

3525 产品说明书

规范修订历史:

版本	发行时间	新制/修订内容
V1.0	2019/01	新增
V1.1	2022/12	修改订单信息
V1.2	2025/02	更换新模板
V1.3	2025/03	增加应用注意事项以及整体排版

概述

3525芯片内置了5.1V基准电压源、100Hz~500KHz 宽频率 振荡器、软启动电路、误差放大器、PWM 比较器、欠压封锁电路及功率管输出驱动电路等。3525具有同步时钟功能，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。

3525内部集成了软启动电路，只需在引脚8外接一个定时电容能实现PWM软启动功能。在上电过程中，软启动定时电容的电压由内部50uA恒流源进行充电，其电容两端的电压开始从零慢慢上升到Vref,同时PWM输出也从零慢慢增加到稳压所需的最大占空比，当定时电容两端的电压上升到Vref 时，软启动过程结束。

在故障电路控制Shutdown关断信号时，该关断信号对输出级及软启动电路都起作用。当Shutdown (引脚10)上的信号为高电平时，禁止3525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。

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3525的正常工作。

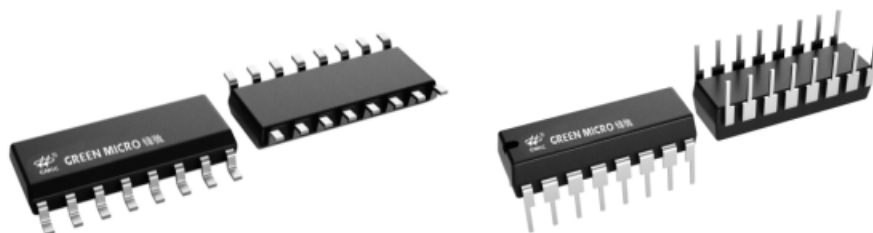
其主要特点如下：

- 工作电压范围宽：+8V~+35V
- 内置5.1V 基准电压，精度±1%
- 振荡频率范围宽：100Hz~500KHz
- 具有振荡器外部同步功能
- 死区时间可调 内置软启动电路具有输入欠压锁定功能
- 具有 PWM 锁存功能，禁止多脉冲
- 双通道灌电流、拉电流驱动能力
- 封装形式：SOP-16 和 DIP-16

应用领域：

- 逆变器电源 ● 大功率高频开关电源 ● 直流脉宽调速系统
- UPS电源 ● DC/DC直流变换器 ● 大功率充电器

产品外观



SOP-16

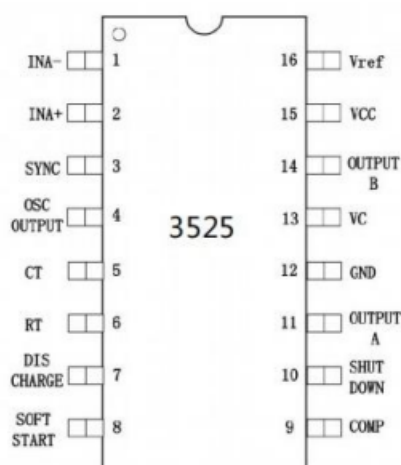
DIP-16

订购信息

名称	封装	打印名称	包装	包装数量
SG3525AD(GMIC)	SOP-16	SG3525 311	编带	2500PCS/盘
SG3525AN(GMIC)	DIP-16	SG3525 311	管装	1000PCS/盒
KA3525A(GMIC)	DIP-16	KA3525 311	管装	1000PCS/盒
SG3525A(GMIC)	SOP-16	SG3525A C11	编带	2500PCS/盘
SG3525A(GMIC)	DIP-16	SG3525A 3A1	管装	1000PCS/盒
KA3525(GMIC)	DIP-16	KA3525 0311	管装	1000PCS/盒

注：SG3525A(GMIC)印字说明：尾缀A表示本产品是商业级的温度，B4符号是封装厂代码

引脚定义：



引脚描述:

引脚序号	引脚名称	I/O	描述
1	INA-	I	误差放大器的反相输入端。
2	INA+	I	误差放大器的同相输入端。
3	SYNC	I	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	O	同步脉冲输出端。作为多个芯片同步工作时使用。
5	CT	I	振荡器定时电容接入端，其取值范围为1nF到0.1uF。正常工作时，在CT两端可以得到一个从0.9V到3.5V变化的锯齿波。
6	RT	I	振荡器定时电阻接入端。RT的阻值决定了内部恒流值对CT充电。其取值范围为2K到150K, RT和CT越大充电时间越长，反之则充电时间短。
7	DISCHARGE	I	振荡器放电端。CT的放电由5脚和7脚两端的死区电阻决定。其取值范围为0欧到500欧。放电电阻RD和CT越大放电时间越长，反之则放电时间短。
8	SOFT START	I	软启动控制端。8脚可外接软启动电容，该电容由内部恒流源50uA充电。
9	COMP	O	PWM比较器补偿信号输入端。在该端与引脚1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	I	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	O	输出端A驱动。推挽结构输出，引脚11和引脚14是两路互补输出端。
12	GND	GND	芯片的功率地和信号地。
13	VC	POWER	输出级偏置电压接入端。
14	OUTPUT B	O	输出端B驱动。推挽结构输出，引脚11和引脚14是两路互补输出端。
15	VCC	POWER	电源输入端，供内部逻辑和模拟电路的工作电源及送到基准电压的输入端，产生5.1V±1%的内部基准电压。如果该脚电压低于门限电压8V, 欠压锁定，输出信号关断。
16	Vref	POWER	基准电压5.1V±1%输出端，可以分压后作为误差放大器的参考电压。

极限参数: 无另外说明，在TA=25°C条件下

符号	参数名称	测试条件	最小	最大	单位
电源输入	V_{CC}	-	-	40	V
Vc集电极电压	V_C	-	-	40	V
振荡器充电电流	I_{OSC}	-	-	5	mA
输出电流	I_O	-	-	500	mA
基准输出电流	I_R	-	-	50	mA
流过CT端的电流	I_T	-	-	5	mA
逻辑输入	V_L	-	-0.3	5.5	V
模拟输入	V_A	-	-0.3	VCC	V
总功耗	P_{tot}	-	-	1000	mW
T_A	环境温度	-	-20	85	°C
T_{str}	储存温度	-	-65	125	°C
T_L	焊接温度	T=10S	-	300	°C

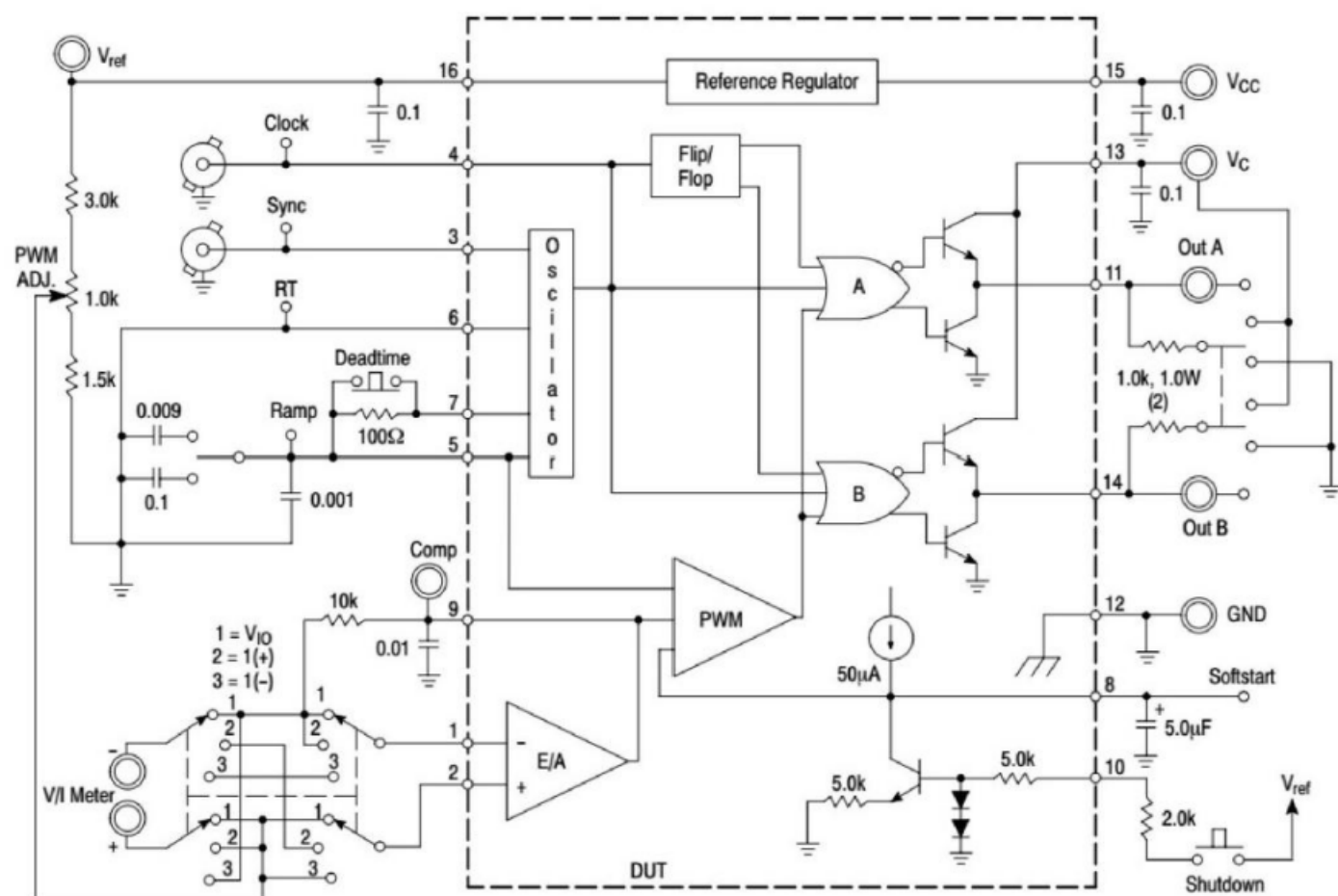
注：超出所列的极限参数可能导致芯片内部永久性损坏，在极限的条件长时间运行会影响芯片的可靠性。

典型参数： 无另外说明，在TA=25°C,V_{CC}=15V

参数名称	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
电源	V _{CC}	-	8	15	35	V
静态电流	I _{CC}	-	-	14	20	mA
基准电压						
基准电压	V _{REF}	V _{CC} =15V	5	5.1	5.2	V
线性调整率	ΔV_{REF}	V _{CC} =8 to 35V	-	10	20	mV
负载调整率	ΔV_{REF}	IL=0 to 20mA	-	20	50	mV
温度漂移	$\Delta V_{REF}/\Delta T$	-	-	20	50	mV
总输出偏移	Line,Load	-	4.95	-	5.25	V
短路输出电流	I _{sc}	VRE=0	-	50	80	mA
振荡器						
初始精度	Δf	V _{CC} =15V	-	±2	±6	%
电压抑制比	$\Delta f/\Delta V_{CC}$	V _{CC} =8 to 35V	-	±1	±2	%
温度漂移	$\Delta f/\Delta T$	-	-	±3	±6	%
最低频率	f _{MIN}	R _T =200KΩ C _T =0.1uF	-	-	120	Hz
最高频率	f _{MA}	R _T =2KΩ C _T =470pF	400	-	-	KHz
镜像电流	I _{mirror}	I _{RT} =2mA	1.7	2	2.2	mA
时钟幅值	OSCAMP	-	3	3.5	-	V
时钟宽度	OSCWIDTH	-	0.3	0.5	1	uS
同步电压阈值	VSYNCTH	-	1.2	2	2.8	V
同步输入电流	I _{SYNC}	Sync电压=3.5V	-	1	2.5	mA
误差放大器						
输入失调电压	V _{OS}	V _{CC} =15V	-	2.0	10	mV
输入偏置电流	I _B	-	-	1.0	10	uA
输入失调电流	I _{OS}	-	-	-	1.0	uA
开环增益	A _{VOL}	-	60	75	-	dB
输出低电平	V _{OL}	-	-	0.2	0.5	V
输出高电平	V _{OH}	-	3.8	5.6	-	V
共模抑制比	CMRR	V _{CM} =1.5V to 5.2V	60	75	-	dB
电源抑制比	PSRR	V _{CC} =8 to 35V	50	60	-	dB
PWM 比较器						
最小占空比	D _{MIN}	V _{COMP} =0V,V _{SD} =0V,	-	-	0	%
最大占空比	D _{MAX}	V _{COMP} =5V,V _{SD} =0V,	45	49	-	%
输入阈值电压1	V _{TH1}	0%占空比	0.7	0.9	-	V
输入阈值电压2	V _{TH2}	49%占空比	-	3.3	3.6	V
输入偏置电流	I _B	-	-	0.05	1	uA

软启动						
定时电容充电恒流源	I_{SST}	$V_{SD}=0V, V_{SST}=0V$	25	50	80	μA
软启动低电平	$V_{OL(SST)}$	$V_{SD}=2.5V$	-	0.4	0.7	V
Shutdown关断						
Shutdown脚阈值电压	$V_{TH(SD)}$		0.7	1.3	1.7	V
Shutdown脚输入电流	$I_{N(SD)}$	$V_{SD}=2.5V$	-	0.3	1	mA
Shutdown延时时间	$V_{SD(Delay)}$	-	-	0.2	0.5	μS
输出驱动						
输出低电平 I	$V_{OL I}$	$I_{SINK}=20mA$	-	0.1	0.4	V
输出低电平 II	$V_{OL II}$	$I_{SINK}=100mA$	-	1	2	V
输出高电平 I	$V_{CH I}$	$I_{SOURCE}=20mA$	13	14	-	V
输出高电平 II	$V_{CH II}$	$I_{SOURCE}=100mA$	12	13	-	V
欠压锁定	V_{UV}	V_A and V_B = High	6	7	8	V
集电极漏电流	I_{LKG}	$V_C=35V$	-	80	200	μA
上升时间	t_R	$C_L=1nF, T_f=25^\circ C$	-	100	500	nS
下降时间	t_F	$C_L=1nF, T_f=25^\circ C$	-	70	300	nS

测试性能参数电路图:



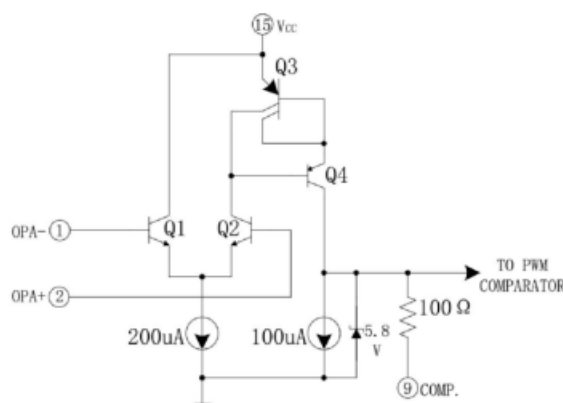
应用设计:

Shutdown 关断操作

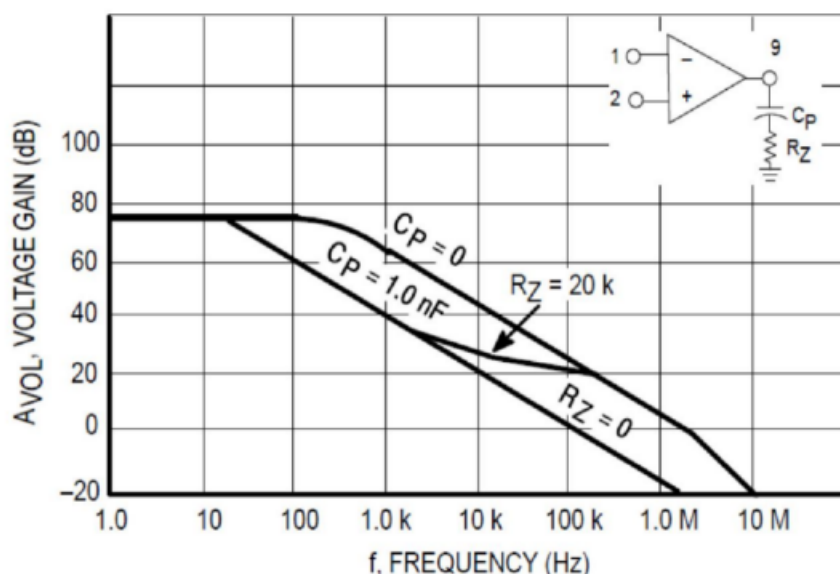
由于补偿和软启动引脚都有上拉电流源，当有下拉信号时，最大只需吸收100uA的电流就可关断输出。也可以通过脚10来关电路，脚10上的信号为高平时可以实现两个功能；PWM 锁存器立即动作，同时软启动电容开始放电。放电电流只有150uA，如果关断信号为短暂高电平，PWM信号将被中止，但此时软启动电容没有明显的放电过程。利用这个特点，可以很容易的实现逐个脉冲限幅。但是，如果引脚10上的高电平维持较长的时间，软启动电容将充分放电，当中断信号结束时，将进入软启动过程。引脚10不能悬空，因为从该脚耦合进来的噪声信号将影响电路的正常工作。

误差放大器

由两级差分放大器构成，其直流开环放大倍数为60dB左右，电压反馈信号从引脚1接至放大器反相输入端，放大器同相输入端接基准电压。该误差放大器共模输入电压范围是1.5V~5.2V。3525 的误差放大器内部线路图可



图a: 3525误差放大器内部电路图

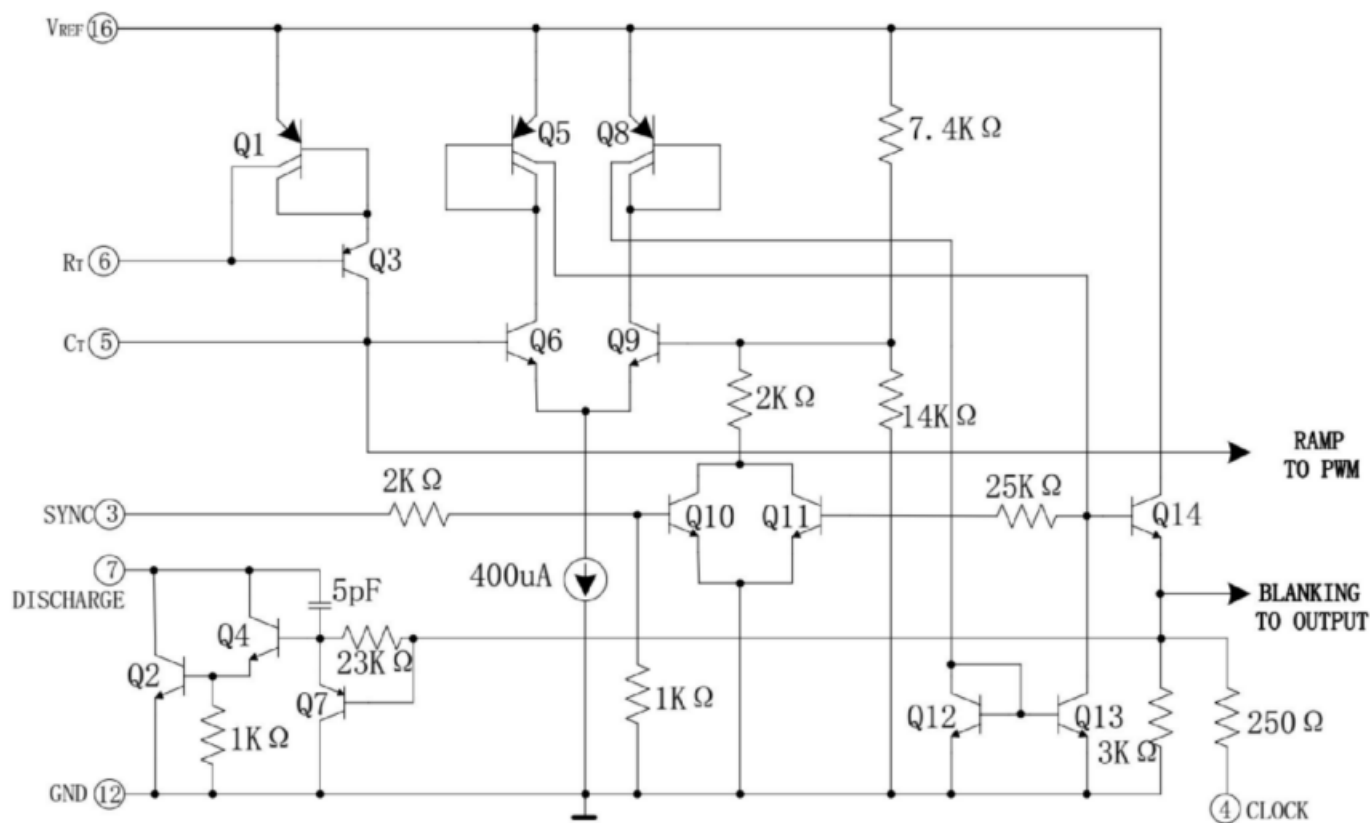


图b: 误差放大器开环频率响应

振荡器

3525的振荡器内部电路可参考图c,由一个双门限电压比较器组成的振荡电路,门限电压均从基准电源分压获得,其高门限电压 $V_H=3.9V$,低门限电压 $V_L=0.9V$,内部恒流源向 C_T 充电,其端电压 V_C 线性上升,构成锯齿波的上升沿,当 V_C 充电到等于 V_H 高门限时比较器动作,充电过程结束,上升时间 t_1 为: $t_1=0.7R_TC_T$ 。

比较器动作时使放电电路接通, C_T 放电, V_C 下降并形成锯齿波的下降沿,当 $V_C=V_L$ 时比较器动作,放电过程结束,完成一个工作循环,下降时间 t_2 为: $t_2=3R_0C_T$,同时 t_2 即为死区时间。锯齿波的周期 T 为: $T=t_1+t_2=(0.7R_T+3R_0)C_T$,工作频率 $f=1/T=1/(0.7R_T+3R_0)C_T$ 。振荡器 R_T 和 C_T 的值对应的充电时间关系如图d,振荡器 R_0 和 C_T 的值对应的放电时间关系如图e。



图c: 振荡器内部电路图

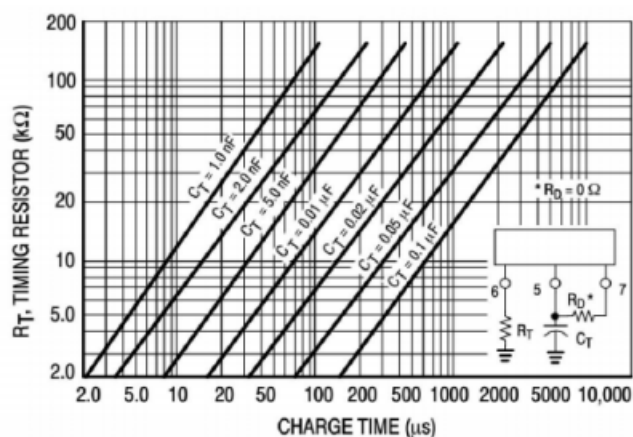


图 d: 振荡器 R_T 和 C_T 对应的充电时间

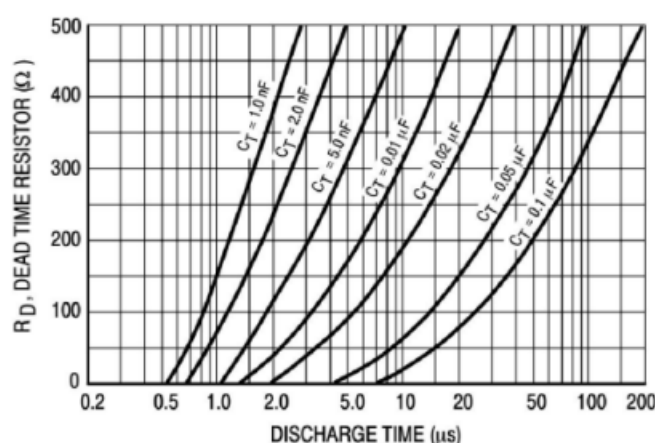
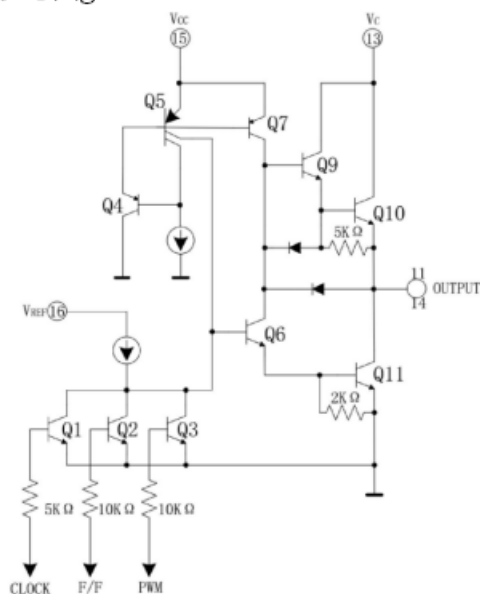


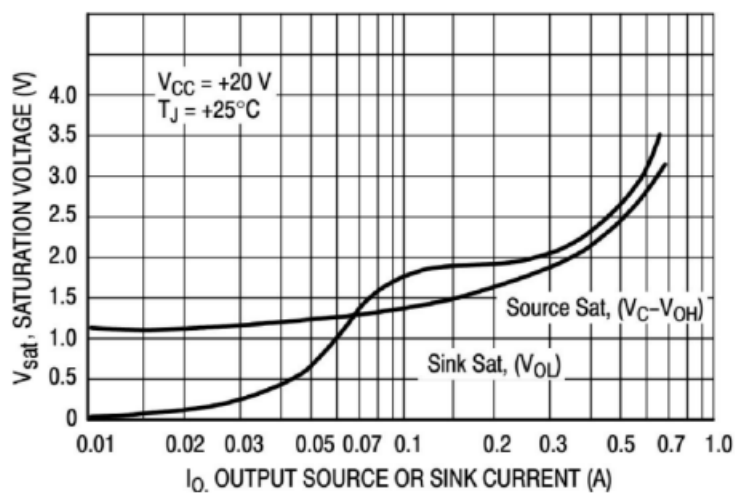
图 e: 振荡器 R_0 和 C_T 对应的放电时间

输出驱动

输出末级采用推挽输出电路，驱动场效应功率管时关断速度更快，拉电流和灌电流峰值达500mA。内部原理图可参考图f，输出管饱和压降特性可参考图g



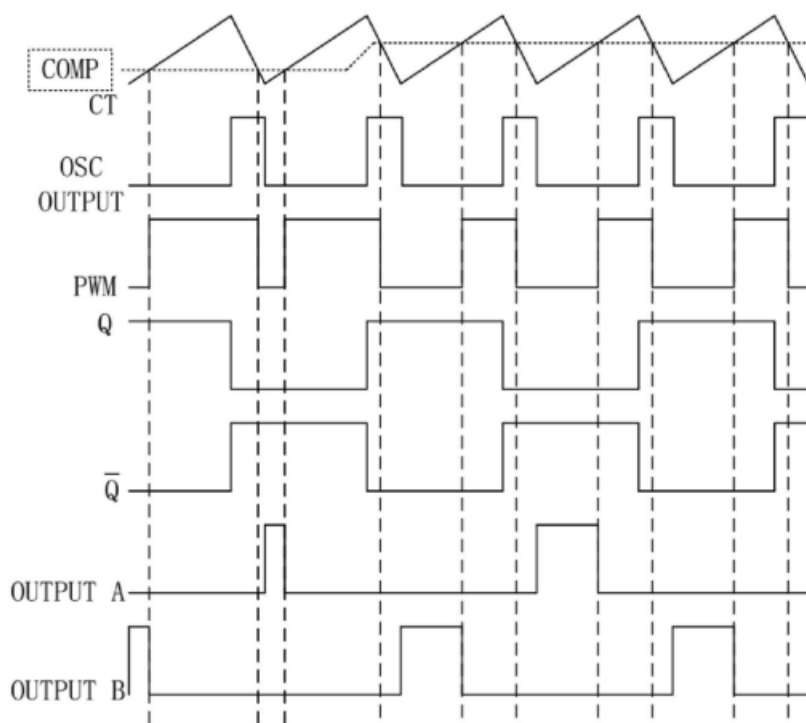
图f: 输出驱动内部电路图



图g: 输出管饱和压降特性

PWM 工作时序图

互补输出的PWM信号OUTPUTA和OUTPUTB工作时序如图h,内部比较器的反相端接误差放大器的输出信号COMP,而振荡器的输出信号CT是加到比较器的同相输入端,比较器的输出信号为PWM信号,该信号经锁存器锁存,锁存器和内部T触发器的输入信号为振荡器的时钟信号,时钟的前沿触发,输出信号OUTPUTA和OUTPUTB的频率为振荡器频率减半的互补方波,该互补的方波和PWM信号再输入到或非门逻辑电路,当或非门的所有输入信号为低电平时,输出信号为高电平,这样OUTPUTA和OUTPUTB的输出每半个周期交替输出高电平,在振荡器CT的放电时间段,OUTPUTA和OUTPUTB输出为低电平,以产生死区时间。

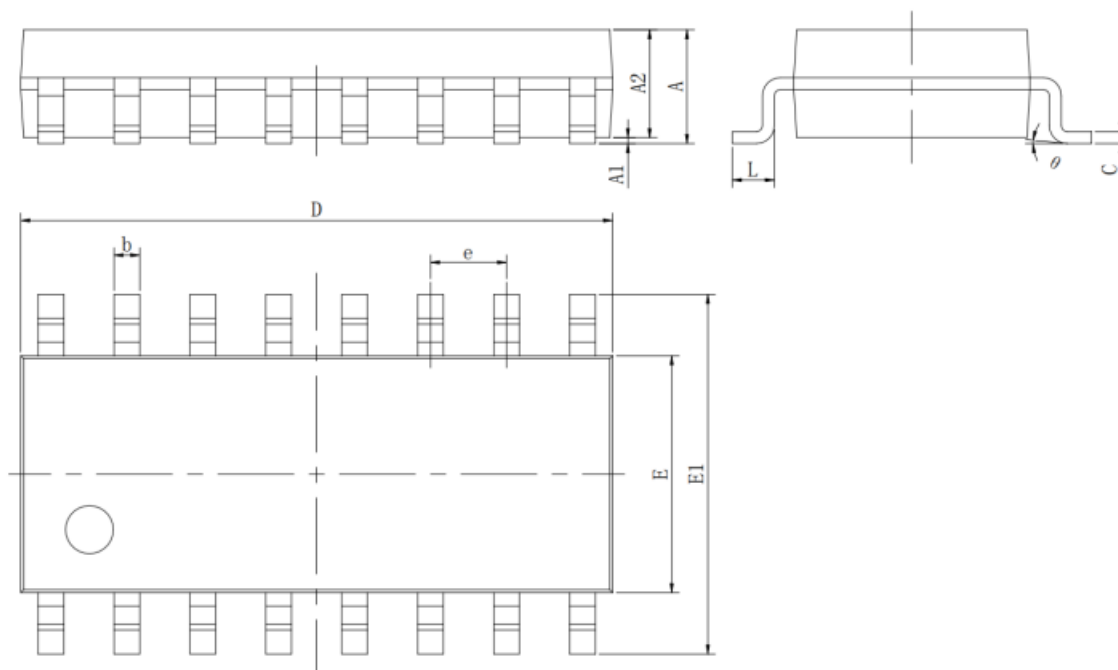


图h: PWM 工作时序图

封装外形图

SOP16

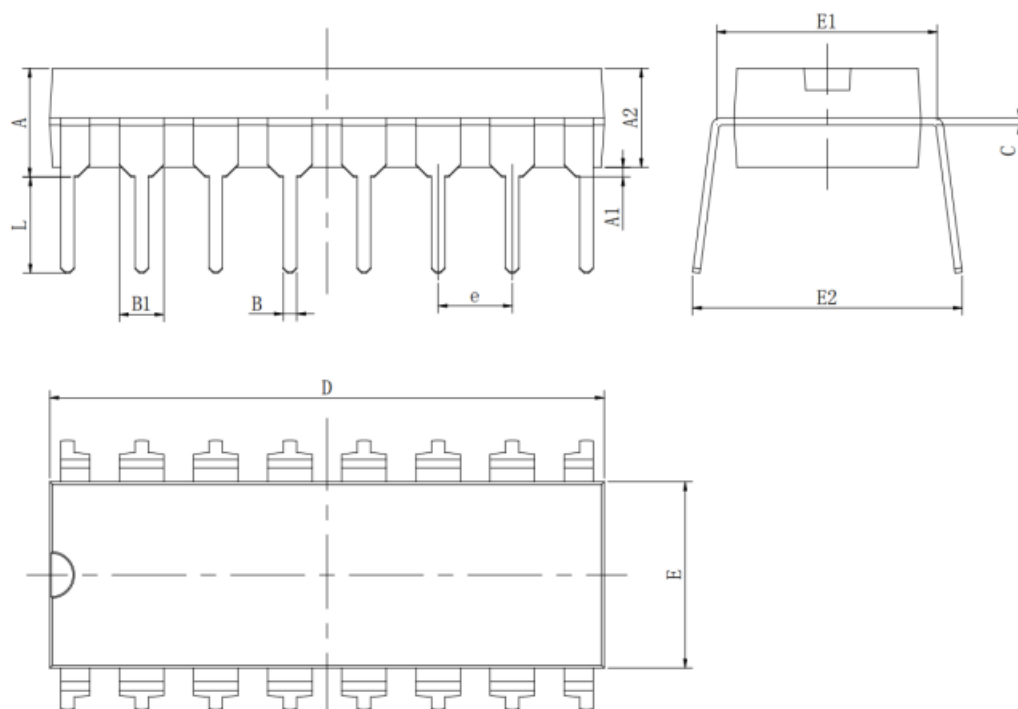
Unit:mm



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.100	0.250	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.007	0.010
D	9.800	10.200	0.386	0.402
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
e	1.270(BSC)		0.050(BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°

DIP-16:

Unit:mm



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	3.710	4.310	0.146	0.170
A1	0.510		0.020	
A2	3.200	3.600	0.126	0.142
B	0.380	0.570	0.015	0.022
B1	1.524(BSC)		0.060(BSC)	
C	0.204	0.360	0.008	0.014
D	18.800	19.200	0.740	0.756
E	6.200	6.600	0.244	0.260
E1	7.320	7.920	0.288	0.312
e	2.540(BSC)		0.100(BSC)	
L	3.000	3.600	0.118	0.142
E2	8.400	9.000	0.331	0.354

重要声明:

- 绿微芯片保留无通知更改产品及文档的权利，客户应在订货前获取并核实最新技术资料的完整性，同时，绿微芯片对非官方修订文件不承担任何 何责任或义务。
- 整份产品规格书中任何项参数仅供参考，实际应用测试为准；客户使用产品进行系统设计时，必须遵守安全规范并独立承担以下责任：按应用需求选则适配的绿微产品；完成应用的设计验证及全链路测试；确保应用符合目标市场安全法规或其他要求，因设计缺陷或违规操作导致的人身/财产损失，均由客户自行承担，与绿微芯片无关。
- 绿微芯片产品禁止用于生命维持、军事装备、航天航空关键应用等场景。超范围使用引发的一切事故与法律责任，皆由使用方自行承担，与绿微芯片无关。
- 绿微芯片的所有技术资源（含数据表、参考设计）均按“现状”提供，不保证无缺陷或泛用性，不做出任何明示或者暗示的担保。文档仅授权 用于本文件所述产品开发与研究，严禁非授权使用知识产权、公开复制和反向工程。违规使用索导致的索赔及损失，均由使用方承担，与绿微芯片无关。