

开关电源的分类及应用

摘要：根据开关电源的发展及分类，对 DC/DC、AC/AC 变化器的拓扑结构和特性做以阐述，结合国内外开关电源的两大类变换器新技术的动向做以探讨，并叙述了开关电源的选择。

关键词：开关电源 技术动向 应用选型

Classification and Application of SMPS

Abstract: According to the development and classification of SMPS the topologic construction and characteristic of DC/DC and AC/DC converters is explained, the developmental tendency and application of above-mentioned converters is also discussed.

Keywords: SMPS, Technical tendency, Applied selection

1 引言

随着电力电子技术的告诉发展，电力电子设备与人们的工作、生活的关系日益密切，而电子设备都离不开可靠的电源，进入 80 年代计算机电源全面实现了开关电源化，率先完成计算机的电源换代，进入 90 年代开关电源相继进入各种电子、电器设备领域，程控交换机、通讯、电子检测设备电源、控制设备电源等都已广泛地使用了开关电源，更促进了开关电源技术的迅速发展。开关电源是利用现代电力电子技术，控制开关晶体管开通和关断的时间比率，维持稳定输出电压的一种电源，开关电源一般由脉冲宽度调制（PWM）控制 IC 和 MOSFET 构成。开关电源和线性电源相比，二者的成本都随着输出功率的增加而增长，但二者增长速率各异。线性电源成本在某一输出功率点上，反而高于开关电源，这一成本反转点。随着电力电子技术的发展和创新，使得开关电源技术在不断地创新，这一成本反转点日益向低输出电力端移动，这为开关电源提供了广泛的发展空间。

开关电源高频化是其发展的方向，高频化使开关电源小型化，并使开关电源进入更广泛的应用领域，特别是在高新技术领域的应用，推动了高新技术产品的小型化、轻便化。另外开关电源的发展与应用在节约能源、节约资源及保护环境方面都具有重要的意义。

2 开关电源的分类

人们的开关电源技术领域是边开发相关电力电子器件，边开发开关变频技术，两者相互促进推动着开关电源每年以超过两位数字的增长率向着轻、小、薄、低噪声、高可靠、抗干扰的方向发展。

开关电源可分为 AC/DC 和 DC/DC 两大类，DC/DC 变换器现已实现模块化，且设计技术及生产工艺在国内外均已成熟和标准化，并已得到用户的认可，但 AC/DC 的模块化，因其自身的特性使得在模块化的进程中，遇到较为复杂的技术和工艺制造问题。以下分别对两类开关电源的结构和特性作以阐述。

2.1 DC/DC 变换

DC/DC 变换是将固定的直流电压变换成可变的直流电压，也称为直流斩波。斩波器的工作方式有两种，一是脉宽调制方式 T_s 不变，改变 t_{on} （通用），二是频率调制方式， t_{on} 不变，改变 T_s （易产生干扰）。其具体的电路由以下几类：

(1) Buck 电路——降压斩波器，其输出平均电压 U_o 小于输入电压 U_i ，极性相同。

(2) Boost 电路——升压斩波器，其输出平均电压 U_o 大于输入电压 U_i ，极性相同。

(3) Buck-Boost 电路——降压或升压斩波器，其输出平均电压 U_o 大于或小于输入电压 U_i ，极性相反，电感传输。

(4) Cuk 电路——降压或升压斩波器，其输出平均电压 U_o 大于或小于输入电压 U_i ，

极性相反，电容传输。

当今软开关技术使得 DC/DC 发生了质的飞跃，美国 VICOR 公司设计制造的多种 ECI 软开关 DC/DC 变换器，其最大输出功率有 300W、600W、800W 等，相应的功率密度为（6、2、10、17）W/cm³，效率为（80-90）%。日本 NemicLambda 公司最新推出的一种采用软开关技术的高频开关电源模块 RM 系列，其开关频率为（200~300）kHz，功率密度已达到 27 W/cm³，采用同步整流器（MOS-FET 代替肖特基二极管），是整个电路效率提高到 90%。

2.2 AC/DC 变换

AC/DC 变换是将交流变换为直流，其功率流向可以是双向的，功率流由电源流向负载的称为“整流”，功率流由负载返回电源的称为“有源逆变”。AC/DC 变换器输入为 50/60Hz 的交流电，因必须经整流、滤波，因此体积相对较大的滤波电容器是必不可少的，同时因遇到安全标准（如 UL、CCEE 等）及 EMC 指令的限制（如 IEC、FCC、CSA），交流输入侧必须加 EMC 滤波及使用符合安全标准的元件，这样就限制 AC/DC 电源体积的小型化，另外，由于内部的高频、高压、大电流开关动作，使得解决 EMC 电磁兼容问题难度加大，也就对内部高密度安装电路设计提出了很高的要求，由于同样的原因，高电压、大电流开关使得电源工作消耗增大，限制了 AC/DC 变换器模块化的进程，因此必须采用电源系统优化设计方法才能使其工作效率达到一定的满意程度。

AC/DC 变换按电路的接线方式可分为，半波电路、全波电路。

按电源相数可分为，单项、三相、多相。按电路工作象限又可分为一象限、二象限、三象限、四象限。

3 开关电源的选用

开关电源在输入抗干扰性能上,由于其自身电路结构的特点(多级串联),一般的输入干扰如浪涌电压很难通过,在输出电压稳定度这一技术指标上与线性电源相比具有较大的优势,其输出电压稳定度可达(0.5~1)%。开关电源模块作为一种电力电子集成器件,在选用中应注意以下几点:

3.1 输出电流的选择

因开关电源工作效率高,一般可达到80%以上,故在其输出电流的选择上,应准确测量或计算用电设备的最大吸收电流,以使被选用的开关电源具有高的性能价格比,通常输出计算公式为:

$$I_s = K I_f$$

式中: I_s —开关电源的额定输出电流;

I_f —用电设备的最大吸收电流;

K —裕量系数,一般取1.5~1.8;

3.2 接地

开关电源比线性电源会产生更多的干扰,对共模干扰敏感的用电设备,应采取接地和屏蔽措施,按ICE1000. EN61000. FCC等EMC限制,形状开关电源均采用EMC电磁兼容措施,因此开关电源一般应带有EMC电磁兼容滤波器。如利德华福技术的HA系列开关电源,将其FG端子接大地或接用户机壳,方能满足上述电磁兼容的要求。

3.3 保护电路

开关电源在设计中必须具有过流、过热、短路等保护功能,故在设计时应首选保护功能齐备的开关电源模块,并且其保护电路的技术参数应与用电设备的工作特性相匹配,以避免损坏用电设备或开关电源。

4 开关电源技术的发展动向

开关电源的发展方向是高频、高可靠、低耗、低噪声、抗干扰和模块化。由于开关电源轻、小、薄的关键技术是高频化,因此国外各大开关电源制造商都致力于同步开发新型高智能化的元器件,特别是改善二次整流器件的损耗,并在功率铁氧体(Mn-Zn)材料上加大科技创新,以提高在高频率和较大磁通密度(B_s)下获得高

的磁性能，而电容器的小型化也是一项关键技术。SMT 技术的应用使得开关电源取得了长足的进展，在电路板两面布置元器件，以确保开关电源的轻、小、薄。开关电源的高频化就必然对传统的 PWM 开关技术进行创新，实现 ZVS、ZCS 的软开关技术已成为开关电源的主流技术，并大幅提高了开关电源工作效率。对于高可靠性指标，美国的开关电源生产商通过降低运行电流，降低结温等措施以减少器件的应力，使得产品的可靠性大大提高。

模块化是开关电源发展的总体趋势，可以采用模块化电源组成分布式电源系统，可以设计成 N+1 冗余电源系统，并实现并联方式的容量扩展。针对开关电源运行噪声大这一缺点，若单独追求高频化其噪声也必将随着增大，而采用部分谐振转换电路技术，在理论上即可实现高频化又可降低噪声，但部分谐振转换技术的实际应用仍存在着技术问题，故仍需在这一领域开展大量的工作，以使得该项技术得以实用化。

电力电子技术的不断创新，使开关电源产业有着广阔的发展前景。要加快我国开关电源产业的发展速度，就必须走技术创新之路，走出有中国特色的产学研联合发展之路，为我国国民经济的高速发展做出贡献。