



# 锂电池管理开发平台 – 软件包说明

## HT45F8xxx

版本：V1.00 日期：2022-05-07

[www.holtek.com](http://www.holtek.com)

## 目录

1. 简介 .....	3
2. 程序分页介绍 .....	3
3. 分页详述 .....	4
3.1 BMS 主程序 .....	4
3.2 开发平台专案参数 .....	5
3.3 BMS 状态子程序 .....	5
3.4 中断发生处理程序 .....	6
3.5 初始化设置子程序 .....	6
3.6 人机界面子程序 .....	6
3.7 内建 AFE 控制程序库 .....	7
3.8 内建 AFE 各节电压检测子程序 .....	7
3.9 库伦计程序库 .....	8
3.10 电压校正子程序 .....	8
3.11 外部变量与子程序申明 .....	9
3.12 电池均衡子程序 .....	9
3.13 内部 I <sup>2</sup> C 主端通信子程序 .....	9
3.14 HT45F8xxx 设定参数 .....	10

## 1. 简介

锂电池管理开发平台通过 UI 界面选项选取，并产出程序文件 (HT-IDE3000 工程档)。用户无需额外自行写程序，达成快速开发程序的功效，而产生的程序文件也可做二次开发，本文将详细说明开发平台所产出的程序文件。

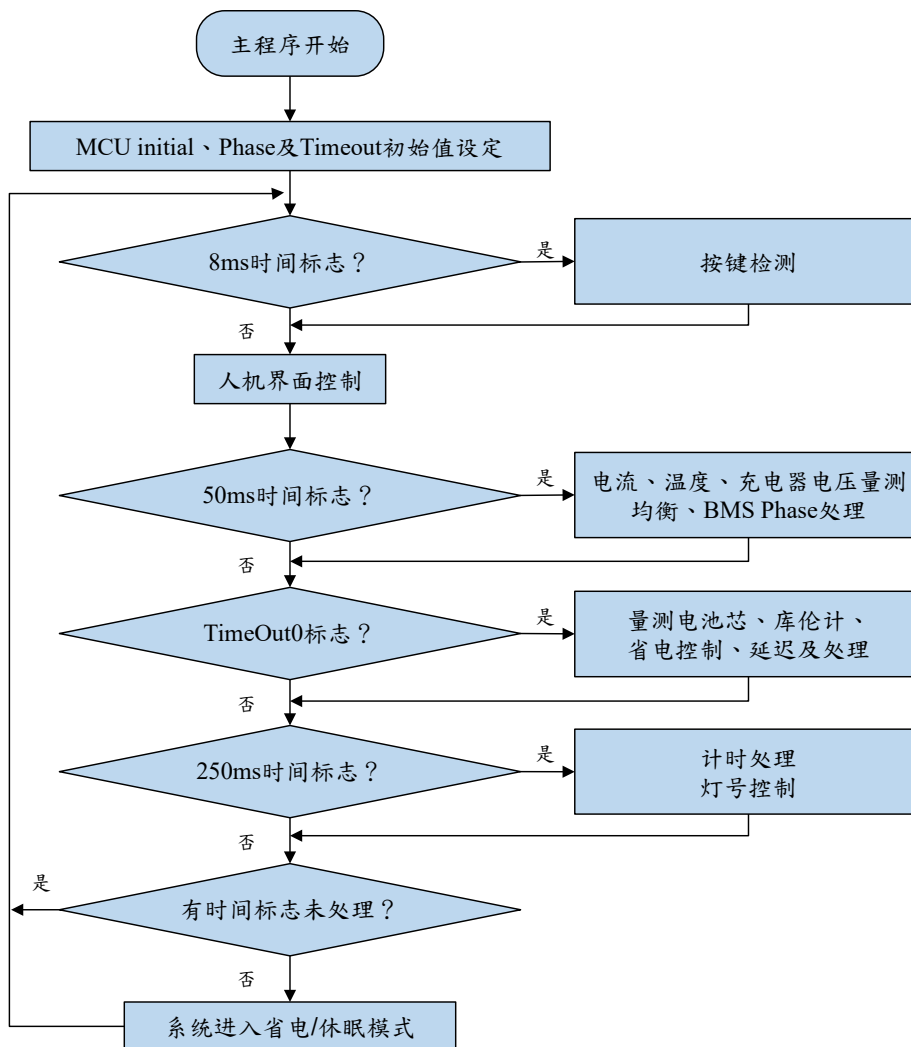
## 2. 程序分页介绍

程序分页	内容介绍
HT45F86x0BMS.c	BMS 主程序
Param_define.h	开发平台专案参数
Phase.c	BMS 状态子程序
Interrupts.c	中断程序
Init.c	初始化设置子程序
KeyProcess.c	人机界面子程序
LibHT7Q15xx.c	内建 AFE 控制程序库
LibHT7Q15xx.h	内建 AFE 控制参数
BatteryDetect.c	内建 AFE 各节电压检测子程序
CoulombLib_1	库伦计程序库
calibration.c	电压校正子程序
EEPROM.c	EEPROM 子程序
LEDBidirectKEY.c	按键检测子程序
Sub.c	通用子程序
Timer.c	定时器子程序
Variable.c	变量定义子程序
VariableAndSub.h	外部变量与子程序申明
BatteryBalance.c	电池均衡子程序
BatteryBalance.h	电池均衡参数
I2C_SW_Master.c	内部 I <sup>2</sup> C 主端通信子程序
I2C_SW_Master.h	内部 I <sup>2</sup> C 主端通信参数
Param_HT45F8xxx_IOdefine.h	HT45F8xxx 设定参数

### 3. 分页详述

#### 3.1 BMS 主程序

主程序循环：



BMS 程序控制主架构，包含状态流程 (Phase)、按键检测、库伦计、电压检测、省电、计时处理；若有以下时间标志设置时，将执行如下动作：

- (8mS) fg\_8msFlag: 处理按键去抖动、短按与长按键侦测
- (50mS) fg\_50msFlag: BMS 状态流程 (Phase) 与电流、温度、充电器电压检测
- (100mS) fg\_TimeOut0: 各节电压检测、库伦计计算、设置延迟时间 (包括进入省电模式前、量测电池芯电压、下次 TimeOut0 发生时间)
  - ◆ 此时间可用设置项作调整
- (250mS) fg\_QuarterSecFlag: 1/4 秒计时处理，检查灯号显示
- 时间标志 (Time.byte) 将允许系统进入省电 / 休眠模式 (SLEEP 或 IDEL0)
  - ◆ 在 PWM 输出时将不允许进入省电 / 休眠模式 (因 PWM 的频率为  $f_{in}$ ，在省电 / 休眠会被关闭而无法使用)

### 3.2 开发平台专案参数

MCU 相关设置值:

- MCU 型号、主频 (f<sub>sys</sub>) 参数定义

BMS 软件功能相关设置:

- 充放电开关、保护参数、放电 PWM 频率及工作周期
- 人机界面设置、LED 灯号、库伦计、电压校正
- 省电选项

模式说明: 包含 BMS 在闲置、充电、放电...等程序动作流程

参数名称	代号	模式说明
c_PhaseStandby	0	待机
c_PhaseDisCharge	1	放电
c_PhaseCharge	2	充电
c_PhaseChargeBatteryErrorCheck	3	充电 ( 充饱 ) 电池错误检查
c_PhaseChargeComplete	4	充电完成
c_PhaseOverDisCharge	5	过放 – 放电电流过大
c_PhaseDisChargeBatteryErrorCheck	6	过放 – 欠压电池错误检查
c_PhasePreUnderVoltage	12	过放 – 放电电压太低 ( 可能没电 )
c_PhaseUnderVoltage	7	过放 – 放电电压太低
c_PhaseLowVoltage	13	过放 – 放电电压太低 ( 待电池回压 )
c_PhaseOverCharge	8	过充 – 充电电流太大
c_PhaseChargeVoltageError	9	充电器电压异常 ( 过高或过低 )
c_PhaseTempProtect	11	温度保护 ( 充电 / 放电 )
c_PhaseTerminate	20	Phase 重置

### 3.3 BMS 状态子程序

模式子程序说明:

子程序名称	子程序说明
PhaseStandby	根据充电器、负载接入与电池芯错误状态, 判断进入充电、放电阶段
PhaseDisCharge	检查放电电流、电压、温度等保护项目
PhaseOverDisCharge	放电电流过大 / 短路, 需判断负载移除
PhaseDisChargeBatteryErrorCheck	欠压的电池错误检查
PhasePreUnderVoltage	电池欠压或电池没电, 放电电压太低
PhaseUnderVoltage	过放电或电池欠压, 需判断充电器接入或达到电池回放电电压值
PhaseLowVoltage	电池没电, 需待电池回复到非欠压电压值
PhaseChargeVoltageError	充电器电压错误 ( 电压过高或过低, 需判断充电器接入 )
PhaseCharge	检查充电电流、电压、温度等保护项目
PhaseOverCharge	充电电流过大, 需判断充电器移除
PhaseChargeBatteryErrorCheck	充电 ( 充饱 ) 电池错误检查

子程序名称	子程序说明
PhaseTempProtect	充电 / 放电发生过温或低温，需等电池回复至常温
PhaseChargeComplete	充电完成，需判断充电器接入或达到电池回充电电压值
Phasec_Terminate	解除充放电、标志复位

### 3.4 中断发生处理程序

程序包含时间计时、比较器、ADC 中断

- ISR\_COMP: 用于比较器中断子程序
  - ◆ 输出: fg\_ShortProtection (短路保护标志)
- ISR\_TB0: 负责输出时间标志以及 LED 点灯
- 8ms: 设置 fg\_8msFlag 及 LED 点灯 (直推或扫描)
- 50ms: 设置 fg\_50msFlag (实际为 6 倍的 8ms=48ms)
- 250ms: 设置 fg\_QuarterSecFlag 及 LED 闪烁 (实际为 31 倍的 8ms=248ms)
  - ◆ LED 慢闪: 用 fg\_LEDLightCount 参数计时, 500ms 闪烁一次
  - ◆ LED 快闪: 用 fg\_LEDLight FastCount 参数计时, 250ms 闪烁一次
- ISR\_CTM/STM/STM0: 设置 fg\_TimeOut0 标志
- ISR\_ADC: 设置 fg\_ADCOK 标志, 只在 c\_ADCInIdle 设置 1 时有效, c\_ADCInIdle 设置为 0 时, ADC 转换时不进 Idle1 模式。

### 3.5 初始化设置子程序

初始化程序说明:

- void initial(void): 内存清除、HT45F8xxx 引脚与功能方块初始化。
- void ClearRAM(void): 根据配置文件的 MCU 参数对 RAM 做初始化。
- void initHT45F8xxxSFR(void): I/O 初始化、引脚共用寄存器、比较器、UART 初始化、主频率设置。

### 3.6 人机界面子程序

人机界面参数编号与功能说明: 参数名称 c\_SW\_CtrlMode

编号	功能说明	备注
0	无按钮功能 (单纯 BMS, 输出无异常为开启, 有异常为关闭)	
1	无按钮功能 (单纯 BMS, 输出有负载为开启, 无负载为关闭)	注 2
2	SW1 显示电量 (单纯 BMS, 输出无异常为开启, 有异常为关闭)	
3	SW1 显示电量 (单纯 BMS, 输出有负载为开启, 无负载为关闭)	注 2
4	SW1 短按显示电量; SW2 短按切换档位	注 1
5	SW1 短按切换档位; SW2 短按显示电量	
6	SW1 短按切换档位; SW1 长按显示电量	
7	SW1 短按显示电量; SW1 长按切换档位	
8	SW1 短按显示电量、长按开启; 开启后 SW1 短按切换档位	
9	SW1 按住显示电量并缓启动, SW1 放开后关闭	注 3

注: 1. 当设置 PWM 输出时, 初始为关闭输出, 按钮触发一次切换条件 (档位加一), 若为最

- 大档则回到关闭输出，以此循环。  
非 PWM 输出时，只有输出开启 ( 档位 1 ) 与关闭 ( 档位 0 )。
2. 不适用小负载，电流过小会造成判断错误 ( 以为无负载 )。
  3. 当设置 PWM 输出时，每 1/4 秒档位自动加一，直到最大档位。  
非 PWM 输出时，将直接开启输出。

### 3.7 内建 AFE 控制程序库

内建 AFE 与 MCU 控制线对应引脚

MCU	封装	DCN	DN1	SCL	SDA	DN0
HT45F8650	28SSOP	PB2	X	PD2	PD1	PD0
HT45F8650	48LQFP-EP	PB2	PD3	PD2	PD1	PD0
HT45F8662	48LQFP-EP	PB2	PD3	PD2	PD1	PD0

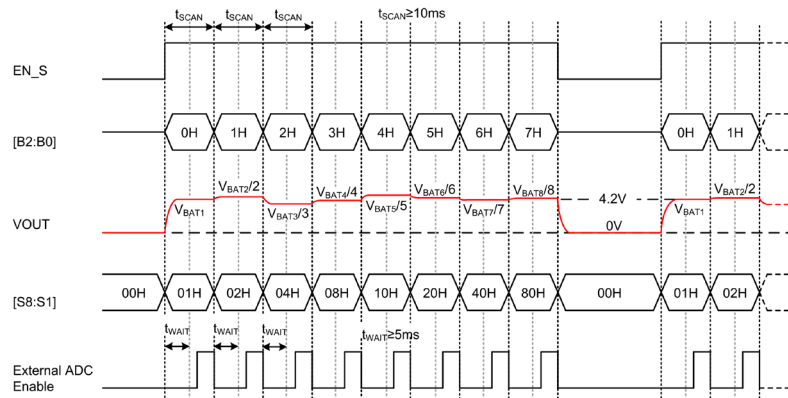
### 3.8 内建 AFE 各节电压检测子程序

电池电压检测子程序说明：

- void BatteryDetect (unsigned char BATChannelTotal): 要侦测的电池串数参数 (BATChannelTotal)，可得知 VBAT1~VBAT8 的电压值 (AD 数值)。
- word VbatADC (unsigned char BATChannel): 要侦测的电池电压点，例如：输入 8 可得到 Vbat8 分压电压值 (AD 数值)

循序扫描读取电压步骤如下：

1. EN\_S=1，使能
2. 控制信号 (B2-B0)
3. 循序切换至 S1-S8 开关 → 若为 5 串电池，切换至 S1-S5 开关
4. 等待电容 (2.2nF) 充电稳定时间
5. 开启 ADC 通道读取电压
6. 重复 2~5 步骤直到完成
7. EN\_S=0，省电



检测电池电压时序图

利用分压值 (ADC 数值)，计算出单节电池电压：

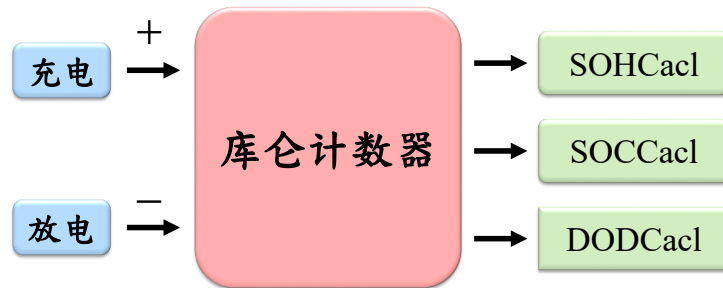
- $VBAT1 = Bat\_AD[1]$
- $VBAT2 = Bat\_AD[2] \times 2 - Bat\_AD[1]$

- $VBAT3 = Bat\_AD[3] \times 3 - Bat\_AD[2] \times 2$
- $VBAT4 = Bat\_AD[4] \times 4 - Bat\_AD[3] \times 3$
- $VBAT5 = Bat\_AD[5] \times 5 - Bat\_AD[4] \times 4$
- $VBAT6 = Bat\_AD[6] \times 6 - Bat\_AD[5] \times 5$
- $VBAT7 = Bat\_AD[7] \times 7 - Bat\_AD[6] \times 6$
- $VBAT8 = Bat\_AD[8] \times 8 - Bat\_AD[7] \times 7$

### 3.9 库伦计程序库

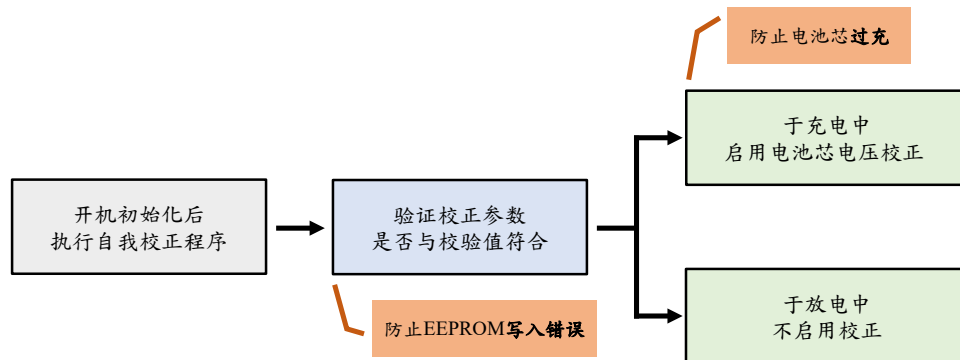
库伦计量法的使用，是将输入与输出的电流对时间做积分运算处理后，得知目前电池的状态与电量。

库仑计数器：充电为增加、放电为减少，计算出剩余容量及完全充电容量，通过两个参数在三个子程序中得出电池健康度 (SOH)、荷电状态 (SOC) 与放电深度 (DOD)。



### 3.10 电压校正子程序

多串锂电池电压监控器自我校正：



开机自我校正程序：

为使  $V_{DD}$  波动，需要开启 LED 灯或是其他电路，使内部 LDO 输出负载发生变化，来验证此校正参数是否有成功将  $V_{DD}$  的波动做补偿。

校正流程步骤：

1. 是否校正中；否：执行步骤 5
2. 关闭负载，读取当下电压，开启负载，并计算电压校正值
3. 重复执行步骤 2，直到校正误差值在规格内
4. 将校正参数存到 EEPROM 中
5. 读出 EEPROM 的校正参数并验证

### 3.11 外部变量与子程序申明

在新增变量时，需在程序分页 Variable.c 及 VariableAndSub.h 中，同时做变量定义和外部变量申明。

而新增子程序时，需在程序分页 VariableAndSub.h 做子程序申明。

### 3.12 电池均衡子程序

均衡子程序说明：

- void SetBatteryBalanceIO( byte data )： 开启电池芯均衡 data [b7:b0] 相当于电池芯 8~1 节，开启状态为 1，关闭状态为 0。
- BatteryVoltageDelaCheck( void )： 检查单节电压差，回传电池芯均衡状态。
- BatteryBalanceCheck\_Action( void )： 检查 8 串电池芯均衡状态并输出目前电池均衡状态。
- BalanceIO\_INIT(void)： 均衡初始值设定。
- BatteryBalanceOpenLimit( byte BalanceStatusTemp )： 修正电池芯均衡状态寄存器以符合硬件限制。
- BalanceDischarge(void)： 放电均衡判断与执行均衡子程序。
- BalanceCharge(void)： 充电均衡判断与执行均衡子程序。

### 3.13 内部 I<sup>2</sup>C 主端通信子程序

子程序名称	子程序说明
IICWrite(byte DeviceID,byte Address,byte Data)	写入一笔数据
IICWriteNbyte(byte DeviceID,byte Address,byte *DataPtr,byte Counter)	连续写入多笔数据
IICRead(byte DeviceID,byte Address)	读取一笔数据
IICReadNbyte(byte DeviceID,byte Address,byte *DataPtr,byte Counter)	读取多笔数据
I2COutByte(byte Data)	输出一个 Byte(8Bit)
I2CInByte(void)	读取一个 Byte(8Bit) 数据
I2CStart(void)	Start 信号传送
I2CStop(void)	IIC Stop 信号传送
I2CCheckACK(void)	ACK 信号检查
I2COutACK(void)	ACK 送出
I2COutNACK(void)	NACK 送出

### 3.14 HT45F8xxx 设定参数

在开发平台项目参数设定 (Param\_define.h) 中，依 MCU 型号与封装对应不同页面文件。

MCU	封装	参数 MCUPartNumber	参数 MCUPin	页面文件
HT45F8650	28SSOP	22	28	Param_ HT45F8650_28SSOP_ IOdefine.h
HT45F8650	48LQFP-EP	22	48	Param_ HT45F8650_48LQFPEP_ IOdefine.h
HT45F8662	48LQFP-EP	24	48	Param_ HT45F8662_48LQFPEP_ IOdefine.h

MCU 相关设定值：

- MCU 型号的 ADC 通道参数定义
- BMS 控制引脚、I/O 设置、LED、UART、PWM 引脚

Copyright® 2022 by HOLTEK SEMICONDUCTOR INC.

使用指南中所出现的信息在出版当时已尽量做到合理注意，但合泰不保证信息准确无误，文中提到的应用目的仅仅是用来做为参考，合泰不保证这些说明将是适当的，也不推荐将合泰的产品使用在会由于故障或其它原因可能会对人身造成危害的地方。合泰特此声明，不授权将产品使用于救生、维生从机或系统中做为关键从机。合泰对于客户或第三方因说明书所载信息错误或遗漏、使用产品或说明书而遭受的一切损失，一概不负任何责任。合泰拥有不事先通知而修改使用指南中所记载的产品或规格的权利，如欲取得最新的信息，请与我们联系。