

高效的智能手机 SD 闪存供电方法

手机对存储功能的需求正在迅速增长，本文探讨了存储器的发展趋势和几种不同的 SD 闪存供电方法。

视频与图像内容的捕获、显示与共享功能推动着对存储器的需求不断增长。由于小型相机光学技术、高度集成化图像处理以及先进闪光技术（采用亮度渐高的 LED 解决方案和尺寸渐小的氙光解决方案）的出现，捕获功能正在迅速改进。纤薄且高效的触摸屏 LCD、AMOLED 以及超 AMOLED 解决方案，结合直观方便的用户界面，让图片和视频图像的显示变得简单而生动。此外，无处不在的网络连接性、各种社交网络以及大量的可下载内容源的存在也使得共享功能加速发展。

这些技术推动手机制造商设计出图像分辨率为 800 万像素甚至 1,200 万像素的相机手机。在视频方面，拍摄性能达 720p@30fps 的手机也开始面市。这些都是存储器密集型应用，其内容一般存储在固态存储器中。

虽然数码相机历来需要很大的存储容量，但对手机而言，这种要求只是在近几年才变得重要起来。幸运的是，固态存储器的密度和容量在逐渐增加，其价格（\$/MB）和面积（mm²/MB）随之大幅降低。从图 1 可看出，在 2011 年，NAND 闪存的制造工艺几何尺寸可能突破 25nm。

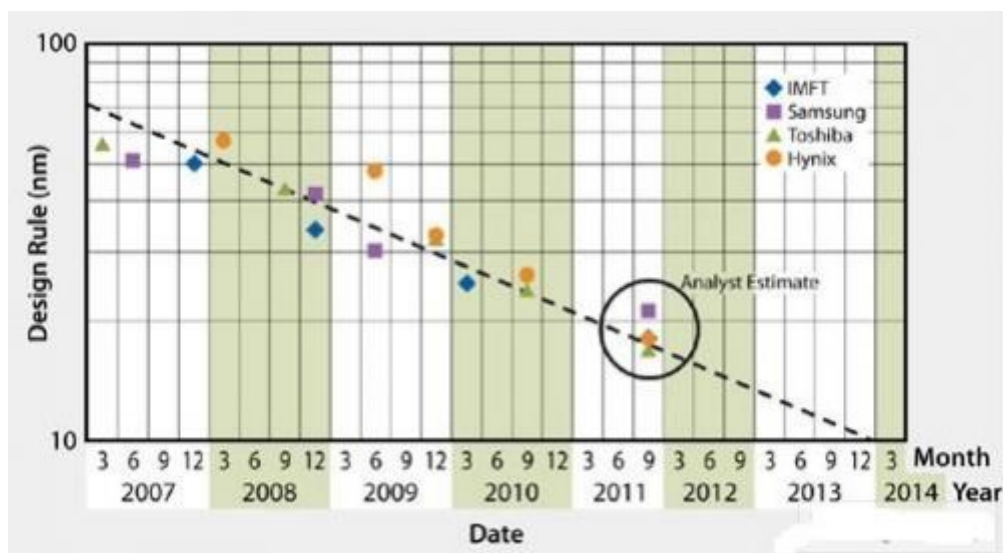


图 1: NAND 闪存技术的制造工艺几何尺寸变化趋势。

对于消费存储应用，最常见的固态存储器格式是 SD 闪存。目前的 SD 闪存基于 NAND 技术，有三种外形尺寸，如图 2 所示，分别为 SD 卡、mini SD 卡和 micro SD 卡。尽管这三种外形尺寸产品的体积不同，但它们的接口都一样。

除了外形尺寸之外，SD 存储器还可以按照容量大小来分类。标准 SD 卡最大可提供 2GB 的容量，大容量 (SDHC) 卡容量在 2 至 32GB，eXtended 容量 (SDXC) 卡则高至 32GB 至 2TB。

此外，SD 存储器有两类时钟频率。在缺省模式，存储器可以工作在 0 至 25MHz 的时钟频率下，接口速度达 12.5MB/s（使用 4 条并行数据线）。在高速模式，存储器可以工作在 0 至 50 MHz 的时钟频率下，接口速度达 25MB/s（使用 4 条并行数据线）。系统设计人员可以根据所需的读写速度来优化这个参数，在讨论电源考虑事项时，这一点变得十分重要。

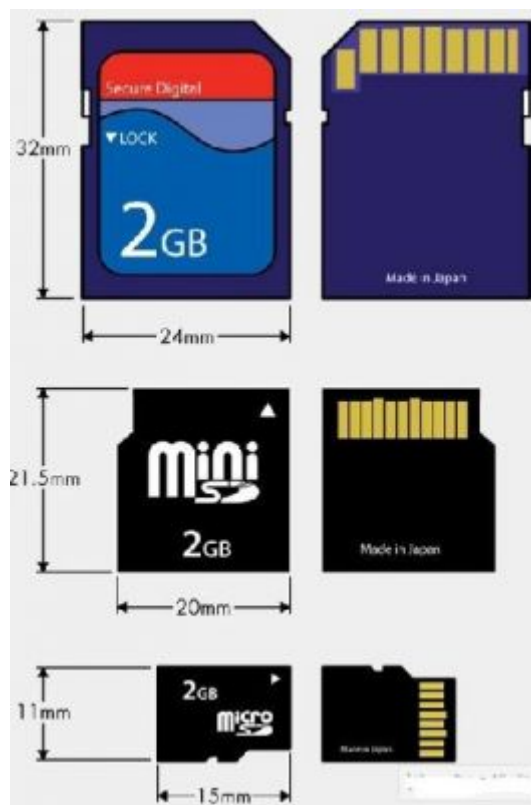


图 2: SD 卡、mini SD 卡和 micro SD 卡的外形大小。

SD 规范 2.0 版要求工作电压范围为 2.7 至 3.6V，2.7V 是保证性能所需的最低电压，工作电压为 2.7V~3.6V 都是可接受的，但如果超过 3.6V，则性能无法保证，而且存储器有可能受到损害。

电源设计的另一个考虑事项是存储器的耗电量。存储器有关断、待机、读和写四种主要工作模式，处于不同的状态，耗电量也不同。对于一个给定的存储卡，读/写状态的耗电量还与读写速度有关。普通卡支持最高 25MHz 的时钟频率，高速卡支持最高 50MHz 的时钟频率。随着存储容量不断增大，为确保适当的消费者使用模式，需要更快的时钟频率。

对于低速工作的小容量 SD 卡，耗电量常常小于 100mA。假设锂离子电池的额定工作电压为 3.7V，且存储器的电源轨相当高，则线性调节器就成为 SD 存储器的电源选择。不过，选定的线性调节器必须能以低压降（LDO）方式工作，因为锂离子电池的有效电压范围在 3.2 至 4.2V 之间。

随着 8、16 和 32GB 高速 SD 卡的面世，300 至 400mA 的耗电量已屡见不鲜，这些电流显著大于小容量卡的 100mA 水平。由于这些更大电流需求，LDO 电源解决方案的功耗开始显著增加。图 3 为一个给 SD 卡提供典型 2.9V 电压的 LDO 稳压器，这里选择 2.9V 是因为假定 LDO 能确保在任何线路、负载或温度条件下的输出不低于 2.7V。

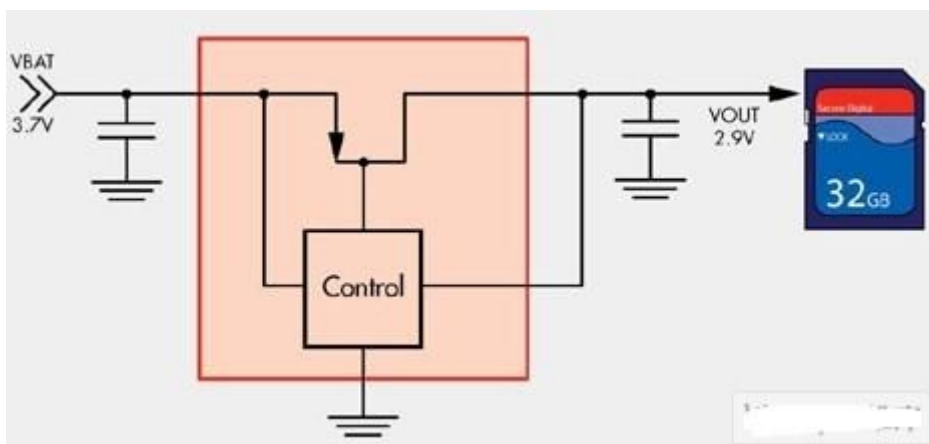


表 1 列出了图 3 所示 LDO 在 300mA 和 400mA 输出电流情况下的转换效率。计算出的 LDO 转换效率为 78%，故功耗分别为 240mW 和 320mW。

	VIN=3.7V, VOUT=2.9V, IOUT=300mA		VIN=3.7V, VOUT=2.9V, IOUT=400mA		Inductor
	Efficiency	Dissipated Power	Efficiency	Dissipated Power	
LDO	78%	240mW	78%	320mW	N/A
6MHz buck	91%	86mW	89%	144mW	470nH - 0805
3MHz buck	94%	55mW	92%	101mW	407nH - 0805

表 1: LDO 与 6MHz 降压转换器和 3MHz 降压转换器的电源效率与功耗对比。

然而，许多系统设计人员都认为 320mW 甚至 240mW 的功耗都是不可接受的。幸运的是，现在可以采用如图 4 所示的开关转换器来获得更高的功率转换效率。

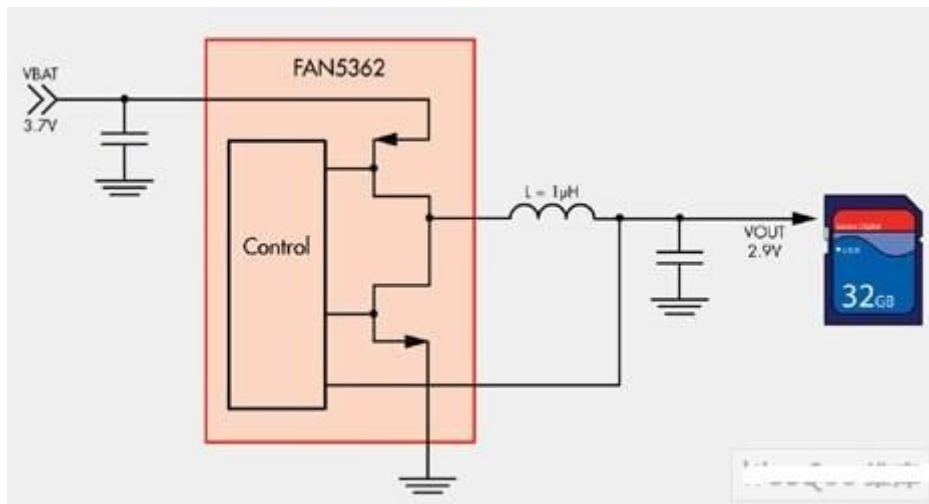


图 4: FAN5362 降压转换器实现 2.9V SD 卡的供电电路。

按照表 1 的计算，对于 300mA 的系统，FAN5362 能把功耗降至 55mW；对于 400mA 的系统，FAN5362 能将功耗降至 101mW。这些效率值根据所测得的 FAN5362 效率曲线而获得。图 5 显示了 AutoPFM（实线）和 ForcePWM（虚线）的效率曲线。在优化 FAN5362 效率的同时，选择 3MHz 作为额定开关频率，因为它能够提供尺寸和效率之间的最佳权衡。从表 1 可看出，对于这种功耗敏感应用，采用 6MHz 开关频率时的功耗远远大于采用 3MHz 开关频率时的功耗。

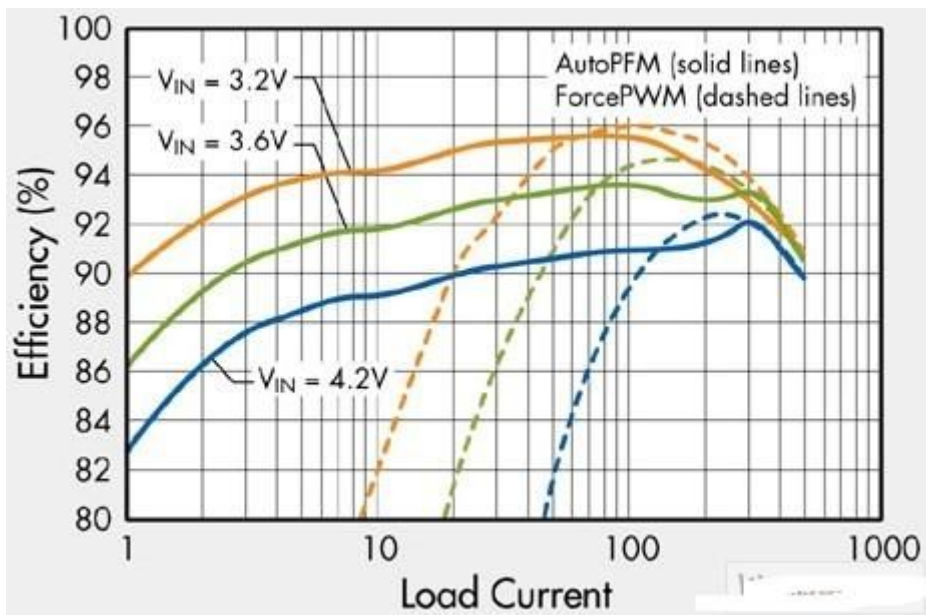


图 5: FAN5362 效率与负载电流的关系，AutoPFM 为实线，ForcePWM 为虚线。

虽然选择一个降压转换器来取代 LDO 似乎意义不大,但考虑到降压转换器必须能在极高占空比下工作,这就变得十分重要了。如果降压转换器的输出设定为 2.9V,电池电压低到 3.3V,降压转换器在 88%的占空比下工作。在某些负载和输入电压条件下,降压转换器甚至会被迫停止开关,并在 100%占空比下工作。若手机开始发射 GSM 脉冲,在低电池电压(VVBAT)情况下,这种情形会变得更加严重。GSM 脉冲可能高至 2A,而且在这些脉冲期间,锂离子电池的输出阻抗会使电池电压下降 400mV。对 LDO 而言, VVBAT 的突然下降是有益的,因为 LDO 总是工作在线性区域。但对降压转换器,情况就不同了,因为它们必须逐渐从开关状态转变为 100%导通,一旦电池电压回到 3.3V,就再一次回到开关状态。在这个期间,高侧器件完全导通,降压转换器的输出电压仅为 $V_{VBAT} - R_{DS(ON)} * I - DCR * I$,其中 $R_{DS(ON)}$ 是高侧 FET 的导通阻抗,DCR 是电感的串行阻抗,I 是存储器负载电流。

FAN5362 经过专门设计以处理上述最小过冲/下冲。此外,FET 的控制机制和 $R_{DS(ON)}$ 也经过精心设计,以确保输出电压绝不低于 2.7V,甚至包括了线路和负载瞬态响应。对存储器来说,这点至关重要,因为 SD 规范 2.0 版要求工作电压范围在 2.7 至 3.6V 之间。

虽然工艺几何尺寸的进步满足了对超紧凑型、低价 SD 存储器的需求,但这种大容量器件也带来了功耗问题。利用专门针对这类应用而设计的降压转换器 FAN5362 等产品来替代目前的 LDO,可以解决这一难题。图 6 是完整的 FAN5362 功率解决方案的典型原理示意图和 PCB 版图。(飞兆半导体)

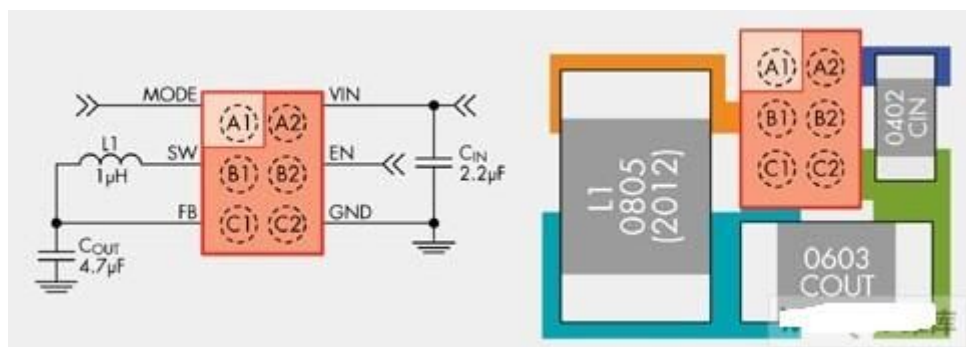


图 6: FAN5362 的典型原理示意图及 PCB 版图。