

# 译文

## TB6556FG

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：“TB6556FG” 2012-10-22

翻译日：2016-02-05

东芝 Bi-CMOS 单晶硅集成电路

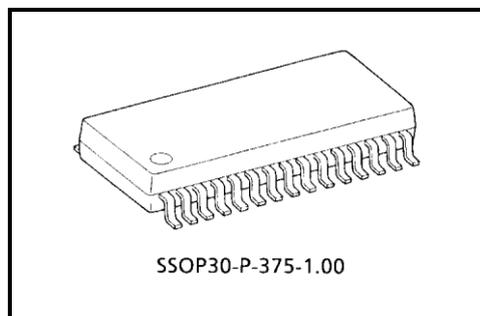
# TB6556FG

三相全波正弦波 PWM 无刷马达控制器

TB6556FG 是一种电扇应用，适用于三相无刷直流 (BLDC) 马达。

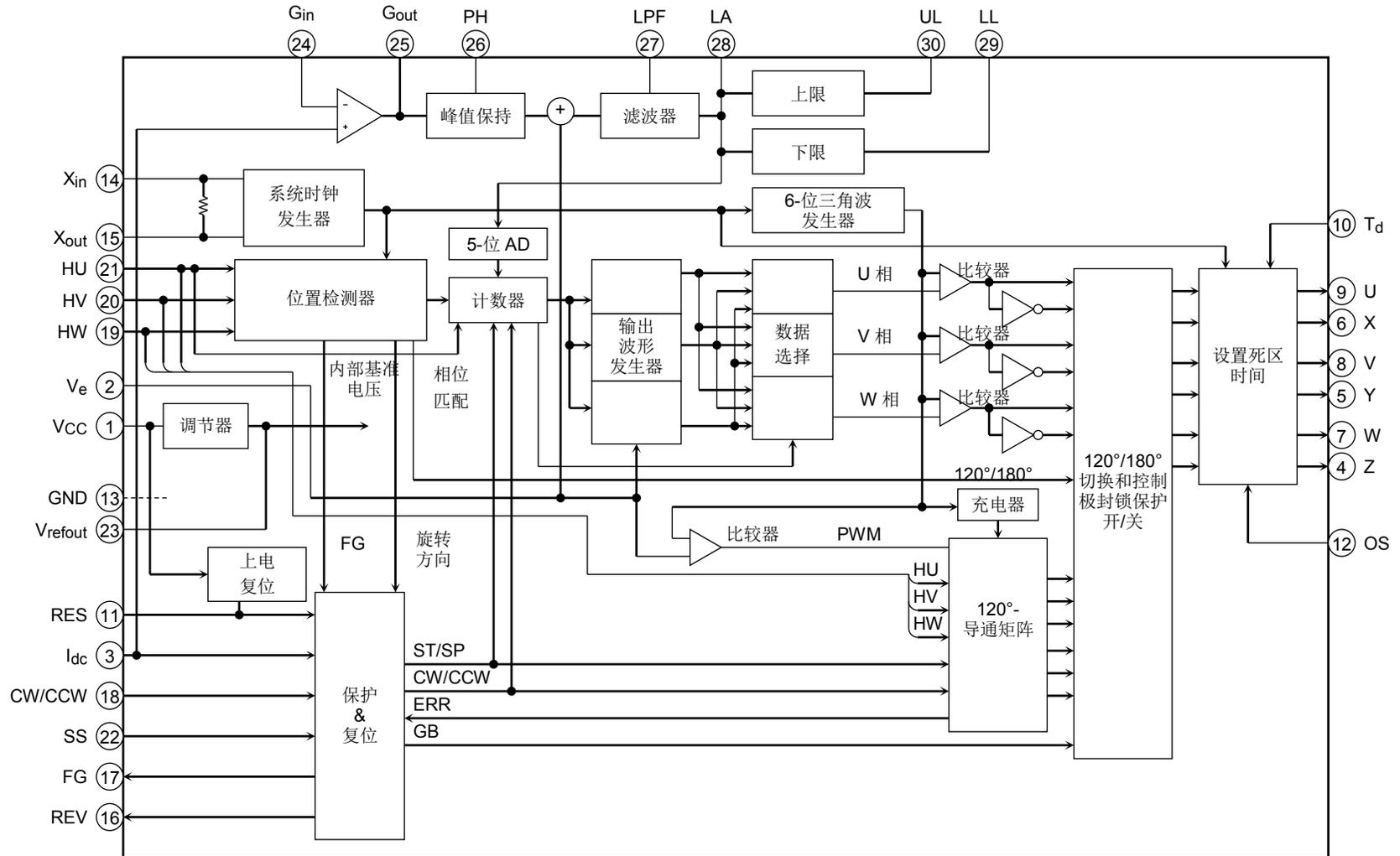
## 特征

- 正弦波 PWM 控制
- 内置三角波发生器  
(载波周期 =  $f_{OSC}/252$  (Hz))
- 内置超前角控制功能( $0^\circ \sim 58^\circ$ , 分 32 档)  
外部设置/自动内部设置
- 内置死区时间功能(设置 1.9  $\mu$ s 或 3.8  $\mu$ s)
- 过流保护信号输入引脚
- 内置调节器( $V_{refout} = 5$  V (典型值), 30 mA (最大值))
- 工作电源电压范围  $V_{CC} = 6$  V ~ 10 V



重量: 0.63 g(典型值)

方块图



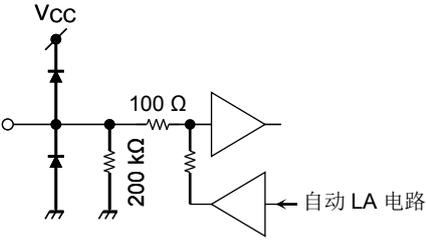
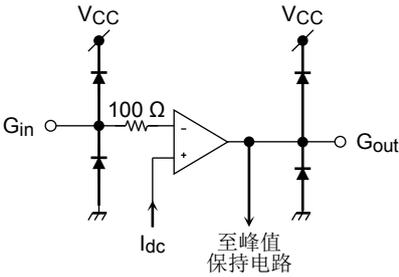
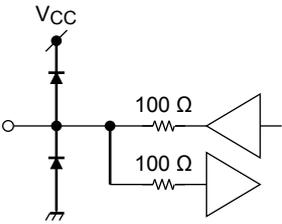
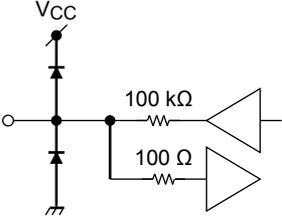
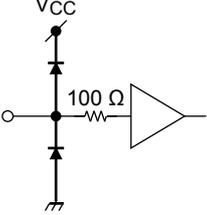
出于解释目的，可能忽略或简化部分功能块，电路或常数。

### 引脚描述

引脚编号	符号	说明	备注
21	HU	位置信号输入引脚 U	当位置信号为 HHH 或 LLL 时, 门电路块保护工作。 带有内置上拉电阻器, 内置数字滤波器( $\approx 500$ ns)
20	HV	位置信号输入引脚 V	
19	HW	位置信号输入引脚 W	
18	CW/CCW	旋转方向信号输入引脚	L: 正转 H: 反转
11	RES	复位信号输入引脚	L: 复位(输出处于非活动状态) 工作/暂停工作, 也可用于门电路保护, 内置上拉电阻器
2	V <sub>e</sub>	电压指令信号	带有内置下拉电阻器
24	G <sub>in</sub>	增益设置	可优化 LA 的增益时的 I <sub>dc</sub> 信号电平
25	G <sub>out</sub>		
26	PH	峰值保持	将峰值保持电容器和放电电阻连接至 GND, 相互平行
27	LPF	RC 低通滤波器	连接该低通滤波器电容器(内置 100 k $\Omega$ 电阻器)
28	LA	超前角设置信号输入引脚	按 32 步设置 0° ~ 58°
29	LL	LA 的下限	设置 LA 的下限(LL = 0 V ~ 5.0 V)
30	UL	LA 的上限	设置 LA 的上限(UL = 0 V ~ 5.0 V)
12	OS	输入输出逻辑选择信号	L: 低电平有效 H: 有效 HIGH.
3	I <sub>dc</sub>	输入过流保护信号	输入 DC 侧电流。 基准电压: 0.5 V 带有内置滤波器( $\approx 1$ $\mu$ s), 内置数字滤波器( $\approx 1$ $\mu$ s)
14	X <sub>in</sub>	输入时钟信号	带有内置反馈电阻器
15	X <sub>out</sub>	输出时钟信号	
23	V <sub>refout</sub>	输出基准电压信号	5 V(典型值), 30 mA(最大值)
17	FG	FG 信号输出引脚	输出 3 PPR 的位置信号
16	REV	反转检测信号	检测反转。
9	U	输出导通信号	用输出逻辑选择引脚选择高态有效低态有效。
8	V	输出导通信号	
7	W	输出导通信号	
6	X	输出导通信号	
5	Y	输出导通信号	
4	Z	输出导通信号	
1	V <sub>CC</sub>	供电电压引脚	V <sub>CC</sub> = 6 ~ 10 V
10	T <sub>d</sub>	输入设置死区时间	L: 3.8 $\mu$ s, H 或 开路:1.9 $\mu$ s
22	SS	120°/180° 选择信号	L: 120° 导通模式, H 或开路:180° 导通模式
13	GND	接地引脚	—

### 输入/输出等效电路

引脚描述	符号	输入/输出信号	输入/输出内部电路
位置信号输入引脚 U 位置信号输入引脚 V 位置信号输入引脚 W	HU HV HW	数字 带有施密特触发器 磁滞 300 mV(典型值) 数字滤波器: 500 ns(典型值) L: 0.8 V(最大值) H: $V_{refout} - 1$ V(最小值)	
正转/反转开关输入引脚 L: 正转(CW) H: 反转(CCW)	CW/CCW	数字 L: 0.8 V(最大值) H: $V_{refout} - 1$ V(最小值)	
复位输入 L: 停止工作(复位) H: 工作	RES	数字 L: 0.8 V(最大值) H: $V_{refout} - 1$ V(最小值)	
120°/180° 选择新号 L: 120° 导通模式 H: 180° 导通模式 (开路)	SS	数字 带有施密特触发器 磁滞: 300 mV(典型值) L: 0.8 V(最大值) H: $V_{refout} - 1$ V(最小值)	
电压命令信号 $1.0\text{ V} < V_e \leq 2.1\text{ V}$ 刷新工作 (X, Y, Z 引脚: ON 占空比 8%)	$V_e$	模拟 输入电压范围 0 ~ 5.4 V 5.4 V 或更高的输入电压固定为 5.4 V。	

引脚描述	符号	输入/输出信号	输入/输出内部电路
超前角设置信号输入引脚  0 V: 0 5 V: 58° (5-位 AD)	LA	当从外部将 LA 固定时, 将 LL 连接至 GND, 将 UL 连接至 Vrefout, 然后将设置电压输入至 LA 引脚。  输入电压范围: 0 V ~ 5.0 V (Vrefout)  输入电压 Vrefout 或更高电压被固定为 Vrefout。  当 LA 被自动固定时, 开启 LA 引脚。在此状态下, LA 引脚仅用于 LA 宽度的确认。	
增益设置信号输入 (LA 设置)	Gin Gout	同相放大器 25 dB (最大值)  Gout 输出电压 LOW: GND HIGH: VCC - 1.7 V	
峰值保持 (LA 设置)	PH	将峰值保持电容器和放电电阻连接至 GND, 且相互平行。 100 kΩ/0.1 μF (建议采用)	
低通滤波器 (LA 设置)	LPF	连接低通滤波器电容器内置 100 kΩ (典型值) 电阻器 0.1 μF (建议采用)	
LA 的下限	LL	固定 LA 的下限 LL = 0 V ~ 5.0 V 当 LL > UL 时, LA 即被固定为 LL 值。	

引脚描述	符号	输入/输出信号	输入/输出内部电路
LA 的上限	UL	固定 LA 的上限 UL = 0 V ~ 5.0 V 当 LL > UL 时, LA 即固定为 LL 值。	
设置死区时间输入引脚 L: 3.8 μs H 或开路: 1.9 μs	T <sub>d</sub>	数字 L: 0.8 V (最大值) H: V <sub>refout</sub> - 1 V (最小值)	
输出逻辑选择信号输入引脚 L: 有效 LOW H: 有效 HIGH	OS	数字 L: 0.8 V (最大值) H: V <sub>refout</sub> - 1 V (最小值)	
过流保护信号输入引脚	Idc	模拟 数字滤波器: 1 μs (典型值) 门电路在 0.5 V 或更高电压时受保护 (在载波周期时释放)	
时钟信号输入引脚	X <sub>in</sub>	工作范围	
时钟信号输出引脚	X <sub>out</sub>	2 MHz ~ 8 MHz (陶瓷振荡)	

引脚描述	符号	输入/输出信号	输入/输出内部电路
基准电压信号输出引脚	Vrefout	5 ± 0.5 V (最大 30 mA)	
转检测信号输出引脚	REV	数字 推拉输出: ± 1 mA (最大值)	
FG 信号输出引脚	FG	数字 推拉输出: ± 1 mA (最大值)	
导通信号输出引脚 U 导通信号输出引脚 V 导通信号输出引脚 W 导通信号输出引脚 X 导通信号输出引脚 Y 导通信号输出引脚 Z	U V W X Y Z	模拟 推拉输出: ± 2 mA (最大值) L: 0.78 V (最大值) H: Vrefout - 0.78 V (最小值)	

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

特性	符号	额定值	单位
电源电压	$V_{CC}$	12	V
输入电压	$V_{in(1)}$	$-0.3 \sim V_{CC}$ (注 1)	V
	$V_{in(2)}$	$-0.3 \sim V_{refout} + 0.3$ (注 2)	
导通信号输出电流	$I_{OUT}$	2	mA
功耗	$P_D$	1.50 (注 3)	W
工作温度	$T_{opr}$	$-30 \sim 115$ (注 4)	$^\circ\text{C}$
贮存温度	$T_{stg}$	$-50 \sim 150$	$^\circ\text{C}$

注 1:  $V_{in(1)}$ 引脚:  $V_e$ , LA, Gin, Gout, PH, LPF, LL, UL

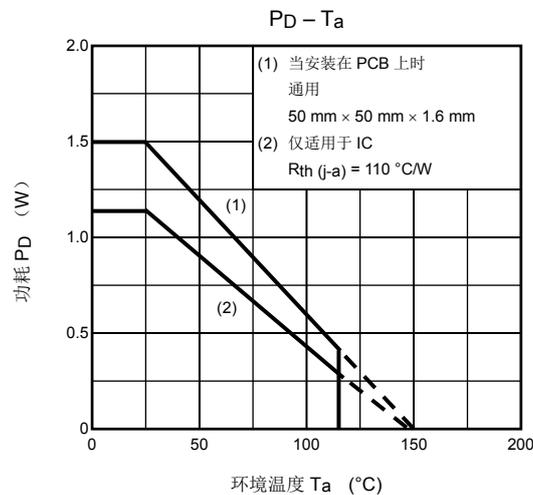
注 2:  $V_{in(2)}$ 引脚: HU, HV, HW, CW/CCW, RES, OS, ldc, Td, SS

注 3: 当安装在 PCB 上时(通用  $50\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times 1.6\text{ mm}$ , Cu 30 %)

注 4: 按照  $P_D - T_a$  特性确定工作温度范围。

### 工作条件( $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$ )

特性	符号	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压	$V_{CC}$	6	7	10	V
陶瓷振荡频率	$X_{in}$	2	4	8	MHz



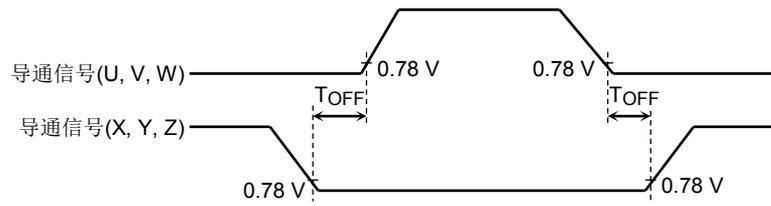
电气特性(Ta = 25 °C, Vcc = 7 V)

特性	符号	测试电路	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	
电源电流	ICC	—	Vrefout = 开路	—	5	8	mA	
输入电流	Iin (1)-1	—	Vin = 5 V LA	—	25	50	μA	
	Iin (1)-2		Vin = 5 V Ve	—	35	70		
	Iin (2)-1		Vin = 0 V HU, HV, HW, SS	-50	-25	—		
	Iin (2)-2		Vin = 0 V CW/CCW, OS, Td, RES	-100	-50	—		
输入电压	Vin	HIGH	HU, HV, HW, CW/CCW, RES, OS, Td, SS	Vrefout - 1	—	Vrefout	V	
		LOW		—	—	0.8		
	Ve	H	—	最大调制系数	5.1	5.4	5.7	V
		M	—	刷新 → 启动马达工作	1.8	2.1	2.4	
L		—	关闭→刷新	0.7	1.0	1.3		
输入磁滞电压	VH	—	HU, HV, HW, SS (注 5)	—	0.3	—	V	
输入延迟时间	VDT	—	HU, HV, HW Xin = 4.19 MHz	—	0.5	—	μs	
	VDC		Idc Xin = 4.19 MHz	—	1.0	—		
输出电压	VOUT (H)-1	—	IOUT = 2 mA U, V, W, X, Y, Z	Vrefout - 0.78	Vrefout - 0.3	—	V	
	VOUT (L)-1		IOUT = -2 mA U, V, W, X, Y, Z	—	0.3	0.78		
	VREV (H)		IOUT = 1 mA REV	Vrefout - 1.0	Vrefout - 0.2	—		
	VREV (L)		IOUT = -1 mA REV	—	0.2	1.0		
	VFG (H)		IOUT = 1 mA FG	Vrefout - 1.0	Vrefout - 0.2	—		
	VFG (L)		IOUT = -1 mA FG	—	0.2	1.0		
	Vrefout		IOUT = 30 mA Vrefout	4.5	5.0	5.5		
输出泄漏电流	IL (H)	—	VOUT = 0 V U, V, W, X, Y, Z	—	0	10	μA	
	IL (L)		VOUT = 3.5 V U, V, W, X, Y, Z	—	0	10		
由上部/下部晶体管输出关闭时间 (注 6)	TOFF (H)	—	Td = HIGH 或 开路, Xin = 4.19 MHz, IOUT = ± 2 mA, OS = HIGH/LOW	1.5	1.9	—	μs	
	TOFF (L)		Td = LOW, Xin = 4.19 MHz, IOUT = ± 2 mA, OS = HIGH/LOW	3.0	3.8	—		
过流检测	Vdc	—	Idc	0.46	0.5	0.54	V	
LA 增益设置功率放大器	AMP OUT	—	GO OUT 输出电流	5	—	—	mA	
	AMP OFS		GIN, GO OUT 11 kΩ/1 kΩ	—	-40	—	mV	
LA 限值设置差值	ΔL	—	LL = 0.7 V	-20	—	20	mV	
	ΔU		UL = 2.0 V	-20	—	20		
LA 峰值保持输出电流	PH OUT	—	PH 输出电流	—	—	5	mA	
超前角校正	T <sub>LA</sub> (0)	—	LA = 0 V or 开路, Hall IN = 100 Hz	—	0	—	°	
	T <sub>LA</sub> (2.5)	—	LA = 2.5 V, Hall IN = 100 Hz	27.5	32	34.5		
	T <sub>LA</sub> (5)	—	LA = 5 V, Hall IN = 100 Hz	53.5	59	62.5		
Vcc 监视器	Vcc (H)	—	输出启动工作点	4.2	4.5	4.8	V	
	Vcc (L)	—	无输出工作点	3.7	4.0	4.3		
	VH	—	输入磁滞宽度	—	0.5	—		

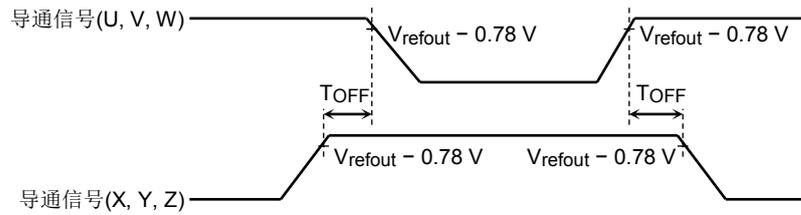
注 5: 装运前东芝未进行测试。

注 6: T<sub>OFF</sub>

OS = HIGH



OS = LOW



### 功能描述

#### 1. 基本工作

马达由基于位置信号的方波导通信号驱动。当位置信号达到频率  $f = 5 \text{ Hz}$  或以上时, 按照位置信号估算转子位置, 并生成一个调制波。将调制波和三角波进行比较; 然后生成正弦波 PWM 信号, 马达即被驱动。

从启动到  $5 \text{ Hz}$  当由方波驱动时( $120^\circ$  导通)  $f = f_{\text{OSC}} / (2^{12} \times 32 \times 6)$

$5 \text{ Hz}$  或以上: 当由正弦波 PWM 驱动时( $180^\circ$  导通); 当  $f_{\text{OSC}} = 4 \text{ MHz}$  时, 约为  $5 \text{ Hz}$

#### 2. 选择驱动功能

此功能可选择驱动模式。

SS 引脚

HIGH 或开路 = 正弦波 PWM 驱动( $180^\circ$  导通模式)

LOW = 方波驱动( $120^\circ$  导通模式)

注: 如果位置传感信号为  $f = 5 \text{ Hz}$  或以下, 则即使 SS=HIGH 时, 驱动器也会处于  $120^\circ$  导通模式。

#### 3. $V_e$ 电压指令信号功能与自举电压稳定功能

(1) 当电压指令信号在  $V_e \leq 1.0 \text{ V}$  时为输入时:

关闭输出(门电路保护)

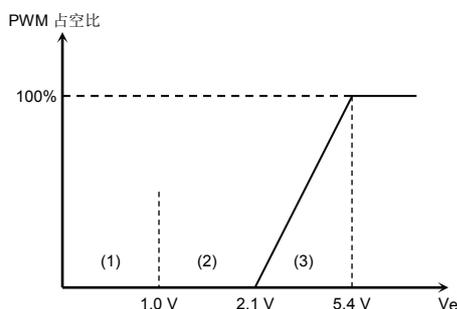
(2) 当电压指令信号在  $1.0 \text{ V} < V_e \leq 2.1 \text{ V}$  时为输入时:

按常例(载波)周期导通下部晶体管(ON 占空比约为  $8\%$ )。

(3) 当电压指令信号在  $V_e > 2.1 \text{ V}$  时为输入时:

在正弦波驱动期间, 按原有方式输出驱动信号。在方波驱动期间, 按常规(载波)周期以强制方式导通下部晶体管。(ON 占空比约为  $8\%$ )。

注: 在启动时, 将下部晶体管通电一固定时间, 且保持  $1.0 \text{ V} < V_e \leq 2.1 \text{ V}$ , 以对上晶体管门电路的电源充电。



#### 4. 死区时间功能: 上部/下部晶体管输出关闭时间

当马达由正弦波 PWM 驱动时, IC 内部会以数字方式生成死区时间, 以防止上下外部电源装置同时导通而致短路。当某个方波是在全占空周期模式下生成时, 死区时间功能即被通电, 以防止发生短路。

$T_d$ 引脚	内部计数器	$T_{\text{OFF}}$
HIGH 或开路	$8 / f_{\text{OSC}}$	$1.9 \mu\text{s}$
LOW	$16 / f_{\text{OSC}}$	$3.8 \mu\text{s}$

以上  $T_{\text{OFF}}$  值均在  $f_{\text{OSC}} = 4.19 \text{ MHz}$  时得出的。

$f_{\text{OSC}}$  = 基准时钟脉冲(陶瓷振荡)

### 5. 校正超前角

可在与感应电压有关的导通信号范围(0 ~ 58°)内校正超前角。

来自 LA 引脚的模拟输入(0 V~5 V 除以 32):

$$0 \text{ V} = 0^\circ$$

$$5 \text{ V} = 58^\circ \text{ (当输入大于 } 5 \text{ V, } 58^\circ \text{ 时)}$$

### 6. 设置载波频率

本功能可设置生成 PWM 信号所需的三角波周期(载波周期)。

(该三角波用于在马达由方波驱动时, 以强制方式导通下部晶体管)。

$$\text{载波周期} = f_{\text{OSC}}/252 \text{ (Hz)}$$

$$f_{\text{OSC}} = \text{基准时钟脉冲(陶瓷振荡)}$$

### 7. 导通信号输出的切换

本功能可切换 HIGH 与 LOW 之间的导通信号输出。

引脚 OS:

HIGH = 高态有效

LOW = 低态有效

### 8. 反转检测信号的输出

此功能每 360° 电角检测马达旋转方向(复位之后, 该输出即为 HIGH)。

当 REV 端子的信号为低时, 工作转换为 180° 换向模式(霍尔 IN = 5 Hz 或以上)

CW/CCW 引脚	实际马达旋转方向	REV 引脚
LOW (CW)	CW(正转)	LOW
	CCW(反转)	HIGH
HIGH (CCW)	CW(正转)	HIGH
	CCW(反转)	LOW

### 9. 保护输入引脚

#### 1. 过流保护 (引脚 Idc)

当由 DC 侧电流转换的 DC 侧电压超过内部基准电压时, 执行区块保护。各载波频率的过流保护即释放。

基准电压 = 0.5 V (典型值)

#### 2. 栅极保护(引脚 RES)

当输入信号为 LOW 时, 输出关闭, 当输入信号为 HIGH 时, 输出重新启动。

此时, 可从外部检测到异常, 信号输入至引脚 RES。

RES 引脚	OS 引脚	输出导通信号 (U, V, W, X, Y, Z)
LOW	LOW	HIGH
	HIGH	LOW

(当 RES = LOW 时, 自举电容器充电停止)。

## 3. 内部保护

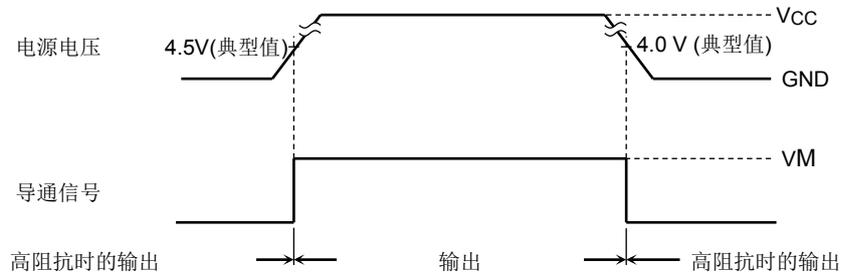
## • 位置信号异常保护

当位置信号为 HHH 或 LLL 时，输出即被关闭；否则，会重新启动。

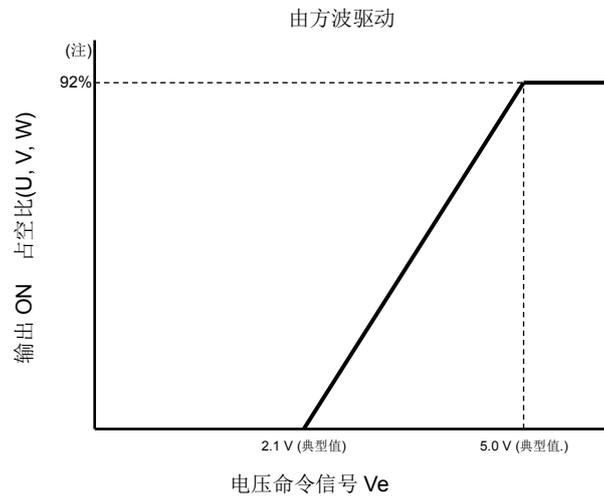
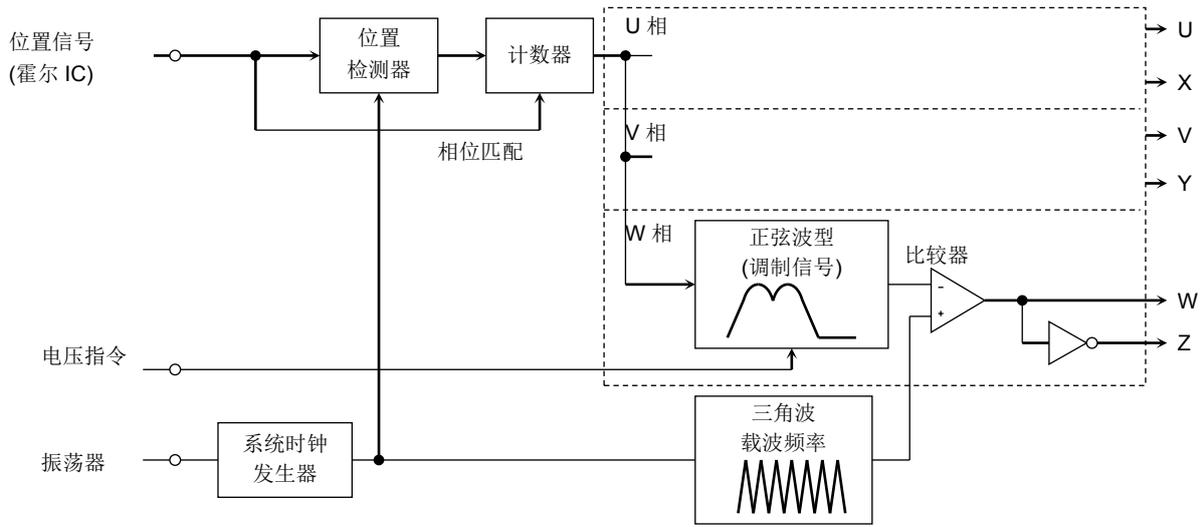
## • 低电源电压保护(VCC 监视器)

对于工作电压范围外的电源的开/关，导通信号输出保持在工作电压范围以外的高阻抗水平，以防止电源装置短路导致损坏。

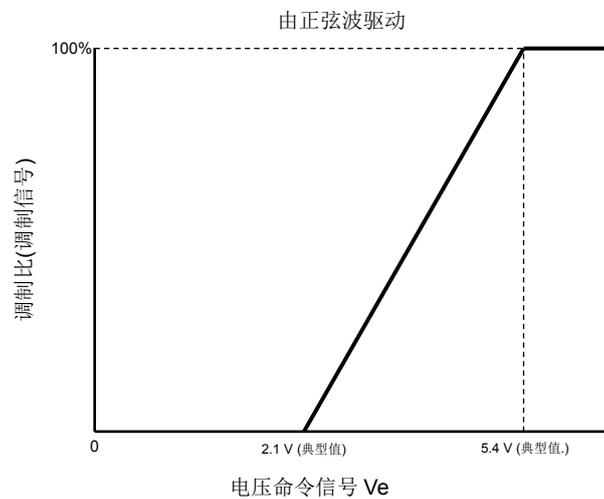
不过，如果该电压电平是由  $V_e$  引脚提供的，则此功能会受到限制，例如：当  $V_e > 4.9\text{ V}$  时，低电源电压保护不会工作。



工作流程



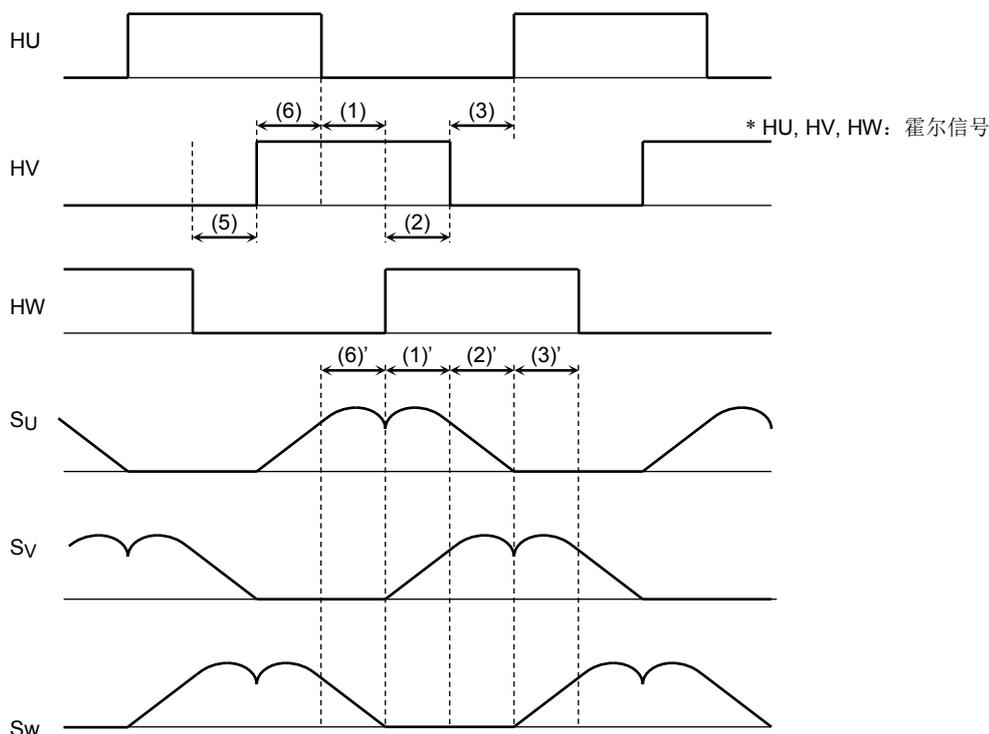
注： 死区时间会减少输出 ON 的时间  
(载波周期 × 92 % -  $T_d \times 2$ )



利用霍尔信号生成调制波形。然后，将调制波形会与三角波进行比较，随即生成正弦波 PWM 信号。

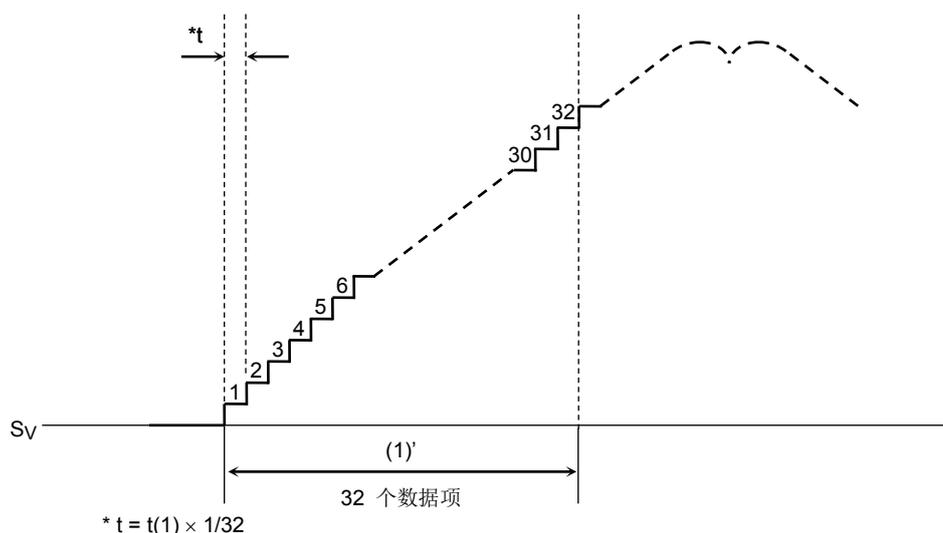
从三个霍尔信号的上升(或下降)缘到下一个下降(或上升)缘之间的时间(电角度: 60°)会被计时。所计时间被用作调制波形下一个 60° 相的数据。

调制波形的 60° 相有 32 个数据项。单个数据项的时间宽度，等于前一调制波形 60° 相时间宽度的 1/32。调制波形按该宽度前移。



在上图中，调制波形(1)数据按从 HU: ↑到 HW: ↓的时间

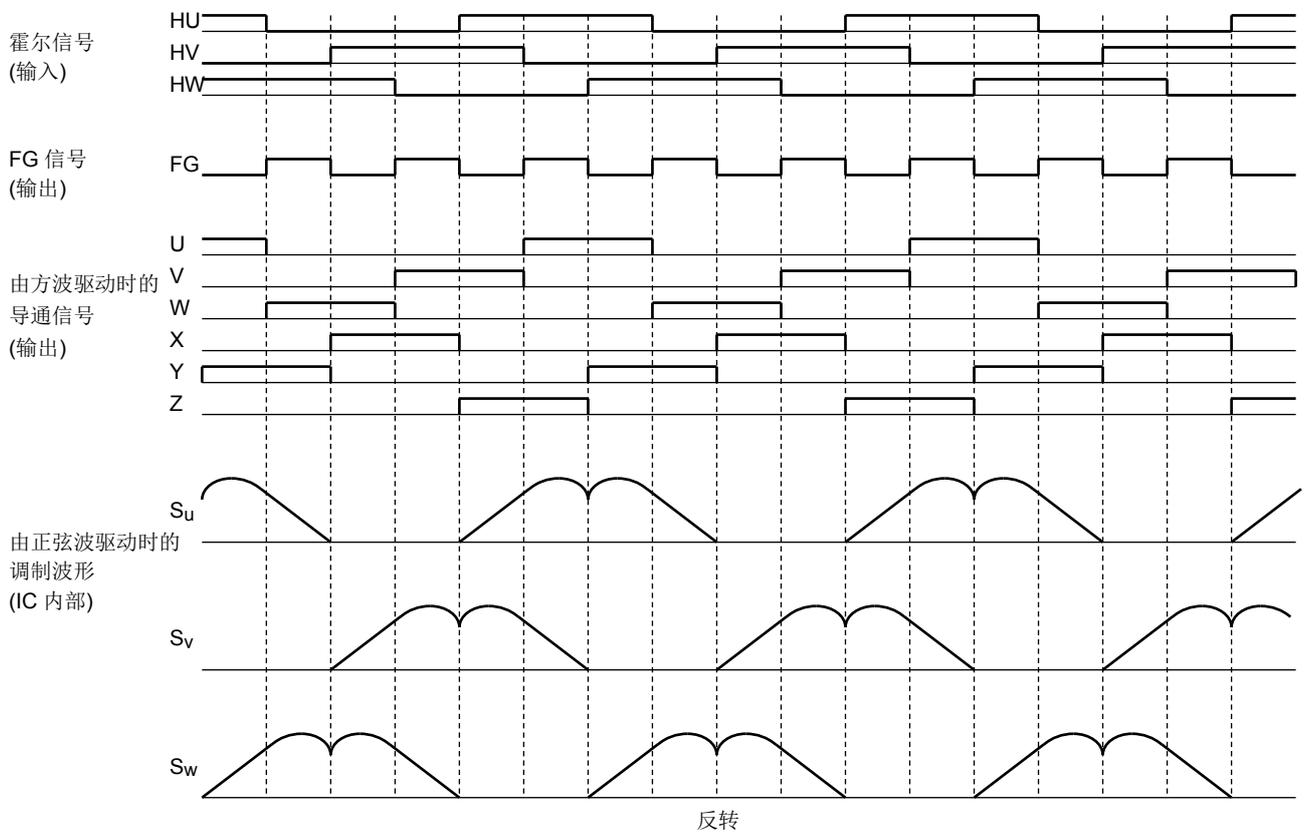
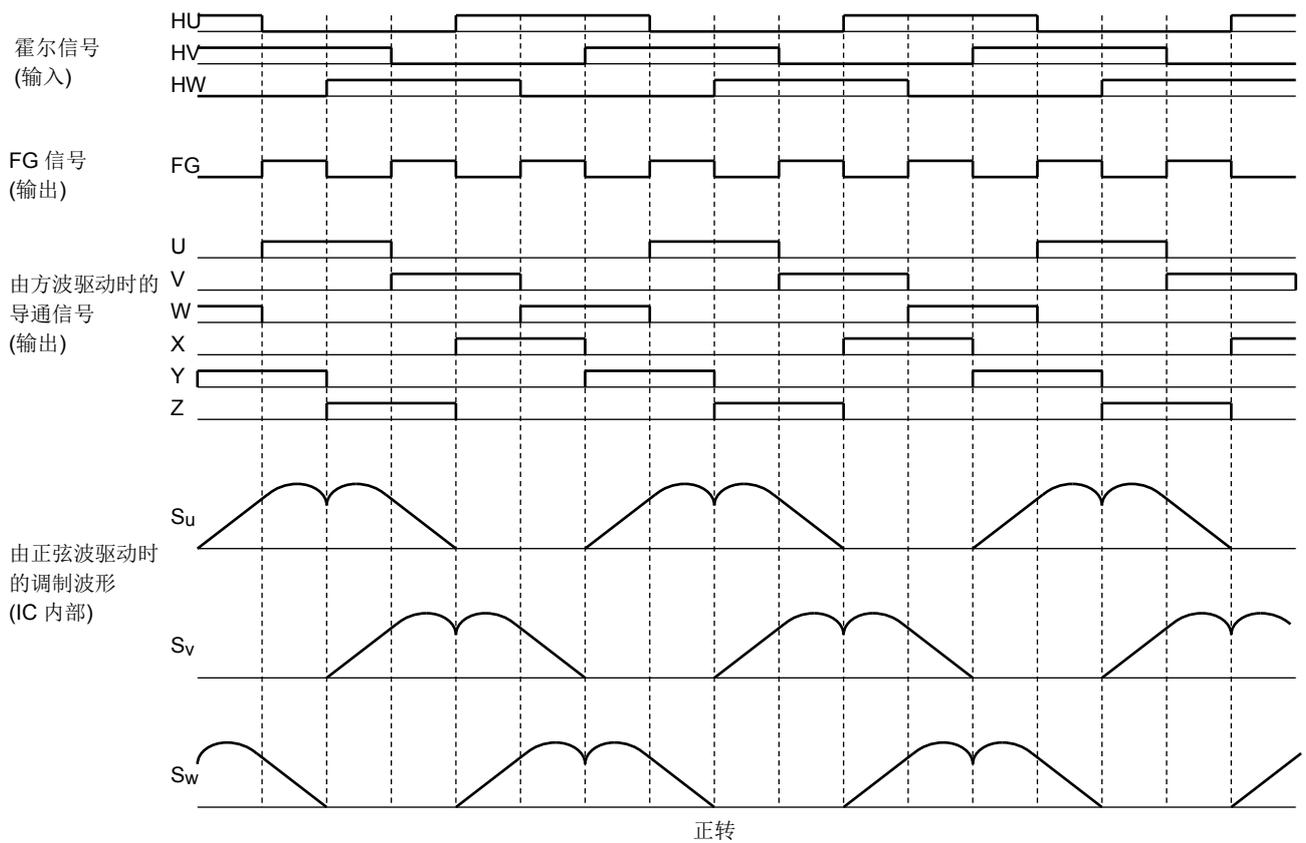
(1)的时间宽度的 1/32 向前移动。同样，数据(2)则按从 HW: ↓到 HV: ↑的时间(2)的时间宽度的 1/32 向前移动。如果在 32 个数据项结束之后下一个缘未出现，则下一 32 个数据项会按相同的时间宽度向前移动，直至下一个缘出现。



调制波连同霍尔信号每个零交叉点被带入相位内。

调制波在每 60° 电角处与霍尔信号的上升和下降缘同步复位。因此，当霍尔器件的位置不正确时，或在加速和减速期间，调制波形在每次复位时均出现不连续现象。

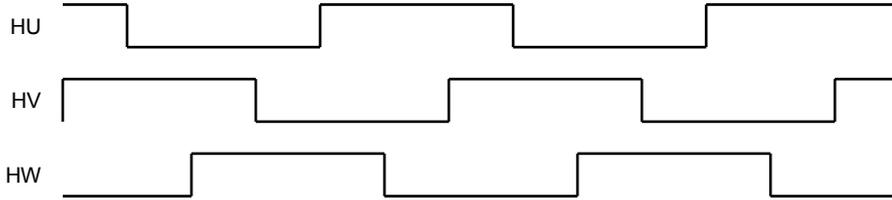
### 时序图



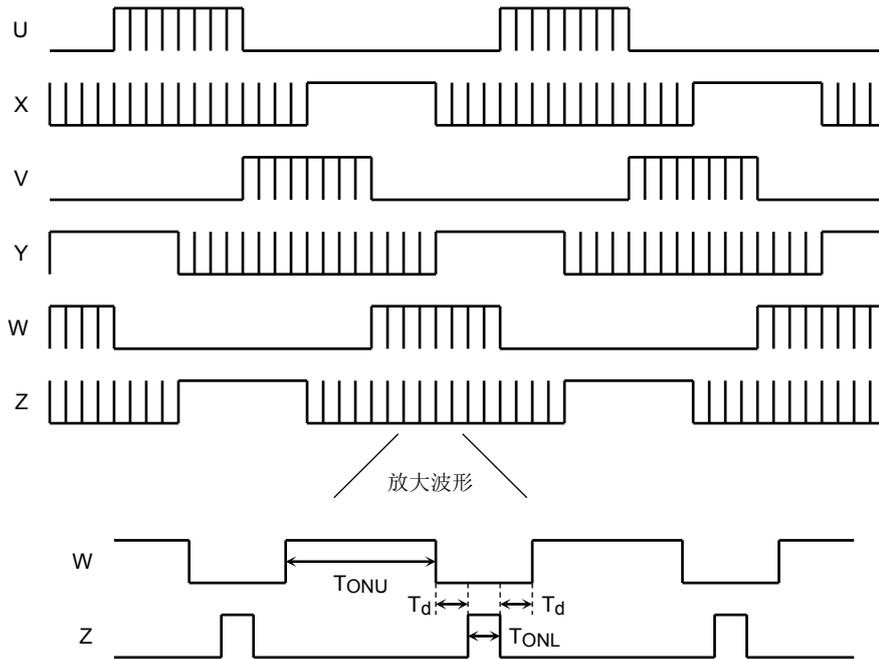
出于解释目的，可能简化时序图。

由方波驱动的工作波形(CW/CCW = LOW, OS = HIGH, SS = High)

霍尔信号



输出波形



为稳定自举电压, 低输出(X, Y, 和 Z)在载波周期时始终处于导通状态, 即使在断开期间也是如此。此时, 高输出(U, V, 和 W)为指定死区时间, 并在较低输出导通时被断开( $T_d$  会随输入  $V_e$  而变化)。

载波周期 =  $f_{OSC}/252$  (Hz)

死区时间:  $T_d = 16 / f_{OSC}$  (s) (在高于  $V_e = 5.0$  V

当  $T_d =$  低)。

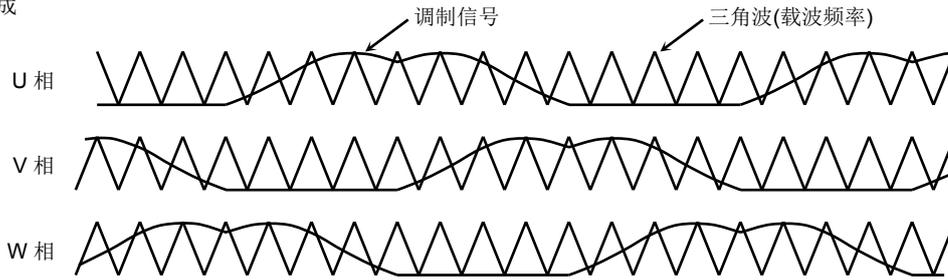
$T_{ONL} =$  载波周期  $\times 8\%$  (s) (均匀性)

当马达由某个方波驱动时, 加速或减速取决于电压  $V_e$ 。马达按照  $T_{ONU}$  的 ON 占空比加速或减速(见第 14 页所示输出 ON 占空比示意图)。

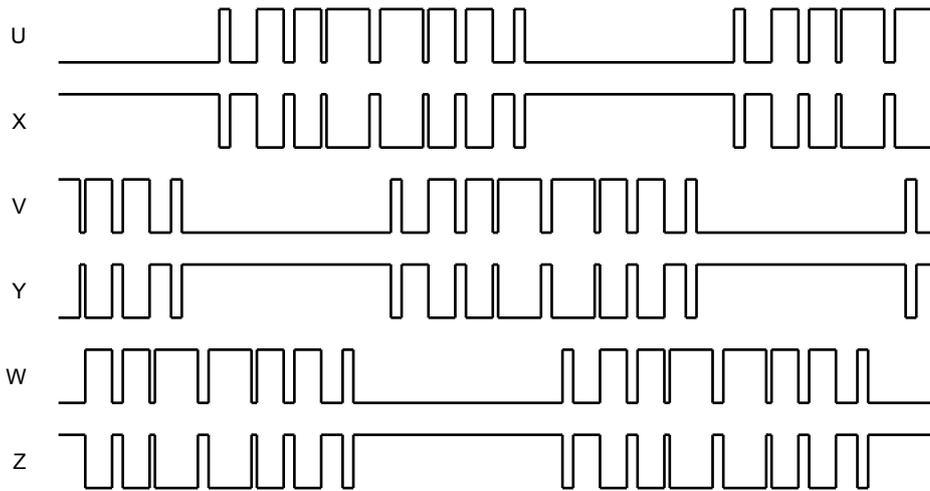
注: 当霍尔信号为 5 Hz 或以下( $f_{OSC} = 4$  MHz)时, 马达由方波驱动, 且马达的旋转方向与其控制用 TB6556FG 的相反(REV=HIGH)。

### 由正弦波 PWM 驱动的工作波形(CW/CCW = LOW, OS = HIGH, SS = High)

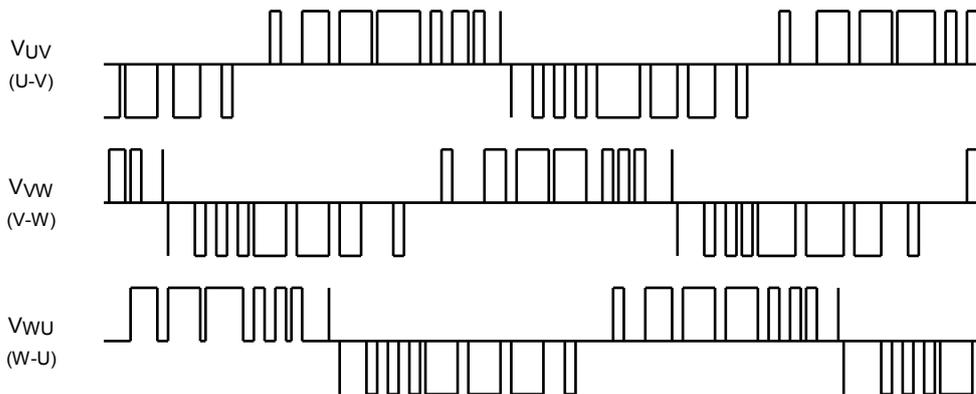
IC 内部生成



输出波形



线间电压

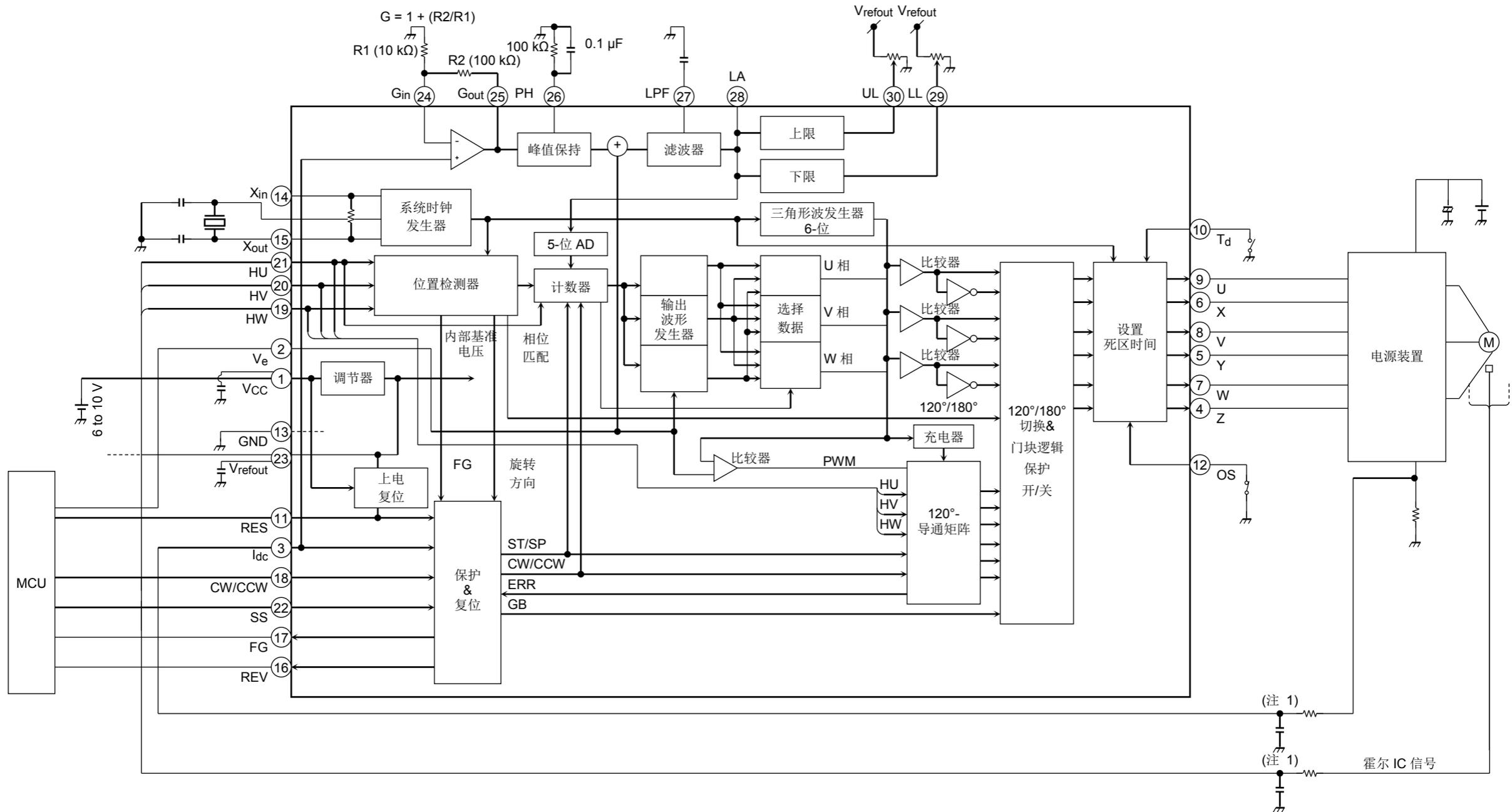


当由正弦波驱动时，马达在调制符号随电压  $V_e$  变化时，按照  $T_{ONU}$  的 ON 占空比加速或减速(见第 14 页所示调制比示意图)。

$$\text{三角波频率} = \text{载波频率} = f_{OSC}/252 \text{ (Hz)}$$

注： 在启动时，当霍尔信号为 5 Hz 或以上( $f_{OSC} = 4 \text{ MHz}$ )，马达由正弦波驱动，且马达的旋转方向与其控制用 TB6556FG 的相同( $REV=LOW$ )。

应用电路示例



注 1: 如有必要, 可接地以防止杂波引发 IC 故障。

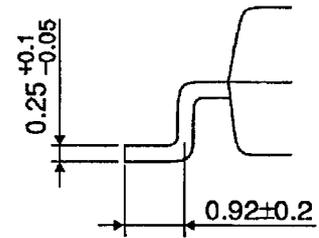
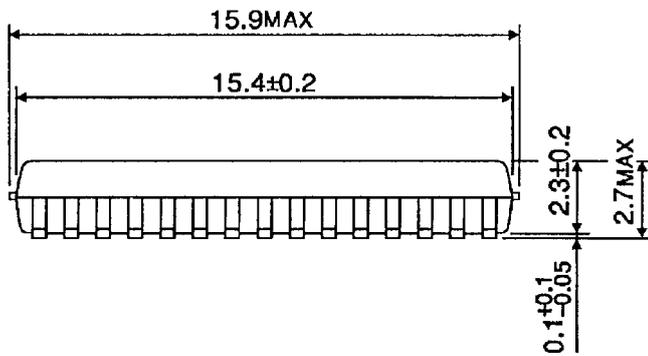
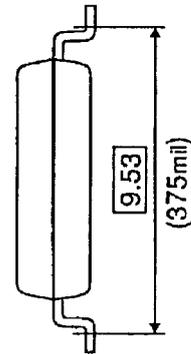
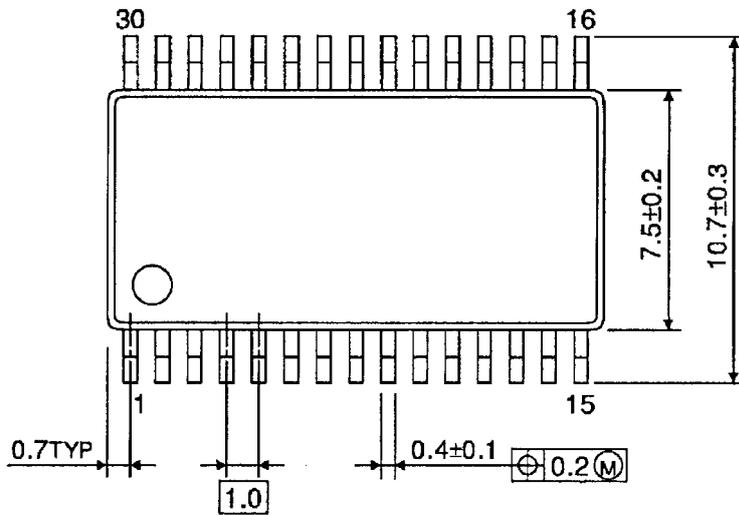
注 2: 将 GND 连接至应用电路上的信号地线。

注 3: 务必注意输出, Vcc 和 GND 线的设计, 原因是 IC 会因输出间的短路, 空气污染故障, 或不当接地引发的故障, 或邻接引脚间短路而被毁。

### 封装尺寸

SSOP30-P-375-1.00

单位: mm



重量: 0.63 g (典型值)

## 内容注释

### 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. 时序图

出于解释目的，可能简化时序图。

### 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。

## IC 使用注意事项

### IC 处理注意事项

- (1) 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。不得超出任何额定值。  
超出这些额定值可导致装置击穿，损坏或劣化，并会因发生爆炸或燃烧而造成伤害。
- (2) 不要以错误方位或错误的方式插入设备。  
确认电源的正负端子连接正确。  
另外，电流或功耗有可能超出绝对最大额定值，而超出这些额定值则可导致装置击穿，损坏或劣化，并可因发生爆炸或燃烧而造成伤害。  
此外，不得使用其电源电流插接方位或方式错误的任何设备，即使一次也不行。

## 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.**