

译文

TC78S121FNG

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：“TC78S121FNG” 2016-11-28

翻译日: 2017-3-1

东芝 CD 工艺集成电路硅单片

TC78S121FNG

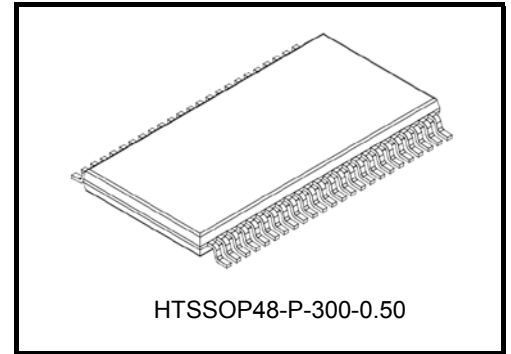
PWM 斩波式双通道步进电机驱动集成电路

TC78S121FNG 是一种 PWM 斩波式双通道步进电机驱动集成电路。

双通道步进电机驱动电路可驱动多达 4 台有刷直流电机。
通过合并两对 H 桥驱动电路，TC78S121FNG 可以驱动 2 台直流电机或一台步进电机。

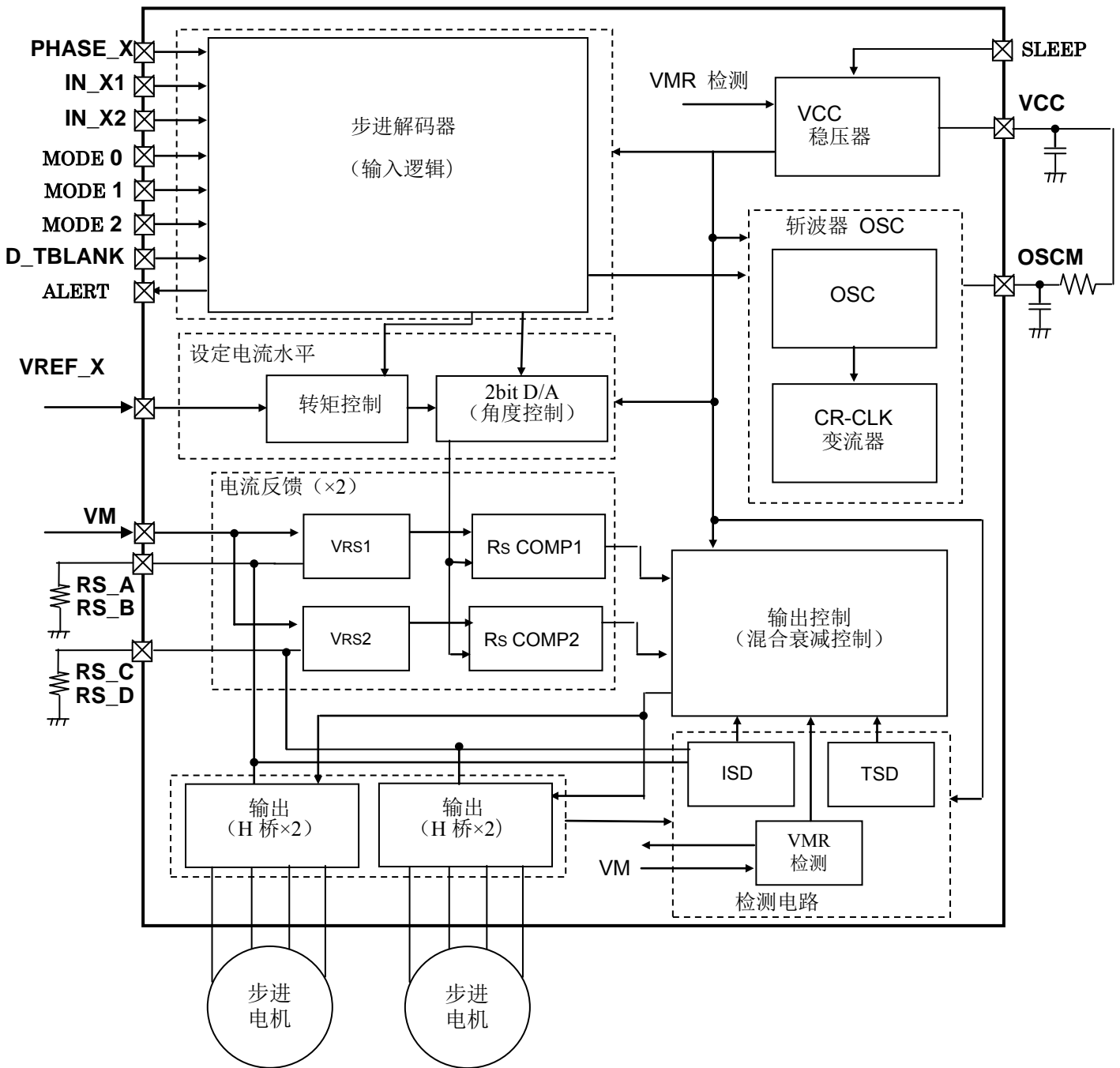
特征

- 双极型步进电机控制的单芯片电机驱动集成电路
- 通过 CD 工艺构造的单片集成电路。
- 低导通电阻： $R_{on} = 0.6 \Omega$
在大电流模式下，组合 H 桥的导通电阻为： $R_{on} = 0.3 \Omega$
- 过电流检测（ISD）、热关断（TSD）和 V_M 上电复位电路
- 由于 IC 集成了用于内部电路供电的 V_{CC} 稳压器，所以不需要外部电源（5 V）。
- 封装：HTSSOP48-P-300-0.50 0.5 mm 间距
- 绝对最大输出耐受电压：40 V（绝对最大值）
- 输出电流：直流电机（S）模式下为 2.0 A（最大值）；步进电机（S）模式下为 1.5 A（最大值）
- 斩波频率可以通过外部电容器和电阻器进行设定。高速斩波支持 100 kHz 或更高频率。



重量：0.212 (g)

方框图 (步进电机 (S) × 两轴控制模式)



*: “X” 表示省略 A/B/C/D 通道 (PHASE_X、IN_X1/X2 和 VREF_X)

注: GND 接线: 我们建议散热器所有引脚都要接地, 而电路板只在一个 GND 引脚处进行单点接地。设计电路板时要考虑散热问题。当通过开关控制每个模式的设置引脚时, 应将这些引脚上拉到电源, 如 VCC 或下拉到 GND, 避免管脚处于高阻抗 (Hi-Z) 状态。输出线、VM 线和 GND 线的设计需要非常小心, 因为集成电路可能因输出之间短路、通电或接地而损坏。特别是对于连接到电源并流过较大电流的引脚 (如 VM、RS、OUT 和 GND), 它们应正确接线; 否则, 该集成电路可能发生包括损坏在内的故障。如果逻辑输入引脚没有正确接线, 则会由于大电流超过绝对最大额定值而可能发生损坏集成电路的故障。在电路板布局设计和集成电路实施过程中应予以注意。

引脚分配

PIN No.	Pin name	①Stepping Motor (S) × 2	②DC Motor (L) × 2	③Stepping Motor (L)	④DC Motor (S) × 4	⑤DC Motor (L) + Stepping Motor (S)	⑥DC Motor (S) × 2 + Stepping Motor (S)
1	VM	VM power input pin					
2	VM	VM power input pin					
3	SLEEP	Sleep pin					
4	ALERT	Alert pin					
5	PHASE A	A ch phase input	AB ch PWM pin	AB ch phase input	A ch PWM pin	AB ch PWM pin	A ch PWM pin
6	PHASE B	B ch phase input	-	-	B ch PWM pin	-	B ch PWM pin
7	PHASE C	C ch phase input	CD ch PWM pin	CD ch phase input	C ch PWM pin	C ch phase input	C ch phase input
8	PHASE D	D ch phase input	-	-	D ch PWM pin	D ch phase input	D ch phase input
9	OUT A-	A ch output pin (-)	AB ch output pin (-)		A ch output pin (-)	AB ch output pin (-)	A ch output pin (-)
10	RS A	A ch sensing Rs connection pin	AB ch sensing Rs connection pin		A ch sensing Rs connection pin	AB ch sensing Rs connection pin	A ch sensing Rs connection pin
11	RS A	A ch sensing Rs connection pin	AB ch sensing Rs connection pin		A ch sensing Rs connection pin	AB ch sensing Rs connection pin	A ch sensing Rs connection pin
12	OUT A+	A ch output pin (+)	AB ch output pin (+)		A ch output pin (+)	AB ch output pin (+)	A ch output pin (+)
13	OUT B+	B ch output pin (+)	AB ch output pin (+)		B ch output pin (+)	AB ch output pin (+)	B ch output pin (+)
14	RS B	B ch sensing Rs connection pin	AB ch sensing Rs connection pin		B ch sensing Rs connection pin	AB ch sensing Rs connection pin	B ch sensing Rs connection pin
15	RS B	B ch sensing Rs connection pin	AB ch sensing Rs connection pin		B ch sensing Rs connection pin	AB ch sensing Rs connection pin	B ch sensing Rs connection pin
16	OUT B-	B ch output pin (-)	AB ch output pin (-)		B ch output pin (-)	AB ch output pin (-)	B ch output pin (-)
17	D.TBLANK AB	AB ch Decay setting pin	Tblank setting pin	-	Tblank setting pin	Tblank setting pin	
18	D.TBLANK CD	CD ch Decay setting pin	Tblank setting pin		Tblank setting pin	CD ch Decay setting pin	
19	MODE2	"H" input fixed	"H" input fixed	"H" input fixed	"H" input fixed	"L" input fixed	"L" input fixed
20	NC	NC					
21	MODE1	"H" input fixed	"H" input fixed	"L" input fixed	"L" input fixed	"H" input fixed	"H" input fixed
22	MODE0	"H" input fixed	"L" input fixed	"H" input fixed	"L" input fixed	"H" input fixed	"L" input fixed
23	VM	VM power input pin					
24	VM	VM power input pin					
25	IN A2	A ch current control pin	AB ch IN2	AB ch current control pin	A ch IN2	AB ch IN2	A ch IN2
26	IN A1	A ch current control pin	AB ch IN1	AB ch current control pin	A ch IN1	AB ch IN1	A ch IN1
27	IN B2	B ch current control pin	-	-	B ch IN2	-	B ch IN2
28	IN B1	B ch current control pin	-	-	B ch IN1	-	B ch IN1
29	NC	NC					
30	IN C2	C ch current control pin	CD ch IN2	CD ch current control pin	C ch IN2	C ch current control pin	
31	IN C1	C ch current control pin	CD ch IN1	CD ch current control pin	C ch IN1	C ch current control pin	
32	IN D2	D ch current control pin	-	-	D ch IN2	D ch current control pin	
33	OUT C-	C ch output pin (-)	CD ch output pin (-)		C ch output pin (-)		
34	RS C	C ch sensing Rs connection pin	CD ch sensing Rs connection pin #1		C ch sensing Rs connection pin		
35	RS C	C ch sensing Rs connection pin	CD ch sensing Rs connection pin #1		C ch sensing Rs connection pin		
36	OUT C+	C ch output pin (+)	CD ch output pin (+)		C ch output pin (+)		
37	OUT D+	D ch output pin (+)	CD ch output pin (+)		D ch output pin (+)		
38	RS D	D ch sensing Rs connection pin	CD ch sensing Rs connection pin #1		D ch sensing Rs connection pin		
39	RS D	D ch sensing Rs connection pin	CD ch sensing Rs connection pin #1		D ch sensing Rs connection pin		
40	OUT D-	D ch output pin (-)	CD ch output pin (-)		D ch output pin (-)		
41	IN D1	D ch current control pin	-	-	D ch IN1	D ch current control pin	
42	VREF A	A ch Vref input	AB ch Vref input		A ch Vref input	AB ch Vref pin	A ch Vref input
43	VREF B	B ch Vref input	-		B ch Vref input	-	B ch Vref input
44	VREF C	C ch Vref input	CD ch Vref input		C ch Vref input	C ch Vref input	C ch Vref input
45	VREF D	D ch Vref input	-		D ch Vref input	D ch Vref input	D ch Vref input
46	OSCM	Setting pin of oscillation circuit frequency for chopping					
47	VCC	Monitoring pin for internal generated 5V bias					
48	GND	GND					

*1: 在采用大模式时，请用相应引脚相互连接。

■ 电机驱动模式说明

- (1) 步进电机 (S) × 2 控制模式引脚名称及分配
- (2) 直流电机 (L) × 2 控制模式引脚名称及分配
- (3) 步进电机 (L) × 1 控制模式引脚名称及分配
- (4) 直流电机 (S) × 4 控制模式引脚名称及分配
- (5) 步进电机 (S) × 1 控制模式 + 直流电机 (L) × 1 控制模式引脚名称及分配
- (6) 步进电机 (S) × 1 控制模式 + 直流电机 (S) × 2 控制模式引脚名称及分配

*: 在包括直流电机 (S) 模式的模式下, 可以对每个轴对, A 轴、B 轴和 C 轴、D 轴单独设置 D_TBLANK。

A、B 轴: D_TBLANK_AB 引脚

C、D 轴: D_TBLANK_CD 引脚

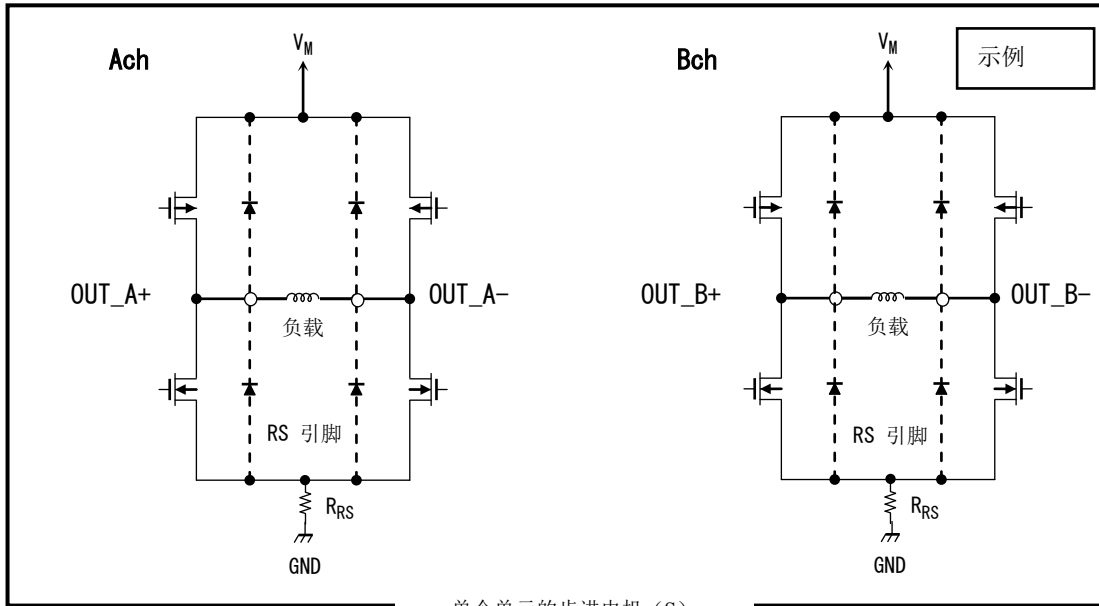
电机驱动该模式 (2, 1, 0) = (L, L, H) 仅用于东芝测试, 不能在正常操作中使用。

注 1: 在组合模式下, 如步进电机 (L) 和直流电机 (L) 模式, 应平衡集成电路外部阻抗。

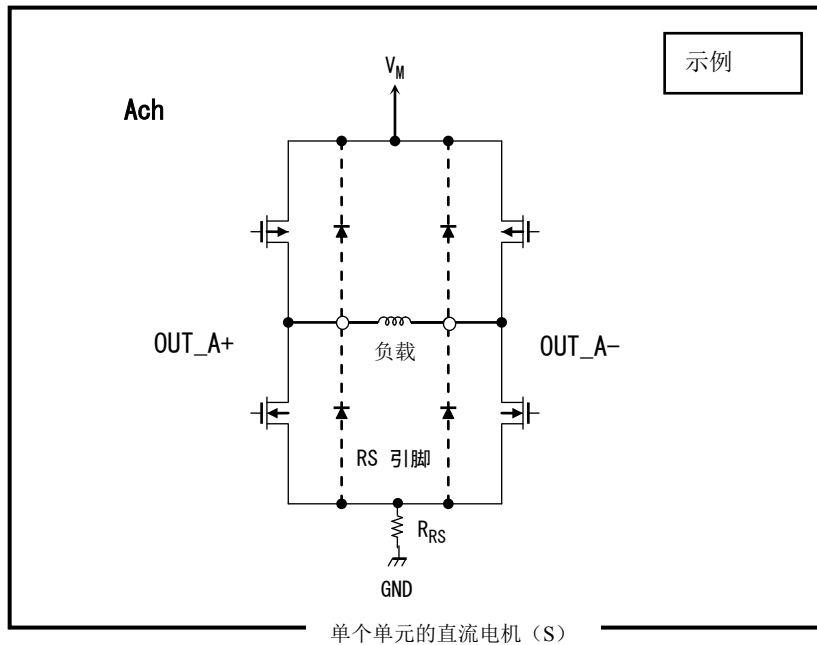
注 2: 在大电流模式下, 如果相互连接的输出晶体管的接线阻抗不平衡, 则流经晶体管的电流也会变得不平衡并有可能超过晶体管的绝对最大额定值, 从而对晶体管造成永久损坏。

■ 用于每种电机驱动电路类型的 H 桥组合（连接方法）

- 步进电机 (S) 组合

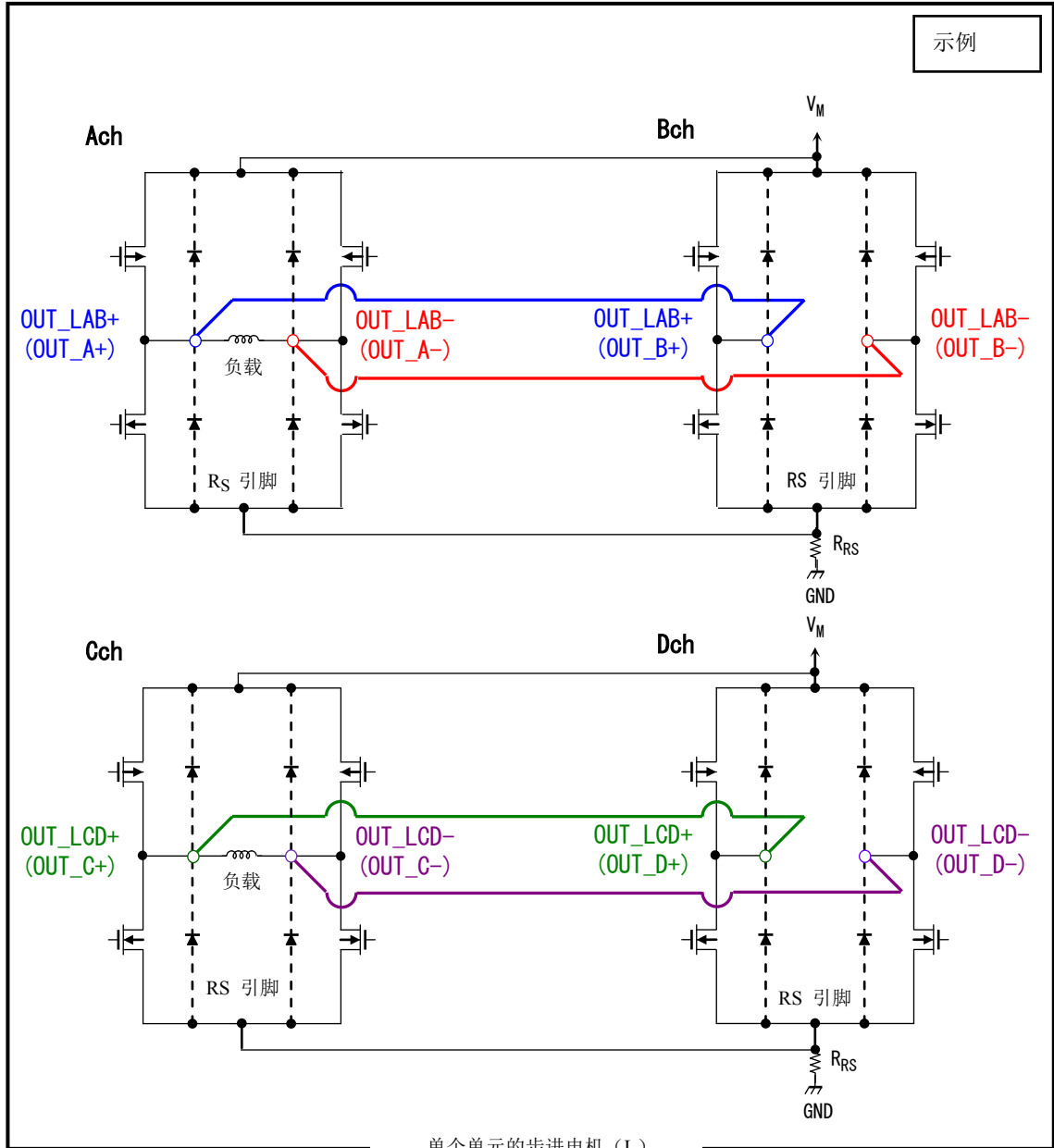


- 直流电机 (S) 组合

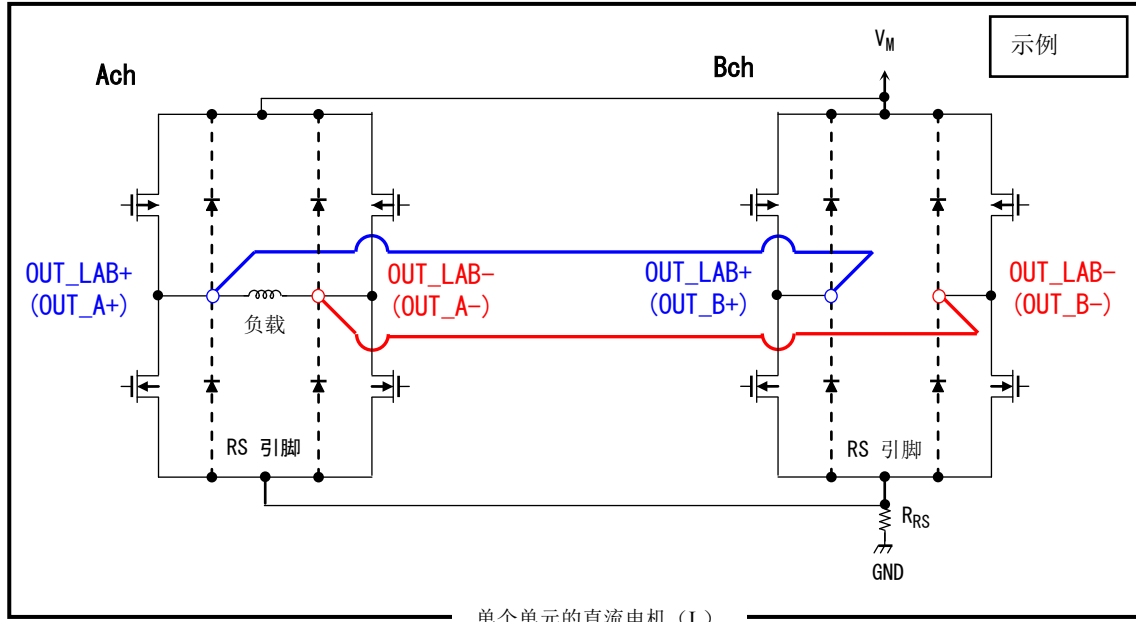


○ ...表示连接到电机的集成电路输出引脚。

- 步进电机 (L) 组合



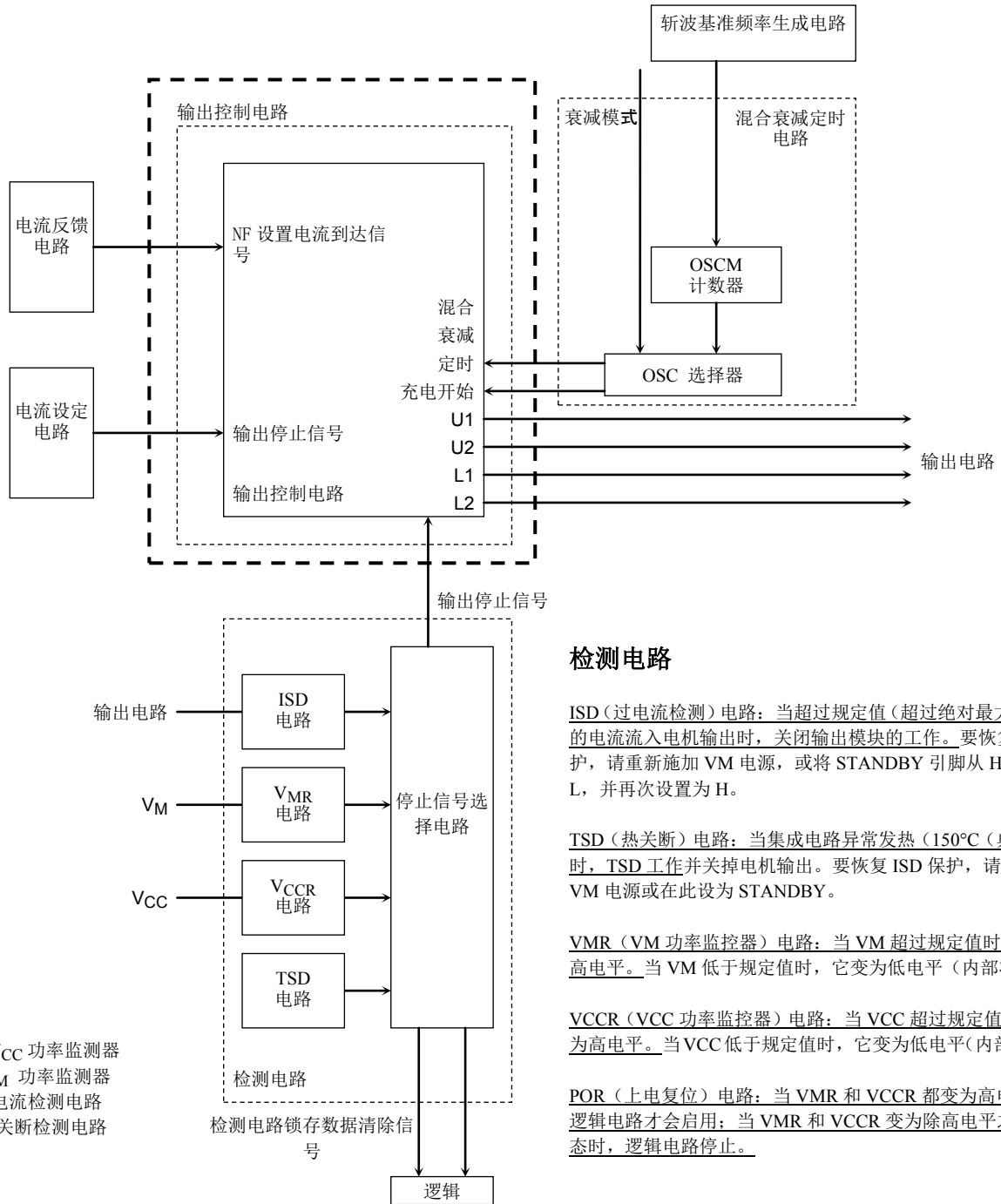
- 直流电机 (L) 组合



○ ...表示连接到电机的集成电路输出引脚。

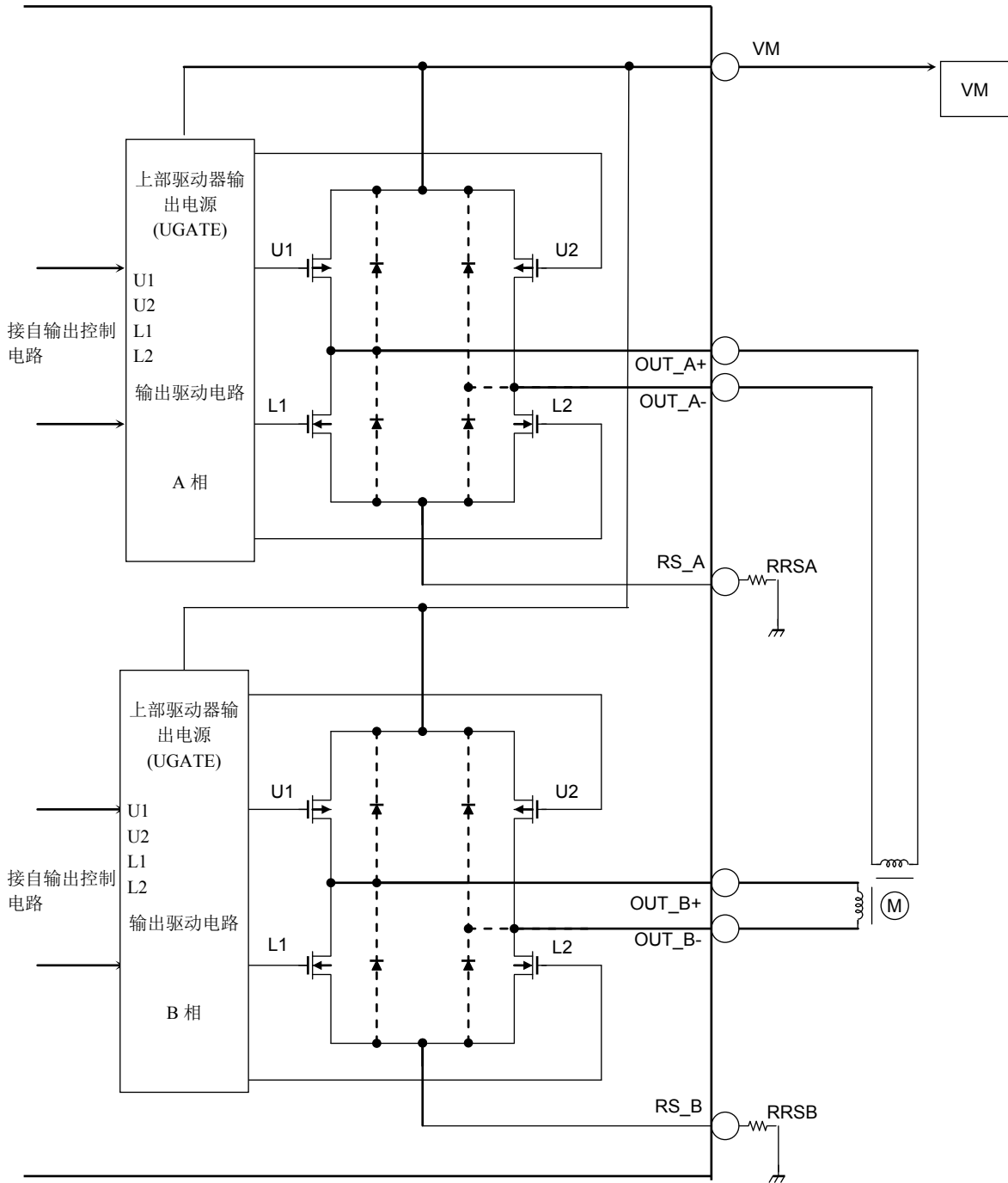
电机驱动电路的输出控制电路、电流反馈电路和电流设置电路

注：逻辑输入引脚内部连接到约 100kΩ 的下拉电阻。



VCCR: VCC 功率监测器
 VMR: VM 功率监测器
 ISD: 过电流检测电路
 TSD: 热关断检测电路

A/B 单元输出等效电路（C/D 单元与 A/B 单元相符）。



1. 电机驱动模式选择功能表

可按照所要驱动的电机类型选择电机驱动模式。

H 桥驱动电路配置和控制类别都会根据所选模式而改变。

电机运行期间，基本上无需更改驱动模式。因此，TC78S121FNG 不支持动态模式切换。

更改这些引脚的设置会改变控制引脚的功能和时序。

TC78S121FNG 通电之后，不得更改模式选择引脚的设置。

MODE 0	MODE 1	MODE 2	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 (仅适用于东芝测试)
L	L	L	备用模式

- **步进电机模式**

该模式用于驱动步进电机。

tBLANK 时间被指定为一个固定模拟值 (约 300 纳秒)。

每个电机通过三个逻辑控制输入、PHASE(电流方向)和 IN_X1/2)以及 Vref 输入进行恒流控制。

- **有刷直流电机模式**

该模式用于驱动有刷直流电机。

在数字 tBLANK 模式下，BLANK 时间可以指定为固定模拟值或 4 个 OSC 周期，其中 OSC 位斩波电路的参考信号。

当直流电机在 PWM 控制下驱动时，由于变阻器的作用，可能发生放电电流尖峰。为防止该电流尖峰错误地使恒流传感器跳闸，该恒流传感器会数字消隐一段时间，这段时间由来自 OSC 信号的 tBLANK 确定。

使用该消隐功能可以实现恒流限制器控制以及外部 PWM 控制。只能在消隐期间观察到过电流。

- **组合模式**

当两个具有相同特性的 H 桥并联运行时，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，实际导通电阻减少一半，而电流能力加倍。(规格实际上还包括热容。更多详情见电气特性。)

为使用该模式，具有相同名称的电源、接地和输出引脚应在电路板上短接在一起。

同时，应确定电路板接线，以平衡每个引脚上的阻抗。否则，短路引脚可能经历电流失衡，且更多电流可能流入其中任何一个引脚。

2. 输入信号功能（在步进电机模式下）

输入			输出		
PHASE_A PHASE_B	IN_X2	IN_X1	OUT_X+	OUT_X-	IOUT
H	H	H	H	L	100 %
	H	L	H	L	71 %
	L	H	H	L	38 %
	L	L	输出 OFF	输出 OFF	0 %
L	H	H	L	H	-100 %
	H	L	L	H	-71 %
	L	H	L	H	-38 %
	L	L	输出 OFF	输出 OFF	0 %

3. D_TBLANK 功能（仅直流电机模式）

D_TBLANK_AB 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

*: 如果设为 "L", 则只有模拟 tBLANK 宽度可用。

4. 衰减切换功能（仅步进电机模式）

D_TBLANK_AB D_TBLANK_CD	恒流控制模式
L	混合衰减: 37.5 % 固定
H	混合衰减: 12.5% (电流衰减期间为 37.5 %)

5. 有刷直流电机模式下的控制信号功能

控制输入			输出级状态		
IN_X1	IN_X2	PHASE_X	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
		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 (Hi-Z)	OFF (Hi-Z)	停运
		L			

*: "X" 表示省略 A/B/C/D 通道 (IN_X1、IN_X2 和 PHASE_X)

● 外部 PWM 控制功能

可通过向 PWM 引脚施加 0 V 和 5 V（高于 TTL 电平）的 PWM 信号来控制电机速度。在 PWM 模式下，PWM 斩波电路会在导通和短路制动之间交替变化。

当不需要 PWM 速度控制时，PWM 引脚（短路制动引脚）应保持高电平。

当使用恒流限制器时，TC78S121FNG 在输出电流达到预定电流值后进入 37.5% 混合衰减模式。由于内部插入死区时间（典型值为 300 纳秒）以防止直通电流消除，因此不需要特殊布置。

在步进电机模式（大或小）下禁用短路制动功能。

步进电机也可以在有刷直流电机模式下驱动。

为进行这种操作，不得使用短路制动功能，并将 D_TBLANK 引脚设为低电平。同时，还应确认输入信号功能。

6. SLEEP 功能

在 SLEEP 引脚上，可以控制低功耗模式（VCC OFF）和正常工作模式（VCC ON）。

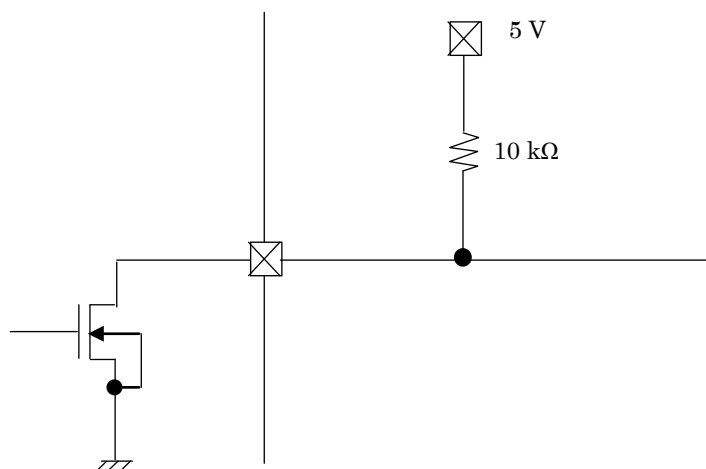
当 SLEEP 引脚为低电平时，VCC 稳压器关断（OFF），逻辑将完全停运。

当 SLEEP 引脚设置为高电平后，可以在 1 微秒时间内恢复正常工作模式。

SLEEP	功能
L	低功耗模式（VCC OFF）
H	正常工作模式（VCC）

7. ALERT 功能

当检测到错误场合（TSD/ISD）时，ALERT 引脚输出“低”电平。



ALERT 引脚为开漏输出引脚。当输出引脚通过电阻上拉到 VCC 时，复位时输出低电平(MOSFET ON)，非复位时输出高电平（内部 Hi-Z）。

请通过上拉电阻连接到 VCC。

绝对最大额定值 (Ta = 25°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)	2.0	A	
	IOUT_(ST_L)	3.0	A	
	IOUT_(DC_S)	3.5	A	(tw ≤ 500 ns)
	IOUT_(DC_L)	5.0	A	(tw ≤ 500 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	
功率耗散 (单通道) (注 2)	PD	1.3	W	
工作温度	TOPR	-20 to 85	°C	
存放温度	TSTR	-55 to 150	°C	
结温	Tj (max)	150	°C	

注 1: 作为指导, 每一相的最大输出电流应保持在 1.4 A 以下。鉴于发热相关事项, 可以根据环境温度和电路板条件进一步限制最大输出电流。

注 2: 独立 (Ta = 25°C)
当 Ta 超过 25°C 时, 需要通过 10.4mW/°C 进行降额。

Ta: 环境温度

Topr: TC78S121FNG 启用时的环境温度

Tj: TC78S121FNG 启用时的结温。最大结温由热关断 (TSD) 电路限制。

建议将最大电流保持在一定水平以下, 使最大结温 Tj (max) 不超过 120°C。

注意: 绝对最大额定值

半导体器件的绝对最大额定值是一组绝对不能超过的额定值, 即使是一瞬间。不得超过这些额定值中的任何一个。

超过额定值可能造成器件故障、损坏或劣化, 并可能因爆炸或燃烧而导致人身伤害。

在任何情况下, 都不应超过绝对最大额定值, 即使是一个参数。TC78S121FNG 没有过压检测电路。因此, 如果电压超过其额定最大值, 则设备会受损。

必须始终遵守所有电压额定值, 包括电源电压。还应参照后文描述的其他说明和注意事项。

工作范围 (Ta = 0 至 85°C)

特性	符号	测试电路	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
内部逻辑电源电压	VCC	DC	(自动生成)	4.5	5.0	5.5	V
电机电源电压	VM	DC	—	8	24	38	V
电机输出电流	I _{out} (ST_S)	DC	Ta = 25°C, 每相	—	0.8	1.5	A
	I _{out} (ST_L)	DC	Ta = 25°C, 每相	—	1.5	2.1	
	I _{out} (DC_S)	DC	Ta = 25°C, 每相	—	1.0	2.0	
	I _{out} (DC_L)	DC	Ta = 25°C, 每相	—	2.0	3.8	
逻辑输入电压	VIN	DC	—	GND	3.3	5.5	V
ALERT 输出引脚电压	V _{ALERT}	DC	上拉电阻电压	—	3.3	5.5	V
斩波频率设定范围	f _{chop}	DC	VCC=5.0 V	40	100	150	kHz
V _{ref} 电压	V _{ref}	DC	VM=24 V	GND	3.0	4.0	V
电流检测引脚电压	VRS	DC	VM=24 V	-0.5	—	1.5	V

注：采用最大结温 (T_j) @ 120°C 或以下。在某些热条件下不能采用最大电流。

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

特性		符号	测试电路	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
逻辑输入电压 (SLEEP 引脚除外)	高	V _{IH}	DC	逻辑输入引脚 (SLEEP 引脚除外)	2.2	—	5.5	V
	低	V _{IL}			GND	—	0.8	
逻辑输入电压 (仅 SLEEP 引脚)	高	V _{IH}	DC	仅 SLEEP 引脚	2.0	—	5.5	V
	低	V _{IL}			GND	—	0.6	
逻辑输入滞后电压		H _{is}	DC	逻辑输入引脚	0.3	0.4	0.5	V
逻辑输入电流		I _{IN} (H)	DC	V _{IN} = 5 V, 电阻器输入引脚	—	50	75	μA
		I _{IN} (L)			—	—	1	
ALERT 输出电压		V _{OL}	DC	I _{OL} =4 mA, 输出: 低	—	—	0.5	V
电流消耗 (V _M 引脚)		IM1	DC	输出=OPEN, SLEEP=H, 其他逻辑引脚=L 所有输出级都不工作。	—	2	3	mA
		IM2		输出=OPEN, SLEEP=H, 电机模式: 步进×2 通道 (模式 0 / 1 / 2 = H 级) IN_X1/IN_X2/PHASE_X=L, OSCM=1.6 MHz	—	3.5	5	
		IM3		输出=OPEN, SLEEP=H, 电机模式: 步进×2 通道 (模式 0 / 1 / 2 = H 级) IN_X1, IN_X2=H 固定 PHASE_X=L/H [1kHz 输入] (全阶分辨函数) D_TBLANK_AB/D_TBLANK_CD= L 固定 (衰减 37.5%固定) OSCM=1.6 MHz, V _{ref} =3.0 V RS_X=0.5 V	—	8	10	
		IM4		SLEEP=L, 其他逻辑引脚=L VCC 稳压器 = OFF	—	10	20	
输出漏电流		上部	DC	V _M =24 V, V _{out} =0 V, ENABLE ALL=L	-1	—	—	μA
		下部		V _M =V _{out} =24 V, ENABLE ALL=L	—	—	1	
输出差分电流		ΔI _{out1}	DC	I _{out} =1.0 A	-5	—	5	%
输出差分电流设置		ΔI _{out2}	DC	I _{out} =1.0 A	-5	—	5	%
RS 引脚电流		I _{RS}	DC	V _{RS} =0 V, V _M =24 V, ENABLE ALL=L (MOSFET = OFF)	—	—	10	μA
输出晶体管漏源导通电阻 (H 侧 + L 侧)		R _{on} (DS: H 侧 + L 侧) S	DC	I _{out} =1.0 A, T _j = 25°C, 漏源, (上+下) 小模式	0.4	0.6	0.8	Ω
		R _{on} (DS: H 侧 + L 侧) L		I _{out} =1.0 A, V _{CC} =5.0 V, T _j = 25°C, 漏源, (上+下) 大模式	—	0.3	0.4	

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

特性	符号	测试电路	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{ref} 输入电压	VREF	DC	V _M =24 V, V _{CC} =5 V	GND	3.0	4.0	V
V _{ref} 输入电流	IREF	DC	VREF=3.0 V	—	0	1	μA
VCC 输出电压	VCC	DC	I _{CC} =5.0 mA	4.5	5.0	5.5	V
VCC 输出电流	ICC	DC	VCC=5.0 V	—	2.5	5	mA
V _{ref} 衰减比	Vref (增益)	DC	VREF=2.0 V	1/5.2	1/5.0	1/4.8	—
TSD 温度 (注 1)	T _J TSD	DC	—	140	150	170	°C
VM 恢复电压	VMR	DC	—	6.8	7.0	7.3	V
过电流检测电路检测电流 (注 2)	ISD	DC	—	2.1	4.0	5.0	A

注 1: 热关断 (TSD) 电路

当集成电路结温度达到规定值并在异常条件下过热导致 TSD 电路被激活时, 内部停止电路被启用, 所有输出被关断。

当温度设为 140°C (最低) ~ 170°C (最高) 之间时, TSD 电路工作 (设计目标值)。当 TSD 电路工作时, 可以通过重启 VM 电源或设置备用模式恢复。TSD 功能旨在检测集成电路的异常发热。请避免过多地使用 TSD 功能。

注 2: 过电流检测 (ISD) 电路

当电流超过规定值并在异常条件下流到输出时, 内部停止电路被激活, 从而将所有输出切换到关闭。设置死区时间, 以避免通过开关进行不正确操作。(详情见“ISD 死区时间和 ISD 工作时间”。) 当操作 ISD 功能时, 输出停止, 直至 VM 电源上电复位。可以通过重启 VM 电源或设置备用模式恢复。ISD 功能旨在检测集成电路的异常电流。请避免过多地使用 ISD 功能。

注 3: 即使在未提供 VM 电压的状态下输入逻辑输入信号, 虽然电路设计不会通过信号输入发生电动势和漏电电流, 但请控制逻辑输入信号, 以使电动机在重新供应 VM 电压之前不会工作。

反电动势

- 当电机转动时, 存在将动力反馈到电源的时序。在该时序下, 由于电机反电动势的作用, 电机电流被反馈到电源。

如果电源没有足够的散热能力, 设备的电源和输出引脚可能会上升超过额定电压。电机反电动势的大小随使用条件和电机特性而变化。必须充分验证, 确保不存在 TC78S121FNG 或其他组件因电机反电动势而受损或发生故障的风险。

过电流关断 (ISD) 和热关断 (TSD) 注意事项

- ISD 和 TSD 电路仅用于提供临时保护以防止诸如输出短路的异常情况; 它们不一定保证整个集成电路的安全。
- 如果器件使用超过规定工作范围, 则这些电路可能无法正常工作; 则器件可能由于输出短路而损坏。
- ISD 电路仅用于提供输出短路临时保护。如果这种情况持续很长时间, 则器件可能因过度应力而损坏。必须通过外部硬件立即消除过电流情况。

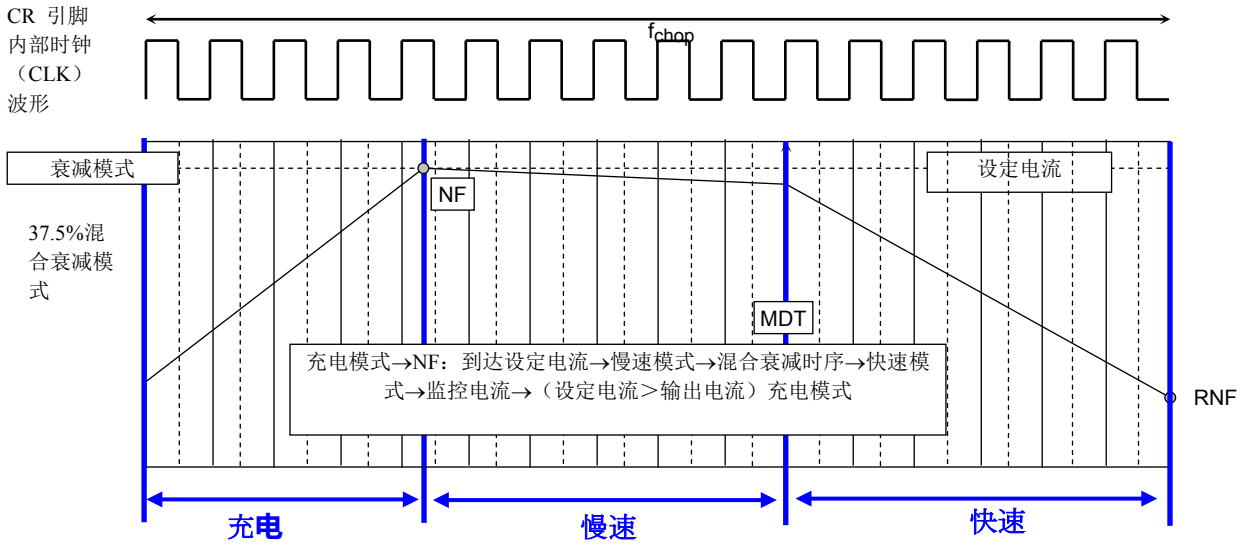
集成电路的安装

请勿以错误方向或错误地插入器件。否则, 可能导致设备故障、损坏和/或劣化。

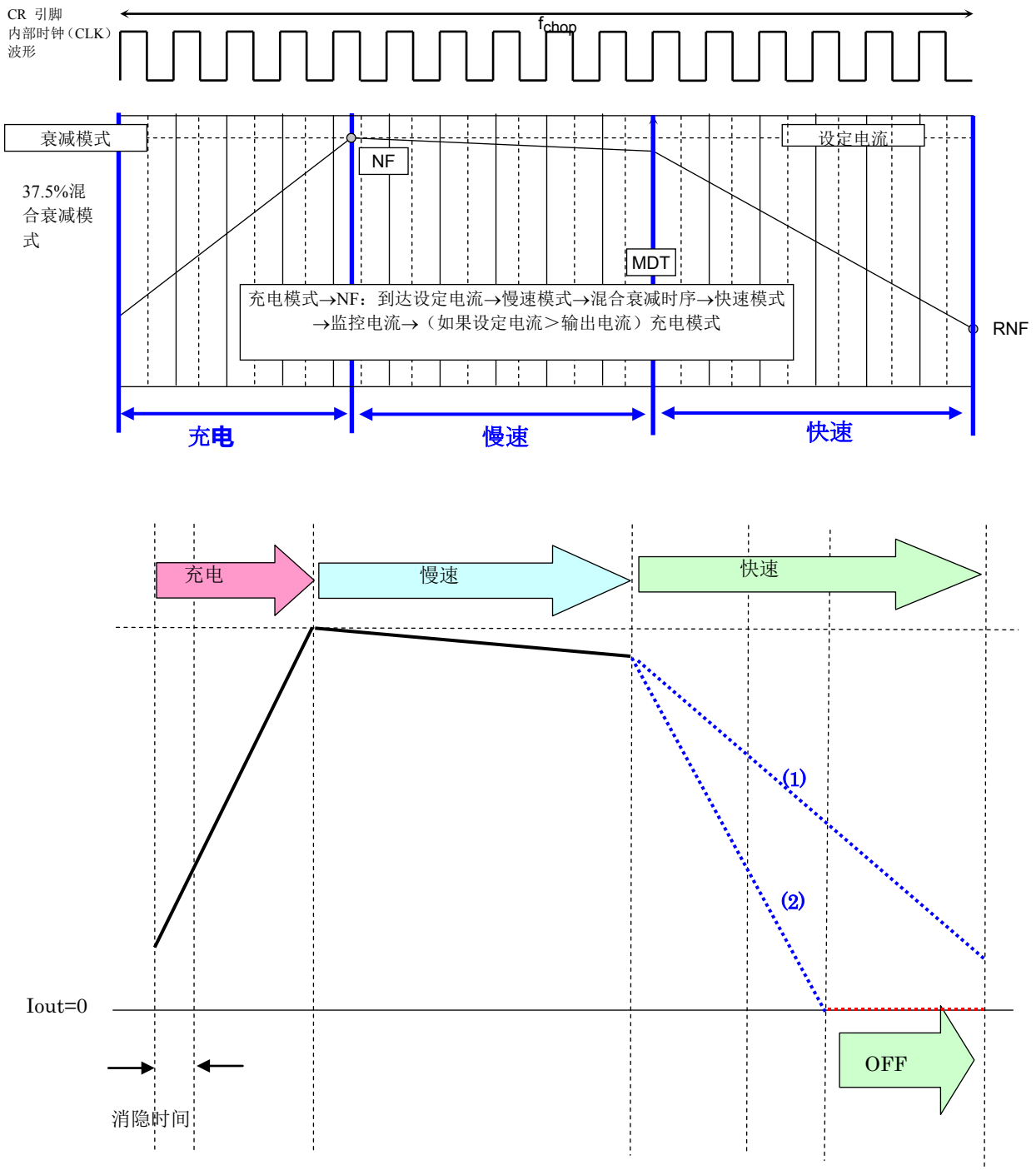
AC 电气特性 (Ta = 25°C、V_M = 24 V、负载 = 6.8 mH/5.7 Ω)

特性	符号	测试电路	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
逻辑输入频率	fLogic	AC	—	1.0	—	200	kHz
最小信号脉宽	tw(tLogic)	AC	—	100	—	—	ns
	twp			50	—	—	
	twn			50	—	—	
输出晶体管开关特性	tr	AC	输出负载: 6.8 mH/5.7Ω	60	120	200	ns
	tf			30	70	130	
	tpLH		信号~OUT 之间 输出负载: 6.8 mH/5.7Ω	—	120	500	
	tpHL			—	120	500	
噪声抑制死区时间	tBLANK_AB(L) tBLANK_CD(L)	AC	I _{out} =0.6 A, V _M =24 V, 模拟 tBLANK 宽度	200	300	400	ns
	tBLANK_AB(H) tBLANK_CD(H)	AC	I _{out} =0.6 A, OSC=1.6 MHz, 4×OSC 设定值	2.0	2.5	3.0	μs
企业参考信号振荡频率	fOSCM	AC	C _{osc} =270 pF, R _{osc} =100 kΩ	1200	1600	2000	kHz
斩波频率范围	fchop	AC	输出操作 (I _{out} = 1.0 A)	40	100	150	kHz
斩波频率	fchop	AC	输出操作 (I _{out} = 1.0 A) OSC=1.6 MHz	—	100	—	kHz

衰减模式：充电到慢速衰减再到快速衰减



混合衰减模式/检测零点



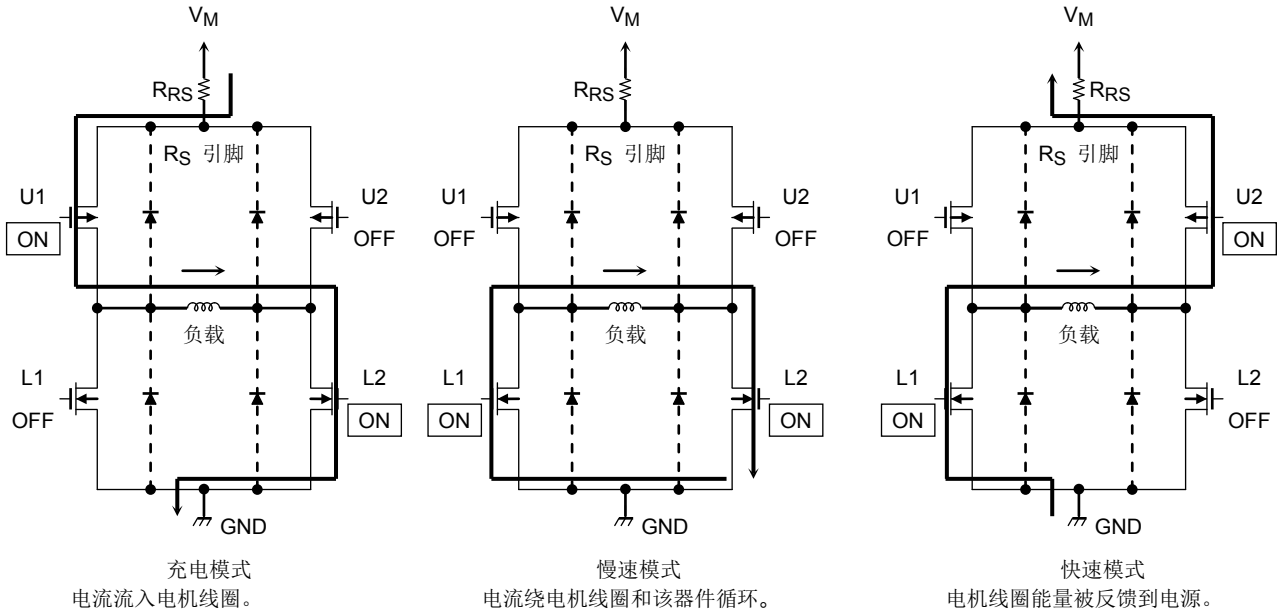
[NF]显示输出电流达到设定电流值的点。[Charge]显示步进分辨特性的不同值（如电感或电阻）。

状态（1）：当 Fast->Charge 操作在达到零点之前启动时（Iout=0 A）

状态（2）：当达到零点时（Iout=0 A）

混合衰减模式： Charge -> NF: Reaching setting current -> Slow -> Fast -> Charge -> ...

输出晶体管工作模式



输出晶体管操作功能

CLK	U1	U2	L1	L2
充电模式	ON	OFF	OFF	ON
慢速模式	OFF	OFF	ON	ON
快速模式	OFF	ON	ON	OFF

注：该表显示了电流按上图所示的箭头所示方向流动时的示例。如果电流以相反方向流动，则请参照下表。

CLK	U1	U2	L1	L2
充电模式	OFF	ON	ON	OFF
慢速模式	OFF	OFF	ON	ON
快速模式	ON	OFF	OFF	ON

TC78S121FNG 会在 Charge（充电）、Slow-Decay（慢速衰减）和 Fast-Decay（快速衰减）模式之间自动切换，以进行恒流控制。

为便于说明，可以简化等效电路图，其中一些部分还可以省略。

计算设定输出电流

对于 PWM 恒流控制，TC78S121FNG 使用由 OSCM 振荡器生成的时钟。峰值输出电流可通过电流感应电阻器 (RRS) 和基准电压 (V_{ref}) 进行设置，具体如下：

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

V_{ref} (增益)： V_{ref} 衰减比为 1 / 5.0 (典型值)。

Ex.: 如果为 100% 设定值，

当 $V_{ref} = 3.0 \text{ V}$ 、Torque (转矩) = 100% 且 $RRS = 0.51 \Omega$ 时，

如下计算电机恒流输出 (峰值电流)：

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

OSCM 振荡频率

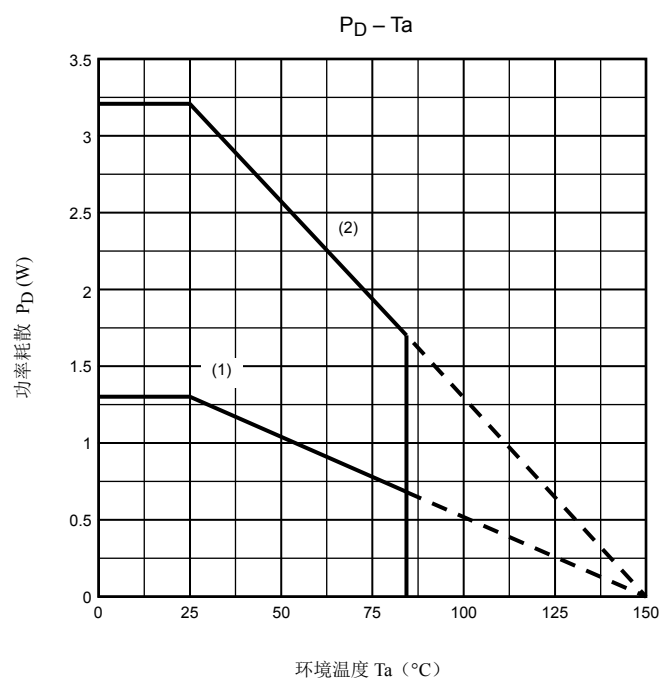
对于 OSCM 振荡频率，可以用外部电容器和电阻器更改频率。

通过更改 OSCM 频率，它将能够改变斩波频率。

请参照下表对斩波频率进行调节。

斩波频率[kHz]	C [pF]	R [kΩ]
150	180	100
140	180	150
130	220	75
120	220	120
110	270	68
100	270	120
90	330	75
80	330	150
70	390	130
60	470	110
50	560	120
40	680	180

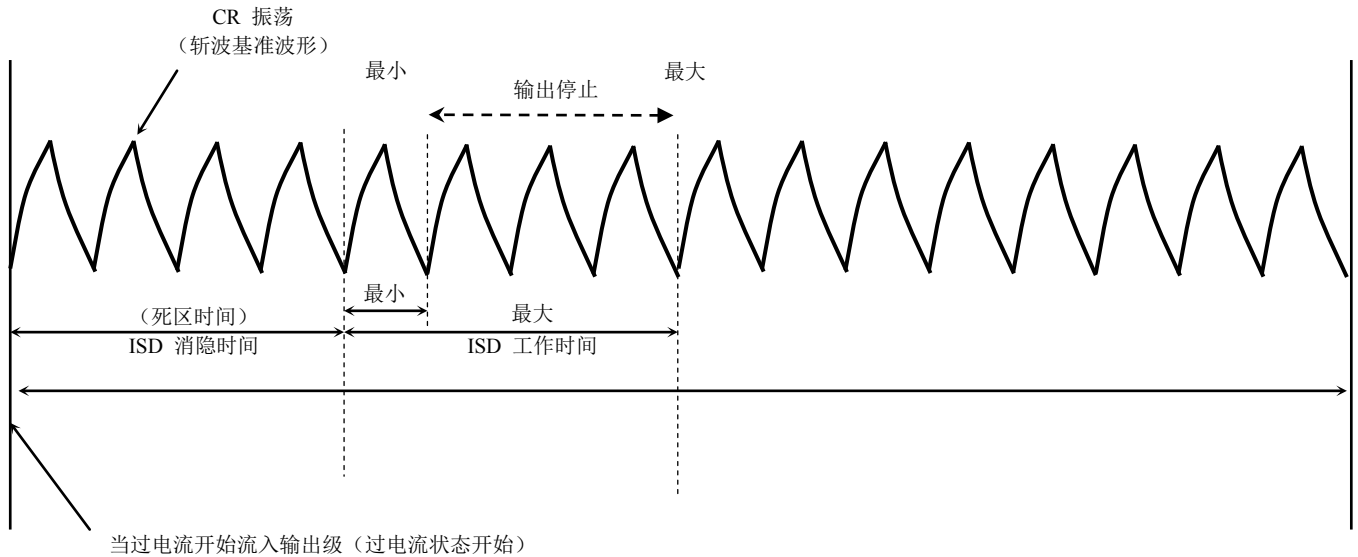
PD - Ta (封装功耗)



- (1) 仅集成电路: $R_{th(j-a)}$: $113^{\circ}\text{C}/\text{W}$
- (2) 但安装在电路板上时 (100 mm × 200 mm × 1.6 mm 双层板: $37^{\circ}\text{C}/\text{W}$ (典型值))

过电流检测电路工作时间

ISD 死区时间和 ISD 工作时间



过流检测电路具有死区时间，用以防止在开关时错误检测 I_{RR} 或尖峰电流。与 OSC 同步、用来设置斩波频率的死区时间可表示如下。

死区时间 = $4 \times CR$ 时间

在过电流流入输出级之后停止输出所需时间可表示如下。

最短时间： $4 \times CR$ 时间

最长时间： $8 \times CR$ 时间

请注意，上述工作时间只有在电流按预期流动时才能达到。根据输出控制模式时序，可能不会触发电路。

因此，为确保安全运行，请在电机电源中插入熔断器。

熔断器的容量根据使用条件确定。请选用容量不超过集成电路功率耗散的熔断器，以避免任何操作问题。

• tBLANK（噪声抑制死区时间）

针对所要驱动的不同电机，TC78S121FNG 采用了两种不同的死区时间（消隐时间），以防止由于开关噪声而导致的故障。

(1) 模拟 tBLANK 功能（在步进电机模式下）

通过电机模块交流特性确定的噪声抑制死区时间（模拟 tBLANK）在集成电路中是个固定的。它主要用来避免在步进电机由恒定电流驱动时错误判断 I_{RR} （二极管恢复电流）。

它在集成电路中是固定值，因此不能更改。

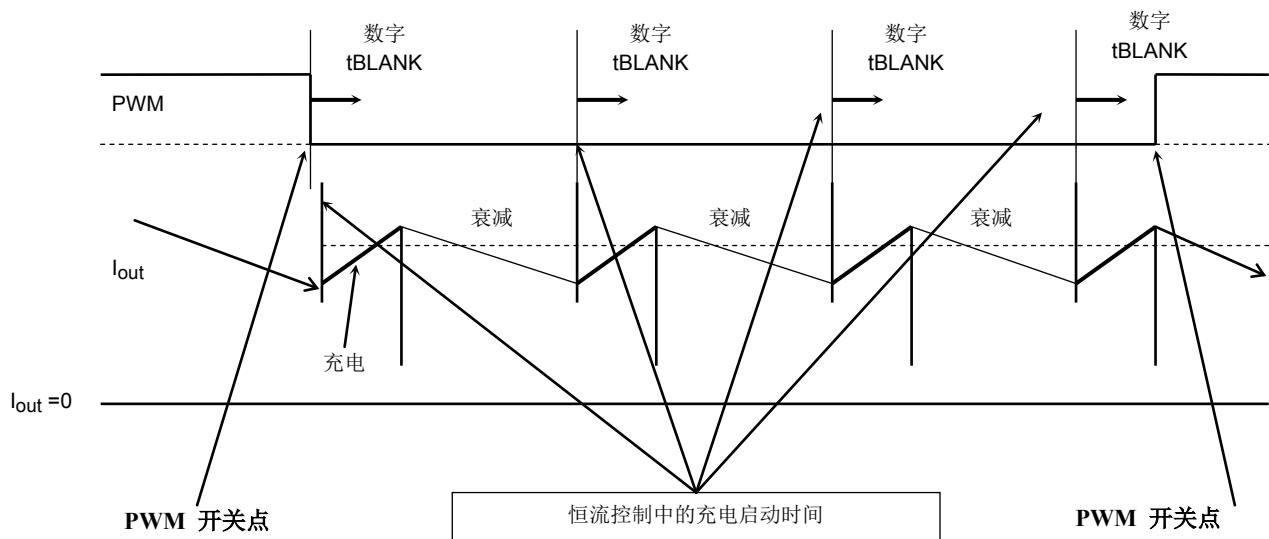
(2) 数字 tBLANK（在有刷直流电机模式下）

除模拟 tBLANK 之外，数字 tBLANK 时间是通过外部斩波周期数字生成的。该消隐时间用于防止由于直流电动机模式下 DC 电动机 PWM 操作期间产生的变阻器恢复电流的过电流条件的错误检测。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 μ s），而内部为固定值的模拟 tBLANK 时间生效。

由于该消隐时间是基于 OSCM 信号生成的，所以可以通过改变 OSCM 信号频率来调整该时间。

（请注意，当 OSCM 信号频率变化时，除消隐时间以外的特性，如电机斩波频率和上电时插入的死区时间也会改变。）

有刷直流电机模式下的数字 tBLANK 插入时序



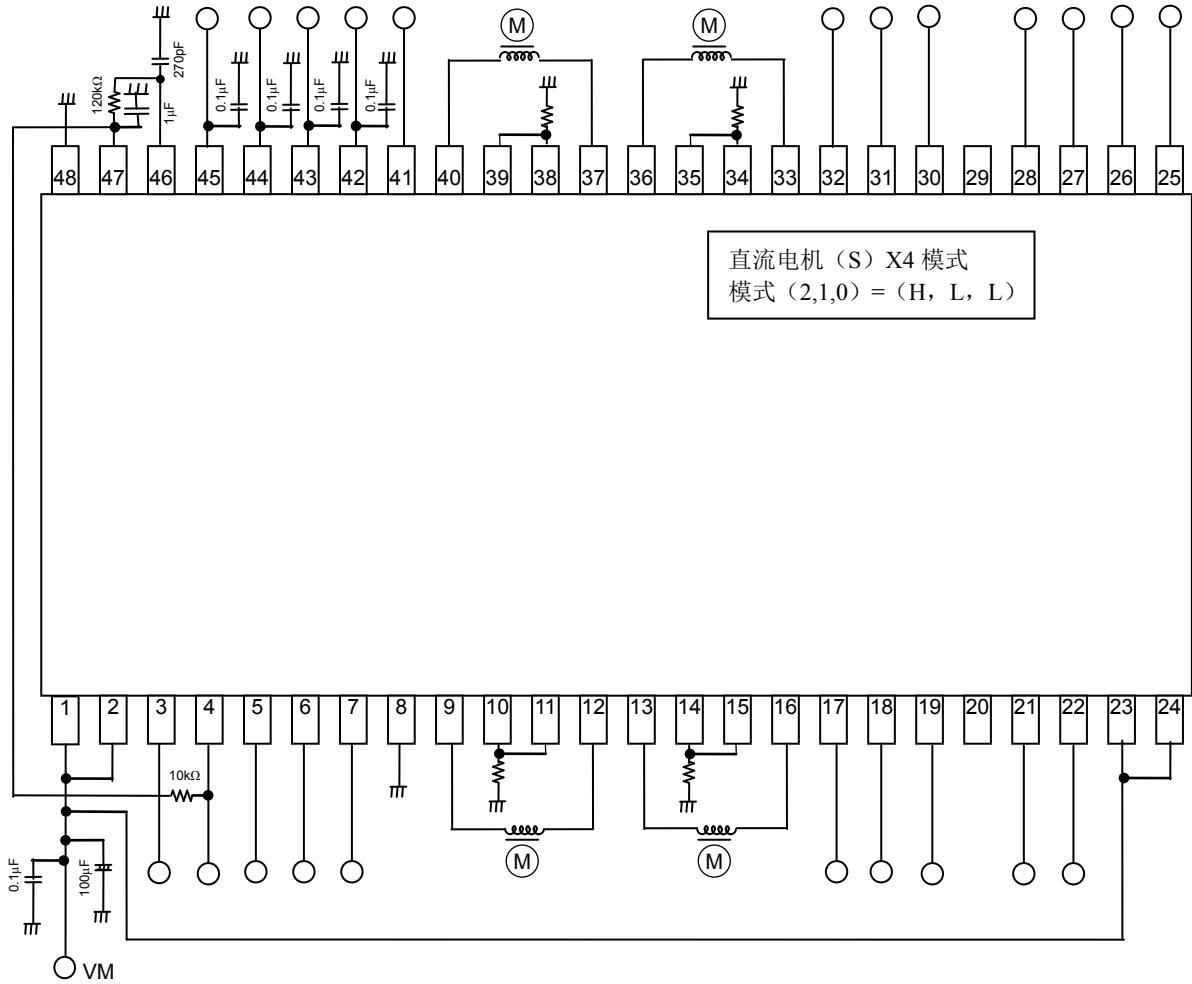
在外部施加的 PWM 信号、PHASE_X 切换时序（如短路制动和充电之间的切换时序）之后以及当恒流斩波驱动中充电开始时，立即插入数字 tBLANK 时间。

数字 tBLANK 时间只在直流电机模式下有效。

启动直流电机操作时，TC78S121FNG 进入 37.5% 的混合衰减模式。在这种模式下，TC78S121FNG 在整个时段内的前 4 个 CLK 周期内保持充电模式，这也就是数字 tBLANK 时间。因此，根据时序，操作模式可以直接切换到快速-衰减模式。

应用电路示例

下图所示数值均为典型值。关于输入条件，请参见“操作范围”。



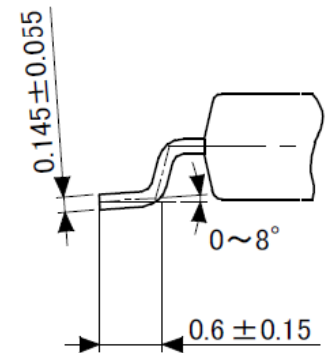
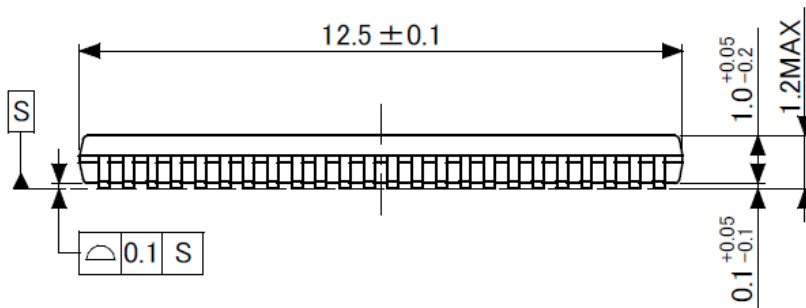
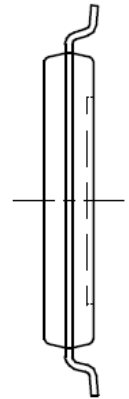
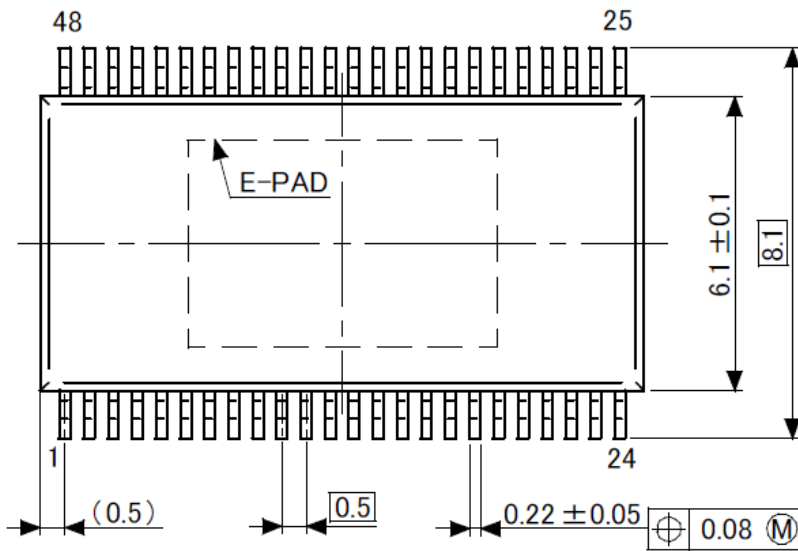
注： 建议必要时增加旁路电容器。GND 接线必须尽量为一点接地。

应用电路示例仅供参考，在批量生产设计之前应进行充分评估。
此外，该应用电路没有涉及任何工业专利。

封装尺寸

HTSSOP48-P-300-0.50

单位: mm



重量: 0.212 g (典型值)

内容说明

(1) 方框图

为便于说明，可以省略方框图中的一些功能框、电路或常数。

(2) 等效电路

为便于说明，可以简化等效电路图，其中一些部分还可以省略。

(3) 时序图

为便于说明，可以简化时序图。

(4) 应用电路

本文件所示应用电路仅供参考。需要进行全面评估，特别是在批量生产设计阶段。东芝不通过提供这些应用电路举例线过任何工业产权授予任何许可证。

(5) 测试电路

测试电路上的组件仅用于获取和确认器件特性。这些组件和电路不能保证防止应用设备发生失常或故障。

集成电路使用注意事项

集成电路处理注意事项

- (1) 半导体器件的绝对最大额定值是一组绝对不能超过的额定值，即使是一瞬间。不得超过这些额定值的任何一个值。
超过额定值可能造成器件故障、损坏或劣化，并可能因爆炸或燃烧而导致人身伤害。
- (2) 请勿以错误方向或错误地插入器件。
确保电源正负端子连接正确。
否则，电流或功耗可能超过绝对最大额定值；超过额定值可能造成器件故障、损坏或劣化，并可能因爆炸或燃烧而导致人身伤害。
此外，不得使用插入错误方向或错误插入（即使只有一次）而施加电流的器件。
- (3) 采用适当的电源熔断器，以在过流和/或集成电路故障时不会有电流持续流动。在使用条件超过其绝对最大额定值、接线不当或接线或负荷出现异常脉冲噪声时，集成电路会完全损坏，造成大电流持续流动，故障还会产生冒烟或着火。在造成损坏的情况下，为尽量降低大电流流动的影响，需要进行适当设置，如快熔熔断器容量、熔断时间和插入电路位置。
- (4) 如果涉及包含电感负载，如电机线圈，要在设计中并入保护电路，以防器件在上电时因涌流或断电时因反电动势产生的负电流而造成故障或损坏。集成电路损坏可能导致伤害、冒烟或着火。
使用内置保护功能集成电路的稳定电源。如果电源不稳定，保护功能可能无法工作，从而导致集成电路损坏。集成电路损坏可能导致伤害、冒烟或着火。
- (5) 谨慎选择外部元件（如输入和负反馈电容器）和负载元件（如扩音器），例如，电源安培计和稳压器。
如果存在大量漏电电流，如输入或反馈电容器，集成电路输出直流电压就会增加。如果该输出电压连接至耐受电压的低输入扩音器，则过电流或集成电路故障就会导致冒烟或着火。（过电流会导致集成电路本身冒烟或着火。）在使用桥接式负载（BTL）连接类型的集成电路（向扩音器直接输入输出直流电压）时，要尤其注意。

集成电路处理要点

(1) 过电流保护电路

在所有情况下，过电流保护电路（称为限流器电路）不一定保护集成电路。如果过电流保护电路在过电流下工作，可立即消除过电流状态。

根据使用方法和使用条件，如超过绝对最大额定值会导致过电流保护电路无法正常工作或集成电路损坏。此外，根据使用方法和使用条件，如果过电流在工作之后持续长时间流动，则集成电路可能会发热，从而造成损坏。

(2) 热关断电路

在所有情况下，热关断电路不一定保护集成电路。如果热关断电路在过热条件下工作，则可立即消除发热状态。

根据使用方法和使用条件，如超过绝对最大额定值会导致热关断电路无法正常工作或集成电路损坏。

(3) 散热设计

使用大电流集成电路时（如电源安培计、稳压器或驱动器），要设计在任何时间和条件下都不超过规定结温（ T_j ）的适当散热装置。即使在正常使用期间，这些集成电路也会发热。集成电路散热设计不当会导致集成电路寿命缩短、特性退化或损坏。此外，器件设计要充分考虑集成电路热辐射对外围元件的影响。

(4) 反电动势

当电机反向转动、突然停运或减速时时，由于反电动势的作用，电流回流至电机电源。如果电源的电流吸收能力较小，器件的电机电源和输出引脚可能会暴露在超过绝对最大额定值的条件下。为避免这种问题，在系统设计中要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.**