

5V/3.1A 单芯片 Type-C 移动电源解决方案

1. 概述

SW6008 是一款高集成度的 Type-C 移动电源专用多合一芯片,支持 A+B+C+L 或 A+A+B+C 四口,其集成了 3A 高效率开关充电, 3.1A 高效同步升压输出, 电量计量, 数码管/LED 灯显示以及相应的控制管理逻辑。外围只需少量的器件, 即可组成完整的高性能 Type-C 移动电源解决方案。

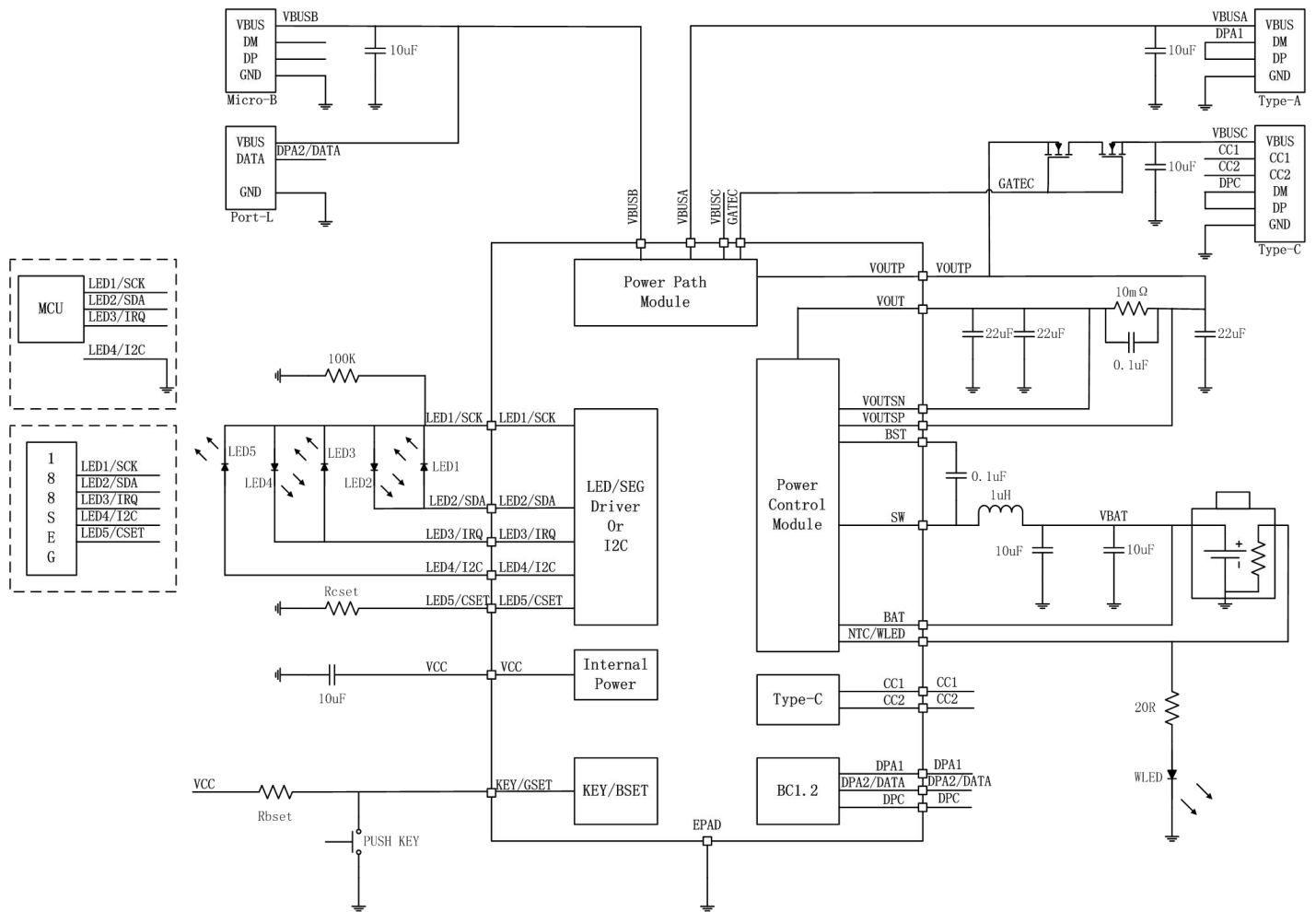
2. 应用领域

- 移动电源
- 其它电池供电设备

3. 规格

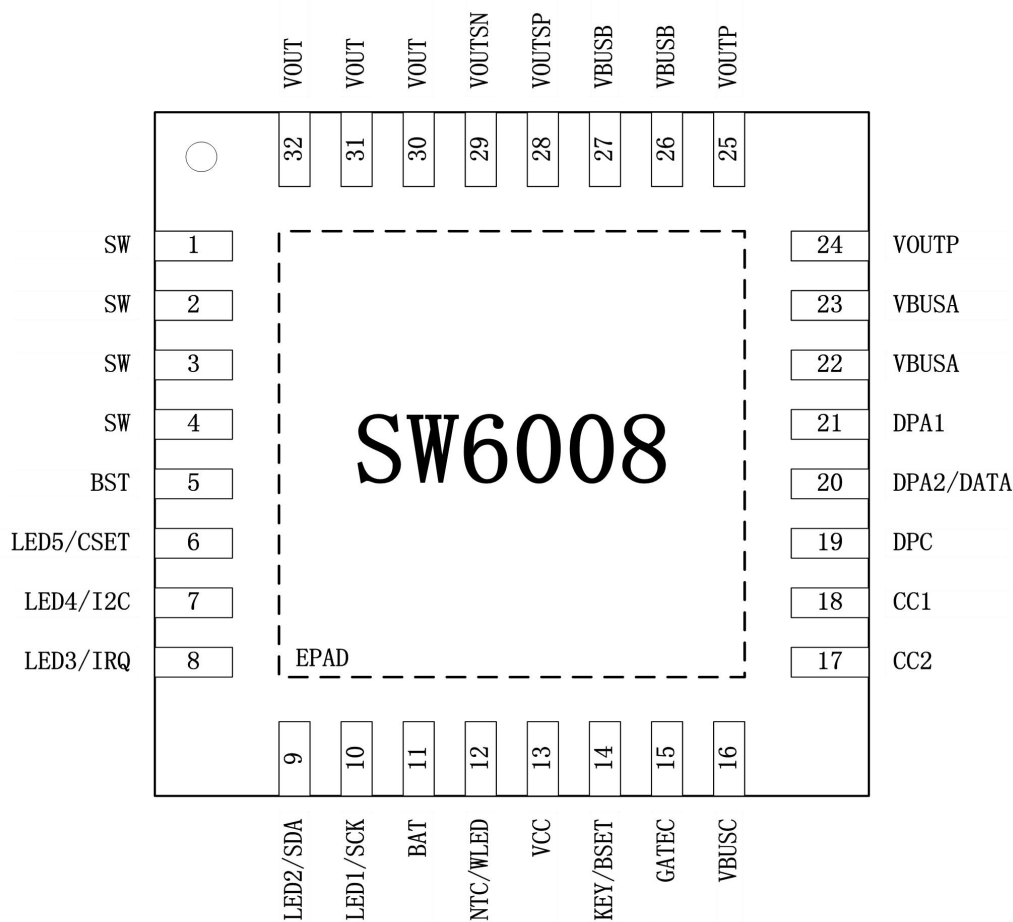
- **开关充电**
 - 输入电流高达 3A, 效率高达 96%
 - 支持 4.2/4.35/4.4/4.5V 电池类型
 - 支持 JEITA 规范
 - 支持温度环控制
- **同步升压**
 - 输出电流高达 3.1A, 效率高达 95%
 - 自动负载检测/轻载检测
 - 支持小电流模式
- **Type-C 接口**
 - 内置 USB Type-C 接口逻辑
 - 支持 Try.SRC 功能
- **BC1.2 模块**
 - 支持 BC1.2 DCP 模式
 - 支持苹果/三星模式
- **Lightning 解密**
 - 内置 Lightning 解密功能
- **电量计量及显示**
 - 内置 12bit ADC
 - 内置库仑计精确电量
 - 支持 188 数码管显示
 - 支持 3-5 个 LED 灯显示
- **照明驱动**
 - 内置照明 LED 驱动
- **按键**
 - 支持机械按键
- **保护机制**
 - 输入过压保护
 - 输出过流/短路保护
 - 充电超时/过压保护
 - 温度保护
- **I2C 接口**
- **QFN-32(4x4mm) 封装**

4. 功能框图



5. 引脚定义及功能描述

5.1 引脚定义



5.2 引脚描述

Pin	Name	Function Description
1, 2, 3, 4	SW	开关节点。
5	BST	上 N 管驱动 Bootstrap 引脚。
6	LED5/CSET	数码管显示接口 5, 及电池容量设置。
7	LED4/I2C	LED 灯或数码管显示接口 4, 及 I2C 设置信号。
8	LED3/IRQ	LED 灯或数码管显示接口 3, 可复用为中断信号。
9	LED2/SDA	LED 灯或数码管显示接口 2, 可复用为 I2C 数据信号。
10	LED1/SCK	LED 灯或数码管显示接口 1, 可复用为 I2C 时钟信号。
11	BAT	电池电压检测引脚。
12	NTC/WLED	电池温度检测及照明输出。
13	VCC	内部工作电源。
14	KEY/BSET	机械按键输入及电池目标电压设置。
15	GATEC	Type-C 口通路控制。

16	VBUSC	Type-C 口输入输出电压检测引脚。
17	CC2	Type-C 配置通道 2。
18	CC1	Type-C 配置通道 1。
19	DPC	Type-C 口 DP 引脚。
20	DPA2/DATA	Type-A2 口 DP 引脚，可复用为 Lightning 口 DATA 引脚。
21	DPA1	Type-A1 口 DP 引脚。
22, 23	VBUSA	Type-A 口输出引脚。
24, 25	VOUTP	输入输出公共引脚。
26, 27	VBUSB	Micro-B 口输入引脚。
28	VOUTSP	输入输出电流检测正端。
29	VOUTSN	输入输出电流检测负端。
30, 31, 32	VOUT	充电电路输入，升压电路输出引脚。
	EPAD	散热 PAD，接地。

6. 极限参数

Parameters	Symbol	MIN	MAX	UNIT
输入电压	VBUSB	-0.3	16	V
输出电压	VOUT/VOUTSP/VOUTSN/ VOUTP/VBUSA	-0.3	7	V
输入输出电压	VBUSC	-0.3	16	V
SW 管脚电压	SW	-0.3	12	V
BST 管脚电压	BST-SW	-0.3	6	V
通路控制电压	GATEC	-0.3	21	V
其它管脚电压		-0.3	6	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。

7. 推荐参数

Parameters	Symbol	MIN	Typical	MAX	UNIT
输入电压	VBUSB/VBUSC	4.5		5.5	V
电池电压	BAT	2.8		4.5	V

8. 电气特性

($V_{IN} = 5V$, $V_{BAT} = 3.7V$, $T_A = 25^\circ C$, 除特别说明。)

Parameters	Symbol	Test Conditions	MIN	TYP	MAX	UNIT
供电电源						
VBUSB/VBUSC 输入电源	$V_{BUSB/C}$	$V_{BUSB/VBUSC}$	4		5.5	V
VBUSB/VBUSC 输入欠压门限	V_{BUSB/C_UVLO}	VBUSB/VBUSC 输入电压下降	4.0	4.125	4.25	V
VBUSB/VBUSC 输入欠压门限迟滞	V_{BUSB/C_UVLO_HYS}	VBUSB/VBUSC 输入电压上升	150	275	400	mV
VBUSB/VBUSC 输入过压门限	V_{BUSB/C_OVP}	VBUSB/VBUSC 输入电压上升	5.5	5.6	5.7	V
VBUSB/VBUSC 输入过压门限迟滞	V_{BUSB/C_OVP_HYS}	VBUSB/VBUSC 输入电压下降	200	300	400	mV
VCC 输出电压	V_{CC}	Boost 或 $V_{BUSB/VBUSC}$ 接入	4.5	5	5.35	V
		关机		V_{BAT}		V
VCC 输出电流	I_{CC}	Boost 或 $V_{BUSB/VBUSC}$ 接入	40	60	80	mA
		关机	40	60	80	mA
功率管内阻						
NMOS 上管	R_{DSON_H}		12	14	17	m Ω
NMOS 下管	R_{DSON_L}		10	12	15	m Ω
NMOS 上管峰值限流	I_{PEAK_H}	充电模式	6	7	9	A
NMOS 下管峰值限流	I_{PEAK_L}	升压模式	7	8	10	A
充电模式						
涓流截止电压	V_{TC}		2.9	3	3.1	V
涓流充电电流 (电池端电流)	I_{TC}	$V_{BAT} < 1.5V$	40	70	100	mA
		$1.5V < V_{BAT} < 3V$	200	300	400	mA
恒流充电电流	I_{CC}	$V_{BUSB} = 5V$	1.8	2	2.1	A
		$V_{BUSC} = 5V$	2.7	3	3.2	A
截止充电电流	I_{END}		200	230	260	mA
充电目标电压	V_{BAT_FULL}		4.16	4.2	4.24	V
复充电电压	V_{BAT_RECH}		4.05	4.1	4.15	V
开关频率	F_{CHG}		450	500	550	KHz

涓流充电超时	t _{TC_OT}		30	40	50	Min
恒流恒压充电超时	t _{CC_OT}		30	33	36	Hour
恒温温度值	T _{REGU_CHG}		100	115	130	°C
限压环门限	V _{HOLD}		4.4	4.5	4.6	V
升压模式						
V _{BAT} 输入电压	V _{BAT}		2.9		4.5	V
V _{BAT} 输入欠压门限	V _{BAT_UVLO}	V _{BAT} 输入电压下降	2.8	2.9	3.0	V
V _{BAT} 输入欠压门限迟滞	V _{BAT_UVLO_HYS}	V _{BAT} 输入电压上升	400	500	600	mV
V _{OUT} 输出电压	V _{OUT}	V _{OUT} =5V, I _{OUT} =0A	5.05	5.15	5.25	V
满载输出电流	I _{OUT}	V _{OUT} =5V	3.0		3.4	A
轻载电流检测门限值	I _{LIGHT_LOAD}		40	60	80	mA
轻载检测关机时间	t _{LIGHT_LOAD}		28	32	40	S
静态电流	I _Q	V _{BAT} =3.7V	25	32	40	uA
线损补偿	V _{OUT_WDC}	0A<I _{OUT} <1A		0		mV
		1A<I _{OUT} <2A	30	50	70	mV
		I _{OUT} >2A	70	100	130	mV
开关频率	F _{BST}		450	500	550	KHz
热控制环路门限值	T _{REGU_BST}		100	115	130	°C
Type-C 接口						
CC 管脚输出电流	I _{CC_SOURCE}	Power Level=3.0A	310	330	350	uA
CC 管脚端接电阻	R _D		4.9	5.1	5.3	kΩ
BC1.2						
DP/DM 电压	DP	Apple 2.4A Mode	2.55	2.7	2.85	V
	DM	Apple 2.4A Mode	2.55	2.7	2.85	V
LED 电量指示						
数码管驱动电流	I _{SEG}		6	10	14	mA
电量指示 LED 驱动电流	I _{LED}		2	4	6	mA
LED 闪烁频率	f _{LED}		0.8	1	1.2	Hz
LED 照明						
WLED 电阻	R _{WLED}		10	20	30	Ω
KEY						
短按键	T _{SHORT}		24	32	500	mS

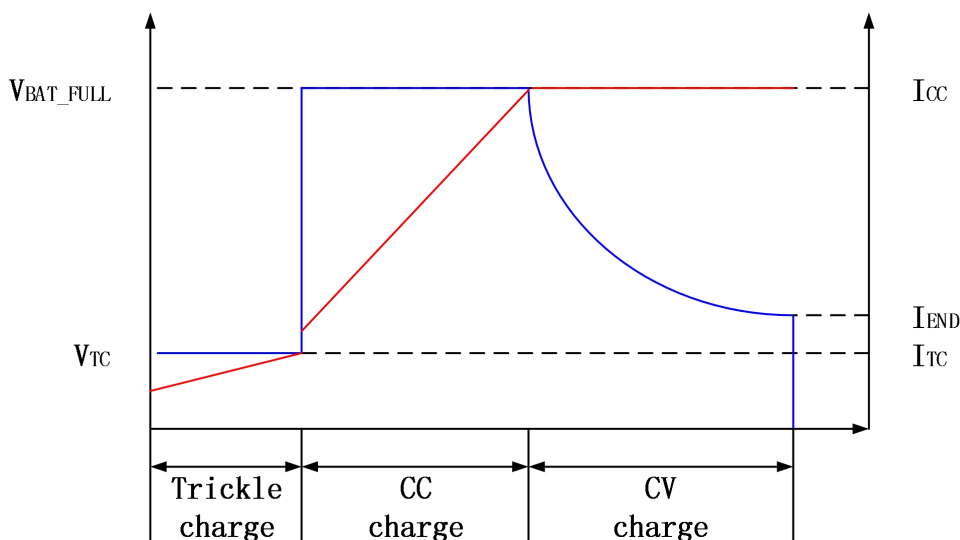
长按键	T_{LONG}		1.5	2	3	S
双击	T_{DOUBLE}	发生两次短按键的最长时间	1.2	1.5	1.8	S
I2C						
速率	f_{CLK}			100	400	Kbit/S
热关机保护						
过热关机门限	T_{SHDT}	温度上升	135	150	165	°C
过热关机迟滞	T_{SHDT_HYS}	温度下降	55	70	85	°C

9. 功能描述

9.1 充电模式

SW6008 集成了最高效率高达 96% 的开关充电模块，其支持 4.2V/4.35V/4.4V/4.5V 等多种电池类型，开关频率 500KHz，可以使用小体积的 1uH 电感。

充电流程分为如下三个过程：涪流模式、恒流模式、恒压模式。当电池电压低于 3V 时，充电模块处于涪流模式，充电电流为涪流充电电流；当电池电压大于 3V 时，充电模块进入恒流模式，此时按照设定的目标电流全速充电；当电池电压上升到充电目标电压（比如 4.2V）时，充电模块进入恒压模式，此时电流逐渐减小，而电池端电压保持不变；当充电电流减小到充电截止电流，充电结束。充满后如果电池电压降低到比目标电压低 0.1V，则自动重新开始充电。



电池类型可通过 KEY/BSET Pin 设置。对 VCC 上拉 10K Ω 电阻时，设置 4.2V 电池；对 VCC 上拉 15K Ω 电阻时，设置 4.35V 电池；对 VCC 上拉 5.6K Ω 电阻时，设置 4.4V 电池；对 VCC 上拉 3K Ω 电阻时，设置 4.5V 电池。

恒流充电电流为输入端的恒流电流，对于 Lightning 口及 Micro-B 口，充电电流设置为 2A；对于 Type-C 口，充电电流设置为 3A。

充电模块支持 NTC 保护及 JEITA 规范，NTC 温度保护模块会一直监测电池温度，典型情况下，使其在 0~50℃ 的正常温度范围内充电，当处于温度异常时，减小充电电流、降低充电目标电压或者关闭充电。典型的应用使用 103AT NTC 电阻，当温度低于 5℃ 时，充电电流减小一半，如果温度继续下降低于 0℃，则关闭充电，温度上升到 5℃ 后自动重新充电，充电电流减少一半，温度继续上升到 10℃ 时，恢复正常充电电流。当温度高于 45℃ 时，充电目标电压降低 0.1V，如果温度继续升高高于 50℃，则关闭充电，温度下降到 45℃ 后自动重新充电，充电目标电压降低 0.1V，温度继续下降到 40℃ 时，恢复正常充电目标电压。JEITA 规范可根据需要使能或禁止。

充电模块还包含一个温度控制环，当芯片温度超过 115℃ 时，充电电流开始下降，如果继续过温超过 150℃，则芯片进入过温关机模式。

充电模块还包含一个超时机制，当恒流充电时间超过 33 小时或是涓流充电超过 40 分钟时，充电停止，插拔适配器可解除此状态。

9.2 升压模式

SW6008 集成了 3.1A 的升压模块，开关频率 500KHz，最高效率可达 95%。升压模块包含了 PSM/PWM 两种模式，在轻载下，工作于 PSM 模式；在较大负载下，工作于 PWM 模式。当负载接入时，系统自动侦测并启动升压模块；当负载移出后，系统监测到超过一定时间后，关闭升压输出。

升压模块支持 NTC 保护，NTC 保护模块会一直监测电池温度，使其在 -20~60℃ 的正常温度范围内放电，当处于温度异常时，停止放电。典型的应用使用 103AT NTC 电阻，当温度高于 60℃ 时，停止放电；当温度低于 -20℃ 时，也停止放电。停止放电后，即使温度退出到正常温度，芯片也不会自动开机，而需要检测到负载插入或是短按键动作发生。

升压模块还包含一个温度控制环，当芯片温度超过 115℃ 时，输出电压开始下降；如果继续过温超过 150℃，则芯片进入过温关机模式。进入过温关机模式后，即使温度降低到过温门限以下，芯片也不会自动开机，而需要检测到负载插入或是短按键动作发生。

升压模块包含了输入欠压/输出过压/输出过载/输出短路等保护。

9.3 通路控制

SW6008 支持 Type-A+Micro-B+Type-C+Lightning 四口，Type-A 及 Type-C 口支持 BC1.2，Lightning 口支持线缆解密。其中 DPA2/DATA 也可设置为扩展 A 口的 BC1.2 功能，这样可以支持 Type-A1+Type-A2+Micro-B+Type-C 四口。

短按键及负载接入可打开 Type-A 口对外放电，轻载检测将关闭 Type-A/Type-C 输出口，轻载电流约 60mA；DFP 接入可打开 Type-C 口进行充电，UFP 接入将打开 Type-C 口对外放电，另外 Type-C 口支持轻载检测，在 UFP 设备轻载时，也将关闭 Type-C 口，进入低功耗模式；适配器接入可打开 Micro-B/Lightning 口进行充电。

SW6008 支持边充边放。边充边放时，输入口电源在为电池充电时，也同时向输出口进行放电，此时输出口的轻载检测功能将关闭。边充边放功能可根据需求禁止。

SW6008 支持 Type-A/Type-C 口同时对外放电。

9.4 小电流模式

SW6008 支持小电流模式。在 I2C 模式下，小电流模式通过寄存器设置。在数码管或 LED 显示模式下，小电流模式通过 Pin 设置。

小电流模式下，可对蓝牙耳机、手环等小电流设备充电。设置为小电流模式后，通过长按进入或退出小电流模式。进入小电流模式后，电量显示也会变化，提示处于小电流模式。在小电流模式下，在 2 小时内不进行轻载检测，双击关机时也可退出小电流模式。小电流模式通过 LED2/SDA Pin 设置，对地接 100K 电阻时，设置为小电流模式；否则为非小电流模式。

9.5 Type-C 接口

SW6008 集成了 Type-C 接口控制器，不但支持输入输出双向，还支持 try.SRC 角色。当适配器连接时，芯片自动开机并进行充电；当适配器拔除，自动停止充电。当用电设备接入时，升压模块打开工作，如果用电设备拔除，则自动关闭升压模块。

当用电设备连接，且升压功能开启时，SW6008 将会在 CC 引脚上广播 3A 电流能力。如果 Micro-B/Lightning 接入，也会在 CC 上广播 3A 电流能力。

9.6 BC1.2 功能

SW6008 包含了 USB 智能自适应功能模块，其不仅支持 BC1.2 功能，以及中国手机充电器标准，还能很好的兼容苹果的大电流输出识别：

Apple 2.4A mode: DP=2.7V, DM=2.7V;

Samsung 2A mode: DP=1.2V, DM=1.2V;

9.7 Lightning 口解密

SW6008 支持 Lightning 口解密功能。DPA2/DATA Pin 可配置成扩展 Type-A 口的 BC1.2 功能或 Lightning 口的解密功能。在 I2C 模式下，DPA2/DATA Pin 功能通过寄存器设置。在数码管或 LED 显示模式下，DPA2/DATA Pin 功能通过 LED1/SCK Pin 设置，对地接 100K 电阻时，设置为解密功能；否则为扩展 Type-A 口的 BC1.2 功能。

9.8 电量计量

SW6008 集成高精度电量计量系统，内置库仑计，可精确获取电池电量。

电量计支持电池容量自学习功能，一次完整的充电过程即可学习当前电池容量。

电池初始容量可通过 LED5/CSET Pin 的对地电阻设置。初始容量 Cset 与电阻 Rcset 的关系为：

$$Rset=(Cset+2000)*5/3$$

其中 Cset 单位为 mAh, Rset 单位为 Ω 。

电量计的恒流充电时间参数可配置。在 I2C 模式下, 此参数通过寄存器设置。在数码管或 LED 显示模式下, 此参数通过 LED3/IRQ Pin 设置, 可通过 LED3/IRQ Pin 是否对地接 100K 电阻进行设置。

9.9 ADC

SW6008 内部集成了 12 bit ADC, 可采集 VOUT 电压/IOUT 电流/电池电压/NTC 电压/芯片温度。具体来说:

ADC 通路	范围	Step
VOUT 电压	0~16.384V	4mV
IOUT 电流	0~6.4A	25/16mA
电池电压	0~4.915V	1.2mV
NTC 电压	0~4.505V	1.1mV
芯片温度	-100~200°C	1/6.82°C

9.10 NTC 功能

SW6008 集成 NTC 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, 在低电阻阻值时, 放出 80uA, 以保证检测精度; 在高电阻阻值时, 放出 40uA/20uA, 以保证检测范围。默认放出 80uA 电流, 在 NTC 电压高于 1.764V 时, 切换到 40uA; 放出 40uA 时, 在 NTC 电压低于 0.718V 时, 切换到 80uA; 放出 40uA 时, 在 NTC 电压高于 1.7V 时, 切换到 20uA; 放出 20uA 时, 在 NTC 电压低于 0.678V 时, 切换到 40uA。

使用典型的 103AT 电阻, 放电时, 保护门限及对应 NTC 参数如下:

门限描述	NTC 温度/°C	NTC 电压/V	NTC 电流/uA
放电 NTC 低温保护	-20	1.355	20
放电 NTC 高温保护	60	0.242	80

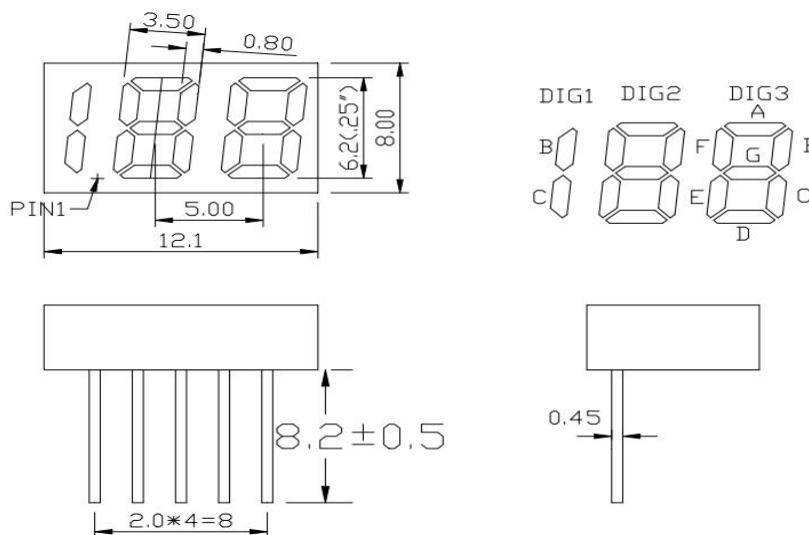
充电时，保护门限及对应 NTC 参数如下：

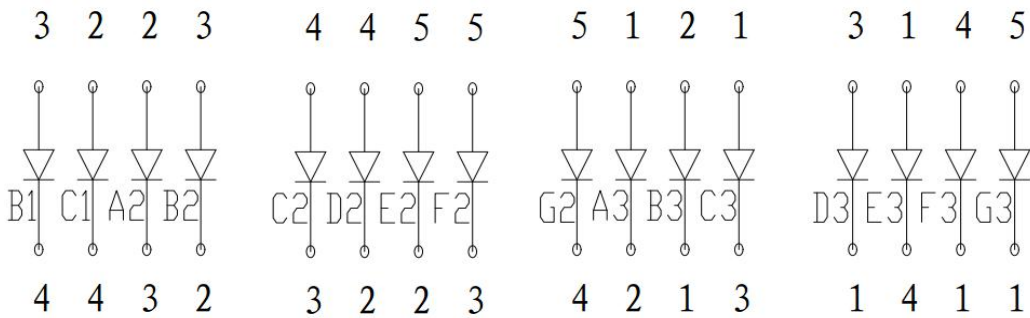
门限描述	NTC 温度/°C	NTC 电压/V	NTC 电流/uA
充电 NTC 低温保护	0	1.091	40
充电 NTC JEITA 低温降电流	5	1.764/0.882	80/40
充电 NTCJEITA 低温恢复电流	10	1.437/0.718	80/40
充电 NTC JEITA 高温恢复电压	40	0.466	80
充电 NTC JEITA 高温降电压	45	0.393	80
充电 NTC 高温保护	50	0.333	80

在实际的应用中可通过串/并联电阻的方式改变温度范围。如果不需要 NTC 保护功能，将 NTC Pin 悬空。

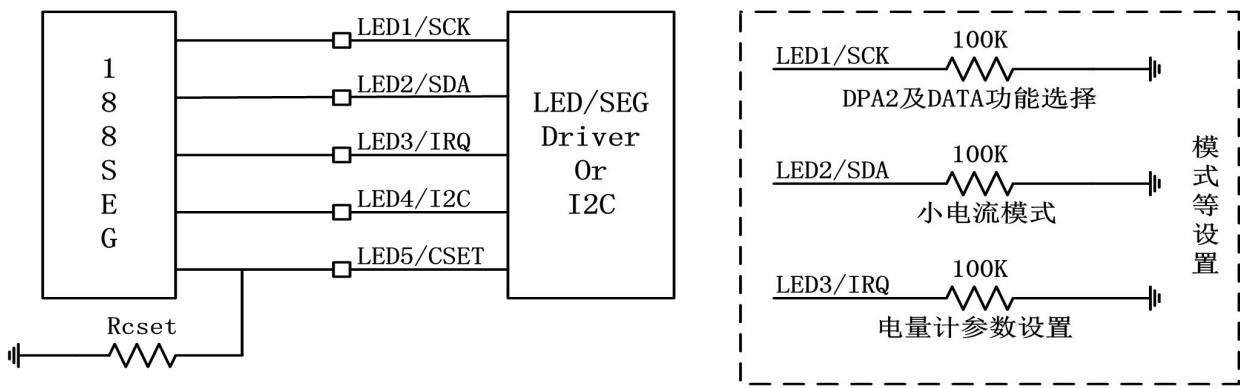
9.11 数码管显示

SW6008 支持数码管显示。数码管驱动支持 188 数码管，型号 YF2252S-5，内部连接方式为：





数码管驱动连接方式如下：



放电时，数码管常亮显示当前电量；当电量低于 5%时，数码管以 1Hz 闪烁提示电量不足；在低电状态下，数码管显示 0%闪烁 5 次后系统关机。

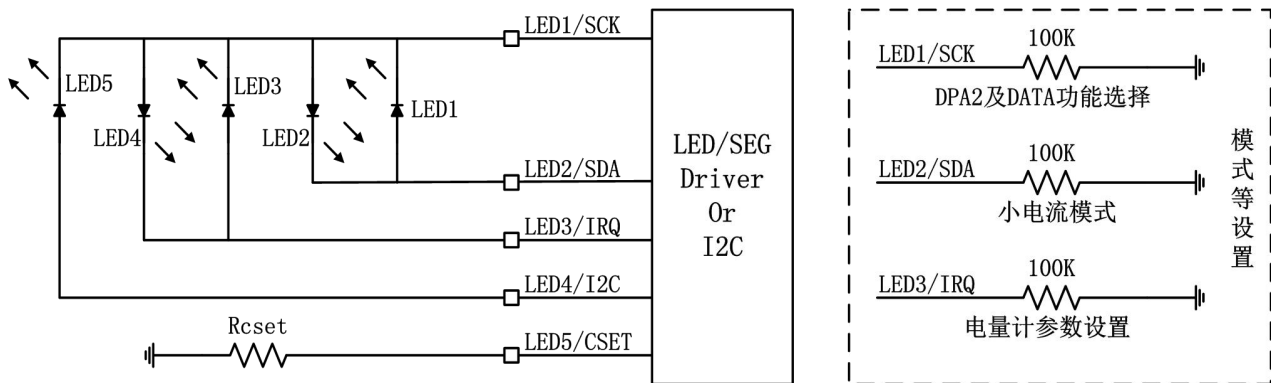
充电时，数码管个位闪烁显示当前电量。

异常时，如输出过流、输出短路、输入过压、芯片过温、NTC 保护等，数码管全闪 5 次提示异常后系统关机。

9.12 LED 灯显示

SW6008 支持 LED 灯显示。LED 灯驱动支持 3~5 个灯，可自动识别 LED 灯个数。

5 灯状态下其连接方式如下：



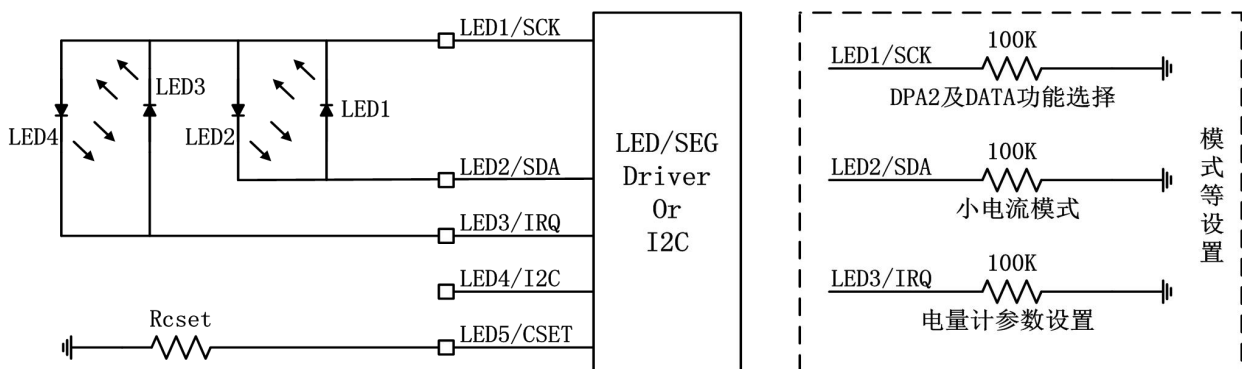
5 灯放电状态下 LED 指示表:

Capacity	LED1	LED2	LED3	LED4	LED5
80~100%	On	On	On	On	On
60~80%	On	On	On	On	Off
40~60%	On	On	On	Off	Off
20~40%	On	On	Off	Off	Off
5~20%	On	Off	Off	Off	Off
1~5%	Flicker	Off	Off	Off	Off
0%	Off	Off	Off	Off	Off

5 灯充电状态下 LED 指示表:

Capacity	LED1	LED2	LED3	LED4	LED5
100%	On	On	On	On	On
80~99%	On	On	On	On	Flicker
60~80%	On	On	On	Flicker	Off
40~60%	On	On	Flicker	Off	Off
20~40%	On	Flicker	Off	Off	Off
0~20%	Flicker	Off	Off	Off	Off

4 灯状态下的连接方式:



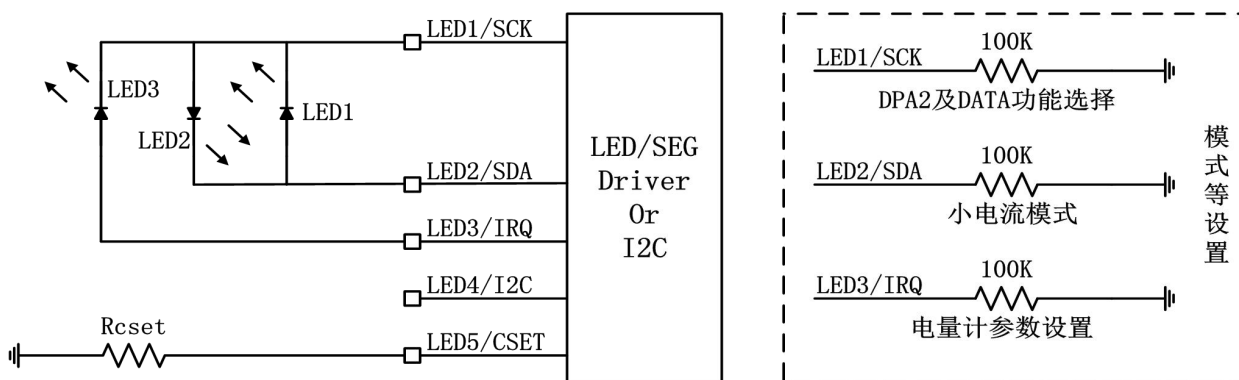
4 灯放电状态下电池电量指示表:

Capacity	LED1	LED2	LED3	LED4
75~100%	On	On	On	On
50~75%	On	On	On	Off
25~50%	On	On	Off	Off
5~25%	On	Off	Off	Off
1~5%	Flicker	Off	Off	Off
0%	Off	Off	Off	Off

4 灯充电状态下电池电量指示表:

Capacity	LED1	LED2	LED3	LED4
100%	On	On	On	On
75~99%	On	On	On	Flicker
50~75%	On	On	Flicker	Off
25~50%	On	Flicker	Off	Off
0~25%	Flicker	Off	Off	Off

3 灯状态下的连接方式:



3 灯放电状态下的指示表:

Capacity	LED1	LED2	LED3
66~100%	On	On	On
33~66%	On	On	Off
5~33%	On	Off	Off
1~5%	Flicker	Off	Off
0%	Off	Off	Off

3 灯充电状态下的指示表:

Capacity	LED1	LED2	LED3
100%	On	On	On
66~99%	On	On	Flicker
33~66%	On	Flicker	Off
0~33%	Flicker	Off	Off

在低电状态下，LED1 闪烁 5 次后系统关机。

异常时，如输出过流、输出短路、输入过压、芯片过温、NTC 保护等，全部 LED 全闪 5 次提示异常后系统关机。

9.13 照明驱动

SW6008 内部集成照明 LED 驱动，通过长按按键打开和关闭。

9.14 按键

SW6008 支持机械按键，内部弱拉高，支持短按、长按及双击。

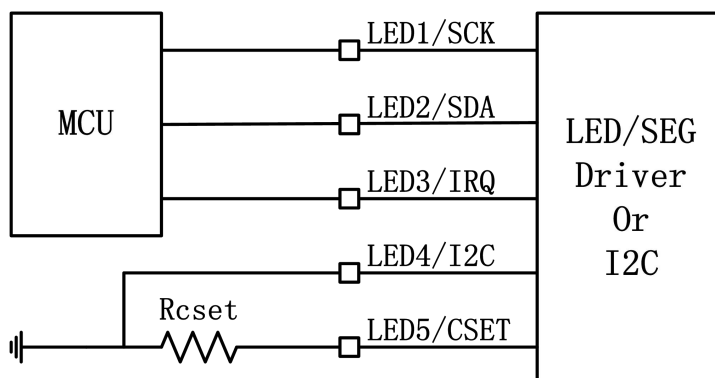
短按动作时，打开 Type-A 口以及轻载的 Type-C 输出口对外放电及电量显示。

长按动作时，打开或关闭照明驱动；在小电流模式时，进入或退出小电流模式，不控制照明驱动的开关。

双击动作时，关闭 Type-A 口及 Type-C 输出口、电量显示；如果有外部电源存在，则只关闭输出口。

9.15 I2C 接口

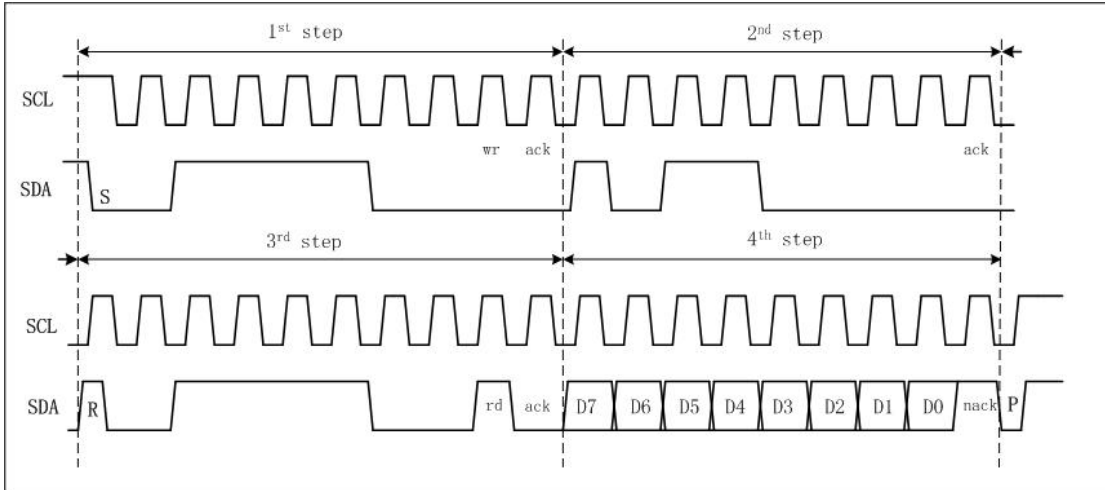
SW6008 支持 I2C 接口，支持 100K/400K 通信速率。Master 可通过 I2C 接口读取芯片的状态信息。I2C 接口与电量显示模块复用，当设置为 I2C 接口时，将 LED4/I2C 接地。在 I2C 模式下，小电流模式通过寄存器设置。



读操作:

Slave address : 0x3C

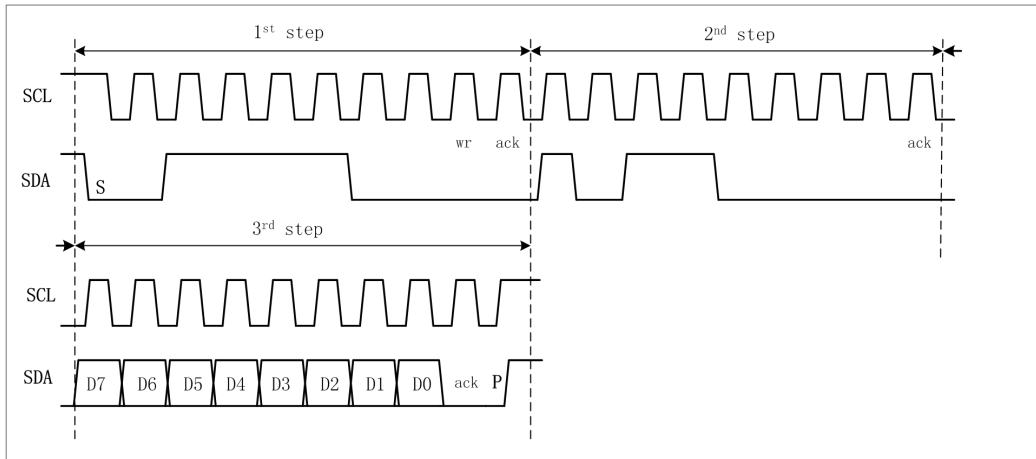
Register address: 0xB0



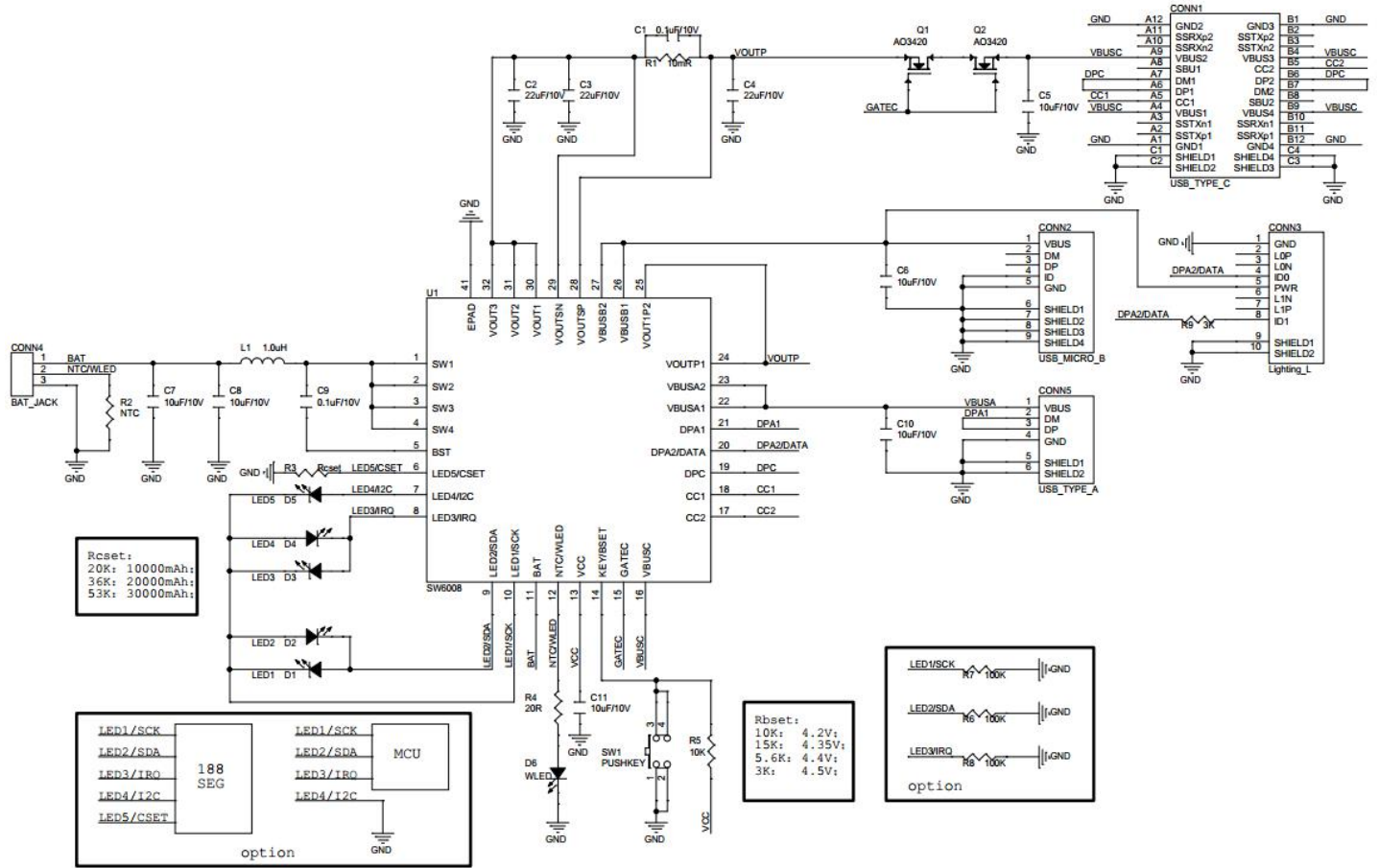
写操作:

Slave address : 0x3C

Register address: 0xB0

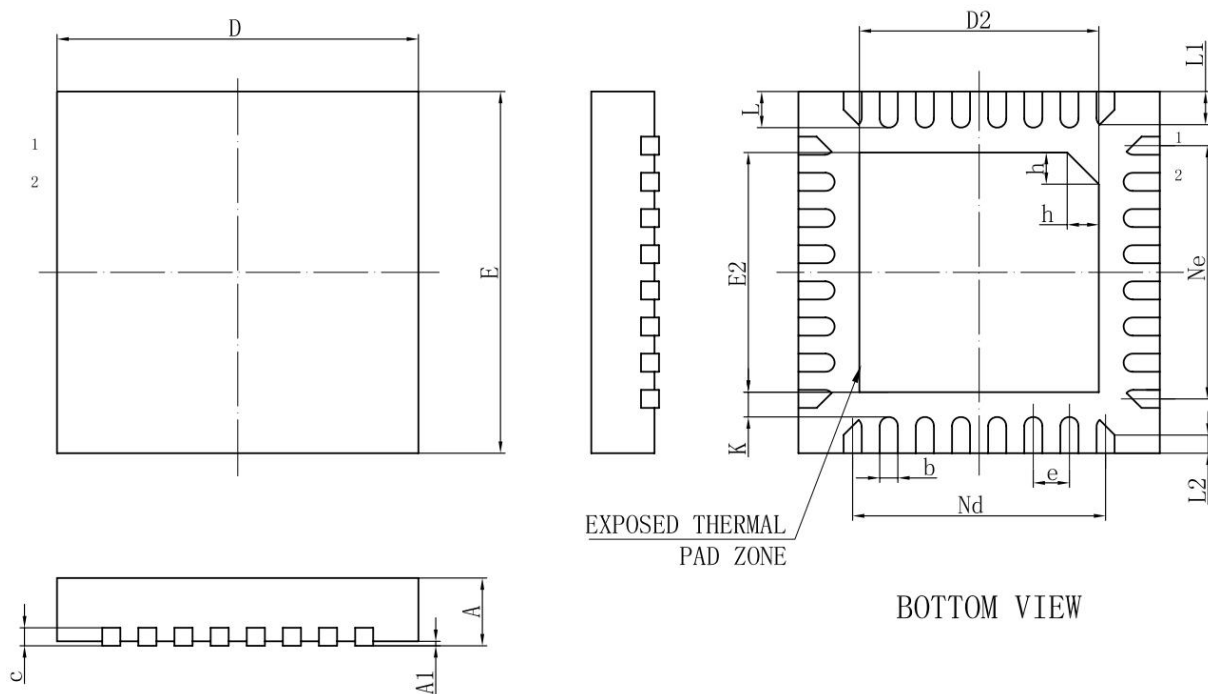


10. 典型应用电路图



11. 机械尺寸

11.1 封装图



11.2 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	0.25
D	3.90	4.00	4.10
D2	2.60	2.65	2.70
e	0.40BSC		
Nd	2.80BSC		
E	3.90	4.00	4.10
E2	2.60	2.65	2.70
Ne	2.80BSC		
K	0.20	-	-
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

12. 版本历史

V1.0 初始版本;