

# AP80 系列时钟源、频率和功耗

V1.1  
2014-9-19

## 时钟源

AP80 系列包含 2 个时钟源以及 3 种主频：

1. 32K 晶体通过 DPLL 产生的时钟源，分为 96MHz 和 80MHz 两种主频；
2. RC48M 时钟源，主频为 48MHz；

总体看，DPLL 时钟源的功耗大于 RC48M 时钟源。

## 频率

选定系统时钟源和主频后，系统的工作频率可分为‘全速’和‘分频’两种。

三种主频下，都支持分频运行。以主频 96MHz 为例，系统 8 分频时，功耗降低比较明显。

另外，RC48MHz 主频下部分硬件模块不能工作，如：OTG，Codec。

## 功耗

这里定义以 Cortex-M3（简称 CM3）为核心的 4 种运行方式，CORE 的不同运行方式功耗存在显著差异，因此也称为不同的功耗模式，定义如下：

1. NORMAL 模式，CM3 按照系统分配的频率运行，根据当前 CM3 运行的指令以及访问的总线不同，功耗会有较大区别。
2. SLEEP 模式，CM3 核暂停运行。可以选择关闭 DPLL 时钟，切到 RC48M 时钟。SLEEP 模式下可以支持多种中断和 IO 唤醒，当从 SLEEP 模式唤醒后，CM3 接着跑，而不是从 0 开始跑。
3. DEEP-SLEEP 模式，软件关闭 DPLL 时钟，硬件自动关闭 RC48M 时钟，部分唤醒电路仍然工作，低功耗 RTC 由 32.768KHz 晶体提供计时。可以支持部分 IO、RTC 和 POWER KEY 唤醒，唤醒后，CM3 从 0 开始跑。
4. POWER-DOWN 模式，可以支持 RTC 开机，或者使用 POWER KEY 开机。

不同的时钟源、不同的运行频率以及不同的硬件模块工作情况，都会影响到系统的功耗。

---

## AP80 系统功耗管理

在本节，主要讲解 AP80 系统功耗主要与那些要素有关，如何总体把握 AP80 系统功耗控制的方法？并给出几种典型配置下样本的功耗值。

总的说来，AP80 系统功耗与以下 5 大要素有关：

1. CORE 的运行方式
2. 系统的时钟源和频率
3. CORE 以外其它模块的状态
4. IO 的设置
5. 系统电源管理

以下按各要素展开，同时给出各要素下的功耗控制方法。

## 1. CORE 的运行方式

CORE 是系统的控制中枢。有以下几种运行方式，其功耗依次降低：

- 按系统时钟运行。（该方式下又与系统分配给 CORE 的时钟频率有关，频率越低功耗越低）
- 停止运行，可唤醒继续运行。即 SLEEP 模式。
- 停止运行，可唤醒复位从 0 开始运行。即 DEEP-SLEEP 模式。（如果该方式可以单独关闭 CORE 电源可以做到更低功耗，目前 AP80 未实现 CORE 电源单独可控）

## 2. 系统的时钟源和频率

AP80 包含 2 个时钟源：32K 晶体经 DPLL 产生的时钟源和 RC48M 时钟源。以下 4 种情况，其功耗依次降低：

- DPLL 时钟全速，可选 96M 或 80M
- DPLL 时钟分频
- RC48M 时钟全速
- RC48M 时钟分频

具体选择哪种时钟源和频率运行，与系统需要实现的功能和应用场景有很大的关系，因此具体应用需要具体分析。

## 3. CORE 以外其它模块的状态

CORE 以外其它模块一般处于被控制角色，可以分为数字模块和模拟模块。

对数字模块而言，其工作频率越低功耗越低，直至完全停止 CLK 供应，功耗降到最低。

对模拟模块而言，其工作频率越低功耗越低，直至完全停止 CLK 供应，并且 Disable/Power down 该模块，功耗降到最低。

需要注意，无论是数字还是模拟模块，一些模块要保持其功能正常，需要的 CLK 频率是固定的。因此，针对这样的模块，降低功耗的手段就是停止 CLK 并且 disable 该模块。

## 4. IO 的设置

AP80 会通过 IO 与各种外设连接，IO 上流过的电流，以及 IO 工作频率决定了系统在 IO 上消耗的功耗。

当整个系统进入低功耗状态时，对于 AP80 而言，需要通过配置 IO 的状态，让流经 IO 的电流最小。一般分为 2 种情况：

- AP80 芯片没有连接到外设的 IO（或者称为浮空的 IO），需要配置为不带上下拉的高阻态，从而保证 IO 内部流经的电流最小。（取消上下拉，取消 IE,OE）
- 连接到外设的 IO，需要根据该 IO 的用途而定：
  - 如果是用于控制外设的 IO，则首先设为高阻态（取消 IE,OE），然后通过上拉或者下拉来保持确定的驱动电位。
  - 如果是用于监听外设，则通常可以设为 input（使能 IE，取消 OE），并且取消上下拉。

## 5. 系统电源管理

AP80 的电源域分为 2 块，一块是 Low Power 电源域（简称 LP 电源域）独立给 RTC 和 NVM 供电，另一块是给芯片其它所有模块供电的主电源域。

当关闭主电源域时，AP80 系统即进入所谓的 POWER-DOWN 模式。

POWER-DOWN 模式下，除了 LP 电源域的模块（RTC 和 NVM）以极低功耗保持工作，但其它模块和绝大多数 IO 都处于掉电状态。

需要注意，处于掉电状态的 IO，其漏电流不受控，如果此时这些 IO 还连接到一些带电设备上，可能会产生电源倒灌或者大电流等异常状况。这对于低功耗设计非常忌讳。