

智能功率模块（IPM）——MRD7110S

概述

该三相直流无刷电机驱动芯片内置高压功率管、180° 正弦波形逻辑芯片以及高压驱动芯片，构成一个完整的电机控制系统。针对电机控制的应用，该控制器内置限流、过流、过热、欠压、过压、堵转、转速限定保护功能，且内置高压自举二极管。

主要规格

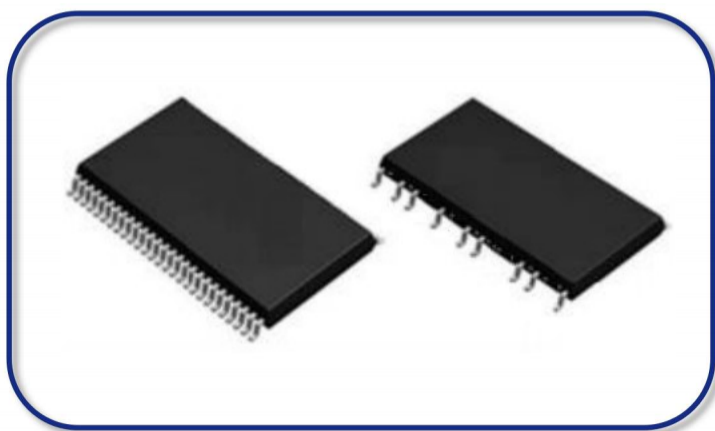
- ◆ 输出 MOSFET 耐压： 600V
- ◆ 输出电流峰值： 1.5A (Max)
- ◆ 最高结温： +150°

特性：

- ◆ 内置高压栅极驱动（包含自举二极管）
- ◆ 有传感器正弦波驱动
- ◆ 超前角可以自由设定
- ◆ 可以设定电机旋转方向
- ◆ 有速度反馈信号输出
- ◆ 内置保护回路：限流, 过流, 过热, 欠压, 过压, 堵转, 转速限定

封装

- ◆ SSOP36
 - 长(典型值)：22.0mm
 - 宽(典型值)：14.1mm
 - 高(最大值)：2.4mm



目录

1. 方框图	3
2. 引脚排列和描述	4
3. 模块描述	5
3.1 转速控制 (VSP)	5
3.2 载波频率 (FST)	5
3.3 速度反馈信号输出 (FGST)	5
3.4 电机转向设定 (DIR)	5
3.5 霍尔信号处理	6
3.6 超前角设定 (LA1、LA2)	6
3.7 限流 (OCL) 电路和过流保护 (OCP) 电路	6
3.8 欠压保护	6
3.9 过压保护	7
3.10 温度保护	7
3.11 电机堵转保护	7
3.12 故障信号输出	7
3.13 开关时间	7
4. 特性参数	8
4.1 极限参数	8
4.2 热阻	8
4.3 推荐工作条件	9
4.4 电气特性-驱动器及功率器件部分	9
4.5 电气特性-控制器部分	10
5. 应用示例	11
5.1 回路图	11
6. 型号和标记	12
7. 封装外形图	12
8. 版本历史	13

1. 方框图

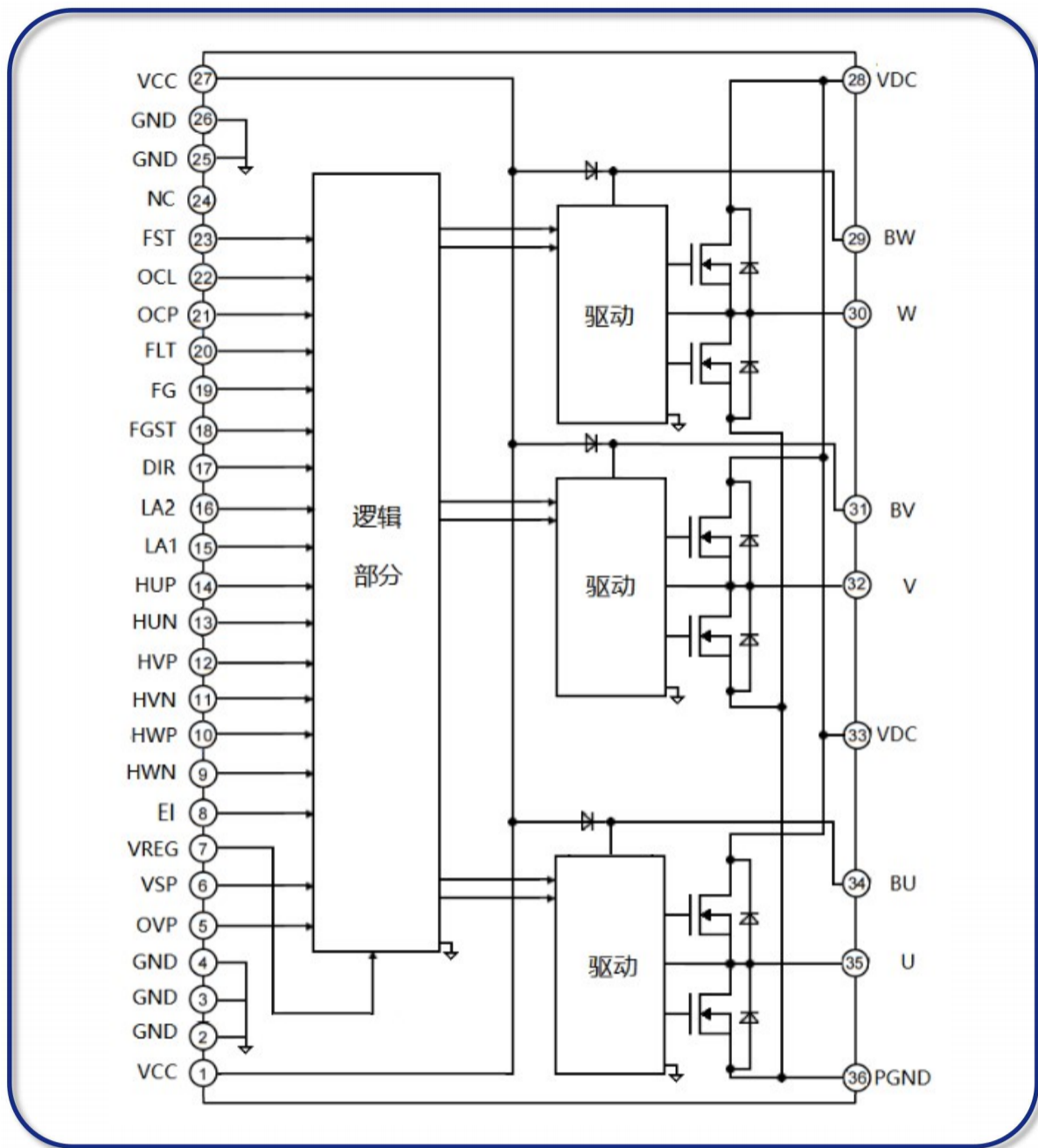


图1：方框图

2. 引脚排列和描述

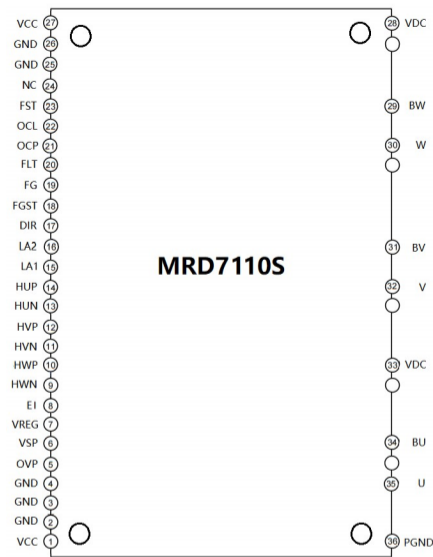


图2：引脚排列

引脚	名称	功能	引脚	名称	功能
27	VCC	低压电源输入	28	VDC	高压电源输入
26	GND	地	-	VDC	高压电源输入
25	GND	地			
24	NC	-			
23	FST	载波频率设定	29	BW	W相驱动悬浮电压
22	OCL	限流引脚			
21	OCP	电流保护引脚	30	W	W相输出
20	FLT	故障信号输出	-	W	W相输出
19	FG	FG信号输出			
18	FGST	FG脉冲选择			
17	DIR	方向控制输入			
16	LA2	超前角度设定终点	31	BV	V相驱动悬浮电压
15	LA1	超前角度设定起点			
14	HUP	霍尔信号输入U相正端	32	V	V相输出
13	HUN	霍尔信号输入U相负端	-	V	V相输出
12	HVP	霍尔信号输入V相正端			
11	HVN	霍尔信号输入V相负端			
10	HWP	霍尔信号输入W相正端	33	VDC	高压电源输入
9	HWN	霍尔信号输入W相负端	-	VDC	高压电源输入
8	EI	固定引脚			
7	VREG	电源输入			
6	VSP	控制信号输入	34	BU	U相驱动悬浮电压
5	OVP	高压采样信号输入	-	U	U相输出
4	GND	地	35	U	U相输出
3	GND	地			
2	GND	地			
1	VCC	低压电源输入	36	PGND	地(电流感应引脚)

3. 模块描述

3.1 转速控制 (Vsp)

输出电压可以通过给Vsp引脚的直流电压值来控制，
范围为Vspmin 2.1V到Vspmax 5V。最大转速为3000rpm。

※ 该引脚不可悬空

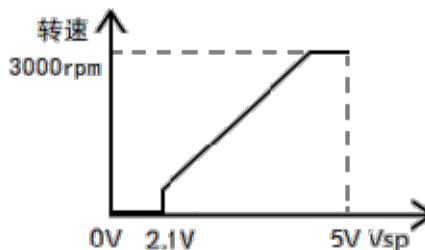


图3：转速控制

3.2 载波频率 (FST)

载波频率可以通过分压电阻进行灵活的设定。
范围可以设置在15kHz (<1V) 到25kHz (>4V) 内。

※ 该引脚不可悬空

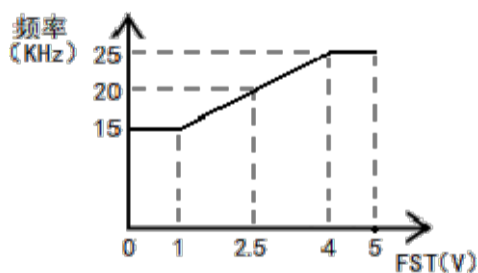


图4：载波频率

3.3 速度反馈信号输出 (FGST)

速度反馈输出脉冲数可根据电机的极对数和转速进行切换。

速度反馈信号由FG引脚输出。FG的输出设定可以根据电机的极对数（4或者5对级）灵活设定。

【例】

5对极电机，VFGST=2.5V，电机每个机械周期输出 $5 \times 2.4 = 12$ 个脉冲

4对极电机，VFGST=5V，电机每个机械周期输出 $4 \times 3 = 12$ 个脉冲

※ 该引脚不可悬空

VFGST	脉冲数量 (每个电周期)
VFGST < 1V	1
2V < VFGST < 3V	2.4
4V < VFGST < 5V	3

3.4 电机转向设定 (DIR)

旋转方向可以通过DIR引脚进行切换。当DIR引脚为“L”时，
电机按CW方向旋转。反之当DIR引脚为的“H”时，电机反
方向旋转。

※ 该引脚不可悬空

DIR	转向
低	CW
高	CCW

3.5 霍尔信号处理

霍尔信号输入到芯片后，经过内部比较器比较后得到电机的位置信号。建议在比较器的输入引脚之间连接电容值为100pF到0.01uF之间的电容。

3.6 超前角设定 (LA1、LA2)

由于不同电机的电阻，电感等参数的不同，线圈中电流会有一定延迟。为获得最佳出力点，驱动信号有时需要超前于霍尔信号。通过对LA1、LA2引脚输入电压的设置，可以对超前角进行设定。LA1代表初始超前角，LA2代表超前角随转速增加而增加的斜率（图5-1）。输入电压范围为0~5V，对应超前角范围为 $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。当LA2输入5V时，系统进入调试模式，调试模式下，可通过在线调试LA1、LA2来调整超前角，且超前角设定不受转速影响。当LA2输入0V时，系统进入固定超前角模式。固定超前角模式下，可通过单独调节LA1来调整固定超前角。

※ 该引脚不可悬空

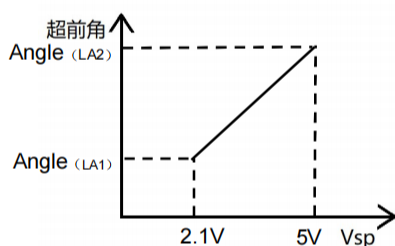


图5-1：超前角设定

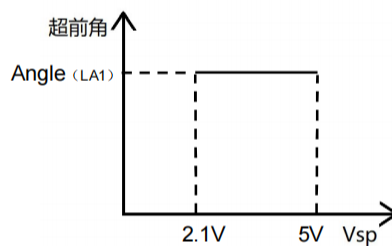


图5-2：固定超前角模式 (LA2=0V)

3.7 限流(OCL)电路和过流保护(OCP)电路

电流限制电路可以通过在输出级接地(PGND)和控制接地(GND)之间连接用于电流检测的采样电阻来实现。当OCL引脚平均电压达到或超过阈值(V_{OCL} ，典型为0.2V)时，启动电流限制，转速下降。一旦OCL引脚电压低于阈值，恢复正常工作。

当OCP引脚电压达到或超过阈值(V_{OCP} ，典型为1.0V)时，触发过流保护，门驱动器输出低到所有输出mosfet的门极，60ms后自动恢复。

※ 3S内连续50次过流保护后，将触发堵转保护。

3.8 欠压保护

为了保证驱动器所需的最低电源电压 V_{CC} ，并防止欠压故障，当电源电压 V_{CC} 降至 V_{BUVL} 及以下时，控制器强制驱动器输出低。当电压上升到 V_{BUVH} 及以上时，芯片才能正常工作。

3.9 过压保护

为了防止电源电压 V_{DC} 过高，从而导致芯片或负载破坏，当 V_{OVP} 引脚电压大于1V时，电机停止运转。电压恢复后立即恢复正常工作。

3.10 温度保护

控制器内部内置温度传感器，当控制器的结温超过预设温度（85℃）时，系统进入限速状态。当控制器的结温超过预设温度（105℃）时，系统进入保护状态，电机停止运转，温度降低后恢复运转。

3.11 电机堵转保护

在 $V_{SP} > V_{SPMIN}$ 时，当任意相霍尔信号在3秒之内没有变化时，判断电机堵转，控制器进入故障状态，15S之后自动恢复正常工作。

3.12 故障信号输出

当系统触发过流保护及过温保护时，FLT引脚输出0V。保护解除或复位后FLT恢复高电平输出。

3.13 开关时间

参数	符号	参考值	单位	工况
高边 开关时间	$t_{dH(on)}$	940	ns	<ul style="list-style-type: none"> • $V_{DC}=300V$, • $V_{CC}=15V$.$I_D=1A$ • 感性负载 • 延迟时间:内部栅极驱动输入到驱动IC输出之间的时间差。
	t_{rH}	135	ns	
	t_{rrH}	420	ns	
	$t_{dH(off)}$	535	ns	
	t_{fH}	30	ns	
低边 开关时间	$t_{dL(on)}$	930	ns	
	t_{rL}	135	ns	
	t_{rrL}	195	ns	
	$t_{dL(off)}$	525	ns	
	t_{fL}	130	ns	

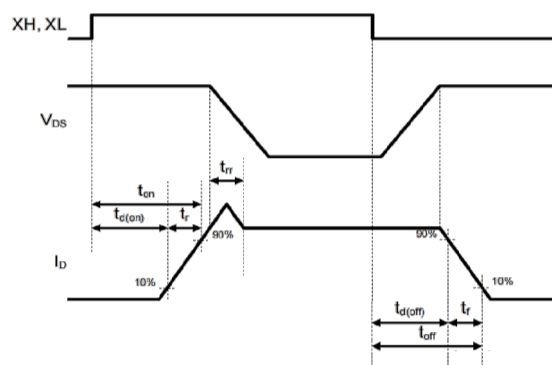


图6：开关时间

4. 特性参数

4.1 极限参数

参数	符号	参数范围	单位
MOSFET耐压	V_{DSS}	600	V
供电电压	V_{DC}	600	V
输出电压	$V_U, V_W, V_{W'}$	600	V
高边供电电压	V_{BU}, V_{BV}, V_{BW}	600	V
高边悬浮供电电压	$V_{BU}-V_U, V_{BV}-V_V, V_{BW}-V_{W'}$	20	V
低边供电电压	V_{CC}	20	V
占空比控制电压	V_{SP}	5.5	V
其他引脚	$V_{I/O}$	5.5	V
输出平均电流(DC)	$I_{OMAX(DC)}$	± 0.75	A
输出尖峰电流(Pulse)	$I_{OMAX(PLS)}$	± 1.5	A
存储温度范围	T_{stg}	-55 to +150	$^{\circ}C$
最高结温	T_{jmax}	150	$^{\circ}C$

4.2 热阻

参数	符号	热敏电阻(Typ)	单位
结温到表面的温差	$R_{\theta JC}$	14	$^{\circ}C/W$

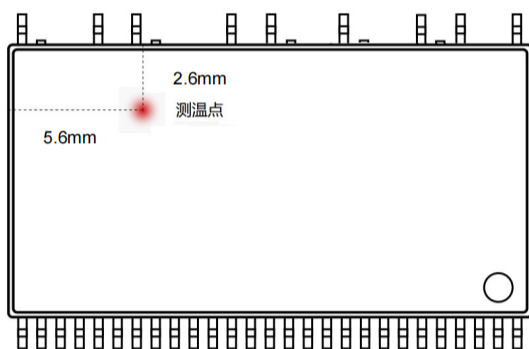


图7：热阻测温点

4.3 推荐工作条件 (T_j=25° C)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
供电电压	V _{DC}	-	310	400	V
高边浮动供电电压	V _{BU-VU} , V _{BV-VV} , V _{BW-VW}	13.5	15	16.5	V
低边供电电压	V _{CC}	13.5	15	16.5	V
自举电容	C _B	2.2	-	-	μF
V _{reg} 旁路电容	C _{reg}	10	-	-	μF
采样电阻 (PGND)	R _s	-	0.75	-	□
结温	T _j	-40	-	+150	°C

4.4 电气特性-驱动器及功率器件部分 (除非另有规定, V_{CC} = 15V, T_j = 25° C)

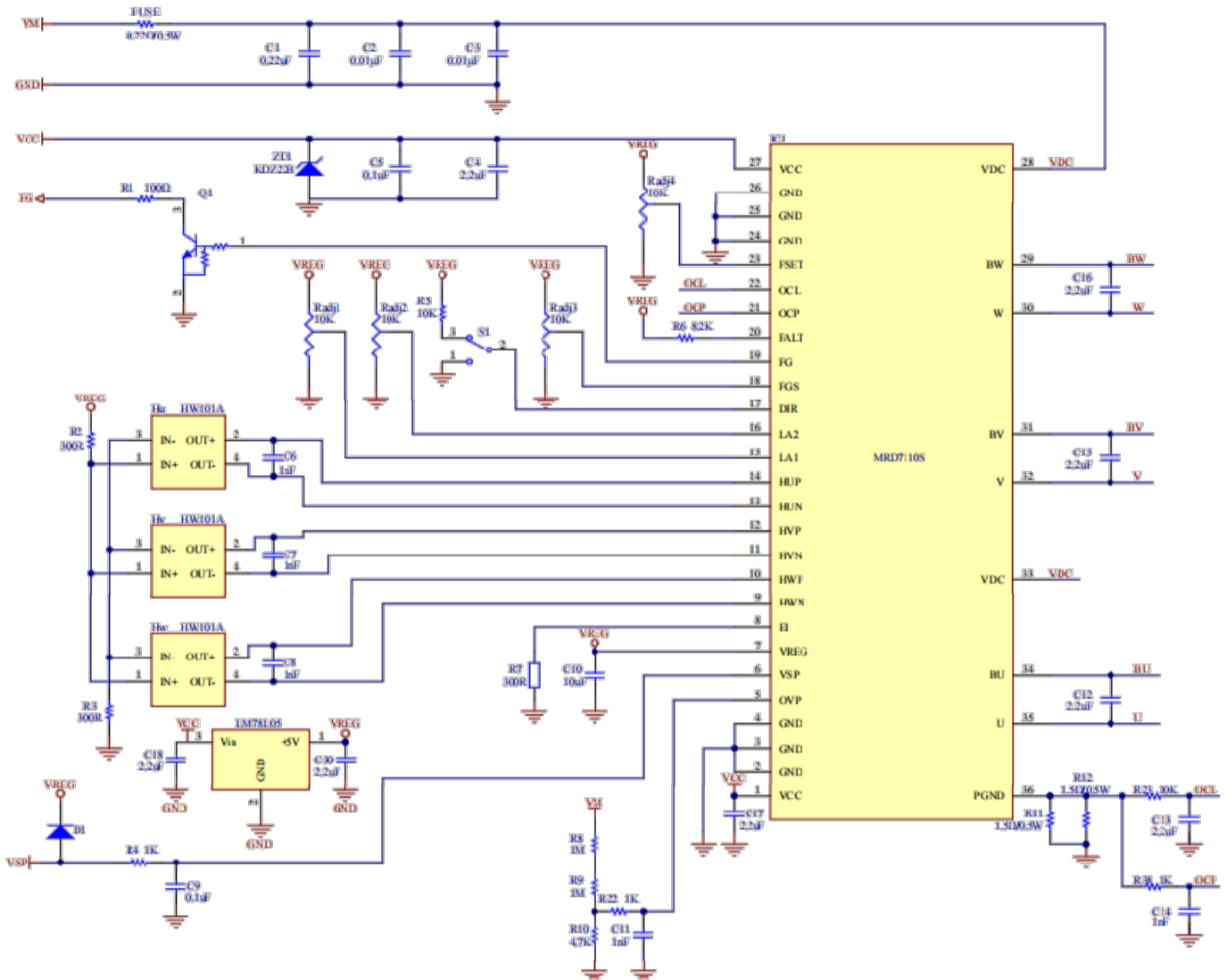
参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
全体						
高边电源静态电流	I _{BQ}	0	70	150	μA	一相
低边电源静态电流	I _{CCO}	0.2	0.7	1.3	mA	
功率器件						
D-S 击穿电压	V _{(BR)DSS}	600	-	-	V	V _{GS} =0V, I _D =250μA
漏电流	I _{DSS}	-	-	100	μA	V _{GS} =0V, V _{DS} =600V
直流导通电阻	R _{DS(ON)}	-	2.4	3.0	□	V _{CC} =15V, I _D =1A
二极管前向电压	V _{SD}	2.0	2.4	3.0	V	V _{CC} =15V, I _D =1A
自举二极管						
串联电阻	R _{BD}	-	140	-	□	
欠压保护						
欠压保护阈值	V _{BUVL}	-	8	-	V	
欠压保护恢复阈值	V _{BUVH}	-	9	-	V	

4.5 电气特性-控制器部分 (除非另有规定, VCC = 15V, Tj = 25° C)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
电源						
输入偏置电流	I _{CC}	-	6.0	-	mA	V _{SP} =0V
VREG输入电压范围	V _{REG}	4.5	5.0	5.5	V	
占空比控制						
最小占空比电压	V _{SPMIN}	1.8	2.1	2.4	V	
最大占空比电压	V _{SPMAX}	4.8	5.0	5.2	V	
最小输出占空比	D _{MIN}	-	3.6	-	%	f _{osc} =20kHz
最大输出占空比	D _{MAX}	-	97.6	-	%	f _{osc} =20kHz
电流检测 - OCP						
过流电压值	V _{OCP}	0.94	1.0	1.06	V	
电流检测 - OCL						
限流电压值	V _{OCL}	-	0.2	-	V	
相位控制						
最小超前角度	P _{MIN}	-	0	-	deg	LA1=0V、LA2=0V
最大超前角度	P _{MAX}	-	45	-	deg	LA1=5V
载波振荡器						
载波频率	f _{OSC}	15	20	25	kHz	
过压保护						
过压保护阈值	V _{ovp}	-	1	-	V	

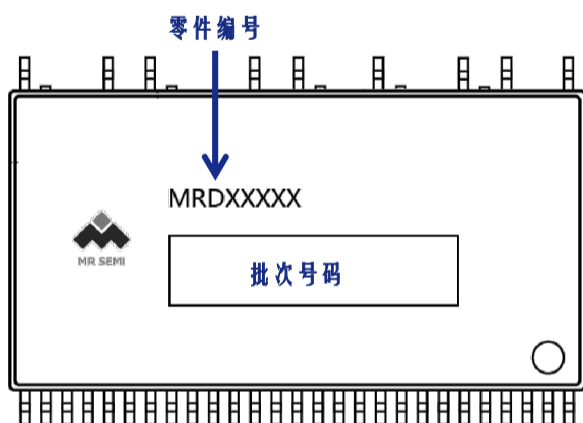
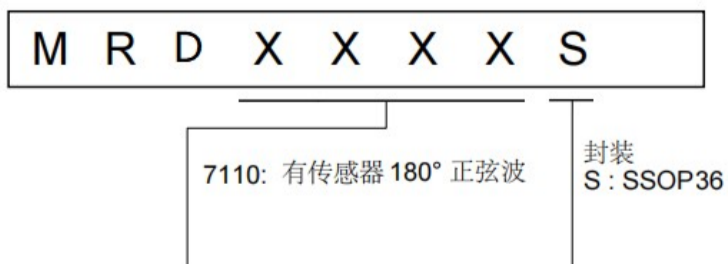
5. 应用示例

5.1 回路图



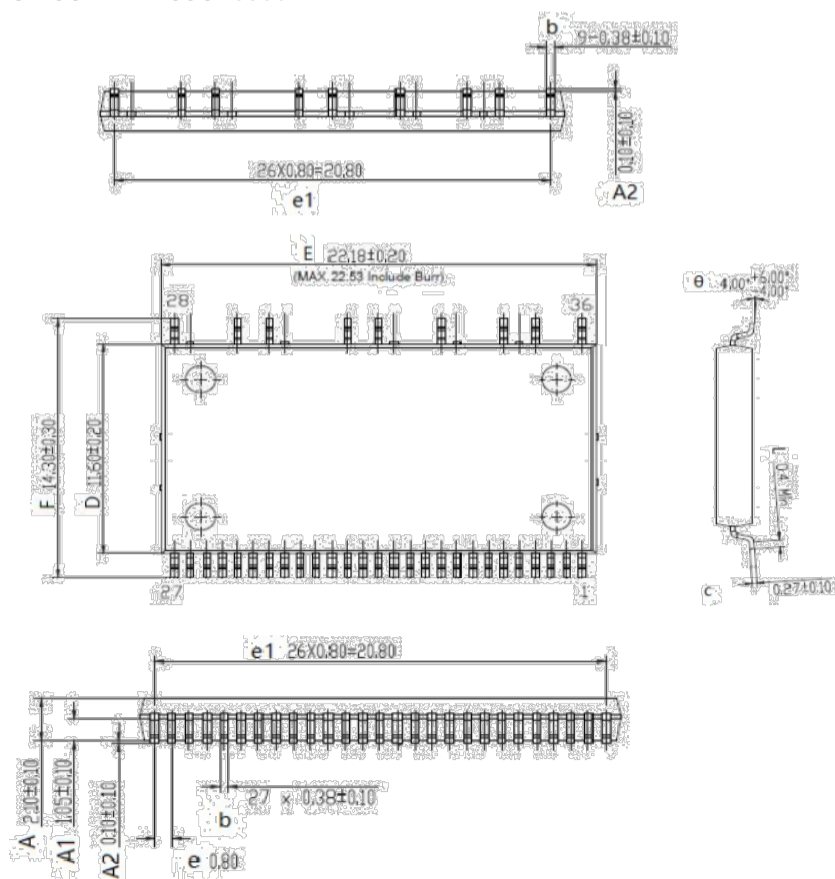
注：具体参数可参考本芯片开发板应用笔记。

6. 型号和标记



7. 封装外形图

POD CODE: MRSSOP0360121A



8. 版本历史

日期	版本号	修改记录	作成	检查	审批
2020.04.16	001	新发布	傅振宇	-	-
2022.10.21	002	参数修正	施添麒	傅振宇	封为时