

單節鋰電池保護板的測試

目錄	頁次
序論	2
1. 鋰電池保護板的工作原理.....	2
1.1. 正常狀態	3
1.2. 過充保護狀態	3
1.3. 過放保護狀態	3
1.4. 過流保護狀態	3
2. 鋰電池保護板的測試專案.....	4
3. 測試方法解析	4
3.1. 用長信測試儀測試鋰電池保護板	4
3.2. 用超思思測試儀測試保護板	6
3.3. 自製工裝	7
4. 結論	11
5. 參考資料	11

序論

由於鋰電池本身的特性，過度充電會引起電池的損壞甚至爆炸，過度放電則會縮短電池的壽命，且放電大電流也會嚴重損壞電池，所以在使用電池時，須對其採取嚴格的保護措施，而鋰電池保護板正是扮演這個角色。

廠商生產保護板時，須對保護板進行嚴格的測試，一旦不合格的產品流入市場，輕者縮短電池的使用壽命，重則造成人員傷害。但由於現今市場上並無統一的測試設備和方法，各生產廠商的測試設備五花八門，方法各式各樣，經常因為對設備的原理不瞭解，或參數調整不當，而把合格的產品誤判為不良品，導致生產良率不高；另對一些重要參數的漏測，則造成已檢測合格的產品在實際應用時卻不能對電池達到真正的保護效用。以下所介紹的就是現今市場上常用測試設備的工作原理及使用時應注意的事項。

註：為了方便說明，以 DW01 的保護板為例來進行介紹。

1. 鋰電池保護板的工作原理

在介紹鋰電池保護板測試設備前，先簡單地介紹鋰電池保板的工作原理以利瞭解。市場上常見的鋰電池保護板線路圖如圖 1：

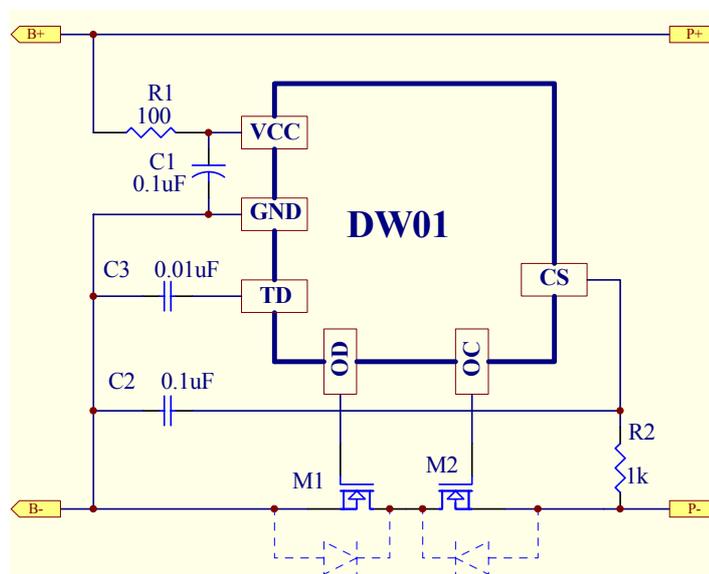


圖 1

在實際應用中，B+與 B-是用來接電池的；電池充電時，P+和 P-接充電器；使用電池時，P+和 P-接負載；而鋰電池保護板的保護功能是靠鋰電池保護 IC 關斷保護板上的兩個 MOSFET(M1、M2)來達成的。鋰電池保板有 4 個工作狀態。

1.1. 正常狀態

在正常狀態下，保護板的兩個 MOSFET(M1、M2)均處在導通狀態，既允許電池充電，又允許電池放電。

1.2. 過充保護狀態

過充保護狀態是保護板在電池電壓高於過充保護偵測電壓（VOCP），且持續的時間超過過充保護延遲時間（TOC）時進入的狀態。在此狀態下保護板上控制放電的 MOSFET（M1）是導通的，而控制充電的 MOSFET（M2）則被關斷，故電池只能放電不能充電。

首先，須注意，保護板進入過充保護狀態需要兩個條件，一是電池電壓高於過充保護偵測電壓，二是電池電壓高於過充保護偵測電壓持續的時間超過過充保護延遲時間。

其次，尚須注意，保護板進入過充保護狀態，保護板的耐壓（主要是 DW01 和 MOSFET 的耐壓）要高於充電器的電壓，否則 MOSFET 會關不斷，或出現漏電現象，因而不能截斷充電回路，無法達到保護電池的作用。

另外，過充保護後，電池沒接負載因自放電電壓下降，從過充保護狀態回到正常狀態的電壓值，稱之為過充釋放電壓。

1.3. 過放保護狀態

過放保護狀態是保護板在電池電壓低於過放保護偵測電壓（VODP），且持續的時間超過過放保護延遲時間（TOD）時進入的狀態。在此狀態下保護板上控制充電的 MOSFET（M2）是導通的，而控制放電的 MOSFET（M1）被關斷，故電池只能充電不能放電。

於此須注意，保護板進入過放保護狀態需要兩個條件，一是電池電壓低於過放保護偵測電壓，二是電池電壓低於過放保護偵測電壓持續的時間超過過放保護延遲時間。

進入過放保護狀態後，電池接上充電器充電而電壓上升，從過放保護狀態回到正常狀態的電壓值稱之為過放釋放電壓。要注意的是，若未對電池進行充電，即使電池電壓因某些原因高於過放釋放電壓，過放保護也不會被釋放。

1.4. 過流保護狀態

當保護板上的 DW01 監測到 P-與 GND 之間的電壓高於過流保護電壓（VOI1），且持續的時間超

過過流保護延遲時間(TOI1),保護板就進入過流保護狀態。在此狀態下保護板上控制充電的 MOSFET (M2) 是導通的,而控制放電的 MOSFET (M1) 被關斷了,電池不能放電;短路保護原理與過流保護一樣,只是偵測電壓 (VOI2) 及延遲時間 (TOI2),與過流保護不一樣。

過流保護是監測 P-與 GND 之間的電壓來達成的,P-與 GND 之間的電壓等於放電電流乘以 P-與 GND 之間的電阻,因此過流保護的電流值與 MOSFET 的內阻及 PCB 的佈線是很有關係的。

進入過流保護狀態後,負載大於 500k Ω 才能釋放。

2. 鋰電池保護板的測試專案

- 2.1 過充保護電壓
- 2.2 過放保護電壓
- 2.3 短路保護時間
- 2.4 過充釋放電壓
- 2.5 過放釋放電壓
- 2.6 工作電流
- 2.7 耐壓測試

3. 測試方法解析

各廠商測試鋰電池保護板的方法種類很多,以下介紹最具代表性的幾種測試方法。

3.1. 用長信測試儀測試鋰電池保護板

長信測試儀所測試的項目有:過充保護電壓、過充釋放電壓、過放保護電壓、過流保護電流和耗電流測試等。以其測試鋰電池保護板時,常會出現的誤判是過充保護電壓,測試過充保護電壓的原理如圖 2 所示。

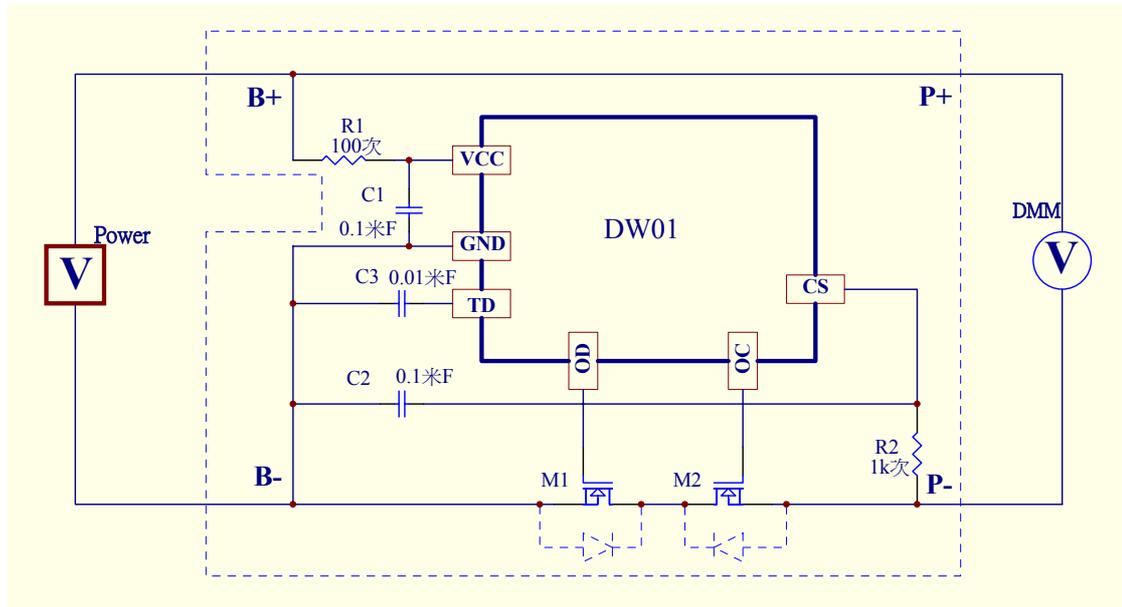


圖 2

圖 2 中，虛線內的部分是鋰電池保護板，虛線外的部分是長信測試儀的等效電路。測試過充保護電壓的原理是從 B+和 B-給保護板輸入設定電壓，監測 P+和 P-端的電壓，正常狀態時， $V(B+, B-) = V(P+, P-)$ ；過充保護狀態下， $V(B+, B-) > V(P+, P-)$ 。

測試保護板時，測試儀輸出設定的電壓 V1，延時一段時間 T1（設定的），比較 $V(B+, B-)$ ， $V(P+, P-)$ ，若相等，則亮紅燈，顯示過充超標；若 $V(B+, B-) > V(P+, P-)$ ，則是沒問題的。再改變 $V(B+, B-)$ ，測試過充保護電壓的實際值。

在實際應用中，不但要把 V1 設置為一個合理的值（保護板選用 IC 的過充偵測電壓的最大值，例如選用的 IC 是 DW01，V1 就要設定為 4.40V），還要令 T1 設定與保護板選用 IC 的過充保護延遲時間相等或更大，否則就會將過充保護電壓合格，但 TOC 大於 T1（在 Data Sheet 要求範圍內）的保護板誤判為不合格品。

測試過放保護的原理相似，但由於 TOD 較小，各廠商設定的測試時間都大於它，故不會出現誤判。

在整個測試中，並未對保護板的耐壓做任何測試，經測試合格的保護板之耐壓實際只能保證 4.40V，這在實際應用中遠遠不夠。於是就會出現測試合格的保護板，在實際應用中，因耐壓不夠而不能對電池進行過充保護，造成電池被充鼓，甚至出現爆炸的情形。

因此建議以長信測試儀測試保護板的客戶能加測保護板的耐壓，方法如下：

測試原理如圖 3，電源電壓設定為 14V，若電容上的電壓在某一值能停止上升（這個值會因為電阻和電容的大小而不同；按圖上的參數做，測試速度可能不夠快，設計時可改變，但要儘量讓過充保護時，電容上的電壓能低於 5V。），即表示保護板耐壓 14V 是沒問題的。若保護板的耐壓要求更高，調整電源的電壓即可。

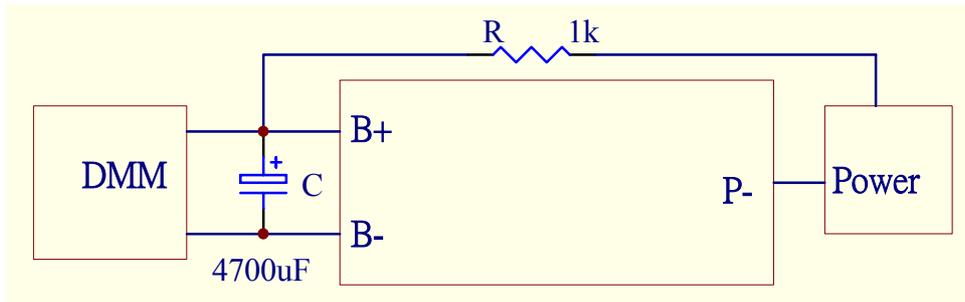


圖 3

3.2. 用超思思測試儀測試保護板

超思思測試儀也是一種常見的測試儀，很多的鋰電池保護板廠商及成品電池廠商都以其檢測鋰電池保護板。其所檢測的專案有過充保護電壓、過放保護電壓、工作電流及短路保護延遲時間測試。

由於工作電流及短路保護延遲時間測試的結果從原理上來說是沒問題的，故不再對其多做介紹，重點介紹過充保護電壓及過放保護電壓測試的工作原理，和誤差產生的原因。

超思思測試儀測試過充保護電壓的原理圖如圖 4 所示。

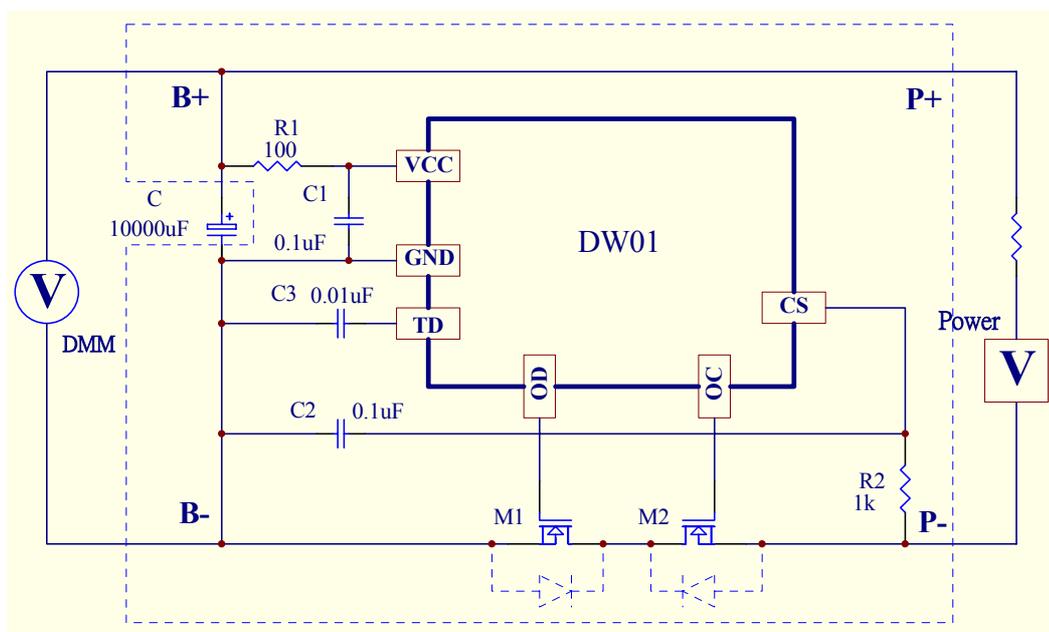


圖 4

圖 4 中，虛線框內的是鋰電池保護板，框外的是超思思測試儀的等效電路，測試過充保護電壓的原理是：測試儀內部有一電源（大約 5.3V），通過被測試的保護板給一電容（測試儀內）充電，同時把電容的兩端連接在保護板的 B+和 B-。隨著電容上電壓的升高，到一定值時保護板從正常狀態進入過充保護狀態，電容上的電壓不再上升，測試儀顯示此時電容上的電壓（V2）做為過充保護電壓，生產廠商即以此資料來判斷保護板是否合格。

超思思測試儀的測試結果並不準確，前文已提及，當電池電壓等於過充保護電壓時，保護板並不會立即進入過充保護狀態，尚需延遲一段時間（TOC）來判斷不是干擾信號，才會進入保護狀態。在這段延遲時間內，電壓源繼續給電池充電，我們將這段時間內電容上升的電壓設定為 VTOC，顯然，V2 與 VOCP 是不相等的，應該是 $V2=VOCP+VTOC$ 。而且 VTOC 會隨著 TOC 的增大而增大，這就造成一些過充保護電壓相同，但過充保護延遲時間不同的板，測試結果卻是過充保護電壓不同；一些過充保護電壓高於典型值（沒有超出生產要求的允許範圍），過充保護延遲時間較長（也沒有超出生產要求的允許範圍）的保護板被誤判為不合格品，故嚴重影響生產的良率。建議使用超思思測試儀的廠商，在測試保護板時，一定要考慮 VTOC 的因素，特別是針對延遲時間較長的保護板，其測試結果只能做為參考值。

與長信測試儀一樣，超思思測試儀也未對保護板的耐壓進行測試，建議加測。

3.3. 自製工裝

大部分鋰電池保護板廠商在生產線上是用自己設計的工裝來檢測保護板，這些工裝都有製造成本低、測試速度快、操作簡單等特點。同時也存在著測試結果不準確、會產生誤判、一些重要參數被漏測等缺點。

圖 5 所示即一種常見的鋰電池保護板測試工裝，稱之為自製工裝 1，其工作原理是：

過充保護電壓測試時，S1 切換到 1 的位置，S3 閉合，先讓穩壓電源輸出 4V 的電壓，此時保護板工作在正常狀態，B-與 P-呈現通路，電流錶上應有電流顯示（用 I1 表示）；調整穩壓電源的輸出電壓到 VOCP 輸出電壓到 VOCP（保護板過充保護電壓的最大允許值，例如，用 DW01 做的保護板，就是 4.40V），若電流錶的顯示變為零，表示 MOSFET 中的 M1 已斷開，保護板進入過充保護狀態，表示這片保護板的過充保護電壓是合格的。若電流錶的顯示沒有變化，表示這片保護

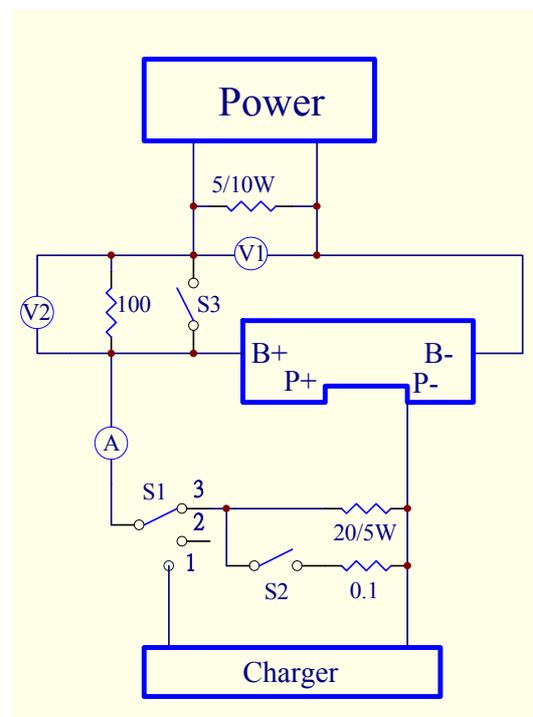


圖 5

板的過充保護電壓超標或沒有過充保護；若顯示變小，但不為零，表示保護板的耐壓值低於充電器的輸出電壓。

過充保護釋放電壓的測試係於測試過充保護電壓合格後，調整穩壓電源的輸出到 VO CR（保護板過充保護釋放電壓的最小允許值，例如，用 DW01 做的保護板，就是 4.05V），若電流的顯示又恢復為 I1，則表示保護板的過充保護釋放電壓合格。

過放保護測試時，S1 切換到 3 的位置，S3 閉合，先讓穩壓電源輸出 3V 的電壓，此時保護板工作在正常狀態，B-與 P-呈現通路，電流錶上應有電流顯示（用 I2 表示）；調整穩壓電源的輸出電壓到 VODP（保護板過放保護電壓的最小允許值，例如，用 DW01 做的保護板，就是 2.30V），若電流錶的顯示變為零，表示 MOSFET 中的 M2 已斷開，保護板進入過放保護狀態，這片保護板的過放保護電壓是合格的。若電流錶的電流沒有變化，則表示這片保護板的過放保護電壓超標，或沒有過放保護。

過放保護釋放電壓測試係於過放保護電壓測試完成後，把 S1 切換到 1 的位置，調整穩壓電源的輸出電壓到 VODR（保護板過放保護釋放電壓的最大允許值，例如，用 DW01 做的保護板，就是 3.10V），再把 S1 切換到 3 的位置。若電流錶有讀數（大小與 I2 基本相等），表示保護板的過放保護釋放電壓合格。

過流保護測試時，S1 切換到 3 的位置，S3 閉合，穩壓電源輸出 3.6V 的電壓，電流錶上應有電流顯示，表示保護板處在正常放電狀態，再閉合 S2，電流錶的顯示變為零，表示過流保護合格。

自製工裝 1 與後面所要介紹的工裝相比，其結構比較複雜，操作較麻煩，製造成本也偏高；但測試結果比較準確，專案全面。

自製工裝 1 要注意的問題是，測試過充保護釋放電壓的方法在測試某一些 IC（例如 FS312、FS326、S-8261 等）時須做一點修改。有些 IC 過充保護後，一定要把充電器斷開才能釋放，否則，即使電池電壓已低於過充保護釋放電壓，過充保護也不能釋放。測試這些 IC 時，調整穩壓電源的輸出到 VO CR 後，將 S1 接到 2，再接回 1，再按上述方法判斷 IC 是否合格。

測試過放保護釋放電壓時，一定要做充電的動作，否則，即使電池電壓超過了過放保護釋放電壓，過放保護也不會被釋放。

圖 6 所示是另一種常見的保護板測試工裝，我們將其稱之為自製工裝 2，其工作原理如下：

先把開關 S 閉合到 1 的位置，充電器通過保護板給電容充電，它的電壓升高，到一定值后又會變為下降，電容上的最高電壓就被認定為過充保護電壓；再把開關 S 閉合到 2 的位置，電容開始放電，電容上的電壓不再下降時的電壓就被認定為過放保護電壓；此時 V2 的顯示為零，再把 S 閉合到 1 的位置，給電容充電，當 V2 的顯示與 V1 相等時的電容電壓就被認定為過放保護釋放電壓。測試短路保護是斷開充電器，直接把 P+ 和 P- 短接，看 V2 的顯示是否為零來判斷。

這種工裝的工作原理與超思思測試儀相似，測試結果的誤差也大，只能作為參考值，若將其結果作為直接判斷保護板是否合格的依據，誤判率是很高的。實際上會產生多大的誤差則與各廠商自己工裝的情況有關，如何修正則視

廠商的經驗。另外，有些廠商在測試保護板的過充保護電壓後，把開關閉合到 2 的位置，認為 V1 與 V2 相等時，電容上的電壓是過充保護釋放電壓。其實這是誤會，過充保護的釋放有兩個途徑，一是過充保護後，電池沒有接負載，只是因為自放電，而電壓降低到過充保護釋放電壓，故過充保護被釋放；二是過充保護後，電池接上負載，當電池電壓降低到過充保護電壓時，過充保護就會被釋放。

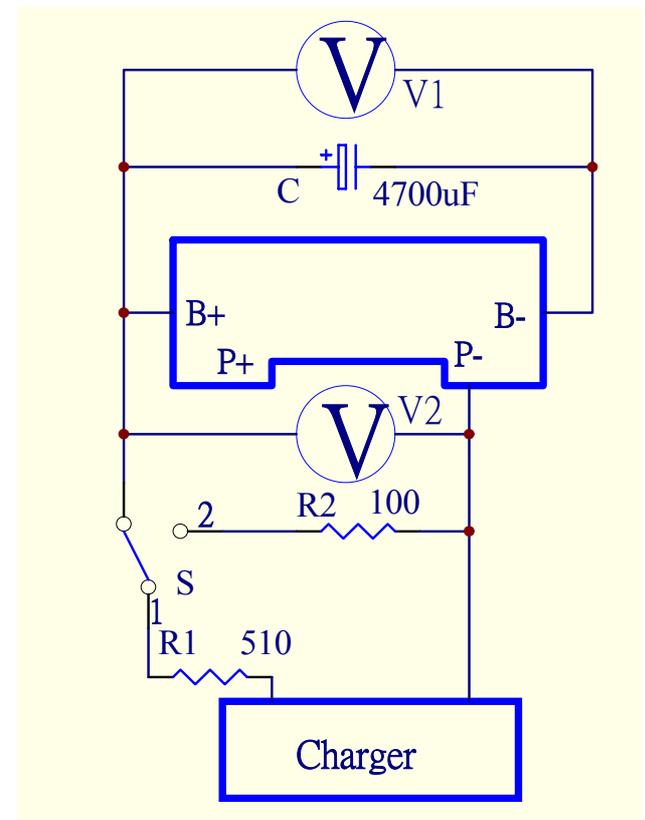


圖 6

圖 7 所示是另一種測試保護板的工裝原理圖，將其稱之為自製工裝 3，也有一部分客戶以其來測試保護板。

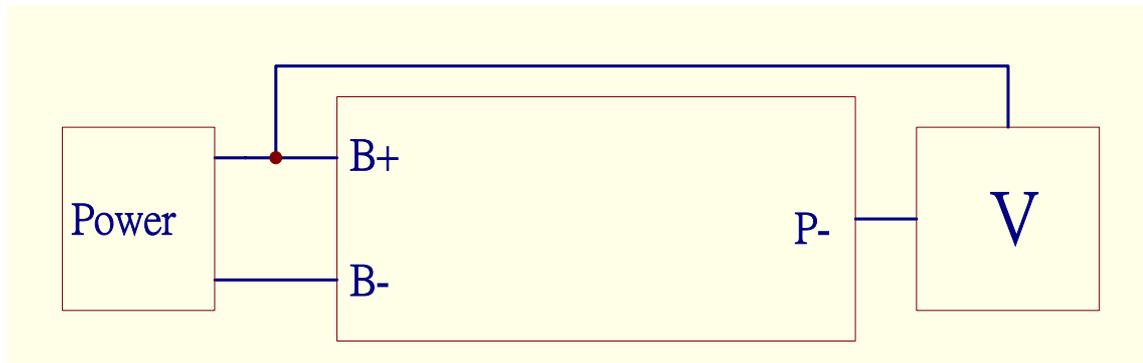


圖 7

以這種工裝測試保護板的客戶，一般會將過充保護電壓、過充保護釋放電壓、過放保護電壓、過放保護釋放電壓分成 4 個工位元來測試。

第一個工位元測試過充保護電壓，電源的輸出電壓為 VOCP 規格允許的最大值（例：用 DW01 做的保護板，DW01 規格允許範圍是 4.30V~4.40V，測試時電源的輸出電壓就要調整為 4.40V），按圖連接後，若數位多用表的顯示比電源電壓低 0.1V 以上，表示保護板合格；若數位多用表的顯示和電源電壓相等，則表示保護板的過充保護電壓超標，或無過充保護。

第二個工位元測試過充保護釋放電壓，電源的輸出電壓為 VOCR 規格允許的最小值（例：用 DW01 做的保護板，DW01 規格允許範圍是 4.05V~4.25V，測試時電源的輸出電壓就要調整為 4.05V），按圖連接後，若數位多用表的顯示和電源電壓相等，表示保護板合格；若數位多用表的顯示比電源電壓低 0.1V 以上，則表示保護板的過充保護釋放電壓超標。

第三個工位元測試過放保護電壓，電源的輸出電壓為 VODP 規格允許的最小值（例：用 DW01 做的保護板，DW01 規格允許範圍是 2.30V~2.50V，測試時電源的輸出電壓就要調整為 2.30V），按圖連接後，若數位多用表的顯示為零，表示保護板合格；若數位多用表的顯示和電源電壓相等，表示保護板的過放保護電壓超標，或無過放保護。

第四個工位元測試過放保護釋放電壓，電源的輸出電壓為 VODR 規格允許的最大值（例：用 DW01 做的保護板，DW01 規格允許範圍是 2.90V~3.10V，測試時電源的輸出電壓就要調整為 3.10V），按圖連接後，若數位多用表的顯示和電源電壓相等，表示保護板合格；若數位多用表的顯

示為零，則表示保護板的過放保護釋放電壓超標。

有關以上之測試方法，雖測試工裝簡單，操作方便，測試速度快，過充保護電壓和過放保護電壓測試結果準確，但測試過充保護釋放電壓和過放保護釋放電壓的方法在原理上有誤，因測試過充保護釋放電壓和過放保護釋放電壓前，保護板並沒有進入過充保護和過放保護，也就談不上釋放。另外，亦未測試保護板的耐壓，如此檢測保護板於實際應用時並無實質保證。

其他生產廠商之自製工裝各異，但基本原理與上文所介紹過的方法相似，將不再一一列舉。

4. 結論

生產廠商的測試設備五花八門，方法亦各式各樣，經常會因為對設備的原理不瞭解，或參數調整不當，而把合格的產品判為不良品，造成生產良率不高。另一方面，對一些重要參數之漏測，卻造成檢測合格的產品在實際應用時不能對電池達到真正的保護作用。本文僅提供一些參考意見，期望廠商之測試方法能做合理的改進，以提高生產良率。

5. 參考資料

- 〔1〕 DW01_LP1_V1.1 Data sheet
- 〔2〕 FS326 Series Data sheet_V1.0
- 〔3〕 長信鋰電池保護板測試儀使用說明書
- 〔4〕 超思思鋰電池保護板測試儀使用說明書