

技性文章

日期 2019 年 7 月

撰稿人 Werner Wöfle (教授、博士、研部退休)

开关电源 — 未来何去何从

在过去 40 年，开关电源从 50 Hz 时代一路演变成高开关电源，主要得益于半导体开关技术的更快的发展。开关电源从相对慢的开关晶体管发展成双极型晶体管，前期采用低阻断，后期发展采用高阻断。使得切换单率达到了高至 60kHz 的水平。在 20 世纪 80 年代，场效应晶体管属于技术先驱品，在市场上售价合理，性价比也高。使得进一步提高切换单率成为可能，一次达到数百 kHz。当然，不断增加开关电源中的切换单率并不能解决问题。由于磁力的物理特性，会使得装置越来越小，开关电源的也会相对地越来越小。一方面，装置需要与高压开关电源的匹配；另一方面，装置需要调整出水平，以适应消费者的需求。但是，除非采用额外的冷却方法，否则切换单率越高，开关的耗能也会越大，这一点与采用更小体积的矛盾相悖。因此，我正在使用的是更复杂的切拓扑结构，因为在无或无流状态下开关元件均可被接通和关断。即使基于开关技术无法实现一功能，但目前的二极管和晶体管仍然使用了能够极速切的砷化或碳化开关元件。尽管与 MOSFET 技术相比，这些元件仍然非常昂贵，但其价格已呈慢下降的趋势，因此会越来越适合工用。下面将介绍进一步提高切换单率所带来的发展机会和挑战。

切换单率对装置大小的影响

20 世纪 70 年代，人们在使用有 50Hz 电源的开关电源，它的外形也很大很重。一个 250 瓦的电源比鞋盒大，重量约 10 公斤。装置一直是每个电源元件的重要组成部分，因此，它很大程度上影响了开关电源的大小。装置中的可能量主要取决于冷却、电源器芯体、和磁的谐振率，这些因素也决定了谐振率。因此，如果要在保持相同功率水平的同，增加电源器的可谐振功率或减小电源器的尺寸，需要提高谐振率。在不考虑谐振要求的情况下，装置的可谐振功率与谐振率的平方根成反比。因此，在代开关电源中，50Hz 的干先是被整流，然后通过开关从直流中产生交流。例如，如果交流的谐振率是 50kHz，所需的装置尺寸约是 50Hz 的 30 分之一，而自然也会影响开关电源的体积和重量。

在 500kHz 的谐振率下，装置的尺寸可以进一步减小至原来的三分之一。这意味着，谐振率有任何额外的增加，装置的尺寸也只能有适度的减小。

切换单率对冲器和滤波器尺寸的影响

在开关电源中，容器用于冲流中断的，平滑电流和的残余波，或高。这些容器的尺寸也可以随谐振率呈线性减小，从而导致开关电源的体积减小。但是，不包括开关电源入端的冲容器（无论是否进行功率因数校正），因这些容器必

在直流下运行。（即 100Hz）也是不能随意减小开关源尺寸的原因，除非省略了缓冲区。

工作温度和冷却开关源尺寸的影响

常被人忽略的一点是，如果功率输出不受电流或功率限制，开关源的最大功率主要取决于开关源中允许的最高工作温度和冷却元件。制造商的声明上常会夸大其词，但如果不能提供长期的冷却效果，可能会导致输出功率损失。因此，在开关源中，最好参考制造商提供的能效等效或功率损失。如果一家制造商允许元件的工作温度明显高于另一家更保守的制造商，开关源的额定功率可能会高出许多；然而，这会大大降低其永久运行期的可靠性。总体上，如今的开关源可以在开关技术方面已做到最小化，任何一步的体积减小只能通过散片或外部的空气冷却来实现。但外部的冷却会增加成本，特别是空气冷却会生成噪音并可能带来污染，因此，这种方法有待商榷。

能效等效开关源尺寸的影响

如上所述，通过提高切换单元率来进一步减小开关源尺寸的方法已寥寥无几。而通过努力提高能效等效，降低自身水平来增加开关源功率是目前更有希望的方法。

20 世纪 80 年代，也就是开关源面市初期，工用开关源的能效水平约 70% 左右，到了 90 年代，这一水平显著增加至 80% 以上。近十年来，开关源的能效达到 90% 已成技术标准。

一步提高开关源能效等效的方法

目前，用于开关源的装置主要通过振荡 FET 提供输入。这些元件价格低廉，由于在零或零流点接通或关断，它们的耗率也非常低，因而非常适合 800 瓦左右的源的需要。如今，100 瓦以上开关源的输入端通常使用升压器，其功率因数（超 95%）明显高于使用整流器的功率因数。此路元件中心必集成附加功能。使其保持尽量小的体积，不能很好地在无电流或无电压状态下接通或关断开关的高断路器。出于某种情形，使用新的极速切半固体开关断路器便非常适合。尤其是，这种开关元件使用了基于砷化镓 (GaAs) 或碳化硅 (SiC) 材料的半固体。有些开关元件的开关率大约是普通硅半固体的十倍。与接通和关断的开关率（切换单元率）显著加快有关。与硅 MOSFETs 相比，这些开关元件仍然非常昂贵，但它价格正在下降，开关源的价格和性能的一步发展有显著影响。

当前开关源的拓扑结构

为了确保开关源的输入端能够获得符合允许限的高功率因数，性能在 100 瓦以上的开关源通常采用两路。第一路器产生先期的直流，它采用方式可使第二路器的输入电流接近正弦。第二个路器通常通过振荡器，它将第二路器到低的水平，并将输入与输出分离。

一步的进展

开关源将不断减小至更合适的尺寸，功率密度也将不断增加，尽管无法再减去 10 至 20 年的进展速度。

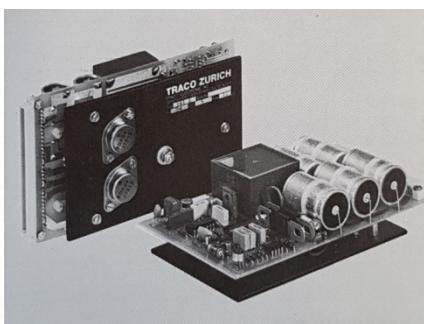
与过去相比，限制因素更多在于以余形式释放的功率耗散，随着尺寸的不断减小，释放的功率也将越来越大。

建

建用将开关电源的性能数据（特别是功率消耗信息）与声明的参数数行关和比。

为了确保用的可靠性，对于明的差异，始秉持疑度并要求澄清。“小即美”的概念只适用于运行程中生的功率失也相小的情况！

从 1977 年开始采用 Eurocard 的 AC/DC 开关电源
80 瓦 (160x100mm, 中不含源器)



从 1990 年开始采用金属封装的 AC/DC 开关电源
100 瓦 (160x93mm)



从 2005 年开始使用的开放式框架 AC/DC 电源
100 瓦 (101x51mm)



3/4

从 2015 年开始使用的开放式框架 AC/DC 开关电源
100 瓦 (76x51mm)



联系/咨询：

Yves Elsasser, Traco Electronic AG, Sihlbruggstrasse 111, 6340 Baar, Switzerland

电话: +41 43 311 45 11
传真: +41 43 311 45 45

电子邮箱: ye@traco.ch
网址: <http://www.tracopower.com>