系统 IO

快速排查指南

版本号: V0.3
发布日期: 2023.03.08

版本历史

版本号	日期	制/修订人	内容描述
V0.1	2019.11.23	AWA1087	初始版本
V0.2	2020.01.13	AWA1087	新增默认值说明和参考文档说明等细节
V0.3	2023.03.08	AWA1579	新增新内核配置说明和 dram 调频等排除项

目　录

插　图

1 前言

1.1 概述

- 本文档用于快速排查系统 io 问题，包括系统性能问题，文件系统问题，IO 引起的系统卡顿问题等；
- 本文档提供的快速排查方案模型如下：

常规问题场景 + 基础软件配置排查 + 软件快速调试排查

- 本文档仅用于帮助开发人员快速排查和解决初级问题问题，如果按照文档中的指导仍无法解决问题，请联系全志原厂 FAE 进一步协助解决，并提供说明是否按照文档中的排查方案进行过必要的排查，提供排查过程的必要记录和数据

1.2 读者对象

本文档主要适用于以下工程师:

- io 技术基础的 RD 研发人员
- io 技术基础的 FAE 工程人员

2 文件系统异常

2.1 文件系统 crash

问题现象

内核打印报错 oops/panic, 包含如下关键字：

```
Internal error: Oops: 817 [#1] PREEMPT SMP ARM
end Kernel panic - not syncing: Fatal exception
```

问题分析

当 linux kernel 遇到无法处理的异常的时候, 就会报错 oops、panic。

内核 oops、panic 可能是下面几种原因：

- 硬件问题

```
- ddr异常
- cpu异常
- 供电异常
```

- 软件问题

```
- 内核代码逻辑bug
- 内存异常篡改
```

系统 crash 的问题，我们分为随机性 crash 和固定位置 crash 这两类，下面讲这两类 crash 的排查思路。

2.1.1 随机性 crash

如果是量产方案，出现系统随机性的 crash，这种情况更多的会是硬件问题，可以从 ddr、cpu、供电三个方向排查。

2.1.1.1 排查 ddr

步骤 1

memtester 测试实验。

可以通过 memtester 测试来验证是否 ddr 存在异常。如果测试存在报错，则需找 dram 专业人士调整 dram 参数或者排查 dram 硬件问题。

```
memtester测试大小随方案dram大小而定，如1G方案可以使用3个128M的测试
memtester 128M &
```

步骤 2

排除 dram 调频策略实验

由于在 androidS，androidT 及以上平台支持了 dram 调频策略；会对 dram 进行调频，可能导致会运行在 dram 不稳定的频率等。

可以移除 dram 调频策略排除 dram 调频导致的不稳定可能。

```
获取persist.vendor.power.devfs.enabled是否为0；为0则是没有使能dram调频，可以直接排除dram调频的影响。
失能dram调频的方法：
setprop persist.vendor.power.devfs.enabled 0
重启
```

步骤 3

减低 dram 频率实验。

减低 dram 频率到 360M，可以保证 dram 的稳定性，可能 dram 在板子上运行不稳定或者参数不适配等。如果此实验正常下工作正常，则需找 dram 专业人士调整 dram 参数或者排查 dram 硬件问题。

```
dram频率修改方法
sys_config中的dram_para参数
[dram_para]
dram_clk=360
```

2.1.1.2 排查 cpu

cpu 异常可能是问题 ic 是不良品、或者是性能不足、或者是焊接不良等。

步骤 1

排查是否为 ic 性能不足。可以做定频定核提压实验，如果在此实验下工作正常，再排查供电是否正常，如果供电正常，则可定论为 ic 性能不足，需反馈问题给硬件同事针对性能不足 ic 做出筛选。

步骤 1.1

定频提压：配置 sys_config 中的**所有** dvfs(改方法在 linux5.15 以上的内核已经失效，使用 dts 的修改) table 中**所有**频点为 1G 或者修改 dts 中的 opp 表所有频点为 1G，并使用最高频点电压。

```
L_LV_count = 8
-L_LV1_freq = 1104000000
+L_LV1_freq = 1008000000
L_LV1_volt = 1300
L_LV2_freq = 1008000000
-L_LV2_volt = 1200
+L_LV2_volt = 1300
-L_LV3_freq = 912000000
-L_LV3_volt = 1120
+L_LV3_freq = 1008000000
+L_LV3_volt = 1300
...
```

如果 dvfs 配置在 dts 中的 opp_table，那么同理的，按上面的方法修改 dts 中的 opp 表即可。（具体可参考《Linux_CPUFREQ_ 开发指南》）

提高 40mv sys 电压。查看硬件原理图 sys 是用的哪路电, 再修改 sys_config 中的供电配置, 如 sys 是使用 dcdc3 并默认值为 900mv, 可做如下修改：

```
[power_sply]
dcdc3_vol=100940
```

步骤 1.2

关闭温控系统。

```
make ARCH=arm menuconfig或者make ARCH=arm64 menuconfig或者./build.sh menuconfig
设置THERMAL=n.具体可参考《Linux_Thermal_开发指南》
```

步骤 1.3

打开所有核，并锁定。

```
如果ic为四核cpu，则锁定四核：
echo 4 > /sys/kernel/autohotplug/lock
注：具体使用方法可参考《Linux_CPUHOTPLUG_开发指南》文档
```

步骤 2

排查是否为焊接不良。可重新补焊验证。

步骤 3

验证 ic 是否为不良品。如果 crash 问题为单颗 ic 问题，并且步骤 1、2 均不能查出问题，可通过替换 ic 的操作验证是否为 ic 不良。如果是不良 ic，交由硬件同事确认，并需增加筛选条件将此类不良品筛除。

2.1.1.3 排查供电正常

步骤 1

测量 cpu 供电电压纹波看是否符合规格。

步骤 2

用示波器抓取 cpu 电压，看 cpu 供电电压是否存在抖动。

2.1.1.4 软件问题

随机性 crash 问题一般都是与硬件相关。如果上述排查实验过后依然找不出问题，可能是软件问题了。软件方向可以从代码逻辑 bug 和内存篡改方向排查。

2.1.2 固定位置 crash

固定位置 crash 的判断标准：如果 3 次以上 crash 情况的都是在同一个位置。此类固定位置 crash 的问题一般为软件问题，可采用 addr2line、objdump 等工具进行正面分析，查明原因。

2.1.2.1 排除内核原生代码

如果是内核原生代码，基于某种测试下出现，请在开源社区查看 Bug 记录。

eg:

```
[32m[  378.048331] [33mWARNING[0m: CPU: 1 PID: 7329 at lib/percpu-refcount.c:322 percpu_ref_kill_and_confirm+0x64
    /0x13c
[32m[  378.048342] [0mpercpu_ref_kill_and_confirm called more than once on blk_queue_usage_counter_release!
[32m[  378.048371] [33mModules linked in[0m: xr829 gslX680new xradio_btfdi xradio_btlpm vin_v4l2 gc0310_mipi
    gc2355_mipi gc030a_mipi gc2385_mipi vin_io videobuf2_v4l2 videobuf2_dma_contig videobuf2_memops
    videobuf2_core mali(O)
[32m[  378.048379] [33mCPU[0m: 1 PID: 7329 Comm: Binder:1779_6 Tainted: G        O    4.9.170 #33
[32m[  378.048381] [33mHardware name[0m: sun8iw15
[32m[  378.048403] [0m[<c0110a68>] (unwind_backtrace) from [<c010c5ac>] (show_stack+0x20/0x24)
[32m[  378.048415] [0m[<c010c5ac>] (show_stack) from [<c04985d0>] (dump_stack+0x78/0x94)
[32m[  378.048426] [0m[<c04985d0>] (dump_stack) from [<c0129b98>] (__warn+0xdc/0x110)
[32m[  378.048434] [0m[<c0129b98>] (__warn) from [<c0129c20>] (warn_slowpath_fmt+0x54/0x74)
[32m[  378.048442] [0m[<c0129c20>] (warn_slowpath_fmt) from [<c04b2374>] (percpu_ref_kill_and_confirm+0x64/0
    x13c)
[32m[  378.048452] [0m[<c04b2374>] (percpu_ref_kill_and_confirm) from [<c0480e68>] (blk_mq_freeze_queue_start+0
    x64/0x7c)
[32m[  378.048461] [0m[<c0480e68>] (blk_mq_freeze_queue_start) from [<c0480e9c>] (blk_freeze_queue+0x1c/0x28)
[32m[  378.048468] [0m[<c0480e9c>] (blk_freeze_queue) from [<c0480ec0>] (blk_mq_freeze_queue+0x18/0x1c)
[32m[  378.048479] [0m[<c0480ec0>] (blk_mq_freeze_queue) from [<c058f6d4>] (lo_release+0xa4/0xf0)
[32m[  378.048491] [0m[<c058f6d4>] (lo_release) from [<c02d1968>] (__blkdev_put+0x140/0x1f8)
[32m[  378.048500] [0m[<c02d1968>] (__blkdev_put) from [<c02d228c>] (blkdev_put+0x114/0x124)
```

```
[32m[  378.048508] [0m[<c02d228c>] (blkdev_put) from [<c02d233c>] (blkdev_close+0x28/0x30)
[32m[  378.048518] [0m[<c02d233c>] (blkdev_close) from [<c0296334>] (__fput+0xf4/0x1d0)
[32m[  378.048527] [0m[<c0296334>] (__fput) from [<c0296480>] (____fput+0x18/0x1c)
[32m[  378.048537] [0m[<c0296480>] (____fput) from [<c0148fc4>] (task_work_run+0xc8/0xd8)
[32m[  378.048546] [0m[<c0148fc4>] (task_work_run) from [<c010bc70>] (do_work_pending+0xac/0xcc)
[32m[  378.048556] [0m[<c010bc70>] (do_work_pending) from [<c0107dac>] (slow_work_pending+0xc/0x20)
[32m[  378.048567] [31mblk_mq_freeze_queue_wait 76 wait zero @ 1 Binder:1779_6
```

2.1.2.2 排查驱动代码

如果是内核 crash，log 里有关于具体某驱动打印，请 addr2line、objdump 等工具进行正面分析，或提交 readmine 给具体驱动负责人。文件系统只读文件系统在挂载时，有一个 errors 参数，一般选择 ro(只读)，当文件系统报错时，会被重新挂载为只读或者 panic，当然目前平台 error 参数基本都是只读。

2.1.3 排查设备驱动

查看在文件系统被挂载为只读之前，对应的设备驱动是否有异常 log，启动常见的设备包括 sd，emmc，nand，nor 等。如发现 emmc，nand 或者 nor 驱动异常 log，可先参考对应的排查指南进行快速定位，包括《NAND 快速排查指南.doc》《MMC 量产问题快速排查指南.doc》，如无进展可联系驱动负责人处理。

eg:

```
[   18.570632] sunxi-mmc 1c0f000.sdmmc: smc 1 p0 err, cmd 24, WR EBE !!
[   18.577837] sunxi-mmc 1c0f000.sdmmc: *****retry:start*****
[   18.585349] sunxi-mmc 1c0f000.sdmmc: REG_DRV_DL: 0x00030000
[   18.585388] sunxi-mmc 1c0f000.sdmmc: REG_SD_NTSR: 0x81710110
[   18.585448] sunxi-mmc 1c0f000.sdmmc: *****retry:re-send cmd*****
[   42.163782] vidioc_g_fmt_vid_cap: signal is not locked.
[   42.195251] vidioc_s_fmt_vid_cap:dev_sel=0
[   42.500101] hpd :tvd_num[] = 4,g_status[] =400,tvd_onsingal=0
[   50.525527] sunxi-mmc 1c0f000.sdmmc: smc 1 p0 err, cmd 25, WR EBE !!
[   50.532749] sunxi-mmc 1c0f000.sdmmc: *****retry:start*****
[   50.532852] sunxi-mmc 1c0f000.sdmmc: REG_DRV_DL: 0x00030000
[   50.532879] sunxi-mmc 1c0f000.sdmmc: REG_SD_NTSR: 0x81710110
[   50.532969] sunxi-mmc 1c0f000.sdmmc: *****retry:re-send cmd*****
[   50.533050] sunxi-mmc 1c0f000.sdmmc: smc 1 p0 err, cmd 25, WR RTO !!
```

2.1.4 排查 flash 中数据是否异常

如果报错的文件系统本身就是只读文件系统。

eg:

```
SQUASHFS error: Unable to read fragment cache entry \[aeabc\]
SQUASHFS error: Unable to read page, block aeabc, size 13188。
```

使用 TigerDebug 工具（参考 TigerDebug 使用手册.pdf 文档）将出问题机器的所有逻辑区镜像 dump 出来，并连同 dump 时串口日志文件、压测日志文件、原始镜像文件、sys_partition.fex 文件发给全志工程师分析。

图 2-1: TigerDebug 工具

如果出错的是非只读文件，USB 设备/sd 卡设备文件，重点查看对应设备驱动是否有异常错误，并在 PC 使用 H2testw 测试设备读写是否可正常，如该工具报错，说明设备存在问题，不建议使用。

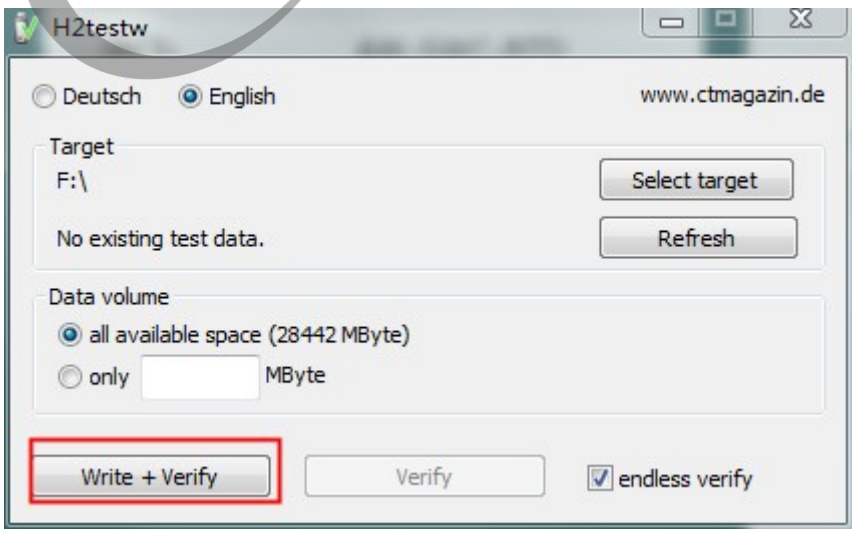


图 2-2: H2testw 工具

2.1.5 排查文件系统

如果非只读文件系统有异常 log。

eg:

```
+-------------------------------------------------------------------------+
| fat_free导致内核挂掉问题：                                              |
|                                                                         |
| fat(Thread-63:363)-&gt;fat_free(299): skip = 0, inode-&gt;i_nlink =   |
| 0                                                                       |
|                                                                         |
| .....                                                                   |
|                                                                         |
| [12:30:37][ 928.675501] \[&lt;c01da3f8&gt;]                             |
| (fat_truncate_blocks+0xac0x358) from \[&lt;c01db508&gt;]                |
| (fat_evict_inode+0x48/0x6c)                                             |
| [12:30:37][ 928.675501] [&lt;c01db508&gt;]                              |
| (fat_evict_inode+0x48/0x6c) from [&lt;c0128df4&gt;]                     |
| (evict+0xac/0x170)                                                      |
| [12:30:37][ 928.675501] [&lt;c0128df4&gt;] (evict+0xac/0x170)           |
| from [&lt;c0129848&gt;] (iput+0x144/0x14c)                              |
| [12:30:37][ 928.675501] [&lt;c0129848&gt;] (iput+0x144/0x14c)           |
| from [&lt;c011ff50&gt;] (do_unlinkat+0x1f8/0x274)                       |
| [12:30:37][ 928.675501] [&lt;c011ff50&gt;]                              |
| (do_unlinkat+0x1f80x274) from [&lt;c0120030&gt;]                        |
| (SyS_unlink+0x24/0x28)                                                  |
| [12:30:37][ 928.675501] [&lt;c0120030&gt;]                              |
| (SyS_unlink+0x24/0x28) from [&lt;c000f9e0&gt;]                          |
| (ret_fast_syscall+0x0/0x30)                                             |
+-------------------------------------------------------------------------+
```

查考章节 1 排查。

3 文件系统性能

3.1 读写速度慢

遇到系统读写性能问题，比如：写卡丢帧，MTP copy 速度不达标等问题

3.1.1 排查设备速度

使用 iosimu，dd 等测试工具测试设备性能是否符合预期，一般情况下 dd 测试连续读写性能，iosimu 可支持 flash 连续读写，随机读写性能测试工具，测试中注意，测试数据一般要大于内存大小。

```
iosimu测试，可以执行
/data/test/Run_Performance_test.sh XXX指定目录-----性能测试
/data/test/Run_Stress_test.sh XXX----读写老化测试（可跑72小时）
/data/test/run_fulldisk_write.sh XXX----全盘读写测试---（一般在测试性能之前运行）
```

3.1.2 排查应用写行为

如果写性能不达标，但设备速度测试符合预期，就需要排查应用写操作是否使能 DirectIO 或者频繁调用 sync，可检查应用 open 是否使能了 O_DIRECT 或者 O_SYNC 选项，写过程是否调用 sync/fsync/fdatasync 等操作。这些操作随可保证数据安全性，但是会对写操作性能有一定的影响。

3.1.3 排查 mount 参数

检测 mount 参数，比如 ext4 文件系统 data 参数，该参数具体区分如下，会影响系统性能，一般使用 ordered 模式即可。

```
ext4有三种data模式：ordered,journal,writeback。文件在ext4中分两部分存储，一部分是文件的metadata，另一部分是
    data。metadata和data的操作日志journal也是分开管理的。这取决于mount ext4时的data参数
这三种mode的区别是：
1. data=journal
  在将data写入文件系统前，必须等待metadata和data的journal已经落盘了。性能最差，并且不支持文件操作的delalloc
    ，O\_DIRECT flag (参考 man open)。
2. data=ordered
  这个模式不记录data的journal，只记录metadata的journal日志，但是在写metadata的journal前，必须先确保data已经
    落盘。
```

3. data=writeback
不记录data journal，仅记录metadata journal。并且不保证data比metadata先落盘。

3.1.4 排查 linux IO 参数

Linux 系统有一些 IO 参数调试接口，这些接口在不同场景，不同内存方案中做调整，已达到性能和流畅性平衡。

/proc/sys/vm/dirty_writeback_centisecs：回刷线程唤醒间隔时间，单位ms，默认500ms
/proc/sys/vm/dirty_expire_centisecs：回刷线程判断，若文件上次回刷离现在的时间超过此值才会回刷，默认值200ms
/proc/sys/vm/dirty_background_ratio：当文件系统缓存脏页数量达到系统内存百分之多少时触发pdflush等后台回写进程运行，将一定缓存的脏页异步地刷入存储，默认值5
/porc/sys/vm/dirty_ratio：当文件系统缓存脏页数量达到系统内存百分之多少时，系统阻塞应用操作，回刷脏数据，默认值20。
/sys/block/xxx/queue/scheduler：驱动选择的IO调度策略，cfq，noop，deadline，这三个不同的策略，针对性不对，对于多进程交付频繁大的系统，如android可采用cfq调度，强调多个进程间之间的公平竞争；noop是最简单的调度，按照先来先处理的策略去处理请求，适合使用场景单一，如非触屏的行车记录仪，运动DV等产品；deadline是保证不会有请求被饿死，对读请求更友好的一种调度策略，会对请求进行合并和排序。（linux4.9及其以下内核适用，linux5.4开始使用的是mq-deadline, bfq, none,可以简单的认为cfq=bfq, noop=none, deadline=mq-deadline）
/sys/block/xxx/queue/max_sectors_kb：设备允许的最大请求大小，bio的最大限制,默认128
/sys/block/xxx/queue/nr_requests： 磁盘队列长度。默认只有 128 个队列,可以提高到 512 个.会更加占用内存,但能更加多的合并读写操作,提高flash带宽利用率
/sys/block/sda/queue/read_ahead_kb：一次提前读多少内容,无论实际需要多少.默认一次读 128kb 远小于要读的,设置大些对读大文件非常有用,可以有效的减少读 seek 的次数
xxx 是指对应的设备名，mmc--mmcblk0，nand---nand0

3.1.5 排查文件碎片

其中 fat、ntfs 文件系统和 ext4 文件系统存在检测碎片工具和在线碎片整理工具。fat 和 ntfs 文件系统可以用 windows PC SmartDefrag 工具查看文件碎片。

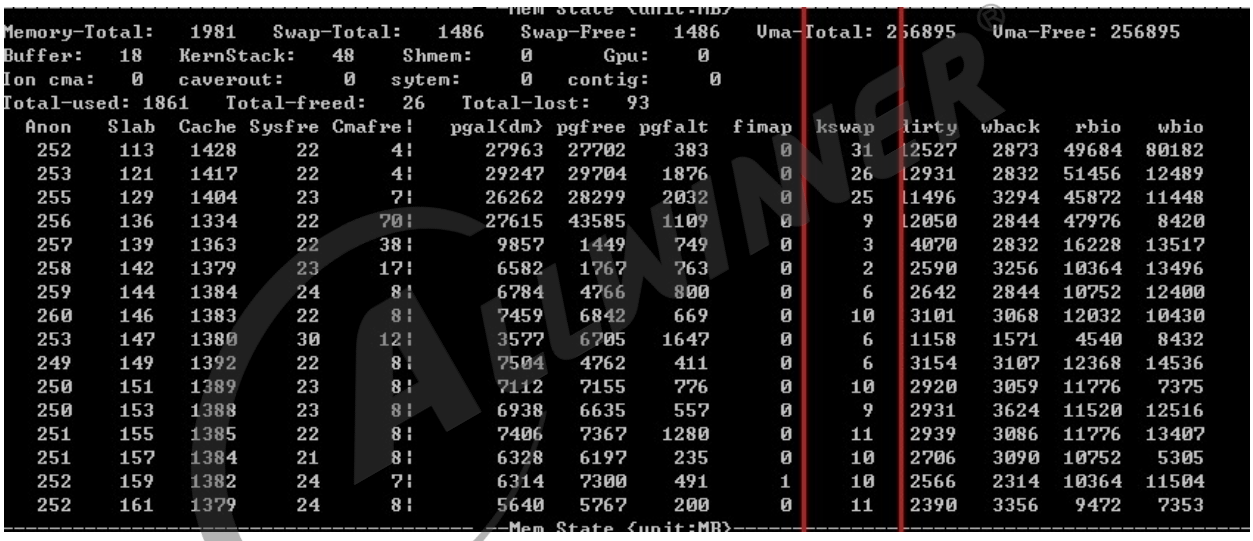
图 3-1: windows-PC-SmartDefrag 工具

3.2 系统卡顿 ANR

在写测试的同时，操作 UI 界面，系统出现卡顿，甚至出现 “假死”，点击运行 app 没反应，android logcat 会报 ANR，直到测试数据写入完成后，才恢复正常。

3.2.1 排查内存页迁移

文件系统数据写过程中，会把用户态数据 copy 到内核态，这一过程申请的内存都带有 __GFP_WRITE | __GFP_MOVABLE | __GFP_HIGHUSER 标记，而系统在使能 CMA 情况下，会对标记 __GFP_MOVABLE 的优先分配 CMA 内存，导致 Android 应用 ion_alloc 申请缓慢（1~4s），系统 ANR。可使用 vmstat 或 cpu_monitor 进行内存检测，查看 kswap 进程是否异常。如果是可打上链接补丁测试是否有改善。http://gerrit.allwinnertech.com:8081/#/c/lichee/linux-4.9/+/90095/



```
Memory-Total:   1981   Swap-Total:   1486   Swap-Free:   1486   Vma-Total: 256895   Vma-Free: 256895
Buffer:   18   KernStack:   48    Shmem:    0      Gpu:    0
Ion cma:   0   caverout:    0   sytem:    0   contig:    0
Total-used: 1861   Total-freed:   26   Total-lost:   93
  Anon   Slab  Cache Sysfre Cmafre|   pgal(dm) pgfree pgfalt  fimap  kswap  dirty  wback   rbio   wbio
   252    113   1428     22      4|      27963  27702    383      0     31  12527   2873  49684  80182
   253    121   1417     22      4|      29247  29704   1876      0     26  12931   2832  51456  12489
   255    129   1404     23      7|      26262  28299   2032      0     25  11496   3294  45872  11448
   256    136   1334     22     70|      27615  43585   1109      0      9  12050   2844  47976   8420
   257    139   1363     22     38|       9857   1449    749      0      3   4070   2832  16228  13517
   258    142   1379     23     17|       6582   1767    763      0      2   2590   3256  10364  13496
   259    144   1384     24      8|       6784   4766    800      0      6   2642   2844  10752  12400
   260    146   1383     22      8|       7459   6842    669      0     10   3101   3068  12032  10430
   253    147   1380     30     12|       3577   6705   1647      0      6   1158   1571   4540   8432
   249    149   1392     22      8|       7504   4762    411      0      6   3154   3107  12368  14536
   250    151   1389     23      8|       7112   7155    776      0     10   2920   3059  11776   7375
   250    153   1388     23      8|       6938   6635    557      0      9   2931   3624  11520  12516
   251    155   1385     22      8|       7406   7367   1280      0     11   2939   3086  11776  13407
   251    157   1384     21      8|       6328   6197    235      0     10   2706   3090  10752   5305
   252    159   1382     24      7|       6314   7300    491      1     10   2566   2314  10364  11504
   252    161   1379     24      8|       5640   5767    200      0     11   2390   3356   9472   7353
```

图 3-2: kswap 进程

3.2.2 排查内存使用情况

可使用 vmstat 或 cpu_monitor 进行内存检测，查看是否是剩余内存不足，kswap 进程异常导致系统卡顿，具体可参考《量产系统问题性问题快速排查指南》

3.2.3 排查 bypass 模式

驱动如果使能 IO bypass 模式，会使读写操作不经过任何 IO 调度策略，该操作可能会带来 IO 读写性能的提高，但是如果系统不经过 IO 调度，会导致大量读写数据时，系统卡顿现象。可在环境中

nand 代码里搜索 bypass_depth 变量，把对该变量操作的地方注释掉，测试是否有效，如有效请上该补丁（已在 A50/H3 Q 项目中测试过）。

```
gd->private_data = dev;
dev->disk = gd;
tr->rq->bypass_depth++;
gd->queue = tr->rq;

dev->disable_access = 0;
dev->readonly = 0;
dev->writeonly = 0;
mutex_init(&dev->lock);
device_add_disk(ndfc_dev->parent, gd);

return 0;
```

图 3-3: bypass_depth 配置

3.2.4 排查 cpu 使用率

使用 top 命令，查看卡顿过程中，是否有线程异常占用 cpu。如存在，就联系对应模块负责人。

3.2.5 排查 cpu 中断

问题现象

MTP 拷贝大于 4G 文件时卡顿，或其他使用场景中的卡顿

步骤 1

cat /proc/interrupts 查看 cpu 中断是否正常

eg：图 cpu0 出现大量的 sunxi_usb_udc 中断

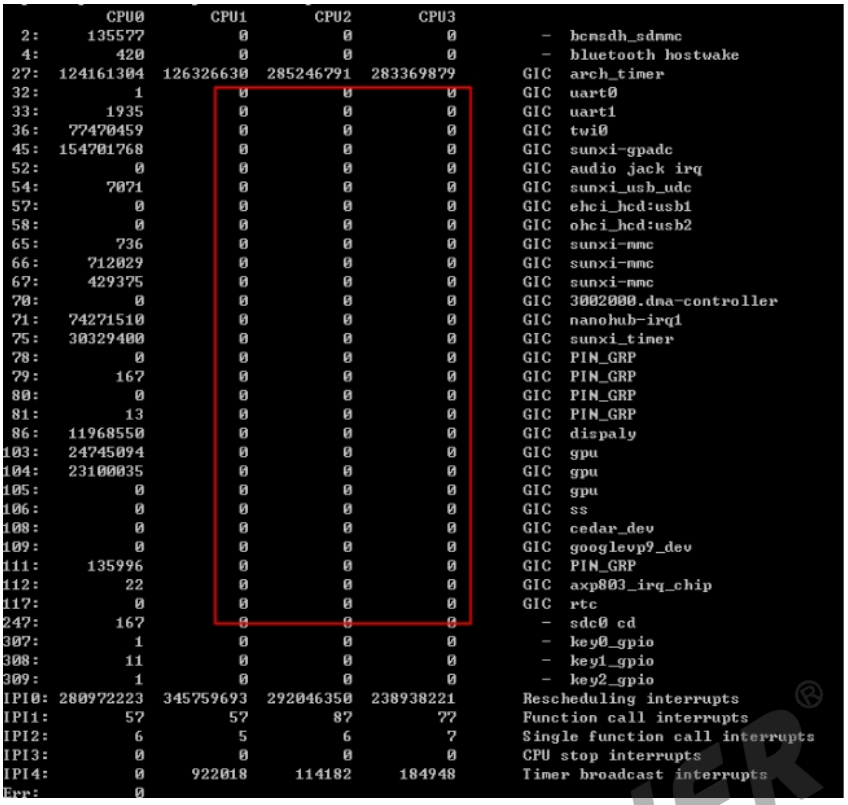


图 3-4: cpu 中断

3.2.6 排查死锁

问题现象

- 使用串口，按键，屏幕等外设都没有反应
- 某应用进程阻塞

步骤 1

利用sysrq-trigger
dump出内核所有线程的堆栈信息，帮助我们分析系统中的用锁情况。
echo t > /proc/sysrq-trigger
在串口卡死，无法输入时，可以使用快捷键 （ctrl+break 再按t）。
注：如果需要使用快捷键，在进行问题复现前，需确保/proc/sys/kernel/sysrq节点值设置为1;

步骤 2

打开锁的 debug 调试选项，然后复现问题。在不清楚是哪类死锁问题的时候可以把 **kernel hacking 中所有的锁 debug 选项都打开**，然后再复现问题。如果是死锁，内核会把死锁类型、死锁处的堆栈等信息 dump 出来，帮助开发人员快速定位问题。内核锁相关配置如下：

```
CONFIG_LOCKUP_DETECTOR=y          死锁检查器
CONFIG_DEBUG_LOCK_ALLOC=y
CONFIG_PROVE_LOCKING=y
CONFIG_LOCKDEP=y
CONFIG_DEBUG_LOCKDEP=y
CONFIG_DETECT_HUNG_TASK=y         hung task检查机制
CONFIG_DEFAULT_HUNG_TIMEOUT=120
CONFIG_DEBUG_MUTEXES=y            mutex锁调试
CONFIG_DEBUG_RT_MUTEXES=y
CONFIG_DBEUG_SPINLOCK=y           spin lock锁调试
CONFIG_LOCK_STAT                  锁使用信息
CONFIG_DEBUG_ATOMIC_SLEEP         debug原子环境是否会睡眠
CONFIG_DBEUG_LOCKING_API_SELFTESTS  锁自检
或者在linux5.15以上版本内核打开AW_LOCK_DEBUG;该配置会打开以上所有的锁调试的相关配置。
```

4 总结

经过以上排查，问题依然得不到澄清，请联系全志对应模块负责工程师处理，并反馈排查实验和初步结论。

著作权声明

商标声明

免责声明