

评 SynQor 公司的电源专利

张兴柱 博士

摘 要

高功率密度二次电源模块是目前发展最快的电源产品之一。对于 DC/DC 低压大电流输出，副边采用同步整流的有源箝位正激变换器虽有一定优点，但是一个使许多公司遭遇很大损失的美国专利。目前，国内的一些公司也想开发高功率密度二次模块产品，但往往找不到其它更好的方案实现。本文从介绍 SynQor 公司模块实现的新方法（他们在 1998 年申请了专利）出发，对思路创新和产品优化作一评述。

关键词：开关电源，DC/DC，低压大电流

1. 引言

DC/DC 二次电源是发展最为迅速的高频开关电源。它主要为通信单板上的各种 IC 供电，其趋势是低电压，大电流，低厚度，高功率密度和高效率等等。产品有小功率非标准品和中大功率标准品两类，后者是目前发展的方向，如全砖，半砖，1/4 砖和 1/8 砖。标准产品的功率密度愈来愈高，输出电压愈来愈低，输出电流愈来愈大，产品工艺愈来愈难。。。。。

一个生产 DC/DC 二次电源模块的公司，必须具有快速的产品响应能力，方能适应通信客户迅速增长的需求。前几年，不少电源公司在开发 DC/DC 标准砖类产品中，一般会选择有源箝位正激电路作为主电路，用铝基板作为主工艺，原因是太多的文献对有源箝位正激电路作了正面介绍，这些文献对有源箝位正激变换器的优点描述如下：

1. 因辅助开关 S_A ，使变压器的激磁能量得以回馈和利用；
2. 变压器的充分去磁和 I，III 象限工作可减小变压器的体积；
3. 无开关电压尖峰，消除了吸收电路；
4. 可工作在大于 0.5 的占空比范围，从而可提高变压器变比 ($N_p : N_s$)，减小原边开关和变压器的导电损耗；减小付边二极管的反向电压从而减小其导电损耗；减小滤波电感 L 的大小等等；
5. 低压大电流输出时，副边整流用的 MOSFET 能方便同步地进行自驱动。

要将该电路做成一个好的产品，并不是一件容易的事情，原因是它的动态关系复杂，动

态指标难以优化，尤其在大动态时，非常容易损坏辅管。

与其类似的专利是互补驱动半桥电路，它也是一个美国专利，也有同样的动态问题，而且在轻载时非常容易损坏管子。本文将介绍一个与传统方法截然不同的实现方法---SynQor 的产品方案。用来说明什么叫思路的创新？怎样的创新才是真正有效的创新？

第二节介绍 SynQor 公司产品方案的原理及优点；第三节评价该公司与其它公司选择方案思路上的创新之处；最后是结论。

2. SynQor 公司产品方案的原理和优点

SynQor 开发的标准 DC/DC 二次电源（半砖，1/4 砖）模块，采用了 Buck 与 DC/DC 变压器相级联的两级电路方案，如图（1）所示。初初一看，这个方案比单级方案（如有源箝位正激电路）的元器件数要多，不太合理。但通过分析，可以发现：其功率器件的总数并没有增加（因为在低压大电流输出的应用场合，输出同步整流 MOSFET 即使在单级方案中也要多个并联才能实现效率指标）；磁芯和电容元件的总面积也没有增加（因为可以用更小的磁芯和电容）。但由于两级方案容易优化和设计，故模块的电气性能得到了极大的改善，具体分析见下面的介绍。

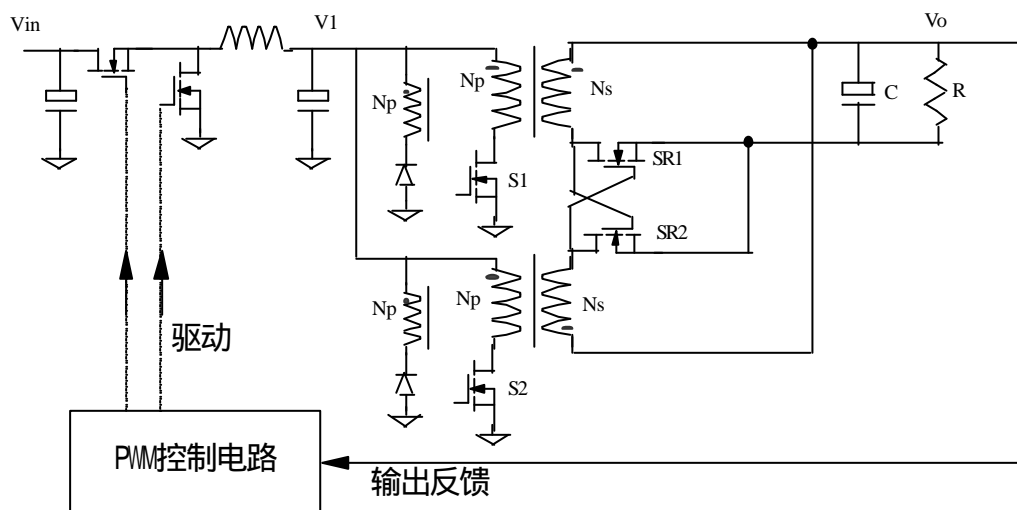
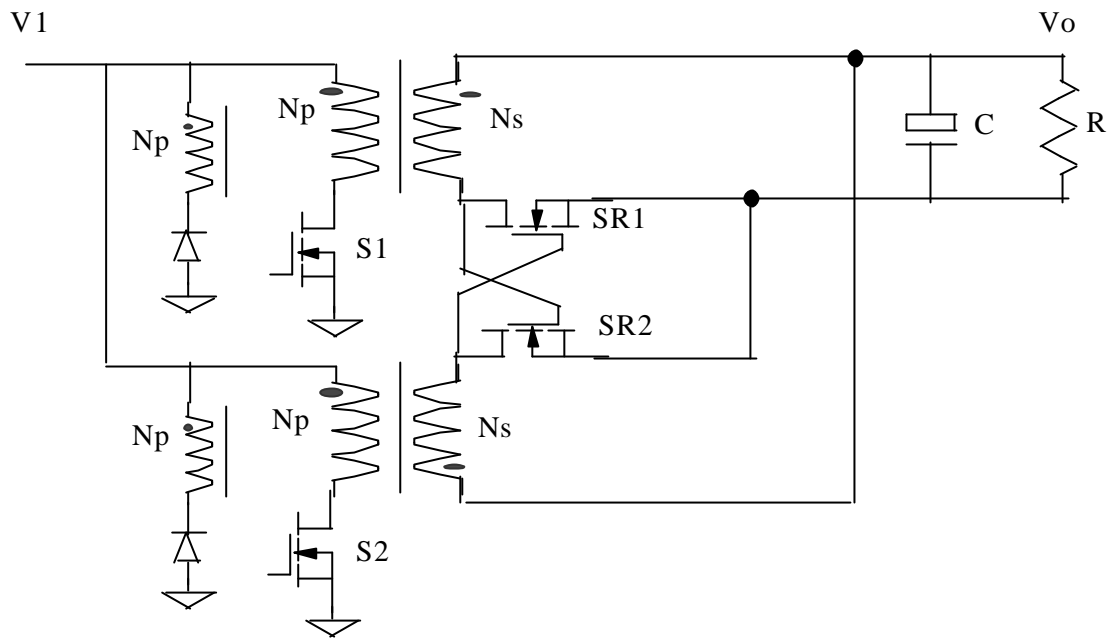


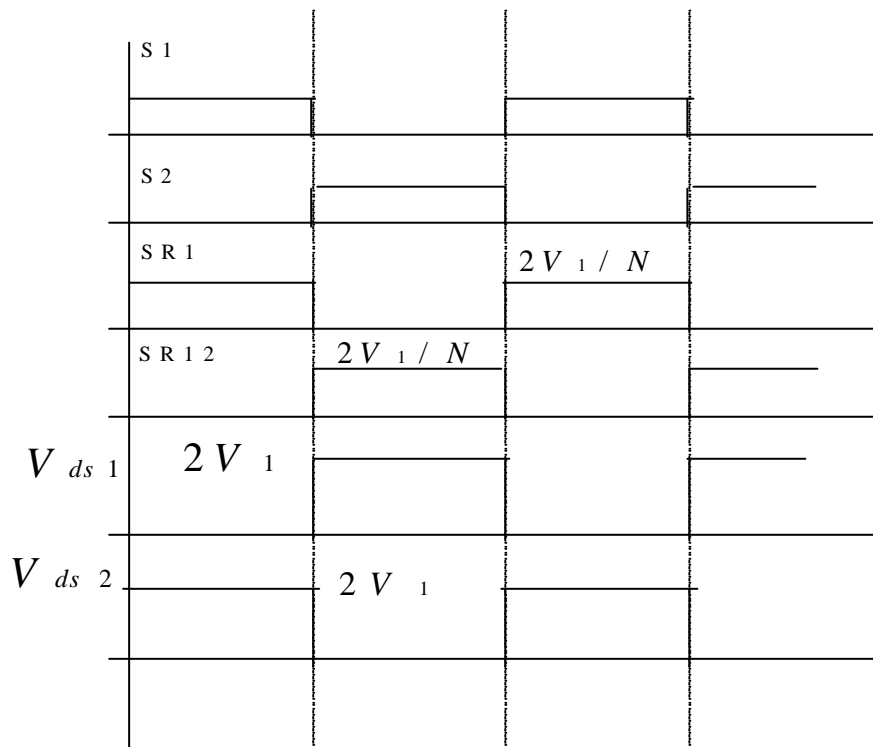
图 1：SynQor 方案的实现---Buck+DC/DC 变压器

这个方案的第一级是一个同步整流 Buck 变换器，它将不稳定的输入电压，调整到后级 DC/DC 变压器所合适的输入电压，通过反馈输出和误差放大等，去控制 Buck 变换器的 PWM

占空比，从而稳定输出。DC/DC 变压器的电路和工作波形如图 2 所示：原边两个主管 S1 和



(a) DC/DC 变压器的电路原理图



(b): DC/DC 变压器的典型电路波形

图 2：DC/DC 变压器的电路和工作波形

S2 采用方波控制，各自的占空比为 50%，且互补。有下列稳态关系：

$$V_o = V_1/N, \text{ 其中 } N = N_p/N_s$$

又因为 $V_1 = dV_{in}$ ，所以两级总的输入输出关系为： $V_o = dV_{in}/N$ 。这个关系与正激电路是相同的。从图中可知，其副边同步整流的驱动电压为 $2V_o$ ，是与负载和输入电压无关的常数。对这种方案进行仔细分析后，可知其有如下优点：

- (1)：因输入 MOSFET 的最大耐压为 V_{inmax} ，输出 MOSFET 的最大电压为 $2V_{omax}$ ，故所有功率器件全部可用 SO-8 封装；
- (2)：因 DC/DC 变压器由两个铁芯实现，故大电流输出时副边 PCB 连线的导电损耗可大大减少；
- (3)：由于电感放在原边，故其设计更加容易，同时也减少了放在副边时的导电损耗；
- (4)：副边 MOSFET 的自驱动很容易，且其驱动电压固定；
- (5)：最大工作占空比的设计可由 DC/DC 变压器的变比决定，非常灵活；
- (6)：电路的动态性能优越，环路容易设计和补偿；
- (7)：可方便多层 PCB 的布板，更易提高模块的功率密度，等等。

综上所述，这种方案在那些宽输入电压范围，高功率密度，低厚度，低电压大电流输出的应用场合（如半砖，1/4 砖模块）具有很多单级电路所没有的优点，可以获得更高的效率，更好的动态，更高的功率密度和更高的可靠性。

3. SynQor 公司产品方案的创新点

SynQor 的方案实际上是非常简单的两级电路的级联。它的创新点是敢于挑战传统单级电路的框框，从不同的角度考虑产品的实现。实际上，两级 PFC 与单级 PFC 是极为类似的例子，在 AC/DC 研究中，大家已逐渐认识到：单级 PFC 可能是一个误区，两级才是 AC/DC 产品开发的最好选择。在 DC/DC 研究中，尤其是宽输入范围，低压大电流输出的那些场合，我认为有同样的问题存在，但是在 SynQor 方案提出以前，大家都没有往这个方面去想。所以这种想法是更实际的想法，是真正的创新。

作为一个电源产品的开发，实际上是对一个多变量系统进行优化与折衷的过程，所以创新就是一种更全面解决问题的方法。如果能用最简单的电路实现，那么便是最好的创新。

SynQor 的创新点正在于此。他们的方案看起来非常简单，以至于许多人都会忽略掉，但其变成产品后，且具有最好的性价比。所以我认为，他们申请的专利将会是电源领域里最成功的专利之一。

4. 结论

本文从介绍 SynQor 公司模块实现的新方法出发，对思路，创新和产品的优化作了比较。希望电源开发人员不要拘泥于传统的观点和思路，要从多个角度考虑问题。

2002 年 9 月份完成于杭州