

# 针对需要峰值功率的应用系统设计高效率电源

## 采用智能功率管理技术的功率转换集成电路

喷墨式打印机、数据存储设备、音频放大器和直流电动机驱动电路这些产品所使用的电源能够提供很高的峰值功率，输出的峰值功率与连续负载之比达到三倍，而且在空载和待机时的效率要求很高。

作者: Stefan Baeurle, Power Integrations

**现** 在有一种集成度很高的功率转换集成电路，它使用智能型功率管理技术，整机制造商可以用这项技术很快而且经济地设计效率很高的电源，用于峰值功率需要很高的场合。

本文讨论用于需要很大峰值功率的产品的高效率电源在设计方面的问题，其中包括降低整个系统的元件数量，控制产品的成本。本文将介绍这种使用峰值功率管理技术的新型功率转换集成电路是如何解决这些问题的。最后，详细介绍了一个电路实例，说明这种集成电路是如何用于电源设计，达到应用系统在性能方面的要求，达到全世界能源效率法规的规定，并且控制整个设计的成本。

### PeakSwitch 系列集成电路

PeakSwitch 系列集成电路是用于峰值功率与连续功率之比很大（大于3）的应用系统。它包含一只 700V 的功率 MOSFET 晶体管、一只振荡器、一只高电压开关型电流源和一个限流电路，全部电路都集成在一块单片器件上。振荡器的频率是抖动的，目的是降低电磁干扰。高电压开关型电流源是用于启动。它还有各种保护功能，其中包括自动重新启动，在这个系列中还增加了市电电压欠压检测以及滞环型热关机电路。图 1 是用 PeakSwitch 实现的、可以提供峰值功率的典型电路。

PeakSwitch 使用简单的通/断控制方案，它里面有四个不同的限流电平。与传统的 PWM 控制的电源相比，这个方案有很多优点。自从五年前推出十分成

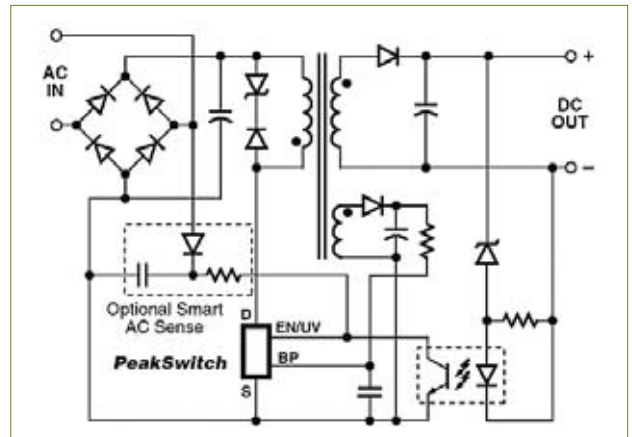


图 1. 用 PeakSwitch 实现的电源的典型电路图。

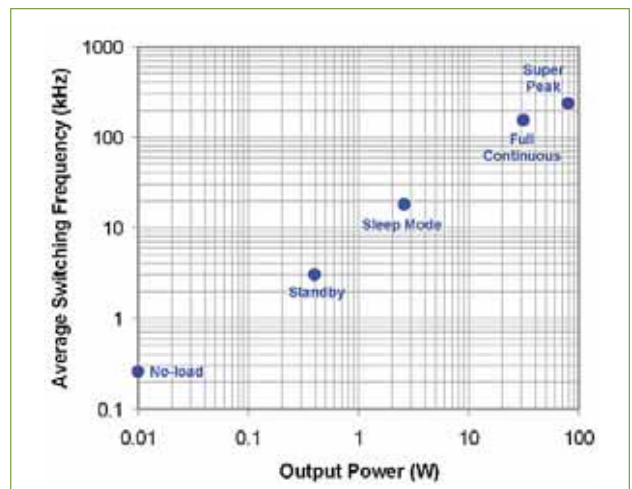


图 2. 在一个典型的应用系统中，开关切换的平均频率随输出功率的变化。

功的 TinySwitch-II 系列集成电路以来，这些优点已经得到实践的证实，是成熟的技术。简单地讲，通 / 断控制对反馈信号做出反应，让原边的开关进行切换或者不让它切换，以便按照电源输出端负载的情况把能量传过去。此外，PeakSwitch 不需要对环路进行补偿，于是在出现峰值负载时，PeakSwitch 可以工作在开关频率很高的情况下，频率高达 277kHz。工作在通 / 断情况下，只在需要传送能量时才进行切换，在负载较小时，开关切换的平均频率就低得多。图 2 是连续输出功率为 32W、峰值输出功率为 81W 的电源，在五种不同负载时，开关切换的平均频率。

在出现峰值功率 (81W) 时，开关切换的实际频率非常高，为 240kHz。在输出功率满载 (32W) 时，开关的切换频率下降到 130kHz，在睡眠状态时 (PIN = 3W)，它进一步降低到 18kHz。在待机状态 (PIN = 1W)，开关的切换频率下降到 3kHz，在没有接上负载时，开关的切换频率下降到只有 0.3kHz。在出

现峰值负载时，实际的工作频率很高，因而变压器磁芯的尺寸可以减小。使用 PeakSwitch 系列集成电路时，可以按照连续负载的工况来选择变压器磁芯，满足在发热方面的要求，这是因为在出现峰值负载时，开关的切换频率提高了，不会增大磁芯的磁通密度。在使用 PWM 控制的传统电源中，一般是工作在频率固定的情况下，在负载从低到最大峰值负载的整个范围内，频率只有 60kHz 至 100kHz。所以，在选择变压器的磁芯时，要按照峰值负载的工况来进行，这样，在原边电流增大以便满足峰值负载的需要时，就可以避免磁芯出现饱和。

一个非常实用的新功能是集成在器件中的可编程智能交流市电检测功能，它能够迅速地将交流市电重新加上去。一旦失去稳压作用时，例如由于输出出现短路、控制环路出现开路，或者停电，因而失去稳压作用时，在 30ms 后，这个器件中的开关会停止切换。在这段时间过去之后，PeakSwitch 进行检查，并且从这时开始，连续地监测

交流市电输入电压的状况，监测交流市电电压是用图 1 中的电路 (“供选用的智能交流市电检测电路”) 进行。如果失去了稳压作用，但是交流市电输入仍然加在输入端，那么就认为电源出现故障，器件便锁住。为了从锁定状态恢复正常工作，需要把电源从交流电网上断开，过几秒钟后再接到交流电网上。一旦这个集成电路检测到这些动作，它便脱离锁定状态，在加上交流输入电压时便重新开始启动。这是一个成本很低的锁定关机保护功能，而交流市电又可以很快地重新加上去，只需要增加很少的几个元件。如果失去了稳压作用，同时没有接上交流市电，或者交流市电不正常地低的电平，开关也停止切换。但是电源并不会锁住。一旦交流市电输入恢复到正常电平，开关又开始进行切换。

PeakSwitch 还有各种保护功能。在出现过载，发热严重的情况下，很灵敏的热关机功能能够保护整个电源。它的滞环很宽，不需要另外增加复位电路就可以自动恢复。限流是逐周地进行的，可以保护其

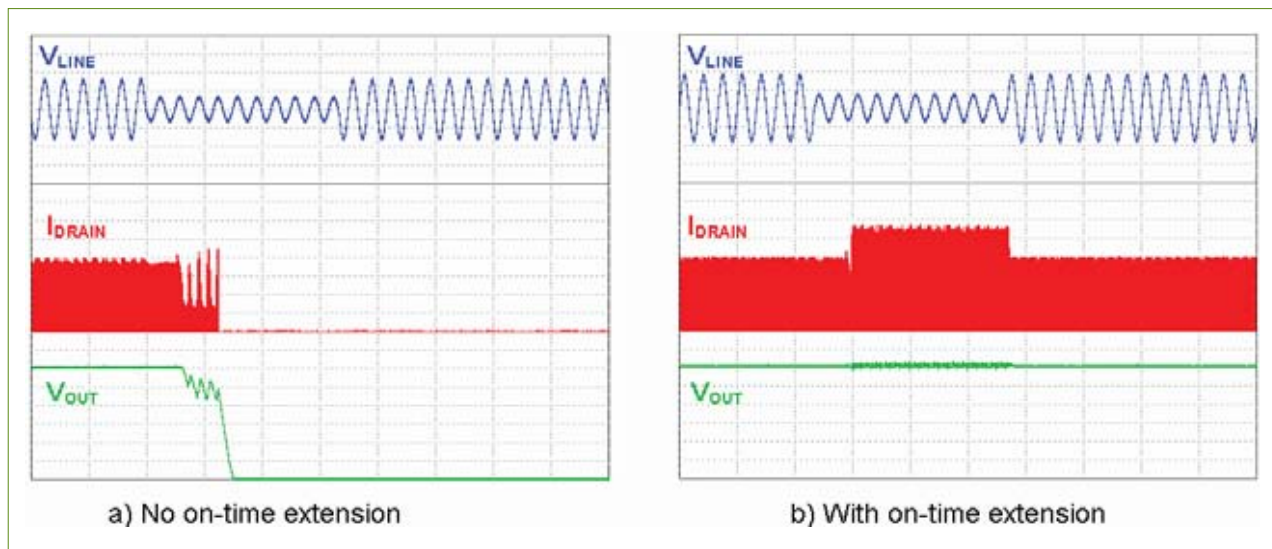


图 3. 适应性导通时间的延长所起的作用。 a) 导通时间没有延长的情形；b) 导通时间延长了的情形。

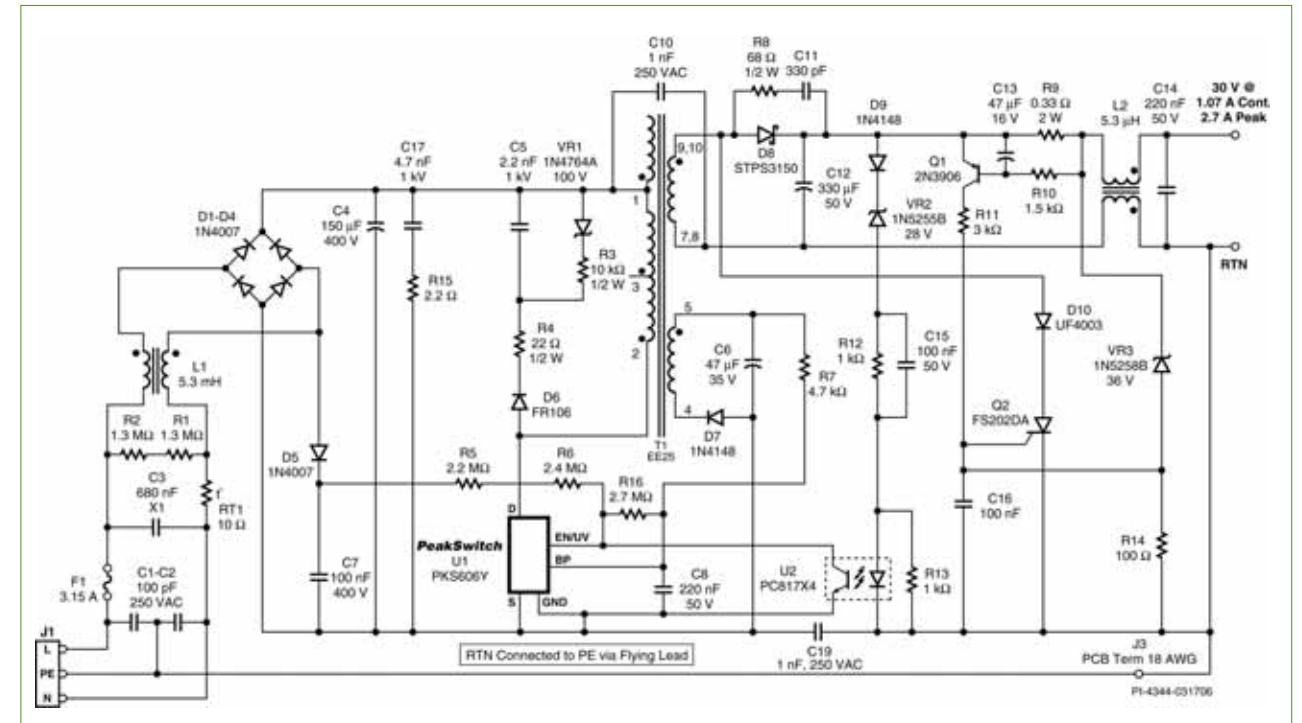


图 4. 使用 PKS606Y 的设计实例，它的连续输出功率为 32W、峰值输出功率为 81W。

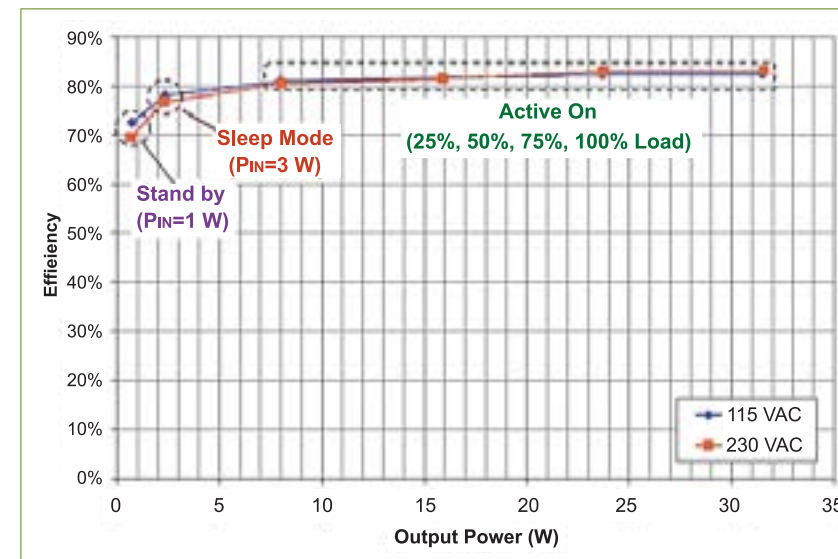


图 5. 用 PeakSwitch 设计的电源的效率随着输出功率变化的实例。

中的功率 MOSFET 晶体管，不会因为漏极电流过大而造成损坏。工作在高电压的情况下，这个集成电路把电流的限流值降低 10%，以便补偿电流限流电路传播延迟而引起的过冲。所以，工作在高电压时的过

载功率也降低了。PeakSwitch 的另外一个很有用的新功能是延长 MOSFET 晶体管开关导通时间的功能。当 PeakSwitch 检测到输入电压不正常、电压很低的情况时，它自行把 MOSFET 晶体

管开关的导通时间延长 (在使用说明书中把它定义为最大占空比)。导通时间延长到源边电流上升到器件的电流限流值。于是，传送给负载的能量增大了相当多。用这个办法，在交流市电非常低的情况下，有效地增大了可以得到峰值功率。在电容器尺寸给定的情况下，保持时间可以增大，这样又可以降低整个系统的成本。在按 IEC61000-4-11 标准进行电压下降测试 (交流电压为 120V，下降 60%，满载，10 个周期) 时，导通时间延长的情况如图 3 所示。它与没有这项功能的系统不同。在这时，漏极的峰值电流达到器件的电流限流值，即使是交流电压不正常、电压很低的情况下也是这样，于是，在交流电压下降的时间为十个周期时，仍然可以对输出电压进行稳压。没有这个功能的电源 (图 3a) 会很快失去稳压作用，在交流电压变化只有几周的时间

表 1. 关于电源效率的总结。

工作时的平均效率					
V <sub>IN</sub> (交流、V)	25% 负载	50% 负载	75% 负载	100% 负载	平均值
115	81.0%	81.6%	82.3%	82.4%	81.8%
230	80.5%	81.5%	82.9%	83.1%	82.0%
睡眠状态					
V <sub>IN</sub> (交流、V)	P <sub>o</sub> (W)	P <sub>IN</sub> (W)	效率		
115	2.34	3.00	78.0%		
230	2.30	3.00	76.7%		
待机状态					
V <sub>IN</sub> (交流、V)	P <sub>o</sub> (W)	P <sub>IN</sub> (W)	效率		
115	0.72	1.00	72.0%		
230	0.70	1.00	70.0%		
空载输入功率					
V <sub>IN</sub> (交流、V)	85	115	230	265	
P <sub>IN</sub> (W)	0.091	0.102	0.158	0.183	

内，输出电压便掉了下来。

## 峰值功率设计实例

图 4 是用 PeakSwitch 设计的提供峰值功率的典型电源实例。它能够连续输出 32W 的功率，输出的峰值功率为 81W。在前面讲到，它在工作时，开关的切换频率很高，在设计中，变压器使用了一个尺寸很小的磁芯 EE-25。其他的设计则使用传统的控制方案，频率低得多，所以只好用尺寸较大、价钱较高的磁芯，例如使用 EER-28 或者尺寸更大的磁芯。

电阻器 R5 和 R6 是用来设定欠压锁定门限值，在停电或者电压过低以及输出电压出现波动时防止它启动。二极管 D5 和电容器 C7 是用于检测交流电压的智能电路，它还可以很快地把交流电压重新加上去，这在前面已经讲过。在晶体管 Q1 和电阻器 R9 周围的简单电流检测电路则检测是否出现过载。一旦检测到过载，器件中的锁定电路便可以保护接在电源上的负载。低通滤波器 R10

和 C13 增加了一些延迟时间，将可控硅 Q2 的导通时延迟。PeakSwitch 的锁定功能可以大量地减少可控硅和输出整流二极管 D8 的尺寸，从而降低成本。这是因为负载电流只流过 30ms，电源便断开。稳压二极管 VR3 检测开路故障（例如光耦合器损坏），然后把可控硅 Q2 点燃，接着电源进入锁死状态，直到交流输入电压断开、然后重新接上。

在这个例子中使用通 / 断控制方案，所以它的效率特性很好。在负载变化的整个范围内它的效率实际上是不变的（图 5）。在表 1 中总结了在若干典型负载点的电源性能。这些典型的负载点是世界各地的标准制定机构规定的。

正常工作时的效率很容易达到美国加州能源委员会（CEC）和其他机构规定的最低值  $(0.49 + 0.09 * \ln 32) * 100\% = 80.2\%$ 。对于打印机，还要引入一个新的工作状态：睡眠状态，目前能源之星正在讨论。在睡眠状态，对于用户来讲，打印机是不工作

的，但是一按下按钮，它就能够开始打印。在这个状态，目标是把功耗限制在 3W 以下，但是打印机的控制电路必须全部通电。使用 PeakSwitch 的电源能够提供 2.3W 的输出功率，而输入功率只不过是 3W。美国行政法例 13221 规定，在待机状态，输入功率限制在 1W。在这个例子中，电源送到负载的功率是 0.7W。

## 结论

PeakSwitch 用一个新的办法解决了在实际的应用系统对峰值功率的需要。在这个新办法中，在负载变化的整个范围内，效率几乎是不变的。它的性能超过了全世界关于能源使用效率的所有现有的和新提出来的法例的要求。因为它在提供峰值功率时的效率高，磁性元件的尺寸大量地减少了。在 PeakSwitch 中集成了许多安全保护的功能，提高了产品的安全性，同时降低了整个系统的成本。