

高性能、低成本离线式 PWM 控制功率开关

主要特点

- 集成 500V 高压 MOSFET 和高压启动电路
- 多模式控制、无异音工作
- 支持降压和升降压拓扑
- 默认12V 输出（FB 脚悬空）
- 待机功耗低于50mW
- 良好的线性调整率和负载调整率
- 集成软启动电路
- 内部保护功能：
 - 过载保护（OLP）
 - 逐周期电流限制（OCP）
 - 输出过压保护（OVP）
 - VDD 过压、欠压和电压箝位保护
- 封装类型 SOP-8 与 DIP-8

典型应用

- 小家电电源
- 工业控制

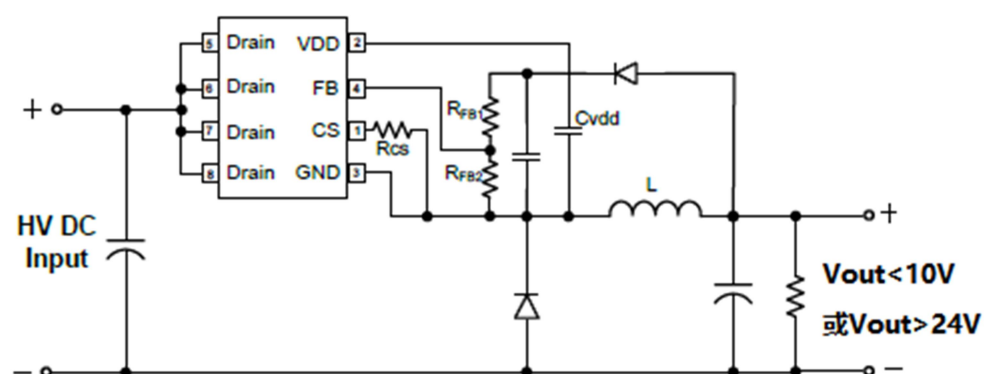
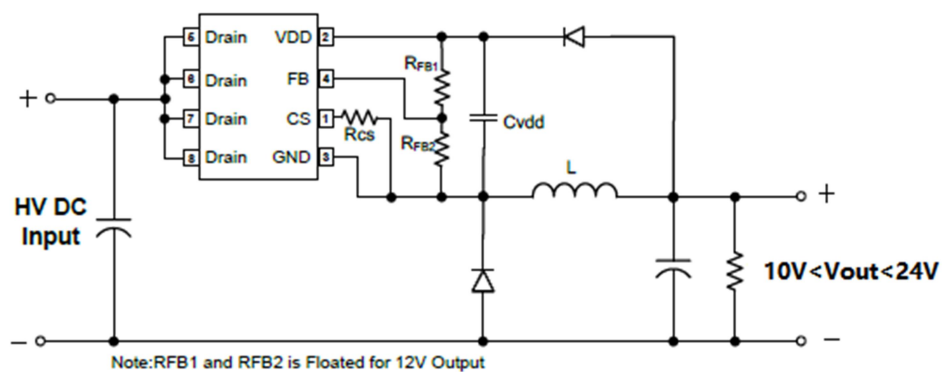
产品描述

HM5011系列是一款高性能低成本PWM控制功率开关，适用于离线式小功率降压型应用场合，外围电路简单、器件个数少。同时产品内置高耐压MOSFET可提高系统浪涌耐受能力。

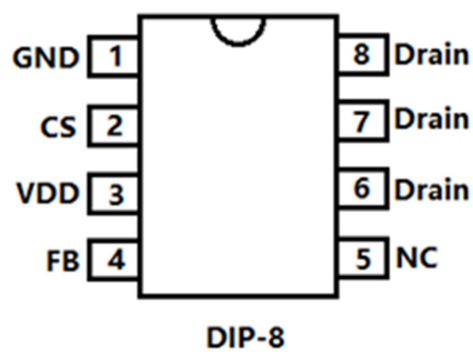
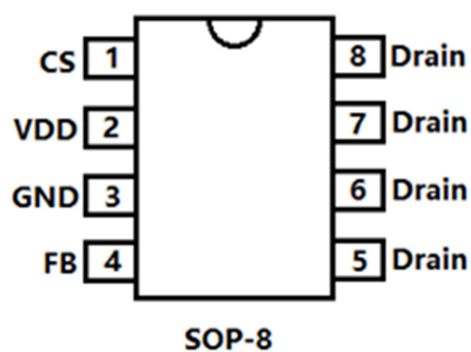
与传统的PWM控制器不同，HM5011内部无固定时钟驱动MOSFET，系统开关频率随负载变化可实现自动调节。同时芯片采用了多模式PWM控制技术，有效简化了外围电路设计，提升线性调整率和负载调整率并消除系统中的可闻噪音。此外，芯片内部峰值电流检测阈值可跟随实际负载情况自动调节，可以有效降低空载情况下的待机功耗。

HM5011集成有完备的带自恢复功能的保护功能：VDD欠压保护、逐周期电流限制、输出过压保护、过热保护、过载保护和VDD过压保护等。

典型应用电路



管脚封装



输出功率表

产品型号	产品封装	内阻	输出电压	输出电流
HM5011E	SOP8	18 Ω	>2V	<220mA
HM5011D	SOP8	9 Ω		200mA<I _o <400mA
HM5011B	DIP8	3 Ω		200mA<I _o <700mA
HM5011CT	SOP8	3. 7 Ω		
HM5011C	DIP8			
HM5011A	DIP8	2 Ω		650mA<I _o <900mA

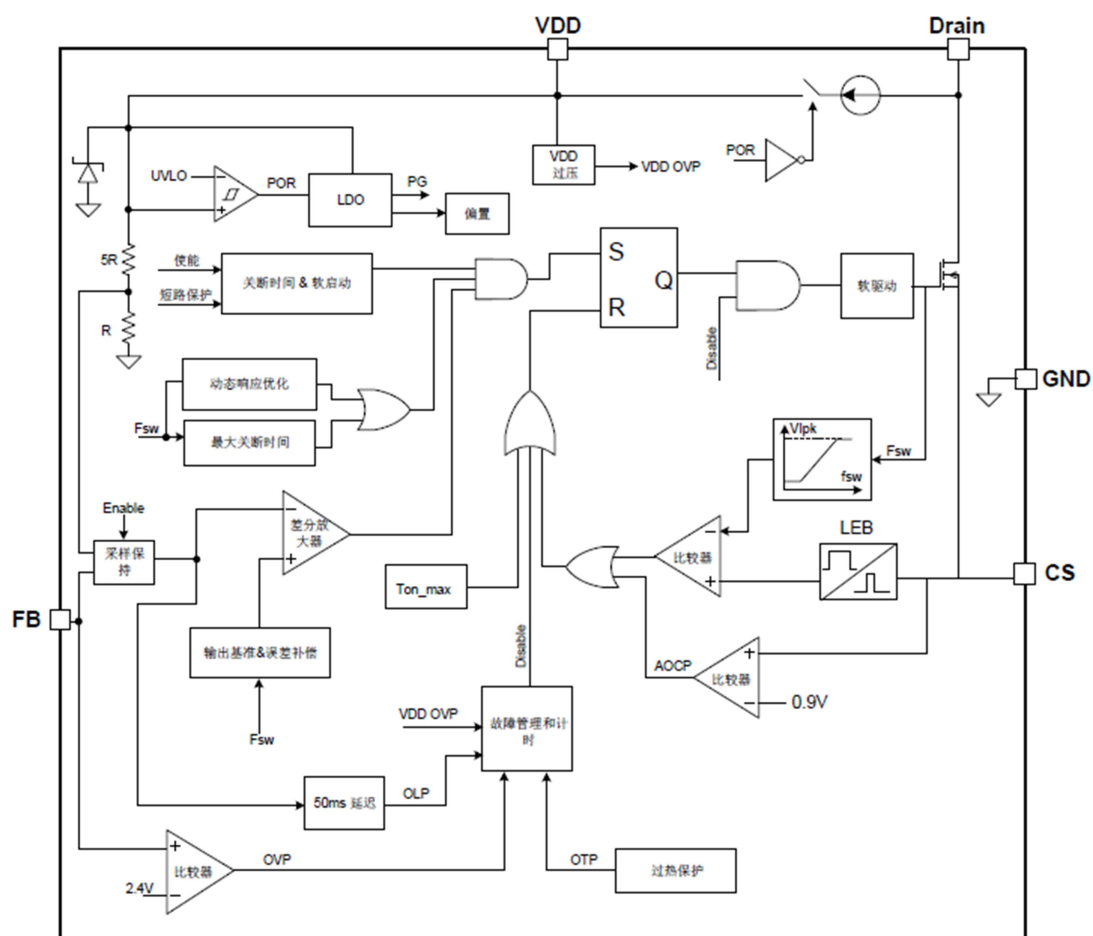
备注:

1. 默认降压型输出。
2. 实际输出功率取决于输出电压和散热条件。

管脚功能描述

SOP8	DIP8	名称	I/O	描述
1	2	CS	0	峰值电流检测管脚
2	3	VDD	P	芯片供电管脚，同时作为输出电压反馈端（FB悬空时）。典型应用中VDD电容推荐采用1μF陶瓷电容
3	1	GND	P	芯片的参考地
4	4	FB	I	反馈输入管脚，该引脚悬空时默认12V输出
5/6/7/8	6/7/8	Drain	P	内部高压MOSFET的漏极
/	5	NC	-	非功能管脚，应用中悬空

内部功能框图



极限参数 (备注1)

参数	数值	单位
Drain管脚电压	-0.3 to 500	V
VDD供电电压	30	V
VDD 箝位电流	10	mA
FB, CS 管脚电压	-0.3 to 7	V
封装热阻---结到环境 (SOP-8)	165	°C/W
封装热阻---结到环境 (DIP-8)	105	°C/W
最高芯片工作结温	160	°C
储藏温度	-65 to 150	°C
管脚温度 (焊接 10 秒)	260	°C
ESD 能力 (人体模型)	3	kV

推荐工作条件

参数	数值	单位
工作环境温度	-40 to 85	℃
开关频率	40 to 60	KHz

电气参数（无特殊注明，环境温度为25℃）

符号	参数	测试条件	最小	典型	最大	单位
高压启动部分（HV管脚）						
I _{HV}	HV脚供电电流	Drain=500V, VDD=0V	1	2		mA
I _{HV_leakage}	HV 脚漏电电流	Drain=500V, VDD=12V			10	μA
供电部分（VDD管脚）						
V _{DD_ON}	VDD 开启电压			7.5		V
V _{DD_OFF}	VDD 欠压保护电压			7.0		V
V _{DD_Reg1}	VDD 调制电压	FB 悬空		12		V
I _{VDD_st}	VDD 启动电流	无开关工作		100	300	μA
I _{VDD_0p}	VDD 工作电流	Fsw=60kHz		800		μA
I _{VDD_Q}	VDD 静态电流			200		μA
V _{DD_OVP}	VDD 过压保护阈值			28		V
V _{DD_C1amp}	VDD 钳位电压	I _{VDD} =10mA		30		V
反馈部分（FB管脚）						
V _{FB_REF}	内部差分放大器输入端基准		1.97	2.0	2.03	V
V _{FB_OVP}	输出过压保护（OVP）检测阈值			2.4		V
V _{FB_OLP}	输出过载保护（OLP）检测阈值			1.87		V
T _{D_OLP}	过载保护延迟时间			50		ms
电流检测输入部分（CS管脚）						
T _{LEB}	前沿消隐			350		ns
T _{D_OCP}	过流比较器延时			100		ns
V _{IPK}	峰值电流阈值		0.50	0.55	0.60	V

V _{AOCP}	异常过流保护检测 阈值			0.9		V
计时部分						
T _{OFF_min_norm}	典型最短关断时间		14.5	16	17.5	μs
T _{OFF_max_nom}	典型最长关断时间			1.4		ms
T _{OFF_max_FDR}	动态响应模式下最 长关断时间			420		μs
T _{ON_max}	最长导通时间			12		μs
T _{ss}	内部软启动时间			3		ms
T _{Auto_Recovery}	自动恢复延迟时间			500		ms
过热保护						
T _{SD}	过热保护阈值	(备注 2)		150		℃
功率MOSFET 部分 (Drain 管脚)						
V _{BR}	功率MOSFET 击穿电 压		500			V
R _{dson}	静态导通阻抗	HM5011E		18		Ω
		HM5011D		9		Ω
		HM5011B		3		Ω
		HM5011C/5011CT		3.7		Ω
		HM5011A		2		Ω

备注1: 超出列表中“极限参数”可能会对器件造成永久性损坏。极限参数为应力额定值。在超出推荐的工作条件和应力的情况下, 器件可能无法正常工作, 所以不推荐让器件工作在这些条件下。过度暴露在高于推荐的最大工作条件下, 可能会影响器件的可靠性。

备注2: 参数取决于实际设计, 在批量生产时进行功能性测试。

功能描述

HM5011系列是一款集成高压MOSFET的多模式PWM控制功率开关。该系列产品支持离线式非隔离降压和升降压型拓扑电路, 适用于小家电电源和线性电源替代等场所。同时, HM5011具有输出精度高和外围成本低的特点。

- **超低静态工作电流**

HM5011 的静态工作电流典型值为200uA。如此低的工作电流降低了对于VDD电容大小的要求，同时也可以提高系统效率。

- **高压启动电路和超低待机功耗（<50mW）**

HM5011 内置有一个500V 高压启动单元。在开机过程中该启动单元开始工作，从Drain 端取电并通过高压电流源对VDD 电容进行充电，如“功能模块”中所述。当VDD 电压上升至VDD_ON(典型7.5V)时，芯片开始工作且芯片工作电流增加至约0.8mA。在稳态工作时，芯片通过反馈二极管由输出进行供电，同时借助高压启动电路，系统待机功耗可以低至50mW 以下。

- **逐周期峰值电流限制和前沿消隐**

HM5011 内置的峰值电流检测阈值具有随系统工作频率变化而变化的特点，并通过CS 管脚实现对电感峰值电流的调制。当CS 管脚采样到的电压超过该阈值时，功率MOSFET 立即关断直至下一开关周期开始。同时芯片内置有前沿消隐电路（消隐时间约300ns），消隐期间内部的逐周期峰值电流比较器将被屏蔽而不能关闭MOSFET。

- **多模式PWM 控制**

为满足系统平均效率和空载待机方面的严格要求，HM5011 采用了调幅控制（AM）和调频控制（FM）相结合的工作模式，如图1 所示。满载情况下系统工作于调频模式（FM）；重载至轻载阶段，系统同时工作于调频和调幅模式（FM+AM）中，以达到良好的调整率和较高的系统效率；当工作于空载附近时，系统将重新进入调频模式以降低待机损耗。通过这种方式，可以将系统待机功耗降至50mW 以下。

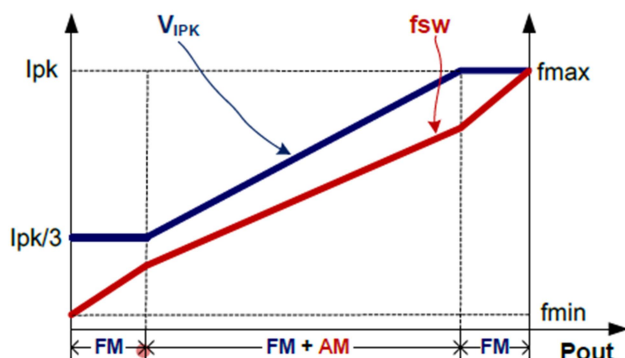


图 1

● 软启动

HM5011 内集成有4ms（典型值）的软启动电路，在芯片启动过程中系统开关频率逐渐增加，而且每次系统的重新启动都会伴随着一次软启动过程。

● 输出过压保护（OVP）

当在连续的3 个工作周期里HM5011 检测到FB 脚电压高于2.4V 以上时，芯片将进入输出电压过压保护（OVP），随后系统将进入自动重启模式。

● 过载保护（OLP）/短路保护（SLP）

当过流或短路情况发生时，输出电压和反馈电压将降低且低于输出过载保护阈值VFB_OLP。如果在48ms（典型值）的时间内该状态持续存在，则芯片将停止开关动作并进入自动重启模式（如下描述）。

● 异常过流保护（AOCP）

在某些情况下(如重载或者输出短路等)，系统的电感电流峰值将上升过于剧烈。为避免电感峰值电流过大对系统元器件造成损坏，芯片内部设计有异常过流检测模块（AOCP，典型阈值为0.9V）。当CS 电压高于该阈值时，内部功率MOSFET 即刻关断并保持关断状态持续48us。

● 过热保护(OTP)

HM5011 内部集成的过热保护电路会检测芯片的内部结温，当芯片结温超过150 度（典型值）时，系统进入到自动重启模式。

● 优化的动态响应

HM5011 集成有快速动态影响功能，可降低负载切换时的输出电压跌落。

- **消除可闻噪音**

HM5011 通过采用频率调制和CS 峰值电压调制相结合的多模式控制方式，可实现在全负载范围内有效消除可闻噪音。

- **VDD 过压保护 (OVP) 和VDD 电压箝位**

当VDD 电压高于VDD_OVP (典型值 28V)时，芯片将停止工作。随后VDD 电压下降至VDD_OFF (典型值7V)并进入重启模式。此外，芯片内部集成有30V稳压管，避免VDD 脚电压过高而损坏。

- **自动重启保护**

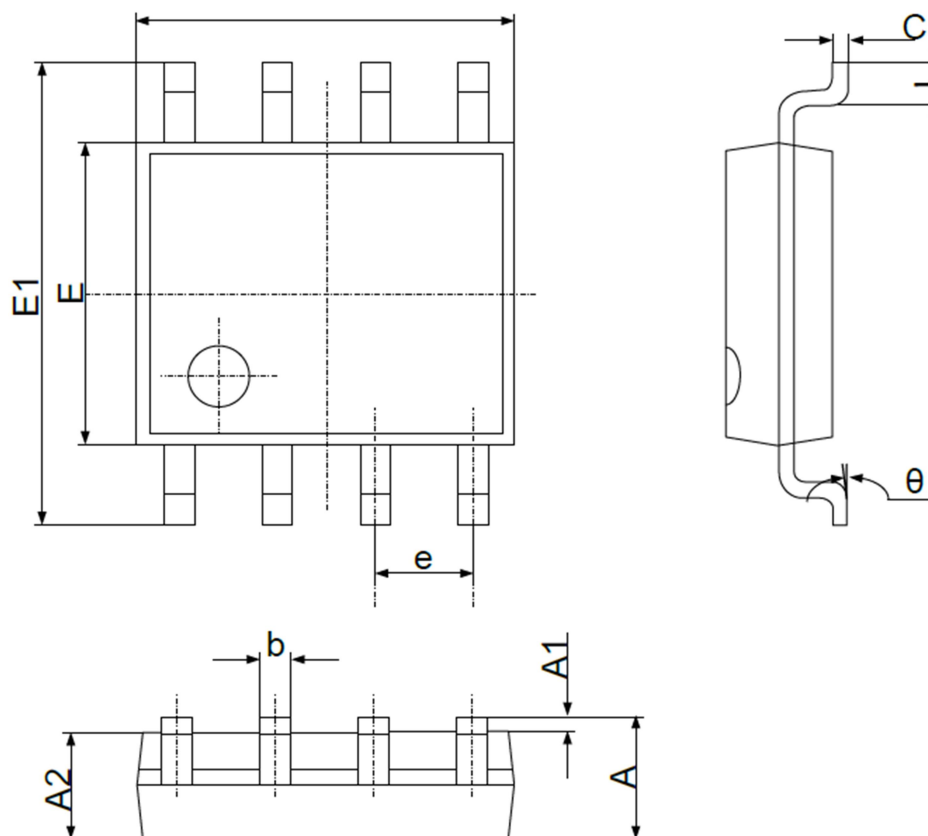
芯片触发保护后功率MOSFET 将关断，同时系统进入自动重启模式，芯片内部的计时器开始工作。当计时器计时超过500ms 时，芯片将重置并重新开机。开机后若再次触发保护，则系统将再次进入自动重启模式。

- **软驱动电路**

HM5011 内置有软驱动电路优化了系统EMI 性能。

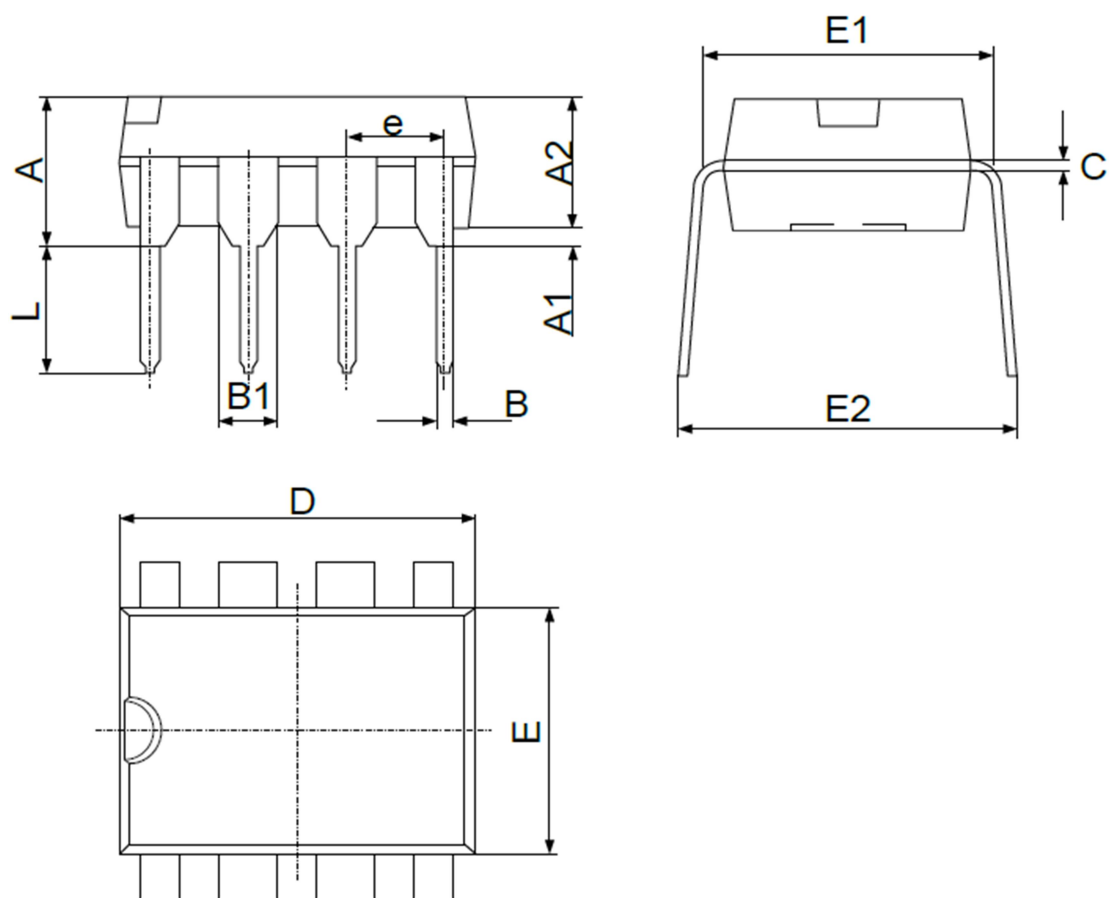
封装尺寸

SOP-8



符号	尺寸（毫米）		尺寸（英寸）	
	最小	最大	最小	最大
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	0.006	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.200
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
e	1.270 (中心到中心)		0.050 (中心到中心)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°

DIP-8



符号	尺寸 (毫米)		尺寸 (英寸)	
	最小	最大	最小	最大
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 (中心到中心)		0.060 (中心到中心)	
C	0.204	0.360	0.008	0.014
D	9.000	9.400	0.354	0.370
E	6.200	6.600	0.244	0.260
E1	7.320	7.920	0.288	0.312
e	2.540 (中心到中心)		0.100 (中心到中心)	
L	3.000	3.600	0.118	0.142
E2	8.400	9.000	0.331	0.354