



数据手册 DATASHEET

HX5606

(带路径管理功能单节锂电池线性充充电器)

内置 I²C 接口



概述 / General Description

HX5606 是一款为单节锂离子/锂聚合物可充电电池充电的高集成度解决方案，具有 I²C 可编程和系统电源路径管理等特点，专门为便携式系统及小模组设计。

HX5606 有预充、恒流充电、恒压充电三个阶段，且具有多重安全保护功能，如内置安全充电计时器，输入电压和电流检测，内部和外部温度检测，输入电流限制和负载电流限制等。

HX5606 包含三个电源端口：输入电源端口（IN）、电池端口（BAT）和系统端口（SYS）。当输入电源可用时，系统由输入供电，若输入电源移除，系统自动切换至电池供电，输入电源的电压和电流被持续监测，以防止过流或过放造成电池损坏。

HX5606 的 I²C 接口用于对设备的功能参数进行编程或状态读取，包含 12 个可读写或仅读的 8 位寄存器，且具有看门狗功能。

HX5606 具有非常小的 DFN2X3-8L 封装，适合应用于空间限制非常小的系统及小模组。

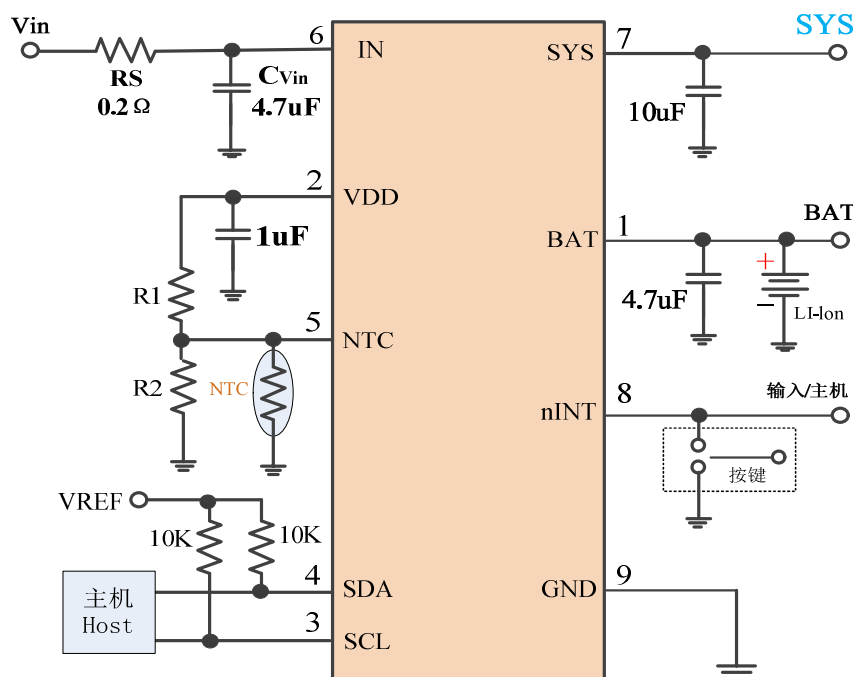
特点 / Features

- 全集成充电，用于单节锂离子和锂聚合物电池
- 可支持输入电压高达 25V
- 内置过压保护约 6V
- $\pm 0.5\%$ 充电电压精度
- I²C 接口用于设置寄存器参数和状态输出
- 内部集成功率开关
- 无需外围关断二极管
- 内置充电保护功能，包括电池温度检测和可编程计时器
- 外部可配置电池或系统板过温保护
- 内置系统重置功能
- 内置电池断开功能
- 内置过热调节功能
- 提供封装 DFN2X3-8L
- 无铅、无卤素

应用领域 / Application

- 可穿戴设备
- 物联网设备

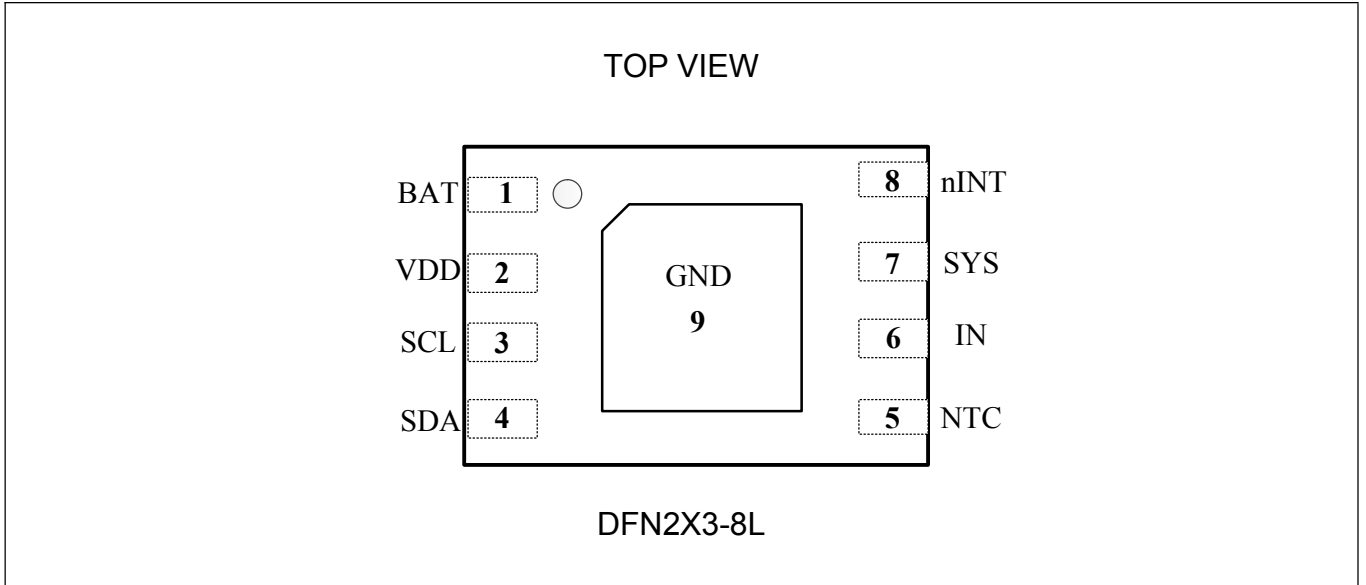
典型应用电路 / Typical Application Circuit



订购信息 / Ordering Information

订单型号	器件标记	封装形式
HX5606-DFN238	5606 YYWW	DFN2X3-8L

引脚定义 / Pin Configuration



引脚描述 / Pin Description

引脚编号	引脚名称	类型	引脚描述
1	BAT	P	电池正极引脚；对地外接 4.7~10 μ F 瓷片电容，靠近芯片管脚放置。
2	VDD	P	内部电源供电引脚；对地外接 1 μ F 瓷片电容，靠近芯片管脚放置。
3	SCL	DI	I ² C 时钟信号，接 10 K Ω 上拉电阻。
4	SDA	DIO	I ² C 数据信号，接 10 K Ω 上拉电阻。
5	NTC	AIO	电池温度感应输入引脚；对地外接负温度系数热敏电阻（NTC），NTC 通常靠近电池放置。NTC 对地和对 VDD 外接电阻形成分压网络。若 NTC 功能生效且 NTC 引脚电压超出 V _{HOT} 或 V _{COLD} 范围，充电暂停。
6	IN	P	输入电源引脚；对地外接瓷片电容，电容容值不小于 2.2~10 μ F，靠近芯片管脚放置。
7	SYS	P	系统输出引脚；对地外接 10 μ F 瓷片电容，靠近芯片管脚放置。
8	nINT	DIO	中断输出引脚，也可作为输入引脚；作为输出引脚时，nINT 向主机发送负脉冲信号，告知充电状态变化或故障中断。作为输入引脚时，下拉可断开电池和系统连接回路（电源重置）。默认状态下，nINT 下拉超过 16s 进行系统重置，4s 之后系统会重新上电。
9	GND	/	芯片底部散热片/芯片地，并多放过孔散热用。

注 1：AIO：模拟输入与输出；DI：数字输入；DO：数字输出；DIO：数字输入与输出；P：电源。所有电容尽可能靠近芯片。

极限参数^(注2) / Absolute Maximum Ratings

参数	参数范围	单位
IN 管脚输入电压 IN Input Pin Voltage	- 0.3 ~ 25	V
SYS 管脚输入电压 SYS Input Pin Voltage	- 0.3 ~ 5.3 (5.5 V@500 μ s)	V
其他管脚输入电压 (BAT、NTC、nINT、VDD、SDA、SCL) Other Input Pin Voltage	- 0.3 ~ 6	V
I _{INCLAMP}	5	mA
封装热阻 θ_{JA}	55	°C/W
储存温度 Storage temperature, Tstg	- 55 ~ + 150	°C
人体模式静电等级 Human body model (HBM)	± 2	KV
带电器件模型等级 Charged device model (CDM)	± 1	KV

注2: 最大极限值是指超出该工作范围，芯片有可能损坏。推荐工作范围是指在该范围内，器件功能正常，但并不完全保证满足个别性能指标。电气参数定义了器件在工作范围内并且在保证特定性能指标的测试条件下的电参数规范。对于未给定上下限值的参数，该规范不予保证其精度，但其典型值合理反映了器件性能。

推荐工作条件 / Recommended Operating Conditions

参数 Parameter	符号 Symbol	参数范围 Value		单位 Unit
		MIN	MAX	
输入电压范围 Input Voltage Range ^(注3)	V _{IN}	4.35	5.5	V
输入电流 Input Current	I _{IN}		500	mA
电池电流 Battery Current	I _{BAT}		3.2	A
充电电流 Charging Current	I _{CHG}		512	mA
电池浮充电压 Battery Charge Voltage Regulation	V _{BAT_REG}		4.545	V
工作温度 Operating Ambient Temperature Range	T _A	- 40	85	°C

注3: 参数范围中V_{IN}的最大最小值为充电中的V_{IN}最大最小值。

电气特性参数^(注 4, 5) / Electrical Characteristics

参数 Parameter	符号 Symbol	测试条件 Test Condition	最小值 Min.	典型值 Typ.	最大值 Max.	单位 Unit
输入源和电池保护						
输入欠压阈值	V_{IN_UVLO}	输入下降	3.44	3.66	3.88	V
V_{IN_UVLO} 迟滞	$V_{IN_UVLO_HYS}$	输入上升		100		mV
输入过压保护阈值	V_{IN_OVLO}	输入上升	5.75	6	6.25	V
V_{IN_OVLO} 迟滞	$V_{IN_OVLO_HYS}$			250		mV
输入钳压	V_{IN_CLAMP}	1mA 钳位电流状态下测试	23	25		V
输入与电池净电压阈值	V_{HDM}	输入电压(上升)与电池压差		115		mV
V_{HDM} 阈值迟滞	V_{HDM_HYS}			75		mV
输入源检测时间	t_{PWD}	输入源新状态到发送中断脉冲的等待时间		70		ms
nINT 输出波形持续时间	t_{INT_PULSE}			250		μs
电池欠压阈值	V_{BAT_UVLO}	V_{BAT} 下降, $V_{BAT_UVLO}[2:0] = 000$	2.3	2.4	2.5	V
		V_{BAT} 下降, $V_{BAT_UVLO}[2:0] = 100$	2.66	2.76	2.86	
		V_{BAT} 下降, $V_{BAT_UVLO}[2:0] = 111$	2.93	3.03	3.13	
V_{BAT_UVLO} 迟滞	$V_{BAT_UVLO_HYS}$	$V_{BAT_UVLO} = 2.76$ V		200		mV
电池过压保护阈值	V_{BAT_OVP}	V_{BAT} 上升并高于 V_{BAT_REG}		130		mV
电源管理路径						
系统输出电压精度	V_{SYS_ACC}	$V_{IN} = 5.5$ V, $R_{SYS} = 100$ Ω, $I_{CHG} = 0$ A, $VSYS_REG[3:0] = 0000$, $V_{SYS_REG} = 4.2$ V	4.15	4.2	4.25	V
		$V_{IN} = 5.5$ V, $R_{SYS} = 100$ Ω, $I_{CHG} = 0$ A, $VSYS_REG[3:0] = 1001$, $V_{SYS_REG} = 4.65$ V	4.6	4.65	4.7	
		$V_{IN} = 5.5$ V, $R_{SYS} = 100$ Ω, $I_{CHG} = 0$ A, $VSYS_REG[3:0] = 1111$, $V_{SYS_REG} = 4.95$ V	4.9	4.95	5	
输入限流值	I_{IN_LIM}	$IIN_LIM[3:0] = 0000$, $I_{IN_LIM} = 50$ mA		46		mA
		$IIN_LIM[3:0] = 0011$, $I_{IN_LIM} = 140$ mA		140		
		$IIN_LIM[3:0] = 1001$, $I_{IN_LIM} = 320$ mA		317		
		$IIN_LIM[3:0] = 1111$, $I_{IN_LIM} = 500$ mA	400	500	600	
输入最小电压调节	V_{IN_MIN}	$VIN_MIN[3:0] = 0000$, $V_{IN_MIN} = 3.88$ V	3.65	3.88	4.11	V
		$VIN_MIN[3:0] = 1001$, $V_{IN_MIN} = 4.60$ V	4.35	4.60	4.85	
		$VIN_MIN[3:0] = 1111$, $V_{IN_MIN} = 5.08$ V	4.89	5.09	5.29	

IN 至 SYS 开关的导通阻抗	R _{ON_Q1}	V _{IN} = 4.5 V, I _{SYS} = 100mA		150		mΩ
输入静态电流	I _{IN_Q}	V _{IN} = 5.5 V, EN_HIZ = 0, CEB = 0, 充电生效, I _{CHG} = 0 A, I _{SYS} = 0 A		240		μA
		V _{IN} = 5.5 V, EN_HIZ = 0, CEB = 1, 充电失效		193		
输入暂停电流	I _{IN_SUSP}	V _{IN} = 5.5 V, EN_HIZ = 1, CEB = 0, 充电生效		91		μA
电池静态电流	I _{BAT_Q}	V _{IN} = 5 V, CEB = 0, I _{SYS} = 0 A, V _{BAT} = 4.3 V, 充电完成		12		μA
		V _{IN} = GND, CEB = 1, VDD_GATE = 1, FET_DIS = 0, EN_SHIP_DGL[1:0] ≠ 11, I _{SYS} = 0 A, V _{BAT} = 4.35 V, 外围 NTC 电路失效状态		8		
		V _{IN} = GND, CEB = 1, I _{SYS} = 0 A, V _{BAT} = 4.35 V, 激活 PCB OTP 功能, 无需外部 NTC 偏置		10	60	
		V _{IN} = GND, CEB = 1, I _{SYS} = 0 A, V _{BAT} = 4.35 V, 激活 PCB OTP 和 Watchdog 功能, 无需 NTC 偏置		20		
		V _{BAT} = 4.35 V, IN 开路或接地, 船运模式		0.8		
电池 FET 导通阻抗	R _{ON_Q2}	V _{IN} < 2V, V _{BAT} = 3.5 V, I _{SYS} = 100 mA		100		mΩ
电池 FET 放电电流值	I _{DSCHG}	IDSCHG[3:0] = 0001, I _{DSCHG} = 400 mA		415		mA
		IDSCHG[3:0] = 1001, I _{DSCHG} = 2000 mA		2000		
电流过放到关断的延时时间	t _{DSCHG_CUT}	检测到电流过放到 BATFET 关断的延迟时间		64		μs
关断到重启延时时间	t _{RETRY}	BATFET 过流关断到重启打开的延时时间		800		μs
处于补充模式的 BATFET 正向电压	V _{FWD}	50 mA 放电电流		10		mV
船运模式						
进入船运模式延时时间	t _{SMEN_DGL}	FET_DIS 由 0 设置为 1, EN_SHIP_DGL[1:0] = 00		1		s
退出船运模式延时时间 (由 nINT 引脚或者插入 IN 端电源触发)	t _{SMEX_DGL}	nINT 引脚下拉至低电平		2		s
自动复位模式						
nINT 引脚下拉低电平触发复位和电源重置	t _{RST_DGL}	tRST_DGL[1:0] = 00		8		s
		tRST_DGL[1:0] = 10		16		
复位后 BATFET 关闭持续时	t _{RST_DUR}	tRST_DUR = 0		2		s



间		tRST_DUR = 1		4		
电池充电						
电池浮充电压	VBAT_REG	VBAT_REG[5:0] = 000000, VBAT_REG = 3.6 V	3.58	3.6	3.62	V
		VBAT_REG[5:0] = 101000, VBAT_REG = 4.2 V	4.179	4.2	4.221	
		VBAT_REG[5:0] = 110100, VBAT_REG = 4.38 V	4.355	4.38	4.405	
		VBAT_REG[5:0] = 111111, VBAT_REG = 4.545 V	4.52	4.545	4.57	
充电电流	I _{CC}	ICC[5:0] = 000000, I _{CC} = 8 mA	6	8	10	mA
		ICC[5:0] = 001100, I _{CC} = 104 mA	94	104	114	
		ICC[5:0] = 100000, I _{CC} = 264 mA	238	264	290	
		ICC[5:0] = 111000, I _{CC} = 456 mA	400	456	550	
结温温度调节	T _{J_REG}	I2C 设定范围	60		120	℃
		TJ_REG[1:0] = 11, T _{J_REG} = 120℃		120		
预充电电流	I _{PRE}	IPRE = I _{TERM}	1		31	mA
充电截止电流	I _{TERM}	ITERM[3:0] = 0000, I _{TERM} = 1 mA		1		mA
		ITERM[3:0] = 0001, I _{TERM} = 3 mA	2	3	4	
		ITERM[3:0] = 0101, I _{TERM} = 11 mA		11		
		ITERM[3:0] = 1111, I _{TERM} = 31 mA		31		
充电截止稳定时间	t _{TERM_DGL}			200		ms
预充电至快充阈值	V _{BAT_PRE}	VBAT 上升, VBAT_PRE = 1, VBAT_PRE = 3 V	2.9	3.0	3.1	V
预充电至快充阈值迟滞	V _{BAT_PRE_HYS}			96		mV
电池自动充电电压下降阈值	V _{RECH}	低于 VBAT_REG, V _{RECH} = 0		110		mV
		低于 VBAT_REG, V _{RECH} = 1		220		
电池自动充电稳定时间	t _{RECH_DGL}			200		μs
热保护						
热关断阈值	T _{J_SHDN}			150		℃
热关断迟滞	T _{J_SHDN_HYS}			20		℃
NTC 引脚输出电流	I _{NTC}	CEB = 0, NTC = 3 V	-100	0	100	nA
过冷保护阈值 (NTC 上升)	V _{COLD}	与 V _{DD} 之比	63	65	67	%
过冷保护阈值迟滞 (NTC 上升)	V _{COLD_HYS}			30		mV
过热保护阈值 (NTC 下降)	V _{HOT}	与 V _{DD} 之比	31	33	35	%
过热保护阈值迟滞 (NTC 下降)	V _{HOT_HYS}			70		mV
PCB 过热保护阈值 (NTC 下降)	V _{HOT_PCB}	与 V _{DD} 之比	30	32	34	%



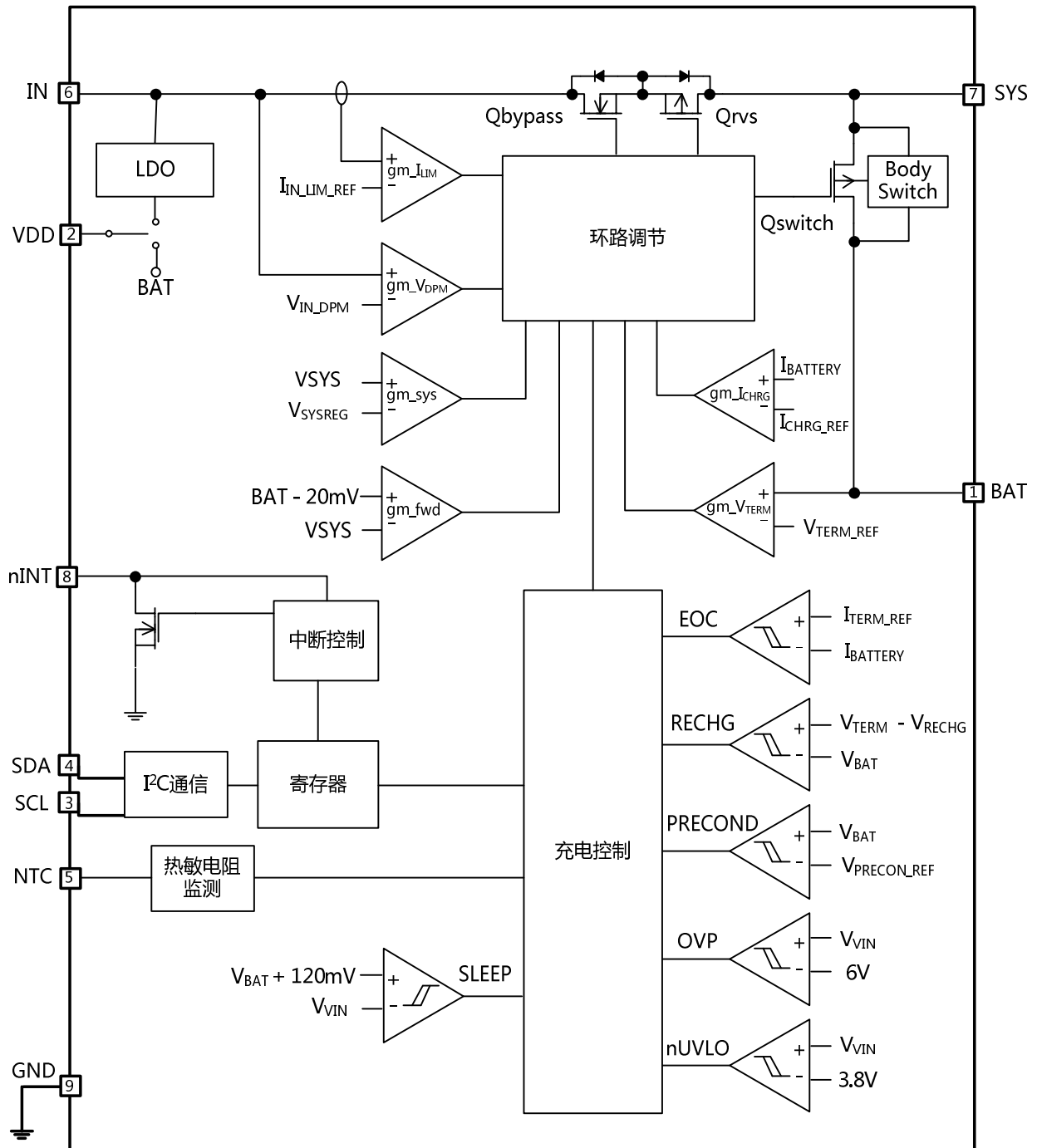
PCB 过热保护阈值迟滞 (NTC 下降)	$V_{HOT_PCB_HYS}$			90		mV
IO 引脚特性						
逻辑接口低电压阈值	V_L				0.4	V
逻辑接口高电压阈值	V_H		1.4			V
I²C 接口 (SCL, SDA)						
低输入阈值	V_{IL}				0.4	V
高输入阈值	V_{IH}		1.4			V
低输出阈值	V_{OL}	$I_{SINK} = 5\text{ mA}$			0.4	V
I ² C 时钟频率	f_{SCL}				400	kHz
Watchdog 计时时间						
Watchdog 时间	t_{WDT}	WATCHDOG[1:0] = 11		160		s

注 4: 除特殊测试说明外, 电气参数均在 $T_A = +25^{\circ}\text{C}$, $V_{IN} = 5\text{V}$, $V_{BAT} = 3.5\text{V}$ 条件下测试。

注 5: 规格书的最小、最大规范范围由测试保证, 典型值由设计、测试或统计分析保证。



电路内部结构框图 / Functional Block Diagram



功能描述 / Functional Description

HX5606是一款带有电源路径管理的单节电池充电器，适用于锂离子和锂聚合物电池。充电特性包含预充电、快充、充电截止和自动再充电性能，内置安全充电计时器。其中，快充包括恒流模式（CCM，Constant-current mode）和恒压模式（CVM，Constant-voltage mode）。当芯片不受主机控制时，安全充电计时器可用于防止过充或其它问题。

IN与SYS引脚之间接有旁路开关（Bypass switch），SYS与BAT引脚之间接有电池开关（Battery switch），以上两个开关均集成在芯片内部，用于电源路径管理（Power path management）功能。旁路开关和电池开关的导通阻抗较小，减小了功耗以及发热。当输入电源有效时，系统负载主要由输入电源供电。此时，若电池需要充电，输入电源可对电池充电。当输入电源不足以维持系统负载消耗时，电池会向负载提供额外的电源消耗。这种由电池向负载补充电源消耗的模式称之为补充模式（Supplement mode）。若输入电源被移除或 V_{IN} 不在工作电压范围之内时，电池可完全提供负载的电源消耗。针对电池充电，充电功率由电池开关调节。为避免充电发生问题，输入电压、输入电流、系统电压、芯片温度和外界温度（由NTC感测）均会持续地被监控。

图3表示了电源路径和芯片内部的关键模块。旁路开关用于调节系统与内部充电电路的电压。 Q_{rvs} 开关作为理想关断二极管，用于避免负载（SYS引脚）倒灌（漏电流）至输入端（IN引脚）。 Q_{switch} 开关用于电池充电调节，以及电池（BAT引脚）和系统（SYS引脚）之间是否连接。图3中所示的IN端与BAT端的充电和放电电路均有独立的UVLO和电源。其余引脚电源由IN或SYS两者之间电压最高的端口来供电。I/F接口模块（I²C通信和nINT）的电源由IN引脚或BAT引脚提供。

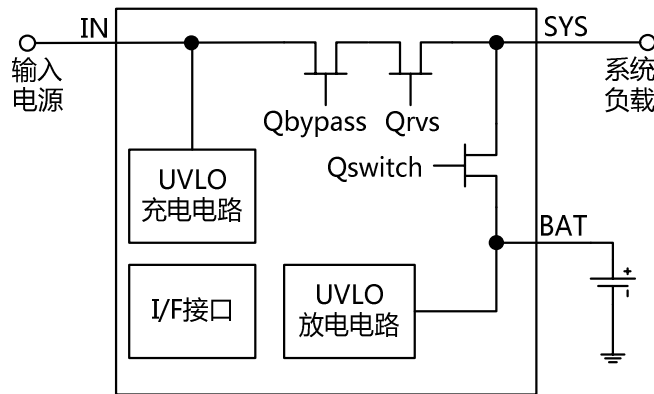


图3 电源路径管理结构图

HX5606带有Watchdog计时器作为保护措施，避免主机发生失灵引起芯片工作故障。当Watchdog计时器启用时，必须由主机定时复位，防止看门狗定时器超时导致芯片复位和电源重置。通过I²C接口设置Watchdog寄存器可调节计时器。如果

Watchdog没有及时重置，给主机的电源会重新上电。

若Watchdog超时，主机对IN端输入电源不做响应（当Watchdog强行打开时）或COLD_RESET位为置1，提供给SYS端口的电源将重启，以便在系统程序升级或释放锁定状态之前清除运行环境。

输入检测

图4显示了如何检测输入电压状态以及对器件功能的影响，同时标注相应时间点的nINT输出信号更新。器件会持续监控IN端输入电压的变化。SYS端口和充电电路只有在连接输入端且持续时间为 t_{INI} 时才会工作， V_{IN} 必须在正常工作范围之内（高于 V_{IN_UVLO} 并低于 V_{IN_OVLO} ）。一旦输入端检测到UVLO或OVLO， Q_{bypass} 和 Q_{rvs} 开关会关闭。

如图4所示，若任何输入状态在相同工作条件下持续时间超过 t_{PWD} 即可认为该输入状态达到稳定，在 t_{PWD} 之后，器件会向nINT引脚发送负脉冲以告知主机输入状态发生变化，该负脉冲的脉冲宽度由 t_{INT_PULSE} 表示。

一旦检测到有效输入和INT脉冲，Watchdog[1:0]寄存器数据会设置为01。当对该器件写入任何数据，它将恢复原始设置。若主机未清除Watchdog参数，当Watchdog计时终止时，主机电源会重置复位。

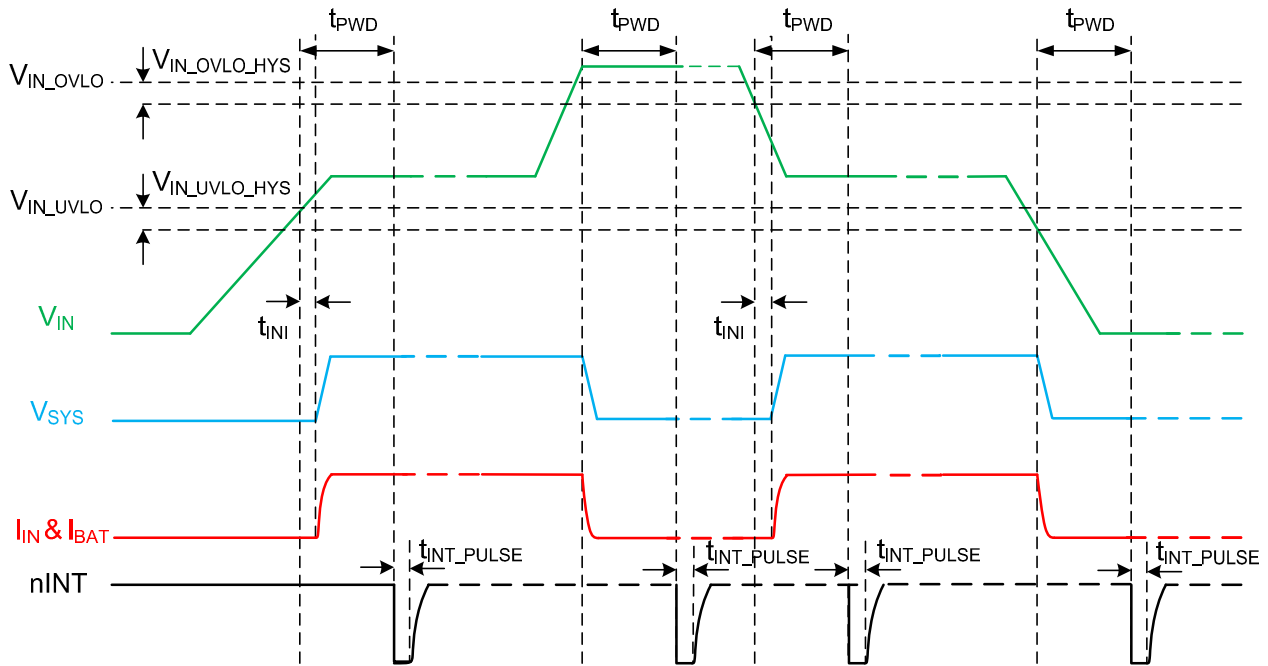


图4 输入电源检测及nINT波形时间点

电源路径管理

若输入电压在规格范围之内且具有足够能力给系统供电 ($V_{IN} > V_{IN_UVLO}$ 且 $V_{IN} - V_{SYS} > V_{HDM}$)，此时输入电源路径导通，HX5606开始向系统供电，系统电压会升高至 V_{SYS_REG} 。 V_{SYS_REG} 电压由 $VSYS_REG[3:0]$ 寄存器调节，即由REG07（也称之为系统电压寄存器或 $VSYS_REG[3:0]$ 寄存器）寄存器的低四位数据控制。然而，输入电压、输入电流和电池电压均会影响实际的系统电压。

I²C可以直接控制电源路径。如果 $EN_HIZ = 1$ ，则通过关闭Qbypass断开输入路径（高阻态）。如果电池正在充电且Qswitch开关打开，也可通过调节充电使能数据位，将CEB数据位设置为1（在充电路径中关闭Qswitch）。电源路径控制数据位如表2所示，若数据位均被清除，则控制命令无效。

表 2 开关控制

FETs	EN_HIZ = 1	CEB = 1
Qbypass	关断	/
Qswitch（充电中）	/	关断
Qswitch（放电中）	/	/

注 6：/表示无需考虑。

电池充电

图5表示器件的充电过程。充电阶段如下说明，根据I²C设置以及电池充电状态（SOC，State of charge），可跳过部分或全部阶段，完整的充电循环过程如下所示：

预充电：如果电池电压低于预充电阈值 (V_{BAT_PRE}) 时，电池通过预充电电流 (I_{PRE}) 来充电。预充电电流值与截止电流值相同，由REG03[3:0]寄存器调节电流大小，也可称之为 $ITERM[3:0]$ 。

恒流充电：当电池电压高于 V_{BAT_PRE} 但低于 V_{BAT_REG} 时，电池通过恒定电流来充电。恒流值由REG02[5:0]寄存器决定，也称之为 $ICC[5:0]$ 。若REG0A寄存器中的 CC_FINE 数据位设置为1，则恒流值减小为 $ICC[5:0]$ 设定值的1/4。

恒压充电：当电池电压接近 V_{BAT_REG} 时，电压会保持恒定，而充电电流开始下降。 V_{BAT_REG} 电压值由REG04[7:2]寄存器决定，也称之为 $V_{BAT_REG}[5:0]$ 。

充电截止：当电池充电电流降至 I_{TERM} 时，就可以识别为充电截止。如果通过REG05[4]寄存器的数据位 $EN_TERM = 1$ ，



可以激活充满截止功能。若充电电流接近 I_{TERM} 或低于 I_{TERM} 且持续时间为 t_{TERM_DGL} ，可认为充电周期结束，此时充电电流将关闭并降至0。在没有满足充电截止条件下，充电电流将持续下降。注意，如果安全计时器超时，充电将会被关闭，这个充电周期也会被认定为完成。可设置REG05[3]寄存器的数据位EN_TERM = 1，启用安全计时器。

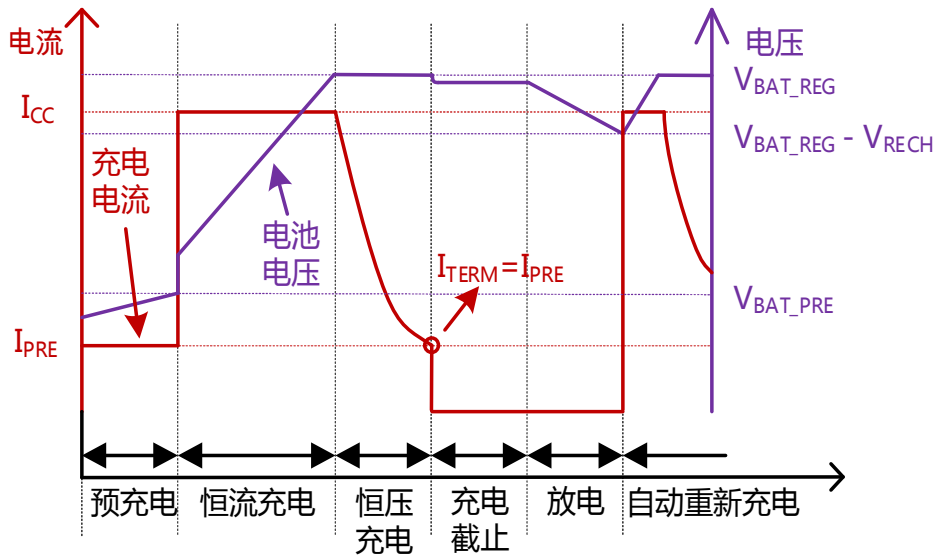


图5 电池充电示意图

一旦检测到充电截止，充电状态更新为“充电完成”。若充电满足截止条件且REG05[0]寄存器的数据位TERM_TMR = 0时，充电电流终止。如果TERM_TMR = 1，充电不会终止，充电电流会持续减小。

在整个充电过程中，由于输入电压或输入电流不足引起的动态电源管理（DPM）调节，或热调节等其他调节或控制会导致实际的充电电流会低于设定值。在热调节模式下，器件降低功率路径电流以保持结温低于编程设定值。

HX5606满足以下任一条件时，新的充电周期会启动：

- 1.输入电源重置（输入打开/关断）；
- 2.通过I²C命令，开启电池充电功能；
- 3.由电池充电状态开始的自动再充电。

以下所有条件均满足：

- 1.不存在NTC热敏电阻故障；
- 2.不存在安全计时器（充电状态）故障；
- 3.不存在电池过压；
- 4.不存在Qswitch开关强行关断（例如CEB = 1）

电池过压保护

HX5606内置电池过压保护机制。当电池电压高于 $V_{BAT_OVP} + V_{BAT_REG}$ 时，检测为电池过压。当此事件发生时，充电立即暂停，输出电池过压故障信号。如果电池过压状态持续存在，放电路径将会打开。

输入电流和电压（基于电源管理）

通常，输入源（例如USB）不足以满足所有系统电源需求，需要电源管理方案来保持系统电压在所需水平，而不会使系统过载。图6显示了芯片中的电源管理机制，并解释它是如何在HX5606中实现，包括输入源无法提供所需功率时电池辅助操作（补充模式），

HX5606持续监控输入电流，确保满足输入源最大电流限制规格。I²C可修改输入电流限制，以防止输入源过载。

如果输入源供电能力不足，且芯片编程设置的输入限流值高于源的有效能力（例如在动态负载条件下），此时备用电源管理机制生效，防止输入源过载。备用电源管理是基于限制输入电压降至V_{IN_MIN}（可编程）。若负载高于输入电流容量，基于电源管理机制，输入电压被调节至V_{IN_MIN}。如果同时达到输入电流和输入电压限制，Qbypass开关（IN与SYS之间）将调节并限制输入端获取的总功率。有了功率限制，如果系统电压降至最小值（V_{SYS_REG} - 90 mV）或输入电压降至V_{IN} - 160 mV以下时，设备将减小充电电流，避免电压继续下降。

这个可编程的V_{IN_MIN}设定值需高于V_{BAT_REG} 至少250 mV，以确保稳压器稳定运行。

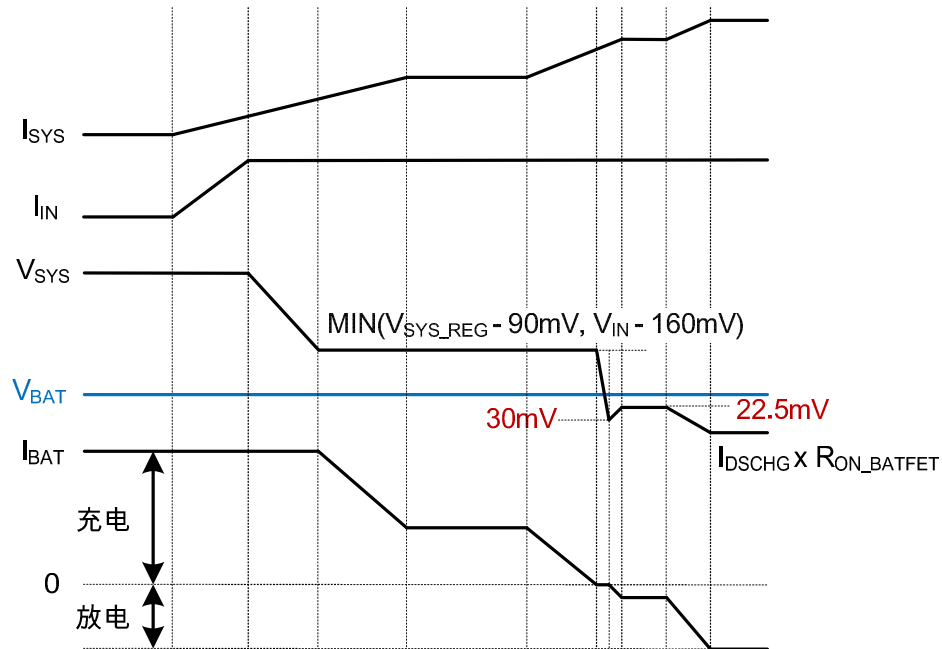


图 6 动态电源管理和电池补充模式图示

电池补充模式

如上所述，当输入源功率不足以维持系统需求时，DPM会减小充电电流，以保持输入电流和输入电压处于调节状态。如果充电电流降至0，但系统负载仍然一直过重，输入源过载，V_{SYS}电压会继续下降，此时电池向系统供电。这种由电池向负载提供I_{DSCHG}（补充电流）的模式称之为电池补充模式。当系统电压低于电池电压接近30 mV时，补充模式启动。在该模式中，Qswitch开关充当电池与系统的理想二极管。当I_{DSCHG} * R_{ON_BATFET} < 22.5 mV时，控制Qswitch开关调节并维持V_{BAT} - V_{SYS}降至固定值22.5 mV。若I_{DSCHG} * R_{ON_BATFET} > 22.5 mV，Qswitch开关会完全导通，电池电压将以最小的压降提供给系统。

在电池补充模式，一旦系统负载减小且V_{SYS} > V_{BAT} + 20 mV时，理想二极管模式会失效。

若V_{IN}输入源不可用，芯片将工作在放电模式（电池供电），Qswitch开关一直保持完全导通以减小损耗。

电池电压调节

恒压调节阶段（CV）的电池电压由V_{BAT_REG}表示。若电池处于浮空状态，其电压可能在V_{BAT_REG} - V_{RECH}和V_{BAT_REG}之间变化。

热调节和热关断

HX5606会持续监控内部结温，避免结温过高，并保持最大功率输出。若内部结温接近编程设定值（ T_{J_REG} ）时，芯片将会减小充电电流，避免电源损耗过大。热调节极限值可编程，以满足不同应用场景中的热调节需求。通过TJ_REG[1:0]寄存器编程，可选择4种不同的结温调节阈值。

芯片固定热关断限制（ T_{J_SHDN} ）稍高于最高编程值（ T_{J_REG} ）。如果 T_J 高于限制值，Qbypass开关和Qswitch开关将会全部关断。

NTC 功能和 VDD 控制

通过NTC热敏电阻，NTC引脚可以感测电池温度。热敏电阻通常用在可充电电池组中，通过监测电池温度并确保处于冷热限值之间来确保安全运行。为调节芯片的温度限制值，VDD和GND引脚之间需外接两个分压电阻（如图13中的R1和R2），该分压电阻一端与NTC引脚相连。热敏电阻连接在NTC引脚和GND引脚之间。NTC引脚电压由以上三个电阻决定。电阻分压和高低温限值电压可由EC表格数据得到，该数据表决定了高低温工作窗口。由于NTC的负温度系数，若其电压降至 V_{HOT} 以下，表明此时电池的温度已超过高温限定值。NTC保护功能可通过EN_NTC数据位置0来禁用。由EC表格数据可知，NTC功能的默认设置PCB OTP是开启状态，可通过I²C可调节NTC功能，如表3所示。

表3 NTC功能选择

I ² C 控制		功能
EN_NTC	EN_PCB_OTP	
0	无需考虑	失效
1	1	NTC
1	0	PCB OTP

NTC功能在充电模式生效。若NTC引脚电压超出高低温工作区间，表明电池温度已超出安全工作范围，此时充电会暂停并设置故障位（fault bits）。当温度恢复至安全范围之内时，充电会继续。

如果DIS_VDD数据位被禁用且移除 V_{IN} 输入源时， V_{DD} 电源关断，处于高阻抗状态，此时分压电阻仅有R2与NTC热敏电阻并联。如果DIS_VDD数据位有效， V_{DD} 保持有效。移除 V_{IN} 输入源时， V_{DD} 由电池供电。

在PCB OTP状态下，若NTC引脚电压低于NTC高温阈值，Qbypass开关和Qswitch开关将会关断。PCB OTP报故障也会将NTC_FAULT状态位置1。当NTC引脚电压回到NTC高温阈值之上，芯片继续充电。

安全计时器

通过使用内部安全计时器，HX5606可以限制预充电和充电周期的最大持续时间，以避免因电池异常状态而导致的充电周期延长。此功能可通过I²C取消。如果发生以下情况之一，安全计时器便开始计数：

- 1.开始新的充电周期；
- 2.REG01[3]数据位从1变0（充电生效）；
- 3.REG05[3]数据位从0变1（安全计时器生效）；
- 4.REG02[7]数据位从0变1（软件复位）；
- 5.REG0A[4]数据位从0变1（软件电源重置）。

在预充电模式，电池电压长时间低于 V_{BAT_PRE} 且无法升高时，安全计时器限制时间为1小时。在充电阶段，计时限制可由I²C调节。当电池进入恒流充电模式或恒压充电模式时，安全计时器开始计数。

主机模式和默认模式

HX5606可以在默认模式（默认参数）或主机模式（主机编程参数）下运行。以下条件中只要一个满足要求，芯片将会工作在默认模式：

- 1.输入更新且未连接电池；
- 2.没有连接输入源的情况下重新插入电池；

3.给REG_RST数据位写入1来复位设备寄存器;

4.Watchdog定时器超时。

上电复位或Watchdog计时终止时,芯片便会工作在默认模式。在此模式,所有的寄存器都为默认值,包括EN_HIZ = 0和CEB = 1,即输入电源路径被打开,芯片处于电池放电模式。请注意,在默认情况下,重置之后电池将无法充电。

当芯片工作在主机模式, Watchdog功能激活且可以工作在充电和放电模式(Watchdog定时器独立于充电安全计时器)。看门狗定时器可以通过其寄存器中编程一个非零超时时间来启用,即WATCHDOG[1:0] ≠ 00。如果Watchdog计时器激活,则必须通过REG02寄存器中WD_RST = 1在看门狗计时完成之前定期复位,否则看门狗计时器会超时,导致系统电源重置(IN拔掉,BAT处于放电模式不会重置)。因此,主机复位看门狗时间间隔必须小于看门狗计时时间。通过关断Qswitch开关和Qbypass开关,且关断时间维持t_{RST_DUR},电源会重新上电,之后开关会重新打开。Watchdog超时后,所有寄存器的参数均会重置为默认值,芯片将会进入默认模式。

为减小放电模式中的静态电流,可以通过调节EN_WD_DISCHG = 0,关闭Watchdog计时器。如果WATCHDOG[1:0] = 00,则Watchdog计时器在充电和放电模式均无效,且与EN_WD_DISCHG值无关。

电池放电功能

如果设备与电池连接(V_{BAT}高于V_{BAT_UVLO}阈值)且无输入源,则Qswitch开关会完全导通。Qswitch开关的低导通阻抗,减小了放电过程的损耗。在此模式,芯片静态电流可低至9 μA。通过REG0A[3] = 1,即使芯片内部其余模块都关闭,Qswitch开关依旧保持打开状态,以减小芯片静态电流,该电流可低至1 μA以下。器件低导通阻抗和低静态电流的特性,延长了芯片的工作时间。

过放保护

过放保护在放电模式和补充模式下均有效。若I_{BAT}电流超过REG03[7:4]寄存器设定的放电限流值,Qswitch开关在等待延迟t_{DSCHG_CUT}之后关断,然后在t_{RETRY}开关重新打开。如果放电电流超过3.7 A,Qswitch开关立即关断。

当电池电压降至REG01[2:0]寄存器设定的V_{BAT_UVLO}限制时,Qswitch关闭以防止电池过放。

如果SWITCH_MODE数据位设置为1,Qswitch像简单开关一样强制保持常开状态且在电池放电时忽略过放。SWITCH_MODE数据位可在输入电源重新上电复位,也可在输入源连接时,通过电池连接或断开来复位。

系统短路保护

若SYS引脚连接的负载发生短路(接至GND),Qswitch开关将断开BAT与SYS之间的连接路径,Qbypass开关会限制IN到SYS的路径电流。如果短路持续存在,芯片温度将会升高,从而发生热关断。

中断输出(nINT 引脚)

当电源变化时nINT输出信号告示主机。以下任一状态发生时,HX5606向nINT发送负脉冲(脉冲宽度为t_{INT_PULSE}):

- 1.检测到良好的输入源(UVLO < V_{IN} < OVLO);
- 2.检测到输入端UVLO或OVLO;
- 3.充电完成;
- 4.充电状态发生改变;
- 5.REG09出现故障记录(输入故障、热故障、安全计时器故障、电池OVP故障或NTC故障);
- 6.Watchdog超时(REG08[7]中WTD_FAULT)。

以上任意故障发生后,除了NTC故障位会一直报告热敏电阻当前状态以外,其余相应故障位将锁存到寄存器中。如果设备退出故障状态,故障状态会解除锁存。如果该故障位解除锁存,在主机读取寄存器之后,它将复位为0。

当REG06[4:0]中设置相应的掩码控制位时,可以对上述列出的一些事件的nINT脉冲信号进行屏蔽。如果设置了掩码位,且发生相应故障,nINT引脚信号仍旧保持高电平状态。

nINT引脚也可作为输入引脚用于启动SYS输出的电源循环,例如,当电池不可拆卸时,需要在系统上打开/关闭。该输入也用于退出船运模式保持电池断开。当正常工作时,该引脚通过外部额外驱动上拉至适当逻辑电压。

电池断连功能

当电池不可拆卸时，电池与系统断开主要用于系统电源重置或设备置于船运模式。通过FET_DIS = 1，来强制Qswitch保持常关状态。表4解释了通过编程HX5606如何进入船运模式（或用于系统电源重置）和如何退出船运模式。设备如需退出船运模式，要么在应用中IN端接入电源，要么nINT引脚在短时间内保持低电平（接GND）（例如按下开关）。

表 4 NTC 船运模式控制

开关	进入船运模式	退出船运模式	
	FET_DIS = 1	nINT 由高到低持续 2 s	V _{IN} 接入
Qbypass	无需考虑	无需考虑	打开
Qswitch (充电中)	关闭	打开	打开
Qswitch (放电中)	关闭	打开	打开

FET_DIS 数据位用于控制电池断开。若 FET_DIS = 1，设备在延时一段时间后进入船运模式，EN_SHIP_DGL[1:0]可设置延时时间。延时之后，Qswitch 关闭，FET_DIS 数据复位为 0（但不退出船运模式）。通过下拉 nINT 引脚电压或检测到 IN 引脚上的可工作电压，设备可从船运模式唤醒。nINT 引脚下拉持续 2 s 之后或检测到 IN 可工作电压 64 ms 之后，设备会退出船运模式。

nINT引脚下拉持续时间超过t_{RST_DGL}之后，通过关闭Qswitch和Qbypass进行系统电源重置。该延时时间可避免噪声、脉冲干扰或按钮开关对nINT引脚电平的影响。调节REG01寄存器中的t_{RST_DGL}[1:0]可以设置延时时间t_{RST_DGL}。通过调节REG01寄存器中的t_{RST_DUR}可以设置系统关断的维持时间t_{RST_DUR}。在t_{RST_DUR}之后，Qswitch和Qbypass会自动打开，系统会再次上电。在系统关断期间，nINT引脚仍旧保持低电平。

图7表示系统电源重置的波形。

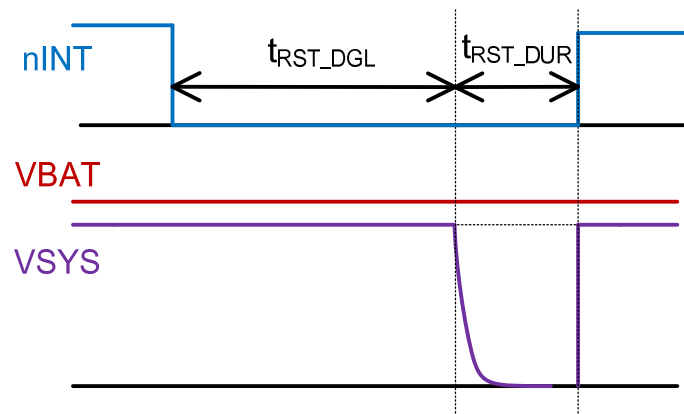


图7 电源重新上电和下电波形



寄存器信息

所有寄存器均由8 bits组成，每一个单独的bit依次命名为D[0]（最低位）~ D[7]（最高位）。

I²C 从机地址：03H

R/W: 读/写bit

R: 读bit

PORV: 上电复位值

n: 由位组成的作为一个无符号的二进制数字参数码

REG00

寄存器地址：0x00；读/写

上电复位值：10011111

表5 REG00信息

Bits	Bit名称	特性	注释	上电 复位值	类型	复位
D[7:4]	VIN_MIN[3:0]	VIN_MIN[3] 1: 640 mV	最小输入限压值（n: 4 bits）： = 3.88+ 0.08n（V） 最小值：3.88 V 范围：3.88 V（0000）~ 5.08 V（1111） 默认：4.60 V（1001）	1	读/写	REG_RST
		VIN_MIN[2] 1: 320 mV		0	读/写	
		VIN_MIN[1] 1: 160 mV		0	读/写	
		VIN_MIN[0] 1: 80 mV		1	读/写	
D[3:0]	IIN_LIM[3:0]	IIN_LIM[3] 1: 240 mA	输入限流值（n: 4bits） = 50+ 30n（mA） 最小值：50 mA 范围：50 mA（0000）~ 500 mA（1111） 默认：500 mA（1111）	1	读/写	REG_RST
		IIN_LIM[2] 1: 120 mA		1	读/写	
		IIN_LIM[1] 1: 60 mA		1	读/写	
		IIN_LIM[0] 1: 30 mA		1	读/写	



REG01

寄存器地址：0x01；读/写

上电复位值：10101100

表6 REG01信息

Bits	Bit名称	特性	注释	上电 复位值	类型	复位
D[7:6]	tRST_DGL[1:0]	00: 8 s 01: 12 s 10: 16 s (默认) 11: 20 s	nINT下拉以断开电池的时间 (n: 2 bits) $= 8\text{ s} + 4n\text{ (s)}$	1	读/写	REG_RST 或 Watchdog
				0	读/写	
D[5]	tRST_DUR	0: 2 s 1: 4 s (默认)	电池FET关断持续时间。 Qswitch和Qbypass重新开启之前的关断时间	1	读/写	REG_RST 或 Watchdog
D[4]	EN_HIZ	HIZ模式生效 0: 无效 (默认) 1: 生效	控制Qbypass开关。 默认: 无效 (0) 或开关打开 注: EN_HIZ数据位仅控制Qbypass开关的打开和关闭	0	读/写	REG_RST 或 Watchdog
D[3]	CEB	充电生效 0: 充电生效 1: 充电无效 (默认)	充电生效或失效, Qswitch开关设置。 默认: 充电无效 (1) 或Qswitch开关关断	1	读/写	REG_RST 或 Watchdog
D[2:0]	VBAT_UVLO[2:0]	VBAT_UVLO[2] 1: 360 mV	电池UVLO阈值 (n: 3bits) = $2.4\text{ V} + 0.09n\text{ (V)}$ 最小值: 2.4 V 范围: 2.4 V (000) ~ 3.03 V (111) 默认: 2.76 V (100)	1	读/写	REG_RST 或 Watchdog
		VBAT_UVLO[1] 1: 180 mV		0	读/写	
		VBAT_UVLO[0] 1: 90 mV		0	读/写	



REG02

寄存器地址：0x02；读/写

上电复位值：00001111

表7 REG02信息

Bits	Bit名称	特性	注释	上电 复位值	类型	复位
D[7]	REG_RST	软件复位 0: 保持当前设置 (默认) 1: 复位	若置1, 部分寄存器会复位(寄存器 信息表格中最后一列已标注说明)	0	读/写	REG_RST
D[6]	WD_RST	I ² C Watchdog计 时器复位 0: 正常(默认) 1: 复位	若置1, 将会复位Watchdog计时器	0	读/写	REG_RST 或 Watchdog
D[5:0]	ICC[5:0]	ICC[5] 1: 256 mA	快充电流值(CC 模式, n: 6bits) = 8 mA + 8n (mA), n ≤ 56 最小值: 8 mA 范围: 8 mA (000000) ~ 456 mA (111000) 默认: 128 mA (001111) 注: 当设置值超过56D = 111000(456 mA)时, 电流被钳位至456 mA(56D = 111000)	0	读/写	REG_RST 或 Watchdog
		ICC[4] 1: 128 mA		0	读/写	
		ICC[3] 1: 64 mA		1	读/写	
		ICC[2] 1: 32 mA		1	读/写	
		ICC[1] 1: 16 mA		1	读/写	
		ICC[0] 1: 8 mA		1	读/写	

REG03

寄存器地址：0x03；读/写

上电复位值：10010001

表8 REG03信息

Bits	Bit名称	特性	注释	上电 复位值	类型	复位
D[7:4]	IDSCHG[3:0]	IDSCHG[3] 1: 1600 mA	BAT至SYS放电限流值 (n: 4bits) = 200 mA + 200n (mA), n ≠ 0 最小值: 200 mA 范围: 400 mA (0001) ~ 3200 mA (1111) 默认: 2000 mA (1001)	1	读/写	REG_RST 或 Watchdog
		IDSCHG[2] 1: 800 mA		0	读/写	
		IDSCHG[1] 1: 400 mA		0	读/写	
		IDSCHG[0] 1: 200 mA		1	读/写	
D[3:0]	ITERM[3:0]	ITERM[3] 1: 16 mA	充电截止限流值 (n: 4bits) = 1 mA + 2n (mA) 最小值: 1 mA 范围: 1 mA (0000) ~ 31 mA (1111) 默认: 3 mA (0001)	0	读/写	REG_RST 或 Watchdog
		ITERM[2] 1: 8 mA		0	读/写	
		ITERM[1] 1: 4 mA		0	读/写	
		ITERM[0] 1: 2 mA		1	读/写	

REG04

寄存器地址：0x04；可读/写

上电复位值：10100011

表9 REG04信息

Bits	Bit名称	特性	注释	上电 复位值	类型	复位
D[7:2]	VBAT_REG[5:0]	VBAT_REG[5] 1: 480 mV	浮充电压（CV模式，n: 6 bits）： $= 3.6\text{ V} + 0.015\text{ n (V)}$ 最小值：3.60 V 范围：3.60 V（00000）~ 4.545 V（11111） 默认：4.2 V（101000）	1	读/写	REG_RST 或 Watchdog
		VBAT_REG[4] 1: 240 mV		0	读/写	
		VBAT_REG[3] 1: 120 mV		1	读/写	
		VBAT_REG[2] 1: 60 mV		0	读/写	
		VBAT_REG[1] 1: 30 mV		0	读/写	
		VBAT_REG[0] 1: 15 mV		0	读/写	
D[1]	VBAT_PRE	预充到快充阈值 0: 2.8 V 1: 3.0 V（默认）		1	读/写	REG_RST 或 Watchdog
D[0]	VRECH	电池再充电阈值 0: 100 mV 1: 200 mV（默认）	最小值低于VBAT_REG	1	读/写	REG_RST 或 Watchdog

REG05

寄存器地址：0x05；读/写

上电复位值：01111010

表10 REG05信息

Bits	Bit名称	特性	注释	上电 复位值	类型	复位
D[7]	EN_WD_DISCHG	Watchdog控制 0: 无效（默认） 1: 生效	Watchdog控制（放电模式）	0	读/写	REG_RST
D[6:5]	WATCHDOG[1:0]	Watchdog计时器 00: 计时器无效 01: 40 s 10: 80 s 11: 160 s（默认）	若WATCHDOG[1:0] = 00，无论 EN_WD_DISCHG是否设置， Watchdog计时器均无效	1	读/写	REG_RST
				1	读/写	
D[4]	EN_TERM	充电终止控制 0: 无效 1: 生效（默认）	充电终止是否生效	1	读/写	REG_RST 或 Watchdog
D[3]	EN_TIMER	安全计时器控制 0: 无效 1: 生效（默认）	安全计时器生效/失效设置	1	读/写	REG_RST 或 Watchdog
D[2:1]	CHG_TMR[1:0]	充电时间 00: 3小时 01: 5小时（默认） 10: 8小时 11: 12小时		0	读/写	REG_RST 或 Watchdog
				1	读/写	
D[0]	TERM_TMR	终止计时器控制 0: 无效（默认） 1: 生效	若TERM_TMR生效，充电终止之 后，芯片不会暂停充电	0	读/写	REG_RST 或 Watchdog



REG06

寄存器地址：0x06；读/写

上电复位值：11000000

表11 REG06信息

Bits	Bit名称	特性	注释	上电 复位值	类型	复位
D[7]	EN_NTC	NTC控制 0: 无效 1: 生效（默认）		1	读/写	REG_RST 或 Watchdog
D[6]	TMR2X_EN	激活安全计时器 时间翻倍 0: 无效 1: 生效，PPM期 间安全计时器2倍 延时（默认）		1	读/写	REG_RST 或 Watchdog
D[5]	FET_DIS	0: 生效（默认） 1: 无效	Qswitch开关控制，用于船运模式 和系统电源重置 注：FET_DIS数据位控制充电或 放电状态中Qswitch的打开和关 闭	0	读/写	REG_RST
D[4]	PG_INT_CTL	0: 打开（默认） 1: 关断		0	读/写	REG_RST 或 Watchdog
D[3]	EOC_INT_CTL	充电完成，INT输 出控制 0: 打开（默认） 1: 关闭		0	读/写	REG_RST 或 Watchdog
D[2]	CHG_STATUS_INT_CTL	充电状态改变， INT输出控制 0: 打开（默认） 1: 关闭	充电状态：未充电、预充和充电	0	读/写	REG_RST 或 Watchdog
D[1]	NTC_INT_CTL	0: 打开（默认） 1: 关断		0	读/写	REG_RST 或 Watchdog
D[0]	BATOV_P_INT_CTL	0: 打开（默认） 1: 关闭		0	读/写	REG_RST 或 Watchdog



REG07

寄存器地址：0x07；读/写

上电复位值：00110111

表12 REG07信息

Bits	Bit名称	特性	注释	上电 复位值	类型	复位
D[7]	EN_PCB OTP	PCB_OTP生效 0: 生效（默认） 1: 无效		0	读/写	REG_RST 或 Watchdog
D[6]	EN_VINLOOP	0: 生效（默认） 1: 无效		0	读/写	REG_RST 或 Watchdog
D[5:4]	TJ_REG	热阈值调节 00: 60 °C 01: 80 °C 10: 100 °C 11: 120 °C（默认）		1	读/写	REG_RST 或 Watchdog
				1	读/写	
D[3:0]	VSYS_REG[3:0]	VSYS_REG[3] 1: 400 mV	系统电压调节值：= 4.2 V + 0.05n (V) (n: 4 bits) 最小值：4.2 V 范围：4.2 V(0000)~4.95 V(1111) 默认：4.55 V (0111)	0	读/写	REG_RST
		VSYS_REG[2] 1: 200 mV		1	读/写	
		VSYS_REG[1] 1: 100 mV		1	读/写	
		VSYS_REG[0] 1: 50 mV		1	读/写	



REG08

寄存器地址：0x08；只读和读写

上电复位值：00000000

表13 REG08信息

Bits	Bit名称	特性	上电 复位值	类型	复位
D[7]	WTD_FAULT	Watchdog终止 0: 正常（默认） 1: Watchdog计时器终止	0	只读	无
D[6]	IIN_LIM_REL	解除输入限流 0: 无效（默认） 1: 生效	0	读/写	REG_RST 或 Watchdog
D[5]	IIN_LIM_ADD200	输入限流增加200 mA 0: 无效（默认） 1: 生效	0	读/写	REG_RST 或 Watchdog
D[4:3]	CHG_STAT[1:0]	充电状态 00: 未充电（默认） 01: 预充电 10: 充电 11: 充电完成	0	只读	无
			0	只读	
D[2]	PPM_STAT	芯片处于电源路径管理模式（PPM） 0: 不处于电源路径管理模式（默认） 1: 处于电源路径管理模式	0	只读	无
D[1]	PG_STAT	输入电源（IN）状态 0: 输入源不良（默认） 1: 输入源良好	0	只读	无
D[0]	THERM_STAT	热调节状态 0: 不处于热调节（默认） 1: 处于热调节	0	只读	无



REG09

寄存器地址：0x09；只读和读写

上电复位值：00000000

表14 REG09信息

Bits	Bit名称	特性	上电 复位值	类型	复位
D[7:6]	EN_SHIP_DGL[1:0]	进入船运模式延时稳定时间 00: 1 s（默认） 01: 2 s 10: 4 s 11: 8 s	0	读/写	REG_RST
			0	读/写	
D[5]	VIN_FAULT	输入故障状态 0: 正常（默认） 1: 输入故障（OVP或输入源不良）	0	只读	无
D[4]	THEM_SD	热关断故障状态 0: 正常（默认） 1: 热关断	0	只读	无
D[3]	BAT_FAULT	电池OVP故障状态 0: 正常（默认） 1: 电池过压（OVP）	0	只读	无
D[2]	STMR_FAULT	安全计时器终止状态 0: 正常（默认） 1: 安全计时器终止	0	只读	无
D[1]	NTC_FAULT[1]	NTC超出高温阈值 0: 正常（默认） 1: NTC处于高温	0	只读	无
D[0]	NTC_FAULT[0]	NTC超出低温阈值 0: 正常（默认） 1: NTC处于低温	0	只读	无



REG0A

寄存器地址：0x0A；只读和读写

上电复位值：01100000

表15 REG0A信息

Bits	Bit名称	特性	注释	上电 复位值	类型	复位
D[7:5]	ADDR[2:0]	从地址 001: 01H 010: 02H 011: 03H（默认） 100: 04H 101: 05H 110: 06H 111: 07H		0	只读	无
				1	只读	
				1	只读	
D[4]	COLD_RESET	软件电源重置 0: 无效（默认） 1: 上电重置	若置1，系统重新上电。上电之后自动清除。	0	读/写	无
D[3]	SWITCH_MODE	0: 正常电源路径（默认） 1: Qswitch强行打开	仅在电池放电模式生效。 当Qswitch强行打开时，电流和电压大小无限制。因为内部电路关闭所以可以降低功耗，	0	读/写	无
D[2]	DIS_VDD	0: 由电池电源供电（默认） 1: 与电池电源无关	若置1，当移除V _{IN} 电源时，V _{DD} 处于高阻抗状态	0	读/写	无
D[1]	DIS_VINOVP	0: 生效（默认） 1: 无效	若置1，V _{IN} 过压锁存检测无效	0	读/写	无
D[0]	CC_FINE	0: 正常数值（默认） 1: 数值减小	若置1，充电电流减小为ICC[5:0]设定值的1/4	0	读/写	无



REG0B

寄存器地址：0x0B；可读

上电复位值：00000100（HX5606）

表16 REG0B信息

Bits	Bit名称	特性	注释	上电 复位值	类型	复位
D[7:0]	ID[7:0]	Device ID	HX5606= 00000100		只读	无

OTP 信息

下表所示寄存器仅可编程一次（OTP，One Time Programmable），OTP bits只有读取特性。

地址	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0x0A	OTP Bits: ADDR[2:0]			COLD_ RESET	SWITCH_MODE	DIS_VDD	DIS_VINOV	CC_FINE
0x0B	OTP Bits: ID[7:0]							

OTP 默认数值

OTP默认数值

OTP 名称	默认值
ICC	128 mA
ITERM	3 mA
VBAT_REG	4.2 V
WATCHDOG	160 s
EN_VINLOOP	生效
地址	03H
芯片ID	HX5606: 00000100, V _{IN_OVLO} = 6V



状态转换图

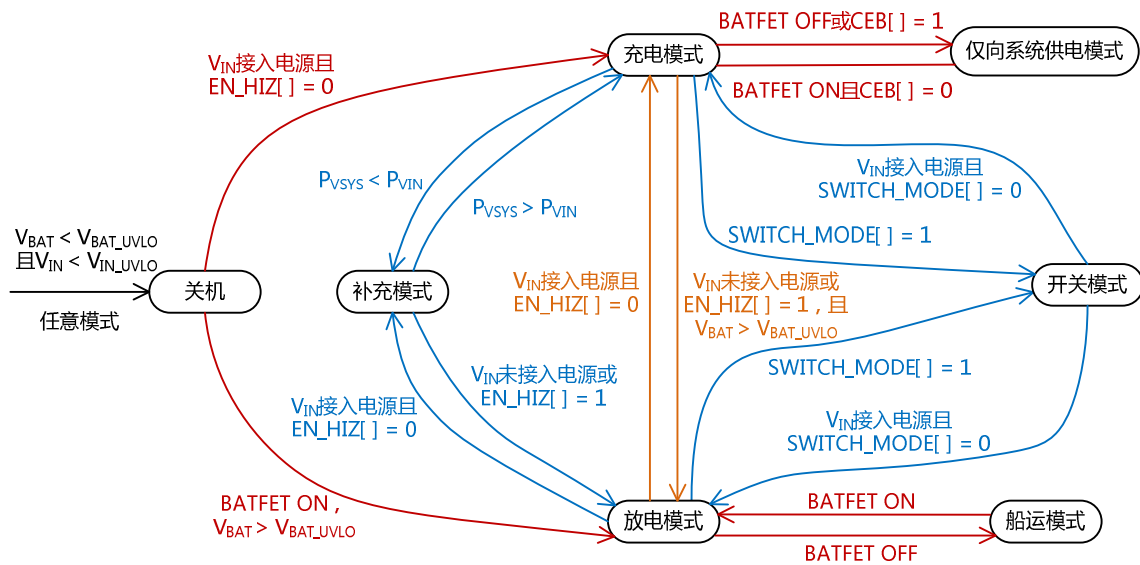


图 8 状态转换示意

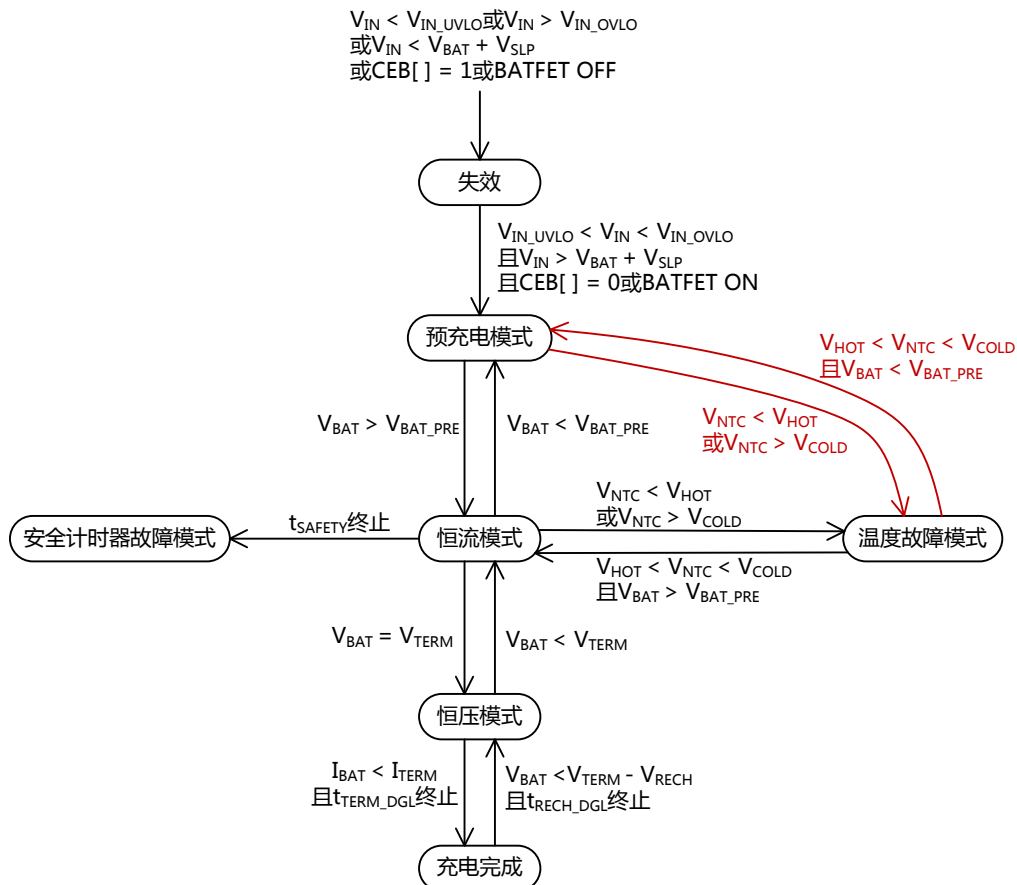


图 9 充电流程

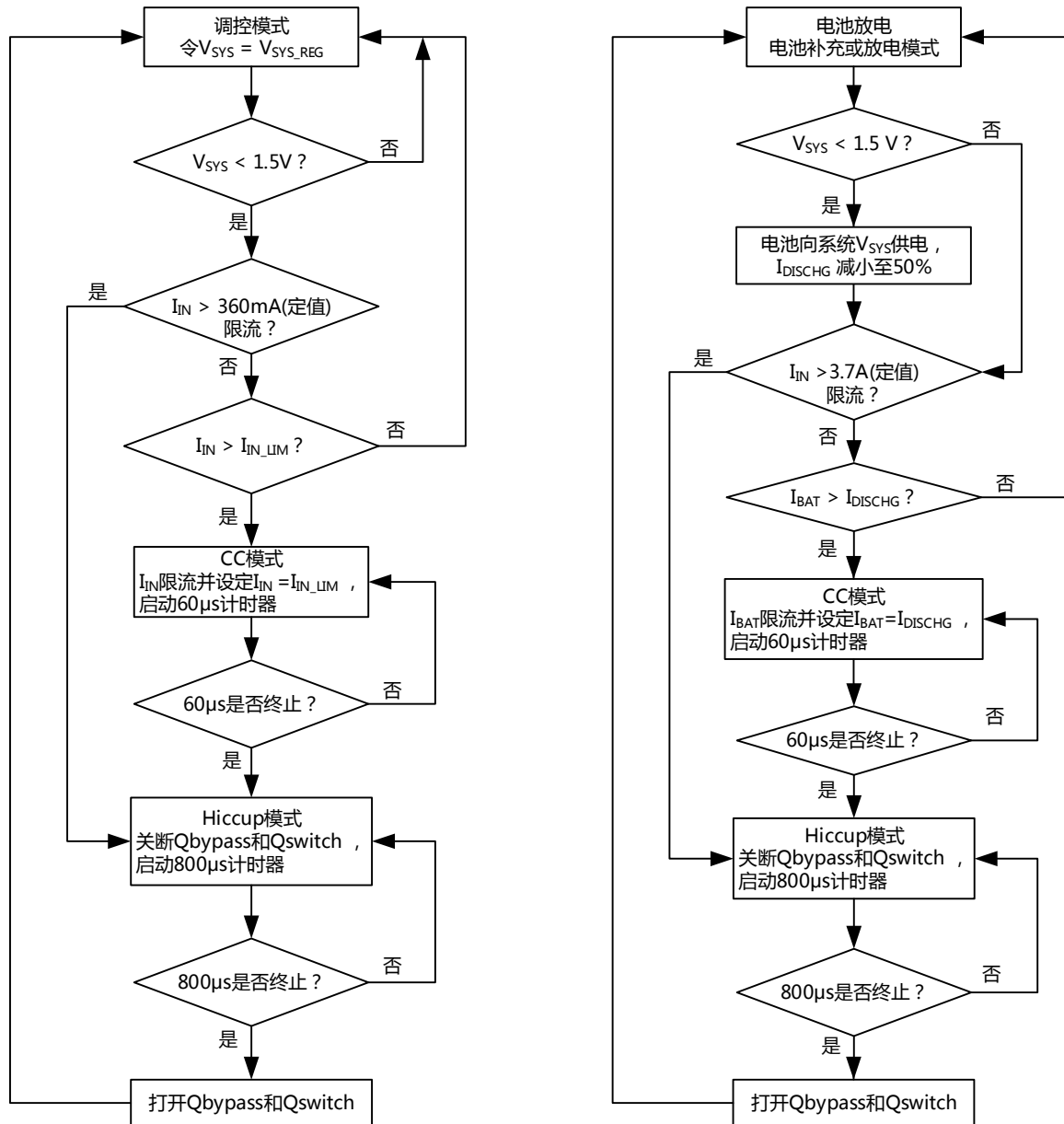


图 10 系统短路保护



NTC 检测

VDD与GND之间的电阻分压电路可用于调节NTC传感器检测到的电池温度限值。对于任意类型的NTC温度特性。R1和R2（如图11所示）可以独立编程高低温限制。

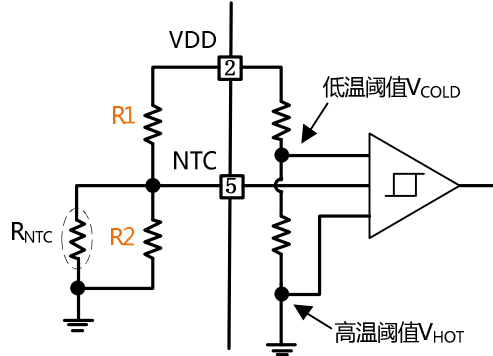


图11 NTC功能模块

对于给定的NTC热敏电阻，若NTC电阻在高温和低温分别为 R_{NTCH} 和 R_{NTCL} ，则R1和R2阻值可由以下公式计算：

$$R2 = \frac{(V_{COLD} - V_{HOT}) * R_{NTCH} * R_{NTCL}}{(V_{HOT} - V_{COLD} * V_{HOT}) * R_{NTCL} - (V_{COLD} - V_{COLD} * V_{HOT}) * R_{NTCH}}$$

$$R1 = \frac{1 - V_{COLD}}{V_{COLD}} * (R2 // R_{NTCL})$$

其中 V_{COLD} 和 V_{HOT} 阈值可参照EC表格给定值，用于NTC引脚检测高温和低温。

示例，对于 $R_{25^\circ C} = 10\text{ K}\Omega$ ， $\beta = 3260$ 的热敏电阻，在 $T_{COLD} = 0^\circ\text{C}$ 时， $R_{NTCL} = 27.2\text{ K}\Omega$ ， $T_{HOT} = 50^\circ\text{C}$ 时， $R_{NTCH} = 4.29\text{ K}\Omega$ 。假设NTC温度窗口在 $0^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$ ， V_{COLD} 和 V_{HOT} 数值参照EC表格，通过公式（1）和（2）计算得到 $R1 = 7.44\text{ K}\Omega$ ， $R2 = 30.79\text{ K}\Omega$ 。（如果EC表格是以平均值表示需要重新计算）

外接电容建议

如很多LDO调节器一样，HX5606需要在电源端口外接 $1 \sim 2.2\mu\text{F}$ 电容，以减小噪声或电压毛刺影响，维持电压稳定性。外接电容必须选择合适的数值并靠近芯片摆放。

输出电容（IN 至 GND）

IN与GND引脚之间需外接 $2.2 \sim 10\mu\text{F}$ 的输入电容，当过载时维持工作电压稳定。若输入电容最小为 $2.2\mu\text{F}$ ，输出电容需大于输入电容才可满足设计要求。

输出电容（SYS 至 GND）

推荐数值较小的陶瓷电容用作输出电容。针对HX5606应用，输出电容可选 $10\mu\text{F}$ 的陶瓷电容（X5R或X7R）。SYS与GND引脚之间的输出电容必须靠近芯片摆放，建议加宽走线并减小回路面积。

BAT 至 GND 电容

BAT与GND引脚之间需要外接电容。建议使用至少为 $4.7 \sim 10\mu\text{F}$ 的陶瓷电容（X5R或X7R）。



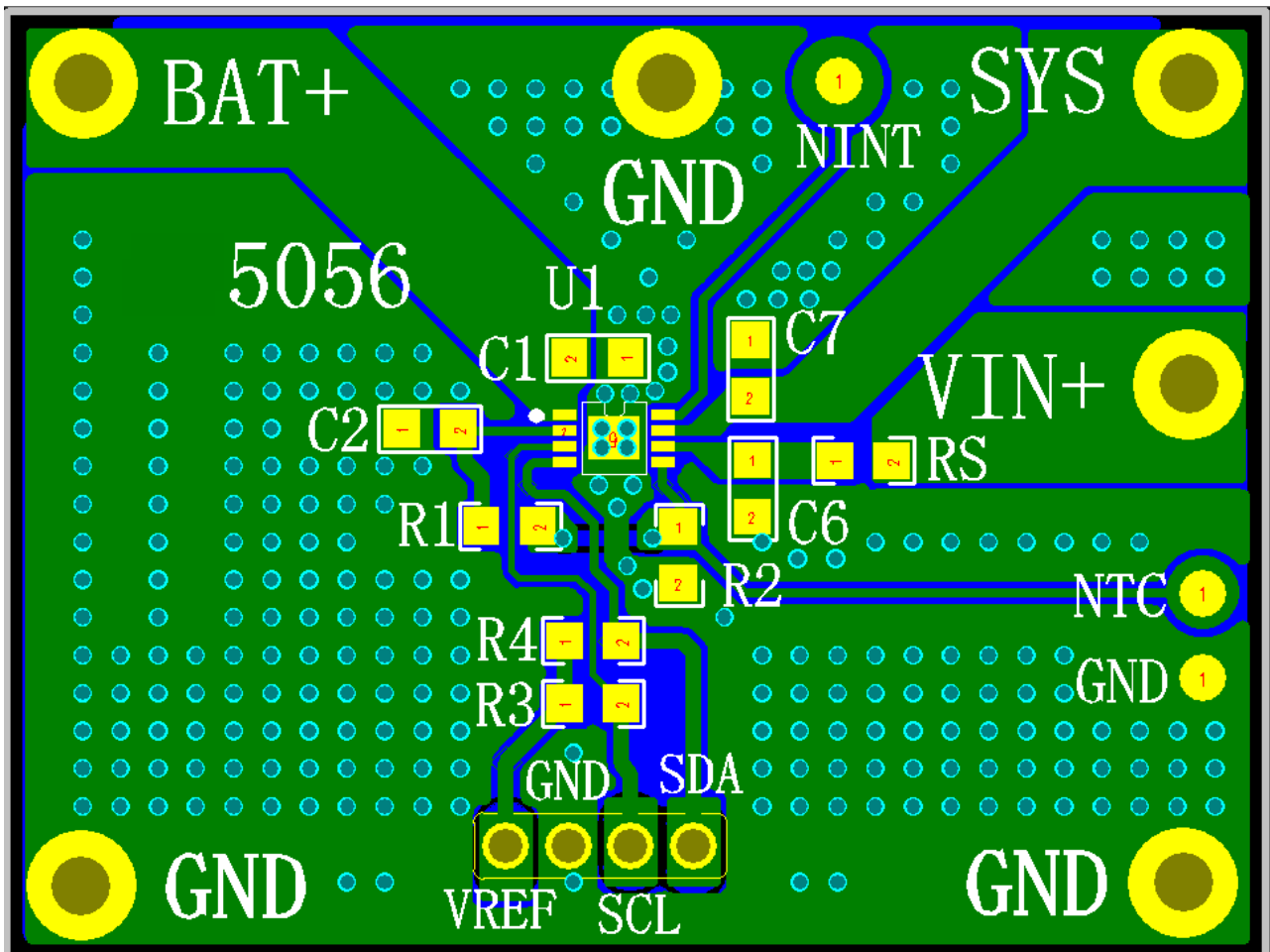
VDD 至 GND 电容

BAT与GND引脚之间需要外接电容。建议使用1~2.2 μF 的陶瓷电容（X5R或X7R）。

布局建议

1. 外接电容必须靠近芯片摆放，以减小线路电感和阻抗；
2. I²C 信号的 GND 必须干净且直接与 GND 引脚连接，不允许与大电流或开关电流回路共用其 GND；
3. 由于 I²C 信号的上升和下降时间较缓慢，其信号走线可并行在同一层 PCB。

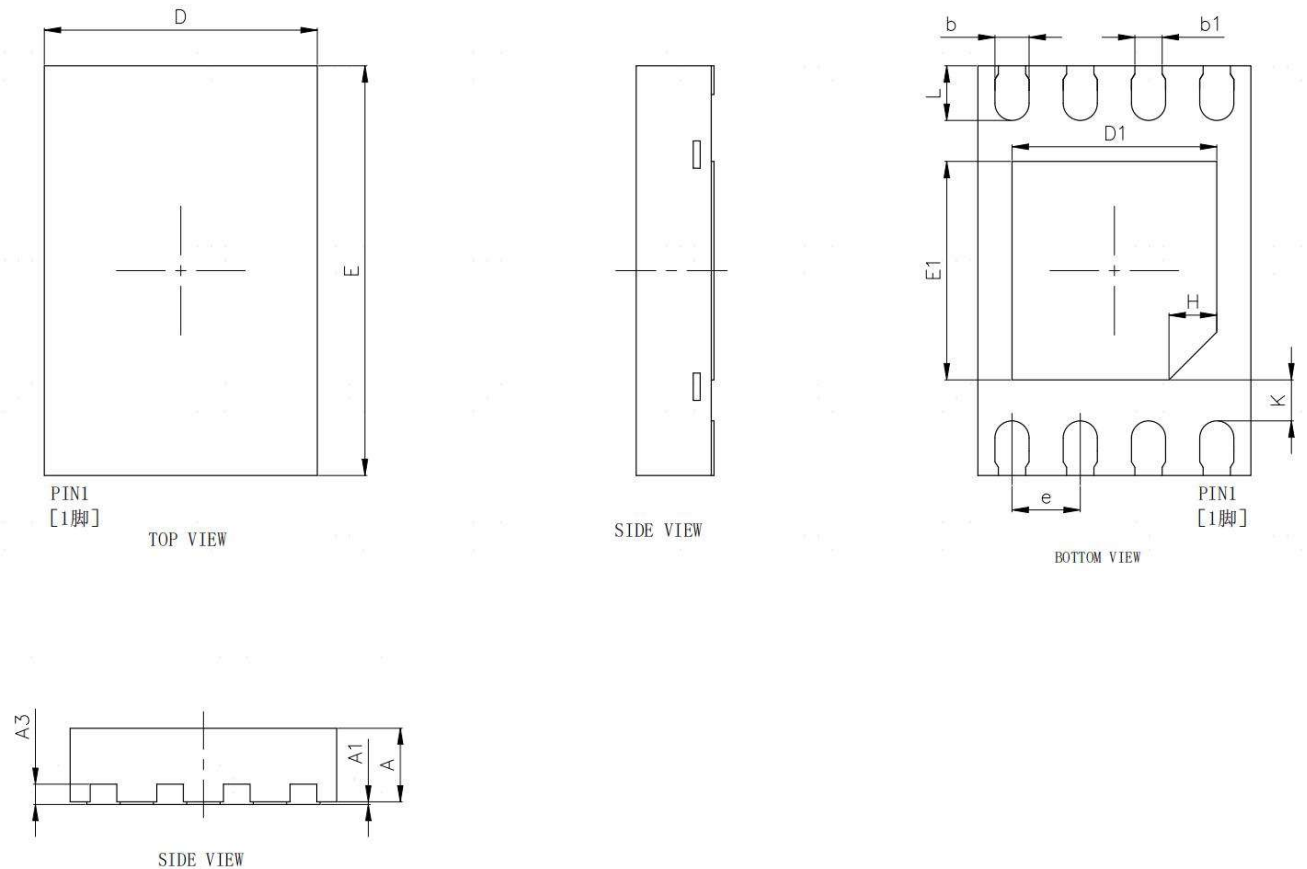
PCB 走线参数下图：





封装信息

DFN2×3-8L



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	0.500	0.550	0.600
A1	0.000	0.025	0.050
A3	0.152REF.		
D	1.900	2.000	2.100
E	2.900	3.000	3.100
D1	1.400	1.500	1.600
E1	1.500	1.600	1.700
K	0.250	0.300	0.350
b	0.200	0.250	0.300
b1	0.150	0.200	0.250
e	0.500BSC		
H	0.200REF.		
L	0.300	0.400	0.500