



### 1 功能特点

- 实现单串（1sXp）锂电池芯的计量，包括电压、电流、电量
- 采用最新Fusion Gauge算法，确定电池剩余容量
- 支持SMBUS和SWI两种通信协议
- 支持两种温度测量（内部温度和外部温度）
- 支持SHA-1认证
- 低功耗系统设计
- DFN12封装

### 2 系统方框图

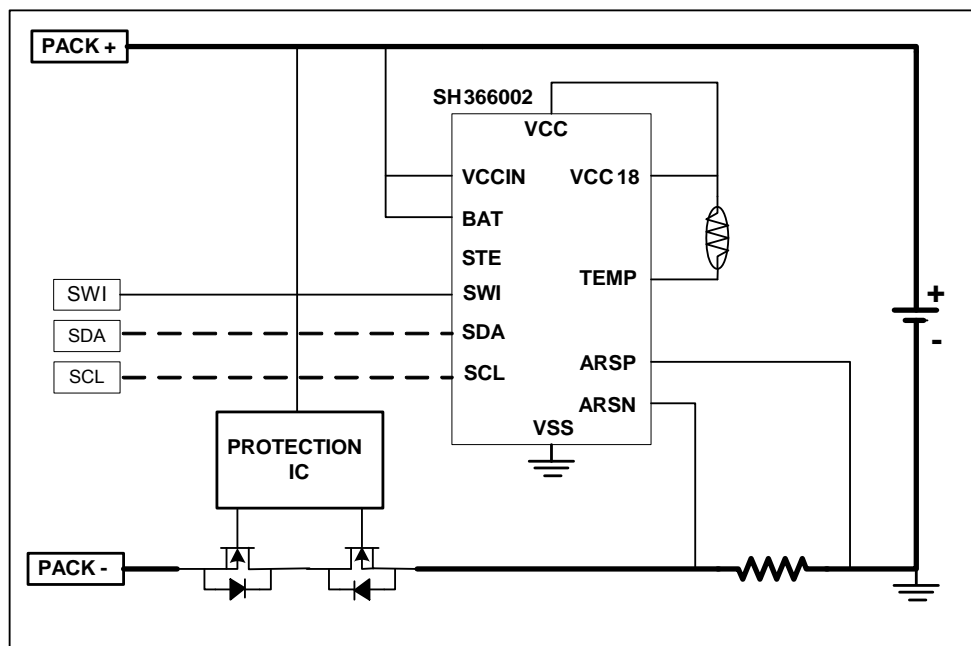


图1. 应用方框图

### 3 芯片信息

产品信息	封装	工作温度	通信模式	包装信息
SH366002R/012RE	DFN12	-45℃~85℃	SMBUS&SWI	

表1. 订购信息列表

备注：出厂时芯片缺省为SMBUS通讯协议。

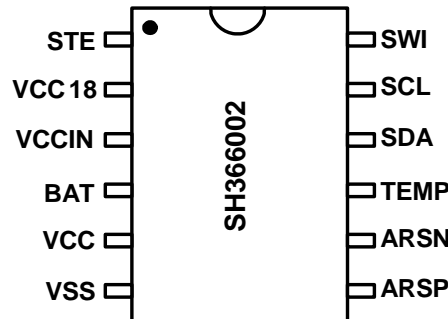


图2. 引脚图

引脚名称	引脚编号	类型	说明
STE	1	I/O	SHUTDOWN模式控制脚
VCC18	2	P	内部1.8V LDO 输出电压，正常应用连接最小0.47uF陶瓷电容
VCCIN	3	P	内部1.8V LDO 输入电压，正常应用连接0.1uF陶瓷电容
BAT	4	IA	电芯电压输入脚
VCC	5	P	MCU电源输入脚
VSS	6	P	MCU电源地
ARSP	7	IA	CADC差分输入脚，模拟输入
ARSN	8	IA	CADC差分输入脚，模拟输入
TEMP	9	IA	外接温度电阻输入脚
SDA	10	I/O	SMBUS通信数据线
SCL	11	I/O	SMBUS通信时钟线
SWI	12	I/O	1 wire 通信线

表2. 引脚描述列表

## 4 功能描述

SH366002可实现充/放电电流、电芯电压、系统温度的检测，通过最新Fusion Gauge算法来计算电池组剩余电量。

### 4.1 计量功能

#### 4.1.1. 电量计量

SH366002采用最新的Fusion Gauge算法，通过库仑积分与开路电压相结合的方法，综合考虑当前电流、电压、温度与剩余电量，来实现智能电池的电量计量。

在充电或放电过程中，通过库仑积分来实时更新电池组的剩余容量。同时，在充电、放电或休闲状态下，当条件满足时，根据测量的电流、电压和温度等相关数据，对电池的容量进行更新调整。



NominalAvailableCapacity() (**NAC**) 是电芯当前理论可用电量。

FullAvailableCapacity() (**FAC**) 是电芯理论最大电量。

RemainCapacity() (**RC**) 是电芯当前实际可用电量。

FullChargeCapacity() (**FCC**) 是电芯实际最大电量。

### 4.1.2. 电量计量相关参数

#### 4.1.2.1 放电电流阈值

该参数在SH366002中用于判定当前是否为放电状态，当电流为负数，且绝对值大于放电电流阈值时，为放电状态。

#### 4.1.2.2 充电电流阈值

该参数在SH366002中用于判定当前是否为充电状态，当电流为正数，且大于充电电流阈值时，为充电状态。该阈值需要合理设置，以区分正常放电电流和因干扰等引起的测量噪声。

#### 4.1.2.3 退出电流Quit Current, 放电空闲时间Dsg Relax Time, 充电空闲时间 Chg Relax Time和退出空闲时间Quit Relax Time

当系统充/放电电流绝对值大于退出电流Quit Current，且维持时间超过Quit Relax Time时，系统退出空闲状态。退出电流Quit Current默认值应大于系统待机电流StandbyCurrent。

当下面任意一个条件满足，将进入空闲模式：

1. 之前为放电状态，当  $|AverageCurrent()| < |Quit Current|$ ，且维持时间大于等于Dsg Relax Time。
2. 之前为充电状态，当  $|AverageCurrent()| < |Quit Current|$ ，且维持时间大于等于Chg Relax Time。

在进入空闲模式约6分钟后，SH366002会读取一个比较精确的OCV（Open Circuit Voltage）值。

#### 4.1.2.4 放电截止电压

SH366002通过Terminate Voltage参数设置放电截止电压，此电压对应剩余电量为0。



### 4.2 充电管理

#### 4.2.1. 充电截止

电芯的充电截止电压Charging Voltage可由用户设定，默认值为数据区中的Charging Voltage。

当以下三个条件发生时，SH366002检测到充电截止：

1. 电芯电压 > 充电电压Charging Voltage – Taper Voltage;
2. 在两个连续的Current Taper Window期间，AverageCurrent() < Taper Current;
3. 同样的时间里，累积的电量变化  $\geq$  Min Taper Capacity。

当以上条件都符合时，系统进入充电截止，清零 [CHG]。

若Pack Configuration中的[RMFCC]=1，调整剩余电量NAC等于FAC，RC等于FCC，否则不对NAC和RC进行更新。

若TCA\_Set为-1，该参数无效；若为其它值，当SOC (State Of Charge) 超过TCA\_Set设定的阈值后，会清零[CHG]。

若TCA\_Clear为-1，该参数无效；若为其它值，当SOC低于TCA\_Clear设定的阈值后，会置位[CHG]。

若FC\_Set为-1，该参数无效，仅在充电截止条件满足后才会置位[FC]；若FC\_Set为其它值，当SOC超过FC\_Set设定的阈值后，会置位[FC]。

若FC\_Clear为-1，该参数无效；若为其它值，当SOC低于FC\_Clear设定的阈值后，会清零[FC]。

#### 4.2.2. 充电抑制和暂缓

SH366002检测电芯温度，当温度低于充电抑制低温Charge Inhibit Temp Low 或高于充电抑制高温 Charge Inhibit Temp High时，置位[CHG\_INH]，清零[CHG]。当温度恢复到Charge Inhibit Temp Low +Temp Hys和 Charge Inhibit Temp High–Temp Hys之间时，充电抑制解除，清零[CHG\_INH]，置位[CHG]。

当温度低于充电暂缓低温Charge Suspend Temperature Low 或高于充电暂缓高温 Charge Suspend Temperature High时，置位[XCHG]，清零[CHG]。当温度恢复到Charge Inhibit Temp Low + Temp Hys和 Charge Inhibit Temp High – Temp Hys之间，且同时恢复到Charge Suspend Temperature Low和 Charge Suspend Temperature High之间时，清零[XCHG]，置位[CHG]。

当温度低于充电抑制低温Charge Inhibit Temp Low或者高于充电抑制高温Charge Inhibit Temp High时充电不可开启。当温度在充电抑制低温Charge Inhibit Temp Low和充电抑制高温Charge Inhibit Temp High之间时正在进行的充电可持续，直到温度低于充电暂缓低温Suspend Temperature Low或者高于充电暂缓高温Suspend Temperature High。因此充电抑制低温Charge Inhibit Temp Low和充电抑制高温Charge Inhibit Temp High的范围必须在充电暂缓低温Suspend Temperature Low和充电暂缓高温 Suspend Temperature High范围之内。



### 4.3 温度检测

为了给库仑计算法和充电控制部分的测量提供温度信息，SH366002支持两种测温方式：

1. 当PackConfig()中[TEMPS]=1，通过外部测温电路来测量温度；
2. 当PackConfig()中[TEMPS]=0，通过芯片内部温度传感器来测量温度。

若使用外部测温电路，需在VCC和TEMP脚间接一个10KΩ的负温度系数热敏电阻(例如:103AT)。具体电路请参考应用电路。

#### 4.3.1. 充电过温

在充电过程中，如果温度Temperature()到达充电过温阈值OT Chg，维持时间超过OTChgTime，并且AverageCurrent() > Chg Current Threshold，则系统进入充电过温状态，[OTC]=1。当温度Temperature()降到充电过温解除阈值OTChgRecovery以下时，[OTC]=0。

如果OTChgTime = 0，此功能被禁止。

进入条件：AverageCurrent() ≥ ChgCurrentThreshold，Temperature() ≥ OTChg，维持时间 ≥ OTChgTime。

解除条件：Temperature() ≤ OTChgRecovery。

#### 4.3.2. 放电过温

在放电过程中，如果温度Temperature()到达放电过温阈值OT Dsg，并且维持时间超过OT Dsg Time，则系统进入放电过温状态，[OTD]=1。当温度Temperature()降到放电过温解除阈值OTDsgRecovery以下时，[OTD] = 0。

如果OT Dsg Time = 0，此功能被禁止。

进入条件：AverageCurrent() ≤ -DsgCurrentThreshold，Temperature() ≥ OTDsg，维持时间 ≥ OTDsgTime。

退出条件：Temperature() ≤ OTDsgRecovery。

### 4.4 访问模式

SH366002提供三种安全模式，分别为全访问（FULL ACCESS）、解密（UNSEALED）、加密（SEALED），具体访问权限见下表：

安全模式	数据区权限	用户存储区信息
全访问模式（FULL ACCESS）	R/W	R/W
解密模式（UNSEALED）	R/W	R/W
加密模式（SEALED）	NONE	R（A），R/W（B、C）

表3. 数据区访问权限表

全访问模式和解密模式的区别在于全访问模式下可以更新密钥。为了避免冲突，密钥设置必须与表7中CNTL DATA列中的子命令不同。



### 4.4.1. 全访问或解密到加密

在SH366002接收到加密指令（SEALED）后，即刻进入加密模式，置位[SS]和[FAS]。SH366002进入加密模式后，可通过往Control()命令输入密钥进入解密和全访问模式，如果系统发生复位，则又恢复至加密模式。

### 4.4.2. 加密到解密，解密到全访问

解密密钥和全访问密钥长度为两个字，且都存在数据区。第一个字为密钥0，第二个字为密钥1，SH366002先传送密钥1，再传送密钥0。例如：数据区存放的密钥为0x56781234，则密钥0为0x5678，密钥1为0x1234，往Control()命令依次输入0x1234和0x5678来解密，密钥必须被连续传送，不能插入其它操作。



## 4.5 系统描述

### 4.5.1. 系统配置

#### 4.5.1.1 Pack Configuration寄存器

SH366002通过Pack Configuration 配置部分脚位的功能，Pack Configuration寄存器可读可写，地址子类为64，偏移为0。具体定义如下表

名称	位	描述
RESCAP	15	0: FCC,RC按无负载补偿计算 1: FCC,RC按有负载补偿计算
NCSMB	14	SMBUS通讯频率控制位 0: 最大支持100KHz（默认值） 1: 最大支持400KHz
10mWh	13	功率单位切换控制位 0: 功率按1mWh单位计算（默认值） 1: 功率按10mWh单位计算
RSVD	12~11	保留
IWAKE、RSNS1、RSNS0	10~8	000/100: 电流唤醒功能禁止 001: 电流唤醒ASRP~ASRN之间电压+1.4mV或-1.4 mV（默认值） 101/010: 电流唤醒ASRP~ASRN之间电压+3.0mV或-3.0mV 110/011: 电流唤醒ASRP~ASRN之间电压+6.0mV或-6.0 mV 111: 电流唤醒ASRP~ASRN之间电压+12.0mV或-12.0 mV
RSVD	7~6	保留
SLEEP	5	Sleep模式允许控制位 0: 系统不允许进入睡眠模式 1: 系统允许进入睡眠模式（默认值）
RMFCC	4	0: 充电终止时NAC不更新 1: 充电终止时NAC更新为FAC（默认值）
SE_PU	3	0: STE脚开漏输出（默认值） 1: STE脚输出有上拉
SE_POL	2	0: 表示进入Shutdown模式低有效（默认值） 1: 表示进入Shutdown模式高有效
SE_EN	1	0: 禁止进入Shutdown状态。可通过PackConfiguration设置，也可通过CLEAR_SHUTDOWN(0x14)命令直接清零。 1: 允许进入Shutdown状态（默认值）。可通过PackConfiguration设置，也可通过SET_SHUTDOWN(0x13)命令设置
TEMPS	0	0: 选择内部测温电路测量的温度作为系统温度 1: 选择外部测温电路测量的温度作为系统温度（默认值）

表4. Pack Configuration 位定义



### 4.5.2. 系统Shutdown功能

系统Shutdown由STE引脚控制，STE引脚用于给外部关断电路一个使能信号以触发系统关闭，主要用于在深度放电后关闭系统来保护电芯。

STE引脚控制由下列几个标志位与命令来设置：

- Control Status中的两个标志位表征STE脚的状态：
  - [SE]                    –        bit15    →        =1 表示系统已经进入Shutdown，默认为0
  - [SHUTDOWN]        –        bit7     →        =1 表示关闭功能有效，默认为1
- 两个控制子命令使能或禁止关闭功能：
  - SET\_SHUTDOWN (0x0013)        →        使能STE引脚功能 (置位[SHUTDOWN])
  - CLEAR\_SHUTDOWN (0x0014)    →        禁止STE引脚功能 (清位[SHUTDOWN])
- Pack Configuration寄存器中的两个标志位用于配置STE的输出特性：
  - [SE\_PU]                –        bit3     →        =1 表示STE引脚上拉
  - [SE\_POL]              –        bit2     →        当Shutdown功能被允许时，设置STE引脚的极性

系统正常运行时，STE引脚默认为正常状态。当发送SET\_SHUTDOWN子命令或设置Pack Configuration 寄存器中[SE\_EN]标志位为“1”，且置位[SHUTDOWN]标志位后，Shutdown功能才有效。

当使能系统Shutdown功能后，仅在Hibernate模式下可进入STE引脚的Shutdown状态；其它所有模式下，STE引脚默认为正常状态。表5显示STE脚的不同状态。

注意：上电时SE引脚为高阻状态，此时[SE\_POL]和[SE\_PU]设置无法直接控制SE脚的状态。[SE\_POL]和[SE\_PU]设置仅在系统重新上电之后才生效。

[SE_PU]	[SE_POL]	STE引脚正常状态	STE引脚Shutdown状态
0	0	高阻	0
0	1	0	高阻
1	0	1	0
1	1	0	1

表5. STE引脚状态





### 5 标准命令

#### 5.1 标准数据命令

SH366002支持一系列标准命令，便于系统对电芯信息进行读写。其命令具体如下表所示：

名称		命令号	单位	读写状态
Control( )	CNTL	0x00 / 0x01	N/A	可读可写
AtRate( )	AR	0x02 / 0x03	mA	可读可写
AtRateTimeToEmpty( )	ARTTE	0x04 / 0x05	Minutes	只读
Temperature( )	TEMP	0x06 / 0x07	0.1K	只读
Voltage( )	VOLT	0x08 / 0x09	mV	只读
Flags( )	FLAGS	0x0a / 0x0b	N/A	只读
NominalAvailableCapacity( )	NAC	0x0c / 0x0d	mAh	只读
FullAvailableCapacity( )	FAC	0x0e / 0x0f	mAh	只读
RemainingCapacity( )	RC	0x10 / 0x11	mAh	只读
FullChargeCapacity( )	FCC	0x12 / 0x13	mAh	只读
AverageCurrent( )	AI	0x14 / 0x15	mA	只读
TimeToEmpty( )	TTE	0x16 / 0x17	Minutes	只读
TimeToFull( )	TTF	0x18 / 0x19	Minutes	只读
StandbyCurrent( )	SI	0x1a / 0x1b	mA	只读
StandbyTimeToEmpty( )	STTE	0x1c / 0x1d	Minutes	只读
MaxLoadCurrent( )	MLI	0x1e / 0x1f	mA	只读
MaxLoadTimeToEmpty( )	MLTTE	0x20 / 0x21	Minutes	只读
AvailableEnergy( )	AE	0x22 / 0x23	10mWhr	只读
AveragePower( )	AP	0x24 / 0x25	10mW	只读
TTEatConstantPower( )	TTECP	0x26 / 0x27	Minutes	只读
Internal_Temp( )	INTTEMP	0x28 / 0x29	0.1°K	只读
CycleCount( )	CC	0x2a / 0x2b	Counts	只读
StateOfCharge( )	SOC	0x2c / 0x2d	%	只读
StateOfHealth( )	SOH	0x2e / 0x2f	% / num	只读
PassedCharge( )	PCHG	0x34 / 0x35	mAh	只读
DOD0( )	DOD0	0x36 / 0x37	HEX#	只读

表6. 标准命令列表



### 5.1.1. Control(): 0x00/0x01

Control() 为可读/写双字节命令，其功能描述见下表：

功能代码	命令号	加密状态可访问	描述
CONTROL_STATUS	0x0000	是	返回系统状态字
DEVICE_TYPE	0x0001	是	返回器件类型
FW_VERSION	0x0002	是	返回器件软件版本
HW_VERSION	0x0003	是	返回器件硬件版本
DF_CHECKSUM	0x0004	否	激活DATAFLASH校验和计算
RESET_DATA	0x0005	否	返回复位的次数
PREV_MACWRITE	0x0007	否	返回前一个命令码(当前一个命令码<0x20时)
CHEM_ID	0x0008	是	返回电芯识别号
DF_VERSION	0x000C	是	返回器件data flash版本号
SET_FULLSLEEP	0x0010	否	设置FullSleep=1
SET_HIBERNATE	0x0011	是	设置HIBERNATE=1
CLEAR_HIBERNATE	0x0012	是	设置HIBERNATE=0
SET_SHUTDOWN	0x0013	是	允许STE改变状态
CLEAR_SHUTDOWN	0x0014	是	禁止STE改变状态
SET_SWI_INTEN	0x0015	是	设置SWI IntEn=1
CLEAR_SWI_INTEN	0x0016	是	设置SWI IntEn=0
SEALED	0x0020	否	SH366002加密
RESET	0x0041	否	SH366002复位
CAL_OFFSET	0x0061	否	0电流校准
CAL_CUR	0x0062	否	负载电流校准
CAL_VOL	0x0063	否	电压校准
CAL_EXTT	0x0064	否	外部温度校准
CAL_INTT	0x0065	否	内部温度校准
EXIT_CAL	0x0080	否	退出校准模式
ENTER_CAL	0x0081	否	进入校准模式

表7. Control()子命令列表



### 5.1.1.1 CONTROL\_STATUS :0x0000

返回系统状态字，具体信息如下：

名称	位	描述
Bit15	SE	0: STE引脚无效（默认值） 1: STE引脚有效（详见4.5.2 系统Shutdown功能）
Bit14	FAS	0: 全访问模式 1: 全访问加密，Control中输入0x0020加密，一旦加密，复位后[FAS]=1
Bit13	SS	0: 解密模式 1: 加密，Control中输入0x0020置位，一旦加密，复位后[SS]=1
Bit12	CSV	0: 往Data Flash写入数据时清零（默认值） 1: Control发送0x0004置位，并返回dataflash checksum
Bit11	CCA	0: 未开启库仑计校准功能（默认值） 1: 开启库仑计校准功能
Bit10	BCA	0: 未开启板级校准功能（默认值） 1: 开启板级校准功能
Bit9	-	保留
Bit8	SWIntEn	0: 未开启SWI中断功能，在Control()中输入0x0016可清零（默认值） 1: 开启SWI中断功能，在Control()中输入0x0015可置位
Bit7	SHUTDOWN	0: 未开启Shutdown功能，在Control()中输入0x0014可清零（默认值） 1: 开启Shutdown功能，在Control()中输入0x0013可置位
Bit6	HIBERNATE	0: 未开启休眠功能，在Control()中输入0x0012可清零（默认值） 1: 开启休眠功能，在Control()中输入0x0011可置位
Bit5	FULLSLEEP	0: 未开启深度睡眠功能（默认值） 1: 开启深度睡眠功能，Control中输入0x0010置位
Bit4	SLEEP	0: 系统处于正常模式（默认值） 1: 系统处于睡眠模式
Bit3	CP/CC	0: CC(恒流)模式 1: CP(恒功率)模式
Bit2	CVM_DIS	0: 电芯满足Qmax0更新条件 1: 电芯不满足Qmax0更新条件
Bit1	CVM_OK	0: 电芯不满足Qmax0更新条件 1: 电芯满足Qmax0更新条件
Bit0	CVM_EN	0: 禁止电池容量计算 1: 允许电池容量计算

表8. CONTROL\_STATUS位列表



### 5.1.1.2 DEVICE\_TYPE: 0x0001

返回器件类型（返回3602）。

### 5.1.1.3 FW\_VERSION: 0x0002

返回软件版本。

### 5.1.1.4 HW\_VERSION: 0x0003

返回硬件版本。

### 5.1.1.5 DF\_CHECKSUM: 0x0004

返回芯片内部数据区校验和（Checksum）。

### 5.1.1.6 RESET\_DATA: 0x0005

返回系统复位的次数（包括上电复位和命令0x41强制复位的次数）。

### 5.1.1.7 PREV\_MACWRITE: 0x0007

返回上一次被写入0x00/0x01的命令，当上一条命令大于0x20时，返回0。

### 5.1.1.8 CHEM\_ID: 0x0008

返回电芯化学编号。

### 5.1.1.9 DF\_VERSION: 0x000C

返回数据区版本。

### 5.1.1.10 SET\_FULLSLEEP: 0x0010

设置CONTROL\_STATUS寄存器中[FULLSLEEP]为1，在SLEEP模式，系统才可以进入FULLSLEEP模式。在FULLSLEEP模式，对于SWI通信，主机的第一帧信息会丢失；对于SMBUS通信，第一个SMBUS信息可能会有6-8ms的延迟。

### 5.1.1.11 SET\_HIBERNATE: 0x0011

设置CONTROL\_STATUS寄存器中[HIBERNATE]为1，如果满足进入HIBERNATE模式条件，系统将进入HIBERNATE模式。从HIBERNATE模式退出后，[HIBERNATE]自动清零。

### 5.1.1.12 CLEAR\_HIBERNATE: 0x0012

设置CONTROL\_STATUS寄存器中[HIBERNATE]为0，即使满足进入HIBERNATE模式条件，系统也不允许进入HIBERNATE模式。可用于强制系统从HIBERNATE模式中退出。

### 5.1.1.13 SET\_SHUTDOWN: 0x0013

设置CONTROL\_STATUS寄存器中[SHUTDOWN]为1。



### 5.1.1.14 CLEAR\_SHUTDOWN: 0x0014

设置CONTROL\_STATUS寄存器中[SHUTDOWN]为0，禁止STE改变状态，并且STE脚为高阻状态。

### 5.1.1.15 SET\_SWIINTEN: 0x0015

设置CONTROL\_STATUS寄存器中[SWIIntEn]为1，使能SH366002可作为SWI主机对外发送命令。当接收到CLEAR\_SWIINTEN命令，或者作为主机对外发送命令0x80次数到达3次后，清零[SWIIntEn]。

### 5.1.1.16 CLEAR\_SWIINTEN: 0x0016

设置CONTROL\_STATUS寄存器中[SWIIntEn]为0，禁止SH366002 SWI主机功能。

### 5.1.1.17 SEALED: 0x0020

设置系统处于加密状态。对于客户终端设备的使用，系统一直处于加密状态。

### 5.1.1.18 RESET: 0x0041

此命令强制系统复位，加密模式下无效。

### 5.1.1.19 CAL\_OFFSET: 0x0061

当系统处于校准模式下时，此命令用于校准系统零电流，仅在解密状态下有效。

### 5.1.1.20 CAL\_CUR: 0x0062

当系统处于校准模式下时，此命令用于校准负载电流，仅在解密状态下有效。

### 5.1.1.21 CAL\_VOL: 0x0063

当系统处于校准模式下时，此命令用于校准电压，仅在解密状态下有效。

### 5.1.1.22 CAL\_EXTT: 0x0064

当系统处于校准模式下时，此命令用于校准外部温度，仅在解密状态下有效。

### 5.1.1.23 CAL\_INTT: 0x0065

当系统处于校准模式下时，此命令用于校准内部温度，仅在解密状态下有效。

### 5.1.1.24 EXIT\_CAL: 0x0080

当系统处于校准模式下时，此命令用于退出校准，仅在解密状态下有效。

### 5.1.1.25 ENTER\_CAL: 0x0081

此命令用于系统进入校准模式。在校准模式下5分钟以上没有其它校准命令，自动退出校准模式，且仅在解密状态下有效。



### 5.1.2. AtRate( ): 0x02/0x03

可读可写双字节命令，计算AtRateTimeToEmpty()会使用该参数。AtRate()的值为有符号整型，单位为mA，负值表示放电电流。AtRateTimeToEmpty()返回以AtRate大小的电流放电到电量为0时的预估放电时间。AtRate()默认值为0，这时定义AtRateTimeToEmpty()返回65,535。

### 5.1.3. AtRateTimeToEmpty( ): 0x04/0x05

只读双字节命令，返回电芯以AtRate()的放电电流来预估的剩余工作时间，单位为分钟，返回值范围从0到 65,534。如果返回值为65535表示AtRate()为0或者正值。AtRateTimeToEmpty()在系统设置好AtRate()值后1s内更新。基于AtRate()的值，系统每秒钟更新AtRateTimeToEmpty()。

### 5.1.4. Temperature( ): 0x06/0x07

只读双字节命令，返回值为无符号整型，单位为0.1K。

### 5.1.5. Voltage( ): 0x08/0x09

只读双字节命令，返回值为无符号整型，单位为mV，范围从0mV到6000mV。

### 5.1.6. Flags( ): 0x0a/0x0b

只读双字节命令，返回测量状态寄存器，主要描述了SH366002当前状态：

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
高字节	OTC	OTD	—	—	CHG_INH	XCHG	FC	CHG
低字节	OCVTAKEN	—	—	—	—	SOC1	SOCF	DSG

表9. Flag状态位列表

OTC = 1: 充电过程中检测到高温  
OTD = 1: 放电过程中检测到高温  
CHG\_INH= 1: 充电禁止功能有效，指温度超出[Charge Inhibit Temp Low, Charge Inhibit Temp High]的范围时充电禁止。  
XCHG = 1: 充电暂缓警报，指温度超出 [Suspend Temperature Low, Suspend Temperature High]的范围时设置充电暂缓警报。  
FC = 1: 检测到满充。当充电到达满充时FC被设置并且FC Set%=-1（具体请参考充电与充电截止部分），或者充电状态大于FC Set%，并且FC Set≠-1时。或者满充条件达到时置位[FC]。当SOC小于FC Clear时清[FC]。  
CHG = 1: 充电允许。当充电终止、SOC达到TCA set，或者温度超出设定的温度阈值范围时[CHG]=0，充电禁止  
OCVTAKEN = 空闲模式下，当执行OCV检测时，置位；在进入空闲模式时，清0。  
SOC1 = 1: 电量状态阈值1到达。  
SOCF = 1: 电量终止状态阈值到达。  
DSG = 1: 检测到放电。

### 5.1.7. NominalAvailableCapacity( ): 0x0c/0x0d

只读双字节命令，返回电芯剩余绝对电量，单位为mAh。

### 5.1.8. FullAvailableCapacity( ): 0x0e/0x0f

只读双字节命令，返回电芯满充绝对电量，单位为mAh。

### 5.1.9. RemainingCapacity( ): 0x10/0x11

只读双字节命令，返回电芯剩余电量（经过补偿算法），单位为mAh。



### 5.1.10. FullChargeCapacity( ): 0x12/0x13

只读双字节命令，返回电芯满充电量（经过补偿算法），单位为mAh。

### 5.1.11. AverageCurrent( ): 0x14/0x15

只读双字节命令，返回值为有符号整型，单位为mA，表示流过取样电阻电流的平均值。

### 5.1.12. TimeToEmpty( ): 0x16/0x17

只读双字节命令，返回值为无符号整型，单位为分钟，以当前电流AverageCurrent()放电，放空当前剩余电量所需时间。如果这个值为65535表示当前不处于放电状态。

### 5.1.13. TimeToFull( ): 0x18/0x19

只读双字节命令，返回值为无符号整型，单位为分钟，以当前电流AverageCurrent()充电，达到满充所需时间。如果这个值为65535表示当前不处于充电状态。

### 5.1.14. StandbyCurrent( ): 0x1a/0x1b

只读双字节命令，返回值为有符号整型，单位为mA，表示系统待机电流(standby current)。StandbyCurrent()可通过测量自动调节。初始状态下返回的待机电流为程序初始化设定的Initail Standby，在待机状态下一段时间后，可返回测试的待机(standy)电流，该电流应在Deadband电流和两倍的Initial Standby之间。

计算StandbyCurrent()，其中上一个StandbyCurrent()权重为93%，当前待机电流权重为7%。

### 5.1.15. StandbyTimeToEmpty( ): 0x1c/0x1d

只读双字节命令，返回值为无符号整型，单位为分钟，以当前待机电流StandbyCurrent()放电，放空当前剩余电量所需时间。如果待机电流StandbyCurrent()是非负数，则该值为65535。

### 5.1.16. MaxLoadCurrent( ): 0x1e/0x1f

只读双字节命令，返回值为有符号整型，单位mA，表示最大负载电流。MaxLoadCurrent()通过测量可自动调节，初始值在Initial Max Load Current中定义。如果当前负载电流绝对值比MaxLoadCurrent()大，那么MaxLoadCurrent()更新为当前负载电流值。当电芯在放电放到SOC<50%之后，再达到满充时，MaxLoadCurrent()会更新为前一个值和Initial Max Load Current的平均值，以防止该值一直处于瞬态放电电流最大值。

### 5.1.17. MaxLoadTimeToEmpty( ): 0x20/0x21

只读双字节命令，返回值为无符号整型，单位为分钟，以当前MaxLoadCurrent()放电，放空当前剩余电量所需时间。

### 5.1.18. AvailableEnergy( ): 0x22/0x23

只读双字节命令，返回值为无符号整型，单位mWh，表示预估的有效电量。



### 5.1.19. AveragePower( ): 0x24/0x25

只读双字节命令，返回值为无符号整型，单位为mW，表示充/放电过程中的功率。负数（最高位为1）表示放电，正数（最高位为0）表示充电。

### 5.1.20. TimeToEmptyAtConstantPower( ): 0x26/0x27

只读双字节命令，返回值为无符号整型，单位为分钟，以AveragePower()的放电速率，放空当前剩余电量所需时间。如果这个值为65535表示AveragePower()为0。

### 5.1.21. Internal\_Temp( ): 0x28/0x29

只读双字节命令，返回值为无符号整型，单位为0.1K，返回器件内部测量温度。

### 5.1.22. CycleCount( ): 0x2a/0x2b

只读双字节命令，返回值为无符号整型，取值范围为0~65535。若累积放电电量 $\geq$ CCThreshold，该值加1。

### 5.1.23. StateOfCharge( ): 0x2c/0x2d

只读双字节命令，返回值为无符号整型，取值范围为0~100%（NAC/FAC\*100%）。

### 5.1.24. StateOfHealth( ): 0x2e/0x2f

只读双字节命令，返回值为无符号整型。

0x2e返回无符号整型的SOH值（百分比形式），表示FullChargeCapacity()相对DesignCapacity( )的百分比。FullChargeCapacity()是在25℃下计算的满充电量（以SOH负载电流为放电率），SOH负载电流在数据区DATAFLASH中有定义，SOH的值从0x00到0x64，对应代表0~100%。

0x2f 返回0x00。

### 5.1.25. PassedCharge( ): 0x34/0x35

只读双字节命令，返回值为有符号整型，单位mAh，表示流过采样电阻的电荷量，充电为负，放电为正。





## 5.2 扩展数据命令

扩展命令提供超出标准命令的附加功能。同标准命令对比，扩展命令不被限制在两个字节，其字节长度从单字节到多字节不等，具体如下表，在解密和加密模式下的访问权限不同，具体请参考后面的详细描述。

名称	命令号	单位	加密(1) (2)	解密(1) (2)
Reserved	RSVD	0x38...0x39	N/A	R
PackConfig( )	PCR	0x3a / 0x3b	HEX#	R
DesignCapacity( )	DCAP	0x3c / 0x3d	mAh	R
DataFlashClass( ) (2)	DFCLS	0x3e	N/A	R/W
DataFlashBlock( ) (2)	DFBLK	0x3f	N/A	R/W
BlockData( ) / Authenticate( ) (3)	A/DF	0x40...0x53	N/A	R/W
BlockData( ) / AuthenticateChecksum( ) (3)	ACKS/DFD	0x54	N/A	R/W
BlockData( )	DFD	0x55...0x5f	N/A	R
BlockDataChecksum( )	DFDCKS	0x60	N/A	R/W
BlockDataControl( )	DFDCNTL	0x61	N/A	R/W
DeviceNameLength( )	DNAMELEN	0x62	N/A	R
DeviceName( )	DNAME	0x63...0x6A	N/A	R
Reserved	RSVD	0x6B...0x7f	N/A	R

表10. 扩展命令列表

(1) 加密和解密功能通过**Control( )**设置；

(2) 在加密状态下，DATA flash命令0x3e不能被读写；

(3) BlockData( )命令可访问通用数据区，也可访问认证数据，具体参考后面详细描述。

### 5.2.1. PackConfig( ): 0x3a/0x3b

返回Pack Configuration，为十六进制，在加密、解密模式下均可访问。

### 5.2.2. DesignCapacity( ): 0x3c/0x3d

返回电芯设计电量，单位为mAh，在加密、解密模式下均可访问。

### 5.2.3. DataFlashClass( ): 0x3e

此命令用于设置可访问的子类，子类设置值为十六进制。在加密模式下此命令无效。

### 5.2.4. DataFlashBlock( ): 0x3f

在解密模式，此命令用于设置可访问子类的页面（一个页面为32Bytes）。例如：在DataFlashBlock()中写0x00，则可以访问第一个32Byte页面，如果写入0x01则可访问第二个32Byte页面，依次类推。



在加密模式，此命令用于设置BlockData()访问的数据区。如果往DataFlashBlock()中写入0x00，则BlockData()命令返回认证数据，如果写入 0x01、0x02、0x03，则BlockData()分别返回Manufacturer Info Block A、B、C。

### 5.2.5. BlockData( ): 0x40...0x5f

此命令用于返回访问的数据区子类数据。当访问Manufacturer Info Block A、B或C时，范围为32字节。在加密模式下Manufacturer Info Block A只读，解密模式下可读可写。

### 5.2.6. BlockDataChecksum( ): 0x60

主机通过该命令通知从机，新的数据可以写入到指定的数据区子类和页面中。

在解密模式下，该命令所写入的数据为所写页面数据区（最多32字节）的校验和（具体计算方式为：0xFF-x，x为BlockData()中0x40~0x5F相加的总值）。

在加密模式下，该命令所写入的数据为写入Manufacturer Info Block A、B或 C的32字节数据的校验和（具体计算方式为：0xFF-x，x为BlockData()中0x40~0x5F相加的总值）。

### 5.2.7. BlockDataControl( ): 0x61

在解密模式下，此命令用于控制数据区访问模式。当此命令写入0x00时，BlockData()访问通用数据区。

在加密模式下，此命令无效。

### 5.2.8. DeviceNameLength( ): 0x62

解密模式和加密模式下均可访问，返回Device Name的长度。

### 5.2.9. DeviceName( ): 0x63...0x6A

解密模式和加密模式下均可访问，返回具体Device Name值。

### 5.2.10. Reserved: 0x6B – 0x7f

保留。

## 5.3 数据区描述

### 5.3.1. 访问数据区

SH366002数据区包括了系统参数初始值、电芯参数、校验信息和制造商信息，系统掉电后数据不会丢失。通过上位机可访问这些信息，但在加密模式下只可访问制造商信息。

这些数据由生产商进行修改，并且会制作成一个备份文件，在量产阶段通过工具写入。

读写数据区方式为（详见SH366002通讯协议）：

1. 往命令号BlockDataControl() (0x61)写入0x00作为一个开始信号。
2. 通过命令号DataFlashClass() (0x3e)指定数据区子类号。
3. 通过命令号DataFlashBlock() (0x3f)指定数据区块号（其中0对应0~31，1对应偏移32~63，2对应偏移64~95）。



4. 通过命令号BlockData() (0x40+偏移) 指定数据块内的偏移(0~31), 例如: 访问Charge Termination子类截止电压TCA Set, 因TCA Set的偏移量为9, 该数据位于第一个32字节的块。DataFlashBlock()中写如0x00, BlockData()存储数据区的偏移索引为0x40+9=0x49。
5. 如果是写操作, 则通过命令号BlockDataChecksum() (0x60)写入新的Checksum值, 延时120ms后, 再进行下一步通讯。
6. 若该子类多于32Bytes字节, 再通过命令号0x3f写入数据0x01~0x02 (其中1对应偏移32~63, 2对应偏移64~95), 重复步骤4、5, 直至整个子类读写完成。

### 5.3.2. 制造商信息块

Sh366002包含96字节用户自定义数据存储区: Manufacturer Info Block A、B、C。在解密或者加密模式, 访问这些存储区的方式有所不同 (详见SH366002通讯协议)。

在解密模式, BlockDataControl()写入数据0x00, 访问这些存储区和访问一般数据区一样。例如: Manufacturer Info Block B数据区位置被定义子类号为58, 偏移量为32~63, 则DataFlashClass()写入58(0x3A), DataFlashBlock()写入0x01, BlockData()返回Manufacturer Info Block B的值。

在加密模式, BlockDataControl()写入数据0x01。在DataFlashBlock()中写入0x01、0x02、0x03对应Manufacturer Info Block A、B、C。注意: Manufacturer Info Block A 在加密模式下只读。



## SH366002 SBS Solution 用户指南

### 5.3.3. 数据区概述

下表概述了对用户有效的数据区位置，并包括它们的缺省值、最大最小值。

类	子类名	子类	偏移	名字	数据类型	最小值	最大值	默认值	单位	备注
Configuration	2	Safety	0	OT Chg	I2	0	1200	550	0.1°C	充电过温阈值
Configuration	2	Safety	2	OT Chg Time	U1	0	60	2	s	充电过温延时，=0禁止
Configuration	2	Safety	3	OT Chg Recovery	I2	0	1200	500	0.1°C	充电过温解除阈值
Configuration	2	Safety	5	OT Dsg	I2	0	1200	600	0.1°C	放电过温阈值
Configuration	2	Safety	7	OT Dsg Time	U1	0	60	2	s	放电过温延时，=0禁止
Configuration	2	Safety	8	OT Dsg Recovery	I2	0	1200	550	0.1°C	放电过温解除阈值
Configuration	32	Charge Inhibit Cfg	0	Chg Inhibit Temp Low	I2	-400	1200	0	0.1°C	充电低温抑制阈值
Configuration	32	Charge Inhibit Cfg	2	Chg Inhibit Temp High	I2	-400	1200	450	0.1°C	充电高温抑制阈值
Configuration	32	Charge Inhibit Cfg	4	Temp Hys	I2	0	100	50	0.1°C	充电高低温抑制解除的温度余量
Configuration	34	Charge	2	Charging Voltage	U2	0	4600	4200	mV	充电截止电压
Configuration	34	Charge	6	Suspend Low Temp	I2	-400	1200	-50	0.1°C	充电低温暂缓阈值
Configuration	34	Charge	8	Suspend High Temp	I2	-400	1200	550	0.1°C	充电高温暂缓阈值
Configuration	36	Charge Termination	2	Taper Current	I2	0	1000	100	mA	充电截止Taper电流
Configuration	36	Charge Termination	4	Min Taper Capacity	U2	0	1000	25	0.01mAh	充电截止Taper电量
Configuration	36	Charge Termination	6	Taper Voltage	U2	0	1000	100	mV	充电截止Taper电压
Configuration	36	Charge Termination	8	Current Taper Window	U1	0	60	40	s	充电截止Taper时间窗口
Configuration	36	Charge Termination	9	TCA Set %	I1	-1	100	99	%	充电截止电量百分比
Configuration	36	Charge Termination	10	TCA Clear %	I1	-1	100	95	%	充电截止解除电量百分比
Configuration	36	Charge Termination	11	FC Set %	I1	-1	100	100	%	满充电量百分比
Configuration	36	Charge Termination	12	FC Clear %	I1	-1	100	98	%	满充解除电量百分比



## SH366002 SBS Solution用戶指南

类	子类名	子类	偏移	名字	数据类型	最小值	最大值	默认值	单位	备注
Configuration	48	Data	2	Qmax0	I2	0	32767	1000	mAh	电芯最大化学容量
Configuration	48	Data	4	Terminate Voltage	U2	2800	3700	3000	mV	放电截止电压
Configuration	48	Data	6	Reserve Cap mAh	I2	0	9000	0	mAh	保留容量
Configuration	48	Data	8	Initial Standby	I1	-128	127	-10	mA	初始待机电流
Configuration	48	Data	9	Initial MaxLoad	I2	-32767	0	-500	mA	初始最大负载电流
Configuration	48	Data	11	Load Mode	U1	0	255	0	-	模式选择
Configuration	48	Data	12	UpdateStatus	H1	0	6	0	num	状态标志
Configuration	48	Data	17	Cycle Count	U2	0	65535	0	count	放电循环次数
Configuration	48	Data	19	CC Threshold	U2	100	32767	900	mAh	放电循环电量阈值
Configuration	48	Data	21	Reserve Cap mWh	I2	0	14000	0	mWh	保留容量
Configuration	48	Data	23	Design Capacity	U2	0	32767	1000	mAh	设计理论电量
Configuration	48	Data	25	Design Energy	U2	0	32767	5400	mWh	设计理论能量
Configuration	48	Data	27	State of Health Load	I2	-400	0	-400	mA	安全负载电流
Configuration	48	Data	29	Device Name	S9	x	x	SH366002	-	芯片名
Configuration	49	Discharge	0	SOC1 Set Threshold	U2	0	1000	150	mAh	低电量预警阈值
Configuration	49	Discharge	2	SOC1 Clear Threshold	U2	0	1000	175	mAh	低电量预警解除阈值
Configuration	49	Discharge	4	SOCF Set Threshold	U2	0	1000	75	mAh	电量放空预警阈值
Configuration	49	Discharge	6	SOCF Clear Threshold	U2	0	1000	100	mAh	电量放空预警解除阈值
Configuration	56	Manufacturer Data	0	Pack Lot Code	H2	0	FFFF	0	-	电芯代码
Configuration	56	Manufacturer Data	2	PCB Lot Code	H2	0	FFFF	0	-	PCB代码
Configuration	56	Manufacturer Data	4	Firmware Version	H2	0	FFFF	0	-	软件版本
Configuration	56	Manufacturer Data	6	Hardware Revision	H2	0	FFFF	0	-	硬件版本
Configuration	56	Manufacturer Data	8	Cell Revision	H2	0	FFFF	0	-	电芯版本



## SH366002 SBS Solution用戶指南

类	子类名	子类	偏移	名字	数据类型	最小值	最大值	默认值	单位	备注
Configuration	56	Manufacturer Data	10	DF Config Version	H2	0	FFFF	0	-	数据配置版本
System Data	58	Manufacturer Info	0 - 31	Block A [0 - 31]	H1	0	FF	0	-	制造商信息A
System Data	58	Manufacturer Info	32 - 63	Block B [0 - 31]	H1	0	FF	0	-	制造商信息B
System Data	58	Manufacturer Info	64 - 95	Block C [0 - 31]	H1	0	FF	0	-	制造商信息C
Configuration	64	Registers	0	Pack Configuration	H2	0	FFFF	0177	-	配置
Configuration	68	Power	0	Flash Update OK Voltage	I2	0	4200	2800	mV	Flash更新允许最小电压
Configuration	68	Power	2	Sleep Current	I2	0	100	10	mA	睡眠电流
Configuration	68	Power	11	Hibernate I	I2	0	700	8	mA	休眠电流
Configuration	68	Power	13	Hibernate V	I2	2400	3000	2550	mV	休眠电压
Configuration	68	Power	15	FSWait	U1	0	255	0	S	进入深度睡眠延时
Gas Gauging	81	Current Thresholds	0	Dsg Current Threshold	I2	0	2000	60	mA	放电电流阈值
Gas Gauging	81	Current Thresholds	2	Chg Current Threshold	I2	0	2000	75	mA	充电电流阈值
Gas Gauging	81	Current Thresholds	4	Quit Current	I2	0	1000	40	mA	退出电流
Gas Gauging	81	Current Thresholds	6	Dsg Relax Time	U2	0	8191	60	S	从放电进入空闲模式时间
Gas Gauging	81	Current Thresholds	8	Chg Relax Time	U1	0	255	60	S	从充电进入空闲模式时间
Gas Gauging	81	Current Thresholds	9	Quit Relax Time	U1	0	63	1	S	退出空闲模式时间
Calibration	104	Data	0	CCGain	U2	1	65535	8192	num	库仑计增益因子
Calibration	104	Data	2	CC Offset	I2	-32768	32767	0	num	库仑计补偿因子
Calibration	104	Data	4	Board Offset	I2	-32768	32767	0	num	板级补偿因子
Calibration	104	Data	6	Int Temp Offset	I2	-32768	32767	0	0.1°C	内部温度offset
Calibration	104	Data	8	Ext Temp Offset	I1	-128	127	0	0.1°C	外部温度offset
Calibration	104	Data	11	Pack V Gain	U2	0	32767	20299	num	电压增益因子
Calibration	104	Data	13	Pack V Offset	I2	-32768	32767	0	mV	电压 offset
Calibration	107	Current	1	Deadband	U1	0	255	5	mA	当电流绝对值小于Deadband时为0



SH366002 SBS Solution用戶指南

类	子类名	子类	偏移	名字	数据类型	最小值	最大值	默认值	单位	备注
Security	112	Codes	0	Sealed to Unsealed	H4	0	ffffffff	36720414	-	解密密钥
Security	112	Codes	4	Unsealed to Full	H4	0	ffffffff	ffffffff	-	全访问密钥
Security	112	Codes	8	Authen Key3	H4	0	ffffffff	01234567	-	SHA-1认证中16字节密钥的第12-15位
Security	112	Codes	12	Authen Key2	H4	0	ffffffff	89ABCDEF	-	SHA-1认证中16字节密钥的第8-11位
Security	112	Codes	16	Authen Key1	H4	0	ffffffff	FEDCBA98	-	SHA-1认证中16字节密钥的第4-7位
Security	112	Codes	20	Authen Key0	H4	0	ffffffff	76543210	-	SHA-1认证中16字节密钥的第0-3位

表11. 数据区数据概述表



### 5.3.3.1 充电过温相关参数（子类2）

**OT Chg:** 充电过温阈值，当Temperature $\geq$ OT Chg时，开始过温检测计时，如果累计时间超过OT Chg Time，则置位[OTC]，清零[CHG]。

**OT Chg Time:** 充电过温时间阈值，如果为0，则表示禁止充电过温检测。

**OT Chg Recovery:** 充电过温解除阈值，当Temperature $\leq$ OT Chg Recovery，清零[OTC]，置位[CHG]。

**OT Dsg:** 放电过温阈值，当Temperature $\geq$ OT Dsg时，开始过温检测计时，如果累计时间超过OT Dsg Time，则置位[OTD]。

**OT Dsg Time:** 放电过温时间阈值，如果为0，则表示禁止放电过温检测。

**OT Dsg Recovery:** 放电过温解除阈值，当Temperature $\leq$ OT Dsg Recovery，清零[OTD]。

### 5.3.3.2 充电抑制和暂缓相关参数（子类32，34）

**Chg Inhibit Temp Low:** 充电低温抑制阈值。当Temperature $\leq$ Chg Inhibit Temp Low，置位[CHG\_INH]，清零[CHG]。

**Chg Inhibit Temp High:** 充电高温抑制阈值。当Temperature $\geq$ Chg Inhibit Temp High，置位[CHG\_INH]，清零[CHG]。

**Suspend Low Temp:** 充电低温暂缓阈值。当Temperature $\leq$ Suspend Low Temp，置位[XCHG]，清零[CHG]。

**Suspend High Temp:** 充电高温暂缓阈值。当Temperature $\geq$ Suspend High Temp，置位[XCHG]，清零[CHG]。

**Temp Hys:** 充电高低温抑制/暂缓解除的温度余量，当Temperature处于Chg Inhibit Temp Low+Temp Hys和Chg Inhibit Temp High-Temp Hys之间时，清零 [CHG\_INH]；当Temperature满足上述条件，且还处于Suspend Low Temp 和Suspend High Temp 之间时，清零[XCHG]，置位[CHG]。

### 5.3.3.3 充电截止相关参数（子类34，36）

**Charging Voltage:** 充电截止电压。

**Taper Voltage:** 充电截止Taper电压。

**Taper Current:** 充电截止Taper电流。

**Min Taper Capacity:** 充电截止Taper电量。

**Current Taper Window:** 充电截止Taper时间窗口。

**TCA Set %:** 充电截止电量百分比。

**TCA Clear %:** 充电截止解除电量百分比。

**FC Set %:** 满充电量百分比。

**FC Clear %:** 满充解除电量百分比。

以上参数用于充电截止判断，详见4.2.1。

### 5.3.3.4 放电截止相关参数（子类49）

**SOC1 Set Threshold:** 低电量预警阈值，当剩余电量NAC $\leq$ SOC1 Set Threshold时，会置位[SOC1]。

**SOC1 Clear Threshold:** 低电量预警解除阈值，当剩余电量NAC $\geq$ SOC1 Clear Threshold，会清零[SOC1]。

**SOCF Set Threshold:** 电量放空预警阈值，当剩余电量NAC $\leq$ SOCF Set Threshold时，会置位[SOCF]。

**SOCF Clear Threshold:** 电量放空预警解除阈值，当剩余电量NAC $\geq$ SOCF Clear Threshold，会清零[SOCF]。

### 5.3.3.5 电量计量相关参数（子类48，80，82）

**Qmax0:** 电芯最大化学容量。

**Terminate Voltage:** 电芯放电截止电压。

**Reserve Cap mAh:** 剩余容量为0时电芯的实际保留电量。

**Reserve Cap mWh:** 剩余容量为0时电芯的实际保留电量。

**Load Mode:** 模式选择，0: CC(恒流模式)； 1: CP(恒功率模式)。

**UPdateStatus:** 状态标志。





**Initial Standby:** 初始待机电流。

**Initial MaxLoad:** 初始最大负载电流。

**Cycle Count:** 放电循环次数。

**CC Threshold:** 放电循环电量阈值，当累计放电量超过该值后，放电循环次数加1（重新开始累计放电量）。

**Design Capacity:** 电芯设计理论电量，可根据电芯厂家提供的电芯参数配置。

**Design Energy:** 电芯设计理论电量

**State of Health Load:** 安全负载电流，不建议用户修改。

### 5.3.3.6 芯片及电芯相关信息（子类48, 56, 83）

**Device Name:** 芯片名。

**Pack Lot Code:** 电芯代码。

**PCB Lot Code:** PCB代码。

**Firmware Version:** 固件版本。

**Hardware Revision:** 硬件版本。

**Cell Revision:** 电芯版本。

**DF Config Version:** 数据配置版本。

**Chem ID:** 电芯化学编号。

### 5.3.3.7 制造商信息（子类58）

**Block A [0 - 31]:** 制造商信息数据区A。

**Block B [0 - 31]:** 制造商信息数据区B。

**Block C [0 - 31]:** 制造商信息数据区C。

### 5.3.3.8 出厂配置（子类64）

**Pack Configuration:** 出厂配置，详见4.5.1.1。

### 5.3.3.9 电源系统各种模式相关参数（子类68）

**Flash Update OK Voltage:** 更新Flash数据所需最低电压，当电芯电压<Flash Update OK Voltage时，不能更新Flash参数。

**Sleep Current:** 睡眠电流阈值，详见6.2。

**Hibernate I:** 休眠电流阈值，详见6.4。

**Hibernate V:** 休眠电压阈值，详见6.4。

**FSWait:** 进入深度睡眠模式所需的延时，详见6.3。

### 5.3.3.10 电芯状态相关参数（子类81）

**Dsg Current Threshold:** 放电电流阈值，详见4.1.2.1。

**Chg Current Threshold:** 充电电流阈值，详见4.1.2.2。

**Quit Current、Dsg Relax Time、Chg Relax Time、Quit Relax Time:** 详见4.1.2.3。

### 5.3.3.11 校准相关参数（子类104）

以下参数在进行完板级、电压、温度及电流校准后，会自动更新，不需要用户设置。

**CCGain:** 库仑计增益因子。

**CC Offset:** 库仑计补偿因子。

**Board Offset:** 板级补偿因子。

**Int Temp Offset:** 内部温度Offset。

**Ext Temp Offset:** 外部温度Offset。

**Pack V Gain:** 电压增益因子。

**Pack V Offset:** 电压Offset。



### 5.3.3.12 零电流设置（子类107）

**Deadband:** 零电流阈值，当 $|AverageCurrent| < Deadband$ 时，认为当前电流为零电流。

### 5.3.3.13 密钥及SHA-1认证相关参数（子类112）

**Sealed to Unsealed:** 解密密钥，详见4.4。

**Unsealed to Full:** 全访问密钥，详见4.4。

**Authen Key3:** SHA-1认证中16字节密钥的第13-16字节。

**Authen Key2:** SHA-1认证中16字节密钥的第9-12字节。

**Authen Key1:** SHA-1认证中16字节密钥的第5-8字节。

**Authen Key0:** SHA-1认证中16字节密钥的第1-4字节。

## 5.4 SWI主机中断

默认情况下，SH366002仅作为在从机模式下工作，当主机中断功能打开时，SH366002可作为主机和其它SWI设备通信。

SWI主机中断功能通常并不开启，仅通过命令开启，当系统收到SET\_SWIINTEN命令时开启此功能，当接收到CLEAR\_SWIINTEN命令，或者作为主机对外发送命令次数到达3次后，清零[SWIIntEn]。

当电芯低电量或者过温时触发该功能，SH366002将连续发送三个主机信号，信号固定为0x80，没有数据位。

低电芯电量：如果[SWIIntEn]=1，当[SOC1]=1时，触发SWI中断功能。

温度：如果[SWIIntEn]=1，当[OTC]或者[OTD]置位时，触发SWI中断功能。



## 6 工作模式

SH366002有三种工作模式：正常模式(NORMAL)、睡眠模式(SLEEP)和休眠模式(HIBERNATE)。在正常模式下，SH366002全速运行，执行所有允许的任务。在睡眠模式下，为了节省功耗，系统定期检测及执行相关任务。在休眠模式下，系统功耗进一步降低，由通信或者某些特定I/O唤醒。这几种模式的关系如图4所示，详细的描述如下。

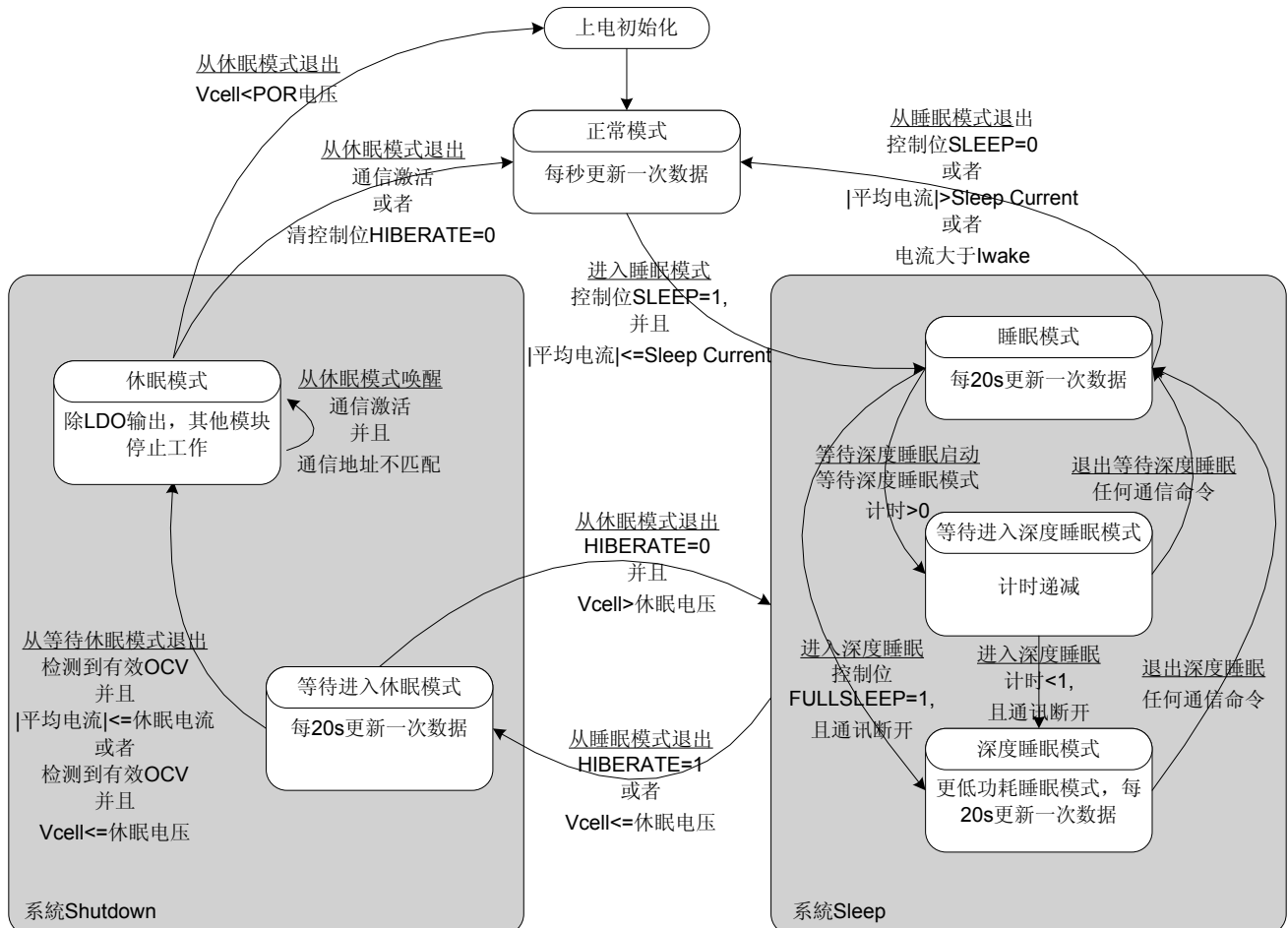


图3. 电源工作模式方框图

### 6.1 正常模式 (NORMAL MODE)

系统工作在正常模式下，每秒检测AverageCurrent()、Voltage()和Temperature()且更新相应数据。当系统满足进入其它工作模式的条件后，系统退出正常模式。

### 6.2 睡眠模式 (SLEEP MODE)

如果允许系统进入睡眠模式(Pack Configuration中[SLEEP]=1)，且|AverageCurrent()| < Sleep Current，系统自动进入睡眠模式。睡眠模式下，SH366002定时检测，更新数据，但大部分时间处于IDLE状态。

当发生以下任一情况时，SH366002退出SLEEP：

1. AverageCurrent()大于睡眠电流Sleep Current；
2. 采样电阻上检测到大于IWAKE的电压。



### 6.3 深度睡眠模式 (FULLSLEEP MODE)

通过设置[FULLSLEEP]=1(可通过Control Status子命令达到), 开启深度睡眠模式功能。当Full Sleep Wait Time>0时, 如果SH366002在睡眠模式维持的时间超过Full Sleep Wait Time, 且SH366002和主机之间的通讯已断开, 系统进入深度睡眠模式; 当Full Sleep Wait Time=0时, 如果SH366002和主机之间的通讯已断开, 系统马上进入深度睡眠模式。

在深度睡眠模式, SH366002定期检测并更新数据, 但大部分时间处于Power Down状态。深度睡眠模式可以通过系统功耗来检测, 在这个模式下, 高频时钟关闭, 相对于睡眠模式功耗进一步降低。

当发生任何通信动作后, SH366002会退出FULLSLEEP状态, 此时系统需通过拉低通信线暂缓通信约4ms, 从而保证通信的正常。

### 6.4 休眠模式 (HIBERNATE MODE)

休眠模式是一种低功耗模式, 低电压或者低电流可以使系统进入休眠模式。

- 低电流进入休眠模式需满足以下条件: ①通过CONTROL\_STATUS子命令设置[HIBERNATE]=1; ②检测到有效的OCV; ③平均电流低于Hibernate Current; ④通讯断开; ⑤系统处于Fullsleep或Sleep模式。
- 低电压进入休眠模式需满足以下条件: ①检测到有效的OCV; ②电池电压低于Hibernate Voltage; ③通讯断开; ④系统处于Fullsleep或Sleep模式。

如果CONTROL寄存器的[SHUTDOWN]=1, STE脚将按照表8输出, 外部电路可以根据STE脚来控制外围系统。

退出休眠模式后, CONTROL\_STATUS中[HIBERNATE]位会被清零。由于任何通信都可将系统从休眠模式中唤醒, 因此要求通信唤醒后, 主机需要重新设置CONTROL\_STATUS中[HIBERNATE]=1, 使系统可以再次进入休眠模式。

如需禁止休眠功能, 可在DataFlash中设置休眠电压Hibernate Voltage和休眠电流Hibernate Current都为0。



## 7 电气特性

### 7.1 绝对极限参数

管脚	最小值	最大值	单位	备注
BAT、VCCIN	-0.3	6.0	V	
VCC、VCC18	-0.3	2.0	V	
ASRP、ASRN	-1	1	V	
SMBC, SBMD, SWI	-0.3	6.0	V	
工作温度	-40	100	°C	

### 7.2 DC 特征参数 (TA=-40°C~85°C, C(VCCIN)=0.47uF, 2.35V<=V(VCCIN)<=5.5V; 所有典型值为 TA=25°C, V(VCCIN)=V(BAT)=3.6V条件下测试, 除非特别注明)

符号	特性	最小值	典型值	最大值	单位	备注
<b>MainPower</b>						
V <sub>BAT</sub> 、V <sub>PACK</sub>	工作电压	2.5		5.5	V	T <sub>A</sub> =25°C
I <sub>OP</sub>	正常模式		120	140	uA	T <sub>A</sub> =25°C
I <sub>IDLE1</sub>	低功耗(睡眠)		55	65	uA	T <sub>A</sub> =25°C
I <sub>IDLE2</sub>	低功耗模式(深度睡眠)		21	26	uA	T <sub>A</sub> =25°C
I <sub>PD</sub>	休眠模式		10	15	uA	T <sub>A</sub> =25°C
<b>LDO</b>						
V <sub>CC</sub>	LDO输出	1.7	1.85	2	V	2.5V<=VI<=5.5V, I <sub>OUT</sub> <=6mA
		1.75	-	-	V	2.35V<=VI<2.5V, I <sub>OUT</sub> <=3mA
ΔV <sub>CC</sub>	LDO输出稳定性	-	-	200	mV	VI=2.5V, I <sub>OUT</sub> <=6mA
		-	-	50	mV	VI=2.35V, I <sub>OUT</sub> <=3mA
ΔV <sub>TEMP</sub>	LDO温度稳定性		±1		%	VI=3.6V, I <sub>OUT</sub> =6mA
ΔV <sub>CC (LINE)</sub>	LDO线性稳定度	-	80	150	-	2.5V<=VI<=5.5V, I <sub>OUT</sub> =6mA, T <sub>A</sub> =25°C
ΔV <sub>CC (LOAD)</sub>	LDO负载稳定度	-	34	50	mV	0.2mA<=I <sub>OUT</sub> <=3mA, VI=2.35V, T <sub>A</sub> =25°C
		-	70	150	mV	3mA<I <sub>OUT</sub> <=6mA, VI=2.5V, T <sub>A</sub> =25°C
I <sub>S</sub>	短路电流限制			250	mA	V <sub>CC</sub> =0V
V <sub>IR+</sub>	LDO起始工作电压	2.05	2.20	2.30	V	
V <sub>HYS</sub>	LDO关闭电压	2.00	2.10	2.20	V	
<b>Wake up</b>						
V <sub>CH</sub>	电流检测阈值	0.5	1.4	2.6	mV	PackConfiguration配置中, [IWAKE, RSNS1, RSNS0] = 001
		1.8	3.0	4.2		PackConfiguration配置中, [IWAKE, RSNS1, RSNS0] = 101/010
		4.6	6.0	7.4		PackConfiguration配置中, [IWAKE, RSNS1, RSNS0] = 110/011
		10.2	12.0	13.8		PackConfiguration配置中, [IWAKE, RSNS1, RSNS0] = 111
V <sub>CH_TCO</sub>	电流检测阈值温度漂移	-	0.5	0.8	%/°C	
t <sub>WAKE</sub>	电流检测唤醒时间	1	5	10	ms	



GPIO						
V <sub>IL</sub>	SMBC,SMBD, SWI	-0.3		0.6	V	
V <sub>IH</sub>	SMBC,SMBD, SWI	1.2		6	V	
V <sub>OH</sub>	输出高电压	V <sub>CC1</sub> -0.5	-	6.0	V	SMBC,SMBD, SWI, 外部上拉电阻连接到外部电源V <sub>CC1</sub> (<6V), V <sub>VCCIN</sub> =3.6V
V <sub>OL</sub>	SMBC,SMBD, SWI	-	-	0.4	V	P0.5、P0.6、P0.7, I <sub>OL</sub> = 7mA, 2.35V<=V <sub>VCCIN</sub> <=5.5V
		-	-	0.1* V <sub>VCCIN</sub>	V	P0.0、P0.1、P0.2, I <sub>OL</sub> =1mA, 2.35V<=V <sub>VCCIN</sub> <=5.5V
ADC						
NR	精度	14		15	Bit	
R <sub>VAIN(TS)</sub>	A/D输入电阻(TS)	8	-		MΩ	
R <sub>VAIN(BAT)</sub>	A/D输入电阻(BAT)	8	-	-	MΩ	ADC没有测试电压
		-	100	-	KΩ	ADC正在测试电压
V <sub>VAIN</sub>	A/D输入电压	VSS-0.2	-	1	V	
V <sub>CAIN</sub>	A/D差分输入电压	-0.125	-	0.125	V	

## 7.3 AC 特征参数 (TA=-40°C~85°C, C(VCCIN)=0.47uF, 2.35V $\leq$ V(VCCIN) $\leq$ 5.5V; 所有典型值为 TA=25°C, V(VCCIN)=V(BAT)=3.6V条件下测试, 除非特别注明)

符号	特性	最小值	典型值	最大值	单位	备注
MainPower						
f <sub>LRC</sub>	低频RC工作频率	-	32.768	-	KHz	$\pm 1.5\%$ (0~60度) $\pm 2.5\%$ (-20~70度) $\pm 4.0\%$ (-40~85度)
f <sub>HRC</sub>	高频RC工作频率	-	4.194	-	MHz	$\pm 2.0\%$ (0~60度) $\pm 3.0\%$ (-20~70度) $\pm 4.5\%$ (-40~85度)
SMBUS (SH366002处于从机模式)						
f <sub>SMB</sub>	SMBUS通讯频率	10		200	kHz	PackConfiguration的[NCSMB]=0
		10		400		PackConfiguration的[NCSMB]=1
t <sub>BUF</sub>	停止和起始间总线空闲时间	4.7	-	-	$\mu$ s	PackConfiguration的[NCSMB]=0
		1.3	-	-		PackConfiguration的[NCSMB]=1
t <sub>LOW</sub>	时钟低电平时间	4.7	-	-	$\mu$ s	PackConfiguration的[NCSMB]=0
		1.3	-	-		PackConfiguration的[NCSMB]=1
t <sub>HIGH</sub>	时钟高电平时间	4.0	-	50	$\mu$ s	PackConfiguration的[NCSMB]=0
		0.6	-	50		PackConfiguration的[NCSMB]=1
t <sub>HD: DAT</sub>	数据保持时间	300	-	-	ns	PackConfiguration的[NCSMB]=0
		0	-	-		PackConfiguration的[NCSMB]=1
t <sub>SU: DAT</sub>	数据建立时间	250	-	-	ns	PackConfiguration的[NCSMB]=0
		100	-	-		PackConfiguration的[NCSMB]=1
t <sub>HD: STA</sub>	起始保持时间	4.0	-	-	$\mu$ s	PackConfiguration的[NCSMB]=0
		0.6	-	-		PackConfiguration的[NCSMB]=1



$t_{SU: STA}$	起始建立时间	4.7	-	-	$\mu s$	PackConfiguration的[NCSMB]=0
		0.6	-	-		PackConfiguration的[NCSMB]=1
$t_{SU: STO}$	停止建立时间	4.0	-	-	$\mu s$	PackConfiguration的[NCSMB]=0
		0.6	-	-		PackConfiguration的[NCSMB]=1
$t_R$	时钟/数据上升时间	-	-	1000	ns	PackConfiguration的[NCSMB]=0, ( $V_{ILMAX} - 0.15V$ ) to ( $V_{IHMIN} + 0.15V$ )
		-	-	300		PackConfiguration的[NCSMB]=1, ( $V_{ILMAX} - 0.15V$ ) to ( $V_{IHMIN} + 0.15V$ )
$t_F$	时钟/数据下降时间	-	-	300	ns	( $V_{IHMIN} + 0.15V$ ) to ( $V_{ILMAX} - 0.15V$ )
$t_{TIMEOUT}$	时钟低电平超时时间	-	25	-	ms	
SWI						
$t_{(CYCH)}$	SH366002接收DATA时间范围	190	-	-	$\mu s$	
$t_{(CYCD)}$	SH366002发送DATA时间范围	190	205	250	$\mu s$	
$t_{(HW1)}$	SH366002接收1低电平时间范围	0.5	-	50	$\mu s$	
$t_{(DW1)}$	SH366002发送1低电平时间范围	32	-	50	$\mu s$	
$t_{(HW0)}$	SH366002接收0低电平时间范围	86	-	145	$\mu s$	
$t_{(DW0)}$	SH366002发送0低电平时间范围	80	-	145	$\mu s$	
$t_{(RSPS)}$	SH366002响应时间	190	-	950	$\mu s$	
$t_{(B)}$	暂停时间	190	-	-	$\mu s$	
$t_{(BR)}$	暂停恢复时间	40	-	-	$\mu s$	
$t_{(RISE)}$	SWI上升为1时间(1.2V)	-	-	950	ns	

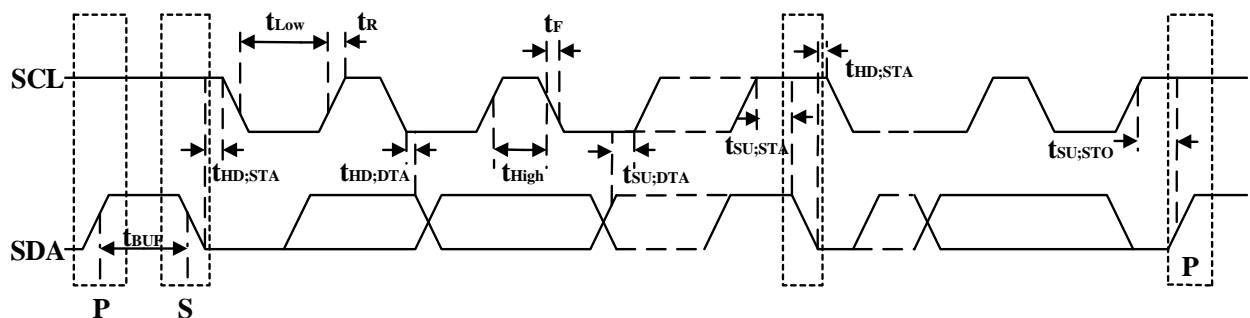


图4. SMBUS 通讯示意图

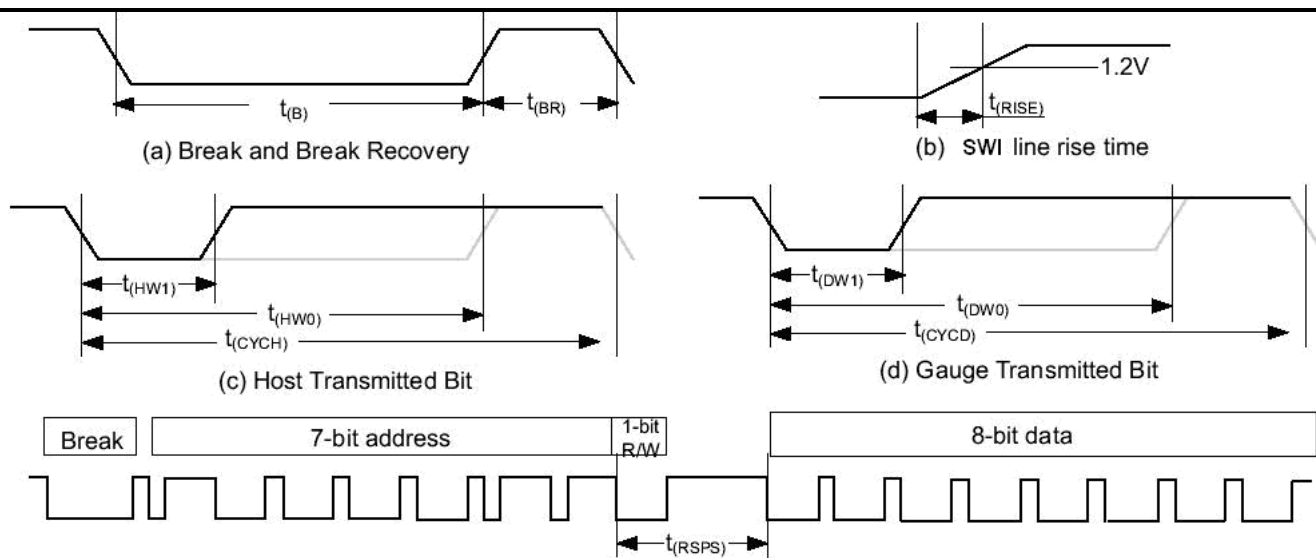
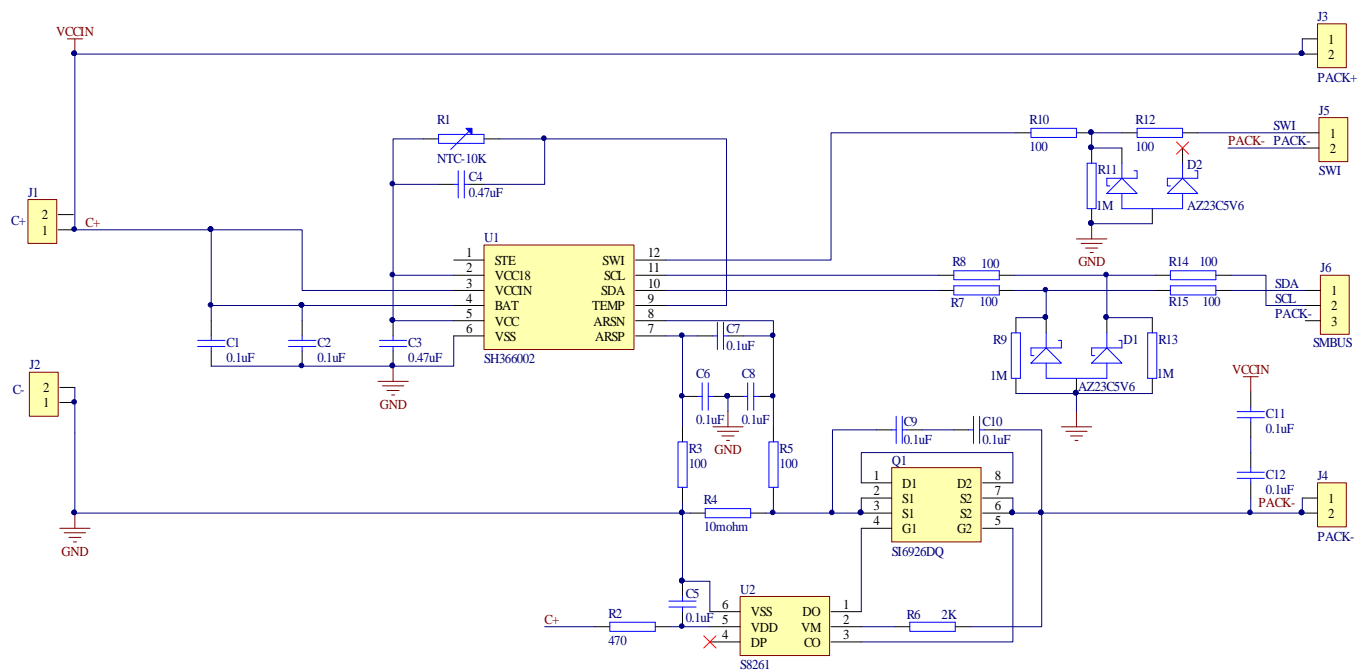


图5. SWI 通讯示意图





## 8 应用电路图



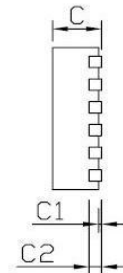
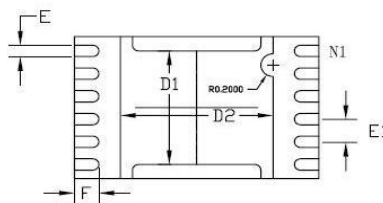
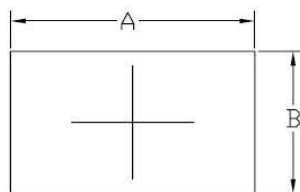


## 9 订货信息

产品编号	封装
SH366002R/012RE-XXXXX	DFN12

## 10 封装信息 Package Information

标 注	尺 寸	最 小 (mm)	最 大 (mm)	标 注	尺 寸	最 小 (mm)	最 大 (mm)
A		$4.00 \pm 0.1$		D1		2.00TYP	
B		$2.50 \pm 0.1$		D2		2.50TYP	
C		0.70	0.80	E		0.200TYP	
C1		0~0.050		E1		0.400TYP	
C2		0.203TYP		F		0.400TYP	



### Note:

1. Formed lead shall be planar with respect to one another within 0.004 inches,
2. Both package length and width do not include mold flash and burr.