Rockchip RK3576 Linux SDK 快速入门

文档标识：RK-JC-YF-A20

发布版本：V1.0.0

日期：2024-06-20

文件密级：□绝密 □秘密 □内部资料 ■公开

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

本文主要描述了RK3576 Linux SDK的基本使用方法，旨在帮助开发者快速了解并使用RK3576 SDK开发包。

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	**Uboot**版本	**Kernel**版本	**Buildroot**版本	**Yocto**版本	**Debian**版本
RK3576	2017.9	6.1	2024.02	5.0	12

修订记录

日期	版本	作者	修改说明
2024-04-20	V0.1.0	Caesar Wang	初始版本
2024-06-20	V1.0.0	Caesar Wang	发布版本

目录

1. SDK预编译镜像

使用RK3576 Linux SDK预编译镜像，开发人员可以省去从源代码编译整个操作系统的过程，直接将预编译的镜像刷入RK3576开发板，从而快速启动开发和进行相关评估、对比，可减少因编译问题导致的开发时间和成本浪费。

可从公开地址下载 SDK固件下载点击这里

固件路径：**通用 Linux SDK 固件-> Linux6.1 -> RK3576**

如果需要修改SDK代码或快速入门，请参考下面章节。

2. 开发环境搭建

2.1 准备开发环境

我们推荐使用 Ubuntu 22.04 或更高版本的系统进行编译。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 22.04 或更高版本系统。

2.2 安装库和工具集

使用命令行进行设备开发时，可以通过以下步骤安装编译SDK需要的库和工具。

使用如下apt-get命令安装后续操作所需的库和工具：

```
sudo apt-get update && sudo apt-get install git ssh make gcc libssl-dev \
liblz4-tool expect expect-dev 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 ncurses-dev \
libgucharmap-2-90-dev bzip2 expat gpgv2 cpp-aarch64-linux-gnu libgmp-dev \
libmpc-dev bc python-is-python3 python2
```

> 说明：
> 安装命令适用于Ubuntu22.04，其他版本请根据安装包名称采用对应的安装命令，若编译遇到报错，可以视报错信息，安装对应的软件包。其中：
>
> - python要求安装python 3.6及以上版本，此处以python 3.6为例。
> - make要求安装 make 4.0及以上版本，此处以 make 4.2为例。
> - lz4要求安装 lz4 1.7.3及以上版本。
> - 编译Yocto需要VPN网络。

2.2.1 检查和升级主机的`python`版本

检查和升级主机的`python`版本方法如下：

- 检查主机`python`版本

```
$ python3 --version
Python 3.10.6
```

如果不满足python>=3.6版本的要求， 可通过如下方式升级：

- 升级`python 3.6.15`新版本

```
PYTHON3_VER=3.6.15
echo "wget
https://www.python.org/ftp/python/${PYTHON3_VER}/Python-${PYTHON3_VER}.tgz"
echo "tar xf Python-${PYTHON3_VER}.tgz"
echo "cd Python-${PYTHON3_VER}"
echo "sudo apt-get install libsqlite3-dev"
echo "./configure --enable-optimizations"
echo "sudo make install -j8"
```

2.2.2 检查和升级主机的`make`版本

检查和升级主机的`make`版本方法如下：

- 检查主机`make`版本

```
$ make -v
GNU Make 4.2
Built for x86_64-pc-linux-gnu
```

- 升级`make 4.2`新版本

```
$ sudo apt update && sudo apt install -y autoconf autopoint

git clone https://gitee.com/mirrors/make.git
cd make
git checkout 4.2
git am $BUILDROOT_DIR/package/make/*.patch
autoreconf -f -i
./configure
make make -j8
sudo install -m 0755 make /usr/bin/make
```

2.2.3 检查和升级主机的`lz4`版本

检查和升级主机的`lz4`版本方法如下：

- 检查主机`lz4`版本

```
$ lz4 -v
*** LZ4 command line interface 64-bits v1.9.3, by Yann Collet ***
```

- 升级`lz4`新版本

```
git clone https://gitee.com/mirrors/LZ4_old1.git
cd LZ4_old1

make
sudo make install
sudo install -m 0755 lz4 /usr/bin/lz4
```

3. Docker环境搭建

为帮助开发者快速完成上面复杂的开发环境准备工作，我们也提供了交叉编译器Docker镜像，以便客户可以快速验证，从而缩短编译环境的构建时间。

使用Docker环境前，可参考如下文档进行操作`<SDK>/docs/cn/Linux/Docker/Rockchip_Developer_Guide_Linux_Docker_Deploy_CN.pdf`。

已验证的系统如下：

发行版本	**Docker 版本**	镜像加载	固件编译
ubuntu 22.04	24.0.5	pass	pass
ubuntu 21.10	20.10.12	pass	pass
ubuntu 21.04	20.10.7	pass	pass
ubuntu 18.04	20.10.7	pass	pass
fedora35	20.10.12	pass	NR (not run)

Docker镜像可从网址 Docker镜像 获取。

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/cn/RK3576`目录下获取，并会不断完善更新

4.2 芯片资料

为帮助开发工程师更快上手熟悉 RK3576 的开发调试工作，随 SDK 发布《RK3576_Brief_Datasheet_V1.3-20240315.pdf》和《Rockchip_RK3576_Datasheet_V1.1-20240430.pdf》芯片手册。可在`docs/cn/RK3576/Datasheet`目录下获取，并会不断完善更新。

4.3 Buildroot开发指南

为帮助开发工程师更快上手熟悉Buildroot系统的开发调试，随 SDK 发布《Rockchip_Developer_Guide_Buildroot_CN.pdf》开发指南，可在`docs/cn/Linux/System`目录下获取，并会不断完善更新。

4.4 Debian开发指南

为帮助开发工程师更快上手熟悉Debian系统的开发调试，随 SDK 发布《Rockchip_Developer_Guide_Debian_CN.pdf》开发指南，可在`docs/cn/Linux/System`下获取，并会不断完善更新。

4.5 第三方OS移植

为帮助开发工程师更快上手熟悉第三方OS的移植适配，随 SDK 发布《Rockchip_Developer_Guide_Third_Party_System_Adaptation_CN.pdf》开发向导，可在`docs/cn/Linux/System`目录下获取，并会不断完善更新。

4.6 RKNPU开发指南

SDK提供了RKNPU相关开发工具，具体如下：

RKNN-TOOLKIT2 ：

RKNN-Toolkit2是在PC上进行RKNN模型生成及评估的开发套件：

开发套件在`external/rknn-toolkit2`目录下，主要用来实现模型转换、优化、量化、推理、性能评估和精度分析等一系列功能。

基本功能如下：

功能	说明
模型转换	支持Pytorch / TensorFlow / TFLite / ONNX / Caffe / Darknet的浮点模型 支持Pytorch / TensorFlow / TFLite的量化感知模型（QAT） 支持动态输入模型（动态化/原生动态） 支持大模型
模型优化	常量折叠/ OP矫正/ OP Fuse&Convert / 权重稀疏化/ 模型剪枝
模型量化	支持量化类型：非对称i8/ fp16 支持Layer / Channel量化方式；Normal / KL/ MMSE量化算法 支持混合量化以平衡性能和精度
模型推理	支持在PC上通过模拟器进行模型推理 支持将模型传到NPU硬件平台上完成模型推理（连板推理） 支持批量推理，支持多输入模型
模型评估	支持模型在NPU硬件平台上的性能和内存评估
精度分析	支持量化精度分析功能（模拟器/ NPU）
附加功能	支持版本/设备查询功能等

具体使用说明请参考当前 `doc/` 的目录文档：

```
├── 01_Rockchip_RKNPU_Quick_Start_RKNN_SDK_V2.0.0beta0_CN.pdf
├── 01_Rockchip_RKNPU_Quick_Start_RKNN_SDK_V2.0.0beta0_EN.pdf
...
├── RKNNToolKit2_API_Difference_With_Toolkit1-V2.0.0beta0.md
└── RKNNToolKit2_OP_Support-v2.0.0-beta0.md
```

RKNN API：

RKNN API的开发说明在工程目录 `external/rknpu2` 下，用于推理RKNN-Toolkit2生成的rknn模型。
具体使用说明请参考当前 `doc/` 的目录文档：

```
...
├── 02_Rockchip_RKNPU_User_Guide_RKNN_SDK_V2.0.0beta0_CN.pdf
├── 02_Rockchip_RKNPU_User_Guide_RKNN_SDK_V2.0.0beta0_EN.pdf
├── 03_Rockchip_RKNPU_API_Reference_RKNN_Toolkit2_V2.0.0beta0_CN.pdf
├── 03_Rockchip_RKNPU_API_Reference_RKNN_Toolkit2_V2.0.0beta0_EN.pdf
├── 04_Rockchip_RKNPU_API_Reference_RKNNRT_V2.0.0beta0_CN.pdf
├── 04_Rockchip_RKNPU_API_Reference_RKNNRT_V2.0.0beta0_EN.pdf
```

4.7 DPDK开发指南

为帮助开发工程师更快上手熟悉 RK3576 DPDK的开发调试，随 SDK 发布
《Rockchip_Developer_Guide_Linux_DPDK_CN.pdf》和
《Rockchip_Developer_Guide_Linux_GMAC_DPDK_CN.pdf》
开发向导，分别可在`<SDK>/external/dpdk/rk_docs`目录下获取，并会不断完善更新。

4.8 实时性Linux开发说明

随着产品对实时性能要求的提高，标准Linux的实时性已经满足不了很多产品的需求，需要对标准Linux进行一定的优化，来提高实时性能，比如：PREEMPT_RT，Xenomai实时系统。

下面是进行是基于RK3576 Buildroot上分别基于PREEMPT_RT，Xenomai进行压力测试的延迟情况， 具体如下：

压力测试：

stress-ng -c8 --io 8 --cpu-load 100 -vm 4 --vm-bytes 512M --timeout 10000000s

- PREEMPT_RT

```
root@rk3576-buildroot:/# cyclictest -c0 -m -t -p99 -D8H
# /dev/cpu_dma_latency set to 0us
policy: fifo: loadavg: 24.41 23.87 23.55 17/341 2533
T: 0 ( 1425) P:99 I:1000 C:28799993 Min:      3 Act:    6 Avg:    9 Max:      44
T: 1 ( 1426) P:99 I:1500 C:19199994 Min:      3 Act:    7 Avg:    9 Max:      36
T: 2 ( 1427) P:99 I:2000 C:14399992 Min:      3 Act:    7 Avg:    8 Max:      35
T: 3 ( 1428) P:99 I:2500 C:11519992 Min:      3 Act:   11 Avg:   10 Max:      39
T: 4 ( 1429) P:99 I:3000 C:9599985 Min:      2 Act:   10 Avg:    8 Max:      41
T: 5 ( 1430) P:99 I:3500 C:8228558 Min:      2 Act:   12 Avg:    7 Max:      35
T: 6 ( 1431) P:99 I:4000 C:7199986 Min:      2 Act:    8 Avg:    9 Max:      48
T: 7 ( 1432) P:99 I:4500 C:6399988 Min:      2 Act:    6 Avg:    7 Max:      38
（测试8小时）
```

- Xenomai Cobalt Mode

```
root@rk3576:/# ./usr/demo/cyclictest -c0 -m -n -t -p99 -D 2H
# /dev/cpu_dma_latency set to 0us
policy: fifo: loadavg: 21.61 21.60 21.64 20/241 1759

T: 0 ( 1653) P:99 I:1000 C:7199993 Min:      2 Act:    7 Avg:    7 Max:      43
T: 1 ( 1654) P:99 I:1500 C:4799991 Min:      2 Act:   11 Avg:    6 Max:      40
T: 2 ( 1655) P:99 I:2000 C:3599991 Min:      2 Act:    5 Avg:    6 Max:      43
T: 3 ( 1656) P:99 I:2500 C:2879986 Min:      2 Act:   16 Avg:    6 Max:      39
T: 4 ( 1657) P:99 I:3000 C:2399988 Min:      2 Act:    7 Avg:    7 Max:      42
T: 5 ( 1658) P:99 I:3500 C:2057132 Min:      2 Act:   12 Avg:    6 Max:      45
T: 6 ( 1659) P:99 I:4000 C:1799991 Min:      2 Act:    7 Avg:    8 Max:      44
T: 7 ( 1660) P:99 I:4500 C:1599991 Min:      2 Act:   16 Avg:    8 Max:      47
（测试2小时）
```

详情请参考 `docs/Patches/Real-Time-Performance/` 开发补丁包和说明。

4.9 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 rk3576_linux6.1_release.xml
# 例如:打印的版本号为v0.1.0，更新时间为20240420
# <SDK>/.repo/manifests/release/rk3576_linux_beta_v0.1.0_20240420.xml
```

- 软件发布版本升级更新内容通过工程文本可以查看，参考工程目录：

```
<SDK>/.repo/manifests/RK3576_Linux6.1_SDK_Note.md
或者
<SDK>/docs/cn/RK3576/RK3576_Linux6.1_SDK_Note.md
```

- 板端可通过如下方式获取版本信息

```
buildroot:/# cat /etc/os-release
NAME=Buildroot
VERSION=linux-6.1-stan-rkr2
ID=buildroot
VERSION_ID=2024.02
PRETTY_NAME="Buildroot 2024.02"
OS="buildroot"
RK_BUILD_INFO="xxx Thu Apr 18 17:59:46 CST 2024 - rockchip_rk3576"
```

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：

RK3576 硬件设计指南：

```
<SDK>/docs/cn/RK3576/Hardware/
├── RK3576_Hardware_Design_Guide_V1.0_20240415_CN.pdf
```

RK3576 EVB 硬件用户指南：

```
<SDK>/docs/cn/RK3576/Hardware/
└── Rockchip_RK3576_EVB1_User_Guide_V1.0_CN.pdf
```

6. SDK 工程目录介绍

SDK 工程目录包含有 buildroot、debian、yocto、app、kernel、u-boot、device、docs、external、prebuilts 等目录。采用manifest来管理仓库，用repo工具来管理每个目录或其子目录会对应的 git 工程。

- app：存放上层应用 APP，主要是一些应用Demo。
- buildroot：基于 Buildroot（2024）开发的根文件系统。
- debian：基于 Debian bookworm(12) 开发的根文件系统。
- device/rockchip：存放芯片板级配置以及SDK编译和打包固件的脚本和文件等。
- docs：存放通用开发指导文档、芯片平台相关文档、Linux 系统开发相关文档、其他参考文档等。
- external：存放第三方相关仓库，包括显示、音视频、摄像头、网络、安全等。
- kernel：存放 Kernel 开发的代码。
- output：存放每次生成的固件信息、编译信息、XML、主机环境等。
- prebuilts：存放交叉编译工具链。
- rkbin：存放 Rockchip 相关二进制和工具。
- rockdev：存放编译输出固件,实际软链接到`output/firmware`。

- 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 5.0开发的根文件系统。

7. SDK交叉编译工具链介绍

鉴于Rockchip Linux SDK目前只在Linux PC环境下编译，我们也仅提供了Linux下的交叉编译工具链。prebuilt目录下的预置的工具链是给U-Boot和Kernel使用。具体Rootfs需要用各自对应的工具链，或者使用第三方工具链进行编译。

7.1 U-Boot 及Kernel编译工具链

SDK prebuilts目录预置交叉编译目前用于U-Boot 及Kernel编译，如下：

目录	说明
prebuilts/gcc/linux-x86/aarch64/gcc-arm-10.3-2021.07-x86_64-aarch64-none-linux-gnu	gcc arm 10.3.1 64位工具链
prebuilts/gcc/linux-x86/arm/gcc-arm-10.3-2021.07-x86_64-arm-none-linux-gnueabihf	gcc arm 10.3.1 32位工具链

可从以下地址下载工具链：

点击这里

7.2 Buildroot工具链

7.2.1 配置编译环境

若需要编译单个模块或者第三方应用，需交叉编译环境进行配置。比如RK3576其交叉编译工具位于`buildroot/output/rockchip_rk3576/host/usr`目录下，需要将工具的bin/目录和`aarch64-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：

```
source buildroot/envsetup.sh rockchip_rk3576
```

输入命令查看：

```
cd buildroot/output/rockchip_rk3576/host/usr/bin
./aarch64-linux-gcc --version
```

此时会打印如下信息：

```
aarch64-linux-gcc.br_real (Buildroot -gc307c95550) 12.3.0
```

7.2.2 打包工具链

Buildroot 支持将内置工具链打包为压缩包，以供第三方应用单独编译使用。有关如何打包工具链的详细信息，请参阅 Buildroot 官方文档：

```
buildroot/docs/manual/using-buildroot-toolchain.txt
```

在 SDK 中，可以直接运行以下命令来生成工具链包：

```
./build.sh bmake:sdk
```

生成的工具链包位于 `buildroot/output/*/images/` 目录，名为 `aarch64-buildroot-linux-gnu_sdk-buildroot.tar.gz`，供有需求的用户使用。解压后，`gcc` 的路径将是：

```
./aarch64-buildroot-linux-gnu_sdk-buildroot/bin/aarch64-buildroot-linux-gnu-gcc
```

7.3 Debian工具链

使用docker机器端，gcc或者`dpkg-buildpackage`进行相关编译。

7.4 Yocto工具链

参考如下:

```
https://wiki.yoctoproject.org/wiki/Building_your_own_recipes_from_first_principles#Adding_new_recipes_to_the_build_system
https://docs.yoctoproject.org/dev/dev-manual/new-recipe.html
```

8. SDK编译说明

SDK可通过`make`或`./build.sh` 加目标参数进行相关功能的配置和编译。
具体参考`device/rockchip/common/README.md`编译说明。

为了确保SDK每次更新都能顺利进行，建议在更新前清理之前的编译产物。这样做可以避免潜在的兼容性问题或编译错误，因为旧的编译产物可能不适用于新版本的SDK。要清理这些编译产物，可以直接运行命令 `./build.sh cleanall`。

一键编译

芯片	类型	参考机型	一键编译	rootfs编译	kernel编译	uboot编译
RK3576	开发板	RK3576 EVB1	./build.sh lunch:rockchip_rk3576_evb1_v10_defconfig && ./build.sh	./build.sh rootfs	make ARCH=arm64 rockchip_linux_defconfig rk3576.config; make ARCH=arm64 rk3576-evb1-v10-linux.img -j24	./make.sh rk3576 --spl-new
RK3576	工业板	RK3576 INDUSTRY	./build.sh lunch:rockchip_rk3576_industry_evb_v10_defconfig rk3576.config && ./build.sh	./build.sh rootfs	make ARCH=arm64 rockchip_linux_defconfig rk3576.config; make ARCH=arm64 rk3576-evb1-v10-linux.img -j24	./make.sh rk3576 --spl-new
RK3576	IO测试板	RK3576 IOTEST	./build.sh lunch:rockchip_rk3576_iotest_v10_defconfig rk3576.config && ./build.sh	./build.sh rootfs	make ARCH=arm64 rockchip_linux_defconfig rk3576.config; make ARCH=arm64 rk3576-iotest-v10-linux.img -j24	./make.sh rk3576 --spl-new
RK3576	单目IPC	RK3576 EVB1	./build.sh lunch:rockchip_rk3576_ipc_evb1_v10_defconfig rk3576.config && ./build.sh	./build.sh rootfs	make ARCH=arm64 rockchip_linux_defconfig rk3576.config; make ARCH=arm64 rk3576-evb1-v10-linux.img -j24	./make.sh rk3576 --spl-new
RK3576	多目IPC	RK3576 EVB1	./build.sh lunch:rockchip_rk3576_multi_ipc_evb1_v10_defconfig rk3576.config && ./build.sh	./build.sh rootfs	make ARCH=arm64 rockchip_linux_defconfig rk3576.config; make ARCH=arm64 rk3576-evb1-v10-ipc-4x-linux.img -j24	./make.sh rk3576 --spl-new
RK3576	测试板1	RK3576 TEST1	./build.sh lunch:rockchip_rk3576_test1_v10_defconfig rk3576.config && ./build.sh	./build.sh rootfs	make ARCH=arm64 rockchip_linux_defconfig rk3576.config; make ARCH=arm64 rk3576-test1-v10-linux.img -j24	./make.sh rk3576 --spl-new
RK3576	测试板2	RK3576 TEST2	./build.sh lunch:rockchip_rk3576_test2_v10_defconfig rk3576.config && ./build.sh	./build.sh rootfs	make ARCH=arm64 rockchip_linux_defconfig rk3576.config; make ARCH=arm64 rk3576-test2-v10-linux.img -j24	./make.sh rk3576 --spl-new
RK3576	车载EVB板	RK3576 VEHICLE EVB	./build.sh lunch:rockchip_rk3576_vehicle_evb_v10_defconfig rk3576.config rk3576_vehicle.config && ./build.sh	./build.sh rootfs	make ARCH=arm64 rockchip_linux_defconfig rk3576.config; make ARCH=arm64 rk3576-vehicle-evb-v10-linux.img -j24	./make.sh rk3576 --spl-new

> 注意：
>
> - **Rootfs编译：**
>   默认是编译Buildroot系统，如果需要其他系统，设置相应的环境变量即可。比如
>   编译buildroot系统: RK_ROOTFS_SYSTEM=buildroot ./build.sh
>   编译debian系统: RK_ROOTFS_SYSTEM=debian ./build.sh
>   编译yocto系统: RK_ROOTFS_SYSTEM=yocto ./build.sh
> - **Kernel、U-boot编译：**其中需要制指定工具链.
> - 比如SDK内置32位工具链：
>   export CROSS_COMPILE=../prebuilts/gcc/linux-x86/arm/gcc-arm-10.3-2021.07-x86_64-arm-none-linux-gnueabihf/bin/arm-none-linux-gnueabihf-
> - 比如SDK内置64位工具链：
>   export CROSS_COMPILE=../prebuilts/gcc/linux-x86/aarch64/gcc-arm-10.3-2021.07-x86_64-aarch64-none-linux-gnu/bin/aarch64-none-linux-gnu-

8.1 SDK编译命令查看

`make help`，例如：

```
$ make help
  menuconfig              - interactive curses-based configurator
  oldconfig               - resolve any unresolved symbols in .config
  syncconfig              - Same as oldconfig, but quietly, additionally update
deps
  olddefconfig            - Same as syncconfig but sets new symbols to their
default value
  savedefconfig           - Save current config to RK_DEFCONFIG (minimal config)
  ...
```

make实际运行是`./build.sh`

即也可运行`./build.sh <target>`来编译相关功能，具体可通过`./build.sh help`查看具体编译命令。

```
./build.sh -h

############### Rockchip Linux SDK ###############

Manifest: rk3576_linux6.1_release_20240620_v1.0.0.xml

Log colors: message notice warning error fatal

sage: build.sh [OPTIONS]
Available options:
chip[:<chip>[:<config>]]            choose chip
defconfig[:<config>]                choose defconfig
 *_defconfig                        switch to specified defconfig
    available defconfigs:
    rockchip_defconfig
    rockchip_rk3576_evb1_v10_defconfig
    rockchip_rk3576_industry_evb_v10_defconfig
    rockchip_rk3576_iotest_v10_defconfig
    rockchip_rk3576_ipc_evb1_v10_defconfig
    rockchip_rk3576_multi_ipc_evb1_v10_defconfig
    rockchip_rk3576_test1_v10_defconfig
    rockchip_rk3576_test2_v10_defconfig
    rockchip_rk3576_vehicle_evb_v10_defconfig
 olddefconfig                       resolve any unresolved symbols in .config
 savedefconfig                      save current config to defconfig
 menuconfig                         interactive curses-based configurator
config                              modify SDK defconfig
print-parts                         print partitions
list-parts                          alias of print-parts
mod-parts                           interactive partition table modify
edit-parts                          edit raw partitions
new-parts:<offset>:<name>:<size>... re-create partitions
insert-part:<idx>:<name>[:<size>]   insert partition
del-part:(<idx>|<name>)             delete partition
move-part:(<idx>|<name>):<idx>      move partition
rename-part:(<idx>|<name>):<name>   rename partition
resize-part:(<idx>|<name>):<size>   resize partition
```

```
misc                                pack misc image
kernel-6.1[:dry-run]                build kernel 6.1
kernel[:dry-run]                    build kernel
recovery-kernel[:dry-run]           build kernel for recovery
modules[:dry-run]                   build kernel modules
linux-headers[:dry-run]             build linux-headers
kernel-config[:dry-run]             modify kernel defconfig
kconfig[:dry-run]                   alias of kernel-config
kernel-make[:<arg1>:<arg2>]         run kernel make
kmake[:<arg1>:<arg2>]               alias of kernel-make
wifibt[:<dst dir>[:<chip>]]         build Wifi/BT
amp                                 build and pack amp system
buildroot-config[:<config>]         modify buildroot defconfig
bconfig[:<config>]                  alias of buildroot-config
buildroot-make[:<arg1>:<arg2>]      run buildroot make
bmake[:<arg1>:<arg2>]               alias of buildroot-make
rootfs[:<rootfs type>]              build default rootfs
buildroot                           build buildroot rootfs
yocto                               build yocto rootfs
debian                              build debian rootfs
recovery                            build recovery
security-createkeys                 create keys for security
security-misc                       build misc with system encryption key
security-ramboot                    build security ramboot
security-system                     build security system
loader[:dry-run]                    build loader (u-boot)
uboot[:dry-run]                     build u-boot
u-boot[:dry-run]                    alias of uboot
uefi[:dry-run]                      build uefi
extra-parts                         pack extra partition images
firmware                            pack and check firmwares
edit-package-file                   edit package-file
edit-ota-package-file               edit package-file for OTA
updateimg                           build update image
ota-updateimg                       build update image for OTA
all                                 build images
release                             release images and build info
all-release                         build and release images
shell                               setup a shell for developing
cleanall                            cleanup
clean[:module[:module]]...          cleanup modules
    available modules:
    all
    amp
    config
    extra-parts
    firmware
    kernel
    loader
    misc
    recovery
    rootfs
    security
    updateimg
post-rootfs <rootfs dir>            trigger post-rootfs hook scripts
help                                usage

Default option is 'all'.
```

8.2 SDK板级配置

进入工程`<SDK>/device/rockchip/rk3576`目录：

板级配置	说明
rockchip_defconfig	默认配置, 具体会软链接到RK3576 EVB1开发板配置
rockchip_rk3576_evb1_v10_defconfig	适用于RK3576 EVB1 AIOT板子配置
rockchip_rk3576_industry_evb_v10_defconfig	适用于RK3576 EVB1工业板子配置
rockchip_rk3576_iotest_v10_defconfig	适用于RK3576 IOTEST测试板
rockchip_rk3576_ipc_evb1_v10_defconfig	适用于RK3576 单目IPC EVB1开发板
rockchip_rk3576_multi_ipc_evb1_v10_defconfig	适用于RK3576 多目IPC EVB1开发板
rockchip_rk3576_test1_v10_defconfig	适用于RK3576 TEST1测试板
rockchip_rk3576_test2_v10_defconfig	适用于RK3576 TEST2测试板
rockchip_rk3576_vehicle_evb_v10_defconfig	适用于RK3576 车载EVB开发板

可通过`make lunch`或者`./build.sh lunch`进行配置

```
$ ./build.sh lunch

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

1. rockchip_defconfig
2. rockchip_rk3576_evb1_v10_defconfig
3. rockchip_rk3576_industry_evb_v10_defconfig
4. rockchip_rk3576_iotest_v10_defconfig
5. rockchip_rk3576_ipc_evb1_v10_defconfig
6. rockchip_rk3576_multi_ipc_evb1_v10_defconfig
7. rockchip_rk3576_test1_v10_defconfig
8. rockchip_rk3576_test2_v10_defconfig
9. rockchip_rk3576_vehicle_evb_v10_defconfig
Which would you like? [1]:
```

> 大部分客户拿到都是EVB1板子，适用通用的AIOT应用场景。

其他功能的配置可通过`make menuconfig`来配置相关属性。

8.3 SDK定制化配置

SDK可通过`make menuconfig`进行相关配置，目前可配组件主要如下:

```
(rockchip_rk3576_evb1_v10_defconfig) Name of defconfig to save
[*] Rootfs (Buildroot|Debian|Yocto)  --->
[*] Loader (U-Boot)  --->
[ ] AMP (Asymmetric Multi-Processing System)
[*] Kernel (Embedded in an Android-style boot image)  --->
    Boot (Android-style boot image)  --->
[*] Recovery (based on Buildroot)  --->
    *** Security feature depends on buildroot rootfs ***
    Extra partitions (oem, userdata, etc.)  --->
    Firmware (partition table, misc image, etc.)  --->
[*] Update (Rockchip update image)  --->
    Others configurations  --->
```

- Rootfs: 这里的Rootfs代表“根文件系统”，在这里可选择Buildroot、Yocto、Debian等不同的根文件系统配置。
- Loader (u-boot): 这是引导加载器的配置，通常是u-boot，用于初始化硬件并加载主操作系统。
- AMP: 多核异构启动方案，适用于需要实时性能的应用场景。
- Kernel: 这里配置内核选项，定制适合自己的硬件和应用需求的Linux内核。
- Boot: 这里配置Boot分区支持格式。
- Recovery (based on buildroot): 这是基于buildroot的recovery环境的配置，用于系统恢复和升级。
- PCBA test (based on buildroot): 这是一个基于buildroot的PCBA（印刷电路板组装）测试环境的配置。
- Security: 安全功能开启， 包含Secureboot开启方式、Optee存储方式、烧写Key等。
- Extra partitions: 用于配置额外的分区。
- Firmware: 在这里配置固件相关选项。
- Update (Rockchip update image): 用于配置Rockchip完整固件的选项。
- Others configurations: 其他额外的配置选项。

通过`make menuconfig`配置界面提供了一个基于文本的用户界面来选择和配置各种选项。
配置完成后，使用`make savedefconfig`命令保存这些配置，这样定制化编译就会根据这些设置来进行。

通过以上config，可选择不同Rootfs/Loader/Kernel等配置，进行各种定制化编译，这样就可以灵活地选择和配置系统组件以满足特定的需求。

8.4 全自动编译

为了确保软件开发套件（SDK）的每次更新都能顺利进行，建议在更新前清理之前的编译产物。这样做可以避免潜在的兼容性问题或编译错误，因为旧的编译产物可能不适用于新版本的SDK。要清理这些编译产物，可以直接运行命令 ./build.sh cleanall。

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`./build.sh ./mkfirmware.sh 进行固件打包

./build.sh     # 编译模块代码（u-Boot，kernel，Rootfs，Recovery）
               # 打包成update.img完整升级包
               # 所有编译信息复制和生成到out目录下
```

默认是 Buildroot，可以通过设置坏境变量 `RK_ROOTFS_SYSTEM` 指定不同 rootfs。`RK_ROOTFS_SYSTEM`目前可设定三种系统：buildroot、debian、 yocto 。

比如需要 debain 可以通过以下命令进行生成：

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

8.5 各模块编译

8.5.1 U-Boot编译

```
./build.sh uboot
```

8.5.2 Kernel编译

- 方法一

```
./build.sh kernel
```

- 方法二

```
cd kernel
export CROSS_COMPILE=../prebuilts/gcc/linux-x86/aarch64/gcc-arm-10.3-2021.07-
x86_64-aarch64-none-linux-gnu/bin/aarch64-none-linux-gnu-
make ARCH=arm64 rockchip_linux_defconfig rk3576.config
make ARCH=arm64 rk3576-evb1-v10-linux.img -j4

注意：`rk3576-evb1-v10-linux`可替换具体的硬件dts
```

- 方法三

```
cd kernel
export CROSS_COMPILE=aarch64-linux-gnu-
make ARCH=arm64 rockchip_linux_defconfig rk3576.config
make ARCH=arm64 rk3576-evb1-v10-linux.img -j4

注意：`rk3576-evb1-v10-linux`可替换具体的硬件dts
```

8.5.3 Recovery编译

进入工程根目录执行以下命令自动完成 Recovery 的编译及打包。

```
<SDK># ./build.sh recovery
```

编译后在 Buildroot 目录 `output/rockchip_rk3576_recovery/images` 生成 recovery.img。

> 注： recovery.img 是包含内核，所以每次 Kernel 更改，Recovery 是需要重新打包生成。Recovery重新打包的方法如下：

```
<SDK># source buildroot/envsetup.sh
<SDK># cd buildroot
<SDK># make recovery-reconfigure
<SDK># cd -
<SDK># ./build.sh 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_rk3576/images`下生成不同格式的镜像, 默认使用rootfs.ext4格式。

具体可参考Buildroot开发文档参考：

`<SDK>/docs/cn/Linux/System/Rockchip_Developer_Guide_Buildroot_CN.pdf`

8.5.4.1 Buildroot模块编译

可通过 `source buildroot/envsetup.sh` 来设置不同芯片和目标功能的配置

```
$ source buildroot/envsetup.sh
Top of tree: rk3576

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

65. rockchip_rk3576
66. rockchip_rk3576_recovery
...

Which would you like? [1]:
```

默认选择66 , `rockchip_rk3576` 。然后进入RK3576的Buildroot目录，开始相关模块的编译。

其中`rockchip_rk3576_recovery`是用来编译Recovery模块。

比如编译 rockchip-test 模块，常用相关编译命令如下：

进入 buildroot目录

```
<SDK># cd buildroot
```

- 删除并重新编译 rockchip-test

```
buildroot# make rockchip-test-recreate
```

- 重编 rockchip-test

```
buildroot# make rockchip-test-rebuild
```

- 删除 rockchip-test

```
buildroot# make rockchip-test-dirclean
或者
buildroot# rm -rf output/rockchip_rk3576/build/rockchip-test-master/
```

8.5.5 Debian编译

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

编译后在 debian 目录下生成 linaro-rootfs.img。

> 说明：需要预先安装相关依赖包
> sudo apt-get install binfmt-support qemu-user-static live-build
> sudo dpkg -i ubuntu-build-service/packages/*
> sudo apt-get install -f

具体可参考Debian开发文档参考：

`<SDK>/docs/cn/Linux/System/Rockchip_Developer_Guide_Debian_CN.pdf`

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：

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

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

默认用户名登录是 root。Yocto 更多信息请参考 Rockchip Wiki。

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

- 如果遇到git权限问题，导致编译出错。

由于git新版本增加了CVE-2022-39253安全检测补丁，而如果旧版本的Yocto就需要poky包含如下才可修复：

```
commit ac3eb2418aa91e85c39560913c1ddfd2134555ba
Author: Robert Yang <liezhi.yang@windriver.com>
Date:   Fri Mar 24 00:09:02 2023 -0700

    bitbake: fetch/git: Fix local clone url to make it work with repo

    The "git clone /path/to/git/objects_symlink" couldn't work after the
following
    change:

    https://github.com/git/git/commit/6f054f9fb3a501c35b55c65e547a244f14c38d56
```

或者通过回退PC的git版本到V2.38或早期版本也行， 比如下：

```
$ sudo apt update && sudo apt install -y libcurl4-gnutls-dev

git clone https://gitee.com/mirrors/git.git --depth 1 -b v2.38.0
cd git
make git -j8
make install
sudo install -m 0755 git /usr/bin/git
```

8.6 固件的打包

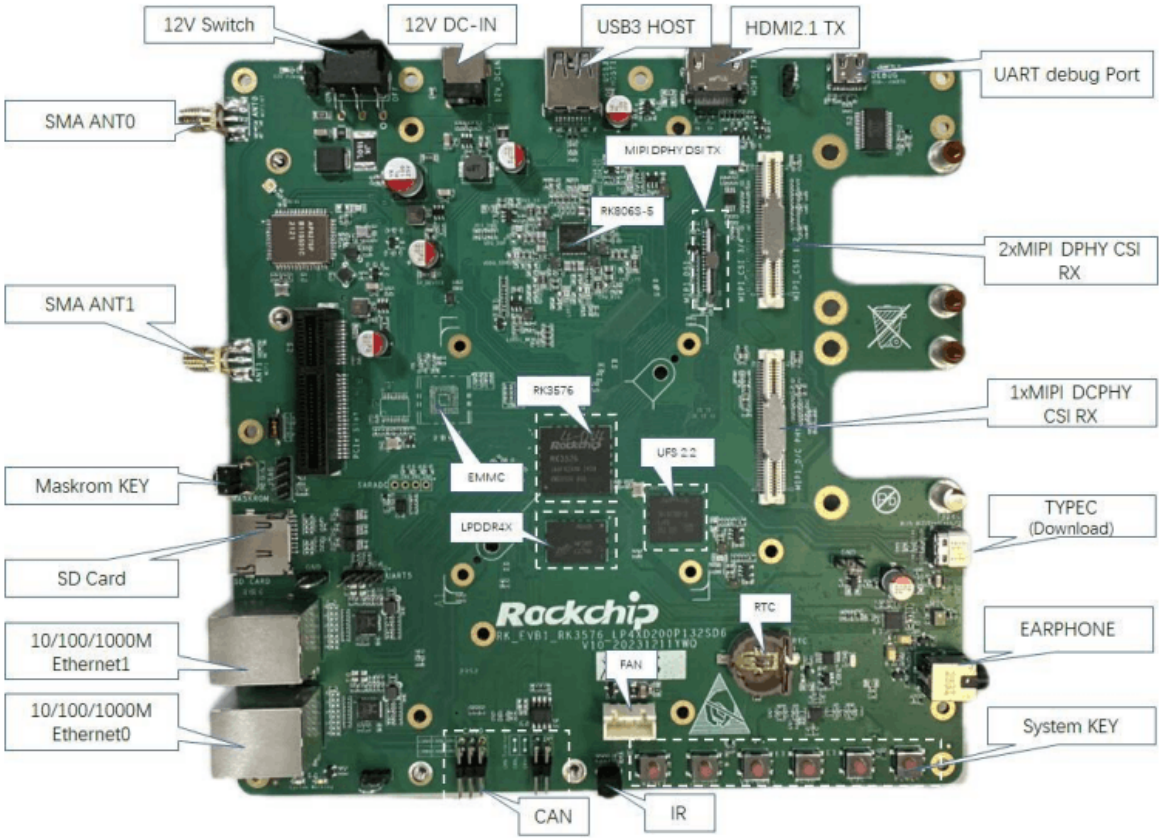
上面 Kernel/U-Boot/Recovery/Rootfs 各个部分的编译后，进入工程目录根目录执行以下命令自动完成所有固件打包到`output/firmware`目录下：

固件生成:

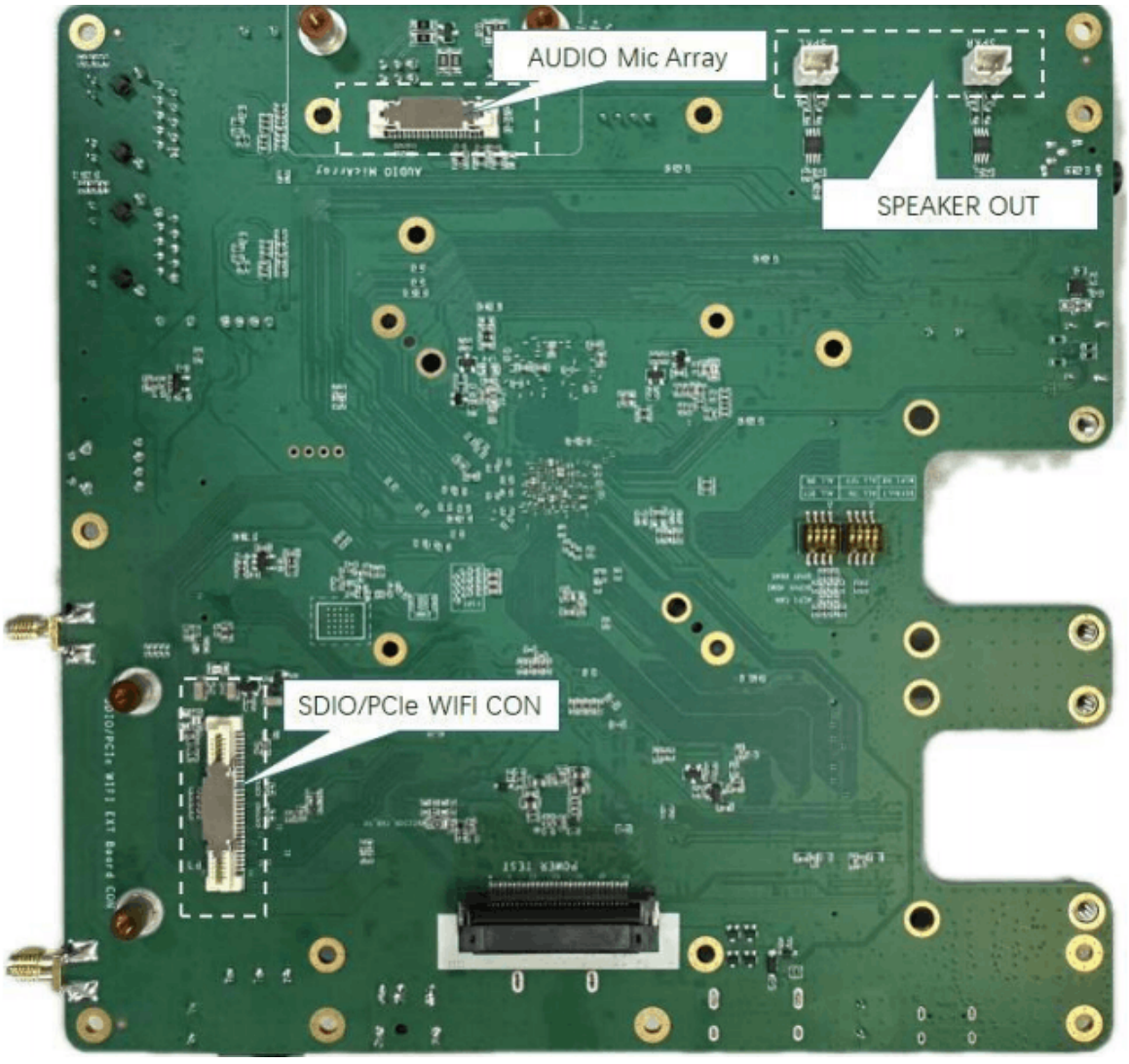
```
./build.sh firmware
```

9. 刷机说明

RK3576 EVB 1开发板正面接口分布图如下：



RK3576 EVB1 开发板背面接口分布图如下：

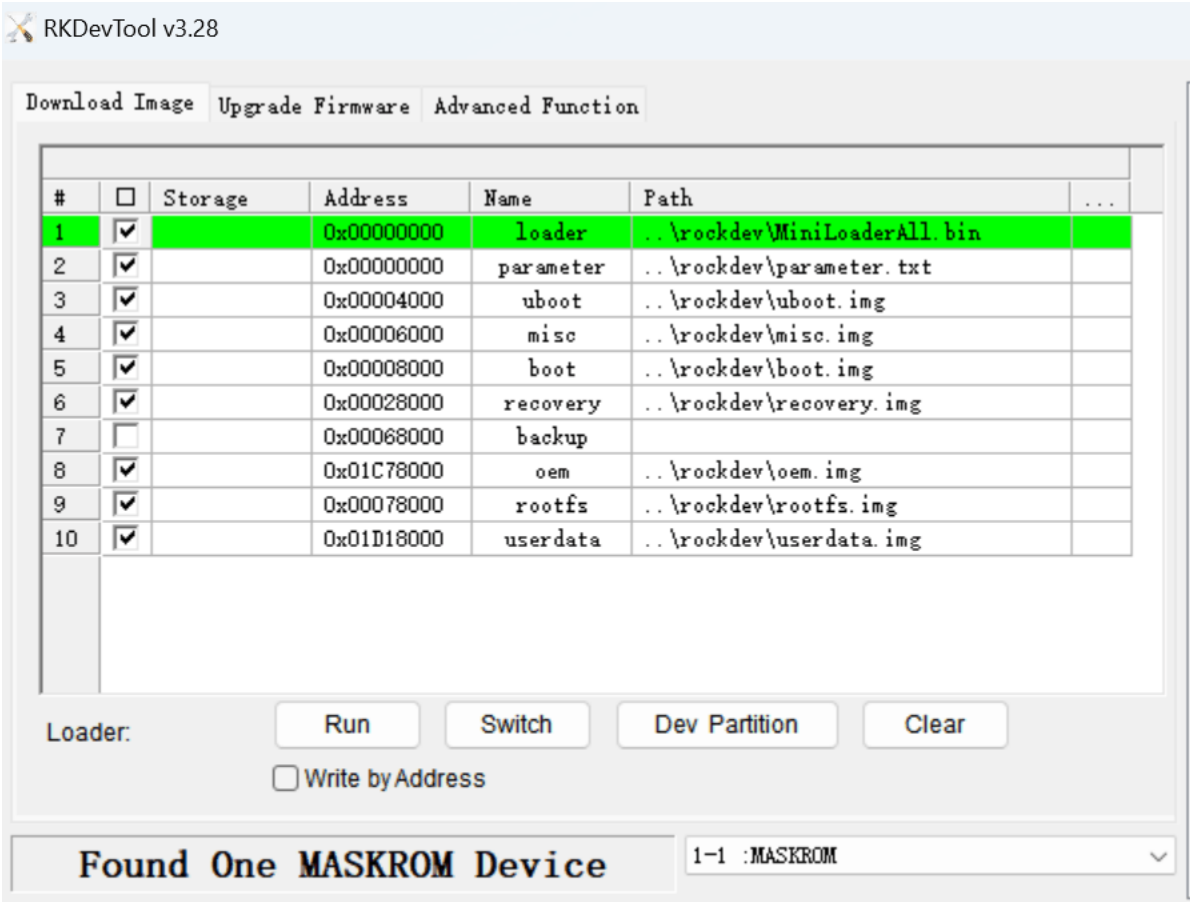


9.1 Windows 刷机说明

SDK 提供 Windows 烧写工具(工具版本需要 V3.28 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_v5.13.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 V2.36 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 -noreset
sudo ./upgrade_tool di -p rockdev/parameter.txt
sudo ./upgrade_tool di -u rockdev/uboot.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 rocdev/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 RK3576 EVB 分区参考）

Number	Start (sector)	End (sector)	Size	Name
1	8389kB	12.6MB	4194kB	uboot
2	12.6MB	16.8MB	4194kB	misc
3	16.8MB	83.9MB	67.1MB	boot
4	83.9MB	218MB	134MB	recovery
5	218MB	252MB	33.6MB	bakcup
6	252MB	15.3GB	15.0GB	rootfs
7	15.3GB	15.4GB	134MB	oem
8	15.6GB	256GB	240GB	userdata

- uboot 分区：供 uboot 编译出来的 uboot.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。
- rootfs 分区：供 buildroot、debian 或 yocto 编出来的 rootfs.img。
- oem 分区：给厂家使用，存放厂家的 APP 或数据。挂载在 /oem 目录。
- 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。