

产品介绍

LS6821 是一颗弱光能量收集 IC，可以收集室内光或者太阳光，收集的能量储存到储能元件里，以满足系统日常的使用，同时监控光伏电池和储能元件的状况。LS6821 内部有一个可编程的硬件复位看门狗芯片和丰富的可编程的查找表和延迟单元的资源可以满足系统各种定制化功能需求，超低功耗实现了弱能量环境的可持续工作。

特性

- 工作电压: $V_{SI} \geq 1.5V$
- 冷启动条件: $V_{SI} \geq 2V$, $I_{SI} > 10\mu A$
- 200nA（典型值）完全运行的静态电流
- 最高可达 90%以上的能量转换效率
- 支持 $10\mu A \sim 10mA$ 的输入电流
- 可编程的电池欠压、过压保护
- 支持可编程的最大功率点跟踪（MPPT），先进的两段最大功率点跟踪（AMPPT）和固定可编程最大功率点跟踪（FMPPT）
- 支持自动仓储模式
- 支持 USB 充电，以及唤醒仓储模式
- 可编程的复位看门狗
- 可编程的查找表
- 可编程的 delay
- 工作温度范围: $-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$
- RoHS Compliant/Halogen-Free
- 封装:
 - ◆ SOP16 Package
 - ◆ QFN-20L: $3*3*0.55mm$, 0.4mm pitch

应用

- 电子价签
- 遥控器
- 独立式烟感市场
- 电子姓名牌
- 老人、儿童定位器

目录

产品介绍	1
特性	1
应用	1
1. 功能框图	4
2. 应用示意图	5
3. 输出双电源的切换	7
4. 功能描述	8
4.1 Cold Start (冷启动)对 VINT 充电的上电过程	8
4.2 Shipping Mode (运输模式)的工作模式	8
4.3 CCCV Charge (恒流恒压充电)	8
5. 引脚定义	9
5.1 QFN-20L 的引脚配置	9
5.1.1 QFN-20L 的引脚配置示意图	9
5.1.2 引脚功能描述	9
5.2 SOP16 的引脚配置	10
5.2.1 SOP16 的引脚配置示意图	10
5.2.2 引脚功能描述	10
6. 基本电气指标	11
6.1 极限指标	11
6.2 建议工作环境目标	11
6.3 静电放电额定值	11
6.4 电气特性	12
7. 芯片工作状态	14
7.1 Start Up from PV CELL	14
7.2 Shutdown	15
7.3 Start Up from 5V_Charge	16
8. 封装信息	17
8.1 QFN-20L	17
8.2 SOP16	18
9. 订购信息	19
9.1 QFN-20L 订购信息	19
9.1.1 载带和卷盘规格	19
9.1.2 载带图与尺寸	19
9.2 SOP16 订购信息	20
9.2.1 载带和卷盘规格	20
9.2.2 载带图与尺寸	20
10. Recommended Reflow Soldering Profile	21
10.1 Recommended Land Pattern	21
10.1.1 QFN-20L	21
10.1.2 SOP16	22

11. 修订历史	23
----------------	----

1. 功能框图

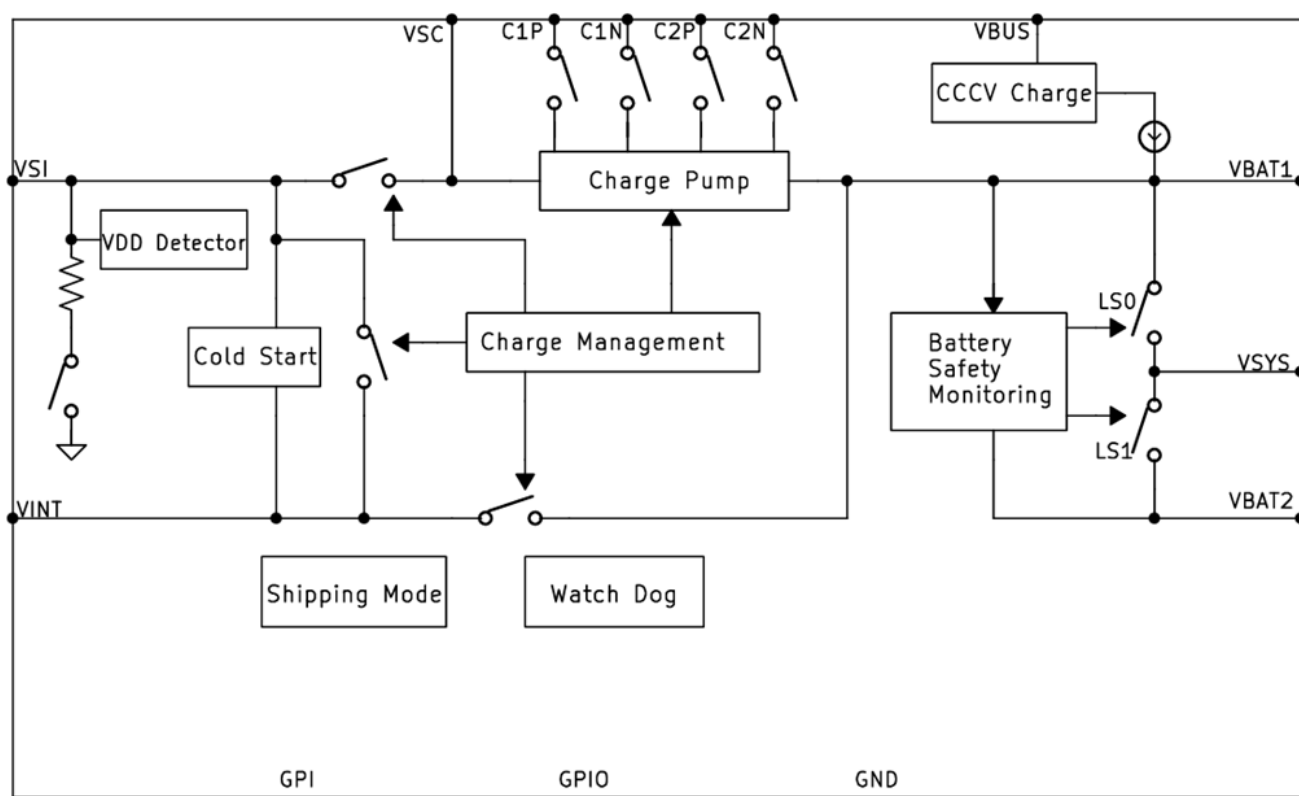


图 1: LS6821 功能框图

2. 应用示意图

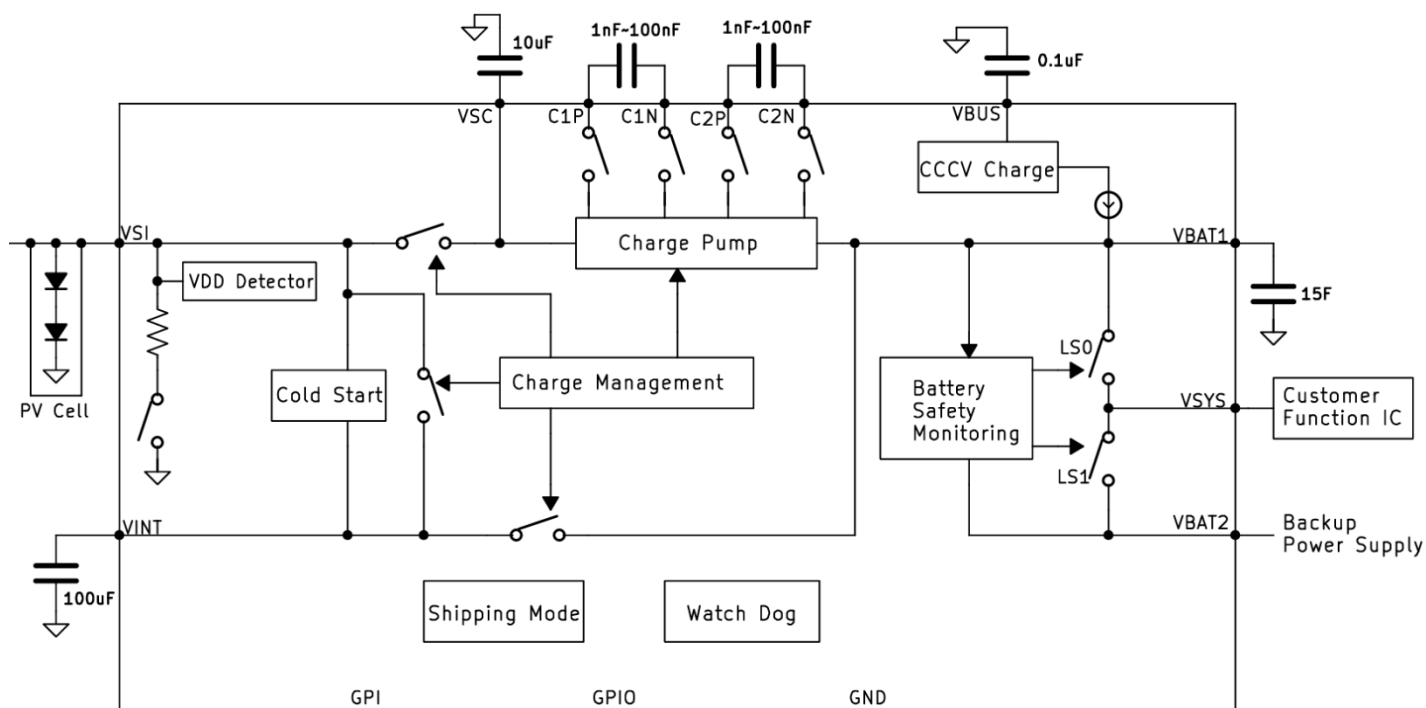


图 2：带备用电源的双电源系统应用示意图（最大电流 $\leq 100\text{mA}$ ）

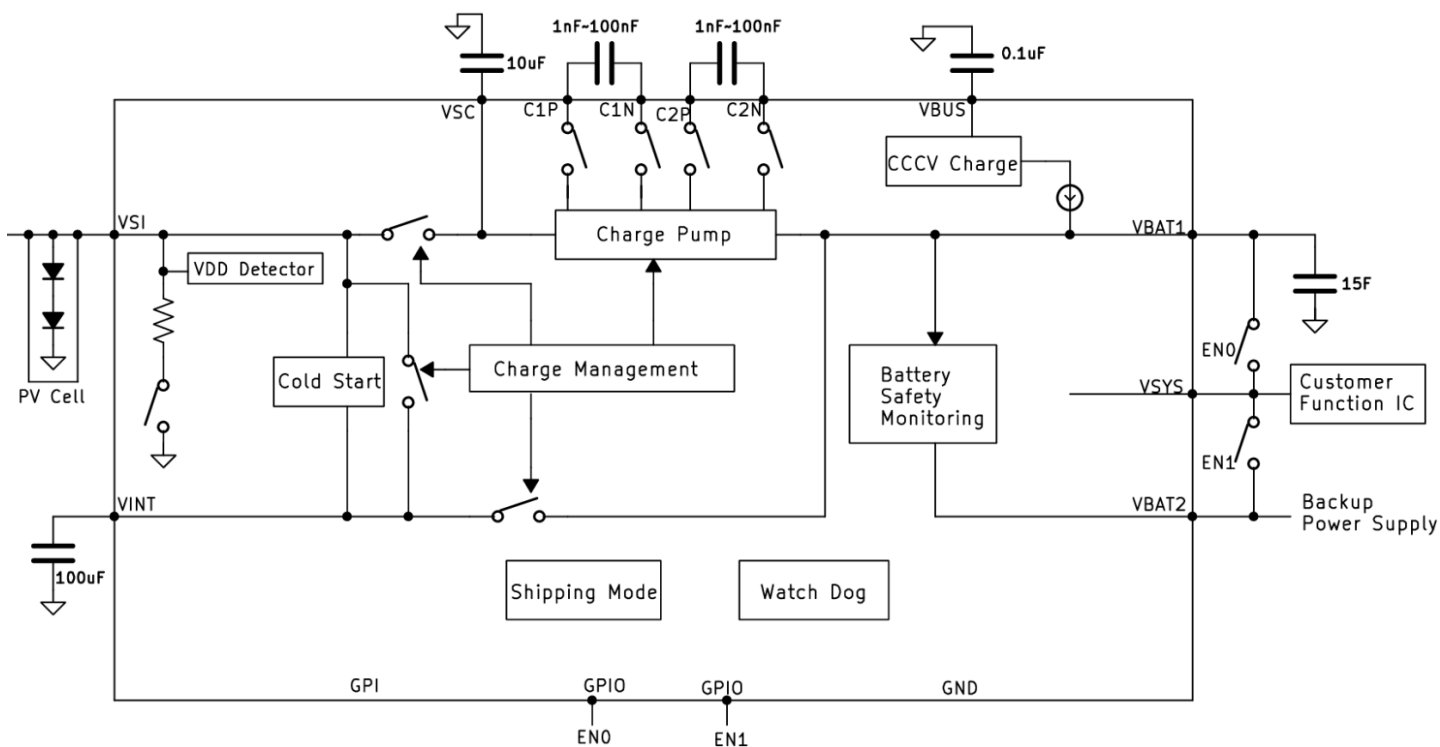
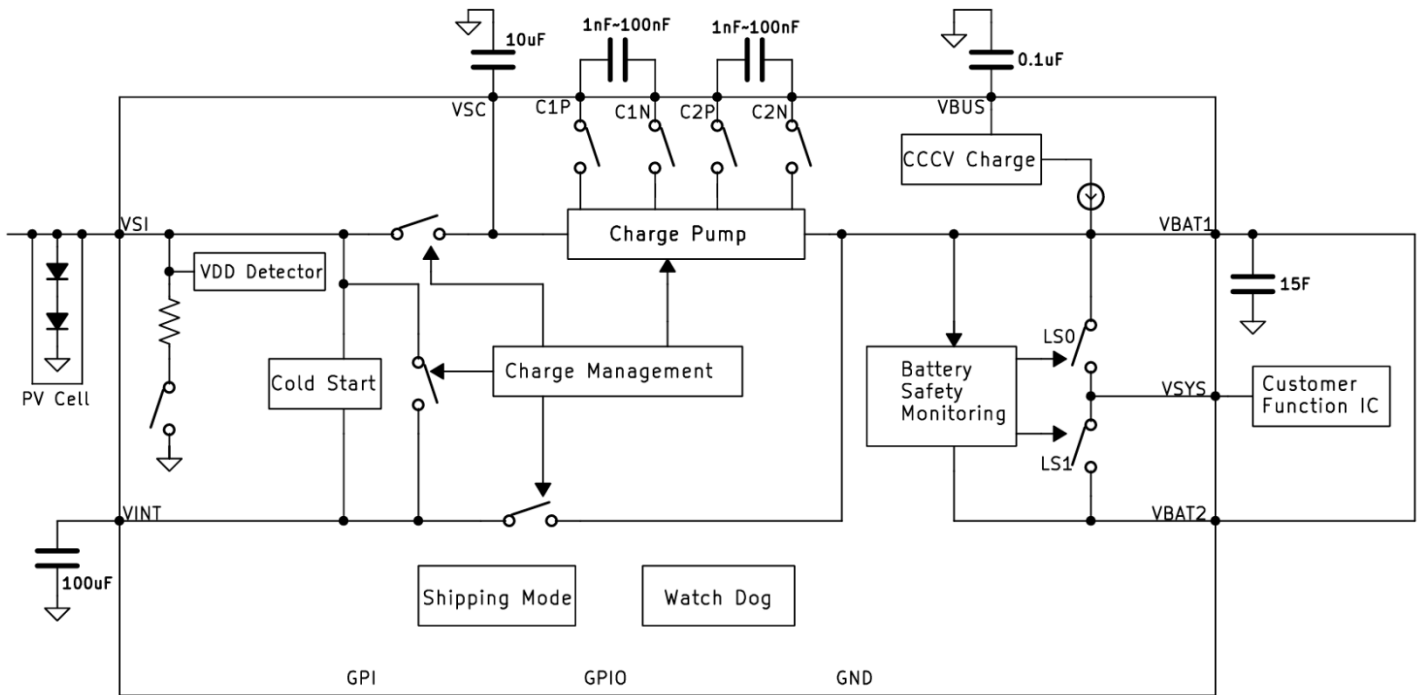
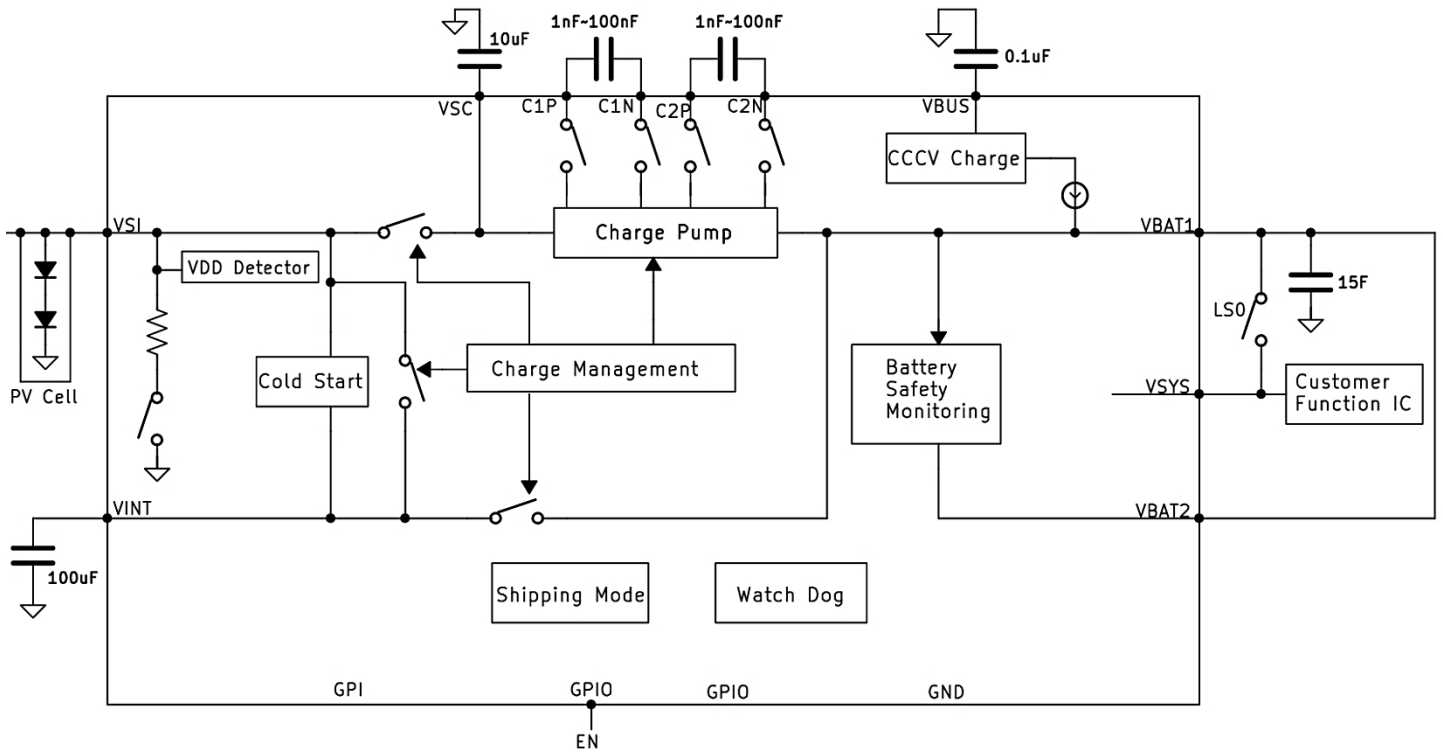


图 3：带备用电源的双电源系统应用示意图（最大电流 $> 100\text{mA}$ ）


图 4：单电源系统应用示意图（最大电流 $\leq 200\text{mA}$ ）

图 5：单电源系统应用示意图（最大电流 $> 200\text{mA}$ ）

3.输出双电源的切换

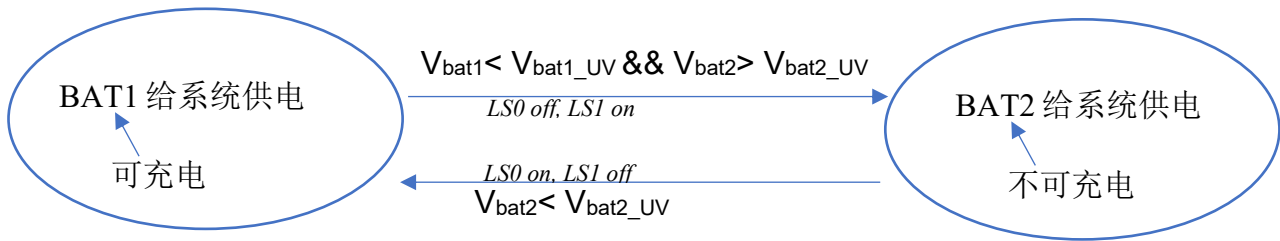


图 6: 输出双电源的切换示意图

注释: V_{BAT1} 、 V_{BAT2} (OV / UV 检测周期): PV Cell 有光照时, T_{det0} 检测周期; 在无光照时, T_{det1} 检测周期。

表 1:

参数	最小	典型值	最大	单位
T_{det0}	--	10	12	mS
T_{det1}	--	1.3	1.5	S
T_{sw}	--	50	200	μ S

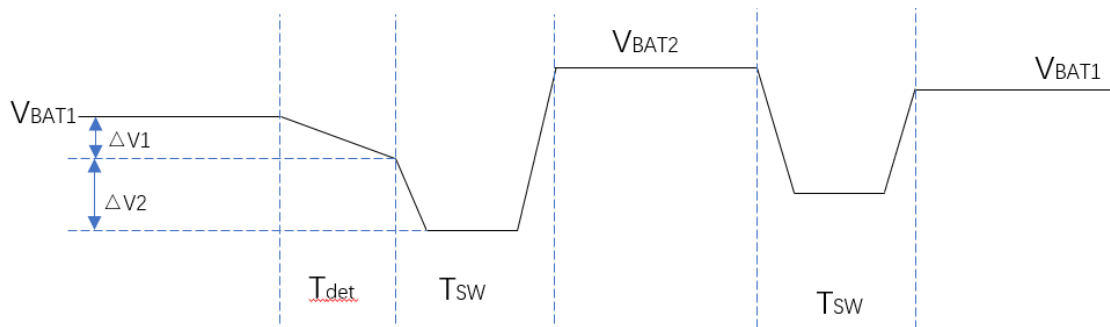


图 7: 输出双电源切换波形图

- T_{sw} : 50 μ S(typ), 200 μ S(max)
- $\Delta V_{1_max} = \frac{I \cdot T_{det}}{C_{BAT1} + C_{sys}}$ (PV Cell 有光照时, $T_{det} = T_{det0}$; 无光照时, $T_{det} = T_{det1}$)
- $\Delta V_{2_max} = \frac{I \cdot T_{sw}}{C_{sys}}$
- $\Delta V_{max} = \Delta V_{1_max} + \Delta V_{2_max}$

注释:

I: 切换时最大平均电流

C_{BAT1} : 储能等效电容

C_{sys} : 系统电容

4. 功能描述

4.1 Cold Start (冷启动)对 VINT 充电的上电过程

当 Battery 电量耗尽, VSI 接入 PV Cell (PV Cell 的功率 $>10\mu\text{W}$) 后, 通过 Cold Start 对 VINT 充电至 POR 电压以上, 芯片将正常工作, 内部电路启动, 此后 PV Cell 开始对 Battery 进行充电。

4.2 Shipping Mode (运输模式)的工作模式

- 通过检测 Input Source (VSI, VBUS) 是否接入, 历时可编程的时间后进入 Shipping Mode
- 通过 Matrix 控制进入 Shipping Mode

4.3 CCCV Charge (恒流恒压充电)

- 可编程的最大充电电流
- 可编程的充电时间及恢复充电时间
- 可编程的充电电压 (Battery Over Voltage)

当 Battery 耗尽电量, VBUS 接入, 先以 0.1 倍可编程最大充电电流对 Battery 进行充电; 当 Battery 电压大于 UV (Under Voltage) 电压后, 再以可编程最大充电电流对 Battery 进行充电; 随着 Battery 电压升高, 充电电流逐渐减小直到充电至 OV (Over Voltage) 电压, 电流减小至零。

过程如下图所示:

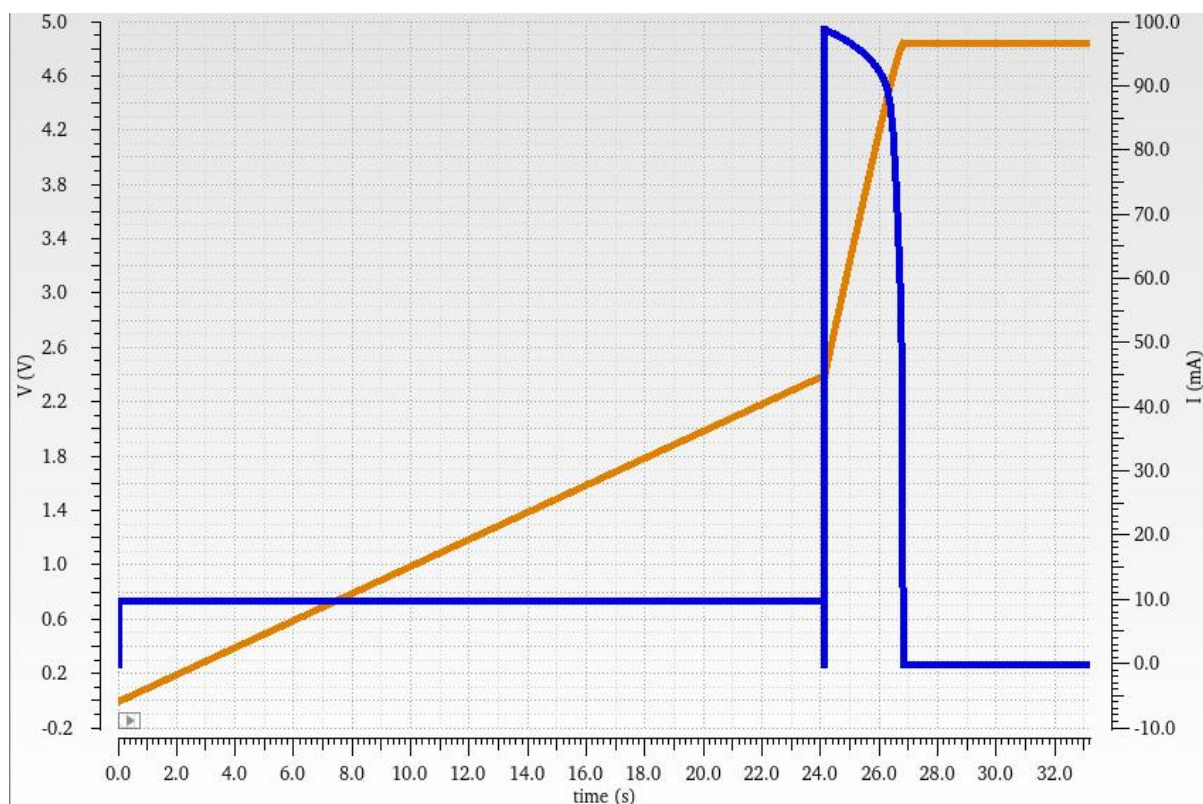


图 8: CCCV Charge 过程

5. 引脚定义

5.1 QFN-20L 的引脚配置

5.1.1 QFN-20L 的引脚配置示意图

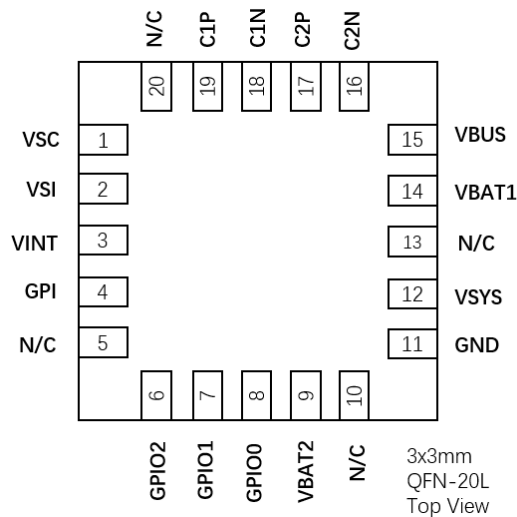


图 9: QFN-20L (TOP View)

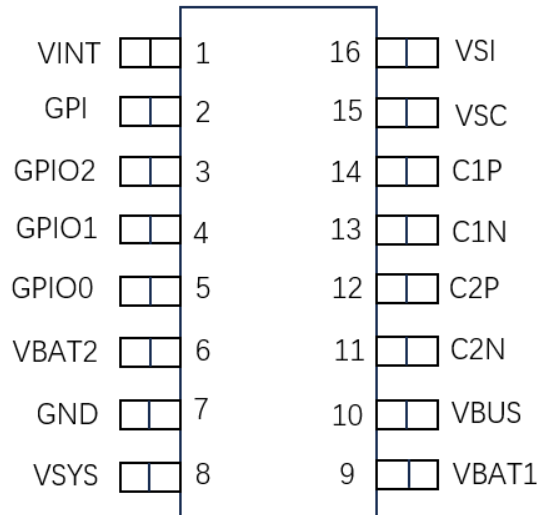
5.1.2 引脚功能描述

表 2: QFN-20L 引脚功能描述

Pin Number	Name	Type	Function
1	VSC	Analog Input / Output	VSI Source with Capacitance
2	VSI	Analog Input / Output	Energy input, connect to PV cell
3	VINT	POWER / GND	Internal power supply
4	GPI	Digital Input	GPI
5	N/C	--	--
6	GPIO2	Digital Input / Output	I ² C SDA / GPIO
7	GPIO1	Digital Input / Output	I ² C SCL / GPIO
8	GPIO0	Digital Input / Output	GPIO
9	VBAT2	Analog Input / Output	Connect to the battery or super capacitance (backup power supply)
10	N/C	--	--
11	GND	POWER / GND	GND
12	VSYS	Analog Input / Output	System power supply pin
13	N/C	--	--
14	VBAT1	POWER / GND	Connect to the battery or super capacitance, Power Supply
15	VBUS	Analog Input	USB Charge
16	C2N	Analog Input / Output	Charge pump external Cap-
17	C2P	Analog Input / Output	Charge pump external Cap+
18	C1N	Analog Input / Output	Charge pump external Cap-
19	C1P	Analog Input / Output	Charge pump external Cap+
20	N/C	--	--

5.2 SOP16 的引脚配置

5.2.1 SOP16 的引脚配置示意图



SOP16 Top View

图 10: SOP16 (TOP View)

5.2.2 引脚功能描述

表 3: SOP16 引脚功能描述

Pin Number	Name	Type	Function
1	VINT	POWER / GND	Internal power supply
2	GPI	Digital Input	GPI
3	GPIO2	Digital Input / Output	I ² C SDA / GPIO
4	GPIO1	Digital Input / Output	I ² C SCL / GPIO
5	GPIO0	Digital Input / Output	GPIO
6	VBAT2	Analog Input / Output	Connect to the battery or super capacitance (backup power supply)
7	GND	POWER / GND	GND
8	VSYS	Analog Input / Output	System power supply pin
9	VBAT1	POWER / GND	Connect to the battery or super capacitance, Power Supply
10	VBUS	Analog Input	USB Charge
11	C2N	Analog Input / Output	Charge pump external Cap-
12	C2P	Analog Input / Output	Charge pump external Cap+
13	C1N	Analog Input / Output	Charge pump external Cap-
14	C1P	Analog Input / Output	Charge pump external Cap+
15	VSC	Analog Input / Output	VSI Source with Capacitance
16	VSI	Analog Input / Output	Energy input, connect to PV cell

6. 基本电气指标

6.1 极限指标

在超出下面列出的绝对最大额定值条件下工作可能会造成器件的永久损坏，这些只是应力额定值，长时间处于最大绝对值额定条件下会影响设备的可靠性。所有电压值都是相对于 GND 的值，除非额外注明。

表 4：极限指标

参数	最小	最大	单位
VDD 到地	-0.3	7	V
IO 最高电压	-0.3	7	V
VDD 到 GND 最大直流电流	--	90	mA
输入漏电流	--	1000	nA
存储温度	-65	150	°C
Junction 温度	--	150	°C
湿敏等级 MSL	1		--
Note: VBAT1, VBAT2, VSI, VBUS are VDD IO			

6.2 建议工作环境目标

表 5：建议工作环境目标

参数	最小	最大	单位
工作温度	-40	85	°C
输入到 Pin 的最大电压	-0.2	VDD+0.3	V
VDD 退耦电容	0.1	--	uF
Note: VBAT1, VBAT2, VSI, VBUS are VDD IO			

6.3 静电放电额定值

表 6：静电放电额定值

参数	最小	最大	单位
ESD 保护 (Charged Device Model)	500	--	V
ESD 保护 (Human Body Model)	2000	--	V

6.4 电气特性

表 7: Electrical Characteristics (VINT: 2.2V~2.7V, Temp: -40~85°C)

Parameter		Condition/Note	Min.	Typ.	Max.	Unit.
PON _{THR}	Power On Threshold	VINT Level Required to Start Up the Chip	--	1.85	--	V
POFF _{THR}	Power Off Threshold	VINT Level Required to Switch Off the Chip	--	0.99	--	V
T _{SU}	Startup Time	From VINT rising past PON _{THR}	--	1	--	mS
V _{cold}	Cold Start Voltage	--	2	--	--	V
I _{cold}	Cold Start Current	--	10	--	--	μA
ISI	Input Current	Charge Pump Charging (delta V = 0.1V, C _{fly} =10nF)	5	--	2000	μA
VSI	Input Voltage	PV Cell output range	1.5 (V _{MPPT})	--	5.5 (V _{oc})	V
Vbat	Storage Cell Voltage	VSI=0, Vbat<1.8V, can not detect OV / UV	1.8	--	4.8	V
V _{IH}	HIGH-Level Input Voltage	Logic Input	0.7*VBAT1	--	--	V
		Logic Input with Schmitt Trigger	0.8*VBAT1	--	--	V
		Low-Level Logic Input	0.94	--	--	V
V _{IL}	LOW-Level Input Voltage	Logic Input	--	--	0.3*VBAT1	V
		Logic Input with Schmitt Trigger	--	--	0.2*VBAT1	V
		Low-Level Logic Input	--	--	0.58	V
V _{HYS}	Schmitt Trigger Hysteresis Voltage	Logic Input with Schmitt Trigger	--	0.42	--	V
I _{LKG}	Input leakage (Absolute Value)	--	--	1	1000	nA
V _{OH}	HIGH-Level Output Voltage	Push-Pull, I _{OH} = 1 mA, 1X Drive	2.02	--	--	V
		Push-Pull, I _{OH} = 1 mA, 2X Drive	2.10	--	--	V
V _{OL}	LOW-Level Output Voltage	Push-Pull, I _{OL} = 1 mA, 1X Drive	--	--	0.11	V
		Push-Pull, I _{OL} = 1 mA, 2X Drive	--	--	0.06	V
		Open Drain, I _{OL} = 1 mA, 1X Drive	--	--	0.077	V
		Open Drain, I _{OL} = 1 mA, 2X Drive	--	--	0.075	V
I _{OH}	HIGH-Level Output Pulse Current (see Note)	Push-Pull, V _{OH} = VBAT1-0.2, 1X Drive	1.37	--	--	mA
		Push-Pull, V _{OH} = VBAT1-0.2, 2X Drive	2.74	--	--	mA
I _{OL}	LOW-Level Output Pulse Current (see Note)	Push-Pull, V _{OL} = 0.15 V, 1X Drive	1.61	--	--	mA
		Push-Pull, V _{OL} = 0.15 V, 2X Drive	3.22	--	--	mA
		Open Drain, V _{OL} = 0.15 V, 1X Drive	4.9	--	--	mA
		Open Drain, V _{OL} = 0.15 V, 2X Drive	9.8	--	--	mA
R _{PUP} / R _{PDWN}	Pull Up / Pull Down Resistance	1 M Pull Up	--	1	--	MΩ
		100 k Pull Up	--	100	--	KΩ
		10 k Pull Up	--	10	--	KΩ

Parameter		Condition/Note	Min.	Typ.	Max.	Unit.
V _{bat1_OV}	Over Voltage of Battery1	1.8~4.8V, 9-bit Resolution (define by customer) , Step = 9.5mV	-1%		+1%	Fs
V _{bat1_UV}	Under Voltage of Battery1	1.8~4.8V, 9-bit Resolution (define by customer), Step = 9.5mV V _{bat1} < V _{bat1_UV} && V _{bat2} > V _{bat2_UV} , LS0→LS1 (turn off LS0, turn on LS1)	-1%		+1%	Fs
V _{bat2_UV}	Under Voltage of Battery2	1.8~4.8V, 9-bit Resolution (define by customer), Step = 9.5mV V _{bat2} < V _{bat2_UV} , LS1→LS0 (turn off LS1, turn on LS0)	-1%		+1%	Fs
T _{sw}	Switching Time	LS0→LS1, LS1→LS0 Switching Time	--	50	200	μS
V _{FMPPT}	Fixed Maximum Power Point Tracking	1.8~4.8V, 9-bit Resolution (define by customer), Step = 9.5mV	-1%		+1%	Fs
R _{MPPT}	MPPT Ratio		0.55	0.05 / step	0.9	
T _{OTP}	Temperature variation of Over Temperature Protection	2°C / step, 9-bit Resolution Step = 9.5mV	-8	69	+8	°C
I _{current_capacity}	Current of each Load Switch		100	--	--	mA
Standby Current		All function is enable (VSI=0)	--	160	--	nA
I _{OP}	Chip Operating Self-consumption Current	Charge Pump OSC@1KHz (Current Source from VINT)	--	1.2	--	μA
		Charge Pump OSC@200KHz (Current Source from VINT)	--	8.0	--	μA
ADC	INL	Input Range: 1V~4.8V	-2		+2	LSB
	DNL		-1		+1	LSB
T _{shipping_mode1}	Detection Time of Light in Shipping Mode	Define by Customer	-20%		+20%	Fs
T _{shipping_mode2}	Debounce Time	USB Charging or Button	-20%		+20%	Fs
T _{shipping_mode}	shipping_mode Time		--	--	584	h
Note1: DC or average current through any pin should not exceed value given in Absolute Maximum Conditions. Note2: VBAT1 is used as IO power						

表 8：充电的输入电流表

C _{fly}	I _{1x_max}	I _{CP_max}
1nF	1.5mA	200μA
10nF		2mA
100nF		20mA

7. 芯片工作状态

7.1 Start Up from PV CELL

- LS6821 初始状态为 power off state ;
- 一旦 PV CELL 接入 VSI, LS6821 开始冷启动, CINT 会被充电至 1.8V (POR), 之后进入 sense BATT (Battery) state;
- 在进入 sense BATT state 后, LS6821 会检测 BATT 电压, BATT 电压小于 UV 电压, LS6821 进入 UV (Under Voltage) state;
- 在进入 UV state 后, 等待 CINT 充电至 2.15V, LS6821 会对 PV CELL 的 VOC (Open Circuit Voltage) 进行采样, 并通过 PV CELL 获取能量来给 BATT 充电, VSI 由 MPPT (可编程的最大功率点跟踪) 模块调节至 VOC (4V) 的 75%, load switch 断开, VSYS 输出被禁用, 一旦 VBAT 达到 UV, LS6821 进入 SUPPLY state;
- 在进入 SUPPLY state 后, LS6821 对连接到 VBAT 的存储元件持续进行充电, MPPT 模块仍然确保 VSI 调节为 VOC 的 75%, load switch 闭合, VSYS 输出被启用, VSYS 输出为 VBAT 电压, 一旦 VBAT 达到 OV (Over Voltage), LS6821 将进入 OV state;
- 在进入 OV state 后, BATT 充电停止。

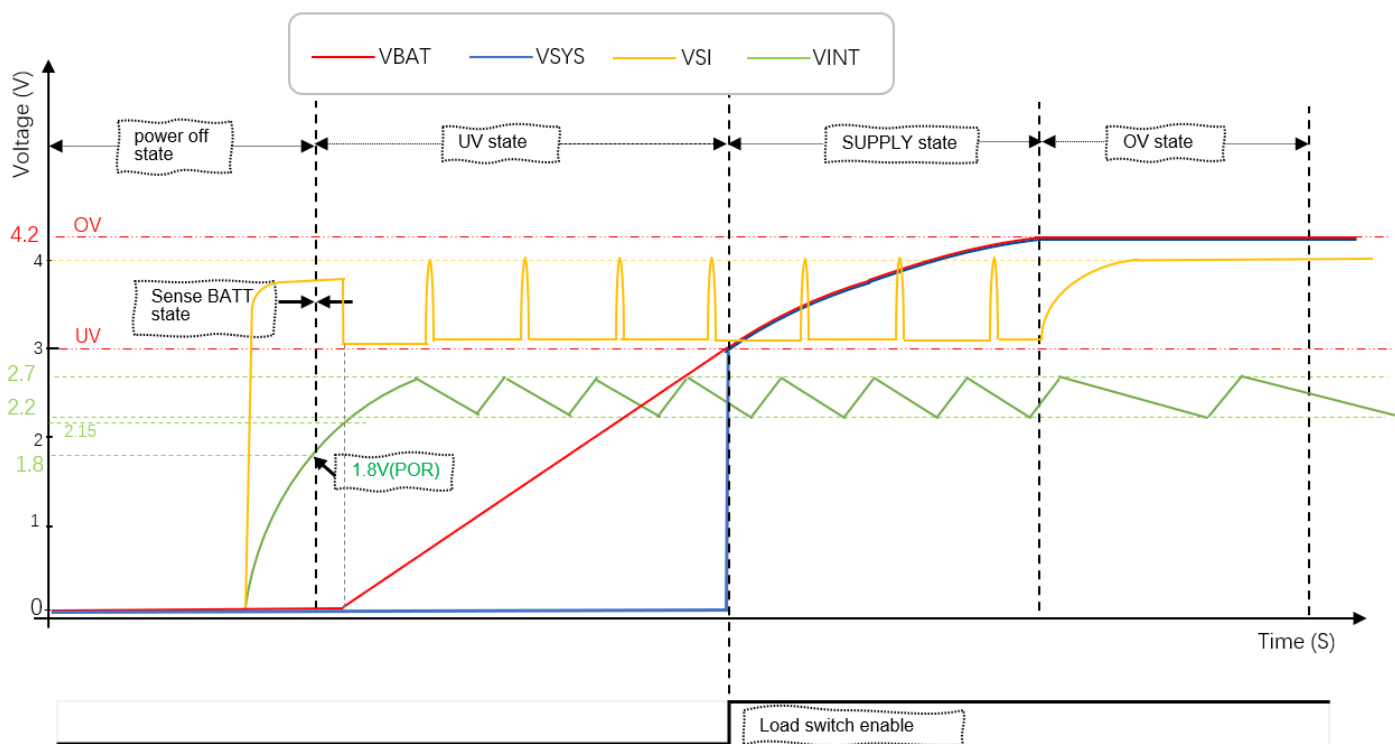


图 11: Start Up from PV CELL 工作状态图

7.2 Shutdown

- LS6821 初始处于 SUPPLY state，此时 VSYS 输出被启用，VSYS 输出为 VBAT 电压。VSI 上的采集功率低于负载提供的功率，因此 VBAT 上的储能元件正在放电。一旦 VBAT 降至 UV-200mV 以下，LS6821 将进入 UV state；
- 在 UV state 下，VSYS 输出被禁用，VSYS 不再对外供电，因此 VBAT 上的存储元件也不再消耗能量，存储元件得以充电，一旦 VBAT 高于 UV，LS6821 将进入 SUPPLY state；
- 连接在 VSI 的 PV CELL 被断开（或者无光），VBAT 上的的存储元件不再充电，检测到 VSI 无能量输入后，历时可编程的时间后进入 Shipping state；
- 在 Shipping state 可以选择控制 load switch 断开，VSYS 不再对外供电，LS6821 内部处于低功耗状态，直到 VSI 再次连接 PV CELL（或再次有光），立即退出 Shipping Mode，根据 BATT 电压情况进入对应状态 (UV / SUPPLY / OV state)。

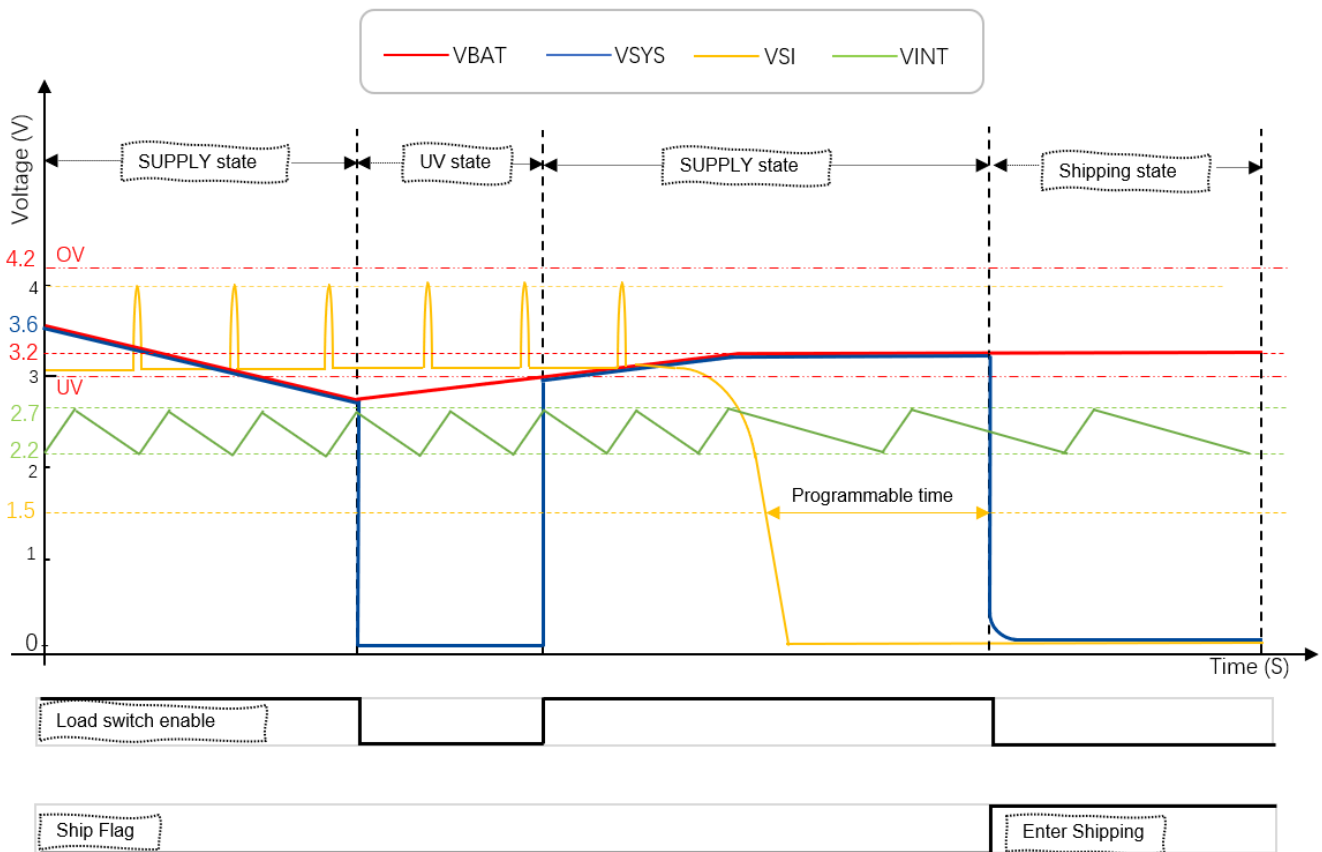


图 12: Shutdown 工作状态图

7.3 Start Up from 5V_Charge

- LS6821 初始状态为 power off state;
- 一旦 5V Charge 接入 VBUS, LS6821 开始冷启动, CINT 会被迅速充电至 2.7V, 在 VINT 电压大于 1.8V (POR) 进入 sense BATT state;
- 在进入 sense BATT state 后, LS6821 会检测 BATT 电压, 其电压小于 UV 电压, LS6821 进入 UV state;
- 在进入 UV state 后, 为了保护存储元件, VBUS 以 0.1C 的恒定电流 (C 可编程 10mA~100mA) 为存储元件充电, load switch 断开, VSYS 输出被禁用, 一旦 VBAT 达到 UV, LS6821 进入 SUPPLY state;
- 在进入 SUPPLY state 后, 开始快速充电, VBUS 以 1C 的恒定电流 (C 可编程 10mA~100mA) 为存储元件充电, 当 VBAT 接近 OV 电压后再以恒定电压为存储元件充电, 充电时间超过 T1 后关闭充电, 再经过 T2 后恢复充电; VSYS 输出被启用, load switch 闭合, VSYS 输出为 VBAT 电压, 一旦 VBAT 达到 OV, LS6821 将进入 OV state;
- 在进入 OV state 后, BATT 充电停止。

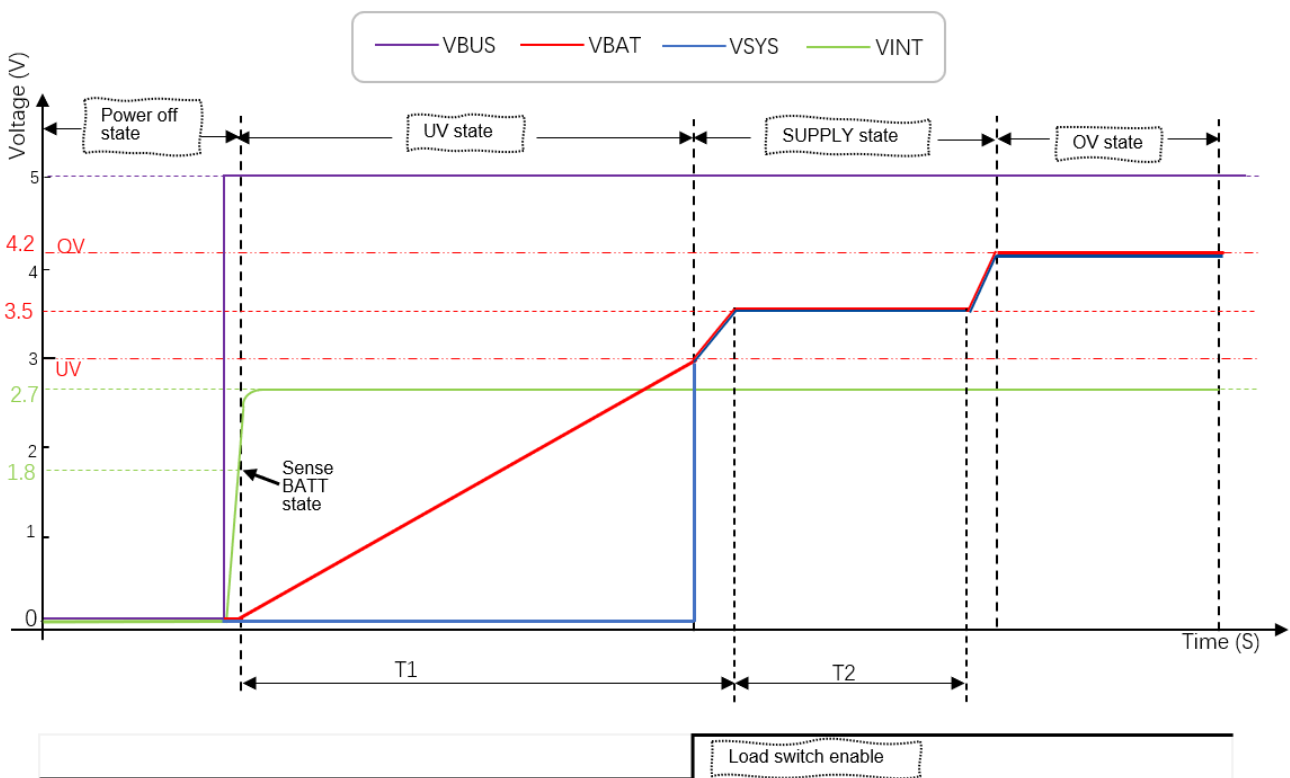


图 13: Start Up from 5V_Charge 工作状态图

8. 封装信息

8.1 QFN-20L

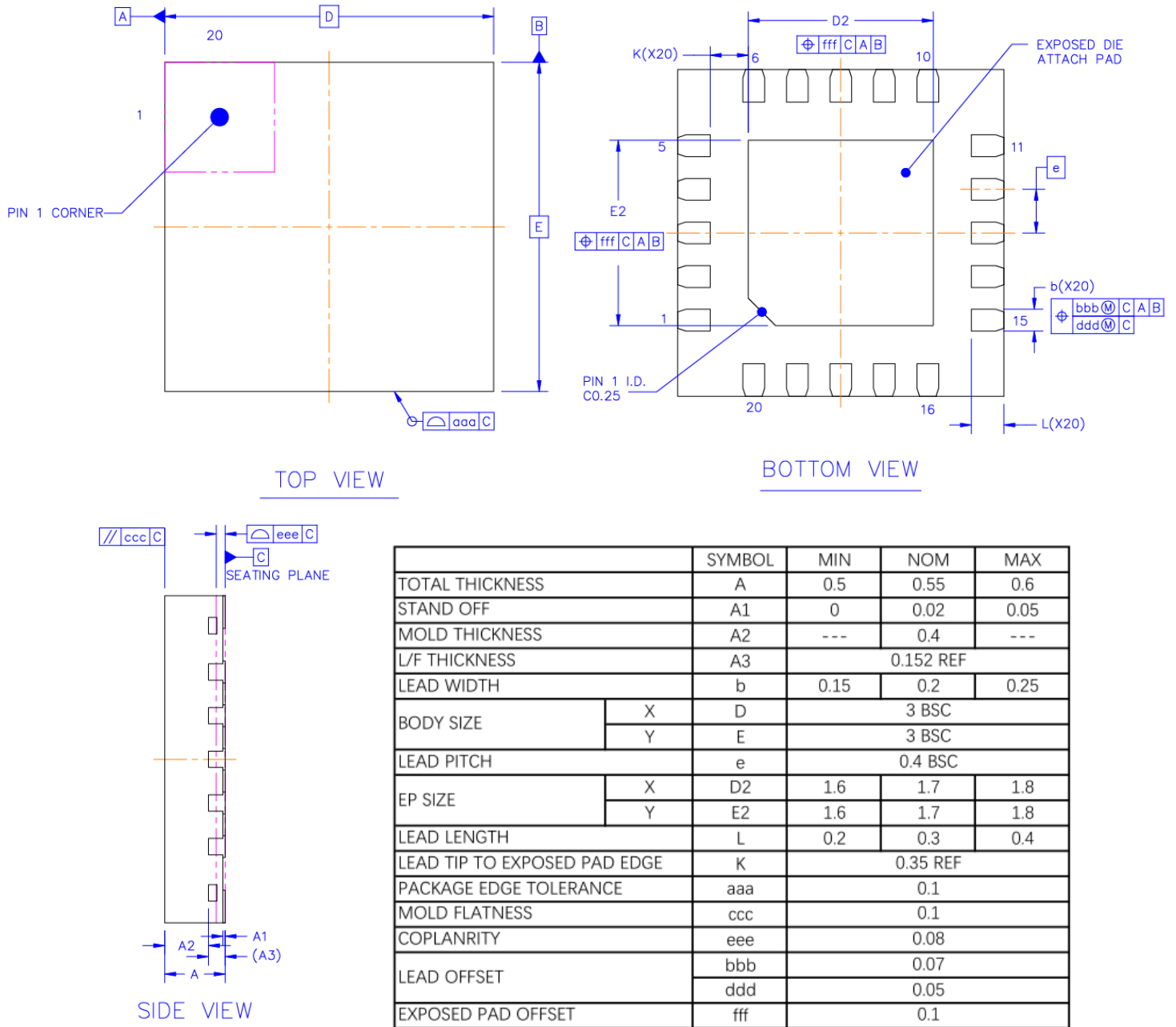
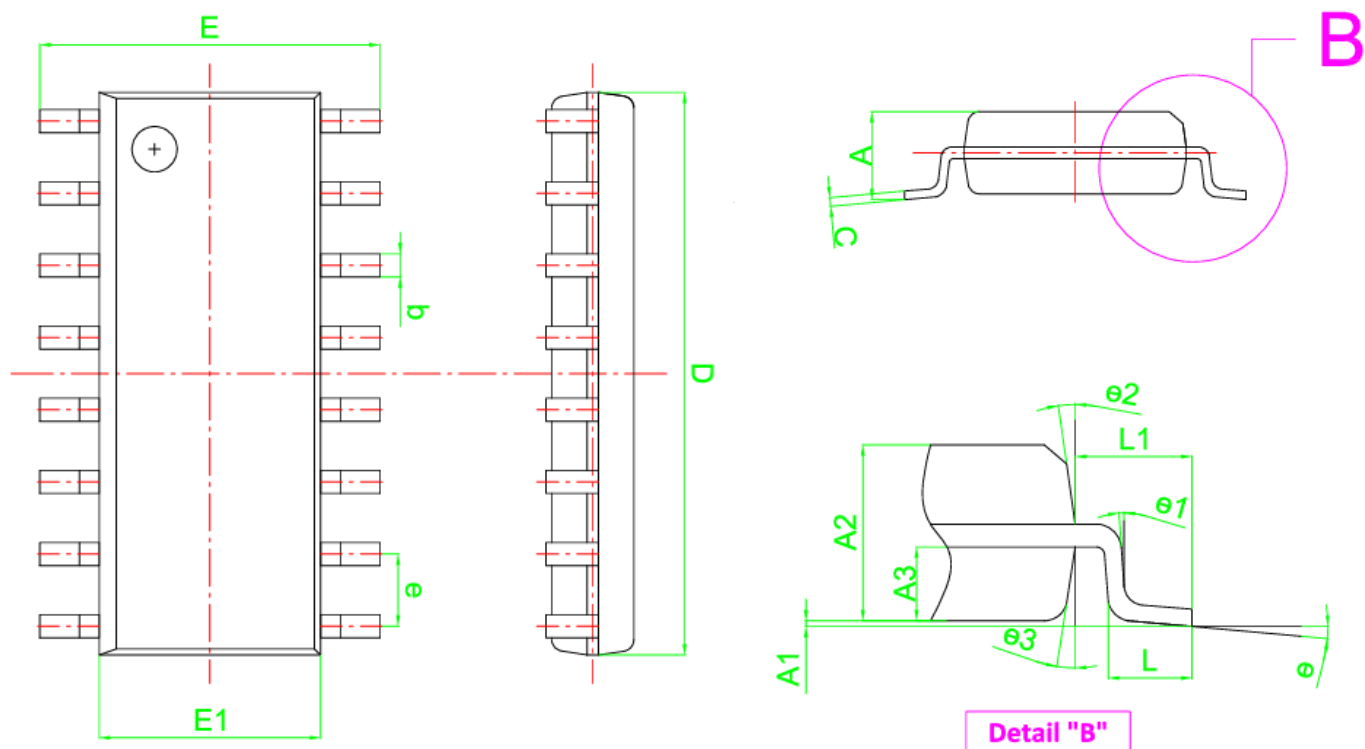


图 14: 封装轮廓图

8.2 SOP16



Symbol	Dimensions in mm															
	A	A1	A2	A3	b	c	D	E	E1	e	θ	θ1	θ2	θ3	L	L1
Min	1.450	0.050	1.400	0.615	0.360	0.195	9.800	5.800	3.800		0	8°			0.525	0.850
Nom	1.600	0.150	1.450	0.650	0.400	0.203	9.900	6.000	3.900	1.27 TYP	4°	13°	12° REF	10° REF	0.625	1.050
Max	1.750	0.250	1.500	0.685	0.440	0.211	10.000	6.200	4.000		8°	18°			0.725	1.250

图 15: 封装轮廓图

9. 订购信息

9.1 QFN-20L 订购信息

9.1.1 载带和卷盘规格

表 9: Package Type

Package Type	Num of Pins	Package Size [mm]	Units/package		Reel & Hub Size [mm]	Leader (min)		Trailer (min)		Tape Width [mm]	Part Pitch [mm]
			SPQ	1 Box		Pockets	Length [mm]	Pockets	Length [mm]		
QFN-20L 3×3mm	20	3 × 3 × 0.55	3000	3000	178/59.8	50	400	50	400	12	8

9.1.2 载带图与尺寸

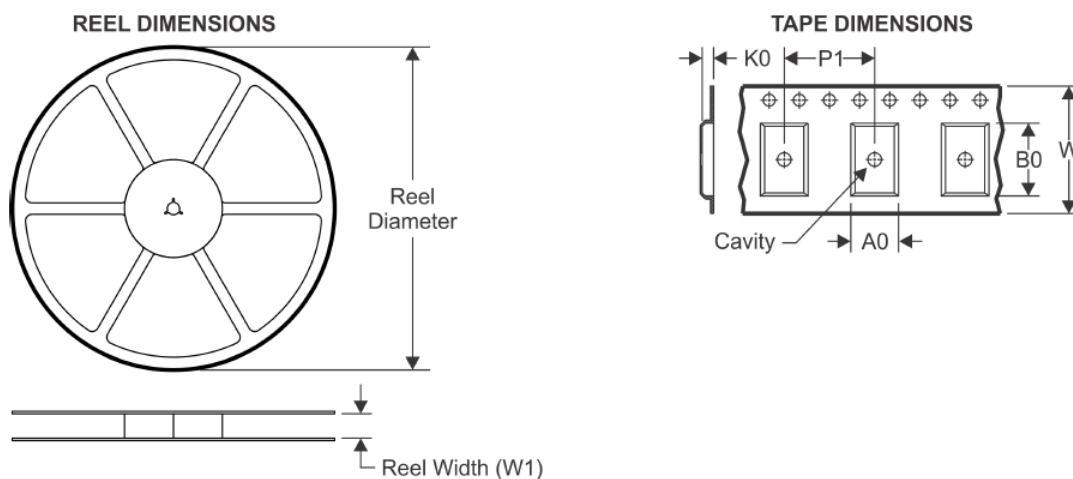


图 16: 载带的尺寸示意图

表 10: 载带的尺寸规格

A0	Dimension designed to accommodate the component width	3.15mm
B0	Dimension designed to accommodate the component length	3.20mm
K0	Dimension designed to accommodate the component thickness	1.10mm
W	Overall width of the carrier tape	12.0mm
W1	Reel Width	12.8mm
P0	Pitch between Index Hole Pitch	4.00mm
P1	Pitch between successive cavity centers	8.00mm

9.2 SOP16 订购信息

9.2.1 载带和卷盘规格

表 11: Package Type

Package Type	Num of Pins	Package Size [mm]	Units/package		Reel & Hub Size [mm]	Leader (min)		Trailer (min)		Tape Width [mm]	Part Pitch [mm]
			SPQ	1 Box		Pockets	Length [mm]	Pockets	Length [mm]		
SOP16	16	10.0×6.0	3000	3000	330&100	30	240	140	1120	16	8

9.2.2 载带图与尺寸

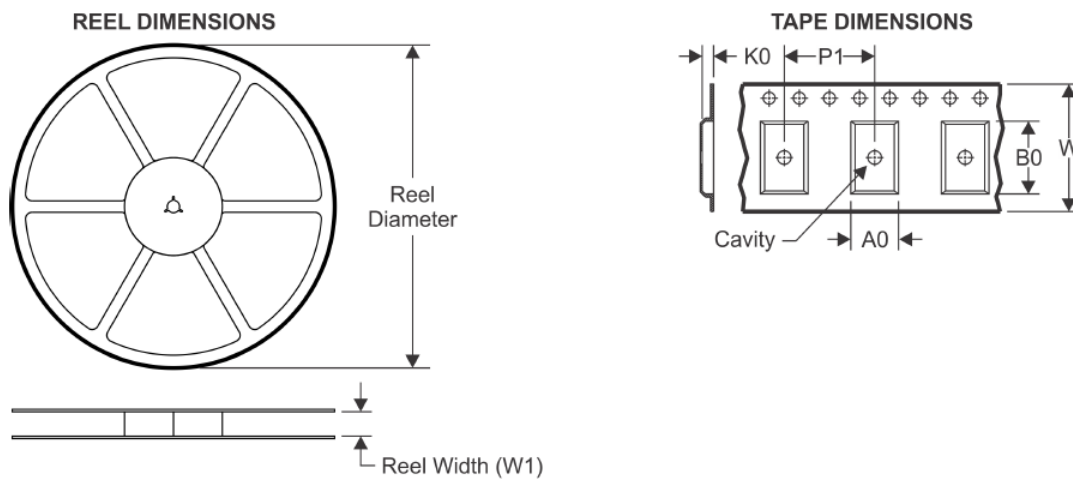


图 17: 载带的尺寸示意图

表 12: 载带的尺寸规格

A0	Dimension designed to accommodate the component width	6.50mm
B0	Dimension designed to accommodate the component length	10.3mm
K0	Dimension designed to accommodate the component thickness	2.00mm
W	Overall width of the carrier tape	16.0mm
W1	Reel Width	16.4mm
P0	Pitch between Index Hole Pitch	4.00mm
P1	Pitch between successive cavity centers	8.00mm

10. Recommended Reflow Soldering Profile

Please see IPC/JEDEC J-STD-020

10.1 Recommended Land Pattern

10.1.1 QFN-20L

Dimensions in mm

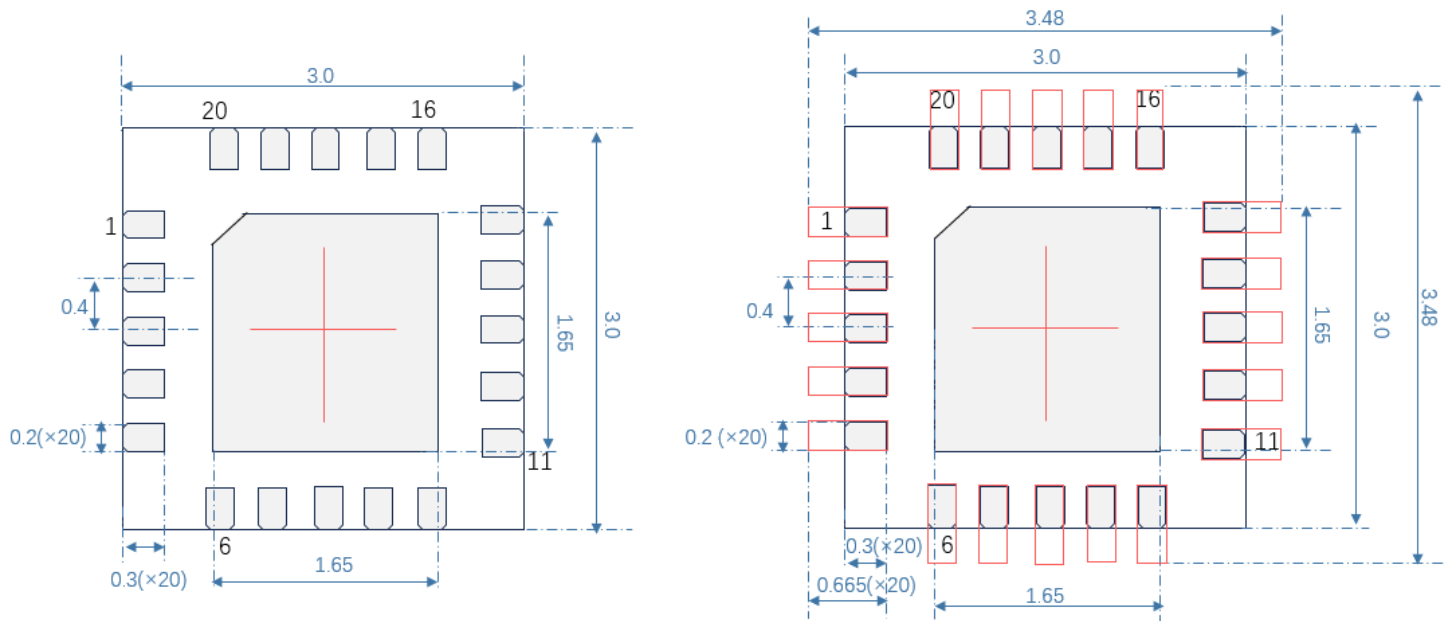


图 18: Recommended Land Pattern

10.1.2 SOP16

Dimensions in mm

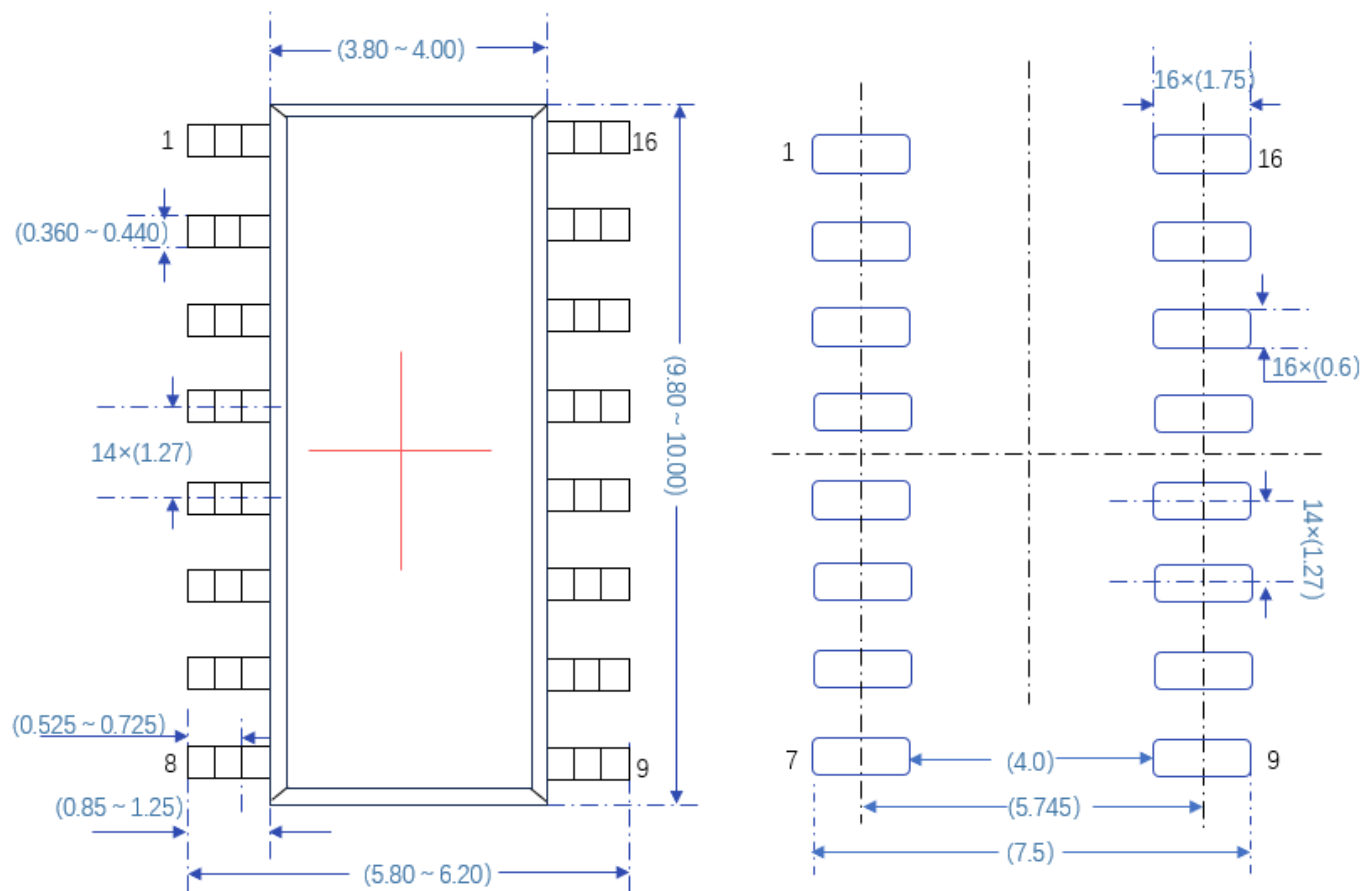


图 19: Recommended Land Pattern

11. 修订历史

表 13: 修订历史

版本	修改内容	修改人	日期
R01	初始版本		2025-04-29
R02	1. Icold 的 min 值由 40 μ A 更新为 10 μ A (P10) 2. 添加 ISI (Input Current) 参数 (P10) 3. 与 Vbattery 相关的电压条件由 0~5.5V 更新为 1.8~4.8V (P11)		2025-05-19
R03	1. 添加 V _{MPPT} 参数 2. 完善电流 ISI 范围值 3. 完善 VSI 条件 (V Cell output range) 4. 添加 Vbat 参数 (Storage Cell Voltage) 5. 添加 Shipping mode 最长时间间隔参数		2025-07-03
R04	1. 增加输出双电源的切换示意图内容 (P7) 2. 添加表 8 的充电的输入电流表内容 (P13)		2025-07-07
R05	1. 文档中有关于 VDD 的描述, 做出补充 (P9-P13) 2. 将 Ultra-Low OSC 参数相关信息从表格删除, 并更新 2KOSC 的 Freq _{Accuracy} 的值范围 (P13)		2025-09-11
R06	图 2-图 5 的应用示意图中 VINT 的电容由 10 μ F 改到 100 μ F (P5-P6)		2026-04-03
R07	增加自耗电电流参数 Chip Operating Self-consumption Current (P13) 删去 2KOSC 相关参数, 因为此 OSC 不输出		2026-04-22