

# 译文

## TB67H452FTG

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：“TB67H452FTG” 2017-05-09

翻译日: 2017-08-08

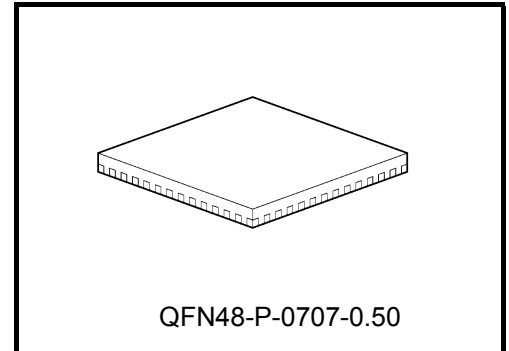
东芝 CD 工艺集成电路硅单片

# TB67H452FTG

## PWM 斩波型 4 通道 H 桥电机驱动器

TB67H452FTG 是一款 PWM 斩波型 4 通道 H 桥电机驱动器。

TB67H452FTG 可通过组合 4 通道 H 桥驱动两台步进电机、两台直流有刷电机和一台步进电机等。还可通过设置大电流模式来驱动双直流有刷电机或大电流驱动的步进电机。此外，VM 电源电压可为 6.3V 或以上。因此，对于电池供电应用（例如使用 7.2 V 电源），这是理想选择。

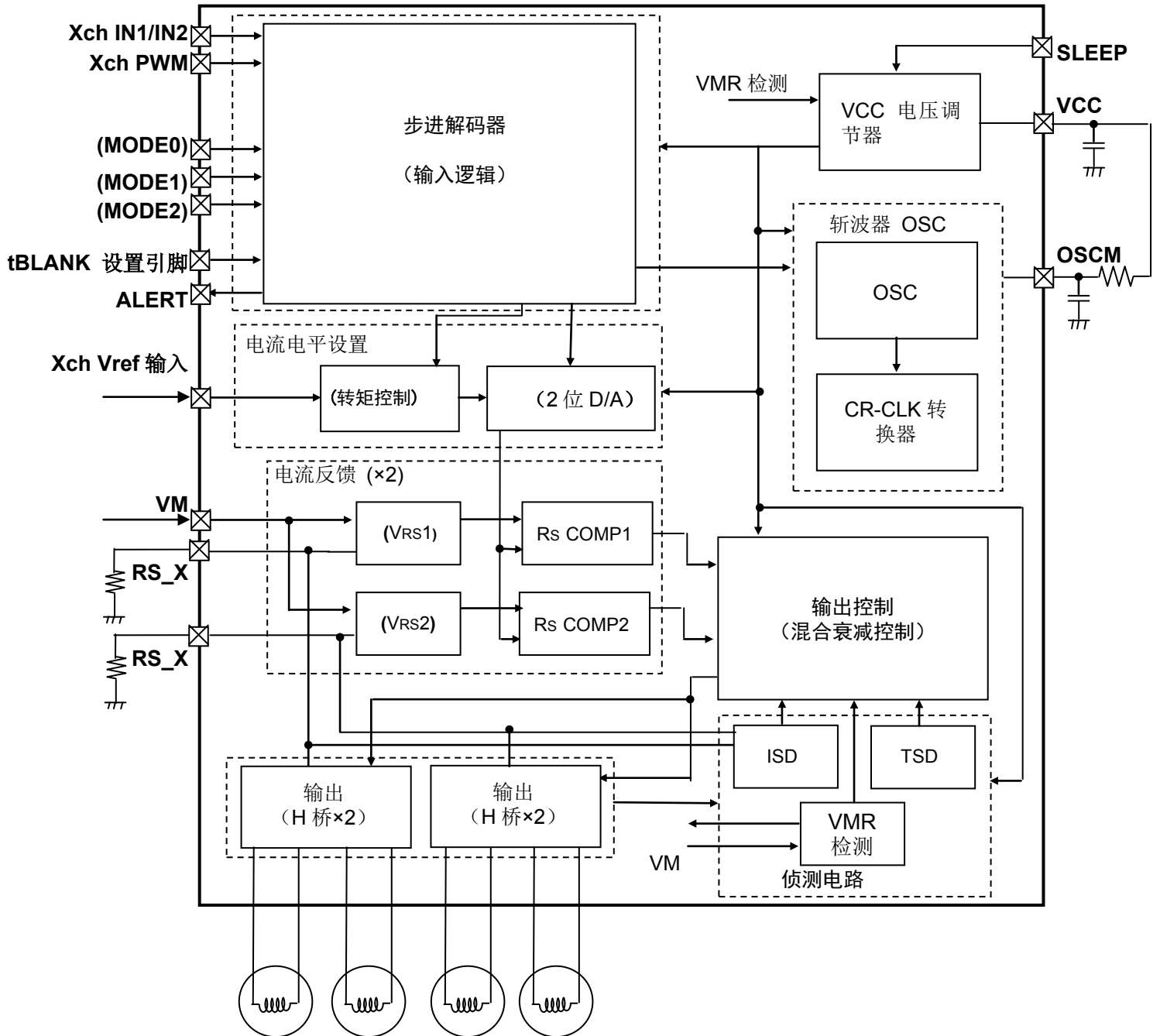


重量: 0.137 g (标准值)

## 特点

- 单片有刷直流电机驱动器，可驱动多达 4 台电机
- 单片双极步进电机驱动器，可驱动多达 2 台电机
- 通过 CD 工艺构建的单片 IC
- 低导通电阻： $R_{on} = 0.6\Omega$   
在大电流模式下，可组合 H 桥。导通电阻 ( $R_{on}$ ) =  $0.3\Omega$ 。
- 过流检测 (ISD)、热关断 (TSD) 和 VM 上电复位电路
- 由于 IC 内置 VCC 调节器供内部电路使用，因此无需外部逻辑电源 (5 V)
- 包装: QFN48
- 最大输出耐受电压: 40 V (最大值)
- 输出电流: 3.5 A (峰值) (在直流电机(S)模式下)
- 斩波频率可通过外部电容器和电阻器进行设置  
支持 100kHz 及以上的高速斩波频率

方块图 (有刷直流电机 (S) × 4 通道模式)



注：虽然引脚功能因使用模式而异，但在本文件中根据 DC(S)×4 模式指示。

注：“X”表示每个通道 (Xch IN1/IN2、Xch PWM、Xch Vref 输入和 RS\_X) 的 A、B、C 或 D 的省略。

注：RS 引脚总数为 8。

注：GND 布线：TB67H452FTG 的所有接地线均应布于 PCB 上的焊接掩模上，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。

在通过 SW 控制每个模式的设置引脚时，这些引脚应上拉到电源 (如 VCC) 或下拉到 GND 而不进入高阻抗 (Hi-Z) 状态。

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、OUT、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。设计模式和安装时应务必小心谨慎。

## 引脚分配

| 引脚编号 | 引脚名称        | (1) 步进机 (S) x2       | (2) DC(L)x2     | (3) 步进机 (L)    | (4) DC(S)x4     | (5) DC(L)-步进机 (S) | (6) DC(S) x 2 +步进机 (S) |
|------|-------------|----------------------|-----------------|----------------|-----------------|-------------------|------------------------|
| 1    | MO_CD       | CDch MO 引脚           | CDch IN1 引脚     | -              | Cch IN1 引脚      | CDch MO 引脚        |                        |
| 2    | CD_MODE2    | CDch 步进分辨率模式设置       | -               | -              | Dch IN2 引脚      | CDch 步进分辨率模式设置    |                        |
| 3    | OUT_C-      | Cch 输出引脚 (-)         | CDch 输出引脚 (-)   | Cch 输出引脚 (-)   |                 |                   |                        |
| 4    | RS_C        | Cch 感应 Rs 连接引脚       | CDch 感应 Rs 连接引脚 | Cch 感应 Rs 连接引脚 |                 |                   |                        |
| 5    | RS_C        | Cch 感应 Rs 连接引脚       | CDch 感应 Rs 连接引脚 | Cch 感应 Rs 连接引脚 |                 |                   |                        |
| 6    | OUT_C+      | Cch 输出引脚 (+)         | CDch 输出引脚 (+)   | Cch 输出引脚 (+)   |                 |                   |                        |
| 7    | OUT_D+      | Dch 输出引脚 (+)         | CDch 输出引脚 (+)   | Dch 输出引脚 (+)   |                 |                   |                        |
| 8    | RS_D        | Dch 感应 Rs 连接引脚       | CDch 感应 Rs 连接引脚 | Dch 感应 Rs 连接引脚 |                 |                   |                        |
| 9    | RS_D        | Dch 感应 Rs 连接引脚       | CDch 感应 Rs 连接引脚 | Dch 感应 Rs 连接引脚 |                 |                   |                        |
| 10   | OUT_D-      | Dch 输出引脚 (-)         | CDch 输出引脚 (-)   | Dch 输出引脚 (-)   |                 |                   |                        |
| 11   | CD_MODE1    | CDch 步进分辨率模式设置       | -               | -              | Dch IN 1 引脚     | CDch 步进分辨率模式设置    |                        |
| 12   | VREF_A      | Ach Vref 输入          | ABch vref 输入    |                | Ach Vref 输入     | ABch vref 输入      | Ach vref 输入            |
| 13   | VREF_B      | Bch Vref 输入          | -               |                | Bch Vref 输入     | -                 | Bch vref 输入            |
| 14   | VREF_C      | Cch Vref 输入          | CDch Vref 输入    |                | Cch Vref 输入     | Cch vref 输入       | Cch vref 输入            |
| 15   | VREF_D      | Dch Vref 输入          | -               |                | Dch Vref 输入     | Dch vref 输入       | Dch vref 输入            |
| 16   | OSCM        | 斩波设置引脚的振荡电路频率        |                 |                |                 |                   |                        |
| 17   | VCC         | 用于监控内部产生 5 V 电压偏差的引脚 |                 |                |                 |                   |                        |
| 18   | GND         | GND                  |                 |                |                 |                   |                        |
| 19   | VM          | VM 电源故障引脚            |                 |                |                 |                   |                        |
| 20   | VM          | VM 电源故障引脚            |                 |                |                 |                   |                        |
| 21   | SLEEP       | SLEEP 引脚             |                 |                |                 |                   |                        |
| 22   | ALERT       | 警报引脚                 |                 |                |                 |                   |                        |
| 23   | CLK_AB      | ABch CLK 输入          | ABch PWM 引脚     | CLK 输入         | Ach PW M 引脚     | ABch PWM 引脚       | Ach PWM 引脚             |
| 24   | ENABLE_AB   | ABch ENABLE 输入       | -               | ENABLE 输入      | Bch PWM 引脚      | -                 | Bch PWM 引脚             |
| 25   | CLK_CD      | CDch CLK 输入          | CDch PWM 引脚     | -              | Cch PWM 引脚      | CDch CLK 输入       | CDch CLK 输入            |
| 26   | ENABLE_CD   | CDch ENABLE 输入       | -               | -              | Dch PWM 引脚      | CDch ENABLE 输入    | CDch ENABLE 输入         |
| 27   | OUT_A-      | Ach 输出 (-)           | ABch 输出引脚 (-)   | Ach 输出引脚 (-)   |                 | ABch 输出引脚 (-)     | Ach 输出引脚 (-)           |
| 28   | RS_A        | Ach 感应 Rs 连接引脚       | ABch 感应 Rs 连接引脚 | Ach 感应 Rs 连接引脚 | ABch 感应 Rs 连接引脚 | Ach 感应 Rs 连接引脚    | Ach 感应 Rs 连接引脚         |
| 29   | RS_A        | Ach 感应 Rs 连接引脚       | ABch 感应 Rs 连接引脚 | Ach 感应 Rs 连接引脚 | ABch 感应 Rs 连接引脚 | Ach 感应 Rs 连接引脚    | Ach 感应 Rs 连接引脚         |
| 30   | OUT_A+      | Ach 输出引脚 (+)         | ABch 输出引脚 (+)   | Ach 输出引脚 (+)   |                 | ABch 输出引脚 (+)     | Ach 输出引脚 (+)           |
| 31   | OUT_B+      | Bch 输出引脚 (+)         | ABch 输出引脚 (+)   | Bch 输出引脚 (+)   |                 | ABch 输出引脚 (+)     | Bch 输出引脚 (+)           |
| 32   | RS_B        | Bch 感应 Rs 连接引脚       | ABch 感应 Rs 连接引脚 | Bch 感应 Rs 连接引脚 | ABch 感应 Rs 连接引脚 | Bch 感应 Rs 连接引脚    | Bch 感应 Rs 连接引脚         |
| 33   | RS_B        | Bch 感应 Rs 连接引脚       | ABch 感应 Rs 连接引脚 | Bch 感应 Rs 连接引脚 | ABch 感应 Rs 连接引脚 | Bch 感应 Rs 连接引脚    | Bch 感应 Rs 连接引脚         |
| 34   | OUT_B-      | Bch 输出引脚 (-)         | ABch 输出引脚 (-)   | Bch 输出引脚 (-)   |                 | ABch 输出引脚 (-)     | Bch 输出引脚 (-)           |
| 35   | D_tBLANK_AB | ABch 衰减设置引脚          | tBLANK 设置引脚     | -              | tBLANK 设置引脚     | tBLANK 设置引脚       |                        |
| 36   | NC          | NC                   |                 |                |                 |                   |                        |
| 37   | D_tBLANK_CD | CDch 衰减设置引脚          | tBLANK 设置引脚     | CDch 衰减设置引脚    | tBLANK 设置引脚     | CDch 衰减设置引脚       |                        |
| 38   | MODE2       | "H"固定输入              | "H"固定输入         | "H"固定输入        | "H"固定输入         | "L"固定输入           | "L"固定输入                |
| 39   | MODE1       | "H"固定输入              | "H"固定输入         | "L"固定输入        | "L"固定输入         | "H"固定输入           | "H"固定输入                |
| 40   | MODE0       | "H"固定输入              | "L"固定输入         | "H"固定输入        | "L"固定输入         | "H"固定输入           | "L"固定输入                |
| 41   | VM          | VM 电源输入引脚            |                 |                |                 |                   |                        |
| 42   | VM          | VM 电源输入引脚            |                 |                |                 |                   |                        |
| 43   | NC          | NC                   |                 |                |                 |                   |                        |
| 44   | CW_CCW_AB   | ABch CW/CCW 引脚       | ABch IN2 引脚     | CW/CCW 引脚      | Ach IN2 引脚      | ABch IN2 引脚       | Ach IN2 引脚             |
| 45   | MO_AB       | ABch MO 引脚           | ABch IN1 引脚     | MO 引脚          | Ach IN1 引脚      | ABch IN1 引脚       | Ach IN1 引脚             |
| 46   | AB_MODE2    | ABch 步进分辨率模式设置       | -               | 模式设置           | Bch IN2 引脚      | -                 | Bch IN2 引脚             |
| 47   | AB_MODE1    | ABch 步进分辨率模式设置       | -               | 模式设置           | Bch IN1 引脚      | -                 | Bch IN1 引脚             |
| 48   | CW_CCW_CD   | CDch CW/CCW 引脚       | CDch IN2 引脚     | -              | Cch IN2 引脚      | CDch CW/CCW 引脚    |                        |

注：在大电流模式下，请将相应的引脚相互连接。

## ■电机驱动模式说明

- (1) 步进电机 (S) ×2 通道模式
- (2) 直流电机 (L) ×2 通道模式
- (3) 步进电机 (L) ×1 通道模式
- (4) 直流电机 (S) ×4 通道模式
- (5) 步进电机 (S) ×1 通道模式+直流电机 (L) ×1 通道模式
- (6) 步进电机 (S) ×1 通道模式+直流电机 (S) ×2 通道模式

注：(L)：大电流模式（大），(S)：小电流模式（小）。

注：可以为每对通道（A 和 B 通道、C 和 D 通道）分别设置模式（包括直流电机 (S) 模式）的数字 tBLANK 时间。

A 和 B 通道：D\_tBLANK\_AB 引脚

C 和 D 通道：D\_tBLANK\_CD 引脚

模式 (2、1、0) = (L、L、H) 仅供东芝测试使用，并且在正常运行期间不得使用。

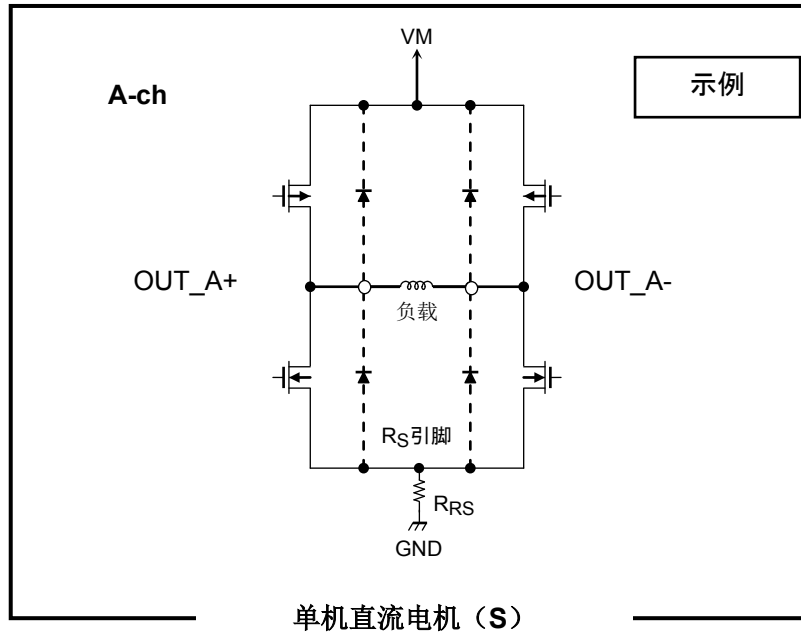
注：在组合模式下，如步进电机 (L) 和直流电机 (L) 模式，IC 外部阻抗应平衡。

注：在大模式（步进电机 (L) 或直流电动机 (L)）下，输出应为短路。

如果每个输出晶体管的接线阻抗不同，则通过每个输出晶体管的电流将不平衡，并且电流可能会超过晶体管的绝对最大额定值。在这种情况下，IC 可能会出故障。

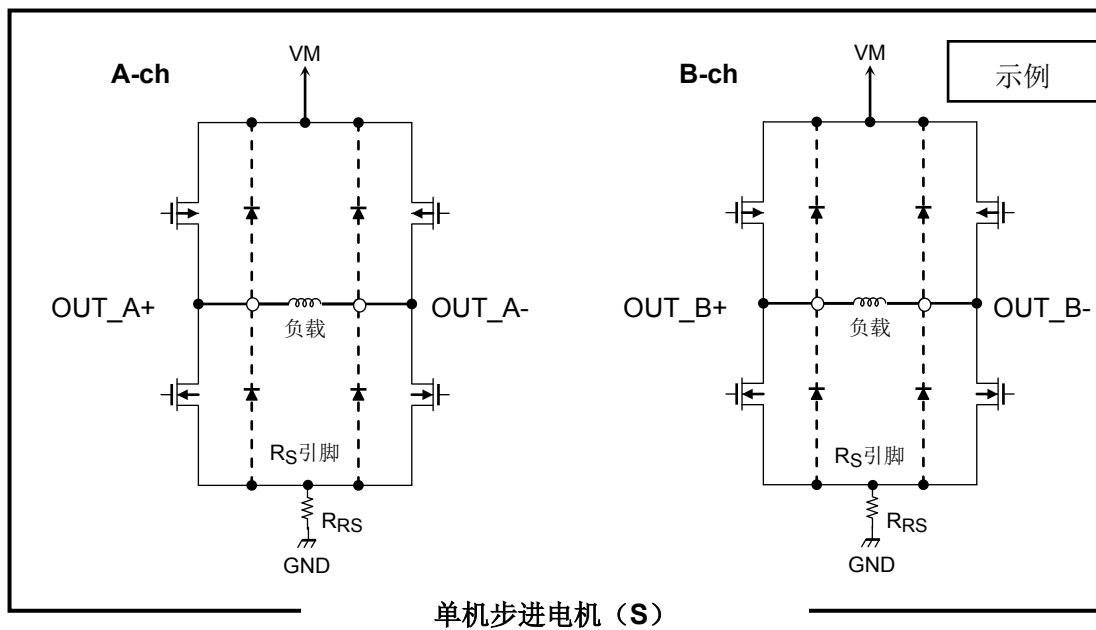
■ 各类电机驱动器的 H 桥组合（连接方法）

● 直流电机（S）组合

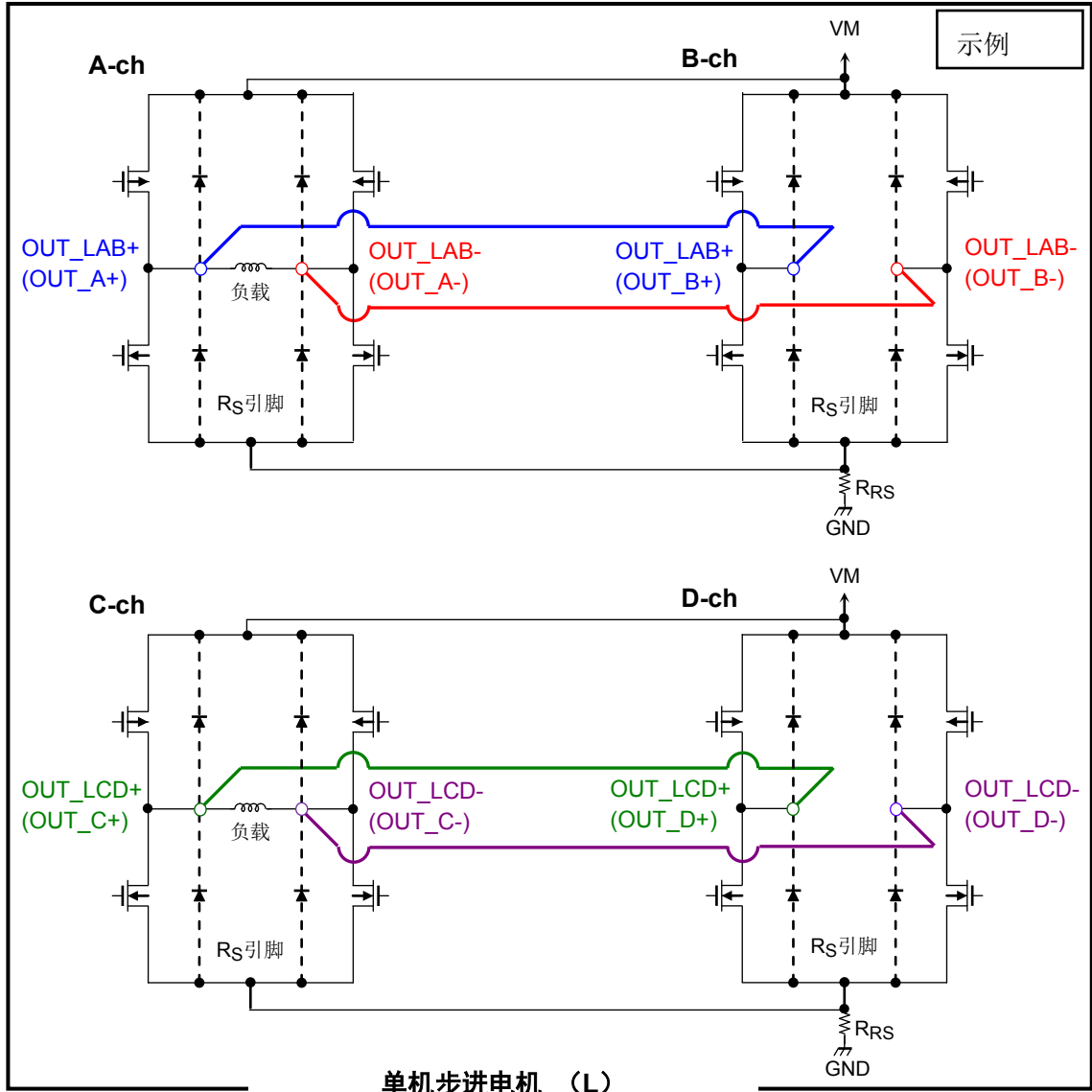


○ ...IC 的电机输出引脚

● 步进电机（S）组合



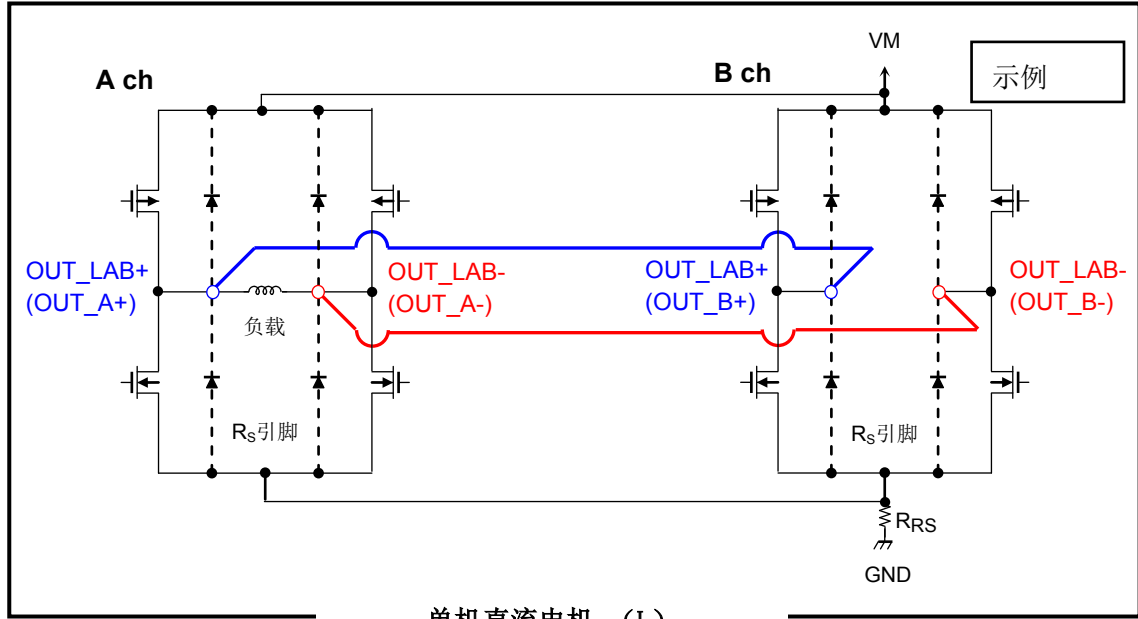
•步进电机 (L) 组合



单机步进电机 (L)



●直流电机 (L) 组合

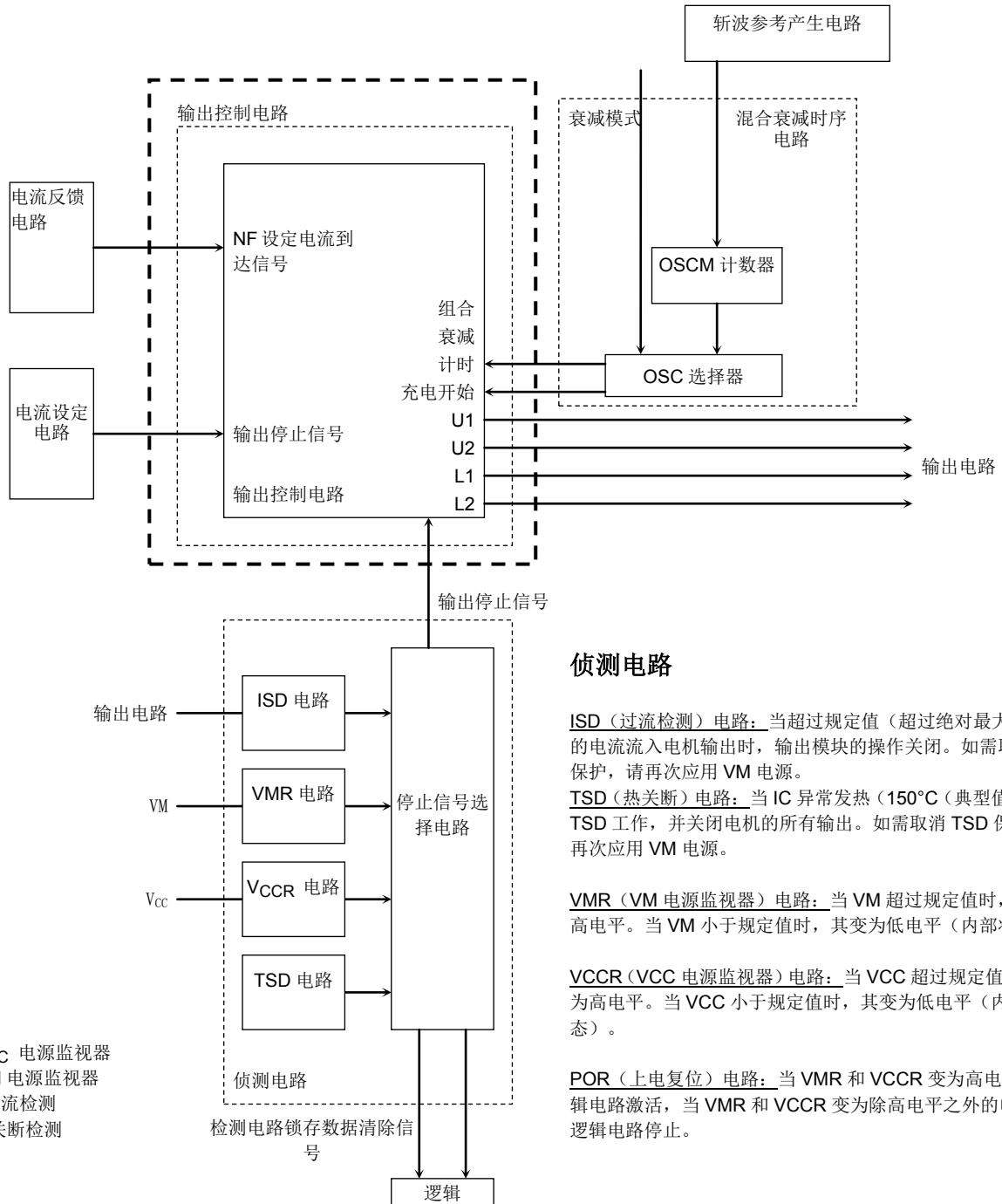


单机直流电机 (L)

○...IC 的电机输出引脚

电机驱动器的输出控制电路、电流反馈电路和电流设定电路

注：逻辑输入引脚内部连接到约为 100kΩ 的下拉电阻。



侦测电路

**ISD (过流检测) 电路:** 当超过规定值 (超过绝对最大额定值) 的电流流入电机输出时, 输出模块的操作关闭。如需取消 ISD 保护, 请再次应用 VM 电源。

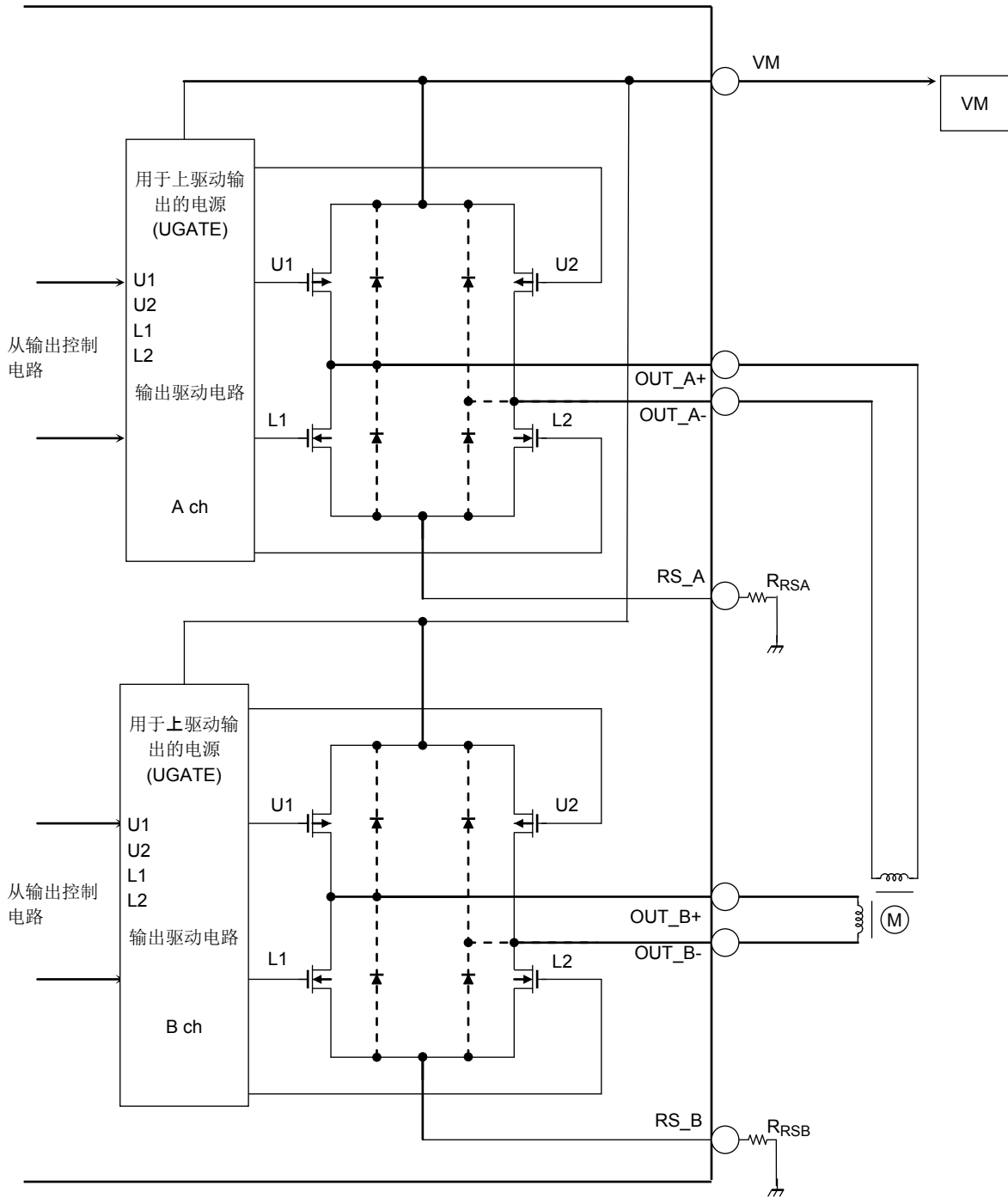
**TSD (热关断) 电路:** 当 IC 异常发热 (150°C (典型值)) 时, TSD 工作, 并关闭电机的所有输出。如需取消 TSD 保护, 请再次应用 VM 电源。

**VMR (VM 电源监视器) 电路:** 当 VM 超过规定值时, 其变为高电平。当 VM 小于规定值时, 其变为低电平 (内部状态)。

**VCCR (VCC 电源监视器) 电路:** 当 VCC 超过规定值时, 其变为高电平。当 VCC 小于规定值时, 其变为低电平 (内部状态)。

**POR (上电复位) 电路:** 当 VMR 和 VCCR 变为高电平时, 逻辑电路激活, 当 VMR 和 VCCR 变为除高电平之外的电平时, 逻辑电路停止。

A/B 单元的输出等效电路 (C/D 单元与 A/B 单元相同)



## 1. 电机驱动模式选择功能

电动机驱动模式可以根据电机类型选择。

H 桥驱动器配置和控制类别根据所选模式进行更改。

驱动模式在运行过程中基本不会改变。因此，TB67H452FTG 不支持动态模式切换。

当这些引脚的配置发生变化时，控制引脚的功能和时序发生变化。

在 TB67H452FTG 接通电源后，不得更改模式选择引脚的组合。

| MODE0 引脚 | MODE1 引脚 | MODE2 引脚 | 电机驱动模式                      |
|----------|----------|----------|-----------------------------|
| H        | H        | H        | 步进电机 (S) ×2                 |
| L        | H        | H        | 直流电机 (L) (组合) ×2            |
| H        | L        | H        | 步进电机 (L) (组合) ×1            |
| L        | L        | H        | 直流电机 (S) ×4                 |
| H        | H        | L        | 直流电机 (L) (组合) ×1 + 步进电机 (S) |
| L        | H        | L        | 直流电机 (S) ×2 + 步进电机 (S)      |
| H        | L        | L        | 禁止 (仅供东芝测试使用)               |
| L        | L        | L        | 待机模式                        |

### ● 有刷直流电机模式 (直流电机 (L 或 S))

此模式用于驱动有刷直流电机。

tBLANK 可以切换固定模拟值或数字 tBLANK 模式，在该模式下，消隐时间为斩波参考 OSC 频率的 4 CLK。

当直流电机在 PWM 控制下驱动时，变阻器会产生放电电流尖峰。为防止该电流尖峰错误地跳闸恒定电流检测，恒定电流检测进行数字消隐，持续时间由 tBLANK 确定。数字 tBLANK 时间基于 OSC 信号。使用此消隐功能可实现恒流限幅器控制以及外部 PWM 控制。但是，只能在消隐时间内观察到过电流现象。

### ● 步进电机模式 (步进电机 (L 或 S))

该模式用于驱动步进电机。

将 tBLANK 时间指定为固定的模拟值 (约 300 ns)。

每台电机通过两个逻辑控制输入、电相 (电流方向) 和 ENABLE (ON/OFF) 进行控制，通过 Vref 输入实现恒流控制。

### ● 组合模式 (大模式)

当具有相同特性的两台 H 桥装置并联运行时，可以选择组合模式，如直流电机 (L) 和步进电机 (L) 模式。

在该模式下，实际导通电阻减少了一半，同时电流能力增加了一倍 (规格实际上也包括热电容。有关更多详细信息，请参阅电气特性。)

要使用此模式，具有相同名称的电源、接地和输出引脚应在电路板上一起短接。

同时，电路板的接线应进行布线，以平衡每个引脚上的阻抗。否则，短路引脚可能会出现电流不平衡，并且更多电流可能流入这些引脚中的任何一个。

## 2. 有刷直流电机模式下的控制信号功能

\*在直流电机 (S) 模式下

| 控制输入     |          |               | 输出级状态  |        |         |
|----------|----------|---------------|--------|--------|---------|
| X-ch IN1 | X-ch IN2 | X- ch PWM pin | OUT_X+ | OUT_X- | 模式      |
| H        | H        | H             | L      | L      | 短路制动    |
|          |          | L             |        |        |         |
| L        | H        | H             | L      | H      | 正向/反向模式 |
|          |          | L             | L      | L      | 短路制动    |
| H        | L        | H             | H      | L      | 反向/正向   |
|          |          | L             | L      | L      | 短路制动    |
| L        | L        | H             | OFF    | OFF    | 停止      |
|          |          | L             | (Hi-Z) | (Hi-Z) |         |

注：“X”指每个通道的 A、B、C 或 D 的省略（X-ch IN1、X-ch IN2、X-ch PWM 引脚、OUT\_X +和 OUT\_X-）

注：不使用 PWM 引脚时，请将其设置在高电平。

#### ● 外部 PWM 控制功能

可通过将 0 V 和 5 V（高于 TTL 电平）PWM 信号应用于 PWM 引脚来控制电机转速。  
在 PWM 模式下，PWM 斩波电路在接通和短路制动之间切换。

当无需 PWM 速度控制时，PWM 引脚（短路制动引脚）应保持高电平。

当使用恒流限幅器时，在输出电流达到预定电流值后，TB67H452FTG 进入 37.5%混合衰减模式。由于内部插入消隐时间以防止直通电流消除，因此无需特殊配置。

在步进电机模式（大或小）下禁用短路制动功能。

也可在有刷直流电机模式下驱动步进电机。

如需执行此类操作，不得使用短路制动功能，并且应将数字 tBLANK 引脚设置为低电平。  
同时，还应确认输入信号功能。

### 3. D\_tBLANK 功能（仅限直流电机模式）

| D_tBLANK_AB<br>D_tBLANK_CD | 电机驱动模式             |
|----------------------------|--------------------|
| L                          | OFF：数字消隐时间 = OSC×0 |
| H                          | ON：数字消隐时间 = OSC×4  |

\*当设置为“L”时，消隐时间仅对应于模拟 tBLANK 宽度。

### 4. 在步进电机模式下的信号控制功能

#### (1) CLK 功能

电角度以时钟方式逐个引导。时钟信号反映到上升沿的电角度。

| CLK_AB<br>CLK_CD | 功能          |
|------------------|-------------|
| ↑                | 电角度在上升沿逐个引导 |
| ↓                | - (保持原来状态)  |

## (2) ENABLE 功能

ENABLE 引脚控制步进电机电流的“ON”和“OFF”。该引脚控制电机是否在关闭模式下停止或激活。当 TB67H452FTG 开机或关闭时，应将其固定为低电平。

| ENABLE_AB<br>ENABLE_CD | 功能               |
|------------------------|------------------|
| H                      | 输出晶体管启动（正常控制模式）。 |
| L                      | 输出晶体管禁用（高阻抗：Z）。  |

## (3) CW/CCW 功能和输出引脚功能（在充电启动时的输出逻辑）

CW/CCW 引脚切换步进电机的旋转方向。

| CW_CCW_AB<br>CW_CCW_CD | 输入功能        | OUT_X+<br>(注释 2) | OUT_X-<br>(注释 2) |
|------------------------|-------------|------------------|------------------|
| X (注 1)                | L           | OFF              | OFF              |
| H                      | 顺时针 (CW)    | H                | L                |
| L                      | 逆时针方向 (CCW) | L                | H                |

注 1: X: 无关

注 2: “X”是指每个通道 (OUT\_X + 和 OUT\_X-) 的 A、B、C 或 D 的省略。

## (4) 步进分辨率的功能

| AB_MODE1<br>CD_MODE1 | AB_MODE2<br>CD_MODE2 | 功能                      |
|----------------------|----------------------|-------------------------|
| L                    | L                    | 固定电角度<br>(整步的初始设定: 45°) |
| L                    | H                    | 半步                      |
| H                    | L                    | 整步                      |
| H                    | H                    | 四分之一步                   |

在 AB/CD\_MODE1=L 和 AB/CD\_MODE2=L 的情况下, 电角度复位并固定为 45°, 这是整步模式的初始值。

## 5. 衰减开关功能（仅限步进电机）

| D_tBLANK_AB<br>D_tBLANK_CD | 恒流控制模式         |
|----------------------------|----------------|
| L                          | 混合衰减: 37.5% 固定 |

|                            |                           |
|----------------------------|---------------------------|
| D_tBLANK_AB<br>D_tBLANK_CD | 恒流控制模式                    |
| H                          | 混合衰减：12.5%（在电流衰减期间：37.5%） |

## 6. 休眠功能

该引脚可以控制低功耗模式（VCC OFF）和正常控制模式（VCC ON）。

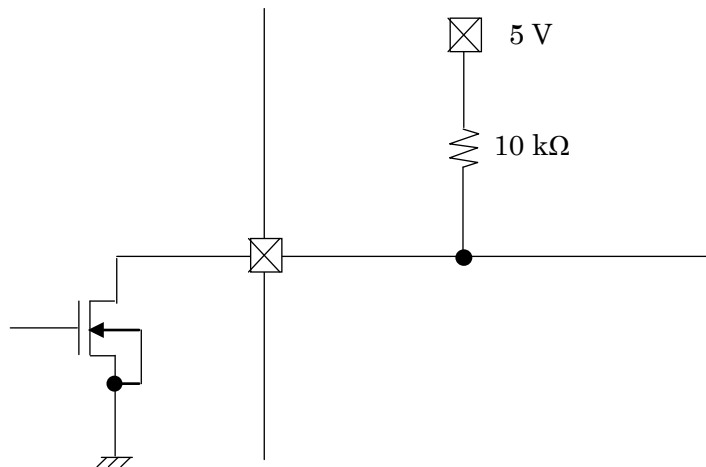
当休眠引脚为低电平时，VCC 调节器关闭，完全逻辑将停止。

在休眠引脚设置为高电平后，其可在 1 ms 内恢复正常控制模式。

| SLEEP | 驱动模式           |
|-------|----------------|
| L     | 低功耗模式（VCC OFF） |
| H     | 正常控制模式（VCC ON） |

## 7. 警报功能

当错误检测（TSD 或 ISD）关闭 IC 操作时，警报引脚将输出“低”电平。



警报引脚是开漏输出引脚。当输出引脚通过电阻器上拉到 VCC 时，低电平在复位时（MOSFET ON）输出，而高电平（内部 Hi-Z）在非复位时输出。

请将其连接到 VCC 引脚，以进行上拉。

• 绝对最大额定值( $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$ )

| 特性            | 符号          | 额定值       | 单位               | 备注                           |
|---------------|-------------|-----------|------------------|------------------------------|
| 电机电源          | VM          | 40        | V                | —                            |
| 电机输出电压        | VOUT        | 40        | V                | —                            |
| 电机输出电流 (注 1)  | IOUT_(ST_S) | 3.5       | A                | ( $t_w \leq 500\text{ ns}$ ) |
|               | IOUT_(ST_L) | 5.0       | A                | ( $t_w \leq 500\text{ ns}$ ) |
|               | IOUT_(DC_S) | 3.5       | A                | ( $t_w \leq 500\text{ ns}$ ) |
|               | IOUT_(DC_L) | 5.0       | A                | ( $t_w \leq 500\text{ ns}$ ) |
| 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                | —                            |
| 功耗 (单独) (注 2) | PD          | 1.3       | W                | —                            |
| 工作温度          | TOPR        | -20 至 85  | $^\circ\text{C}$ | —                            |
| 存储温度          | TSTR        | -55 至 150 | $^\circ\text{C}$ | —                            |
| 结温            | Tj (最大值)    | 150       | $^\circ\text{C}$ | —                            |

注 1: 作为指导, 每相的最大输出电流应保持在 1.4A 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: 独立式 ( $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$ )

当  $T_a$  超过  $25\text{ }^\circ\text{C}$  时, 必须以  $10.4\text{ mW}/^\circ\text{C}$  进行降额。

$T_a$ : 环境温度

$T_{opr}$ : 当 TB67H452FTG 激活时的室温

$T_j$ : 当 TB67H452FTG 激活时的结温。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  $T_j$  (最大值) 不超过  $120\text{ }^\circ\text{C}$ 。

**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, 即使是很短时间。请勿超过任何此类额定值。

超过额定值会导致设备故障、损坏或退化, 且可能会因爆炸或燃烧而造成伤害。

无论何情况下, 均不得超过绝对最大额定值的一个参数值。TB67H452FTG 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。



工作范围 (Ta = 0 至 85°C)

| 特性       | 符号          | 测试电路 | 测试条件          | 最小值 | 标准值  | 最大值  | 单位  |
|----------|-------------|------|---------------|-----|------|------|-----|
| 内部逻辑电源电压 | VCC         | DC   | (自动产生)        | 4.5 | 5.0  | 5.5  | V   |
| 电机电源电压   | VM          | DC   | —             | 6.3 | 24   | 38   | V   |
| 电机输出电流   | Iout (ST_S) | DC   | Ta = 25°C, 每相 | —   | 0.8  | 1.5  | A   |
|          | Iout (ST_L) | DC   | Ta = 25°C, 每相 | —   | 1.5  | 2.1  |     |
|          | Iout (DC_S) | DC   | Ta = 25°C, 每相 | —   | 1.0  | 2.0  |     |
|          | Iout (DC_L) | DC   | Ta = 25°C, 每相 | —   | 2.0  | 3.8  |     |
| 逻辑输入电压   | VIN         | DC   | —             | GND | 3.3  | 5.0  | V   |
| 斩波频率设定范围 | fchop       | DC   | VCC=5.0 V     | 40  | 100  | 150  | kHz |
| Vref 电压  | Vref        | DC   | VM=24 V       | GND | 3.0  | 4.0  | V   |
| 电流检测引脚电压 | VRS         | DC   | VM=24 V       | 0   | ±1.0 | ±1.5 | V   |

注：在 120 °C 或以下使用最高结温 (Tj)。不得在某些热条件下使用最大电流。

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

| 特性                      |    | 符号                      | 测试电路 | 测试条件   | 最小值 | 标准值 | 最大值 | 单位 |
|-------------------------|----|-------------------------|------|--|-----|-----|-----|----|
| 逻辑输入电压<br>(SLEEP 引脚除外)  | 高  | VIH                     | DC   | 逻辑输入引脚<br>(SLEEP 引脚除外)                                 | 2.2 | —   | 5.5 | V  |
|                         | 低  | VIL                     |      |  | GND | —   | 0.8 |    |
| 逻辑输入电压<br>(仅限 SLEEP 引脚) | 高  | VIH                     | DC   | 仅限 SLEEP 引脚  | 2.0 | —   | 5.5 | V  |
|                         | 低  | VIL                     |      |  | GND | —   | 0.6 |    |
| 逻辑输入迟滞电压                |    | HIS                     | DC   | 逻辑输入引脚   | 0.3 | 0.4 | 0.5 | V  |
| 逻辑输入电流                  |    | IIN(H)                  | DC   | VIN = 5 V, 带电阻的输入引脚                                    | —   | 50  | 75  | μA |
|                         |    | IIN(L)                  |      |  | —   | —   | 1   |    |
| MO、警报输出电压               |    | VoL                     | DC   | IOL = 4 mA, 输出: 低                                      | —   | —   | 0.5 | V  |
| 电流消耗<br>(VM 线)          |    | IM1                     | DC   | 输出= OPEN,<br>(ENABLE 全部=L),<br>MOSFET = OFF            | —   | 2   | 3   | mA |
|                         |    | IM2                     |      | 输出= OPEN,<br>fPWM = 100 kHz<br>逻辑运行,<br>MOSFET = OFF   | —   | 3.5 | 5   |    |
|                         |    | IM3                     |      | 输出= OPEN,<br>功能模式 (整步)                                 | —   | 8   | 10  |    |
|                         |    | IM4                     |      | SLEEP=L<br>VCC 调节器 = OFF                               | —   | 10  | 20  | μA |
| 输出泄漏电流                  | 上侧 | IOH                     | DC   | VM=24 V, Vout=0 V,<br>ENABLE 全部=L                      | -1  | —   | —   | μA |
|                         | 下侧 | IOL                     |      | VM=Vout=24 V, =<br>ENABLE 全部=L                         | —   | —   | 1   | μA |
| 输出电流差动                  |    | ΔIout1                  | DC   | Iout=1.0 A   | -5  | —   | 5   | %  |
| 输出电流设定差动                |    | ΔIout2                  | DC   | Iout=1.0 A   | -5  | —   | 5   | %  |
| RS 引脚电流                 |    | IRS                     | DC   | VRS=0 V, VM=24 V,<br>ENABLE 全部=L<br>(MOSFET = OFF)     | —   | —   | 10  | μA |
| 输出晶体管漏源极导通电阻<br>(上限+下限) |    | Ron (DS:<br>上限+下限)<br>S | DC   | Iout=1.0 A,<br>Tj=25°C, 漏源极, (上限+下限)<br>小模式            | 0.4 | 0.6 | 0.8 | Ω  |
|                         |    | Ron (DS:<br>上限+下限)<br>L |      | Iout=1.0 A, VCC=5.0 V,<br>Tj=25°C, 漏源极, (上限+下限)<br>大模式 | —   | 0.3 | 0.4 |    |

电气特性 2 (除非另有说明,  $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $V_M = 24\text{ V}$ )

| 特性                | 符号        | 测试电路 | 测试条件  | 最小值   | 标准值   | 最大值   | 单位               |
|-------------------|-----------|------|---|-------|-------|-------|------------------|
| Vref 输入电压         | VREF      | DC   | $V_M = 24\text{ V}$ , $V_{CC} = 5\text{ V}$ | GND   | 3.0   | 4.0   | V                |
| Vref 输入电流         | IREF      | DC   | $V_{REF} = 3.0\text{ V}$                    | —     | 0     | 1     | $\mu\text{A}$    |
| VCC 输出电压          | VCC       | DC   | $I_{CC} = 5.0\text{ mA}$                    | 4.5   | 5.0   | 5.5   | V                |
| VCC 输出电流          | ICC       | DC   | $V_{CC} = 5.0\text{ V}$                     | —     | 2.5   | 5     | mA               |
| Vref 衰减比          | VREF (增益) | DC   | $V_{REF} = 2.0\text{ V}$                    | 1/5.2 | 1/5.0 | 1/4.8 | —                |
| TSD 温度 (注 1)      | TJTSD     | DC   | —   | 140   | 150   | 170   | $^\circ\text{C}$ |
| VM 返回电压           | VMR       | DC   | —   | 5.5   | 5.7   | 6.0   | V                |
| 过流检测电路的检测电流 (注 2) | ISD       | DC   | —   | 2.1   | 4.0   | 5.0   | A                |

## 注 1: 热关断检测 (TSD) 电路

当 IC 结温达到规定值并过热时, TSD 电路激活和内部复位电路激活, 以关闭所有输出。

TSD 电路在  $140\text{ }^\circ\text{C}$  (最小值) 至  $170\text{ }^\circ\text{C}$  (最大值) (设计值) 之间运行。当 TSD 电路运行时, 通过重新启动 VM 电源或设置待机模式可以返回 IC 运行。TSD 功能旨在检测 IC 的异常发热。请尽量避免使用 TSD 功能。

## 注 2: 过流检测 (ISD) 电路

当输出电流超过规定值时, ISD 电路将其判断为异常状态, 并且内部复位电路激活, 以关闭所有输出。

设置消隐时间, 以避免切换不正确的操作。(有关详细信息, 请参见“ISD 消隐时间和 ISD 操作时间”)

当 ISD 功能运行时, 输出停止, 直到 VM 电源的上电复位为止。其可通过重新启动 VM 电源或设置待机模式返回。ISD 功能旨在检测 IC 的异常电流。请尽量避免使用 TSD 功能。

注 3: 内部电路旨在避免在未提供 VM 电压时输入逻辑信号时的 EMF 或漏电流。但为了避免在再供电时间内运行电机, 请在 VM 电源重新供电之前正确控制逻辑信号时序。

## 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设备或其他组件受损或出现故障的风险。

## 过电流检测 (ISD) 和热关断检测 (TSD) 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, 则设备可能会由于过载而受损。外部硬件必须立即消除过流条件。

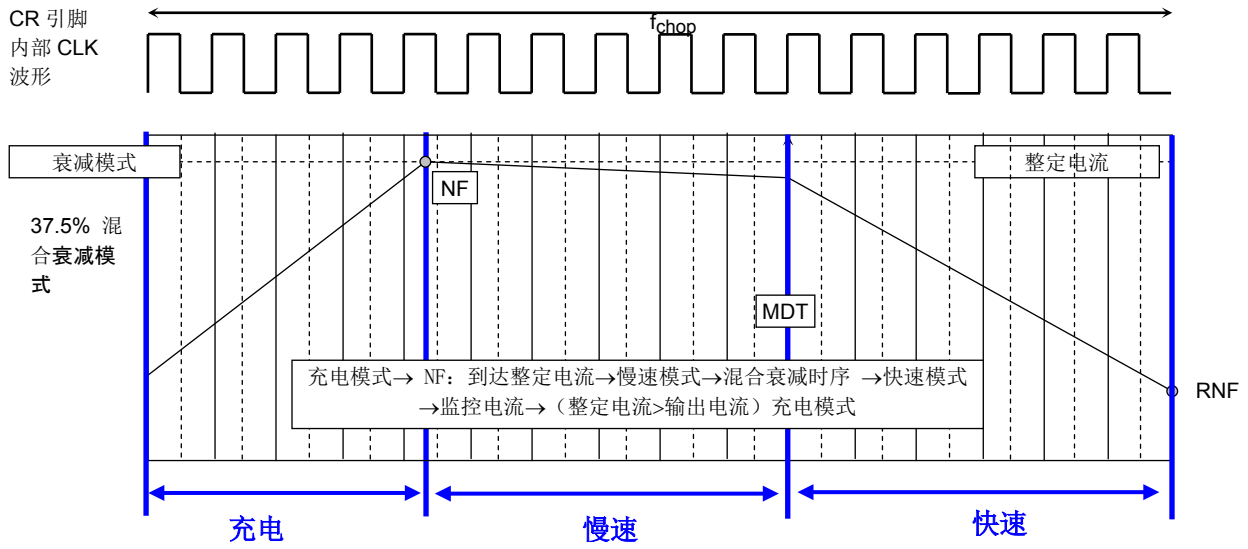
## IC 安装

严禁设备插入错误或插错方向。否则可能会导致设备故障、毁坏和/或损坏。

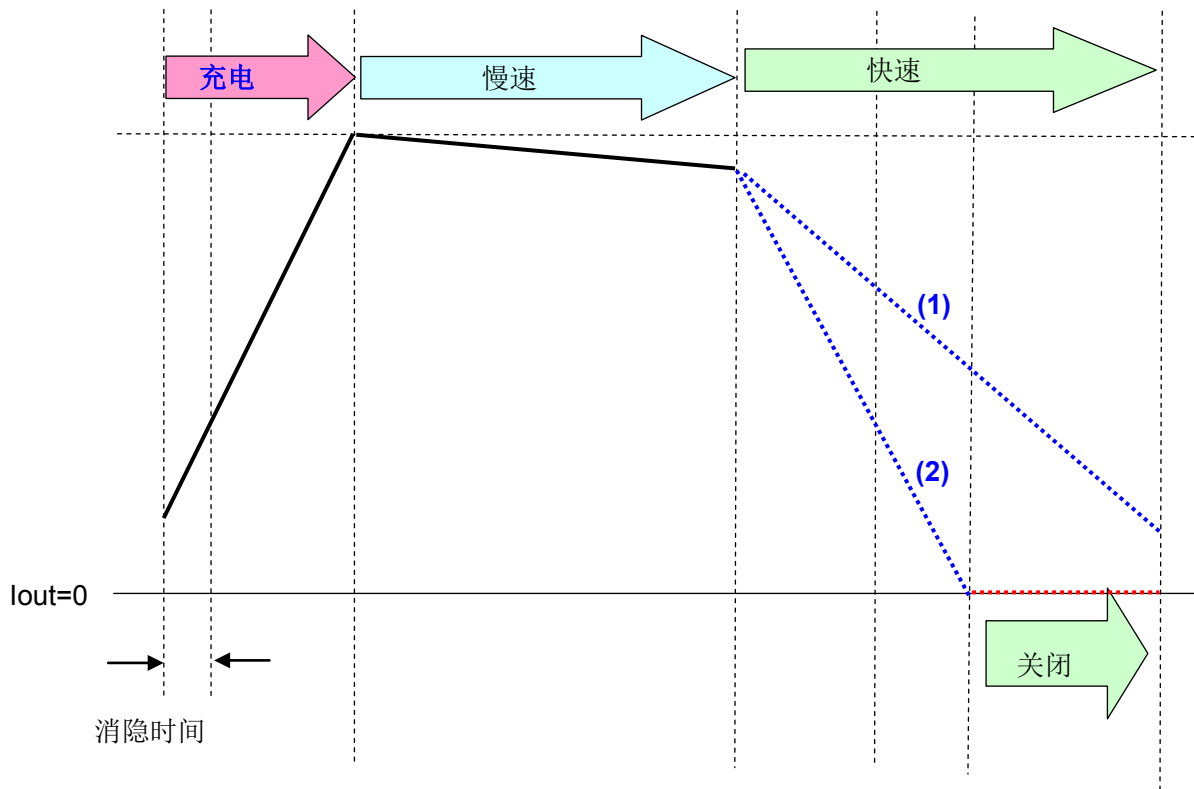
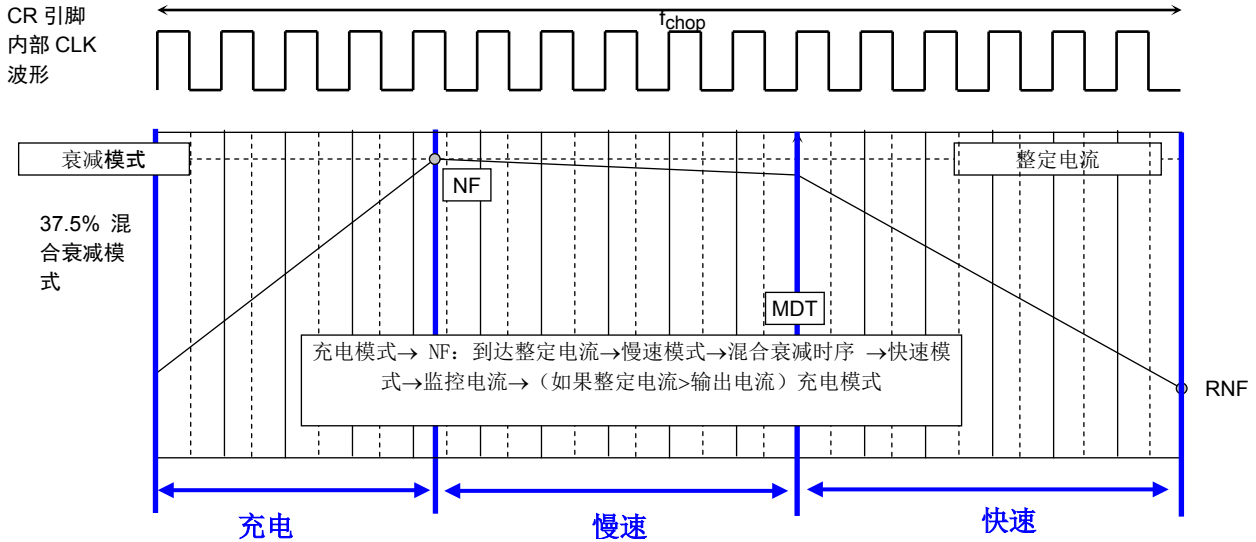
交流电气特性 (Ta = 25 °C、VM = 24 V、负载 = 6.8 mH/5.7Ω)

| 特性            | 符号                           | 测试电路 | 测试条件  | 最小值  | 标准值  | 最大值  | 单位  |
|---------------|------------------------------|------|---|------|------|------|-----|
| 逻辑输入频率        | fLogic                       | AC   | —   | 1.0  | —    | 200  | kHz |
| CLK 输入内部滤波幅度  | tCLK(H)                      | AC   | —   | 300  | —    | —    | ns  |
|               | tCLK(L)                      |      |   | 250  | —    | —    |     |
| 输出晶体管切换特性     | tr                           | AC   | 输出负载: 6.8 mH/5.7Ω                           | 60   | 120  | 200  | ns  |
|               | tf                           |      |   | 30   | 70   | 130  |     |
|               | tpLH                         |      | 信号与 OUT 之间<br>输出负载: 6.8 mH/5.7Ω             | —    | 120  | 500  |     |
|               | tpHL                         |      |   | —    | 120  | 500  |     |
| 噪声抑制消隐时间      | tBLANK_AB(L)<br>tBLANK_CD(L) | AC   | Iout = 0.6 A, VM = 24 V,<br>模拟 tBLANK 宽度    | 450  | 550  | 700  | ns  |
|               | tBLANK_AB(H)<br>tBLANK_CD(H) | AC   | Iout = 0.6 A, OSC = 1.6<br>MHz,<br>4×OSC 设置 | 2.0  | 2.5  | 3.0  | μs  |
| OSCM 参考信号振荡频率 | fOSCM                        | AC   | Cosc = 270 pF, R OSC<br>= 120 kΩ            | 1200 | 1600 | 2000 | kHz |
| 斩波频率范围        | fchop                        | AC   | 输出操作 (Iout = 1.0A)                          | 40   | 100  | 150  | kHz |
| 斩波频率          | fchop                        | AC   | 输出操作 (Iout = 1.0A)<br>OSC = 1.6 MHz         | —    | 100  | —    | kHz |

衰减模式：充电⇒慢速⇒快速



混合衰减模式/零点检测



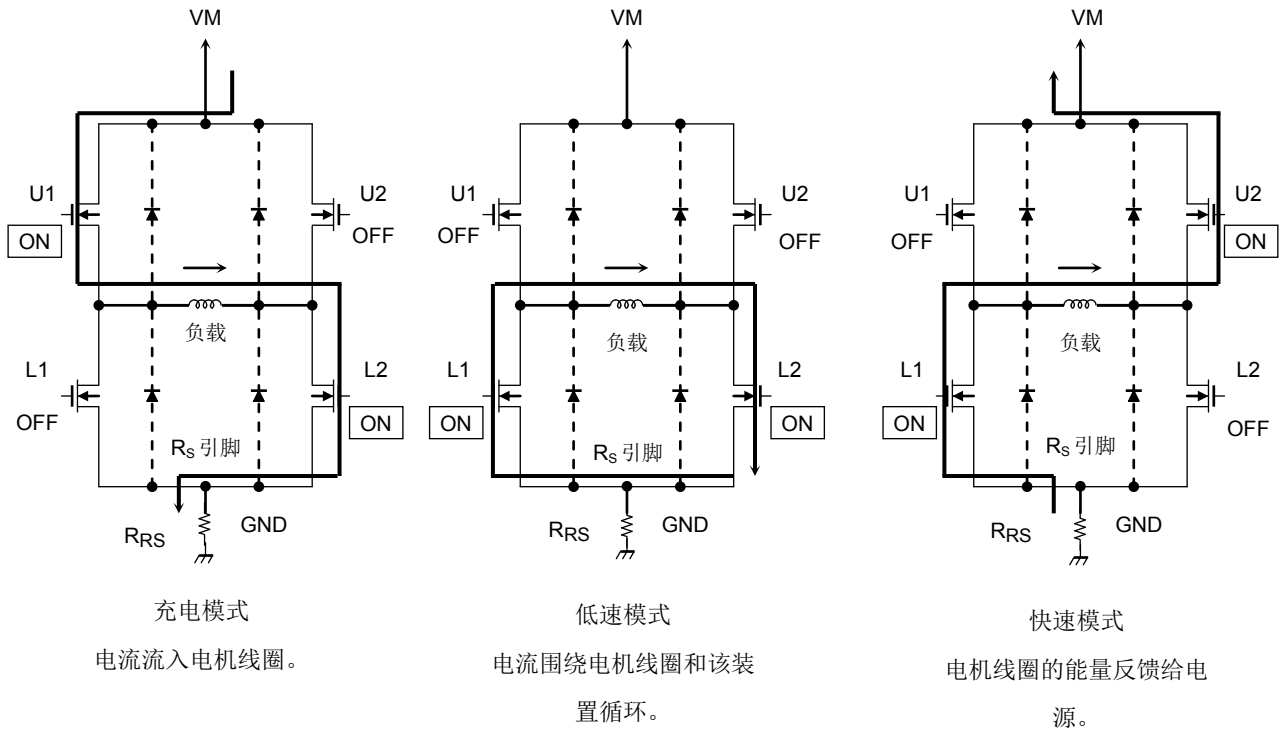
[NF]显示输出电流达到整定电流值的点。[充电]根据步进分辨率特性（如电感和电阻）显示不同的值。

状态（1）：当模式在达到零点之前从“快速”（Fast）切换至“充电”（charge）（ $I_{out} = 0 A$ ）

状态（2）：达到零点时（ $I_{out} = 0 A$ ）

混合衰减模式：充电-> NF：达到整定电流->慢速->快速->充电-> ...

输出晶体管运行模式



输出晶体管运行功能

| CLK  | U1  | U2  | L1  | L2  |
|------|-----|-----|-----|-----|
| 充电模式 | ON  | OFF | OFF | ON  |
| 低速模式 | OFF | OFF | ON  | ON  |
| 快速模式 | OFF | ON  | ON  | OFF |

注：上表显示了电流流动时的示例，如上图箭头所示。如果电流沿相反方向流动，请参考下表。

| CLK  | U1  | U2  | L1  | L2  |
|------|-----|-----|-----|-----|
| 充电模式 | OFF | ON  | ON  | OFF |
| 低速模式 | OFF | OFF | ON  | ON  |
| 快速模式 | ON  | OFF | OFF | ON  |

TB67H452FTG 可自动在充电、慢速和快速模式之间进行切换，实现恒电流控制。

为便于解释，可简化等效电路图或忽略其中某些部分。

## 整定输出电流的计算

对于 PWM 恒电流控制，TB67H452FTG 使用由 OSCM 振荡器产生的时钟信号。峰值输出电流可以通过电流敏感电阻 ( $R_{RS}$ ) 和参考电压 ( $V_{ref}$ ) 进行设置，如下所示：

$$I_{out} (\text{最大值}) = V_{ref} (\text{增益}) \times \frac{V_{ref} (V)}{R_{RS} (\Omega)}$$

$V_{ref}$  (增益) :  $V_{ref}$  衰减比为 1/5.0 (标准值)。

例如：100%设置的情况下，

当  $V_{ref} = 3.0V$ ，转矩 = 100%， $R_{RS} = 0.51\Omega$  时，

电机的恒定电流输出 (峰值电流) 计算如下：

$$I_{out} = 3.0 V / 5.0 / 0.51 \Omega = 1.18 A.$$

## OSCM 振荡频率

对于 OSCM 振荡频率，可通过外部电容器和电阻器来改变频率。

通过改变 OSCM 的频率，可改变斩波频率。

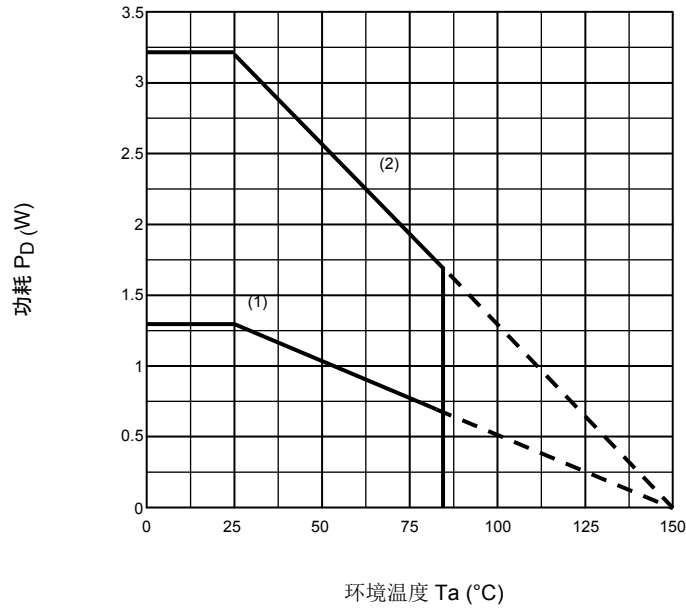
请根据下表调整斩波频率。

| 斩波 [kHz] | C [pF] | R [kΩ] |
|----------|--------|--------|
| 150      | 150    | 180    |
| 140      | 180    | 100    |
| 130      | 180    | 150    |
| 120      | 220    | 100    |
| 110      | 180    | 220    |
| 100      | 270    | 120    |
| 90       | 330    | 68     |
| 80       | 330    | 130    |
| 70       | 390    | 130    |
| 60       | 470    | 120    |
| 50       | 560    | 180    |
| 40       | 820    | 68     |



PD – Ta (动力装置总成损耗)

PD – Ta



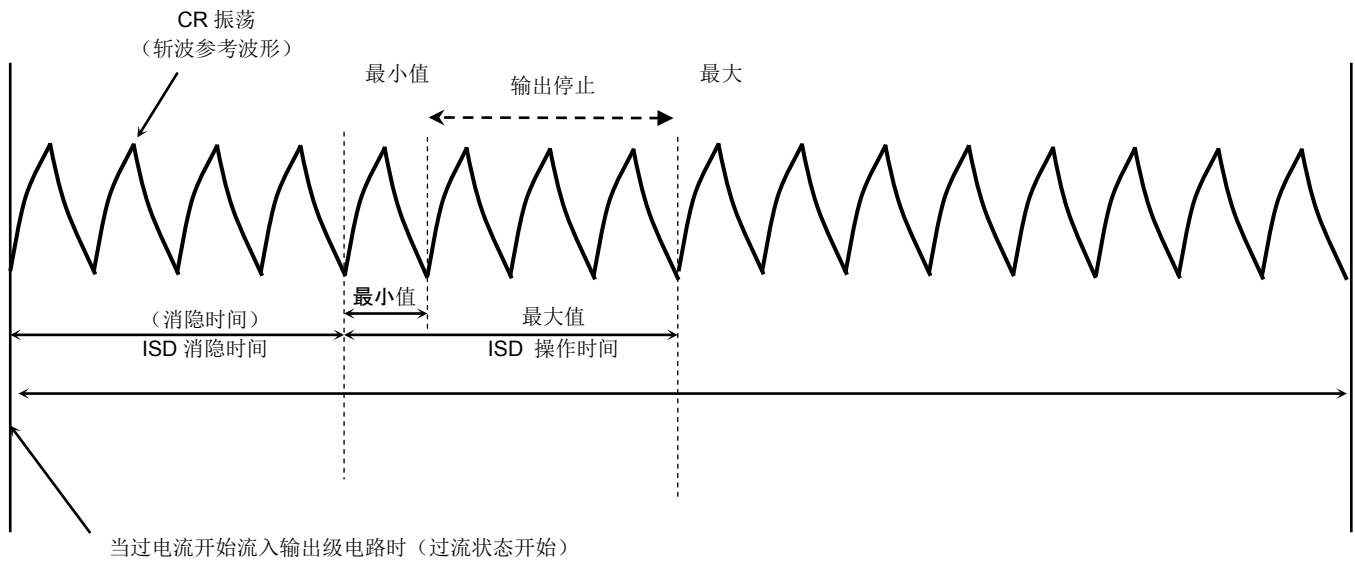
(1) 独立运行:  $R_{th(j-a)}$ : 113 °C/W

(2) 安装在接线板

(尺寸: 100 mm×200 mm×1.6 mm, 2层板: 37°C/W (标准值)) 上

## 过流检测电路的工作时间

## ISD 消隐时间和 ISD 工作时间



过流检测电路具有消隐时间，可防止在切换时 IRR 或瞬间电流的错误检测。消隐时间与用于设置斩波频率的 OSC 频率同步，计算如下：

$$\text{消隐时间} = 4 \times \text{CR 周期}$$

过电流流入输出级电路后停止输出所需的时间计算如下。

$$\text{最小时间} : 4 \times \text{CR 时间}$$

$$\text{最大时间} : 8 \times \text{CR 时间}$$

注意，仅当预期的过电流流动时，才能实现上述操作时间。根据输出控制模式的时序，可能不会触发电路。因此，为确保安全运行，请在 VM 电源中插入保险丝。

保险丝的容量根据使用条件确定。请选择容量不超过 IC 功耗的合适保险丝。

### ●tBLANK（噪声抑制消隐时间）

根据不同电机，TB67H452FTG 有两种不同的消隐时间，以防止切换过程中的噪声故障。

#### (1) 模拟 tBLANK 功能（步进电机模式）

由电机的交流特性定义的噪声抑制消隐时间（模拟 tBLANK）在 IC 中是固定的。主要用于避免以恒定电流驱动步进电机时错误地判断  $I_{RR}$ （二极管恢复电流）。

该时间无法改变，因为是 IC 的固定值。

#### (2) 数字 tBLANK（有刷直流电机模式）

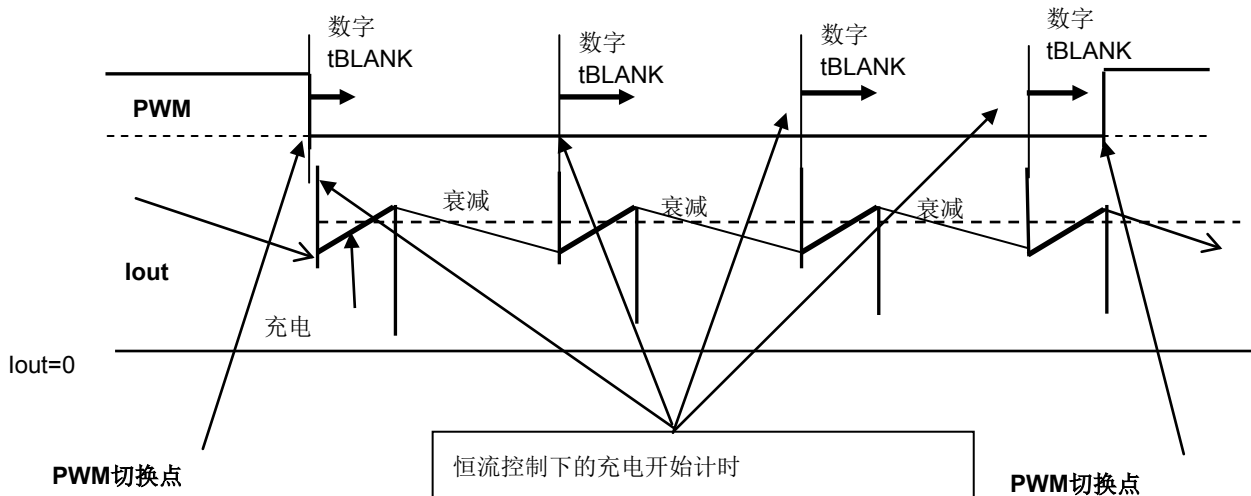
除了通过初始模式选择设置的模拟 tBLANK 之外，数字 tBLANK 时间是从外部斩波周期用数位方式创建的。该消隐时间用于防止在直流电机模式下直流电机的 PWM 运行期间产生的变阻器恢复电流的错误检测。

当通过模式选择引脚选择步进电机模式时，数字 tBLANK 时间无效(0 $\mu$ s)，内部固定的模拟 tBLANK 时间生效。

由于该消隐时间是基于 OSCM 信号产生的，所以可通过改变 OSCM 信号频率来调整时间。

（请注意，OSCM 信号频率发生变化时，除了消隐时间（如电机斩波频率和上电时插入的消隐时间）以外的其他特性也会发生变化。）

### ●有刷直流电机模式下的数字 tBLANK 插入时序



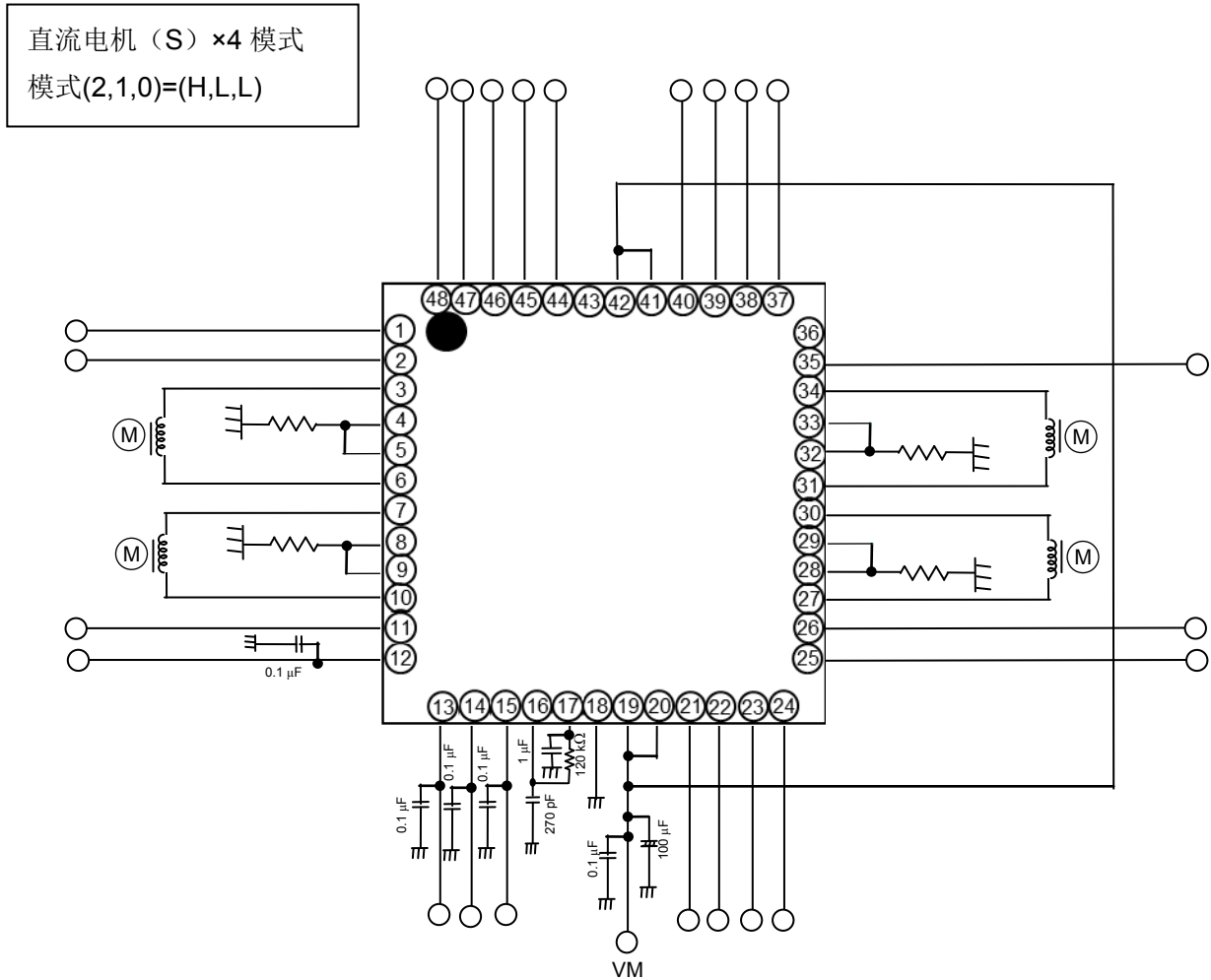
在外部施加的 PWM 信号（CLK\_X 和 ENABLE\_X）的切换计时（例如短暂制动和充电之间的切换定时）以及开始恒流斩波驱动中的充电之后，立即插入数字 tBLANK 时间。

数字 tBLANK 时间仅在直流电机模式下有效。

直流电机驱动期间的衰减模式为 37.5%混合衰减模式。然而，在整个过程的前 4 个 CLK 周期中，该操作处于充电模式，对应于数字 tBLANK。因此，根据定时，工作模式可能会直接切换到快速衰减模式。

应用电路示例

下图中显示的值是标准值。有关输入条件，请参见操作范围。



注：如有必要，建议添加旁路电容器。GND 接线必须尽可能地成为一点接地。

应用电路的示例仅供参考，在批量生产设计之前应进行充分评估。  
 东芝不因提供这些应用电路示例而授予任何工业产权许可。



## 内容注意事项

### (1) 方块图

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。

### (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，特别是在批量生产设计阶段。东芝不因提供这些应用电路示例而授予任何工业产权许可。

## IC 使用注意事项

### 关于 IC 使用的注意事项

- (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，即使是很短时间。请勿超过任何此类额定值。  
超过额定值会导致设备故障、毁坏或损坏，且可能会因爆炸或燃烧造成伤害。
- (2) 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，进而造成设备故障、损坏或退化，并因此爆炸或燃烧，使人受伤。  
此外，严禁使用任何插错方向或插入错误的设备，即使对其施加电流只有一次。
- (3) 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，快速熔线能力、熔断时间和插入电路位置等。
- (4) 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失灵或故障。IC 故障会造成伤害、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 故障。IC 故障会造成伤害、烟雾或起火。
- (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处存在大量漏电流，则 IC 输出直流电压将增加。如果该输出

电压连接至具有低输入耐受电压的扬声器，则过流或 IC 故障可能造成烟雾或起火（过流会造成 IC 本身产生烟雾或起火）。当使用桥接负载（BTL）连接型 IC 时，须特别注意 IC 会直接向扬声器输入直流电压。

### 关于 IC 使用的谨记要点

#### (1) 过流保护电路

过电流保护电路（简称限流器电路）在任何情况下都不一定保护 IC。如果过电流保护电路限制过电流，请立即清除过电流状态。

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 故障。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 可能会产生导致故障的热量。

#### (2) 热关断电路

无论何情况下，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断电路无法正常工作或 IC 故障。

#### (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，均不会超过规定的接点温度（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 故障。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。

## RESTRICTIONS ON PRODUCT USE

- Toshiba Corporation, and its subsidiaries and affiliates (collectively "TOSHIBA"), reserve the right to make changes to the information in this document, and related hardware, software and systems (collectively "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.**