

支持 I2C 控制的高效率双向升降压充放电控制器

1. 概述

SW7201 是一个高效率的同步 4 管双向升降压充放电控制器，支持 1-4 节电池的充放电管理，支持 I2C 控制，可以提供最大 100W 的功率输出，支持多路输入输出检测及通路驱动，配合 MCU 和协议芯片可组成一个简洁完整的双向快充方案。

2. 应用领域

- 电池充电器，移动电源
- 电动工具
- 工业设备
- 配置可充电电池的便携设备

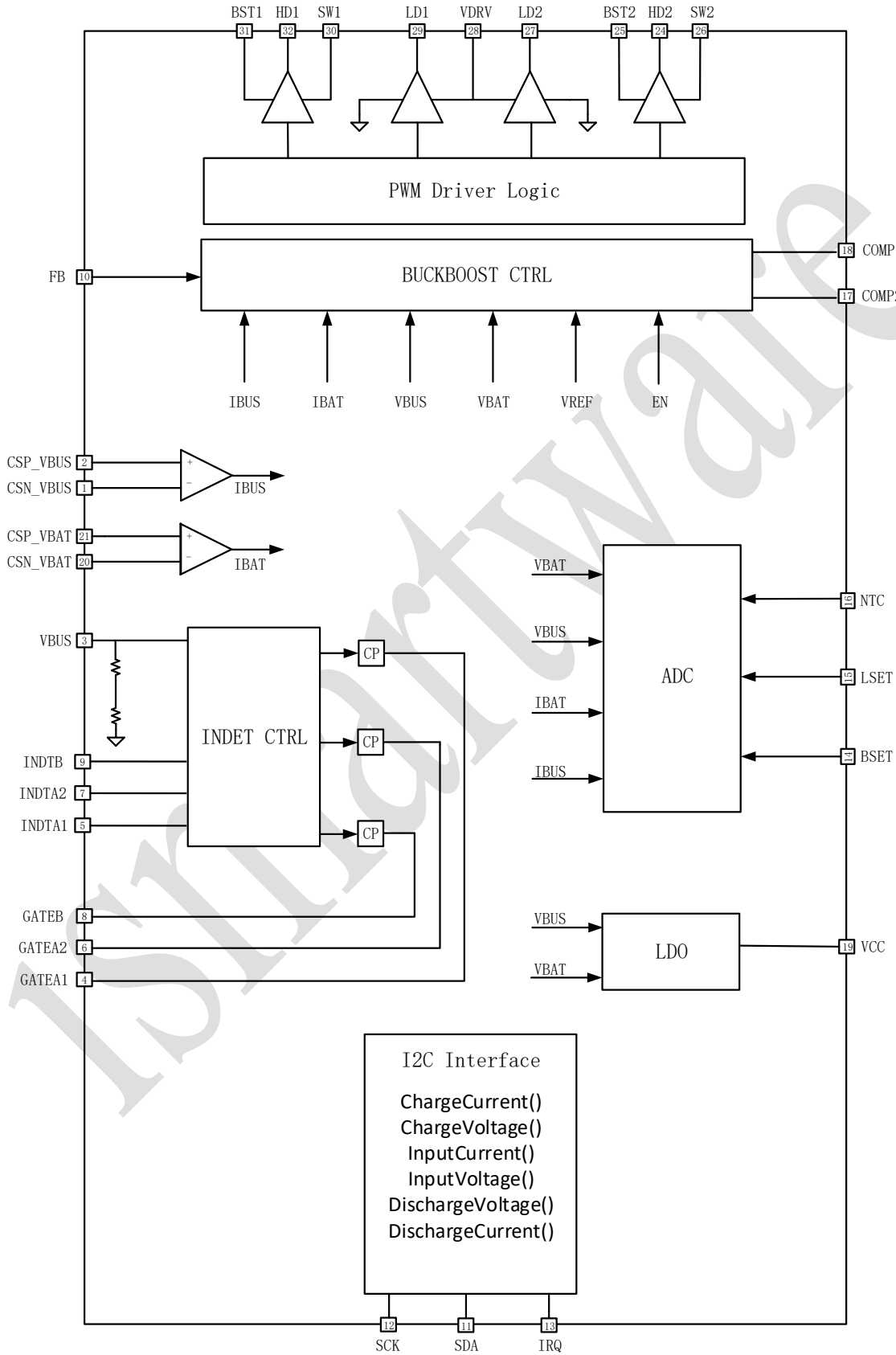
3. 规格

- 高效升降压开关充电
 - 支持 1 至 4 节锂电池升降压充电，包含完整的充电循环管理
 - 支持 3V-19.2V 充电目标电压设置可支持多种类型的锂电池
 - 支持 100W 输入功率
 - 支持 4V-24V 输入电压
 - 支持 I2C 编程控制输入端/电池端限流
 - 升压和降压之间无缝切换
- 反向升降压放电
 - 支持 100W 输出功率
 - 支持 3V-22V 输出电压
 - 可灵活选择 FB/I2C 调压方式
 - 支持 I2C 编程控制输出限流
 - PFM/PWM 模式随负载大小自动切换
- 低静态输入电流
 - 关机电流最低 40uA
- 12bit 高精度 ADC
- 端口接入检测
 - 1 个适配器接入检测
 - 2 个负载接入检测
- 通路 MOS 驱动
 - 集成 3 个 NMOS 驱动，简化电路设计
- NTC 检测
 - 集成 NTC 检测功能，支持电池高低温保护
 - 支持 62368 标准
- 完善的保护机制
 - 输入过压/输出过压
 - 输出过流/短路保护
 - 芯片过温保护
- I2C 接口
- QFN-32(4x4mm) 封装

4. 选型表

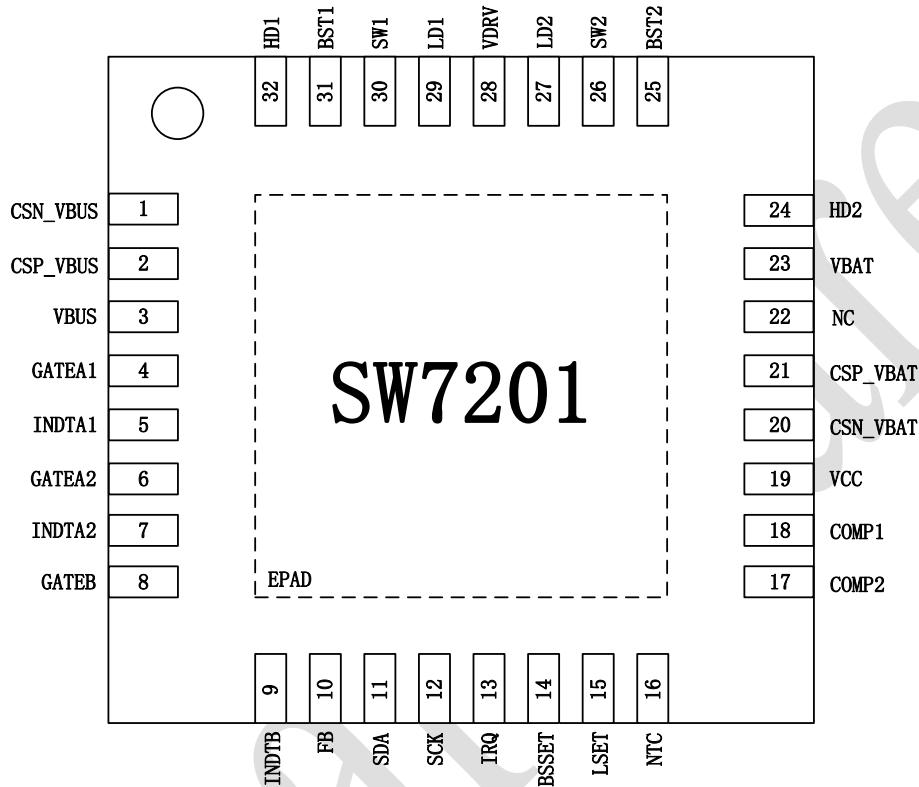
型号	SW7201	SW7203
通信接口	I2C	I2C
通信地址	0x3C/0x38/0x1C/0x18	0x3C/0x38/0x1C/0x18
DCDC 架构	Buckboost	Buckboost
NVDC 功能	No	Yes
开关频率	200K/300K/400K/800K	200K/300K/400K/800K
电池节数	1s-4s	1s-4s
充电目标电压设置范围	3V-19.2V	3V-19.2V
充电 VBUS 输入范围	4V-24V	4V-24V
放电 VBUS 输出范围	3V-22V	3V-22V

5. 功能框图



6. 引脚定义及功能描述

6.1 引脚定义



6.2 引脚描述

Pin	Name	Function Description
1	CSN_VBUS	VBUS 端电流采样负极。为了避免受到检流信号受到高频噪声影响和检流的稳定，需要在 VBUS 检流电阻上并一个 100nF 的电容，还需要在检流电阻与 CSN_VBUS 之间加入一个低通滤波器，低通滤波器的设计请参考“11.2.4 VBUS 端检流低通滤波器参数选择”。
2	CSP_VBUS	VBUS 端电流采样正极。为了避免受到检流信号受到高频噪声影响和检流的稳定，需要在 VBUS 检流电阻上并一个 100nF 的电容，还需要在检流电阻与 CSP_VBUS 之间加入一个低通滤波器，低通滤波器的设计请参考“11.2.4 VBUS 端检流低通滤波器参数选择”。
3	VBUS	芯片供电以及 VBUS 电压检测。
4	GATEA1	NMOS 通路管驱动 1。此驱动使用 chargepump 实现，驱动能力较弱，使用通路管驱动时，通路 NMOS 推荐选择

		栅源漏电流不大于 100nA 的 NMOS。不使用通路管驱动，GATEA1 保持 floating 即可。
5	INDTA1	负载接入检测 1。使用此功能检测负载接入时，INDTA1 上必须设置一个不小于 4.7uF 的接地电容，此电容推荐值为 10uF。
6	GATEA2	NMOS 通路管驱动 2。此驱动使用 chargepump 实现，驱动能力较弱，使用通路管驱动时，通路 NMOS 推荐选择栅源漏电流不大于 100nA 的 NMOS。不使用通路管驱动，GATEA2 保持 floating 即可。
7	INDTA2	负载接入检测 2。使用此功能检测负载接入时，INDTA2 上必须设置一个不小于 4.7uF 的接地电容，此电容推荐值为 10uF。
8	GATEB	NMOS 通路管驱动 3。此驱动使用 chargepump 实现，驱动能力较弱，使用通路管驱动时，通路 NMOS 推荐选择栅源漏电流不大于 100nA 的 NMOS。不使用通路管驱动，GATEB 保持 floating 即可。
9	INDTB	电源接入检测。通过通路管隔离外部电源与 VBUS 时，INDTB 需要接到外部电源输入口，未使用通路管隔离外部电源与 VBUS 时，INDTB 需要短接到 VBUS。
10	FB	VBUS 输出电压外部反馈。FB 的电压固定为 0.5V。未使用外部反馈设置输出电压时，FB 处于 floating 状态。
11	SDA	I2C Data。请将 SDA 连接到 host controller 或者 samrt battery，推荐 SDA 上拉电阻选择 10KΩ。
12	SCK	I2C Clock。请将 SCL 连接到 host controller 或者 samrt battery，推荐 SCL 上拉电阻选择 10KΩ。
13	IRQ	I2C Interrupt。IRQ 为开漏输出，推荐使用 10KΩ 电阻触发事件中断时 IRQ 输出低电平直到事件中断标志位被清除。
14	BSET	电池节数设置，可设置 1-4 节电池。10KΩ 设置为 1 节电池，20 KΩ 设置为 2 节电池，30KΩ 设置为 3 节电池，43KΩ 设置为 4 节电池。
15	LSET	电感值设置，可设置 4 种不同的电感值。10KΩ 设置为 1uH，20 KΩ 设置为 2.2uH，30KΩ 设置为 3.3uH，43KΩ 设置为 4.7uH。此设置必须与外部电感值一致，否则会 buckboost 工作异常。
16	NTC	电池温度检测。NTC 电阻必须选择 B 值为 3435 的 103 电阻，具体的保护门限，请参考“10.5.2 NTC 过温保护”。如不需要 NTC 过温保护功能，可以将 NTC 电阻换为固定的 10KΩ 电阻或通过寄存器关闭 NTC 保护功能。
17	COMP2	CC 环路补偿。COMP2 具体的 RC 补偿网络请参考“11.2.3 COMP 补偿 RC 参数选择”

18	COMP1	CV 环路补偿。COMP1 具体的 RC 补偿网络请参考“11.2.3 COMP 补偿 RC 参数选择”
19	VCC	由 VBUS 或者 VBAT 提供的 5V 线性调节器输出。5V 线性调节器在 buckboost 工作时启动。VCC 需要在靠近芯片 VCC 引脚处设置一个 10uF 的对地电容。
20	CSN_VBAT	VBAT 端电流采样负极。为了保证检流的稳定，需要在 VBAT 检流电阻上并一个 100nF 的电容。
21	CSP_VBAT	VBAT 端电流采样正极。为了保证检流的稳定，需要在 VBAT 检流电阻上并一个 100nF 的电容。
22	NC	未使用，请保持 floating。
23	VBAT	芯片供电，VBAT 电压采样。
24	HD2	VBAT 端上管 gate 驱动。需要连接到 VBAT 端半桥高侧 NMOS (Q4) 的 gate
25	BST2	VBAT 端上管 bootstrap。需要在 SW2-BST2 之间接入一个 100nF 的电容。VDRV 和 BST2 的自举二极管集成在芯片内部。
26	SW2	VBAT 端 switching 点。SW2 需要连接到 VBAT 端半桥高侧 NMOS (Q4) 的源极。
27	LD2	VBAT 端下管 gate 驱动。需要连接到 VBAT 端半桥低侧 NMOS (Q3) 的 gate
28	VDRV	由 VBUS 或者 VBAT 提供的 5.5V 线性调节器输出。5.5V 线性调节器在非休眠状态时启动。VDRV 需要在靠近芯片 VDRV 引脚处设置一个 10uF 的对地电容。
29	LD1	VBUS 端下管 gate 驱动。需要连接到 VBUS 端半桥低侧 NMOS (Q2) 的 gate
30	SW1	VBUS 端 switching 点。SW1 需要连接到 VBUS 端半桥高侧 NMOS (Q1) 的源极。
31	BST1	VBUS 端上管 bootstrap。需要在 SW1-BST1 之间接入一个 100nF 的电容。VDRV 和 BST1 的自举二极管集成在芯片内部。
32	HD1	VBUS 端上管 gate 驱动。需要连接到 VBUS 端半桥高侧 NMOS (Q1) 的 gate
/	EPAD	芯片地的焊盘，需要接到电源接地平面，保证 EPAD 与电路板保持良好的连接关系，可以保证工作性能和良好的散热。

7. 极限参数

Parameters	Symbol	MIN	MAX	UNIT
VBUS 端电压	VBUS/FB/CSN_VBUS/ CSP_VBUS	-0.3	35	V
VBAT 端电压	CSN_VBAT/CSP_VBAT/ VBAT	-0.3	35	V
开关驱动	HD1/HD2/BST1/BST2	-0.3	40	V
SW 电压	SW1/SW2	-0.3	35	V
端口电压	INDTB/INDTA1/INDTA2	-0.3	35	V
通路控制	GATEB/GATEA1/GATEA2	-0.3	40	V
其它管脚电压		-0.3	7	V
节温		-40	+150	°C
存储温度		-60	+150	°C
ESD (HBM)		-4	+4	KV

【备注】超过此范围的电压电流及温度等条件可能导致器件永久损坏。

8. 推荐参数

Parameters	Symbol	MIN	Typical	MAX	UNIT
输入电压	VBUS	4		24	V
电池电压	VBAT	3		19.2	V
输出电压	VBUS	3		22	V

9. 电气特性

(VBUS = 12V, VBAT = 10V, T_A = 25°C, 除特别说明。)

Parameters	Symbol	Test Conditions	MIN	TYP	MAX	UNIT
供电电源						
VBUS 输入电源	V _{INDTB}		4.4		24	V
VBUS 输入欠压门限	V _{INDTB_UVLO}	INDTB 输入电压下降		4		V
VBUS 输入欠压门限迟滞	V _{INDTB_UVLO_HYS}	INDTB 输入电压上升		400		mV
VDRV 输出电压	V _{DRV}	开机/待机	5.3	5.5	5.7	V
		关机		0		V
VDRV 输出电流能力	I _{VDRV}	开机/待机	35	50		mA
		关机		0		mA
VCC 输出电压	V _{CC}	开机	4.8	5	5.2	V

		关机/待机		3.9		V
VCC 输出电流能力	I _{VCC}	开机	90	120		mA
		关机/待机		10		mA
		充电模式				
涓流充电电压设置范围	V _{TC}	Vbat rising trickle_vol=0x00~0x6b	2.5		13.2	V
涓流充电电压	V _{TC}	trickle_vol=0x04	2.7	2.9	3	V
		trickle_vol=0x21	5.6	5.8	5.9	V
		trickle_vol=0x3E	8.5	8.7	8.8	V
		trickle_vol=0x5B	11.35	11.6	11.75	V
涓流充电迟滞	V _{TC_HYS}	trickle_vol_hys=0x0		100		mV
		trickle_vol_hys=0x1		200		mV
		trickle_vol_hys=0x2		300		mV
		trickle_vol_hys=0x3		400		mV
涓流充电电流	I _{TC}	trickle_cur=0x0	50	100	250	mA
		trickle_cur=0x1	100	200	350	mA
		trickle_cur=0x2	200	300	450	mA
		trickle_cur=0x3	300	400	550	mA
VBUS 端恒流充电电流设置范围	I _{CC_CHG_VBUS}	chg_ibus_limit=0x00~0x7f	0.5		6.85	A
VBUS 端恒流充电电流	I _{CC_CHG_VBUS}	chg_ibus_limit=0x00	0.35	0.5	0.75	A
		chg_ibus_limit=0x0A	0.9	1	1.3	A
		chg_ibus_limit=0x32	2.8	3	3.4	A
		chg_ibus_limit=0x5A	4.8	5	5.5	A
		chg_ibus_limit=0x78	6.3	6.5	7.1	A
VBAT 端恒流充电电流设置范围	I _{CC_CHG_VBAT}	chg_ibat_limit=0x00~0x77	0.1		12	A
VBAT 端恒流充电电流	I _{CC_CHG_VBAT}	chg_ibat_limit=0x04	0.45	0.5	0.65	A
		chg_ibat_limit=0x13	1.9	2	2.2	A
		chg_ibat_limit=0x31	4.8	5	5.3	A
		chg_ibat_limit=0x4A	7.3	7.5	7.8	A
		chg_ibat_limit=0x63	9.7	10	10.4	A
充电截止电流	I _{end}	chg_end_cur=0x0	50	100	200	mA

		chg_end_cur=0x1	100	200	300	mA
		chg_end_cur=0x2	200	300	400	mA
		chg_end_cur=0x3	300	400	500	mA
充电目标电压设置范围	V _{CHG_VOL}	chg_vol=0x000~0x7ff	3		19.2	V
充电目标电压	V _{CHG_VOL}	chg_vol=0x078	-1.2%	4.2	+1.2%	V
		chg_vol=0x21C	-1%	8.4	+1%	V
		chg_vol=0x3C0	-0.8%	12.6	+0.8%	V
		chg_vol=0x564	-0.8%	16.8	+0.8%	V
复充电压	V _{RCHG}			V _{CHG_VOL} *97.3%		V
涓流充电超时	T _{TC_OT}	chg_trk_overtime_set=0x0		0.5		H
		chg_trk_overtime_set=0x1		1		H
		chg_trk_overtime_set=0x2		2		H
		chg_trk_overtime_set=0x3		4		H
恒流充电超时	T _{CC_OT}	chg_cc_overtime_set=0x0		12		H
		chg_cc_overtime_set=0x1		24		H
		chg_cc_overtime_set=0x2		48		H
		chg_cc_overtime_set=0x3		72		H
输入限压门限设置范围	V _{HOLD}	chg_hold=0x00~0xff	4		20	V
输入限压门限	V _{HOLD}	chg_hold=0x06	-2%	4.6	+2%	V
		chg_hold=0x2A	-2%	8.1	+2%	V
		chg_hold=0x46	-2%	11	+2%	V
		chg_hold=0x90	-2%	18.4	+2%	V
放电模式						
VBUS 电压设置范围	V _{BUS_I2C}	I2C 调压模式 dischg_vbus=0x000~0x7ff	3		22	V
VBUS 电压	V _{BUS_I2C}	I2C 调压模式 dischg_vbus=0x0C8	-3%	5	+3%	V
		I2C 调压模式 dischg_vbus=0x2BC	-2%	10	+2%	V
		I2C 调压模式 dischg_vbus=0x6A4	-2%	20	+2%	V
FB 电压	V _{FB}	FB 调压模式		0.5		V

放电模式 IBUS 限流设置范围	I _{CC} _DISCHG_VBUS	dischg_ibus_limit=0x00~0xff	0.5		6.85	A
放电模式 IBUS 限流	I _{CC} _DISCHG_VBUS	dischg_ibus_limit=0x00	0.4	0.5	0.7	A
		dischg_ibus_limit=0x0A	0.9	1	1.25	A
		dischg_ibus_limit=0x32	2.85	3	3.35	A
		dischg_ibus_limit=0x5A	4.8	5	5.4	A
		dischg_ibus_limit=0x78	6.3	6.5	7	A
放电模式 IBAT 限流设置范围	I _{CC} _DISCHG_VBAT	dischg_ibat_limit=0x00~0x77	0.1		12	A
放电模式 IBAT 限流	I _{CC} _DISCHG_VBAT	dischg_ibat_limit=0x04	0.3	0.5	0.7	A
		dischg_ibat_limit=0x13	1.8	2	2.2	A
		dischg_ibat_limit=0x31	4.7	5	5.3	A
		dischg_ibat_limit=0x4A	7.1	7.5	7.9	A
		dischg_ibat_limit=0x63	9.5	10	10.5	A
VBAT 欠压设置范围	V _{BAT} _UVLO	bat_uvlo=0x00~0x77	2.7		13.2	V
VBAT 欠压	V _{BAT} _UVLO	bat_uvlo=0x02	2.7	2.9	3.1	V
		bat_uvlo=0x1F	5.6	5.8	6	V
		bat_uvlo=0x3C	8.5	8.7	8.9	V
		bat_uvlo=0x59	11.4	11.6	11.8	V
VBAT 输入欠压迟滞设置范围	V _{BAT} _UVLO_HYS	bat_uvlo_hys=0x00~0x10	0.4		2	V
VBAT 输入欠压迟滞	V _{BAT} _UVLO_HYS	bat_uvlo_hys=0x00		0.4		V
		bat_uvlo_hys=0x04		0.8		V
		bat_uvlo_hys=0x08		1.2		V
		bat_uvlo_hys=0x0C		1.6		V
上电初始化						
VBUS 上电初始化门限	V _{VBUS} _INIT	INDTB 短接到 VBUS			2.7	V
VBAT 上电初始化门限	V _{VBAT} _INIT				2.7	V
工作电流						
关机电流	I _Q _STANDBY	VBUS=0V、关闭充放电、 关闭负载接入检测 使能低功耗模式		40	80	uA
		VBUS=0V、关闭充放电、 关闭负载接入检测		50	100	uA

		使能低功耗模式				
开机电流	I _{Q_ON}	VBUS=0V、关闭充放电、 关闭负载接入检测 使能低功耗模式		520	900	uA
		VBUS=0V、关闭充放电、 关闭负载接入检测 使能低功耗模式		530	920	uA
输出空载下 VBAT 输入电流	IDISCHG_NOLOAD	VBAT=12V、VBUS=5V、 dischg_en=1、800KHz、 Qg=5.5nC		1.9		mA
		VBAT=12V、VBUS=12V、 dischg_en=1、800KHz、 Qg=5.5nC		2.3		mA
		VBAT=12V、VBUS=20V、 dischg_en=1、800KHz、 Qg=5.5nC		3.4		mA
SWITCHING						
开关频率	F _{sw}	进入充电或放电状态 freq=0x1	150	200	250	kHz
		进入充电或放电状态 freq=0x0	230	300	370	kHz
		进入充电或放电状态 freq=0x2	300	400	500	kHz
		进入充电或放电状态 freq=0x3	650	800	900	kHz
异常保护						
放电模式 VBUS 过压保护	V _{VBUS_DISCHG_OVP}	VBUS rising、I2C 调压模式	V _{DISCHG_VOL*109} .5%	V _{DISCHG_VOL*112} .5%	V _{DISCHG_VOL*11} 5.5%	V
		VBUS falling、I2C 调压模式		V _{DISCHG_VOL*106} %		V
		VBUS rising、FB 调压模式	23.2	24	24.8	V
		VBUS falling、FB 调压模式		22.7		V
放电模式 VBUS 过载保护	V _{VBUS_DISCHG_OLP}	VBUS falling、I2C 调压模式		V _{DISCHG_VOL*80%}		V
		VBUS falling、FB 调压模式		1.76		V

放电模式 VBUS 短路保护	V _{VBUS_DISCHG_SC} P	VBUS falling		1.76		V
放电模式 VBAT 过压保护	V _{VBAT_DISCHG_O} VP	VBAT rising	25.2	26	26.8	V
		VBAT falling		24.6		V
充电模式 VBUS 过压保护	V _{VBUS_CHG_OVP}	VBUS rising	25.2	26	26.8	V
		VBUS falling		24.6		V
充电模式 VBAT 过压保护	V _{VBAT_CHG_OVP}	VBAT rising	V _{CHG_VO} L*102%	V _{CHG_VO} L*104%	V _{CHG_VO} L*106%	V
		VBAT falling		V _{CHG_VO} L*102%		V
放电模式电池高温保护	T _{NTC_DISCHG_H}	放电模式、电池温度上升 dischg_ntc_h=0		50		°C
		放电模式、电池温度上升 dischg_ntc_h=1		55		°C
		放电模式、电池温度上升 dischg_ntc_h=2		60		°C
		放电模式、电池温度上升 dischg_ntc_h=3		65		°C
放电模式电池低温保护	T _{NTC_DISCHG_L}	放电模式、电池温度下降 dischg_ntc_l=0		-10		°C
		放电模式、电池温度下降 dischg_ntc_l=1		-5		°C
		放电模式、电池温度下降 dischg_ntc_l=2		0		°C
		放电模式、电池温度下降 dischg_ntc_l=3		-20		°C
充电模式电池高温保护	T _{NTC_CHG_H}	充电模式、电池温度上升 chg_ntc_h=0		45		°C
		充电模式、电池温度上升 chg_ntc_h=1		40		°C
		充电模式、电池温度上升 chg_ntc_h=2		50		°C
		充电模式、电池温度上升 chg_ntc_h=3		55		°C
充电模式电池低温保护	T _{NTC_CHG_L}	充电模式、电池温度下降 chg_ntc_l=0		0		°C

		充电模式、电池温度下降 chg_ntc_l=1		10		°C
		充电模式、电池温度下降 chg_ntc_l=2		5		°C
		充电模式、电池温度下降 chg_ntc_l=3		-5		°C
NTC 电压检测精度	V _{NTC}	V _{NTC} > 0.5V	-4%		+4%	V
		V _{NTC} ≤ 0.5V	20		20	mV
过热关机门限	T _{DIE_OTP}	芯片温度上升		150		°C
过热关机迟滞	T _{DIE_OTP_HYS}	芯片温度下降		20		°C
自动检测 (BSSET&LSET)						
4 节电池检测门限	V _{BSSET_4S}		1.75		2.5	V
3 节电池检测门限	V _{BSSET_3S}		1.25		1.75	V
2 节电池检测门限	V _{BSSET_2S}		0.75		1.25	V
1 节电池检测门限	V _{BSSET_1S}		0.25		0.75	V
4.7UH 电感检测门限	V _{LSET_4.7UH}		1.75		2.5	V
3.3UH 电感检测门限	V _{LSET_3.3UH}		1.25		1.75	V
2.2UH 电感检测门限	V _{LSET_2.2UH}		0.75		1.25	V
1UH 电感检测门限	V _{LSET_1UH}		0.25		0.75	V
I2C						
I2C 速率	F _{I2C_CLK}			100	400	kHz
I2C 逻辑低门限	V _{IL}				0.75	V
I2C 逻辑高门限	V _{IH}		1.2			V

10. 功能描述

SW7201 是一个高效率的，支持 1-4 节电池的充放电管理，支持 I2C 控制的同步 4 管双向升降压充放电控制器，可以支持高达 100W 的充放电功率。

10.1 上电启动

10.1.1 电池上电启动

在没有外接电源的情况下，电池接入，SW7201 从 VBAT 取电，并开始上电初始化。上电初始化完成后，SW7201 默认工作在低功耗模式，并很快进入关机状态。低功耗模式可以通过寄存器关闭。

10.1.2 VBUS 上电启动

当电池处于死电池状态，INDTB 和 VBUS 短接时，外部电源接入到 VBUS，SW7201 从 VBUS 取电，并开始上电初始化。VBUS 有外部电源在线时，即使 SW7201 处于低功耗模式，也不会进入关机状态。

如果 INDTB 没有和 VBUS 短接，则 SW7201 需要 INDTB 和 VBUS 同时大于 V_{INIT_VBUS} 才能上电启动。

10.2 BUCKBOOST

在不同的 VBUS 和 VBAT 电压下，SW7201 会自动工作在 buck, buckboost, boost 这 3 种模式，三种模式的切换都是无缝进行的，不会在切换的过程中出现 VBUS 或者 VBAT 电压突变的情况。另外 SW7201 包含了 PFM/PWM 两种模式，在轻载下，工作于 PFM 模式；在较大负载下，工作于 PWM 模式。同时，SW7201 支持 1uH、2.2uH、3.3uH 和 4.7uH 这 4 种电感感值，支持 200K、300K、400K 和 800K 这 4 种开关频率，可以根据实际方案的性能需要进行灵活调整。

10.2.1 脉冲频率调制 (PFM)

为了提高轻载时的效率，SW7201 在轻载时将会工作在 PFM 模式。当充电功率和放电功率下降时，实际的开关频率会降低。当电感平均电流达到 PWM 模式设定值时，SW7201 将会退出 PFM 模式，进入 PWM 模式工作。

另外，虽然工作在 PFM 模式下提高了轻载效率，但是输出纹波也会相应增大，对于输出纹波敏感的应用，可以通过寄存器设置强制 PWM 模式，强制 PWM 模式下 SW7201 轻载工作时也不会进入 PFM。

10.2.2 脉冲宽度调制 (PWM)

当工作在 PWM 模式，在一个周期开始时，当误差放大器输出高于斜波电压，将会开启对应半桥高侧的 NMOS，当误差放大器输出低于斜波电压时，将会开启对应半桥低侧的 NMOS。周期结束时，斜波电压复位，准备开始下一个周期。在切换 MOS 导通的过程中，总是遵循先关后开的原则，以免出现高侧和低侧 NMOS 串通的危险情况。在高侧和低侧 NMOS 都关闭的

情况下，电感电流通过高侧或低侧 NMOS 的体二极管续流。

下表为 PWM 工作模式下，Q1-Q4 这 4 个功率 MOS 管的工作状态。

充电状态			
工作模式	Buck	Buckboost	Boost
Q1	Switching	Switching	On
Q2	Switching	Switching	Off
Q3	Off	Switching	Switching
Q4	On	Switching	Switching

放电状态			
工作模式	Buck	Buckboost	Boost
Q1	On	Switching	Switching
Q2	Off	Switching	Switching
Q3	Switching	Switching	Off
Q4	Switching	Switching	On

10.3 充电设置

SW7201 支持 3V-19.2V 范围内的充电目标电压设置，支持 2.5V-13.2V 的涓流充电设置范围，因此可以支持多种不同类型的电池。

同时，SW7201 可设置为 **charger done** 自动停充和持续充电两种模式，支持死电池启动，兼容更多应用的需求。

10.3.1 充电启动

外部电源接入时，可通过以下顺序设置并进入充电状态：

- (1) 设置充电目标电压和 VBUS/VBAT 端恒流充电电流。
- (2) 设置涓流充电门限和涓流充电电流。
- (3) 设置输入限压门限。
- (4) 确保 INDTB 和 VBUS 已短接。
- (5) 使能充电。

10.3.2 涓流充电

电池电压低于涓流充电电压门限时，充电进入涓流充电状态。IBAT 充电电流受涓流充电电流门限控制。

涓流充电门限可通过寄存器 `trickle_vol[6:0]` 设置，可设置范围为 2.5V-13.2V，0.1V/step。`trickle_vol[6:0]=0x00` 时，涓流充电门限为 2.5V。当设置值大于 13.2V 时，涓流充电门限维持在 13.2V。芯片上电时，会通过检测 BSSET pin 的设置结果，自动将涓流充电门限设置为电池节数*2.9V。

涓流充电迟滞可以通过寄存器 `trickle_vol_hys[1:0]` 设置，可设置值为 0.1V/0.2V/0.3V/0.4V。芯片上电时，会通过检测 BSSET pin 的设置结果，自动将涓流充电迟滞设置为电池节数*0.1V。

涓流充电电流可以通过寄存器 `trickle_cur[1:0]` 设置，100mA/200mA/300mA/400mA 可选。

10.3.3 恒流充电模式

电池电压高于涓流充电门限时，充电进入恒流充电状态。IBAT 充电电流受 VBAT 端恒流充电电流门限控制。

恒流充电状态下，VBUS 端充电电流限制和 VBAT 端充电电流限制是同时生效的。设置好充电参数打开充电开关后，充电电流开始软启动，充电电流增大到 VBUS 端充电电流门限或者 VBAT 端充电电流门限后，充电电流都不再增大。

VBUS 恒流充电电流可以通过寄存器 `chg_ibus_limit[6:0]` 设置，可设置范围为 0.5A-6.85A，50mA/step。`chg_ibus_limit[6:0]=0x00` 时，VBUS 恒流充电电流设置为 0.5A。

VBAT 恒流充电电流可以通过寄存器 `chg_ibat_limit[6:0]` 设置，可设置范围为 0.1A-12A，100mA/step。`chg_ibat_limit[6:0]=0x00` 时，VBAT 恒流充电电流设置为 0.1A。当寄存器设置值大于 12A 时，VBAT 恒流充电电流维持在 12A。

10.3.4 恒压充电模式

恒流充电过程中，VBAT 电压持续升高，当 VBAT 电压升高到充电目标电压时，进入恒压充电状态。此时 VBAT 电压维持不变，随着电池电压的继续上升，充电的电流将会逐渐减小。

使能 `charger done` 功能后，当 VBAT 充电电流小于充电截止电流门限后，就会触发 `charger done`，关闭充电。在外部电源一直在线的情况下，如果电池电压逐渐回落到复充门限以下，就会重新打开充电。

如果禁止 `charger done` 功能，那么充电环路会控制 VBAT 电压一直维持在充电目标电压，并一直保持充电，不会再去判断 VBAT 充电电流是否小于充电截止电流门限。

充电目标电压可以通过寄存器 `chg_vol[10:0]` 设置，可设置范围为 3V-19.2V，10mV/step。`chg_vol[10:0]=0x000` 时，充电目标电压设置为 3V。当设置值大于 19.2V 时，充电目标电压维持在 19.2V。芯片上电时，会通过检测 BSSET pin 的设置结果，自动将充电目标电压设置为电池节数*4.2V。

充电截止电流可以通过寄存器 `chg_end_cur[1:0]` 设置，可设置值为 100mA/200mA/300mA/400mA。

复充门限固定为充电目标电压的 97%。

10.4 放电设置

SW7201 支持外部 FB 调压和内部 I2C 调压，可以兼容不同的协议芯片。同时调压步进和限流设置步进均满足 PPS 的标准。

10.4.1 放电启动

需要启动放电功能时，可按照以下步骤设置：

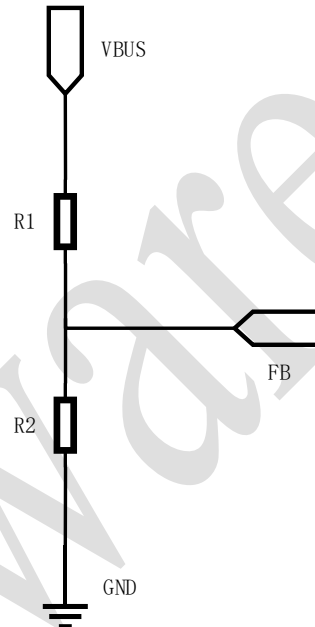
- (1) 设置输出电压。（外部 FB 调压可忽略这一步）
- (2) 设置 VBUS/VBAT 输出限流值。
- (3) 设置电池欠压门限和电池欠压迟滞。
- (4) 使能放电。

10.4.2 FB 调压

外部 FB 调压模式下，FB pin 的电压固定为 0.5V，可以根据需要输出的电压选择合适的分压电阻。需要搭配协议 IC 时，建议 R1 选择 100K。设置好输出限流和电池欠压门限后，打开输出使能就可以打开输出。

FB 模式下，输出电压计算方式如下：

$$VBUS = 0.5 \times \left(1 + \frac{R1}{R2}\right)$$



输出限流和电池欠压门限的设置，详见“10.4.3 I2C 调压”

10.4.3 I2C 调压

内部 I2C 调压模式下，FB pin 处于 floating 状态，无需再接 FB 电阻。设置好输出电压、输出限流和电池欠压门限后，打开输出使能就可以打开输出。

VBUS 输出电压可以通过寄存器 `dischg_vbus[10:0]` 设置，可设置范围是 3V-22V，10mV/step。`dischg_vbus[10:0]=0x000` 时，VBUS 输出电压设置为 3V。当寄存器设置值大于 22V 时，VBUS 输出电压维持 22V 不变。

VBUS 限流可以通过寄存器 `dischg_ibus_limit[6:0]` 设置，可设置范围是 0.5A-6.85A，50mA/step。`dischg_ibus_limit[6:0]=0x00` 时，VBUS 限流设置为 0.5A。

VBAT 限流可以通过寄存器 `dischg_ibat_limit[6:0]` 设置，可设置范围为 0.1A-12A，100mA/step。`dischg_ibat_limit[6:0]=0x00` 时，VBAT 限流设置为 0.1A。当寄存器设置值大于 12A 时，VBAT 限流维持在 12A。

电池欠压门限可以通过寄存器 `bat_uvlo[6:0]` 设置，可设置范围为 2.7V-13.2V，0.1V/step。`bat_uvlo[6:0]=0x00` 时，电池欠压门限设置为 2.5V。当寄存器设置值大于 13.2V 时，电池欠压门限维持在 13.2V。芯片上电时，自动将电池欠压门限设置为 3.0V。

电池欠压迟滞可以通过寄存器 `bat_uvlo_hys[1:0]` 设置，可设置值为 0.4V-2V，0.1V/step。`bat_uvlo_hys[1:0]=0x00` 时，电池欠压迟滞设置为 0.4V。

10.5 异常保护

SW7201 拥有完善的保护措施：芯片过温保护、NTC 温度保护、输出/输入 VBUS 过压保护、VBAT 过压保护、逐周期峰值过流保护、充电 VBUS 欠压保护、放电 VBAT 欠压保护、放电 VBUS 短路保护、放电过流保护、涓流充电超时保护和恒流充电超时保护等，最大程度的保证充放电设备的安全。

10.5.1 芯片过温保护

SW7201 支持芯片过温保护功能，当 SW7201 温度升高到芯片过温保护阈值并持续 16ms 以上，则认为触发芯片过温异常，关闭 buckboost。芯片过温温度共 4 档可设：120°C/130°C/140°C/150°C。芯片过温保护触发后，只要芯片温度降低到过温保护阈值-20°C 并持续 16ms 以上，芯片退出过温保护，buckboost 重新启动。

10.5.2 NTC 过温保护

SW7201 支持 NTC 过温保护功能，可实时监测电池温度，当出现温度异常时，进行保护。NTC Pin 通过放出一定电流到 NTC 电阻，然后采集 NTC 电压来计算当前电池温度。NTC 功能支持 103AT 电阻，在 NTC 电阻阻值较低时，放出 80uA，在 NTC 电阻阻值中等时，放出 40uA，在 NTC 电阻阻值较高时，放出 20uA，以保证足够的检测范围和精度。

充电状态下，当检测到电池温度低于充电低温保护阈值或者高于充电高温保护阈值并持续超过 16ms，则认为触发充电 NTC 过温异常，关闭充电。发生 NTC 过温后，如果电池温度恢复到充电低温保护阈值+5°C 或者充电高温保护阈值-5°C 并持续超过 16ms，则退出 NTC 过温，恢复充电。

放电状态下检测到电池温度低于放电低温保护阈值或者高于放电高温保护阈值并持续 16ms 以上，则认为触发放电 NTC 过温异常，将会关闭放电。发生 NTC 过温后，如果电池温度恢复到放电低温保护阈值+5°C 或者放电高温保护阈值-5°C 并持续 16ms 以上，则退出 NTC 过温，恢复放电。

具体保护门限的可选如下：

- (1) 充电低温保护阈值：10°C、5°C、0°C、-5°C。
- (2) 充电高温保护阈值：40°C、45°C、50°C、55°C。
- (3) 放电低温保护阈值：-20°C、-10°C、-5°C、0°C。
- (4) 放电高温保护阈值：50°C、55°C、60°C、65°C。

如不需要 NTC 保护功能，请将 103AT 更换为 10K 电阻或通过寄存器关闭 NTC 保护功能，通过寄存器关闭 NTC 功能时，需要同时关闭 62368 温度保护功能。

具体温度对应的 NTC 阻值和 NTC 电压如下：

温度/°C	NTC 阻值/k	NTC 电压/V	NTC 电流/uA
-25	86.43	1.728	20
-20	67.77	1.355	20
-15	53.41	1.068	20
-10	42.47	1.698	40
-5	33.9	1.356	40
0	27.28	1.091	40

5	22.05	1.764	80
10	17.96	1.436	80
15	14.69	1.175	80
20	12.09	0.967	80
25	10.00	0.800	80
30	8.313	0.665	80
35	6.940	0.555	80
40	5.827	0.466	80
45	4.911	0.392	80
50	4.160	0.332	80
55	3.536	0.282	80
60	3.020	0.241	80
65	2.588	0.207	80

10.5.3 放电 VBUS 过压保护

SW7201 支持放电 VBUS 过压保护功能，当输出电压超过放电 VBUS 过压保护门限并持续 16mS 以上时，则认为触发放电 VBUS 过压异常，关闭放电。触发放电 VBUS 过压异常后，当输出电压低于放电 VBUS 过压退出门限持续 16mS 以上时，则退出放电 VBUS 过压异常，恢复放电。

当工作在 FB 调压模式时，放电 VBUS 过压保护门限为 24V，放电 VBUS 过压退出门限为 22.74V。

当工作在 I2C 调压模式时，放电 VBUS 过压保护门限为输出电压设置值的 112%，放电 VBUS 过压退出门限为输出电压设置值的 106%。

10.5.4 放电 VBUS 过流保护

SW7201 支持放电 VBUS 过流保护功能，可以在输出端过载的时候关闭输出。当 VBUS 放电电压低于放电 VBUS 过流保护门限并持续 32mS，则认为触发放电 VBUS 过流异常，关闭放电。

当工作在 FB 调压模式时，放电 VBUS 过流保护门限与短路保护门限一致，为 1.76V。

当工作在 I2C 调压模式时，放电 VBUS 过流保护门限为输出电压设置值的 80%。

10.5.5 放电 VBUS 短路保护

SW7201 支持放电 VBUS 短路保护功能，可以在输出端发生短路的时候关闭 buckboost 输出。当 VBUS 输出电压低于输出 VBUS 短路保护门限并持续 4mS 以上，则认为触发放电 VBUS 短路异常，关闭放电。

输出 VBUS 短路保护门限为 1.76V。

10.5.6 放电 VBAT 欠压保护

SW7201 支持放电 VBAT 欠压保护功能，可以在电池低电时关闭输出，停止对外放电。当电池电压低于 VBAT 欠压保护门限并持续超过 32mS，则认为触发放电 VBAT 欠压异常，关闭放电。当电池电压高于 VBAT 欠压保护门限加 VBAT 欠压保护迟滞，并持续超过 64mS，则退出放电 VBAT 欠压异常，恢复放电。

VBAT 欠压保护门限可以由寄存器设置，可选范围为 2.7V~13.2V，0.1V/step，默认值为 3V。VBAT 欠压保护迟滞可设置范围是 0.4V~2V，0.1V/step，默认值为 0.4V。

10.5.7 放电 VBAT 过压保护

SW7201 支持放电 VBAT 过压保护功能，可以在 VBAT 端输入过压时禁止放电。当电池电压高于放电 VBAT 过压保护门限并持续超过 100uS，则认为触发放电 VBAT 过压异常，关闭放电。触发放电 VBAT 过压后，当电池电压低于放电 VBAT 过压恢复门限并持续超过 36mS，则认为退出放电 VBAT 过压异常。

放电 VBAT 过压保护门限为 26V，放电 VBAT 过压恢复门限为 24.63V。

10.5.8 逐周期峰值过流保护

SW7201 支持逐周期峰值过流保护功能，buckboost 工作过程中，如果电感峰值电流超过 12A/14A/16A/18A，将会提前关闭当前模式下的主动管，限制电感峰值电流。

工作在放电 boost 模式时，利用 Q2 的 Vds 检测电感峰值电流并完成逐周期峰值过流保护，要求按照 Q2 的实际内阻来设置 Q2 导通内阻的寄存器，保证实际检测到的电感峰值限流与电感峰值电流设置寄存器设置的值更接近。Q2 导通内阻的寄存器可设置值为 2.5mΩ/5mΩ/7.5mΩ/10mΩ。放电 boost 模式实际的峰值限流值如下。

$$I_{OCP_ACT} = \frac{R_{DSON_Q2_SET}}{R_{DSON_Q2_ACT}} \times I_{OCP_SET}$$

其中 I_{OCP_ACT} 为实际峰值限流值， $R_{DSON_Q2_ACT}$ 为 Q2 实际的导通内阻， $R_{DSON_Q2_SET}$ 为寄存器设置的 Q2 导通内阻， I_{OCP_SET} 为寄存器设置的峰值限流值。

电感峰值电流设置为充放电共用，如果充放电对峰值过流保护门限需求不同，请在放电/充电模式使能前设置好相对应的值。

10.5.9 充电 VBUS 过压保护

SW7201 支持充电 VBUS 过压保护功能，可以在 VBUS 端输入过压时禁止充电。当 VBUS 电压高于充电 VBUS 过压保护门限并持续 100uS，则认为触发充电 VBUS 过压异常，关闭充电。触发充电 VBUS 过压异常后，当 VBUS 电压低于充电 VBUS 过压退出门限并持续 4mS 后，则认为退出充电 VBUS 过压异常，恢复充电。

充电 VBUS 过压保护门限为 26V，充电 VBUS 过压退出门限为 24.63V。

10.5.10 充电 VBUS 限压保护

SW7201 支持充电 VBUS 限压保护功能，当输入电压因为外部电源的负载能力不足而下降到充电 VBUS 限压保护门限时，SW7201 会自动降低充电电流，以保证可以继续充电。

充电 VBUS 限压保护可通过寄存器设置，可设置范围是 4V-20V，0.1V/step。

10.5.11 充电 VBAT 过压保护

SW7201 支持充电 VBAT 过压保护功能，可以在电池电压过高时禁止充电。当电池电压超过充电目标电压的 104% 时并持续超过 16mS，则认为触发了充电 VBAT 过压异常，关闭充电，并且每隔 64mS 打开 16mS 从 VBAT 到 GND 的 20mA 泄放通路。触发了充电 VBAT 过压异常后，当电池电压低于充电目标电压的 102% 并持续超过 16mS 后，认为退出充电 VBAT 过压异常。

充电目标电压的设置请参考“10.3.4 恒压充电模式”。

10.5.12 充电超时保护

SW7201 支持充电超时保护功能，可以在充电超时后禁止充电。充电超时分为涓流充电超时和恒流充电超时，分别有不同的门限可设置：

- (1) 涓流充电超时门限：30min/1h/2h/4h。
- (2) 恒流充电超时门限：12h/24h/48h/72h。

充电超时保护功能可以通过寄存器关闭。

10.6 ADC

SW7201 内置了 12bit 的 ADC，可以采集 VBUS/VBAT/IBUS/IBAT 等数据。具体计算公式如下。

通道	描述	动态范围	计算公式 (N 为 ADC 输出码值)
Vbat	VBAT 电压	0V-30.72V	$V_{bat}=N*7.5mV$
Vbus	VBUS 电压	0V-30.72V	$V_{out}=N*7.5mV$
Ibat_chg	VBAT 端充电电流	0A-20.48A	$I_{bat_chg}=N*5mA$
Ibat_dischg	VBAT 端放电电流	0A-20.48A	$I_{bat_dischg}=N*5mA$
Ibus_chg	VBUS 端充电电流	0A-20.48A	$I_{out_chg}=N*5mA$
Ibus_dischg	VBUS 端放电电流	0A-20.48A	$I_{out_dischg}=N*5mA$
Tdie	片内温度	-100℃~200℃	$T_{diet}=(N-1839)/6.82℃$
Vntc	NTC 电压	-25℃~65℃	参考“10.5.2 NTC 过温保护”

10.7 62368 电池温度保护功能

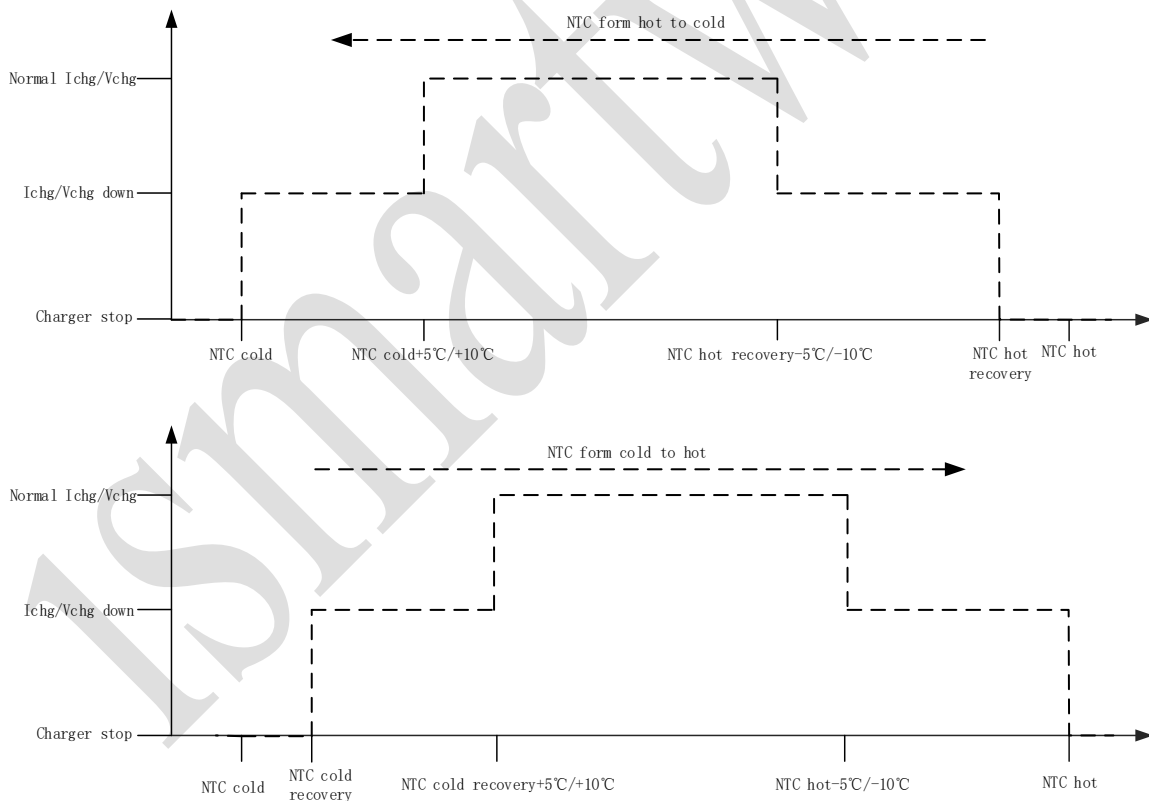
SW7201 集成了 62368 电池温度保护功能，在充电时，可以启动此功能。具体做法如下：

(1) 从常温->低温：当电池温度降低到 charger 低温保护阈值+5°C/+10°C (+5°C/+10°C共 2 档，寄存器可设) 时，充电电流降低到限流设置值的 50%/25% (50%/25%/不降低共 3 档，寄存器可设)，同时充电目标电压降低 0.1V*电池节数 (降低 0.1V/不降低，共两档可设)；当电池温度降低到 charger 低温保护阈值时，charger 关闭；

(2) 从低温->常温：当 NTC 低温关闭 charger 后，电池温度升高到 charger 低温保护阈值+5°C时，恢复充电。但充电电流为限流设置值的 50%/25%，且充电目标电压降低 0.1V；当电池温度升高到 charger 低温恢复阈值+5°C/+10°C时，充电电流和充电目标电压都恢复到设置值；

(3) 从常温->高温：当电池温度升高到 charger 高温保护阈值-5°C/-10°C (-5°C/-10°C共 2 档，寄存器可设) 时，充电目标电压降低 0.1V (降低 0.1V/不降低，共两档可设)；当电池温度升高到 charger 高温保护阈值时，charger 关闭；

(4) 从高温->常温：当 NTC 高温关闭 charger 后，电池温度降低到 charger 高温保护阈值-5°C时，恢复充电，充电目标电压降低 0.1V*电池节数；当电池温度降低到 charger 高温恢复阈值-5°C/-10°C，充电目标电压恢复为设置值；



10.8 IRQ

SW7201 集成了外部中断引脚 IRQ，开漏结构，使用时推荐通过 10K 电阻上拉。当需要监控的事件发生时，IRQ 将拉低并一直保持低电平直到对应事件的标志位清除。

可监控的事件包括适配器输入拔出，负载检测触发和工作异常等，每一个事件均可以通过寄存器单独设置。

10.9 接入检测

SW7201 集成了两路负载接入检测，打开后可以自动识别外部负载接入，简化方案设计。

接入检测功能打开后，对应端口上的电压将建立到检测门限以上，负载接入后会拉低此电压到识别门限以下，从而识别到设备接入。

每一次接入检测触发后，如果想继续识别外部负载接入，都需要先关闭该接入检测后再重新打开才能生效。

10.10 通路管驱动

SW7201 集成了 3 路 NMOS 通路管驱动，每个通路 MOS 驱动均可独立打开和关闭，无需再增加任何外部电路，简化设计。

10.11 I2C

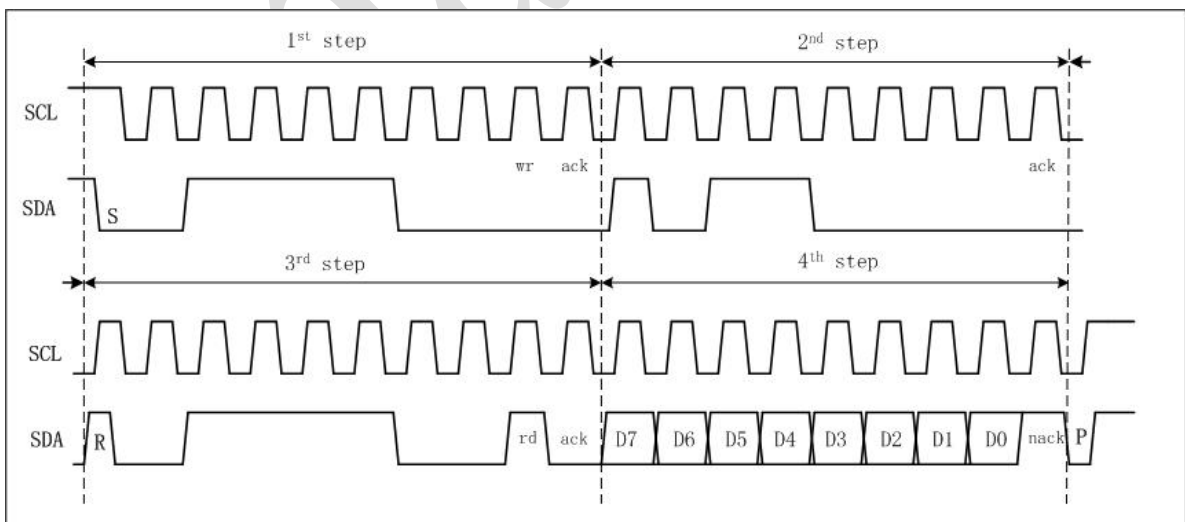
SW7201 支持 I2C 接口，支持 100K-400K 通信速率。Master 可通过 I2C 接口读取芯片的状态信息。且 SW7201 共支持 4 个不同的 I2C 地址设置，分别为 0x3C/0x38/0x1C/0x18。

I2C 不支持连续读写。

读操作：

Slave address : 0x3C (读 0x79, 写 0x78)

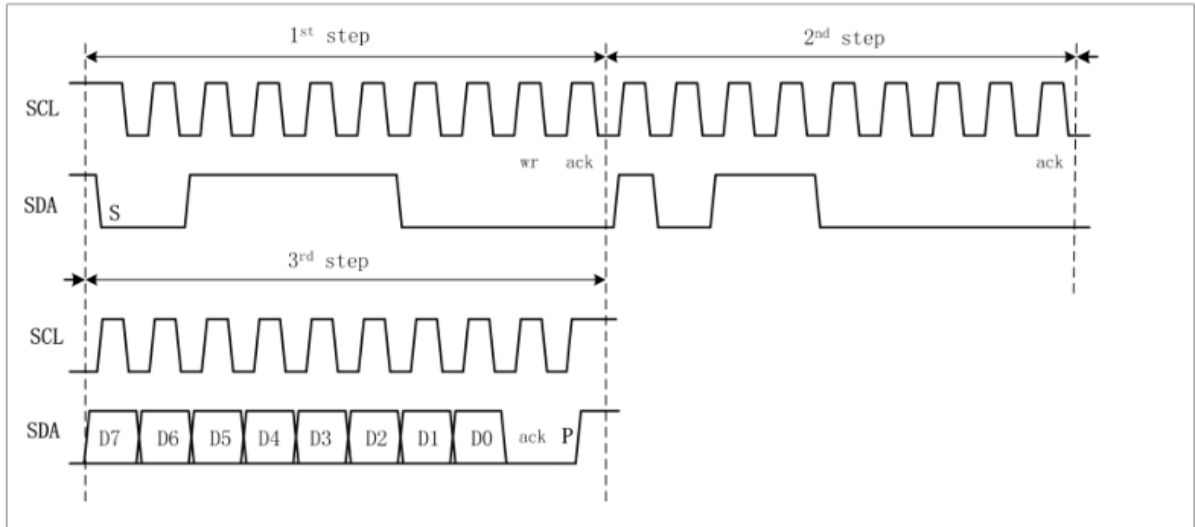
Register address: 0xB0



写操作：

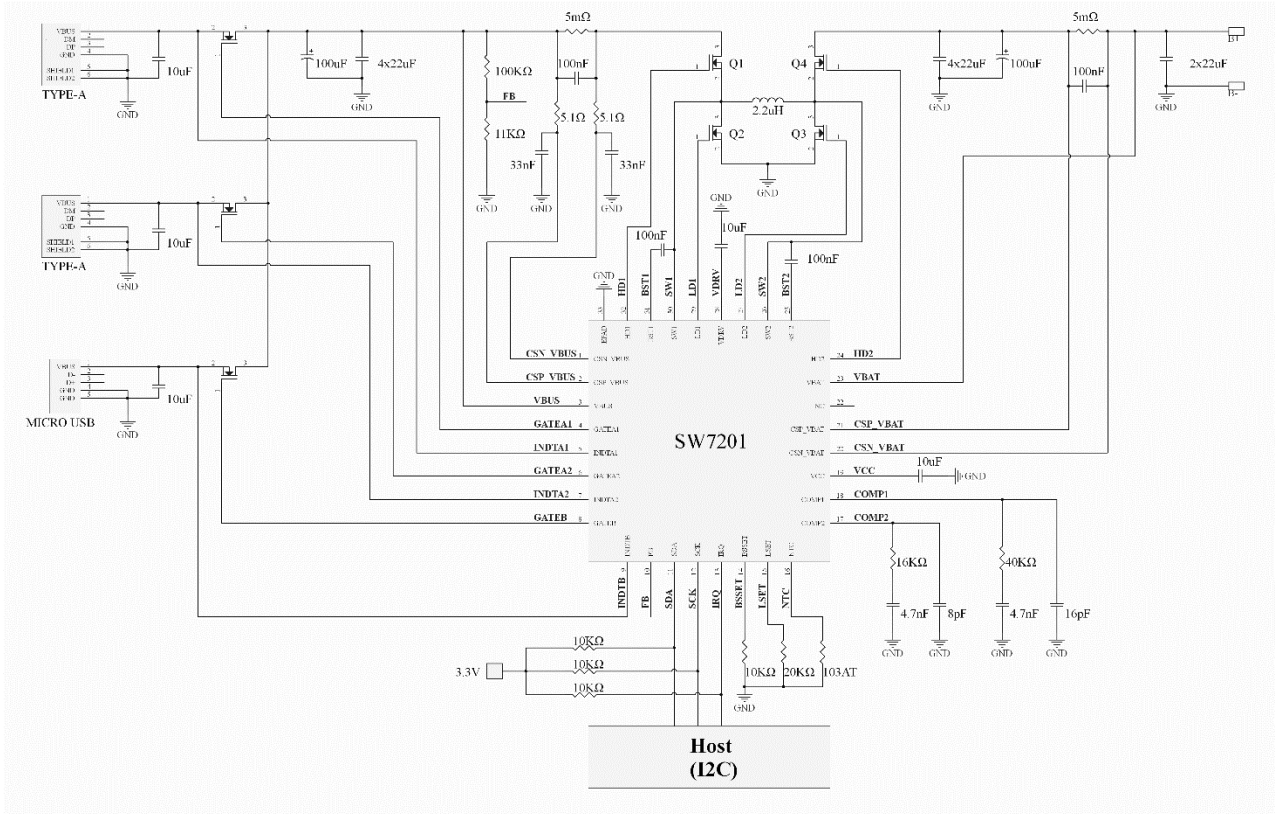
Slave address : 0x3C (读 0x79, 写 0x78)

Register address: 0xB0



11. 应用参考

11.1 典型应用图



11.2 参数配置

11.2.1 电池节数配置

BSET 对地接不同的电阻用于配置电池节数，具体电阻设置请参考下表。

BSET 对地电阻	电池节数
10K	1
20K	2
30K	3
43K	4

11.2.2 电感值选择

LSET 对地接不同的电阻用于配置电感，开关频率选用 800K 时，可选用 1uH 或 2.2uH 电感，CSP_VBAT 和 VBUS 端的固态电容推荐使用 100uF。开关频率选用 200K/300K/400K 时，

推荐选用 3.3uH 或 4.7uH 电感并将 CSP_VBAT 和 VBUS 端的固态电容增大到 220uF。

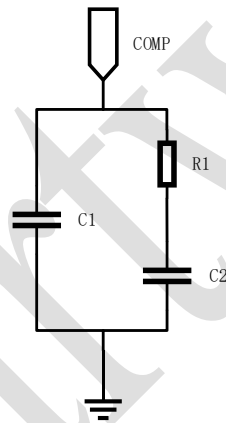
LSET 具体电阻设置请参考下表。

LSET 对地电阻	对应电感值
10K	1uH
20K	2.2 uH
30K	3.3 uH
43K	4.7 uH

11.2.3 COMP 补偿 RC 参数选择

COMP1 和 COMP2 引脚根据不同电感选择不同的电阻电容参数，其中 COMP1 为 CV 环路补偿引脚，COMP2 为 CC 环路补偿引脚。

COMP 补偿电路：



COMP1 具体设置：

电感值	R1	C1	C2
1uH	60K	16pF	4.7nF
2.2 uH	40K	16pF	4.7nF
3.3 uH	30K	16pF	4.7nF
4.7 uH	20K	16pF	4.7nF

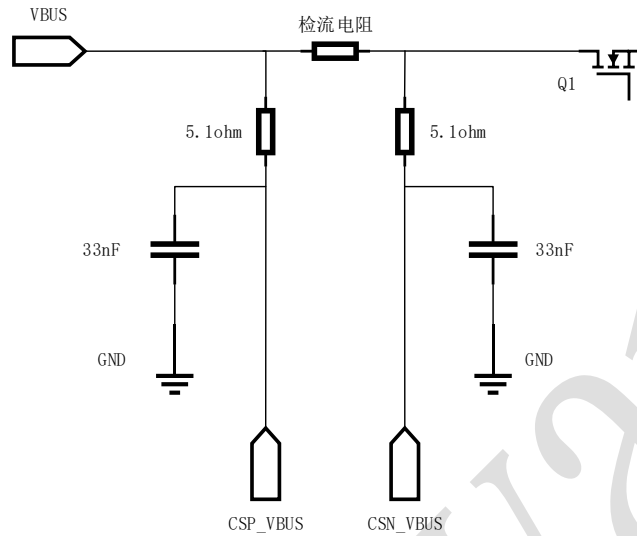
COMP2 具体设置：

电感值	R1	C1	C2
1uH	8K	8pF	4.7nF
2.2 uH	16K	8pF	4.7nF
3.3 uH	24K	8pF	4.7nF
4.7 uH	32K	8pF	4.7nF

11.2.4 VBUS 检流低通滤波器参数选择

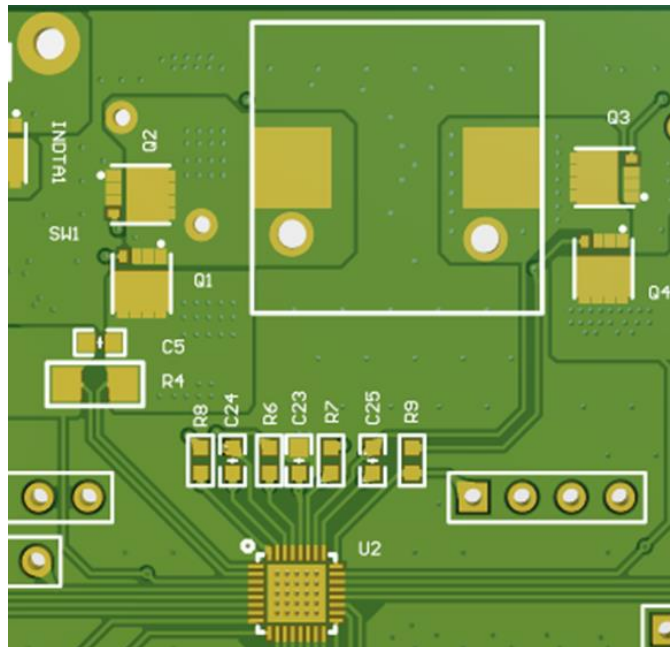
SW7201 基于平均电流模式设计，通过 VBUS 检流电阻监控电感电流，而 PCB 上存在寄生

电感导致 CSN_VBUS-CSP_VBUS 上产生高频噪声，从而影响检流。当低通滤波器的时间常数在 47nS 到 200nS 之间时，可以很好的滤除高频噪声，并且不会对检流信号产生太大的延迟，保证工作稳定。推荐在 CSN_VBUS 与 CSP_VBUS 上加入下图所示的滤波电路。

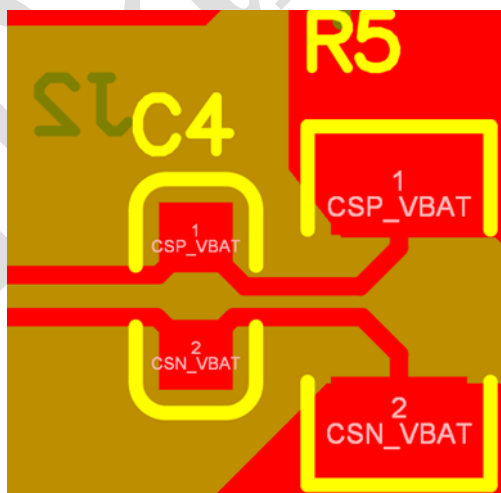


12. PCB 布局参考

1. 功率 MOS 管和电感为主要发热器件，适当远离，加强散热；建议 Q1~Q4 功率 MOS 管摆放在芯片的同一侧。



2. 电流采样的引线须采用开尔文接法，从电阻焊盘向里拉出，单独引线 CSP_VBAT、CSN_VBAT 引脚，中间不要引线到其他地方，同样 VBUS 端采样电阻通过电阻直接引线到 CSP_VBUS、CSN_VBUS 引脚，线宽为 8mil 或 10mil 即可；与采样电阻并联的 0.1uF 电容靠近采样电阻摆放。

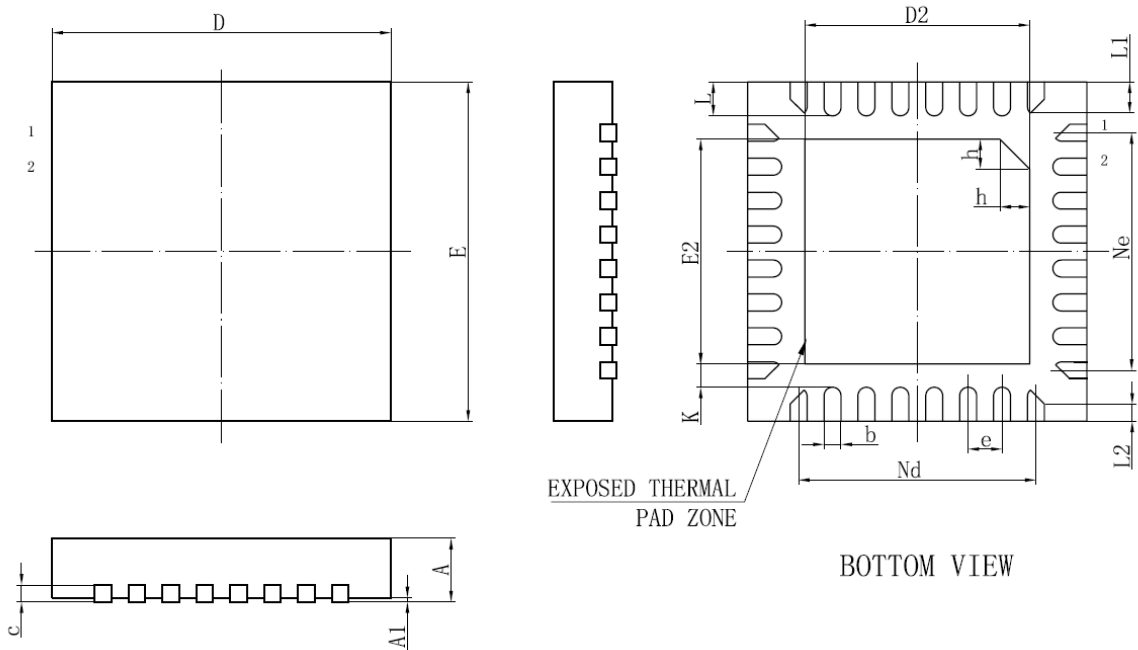


3. 一般信号走线（不走大电流）建议线宽 0.2mm（8mil）或 0.25mm（10mil），芯片 HD1、LD1、SW1、HD2、LD2、SW2 引脚到功率元件至少保持 0.25mm（10mil）以上的宽度。
4. 由于电感处信号翻转频率较高，容易影响其他信号线，所以电感底部尽量不走线。
5. VCC/VDRV 电容、COMP1、COMP2 的补偿网络靠近 IC 引脚摆放。
6. 输入电容尽可能靠近功率 MOS 管电源和接地连接，路径尽可能短；

7. FB 的反馈电阻需要靠近 FB 管脚摆放并且需要避开噪声源。
8. VBUS、SW1、SW2、B+、GND 走线尽量宽，最好铺铜，宽度不小于 80mil；SW 的走线要尽可能短，尽量不要换层，大电流网络走线换层时至少 12 个过孔，尽量多打过孔，但要同时考虑底层地的完整性，方便散热。
9. 过孔的数量根据换层时过电流大小、散热 PAD 的大小而定。VBUS、SW1、SW2、B+、GND 换层时推荐打 12 个以上过孔；其他空余空间建议多打过孔，加强底层与顶层的连接，帮助散热。

13. 机械尺寸

13.1 封装图



13.2 封装尺寸

Symbol	Dimension in Millimeters		
	MIN	NOM	MAX
A	0.70	0.75	0.80
A1	0	0.02	0.05
b	0.15	0.20	0.25
c	0.18	0.20	0.23
D	3.90	4.00	4.10
D2	2.60	2.65	2.70
e	0.40BSC		
Ne	2.80BSC		
Nd	2.80BSC		
E	3.90	4.00	4.10
E2	2.60	2.65	2.70
L	0.35	0.40	0.45
L1	0.30	0.35	0.40
L2	0.15	0.20	0.25
h	0.30	0.35	0.40

14. 版本历史

V1.0 初始版本；

V1.1 电气特性部分补充电气参数范围，新增功能框图；

责任及版权申明

珠海智融科技股份有限公司（以下简称“智融科技”）可能随时对所提供的产品、服务及本文件作出修改或更新，且不另行通知。客户应在下订单前获取最新的相关信息，并确认这些信息是否完整且是最新的。

本文件所含信息仅为您提供便利，智融科技不对这些信息作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或保证，包括但不限于产品的用途、特性、使用情况、适销性等方面。智融科技对这些信息及不合理使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。

智融科技对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用智融科技的产品和应用自行负责。客户应提供充分的设计与操作安全验证，且保证在将智融产品集成到任何应用程序中时不会侵犯第三方知识产权，如发生侵权行为智融科技对此概不承担任何责任。

在转售智融科技产品时，如果对该产品参数及其陈述相比存在差异或虚假成分，则会自动丧失智融科技相关产品的所有明示或暗示授权，且对此不正当的、欺诈性商业行为，智融科技保留采取一切合法方式维权。智融科技对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。

本文件仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制，否则智融科技有权追究其法律责任。智融科技对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制如涉及第三方的信息应当服从额外的限制条件。