



## 1.概述

MX1005内置高精度电压检测电路和延时电路进行电压、电流以及温度的监控, 保证Pack 安全。此外, MX1005 具有0V 充电功能, 提升Pack 使用寿命。

MX1005具有三种工作模式: 正常模式、休眠模式和关机模式。当任意电芯处于低容量状态, 该芯片进入休眠模式来降低系统功耗。

## 2.特点

### ◆ 高精度电压检测功能:

过充电保护电压  $V_{ov}$ : 3.200V-4.400V (档位 25mV)

过充电保护电压精度:  $\pm 15\text{mV}$

迟滞电压: 0-400mV

过放保护电压  $V_{lv}$ : 2.0V - 3.1V (档 位 100mV)

过放电保护电压精度:  $\pm 50\text{mV}$

过放电保护解除迟滞电压: 0-1.6V

### ◆ 放电过流检测功能:

过流 1 保护电压  $V_{doc1}$ : 0.025V - 0.350V (档位 25mV)

过流 1 保护电压精度:  $\pm 10\text{mV}$

过流 2 保护电压  $V_{doc2}$ :  $2 \times V_{doc1}$  (档位 50mV)

过流 2 保护电压精度:  $\pm 15\text{mV}$

### ◆ 短路检测功能:

短路保护电压  $V_{sc}$ :  $4.0 \times V_{doc1}$  (档位 100mV)

短路保护电压精度:  $\pm 15\text{mV}$

### ◆ 充电过流检测功能:

充电电流保护电压  $V_{coc}$ : 10mV - 50mV (档位 10mV)

充电过流保护精度10mV:  $\pm 5\text{mV}$ ; 20mV-50mV:  $\pm 10\text{mV}$



- ◆ **断线检测功能**
- ◆ **电池平衡功能**  
平衡开启阈值电压: 3.2V-4.375V (25mV 一档)  
平衡阈值电压精度:  $\pm 25\text{mV}$
- ◆ **温度检测功能:**  
充电高温保护温度: 50°C 充电高温保护温度精度:  $\pm 4^\circ\text{C}(\text{Max.})$   
充电低温保护温度: -5°C 充电低温保护温度精度:  $\pm 4^\circ\text{C}(\text{Max.})$   
放电高温保护温度: 70°C 放电高温保护温度精度:  $\pm 4^\circ\text{C}(\text{Max.})$
- ◆ 外接电容设置过放电压保护延时、放电过流1 保护延时以及放电过流 2 保护延时
- ◆ 过充电压、过充电流保护延时、短路保护延时以及温度保护延时固定
- ◆ 工作电压范围: 3V - 40V
- ◆ 工作温度范围: -40°C~85°C
- ◆ 集成 N-MOSFET 驱动
- ◆ 低功耗设计:  
正常工作功耗: 20 uA (Max.)  
休眠模式功耗: 5 uA (Max.)
- ◆ 封装形式: 20-pin TSSOP
- ◆ SEL 管脚选择4/5 串应用

### 3.订购信息

参数	$V_{\text{OVP}}$ (V)	$V_{\text{OVR}}$ (V)	$V_{\text{BL}}$ (V)	$V_{\text{UVP}}$ (V)	$V_{\text{UVR}}$ (V)	$V_{\text{DOCP}}$ (V)	$V_{\text{COCP}}$ (V)	负载 锁定 工能	断线 检测 功能
版本序号									
A	4.250	4.1500	4.200	2.700	3.000	0.100	0.050	有	有
B	3.900	3.600	3.850	2.200	2.700	0.100	0.050	有	有
C	3.850	3.750	3.650	2.000	2.500	0.100	0.015	有	有
D									
E									

注释:目前只有 A,B, C 版本



#### 4.功能框图

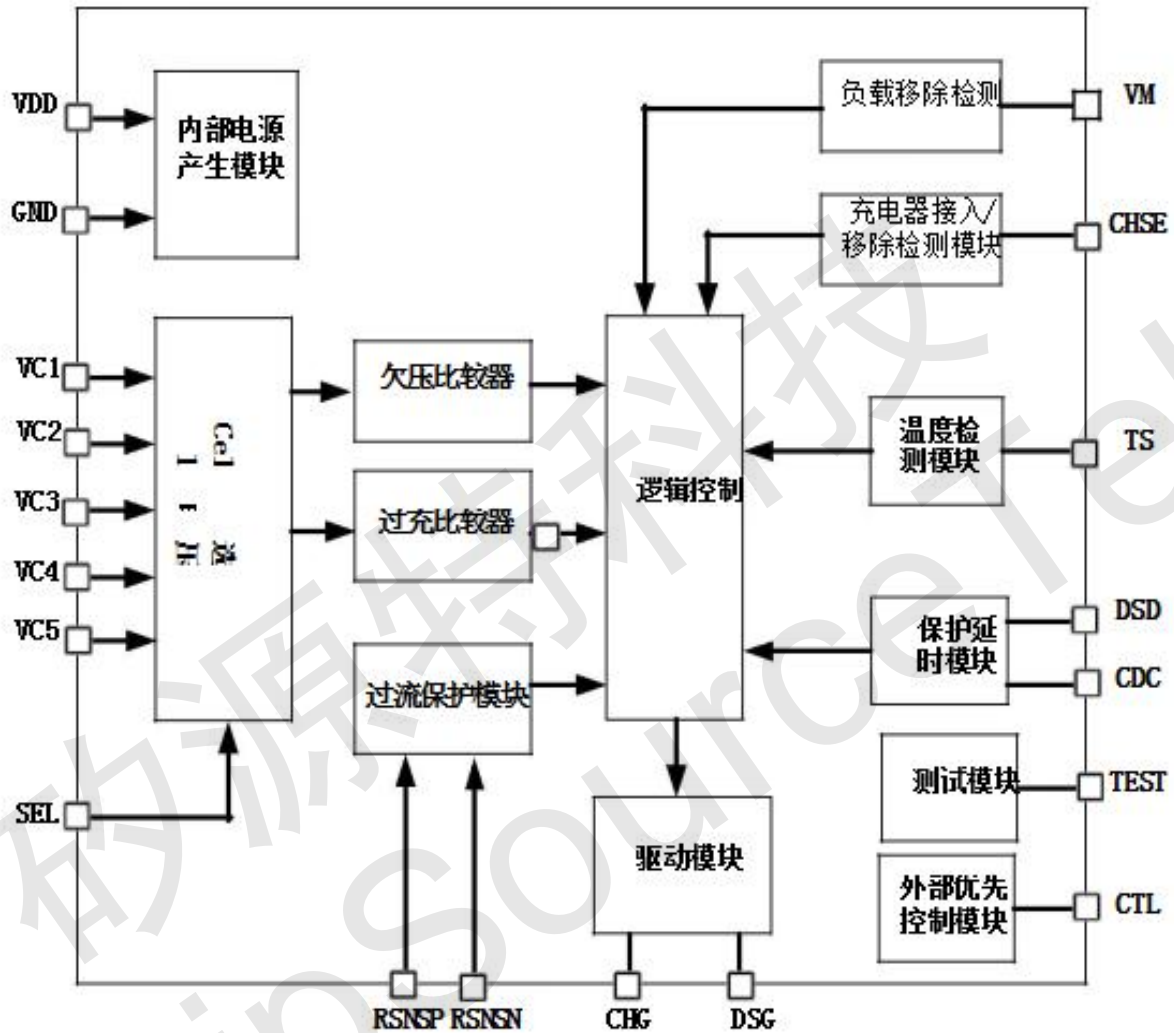
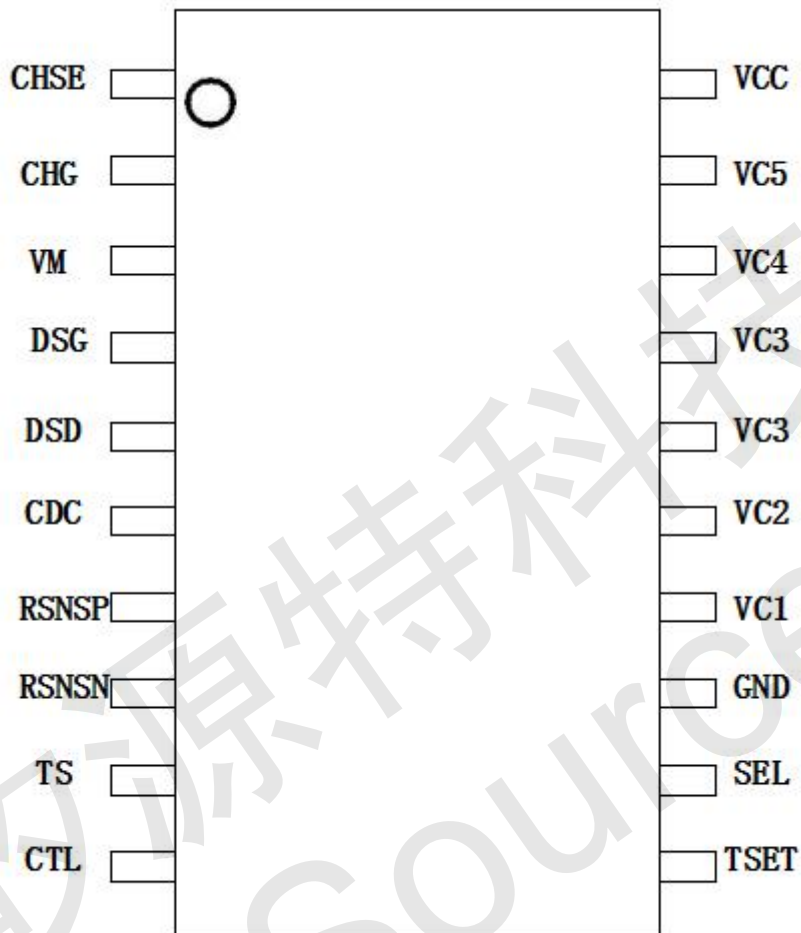


图1 MX1005 系统框图



## 5. 管脚图



MX1005 管脚图



## 6. 管脚定义

管脚号	管脚名	I/O	功能描述
1	CHSE	I	充电器检测管脚
2	CHG	O	充电 MOSFET 控制管脚
3	VM	I	负载检测管脚
4	DSG	O	放电 MOSFET 控制管脚
5	DSD	I/O	放电延时电容连接管脚
6	CDC	I/O	放电过流延时电容连接管脚
7	RSNSP	I	电流检测管脚正端
8	RSNSN	I	电流检测管脚负端
9	TS	I	温度电阻连接管脚
10	CTL	I	CHG、DSG 驱动输出控制管脚
11	TEST	I	测试管脚
12	SEL	I	4/5 节应用控制管脚
13	GND		电源地连接管脚
14	VC1	I	第一节电芯正端连接管脚
15	VC2	I	第二节电芯正端连接管脚
16	VC3	I	第三节电芯正端连接管脚
17	VC3	I	第三节电芯正端连接管脚
18	VC4	I	第四节电芯正端连接管脚
19	VC5	I	最高节电芯正端连接管脚
20	VDD	I	电源正端连接管脚



## 7. 功能描述

### 7.1 正常模式

下列条件均满足时，MX1005 处于正常模式：

- (1) 所有电芯电压位于过充电保护电压 ( $V_{OV}$ ) 与过放电保护电压 ( $V_{UV}$ ) 之间
- (2)  $RSNSP$  与  $RSNSN$  管脚电压小于放电过流 1 保护电压  $V_{DOC1}$
- (3)  $TS$  管脚检测温度位于充电高温保护温度  $T_{COT}$  与充电低温保护温度  $T_{CUT}$  之间
- (4) 无安全保护发生

### 7.2 过充电保护状态

下列条件均满足时，MX1005 进入过充电保护状态：

- (1) 任意电芯电压高于过充电保护电压  $V_{OV}$
- (2) 状态(1)持续时间超过过充电保护延时  $t_{OV}$

处于过充电保护状态时， $CHG$  管脚输出高阻态。

下列条件均满足时，过充电保护状态解除：

- (1) 充电器移除时所有电芯电压低于  $V_{OV}$  或者充电器在位时所有电芯电压低于过充电保护解除电压  $V_{OVR}$
- (2) 状态(1)持续时间超过过充电保护解除延时  $t_{OVR}$

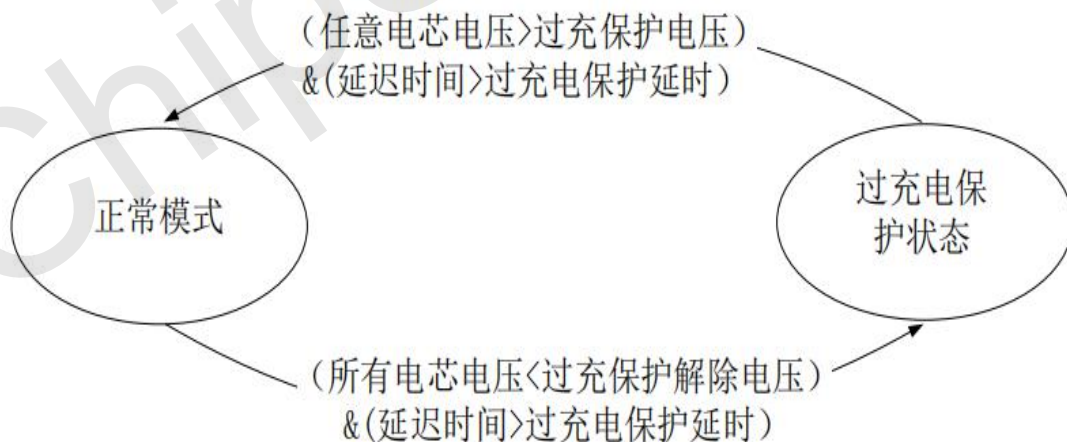


图 3 过充电保护状态转移图



## 7.3 过放电保护状态

下列条件均满足时，MX1005 进入过放电保护状态：

- (1) 任意电芯电压低于过放电保护电压  $V_{UV}$
- (2) 状态(1)持续时间超过过放电保护延时  $t_{UV}$  处于过放电保护状态时，CHG 输出高阻态（负载锁定时），DSG 管脚输出低电平。

负载锁定解除后，下列条件均满足时，过放电保护状态解除：

- (1) 检测到充电器且所有电芯电压高于  $V_{UV}$ ，或移除负载且所有电芯电压高于过放电保护解除电压  $V_{UVR}$
- (2) (1)中状态持续时间超过过放电保护解除延时  $t_{UVR}$

注释 3：当下列条件满足其中之一时，负载锁定解除,退负载锁定延时 64ms:

- (1) 拔除负载
- (2) 接充电器

## 7.4 休眠模式

下列条件均满足时，MX1005 进入休眠模式：

- (1) 过放电状态持续时间超过休眠延时  $t_{UVP}$  (32s Typ.)
- (2) 未连接充电器（未连接充电器判断条件： $V_{CHSEL} < CHSE$  管脚电平  $< V_{CHSEH}$ ）

注释 4：过放电保护后，当过放电保护状态持续时间超过 30s，此时 MX1005开启 CHSE 内部电阻上拉到 VDD 来判断充电器是否连接。

处于休眠模式，MX1005 关闭系统大部分模块，停止电压/温度/电流检测。CHG 管脚输出高阻态，DSG 管脚输出低电平。

下列条件满足时，MX1005 退出休眠模式：

连接充电器 (连接充电器判断条件： $CHSE$  管脚电平  $\leq V_{CHSE}$ )

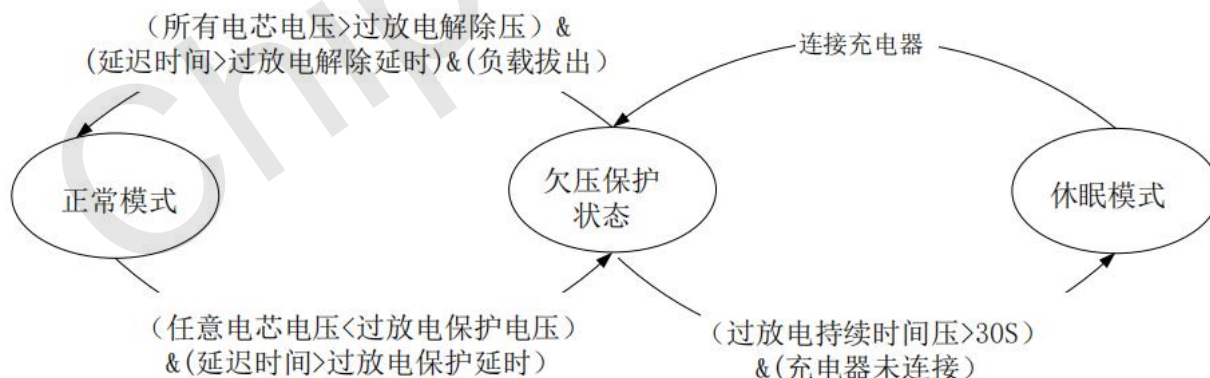


图 4 过放电保护状态转移图



### 7.5 放电过流保护状态

MX1005 内置两级放电过流保护，过流 1 保护电压  $V_{DOC1}$  小于过流 2 保护电压  $V_{DOC2}$ ，过流 1 保护延时  $t_{DOC1}$  大于过流 2 保护延时  $t_{DOC2}$ 。

下列条件均满足时，MX1005 进入过流保护状态：

- (1)  $RSNSP$  与  $RSNSN$  管脚电压高于过流 1 保护电压  $V_{DOC1}$  (过流 2 保护电压  $V_{DOC2}$ )
- (2) (1)中状态持续时间超过过流 1 保护延时  $t_{DOC1}$  (过流 2 保护延时  $t_{DOC2}$ ) 处于过流保护状态时，

CHG 输出高阻态，DSG 管脚输出低电平。

下列条件均满足时，过流保护状态解除：

- (1) 负载拔出 (负载拔出判断条件： $V_M$  管脚电平低于  $V_{VM}$ )
- (2) (1)中状态持续时间超过过流保护解除延时  $t_{DOCR}$

**注释5：** 过流保护后，此时 MX1005 开启  $V_M$  内部电阻下拉到 GND 来判断负载是否拔出。

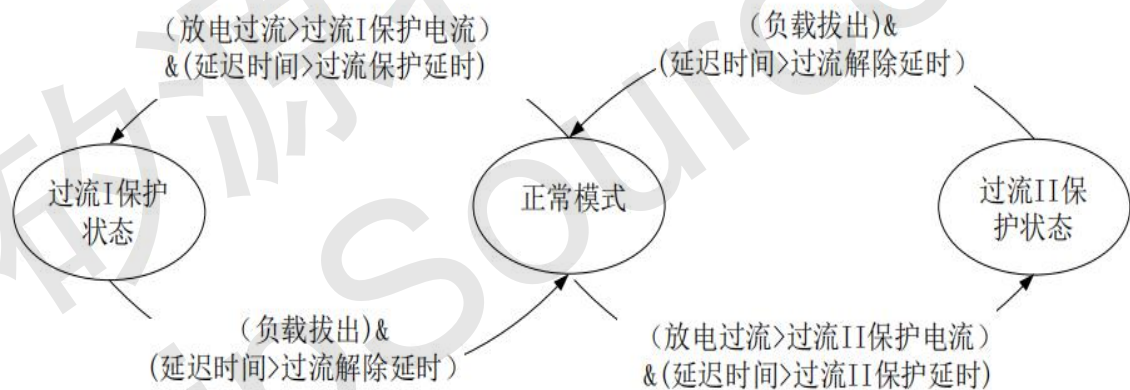


图 5 过流保护状态转移图

### 7.6 短路保护状态

下列条件均满足时，MX1005 进入短路保护状态：

- (1)  $RSNSP$  与  $RSNSN$  管脚电压高于短路保护电压  $V_{SC}$
- (2) (1)中状态持续时间超过充电过流保护延时  $t_{COC}$  处于短路保护状态时，CHG 输出高阻态，DSG 管脚输出低电平。





下列条件均满足时，短路保护状态解除：

(1) 负载拔出 (负载拔出判断条件：VM 管脚电平低于  $V_{VM}$ )；

(1)(1)中状态持续时间超过短路保护解除延时  $t_{SCR}$ 。

**注释 6：** 短路保护后，此时 MX1005 开启 VM 内部电阻下拉到 GND 来判断负载是否拔出。

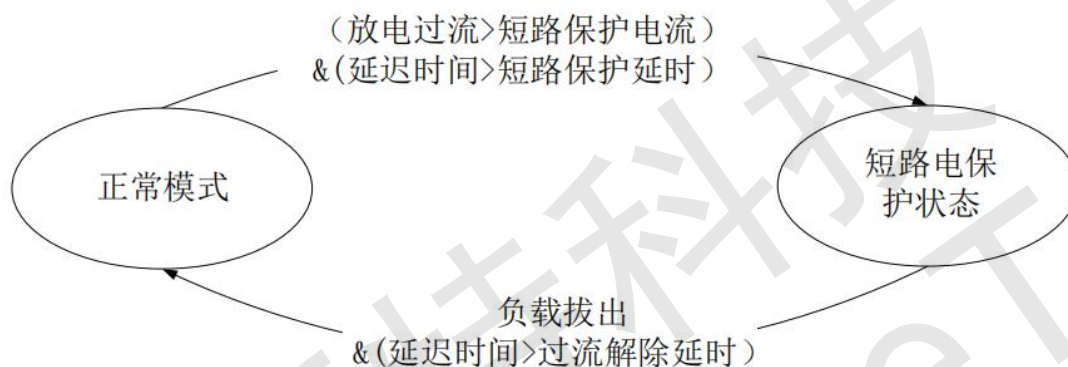


图 6 短路保护状态转移图

## 7.7 充电过流保护

下列条件均满足时，MX1005进入短路保护状态：

(1)RSNSN 与 RSNP 管脚电压差高于充电过流保护电压  $V_{COC}$ ；

(2) (1)中状态持续时间超过充电过流保护延时  $t_{COC}$  处于充电过流保护状态时，CHG 输出高阻态。下列条件均满足时，充电过流保护状态解除：

(1)charger 拔出且状态持续时间超过充电过流保护解除延时  $t_{COCR}$ 。

## 7.8 温度保护

当 TS 管脚外接温度电阻 (温度电阻采用 NTC，建议使用 103AT ( $\beta = 3435$ )) 时，MX1005 能进行温度保护，包括：充电高温保护、充电低温保护以及放电高温保护。

当温度电阻使用 103AT ( $\beta = 3435$ ) 时，温度保护规则如下：

7.8.1 充电高温保护状态 下列条件均满足时，MX1005进入充电高温保护状态：

(1) 温度高于充电高温保护温度  $T_{COT}$ ，且持续时间大于 3s 处于充电高温保护状态时，如果检测为充电状态，则 CHG 管脚输出高阻态。



下列条件均满足时，充电高温保护状态解除：

- (1) 温度低于充电高温保护恢复温度  $T_{CO\text{TR}}$ ，且持续时间大于 3s。

## 7.8.2 充电低温保护状态

下列条件均满足时，MX1005进入充电低温保护状态：

- (1) 温度低于充电低温保护温度  $T_{\text{CUT}}$ ，且持续时间大于 3s，处于充电低温保护状态时，如果检测为充电状态，则 CHG 管脚输出高阻态。

下列条件均满足时，充电低温保护状态解除：

- (1) 温度高于充电低温保护恢复温度  $T_{\text{CUTR}}$ ，且持续时间大于 3s。

## 7.8.3 放电高温保护状态

下列条件均满足时，MX1005 进入放电高温保护状态：

- (1) 温度高于放电高温保护温度  $T_{\text{DOT}}$ ，且持续时间大于 3s。处于放电高温保护状态时，CHG 管脚输出高阻态，DSG 管脚输出低电平。

下列条件均满足时，放电高温保护状态解除：

- (1) 温度低于放电高温保护恢复温度  $T_{\text{DOTR}}$

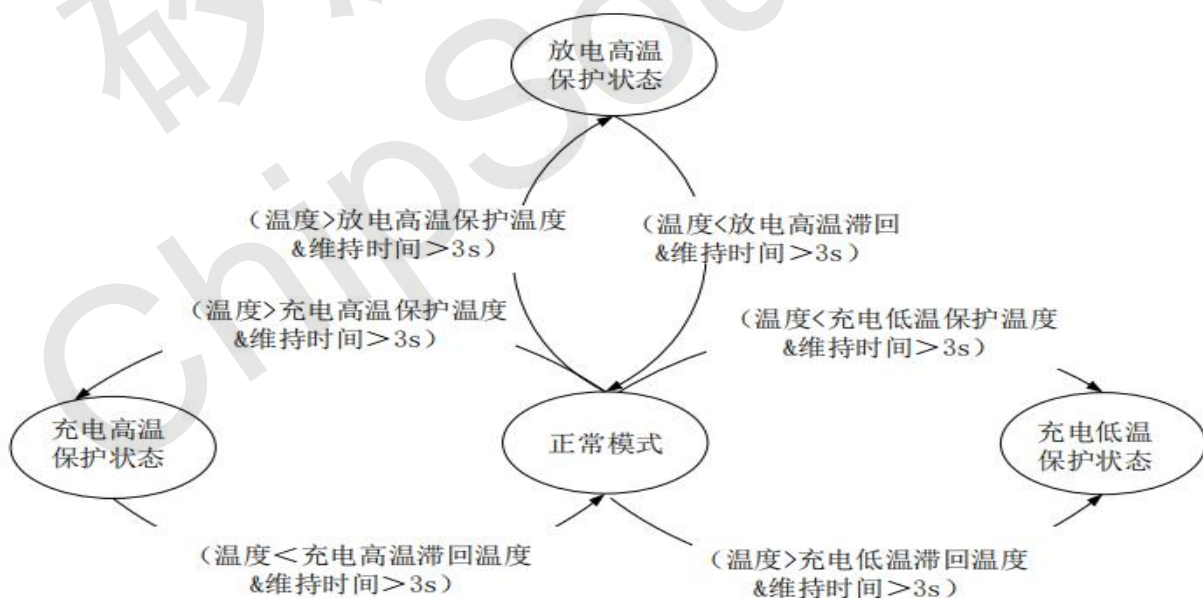


图 7 温度保护状态转移图



MX1005 推荐使用 NTC 电阻 103AT ( $\beta = 3435$ )，其不同温度对应的阻值如下表所示：

温度点 (°C)	103AT 电阻值(KΩ)	电阻值变异范围(KΩ)
-20	67.77	72.72-63.20
-15	53.41	57.11-49.98
-10	42.47	45.27 - 39.86
-5	33.90	36.02 - 31.92
0	27.28	28.90 - 25.76
5	22.05	23.29 - 20.88
25	10	9.700 - 10.30
45	4.911	5.094 - 4.735
47	4.554	4.691 - 4.417
50	4.16	4.306 - 4.018
55	3.536	3.654 - 3.421
60	3.02	3.115 - 2.927
65	2.588	2.665 - 2.513
70	2.288	2.291 - 2.167

表 1 103AT ( $\beta = 3435$ ) 电阻值与温度关系表

## 7.9 平衡功能

为 MX1005 监控系统中，当任何电芯电压超过平衡开启电压  $V_{OB}$ ，且持续时间超过平衡开启延时  $T_{BL}$ ，MX1005 将开启内部平衡电路对电芯充电电流进行均衡，上述功能称之为平衡功能。MX1005 采用奇偶平衡的方式，即相邻电芯不同时发生平衡，平衡周期为250ms。

当下述任意条件满足时，系统退出平衡时序：

- (1) 电芯低于  $V_{OB}$ ；
- (2) 有温度保护发生、芯片处于过放电压或过放电流保护状态。

## 7.10 充放电状态判定

MX1005 由  $RSNSP$  管脚电平判断系统充放电状态。当  $RSNSP$  管脚电平高于放电状态检测电压  $V_{DCH}$ ，则判定系统处于放电状态，除放电状态外，系统处于充电状态。

## 7.11 0V 充电功能

Pack 电压不小于 1.5V，当充电器电压大于  $V_{0CHA}$  时，MX1005 允许充电器给 Pack 充电。若充电 MOSFET 开启阈值电压不同，充电器最低需求电压不同。



## 8.功能设定

### 8.1 SEL 管脚设定

MX1005 中，SEL 管脚用于配置 4/5 节应用，具体设置方法如下表所示：

SEL	芯片功能
GND 电平	5 节电芯保护
VDD 电平	4 节电芯保护

### 8.2 CTL 管脚设定

CTL 端口用于控制 CHG 和 DSG 端口的输出电压且保护优先级高于内部保护电路。

CTL	DSG	CHG
VDD 电平	GND	高阻
GND 电平	正常	正常



### 8.3 延时时间设定

MX1005 中，可设置部分保护延时及保护解除延时。延时时间设定的细节如下表所示：

内容	标号	关联设置	计算方法
过充电保护延时	tov	芯片内部固定	1s
过充电保护解除延时	toVR	芯片内部固定	160ms
过充电流保护延时	tcoc	芯片内部固定	1s
过充电流保护解除延时	tcOCR	芯片内部固定	100ms
过放电保护延时	tuv	DSD 管脚外接电容 CDS	$1s \times CDS/0.1\mu F$
过放电保护解除延时	tuvR	DSD 管脚外接电容 CDS	$100ms \times CDS/0.1\mu F$
过流 1 保护延时	tDOC1	CDC 管脚外接电容 CCDC	$1s \times CCDC/0.1\mu F$
过流 2 保护延时	tDOC2	CDC 管脚外接电容 CCDC	$0.1s \times CCDC/0.1\mu F$ 或 $0.35s \times CCDC/0.1\mu F$
过流保护解除延时	tDOCR	CDC 管脚外接电容 CCDC	$0.1s \times CCDC/0.1\mu F$
短路保护延时	tsc	芯片内部固定	250us
短路保护解除延时	tscr	CDC 管脚外接电容 CCDC	$1s \times CCDC/0.1\mu F$ 或 $0.1s \times CCDC/0.1\mu F$
温度保护延时	tT	芯片内部固定	3s
温度保护退出延时	tTR	芯片内部固定	3s
休眠模式延时	tUVP	芯片内部固定	32s



## 9. 典型应用图

### 9.1 5 串同口应用

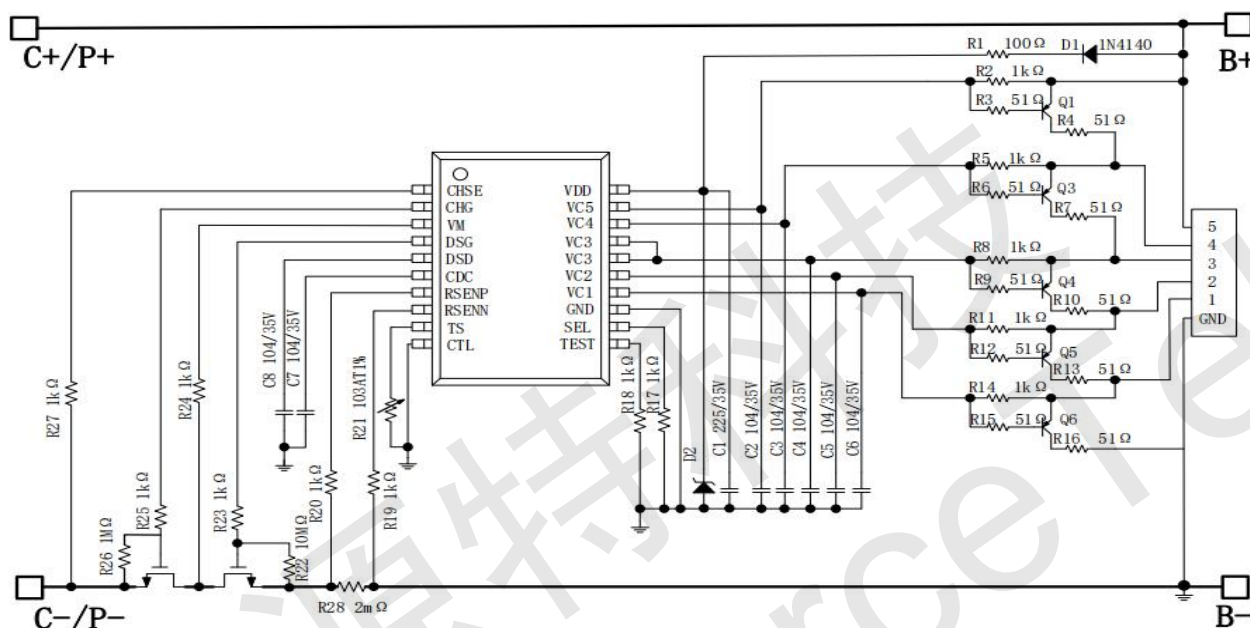


图 8 MX1005 典型应用图 (5 串同口)

### 9.3 5 串分口应用

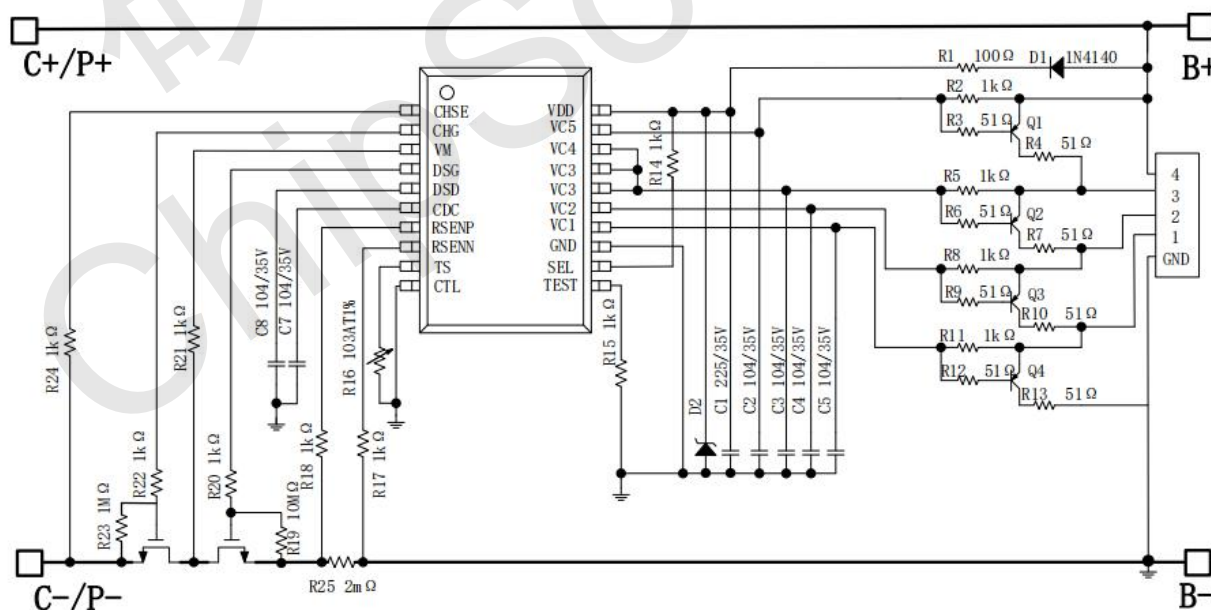


图 10 MX1005 典型应用图 (5 串半分口)



## 10. 电气特性

### 10.1 极限参数

信号	管脚名	极限范围	单位
VDD 和 GND 间输入电压	VDD	GND-0.3 to GND+40	V
高压输入端	DSG/VC1-VC4/SEL	GND-0.3 to VDD+0.3	V
	VM/CHG/CHSE	VDD-40 to VDD+0.3	V
低压输入端	VI/CDC/DSD/TS/TEST	GND-0.3 to 5.5	V
工作温度		-40 to 85	°C
存储温度		-40 to 125	°C

### 10.2 直流电气特性 (无特别说明, 电气特性在 25°C 下测得)

项目	记号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>过充部分</b>						
过充电保护电压	V <sub>OV</sub>	—	3.200		4.400	V
过充电保护电压精度	V <sub>OVA</sub>	—	-15		15	mV
过充电保护电压 Step	V <sub>OVS</sub>	—		25		mV
过充电保护解除电压	V <sub>OVR</sub>	—	3.200		4.400	V
过充电保护解除电压精度	V <sub>OVRA</sub>		-25		25	mV
过充电保护解除电压 Step	V <sub>OVRs</sub>			25		mV
过充电保护延时	T <sub>OV</sub>		0.5	1	1.5	s
过充电保护解除延时	T <sub>OVR</sub>		0.5	1	1.5	ms
<b>过放部分</b>						
过放电保护电压	V <sub>UV</sub>	—	2.000		3.600	V
过放电保护电压精度	V <sub>UVA</sub>	—	-50		50	mV
过放电保护电压 Step	V <sub>UVS</sub>	—		100		mV
过放电保护解除电压	V <sub>UVR</sub>	—	2.000		3.700	V
过放电保护解除电压精度	V <sub>UVRA</sub>		-50		50	mV
过放电保护解除电压 Step	V <sub>UVRS</sub>			100		mV
过放电保护延时	t <sub>UV</sub>	DSD 管脚外接 0.1μF 电容, 精度±10%	0.5	1	1.5	s
过放电保护解除延时	t <sub>UVR</sub>	DSD 管脚外接 0.1μF 电容, 精度±10%	50	100	150	ms
<b>放电过流部分</b>						
充电过流保护电压	V <sub>COC</sub>		10		50	mV
		10mV 档位	-5		5	
		20-50mV 档位	-10		10	
充电过流保护电压 Step	V <sub>COC</sub>			10		



充电过流保护延时	$t_{COC}$		0.5	1	1.5	s
充电过流恢复延时	$t_{COCR}$		50	100	150	ms
<b>放电过流部分</b>						
过流 1 保护电压	$V_{DOC1}$		25		400	mV
过流 1 保护电压精度	$V_{DOC1A}$		-10		10	mV
过流 1 保护电压 Step	$V_{DOC1S}$			12.5		mV
过流 1 保护延时	$t_{DOC1}$	CDC 管脚外接 0.1 $\mu$ F 电容, 精度 $\pm$ 10%	0.5	1	1.5	s
过流 2 保护电压	$V_{DOC2}$			$2*V_{DOC1}$		V
过流 2 保护电压精度	$V_{DOC1A}$		-15		15	mV
过流 2 保护电压 Step	$V_{DOC2S}$			$2*V_{DOC1S}$		mV
过流 2 保护延时	$T_{DOC2}$	CDC 管脚外接 0.1 $\mu$ F 电容, 精度 $\pm$ 10%	50	100	150	ms
短路保护电压	$V_{SC1}$			$4*V_{DOC1}$		V
短路保护电压精度	$V_{SC1A}$		-15		15	mV
短路保护电压 Step	$V_{SC1S}$			$4*V_{DOC1S}$		
短路保护延时	$t_{SC}$		200	250	300	us
过流保护解除延时	$t_{DOCR}$		0.5	1	1.5	s
			50	100	150	ms
短路保护解除延时	$t_{SCR}$		0.5	1	1.5	s
			50	100	150	ms
<b>充电过流部分</b>						
过流 1 保护电压	$V_{COC1}$		25		50	mV
过流 1 保护电压精度	$V_{COCA}$		-10		10	mV
过流 1 保护电压 Step	$V_{COCS}$			12.5		mV
<b>温度部分</b>						
充电高温保护温度	$T_{COT}$		46	50	54	$^{\circ}$ C
充电高温保护恢复温度	$T_{COTR}$		41	45	49	$^{\circ}$ C
放电高温保护温度	$T_{DOT}$		66	70	74	$^{\circ}$ C





放电高温保护恢复温度	$T_{DOTR}$		51	55	59	°C
充电低温保护温度	$T_{CUT}$		-10	-5	0	°C
充电低温保护恢复温度	$T_{CUTR}$		-5	0	5	°C
温度保护检测延时	$t_T$		1.5	3	5.5	s
温度保护检测解除延时	$t_{TR}$		1.5	3	5.5	s
放电状态判断电压	$V_{DCH}$		2.5	4	5.5	mV

### 平衡部分

平衡开启电压	$V_{OB}$		3.2		4.375	V
平衡开启电压精度	$V_{OBA}$		-25		25	mV
平衡开启延时	$t_{BL}$			250		ms

平衡内阻 1	RBL1	$V_{CN}=4.2V(N=1)$		1	1.4	K $\Omega$
平衡内阻 2	RBL2	$V_{CN}=4.2V(N=2,3,4,5,)$	75	100	140	$\Omega$
工作电压	$V_{DD}$	CHG、DSG 能够保持正确的输出状态	3		40	V
工作电流（正常模式）	$I_{DD}$				20	$\mu A$
工作电流（休眠模式）	$I_{IDLE}$				5	$\mu A$
休眠延时	$t_{UVP}$		20	30	40	s
最低充电器电压	$V_{OCHA}$			1	1.5	V
CHSE 管脚内部上拉电阻	$R_{CHSE}$		800	1300	1800	K $\Omega$
VM 下拉电阻	$R_{VM}$		250	500	700	K $\Omega$
测试管脚高电平	$V_{TESTH}$		3.5	4	4.5	V
测试管脚低电平	$V_{TESTL}$		0		0.3	V
4/5 节应用控制管脚高电平	$V_{SELH}$		$V_{DD}-0.6$	$V_{DD}-0.1$		V
4/5 节应用控制管脚低电平	$V_{SELL}$				0.6	V
CHG 管脚输出电流	$I_{CHG}$		4	5	6	$\mu A$
DSG 管脚高电平输出	$V_{DSG-1}$	$V_{DD}>13V$	11.5	12.5	13.5	V
DSG 管脚高电平输出	$V_{DSG-2}$	$V_{DD}<13V$	$V_{DD}-1$	$V_{DD}-0.7$		V
DSG 管脚低电平输出	$V_{DSG-L}$				0.2	V
CHSE 管脚电平	$V_{CHSE}$	检测充电器	0.6	1	1.5	V
VM 管脚电平	$V_{VM}$	检测负载	1.05	1.20	1.35	V



## 11.封装尺寸

