

东芝 BiCD 集成电路硅单片

# TB5128FTG

CLOCK - in 控制 [和串行控制双极步进电机驱动器]

## 1. 概述

TB5128FTG是一种采用 PWM 斩波的两相双极步进电机驱动器。内置时钟解码器。

本驱动器采用 BiCD 工艺制造，额定输出为 50 V/5.0 A（电机电源电压 = 44 V）。

## 2. 特点

- BiCD 工艺集成式单片 IC。
- 可控一台双极步进电机。
- 由 PWM 控制的恒流驱动。
- 低导通电阻（高压侧+低压侧 = 0.25Ω（典型值））
- MOSFET 输出级。
- 允许全步、半步、四分之一步、1/8 步、1/16 步、1/32 步、1/64 步、1/128 步运行。
- 高效电机电流控制机构（ADMD：高级动态混合衰减）
- 内置无电流检测电阻电路控制结构（ACDS：高级电流检测系统）
- 高电压和电流（有关规格请参考绝对最大额定功率和工作范围）
- 多故障检测功能（热关断（TSD）、过流保护（ISD）、上电复位（POR）、电机负载开路（OPD））
- 故障检测（TSD / ISD / OPD）信号输出功能
- 内置 VCC 调节器供内部电路使用
- 通过外部电阻和电容可以调节电机的斩波频率。
- 带有散热焊盘的小型封装

TB5128FTG: P-VQFN48-0707-0.50-004



重量：0.229 g（典型值）

注：在使用期间，请注意散热条件。

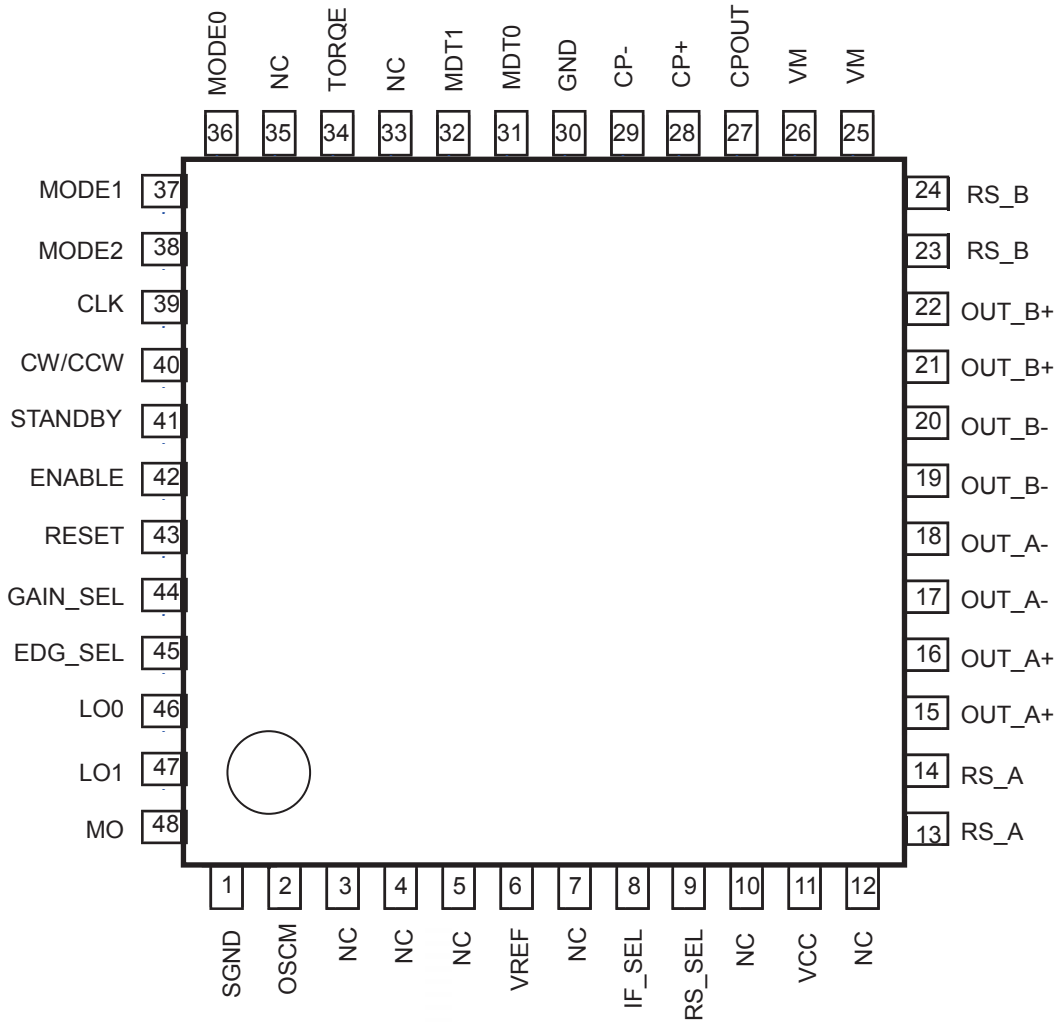
本文档是精简版，适合CLK模式（CLK、CW/CCW、ENABLE直接控制）由东芝官方翻译的完整版本精简而来，只是把引脚功能描述部分放在一起章节次序作了调整，细分和衰减的时序数据方面提取掉。具体参数无修改！

更详细的资料请参考完整版本

### 3. 引脚分配

CLK 模式下的引脚分配(IF\_SEL 引脚 = L) 如下图所示。

<顶视图>



注：请将QFN封装的角垫和后部散热垫焊接到PCB的GND上。

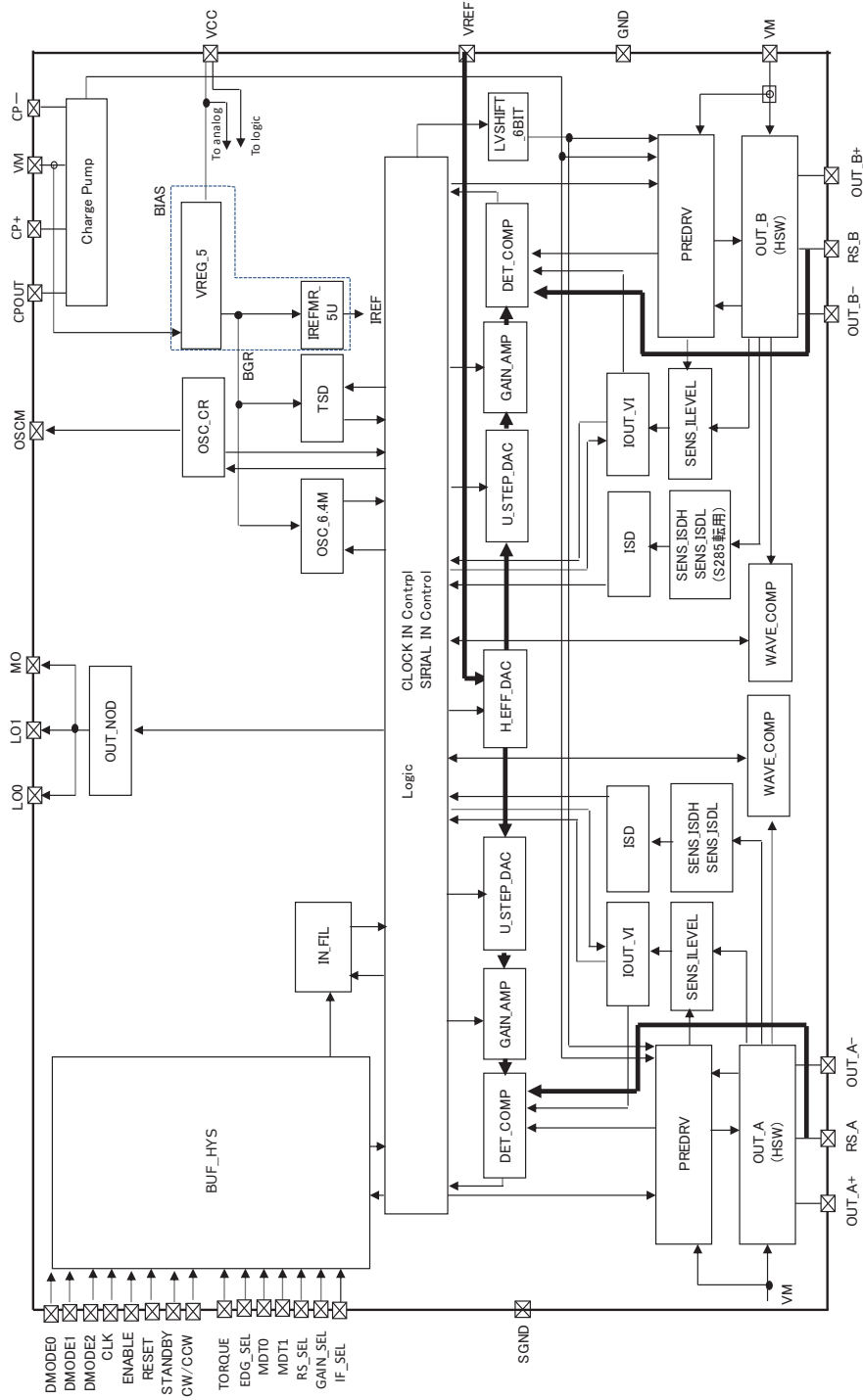
## 4. 引脚说明

引脚编号	符号		说明
	CLK 模式	串行模式	
1	SGND	SGND	逻辑接地引脚
2	OSCM	OSCM	内部振荡器频率监测和设置引脚
3	NC	NC	NC 引脚
4	NC	NC	NC 引脚
5	NC	NC	NC 引脚
6	VREF	VREF	电流阈值基准电压引脚
7	NC	NC	NC 引脚
8	IF_SEL	IF_SEL	接口选择引脚
9	RS_SEL	NC	RS 模式选择引脚
10	NC	NC	NC 引脚
11	VCC	VCC	内部稳压器电压监控引脚
12	NC	NC	NC 引脚
13	RS_A (注 2)	RS_A (注 2)	Ach 电流感应电阻器连接的引脚/Ach 电机电源接地脚
14	RS_A (注 2)	RS_A (注 2)	Ach 电流感应电阻器连接的引脚/Ach 电机电源接地脚
15	OUT_A+ (注 2)	OUT_A+ (注 2)	Ach 电机输出 (+) 引脚
16	OUT_A+ (注 2)	OUT_A+ (注 2)	Ach 电机输出 (+) 引脚
17	OUT_A- (注 2)	OUT_A- (注 2)	Ach 电机输出 (-) 引脚
18	OUT_A- (注 2)	OUT_A- (注 2)	Ach 电机输出 (-) 引脚
19	OUT_B- (注 2)	OUT_B- (注 2)	Bch 电机输出 (-) 引脚
20	OUT_B- (注 2)	OUT_B- (注 2)	Bch 电机输出 (-) 引脚
21	OUT_B+ (注 2)	OUT_B+ (注 2)	Bch 电机输出 (+) 引脚
22	OUT_B+ (注 2)	OUT_B+ (注 2)	Bch 电机输出 (+) 引脚
23	RS_B (注 2)	RS_B (注 2)	Bch 电流感应电阻器连接的引脚/Bch 电机电源接地引脚
24	RS_B (注 2)	RS_B (注 2)	Bch 电流感应电阻器连接的引脚/Bch 电机电源接地引脚
25	VM (注 2)	VM (注 2)	电机电源输入引脚
26	VM (注 2)	VM (注 2)	电机电源输入引脚
27	CPOUT	CPOUT	电荷泵引脚
28	CP+	CP+	电荷泵引脚
29	CP-	CP-	电荷泵引脚
30	GND	GND	GND
31	MDT0	NC	混合衰减/ADMD 设置引脚
32	MDT1	NC	混合衰减/ADMD 设置引脚
33	NC	NC	NC 引脚
34	TORQE	NC	扭矩设置引脚
35	NC	NC	NC 引脚
36	MODE0	NC	励磁设置引脚 0
37	MODE1	NC	励磁设置引脚 1
38	MODE2	NC	励磁设置引脚 2
39	CLK	CLK	步进时钟输入引脚/串行时钟输入引脚
40	CW/CCW	DATA	电流方向设置引脚/串行接口中的数据输入引脚
41	STANDBY	STANDBY	待机引脚
42	ENABLE	LATCH	电机输出开/关引脚/锁存 ENABLE 输入引脚
43	RESET	BANK_EN	电角初始化引脚/BANK 选择引脚
44	GAIN_SEL	NC	Vref 增益设置引脚
45	EDG_SEL	NC	CLK 沿设置引脚
46	LO0	LO0	故障检测信号输出引脚 0
47	LO1	LO1	故障检测信号输出引脚 1
48	MO	NC	电角监视器引脚

注 1: 此引脚应开路或接地。

注 2: 相同名称的引脚应相互连接 PCB 图案。

5. 方块图

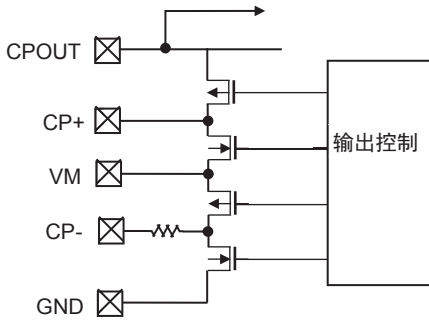


注：出于阐释目的，可以省略或简化方块图中的一些功能块、电路或常数。

注：TB5128FTG的所有接地线均应布于PCB上的焊接掩膜上，且仅能在一个点进行外部端接。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，则可能对装置造成永久性损坏。此外，由于该设备具有可运行巨大电流的电源引脚（VM、RS线、OUT线和GND等），因此应特别注意设备的模式设计和实现。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装置造成损坏。逻辑输入引脚也必须正确布线。否则，装置可能由于穿过集成电路的电流超过指定电流而损坏。应当注意设计模式和安装。

6. 输入/输出等效电路

引脚名称	输入/输出信号	等效电路
MODE0, 1, 2 CLK ENABLE RESET CW/CCW TORQUE EDG_SEL MDT0, 1 RS_SEL GAIN_SEL IF_SEL STANDBY	数字输入 (VIH/VIL)  VIH: 2.0V (最小值) 至 5.5V (最大值) VIL: 0V (最小值) 至 0.8V (最大值)	
LO0, LO1 MO	数字输出 (VOH / VOL) (上拉电阻: 10kΩ 至 100kΩ)	
VCC  VREF	VCC 电压范围 4.75 V (最小值) 5.0 V (典型值) 5.25 V (最大值)  VREF 电压范围 0 V 至 3.6 V	
OSCM	OSCM 频率设定范围 0.64 MHz (最小值) 1.12 MHz (典型值) 2.4 MHz (最大值)	
OUT_A+ OUT_A- OUT_B+ OUT_B- RS_A RS_B	VM 电源电压范围 6.5 V (最小值) 至 44V (最大值)  输出引脚电压 11.2 V (最小值) 至 48.7 V (最大值)	

引脚名称	输入/输出信号	等效电路
CPOUT CP+ CP-	VM 电源电压范围 6.5 V (最小值) 至 44 V (最大值)  输出引脚电压 11.2 V (最小值) 至 48.7 V (最大值)	 <p>The diagram shows an equivalent circuit for the output stage. It features a half-bridge with two MOSFETs. The top MOSFET's gate is connected to the CPOUT pin. The bottom MOSFET's gate is connected to the CP+ pin. The VM pin is connected to the drain of the top MOSFET. The CP- pin is connected to the drain of the bottom MOSFET. The GND pin is connected to the source of the bottom MOSFET. The drains of both MOSFETs are connected to a common output node, which is connected to a block labeled '输出控制' (Output Control). An arrow indicates current flowing out from the output node.</p>

注：为了便于说明，可简化等效电路图。

## 7. IF 选择功能

IF 可以从 CLK 模式或串行模式中选择。

IF_SEL 引脚输入	功能
L	CLK 模式
H	串行模式

## 8. 功能说明 1 (IF\_SEL 引脚 = L 时为 CLK 模式)

### 8.1. CLK 功能

CLK 信号的边沿触发，将按步来移动电机的电角。

当 EDG\_SEL 引脚 = L (单沿) 时

CLK 引脚输入	功能
上升沿	按步移动电角。
下降沿	(电角状态不变)

当 EDG\_SEL 引脚 = H (双沿) 时

CLK 引脚输入	功能
上升沿	按步移动电角。
下降沿	按步移动电角。

### 8.2. ENABLE 功能

ENABLE 引脚控制步进电机输出的 ON 和 OFF。通过将 H 和 L 设置为 ENABLE 引脚来启动和停止电机操作。(当 ENABLE 引脚设置为 L (关) 时，所有 MOSFET 关闭并成为高阻抗 (以下称为 Hi-Z)。)

建议将 ENABLE 引脚设置为 L，以避免电机在 VM 上电和断电期间 (即，超出作业电压范围) 运行。然后，在 VM 达到目标电压且保持稳定后，将 ENABLE 引脚设置为 H。

ENABLE 引脚输入	功能
L	OFF (高阻抗模式，之后为后面省略的 Hi-Z 模式)
H	ON (正常操作模式)

### 8.3. CW/CCW 功能和输出引脚功能 (充电开始时的输出逻辑)

CW/CCW 引脚负责控制电机的旋转方向。当设置为 H 时，首先输出 OUT\_A 的电流，相位差为 90°。当设置为 L 时，首先输出 OUT\_B 的电流，相位差为 90°。

CW/CCW 引脚输入	OUT_x+	OUT_x-
L: 逆时针方向运行 (CCW)	L	H
H: 顺时针方向运行 (CW)	H	L

注: x = A 或 B

## 8.4. 步进分辨率选择功能

MODE 0、MODE1和MODE2引脚控制步进分辨率。操作期间可切换MODE0、MODE1和MODE2的引脚电平。以下阶跃电流取决于电角。

MODE2 引脚输入	MODE1 引脚输入	MODE0 引脚输入	功能
L	L	L	全步分辨率
L	L	H	半步分辨率
L	H	L	1/4 步分辨率
L	H	H	1/8 步分辨率
H	L	L	1/16 步分辨率
H	L	H	1/32 步分辨率
H	H	L	1/64 步分辨率
H	H	H	1/128 步分辨率

## 8.5 可选择的混合衰减功能

可选择电流衰减模式（SMD） 可以通过引脚设置电流衰减模式。

尽管控制两种不同类型的衰减（快速衰减和慢速衰减）可确定混合衰减，但此功能可使用户选择使用 MDT0 和 MDT1 引脚的混合衰减比率。（2 位，4 功能）

MDT1 引脚输入	MDT0 引脚输入	功能
L	L	快速衰减：37.5%（快速衰减 = OSCM×6）
L	H	快速衰减：50%（快速衰减 = OSCM×8）
H	L	仅快速衰减
H	H	ADMD

## 8.6 RS 功能

ACDS 模式或外部感应 RS 电阻模式可选择 RS 功能。

RS_SEL 引脚输入	功能
L	ACDS（无电流采样电阻）模式
H	外接电流采样电阻模式

注：PCB 板应根据 RS 功能设计。

## 8.7 增益功能

增益功能可以改变 Vref（增益）。Vref（增益）可选择为 1/5 或 1/10。

GAIN_SEL 引脚输入	功能
L	将 Vref（增益）设置为 1/5
H	将 Vref（增益）设置为 1/10



## 8.8. RESET 功能

复位引脚可初始化内部电角。

复位引脚输入	功能
L	正常运行模式
H	将电角设置为初始状态。

注：实现 0.625  $\mu$ s ( $\pm 20\%$ ) 的数字滤波器以复位引脚。

各通道的电流（应用复位引脚时）如下表所示。MO 引脚此时将显示 L。

步进分辨率设置	Ach 电流设置	Bch 电流设置	默认电角
全步	100%	100%	45°
半步	71%	71%	45°
1/4 步	71%	71%	45°
1/8 步	71%	71%	45°
1/16 步	71%	71%	45°
1/32 步	71%	71%	45°
1/64 步	71%	71%	45°
1/128 步	71%	71%	45°

## 8.9. 扭矩功能

通过使用此引脚，可切换电机扭矩设置。

TORQE 引脚输入	功能
L	设置扭矩：100%
H	设置扭矩：50%

## 9.0 CLK 沿功能

CLK 沿功能可以通过选择 CLK 信号的上升沿或选择 CLK 沿的双沿（上升沿和下降沿）来选择。

EDG_SEL 引脚输入	功能
L	单沿（仅 CLK 信号的上升沿）
H	双沿（上升沿和下降沿）

## 9.1. STANDBY 功能

通过切换此引脚可以切换到 Standby 模式。

STANDBY 引脚输入	功能
L	待机模式
H	正常运行

注意：STANDBY 引脚 = L 时，内部振荡电路和电机输出部分停止。此时，电机无法驱动。

## 10. 一般功能（当使用 CLK 模式和串行模式时）

### 10.1. LO（故障检测信号输出）功能

当故障检测功能执行时，LO功能会将故障检测作为信号从LO0和LO1引脚输出到TB5128FTG外部。

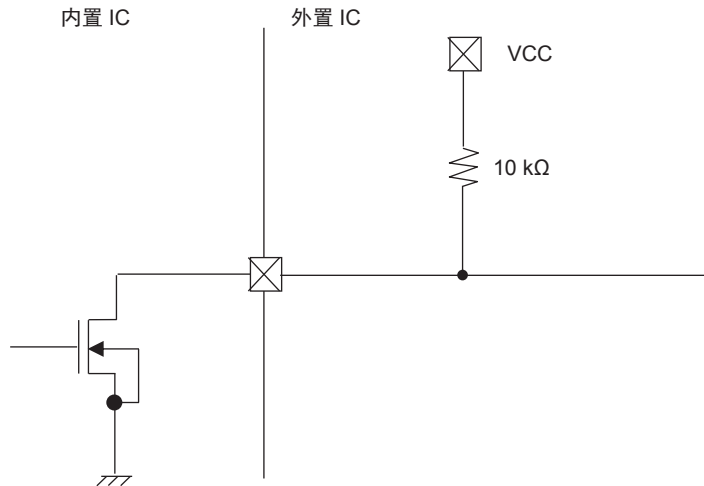
LO0和LO1引脚为开路输出引脚。LO0和LO1引脚需要通过10kΩ至100kΩ电阻上拉至VCC电平。

在正常工作期间，LO0和LO1引脚的电平将保持Hi-Z（内部MOSFET为OFF，这些引脚的电平为VCC电平）。

发生热关断（TSD）、过流（ISD）或电机负载开路（OPD）时，LO0和/或LO1引脚将变为L（内部MOSFET为ON）。

当通过再接通 VM 电源或将装置设置为 STANDBY 模式来解除故障检测时，LO0 和 LO1 引脚显示“正常状态”。

不使用这些功能时，请将 LO0 和 LO1 引脚保持开路状态。



注：出于解释目的，可能会简化此图。

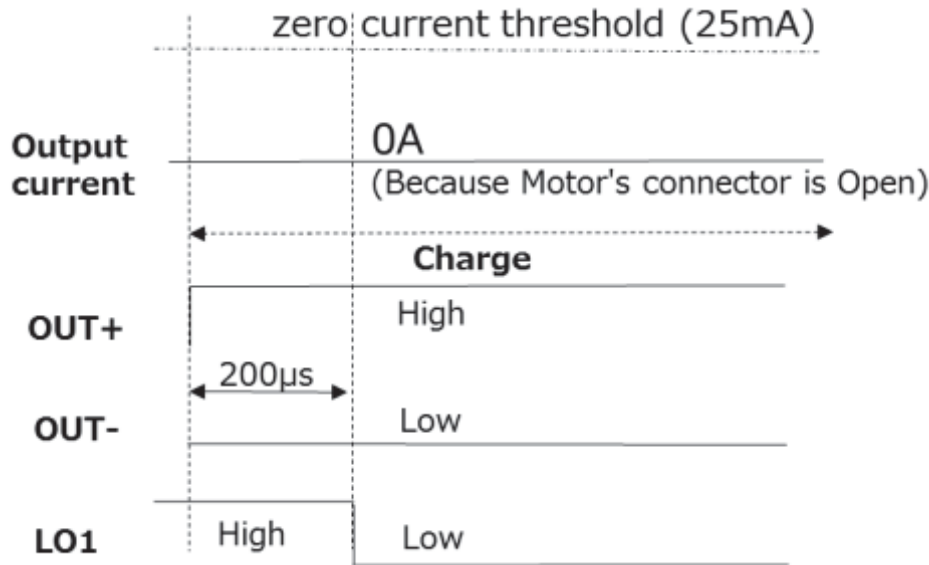
LO0 引脚输出	LO1 引脚输出	功能
Hi-Z	Hi-Z	正常状态（正常运行）
Hi-Z	L	检测到电机负载开路（OPD）
L	Hi-Z	检测到过电流（ISD）
L	L	检测的热关断（TSD）

**10.1.1 OPD (电机负载开路检测) 功能**

当充电开始 200 μs 内, 如果输出电流没有达到零电流阈值 (25mA), 系统会输出 OPD 信号。  
电机负载开路检出时, 电机输出持续工作不会停止, 也不会进入 STANDBY 模式。  
OPD 功能监视 Ach 和 Bch 的电流。

当使用 OPD 功能时, 如果 LO1 的输出一定期间保持为低电平, 请判断是否为电机负载开路检测信号。

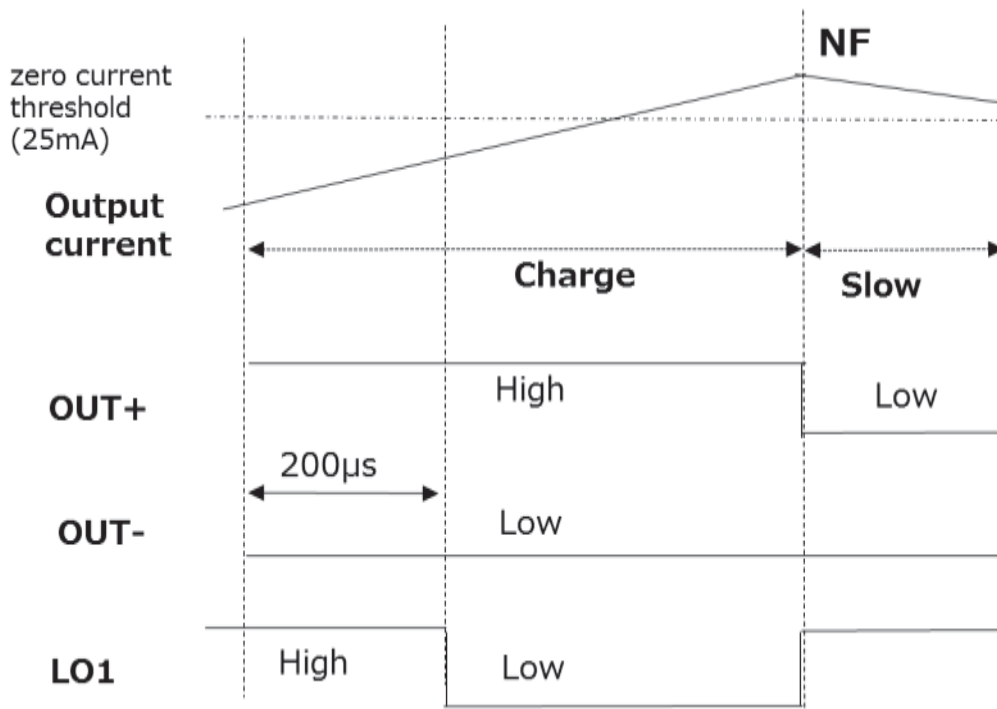
▪当电机负载开路时



▪当电机的电感值很大时

由于电流上升较慢, 会被认为发生电机负载开路

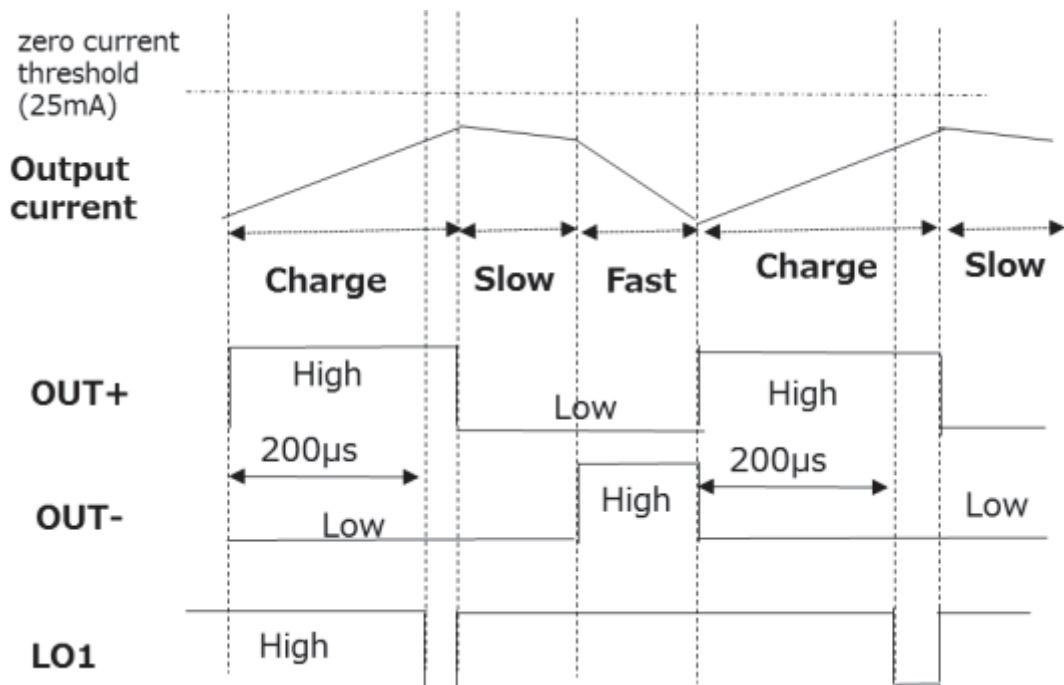
※通过 NF 检测充电完成后, OPD 信号会被释放



·当设定电流很小时

由于设定电流很小，会产生短暂的 OPD 信号。

※通过 NF 检测充电完成后，OPD 信号会被释放。



## 12. 预设定输出电流的计算

### 12.1. 外部感应电阻模式

对于 PWM 恒流控制器，该 IC 使用 OSCM 振荡器生成的时钟。

峰值输出电流（设定电流值）可通过电流检测电阻（RS）和参考电压（Vref）设定，如下：

$$I_{out} \text{ (最大值)} = V_{ref}(\text{gain}) \times \frac{V_{ref} \text{ (V)}}{R_S \text{ (}\Omega\text{)}}$$

注：当 GAIN\_SEL 引脚=L 时， $V_{ref}(\text{gain}) = \frac{1}{5}$ （典型值）。当 GAIN\_SEL 引脚 = H 时， $V_{ref}(\text{gain}) = \frac{1}{10}$ （典型值）

例如：

当  $V_{ref} = 3.0 \text{ (V)}$ ， $R_S = 0.22 \text{ }\Omega$ ，扭矩 = 100% 时，以及  $V_{ref}(\text{gain}) = \frac{1}{5}$ （典型值）（当 GAIN\_SEL 引脚=L 时），电机恒定电流（设定电流值）的计算方式如下。

$$I_{out} \text{ (最大值)} = \frac{1}{5} \times \frac{3 \text{ (V)}}{0.22 \text{ (}\Omega\text{)}} = 2.73 \text{ A}$$

### 12.2. 无 RS 电阻模式（ACDS）

$I_{out}$ （最大值）的计算方式如下。

当  $V_{ref}(\text{gain}) = \frac{1}{5}$ （典型值）（GAIN\_SEL = L）时，

$$I_{out} \text{ (最大值)} = 1.56 \times V_{ref} \text{ (V)}$$

当  $V_{ref}(\text{gain}) = \frac{1}{10}$ （典型值）（GAIN\_SEL = H）时，

$$I_{out} \text{ (最大值)} = 0.78 \times V_{ref} \text{ (V)}$$

## 13. OSCM 振荡频率的计算 （斩波器参考频率）

通过以下表达式，可计算出 OSCM 振荡频率（fOSCM）和斩波频率（fchop）的近似值。

$$f_{OSCM} = \frac{1}{0.56 \times \{COSC \times (ROSC + 500)\}}$$

$$f_{chop} = \frac{f_{OSCM}}{16}$$

注：COSC：电容器连接到 OSCM 引脚，ROSC：电阻器连接到 OSCM 引脚

例如：

当  $COSC = 270 \text{ pF}$  且  $ROSC = 5.1 \text{ k}\Omega$  时，将通过以下表达式计算 fOSCM 频率。

$$f_{OSCM} = \frac{1}{0.56 \times \{270 \text{ pF} \times (5.1 \text{ k}\Omega + 500)\}} \approx 1.2 \text{ (MHz)} \text{ (典型值)}$$

$$f_{chop} = \frac{f_{OSCM}}{16} = \frac{1.2 \text{ (MHz)}}{16} \approx 75 \text{ (kHz)}$$

如果提高斩波频率，电流波纹将变小，波浪状再现性将得到改善。

然而，IC 内部的栅极损耗会有所上升，产生的热量会更多。

通过降低斩波频率，有望减少热量。但是，电流波纹可能会变大。

其标准值大约为 70 kHz。建议设置在 50 至 100kHz 之间。

## 14. 绝对最大额定值 (Ta = 25°C)

特性	符号	额定值	单位	备注
电机输出电压	Vout	50	V	—
电机电源 (非有源)	VM	50	V	STANDBY 引脚 = L
电机电源 (有源)		-0.4 至 44	V	STANDBY 引脚 = H
电机输出电流	Iout	5.0	A	(注 1)
电荷泵电压	VCPP	VM ± 6 V	V	—
	VCPM	VM ± 6 V	V	—
	VCPO	50	V	—
内部逻辑电源	VCC	6.0	V	外部应用时。
逻辑输入电压	VIN(H)	6.0	V	—
	VIN(L)	-0.4	V	—
MO 输出电压	VMO	6.0	V	—
LO0、LO1 输出电压	VLO	6.0	V	—
MO 流入电流	IMO	6.0	mA	—
LO0、LO1 流入电流	ILO	6.0	mA	—
功耗	PD	1.2	W	(注 2)
运行温度	Topr	-40 至 85	°C	—
储存温度	Tstg	-55 至 150	°C	—
结点温度	Tj (最大值)	150	°C	—

注 1: 此时的最大电流值, 通常应为热功率标准所规定的最大绝对额定值的 70% 或以下。考虑到热条件, 可进一步限制最大输出电流, 具体取决于环境温度和电路板条件。

注 2: 仅器件 (Ta = 25 °C)

当 Ta 超过 25 °C 时, 必须以 9.6 mW/°C 进行降额。

Ta: 环境温度

Topr: 当 TB67H452FTG 激活时的室温

Tj: IC 处于激活的结点温度。最高结温由热关断 (TSD) 电路限制。建议将最大电流保持在一定水平以下, 以使最大结温 Tj (最大) 不超过 120 °C。

**注意) 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, 甚至片刻都不得超过该额定值。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。TB5128FTG 无过压检测电路。因此, 如果施加的电压超过其最大额定值, 则设备将损坏。

必须始终遵守所有额定电压, 包括电源电压。此外, 还应参考后文所述的其他注释和注意事项。

## 15. 运行范围 (Ta=-40 至 85°C)

特性	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
电机电源	VM	6.5	24	44	V	—
电机输出电流	Iout	—	3.0	5.0	A	(注 1)
逻辑输入电压	VIN(H)	2.0	—	5.5	V	逻辑输入 H 电平
	VIN(L)	0	—	0.8	V	逻辑输入 L 电平
MO 输出引脚电压	VMO	—	3.3	5.0	V	—
LO0、LO1 输出引脚电压	VLO	—	3.3	5.0	V	—
时钟输入频率	fCLK	—	—	200	kHz	—
斩波频率	Fchop (范围)	40	70	150	kHz	—
Vref 输入电压	Vref	GND	2.0	3.6	V	—

注 1: 实际使用的最大电流可能受运行条件 (励磁模式、运行时间等)、环境温度和热条件 (电路板条件等) 等运行环境的限制。

## 16. 电气特性 1

(除非另有说明, 否则 Ta = 25 °C、VM = 24V)

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	HIGH	VIN(H)	逻辑输入 (注1)	2.0	—	5.5	V
	LOW	VIN(L)	逻辑输入 (注1)	0	—	0.8	V
逻辑输入迟滞电压	VIN(HYS)	逻辑输入 (注1)	100	—	300	mV	
逻辑输入电流	HIGH	IIN(H)	VIN(H) = 3.3 V	—	33	—	μA
	LOW	IIN(L)	VIN(L) = 0 V	—	—	1	μA
MO 输出引脚电压	LOW	VOL(MO)	IOL = 5mA, 输出 = L	—	0.2	0.5	V
LO0、LO1 输出引脚电压	LOW	VOL(LO)	IOL = 5mA, 输出 = L	—	0.2	0.5	V
电流消耗	IM1	输出引脚 = 开路 待机模式	—	1.8	3.2	mA	
	IM2	输出引脚 = 开路 ENABLE引脚 = L 处于解除待机模式	—	5.5	8.6	mA	
	IM3	输出引脚 = 开路 全步分辨率	—	8.2	10.4	mA	
输出漏电流	高压侧	IOH	VM = 44 V, Vout = 0 V	—	—	1	μA
	低压侧	IOL	VM = Vout = 44 V	1	—	—	μA
电机电流通道差分	ΔIout1	Ch之间的电流差	- 5	0	5	%	
电机电流设定精度	ΔIout2	Iout = 3.0 A	- 5	0	5	%	
RS引脚电流	IRS	VRS = 0 V	0	—	10	μA	
电机输出 ON 电阻 (高压侧+低压侧)	Ron (H+L)	Tj = 25°C, 高压侧+低压侧	—	0.25	0.35	Ω	

注: 如在 VM 电源未接通期间将该逻辑信号用于该装置; 则本装置设计为不会工作, 但为确保安全使用, 请在 VM 电源已被接通且 VM 电压达到适当工作范围后, 再应用该逻辑信号。

注 1: VIN (H) 是指当被测引脚从 0V 逐渐升高时, 使输出 (OUT\_A+引脚、OUT\_A-引脚、OUT\_B+引脚、OUT\_B- 引脚) 发生变化的 VIN 电压。VIN (L) 是指当引脚逐渐降低时导致输出 (OUT\_A+引脚、OUT\_A- 引脚、OUT\_B+引脚、OUT\_B- 引脚) 变化的 VIN 电压。VIN (H) 和 VIN (L) 之间的差值定义为 VIN (HYS)。

## 17. 电气特性 2

(除非另有说明, 否则  $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $V_M = 24\text{V}$ )

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	$\mu\text{A}$
VCC电压	VCC	ICC = 5.0 mA	4.75	5	5.25	V
VCC电流	ICC	VCC = 5.0 V	—	2.5	5	mA
Vref增益率	Vref(gain)	Vref = 2.0 V GAIN_SEL引脚 = L	1/5.2	1/5	1/4.8	—
热关断 (TSD) 阈值 (注1)	TjTSD	—	145	160	175	$^\circ\text{C}$
VM恢复电压	VMR	—	5.7	6	6.3	V
过电流检测 (ISD) 阈值 (注2)	ISD	—	5.7	7.2	10	A

### 注 1: 关于 TSD

当装置结点温度达到 TSD 阈值时, 触发 TSD 电路; 内部复位电路随即关闭各输出晶体管。噪声抑制消隐时间采用内置形式, 以避免误检测。触发 TSD 电路后, 装置将进入待机模式, 并且可以通过再接通 VM 电源或将 MODE 引脚设置为待机模式来清除。TSD 电路是一种用于检测热误差的备份功能, 因此不建议积极使用。

### 注 2: 关于 ISD

当输出电流达到阈值时, 触发 ISD 电路; 内部复位电路随即关闭输出晶体管。一旦 ISD 电路被触发, 装置将保持输出关闭, 直到上电复位 (POR)、再接通或装置被 MODE 引脚设置为待机模式。为防止故障, 请插入保险丝以避免二次故障。

## 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, 电机反电动势不会使 TB5128FTG 或其他组件受损或出现故障。

有关过流关断 (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。如果此种情况持续较长时间, 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

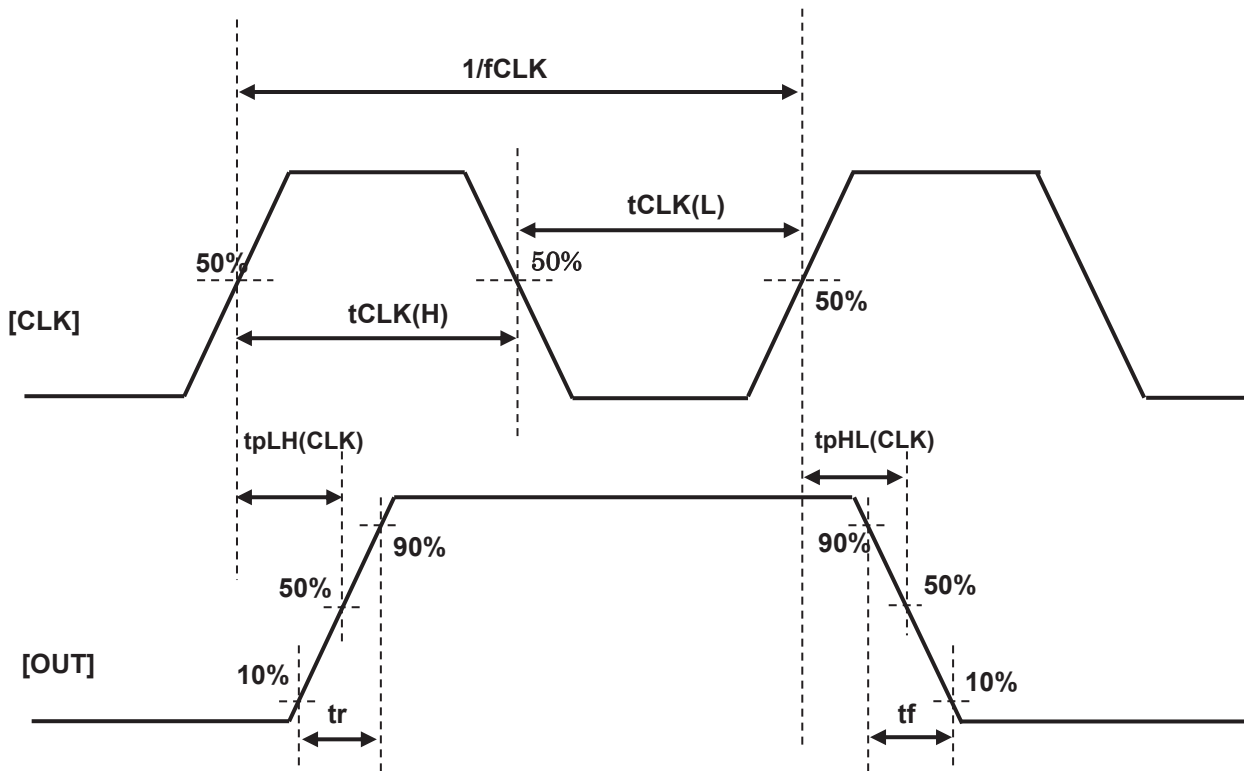
严禁设备插入错误或插错方向。否则可能导致设备出现故障、损坏和/或退化。



## 18. 交流电气规格 (TA = 25 °C, VM = 24V, 6.8mH/5.7Ω)

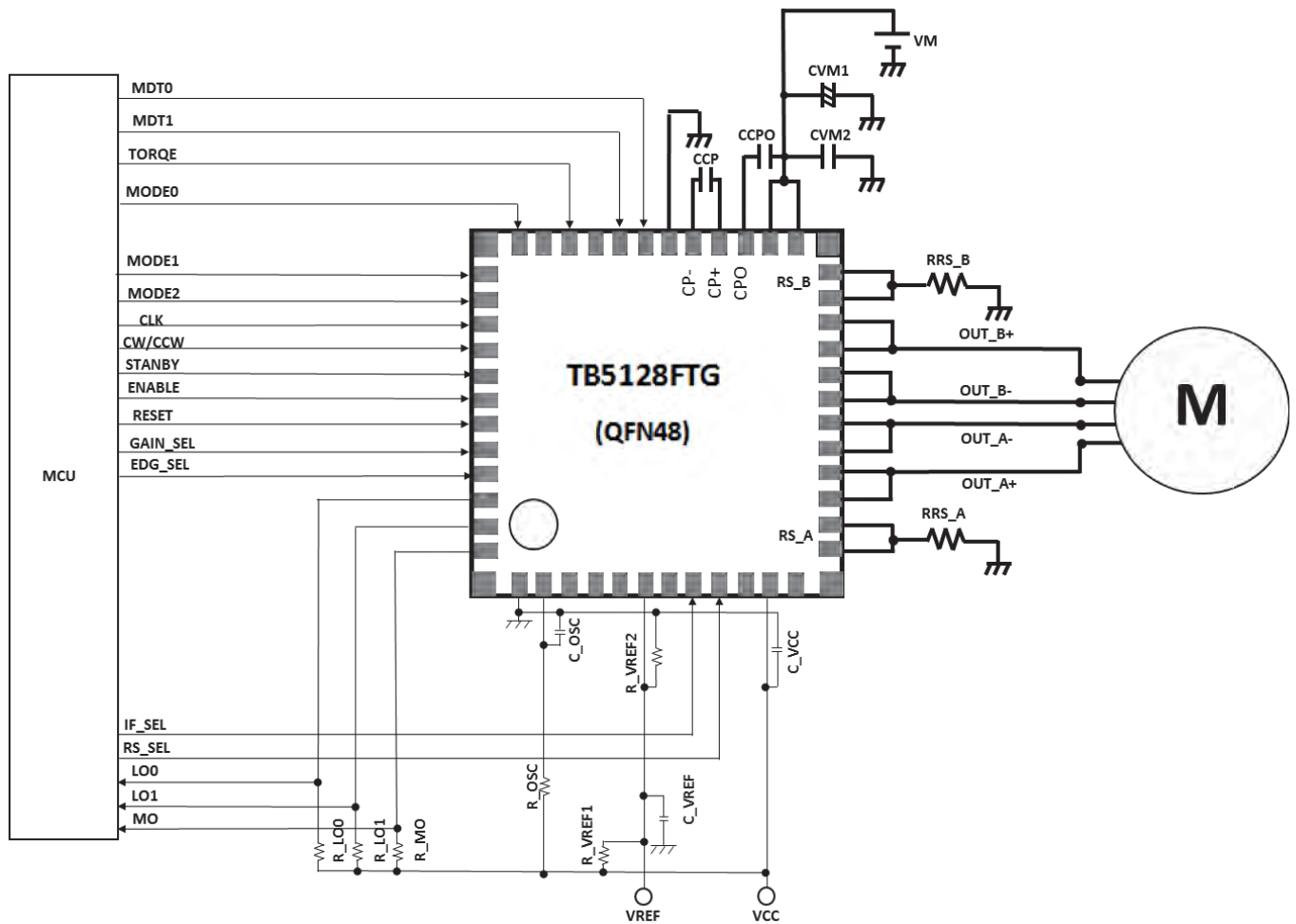
特性	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
CLK输入内部滤波器的最小高宽度	tCLK(H)	CLK (H) 最小脉冲宽度	300	—	—	ns
CLK输入内部滤波器的最小低宽度	tCLK(L)	CLK (L) 最小脉冲宽度	250	—	—	ns
输出晶体管转换比	tr	—	30	80	130	ns
	tf	—	40	90	140	ns
	tpLH(CLK)	CLK输出	—	1000	—	ns
	tpHL(CLK)	CLK输出	—	1500	—	ns
模拟噪声消隐时间	AtBLK	VM = 24 V, Iout = 3.0 A 模拟消隐时间	250	400	550	ns
振荡器频率精度	ΔfOSCM	COSC = 270 pF, ROSC = 5.1 kΩ	- 15	—	+15	%
斩波器参考频率	fOSCM	COSC = 270 pF, ROSC = 5.1 kΩ	1020	1200	1380	kHz
斩波频率	fchop	输出: 激活 (Iout = 1.5A), fOSC = 1200 kHz	—	75	—	kHz

## 交流电气规格时序图



注：出于解释目的，可以简化时序图。

## 20. 应用电路示例 (RS\_SEL 引脚 = H、IF\_SEL 引脚 = L)



本文件中所示应用电路仅供参考。无法保证大规模生产数据的精准度。

组件的常数（仅供参考）

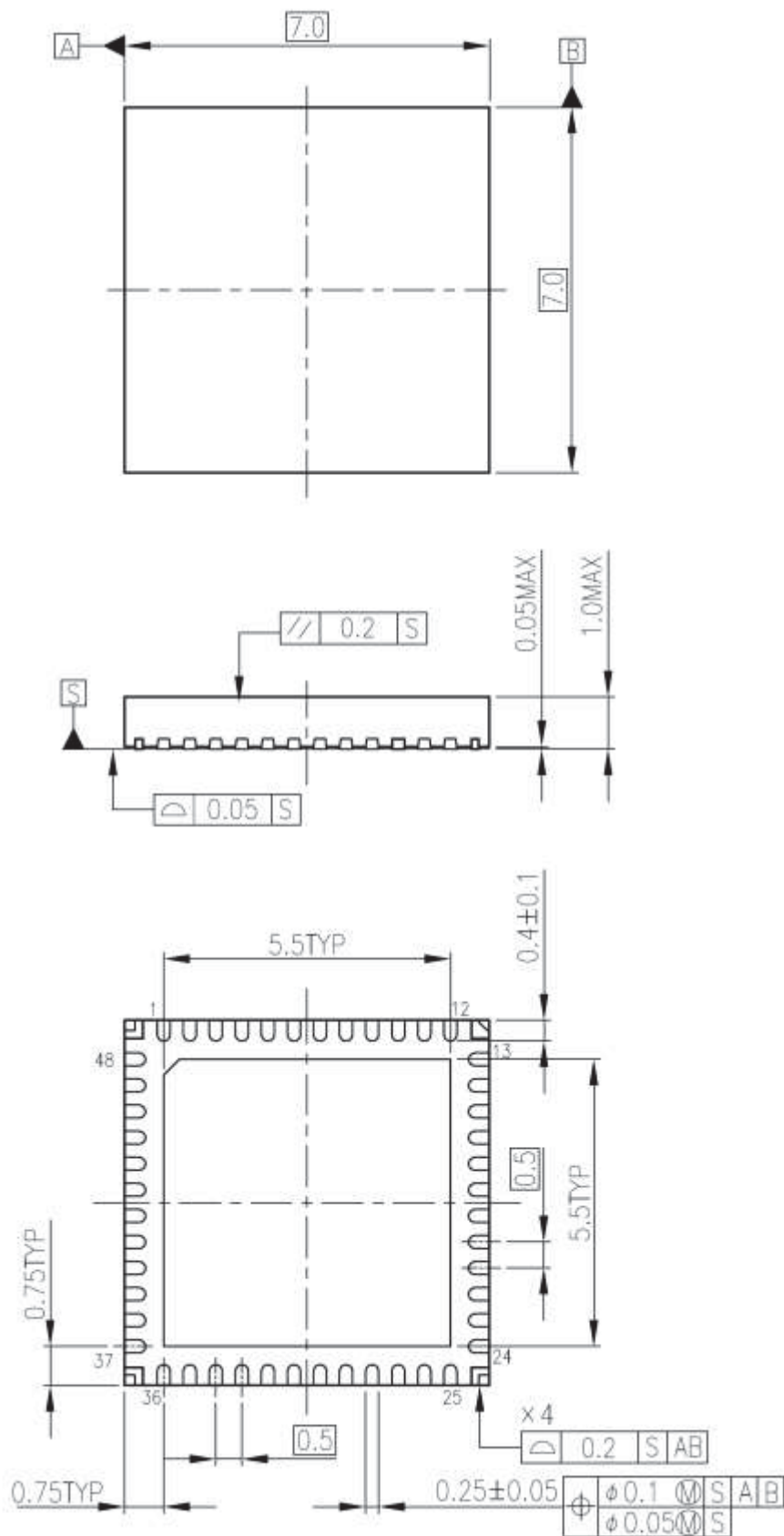
零件符号	组件	参考常数
CVM1	电解电容器	100 $\mu$ F (CVM1 $\geq$ 10 $\mu$ F)
CVM2	陶瓷电容器	(0.1 $\mu$ F)
CCP	陶瓷电容器	0.022 $\mu$ F
CCPO	陶瓷电容器	0.22 $\mu$ F
C_VCC	陶瓷电容器	0.1 $\mu$ F
R_OSC	电阻器	5.1 k $\Omega$ (1.8 k $\Omega$ 至 8.2 k $\Omega$ )
C_OSC	陶瓷电容器	270 pF
R_VREF1, R_VREF2	电阻器	任意 (10 k $\Omega$ $\leq$ R_VREF1 + R_VREF2 $\leq$ 50 k $\Omega$ )
C_VREF	陶瓷电容器	(0.1 $\mu$ F)
R_MO	电阻器	10 k $\Omega$ (10 k $\Omega$ 至 100 k $\Omega$ )
R_LO0, R_LO1	电阻器	10 k $\Omega$ (10 k $\Omega$ 至 100 k $\Omega$ )

注：上表中的常数仅供参考。根据使用条件，可采用超出推荐范围的部件。

### 21. 封装尺寸

P-VQFN48-0707-0.50-004

单位: mm



重量: 0.229 g (典型值)

## 内容注意事项

### 1. 方块图

为便于解释，可以省略或简化方块图中的一些功能块、电路或常数。

### 2. 等效电路

为便于解释，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。需进行全面评估，特别是在大规模生产设计阶段。提供这些应用电路示例不代表授予工业产权许可。

### 5. 测试电路

测试电路中的组件仅用于获得和确认器件特性。不能保证这些组件和电路能防止应用设备中发生的故障或失灵。

## 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，甚至片刻都不得超过该额定值。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，以确保在过流和/或 IC 故障时，不会持续流过大电流。当在超过绝对最大额定值的条件下使用时、接线路径不对或者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 将被完全击穿并导致烟雾或起火。为尽量减小击穿时大电流流过的影响，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，电流或功耗可能超过绝对最大额定值，进而造成设备击穿、损坏或退化，并因此发生爆炸或燃烧，使人受伤。  
此外，严禁使用任何插错方向或插入错误的设备，此种情况一次也不得出现。
- (5) 仔细选择外部组件（例如，输入和负反馈电容）和负载组件（例如，扬声器），例如功率放大器和调节器。  
如果诸如输入或负反馈电容器等位置存在大量漏电流，则 IC 输出直流电压将增加。如果该输出电压连接至输入耐受电压低的扬声器，则过流或 IC 故障可能会造成烟雾或起火。（过电流会造成 IC 本身产生烟雾或起火）  
当使用桥接式负载（BTL）连接型 IC 时，须特别注意 IC 会直接向扬声器输入输出的直流电压。

## IC 处理谨记要点

- (1) 过流保护电路  
无论在何种情况下，过电流保护电路（简称限流器电路）都不一定能够保护 IC。如果过流保护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。
- (2) 热关断电路  
无论在何种情况下，热关断电路都不一定能够保护 IC。如果热关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关机电路无法正常工作或 IC 击穿。
- (3) 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，请设计适当的散热装置，确保在任何时间和情况下，均不会超过规定的结点温度 ( $T_j$ )。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。
- (4) 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绝对最大额定值的条件。为避免出现此问题，在系统设计中应考虑反电动势的影响。