集成1.3A线性充电管理和双通道H桥电机驱动高性能打印机专用芯片

概要

IU91906D一款集成1.3A线性充电和双通道H桥电机驱动芯片。IU91906D的电机驱动模块有两路H桥驱动，可以驱动两路刷式直流电机，一个双极步进电机，多个螺线管或者其它感性负载。每个H桥的功率输出模块由N沟道功率MOSFET组成，用于驱动电机绕组。每个H 桥均具备调节或限制绕组电流的电路。该模块还提供过流保护、短路保护、欠压锁定和过热保护，并提供了一种低功耗休眠模式。IU91906D的充电模块经历以下三个阶段：涓流、恒流、恒压。在所有充电阶段，内部控制环路都会监控IC结温，当其超过内部温度阈值时，它会减少充电电流。充电器功率级和充电电流感应功能完全集成在一起。该充电器具有高精度电流和电压调节环路功能、充电状态显示和充电终止功能。IU91906D电机和充电模块均采用耐压高可靠性设计,并提供纤小的QFN3X3_20L的封装,非常符合微型打印机节省PCB面积的需求。

描述

电机模块描述

- 双通道H桥电流控制电机驱动器
- $R_{DS(ON)}$: 850mΩ(HS + LS)
- 输出电流:1.0A驱动输出
- 输出可以并用，最大提供2A驱动输出
- 电机模块工作电压可至15V
- PWM电流整流/限流
- 过温关断电路
- 短路保护,欠压锁定保护

充电模块描述

- 内置33V OVP,适用TYPE-C接口
- 充电电压精度为1%,10% 充电电流准确度
- 最大1.3A充电电流，充电电流外部电阻可调
- NTC功能,自动断电功能
- 输入电压具有6.55V 输入过压保护
- 欠压保护（UVLO）,恒温自调节功能
- 电源过载保护
- 低电池输出泄漏电流
- 充电超时保护功能
- 热关断保护功能
- PROG 短路保护，输出短路保护

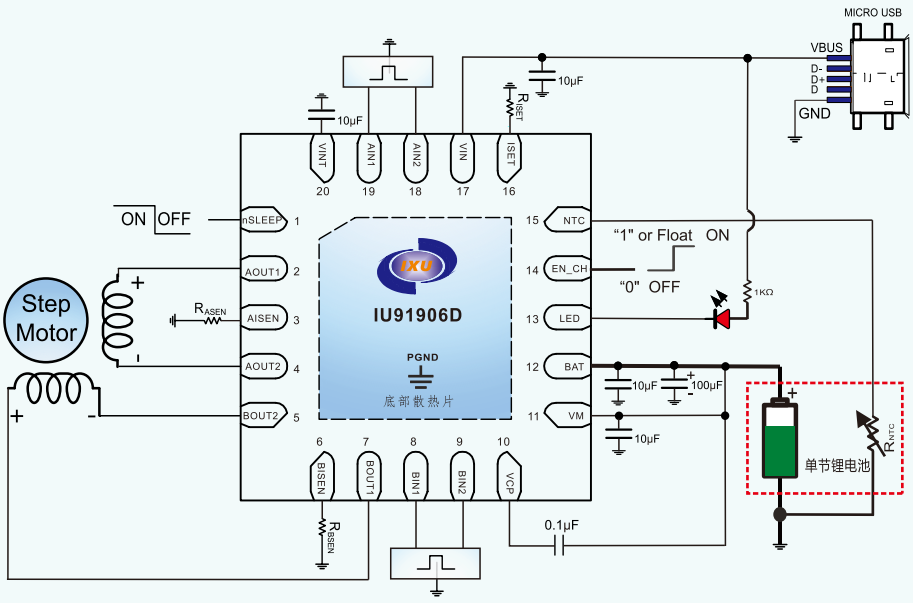
封装

- QFN3X3_20L

应用

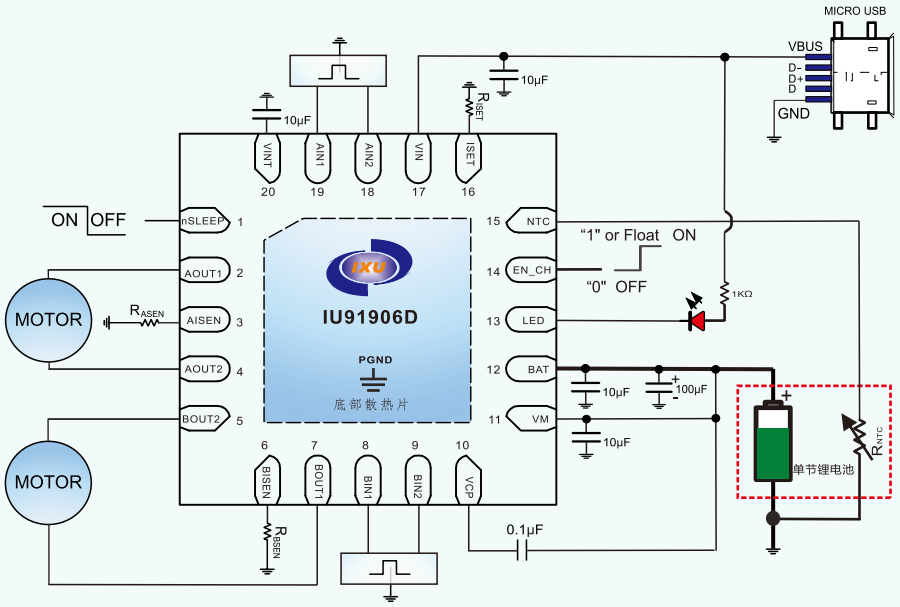
- 微型打印机
- POS

典型应用图

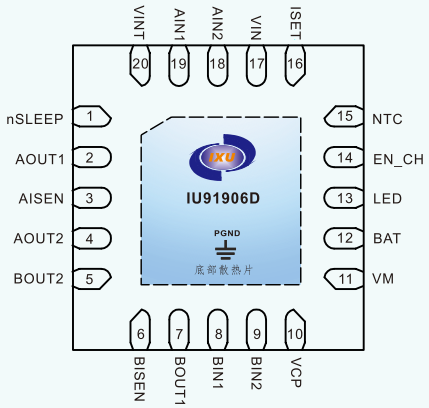


单通道应用图

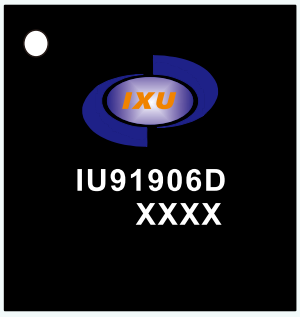
典型双通道应用图



管脚排列以及定义



TOP PERSPECTIVE



TOP VIEW

序号	说明	输入/输出	功能描述
电机模块			
1	nSLEEP	输入	高电平使电机模块正常工作；低电平使电机模块进入休眠低功耗模式
2	AOUT1	输出	接电机A组线圈
3	AISEN	输入	A组检流，接检流电阻到地；若不使用检流，直接接地
4	AOUT2	输出	接电机A组线圈
5	BOUT2	输出	接电机B组线圈
6	BISEN	输入	B组检流，接检流电阻到地；若不使用检流，直接接地
7	BOUT1	输出	接电机B组线圈
8	BIN1	输入	逻辑输入，控制BOUT1,内部下拉
9	BIN2	输入	逻辑输入,控制BOUT2,内部下拉
10	VCP	输入	高侧栅极驱动储能,接0.1uF到VM
11	VM	电源	电机电源, 最小10uF电容到地
18	AIN2	输入	逻辑输入,控制AOUT2,内部下拉
19	AIN1	输入	逻辑输入,控制AOUT1,内部下拉
20	VINT	输入	内部整流,接2.2uF电容到地
充电模块			
12	BAT	输出	充电端口输出端,接锂电池
13	LED	输出	充电完成指示端
14	EN_CH	输入	充电使能端口，接地充电模块关断;接高电平或浮空,充电模块工作
15	NTC	输入	热敏电阻输入端，通过外接热敏电阻检测电池温度
16	VIN	输入	外部电源输入端
21	PPAD	地	底部散热片,系统地，功率地

极限参数表

参数	描述	数值	单位
电机模块	VM无信号输入时供电电源	2.7~20	V
	数字输入管脚	-0.5~7	V
	xISEN 管脚	-0.3~0.5	V
	输出峰值电流	2	A
充电模块	VIN, NTC, LED1, LED2	-0.3~33	V
	BAT	-0.3~20	V
	ISET	-0.3~7	V
T_J	结工作温度范围	-40 to 150	℃
T_{SDR}	引脚温度（焊接10秒）	260	℃
T_{STG}	存储温度范围	-65 to 150	℃

推荐工作环境

参数	描述	数值	单位
VM	输入工作电压	2.7~15	V
VIN	输入电源电压	4.5~6.6	V
T_A	环境温度范围	-40~85	℃
T_j	结温范围	-40~125	℃

热效应信息

参数	描述	数值	单位
θ_{JA}	封装热阻---芯片到环境热阻	45	℃/W
θ_{JC}	封装热阻---芯片到外壳顶部热阻	49	℃/W

订购信息

产品型号	封装形式	器件标识	包装尺寸	卷带宽度	数量
IU91906D	QFN3X3_20L		13''	12mm	3000 units

ESD 范围

ESD 范围HBM(人体静电模式) ---------- ±2kV

ESD 范围 MM(机器静电模式) ---------- ±200V

1. 上述参数仅仅是器件工作的极限值，不建议器件的工作条件超过此极限值，否则会对器件的可靠性及寿命产生影响，甚至造成永久性损坏。
2. PCB板放置IU91906D的地方,需要有散热设计。使得IU91906D底部的散热片和PCB板的散热区域相连，并通过过孔和地相连。

电机模块电特性 at Ta = 25度 ,VM= 5V

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
POWER SUPPLY						
I_{VM}	VM 静态电流	VM = 5 V, xIN1 = 0 V, xIN2 = 0V		1.0		mA
I_{VMQ}	VM 休眠电流	VM = 5 V			2	uA
V_{UVLO}	VM 欠压阈值	VM falling			2.6	V
V_{HYS}	VM 欠压迟滞			100		mV
LOGIC-LEVEL INPUTS						
VIL	逻辑输入低电平	nSLEEP			0.5	V
		All other pins			0.7	
VIH	逻辑输入高电平	nSLEEP	2.5			V
		All other pins	2			
V_{HYS}	逻辑输入迟滞			0.4		V
R_{PD}	输入内部下拉电阻	nSLEEP		500		kΩ
		All except nSLEEP		150		
IIL	输入低电平电流	VIN = 0			1	uA
IIH	输入高电平电流	VIN = 3.3 V, nSLEEP		6.6	13	uA
		VIN = 3.3 V, all except nSLEEP		22	33	
t_{DEG}	防消抖时间			180		ns
H-BRIDGE FETS						
$R_{DS(ON)}$	LS+HS 导通电阻	VM = 5 V, I O = 500mA		850		mΩ
I_{OFF}	关断漏电流	VM = 5 V, VOUT = 0 V	-1		1	uA
t_R	输出上升时间	VM =5V, 16Ω to GND, 10% to 90%		35		ns
t_F	输出下降时间	VM =5V, 16Ω to GND, 10% to 90%		55		ns
t_{PROP}	INx to OUTx 延迟	VM = 5 V		0.9		us

电机模块电特性：（接上页）

t_{DEAD}	死区时间	VM = 5 V		0.1		us
PROTECTION CIRCUITS						
I_{OCP}	过流保护阈值		2			A
t_{DEG}	过流延迟时间			2		us
t_{OCP}	过流保护重启时间			1.15		ms
t_{TSD}	过温阈值	Die temperature	150	160	180	℃
CURRENT CONTROL						
V_{TRIP}	xISEN 封装电压		160	200	240	mV
t_{BLANK}	blanking 时间			3.2		us
COT TIME						
Toff	固定关断时间	Fixed cut-off time		18		us
SLEEP MODE						
t_{WAKE}	开启延迟时间	nSLEEP in active high to H-bridge on		0.5		ms

电机模块特征曲线

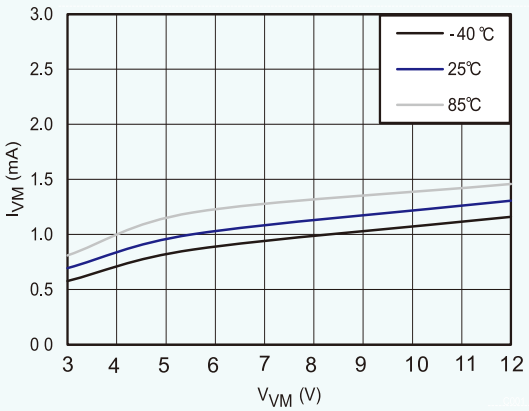


Figure 1. Operating Current

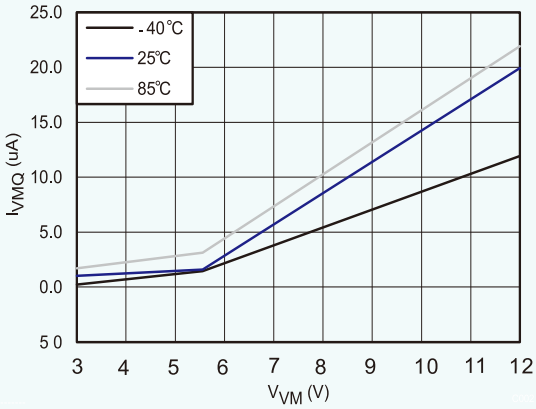


Figure 2. Sleep Current

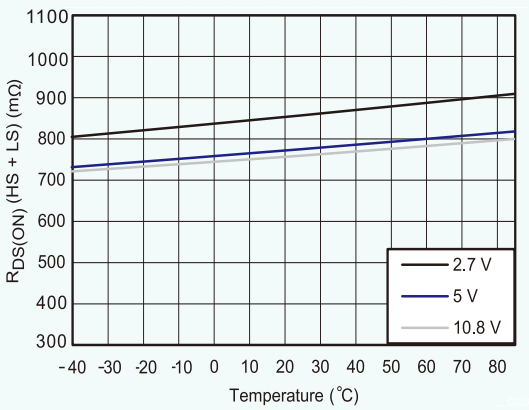


Figure 3. $R_{DS(on)}$ (HS + LS)

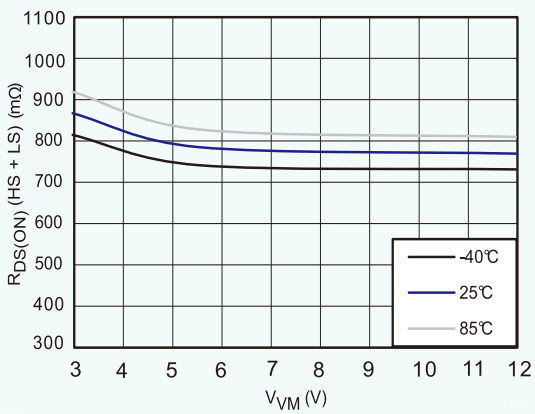
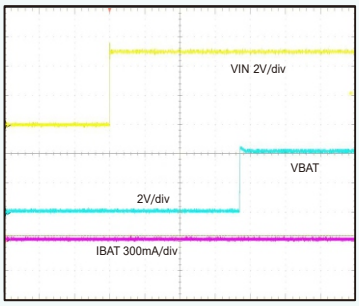


Figure 4. $R_{DS(on)}$ (HS + LS)

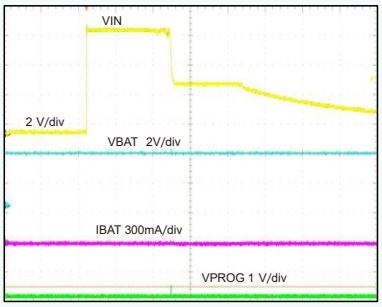
充电模块电气参数（除特殊说明外，VIN=5V）

参数	描述	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
VIN	电源电压		4.5	5	6.6	V
VIN_{UVLO}	VIN 端欠压保护阈值	VIN Falling		3.6		V
ΔVIN_{UVLO}	VIN 端欠压保护滞回			100		mV
VIN_{OVP}	VIN 端过压保护阈值	VIN Rising		6.55		V
ΔVIN_{OVP}	VIN 端过压保护滞回			100		mV
VIN_DPM	电源过载保护阈值			4.35		V
I_Q	芯片静态工作电流			0.6		mA
I_{BAT}	电池泄漏电流	不插充电器		0.5		μA
		充满电停止充电		10		μA
V_{CV}	充电浮充电压		4.16	4.2	4.23	V
V_{RCH}	重充电压阈值	VBAT Falling		4.06		V
V_{TRK}	涓流转恒流电压阈值	VBAT Rising		2.55		V
ΔV_{TRK}	涓流转恒流电压滞回			100		mV
V_{SHORT}	电池短路电压阈值	VBAT Falling		1.8		V
V_{OVPB}	BAT 端过压保护电压	VBAT Rising		4.6		V
I_{CC}	恒流模式充电电流	R_{PROG}=1kΩ	0.90	1	1.1	A
I_{TC}	涓流模式充电电流			10%*I_{CC}		A
I_{BF}	充电终止电流			10%*I_{CC}		A
K_{PROG}	恒流充电系数	$I_{CC}=K_{PROG}/R_{PROG}$		1000		AΩ
R_{PROG}	恒流充电可编程范围		770		3300	Ω
V_{cold}	TEMP端低温保护阈值	VIN 的百分比		80	83	%
V_{hot}	TEMP端高温调节阈值	VIN 的百分比	42	45		%
TMR_{TC}	TC 阶段充电时间限制			3.7		Hour
$TMR_{CC/CV}$	CC/CV 阶段充电时间限制			21		Hour
TREG	芯片热调节阈值			120		℃
TSD	芯片热保护温度			150		℃
ΔT	芯片热保护温度滞回			30		℃

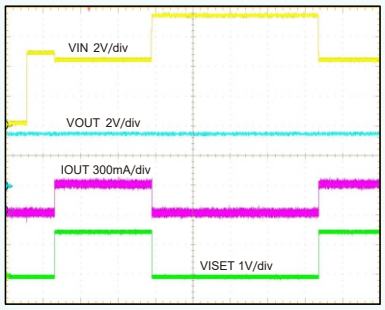
充电模块特征曲线 (VIN= 5 V, V_{BAT} = 3.6 V, unless otherwise noted)



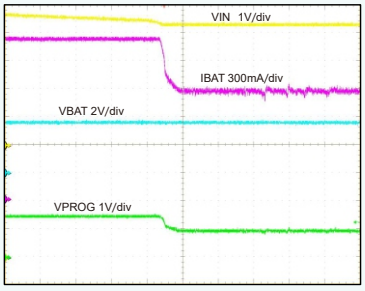
No Battery, No Load
Power Up Timing



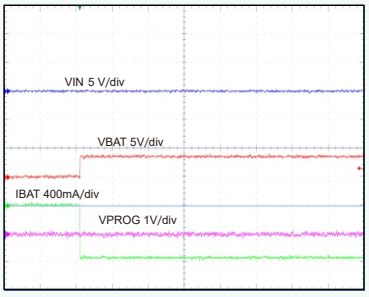
Hot Plug
OVP7-VAdaptor



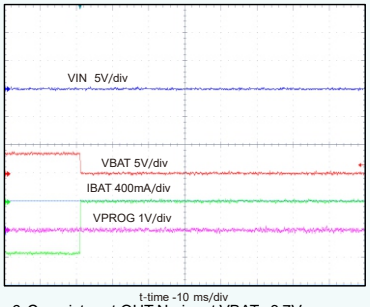
VIN 0V-5V-7V-5V
OVP from Normal Power-Up Operation



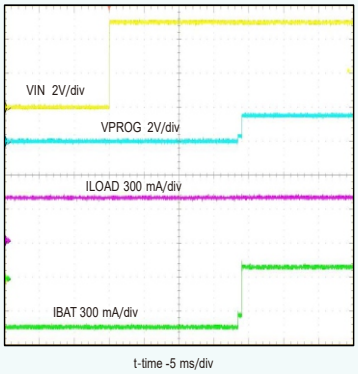
V_{IN} Regulated
DPM-AdaptorCurrentLimits



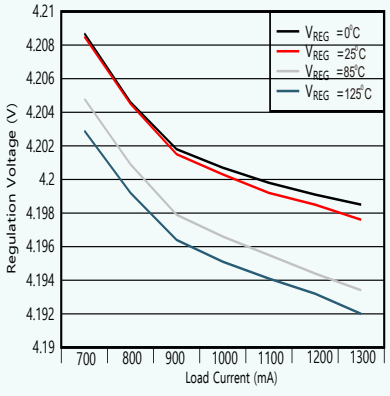
6-Ω resistor at OUT,No input,VBAT=3.7V
BatteryPlugIn



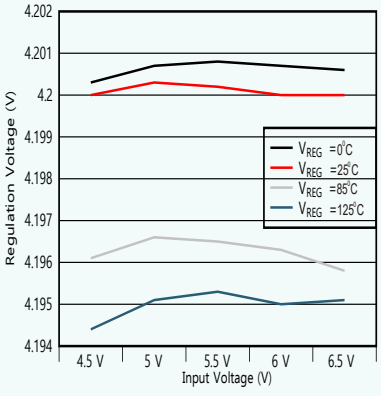
6-Ω resistor at OUT,No input,VBAT=3.7V
Battery Removal



400-mA Load,500-mA ICHG
Power Up



Load Regulation Over Temperature



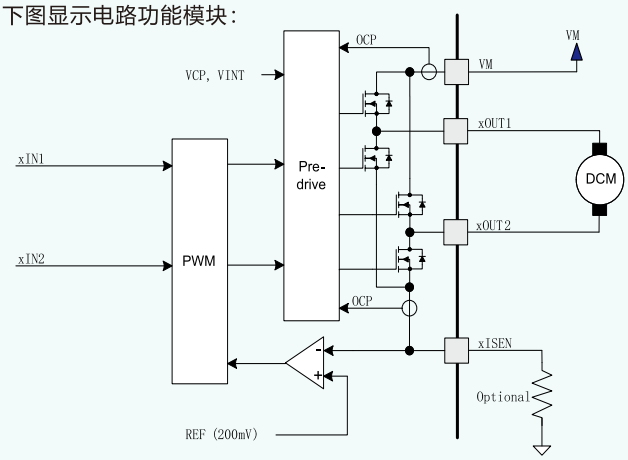
Line Regulation Over Temperature

IU91906D 电机模块应用要点

IU91906D的电机模块为刷式直流电机或者步进电机提供一种集成的驱动方案。芯片内部集成双通道H 桥和整流电路。IU91906D的供电范围为2.7V 到15V，并提供1.0A的连续输出。简单的PWM 接口允许简单的接口控制电路。IU91906D还包含一个低功耗睡眠模式，允许不需要驱动芯片的时候节省功耗。

PWM Motor Drivers

IU91906D包含两路H 桥电机驱动电路，使用PWM 电流控制。下图显示电路功能模块：



Bridge Control and Decay Modes

输入管脚AIN1 和AIN2 控制着输出管脚AOUT1 和AOUT2 的状态。类似的，输入管脚BIN1 和BIN2 控制着输出管脚BOUT1 和BOUT2 的状态。下表显示了彼此间的逻辑关系。

xIN1	xIN2	xOUT1	xOUT2	FUNCTION
0	0	Z	Z	Coast / fast decay
0	1	L	H	Reverse
1	0	H	L	Forward
1	1	L	L	Brake / slow decay

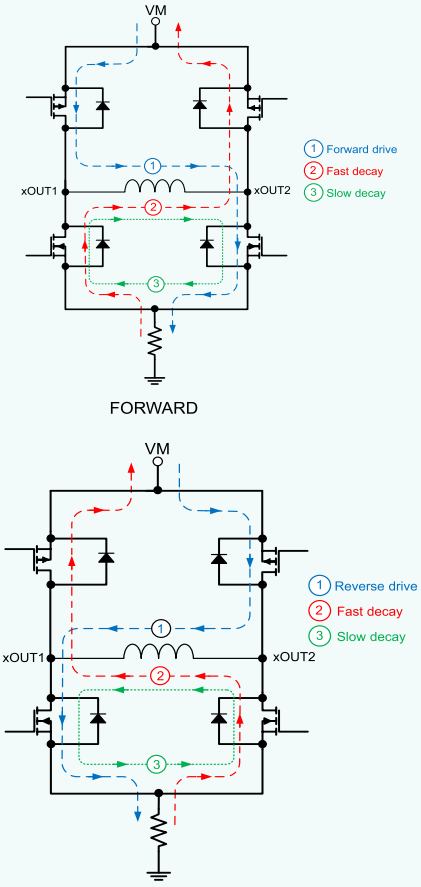
H-Bridge Logic

逻辑输入也可以使用PWM 控制来达到调速功能。当用PWM 波控制一个桥臂时，并且在驱动电流为关断时，由于电机的电感特性要求电流连续流通。这个电流叫做续流。为了操作这种电流， H 桥可以操作在两种不同的状态，快衰减或者慢衰减。在快衰减模式，H 桥所有的FET是被禁止的，续流电流流经体二极管；在慢衰减模式，电机的下臂是导通的。当PWM 控制用于快衰模式，PWM 信号控制一个xIN 管脚，而另一个管脚维持低电平；当运用于慢衰减，另一管脚维持高电平。

PWM Control of Motor Speed

xIN1	xIN2	FUNCTION
PWM	0	Forward PWM, fast decay
1	PWM	Forward PWM, slow decay
0	PWM	Reverse PWM, fast decay
PWM	1	Reverse PWM, slow decay

下图显示了在不同驱动和衰减模式下的电流通路。



Drive and Decay Modes

Current Control

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是被控制的。在DC 电机应用中，电流控制功能作用于限制开启电流和停转电流。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，再经过一个约18us的固定关断时间（Constant Off Time）后，进入下一个PWM循环。注意，在电流开启时刻，xISEN 管脚上的电压是被忽略的，经过一个Blanking时间后，电流检测电路才被使能。这个Blanking时间最小3.2us。这个Blanking时间同时决定了在操作电流衰减时的最小导通 时间。PWM 峰值电流由比较器比较连接在xISEN 管脚上的电流检测电阻上的电压和一个参考电压决定。这个参考电压VTRIP 一般固定是200mV。以下公式计算峰值电流：

$$I_{CHOP} = \frac{200\ mV}{R_{ISENSE}}$$

例子：假如使用了一个1Ω的电阻，这样峰值电流为200mA。
注意：假如电流控制功能不需要使用，xISEN 管脚需直接接地。

nSLEEP Operation

当驱动nSLEEP 管脚为低时，会使芯片进入低功耗睡眠模式。在这个状态下， H 桥所有FET是被禁止的，电荷泵停止工作，内部所有逻辑被复位，内部所有时钟停止。所有输入被忽略直到nSLEEP 管脚被拉高。当睡眠模式消除后，需要一些时间（一般0.5ms）延时，电机驱动才会正常工作。为了简化板级设计， nSLEEP 管脚可以上拉到VM。在这种情况下，推荐使用一个上电阻。这个电阻限制输入电流当VM 大于6.5V 时。nSLEEP 管脚内部下拉500kΩ电阻到地，同时内部还有一个6.5V 的齐纳钳位二极管。当电流大于250uA 时，可能会损坏内部输入结构。因此，推荐上拉电阻阻值一般在20kΩ到75kΩ之间。

保护电路

IU91906D 有过流保护，过温保护和欠压保护。

过流保护(OCP)

在每一个FET 上有一个电流限制电路，此电路限制流过FET 的电流，从而限制门驱动。如果此过流维持时间超过OCP 脉冲时间，H 桥内所有FET 被禁止。经过一个OCP 过流恢复时间（tOCP），驱动器会被重新使能。如果这个错误条件仍然存在，上述这个现象重复出现。如果此错误条件消失了，驱动恢复正常工作.注意，只有被检测到过流的H 桥被会禁止，而其余H 桥仍是正常工作的。H 桥上臂和下臂上的过流条件是被独立检测的。对地短路，对VM 短路，和输出之间短路，都会造成过流保护。注意，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)

如果结温超过安全限制阈值，H 桥的所有FET 被禁止，nFAULT管脚输出低电平。一旦结温降到一个安全水平，所有操作会自动恢复正常。

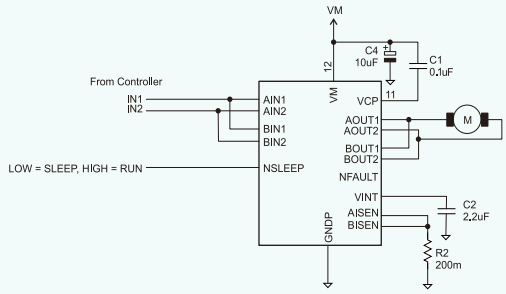
欠压锁定保护(UVLO)

在任何时候，如果VM 管脚上的电压降到低于欠压锁定阈值，内部所有电路会被禁止，内部所有复位。当VM 上的电压上升到UVLO 以上，所有功能自动恢复。

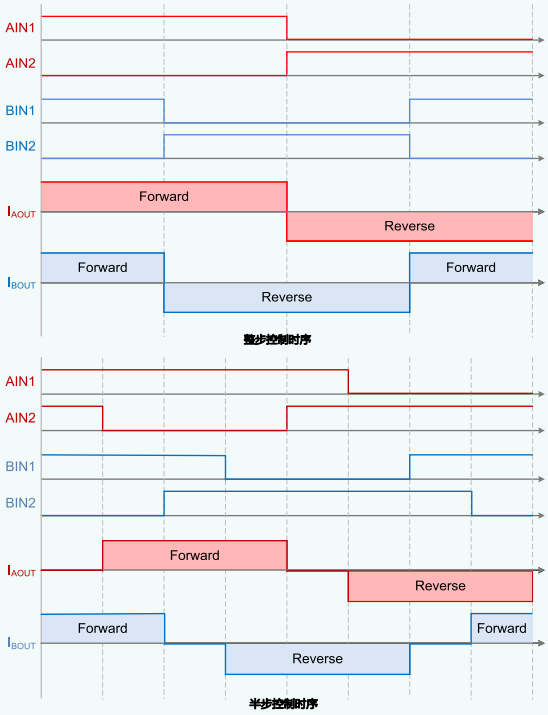
电路应用信息

复用输出模式

IU91900D的两路H 桥可以接在一起并行输出，这样输出电流是单路H 桥的两倍。IU91906D 内部死区时间阻止两个H 桥之间的任何交越导通冒险，此交越导通由两个H 桥的时序存在差异造成。下图以IU91906D为示例显示了并行输出连接。



Parallel Mode



版图注意事项

PCB 板上应覆设大块的散热片，地线的连接应有很宽的地线覆线。为了优化电路的电特性和热参数性能，芯片应该直接紧贴在散热片上。对电极电源VM，应该连接不小于10uF 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，驱动电路输出端电路覆线应远离逻辑控制输入端的覆线。逻辑控制端的引线应采用低阻抗的走线以降低热阻引起的噪声。

地线设置

芯片所有的地线都应连接在一起，且连线还应改尽可能的短。一个位于器件下的星状发散的地线覆设，将是一个优化的设计。在覆设的地线下方增加一个铜散热片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，马达电流的取样电阻RS 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Rs，由于Rs 上的压降V=I*Rs 为0.2V，PCB 上的连线压降与0.2V 的电压将显得不可忽视，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Rs 的大小，对电路造成误差。Rs 值的选择遵循下列公式：

$$Rs = 0.2/I_{TRIP}\ max$$

热保护

当内部电路结温超过165℃时，过温模块开始工作，关断内部多有驱动电路。过温保护电路只保护电路温度过高产生的问题，而不应对输出短路的情况产生影响。热关断的阈值窗口大小为45℃。

IU91900D充电模块应用要点

充电过程

IU91906D采用完整的TC/CC/CV充电过程。当单节锂电池的电压小于涓流点时，系统以10%*I_{CC}充电电流充电；当单节锂电池的电压大于涓流点时，系统以I_{CC}充电电流充电；当电池电压接近所设定的浮充电电压时，系统进入恒压充电，充电电流持续减少，当充电电流小于10%*I_{CC}时，系统会停止充电；当电池充满电后，由于自身放电或者负载耗电导致电池电压跌落至设定的重充电电压时，系统会重新恢复充电状态。该芯片适用于USB（100mA电流限制）或DC电源。

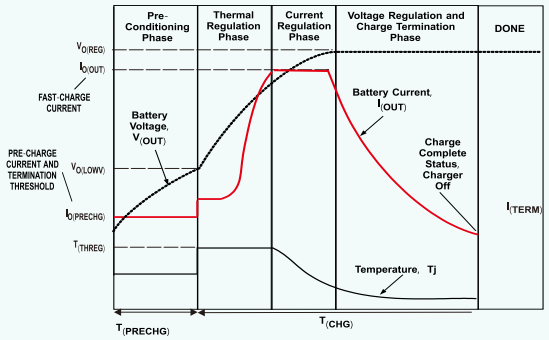
电源过载保护（IN-DPM）

当电源端电压出现过载并达到IU91906D过载保护点的时候，IU91906D内置特殊的环路，可以自动调节充电电流的大小，避免输入的直流电源进入过驱动状态，从而防止任何不当设置导致的拉垮适配器现象。

保护功能

IU91906D具有以下安全充电的特征：输入端过压（OVP），输入端欠压（UVLO），输出端短路/过压，芯片恒温自调节充电保护，芯片过温保护，PROG短路保护。除此以外，系统具有充电过时保护功能。锂电池如果出现问题就会导致充电时间过长，当TC阶段充电时间大于3.7小时或者CC/CV充电时间大于21小时，充电过时保护功能会启动，强制终止充电过程，当系统重新上电或者电池状态发生改变时才会重新计时。

IU91906D在输入没有电源或者输入电源电压降低到比输出端电池电压低时，具有自动断电功能，防止电池端向芯片和电源端倒灌电流，极大地延长电池的使用寿命。



Charging Profile With Thermal Regulation

充电指示功能

芯片的第13脚为状态指示脚，输出0电平或者高阻态。如果不接LED灯，而是直接与主控相连，须有一个上拉电阻把高阻态转化成确切的高电平。

- 充电过程中，LED脚灯亮；
- 充电完毕后，LED脚灯灭；
- 当出现输入过压、输入欠压、电池短路、芯片过温、NTC端口检测到电池温度异常、充电超时情况时，两路LED指示灯会以1.5Hz的频率交替闪烁。

充电电流设定

通过在ISET端加对地电阻R_{ISET}来设置恒流充电电流I_{CC}：

$$I_{CC}=1000/R_{PROG}\ (A)$$

恒流电流的可设定范围300mA~1.3A。R_{PROG}的取值范围为0.77~3.3KΩ。默认涓流充电为恒流充电电流的10%，截止充电电流为恒流充电电流的10%。

芯片温度自适应调节功能

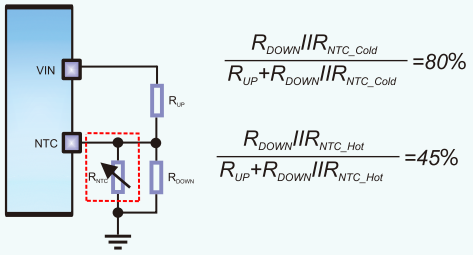
IU91906D内置温度自适应调节环路，当芯片处于充电过程时，如果温度升高至120℃时，温度控制环路开始起作用，充电电流开始逐渐降低，芯片温度随之下降，最终芯片温度会稳定在设定值，从而起到保护芯片的作用。

NTC电阻设定

电池充电支持NTC保护功能，通过NTC引脚检测电池温度的高低。当NTC检测到电池温度在所设定的温度窗口区间之内时正常充电；当NTC检测到电池温度低于所设定的低温保护点或者高于所设定的高温保护点时，则停止充电并报警。

如不用NTC功能，必须将NTC引脚接地。

下图为内部通过分压电阻分别设定的高温参考点和低温参考点，其中低温参考点为VIN*80%，高温参考点为VIN*45%。通过选择合适的外部电阻来设定NTC的正常工作的温度范围。



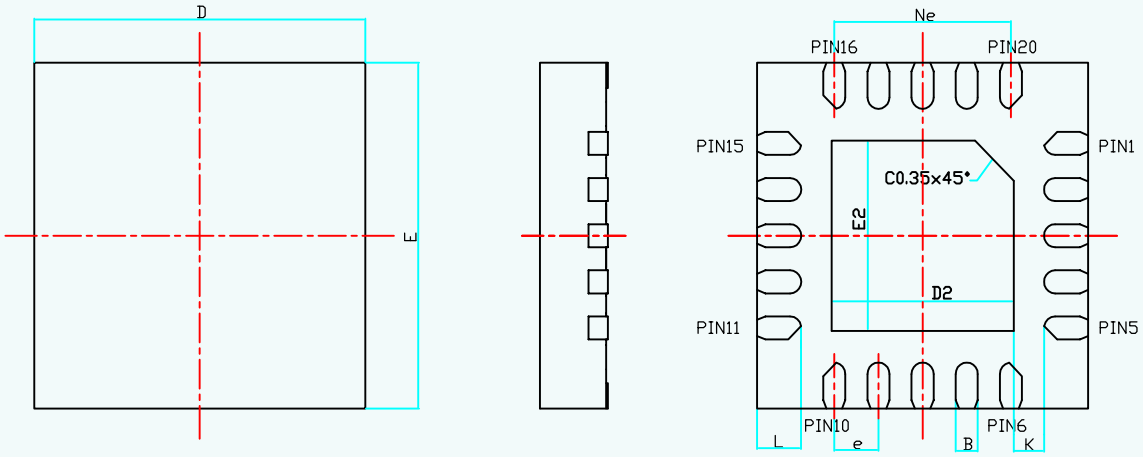
上面式中R_{NTC_Cold}为NTC电阻在设定的低温点所对应的阻值，而R_{NTC_Hot}为NTC电阻在设定的高温点所对应的阻值。由于R_{DOWN}和R_{UP}这两个电阻可以分别独立设定低温和高温窗口，使得IU91906D可以满足大部分NTC电阻型号，这为应用带来了极大的便利。电阻R_{DOWN}和R_{UP}与NTC电阻之间的关系可以通过上述定义给出下列公式：

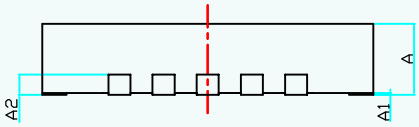
$$R_{UP}=\frac{35*R_{NTC_Hot}*R_{NTC_Cold}}{36*(R_{NTC_Cold}-R_{NTC_Hot})}$$

$$R_{DOWN}=\frac{35*R_{NTC_Hot}*R_{NTC_Cold}}{9*R_{NTC_Cold}-44*R_{NTC_Hot}}$$

封装信息

IU91906D QFN3X3_20L(0303X0.75-0.4) PACKAGE INFORMATION





SYMBOL	MILLMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	0.70	0.75	0.80
A1	0.00	0.02	0.05
A2	0.203REF		
B	0.15	0.20	0.25
D	2.93	2.98	3.03
D2	1.55	1.65	1.75
E	2.93	2.98	3.03
E2	1.55	1.65	1.75
e	0.40 BSC		
K	-	0.276	-
L	0.35	0.40	0.45
Ne	1.60 BSC		



MOS电路操作注意事项：

静电在很多地方都会产生，采取下面的预防措施，可以有效防止MOS电路由于受静电放电影响而引起的损坏：

- 操作人员要通过防静电腕带接地。
- 设备外壳必须接地。
- 装配过程中使用的工具必须接地。
- 必须采用导体包装或抗静电材料包装或运输。

声明:

- 上海埃诚攸半导体有限公司保留说明书的更改权，恕不另行通知！客户在使用前应获取最新版本资料，并验证相关信息是否完整和最新。
- 任何半导体产品在特定条件下都有一定的失效或发生故障的可能，买方有责任在使用上海埃诚攸半导体有限公司产品进行系统设计和整机制造时遵守安全标准并采取安全措施，以避免潜在失败风险可能造成人身伤害或财产损失情况的发生！
- 产品品质的提升永无止境，上海埃诚攸半导体有限公司将竭诚为客户提供更优秀的产品！