

## PWM 控制芯片 SG3525 功能简介

### 1.1 PWM 控制芯片 SG3525 功能简介

随着电能变换技术的发展，功率 MOSFET 在开关变换器中开始广泛使用，为此美国硅通用半导体公司（Silicon General）推出 SG3525。SG3525 是用于驱动 N 沟道功率 MOSFET。其产品一推出就受到广泛好评。SG3525 系列 PWM 控制器分军品、工业品、民品三个等级。下面我们对 SG3525 特点、引脚功能、电气参数、工作原理以及典型应用进行介绍。

SG3525 是电流控制型 PWM 控制器，所谓电流控制型脉宽调制器是按照接反馈电流来调节脉宽的。在脉宽比较器的输入端直接用流过输出电感线圈的信号与误差放大器输出信号进行比较，从而调节占空比使输出的电感峰值电流跟随误差电压变化而变化。由于结构上有电压环和电流环双环系统，因此，无论开关电源的电压调整率、负载调整率和瞬态响应特性都有提高，是目前比较理想的新型控制器。

#### 1.1.1 SG3525 引脚功能及特点简介

其原理图如图 4.13 下：

**1.Inv.input(引脚 1)：**误差放大器反向输入端。在闭环系统中，该引脚接反馈信号。在开环系统中，该端与补偿信号输入端（引脚 9）相连，可构成跟随器。

**2.Noninv.input(引脚 2)：**误差放大器同向输入端。在闭环系统和开环系统中，该端接给定信号。根据需要，在该端与补偿信号输入端（引脚 9）之间接入不同类型的反馈网络，可以构成比例、比例积分和积分等类型的调节器。

**3.Sync(引脚 3)：**振荡器外接同步信号输入端。该端接外部同步脉冲信号可实现与外电路同步。

**4.OSC.Output(引脚 4)：**振荡器输出端。

**5.CT(引脚 5)：**振荡器定时电容接入端。

**6.RT（引脚 6）：**振荡器定时电阻接入端。

**7.Discharge(引脚 7)：**振荡器放电端。该端与引脚 5 之间外接一只放电电阻，构成放电回路。

**8.Soft-Start(引脚 8)：**软启动电容接入端。该端通常接一只 5 的软启动电容。

**9.Compensation(引脚 9)：**PWM 比较器补偿信号输入端。在该端与引脚 2 之间接入不同类型的反馈网络，可以构成比例、比例积分和积分等类型调节器。

**10.Shutdown(引脚 10)：**外部关断信号输入端。该端接高电平时控制器输出被禁止。该端可与保护电路相连，以实现故障保护。

**11.Output A（引脚 11）：**输出端 A。引脚 11 和引脚 14 是两路互补输出端。

**12.Ground(引脚 12)：**信号地。

**13.Vc(引脚 13)：**输出级偏置电压接入端。

**14.Output B（引脚 14）：**输出端 B。引脚 14 和引脚 11 是两路互补输出端。

**15.Vcc（引脚 15）：**偏置电源接入端。

**16.Vref(引脚 16)：**基准电源输出端。该端可输出一温度稳定性极好的基准电压。

特点如下：

(1) 工作电压范围宽：8—35V。

(2) 5.1 (1 1.0%) V 微调基准电源。

(3) 振荡器工作频率范围宽：100Hz—400KHz。

(4) 具有振荡器外部同步功能。

(5) 死区时间可调。

(6) 内置软启动电路。

(7) 具有输入欠电压锁定功能。

(8) 具有 PWM 锁存功能，禁止多脉冲。

(9) 逐个脉冲关断。

(10) 双路输出（灌电流/拉电流）：mA(峰值)。

### 1.1.2 SG3525 的工作原理

SG3525 内置了 5.1V 精密基准电源，微调至 1.0%，在误差放大器共模输入电压范围内，无须外接分压电阻。SG3525 还增加了同步功能，可以工作在主从模式，也可以与外部系统时钟信号同步，为设计提供了极大的灵活性。在 CT 引脚和 Discharge 引脚之间加入一个电阻就可以实现对死区时间的调节功能。由于 SG3525 内部集成了软启动电路，因此只需要一个外接定时电容。

SG3525 的软启动接入端（引脚 8）上通常接一个 5 的软启动电容。上电过程中，由于电容两端的电压不能突变，因此与软启动电容接入端相连的 PWM 比较器反向输入端处于低电平，PWM 比较器输出高电平。此时，PWM 锁存器的输出也为高电平，该高电平通过两个或非门加到输出晶体管上，使之无法导通。只有软启动电容充电至其上的电压使引脚 8 处于高电平时，SG3525 才开始工作。由于实际中，基准电压通常是接在误差放大器的同相输入端上，而输出电压的采样电压则加在误差放大器的反相输入端上。当输出电压因输入电压的升高或负载的变化而升高时，误差放大器的输出将减小，这将导致 PWM 比较器输出为正的时间变长，PWM 锁存器输出高电平的时间也变长，因此输出晶体管的导通时间将最终变短，从而使输出电压回落到额定值，实现了稳态。反之亦然。

外接关断信号对输出级和软启动电路都起作用。当 Shutdown（引脚 10）上的信号为高电平时，PWM 锁存器将立即动作，禁止 SG3525 的输出，同时，软启动电容将开始放电。如果该高电平持续，软启动电容将充分放电，直到关断信号结束，才重新进入软启动过程。注意，Shutdown 引脚不能悬空，应通过接地电阻可靠接地，以防止外部干扰信号耦合而影响 SG3525 的正常工作。

欠电压锁定功能同样作用于输出级和软启动电路。如果输入电压过低，在 SG3525 的输出被关断同时，软启动电容将开始放电。

此外，SG3525 还具有以下功能，即无论因为什么原因造成 PWM 脉冲中止，输出都将被中止，直到下一个时钟信号到来，PWM 锁存器才被复位。

### 1.1.3 SG3524 与 SG3525 主要区别

作为 SG3524 的增强版本，SG3525 在以下方面进行了改进。

1 增加欠电压锁定电路。当 SG3525 输入电压低于 8V 时，控制器内部电路锁定，除基准电源和一些必要电路之外的所有电路停止工作，此时控制器消耗的电流极小。

2 增加了软启动电路。引脚 8 为软启动控制端，该端可外接软启动电容。软启动电容由 SG3525 内部 50 的恒流源进行充电。

3 提高了基准电源的精度。SG3525 中基准电源的精度提高了 1%，而 SG3524 中基准电源的精度只有 8%。

4 去除了限流比较器。SG3525 去除了 SG3524 中的限流比较器，改由外部关断信号输入端（引脚 10）来实现限流功能，同时还具有逐个脉冲关断和直流输出电流限幅功能。实际使用中，一般在引脚 10 上接电流检测信号，如果过电流检测信号维持时间较长，软启动电容将被放电。

5 PWM 比较器的反向输入端增加至两个。在 SG3524 中，误差放大器输出端、限流比较器输出端和外部关断信号输入电路共用 PWM 比较器的反向输入端。在 SG3525 中对此进行了改进，使误差放大器输出端和外部关断信号输入电路分别送至 PWM 比较器的一个反向输入端。这样做的好处在于，避免了误差放大器和外部关断信号输入电路之间相互影响，有利于误差放大器和补偿网络工作精度提高。

6 增加了 PWM 锁存器。为了使关断电路更可靠的工作，SG3525 在其内部增加了 PWM 锁存器。PWM 比较器输出信号首先送至 PWM 锁存器，锁存器由关断电路置位，由振荡器输出时间脉冲复位。当关断电路工作时，即使过电流信号立即消失，锁存器也可以维持一个周期的关断控制，直到下一周期时钟信号使锁存器复位为止。同时，由于 PWM 锁存器对 PWM 比较器的置位信号进行锁存，误差

放大器上的噪声信号、振铃及其他信号在此过程中都被消除了。只有在下一个时钟周期才能重新复位，可靠性大大提高。

7 振荡器增加了同步端和放电端。SG3524 中的振荡器只有 CT 和 RT 两个引脚，其充电和放电回路是相同的。在 SG3525 中的振荡器除了 CT 和 RT 两个引脚外，又增加了一个同步端（引脚 3）和一个放电端（引脚 7）。RT 的阻值决定了内部恒流源对 CT 充电电流的大小，而 CT 的放电则由引脚 5 和引脚 7 之间的外接电阻决定。将充电回路和放电回路分开，有利于通过引脚 5 和引脚 7 之间的外接电阻来调节死区时间。这样 SG3525 的震荡频率由下式进行计算：

$$FOSC = \quad (4-11)$$

同步端（引脚 3）主要用于多只 SG3525 之间的外部同步，同步脉冲的频率应比震荡频率 FOSC 略低一些。

8 改进了输出级的结构。SG3525 对 SG3524 输出级进行了改进，以适应功率 MOS-FET 的需要，其末级采用了推挽式电路，关断速度更快。

SG3525 的输出级采用图腾柱式结构，其灌电流/拉电流能力超过 200mA。

在单端变换器应用中，SG3525 的两个输出端应接地，如图 4.14

当输出晶体管开通时，R1 上会有电流流过，R1 上的压降将使 VT1 导通。因此 VT1 是在 SG3525 内部的输出晶体管导通时间内导通的，因此其开关频率等于 SG3525 内部振荡器的频率。

当采用推挽式输出时，应采用如下结构，如图 4.15

VT1 和 VT2 分别由 SG3525 的输出端 A 和输出端 B 输出的正向驱动电流驱动。电阻 R2 和 R3 是限流电阻，是为了防止注入 VT1 和 VT2 的正向基极电流超出控制器所允许的输出电流。C1 和 C2 是加速电容，起到加速 VT1 和 VT2 导通的作用。

由于 SG3525 的输出驱动电路是低阻抗的，而功率 MOSFET 的输入阻抗很高，因此输出端 A 和输出端 B 与 VT1 和 VT2 栅极之间无须串接限流电阻和加速电容，就可以直接推动功率 MOSFET，如图 4.

16。

另外，SG3525 还能够直接驱动半桥变换器中的小功率变压器。如果变压器一次绕组的两端分别直接接到 SG3525 的两个输出端上，则在死区时间内可以实现变压器的自动复位，如图 4.17

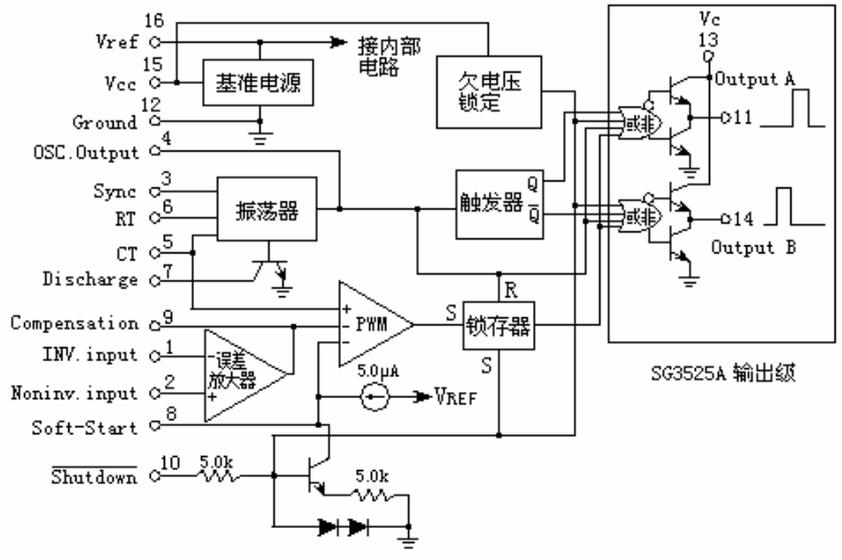


图 4.13 SG3525 内部框图

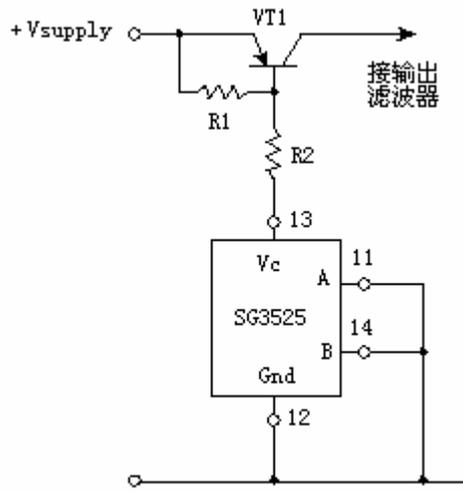


图 4.14 单端变换器输出结构示意图

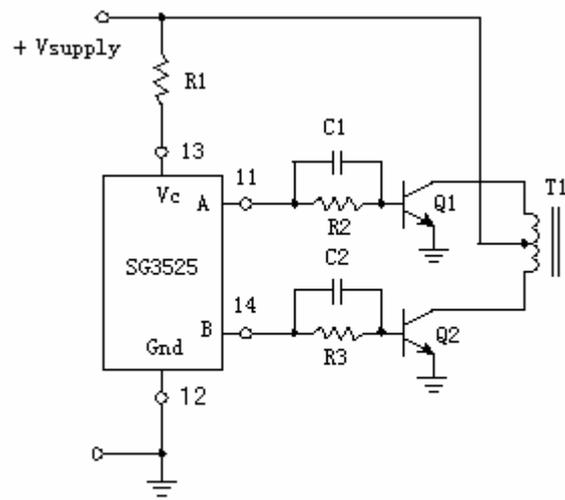


图 4.15 推挽输出结构示意图

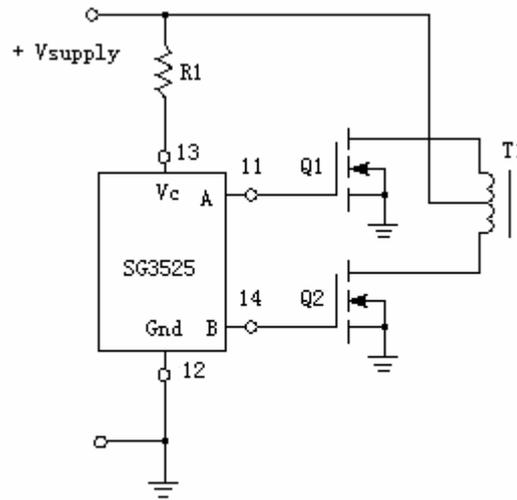


图 4.16 直接驱动 MOSFET

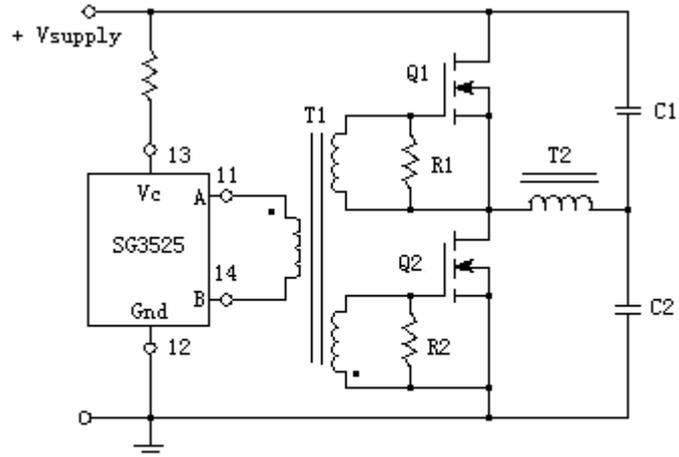


图 4.17 直接驱动小功率变压器