



## 描述

AT8841为打印机和其它电机一体化应用提供一种双通道集成电机驱动方案。AT8841有两路H桥驱动，最大输出32V±2.5A，可驱动两路刷式直流电机，或者一路双极步进电机，或者螺线管或者其它感性负载。双极步进电机可以以整步、2细分、4细分运行，或者用软件实现高细分。

AT8841的每一个桥的功率输出模块由N型功率MOSFET组成，叫作H桥驱动器。每个桥包含整流电路和限流电路。简单的并行数字控制接口，可实现独立半桥控制，衰减模式可编程。

内部关断功能包含过流保护，短路保护，欠压锁定保护和过温保护，并提供一个错误输出管脚。

AT8841提供一种带有裸露焊盘的ETSSOP28封装，能有效改善散热性能，且是无铅产品，符合环保标准。

## 应用

- POS打印机
- 舞台灯光
- 办公自动化设备
- 游戏机
- 机器人

## 型号选择

产品型号	封装	包装
AT8841TPN	ETSSOP28	编带，3000颗/盘

## 特点

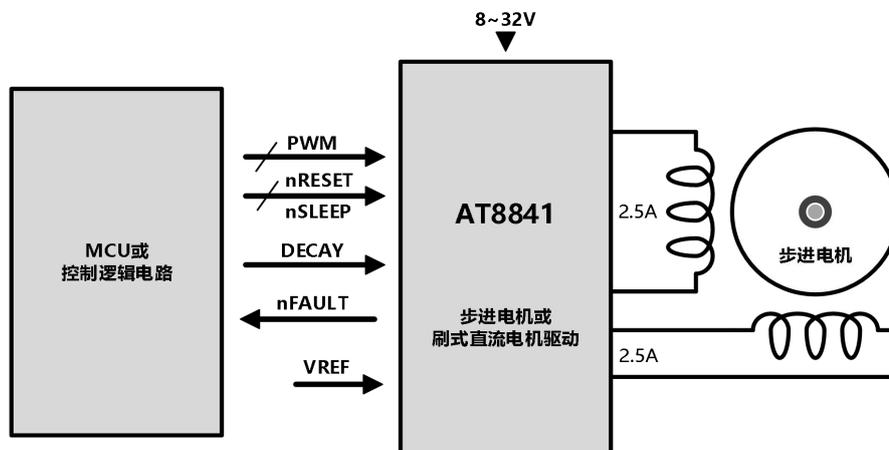
- 双通道H桥电机驱动器
- 驱动两路直流电机或者一个步进电机
- 低 $R_{DS(ON)}$ 电阻，360mΩ (HS+LS)
- 2.5A驱动输出
- 宽电压供电范围，8V-32V
- 2 bits 电流控制，提供4个电流台阶
- PWM控制接口
- 内部3.3V参考电压输出
- 过温关断电路
- 短路保护
- 欠压锁定保护

## 封装形式



ETSSOP28

## 典型应用原理图



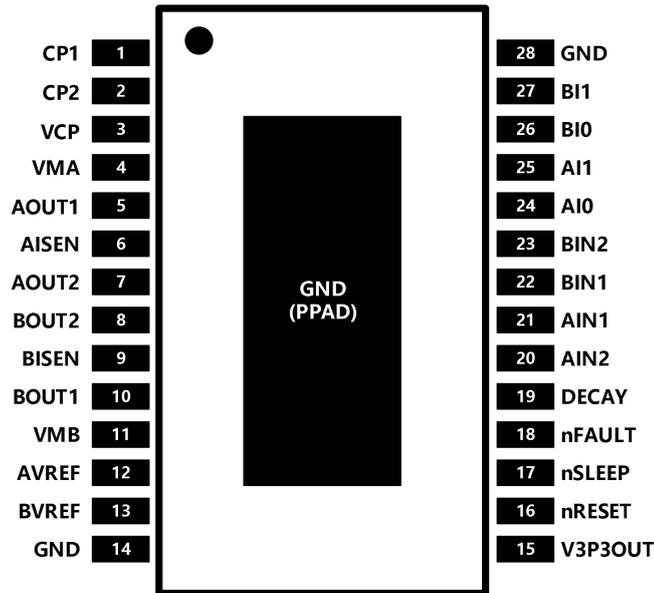


## 版本更新记录

日期	版本	内容
2017.05	V0.1	初稿拟定
2017.09	V0.2	初始版本
2018.01	V1.0	正式版本
2018.02	V1.1	勘误
2020.03	V1.2	增加包装信息



## 管脚定义



## 管脚列表

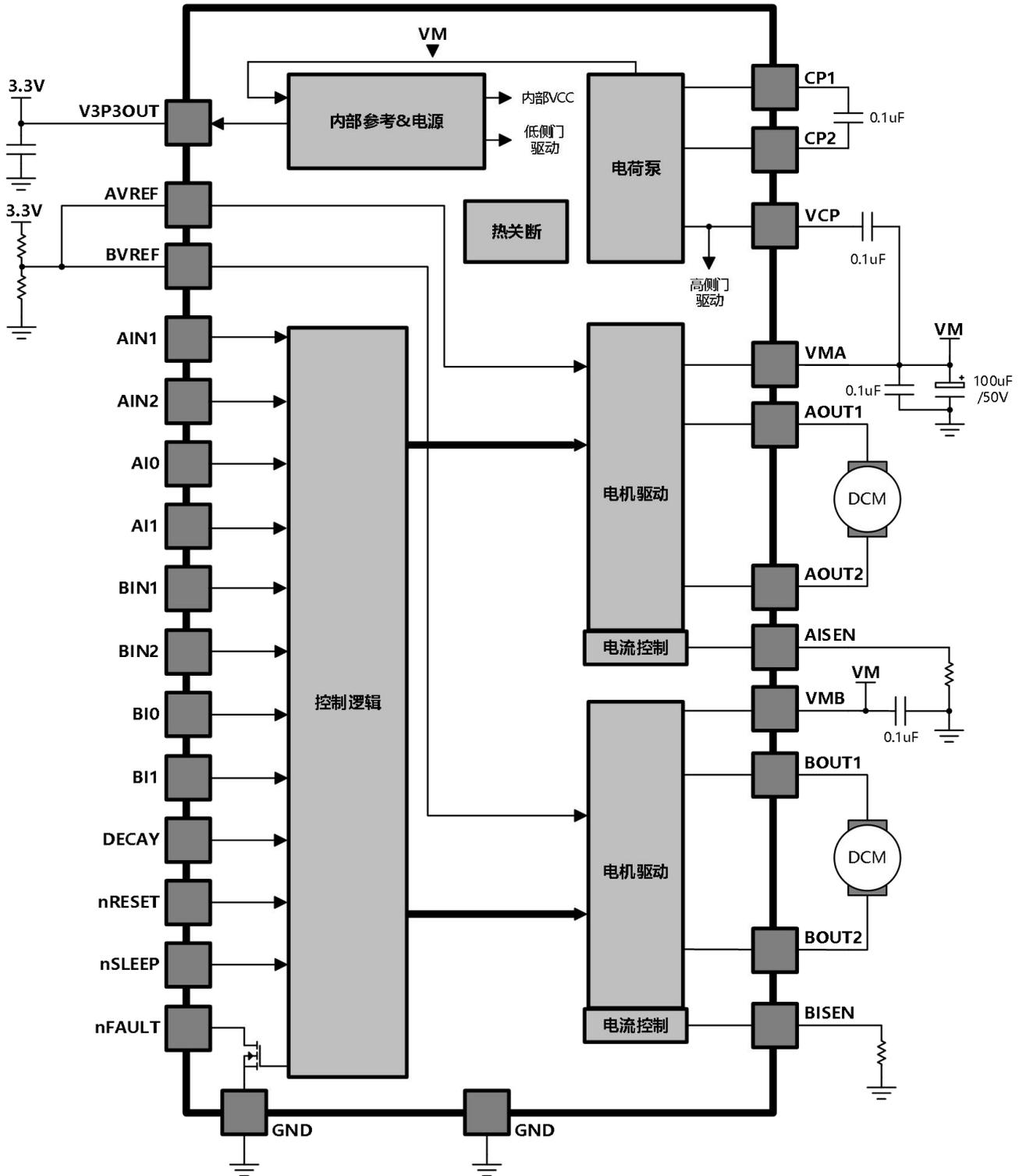
管脚名	序号	管脚描述	外部元器件及连接
电源与地			
GND	14、28	芯片地	所有GND管脚和芯片裸焊盘需接到电源地
PPAD	-		
VMA	4	A H桥电源	电机电源，所有VM管脚需接在一起，且做好电源滤波
VMB	11	B H桥电源	
V3P3OUT	15	3.3V整流输出	外接1uF电容到地做滤波，可给参考电压VREF供电
CP1	1	电荷泵电容	两管脚间加0.1uF电容
CP2	2		
VCP	3	高侧栅极驱动	加0.1uF电容到VM
控制输入			
AIN1	21	A H桥输入控制1	A H桥输入控制，控制AOUT1输出状态
AIN2	20	A H桥输入控制2	A H桥输入控制，控制AOUT2输出状态
AI0	24	A H桥电流设置	AI1 AI0 = 00 → 100% ， 01 → 71% ， 10 → 38% ， 11 → 0%
AI1	25		
BIN1	22	B H桥输入控制1	B H桥输入控制，控制BOUT1输出状态
BIN2	23	B H桥输入控制2	B H桥输入控制，控制BOUT2输出状态



BI0	26	B H桥电流设置	BI1 BI0 = 00 → 100% , 01 → 71% , 10 → 38% , 11 → 0%
BI1	27		
nSLEEP	17	休眠模式输入	逻辑高电平, 芯片正常工作; 逻辑低电平, 芯片进入低功耗休眠模式
DECAY	19	衰减模式选择输入	低电平=慢衰减; 悬空=混合衰减; 高电平=快衰减
nRESET	16	复位输入	高电平, 芯片正常工作; 低电平, 芯片进入复位状态
AVREF	12	A H桥参考电压输入	参考电压输入, 来设定驱动电流。可外接可编程DAC来实现高细分, 或者接到固定参考电压(如V3P3OUT)。建议外接10nF电容到地
BVREF	13	B H桥参考电压输入	
<b>状态输出</b>			
nFAULT	18	错误状态输出	OD输出, 若使用需外接上拉电阻。当出现过温或过流时, 输出低电平
<b>输出</b>			
AISEN	6	A H桥 检流输入/地	A H桥检流端, 接检流电阻到地, 若不需要限流, 直接接地
BISEN	9	B H桥 检流输入/地	B H桥检流端, 接检流电阻到地, 若不需要限流, 直接接地
AOUT1	5	A H桥输出 1	A H桥输出, 定义正向电流为 AOUT1 → AOUT2
AOUT2	7	A H桥输出 2	
BOUT1	10	B H桥输出 1	B H桥输出, 定义正向电流为 BOUT1 → BOUT2
BOUT2	8	B H桥输出 2	



功能模块框图



电路工作极限 at  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 

参数	符号	状况	范围	单位
负载电源电压	VM		-0.3 to 35	V
输出电流	I <sub>OUT</sub>		±2.5	A
逻辑输入电压	V <sub>IN</sub>		-0.3 to 7	V
电流检测电压	V <sub>SENSE</sub>		-0.5 to 0.8	V
参考电压	V <sub>REF</sub>		-0.3 to 4	V
工作环境温度	T <sub>A</sub>	Range S	-40 to 85	°C
最大结温	T <sub>J(max)</sub>		150	°C
存储温度	T <sub>STG</sub>		-55 to 150	°C

热阻特性 at  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 

热计量	ETSSOP	单位
	28PINS	
$\theta_{JA}$ - 硅核到环境的热阻系数(*)	38	°C/W

(\*)自然对流条件下硅核到环境的热阻系数是通过在 JESD51-7 中所指定的 JEDEC 标准高 K 值电路板上进行仿真模拟获得，环境条件如 JESD51-2a 中所述。

推荐工作条件 at  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 

参数	符号	最小	典型	最大	单位
负载电源电压	VM	8	-	32	V
逻辑输入电压	V <sub>IN</sub>	0	-	5.25	V
连续输出电流	I <sub>OUT</sub>	0	-	2.0	A
参考电压	V <sub>REF</sub>	1	-	3.5	V



## 推荐外围设置

- DECA Y脚：衰减模式选择。

DECA Y	衰减模式
高电平	慢衰减
悬空	混合衰减
低电平	快衰减

建议DECA Y脚悬空，选择混合衰减使用。

- V3P3OUT脚电容：0.1uF/10V
- RSENSE电阻，根据VREF和目标电流合理设置

$$I_{TRIPmax} = V_{REF} / (5 \times R_{SENSE})$$

根据目标电流，合理选择  $R_{SENSE}$  电阻和  $V_{REF}$  参考电压，使得  $V_{SENSE} = I_{max} \times R_{SENSE}$  在 0.35V~0.45V

之间，然后根据  $V_{REF} = 5 \times V_{SENSE}$  选择参考电压输入。

- 逻辑控制说明

信号	nSLEEP	nRESET
高电平	正常工作	正常工作
低电平	休眠	复位

电气特性 at  $T_A = 25^\circ \text{C}$ ,  $V_M = 24 \text{V}$ 

参数		测试状况	最小	典型	最大	单位
<b>电源</b>						
$V_M$	功率电源电压	工作状态	8		42	V
$I_{VM}$	$V_M$ 静态工作电流	fPWM < 50 kHz		6	8	mA
$I_{VMQ}$	$V_M$ 休眠电流	nSLEEP = 0 V		10	20	uA
$V_{UVLO}$	$V_M$ 欠压锁定阈值	$V_M$ 上升		7.2	7.5	V
$V_{HYS}$	$V_M$ 欠压迟滞			500		mV
<b>逻辑输入</b>						
$V_{IL}$	逻辑输入低电压			0.6	0.7	V
$V_{IH}$	逻辑输入高电压		2		5.25	V
$V_{HYS}$	逻辑输入迟滞			0.45		V
$I_{IL}$	逻辑输入电流_低电平	$V_{IN} = 0 \text{V}$	-20		20	uA
$I_{IH}$	逻辑输入电流_高电平	$V_{IN} = 3.3 \text{V}$			100	uA
$R_{PD}$	输入内部下拉电阻	nSLEEP		1		MΩ
		其它		100		kΩ
$t_{DEG}$	输入防抖动延迟			450		ns
<b>nFAULT 输出（开漏输出）</b>						
$V_{OL}$	输出低电平	$I_O = 5 \text{mA}$			0.5	V
$I_{OH}$	输出高电平漏电流	$V_O = 3.3 \text{V}$			1	uA
<b>衰减模式控制输入</b>						
$V_{IL}$	输入低电平阈值		0		0.8	V
$V_{IH}$	输入高电平阈值		2			V
$I_{IN}$	输入电流		-40		40	uA
<b>H 桥 FETs</b>						
$R_{DS(ON)}$	高侧 FET 导通电阻	$I_O = 1 \text{A}, T_J = 25^\circ \text{C}$		180		mΩ
		$I_O = 1 \text{A}, T_J = 85^\circ \text{C}$		220		
	低侧 FET 导通电阻	$I_O = 1 \text{A}, T_J = 25^\circ \text{C}$		180		
		$I_O = 1 \text{A}, T_J = 85^\circ \text{C}$		220		
$I_{OFF}$	输出关断漏电流		-1		1	uA



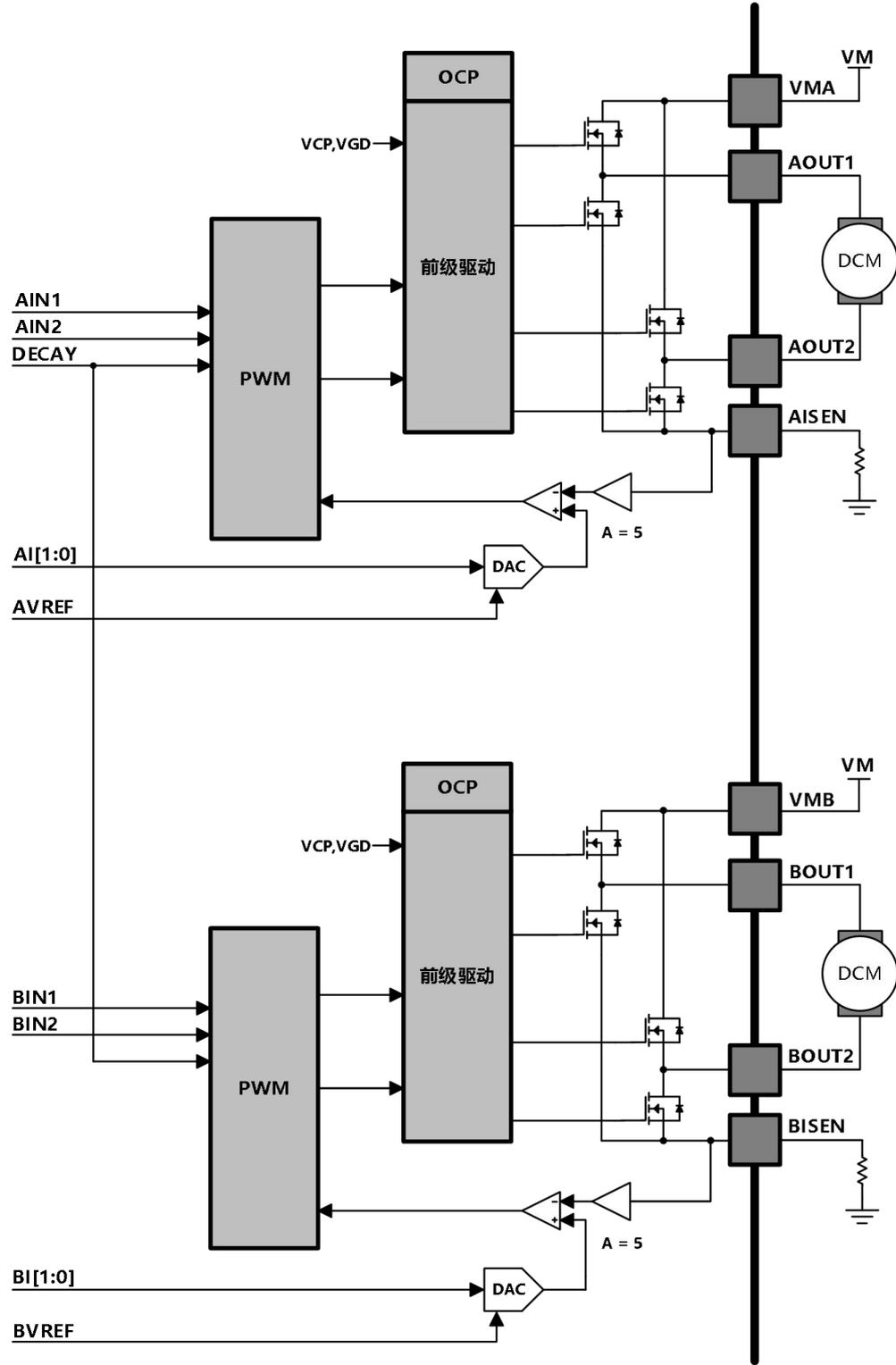
电机驱动						
$f_{PWM}$	电流控制 PWM 频率	内部 PWM 频率		50		kHz
$t_r$	上升时间	VM =24V, 22Ω to GND, 10% to 90%		180		ns
$t_f$	下降时间	VM =24V, 22Ω to GND, 10% to 90%		150		ns
$t_{DEAD}$	死区时间			200		ns
保护电路						
$I_{OCP}$	过流峰值		4.5		6	A
$t_{DEG}$	OCP 防抖动延时			1.08		us
$t_{TSD}$	过温阈值	结温度	150	160	180	°C
电流控制						
$I_{REF}$	xVREF 输入电流	xVREF = 3.3V	-3		3	uA
$V_{TRIP}$	xISEN 峰值电压	xVREF = 3.3 V, 100% 电流水平	636	660	685	mV
		xVREF = 3.3 V, 71% 电流水平	445	469	492	
		xVREF = 3.3 V, 38% 电流水平	225	251	276	
$A_{ISEN}$	xISEN 电流增益			5		V/V
$t_{BLANK}$	消隐时间			1.88		us
休眠模式						
$t_{WAKE}$	休眠唤醒时间	拉高 nSLEEP 到 H 桥导通		50	200	us



### 模块功能描述

AT8841为有刷直流电机或者步进电机提供集成的驱动解决方案。AT8841的供电范围为8V到32V，芯片内部集成双通道H桥和整流电路，提供3A的峰值电流输出。另外，AT8841也可当做4个独立半桥使用。衰减模式通过DECAY选择。通过拉低nSLEEP脚，AT8841可进入低功耗休眠模式。

该芯片集成了功率管及其控制电路，减少了外围器件数量，具有过流，过温、欠压锁定等完备的保护功能。



内部电机控制电路

注：所有的VM管脚需连接在一起。



## H 桥控制逻辑

输入管脚xIN1和xIN2控制H桥的输出状态。下表显示了彼此间的逻辑关系。

xIN1	xIN2	xOUT1	xOUT2	功能（直流电机）
0	0	L	L	刹车
0	1	L	H	反转
1	0	H	L	正转
1	1	H	H	刹车

H 桥控制逻辑表

## 电流控制

通过固定频率的PWM电流整流器，流过电机驱动桥臂的电流是被限制的或者说是被控制的。在DC电机应用中，电流控制功能作用于限制电机启动或者堵转时候的最大电流。在步进电机应用中，电流控制功能始终存在。

当一个H桥被使能，流过相应桥臂的电流以一个斜率上升，此斜率由直流电压VM和电机的电感特性决定。当电流达到设定的阈值，驱动器会关闭此电流，直到下一个PWM周期开始。注意，在电流被使能的那一刻，xISEN管脚上的电压是被忽略的，经过一个固定时间后，电流检测电路才被使能。这个消隐时间一般固定在1.88us。这个消隐时间同时决定了在操作电流衰减时的最小PWM时间。

PWM目标电流是由比较器比较连接在xISEN管脚上的电流检测电阻上的电压乘以一个5倍因子和一个参考电压决定。参考电压通过xVREF输入，可通过2bits DAC 设置100%、71%、38%电流水平。以下公式为100%计算目标电流：

$$I_{CHOP} = xVREF / (5 \times R_{SX})$$

举个例子：假如使用了一个0.5Ω的电阻，参考电压为3.3V，这样目标电流为1.32A。

注意：假如电流控制功能不需要使用，xISEN管脚需直接接地。

两个xI1、xI0输入引脚控制H桥的电流台阶，功能如下表：

xI1	xI0	相对电流
1	1	0
1	0	38%
0	1	71%
0	0	100%

注：当xI1和xI0都为1时，H桥将被关断，没有电流流通。



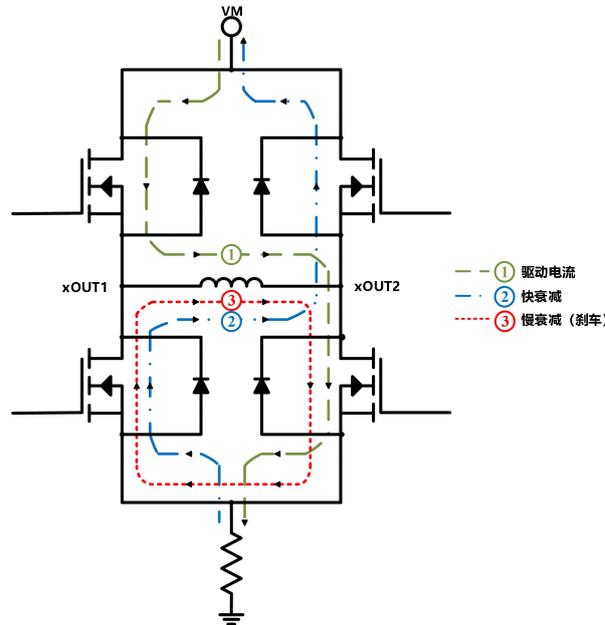
## 衰减模式

在PWM电流整流期间，H桥被使能，这样驱动流过电机桥臂的电流直到PWM斩波电流阈值达到。电流路径在下图的示例①中描述。图中描述的电流方向定义为正向。

一旦PWM斩波电流阈值达到，H桥可以工作在两种不同的状态，快衰或者慢衰。

在快衰减模式，一旦PWM斩波电流阈值达到，H桥反转输出状态，使得桥臂电流反方向流通。当桥臂电流接近0时，H桥被禁止，这样防止反向电流流通。快衰减电流路径在下图的示例②表示。

在慢衰减模式，通过使能两路低压侧的FET，使得桥臂电流续流，下图示例③表示了慢衰减的电流路径。



AT8841支持快衰、慢衰和混合衰减，由DECAY的输入状态决定：逻辑低电平选择慢衰减；开路选择混合衰减；高电平选择快衰减。DECAY管脚内置130KΩ的上拉电阻和80KΩ的下拉电阻。所以当DECAY管脚开路或者不使用时，默认的衰减方式是混合衰减。在混合衰减模式，开始是快衰减，经过一段固定关闭时间（PWM周期的33%），开启慢衰减，直至PWM周期结束。

## 复位、休眠

nRESET管脚输入低电平时，芯片复位内部逻辑，同时关断H桥内所有FET，所有逻辑输入都是被忽略的。

nSLEEP管脚输入为低电平时，器件将进入低功耗休眠模式。进入低功耗休眠模式后，器件的H桥被关断，电荷泵电路停止工作，V3P3OUT脚输出被禁止，同时内部所有时钟也是停止工作的，所有的逻辑输入都被忽略。当其输入翻转为高电平时，系统恢复到正常的操作状态，为了内部电荷泵恢复稳定工作，在nSLEEP恢复高电平并延时200us后再进行正常操作。

## 过流保护 (OCP)

在每一个FET上有一个检测电路，当检测到电流超过设定阈值，且持续时间超过了OCP防抖动延时 $t_{DEG}$ ，H桥内所有FET被关断，nFAULT管脚输出一个低电平脉冲。若要恢复正常工作，需RESET一下或者SLEEP一下或者重新上电。

H桥上臂和下臂的过流是独立检测的。对地短路、对VM短路或输出之间短路，都会造成过流关断。

注：过流保护不使用PWM电流控制的电流检测电路，所以过流保护功能不作用于xISEN电阻。

## 过温保护 (TSD)

如果结温超过安全阈值，H桥内所有FET都将被关断。待结温降到一定值后，芯片会自动恢复正常工作。

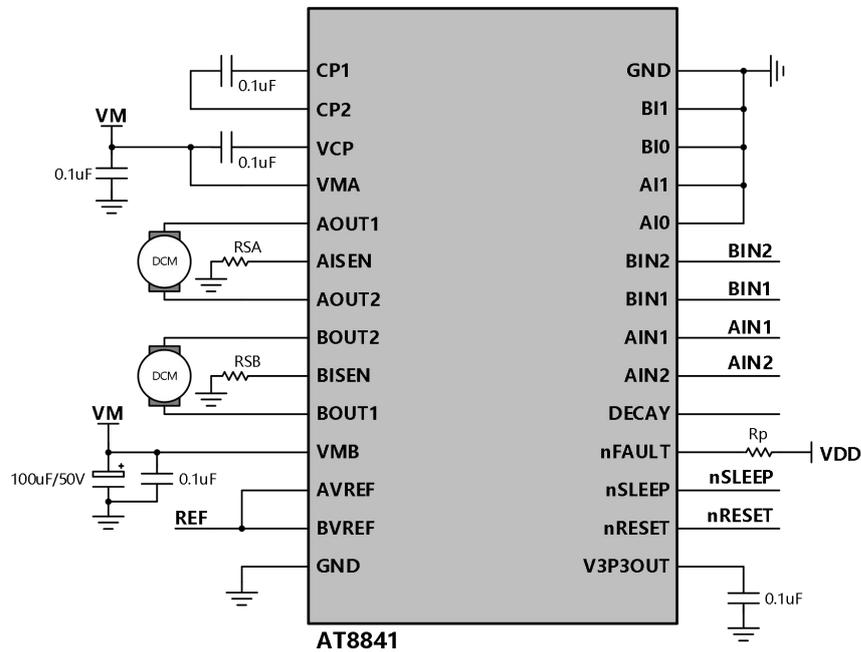
## 欠压锁定保护(UVLO)

如果VM管脚上的电压低于欠压锁定阈值，内部H桥内所有FET都会被关断。当VCC上升到欠压锁定阈值以上，芯片自动恢复正常工作。当欠压情况出现时nFAULT管脚输出低电平。



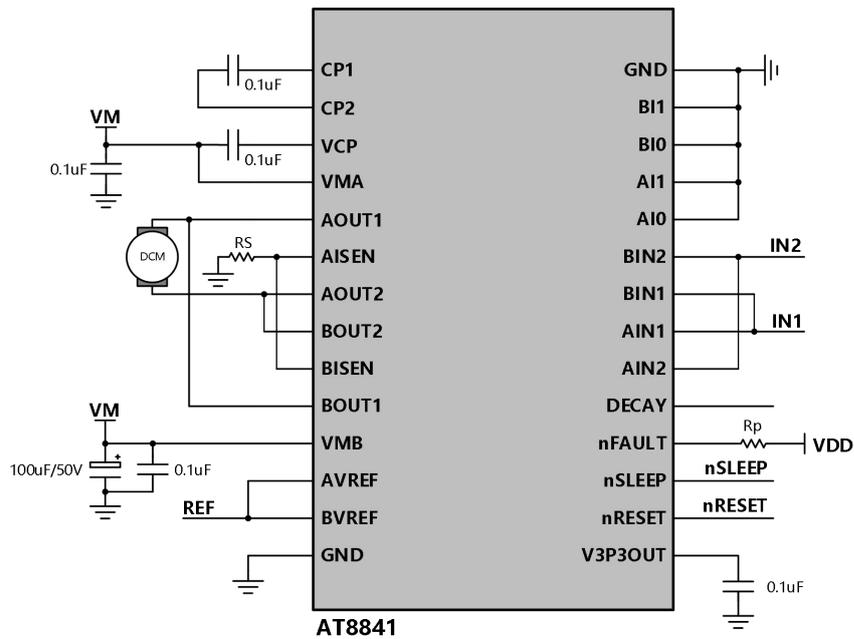
### 电路应用信息

#### 两路有刷直流电机控制



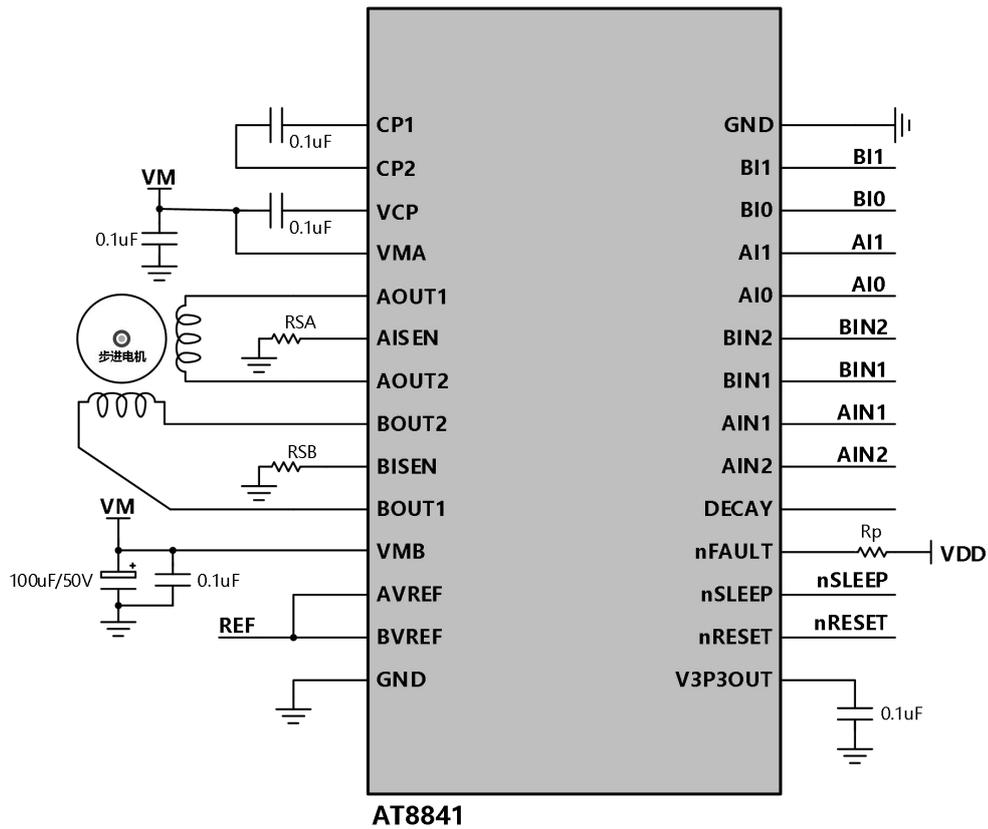
若不需要电流限制，可将RSA、RSB限流电阻省去。有刷DC电机控制时设置限流电阻是为了限制电机启动或者堵转时候的最大电流。

#### 单路有刷大电流直流电机控制





双极步进电机模式



普通IO模式，最高实现4细分，适合票据打印应用。

电流设置： $I_{TRIPmax} = REF / (5 \times R_{SX})$

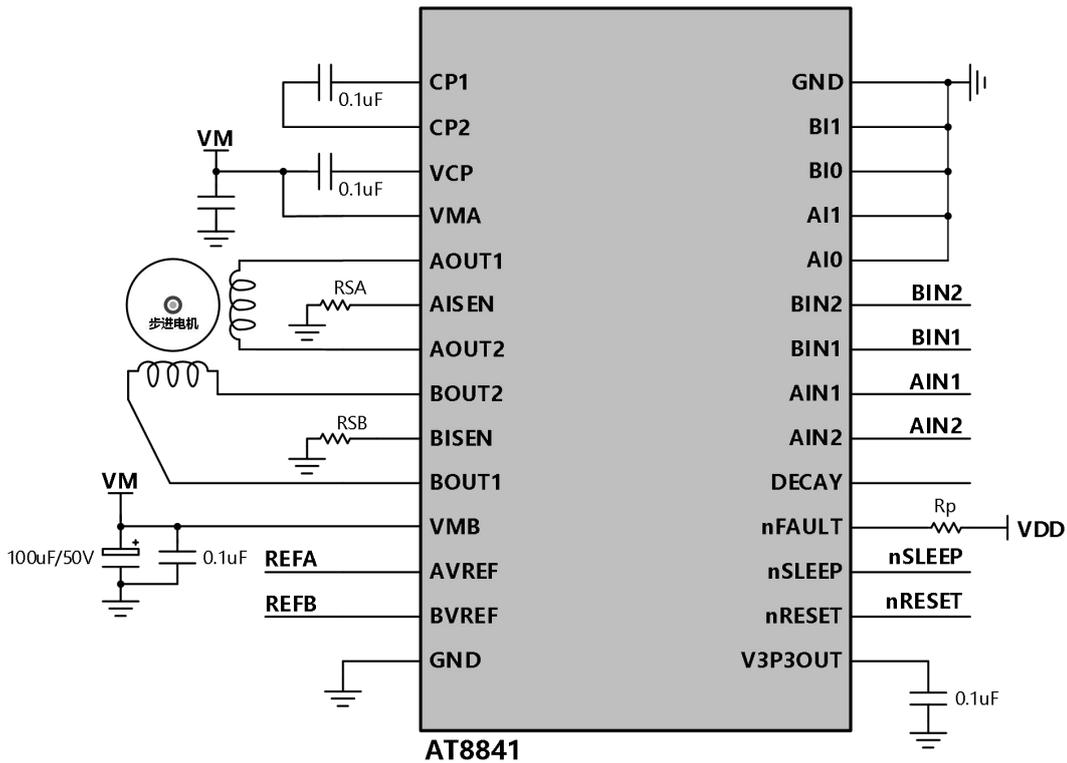
驱动参考时序表

Full	1/2	1/4	I A%	AI0	AI1	AIN1	AIN2	I B%	BI0	BI1	BIN1	BIN2
	1	1	0	H	H	X	X	100	L	L	1	0
		2	38	L	H	1	0	100	L	L	1	0
1	2	3	71	H	L	1	0	71	H	L	1	0
		4	100	L	L	1	0	38	L	H	1	0
	3	5	100	L	L	1	0	0	H	H	X	X
		6	100	L	L	1	0	38	L	H	0	1
2	4	7	71	H	L	1	0	71	H	L	0	1
		8	38	L	H	1	0	100	L	L	0	1
	5	9	0	H	H	X	X	100	L	L	0	1
		10	38	L	H	0	1	100	L	L	0	1
3	6	11	71	H	L	0	1	71	H	L	0	1
		12	100	L	L	0	1	38	L	H	0	1
	7	13	100	L	L	0	1	0	H	H	X	X
		14	100	L	L	0	1	38	L	H	1	0
4	8	15	71	H	L	0	1	71	H	L	1	0
		16	38	L	H	0	1	100	L	L	1	0

\*X代表任意电平。



双极步进电机利用REF来实现高细分应用

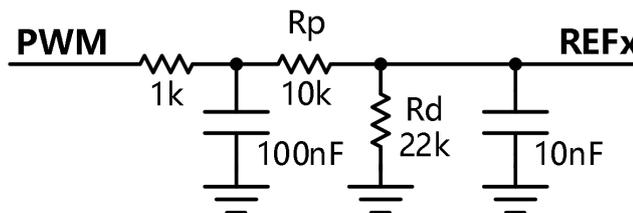


AT8841支持两个独立的参考电压输入，配合xIN1/xIN2来实现换向控制，输入正弦变化的REFx，实现高细分应用。REFA和REFB相位差90°。

$$I_{TRIPmax} = REFx / (5 \times R_{SX})$$

当MCU存在2路DAC输出，可直接用此DAC来产生变化的参考电压。

当MCU没有足够的DAC输出，此时可采用RC阻容网络，采用PWM来产生变化的参考电压。



下面以8细分为例，给出参考时序，若需要更多细分，只需在某一PHSx相位内，实现更多的DAC电压台阶即可。

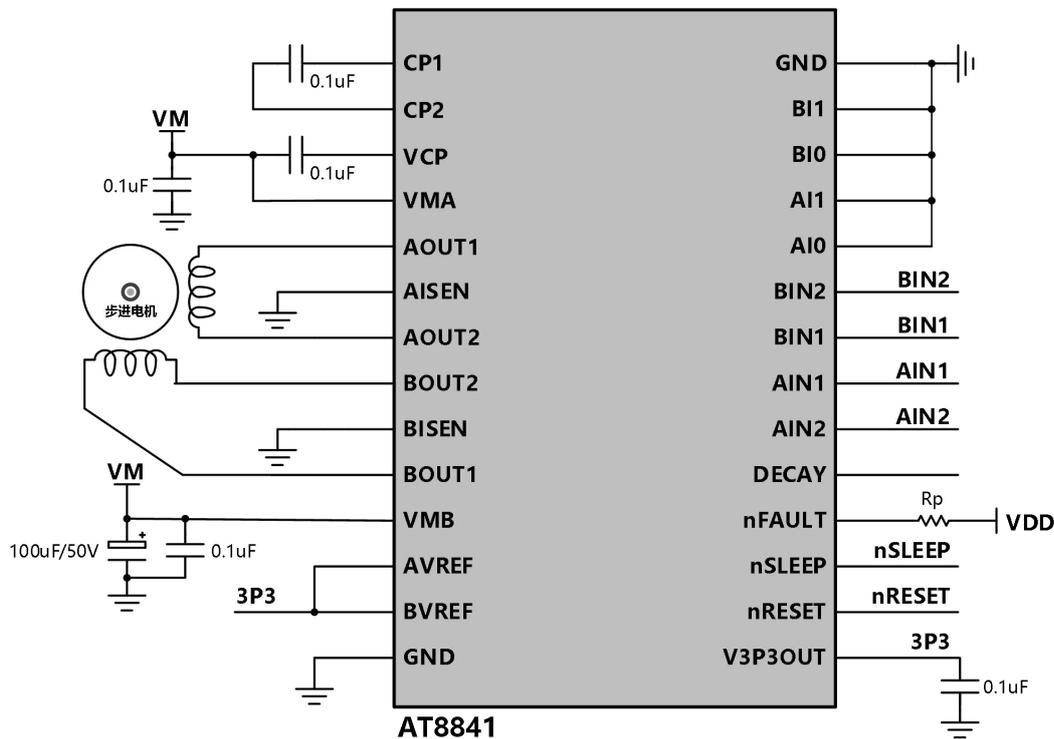
1/8	A 相电流 %	REFA %	AIN1	AIN2	B 相电流 %	REFB %	BIN1	BIN2
1	100	100	1	0	0	0	X	X
2	98.08	98.08	1	0	19.51	19.51	1	0
3	92.39	92.39	1	0	38.27	38.27	1	0
4	83.15	83.15	1	0	55.56	55.56	1	0
5	70.71	70.71	1	0	70.71	70.71	1	0



6	55.56	55.56	1	0	83.15	83.15	1	0
7	38.27	38.27	1	0	92.39	92.39	1	0
8	19.51	19.51	1	0	98.08	98.08	1	0
9	0	0	X	X	100	100	1	0
10	-19.51	19.51	0	1	98.08	98.08	1	0
11	-38.27	38.27	0	1	92.39	92.39	1	0
12	-55.56	55.56	0	1	83.15	83.15	1	0
13	-70.71	70.71	0	1	70.71	70.71	1	0
14	-83.15	83.15	0	1	55.56	55.56	1	0
15	-92.39	92.39	0	1	38.27	38.27	1	0
16	-98.08	98.08	0	1	19.51	19.51	1	0
17	-100	100	0	1	0	0	X	X
18	-98.08	98.08	0	1	-19.51	19.51	0	1
19	-92.39	92.39	0	1	-38.27	38.27	0	1
20	-83.15	83.15	0	1	-55.56	55.56	0	1
21	-70.71	70.71	0	1	-70.71	70.71	0	1
22	-55.56	55.56	0	1	-83.15	83.15	0	11
23	-38.27	38.27	0	1	-92.39	92.39	0	1
24	-19.51	19.51	0	1	-98.08	98.08	0	1
25	0	0	X	X	-100	100	0	1
26	19.51	19.51	1	0	-98.08	98.08	0	1
27	38.27	38.27	1	0	-92.39	92.39	0	1
28	55.56	55.56	1	0	-83.15	83.15	0	1
29	70.71	70.71	1	0	-70.71	70.71	0	1
30	83.15	83.15	1	0	-55.56	55.56	0	1
31	92.39	92.39	1	0	-38.27	38.27	0	1
32	98.08	98.08	1	0	-19.51	19.51	0	1



## IN端 PWM控制应用



本方案适用范围：较高内阻双极步进电机，需确保  $VM/R < I_{OCP}$

$VM$  为电机电源， $R$ 为电机内阻+芯片内阻+线路电阻总和， $I_{OCP}$  为芯片过流值，若步进电机的内阻很小，而供电电压又较高，这样在本方案中，容易触发芯片过流保护，或者瞬间电流会冲很高。

## IN 端 PWM 高细分解决方案

实现步进电机更平滑的电流变化，电机工作更静音。

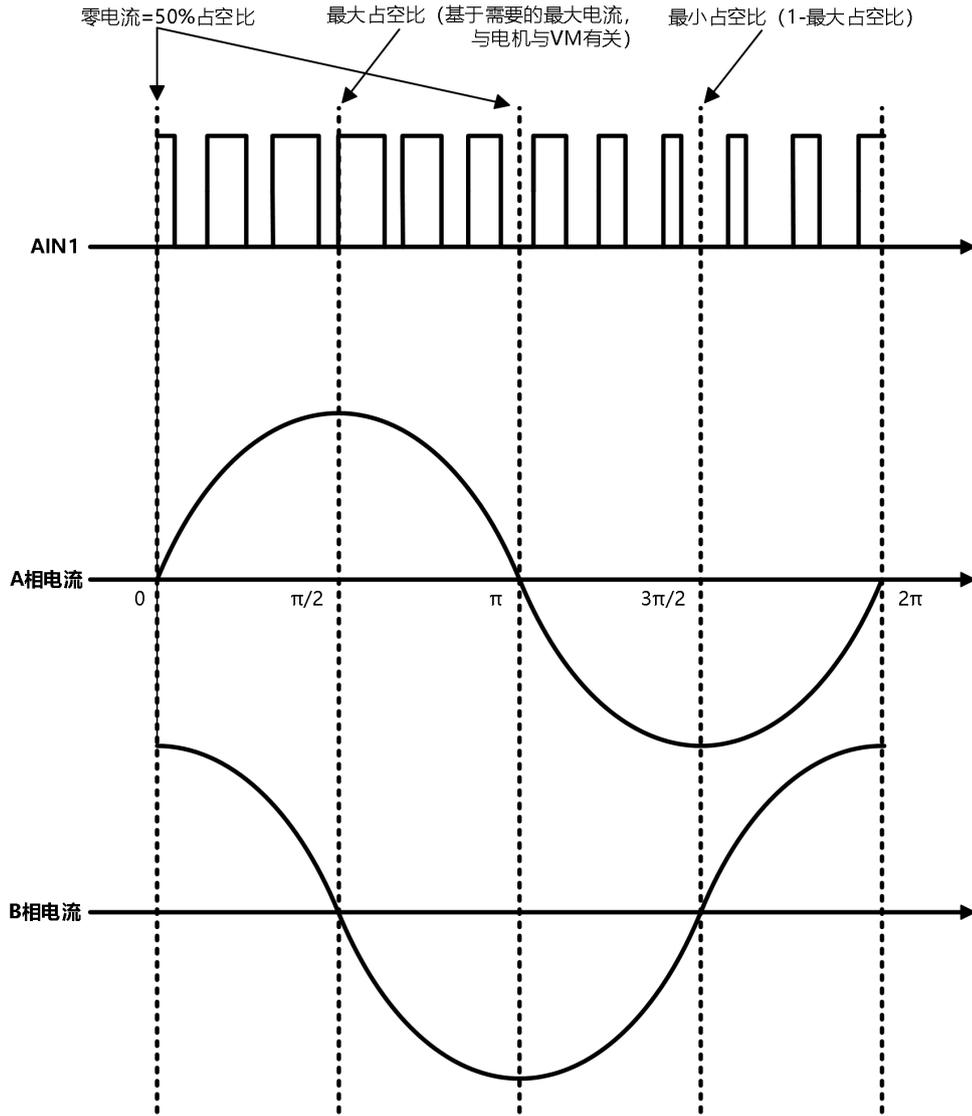
## 方案原理：

MCU内预置正弦电流表，xIN1和xIN2时刻反向，随着微步进改变占空比，设定50%占空比为0电流。

最大（或最小）占空比由目标电流确定。注意，同样最大占空比下，不同电机、不同工作电压都会产生不同的最大电流，所以需根据具体方案确定合适的最大占空比。

电机线圈1和线圈2的相位相差  $\pi/2$ 。

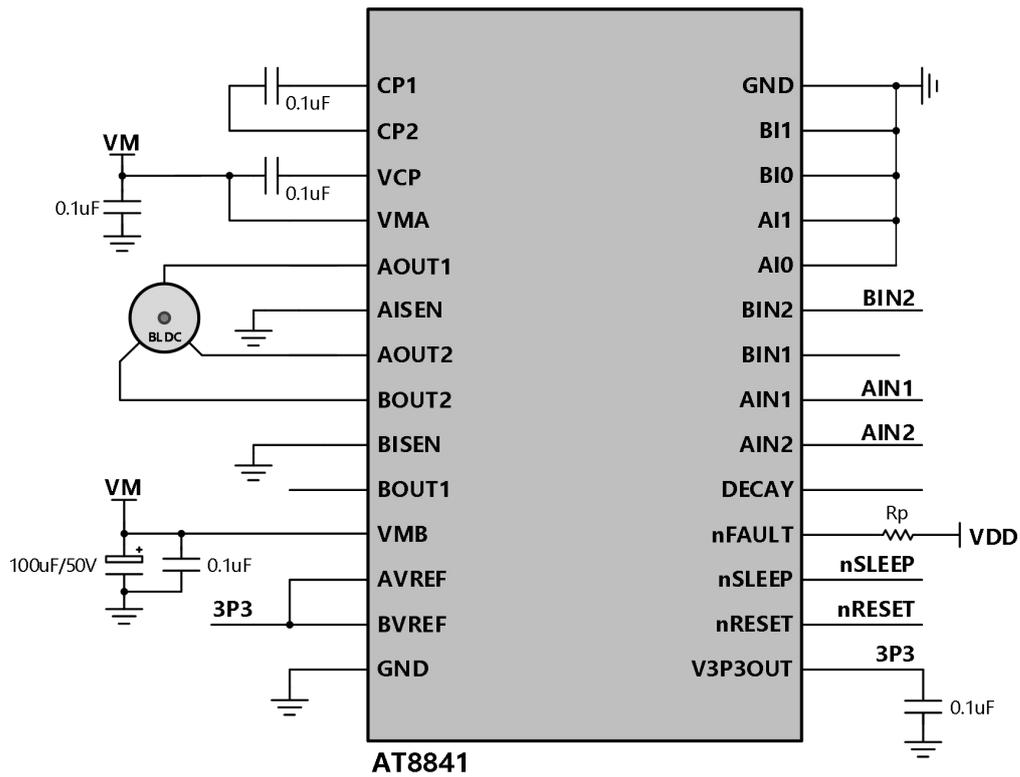
建议选择PWM频率>20kHz,这样使得可闻噪声超出人声之外，试验中选用50kHz测试。



图中，只显示AIN1的波形，BIN1与AIN1相差90°。即AIN1为50%占空比时，BIN1为最大或者最小占空比，反之亦然。注意xIN1变化规律得接近正弦或者余弦变化，切忌是以50%为中心对称。



三相电机驱动



由于AT8841能当做独立的4个半桥使用，故可使用来驱动三相电机。



## 版图注意事项

PCB板上应覆设大面积的覆铜，电源和地线要有足够的宽度。为了优化电路的电气特性和热参数性能，芯片应该直接紧贴在PCB覆铜上。

对负载电源VM，应该连接不小于47uF的电解电容对地耦合，电容应尽可能的靠近器件摆放。

为了避免因高速dV/dt变换引起的电容耦合问题，驱动电路输出端和逻辑控制输入端的进行覆地线隔离。

### 地线设置

芯片所有的地线都应连接在一起，且连线还应尽可能的短。一种优化方案是将地线覆设在器件下，呈星状发散。

在PCB背面对应的位置增加一块面积适中覆铜会更好的优化电路性能。

### 电流取样设置

为了减小因为地线上的寄生电阻引起的误差，输出电流的取样电阻 $R_{SX}$ 接地的地线要单独设置，减小其他因素引起的误差。单独的地线最终要连接到星状分布的地线总线上，该连线要尽可能的短，对小阻值的 $R_{SX}$ ，如当 $R_{SX}$ 上的压降 $V=I \times R_{SX}$ 为0.5V，PCB上的连线上约0.2V的压降将显得不可忽视，这一点要考虑进去。

PCB尽量避免使用测试转接插座，测试插座的连接电阻可能会改变 $R_s$ 的大小，对电路造成误差。 $R_s$ 值的选择遵循下列公式：

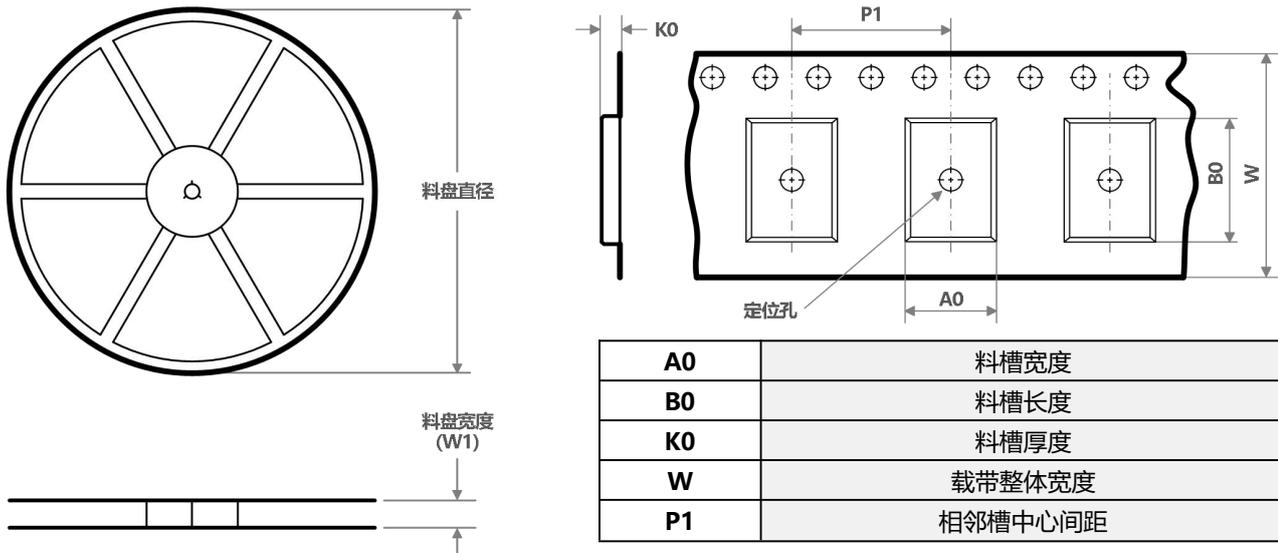
$$R_{SX} = 0.5 / I_{TRIPmax}$$

### 热保护

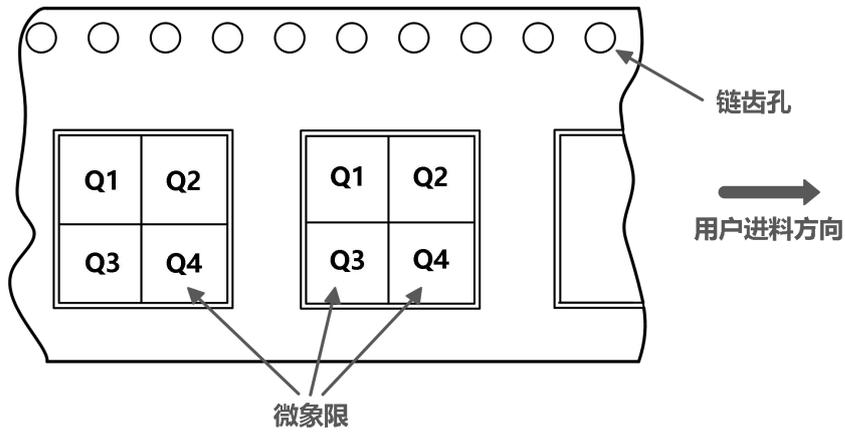
当内部电路结温超过160°C时，过温模块开始工作，关断内部驱动电路。过温保护电路只解决电路温度过高产生的问题，而不对输出短路的情况产生作用。热关断的阈值窗口大小为45°C。



编带料盘信息



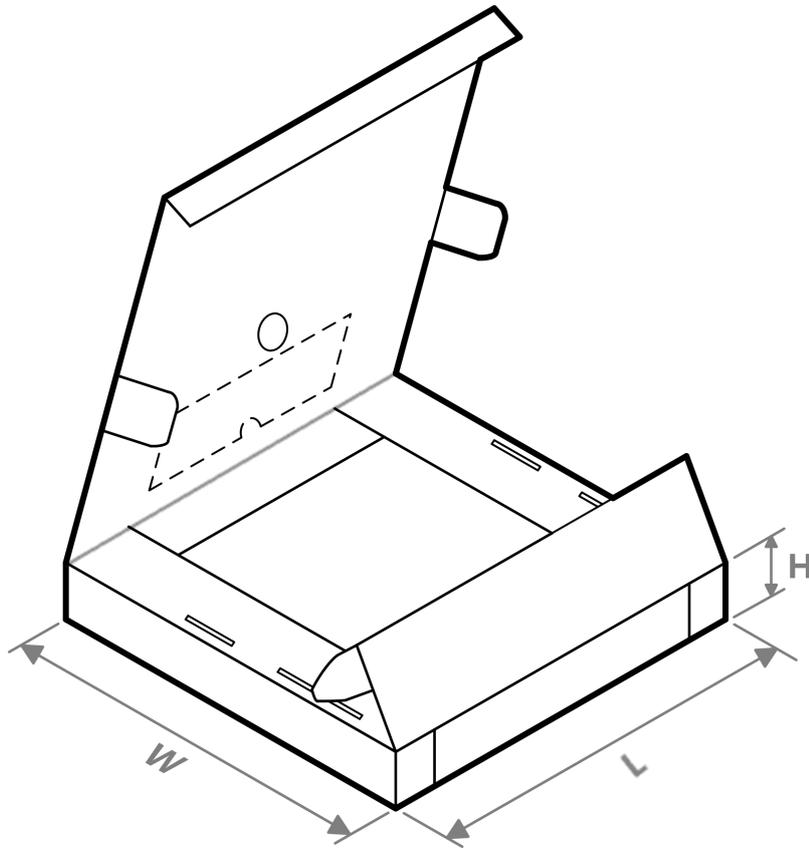
编带 PIN1 方位象限分配



器件	封装类型	封装标识	管脚数	SPQ	料盘直径 (mm)	料盘宽度 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 象限
AT8841TPN	ETSSOP	TPN	28	3000	330	16	6.8	10.1	1.6	8	16	Q1



### 编带料盘包装尺寸

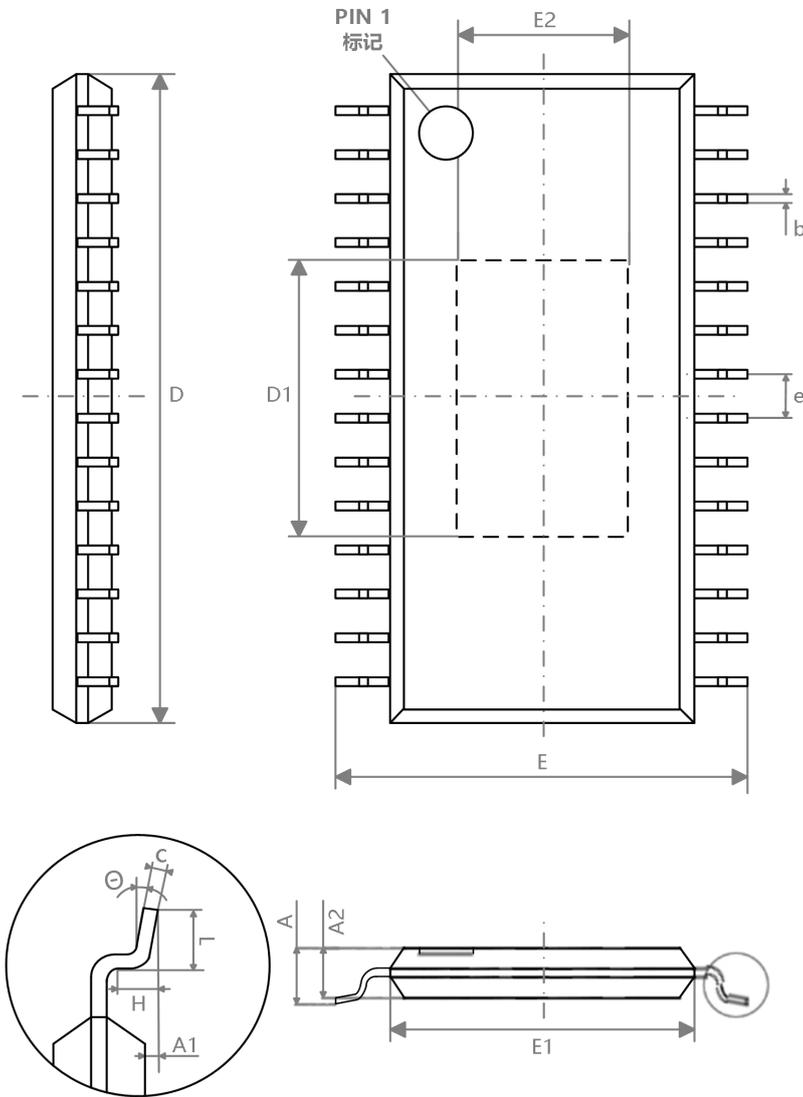


器件	封装类型	封装标识	管脚数	SPQ	长度(mm)	宽度(mm)	高度(mm)
AT8841TPN	ETSSOP	TPN	28	3000	365	365	70



封装信息

ETSSOP28



符号	毫米(mm)	
	最小	最大
D	9.60	9.80
D1	5.4	5.6
E	6.20	6.60
E1	4.30	4.50
E2	2.60	2.80
A	-	1.20
A1	0.05	0.15
A2	0.80	1.00
b	0.20	0.29
c	0.13	0.18
e	0.65(BSC)	
L	0.45	0.75
H	0.25(TYP)	
$\theta$	0°	8°