

PWM开关调整器及其应用电路

山东省临沂市电子工业局 毛兴武

中航技国际工贸公司 祝大卫

摘要: PWM开关调整器在单片或同一封装中, 含有控制电路和高压功率开关MOSFET。本文重点介绍PWM开关调整器的典型应用电路。

关键词: PWM与功率MOSFET组合调整器应用电路

一、概述

进入20世纪90年代以来, 全球开关型电源(SMPS)的年产量突破了10亿台。在SMPS中, 200W以下的中、低功率产品占90%左右。

小型化、模块化、轻量化、绿色化、高效率和高可靠性, 是新型SMPS的主要特征。SMPS的设计涉及到电气工程的许多方面, 诸如EMC、PFC、热学、尺寸、重量、成本和可靠性等。微电子技术日新月异的发展, 为工程技术人员简化SMPS的设计提供了有效手段。近几年来, 世界一些著名的半导体制造商, 竞相推出PWM开关调整器, 除较大的电容和磁性元件外将各种功能的器件都集成到单片IC中或将功能完善、性能先进的PWM控制器与高压开关MOSFET封装在一起, 从而有效地减少了SMPS设计工作量, 使线路更加简单紧凑, 大大地提高了SMPS的可靠性和性能价格比。

二、主要特征及优点

不论是哪一个公司生产的, 也不论是什么型号的PWM开关调整器, 尽管其内部结构和电气特性不同, 但都具有以下几方面的特征和优点:

1 集PWM控制器与高压功率开关(MOSFET)于一体, 引脚数量大为减少。

在PWM开关调整器内部结构组成上, 分两种类型: 一种是功率低一些的产品, 其PWM控制器和功率MOSFET集成在同一个芯片上; 另一种则是将PWM控制器与MOSFET通过隔离置于同一封装中。PWM开关调整器的引脚一般仅为3~5个, 有的虽然采用8脚或16脚封装, 但其中有些引脚悬空或接地, 从而使SMPS的印刷电路板(PCB)设计简化, 面积减小。

例如某公司生产的智能电源开关(SmartPowerSwitch, 缩写为SPS)其内部结构如图1所示。SPS内装有性能先进的PWM控制器和带有电流检测功能的开关MOSFET(SENSFET), 3A/800V的器件采用4脚TO-220F封装, 6A、8A/800V的采用5脚TO-3P封装, 10A/800V的采用5脚TO-3PL封装。

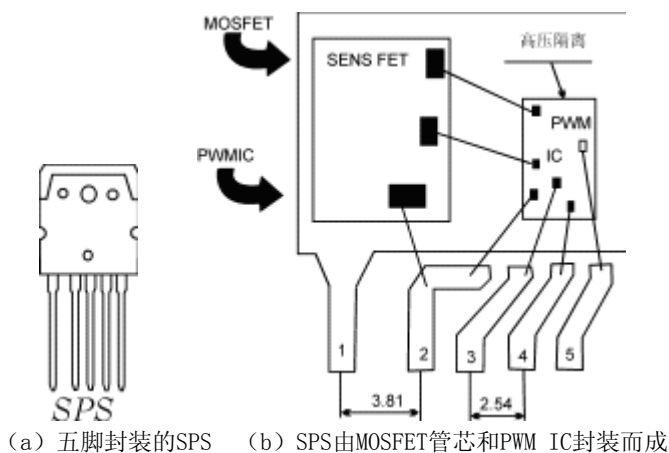


图1 开关电源PWM开关调整器结构组成示意图

2 将PWM控制器和功率MOSFET的外围元件尽可能地集成到PWM开关调整器中, 使周围元件至少减少50%~70%。从而大大地减小了PCB的尺寸和SMPS的成本。

图2为PWM开关调整器节省外围元件的示意图。图2(a)示出的是SPS将MOSFET的栅极驱动网络（ R_{on} 和 R_{off} 与高速开关二极管1N4148组成加速电路）及800V的功率MOSFET源极电流检测电阻 R_s 均集成到控制IC上。图2(b)显示出SPS可以节省MOSFET栅极钳位齐纳二极管，并使栅极驱动电流独立于工作电源VCC之外，在开关损耗与EMI之间实现了最优化折衷和比较理想的栅极驱动。SPS前沿消隐（LEB）电路可以省略外部低通滤波器元件（ R_r 、 C_r ），并使开通时间最小化，不会引起电流检测失真，如图2

(c)所示。大多数PWM都可以省略振荡器定时元件，如图2(d)所示。像TOPSwitch，集PWM控制器和MOSFET于一体的PWM开关调整器，还可以节省PWMIC的一个电源（Vcc）、电路中的起动电阻、辅助绕组及整流二极管和滤波电容等元件，如图2(e)所示。

此外，多数PWM开关调整器还将软起动等元件集成化。

3 完善的保护功能，大大提高了SMPS的可靠性。

所有PWM开关调整器，都采用电流模式控制，具有完善的保护功能，诸如：输入欠压保护；过载保护；过电压保护，过热保护等。

4 起动电流小，在待机状态下实现了低功耗。多数PWM开关的起动电流仅数百 μA ，在猝发模式工作时，系统总功耗低于1W。

5 除部分TOPSwitch-I系列IC只适用于100Vac（日本）和115Vac(美国)外，其它PWM开关调整器能使SMPS的AC输入电压范围在85~265V，适用于全球（包括中国220Vac和欧洲230Vac）的工频电源，而不需要选择开关。

6 价格低廉，高性能价格比。目前PWM开关的单价仅约0.5~2美元，具有很高的性能价格比。

三、代表性产品及其应用

近几年来，世界一些著名的半导体厂商都瞄准了PWM开关调整器巨大的显在和潜在市场，竞相推出各具特色的系列产品。下面重点对近期研制具有代表性的PWM开关作一简单介绍。

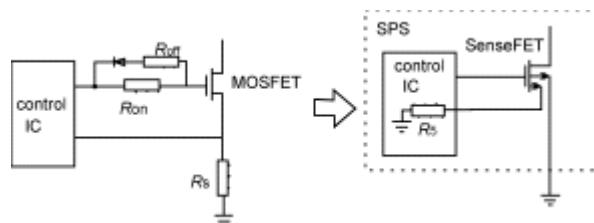
1 TOPSwitch-II系列PWM开关

TOPSwitch-II是PowerIntegration公司于1997年推出的第二代三端离线式PWM开关（Three-terminal off-line PWM Switch），型号有TOP221~TOP227。

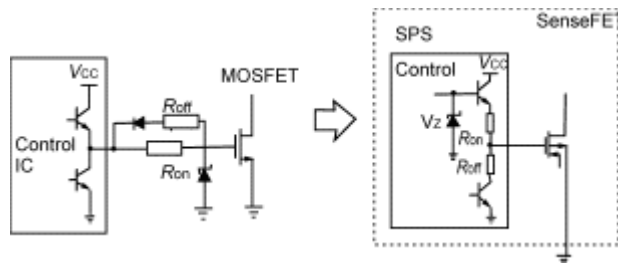
图3为TOP227Y在150WPC主电源中的应用电路。该SMPS的AC输入电压为100 / 115V和220 / 230V。S1是转换开关，C11、R9、D1和VR1~VR3为变压器T1提供复位电压，并对在TOP227Y关断时变压器漏感产生的前沿电压尖峰起箝位作用。SMPS的DC输出电压经R4、R5电压分配器采样，并通过IC3（TL431）和光耦合器IC2反馈至TOP227Y的控制脚（C），以调节开关占空比。T1选用EI或EE磁心， $L_{Np}=500\sim 1200\mu H$ ，一次、二次绕组匝数比 $N_p : N_s = [U_i(\min) / U_o] \times [D_{max} / (1 - D_{max})]$ 。其中，最大占空比 D_{max} 一般取50%。

2. 西门子公司生产的SPH4692及CoolSETTM系列PWM开关 SPH4692采用P-DIP-18-4封装，内含TDA4605-3型SMPSIC和600V、2A的BUZ92型MOSFET，内部功能如图4(a)所示。SPH4692在二次侧开路或短路条件下履行突发操作，提供过载保护，

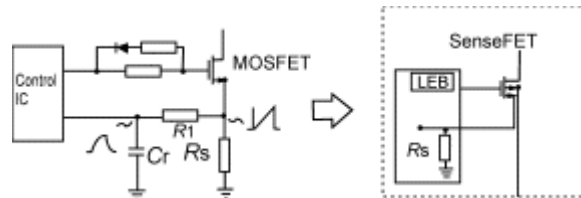
(e) TOPSwitch-I I 节省IC起动元件VCC电源电路元件



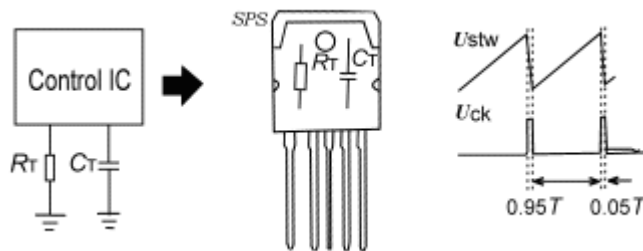
(a) 将MOSFET驱动网络和检测电阻集成到控制IC中



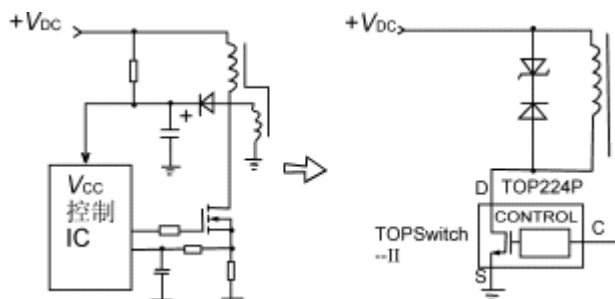
(b) 省略栅极齐纳钳位元件，实现最优栅极驱动



(c) IC前沿消隐电路省略外部低通滤波器元件



(d) 将振荡器定时元件集成于PWM开关中



图e TOPSwitch-II节省IC起动元件V_{CC}电源电路元件

图2PWM开关调整器节省元件示图

同时具有过热（设定点为150℃）保护功能。

SPH4692芯片上的振铃抑制电路，可以有效地抑制变压器寄生振荡。由SPH4692组成的25WSMPS电路如图4(b)所示。图中，R1是SPH4692脚16（V_{cc}）的起动电阻，C8是IC脚17的软起动电容，IC脚3用作一次侧电压检测，脚2为一次侧电流模拟输入，脚18用作过零检测，脚1用作电压调整。SMPS的谐振频率主要由电容C3和一次侧电感（Ln2）决定。

3. 三星生产的电源开关SPS

图5为用三星公司生产的KA2S0680型SPS作为PWM开关的15寸彩色显示器电路。该SMPS的AC输入电压范围是85~265V，最大输出功率80W，效率为70%，工作频率为31~64kHz。

4. ST公司生产的PWM开关

VIPer50/VIPer100是ST公司于1997年7月推出的集先进的PWM电路和优化的高压纵向MOSFET于一体的PWM开关。具有突发模式操作功能，在不加额外元件的情况下，可实现待机状态下的起

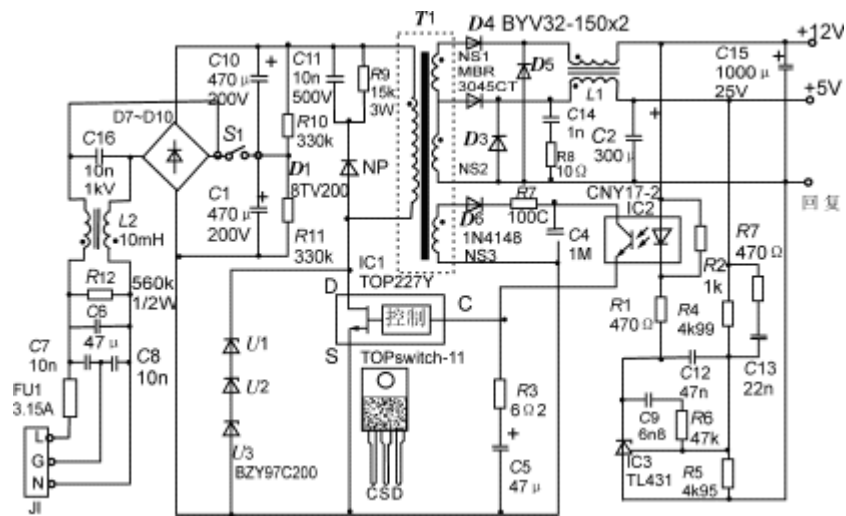
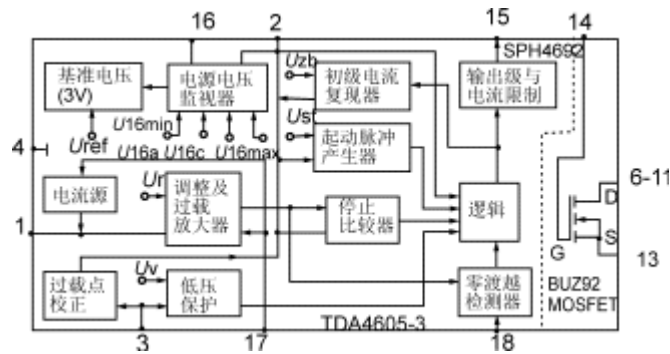
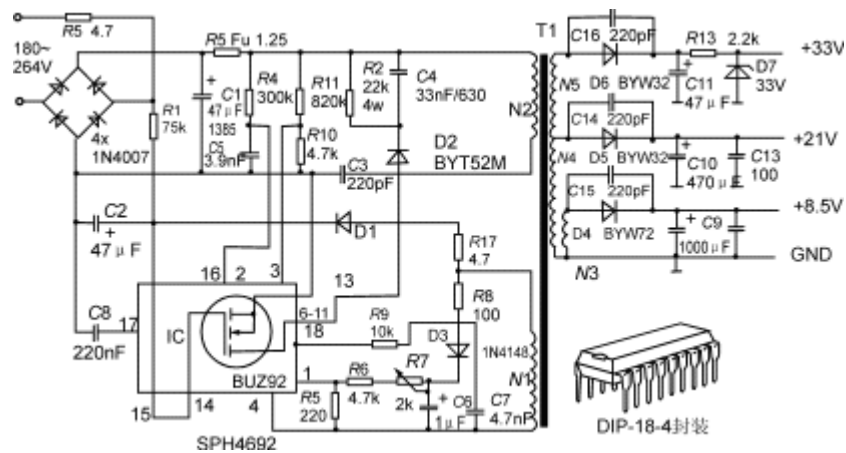


图3150WPC主电源电路



(a) SPH4692内部结构



(b) SPH4692应用电路

图4SPH4692内部结构及由其组成的25WSMPS电路

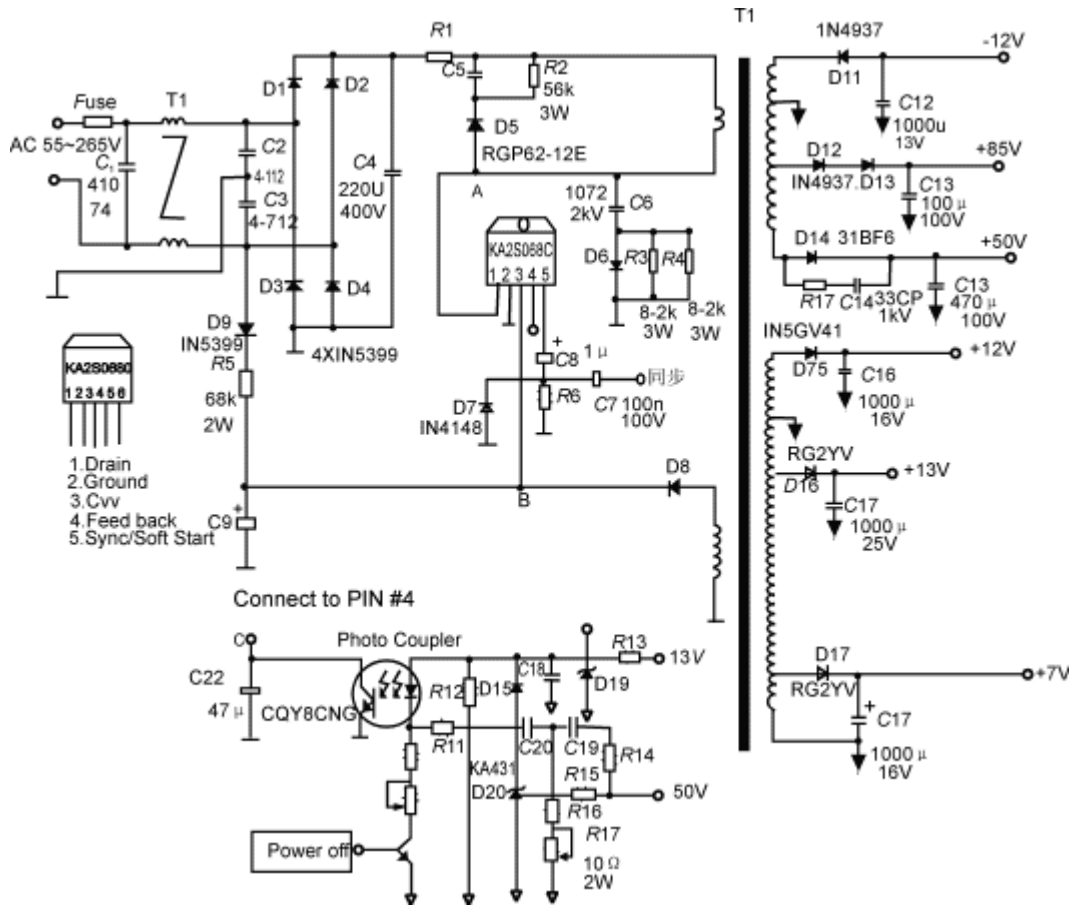


图5用KA2S0680作为PWM开关的15寸彩色显示器电路

动。在85~270V的AC输入电压下，器件的最大输出功率为50W。180~270V电压在欧洲和中国市电电压范围内，最大输出功率为100W。

L6590是ST公司于1999年2月推出的一种完全集成的PWM开关。在芯片上集成了PWM控制器和700V的功率MOSFET，L6590的内部振荡器固定工作频率为100kHz，最大输出功率为15W。IC的保护功能包括电流限制、输出过电压保护及热关闭等。在轻载条件下，L6590可自动将工作频率从100kHz减至25kHz，从而提高了SMPS的效率。

L6590的主要应用包括：监视器、FAX、TV、激光打印机、桌上服务器等；AC-DC适配器；高压DC/DC变换器及线卡（Linecard）应用等。L6590典型应用拓扑如图6所示。

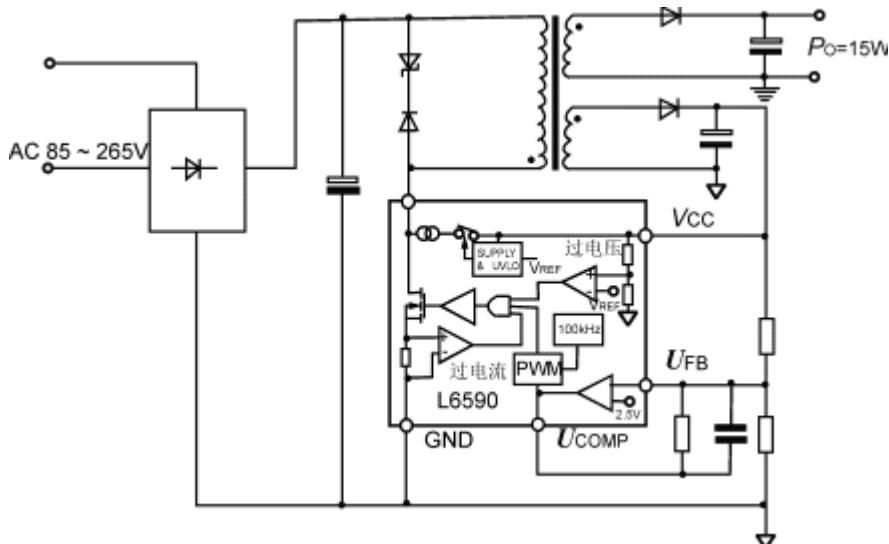


图6 L6590典型应用电路

四、结语

本文介绍的PWM开关器件只是代表性产品，半导体厂商依靠各自的技术优势，必将继续研制出功率更大、功能更齐全、性能更优异和集成度更高的智能化PWM开关系列产品，并很可能会与PFC控制器集成于一体。设计人员只要外加非常少量的元件，就可以轻而易举地制作成新一代SMPS产品。