



Hi3796M/Hi3798M V100 低功耗方案 使用指南

文档版本 01

发布日期 2014-10-30

版权所有 © 深圳市海思半导体有限公司 2014。保留一切权利。

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。

商标声明



HISILICON、海思和其他海思商标均为深圳市海思半导体有限公司的商标。

本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

注意

您购买的产品、服务或特性等应受海思公司商业合同和条款的约束，本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，海思公司对本文档内容不做任何明示或默示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

深圳市海思半导体有限公司

地址： 深圳市龙岗区坂田华为基地华为总部 邮编：518129

网址： <http://www.hisilicon.com>

客户服务邮箱： support@hisilicon.com



前 言

概述

本文档主要介绍动态调压方案的软硬件参数配置方法和调试方法，方便客户使用。

产品版本

与本文档相对应的产品版本如下。

产品名称	产品版本
Hi3798M	V1XX
Hi3796M	V1XX

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
- 硬件开发工程师
- 软件开发工程师

作者信息

章节号	章节名称	作者信息
全文	全文	Y00185416

修订记录

修订记录累积了每次文档更新的说明。最新版本的文档包含以前所有文档版本的更新内容。



修订日期	版本	修订说明
2014-09-11	00B01	第 1 次临时版本发布。
2014-10-30	01	新增支持 Hi3796MV100 芯片；修改文档名称。



目 录

前 言.....	i
1 概述.....	1-1
2 电源设计.....	2-1
3 动态调压的控制方式	3-1
3.1 通过 PWM 技术实现动态调压	3-1
3.1.1 原理介绍及外围电阻配置说明.....	3-1
3.1.2 电压设置指南.....	3-3
4 SDK 调试.....	4-1
4.1 查看低功耗信息.....	4-1
4.1.1 查看 CPU 频率电压信息.....	4-1
4.1.2 查看 CORE 电压信息.....	4-1
4.1.3 查看 GPU 频率信息.....	4-1
4.1.4 查看 CPU 支持的低功耗策略.....	4-2
4.1.5 查看 CPU 使用的低功耗策略.....	4-2
4.1.6 查看 CPU 多核信息.....	4-2
4.2 设置低功耗参数.....	4-3
4.2.1 设置 CPU 低功耗策略.....	4-3
4.2.2 设置 CPU 频率.....	4-3
4.2.3 设置 CPU 频率和电压.....	4-3
4.2.4 设置 CORE 电压.....	4-4
4.2.5 设置 GPU 频率.....	4-4
4.2.6 打开/关闭 CPU 的 AVS 功能	4-5
5 配置实例.....	5-1



插图目录

图 1-1 DVFS、AVS 示意图.....	1-1
图 3-1 PWM 实现动态调压原理图	3-1



表格目录

表 3-1 PWM 动态调压 0.92V-1.5V 外围电阻推荐.....	3-2
表 3-2 PWM 动态调压_0.9V-1.32V 外围电阻推荐.....	3-2
表 3-3 Hi379XM V100 动态调压_电压和寄存器对应关系.....	3-3



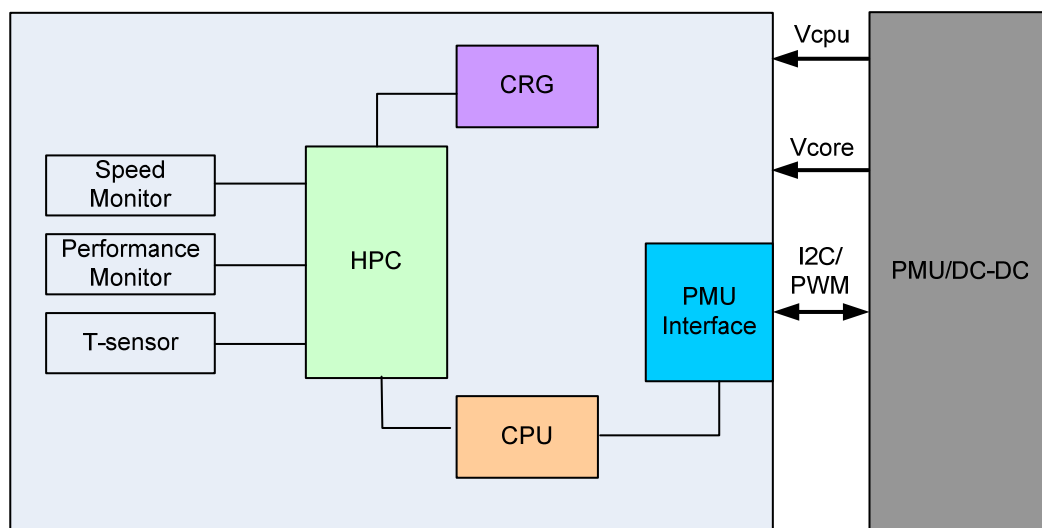
1 概述

DVFS (Dynamic Voltage and Frequency Scaling) 是根据运行场景的不同, 动态设置不同的频率和电压水平来满足当前的电路时序和性能要求。DVFS 最大的特点是能根据运行不同业务 CPU 和 GPU 占用率的多少, 快速切换到不同的电压和主频, 保证最经济功耗运行。

AVS (Adaptive Voltage Scaling) 是在 DVFS 的基础上, 根据芯片工艺, 温度, 电路时序等情况, 实时动态调整电压来进一步降低芯片的功耗。

DVFS/AVS 能够保证在芯片性能不变的情况下, 降低芯片运行时的功耗, 如图 1-1 所示, HPC (Hardware Power Controller) 根据预先设定的 AVS、DVFS 算法, 依据 Speed Monitor、Performance Monitor 和 T-Sensor 的反馈数据, 通过 PMU (Power Management Unit) Interface 控制外部 PMU/DC-DC, 动态调节 CPU、GPU、CORE 的电压, 从而达到降低整芯片平均功耗的效果。

图1-1 DVFS、AVS 示意图



DVFS 首先需要根据系统场景分类制定性能的 Profile, 如 CPU 分 400MHz、600MHz、800MHz、1.0GHz、1.2GHz、1.5GHz 六个频率 Profile, 每个 Profile 对应不同的电压值。



DVFS 和 AVS 技术在硬件上关键需要实现 CPU、GPU 和 CORE 电压的动态可调。在 Hi379XM V100 方案上实现 CPU、GPU 和 CORE 电压动态可调的电路方案（Hi379XM 的 Core、GPU 合为了一路）：通过类 SVB（Selective Voltage Binning）技术——DC/DC 结合 PWM 实现动态调压（针对 CPU、GPU 和 CORE）



2 电源设计

随着芯片的集成度越来越大，频率的不断提升，芯片内部晶体管数量也越来越大；芯片外部电源引脚提供给内部晶体管一个公共的电源节点，当晶体管状态转换时必然引起电源噪声在芯片内部传递，从而引起很大的噪声，因此电源的动态响应就显得尤其重要。

为了降低噪声，对于 CPU、GPU 供电，推荐客户使用动态响应好的电源芯片。

- 推荐 1：使用动态响应好的 DC/DC 芯片
DC/DC 工作频率对动态响应的影响较大，频率越高，响应越快，因此推荐客户使用工作频率较高的 DC-DC(建议大于 640kHz)。
- 推荐 2：为了提高 PWM 动态调压的输出电压精度，推荐使用 Vref 精度高的 DC/DC 芯片(建议小于 2%)。



3 动态调压的控制方式

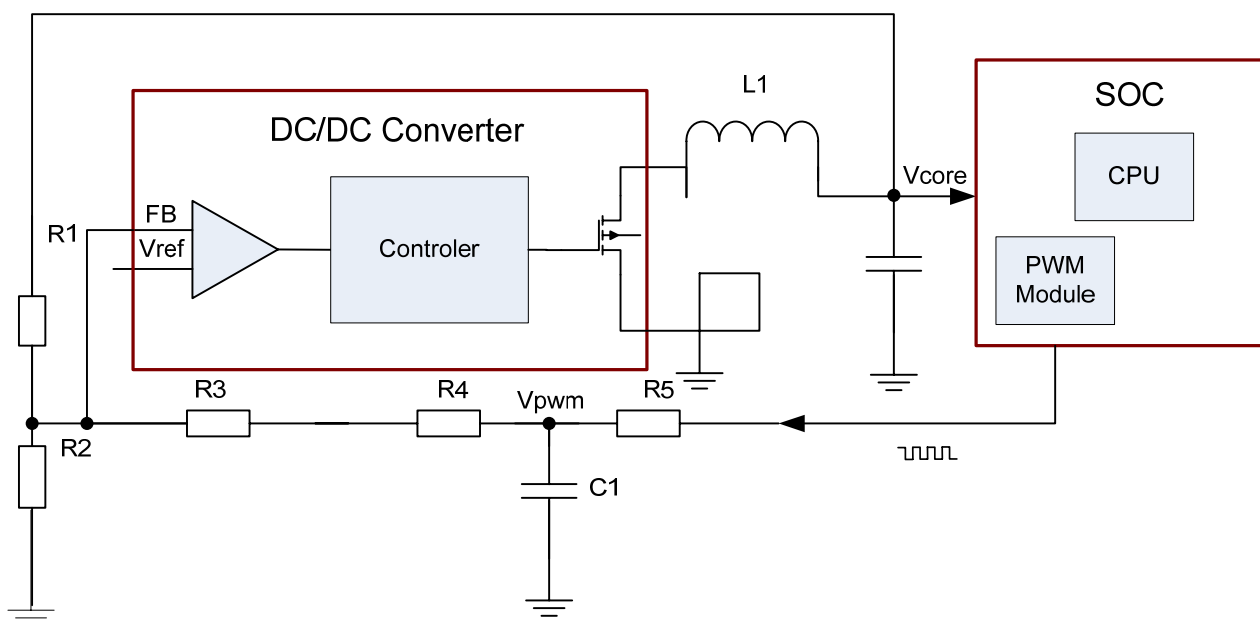
3.1 通过 PWM 技术实现动态调压

3.1.1 原理介绍及外围电阻配置说明

DC/DC 电路本身是一个电压反馈运算放大器电路，通过调节 FB 的反馈电压，从而起到对输出电压的调节作用。如图 3-1 所示，PWM 信号相当于对反馈信号做补偿。不同占空比的 PWM 信号经过低通滤波器后会输出 0~3.3V 不同电压的直流电平，PWM 信号经过滤波的过程相当于实现了 D/A 转换。CPU 通过动态调节 PWM 占空比的方法，动态补偿 DC-DC 的 FB，从而起到动态调节 DC-DC 输出电压的效果。

Hi379XM V100 芯片提供 PWM0/1 两个 PWM 通道，分别用于动态调节 CPU、CORE (GPU) 的输入电压。

图3-1 PWM 实现动态调压原理图





目前各个厂家的 DC-DC 参考电压各不相同，同样的 PWM 占空比对 DC-DC 的输出电压调节幅值各不相同。为了保证不同 DC-DC 的 PWM 调节方案采用同一套软件配置，海思参考设计提供了如图 3-1 电源方案，将 PWM 补偿电路拆分为包含 R1-R5 及 C1 的一个简单电路，根据 DC-DC 的 Vref 不同，选择不同的 R1-R4，R5 和 C1 保持不变。

如表 3-1、表 3-2 所示，Hi379XM V100，CPU 的电压调节范围为 0.92V-1.5V，GPU、CORE 电压的调节范围为 0.9V-1.32V；海思已经验证了目前主流 DC-DC，并根据 Vref 值分别给出了相应电源支路 R1-R4 的电阻配置供机顶盒厂家选择。如果机顶盒厂家选择的 DC-DC 的 Vref 不在表 3-1 内，可以向海思提 DC-DC 验证申请，由海思提供一组合适的配置，并合入此表。

详细配置请参考海思硬件发布包中的《CPU、GPU、CORE 电源 DC-DC 外围电阻值选型指南 for Hi379XMV100.pdf》

表3-1 PWM 动态调压 0.92V-1.5V 外围电阻推荐

Hi3798M V100 CPU,电源外围电阻值推荐(Vmax=1.5,Vmin=0.92)								
Vref(V)	R1(kΩ)	R2(kΩ)	R3(kΩ)	R4(kΩ)	R5(kΩ)	C1(uF)	Vmax(V)	Umin(V)
0.6	15	11.3	33	51	1	2.2	1.50	0.92
0.765	20	24.9	10	100	1	2.2	1.52	0.92
0.803	34.8	49.9	47	150	1	2.2	1.50	0.92
0.807	34.8	51	47	150	1	2.2	1.50	0.92

表3-2 PWM 动态调压_0.9V-1.32V 外围电阻推荐

Hi3798M V100 CORE/GPU 电源外围电阻值推荐(Vmax=1.32Vmin=0.9)								
Vref(V)	R1(kΩ)	R2(kΩ)	R3(kΩ)	R4(kΩ)	R5(kΩ)	C(uF)	Vmax(V)	Umin(V)
0.6	14.7	13.7	14.7	100	1	2.2	1.32	0.90
0.765	27	45.3	12	200	1	2.2	1.32	0.90
0.8	26.1	49.9	4.99	200	1	2.2	1.32	0.90
0.807	20	39.2	5.49	150	1	2.2	1.32	0.90
0.92	12	39	11	82	1	2.2	1.32	0.90
0.923	18.7	61.9	33	113	1	2.2	1.32	0.90
0.925	20	66.5	34.8	121	1	2.2	1.32	0.90

**注意**

- 推荐使用 Vref 精度小于等于 2% 的 DC-DC。
- DC-DC 选型要求工作频率大于等于 640kHz。

3.1.2 电压设置指南

依据图 3-1 的设计和表 3-1、表 3-2 的配置，Hi379XM V100 方案 CPU、CORE（GPU）的实时电压分别与对应的寄存器值一一对应。如表 3-3 所示，Hi379XM V100 的 CPU、GPU/CORE 对应的配置寄存器分别为 0xF8A2301C、0xF8A23018。实际测量值会根据实际负载的不同有 ±20mV 的误差。

以 Hi3798M V100 方案 Demo 为例，海思 SDK 发布包中的 fastboot 配置表格配置了 CPU、CORE/GPU 的上电默认电压，分别为：

- Vcpu=1.38V（寄存器 0xF8A2301C 配置为 0x002F00E7）
- Vcore=1.15V（寄存器 0xF8A23018 配置为 0x004300A7）

客户可以在 fastboot 命令行下，通过命令查询和修改当前的配置电压，kernel 下的查询和修改方法，请参考“4 SDK 调试”。

表3-3 Hi379XM V100 动态调压_电压和寄存器对应关系

Vcpu 与寄存器对应关系 CPU 对应寄存器地址：0xf8a2301C 电压范围：0.92V-1.5V				Vcore 与寄存器对应关系 CORE 对应寄存器地址：0xf8a23018 电压范围：0.9V-1.32V			
M	寄存器值	对应电压	step	M	寄存器值	对应电压	step
1	0x000100E7	1.495	0.005	1	0x000100A7	1.315	0.005
2	0x000300E7	1.49	0.005	3	0x000300A7	1.31	0.005
3	0x000500E7	1.485	0.005	5	0x000500A7	1.305	0.005
4	0x000700E7	1.48	0.005	7	0x000700A7	1.3	0.005
5	0x000900E7	1.475	0.005	9	0x000900A7	1.295	0.005
6	0x000B00E7	1.47	0.005	B	0x000B00A7	1.29	0.005
7	0x000D00E7	1.465	0.005	D	0x000D00A7	1.285	0.005
8	0x000F00E7	1.46	0.005	F	0x000F00A7	1.28	0.005
9	0x001100E7	1.455	0.005	11	0x001100A7	1.275	0.005
10	0x001300E7	1.45	0.005	13	0x001300A7	1.27	0.005
11	0x001500E7	1.445	0.005	15	0x001500A7	1.265	0.005
12	0x001700E7	1.44	0.005	17	0x001700A7	1.26	0.005



Vcpu 与寄存器对应关系 CPU 对应寄存器地址：0xf8a2301C 电压范围：0.92V-1.5V				Vcore 与寄存器对应关系 CORE 对应寄存器地址：0xf8a23018 电压范围：0.9V-1.32V			
13	0x001900E7	1.435	0.005	19	0x001900A7	1.255	0.005
14	0x001B00E7	1.43	0.005	1B	0x001B00A7	1.25	0.005
15	0x001D00E7	1.425	0.005	1D	0x001D00A7	1.245	0.005
16	0x001F00E7	1.42	0.005	1F	0x001F00A7	1.24	0.005
17	0x002100E7	1.415	0.005	21	0x002100A7	1.235	0.005
18	0x002300E7	1.41	0.005	23	0x002300A7	1.23	0.005
19	0x002500E7	1.405	0.005	25	0x002500A7	1.225	0.005
20	0x002700E7	1.4	0.005	27	0x002700A7	1.22	0.005
21	0x002900E7	1.395	0.005	29	0x002900A7	1.215	0.005
22	0x002B00E7	1.39	0.005	2B	0x002B00A7	1.21	0.005
23	0x002D00E7	1.385	0.005	2D	0x002D00A7	1.205	0.005
24	0x002F00E7	1.38	0.005	2F	0x002F00A7	1.2	0.005
25	0x003100E7	1.375	0.005	31	0x003100A7	1.195	0.005
26	0x003300E7	1.37	0.005	33	0x003300A7	1.19	0.005
27	0x003500E7	1.365	0.005	35	0x003500A7	1.185	0.005
28	0x003700E7	1.36	0.005	37	0x003700A7	1.18	0.005
29	0x003900E7	1.355	0.005	39	0x003900A7	1.175	0.005
30	0x003B00E7	1.35	0.005	3B	0x003B00A7	1.17	0.005
31	0x003D00E7	1.345	0.005	3D	0x003D00A7	1.165	0.005
32	0x003F00E7	1.34	0.005	3F	0x003F00A7	1.16	0.005
33	0x004100E7	1.335	0.005	41	0x004100A7	1.155	0.005
34	0x004300E7	1.33	0.005	43	0x004300A7	1.15	0.005
35	0x004500E7	1.325	0.005	45	0x004500A7	1.145	0.005
36	0x004700E7	1.32	0.005	47	0x004700A7	1.14	0.005
37	0x004900E7	1.315	0.005	49	0x004900A7	1.135	0.005
38	0x004B00E7	1.31	0.005	4B	0x004B00A7	1.13	0.005
39	0x004D00E7	1.305	0.005	4D	0x004D00A7	1.125	0.005



Vcpu 与寄存器对应关系 CPU 对应寄存器地址：0xf8a2301C 电压范围：0.92V-1.5V				Vcore 与寄存器对应关系 CORE 对应寄存器地址：0xf8a23018 电压范围：0.9V-1.32V			
40	0x004F00E7	1.3	0.005	4F	0x004F00A7	1.12	0.005
41	0x005100E7	1.295	0.005	51	0x005100A7	1.115	0.005
42	0x005300E7	1.29	0.005	53	0x005300A7	1.11	0.005
43	0x005500E7	1.285	0.005	55	0x005500A7	1.105	0.005
44	0x005700E7	1.28	0.005	57	0x005700A7	1.1	0.005
45	0x005900E7	1.275	0.005	59	0x005900A7	1.095	0.005
46	0x005B00E7	1.27	0.005	5B	0x005B00A7	1.09	0.005
47	0x005D00E7	1.265	0.005	5D	0x005D00A7	1.085	0.005
48	0x005F00E7	1.26	0.005	5F	0x005F00A7	1.08	0.005
49	0x006100E7	1.255	0.005	61	0x006100A7	1.075	0.005
50	0x006300E7	1.25	0.005	63	0x006300A7	1.07	0.005
51	0x006500E7	1.245	0.005	65	0x006500A7	1.065	0.005
52	0x006700E7	1.24	0.005	67	0x006700A7	1.06	0.005
53	0x006900E7	1.235	0.005	69	0x006900A7	1.055	0.005
54	0x006B00E7	1.23	0.005	6B	0x006B00A7	1.05	0.005
55	0x006D00E7	1.225	0.005	6D	0x006D00A7	1.045	0.005
56	0x006F00E7	1.22	0.005	6F	0x006F00A7	1.04	0.005
57	0x007100E7	1.215	0.005	71	0x007100A7	1.035	0.005
58	0x007300E7	1.21	0.005	73	0x007300A7	1.03	0.005
59	0x007500E7	1.205	0.005	75	0x007500A7	1.025	0.005
60	0x007700E7	1.2	0.005	77	0x007700A7	1.02	0.005
61	0x007900E7	1.195	0.005	79	0x007900A7	1.015	0.005
62	0x007B00E7	1.19	0.005	7B	0x007B00A7	1.01	0.005
63	0x007D00E7	1.185	0.005	7D	0x007D00A7	1.005	0.005
64	0x007F00E7	1.18	0.005	7F	0x007F00A7	1	0.005
65	0x008100E7	1.175	0.005	81	0x008100A7	0.995	0.005
66	0x008300E7	1.17	0.005	83	0x008300A7	0.99	0.005



Vcpu 与寄存器对应关系 CPU 对应寄存器地址：0xf8a2301C 电压范围：0.92V-1.5V				Vcore 与寄存器对应关系 CORE 对应寄存器地址：0xf8a23018 电压范围：0.9V-1.32V			
67	0x008500E7	1.165	0.005	85	0x008500A7	0.985	0.005
68	0x008700E7	1.16	0.005	87	0x008700A7	0.98	0.005
69	0x008900E7	1.155	0.005	89	0x008900A7	0.975	0.005
70	0x008B00E7	1.15	0.005	8B	0x008B00A7	0.97	0.005
71	0x008D00E7	1.145	0.005	8D	0x008D00A7	0.965	0.005
72	0x008F00E7	1.14	0.005	8F	0x008F00A7	0.96	0.005
73	0x009100E7	1.135	0.005	91	0x009100A7	0.955	0.005
74	0x009300E7	1.13	0.005	93	0x009300A7	0.95	0.005
75	0x009500E7	1.125	0.005	95	0x009500A7	0.945	0.005
76	0x009700E7	1.12	0.005	97	0x009700A7	0.94	0.005
77	0x009900E7	1.115	0.005	99	0x009900A7	0.935	0.005
78	0x009B00E7	1.11	0.005	9B	0x009B00A7	0.93	0.005
79	0x009D00E7	1.105	0.005	9D	0x009D00A7	0.925	0.005
80	0x009F00E7	1.1	0.005	9F	0x009F00A7	0.92	0.005
81	0x00A100E7	1.095	0.005	A1	0x00A100A7	0.915	0.005
82	0x00A300E7	1.09	0.005	A3	0x00A300A7	0.91	0.005
83	0x00A500E7	1.085	0.005	A5	0x00A500A7	0.905	0.005
84	0x00A700E7	1.08	0.005	A7	0x00A700A7	0.9	0.005
85	0x00A900E7	1.075	0.005	—	—	—	—
86	0x00AB00E7	1.07	0.005	—	—	—	—
87	0x00AD00E7	1.065	0.005	—	—	—	—
88	0x00AF00E7	1.06	0.005	—	—	—	—
89	0x00B100E7	1.055	0.005	—	—	—	—
90	0x00B300E7	1.05	0.005	—	—	—	—
91	0x00B500E7	1.045	0.005	—	—	—	—
92	0x00B700E7	1.04	0.005	—	—	—	—



Vcpu 与寄存器对应关系 CPU 对应寄存器地址：0xf8a2301C 电压范围：0.92V-1.5V				Vcore 与寄存器对应关系 CORE 对应寄存器地址：0xf8a23018 电压范围：0.9V-1.32V			
93	0x00B900E7	1.035	0.005	-	-	-	-
94	0x00BB00E7	1.03	0.005	-	-	-	-
95	0x00BD00E7	1.025	0.005	-	-	-	-
96	0x00BF00E7	1.02	0.005	-	-	-	-
97	0x00C100E7	1.015	0.005	-	-	-	-
98	0x00C300E7	1.01	0.005	-	-	-	-
99	0x00C500E7	1.005	0.005	-	-	-	-
100	0x00C700E7	1	0.005	-	-	-	-
101	0x00C900E7	0.995	0.005	-	-	-	-
102	0x00CB00E7	0.99	0.005	-	-	-	-
103	0x00CD00E7	0.985	0.005	-	-	-	-
104	0x00CF00E7	0.98	0.005	-	-	-	-
105	0x00D100E7	0.975	0.005	-	-	-	-
106	0x00D300E7	0.97	0.005	-	-	-	-
107	0x00D500E7	0.965	0.005	-	-	-	-
108	0x00D700E7	0.96	0.005	-	-	-	-
109	0x00D900E7	0.955	0.005	-	-	-	-
110	0x00DB00E7	0.95	0.005	-	-	-	-
111	0x00DD00E7	0.945	0.005	-	-	-	-
112	0x00DF00E7	0.94	0.005	-	-	-	-
113	0x00E100E7	0.935	0.005	-	-	-	-
114	0x00E300E7	0.93	0.005	-	-	-	-
115	0x00E500E7	0.925	0.005	-	-	-	-
116	0x00E700E7	0.92	0.005	-	-	-	-



4 SDK 调试

4.1 查看低功耗信息

4.1.1 查看 CPU 频率电压信息

在串口下输入如下命令：

```
cat /proc/misp/pm_cpu
```

如果串口打印：

```
CPU: freq = 400000 (kHz) volt = 1000 (mv)
```

那么，代表当前 CPU 频率为 400MHz，CPU 电压为 1000mV。

4.1.2 查看 CORE 电压信息

在串口输入如下命令：

```
cat /proc/misp/pm_core
```

如果串口打印：

```
CORE: volt = 1150 (mv)
```

那么，代表当前 CORE 电压为 1150mV。

4.1.3 查看 GPU 频率信息

在串口输入如下命令：

```
cat /proc/misp/pm_gpu
```

如果串口打印：

```
-----Hisilicon GPU Info-----  
Frequency : 200000 (kHz)  
.....
```

那么，代表当前 GPU 频率为 200MHz。



4.1.4 查看 CPU 支持的低功耗策略

在串口输入如下命令：

```
cat /sys/devices/system/cpu/cpu0/cpufreq/scaling_available_governors
```

串口可能打印：

```
conservative ondemand userspace powersave interactive performance
```

以上策略基本说明如下：

- **conservative**：保守策略，逐级调整频率和电压；
- **ondemand**：根据 CPU 负载动态调频调压，比 **interactive** 策略反应慢；
- **userspace**：用户自己设置电压和频率，SDK 不会自动调整；
- **powersave**：功耗优先，始终将频率设置在最低值；
- **interactive**：当前默认使用的策略，根据 CPU 负载动态调频调压；
- **performance**：性能优先，始终将频率设置为最高值。

4.1.5 查看 CPU 使用的低功耗策略

在串口输入如下命令：

```
cat /sys/devices/system/cpu/cpu0/cpufreq/scaling_governor
```

如果串口打印：

```
interactive
```

那么表示当前使用的是 **interactive** 的低功耗调整策略。

4.1.6 查看 CPU 多核信息

在串口输入如下命令：

```
cat /proc/cpuinfo
```

如果显示下面的打印，有 **processor0** 和 **processor1**，就说明有两个核，如果只有 **processor0**，那么说明是单核运行；如果有 **processor3-0**，就说明有四个核。

```
Processor       : ARMv7 Processor rev 1 (v7l)
processor       : 0
BogoMIPS       : 2371.58
processor       : 1
BogoMIPS       : 2396.16
```



4.2 设置低功耗参数

4.2.1 设置 CPU 低功耗策略

- 在串口中输入如下命令(xxx 为策略名称):

```
echo xxx > /sys/devices/system/cpu/cpu0/cpufreq/scaling_governor
```
- 如果要关闭 CPU 动态调频调压, 需要将低功耗策略设置为 userspace:

```
echo userspace > /sys/devices/system/cpu/cpu0/cpufreq/scaling_governor
```
- 如果需要重新打开 CPU 动态调频调压, 则需要将低功耗策略设置为 interactive:

```
echo interactive > /sys/devices/system/cpu/cpu0/cpufreq/scaling_governor
```

4.2.2 设置 CPU 频率

当前 SDK 默认有 6 组 CPU profile, 分别为 400MHz、600MHz、800MHz、1000MHz、1200MHz 和 1500MHz。

如果想手动设置 CPU 频率到指定频点, 需要先关闭 CPU 动态调频调压:

```
echo userspace > /sys/devices/system/cpu/cpu0/cpufreq/scaling_governor
```

然后设置命令:

```
echo 400000 > /sys/devices/system/cpu/cpu0/cpufreq/scaling_setspeed
```

其中参数 400000 单位为 kHz, 即设置 CPU 频率为 400MHz。请注意, 此时 CPU 的电压也会同步调整为预先设置好的支持此频率的稳定电压。

4.2.3 设置 CPU 频率和电压

如果需要单独调整 CPU 的频率和电压, 可以使用如下命令:

```
echo volt=xxxx > /proc/msp/pm_cpu  
echo freq=xxxx > /proc/msp/pm_cpu  
echo freq=xxxx volt=xxxx > /proc/msp/pm_cpu
```

其中, freq 是设置的频率值, 单位为 kHz; volt 是设置的电压值, 单位为 mV。

比如, 如果想设置 CPU 的电压为 1100mV, 那么可以输入如下命令:

```
echo volt=1100 > /proc/msp/pm_cpu
```

如果想设置 CPU 的频率为 600MHz, 那么可以输入如下命令:

```
echo freq=600000 > /proc/msp/pm_cpu
```

如果想同时设置 CPU 的频率为 600MHz, 电压为 1100mV, 那么可以输入如下命令:

```
echo freq=600000 volt=1100 > /proc/msp/pm_cpu
```

**注意**

设置的频率值必须是默认的 6 档频率之一，CPU 并不支持任意频率运行，如果输入非法值，程序会报设置失败。电压可以任意设置值，但是需要在一定范围内，而且必须能够稳定支持 CPU 在该频率下的运行，具体电压范围和单板、芯片都有关系，如果配置偏低的电压，单板可能出现不稳定或者马上挂死的情况。

4.2.4 设置 CORE 电压

CORE 的频率一定，不可以动态调整，电压可以用如下命令调整：

```
echo volt=xxxx > /proc/msp/pm_core
```

参数的单位为 mV。

比如调整 CORE 电压到 1150mV，可以在串口输入命令：

```
echo volt=1150 > /proc/msp/pm_core
```

**注意**

CORE 电压的高低和系统的稳定性关系很大，一般情况下请使用默认值，勿手动调整。

4.2.5 设置 GPU 频率

GPU 调频是默认打开的，如果需要手动调整 GPU 频率，则需要先关闭 GPU 自动调整，输入如下命令：

```
echo 0 > /sys/module/mali/parameters/mali_dvfs_enable
```

然后，在串口中输入如下命令：

```
echo freq=xxxx > /proc/msp/pm_gpu
```

freq 是设置的频率值，单位为 kHz。

比如，需要设置 GPU 频率为 432MHz，可以使用命令：

```
echo freq=432000 > /proc/msp/pm_gpu
```

**注意**

通过命令设置的频率值必须是 GPU 支持的频率。否则可能导致 GPU 运行异常。



4.2.6 打开/关闭 CPU 的 AVS 功能

CPU 的 AVS 功能默认是打开的，如果需要手动关闭 CPU AVS 功能，可以使用命令：

```
echo avs=off > /proc/misp/pm_cpu
```

如果需要手动打开 CPU AVS 功能，可以使用命令：

```
echo avs=on > /proc/misp/pm_cpu
```



5 配置实例

以海思硬件发布包 Hi3798M V100 方案中 PWM 配置为例。

- PWM 信号的选择

Hi3798M V100 共预留了 2 个 PWM 通道用于给 CPU、GPU/CORE 实现动态调压，PWM 管脚复用与 CORE/GPU 和 CPU 控制对应关系如下：

- PWM 通道 0，管脚复用名称为 PMC_PWM0，对应控制 CORE/GPU 电源
- PWM 通道 1，管脚复用名称为 PMC_PWM1，对应控制 CPU 电源

- 初始电压配置

启动时默认电压由 fastboot 配置表格配置。如查看初始电压，可在 fastboot 命令行模式查相应寄存器值，根据表 3-3 得到当前的设置电压。海思发布包中设置的电压为：

- Vcpu=1.38V（寄存器 0xF8A2301C 配置为 0x002F00E7）
- Vcore=1.15V（寄存器 0xF8A23018 配置为 0x004300A7）

在 fastboot 模式下，DVFS 是没有打开的，可以通过 fastboot 命令行查询当前的各个电压值寄存器的配置值，然后通过表 3-3 查找对应的电压值：

- CPU: md 0xf8a2301C
- CORE: md 0xF8A23018
- GPU: md 0xF8A23018

- 在 kernel 下，当前电压和频率的查询命令

在 kernel 下，AVS 和 DVFS 都是打开的，除了 CORE 和 GPU 电压，CPU 电压是根据当前的负载实时变化的，只能查询当前的电压。

查询命令：

- cat /proc/msp/pm_cpu
- cat /proc/msp/pm_core