



# GPU 性能说明文档<sup>®</sup>

**1.0**  
**2019.07.11**

## 文档履历

版本号	日期	制/修订人	内容描述
1.0	2019.07.11	AWA1359	创建

# 目录

1. 平台 GPU 支持情况 . . . . .	1
2. GPU 规格和性能 . . . . .	2
2.1 Mali-400 MP . . . . .	2
2.2 Mali-t760 MP . . . . .	3
2.3 PVR SGX544 . . . . .	5
3. glmark2 参数介绍 . . . . .	7
4. 跑分数据 . . . . .	9
4.1 Mali400-MP . . . . .	9
4.2 Mali-t760 . . . . .	11
4.3 PowerVR SGX544 . . . . .	12
5. Declaration . . . . .	14

# 1. 平台 GPU 支持情况

目前 tina 中支持 3 种 gpu, 分别是 MALI-400, MALI-T760, PowerVR SGX544,

硬件平台	GPU 支持	对接的窗口管理
R40	mali400	fbdev
R16	mali400	fbdev
R18	mali400	fbdev/wayland
R30	mali-t760	fbdev
R311	mali400	fbdev
R331	没 gpu	
R11	没 gpu	
R6	没 gpu	
R58	sgx544	fbdev
R7	没 gpu	
T7	mali400	fbdev
r328	没 gpu	

## 2. GPU 规格和性能

### 2.1 Mali-400 MP

- 这是第一款提供多核实现的 Mali GPU，Mali-400 GPU 可扩展至 1-4 核，是世界上第一款符合 OpenGL ES2.0 标准的多核 GPU。专注于降低功耗和带宽消耗，Mali-400 GPU 是降低成本设备的首选 GPU，但是集成在 R 产品的 mali400 是 2 核的。下图是在官网找到的 mali400 的架构图：

如下图是 Mali-400 MP2 框架

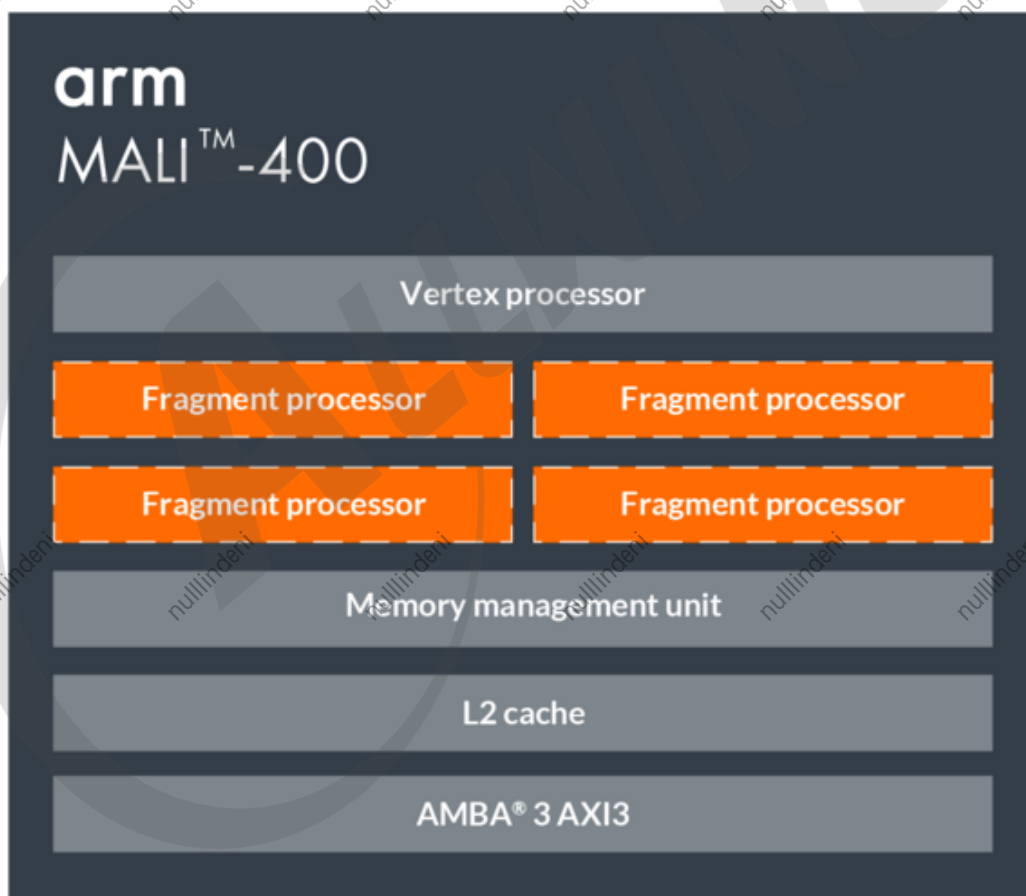


图 1: mali400-MP 框架

如下图是 Mali-400 MP 规格

## 规格

特征	值	描述
抗锯齿	4倍AA, 16x AA.	4倍多采样, 几乎没有性能下降, 16x AA优于所有可比质量的实施。
API支持	OpenGL ES 1.1 / 2.0.	完全支持下一代和传统的2D / 3D图形应用程序。
总线接口	AMBA AXI.	兼容各种各样的 <a href="#">总线互连</a> 和 <a href="#">外围IP</a> 。
二级缓存	8KB - 256KB.	针对图形数据流量优化的可配置L2缓存。
记忆系统	MMU.	内存管理单元。
多核缩放	1到4个核心.	单一IP覆盖广泛的市场和价格/性能点

图 2: mali400-MP 规格

## 2.2 Mali-t760 MP

特点:

- **计算密集型任务:** Mali-T760 专为计算密集型任务而设计, 可提供出色的计算摄影, 手势识别和图像稳定功能。
- **可扩展性:** 先进, 连贯的 L2 缓存互连确保 Mali-T760 可以有效扩展至其完整的 16 个内核, 从而最大限度地发挥其性能潜力并简化 GPU 的物理实施工作。
- **SoC 能源效率:** 与 Arm Frame Buffer Compression 和 Smart Composition 等额外节能技术的兼容性使 Mali-T760 能够降低整体片上系统 (SoC) 功耗。

如下图是 Mali-t760 框架

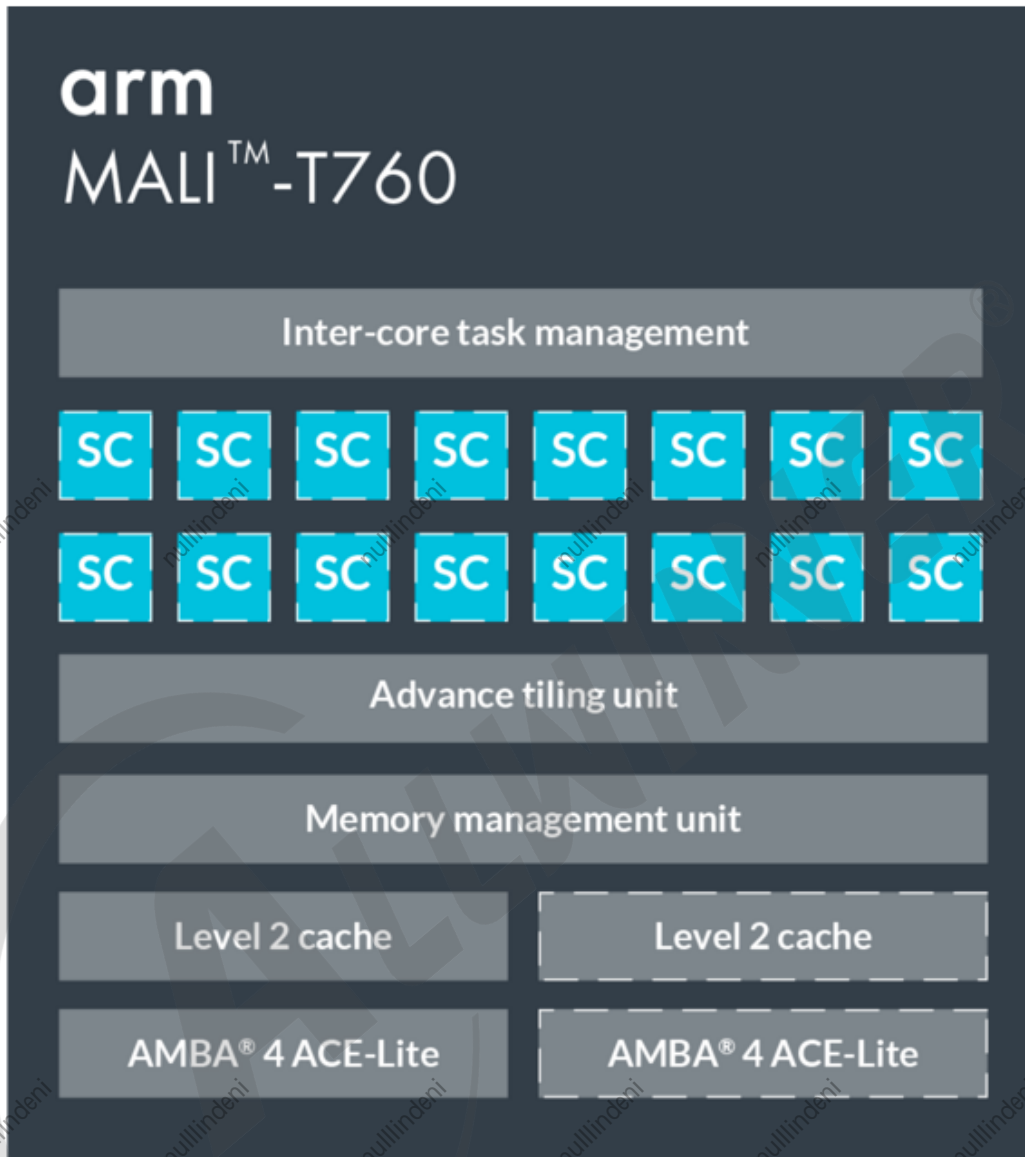


图 3: mali-t760 框架

如下图是 Mali-t760 规格

特征	值	描述
抗锯齿	4xMSAA 8xMSAA 16xMSAA	硬件实现全景多样本抗锯齿。
API支持	OpenGL®ES1.2,1.1,2.0,3.1,3.2 Vulkan 1.0* OpenCL™1.1,1.2 RenderScript™	完全支持下一代和legacy2D / 3D图形应用程序。
总线接口	AMBA®4ACE -LITE	兼容多种总线互连和外设IP。
二级缓存	可配置256kB-2048kB	每4个着色器核心256kB-512kB。
记忆系统	虚拟内存	内置内存管理单元 (MMU)，支持虚拟内存。
多核缩放	1到16个核心	针对高效进行了优化，以满足高端移动和消费设备的要求。
自适应可扩展纹理压缩 (ASTC)	低动态范围 (LDR) 和高动态范围 (HDR)。支持2D和3D图像	与现有的纹理压缩方案相比，ASTC通过提高图像质量，减少内存带宽和能源使用提供了许多优势。
骨架缓冲压缩 (AFBC)	4x4像素块大小	AFBC是一种无损图像压缩格式，可以将像素数据随机访问到4x4像素块粒度。它用于降低GPU内部和整个SoC外部的内存带宽。
交易消除	16x16像素块大小	事务消除发现两个连续渲染目标之间的相同像素块，并且仅利用改变的像素块对帧缓冲器执行部分更新，这减少了存储器带宽并因此减少了能量。
智能组合	16x16像素块大小	Smart Composition将Transaction Elimination的概念扩展到UI组合的每个阶段。输入表面的相同像素块不被读取，不被处理用于合成而不被写入最终帧缓冲器。

图 4: malit760-MP 规格

## 2.3 PVR SGX544

- 它可以实现为高性能 4 流水线单核或 2 到 16 个核心 (8 到 64 个流水线) 的各种多处理器 (MP) 配置

如下图是 SGX544 框架图

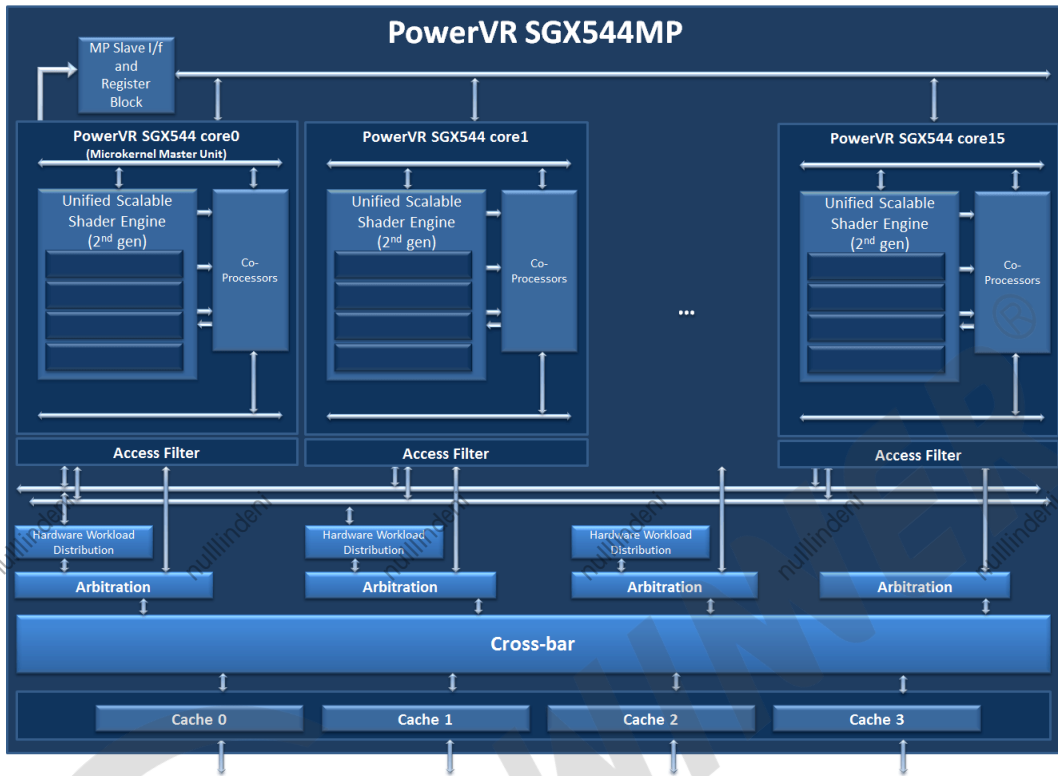


图 5: SGX544 框架

### 3. glmark2 参数介绍

tina 中移植了在 linux 系统压力测试 GPU 性能的工具 glmark2，具体的配置以及使用方法参考文档《TinaLinux GPU 开发指南》，这里主要分析下 glmark2 工具测试了 GPU 的哪些功能。

(1)[build] use-vbo=true: FPS: 59 FrameTime: 16.949 ms

创建顶点对象 (vbo) 成功，每秒传输帧数为 59, 传输一帧 16.949ms \*\*\*

(2)[texture] texture-filter=nearest: FPS: 59 FrameTime: 16.949 ms  
[texture] texture-filter=linear: FPS: 59 FrameTime: 16.949 ms

分别表示纹理过滤的两种模式的速度，texture-filter=nearest 最近点采样 texture-filter=linear 线性采样 \*\*\* (3)[texture] texture-filter=mipmap: FPS: 60 FrameTime: 16.667 ms

纹理映射速率

\*\*\*  
(4)[shading] shading=gouraud: FPS: 59 FrameTime: 16.949 ms  
[shading] shading=blinn-phong-inf: FPS: 59 FrameTime: 16.949 ms  
[shading] shading=phong: FPS: 60 FrameTime: 16.667 ms  
[shading] shading=cel: FPS: 59 FrameTime: 16.949 ms

表示定点着色器的着色方式，shading=gouraud: 对三角面上每个顶点颜色进行线性插值计。shading=blinn-phong-inf: 对三角面上每个顶点法线进行插值，跟 phone 相似。shading=phong: 对三角面上每个顶点法线进行插值 shading=cel: 卡通渲染 \*\*\*

(5)[bump] bump-render=high-poly: FPS: 60 FrameTime: 16.667 ms  
[bump] bump-render=normals: FPS: 59 FrameTime: 16.949 ms  
[bump] bump-render=height: FPS: 59 FrameTime: 16.949 ms

表示凹凸映射的速率，就是把粗糙信息加到图形上 \*\*\*

(6)[effect2d] kernel=0,1,0;1,-4,1;0,1,0: FPS: 59 FrameTime: 16.949 ms  
[effect2d] kernel=1,1,1,1,1;1,1,1,1,1;1,1,1,1,1: FPS: 26 FrameTime: 38.462 ms

表示 2D 纹理渲染 \*\*\*

```
(7)[pulsar] light=false:quads=5:texture=false: FPS: 60 FrameTime: 16.667 ms
[desktop]blur-radius=5:effect=blur:passes=1:separable=true:windows=4:FPS:59FrameTime:16.949ms
[desktop] effect=shadow:windows=4: FPS: 212 FrameTime: 4.717 ms
[buffer] columns=200:interleave=false:update-dispersion=0.9:update-fraction=0.5:update-method=map: FPS:52 FrameTime: 19.231 ms
```

(8)[shadow] <default>: FPS: 59FrameTime: 16.949 ms

顶点着色器 \*\*\* (9)[refract] <default>: FPS: 18 FrameTime:55.556 ms

表示反射，折射速 \*\*\*

```
(10)[conditionals] fragment-steps=0:vertex-steps=0: FPS: 427 FrameTime: 2.342 ms
[function]fragment-complexity=medium:fragment-steps=5:FPS:51FrameTime:19.608ms
[loop] fragment-loop=false:fragment-steps=5:vertex-steps=5: FPS: 59 FrameTime: 16.949 ms
[loop]fragment-steps=5:fragment-uniform=false:vertex-steps=5:FPS:60FrameTime:16.667ms
[loop] fragment-steps=5:fragment-uniform=true:vertex-steps=5: FPS: 59 FrameTime: 16.949 ms
```

表示片段操作速率

## 4. 跑分数据

下表是选了三款支持不同型号的 GPU 平台进行的测试。表中的 MP 值代表 gpu 中有一个 pp 单元,MP2 代表 gpu 中有两个 pp 单元。

硬件平台	R16	R30	R58
GPU 支持	Mali-400	Mali-t760	SGX-544
gpu 定位	低端	中端	低端
gpu 中 pp 个数	MP2	MP2	MP
opengles 版本	OpenGL ES 2.0	OpenGL ES 3.0	OpenGL ES 2.0
分辨率	720x1280	720x1280	720x1280
gpu 频率	456MHZ	624MHZ	624MHZ
on-screen 跑分	55	144	58
off-screen 跑分	75	234	844

通常计算性能比例： $(\text{某一场景的帧率} \times \text{分辨率 } w \times \text{分辨率 } h) / \text{pp 的个数}$  由于 Mali-t760 属于中端芯片其一个 pp 单元性能是 Mali-400 一个 pp 单元的 2 倍，因此可以计算的出来 Mali-t760 的性能大约是 Mali-400 的 4 倍。

下面的数据是在 linux 系统，使用 glmark2 进行的测试，测试分辨率是 720\*1280，当然请注意，glmark 分数不是图形性能的决定性测试。从第三次测试中可以看出，分数有时会产生误导。例如，具有高 CPU 和没有硬件加速的机器可能与具有中等 CPU 和低 GPU 的机器相同

### 4.1 Mali400-MP

gpu 频率：

```
cat /kernel/debug/clk/pll_gpu/clk_rate
```

gpu 使用率

在小机端的/sys/kernel/debug/mali 路径下，执行 while true; do cat utilization\_gp\_pp; sleep 1; done 这个命令可以实时的对 gpu 进行监控

下面是 r16 平台 glmark2 的跑分

```
root@TinaLinux:/# glmark2-es2-fbdev --resolution 1280 720

=====
glmark2 2014.03
=====

OpenGL Information
GL_VENDOR: ARM
GL_RENDERER: Mali-400 MP
GL_VERSION: OpenGL ES 2.0 "Linux-r8p1-00rel0"
=====

[build] use-vbo=false: FPS: 60 FrameTime: 16.667 ms
[build] use-vbo=true: FPS: 60 FrameTime: 16.667 ms
[texture] texture-filter=nearest: FPS: 60 FrameTime: 16.667 ms
[texture] texture-filter=linear: FPS: 60 FrameTime: 16.667 ms
[texture] texture-filter=mipmap: FPS: 60 FrameTime: 16.667 ms
[shading] shading=gouraud: FPS: 60 FrameTime: 16.667 ms
[shading] shading=blinn-phong-inf: FPS: 60 FrameTime: 16.667 ms
[shading] shading=phong: FPS: 60 FrameTime: 16.667 ms
[shading] shading=cel: FPS: 60 FrameTime: 16.667 ms
[bump] bump-render=high-poly: FPS: 59 FrameTime: 16.949 ms
[bump] bump-render=normals: FPS: 60 FrameTime: 16.667 ms
[bump] bump-render=height: FPS: 60 FrameTime: 16.667 ms
[effect2d] kernel=0,1,0;1,-4,1;0,1,0: FPS: 59 FrameTime: 16.949 ms
[effect2d] kernel=1,1,1,1;1,1,1,1;1,1,1,1;: FPS: 29 FrameTime: 34.483 ms
[pulsar] light=false:quads=5:texture=false: FPS: 60 FrameTime: 16.667 ms
[desktop] blur-radius=5:effect=blur:passes=1:separable=true:windows=4: FPS: 23 FrameTime: 43.478 ms
[desktop] effect=shadow:windows=4: FPS: 58 FrameTime: 17.241 ms
[buffer] columns=200:interleave=false:update-dispersion=0.9:update-fraction=0.5:update-method=map: FPS: 41 FrameTime: 24.390 ms
[buffer] columns=200:interleave=false:update-dispersion=0.9:update-fraction=0.5:update-method=subdata: FPS: 52 FrameTime: 19.231 ms
[buffer] columns=200:interleave=true:update-dispersion=0.9:update-fraction=0.5:update-method=map: FPS: 53 FrameTime: 18.868 ms
[ideas] speed=duration: FPS: 59 FrameTime: 16.949 ms
[jellyfish] <default>: FPS: 60 FrameTime: 16.667 ms
Error: SceneTerrain requires Vertex Texture Fetch support, but GL_MAX_VERTEX_TEXTURE_IMAGE_UNITS is 0
[terrain] <default>: Unsupported
[shadow] <default>: FPS: 60 FrameTime: 16.667 ms
[refract] <default>: FPS: 18 FrameTime: 55.556 ms
[conditionals] fragment-steps=0:vertex-steps=0: FPS: 60 FrameTime: 16.667 ms
[conditionals] fragment-steps=5:vertex-steps=0: FPS: 60 FrameTime: 16.667 ms
[conditionals] fragment-steps=0:vertex-steps=5: FPS: 60 FrameTime: 16.667 ms
[function] fragment-complexity=low:fragment-steps=5: FPS: 60 FrameTime: 16.667 ms
[function] fragment-complexity=medium:fragment-steps=5: FPS: 60 FrameTime: 16.667 ms
[loop] fragment-loop=false:fragment-steps=5:vertex-steps=5: FPS: 60 FrameTime: 16.667 ms
[loop] fragment-steps=5:fragment-uniform=false:vertex-steps=5: FPS: 60 FrameTime: 16.667 ms
[loop] fragment-steps=5:fragment-uniform=true:vertex-steps=5: FPS: 60 FrameTime: 16.667 ms

=====
glmark2 Score: 55
=====
```

## 4.2 Mali-t760

gpu 频率：

```
cat /kernel/debug/clk/pll_gpu/clk_rate
```

gpu 使用率：

在小机端/sys/kernel/debug/mali0 路径下, 执行 `while true; do cat gpu_utilisation; sleep 1; done` 这个命令可以实时的对 gpu 进行监控

r30 平台 glmark2 的跑分

```
root@TinaLinux:~/# glmark2-es2-fbdev
```

```
=====
glmark2 2014.03
=====
```

```
OpenGL Information
```

```
GL_VENDOR: ARM
```

```
GL_RENDERER: Mali-T760
```

```
GL_VERSION: OpenGL ES 3.2 v1.r18p0-01rel0.68e1f511c3fbdd8dea8f15bba134df3e
=====
```

```
[build] use-vbo=false: FPS: 248 FrameTime: 4.032 ms
[build] use-vbo=true: FPS: 247 FrameTime: 4.049 ms
[texture] texture-filter=nearest: FPS: 248 FrameTime: 4.032 ms
[texture] texture-filter=linear: FPS: 247 FrameTime: 4.049 ms
[texture] texture-filter=mipmap: FPS: 243 FrameTime: 4.115 ms
[shading] shading=gouraud: FPS: 233 FrameTime: 4.292 ms
[shading] shading=blinn-phong-inf: FPS: 213 FrameTime: 4.695 ms
[shading] shading=phong: FPS: 180 FrameTime: 5.556 ms
[shading] shading=cel: FPS: 159 FrameTime: 6.289 ms
[bump] bump-render=high-poly: FPS: 178 FrameTime: 5.618 ms
[bump] bump-render=normals: FPS: 196 FrameTime: 5.102 ms
[bump] bump-render=height: FPS: 193 FrameTime: 5.181 ms
[effect2d] kernel=0,1,0;1,-4,1;0,1,0: FPS: 141 FrameTime: 7.092 ms
[effect2d] kernel=1,1,1,1;1,1,1,1;1,1,1,1: FPS: 57 FrameTime: 17.544 ms
[pulsar] light=false:quads=5:texture=false: FPS: 228 FrameTime: 4.386 ms
[desktop] blur-radius=5:effect=blur:passes=1:separable=true:windows=4: FPS: 70 FrameTime: 14.286 ms
[desktop] effect=shadow:windows=4: FPS: 212 FrameTime: 4.717 ms
[buffer] columns=200:interleave=false:update-dispersion=0.9:update-fraction=0.5:update-method=map: FPS: 59 FrameTime: 16.949 ms
[buffer] columns=200:interleave=false:update-dispersion=0.9:update-fraction=0.5:update-method=subdata: FPS: 60 FrameTime: 16.667 ms
[buffer] columns=200:interleave=true:update-dispersion=0.9:update-fraction=0.5:update-method=map: FPS: 65 FrameTime: 15.385 ms
[ideas] speed=duration: FPS: 178 FrameTime: 5.618 ms
[jellyfish] <default>: FPS: 87 FrameTime: 11.494 ms
[terrain] <default>: FPS: 17 FrameTime: 58.824 ms
[shadow] <default>: FPS: 147 FrameTime: 6.803 ms
```

```
[refract] <default>: FPS: 49 FrameTime: 20.408 ms
[conditionals] fragment-steps=0:vertex-steps=0: FPS: 228 FrameTime: 4.386 ms
[conditionals] fragment-steps=5:vertex-steps=0: FPS: 128 FrameTime: 7.812 ms
[conditionals] fragment-steps=0:vertex-steps=5: FPS: 227 FrameTime: 4.405 ms
[function] fragment-complexity=low:fragment-steps=5: FPS: 167 FrameTime: 5.988 ms
[function] fragment-complexity=medium:fragment-steps=5: FPS: 108 FrameTime: 9.259 ms
[loop] fragment-loop=false:fragment-steps=5:vertex-steps=5: FPS: 166 FrameTime: 6.024 ms
[loop] fragment-steps=5:fragment-uniform=false:vertex-steps=5: FPS: 166 FrameTime: 6.024 ms
[loop] fragment-steps=5:fragment-uniform=true:vertex-steps=5: FPS: 121 FrameTime: 8.264 ms
```

```
=====
glmark2 Score: 159
=====
```

### 4.3 PowerVR SGX544

gpu 频率:

```
cat /kernel/debug/clk/hosc/pll_gpu/clk_rate
```

gpu 使用率:

目前内核没有透出 gpu 使用率的接口，后面会完善

r58 平台 glmark2 的跑分

```
root@TinaLinux:~# glmark2-es2-fbdev --resolution 720 1280
```

```
=====
glmark2 2014.03
=====
```

```
OpenGL Information
GL_VENDOR: Imagination Technologies
GL_RENDERER: PowerVR SGX 544MP
GL_VERSION: OpenGL ES 2.0 build 1.12@3670983
=====
```

```
[build] use-vbo=false: FPS: 64 FrameTime: 15.625 ms
[build] use-vbo=true: FPS: 64 FrameTime: 15.625 ms
[texture] texture-filter=nearest: FPS: 64 FrameTime: 15.625 ms
[texture] texture-filter=linear: FPS: 64 FrameTime: 15.625 ms
[texture] texture-filter=mipmap: FPS: 64 FrameTime: 15.625 ms
[shading] shading=gouraud: FPS: 64 FrameTime: 15.625 ms
[shading] shading=blinn-phong-inf: FPS: 64 FrameTime: 15.625 ms
[shading] shading=phong:[ 7146.980051] CPU Budget: Temperature: 50 Limit state:1 item[1800000,4,1800000,4 0]
```

```

FPS: 64 FrameTime: 15.625 ms
[shading] shading=cel: FPS: 64 FrameTime: 15.625 ms
[bump] bump-render=high-poly: FPS: 64 FrameTime: 15.625 ms
[bump] bump-render=normals: FPS: 64 FrameTime: 15.625 ms
[bump] bump-render=height: FPS: 64 FrameTime: 15.625 ms
[effect2d] kernel=0,1,0;1,-4,1;0,1,0: FPS: 64 FrameTime: 15.625 ms
[effect2d] kernel=1,1,1,1;1,1,1,1;1,1,1,1;1,1,1,1: FPS: 32 FrameTime: 31.250 ms
[pulsar] light=false:quads=5:texture=false: FPS: 64 FrameTime: 15.625 ms
[desktop] blur-radius=5:effect=blur:passes=1:separable=true:windows=4: FPS: 56 FrameTime: 17.857 ms
[desktop] effect=shadow:windows=4: FPS: 64 FrameTime: 15.625 ms
[buffer] columns=200:interleave=false:update-dispersion=0.9:update-fraction=0.5:update-method=map: FPS: 64 s
[buffer] columns=200:interleave=false:update-dispersion=0.9:update-fraction=0.5:update-method=subdata: FPS:s
[buffer] columns=200:interleave=true:update-dispersion=0.9:update-fraction=0.5:update-method=map: FPS: 64 Fs
[ideas] speed=duration: FPS: 62 FrameTime: 16.129 ms
[jellyfish] <default>: FPS: 32 FrameTime: 31.250 ms
[terrain] <default>: FPS: 0 FrameTime: inf ms
[shadow] <default>: FPS: 55 FrameTime: 18.182 ms
[refract] <default>: FPS: 18 FrameTime: 55.556 ms
[conditionals] fragment-steps=0:vertex-steps=0: FPS: 64 FrameTime: 15.625 ms
[conditionals] fragment-steps=5:vertex-steps=0: FPS: 64 FrameTime: 15.625 ms
[conditionals] fragment-steps=0:vertex-steps=5: FPS: 64 FrameTime: 15.625 ms
[function] fragment-complexity=low:fragment-steps=5: FPS: 64 FrameTime: 15.625 ms
[function] fragment-complexity=medium:fragment-steps=5: FPS: 64 FrameTime: 15.625 ms
[loop] fragment-loop=false:fragment-steps=5:vertex-steps=5: FPS: 64 FrameTime: 15.625 ms
[loop] fragment-steps=5:fragment-uniform=false:vertex-steps=5: FPS: 64 FrameTime: 15.625 ms
[loop] fragment-steps=5:fragment-uniform=true:vertex-steps=5: FPS: 64 FrameTime: 15.625 ms

```

=====  
glmark2 Score: 58  
=====

## 5. Declaration

This document is the original work and copyrighted property of Allwinner Technology ( “Allwinner” ). Reproduction in whole or in part must obtain the written approval of Allwinner and give clear acknowledgement to the copyright owner. The information furnished by Allwinner is believed to be accurate and reliable. Allwinner reserves the right to make changes in circuit design and/or specifications at any time without notice. Allwinner does not assume any responsibility and liability for its use. Nor for any infringements of patents or other rights of the third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Allwinner. This datasheet neither states nor implies warranty of any kind, including fitness for any particular application. tates nor implies warranty of any kind, including fitness for any particular application.