四通道输出并行接口低侧驱动器

概述

PN7736 是一款具有保护功能的四通道低侧驱动器，其内部低侧集成了四个 N 沟道 MOSFETs，高侧集成了四个功率二极管，可为电感负载提供续流回路。PN7736 每一输出通道，单独输出时可提供 1.5A 持续输出电流；同时输出时可提供 800mA 的持续工作电流。

该芯片输出由简单的并行输入接口控制，内部集成了欠压保护、过温保护、输出短路保护等功能。

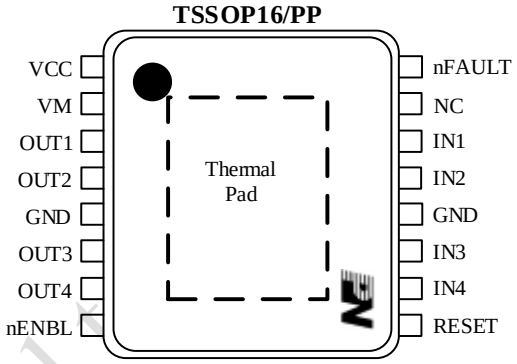
特征

- 宽电源电压范围：6V~48V
- 并行输入与并行输出接口
- 输入管脚兼容 5V 和 3.3V 控制信号
- 集成低侧功率管（0.45Ω）
- 单通道支持驱动电流 1.5A，四通道全开时支持驱动电流 0.8A
- 异常保护反馈功能，异常保护包括：
  1. 电源欠压保护
  2. 内置过温保护
  3. 内置输出短路保护
- TSSOP16/PP 封装，底部有散热片

应用领域

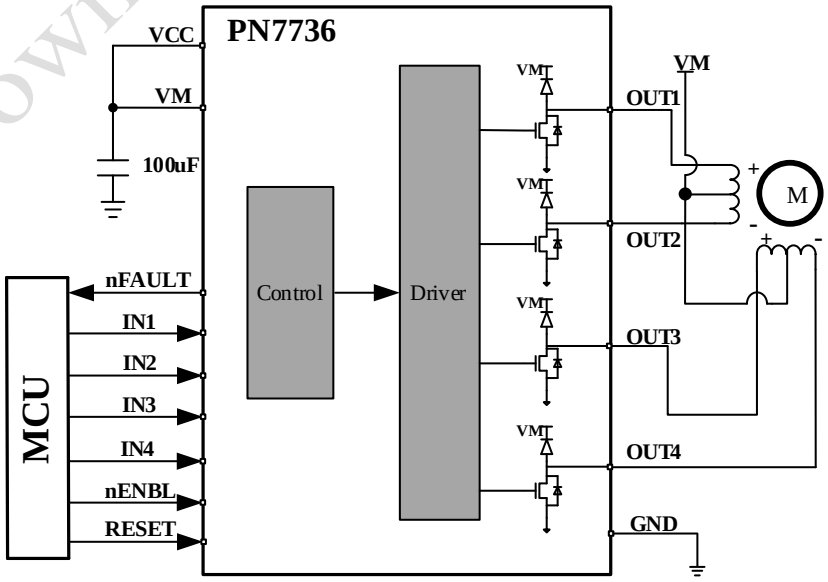
- 继电器驱动器
- 单极步进电机驱动器
- 螺线管驱动器
- 常见低侧开关应用

封装/订购信息



订购代码	封装
PN7736TS-A1	TSSOP16/PP

典型应用示意图



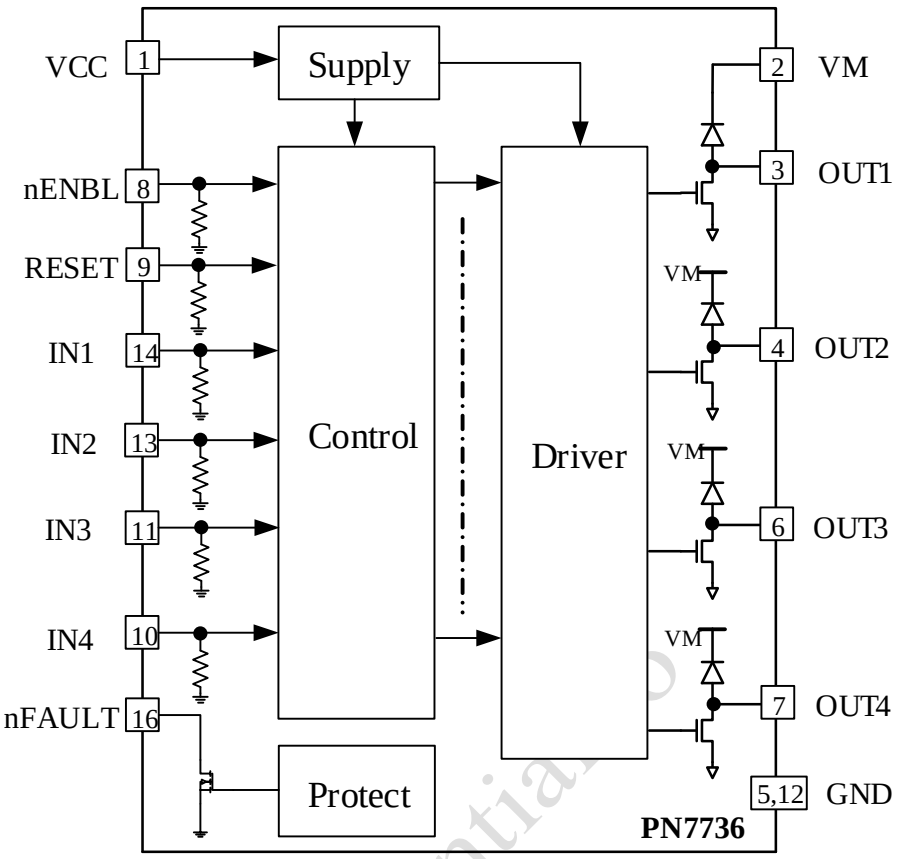
Chipown Confidential

管脚定义

管脚名	管脚标号	管脚功能描述
VCC	1	芯片输入电源
VM	2	功率管电源
OUT1	3	输出通道1
OUT2	4	输出通道2
GND	5	地
OUT3	6	输出通道3
OUT4	7	输出通道4
nENBL	8	输出使能信号引脚，低有效
RESET	9	逻辑重置引脚，高有效
IN4	10	输出通道4控制信号
IN3	11	输出通道3控制信号
GND	12	地
IN2	13	输出通道2控制信号
IN1	14	输出通道1控制信号
NC	15	NC脚
nFAULT	16	异常状态输出引脚
Thermal Pad	-	Thermal Pad需连接至地

Chipown Confidential to

功能框图



Chipown Confidential

绝对最大额定值(1)

VM 脚耐压……...……-0.3~70V
nENBL、RESET 耐压……-0.3~7V
INX 脚耐压……-0.3~7V
nFAULT 脚耐压……-0.3~7V
OUT1、OUT2 脚耐压……-0.7~70V
OUT3、OUT4 脚耐压……...……-0.7~70V
VCC 脚耐压……..……-0.3~70V

人体模式 ESD 能力(2)（HBM）……....….±2kV
存储温度范围……....-55~150 ℃
管脚焊接温度（10秒）……...….260 ℃
封装热阻 θ_{JC}（TSSOP16/PP 顶部）…….25 ℃/W
封装热阻 θ_{JC}（TSSOP16/PP 低部）……2.5 ℃/W
封装热阻 θ_{JA}（TSSOP16/PP）…….……40 ℃/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。

适用工作范围

VCC 电压……6~48V
VM 电压……0~48V
nENBL、RESET 耐压……..……. 0~5.5V
INX 耐压……0~5.5V

nFAULT 脚耐压……0~5.5V
OUT1、OUT2 脚耐压……0~48V
OUT3、OUT4 脚耐压……..……0~48V
工作结温……-40~150 ℃

Chipown Confidential

电气特性

(T_A =25℃，VCC=VM=24V，特殊情况另行说明。)

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
VCC 管脚						
VCC 启动电压	VCC_{ON}			5	5.5	V
VCC 工作电流	I_{VCC}	VCC=24V		1	2.0	mA
VCC 耐压	BV_{VCC}	I_{VCC}=2mA	70			V
IN 管脚（nENBL、RESET、INX）						
IN 有效高电平	V_{IH}		2.2			V
IN 有效低电平	V_{IL}				0.6	V
IN 滞回电压	V_{HYS}			1.1		V
输入低漏电流	I_{IL}	VIN=0V			1	uA
输入高漏电流	I_{IH}	VIN=5V		50		uA
下拉电阻	R_{PD}	5/VIN		100		kΩ
nFAULT 管脚						
输出低电平	V_{OL}	I_O=5mA			0.5	V
输出高漏电流	I_{OH}	V_O=5A			1.5	uA
输出管脚（OUT1、OUT2、OUT3、OUT4）						
Low-side 功率管导通电阻	$R_{DS(ON)_L}$	VCC=24V，I_O=0.7A		0.45		Ω
低侧功率管关断漏电流	I_{OFF_L}		-2		2	uA
二极管正向电压	V_F	VCC=24V，I_O=0.7A		1.0		V
二极管关态漏电流	I_{OFF}	VCC=24V	-2		2	uA
上升时间	T_r	VCC=24V，I_O=0.7A，电阻负载	50		300	ns
下降时间	T_f	VCC=24V，I_O=0.7A，电阻负载	50		300	ns
保护电路						
短路保护阈值电流	I_{SCP}			2.7		A
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}			1.4		ms
过温保护阈值(1)	T_{TSD}		150	165	170	℃
过温保护滞回(1)	T_{HYS}			30		℃

备注:

(1) 设计保证。

Chipown Confidential to

输入信号时间参数要求

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
使能信号到输出延时	$T_{OE(ENABLE)}$	使能信号变高到输出翻转延时		100		ns
输入到输出延时	$T_{PD(H-L)}$	输出从高到低			800	ns
输入到输出延时	$T_{PD(L_H)}$	输出从低变高			800	ns
RESET 为低维持时间	$T_{D(RESET)}$	RESET 为低到时钟信号采样有效最小延时		20		us

备注：参数定义见图 1，OUTx 接 1kΩ 电阻到 VM。

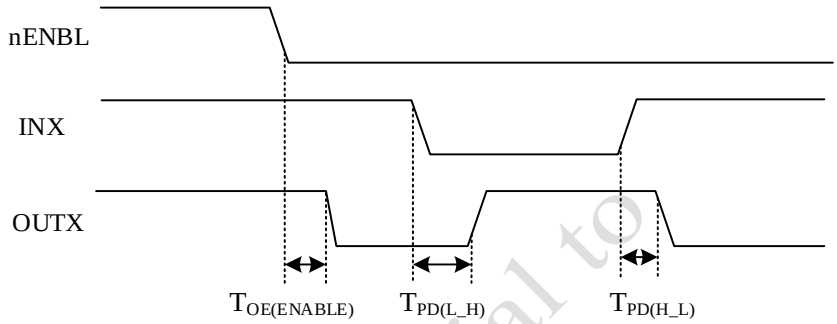
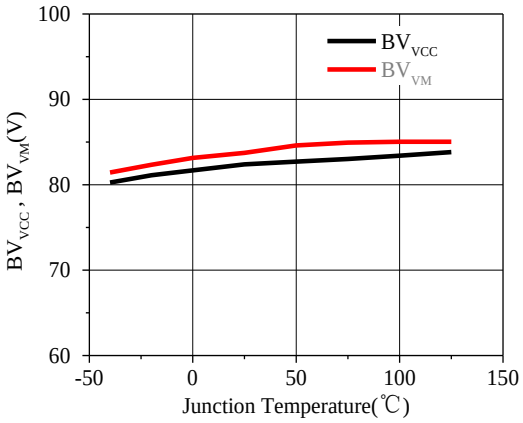


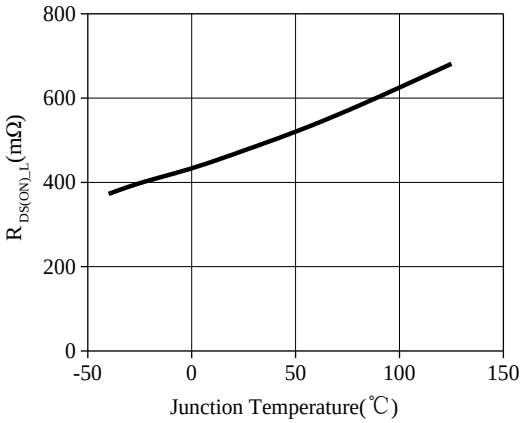
图 1. 时间参数要求示意图

Chipown Confidential to

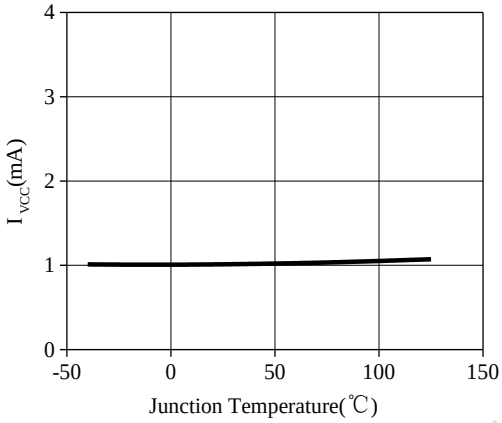
特性曲线



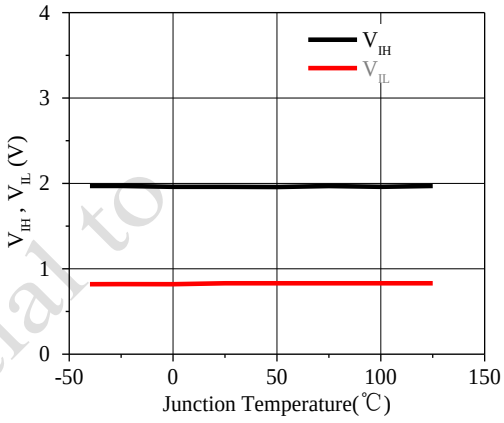
(a) BV_{VCC}, BV_{VM} VS T_J



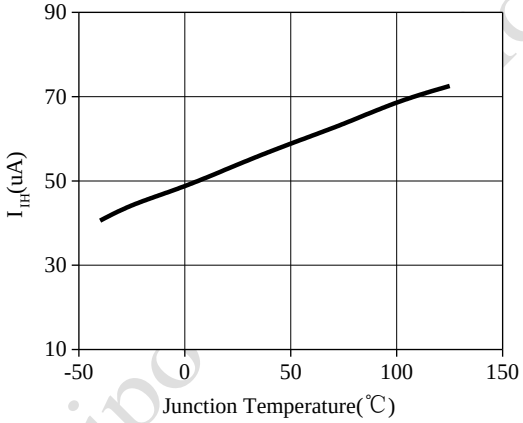
(b) $R_{DS(ON)_L}$ VS T_J



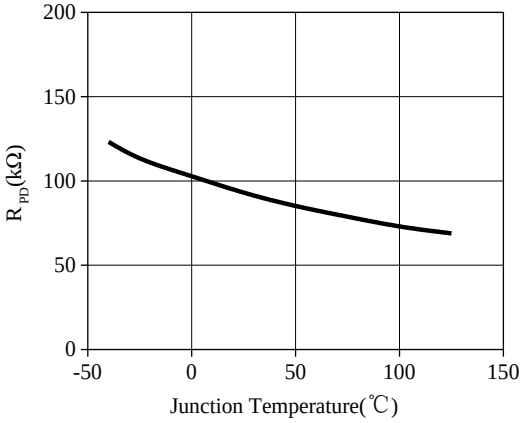
(c) I_{VCC} VS T_J



(d) V_{IH}, V_{IL} VS T_J



(e) I_{IH}VS T_J



(f) R_{PD} VS T_J

Chipown Confidential to

功能描述

PN7736 是一款具有四通道的并行输入与输出低侧驱动器，其内部集成了四个具有保护功能的低侧 NMOSFETs。每个通道可单独支持最大 1.5A 的持续工作电流，四通道全开时支持 800mA 的持续工作电流。

该芯片集成了欠压保护、过温保护、输出短路保护等保护电路，可以应用于继电器驱动器，单极步进电机驱动器， 螺线管驱动器，常见低侧开关应用等。

1. 四通道低侧驱动

该芯片集成了 4 个具有保护功能的低侧驱动输出端口，每个端口都通过一个集成功率二极管接到 VM 端口，在输出关闭时为感性负载电流快速衰减提供回路。VM 可以和 VCC 接到一起。也可以接到其他独立的电源信号，不过不能超过其最大耐压。

2. 欠压保护

PN7736 提供欠压保护功能。当芯片电压低于欠压保护的阈值时，芯片会进入低压锁定状态，关闭芯片输出，且 FAULT 会下拉到地，直到 VCC 电压大于欠压保护的阈值后，芯片重新正常工作，FAULT 重新变为高阻态。

3. 过温保护

PN7736 提供过温保护功能。当芯片工作温度超过 OTP 阈值时会触发过温保护状态，关闭输出，且 FAULT 下拉到地；只有当温度比阈值再低一个回滞值后才会解除此状态，芯片重新正常工作，FAULT 重新变为高阻态。图 2 是过温保护电路的工作示意图。

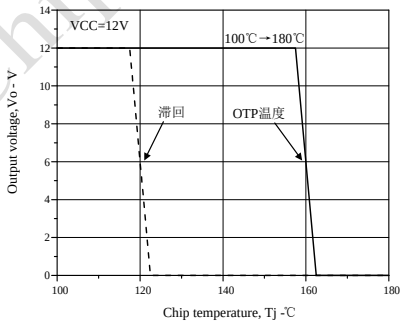


图2. 芯片过温保护工作示意图

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（VBE）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。

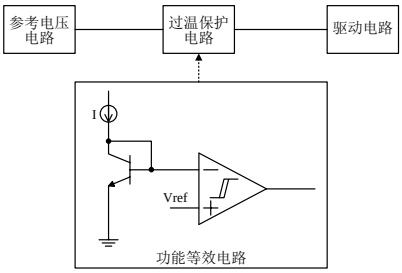


图 3. 过温保护原理示意图

4. 短路保护

PN7736 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 VCC/VM，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的输出电流达到短路保护电流阈值，且维持检测屏蔽时间 T_{SCP_LEB} 后，芯片会关闭所有开关管，且 FAULT 会下拉到地。经过短路保护重启时间 T_{SCP_RESET} 后，芯片重新尝试正常工作，FAULT 重新变为高阻态，以此循环。图 4 是触发短路保护的电流工作波形示意图。

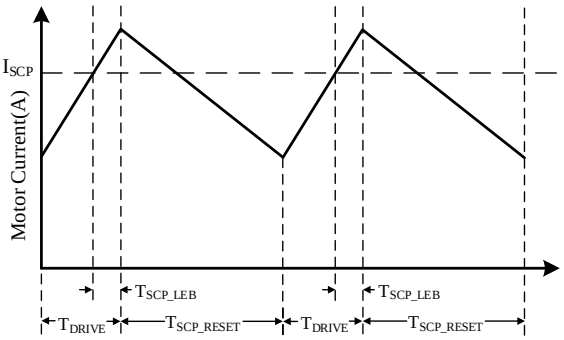


图 4. 短路保护电流工作示意图

Chipown confidential

5. 输入接口功能

该芯片由一系列输入接口控制，包括使能接口 nENBL，逻辑重置接口 RESET，4 个输入控制信号 INX，分别控制对应的四个输出通道 OUTX。其逻辑电路如下：

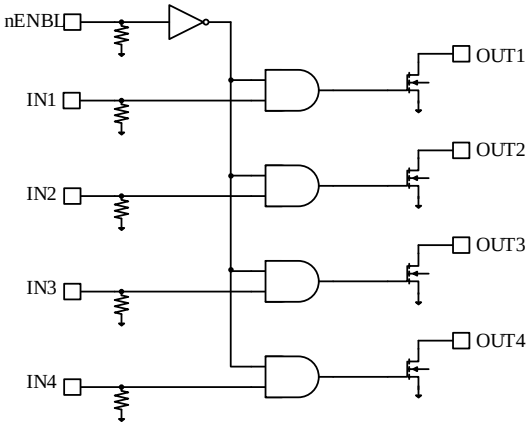


图 5. 并行接口时序示意图

6. nENBL和RESET功能

nENBL 信号可以使所有输出关闭，低电平时所有通道可以正常输出，高电平时关闭所有输出通道。RESET 信号为高时将内部所有的逻辑信号清零处理，为低时所有通道正常输出。

7. 真值表

下表是芯片输入输出关系真值表：

表1. PN7736真值表

输入						输出			
nENBLE	RESET	IN1	IN2	IN3	IN4	OUT1	OUT2	OUT3	OUT4
1	X(1)	X	X	X	X	Hiz(2)	Hiz	Hiz	Hiz
X	1	X	X	X	X	Hiz	Hiz	Hiz	Hiz
0	0	0				Hiz			
0	0	1				L			
0	0		0				Hiz		
0	0		1				L		
0	0			0				Hiz	
0	0			1				L	
0	0				0				Hiz
0	0				1				L

备注：

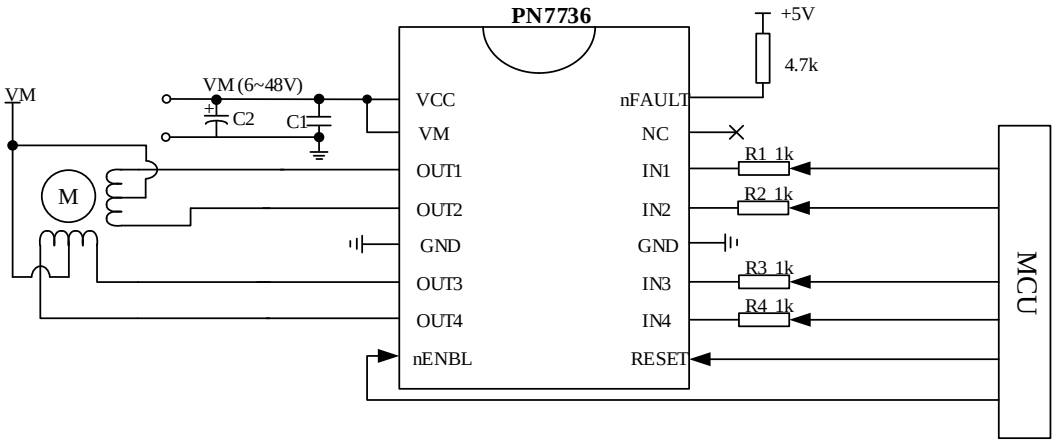
(1) X：任意状态，可以是“H”、“L”或者浮置；Hiz：高阻态；

(2) 输入 INX 可以是高低电平直流信号，兼容 TTL/COM 控制，可以通过信号发生器、直流源或 MCU 等给定；

(3) 输入 INX 浮置时内部下拉到低电平。

Chipown Confidential to

典型应用原理图



典型应用原理图

(1) 需电解电容 C2 进行稳压，建议电容参考值 22uF/100V；

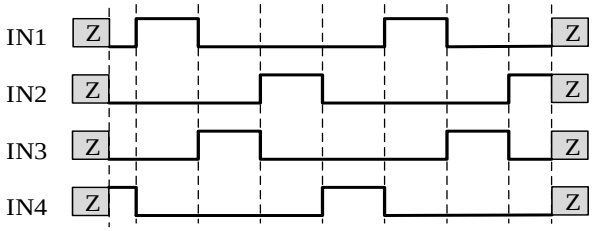
(2) 输入电容 C1 建议采用 0.1uF 陶瓷电容进行高频滤波，且尽量靠近 VCC 引脚摆放；

(3) nFault 是开漏输出脚，需要接电阻上拉到 3.3V 或 5V，上拉电阻推荐使用 4.7kΩ；

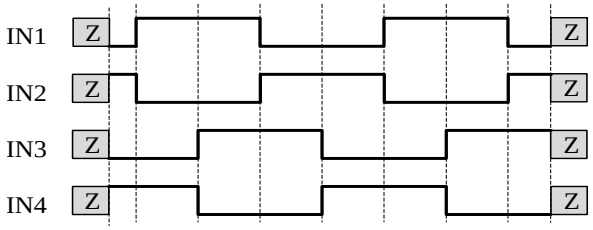
(4) 凡不符合典型应用原理的应用和参数必须与我司书面确认。

Chipown Confidential to

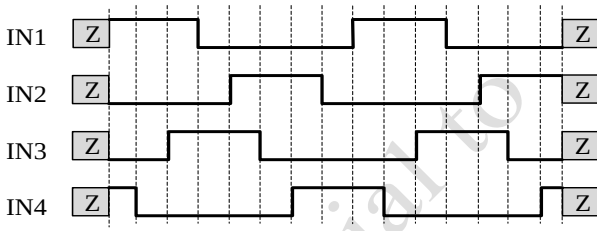
工作原理



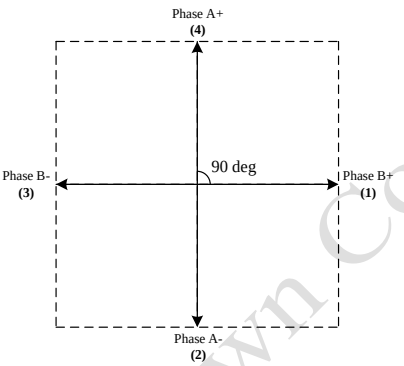
(a) 单四拍输入/输出波形示意图



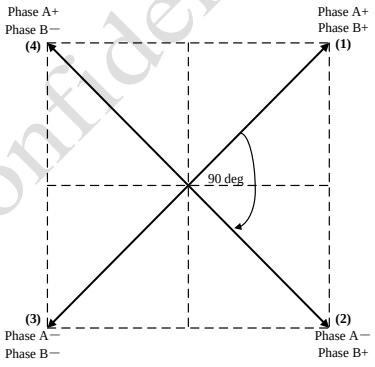
(b) 双四拍(整步)输入/输出波形示意图



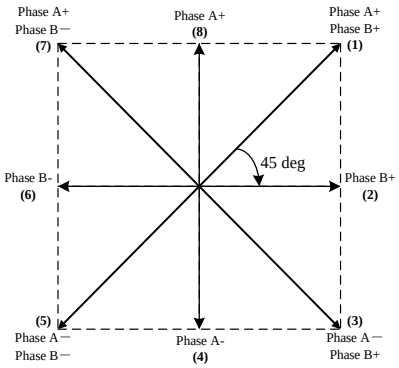
(c) 八拍(半步)输入/输出波形示意图



(d) 单四拍运行角度



(e) 双四拍运行角度



(f) 八拍运行角度

Chipown Confidential to

评估板说明

1. 布局指导

驱动芯片根据不同的应用场景需要满足不同的工作电流，由于芯片存在导通电阻等功率损耗，这些功率损耗会以热量的形式在内部耗散，导致芯片温度迅速上升，进而触发过温保护。因此，合理的 PCB 布局可有效消除功率损耗产生的热量，进一步提升芯片的工作电流。同时，优化布局可有效减小寄生参数造成的尖峰影响。图 6 给出了一种 PCB 布局方案：

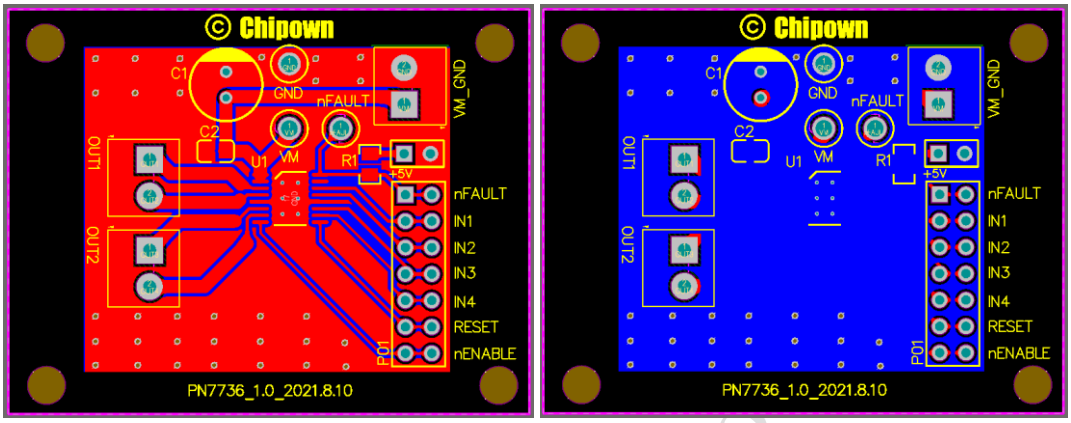


图 6. 布局举例

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
U1	1	PN7736			TSSOP16/PP	Chipown	
C1	1	电解电容	47uF/100V	±20%	插件	AISHI	ERR1KM470F12OT
C2	1	贴片电容	1uF	±10%	0805	SAMSUNG	CL21A105KBCLNNC
R1	1	贴片电阻	1kΩ	±1%	0805	PANASONIC	ERJP06F1001V
测试环	3	--	--	--	--	Keystone	5002

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。VCC/VM 和地的焊盘需要有足够宽的尺寸，通过 VCC/VM 和地焊盘作为散热器将热量传导到周围环境中。

Chipown Confidential to

2. 功率损耗

PN7736 功率耗散的计算公式如下：

$$P = I_{O(RMS)}^2 \times R_{DS(ON)} \quad (1)$$

式(1)中，P 是总的功率损耗；$R_{DS(ON)}$是功率管的导通电阻，包括低侧和高侧；$I_{O(RMS)}$是输出的平均电流。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。

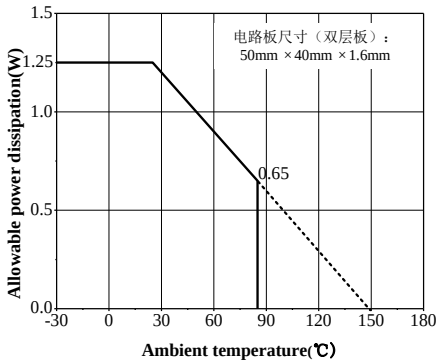


图 7. 功率耗散与温度对照表

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。

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

式(2)中，θ_{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。

备注：上述特性仅为参考值，非保证值。

3. 驱动一个单极性步进电机

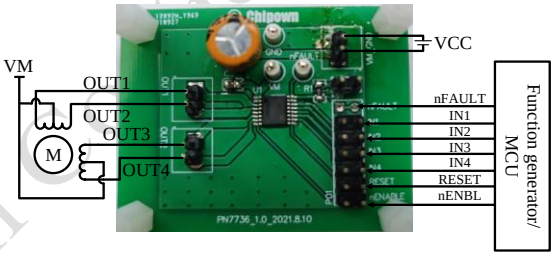


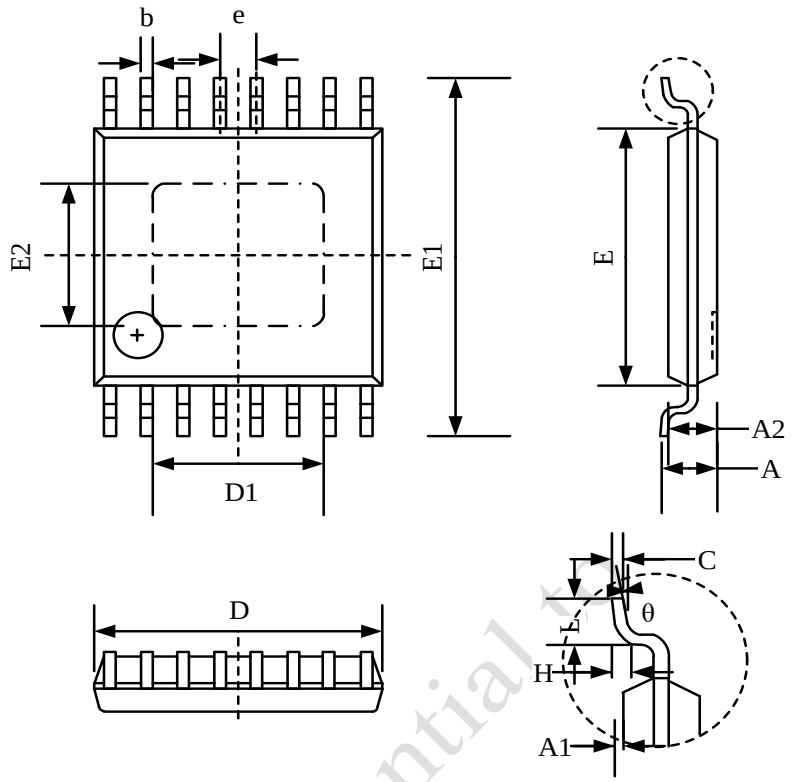
图 8. 驱动应用图

1. 将单极性步进电机按图所示与 OUT1、OUT2、OUT3、OUT4 以及 VCC/VM 连接；
2. 将电源“+”与端子 VCC 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，驱动单极性步进电机；
5. 有关输入信号功能，请参阅第 9 页。

Chipown Confidential to

封装信息

封装外形尺寸TSSOP16/PP



尺寸 / 符号	最小（mm）	最大（mm）	尺寸 / 符号	最小（mm）	最大（mm）
D	4.900	5.100	A	-	1.150
D1	2.900	3.100	A2	0.800	1.000
E	4.300	4.500	A1	0.020	0.150
b	0.190	0.300	e	0.65	
c	0.090	0.200	L	0.500	0.700
E1	6.250	6.550	H	0.25	
E2	2.200	2.400	θ	1°	7°

表层丝印	封装
PN PN7736 YWWXXXXX	TSSOP16/PP

备注：Y：年份代码；WW：周代码；XXXXX：内部代码

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。

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