

# 译文

## **TB6560AHQ,TB6560AFG**

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，请务必确认原始文档关联的最新  
信息，并遵守其相关指示。

原本：“TB6560AHQ,TB6560AFG” 2011-01-18

翻译日:2013-10-01

**TOSHIBA CORPORATION**  
**Semiconductor & Storage Products Company**

东芝 BiCD 单晶硅集成电路

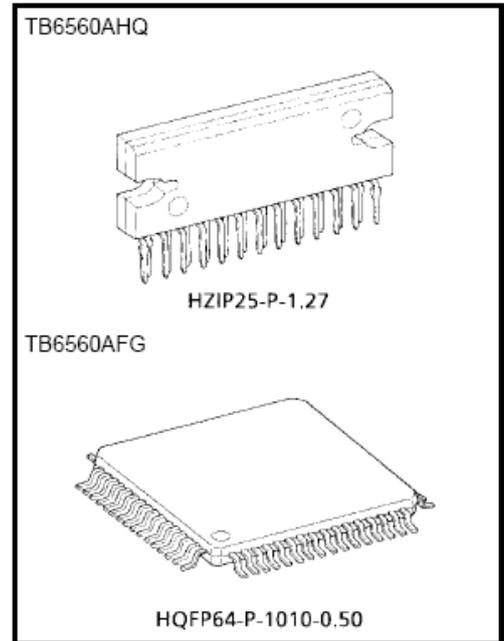
# TB6560AHQ, TB6560AFG

步进电机控制用 PWM 斩波型双极驱动 IC

TB6560AHQ/AFG 是为双极步进电机正弦 Input 微步控制器而设计的 PWM 斩波式步进电机驱动 IC，可用于需要使用 2 相、1-2 相、2W1- 2 相和 4W1- 2 相励磁方式的应用上。它仅使用一个时钟信号，以低振动和高性能提供正向和反向驱动给两相双极步进电机。

## 特征

- 单芯片电机驱动，用于步进电机的正弦微步控制
- 使用 BiCD 工艺的高 Outputs 耐压：Ron（上下总和）=
  - TB6560AHQ: 0.6Ω（典型）
  - TB6560AFG: 0.7Ω（典型）
- 正向和反向旋转
- 可选相励磁模式（2 相、1-2 相、2W1-2 相和 4W1-2 相）
- 高 Outputs 耐压：VDSS= 40 V
- 高 Outputs 电流：I<sub>OUT</sub> = TB6560AHQ: 3.5A（峰值）
  - TB6560AFG: 2.5A（峰值）
- 封装：HZIP25-P-1.27
  - HQFP64-P-1010-0.50
- Input 端内部下拉电阻器：100kΩ（典型值）
- Outputs 监控端口：M<sub>O</sub> 电流（I<sub>MO</sub>（最大值）= 1mA）
- /RESET 和使能端口
- 过热保护(TSD)



重量:

HZIP25-P-1.27: 9.86 g（典型）

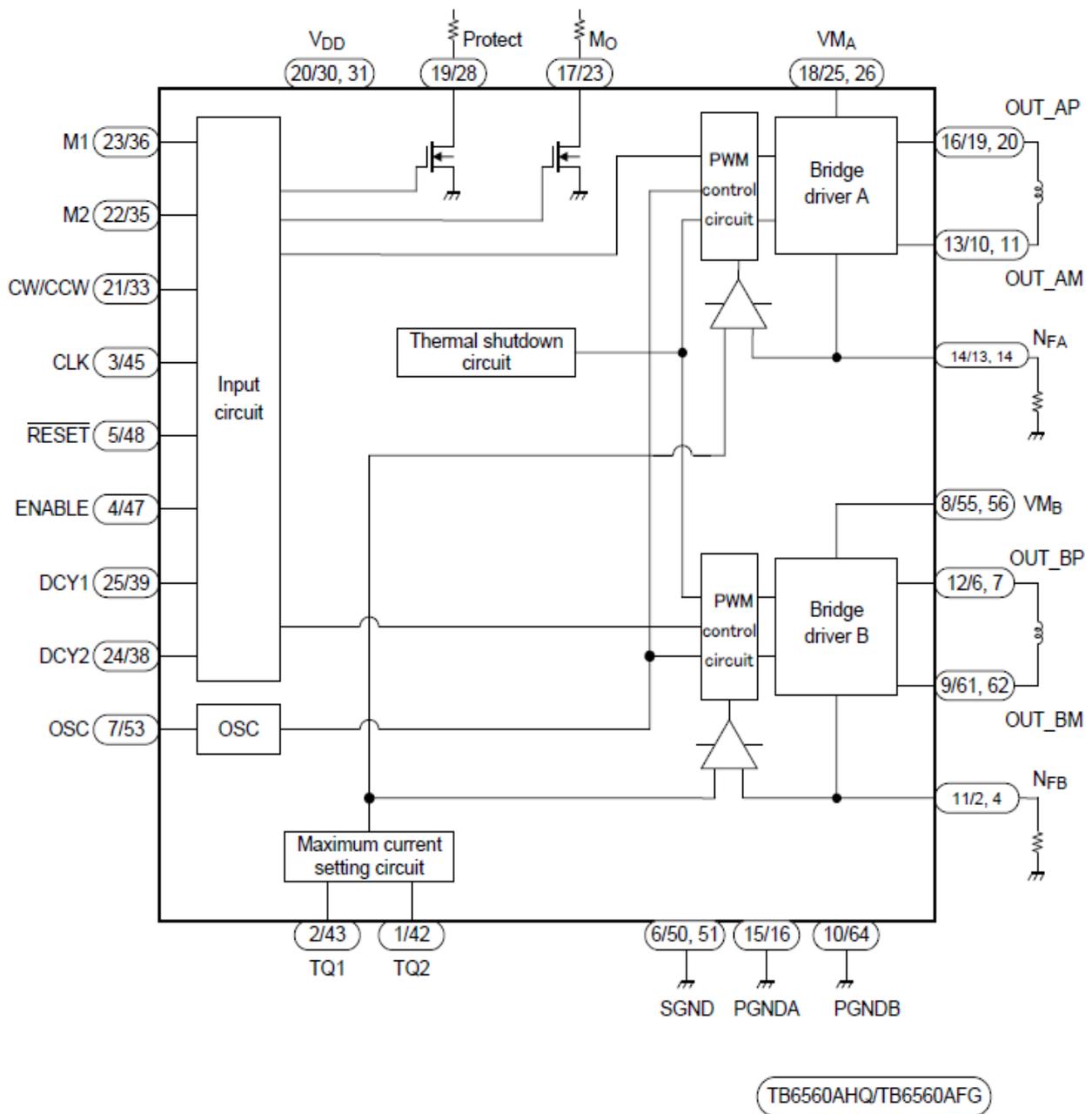
HQFP64-P-1010-0.50: 0.26 g（典型）

### \* 可焊性

1. 使用 Sn-37Pb 焊锡槽
  - \* 焊锡槽温度= 230 °C
  - \* 浸泡时间= 5 秒
  - \* 次数=1
  - \* 使用 R 型助焊剂
2. 使用 Sn-3.0Ag-0.5Cu 焊浴
  - \* 焊锡槽温度= 245°C
  - \* 浸泡时间= 5 秒
  - \* 次数=1
  - \* 使用 R 型助焊剂

\*: 这些 IC 对静电放电高度敏感。在处理它们时，应确保环境不受静电放电影响，同时确保室温和相对湿度保持在合理水平。

方块图



## 管脚定义

管脚编号		Input/ Outputs	符号	功能说明	备注
TB6560 AHQ	TB6560 AFG				
1	42	Input	TQ2	转矩设置 Input (电流设置)	内部下拉电阻器
2	43	Input	TQ1	转矩设置 Input (电流设置)	内部下拉电阻器
3	45	Input	CLK	微步时钟 Input	内部下拉电阻器
4	47	Input	ENABLE	H ENABLE, L: 所有 Outputs 关闭	内部下拉电阻器
5	48	Input	//RESET	L / RESET (Outputs 管脚重设为初始状态。)	内部下拉电阻器
6	50/51	-	SGND	信号接地 (用于控制块)	(注 1)
7	53	-	OSC	CR 振荡电路连接到这个管脚。实现 Outputs 斩波。	
8	55/56	Input	VM <sub>B</sub>	电机电源端口 (用于 B 相驱动)	(注 1)
9	61/62	Outputs	OUT_BM	OUT_B Outputs 端	(注 1)
10	64 (*)	-	PGNDB	电源地线	
11	2/4 (*)	-	N <sub>FB</sub>	B 信道电流检测电阻器连接端, TB6560AFG 的两个端口需短路连接。	(注 1)
12	6/7	Outputs	OUT_BP	OUT_B Outputs	(注 1)
13	10/11	Outputs	OUT_AM	OUT_A Outputs	(注 1)
14	13/14 (*)	-	N <sub>FA</sub>	A 信道电流检测电阻器连接端, 应使 TB6560AFG 的两个端口不工作。	(注 1)
15	16	-	PGNDA	电源地线	
16	19/20	Outputs	OUT_AP	OUT_A Outputs	(注 1)
17	23	Outputs	M <sub>O</sub>	初始状态感应 Outputs 端, 该端口在初始状态下 ENABLE。	开漏 Outputs
18	25/26	Input	VM <sub>A</sub>	电机电源 (用于 A 相驱动)	(注 1)
19	28	Outputs	Protect	当 TSD 被激活时: 高, 当处于 Normal 状态时: 高阻。	开漏 Outputs
20	30/31	Input	V <sub>DD</sub>	控制逻辑电源端口	(注 1)
21	33	Input	CW/CCW	旋转方向选择 Input。 L: 顺时针; H: 反时针	内部下拉电阻器
22	35	Input	M2	励磁模式设置 Input	内部下拉电阻器
23	36	Input	M1	励磁模式设置 Input	内部下拉电阻器
24	38	Input	DCY2	电流 Decay 模式设置 Input	内部下拉电阻器
25	39	Input	DCY1	电流 Decay 模式设置 Input	内部下拉电阻器

(\*): TB6560AFG 的端口分配与 TB6560FG 不同。

TB6560AHQ: 没有无连接 (NC) 管脚。

TB6560AFG: 除了以上管脚以外, 所有管脚都是无连接的。无连接管脚的编号包括: 1、3、5、8、9、12、15、17、18、21、22、24、27、29、32、34、37、40、41、44、46、49、52、54、57、58、59、60、和 63。

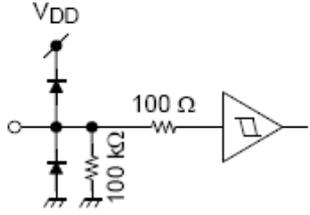
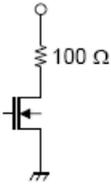
施加电压到无连接管脚时不会引起任何问题, 因为他们在 IC 内部没有连接。

所有控制 Input 管脚都有一个 100kΩ 的 (典型值) 内部下拉电阻器。

注 1: 至于 TB6560AFG, 具有相同功能的两个管脚应该在尽可能接近 TB6560AFG 的位置短路连接。

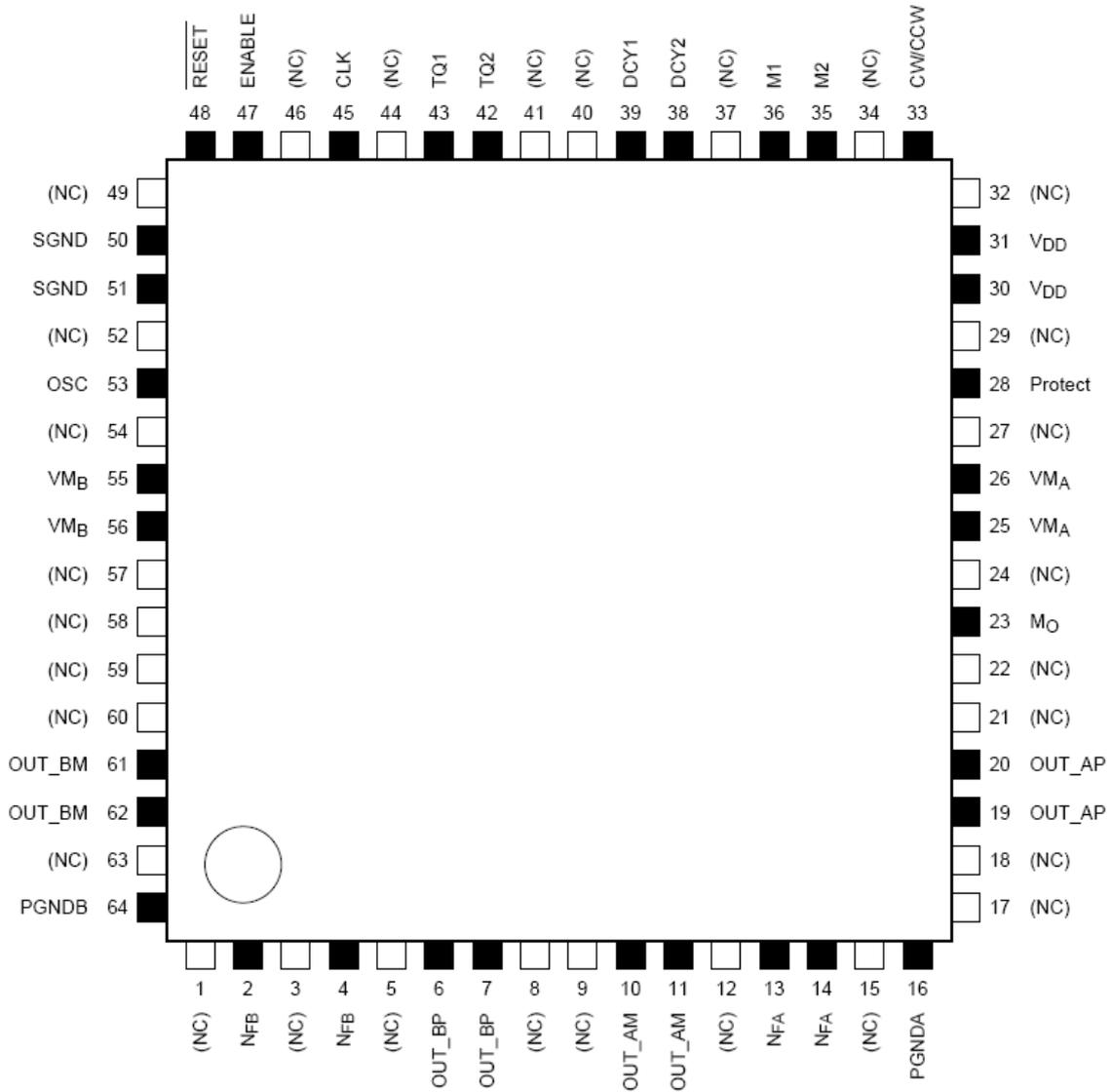
(在对本文档中提供的电气特性进行测量时, 这些管脚以这种方式处理。)

等效电路

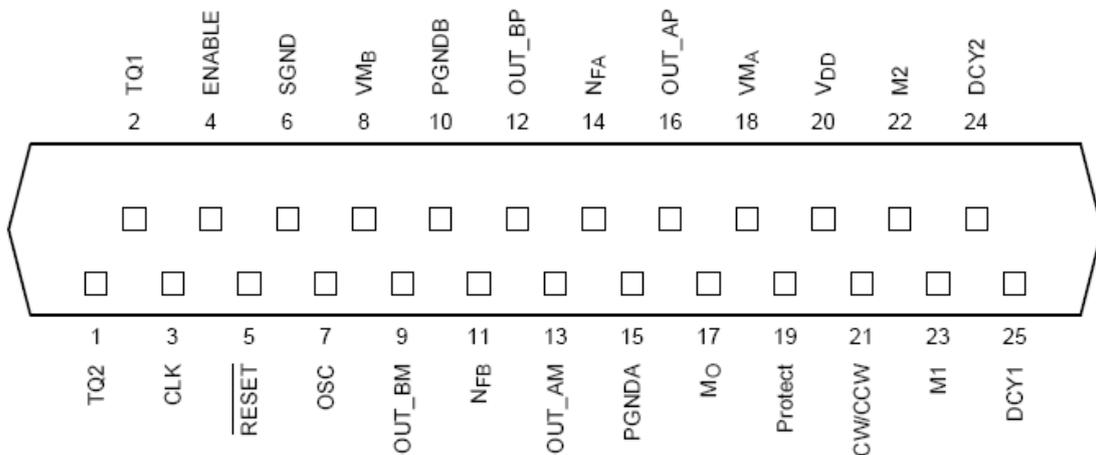
Input 管脚 (M1、M2、CLK、CW/CCW、TQ1、TQ2、ENABLE、//RESET、 DCY1、DCY2)	Outputs 管脚 (M <sub>O</sub> 、Protect)
	

管脚布局 (顶视图)

TB6560AFG



TB6560AHQ



极限参数 ( $T_a = 25^\circ\text{C}$ )

特征		符号	额定值	单位	
电源电压		$V_{DD}$	6	V	
		$VM_{A/B}$	40		
Outputs 电流 (每相)	峰值	$I_O$ (峰值)	TB6560AHQ	3.5	A
			TB6560AFG	2.5	
M <sub>O</sub> 漏电流		$I_{(MO)}$	1	mA	
保护漏电流		$I_{(保护)}$	1	mA	
Input 电压		$V_{IN}$	$V_{DD}$	V	
功耗	TB6560AHQ	$P_D$	5 (注 1)	W	
			43 (注 2)		
	TB6560AFG		1.7 (注 3)		
	4.2 (注 4)				
工作温度		$T_{opr}$	-30 到 85	°C	
贮存温度		$T_{stg}$	-55 到 150	°C	

注 1:  $T_a = 25^\circ\text{C}$ , 无散热片。

注 2:  $T_a = 25^\circ\text{C}$ , 带有限散热片 (HZIP25)。

注 3:  $T_a = 25^\circ\text{C}$ , 带有焊接引线。

注 4:  $T_a = 25^\circ\text{C}$ , 安装在电路板上 (4 层电路板)

工作范围 ( $T_a = -30$  至  $85^\circ\text{C}$ )

特征		符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
电源电压		$V_{DD}$	-	4.5	5.0	5.5	V
		$VM_{A/B}$	$VM_{A/B} \geq V_{DD}$	4.5	-	34	V
Outputs 电流	TB6560AHQ	$I_{OUT}$	-	-	-	3	A
	TB6560AFG		-	-	-	1.5	
Input 电压		$V_{IN}$	-	-	-	5.5	V
时钟频率		$f_{CLK}$	-	-	-	15	kHz
OSC 频率		$f_{OSC}$	-	-	-	600	kHz

电气特性 ( $T_a = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_{DD} = 5\text{V}$ ,  $V_M = 24\text{V}$ )

特征		符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
Input 电压	高	$V_{IN(H)}$	M1, M2, CW / CCW, CLK, / RESET, ENABLE, DCY1, DCY2, TQ1, TQ2	2.0	—	$V_{DD}$	V
	低	$V_{IN(L)}$		-0.2	—	0.8	
Input 滞后电压 (注)		$V_{IN(hys)}$		—	400	—	mV
Input 电流		$I_{IN(H)}$	M1, M2, CW/CCW, CLK, / RESET, ENABLE, DCY1, DCY2, TQ1, TQ2 $V_{IN}=5.0\text{V}$ 内部下拉电阻器	30	55	80	$\mu\text{A}$
		$I_{IN(L)}$	$V_{IN}=0\text{V}$	—	—	1	
$V_{DD}$ 电源电流		$I_{DD1}$	Outputs: [Open] / RESET: H, ENABLE: H (2相, 1-2 相励磁)	—	3	5	mA
		$I_{DD2}$	Outputs: [Open] / RESET: H, ENABLE: H (4W1-2相, 2W1-2 相励磁)	—	3	5	
		$I_{DD3}$	/ RESET: L, ENABLE: L	—	2	5	
		$I_{DD4}$	/ RESET: H, ENABLE: L	—	2	5	
VM 电源电流		$I_{M1}$	/ RESET: H/L, ENABLE: L	—	0.5	1	mA
		$I_{M2}$	/ RESET: H/L, ENABLE: H	—	0.7	2	
通道到通道的电压差		$\Delta V_O$	B/A, $C_{osc}=330\mu\text{F}$	-5	—	5	%
$V_{NF}$ 根据电压变化的扭矩设置		$V_{NFHH}$	TQ1=H, TQ2=H	10	20	30	%
		$V_{NFHL}$	TQ1=L, TQ2=H	45	50	55	
		$V_{NFLH}$	TQ1=H, TQ2=L	70	75	80	
		$V_{NFLL}$	TQ1=L, TQ2=L	-	—	100	
最小时钟脉冲宽		$t_{W(CLK)}$	$C_{osc}=330\text{pF}$	30	—	—	$\mu\text{s}$
$M_O$ Outputs 残余电压		$V_{OL M_O}$	$I_{OL}=1\text{mA}$	—	—	0.5	V
保护 Outputs 剩余电压 (注)		$V_{OL Protect}$	$I_{OL}=1\text{mA}$	—	—	0.5	V
TSD 阈值 (注)		TSD	—	—	170	—	$^\circ\text{C}$
TSD 延迟 (注)		TSDhys	—	—	20	—	$^\circ\text{C}$
振荡频率		$f_{osc}$	$C_{osc}=330\text{pF}$	60	130	200	kHz

注: 生产时未测试

电气特性 (T<sub>a</sub> = 25°C, V<sub>DD</sub> = 5V, V<sub>M</sub> = 24V)

特性			符号	测试条件		最小	典型	最大	单位	
Outputs 导通-电阻			TB6560AHQ	R <sub>on</sub> U <sub>IH</sub>	I <sub>OUT</sub> =1.5 A	-	0.3	0.4	Ω	
				R <sub>on</sub> L <sub>IH</sub>		-	0.3	0.4		
			TB6560AFG	R <sub>on</sub> U <sub>IF</sub>	I <sub>OUT</sub> =1.5 A	-	0.35	0.5		
				R <sub>on</sub> L <sub>IF</sub>		-	0.35	0.5		
A-/B-相斩波电流 (注1)	4W1-2 相励磁	2W1-2 相励磁	1-2 相励磁	Vector	TQ1=L, TQ2=L	θ=0	-	100	-	%
		-	-			θ=1/16	-	100	-	
		2W1-2 相励磁	-			θ=2/16	93	98	100	
		-	-			θ=3/16	91	96	100	
		2W1-2 相励磁	-			θ=4/16	87	92	97	
		-	-			θ=5/16	83	88	93	
		2W1-2 相励磁	-			θ=6/16	78	83	88	
		-	-			θ=7/16	72	77	82	
		2W1-2 相励磁	1-2 相励磁			θ=8/16	66	71	76	
		-	-			θ=9/16	58	63	68	
		2W1-2 相励磁	-			θ=10/16	51	56	61	
		-	-			θ=11/16	42	47	52	
		2W1-2 相励磁	-			θ=12/16	33	38	43	
		-	-			θ=13/16	24	29	34	
		2W1-2 相励磁	-			θ=14/16	15	20	25	
		-	-			θ=15/16	5	10	15	
	2 相励磁					-	-	-	-	
参考电压			V <sub>NF</sub>	TQ1, TQ2=L (100%) OSC=100 kHz	450	500	550	mV		
Outputs 晶体管的开关特性 (注2)			t <sub>r</sub>	R <sub>L</sub> =10 Ω, V <sub>NF</sub> =0.5 V	-	1	-	μs		
			t <sub>f</sub>		-	1	-			
延迟时间 (注2)			t <sub>PLH</sub>	/ RESET 到 Outputs 管脚	-	1	-	μs		
			t <sub>PLH</sub>	ENABLE 到 Outputs 管脚	-	3	-			
			t <sub>PHL</sub>	-	-	2	-			
Outputs 漏电流		上侧	I <sub>LH</sub>	V <sub>M</sub> =40 V	-	-	1	μA		
		下侧	I <sub>LL</sub>		-	-	1			

注1: θ=0时的相对峰值电流比。

注2: 生产时未测试。

## 功能说明

## 1. 励磁模式设置

励磁模式可以选择以下四种使用 M1 和 M2Input 的模式。（2-相励磁方式是默认选中的，因为 M1 和 M2 都有内部下拉电阻器。）

Input		模式（励磁）
M2	M1	
L	L	2相
L	H	1-2相
H	L	4W1-2相
H	H	2W1-2相

## 2. 函数表（Input 和 Outputs 模式之间的关系）

当“使能”管脚处于低位时,Outputs关闭。当“ / RESET”管脚处于低位时,Outputs被置于 Initial mode,如下表所示。在该模式下,CLK和CW/CCW端口的状态为“无影响”。

Input				Outputs 模式
CLK	CW/CCW	/ RESET	ENABLE	
	L	H	H	CW
	H	H	H	CCW
X	X	L	H	Initial mode
X	X	X	L	Z

## 3. Initial mode

当判定为“ / RESET”时,在每个励磁模式下的相电流如下。此时,MO变为低位（为开漏连接）。

励磁模式	A相电流	B相电流
2相	100 %	-100 %
1-2相	100 %	0 %
2W1-2相	100 %	0 %
4W1-2相	100 %	0 %

## 4. Decay 模式设置

在 PWM 模式下放电约需要经历 4 个 OSC 周期。25%Decay 模式是通过在快速 Decay 模式最后一个周期 Decay 而建立的,50%Decay 模式是在快速 Decay 模式最后两个周期内 Decay 而建立的,而 100% Decay 模式是通过在快速 Decay 模式所有四个周期内 Decay 而建立的。

由于 DCY1 和 DCY2 端口都有内部下拉电阻器,当 DCY1 和 DCY2 未被驱动时选择 Normal 模式。

DCY2	DCY1	电流Decay设置
L	L	Normal0 %
L	H	25% Decay
H	L	50% Decay
H	H	100% Decay

## 5. 转矩设置（电流设置）

实际操作所需的电流与通过一个外部电阻器调整的预定电流之比可以按如下方式选择。如需设置极低的转矩，比如当电机在一个固定的位置时，需选择 Weak excitation 方式。

由于 TQ2 和 TQ1 管脚都有下拉电阻器，当 TQ2 和 TQ1 未被驱动时选择 100% 转矩设置。

TQ2	TQ1	电流比
L	L	100 %
L	H	75 %
H	L	50 %
H	H	20 % (Weak excitation)

## 6. 计算预定义 Outputs 电流

要实现恒定电流驱动，基准电流应通过一个外部电阻器调整。

当  $N_{FA}$  ( $N_{FB}$ ) 电压达到 0.5V（假设转矩设置为 100%）时充电停止，使电流不超过预定义的水平。

$$I_{OUT} (A) = 0.5 (V) / R_{NF} (\Omega)$$

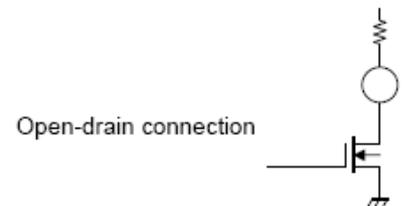
示例：如果峰值电流设置为 1A，外部电阻器的取值应为 0.5Ω。

## 7. 保护和 $M_O$ Outputs 管脚

这些均为开漏 Outputs。使用时应在这些管脚上增加一个外部上拉电阻器。

当 TSD 电路被激活时，保护管脚被驱至低位。当 IC 进入初始状态后， $M_O$  管脚被驱至低位。

管脚状态	保护	$M_O$
低	热关断	初始状态
高-Z	Normal操作	除初始状态外



当 IO 为 1mA 时， $M_O$  和 Outputs 终端保护管脚的剩余电压达到 0.5V（最大值）。

## 8. 调节外部电容器值 ( $C_{OSC}$ ) 和最小时钟脉冲宽度 ( $t_{w(CLK)}$ )

CR 振荡在内部产生一个三角波。电容器外部与 OSC 管脚连接。推荐电容器值的范围 100pF 到 1000pF。

近似方程： $f_{OSC} = 1 / \{ C_{OSC} \times 1.5 \times (10 / C_{OSC} + 1) / 66 \} \times 1000 \text{ kHz}$

（由于这是一个近似公式，计算结果可能不完全等于实际值。）

近似值如下所示。

最小时钟脉冲宽度 ( $t_{w(CLK)}$ ) 对应如下的外部电容器 ( $C_{OSC}$ )：

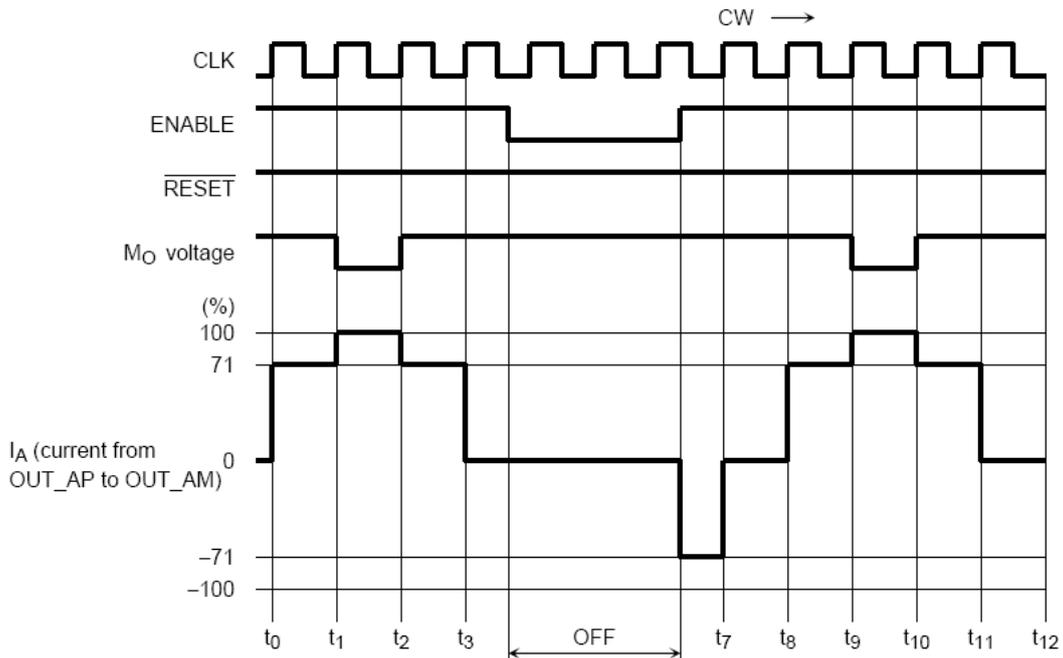
电容器	振荡频率	最小时钟脉冲宽度 $t_{w(CLK)}$ (注1)
1000 pF	44 kHz	90μs (注2)
330 pF	130 kHz	30μs
100 pF	400 kHz	10μs (注2)

注 1：当 Input 时钟信号的频率为高时， $C_{OSC}$  值应小，这样 Input 时钟脉冲的占空率不会变得非常高（应该是 50% 左右或更低）。

注 2：生产时未测试

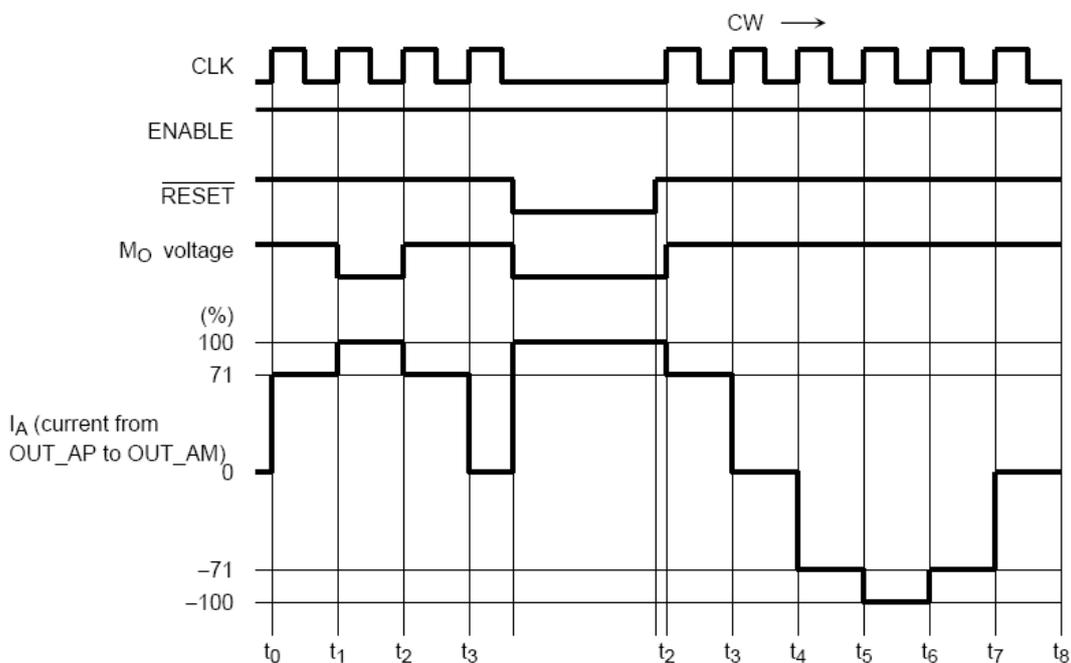
使能、 / RESET 和 Outputs 信号之间的关系

例 1: 1-2 相励磁模式下的使能 Input (M1: H, M2: L)



将使能信号设置为“低”后，只有 Outputs 管脚不会 ENABLE，而 Outputs 管脚以外的内部电路按照 CLKInput 继续工作。因此，当 ENABLE 信号再次变高时，就像继续 OutputsCLK 信号一样重新 ENABLEOutputs 电流的生成。

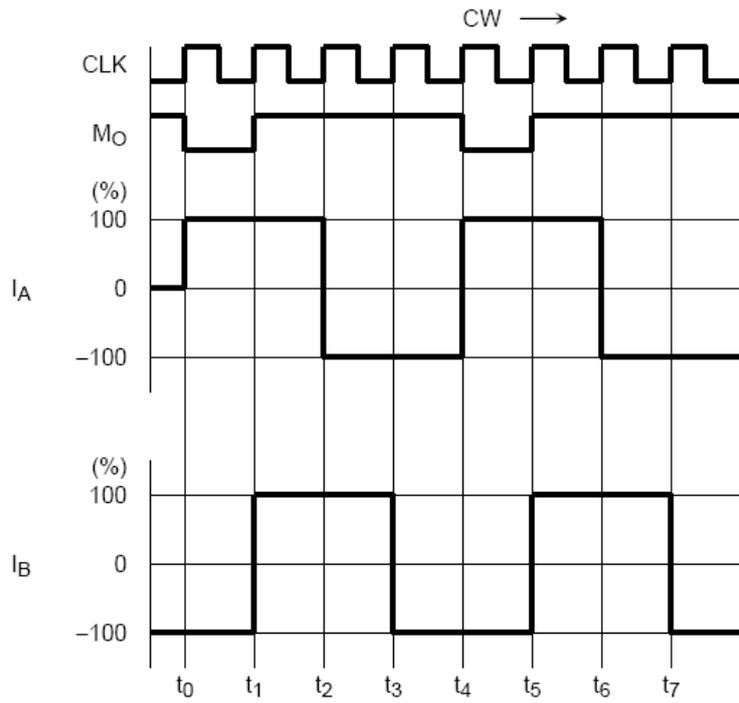
示例 2: 1-2 相励磁 模式下的 / RESETInput (M1: H, M2: L)



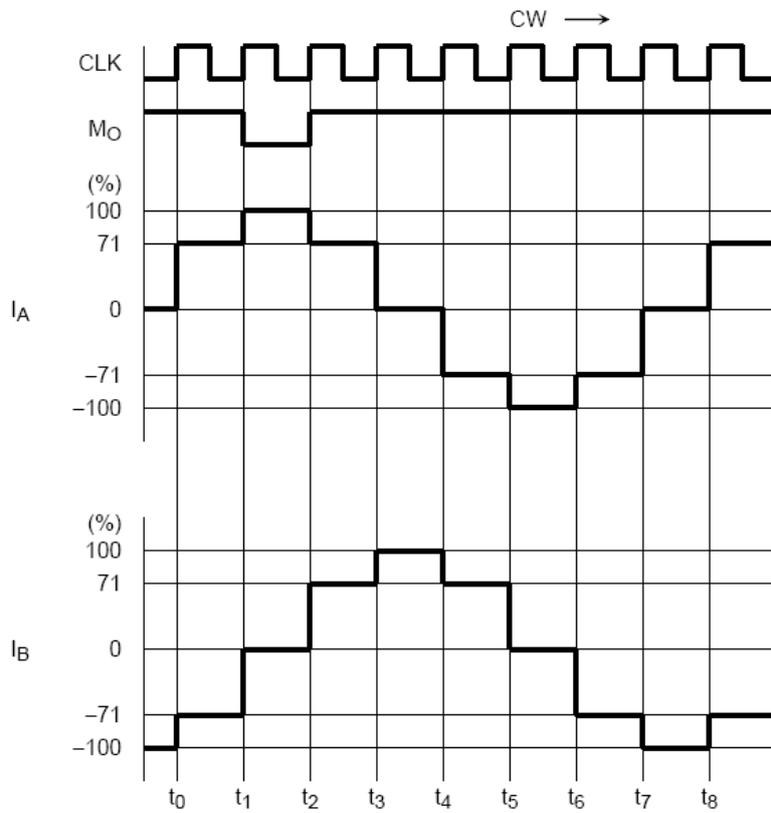
将“ / RESET”信号设置为“低”后，Outputs 端口被置于初始状态，M<sub>0</sub>Outputs 管脚被驱至低位。（初始状态：A 通道 Outputs 电流达到其峰值（100%））。

当“ / RESET”信号再次变高时，在 CLK 的下一个上升沿重新 ENABLEOutputs 电流的生成，状态为初始状态的下一个状态。

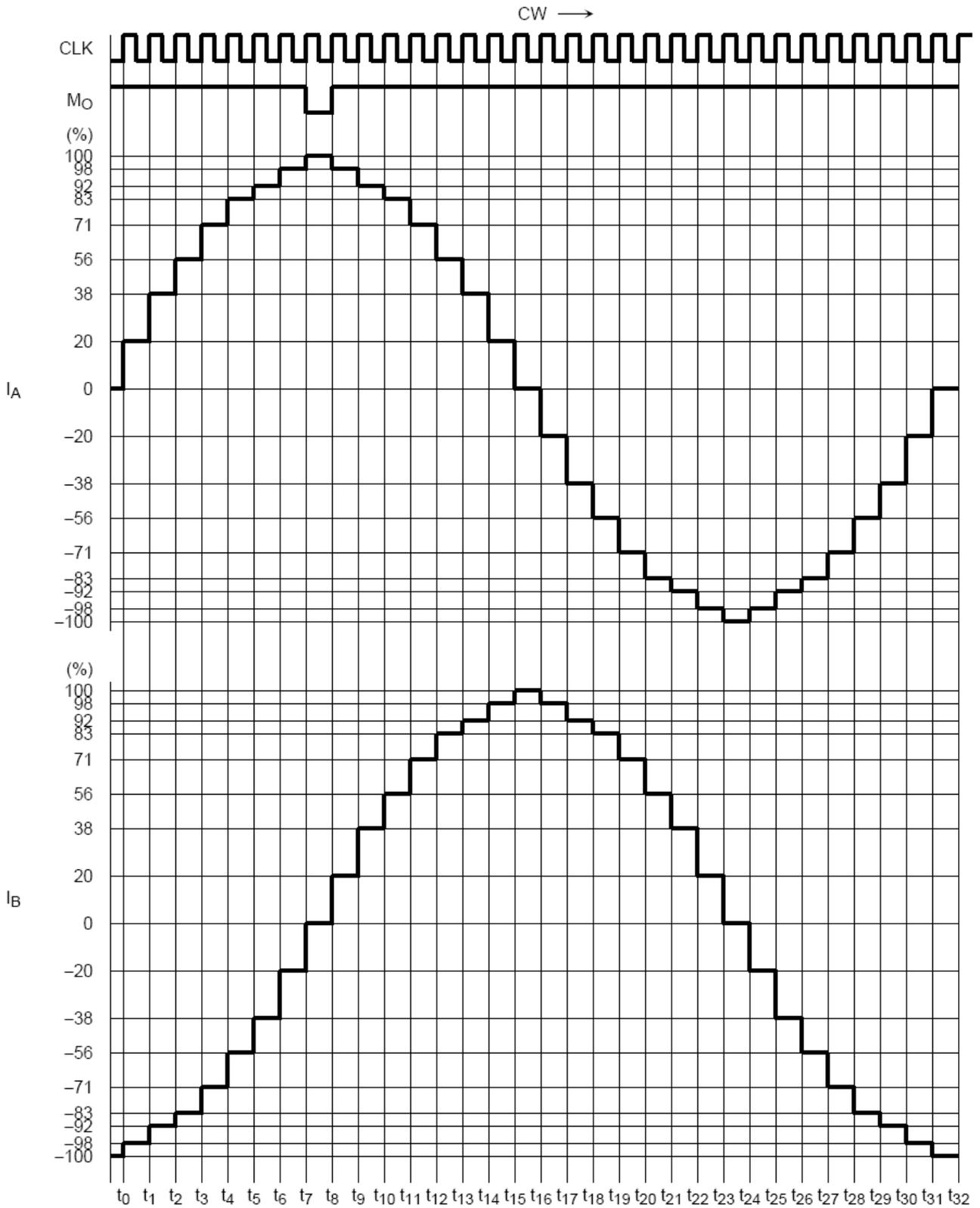
2相励磁 (M1: L, M2: L, CW 模式)



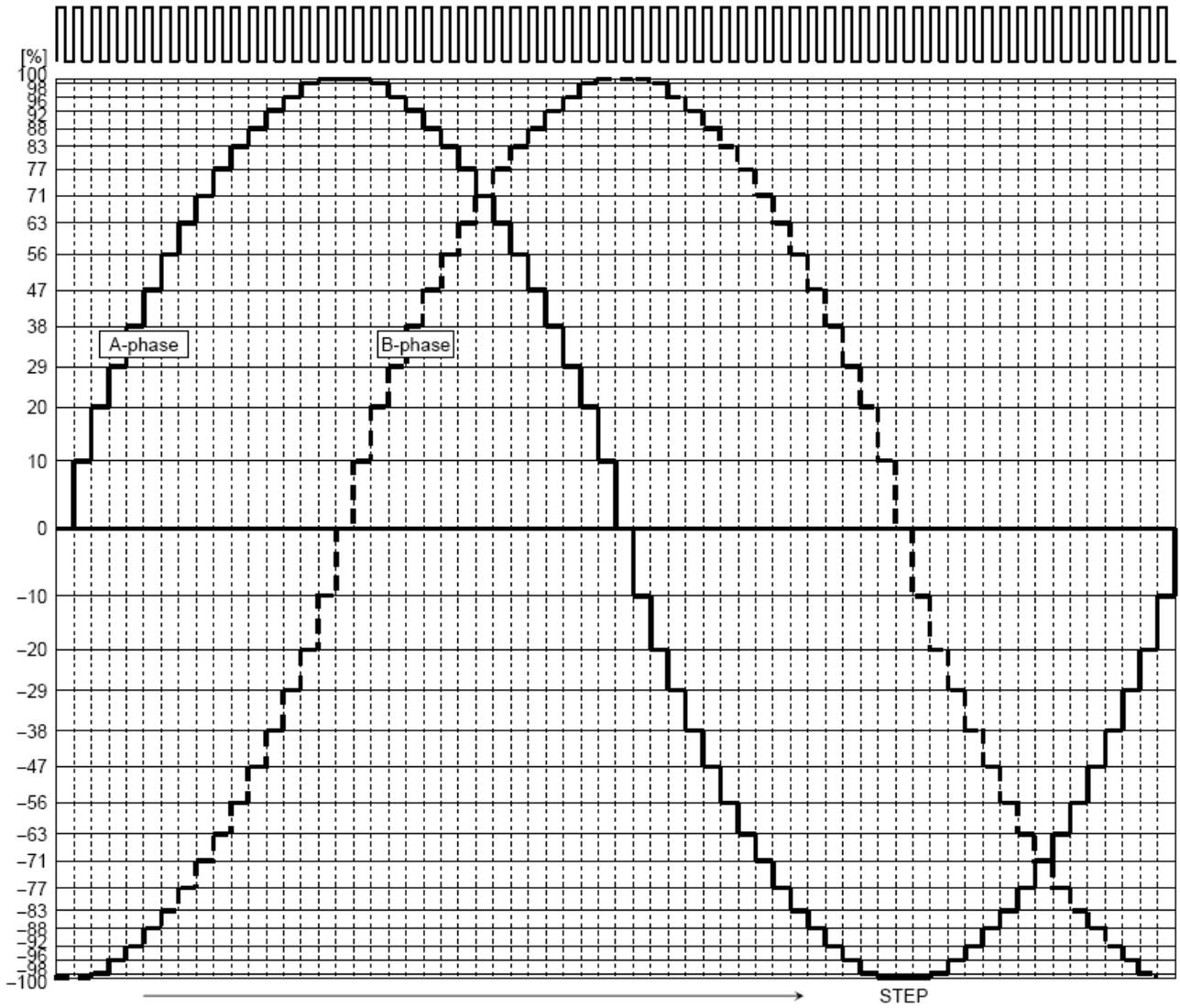
1-2 相励磁 (M1: H, M2:L, CW 模式)



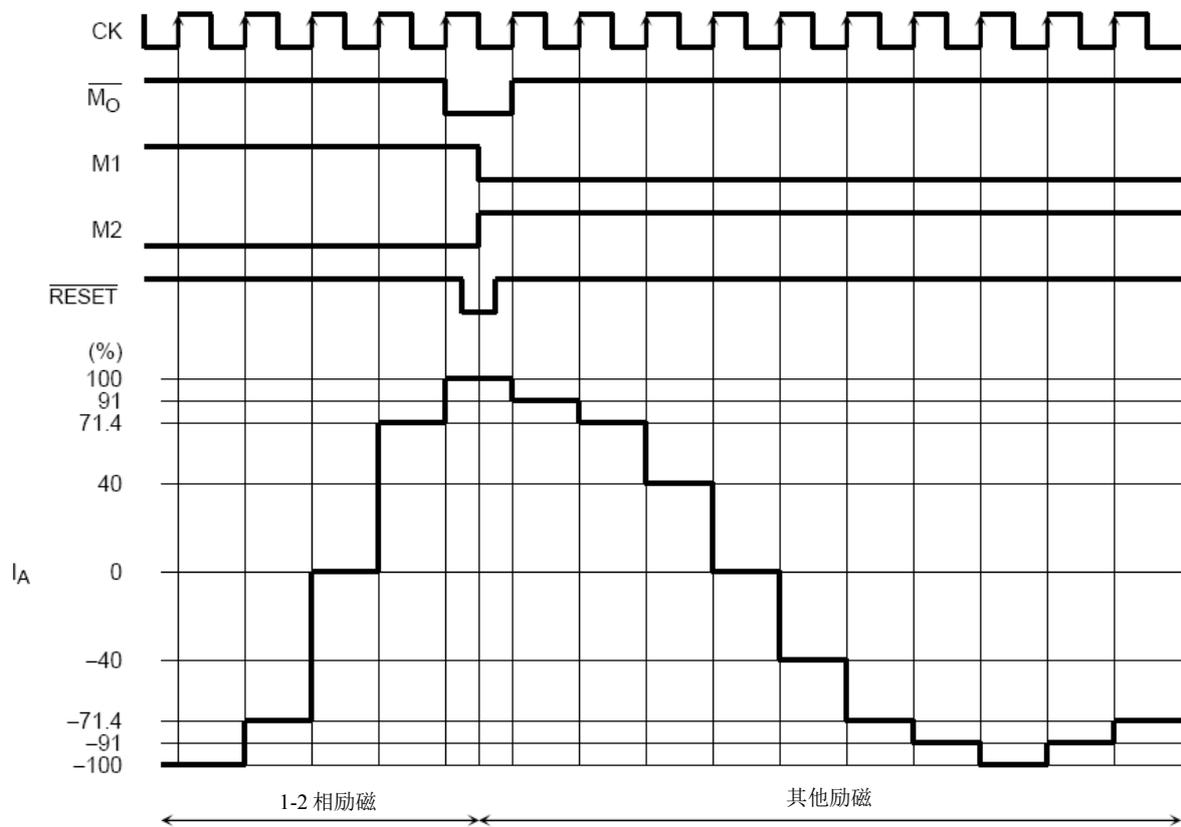
2W1-2 相励磁 (M1: H, M2: H, CW 模式)



4W1-2 相励磁 (M1: L, M2: H, CW 模式)



<Input 信号举例>



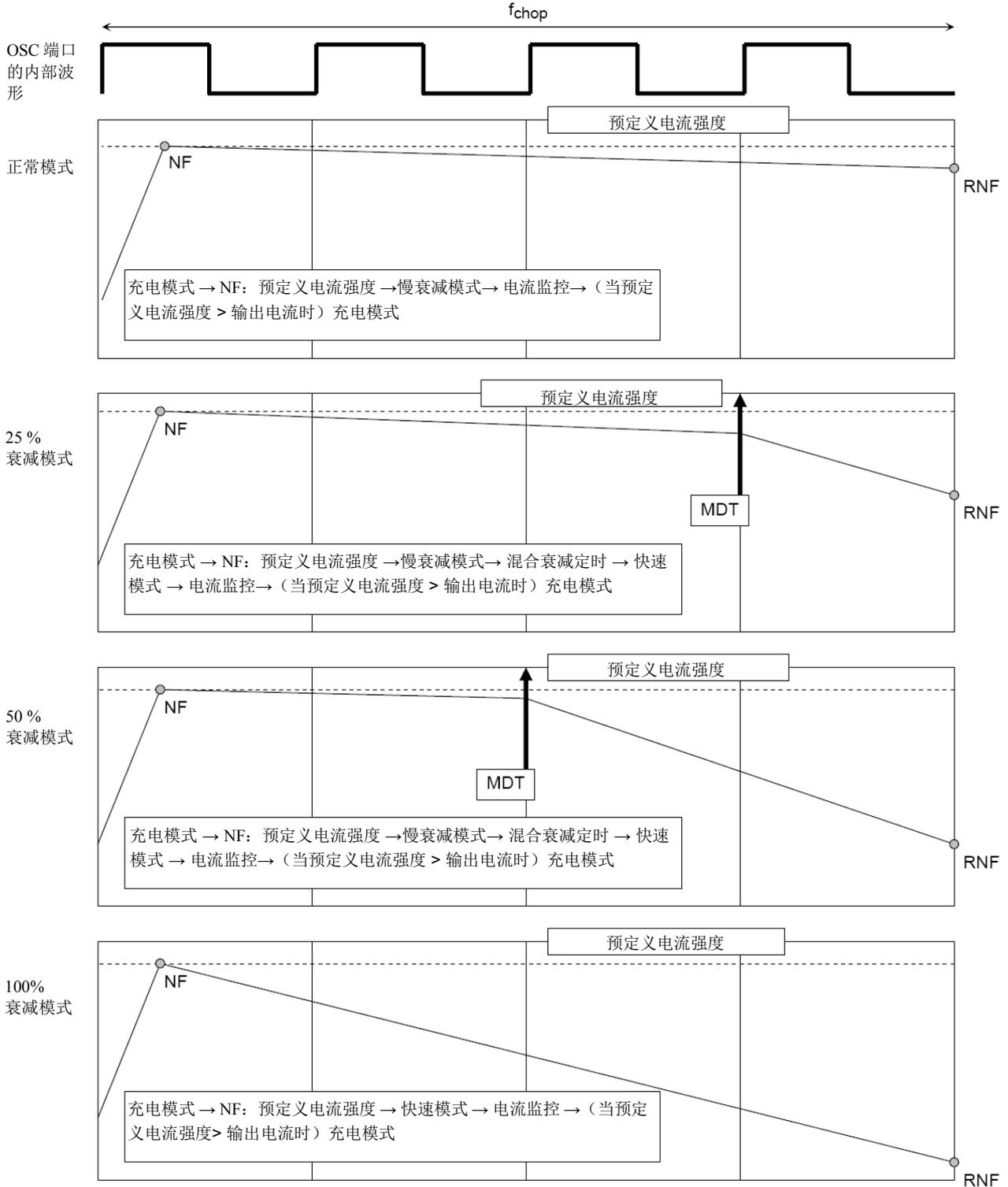
在初始状态下将“ / RESET”信号设置为“低”后 (M<sub>0</sub>=低)，建议修改 M1 和 M2 管脚的状态。即使在 M<sub>0</sub> 信号为“低”时，如果没有将“ / RESET”信号设置为“低”就修改 M1 和 M2 信号，会导致电流波形不连续。

9. 电流波形和混合 Decay 模式设置

Decay 模式操作的当前 Decay 率可以由恒定电流控制器的 DCY1 和 DCY2Input 来确定。

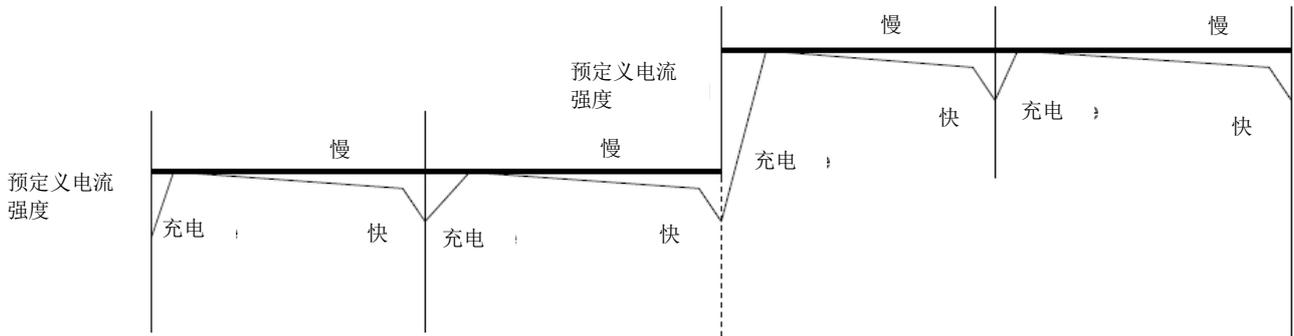
“NF”是指Outputs电流在哪个点达到其预定义的电流强度,而“RNF”是指预定义电流的监测计时。

MDT 值越小, 电流波纹振幅越小, 但是, 电流 Decay 率下降。

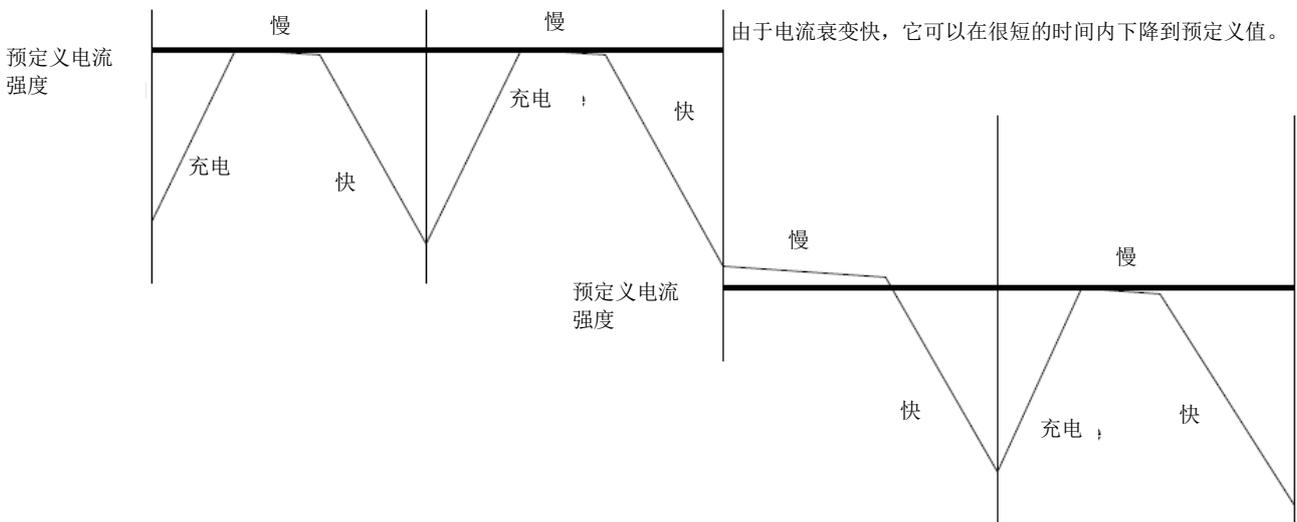


10. 电流控制模式 (Decay 模式的影响)

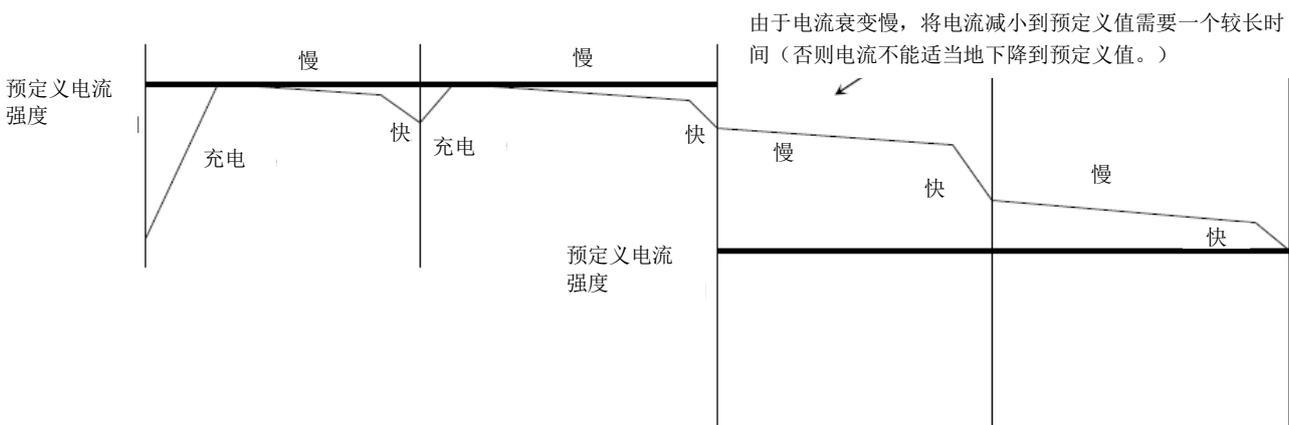
- 增大电流 (正弦波)



- 快速 Decay 时减小电流 (混合 Decay 模式下的电流 Decay 速率等于快速 Decay 模式下的时间 (MDT 后的放电定时器) 与该过程其余部分时间的比率。)



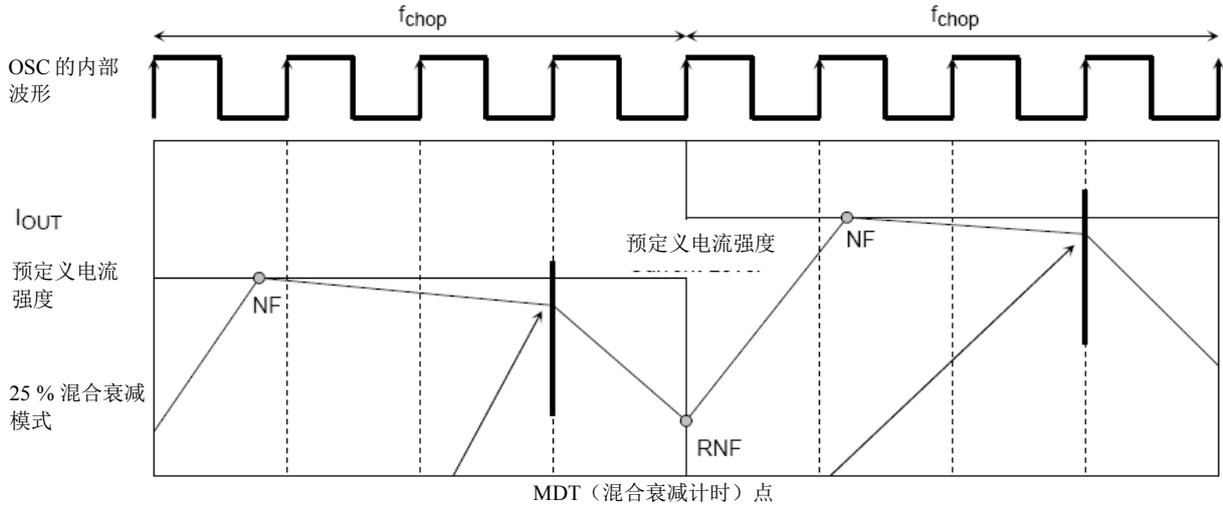
- 慢速 Decay 时减小电流 (混合 Decay 模式下的电流 Decay 速率等于快速衰变模式下的时间 (MDT 后的放电定时器) 与该过程其余部分时间的比率。)



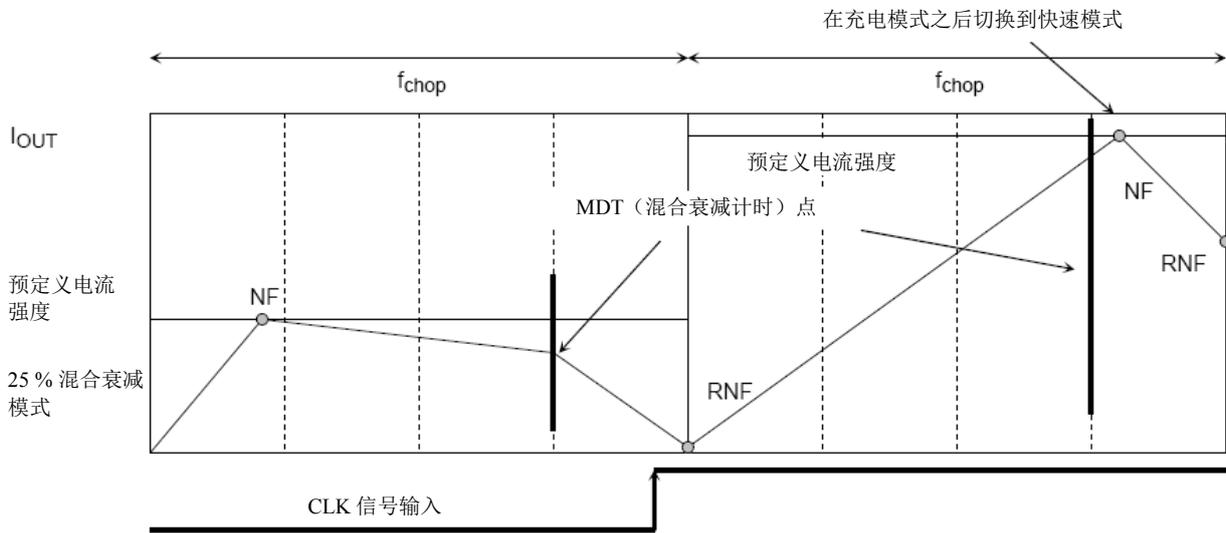
在混合 Decay 模式和快速 Decay 模式下, 如果在 RNF (电流监控点) 的预定义电流强度小于 Outputs 电流, 在下一个斩波周期里充电模式将消失 (虽然在实际操作中为了电流感应的目的电流控制器模式被简单地切换到充电模式), 并且电流被控制在缓慢和快速 Decay 模式下 (在 MDT 点从缓慢减模式切换到快速 Decay 模式)。

注: 以上数据是对 Outputs 电流的粗略说明。在实际的电流波形中, 可以观察到瞬态响应曲线。

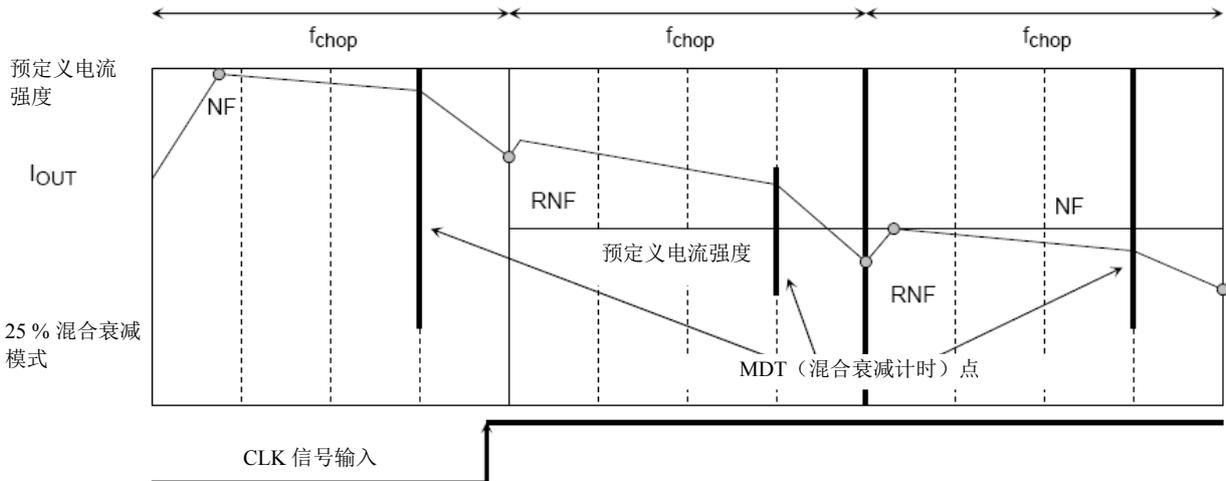
11. 混合衰变模式下的电流波形



- 当 NF 点在混合 Decay 定时点后出现



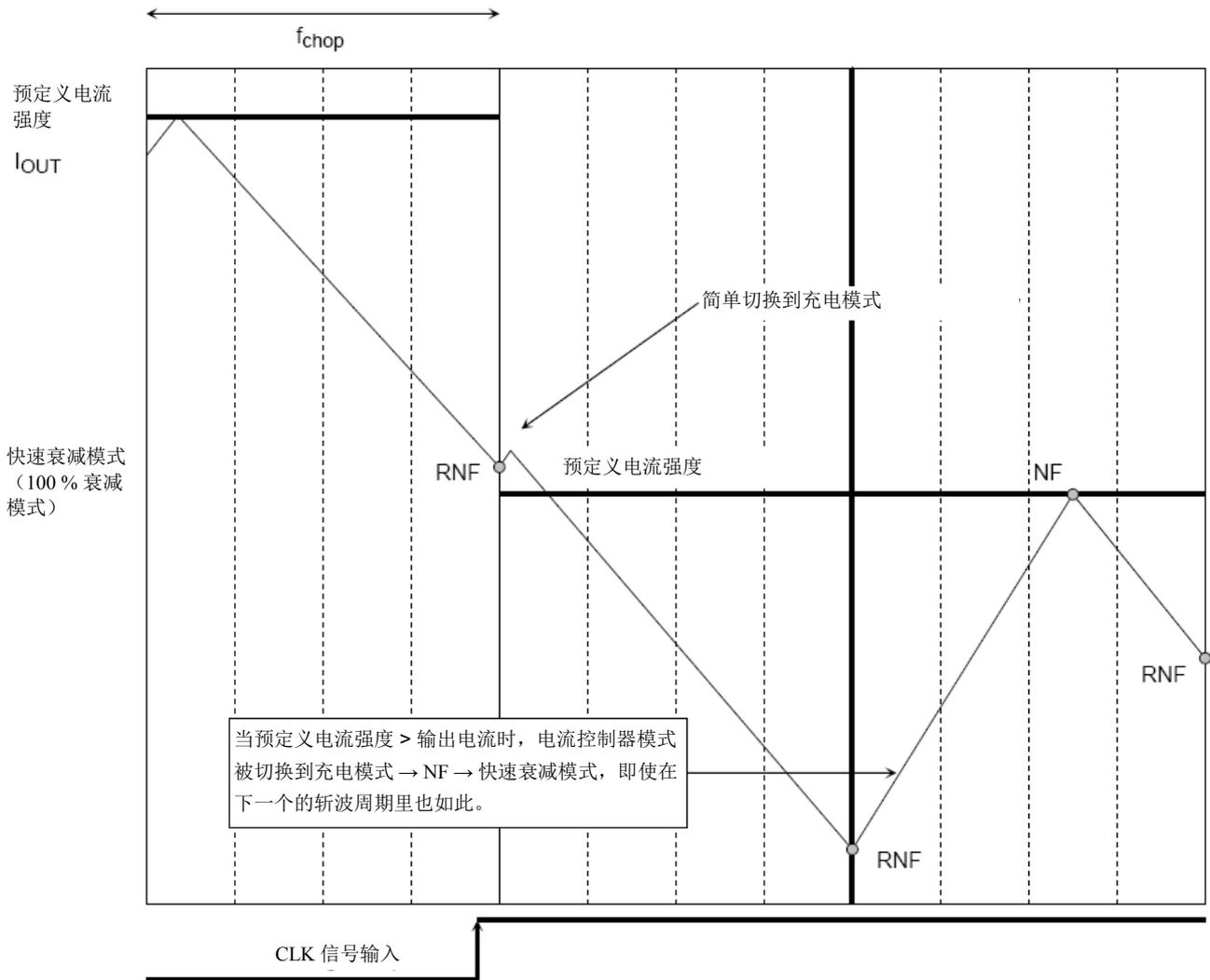
- 当 Outputs 电流值 > 混合 Decay 模式下的预定义电流强度



\*: 即使 Outputs 电流在 RNF 点增加到高于预定义电流, 电流控制模式会被简单地切换到充电模式以便电流感应。

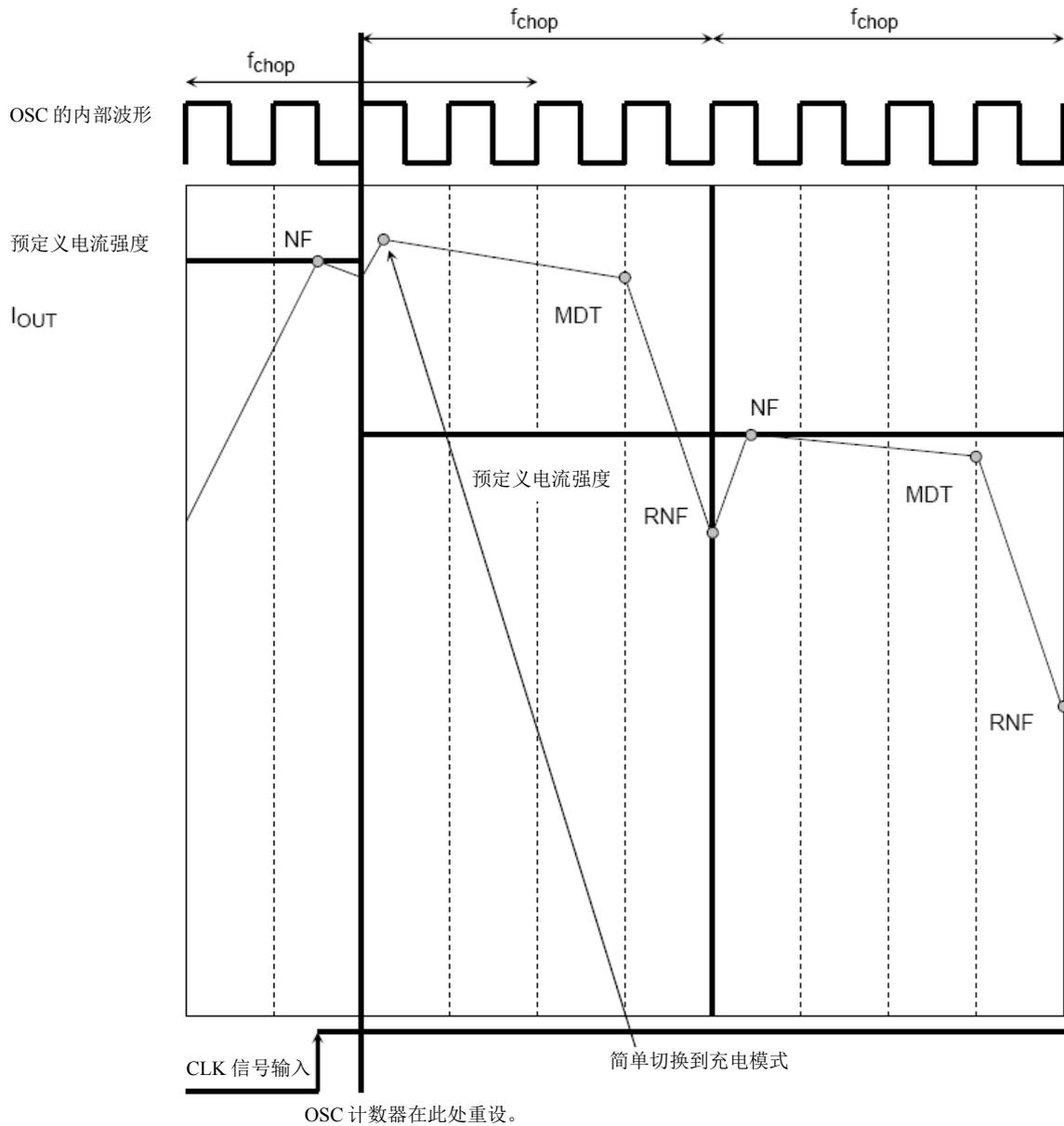
12. 快速 Decay 模式下的电流波形

当负载 Outputs 电流达到 RNF、转矩或以其他方式设置的当前值，负载 Outputs 电流将被完全反馈到快速 Decay 模式下的电源。



13. CLK、内部 OSC 信号和 Outputs 电流波形（当 CLK 信号在缓慢 Decay 模式下被确认后）

25 % 混合衰减模式



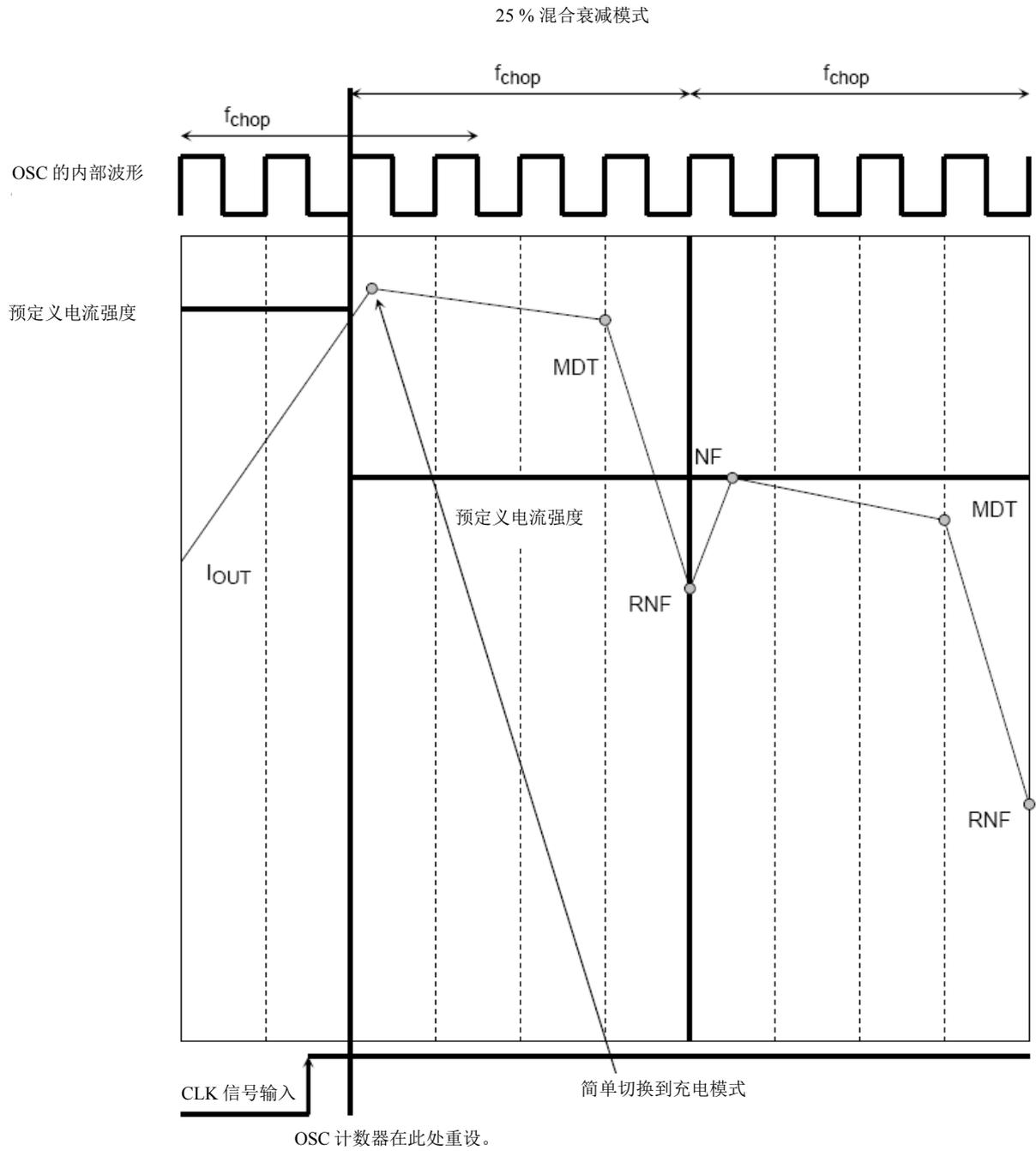
当 CLK 信号被确认后，斩波计数器（OSC 计数器）在 OSC 信号的下一个上升沿被强制 / RESET。其结果是，Input 数据的响应速度比没有 / RESET 计数器时更快。

由逻辑电路理论上确定的延迟定时器是 100kHz 斩波率的一个振荡周期= 10 $\mu$ s。

当 OSC 计数器被 CLK 信号 Input / RESET 后，电流控制器模式常常被简单地切换到充电模式以产生电流感应。

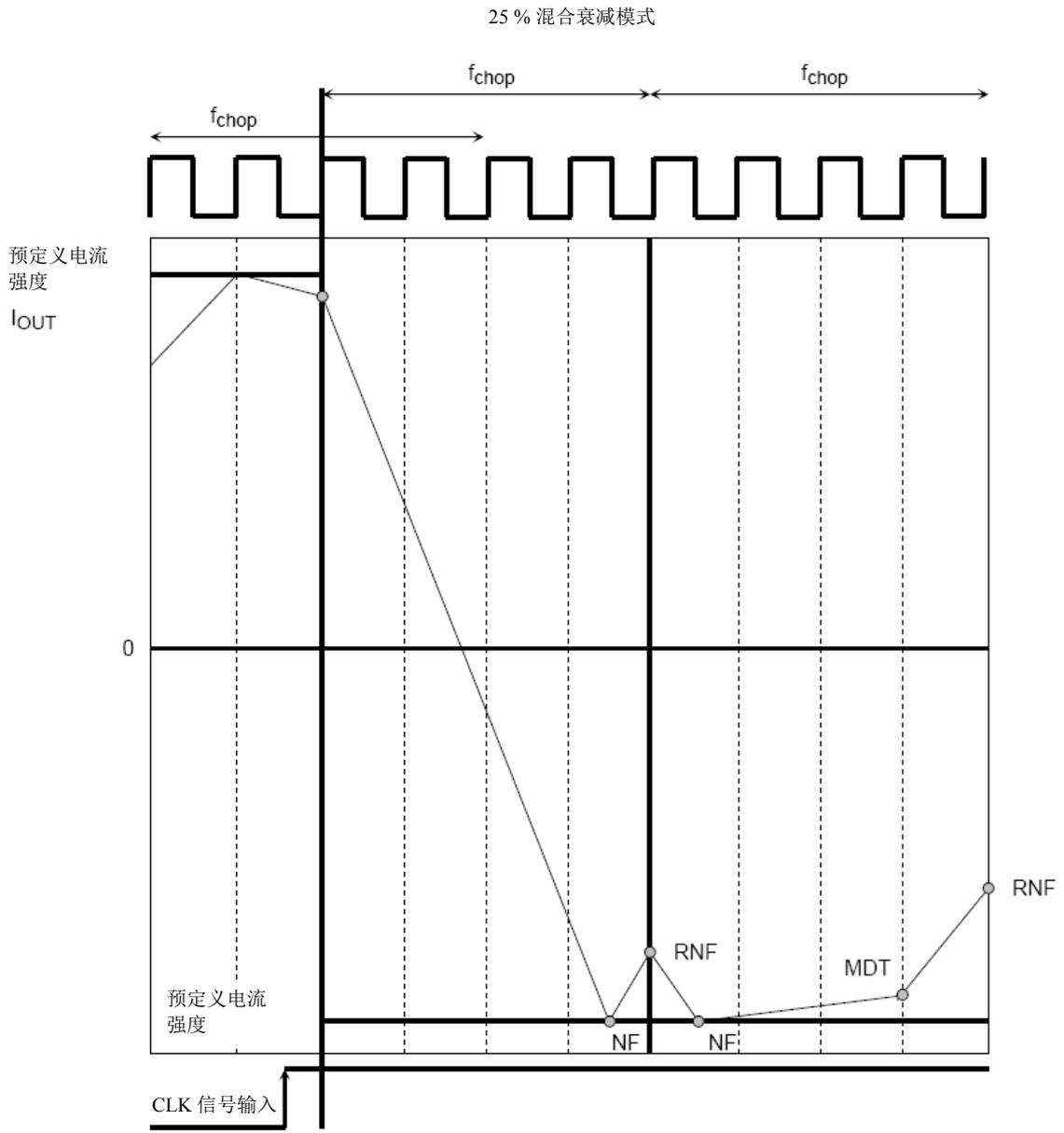
注：即使在快速衰变模式下，电流控制模式也常常被简单地切换到充电模式以产生电流感应。

14. (CLK 信号在充电模式下被确认后的) CLK、内部 OSC 信号和 Outputs 电流波形





16. (使用 2 相励磁 InputCLK 信号时) 预定义电流从正变为负后的 CLK、内部 OSC 信号和 Outputs 电流波形

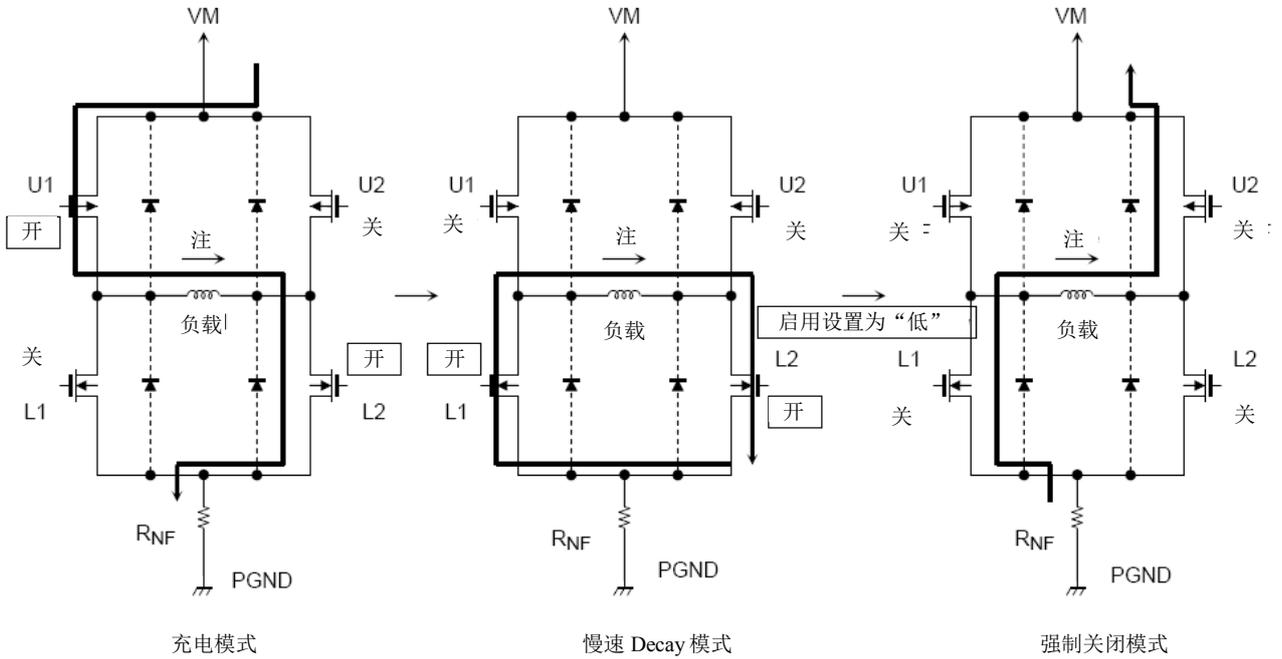


OSC 计数器在此处重设。

当使能管脚在操作过程中设置为“低”时的电流放电路径

当所有的 Outputs 晶体管在缓慢衰变模式下被迫关闭时，线圈能量的释放模式如下：

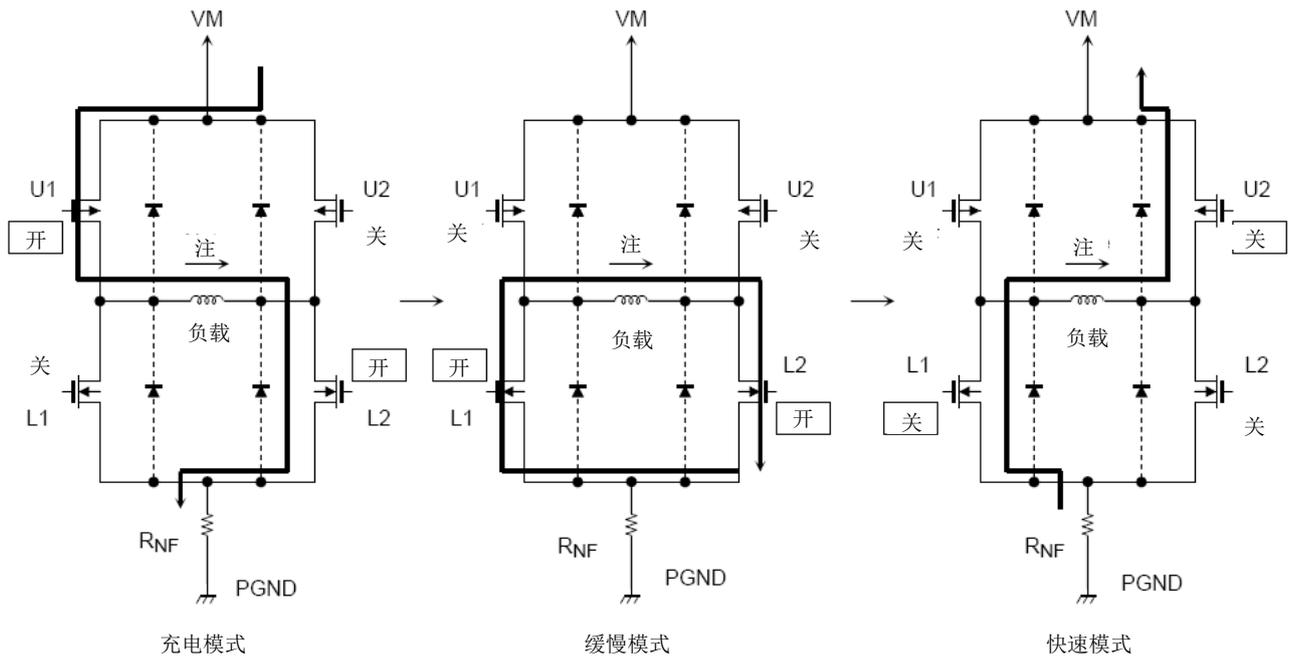
注：寄生二极管位于虚线之上。然而，它们通常不会在 Normal 混合 Decay 模式下使用。



正如下图所示，Outputs 晶体管内存在寄生二极管。

一般情况下，当线圈的能量释放时每个晶体管会开启，这样就可以允许电流在 Normal 操作的相反方向流动。其结果是，未使用寄生二极管。然而，当所有的 Outputs 晶体管被迫关闭后，线圈的能量是通过寄生二极管释放的。

Outputs 晶体管的操作模式



Outputs 晶体管的操作模式

CLK	U1	U2	L1	L2
充电	开	关	关	开
慢速Decay	关	关	开	开
快速Decay	关	开	开	关

注：上表举例说明上图中箭头所示的电流流向相同时。如果电流的流向为相反的方向，请参阅下表：

CLK	U1	U2	L1	L2
充电	关	开	开	关
慢速Decay	关	关	开	开
快速Decay	开	关	关	开

上述模式转换时，在每个模式之间分别插入一个约 300 纳秒的死区时间。

AC 规格测试点

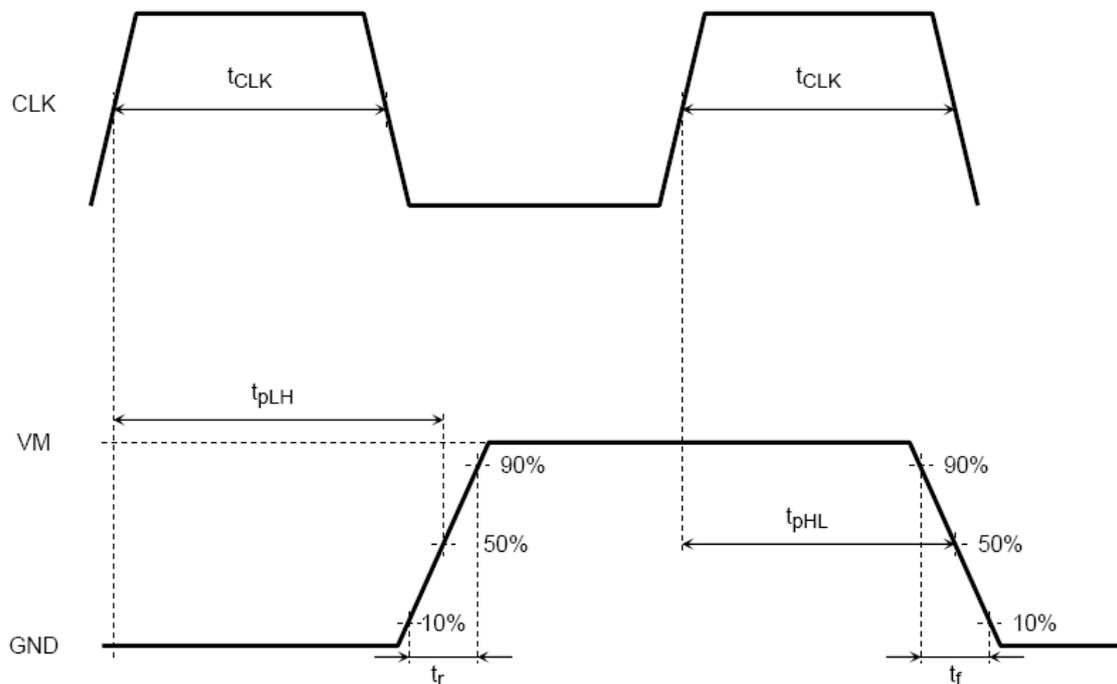


图 1 时序波形和符号

OSC-充电延迟:

通过检查斩波水平将该 OSC 波形转换为一个内部 OSC 波形。根据设计，当 OSC 电压等于或大于 2V 时内部 OSC 信号为逻辑高；当 OSC 电压小于或等于 0.5V 时内部 OSC 信号为逻辑低。然而存在一个响应延迟，导致出现了峰值到峰值的电压变化。

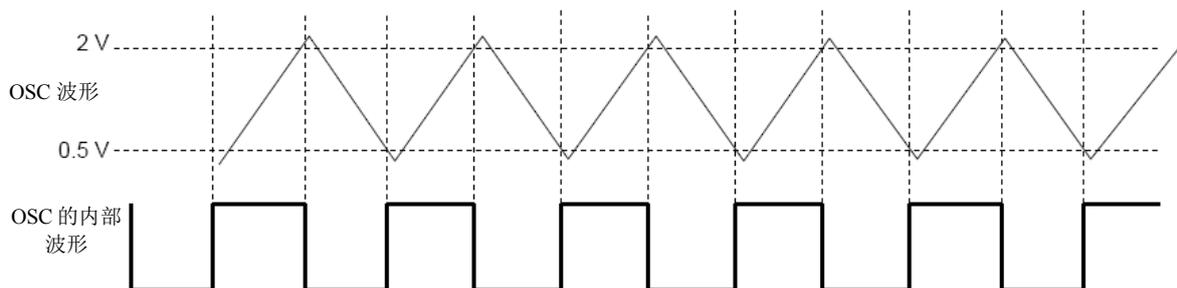
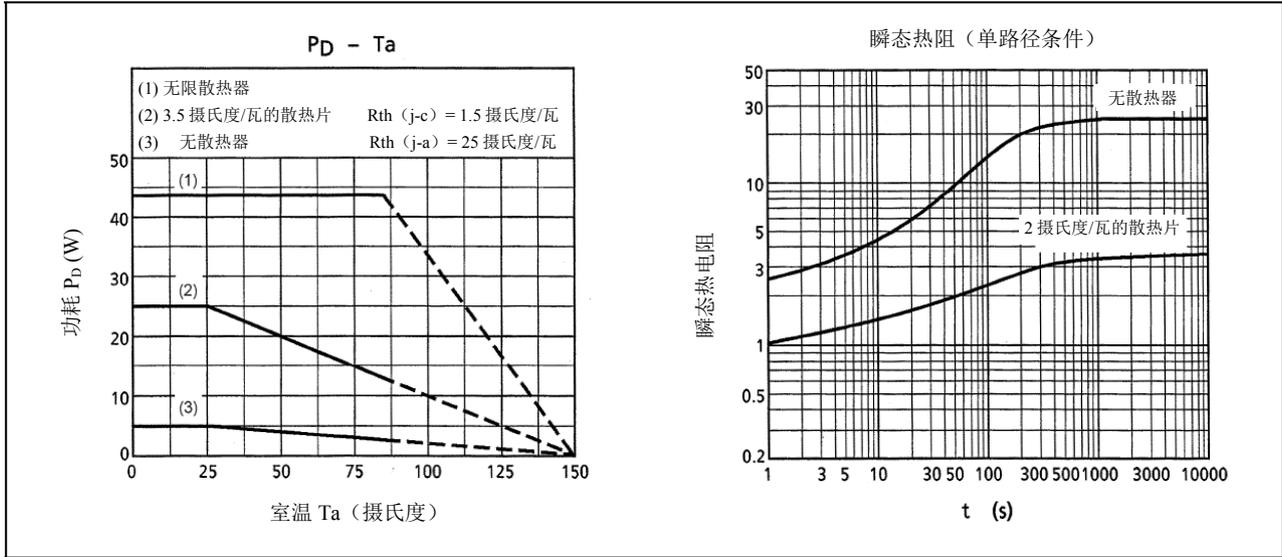


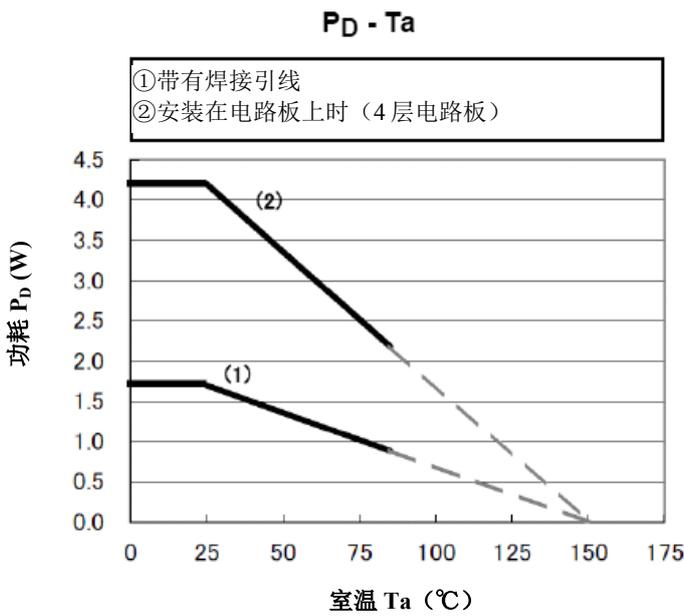
图 2 时序波形 (OSC 信号)

功耗

TB6560AHQ



TB6560AFG



## 1. 有控制 Input 信号的情况下的上电顺序

OpenV<sub>DD</sub>。然后，当 V<sub>DD</sub> 电压稳定后 OpenVM<sub>A/B</sub>。

将控制 Input 保持在“低”位，同时 OpenV<sub>DD</sub> 和 VM<sub>A/B</sub>。

（所有控制 Input 都有内部下拉。）

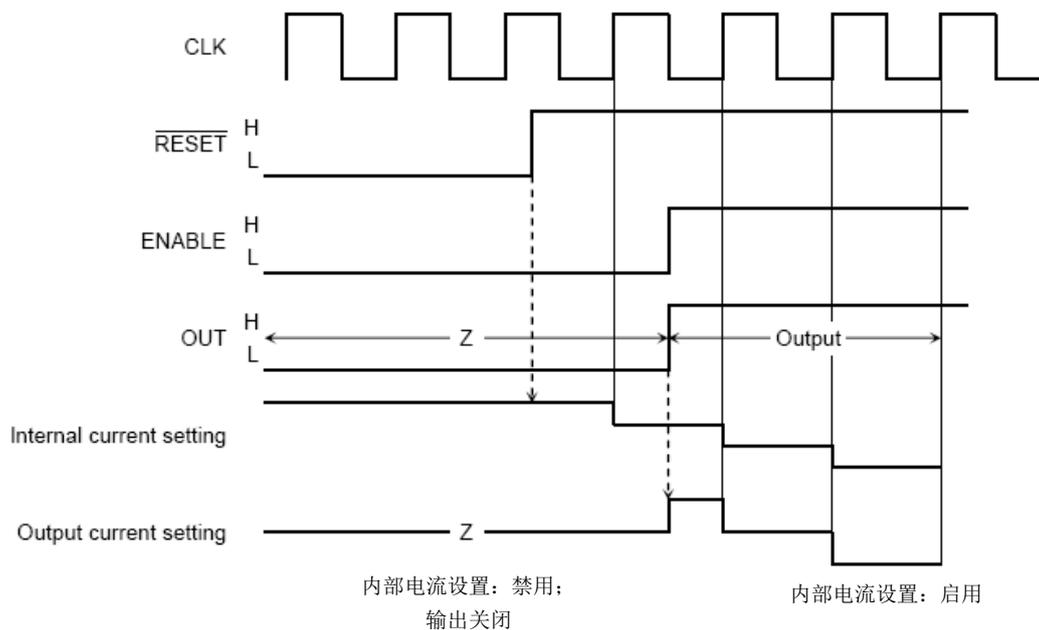
当 V<sub>DD</sub> 和 VM<sub>A/B</sub> 完全稳定在额定电压后，可以把“/RESET”和 ENABLE 设置为“高”。如果没有按照该顺序正确操作，IC 可能无法 Normal 运行，或者 IC 和外围零件可能会受损。

当“/RESET”被释放至“高”位，应用 CLK 信号并 ENABLE 励磁。只有当“ENABLE”也被设置为“高”后，Outputs 才会被 ENABLE。如果只有“/RESET”被设置为“高”，则 Outputs 不会被 ENABLE，且只有内部计数器运行。同样地，如果只有“ENABLE”被设置为“高”，即使应用 CLK 信号也不会 ENABLE 励磁，而且 Outputs 将保持在初始状态。

控制 Input 的顺序举例如下。

关机顺序应该与这个顺序相反。

<推荐的控制 Input 顺序>



## 2. 功耗

IC 的功耗可以通过下面的公式计算得出：

$$P = V_{DD} \times I_{DD} + I_{OUT} \times I_{OUT} \times R_{on} \times 2 \text{ 相}$$

室温越高功耗越小。

检查 PD-T<sub>a</sub> 特征曲线，以确定热设计中是否有足够的余量。

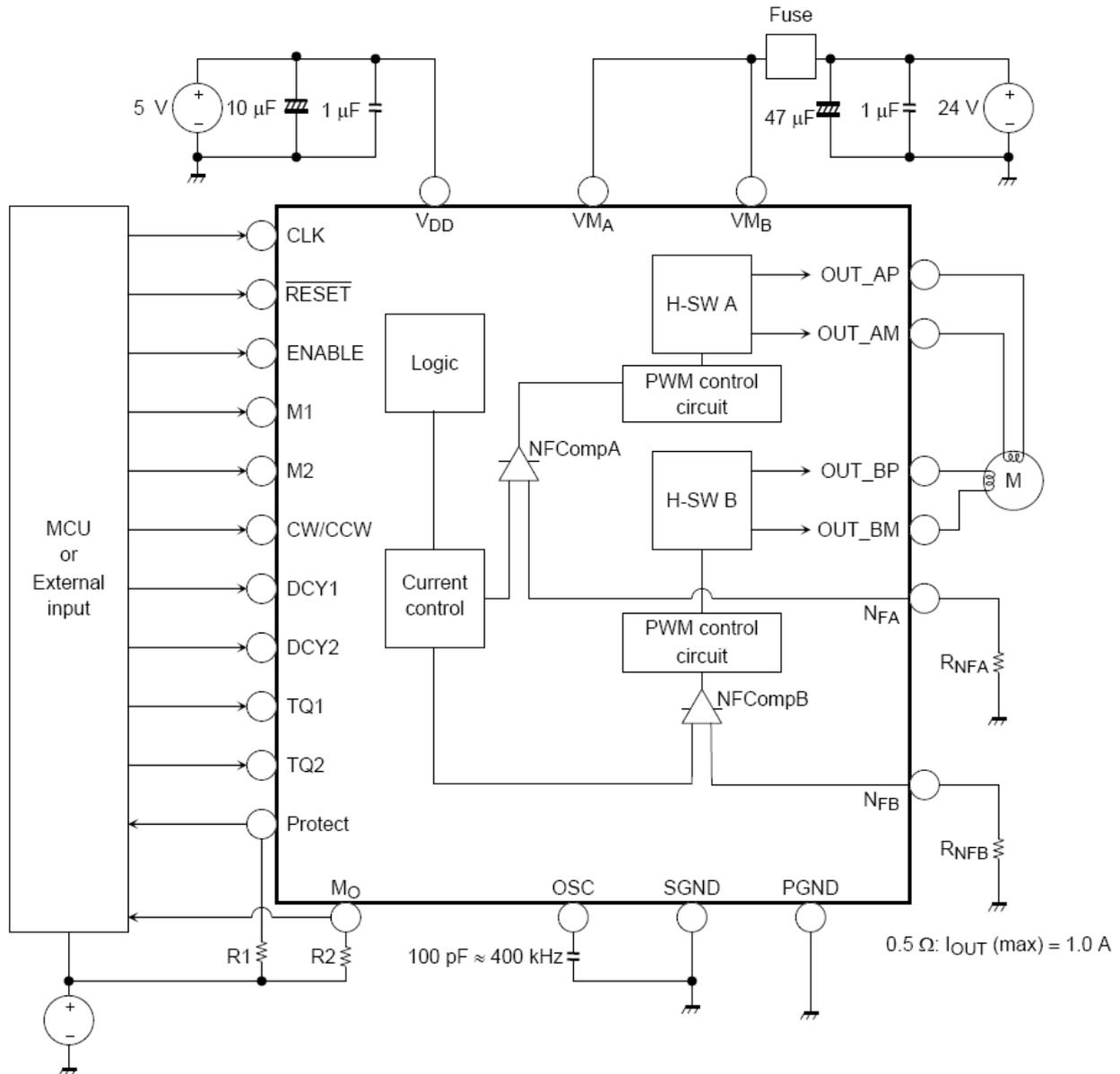
## 3. 散热片的处理方式

TB6560AHQ/AFG（背面）的热辐射散热片与模具背面之间有电路连接。因此，如果有电流流入散热片，集成电路可能出现故障。如果地面与散热片之间有任何产生电压的可能性，散热片应连接到地面或做绝缘处理。

## 4. 热关机 (TSD)

当晶片温度达到 170 °C（典型值），热保护电路被触发，Outputs 会切换到关闭位置。热保护温度上有约 ±20 °C 的变化。

## 应用电路示例



注：电源线的电容器应尽可能与集成电路连接得近一些。

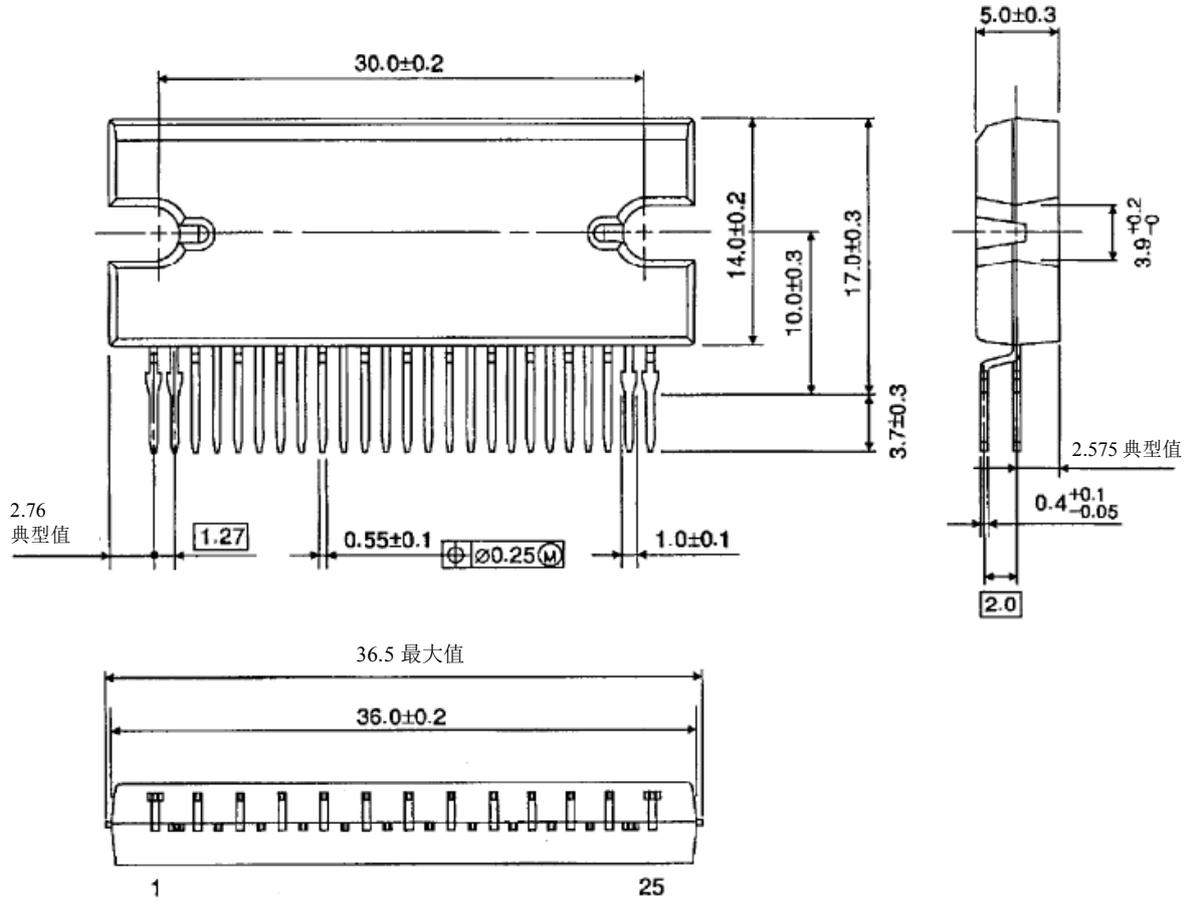
## 使用注意事项

- 当 Outputs、电源或接地的任何一处短路时，电流可能突然流入集成电路，这样会对集成电路造成损坏。此外，集成电路或外围零件可能会遭受永久性损坏、冒烟或发生火灾，从而导致人身伤害，特别是当一个电源（ $V_{DD}$ 、 $VM_A$  或  $VM_B$ ）或 Outputs（ $OUT_{AP}$ 、 $OUT_{AM}$ 、 $OUT_{BP}$  或  $OUT_{BM}$ ）与相邻管脚或任何其他管脚之间发生短路时。在设计 Outputs 管脚、 $V_{DD}$ 、 $VM$  和接地线时应充分考虑以上可能性。
- 用一根保险丝连接到电源线。TB6560AHQ 的最大额定电流为 3.5 A/相，TB6560AFG 的最大额定电流为 2.5 A/相。考虑到上述最大额定值，必须根据所使用电机的工作条件选择一个合适的保险丝。东芝建议使用一个快速熔断器。
- 第 28 页所描述的上电顺序必须严格遵守。
- 如果应用第 6 页上指定的工作范围之外的电压（ $4.5 \leq V_{DD} \leq 5.5$ 、 $4.5 \leq VM_{A/B} \leq 34$ 、 $V_{DD} \leq VM_{A/B}$ ），集成电路可能无法 Normal 工作，或者集成电路和外围零件可能会受到永久性损坏。确保电压范围不超过规定范围的上限和下限。

封装尺寸

HZIP25-P-1.27

单位: mm

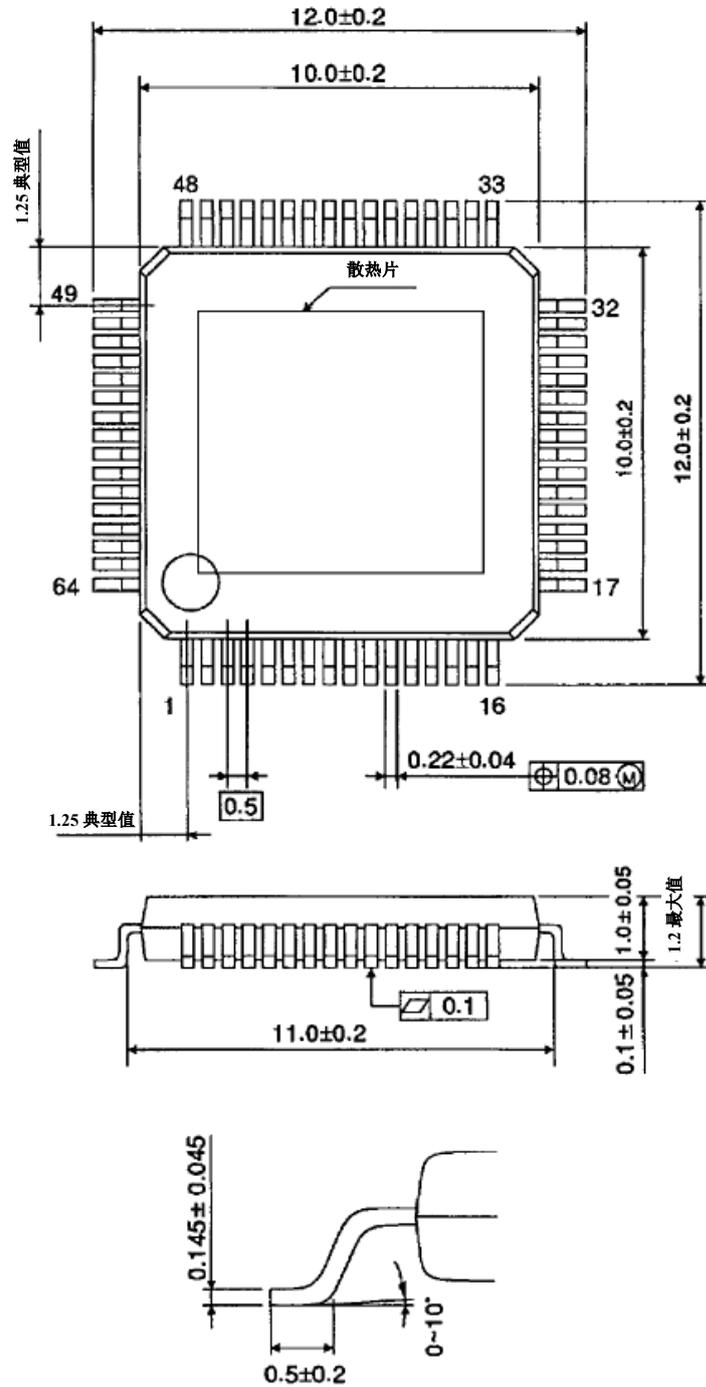


重量: 9.86 g (典型)

包装尺寸

HQFP64-P-1010-0.50

单位: mm



重量: 0.26 g (典型)

注: 一个背面散热片的规格是 5.5mm×5.5mm。

## 内容注意事项

### 1. 方块图

出于解释目的，可能忽略或简化部分功能块、电路或常数。

### 2. 等效电路

出于解释目的，可能简化等效电路图或忽略其中的一部分。

### 3. 时间图

出于解释目的，可能简化时间图。

### 4. 应用电路

本文件所示应用电路仅供参考。在大规范生产设计阶段，必须进行全面评估。

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。

### 5. 测试电路

测试电路中的部件仅用于获取及确认装置特性。不保证这些部件和电路能防止在应用设备中发生故障或失效。

## 集成电路使用注意事项

### 集成电路搬运注意事项

- (1) 半导体装置绝对最大额定值为一套在任何时候都不得超过的额定值。严禁超过这些额定值。

否则会造成装置击穿、损坏或退化，并因爆炸或燃烧而使人受伤。

- (2) 使用适当的电源保险丝，以确保在过电流和/或集成电路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，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通过时，集成电路会被完全击穿，并导致烟雾或起火。为了尽量减小击穿时大电流流过的影响，必须进行适当的设置，例如保险丝容量、熔断时间及插入电路的位置。

- (3) 若您的设计包括马达线圈等有感负荷，则应在设计中包含保护电路，防止上电时涌流产生的电流或者断电时反电动势产生的负电流造成装置故障或击穿。进而造成伤害、烟雾或起火。

应使用带集成电路的具有内置保护功能的稳定电源。若电源不稳定，保护功能可能不工作而造成集成电路击穿，进而造成伤害、烟雾或起火。

- (4) 严禁装置插错方向或插入错误。

保证电源的正负极端子接线正确。

否则电流消耗或功耗会超过绝对最大额定值而造成装置击穿、损坏或变坏，并因爆炸或燃烧而使人受伤。

此外，严禁使用插错方向或插入错误的任何装置，哪怕对其施加电流只有一次。

### 集成电路搬运要点

- (1) 热关机电路

热关机电路不一定能在所有情况下对集成电路进行保护。若热关机电路在超温下工作，应立即消除发热状况。

视使用方法及使用条件而定，超过绝对最大额定值会造成热关机电路不能 Normal 工作或者造成集成电路在工作前击穿。

- (2) 散热设计

在使用大电流集成电路时（例如，功率放大器，调节器或驱动器），请设计适当的散热装置，保证在任何时间和情况下不会超过规定的接点温度（ $T_j$ ）。这些集成电路甚至在 Normal 使用时会发热。对于集成电路散热不足的设计，会造成集成电路特性变差或击穿。此外，在设计装置时，请考虑集成电路散热对外围部件的影响。

## (3) 反电动势

当马达突然反转、停止或放慢时，由于反电动势的影响，电流会回流到马达电源。如果电源的反向电流能力小，该装置的电机电源和 Outputs 管脚可能会面临超出最大额定值的条件。为了避免出现这种问题，在系统设计中应考虑反电动势的影响。

## (4) 短路

当 Outputs、电源或接地的任何一处短路时，会对集成电路造成永久性损坏。在设计 Outputs 管脚、 $V_{DD}$ 、VM 和接地线时应充分考虑以上可能性。

## (5) TB6560AHQ 里相邻管脚之间的短路

在 TB6560AHQ 里，“相邻管脚”这个术语是指与某个给定管脚的对角线距离最近的那个管脚。例如，3 号管脚有四个相邻的管脚：1、2、4 和 5。

根据指定的电压和电流，在如下所列出的任意相邻管脚之间出现短路时大电流可能突然流过 TB6560AHQ。如果大电流仍然存在，可能会导致烟排放。

- 1) 7 号管脚和 8 号管脚
- 2) 7 号管脚和 9 号管脚
- 3) 8 号管脚和 9 号管脚
- 4) 9 号管脚和 10 号管脚
- 5) 9 号管脚和 11 号管脚
- 6) 10 号管脚和 12 号管脚
- 7) 11 号管脚和 12 号管脚
- 8) 11 号管脚和 13 号管脚
- 9) 12 号管脚和 13 号管脚
- 10) 12 号管脚和 14 号管脚
- 11) 13 号管脚和 14 号管脚
- 12) 13 号管脚和 15 号管脚
- 13) 14 号管脚和 16 号管脚
- 14) 15 号管脚和 16 号管脚
- 15) 16 号管脚和 17 号管脚
- 16) 16 号管脚和 18 号管脚
- 17) 17 号管脚和 18 号管脚
- 18) 18 号管脚和 19 号管脚
- 19) 18 号管脚和 20 号管脚

因此，为了避免上述短路所导致的持续过电流，同时为了让 TB6560AHQ/AFG 不出故障，应在正确的位置加装一根适合的保险丝，或在电源上增加过电流关机电路。对于不同的实际应用和保险丝特点，保险丝的额定电流可能会有所不同。因此，必须实验性地选择适当的保险丝。

## 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.**