

# 译文

## TB67H401FTG

本资料是为了参考的目的由原始文档翻译而来。  
使用本资料时，请务必以原始文档及其关联的最  
新东芝信息为准，并遵守该等原始文档和东芝信  
息。

原本：“TB67H401FTG” 2018-04-26

翻译日：2018-08-22

东芝 BiCD 工艺硅单片集成电路

## TB67H401FTG

### 采用双 H 桥模式的有刷直流电机驱动器

TB67H401FTG 是一款集成双 H 桥的有刷直流电机驱动器。内部 H 桥可独立进行控制。

采用 BiCD 工艺制造，TB67H401FTG 额定参数为 50V，3.0 A/ch。



### 功能特点

- 支持运行 50V，3.0A/ch2 的有刷直流电机
- 能够使用双 H 桥模式驱动两台有刷直流电机(3.0 A/ch)
- 能够使用单 H 桥模式，驱动一台大电流（6.0A）有刷直流电机
- 每个 H 桥的电流限制和电流限制检测输出
- 低 Ron (on) MOSFET（高边 + 低边 = 0.49Ω（典型值），在双 H 桥模式下）
- 错误检测功能（热截断（TSD）、过流检测（ISD）、上电复位（POR））
- 错误检测信号输出（错误输出）
- 内部 VCC（5 V）调节器使驱动器能够使用单电源（VM）运行
- 使用外部组件，可调节内部 PWM 频率
- 含导热焊盘的小型封装（QFN48：7.0mm×7.0mm）

注：使用 TB67H401FTG 时，请考虑散热条件。



## 引脚说明

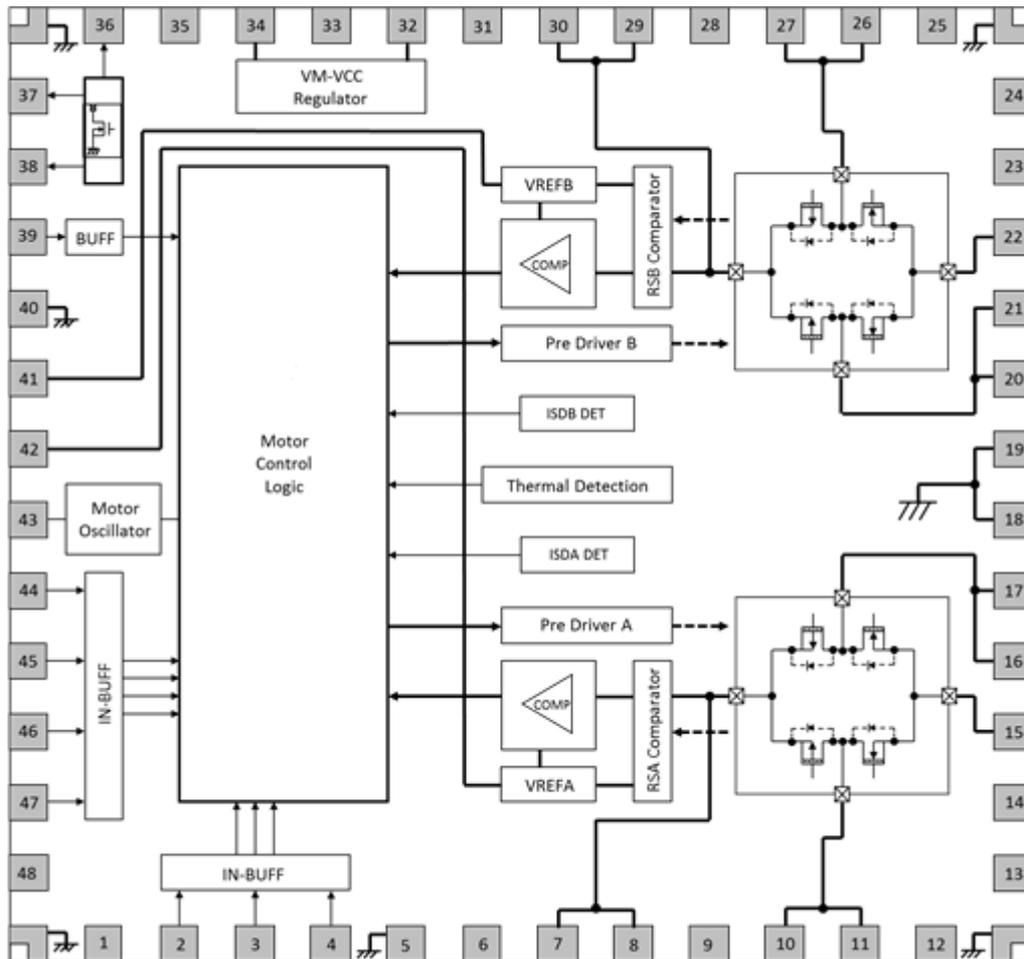
HBMODE=低			HBMODE=高		
引脚编号	引脚名称	引脚功能	引脚编号	引脚名称	引脚功能
1	NC	非连接	1	NC	非连接
2	INB1	Bch 的 H 桥控制引脚 1	2	NC	非连接
3	INB2	Bch 的 H 桥控制引脚 2	3	NC	非连接
4	TBLKAB	恒流电路的噪声滤波器设置引脚	4	TBLK	恒流电路的噪声滤波器设置引脚
5	GND	接地引脚	5	GND	接地引脚
6	NC	非连接	6	NC	非连接
7	RSA	Ach 的电流感应引脚	7	RS	电流感应引脚
8	RSA	Ach 的电流感应引脚	8	RS	电流感应引脚
9	NC	非连接	9	NC	非连接
10	OUTA+	Ach 的电机输出 (+) 引脚	10	OUT+	电机输出 (+) 引脚
11	OUTA+	Ach 的电机输出 (+) 引脚	11	OUT+	电机输出 (+) 引脚
12	NC	非连接	12	NC	非连接
13	NC	非连接	13	NC	非连接
14	NC	非连接	14	NC	非连接
15	GND	H 桥的电源接地引脚	15	GND	H 桥的电源接地引脚
16	OUTA-	Ach 的电机输出 (-) 引脚	16	OUT+	电机输出 (+) 引脚
17	OUTA-	Ach 的电机输出 (-) 引脚	17	OUT+	电机输出 (+) 引脚
18	GND	接地引脚	18	GND	接地引脚
19	GND	接地引脚	19	GND	接地引脚
20	OUTB-	Bch 的电机输出 (-) 引脚	20	OUT-	电机输出 (-) 引脚
21	OUTB-	Bch 的电机输出 (-) 引脚	21	OUT-	电机输出 (-) 引脚
22	GND	H 桥的电源接地引脚	22	GND	H 桥的电源接地引脚
23	NC	非连接	23	NC	非连接
24	NC	非连接	24	NC	非连接
25	NC	非连接	25	NC	非连接
26	OUTB+	Bch 电机输出 (+) 引脚	26	OUT-	电机输出 (-) 引脚
27	OUTB+	Bch 电机输出 (+) 引脚	27	OUT-	电机输出 (-) 引脚
28	NC	非连接	28	NC	非连接
29	RSB	Bch 的电流感应引脚	29	RS	电流感应引脚
30	RSB	Bch 的电流感应引脚	30	RS	电流感应引脚
31	NC	非连接	31	NC	非连接
32	VM	电机电源引脚	32	VM	电机电源引脚
33	NC	非连接	33	NC	非连接
34	VCC	内部稳压器电压监控引脚	34	VCC	内部稳压器电压监控引脚
35	NC	非连接	35	NC	非连接
36	LO	错误检测标志	36	LO	错误检测标志
37	FBB	Bch 的电流检测标志	37	GND	需要 GND 连接
38	FBA	Ach 的电流检测标志	38	FB	电流检测标志
39	HBMODE	H 桥驱动模式设置引脚	39	HBMODE	H 桥驱动模式设置引脚
40	GND	接地引脚	40	GND	接地引脚
41	VREFB	Bch 的电流阈值基准电压引脚	41	GND	需要 GND 连接
42	VREFA	Ach 的电流阈值基准电压引脚	42	VREF	电流阈值基准电压引脚
43	OSCM	内部振荡器频率设置引脚	43	OSCM	内部振荡器频率设置引脚
44	INA1	Ach 的 H 桥控制引脚 1	44	IN1	H 桥控制引脚 1
45	INA2	Ach 的 H 桥控制引脚 2	45	IN2	H 桥控制引脚 2
46	PWMA	Ach 短路制动引脚	46	PWM	短路制动引脚
47	PWMB	Bch 短路制动引脚	47	NC	非连接
48	NC	非连接	48	NC	非连接

注：请勿将任何 PCB 图案连接至 NC 引脚。

注：对于具有相同引脚名称的引脚；将引脚在 IC 的最近点处连接在一起。

注：某些引脚名称因 HBMODE 状态的不同而不同。此后，其在 HBMODE 处于低电平时保持统一。

## 方框图



为了便于解释，可以省略或简化方框图中的一些功能块、电路或常数。

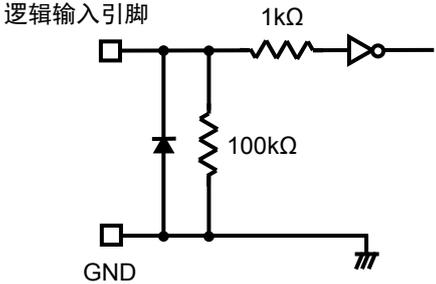
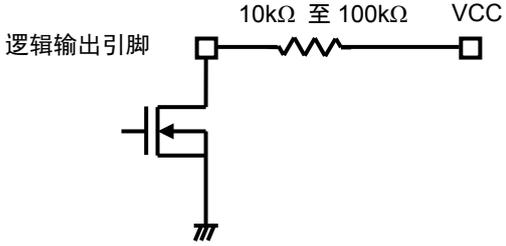
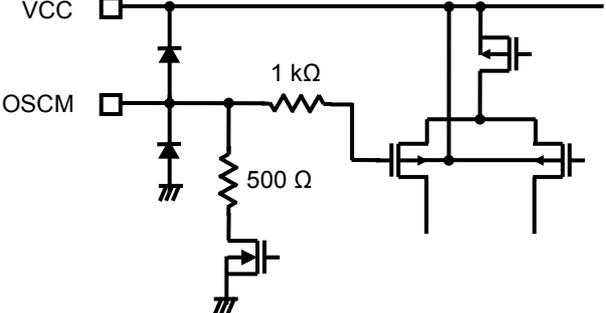
注：使用 TB67H401FTG 时，PCB 的 GND 图案应为实心图案，只能从外部在一个点上进行端接。此外，应考虑可有效散热的接地方法。

应注意输出、VM 和 GND 走线的布局，以避免输出引脚之间、或电源或接地之间发生短路。如果发生短路，则可能对设备造成永久性损坏。

此外，由于该设备具有可运行巨大电流的电源引脚（VM、GND、OUT+、OUT-），因此应特别注意设备的图案设计和实现。如果此类引脚的布线不正确，则可能发生操作错误或可能对设备造成损坏。

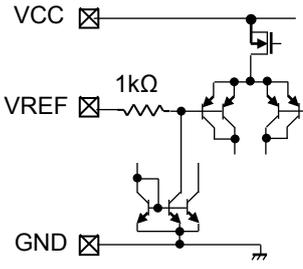
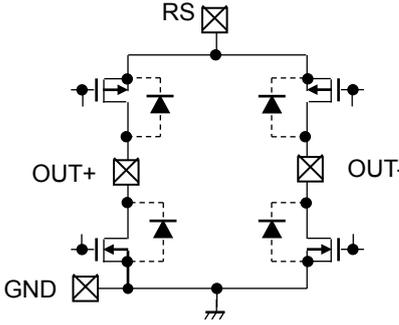
逻辑输入引脚也必须正确布线。否则，设备可能由于穿过集成电路的电流超过指定电流而损坏。应当注意设计图案和安装。

**输入/输出等效电路 1**

引脚名称	输入/输出信号	输入/输出等效电路
TBLKAB HBMODE PWMA PWMB INA1 INA2 INB1 INB2	逻辑输入引脚电压  $0\text{V} \leq V_{IN(L)} \leq 0.8\text{V}$  $2.0\text{V} \leq V_{IN(H)} \leq 5.5\text{V}$	 <p>逻辑输入引脚</p> <p>1kΩ</p> <p>100kΩ</p> <p>GND</p>
FBA FBB LO	逻辑输出引脚  $0\text{V} \leq V_{O(L)} \leq 0.5\text{V}$  $4.5\text{V} \leq V_{O(H)} \leq 5.5\text{V}$	 <p>逻辑输出引脚</p> <p>10kΩ 至 100kΩ</p> <p>VCC</p>
OSCM	OSCM 频率范围  $0.64\text{MHz} \leq f_{\text{OSCM}} \leq 2.4\text{MHz}$	 <p>VCC</p> <p>OSCM</p> <p>1 kΩ</p> <p>500 Ω</p>

为了便于解释，可简化或省略等效电路图。

输入/输出等效电路 2

引脚名称	输入/输出信号	输入/输出等效电路
<p>VCC</p> <p>VREFA</p> <p>VREFB</p>	<p>VCC 电压范围</p> <p><math>4.75\text{ V} \leq VCC \leq 5.25\text{ V}</math></p> <p>VREF 输入电压范围</p> <p><math>GND \leq VREF \leq 4.0\text{ V}</math></p>	
<p>OUTA+</p> <p>OUTA-</p> <p>OUTB+</p> <p>OUTB-</p> <p>RSA</p> <p>RSB</p>	<p>VM 工作电压范围</p> <p><math>10\text{ V} \leq VM \leq 47\text{ V}</math></p> <p>输出引脚电压范围</p> <p><math>10\text{ V} \leq VM \leq 47\text{ V}</math></p>	

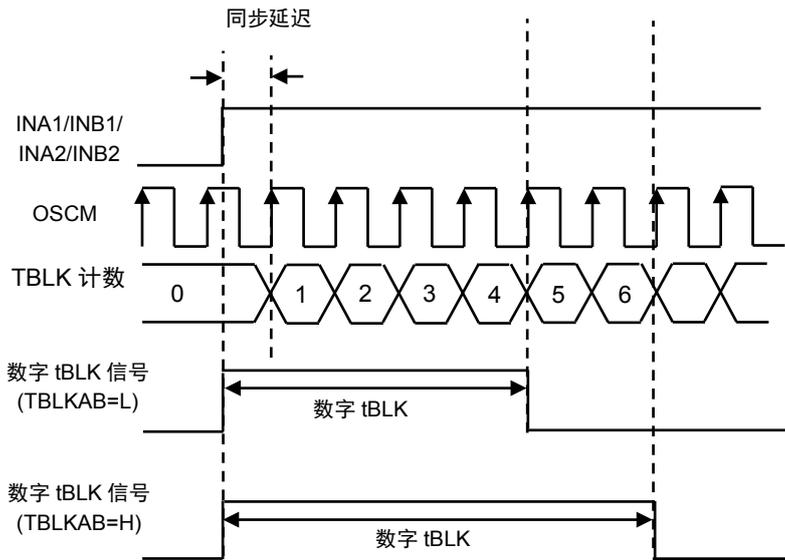
为了便于解释，可简化或省略等效电路图。

◆电机控制功能

1. TBLKAB 功能

该引脚将用于设置噪声抑制时间。

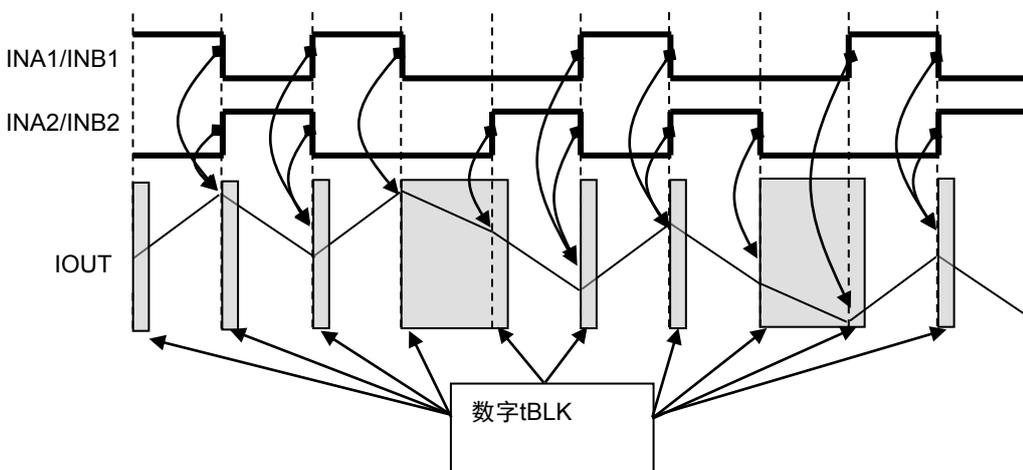
TBLKAB	TBLK 噪声抑制时间
L	数字 tBLK = tOSCM × 4clk
H	数字 tBLK = tOSCM × 6clk



请注意，为了便于解释，可能会省略或简化时序图或常数。

- \* 数字 tBLK 用于避免当 H 桥与直流电机一起使用时，在充电驱动模式下对压敏电阻恢复电流进行错误判断。数字 tBLK 时间可通过 TBLKAB 引脚进行控制。通过设置数字 tBLK，可进行直接 PWM 控制和恒流控制，但是当数字 tBLK 激活时，电机电流将上升到预定电流水平（NF）以上。
- \* 除数字 tBLK 外，还会连接通过 IC 内部常数确定的模拟 tBLK（400ns（典型值））。

• 有刷直流电机的数字 tBLK 时序



数字 tBLK 在恒流斩波的每个充电周期开始时插入，还在 INA1、INA2、INB1 或 INB2 切换时插入。

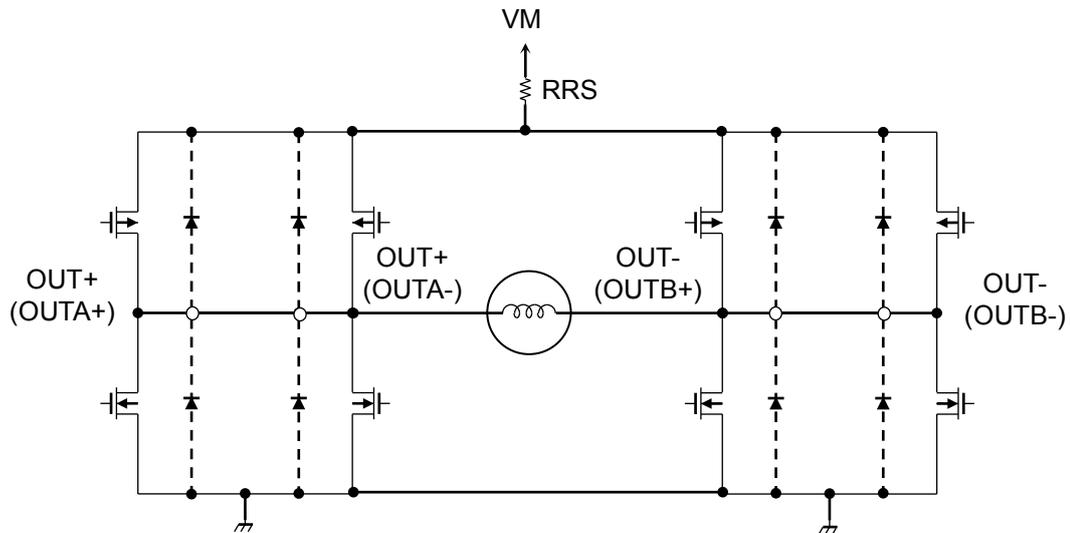
请注意，为了便于解释，可能会省略或简化时序图或常数。

## 2. HBMODE 功能

电机输出的驱动模式通过 HBMODE 引脚进行设置。

HBMODE	功能
高 (连接至 VCC)	单 H 桥模式 (两个 H 桥作为一个 H 桥进行并行控制。)
低 (连接至 GND)	双 H 桥模式 (单独控制两个 H 桥。)

### HBMODE=高 (单 H 桥模式)



### H 桥功能

PWM	IN1	IN2	OUT+	OUT-	驱动模式
低	低	低	Hi-Z	Hi-Z	待机
	高	低	低	低	短路制动
	低	高			
高	低	低	Hi-Z	Hi-Z	停止 (关闭)
	高	低	高	低	CW (正转)
	低	高	低	高	CCW (反转)
	高	高	低	低	短路制动

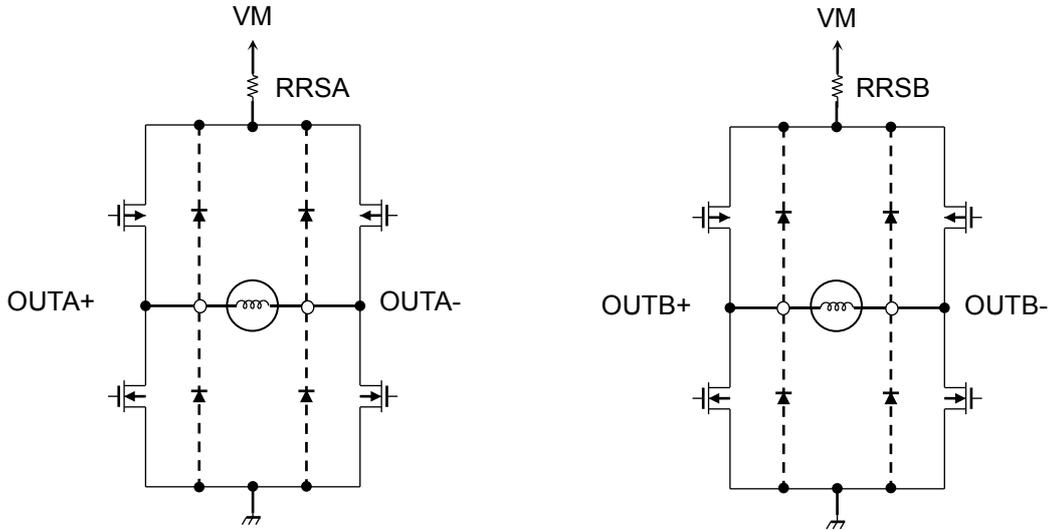
注：使用单 H 桥模式时，应平衡 PCB 布局内的阻抗。此外，有多个具有相同名称的引脚。对于这些引脚（如 VM、OUT+、OUT-、GND、RS 等），名称相同的应相互进行连接。

注：无法在运行期间切换 HBMODE 引脚的逻辑输入电平。因此，将 HBMODE 引脚设置为高电平时，连接到 VCC；将其设置为低电平时，通过 PCB 图案连接到 GND。当电机运行时，切换 HBMODE 引脚可能会损坏或毁坏设备与电机。

注：控制引脚因 HBMODE 引脚设置的不同而不同。详情请参阅第 3 节-INA1/INB1、INA2/INB2 和 PWMA/PWMB 功能”。

注：使用逻辑信号而非 VM 时，内部电路的设计能够避免 EMF 或泄漏电流。产生 VM 前，请考虑控制信号时序。

HBMODE=低 (双 H 桥模式)



为了便于解释，可简化等效电路图或忽略其中某些部分。

3. INA1/INB1、INA2/INB2 和 PWMA/PWMB 功能

H 桥通过 INA1/INB1、INA2/INB2 和 PWMA/PWMB 引脚进行控制。当 HBMODE 引脚设置为高电平时，两个 H 桥均由 INA1、INA2 和 PWMA 引脚控制；INB1、INB2 和 PWMB 引脚将无效(不予以理会)。当 HBMODE 设置为低电平时，H 桥 Ach 由 INA1、INA2 和 PWMA 引脚控制，且 H 桥 Bch 由 INB1、INB2 和 PWMB 引脚控制。

H 桥 (Ach) 功能

PWMA	INA1	INA2	OUTA+	OUTA-	驱动模式
低	低	低	Hi-Z	Hi-Z	(注)
	高	低	低	低	短路制动
	低	高			
	高	高			
高	低	低	Hi-Z	Hi-Z	停止 (关闭)
	高	低	高	低	CW (正转)
	低	高	低	高	CCW (反转)
	高	高	低	低	短路制动

H 桥 (Bch) 功能

PWMB	INB1	INB2	OUTB+	OUTB-	驱动模式
低	低	低	Hi-Z	Hi-Z	(注)
	高	低	低	低	短路制动
	低	高			
	高	高			
高	低	低	Hi-Z	Hi-Z	停止 (关闭)
	高	低	高	低	CW (正转)
	低	高	低	高	CCW (反转)
	高	高	低	低	短路制动

注 当 INA1、INA2 和 PWMA 设置为低电平时，H 桥 (Ach) 的输出引脚将为 Hi-Z。当 INB1、INB2 和 PWMB 设置为低电平时，H 桥 (Bch) 的输出引脚将为 Hi-Z。仅当所有 6 个逻辑输入 (INA1、INA2、PWMA、INB1、INB2 和 PWMB) 均设置为低电平时，才可使用待机模式。(当 HBMODE 引脚设置为高电平时，通过将所有 3 个输入 INA1、INA2 和 PWMA 设置为低电平，将可使用待机模式。)

**3-1. INA1/INB1、INA2/INB2 和 PWMA/PWMB 设置示例**

每个 H 桥都有 3 个控制信号（INA1/INB1、INA2/INB2 和 PWMA/PWMB），但控制每个电机基本上只需 1 或 2 个信号。以下是几个示例，说明如何使用控制信号对电机进行控制。

**1 信号控制（例如单向控制，正转）****H 桥功能**

PWMA/PWMB	INA1/INB1	INA2/INB2	OUTA+/OUTB+	OUTA-/OUTB-	驱动模式
低	低	低	Hi-Z	Hi-Z	(注)
	连接 VCC	连接 GND	低	低	短路制动
	低	高			
高	低	低	Hi-Z	Hi-Z	停止（关闭）
	连接 VCC	连接 GND	高	低	CW（正转）
	低	高	低	高	CCW（反转）
	高	高	低	低	短路制动

如果只需单向旋转电机，则将 INA1/INB1 连接到 VCC，将 INA2/INB2 连接到 GND，并且只切换 PWMA/PWMB 引脚。这将允许对电机进行单信号控制。

**2 信号控制（例如双向控制，正/反转）****H 桥功能**

PWMA/PWMB	INA1/INB1	INA2/INB2	OUTA+/OUTB+	OUTA-/OUTB-	驱动模式
低	低	低	Hi-Z	Hi-Z	(注)
	高	低	低	低	短路制动
	低	高			
	高	高			
连接 VCC	低	低	Hi-Z	Hi-Z	停止（关闭）
	高	低	高	低	CW（正转）
	低	高	低	高	CCW（反转）
	高	高	低	低	短路制动

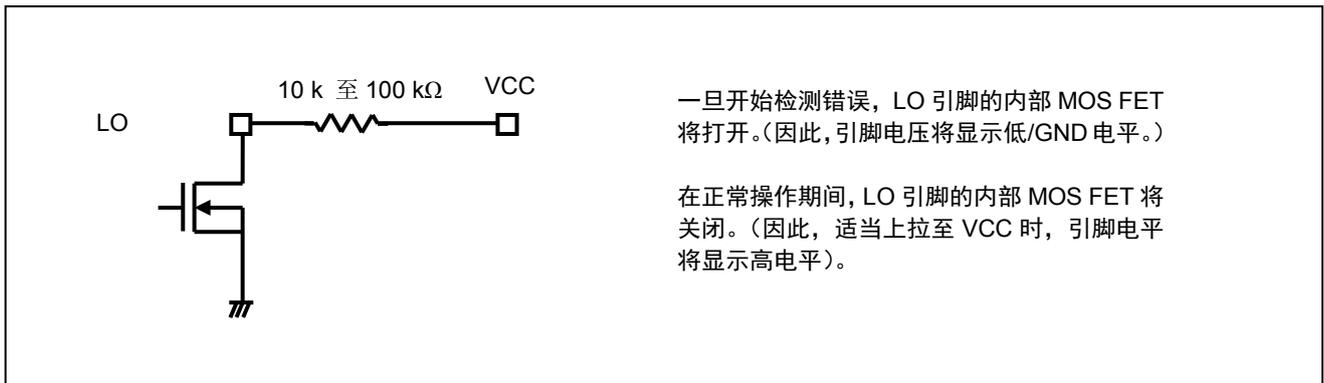
如果需要双向旋转电机（正向和反向），则将 PWMA/PWMB 引脚连接到 VCC，并切换用于正向/反向/停止和制动的 INA1/INB1 和 INA2/INB2 引脚。

#### 4. LO（逻辑输出：错误检测信号输出）功能

LO 引脚向 MCU/CPU 发出 TB67H401FTG 已检测到过流 (ISD) 或过热 (TSD) 情况的信号。LO 引脚是开漏引脚，因此需要将其向上拉至 VCC，以便正确使用。在 10k 至 100kΩ 范围内使用上拉电阻器。TB67H401FTG 正常工作时，引脚将保持高电平；一旦检测到过流 (ISD) 或过热 (TSD)，引脚将显示低电平。

通过重新判断提示 VM 或使用待机模式，发布错误状态后，LO 引脚将显示“正常操作”状态。（如果未使用该功能，请保持引脚打开。）

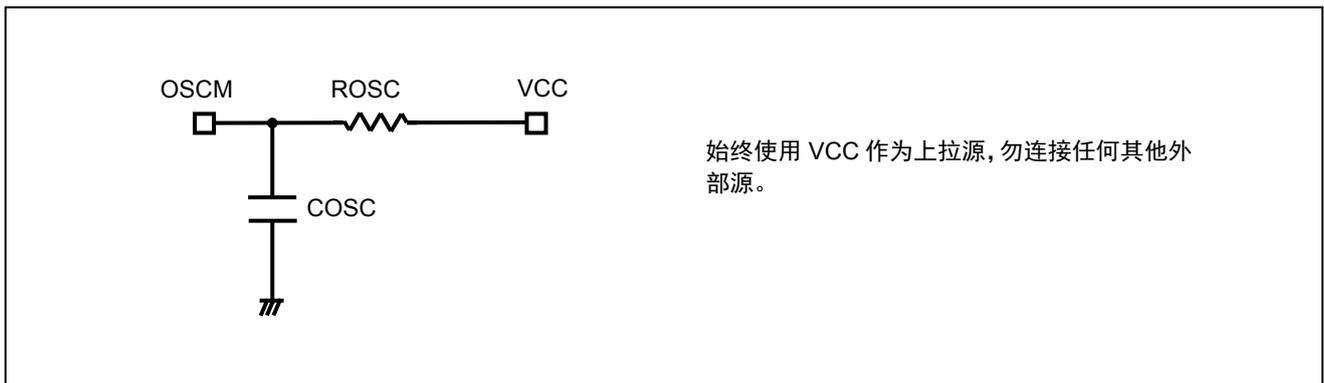
LO	功能
VCC	正常状态（正常运行）
Low	检测到过流 (ISD) 或过热 (TSD)



为了便于解释，可简化等效电路图或忽略其中某些部分。

#### 5. OSCM（内部振荡器）功能

OSCM 引脚用于调整恒定电流 PWM 控制的内部振荡器频率。连接至 OSCM 引脚的电阻和电容值将设置内部振荡器频率。使用 VCC 将 ROSC 连接至 OSCM 引脚，且勿连接任何其他外部电源。



为了便于解释，可省略等效电路图。

**注** 将由电阻 (ROSC) 和电容 (COSC) 设置振荡器频率。当调整频率时，设置 COSC 为 270pF，并更改 ROSC 电阻值。有关详细信息，请参考以下说明。

## OSCM 振荡器频率（斩波频率）计算

可使用外组件值（ROSC 和 COSC）和下方所示公式计算 OSCM 振荡器频率。（仅当 COSC 设置为 270pF 时有效）。

$$f_{OSCM} = 4.0 \times ROSC^{-0.8}$$

COSC 和 ROSC 均为设置振荡器频率所需的外部组件。为调整振荡器频率，使用 270pF COSC 并更改 ROSC 值。

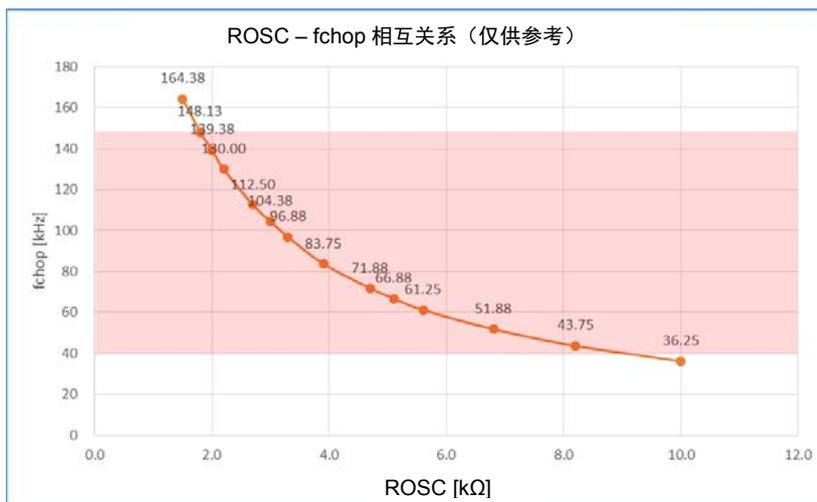
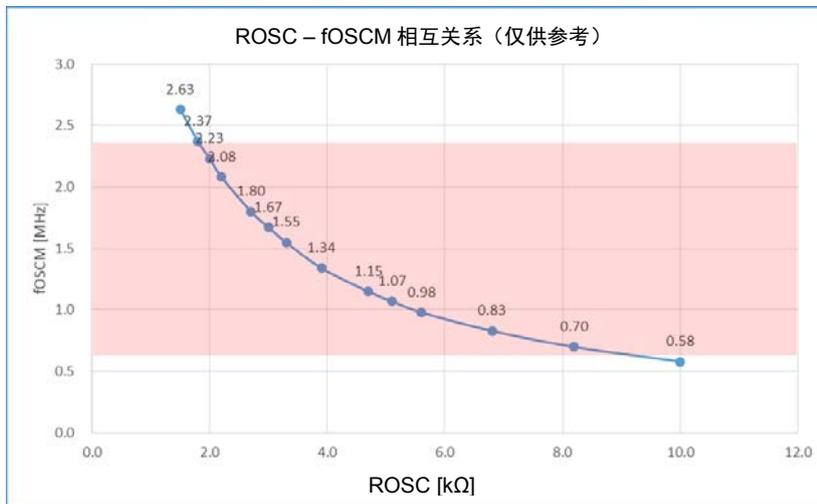
PWM 斩波频率（fchop）和 OSCM 振荡器频率（fOSCM）间的相关性如下所示。

$$f_{chop} = f_{OSCM} / 16$$

对于正常运行，将频率设置在 50kHz 至 70kHz 的范围内，并根据使用条件进行调整（如需）。

当斩波频率被设置为高频率时，电流纹波变小，其致使波形具有更高再现性。但是，每单位时间的斩波频率增加，因此集成 MOSFET 的门极损耗和开关损耗变大，从而导致额外发热。另一方面，当斩波频率被设置为低时，电流纹波变大，但发热减少。请根据使用条件和环境设置频率。

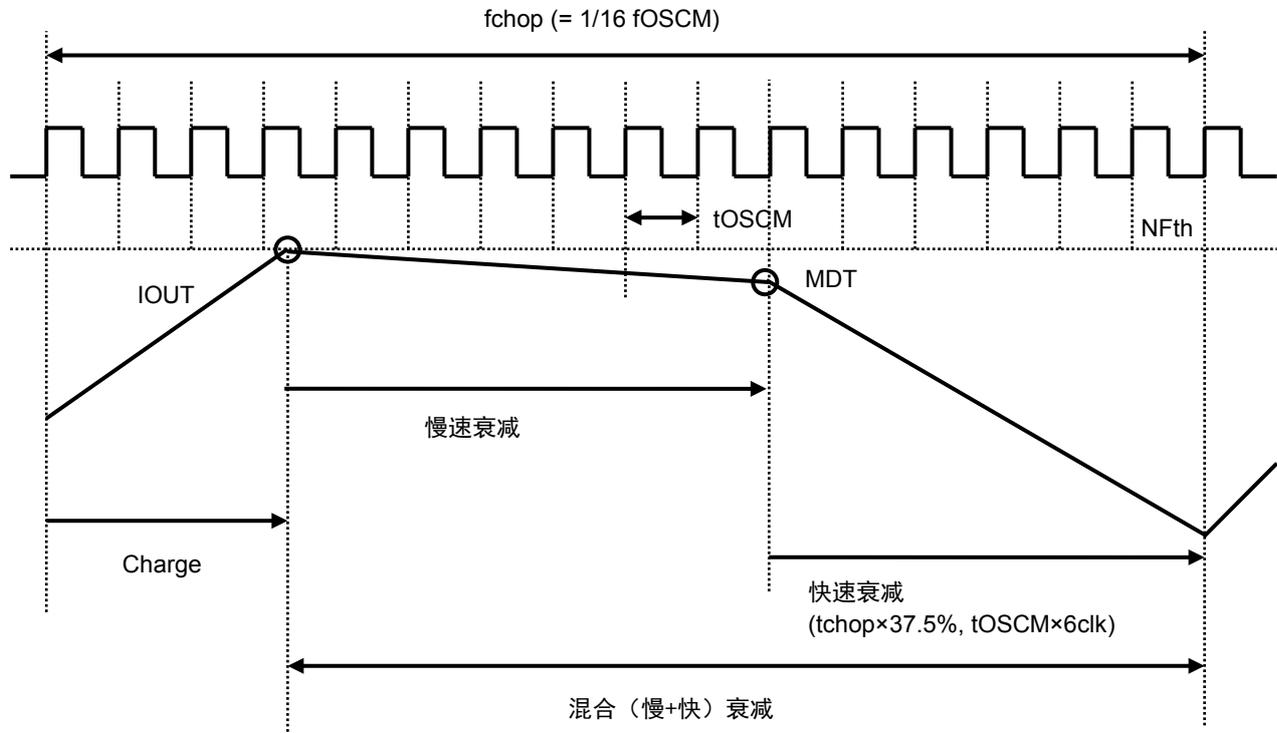
注：请参见下面显示的供参考的 ROSC-fOSCM 和 ROSC-fchop 之间的相互关系图。（COSC 电容值设置为 270pF）。



## 6. 电流限制（内部 PWM/混合衰减）控制

### 电流限制（内部 PWM/混合衰减）控制

TB67H401FTG 具有电流限制（内部 PWM/混合衰减）控制能力，可在 PWM 控制期间监控电机电流，并限制电流，以避免以混合衰减的方式超过设定阈值。



为了便于解释，可简化时序图。

内部 PWM 周期为“充电→慢速衰减→快速衰减→充电→……”循环，旨在保持峰值电流低于 NF 阈值 ( $NF_{th}$ )。斩波频率 ( $f_{chop}$ ) 是 OSCM 振荡器频率 ( $f_{OSCM}$ ) 每周期的 16 个计数阶段。充电、慢速衰减和快速衰减的序列基本上在此  $f_{chop}$  循环内切换。

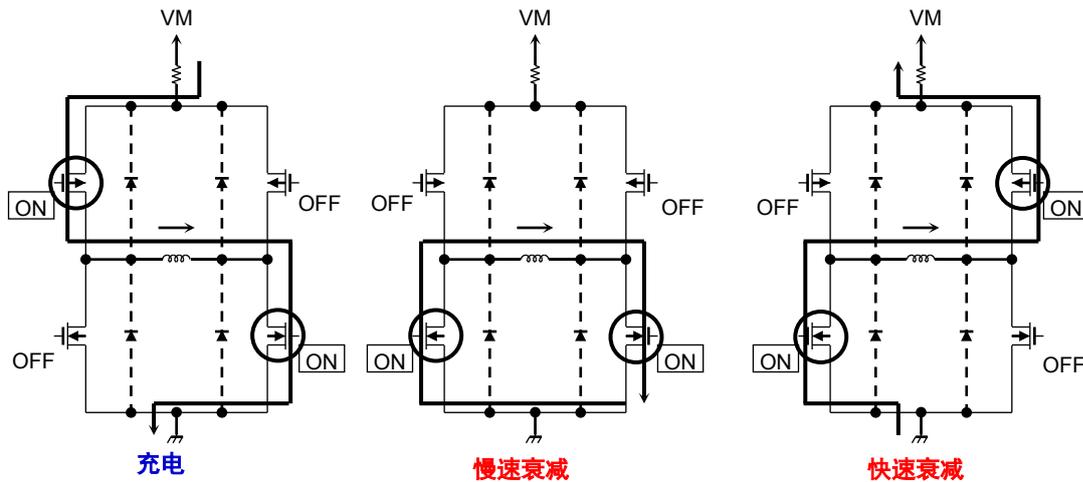
首先，电流通过 H 桥（充电）从电源流入电机，直到达到电流限制阈值 ( $NF_{th}$ )，其中该阈值通过  $V_{REF}$  和感应电阻器 ( $R_{RS}$ ) 进行设置。一旦电机电流达到  $NF_{th}$ ，H 桥将切换到“慢速衰减”模式（逐渐放电模式），直到处于 MDT（混合衰减时序）。

MDT 是一个设置用于每个 PWM 周期最后 6 个计数的固定值。一旦达到 MDT，H 桥将切换到“快速衰减”模式，并在  $f_{chop}$  周期的剩余时间内，将电流再循环回电源。

如果电机电流达到  $NF_{th}$ ，并且该  $f_{chop}$  周期内剩余的时间小于  $t_{OSCM} \times 6 clk$  ( $t_{chop} \times 37.5\%$ )，则将跳过“慢速衰减”序列，H 桥将直接切换到“快速衰减”模式，并将在  $f_{chop}$  周期的剩余时间内持续一段时间。

内部 PWM 周期与外部 PWM 完全异步，但外部信号具有更高的优先级，因此无论内部 PWM 周期如何，都可以进行切换。

## 电机输出 MOSFET 切换序列



TB67H401FTG 具有 400ns（设计目标、固定值）的时滞，以避免任何切换期间的任何流通电流。

为了便于解释，可简化或省略等效电路。

## 电流限制阈值计算（对于每个 H 桥）

电流限制阈值通过 VREF 电压和感应电阻器（RRS）的值进行设置。

$$I_{OUT} = V_{REF} \times 0.2 \times 1/RRS$$

示例：当 VREF 电压设置为 2.0V 并且电流感应电阻器（RRS）为 0.22Ω 时，电流限制阈值计算如下。

$$I_{OUT} = 2.0 \times 0.2 \times 1/0.22 = 1.82 \text{ A}$$

## 绝对最大额定值 (Ta=25℃)

特性	符号	额定值	单位	备注
电机电源	VM	50	V	—
电机输出电压	VOUT	50	V	—
电机输出电流	IOUT(SHB)	6.0	A	(注1)
	IOUT(DHB)	3.0	A/ch	(注2)
内部逻辑电源	VCC	6.0	V	—
逻辑输入电压	VIN(H)	6.0	V	—
	VIN(L)	-0.4	V	—
LO输出电压	VLO	6.0	V	—
LO流入电流	ILO	6.0	mA	—
功耗	PD	1.3	W	(注3)
工作温度	Topr	-20至85	℃	—
存储温度	Tstg	-55至150	℃	—
结温	Tj (最大值)	150	℃	—

注 1: 当 HBMODE 引脚设置为高电平时。请确保各 H 桥的峰值电流电平始终保持低于 3.0 A。此外, 计算发热量, 并在合理范围内设置最大电流。电机电流可能受环境温度和 PCB 布局 (热量条件) 的限制。

注 2: 当 HBMODE 引脚设置为低电平时。请确保各 H 桥的电流电平始终保持低于 3.0 A。此外, 计算发热量, 并在合理范围内设置最大电流。电机电流可能受环境温度和 PCB 布局 (热量条件) 的限制。

注 3: 仅设备 (Ta=25℃)

Ta: 环境温度

Topr: 集成电路处于活动状态时的环境温度。

Tj: IC 处于激活的结温。受热截断 (TSD) 阈值限制 Tj (max)。

请设置使用条件, 确保峰值 Tj 在 120℃ 以下显示。

## 小心) 绝对最大额定值

半导体器件的绝对最大额定值是一组不能被超过的额定值, 甚至是一刹那。请勿超过任何此类额定值。超过该额定值可能导致设备故障、损坏或退化, 并可能导致爆炸或燃烧, 造成人身伤害。无论何情况下, 均不得超过绝对最大额定值的一个参数值。必须始终遵守所有额定电压, 包括电源电压。也应参考数据表中描述的其他说明和注意事项。

## 工作范围 (Ta=-20 至 85℃)

特性	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
电机电源	VM	10	24	47	V	—
电机输出电流	IOUT(SHB)	—	3.0	6.0	A	(注 1)
	IOUT(DHB)	—	1.5	3.0	A/ch	(注 2)
LO 输出电压	VLO	—	3.3	VCC	V	—
斩波频率	fchop (范围)	40	70	150	kHz	—
VREF 输入电压	VREF	GND	2.0	4.0	V	—

注 1: 当 HBMODE 引脚设置为高电平时。请确保各 H 桥的峰值电流电平始终保持低于 3.0 A。另外, 计算使用条件下产生的热量, 并使用合理余量设置最大电流。电机电流可能受环境温度和 PCB 布局 (热量条件) 的限制。

注 2: 当 HBMODE 引脚设置为低电平时。请确保各 H 桥的电流电平始终保持低于 3.0 A。另外, 计算使用条件下产生的热量, 并使用合理余量设置最大电流。电机电流可能受环境温度和 PCB 布局 (热量条件) 的限制。

## 电气特性 1 (Ta = 25°C, VM = 24V, 除非另有规定)

特性		符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
逻辑输入电压	高	VIN(H)	高电平 (注)	2.0	—	5.5	V
	低	VIN(L)	低电平 (注)	0	—	0.8	V
逻辑输入迟滞电压		VIN(HYS)	迟滞电压	0.1	—	0.3	V
逻辑输入电流	高	IIN(H)	输入电压=3.3 V	—	33	—	μA
	低	IIN(L)	输入电压=0 V	—	—	1	μA
逻辑输出引脚电压 (FBB, FBA, LO)	高	VO(H)	IOL=5mA LO =低 (10kΩ, 5V上拉)	4.5	4.8	5.5	V
	低	VO(L)		0	0.2	0.5	V
电流消耗		IM1	待机模式	—	2	—	mA
		IM2	OUT: 打开, INA1、INA2、INB1和INB2: 低, 待机模式: 释放	—	3.5	5.5	mA
		IM3	OUT: 打开, 待机模式: 释放	—	5.5	7	mA
输出漏电流	高边	IOH	VM=50 V, VOUT=0 V	—	—	1	μA
	低边	IOL	VM=VOUT=50 V	1	—	—	μA
电机电流通道误差		ΔIOUT1	通道之间的电流差	-5	0	5	%
电机电流设定误差		ΔIOUT2	IOUT = 1.6A, HBMODE = 低	-5	0	5	%
电机输出导通电阻 (高压侧 + 低压侧)		Ron(H+L)	Tj = 25°C, 正向 (高压侧+低压侧)	—	0.49	0.6	Ω

注: VIN (H) 被定义为当测试引脚从 0 V 逐渐升高时, 导致输出 (OUTA+, OUTA-, OUTB+和 OUTB-) 变化的 VIN 电压。

VIN (L) 被定义为当引脚逐渐降低时导致输出 (OUTA+, OUTA-, OUTB+和 OUTB-) 变化的 VIN 电压。VIN (H) 和 VIN (L) 之间的差值被定义为 VIN (HYS)。

## 电气特性 2 (Ta = 25°C, VM = 24V, 除非另有规定)

特性	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
VREF输入电流	IREF	VREF=2.0 V	—	0	1	μA
VCC电压	VCC	ICC=5.0 mA	4.75	5.0	5.25	V
VCC电流	ICC	VCC=5.0 V	—	2.5	5.0	mA
VREF增益	VREF (增益)	VREF=2.0 V, HBMODE=低	1/5.2	1/5.0	1/4.8	—
热截断 (TSD) 阈值 (注1)	TjTSD	—	145	160	175	°C
VM上电复位阈值	VMPOR	上电复位释放	7.0	8.0	9.0	V
过电流检测 (ISD) 阈值 (注2)	ISD	—	4.1	4.9	5.7	A

**注 1: 热关断 (TSD)**

当 TB67H401FTG 检测到超温时, 内部电路关闭输出 MOSFET。内置噪声滤波器, 以避免可能由于外部噪声所引发的 TSD 误检。重设 VM 电源或使用待机模式 (INA1、INA2、INB1、INB2、PWMA、PWMB=低) 重启设备。当设备不稳定超热时, 引发 TSD。确保勿过度使用 TSD 功能。

**注 2: 过电流保护 (ISD)**

当 TB67H401FTG 检测到过电流时, 内部电路关闭输出 MOSFET。内置噪声滤波器, 以避免可能由于外部噪声所引发的 ISD 误检。重设 VM 电源或使用待机模式 (INA1、INA2、INB1、INB2、PWMA、PWMB=低) 重启设备。当电机电流不稳定超额时, 引发 ISD。确保勿过度使用 ISD 功能。

**反电动势**

电机正在旋转时, 在某一时刻能量会反馈给电源。在此时刻, 由于电机反电动势的影响, 电机电流再循环回电源。如果电源无足够接收能力, 则设备的电源和输出引脚上的电压可能升高至超过额定电压。电机反电动势的大小因使用条件和电机特性而变化。必须充分证实不存在因电机反电动势导致 TB67H401FTG 或其他组件受损或出现故障的风险。

**有关过流保护 (ISD) 和热关断 (TSD) 的注意事项**

ISD和TSD电路仅用于提供临时保护, 防止诸如输出短路等异常情况; 其并不一定能保证完整的IC安全。

如果设备超出规定运行范围, 则这些电路可能无法正常运行: 然后设备可能由于输出短路而受损。

ISD电路仅用于为输出短路提供临时保护。如果此情况持续较长时间, 则设备可能由于过载而受损。外部硬件必须立即消除过流条件。

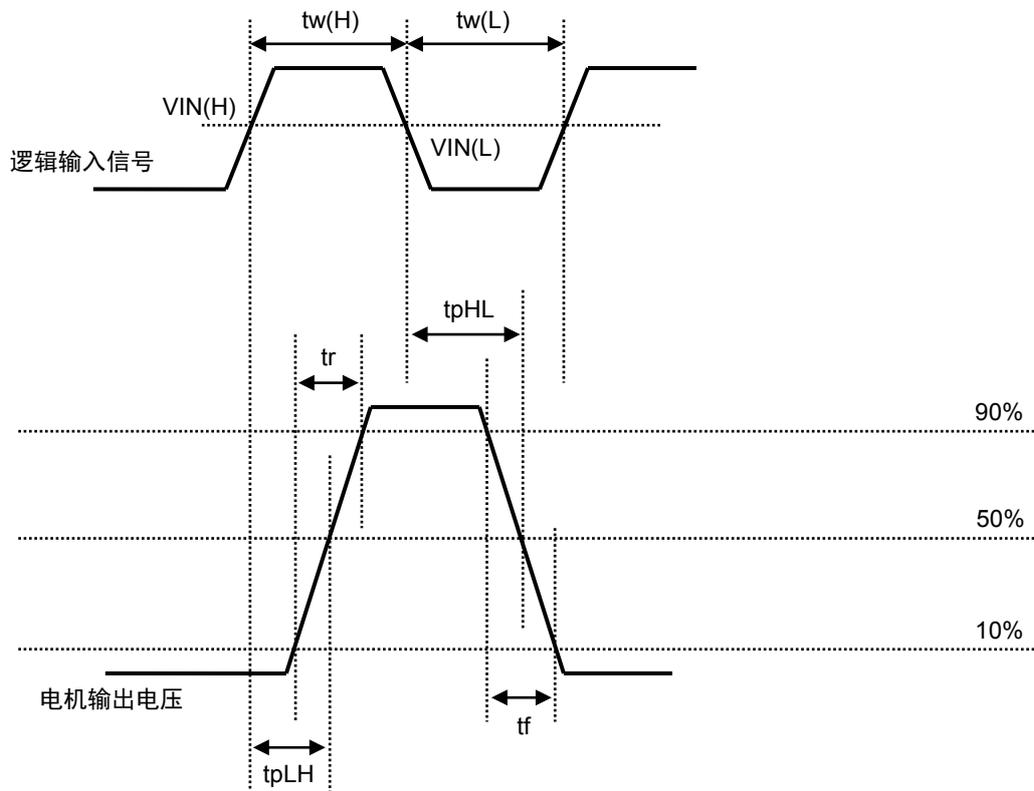
**IC安装**

严禁设备插入错误或插错方向。否则可能导致设备出现故障、损坏和/或退化。

**AC 电气特性 (Ta = 25°C, VM = 24V, 除非另有规定)**

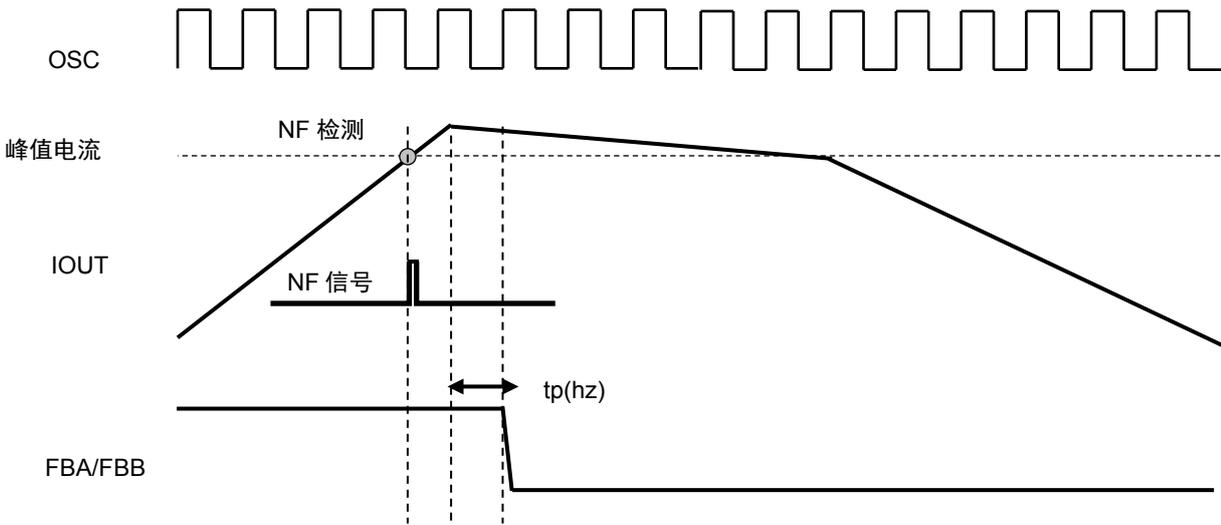
特性	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
最小逻辑“高”脉冲宽度	tw(H)	逻辑输入信号	500	—	—	ns
最小逻辑“低”脉冲宽度	tw(L)	逻辑输入信号	500	—	—	ns
输出 MOSFET 切换规范	tr	—	30	80	130	ns
	tf	—	40	90	140	ns
	tpLH	INA1/INB1、INA2/INB2和 PWMA/PWMB至OUT	250	—	1200	ns
	tpHL	INA1/INB1、INA2/INB2和 PWMA/PWMB至OUT	250	—	1200	ns
逻辑输出延迟时间	tp(hz)	电流限制(NF 检测) - FBA/FBB (开) 上拉 10kΩ 至 5v (OD ON)	135	—	355	ns
	tp(zh)	INA1/INB1、INA2/INB2、 PWMA/PWMB - FBA/FBB (关) 上拉 10kΩ 至 5v (OD OFF)	135	—	535	
OSCM 振荡器精度	ΔfOSCM	COSC=270 pF, ROOSC=5.1 kΩ	-15	—	+15	%
OSCM 振荡器频率	fOSCM	COSC=270 pF, ROOSC=5.1 kΩ	—	1120	—	kHz

**AC 特性时序图**



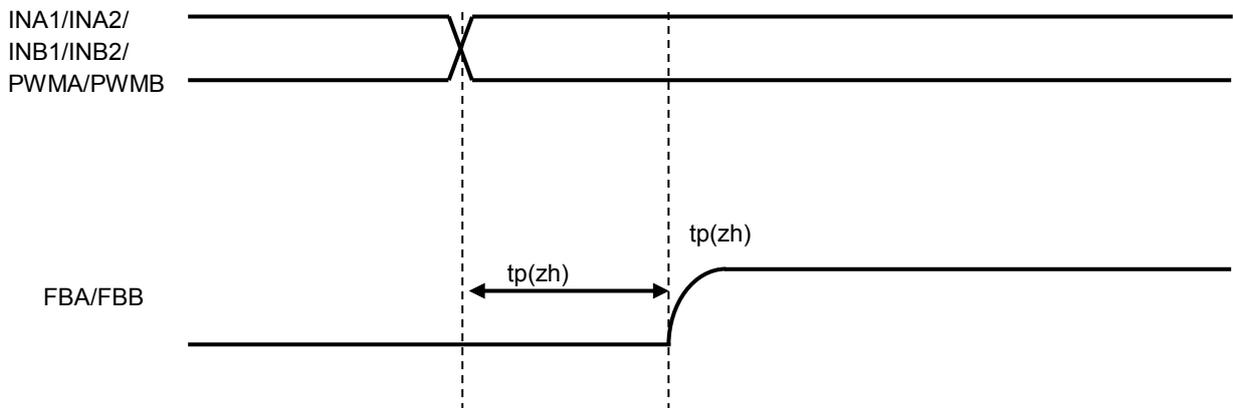
为了便于解释，可以简化时序图。

**峰值电流 (NF 检测) - FBA/FBB (开) 时序图**



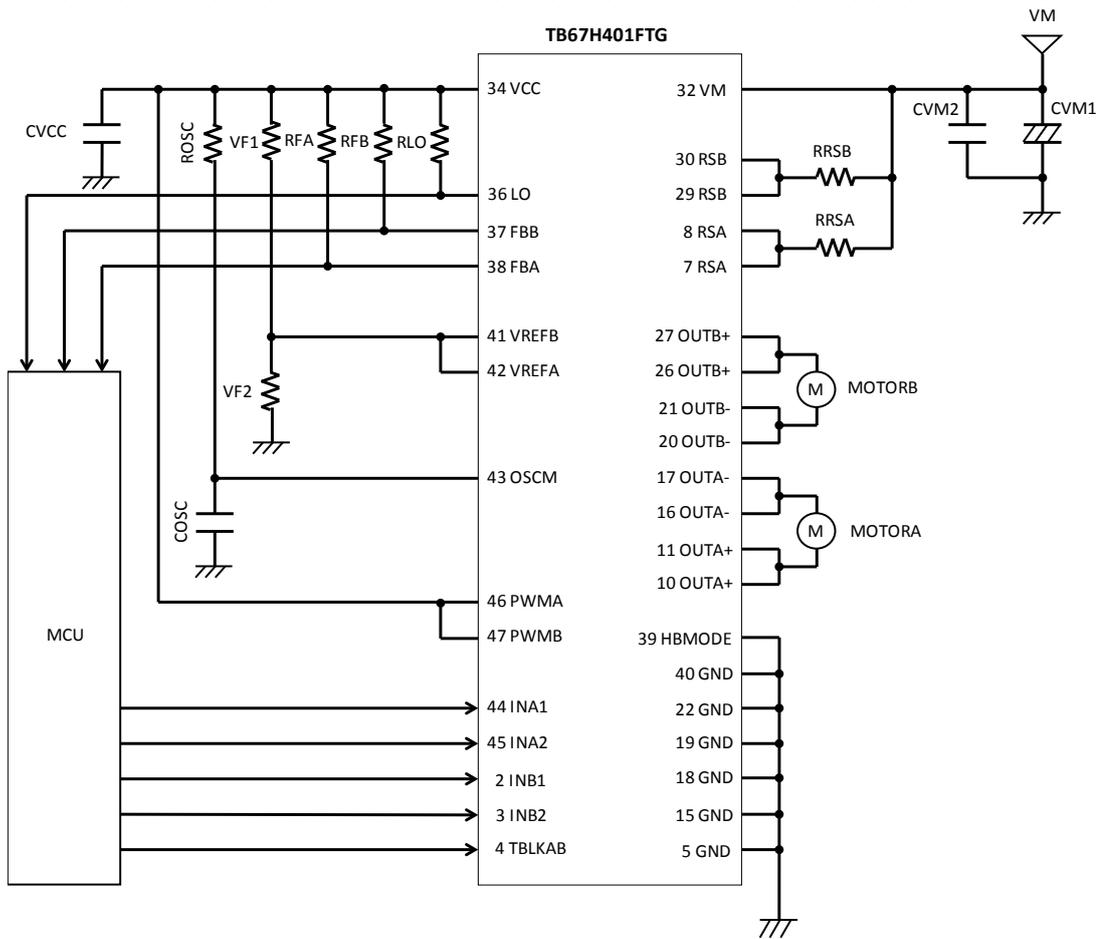
为了便于解释，可简化时序图。

**INA1/INA2/INB1/INB2/PWMA/PWMB - FBA/FBB (关) 时序图**



为了便于解释，可简化时序图。

应用电路示例（双 H 桥模式）



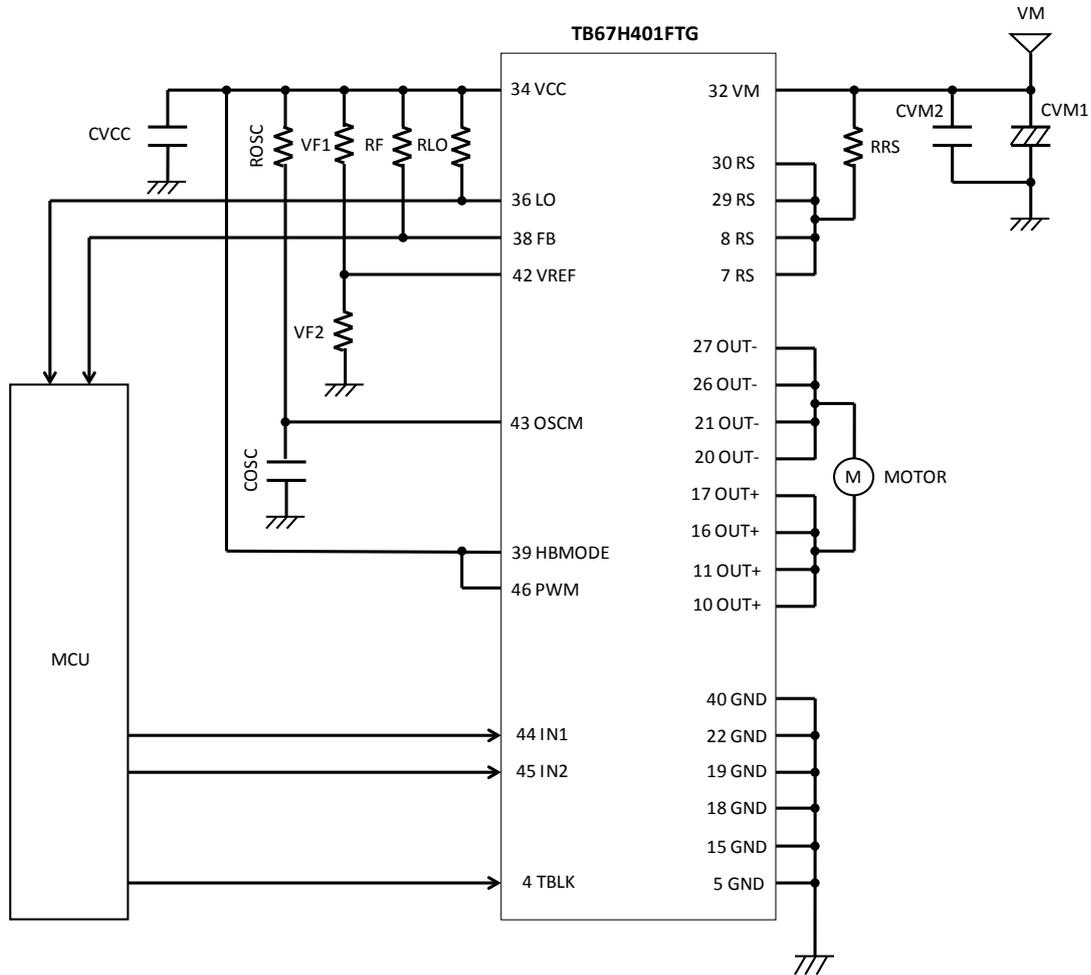
本文件中所示应用电路仅供参考，且不为批量生产提供担保。

组件值（供参考）

符号	组件	每个组件的参考值
CVM1	电解电容器	100 $\mu$ F (CVM1 $\geq$ 10 $\mu$ F)
CVM2	陶瓷电容器	(0.1 $\mu$ F)
RRSA, RRSB	电流检出电阻器	0.22 $\Omega$ (0.1 $\Omega \leq$ RRSA/RRSB)
VF1, VF2	分压电阻器	(10k $\Omega \leq$ VF1 + VF2 $\leq$ 50k $\Omega$ , 如需)
CVCC	陶瓷电容器	0.1 $\mu$ F
ROSC	电阻器	5.1 k $\Omega$ (1.8 k $\Omega$ 至 8.2 k $\Omega$ )
COSC	陶瓷电容器	270 pF
RLO, RFA, RFB	上拉电阻器	10 k $\Omega$ (10 k $\Omega$ 至 100 k $\Omega$ )

上表所示数值仅供参考。每个值都可以根据每种使用条件进行调整。

应用电路示例（单 H 桥模式）



本文件中所示应用电路仅供参考，且不为批量生产提供担保。

组件值（供参考）

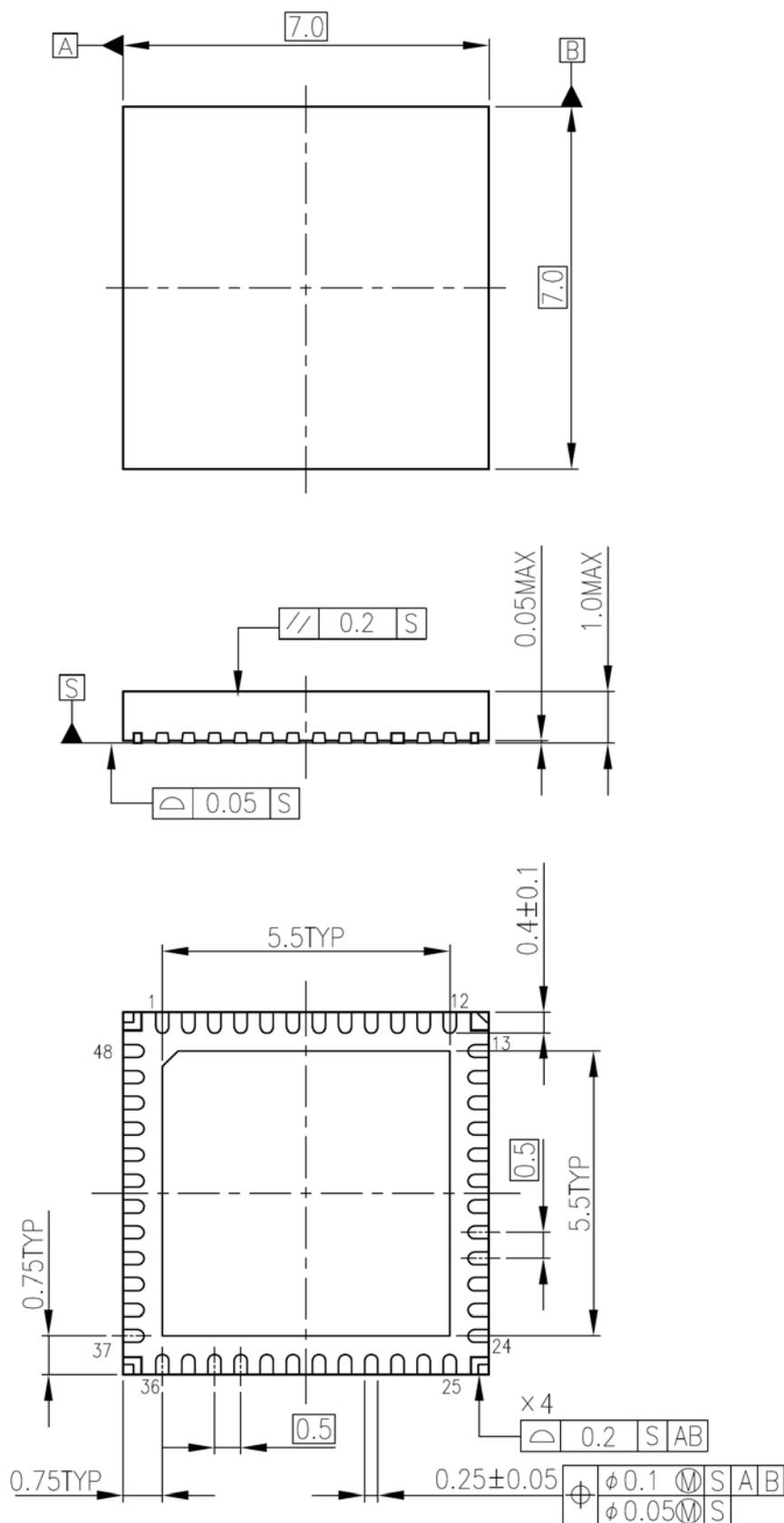
符号	组件	每个组件的参考值
CVM1	电解电容器	100 $\mu$ F (CVM1 $\geq$ 10 $\mu$ F)
CVM2	陶瓷电容器	(0.1 $\mu$ F)
RRS	电流检出电阻器	0.22 $\Omega$ (0.1 $\Omega \leq$ RRS)
VF1, VF2	分压电阻器	(10k $\Omega \leq$ VF1 + VF2 $\leq$ 50k $\Omega$ , 如需)
CVCC	陶瓷电容器	0.1 $\mu$ F
ROSc	电阻器	5.1 k $\Omega$ (1.8 k $\Omega$ 至 8.2 k $\Omega$ )
COSc	陶瓷电容器	270 pF
RLO, RF	上拉电阻器	10 k $\Omega$ (10 k $\Omega$ 至 100 k $\Omega$ )

上表所示数值仅供参考。每个值都可以根据每种使用条件进行调整。

包装尺寸

单位: mm

P-VQFN48-0707-0.50-004



重量: 0.14 g (典型值)

## 内容注意事项

### 1. 方框图

为了便于解释，可以省略或简化方框图中的一些功能块、电路或常数。

### 2. 等效电路

为了便于解释，可简化等效电路图或忽略其中某些部分。

### 3. 时序图

为了便于解释，可简化时序图。

### 4. 应用电路

本文件中提供的应用电路仅用于参考。需在大规模生产设计阶段进行全面评估。提供这些应用电路示例，并不表示授予任何工业产权的任何许可。

## IC 使用注意事项

### 关于处理 IC 的注意事项

- (1) 半导体器件的绝对最大额定值是一组不能被超过的额定值，甚至是一刹那。请勿超过任何此类额定值。超过该额定值可能导致设备故障、损坏或退化，并可能导致爆炸或燃烧，造成人身伤害。
- (2) 使用适当的电源保险丝，确保在过流和/或 IC 故障时，不会持续出现大电流。当在超过绝对最大额定值的条件下使用时，接线路径不正确或在接线或负载处产生异常脉冲噪声而造成大电流持续流过时，IC 将被完全击穿并会导致烟雾或起火。为尽量减小击穿时产生大电流的影响，必须进行适当设置，例如，保险丝容量、熔断时间和插入电路位置等。
- (3) 如果您的设计包括诸如电机线圈等电感负载，请在设计中加入保护电路，以防止因上电引起的浪涌电流或断电时反电动势产生的负电流造成设备故障或击穿。IC 击穿会造成伤害、烟雾或起火。应使用具有内置保护功能的 IC 的稳定电源。如果电源不稳定，则保护功能可能不起作用，导致 IC 击穿。IC 击穿会造成伤害、烟雾或起火。
- (4) 严禁设备插入错误或插错方向。确保电源的正负极端子接线正确。否则，电流或功耗可能会超过绝对最大额定值，进而造成设备故障、损坏或退化，并因此爆炸或燃烧，造成人员伤亡。此外，请勿使用任何错误插入的设备。
- (5) 选择外部组件（例如，功率放大器和调节器）或外部设备（例如，扬声器）时，请小心操作。当电容器出现大量泄漏电流时，直流输出电平可能增加。如果将输出连接至设备（例如，低抗电压的扬声器），过电流或 IC 故障可能导致冒烟或着火。（过流可能导致 IC 本身冒烟或着火。）尤其当使用将输出直流电压直接输入扬声器的桥式负载（BTL）连接类型 IC 时，请小心操作。

## IC 处理谨记要点

### 过电流检测电路

无论何情况下，过电流检测电路（简称限流器电路）都不一定能够保护 IC。如果过流检测电路正在过流状态下运行，请立即消除过电流状态。

根据使用方法和使用条件，例如，超过绝对最大额定值可能导致在运行前过流保护电路无法正常工作或 IC 击穿。此外，根据使用方法和使用条件，如果过流在运行后持续流动较长时间，则 IC 可能产生导致击穿的热量。

### 热截断电路

无论何情况下，热截断电路都不一定能够保护 IC。如果热截断电路在超温状态下运行，请立即消除发热状态。

根据使用方法和使用条件，例如，超过绝对最大额定值可能导致在运行前热截断电路无法正常工作或 IC 击穿。

### 散热设计

在使用功率放大器、调节器或驱动器等大电流的 IC 时，请设计适当的散热设备，确保在任何时间和情况下，均不会超过规定的结温（T<sub>j</sub>）。这些 IC 即使在正常使用期间也会产生热量。IC 散热设计不足会导致 IC 寿命降低、IC 特性退化或 IC 击穿。此外，在设计设备时，请考虑 IC 散热对周边组件的影响。

### 反电动势

当电机突然反转、停止或减速时，由于反电动势的影响，电流将回流至电机电源。如果电源的电流接收能力较小，则设备的电机电源和输出引脚可能面临超出最大额定值的条件。为避免出现此问题，在系统设计中应考虑反电动势的影响。

## RESTRICTIONS ON PRODUCT USE

Toshiba Corporation and its subsidiaries and affiliates are collectively referred to as "TOSHIBA". Hardware, software and systems described in this document are collectively referred to as "Product".

- TOSHIBA reserves the right to make changes to the information in this document and related Product without notice.
- This document and any information herein may not be reproduced without prior written permission from TOSHIBA. Even with TOSHIBA's written permission, reproduction is permissible only if reproduction is without alteration/omission.
- Though TOSHIBA works continually to improve Product's quality and reliability, Product can malfunction or fail. Customers are responsible for complying with safety standards and for providing adequate designs and safeguards for their hardware, software and systems which minimize risk and avoid situations in which a malfunction or failure of Product could cause loss of human life, bodily injury or damage to property, including data loss or corruption. Before customers use the Product, create designs including the Product, or incorporate the Product into their own applications, customers must also refer to and comply with (a) the latest versions of all relevant TOSHIBA information, including without limitation, this document, the specifications, the data sheets and application notes for Product and the precautions and conditions set forth in the "TOSHIBA Semiconductor Reliability Handbook" and (b) the instructions for the application with which the Product will be used with or for. Customers are solely responsible for all aspects of their own product design or applications, including but not limited to (a) determining the appropriateness of the use of this Product in such design or applications; (b) evaluating and determining the applicability of any information contained in this document, or in charts, diagrams, programs, algorithms, sample application circuits, or any other referenced documents; and (c) validating all operating parameters for such designs and applications. **TOSHIBA ASSUMES NO LIABILITY FOR CUSTOMERS' PRODUCT DESIGN OR APPLICATIONS.**
- **PRODUCT IS NEITHER INTENDED NOR WARRANTED FOR USE IN EQUIPMENTS OR SYSTEMS THAT REQUIRE EXTRAORDINARILY HIGH LEVELS OF QUALITY AND/OR RELIABILITY, AND/OR A MALFUNCTION OR FAILURE OF WHICH MAY CAUSE LOSS OF HUMAN LIFE, BODILY INJURY, SERIOUS PROPERTY DAMAGE AND/OR SERIOUS PUBLIC IMPACT ("UNINTENDED USE").** Except for specific applications as expressly stated in this document, Unintended Use includes, without limitation, equipment used in nuclear facilities, equipment used in the aerospace industry, medical equipment, equipment used for automobiles, trains, ships and other transportation, traffic signaling equipment, equipment used to control combustions or explosions, safety devices, elevators and escalators, devices related to electric power, and equipment used in finance-related fields. **IF YOU USE PRODUCT FOR UNINTENDED USE, TOSHIBA ASSUMES NO LIABILITY FOR PRODUCT.** For details, please contact your TOSHIBA sales representative.
- Do not disassemble, analyze, reverse-engineer, alter, modify, translate or copy Product, whether in whole or in part.
- Product shall not be used for or incorporated into any products or systems whose manufacture, use, or sale is prohibited under any applicable laws or regulations.
- The information contained herein is presented only as guidance for Product use. No responsibility is assumed by TOSHIBA for any infringement of patents or any other intellectual property rights of third parties that may result from the use of Product. No license to any intellectual property right is granted by this document, whether express or implied, by estoppel or otherwise.
- **ABSENT A WRITTEN SIGNED AGREEMENT, EXCEPT AS PROVIDED IN THE RELEVANT TERMS AND CONDITIONS OF SALE FOR PRODUCT, AND TO THE MAXIMUM EXTENT ALLOWABLE BY LAW, TOSHIBA (1) ASSUMES NO LIABILITY WHATSOEVER, INCLUDING WITHOUT LIMITATION, INDIRECT, CONSEQUENTIAL, SPECIAL, OR INCIDENTAL DAMAGES OR LOSS, INCLUDING WITHOUT LIMITATION, LOSS OF PROFITS, LOSS OF OPPORTUNITIES, BUSINESS INTERRUPTION AND LOSS OF DATA, AND (2) DISCLAIMS ANY AND ALL EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES AND CONDITIONS RELATED TO SALE, USE OF PRODUCT, OR INFORMATION, INCLUDING WARRANTIES OR CONDITIONS OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, ACCURACY OF INFORMATION, OR NONINFRINGEMENT.**
- Do not use or otherwise make available Product or related software or technology for any military purposes, including without limitation, for the design, development, use, stockpiling or manufacturing of nuclear, chemical, or biological weapons or missile technology products (mass destruction weapons). Product and related software and technology may be controlled under the applicable export laws and regulations including, without limitation, the Japanese Foreign Exchange and Foreign Trade Law and the U.S. Export Administration Regulations. Export and re-export of Product or related software or technology are strictly prohibited except in compliance with all applicable export laws and regulations.
- Please contact your TOSHIBA sales representative for details as to environmental matters such as the RoHS compatibility of Product. Please use Product in compliance with all applicable laws and regulations that regulate the inclusion or use of controlled substances, including without limitation, the EU RoHS Directive. **TOSHIBA ASSUMES NO LIABILITY FOR DAMAGES OR LOSSES OCCURRING AS A RESULT OF NONCOMPLIANCE WITH APPLICABLE LAWS AND REGULATIONS.**