

采用集成的驱动器氮化镓 (GaN)，实现符合 80 Plus Titanium 标准的电源性能

安森美 || Yong Ang

提高能效一直是电源制造商的一个长期目标。这是真正的“双赢”，因为这不仅降低运行成本，而且减少了以热的形式浪费能量，意味着需要更少的散热管理，从而减小了电源的尺寸和成本。其他好处包括需要更少的冷却处理从而减少风扇的噪声。

过去，电源 (PSU) 的能效通常引用一个单一的数字来说明可能的最佳能效。然而，在许多应用中，PSU 在不同的负载水平下工作，很少能达到标题中提到的能效标准。特别是，当 PSU 在较低的功率水平下运行时，这就是个问题。

80 Plus 是个推荐标准，旨在解决整个负载范围内的高能效问题。它规定了从“基本”到“titanium”的六个级别在 20%、50% 和 100% 负载下要求达到的最低能效水平是 80%。

Titanium 级别是最高的，比 80 Plus 增加了要求，即使在 10% 的负载需达到 90% 的能效，这是最严格的要求，只有更高功率的 PSU 才有可能实现。

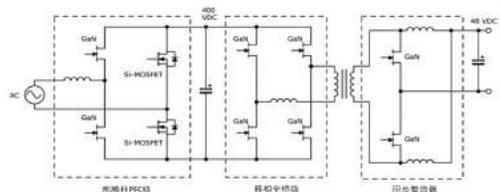
氮化镓 (GaN) —— 理想的开关？

虽然硅基半导体器件近年来有了很大的改进，但 80 Plus 的严苛要求意味

着需要新的技术来达到最高能效水平 -- 特别是 Titanium 标准。碳化硅 (SiC) 和氮化镓等宽禁带 (WBG) 技术正成为主流，使设计的能效高达 99%。

SiC 可能更成熟，但 GaN 具有更低的导通电阻和更快的开关速度，有些人将其描述为“理想的开关”。基于 GaN 的高电子迁移率晶体管 (HEMT) 显然在具挑战的高能效应用中具有很大的优势。最简单的 GaN 开关被配置为常开，但现在常见的增强型或“e 型”在施加零栅源电压时是关断的。这样做的好处是使它们至少在最初以类似于硅 MOSFET 工作的方式工作。

服务器 PSU 是最高要求的应用之一，只允许 4% 的损耗，使图腾柱 PFC (TPPFC) 级通常与 LLC 或移相全桥 (PSFB) 等谐振 DC-DC 转换器和同步整流输出级相结合。



图注：采用图腾柱 PFC 级和 PSFB 全桥的服务器 PSU 设计，采用 GaN 开关

在整个 PSU 中分担损耗，允许每个

阶段有 2% 的损耗，这说明必须在 GaN 开关的开关和静态损耗之间取得良好的平衡。

增加裸片面积可减少静态损耗，但这也会增加器件电容，反过来又会增加每个开关周期所需的电荷。这意味着减少静态损耗将导致开关（动态）损耗的增加，尽管这种影响在 GaN 器件中相当小，而且明显好于硅基器件。

门驱动挑战

e-GaN HEMT 器件与硅基开关之间最显著的区别是对非常特定的门极驱动的要求。输入电容 (CISS) 通常很低，它是并联栅极 - 源极和栅极 - 漏极的电容，两者都很低。然而，门极电流的峰值可达 1A，这就要求门极驱动具有较低的源阻抗。在实际应用中，加入了一些源极电阻来控制漏极的 dV/dt ，从而消除了电压过冲和 / 或振荡。

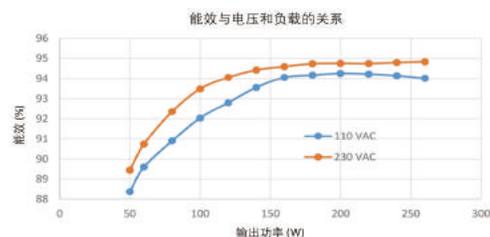
最佳的门极电阻在导通和关断时是不一样的，所以通常的做法是使用单独的电阻和一个二极管。在更精密的电路中，可对门极电流进行有源控制（有电压限制）。但最小化和平衡任何传播延迟以充分利用 GaN 的速度优势非常重要。

e-GaN HEMT 的阈值电压约为 1.6V，因此在开关时出现的瞬态可能会导致功率损耗，因为器件会虚假地导通，而且可能会出现不良的“击穿”，从而损坏器件。如果漏极上有较高的 dV/dt ，这可能是由于电荷通过栅极 - 漏极或“米勒”电容注入到门极而发生的。同样，当漏极 - 源极关断 di/dt 较高时，任何与门极驱动电路共享的源极电感都可能导致电压瞬变，从而对抗门极关断电压。

为了应对这些影响，设计中需控制了 dV/dt 和 di/dt ，使其低于可能的最大值。这有助于减少 EMI，并且可以在源头提供一个“开尔文”连接以分离门极驱动回路。

现成的集成 GaN 驱动器

驱动 GaN 器件的最佳和最简单的方法是使用预先优化的集成驱动器方案，如安森美 (onsemi) 的 NCP58920 或 NCP58921。这些器件是 650V 增强型 GaN 器件，具有 150mΩ 和 50mΩ 的导通电阻，适用于所有常见的转换器拓扑结构，包括 TPPFC，它们在“硬开关”应用中表现特别好，其中 GaN 具有显著优势。



图注：使用安森美的 NCP58291 集成 GaN+ 驱动器的 PSU，能效峰值约 95%

在一个典型的低成本、TPPFC+LLC 转换器中，一对 NCP58921 器件能提供超过 250W 的直流输出，能效近 95%。但在服务器电源中，以优化的导通模式和磁学，可达到 80+ Titanium 的目标。

NCP5892x 器件采用热能效高的 PQFN 8x8 封装，焊盘裸露，结点到板的热阻为 0.4° C/W。驱动器部分的电源电压是非触发、非门限的，最低 8.5V，最高 20V，因为该器件内部含一个 6V 钳位的低压降稳压器 (LDO) 用于 GaN HEMT 驱动器，如果需要还可集成一个用于外部数字隔离器电源的 5V LDO。

中国电子网