

Rockchip RK3288 Linux SDK 发布说明

文档标识: RK-FB-CS-006

发布版本: V2.4.0

日期: 2021-05-20

文件密级: ☐绝密 ☐秘密 ☐内部资料 ☒公开

免责声明

本文档按“现状”提供, 瑞芯微电子股份有限公司(“本公司”, 下同)不对本文档的任何陈述、信息和内容的准确性、可靠性、完整性、适销性、特定目的性和非侵权性提供任何明示或暗示的声明或保证。本文档仅作为使用指导的参考。

由于产品版本升级或其他原因, 本文档将可能在未经任何通知的情况下, 不定期进行更新或修改。

商标声明

“Rockchip”、“瑞芯微”、“瑞芯”均为本公司的注册商标, 归本公司所有。

本文档可能提及的其他所有注册商标或商标, 由其各自拥有者所有。

版权所有© 2021 瑞芯微电子股份有限公司

超越合理使用范畴, 非经本公司书面许可, 任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部, 并不得以任何形式传播。

瑞芯微电子股份有限公司

Rockchip Electronics Co., Ltd.

地址: 福建省福州市铜盘路软件园A区18号

网址: www.rock-chips.com

客户服务电话: +86-4007-700-590

客户服务传真: +86-591-83951833

客户服务邮箱: fae@rock-chips.com

前言

概述

文档主要介绍 Rockchip RK3288 Linux SDK发布说明，旨在帮助工程师更快上手RK3288 Linux SDK开发及相关调试方法。

读者对象

本文档（本指南）主要适用于以下工程师：

技术支持工程师

软件开发工程师

各芯片系统支持状态

芯片名称		Buildroot版本	Debian版本	Yocto版本	Kernel版本
RK3288		2018.02-rc3	10	3.2	4.4

修订记录

日期	版本	作者	修改说明
2018-04-16	V1.0.0	Nickey Yang	初始版本
2018-04-23	V1.1.0	Nickey Yang	重命名和修订格式
2018-04-26	V1.3.0	Nickey Yang	增加buildroot编译说明
2018-06-20	V2.0.0	Nickey Yang	更新 SDK buildroot到2018.02版本。
2019-09-26	V2.1.0	Nickey Yang	更新 SDK 编译和烧写方法具。
2020-07-08	V2.2.0	Caesar Wang	增加 Debian10支持，Markdown格式重写发布文档
2020-12-03	V2.3.0	Caesar Wang	SDK整改
2021-05-20	V2.4.0	Caesar Wang	开发指南章节增加软件和硬件开发一些说明文档。 增加IO电源设计注意事项。

目录

Rockchip RK3288 Linux SDK 发布说明

1. 概述
2. 主要支持功能
3. SDK 获取说明
 - 3.1 RK3288 Linux 通用软件包获取方法
 - 3.1.1 通过代码服务器下载
 - 3.1.2 通过本地压缩包解压获取
4. 软件开发指南
 - 4.1 开发向导
 - 4.2 软件更新记录
5. 硬件开发指南
6. IO电源设计注意事项
7. SDK 工程目录介绍
8. SDK 编译说明
 - 8.1 SDK依赖包安装
 - 8.2 SDK板级配置
 - 8.3 查看编译命令
 - 8.4 自动编译
 - 8.5 各模块编译及打包
 - 8.5.1 U-Boot编译
 - 8.5.2 Kernel编译
 - 8.5.3 Recovery编译
 - 8.5.4 Buildroot 编译
 - 8.5.4.1 Buildroot 的交叉编译
 - 8.5.4.2 Buildroot 中模块编译
 - 8.5.5 Debian 编译
 - 8.5.6 Yocto 编译
 - 8.5.7 固件的打包
9. 刷机说明
 - 9.1 Windows 刷机说明
 - 9.2 Linux 刷机说明
 - 9.3 系统分区说明
10. RK3288 SDK 固件
11. SSH 公钥操作说明
 - 11.1 多台机器使用相同 SSH 公钥
 - 11.2 一台机器切换不同 SSH 公钥
 - 11.3 密钥权限管理
 - 11.4 参考文档

1. 概述

本 SDK 支持三个系统分别基于 Buildroot 2018.02-rc3, Yocto 3.2 和 Debian 10 上开发, 内核基于 Kernel 4.4, 引导基于 U-boot v2017.09, 适用于 RK3288 EVB 开发板及基于此开发板进行二次开发的所有 Linux 产品。

本 SDK 支持 VPU 硬解码、GPU 3D、Wayland/X11 显示、QT 等功能。具体功能调试和接口说明, 请阅读工程目录 docs/ 下文档。

2. 主要支持功能

功能	模块名
数据通信	Wi-Fi、以太网卡、USB、SD 卡
应用程序	多媒体播放、设置、浏览器、文件管理

3. SDK 获取说明

SDK 通过瑞芯微代码服务器对外发布获取。其编译开发环境, 参考第 7 节 [SDK编译说明](#)。

3.1 RK3288 Linux 通用软件包获取方法

3.1.1 通过代码服务器下载

获取 RK3288 Linux 软件包, 需要有一个帐户访问 Rockchip 提供的源代码仓库。客户向瑞芯微技术窗口申请 SDK, 同步提供 SSH 公钥进行服务器认证授权, 获得授权后即可同步代码。关于瑞芯微代码服务器 SSH 公钥授权, 请参考第 10 节 [SSH 公钥操作说明](#)。

RK3288_Linux_SDK 下载命令如下:

```
repo init --repo-url ssh://git@www.rockchip.com.cn/repo/rk/tools/repo -u \
ssh://git@www.rockchip.com.cn/linux/rockchip/platform/manifests -b linux -m \
rk3288_linux_release.xml
```

repo 是 google 用 Python 脚本写的调用 git 的一个脚本, 主要是用来下载、管理项目的软件仓库, 其下载地址如下:

```
git clone ssh://git@www.rockchip.com.cn/repo/rk/tools/repo
```

3.1.2 通过本地压缩包解压获取

为方便客户快速获取 SDK 源码，瑞芯微技术窗口通常会提供对应版本的 SDK 初始压缩包，开发者可以通过这种方式，获得 SDK 代码的初始压缩包，该压缩包解压得到的源码，进行同步后与通过 repo 下载的源码是一致的。

以 RK3288_LINUX_SDK_V2.4_20210520.tgz 为例，拷贝到该初始化包后，通过如下命令可检出源码：

```
mkdir rk3288
tar xvf RK3288_LINUX_SDK_V2.4_20210520.tgz -C rk3288
cd rk3288
.repo/repo/repo sync -l
.repo/repo/repo sync -c --no-tags
```

后续开发者可根据 FAE 窗口定期发布的更新说明，通过 `.repo/repo/repo sync -c --no-tags` 命令同步更新。

4. 软件开发指南

4.1 开发向导

为帮助开发工程师更快上手熟悉 SDK 的开发调试工作，随 SDK 发布

《Rockchip_Developer_Guide_Linux_Software_CN.pdf》，可在 docs/ 下获取，并会不断完善更新。

4.2 软件更新记录

软件发布版本升级通过工程 xml 进行查看，具体方法如下：

```
.repo/manifests$ realpath rk3288_linux_release.xml
# 例如:打印的版本号为v2.4.0，更新时间为20210520
# <SDK>/.repo/manifests/rk3288_linux_release_v2.4.0_20210520.xml
```

或者参考工程目录：

```
<SDK>/docs/RK3288/RK3288_Linux_SDK_Note.md
```

5. 硬件开发指南

硬件相关开发可以参考用户使用指南，在工程目录：

RK3288 EVB 硬件设计指南：

```
<SDK>/docs/RK3288/Rockchip_RK3288_Hardware_Design_Guide_V1.3_CN.pdf
```

RK3288 EVB 硬件开发指南：

6. IO电源设计注意事项

主控电源域的IO电平要与对接外设芯片的IO电平保持一致，还要注意软件的电压配置要跟硬件的电压一致，否则可能会导致GPIO的损坏。



注意

关于GPIO电源域IO电平匹配问题：

GPIO的电源域PMUIO0_VDD, PMUIO1_VDD, VCCIO1_VDD, VCCIO2_VDD, VCCIO3_VDD, VCCIO4_VDD, VCCIO5_VDD, VCCIO6_VDD, VCCIO7_VDD, 这些电源的电压要跟所接的外设的IO电平的电压保持一致，否则可能会导致GPIO的损坏。

还要注意软件的电压配置要跟硬件的电压一致：比如硬件IO电平接1.8V，软件的电压配置也要相应的配成1.8V；硬件IO电平接3.3V，软件的电压配置也要用3.3V，否则也可能会导致GPIO的损坏。

更多信息参考：

<SDK>/docs/RK3288/Rockchip_RK3288_Introduction_IO_Power_Domains_Configuration.pdf
<SDK>/docs/Common/IO-DOMAIN/Rockchip_Developer_Guide_Linux_IO_DOMAIN_CN.pdf

7. SDK 工程目录介绍

SDK目录包含有 buildroot、debian、recovery、app、kernel、u-boot、device、docs、external 等目录。每个目录或其子目录会对应一个 git 工程，提交需要在各自的目录下进行。

- app: 存放上层应用 APP，主要是 qcamera/qfm/qplayer/qsetting 等一些应用程序。
- buildroot: 基于 Buildroot (2018.02-rc3) 开发的根文件系统。
- debian: 基于 Debian 10 开发的根文件系统。
- device/rockchip: 存放各芯片板级配置以及一些编译和打包固件的脚本和预备文件。
- docs: 存放开发指导文件、平台支持列表、工具使用文档、Linux 开发指南等。
- IMAGE: 存放每次生成编译时间、XML、补丁和固件目录。
- external: 存放第三方相关仓库，包括音频、视频、网络、recovery 等。
- kernel: 存放 Kernel 4.4 开发的代码。
- prebuilts: 存放交叉编译工具链。
- rkbin: 存放 Rockchip 相关 Binary 和工具。
- rockdev: 存放编译输出固件。
- tools: 存放 Linux 和 Window 操作系统下常用工具。
- u-boot: 存放基于 v2017.09 版本进行开发的 U-Boot 代码。
- yocto: 存放基于 Yocto 3.2 开发的根文件系统。

8. SDK 编译说明

8.1 SDK 依赖包安装

本 SDK 开发环境是在 Ubuntu 系统上开发测试。我们推荐使用 Ubuntu 18.04 的系统进行编译。其他的 Linux 版本可能需要对软件包做相应调整。除了系统要求外，还有其他软硬件方面的要求。

硬件要求：64 位系统，硬盘空间大于 40G。如果您进行多个构建，将需要更大的硬盘空间。

软件要求：Ubuntu 18.04 系统：

编译 SDK 环境搭建所依赖的软件包安装命令如下：

```
sudo apt-get install repo git ssh make gcc libssl-dev liblz4-tool \
expect g++ patchelf chrpath gawk texinfo chrpath diffstat binfmt-support \
qemu-user-static live-build bison flex fakeroot cmake gcc-multilib g++-multilib
unzip \
device-tree-compiler python-pip ncurses-dev pyelftools \
```

建议使用 Ubuntu18.04 系统或更高版本开发，若编译遇到报错，可以视报错信息，安装对应的软件包。

8.2 SDK 板级配置

进入工程/device/rockchip/rk3288 目录：

板级配置	说明
BoardConfig-rk3288-evb-rk808.mk	适用于 RK3288 EVB 搭配RK808开发板
BoardConfig-rk3288-firefly.mk	适用于 RK3288 Firefly 开发板
BoardConfig_rk3288-evb-act8846.mk	适用于 RK3288 EVB 搭配ACT8846开发板

方法1

`./build.sh` 后面加上板级配置文件, 例如：

选择**RK3288 EVB 搭配RK808**的板级配置：

```
./build.sh device/rockchip/rk3288/BoardConfig-rk3288-evb-rk808.mk
```

选择**RK3288 Firefly** 开发板的板级配置：

```
./build.sh device/rockchip/rk3288/BoardConfig-rk3288-firefly.mk
```

选择**RK3288 EVB 搭配ACT884**的板级配置：

```
./build.sh device/rockchip/rk3288/BoardConfig_rk3288-evb-act8846.mk
```

方法2

```
rk3288$ ./build.sh lunch
processing option: lunch

You're building on Linux
Lunch menu...pick a combo:

0. default BoardConfig.mk
1. BoardConfig-rk3288-evb-rk808.mk
2. BoardConfig-rk3288-firefly.mk
3. BoardConfig.mk
4. BoardConfig_rk3288-evb-act8846.mk
Which would you like? [0]:
...
```

8.3 查看编译命令

在根目录执行命令：./build.sh -h

```
Usage: build.sh [OPTIONS]
Available options:
BoardConfig*.mk    -switch to specified board config
lunch              -list current SDK boards and switch to specified board config
uboot              -build uboot
spl                -build spl
loader             -build loader
kernel             -build kernel
modules            -build kernel modules
toolchain          -build toolchain
rootfs             -build default rootfs, currently build buildroot as default
buildroot          -build buildroot rootfs
ramboot            -build ramboot image
multi-npu_boot     -build boot image for multi-npu board
yocto              -build yocto rootfs
debian             -build debian rootfs
pcba               -build pcba
recovery           -build recovery
all                -build uboot, kernel, rootfs, recovery image
cleanall           -clean uboot, kernel, rootfs, recovery
firmware           -pack all the image we need to boot up system
updateimg          -pack update image
otapackage         -pack ab update otapackage image
save               -save images, patches, commands used to debug
allsave            -build all & firmware & updateimg & save
check              -check the environment of building

Default option is 'allsave'
```

查看部分模块详细编译命令，例如：./build.sh -h kernel


```
rk3288$ ./build.sh -h kernel
###Current SDK Default [ kernel ] Build Command###
cd kernel
make ARCH=arm rockchip_linux_defconfig
make ARCH=arm rk3288-evb-rk808-linux.img -j12
```

8.4 自动编译

进入工程根目录执行以下命令自动完成所有的编译：

```
./build.sh all # 只编译模块代码（u-Boot, kernel, Rootfs, Recovery）
               # 需要再执行./mkfirmware.sh 进行固件打包

./build.sh     # 在./build.sh all基础上
               # 1. 增加固件打包 ./mkfirmware.sh
               # 2. update.img打包
               # 3. 复制rockdev目录下的固件到IMAGE/***_RELEASE_TEST/IMAGES目录
               # 4. 保存各个模块的补丁到IMAGE/***_RELEASE_TEST/PATCHES目录
               # 注：./build.sh 和 ./build.sh allsave 命令一样
```

默认是 Buildroot，可以通过设置环境变量 RK_ROOTFS_SYSTEM 指定 rootfs。RK_ROOTFS_SYSTEM目前可设定三个类型：buildroot、debian、yocto。

如需要 debain 可以通过以下命令进行生成：

```
$export RK_ROOTFS_SYSTEM=debian
$./build.sh
```

8.5 各模块编译及打包

8.5.1 U-Boot编译

```
### U-Boot编译命令
./build.sh uboot

### 查看U-Boot详细编译命令
./build.sh -h uboot
```

8.5.2 Kernel编译

```
### Kernel编译命令
./build.sh kernel

### 查看Kernel详细编译命令
./build.sh -h kernel
```

8.5.3 Recovery编译

```
### Recovery编译命令
./build.sh recovery

### 查看Recovery详细编译命令
./build.sh -h recovery
```

注：Recovery是非必需的功能，有些板级配置不会设置

8.5.4 Buildroot 编译

进入工程目录根目录执行以下命令自动完成 Rootfs 的编译及打包：

```
./build.sh rootfs
```

编译后在 Buildroot 目录 output/rockchip_芯片命名/images下生成 rootfs.ext4。

8.5.4.1 Buildroot 的交叉编译

若需要编译单个模块或者第三方应用，需对交叉编译环境进行配置。交叉编译工具位于 buildroot/output/rockchip_rk3288/host/usr 目录下，需要将工具的bin/目录和 arm-buildroot-linux-gnu/bin/ 目录设为环境变量，在顶层目录执行自动配置环境变量的脚本（只对当前控制台有效）：

```
source envsetup.sh
```

输入命令查看：

```
cd buildroot/output/rockchip_rk3288/host/usr/bin
./arm-linux-gcc --version
```

此时会打印如下信息：

```
gcc version 9.3.0 (Buildroot 2018.02-rc3-02723-gd3fbc6ae13)
```

8.5.4.2 Buildroot 中模块编译

比如 qplayer 模块，常用相关编译命令如下：

- 编译 qplayer

```
SDK$make qplayer
```

- 重编 qplayer

```
SDK$make qplayer-rebuild
```

- 删除 qplayer

```
SDK$make qplayer-dirclean  
或者  
SDK$rm -rf /buildroot/output/rockchip_rk3288/build/qplayer-1.0
```

8.5.5 Debian 编译

```
./build.sh debian
```

或进入 debian/ 目录:

```
cd debian/
```

后续的编译和 Debian 固件生成请参考当前目录 `readme.md`。

(1) Building base Debian system

```
sudo apt-get install binfmt-support qemu-user-static live-build  
sudo dpkg -i ubuntu-build-service/packages/*  
sudo apt-get install -f
```

编译 32 位的 Debian:

```
RELEASE=buster TARGET=desktop ARCH=armhf ./mk-base-debian.sh
```

编译完成会在 `debian/` 目录下生成: `linaro-buster-alip-xxxxx-1.tar.gz` (xxxxx 表示生成时间戳)。

FAQ:

- 上述编译如果遇到如下问题情况:

```
noexec or nodev issue /usr/share/debootstrap/functions: line 1450:  
..../rootfs/ubuntu-build-service/buster-desktop-armhf/chroot/test-dev-null:  
Permission denied E: Cannot install into target '/rootfs/ubuntu-build-  
service/buster-desktop-armhf/chroot' mounted with noexec or nodev
```

解决方法:

```
mount -o remount,exec,dev xxx (xxx 是工程目录), 然后重新编译
```

另外如果还有遇到其他编译异常, 先排除使用的编译系统是 `ext2/ext4` 的系统类型。

- 由于编译 Base Debian 需要访问国外网站, 而国内网络访问国外网站时, 经常出现下载失败的情况:

Debian 10 使用 live build, 镜像源改为国内可以这样配置:

```

+++ b/ubuntu-build-service/buster-desktop-armhf/configure
@@ -11,6 +11,11 @@ set -e
 echo "I: create configuration"
 export LB_BOOTSTRAP_INCLUDE="apt-transport-https gnupg"
 lb config \
+ --mirror-bootstrap "https://mirrors.tuna.tsinghua.edu.cn/debian" \
+ --mirror-chroot "https://mirrors.tuna.tsinghua.edu.cn/debian" \
+ --mirror-chroot-security "https://mirrors.tuna.tsinghua.edu.cn/debian-security" \
+ --mirror-binary "https://mirrors.tuna.tsinghua.edu.cn/debian" \
+ --mirror-binary-security "https://mirrors.tuna.tsinghua.edu.cn/debian-security"
--apt-indices false \
--apt-recommends false \
--apt-secure false \

```

如果其他网络原因不能下载包，有预编生成的包分享在[百度云网盘](#)，放在当前目录直接执行下一步操作。

(2) Building rk-debian rootfs

编译 32位的 Debian:

```
VERSION=debug ARCH=armhf ./mk-rootfs-buster.sh
```

(3) Creating the ext4 image(linaro-rootfs.img)

```
./mk-image.sh
```

此时会生成 linaro-rootfs.img。

8.5.6 Yocto 编译

进入工程目录根目录执行以下命令自动完成 Rootfs 的编译及打包：
RK3288 EVB 开发板：

```
./build.sh yocto
```

编译后在 yocto 目录 build/lastest 下生成 rootfs.img。

FAQ:

上面编译如果遇到如下问题情况：

```

Please use a locale setting which supports UTF-8 (such as LANG=en_US.UTF-8).
Python can't change the filesystem locale after loading so we need a UTF-8
when Python starts or things won't work.

```

解决方法:

```

locale-gen en_US.UTF-8
export LANG=en_US.UTF-8 LANGUAGE=en_US.en LC_ALL=en_US.UTF-8

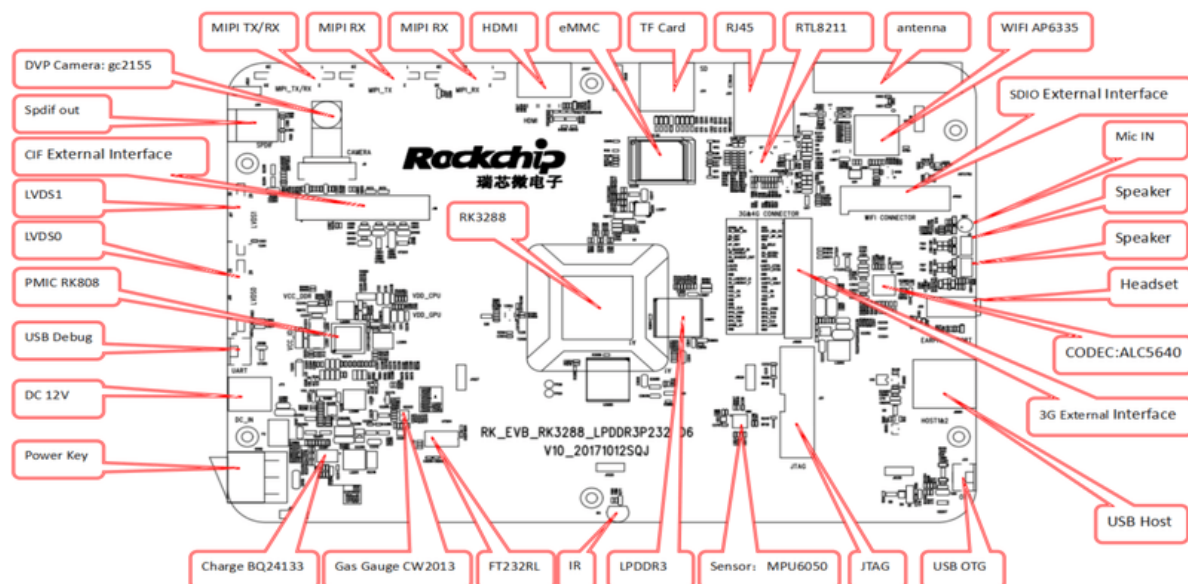
```

或者参考 [setup-locale-python3](#) 编译后生成的 image 在 yocto/build/latest/rootfs.img，默认用户名登录是 root。

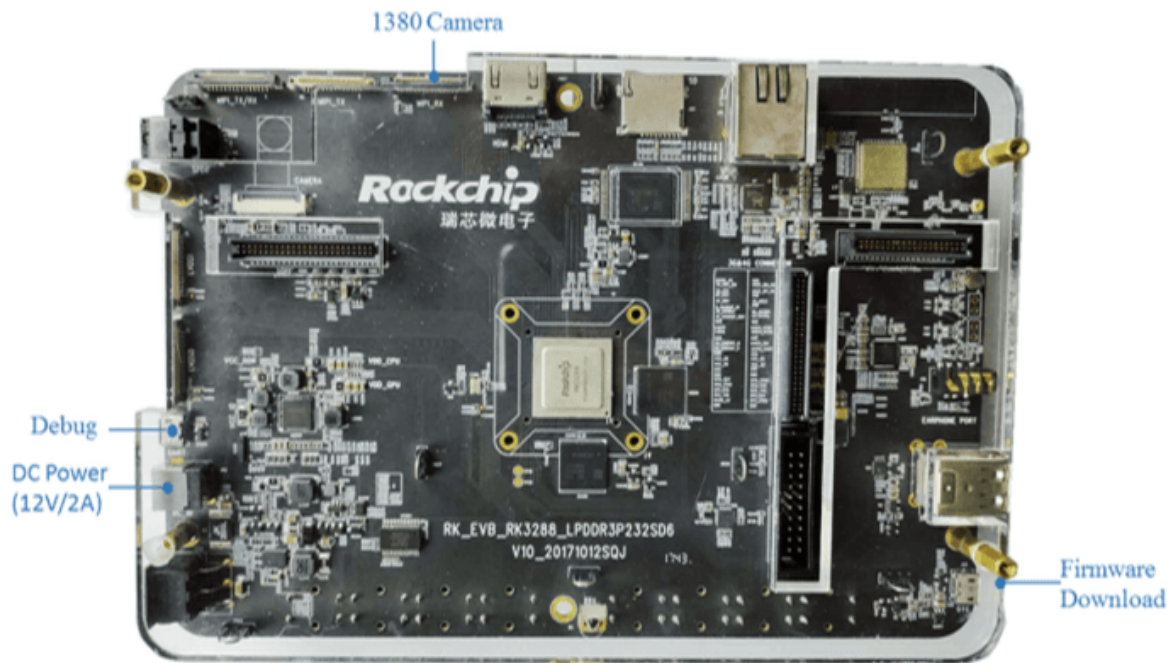
8.5.7 固件的打包

固件生成:

9. 刷机说明



- RK3288 EVB 背面图:

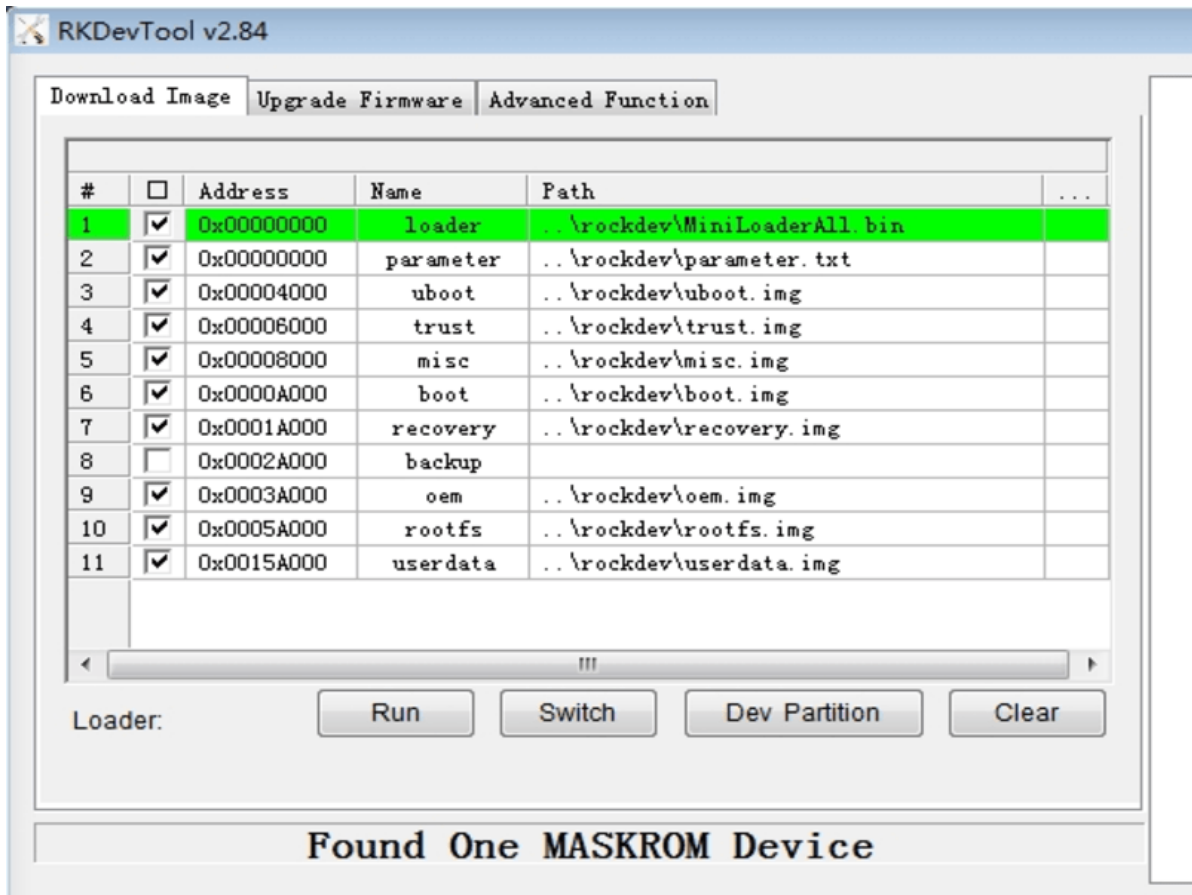


9.1 Windows 刷机说明

SDK 提供 Windows 烧写工具(工具版本需要 V2.84 或以上), 工具位于工程根目录:

```
tools/  
├─ windows/RKDevTool
```

如下图, 编译生成相应的固件后, 设备烧写需要进入 MASKROM 或 BootROM 烧写模式, 连接好 USB 下载线后, 按住按键“MASKROM”不放并按下复位键“RST”后松手, 就能进入 MASKROM 模式, 加载编译生成固件的相应路径后, 点击“执行”进行烧写, 也可以按 “recovery” 按键不放并按下复位键 “RST” 后松手进入 loader 模式进行烧写, 下面是 MASKROM 模式的分区偏移及烧写文件。(注意: Windows PC 需要在管理员权限运行工具才可执行)



注：烧写前，需安装最新 USB 驱动，驱动详见：

<SDK>/tools/windows/DriverAssitant_v5.11.zip

9.2 Linux 刷机说明

Linux 下的烧写工具位于 tools/linux 目录下(Linux_Upgrade_Tool 工具版本需要 V1.65 或以上)，请确认你的板子连接到 MASKROM/loader rockusb。比如编译生成的固件在 rockdev 目录下，升级命令如下：

```
sudo ./upgrade_tool ul rockdev/MiniLoaderAll.bin
sudo ./upgrade_tool di -p rockdev/parameter.txt
sudo ./upgrade_tool di -u rockdev/uboot.img
sudo ./upgrade_tool di -t rockdev/trust.img
sudo ./upgrade_tool di -misc rockdev/misc.img
sudo ./upgrade_tool di -b rockdev/boot.img
sudo ./upgrade_tool di -recovery rockdev/recovery.img
sudo ./upgrade_tool di -oem rockdev/oem.img
sudo ./upgrade_tool di -rootfs rockdev/rootfs.img
sudo ./upgrade_tool di -userdata rockdev/userdata.img
sudo ./upgrade_tool rd
```

或升级打包后的完整固件：

```
sudo ./upgrade_tool uf rockdev/update.img
```

或在根目录，机器在 MASKROM 状态运行如下升级：

```
./rkflash.sh
```

9.3 系统分区说明

默认分区说明 (下面是 RK3288 EVB 分区参考)

Number	Start (sector)	End (sector)	Size	Name
1	16384	24575	4096K	uboot
2	24576	32767	4096K	trust
3	32768	40959	4096K	misc
4	40960	106495	32M	boot
5	106496	303104	32M	recovery
6	172032	237567	32M	bakcup
7	237568	368639	64M	oem
8	368640	12951551	6G	rootfs
9	12951552	15269854	1.1G	userdata

- uboot 分区: 供 uboot 编译出来的 uboot.img。
- trust 分区: 供 uboot 编译出来的 trust.img。
- misc 分区: 供 misc.img, 给 recovery 使用。
- boot 分区: 供 kernel 编译出来的 boot.img。
- recovery 分区: 供 recovery 编译出的 recovery.img。
- backup 分区: 预留, 暂时没有用, 后续跟 Android 一样作为 recovery 的 backup 使用。
- oem 分区: 给厂家使用, 存放厂家的 APP 或数据。挂载在 /oem 目录。
- rootfs 分区: 供 buildroot、debian 编出来的 rootfs.img。
- userdata 分区: 供 APP 临时生成文件或给最终用户使用, 挂载在 /userdata 目录下。

10. RK3288 SDK 固件

- 百度云网盘

[Buildroot](#)

[Debian rootfs](#)

[Yocto rootfs](#)

- 微软 OneDriver

[Buildroot](#)

[Debian rootfs](#)

[Yocto rootfs](#)

11. SSH 公钥操作说明

请根据《Rockchip_User_Guide_SDK_Application_And_Synchronization_CN》文档说明操作，生成 SSH 公钥，发邮件至fae@rock-chips.com，申请开通 SDK 代码。
该文档会在申请开通权限流程中，释放给客户使用。

11.1 多台机器使用相同 SSH 公钥

在不同机器使用，可以将你的 SSH 私钥文件 `id_rsa` 拷贝到要使用的机器的“`~/.ssh/id_rsa`”即可。

在使用错误的私钥会出现如下提示，请注意替换成正确的私钥

```
~/tmp$ git clone git@172.16.10.211:rk292x/mid/4.1.1_r1
Initialized empty Git repository in /home/cody/tmp/4.1.1_r1/.git/
The authenticity of host '172.16.10.211 (172.16.10.211)' can't be established.
RSA key fingerprint is fe:36:dd:30:bb:83:73:e1:0b:df:90:e2:73:e4:61:46.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no)? yes
Warning: Permanently added '172.16.10.211' (RSA) to the list of known hosts.
git@172.16.10.211's password: █
```

添加正确的私钥后，就可以使用 `git` 克隆代码，如下图。

```
~$ cd tmp/
~/tmp$ git clone git@172.16.10.211:rk292x/mid/4.1.1_r1
Initialized empty Git repository in /home/cody/tmp/4.1.1_r1/.git/
The authenticity of host '172.16.10.211 (172.16.10.211)' can't be established.
RSA key fingerprint is fe:36:dd:30:bb:83:73:e1:0b:df:90:e2:73:e4:61:46.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no)? yes
Warning: Permanently added '172.16.10.211' (RSA) to the list of known hosts.
remote: Counting objects: 237923, done.
remote: Compressing objects: 100% (168382/168382), done.
Receiving objects: 9% (21570/237923), 61.52 MiB | 11.14 MiB/s
```

添加 ssh 私钥可能出现如下提示错误。

```
Agent admitted failure to sign using the key
```

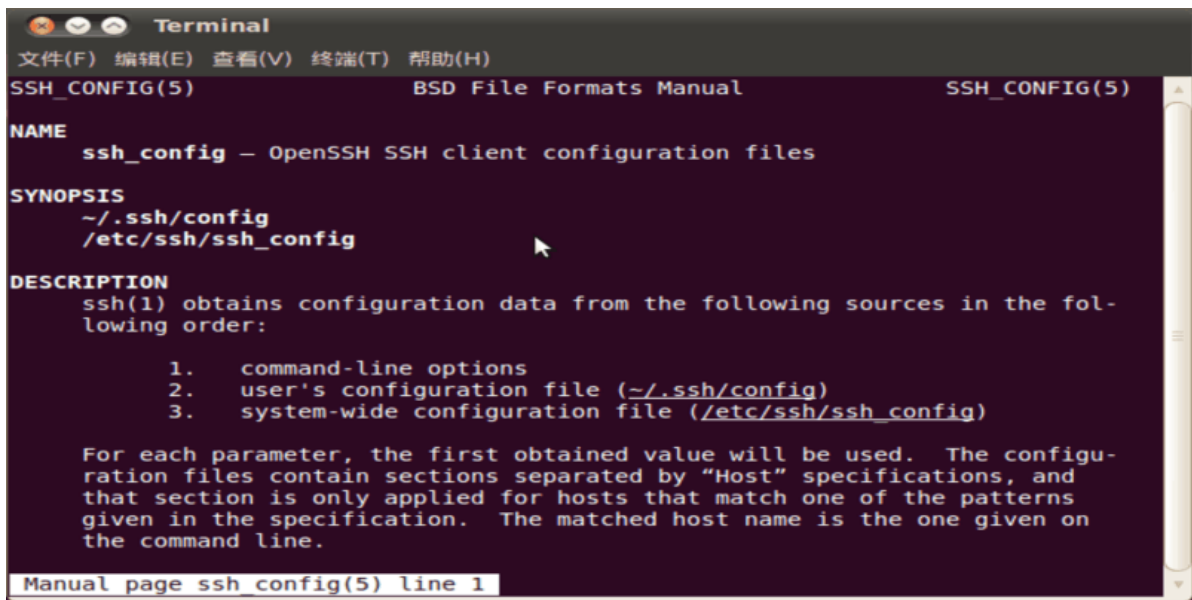
在 console 输入如下命令即可解决。

```
ssh-add ~/.ssh/id_rsa
```

11.2 一台机器切换不同 SSH 公钥

可以参考 `ssh_config` 文档配置 SSH。

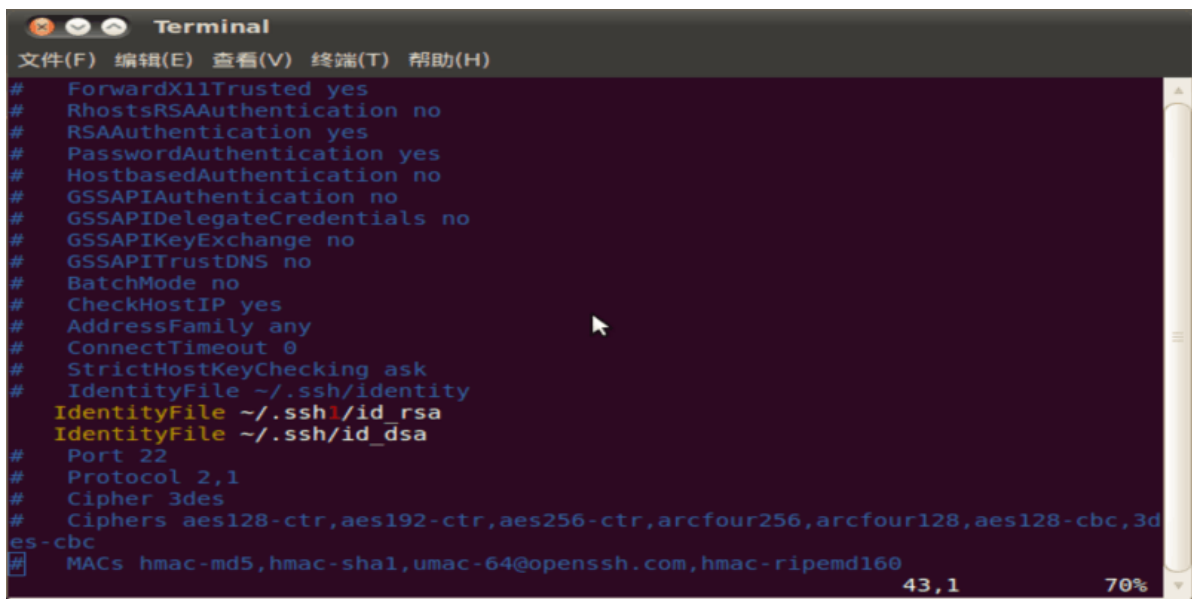
```
~$ man ssh_config
```



通过如下命令，配置当前用户的 SSH 配置。

```
~$ cp /etc/ssh/ssh_config ~/.ssh/config
~$ vi ~/.ssh/config
```

如图，将 SSH 使用另一个目录的文件“~/.ssh1/id_rsa”作为认证私钥。通过这种方法，可以切换不同的密钥。



11.3 密钥权限管理

服务器可以实时监控某个 key 的下载次数、IP 等信息，如果发现异常将禁用相应的 key 的下载权限。

请妥善保管私钥文件。并不要二次授权与第三方使用。

11.4 参考文档

更多详细说明，可参考文

档/docs/Others/Rockchip_User_Guide_SDK_Application_And_Synchronization_CN.pdf。