

Rockchip Developer UFS 开发指南

文件标识: RK-KF-YF-C15

发布版本: V1.5.0

日期: 2024-09-10

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 © 2024 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

产品版本

| 芯片名称 | 内核版本 |
|--------|------|
| RK3576 | 6.1 |

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

修订记录

| 日期 | 版本 | 作者 | 修改说明 |
|------------|--------|-----|--------------------------|
| 2024-07-20 | V1.0.0 | 赵仪峰 | 初始版本 |
| 2024-08-09 | V1.1.0 | 林涛 | 补充配置和问题 |
| 2024-08-16 | V1.2.0 | 林涛 | 补充镜像制作异常 |
| 2024-08-20 | V1.3.0 | 赵仪峰 | 增加MPHY供电测试配置 修正部分错误描述 |
| 2024-08-21 | V1.4.0 | 林涛 | 补充常见UFS设备信息查询 |
| 2024-09-10 | V1.5.0 | 林涛 | 补充双存储uboot探测失败说明 |

目录

Rockchip Developer UFS 开发指南

1. 芯片资源介绍
2. DTS 配置
3. menuconfig 配置
4. U-boot支持UFS
 - 4.1 DTS修改
 - 4.2 config配置
 - 4.3 UFS MPHY供电探测
5. UFS LUN定制
6. Vendor Storage支持
 - 6.1 Uboot
 - 6.2 Kernel
7. UFS接口性能
 - 7.1 顺序写性能
 - 7.2 顺序读性能
 - 7.3 随机写性能
 - 7.4 随机读性能
8. UFS 设备信息查询与操作
9. 常见问题
 - 9.1 升级固件后不能启动，GPT报错
 - 9.2 升级固件后不能启动，串口没有任何打印
 - 9.3 在Kernel老化过程中，需要统计异常信息可以查看如下节点
 - 9.4 Kernel启动后无法挂载分区
 - 9.5 U-Boot探测UFS失败
10. 附录
 - 10.1 ufs-utils获取地址
 - 10.2 HS Gear信息

1. 芯片资源介绍

RK3576

| 资源 | 兼容UFS版本 | PHY支持速率 | PHY供电 | 备注 |
|-----|-------------------|----------------------|------------|----|
| UFS | 2.1, 2.2, 3.0和3.1 | HS G1-G3 和 PWM G1-G3 | 0.85v和1.8v | |

注意事项:

- 1. PHY没有供电的情况下不能去初始化UFS，系统会挂死。
- 2. 没有使用UFS的设备，DTS里面把UFS节点配置为“disabled”,不然会影响开机速度。

2. DTS 配置

RK3576

| 资源 | 参考配置 | 控制器节点 | PHY节点 |
|-----|-------------|-------------------|-------|
| UFS | rk3576.dtsi | ufs: ufs@2a2d0000 | -- |

- 1. `compatible = "rockchip,rk3576-ufs";`

必须配置项: 默认配置，对应驱动: drivers/ufs/host/ufs-rockchip.c。

- 2. `assigned-clock-parents = <&cru CLK_REF_MPHY_26M>`

必须配置项: 默认选择PPLL输出的26MHz参考时钟。

如果有使用外部独立26Mhz晶振，可以配置为: `assigned-clock-parents = <&clk_gpio_mphy_i>;`

同时dts还需要额外指定io输入的时钟和频率:

```
clk_gpio_mphy_i: clk_gpio_mphy_i{
    compatible = "fixed-clock";
    #clock-cells = <0>;
    clock-frequency = <26000000>;
    clock-output-names = "clk_gpio_mphy_i";
};
```

- 3. `status = <okay>;`

必须配置项: 启用UFS，如果项目没有使用UFS，建议配置为"disabled", 不然会影响开机启动速度。

- 4. `pinctrl-0 = <&ufs_refclk>;`

必须配置项: 配置UFS_REFCLK为功能IO，输出参考时钟给UFS颗粒。

- 5. `reset-gpios = <&gpio4 RK_PD0 GPIO_ACTIVE_HIGH>;`

必须配置项：配置UFS_RSTN为GPIO，在驱动里面控制UFS颗粒的复位。

6. `vcc-supply = <&vcc_ufs_s0>;`

可选配置项：配置UFS颗粒主电源。

7. `vccq-supply = <&vcc1v2_ufs_vccq_s0>;`

可选配置项：配置UFS VCCQ电源。

8. `vccq2-supply = <&vcc1v8_ufs_vccq2_s0>;`

可选配置项：配置UFS VCCQ2电源。

9. `freq-table-hz = <500000000 250000000>, <0 0>, <0 0>, <0 0>;`

可选配置项：配置UFS dvfs调频时钟区间。每个数组元素定义了最小时钟与最大时钟，次序与dtsi中UFS节点所引用的clocks一一对应。当无IO传输时，各路时钟频率将下降到最低，开启传输前将上升到最高。如果某一路不需要动态调整，请设置其最大与最小值为0即可。

3. menuconfig 配置

需要确保如下配置打开。

```
CONFIG_SCSI_UFSHCD=y
CONFIG_SCSI_UFS_BSG=y
CONFIG_SCSI_UFS_HWMON=y
CONFIG_SCSI_UFSHCD_PLATFORM=y
CONFIG_SCSI_UFS_ROCKCHIP=y
```

4. U-boot支持UFS

默认SDK代码已经支持UFS，直接编译就可以支持UFS。

4.1 DTS修改

DTS节点的配置和kernel一样，u-boot下需要在rk3576-u-boot.dtsi里面配置启用。

```
&ufs {
    u-boot,dm-spl;
    status = "okay";
};
```

4.2 config配置

UFS需要SCSI协议支持，需要配置上SCSI协议。

```
CONFIG_SPL_UFS_SUPPORT=y
CONFIG_CMD_UFS=y
CONFIG_UFS=y
CONFIG_ROCKCHIP_UFS=y
CONFIG_SCSI=y
CONFIG_DM_SCSI=y
```

4.3 UFS MPHY供电探测

UFS MPHY在没有供电的情况下去访问寄存器会造成系统卡住，usbplug和uboot会在ufs初始化前会先探测一下UFS MPHY是否供电。

但是探测代码没法兼容个别老型号的UFS颗粒，uboot代码提供关闭探测的配置选项，参考下面补丁：

```
diff --git a/configs/rk3576-usbplug.config b/configs/rk3576-usbplug.config
index 822967e7cf5..26cfa5956fe 100644
--- a/configs/rk3576-usbplug.config
+++ b/configs/rk3576-usbplug.config
@@ -101,3 +101,4 @@ CONFIG_SCSI=y
 CONFIG_CMD_UFS=y
 CONFIG_ROCKCHIP_UFS=y
 CONFIG_CMD_SCSI=y
+CONFIG_ROCKCHIP_UFS_DISABLED_LINKUP_TEST=y
diff --git a/configs/rk3576_defconfig b/configs/rk3576_defconfig
index 3ec1fdefe00..15d0451ddc9 100644
--- a/configs/rk3576_defconfig
+++ b/configs/rk3576_defconfig
@@ -223,3 +223,4 @@ CONFIG_RK_AVB_LIBAVB_USER=y
 CONFIG_OPTEE_CLIENT=y
 CONFIG_OPTEE_V2=y
 CONFIG_OPTEE_ALWAYS_USE_SECURITY_PARTITION=y
+CONFIG_ROCKCHIP_UFS_DISABLED_LINKUP_TEST=y
```

修改后需要重新编译usbplug和uboot，编译方法如下：

```
#echo 编译usbplug
./make.sh rk3576-usbplug
#echo 拷贝usbplug.bin到rkbin替换对应文件，下面文件名只是参考
cp usbplug.bin ../rkbin/bin/rk35/rk3576_usbplug_v1.02.bin
#重新编译uboot和loader
./make.sh rk3576
```

5. UFS LUN定制

UFS需要先配置LUN后才可以使用，默认SDK是配置4个LUN，详细见下表：

| LUN ID | 名称 | 大小 | FLASH 模式 | 是否支持 BOOT | 用途 |
|--------|-------------|------------|----------|-----------|-------------|
| 0 | user (sda) | 总容量 - 48MB | XLC | 否 | 存放系统固件和用户数据 |
| 1 | boot0 (sdb) | 4MB | SLC | 是 | 存放loader |
| 2 | boot1 (sdc) | 4MB | SLC | 是 | 存放备份loader |
| 3 | data (sdd) | 8MB | SLC | 否 | 用户可以自定义使用 |

如果默认配置不能满足需求，可以自己修改LUN配置，具体代码在uboot工程的函数ufs_lu_configuration中。

修改后需要重新编译usbplug，编译方法如下：

```
#echo 编译usbplug
./make.sh rk3576-usbplug
#echo 拷贝usbplug.bin到rkbin替换对应文件，下面文件名只是参考
cp usbplug.bin ../rkbin/bin/rk35/rk3576_usbplug_v1.02.bin
#重新编译uboot和loader
./make.sh rk3576
```

6. Vendor Storage支持

6.1 Uboot

Uboot默认支持Vendor Storage,没有限制。

6.2 Kernel

Kernel 下UFS驱动不支持Vendor Storage，但是部分驱动在kernel阶段有读需求，可以在dts里面定义“ram-vendor-storage”节点和保留内存，uboot会把读取到的数据传递给kernel驱动读使用。

```
diff --git a/arch/arm64/boot/dts/rockchip/rk3576-android.dtsi
b/arch/arm64/boot/dts/rockchip/rk3576-android.dtsi
index 4e6574156dc0..b4ec015c2638 100644
--- a/arch/arm64/boot/dts/rockchip/rk3576-android.dtsi
+++ b/arch/arm64/boot/dts/rockchip/rk3576-android.dtsi
```

```

@@ -55,6 +55,17 @@ ramoops: ramoops@40110000 {
        ftrace-size = <0x000000>;
        record-size = <0x14000>;

    };

+
+       vendor_storage_rm: vendor-storage-rm@00000000 {
+           compatible = "rockchip,vendor-storage-rm";
+           reg = <0x0 0x0 0x0 0x0>;
+       };
+
+   };
+
+   vendor_storage: vendor-storage {
+       compatible = "rockchip,ram-vendor-storage";
+       memory-region = <&vendor_storage_rm>;
+       status = "okay";
+   };
};

```

应用层写vendor storage，可以参考android下代码

“hardware/rockchip/libvendor_storage/vendor_storage_test.c”进行读写。

kernel写vendor storage，需要将要写的数据通过应用层代理来实现，比较麻烦，kernel提供的写接口是写内存，不会真正保存到UFS存储里面。

7. UFS接口性能

使用FIO直接对sda设备进行读写，没有额外文件系统和加解密开销，测试UFS为512GB 3.1版本。

7.1 顺序写性能

测试命令：

```

/data/fio -filename=/dev/block/sda -direct=1 -iodepth 32 -thread -rw=write -
bs=1024k -size=1G -numjobs=8 -runtime=180 -group_reporting -
name=seq_100write_1024k

```

测试结果：

```

seq_100write_1024k: (g=0): rw=write, bs=(R) 1024KiB-1024KiB, (W) 1024KiB-1024KiB,
(T) 1024KiB-1024KiB, ioengine=psync, iodepth=32
...
fio-2.20
Starting 8 threads
Jobs: 7 (f=1): [W(1),f(3),_(1),f(3)][100.0%][r=0KiB/s,w=966MiB/s][r=0,w=965 IOPS]
[eta 00m:00s]
seq_100read_1024k: (groupid=0, jobs=8): err= 0: pid=2389: Wed Jun 26 16:34:04
2024
    write: IOPS=946, BW=947MiB/s (993MB/s)(8192MiB/8652msec)
        clat (msec): min=3, max=32, avg= 8.25, stdev= 2.53

```



```

lat (msec): min=3, max=32, avg= 8.42, stdev= 2.53
clat percentiles (usec):
| 1.00th=[ 7072], 5.00th=[ 7136], 10.00th=[ 7200], 20.00th=[ 7264],
| 30.00th=[ 7264], 40.00th=[ 7264], 50.00th=[ 7264], 60.00th=[ 7328],
| 70.00th=[ 7392], 80.00th=[ 9536], 90.00th=[ 9920], 95.00th=[14400],
| 99.00th=[14912], 99.50th=[25728], 99.90th=[29824], 99.95th=[32384],
| 99.99th=[32384]
bw ( KiB/s): min=89495, max=126959, per=0.01%, avg=121531.16, stdev=7781.67
lat (msec) : 4=0.02%, 10=90.32%, 20=9.12%, 50=0.54%
cpu          : usr=2.04%, sys=5.14%, ctx=16467, majf=0, minf=0
IO depths    : 1=100.0%, 2=0.0%, 4=0.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, >=64=0.0%
submit      : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >=64=0.0%
complete    : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >=64=0.0%
issued rwt: total=0,8192,0, short=0,0,0, dropped=0,0,0
latency     : target=0, window=0, percentile=100.00%, depth=32

Run status group 0 (all jobs):
WRITE: bw=947MiB/s (993MB/s), 947MiB/s-947MiB/s (993MB/s-993MB/s), io=8192MiB
(8590MB), run=8652-8652msec

Disk stats (read/write):
sda: ios=0/16382, merge=0/0, ticks=0/126485, in_queue=126485, util=98.29%

```

7.2 顺序读性能

测试命令:

```

/data/fio -filename=/dev/block/sda -direct=1 -iodepth 32 -thread -rw=read -
bs=1024k -size=1G -numjobs=8 -runtime=180 -group_reporting -
name=seq_100read_1024k

```

测试结果:

```

seq_100read_1024k: (g=0): rw=read, bs=(R) 1024KiB-1024KiB, (W) 1024KiB-1024KiB,
(T) 1024KiB-1024KiB, ioengine=psync, iodepth=32
...
fio-2.20
Starting 8 threads
Jobs: 8 (f=8): [R(8)][100.0%][r=1020MiB/s,w=0KiB/s][r=1020,w=0 IOPS][eta 00m:00s]
seq_100read_1024k: (groupid=0, jobs=8): err= 0: pid=2368: Wed Jun 26 16:31:59
2024
read: IOPS=1001, BW=1002MiB/s (1050MB/s)(8192MiB/8177msec)
clat (msec): min=5, max=32, avg= 7.96, stdev= 1.69
lat (msec): min=5, max=33, avg= 7.96, stdev= 1.69
clat percentiles (usec):
| 1.00th=[ 7584], 5.00th=[ 7712], 10.00th=[ 7712], 20.00th=[ 7776],
| 30.00th=[ 7840], 40.00th=[ 7840], 50.00th=[ 7840], 60.00th=[ 7840],
| 70.00th=[ 7840], 80.00th=[ 7904], 90.00th=[ 7968], 95.00th=[ 7968],
| 99.00th=[ 8160], 99.50th=[20096], 99.90th=[33024], 99.95th=[33024],
| 99.99th=[33024]
bw ( KiB/s): min=96256, max=132395, per=0.01%, avg=128637.07, stdev=8204.70
lat (msec) : 10=99.44%, 20=0.06%, 50=0.50%
cpu          : usr=0.38%, sys=3.85%, ctx=24282, majf=0, minf=2048

```

```
IO depths      : 1=100.0%, 2=0.0%, 4=0.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, >=64=0.0%
submit        : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >=64=0.0%
complete      : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >=64=0.0%
issued rwt: total=8192,0,0, short=0,0,0, dropped=0,0,0
latency       : target=0, window=0, percentile=100.00%, depth=32
```

Run status group 0 (all jobs):

```
READ: bw=1002MiB/s (1050MB/s), 1002MiB/s-1002MiB/s (1050MB/s-1050MB/s),
io=8192MiB (8590MB), run=8177-8177msec
```

Disk stats (read/write):

```
sda: ios=16384/0, merge=0/0, ticks=119146/0, in_queue=119145, util=98.96%
```

7.3 随机写性能

测试命令:

```
/data/fio -filename=/dev/block/sda -direct=1 -iodepth 32 -thread -rw=randwrite -
bs=4k -size=1G -numjobs=8 -runtime=180 -group_reporting -name=rand_100write_4k
```

测试结果:

```
rand_100write_4k: (g=0): rw=randwrite, bs=(R) 4096B-4096B, (W) 4096B-4096B, (T)
4096B-4096B, ioengine=psync, iodepth=32
...
fio-2.20
Starting 8 threads
Jobs: 7 (f=7): [_ (1),w(7)][100.0%][r=0KiB/s,w=270MiB/s][r=0,w=69.0k IOPS][eta
00m:00s]
seq_100read_1024k: (groupid=0, jobs=8): err= 0: pid=2402: Wed Jun 26 16:35:55
2024
write: IOPS=55.2k, BW=215MiB/s (226MB/s)(8192MiB/38022msec)
clat (usec): min=35, max=18933, avg=137.53, stdev=421.10
lat (usec): min=36, max=18935, avg=138.68, stdev=421.21
clat percentiles (usec):
| 1.00th=[ 49], 5.00th=[ 56], 10.00th=[ 61], 20.00th=[ 68],
| 30.00th=[ 75], 40.00th=[ 82], 50.00th=[ 88], 60.00th=[ 96],
| 70.00th=[ 108], 80.00th=[ 127], 90.00th=[ 183], 95.00th=[ 278],
| 99.00th=[ 532], 99.50th=[ 796], 99.90th=[ 6688], 99.95th=[ 6944],
| 99.99th=[11584]
bw ( KiB/s): min=22220, max=39863, per=0.01%, avg=27702.29, stdev=2097.44
lat (usec) : 50=1.25%, 100=62.00%, 250=30.71%, 500=4.86%, 750=0.66%
lat (usec) : 1000=0.07%
lat (msec) : 2=0.03%, 4=0.01%, 10=0.40%, 20=0.02%
cpu        : usr=3.73%, sys=13.05%, ctx=3190681, majf=0, minf=0
IO depths  : 1=100.0%, 2=0.0%, 4=0.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, >=64=0.0%
submit     : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >=64=0.0%
complete   : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >=64=0.0%
issued rwt: total=0,2097152,0, short=0,0,0, dropped=0,0,0
latency    : target=0, window=0, percentile=100.00%, depth=32
```

Run status group 0 (all jobs):

```
WRITE: bw=215MiB/s (226MB/s), 215MiB/s-215MiB/s (226MB/s-226MB/s), io=8192MiB (8590MB), run=38022-38022msec
```

Disk stats (read/write):

```
sda: ios=0/2096660, merge=0/13, ticks=0/180540, in_queue=180540, util=99.93%
```

7.4 随机读性能

测试命令:

```
/data/fio -filename=/dev/block/sda -direct=1 -iodepth 32 -thread -rw=randread -bs=4k -size=1G -numjobs=8 -runtime=180 -group_reporting -name=rand_100read_4k
```

测试结果:

```
rand_100read_4k: (g=0): rw=randread, bs=(R) 4096B-4096B, (W) 4096B-4096B, (T) 4096B-4096B, ioengine=psync, iodepth=32
...
fio-2.20
Starting 8 threads
[ 1393.016346][ T542] healthd: battery l=50 v=3300 t=2.6 h=2 st=3 c=-1600 fc=100 chg=au
Jobs: 8 (f=8): [r(8)][100.0%][r=223MiB/s,w=0KiB/s][r=56.0k,w=0 IOPS][eta 00m:00s]
seq_100read_1024k: (groupid=0, jobs=8): err= 0: pid=2412: Wed Jun 26 16:37:30 2024
    read: IOPS=57.5k, BW=224MiB/s (235MB/s)(8192MiB/36499msec)
        clat (usec): min=60, max=2949, avg=133.28, stdev=34.67
            lat (usec): min=61, max=2949, avg=133.69, stdev=34.78
        clat percentiles (usec):
            | 1.00th=[ 95], 5.00th=[ 99], 10.00th=[ 103], 20.00th=[ 108],
            | 30.00th=[ 113], 40.00th=[ 118], 50.00th=[ 124], 60.00th=[ 131],
            | 70.00th=[ 141], 80.00th=[ 153], 90.00th=[ 173], 95.00th=[ 197],
            | 99.00th=[ 262], 99.50th=[ 294], 99.90th=[ 374], 99.95th=[ 418],
            | 99.99th=[ 580]
        bw ( KiB/s): min=27040, max=29907, per=0.01%, avg=28834.42, stdev=390.23
            lat (usec) : 100=5.06%, 250=93.56%, 500=1.36%, 750=0.02%, 1000=0.01%
            lat (msec) : 2=0.01%, 4=0.01%
        cpu           : usr=3.61%, sys=13.20%, ctx=3825319, majf=0, minf=8
        IO depths    : 1=100.0%, 2=0.0%, 4=0.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, >=64=0.0%
            submit    : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >=64=0.0%
            complete  : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >=64=0.0%
            issued rwts: total=2097152,0,0, short=0,0,0, dropped=0,0,0
            latency   : target=0, window=0, percentile=100.00%, depth=32

Run status group 0 (all jobs):
    READ: bw=224MiB/s (235MB/s), 224MiB/s-224MiB/s (235MB/s-235MB/s), io=8192MiB (8590MB), run=36499-36499msec

Disk stats (read/write):
    sda: ios=2088272/0, merge=16/0, ticks=222685/0, in_queue=222685, util=99.91%
```

8. UFS 设备信息查询与操作

在Linux内核的平台，可以采用ufs-utils工具对UFS设备的相关信息查询、操作。常用命令如下请参考：

1. 查询颗粒健康状态

```
ufs-utils desc -t 9 -p /dev/bsg/ufs-bsg0 #Linux平台
ufs-utils desc -t 9 -p /dev/ufs-bsg0      #Android平台
Device Health Descriptor: [Byte offset 0x0]: bLength = 0x25
Device Health Descriptor: [Byte offset 0x1]: bDescriptorType = 0x9
Device Health Descriptor: [Byte offset 0x2]: bPreEOLInfo = 0x1
Device Health Descriptor: [Byte offset 0x3]: bDeviceLifeTimeEstA = 0x1
Device Health Descriptor: [Byte offset 0x4]: bDeviceLifeTimeEstB = 0x1

bPreEOLInfo:
Pre End of Life Information
00h: Not defined
01h: Normal
02h: Warning. Consumed 80% of reserved blocks.
03h: Critical. Consumed 90% of reserved blocks.
Others: Reserved

bDeviceLifeTimeEstA
bDeviceLifeTimeEstB:
provides an indication of the device life time based on the amount of performed
program/erase cycles
00h: Information not available
01h: 0% - 10% device life time used
02h: 10% - 20% device life time used
03h: 20% - 30% device life time used
04h: 30% - 40% device life time used
05h: 40% - 50% device life time used
06h: 50% - 60% device life time used
07h: 60% - 70% device life time used
08h: 70% - 80% device life time used
09h: 80% - 90% device life time used
0Ah: 90% - 100% device life time used
0Bh: Exceeded its maximum estimated device life time
Others: Reserved
```

2. 查询当前颗粒运行的协议版本，速度，lane数量

```
#查询当前双方运行的协议版本：
ufs-utils desc -t 9 -p /dev/bsg/ufs-bsg0 #Linux平台
ufs-utils desc -t 9 -p /dev/ufs-bsg0      #Android平台

#查询链接状态
ufs-utils uic -t 1 -a -p /dev/bsg/ufs-bsg0 #Linux平台
ufs-utils uic -t 1 -a -p /dev/ufs-bsg0      #Android平台

1. 速度(HS Gear接口速度请查看附录)：
Gear: 1: Gear1 2: Gear2 3: Gear3 4: Gear4
```

HSeries: 1: rate A 2: rate B

```
[0x1568]PA_TxGear          : local = 0x00000001, peer = 0x00000001
[0x1583]PA_RxGear          : local = 0x00000001, peer = 0x00000001
[0x156a]PA_HSeries         : local = 0x00000002, peer = 0x00000002
```

2. Lane数量:

双方可以提供的物理层lane数量

```
[0x1520]PA_AvailTxDataLanes : local = 0x00000002, peer = 0x00000002
[0x1540]PA_AvailRxDataLanes : local = 0x00000002, peer = 0x00000002
```

双方实际物理层链接上的lane数量

```
[0x1561]PA_ConnectedTxDataLanes : local = 0x00000002, peer = 0x00000002
[0x1581]PA_ConnectedRxDataLanes : local = 0x00000002, peer = 0x00000002
```

双方实际通信使用到的lane数量

```
[0x1560]PA_ActiveTxDataLanes : local = 0x00000001, peer = 0x00000001
[0x1580]PA_ActiveRxDataLanes : local = 0x00000001, peer = 0x00000001
```

如果双方物理层链接上lane数量小于双方可以提供的物理层lane数量, 则说明信号不佳导致有lane训练失败, 或者实际硬件只接了一个lane。

如果双方实际通信使用的lane数量小于双方实际物理层链接上的lane数量, 说明配置信息被修改过, 可以是ufs驱动修改pwr_info或者通过ufs-utils修改。

9. 常见问题

9.1 升级固件后不能启动, GPT报错

UFS的块大小是4K, GPT需要按4K的块大小生成, 工具需要更新到下面对应版本或者更新的版本:

```
RKDevTool_v3.28_for_window
```

```
FactoryTool_v1.88
```

```
upgrade_tool_v2.30_for_linux
```

9.2 升级固件后不能启动, 串口没有任何打印

“BOOT MODE CONFIG”配置不对, 可以参考电路原理图里面的“BOOT MODE CONFIG”表格配置为UFS启动。

使用了不支持的UFS颗粒, 可以换个全新的其他型号UFS颗粒试试。

9.3 在Kernel老化过程中, 需要统计异常信息可以查看如下节点

```
bash-5.2# cat /sys/kernel/debug/ufshcd/2a2d0000.ufs/stats
PHY Adapter Layer errors (except LINERESET): 0 #UECPA类型
Data Link Layer errors: 0 #UECDL类型
Network Layer errors: 0 #UECN类型
```

| | |
|--|-------------------------------|
| Transport Layer errors: 0 | #UECT类型 |
| Generic DME errors: 0 | #UECDME类型 |
| Auto-hibernate errors: 0 | #UHES和UHXS类型 |
| IS Fatal errors (CEFES, SBFES, HCFES, DFES): 0 | |
| DME Link Startup errors: 0 | #DME link startup错误 |
| PM Resume errors: 0 | #唤醒失败 |
| PM Suspend errors : 0 | #待机失败 |
| Logical Unit Resets: 1 | #复位设备次数, 开机、休眠唤醒、出错处理 均会增加 |
| Host Resets: 0 | #复位控制器重新初始化次数, 出错会增加 |
| SCSI command aborts: 0 | #SCSI命令通信出错次数 |

9.4 Kernel启动后无法挂载分区

```
[ 3.220417] sda: sda1 sda2 sda3 sda4 sda5 sda6 sda7 sda8 sda9
[ 3.221108] sd 0:0:0:0: [sda] Attached SCSI disk
[ 3.467971] EXT4-fs (sda7): bad block size 1024
[ 3.468341] EXT4-fs (sda7): bad block size 1024
[ 3.468528] EXT4-fs (sda7): bad block size 1024
[ 3.468733] FAT-fs (sda7): utf8 is not a recommended IO charset for FAT
filesystems, filesystem will be case sensitive!
[ 3.468903] ISOFS: unsupported/invalid hardware sector size 4096
[ 3.470737] EXT4-fs (sda7): bad block size 1024
[ 3.471013] EXT4-fs (sda7): bad block size 1024
[ 3.471260] EXT4-fs (sda7): bad block size 1024
[ 3.471494] FAT-fs (sda7): utf8 is not a recommended IO charset for FAT
filesystems, filesystem will be case sensitive!
[ 3.471659] ISOFS: unsupported/invalid hardware sector size 4096
[ 3.472991] List of all partitions:
[ 3.473009] 0100          4096 ram0
[ 3.473014] (driver?)
[ 3.473035] 0800      124936192 sda
[ 3.473039] driver: sd
[ 3.473050] 0801          8192 sda1 17b18c43-1d24-4484-8883-d0c618e42411
[ 3.473054]
[ 3.473065] 0802          8192 sda2 97c64638-8824-46d3-d83e-582a6a48d4fb
[ 3.473070]
[ 3.473080] 0803          4096 sda3 e6edc612-f94f-44b7-b9f1-1561474fafbb
[ 3.473084]
[ 3.473095] 0804          65536 sda4 d04a9010-9d09-4d47-96ba-3fa854d3c5c5
[ 3.473099]
[ 3.473110] 0805         131072 sda5 f2d9eb7f-2700-4ba8-9422-0e502db7c35c
[ 3.473114]
[ 3.473124] 0806          32768 sda6 1382357d-a655-48e7-f1da-99e05054ea34
[ 3.473129]
[ 3.473139] 0807         14680064 sda7 614e0000-0000-4b53-8000-1d28000054a9
[ 3.473143]
[ 3.473153] 0808         131072 sda8 d5f63744-ff57-4447-c9ee-b98e63e9b69b
[ 3.473158]
[ 3.473168] 0809        109871084 sda9 ec8c0d6e-d426-462e-bfc0-366c6e064804
[ 3.473172]
[ 3.473185] 0810          4096 sdb
[ 3.473189] driver: sd
```

```
[ 3.473201] 0820          4096 sdc
[ 3.473205] driver: sd
[ 3.473217] 0830          8192 sdd
```

发生故障的原因是分区镜像制作时候，制作工具指定了错误的文件系统的block size。如上述log中，ext4镜像是按1KB的block size来制作的，而UFS需要支持4KB的block size。

9.5 U-Boot探测UFS失败

当系统支持双存储启动，如eMMC+UFS, 且UFS不是作为主存储器件的情况下，若探测失败将会导致U-Boot关闭DTB中对于UFS的支持。使得进入内核之后，也将看不到UFS控制器初始化的打印。这种情况一般是UFS硬件出问题，先确保颗粒是我们AVL列表中支持的，并且在maskrom升级模式下开过卡，再按照参考原理图排查颗粒供电，外围贴件等。

```
Timeout waiting for UIC response
Host controller enable failed
ufshcd_pltfrm_init() failed -5
FDT: UFS was not detected, disabling UFS.
```

10. 附录

10.1 ufs-utils获取地址

取得redmine权限后可以直接访问<https://redmine.rock-chips.com/documents/108>获取ufs-utils程序。

10.2 HS Gear信息

| HS-GEAR | Rate A-series | Rate B-series | | Rate A-series (from [MIPI-M-PHY]) | Rate B-series ⁽³⁾ (from [MIPI-M-PHY]) | Unit |
|----------|---------------------|------------------|---------|---|--|------|
| | f _{ref} | f _{ref} | | f _{ref} | f _{ref} | |
| | 19.2 / 26 / 38.4 | 19.2 / 38.4 | 26 | 19.2 / 26 / 38.4 | | MHz |
| HS-GEAR1 | 1248 ⁽²⁾ | 1459.2 | 1456.0 | 1248 | 1457.6 | Mbps |
| HS-GEAR2 | 2496 | 2918.4 | 2912.0 | 2496 | 2915.2 | Mbps |
| HS-GEAR3 | 4992 | 5836.8 | 5824.0 | 4992 | 5830.4 | Mbps |
| HS-GEAR4 | 9984 | 11673.6 | 11648.0 | 9984 | 11660.8 | Mbps |