



**SYNC POWER CORP.**

---

*APPLICATION NOTE AN008*

**SP6019 SIMPLIFIES IMPLEMENTATION OF  
SYNCHRONOUS RECTIFIER IN HARD SWITCH  
CONVERTER**

**FEB 2009 V1.0**

**Synchronous Rectifier Products**

---

**AN007**



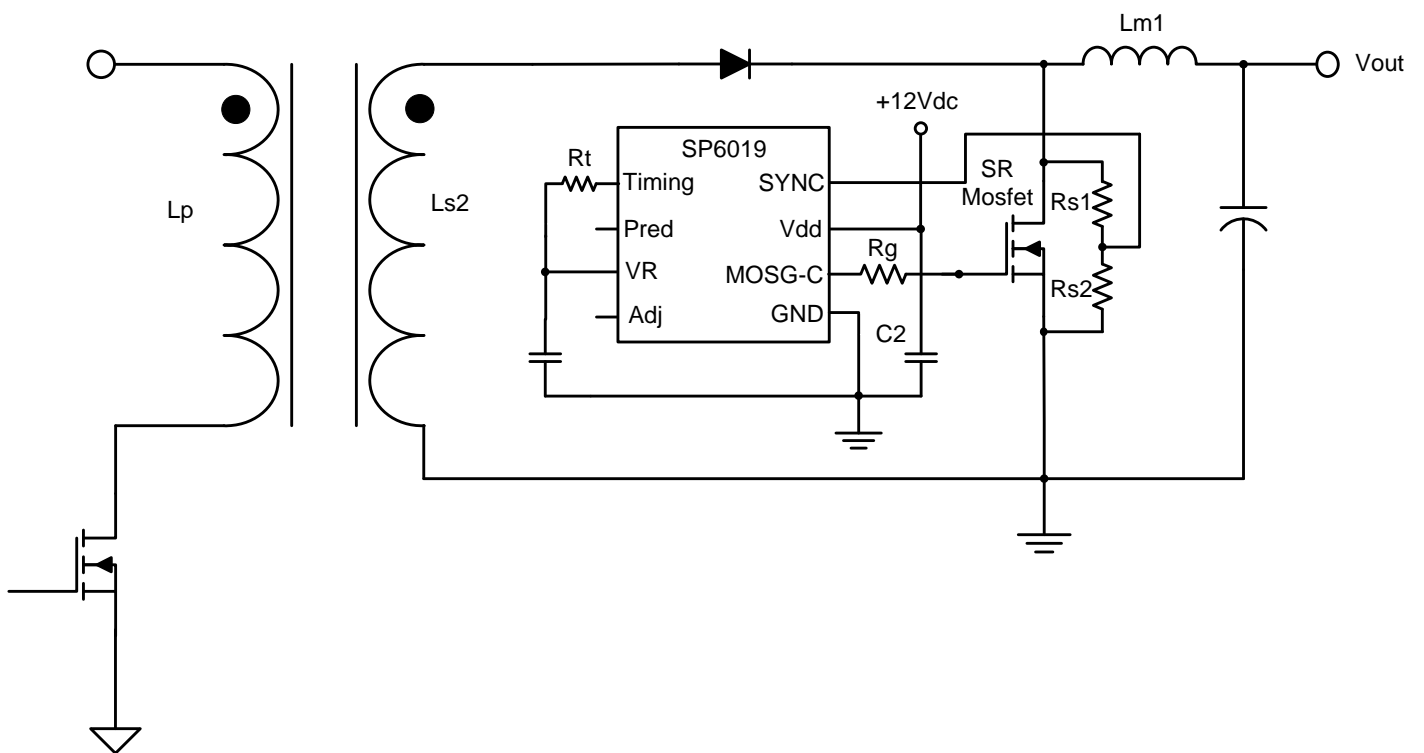
## Table of Contents

	Page
1. 摘要 .....	3
2. 动作原理 .....	4
3. 脚位说明 .....	4
4. 内部控制方块电路 .....	5
5. 工作说明 .....	6
5.1 输入电压与 .....	6
5.2 同步信号的抓取 .....	6
5.3 负缘判断控制说明 .....	6
5.4 预测式控制说明 .....	7
5.5 动态调整控制说明 .....	7
6. 应用电路 (demo board) .....	8
6.1 Demo Board应用线路 .....	8
6.2 Demo Board拉线图 .....	8
6.3 Layout 注意事项 .....	9
7. 如何应用与调试 .....	10

## 1. 摘要:

这篇文章在描述说明 如何在 谐振拓扑电源 使用同步整流驱动器SP6019来改善提升效能。我们利用SR Mosfet (低导通电阻)来替代原先的整流二极管 再加上 同步整流驱动器SP6019, 如图一所示:

图一. 基本的应用线路



## 2. 工作原理:

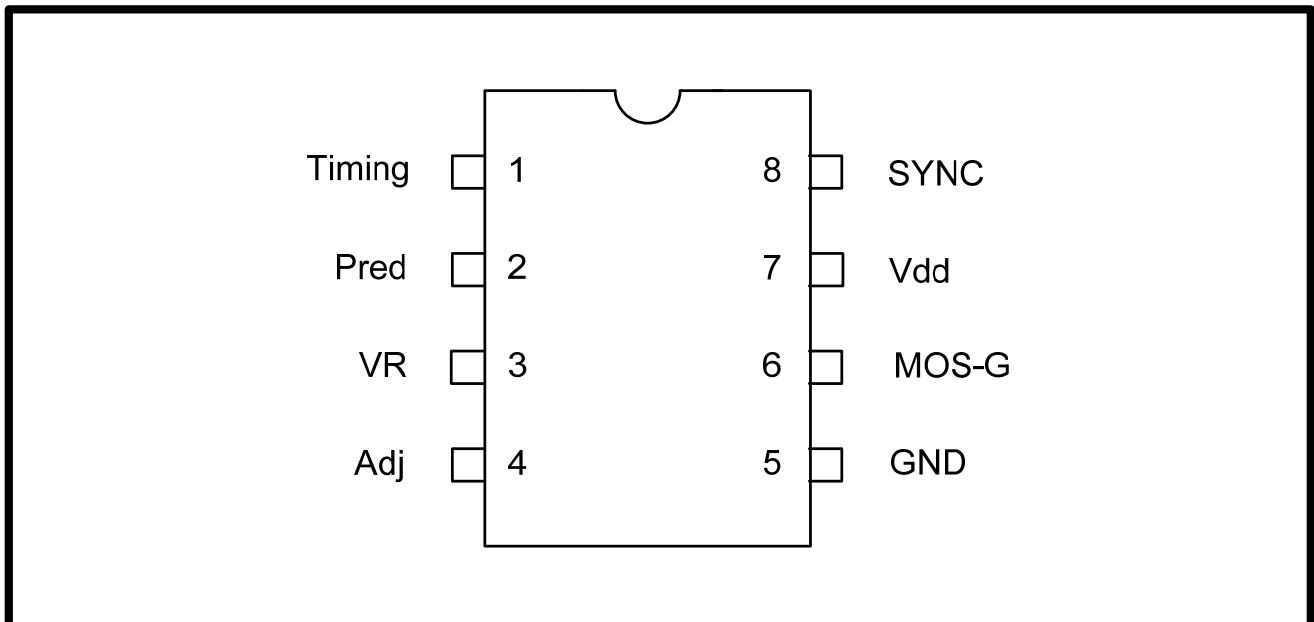
同步整流驱动器SP6019是一颗智能型的控制IC，它能够模拟整流二级管的开关时序，在搭配SR Mosfet (低导通电阻)以节省在整流回路上的损耗。

SP6019的同步信号是抓取 SR Mosfet 上的 泄极到源极的电压信号 ( $V_{ds}$ ), 再透过内部的  $dV/dt$  的负缘判断电路来启动 SP6019 的动作开启点，这样的判断方式可以容易的让SP6019使用于不连续的工作模式 (DCM mode)。

SP6019内部有预测式控制判断电路，可以让SP6019 输出驱动信号于二次测的续电流结束前提前截止。还可利用外接电容可以调整提前截止的时间 (死区时间 **dead time**) 以避免SR Mosfet交越。

## 3. 脚位说明:

图二. IC 脚位图

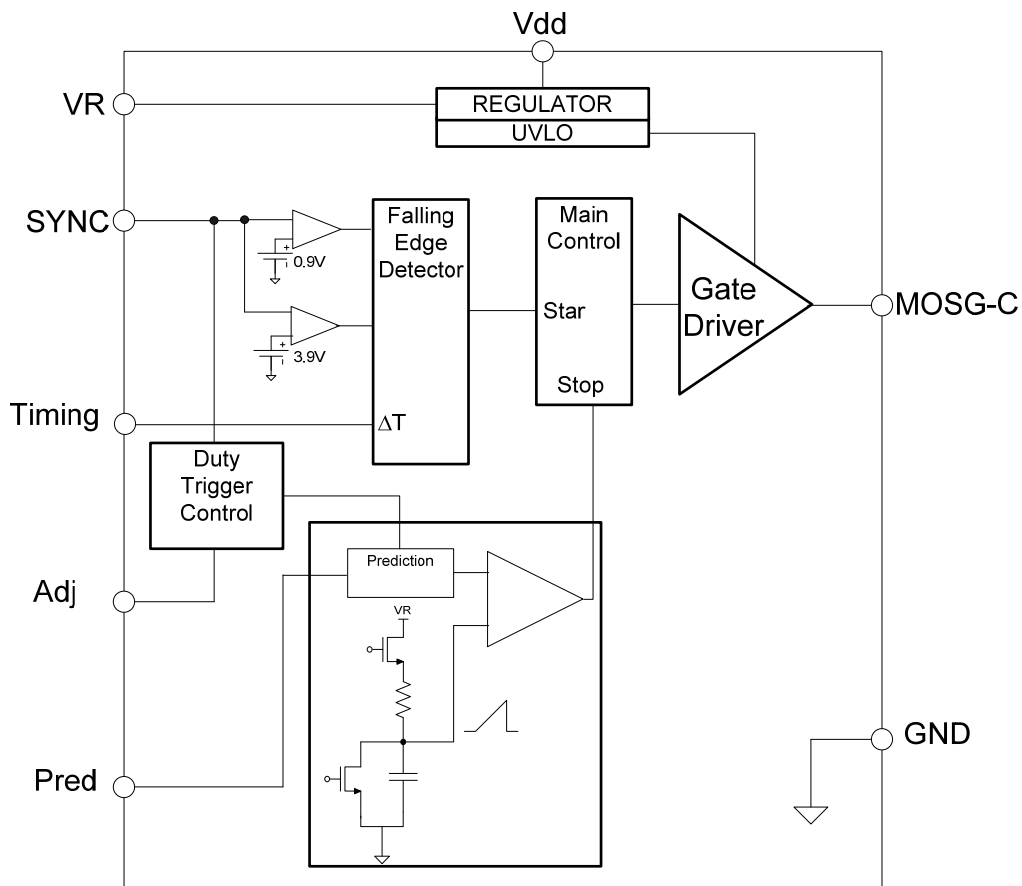


表一. 脚位说明表

Pin	Symbol	Description
1	<b>Timing</b>	调整同步动作点。
2	<b>Pred</b>	调整 SR Mosfet 的死区时间(dead time), 对地外挂电容。
3	<b>VR</b>	内部参考电压, 须地外挂电容。
4	<b>Adj</b>	调整动态稳定性, 对地外挂电容。
5	<b>GND</b>	接地。
6	<b>MOSG-C</b>	驱动 SR Mosfet Gate。
7	<b>Vdd</b>	提供工作电压。
8	<b>SYNC</b>	取样 SR Mosfet 电压同步信号 Vds。

#### 4. 内部控制方块电路:

图三. 内部方块图



## 5. 工作说明:

### 5.1 输入电压与输入电压控锁:

若SP6019 Pin 7 Vdd串接5.1R 其工作电压可工作10.5~16V间, 最大的静态输入电压为17V; 建议在输入电压端点对地并接电容10uf, 当 SR Mosfet 越多时所需的外挂电容值越大。

输入电压控锁为 控锁启动电压约为10.5V左右。

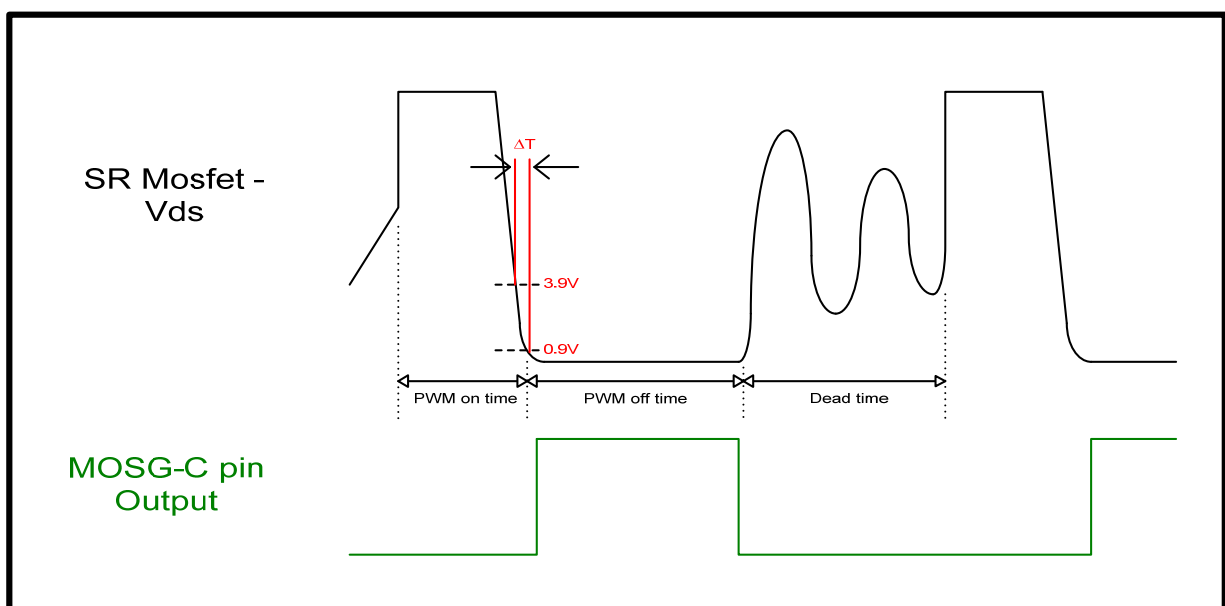
### 5.2 同步信号的抓取:

SP6019是抓取 SR Mosfet 上的 泄极到源极的电压信号 ( Vds ), 且 PIN 8 SYNC 内部箝制电压约为 5V、所以我们利用两个电阻来线性分压取得同步信号。

### 5.3 负缘判断控制说明:

SP6019内部有两的电压比较器 3.9V与0.9V, 当SR Mosfet Vds 在负缘时 SP6019 会计算 通过3.9V到0.9V的时间、如果计算的时间在所定的RT时间内就触发 SP6019 PIN 6 MOSG-C。这样的控制法可以避免在无次极侧续流电流时误触发。如下图四所示:

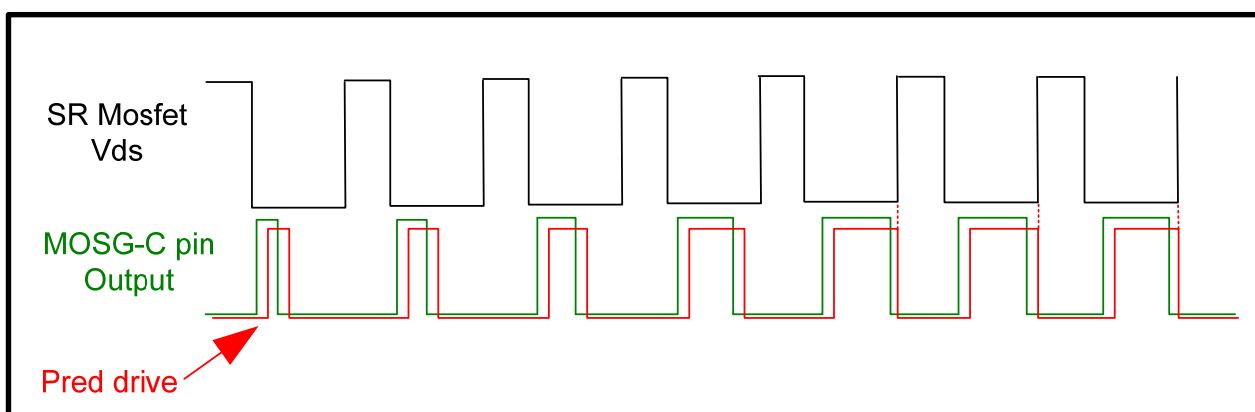
图四. 负缘触发图



#### 5.4 预测式控制说明:

在SP6019内部的预测式控制电路，会计算周期启动时间以步阶的方式调整启动时间。在内部会有预设波形与真实的SR Mosfet Vds做比较以避免有交越的动作。我们也可以利用PIN 2 Pred 外加电容对地来增加 死区时间 **dead time** 。如下图五所示:

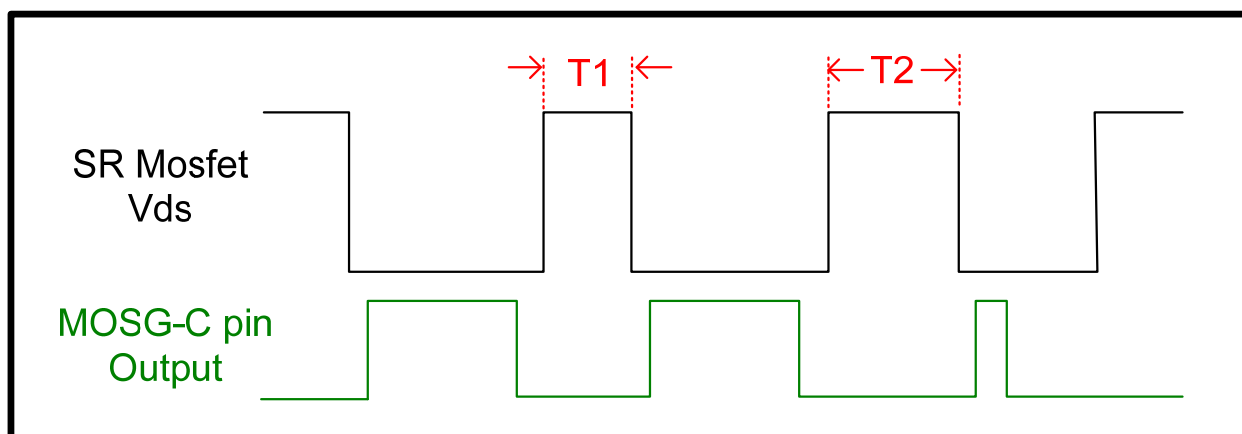
图五. 步阶启动时序图



#### 5.5 动态调整控制说明:

在SP6019内部的动态调整控制电路，会计算每周期启动时间地变化;当下一周期 PWM on\_time;  $T2 - T1 > 600\text{ns}$ 时，SP6019 会立刻的将PIN 6 输出工作缩减至 $1\mu\text{s}$ ，以保护SR Mosfet 不会交越动作。如下图六所示:

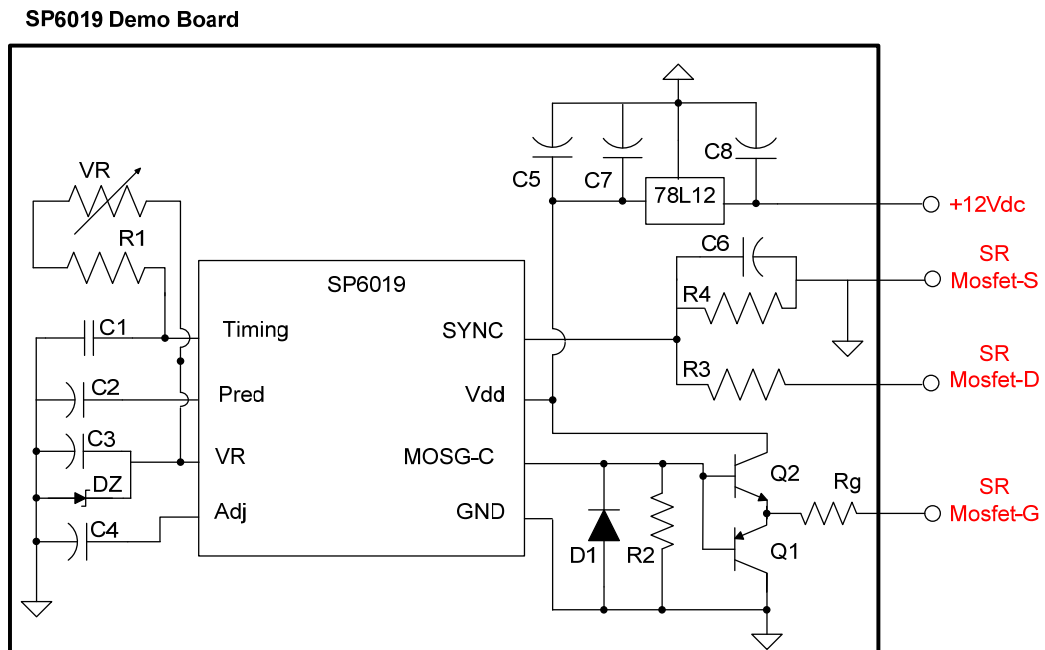
图六. 动态调整时序图



## 6.应用电路(Demo Board):

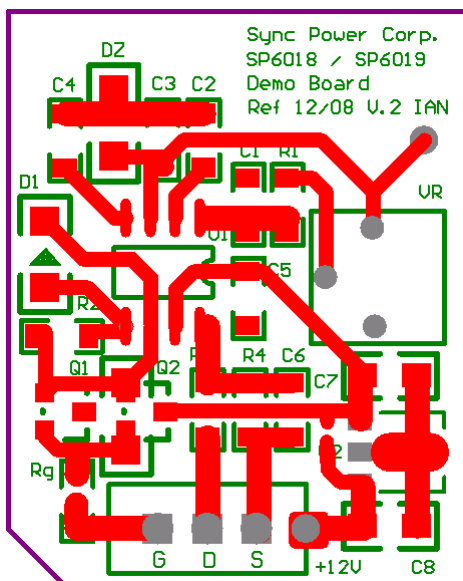
### 6.1 Demo Board应用线路:

图七.

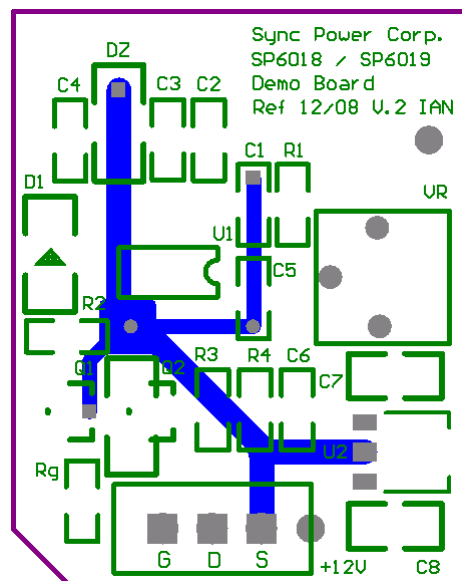


### 6.2 Demo Board Layout (top、bottom side)

图八. Top side layout



Bottom side layout





### 6.3 Demo Board零件表:

表二.

P/N	TYPE	FUNCTION
VR、R1	50K、10K	调整动作点，决定后可用精密电阻。
R2	5.1K	提供 Q1 Base 下拉电阻。
R3、R4	需要计算	提供 SYNC pin 同步信号 取样，初步可用 R3=10K、R4=5.1K。
Rg	10	SR Mosfet 的栅极保护电阻
C1	104pF	避免噪声干扰
C2	68pF	C2 加大可以增加 死区时间 dead time。
C3	0.22uF	稳定 内部参考电压 ( Typ.= +5Vdc )
C4	30pF	动态稳定调整。
C5	0.1uf	滤除输入电压噪声。
C6	5pF~10pF	滤除同步噪声。
C7、C8	10uF、10uF	提供 78L12 稳压电容，若输出越多 MOSFET 请加大 C7。
D1	1N4148	保护 MOSFET Gate。
Q1、Q2	2907/2222A	加强驱动能力
DZ	5.1V	提供启动 SR 时间的稳定电压

### 6.3 Layout 注意事项:

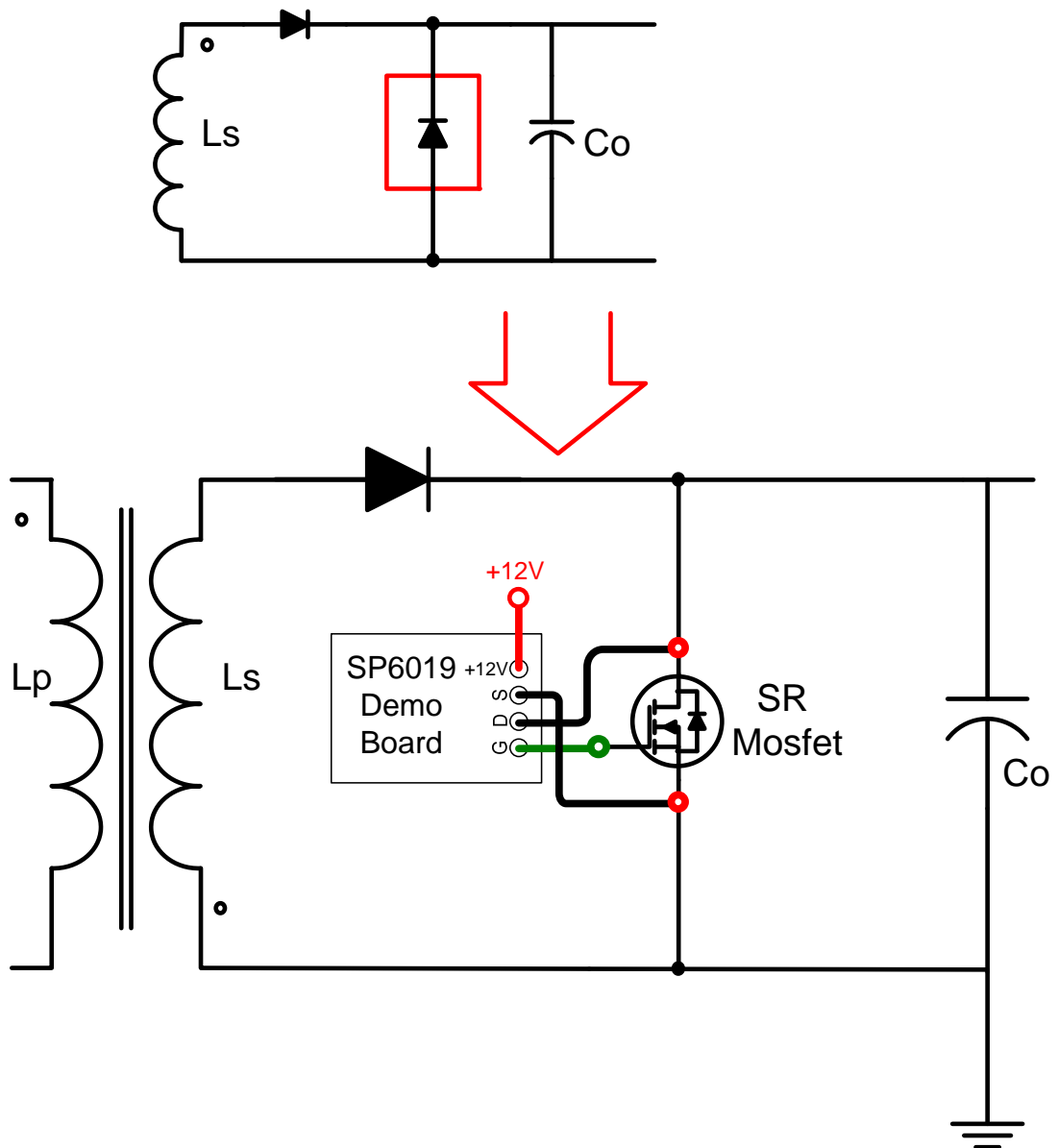
- SP6019 所有周边的所有 GND 先连接到 SP6019 pin 5、再接到 SR Mosfet 的 SOURCE、线路短越好。
- PIN 8 SYNC 同步信号由 SR Mosfet 的 DRAIN、SOURCE 直接串接 R3、R4。
- 让 SR Mosfet 与 SP6019 越近越好，因为同步信号是以 SR Mosfet 的  $V_{DS}$  取样。
- 若将 SP6019 Layout 在主板上，请勿靠变压器太近。因为 SYNC、GND pin 路径易在大电流时干扰。

## 7.如何应用与调试:

### 7.1 使用Demo Board在实际线路:

首先将high side的整流二极管两端短路, 在变压器对地端断路且与主地间串上SR Mosfet; 再将SP6019 Demo Board 如下图的脚位接上。如图九所示:

图九. SP6019 Demo Board 接线图



## 7.2 调试Demo Board在实际线路:

- 先设同步取样电阻 R3(限流电阻)、R4(分压电阻)的阻值, 计算如下:

Ex: 次级侧电压为 30~60V、On Duty(max)=40%、VR pin=5V  
 SYNC pin input 最大电流 3mA。

$$R3_{(min)} = \frac{Vds_{(max)} \times On\_time_{(max)} - Set\ voltage}{Limit\ Current_{SYNC\ pin}}$$

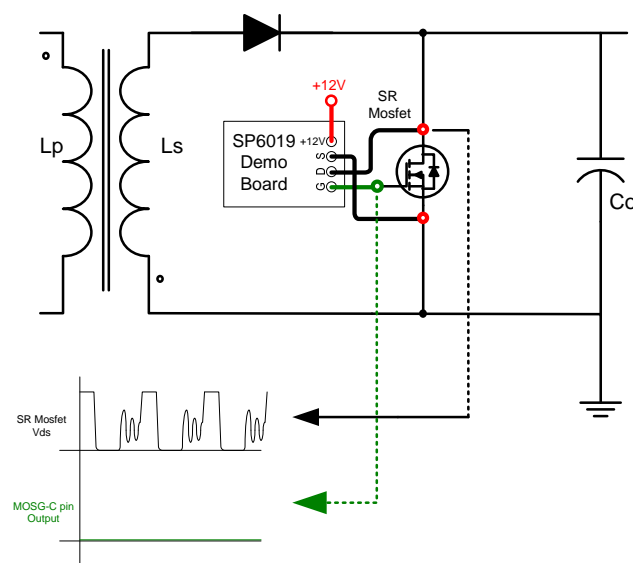
$$R3_{(min)} = \frac{60V \times 40\% - 5V}{3mA} = 6.33K$$

$$R4_{(min)} = \frac{Set\ voltage_{SYNC\ pin} \times R2}{Vds_{(min)} - Set\ voltage_{SYNC\ pin}}$$

$$R4_{(min)} = \frac{5V \times R2}{30V - 5V} = 1.267k$$

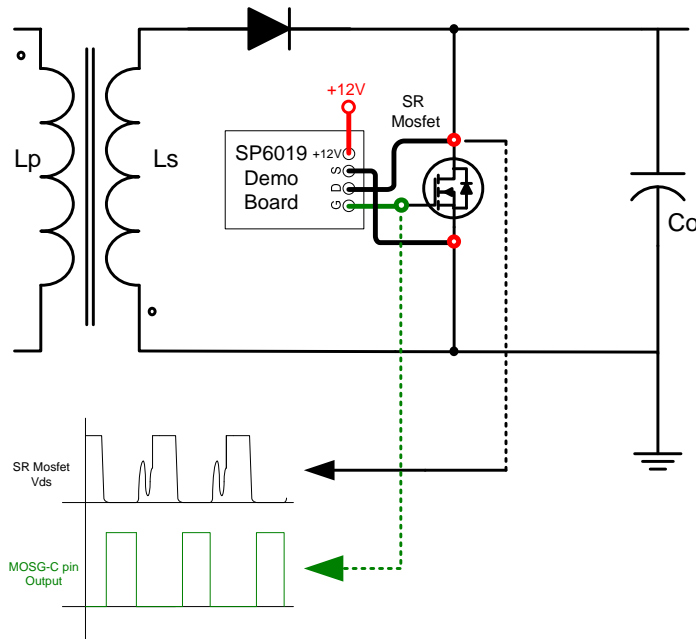
※ 初验证可先 使用 R3=10K、R4=5.1K。

- 在 Demo Board 上的 RT 为可变电阻, RT 越大、dv/dt 越小、越不容易触发; 反之 当 RT 越小、dv/dt 越大、就容易触发, 调试时需使用时波器来观测。如图十所示:



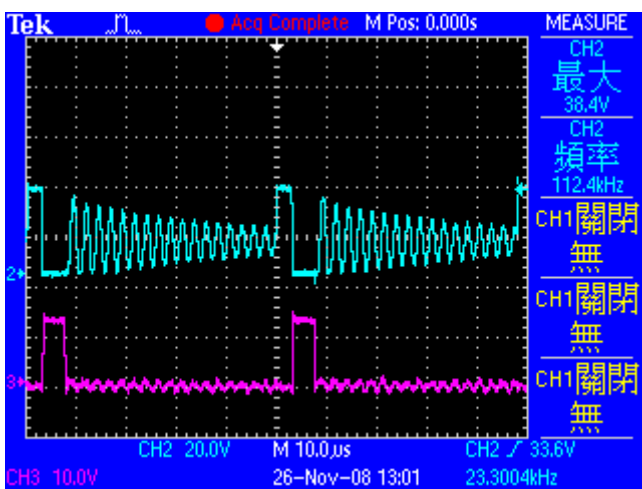
图十

- 先将 Demo Board 上的 RT 为可变电阻调至到最大，使 SP6019 PIN 6 无触发。如图十所示
- 再载入至 1A，此时将 RT 减小至 SP6019 PIN 6 有信号触发。如图十一所示：

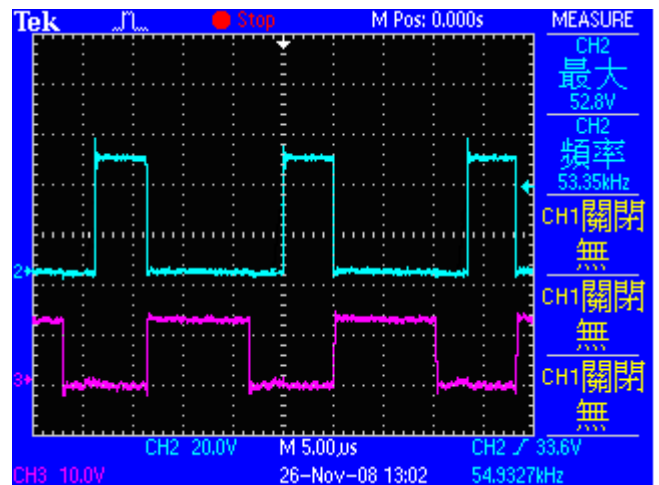


图十一

- 调整测试无误后，请依 RT 实际阻值以精密固定电阻代替，完成 SR 调试工作。
- 注意请勿将 RT 调适过小，这样会造成在 DCM 时会 over trigger。
- 实际加载状态如下 (12V/7A)：



$I_o=0.3A$

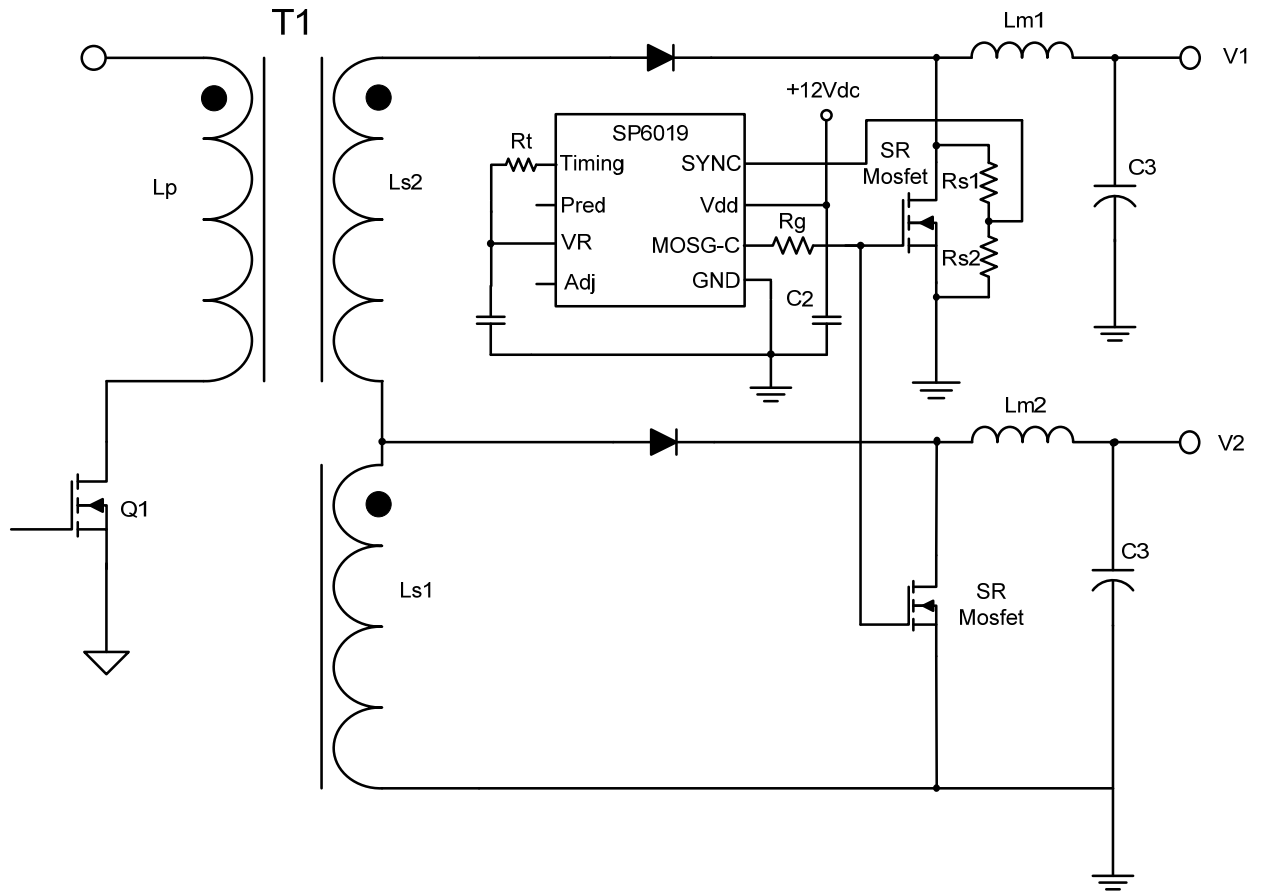


$I_o=7A$

CH2-SR Mosfet Vds、CH3-SR Mosfet Vgs



### 7.3 对应Double Forward 双回授应用线路:



图十二



Information provided is alleged to be exact and consistent. SYNC Power Corporation presumes no responsibility for the penalties of use of such information or for any violation of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by allegation or otherwise under any patent or patent rights of SYNC Power Corporation. Conditions mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication surpasses and replaces all information previously supplied. SYNC Power Corporation products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of SYNC Power Corporation.

©The SYNC Power logo is a registered trademark of SYNC Power Corporation

©2004 SYNC Power Corporation - Printed in Taiwan - All Rights Reserved

SYNC Power Corporation

9F-5, No.3-2, Park Street

NanKang District (NKSP), Taipei, Taiwan, 115, R.O.C

Phone: 886-2-2655-8178

Fax: 886-2-2655-8468

©<http://www.syncpower.com>