



一、特點

- 實現2-，3-，4-串鋰電池的充放電管理及安全保護
- 兼容SMBus v1.1和SBData1.1規範
- 庫侖積分法和開路電壓法相結合，確定電池剩餘容量
- 根據當前溫度和電流，結合內嵌模型動態計算放電截止電壓
- 具有自學習功能，通過一次完整的充放電過程即可獲取實際最大容量
- 提供過載及短路保護，實現過壓 / 低壓 / 過溫 / 低溫時電池組的保護
- 提供二級安全保護
- 提供電池平衡功能，延長電池使用壽命
- 支持4-，5-LED輸出，顯示絕對或相對剩餘電量百分比
- 低功耗系統設計

二、引腳配置

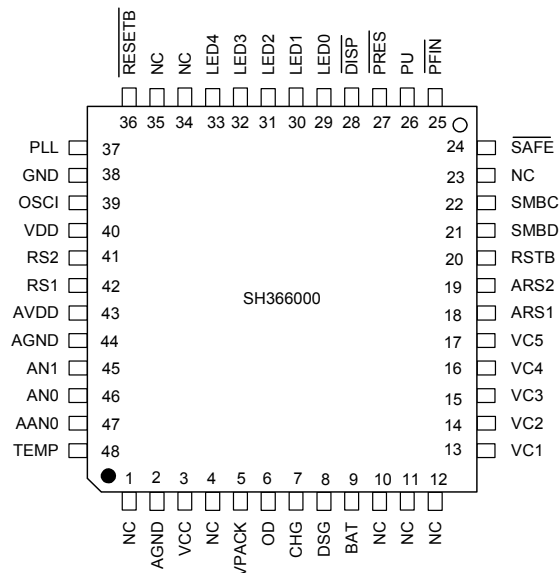


Figure 1 TQFP48引腳配置圖



三、引腳描述

引腳	名稱	輸入/輸出	描述
1	NC	-	NC
2	AGND	P	模擬地
3	VCC	P	3V電壓輸出端
4	NC	-	NC
5	VPACK	P	PACK端供電輸入端
6	OD	O	預充電MOSFET控制端
7	CHG	O	充電MOSFET控制端
8	DSG	O	放電MOSFET控制端
9	BAT	P	BAT端供電接入端
10-12	NC	-	NC
13	VC1	I	電芯第一高電壓接入端
14	VC2	I	電芯第二高電壓接入端
15	VC3	I	電芯第三高電壓接入端
16	VC4	I	電芯第四高電壓接入端
17	VC5	I	電芯最低電壓點接入端
18	ARS1	I	電流保護接入端
19	ARS2	I	電流保護接入端
20	RSTB	O	復位控制端，鏈接到 $\overline{\text{RESETB}}$
21	SMBD	I/O	SMBus通訊線
22	SMBC	I/O	SMBus通訊線
23	NC	-	NC
24	$\overline{\text{SAFE}}$	O	二級保護輸出端
25	$\overline{\text{PFIN}}$	I	二級保護檢測
26	PU	O	系統接入檢測輸出端
27	$\overline{\text{PRES}}$	I	系統接入檢測輸入端
28	$\overline{\text{DISP}}$	I	顯示按鍵輸入端
29~33	LED0~LED4	O	LED輸出端
34~35	NC	-	NC
36	$\overline{\text{RESETB}}$	I	復位輸入端
37	PLL	I	PLL輸入端
38	GND	P	數字地
39	OSCI	I	RC振蕩器輸入端
40	VDD	P	數字電源
41	RS2	I	電流測量輸入端



42	RS1	I	電流測量輸入端
43	AVDD	P	模擬電源
44	AGND	P	模擬地
45	AN1	I	溫度測量輸入端
46	AN0	I	電壓測量輸入端
47	AAN0	O	電壓轉換輸出端
48	TEMP	O	溫度測量輸出端

Table 1 SH366000引腳描述

四、概述

SH366000可實現充放電電流、各串Cell和電池組電壓、以及溫度的檢測。通過庫侖積分、自放電、以及電子負載的補償來計算電池組剩余電量。提供電池平衡功能。並對電流、電壓、溫度等安全狀態進行保護。

五、功能描述

5.1 工作狀態判斷

SH366000每秒通過檢測 $\overline{\text{PRES}}$ 引腳低電平來判斷電池組是否接入應用系統。當檢測到電池組接入應用系統時，SH366000進入正常操作狀態，在1秒內打開充電MOSFET和放電MOSFET；當檢測到電池組脫離應用系統時，關閉所有充放電MOSFET。

5.2 參數測量

SH366000通過採樣電阻來計算電流值，通過庫侖積分獲取剩餘電量，并每秒更新一次剩餘電量RemCap。

SH366000每秒測量一次溫度、各串Cell電壓及電池組電壓。通過PackConfig中Bit4-3可配置電池組結構為2串、3串或4串電芯。

5.3 電量計量

SH366000電量計量流程如Figure 2所示，由充放電放電、電子負載補償、帶溫度補償的自放電三部分組成。

RemainCapacity() (RemCap)表示電池組當前可用電量。依據BatteryMode()中的Bit15設置有mAh和10mWh兩種表示方式。SH366000在EDV2，EDV1，EDV0三個EDV電壓和VOC25，VOC50，VOC75三個可編程中間校準電壓處均可進行容量調整。

FullChargeCapacity() (FCC) 是電池實際最大容量，可通過一次Learning循環（完全放電，完全充電，完全放電）進行更新，新的FCC不會小於目前FCC-256mAh或大於目前FCC+512mAh。

DischargeCountRegister() (DCR)為放電計數器，用於更新FCC。DCR只在放電時計數，由放電計數、電子負載補充、自放電補償三部分組成。SH366000放電開始時DCR=FCC-RC，在電池電壓降至EDV2時終止DCR的計數，并更新當前FCC。

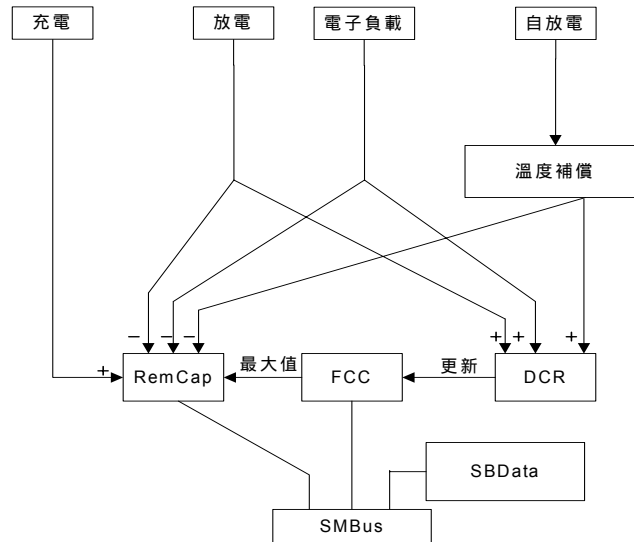


Figure 2 電量計量示意圖

5.3.1 放電截止電壓 (EDV)

SH366000通過EDV2,EDV1,EDV0三個電壓點進行容量和電壓的統一。通過配置GasGaugeConfig，可設置SH366000依據電壓最低的Cell電壓或整個電池組的電壓進行EDV調整、採用固定EDV電壓或動態CEDV電壓作為當前EDV電壓、以及是否採用固定EDV0電壓等。

若SH366000電壓先降到EDV點而RemCap未到閾值時，調整RemCap到當前EDV所對應的容量；若RemCap到EDV所對應閾值而電壓未到EDV時，在電壓降至EDV之前RemCap不再減少。

當放電電流超過Overload時，暫停EDV的判斷和計算；電流恢復正常後重新開始EDV判斷和計算。EDV0對應容量為0%，EDV1對應容量為3%，EDV2對應容量為BatteryLow%，可根據需求設定。

5.3.2 有效放電及自學習

SH366000通過一次Learning過程(放空、滿充、放空)來更新FCC。放電起始時剩餘電量應大於FCC-NearFull，並對DCR賦值 $DCR = FCC - RemCap$ 。當電池電壓降至EDV2時終止DCR計數。FCC更新為DCR計數值和EDV2對應剩餘容量之和： $FCC(最新) = DCR(最終) + FCC \times BatteryLow\%$ 。

放電中滿足如下條件時為有效放電，置位VDQ。任一條件不滿足時為無效放電，清除VDQ：

- 1) 自放電和電子負載補償總計不超過256mAh
- 2) 溫度始終低於自學習溫度閾值LearningLowTemp
- 3) 電壓達到EDV2，且SH366000檢測到EDV2時電壓不低於EDV2-256mV
- 4) 無中間校準發生
- 5) 當到達EDV2或BatteryLow時，放電電流大於3C/32
- 6) 當到達EDV2或BatteryLow時，無過載現象(放電電流大於Overload)出現
- 7) 沒有充電狀態出現



5.3.3 自放電補償

SH366000可對電池進行自放電補償，補償速度由SelfDischargeRate(缺省為0.2%/Day)設定：

Temperature ()	Self-Discharge Rate
Temp <10	1/4 Y%
10≤Temp<20	1/2 Y%
20≤Temp<30	Y%
30≤Temp<40	2 Y%
40≤Temp<50	4 Y%
50≤Temp<60	8 Y%
60≤Temp<70	16 Y%
70≤Temp	32 Y%

Table 2 自放電率

5.3.4 電子負載補償

SH366000可對自身系統進行電子負載補償，參數由ElectronicsLoad設定。

5.3.5 中間校準

SH366000可進行中間校準，根據電池組的開路電壓調整電池剩餘電量。當溫度在19 ~31 之間，電流在-64~0mA之間的時間超過20秒時，執行中間校準。SH366000可通過GasGaugeConfig中VCOR設置是否進行中間校準，各中間校準電壓由VOC25，VOC50，VOC75設定。中間校準優先級自上而下如Table3所示：

Condition	Result
Voltage ()≥VOC75 and RSOC ≤63	RSOC→75
VOC50≤Voltage()<VOC75 and RSOC≥87	RSOC→75
VOC50≤Voltage()<VOC75 and RSOC ≤38	RSOC→50
VOC25≤Voltage()<VOC50 and RSOC≥62	RSOC→50
VOC25≤Voltage()<VOC50 and RSOC ≤13	RSOC→25
Voltage ()<VOC25 and RSOC≥37	RSOC→25

Table 3 中間校準對應表

5.4 充電管理

SH366000基於CC/CV模式進行充電控制。當充電電壓恒定，充電電流小於設定值時充電終止。SH366000每20秒對充電器廣播一次充電電壓和充電電流。充電電流可以分為三個：正常充電電流，預充電電流和零充電電流。

5.4.1 預充電控制

當電池組電壓Voltage<PrechargeVoltageThreshold或低于EDV0閾值時，進入預充電模式；在Voltage>(PrechargeVoltageThreshold + PrechargeVoltageResetMargin)且高于EDV0後恢復至正常充電狀態。

當溫度低於預充電溫度閾值(PrechargeTemperatureThreshold)時，進入預充電狀態；在溫度高於預充電溫度閾值(PrechargeTemperatureThreshold+3)以上時恢復至正常充電狀態。

SH366000可在PackConfig中禁用預充電功能，此時預充電MOSFET處於常關狀態，須由充電器提供預充功能。

5.4.2 充電暫緩

SH366000充電過程中，檢測到溫度高於ChargeSuspendHighTemp時，置位TCA，對充電器廣播零充電電流和零充電電壓。在溫度低於(ChargeSuspendHighTemp- 5)時恢復至正常充電狀態。



SH366000 SBS Solution用戶指南

SH366000充電過程中，檢測到溫度低於ChargeSuspendLowTemp時，置位TCA，對充電器廣播零充電電流和零充電電壓。在溫度超過(ChargeSuspendLowTemp+ 5)時恢復至正常充電狀態。

5.4.3 充電終止

SH366000充電過程中，當電池組電壓Voltage大於(ChargingVoltage -TaperVoltage)、平均電流小於TaperCurrent的時間超過CurrentTaperWindows時終止充電，關閉充電MOSFET，并置位TCA和FC。

SH366000在無充電電流或電池與應用系統分離時清除TCA。在FC被清除前，重新處於充電狀態時置位TCA。在RSOC小於FullChargeClear時，清除TCA和FC。

充電平衡

SH366000提供充電平衡功能。當充電電流大於BlanceImin、 $V_{CELL_{MAX}} - V_{CELL_{MIN}} > CellBalanceMin$ 且 $V_{CELL_{MAX}} > CellBalanceThreshold$ 時，對電壓最高的Cell進行平衡。

當所有Cell的電壓均高於CellBalanceThreshold或Cell中最高電壓 $V_{CELL_{MAX}}$ 超過(CellBalanceThreshold + CellBalanceWindow)時， $CellBalanceThreshold = CellBalanceThreshold + CellBalanceWindow$ 。每次充電開始時CellBalanceThreshold恢復至初始設定值。

當電池不平衡嚴重，即 $V_{CELL_{MAX}} - V_{CELL_{MIN}} > CellImbalanceMax$ 且充電電流大于 BlanceImin時，置位嚴重失衡標志CIM (PF Status)，熔斷FUSE。

Name	Description
Cell Balance Threshold	平衡電壓閾值，執行充電平衡的最低閾值
Cell Balance Min	執行平衡所需的最小壓差
Cell Balance Window	執行平衡時 Cell Balance Threshold 的最小增量
CellImbalanceMax	嚴重電壓失衡所需的壓差
BlanceImin	平衡所需最小充電電流

Table 4 充電平衡管理

5.5 LED顯示

SH366000可通過相對方式或絕對方式顯示剩余電量。采用相對方式時，使用RSOC顯示剩余電量百分比；采用絕對方式時，使用ASOC顯示剩余電量百分比。

SH366000采用4個或5個 LED顯示顯示剩余電量。SH366000采用4個LED方案時，每個LED顯示25%；采用5個LED方案時，每個LED顯示20%。

SH366000通過檢測DISP引腳低電平來激活LED顯示。

5.6 安全保護

SH366000檢測電池系統的電壓、電流和溫度。當有異常狀況出現時，關閉充放電MOSFET或熔斷FUSE，保護電池不受損害。整個保護可分為三個部分：

5.6.1 硬件一級保護

SH366000硬件具有過載(Overload)，充電短路(Short Circuit in Charge)，放電短路(Short Circuit in Discharge)三種保護。



SH366000 SBS Solution用戶指南

SH366000發生硬件充電短路時，關閉所有充放電MOSFET；一分鐘後開啟充放電MOSFET。電池組重新插拔時開啟充放電MOSFET(或預充電MOSFET)。

SH366000發生硬件過載或放電短路時，關閉所有充放電MOSFET；一分鐘後開啟充放電MOSFET。電池組重新插拔時開啟充放電MOSFET(或預充電MOSFET)。

5.6.2 軟件一級保護

SH366000充電過程中發生單串Cell過壓、電池組過壓、過流或過溫時關閉充電MOSFET(或預充電MOSFET)。電池組重新插拔或放電電流Current < -CurrentDetectedThreshold時開啟充電MOSFET(或預充電MOSFET)

SH366000放電過程中發生單串Cell低壓、過流或過溫時關閉放電MOSFET。電池組重新插拔或充電電流Current>CurrentDetectedThreshold時開啟放電MOSFET。

5.6.3 軟件二級保護

SH366000充電過程中發生電池組電壓超過安全高壓、充放電過程中電流超過安全電流、溫度超過安全溫度、電池嚴重失衡、充電MOSFET或放電MOSFET關閉失敗、內部通信失敗、ADC超量程等現象時，關閉充放電MOSFET，熔斷FUSE，設置Pflag為0x66。

當SH366000檢測到 $\overline{\text{PFIN}}$ 為低電平時，也啟動二級保護。

對DataFlash中Pflag寫0x12可清除二級保護狀態。

5.7 SMBus 通訊

SH366000兼容SBData v1.1指令。主機通過向SH366000發送相應的指令以獲得電池信息。另外，SH366000可以廣播報警和充電信息給主機。下表為SBData命令匯總。

SMDData Function Name	Command Code	Access	Units
ManufacturerAccess	0x00	R/W	-
RemainingCapacityAlarm	0x01	R/W	mAh or 10mWh
RemainingTimeAlarm	0x02	R/W	Minutes
BatteryMode	0x03	R/W	Bit Code
AtRate	0x04	R	mAh Or 10mWh
AtRateTimeToFull	0x05	R	Minutes
AtRateTimeToEmpty	0x06	R	Minutes
AtRateOK	0x07	R	Binary 0/1 (LSB)
Temperature	0x08	R	0.1°K
Voltage	0x09	R	mV
Current	0x0a	R	mA
AverageCurrent	0x0b	R	mA
MaxError	0x0c	R	%
RelativeStateOfCharge	0x0d	R	%
AbsoluteStateOfCharge	0x0e	R	%
RemainingCapacity	0x0f	R	mAh or 10 mWh
FullChargeCapacity	0x10	R	mAh or 10 mWh
RunTimeToEmpty	0x11	R	Minutes
AverageTimeToEmpty	0x12	R	Minutes
AverageTimeToFull	0x13	R	Minutes
ChargingCurrent	0x14	R	mA
ChargingVoltage	0x15	R	mV
BatteryStatus	0x16	R	Bit Code
CycleCount	0x17	R	Integer



DesignCapacity	0x18	R	mAh or 10 mWh
DesignVoltage	0x19	R	mV
SpecificationInfo	0x1a	R	Coded
ManufactureDate	0x1b	R	Coded
SerialNumber	0x1c	R	Not specified
Reserved	0x1d-0x1f	-	-
ManufacturerName	0x20	R	ASCII text string
DeviceName	0x21	R	ASCII text string
DeviceChemistry	0x22	R	ASCII text string
Pack Status	0x2f(LBS)	R	-
Pack Configuration	0x2f(MBS)	R	-
Vcell4	0x3c	R	mV
Vcell3	0x3d	R	mV
Vcell2	0x3e	R	mV
Vcell1	0x3f	R	mV
AFEData	0x46	R	-
Ssafe	0x47	R	-

Table 5 SBData 列表

5.7.1 SBData標準協議

1) . ManufactureAccess (0x00)

內部指令。寫不同的子命令可讀取到下表內容。

Command Code	Name	Description
0x0001	Device Type	返回內部信息
0x0002	Firmware Rev	返回軟件版本號
0x0003	EDV Level	返回當前EDV電壓
0x0005	ShutDown Command	強制SH366000進入關閉模式
0x062b	Seal	封存Flash參數，解密之前無法對DataFlash進行讀寫
0x0041	Reset	強制系統復位，程序重新開始

Table 6 ManufactureAccess 子命令

2) . RemainingCapacityAlarm (0x01)

設定或讀取剩餘容量報警值。當剩餘容量低於剩餘容量報警值時，RemainingCapacityAlarm置1，並廣播至SMBus主機。設為0可禁用剩餘電量報警功能。

3) . RemainingTimeAlarm (0x02)

設定或讀取剩餘時間報警值。當AverageTimeToEmpty小於剩餘時間報警值時，RemainingTimeAlarm置1，並廣播至SMBus主機。設為0可禁用剩餘時間報警功能。

4) . BatteryMode (0x03)

設定電池的工作模式，並向主機報告電池的容量、工作模式及運行狀況信息。

該控制字可以分為兩部分：高8bit為可讀/可寫部分，低8bit為只讀。SH366000強制bit0-6為0，並禁止對bit 7 進行寫操作。

INTERNAL_CHARGE_CONTROLLER: 是否具有內部充電控制器。SH366000內部沒有充電控制器

PRIMARY_BATTERY_SUPPORT: 是否可作為系統主電池應用。SH366000不支持作為主電池應用



SH366000 SBS Solution用戶指南

RELEARN_FLAG：電池再學習標志。當系統復位或需要進行再學習時，此位置1；通過一個Learning過程（滿充，滿放，滿充）後，此位清零。

CHARGE_CONTROLLER_ENABLED：內部充電器控制。SH366000不支持此功能

PRIMARY_BATTERY：系統主電池控制。SH366000不支持此功能

ALARM_MODE：控制SH366000是否對Host和充電器發送AlarmWarning信息。置1時系統在60秒內不進行廣播；清零時，如有報警信息，則隨時廣播出去。在PackConfig中SM=1時，AlarmMode設置無效，SH366000不對Host和充電器進行廣播。

- 缺省狀態，SH366000每20秒廣播一次；AlarmMode寫1後60秒內，禁止廣播；60秒后重新開始廣播。若不希望SH366000廣播報警信息，應以不超過59秒的間隙禁用該功能。

- 當SH366000進入sleep狀態時，系統不會進行廣播。

CHARGE_MODE：控制SH366000是否對充電器廣播ChargingCurrent()和ChargingVoltage()。置1時停止廣播；清零時廣播兩者到充電器。在PackConfig中SM=1時，ChargeMode設置無效，SH366000不對充電器進行廣播。

CAPACITY_MODE：控制SH366000採用何種模式報告容量信息。置1時，採用10mW / 10mWh為單位通訊；清零時，採用mA/mAh為單位進行通訊。該位的設置會影響到如下變量：RemainingCapacityAlarm(), AtRate(), RemainingCapacity(), FullChargeCapactiy(), Design Capacity()。

CapacityMode的設置會影響到下列變量的計算：AtRateOK(), AtRateTimeToEmpty(), AtRateTimeTo Full(), RunTimeToEmpty(), AverageTimeToEmpty(), AverageTimeToFull(), Remaining Time Alarm(), BatteryStatus。

Battery Mode	Bits	Format	Allowable Values
INTERNAL_CHARGE_CONTROLLER	0	Read Only	0- 總是0
PRIMARY_BATTERY_SUPPORT	1	Read Only	0- 總是0
Reserved	2-6	-	0- 總是0
RELEARN_FLAG	7	Read Only	0- 系統OK 1- 系統需要再學習
CHARGE_CONTROLLER_ENABLED	8	R/W	0- 總是0
PRIMARY_BATTERY	9	R/W	0- 總是0
Reserved	10-12	-	0- 總是0
ALARM_MODE	13	R/W	0- 使能報警廣播 (Default) 1- 禁止報警廣播
CHARGE_MODE	14	R/W	0- 使能充電廣播 (Default) 1- 禁止充電廣播
CAPACITY_MODE	15	R/W	0- 採用mAh / mA報告信息 (Default) 1- 採用10mWh / 10mW報告信息

Table 7 Battery Mode 列表

5) . AtRate (0x04)

電流(mA)或功率(10mW)參數值，用於以下三個參數計算：AtRateTimeToFull，AtRateTimeToEmpty，AtRateOK。

- AtRateTimeToFull返回充電電流為AtRate時的預測充滿所需時間
- AtRateTimeToEmpty返回放電電流 / 功率為AtRate時的預測可繼續操作時間



●AtRateOK函數返回一個布爾值，預測是否有能力連續10秒提供大小為AtRate的額外放電時間。

6) . AtRateTimeToFull (0x05)

返回以AtRate電流值(mA)進行充電至電池滿充的剩餘時間(分鐘)。若AtRate為0或負值，則返回65535。

7) . AtRateTimeToEmpty (0x06)

返回以AtRate電流值(mA) / 功率值(10mW)進行放電直到放空的預測剩餘時間(分鐘)。若AtRate為0或正值，則返回65535。

8) . AtRateOK (0x07)

返回布爾變量。顯示電池是否有連續10秒提供電流為AtRate的能力。若AtRate為0或正值，則返回總為真。

9) . Temperature (0x08)

返回以0.1K為單位的電池組溫度值。

10) . Voltage (0x09)

返回電池組的電壓值(mV)。

11) . Current (0x0A)

返回電池組的電流值(mA)。

12) . AverageCurrent (0x0B)

返回電池組的電流平均值(mA)。

13) . MaxError (0x0C)

返回剩余電量的預期誤差範圍(%)。當MaxError返回值為10%，而RelativeStateOfCharge的返回值為50%時，RelativeStateOfCharge的實際值範圍在50%-60%之間。

SH366000重新上電或中間校準後MaxError()設為25%;經過一次再學習過程之後，MaxError值恢復到2%。在FCC改變量達到+512/-256mAh時，MaxError為8%。CycleCount()每增加4，MaxError()增加1。

14) . RelativeStateOfCharge (0x0D)

返回電池的相對剩餘容量百分比。表示為RemainingCapacity()/FullChargeCapacity()的百分比形式。

15) . AbsoluteStateOfCharge (0x0E)

返回電池的絕對剩餘容量百分比。表示為RemainingCapacity()/DesignCapacity()的百分比形式。

16) . RemainingCapacity (0x0F)

返回電池當前的剩餘電量。單位為mAh或者10mWh，具體取決於CapacityMode的設置。

17) . FullChargeCapacity (0x10)

返回電池的最大可用電量。單位為mAh或者10mWh，具體取決於CapacityMode的設置。

18) . RunTimeToEmpty (0x11)

返回以當前電流放電至電池放空的`可繼續運行時間`(分鐘)。當電流為0或正值時，返回65535。

19) . AverageTimeToEmpty (0x12)

返回以當前平均電流放電的`可繼續運行時間`(分鐘)。當平均電流為零或正值時，返回65535。



20) . AverageTimeToFull (0x13)

返回以當前平均電流充電至滿充所需要的時間(分鐘)。當電流為零或負值時，返回65535。

21) . ChargingCurrent (0x14)

返回允許充電器提供的最大充電電流(mA)。

22) . ChargingVoltage (0x15)

返回允許充電器提供的最大充電電壓(mV)。

23) . BatteryStatus (0x16)

返回SH366000的狀態字。電源管理系統Host可通過BatteryStatus來獲取電池的預警信息、狀態標志位及錯誤代碼。

Name	Bits	Set	Clear
OVERCHARGEALARM (OCA)	15	充電容量大於 (FCC+ MaxOver Charge)	剩餘容量小於FCC-2或放電電流 <-CurrentDetectedThreshold
TERMINATECHARGEALARM (TCA)	14	1. 電壓電流滿足充電結束條件 2. FC置位時有充電電流 > CurrentDetectedThreshold 3. 一級 / 二級充電安全發生 4. 充電超時 5. 充電溫度暫停	所有條件均不滿足或電池組重新插拔
OVERTEMPALARM (OTA)	12	一級或二級過溫發生	所有條件均不滿足或電池組重新插拔
TERMINATEDISCHARGEALARM (TDA)	11	容量低於EDV2或一級 / 二級放電安全發生	所有條件均不滿足或電池組重新插拔
REMAININGCAPACITYALARM (RCA)	9	RemainingCapacity() < RemainingCapacityAlarm()	RemainingCapacity() > RemainingCapacityAlarm() 或充電電流 > CurrentDetectedThreshold
REMAININGTIMEALARM (RTA)	8	AverageTimeToEmpty() < RemainingTimeAlarm()	AverageTimeToEmpty() > RemainingTimeAlarm()
INITIALIZED (INT)	7	外部校準完成	未作外部校準
DISCHARGING (DSG)	6	放電狀態	充電狀態
FULLYCHARGED (FC)	5	電池滿充狀態	RSOC小於FCCclear
FULLYDISCHARGED (FD)	4	電壓或容量低於EDV2水準	RSOC大於20%

Table 8 Battery Status 列表

Error_Code	Code	Description
Error	0x0007	系統錯誤
OK	0x0000	系統正常

Table 9 Battery Error 列表

24) . CycleCount (0x17)

返回電池組的放電循環次數。單次循環的閾值由CycleThreshold確定。

25) . DesignCapacity (0x18)

返回電池組的理論容量。單位為mAh或者10mWh，具體取決於CapacityMode的設置。

26) . DesignVoltage (0x19)

返回電池組的理論電壓(mV)。



27) . SpecificationInfo (0x1A)

返回電池組所支持的SMBus版本編號。SH366000支持版本為spec1.1，無PEC校驗和電流 / 電壓放大。

Field	Bits	Allowable values
SpecID_L	0-3	Spec1.0 = 0x0 Spec1.1 = 0x1
SpecID_H	4-7	Spec1.0 = 0x1 Spec1.1 without PEC = 0x2 Spec1.1 with PEC = 0x3
Vscale	8-11	0-3 (真實電壓值為返回值×10 [^] Vscale)
IPScale	12-15	0-3 (真實電流或容量值為返回值×10 [^] Vscale)

Table 10 SpecificationInfo參數表

28) . ManufactureDate (0x1B)

返回電池組的製作日期。格式定義為(年-1980)*512 + 月*32 + 日。

Field	Bits	Allowable Values
日	0-4	1-31 (具體日期)
月	5-8	1-12 (具體月份)
年	9-15	0-127 (相對於1980年的差值)

Table 11 ManufactureDate 參數表

29) . SerialNumber (0x1C)

返回電池組的序列號。

30) . ManufactureName (0x20)

返回生產廠家的名稱。

31) . DeviceName (0x21)

返回電池的名稱。

32) . DeviceChemistry (0x22)

返回電芯的材料。本軟件固定為LION。

Chemistry	Abbreviations
鉛酸	PbAc
鋰離子	LION
鎳鎘	NiCd
鎳氫	NiMH
鎳鋅	NiZn
可重復充電鹼性錳電池	RAM
鋅空氣	ZnAr

Table 12 化學特性列表

33) . ManufacturerData (0x23)

返回芯片內部數據。



34) . PackStatus (0x2f LBS)& PackConfig (0x2f MSB)

返回電池組狀態和配置。

Name	Bits	Allowable Values
DMODE	15	LED顯示ASOC或RSOC 0- LED顯示ASOC 1- LED顯示RSOC
LED	14	電量顯示採用4個LED或5個LED 0- 使用4個LED顯示，每段表示25% 1- 使用5個LED顯示，每段表示20%
SM	13	是否使能SH366000對外廣播功能，此處禁用後，BatteryMode()中ChargeMode和AlarmMode設置無效 0- 能夠作為Master對Host和charger端進行廣播 1- 禁止廣播功能
CC	12-11	電池組串數選擇 00- 保留（等同與01） 01- 二串電池 10- 三串電池 11- 四串電池
ENPCHG	10	預充電功能設置 0- 支持預充電功能 1- 無預充電功能
Reserved	9	Reserved
NR	8	電池是否可以從應用系統脫離 0- 電池可以從應用系統脫離 1- 電池不可從應用系統脫離
PRES	7	SH366000是否接入應用系統： 0- SH366000未接入應用系統 1- SH366000已接入應用系統
EDV2	6	單顆電芯或電池組（由GasGaugeConfig中CEDV位選擇）電壓小於EDV2電壓 0- 電壓值大於EDV2電壓 1- 電壓值小於EDV2電壓
SS	5	DataFlash是否處於加密狀態 0- DataFlash處於未加密狀態 1- DataFlash處於加密狀態
VDQ	4	當前放電是否為有效放電 0- 系統處於無效放電狀態 1- 系統處於有效放電狀態
AFEFAIL	3	SH366000模擬前端工作是否正常 0- 模擬前端工作正常 1- 模擬前端工作異常
PF	2	是否發生二級安全保護 0- 電池組處於正常狀態，Pflag= 0x00 1- 電池組有安全狀況出現，Pflag=0x66
CVOV	1	充電/預充電MOSFET狀態顯示 0- 充電或預充電MOSFET處於開啟狀態 1- 充電和預充電MOSFET處於關閉狀態
CVUV	0	放電MOSFET狀態顯示 0- 放電MOSFET處於開啟狀態 1- 放電MOSFET處於關閉狀態

Table 13 PackStatus&Packconfig 參數表



35) . VCell4-Vcell1 (0x3C-0x3F)

返回自最高到最低四串電池的電壓值(mV)。

36) . AFEData(0x46)

返回SH366000模擬前端的狀態。

Name	Bits	Description
Reserved	7-4	Reserved
WDF	3	AFE模擬前端WDT狀態 0- 正常 1- 前端WDT報警
OL	2	AFE模擬前端是否發生過載 0- 正常 1- 前端檢測到電流過載現象
SCCHG	1	AFE模擬前端是否發生充電短路 0- 正常 1- 前端檢測到充電短路現象
SCDSG	0	AFE模擬前端是否發生放電短路 0- 正常 1- 前端檢測到放電短路現象

Table 14 AFEData 列表

37) . Ssafe(0x47)

返回SH366000二級保護安全狀態情況。

Name	Bits	Description
CIM	15	電池是否嚴重失衡 0- 正常 1- 電池失衡嚴重
SOV	14	電池組電壓是否超過二級保護閾值SafetyOverVolThreshold 0- 正常 1- 電池組電壓大於二級保護閾值
SCC	13	電池充電電流是否大於二級保護閾值SafetyOverCurrentThreshold 0- 正常 1- 充電電流大於充電二級保護電流閾值
SCD	12	電池放電電流是否大於保護閾值SafetyOverCurrentThreshold 0- 正常 1- 放電電流大於放電二級保護電流閾值
SOTC	11	充電時電池溫度是否大於二級保護閾值SafetyOverTempThreshold 0- 正常 1- 充電時溫度大於充電二級保護溫度閾值
SOTD	10	放電時電池溫度是否大於二級保護閾值SafetyOverTempThreshold 0- 正常 1- 放電時溫度大於放電二級保護溫度閾值
CFETF	9	充電MOSFET關閉後充電電流是否大於FETFailCurrent 0- 正常 1- 充電MOSFET關閉後充電電流過大
DFETF	8	放電MOSFET關閉後放電電流是否大於FETFailCurrent 0- 正常 1- 放電MOSFET關閉後放電電流



PFIN	7	是否檢測到系統有燒FUSE動作 0- 正常 1- 探測到有燒FUSE動作
AFEF	6	AFE模擬前端有不可恢復錯誤發生 0- 正常 1- 模擬前端有錯誤產生
PEF	5	SH366000燒FUSE是否成功 0- 正常 1- 燒FUSE後仍有電流流過
ADCF	4	SH366000 ADC是否發生量程錯誤 0- 正常 1- ADC量程錯誤
Reserved	3-0	Reserved

Table 15 Ssafe 列表

5.7.2 SMBus廣播

SM=1且CHARGE_MODE=1時，SH366000對Charger (Addr=0x12) 廣播ChargingCurrent(Command Code = 0x14)和ChargingVoltage(Command Code= 0x15)。

SM=1且AlarmMode=1時，SH366000對Charger (Addr=0x12) 和Host(Addr=0x10)廣播BatteryStatus(0x16)，Error_Code均為1。

5.7.3 SMBus時序

SBDData1.1支持如下三種通訊格式：寫雙字節,讀雙字節,讀字串。

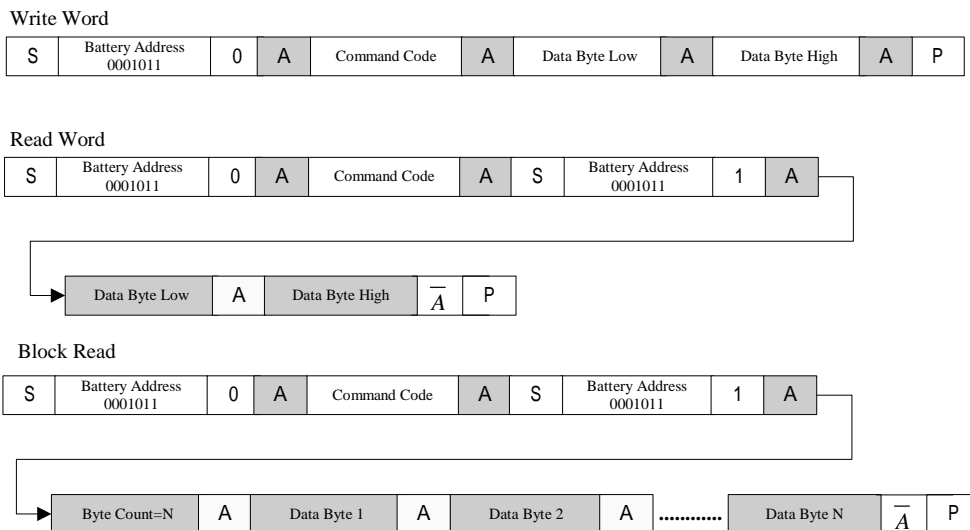


Figure 3 SMBus通訊示意圖



5.8 電池組系統參數

SH366000 依據不同的應用需求，如下參數需要配置：

5.8.1 應用系統配置，系統配置列表PackConfig，在SBDData中作為 指令0x2f的高8位返回給主機

Name	Bits	Allowable Values
DMODE	7	LED顯示ASOC或RSOC 0- LED顯示ASOC 1- LED顯示RSOC
LED	6	電量顯示採用4個LED或5個LED 0- 使用4個LED顯示，每段表示25% 1- 使用5個LED顯示，每段表示20%
SM	5	是否使能SH366000對外廣播功能，此處禁用後，BatteryMode()中ChargeMode和AlarmMode設置無效 0- 能夠作為Master對Host和charger端進行廣播 1- 禁止廣播功能
CC	4-3	電池組串數選擇 00- 保留（等同與01） 01- 二串電池 10- 三串電池 11- 四串電池
ENPCHG	2	預充電功能設置 0- 支持預充電功能 1- 無預充電功能
Reserved	1	缺省設置為1，請勿改動
NR	0	表示電池是否可以從應用系統脫離，即PRES表示有無接入應用系統 0- 電池可以從應用系統脫離，PRES低電平表示電池接入應用系統，高電平表示從應用體系脫離。只有在PRES高電平時可以進入低功耗模式。低功耗模式下關閉充放電MOSFET。 1- 電池固定在應用系統中，PRES維持始終為低電平。只需滿足其他條件即可進入低功耗模式。低功耗模式下關閉充電MOSFET，開啟放電MOSFET。

Table 16 PackConfig 配置參數表



5.8.2 充放電管理配置，系統配置列表中GasGaugeConfig

Name	Bits	Description
Reserved	7	缺省設置為1，請勿改動
CEDV	6	配置採用固定電壓或動態CEDV電壓進行EDV調整 0- 採用固定電壓進行EDV調整 1- 採用動態CEDV電壓進行EDV調整
FEDV0	5	配置在CEDV置1時採用固定電壓或動態CEDV電壓進行EDV0調整 0- 採用動態CEDV0電壓 1- 採用固定EDV0電壓
EDVV	4	配置基於各串電池的最小電壓值或整個電池組電壓進行EDV調整 0- 基於各串電池的電壓最小值進行EDV判斷 1- 基於整個電池組電壓進行EDV判斷
VCOR	3	配置是否允許系統進行中間調整 0- 禁用中間調整功能 1- 開啟中間調整功能
XEDV0	2	配置放電到EDV0時是否允許關閉放電MOSFET 0- 放電電壓低於EDV0時仍開啟放電MOSFET 1- 放電電壓低於EDV0時關閉放電MOSFET
XFULL	1	配置充電到滿充條件時是否允許關閉充電MOSFET 0- 充電到滿充條件時仍開啟充電MOSFET 1- 充電到滿充條件時關閉充電MOSFET
XSP	0	配置是否允許二級保護 0- 禁止二級保護 1- 允許二級保護

Table 17 Gas Gauge 配置參數表



六、DataFlash參數列表

該部分為DataFlash的參數列表，按照功能大致分為如下幾部分：

- 系統配置
- 校準參數
- 充電管理
- 模擬前端相關
- 安全管理
- 客戶自有信息

6.1. 系統配置

Name	Bytes	Lower Limit	Higher Limit	Typical value	Description
RemainingTimeAlarm	2	0	65535	10	剩餘時間預警值(分鐘)，對應SBData中RemainingTimeAlarm
RemainingCapacityAlarm	2	0	65535	360	剩餘容量預警值(mAh)，對應SBData中RemainingCapacityAlarm
CycleCount	2	0	65535	0	電池組循環次數，對應SBData中CycleCount
FullChargeCapacity	2	0	65535	4200	電池滿充容量(mAh)，對應SBData中FullChargeCapacity
CycleThreshold	2	0	65535	4100	單次循環閾值(mAh)，用於更新CycleCount
DesignVoltage	2	0	65535	16800	設計理想電壓(mV)
DesignCapacity	2	0	65535	4400	設計理想容量(mAh)
ElectronicsLoad	1	0	2.55	2	電子負載補償(mA)
SelfDischargeRate	1	0	2.55	0.2	電池自放電率(%)
GasgaugeConfig	1	-	-	0xD6	Gas Gauge配置參數，詳見Table17
NearFull	2	0	65535	200	滿充條件(mAh) RemainingCapacity >(FullChargeCapacity - NearFull)置位 Fullycharged
PackConfig	1	-	-	0xFA	電池組配置參數，詳見Table16
Specification Info	2	-	-	0x0021	軟件支持SMBus協議版本信息

Table 18 系統配置參數表

6.2. 計算 / 校準參數

Name	Bytes	Lower Limit	Higher Limit	Typical value	Description
Overload	2	-32768	0	-5000	正常應用的最大負載(mA)。 當Current<Overload時，清零有效放電標志VDQ，暫停EDV的計算和判斷
MaxOverCharge	2	0	65535	360	判斷過充與否閾值(mAh)，具體見充電管理部分
ChargeCurrent	2	0	65535	2500	正常充電電流(mA)，對應SBData中ChargingCurrent
ChargeVoltage	2	0	65535	16800	正常充電電壓(mV)，對應SBData中ChargingVoltage
PrechargeVoltageThreshold	2	0	65535	10000	預充電電壓閾值(mV)，具體見充電管理部分
PrechargeCurrent	2	0	65535	300	預充電模式電流(mV)，對應SBData中ChargingCurrent
PrechargeTemperatureThreshold	2	0	6553.5	0	預充電溫度閾值I，具體見充電管理部分
PrechargeVoltageResetMargin	2	0	65535	200	預充電狀態恢復電壓(mV)，具體見充電管理部分
FullChargeClear	1	0	100	95	滿充狀態解除閾值(%) 當RSOC <FullChargeClear時滿充狀態解除
TaperCurrent	2	0	65535	200	終止充電電流閾值(mA)，具體見充電管理部分



SH366000 SBS Solution用戶指南

TaperVoltage	2	0	65535	100	終止充電電壓閾值 (mV)，具體見充電管理部分
CurrentTaperWindows	1	0	255	40	終止充電時間閾值(秒)，具體見充電管理部分
LearnLowTemperature	2	0	6553.5	0	再學習的最低溫度閾值 (C)。 溫度低於此值時，清零有效放電標志VDQ
MaxChargeTime	2	0	65535	30000	單次最長充電時間 (秒) 充電時間大於MaxChargeTime時關閉充電MOSFET
CurrentDetectedThreshold	2	0	32767	20	系統充放電狀態閾值 (mA) 無二級保護時，Current< - CurrentDetectedThreshold 則開啟充電MOSFET；Current> CurrentDetected Threshold 則開啟放電MOSFET
ChargeSuspendHighTemp	2	0	6553.5	50	高溫充電暫停溫度閾值 (C) Temperature> ChargeSuspendHighTemp 或 Temperature< ChargeSuspendLowTemp 時置位 OTA，進行報警廣播； Temperature< (ChargeSuspendHighTemp -5) 且Temperature>(ChargeSuspendLowTemp+5)時清 零OTA，並終止報警廣播。
ChargeSuspendLowTemp	2	0	6553.5	0	低溫充電暫停溫度閾值 (C)，詳解如上
ShutDownVoltage	2	0	65535	9000	系統工作最低電壓 (mV)，具體見低功耗模式
IdleCurrent	1	0	255	2	Idle模式電流閾值 (mA)，具體見低功耗模式
VpackThreshold	2	0	65535	12000	電池組低壓保護電壓(mV)，詳見低功耗模式

Table 19 計算 / 校準參數表

6.3. 安全管理配置

Name	Bytes	Lower Limit	Higher Limit	Typical value	Description
CellOverVoltageThreshold	2	0	65535	4350	Cell過壓保護閾值(mV) 當V _{cell(max)} > CellOverVoltageThreshold的時間超過 OverVoltageTimeThreshold時Cell過壓狀態成立 當V _{cell(max)} < CellOverVoltageResetThreshold的時間 超過OverVoltageTimeThreshold時，Cell過壓狀態解 除
OverVoltageTimeThreshold	2	0	65535	3	電壓保護延時(秒),詳解如上
CellOverVoltageResetThreshold	2	0	65535	4150	Cell過壓保護復位閾值(mV)，詳解如上
PackOverVoltageResetMargin	2	0	65535	500	Pack過壓保護復位閾值(mV) 當V _{VPACK} >(ChargeVoltage+ PackOverVoltageMargin) 的時間超過OverVoltageTimeThreshold 時Pack過壓 狀態成立 當V _{VPACK} <(ChargeVoltage- PackOverVoltageReset Margin)的時間超過 OverVoltageTimeThreshold 時 Pack過壓狀態解除
PackOverVoltageMargin	2	0	65535	1000	Pack過壓保護閾值(mV)，詳解如上
CellUnderVoltageThreshold	2	0	65535	2800	Cell低壓保護閾值(mV) 當V _{cell(min)} < CellUnderVoltageThreshold的時間超過 OverVoltageTimeThreshold時Cell低壓狀態成立 當V _{cell(min)} > CellUnderVoltageThresholdReset的時間 超過OverVoltageTimeThreshold時Cell低壓狀態解 除
CellUnderVoltageResetThreshold	2	0	65535	3000	Cell低壓保護復位閾值(mV)，詳解如上



SH366000 SBS Solution用戶指南

ChargeOverCurrentThreshold	2	0	32767	4000	充電過流保護閾值(mA) 當 Current > ChargeOverCurrentThreshold 的時間超過 OverCurrentTimeThreshold 時充電過流狀態成立 當 AverageCurrent < ChargeOverCurrentResetThreshold 的時間超過 OverCurrentTimeThreshold 時充電過流狀態解除
OverCurrentTimeThreshold	2	0	65535	3	過流保護延時(秒),詳解如下
ChargeOverCurrentResetThreshold	2	0	32767	3000	充電過流保護復位閾值(mA), 詳解如上
DischargeOverCurrentThreshold	2	-32768	0	-6000	放電過流保護閾值(mA) 當 Current < DischargeOverCurrentThreshold 的時間超過 OverCurrentTimeThreshold 時放電過流狀態成立 當 Current > DischargeOverCurrentResetThreshold 的時間超過 OverCurrentTimeThreshold 時放電過流狀態解除
DischargeOverCurrentResetThreshold	2	-32768	0	-5000	放電過流保護復位閾值(mA), 詳解如上
OverTempDischargeThreshold	2	0	6553.5	65	放電過溫保護閾值 (C) 當 Temperature > OverTempDischargeThreshold 時間超過 OverTempTimeThreshold 時放電過溫狀態成立 當 Temperature < OverTempDischargeResetThreshold 的時間超過 OverTempTimeThreshold 時放電過溫狀態解除
OverTempTimeThreshold	2	0	65535	3	過溫保護延時(秒),詳解如上
OverTempDischargeResetThreshold	2	0	6553.5	60	放電過溫保護復位閾值 (C), 詳解如上
OverTempChargeThreshold	2	0	6553.5	50	充電過溫保護閾值 (C) 當 Temperature > OverTempChargeThreshold 時間超過 OverTempChargeTime 時充電過溫成立 當 Temperature < OverTempChargeResetThreshold 時間超過 OverTempChargeTime 時充電過溫解除
OverTempChargeResetThreshold	2	0	6553.5	60	充電過溫保護復位閾值 (C), 詳解如上
SafetyOverVolThreshold	2	0	65535	20000	二級安全保護電壓閾值(mV), 電池組電壓超過此值時, 置位 Pflag, 關閉所有 MOSFET, 熔斷 FUSE
SafetyOverCurrentThreshold	2	0	32767	10000	二級安全保護充電電流閾值(mA) Current > SafetyOverCurrentThreshold 或 Current < SafetyOverCurrentThreshold 時, 置位 Pflag, 關閉所有 MOSFET, 熔斷 FUSE
SafeOverTempThreshold	2	0	6553.5	75	二級安全保護充電溫度閾值 (C) 充電或放電過程中溫度大於此值時, 置位 Pflag, 關閉所有 MOSFET, 熔斷 FUSE
FETFailCurrent	2	0	32767	10	MOSFET 關閉失效電流閾值(mA) 關閉充電 MOSFET 後 Current > FETFailCurrent 或放電 MOSFET 關閉後 Current < FETFailCurrent 時, 置位 Pflag, 關閉所有 MOSFET, 熔斷 FUSE
AFEFailTime	2	0	65535	4	AFE 失敗次數 AFE 通訊失敗次數達到此值時, 置位 Pflag, 關閉所有 MOSFET, 熔斷 FUSE

Table 20 安全管理配置參數表



6.4. 充電管理配置

Name	Bytes	Lower Limit	Higher Limit	Typical value	Description
VOC75	2	0	65535	15300	中間調整75%對應電壓值(mV)
VOC50	2	0	65535	14600	中間調整50%對應電壓值(mV)
VOC25	2	0	65535	14200	中間調整25%對應電壓值(mV)
BatteryLow	1	0	25.5	7	CEDV2對應容量百分比(%)
ADJP0	2	0	65535	14050	CEDV計算參數，填入工具計算值，不建議隨意改動
ADJP1	2	0	65535	307	CEDV計算參數，填入工具計算值，不建議隨意改動
ADJP2	1	0	255	0	CEDV計算參數，填入工具計算值，不建議隨意改動
ADJP3	2	0	65535	5547	CEDV計算參數，填入工具計算值，不建議隨意改動
ADJP4	2	0	65535	10847	CEDV計算參數，填入工具計算值，不建議隨意改動
ADJP5	1	0	255	9	CEDV計算參數，填入工具計算值，不建議隨意改動
ADJP6	2	0	65535	3603	CEDV計算參數，填入工具計算值，不建議隨意改動
ADJP7	2	0	65535	720	CEDV計算參數，填入工具計算值，不建議隨意改動
ADJP8	2	0	65535	987	CEDV計算參數，填入工具計算值，不建議隨意改動
ADJP9	1	0	255	0	CEDV計算參數，填入工具計算值，不建議隨意改動
FEDV2	2	0	65535	13200	固定EDV2電壓值(mV)
FEDV1	2	0	65535	12900	固定EDV1電壓值(mV)
FEDV0	2	0	65535	12400	固定EDV0電壓值(mV)
ReferenceResistor	2	0	655.35	20	採樣電阻 (mΩ)

Table 21 充電管理配置參數

6.5. 模擬前端配置

Name	Bytes	Lower Limit	Higher Limit	Typical value	Description
CellBalanceThreshold	2	0	65535	3800	平衡電壓閾值(mV)，詳見充電管理部分
CellBalanceWindow	2	0	65535	100	執行平衡時 CellBalanceThreshold 的最小增量(mV)，詳見充電管理部分
CellBalanMin	1	0	255	40	執行平衡所需的最小壓差(mV)，詳見充電管理部分
CellImbalanceMax	2	0	65535	200	嚴重電壓失衡所需的壓差(mV)，詳見充電管理部分
BlanceMin	2	0	32767	2000	平衡最小充電電流(mA)
Pflag	1	-	-	0x00	0x00：系統正常，無安全保護異常出現 0x12：通過對此處寫0x12將清除所有安全狀態，系統恢復正常，並清零Pflag 0x66：系統有溫度 / 電壓 / 電流安全狀態出現，熔斷Fuse，關閉所有MOSFET 其他：Reserved
AFE OLV	1	0	31	0x0F	模擬前端Overload電壓設定，詳見列表
AFE OLT	1	-	-	0x0F	模擬前端Overload延時設定，詳見列表
AFE SCC	1	-	-	0x77	模擬前端充電短路電壓及延時設定，詳見列表
AFE SCD	1	-	-	0x77	模擬前端放電短路電壓及延時設定，詳見列表

Table 22 AFE模擬前端配置參數表



AFE 參數設置表

Name	Bits	Description			
AFE OLV	4-0	AFE放電過載閾值			
		0000: 0.050V	0001: 0.055V	0010: 0.060V	0011: 0.065V
		00100: 0.070V	00101: 0.075V	00110: 0.080V	00111: 0.085V
		01000: 0.090V	01001: 0.095V	01010: 0.100V	01011: 0.105V
		01100: 0.110V	01101: 0.115V	01110: 0.120V	01111: 0.125V
		10000: 0.130V	10001: 0.135V	10010: 0.140V	10011: 0.145V
		10100: 0.150V	10101: 0.155V	10110: 0.160V	10111: 0.165V
		11000: 0.170V	11001: 0.175V	11010: 0.180V	11011: 0.185V
		11100: 0.190V	11101: 0.195V	11110: 0.200V	11111: 0.205V
		AFE OLT	3-0	AFE放電過載延遲時間	
0000: 1ms	0001: 3ms			0010: 5ms	0011: 7ms
0100: 9ms	0101: 11ms			0110: 13ms	0111: 15ms
1000: 17ms	1001: 19ms			1010: 21ms	1011: 23ms
1100: 25ms	1101: 27ms			1110: 29ms	1111: 31ms
AFE SCC	7-4	AFE充電短路延遲時間			
		0000: 0µs	0001: 61µs	0010: 122µs	0011: 183µs
		0100: 244µs	0101: 305µs	0110: 366µs	0111: 427µs
		1000: 488µs	1001: 549µs	1010: 610µs	1011: 671µs
		1100: 732µs	1101: 791µs	1110: 854µs	1111: 915µs
	3-0	AFE充電短路閾值			
		0000: 0.100V	0001: 0.125V	0010: 0.150V	0011: 0.175V
		0100: 0.200V	0101: 0.225V	0110: 0.250V	0111: 0.275V
		1000: 0.300V	1001: 0.325V	1010: 0.350V	1011: 0.375V
		1100: 0.400V	1101: 0.425V	1110: 0.450V	1111: 0.475V
AFE SCD	7-4	AFE放電短路延遲時間			
		0000: 0µs	0001: 61µs	0010: 122µs	0011: 183µs
		0100: 244µs	0101: 305µs	0110: 366µs	0111: 427µs
		1000: 488µs	1001: 549µs	1010: 610µs	1011: 671µs
		1100: 732µs	1101: 791µs	1110: 854µs	1111: 915µs
	3-0	AFE放電短路閾值			
		0000: 0.100V	0001: 0.125V	0010: 0.150V	0011: 0.175V
		0100: 0.200V	0101: 0.225V	0110: 0.250V	0111: 0.275V
		1000: 0.300V	1001: 0.325V	1010: 0.350V	1011: 0.375V
		1100: 0.400V	1101: 0.425V	1110: 0.450V	1111: 0.475V

Table 23 AFE過載 / 短路參數表

6.6. 客戶自有信息

Name	Bytes	Lower Limit	Higher Limit	Typical value	Description
ManufactureDate	2	-	-	1980-1-1	生產日期，對應SBData中ManufactureDate
SerialNumber	2	0	65535	0	電池序列號，對應SBData中SerialNumber
Manufacture Password1	2	-	-	aa	DataFlash密碼，解封DataFlash時使用
Manufacture Password2	2	-	-	bb	如上所述
Manufacture Password3	2	-	-	cc	如上所述
Manufacture Password4	2	-	-	dd	如上所述
ManufactureName	16	-	-	Sinowealth	電池廠家名稱，對應SBData中ManufactureName
DeviceName	16	-	-	SH366000	電池器件名稱，對應SBData中DeviceName
ChemistryName	16	-	-	LION	電池化學特性，對應SBData中DeviceChemistry

Table 24 客戶自有信息參數表



七、低功耗模式

SH366000有兩個低功耗模式，分別應用于電池可從應用系統脫離(NR=0)和不可從應用系統脫離兩種模式(NR=1)：

SH366000應用于電池可從應用系統脫離(NR=0)時，當電流絕對值小於IdleCurrent、SMBus為低電平的維持時間超過20秒、PRES為高電平、且無安全條件發生則系統進入低功耗模式(Sleep Mode)。當上述任一條件不滿足時退出低功耗模式。SH366000進入低功耗模式後，關閉充放電MOSFET。SH366000週期性檢測系統的電壓、電流和溫度，並進行容量更新。

SH366000應用于電池不可從應用系統脫離(NR=1)時，當電流絕對值小於IdleCurrent、SMBus為低電平的維持時間超過20秒、PRES為低電平、且無安全條件發生則系統進入低功耗模式(Sleep Mode)。當上述任一條件不滿足時退出低功耗模式。SH366000進入低功耗模式後，關閉充電MOSFET、開啟放電MOSFET。SH366000週期性檢測系統的電壓、電流和溫度，並進行容量更新。

SH366000處于放電模式，電池組電壓小於ShutdownVoltage，且pack端電壓小於VpackThreshold時，SH366000進入關閉模式(Ship Mode)。此時，關閉所有的MOSFET，切斷所有器件的供電。充電器重新鏈接VPACK時，系統重新啟動。

SH366000也可通過指令進入關閉模式。當SH366000處於放電狀態，上位機通過SMBus下達關閉指令時，SH366000將進入關閉模式，關閉所有的MOSFET，切斷供電。當有充電器鏈接到VPACK時，系統重新上電啟動。

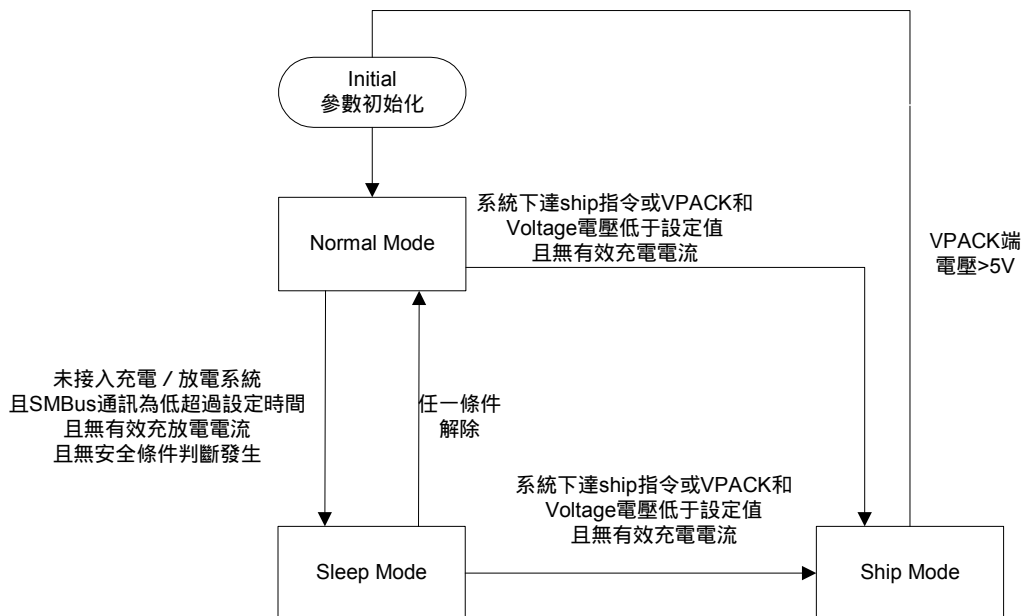


Figure 4 低功耗模式示意圖



八、電氣特性

8.1. 絕對極限參數

管腳	最小值	最大值	單位	備註
BAT, VPACK, VC1	-0.3	29	V	
CHG, OD	-0.3	VPACK+0.3	V	
DSG	-0.3	BAT+0.3	V	
VC2-VC4	-0.3	VC1+0.3	V	
VC5	-0.3	7	V	
ARS1, ARS2, RS1, RS2	-1	1	V	
AVDD, VDD	-0.3	7	V	
SMBC, SBMD	-0.3	7	V	
其他IO	-0.3	VDD+0.3	V	
工作溫度	-40	85	°C	

8.2. DC特征參數(BAT=14V, V_{CC} =3V, GND = 0V, TA = -40~85°C, unless otherwise noted)

符號	特性	最小值	典型值	最大值	單位	備註
MainPower						
V _{BAT} , V _{VPACK}	工作電壓	5		25	V	
I _{OP}	工作電流		750		uA	
I _{SLEEP}	低功耗電流		110		uA	
I _{SHUTDOWN}	掉電電流		0.1		uA	
LDO						
V _{CC}	LDO輸出	-4%	3	2%	V	8.0V < V _{BAT} or V _{VPACK} < 25V, I _{LOAD} < 25mA, TA = -40°C to 85°C
V _{CC}	LDO輸出	-9%	3	2%	V	6.5V < V _{BAT} or V _{VPACK} < 8V I _{LOAD} < 25mA, TA = -40°C to 85°C
V _{CC}	LDO輸出	-9%	3	2%	V	5.4V < V _{BAT} or V _{VPACK} < 6.5V, I _{LOAD} < 16mA, TA = -40°C to 85°C
V _{CC}	LDO輸出	-2%	3	2%	V	4.5V < V _{BAT} or V _{VPACK} < 25V I _{LOAD} < 2mA, TA = -40°C to 85°C
ΔV _{TEMP}	LDO溫度穩定性		±0.2		%	I _{out} = 2mA, TA = -40°C to 85°C
ΔV _{VCCLOAD}	LDO負載能力		7	15	mV	0.1mA < I _{LOAD} < 2mA
ΔV _{VCCLOAD}	LDO負載能力		40	100	mV	0.1mA < I _{LOAD} < 25mA
ΔI _{LINE}	LDO負載能力		3	10	mV	5.4V < V _{BAT} < 25V, I _{LOAD} = 2mA
GPIO						
V _{IL}	SMBC, SBMD	-0.3		0.8	V	
V _{IH}	SMBC, SBMD	2		6	V	
V _{OL}	SMBD, SMBC	0		0.4	V	I _{OL1} = -1mA
V _{OL2}	LED0-LED4	0.8		1.2	V	I _{OL2} = -4mA
ADC						
NR	電壓ADC, 電流ADC		16		Bit	V _{CC} =3V
RAIN	ADC輸入阻抗		2.5		MΩ	ADC輸入阻抗
V _{AN0} , V _{AN1}	AN0, AN1輸入電壓	0		1	V	
RS1-RS2	差分輸入電壓	-0.25		0.25	V	RS1-RS2, RS2=AGND



SH366000 SBS Solution用戶指南

符號	特性	最小值	典型值	最大值	單位	備注
MOSFET						
R _{BAL}	VC _n -VC _{n+1} 內部平衡電阻		150	±50%	Ω	VC _n -VC _{n+1} = 2 V
R _{DS(on)}	TEMP串聯電阻		50	100	Ω	I = 1 mA, TA = -40°C to 85°C
V _{DSGON}	DSG輸出低電平			1	V	V _{BAT} = 5~20V, I _O = -0.5mA
V _{CHGON}	CHG輸出低電平			1	V	V _{VPACK} = 5~20V, I _O = -0.5mA
V _{DSGOFF}	DSG輸出高電平	V _{BAT} - 1			V	V _{BAT} = 5~20V, I _O = 0.5mA
V _{CHGOFF}	CHG輸出高電平	V _{VPACK} - 1			V	V _{VPACK} = 5~20V, I _O = 0.5mA
t _R	CHG 上升沿時間		40	200	μs	C _L = 4700pF, V _{DSG} : 10%~90%
t _R	DSG 上升沿時間		40	200	μs	C _L = 4700pF, V _{CHG} : 10%~90%
t _F	CHG 下降沿時間		40	200	μs	C _L = 4700pF, V _{DSG} : 90%~10%
t _F	DSG 下降沿時間		40	200	μs	C _L = 4700pF, V _{CHG} : 90%~10%
I _{OD}	OD 驅動能力	6	10	-	mA	外部輸入 5V

8.3. AC特征參數(BAT=14V, V_{CC} =3V, GND = 0V, TA = -40~85°C, unless otherwise noted)

符號	特性	最小值	典型值	最大值	單位	備注
MainPower						
f _{AD}	ADC工作頻率		65.535		kHz	
f _{RC}	RC工作頻率		32.768	±2%	kHz	V _{DD} = 3V, 外部電阻 330KΩ, 精度 0.1%, 溫漂 50ppm
SMBus						
f _{SMB}	SMBus通訊頻率	10		100	kHz	
t _{BUF}	停止和起始間總線空閑時間	4.7			μs	
t _{LOW}	時鐘低電平時間	4.7			μs	
t _{HIGH}	時鐘高電平時間	4.0		50	μs	
t _{HD: DAT}	數據保持時間	300			ns	
t _{SU: DAT}	數據建立時間	250			ns	
t _{HD: STA}	起始保持時間	4.0			μs	
t _{SU: STA}	起始建立時間	4.7			μs	
t _{SU: STO}	停止建立時間	4.0			μs	



SH366000 SBS Solution用戶指南

符號	特性	最小值	典型值	最大值	單位	備注
t_R	時鐘 / 數據上升時間	-	-	1000	ns	$(V_{ILMAX} - 0.15V)$ to $(V_{IHMIN} + 0.15V)$
t_F	時鐘 / 數據下降時間			300	ns	$0.9V_{DD}$ to $(V_{ILMAX} - 0.15)$
$t_{TIMEOUT}$	時鐘低電平超時時間		25		ms	

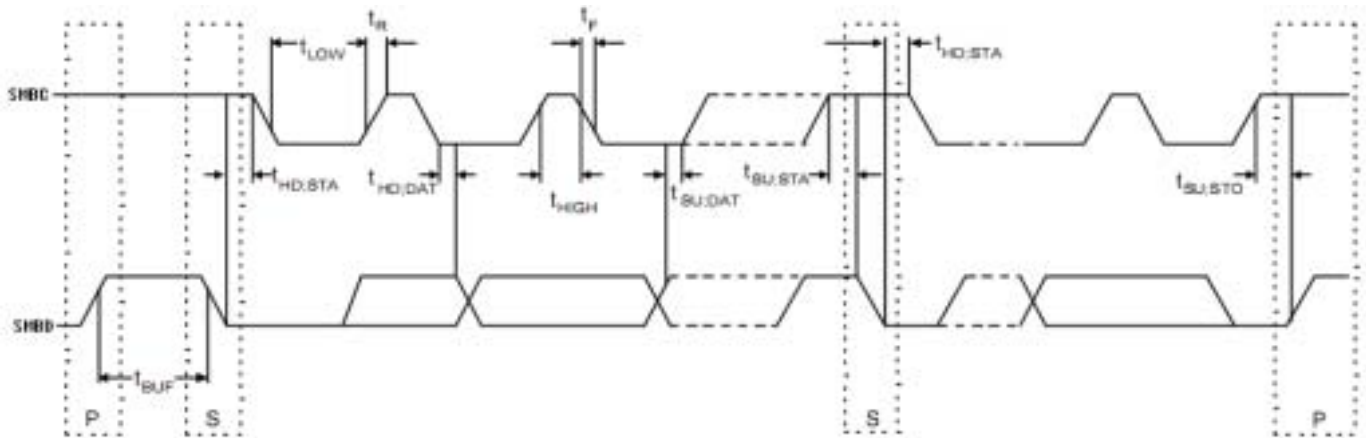


Figure 5 SMBus 通訊示意圖



九、參考電路

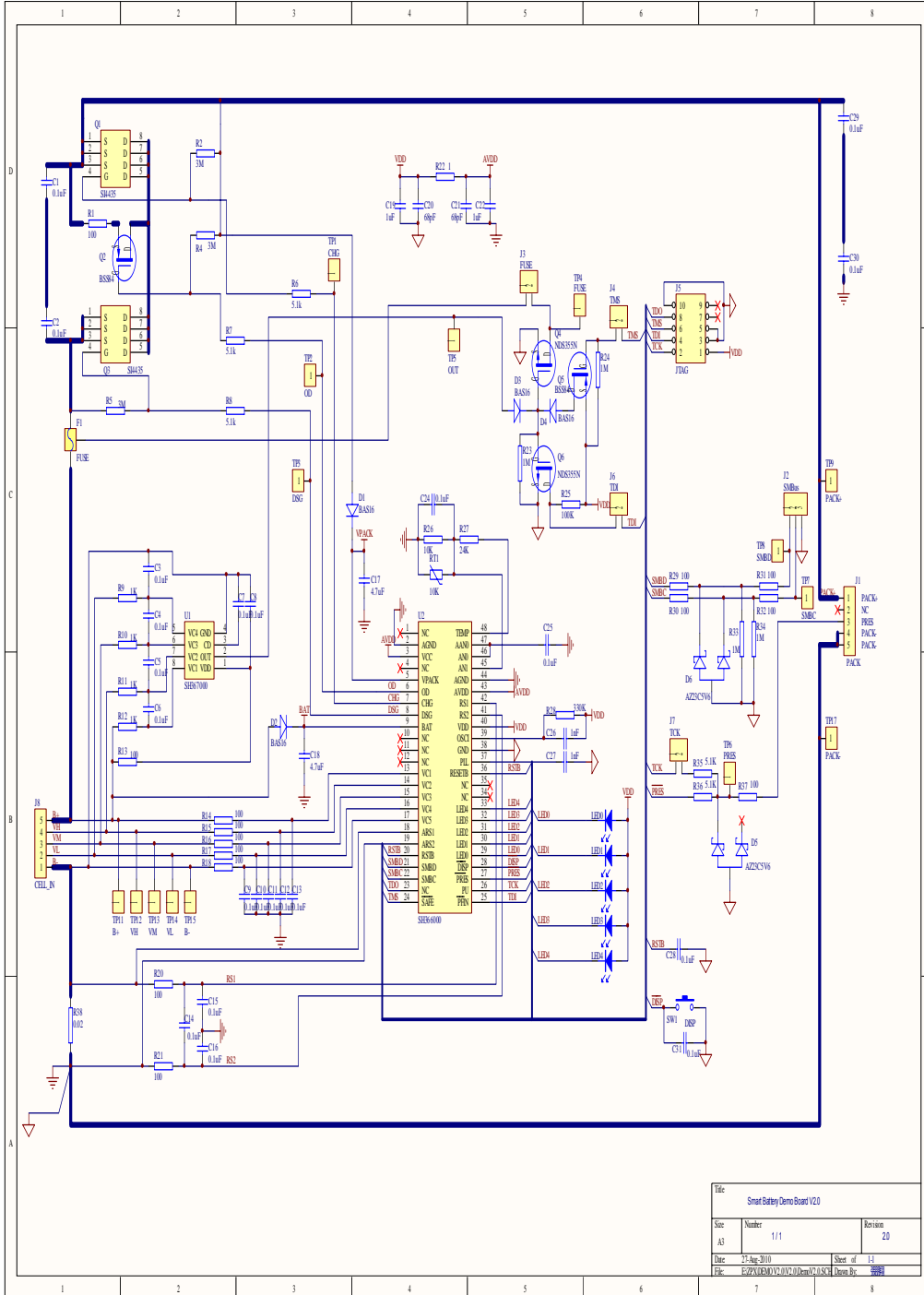


Figure 6 參考電路原理圖



SH366000 SBS Solution用戶指南

十、訂貨信息

Part No.	Package
SH366000U	TQFP48

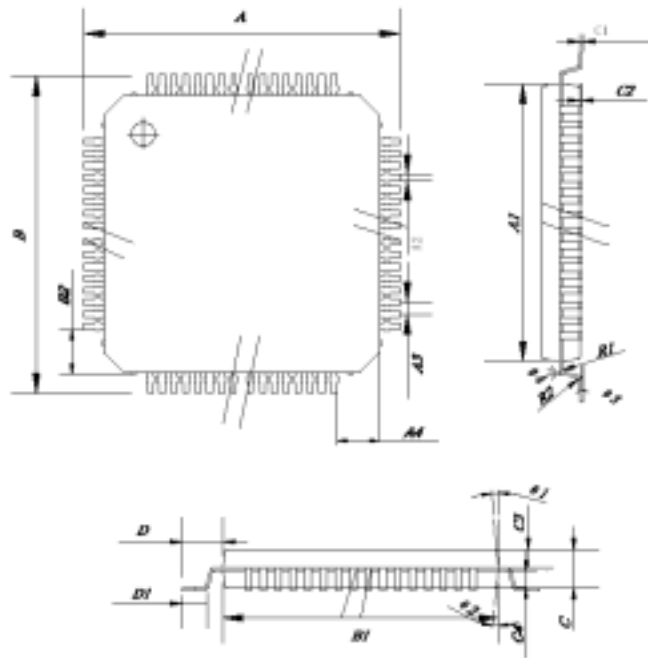


SH366000 SBS Solution 用戶指南

封裝信息

TQFP48 Outline Dimensions

unit: inches/mm



Symbol	Dimensions in		Dimensions in mm	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	0.346	0.362	8.80	9.20
A1	0.270	0.278	6.85	7.05
A2	0.006	0.010	0.15	0.25
A3	0.020 Typ.		0.5 Typ.	
A4	0.026 Typ.		0.65 Typ.	
B	0.346	0.362	8.80	9.20
B1	0.270	0.278	6.85	7.05
B2	0.026 Typ.		0.65 Typ.	
C	0.035	0.041	0.90	1.05
C1	0.004	0.008	0.09	0.20
C2	0.002	0.006	0.05	0.15
C3	0.017 Typ.		0.4365 Typ.	
C4	0.017 Typ.		0.4365 Typ.	
D	0.033	0.045	0.85	1.15
D1	0.018	0.030	0.45	0.75
R1	0.006 Typ.		0.15 Typ.	
R2	0.006 Typ.		0.15 Typ.	
θ1	12° Typ.		12° Typ.	
θ2	12° Typ.		12° Typ.	
θ3	0° - 7°		0° - 7°	
θ4	7° Typ.		7° Typ.	