

# — iTOP-4412 开发板介绍

## 1.1 开发板平台简要介绍

### 1.1.1 核心板

Exynos4412 有两种封装形式，其中 POP 封装的芯片内含 1GB 内存，所以不需要外扩 DDR，可大大节省 PCB 面积，功耗控制方面也更好，多用于手持设备当中；SCP 封装优点是内存扩展更灵活，生产工艺相对更容易控制。

电源芯片 S5M8767 的输入电压范围是 3.5v~5.5v，但是最佳的输入电压是 4v，这样可以使 S5M8767 芯片处于最佳的工作状态。

#### 1.1.1.1 POP 封装

POP 封装的芯片内部集成内存，开发板内存默认为 1G。

eMMC 大小型号为：KLM4G 对应 4G;KLM8G 对应 8G;KLMA8G 对应 16G; KLMBG 对应 32G。

长宽：5CM \* 6CM，高度 1.5MM，320 个引脚（80 \* 4）；

板载 1GB 内存，电源管理；

和底板装配的时候注意“防呆箭头”。



### 1.1.1.2 SCP 1G 封装

核心板 SCP1G 和 SCP2G，判断核心板内存的方法是看芯片型号，k4b2g 是一片 256M；k4b4g 是一片 512M。如果是 k4b2g，则内存大小是  $k4b2g \times 4 = 1G$ ；如果是 k4b4g，则内存大小是  $k4b4g \times 4 = 2G$ 。

eMMC 大小型号为：KLM4G 对应 4G；KLM8G 对应 8G；KLMA8G 对应 16G；KLMBG 对应 32G。

长宽：6CM \* 7CM，高度 1.5MM，320 个引脚（80 \* 4）；

SCP 板载 1G 内存，电源管理；

和底板装配的时候注意“防呆箭头”。

如下图所示，核心板 SCP 1G



### 1.1.1.3 SCP 2G 封装

核心板 SCP1G 和 SCP2G，判断核心板内存的方法是看芯片型号，k4b2g 是一片 256M；k4b4g 是一片 512M。如果是 k4b2g，则内存大小是  $k4b2g \times 4 = 1G$ ；如果是 k4b4g，则内存大小是  $k4b4g \times 4 = 2G$ 。

eMMC 大小型号为：KLM4G 对应 4G；KLM8G 对应 8G；KLMA8G 对应 16G；KLMBG 对应 32G。

长宽：6CM \* 7CM，高度 1.5MM，320 个引脚（80 \* 4）；

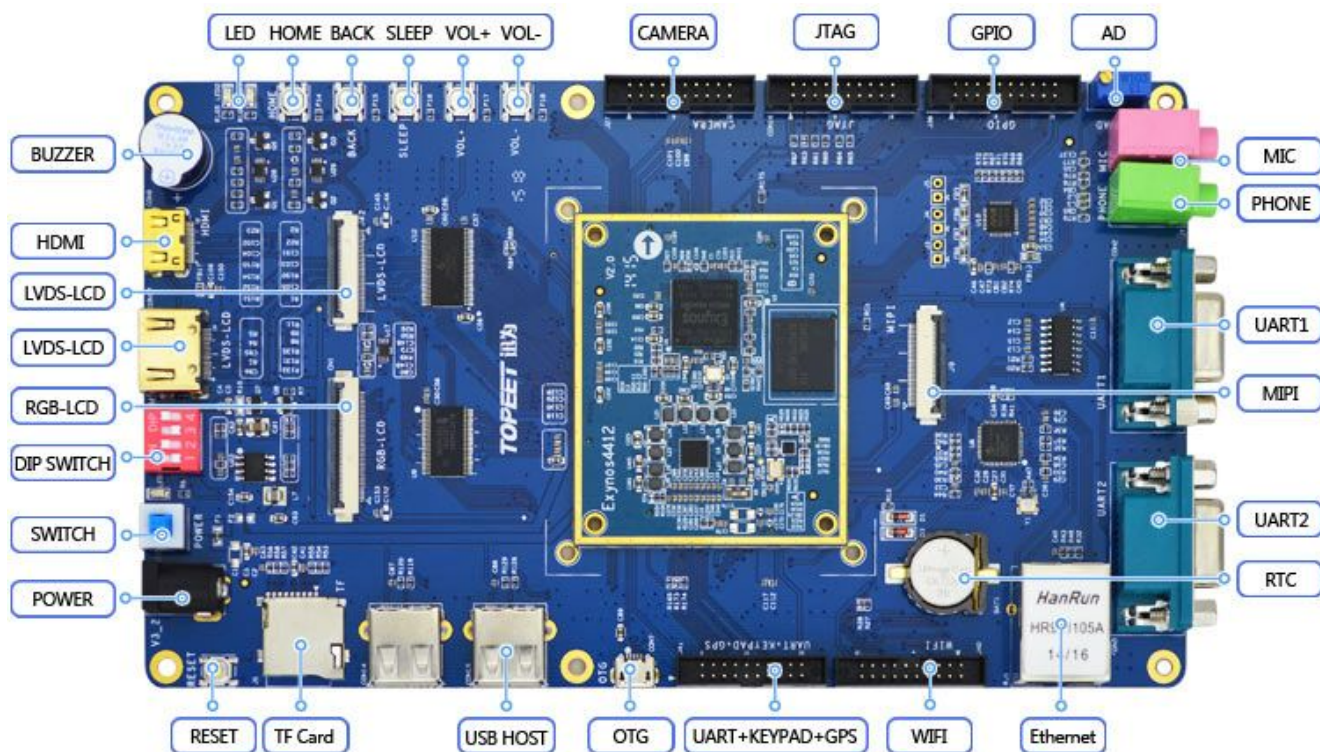
SCP 板载 2G 内存，电源管理；

和底板装配的时候注意“防呆箭头”。



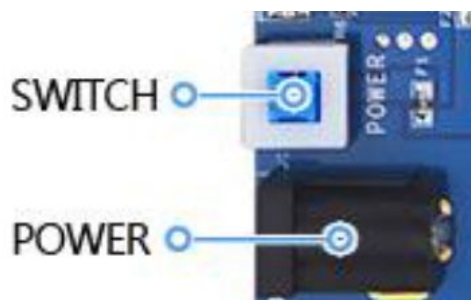
## 1.1.2 底板

iTOP-4412 精英版底板如下图所示（下图中的核心板是 POP）：

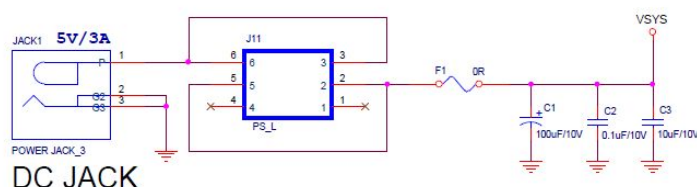


### 1.1.2.1 电源以及接口

如下图所示，为电源以及电源开关，输入 5V 电源即可。



开发板电源原理图部分如下。

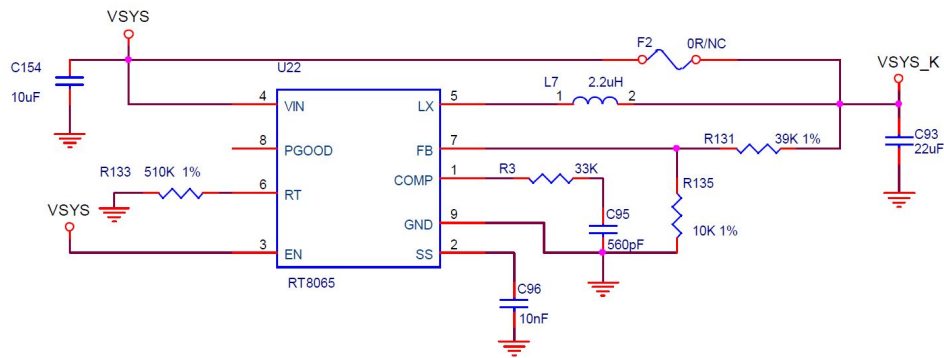


上电开机之后 LED1 会亮，表明有电源输入，原理图如下所示。



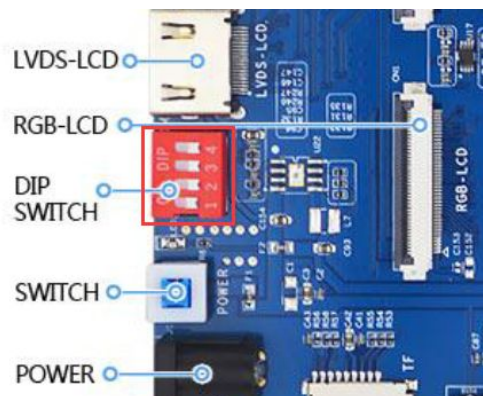
核心板供电部分如下图，建议给核心板提供 4V 电源，可以使核心板电源管理芯片 8767 处于最佳工作状态，原理图如下所示。如果选用 RT8065 电源芯片，R131 和 R135 的比例和下图中比例“39K : 10K”一样即可，这两个电阻的比例决定输出电压的大小；另外为了确保输出电压的稳定，尽量选用精度 1% 或者以上的电阻；下图中的 F2 是不用焊接的，直接断路即可。



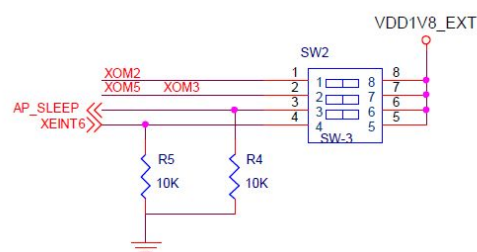


### 1.1.2.2 拨码开关以及对应功能

iTOP-4412 开发板可以通过拨码开关控制启动方式以及显卡输出。



如下图，XOM2，XOM3，XOM5 用于控制 4412 启动方式，AP\_SLEEP，XEINT6 用于控制显卡输出。拨码开关的具体用法可以参考使用手册 2.2 小节。

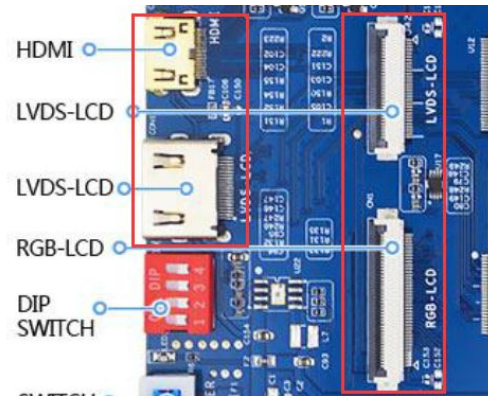


## OM选择

### 1.1.2.3 显卡资源以及接口

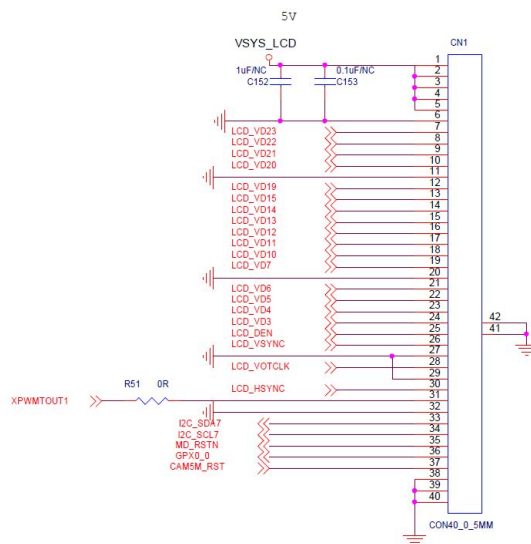
iTOP-4412 有丰富的视频输出接口，如下图所示包括 HDMI，RGB 以及 LVDS。在手册

2.1.2 小节有具体怎么进行显卡硬件连接的详细介绍。

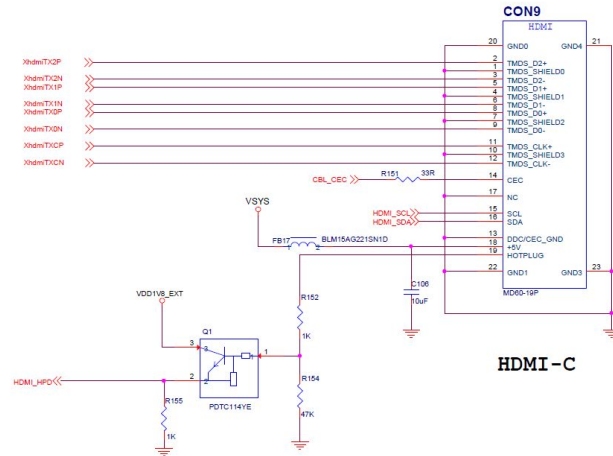


RGB-LCD 接口用于支持 4.3 寸屏幕。

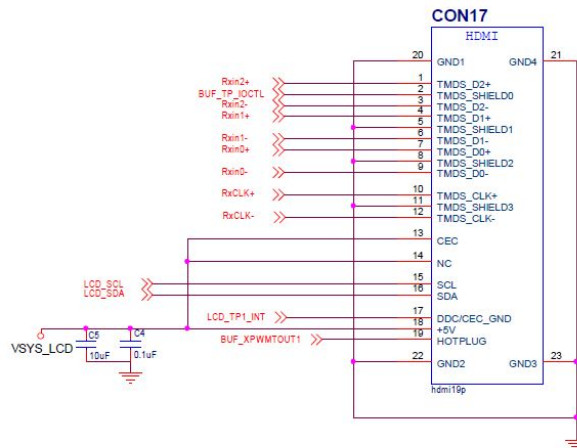
#### 4.3 LCD RGB Interface



HDMI 接口用于支持各种 HDMI 显示器电视等等。这里需要注意的是，小的 HDMI 口输出的才是 HDMI 信号，大的 HDMI 口输出的是 LVDS 信号。



LVDS-HDMI 接口可以迅为的 7 寸屏幕或者 9.7 寸屏幕。

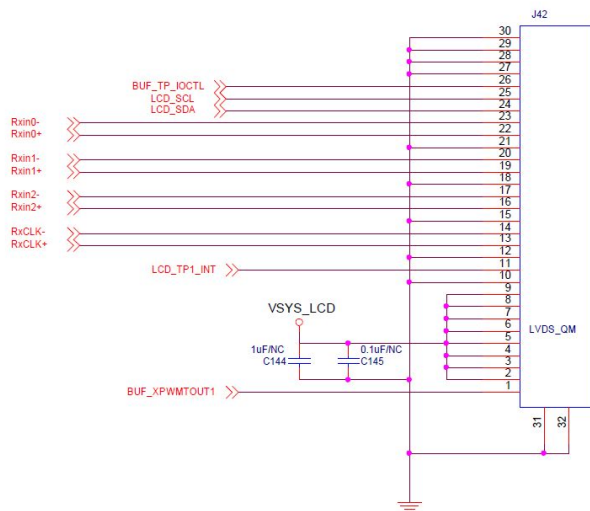


### LVDS LCD Interface using HDMI's Wire

LVDS-LCD 接口使用排线连接迅为的 7 寸或者 9.7 寸屏幕。

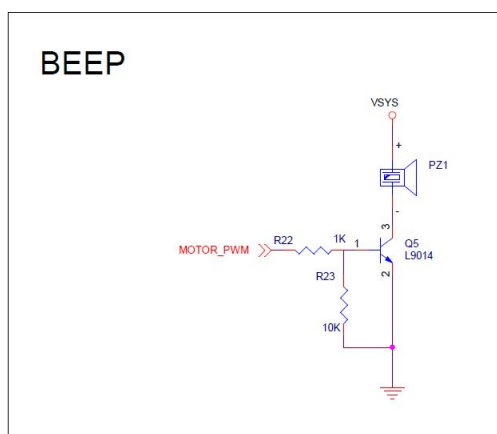


## LVDS Interface

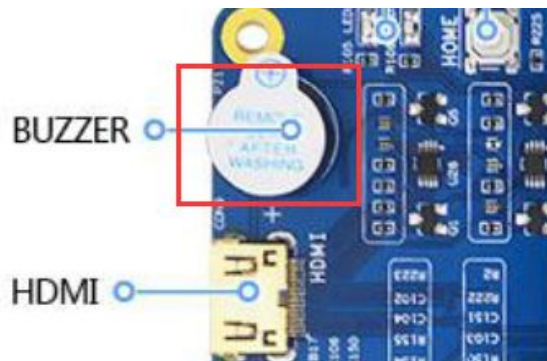


### 1.1.2.4 蜂鸣器 BEEP

BEEP 的原理图如下图，MOTOR\_PWM 网络给高电平即可使蜂鸣器发出“滴滴”的声响。

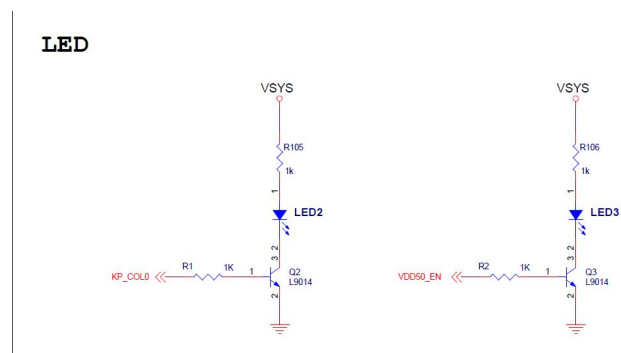


如下图示蜂鸣器在 PCB 上的位置。



### 1.1.2.5 灯 LEDS

LED 灯原理图如下图所示。



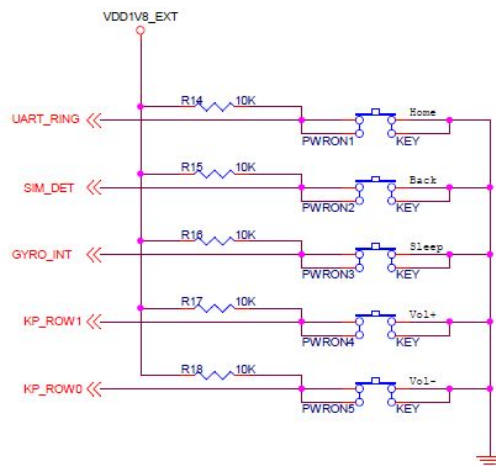
LED 在蜂鸣器旁边，高电平 LEDS 即可点亮。



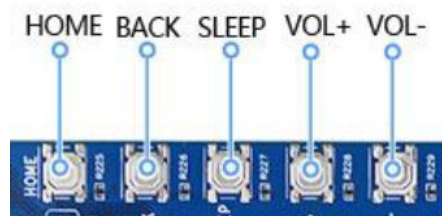
### 1.1.2.6 按键 Keys

底板有 5 个独立按键，原理图如下，原理比较简单。

## KEY



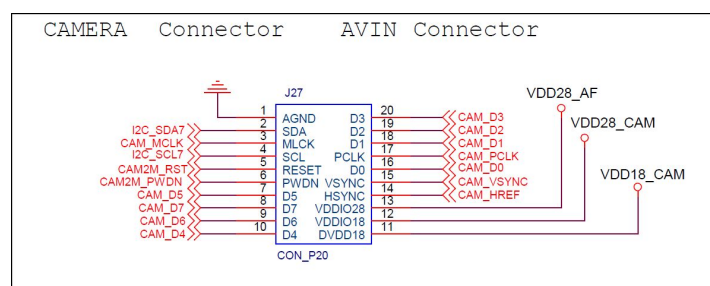
在 Android 系统中，这几个按键和平板的类似，分别是 HOME 按键，BACK 返回按键，SLEEP 休眠按键（休眠后唤醒也是该按键），VOL+、VOL-音量加和减。



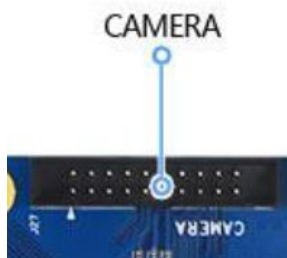
## 1.1.2.7 摄像头 CAMERA+AVIN 扩展口

摄像头连接的时候注意“三角形箭头”要和模块小箭头对应（底板上的三角箭头指向的管脚，模块上的三角箭头指向的管脚，它们是对应的）。

原理图如下图所示。

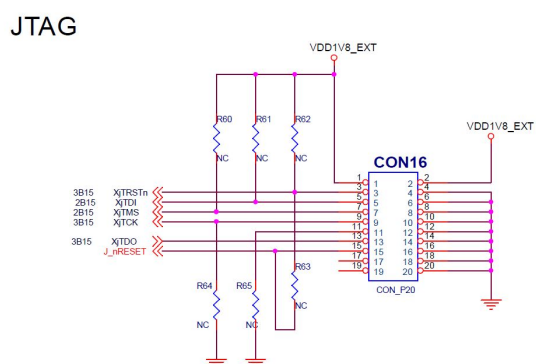


PCB 上 camera 接口，如下图所示。

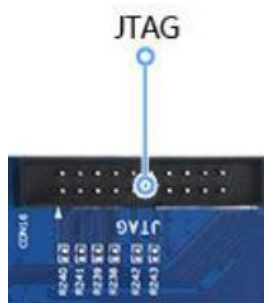


### 1.1.2.8 JTAG 扩展口

原理图如下图所示。



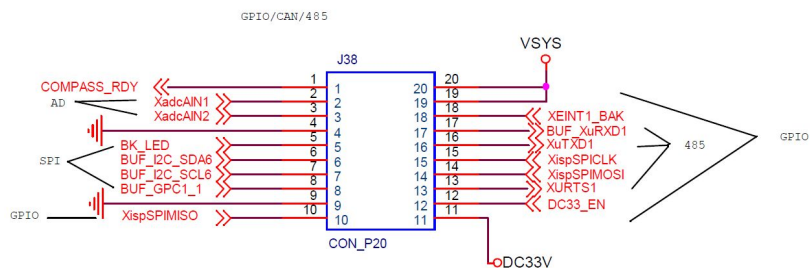
PCB 上 JTAG 接口，如下图所示。



### 1.1.2.9 GPIO+CAN+485 扩展口

CPIO 连接的时候注意“三角形箭头”要和模块小箭头对应（在接 CAN+485 模块，或者 RFID 模块的时候，底板上的三角箭头指向的管脚，模块上的三角箭头指向的管脚，它们是对应的）。

原理图如下图所示。



PCB 上 GPIO 接口，如下图所示。

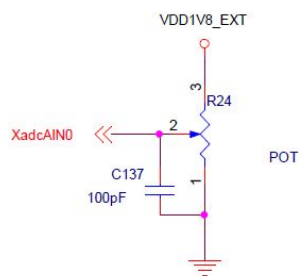


#### 1.1.2.10 模数 A/D 转换

4412 有三路 A/D, 另外两路在 GPIO 中引出。可以参考 1.1.2.9 小节。

通过滑动变阻器检测, 原理图如下图所示。

## AD



PCB 上滑动变阻器，如下图所示。

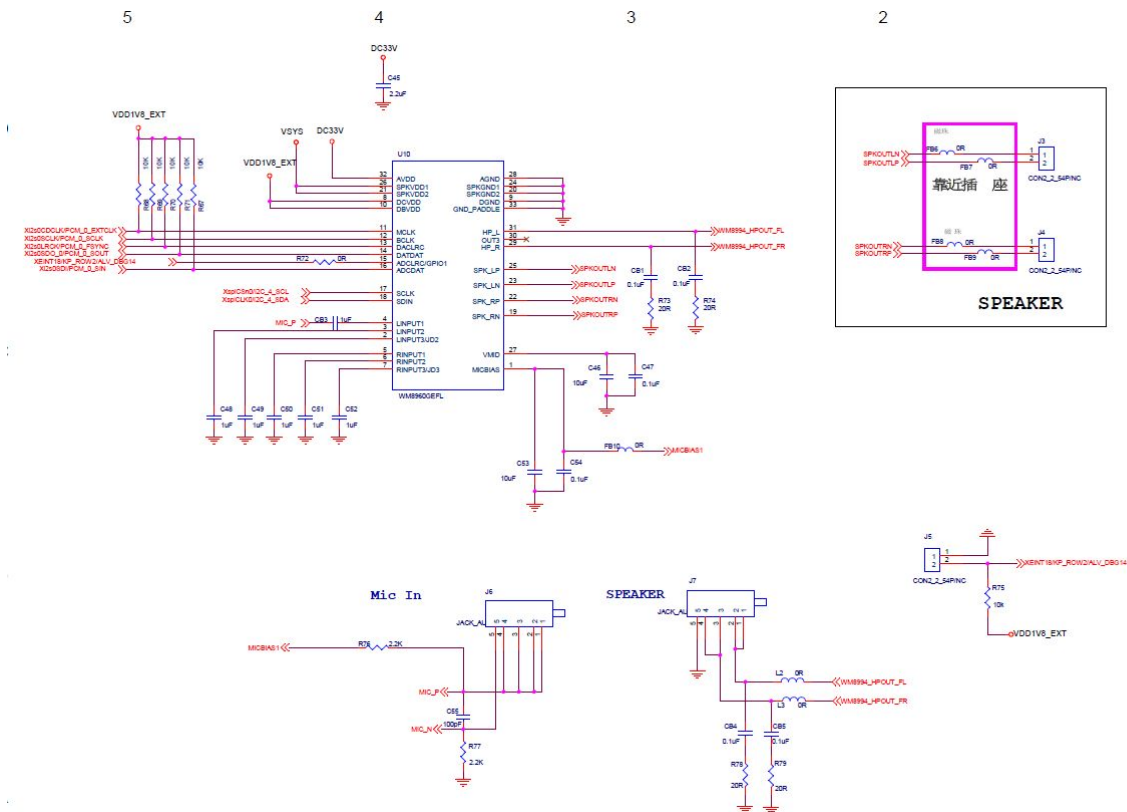


### 1.1.2.11 声卡资源以及接口

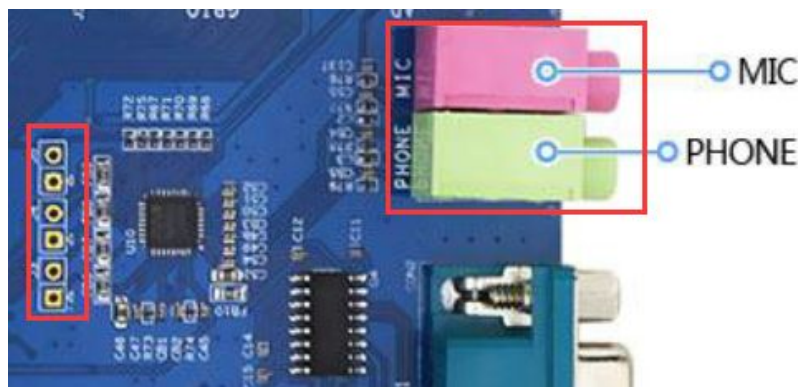
声卡有耳机和耳麦接口，还有外放如下图所示左边红色方框的 PIN2 的喇叭外放扩展口。

原理图如下图所示。





PCB 上声卡，如下图所示。

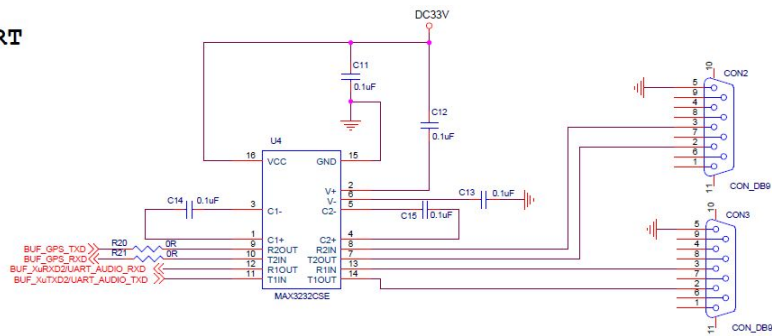


### 1.1.2.12 串口接口

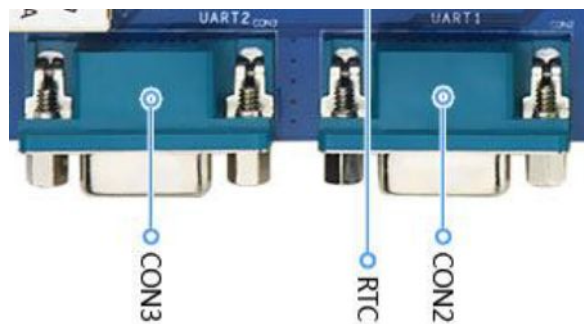
CON3 口默认用来调试程序，CON2 串口的使用，硬件请参考使用手册的 1.1.3 小节，软件测试可以参考 8.5 小节。CON2 和 CON3 都是输出 RS232 电平，可以和电脑的串口直接相连，如果和电脑的 USB 接口相连，那么需要 USB 转串口。

原理图如下图所示。

## UART



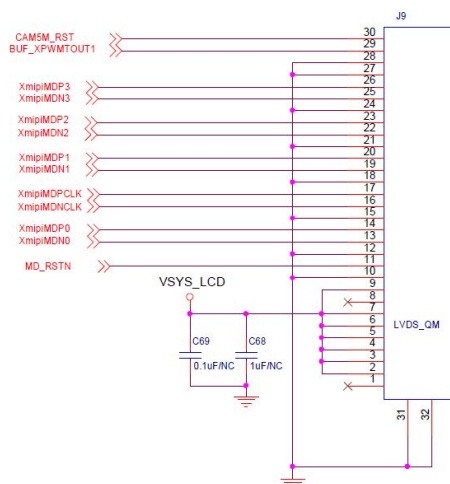
PCB 上串口，如下图所示。



## 1.1.2.13 MIPI 接口

MIPI 接口可以接高清 MIPI 屏幕。原理图如下图所示。

## MIPI

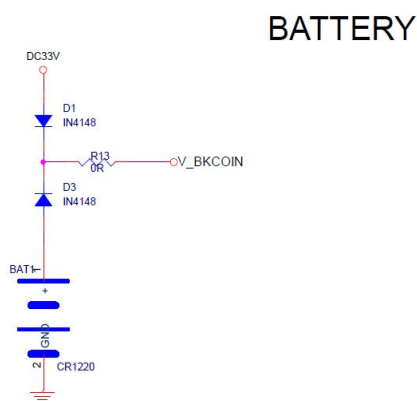


PCB 上 MIPI 接口，如下图所示。



#### 1.1.2.14 实时时钟 RTC

RTC 实时时钟，在 Android4.0.3 中，安装 CR1220 锂电池之后，完全断电之后时钟也可以工作。原理图如下图所示。



PCB 上 RTC 接口，如下图所示。



#### 1.1.2.15 以太网

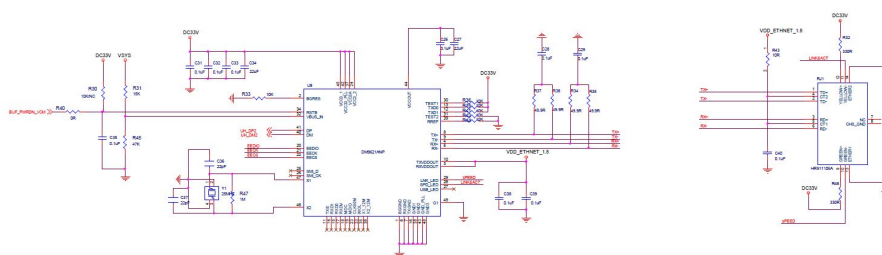
在 Android4.0.3 中，需要参考 2.4.3.2 来设置以太网。

在 Android4.4.4 中，则可以在 Android 设置中，将默认网络设置为有线网。

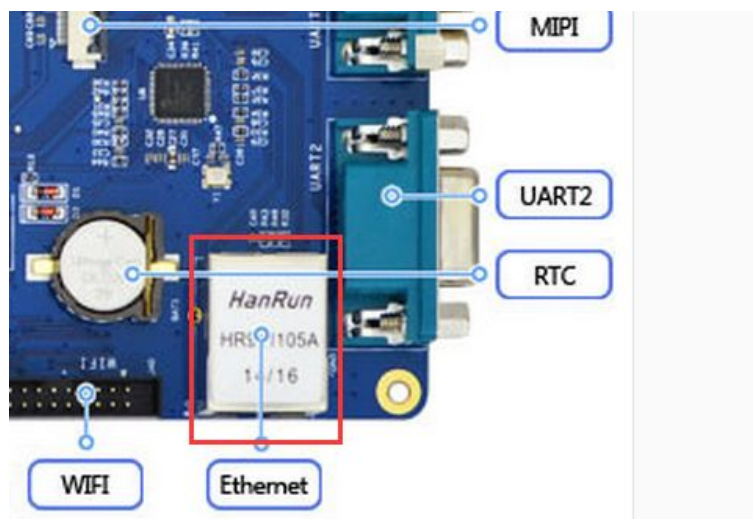
设置好之后就可以上网了。

原理图如下图所示。

100M 以太网



PCB 上以太网接口，如下图所示。

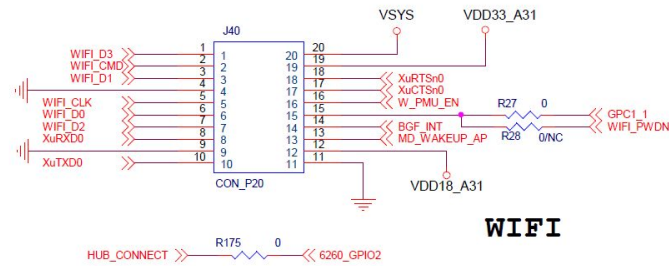


### 1.1.2.16 WIFI 扩展口

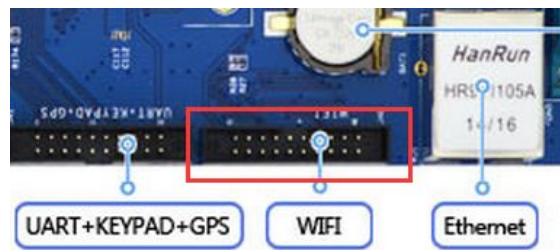
开发板接入 WIFI 模块之后（底板上的三角箭头指向的管脚，模块上的三角箭头指向的管脚，它们是对应的）即可使用 WIFI 上网。

这里需要特别注意的是，如果在 **Android** 中打开了 **WIFI**，那么则在系统重新启动时，必须有 **WIFI** 模块；**WIFI** 必须先连接硬件，再上电启动。

原理图如下图所示。



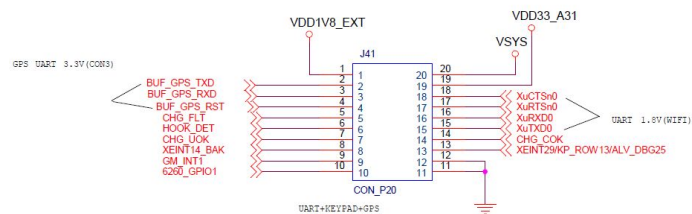
PCB 上 WIFI 接口，如下图所示。



#### 1.1.2.17 串口+矩阵键盘+GPS 扩展口

这里需要注意的是部分串口复用了，用户可以根据实际使用情况，参考使用手册 1.1.4 小节和原理图来使用串口。该接口可以用来扩展 GPS、矩阵键盘、串口模块。原理图如下图所示。

##### UART+KEYPAD (4\*4)



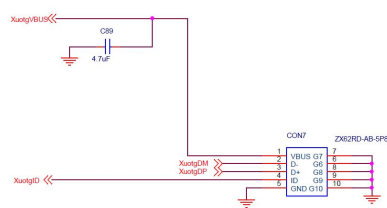
PCB 上串口+矩阵键盘+GPS 扩展口，如下图所示。



### 1.1.2.18 OTG 接口

OTG 接口用来烧写镜像，还可以用来作为 Android 应用 APP 的调试口。在 Android 系统下面可以用来上传文件和安装应用 APP（在没有网络的情况下很好用）。

原理图如下图所示。



USB OTG

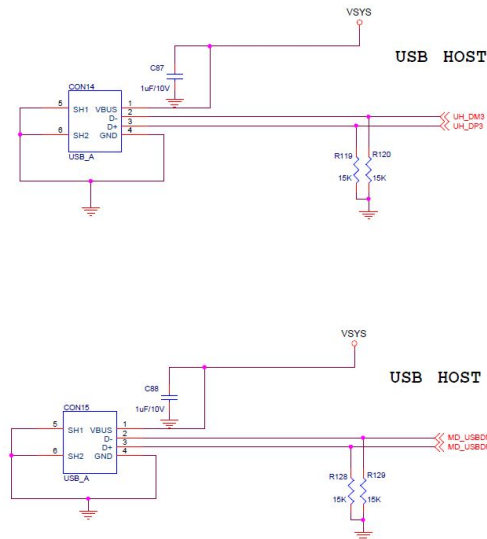
PCB 上 OTG 接口，如下图所示。



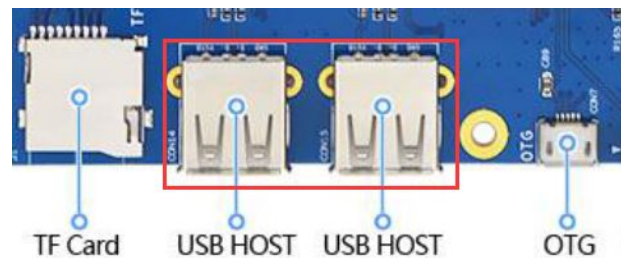
### 1.1.2.19 USB 接口

USB 接口可以用来接鼠标和键盘。还可以用来接 PL2303 转接线，用于扩展串口，不过需要加载 PL2303 的驱动，具体加载方法参考使用手册 9.4.12。原理图如下图所示。



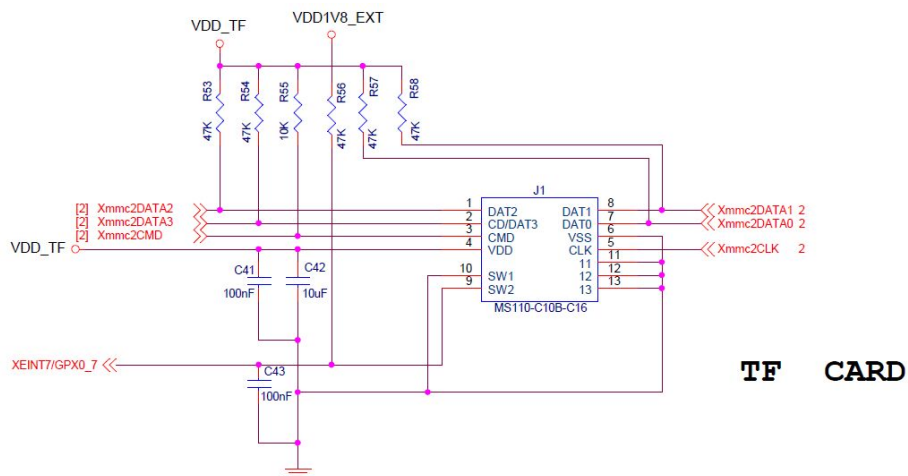


PCB 上 USB 接口，如下图所示。

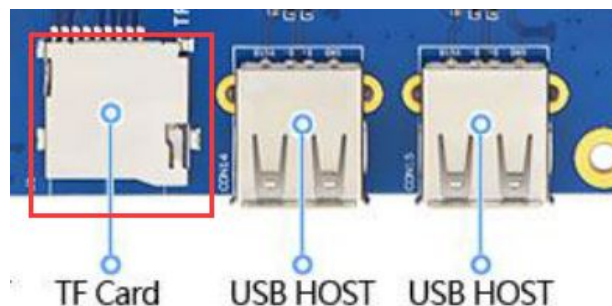


### 1.1.2.20 TF 卡接口

精英版可以使用 TF 卡，用于烧写系统或者存储数据，烧写系统在第三章有详细的介绍，存储数据的使用类似于手机中的 TF 卡，原理图如下图所示。



PCB 上 TF Card 接口，如下图所示。

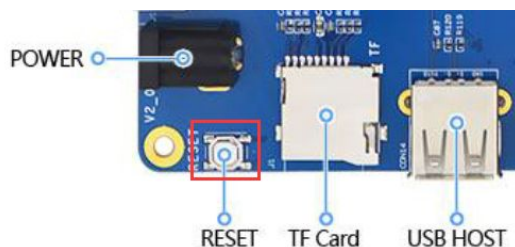


### 1.1.2.21 复位按键

火牛座和 TF Card 旁边的 RESET 是复位按键，在 Android 系统下面，按住大约 5 秒，即可重启。这个功能按键类似手机的重启按键，长按可以复位，原理图如下图所示。



PCB 上复位按键，如下图所示。



### 1.1.3 精英版使用串口修改方法

本节供用户查阅，新手用户如果有不理解的概念，可以在学习后面的基础知识后，在用到相应串口接口时再来查阅。

精英版上引出了两个 RS232 的串口，分别是 CON2 和 CON3。

CON2 对应的串口设备节点是/dev/ttySAC3，CON2 和 GPS 复用（J41，GPS 的电平是 TTL3.3V），输出电平是 RS232。

如果使用 CON2，不要插 GPS 模块，也不允许其它设备占用；同理如果要使用 GPS，那么 CON2 口就不要接设备，需要去掉连接 MAX3232 芯片的 R20 和 R21 两个电阻。

原理图中的网络是“BUF\_GPS\_TXD 和 BUF\_GPS\_RXD”。

CON3 对应的串口设备节点是/dev/ttySAC2，默认是作为系统的调试串口，输出电平是 RS232。

原理图中的网络是“BUF\_XuRXD2/UART\_AUDIO\_RXD”和

“BUF\_XuTXD2/UART\_AUDIO\_TXD”。

WIFI 模块（J40）对应的串口设备节点是/dev/ttySAC0，输出电平是 TTL1.8V；WIFI 模块和 J41 的其中一个串口复用，J41 输出电平也是 TTL1.8V。

原理图中的网络是“XuRXD0 和 XuTXD0”。

无论是使用蓝牙功能还是使用 WIFI 的功能，这个串口就被占用了；同理如果 J41 上的使用了这个串口，也会导致 WIFI/BT 功能不正常。

485 模块（J38）对应的串口设备节点/dev/ttySAC1。

原理图中的网络是“XuTXD1 和 BUF\_XuRXD1”。电平分别是 TTL1.8V 和 TTL3.3V。

用户想测试串口，可以参考使用手册“8.5 小节 串口的测试”。

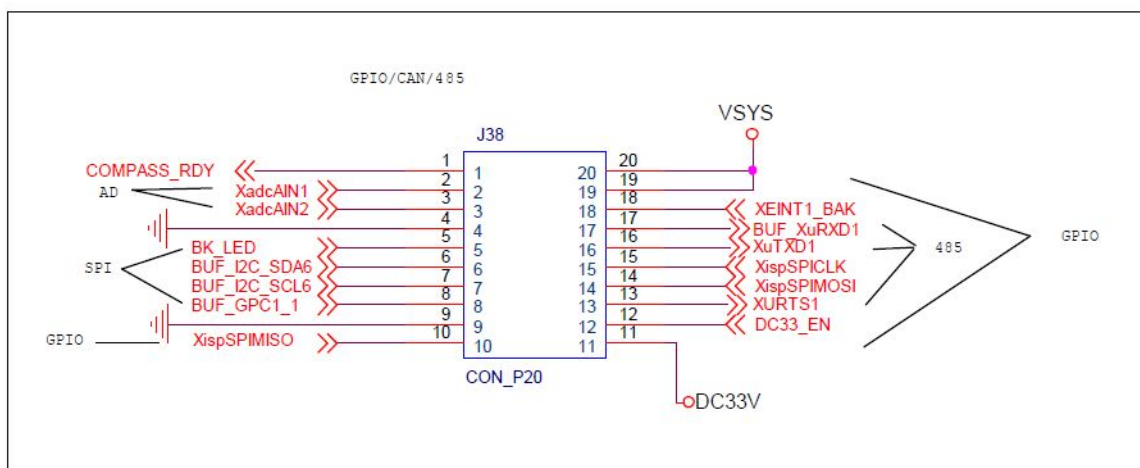
调试串口作为其它用途，可以参考使用手册“9.4.13 小节 串口虚拟控制台 console”。

串口在 Android 应用中可能需要修改权限，具体方法参考使用手册“10.9.8 小节 串口设备权限的修改”。

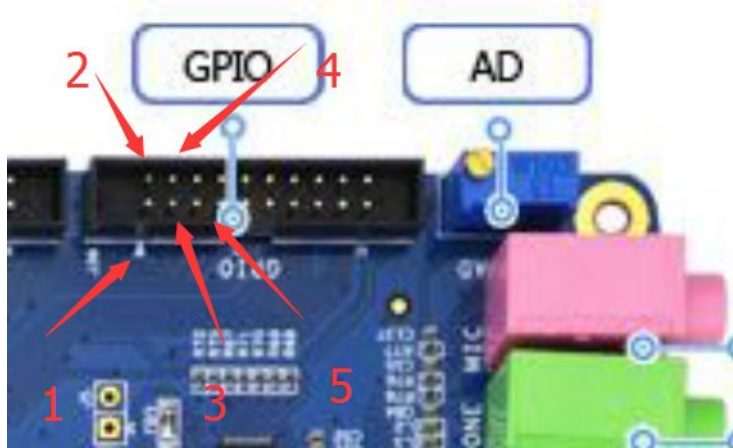
### 1.1.4 开发板扩展口的原理图和 PCB 管脚对应方式介绍

本小节介绍开发板扩展口的管脚和原理图的对应方式。

在原理图中，以 GPIO 扩展口为例，如下图所示。



如下图所示是 PCB 实物图，首先找到 PCB 板上的“小三角”，“小三角”对应的是原理图中的管脚 1，对面的是 2，“小三角”右边的是 3，3 对面的是 4，依次类推。



## 1.2 光盘资料

用户购买开发板的同时，迅为电子会给附赠一张光盘，如下图，光盘目录如下。



下面简单的做一下了解，在需要使用这些资料的时候，会针对性的做详细介绍。

将文件以及文件夹按照“名称+递增”的方式排列，如下：

01\_PCB\_SCH\_DATASHEET-- -----开发板的原理图，PCB 以及元件的 DATASHEET;

02\_编译器以及烧写工具-----编译工具、烧写工具、各种驱动以及其它工具；

03\_镜像\_Android4.0.3 文件系统-----Android4.0.3 文件系统的镜像以及对应的  
uboot、kernel 镜像；

04\_镜像\_QT 文件系统-----QtE4.7 以及 qtopia2.2.0 文件系统的镜像以及对应的  
uboot、kernel 镜像；

05\_镜像\_Ubuntu 文件系统-----Ubuntu 文件系统镜像以及对应的 uboot、kernel  
镜像；

06\_源码\_uboot 和 kernel-----uboot 以及 kernel 内核的源码；

07\_源码\_Android4.0.3 文件系统-----Android4.0.3 文件系统的源码；

08\_源码\_QtE 以及 qtopia2.2.0 文件系统-----QtE4.7.1 源码，qtopia2.2.0 文件系统  
以及对应的各种库和工具；

光盘目录说明.txt+使用手册.pdf

开发板对应的使用手册 pdf 文档以及光盘目录说明 TXT 文本。

## 1.3 网盘资料

网盘的链接在购买开发板后可以在迅为电子技术支持 QQ 群下载。如果链接有更新，会在群里贴通告。

迅为电子的资料大部分通过百度网盘提供给用户，用户可以申请一个百度账号，然后用手机注册验证，用户的网盘就可以扩充到 1T。然后将资料存储到用户自己的网盘中，这样就可以通过百度网盘客户端下载，客户端支持断点传输，用户下载的时候非常方便。

网盘资料分为以下七个文件夹，按“文件名”方式排列，顺序如下。

### Exynos4412 三星原厂资料

三星原厂资料

iTOP-4412 开发板所需 PC 软件（工具）

该文件夹中是和烧写相关的工具和驱动。

01-USB 转串口（PL2302 驱动）

02-超级终端（串口调试助手）

03-ADB 驱动

04-SSH 软件

05-fastboot 烧写工具

06-TF 卡测试工具

### iTOP-4412 开发板搭建编译环境所需要的工具包以及补丁包

该文件夹中是与编译相关的工具包以及补丁包。



- 01-虚拟机 VMware\_Workstation\_wmb 软件
- 02-Ubuntu 软件
- 03-编译 linux-QT 文件系统需要补丁包
- 04-编译无界面 Linux 文件系统需要工具包以及补丁包
- 05-Android Eclipse 上层应用程序编译时需要的工具软件及插件
- 06-Qt\_Creator
- 07-Android Studio 开发工具包以及插件
- 08-Android5.1 开发工具包
- 09-QtE5.7 的编译环境安装包

## **iTOP-4412 开发板源码（其它）**

- android\_4.0.3 测试 APK
- android\_4.2.2 源码以及对应 Kernel 源码
- android\_4.4.4 源码以及对应 Kernel 源码
- QT-ARM 官方原始程序
- QT-ARM 源码文件夹（2014 年 7 月前购买用户使用）
- 小模块的测试程序
- 支持 HDMI 的 Ubuntu 资料
- 支持以太网的 4.0 代码
- 最小 Linux 文件系统
- QtE4.7 根文件系统升级目录
- QtE5.7 移植资料

QtE4.7 测试程序

Android Eclipse 版本测试源码

Android Studio 版本测试源码

### **iTOP-4412 开发板相关文档（补充）**

iTOP-4412 官方 QQ 群专题讨论

iTOP-4412 常见问题及解决方法

### **iTOP-4412 开发板视频教程及其相关**

该文件夹中是开发板配套视频以及相应视频中用到的工具以及文档。

01-烧写、编译以及基础知识视频

02-嵌入式 Linux 视频

03-iTOP-4412 开发板硬件设计指导视频

04-Android 应用程序视频

05-Android 应用教程 2015

06-裸机程序实验文档以及工具文件

07-Linux-x86-Qt5.3.2 以及 QtE4.7.1 应用视频

08-Linux 驱动教程

09-迅为电子 Java 教程

注意：裸机程序没有视频，只有手册。

### **嵌入式学习推荐书籍及软件（第三方）**

Altium Designer

嵌入式 ARM 推荐书籍

于博士 Allegro 视频

## 1.4 网盘压缩包 MD5 值的使用

用户在迅为的百度网盘中，可能需要下载到几个大的压缩包，目前大的压缩文件有“source4.4.4.7z”（Android4.4.4 的源码包）和“Ubuntu12.04.2\_V2.0.7z”（搭建好的 Ubuntu 镜像），以后网盘中增加大文件不再进行特殊说明。

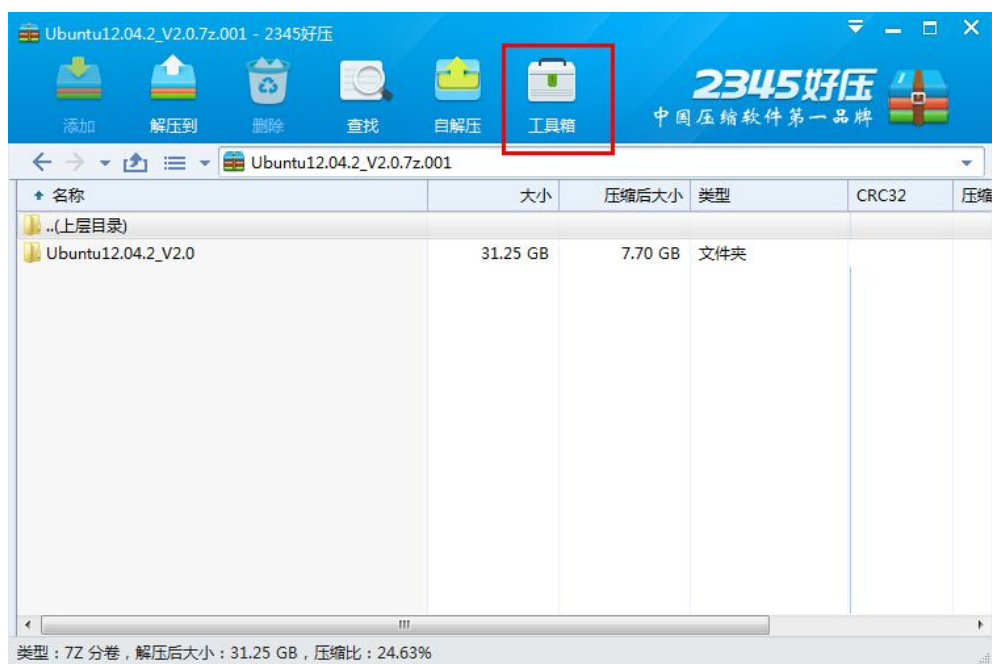
如果遇到无法解压的情况，这个时候如果全部重新下载，比较耗费时间，这里教大家一个简单的辨别方法，只需要找到 MD 值不对的压缩包，针对性的下载即可。

以“iTOP-4412 开发板搭建编译环境所需要的工具包以及补丁包”→“02-Ubuntu 软件”→“02-搭建好的 Ubuntu 镜像 V2.0”为例。

如下图所示，红框中就是包含 MD5 值的文本，蓝色框中就是大文件压缩包。

名称	修改日期	类型	大小
Read_Me.txt	2014/11/13 10:32	TXT 文件	1 KB
Ubuntu V2 MD5.c	2014/12/20 21:40	C 文件	6 KB
Ubuntu12.04.2_V2.0.7z.001	2014/11/13 1:47	好压 分卷 压缩文件	512,000 KB
Ubuntu12.04.2_V2.0.7z.002	2014/11/12 22:55	好压 分卷 压缩文件	512,000 KB
Ubuntu12.04.2_V2.0.7z.003	2014/11/13 1:47	好压 分卷 压缩文件	512,000 KB
Ubuntu12.04.2_V2.0.7z.004	2014/11/13 1:47	好压 分卷 压缩文件	512,000 KB
Ubuntu12.04.2_V2.0.7z.005	2014/11/13 1:47	好压 分卷 压缩文件	512,000 KB
Ubuntu12.04.2_V2.0.7z.006	2014/11/13 1:47	好压 分卷 压缩文件	512,000 KB
Ubuntu12.04.2_V2.0.7z.007	2014/11/13 1:47	好压 分卷 压缩文件	512,000 KB
Ubuntu12.04.2_V2.0.7z.008	2014/11/13 1:47	好压 分卷 压缩文件	512,000 KB
Ubuntu12.04.2_V2.0.7z.009	2014/11/13 1:47	好压 分卷 压缩文件	512,000 KB
Ubuntu12.04.2_V2.0.7z.010	2014/11/13 1:47	好压 分卷 压缩文件	512,000 KB
Ubuntu12.04.2_V2.0.7z.011	2014/11/13 1:47	好压 分卷 压缩文件	512,000 KB
Ubuntu12.04.2_V2.0.7z.012	2014/11/13 1:47	好压 分卷 压缩文件	512,000 KB
Ubuntu12.04.2_V2.0.7z.013	2014/11/13 1:47	好压 分卷 压缩文件	512,000 KB
Ubuntu12.04.2_V2.0.7z.014	2014/11/13 1:47	好压 分卷 压缩文件	512,000 KB
Ubuntu12.04.2_V2.0.7z.015	2014/11/13 1:47	好压 分卷 压缩文件	512,000 KB
Ubuntu12.04.2_V2.0.7z.016	2014/11/13 1:47	好压 分卷 压缩文件	394,321 KB

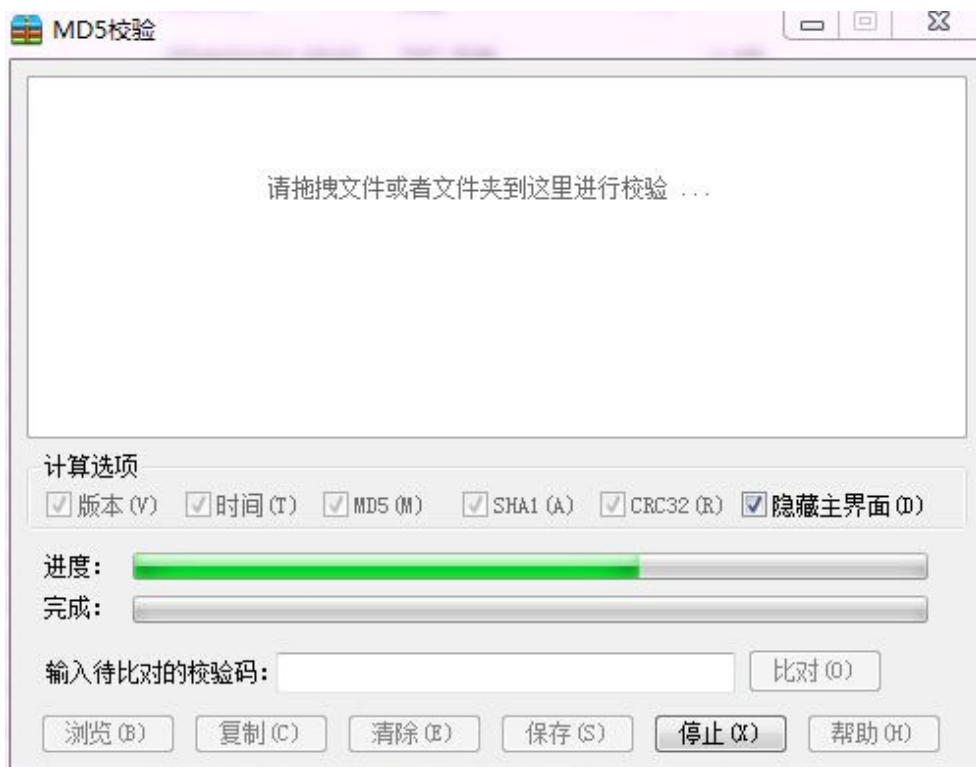
这里使用的是“2345 好压”软件，如果出现无法解压的情况，单击任意压缩包，右键选择用“2345 好压”打开。如下图，单击工具箱，选择“MD5 校验”。



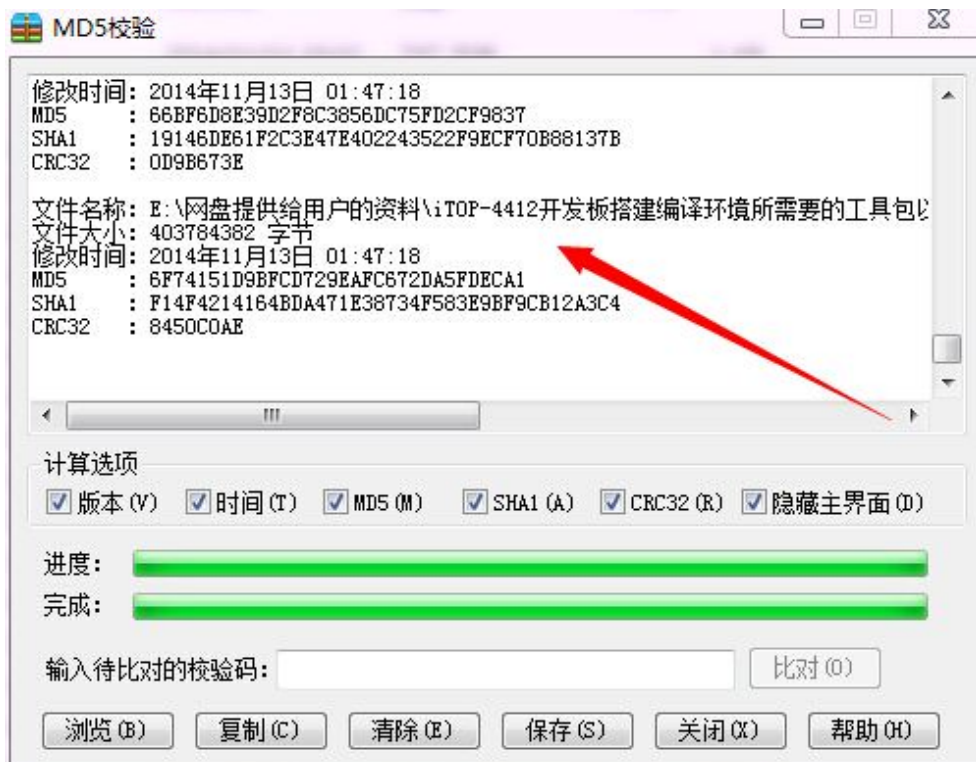
如下图，弹出 MD5 校验计算窗口，按照 2345 软件的提示，将下载的压缩包全部拖到其中。



如下图，计算中。



如下图所示，每个压缩包的 MD5 数值全部计算出来了，然后和网盘中的 MD5 对比一下，哪个压缩包的 MD5 数值不正确，则重新下载对应的压缩包。



## 1.5 使用 github 获取开发源码

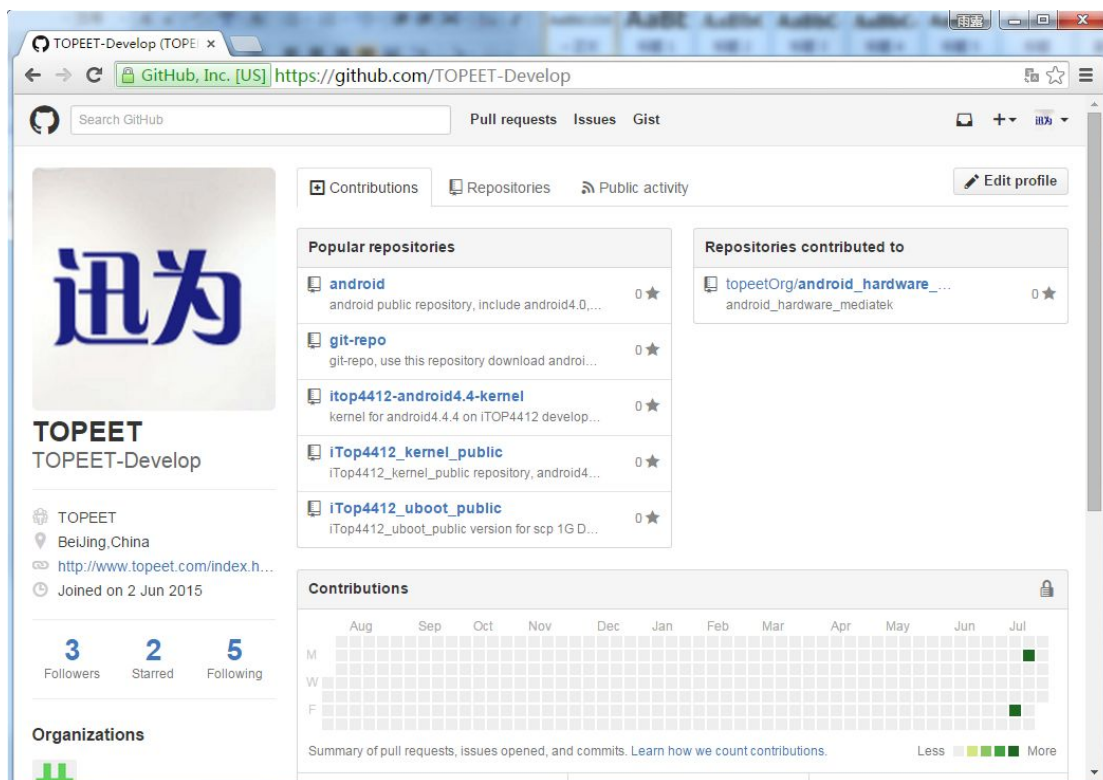
目前 iTOP-4412 开发平台软件源码是通过网盘下载的方式提供给客户，每隔 3--4 个月的时间网盘内容会更新一次，采用网盘下载方式可以获取到稳定版本，但是由于发布周期较长，用户无法第一时间获取到版本最新状态，如我们解决的 Bug 和新增加的功能。故我们把 iTOP-4412 的代码上传到了 GitHub 平台，通过此平台更新，同步源代码。GitHub 是我们的开发版本，里面仅提供源码下载，如需要获取二进制镜像，请在光盘或者网盘获取。

用户不需要 github 的账号既可以下载所有的源码，另外迅为电子也会定期把项目源码发布到网盘，提供给用户下载。

注意：学习型用户使用光盘中的源码就足够了，等有了一定的经验之后再去下载最新的源码。详细的 github 使用过程以及源码使用方法参考附录六

iTOP-4412 项目在 GitHub 的主页地址：<https://github.com/TOPEET-Develop>





## 1.6 扩展文档

迅为电子的工程师编写了大量技术文档，由于用户使用手册篇幅有限，很多技术文档没有集成到用户使用手册中，而是采取独立文档的方式提供给大家。

如果任意一章有对应的独立文档，我们会增加“扩展文档”这个目录，其中会列出对应章节所有的独立文档，里面会介绍独立文档的名称以及简单描述文档内容。

所有独立文档都可以从技术支持 QQ 群目录“迅为独立文档和程序源码汇总”中下载。

### 1.6.1 查看内存和 emmc 大小

文档全称是“iTOP-4412-开发板-如何查看内存和 eMMC 大小”，文档介绍了查看 emmc 大小的方法。

## 1.6.2 底板制作方法教程

如果用户想自己制作底板，迅为电子提供了视频教程来教大家如何做底板原理设计。

视频不在 QQ 群，在网盘“iTOP4412 开发板资料汇总（不含光盘内容）\iTOP-4412 开发板视频教程及其相关\03-iTOP-4412 开发板硬件设计指导视频”目录下有“iTOP-4412 开发板底板设计基础”和“实验 02-iTOP-4412 开发板底板设计演示”来协助大家。

## 1.6.3 用户定制屏幕教程

如果用户想自己定制屏幕，迅为电子提供了视频教程来教大家如何做屏幕定制。

视频不在 QQ 群，在网盘“iTOP4412 开发板资料汇总（不含光盘内容）\iTOP-4412 开发板视频教程及其相关\03-iTOP-4412 开发板硬件设计指导视频”目录下有“实验 03-iTOP-4412 开发板之如何扩展不同规格 LCD 屏幕”和“实验 04-LCD 转接板设计”来协助大家。

## 1.6.4 7 寸屏亮度调整

文档全称是“iTOP-开发板-硬件-7 寸屏幕亮度调整”，文档介绍了 7 寸屏幕亮度的调整方法。

## 1.6.5 屏幕亮度调整方法介绍

文档全称“iTOP-4412-硬件-屏幕亮度调整\_V1.0”，文档介绍了所有嵌入式屏幕亮度调整的整体思路和方法。

## 1.6.6 金属框 10.1 寸排线和 HDMI 的硬件配置方法

文档全称 “iTOP-4412-硬件-金属框 10.1 寸屏幕硬件修改支持排线和 HDMI 线\_V1.0” ，文档介绍了金属框 10.1 寸屏幕硬件如何通过修改电阻来支持排线或者 HDMI 线。