

# AG35-QuecOpen

## SDK 开发手册

**LTE 系列**

版本: AG35-QuecOpen\_SDK\_开发手册\_V1.0

日期: 2017-10-18

上海移远通信技术股份有限公司始终以为客户提供最及时、最全面的服务为宗旨。如需任何帮助，请随时联系我司上海总部，联系方式如下：

上海移远通信技术股份有限公司  
上海市徐汇区虹梅路 1801 号宏业大厦 7 楼 邮编：200233  
电话：+86 21 51086236 邮箱：[info@quectel.com](mailto:info@quectel.com)

或联系我司当地办事处，详情请登录：  
<http://quectel.com/cn/support/sales.htm>

如需技术支持或反馈我司技术文档中的问题，可随时登陆如下网址：  
<http://quectel.com/cn/support/technical.htm>  
或发送邮件至：[support@quectel.com](mailto:support@quectel.com)

## 前言

上海移远通信技术股份有限公司提供该文档内容用以支持其客户的产品设计。客户须按照文档中提供的规范、参数来设计其产品。由于客户操作不当而造成的人身伤害或财产损失，本公司不承担任何责任。在未声明前，上海移远通信技术股份有限公司有权对该文档进行更新。

## 版权申明

本文档版权属于上海移远通信技术股份有限公司，任何人未经我司允许而复制转载该文档将承担法律责任。

版权所有 ©上海移远通信技术股份有限公司 2017，保留一切权利。  
**Copyright © Quectel Wireless Solutions Co., Ltd. 2017.**

# 文档历史

## 修订记录

版本	日期	作者	变更表述
1.0	2017-10-18	高飞虎/汪俊	初始版本

## 目录

文档历史 .....	2
目录 .....	3
表格索引 .....	4
<b>1 引言 .....</b>	<b>5</b>
<b>2 AG35-QuecOpen SDK 框架 .....</b>	<b>6</b>
2.1. 基本框架 .....	6
2.1.1. ql-ol-extsdk 介绍 .....	6
<b>3 AG35-QuecOpen SDK 的使用 .....</b>	<b>8</b>
3.1. ql-ol-crosstool 交叉编译环境初始化 .....	8
3.2. ql-ol-extsdk 中 example 的编译 .....	9
3.2.1. 编译所有的 example .....	9
3.2.2. 单独编译一个 example .....	9
3.3. ql-ol-kernel 内核开发 .....	9
3.3.1. 无内核源码 .....	9
3.3.2. 有内核源码 .....	11
3.4. ql-ol-bootloader 编译 .....	12
3.5. ql-ol-rootfs 制作根文件系统 .....	13
3.6. 制作包含自启动 APP 的根文件系统 .....	13

## 表格索引

表 1: QL-OL-SDK 目录结构.....	6
表 2: QL-OL-EXTSDK 目录结构 .....	7

Quectel  
Confidential

# 1 引言

本文档主要介绍了 AG35-QuecOpen 模块 SDK 的基本框架和使用方法。

Quectel  
Confidential

## 2 AG35-QuecOpen SDK 框架

### 2.1. 基本框架

*ql-ol-sdk* 目录结构如下所示：

```
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/ql-ol-sdk$ ls
ql-ol-bootloader  ql-ol-crosstool  ql-ol-extsdk  ql-ol-kernel  ql-ol-rootfs  ql-ol-usrfs
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/ql-ol-sdk$
```

表 1: *ql-ol-sdk* 目录结构

目录文件	描述
<i>ql-ol-bootloader</i>	bootloader 源码
<i>ql-ol-crosstool</i>	交叉工具链
<i>ql-ol-extsdk</i>	包含了一些 API, example 以及 tools 工具包
<i>ql-ol-kernel</i>	Linux 内核源码
<i>ql-ol-rootfs</i>	平台运行时的根文件系统
<i>ql-ol-usrfs</i>	存放配置文件以及用户程序, 挂载到 <i>rootfs/data</i>

#### 2.1.1. *ql-ol-extsdk* 介绍

此部分内容是在高通平台代码的基础上增加的高级 API 和库, 以及 tools 工具包, 目录结构如下:

```
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk$ ls
docs  example  include  lib  tools
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk$
```

表 2: ql-ol-extsdk 目录结构

目录文件	描述
<i>docs</i>	相关文档
<i>example</i>	提供给客户的参考代码
<i>include</i>	相关头文件
<i>lib</i>	API 接口以及库
<i>tools</i>	用于制作 <i>boot.img</i> 以及 <i>sysfs.ubi</i> 的工具

Quectel  
Confidential



## 3 AG35-QuecOpen SDK 的使用

### 3.1. ql-ol-croostool 交叉编译环境初始化

- 1) 解压 `ql-ol-sdk.tar.bz2`

```
tar -jxvf ql-ol-sdk.tar.bz2
```

```
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/release_SDK$ tar -jxvf ql-ol-sdk.tar.bz2
ql-ol-sdk/
ql-ol-sdk/ql-ol-rootfs/
ql-ol-sdk/ql-ol-rootfs/run/
ql-ol-sdk/ql-ol-rootfs/run/lock/
ql-ol-sdk/ql-ol-rootfs/home/
```

- 2) 初始化交叉编译环境

```
cd ql-ol-sdk/
```

```
ql-ol-sdk$ source ql-ol-croostool/ql-ol-croostool-env-init
```

```
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/release_SDK$ cd ql-ol-sdk/
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/release_SDK/ql-ol-sdk$ ls
ql-ol-bootloader ql-ol-croostool ql-ol-extsdk ql-ol-kernel ql-ol-rootfs ql-ol-usrfs
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/release_SDK/ql-ol-sdk$ source ql-ol-croostool/ql-ol-croostool-env-init
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/release_SDK/ql-ol-sdk$
```

- 3) 确认交叉编译环境初始化成功

```
ql-ol-sdk$ arm-oe-linux-gnueabi-gcc -v
```

```
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/release_SDK/ql-ol-sdk$ arm-oe-linux-gnueabi-gcc -v
Using built-in specs.
COLLECT_GCC=arm-oe-linux-gnueabi-gcc
COLLECT_LTO_WRAPPER=/home/gale/MDM9x28/release_SDK/ql-ol-sdk/ql-ol-croostool/sysroots/x86_64-oesdk-linux/usr/bin/arm-oe-linux-gnueabi-gcc
Target: arm-oe-linux-gnueabi
Configured with: /home/gale/MDM9x28/OpenLinux/MCU_update02/apps_proc/poky/build/tmp-glibc/work-shared-armv7a-vfp-neon-oe-linux-gnueabi/libexecdir=/usr/local/oe-core-x86_64/sysroots/x86_64-oesdk-linux/usr/bin/arm-oe-linux-gnueabi --libexecdir=/usr/local/oe-core-x86_64/sysroots/x86_64-oesdk-linux/usr/share --sysconfdir=/usr/local/oe-core-x86_64/sysroots/x86_64-oesdk-linux/var --libdir=/usr/local/oe-core-x86_64/sysroots/x86_64-oesdk-linux/usr/lib --localised-libdir=/usr/local/oe-core-x86_64/sysroots/x86_64-oesdk-linux/usr/include --infodir=/usr/local/oe-core-x86_64/sysroots/x86_64-oesdk-linux/usr/share/info --disable-dependency-tracking --with-libtool-sysroot=/home/gale/MDM9x28/OpenLinux/MCU_update02/apps_proc/poky/build/tmp-glibc/sysroots/mdm9607 --enable-poison-system-directories --with-mpfr=/home/gale/MDM9x28/OpenLinux/MCU_update02/apps_proc/poky/build/tmp-glibc/sysroots/x86_64-nativesdk-c
Thread model: posix
gcc version 4.9.3 (GCC)
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/release_SDK/ql-ol-sdk$
```

## 3.2. ql-ol-extsdk 中 example 的编译

### 3.2.1. 编译所有的 example

```
ql-ol-sdk$ cd ql-ol-extsdk/example
ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/example$ make
```

```
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk$ cd example/
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/example$ ls
adc at audio data eint file gnss gpio hello_world i2c Makefile pthread qmi_timer
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/example$ make
```

### 3.2.2. 单独编译一个 example

```
ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/example$ cd hello_world
ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/example/hello_world$ make
```

```
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/example$ cd hello_world/
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/example/hello_world$ ls
helloworld.c Makefile
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/example/hello_world$ make
arm-oe-linux-gnueabi-gcc -march=armv7-a -mfloat-abi=softfp -mfpu=neon --sysroot=/home/gale
-frame-pointer -ftree-vectorize -Wno-error=maybe-uninitialized -finline-functions -finlin
c
arm-oe-linux-gnueabi-gcc -march=armv7-a -mfloat-abi=softfp -mfpu=neon --sysroot=/home/gale
/hello_world/../../../../lib -lrt helloworld.o -o helloworld
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/example/hello_world$ ls
helloworld helloworld.c helloworld.o Makefile
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/example/hello_world$
```

## 3.3. ql-ol-kernel 内核开发

### 3.3.1. 无内核源码

- 1) 使用 quectel\_mkboot 工具解包 boot.img
  - 进入 quectel\_mkboot 目录，并清除之前生成的冗余文件

```
ql-ol-sdk$ cd ql-ol-extsdk/tools/quectel_mkboot
ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/tools/quectel_mkboot$ ./quec_mkboot clean all
```

```
@eve-linux02:~/MDM9x28/release_SDK/ql-ol-sdk$ cd ql-ol-extsdk/tools/quectel_mkboot/
@eve-linux02:~/MDM9x28/release_SDK/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/tools/quectel_mkboot$ ls
mkbootimg mkqcomboot mkqcomdt quec_mkboot quectel.key README
@eve-linux02:~/MDM9x28/release_SDK/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/tools/quectel_mkboot$ ./quec_mkboot clean all
@eve-linux02:~/MDM9x28/release_SDK/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/tools/quectel_mkboot$
```

- 拷贝模块软件版本包中的 *boot.img* 文件到当前目录
- 开始解包 *boot.img*, 生成 *dtb* 文件

```
ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/tools/quectel_mkboot$ ./quec_mkboot img2dts mdm9607-perf-boot.img
```

```
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/tools/quectel_mkboot$ ./quec_mkboot img2dts mdm9607-perf-boot.img
rm -rf zImage
rm -rf dt.img

struct boot_img_hdr {
    magic: ANDROID!
    kernel_size: 5764104
    kernel_addr: 80008000
    ramdisk_size: 0
    ramdisk_addr: 80008000
    second_size: 0
    second_addr: 80f00000
    tags_addr: 81e00000
    page_size: 2048
    dt_size: 106496
    name:
    cmdline: noinitrd rw console=ttyHSL0,115200,n8 androidboot.hardware=qcom ehci-hcd.park=3 msm_rtb.filter=0x37 lpm_levels.sleep_disabled=1 ea
}

save_file zImage ok
save_file dt.img ok
./mkbootimg --kernel zImage --ramdisk NONE --dt dt.img --cmdline "noinitrd rw console=ttyHSL0,115200,n8 androidboot.hardware=qcom ehci-hcd.park=3 ms
000 " --pagesize 2048 --base 0x80000000 --ramdisk_offset 0x00000000 --tags-addr 0x81e00000 --output boot_new.img
rm -rf mdm9607-mtp.dtb
DTB Total entry: 4, DTB version: 3
[0000]: platform_id-129, variant_id-8, board_hw_subtype-0, soc_rev-10000, pmic_rev-0:0:0:0, offset=1000, size=19000
save_file mdm9607-mtp.dtb ok
[0001]: platform_id-122, variant_id-8, board_hw_subtype-0, soc_rev-10000, pmic_rev-0:0:0:0, offset=1000, size=19000
[0002]: platform_id-12A, variant_id-8, board_hw_subtype-0, soc_rev-10000, pmic_rev-0:0:0:0, offset=1000, size=19000
[0003]: platform_id-12B, variant_id-8, board_hw_subtype-0, soc_rev-10000, pmic_rev-0:0:0:0, offset=1000, size=19000
rm -rf mdm9607-mtp.dts
./dtc -I dtb -O dts -o mdm9607-mtp.dts mdm9607-mtp.dtb
Warning (avoid default addr size): Relying on default #size-cells value for /soc/qcom,emac@7c40000/ethernet-phy@0
##### generate dts file ok #####
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/tools/quectel_mkboot$
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/tools/quectel_mkboot$ ls
dtc dt.img mdm9607-mtp.dtb mdm9607-mtp.dts mdm9607-perf-boot.img mkbootimg mkqcomboot mkqcomdt quec_mkboot quectel.key README zImage
```

## 2) 按需求修改 *mdm9607-mtp.dts*

```
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/tools/quectel_mkboot$ ls
dtc dt.img mdm9607-mtp.dtb mdm9607-mtp.dts mdm9607-perf-boot.img mkbootimg mkqcomboot
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/tools/quectel_mkboot$
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/tools/quectel_mkboot$
```

## 3) 再次打包生成 *boot.img*, 放在 *target* 目录下

```
ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/tools/quectel_mkboot$ ./quec_mkboot dts2img mdm9607-mtp.dts <module type>
```

```
linux02:~/MDM9x28/release_SDK/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/tools/quectel_mkboot$ ./quec_mkboot dts2img mdm9607-mtp.dts AG35CEVA
9607-mtp.dtb
ts -O dtb -o mdm9607-mtp.dtb mdm9607-mtp.dts
img
dt.img ok
g --kernel zImage --ramdisk NONE --dt dt.img --cmdline "noinitrd rw console=ttyHSL0,115200,n8 androidboot.hardware=qcom ehci-hc
gesize 2048 --base 0x80000000 --ramdisk_offset 0x00000000 --tags-addr 0x81e00000 --output boot.img
#### start: signature for new boot.img ####
an't open config file: /usr/local/oe-core-x86_64/sysroots/x86_64-oesdk-linux/usr/lib/ssl/openssl.cnf
an't open config file: /usr/local/oe-core-x86_64/sysroots/x86_64-oesdk-linux/usr/lib/ssl/openssl.cnf
s in
s out
(2.0 kB) copied, 0.000127587 s, 16.1 MB/s
s in
s out
(256 B) copied, 0.000108323 s, 2.4 MB/s
#### end: signature for new boot.img ####
## generate mdm9607-perf-boot.img into target/ directory #####
linux02:~/MDM9x28/release_SDK/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/tools/quectel_mkboot$ ls
g mdm9607-mtp.dtb mdm9607-mtp.dts mdm9607-perf-boot.img mkbooting mkqcomboot mkqcomdt quec_mkboot quectel.key README
linux02:~/MDM9x28/release_SDK/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/tools/quectel_mkboot$ ls -l target/

-rw-rw-r-- 1 gale gale 5392384 10月 18 16:59 mdm9607-perf-boot.img
linux02:~/MDM9x28/release_SDK/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/tools/quectel_mkboot$
```

### 3.3.2. 有内核源码

- 1) 删除所有上一次编译生成的文件，保证 kernel 代码纯净

```
cd ql-ol-sdk/ql-ol-kernel/msm-3.18
make distclean
```

- 2) 配置当前 kernel 编译选项，在 *build* 目录下生成 *.config*

```
make ARCH=arm mdm9607-perf_defconfig O=build
```

- 3) 编译 kernel，在目录 *build/arch/arm/boot* 下，生成 *zImage* 和 *dts/qcom/mdm9607-mtp.dtb*

```
make ARCH=arm CC=arm-oe-linux-gnueabi-gcc LD=arm-oe-linux-gnueabi-ld.bfd -j 4 O=build
```

- 4) 如果修改了内核模块，则需要重新编译生成新的内核模块

```
make modules ARCH=arm CC=arm-oe-linux-gnueabi-gcc LD=arm-oe-linux-gnueabi-ld.bfd -j 4 O=build
```

- 5) 安装内核模块到 *ql-ol-rootfs* 中，并参考 **3.5 章节**重新制作根文件系统

```
sudo make ARCH=arm CROSS_COMPILE=arm-oe-linux-gnueabi- O=`pwd`/build
INSTALL_MOD_PATH=`pwd`/../../ql-ol-rootfs/usr modules_install
```

- 6) 使用 *quectel\_mkboot* 工具生成 *boot.img*，具体步骤如下：

- 拷贝 *zImage* 和 *dts/qcom/mdm9607-mtp.dtb* 到 *quectel\_mkboot* 目录下

```
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/tools/quectel_mkboot$ ls
dtc mdm9607-mtp.dtb mkbootimg mkqcomboot mkqcomdt quec_mkboot quectel.key README zImage
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/tools/quectel_mkboot$
```

- 制作 *boot.img*, 生成目标在 *target* 目录下

```
ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/tools/quectel_mkboot$ ./quec_mkboot dtb2img mdm9607-mtp.dtb <module type>
```

```
nux02:~/MDM9x28/release_SDK/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/tools/quectel_mkboot$ ./quec_mkboot dtb2img mdm9607-mtp.dtb AG35CEVA
t.img ok
--kernel zImage --ramdisk NONE --dt dt.img --cmdline "noinitrd rw console=ttyHSL0,115200,n8 androidboot.hardware=qcom
esize 2048 --base 0x80000000 --ramdisk_offset 0x00000000 --tags-addr 0x81e00000 --output boot.img
### start: signature for new boot.img #####
n't open config file: /usr/local/oe-core-x86_64/sysroots/x86_64-oesdk-linux/usr/lib/ssl/openssl.cnf
n't open config file: /usr/local/oe-core-x86_64/sysroots/x86_64-oesdk-linux/usr/lib/ssl/openssl.cnf
in
out
(2.0 kB) copied, 0.00011946 s, 17.1 MB/s
in
out
256 B) copied, 6.7823e-05 s, 3.8 MB/s
### end: signature for new boot.img #####
## generate mdm9607-perf-boot.img into target/ directory #####
nux02:~/MDM9x28/release_SDK/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/tools/quectel_mkboot$ ls -l target/

1 gale gale 5392384 10月 18 17:04 mdm9607-perf-boot.img
nux02:~/MDM9x28/release_SDK/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/tools/quectel_mkboot$
```

### 3.4. ql-ol-bootloader 编译

- 1) 编译 *bootloader*, 生成 *appsboot.mbn*

```
ql-ol-sdk$ cd ql-ol-bootloader/
```

```
ql-ol-sdk/ql-ol-bootloader$ make -j 4 mdm9607 TOOLCHAIN_PREFIX=arm-oe-linux-gnueabi-
LIBGCC=${LIBGCC}
```

```
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/ql-ol-sdk/ql-ol-bootloader$ make -j 4 mdm9607 TOOLCHAIN_PREFIX=arm-oe-linux-gnueabi- LIBGCC=${LIBGCC}
including app/aboot dev/keys dev/pmic/pm8x41 dev/vib lib/debug lib/heap lib/libc lib/libfdt lib/openssl lib/ptable
including lib/openssl/crypto lib/zlib inflate
make[1]: Entering directory `/home/gale/MDM9x28/ql-ol-sdk/ql-ol-bootloader'
generating build-mdm9607/config.h
```

- 2) 在 *ql-ol-sdk/ql-ol-bootloader/build-mdm9607* 目录下生成 *appsboot.mbn*

```
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/ql-ol-sdk/ql-ol-bootloader/build-mdm9607$ ls
app appsboot.mbn appsboot.raw arch config.h dev kernel lib lk lk.bin lk.debug.lst lk.lst lk_s.elf l
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/ql-ol-sdk/ql-ol-bootloader/build-mdm9607$
```



### 3.5. ql-ol-rootfs 制作根文件系统

- 1) quectel\_ubi 工具包含: mkfs.ubifs, ubinize 和 ubinize\_system\_userdata.cfg

```
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/release_SDK/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/tools$ cd quectel_ubi/
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/release_SDK/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/tools/quectel_ubi$ ls
mkfs.ubifs  QuecOpen_startapp  ubinize  ubinize_system_userdata.cfg
gale@eve-linux02:~/MDM9x28/release_SDK/ql-ol-sdk/ql-ol-extsdk/tools/quectel_ubi$
```

- 2) 制作 *mdm9607-perf-sysfs.ubi*。请注意 AG35-C/AG35-CE 的 nand pagesize 是 2048, AG35-CEN 的 nand pagesize 是 4096;

```
ql-ol-sdk$ sudo ./ql-ol-extsdk/tools/quectel_ubi/mkfs.ubifs -r ql-ol-rootfs -o
machine-image-mdm9607.ubifs -m 2048 -e 126976 -c 4292 -F
ql-ol-sdk$ sudo ./ql-ol-extsdk/tools/quectel_ubi/mkfs.ubifs -r ql-ol-usrfs -o mdm9607-usrfs.ubifs -m 2048
-e 126976 -c 4292 -F
ql-ol-sdk$ sudo ./ql-ol-extsdk/tools/quectel_ubi/ubinize -o mdm9607-perf-sysfs.ubi -m 2048 -p 128KiB -s
2048 ./ql-ol-extsdk/tools/quectel_ubi/ubinize_system_userdata.cfg
```

```
$ sudo ./ql-ol-extsdk/tools/quectel_ubi/mkfs.ubifs -r ql-ol-rootfs -o machine-image-mdm9607.ubifs -m 2048 -e 126976 -c 4292 -F
$ ls
l-ol-crosstool ql-ol-extsdk ql-ol-kernel ql-ol-rootfs ql-ol-usrfs
$ sudo ./ql-ol-extsdk/tools/quectel_ubi/mkfs.ubifs -r ql-ol-usrfs -o mdm9607-perf-usrfs.ubifs -m 2048 -e 126976 -c 4292 -F
$ ls
ubifs ql-ol-bootloader ql-ol-crosstool ql-ol-extsdk ql-ol-kernel ql-ol-rootfs ql-ol-usrfs
$ sudo ./ql-ol-extsdk/tools/quectel_ubi/ubinize -o mdm9607-perf-sysfs.ubi -m 2048 -p 128KiB -s 2048 ./ql-ol-extsdk/tools/quect
n "usrfs_volume", assume minimum to fit image ".mdm9607-perf-usrfs.ubifs"1904640 bytes (1.8 MiB)
$ ls
ubi mdm9607-perf-usrfs.ubifs ql-ol-bootloader ql-ol-crosstool ql-ol-extsdk ql-ol-kernel ql-ol-rootfs ql-ol-usrfs
```

### 3.6. 制作包含自启动 APP 的根文件系统

- 1) 参考 3.2 章节, 生成 User APP, 然后拷贝到 *ql-ol-usrfs/QuecOpen/*
- 2) 拷贝 *QuecOpen\_startapp* 到根文件系统

```
ql-ol-sdk$ cp ql-ol-extsdk/tools/quectel_ubi/QuecOpen_startapp ql-ol-rootfs/etc/init.d
```

- 3) 在 *ql-ol-rootfs/etc/init.d/QuecOpen\_startapp* 中修改 User APP 的路径

```
17 # here user can indicate the user app path
18 AppProgram=/data/QuecOpen/helloworld
19
```

- 4) 链接 *QuecOpen\_startapp* 到自启动目录下, 一般只需链接 runlevel 5, 每个 rc.d 目录 0~6 表示不同 runlevel

```
ql-ol-sdk/ql-ol-rootfs/etc/rc5.d$ ln -svf ../init.d/QuecOpen_startapp S45QuecOpen_startapp
```

- 5) 参考 3.5 章节制作包含自启动 APP 的根文件系统 *mdm9607-perf-sysfs.ubi*