

## 产品概述

MX1014 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，MX1014 具有 0V 充电功能，提升 Pack 使用寿命。

MX1014 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时，MX1014 进入休眠模式来降低系统功耗。

## 产品特点

### 1、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：±15mV

迟滞电压：0-400mV

过放保护电压  $V_{UV}$ ：2.0V - 3.6V (档位 100mV)

过放电保护电压精度：±50mV

过放电保护解除迟滞电压：0-1.6V

### 2、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：±10mV

过流 2 保护电压  $V_{DOC2}$ ：2× $V_{DOC1}$  (档位 50mV)

过流 2 保护电压精度：±15mV

### 3、短路检测功能：

短路保护电压  $V_{SC}$ ：4× $V_{DOC1}$  (档位 100mV)

短路保护电压精度：±15mV

### 4、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：±5mV；

20mV-50mV：±10mV

### 5、断线检测功能

### 6、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：±25mV

### 7、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：±4 °C(Max.)

充电低温保护温度：-5°C

充电低温保护温度精度：±4°C(Max.)

放电高温保护温度：70°C

放电高温保护温度精度：±4°C (Max.)

### 8、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

### 9、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

### 10、工作电压范围：3V - 80V

工作温度范围：-40°C~85°C

### 11、集成N-MOSFET 驱动

### 12、低功耗设计：

正常工作功耗：20 uA (Max.)

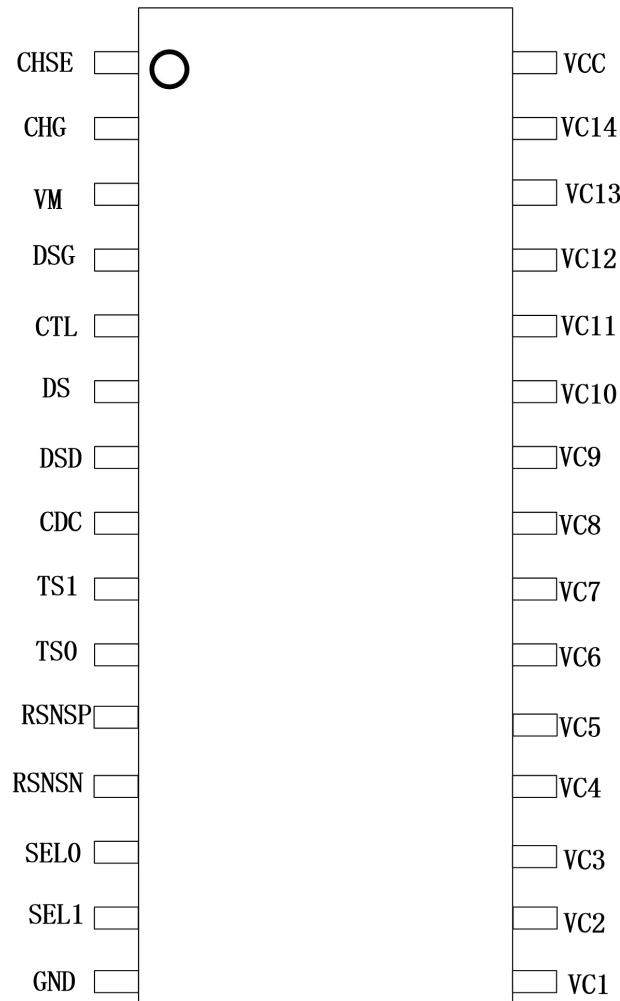
休眠模式功耗：3 uA (Max.)

### 13、封装形式：30-pin TSSOP

### 14、SEL 管脚选择 11/12/13/14 串应用

## 产品目录

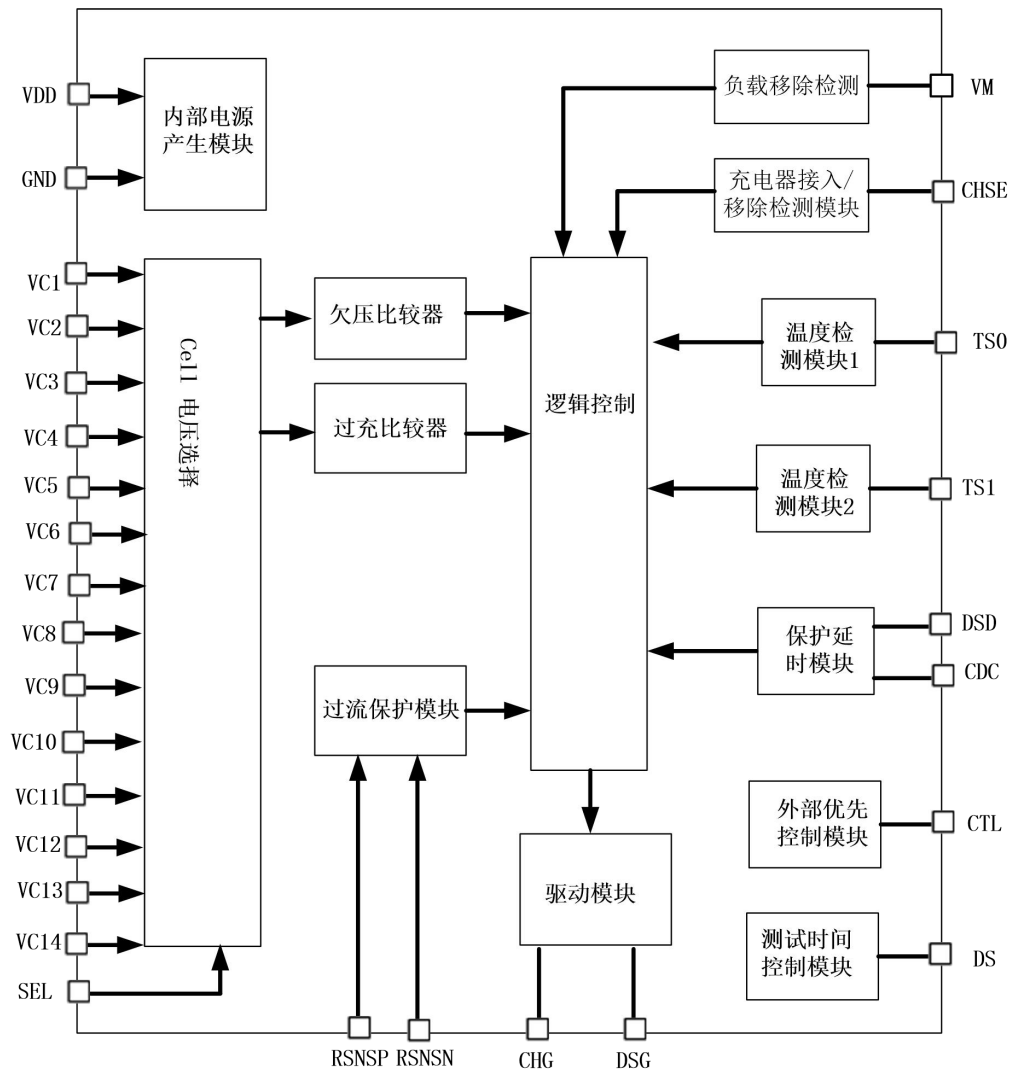
版本序号	$V_{OVP}$ (V)	$V_{OVR}$ (V)	$V_{BL}$ (V)	$V_{UVP}$ (V)	$V_{UVR}$ (V)	$V_{DOCP}$ (V)	$V_{COC}$ (V)	负载锁定工能	断线检测功能
MX1014-A	4.250	4.150	4.200	2.700	3.000	0.100	0.050	有	有
MX1014-B	3.900	3.600	3.850	2.200	2.700	0.100	0.050	有	有

 **管脚分布**


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	CTL	I/O	DSG输出控制管脚 (优先级高于芯片内部保护电路)
6	DS	I/O	测试缩短延迟时间管脚
7	DSD	I/O	放电过放电电容连接管脚
8	CDC	I/O	放电过流1延时电容连接管脚
9	TS1	I	温度电阻连接管脚
10	TS0	I	温度电阻连接管脚
11	RSENP	I	电流检测管脚正端
12	RSENN	I	电流检测管脚负端
13	SELO	I	11/12/13/14节应用控制管脚

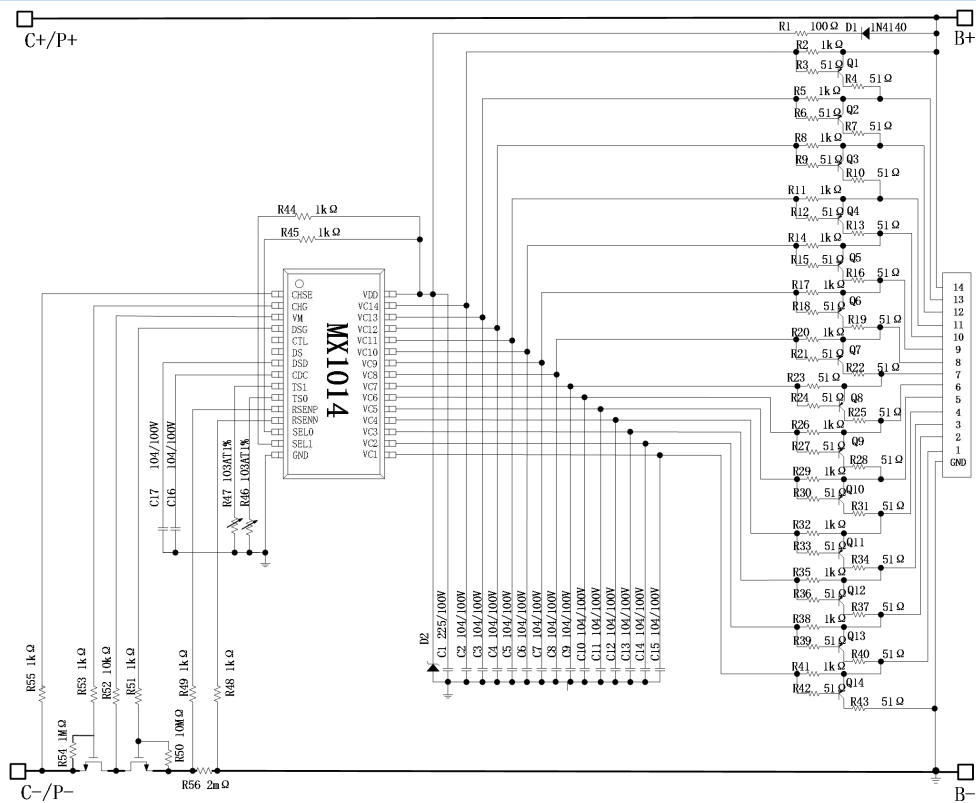
14	SEL1	I	11/12/13/14节应用控制管脚
15	GND	I	电源地连接管脚
16	VC1	-	第一电芯正端连接管脚
17	VC2	I	第二电芯正端连接管脚
18	VC3	I	第三电芯正端连接管脚
19	VC4	I	第四电芯正端连接管脚
20	VC5	I	第五电芯正端连接管脚
21	VC6	I	第六电芯正端连接管脚
22	VC7	I	第七电芯正端连接管脚
23	VC8	I	第八电芯正端连接管脚
24	VC9	I	第九电芯正端连接管脚
25	VC10	I	第十电芯正端连接管脚
26	VC11	I	第十一电芯正端连接管脚
27	VC12	I	第十二电芯正端连接管脚
28	VC13	I	第十三电芯正端连接管脚
29	VC14	I	最高电芯正端连接管脚
30	VDD	I	电源正端连接管脚

## 功能框图

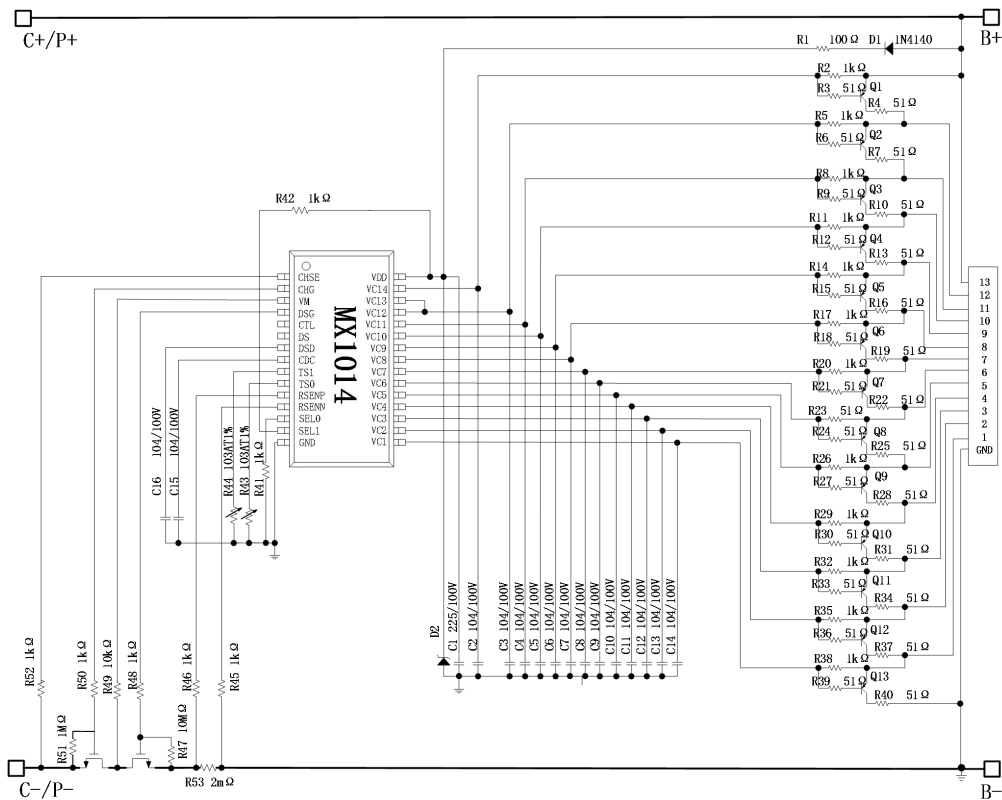


## 典型应用电路

## 14串同口应用

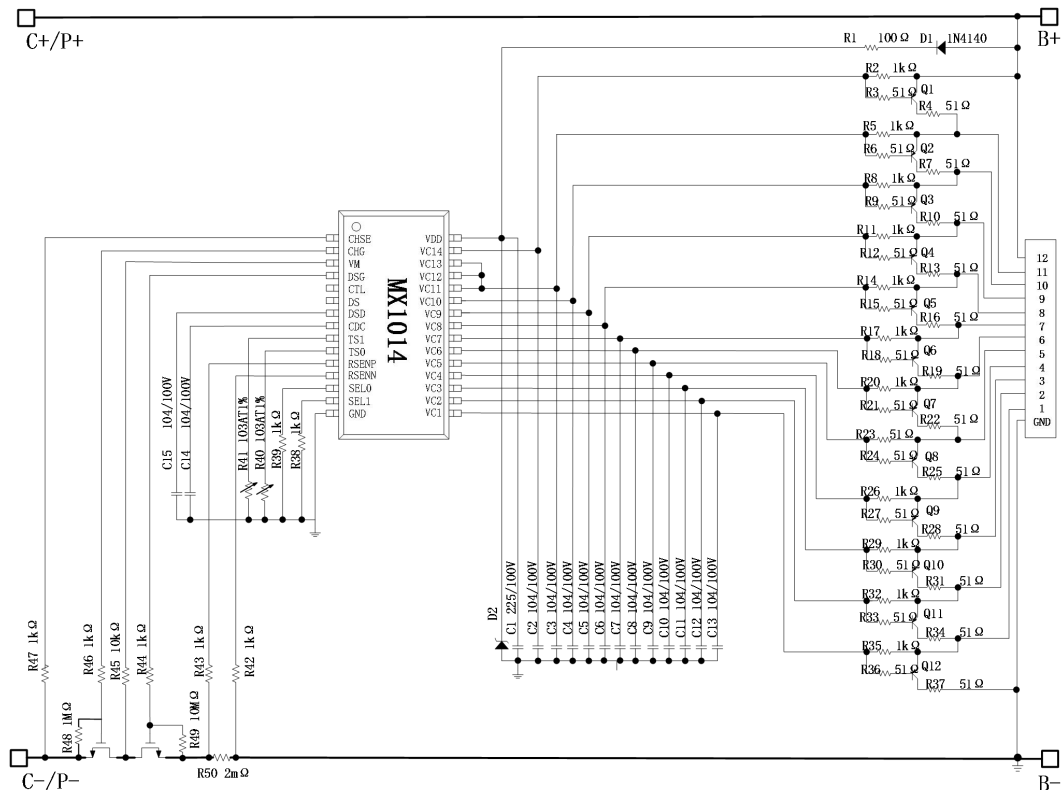


## 13串同口应用

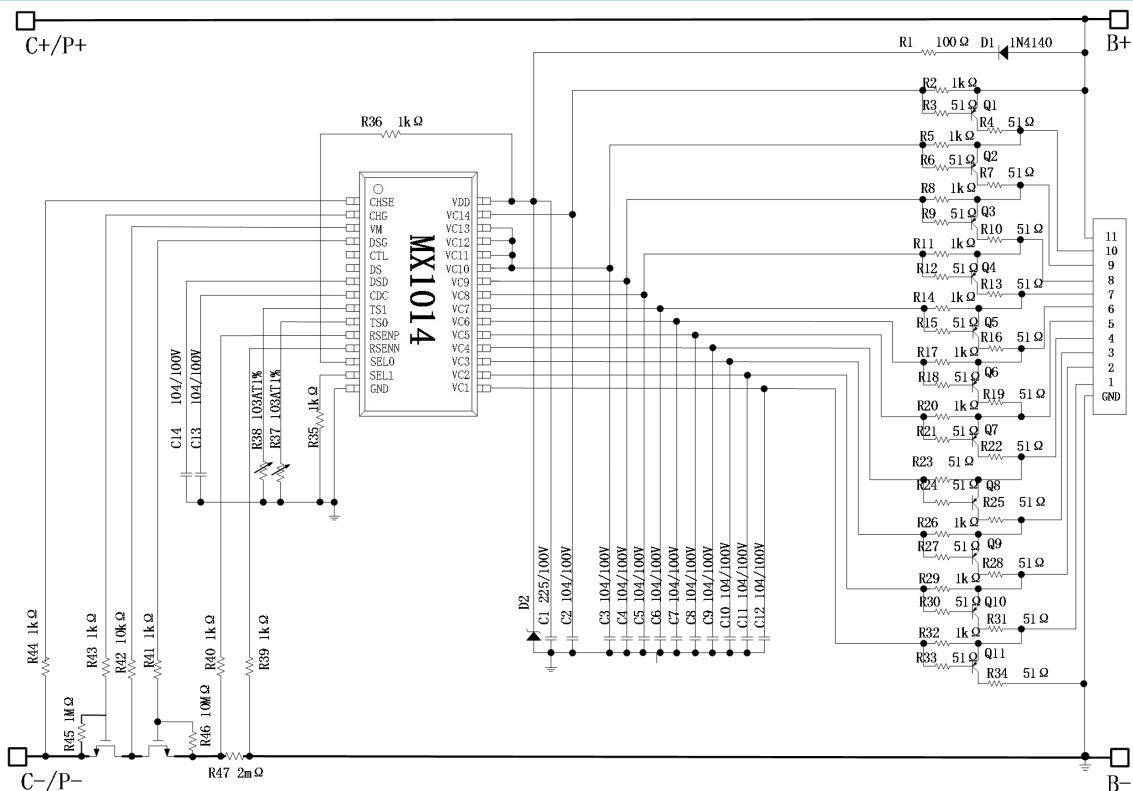


## 典型应用电路

## 12串同口应用

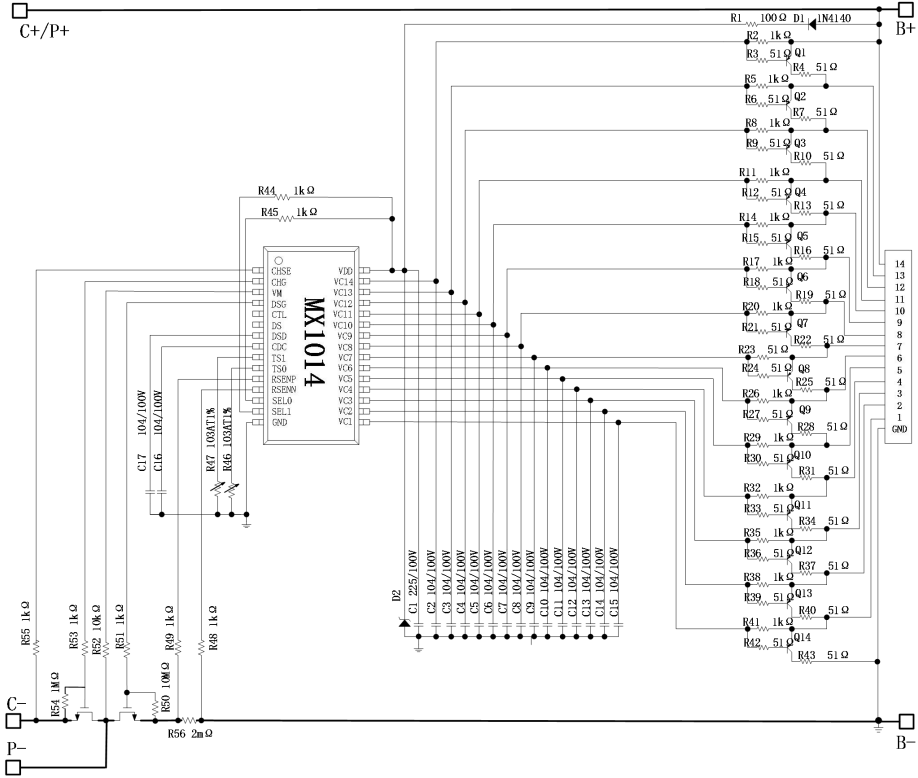


## 11串同口应用

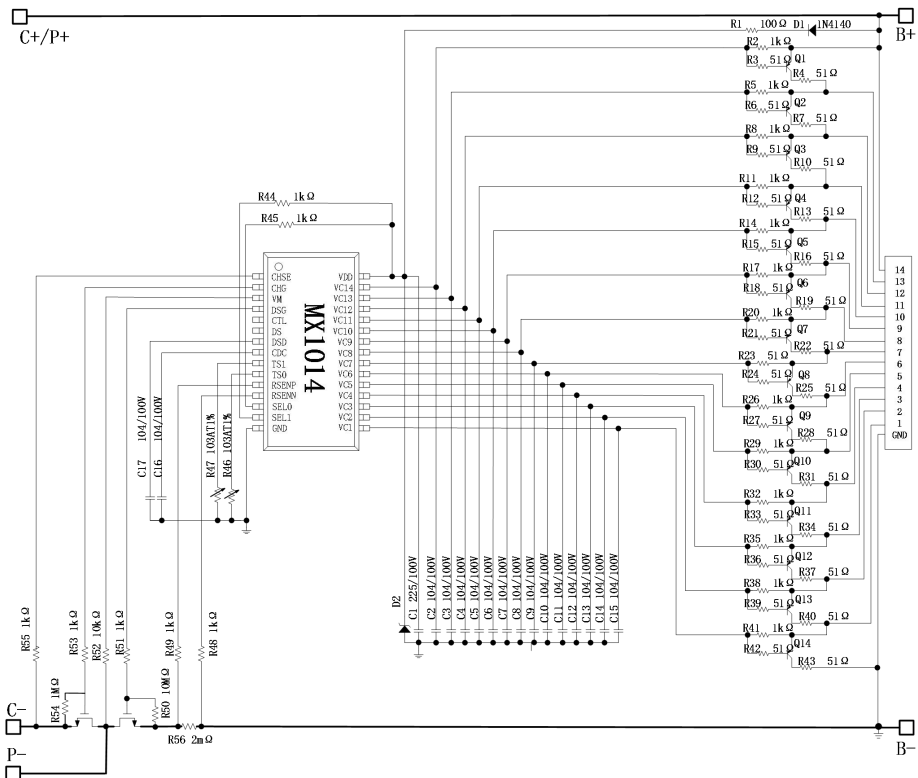


典型应用电路

14串分口应用



14串半分口应用



 **电气参数**
**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+80	V
高压输入端	DSG/VC1-VC4/SEL	GND-0.3 to VDD+0.3	V
	VM/CHG/CHSE	VDD-80 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

**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
----	----	----	-----	-----	-----	----

**过充部分**

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>OVR A</sub>	—	-15		15	mV
过充电保护解除电压 Step	V <sub>OVR S</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	160	200	ms

**过放部分**

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>UVR A</sub>	—	-50		50	mV
过放电保护解除电压 Step	V <sub>UVR S</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

**充电过流部分**

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 <sub>COC</sub>	—	0.5	1	1.5	s
充电过流恢复延时	t <sub>COCR</sub>	—	150	200	250	ms



 **电气参数**

项目	记号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>放电过流部分</b>						
过流 1 保护电压	V <sub>DOC1</sub>		25		400	mV
过流 1 保护电压精度	V <sub>DOC1A</sub>		-10		10	mV
过流 1 保护电压 Step	V <sub>DOC1S</sub>			12.5		mV
过流 1 保护延时	t <sub>DOC1</sub>	CDC 管脚外接 0.1μF 电容, 精度±10%	0.5	1	1.5	s
过流 2 保护电压	V <sub>DOC2</sub>			2*V <sub>DOC1</sub>		V
过流 2 保护电压精度	V <sub>DOC1A</sub>		-15		15	mV
过流 2 保护电压 Step	V <sub>DOC2S</sub>			2*V <sub>DOC1S</sub>		mV
过流 2 保护延时	t <sub>DOC2</sub>	CDC 管脚外接 0.1μF 电容, 精度±10%	50	100	150	ms
短路保护电压	V <sub>SC1</sub>			4*V <sub>DOC1</sub>		V
短路保护电压精度	V <sub>SC1A</sub>		-15		15	mV
短路保护电压 Step	V <sub>SC1S</sub>			4*V <sub>DOC1S</sub>		
短路保护延时	t <sub>SC</sub>		200	250	300	us
过流保护解除延时	t <sub>DOCR</sub>		0.5	1	1.5	s
			50	100	150	ms
短路保护解除延时	t <sub>SCR</sub>		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 <sub>CO1</sub>		25		50	mV
过流 1 保护电压精度	V <sub>COA</sub>		-10		10	mV
过流 1 保护电压 Step	V <sub>COCS</sub>			12.5		mV
<b>温度部分</b>						
充电高温保护温度	T <sub>COT</sub>		46	50	54	°C
充电高温保护恢复温度	T <sub>COTR</sub>		41	45	49	°C
放电高温保护温度	T <sub>DOT</sub>		66	70	74	°C
放电高温保护恢复温度	T <sub>DOTR</sub>		51	55	59	°C
充电低温保护温度	T <sub>CUT</sub>		-10	-5	0	°C
充电低温保护恢复温度	T <sub>CUTR</sub>		-5	0	5	°C
温度保护检测延时	t <sub>T</sub>		1.5	3	5.5	s
温度保护检测解除延时	t <sub>TR</sub>		1.5	3	5.5	s
放电状态判断电压	V <sub>DCH</sub>		2.5	5.5	7.5	mV
<b>平衡部分</b>						
平衡开启电压	V <sub>OB</sub>		3.2		4.375	V
平衡开启电压精度	V <sub>OBA</sub>		-25		25	mV
平衡开启延时	t <sub>BL</sub>			250		ms
平衡内阻 1	RBL1	V <sub>CN</sub> =4.2V(N=1)		1	1.4	KΩ
平衡内阻 2	RBL2	V <sub>CN</sub> =4.2V(N=2~10)	75	100	140	Ω

 **电气参数**

项目	记号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
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	$R_{CHSE}$		1800	2400	3000	$K\Omega$
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
7/8/9/10 节应用控制管脚高电平	$V_{SELH}$		$V_{DD}-0.6$	$V_{DD}-0.1$		V
7/8/9/10 节应用控制管脚低电平	$V_{SELL}$				0.6	V
CHG 管脚输出电流	$I_{CHG}$		8	10	12	$\mu A$
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	0.4	0.8	1.35	V

 工作模式

**正常模式**

1、下列条件均满足时，MX1014 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  $T_{COR}$  与充电低温保护温度  $T_{CUR}$  之间
- ④ 无安全保护发生

**过充电保护状态**

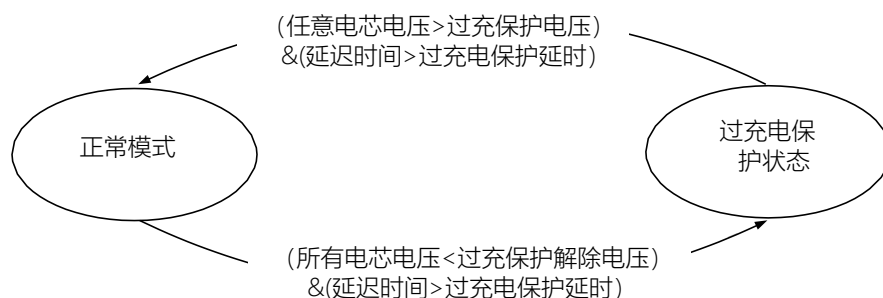
1、下列条件均满足时，MX1014 进入过充电保护状态：

- 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  $t_{OV}$

2、处于过充电保护状态时，CHG 管脚输出高阻态。

3、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  $t_{OVR}$


**过放电保护状态、休眠状态**
**一、过放电保护状态**

1、下列条件均满足时，MX1014 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。

2、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 状态①持续时间超过过放电保护解除延时  $t_{UVR}$

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

**二、休眠状态**

1、下列条件均满足时，MX1014 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：CHSE 管脚电平  $> V_{CHSEH}$ ）

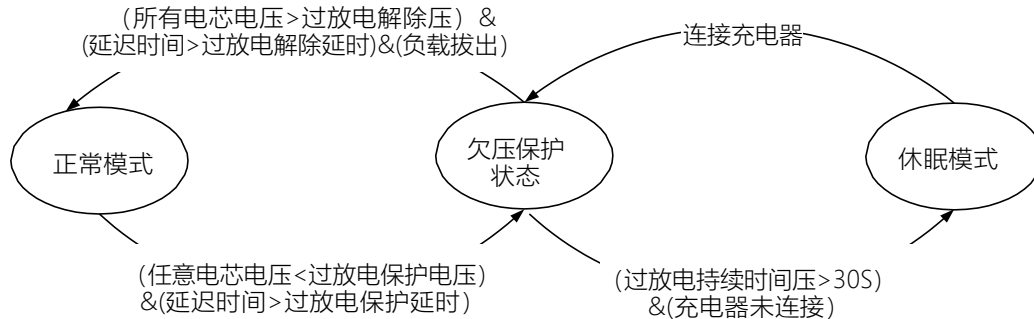
2、过放电保护后，当过放电保护状态持续时间超过 30s，此时 MX1014 开启 CHSE 内部电阻上拉到 VDD 来判断充电器是否连接。

3、处于休眠模式，MX1014 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。

4、下列条件满足时，MX1014 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  $\leq V_{CHSE}$ )



### 放电过流保护状态

MX1014 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  $t_{DOC2}$ 。

1、下列条件均满足时，MX1014 进入过流保护状态：

① RSNP 与 RSNSN 管脚电压高于过流 1 保护电压  $V_{DOC1}$  (过流 2 保护电压  $V_{DOC2}$ )

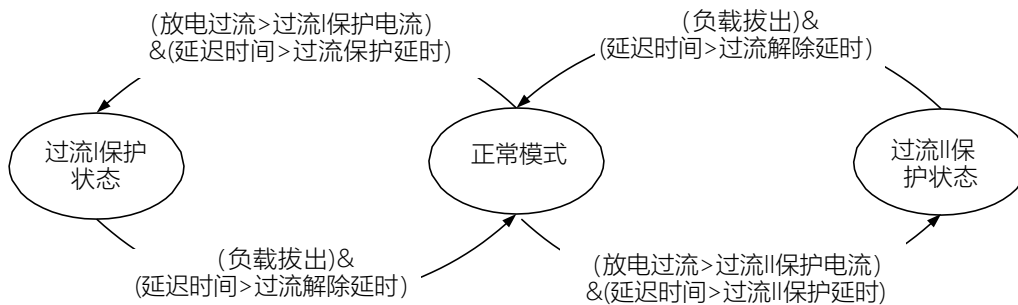
② 状态①持续时间超过过流 1 保护延时  $t_{DOC1}$  (过流 2 保护延时  $t_{DOC2}$ ) 处于过流保护状态时，CHG 输出高阻态，DSG 管脚输出低电平。

2、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：VM 管脚电平低于  $V_{VM}$ )

② 状态①持续时间超过过流保护解除延时  $t_{DOCR}$

3、过流保护后，此时 MX1014 开启 VM 内部电阻下拉到 GND 来判断负载是否拔出。



### 短路保护状态

1、下列条件均满足时，MX1014 进入短路保护状态：

① RSNP 与 RSNSN 管脚电压高于短路保护电压  $V_{SC}$

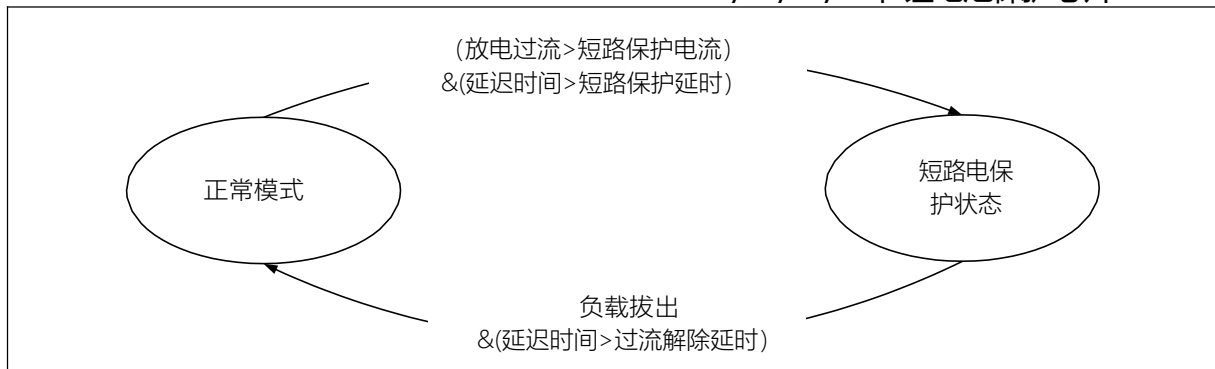
② 状态①持续时间超过充电过流保护延时  $t_{COC}$  处于短路保护状态时，CHG 输出高阻态，DSG 管脚输出低电平。

2、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  $V_{VM}$ )；

② 状态①持续时间超过短路保护解除延时  $t_{SCR}$ 。

3、短路保护后，此时 MX1014 开启 VM 内部电阻下拉到 GND 来判断负载是否拔出。



### 充电过流保护

1、下列条件均满足时，MX1014 进入短路保护状态：

- ① RSNSP 与 RSNP 管脚电压差高于充电过流保护电压  $V_{COC}$ ;
- ② 状态①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。

2、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  $t_{COCR}$ 。

### 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，MX1014 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：

#### 一、充电高温保护状态

1、下列条件均满足时，MX1014 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。

2、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  $T_{COTR}$ ，且持续时间大于 3s。

#### 二、充电低温保护状态

1、下列条件均满足时，MX1014 进入充电低温保护状态：

① 温度低于充电低温保护温度  $T_{CUT}$ ，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。

2、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  $T_{CUTR}$ ，且持续时间大于 3s。

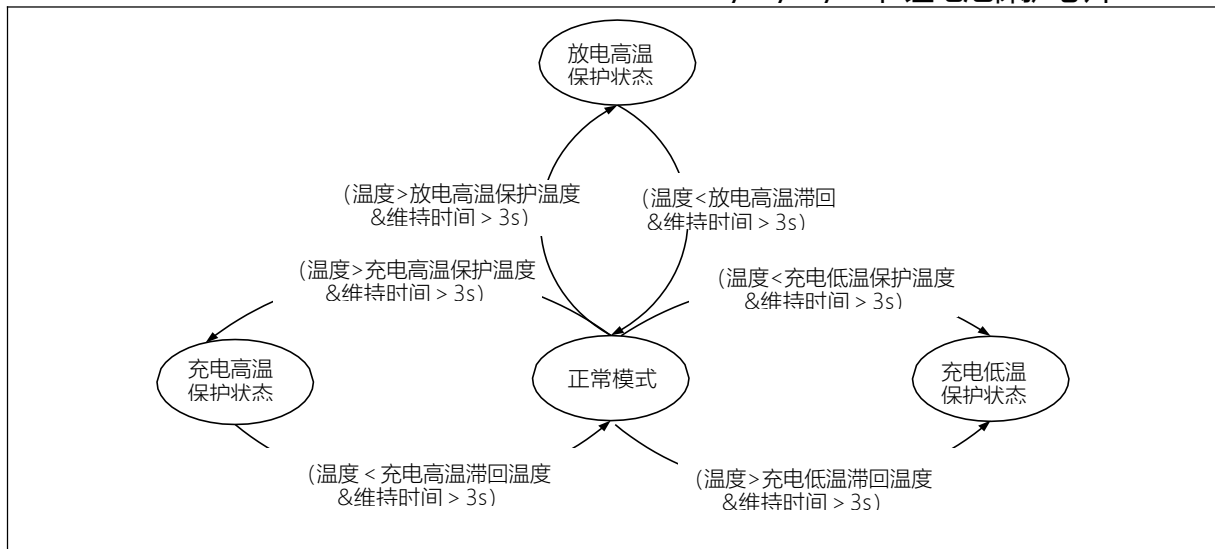
#### 三、放电高温保护状态

1、下列条件均满足时，MX1014 进入放电高温保护状态：

① 温度高于放电高温保护温度  $T_{DOT}$ ，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。

2、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  $T_{DOTR}$ 。



MX1014 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(K )	电阻值变异范围(K )
-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

#### 平衡功能

MX1014 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  $T_{BL}$ , MX1014 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。MX1014 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。

#### 充放电状态判定

MX1014 由RSNSP 管脚电平判断系统充放电状态。当 RSNSP 与 RSNSN 压差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。

#### 0V 充电功能

Pack 电压不小于 1.5V, 当充电器电压大于  $V_{OCHA}$  时, MX1014 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。


**功能设定**
**SEL 管脚设定**

SEL 管脚用于配置 11/12/13/14 节应用，具体设置方法如下表所示：

SEL1	SEL0	芯片功能
VDD	VDD	14 节电芯保护
VDD	GND	13 节电芯保护
GND	GND	12 节电芯保护
GND	VDD	11 节电芯保护

**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。

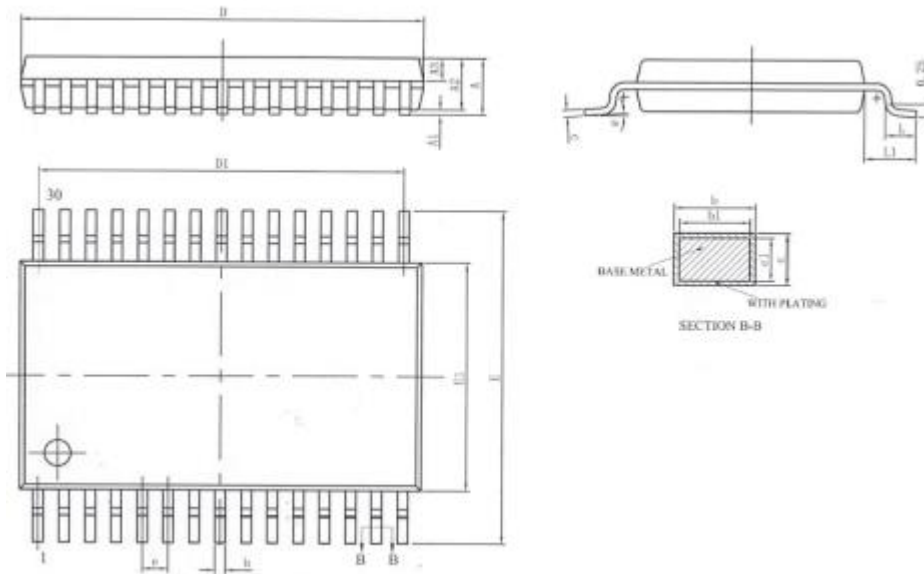
CTL	DSG	CHG
接地	GND	高阻
悬空	正常	正常

**延时时间设定**

MX1014 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	t <sub>OV</sub>	芯片内部固定	1s
过充电保护解除延时	t <sub>OVR</sub>	芯片内部固定	160ms
过充电流保护延时	t <sub>COC</sub>	芯片内部固定	1s
过充电流保护解除延时	t <sub>COCR</sub>	芯片内部固定	100ms
过放电保护延时	t <sub>UV</sub>	DSD 管脚外接电容 CDS D	1s × CDS D/0.1uF
过放电保护解除延时	t <sub>UVR</sub>	DSD 管脚外接电容 CDS D	200mS × CDS D/0.1uF
过流 1 保护延时	t <sub>DOC1</sub>	CDC 管脚外接电容 CCDC	1s × CCDC/0.1uF
过流 2 保护延时	t <sub>DOC2</sub>	CDC 管脚外接电容 CCDC	0.1s × CCDC/0.1uF 或 0.35s × CCDC/0.1uF
过流保护解除延时	t <sub>DOCR</sub>	CDC 管脚外接电容 CCDC	0.1s × CCDC/0.1uF
短路保护延时	t <sub>SC</sub>	芯片内部固定	250us
短路保护解除延时	t <sub>SCR</sub>	CDC 管脚外接电容 CCDC	1s × CCDC/0.1uF 或 0.1s × CCDC/0.1uF
温度保护延时	t <sub>r</sub>	芯片内部固定	3s
温度保护退出延时	t <sub>TR</sub>	芯片内部固定	3s
休眠模式延时	t <sub>UVP</sub>	芯片内部固定	32s

## 封装尺寸



SYMBOL	MILLMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	-	-	1.20
A1	0.05	-	0.15
A2	0.80	.00	1.05
A3	0.39	0.44	0.49
b	0.18	-	0.27
b1	0.17	0.20	0.23
c	0.13	-	0.18
c1	0.12	0.13	0.14
D	7.70	7.80	7.90
D1	6.90	7.00	7.10
E	6.20	6.40	6.60
E1	4.30	4.40	4.50
e	0.50BSC		
L	0.45	0.60	0.75
L1	1.00BSC		
θ	0°	-	8°