
Ford Motor (China) Company

RK3288 系统开发手册

Version <1.0>

免责声明

本文档中的内容仅供参考。福特汽车中国对本服务内容的错误或遗漏概不负责。在任何情况下，福特汽车中国均不对因使用本文档而产生或与之相关的任何特殊，直接，间接，间接或偶然的损害赔偿或任何损害负责，无论是在合同，疏忽，其他侵权行为中服务或服务的内容。福特汽车中国保留随时对本文档内容进行补充，删除或修改的权利，恕不另行通知。

Disclaimer

The contents contained in this document are for general information purposes only. Ford Motor China assumes no responsibility for errors or omissions in the contents on the Service.

In no event shall Ford Motor China be liable for any special, direct, indirect, consequential, or incidental damages or any damages whatsoever, whether in an action of contract, negligence or other tort, arising out of or in connection with the use of the Document or the contents of the Document.

Ford Motor China reserves the right to make additions, deletions, or modification to the contents on the Service at any time without prior notice.



本作品采用[知识共享署名-相同方式共享 4.0 国际许可协议](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)进行许可。

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

| | | | | | |
|----|------------|----|------------|----|------------------|
| 编制 | Beyondsoft | 日期 | 2017-11-16 | 版权 | 署名-相同方式共享 4.0 国际 |
| 审核 | Ford | 日期 | 2017-11-16 | 管理 | Ford |

| | |
|--------------------------------|--------------------|
| Project Name: RK3288Linux 系统开发 | Version: <1.0> |
| RK3288 系统开发手册 | Date: <16/11/2017> |
| <document identifier> | |

修改历史

| 版本 | 日期 | 说明 |
|-------|------------|------------------|
| 1.0.0 | 2017-11-16 | 初版，完成文档架构，填写文档内容 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| | |
|--------------------------------|--------------------|
| Project Name: RK3288Linux 系统开发 | Version: <1.0> |
| RK3288 系统开发手册 | Date: <16/11/2017> |
| <document identifier> | |

目录

| | | |
|----------|-----------------------------------|----------|
| 1 | RK3288 开发板规格参数 | 3 |
| 1.1 | 外形尺寸 | 3 |
| 1.2 | 参数 | 3 |
| 2 | 开发平台 | 5 |
| 3 | 下载相关资源文件 | 5 |
| 4 | 配置开发环境 | 5 |
| 4.1 | 配置编译器 | 5 |
| 5 | 编译 LINUX 内核 | 5 |
| 5.1 | 下载源码 | 6 |
| 5.2 | 切换分支 | 6 |
| 5.3 | 编译 | 6 |
| 5.4 | 编译完成 | 6 |
| 6 | 编译 INITRD | 6 |
| 6.1 | 下载源码 | 6 |
| 6.2 | 切换分支 | 6 |
| 6.3 | 在源码的上一层目录编译 | 6 |
| 6.4 | 编译完成 | 6 |
| 7 | 打包内核 | 7 |
| 8 | 制作 UBUNTU16.04 根文件系统 | 7 |
| 8.1 | 下载 ubuntu16.04 的最小系统 | 7 |
| 8.2 | 解压到自定义目录 | 7 |
| 8.3 | 安装模拟器工具 | 7 |
| 8.4 | 复制模拟工具到根文件系统 | 7 |
| 8.5 | 复制本地 DNS 配置到根文件系统 | 7 |
| 8.6 | 修改根文件系统的源文件 | 7 |
| 8.7 | 添加开机启动脚本 | 7 |
| 8.8 | 挂载根文件系统 | 8 |
| 8.9 | 此时已经进入了根文件系统的 shell，对其进行配置 | 8 |
| 8.10 | 卸载根文件系统 | 9 |



| | |
|--------------------------------|--------------------|
| Project Name: RK3288Linux 系统开发 | Version: <1.0> |
| RK3288 系统开发手册 | Date: <16/11/2017> |
| <document identifier> | |

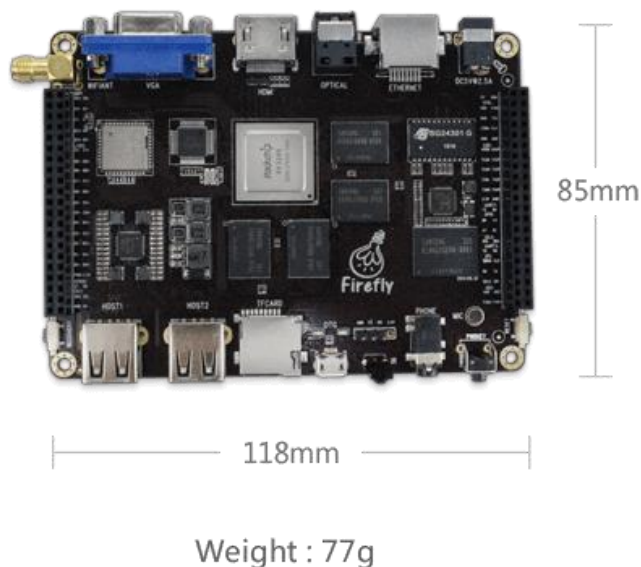
| | | |
|-----------|----------------------------------|-----------|
| 8.11 | 制作完毕。 | 9 |
| 9 | 增加驱动及硬件解码支持 | 9 |
| 9.1 | 给已经制作好的根文件系统上添加驱动 | 9 |
| 9.2 | 安装 mpp 和 gstreamer | 10 |
| 10 | 配置开发板开机自动登录 | 10 |
| 11 | SDL 集成到根文件系统并开机自动启动 | 10 |
| 11.1 | 集成 SDL 必要性说明 | 10 |
| 11.2 | 集成 SDL 配置 | 11 |
| 12 | 制作升级包镜像 | 11 |
| 12.1 | 打包根文件系统 | 11 |
| 12.2 | 打包升级包 | 11 |
| 13 | 烧录镜像到开发板 | 11 |
| 13.1 | 配置烧录工具 | 11 |
| 13.2 | 开发板供电 | 12 |
| 13.3 | 进入刷机模式 | 12 |
| 13.4 | 执行刷机命令 | 12 |
| 13.5 | 刷机完毕 | 12 |



| | |
|--------------------------------|--------------------|
| Project Name: RK3288Linux 系统开发 | Version: <1.0> |
| RK3288 系统开发手册 | Date: <16/11/2017> |
| <document identifier> | |

1 RK3288 开发板规格参数

1.1 外形尺寸



1.2 参数

| | |
|-------|--|
| 主控芯片 | Rockchip RK3288 (28 纳米 HKMG 制程) |
| 处理器 | ARM® Cortex™-A17 四核 1.8GHz |
| 图形处理器 | ARM® Mali-T760 MP4 支持 OpenGL ES 1.1/2.0 /3.0, OpenVG1.1, OpenCL, Directx11 内嵌高性能 2D 加速硬件 支持 4K H.264 和 10bits H.265 视频解码, 1080P 多格式视频解码 1080P 视频编码, 支持 H.264, VP8 和 MVC |
| 内存 | 2GB 双通道 DDR3 (Plus 版为 4GB) |
| 存储器 | 16GB 高速 eMMC (Plus 版为 32GB) MicroSD (TF) 卡 |



| | |
|--------------------------------|--------------------|
| Project Name: RK3288Linux 系统开发 | Version: <1.0> |
| RK3288 系统开发手册 | Date: <16/11/2017> |
| <document identifier> | |

| | |
|------|---|
| 电源管理 | ACT8846 PMU 芯片 |
| 以太网 | 10/100/1000Mbps 以太网 (Realtek RTL8211E) |
| 无线网络 | 集成二合一 WiFi 模块 (AP6335): WiFi 2.4GHz/5GHz 双频 支持 802.11a/b/g/n/ac 协议 Bluetooth 4.0 (支持 BLE) |
| 视频 | 支持多路视频高清输出: 1 x HDMI 2.0, 支持 4K@60 帧输出 1 x VGA, 支持 1080P 输出 1 x MIPI、1 x EDP、2 x LVDS 液晶屏显示接口 |
| 音频 | 1 x HDMI 音频输出 1 x 耳麦接口, 用于音频输入输出 1 x SPDIF 数字音频接口, 用于音频输出 1 x 麦克风, 用于音频输入 1 x I2S, 用于音频输入输出 |
| 摄像头 | 1 x MIPI-CSI 摄像头接口 (最高支持 13Mpixel) |
| USB | 2 x USB2.0 HOST, 1 x USB2.0 OTG 在板背面保留 4 组 USB2.0 接口 |
| 红外 | 1 x 红外接收头, 支持红外遥控功能 |
| LED | 1 x 电源状态 LED (蓝色), 1 x 自定义 LED (绿色) |
| 按键 | 1 x 复位键, 1 x 电源键, 1 x 升级键 |
| 调试 | 1 x 调试串口, 用于开发调试 |
| 预留接口 | 84 Pins 排针: |



| | |
|--------------------------------|--------------------|
| Project Name: RK3288Linux 系统开发 | Version: <1.0> |
| RK3288 系统开发手册 | Date: <16/11/2017> |
| <document identifier> | |

| | |
|----|---|
| | MIPI、MIPI-CSI、Dual LVDS、EDP、PWM、SPI、UART、ADC、GPIO、I2C、I2S |
| 电源 | DC5V - 2.5A (通过 DC4.0*1.7mm 座供电) |
| 系统 | Android 4.4、5.1 / Ubuntu 14.04 |
| 尺寸 | 118mm × 85mm |
| 重量 | 77g |

详细介绍参照: <http://www.t-firefly.com/product/rk3288>

2 开发平台

Ubuntu16.04 64 位, 交叉编译嵌入式内核及应用。

3 下载相关资源文件

```
$git clone https://github.com/APCVSRepo/sdl_implementation_reference.git
$cd sdl_implementation_reference
$git checkout sdl_rk3288_dependency_library
```

(资源文件包含编译器、打包下载工具、烧录工具以及制作根文件系统相关文件。)

4 配置开发环境

4.1 配置编译器

```
$cd rk3288_dependence/tools
$tar -xvf arm-eabi-4.8.tar.bz2
$sudo mv arm-eabi-4.8 /opt
$gedit ~/.bashrc
```

Append follow string to the end:

```
export PATH=$PATH:/opt/ arm-eabi-4.8/bin
```

5 编译 Linux 内核



本作品采用[知识共享署名-相同方式共享 4.0 国际许可协议](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)进行许可

| | |
|--------------------------------|--------------------|
| Project Name: RK3288Linux 系统开发 | Version: <1.0> |
| RK3288 系统开发手册 | Date: <16/11/2017> |
| <document identifier> | |

5.1 下载源码

```
$ git clone https://github.com/APCVSRepo/sdl_implementation_reference.git
```

5.2 切换分支

```
$cd sdl_implementation_reference
$git checkout sdl_rk3288_kernel
```

5.3 编译

```
$export ARCH=arm
$export CROSS_COMPILE=arm-eabi-
$make rockchip_linux_defconfig
$make rk3288-firefly.img // 默认支持 VAG 输出，若要支持 LCD，请使用 rk3288-firefly-lvds.img
```

5.4 编译完成

如果编译通过，最后输出如下类似信息：

```
OBJCOPY arch/arm/boot/zImage
Kernel: arch/arm/boot/zImage is ready
Image: kernel.img is ready
Pack to resource.img succeeded!
Image: resource.img (with rk3288-firefly.dtb logo.bmp) is ready
```

6 编译 initrd

6.1 下载源码

```
$git clone https://github.com/TeeFirefly/initrd.git
```

6.2 切换分支

```
$cd initrd
$git checkout for-kernel_4.4
```

6.3 在源码的上一层目录编译

```
$make -C initrd
```

6.4 编译完成

如果正常结束，会生成 initrd.img 文件。



本作品采用[知识共享署名-相同方式共享 4.0 国际许可协议](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)进行许可

| | |
|--------------------------------|--------------------|
| Project Name: RK3288Linux 系统开发 | Version: <1.0> |
| RK3288 系统开发手册 | Date: <16/11/2017> |
| <document identifier> | |

7 打包内核

```
$mkbootimg --kernel sdl_implementation_reference/arch/arm/boot/zImage --ramdisk initrd.img --second
sdl_implementation_reference/resource.img -o linux-boot.img
```

8 制作 ubuntu16.04 根文件系统

8.1 下载 ubuntu16.04 的最小系统

```
$git clone https://github.com/APCVRRepo/sdl_implementation_reference.git
$git checkout sdl_rk3288_dependency_library
$cd rk3288_dependence/linux-rootfs
$wget
http://cdimage.ubuntu.com/ubuntu-base/releases/16.04.3/release/ubuntu-base-16.04.3-base-armhf.tar.gz
（文件若存在请忽略此步骤）
```

8.2 解压到自定义目录

```
$cd cd rk3288_dependence/linux-rootfs
$mkdir linux-rootfs // 新建自定义目录
$sudo tar -xvpf ubuntu-base-16.04.3-base-armhf.tar.gz -C linux-rootfs
```

8.3 安装模拟器工具

```
$sudo apt-get install qemu-user-static // 已安装的略过
```

8.4 复制模拟工具到根文件系统

```
$sudo cp /usr/bin/qemu-arm-static linux-rootfs/usr/bin/
```

8.5 复制本地 DNS 配置到根文件系统

```
$sudo cp -b /etc/resolv.conf linux-rootfs/etc/resolv.conf
```

8.6 修改根文件系统的源文件

```
$sudo cp sources.list linux-rootfs/etc/apt/sources.list // 已经修改好，直接覆盖，或者直接修改
```

8.7 添加开机启动脚本

```
$sudo cp -r rootfs_bootservice/* linux-rootfs
```



| | |
|--------------------------------|--------------------|
| Project Name: RK3288Linux 系统开发 | Version: <1.0> |
| RK3288 系统开发手册 | Date: <16/11/2017> |
| <document identifier> | |

8.8 挂载根文件系统

```
$/ch-mount.sh -m linux-rootfs
```

8.9 此时已经进入了根文件系统的 shell，对其进行配置

```
1> 更新源
    #apt update
2> 更新系统
    #apt dist-upgrade
3> 安装常用工具及软件
    #apt install bash-completion // shell 自动补全
    #apt install net-tools        // 没有这个，ifconfig 命令没有
    #apt install inetutils-ping   // 没有这个，ping 命令没有
    #apt install openssh-server   // ssh 的服务，方便通过 ssh 命令局域网登录开发板或者传送文件，
    不需要的可略过
    #apt install pulseaudio-module-bluetooth // 没有这个，蓝牙音频没有声音
    #apt install bluez-tools        // 没有这个，bt-device 命令没有，sdl 中蓝牙搜索不到配对设备
    #apt install vim-tiny           // 安装 vi 编辑器
    （其它工具及软件，请自行安装）
4> 安装 xubuntu 桌面环境
    #apt install ubuntu-session xubuntu-desktop // 这个耗时较长，请耐心等待，过程中按照提示配置
    语言及字符编码
    执行此命令到最后会报错：
        Errors were encountered while processing:
            bluedm
    开启 dbus 服务，再重新执行一遍，即可解决此问题。
    #/etc/init.d/dbus start
5> 设置桌面环境启动选项
    #update-alternatives --config x-session-manager // xubuntu 选择 startxfce4
6> 设置默认登录方式
    #dpkg-reconfigure lightdm
7> 设置系统默认语言及编码方式
    #apt install locales
    #dpkg-reconfigure locales // 根据提示，空格键选择"en_US.UTF-8 UTF-8"; SDL 运行时，如果
    系统语言不是 UTF8，则会导致蓝牙 app 无法全部注册上
8> 设置主机名
    #echo "sync" > /etc/hostname
    #echo "127.0.0.1 sync" > /etc/hosts // 解决系统运行时，执行 sudo 报错：sudo: unable to resolve
    host localhost.localdomain
```



| | |
|--------------------------------|--------------------|
| Project Name: RK3288Linux 系统开发 | Version: <1.0> |
| RK3288 系统开发手册 | Date: <16/11/2017> |
| <document identifier> | |

9> 添加用户并设置密码

```
#useradd -s '/bin/bash' -m -G adm,sudo ubuntu
```

```
#passwd ubuntu // 设置一般用户密码，建议设置为“ubuntu”，之后 SDL 集成时需保持一致
```

```
#passwd root // 设置 root 密码，建议设置为“root”
```

10> 卸载冗余软件

```
#apt remove thunderbird // 邮箱客户端
```

```
#apt remove gnome-mines // 游戏
```

```
#apt remove gnome-sudoku // 游戏
```

```
#apt remove pidgin // 聊天客户端
```

```
#apt remove transmission-gtk // 下载工具
```

```
#apt remove gnome-software // 软件中心
```

```
#apt autoremove
```

11> 安装 qt5 支持

```
#apt install qt5-default
```

12> 重新配置时区

```
#dpkg-reconfigure tzdata // 选择亚洲、上海
```

13> 禁止 apport 报错

```
#vi etc/default/apport
```

```
(设置 enabled=0)
```

14> 设置开机启动脚本:

```
#systemctl enable rockchip.service
```

15> 清理工作，防止镜像文件过大，烧录时间过长

```
#apt clean
```

```
#rm -rf /var/lib/apt/lists/* //这里是更新源保存的临时文件，可删除，之后开发板上重新更新源
```

16> 退出

```
#exit
```

8.10 卸载根文件系统

```
$/ch-mount.sh -u linux-rootfs
```

8.11 制作完毕。

此时，系统里面还没有安装驱动，wifi 及网络无法使用，硬件解码也未配置。

9 增加驱动及硬件解码支持

9.1 给已经制作好的根文件系统上添加驱动

```
$git clone https://github.com/rockchip-linux/rk-rootfs-build.git
```

```
$git checkout master
```



本作品采用[知识共享署名-相同方式共享 4.0 国际许可协议](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)进行许可

| | |
|--------------------------------|--------------------|
| Project Name: RK3288Linux 系统开发 | Version: <1.0> |
| RK3288 系统开发手册 | Date: <16/11/2017> |
| <document identifier> | |

```
$sudo cp -r rk-rootfs-build/overlay-firmware/* linux-rootfs
```

9.2 安装 mpp 和 gstreamer

1> 复制安装包

```
$sudo mkdir -p linux-rootfs/packages // 建立临时目录
$sudo cp -r pkg linux-rootfs/packages // 这些是 gstreamer 的依赖库
$sudo cp -r rk-rootfs-build/packages/armhf/video linux-rootfs/packages // 这些是 mpp 和 gstreamer
```

安装包

2> 挂载根文件系统

```
$/ch-mount.sh -m linux-rootfs
```

3> 此时已经进入了根文件系统的 shell，安装 mpp 和 gstreamer

安装依赖包：

```
#dpkg -i packages/pkg/02_dep/*.deb
#dpkg -i packages/pkg/03_dep/*.deb
```

安装 gstreamer 基础包：

```
#dpkg -i packages/pkg/*.deb
```

安装 mpp 插件：

```
#dpkg -i /packages/video/mpp/librockchip-mpp1_*_armhf.deb
#dpkg -i /packages/video/mpp/librockchip-mpp-dev_*_armhf.deb
```

安装 gstreamer 主体包：

```
#dpkg -i /packages/video/gstreamer/gstreamer1.0-rockchip*.deb
```

删除临时目录：

```
#rm -rf packages
```

安装完毕，退出：

```
#exit
```

4> 卸载根文件系统

```
$/ch-mount.sh -u linux-rootfs
```

10 配置开发板开机自动登录

将配置文件 autologin.conf 复制到指定目录即可：

```
$sudo cp rootfs_autologin/autologin.conf linux-rootfs/etc/lightdm/lightdm.conf.d/
```

11 SDL 集成到根文件系统并开机自动启动

11.1 集成 SDL 必要性说明

发布阶段，如果需要 SDL 与固件打包在一起，请执行此章节说明步骤。

开发阶段，建议 SDL 开发与系统分开，请升级好系统之后将 SDL 复制到开发板上运行即可。请忽



本作品采用[知识共享署名-相同方式共享 4.0 国际许可协议](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)进行许可

| | |
|--------------------------------|--------------------|
| Project Name: RK3288Linux 系统开发 | Version: <1.0> |
| RK3288 系统开发手册 | Date: <16/11/2017> |
| <document identifier> | |

略此章节。

11.2 集成 SDL 配置

1. 复制 sdl 可执行包到根文件系统

```
$sudo cp -r rootfs_sdl/sdl_bin/ linux-rootfs/opt
```

2. 修改自动启动脚本，让 sdl 开机自启动

```
$sudo gedit linux-rootfs/home/ubuntu/.profile
```

在最后增加以下内容：

```
echo "ubuntu" | sudo -S /opt/sdl_bin/start.sh &
```

（说明：echo "ubuntu"是输入密码，如果系统密码变更，此处也必须变更。）

3. 至此，SDL 就集成到了根文件系统里面，开发板系统登录后，SDL 会自动启动。

12 制作升级包镜像

12.1 打包根文件系统

```
$/mkimage.sh linux-rootfs linux-rootfs.img
```

（最终生成 linux-rootfs.img 文件，后面将与 linux-boot.img 打包成升级包）

12.2 打包升级包

- 1> 切换到 rockchip/rock-tool 目录

```
$cd ../rock-tool
```

- 2> 清理工作

```
$rm update.img // 如果 update.img 文件存在，则删之
```

```
$rm Image/* // 清空 Image 目录下所有文件
```

- 3> 复制 linux-boot.img 和 linux-rootfs.img 到 Image 目录下

```
$cp ../firmware/linux-boot/linux-boot_lvds.img Image/linux-boot.img // 如果需要支持显示器，请
```

复制 linux-boot_vga.img

```
$cp ../linux-rootfs/linux-rootfs.img Image
```

- 4> 打包

```
$/mkupdate.sh
```

（最终生成 update.img 升级包）

13 烧录镜像到开发板

13.1 配置烧录工具

```
$cd rk3288_dependence/tools/Linux_Upgrade_Tool_v1.2
```

```
$cp upgrade_tool /usr/local/bin
```



本作品采用[知识共享署名-相同方式共享 4.0 国际许可协议](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)进行许可

| | |
|--------------------------------|--------------------|
| Project Name: RK3288Linux 系统开发 | Version: <1.0> |
| RK3288 系统开发手册 | Date: <16/11/2017> |
| <document identifier> | |

13.2 开发板供电

将数据线连接开发板 OTG 口和 PC 的 USB 口

13.3 进入刷机模式

- 1> 同时按下 Recovery 和 Reset 按键（分别位于开发板左右两侧）
- 2> 释放 Reset 按键，并且 Recovery 按键保持 2s 以上的按下状态再释放

13.4 执行刷机命令

\$sudo upgrade_tool uf <update.img> // 尖括号内是固件的名称，根据实际名称修改

13.5 刷机完毕

请耐心等待，烧录完成后开发板自动重启

（开发板第一次桌面加载有些慢，请耐心等待，约 5 分钟；如果桌面一直无法正常加载，重启开发板可解决）

