

英飞凌IMD111T/IMD112T - iMOTION™ 电机控制驱动器

带集成高压栅极驱动器的电机控制器

IMD111T/IMD112T

特性

- 运动控制引擎 (MCE) 作为调速驱动器的即用型控制解决方案
- 集成脚本引擎用于定制应用控制
- 集成驱动和系统保护功能
- 永磁同步电机 (PMSM) 的磁场定向控制 (FOC)
- 用于正弦电压控制的灵活空间矢量PWM
- 通过单电阻或相电阻进行电流检测
- 无传感器运行
- 采用模拟或数字霍尔的霍尔传感器运行
- 用于过流保护的集成模拟比较器
- 内置温度传感器
- 功率因数校正 (PFC) 控制 (可选)
- 灵活的控制输入选择: UART、频率、占空比或模拟信号
- 符合 IEC/UL 60730-1 “B 类”认证的驱动安全功能
- 600 V 阻断电压的高压三相栅极驱动器
- 用于栅极驱动器的 15V 电源电压
- 具有负瞬态稳健性的薄膜-SOI 技术
- 集成的超快自举二极管
- 用于控制器供电的集成式 5 V 电压调节器
- 提供外部 5 V 输出
- 小型 LQFP-40 封装, 间隙更小 & 爬电距离
- LQFP-48 封装

潜在应用

- 大小家电
- 风扇、泵、压缩机
- 通用调速驱动器

产品验证

符合 JEDEC47/20/22 相关的工业应用要求

本数据手册的原文使用英文撰写。为方便起见, 英飞凌提供了译文; 由于翻译过程中可能使用了自动化工具, 英飞凌不保证译文的准确性。为确认准确性请务必访问 infineon.com 参考最新的英文版本 (控制文档)。

描述

描述

iMOTION™IMD110-6 是高度集成的集成电路系列，用于控制变速驱动器。它集成了电机控制器、高压三相栅极驱动器和稳压器。

电机控制器使用运动控制引擎 (MCE) 创建一个即用型解决方案来控制永磁同步电机 (PMSM)，以最低的系统 and 开发成本为任何电机系统提供最短的上市时间。集成脚本引擎允许增加应用灵活性，而不会干扰电机和PDC控制算法。

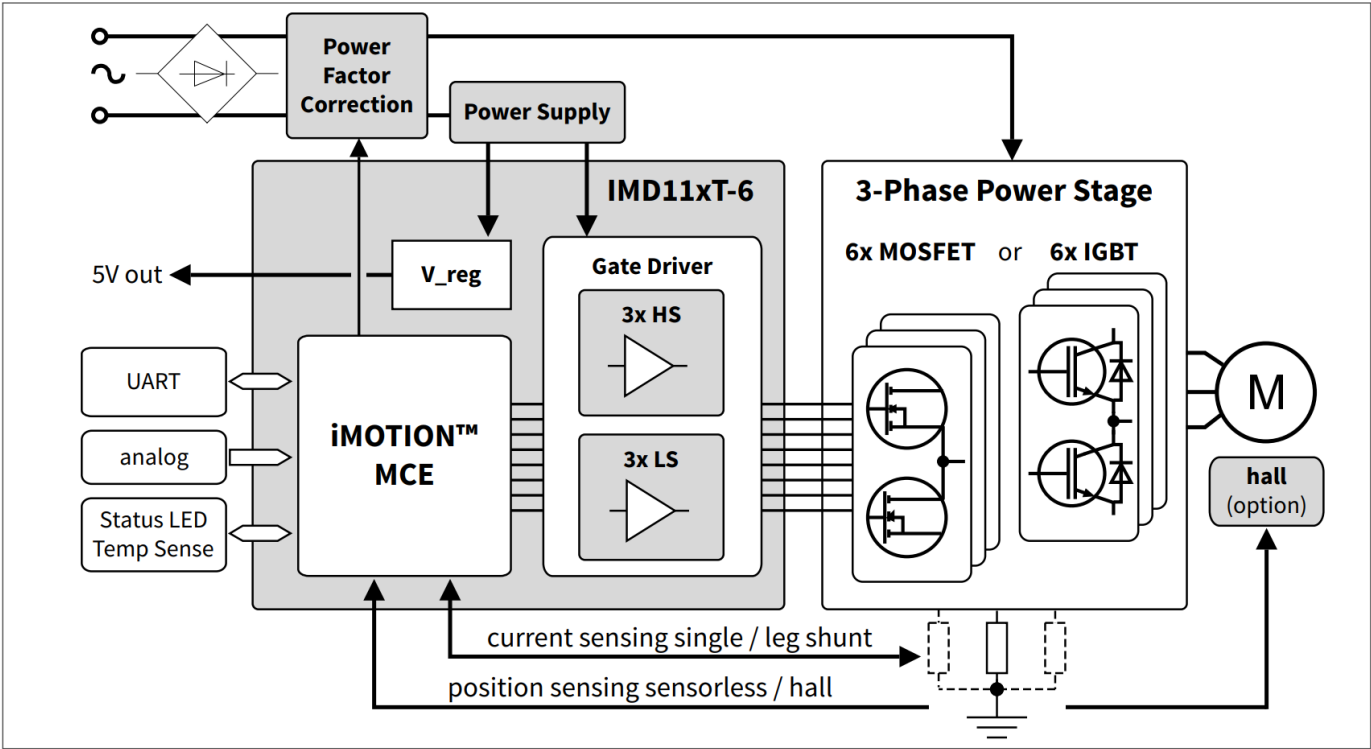


图 1 应用框图

订购信息

Product type	Control function integrated	Package
IMD111T-6F040	iMOTION™ Motor control	PG-LQFP-40-1
IMD112T-6F040	iMOTION™ Motor + PFC control	PG-LQFP-40-1

目录

目录

	特性	1
	潜在应用	1
	产品验证	1
	描述	2
	目录	3
1	框图参考	5
2	引脚配置	6
2.1	引脚类型和焊盘结构	6
2.2	引脚定义和功能	7
2.3	IMD111T 引脚配置图	10
2.4	IMD112T 引脚配置图	11
3	功能描述	12
3.1	概述	12
3.2	运动控制引擎	12
3.3	栅极驱动器	13
3.4	低端电源 (VCC, VSS and COM)	13
3.5	高压侧电源 (VB1,2,3 and VS1,2,3)	13
3.6	低端和高端输出 (LO1,2,3 and HO1,2,3)	14
3.7	内部电压调节器	14
3.8	应用程序框图	15
4	电气特性及参数	16
4.1	常规参数	16
4.1.1	参数解释	16
4.1.2	绝对最大额定值	16
4.1.3	过载下的引脚可靠性	17
4.1.4	工作条件	19
4.2	直流特性	20
4.2.1	输入/输出特性	20
4.2.2	模数转换器(ADC)	22
4.2.3	模拟比较器特性	22
4.2.4	电源电流控制器	23
4.2.5	闪存参数	23
4.2.6	静态参数栅极驱动器	24
4.2.7	静态参数电压调节器	25
4.3	交流特性	26
4.3.1	测试波形	26
4.3.2	上电和电源阈值特性	26

目录

4.3.3	片上振荡器特性.....	28
4.3.4	动态参数栅极驱动器.....	29
4.3.5	时序图	30
4.4	电机控制参数.....	31
4.4.1	PWM 特性	31
4.4.2	电流检测.....	31
4.4.3	故障时序.....	32
4.5	功率因数校正 (PFC) 参数.....	33
4.5.1	升压PFC特性.....	33
4.5.2	图腾柱PFC特性.....	33
4.5.3	PFC 电流检测	33
4.5.4	PFC 故障时序	33
4.6	设备接口.....	35
4.6.1	UART接口	35
4.6.2	模拟速度输入.....	36
4.6.3	频率输入.....	37
4.6.4	占空比输入.....	38
4.6.5	过温输入.....	39
4.6.6	脉冲输出.....	39
4.6.7	LED输出	39
5	设备和封装规格	40
5.1	质量声明.....	40
5.2	SBSL和芯片ID.....	40
5.3	散热考虑.....	40
5.4	封装外形 PG-LQFP-40-1	42
5.5	零件标记信息.....	42
	修订记录	43
	免责声明	44

1 框图参考

1 框图参考

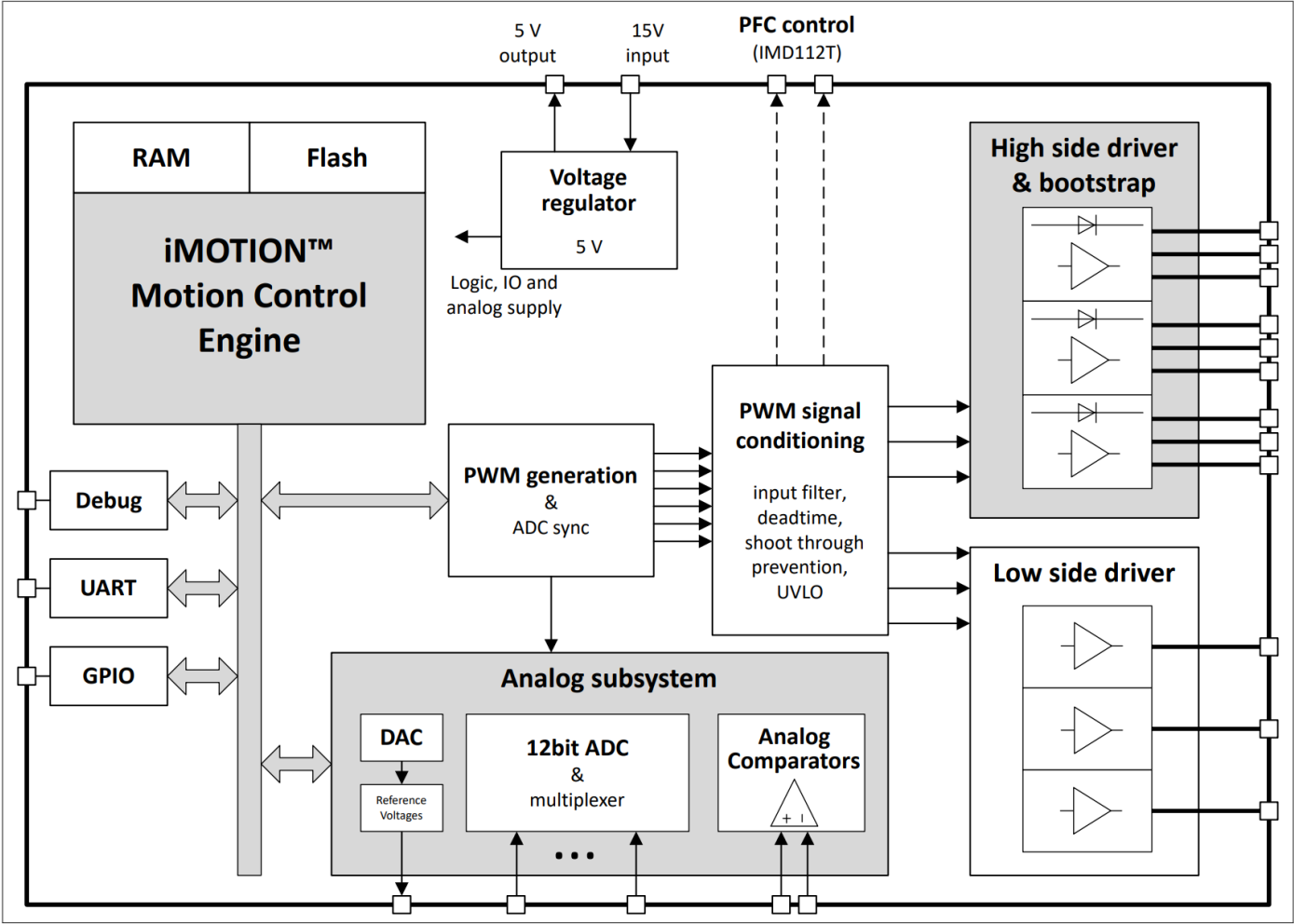


图2 框图参考

2 引脚配置

2 引脚配置

2.1 引脚类型和焊盘结构

引脚类型指定如下：

- P——功率
- I——数字输入
- O——数字输出
- IO——数字输入或输出
- AIN——模拟输入
- AO——模拟输出

图3显示了集成控制器的输入和输出引脚的焊盘结构和引脚功能控制配置。

引脚功能、类型和上拉/下拉电路配置均由运动控制引擎控制。未分配给 MCE 功能的数字输入、输出或模拟输入信号可分配给脚本引擎。栅极驱动器的输出由内部连接到栅极驱动器输入的MCE PWM信号控制。

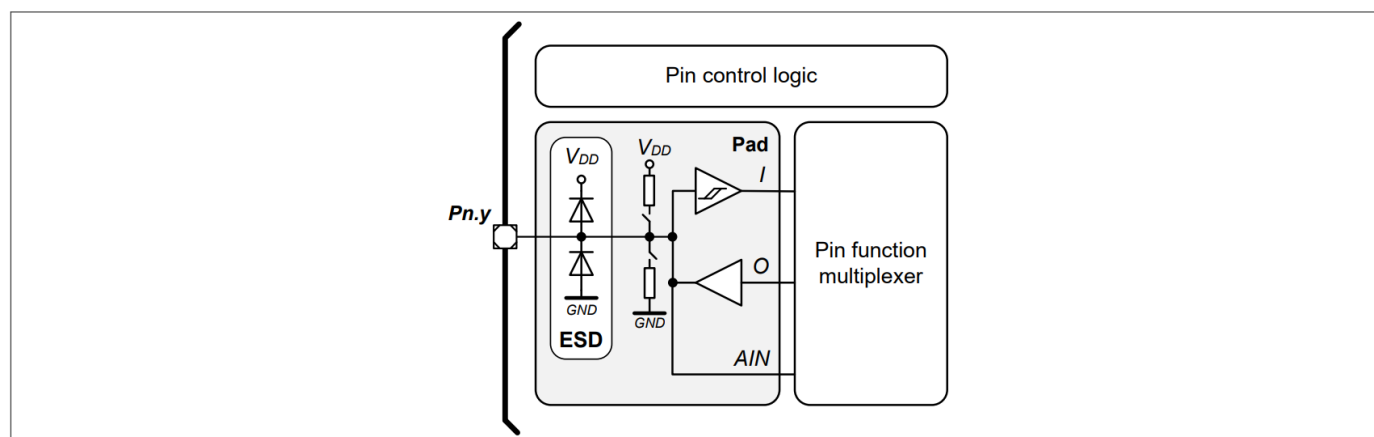


图3 引脚焊盘布局及功能配置

下面给出的引脚功能表是指标准配置。引脚控制或接口功能由下载到设备的软件版本定义，并且可能会发生变化。一些输入引脚可以配置为具有上拉或下拉电阻，一些输出引脚可以配置为推挽或开漏。这在相应的软件参考手册中有描述。

引脚可以发挥多种功能，因此必须进行相应的配置。另请参阅本数据表中相应的引脚配置图以及MCE软件参考手册中的说明。

未分配任何信号的引脚将保留以供将来使用。这些引脚应保持悬空，并且不要连接到地或正电源。

注意： 所有必需的参考电压均由内部DAC产生，因此IREF、REFU、REFV和REFW等AO引脚只需要一个阻断电容器。

2 引脚配置

2.2 引脚定义和功能

表 1 引脚定义及功能

Signal	Type	IMD111T	IMD112T	Description
电源				
VCC1	Power	8	8	Control supply voltage input to the voltage regulator
VCC	Power	22	22	Gate drive supply voltage
VDD	Power	5	5	Digital controller voltage (this 5V LDO output must be blocked with a ceramic capacitor)
VSS	Power	6, 7, 23	6, 7, 23	Ground
电机控制				
COM	P	9	9	Low side gate driver return
LO1	O	12	12	Low side gate driver output - phase 1
LO2	O	11	11	Low side gate driver output - phase 2
LO3	O	10	10	Low side gate driver output - phase 3
VS1	P	19	19	High side gate driver return - phase 1
HO1	O	20	20	High side gate driver output - phase 1
VB1	P	21	21	High side gate driver positive power supply - phase 1
VS2	P	16	16	High side gate driver return - phase 2
HO2	O	17	17	High side gate driver output - phase 2
VB2	P	18	18	High side gate driver positive power supply - phase 2
VS3	P	13	13	High side gate driver return - phase 3
HO3	O	14	14	High side gate driver output - phase 3
VB3	P	15	15	High side gate driver positive power supply - phase 3
VDC	AIN	36	36	DC bus sensing input
ISS/IU	AIN	40	40	Current sense input single shunt / phase U
IV	AIN	37	37	Current sense input phase V / analog input
IW	AIN	33	33	Current sense input phase W / analog input
REFU ¹⁾	O	39	39	Itrip single shunt/phase U reference DAC output
REFV	AIN	38	38	Itrip phase V reference / analog input
REFW	AIN	32	32	Itrip phase W reference / analog input
霍尔传感器输入				
AHALL1+	AIN	32	32	Analog Hall Element input 1 (+)
AHALL1-	AIN	33	33	Analog Hall Element input 1 (-)
AHALL2+	AIN	38	38	Analog Hall Element input 2 (+)
AHALL2-	AIN	37	37	Analog Hall Element input 2 (-)
HALL1	I	28	28	Digital Hall sensor input 1

(表格续下页.....)

¹ 该引脚必须有一个滤波电容器与地相连

2 引脚配置

表 1 (续) 引脚定义和功能

Signal	Type	IMD111T	IMD112T	Description
HALL2	I	29	29	Digital Hall sensor input 2
HALL3	I	30	30	Digital Hall sensor input 3
功率因数校正				
PFCG0	O	-	24	PFC gate drive 0
PFCG1	O	-	25	PFC gate drive 1 (totem-pole PFC only)
IPFC	AIN	-	34	PFC current sensing
PFCREF	AIN	-	3	PFC Itrip comparator reference input
PFCITRIP	AIN	-	4	PFC Itrip comparator input
VAC1	AIN	-	2	VAC sense input line 1
VAC2	AIN	-	1	VAC sense input line 2
接口				
DUTYFREQ	I	29	29	Duty/Frequency input
VSP	AIN	31	31	Analog speed reference input
PGOUT	O	25	25	Pulse output
PARAM	AIN	34	-	Parameter table selection, analog
NTC	AIN	35	35	External thermistor input
DIR	I	24	30	CW/CCW rotation direction input
RXD0	I	26	26	Serial port 0, device programming, receive input
TXD0	O	27	27	Serial port 0, device programming, transmit output
RXD1	I	1	-	Serial port 1, user communication, receive input
TXD1	O	2	-	Serial port 1, user communication, transmit output
脚本²⁾				
GPIO1	I/O	25	25	Digital I/O
GPIO2	I/O	28	28	Digital I/O
GPIO3	I/O	29	29	Digital I/O
GPIO4	I/O	30	-	Digital I/O
GPIO6	I/O	24	30	Digital I/O
GPIO7	I/O	1	-	Digital I/O
GPIO8	I/O	2	-	Digital I/O
GPIO9	I/O	3	-	Digital I/O
GPIO10	I/O	4	-	Digital I/O
AIN0	AIN	31	31	Analog input
AIN1	AIN	32	32	Analog input
AIN2	AIN	33	33	Analog input
AIN3	AIN	34	-	Analog input

(表格续下页.....)

²⁾ GPIO29 是内部 MCE 输出端，连接到栅极驱动器使能输入端

2 引脚配置

表 1 (续) 引脚定义和功能

Signal	Type	IMD111T	IMD112T	Description
AIN4	AIN	35	35	Analog input
AIN7	AIN	38	38	Analog input
AIN10	AIN	1	-	Analog input
AIN11	AIN	2	-	Analog input
TRIN0	I	25	25	TRIAC control input
TRIN1	I	34	-	TRIAC control input
TROUT0	O	4	-	TRIAC control output
TROUT1	O	30	30	TRIAC control output
SCL	O	26	26	I2C interface serial clock
SDA	I/O	27	27	I2C interface serial data
IR0	I	26	26	IR interface
IR1	I	1	-	IR interface
IR2	I	31	31	IR interface

2 引脚配置

2.3 IMD111T引脚配置图

下图给出了可用封装的功能引脚位置。图中仅显示了各个引脚的主要功能。根据运动控制引擎 (MCE) 的版本，所使用的引脚可能会提供相应的引脚配置表中给出的附加功能。

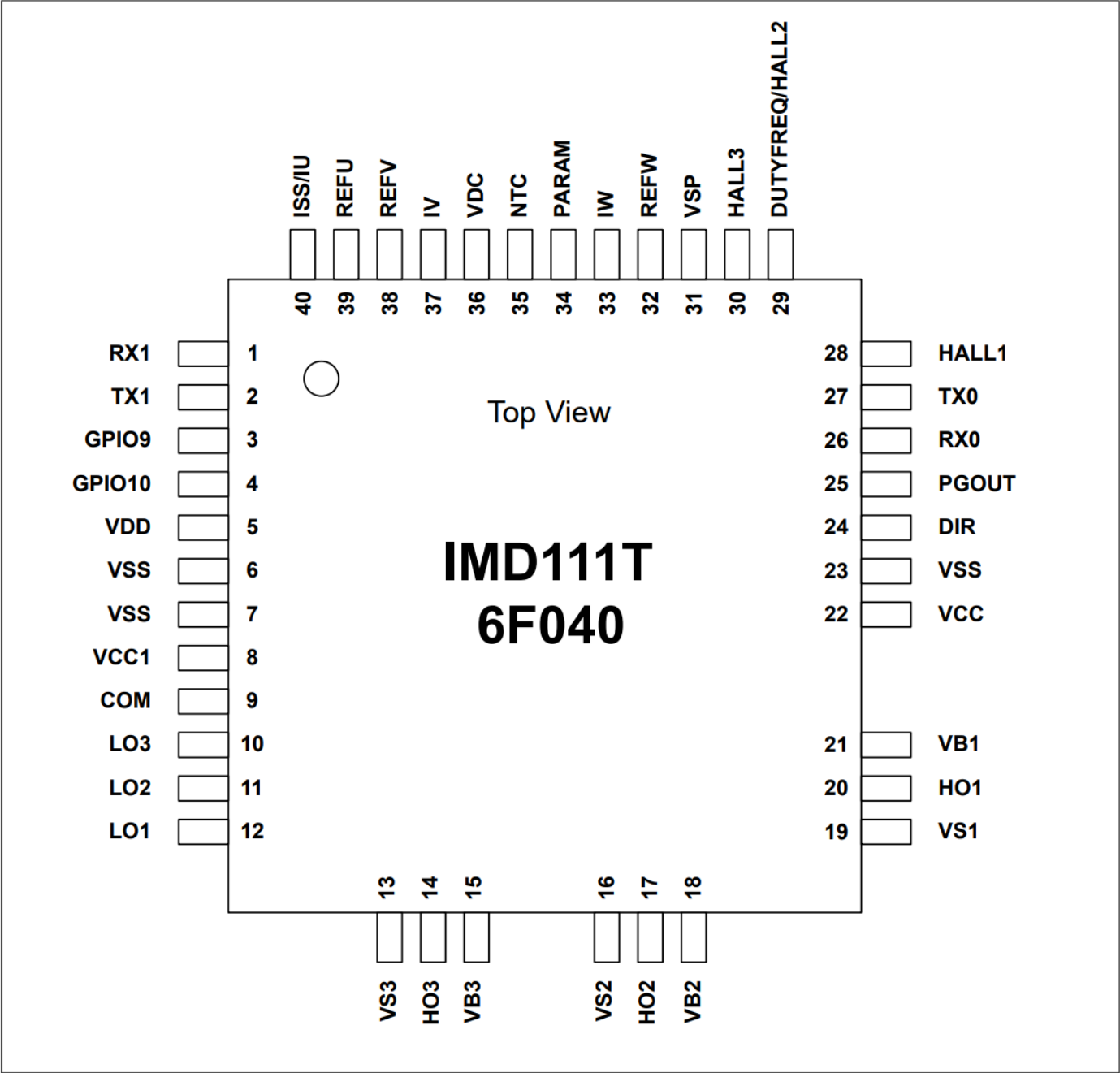


图 4 IMD111T-6F040

未分配任何信号的引脚将保留以供将来使用。这些引脚应保持悬空，并且不要连接到地或正电源。

2 引脚配置

2.4 IMD112T引脚配置图

下图给出了可用封装的功能引脚位置。图中仅显示了各个引脚的主要功能。根据运动控制引擎 (MCE) 的版本，所使用的引脚可能会提供相应的引脚配置表中给出的附加功能。

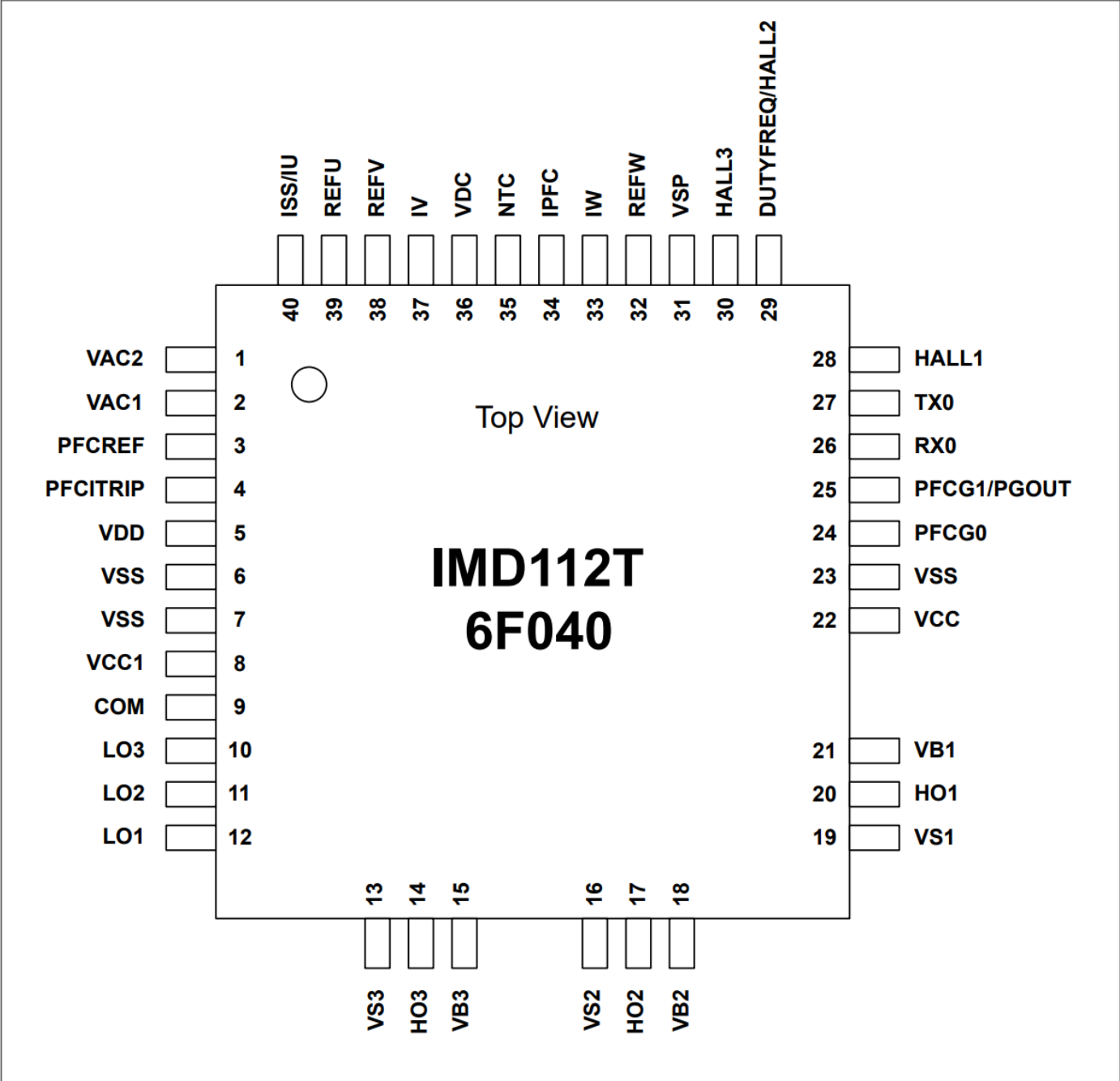


图 5 IMD112T-6F040

未分配任何信号的引脚将保留以供将来使用。这些引脚应保持悬空，并且不要连接到地或正电源。

3 功能说明

3 功能描述

3.1 概述

IMD111T/IMD112T 在单个封装中集成了一个控制器、一个高压三相栅极驱动器和一个稳压器。控制器 PWM 输出端内部连接至栅极驱动器输入端。两个控制器数字引脚还分别与栅极驱动器的启用输入端和故障输出端相连。

集成稳压器可为控制器提供 5V 电源，并可与栅极驱动器共用 15V 电源轨。

PG-LQFP-40-1 封装的基底面与行业标准 LQFP-48 兼容，但去除了引脚，以改善间隙和爬电。

3.2 运动控制引擎

iMOTION™ IMD111T/IMD112T 采用最新一代运动控制引擎 (MCE)。MCE 是变速驱动器的即用型解决方案，包含对三相电机进行闭环控制的所有控制功能。还可选择控制与电机并联运行的功率因数校正 (PFC)。集成了多种可配置的保护功能，如过压和欠压、过流或转子锁定，以保护功率级和电机本身。

iMOTION™ IMD111T/IMD112T 支持在符合 IEC/UL 60730-1 ("B 级") 功能安全要求的应用中使用

使用 MCE 无需进行任何软件开发。只需使用基于 PC 的工具，即可根据具体的功率级配置和电机类型对 MCE 进行配置。创建参数后，即可对电机控制回路的行为进行实时监控和微调。相关工具可从 iMOTION™ 网页上下载。

为了提高应用程序的灵活性，MCE 包含一个脚本引擎，可在后台任务中运行用户脚本。上述工具支持编写、下载和监控脚本。

MCE 由内部温度补偿振荡器驱动，支持 96 MHz 的外设运行和 48 MHz 的数据处理。

本数据表提供 IMD111T/IMD112T 的所有电气、机械、热和质量参数。有关 MCE 特性和功能的详细说明，请参见相关参考手册。MCE 软件映像可从英飞凌网站下载。一种特殊的安全启动算法确保这些 MCE 软件镜像只能安装到匹配的硬件衍生产品上，即软件已通过测试的产品变体上。

3 功能说明

3.3 栅极驱动器

集成式栅极驱动器提供三个高压侧和三个低压侧驱动器，用于控制三相系统（如变速驱动器）中的功率器件，如 MOS 晶体管或 IGBT。栅极驱动器采用 SOI 技术，对瞬态电压具有极佳的耐受性。这些器件没有寄生晶闸管结构，因此在任何温度或电压条件下都不会发生寄生锁。

六个独立驱动器通过内部连接由 MCE PWM 发生器控制。该设备包括一个欠压检测单元，用于监控驱动电压电源。电压不足会导致驱动器关闭所有六个开关。驱动器提供的错误信号内部连接至 MCE 控制器 GK 输入引脚，以跳闸 MCE PWM 发生器。栅极驱动器使能输入 EN 内部连接到 MCE，使 SW 能够管理器件的上电排序。

上拉和下拉的典型输出电流分别高达 165 mA 和 375 mA。MCE PWM 发生器会在高电平和低电平信号之间引入死区时间，但栅极驱动器会引入 310 ns 的最小安全死区时间。引脚 VCC 和 VBx 之间的单片集成自举二极管结构可用于创建高压侧电路的电源。

3.4 低端电源（VCC、VSS 和 COM）

在下图中，VCC 是栅极驱动器的低端电源，为输入逻辑和低端输出功率级供电。欠压检测电路输入逻辑参考 VSS 接地。输出功率级以 COM 为参考。COM 相对于 VSS 浮动，最大工作范围为 ± 5.7 V。背对背齐纳结构可保护地面免受噪声尖峰的影响。

当 VCC 电源电压高于 V_{CCUV+} 时，欠压电路可使器件工作。当 VCC 电源电压低于 V_{CCUV-} 时，集成电路会关闭所有栅极驱动器电源输出。这可防止外部电源开关在导通期间出现极低的栅极电压电平，从而避免功率耗散过大。

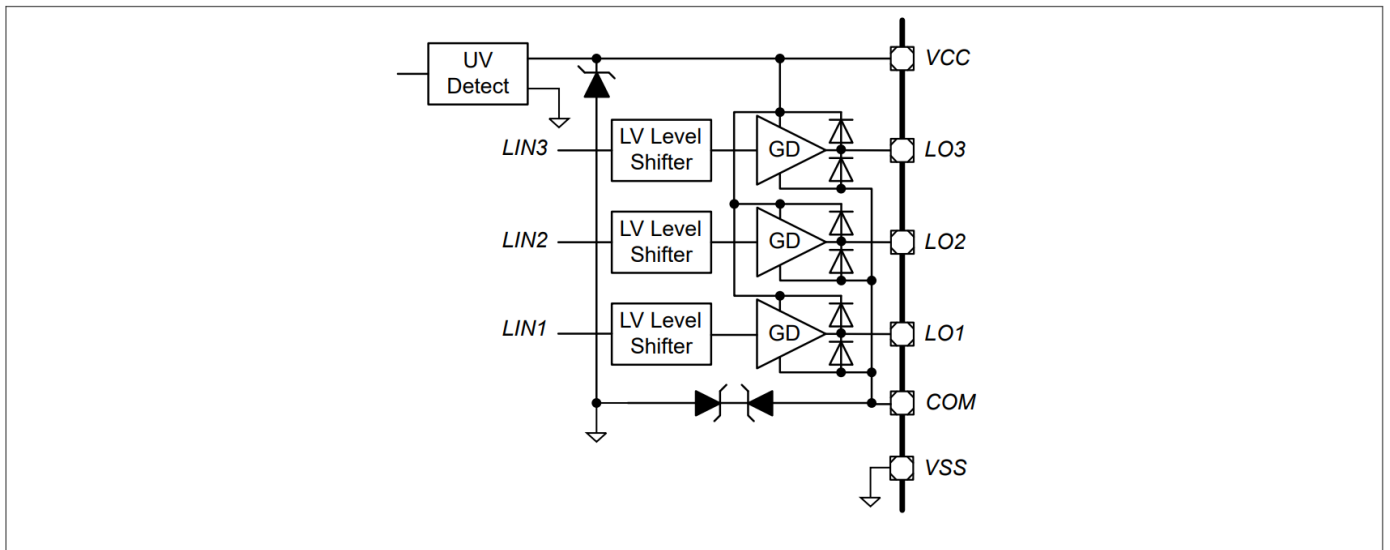


图 6 低压侧驱动器电路

3.5 高压侧电源（VB1,2,3 和 VS1,2,3）

图 7 显示了高压侧栅极驱动器输出电路。VB 至 VS 是高压侧栅极驱动器的电源电压。三个高边电路中的每一个都可以根据外部高边功率器件发射极/源极电压相对于 VSS 浮动。浮动驱动级可通过自举拓扑结构供电，使用连接在 VB 和 VCC 之间的内部二极管。

器件工作区与电源电压的函数关系见交流特性下的[时序图](#)部分。

3 功能说明

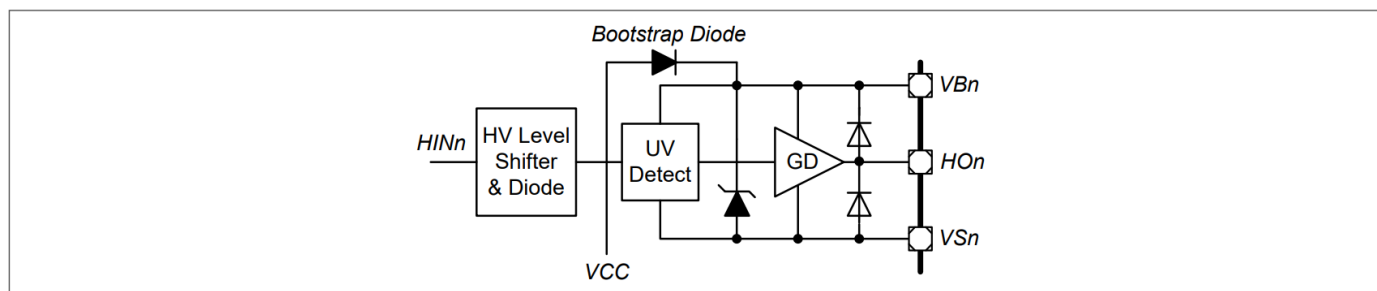


图 7 高压侧驱动器电路

3.6 低端和高端输出 (LO1,2,3 和 HO1,2,3)

低边和高边功率输出专为脉冲操作而设计，例如 IGBT 和 MOSFET 器件的栅极驱动。低边输出（即 LO1、2、3）由各自的输入状态触发，而高边输出（即 HO1、2、3）由各自的输入边沿触发。具体来说，在 VBS 触发电源欠压条件结束之后，需要一个新的导通信号（边沿）来激活相应的高端输出，而在 VCC 电源欠压条件结束之后，低端输出切换到其相应输入的状态。

3.7 内部电压调节器

IMD111T/IMD112T 包含一个线性稳压器，可用于从栅极驱动器电源产生控制器电源电压。调节器还可以为传感器等外部元件供电。必须遵守最大电流能力。

为了保持控制环路的稳定性，稳压器输出需要至少 3.3 μF 的输出电容器 CQ，最大允许 ESR 为 2 Ω 。建议 CQ 使用一个标称电容值为 4.7 μF 的多层陶瓷电容器。在整个工作温度范围内，铝电解和钽电容器的 ESR 都达不到要求。稳压器输入端需要一个输入电容器来补偿线路影响（建议使用 100 nF 陶瓷电容器）。在 CI 上串联一个约 1 Ω 的电阻，可以抑制因输入电感和输入电容而产生的振荡。如果稳压器通过长达数米的输入线供电，建议在输入端增加一个 $\geq 47\mu\text{F}$ 的电解电容。

如果集成控制器由外部电源供电，则可通过将相应输入端接地来禁用内部调节器。

4 电气特性及参数

4 电气特性及参数

4.1 常规参数

4.1.1 参数解释

本节列出的参数部分代表IMD111T/IMD112T的特性，部分代表其对系统的要求。 为了帮助在评估设计时轻松解释参数，它们在“符号”列中用两个字母的缩写标记：

- **CC**

这些参数表明了**控制器参数特性**，这是 IMD111T/IMD112T 的一个显著特点，在系统设计中必须加以考虑

- **SR**

这些参数表明了**系统要求**，必须由采用IMD111T/IMD112T设计的应用系统提供。

4.1.2 绝对最大额定值

超过“绝对最大额定值”所列值的载荷可能会对器件造成永久性损坏。这仅仅是一个载荷额定值，并不意味着设备在这些条件下或任何其他高于本规范操作部分所示条件的情况下能够正常运行。暴露于绝对最大额定条件可能会影响器件的可靠性。

表 2 绝对最大额定值

Parameter	Symbol	Values		Unit	Note or Test Condition
		Min.	Max.		
Ambient temperature	T_A SR	-40	105	°C	
Junction temperature	T_J SR	-40	115	°C	Digital controller
		-40	125	°C	Gate driver, power transistors
Storage temperature	T_{ST} SR	-40	125	°C	
Lead temperature (soldering, 30 seconds)	T_L SR	---	260	°C	
Digital Controller voltage	V_{DD} SR	-0.3	6	V	
Controller digital and analog pin voltage	V_{ID} SR	-0.3	$V_{DD}+0.3$	V	
Input current on any controller pin during overload condition	I_{IN} SR	-10	10	mA	
Absolute sum of all controller input currents during overload condition	ΣI_{IN} SR	-50	50	mA	

(表格续下页.....)

4 电气特性及参数

表 2 (续) 绝对最大额定值

Parameter	Symbol	Values		Unit	Note or Test Condition
		Min.	Max.		
High side return offset voltage ³⁾	V_S SR	$V_{CC} - V_{BS} - 6$	600	V	Voltage on high side gate driver return pins relative to the COM pin
High side return offset voltage ($t_p < 500$ ns, ³⁾)	V_S SR	$V_{CC} - V_{BS} - 50$		V	
High side supply offset voltage ³⁾	V_B SR	$V_{CC} - 6$	620	V	Voltage on high side gate driver supply pins relative to the COM pin
High side supply offset voltage ($t_p < 500$ ns, ³⁾)	V_B SR	$V_{CC} - 50$		V	
High side floating supply voltage (V_B vs. V_S) (internally clamped)	V_{BS} SR	-1	20	V	
High side output voltage (V_{HO} vs. V_S)	V_{HO} SR	-0.5	$V_B + 0.5$	V	
Gate drive low side supply voltage (internally clamped)	V_{CC} SR	-1	20	V	
Low side supply voltage (V_{CC} vs. V_{COM})	V_{CCOM} SR	-0.5	25	V	
Gate driver ground	V_{COM} SR	-5.7	5.7	V	relative to V_{SS}
Low side output voltage (V_{LO} vs. V_{COM})	V_{LO} SR	-0.5	$V_{COM} + 0.5$	V	
Offset voltage slew rate ⁴⁾	dV_S/dt CC	-	50	V/ns	

注：特性值，制造时未经测试。

注：如无特别说明，电压均以 V_{SS} 为参考。

4.1.3 过载下的引脚可靠性

当接收来自高压设备的信号时，低压设备会出现超出其自身 IO 电源规格的过载电流和电压。下表定义了过载条件，在满足以下所有条件的情况下不会对可靠性造成任何负面影响：

- 不超过整个操作寿命
- 工作条件满足
 - 焊盘电源电平 (V_{DD})
 - 温度

³⁾ 在 $V_{CC} > V_B$ 的情况下，引脚 V_{CC} 和 V_{BS} 之间的内部自举二极管会产生额外的功率损耗。电桥输出对高达 -50V 的负瞬态电压的不敏感性不需要进行生产测试 - 通过设计/特性验证。

⁴⁾ 未经过生产测试，通过特性验证。

IMD111T/IMD112T - iMOTION™ 电机控制驱动器

带集成高压栅极驱动器的电机控制器

4 电气特性及参数

如果引脚电流超出[工作条件](#)但在过载条件下，则无法再保证该引脚的参数符合操作状况中的规定。在大多数情况下仍可运行，但参数要宽松。

注意：一个或多个引脚上的过载情况不需要复位。

注意：引脚上的串联电阻将电流限制为最大允许过载电流，足以处理电池短路等故障情况。

表 3 过载参数

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Input current on analog port pins during overload condition	I_{OVA} SR	-3	–	3	mA	
Input current on any port pin during overload condition	I_{OV} SR	-5	–	5	mA	
Absolute sum of all input currents during overload condition	I_{OVS} SR	–	–	25	mA	

图 13 显示了过载期间输入电流通过 ESD 保护结构的路径。接 V_{DD} 和地的二极管是这些 ESD 保护结构的简化表示。

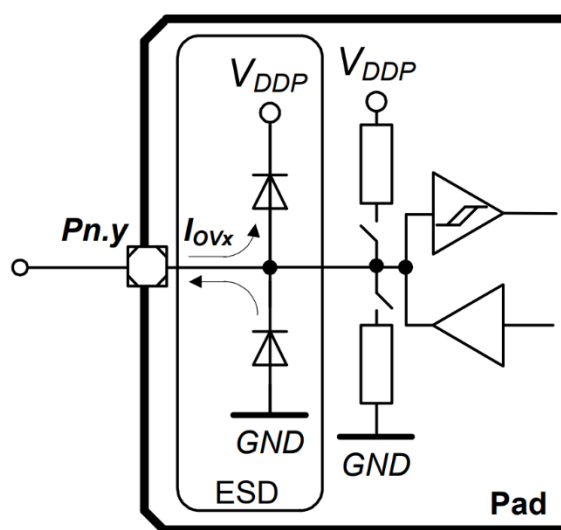


图 9 通过 ESD 结构的输入过载电流

表 4 和表 5 列出在过载条件下可以达到的输入电压。请注意，过载时不得超过在[绝对最大额定值](#)中规定的绝对最大输入电压。

表 4 正过载 PN 结特性

Pad Type	$I_{OV} = 5 \text{ mA}$
Standard, High-current, AN/DIG_IN	$V_{IN} = V_{DD} + (0.3 \dots \dots \dots) \text{ V}$ $V_{AIN} = V_{DD} + 0.5 \text{ V}$ $V_{AREF} = V_{DD} + 0.5 \text{ V}$

4 电气特性及参数

表 5 负过载的 PN 结特性

Pad Type	$I_{OV} = 5 \text{ mA}$
Standard, High-current, AN/DIG_IN	$V_{IN} = V_{SS} - (0.3 \dots 0.5) \text{ V}$ $V_{AIN} = V_{SS} - 0.5 \text{ V}$ $V_{AREF} = V_{SS} - 0.5 \text{ V}$

4.1.4 工作条件

为了确保 IMD111T/IMD112T 的正确运行和可靠性，不得超过以下操作条件。除非另有说明，以下部分中指定的所有参数均指这些操作条件。

Table 6 Recommended Operating Conditions

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Ambient Temperature	T_A SR	-40	–	105	°C	
Junction temperature	T_J SR	-40	–	115	°C	
Positive DC Bus Input Voltage	V_{DCP} SR	12	–	400	V	
Gate Driver High Side Floating Supply Voltage	$V_{B1,2,3}$ SR	$V_S + 5$	–	$V_S + 18$	V	
Gate Driver Low Side Supply Voltage	V_{CC} SR	12	–	16.5	V	
Digital supply voltage ⁵⁾	V_{DD} SR	3.0	3.3	5.5	V	Internal voltage regulator disabled
Voltage regulator input voltage	V_{CC1} SR	5.5	–	20	V	

⁵⁾ 所有电源引脚必须采用相同的电压驱动。

4 电气特性及参数

4.2 直流特性

4.2.1 输入/输出特性

下表提供了控制器输入/输出引脚的特性。

注意：这些参数不经过生产测试，但经过设计和/或特性验证。

注意：除非另有说明，输入直流和交流特性（包括外设时序）均假设输入焊盘以标准滞后运行。

表7 HRC 参数（适用操作条件）

Parameter	Symbol		Limit Values		Unit	Test Conditions
			Min.	Max.		
Input low voltage on port pins (Standard Hysteresis)	V_{ILPS}	SR	–	$0.19 \times V_{DD}$	V	CMOS Mode
Input high voltage on port pins (Standard Hysteresis)	V_{IHPS}	SR	$0.7 \times V_{DD}$	–	V	CMOS Mode
Input low voltage on port pins (Large Hysteresis, scripting pins only)	V_{ILPL}	SR	–	$0.08 \times V_{DD}$	V	CMOS Mode
Input high voltage on port pins (Large Hysteresis, scripting pins only)	V_{IHPL}	SR	$0.85 \times V_{DD}$	–	V	CMOS Mode
Output low voltage on port pins	V_{OLP}	CC	–	1.0	V	$I_{OL} = 11 \text{ mA (5 V)}$ $I_{OL} = 7 \text{ mA (3.3 V)}$
			–	0.4	V	$I_{OL} = 5 \text{ mA (5 V)}$ $I_{OL} = 3.5 \text{ mA (3.3 V)}$
Output high voltage on port pins	V_{OHP}	CC	$V_{DD} - 1.0$	–	V	$I_{OH} = -10 \text{ mA (5 V)}$ $I_{OH} = -7 \text{ mA (3.3 V)}$
			$V_{DD} - 0.4$	–	V	$I_{OH} = -4.5 \text{ mA (5 V)}$ $I_{OH} = -2.5 \text{ mA (3.3 V)}$
Rise/fall time on standard pad	t_R, t_F	CC	–	12	ns	50 pF @ 5 V
			–	15	ns	50 pF @ 3.3 V.
Pin capacitance (digital inputs/outputs)	C_{IO}	CC	–	10	pF	
Pull-up/-down resistor on port pins (if enabled in software)	R_{PUP}	CC	20	50	k Ω	$V_{IN} = V_{SS}$

（表格续下页.....）

4 电气特性及参数

表 7 (续) 输入/输出特性 (推荐运行条件)

Parameter	Symbol		Limit Values		Unit	Test Conditions
			Min.	Max.		
Input leakage current ⁶⁾	I_{OZP}	CC	-1	1	μA	$0 < V_{IN} < V_{DD}$, $T_A 105^\circ\text{C}$
Maximum current per pin standard pin	I_{MP}	SR	-10	11	mA	–
Maximum current into V_{DD} / out of V_{SS}	I_{MVDD} / I_{MVSS}	SR	–	260	mA	

⁵ 如果过载电流流过相邻引脚，则会产生 额外的误差电流 (I_{INJ})。

4 电气特性及参数

4.2.2 模数转换器(ADC)

下表显示了模数转换器 (ADC) 的特性。此规范适用于所有模拟输入，包括引脚配置列表中给出的模拟霍尔传感器接口输入 (AHALLx+/AHALLx-，其中 x=1,2)。

注意：这些参数不经过生产测试，但经过设计和/或特性验证。

表 8 ADC 特性（适用操作条件）⁷⁾

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Supply voltage range	V_{DD} SR	3.0	–	5.5	V	
Analog input voltage range	V_{AIN} SR	$V_{SS} - 0.05$	–	$V_{DD} + 0.05$	V	
Conversion time	t_{C12} CC	–	1.0	–	μs	Defined by SW
Total capacitance of an analog input	C_{AINT} CC	–	–	10	pF	
Total capacitance of the reference input	C_{AREFT} CC	–	–	10	pF	
Sample time	t_{sample} CC	–	333	–	ns	Defined by SW
RMS noise	EN_{RMS} CC	–	1.5	–	LSB12	
DNL error	EA_{DNL} CC	–	±2.0	–	LSB12	
INL error	EA_{INL} CC	–	±4.0	–	LSB12	
Gain error	EA_{GAIN} CC	–	±0.5	–	%	
Offset error	EA_{OFF} CC	–	±8.0	–	mV	

4.2.3 模拟比较器特性

下表显示了模拟比较器的特性。

注意：这些参数不经过生产测试，但经过设计和/或特性验证。

表 9 模拟比较器特性（适用操作条件）

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Conditions
		Min.	Typ.	Max.		
Input Voltage	V_{CMP} SR	-0.05	–	$V_{DDP} + 0.05$	V	includes common mode and differential input voltages
Input Offset	V_{CMPOFF} CC	–	+/-3	–	mV	High power mode $\Delta V_{CMP} < 200$ mV
Input Hysteresis	V_{HYS} CC	–	+/-15	–	mV	Defined by SW

⁷⁾ 如无特别说明，所有参数均针对完整供应范围定义。

4 电气特性及参数

4.2.4 电源电流控制器

下面定义的总电源电流包括漏电流和通过 V_{CC1} 引脚为稳压器和控制器提供的开关电流。 V_{CC} 电源电流列在栅极驱动器参数下。

应用相关值通常低于下表给出的值，并且取决于客户的系统运行条件（例如热连接或使用的应用配置）。

注意：这些参数不经过生产测试，但经过设计和/或特性验证。

表19 电源参数表； $V_{DDP} = 5V$

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Active mode current motor control only	$I_{DD1\ CC}$	–	12	20	mA	$T_a = 25^{\circ}C$
Active mode current motor control plus PFC	$I_{DD2\ CC}$	–	16	20	mA	$T_a = 25^{\circ}C$

4.2.5 闪存参数

注意：这些参数不经过生产测试，但经过设计和/或特性验证。

表 11 闪存参数

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Data Retention Time	$t_{RET\ CC}$	10			years	Max. 100 erase / program cycles
Erase Cycles	$N_{ECYC\ CC}$			$5 \cdot 10^4$	cycles	Sum of page and sector erase cycles a page sees
Total Erase Cycles	$N_{TECYC\ CC}$			$2 \cdot 10^6$	cycles	

4 电气特性及参数

4.2.6 静态参数栅极驱动器

除非另有说明， $V_{CC}=V_{BS}=15V$ 。所有参数均在 $T_a=25^\circ C$ 时有效。

表 12 静态参数

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
High level output voltage, LO1,2,3	V_{OH}	–	$V_{CC}-0.7$		V	$I_o=20mA$
High level output voltage, HO1,2,3			$V_B-0.7$		V	$I_o=20mA$
Low level output voltage, LO1,2,3	V_{OL}	–	$V_{COM}^+ 0.2$		V	$I_o=-20mA$
Low level output voltage, HO1,2,3	V_{OL}	–	$V_S+0.2$		V	$I_o=-20mA$
V_{CC} and V_{BS} supply undervoltage positive going threshold	V_{CCUV}^+ V_{BSUV}^+	8.3	9	9.8	V	–
V_{CC} and V_{BS} supply undervoltage negative going threshold	V_{CCUV}^- V_{BSUV}^-	7.5	8.1	8.8	V	–
V_{CC} and V_{BS} supply undervoltage lockout hysteresis	V_{CCUVH} V_{BSUVH}	0.5	0.9		V	$V_S=600V$
High side leakage current betw. V_S and V_{SS}	I_{LVS+}	–	1	12.5	μA	$V_S=600V$
High side leakage current betw. V_S and V_{SS} ⁸⁾	I_{LVS+}		10	–	μA	$T_J=125^\circ C, V_S=600V$
High side leakage current between V_{Sx} and V_{Sy} ($x=1,2,3$ and $y=1,2,3$)	I_{LVS-}	–	10	–	μA	$T_J=125^\circ C, V_{Sx}-V_{Sy}=600V$
Quiescent current V_{BS} supply (V_B only)	I_{QBS}	–	210	400	μA	–
Quiescent current V_{CC} supply (V_{CC} only)	I_{QCC}	–	0.75	1.5	mA	
Mean output current for load capacity charging in range from 3 V (20%) to 6 V (40%)	I_{O+}	120	165	–	mA	$C_L=10\text{ nF}$
Peak output current turn on (single pulse) ⁸⁾	I_{Opk+}	–	240	–	mA	$R_L=0\ \Omega, t_p<10\ \mu s$
Mean output current for load capacity discharging in range from 12 V (80%) to 9 V (60%)	I_{O-}	250	375	–	mA	$C_L=10\text{ nF}$
Peak output current turn off (single pulse) ⁸⁾	I_{Opk-}	–	420		mA	$R_L=0\ \Omega, t_p<10\ \mu s$

(表格续下页.....)

⁸⁾ 不经过生产测试，通过特性验证。

4 电气特性及参数

表 12 (续) 静态参数

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Bootstrap diode forward voltage between VCC and VB	$V_{F,BSD}$	-	1.0	1.3	V	$I_F=0.5\text{ mA}$
Bootstrap diode forward current between VCC and VB	$I_{F,BSD}$	-	50	-	mA	$V_F=4\text{ V}$
Bootstrap diode resistance	R_{BSD}	24	40	60	Ω	$V_{F1}=4\text{ V}, V_{F2}=5\text{ V}$

4.2.7 静态参数电压调节器

表 13 静态参数

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Input Voltage	V_{CC1}	5.5		20	V	
Output Voltage	V_Q	4.80	5.00	5.20	V	$1\text{ mA} \leq I_Q \leq 30\text{ mA}$
Output Current Limitation	I_{QExt}			10	mA	Total regulator output for external devices
Dropout Voltage ⁹⁾	V_{dr}	-	250	300	mV	$I_Q = 20\text{ mA}$
Output capacitor	C_Q	3.3	-	-	μF	$ESR \leq 2\ \Omega$ at 10 kHz
Load Regulation	ΔV_Q	-	17	50	mV	$1\text{ mA} < I_Q < 25\text{ mA}$; $T_j = 25^\circ\text{C}$;
Line Regulation	ΔV_Q	-	10	25	mV	$V_I = (V_{Q,nom} + 0.5\text{ V})$ to 36 V; $I_Q = 1\text{ mA}$; $T_j = 25^\circ\text{C}$
Power Supply Ripple Rejection	PSRR	-	60	-	dB	$f_r = 100\text{ kHz}$; $V_r = 0.5\text{ Vpp}$

⁹ 在输出电压 V_Q 从额定值下降 100 mV 时测量。

4 电气特性及参数

4.3 交流特性

4.3.1 测试波形

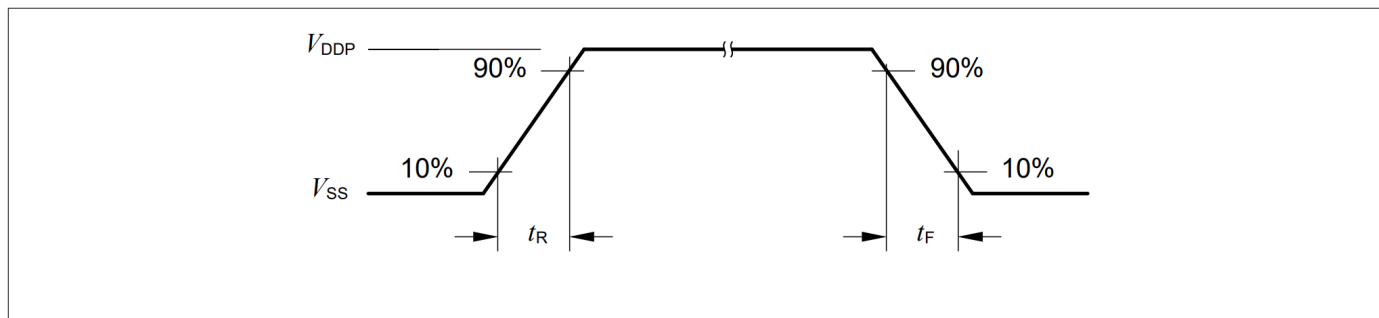


图 10 上升/下降时间参数

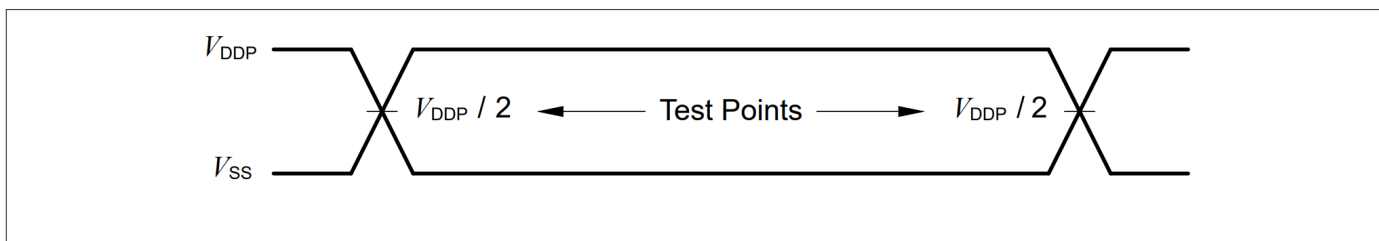


图 11 测试波形，输出延迟

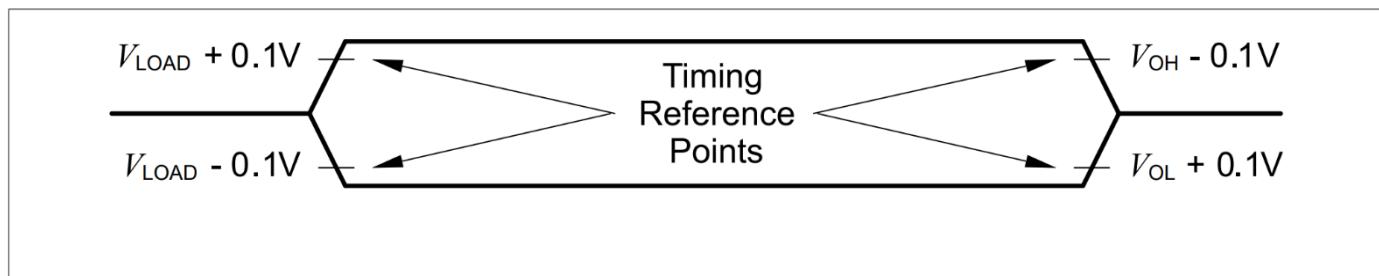


图 12 测试波形，输出高阻

4.3.2 上电和电源阈值特性

本章提供了控制器供电阈值的特性。

最低有效工作电压与掉电复位阈值之间的保护带提供了抗噪和滞后的裕度。当VDD超出其工作范围时，电气参数可能会受到影响。

掉电检测会在定义范围内触发复位。预警检测可用于在发生严重电源电压下降时触发早期预警并发出纠正和/或故障安全措施。

注意： 这些参数不经过生产测试，但经过设计和/或特性验证。

注意： 适用运行条件。

4 电气特性及参数

表 14 上电和电源阈值参数

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
V_{DD} ramp-up time	t_{RAMPUP} SR	$V_{DD}/S_{VDDrise}$	–	10^7	μs	
V_{DD} slew rate	S_{VDDOP} SR	0	–	0.1	V/ μs	Slope during normal operation
	S_{VDD10} SR	0	–	10	V/ μs	Slope during fast transient within +/-10% of V_{DD}
	$S_{VDDrise}$ SR	0	–	10	V/ μs	Slope during power-on or restart after brownout event
	$S_{VDDf_{all}^{10)}$ SR	0	–	0.25	V/ μs	Slope during supply falling out of the +/-10% limits ¹¹⁾
V_{DD} prewarning voltage	V_{DDPW} CC	2.1	2.25	2.4	V	ANAVDEL.VDEL_SELECT = 00 _B
		2.85	3	3.15	V	ANAVDEL.VDEL_SELECT = 01 _B
		4.2	4.4	4.6	V	ANAVDEL.VDEL_SELECT = 10 _B
V_{DD} brownout reset voltage	V_{DDBO} CC	1.55	1.62	1.75	V	calibrated, before user code starts running
V_{DD} voltage to ensure defined pad states	V_{DDA} CC	–	1.0	–	V	
Start-up time from power-on reset	t_{SSW} CC	–	260	–	μs	Time to the first user code instruction ¹²⁾
Start-up time to PWM on	t_{PWMON} CC	5.2	–	360	ms	Time to PWM enabled

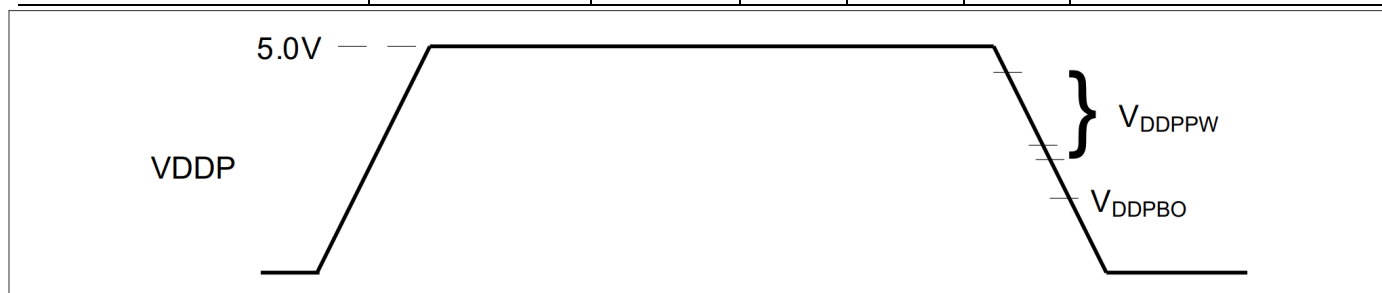


图 13 供电阈值参数

¹⁰ 必须在 V_{DD} 和 V_{SS} 之间添加至少 100 nF 的电容器才能满足此参数的规定要求。

¹¹ 适用于连接到电源引脚的 100 nF 缓冲电容，此时电容电流仅流向芯片。如果电源吸收电流，则必须选择更大的电容值。

¹² 此值不包括上升时间。在启动固件执行期间，MCLK 以 48 MHz 运行，并且时钟寄存器 CGATSTAT0 中指定的外设是门控的。

4 电气特性及参数

4.3.3 片上振荡器特性

表 15 提供 96 MHz 数控振荡器 DCO1 的特性。正常工作期间，DCO1 用作时基。

注意：这些参数不经过生产测试，但经过设计和/或特性验证。

表 15 96 MHz DCO1 特性

Parameter	Symbol	Limit Values			Unit	Test Conditions
		Min.	Typ.	Max.		
Nominal frequency	$f_{\text{NOM CC}}$	-	96	-	MHz	under nominal conditions after trimming
Accuracy with adjustment algorithm ¹³⁾ based on temperature sensor	$\Delta f_{\text{LTTS CC}}$	-0.6	-	+0.6	%	with respect to $f_{\text{NOM}}(\text{typ})$, T_A from 0 °C to 105 °C
		-1.9	-	+1.0	%	with respect to $f_{\text{NOM}}(\text{typ})$, T_A from -25 °C to 105 °C
		-2.6	-	+1.3	%	with respect to $f_{\text{NOM}}(\text{typ})$, T_A from -40 °C to 105 °C
Accuracy	$\Delta f_{\text{LT CC}}$	-1.7	-	+3.4	%	with respect to $f_{\text{NOM}}(\text{typ})$, T_A from 0 °C to 85 °C
		-3.9	-	+4.0	%	with respect to $f_{\text{NOM}}(\text{typ})$, T_A from -40 °C to 105 °C

表 16 提供内部使用的 32 kHz 数字控制振荡器的特性，作为内部看门狗的辅助时钟源。

表 16 32 kHz DCO2 特性

Parameter	Symbol	Limit Values			Unit	Test Conditions
		Min.	Typ.	Max.		
Nominal frequency	$f_{\text{NOM CC}}$	-	32.75	-	kHz	under nominal conditions ¹⁴⁾ after trimming
Accuracy	$\Delta f_{\text{LT CC}}$	-1.7	-	+3.4	%	with respect to $f_{\text{NOM}}(\text{typ})$, T_A from 0 °C to 85 °C
		-3.9	-	+4.0	%	with respect to $f_{\text{NOM}}(\text{typ})$, T_A from -40 °C to 105 °C

¹³⁾ MCE 版本更新或等于 V1.03.00，启用时钟调整算法以提高精度

¹⁴⁾ 该偏差是相对于标称 V_{DDC} 和 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 下的工厂调整频率而言的。

4 电气特性及参数

4.3.4 动态参数栅极驱动器

除非另有说明，否则 $V_{CC} = V_{BS} = 15\text{ V}$, $V_S = V_{SS} = V_{COM}$ 所有参数均在 $T_a = 25\text{ °C}$ 有效

表 17 动态参数

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Turn-on propagation delay	t_{on}	400	530	800	ns	
Turn-off propagation delay	t_{off}	400	530	800	ns	
Turn-on rise time	t_r	–	60	100	ns	$C_L = 1\text{ nF}$
Turn-off fall time	t_f	–	26	45	ns	$C_L = 1\text{ nF}$
Dead time	DT	150	310	–	ns	
Matching delay ON, max(ton)-min(ton), ton are applicable to all 6 driver outputs	MT_{ON}	–	20	100	ns	
Matching delay OFF, max(toff)-min(toff), toff are applicable to all 6 driver outputs	MT_{OFF}	–	40	100	ns	
Output pulse width matching. $P_{win} - P_{Wout}$	PM	–	10	100	ns	

4 电气特性及参数

4.4 电机控制参数

以下数值仅供参考，具体参数定义在 iMOTION™ 运动控制引擎 (MCE) 软件中。

4.4.1 PWM特性

Table 18 Electrical characteristics

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or test condition
		Min.	Typ.	Max.		
Motor PWM Frequency ¹⁵⁾	f_{PWM}	5	16	40	kHz	

4.4.2 电流检测

表 19 电机电流感应

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or test condition
		Min.	Typ.	Max.		
Input range	I_{PWM}	$V_{\text{SS}}-0.05$	-	$V_{\text{DD}}+0.05$	V	
Configurable analog gain		-	1/ 3/ 6/ 12	-		
Itrip input range	I_{PWMTRIP}	$V_{\text{SS}}-0.05$	-	$V_{\text{DD}}+0.05$	V	
Itrip offset		-	± 8	-	mV	
Input capacitance	C_{REF}	-	-	10	pF	REFU, REFU, REFW capacitor

¹⁵⁾ 实际最小和最大限值在相应的软件版本中定义

4 电气特性及参数

4.4.3 故障时序

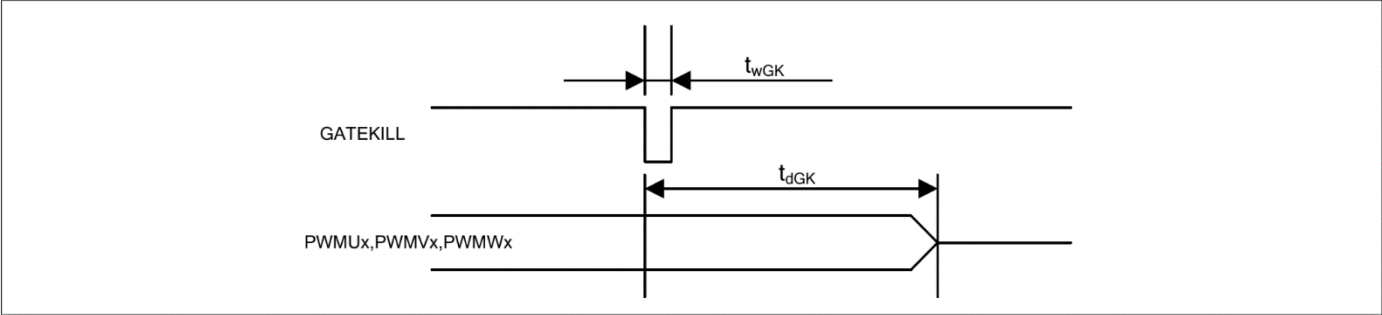


图15 故障时序

表 20 Gatekill 时序

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or test condition
		Min.	Typ.	Max.		
GK pulse width	t_{wGK}	1	-	-	μs	
GK input to PWM shutoff	t_{GK}	-	1.3	-	μs	
Motor Fault reset timing	t_{RESET}	-	1.84	-	ms	fault reset command via UART to PWM reactivation
MCE digital ITRIP filter window	t_{PWMOFF}	0.075	1.0	10	μs	Configurable in software

注意：ITRIP 滤波窗口必须根据相应功率级的额定短路耐受时间进行配置，并考虑外部电路的任何延迟。对于集成功率级的iMOTION™设备，该值在设备的“绝对最大额定值”中指定。

4 电气特性及参数

4.5 功率因数校正 (PFC) 参数

功率因数校正指定的参数仅指集成了相应控制算法的产品。PFC 开关频率可配置，范围取决于具体的固件版本。

4.5.1 升压PFC特性

表 21 电气特性

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or test condition
		Min.	Typ.	Max.		
PFC frequency	f_{PFC}	-	20	50	kHz	MCE rev. 1.3
		-	40	120	kHz	MCE rev. 5.1

4.5.2 图腾柱PFC特性

表 22 电气特性

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or test condition
		Min.	Typ.	Max.		
PFC frequency	f_{PFC}	-	40		kHz	Max defined by SW

4.5.3 PFC电流检测

电流感应规范适用于两种 PFC 算法、升压模式和图腾柱。

表 23 PFC 电流检测

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or test condition
		Min.	Typ.	Max.		
Input range	I_{PFC}	$V_{SS} - 0.05$	-	$V_{DD} + 0.05$	V	$V_{DD} = 3.3$ or 5.0 V
Configurable analog gain		-	1/ 3/ 6/ 12	-		
PFC Itrip input range	I_{PFC_TRIP}	$V_{SS} - 0.05$	-	$V_{DD} + 0.05$	V	$V_{DD} = 3.3$ or 5.0 V
Itrip offset		-	± 3	-	mV	Input voltage difference > 200mV
Input capacitance	C_{REF}	-	-	10	pF	PFCREF capacitor

4.5.4 PFC 故障时序

表 24 PFC 故障时序

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or test condition
		Min.	Typ.	Max.		
Itrip to PFC PWM shutoff	t_{PFCOFF}	-	1.18	-	μs	

(表格续下页.....)

4 电气特性及参数

表 24 (续) PFC 故障时序

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or test condition
		Min.	Typ.	Max.		
PFC fault reset timing	t_{RESET}	-	1.0	-	ms	fault reset command via UART to PWM reactivation

4 电气特性及参数

4.6 设备接口

iMOTION™设备提供多个接口，用于控制应用中的电机驱动器或报告其状态。特定接口的可用性取决于所选的具体设备以及所应用的运动控制引擎 (MCE) 的版本。以下章节和表格详细说明了这些接口及其各自的限制。这些接口的配置设置在 MCE 参考手册中进行了说明。

注意：这些参数不经过生产测试，但经过设计和/或特性验证。适用操作条件。

4.6.1 UART接口

UART接口配置如下。

表 25 电气特性

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or test condition
		Min.	Typ.	Max.		
UART baud rate		1200	57600	-	Bps	
UART mode		-	8-N-1	-		data-parity-stop bit
UART sampling filter period ¹⁶⁾	T_{UARTFIL}	-	1/16	-	T_{BAUD}	

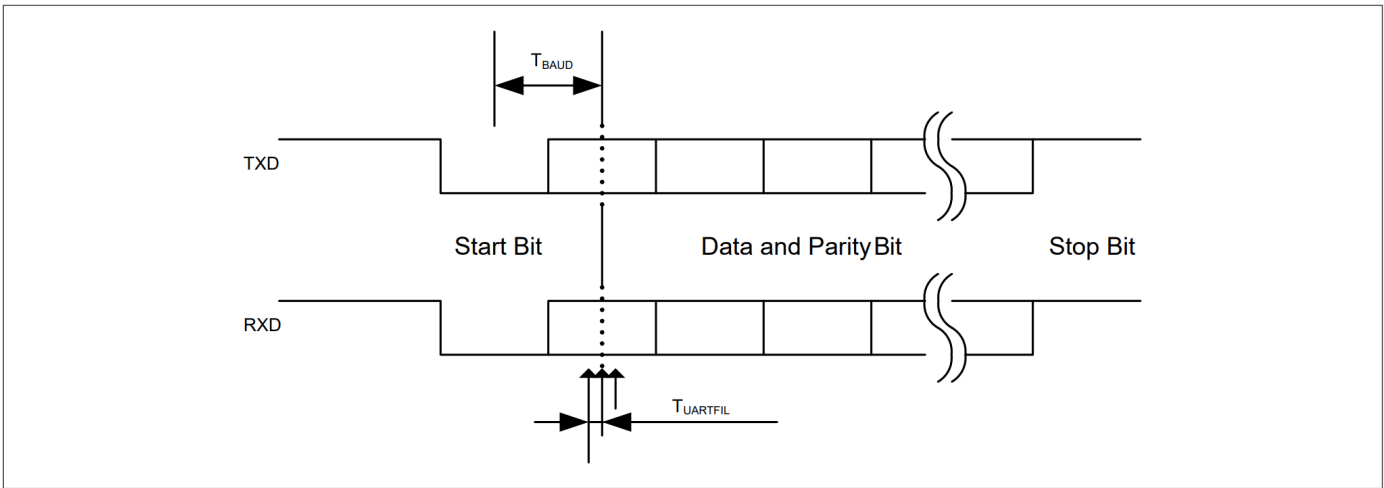


图16 UART时序

¹⁶⁾ 每个位（包括起始位和停止位）以 $1/16 T_{\text{BAUD}}$ 的间隔在位中心进行三次采样。如果三个采样值不一致，则会产生 UART 噪声错误。

4 电气特性及参数

4.6.2 模拟速度输入

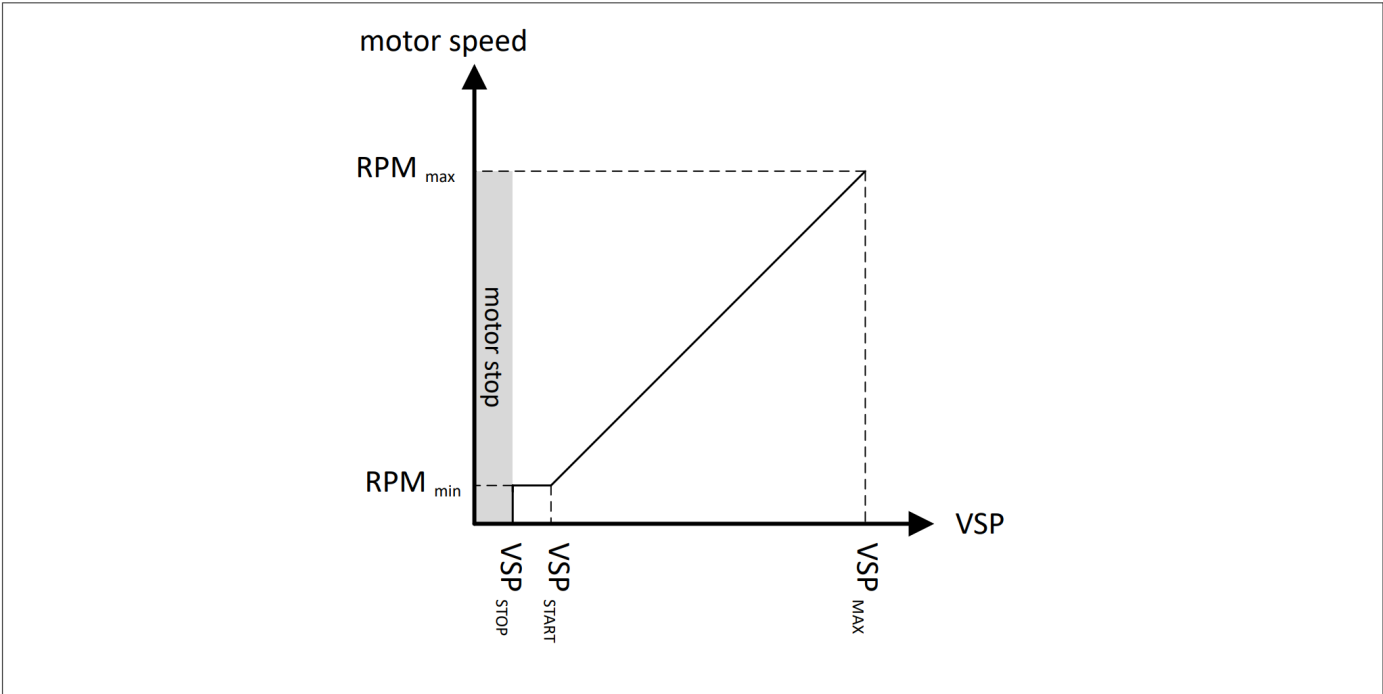


图 17 VSP 模拟控制模式

表 26 模拟速度控制电压 (VSP)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or test condition
		Min.	Typ.	Max.		
Motor start voltage	VSP_{START}	-	1.2	-	V	Configured $VSP_{START}=1.0V$
Motor stop voltage	VSP_{STOP}	-	1.0	-	V	Configured $VSP_{STOP}=1.0V$
Motor max voltage	VSP_{MAX}	-	4.9	4.95	V	$V_{DD}=5.0V$
VSP active to PWM start	t_{START}	-	44	-	ms	
VSP inactive to PWM stop	t_{STOP}	-	16	-	ms	

4 电气特性及参数

4.6.3 频率输入

在频率输入控制模式下，通过在数字输入引脚上输入方波频率信号，可控制电机启动、停止和变速等操作。

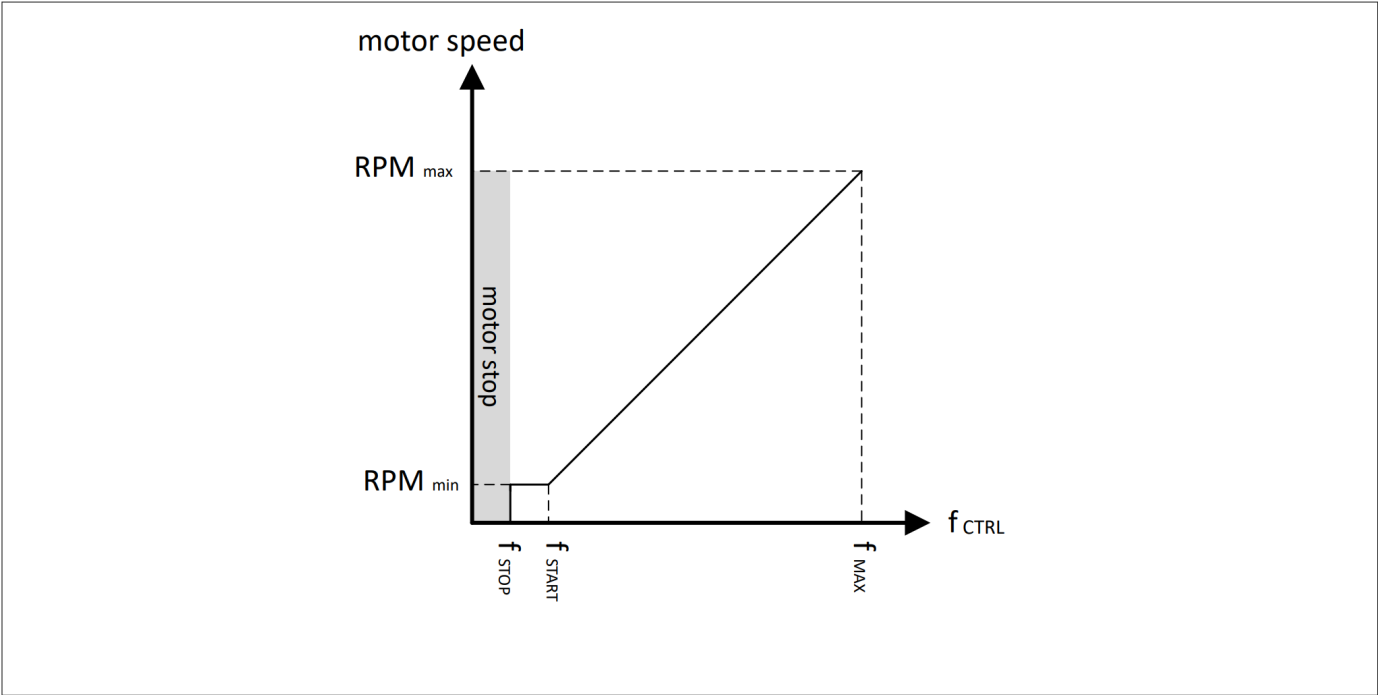


图 18 频率输入控制模式 表 27

频率控制模式

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or test condition
		Min.	Typ.	Max.		
Motor start frequency	f_{START}	-	100	360	Hz	$f_{START} > f_{STOP}$
Motor stop frequency	f_{STOP}	-	50	-	Hz	
Motor max speed frequency	f_{MAX}	-	-	1000	Hz	
Frequency input duty cycle	T_{DUTY}	10	-	90	%	

4 电气特性及参数

4.6.4 占空比输入

在占空比输入控制模式下，通过改变数字输入引脚上矩形波信号的占空比来控制电机的启动、停止和变速等操作。

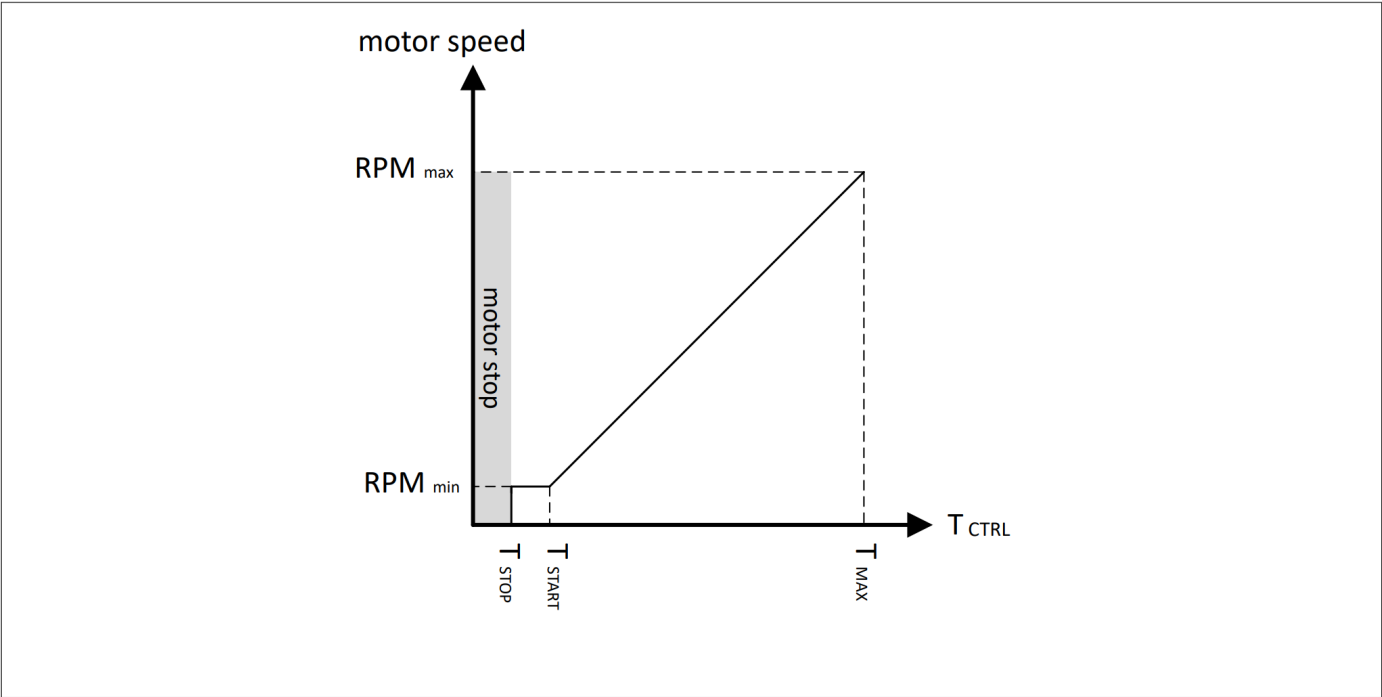


图 19 占空比输入控制模式

表 28 占空比控制模式

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or test condition
		Min.	Typ.	Max.		
Input signal frequency	f_{DUTY}	5	1000	20000	Hz	
Motor start duty cycle	T_{START}	-	10	-	%	$T_{\text{START}} > T_{\text{STOP}}$
Motor stop duty cycle	T_{STOP}	-	5	-	%	
Motor max duty cycle	T_{MAX}	-	95	-	%	

4 电气特性及参数

4.6.5 过温输入

过温输入可用于持续监测外部温度传感器（如 NTC）。

表 29 过温输入

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or test condition
		Min.	Typ.	Max.		
Over Temperature to PWM shutdown	t_{OT}		1.0	2.1	ms	

4.6.6 脉冲输出

IMD111T/IMD112T 系列可以产生与电机旋转同步的方波脉冲输出，可用于监控电机转速。可以配置整个旋转产生的脉冲数。

表 30 脉冲输出

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or test condition
		Min.	Typ.	Max.		
Pulses per Rotation	PPR	4	-	24		
Pulse duty cycle	t_{PPR}	-	50	-	%	

4.6.7 LED 输出

IMD111T/IMD112T 系列提供可连接到 LED 的输出，以直观地指示电机驱动器的状态。

表 31 LED 输出

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or test condition
		Min.	Typ.	Max.		
Fault to LED delay	$t_{LEDFAULT}$	-	53	-	ms	
Fault reset to LED delay	$t_{LEDRESET}$	-	1.84	-	ms	
LED blinking frequency	f_{LED}	1		1000	Hz	
LED blinking duty cycle	t_{LED}	5		95	%	

5 设备和封装规格

5 设备和封装规格

5.1 质量声明

表 32 质量参数

Parameter	Symbol		Limit Values		Unit	Notes
			Min.	Max.		
ESD susceptibility according to Human Body Model (HBM)	V_{HBM} SR		–	2000	V	ANSI/ESDA/JEDEC-JS-001
ESD susceptibility according to Charged Device Model (CDM) pins	V_{CDM} SR		–	1000	V	ANSI/ESDA/JEDEC-JS-002
Moisture sensitivity level	MSL CC		–	3	–	JEDEC J-STD-020D
Soldering temperature	T_{SDR} SR		–	260	°C	JEDEC J-STD-020D

5.2 SBSL 和芯片 ID

下表列出了 IMD111T/IMD112T 系列中各个设备的 ID。根据具体模式，可以使用 SBSL-ID（安全引导加载程序）或 Chip-ID 来识别设备。详情请参阅参考手册或 iMOTION™ 编程手册。

表 33 SBSL-ID 和 Chip-ID

Product Type	Package	Chip-ID	SBSL-ID
IMD111T-6F040	LQFP-40	0x21110007	0242dca3b8d9690b68bf429211856693
IMD112T-6F040	LQFP-40	0x21120007	02309452a88ab5cb112fc4cfa84dcedc

5.3 散热考虑

表 34 封装的热特性

Parameter	Symbol	Limit values		Unit	Package types
		Min.	Max.		
Thermal resistance Junction- Ambient ¹⁷	$R_{\Theta JA}$ CC	–	100.0	K/W	PG-LQFP-40-1

在系统中操作 IMD111T/IMD112T 时，芯片产生的全部热量必须消散到周围环境中，以防止过热和由此造成的热损坏。

可耗散的最大热量取决于封装及其与目标板的集成。“热阻 $R_{\Theta JA}$ ”量化了这些参数。必须限制功率耗散，以使平均结温不超过绝对最大额定值中的值。

结温和环境温度之间的差异取决于

$$\Delta T = (P_{INT} + P_{IOSTAT} + P_{IODYN}) \times R_{\Theta JA}$$

内部功耗定义为

$$P_{INT} = V_{DD} \times I_{DDP} \text{ (开关电流和漏电流) 。}$$

输出驱动器引起的静态外部功耗定义为

$$P_{IOSTAT} = \sum((V_{DD} - V_{OH}) \times I_{OH}) + \sum(V_{OL} I_{OL})$$

¹⁷ 安装在 4 层 JEDEC 电路板 (JESD 51-5) 上的设备。

5 设备和封装规格

输出驱动器引起的动态外部功耗(P_{IODYN}) 取决于连接到各个引脚的电容负载及其开关频率。

如果给定系统配置的总功耗超过定义的限制, 则必须采取对策以确保系统正常运行:

- 如果可能的话, 降低系统中的 V_{DD}
- 降低系统频率
- 减少输出引脚数量
- 减少有源输出驱动负载

修订记录

修订记录

Document version	Date of release	Description of changes
1.0	2020-12-4	Initial release
1.1	2023-09-13	- Infrared pins added - peak output currents not measured in production $I_{F,BSD}$ only typical value (PCN-2023-154-A) - New features pin mapping of TRIAC/I2C/IR added



免责声明

请注意，本文件的原文使用英文撰写，为方便客户浏览英飞凌提供了中文译文。该中文译文仅供参考，并不可作为任何论点之依据。

由于翻译过程中可能使用了自动化程序，以及语言翻译和转换过程中的差异，最后的中文译文与最新的英文版本原文含义可能存在不尽相同之处。

因此，我们同时提供该中文译文版本的最新英文原文供您阅读，请参见 <http://www.infineon.com>

英文原文和中文译文版本之间若存有任何歧异，以最新的英文版本为准，并且仅认可英文版本为正式文件。

您如果使用本文件，即表示您同意并理解上述说明。英飞凌不对因翻译过程中可能存在的任何不完整或不准确信息而产生的任何直接或间接损失或损害负责。英飞凌不承担中文译文版本的完整性和准确性责任。如果您不同意上述说明，请不要使用本文件。

Trademarks

All referenced product or service names and trademarks are the property of their respective owners.

重要通知

版本 2025-09-16

Infineon Technologies AG 出版，
德国 Neubiberg 85579

版权 © 2025 Infineon Technologies AG
及其关联公司。
保留所有权利。

Do you have a question about this
document?

Email:
erratum@infineon.com

Infineon Technologies AG 及其关联公司（以下简称“英飞凌”）销售或提供和交付的产品（可能也包括样品，且可能由硬件或软件或两者组成）（以下简称“产品”），应遵守客户与英飞凌签订的框架供应合同或其他书面协议的条款和条件，如无上述合同或其他书面协议，则应遵守适用的英飞凌销售条件。只有在英飞凌明确书面同意的情况下，客户的一般条款和条件或对适用的英飞凌销售条件的偏离才对英飞凌具有约束力。

为避免疑义，英飞凌不承担侵犯第三方权利的所有保证和默示保证，例如对特定用途/目的的适用性或适销性的保证。

英飞凌对与样品、应用或客户对任何产品的具体使用有关的任何信息或本文件中给出的任何示例或典型值概不负责。

本文件中包含的数据仅供具有技术资格和技能的客户代表使用。客户有责任评估产品对预期应用和客户特定用途的适用性，并在预期应用和客户特定用途中验证本文件中包含的所有相关技术数据。客户有责任正确设计、编程和测试预期应用的功能性和安全性，并遵守与其使用相关的法律要求。

除非英飞凌另行明确批准，否则产品不得用于任何因产品故障或使用产品的任何后果可合理预期会导致人身伤害的应用。但是，上述规定并不妨碍客户在英飞凌明确设计和销售的使用领域中使用任何产品，但是客户对应用负有全部责任。

英飞凌明确保留根据适用法律，如《德国版权法》（UrhG）第 44b 条，将其内容用于商业资料和数据勘探（TDM）的权利。

如果产品包含安全功能：

由于任何计算设备都不可能绝对安全，尽管产品采取了安全措施，但英飞凌不保证产品不会被入侵、数据不会被盗或遗失，或不会发生其他漏洞（以下简称“安全漏洞”），英飞凌对任何安全漏洞不承担任何责任。

如果本文件包含或引用软件：

根据美国、德国和世界其他国家的知识产权法律和条约，该软件归英飞凌所有。英飞凌保留所有权利。因此，您只能按照软件附带的软件授权协议的规定使用本软件。

如果没有适用的软件授权协议，英飞凌特此授予您个人的、非排他性的、不可转让的软件知识产权授权（无权转授权）：(a) 对于以源代码形式提供的软件，仅在贵组织内部修改和复制该软件用于英飞凌硬件产品；及 (b) 对于以二进制代码 (binary code) 形式对外向终端用户分发该软件，仅得用于英飞凌硬件产品。禁止对本软件进行任何其他使用、复制、修改、翻译或编译。有关产品、技术、交货条款和条件以及价格的详细信息，请联系离您最近的英飞凌办公室或访问 <https://www.infineon.com>。