

译文

TB67S508FTG

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：“TB67S508FTG” 2017-03-01

翻译日：2017-06-05

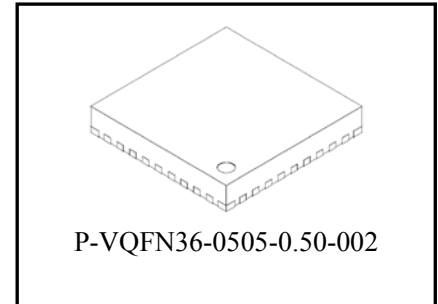
东芝 BiCD 硅单片集成电路

TB67S508FTG

BiCD 恒流两相双极步进电机驱动器 IC

TB67S508FTG 是一种采用 PWM 斩波器的两相双极步进电机驱动器。

TB67S508FTG 采用 BiCD 工艺制成，额定值为 40 V/3.0A。电机可通过内置稳压器在单电源（VM）下运行。



重量：0.06 g（典型值）

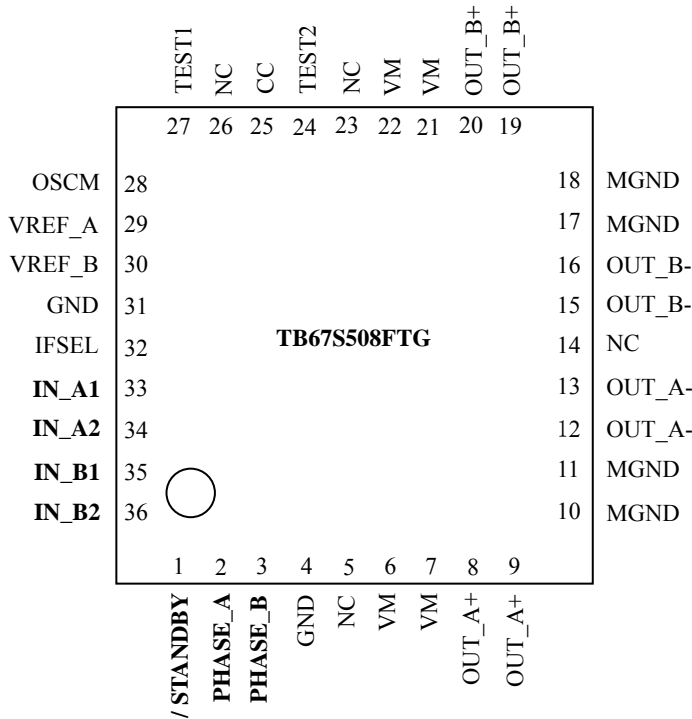
功能特点

- BiCD 工艺单片 IC
- 能够控制双极步进电机
- PWM 受控恒流驱动，无需电机电流检测电阻
- 内置 ACDS（高级电流检测系统）功能可实现 PWM 恒流控制，无需外电流检测电阻。
- 内置 ADMD（高级动态混合衰减）功能可实现高效的 PWM 恒流控制。
- I/F：能够在相位输入控制与时钟输入控制之间进行切换
- 全步/半步/四分之一步微步
- BiCD：采用 DMOSFET 做为输出功率晶体管。
- 高耐受电压和强电流：40 V / 3.0 A（绝对最大额定值）
- 内置热关机检测（TSD）、过流检测（ISD）和欠压锁定检测（UVLO）
- 电荷泵减少，因此外部组件的数量减少
- 封装：P-VQFN36-0505-0.50-002

引脚分配

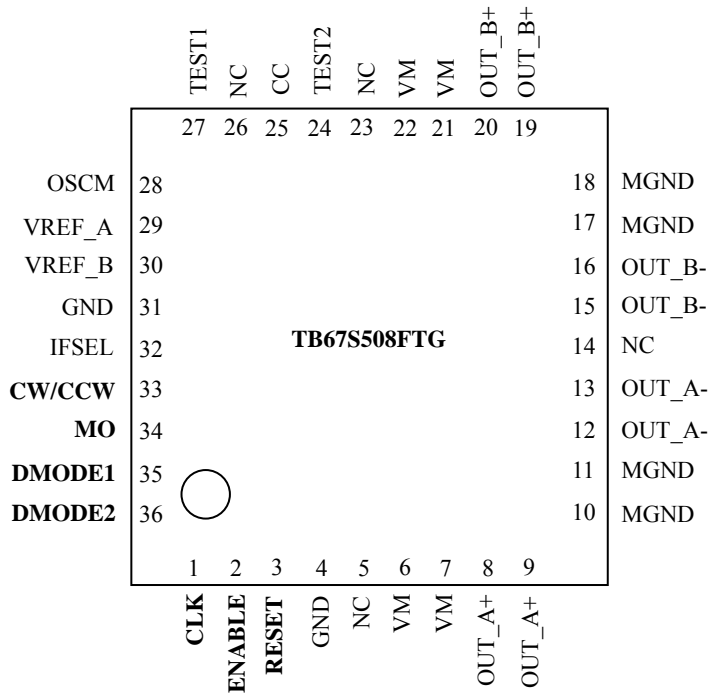
IFSEL="H" (相位输入控制)

(俯视图)



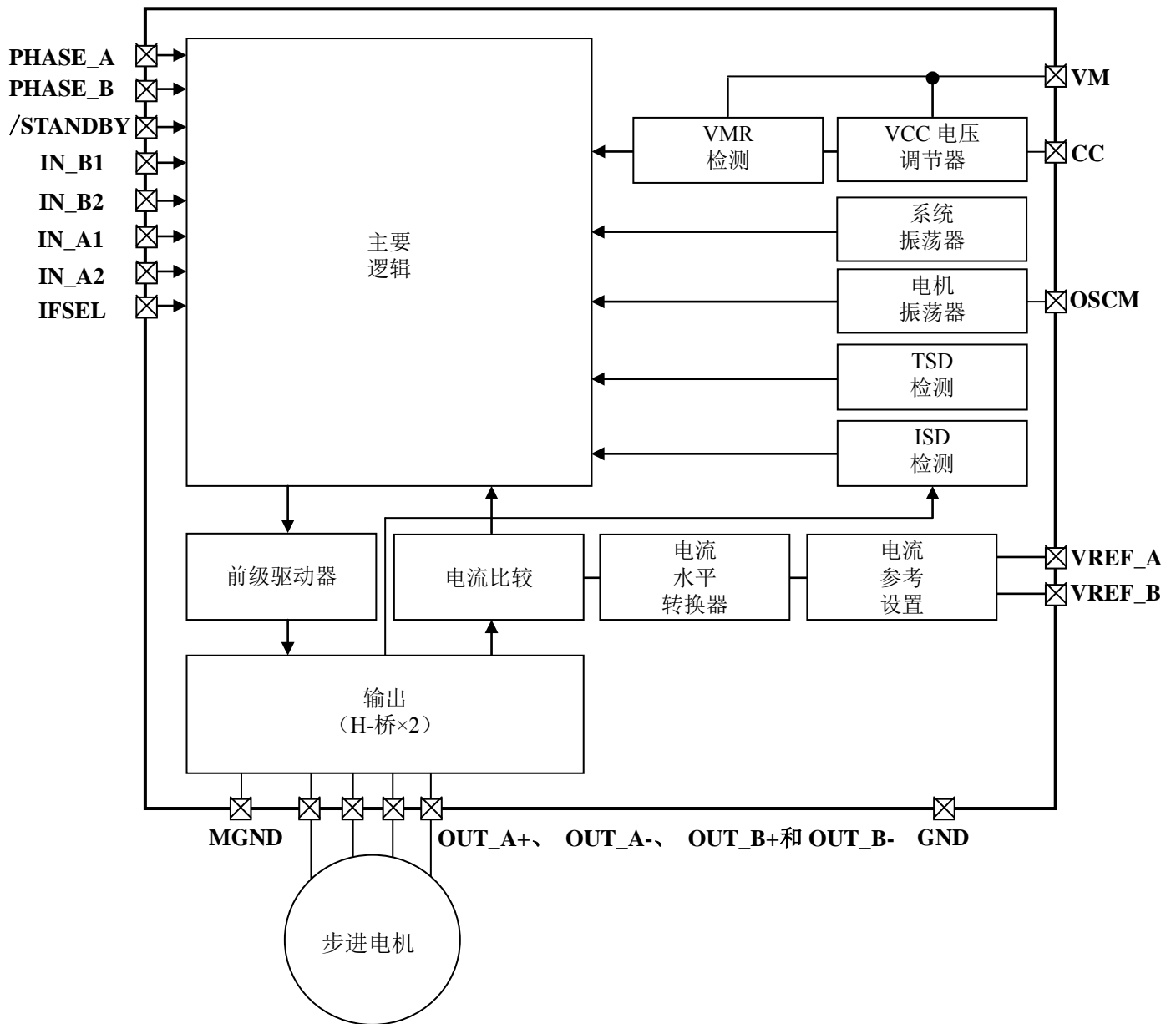
IFSEL="L" (时钟输入控制)

(俯视图)



框图

IFSEL="H" (相位输入控制)



为说明起见，可能简化或省略框图中的功能块/电路/常数等。

注：TB67S508FTG 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。

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，由于装置具有可能穿过特别强的电流的电源引脚（VM、OUT_A +、OUT_A-、OUT_B +、OUT_B-、GND 和 MGND），因此应特别注意装置的模式设计和实现。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。

引脚说明

IFSEL="H" (相位输入控制)

引脚编号	引脚名称	功能
1	/STANDBY	待机信号输入引脚
2	PHASE_A	Ach 电机输出的控制信号输入引脚
3	PHASE_B	Bch 电机输出的控制信号输入引脚
4	GND	接地引脚
5	NC	非连接引脚
6	VM	电机电源引脚
7	VM	电机电源引脚
8	OUT_A+	电机 Ach (+) 输出引脚
9	OUT_A+	电机 Ach (+) 输出引脚
10	MGND	电机接地引脚
11	MGND	电机接地引脚
12	OUT_A-	电机 Ach (-) 输出引脚
13	OUT_A-	电机 Ach (-) 输出引脚
14	NC	非连接引脚
15	OUT_B-	电机 Bch (-) 输出引脚
16	OUT_B-	电机 Bch (-) 输出引脚
17	MGND	电机接地引脚
18	MGND	电机接地引脚
19	OUT_B+	电机 Bch (+) 输出引脚
20	OUT_B+	电机 Bch (+) 输出引脚
21	VM	电机电源引脚
22	VM	电机电源引脚
23	NC	非连接引脚
24	TEST2	装运用东芝测试引脚 (请在使用中设置为打开。)
25	CC	内部调节器的监控引脚
26	NC	非连接引脚
27	TEST1	装运用东芝测试引脚 (请在使用中设置为接地。)
28	OSCM	内部振荡电路的频率设置引脚
29	VREF_A	Ach 电机输出的电流设置引脚
30	VREF_B	Bch 电机输出的电流设置引脚
31	GND	接地引脚
32	IFSEL	I/F 模式设置引脚
33	IN_A1	Ach 电机输出的控制信号输入引脚
34	IN_A2	Ach 电机输出的控制信号输入引脚
35	IN_B1	Bch 电机输出的控制信号输入引脚
36	IN_B2	Bch 电机输出的控制信号输入引脚

* NC: 请设置为打开。

*请采用附近的相同引脚名称来连接引脚。

IFSEL="L" (时钟输入控制)

引脚编号	引脚名称	功能
1	CLK	电角步的时钟信号输入引脚
2	ENABLE	开关输出 (开启/关闭) 的信号输入引脚
3	RESET	电角初始化的信号输入引脚
4	GND	接地引脚
5	NC	非连接引脚
6	VM	电机电源引脚
7	VM	电机电源引脚
8	OUT_A+	电机 Ach (+) 输出引脚
9	OUT_A+	电机 Ach (+) 输出引脚
10	MGND	电机接地引脚
11	MGND	电机接地引脚
12	OUT_A-	电机 Ach (-) 输出引脚
13	OUT_A-	电机 Ach (-) 输出引脚
14	NC	非连接引脚
15	OUT_B-	电机 Bch (-) 输出引脚
16	OUT_B-	电机 Bch (-) 输出引脚
17	MGND	电机接地引脚
18	MGND	电机接地引脚
19	OUT_B+	电机 Bch (+) 输出引脚
20	OUT_B+	电机 Bch (+) 输出引脚
21	VM	电机电源引脚
22	VM	电机电源引脚
23	NC	非连接引脚
24	TEST2	装运用东芝测试引脚 (请在使用中设置为打开。)
25	CC	内部调节器的监控引脚
26	NC	非连接引脚
27	TEST1	装运用东芝测试引脚 (请在使用中设置为接地。)
28	OSCM	内部振荡电路的频率设置引脚
29	VREF_A	Ach 电机输出的电流设置引脚
30	VREF_B	Bch 电机输出的电流设置引脚
31	GND	接地引脚
32	IFSEL	I/F 模式设置引脚
33	CW/CCW	拥有旋转方向设置的信号输入引脚
34	MO	电角监控引脚 (开漏输出)
35	DMODE1	励磁模式设置引脚
36	DMODE2	励磁模式设置引脚

* NC: 请设置为打开。

*请采用附近的相同引脚名称来连接引脚。

输入/输出等效电路

引脚名称	等效电路
/STANDBY (CLK) PHASE_A (ENABLE) PHASE_B (RESET) IN_A1(CW/CCW) IN_A2 IN_B1(DMODE1) IN_B2(DMODE2) IFSEL	<p>逻辑输入引脚</p> <p>1kΩ</p> <p>100kΩ</p> <p>GND</p>
MO	<p>逻辑输出</p> <p>GND</p>
CC VREF_A VREF_B	<p>5V 调节器</p> <p>VREF A</p> <p>VREF B</p> <p>GND</p>
OSCM	<p>CC</p> <p>OSCM</p> <p>GND</p>
VM OUT_A+ OUT_A- OUT_B+ OUT_B- MGND	<p>VM</p> <p>OUT_A+</p> <p>OUT_A-</p> <p>MGND</p> <p>* OUT_B+、OUT_B-: 相同</p>

* 为说明起见，可能简化等效电路图或省略其中一部分。

操作说明

- IFSEL="H" (相位输入控制)

IN_A1、IN_A2、IN_B1、IN_B2、相位_A 和相位_B 的功能

输入			输出		
PHASE_A PHASE_B	IN_A1 IN_B1	IN_A2 IN_B2	OUT_A+ OUT_B+	OUT_A- OUT_B-	IOUT
H	H	H	H	L	100%
	H	L	H	L	71%
	L	H	H	L	38%
	L	L	输出关闭	输出关闭	0%
L	H	H	L	H	-100%
	H	L	L	H	-71%
	L	H	L	H	-38%
	L	L	输出关闭	输出关闭	0%

IOUT 上电流流动方向的定义:

从 OUT_A+ (OUT_B+) 到 OUT_A- (OUT_B-) : +电流

从 OUT_A- (OUT_B-) 到 OUT_A+ (OUT_B+) : -电流

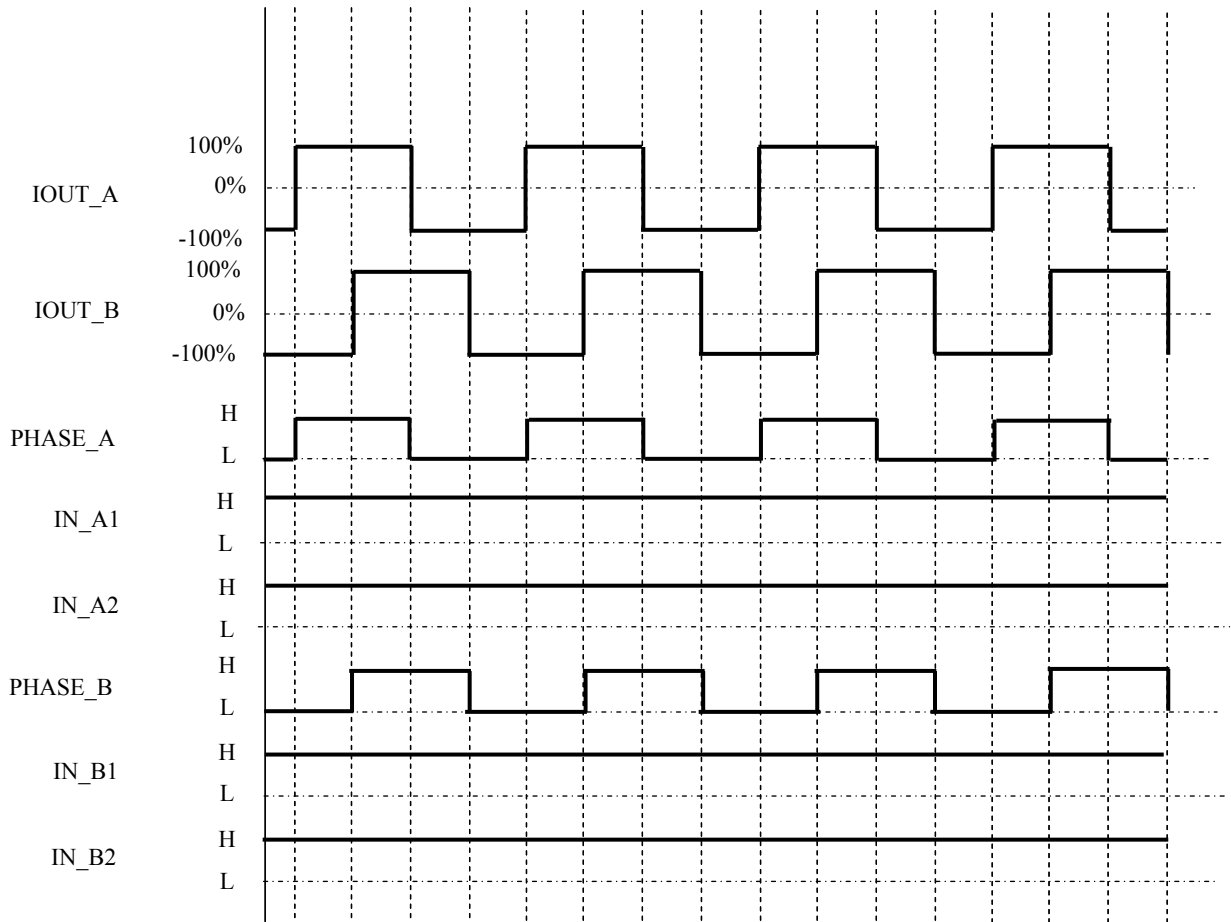
/待机功能

通过设置待机模式一次, 然后再次设置正常运行模式, 可在强制关闭模式下恢复运行, 而该强制关闭模式通过热关机检测 (TSD) 和过流检测 (ISD) 进行配置。

输入	输出
/STANDBY	OUT_A+、OUT_B+、OUT_A-、OUT_B-
H	正常操作模式
L	待机模式 (内部振荡电路 (OSCM) 和 MOSFET 输出: 关闭)

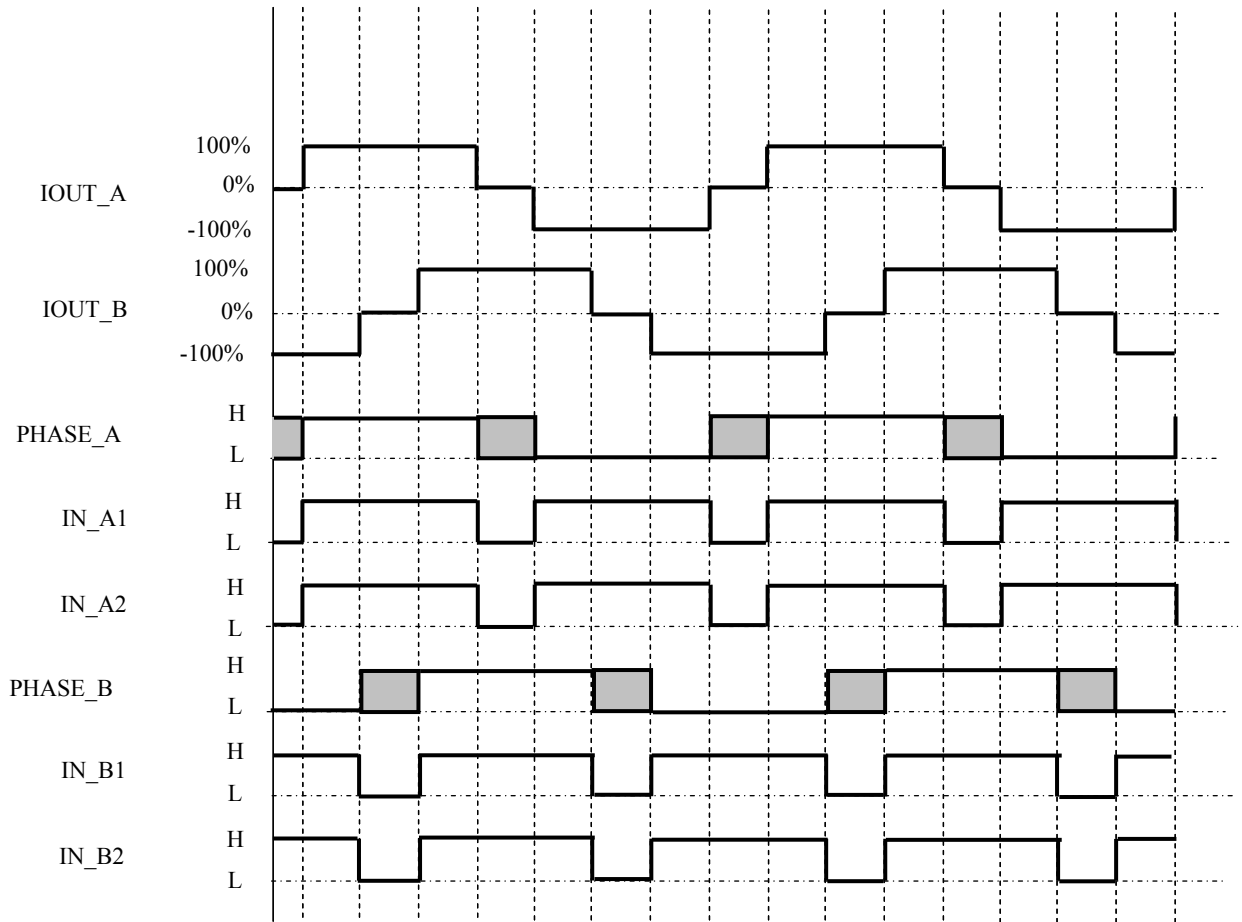
各驱动模式下的顺序：IFSEL = “H”（相位输入控制）

全步分辨率



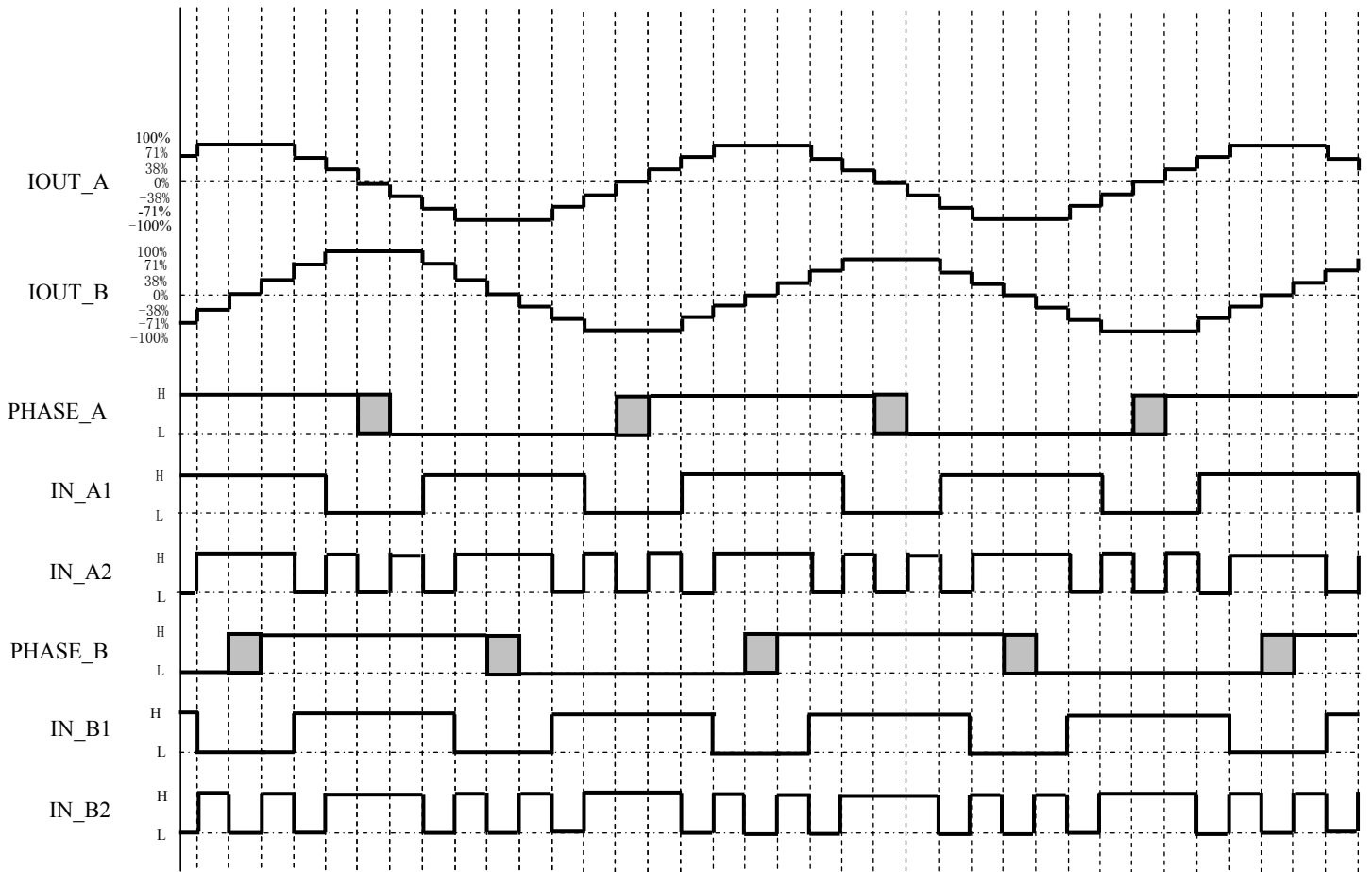
为说明起见，可能简化时序图。

半步分辨率



为说明起见，可能简化时序图。

四分之一步分辨率



为说明起见，可能简化时序图。

操作说明**IFSEL="L" (时钟输入控制)****CLK 功能**

CLK 信号的上升沿根据步来移动电机的电角。

CLK	功能
↑	按步移动电角。
↓	- (电角状态不变)

“启用”功能

“启用”引脚控制着相应输出级的开启和关闭。打开电机后，开始正常的恒流控制。关闭电机后，MOSFET 关闭，输出状态变为高阻抗。

启用	功能
H	输出 MOSFET：开启（正常运行）
L	输出 MOSFET：关闭（关闭运行，高阻抗）

CW / CCW 功能

CW / CCW 引脚负责控制电机的旋转方向。

CW/CCW	功能
H	正转（CW）
L	反转（CCW）

DMODE1 和 DMODE2 的功能

DMODE 引脚切换步进分辨率。设置 DMODE1 和 DMODE2 引脚“L”后，进入待机模式。通过设置待机模式一次，然后再次设置正常运行模式，可在强制关闭模式下恢复运行，而该强制关闭模式通过热关机检测（TSD）和过流检测（ISD）进行配置。

DMODE1	DMODE2	功能
L	L	待机模式（内部振荡电路（OSCM）和输出 MOSFET：关闭）
L	H	正常运行模式：全步分辨率
H	L	正常运行模式：半步分辨率
H	H	正常运行模式：四分之一步分辨率

建议在初始状态（MO =“L”）中配置“重置”“L”后更改 DMODE1 和 DMODE2 的设置。

重置功能

“重置”引脚可初始化内部电角。

重置	功能
H	将电角设置为初始状态
L	正常操作模式

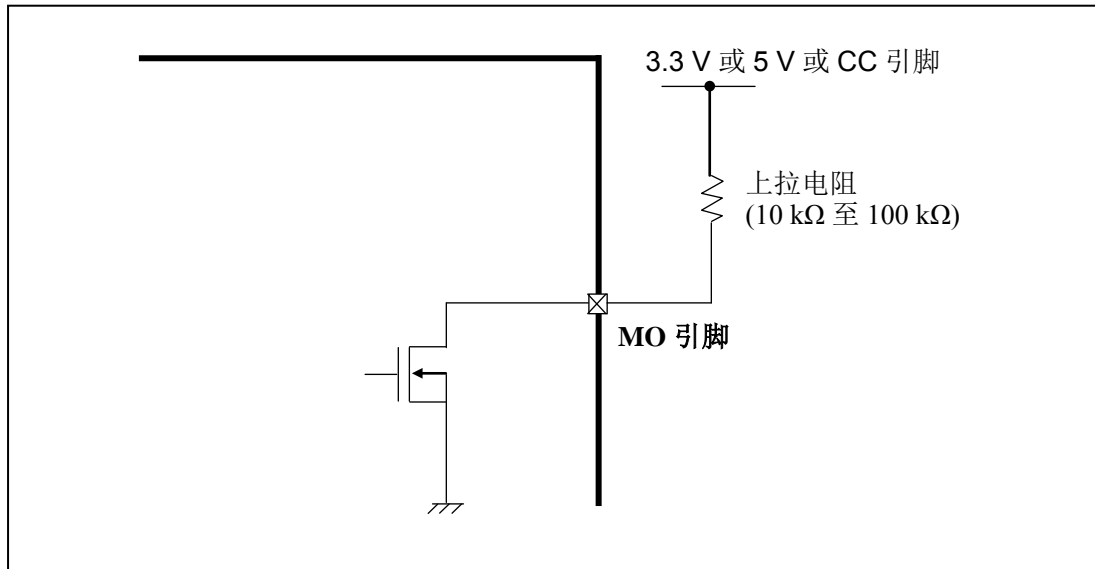
各通道的电流（应用“重置”时）如下表所示。

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	100%	100%	45°
四分之一步	71%	71%	45°

MO 功能

MO 引脚确认内部电角。

MO	功能
H (上拉)	电角: 初始值除外
L	电角: 初始值

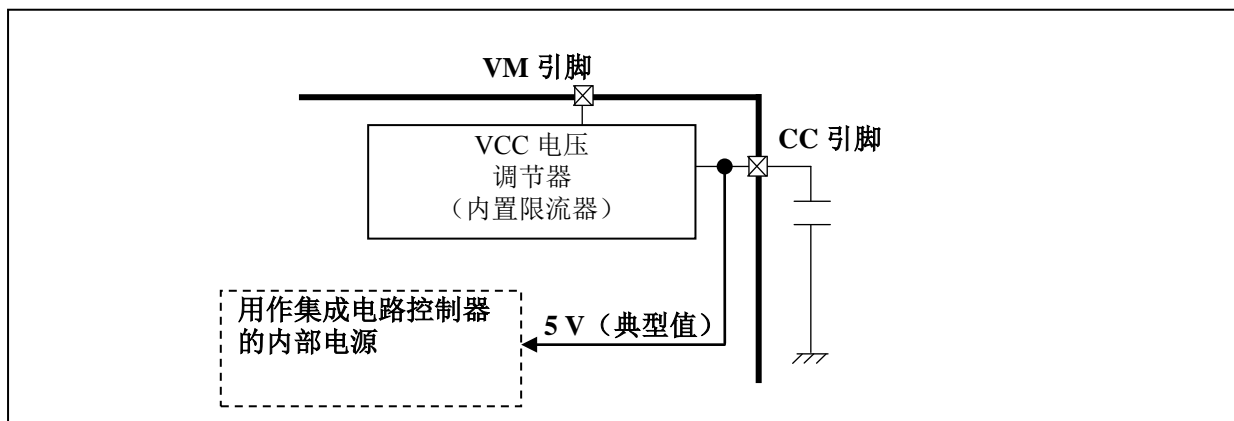


为说明起见, 可能简化应用电路的示例或忽略其中的一部分。

CC 引脚 (内部调节器监控引脚)

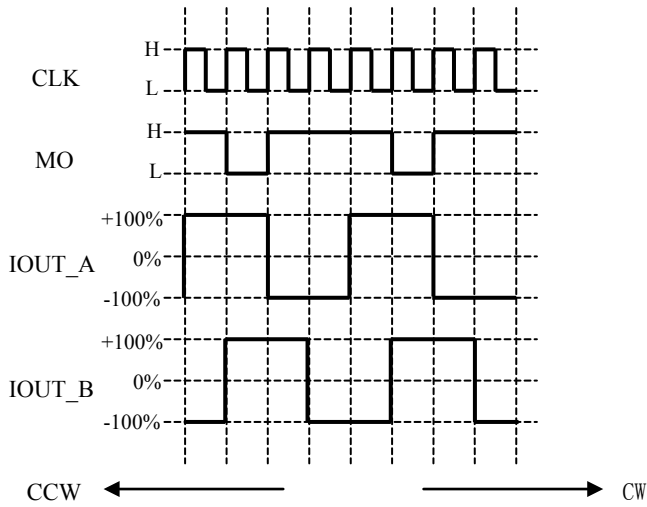
CC 引脚是用于内部调节器的耦合电容的连接引脚。请将容量大于等于 $0.1\mu\text{F}$ 的电容尽可能近地连接至 CC 引脚。

CC 引脚可作为连接 MO 引脚上拉电阻的接头的电源。在将 CC 引脚用作 5 V 电源时, 建议使用电流 (外部负载电流) 小于等于 5.0 mA。同时已内置限流器, 以便当电机驱动输出与地面发生短路时对电流进行限制。



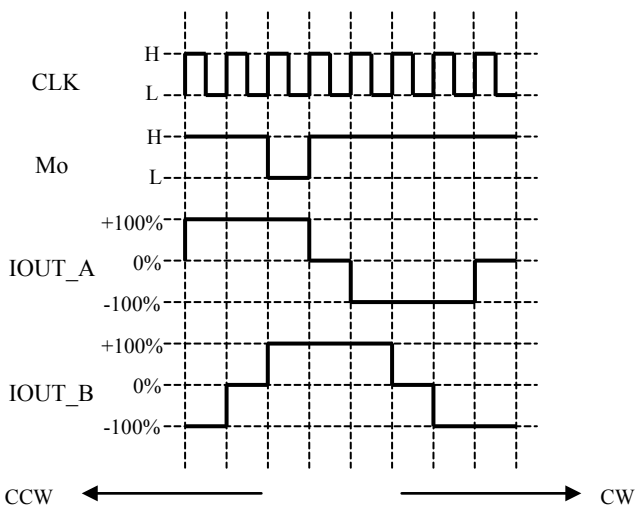
各驱动模式下的顺序：IFSEL = “L”（时钟输入控制）

全步分辨率



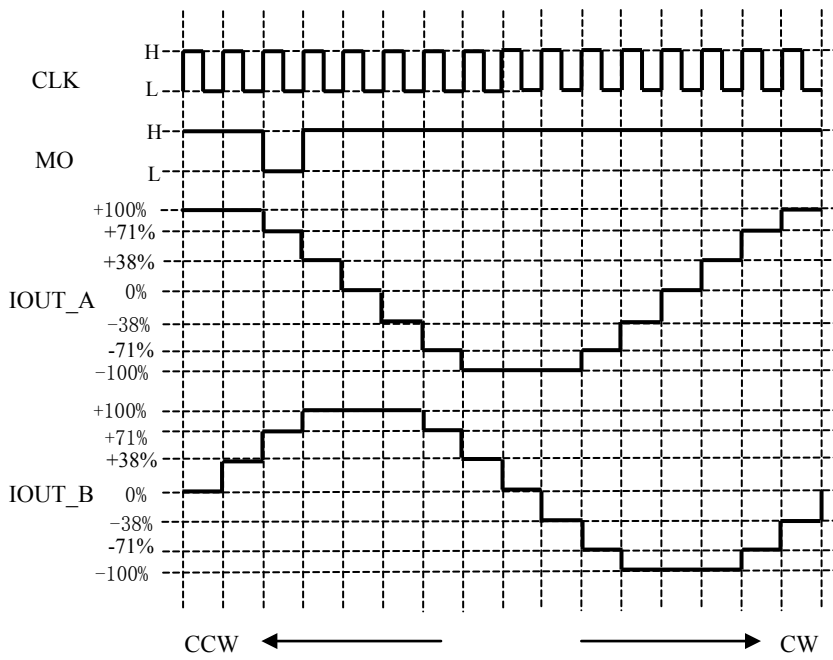
MO 输出波形：上拉状态。
为说明起见，可能简化时序图。

半步分辨率



MO 输出波形：上拉状态。
为说明起见，可能简化时序图。

四分之一步分辨率



MO 输出波形：上拉状态。
为说明起见，可能简化时序图。

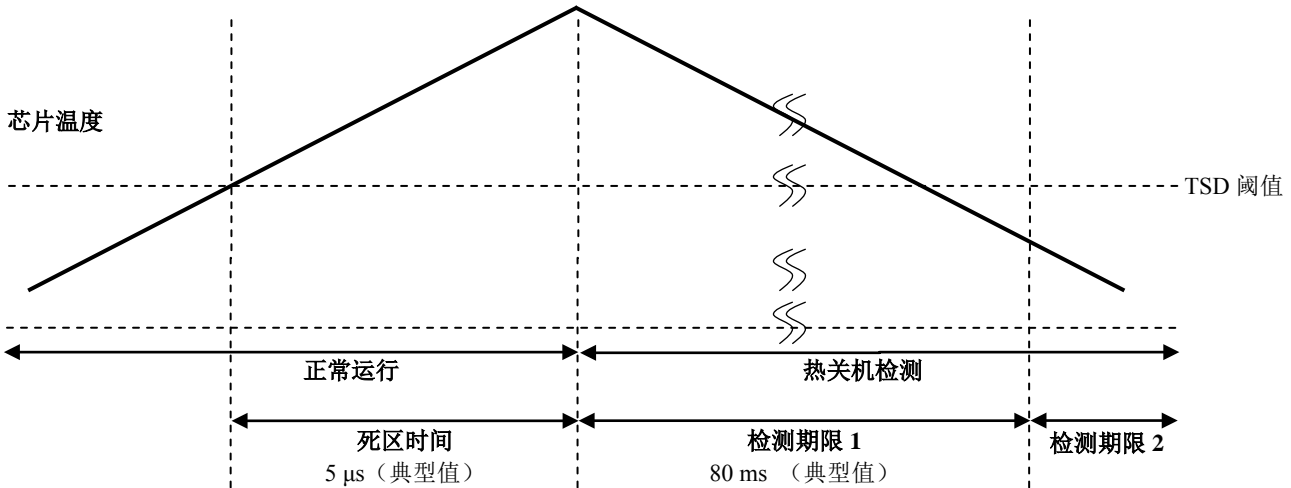
检测功能

内置以下检测功能。

检测	目标	检测水平	保护方法	从检测状态中恢复的方式
热关断 (TSD)	芯片温度	160°C (典型值) 或以上 5.0μs 死区时间 (典型值)	检测到异常后, 强制关闭所有输出 80 ms (典型值)。	该功能具有锁存器, 以在检测之前维持运行状态。 经过以下过程后, 恢复运行。
过流检测 (ISD)	输出电流	4.75 A (典型值) 或以上 1.25μs 死区时间 (典型值)	检测到异常后, 强制关闭所有输出 80 ms (典型值)。	· 重新接通电源。 或 · 设置待机模式一次, 再次设置正常模式。
欠压闭锁 (UVLO)	VM 的电压	7.5 V (典型值) 或以下 1.41μs 死区时间 (典型值)	强制关闭所有输出。 重置内部电路。	VM 升至 8.0 V (典型值) 或以上。
	CC 电压	4.0 V (典型值) 或以下 1.41μs 死区时间 (典型值)		VM 升至 4.2 V (典型值) 或以上。

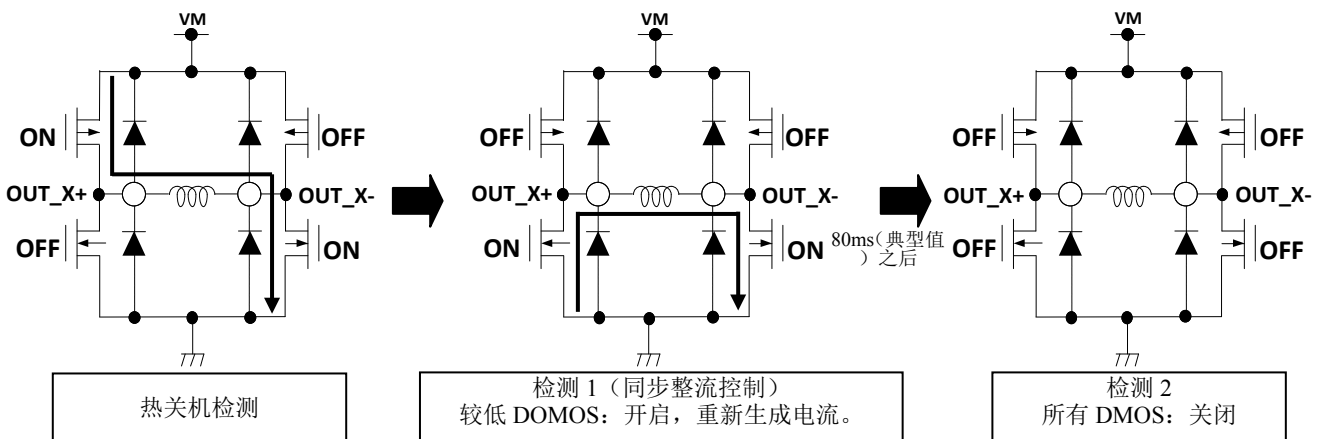
热关机检测 (锁存类型: 维持检测前的运行状态)

当检测到设备过热时, 此功能暂时关闭集成电路的运行。其具有死区时间, 以避免外部噪声导致错误检测。当电机线圈的能量释放后, 所有 DMOS 均关闭。因此, 当通过同步整流控制再次生成电流后, 关闭输出。当检测到过热时, 关闭所有通道。



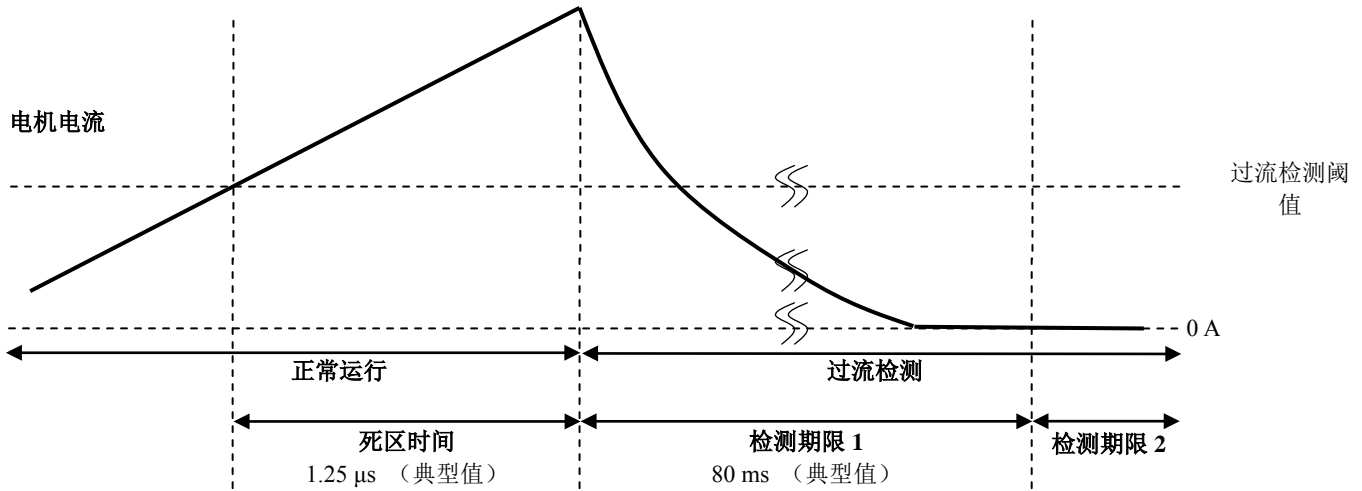
为说明起见, 可能简化时序图。时间图中所示数值为参考值。

- 当检测到过热时



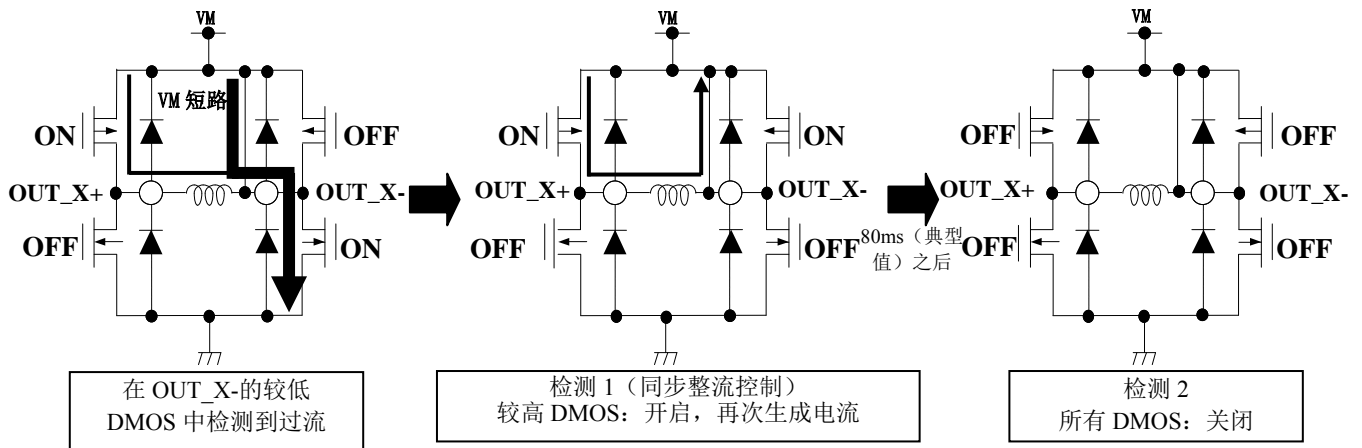
过流检测（锁存类型：维持检测前的运行状态）

当输出之间出现短路，以及电源或接地出现短路时，此功能暂时关闭集成电路的运行。其具有死区时间，以避免开关中产生的尖峰电流以及外部噪声导致错误检测。当电机线圈的能量释放后，所有 DMOS 均关闭。因此，当通过同步整流控制再次生成电流后，关闭输出。当检测到过流时，不仅相应的通道关闭，而且两条通道均关闭。

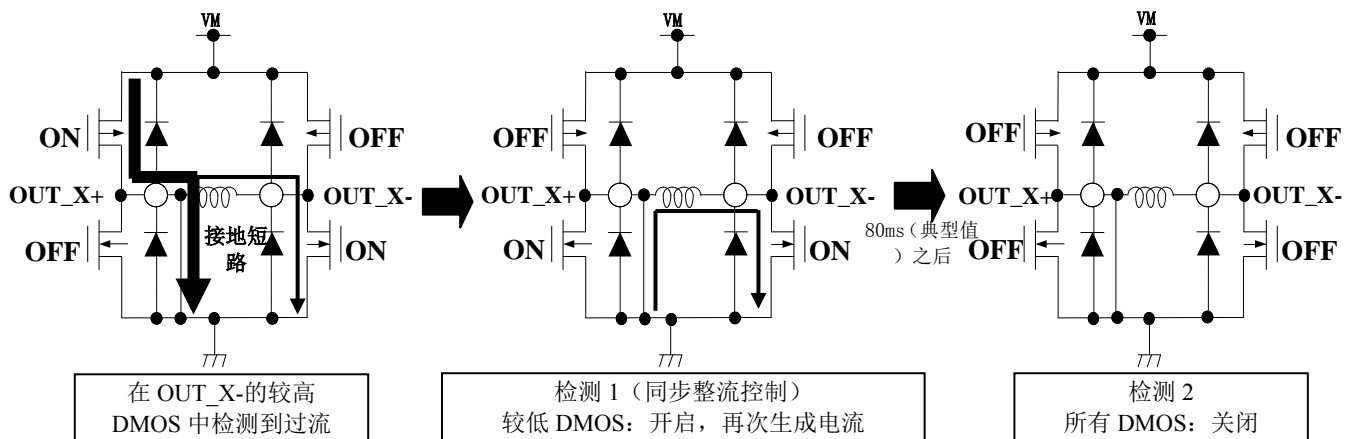


为说明起见，可能简化时序图。时间图中所示数值为参考值。

- 当通过电源短路在 H 桥的较低 DMOS 中检测到过流时



- 当通过接地短路在 H 桥的较高 DMOS 中检测到过流时



绝对最大额定值 ($T_a=25^\circ\text{C}$)

特性	符号	额定值	单位
电机电源	V_M	40	V
电机输出电压	V_{OUT}	40	V
电机输出电流 (注1)	I_{OUT}	3.0	A/相
内部调节器的监控电压	V_{CC}	6.0	V
逻辑输入电压	V_{IN}	6.0	V
Vref参考电压	Vref	6.0	V
电角的监控电压	V_{MO}	6.0	V
功耗 (注2)	P_D	4.3	W
工作温度	T_{opr}	-20至85	$^\circ\text{C}$
储存温度	T_{stg}	-55至150	$^\circ\text{C}$
结温	$T_{j(MAX)}$	150	$^\circ\text{C}$

注 1: 计算发热之后, 最大电流值应保持在每相 2.8A 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: 基于 JEDEC 标准 4 层 PCB ($T_a=25^\circ\text{C}$)
当 T_a 超过 25°C 时, 需要降额 $34.4\text{mW}/^\circ\text{C}$ 。

T_a : 集成电路的环境温度

T_{opr} : 集成电路处于活动状态时的环境温度。

T_j : 集成电路处于活动状态时的结温。最大结温由热关机电路 (TSD) 进行限制。

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) 不超过 120°C 。

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, 即使是一刹那也不行。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。无论在何种情况下, 均不得超过绝对最大额定值的一个参数值。TB67S508FTG 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 ($T_a=-20$ 至 85°C)

特性	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
电机电源 (注 1)	V_M	10.0	24.0	35.0	V	—
电机输出电流	I_{OUT}	—	—	2.8	A	每相 (注 2)
逻辑输入电压	$V_{IN(H)}$	2.0	—	5.5	V	逻辑输入高电平
	$V_{IN(L)}$	-0.5	—	0.8	V	逻辑输入低电平
斩波频率	f_{CHOP}	40	70	150	kHz	—
香频率	f_{PHASE}	—	—	400	kHz	—
时钟频率	f_{CLK}	—	—	100	kHz	—
V_{ref} 参考电压	V_{REF}	0	—	3.6	V	—

注 1: 0V 至 10V 范围内的转换速度: 建议大于等于 1ms。

注 2: 最大实际电流可能受工作环境 (励磁模式和工作时间等工作条件, 或周围温度或电路板散热等因素) 的限制。通过计算运行环境下产生的热量, 确定最大实际电流。

电气特性 1 ($T_a=25^\circ\text{C}$, $V_M=24\text{V}$, 除非另有说明)

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	$V_{IN(H)}$	逻辑输入引脚 (注)	2.0	—	5.5	V
	低	$V_{IN(L)}$	逻辑输入引脚 (注)	-0.5	—	0.8	V
逻辑输入迟滞电压		$V_{IN(HYS)}$	逻辑输入引脚 (注)	100	200	300	mV
逻辑输入电流	高	$I_{IN(H)}$	逻辑输入电压: 5 V	35	50	75	μA
	低	$I_{IN(L)}$	逻辑输入电压: 0 V	—	—	1	μA
MO 输出引脚电压		$V_{OL(MO)}$	$I_{OL}=5\text{mA}$, 输出: 低	—	0.2	0.5	V
耗电量		I_{M1}	输出引脚: 打开, 待机模式	—	2	3	mA
		I_{M2}	输出引脚: 打开, 运行模式	—	4	6	mA
		I_{M3}	输出引脚: 打开 (全步分辨率) 斩波频率: 40kHz	—	7	9	mA
输出泄漏电流	高侧	I_{OH}	$V_M=40\text{V}$, $V_{OUT}=0\text{V}$	—	—	1	μA
	低侧	I_{OL}	$V_M=V_{OUT}=40\text{V}$	1	—	—	μA
电机电流通道差分		ΔI_{OUT1}	Ch 之间的电流差 $I_{OUT}=1.0\text{A}$	-5	0	5	%
电机电流设定精度		ΔI_{OUT2}	$I_{OUT}=1.0\text{A}$	-5	0	5	%
电机输出导通电阻 (高侧+低侧)		$R_{ON(D-S)}$	$T_j=25^\circ\text{C}$ $I_{OUT}=2.0\text{A}$	—	0.45	0.65	Ω

注: $V_{IN}(H)$ 是指改变施加至测试引脚的输出电压并将此电压自 0V 逐渐升高的 V_{IN} 电压。 $V_{IN}(L)$ 是指改变施加至测试引脚的输出电压并将此电压逐渐降低的 V_{IN} 电压。 $V_{IN}(H)$ 与 $V_{IN}(L)$ 之差被定义为 $V_{IN}(HYS)$ 。

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

特性	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{ref} 输入电流	I_{REF}	$V_{\text{ref}}=3.6\text{ V}$	—	0	1	μA
V_{ref} 衰减比	$V_{\text{REF(GAIN)}}$	$V_{\text{ref}}=2.0\text{ V}$	0.791	0.833	0.875	—
TSD 阈值	T_{JTSD}	—	145	160	175	$^{\circ}\text{C}$
VM 上电复位电压	$V_{\text{MPOR(H)}}$	释放 POR	7.5	8.0	8.5	V
	$V_{\text{MPOR(L)}}$	检测 POR	7.0	7.5	8.0	
过流检测阈值	I_{SD}	—	3.5	4.75	6.0	A
用于运行内部电路的电源电压	V_{C}	$I_{\text{CC}}=5.0\text{mA}$ (外部负载)	4.75	5.00	5.25	V

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TB67S508FTG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

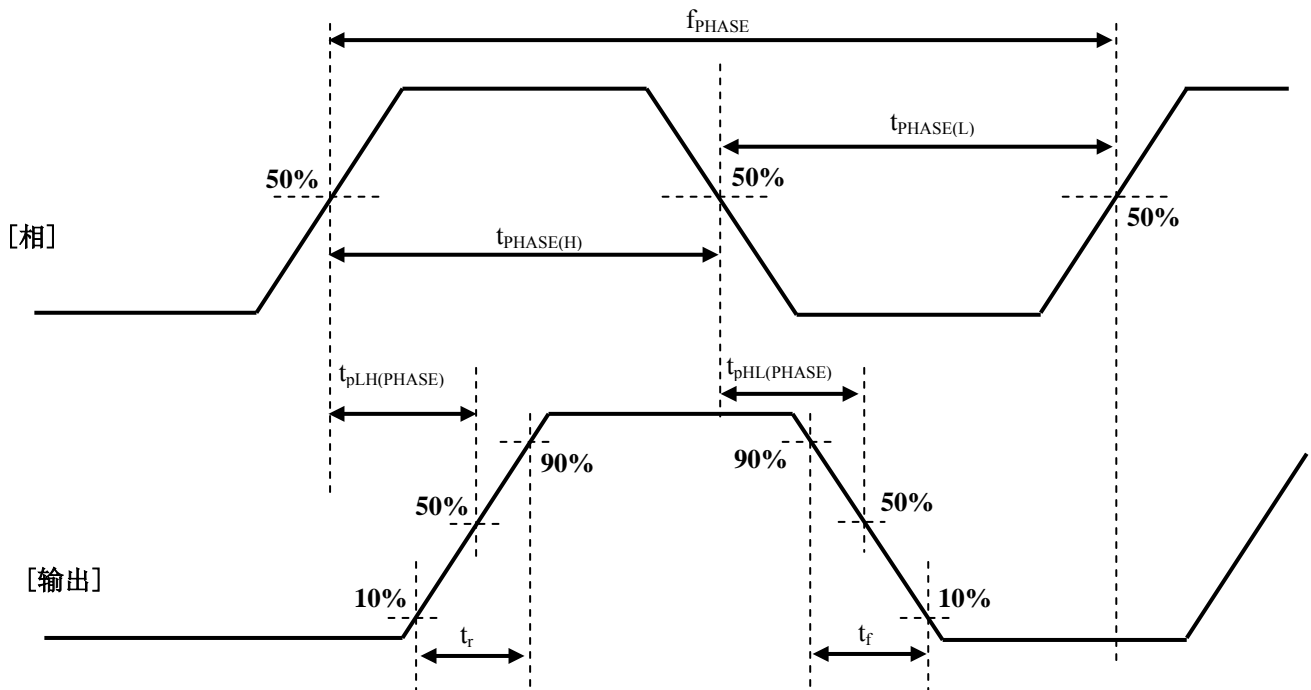
严禁设备插入错误或插错方向。否则可能导致设备出现故障、损坏和/或退化。

交流电气特性 ($T_a = 25^\circ\text{C}$, $V_M = 24\text{V}$)

特性	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
最小相位脉冲宽度	$t_{\text{PHASE(H)}}$	—	600	—	—	ns
	$t_{\text{PHASE(L)}}$	—	600	—	—	ns
最小时钟脉冲宽度	$t_{\text{CLK(H)}}$	—	300	—	—	ns
	$t_{\text{CLK(L)}}$	—	250	—	—	ns
输出晶体管 切换特性	t_r	—	40	70	100	ns
	t_f	—	50	80	110	ns
	$t_{\text{pLH(CLK)}}$	—	—	400	—	ns
	$t_{\text{pHL(CLK)}}$	—	—	400	—	ns
	$t_{\text{pLH(PHASE)}}$	—	—	400	—	ns
	$t_{\text{pHL(PHASE)}}$	—	—	400	—	ns
振荡器参考频率	f_{OSCM1}	$R_{\text{OSC}}=10\text{ k}\Omega$	860	1100	1340	kHz
	f_{OSCM2}	OSCM: 打开或连接至 GND	866	1080	1293	
斩波频率	f_{CHOP}	$f_{\text{OSCM}}=1100\text{ kHz}$	—	68.8	—	kHz

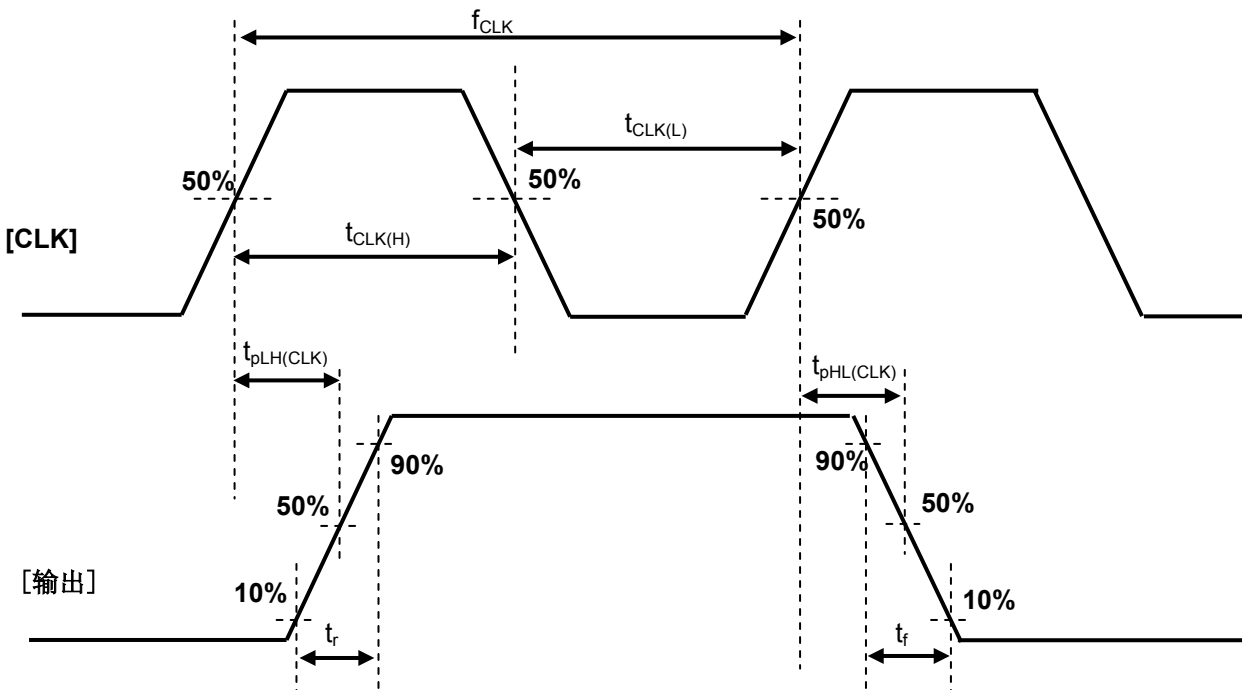
交流电气特性时序图

IFSEL=“H”（相位输入控制）



为说明起见，可能简化时序图。

IFSEL=“L”（时钟输入控制）



为说明起见，可能简化时序图。

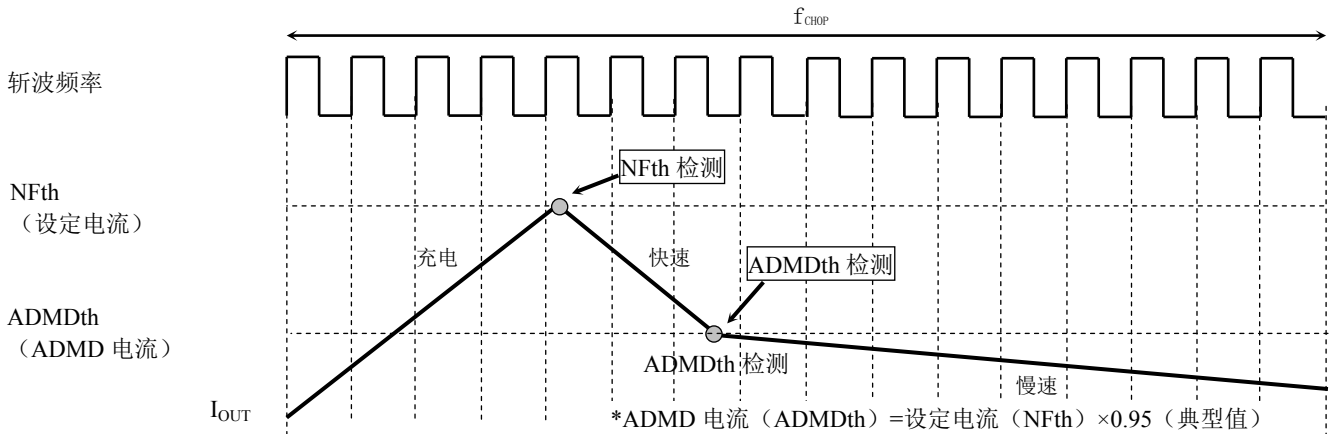
恒定 PWM 控制

ADMD (高级动态混合衰减) 控制

ADMD 控制通过监控从电源流向电机的充电电流和从电机流向电源的再生电流来调节电源的再生量。然后，有效控制电机。

ADMD 控制序列如以下时序图所示。

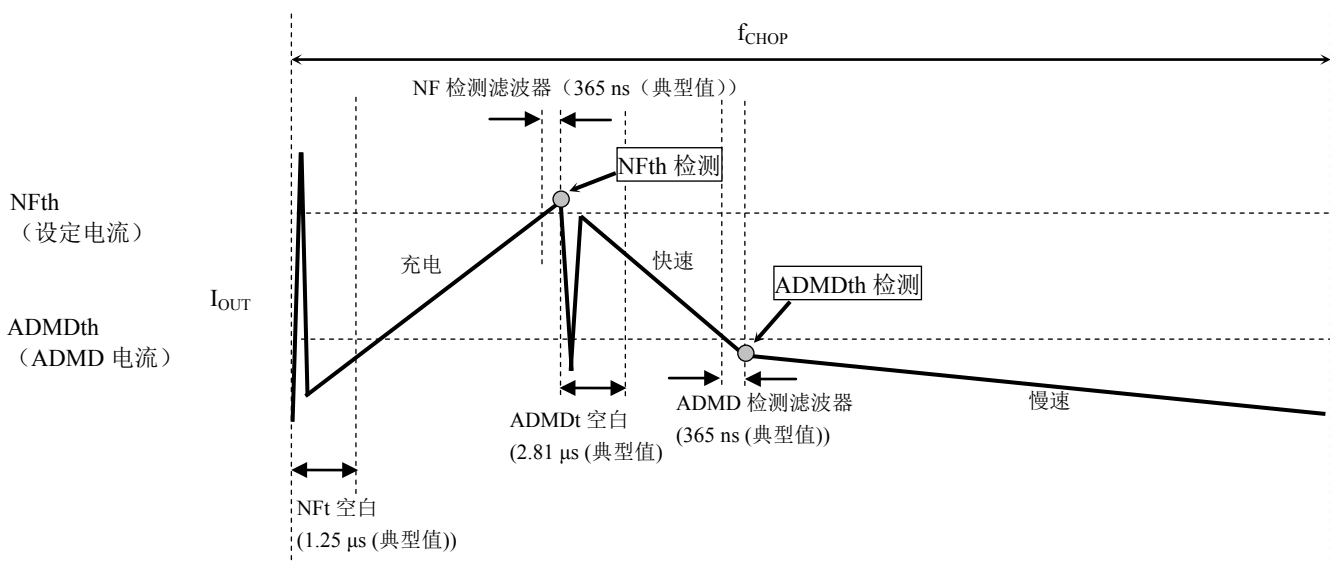
序列：充电模式→NF 检测→快速模式→ADMDth 检测→慢速模式→fCHOP1 循环→充电模式



为说明起见，可能简化时序图。时间图中所示数值为参考值。

所安装的各滤波器旨在避免由外部噪声等引起电流检测错误（如下图所示）。

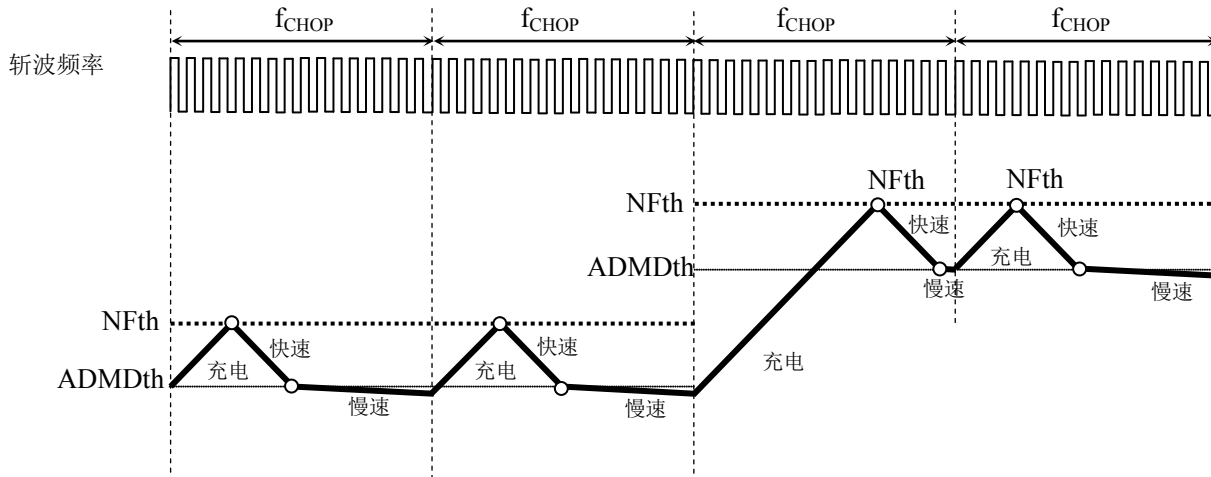
待使用的电机 L 值很小，并且，当在 ADMDtblank 期间电流值达到 ADMDth (ADMD 电流值) 时，在 ADMDtblank 进程之后，电机变为慢速运行。在此情况下，ADMD 电流值 (ADMDth) 变得小于“设定电流值 (NFth) × 0.95 (典型值)”。



为说明起见，可能简化时序图。时间图中所示数值为参考值。

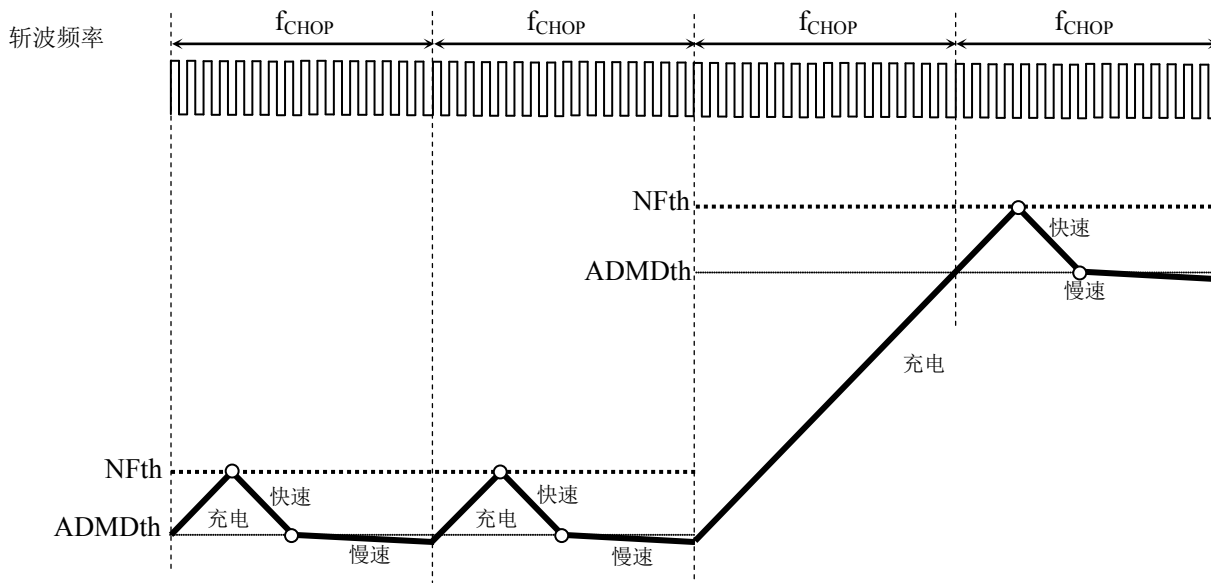
ADMD 电流波形

· 当下一电流阶跃 (NFth) 较高时:



为说明起见, 可能简化时序图。

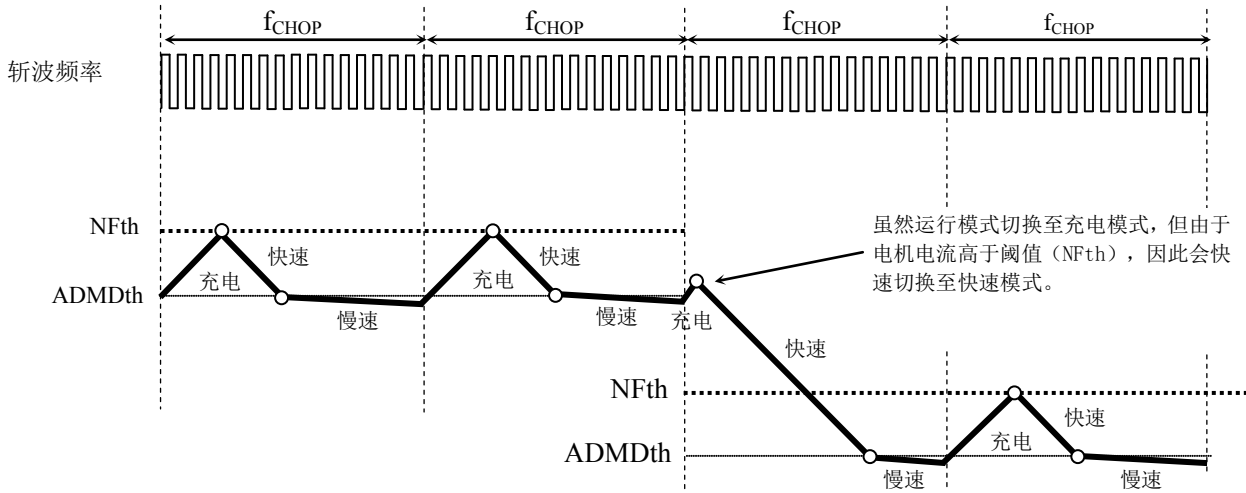
· 当充电期 ≥ 1 个 f_{chop} 循环时:



为说明起见, 可能简化时序图。

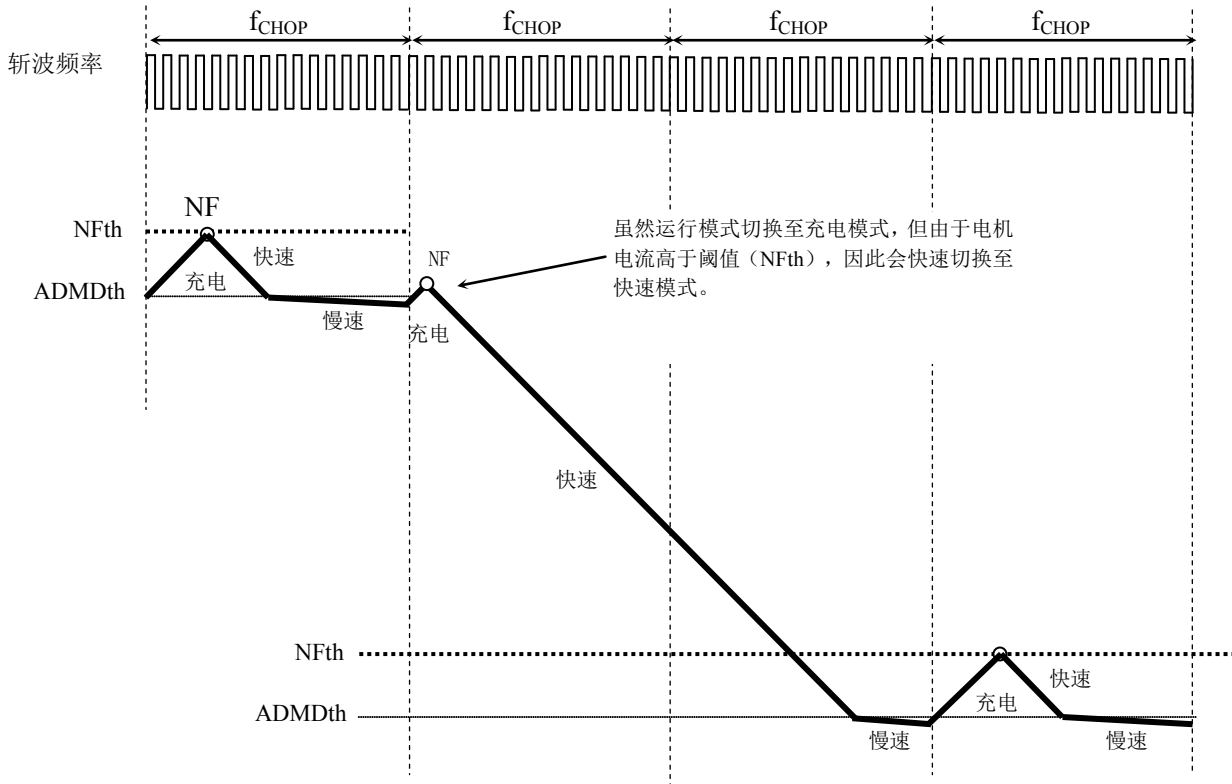
当电机电流值在 1 个斩波频率 (f_{CHOP}) 循环内未达到阈值 ($NFth$) 时, 充电模式在下一个斩波循环 (f_{CHOP}) 继续。在电机电流值达到阈值 ($NFth$) 之后, 运行模式切换至快速模式。

·当下一电流阶跃 (NFth) 较低时:



为说明起见, 可能简化时序图。

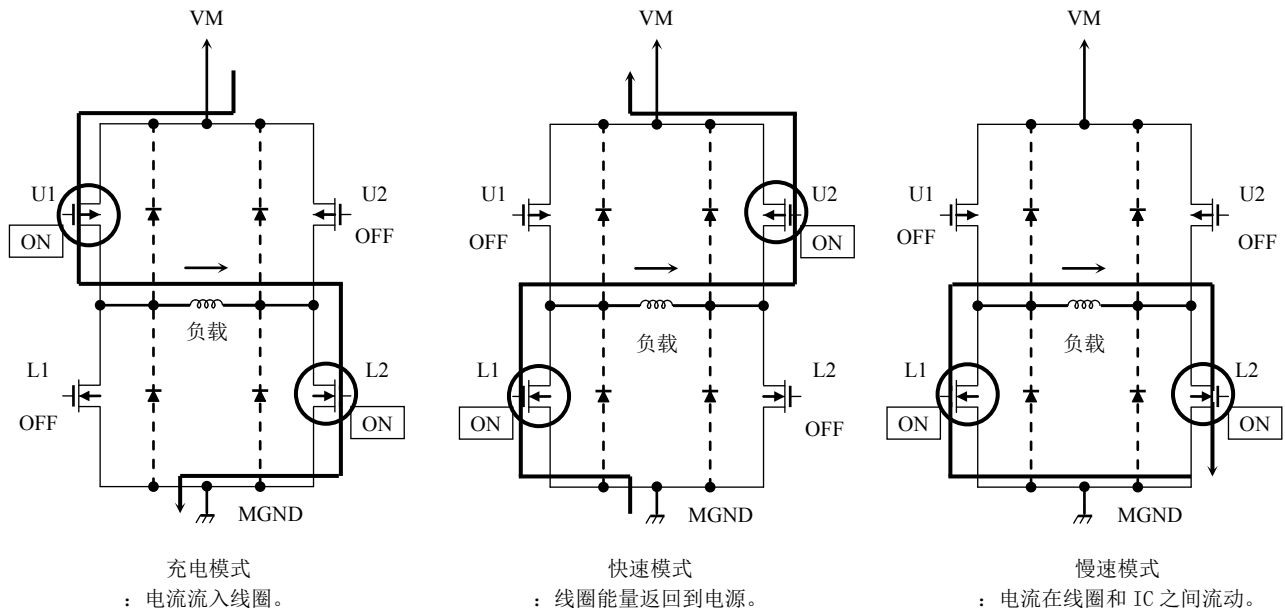
·当快速模式持续超过 1 个 fchop 循环的期限 (电机电流在 1 个 fchop 循环期间未达到 ADMD 阈值) 时



为说明起见, 可能简化时序图。

当电机电流值在 1 个斩波频率 (f_{CHOP}) 循环内未达到阈值 (ADMDth) 时, 快速模式在下一个斩波循环 (f_{CHOP}) 继续。在电机电流值达到阈值 (ADMDth) 之后, 运行模式切换至慢速模式。

输出晶体管功能模式（高级动态混合衰减）



*当输出切换时，IC 中提供交叉导通保护时间，以避免穿透电流。

输出晶体管功能

模式	U1	U2	L1	L2
充电	打开	关闭	关闭	打开
快速	关闭	打开	打开	关闭
慢速	关闭	关闭	打开	打开

注：该表输出了电流如何流动的示例，如上图中的箭头所示。

如果电流沿相反方向流动，请参考下表。

模式	U1	U2	L1	L2
充电	关闭	打开	打开	关闭
快速	打开	关闭	关闭	打开
慢速	关闭	关闭	打开	打开

此 IC 通过上述 3 种模式控制电机电流恒定。

为说明起见，可能简化应用电路的示例或忽略其中的一部分。

设定电流值 (I_{OUT})

PWM 恒流控制模式中的设定电流值由如下参考电压 (V_{REF}) 决定；

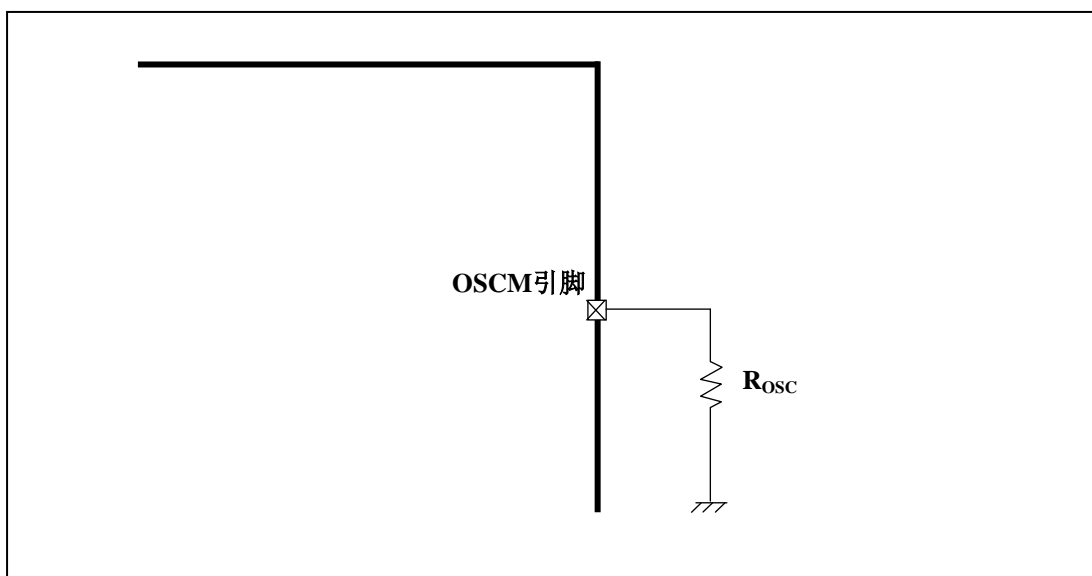
待设定的电流值可以通过下式计算。

$$I_{OUT} = V_{REF} \times 0.833$$

例如：当 $V_{REF} = 2.0V$ 时， $I_{OUT} = 1.67A$

斩波频率 (f_{CHOP})

恒流控制的斩波频率可以由连接至 OSCM 引脚的电阻 (R_{OSC}) 进行配置。IC 可以通过固定斩波频率运行，而无需将外部部分连接至 OSCM 引脚。



为说明起见，可能简化应用电路的示例或忽略其中的一部分。

斩波频率 (f_{CHOP}) 由下式计算得出。

通常，标准频率约为 70kHz。建议设置在 40 至 100kHz 之间。

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

$$f_{OSCM} = 1 / (90.9 \times 10^{-12} \times R_{OSC})$$

例如：当 $R_{OSC} = 10k\Omega$ 时， $f_{OSCM} = 1.1MHz$ (典型值)， $f_{CHOP} = 68.8kHz$ (典型值)

在 OSCM 引脚打开或连接至 GND 的条件下，IC 通过自动生成的频率 ($f_{OSCM2} = 1.080 MHz$ (典型值)， $f_{CHOP} = 67.5kHz$ (典型值)) 运行。

IC 的功耗

IC 的功率主要由输出块和逻辑块的晶体管消耗。

1. 功率晶体管的功耗

输出块的功率由 H 桥的上、下 MOSFET 消耗。

H 桥的上、下晶体管的功耗由下式算出。

$$P(\text{out}) = I_{\text{out}}(\text{A}) \times V_{\text{DS}}(\text{V}) = I_{\text{out}}(\text{A})^2 \times R_{\text{on}}(\Omega) \dots\dots\dots(1)$$

当电机输出的电流波形对应于全步分辨率的理想方波时，输出模块的平均功率可以如下方式计算

$$\begin{aligned} \text{当 } R_{\text{on}}=0.45\Omega \text{ 时, } I_{\text{out}}(\text{峰值: Max}) &= 1.0\text{A}, V_{\text{M}} = 24\text{V}, \\ P(\text{out}) &= 2(\text{Tr}) \times 1.0(\text{A})^2 \times 0.45(\Omega) \dots\dots\dots(2) \\ &= 0.9(\text{W}) \end{aligned}$$

2. 逻辑和 IM 系统的功耗

通过分离状态（运行和停止）来计算逻辑和 IM 系统的功耗。

I (IM3) = 7 mA (典型值)	: 运行/轴
I (IM2) = 4 mA (典型值)	: 停止/轴
I (IM1) = 2 mA (典型值)	: 待机/轴

输出系统连接至 VM (24V)。(输出系统: 连接至 VM 的电路消耗的电流+切换输出步骤消耗的电流)

功耗计算如下:

$$\begin{aligned} P(\text{IM3}) &= 24(\text{V}) \times 0.007(\text{A}) \dots\dots\dots(3) \\ &= 0.17(\text{W}) \end{aligned}$$

3. 耗电量

总功耗 P (总计) 由上述“1”和“2”的结果计算得出。

$$P = P(\text{out}) + P(\text{IM3}) = 1.07(\text{W})$$

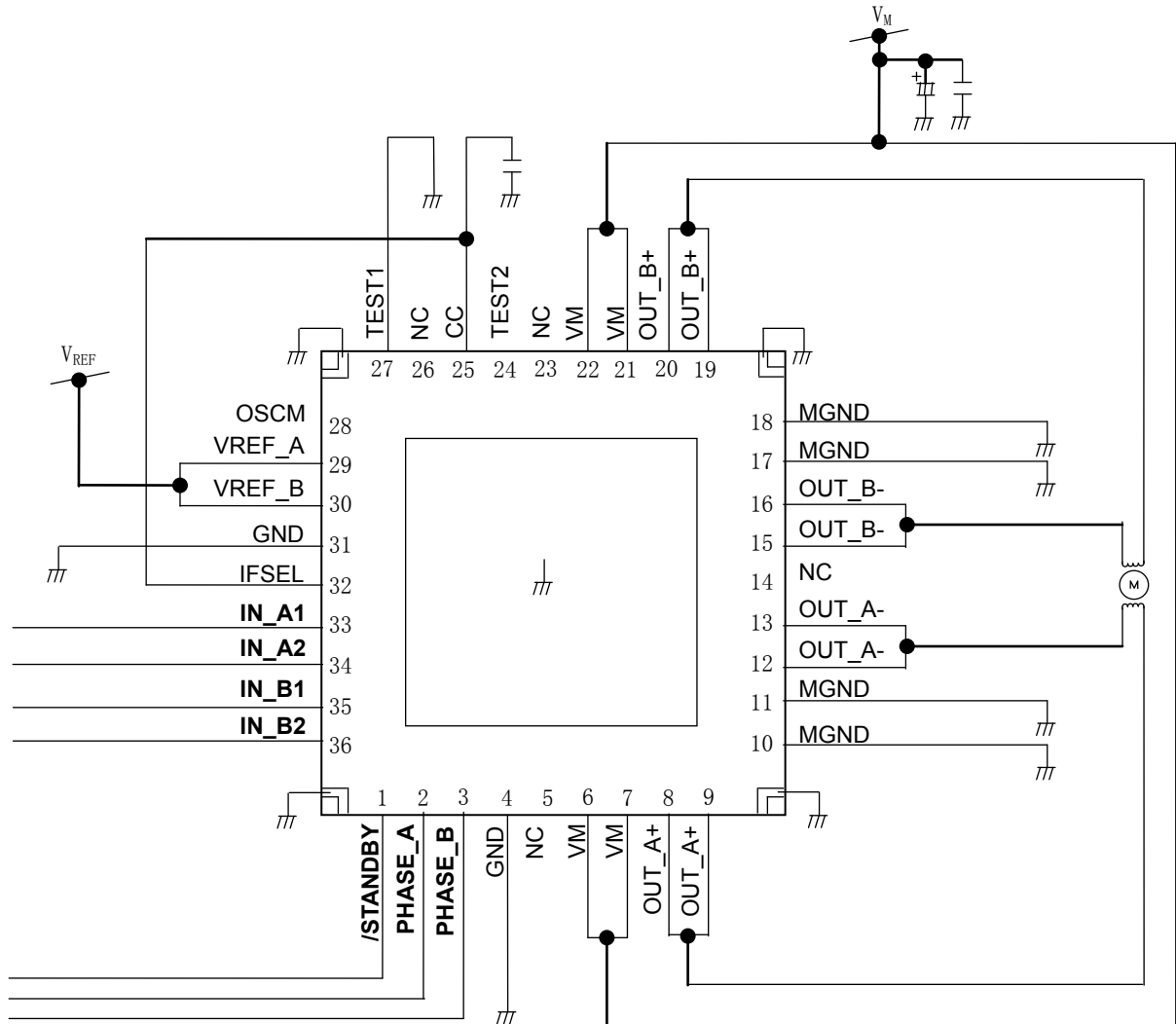
待机模式下 1 轴的功耗如下:

$$P(\text{待机模式}) = 24(\text{V}) \times 0.002(\text{A}) = 0.048(\text{W})$$

关于电路板的散热设计等事项，请采用实际电路板进行充分评估，并配置适当的余量。

应用电路示例

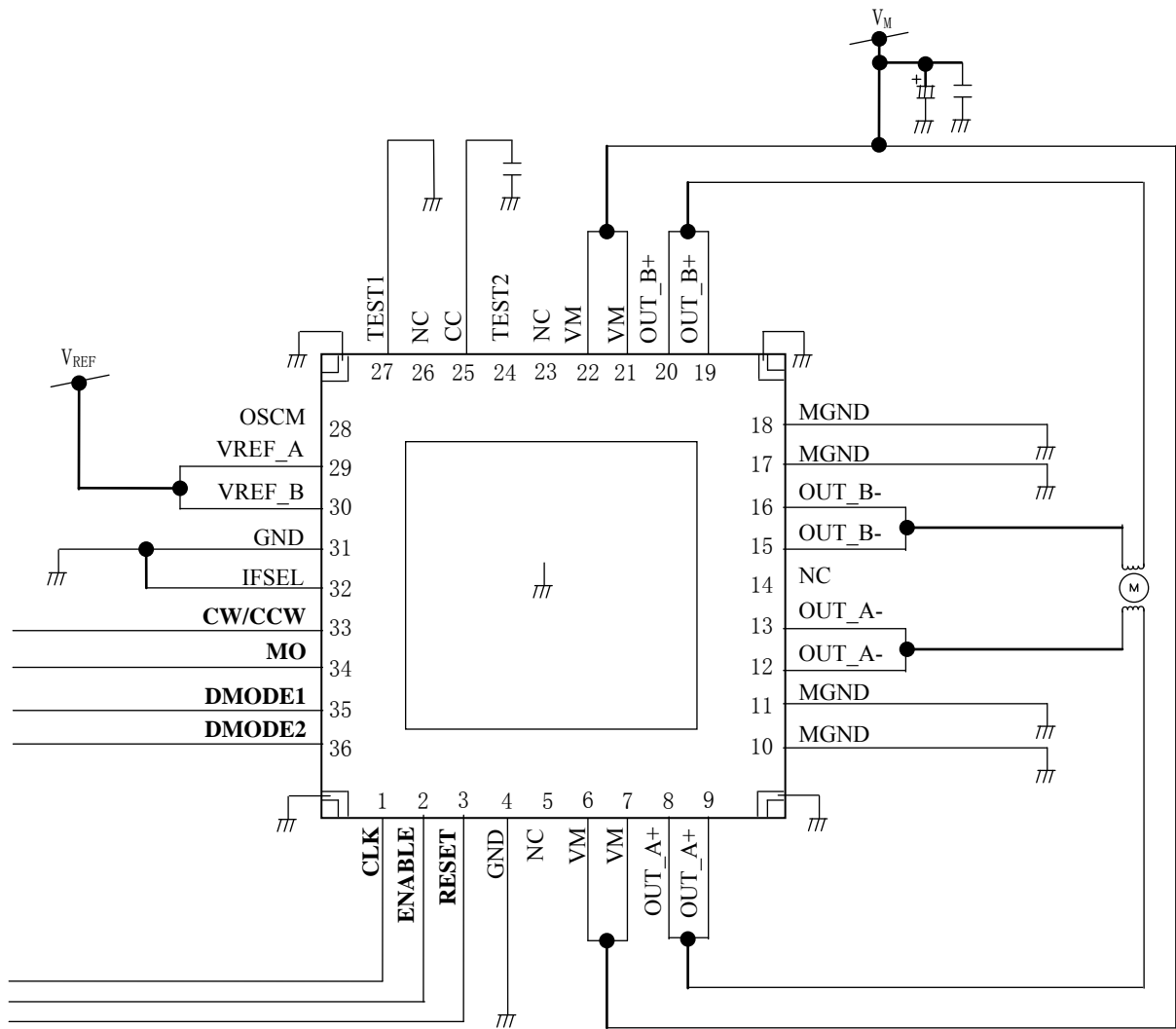
相位输入控制模式



封装背面的散热 PAD（4 个角和中心部分）建议连接至电路板的 GND，以改善散热性。

为说明起见，可能简化应用电路的示例或忽略其中的一部分。

时钟输入控制模式



封装背面的散热 PAD（4 个角和中心部分）建议连接至电路板的 GND，以改善散热性。

为说明起见，可能简化应用电路的示例或忽略其中的一部分。

内容注意事项

框图

为说明起见，可能省略或简化方块图中的一些功能块、电路或常数。

时序图

为说明起见，可能简化时序图。

应用电路

本文件中提供的应用电路仅供参考。需进行全面评估，特别是在大规模生产设计阶段。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。

集成电路使用注意事项

关于处理集成电路的注意事项

- [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，即使是一刹那也不行。请勿超过任何此类额定值。超过绝对最大额定值可能导致器件故障、损坏或退化，并可能由于爆炸或燃烧而造成伤害。
- [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，进而造成设备击穿、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，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。
- [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。
- [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。

有关 IC 处理的谨记要点

(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断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，均不会超过规定的接点温度（ 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。

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.**