

高精度線性鋰電池充電器控制電路

特點

- 4.2V 單節鋰離子或鋰聚合物電池充電器的理想控制電路；
- 高於 1% 的電壓精度；
- 預充電過程，用戶可改變預充電電流；
- 恒定電流充電，充電電流可調；
- 恒定電壓充電過程；
- 自動再充電過程；
- 充電過程中的溫度監控；
- 動態的電池內阻補償，可以減少充電時間；
- 雙 LED 四種充電狀態指示；
- 電池不正常狀態的檢測；
- 電源電壓低時，處於低功耗的睡眠（Sleep）模式，電池漏電流極小；
- 極少的週邊元器件；
- 小型的 MSOP8 或 SOP8 封裝。

電結束低泄漏、充電狀態指示、電池內阻補償等功能於一身，廣泛應用於 PDA、移動電話、手持設備等領域。

VM7205 通過檢測電池電壓來決定其充電狀態：預充電、恒流充電、恒壓充電。當電池電壓小於閾值電壓 V_{MIN} （一般為 3V）時，處於預充電狀態，以較小的電流對電池進行充電，預充電的電流可以通過外部電阻進行調整。預充電使電池電壓達到 V_{MIN} 後，進入恒定電流充電的快速充電狀態，充電電流 I_{REG} 也可以通過週邊電阻調整。恒定電流充電使電池電壓上升到恒定電壓充電電壓 V_{REG} （一般為 4.2V），然後進入恒定電壓充電狀態，充電電壓的精度優於 $\pm 1\%$ 。在恒定電壓充電狀態下，充電電流將逐漸減小，當充電電流小於閾值 I_{TERM} 時，充電結束。充電結束後，晶片始終對電池電壓進行監控，當電池電壓小於閾值 V_{RECHG} （一般為 $V_{REG} - 125mV$ ）時，對電池進行再充電，進入下一個充電周期。

為了安全起見，在整個充電過程中，VM7205 利用電池內部的熱敏電阻和適當的週邊電阻對電池的溫度進行監控，可以使電池的溫度控制在用戶設置的範圍內。當電池溫度超過設置的範圍 0.5 秒鐘以後，將停止對電池充電；電池溫度回到設置範圍以內 0.5 秒鐘以後，充電繼續。

VM7205 還可以通過適當的週邊電阻對電池的內阻進行動態補償，從而有效地縮短充電時間。

概述

VM7205 是一款專門為高精度的線性鋰電池充電器而設計的電路，非常適合那些低成本、攜帶型的充電器使用。它集高精度預充電、恒定電流充電、恒定電壓充電、電池狀態檢測、溫度監控、充

功能框圖

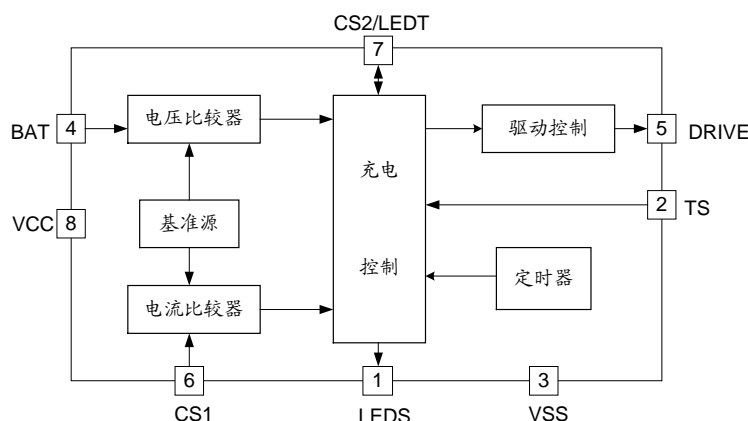


圖 1 VM7205 功能框圖

管腳排列



圖 2 VM7205 引腳排列

引腳功能描述

引腳名稱	引腳序號	I/O	引腳功能描述
LEDS	1	O	充電狀態指示。在充電過程中，該引腳被下拉到 VSS；充電結束後，呈高阻態；電池不正常或溫度超過設置的範圍時，輸出 50% 占空比的 2Hz 脈衝。該引腳可通過 330 歐姆電阻與指示發光二極體連接。
TS	2	I	溫度監控輸入端。該引腳的輸入電壓必須在 V_{TS1} 與 V_{TS2} 之間；否則，將視為電池溫度超出設置範圍。
VSS	3	PWR	接地端。與供電電源和電池的負極相連。
BAT	4	I	電池電壓檢測輸入端。與電池相接時需串接 330~680 歐姆電阻，同時，電池兩端需用一個 $10\mu F$ 的電容去耦。
DRIVE	5	O	調整管驅動端。與外部調整管的基極（PNP 電晶體）或柵極（PMOS 管）相連。
CS1	6	I	充電電流控制端。調整電源正極與調整管發射極（PNP 電晶體）或源極（PMOS 管）之間的電阻，可設置預充電和恒定電流充電的電流。
CS2/LEDT	7	I/O	電池內阻補償控制/充電結束指示端。充電過程中，調整外接分壓電阻，可控制電池內阻補償的深度；充電結束後，該引腳被下拉到 VSS，可以用來作為充電結束指示。
VCC	8	PWR	電源端。與供電電源的正極連接，該引腳需用一個 $10\mu F$ 的電容去耦。

訂購資訊

型號	輸出電壓	再充電電壓	封裝形式	管腳數
VM7205CF	4.2V	4.075V	SOP	8
VM7205DF	4.2V	4.075V	MSOP	8

極限參數

電源電壓 VCC.....	-0.3V~+18V	功耗 P _D (T _A =25℃)	
CS1、CS2/LED、DRIVE、BAT、		SOP8.....	TBD
LEDS、TS 端允許輸入電壓.....	-0.3V~VCC+0.3V	MSOP8.....	TBD
工作溫度 T _A	-40℃~+85℃	貯存溫度.....	-65℃~150℃
結溫.....	150℃	焊接溫度（錫焊，10 秒）.....	300℃

注：超出所列的極限參數可能導致器件的永久性損壞。以上給出的僅僅是極限範圍，在這樣的極限條件下工作，器件的技術指標將得不到保證，長期在這種條件下還會影響器件的可靠性。

電氣參數

（除非特別注明，VCC=5V。標注“◆”的工作溫度為：-40℃≤T_A≤85℃；未標注“◆”的工作溫度為：T_A=25℃；典型值的測試溫度為：T_A=25℃）

參數名稱	符號	測試條件		最小值	典型值	最大值	單位
電源電壓	VCC		◆	4.5		12	V
電源電流	I _{SUPPLY}	VCC=5V	◆		1	3	mA
		VCC=12V	◆		2		mA
啓動電壓	V _{UVLO}	VCC 上升	◆	3.8	4.07	4.3	V
睡眠模式電池漏電流	I _{SLEEP}	VCC 懸空，V _{BAT} =4.2V	◆		7	20	μA
恒定電壓充電							
充電電壓	V _{REG}	VCC=V _{CS1} =V _{CS2/LEDT}		4.168	4.200	4.232	V
			◆	4.158	4.200	4.242	V
輸入電壓調整率		VCC=5V~12V			0.05		%
進入再充電狀態狀態							
BAT 端電壓	V _{RECHG}			V _{REG} -0.175	V _{REG} -0.125	V _{REG} -0.075	V
恒定電流充電							
CS1 端電壓	V _{CSREG}	相對於 VCC（注 1）	◆	135	150	165	mV
預充電電流							
CS1 端電壓	V _{CSPRE}	相對於 VCC（注 1）		10	18	28	mV
充電結束閾值							
CS1 端電壓	V _{CSTERM}	相對於 VCC（注 1）		8	15	22	mV
溫度監控（TS 端電壓）							
低端電壓	V _{TS1}			26	28	30	%VCC
高端電壓	V _{TS2}			55	58	61	%VCC
預充電結束閾值							
BAT 端電壓	V _{MIN}			2.94	3.00	3.06	V
電池內阻補償							
補償係數（注 3）	G _{COMP}			2.5	2.8	3.1	V/V

電氣參數（續）

（除非特別注明，VCC=5V。標注“◆”的工作溫度為： $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 85^{\circ}\text{C}$ ；未標注“◆”的工作溫度為： $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ；典型值的測試溫度為： $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ）

參數名稱	符號	測試條件		最小值	典型值	最大值	單位
DRIVE 驅動端							
上拉阻抗		$V_{BAT}=4.5\text{V}$			5		$k\Omega$
輸出高電平		$VCC=12\text{V}$, $V_{BAT}=4.5\text{V}$	◆	11.9			V
灌電流		$V_{BAT}=3.6\text{V}$, $V_{DRIVE}=1\text{V}$	◆	30			mA
電池不正常狀態判別							
BAT 端電壓	V_{BSC}			0.3	0.8	1.2	V
最大預充電時間	t_{FAIL}			10	15	20	min
LEDS 端輸出脈衝周期				0.3	0.5	0.75	s
LEDS 端輸出脈衝占空比					50		%
LEDS 端，CS2/LEDT 端灌電流		$V_{LEDS}=V_{CS2/LEDT}=0.3\text{V}$		10			mA
BAT 端輸入電流		$V_{BAT}=3.6\text{V}$			4.2	10	μA
BAT 端外接電容				4.7		47	μF
TS 端輸入電流		$V_{TS}=2.5\text{V}$			0.01		μA
CS1 端輸入電流		$V_{CS1}=4.95\text{V}$, $V_{BAT}=3.6\text{V}$				5	μA
CS2/LEDT 端輸入電流		$V_{CS1}=4.95\text{V}$, $V_{BAT}=3.6\text{V}$				5	μA

注：1、除非特別注明，表中的電壓值均相對於 VSS 而言；

2、參見應用線路圖 3 和圖 5；

3、補償係數的定義為： $G_{COMP} = \Delta V_{REG} / (V_{CS2/LEDT} - V_{CS1})$ 。

功能描述

VM7205 是一款專門為高精度線性鋰電池充電器而設計的電路。圖 3 是 VM7205 用 PNP 電晶體作為調整管的應用線路圖，圖 4 示出了充電過程

中的電流、電壓曲線，圖 5 為 VM7205 用 PMOS 管作為調整管的應用線路圖，圖 6 為 VM7205 充電周期的流程圖。

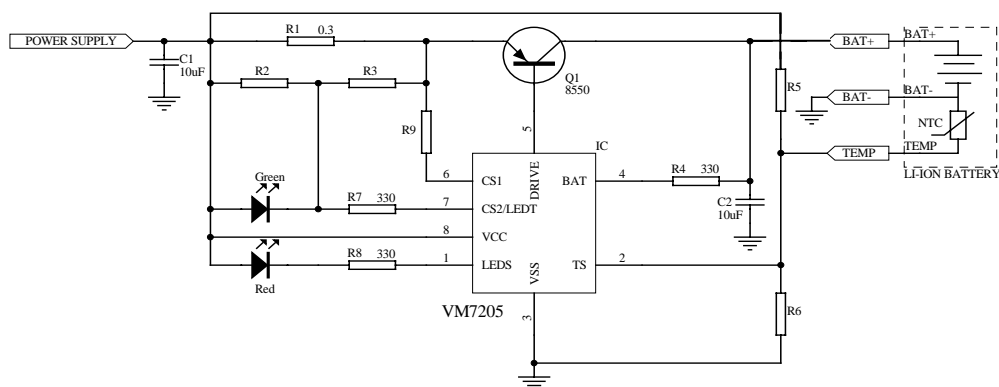


圖 3 用 PNP 電晶體作為調整管的應用線路圖

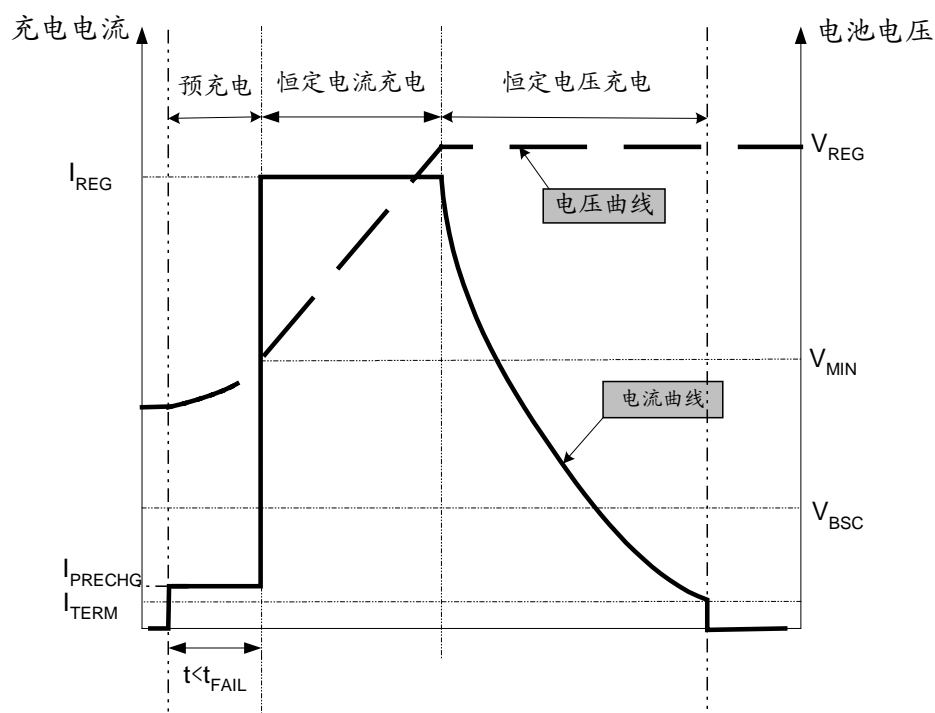


圖 4 充電過程中的電流、電壓曲線

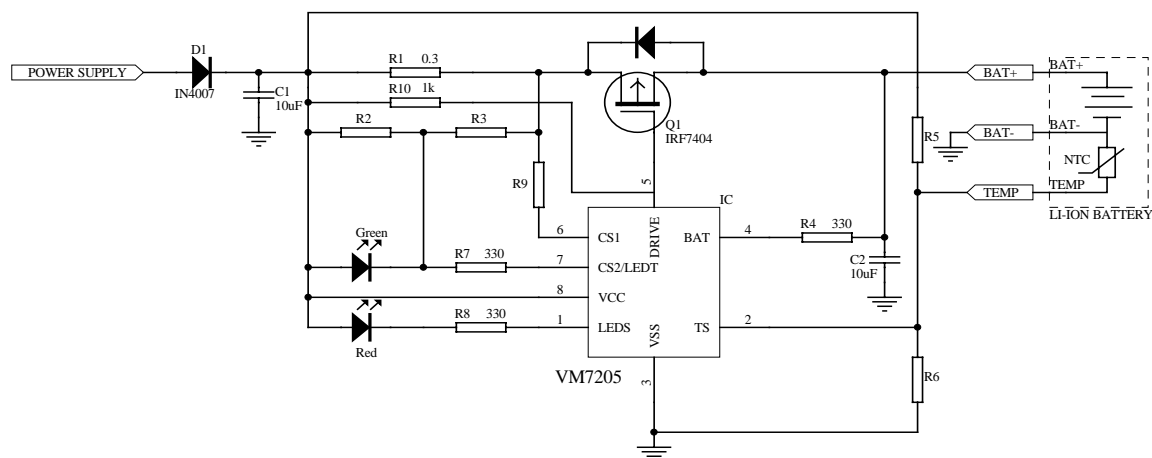


圖 5 用 PMOS 管作為調整管的應用線路圖

功能描述 (續)

1、預充電

VM7205 檢測到如下兩種情況之一即開始進入充電周期：

a) 加上適當的電源後 ($V_{CC} > 4.2V$)，插上鋰電池 ($V_{BAT} < V_{RECHG}$)；

b) 已經插上鋰電池 ($V_{BAT} < V_{REG}$)，然後加上適當的電源 ($V_{CC} > 4.2V$)；

如果鋰電池的初始電壓低於預充電閾值 V_{MIN} ，則首先進入預充電階段。預充電電流可以用一個外部電阻 $R9$ 來調整，如圖 3 和圖 5 所示， $R9$ 被連接在 $CS1$ 端和 PNP 管的發射極之間，在 VM7205 內部還有一個 $5.1K\Omega$ 電阻被連接在 V_{CC} 和 $CS1$ 端之間，這兩個電阻形成一個分壓網路，預充電的電流由下式來決定：

$$I_{PRECHG} = \left(1 + \frac{R9}{5.1}\right) \times \frac{V_{CSPRE}}{R1}$$

$R9$ 的單位是 $K\Omega$ ，注意 $R9$ 的阻值應小於 $10K\Omega$ 。當充電器不在預充電狀態時，此分壓網路被斷開，不起作用。

I_{PRECHG} 相對於恒定電流充電時的電流來說是比較小的，這是因為當電池電壓 V_{BAT} 較小時，如果用大電流對其進行充電，會存在安全上的隱患；同時，當電池電壓 V_{BAT} 低時，在外部調整管 $Q1$ 上的壓降較大，減小電流對降低 $Q1$ 的功耗也是非常有利的。

注意，在情況 a) 中，如果電池電壓 V_{BAT} 大於再充電閾值 V_{RECHG} ，VM7205 不會立刻進入充電階段，它必須等到 $V_{BAT} < V_{RECHG}$ 後，由於需再充電而進入下一個充電周期；在情況 b) 中，只要電池電壓 V_{BAT} 小於閾值 V_{REG} ，無論其是否大於 V_{RECHG} ，VM7205 都會立刻進入充電階段，直至充電結束。

2、恒定電流充電

當電池電壓達到 V_{MIN} 時，電池將進入下一個充電階段：恒定電流充電。其充電電流由 $I_{REG} = V_{CSREG}/R1$ 來確定。因此，通過調整電阻 $R1$ 即可獲得希望得到的充電電流。

3、恒定電壓充電

隨著恒定電流充電的進行，電池電壓上升，當電池達到一定電壓 (V_{REG}) 時，即進入恒定電壓充電階段。在此階段，電池電壓不再上升，被恒定在 V_{REG} ，且充電電流逐漸減小。

4、充電結束

在恒定電壓充電階段，充電電流逐漸減小，當電流減小到 $I_{TERM} = V_{CSTERM}/R1$ 時，電池充電結束，同時，充電電流降為零。

5、溫度監控

在整個充電過程中，VM7205 將通過電池內部的熱敏電阻和 TS 引腳外部的分壓網路對電池的溫度實行即時監控。避免由於電池溫度過高(或過低)而造成對電池的損壞或發生危險。

一般情況下，當 TS 端電壓 V_{TS} 在 V_{TS1} 與 V_{TS2} 之間時，VM7205 正常工作。當 $V_{TS} < V_{TS1}$ 或 $V_{TS} > V_{TS2}$ 且超過 0.5 秒鐘，說明此時電池溫度“過高”或“過低”，則充電過程被暫停；待 V_{TS} 恢復到 V_{TS1} 與 V_{TS2} 之間，且超過 0.5 秒鐘，即電池溫度恢復到設定範圍內，充電繼續進行。

利用溫度監控端 TS ，可以實現“充電暫停”功能：使用切換開關將 V_{TS} 固定在小於 V_{TS1} 或大於 V_{TS2} 的某一恒定電平點(一般為 V_{CC} 或 V_{SS})；充電需繼續時，將 V_{TS} 恢復到 V_{TS1} 與 V_{TS2} 之間即可。這只需在充電器上增加一個轉換開關即可實現。

6、充電指示

VM7205 有兩個充電指示端：LEDS 端和 $CS2/LEDT$ 端 ($LEDT$ 與 $CS2$ 複用)。

LEDS 為充電狀態指示，一般通過紅色發光管 Red 連接到 V_{CC} ，在預充電、恒定電流充電、恒定電壓充電階段，LEDS 為低電平，Red “亮”；當電池狀態不正常 ($V_{BAT} < V_{BSC}$ 或預充電時間超過 15 分鐘或溫度監控端電壓超出範圍 ($V_{TS} < V_{TS1}$ 或 $V_{TS} > V_{TS2}$ 且超過 0.5 秒鐘)時，LEDS 輸出 50% 占空比的 2Hz 脈衝，Red “閃爍”；充電結束後，LEDS 呈高阻態，Red “滅”。

$LEDT/CS2$ 作為充電結束指示端，可以通過綠色發光管 Green 連接到 V_{CC} ，該引腳與 $CS2$ 複用，在充電過程中，其電壓接近於 V_{CC} ，Green “滅”；充電結束後， $LEDT$ 端為低電平，Green “亮”。

7、睡眠模式

當電源電壓 V_{CC} 低於電池電壓時，VM7205 將進入低功耗的睡眠模式，電池有極小的漏電流輸出。

當電源電壓為零時，VM7205 的 $DRIVE$ 端通

過內部電阻連接到 VCC 端，從而使 PNP 調整管的 c-b 結導通，電池通過調整管和電源內阻放電；對於 PMOS 調整管，由於其內部本身含有保護二極體，這就使電池可以通過保護二極體和電源內阻放電。為了抑制這種放電現象，建議在電路中增加一個防反向放電的阻塞二極體 D1(參見應用圖5)。

8、電池不正常狀態的提示

當電池電壓 V_{BAT} 低於 V_{BSC} 時，VM7205 認為電池存在“短路”的可能性，此時，Red “閃爍”用來提醒用戶，但充電過程繼續進行，如果充到可以使 V_{BAT} 大於 V_{BSC} ，則 Red 停止“閃爍”，變為“亮”，繼續充電。

VM7205 內部有一個計時器 Timer，預充電開始的同時，啟動 Timer 計時，如果在 15min 內，預充電還沒有結束 ($V_{BAT} < V_{MIN}$)，則 VM7205 認為電池存在故障，強迫充電結束，同時，Red “閃爍”，提醒用戶處理。此時，用戶必須將 VM7205 “斷電”，然後重新“上電”，才可以進行下一個充電周期。

9、再充電

充電結束後，電池電壓 V_{BAT} 應等於 V_{REG} ，Red

“滅”，Green “亮”，表示處於充電結束階段；但是，如果電池電壓 V_{BAT} 下降到再充電閾值 V_{RECHG} 時，VM7205 會自動進入再充電階段，開始下一個充電周期，同時，指示二極體 Red “亮”，Green “滅”，表示又重新處於充電階段。

10、電池的內阻補償

在實際情況中，由於鋰電池內部有充電保護電路等週邊元件，使得鋰電池存在一定的內阻 R_{PACK} ，充電過程中，充電電流將在 R_{PACK} 上產生壓降 V_{PACK} ，這就使得在恒定電壓充電過程中，鋰電池的實際電壓小於 V_{REG} 。當然，隨著充電電流的減小， V_{PACK} 也將越來越小，所以，最後的電池電壓與 V_{REG} 是非常接近的。但是，由於 R_{PACK} 的存在，將使得恒定電壓充電的時間變長。

為了有效地抑制 R_{PACK} 的影響，VM7205 提供了一個電池內阻補償引腳 CS2/LEDT (與 LEDT 複用)。通過調節其週邊電阻 R2、R3，控制 CS2 端與 CS1 端的電壓差 ($V_{CS2/LEDT} - V_{CS1}$)，使 V_{REG} 產生一個附加電壓 ΔV_{REG} ，用它來抵消 R_{PACK} 的影響，從而有效地縮短充電時間。

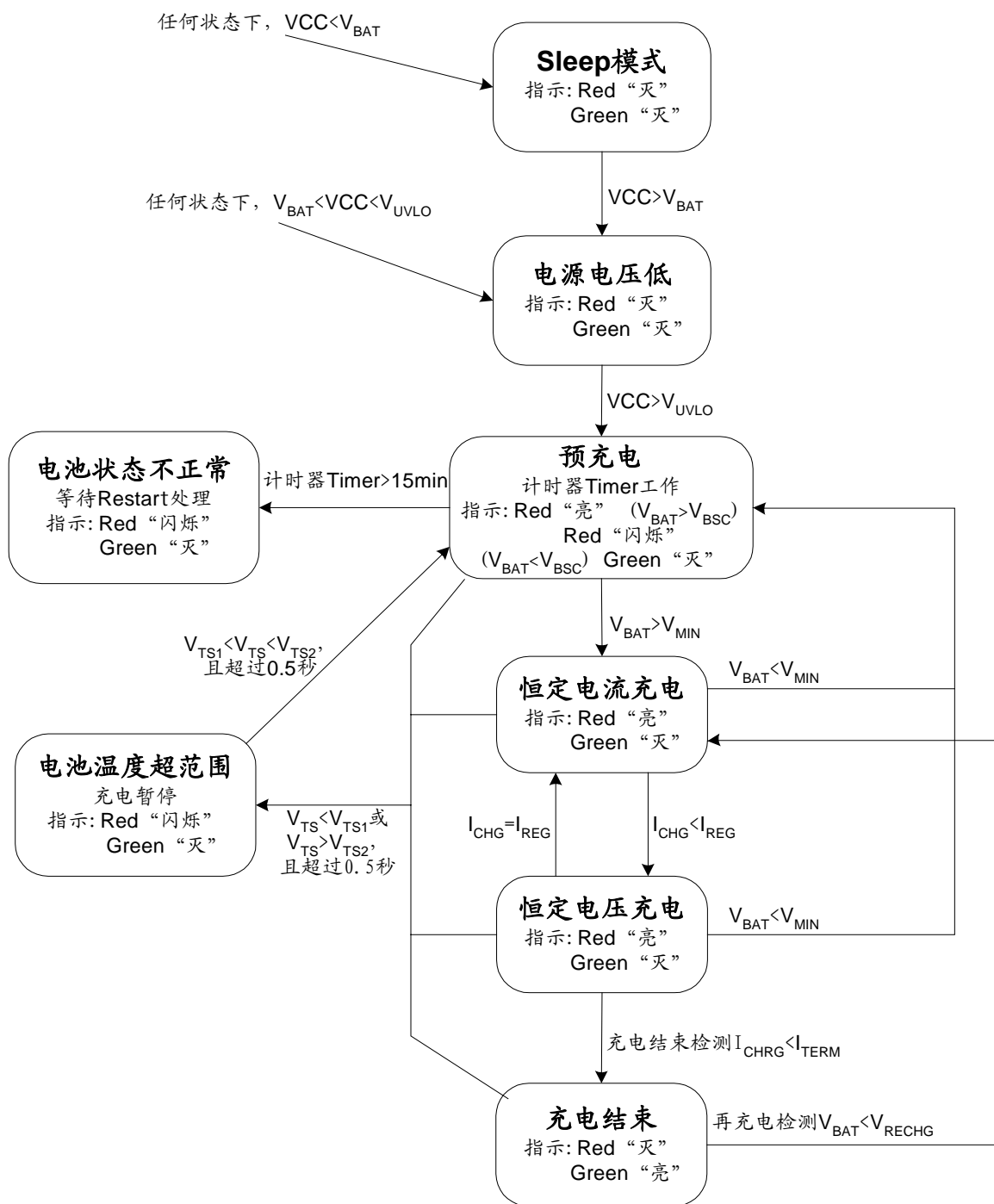


圖 6 充電周期的流程圖

元件選擇和應用指南

1、R5 和 R6 的確定

我們可以根據待設定的溫度範圍來確定應用線路圖中的 R5 和 R6，現舉例說明如下：

假設待設定的溫度範圍為 $T_L \sim T_H$ ，（其中 $T_L < T_H$ ）；電池中使用的是負溫度係數的熱敏電阻（NTC）， R_{TL} 為其在溫度 T_L 時的阻值， R_{TH} 為其在溫度 T_H 時的阻值，則 $R_{TL} > R_{TH}$ ，那麼，在溫度 T_L 時，TS 端的電壓為：

$$V_{TSL} = \frac{R6 \parallel R_{TL}}{R5 + R6 \parallel R_{TL}} \times VCC$$

在溫度 T_H 時，TS 端的電壓為：

$$V_{TSH} = \frac{R6 \parallel R_{TH}}{R5 + R6 \parallel R_{TH}} \times VCC$$

然後，由 $V_{TSL} = V_{TS2}$ ，假設取為 $k_2 \times VCC$

$$V_{TSH} = V_{TS1}，假設取為 k_1 \times VCC$$

則可解得：

$$R5 = \frac{R_{TL} R_{TH} (k_2 - k_1)}{(R_{TL} - R_{TH}) k_1 k_2} \dots\dots\dots (1)$$

$$R6 = \frac{R_{TL} R_{TH} (k_2 - k_1)}{R_{TL} (k_1 - k_1 k_2) - R_{TH} (k_2 - k_1 k_2)} \dots\dots (2)$$

同理，如果電池內部是正溫度係數（PTC）的熱敏電阻，則 $R_{TH} > R_{TL}$ ，我們可以計算得到：

$$R5 = \frac{R_{TL} R_{TH} (k_2 - k_1)}{(R_{TH} - R_{TL}) k_1 k_2} \dots\dots\dots (3)$$

$$R6 = \frac{R_{TL} R_{TH} (k_2 - k_1)}{R_{TH} (k_1 - k_1 k_2) - R_{TL} (k_2 - k_1 k_2)} \dots\dots (4)$$

從以上的推導過程中可以看出，待設定的溫度範圍與電源電壓 VCC 是無關的，僅與 R5、R6、 R_{TH} 、 R_{TL} 有關；其中， R_{TH} 、 R_{TL} 可通過查閱相關的電池手冊或通過實驗測試得到。

在實際應用過程中，若只關注某一端的溫度特性（一般是過熱保護），則 R6 可以不用，而只用 R5 即可。R5 的推導也變得十分簡單，在此不再贅述。

2、R2 和 R3 的確定

我們來分析應用圖 3，考慮到 R2 與發光管 Green 並聯，並且充電結束後，R3 與發光管 Green 也是並聯的（由於 $R1$ 太小，其影響可以忽略）。因此，R2、R3 都不宜太小，否則會影響 GREEN 的發光強度，一般 R2、R3 應控制在 $3k\Omega$ 以上。為

了確定 R2、R3 的阻值，這裏我們先推導 R2 與 R3 的關係式。

由圖 3 我們可以得到：

$$V_{CS2/LEDT} - V_{CS1} = (VCC - V_{CS1}) \times R3 / (R2 + R3)$$

$$I_{CHRG} = (VCC - V_{CS1}) / R1$$

$$\text{同時，} \Delta V_{REG} = G_{COMP} \times (V_{CS2/LEDT} - V_{CS1})$$

$$\text{在理想的補償狀態下：} \Delta V_{REG} = R_{PACK} \times I_{CHRG}$$

由以上四式，可以計算得到：

$$R3 = R2 \times R_{PACK} / (R1 \times G_{COMP} - R_{PACK})$$

$$= \frac{R2}{\frac{R1 \times G_{COMP}}{R_{PACK}} - 1} \dots\dots\dots (5)$$

將 $R1 = 0.3\Omega$ ， $G_{COMP} = 2.7$ 代入（5）式，則：

$$R3 = \frac{R2}{\frac{0.81}{R_{PACK}} - 1}$$

a) 如果 $R_{PACK} \leq 0.405\Omega$ ，則 $R3 \leq R2$ ，此時可取 $R3 = 3.3k\Omega$ ，R2 由（5）式計算得到。

例如：若 $R_{PACK} = 0.1\Omega$ ，則 $R2 = 23.43k\Omega$ ，可以取標稱值 $24k\Omega$ 。

b) 如果 $R_{PACK} > 0.405\Omega$ ，則 $R3 > R2$ ，此時可取 $R2 = 3.3k\Omega$ ，R3 由（5）式計算得到。

例如：若 $R_{PACK} = 0.6\Omega$ ，則 $R3 = 9.43k\Omega$ ，可以取標稱值 $10k\Omega$ 。

R2、R3 的確定原則是，將其中較小的一個電阻定在 $3k\Omega \sim 5k\Omega$ 之間，然後再根據（5）式確定另一個電阻；若用戶不需要使用電池內阻補償功能，可將 R3 定在 $3k\Omega \sim 5k\Omega$ 之間，而 R2 不用。

同時，由（5）式可以知道，要獲得理想的補償效果， $R1$ 、 G_{COMP} 、 R_{PACK} 必須滿足以下關係式：

$$R_{PACK} < R1 \times G_{COMP} \dots\dots\dots (6)$$

3、選擇 PNP 電晶體作為調整管

選擇 PNP 電晶體作為調整管，應考慮其最大允許電流 I_{CM} 、最大允許功耗 P_D 、集電極-發射極結擊穿電壓 BV_{CEO} 、以及電流放大倍數 β 和熱阻 θ_{JA} 等因數。下面舉例說明各參數的確定方法。

該例中假設不使用阻塞二極體 D1，取 $VCC = 6V$ ， $R1 = 0.3\Omega$ ，則恒定電流充電電流： $I_{REG} = V_{CSREG} / R1 = 150mV / 0.3\Omega = 0.5A$ 。

a) 確定 BV_{CEO}

充電剛開始時，電晶體的集電極-發射極承受最大的電壓降，此時的 $V_{CE} = V_{CS1} - V_{BAT}$ ，剛開始時的 V_{BAT} 很低，甚至低於 V_{BSC} ， V_{CS1} 接近電源電壓 V_{CC} ；同時，為了保證電晶體的安全，應留有一定的餘量。因此，一般要求電晶體的 BV_{CEO} 大於 V_{CC} ，本例中，取 $BV_{CEO} > 15V$ 。

b) 確定 P_D

雖然剛開始充電時，電晶體的集電極-發射極承受著最大的電壓降，但此時電晶體的功耗並不是最大的，因為此時預充電的電流較小。當預充電結束，剛進入恒定電流充電時，電晶體承受最大的功耗。此時集電極-發射極的電壓為：

$$V_{CE} = V_{CS1} - V_{BAT} = 6 - 0.15 - 3.0 = 2.85V;$$

$$\text{集電極電流 } I_C = I_{REG} = 0.5A.$$

所以電晶體的功耗 P_D 為：

$$P_D = V_{CE} \times I_C \dots\dots\dots (7)$$

$$= 2.85 \times 0.5 = 1.425W.$$

c) 確定熱阻 θ_{JA}

熱阻 θ_{JA} 關係到電晶體所採用的封裝形式，選擇合適的 θ_{JA} ，以保證電晶體承受最大的功耗時，其結溫不超過生產廠家規定的範圍。假設最大結溫 $T_{JMAX} = 150^\circ C$ ，環境溫度 $T_A = 40^\circ C$ ，則可以計算出電晶體的最大允許熱阻 θ_{JAMAX} 為：

$$\theta_{JAMAX} = (T_{JMAX} - T_A) / P_D \dots\dots\dots (8)$$

$$= (150^\circ C - 40^\circ C) / 1.425W = 77.2^\circ C/W$$

同樣，為了電晶體的安全，所選電晶體的 θ_{JA} 應小於 θ_{JAMAX} ，並留有約 10% 的餘量。因此，在本例中，可以選擇熱阻 θ_{JA} 為 $60^\circ C/W$ 的 SOT223 封裝的電晶體。

d) 確定最大允許電流 I_C

電晶體流過的最大電流應為恒定電流充電時的電流，並考慮留有 50% 的餘量，在本設計中，選取：

$$I_C = I_{REG} \times 150\% \dots\dots\dots (9)$$

$$= 0.5 \times 150\% = 0.75A$$

e) 確定電流放大倍數 β

確定 β 值，可以考慮集電極流過最大電流 I_{CMAX} 時，對應的基極電流 I_B 。本例中 $I_{CMAX} = I_{REG}$ ， I_B 即 VM7205 調整管驅動端灌電流，我們取 $I_B = 30mA$ ，因此有：

$$\beta = I_{CMAX} / I_B \dots\dots\dots (10)$$

$$= 0.5 / 0.03 = 17$$

一般的電晶體 β 值都大於 17，因此 VM7205

對電晶體 β 值的要求並不高。

綜合以上 a~e，我們即可確定具體的電晶體型號，例如：TO-92 封裝的 8550 等電晶體可滿足上述要求。

4、選擇 PMOS 管作為調整管

選擇 PMOS 管作為調整管，同樣應考慮其漏極最大允許電流 I_D 、最大允許功耗 P_D 、熱阻 θ_{JA} ，另外還應考慮最大源極-漏極電壓 V_{DS} 以及柵極-源極驅動電壓 V_{GS} 等因素。下面舉例說明各參數的確定方法。

本例假設使用阻塞二極體 D1，取 $V_{CC} = 6.5V$ ， $R1 = 0.3\Omega$ 。同樣恒定電流充電電流： $I_{REG} = 0.5A$

a) 確定 V_{DS}

充電剛開始時，PMOS 管的源極-漏極承受最大的電壓降，此時的 $V_{DS} = V_{CC} - V_{D1} - V_{R1} - V_{BAT}$ （其中， V_{D1} 為阻塞二極體 D1 的正向導通電壓，一般為 $0.7V$ ； V_{R1} 為電阻 R1 的電壓降，它也是非常小的）。同樣我們要求 PMOS 管的 V_{DS} 應大於 V_{CC} ，可以取 $V_{DS} > 15V$ 。

b) 確定 P_D

同樣道理，在 VM7205 剛進入恒定電流充電時，PMOS 管承受最大的功耗。此時源極-漏極的電壓為：

$$V_{DS} = V_{CC} - V_{D1} - V_{R1} - V_{BAT}$$

$$= 6.5 - 0.7 - 0.15 - 3.0 = 2.65V;$$

$$\text{漏極電流 } I_D = I_{REG} = 0.5A.$$

所以 PMOS 管的功耗 P_D 為：

$$P_D = V_{DS} \times I_D \dots\dots\dots (11)$$

$$= 2.65 \times 0.5 = 1.325W.$$

c) 確定熱阻 θ_{JA}

同樣的道理，可以計算出 PMOS 管的最大允許熱阻 θ_{JAMAX} 為：

$$\theta_{JAMAX} = (T_{JMAX} - T_A) / P_D$$

$$= (150^\circ C - 40^\circ C) / 1.325W = 83^\circ C/W$$

因此，可以選擇熱阻 θ_{JA} 為 $70^\circ C/W$ 的 TSSOP-8 封裝的 PMOS 管。

d) 確定最大允許電流 I_D

PMOS 管所需的最大允許電流與使用電晶體作為調整管時的要求一樣： $I_D = 0.75A$

e) 柵極-源極驅動電壓 V_{GS}

根據圖 5，可以知道 PMOS 管的柵極-源極電

壓為： $V_{GS} = V_{CC} - (V_{D1} + V_{R1} + V_{DRIVE})$ 。

當 VM7205 的 DRIVE 端輸出低電平 V_{OL} （一般為 1.0V）時，PMOS 管導通；同時，在恒定電流充電時， V_{R1} 最大，此時有 V_{GS} 的最小值：

$$V_{GSMIN} = V_{CC} - (V_{D1} + V_{R1} + V_{OL}) \dots \dots \dots (12)$$

$$= 6.5 - (0.7 + 0.1 + 1.0) = 4.65V$$

只要保證所用的 PMOS 管的 V_{GS} 小於以上的 V_{GSMIN} 即可，當然，此 PMOS 管的閾值電壓應小於 V_{GSMIN} 。

同樣，綜合以上 a~e，我們即可確定具體的 PMOS 管型號。

5、關於阻塞二極體 D1

阻塞二極體 D1 主要是為了防止電源電壓 V_{CC} 低於電池電壓 V_{BAT} 時，電池通過調整管和電源內阻反向放電。但是，在實際使用中，用戶可以根據具體情況來決定是否需要使用 D1。

實際的充電器電源，如果採用二極體整流（半波或全波）的形式，則其反向導通電阻是非常大的，即使 V_{CC} 為零，電池的放電電流也是極小的；如果採用的是開關電源的形式，則電源的副邊一般有一個 3.8V 左右的穩壓二極體，再考慮到環路電阻，電池的放電電流也是比較小的。

因此，用戶可根據充電器電源的實際應用線路及具體要求來決定阻塞二極體 D1 的取舍。

6、PCB 板的佈局與佈線

在製作 PCB 過程中，R1 放置在 V_{CC} 與 VM7205 的 CS1 端之間，應使 R1 兩端的連線儘量的短，同時 C1 應緊挨著 R1 放置；電容 C2 應緊挨著電路 VM7205；應使 C1、R1、Q1、C2 及 VM7205 回路的走線儘量的寬和短。

爲了取得最佳的效果，建議儘量縮小 PCB 板的面積，同時這也是充電器小型化的要求，也有利於生產廠家節約成本。

封裝尺寸：

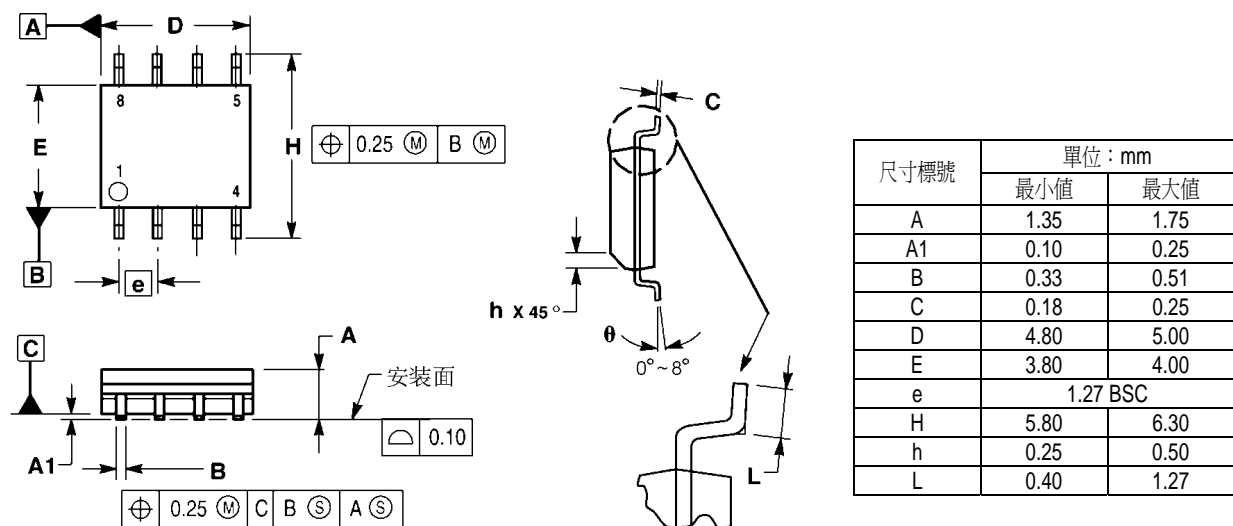


圖 7 SOP8 封裝外形尺寸圖

封裝尺寸 (續):

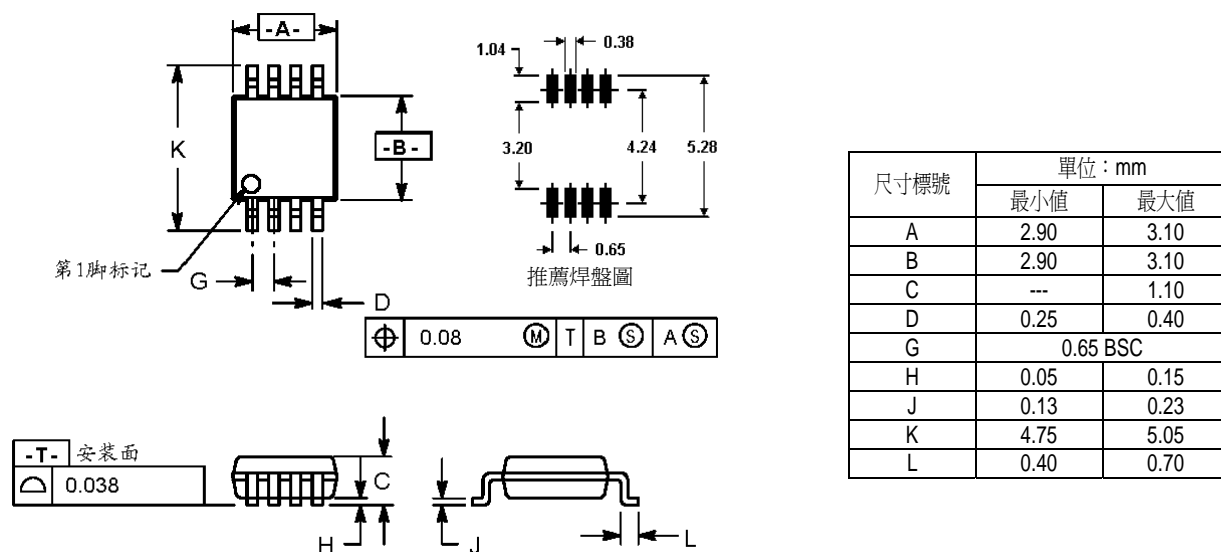


圖 8 MSOP8 封裝外形尺寸圖

聲明：由中星微電子有限公司提供的資料均視為準確可靠，但中星微電子有限公司有權不經聲明變更其產品。請聯絡中星微電子有限公司或其代理商以獲得最新的產品和應用資料。中星微電子有限公司不為任何因應用本公司產品而侵犯第三方專利的行為承擔責任。



北京
北京市海澱區中關村南大街 3 號
海澱科技大廈五層
郵遞區號：100081
電話：+86-10-68948888
傳真：010-68944075

上海
上海市浦東新區郭守敬路 498 號
浦東軟體園 1331 室
郵遞區號：201203
電話：+86-21-50807000
傳真：+86-21-50807611

深圳
深圳市高新技術產業園區南區 T2-B 棟 4 樓
郵遞區號：518057
電話：+86-755-26719818
傳真：+86-755-26719539

矽谷(Silicon Valley)
1758 N. Shoreline Blvd., Mountain View,
CA94043, USA.
Tel: +1-650-9661882
Fax: +1-650-9661885