TMI8722-Q1 汽车类单通道智能栅极驱动器

产品特征

- 符合面向汽车应用的 AEC-Q100 标准：
  – 温度等级 1：–40°C 至 +125°C，T_A
- 5.5V 至 38V 工作电压范围
- 单通道 H 桥栅极驱动器
  – 驱动 4 个外部 N-MOSFET
  – 支持 100% PWM
- 三种控制模式可选
  – PWM
  – PH/EN
  – 独立半桥
- 栅极驱动能力
  – 峰值驱动 source 电流：10mA 到 220mA
  – 峰值驱动 sink 电流：20mA 到 440mA
- 支持 1.8V，3.3V，5V 逻辑输入
- 超低功耗睡眠模式
- 保护特性
  – VM 欠压锁定(UVLO)
  – 电荷泵欠压保护(CPUV)
  – VDS 过流保护(OCP)
  – VGS 栅极故障保护(GDF)
  – 故障指示引脚(nFAULT)
  – 热关断(TSD)
- 封装尺寸
  – QFN5x5-32

应用

- 汽车有刷直流电机
- 座椅模块
- 电动升降窗
- 电动天窗

产品概述

TMI8722-Q1 是一款集成的单通道 H 桥栅极驱动器，使用四个外部 N-MOSFET 驱动有刷直流电机。

TMI8722-Q1 输入控制模式提供 PWM、PH/EN 和独立半桥。独立板桥模式能够同时控制多个直流电机。集成的电荷泵支持 100%占空比。内部传感放大器提供可调的电流控制，内置相应的电路，可实现关断时间固定的 PWM 电流斩波来调节电机绕组电流。

TMI8722-Q1 提供一系列保护功能，包括 VM 欠压保护，电荷泵欠压保护，用于外部 MOSFET 的 VDS 过流保护和 VGS 栅极故障保护，以及内部热关断等。

封装形式是 QFN 5mmx5 mm，外露焊盘可增强散热。符合 ROHS 规范，引脚框架 100%无铅。

典型应用电路

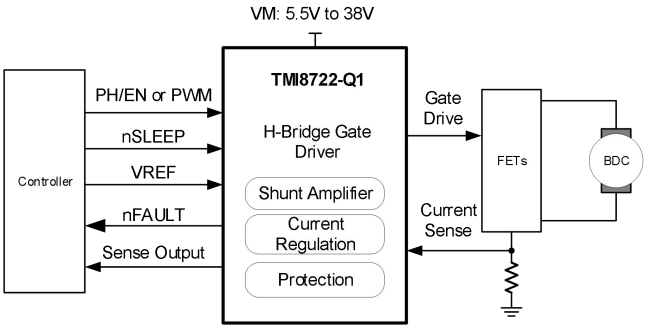


图 1. 典型应用电路图

绝对最大额定值(1)

Parameter		Min	Max	Unit
驱动电源电压(VM、VDRAIN)	VM	-0.3	40	V
漏极引脚电压(VDRAIN)	VDRAIN	-0.3	40	V
电荷泵电压(VCP)	V_{VCP}	-0.3	52	V
内置数字稳压器电压(DVDD)	V_{DVDD}	-0.3	3.8	V
内置模拟稳压器电压(AVDD)	V_{AVDD}	-0.3	5.75	V
逻辑输入电压 (IN1, IN2, nSLEEP, nFAULT, VREF, MODE, VDS, IDRIVE)	V_{IN}	-0.3	5.75	V
高侧栅极驱动引脚电压 (GHx)	V_{GHx}	-0.3	52	V
低侧栅极驱动引脚电压 (GLx)	V_{GLx}	-0.3	12	V
高侧源极电压(OUTx)	V_{OUTx}	-1.2	40	V
放大器输入引脚电压(SP，SL2，SN)	V_{SP}, V_{SL2}	-0.5	1.2	V
	V_{SN}	-0.3	0.3	V
放大器输出引脚电压(SO)	V_{SO}	-0.3	5.75	V
放大器输出引脚电流(SO)	I_{SO}	0	5	mA
工作环境温度	T_A	-40	125	°C
结温温度(2)	T_J	-40	150	°C
存储温度	T_{stg}	-60	150	°C

(1)绝对最大额定值是设备寿命可能受损的那些值。超出绝对最大额定值的范围可能对设备造成永久性损坏。长期工作在绝对最大额定值的条件下可能影响芯片的可靠性。

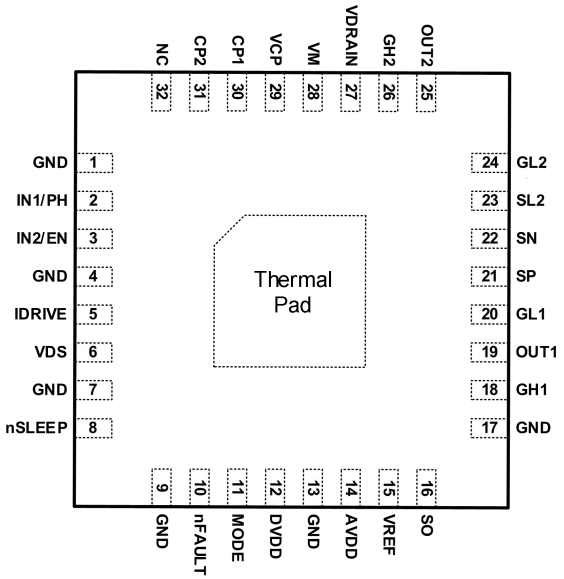
(2)T_J 由环境温度 T_A 和功耗 P_D 根据以下公式计算得出：$T_J = T_A + P_D \times \theta_{JA}$。任何环境温度下的最大允许连续功耗由 $P_{D(MAX)} = (T_{J(MAX)} - T_A) / \theta_{JA}$ 计算得出。

ESD 等级

参数	描述	值	单位
V_{ESD}	人体放电模型 HBM, AEC Q100-002(1)	±2000	V
	带电器件模型 CDM, AEC Q100-011	±750	V

(1) AEC Q100-002 表明 HBM 应力应符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 规范。

封装引脚定义



QFN5x5-32

订单信息

产品型号	封装形式	丝印	包装数量
TMI8722-Q1	QFN5x5-32	TMI8722-Q1 XXXXX	5000/盘

TMI8722-Q1 产品满足无铅要求和 RoHS 标准。

引脚功能

引脚序号	引脚名称	输入/输出	描述
1、4、7、9、13、17	GND	-	系统地。
2	IN1/PH	输入	输入控制引脚。此引脚逻辑取决于 MODE 引脚。内部下拉电阻。
3	IN2/EN	输入	
5	IDRIVE	输入	栅极驱动器的电流设置引脚。该引脚上的电阻值或电压设置栅极驱动电流。有关更多信息，请参阅 IDRIVE 配置部分。
6	VDS	输入	VDS 监视器设置引脚。该引脚上的电阻值或电压强制设置 VDS 监视器阈值。有关更多信息，请参阅 VDS 配置部分。
8	nSLEEP	输入	使能引脚。逻辑低使设备进入睡眠模式。
10	nFAULT	开漏	故障指示引脚。检测到故障时，该引脚被拉低。需外部上拉电阻。
11	MODE	输入	模式控制引脚。该引脚在上电或退出睡眠模式时锁定。内部上拉和下拉电阻。
12	DVDD	输出	数字稳压器。3.3V 逻辑电源的稳压器。该引脚到 GND 连接一个 6.3V，1μF 的陶瓷电容。
14	AVDD	输出	模拟稳压器。5V 模拟电源的稳压器。该引脚到 GND 连接一个 6.3V，1μF 的陶瓷电容。
15	VREF	输入	参考输入电压。
16	SO	输出	电流采样放大器输出。
18	GH1	输出	高侧栅极驱动输出。连接到高侧 MOS 的栅极。
19	OUT1	输出	高侧源极。连接到高侧 MOS 的源极。
20	GL1	输出	低侧栅极驱动输出。连接到低侧 MOS 的栅极。
21	SP	输入	放大器正极输入。连接到采样电阻的一端。
22	SN	输入	放大器负极输入。连接到采样电阻的一端。
23	SL2	-	低侧源极。连接到低侧 MOS 的源极。
24	GL2	输出	低侧栅极驱动输出。连接到低侧 MOS 的栅极。
25	OUT2	输出	高侧源极。连接到高侧 MOS 的源极。
26	GH2	输出	高侧栅极驱动输出。连接到高侧 MOS 的栅极。
27	VDRAIN	输入	高侧漏极连接。两个半桥通用。
28	VM	输入	电源输入。该引脚到 GND 连接一个 0.1μF 陶瓷电容和一个至少 22μF 的电容。
29	VCP	输入/输出	电荷泵输出。该引脚到 VM 之间连接一个 1μF 陶瓷电容。
30	CP1	输入/输出	电荷泵开关节点。在 CP1 和 CP2 之间连接一个 0.1μF 陶瓷电容。
31	CP2	输入/输出	
32	NC	-	没有连接。

推荐工作条件

参数	符号	最小	最大	单位
工作电压范围	VM	5.5	38	V
逻辑输入电压	V_{IN}	0	5.5	V
参考输入电压	VREF	0.3(1)	3.6	V
逻辑工作频率范围(IN1/IN2)	$f_{(PWM)}$		100	kHz
AVDD 拉载能力	I_{AVDD}	0	30(2)	mA
DVDD 拉载能力	I_{DVDD}	0	30(2)	mA
工作环境温度	T_A	-40	125	°C

（1）在 VREF = 0 至约 0.3V 工作时，精度会降低；

（2）遵守功耗和热耗散限制；

热性能参数

热指标		TMI8722-Q1 QFN5x5-32 32 PINS	单位
$R_{\theta J}$	结对环境热阻	33.5	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结对外壳(顶部)热阻	20.1	°C/W
$R_{\theta JB}$	结对板热阻	7.0	°C/W
Ψ_{JT}	结顶表征参数	0.35	°C/W
Ψ_{JB}	连接到板表征参数	7.0	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	结对壳(底部)热阻	1.95	°C/W

电特性参数

如无特殊规定，T_A = 25°C。

参数	符号	条件	最小	典型	最大	单位
电源参数(VM, DVDD, AVDD, VCP)						
VM 工作电压	V_{VM}	驱动模块工作	5.5		38	V
		数字模块工作	4.5		38	
VM 工作电流	I_{VM}	VM = 13.5V, nSLEEP=1	3	5	7	mA
VM 睡眠电流	$I_{VMSLEEP}$	VM = 13.5V, nSLEEP=0, T_A=25°C			2	μA
		VM = 13.5V, nSLEEP=0, T_A=125°C			10	
内部数字稳压器电压	V_{DVDD}	2mA load	3	3.3	3.5	V
		30mA load, VM = 13.5 V	2.9	3.2	3.5	
内部模拟稳压器电压	V_{AVDD}	2mA load	4.7	5	5.3	V
		30mA load, VM = 13.5 V	4.6	5	5.3	
电荷泵（VCP, CP2, CP1）						
VCP 电压	V_{VCP}	V_{VM} = 13.5 V; I_{VCP} = 0 to 12 mA	22.5	23.5	24.5	V
		V_{VM} = 8 V; I_{VCP} = 0 to 10 mA	13.7	14	14.8	
		V_{VM} = 5.5 V; I_{VCP} = 0 to 8 mA	8.9	9.1	9.5	
VCP 拉载能力	I_{VCP}	V_{VM} > 13.5 V	12			mA
		8 V < V_{VM} < 13.5 V	10			
		5.5 V < V_{VM} < 8 V	8			
电荷泵频率	$f_{s(VCP)}$			90		kHz
睡眠时间	t_{sleep}	nSLEEP = 0 V to 睡眠模式			100	μs
唤醒时间	t_{wake}	nSLEEP = 5 V to 工作模式			1	ms
逻辑输入参数(IN1/PH, IN2/EN, nSLEEP, MODE)						
输入低电平	V_{IL}		0		0.8	V
输入高电平	V_{IH}		1.5		5	V
输入迟滞	V_{HYS}		100			mV
输入低电平电流	I_{IL}	VIN = 0 V	-5		5	μA
输入高电平电流	I_{IH}	VIN = 5 V			50	μA
下拉电阻	R_{PD}	IN1/PH, IN2/EN, nSLEEP		100		kΩ
		MODE		65		kΩ
上拉电阻	R_{PU}	MODE		48		kΩ
开漏输出参数（nFAULT)						
输出低电平电压	V_{OL}	I_O = 2 mA			0.5	V
输出高电平电流	I_{OD}	V_{OD} = 5V	-2		2	μA

电特性参数(续)

如无特殊规定，T_A = 25°C。

参数	符号	条件	最小	典型	最大	单位
栅极驱动参数(GH1, GH2,GL1, GL2)						
高侧 VGS 电压	V_{GSH}	V_{VM} > 13.5 V; V_{GSH} with respect to OUTx		10.5		V
		V_{VM} = 8 V; V_{GSH} with respect to OUTx		6.9		
		V_{VM} = 5.5 V; V_{GSH} with respect to OUTx		4.3		V
低侧 VGS 电压	V_{GSL}	V_{VM} > 10.5 V		10.5		V
		V_{VM} < 10.5 V		V_{VM}		
高侧峰值驱动电流 (SOURCE)	$I_{DRIVE(SRC_HS)}$	$R_{(IDRIVE)}$ < 1kΩ to GND		10		mA
		$R_{(IDRIVE)}$ = 33kΩ to GND		20		
		$R_{(IDRIVE)}$ = 200kΩ to GND		50		
		$R_{(IDRIVE)}$ > 2MΩ to GND		150		
		$R_{(IDRIVE)}$ = 68kΩ to AVDD		200		
		$R_{(IDRIVE)}$ = 1kΩ to AVDD		240		
高侧峰值驱动电流 (SINK)	$I_{DRIVE(SRC_HS)}$	$R_{(IDRIVE)}$ < 1kΩ to GND		20		mA
		$R_{(IDRIVE)}$ = 33kΩ to GND		40		
		$R_{(IDRIVE)}$ = 200kΩ to GND		95		
		$R_{(IDRIVE)}$ > 2MΩ to GND		280		
		$R_{(IDRIVE)}$ = 68kΩ to AVDD		380		
		$R_{(IDRIVE)}$ = 1kΩ to AVDD		460		
低侧峰值驱动电流 (SOURCE)	$I_{DRIVE(SRC_HS)}$	$R_{(IDRIVE)}$ < 1kΩ to GND		10		mA
		$R_{(IDRIVE)}$ = 33kΩ to GND		20		
		$R_{(IDRIVE)}$ = 200kΩ to GND		45		
		$R_{(IDRIVE)}$ > 2MΩ to GND		130		
		$R_{(IDRIVE)}$ = 68kΩ to AVDD		180		
		$R_{(IDRIVE)}$ = 1kΩ to AVDD		225		
低侧峰值驱动电流 (SINK)	$I_{DRIVE(SRC_HS)}$	$R_{(IDRIVE)}$ < 1kΩ to GND		20		mA
		$R_{(IDRIVE)}$ = 33kΩ to GND		40		
		$R_{(IDRIVE)}$ = 200kΩ to GND		95		
		$R_{(IDRIVE)}$ > 2MΩ to GND		280		
		$R_{(IDRIVE)}$ = 68kΩ to AVDD		350		
		$R_{(IDRIVE)}$ = 1kΩ to AVDD		440		

电特性参数(续)

如无特殊规定，T_A = 25°C。

参数	符号	条件	最小	典型	最大	单位
保持电流	I_{HOLD}	Source current after t_{DRIVE}		10		mA
		Sink current after t_{DRIVE}		40		
强下拉电流	I_{STRONG}	GHx		750		mA
		GLx		1000		
栅极下拉电阻	R_{OFF}	Pulldown GHx to OUTx		150		kΩ
		Pulldown GLx to GND		150		
传播延迟	t_{pd}	IN1, IN2 to GHx or GLx		500		ns
输出死区时间	t_{DEAD}			120		ns
栅极驱动电流驱动时间	t_{DRIVE}			2.5		μs
栅极钳位电压(GHx)	$V_{C(GS)}$	正向钳位电压		16		V
		负向钳位电压		-0.7		
电流调节参数（SP, SN, SO, VREF）						
VREF 输入电压	V_{VREF}		0.3		3.6	V
VREF 输入阻抗	R_{VREF}		1			MΩ
采样增益	A_V	60 < V_{SP} < 225 mV; VSN = GND	19.3	19.8	20.3	V/V
输入电压偏置	V_{IO}	V_{SP} = V_{SN} = GND		5	10	mV
偏置温漂	$V_{IO(DRIFT)}$	V_{SP} = V_{SN} = GND		10		μV/°C
SP 输入电流	I_{SP}	V_{SP} = 100 mV; V_{SN} = GND		-20		μA
SO 输出电压	V_{SO}		A_V x V_{IO}		4.5	V
固定关断时间	t_{off}			25		μs
消隐时间	t_{BLANK}			2		μs
保护功能						
VM 欠压阈值	V_{UVLO2}	VM falling		5.25		V
		VM rising		5.4		
VM 数字电路欠压阈值	V_{UVLO1}				4.5	V
VM 欠压迟滞	V_{UVLO_HYS}	Rising to falling threshold		150		mV
电荷泵欠压阈值	V_{CP_UVLO}	VCP falling		V_{VM} + 2.8		V
		VCP rising		V_{VM} + 3.0		
电荷泵欠压迟滞	V_{CPUV_HYS}	Rising to falling threshold		200		mV

电特性参数(续)

如无特殊规定，T_A = 25°C。

参数	符号	条件	最小	典型	最大	单位
VDS 阈值	$V_{DS\ (OCP)}$	$R_{(IDRIVE)}$ < 1kΩ to GND		0.06		V
		$R_{(IDRIVE)}$ = 33kΩ to GND		0.12		
		$R_{(IDRIVE)}$ = 200kΩ to GND		0.24		
		$R_{(IDRIVE)}$ > 2MΩ to GND		0.48		
		$R_{(IDRIVE)}$ = 68kΩ to AVDD		0.96		
		$R_{(IDRIVE)}$ < 1kΩ to AVDD		Disabled		
SP 过流保护阈值	$V_{SP\ (OCP)}$	V_{SP} with respect to GND	0.8	1	1.2	V
OCP 抗尖峰时间	t_{OCP}		4	4.5	5	μs
OCP 重启时间	t_{RETRY}		2.8	3	3.2	ms
过温关断温度	T_{SD}			160		°C
过温关断迟滞	T_{HYS}			25		°C

功能说明

概述

TMI8722-Q1 是 H 桥栅极驱动器，通过外部四个 N-MOSFET 驱动有刷直流电机；在独立半桥下工作时，可以同时驱动两个直流有刷电机。TMI8722-Q1 工作电源电压 5.5V 到 38V，可通过 nSLEEP 引脚进入低功耗模式，控制方式可配置：PWM，PH/EN 或独立半桥。

TMI8722-Q1 采用智能栅极驱动技术，结合保护功能和栅极驱动可配置性。栅极驱动电流可通过设备本身进行调整，以针对不同的 MOSFET 进行优化，峰值电流可以通过 TMI8722-Q1 的 IDRIVE 引脚进行设置。当 VM 电压超过 13.5V 时，高侧和低侧栅极电压(VGS)均为 10.5V 左右。在较低的 VM 电压下，VGS 会降低。

TMI8722-Q1 内部集成电流斩波调节，可以有效限制浪涌或启动电流和运行电流。设备包含一个分流放大器，用于为系统控制器提供精确的电流测量，SO 引脚输出采样放大器的电压。设备提供一系列保护功能，包括 VM 欠压保护，电荷泵欠压保护，用于外部 MOSFET 的 VDS 过流保护和 VGS 栅极故障保护，以及内部热关断等。

控制方式

TMI8722-Q1 使用可配置的输入接口进行控制，提供三种控制方式，以适应不同的控制方案。控制模式通过 MODE 引脚选择，如表 1 所示。MODE 引脚在 VM 上电或退出睡眠模式时锁存。

表 1 MODE 引脚配置

MODE 状态	控制方式
H	独立半桥模式
L	H 桥 PH/EN
Hi-Z	H 桥 PWM

逻辑控制方式真值表如表 2，表 3，表 4 所示。

表 2 PH/EN 控制模式 (MODE = L)

nSLEEP	PH	EN	GH1	GL1	OUT1	GH2	GL2	OUT2	AVDD/DVDD	电机状态
0	X	X	X	X	Hi-Z	X	X	Hi-Z	不工作	睡眠
1	X	0	0	1	L	0	1	L	工作	刹车
1	0	1	0	1	L	1	0	H	工作	反转
1	1	1	1	0	H	0	1	L	工作	正转

表 3 半桥控制模式 (MODE = H)

nSLEEP	IN1	IN2	GH1	GL1	OUT1	GH2	GL2	OUT2	AVDD/DVDD	工作状态
0	X	X	X	X	Hi-Z	X	X	Hi-Z	不工作	Sleep
1	X	0	X	X	X	0	1	L	工作	HB2 低侧开启
1	X	1	X	X	X	1	0	H	工作	HB2 高侧开启
1	0	X	0	1	L	X	X	X	工作	HB1 低侧开启
1	1	X	1	0	H	X	X	X	工作	HB1 高侧开启

表 4 PWM 控制模式 (MODE = Hi-Z)

nSLEEP	IN1	IN2	GH1	GL1	OUT1	GH2	GL2	OUT2	AVDD/DVDD	工作状态
0	X	X	X	X	Hi-Z	X	X	Hi-Z	不工作	睡眠
1	0	0	0	0	Hi-Z	0	0	Hi-Z	工作	滑行
1	1	0	1	0	H	0	1	L	工作	正转
1	0	1	0	1	L	1	0	H	工作	反转
1	1	1	0	1	L	0	1	L	工作	刹车

电流调节

通过电机绕组的最大电流可以通过关断时间固定的电流 PWM 斩波调节。当电机在正转或反转时，电机电流依赖于绕组直流电压和电感以一定的速率上升，当电流达到斩波阈值时，H 桥进入刹车模式(低侧慢衰减)，直到固定关断时间结束。采样过程中，SP 引脚上的电压会被屏蔽一段时间(t_{BLANK})，然后使能电流采样电路。

限流的最大值通过选择采样电阻和 VREF 引脚电压来设定，使用下面的公式计算斩波电流(I_{CHOP})。

$$I_{CHOP} = \frac{V_{VREF} - V_{IO} \times A_V}{A_V \times R_{SENSE}}$$

例如，采样电阻 50mΩ，VREF 电压 3.3V，采样比例 20V/V，偏置电压 V_{IO} 5mV，那么最大限流值 I_{CHOP} 为 3.2A。

采样放大器输出(SO)

TMI8722-Q1 的 SO 引脚的电压等于 SP 和 SN 引脚两端的电压乘以采样增益 Av。SO 电压仅在正向或反向驱动时有效。用下面的公式可以近似计算 H 桥的电流。

$$I = \frac{V_{SO} - V_{IO} \times A_V}{A_V \times R_{SENSE}}$$

当 SP 和 SN 电压为 0V 时，SO 引脚输出放大器的偏置电压乘以放大器增益 V_{IO} x Av。当 SP 和 SN 电压大于 0V 时，SO 引脚输出放大器偏置电压与感应电阻两端电压之和乘以放大器增益(V_{IO} + V_{RSENSE}) × Av。

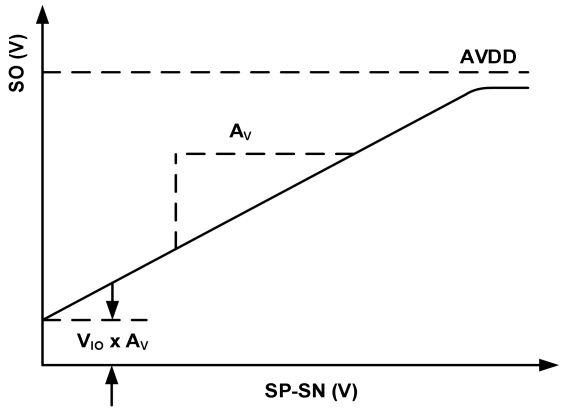


图 2 电流采样放大器输出

SO 引脚可以提供 5mA 的电流。如果引脚与地短路，或者引脚驱动更高电流的负载，则输出作为恒流源。在这种状态下，输出电压不能代表 H 桥电流。在制动模式器件，电流通过低侧 MOS 循环，没有电流通过采样电阻，所以输出电压不能表示 H 桥电流。

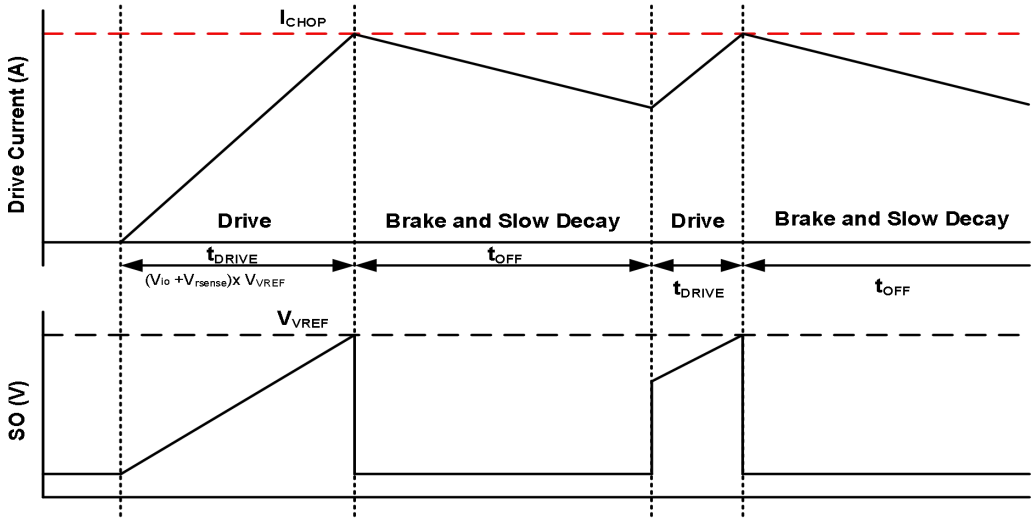


图 3 电流采样放大器和电流斩波工作状态

栅驱驱动结构

TMI8722-Q1 是单通道 H 桥栅极驱动器，图 4 显示了预驱动的框图。

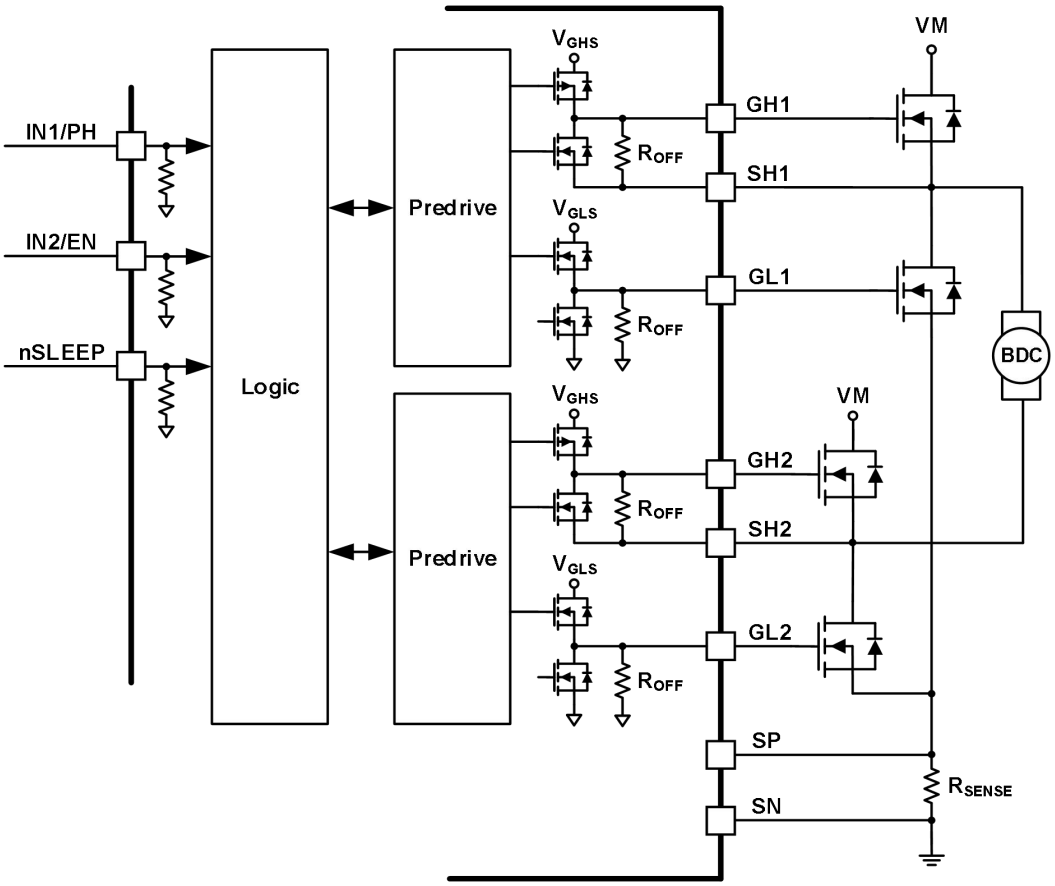


图 4 预驱动框图

TMI8722-Q1 器件内部的栅极驱动器直接驱动 N 沟道 MOSFET，进而驱动电机。高侧栅极驱动电压由电荷泵提供，而内部调节器产生低侧栅极驱动电压。

栅极驱动器的峰值驱动电流可通过 TMI8722-Q1 的 IDRIVE 引脚的下拉电阻值进行配置。峰值 SOURCE 电流可以设置为电气参数中栅极驱动参数部分列出的值。SINK 电流的峰值大约是 SOURCE 电流峰值的两倍。调节峰值电流会改变输出压摆率，这也取决于 MOSFET 的输入电容和栅极电荷。

较高的开关频率会对 VM 和 GND 引脚造成额外的噪声。当体二极管因反向偏置电压瞬间导通时(类似于击穿)，由于低侧体二极管的反向恢复相对较慢，很可能产生这种额外的噪声。较低的开关频率会导致额外的功耗，因为外部 MOSFET 的导通和关断时间较长。

当改变输出状态时，施加较短时间(t_{DRIVE})的峰值电流(I_{DRIVE})，对栅极电容充电。在这段时间之后，用一个弱电流源(I_{HOLD})来保持栅极所需要在的状态。当为给定的外部 MOSFET 选择栅极驱动电流时，所选电流必须足够大，以便在 t_{DRIVE} 期间对栅极完全充电或放电，否则会消耗过多的功率。

在高侧导通过程中，低侧栅极通过强下拉(I_{STRONG})被拉低。这个下拉防止低侧 MOSFET Q_{GS} 充电，并保持 MOSFET 关闭，即使输出端发生快速开关。

栅极驱动电路包括模拟电路中的死区时间，防止高侧和低侧 MOS 同时导通。

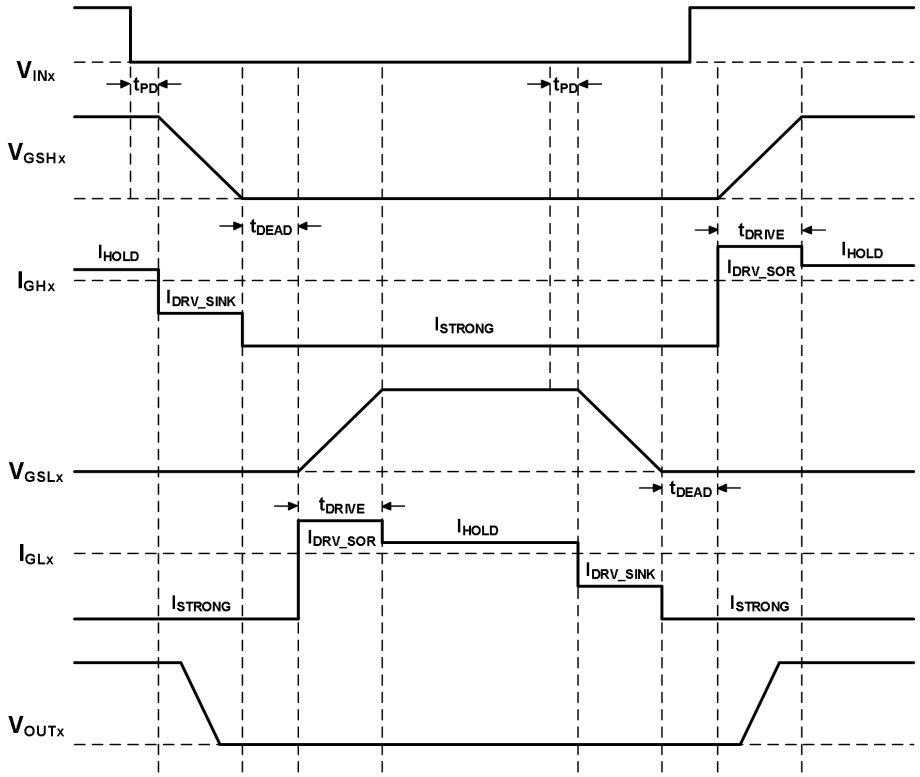


图 5 栅极驱动控制外部 MOS

过流 VDS 监视器

TMI8722-Q1 在工作时监测每个外部 MOSFET 的 VDS 电压。当 VDS 电压大于 VDS 阈值的时间超过 OCP 的抗尖峰时间(t_{OCP})后，检测到 OCP 状态。检测到之后，H 桥中的所有 GATE 在 tretry 持续时间内被禁用。之后，H 桥根据 INx 引脚的状态重新使能。如果过流故障仍然存在，循环重复；否则设备恢复正常运行。TMI8722-Q1 设备的 VDS 阈值电压可调。VDS 检测的框图如图 6 所示。

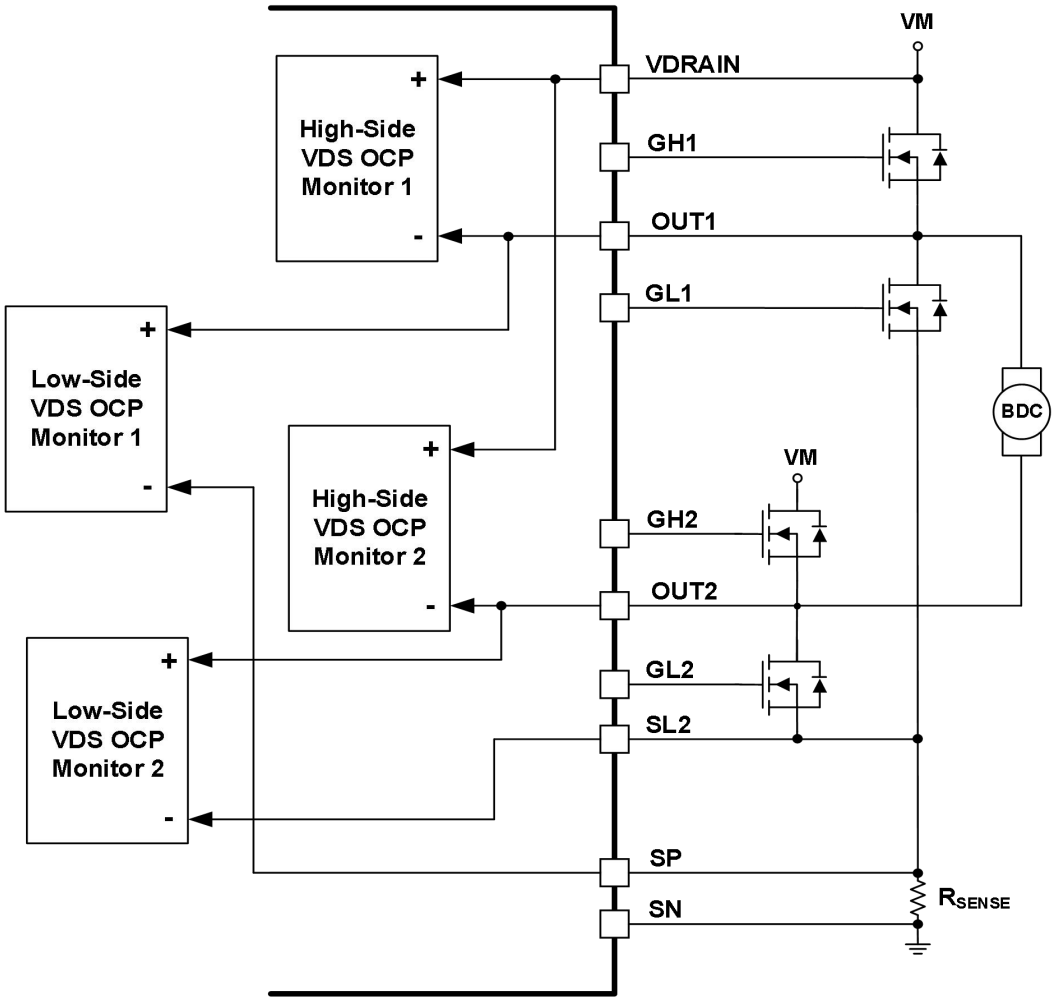


图 6 VDS 框图

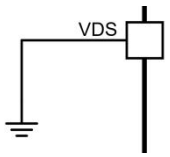
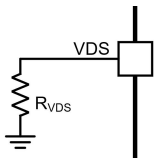
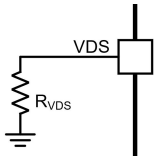
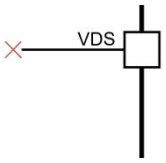
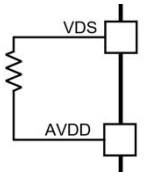
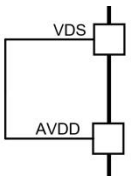
VDS 引脚功能

TMI8722-Q1 器件上的 VDS 引脚用于选择过流检测的 VDS 阈值电压。将 VDS 引脚接地选择 0.06 V 的最低设定值。将此引脚打开选择设置 0.48 V。将 VDS 引脚绑在 AVDD 上，引脚将禁用 VDS 监视器。有关 VDS 配置的详细列表，请参见表 5。

表 5. TMI8722-Q1 VDS 设置

VDS 阻值	VDS 电压	过流检测 $V_{DS(OCP)}$阈值电压
$R_{(VDS)}$ < 1kΩ to GND	GND	0.06
$R_{(VDS)}$ = 33kΩ to GND	0.7V ± 5%	0.12
$R_{(VDS)}$ = 200kΩ to GND	2V ± 5%	0.24
$R_{(VDS)}$ > 2MΩ to GND	3V ± 5%	0.48
$R_{(VDS)}$ = 68kΩ to AVDD	4V ± 5%	0.96
$R_{(VDS)}$ < 1kΩ to AVDD	AVDD	Disable

表 6. VDS 引脚电阻设置

VDS 阻值	VDS 电压	过流检测$V_{DS(OCP)}$阈值电压	电路
$R_{(VDS)}$ < 1kΩ to GND	GND	0.06V	
$R_{(VDS)}$ = 33kΩ to GND	0.7V ± 5%	0.12V	
$R_{(VDS)}$ = 200kΩ to GND	2V ± 5%	0.24V	
$R_{(VDS)}$ > 2MΩ to GND FLOATING	3V ± 5%	0.48V	
$R_{(VDS)}$ = 68kΩ to AVDD	4V ± 5%	0.96V	
$R_{(VDS)}$ < 1kΩ to AVDD	AVDD	Disable	

IDRIVE 引脚功能

H 桥输出(OUTx 引脚)的上升和下降时间可以通过设置 IDRIVE 电阻值或将电压强制到 IDRIVE 引脚来调整。如果选择更高的 IDRIVE 设置，FET 栅极电压会上升得更快。FET 栅极的斜坡直接影响 H 桥输出的上升和下降次数。

将 IDRIVE 引脚接地选择 10 mA SOURCE 电流和 20 mA SINK 电流的最低驱动器设置。在 VM 电压为 13.5 V 时，将此引脚悬空，选择 SOURCE 电流为 155mA/130mA 低侧，SINK 电流为 265mA/260mA 低侧的驱动设置。有关 IDRIVE 配置的详细列表，请参见表 7.

表 7. TMI8722-Q1 IDRIVE 设置

IDRIVE 电阻	IDRIVE 电压	Source Current		Sink Current	
		V_{VM} = 5.5 V	V_{VM} = 13.5 V	V_{VM} = 5.5 V	V_{VM} = 13.5 V
< 1kΩ to GND	GND	High-side: 10 mA Low-side: 10 mA	High-side: 10 mA Low-side: 10 mA	High-side: 20 mA Low-side: 20 mA	High-side: 20 mA Low-side: 20 mA
= 33kΩ to GND	0.7V ± 5%	High-side: 20 mA Low-side: 20 mA	High-side: 20 mA Low-side: 20 mA	High-side: 40 mA Low-side: 40 mA	High-side: 40 mA Low-side: 40 mA
=200kΩ to GND	2V ± 5%	High-side: 50 mA Low-side: 40 mA	High-side: 50 mA Low-side: 45 mA	High-side: 90 mA Low-side: 85 mA	High-side: 95 mA Low-side: 95 mA
> 2MΩ to GND	3V ± 5%	High-side: 145 mA Low-side: 115 mA	High-side: 155 mA Low-side: 130 mA	High-side: 250 mA Low-side: 235 mA	High-side: 265 mA Low-side: 260 mA
= 68kΩ to AVDD	4V ± 5%	High-side: 190 mA Low-side: 145 mA	High-side: 210 mA Low-side: 180 mA	High-side: 330 mA Low-side: 300 mA	High-side: 350 mA Low-side: 350 mA

VM 欠压保护

当 VM 电压小于 VM 欠压阈值(UVLO2)时，H 桥中所有 MOSFET 关断，电荷泵关闭，nFAULT 拉低，。当 VM 电压高于欠压阈值(UVLO2)后，操作恢复，nFAULT 拉高。

VCP 欠压保护

当 VCP 引脚上的电压低于电荷泵欠压阈值时，H 桥中的所有 MOS 禁用，nFAULT 被拉低，当 VCP 电压高于 CPUV 阈值后恢复工作状态。恢复后，nFAULT 拉高。

故障响应

故障条件下设备的响应如表 8 所示。

表 8 故障响应

FAULT	CONDITION	H-BRIDGE	CHARGE PUMP	AVDD	DVDD	RECOVERY
UVLO	$V_{VM} \leq V_{(UVLOx)}$	Disabled	Disabled	Disabled	Operating	$V_{VM} \geq V_{(UVLOx)}$
CPUV	$V_{VCP} \leq V_{(CP_UV)}$	Disabled	Operating	Operating	Operating	$V_{VCP} \geq V_{(CP_UV)}$
OCP	$V_{DS} \geq V_{DS(OCP)}$ $V_{SP} - V_{SN} > 1$ V	Disabled	Operating	Operating	Operating	$t_{(RETRY)}$
GDF	Gate voltage unchanged after $t_{(DRIVE)}$	Disabled	Operating	Operating	Operating	$t_{(RETRY)}$
TSD	$T_J \geq T_{SD}$	Disabled	Disabled	Disabled	Operating	$T_J \leq T_{SD} - T_{hys}$

栅极故障保护(GDF)

TMI8722-Q1 通过监控 GHx 和 GLx 引脚检测栅极驱动器故障。如果外部 MOSFET 栅极电压在 tDRIVE 时间后没有增加或减少，则检测到栅极故障。当 GHx 或 GLx 短接到 GND、OUTx 或 VM 引脚时，也会出现该故障。此外，当选定的驱动电流不足以打开外部 MOSFET 时，也会发生栅极驱动器故障。故障发生后，所有的 MOSFET 被禁用，nFAULT 被拉低，经过 OCP 重启时间 tretry 之后，驱动程序重新启用，nFLULT 恢复。

应用原理图

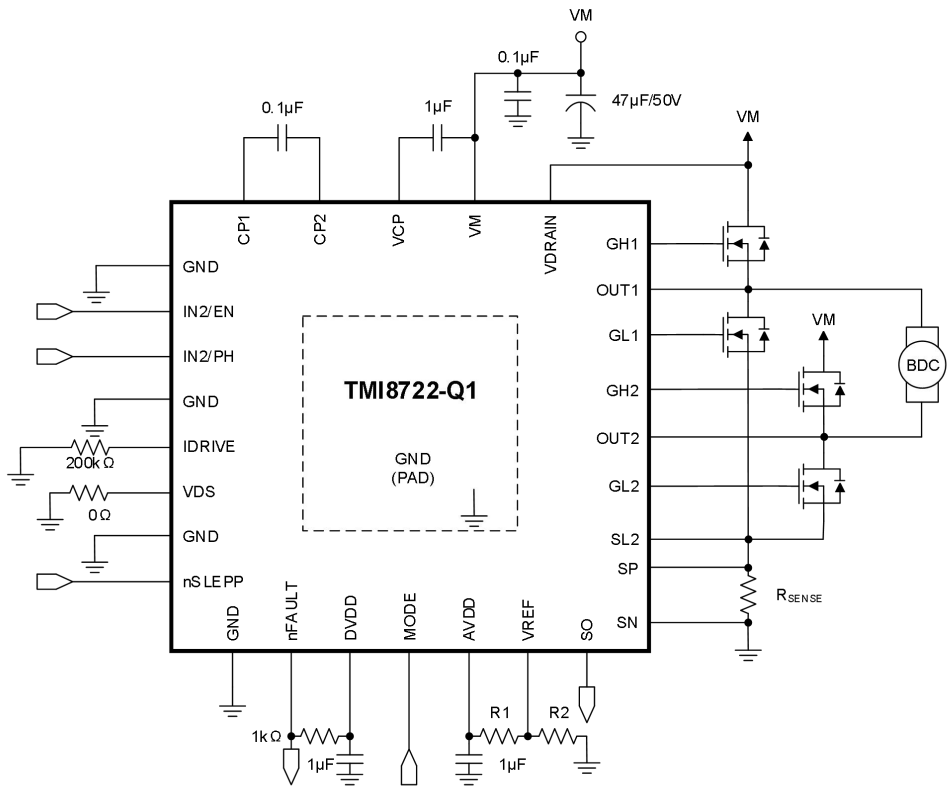


图 7 TMI8722-Q1 应用原理图

框图

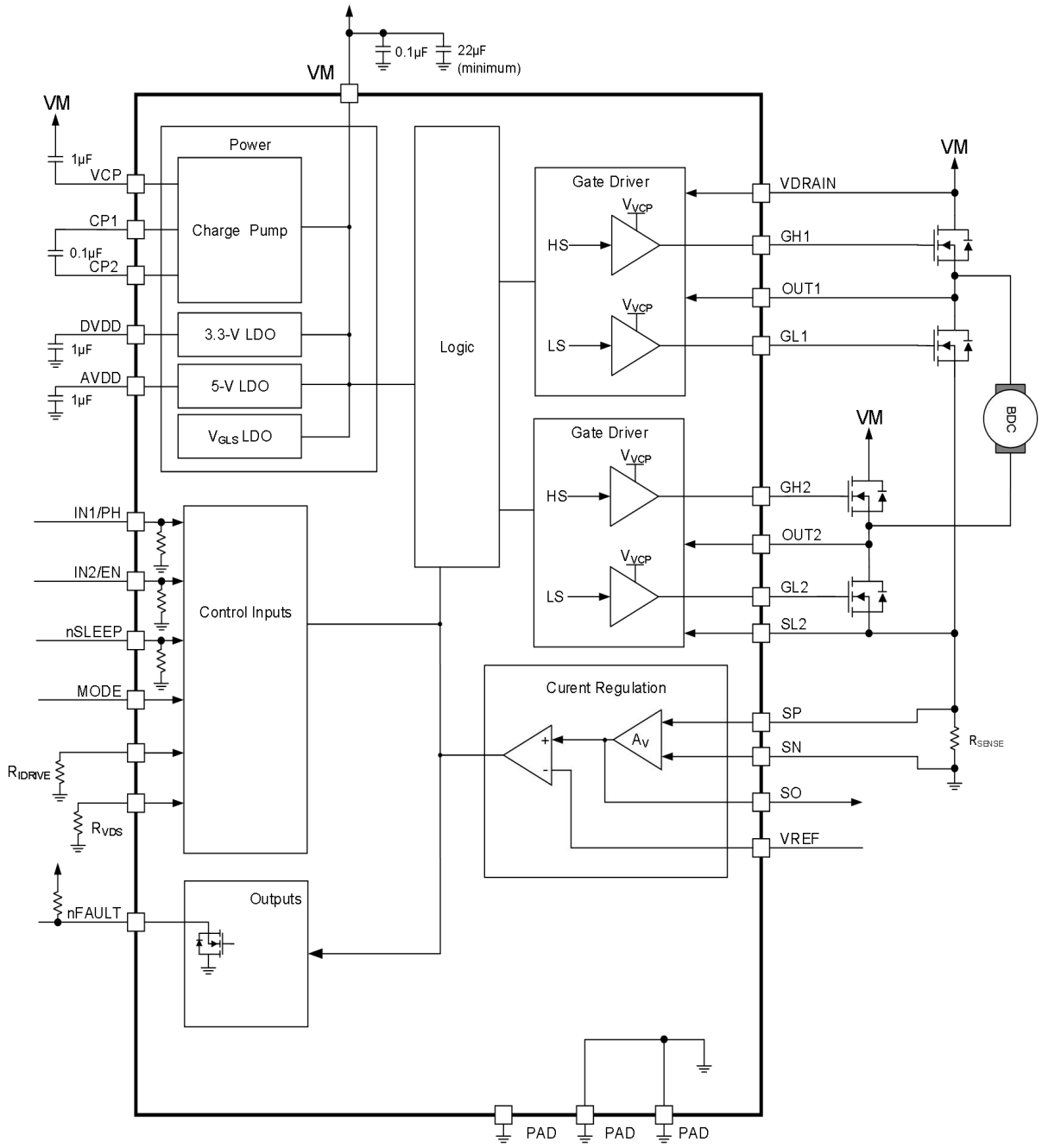
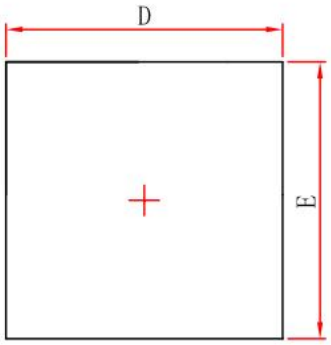


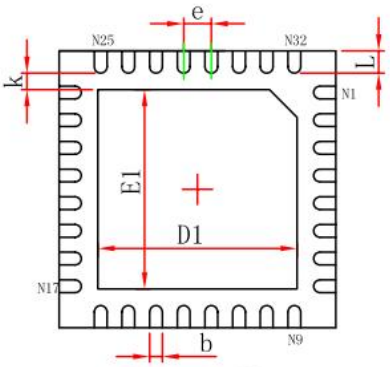
图 8 TMI8722-Q1 框图

封装信息

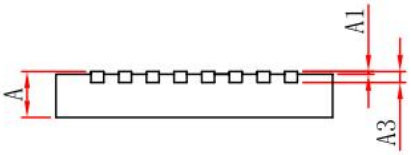
QFN5x5-32



Top View



Bottom View



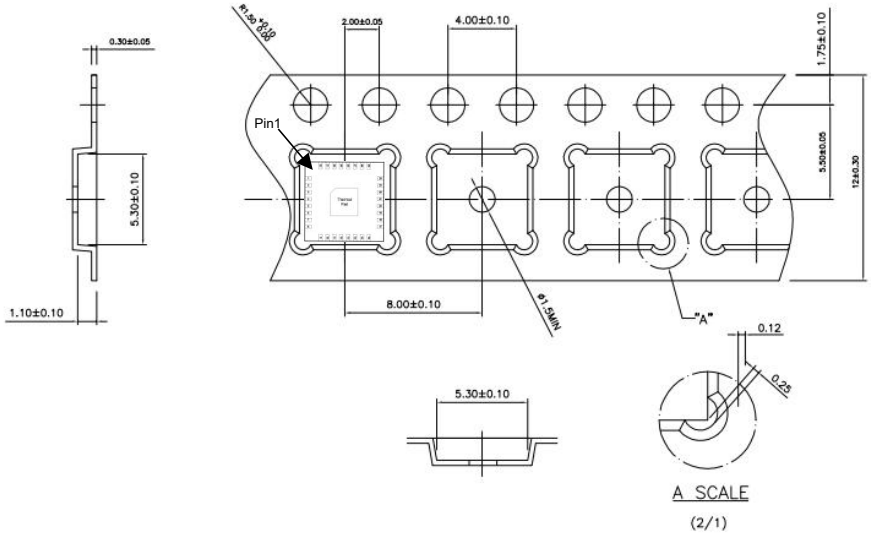
Side View

Unit: mm

Symbol	Dimensions In Millimeters		Symbol	Dimensions In Millimeters	
	Min	Max		Min	Max
A	0.700	0.800	E1	3.300	3.500
A1	0.000	0.050	k	0.200MIN	
A3	0.203REF		e	0.500TYP	
D	4.924	5.076	b	0.200	0.300
E	4.924	5.076	L	0.324	0.476
D1	3.300	3.500			

包装尺寸

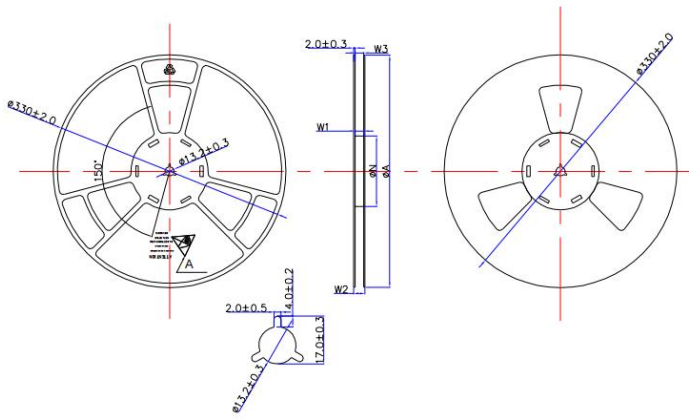
编带尺寸：QFN5x5-32



Unit: mm

Symbol	Dimensions	Symbol	Dimensions	Symbol	Dimensions	Symbol	Dimensions
A0	6.70±0.10	θ	5° TYP	E	1.75±0.10	D1	1.55MIN
B0	10.05±0.10	t	0.30±0.05	F	7.50±0.10	P0	0.30±0.10
K0	1.50±0.10	W	16.00±0.30	P2	2.00±0.10	10P0	40.00±0.20
K1	1.35±0.10	P	8.00±0.10	D	1.50±0.10		

卷盘尺寸：QFN5x5-32



Unit: mm

Ø A	Ø N	W1(+2/0)	W2(Max)	W2(Max)
330±2.0	100±1.0	12.4	18.4	11.9/15.4

注释:

1）所有尺寸均以毫米为单位。
2）每卷单位数量为 5000。
3）MSL 级别为 3 级。

重要通知

本文档仅提供产品信息。 拓尔微电子股份有限公司保留对其产品进行更正、修改、增强、改进和其他更改以及随时停止任何产品的权利，恕不另行通知。

拓尔微电子股份有限公司不对除完全包含在产品中的电路之外的任何电路的使用负责。 不暗示任何电路专利许可。

拓尔微电子股份有限公司保留所有权利。

http://www.toll-semi.com