

Application Note

AM335x 功耗估算工具



摘要

AM335x 功耗估算工具 (PET) 使用户能够深入了解 AM335x Sitara 处理器系列的功耗。用户可以使用此工具选择多种应用方案，了解功耗并了解如何应用高级节能技术进一步降低整体功耗。

内容

1 简介.....	2
2 输入电子表格.....	2
2.1 宏按钮.....	2
2.2 A 部分：高级系统配置.....	3
2.3 B 部分：处理器.....	5
2.4 C 部分：外设.....	7
2.5 D 部分：模拟模块.....	7
3 电子表格上传.....	8
4 功耗分析报告.....	8
4.1 功耗估算报告表.....	8
4.2 模块使用率表.....	9
5 总结.....	9
6 参考资料.....	9
7 修订历史记录.....	9

插图清单

图 2-1. AM335x PET 输入电子表格的 D 部分.....	7
-------------------------------------	---

表格清单

表 2-1. AM335x PET 输入电子表格的 A 部分.....	3
表 2-2. 典型功率模式.....	3
表 2-3. AM335x 输入电子表格的 B 部分.....	5
表 2-4. ZCZ 封装的 PG1.0 VDD_CORE 运行性能点.....	5
表 2-5. ZCZ 封装的 PG1.0 VDD_MPU 运行性能点.....	5
表 2-6. ZCE 封装的 PG1.0 VDD_CORE 运行性能点.....	5
表 2-7. ZCZ 封装的 PG2.1 VDD_CORE 运行性能点.....	6
表 2-8. ZCZ 封装的 PG2.1 VDD_MPU 运行性能点.....	6
表 2-9. ZCE 封装的 PG2.1 VDD_CORE 运行性能点.....	6
表 2-10. AM335x PET 输入电子表格的 C 部分.....	7
表 4-1. 功率估算报告.....	8
表 4-2. 最大模块利用率.....	9

商标

Cortex™ is a trademark of ARM Limited.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 简介

功耗估算工具是一种协助开发过程的设计资源。该工具包含一个电子表格，可帮助根据特定应用用例估算 SoC 在活动状态下的功耗。SoC 资源利用率、速度、IO 配置和外设必须在 PET 输入中准确体现，使该工具才能有效。本文档中进一步介绍了相关电子表格的使用方法。

AM335x PET 包含三个模块：

1. **Input Spreadsheet** — 可下载的电子表格，用户可在其中输入应用所需的设备参数。参数包括 IP 活动和负载、所需的电源状态和电源管理用途。对于高级用户，可为每个状态设定多个运行条件及相应的时间段。[下载电子表格](#)。
2. **上传电子表格** — 输入电子表格完成后，用户可以将该电子表格上传到 TI 进行功耗分析。上传需要注册和接受法律协议。[上传电子表格](#)。
3. **功耗分析报告** — 包含基于电子表格上传的功耗相关信息。该报告通过电子邮件发送，其中包括泄漏功耗、动态功耗和总平均功耗以及电源管理电压的相关信息。

备注

AM335x PET 适用于 AM3352、AM3354、AM3356、AM3357、AM3358 和 AM3359 器件。

2 输入电子表格

有两种类型的输入电子表格：简化的输入电子表格旨在估算单个应用场景的功耗，而高级输入电子表格具有适用于多个应用场景的额外列（插槽）。高级电子表格中的功耗估算值是输入电子表格中配置的多个应用场景（间隙）的平均功耗。

电子表格的输入部分包含四个部分：高级系统配置、处理器、外设和模拟模块。要使用输入电子表格，需根据相应的使用参数修改输入字段。为用户输入而设计的单元格颜色为浅绿色。将浅绿色单元格配置为与您的预期场景最接近的值。

下面介绍了这四个部分的每个部分的用途：

- 部分 A：配置高级系统配置、如结温和功耗估算模式
- 部分 B：配置处理器子系统元件
- C 部分：配置外设
- D 部分：配置模拟模块

备注

下载 [AM335x PET 输入电子表格](#)。

2.1 宏按钮

输入电子表格具有以下用于运行宏的命令按钮：

- **Click to Submit** — 导航至 PET 电子表格上载页面。
- **Default Settings** — 清除所有设置并将其配置为默认值。
- **Dhrystone** — 为 Dhrystone 基准测试示例应用场景配置设置。[MPU 密集型，高功耗用例]
- **OS Idle** — 为 Linux OS 空闲示例应用场景配置设置。[MPU 空闲，中等功耗用例]
- **DeepSleep0** — 为 DS0 示例应用场景配置设置。[MPU 关闭，低功耗用例]

2.2 A 部分：高级系统配置

本部分允许用户选择器件版本，选择 DDR 类型和负载，在 0°C 至 105°C 之间设置结温（非环境温度）、功耗估算模式、SmartReflex AVS（自适应电压调节）和双路电压 I/O VDDSHVx 电压，如表 2-1 中所示。

表 2-1. AM335x PET 输入电子表格的 A 部分

器件修订版本 ⁽¹⁾ ⁽²⁾	PG2.1
DDR 类型	DDR3
DDR 负载	1
结温 (°C)	25
功耗估算模式	典型值
Smart Reflex	关闭
VDDSHV1 电压 (V)	1.8
VDDSHV2 电压 (V)	1.8
VDDSHV3 电压 (V)	1.8
VDDSHV4 电压 (V)	1.8
VDDSHV5 电压 (V)	1.8
VDDSH61 电压 (V)	1.8
电源模式	有效
动态电源开关	关闭

(1) 最大值：最坏情况下的功耗

(2) 典型值：通常情况下的功耗

- 器件修订版本：PG2.1、PG1.0（评估 PG2.1）
- DDR 类型：mDDR、DDR2、DDR3、DDR3L、无
- DDR 负载：0、1、2（对应于系统中 DDR 器件的数量）
- 结温 (°C)：约 0 至 105（工具中不支持负值）
- 功耗估算模式：最大值、典型值（“最大值”表示最坏情况下的硅处理差异）
- SmartReflex：闭合，断开
- VDDSHVx 电压 [V]：1.8 或 3.3
- 电源模式：Active、Standby、DeepSleep1、DeepSleep0、RTC Only
- 动态电源开关：开、关（当前仅支持 PD_GFX）

表 2-2. 典型功率模式

电源模式	应用状态	电源域、时钟和电压电源状态
有效	所有功能	电源： 所有电源均为开启状态。 VDD_MPU = 1.1V（标称值） VDD_CORE = 1.1V（标称值） 时钟： 主振荡器 (OSC0) = 开启 所有 DPLL 已锁定。 电源域： PD_PER = 开启 PD_MPU = 开启 PD = GFX = 开启或关闭（取决于用例） PD_WKUP = 开启 DDR 处于活跃状态

表 2-2. 典型功率模式 (续)

电源模式	应用状态	电源域、时钟和电压电源状态
待机	DDR 存储器处于自刷新状态，并且内容已保留。从任意 GPIO 唤醒。Cortex™-A8 上下文和寄存器内容丢失，必须在进入待机模式之前保存。退出时，必须从 DDR 恢复上下文。对于唤醒，引导 ROM 执行程序并转移到系统恢复。	电源： 所有电源均为开启状态。 VDD_MPU = 0.95V (标称值) VDD_CORE = 0.95V (标称值) 时钟： 主振荡器 (OSC0) = 开启 所有 DPLL 处于旁路状态。 电源域： PD_PER = 开启 PD_MPU = 关闭 PD = GFX = 关闭 PD_WKUP = 开启 DDR 处于自刷新状态。
Deepsleep1	片上外设寄存器已保留。Cortex-A8 上下文/寄存器丢失，因此应用程序需要在进入 DeepSleep 之前将其保存到 L3 OCMC RAM 或 DDR。DDR 处于自更新状态。对于唤醒，引导 ROM 执行程序并转移到系统恢复。	电源： 所有电源均为开启状态。 VDD_MPU = 0.95V (标称值) VDD_CORE = 0.95V (标称值) 时钟： 主振荡器 (OSC0) = 关闭 所有 DPLL 处于旁路状态。 电源域： PD_PER = 开启 PD_MPU = 关闭 PD = GFX = 关闭 PD_WKUP = 开启 DDR 处于自刷新状态。
Deepsleep0	PD_PER 外设和 Cortex-A8/MPU 的寄存器信息已丢失。应用程序需要在进入该模式之前，将 PD-PER 域的片上外设寄存器 (上下文) 信息保存到 SDRAM。DDR 处于自更新状态。对于唤醒，引导 ROM 执行程序，先转移到外设上下文恢复，然后转移到系统恢复。	电源： 所有电源均为开启状态。 VDD_MPU = 0.95V (标称值) VDD_CORE = 0.95V (标称值) 时钟： 主振荡器 (OSC0) = 关闭 所有 DPLL 处于旁路状态。 电源域： PD_PER = 开启 PD_MPU = 关闭 PD = GFX = 关闭 PD_WKUP = 开启 DDR 处于自刷新状态。
仅 RTC	RTC 计时器保持工作状态，禁用所有其他器件功能。	电源： 除以下功能外，所有电源关闭。 VDDS_RTC , VDD_MPU = 0V VDD_CORE = 0V 时钟： 主振荡器 (OSC0) = 关闭 电源域： 所有电源域均关闭。

该电子表格仅显示 AM335x 系列中全特性器件的信息。但是，电子表格拆分了全功能器件中每个模块导致的功耗，因此对于所考虑器件中不存在的模块，可以通过设置为零来获得 AM335x 系列中其他器件的估算值。这样做可确保来自不适用模块的总功率不包含在电源中。AM335x 器件评估 Wiki 的概述部分中总结了器件差异。

2.3 B 部分：处理器

此部分允许用户为 MPU 域和 CORE 域、MPU 利用率和 SGX 利用率设置工作性能点 (OPP)，如 表 2-3 中所示。

表 2-3. AM335x 输入电子表格的 B 部分

CORE OPP	OPP100
MPU OPP	OPP100
MPU 频率 (MHz)	600
ARM 子系统	利用率百分比
Cortex-A8	0
Cortex-A8 NEON	0
SGX 子系统 (仅适用于启用 SGX 的器件)	利用率百分比
SGX	0

MPU 电压域 (VDD_MPU) 和 CORE 电压域 (VDD_CORE) 支持的 OPP 选项如下表所示。

表 2-4. ZCZ 封装的 PG1.0 VDD_CORE 运行性能点

VDD_CORE OPP 器件修订 版本 留空 ⁽¹⁾	VDD_CORE			DDR3, DDR3L ^[2]	DDR2 ^[2]	mDDR ^[2]	L3 和 L4
	最小值	标称值	最大值				
OPP100	1.056V	1.100V	1.144V	400MHz	266MHz	200MHz	200MHz 和 100MHz
OPP50	0.912V	0.950V	0.988V	—	125MHz	90MHz	100MHz 和 50MHz

- (1) 此表中的频率表示给定 OPP 条件的最大性能。
- (2) 此参数表示最大存储器时钟频率。由于数据是在双数据速率 (DDR) 时钟的两个边沿上传输的，因此最大数据速率是此表中定义的最大存储器时钟频率的两倍。

表 2-5. ZCZ 封装的 PG1.0 VDD_MPU 运行性能点

VDD_CORE OPP 器件修订版本 留空 ⁽¹⁾	VDD_MPU			ARM (A8)
	最小值	标称值	最大值	
Turbo	1.210V	1.260V	1.326V	720MHz
OPP120	1.152V	1.200V	1.248V	600MHz
OPP100 ^[2]	1.056V	1.100V	1.144V	500MHz
OPP100 ^[3]	1.056V	1.100V	1.144V	275MHz

- (1) 此表中的频率表示给定 OPP 条件的最大性能。
- (2) 适用于所有可订购的 AM335_ZCZ_50 (500MHz 速度等级) 或更高的器件。
- (3) 适用于所有可订购的 AM335_ZCZ_27 (275MHz 速度等级) 器件。

表 2-6. ZCE 封装的 PG1.0 VDD_CORE 运行性能点

VDD_CORE OPP 修订版 本“A”或更 高版本 ⁽¹⁾	VDD_MPU ^[2]			ARM (A8)	DDR3, DDR3L ^[3]	DDR2 ^[3]	mDDR ^[3]	L3 和 L4
	最小值	标称值	最大值					
OPP100	1.056V	1.100V	1.144V	500MHz	400MHz	266MHz	200MHz	200MHz 和 100MHz
OPP100	1.056V	1.100V	1.144V	275MHz	400MHz	266MHz	200MHz	200MHz 和 100MHz

- (1) 此表中的频率表示给定 OPP 条件的最大性能。
- (2) 在 ZCE 封装中，VDD_MPU 与 VDD_CORE 共用。
- (3) 此参数表示最大存储器时钟频率。由于数据是在双数据速率 (DDR) 时钟的两个边沿上传输的，因此最大数据速率是此表中定义的最大存储器时钟频率的两倍。

表 2-7. ZCZ 封装的 PG2.1 VDD_CORE 运行性能点

VDD_MPP OPP 修订版本 A 或 更高版本 ⁽¹⁾	VDD_CORE			DDR3, DDR3L ^[2]	DDR2 ^[2]	mDDR ^[2]	L3 和 L4
	最小值	标称值	最大值				
OPP100	1.056V	1.100V	1.144V	400MHz	266MHz	200MHz	200MHz 和 100MHz
OPP50	0.912V	0.950V	0.988V	—	125MHz	90MHz	100MHz 和 50MHz

- (1) 此表中的频率表示给定 OPP 条件的最大性能。
- (2) 此参数表示最大存储器时钟频率。由于数据是在双数据速率 (DDR) 时钟的两个边沿上传输的，因此最大数据速率是此表中定义的最大存储器时钟频率的两倍。

表 2-8. ZCZ 封装的 PG2.1 VDD_MPU 运行性能点

VDD_CORE OPP 修订版本 A 或更高版本 ⁽¹⁾	VDD_MPU			ARM (A8)
	最小值	标称值	最大值	
Nitro	1.272V	1.325V	1.378V	1GHz
Turbo	1.210V	1.260V	1.326V	800MHz
OPP120	1.152V	1.200V	1.248V	720MHz
OPP100 ^[2]	1.056V	1.100V	1.144V	600MHz
OPP100 ^[3]	1.056V	1.100V	1.144V	300MHz
OPP50	0.912V	0.950V	0.988V	300MHz

- (1) 此表中的频率表示给定 OPP 条件的最大性能。
- (2) 适用于所有可订购的 AM335_ZCZ_50 (500MHz 速度等级) 或更高的器件。
- (3) 适用于所有可订购的 AM335_ZCZ_27 (275MHz 速度等级) 器件。

表 2-9. ZCE 封装的 PG2.1 VDD_CORE 运行性能点

VDD_CORE OPP 器件修 订版本 留空 ⁽¹⁾	VDD_MPU ^[2]			ARM (A8)	DDR3 , DDR3L ^[3]	DDR2 ^[3]	mDDR ^[3]	L3 和 L4
	最小值	标称值	最大值					
OPP100	1.056V	1.100V	1.144V	600MHz	400MHz	266MHz	200MHz	200MHz 和 100MHz
OPP100	1.056V	1.100V	1.144V	300MHz	400MHz	266MHz	200MHz	200MHz 和 100MHz
OPP50	0.912V	0.950V	0.988V	300MHz	—	125MHz	90MHz	100MHz 和 50MHz

- (1) 此表中的频率表示给定 OPP 条件的最大性能。
- (2) 在 ZCE 封装中，VDD_MPU 与 VDD_CORE 共用。
- (3) 此参数表示最大存储器时钟频率。由于数据是在双数据速率 (DDR) 时钟的两个边沿上传输的，因此最大数据速率是此表中定义的最大存储器时钟频率的两倍。

模块利用率是满足场景处理要求所需 OPP 上的可用 MHz 百分比。

为 Cortex-A8 ARM 处理器和 NEON SIMD 引擎提供了单独的利用率条目。

- Cortex-A8 (ARM Cortex-A8 处理器内核) : 0 - 100%
- Cortex-A8 NEON (通用 SIMD 引擎) : 0 - 100%

对于图形加速器子系统，提供了一个单独的利用率条目：

- SGX (2D、3D 图形加速器引擎) : 0-100%

2.4 C 部分：外设

本节用于配置外设模块上的活动，如 表 2-10 所示。

表 2-10. AM335x PET 输入电子表格的 C 部分

模块名称	利用率百分比
EDMA	0
EMIF	0
GPMC	0
OCMC-RAM	0
LCDC	0
USB	0
以太网 MAC	0
PRUSS	0
McASP1	0
McASP2	0
MMC1	0
MMC2	0
MMC3	0
其他：外设 (UART、SPI、I2C、CAN、GPIO、eHRPWM、eQEP、RTC 等)	0

对于每个模块，以百分比 (0 至 100) 的形式输入模块利用率。为以下模块提供了一个单独的利用率条目：

- 增强型直接存储器访问 (EDMA) 控制器
- 外部内存接口 (EMIF) 控制器
- 通用存储器控制器 (GPMC)
- 片上内存控制器和 RAM (OCMC-RAM)
- LCD 控制器 (LCDC)
- 通用串行总线 (USB)
- 以太网 MAC
- 可编程实时单元子系统 (PRUSS)
- 多通道音频串行端口 (McASP)
- 多媒体卡 (MMC) 主机控制器
- 其他外设 (其他各种外设、例如通用异步接收器/发送器 (UART)、串行外设接口 (SPI)、内部集成电路 (I2C)、控制器局域网 (CAN)、通用输入/输出(GPIO)、增强型高分辨率脉宽调制器 (eHRPWM)、增强型正交编码器脉冲 (eQEP) 和实时时钟 (RTC) 模块)

2.5 D 部分：模拟模块

D 部分启用 AM335x 中模拟模块的配置，如 图 2-1 所示。

D) Analog Modules

ADC	Off
-----	-----

图 2-1. AM335x PET 输入电子表格的 D 部分

- ADC (模数转换器)：闭合，断开

3 电子表格上传

输入电子表格完成后，可以将该电子表格上传到 TI 进行功耗分析。上传需要注册和接受法律协议。

备注

[在此处](#)上传您的 AM335x PET 输入电子表格。

4 功耗分析报告

4.1 功耗估算报告表

功率估算工具会以电子表格的格式生成功耗分析报告（请参阅 [表 4-1](#)）。估算值包括整个应用场景中随时间变化的泄漏功耗、动态功耗和总平均功耗。该报告还会列出每个电源导轨组。启用 SmartReflex (AVS) 后，MPU 和 CORE 电压轨显示由 SmartReflex 控制的电压。

输入文件名：am335x_pet_input_example.xls

结温 (°C)

器件流程：标称

ARM 时钟频率 [MHz]：NITRO (1000)

表 4-1. 功率估算报告

	电压 (V)		电流 (A)		功率 (W)	
	最小值	最大值	漏电流	有效	平均	总计
VDD_MPU	1.33	1.33	0.002	0.542	0.544	0.72315
VDD_CORE	1.10	1.10	0.002	0.170	0.171	0.18828
VDDS_DPLL [1]	1.80	1.80	0.000	0.007	0.007	0.01195
VDDS_SRAM [2]	1.80	1.80	0.005	0.000	0.005	0.00815
VDDS_DDR	1.50	1.50	0.000	0.003	0.003	0.00533
VDDS_1P8 [3]	1.80	1.80	0.000	0.002	0.002	0.00348
VDDS_3P3 [4]	3.30	3.30	0.000	0.000	0.000	0.00016
VDDA1P8V_USB0/1, VDDA_ADC	1.80	1.80	0.000	0.000	0.000	0.00090
VDDA3P3V_USB0/1	3.30	3.30	0.000	0.000	0.000	0.00000
总计						0.94140

1. VDDS_DPLL 包括 VDDS_PLL_MPU、VDDS_PLL_CORE_LCD 和 VDDS_PLL_DDR 电源。
2. VDDS_SRAM 包括 VDDS_SRAM_CORE_BG 和 VDDS_SRAM_MPU_BB 电源。
3. VDDS_1P8 包括 VDDS、VDDS_RTC、VDDS_OSC 和 1.8V VDDSHVx 电源。
4. VDDS_3P3 包括 3.3V VDDSHVx 电源。

AM335x 器件的功耗包括如下：

- 泄漏功耗：由泄漏电流产生，并且取决于温度和器件工艺
- 动态功耗：由于晶体管开关而产生，与温度无关

AM335x 功耗估算工具可模拟温度和器件工艺对器件功耗的影响。动态功耗是指 AM335x 的某个部分执行一些处理时所消耗的功率。工作功率与温度无关，但取决于电压和模块活动水平。

4.2 模块使用率表

每个模块的可用带宽取决于器件互连架构和所选的 CORE OPP。功耗估算工具会根据您输入的利用率计算模块当前的带宽，并在单独的工作表中显示每个时隙的结果，其中包含选定 OPP 的最大可用带宽（请参阅表 4-2）。

表 4-2. 最大模块利用率

模块	时隙 0	时隙 0	单位
	最大值	电流	
Cortex A8	1000	850	MHz
SGX	1600	0	MBps
EDMA	800	0	MBps
EMIF	3200	1280	MBps
GPMC	800	0	MBps
OCMC-RAM	800	0	MBps
LCDC	800	240	MBps
USB	800	0	MBps
以太网 MAC	800	0	MBps
PRUSS	800	0	MBps
MCASP1	800	0	MBps
MCASP2	800	0	MBps
MMC1	800	0	MBps
MMC2	800	0	MBps
MMC3	800	0	MBps
其他	6800	120	MBps

以下注意事项和限制适用于 AM335x 功耗估算工具：

- 用户有责任为 MPU 子系统输入合理的利用率数字，以进行最大功率分析。在大多数应用场景中，子系统上的负载达到 90-100% 并不现实。

5 总结

AM335x 功耗估算工具 (PET) 可帮助用户分析和预测 AM335x Sitara 处理器系列使用的功率。用户可评估不同的应用场景，并探索各种节能策略如何更大限度地降低总体功耗。

6 参考资料

1. 德州仪器 (TI)，[AM335x 功耗总结](#)
2. 德州仪器 (TI)，[AM335x Sitara™ 处理器](#)，数据表
3. 德州仪器 (TI)，[AM335x 和 AMIC110 Sitara™ 处理器](#)，技术参考手册
4. 德州仪器 (TI)，[AM35x 功耗估算工具](#)
5. 德州仪器 (TI)，[AM335x 低功率设计指南](#)

7 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision * (May 2017) to Revision A (July 2025)

Page

- 更新了 PET 输入电子表格和 PET 电子表格的链接以生成电源报告.....2

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司