

TMI8420/Q 步进电机驱动 IC

产品特征

- 工作电压范围: 8V to 45V
- PWM 微步进步进电机驱动器
 - 内置微步进分度器
 - 高达 1/32 微步
- 多种衰减模式
 - 混合衰减
 - 慢速衰减
 - 快速衰减
- 2.5-A 最大驱动电流 (25°C 时)
- 简单的控制接口 STEP/DIR
- 低功耗休眠模式
- 内置 3.3V 基准电压输出
- 保护功能
 - 过流保护(OCP)
 - 热关断(TSD)
 - VM欠压锁定(UVLO)
 - 故障状态指示引脚(nFAULT)
- 封装形式:
 - TMI8420: HTSSOP28
 - TMI8420Q: QFN5*5-28

应用

- 自动取款机
- 资金处理机器
- 视频安全摄像机
- 打印机
- 扫描仪
- 办公自动化机器
- 游戏机
- 工厂自动化
- 机器人

产品概述

TMI8420/Q 为打印机、扫描仪和其他自动化设备应用提供了集成的电机驱动器解决方案。该器件具有两个 H 桥驱动器和一个微步进分度器，旨在驱动双极步进电机。输出驱动器模块由 N 沟道功率 MOSFET 组成 H 桥，且每个 H 桥输出可以驱动高达 2.5 A 的电流。

简单的 STEP/DIR 接口可以方便的连接到控制器电路。MODE 引脚最大可以允许在高达 1/32 微步的全步进模式下使电机运行。同时衰减模式是可配置的，因此可以选择慢衰减、快速衰减或混合衰减。提供了一种低功耗休眠模式，用于关断内部电路，以实现超低的电流损耗。此休眠模式可使用特定的 nSLEEP 引脚进行设置。

TMI8420/Q 封装形式是 HTSSOP28，符合 ROHS 规范，引脚框架 100% 无铅。

典型应用电路

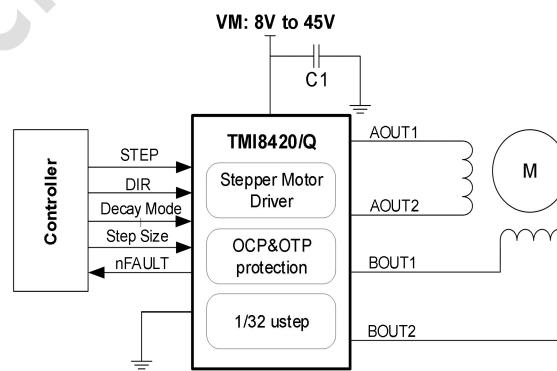


图 1. 基本应用电路

绝对最大额定值⁽¹⁾

参数	符号	最小值	最大值	单位
电源电压	V _M	-0.3	48	V
逻辑输入电压	V _{IN}	-0.3	7	V
参考输入电压	V _{VREF}	-0.3	4	V
输出持续电流	I _{OUT}	0	2.5	A
工作环境温度	T _{OP}	-40	85	°C
结温温度 ⁽²⁾	T _J	-40	150	°C
存储温度	T _{STG}	-60	150	°C

(1) 绝对最大额定值是设备寿命可能受损的那些值。超出绝对最大额定值的范围可能对设备造成永久性损坏。长期工作在绝对最大额定值的条件下可能影响芯片的可靠性。

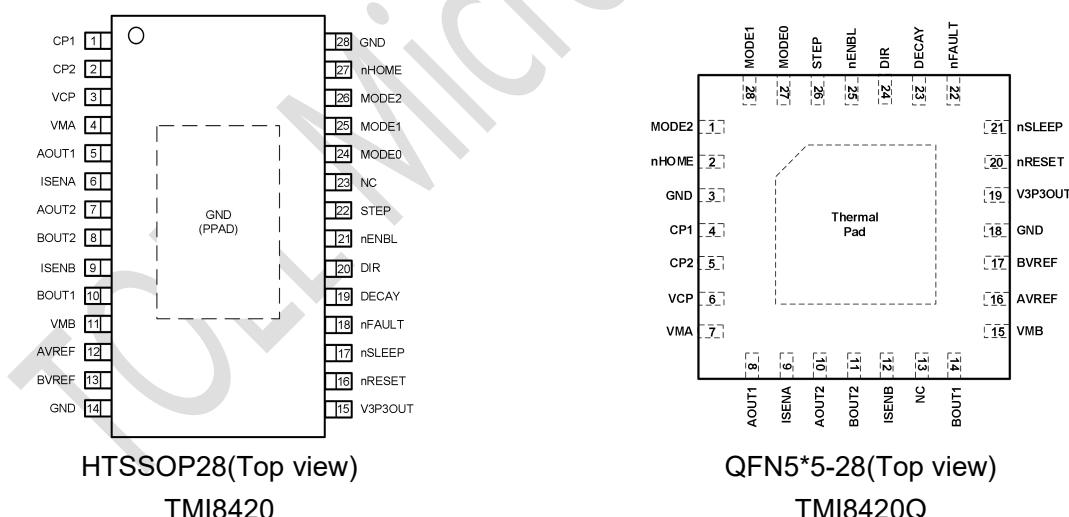
(2) T_J由环境温度 T_A 和功耗 P_D 根据以下公式计算得出: T_J = T_A + P_D x θ_{JA}。任何环境温度下的最大允许连续功耗由 P_D (MAX) = (T_J(MAX) - T_A) / θ_{JA} 计算得出。

ESD 等级

参数	描述	值	单位
V _{ESD}	人体放电模型	±2000	V
	充电设备模型	±750	V

JEDEC specification JS-001

封装引脚定义



订单信息

产品型号	封装形式	丝印	包装数量
TMI8420	HTSSOP28	TMI8420 XXXXX	4500/盘
TMI8420Q	QFN5*5-28	TMI8420Q XXXXX	5000/盘

TMI8420/Q 产品满足无铅要求和 RoHS 标准。

引脚功能

引脚				功能
HTSSOP	QFN	脚位名称	输入/输出	
14、28	3、18	GND	-	接地引脚
4	7	VMA	-	H 桥 A、B 电源, 用 $0.1\mu F$ 电容连接到 GND, 并连接适当的大容量电容到 GND, 两个引脚必须连接到同一电源
11	15	VMB	-	
15	19	V3P3OU T	O	3.3V LDO 输出
1	4	CP1	I/O	电荷泵抬升电容, 在 CP1 和 CP2 之间连接一个 $0.01\mu F$ 的陶瓷电容
2	5	CP2	I/O	
3	6	VCP	I/O	电荷泵输出, 与 VM 之间连接一个 $0.1\mu F$ 陶瓷电容
21	25	nENBL	I	逻辑高电平用于禁用器件输出和分度器操作, 逻辑低电平用于使能。内部下拉
20	24	DIR	I	逻辑输入, 电压水平设置步进的方向。内部下拉
24	27	MODE0	I	MODE0 到 MODE2 设置步进模式: full, 1/2, 1/4, 1/8/1/16, or 1/32 步. 内部下拉
25	28	MODE1	I	
26	1	MODE2	I	
22	26	STEP	I	在上升沿让索引器移动到下一步, 内部下拉
23	13	NC		无连接
27	2	nHOME	OD	当电机转到原位时, 该逻辑拉低
19	23	DECAY	I	衰减模式选择引脚. low=慢衰减, open=混合衰减, high=快衰减
16	20	nRESET	I	低电平重置输入初始化索引器逻辑并禁用 H 桥输出, 内部下拉
17	21	nSLEEP	I	逻辑高电平使能器件, 逻辑低电平进入低功耗休眠模式, 内部下拉
12	16	AVREF	I	绕组电流外部设定参考电压。通常 AVREF 和 BVREF 连接到相同的电压。可以连接到 V3P3OUT
13	17	BVREF	I	
18	22	nFAULT	OD	当故障发生时, 该引脚拉低
6	9	ISENA	I/O	桥 A 的地/电流检测端。接地或对地接桥 A 的电流检测电阻
9	12	ISENB	I/O	桥 B 的地/电流检测端。接地或对地接桥 B 的电流检测电阻
5	8	AOUT1	O	桥 A 的输出引脚 1

引脚功能(续)

引脚				功能
HTSSOP	QFN	脚位 名称	输入 /输出	
7	10	AOUT2	O	桥 A 的输出引脚 2
10	14	BOUT1	O	桥 B 的输出引脚 1
8	11	BOUT2	O	桥 B 的输出引脚 2

推荐工作条件

参数	符号	最小	最大	单位
工作电压范围 ⁽¹⁾	VM	8.0	45	V
参考输入电压 ⁽²⁾	V _{VREF}	1	3.5	V
V3P3OUT 带载能力	I _{V3P3}		10	mA
逻辑工作频率	f _{PWM}	0	100	kHz

(1) 所有 VM 引脚必须连接到相同的电源电压。

(2) VREF 在 0V 到 1V 之间可以工作，但精度有所下降。

电特性参数

如无特殊规定, TA = 25°C,

参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
电源参数						
VM 静态电流	I _{VM}	VM = 24 V, f _{PWM} < 50 kHz		2	5	mA
VM 休眠电流	I _{VMQ}	VM = 24V		1	10	μA
VM 欠压锁定电压	V _{UVLO}	VM rising		6	8	V
V3P3OUT 输出	V _{3P3}	I _{OUT} = 0 to 1mA, VM = 24 V, T _J = 25°C	3.18	3.30	3.40	V
		I _{OUT} = 0 to 1mA	3.10	3.30	3.50	V
	V _{3P3UVLO}			2		V
逻辑电平输入						
逻辑低电压	V _{IL}			0.7	0.8	V
逻辑高电压	V _{IH}		1.8		5.25	V
输入迟滞	V _{HYS}			0.45		V
逻辑低电流	I _{IL}	V _{IN} = 0V	-20		20	μA
逻辑高电流	I _{IH}	V _{IN} = 3.3V		35	50	μA
下拉电阻	R _{PD}			100		kΩ
开漏输出参数 (nFAULT、nHOME)						
输出低电压	V _{OL}	I _O = 5mA			0.5	V
输出高漏电流	I _{OH}	V _O = 3.3 V			1	μA
DECAY 引脚参数						
输入低阈值电压	V _{IL}	慢速衰减模式	0		1.2	V
输入高阈值电压	V _{IH}	快速衰减模式	1.8			V
输入电流		Decay = 5V			±70	μA
上拉电阻(to 3.3V)	R _{PU}			130		kΩ
下拉电阻	R _{PD}			80		kΩ
H 桥场效应晶体管						
高侧导通电阻	R _{DS(ON)}	VM = 24 V, I _O = 1 A		0.2		Ω
低侧导通电阻	R _{DS(ON)}	VM = 24 V, I _O = 1 A		0.2		Ω
漏电流	I _{OFF}		-10		10	μA
电机驱动参数						
内部 PWM 频率	f _{PWM}			30		kHz
电流消隐时间	t _{BLANK}			4		μs
上升时间	t _R	VM = 24 V	20		200	ns
下降时间	t _F	VM = 24 V	20		200	ns
死区时间	t _{DEAD}			400		ns
输入抗尖峰脉冲时间	t _{DEG}		1.7		2.5	μs

电气参数 (续)

如无特殊规定, $TA = 25^\circ C$,

参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
电流控制参数						
xVREF 输入电流	I_{REF}	$xVREF = 3.3 V$	-3		3	μA
xISENSE 斩波阈值电压	V_{TRIP}	$V(xVREF) = 3.3 V$, 100% 电流比例	635	660	685	mV
xISENSE 斩波精度	V_{TRIP}	$xVREF = 3.3V, 5\%$, 电流比例	-25		25	%
		$xVREF = 3.3V, 10\%-34\%$ 电流比例	-15		15	%
		$xVREF = 3.3V, 38\%-67\%$ 电流比例	-10		10	%
		$xVREF = 3.3V, 71\%-100\%$ 电流比例	-5		5	%
电流检测采样增益	A_{ISENSE}			5		V/V
保护功能参数						
过流保护电流水平	I_{OCP}		4	4.5	5	A
过流抗尖峰脉冲时间	t_{DEG}			3		μs
热关断温度	$T_{SD(1)}$		150	170	180	$^\circ C$
热关断迟滞	T_{HYS}			30		$^\circ C$

(1) 设计保证了热关断阈值和迟滞。

功能描述

概述

TMI8420/Q 为打印机, 扫描仪和其他自动化设备应用提供集成电机驱动解决方案。该器件集成了两个 H 桥驱动器和一个微步进分度器, 用于驱动双极步进电机。输出驱动模块由 N 沟道功率 MOSFET 组成一个 H 桥驱动电路来驱动电机绕组。TMI8420/Q 每个输出通道能够驱动高达 2.5 A 的电流(在 24 V 和 25°C)。

简单的 STEP/DIR 接口允许与控制器电路轻松连接, 最高细分可达到 1/32, 且衰减模式是可配置的, 因此可以使用慢衰减、快衰减或混合衰减。它还提供了一种低功率休眠模式, 通过关闭内部电路, 以实现非常低的电流损耗。这个睡眠模式可以使用 nSLEEP 引脚来控制。

内部保护功能有过流保护, 短路保护, 欠压锁定和过温保护。发生故障时通过 nFAULT 引脚拉低来指示。

控制模式

TMI8420/Q 中的内置索引器逻辑允许许多不同的步进模式。可以使用 MODE0 ~ MODE2 引脚配置步进模式, 如表 1 所示:

表1.步进模式

MODE2	MODE1	MODE0	STEP MODE
0	0	0	全步进 (2 项励磁) 71% 电流
0	0	1	1/2 步 (1-2 项励磁)
0	1	0	1/4 步 (W1-2 项励磁)
0	1	1	8 微步/步
1	0	0	16 微步/步
1	0	1	32 微步/步
1	1	0	32 微步/步
1	1	1	32 微步/步

在 STEP 输入的每一个上升沿处, 索引器移动到表中的下一个状态。这个方向展示了 DIR 引脚为高时的状态;如果 DIR 引脚为低, 则顺序相反。MODEx 不同设置下的相对电流和步进方向如表 2 所示:

表2. STEP状态与电流占比关系

1/32 STEP	1/16 STEP	1/8 STEP	1/4 STEP	1/2 STEP	FULL STEP 70%	WINDING CURRENT A	WINDING CURRENT B	ELECTRICAL ANGLE
1	1	1	1	1		100%	0%	0
2						100%	5%	3
3	2					100%	10%	6
4						99%	15%	8
5	3	2				98%	20%	11
6						97%	24%	14
7	4					96%	29%	17
8						94%	34%	20
9	5	3	2			92%	38%	23
10						90%	43%	25
11	6					88%	47%	28
12						86%	51%	31
13	7	4				83%	56%	34
14						80%	60%	37
15	8					77%	63%	39
16						74%	67%	42
17	9	5	3	2	1	71%	71%	45
18						67%	74%	48
19	10					63%	77%	51
20						60%	80%	53
21	11	6				56%	83%	56
22						51%	86%	59
23	12					47%	88%	62
24						43%	90%	65
25	13	7	4			38%	92%	68
26						34%	94%	70
27	14					29%	96%	73
28						24%	97%	76
29	15	8				20%	98%	79
30						15%	99%	82
31	16					10%	100%	84
32						5%	100%	87
33	17	9	5	3		0%	100%	90
34						-5%	100%	93
35	18					-10%	100%	96
36						-15%	99%	98
37	19	10				-20%	98%	101
38						-24%	97%	104

表2. STEP状态与电流占比关系 (续)

1/32 STEP	1/16 STEP	1/8 STEP	1/4 STEP	1/2 STEP	FULL STEP 70%	WINDING CURRENT A	WINDING CURRENT B	ELECTRICAL ANGLE
39	20					-29%	96%	107
40						-34%	94%	110
41	21	11	6			-38%	92%	113
42						-43%	90%	115
43	22					-47%	88%	118
44						-51%	86%	121
45	23	12				-56%	83%	124
46						-60%	80%	127
47	24					-63%	77%	129
48						-67%	74%	132
49	25	13	7	4	2	-71%	71%	135
50						-74%	67%	138
51	26					-77%	63%	141
52						-80%	60%	143
53	27	14				-83%	56%	146
54						-86%	51%	149
55	28					-88%	47%	152
56						-90%	43%	155
57	29	15	8			-92%	38%	158
58						-94%	34%	160
59	30					-96%	29%	163
60						-97%	24%	166
61	31	16				-98%	20%	169
62						-99%	15%	172
63	32					-100%	10%	174
64						-100%	5%	177
65	33	17	9	5		-100%	0%	180
66						-100%	-5%	183
67	34					-100%	-10%	186
68						-99%	-15%	188
69	35	18				-98%	-20%	191
70						-97%	-24%	194
71	36					-96%	-29%	197
72						-94%	-34%	200
73	37	19	10			-92%	-38%	203
74						-90%	-43%	205
75	38					-88%	-47%	208
76						-86%	-51%	211

表2. STEP状态与电流占比关系 (续)

1/32 STEP	1/16 STEP	1/8 STEP	1/4 STEP	1/2 STEP	FULL STEP 70%	WINDING CURRENT A	WINDING CURRENT B	ELECTRICAL ANGLE
77	39	20				-83%	-56%	214
78						-80%	-60%	217
79	40					-77%	-63%	219
80						-74%	-67%	222
81	41	21	11	6	3	-71%	-71%	225
82						-67%	-74%	228
83	42					-63%	-77%	231
84						-60%	-80%	233
85	43	22				-56%	-83%	236
86						-51%	-86%	239
87	44					-47%	-88%	242
88						-43%	-90%	245
89	45	23	12			-38%	-92%	248
90						-34%	-94%	250
91	46					-29%	-96%	253
92						-24%	-97%	256
93	47	24				-20%	-98%	259
94						-15%	-99%	262
95	48					-10%	-100%	264
96						-5%	-100%	267
97	49	25	13	7		0%	-100%	270
98						5%	-100%	273
99	50					10%	-100%	276
100						15%	-99%	278
101	51	26				20%	-98%	281
102						24%	-97%	284
103	52					29%	-96%	287
104						34%	-94%	290
105	53	27	14			38%	-92%	293
106						43%	-90%	295
107	54					47%	-88%	298
108						51%	-86%	301
109	55	28				56%	-83%	304
110						60%	-80%	307
111	56					63%	-77%	309
112						67%	-74%	312
113	57	29	15	8	4	71%	-71%	315
114						74%	-67%	318

表2. STEP状态与电流占比关系 (续)

1/32 STEP	1/16 STEP	1/8 STEP	1/4 STEP	1/2 STEP	FULL STEP 70%	WINDING CURRENT A	WINDING CURRENT B	ELECTRICAL ANGLE
115	58					77%	-63%	321
116						80%	-60%	323
117	59	30				83%	-56%	326
118						86%	-51%	329
119	60					88%	-47%	332
120						90%	-43%	335
121	61	31	16			92%	-38%	338
122						94%	-34%	340
123	62					96%	-29%	343
124						97%	-24%	346
125	63	32				98%	-20%	349
126						99%	-15%	352
127	64					100%	-10%	354
128						100%	-5%	357

电流调节

在 TMI8420/Q 中, 电机的峰值电流可由 VREF 的输入电压和 SENSEx 引脚上的外置检测电阻限制, 近似如下式:

$$I_{CHOP} (A) = \frac{V_{REF} (V)}{A_V \times R_{ISEN} (\Omega)} = \frac{V_{REF} (V)}{5 \times R_{ISEN} (\Omega)}$$

例如:

如果 $V_{REF}=3.3V$ 并且 $R_{ISEN} = 0.5 \Omega$, 那么 TMI8420/Q 全量程(100%)斩波电流为 1.32A;
衰减模式

在 PWM 斩波过程中, H 桥驱动电流通过电机绕组, 直到达到 PWM 斩波阈值。这在图 2 中显示为①。电流流向显示为正电流流向。一旦达到斩波电流阈值, H 桥可以工作在两种不同的状态, 快速衰减或缓慢衰减。

在快速衰减模式下, 一旦达到 PWM 斩波电流水平, H 桥变为反转状态, 允许绕组电流反向流动。当绕组电流接近零时, 电桥被关闭以防止任何反向电流流动。快速衰减模式如图 2 中②所示。

在慢衰减模式下, 绕组电流通过电桥中的两个低侧 FET 重新循环。这在图 2 中显示为③所示。

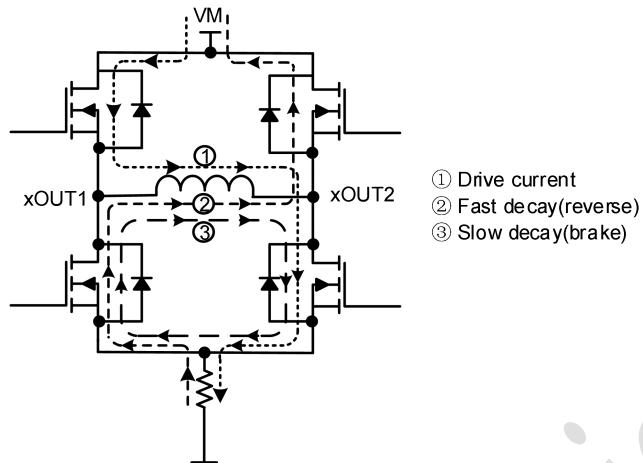


图 2. 衰减模式

TMI8420/Q 支持快衰减、慢衰减和混合衰减模式。慢、快或混合衰减模式是由 DECAY 引脚的状态选择的，当 DECAY 引脚为低时选择慢衰减，开路时选择混合衰减模式，逻辑高时选择快速衰减模式。DECAY 引脚同时设置两个 H 桥的衰减模式。

混合衰减模式从快速衰减模式开始，但在固定的时间(PWM 周期的 75%)切换到慢衰减模式。在 PWM 周期的剩余时间内进行慢衰减。

VM 欠压锁定 (UVLO)

如果在任何时候 VM 引脚上的电压低于欠压锁定阈值电压，H 桥中的所有 FET 将被禁用。当 VM 电压恢复到高于 UVLO 阈值时，恢复正常工作。

过流保护 (OCP)

每个 MOSFET 上的模拟限流电路通过控制栅极驱动来限制通过 MOSFET 的电流。如果这个模拟电流限制持续的时间超过 OCP 时间，H 桥中的所有 MOSFET 将被禁用，nFAULT 引脚将被低电平驱动。设备将保持禁用状态，直到 nRESET 或者 VM 引脚重新上电。

OUT 通过对地短路、对 VM 短路或者 OUT 之间短路都会导致设备发生过流响应，过流保护不使用用于 PWM 电流控制的电流检测电路，并且与 ISENSE 电阻值或 VREF 电压无关。

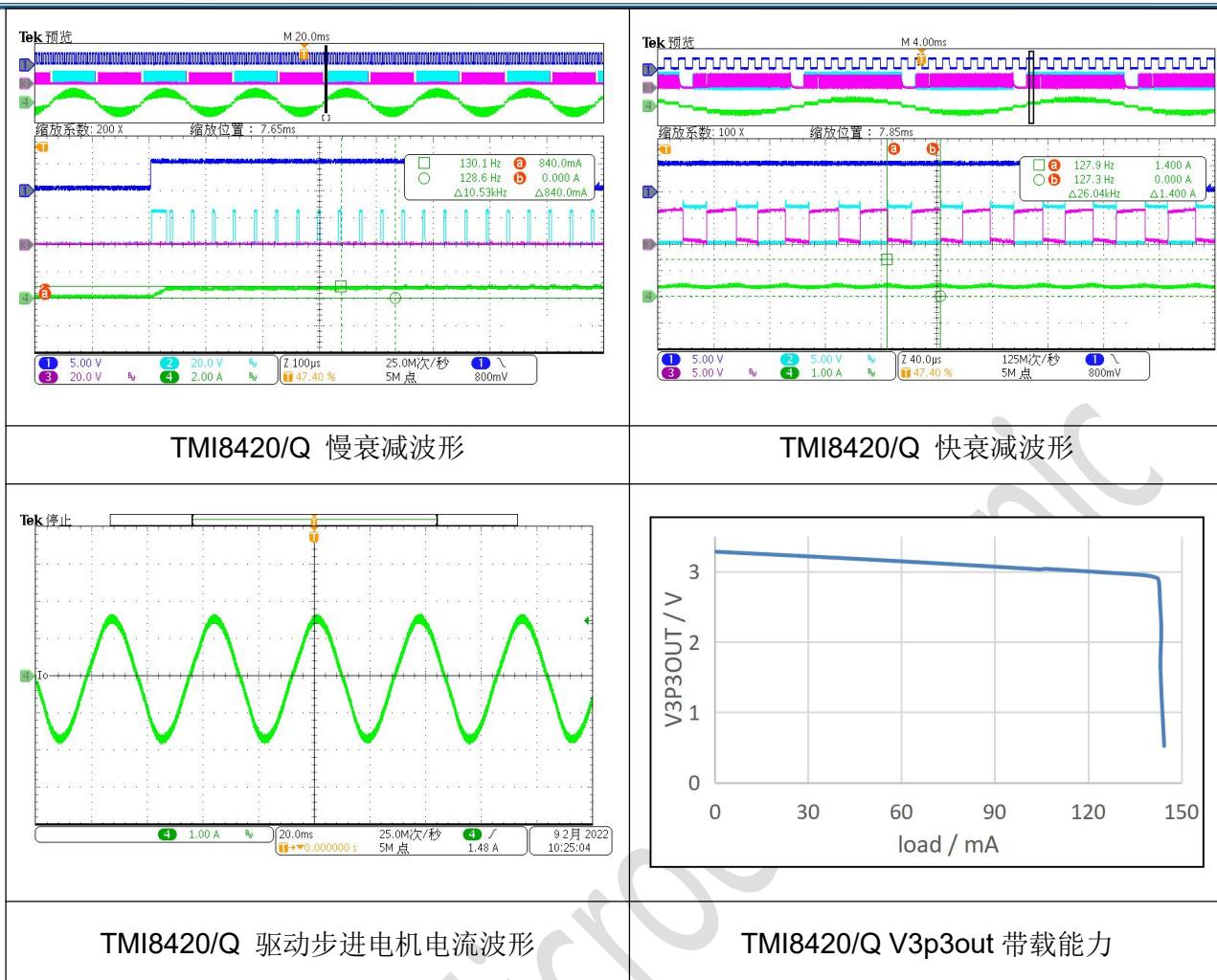
热关断 (TSD)

如果芯片温度超过安全限制，H 桥内的所有 FET 都被禁用。当芯片温度降到安全水平后，自动恢复正常工作。

VM 控制

在某些系统中，改变 VM 电压作为改变电机转速的这种手段是可取的。

应用波形



应用信息

典型应用

TMI8420/Q 用于双极性步进控制，图 3 是 TMI8420/Q 的一个典型应用。

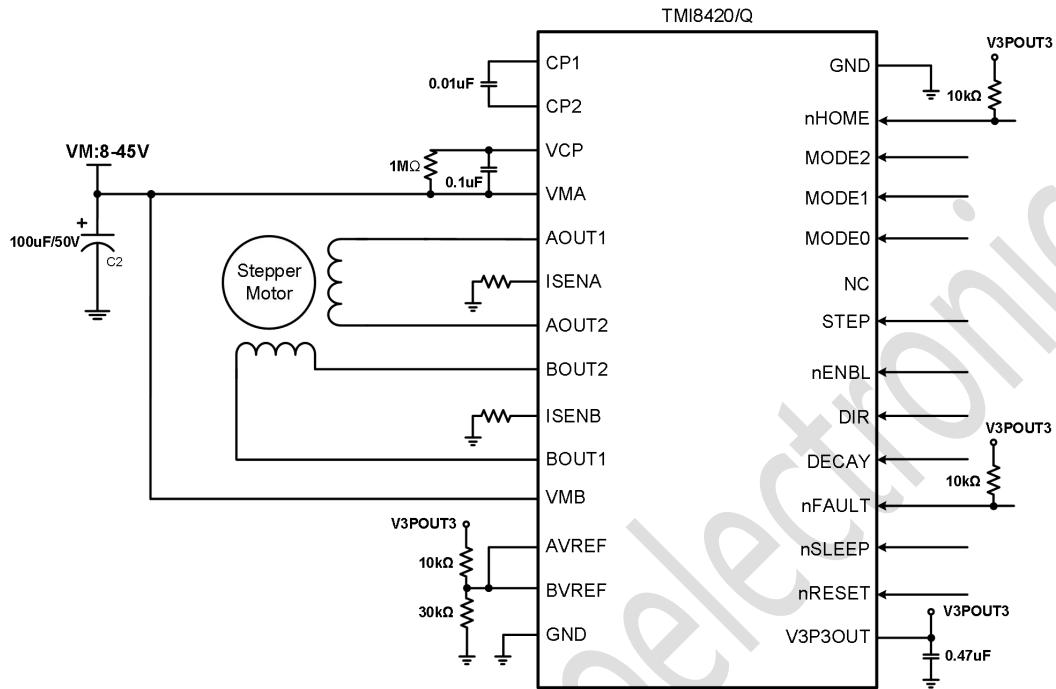


图 3. TMI8420/Q典型应用

结构框图

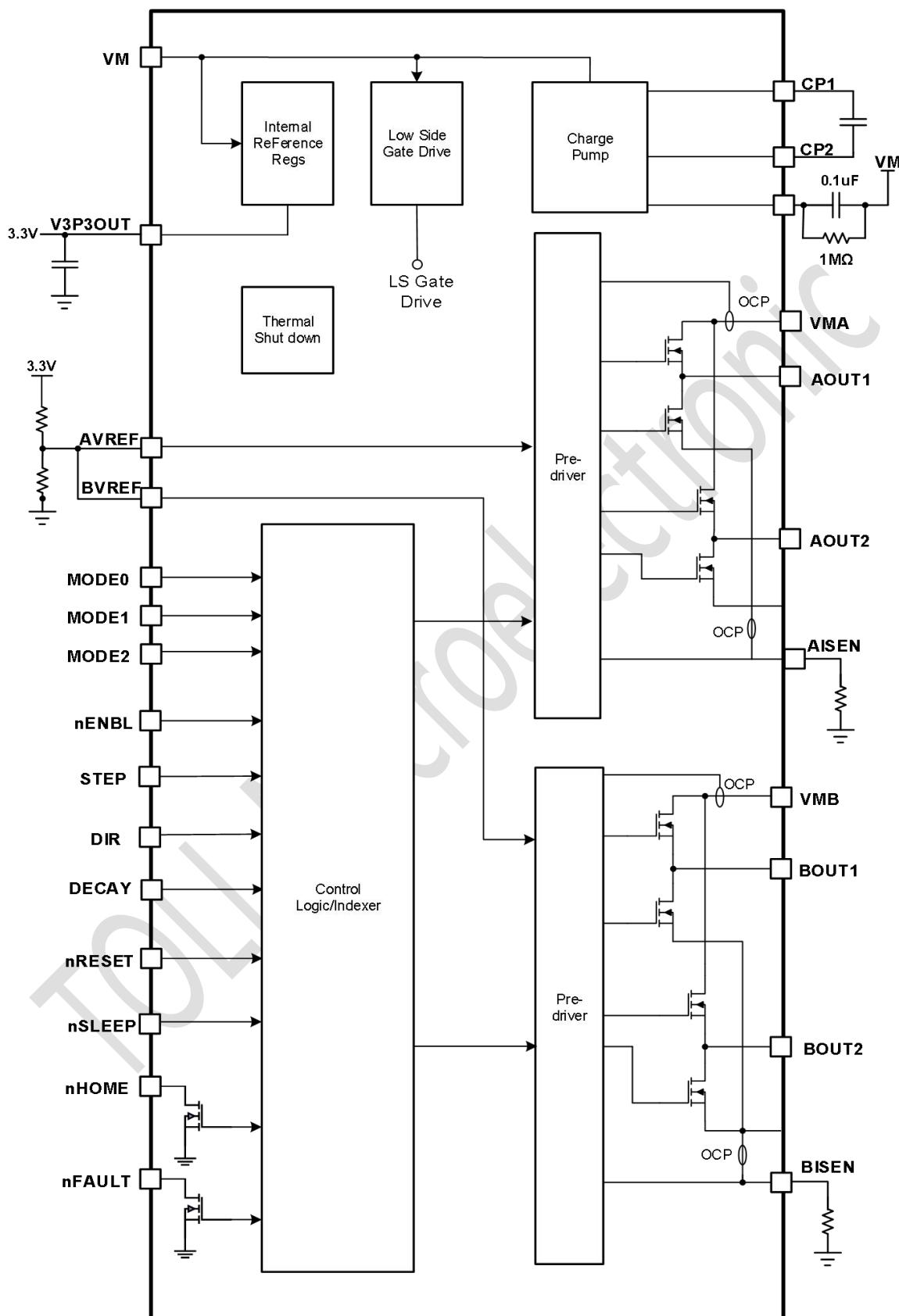
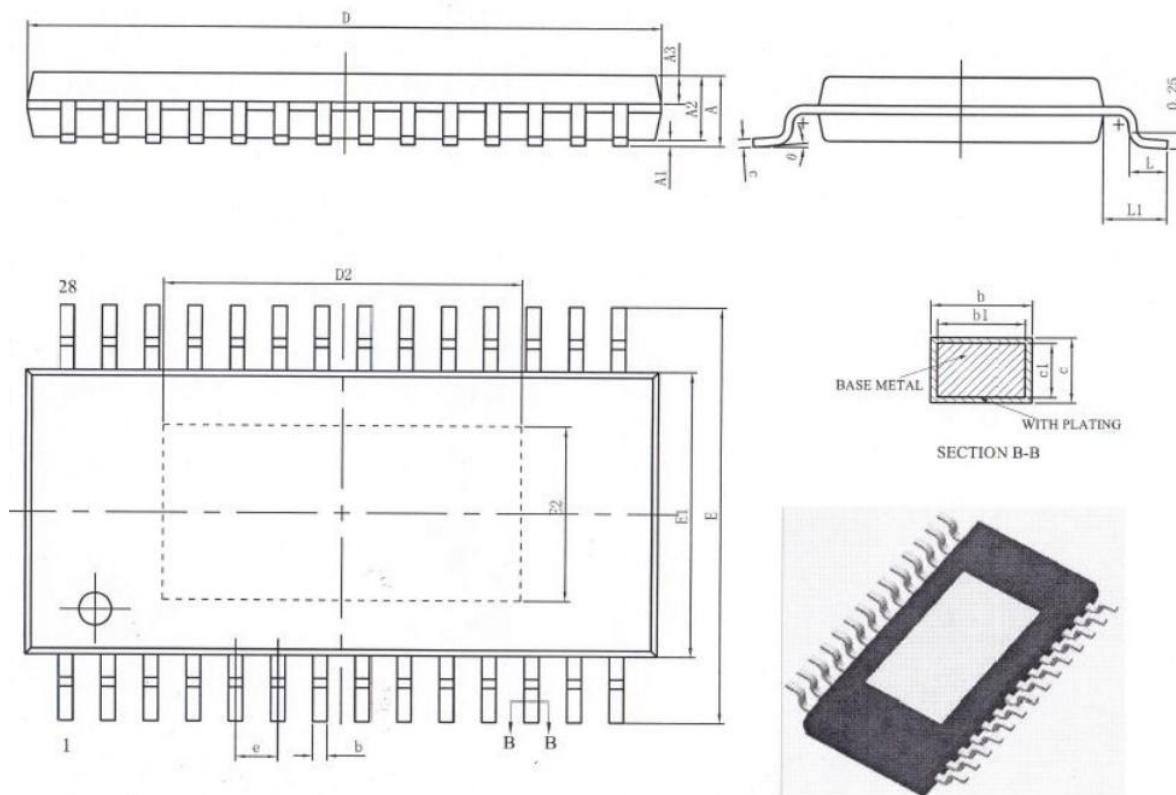


图 4. TM18420/Q 结构框图

封装信息

HTSSOP28



Unit: mm

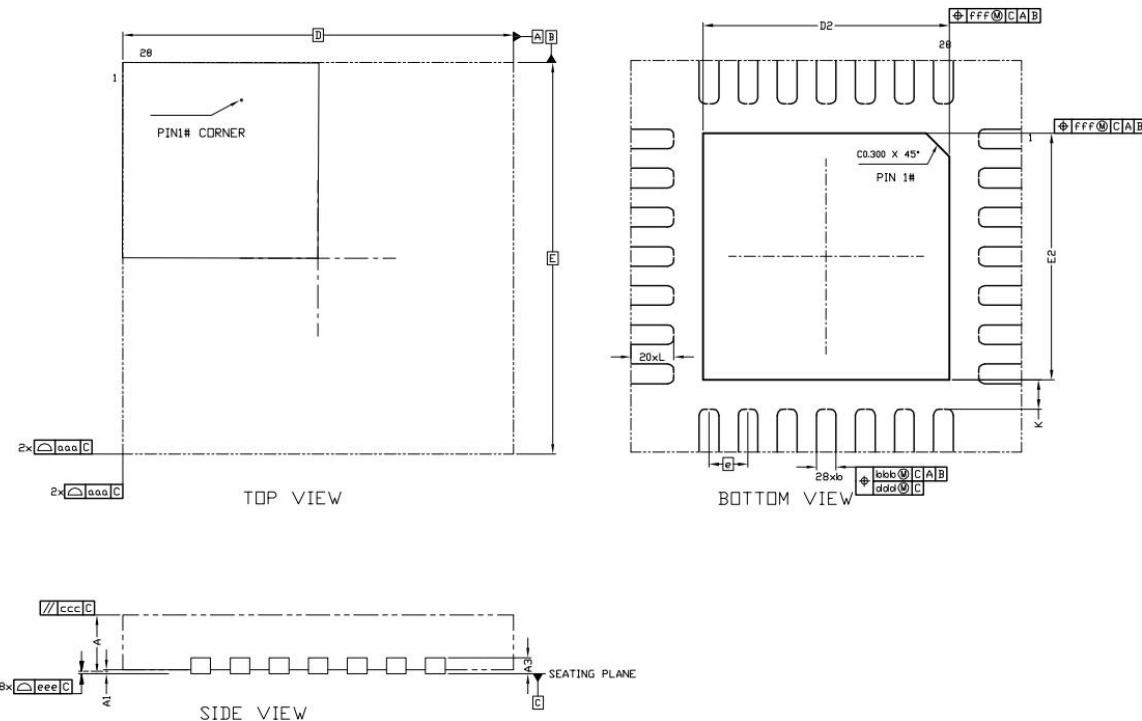
Symbol	Dimensions In Millimeters			Symbol	Dimensions In Millimeters		
	Min	NOM	Max		Min	NOM	Max
A	-	-	1.20	D2	3.95	4.05	4.15
A1	0.05	-	0.15	E	6.20	6.40	6.60
A2	0.80	-	1.00	E1	4.30	4.40	4.50
A2	0.39	0.44	0.49	E2	2.75	2.85	2.95
b	0.20	-	0.29	e	0.65BSC		
b1	0.19	0.22	0.25	L	0.45	0.60	0.75
c	0.13	-	0.18	L1	1.00BSC		
c1	0.12	0.13	0.15	θ	0°	-	8°
D	9.60	9.70	9.80				

注意:

- 1) 所有尺寸以毫米为单位。
- 2) 包装长度不包括模具毛边、凸点、浇口毛刺。
- 3) 封装宽度不包括引线间闪光或突起。
- 4) 引线普及度(成型后的引线底部)最大为 0.10 毫米。
- 5) 从左到右读上标记时, 引脚 1 为左下引脚。

封装信息

QFN5*5-28



Unit: mm

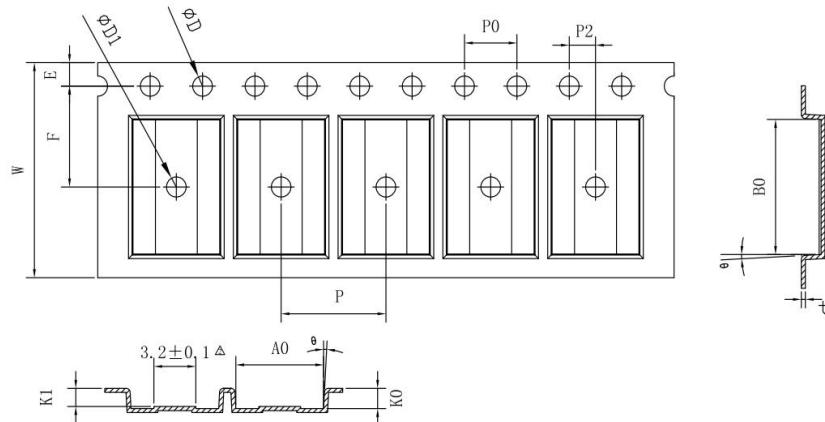
Symbol	Dimensions In Millimeters			Symbol	Dimensions In Millimeters		
	Min	NOM	Max		Min	NOM	Max
A	0.70	0.75	0.80	e	0.50BSC		
	0.80	0.85	0.90	L	0.50	0.55	0.60
A1	0	0.02	0.05	K	0.20	-	-
A3	-	0.20 REF	-	aaa	0.10		
b	0.18	0.25	0.30	bbb	0.10		
D	5.00BSC			ccc	0.10		
E	5.00BSC			ddd	0.05		
D2	3.05	3.15	3.25	eee	0.08		
E2	3.05	3.15	3.25	fff	0.10		

注意：

- 5) 所有尺寸以毫米为单位。
- 6) 包装长度不包括模具毛边、凸点、浇口毛刺。
- 7) 封装宽度不包括引线间闪光或突起。
- 8) 引线普及度(成型后的引线底部)最大为 0.10 毫米。
- 5) 从左到右读上标记时，引脚 1 为左下引脚。

包装尺寸

编带样式: HTSSOP28



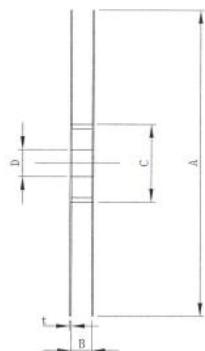
Unit: mm

Symbol	Dimensions	Symbol	Dimensions	Symbol	Dimensions	Symbol	Dimensions
A0	6.70 ± 0.10	θ	5° TYP	E	1.75 ± 0.10	D1	1.55MIN
B0	10.05 ± 0.10	t	0.30 ± 0.05	F	7.50 ± 0.10	P0	0.30 ± 0.10
K0	1.50 ± 0.10	W	16.00 ± 0.30	P2	2.00 ± 0.10	10P0	40.00 ± 0.20
K1	1.35 ± 0.10	P	8.00 ± 0.10	D	1.50 ± 0.10		

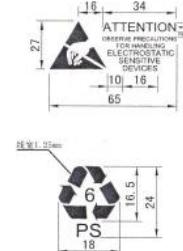
卷盘大小: HTSSOP28



SCALE: 1:1



SECTION A-A



Unit: mm

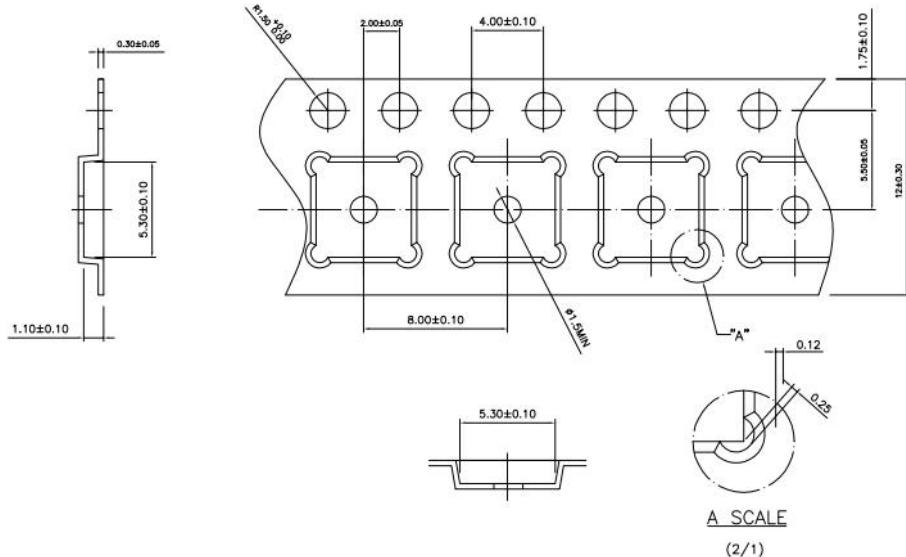
Ø A	B	Ø C	Ø D	t
329 ± 1.0	16.8 ± 1.0	100 ± 0.5	13.3 ± 0.3	2.0 ± 0.3

注意:

- 1)所有尺寸均以毫米为单位
- 2)每卷数量为 4500 台
- 3)MSL 级别为 3 级。

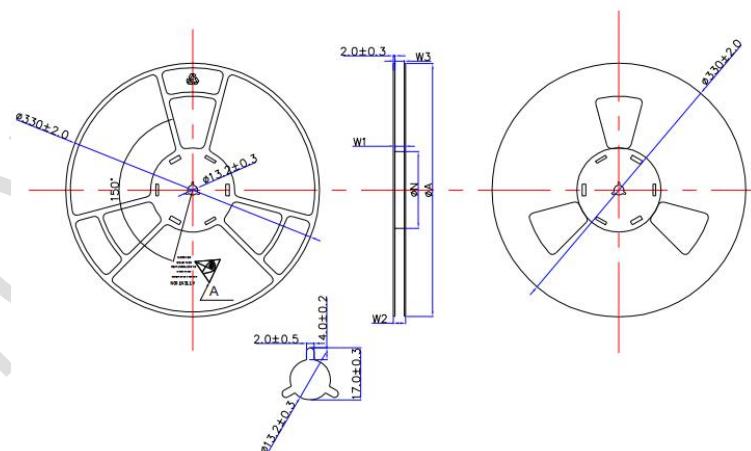
包装尺寸

编带样式: QFN5*5-28



Symbol	Dimensions	Symbol	Dimensions	Symbol	Dimensions	Symbol	Dimensions
A0	6.70±0.10	θ	5° TYP	E	1.75±0.10	D1	1.55MIN
B0	10.05±0.10	t	0.30±0.05	F	7.50±0.10	P0	0.30±0.10
K0	1.50±0.10	W	16.00±0.30	P2	2.00±0.10	10P0	40.00±0.20
K1	1.35±0.10	P	8.00±0.10	D	1.50±0.10		

卷盘大小: QFN5x5-28



Unit: mm

Ø A	Ø N	W1(+2/0)	W2(Max)	W2(Max)
330±2.0	100±1.0	12.4	18.4	11.9/15.4

注意:

- 1)所有尺寸均以毫米为单位
- 2)每卷数量为 5000 台
- 3)MSL 级别为 3 级。

重要通知

本文档仅提供产品信息。 拓尔微电子股份有限公司保留对其产品进行更正、修改、增强、改进和其他更改以及随时停止任何产品的权利，恕不另行通知。

拓尔微电子股份有限公司. 不对除完全包含在 TOLL 产品中的电路之外的任何电路的使用负责。不暗示任何电路专利许可。

拓尔微电子股份有限公司保留所有权利。

<http://www.toll-semi.com>