具有超低功耗睡眠模式的四通道直流马达驱动芯片

概述

PN7715是一款具有超低功耗睡眠模式的四通道直流马达驱动芯片，其可以控制马达进入正转、反转、刹车和超低功耗睡眠模式。可驱动一个直流步进电机也可分别驱动两个直流电机。

该芯片集成了欠压保护、过温保护、输出短路保护等功能。该芯片的四个输入管脚IN1、IN2、IN3和IN4兼容5V和3.3V信号控制，具有良好的抗干扰性。芯片驱动级为HVCMOS结构，高侧导通电阻0.6ohm，低侧导通电阻0.4ohm。

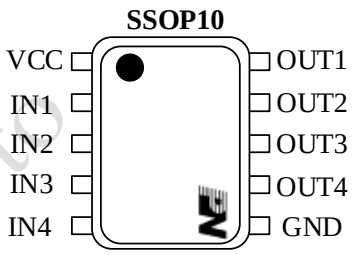
特性

- 宽电源电压范围：3V～24V
- 低导通电阻（HS：0.6ohm；LS：0.4ohm）
- 正转、反转、刹车和睡眠模式
- 超低睡眠电流：I_{VCC}<100nA（IN1~4=“L”，且>1ms）
- 输入管脚兼容5V和3.3V控制信号
- 每个H桥可提供1.5A的峰值电流，0.8A的平均电流
- 异常保护反馈功能，异常保护包括：
  - ✧ 电源欠压保护
  - ✧ 内置过温保护
  - ✧ 内置输出短路保护

应用领域

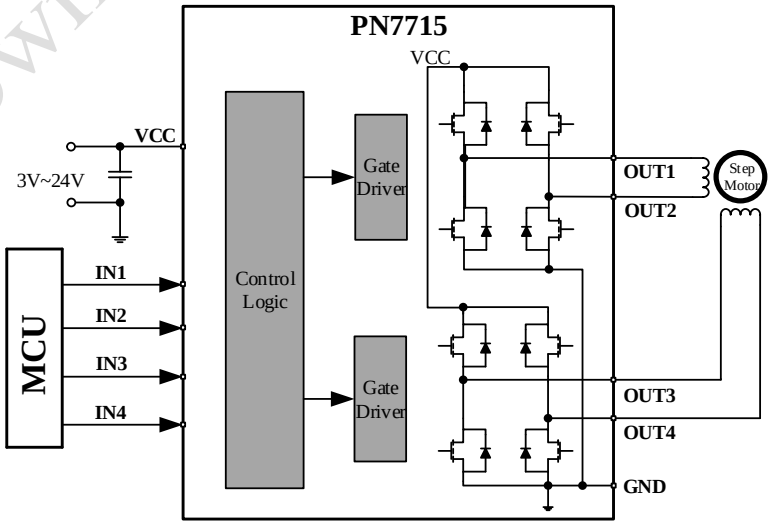
- 智能电表
- 智能门锁
- 家电
- 摄像头
- 直流步进电机

封装/订购信息



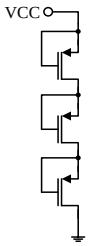
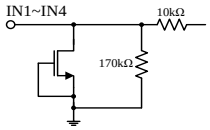
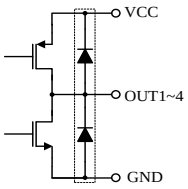
订购代码	封装
PN7715STC-R1	SSOP10

典型应用示意图

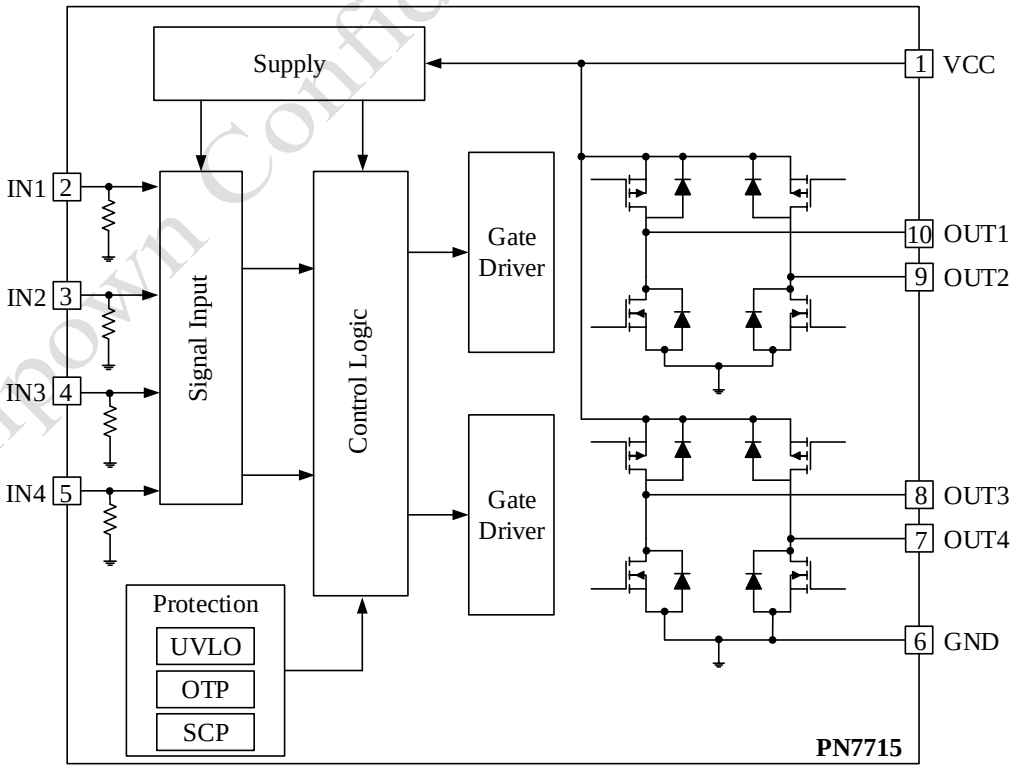


Chipown Confidential to

管脚定义

管脚名	管脚标号	管脚功能描述	I/O 结构
VCC	1	电源	
IN1	2	输入信号1	
IN2	3	输入信号2	
IN3	4	输入信号3	
IN4	5	输入信号4	
GND	6	地	
OUT4	7	驱动输出4	
OUT3	8	驱动输出3	
OUT2	9	驱动输出2	
OUT1	10	驱动输出1	

功能框图



Chipown Confidential to

绝对最大额定值(1)

VCC 脚耐压……..…...……-0.3~32V
IN1,IN2,IN3,IN4 脚耐压……-0.3~7V
OUT1,OUT2,OUT3,OUT4 脚耐压……-0.7~32V
人体模式 ESD 能力(2)（HBM）……..…..±4kV
存储温度范围……....-55~150℃
封装热阻 θ_{JA} (3)（SSOP10）……...……100℃/W

备注:

(1) 加在器件上的电压，电流或温度如果超过绝对最大额定值，可能会导致器件退化或永久性地损坏。这里只是给出能够承受的限值，并不意味在此条件下器件的功能性操作无误，器件长期工作在绝对最大额定值条件下会影响器件的可靠性。

(2) 产品委托第三方严格按照芯片级ESD标准(ANSI/ESDA/JEDEC JS-001-2017)中的测试方式和流程进行测试。

(3) 安装在指定PCB板（50mm×50mm×1.6mm，FR-4）上。

适用工作范围

VCC 电压……..……3~24V
IN1,IN2,IN3,IN4 电压……..…...…… 0~5.5V
工作环境温度…….……..….. -40~125℃

Chipown Confidential to

电气特性

(T_A=25℃，VCC = 12V，OUT 端接 1nF 电容，特殊情况另行说明。)

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
VCC管脚						
VCC 耐压	VCC_{BV}		32			V
VCC 启动电压	VCC_{ON}			3		V
VCC 欠压保护阈值	VCC_{OFF}			2.8		V
VCC 欠压滞回值	V_{HYS}	VCC_{ON}-VCC_{OFF}		0.2		V
VCC 工作电流	I_{VCC}	V_{IN1}=V_{IN3}=0V, V_{IN2}=V_{N4}=3.3V		1.1	1.5	mA
VCC 睡眠模式电流	I_{VCC_SLEEP}	V_{IN1}=V_{IN2}=V_{IN3}=0V V_{IN4}=0V，且>1ms		10	100	nA
IN管脚（IN1~4）						
IN 有效高电平	V_{IH}		2.2			V
IN 有效低电平	V_{IL}				0.6	V
下拉电阻	R_{PD}	R_{PD}=V_{IN}/ I_{IH}	130	170	210	kΩ
输入低电流	I_{IL}	V_{IN}=0V			1	uA
输入高电流	I_{IH}	V_{IN}=3.3V	16	20	24	uA
输出管脚（OUT1~4）						
High-side 功率管导通电阻	R_{DSON_H}			0.6		Ω
Low-side 功率管导通电阻	R_{DSON_L}			0.4		Ω
输出上升时间(1)	T_r	10% to 90%VCC		20		ns
输出下降时间(1)	T_f	90% to 10%VCC		20		ns
输入信号到输出信号的传输延时(1)	T_{PLH}			1400		ns
	T_{PHL}			1400		ns
死区时间(1)	T_{DEAD}			1000		ns
保护功能						
短路保护阈值电压	V_{SCP}			2.3		V
短路保护检测屏蔽时间	T_{SCP_LEB}			3.5		us
短路保护重启时间	T_{SCP_RESET}			2		ms
过温保护阈值	T_{TSD}			160		℃
过温保护滞回	T_{HYS}			40		℃

备注：1. 参数定义见图 1.1，以 IN1、IN2、OUT1 和 OUT2 为例，OUT1 和 OUT2 接 1nF 电容到地；

2. 参数定义见图 1.2，以 IN1、IN2、OUT1 和 OUT2 为例，OUT1 和 OUT2 之间接感性负载。

参数定义

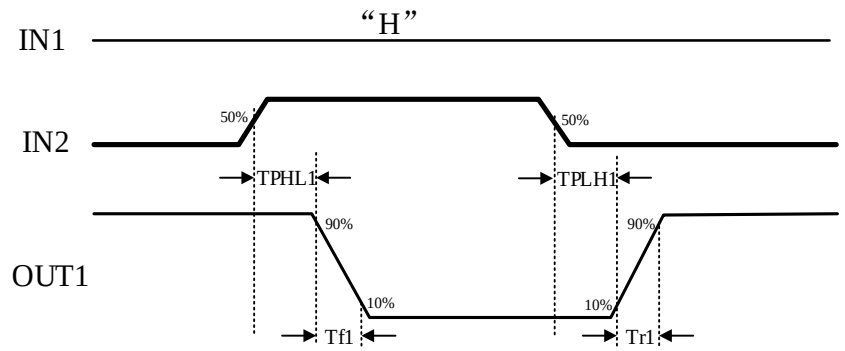


图 1.1 输入/输出波形

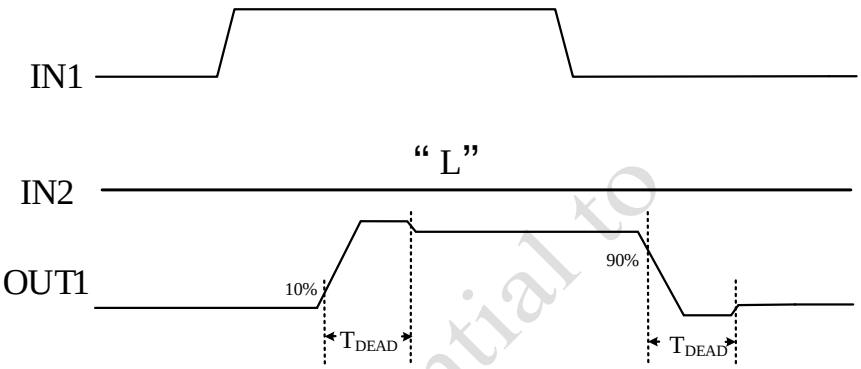
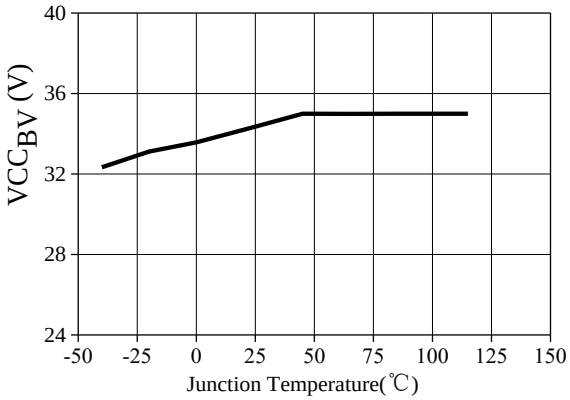


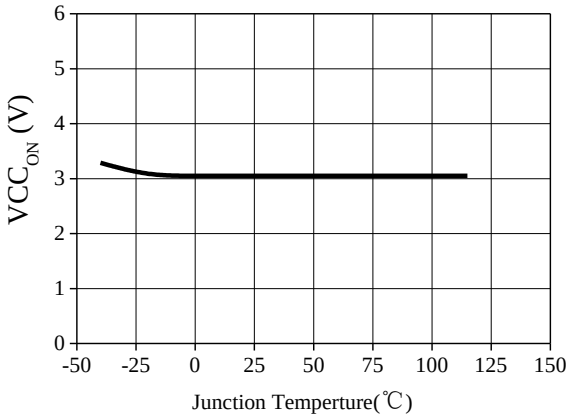
图 1.2 死区时间定义

Chipown Confidential to

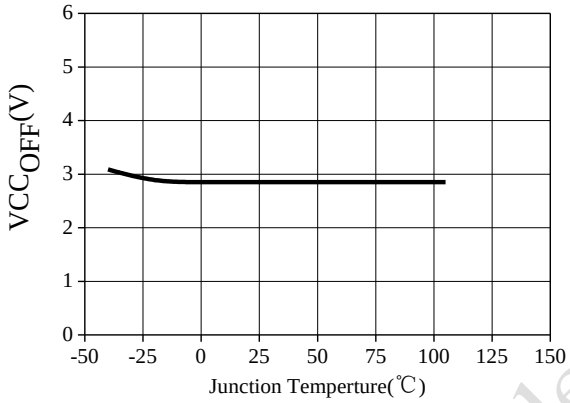
特性曲线



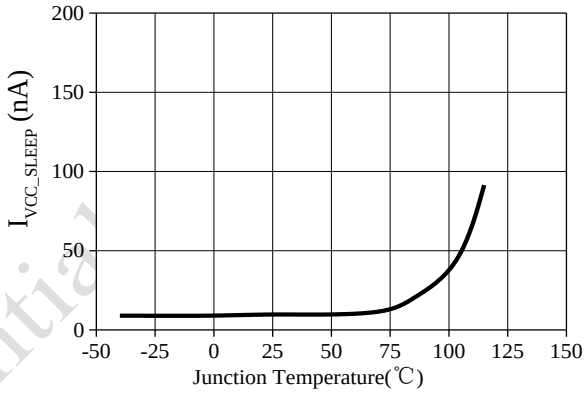
(a) VCC_{BV} VS T_J



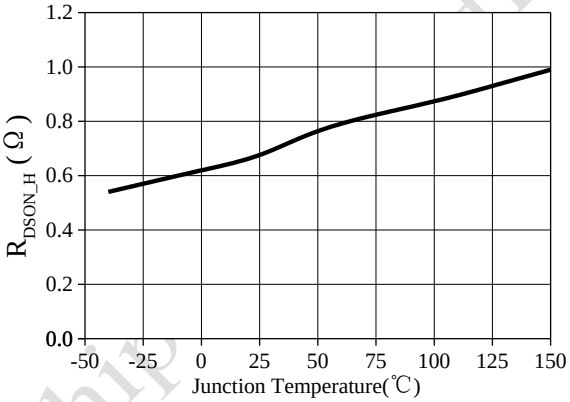
(b) VCC_{ON} VS T_J



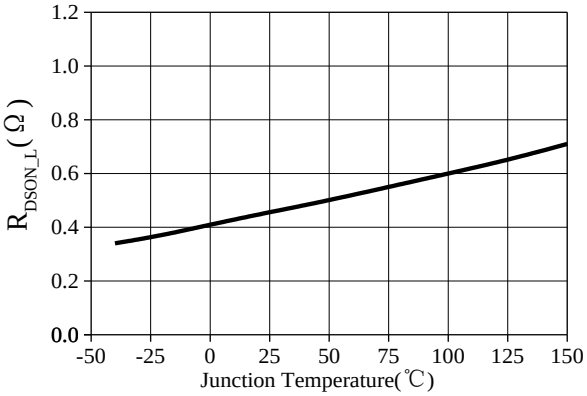
(c) VCC_{OFF} VS T_J



(d) I_{VCC_SLEEP} VS T_J

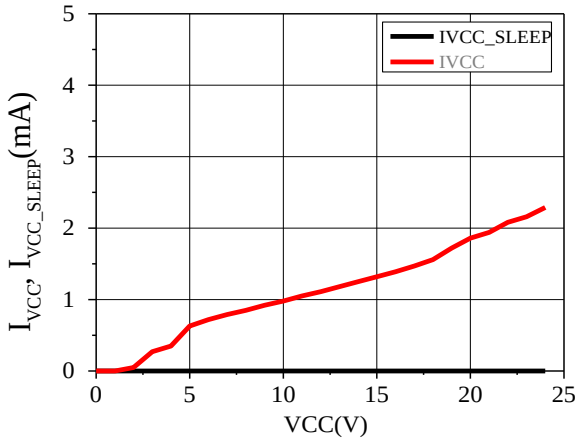


(e) High-side R_{DSON_H} VS T_J

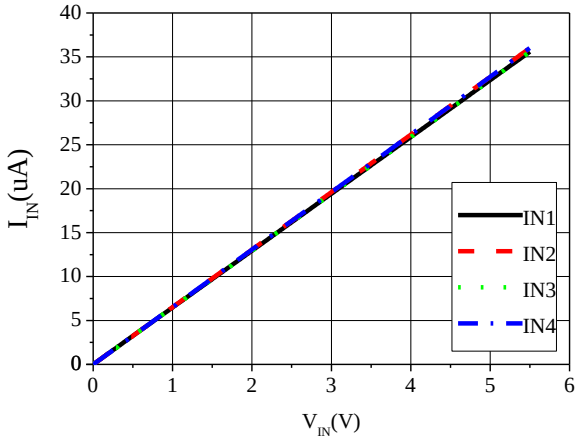


(f) Low-side R_{DSON_L} VS T_J

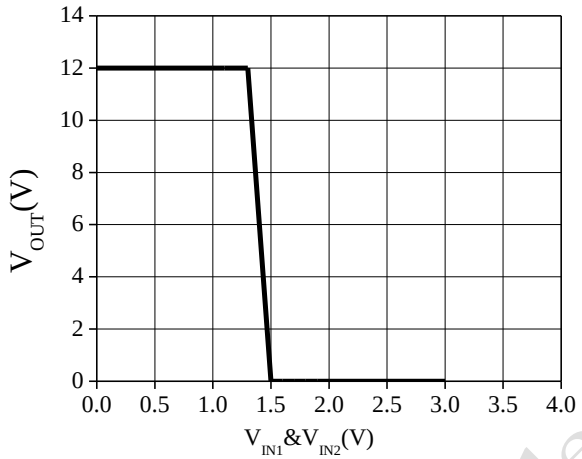
Chipown confidential



(g) I_{VCC}, I_{VCC_SLEEP} VS VCC



(h) I_{IN} VS V_{IN}



(i) V_{OUT} VS V_{IN}（VCC=12V）

Chipown Confidential to

功能描述

PN7715是一款具有超低功耗睡眠模式的四通道直流马达驱动芯片，可以控制马达进入正转、反转、刹车和超低功耗睡眠模式。该芯片集成了欠压保护、过温保护、输出短路保护等功能。

1. SLEEP 模式

PN7715具有超低功耗睡眠（SLEEP）功能，当IN1~IN4=“L”，且维持时间大于1ms，芯片处于SLEEP模式，流过电源VCC的电流小于100nA，此时芯片内部的所有电路都停止工作。当IN1~4任意一个信号变为高电平后，芯片退出SLEEP模式。

2. 欠压保护

PN7715提供欠压保护功能。当VCC电压高于VCC_{ON}时，内部电路经过T_{WAKE}时间后开始工作；当VCC降低到小于VCC_{OFF}时，芯片会关闭输出，输出驱动级的上管和下管都关闭。

3. 过温保护

PN7715提供过温保护功能。当芯片温度超过160℃，芯片进入过温保护状态，关闭输出；当芯片温度下降并低于滞回值，芯片重新正常工作。图2是过温保护电路的工作过程图。

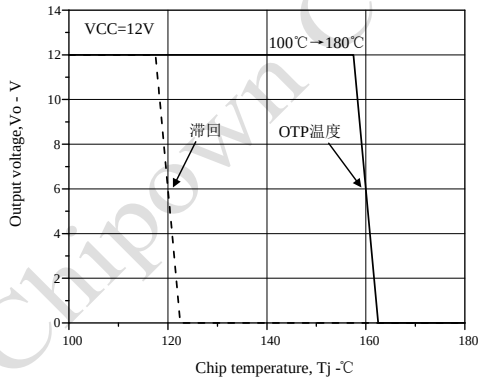


图2. 芯片过温保护工作示意图

图3是过温保护电路的原理图。过温保护电路通过比较温度敏感电压（V_{BE}）和参考电压判断芯片温度，当温度超过设定的阈值时，关闭芯片输出端的所有功率管，以防止芯片由于过温工作而导致烧毁。

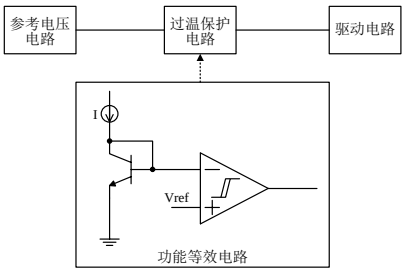


图3. 过温保护原理示意图

4. 短路保护

PN7715提供输出短路保护功能。当芯片工作时，由于异常导致芯片输出短路到GND或者VCC，此时会有很大的电流流过内部驱动级的MOS管，长时间持续工作会损坏芯片。加入输出短路保护功能，可以避免此类现象的发生。

输出短路保护原理：当内部电路检测到芯片输出短路到GND或者VCC时，芯片会关闭输出，输出驱动级的上管和下管都关闭，2ms后芯片会尝试重新启动，如此循环工作，直至芯片正常工作。

5. 真值表

PN7715可以控制马达进入正转、反转、刹车和睡眠模式，表1是芯片输入输出关系真值表，以及相对应马达的工作模式。

Chipown Confidential

表1. PN7715真值表

输入				输出				备注	
IN1	IN2	IN3	IN4	OUT1	OUT2	OUT3	OUT4		
L	L	L	L	OFF	OFF	OFF	OFF	待机	
L	L			OFF	OFF			通道 1	睡眠
L	H			L	H				正转
H	L			H	L				反转
H	H			L	L				刹车
		L	L			OFF	OFF	通道 2	睡眠
		L	H			L	H		正转
		H	L			H	L		反转
		H	H			L	L		刹车

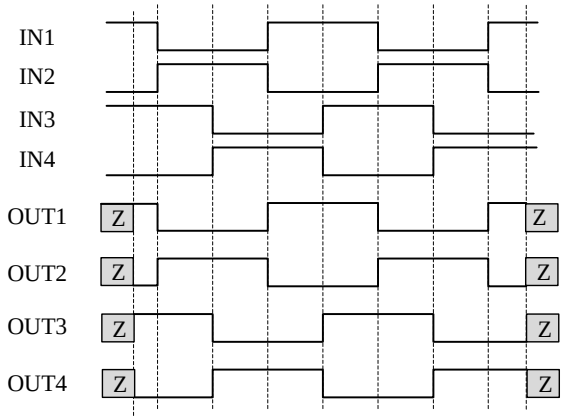
备注：

(1) 输入INX可以是高低电平直流信号，兼容5V和3.3V控制信号；

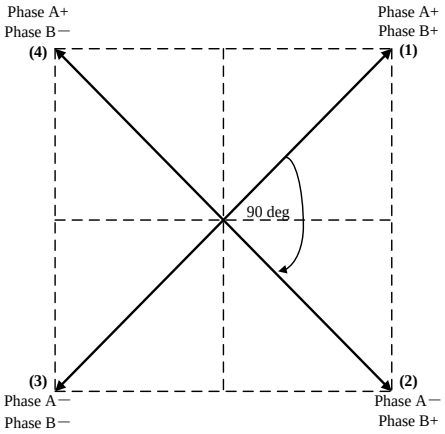
(2) 输入管脚INX高低电平可以通过信号发生器、直流源或MCU等给定，实际应用需满足V_{IN}<0.6V，才能实现低电平的有效输入；V_{IN}>2.2V，输入有效高电平。

Chipown Confidential to

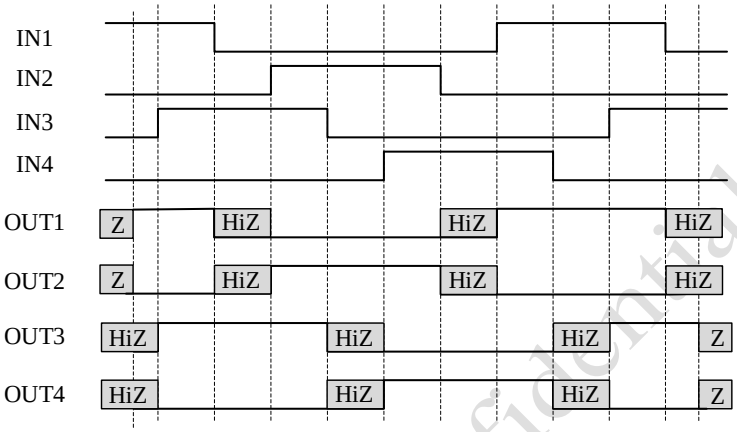
工作原理



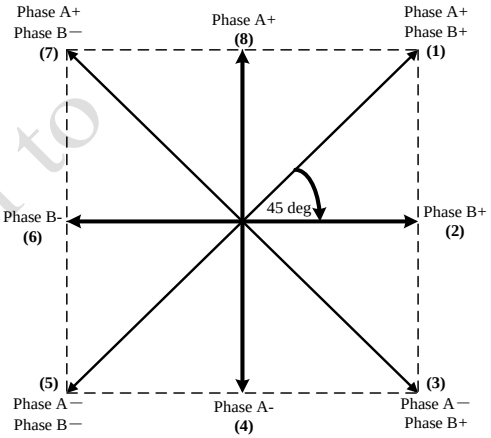
(a) 全步进工作模式



(b) 全步进模式电机运行角度



(c) 半步进工作模式

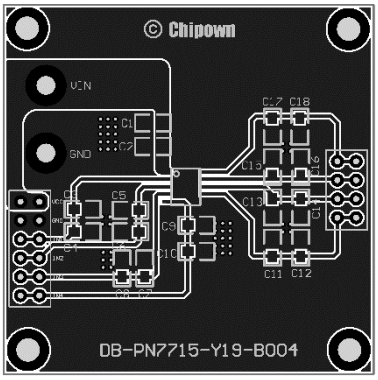


(d)半步进模式电机运行角度

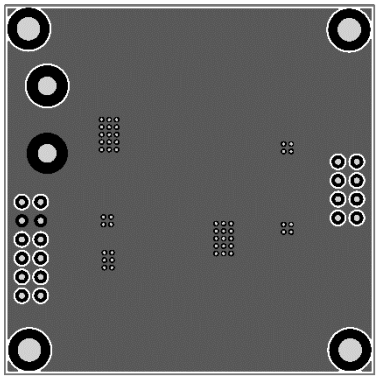
Chipown Confidential to

评估板说明

1. PCB 制版图



(a) 正面



(b) 反面

外围参数选择参考

序号	数量	描述	数值	精度	封装	生产商	零件号
IC	1	PN7715			SSOP10	Chipown	
C1	1	贴片电容	1uF	±10%	0805	SAMSUNG	CL21A105KBCLNNC
C12,C14, C16,C18	4	贴片电容	1nF	±10%	0805	SAMSUNG	CL21B102KBANNNC
测试柱	4						

注意事项：

1. 输入/输出电容尽可能靠近 VCC 引脚和 OUT 引脚；
2. 铺地平面需要有足够宽的尺寸，通过散热过孔将顶层与底层铺地平面连接，推荐使用直径为 20mil、孔尺寸为 8mil 的散热过孔；
3. 保持散热焊盘到电路板上其他区域的铜平面是连续的，若平面被中断，热量的排出路径就会收缩，从而增加热阻；
4. 输入和输出电容和 GND 引脚必须连接到负载的接地平面上；
5. 大电流路径必须宽：VIN 和地的焊盘需要有足够宽的尺寸，通过 VIN 和地焊盘作为散热器将热量传导到周围环境中。

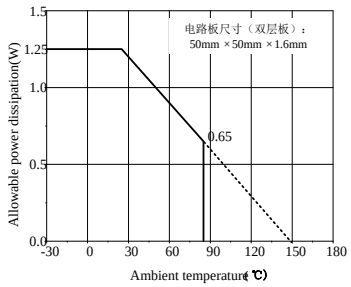
2. 热阻特性

功率耗散的计算公式如下：

$$P=[I_{out(RMS)}{}^2\times R_{DSON(HS)}+I_{out(RMS)}{}^2\times R_{DSON(LS)}]\times 2 \quad (1)$$

式（1）中以两相模式为例。通常情况下，环境温度越高，允许的功率耗散越小。下图是功率耗散与环境温度的波形图，使用时要确保电路板留有足够的冷却余量。

Chipown Confidential



(c) 功率耗散与温度对照表

环境温度（T_A）和结温（T_J）的关系可由式（2）表示，结温要设置在 150℃ 或更小。

$$T_J = P \times R_{\theta JA} + T_A \quad (2)$$

式中，$R_{\theta JA}$表示封装热阻，是环境温度与结温之间的热阻，具体参数请参阅第 3 页。另外，封装热阻取决于设备的使用环境，比如 PCB 的布局等。上述特性仅为参考值，非保证值。

3. 驱动一个步进电机



(d) 典型应用图

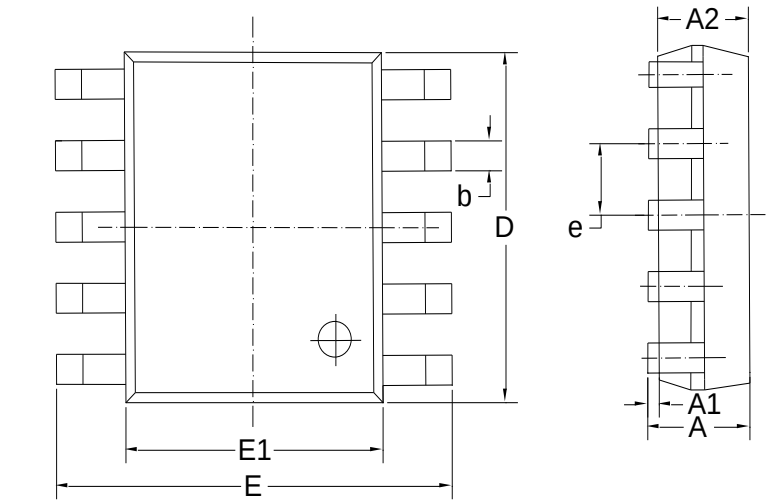
1. 将步进电机按图所示与输出 1、输出 2、输出 3 和输出 4 连接；
2. 将电源“+”与端子 VIN 连接，将电源“-”与端子 GND 连接，并设置合适的电源电压；
3. 将输入信号连接 IN1、IN2、IN3、IN4；
4. 开启电源和输入信号，驱动步进电机；
5. 有关输入信号功能，请参阅第 9、10 页。

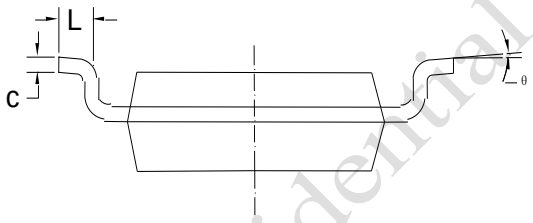
备注：以上公式均基于典型应用电路图，仅供原理理解。

Chipown Confidential

封装信息

SSOP10 封装外形及尺寸





尺寸 / 符号	最小（mm）	最大（mm）	尺寸 / 符号	最小（mm）	最大（mm）
A	1.350	1.750	E	5.800	6.200
A1	0.100	0.250	E1	3.800	4.000
A2	1.300	1.550	e	1BSC	
b	0.330	0.510	L	0.400	1.270
C	0.170	0.250	θ	0°	8°
D	4.700	5.100			

表层丝印	封装
PN PN7715 YWWXXXXX	SSOP10

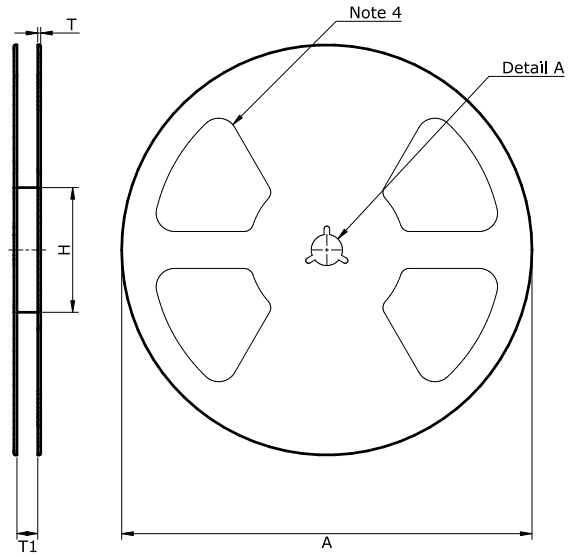
备注：Y：年份代码；WW：周代码；XXXXX：内部代码

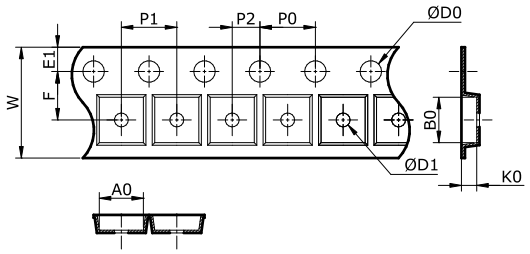
Chipown Confidential to

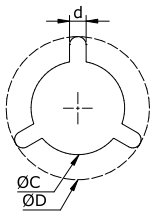
备注:

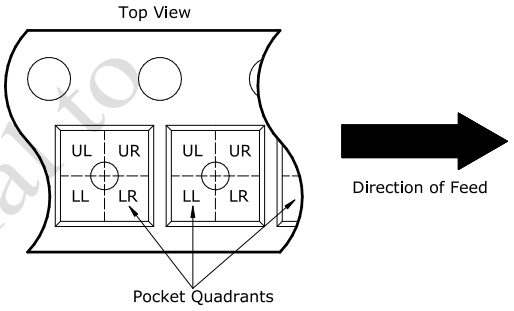
1. 此制图可以不经通知进行调整;
2. 器件本体尺寸不含模具飞边。

编带及卷轴信息









SSOP10 Package									
A (mm)	**T (mm)**	**T1 (mm)**	**H (mm)**	**ØC (mm)**	**ØD (mm)**	**d (mm)**	**A0 (mm)**	**B0 (mm)**	**K0 (mm)**
330 ±1.0	3 +1/−0	12.4 +1/−0	100 ±0.5	12.00 +0.5/−0.2	17.70 ±0.40	2.00 +0.5/−0.2	6.60 ±0.1	5.3 ±0.1	1.9 ±0.1
W (mm)	**F (mm)**	**E1 (mm)**	**P0 (mm)**	**P1 (mm)**	**P2 (mm)**	**ØD0 (mm)**	**ØD1 (mm)**	**Pin 1 Quadrant**	
12.00 ±0.1	5.50 ±0.1	1.75 ±0.10	4.00 ±0.10	8.0 ±0.1	2.0 ±0.1	1.5 +0.1/−0	1.55 ±0.05	UL	

备注:

1. 此制图可以不经通知进行调整;
2. 所有尺寸是毫米公制的标称值;
3. 此制图并非按严格比例，且仅供参考。客户可联系芯朋销售代表获得更多细节;
4. 此处举例仅供参考。

Chipown Confidential

重要声明

无锡芯朋微电子股份有限公司保留更改规格的权利，恕不另行通知。无锡芯朋微电子股份有限公司对任何将其产品用于特殊目的的行为不承担任何责任，无锡芯朋微电子股份有限公司没有为用于特定目的产品提供使用和应用支持的义务。无锡芯朋微电子股份有限公司不会转让其专利许可以及任何其他的相关许可权利。

任何半导体产品在特定条件下都有一定的失效或者发生故障的可能，买方有责任在使用我司产品进行系统设计、试样和整机制造时遵守安全标准并采取安全措施，充分进行验证，以避免潜在失败风险可能造成人身伤害或者财产损失情况的发生。

Chipown Confidential to