

# 三相 N+P 半桥栅极驱动芯片 CH282

手册

版本: 1.1

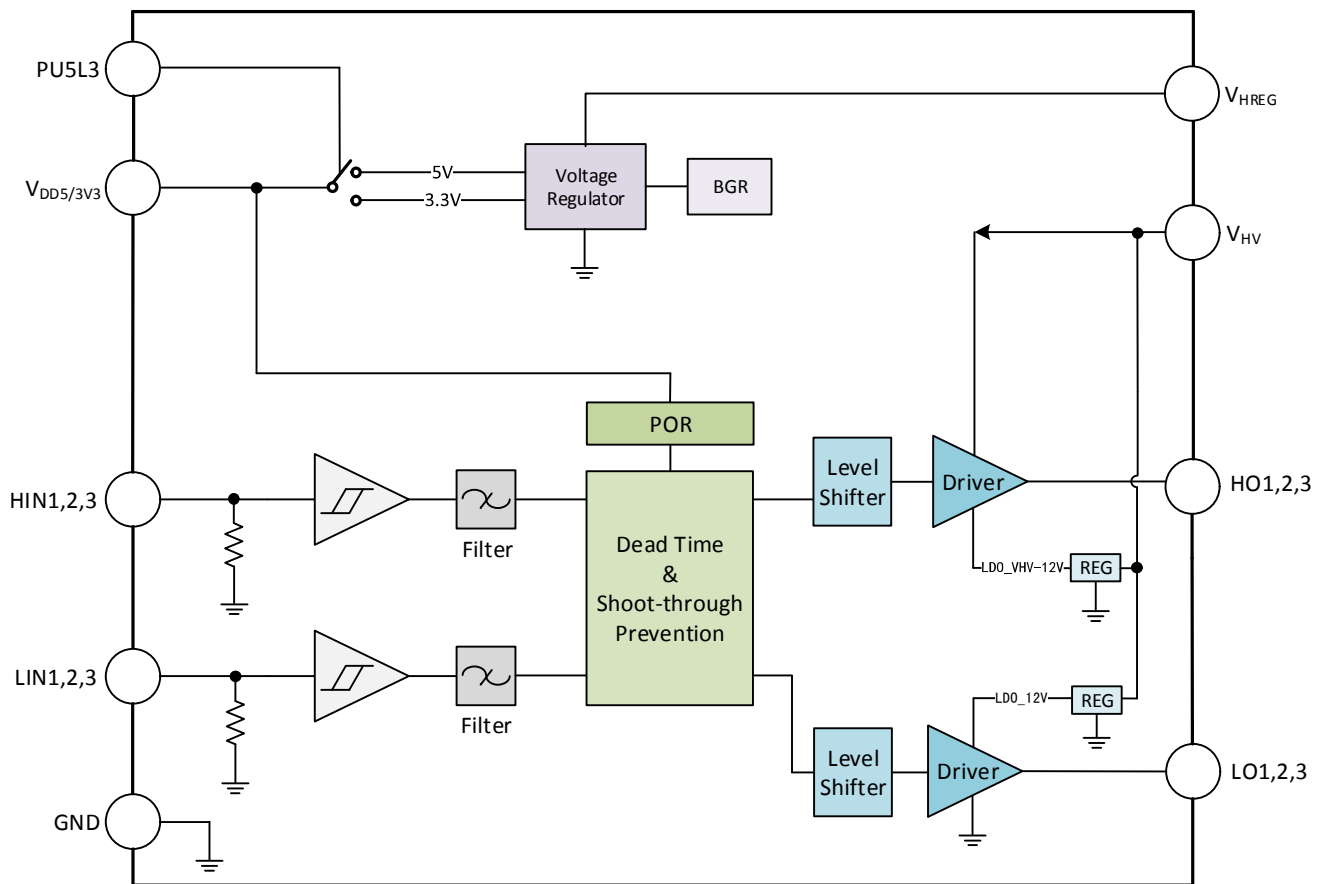
<https://wch.cn>

## 1、概述

CH282 是一款工业级设计的三相半桥栅极驱动芯片，主要用于 24V 以下三相无刷直流电机中 3 对 N 沟道和 P 沟道 MOSFET 功率管的栅极驱动。

CH282 芯片集成了三个独立的高速半桥，支持 3 对 P/N 型功率管的栅极驱动；全静态低功耗设计，内置电压调节器可为 MCU 或其他控制器等提供电源；内置 PWM 信号输入电路、死区时间控制和高低侧 MOSFET 直通防止电路、欠压保护电路、电平移位电路及输出驱动电路。

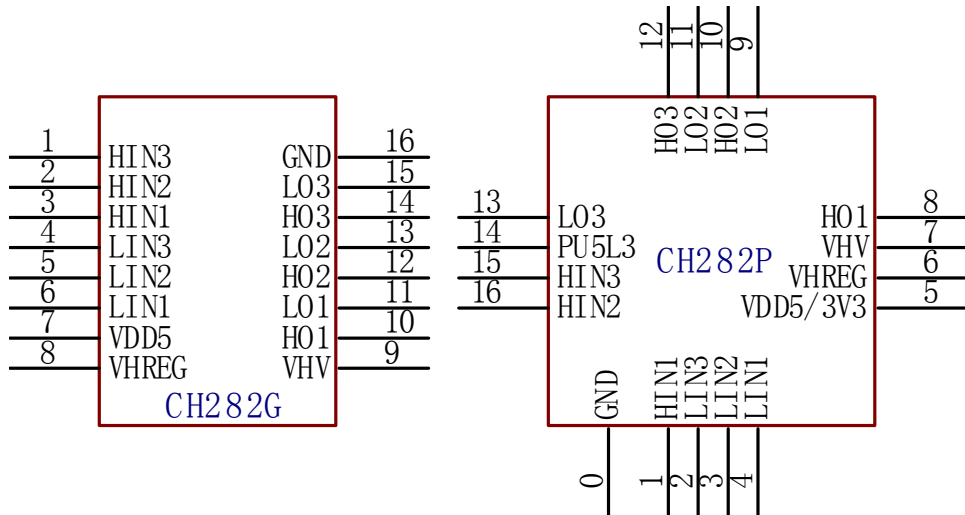
下图为 CH282 的结构框图，仅供参考。



## 2、特点

- 集成三路独立的半桥驱动，支持 3 对 P+N 型 MOSFET
- 内置电压调节器，可为 MCU 提供简单电源，节省外部 LDO 稳压器
- 内部产生低侧预驱正电源和高侧预驱负电源，用于高电压下限幅驱动
- 高关闭电流和低开启电流实现快关慢开，开启电流高达 120mA
- 兼容 5V 或 3.3V 电源的 MCU，支持 2.5V~6V 范围的 PWM 信号
- 全静态低功耗设计，支持 PWM 开关频率 0 到 500KHz
- 内置死区控制，防止高侧和低侧 MOSFET 功率管直通
- 内置欠压保护，防止 MOSFET 功率管在过低的电压下工作
- 提供 SOP16、QFN16 等封装形式

### 3、引脚排列



封装形式	塑体宽度	引脚节距		封装说明	订货型号
SOP16	3.9mm	1.27mm	50mil	标准的 16 脚贴片	CH282G
QFN16	3*3mm	0.5mm	19.7mil	四边无引线 16 脚	CH282P

注：0#引脚是指 QFN 封装的底板。

### 4、引脚定义

表 4-1 引脚定义

引脚编号		引脚名称	引脚类型	引脚说明
CH282G	CH282P			
9	7	VHV	P	CH282 驱动电源输入，需外接至少 3.3uF 电容，建议 10uF
16	0	GND	P	公共接地端，0V 参考点
6, 5, 4	4, 3, 2	LIN1, LIN2, LIN3	I	低侧栅极驱动器的逻辑输入，内置弱下拉电阻，高电平开启，LO 与 LIN 同相
3, 2, 1	1, 16, 15	HIN1, HIN2, HIN3	I	高侧栅极驱动器的逻辑反相输入，内置弱下拉电阻，高电平开启，HO 与 HIN 反相
11, 13, 15	9, 11, 13	L01, L02, L03	O	低侧栅极驱动器的输出，默认低，高有效
10, 12, 14	8, 10, 12	H01, H02, H03	O	高侧栅极驱动器的输出，默认高，低有效
8	6	VHREG	P	电压调节器的电源输入，必须供电，一般通过电阻或直连 VHV
-	5	VDD5/3V3	P	电压调节器输出，额定 5V 或 3.3V，由 PU5L3 选择，兼用于 MCU 电源，需外接至少 3.3uF 电容，建议 10uF
7	-	VDD5	P	电压调节器输出，额定 5V，兼用于 MCU 电源，需外接至少 3.3uF 电容，建议 10uF
-	14	PU5L3	I	VDD5/3V3 引脚输出电压选择，内置弱下拉电阻，悬空或短接 VDD5/3V3 选择 5V，接 GND 选择 3.3V

## 5、功能描述

### 5.1 栅极驱动器（L01/2/3 和 H01/2/3）

CH282 集成 3 路独立的半桥驱动，每个半桥驱动由低侧驱动器和高侧驱动器组成，分别驱动低侧 N 型 MOSFET 功率管的栅极和高侧 P 型 MOSFET 功率管的栅极。

低侧驱动器的输出引脚 L01/2/3 分别与各自对应的逻辑输入引脚 LIN1/2/3 同相，LO 引脚输出高电平有效，默认为低电平，关闭 N 型功率管。

高侧驱动器的输出引脚 H01/2/3 分别与各自对应的逻辑输入引脚 HIN1/2/3 反相，HO 引脚输出低电平有效，默认为高电平，关闭 P 型功率管。

低侧驱动器的正电源由 CH282 内部从 VHV 降压产生 LDO\_12V，负电源为 GND，驱动高和驱动低时分别对应 LDO\_12V 和 GND。

高侧驱动器的正电源为 VHV，负电源由 CH282 内部从 VHV 降压产生 LDO\_VHV-12V，驱动高和驱动低时分别对应 VHV 和 LDO\_VHV-12V。

### 5.2 逻辑输入（LIN1/2/3 和 HIN1/2/3）

CH282 的逻辑输入引脚具有施密特输入特性，兼容 5V 或 3.3V 逻辑电平，用于连接 MCU 等微控制器，输入 PWM 控制信号。输入低电平时关闭 MOSFET 功率管，输入高电平时打开 MOSFET 功率管。

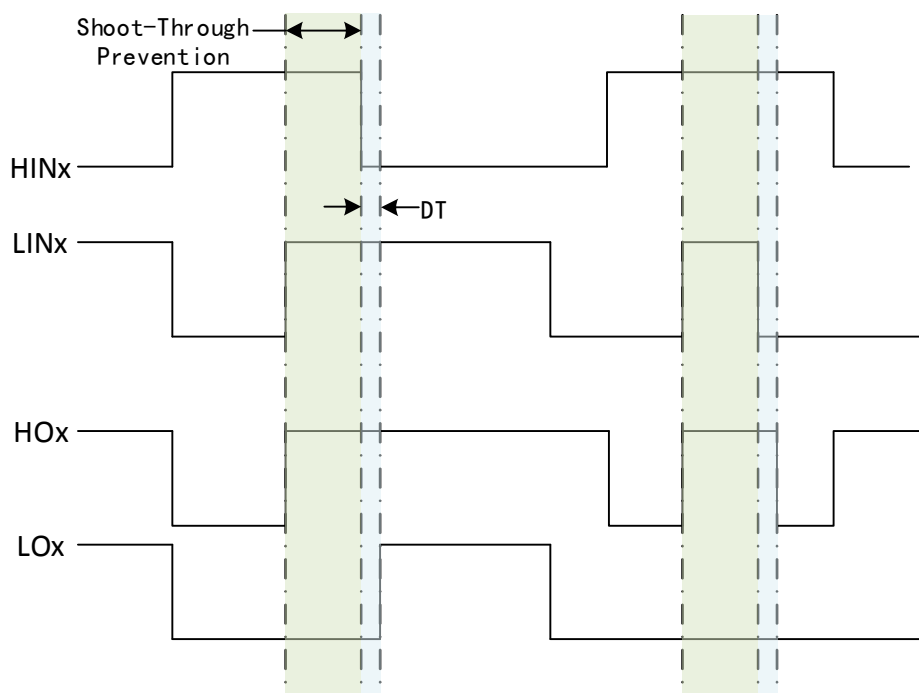
逻辑输入引脚内置了弱下拉电阻，确保在虚焊、MCU 复位或输入断开时功率管处于关闭状态。

### 5.3 直通防止（Shoot-Through Prevention）

CH282 内置了用于防止高侧和低侧功率管同时导通导致电源到地直通的保护电路。

如下图所示，当同一相的低侧逻辑输入 LIN 和高侧逻辑输入 HIN 同时输入高电平时，内部直通防止电路将强制驱动器输出默认电平（HO 为高电平、LO 为低电平）以关断功率管。当其中一个输入信号变为低电平时，驱动器输出需要经过一个死区时间的延时才会输出有效电平。该保护机制避免了异常输入造成的高低侧功率管同时导通，从而降低了直通损耗并保护了功率管。

图 5-1 直通防止

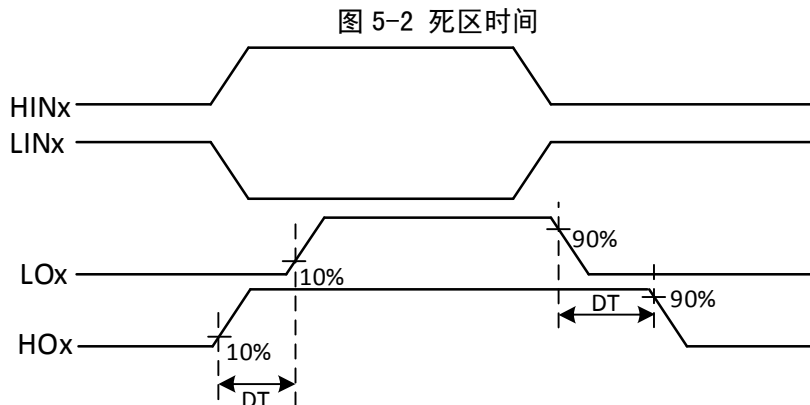


### 5.4 死区时间（Dead Time）

CH282 内置了死区时间保护电路。在死区时间内，驱动器被强制输出默认电平，即 HO 为高电平、LO 为低电平。该死区时间用于在一个功率管关断之后，再开启另外一个功率管，防止高低侧功率管同时直通。

MCU 等控制器通常也支持灵活的死区时间设置，此时最终的死区时间为 MCU 死区时间和 CH282 内部死区时间两者之中的较大值。CH282 内部死区时间通常是作为一般应用场景下的最低要求，更灵活的 MCU 死区时间通常会结合 MOSFET 器件特性、EMI 需求、功耗等因素具体考虑。

下图描述了死区时间、逻辑输入信号和驱动器输出信号的时序关系。



## 5.5 电压调节器 (VDD5/3V3)

电压调节器用于产生内核工作电源，同时兼做 MCU 等微控制器的电源。电源输入为 VHREG 引脚，稳压输出为 VDD5/3V3 引脚，PU5L3 引脚用于根据 MCU 电压选择 VDD5/3V3 引脚输出 5V 或者 3.3V。

驱动电源电压 VHV 不高时，VHREG 可以直连 VHV 供电。当 VHV 电压较高时，为了减小压差、减少 CH282 发热，可选根据负载电流将 VHV 串联电阻分压后再连接到 VHREG 引脚，建议将 VHREG 与 VDD5/3V3 之间的压差控制在不低于 2V，压差越大，CH282 发热越多。

VDD5/3V3 引脚需要外接至少 3.3 $\mu$ F 电容，建议 10 $\mu$ F。PU5L3 引脚在内部已内置弱上拉电流，悬空或短接 VDD5/3V3 时选择调节器输出 5V 电压，PU5L3 短接 GND 时选择调节器输出 3.3V 电压。

栅极驱动电路需要 VHREG 供电提供参考，如果 VHREG 断电，那么 CH282 进入复位状态，并且 VHV 电源基本上不消耗电流。

## 5.6 驱动电源 VHV 和欠压保护

VHV 是 CH282 驱动电源输入，在芯片内部产生电源 LDO\_12V 和 LDO\_VHV-12V。在电源电压低于 12V 之后，VHV 静态电流将大幅降低。

内部电源 LDO\_12V 用于低侧驱动器的正电源，在 VHV 电压较高时限制 N 型 MOSFET 的栅源压差，LO 驱动高电平和驱动低电平时分别对应 LDO\_12V 和 GND。

内部电源 LDO\_VHV-12V 用于高侧驱动器的负电源，在 VHV 电压较高时限制 P 型 MOSFET 的栅源压差，HO 驱动高电平和驱动低电平时分别对应 VHV 和 LDO\_VHV-12V。

VHV 峰值电流较大，需要外接至少 3.3 $\mu$ F 电容，建议 10 $\mu$ F 或更大。

内置的欠压保护电路监测 VHV 电压，在 VHV 电压较低时强制驱动器输出默认电平（HO 为高电平、LO 为低电平）以关闭功率管，避免功率管开启不充分导致过热。当 VHV 上升并超过阈值电压  $V_{HVUVR}$  后，CH282 解除强制并正常工作；当 VHV 下降并低于阈值电压  $V_{HVUVF}$  后，CH282 强制驱动器输出默认电平并停止工作。

## 6、参数

### 6.1 绝对最大值（临界或者超过绝对最大值将可能导致芯片工作不正常甚至损坏）

名称	参数说明	最小值	最大值	单位
$T_A$	工作时的环境温度	-40	105	°C
$T_S$	储存时的环境温度	-40	150	°C
$T_J$	结的温度范围	-40	150	°C
$V_{HV}$	驱动电源电压	-0.4	28	V
$V_{HREG}$	电压调节器的输入电源电压	-0.4	28	V
$V_{DD5/3V3}$	电压调节器输出引脚的电压	-0.4	7	V
$V_{IN}$	逻辑信号 LIN 或 HIN 的输入电压	-0.4	7	V
$V_{HO}$	高侧驱动器输出引脚 HO 的电压	-0.4	$V_{HV}+0.4$	V
$V_{LO}$	低侧驱动器输出引脚 LO 的电压	-0.4	$V_{HV}+0.4$	V
$I_{AVHV}$	VHV 引脚连续输入电流		50	mA
$I_{AVGND}$	GND 引脚连续电流		100	mA
$V_{ESD}$	HBM 人体模型 ESD 耐压	2		KV
$P_D$	整个芯片的最大功耗 @ $T_A \leq 25^\circ\text{C}$ (含驱动器和调节器功耗)	CH282G	700	mW
		CH282P	700	mW
$\theta_{JA}$	封装热阻	CH282G	110	°C/W
		CH282P	100	°C/W

注：测试引脚电流、驱动器短路电流时，建议采用低占空比脉冲测试且考虑芯片及时散热。

### 6.2 通用工作条件（测试条件： $T_A = 25^\circ\text{C}$ ，典型值， $V_{HV} = V_{HREG} = 15\text{V}$ ）

名称	参数说明	最小值	典型值	最大值	单位	
$V_{HV}$	电源电压	6	6~24	26	V	
$V_{LDO\_12V}$	内部电源 LDO_12V 空载输出电压	11	12	14.5	V	
$V_{LDO\_VHV-12V}$	内部电源 LDO_VHV-12V 空载输出电压	$V_{HV}-14.5$	$V_{HV}-12$	$V_{HV}-11$	V	
$V_{HREG}$	电压调节器的输入电源电压	6	7	26	V	
$V_{DD5/3V3}$	电压调节器的 输出电压	PU5L3 悬空	4.9	5	5.1	V
		PU5L3 接 GND	3.23	3.3	3.37	V
$I_{VDD5/3V3}$	VDD5/3V3 引脚的调节器负载电流			30	mA	
$V_{IN1/2/3}$	逻辑信号 LIN 或 HIN 的输入电压	0		6	V	

### 6.3 电气参数（测试条件： $T_A = 25^\circ\text{C}$ ， $V_{HV} = V_{HREG} = 15\text{V}$ ， $V_{DD} = 5\text{V}$ ， $C_L = 1\text{nF}$ ）

#### 6.3.1 电源电流（低功耗测试条件： $V_{HIN1/2/3} = V_{LIN1/2/3} = 0\text{V}$ ）

名称	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$I_{QVHV}$	驱动电源 $V_{HV}$ 静态电流	$V_{HV} = V_{HREG} = 15\text{V}$	40	60	90	uA
		$V_{HV} = V_{HREG} = 11\text{V}$	0	7	15	uA
		$V_{HV} = 24\text{V}$ ， $V_{HREG} = 0\text{V}$		0		uA
$I_{QREG}$	电压调节器 $V_{HREG}$ 静态电流	PU5L3 悬空或接 GND	30	45	70	uA
$I_Q$	$V_{HV}$ 和 $V_{HREG}$ 合计静态电流	$V_{HV} = V_{HREG} = 6\text{V}$		41		uA
		$V_{HV} = V_{HREG} = 11.5\text{V}$		52		uA
		$V_{HV} = V_{HREG} = 12.5\text{V}$		97		uA
		$V_{HV} = V_{HREG} = 24\text{V}$		130		uA

## 6.3.2 逻辑输入

名称	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{IH}$	LIN/HIN 高电平输入阈值电压		2.5		6	V
$V_{IL}$	LIN/HIN 低电平输入阈值电压		0		0.8	V
$V_{IS}$	LIN/HIN 输入迟滞电压		0.3	0.5	0.8	V
$R_{PD}$	LIN/HIN 内置的下拉电阻		70	100	140	K $\Omega$
$I_{IN+}$	LIN/HIN 高电平输入偏置电流	$V_{IN} = 5V$	35	50	72	$\mu A$
		$V_{IN} = 3.3V$	23	33	48	$\mu A$
$I_{IN-}$	LIN/HIN 低电平输入偏置电流	$V_{IN} = 0V$		0	2	$\mu A$
$V_{IHV5}$	PU5L3 高电平输入阈值电压		2.0		6	V
$V_{ILV5}$	PU5L3 低电平输入阈值电压		0		0.6	V
$I_{PU}$	PU5L3 内置的上拉电流	PU5L3 < 0.8V		1.5	140	$\mu A$
		PU5L3 > 1.3V		4	330	$\mu A$

## 6.3.3 欠压保护

名称	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{HVUVR}$	$V_{HV}$ 欠压保护开启电压		4.8	5.2	5.7	V
$V_{HVUVF}$	$V_{HV}$ 欠压保护关断电压		4.4	4.9	5.3	V
$V_{HVUVS}$	$V_{HV}$ 欠压保护迟滞电压		0.1	0.3	0.6	V

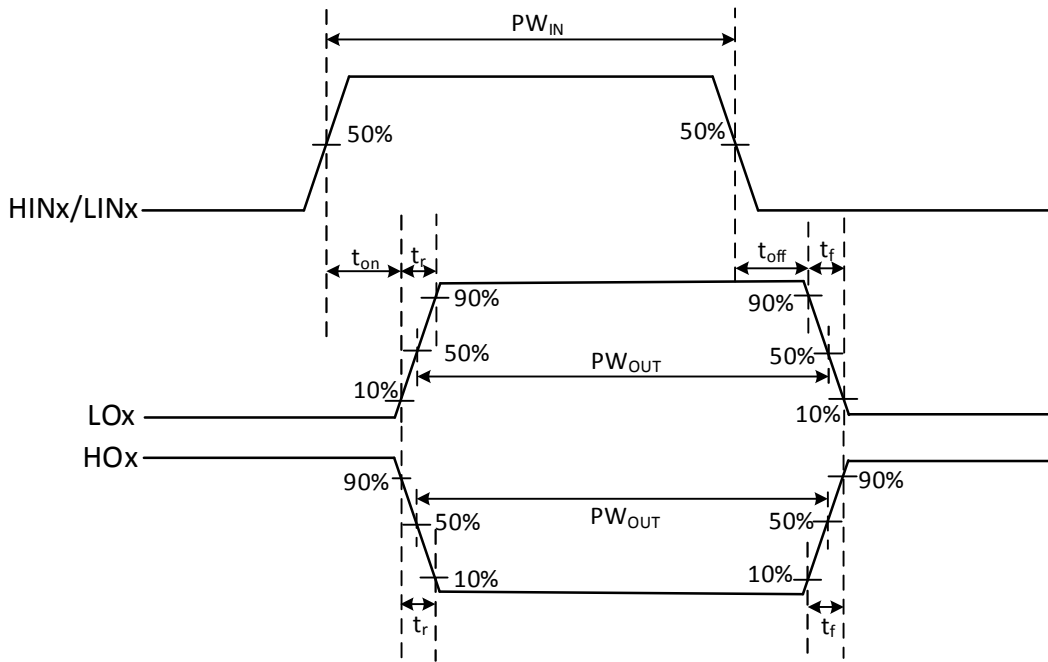
## 6.3.4 驱动器

名称	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{OHL}$	L0 高电平输出电压	$I_{SOURCE} = 20mA$	10	11.2	14	V
$V_{OHH}$	H0 高电平输出电压 (相对 $V_{HV}$ )	$I_{SOURCE} = 20mA$		-170	-280	mV
$V_{OLL}$	L0 低电平输出电压	$I_{SINK} = 20mA$		105	180	mV
$V_{OLH}$	H0 低电平输出电压 (相对 $V_{HV}$ )	$I_{SINK} = 20mA$	-14	-11.2	-10	V
$I_{OH}$	L0 驱动高电平时短路脉冲电流 (用于开启 N 型功率管)	$V_{HV} = 15V$	100	140		mA
		$V_{HV} = 7V$	80	115		mA
	H0 驱动高电平时短路脉冲电流 (用于快速关闭 P 型功率管)	$V_{HV} = 15V$	500	720		mA
		$V_{HV} = 7V$	160	230		mA
$I_{OL}$	L0 驱动低电平时短路脉冲电流 (用于快速关闭 N 型功率管)	$V_{HV} = 15V$	420	600		mA
		$V_{HV} = 7V$	140	200		mA
	H0 驱动低电平时短路脉冲电流 (用于开启 P 型功率管)	$V_{HV} = 15V$	105	150		mA
		$V_{HV} = 7V$	85	120		mA

## 6.3.5 时间参数

名称	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$t_{on}$	L0 输出上升沿的传输延时	$C_L = 1nF$		30	80	ns
	H0 输出上升沿的传输延时	$C_L = 1nF$		20	70	ns
$t_{off}$	L0 输出下降沿的传输延时	$C_L = 1nF$		20	70	ns
	H0 输出下降沿的传输延时	$C_L = 1nF$		30	80	ns
$t_r$	L0 输出上升沿时间	$C_L = 1nF$		75	150	ns
	H0 输出上升沿时间	$C_L = 1nF$		20	50	ns
$t_f$	L0 输出下降沿时间	$C_L = 1nF$		20	50	ns
	H0 输出下降沿时间	$C_L = 1nF$		75	150	ns
MT	高侧与低侧延时匹配			10	50	ns
DT	死区时间		60	90	150	ns
$F_{PWM}$	PWM 开关频率		0	20	500	KHz

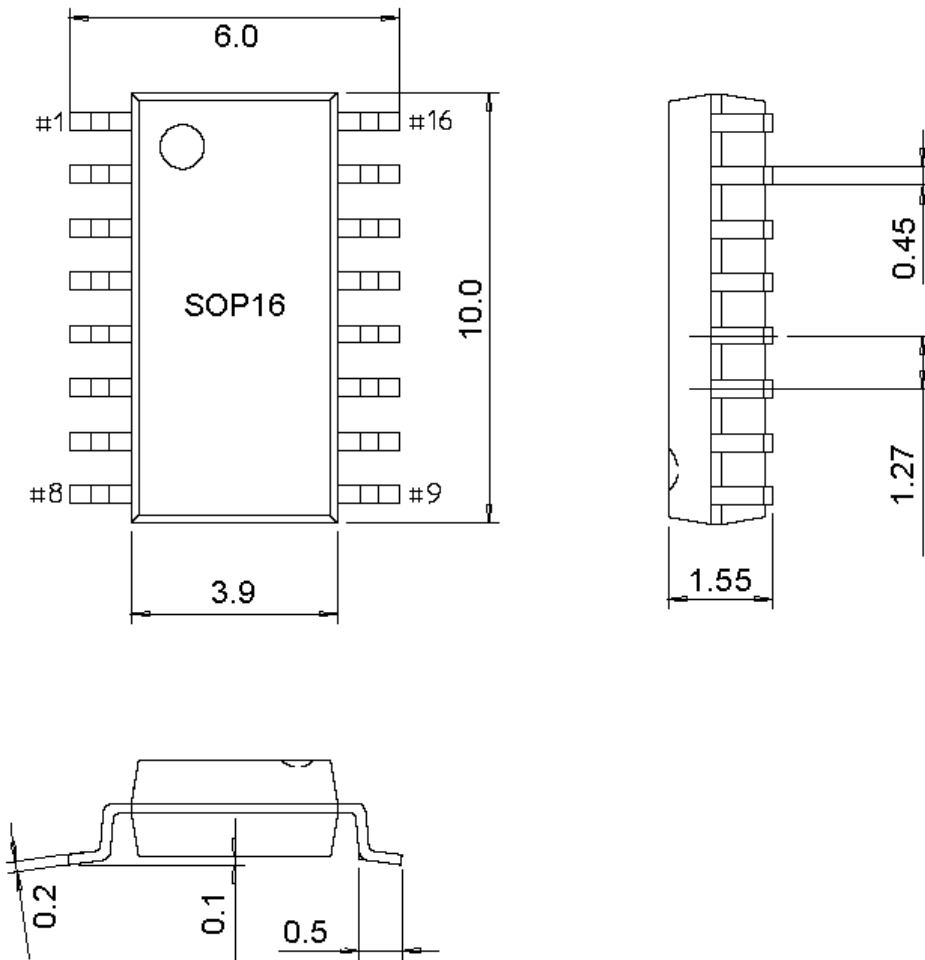
图 6-1 开关时间波形定义



## 7、封装

尺寸标注单位是mm。引脚中心间距是标称值，QFN误差不超过±0.1，其它误差不超过±0.2。

### 7.1 SOP16





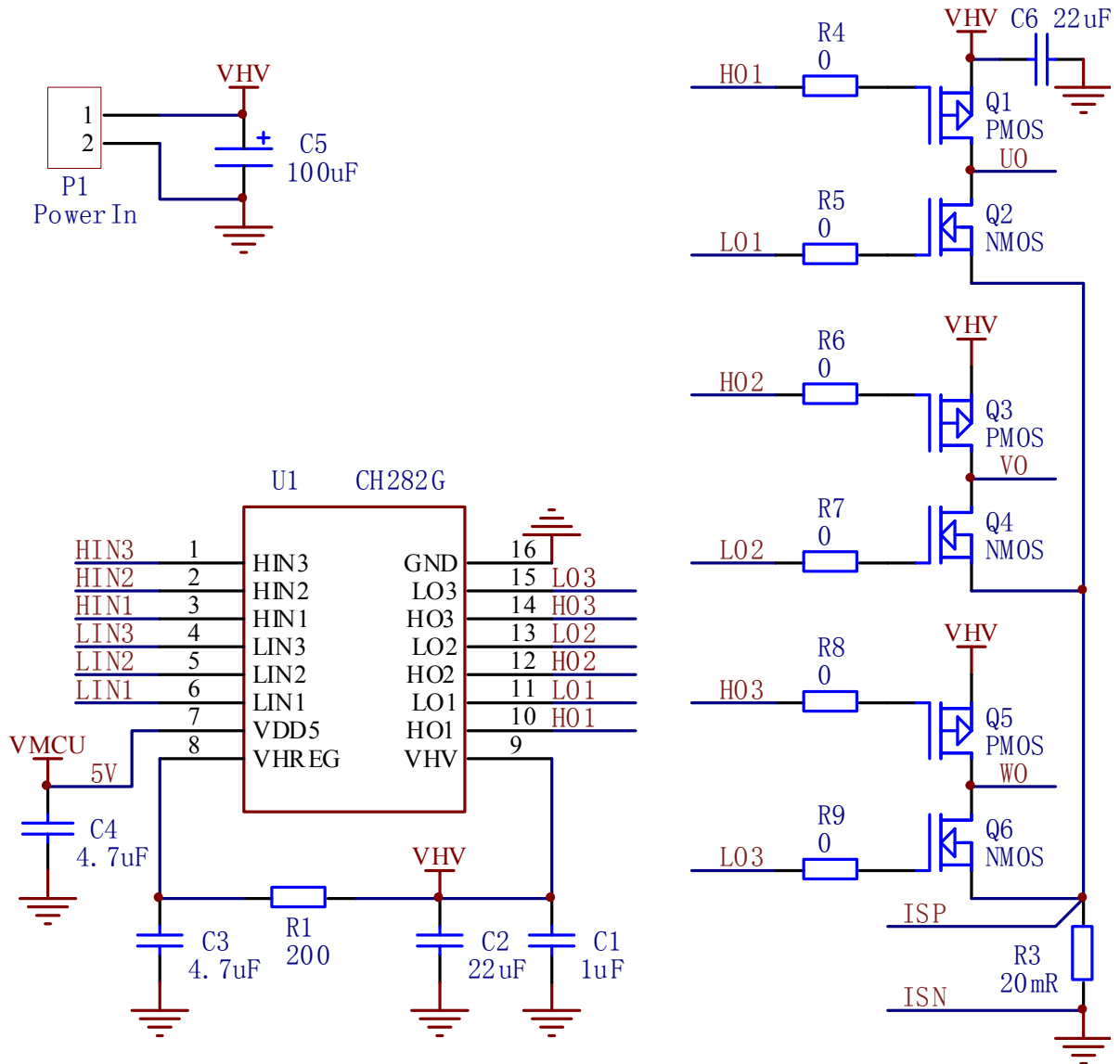
## 8、应用

### 8.1 三相 N+P 栅极驱动

下图是三相无刷直流电机的驱动电路，LIN1/2/3和HIN1/2/3来自MCU等控制器的PWM驱动，Q2/Q4/Q6是N型MOSFET功率管，Q1/Q3/Q5是P型MOSFET功率管。R3是总电流采样电阻，ISP和ISN提供差分电压给MCU放大和处理。R4/R5/R6/R7/R8/R9根据MOSFET特性和EMI需求等选择。

VMCU用于为MCU提供简单5V工作电源，可选的分压电阻R1用于分摊CH282自身功耗，低功耗MCU和低频驱动应用可以短路R1并去掉C3。

CH282P提供PU5L3引脚，PU5L3接GND可以选择VMCU输出3.3V电压。



### 8.2 空闲态超低功耗的栅极驱动

电源电压在 11V 以下时，CH282 空闲状态全部静态功耗约 50uA，CH282 可以为 MCU 提供电源，MCU 睡眠可以实现整体约 50uA 的低功耗。如果电源电压为 20V，那么 MCU 睡眠后整体功耗约 120uA。

如果需要进一步降低空闲时的功耗，那么可以断开 VHREG 引脚的供电，CH282 进入复位状态，VHV 引脚维持供电但基本上不消耗电流。这种低功耗下，VHV 必须维持供电，用于确保 P 型 MOSFET 功率管关闭；如果直接断开 VHV 供电可能导致 P 管开启，即使 P 管栅极外加上拉电阻，也会形成 HO 引脚向 VHV 引脚的倒灌电。

下图是栅极驱动空闲态时能够实现超低功耗的的电路，MCU由另一超低功耗LDO提供独立电源，电阻R3用于分压，防止Q7栅源电压过大，在电源电压15V以下时可以去掉。

在栅极驱动工作状态下，MCU输出DRV-ON高电平开启Q8和Q7，CH282正常工作。在空闲状态下，MCU输出DRV-ON低电平关闭Q8和Q7，CH282失去VHREG供电，进入复位状态，VHV消耗电流接近为0，整机电流就是MCU睡眠电流，可以控制在5uA之内。

