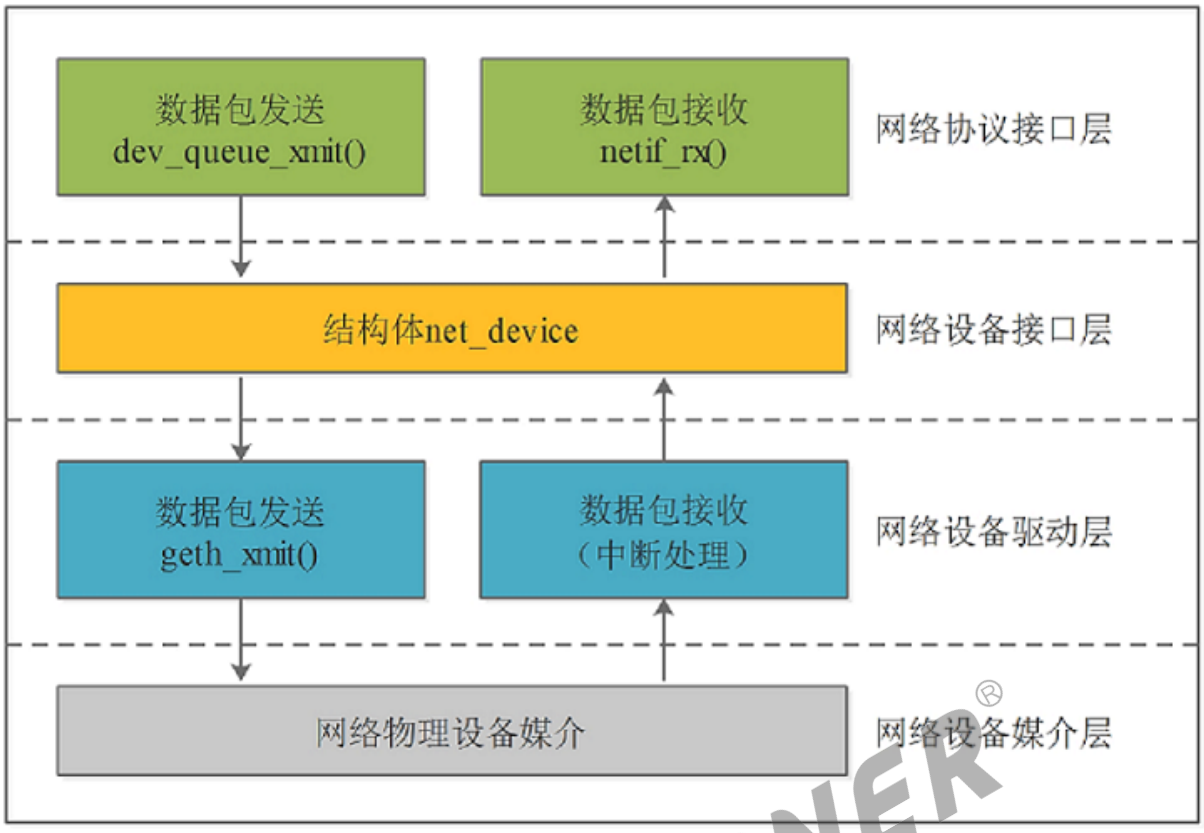

图 3-2：网络设备框架

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：

版权所有 © 珠海全志科技股份有限公司。保留一切权利

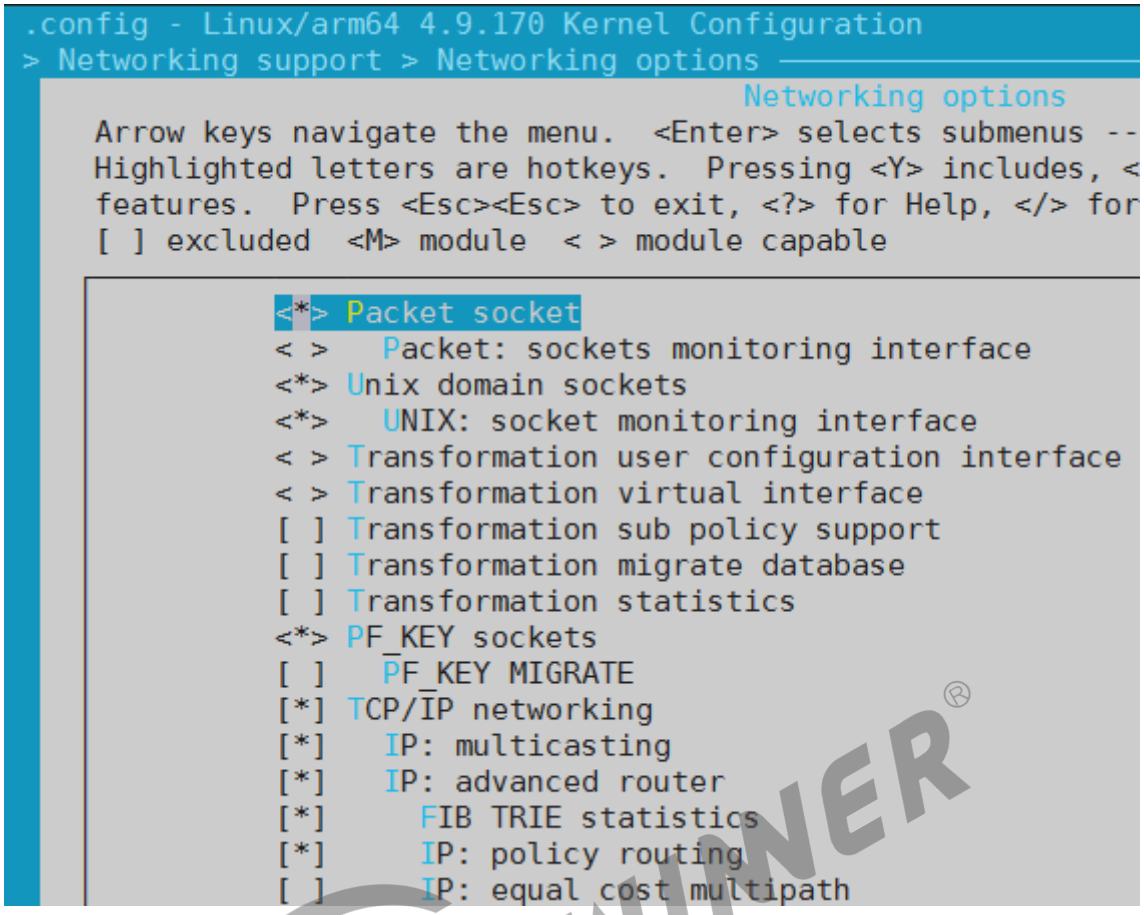

图 3-3: 网络协议栈配置

（2）勾选 GMAC 驱动，如下图所示：

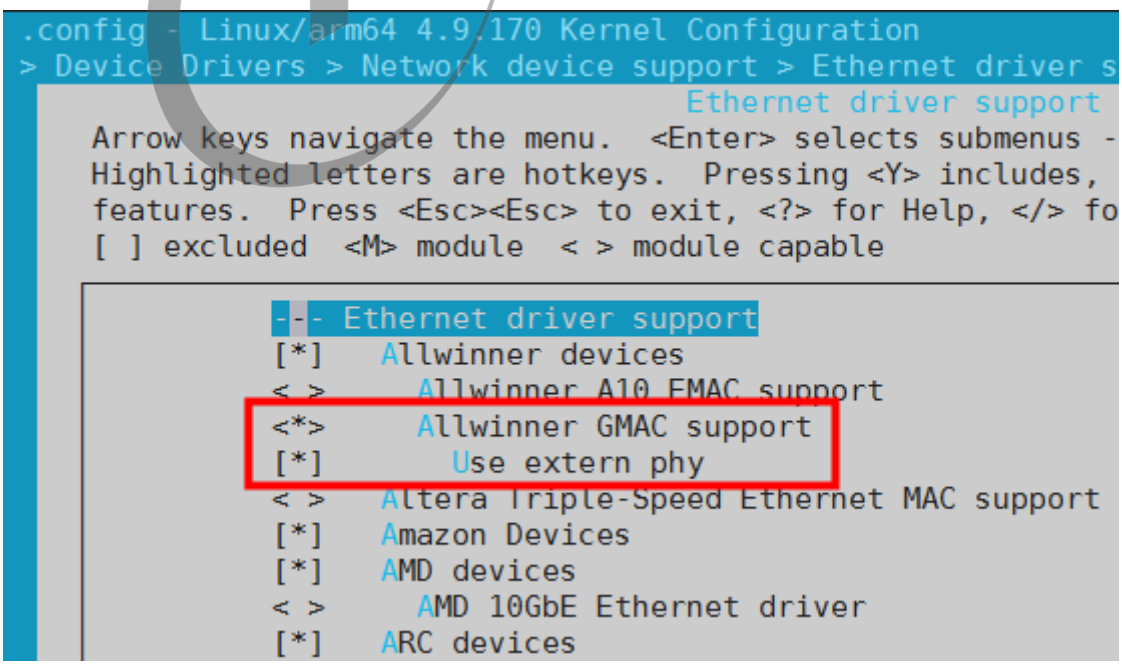

图 3-4: GMAC 驱动配置

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：

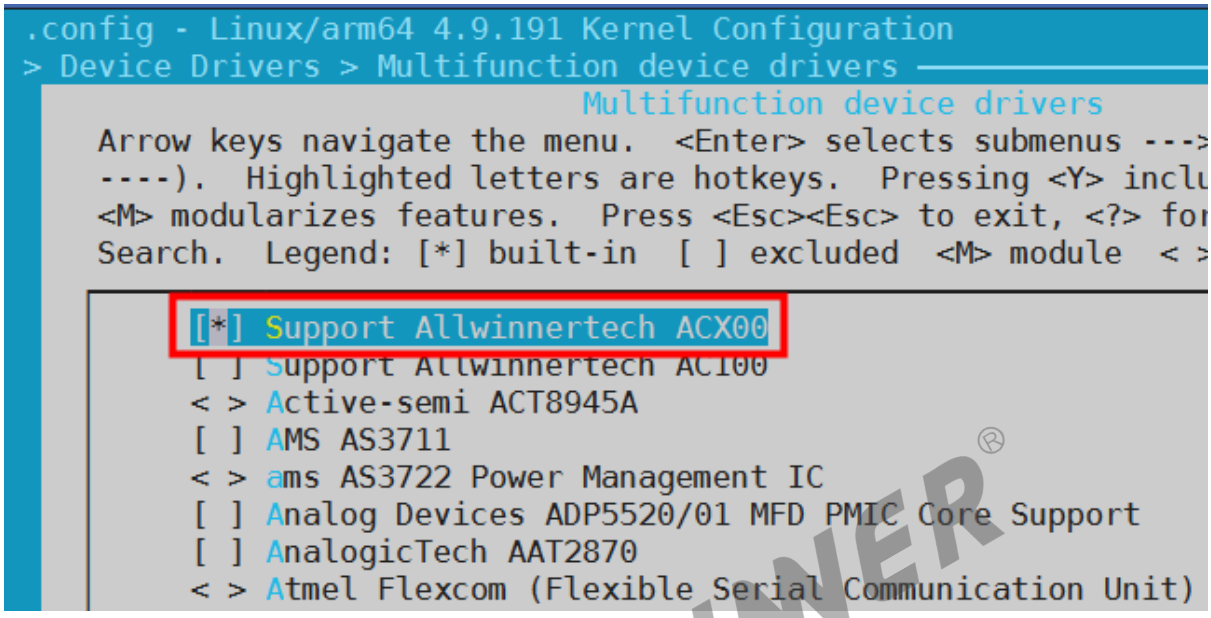

图 3-5: ACX00 驱动配置

然后，勾选 SUNXI-EPHY 驱动：

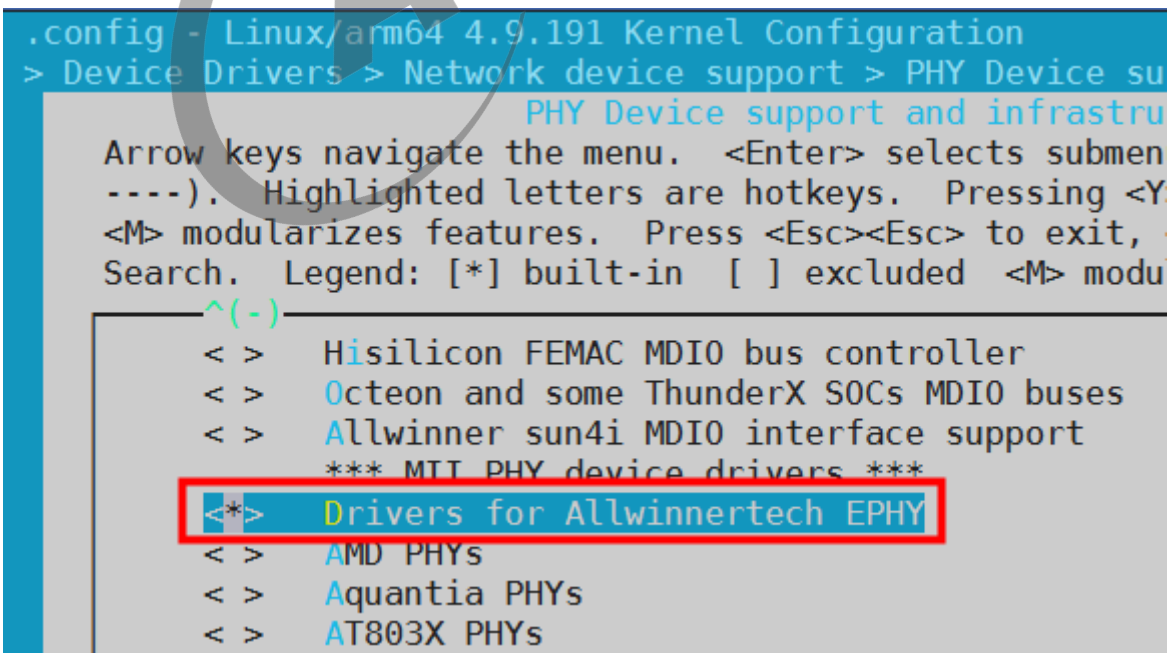

图 3-6: EPHY 驱动配置

ALLWINNER®

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/sun20i
下面为配置：

```
gmac0: eth@4500000 {
        compatible = "allwinner,sunxi-gmac";
        reg = <0x0 0x04500000 0x0 0x10000>,
              <0x0 0x03000030 0x0 0x4>;
        interrupts-extended = <&plic0 62 IRQ_TYPE_LEVEL_HIGH>;
        interrupt-names = "gmacirq";
        clocks = <&ccu CLK_BUS_EMAC0>, <&ccu CLK_EMAC0_25M>;
        clock-names = "gmac", "ephy";
        resets = <&ccu RST_BUS_EMAC0>;
        device_type = "gmac0";
        pinctrl-0 = <&gmac_pins_a>;
        pinctrl-1 = <&gmac_pins_b>;
        pinctrl-names = "default", "sleep";
        phy-mode = "rgmii";
        use_ephy25m = <1>;
        tx-delay = <7>;
        rx-delay = <31>;
        phy-rst = <&pio PA 14 GPIO_ACTIVE_LOW>;
        gmac-power0;
        gmac-power1;
        gmac-power2;
        status = "disabled";
};
```

（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。

版权所有 © 珠海全志科技股份有限公司。保留一切权利

```
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

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

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。

版权所有 © 珠海全志科技股份有限公司。保留一切权利

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";
        status = "okay";
    };

        ac200: ac200 {
            tv_used = <1>;
            tv_twi_used = <1>;
            tv_twi_addr = <16>;
            tv_pwm_ch = <5>;
            status = "okay";
        };
```

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
```

ALLWINNER®

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；

版权所有 © 珠海全志科技股份有限公司。保留一切权利

（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；

版权所有 © 珠海全志科技股份有限公司。保留一切权利

（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；

版权所有 © 珠海全志科技股份有限公司。保留一切权利

（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；

版权所有 © 珠海全志科技股份有限公司。保留一切权利

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

、、全志科技、（不完全列举）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。