

Chroma 17010 應用手冊： 如何透過 17010 執行 IEC 61960 測試項目

December, 2020
Chroma ATE Inc

一、目的

IEC 61960 是針對攜帶式裝置之鋰離子二次電池芯制訂國際測試標準，其目的是用來評價電池芯(Battery Cell)與電池單體(Battery)性能表現，如容量、循環性能與內阻等評價，目前在日本、中國大陸等多國的電池芯相關測試規範中皆會以此作為擬定項目的參考依據。本文重點將會參考 IEC 61960 : 2011 規範中相關電性測試進行介紹，並說明如何透過 Chroma 17010 充放電測試系統來實現該測試計畫。

二、設備規格要求

IEC 61960 內文中定義了如[表一]之電性設備規格精度，並說明了在規範內的所有測試流程的設備選用上，無論是輸出或量測精度皆須滿足定義規格內，並須在測試報表中詳列所選之設備規格。

Chroma 17010 所提供的方案中，全系列機種皆可滿足電壓、電流、電容量與時間規格要求，搭配使用合適規格溫箱，可保障全程測試滿足標準規範。

表一、IEC 61960 電性測試相關設備精度需求

量測/輸出項目	精度規範
電壓	± 1%
電流	± 1%
電容量	± 1%
溫度	± 2°C
時間	± 0.1%

三、電性測試項目

1. 測試說明通則：

1.1 測試環境：

電性測試過程皆在密閉環境下執行。多數項目的環境溫度被定義於 20±5°C 下進行，也有部分流程需要在 40°C、或-20°C 等不同溫度測試，建議搭配溫箱來測試以維持待測物所屬環境溫度的一致性與穩定性。

1.2 電流與額定電容量定義：

而規範中對於充放電電流定義則以 I_r A 作為比率單位，其代表的含意與 C-rate 相當，其中額定電容量規定是在以 0.2C 滿放下所得之電容量，表示為「C₅ Ah」。

1.3 充電程序：

控制在 20±5°C 的環境溫度進行測試，充電前須先以 0.2C 放電至截止電壓，再依據使用者定義之充電方式對待測物充至滿電位。

Tips. 使用 Chroma Battery Lab Expert 進行充電程序工步編輯圖例：

Step	Mode	I(A)	V(V)	P(W)	Q(Ah)	E(Wh)	Q(%)	T1(°C)	[O]	Time(s)	Goto	Misc	Time(s)	Δ(A)	Δ(V)
1	CC Discharge	-0.2C	--	--	--	--	--	--	--	00:06:00:00.00	F(x)		00:00:00:01.00		
2	CC-CV Charge	0.2C	4.2000	--	--	--	--	--	--	00:06:00:00.00	F(x)		00:00:00:01.00		

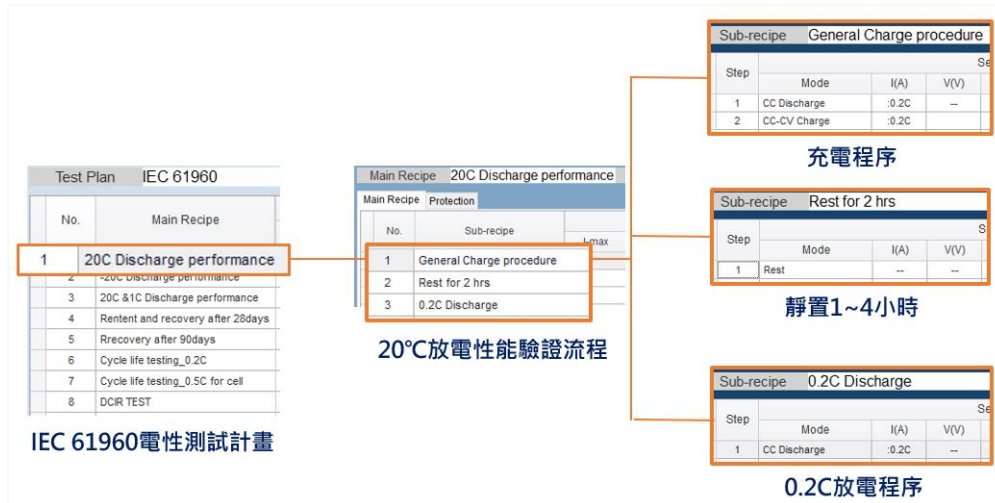
圖一、充電程序

2. 20°C放電性能驗證：

2.1 測試環境：全程控制在 20±5°C的環境溫度進行測試。

2.2 測試程序：執行 1.3 充電程序→ 靜置 1~4 小時→以 0.2C 定電流放電至截止電壓→計算放電電容量→依據需求重複 1-4 次。

2.3 驗證項目：計算出的電容量應不低於額定電容量的 100%。

Tips. 使用 Chroma Battery Lab Expert 進行配方架構組成圖例：

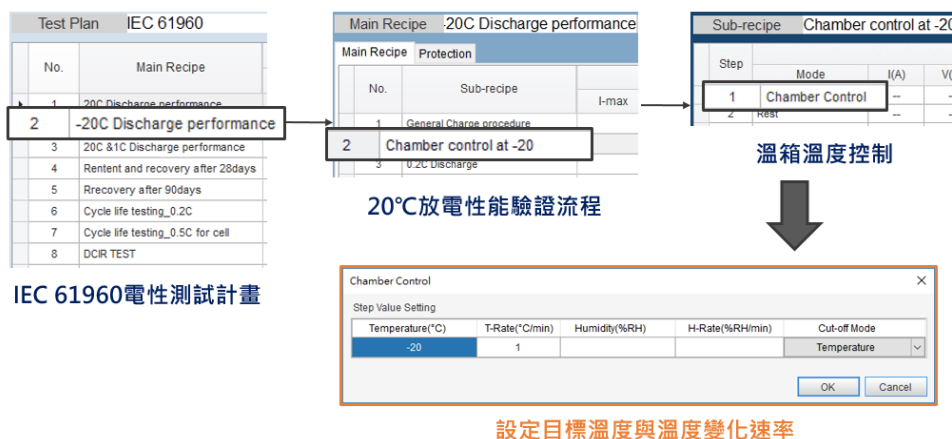
圖二、20°C放電性能驗證之工步編輯架構

3. -20°C放電性能驗證：

3.1 測試環境：靜置與放電階段須控制在-20±2°C的環境溫度進行測試。

3.2 測試程序：執行 1.3 充電程序→ 於-20±2°C的環境溫度下靜置 16~20 小時→以 0.2C 定電流放電至截止電壓→計算放電電容量。

3.3 驗證項目：計算出的電容量應不低於額定電容量的 30%。

Tips. 使用 Chroma Battery Lab Expert 進行溫箱控制圖例：※須搭配指定型號溫箱

圖三、-20°C放電性能驗證之溫度控制範例

4. 20°C高倍率放電性能驗證：

- 4.1 測試環境：全程控制在 $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的環境溫度進行測試。
- 4.2 測試程序：執行 1.3 充電程序 → 靜置 1~4 小時 → 以 1C 定電流放電至截止電壓 → 計算放電電容量。
- 4.3 驗證項目：若待測物為電池芯，則計算出的電容量應不小於額定電容量的 70%；
若待測物為電池單體，則計算出的電容量應不小於額定電容量的 60%。

5. 短期(28 天)存放下電量維持與恢復程度驗證：

- 5.1 測試環境：全程控制在 $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的環境溫度進行測試。
- 5.2 測試程序：執行 1.3 充電程序 → 存放 28 天 → 以 0.2C 定電流放電至截止電壓 → 計算放電電容量 1 作為電量維持程度指標 → 於 24 小時內再次執行 1.3 充電程序 → 靜置 1~4 小時 → 以 0.2C 定電流放電至截止電壓 → 計算放電電容量 2 作為恢復程度指標。
- 5.3 驗證項目：
 - A. 電量維持程度：若待測物為電池芯，則計算出的電容量 1 應不小於額定電容量的 70%；
若待測物為電池單體，則計算出的電容量應不小於額定電容量的 60%。
 - B. 電量恢復程度：計算出的電容量 2 應不小於額定電容量的 85%。

6. 長期(90 天)存放下電量恢復程度驗證：

- 6.1 測試環境：存放過程維持在 $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，其餘測試情境則控制在 $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的環境溫度下進行。
- 6.2 測試程序：執行 1.3 充電程序 → 以 0.2C 放電 2.5 小時 → 存放 90 天 → 依據使用者自定義手法充電至滿電位 → 靜置 1~4 小時 → 以 0.2C 定電流放電至截止電壓 → 計算放電電容量。
- 6.3 驗證項目：計算出的電容量應不小於額定電容量的 50%。

7. 循環測試驗證：

- 7.1 測試環境：全程控制在 $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的環境溫度進行測試。
- 7.2 測試程序：以 0.2C 定電流放電至截止電壓 → [限定在 0~1 小時內依使用者自訂手法充電至滿電位 → 以 0.2C 定電流放電至截止電壓] → 重複執行 [] 括弧中放電與充電循環直至放電電容量小於 60% 額定電容量 → 計算循環次數。
- 7.3 驗證項目：若待測物為電池芯，則計算出的循環次數應不小於 400 次；
若待測物為電池單體，則則計算出的循環次數應不小於 300 次。

7.4 加速測試程序說明：將測試流程之放電電流倍率由 0.2C 提高至 0.5C、其餘不變，依據待測物種類不同分別執行 300 次與 400 次循環，驗證最後一次循環的放電電容量應不小於 60% 額定電容量。

8. 直流內阻驗證：

8.1 測試環境：全程控制在 $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的環境溫度進行測試。

8.2 測試程序：執行 1.3 充電程序 → 靜置 1~4 小時 → 以 0.2C 定電流放電 10 秒，並記錄截止電壓 1 → 以 1C 定電流放電 1 秒，並記錄截止電壓 2 → 計算內阻(Ohm) [直流內阻=(截止電壓 1-截止電壓 2)/(1C 電流-0.2C 電流)]。

8.3 驗證項目：計算所得之直流內阻結果應不大於待測物標稱值。

Tips. 使用 Chroma Battery Lab Expert 進行 DCIR 測試圖例：

DCIR 驗證流程

Step	Mode	I(A)	V(V)	P(W)	R(Ω)	T(°C)	Range	Qt=0	I(A)	V(V)	P(W)	Q(Ah)	E(Wh)	Q(%)	T1(°C)	(O)	Time(s)	Got	Misc.	Time(s)	ΔI(A)	ΔV(V)	Sampling
1	CC Discharge	0.2C	--	--	--	--	Auto	<input type="checkbox"/>	--	--	--	--	--	--	--	--	00:00:00.01		F(x)	00:00:00.01			
2	CC Discharge	1C	--	--	--	--	Auto	<input type="checkbox"/>	--	--	--	--	--	--	--	--	00:00:00.01		F(x)	00:00:00.01			

Misc-Formula

Set Variable: VAR01, End Condition: End of step

Measured data: VOLT, Operators: =, Condition: End of step

Set Variable at: End of step, ms

Mode	Variable	Expression	Trigger Time
Set Variable	VAR01	VOLT	End of step
Set Variable	VAR02	CURR	End of step

1. 在第一個工步的截止時，擷取電壓與電流結果定義為變數

Misc-Formula

Set Variable: VAR03, VAR04, VAR05, End Condition: End of step

Measured data: VOLT, CURR, Operators: -, /, Condition: End of step

Set Variable at: End of step, ms

Mode	Variable	Expression	Trigger Time
Set Variable	VAR03	VOLT	End of step
Set Variable	VAR04	CURR	End of step
Set Variable	VAR05	(VAR01-VAR03)/(VAR04-VAR02)	End of step

2. 在第二個工步的結束時，擷取電壓與電流結果定義為變數

3. 代入DCIR公式： $DCIR = (V_1 - V_2) / (I_2 - I_1)$

圖四、DCIR 測試之函數編輯範例

四、參考資料

[1] IEC 61960 : 2011

[2] Chroma 17010 電池芯充放電測試系統 軟體使用說明手冊