

译文

TC78H670FTG

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：“TC78H670FTG” 2020-07-02

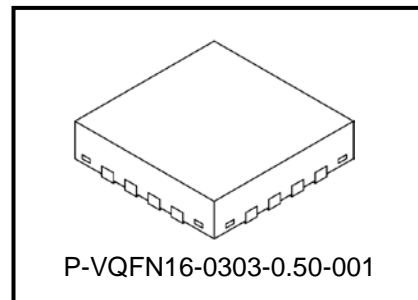
翻译日：2021-02-08

TC78H670FTG

时钟输入和串行控制双极步进电机驱动 IC

1. 概述

TC78H670FTG是一种采用PWM斩波器的2相双极步进电机驱动IC，其输出集成低导通电阻的DMOS晶体管。内置时钟输入解码器。



重量：22.9 g（典型值）

2. 特点

- 内置双 H 桥，能够控制 1 个双极步进电机
- PWM 控制的恒流驱动
- 电源工作电压：2.5 V 至 16.0 V
- 输出电流额定值：2.0 A（最大）
- 低导通电阻（高边+低边=0.48Ω（典型值））MOSFET 输出级
- 允许全步、半步、1/4 步、1/8 步、1/16 步、1/32 步、1/64 步、1/128 步运行
- 无外置采样电阻电流控制架构（高级电流检测系统）
- 多种错误检测功能（热关断（TSD）、过电流（ISD）、电机负载开路（OPD）和欠压锁定（UVLO））
- 错误检测（TSD / ISD / OPD）标识输出功能
- 内置 VCC 稳压器供内部电路使用
- 外部电阻器调节电机的斩波频率
- 带有散热焊盘的小型 QFN 封装(16 引脚)

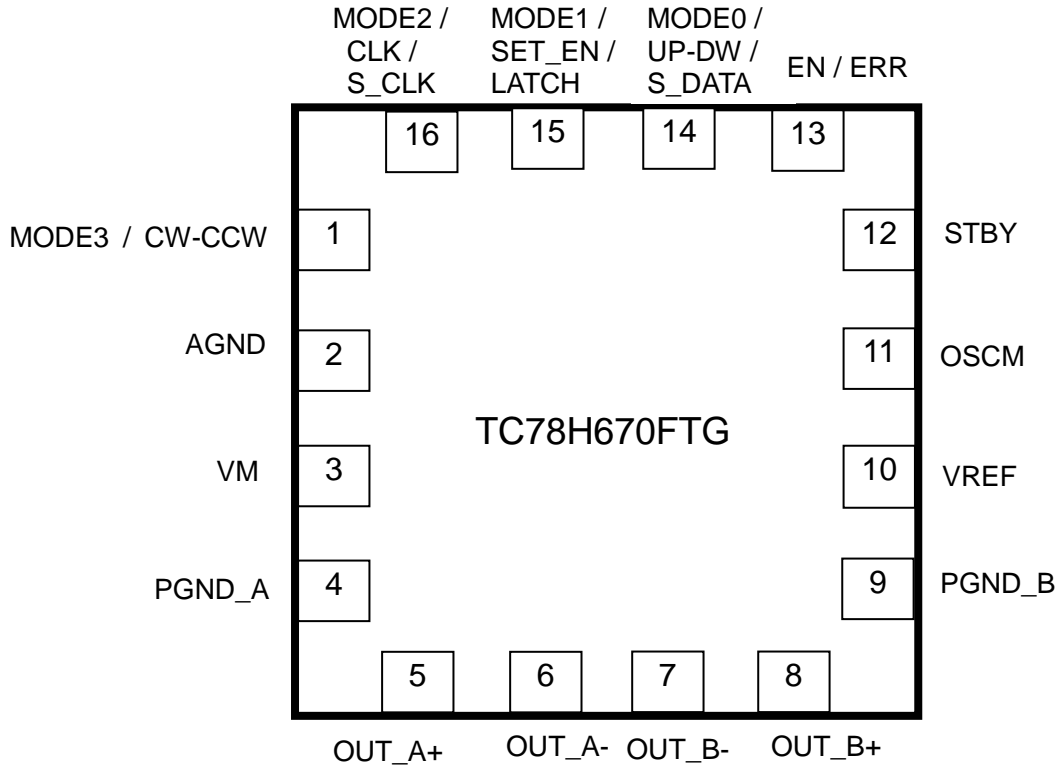
注：在使用期间，请注意散热条件。

注：只有在选择“串行”模式时才可能检测到 OPD。

商业生产
2020-01

3. 引脚分配

(顶视图)

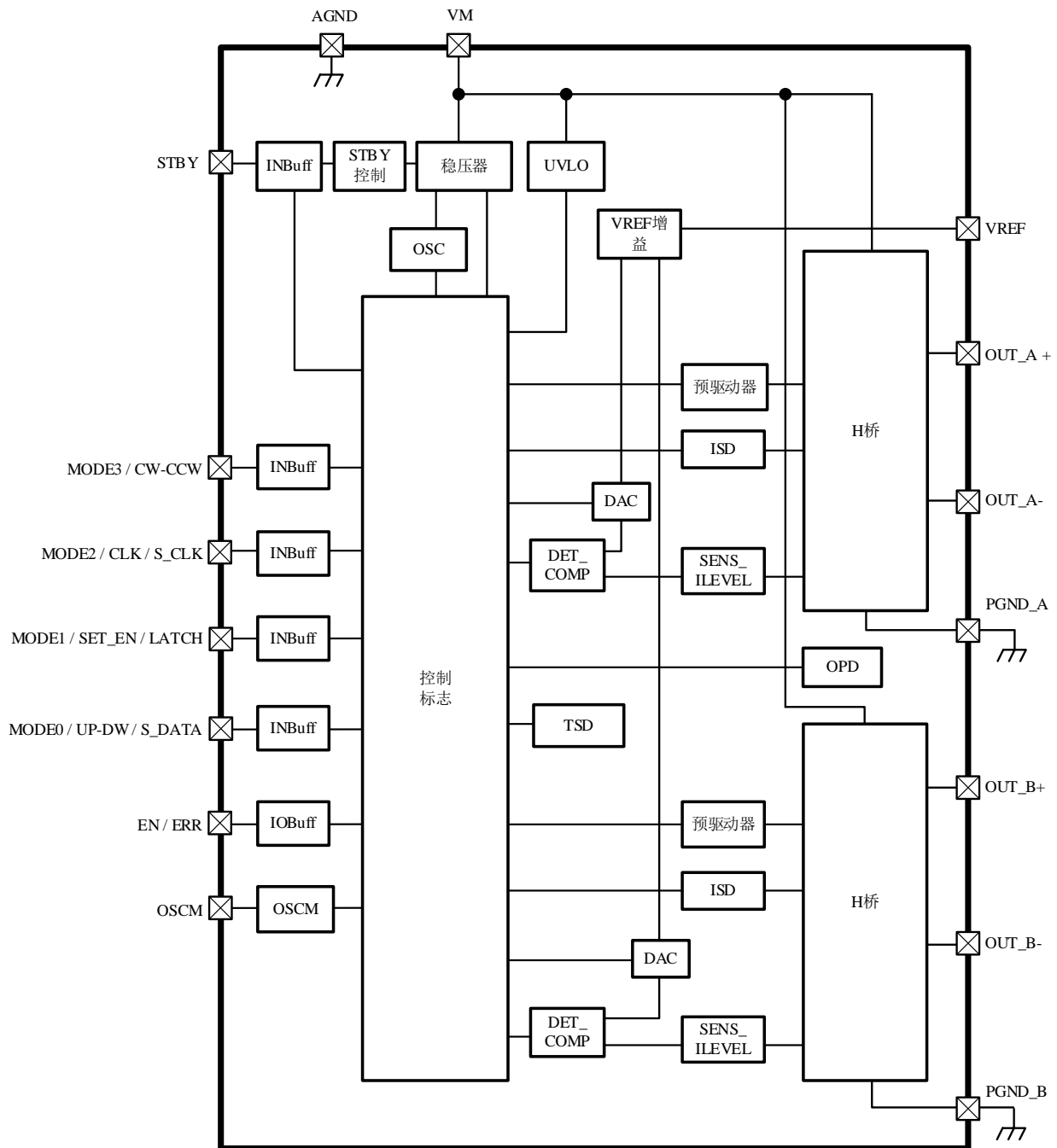


注：请将 QFN 封装底面导热焊盘焊接到 PCB 的 GND 布局上。

4. 引脚描述

引脚编号	STBY = 低	STBY = 高		引脚描述
		CLK-IN 模式	串行模式	
1	MODE3	CW-CCW	—	MODE3: 步进模式选择引脚 CW-CCW: 电流方向设置引脚
2	AGND	←	←	地引脚
3	VM	←	←	电机电源输入引脚
4	PGND_A	←	←	A 通道功率地引脚
5	OUT_A+	←	←	A 通道电机输出 (+) 引脚
6	OUT_A-	←	←	A 通道电机输出 (-) 引脚
7	OUT_B-	←	←	B 通道电机输出 (-) 引脚
8	OUT_B+	←	←	B 通道电机输出 (+) 引脚
9	PGND_B	←	←	B 通道功率地引脚
10	VREF	←	←	电流阈值参考电压输入引脚
11	OSCM	←	←	内部振荡器频率设置引脚
12	STBY	←	←	待机引脚
13	EN/ERR	←	←	启用 (电机输出 ON / OFF) 引脚/错误检测标识输出引脚
14	MODE0	UP-DW	S_DATA	MODE0: 步进模式选择引脚 UP-DW: 步进模式设置引脚 S_DATA: 串行数据输入引脚
15	MODE1	SET_EN	LATCH	MODE1: 步进模式选择引脚 SET_EN: 步进模式设置启用引脚 LATCH: 锁存启用引脚
16	MODE2	CLK	S_CLK	MODE2: 步进模式选择引脚 CLK: 步进时钟输入引脚 S_CLK: 串行时钟输入引脚

5. 框图



注： 为便于说明，可能省略或简化了部分功能块、电路或常数。

注： 所有接地线应为实心布局，并仅在外部的一个点端接。另外，应考虑可有效散热的接地方法。应特别注意输出、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。如果发生此类短路，可能导致器件永久损坏。另外，由于器件的电源引脚（VM、AGND、PGND_x、OUT_{x+}和 OUT_{x-}（x = A 或 B））中可能有极大的电流流过，因此在器件的布局设计和实施中应格外小心。如果上述引脚接线不当，可能导致操作错误或器件损坏。逻辑输入引脚也必须正确接线。否则，由于流经 IC 的电流大于规定电流，可能导致器件损坏。应注意设计布局和安装。

6. 输入/输出等效电路

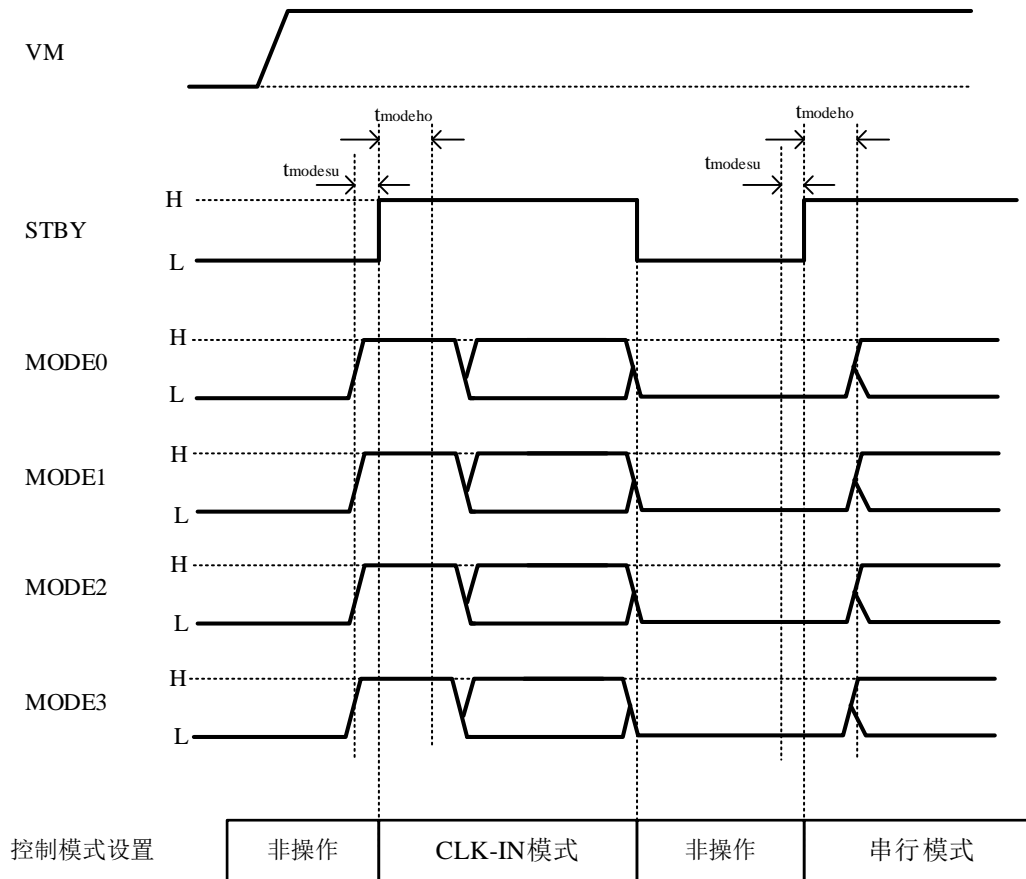
引脚名称	等效电路
MODE3 / CW-CCW MODE2 / CLK / S_CLK MODE1 / SET_EN / LATCH MODE0 / UP-DW / S_DATA STBY	<p>MODE3 / CW-CCW MODE2 / CLK / S_CLK MODE1 / SET_EN / LATCH MODE0 / UP-DW / S_DATA STBY</p>
EN / ERR	<p>EN / ERR</p>
VREF	<p>VREF</p>
OSCM	<p>OSCM</p>
OUT_A + OUT_A - OUT_B + OUT_B - PGND_A PGND_B	<p>VM</p> <p>OUT_x+ OUT_x-</p> <p>PGND_x</p> <p style="text-align: right;">X = A 或 B</p>

注：为便于说明，可能简化了等效电路图。

7. 控制模式选择功能

MODE0-3 引脚设置“串行”模式或 CLK-IN 模式。
 释放待机模式后，通过 MODE0-3 引脚的输入状态来设置控制模式。

MODE3 引脚 输入	MODE2 引脚 输入	MODE1 引脚 输入	MODE0 引脚 输入	功能
L	L	L	L	串行模式
除上述以外				CLK-IN 模式



特性	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
模式设置 建立时间	t_{modesu}	到 STBY 边缘	1	—	—	μs
模式设置 数据保持时间	t_{modeho}	从 STBY 边缘	100	—	—	μs

8. 功能描述 1 (CLK-IN 模式)

8.1. CLK 功能

各个 CLK 信号的上升沿可移动该电机的每步电角度。

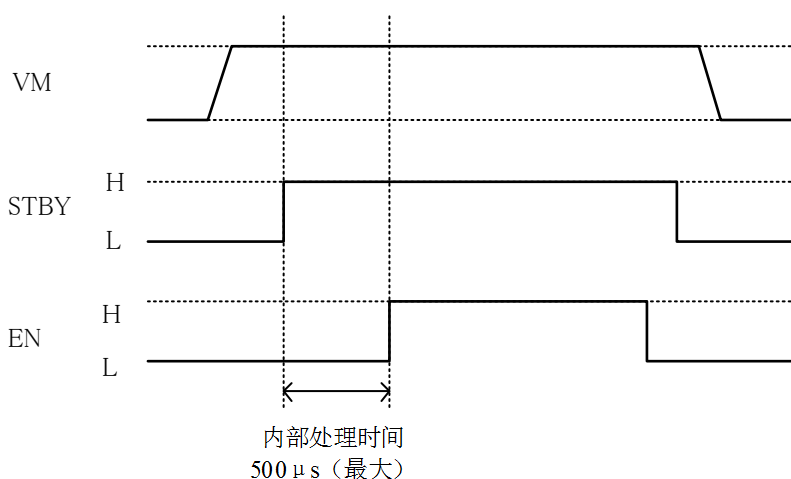
CLK 引脚输入	功能
上升沿	按步移动电角度
下降沿	(电角度的状态不变)

8.2. ENABLE 功能

EN 引脚控制步进电机输出的开和关。将 H 和 L 设置为 EN 引脚，可以启动和停止电机运行。(当 EN 引脚设置为 L (OFF) 时，所有 MOSFET 均关闭并变为高阻抗 (以下称为 Hi-Z)。)

建议将 EN 引脚设置为 L，以避免电机在 VM 通电和断电时序期间运行 (即超出工作电压范围)。然后，在 VM 达到目标电压并稳定之后，将 EN 引脚切换到 H。

EN 引脚输入	功能
L	关 (Hi-Z)
H	开 (正常运行模式)



8.3. CW-CCW 功能

CW-CCW 引脚控制电机的旋转方向。

CW-CCW 引脚输入	功能
L	逆时针运行 (CCW)
H	顺时针运行 (CW)

8.4. 步进分辨率选择功能

步进分辨率已设置。TC78H670FTG 有两种模式：“可变模式”和“固定模式”。释放待机模式后，可通过 MODE0-3 引脚的输入状态来设置上述模式。

“可变模式”：可以在全步分辨率下启动“可变模式”，并在电机运行期间更改步进分辨率

“固定模式”：“固定模式”可以在用户选择的模式下启动，并在电机运行期间继续运行

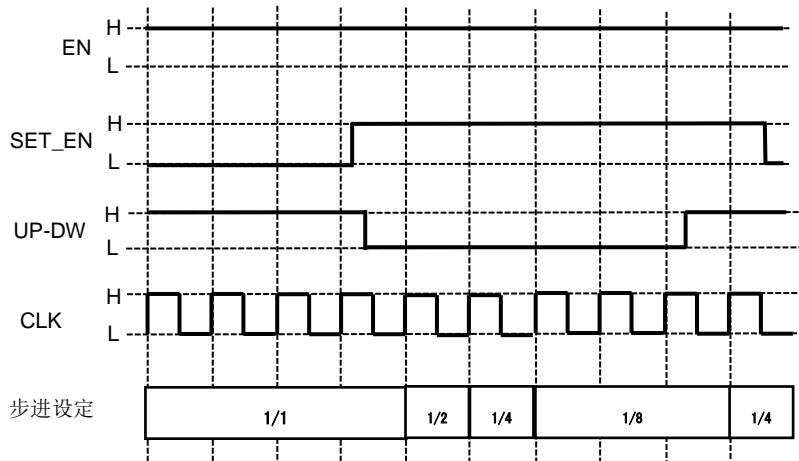
MODE3 引脚输入	MODE2 引脚输入	MODE1 引脚输入	MODE0 引脚输入	模式	功能
L	L	L	H	可变模式	全步分辨率<-> 1/2 步分辨率 (2 相励磁) (1-2 相励磁)
L	L	H	L		全步分辨率<-> 1/4 步分辨率 (2 相励磁) (W1-2 相励磁)
L	L	H	H		全步分辨率<-> 1/8 步分辨率 (2 相励磁) (2W1-2 相励磁)
L	H	L	L		全步分辨率<-> 1/16 步分辨率 (2 相励磁) (4W1-2 相励磁)
L	H	L	H		全步分辨率<-> 1/32 步分辨率 (2 相励磁) (8W1-2 相励磁)
L	H	H	L		全步分辨率<-> 1/64 步分辨率 (2 相励磁) (16W1-2 相励磁)
L	H	H	H		全步分辨率<-> 1/128 步分辨率 (2 相励磁) (32W1-2 相励磁)
H	L	L	L	固定模式	全步分辨率 (2 相励磁)
H	L	L	H		1/2 步分辨率 (1-2 相励磁)
H	L	H	L		1/4 步分辨率 (W1-2 相励磁)
H	L	H	H		1/8 步分辨率 (2W1-2 相励磁)
H	H	L	L		1/16 步分辨率 (4W1-2 相励磁)
H	H	L	H		1/32 步分辨率 (8W1-2 相励磁)
H	H	H	L		1/64 步分辨率 (16W1-2 相励磁)
H	H	H	H		1/128 步分辨率 (32W1-2 相励磁)

在运行过程中更改“步进”模式时，可以通过 SET_EN 引脚和 UP-DW 引脚设置“步进”分辨率。
“步进”模式与“步进时钟”同步更改。

SET_EN 引脚输入	功能
L	设置步进模式无效
H	设置步进模式可用

UP-DW 引脚输入	功能
L	将步进模式更改为高分辨率
H	将步进模式更改为低分辨率

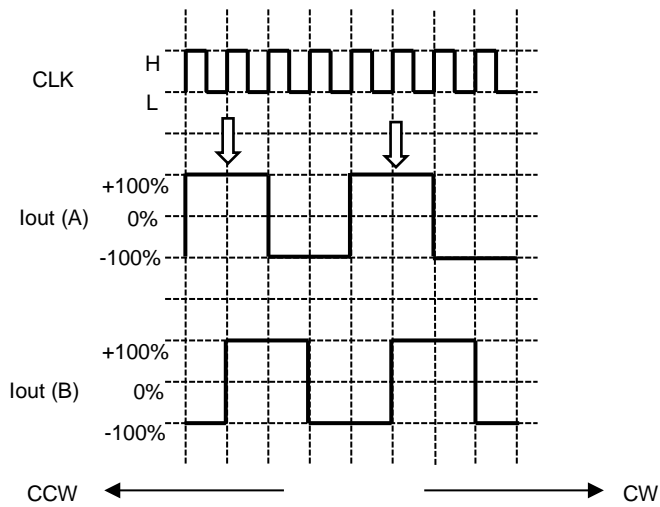
[示例：全步<-> 1/8 步]



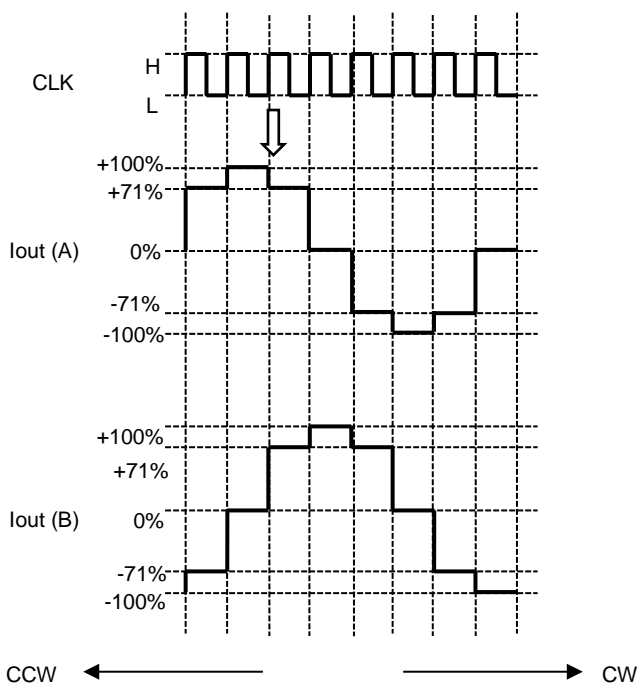
8.5. 步进分辨率设置和初始角的时序图

下图中的箭头表示初始角的时序。

[全步分辨率]

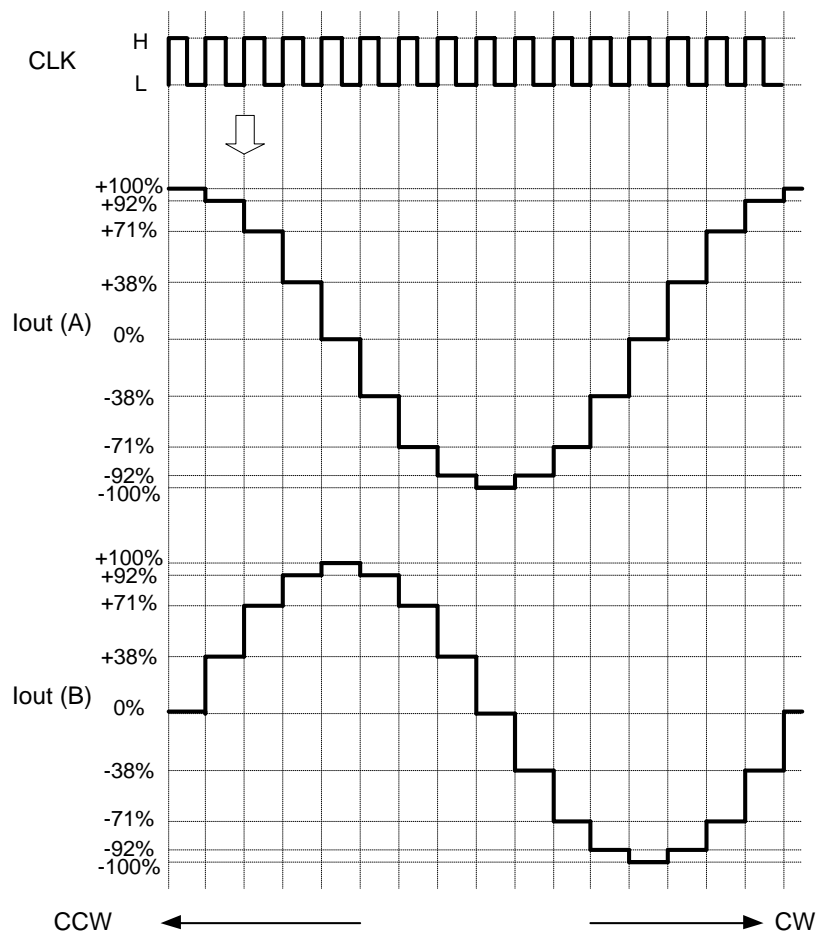


[1/2 步分辨率]



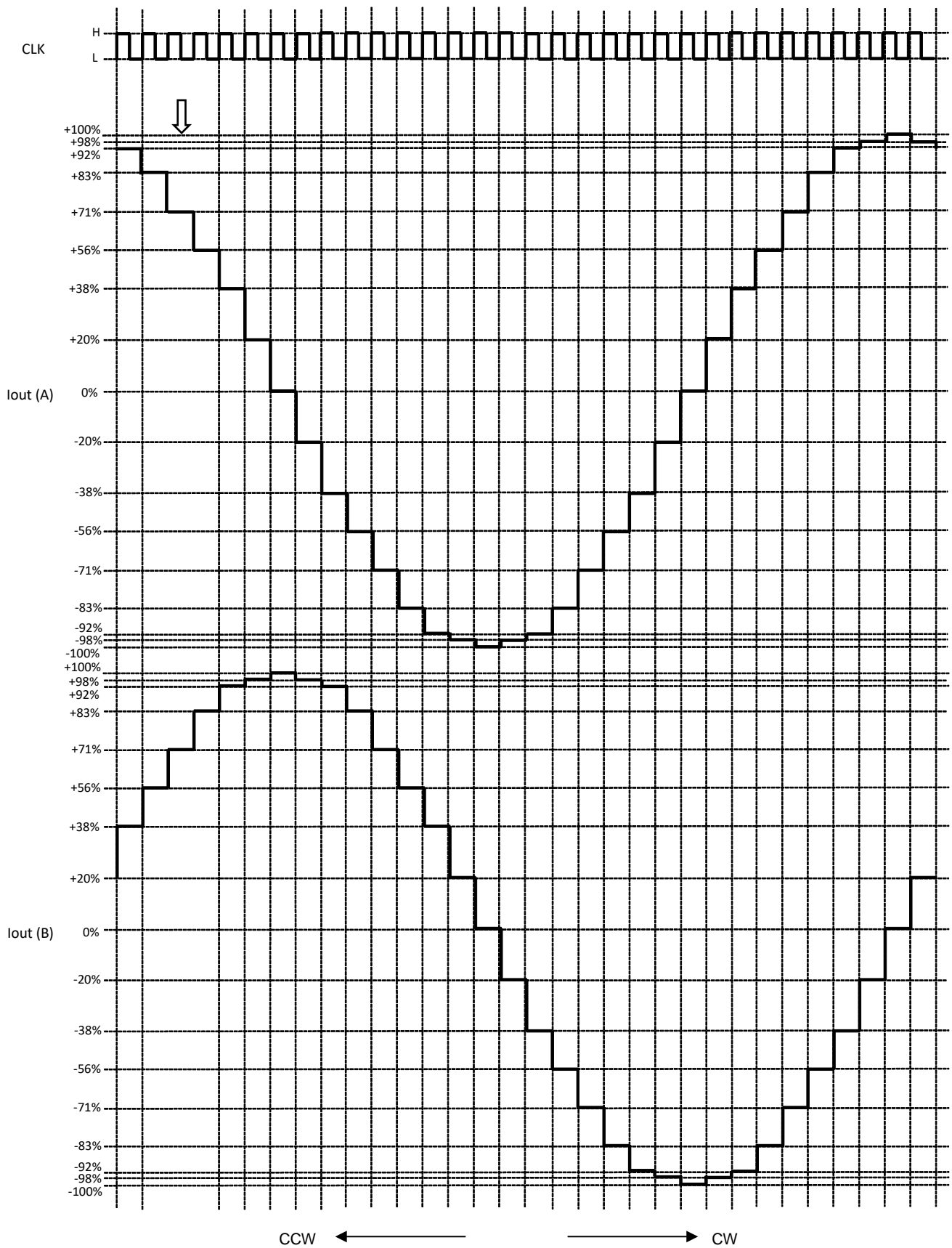
注：为便于说明，可能简化了时序图。

[1/4 步分辨率]



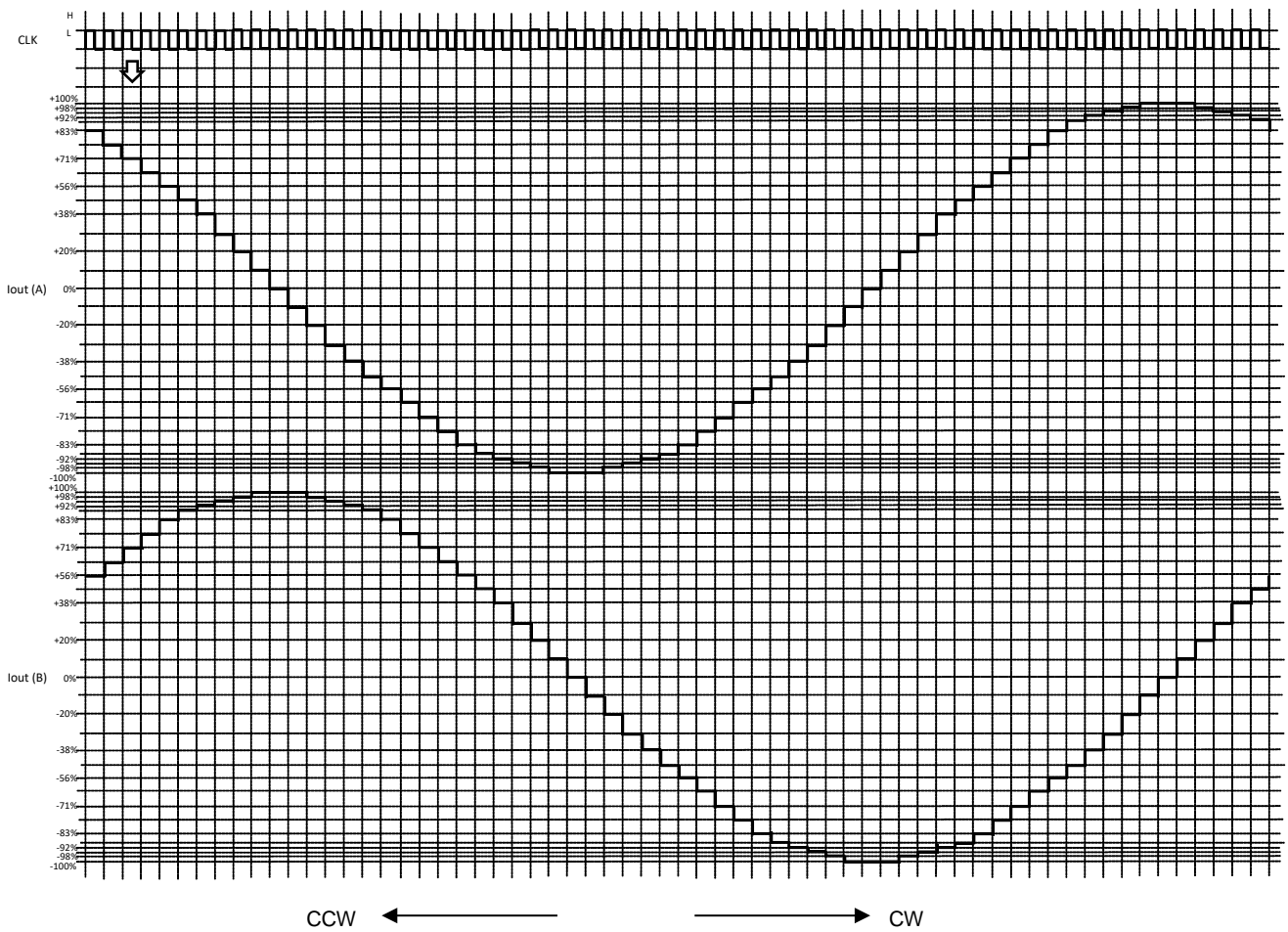
注：为便于说明，可能简化了时序图。

[1/8 步分辨率]



注：为便于说明，可能简化了时序图。

[1/16 步分辨率]



注：为便于说明，可能简化了时序图。

8.6. 步进设置和电流百分比

电流 (%)	1/1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128
100%	○	○	○	○	○	○	○	○
99%					○	○	○	○
98%				○	○	○	○	○
97%					○	○	○	○
96%				○	○	○	○	○
95%							○	○
94%						○	○	○
93%							○	○
92%						○	○	○
91%							○	○
90%					○	○	○	○
89%							○	○
88%						○	○	○
87%							○	○
86%						○	○	○
85%								○
84%							○	○
83%				○	○	○	○	○
82%							○	○
81%								○
80%						○	○	○
79%							○	○
78%								○
77%					○	○	○	○
76%							○	○
75%								○
74%						○	○	○
73%								○
72%							○	○
71%		○	○	○	○	○	○	○
70%								○
69%							○	○
68%								○
67%						○	○	○
66%								○
65%							○	○
64%								○
63%					○	○	○	○
62%							○	○
61%								○
60%						○	○	○
59%								○
58%							○	○
57%								○
56%				○	○	○	○	○
55%								○
53%							○	○
52%								○

译文

TC78H670FTG

电流 (%)	1/1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128
51%						○	○	○
50%								○
49%							○	○
48%								○
47%					○	○	○	○
46%								○
45%							○	○
44%								○
43%						○	○	○
42%								○
41%							○	○
39%								○
38%			○	○	○	○	○	○
37%								○
36%							○	○
35%								○
34%						○	○	○
33%								○
31%							○	○
30%								○
29%					○	○	○	○
28%								○
27%							○	○
25%						○		○
24%							○	○
23%								○
22%							○	○
21%								○
20%				○	○	○	○	○
18%								○
17%							○	○
16%								○
15%						○	○	○
13%								○
12%							○	○
11%								○
10%					○	○	○	○
9%								○
7%							○	○
6%								○
5%						○	○	○
4%								○
2%							○	○
1%								○
0%		○	○	○	○	○	○	○

8.7. 步进分辨率和设置电流

步进	1/128		1/64		1/32		1/16		1/8		1/4		1/2		全步	
	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)
00	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0		
01	100	1														
02	100	2	100	2												
03	100	4														
04	100	5	100	5	100	5										
05	100	6														
06	100	7	100	7												
07	100	9														
08	100	10	100	10	100	10	100	10								
09	99	11														
010	99	12	99	12												
011	99	13														
012	99	15	99	15	99	15										
013	99	16														
014	99	17	99	17												
015	98	18														
016	98	20	98	20	98	20	98	20	98	20						
017	98	21														
018	98	22	98	22												
019	97	23														
020	97	24	97	24	97	24										
021	97	25														
022	96	27	96	27												
023	96	28														
024	96	29	96	29	96	29	96	29								
025	95	30														
026	95	31	95	31												
027	95	33														
028	94	34	94	34	94	34										
029	94	35														
030	93	36	93	36												
031	93	37														
032	92	38	92	38	92	38	92	38	92	38	92	38				
033	92	39														
034	91	41	91	41												
035	91	42														
036	90	43	90	43	90	43										
037	90	44														
038	89	45	89	45												
039	89	46														
040	88	47	88	47	88	47	88	47								
041	88	48														

译文

TC78H670FTG

步进	1/128		1/64		1/32		1/16		1/8		1/4		1/2		全步	
	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)
042	87	49	87	49												
043	86	50														
044	86	51	86	51	86	51										
045	85	52														
046	84	53	84	53												
047	84	55														
048	83	56	83	56	83	56	83	56	83	56						
049	82	57														
050	82	58	82	58												
051	81	59														
052	80	60	80	60	80	60										
053	80	61														
054	79	62	79	62												
055	78	62														
056	77	63	77	63	77	63	77	63								
057	77	64														
058	76	65	76	65												
059	75	66														
060	74	67	74	67	74	67										
061	73	68														
062	72	69	72	69												
063	72	70														
064	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	100	100
065	70	72														
066	69	72	69	72												
067	68	73														
068	67	74	67	74	67	74										
069	66	75														
070	65	76	65	76												
071	64	77														
072	63	77	63	77	63	77	63	77								
073	62	78														
074	62	79	62	79												
075	61	80														
076	60	80	60	80	60	80										
077	59	81														
078	58	82	58	82												
079	57	82														
080	56	83	56	83	56	83	56	83	56	83						
081	55	84														
082	53	84	53	84												
083	52	85														
084	51	86	51	86	51	86										
085	50	86														

译文

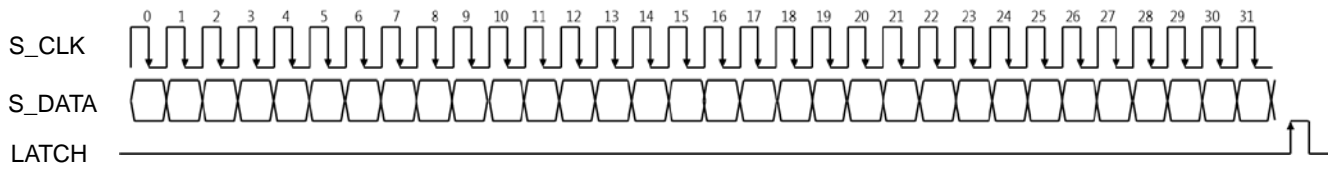
TC78H670FTG

步进	1/128		1/64		1/32		1/16		1/8		1/4		1/2		全步	
	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)	Ach (%)	Bch (%)
086	49	87	49	87												
087	48	88														
088	47	88	47	88	47	88	47	88								
089	46	89														
090	45	89	45	89												
091	44	90														
092	43	90	43	90	43	90										
093	42	91														
094	41	91	41	91												
095	39	92														
096	38	92	38	92	38	92	38	92	38	92	38	92				
097	37	93														
098	36	93	36	93												
099	35	94														
0100	34	94	34	94	34	94										
0101	33	95														
0102	31	95	31	95												
0103	30	95														
0104	29	96	29	96	29	96	29	96								
0105	28	96														
0106	27	96	27	96												
0107	25	97														
0108	24	97	24	97	24	97										
0109	23	97														
0110	22	98	22	98												
0111	21	98														
0112	20	98	20	98	20	98	20	98	20	98						
0113	18	98														
0114	17	99	17	99												
0115	16	99														
0116	15	99	15	99	15	99										
0117	13	99														
0118	12	99	12	99												
0119	11	99														
0120	10	100	10	100	10	100	10	100								
0121	9	100														
0122	7	100	7	100												
0123	6	100														
0124	5	100	5	100	5	100										
0125	4	100														
0126	2	100	2	100												
0127	1	100														
0128	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100		

9. 功能描述 2 (“串行”模式)

在串行模式下，它以以下 32 位格式执行设置和电机控制。

进行电机控制时，在串行设置中设置每个电流值，并在 LATCH 信号的时序中将输出更新为设置电流值。



D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
MDT_A0	MDT_A1	PHA	CA0	CA1	CA2	CA3	CA4	CA5	CA6	CA7	CA8	CA9	—	—	—

D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31
MDT_B0	MDT_B1	PHB	CB0	CB1	CB2	CB3	CB4	CB5	CB6	CB7	CB8	CB9	TRQ ₀	TRQ ₁	OPD

注：每发出一次命令，电流定值就会传输一步。

9.1. 寄存器

用于使用串行控制的寄存器如下所示。

9.1.1. PHx (x = A 或 B)

可以通过 PHx 寄存器为每个通道选择输出电流的极性。

PHx	功能
L	将输出电流的方向设置为负*默认
H	将输出电流的方向设置为正

9.1.2. Cx0 至 Cx9 (x = A 或 B)

可以通过 Cx0 至 Cx9 寄存器设置每个通道的 DAC 输出，以进行电流限制。

设置 DAC 与输出电流 (Iout) 之间的关系如下所示。

$$I_{out}(\text{最大}) = V_{ref} (V) \times \frac{Cx[9:0]}{1023} \times \text{Setting torque by the torque function} (\%)$$

9.1.3. TRQ0 和 TRQ1

可通过 TRQ0 和 TRQ1 寄存器设置电机转矩值。

TRQ1	TORQ0	功能
L	L	转矩设置: 100% * 默认
L	H	转矩设置: 75%
H	L	转矩设置: 50%
H	H	转矩设置: 25%

9.1.4. OPD

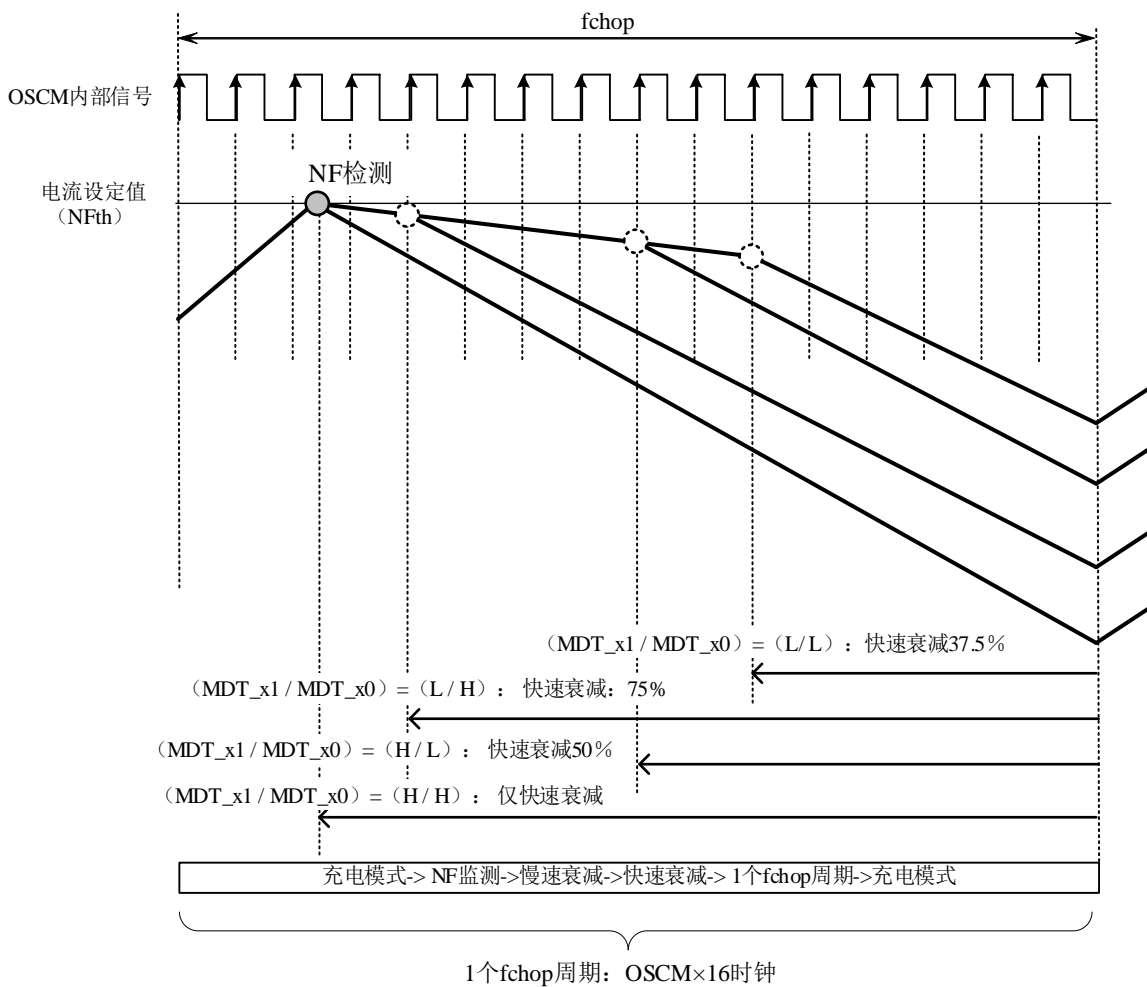
可以通过 OPD 寄存器切换电机输出引脚的开路检测功能的开/关。

OPD	功能
L	开路检测关闭 * 默认
H	开路检测开启

9.1.5. 可选的混合衰减功能 MDT_x0 和 MDT_x1 (x = A 或 B)

可选的混合衰减可在电流再生期间调整电流再生量。混合衰减是通过控制两种不同类型的衰减（快速衰减和慢速衰减）来确定的，此功能可通过用户使用 MDT_x0 和 MDT_x1 寄存器选择“混合衰减”的比率。

MDT_x1	MDT_x0	功能
L	L	快速衰减：37.5%（快速衰减= OSCM×6） * 默认
L	H	快速衰减：75%
H	L	快速衰减：50%
H	H	仅快速衰减



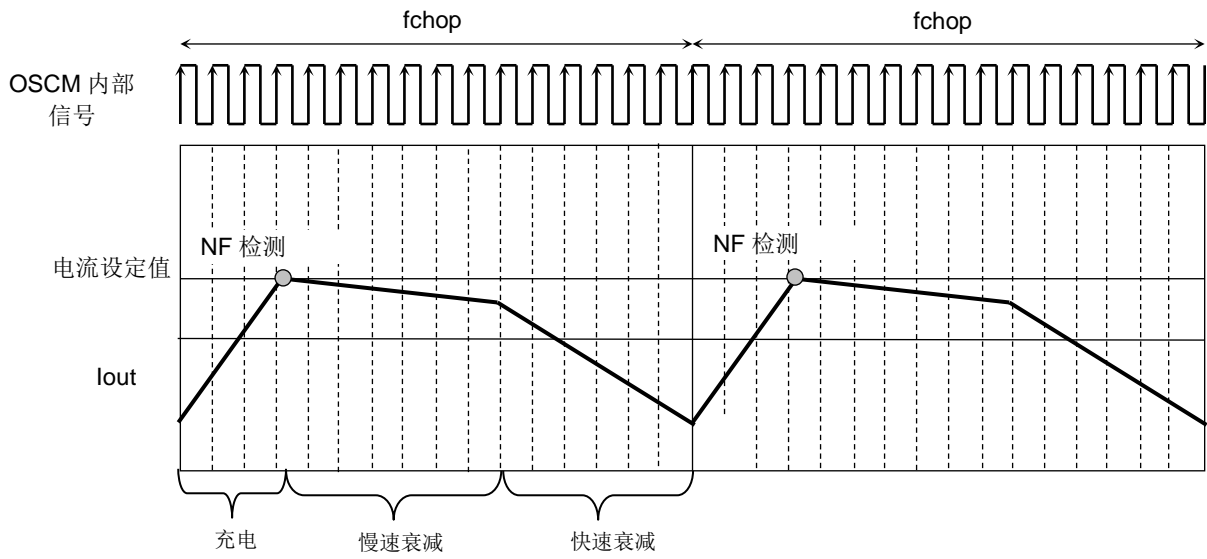
注意: x = A 或 B

注: 按照充电、慢速衰减和快速衰减的顺序来控制衰减控制。

注: 此外还设置了消隐时间 (AtBLK)，以防 NF 检测中发生错误操作（电机电流达到设置电流值 (NFth)）。

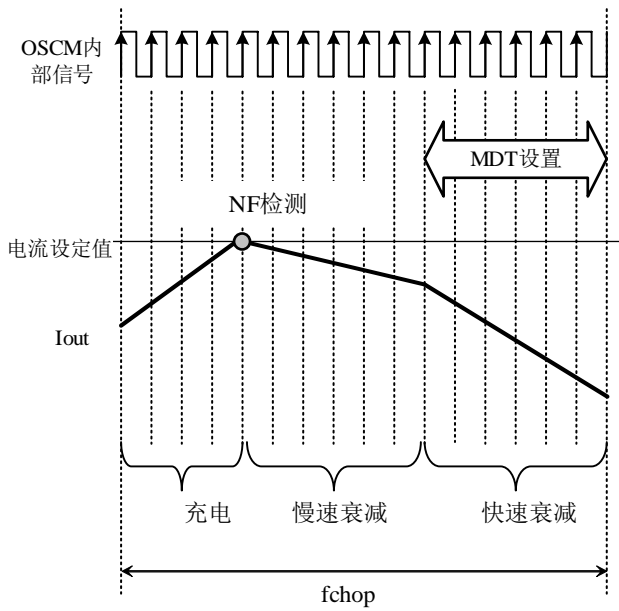
注: 为便于说明，可能简化了时序图。

9.1.5.1. 混合衰减波形（电流波形） *充电→慢速衰减→快速衰减

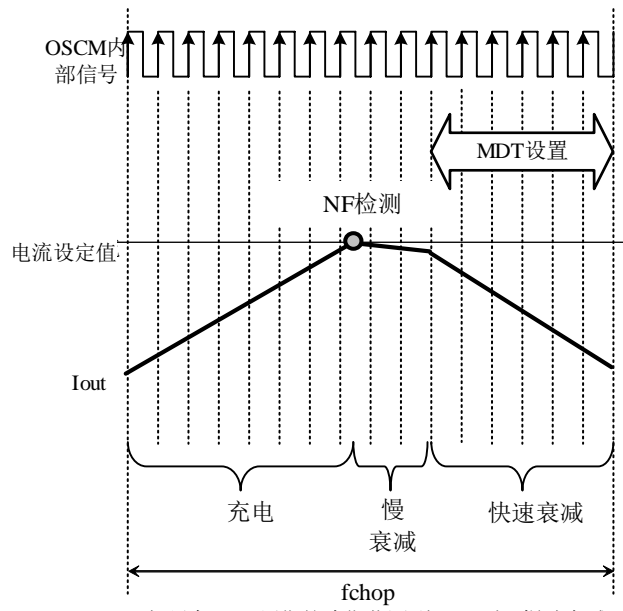


注：为便于说明，可能简化了时序图。

9.1.5.2. 恒流 PWM 功能和时序*充电→慢速衰减→快速衰减



如果在fchop周期的早期监测到NF，则“慢速衰减”将较长。

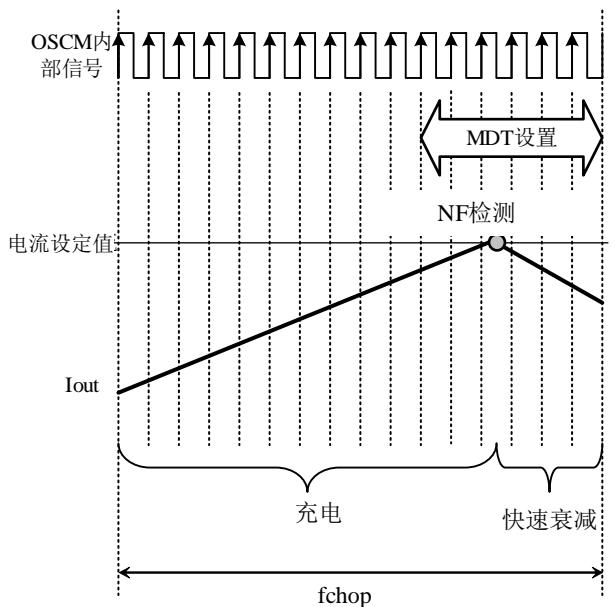


如果在fchop周期的晚期监测到NF，则“慢速衰减”将较短。

充电时间（电机电流达到电流设定值所用的时间）由运行状态决定。

因此，随着斩波周期（fchop）的变化，NF 检测时间（电机电流达到电流设定值）可能会发生变化。如果在 fchop 周期的早期检测到 NF，则慢速衰减将更长。如果在 fchop 周期的后期检测到 NF，则慢速衰减将更短，如上所示。

注： 斩波周期的确定： $f_{chop} - (\text{充电} + \text{快速衰减}) = \text{慢速衰减}$ （可通过 MDT_x0 和 MDT_x1（x = A 或 B）寄存器设置来更改快速衰减比率。）

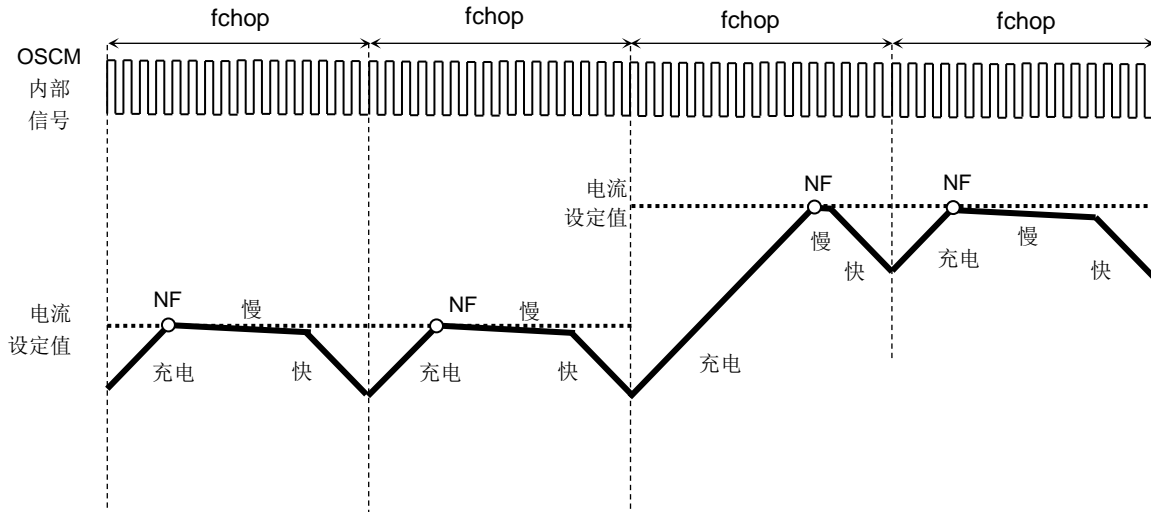


如果在 MDT 设置中检测到 NF，则衰减序列将仅为快速衰减（不出现慢速衰减）。

注：为便于说明，可能简化了时序图。

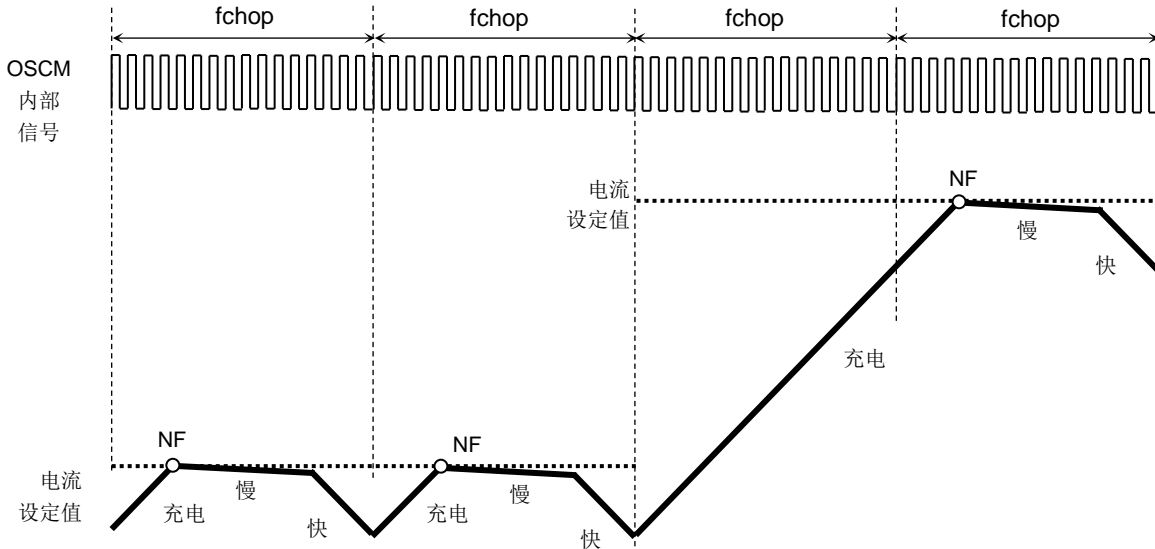
9.1.5.3. 混合衰减电流波形*充电→慢速衰减→快速衰减

- 当下一个电流阶跃较高时:

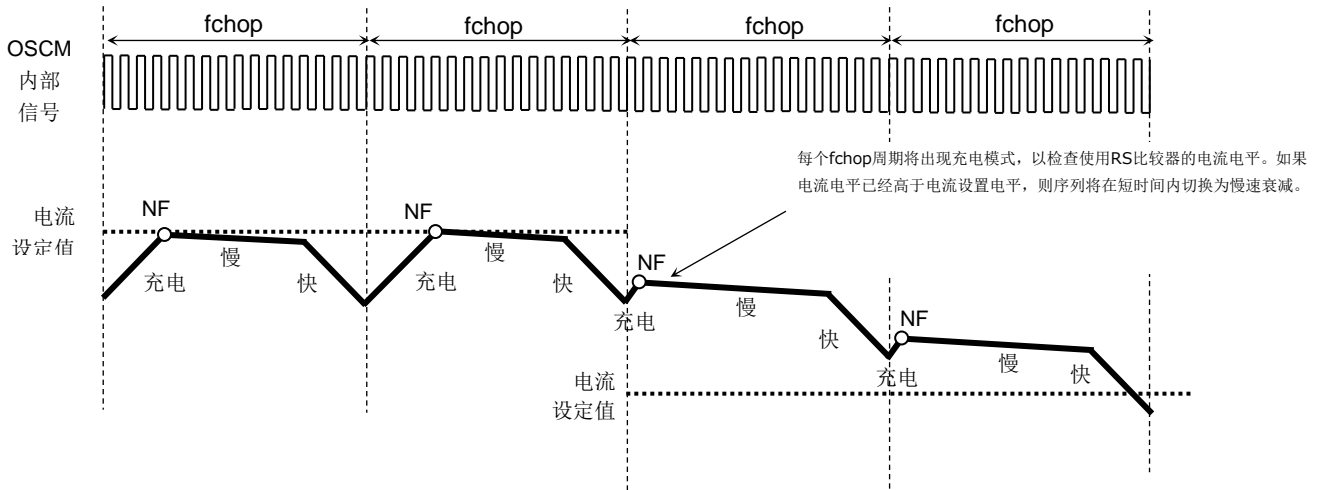


- 当充电时间超过 1 个 fchop 周期时:

在充电时间长于 1fchop 周期时，该充电时间会延长，直至电机电流达到 NF 阈值。一旦电流达到下一个电流阶跃，该序列随机进入衰减模式。



- 当下一个电流阶跃较低时:



注：为便于说明，可能简化了时序图。

9.2. 驱动电机时的串行设置示例

电机运行的串行设置示例如下所示。

将第 1 至第 4 条命令进行重复传送，电机以全步分辨率运行。

第 1 条命令

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

第 2 条命令

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

第 3 条命令

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

第 4 条命令

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

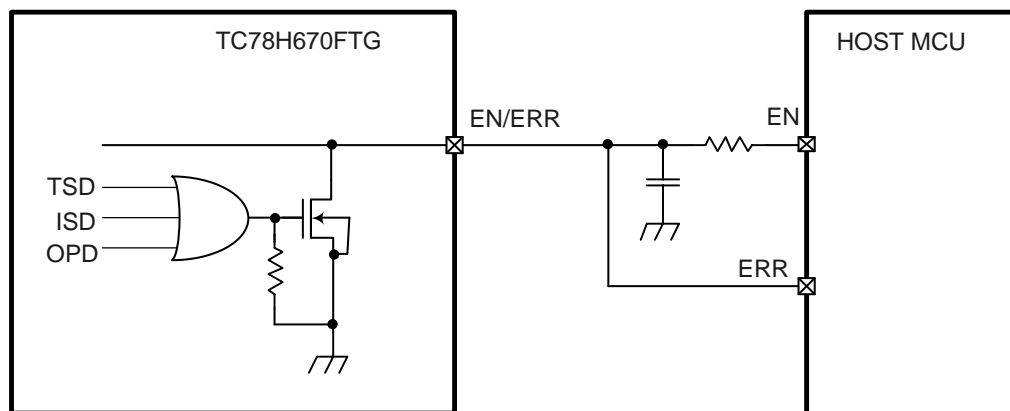
D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

10. 一般功能（CLK-IN 模式和串行模式）

10.1. 错误功能（错误检测标识输出）

TC78H670FTG 检测到错误时，ERR 引脚将低电平输出到外围模块。

由于 ERR 引脚和 EN 引脚的功能相同，因此应在 TC78H670FTG 和 HOST MCU 之间插入以下外围电路。在正常状态下，由于内部 MOSFET 处于关闭状态，所以 ERR 引脚的电平等于来自外部的 MODE 控制电压。当发生故障（热关断（TSD）、过电流（ISD）或电机负载开路（OPD））时，ERR 引脚将变为低电平（内部 MOSFET 接通）。当通过再接通 VM 电源或将器件设置为 STANDBY 模式来解除故障检测后，ERR 引脚将显示“正常状态”。



注：为便于说明，可能简化了该图。

注：只有在选择“串行”模式时才可能检测到 OPD。

ERR 引脚输出	功能
H（上拉）	正常状态（正常运行）
L	检测错误状态（ISD、TSD、OPD）

在检测到 TSD 检测之后：TC78H670FTG 通过快速模式提取电机电流。如果检测到输出电流为零或者持续 1ms 最大值，则输出变为 Hi-Z。

在检测到 ISD 检测之后：在 H 桥高边（Pch DMOS）检测中，TC78H670FTG 在低边通过慢速模式提取电机电流。80 ms（典型值）后的输出变为 Hi-Z。在 H 桥低边（Nch DMOS）检测中，通过高侧的“慢速”模式将其提取。

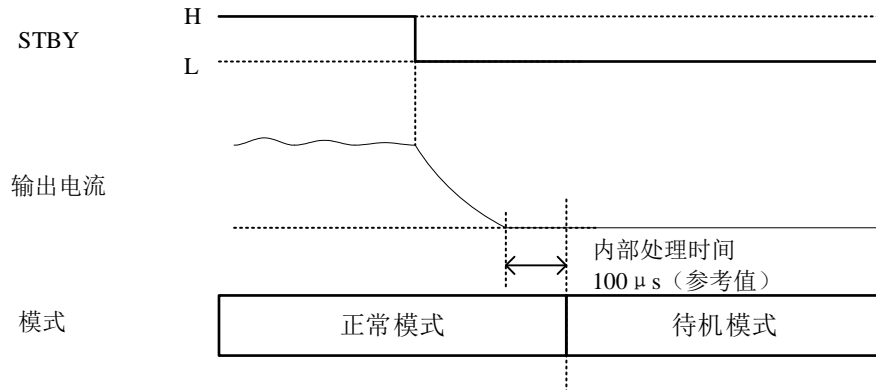
注：以上时间为参考值，不提供保证。

10.2. 待机功能

可以通过 STBY 引脚切换到待机模式。

STBY 引脚输入	功能	MEMO
L	待机模式	电角度: 45°
H	正常运行	—

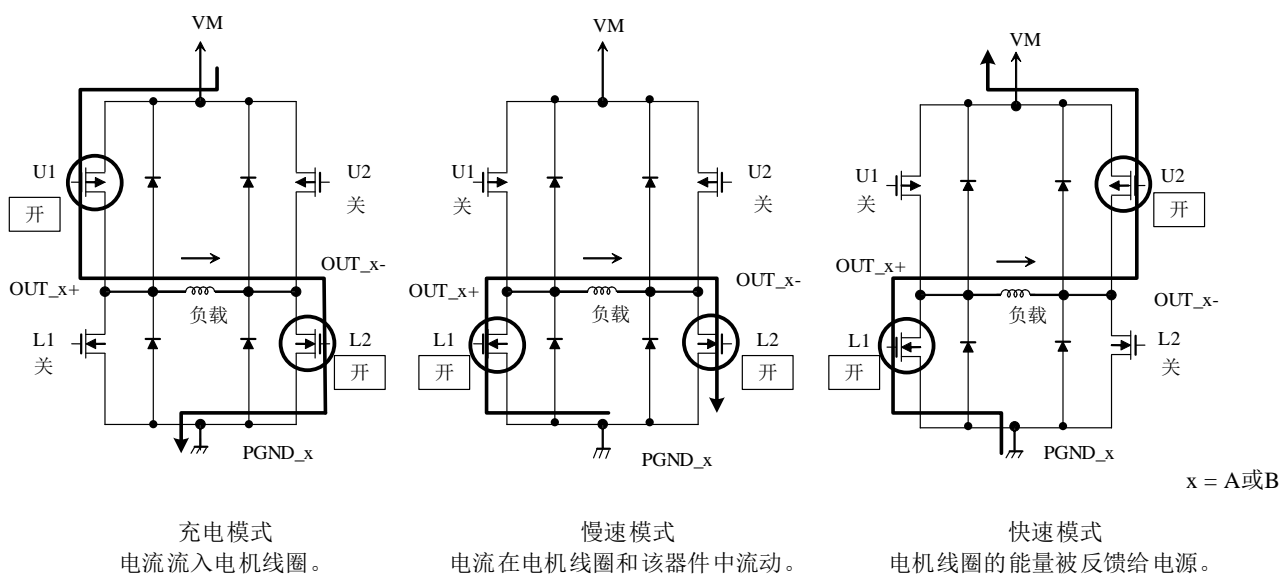
注：当 STBY 引脚为低电平时，TC78H670FTG 停止为逻辑电路供电。
因此，逻辑电路复位并且电角度和步进模式进行初始化。



如果检测到输出电流为零，则运行模式将在 100μs 后进入待机模式。
从 STBY = L 开始经过 1 ms (最大值) 后，该模式将强制进入待机模式。

注：以上时间为参考值，不提供保证。

11. 输出晶体管功能模式



注：为便于说明，可能简化或省略了等效电路图或其中的一部分。

11.1. 输出晶体管功能

模式	U1	U2	L1	L2
充电	开	关	关	开
慢	关	关	开	开
快	关	开	开	关

注：下表显示了电流的流动示例（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	开	开	关
慢	关	关	开	开
快	开	关	关	开

该 IC 通过自动更改上面列出的 3 种模式来使电机电流保持恒定

注：为了消除桥式输出中高边和低边晶体管同时导通产生的从电源流向接地的贯穿电流，当晶体管从开切换到关（或相反）时，该 IC 中会产生一个死区时间（100ns（参考值））。

12. 预设输出电流的计算

峰值输出电流（设置电流值）可以通过参考电压（Vref）进行设置，如下所示：

$$I_{out}(\text{最大值}) = 1.1 \times V_{ref}(\text{V})$$

13. OSCM 振荡频率和斩波频率

可以通过连接到 OSCM 引脚的外部电阻（ROSC）调节 OSCM 振荡频率（fOSCM）和斩波频率（fchop）。

ROSC [kΩ]	fOSCM [kHz] (典型值)	fchop [kHz] (典型值)
18	3290	206
22	2691	168
30	1982	124
39	1526	95
47	1266	79
56	1064	66
75	795	50
91	656	41

如果提高斩波频率，电流纹波将变小，且波形再现性将提高。然而，IC 内部的栅级损耗会有所上升，产生的热量会更多。通过降低载波频率，有望减少发热量。但是，电流纹波可能会变大。

标准数值约为 70 kHz。建议的设置范围为 50 kHz 至 100 kHz。

14. 绝对最大额定值 (Ta = 25°C)

特性	符号	额定值	单位	备注
电机驱动电压	Vout	20	V	输出关闭
		18	V	输出开启
电机电源 (非激活)	VM	20	V	STBY 引脚= L
电机电源 (激活)		-0.4 ~ 18	V	STBY 引脚= H
电机驱动电流	Iout	2.0	A	(注 1)
逻辑输入电压	VIN(H)	6.0	V	—
	VIN(L)	-0.4	V	—
ERR 输出引脚电压	VLO	6.0	V	—
ERR 输出引脚流入电流	ILO	6.0	mA	—
功耗	PD	1.79	W	(注 2)
工作温度	Topr	-40 ~ 85	°C	—
存储温度	Tstg	-55 ~ 150	°C	—
结温	Tj(max)	150	°C	—

注 1: 通常, 此时的最大电流值应使用标准热额定值的绝对最大额定值的 70% 或更少。考虑到散热因素, 最大输出电流可能会进一步受到限制, 具体取决于环境温度和电路板条件。

注 2: 当安装在板上时 (JEDEC 4 层) (Ta = 25°C) 当 Ta 超过 25°C 时, 必须以 14.3 mW/°C 进行降额。

Ta: 环境温度

Topr: IC 激活时的环境温度

Tj: IC 激活时的结温。

最高结温受热关断 (TSD) 电路的限制。建议将最大电流保持在一定水平以下, 使最大结温 Tj (MAX) 不超过 120°C。

注意) 绝对最大额定值

半导体装置绝对最大额定值为一组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。

在任何情况下, 均不得超过绝对最大额定值的参数值 (即使是一个参数值)。TC78H670FTG 无过电压检测电路。因此若施加超过其额定最大值的电压, 会导致器件损坏。

必须始终符合所有额定电压, 包括电源电压。还应参考后文描述的其他说明和注意事项。

15. 工作范围 (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	2.5	-	16.0	V	-
电机驱动电流	Iout	-	1.1	2.0	A	(注 1)
ERR 引脚输出电压	VLO	-	-	5.5	V	-
Vref 参考电压	Vref	0	-	1.8	V	-

注 1: 实际使用的最大电流可能会受到运行环境(例如,运行条件(励磁模式、运行时间等)、环境温度和热状况(电路板条件等))的限制。

16. 电气规格 1

(除非另有说明, 否则 Ta = 25°C, VM = 2.5 至 16V)

特性		符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
逻辑输入电压	高	VIN(H)	逻辑输入(注 1)	1.5	—	5.5	V
	低	VIN(L)	逻辑输入(注 1)	0	—	0.7	V
逻辑输入滞后电压		VIN (HYS)	逻辑输入(注 1)	—	60	—	mV
逻辑输入电流	高	IIN(H)	VIN(H) = 3.3 V	—	33	45	μA
	低	IIN(L)	VIN (L) = 0 V	—	—	1	μA
ERR 引脚输出电压	低	VOL(LO)	IOL = 5 mA, 输出=L	—	—	0.5	V
电流消耗		IM1	输出引脚=开路 待机模式	—	—	0.1	μA
		IM2	输出引脚=开路 EN 引脚=L 在释放“待机”模式下	—	2.8	3.5	mA
		IM3	输出引脚=开路 全步分辨率 fCLK = 75 kHz	—	3.3	4.3	mA
输出漏电流	高边	IOH	VM = 18 V, Vout = 0 V	—	—	1	μA
	低边	IOL	VM = Vout = 18 V	-1	—	—	μA
电机电流通道间误差		ΔIout1	Ch 之间的电流差	-5	0	5	%
电机电流设定精度		ΔIout2	Iout = 1.1 A	-5	0	5	%
电机驱动导通电阻 (高边+低边)		Ron(H+L)	Tj = 25°C, VM = 12 V, Iout = 1 安	—	0.48	0.6	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 0 V 逐渐升高时, 导致输出 (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) 是指当引脚从 5V 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) 发生变化的 VIN 电压。VIN (H) 和 VIN (L) 之差即为为 VIN (HYS)。

17. 电气规格 2

(除非另有说明, 否则 $T_a = 25^{\circ}\text{C}$, $V_M = 2.5$ 至 16V)

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 = 1.8 V	—	0	1	μA
热关断 (TSD) 阈值 (注 1)	TjTSD	—	145	165	175	°C
UVLO 释放电压 (注 2)	VUVLO	在上升的 VM 上	2.1	2.3	—	V
UVLO 滞后电压	Vhys_uvlo	—	—	200	—	mV
过电流检测 (ISD) 阈值 (注 3)	ISD	VM = 12V	2.5	3.2	4.2	A

注 1: 热关断 (TSD)

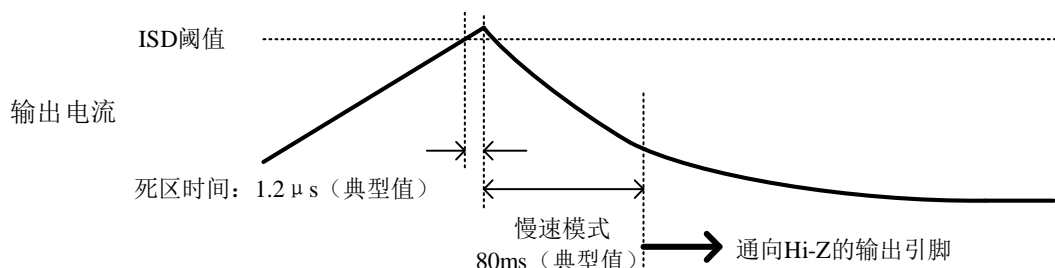
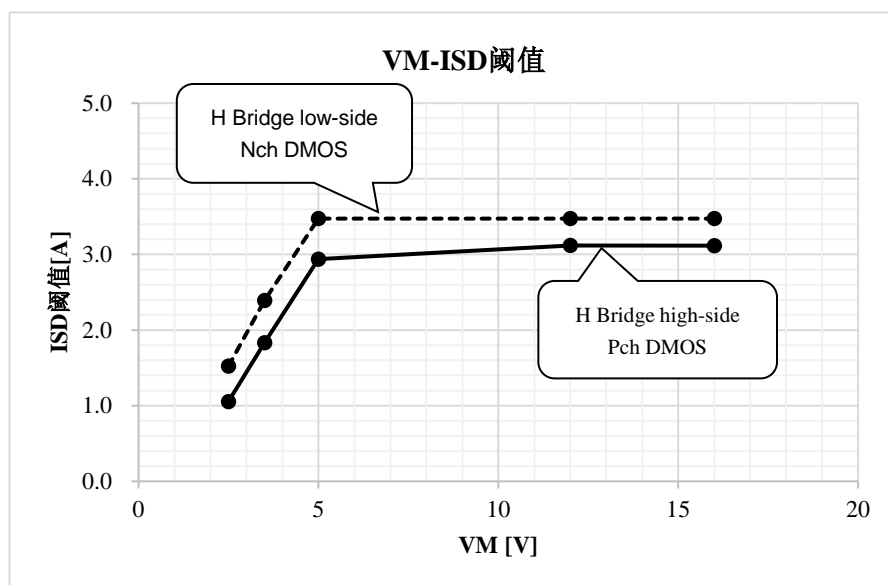
当器件的结温达到 TSD 阈值时, 将触发 TSD 电路; 然后内部复位电路会关闭输出晶体管。触发 TSD 电路后, 该器件会将输出引脚设置为 Hi-Z, 而重新确定 VM 电源或将 STBY 引脚设置为待机模式可将其清除。TSD 电路是检测热误差的备用功能, 因此不建议过分使用。

注 2: 欠压锁定 (UVLO)

当 VM 引脚的电源电压为 2.1 以下 (典型值) 时, 将触发内部电路。然后内部复位电路会关闭输出晶体管。触发 UVLO 后, 将 VM 电源电压重新确定为 2.3V 或更高 (典型值) 即可清除 UVLO。

注 3: 过电流检测 (ISD)

当输出电流达到阈值时, 将触发 ISD 电路。然后内部复位电路会关闭输出晶体管。它的死区时间为 $1.2\mu\text{s}$ (典型值), 可避免开关噪声引起的 ISD 错误触发。触发 ISD 电路后, 该器件会将输出引脚设置为 Hi-Z, 而重新确定 VM 电源或将 STBY 引脚设置为待机模式可将其清除。



注: 上述 ISD 操作阈值和频带时间为参考值, 不提供保证。

反电动势

电机旋转时，电力以某一个时序反馈给电源。在该时序中，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TC78H670FTG或其他组件受损或出现故障。

过电流关断（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

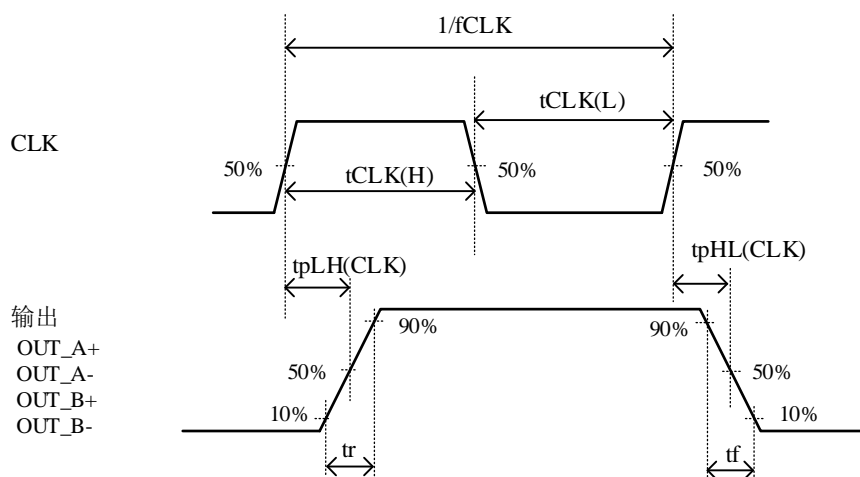
严禁器件插入错误或插错方向。否则可能导致设备出现故障、损坏和/或退化。

18. 交流电气规格 1

(除非另有说明, 否则 $T_a = 25^{\circ}\text{C}$, $V_M = 12\text{V}$, $6.8\text{ mH} / 5.7\Omega$)

特性	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
CLK 输入频率	fCLK	—	—	—	400	kHz
CLK 输入的内部滤波器最小高宽度	tCLK(H)	CLK (H) 最小脉冲宽度	500	—	—	ns
CLK 输入的内部滤波器最小低宽度	tCLK(L)	CLK (L) 最小脉冲宽度	500	—	—	ns
输出晶体管 开关特性	tr	—	10	20	30	ns
	tf	—	10	20	30	ns
	tpLH(CLK)	—	—	840	—	ns
	tpHL(CLK)	—	—	900	—	ns
模拟噪声消隐时间	AtBLK	$V_M = 12\text{V}$	340	540	740	ns
振荡器频率精度	Δf_{OSCM}	ROSC = 47k Ω $V_M = 2.5\text{V}$ 至 16V	-15	—	+15	%
振荡器参考频率	fOSCM	ROSC = 47k Ω	1076	1266	1456	kHz
斩波频率	fchop	输出: 激活, fOSCM = 1266 kHz	—	79	—	kHz

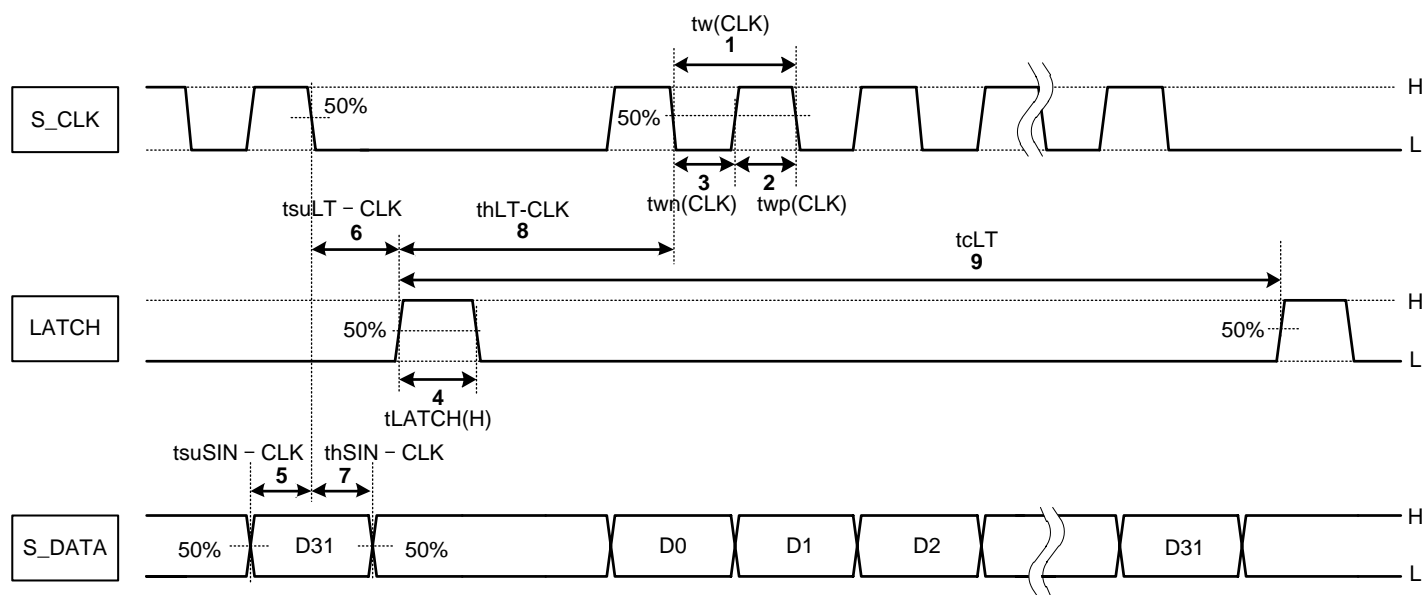
交流电气规范时序图



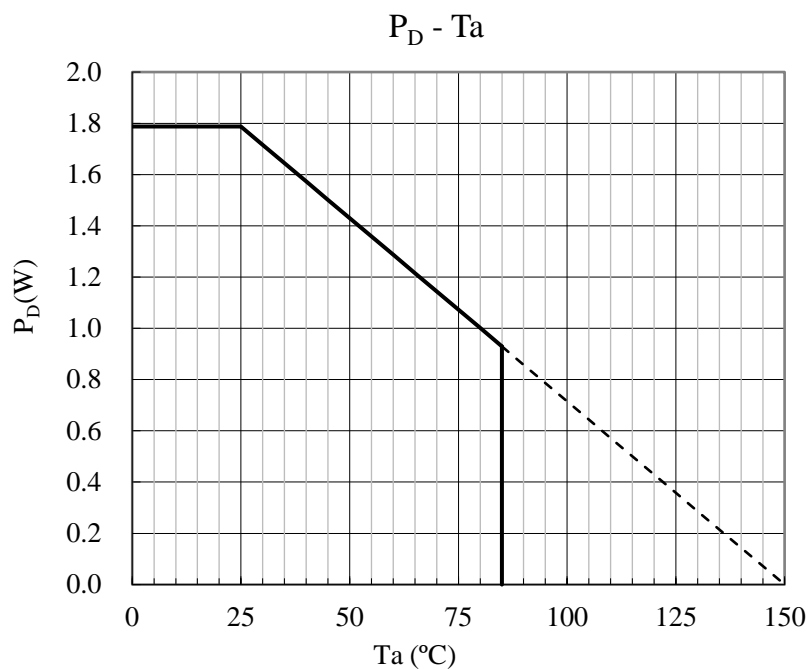
注: 为便于说明, 可能简化了时序图。

19. 交流电气规范 2 (除非另有说明, 否则 $T_a = 25^\circ\text{C}$, $V_M = 2.5$ 至 16V)

特性	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	时序图中的编号
串行 CLK 频率	fSCLK	$V_{IN} = 3.3\text{V}$	1.0	—	25	MHz	—
CLK 周期	tsCKW	$V_{IH} = 3.3\text{V}$, $V_{IL} = 0\text{V}$, $t_r = t_f = 23\text{ns}$	46	—	—	ns	—
最小 CLK 脉冲宽度	tw(CLK)	$V_{IN} = 3.3\text{V}$	40	—	—	ns	1
	twp(CLK)		20	—	—	ns	2
	twn(CLK)		20	—	—	ns	3
最小 LATCH 脉冲宽度	tLATCH (H)	$V_{IN} = 3.3\text{V}$	20	—	—	ns	4
数据设置时间	tsuSIN - CLK	$V_{IN} = 3.3\text{V}$	10	—	—	ns	5
	tsuLT - CLK		10	—	—	ns	6
数据保持时间	thSIN - CLK	$V_{IN} = 3.3\text{V}$	10	—	—	ns	7
	thLT - CLK		40	—	—	ns	8
LATCH 周期	tcLT	$V_{IN} = 3.3\text{V}$	1.32	—	—	μs	9



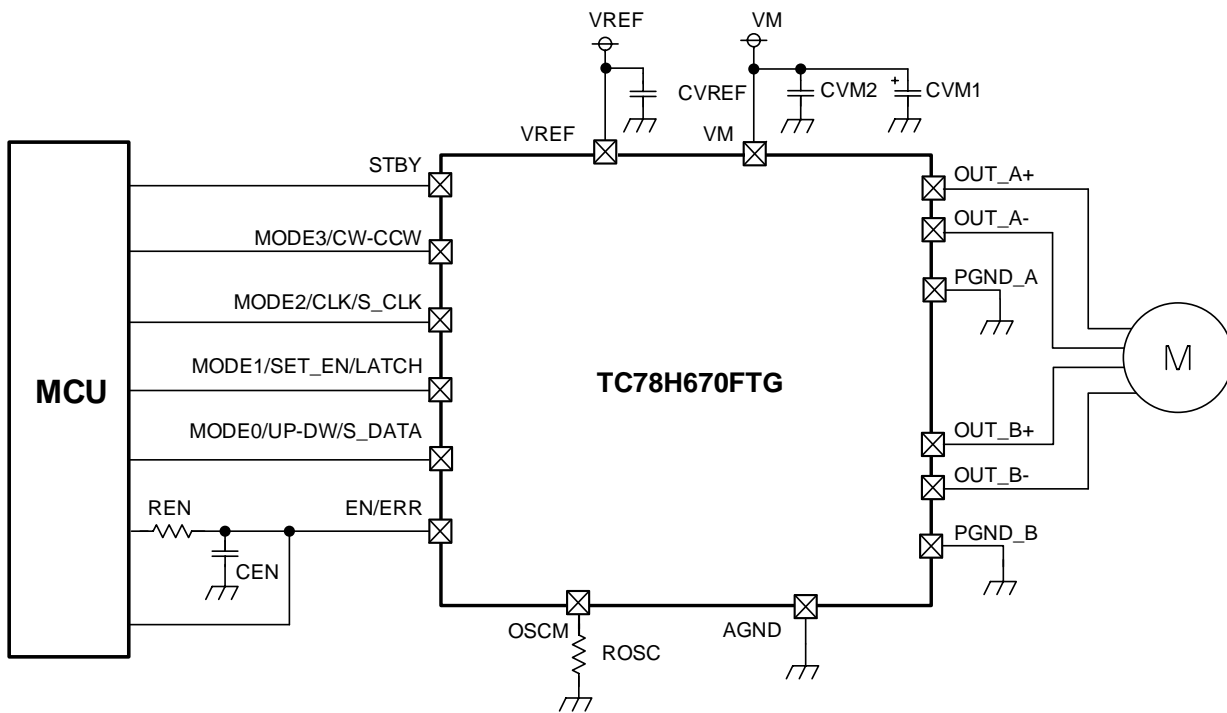
20. (参考数据) P_D - T_a 特性



在安装在板上时 (JEDEC 4 层)

注：上文所示的特性是参考值，不提供保证。

21. 应用电路实例



本文所示应用电路仅供参考。对批量生产的数据不作保证。

器件参数值（仅供参考）

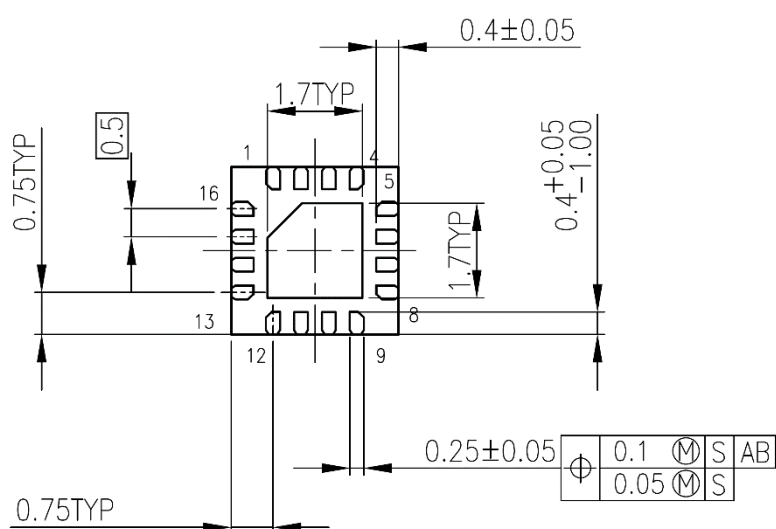
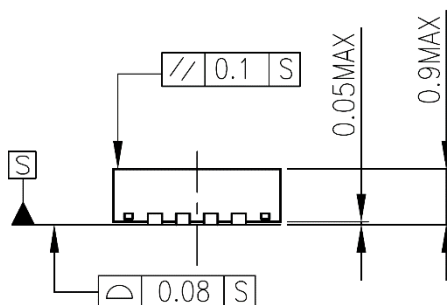
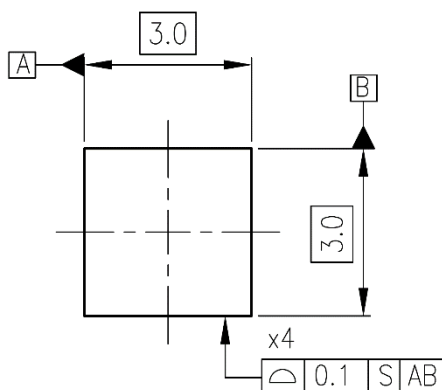
部件符号	组件	值
CVM1	电解电容器	47 μ F
CVM2	陶瓷电容器	0.1 μ F
CVREF	陶瓷电容器	0.1 μ F
CEN	陶瓷电容器	22 nF
ROSC	电阻器	47 k Ω
REN	电阻器	10 k Ω

注：上表中的器件参数值仅供参考。根据使用条件，可以采用参考值以外的组件。

22. 封装尺寸

P-VQFN16-0303-0.50-001

单位: mm



重量: 22.9 mg (典型值)

内容注解

1.方框图

为便于说明，可能省略或简化了部分功能块、电路或常数。

2.等效电路

为便于说明，可能简化了等效电路图或省略其中的一部分。

3.时序图

为便于说明，可能简化时序图。

4.应用电路

本文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。

IC 使用注意事项

IC 处理注意事项

- (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。

RESTRICTIONS ON PRODUCT USE

Toshiba Corporation and its subsidiaries and affiliates are collectively referred to as "TOSHIBA".

Hardware, software and systems described in this document are collectively referred to as "Product".

- TOSHIBA reserves the right to make changes to the information in this document and related Product without notice.
- This document and any information herein may not be reproduced without prior written permission from TOSHIBA. Even with TOSHIBA's written permission, reproduction is permissible only if reproduction is without alteration/omission.
- Though TOSHIBA works continually to improve Product's quality and reliability, Product can malfunction or fail. Customers are responsible for complying with safety standards and for providing adequate designs and safeguards for their hardware, software and systems which minimize risk and avoid situations in which a malfunction or failure of Product could cause loss of human life, bodily injury or damage to property, including data loss or corruption. Before customers use the Product, create designs including the Product, or incorporate the Product into their own applications, customers must also refer to and comply with (a) the latest versions of all relevant TOSHIBA information, including without limitation, this document, the specifications, the data sheets and application notes for Product and the precautions and conditions set forth in the "TOSHIBA Semiconductor Reliability Handbook" and (b) the instructions for the application with which the Product will be used with or for. Customers are solely responsible for all aspects of their own product design or applications, including but not limited to (a) determining the appropriateness of the use of this Product in such design or applications; (b) evaluating and determining the applicability of any information contained in this document, or in charts, diagrams, programs, algorithms, sample application circuits, or any other referenced documents; and (c) validating all operating parameters for such designs and applications. **TOSHIBA ASSUMES NO LIABILITY FOR CUSTOMERS' PRODUCT DESIGN OR APPLICATIONS.**
- **PRODUCT IS NEITHER INTENDED NOR WARRANTED FOR USE IN EQUIPMENTS OR SYSTEMS THAT REQUIRE EXTRAORDINARILY HIGH LEVELS OF QUALITY AND/OR RELIABILITY, AND/OR A MALFUNCTION OR FAILURE OF WHICH MAY CAUSE LOSS OF HUMAN LIFE, BODILY INJURY, SERIOUS PROPERTY DAMAGE AND/OR SERIOUS PUBLIC IMPACT ("UNINTENDED USE").** Except for specific applications as expressly stated in this document, Unintended Use includes, without limitation, equipment used in nuclear facilities, equipment used in the aerospace industry, lifesaving and/or life supporting 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, and devices related to power plant. **IF YOU USE PRODUCT FOR UNINTENDED USE, TOSHIBA ASSUMES NO LIABILITY FOR PRODUCT.** For details, please contact your TOSHIBA sales representative or contact us via our website.
- 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.**

TOSHIBA ELECTRONIC DEVICES & STORAGE CORPORATION

<https://toshiba.semicon-storage.com/>