

E36731A

電池模擬器和分析儀

您專屬的電池模擬解決方案

是德科技 E36731A 電池模擬器配備 BV9211B PathWave BenchVue 進階電池模擬軟體，可為您提供最佳的測試環境，以便毫不費力地執行電池測試和電池模擬。您可對電池執行充電、放電、自動建立電池在各種測試條件下的特性檔，以便模擬待測裝置（DUT）的各種充電狀態（SoC）。此外，您還可透過簡單易用的電池循環器，全面監測電池的老化率和穩定度。Keysight E36731A 和 BV9211B 組成了一套完整的電池模擬解決方案，讓您能利用輕巧的桌上型儀器，執行全方位的測試、模擬和自動化作業。



使用 BV9211B 進階電池模擬軟體，快速將電池供電裝置最佳化，以延長電池續航力

Keysight E36731A 與 Keysight BV9211B Pathwave BenchVue 進階電池模擬軟體，可發揮一加一大於二的驚人效果。此軟體可讓您輕鬆分析並產生具有或沒有溫度監控功能的電池模型，也可在工作台上進行電池模擬。

藉由產生電池特性檔，您可獲得最準確的模型，以便在各種操作條件下模擬您的裝置使用的電池。

Keysight E36731A 和 BV9211B 解決方案可在靜態電流條件下，或先前建立的動態負載曲線下，將實體電池放電或充電，進而產生電池特性檔。

進行電池模擬時，您可載入軟體產生的特性檔，或匯入先前建立的外部電池模型。它的操作非常簡單，您只需輸入 4 個參數：容量額定值、電流限制、初始 SoC 和截止條件，便可進行電池模擬。

您也可建立客製的充電、休眠和放電序列，以便測試電池在不同條件下的效能。此外，您還可使用此軟體對電池進行多達 1,000 次的循環操作，以便確認電池的老化效應，以及在經過排序之測試條件下的可靠性。如此一來，您可快速最佳化電池供電裝置，以延長電池續航力。



BV9211B PathWave BenchVue 進階電池測試與模擬軟體

Keysight E36731A 可與 BV9211B Pathwave BenchVue 進階電池測試與模擬軟體搭配使用，以執行電池測試、建立電池模型，以及執行電池模擬。如此強大的模擬功能，讓您在快速更改並輸出所需的電池運作條件，以涵蓋各種測試情境，無需等到真實電池完成放電或充電後再進行測試。

主要特色：

- 可測試並模擬高達 200 kW 和高達 2,000 V 的電池（視儀器型號而定）
- 支援 4 種操作模式：模擬、分析、放電/充電，以及循環
- 建立客製的電池模型
- 一次最多可控制 4 台儀器
- 包括 API 功能，便於與您的程控環境進行整合
- 提供先進的控制功能 - 容量額定值、充電狀態、恆定或動態位準選擇、脈衝寬度控制
- 配備內建的數位轉換器，可同時量測電壓和電流
- 可設定從數秒到數天的測試時間，以便準確地擷取電壓、電流和容量
- 輕鬆產生客製的動態負載特性，以便進行放電
- 匯入電池模型
- 匯出量測資料
- 以圖形方式顯示電池模型
- 提供可客製的電池保護參數

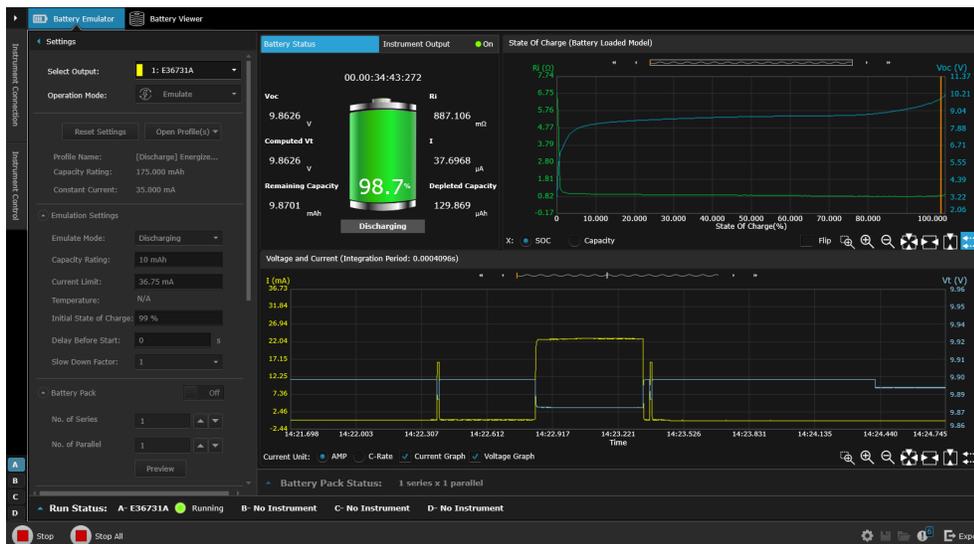


圖 1：BV9210B PathWave BenchVue 進階電池測試與模擬軟體

分析儀 - 可依裝置特性建立專屬的電池模型

如欲使用不同的電池，或需建立客製的電池模型庫，那麼電池分析儀是您的必備工具。電池分析儀可根據您的裝置和工作情境進行分析，確保您獲得最準確的電池續航力預測模型。

對實體電池進行充電或放電時，您可使用 **BV9211B** 軟體建立客製的電池模型，比如設定靜態或動態電流負載曲線、恆定電阻或功率，以便高效率地將電池放電。此外，**BV9210B** 可產生多達 200 個點的電池模型資料。其中每個點都包含開路電壓 (Voc)、串聯電阻 (Ri) 和充電狀態 (SoC)。此軟體會自動建立電池模型，直至達到停止條件。在電池放電或充電時，此軟體可連續擷取各種即時參數，例如 Voc、Vt、Ri、電流、時間、容量、SoC 和溫度。在進行測試時，此分析儀還可匯出所有圖形資料，方便您進一步地進行分析。

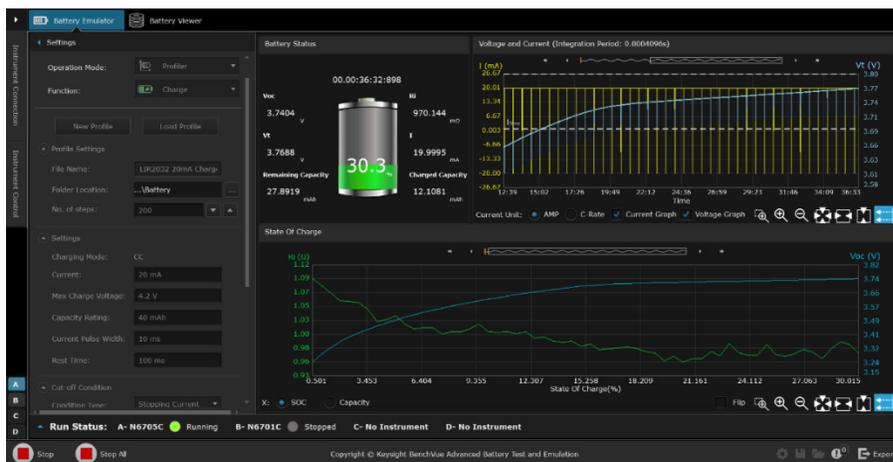


圖 2：使用靜態分析儀功能建立電池模型。

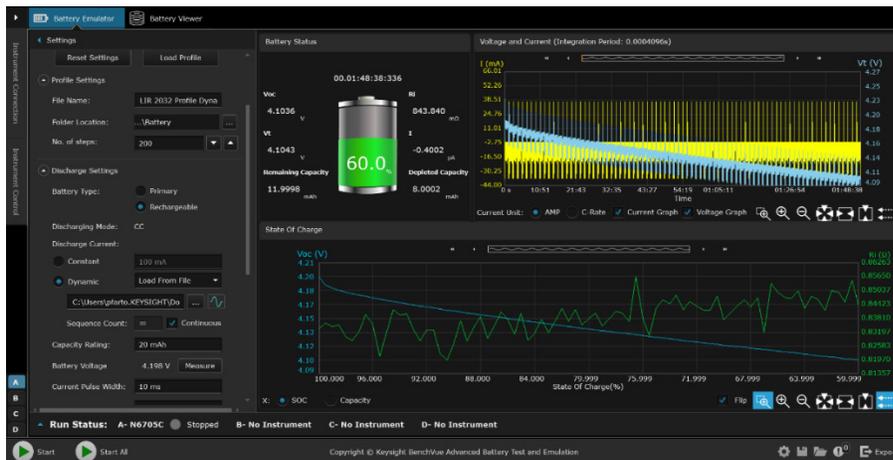


圖 3：使用動態分析儀功能建立電池模型。

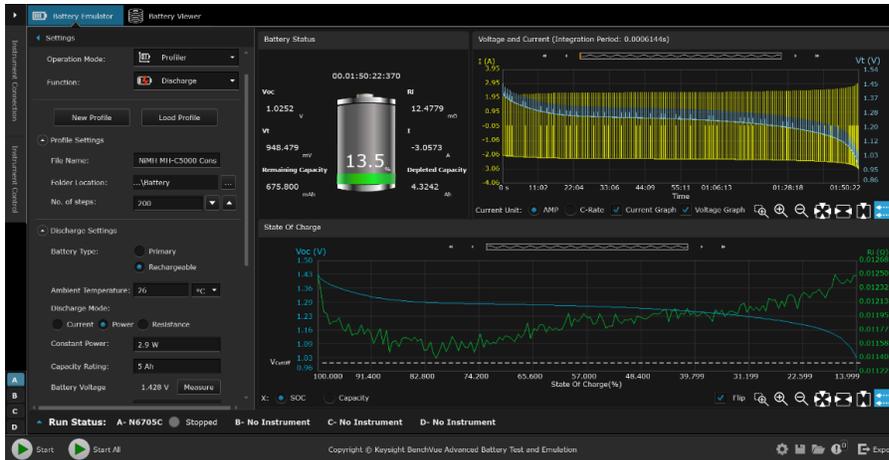


圖 4：建立具有環境溫度和恆定功率放電功能的電池分析儀。

模擬 – 電池模擬可縮短測試時間

電池模擬是至關重要的流程，可協助您快速了解裝置於真實情境中，在不同充電位準下的電流消耗情形。使用電池模擬器來取代真實電池有許多優點。電池模擬器有助於建立更安全的測試環境，還可驗證裝置的各種運作模式。

如欲模擬電池特性，請先將電池模型載入 BV9211B 進階電池測試與模擬軟體。接著軟體演算法將即時追蹤電池模型並模擬電池行為。此軟體支援兩種類型的電池模型：軟體產生的特性檔，以及外部電池模型的 CSV 檔，其中包含 Voc、SoC 和 Ri 參數。它的操作非常簡單，您只需輸入 4 個參數：容量額定值、電流限制、初始 SoC 和截止條件，便可進行電池模擬。在模擬電池時，該軟體可不間斷地同時量測電壓和電流，同時儲存量測結果。您還可即時更改電池電量，或者載入在不同溫度下建立的多個電池模型。

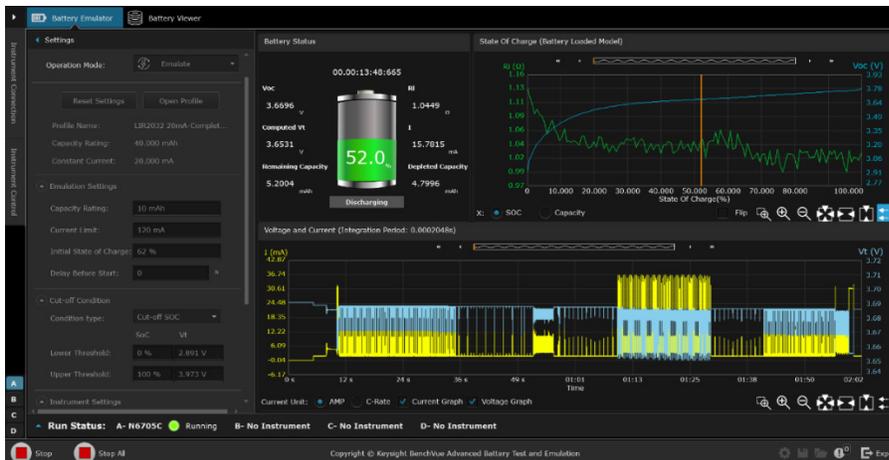


圖 5：BV9210B 模擬鋰電池為低功率裝置供電的情形。

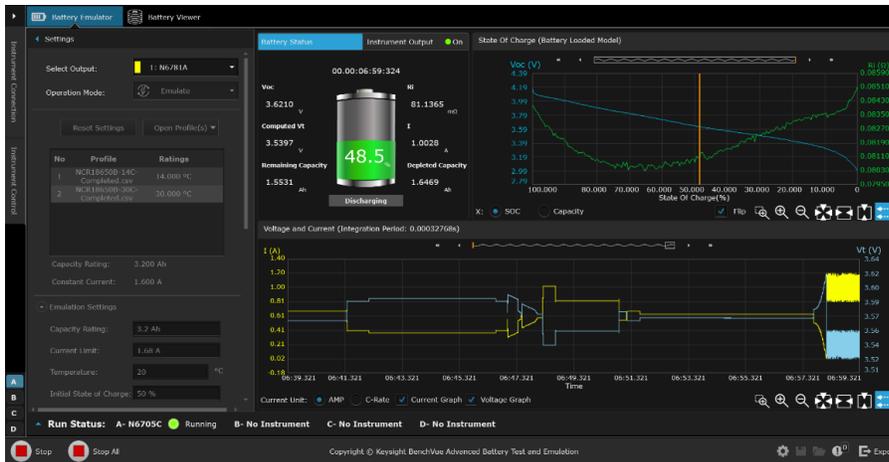


圖 6：BV9210B 在不同溫度下模擬多種電池模型。

循環器 – 針對電池續航力進行循環操作

利用電池循環功能，您可設定客製的充電、休眠和放電序列，以便在不同條件下測試電池。如此一來，您可對電池進行多達 1,000 次循環操作，以確定電池老化的影響，以及電池在各種測試條件下的可靠性。在執行序列測試時，此軟體可監控電池的健康狀況，同時記錄容量、終端電壓、電流和時間等測試資料參數。透過截止條件功能，您可定義停止條件，一旦達到容量流失百分比，便自動停止循環操作。

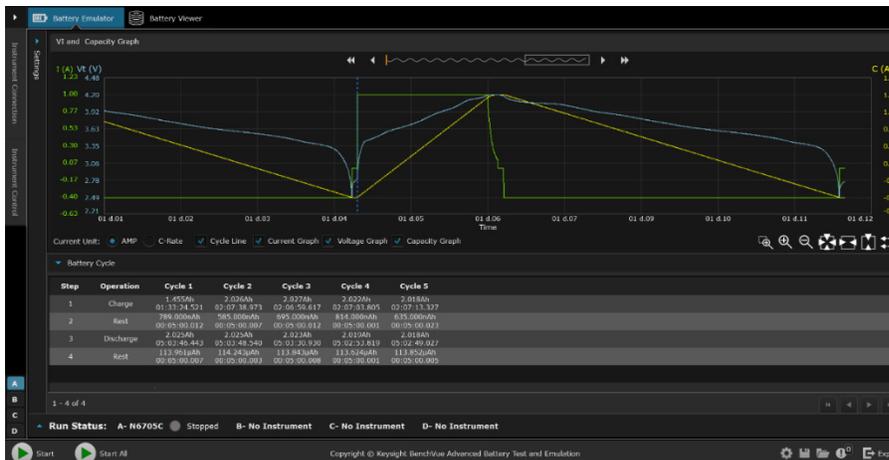


圖 7：BV9210B 對 18650 電池進行循環測試。

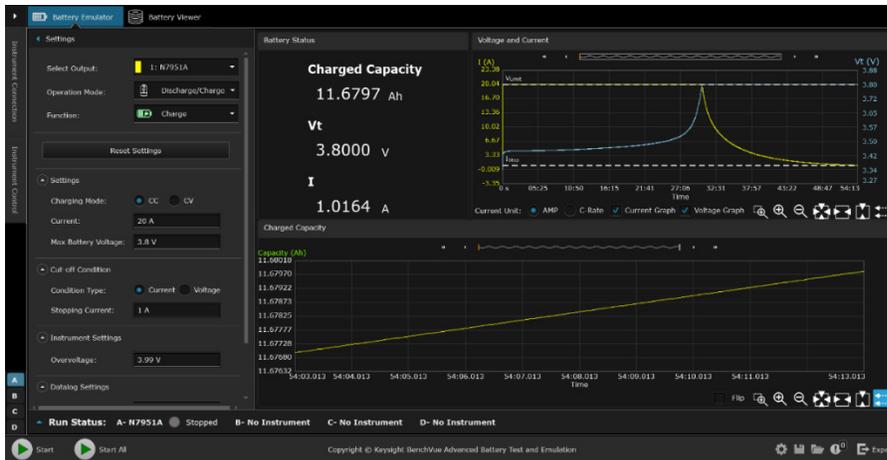


圖 8：BV9210B 對磷酸鐵電池進行充電

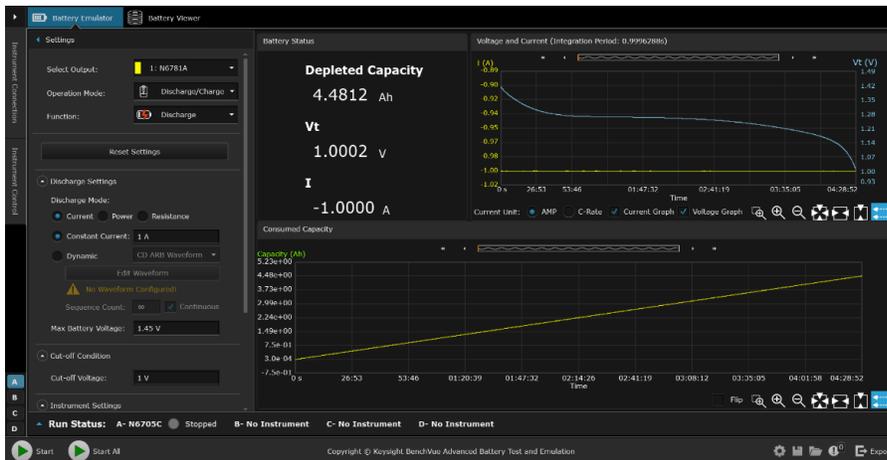


圖 9：BV9210B 為您提供各種放電模式選項（定電流、功率、電阻和動態電流放電）

匯入電池模型特性

BV9210B 軟體可讓您輕鬆匯入在 BV9210B 測試環境之外建立的電池模型。您可匯入包含下列電池參數的 CSV 檔：充電狀態、開路電壓和串聯電阻參數

State of Charge(%)	Open Circuit Voltage(V)	Internal Resistance(ohm)
100.00	9.609423	7.544065
99.50	8.828673	3.889564
99.00	8.645126	3.791465
98.50	8.516480	3.767940
98.00	8.411436	3.780916
97.50	8.320710	3.804418
97.00	8.240466	3.840828
96.50	8.167970	3.886445
96.00	8.102751	3.927822
95.50	8.043658	3.971063
95.00	7.990255	4.014665
94.50	7.942882	4.057762
94.00	7.899871	4.098643

圖 10：BV9210B 匯入 CSV 檔電池模型

免費試用與授權

您可下載 BV9210B 軟體，並享有 7 天的免費試用。它提供內建的 7 天試用授權，讓您能立即連接儀器並開始進行測試。在 7 天試用期過後，您可輸入憑證，將試用期再延長 30 天。如需購買授權，有 BV9211B 單電源供應器，和 BV9210B 多電源供應器這兩種選項可供選擇。購買的授權可存放在 PC 或網路中，視授權類型而定。

欲下載此軟體，請至：www.keysight.com/find/BV9210

二象限架構

電源供應器功能

電源供應器功能提供高達 200 W 的功率輸出、20 A 的電流輸出和 30 V 的電壓輸出。它還具備自動調整範圍技術，可在所有輸出電壓下提供最大電流，以滿足各種桌上型應用的需求。

在特定時間內進行量測並記錄資料，變得簡單無比。此電源供應器具備大型彩色顯示幕、資料記錄功能，以及內建的記憶體。現在，您可同時記錄電壓和電流量測結果、以可控的取樣週期進行分隔，並以 PNG/BMP 格式儲存或匯出圖形。您甚至可將日誌檔匯出為具時間戳記的 .CSV 檔，以便製作報告和進行封存。

在條列模式下，您可用快速、精確，並與內部或外部信號同步的時序，輕鬆對電源輸出執行一系列複雜的變更，藉以模擬常見的電源問題或是正常運作。

利用可變的電壓轉換率，您可輕鬆控制從一種電壓轉換為另一種電壓的輸出轉換率。所有的功能都可直接在電源供應器或電腦前面板上進行存取和程控，以實現最高的生產力和效率。

電子負載功能

此電子負載功能具出色效能，可提供高達 250 W 的功率。它可汲入高達 40 A 的電流，且支援高達 60 V 的電壓。

電子負載功能與電源供應器功能很類似，可將電壓和電流，連續記錄到資料檔中。您可將資料檔儲存在本機，然後以 CSV 檔格式匯出到 USB 隨身碟。

動態負載特性檔可用於測試電源的暫態響應。和真實的示波器一樣，內建的示波器可將電壓和電流數位化，然後將結果顯示在內建的大尺寸螢幕上。有了內建的示波器功能，您不再需要使用外部電流分流器或電流探棒。此功能可大幅簡化量測設定，同時還可提供準確且符合規格的量測。

直覺易用的前面板介面和靈活的 IO 連接性

4.3 吋 LCD 彩色顯示器，方便您以不同的檢視模式，查看所有通道的電壓和電流。所有旋鈕、操作介面視窗和接線柱均採用顏色編碼，方便您進行設定，也避免出現設定和連接錯誤。它還配備兩個分別用於電壓和電流的編碼器旋鈕，以便進行精確的調整，另外還有一個儀器鍵盤，讓您能更快速地進行調整和配置。Keysight E36731A 提供背板輸出端子，便於繞接接線，可簡化工作台操作和系統配置。

Keysight E36731A 出廠時標配 LAN 和 USB。如有需要也可購買選配的 GPIB。

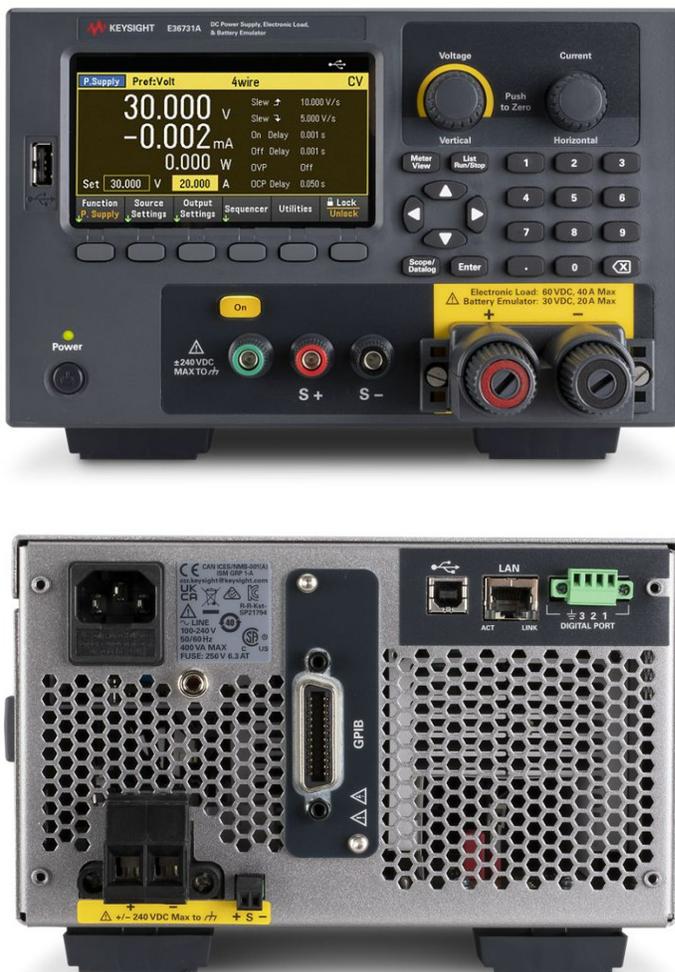


圖 11：Keysight E36731A 的前視圖和後視圖

規格

準確度 (23 °C ± 5 °C)

E36731A

直流電源供應器額定輸出		
電壓		0 至 30 V
電流		0 至 20 A
功率		200 W
程控準確度		
電壓		0.025% + 1.5 mV
電流		0.035% + 1.5 mA
讀回準確度		
電壓		0.025% + 1.5 mV
電流	小, 0.1 A	0.035% + 10 μA
	中, 2 A	0.03% + 300 μA
	大, 20 A	0.05% + 250 μA
負載和電源穩壓率, 電壓		0.01% + 2 mV
負載和電源穩壓率, 電流		0.01% + 250 μA
漣波和雜訊, V _{pp} (20 Hz 至 20 MHz)		< 7 mV _{pp}
漣波和雜訊, V _{rms} (20 Hz 至 10 MHz)		< 600 μV _{rms}
負載暫態恢復時間 (負載由滿載的 50% 變成 100% 以及從 100% 到 50%, 恢復到穩定區段所需的時間)		
電壓趨穩區段		15 mV
時間		< 50 μS
電子負載額定輸入		
電壓		0 至 60 V
電流		0 至 40 A
功率		250 W
程控準確度		
定電流模式	小, 4 A	0.05% + 820 μA
	大, 40 A	0.05% + 7.2 mA
定電壓模式	低, 15 V	0.03% + 4.2 mV
	高, 60 V	0.03% + 15 mV
定電阻模式 ¹	低, 0.08 Ω 至 30 Ω	0.1% + 160 ms
	中, 10 Ω 至 1.25 kΩ	0.1% + 16 ms
	高, 100 Ω 至 4 kΩ	0.1% + 1.8 ms
定功率模式	低, 0.02 W 至 5 W	0.08% + 18 mW
	中, 0.15 W 至 25 W	0.08% + 150 mW
	高, 1.5 W 至 250 W	0.08% + 1.5 W
讀回準確度		
電流	小, 4 A	0.05% + 820 μA
	大, 40 A	0.05% + 7.2 mA
電壓	低, 15 V	0.03% + 4.2 mV
	高, 60 V	0.03% + 15 mV
功率	低, 0.02 W 至 5 W	0.08% + 18 mW
	中, 0.15 W 至 25 W	0.08% + 150 mW
	高, 1.5 W 至 250 W	0.08% + 1.2 W

¹ 不適用於電流設定 < 全刻度電流的 0.05%, 最小電壓 = 0.5V

典型特性

E36731A

直流電源供應器特性			
程控解析度		前面板	遠端
電壓		1 mV	650 μ V
電流		1 mA	450 μ A
讀回解析度		前面板	遠端
電壓		1 mV	500 μ V
電流	小, 0.1 A	1 μ A	1 μ A
	中, 2 A	1 mA	100 μ A
	大, 20 A	1 mA	300 μ A
可程控輸出電阻			
範圍		-50 m Ω 至 1 k Ω	
準確度			
每 °C 之程控溫度係數 (輸出的 % + 偏移)			
電壓		0.01% + 0.6 mV	
電流		0.01% + 0.2 mA	
每 °C 之讀回溫度係數 (輸出的 % + 偏移)			
電壓		0.01% + 0.04 mV	
電流		0.01% + 0.2mA	
漣波和雜訊, 常模電流 (20 Hz 至 20 MHz)		< 1 mArms	
遠端感測 (負載導線中的最大電壓)		0.7 V	
電壓過載保護 (OVP) 程控準確度		0.2% + 0.4 V	
電壓過載保護 (OVP) 啟動時間 ²		< 5 ms	
電流過大保護 (OCP) 啟動時間 ²		< 5 ms	
上調或下調程控趨穩時間在總偏移的 1% 以內			
上調全負載		50 ms	
上調無負載		50 ms	
下調全負載		30 ms	
下調無負載		100 ms	
指令執行時間		< 10 ms	

典型特性 (續)

電子負載特性		
在全刻度電流和全動態模式下的典型最小操作電壓		
電流	小, 4 A	0.15 V
	大, 40 A	1.5 V
程控解析度		
定電流模式	小, 4 A	45 μ A
	大, 40 A	450 μ A
定電壓模式	低, 15 V	170 μ V
	高, 60 V	1.7 mV
定電阻模式 ¹	低, 0.08 Ω 至 30 Ω	450 μ S
	中, 10 Ω 至 1.25 k Ω	450 μ S
	高, 100 Ω 至 4 k Ω	45 μ S
定功率模式	低, 0.02 W 至 5 W	675 μ W
	中, 0.15 W 至 25 W	6.75 mW
	高, 1.5 W 至 250 W	67.5 mW
讀回解析度		
電流	小, 4 A	70 μ A
	大, 40 A	700 μ A
電壓	低, 15 V	270 μ V
	高, 60 V	2.7 mV
溫度係數 - 編程/讀回		
定電流模式	小, 4 A	0.009%/°C + 16 μ A/°C
	大, 40 A	0.008%/°C + 200 μ A/°C
定電壓模式	低, 15 V	0.006%/°C + 110 μ V/°C
	高, 60 V	0.006%/°C + 600 μ V/°C
定電阻模式 ¹	低, 0.08 Ω 至 30 Ω	0.01%/°C + 3 mS/°C
	中, 10 Ω 至 1.25 k Ω	0.01%/°C + 250 μ S/°C
	高, 100 Ω 至 4 k Ω	0.01%/°C + 25 μ S/°C
定功率模式	低, 0.02 W 至 5 W	0.015%/°C + 1 mW/°C
	中, 0.15 W 至 25 W	0.015%/°C + 3 mW/°C
	高, 1.5 W 至 250 W	0.015%/°C + 30 mW/°C
漣波和雜訊, Vrms (20 Hz 至 10 MHz)		<10mVrms
漣波和雜訊, 常模電流 (20 Hz 至 20 MHz)		<6mArms
量測小信號頻寬 (-3 dB 典型值)		30 kHz
量測小信號頻寬 (-1 dB 典型值)		17.5 kHz

典型特性 (續)

可程控的短路/開路		
可程控的短路		37.5 mΩ (4 A/40 A)
輸入關閉阻抗		824 kΩ
電子負載特性		
保護設計		
固定 OCP	小, 4 A	4.35 A ± 25 mA
	大, 40 A	42 A ± 250 mA
程控 OCP	低, 4.08 A	0.2% + 50 mA
	高, 40.8 A	0.2% + 80 mA
OVP	低, 15 V	16.5 V +/- 85 mV
	高, 60 V	165 V +/- 600 mV
OPP	低, 0.02 W 至 5 W	5.5 W
	中, 0.15 W 至 25 W	27.5 W
	高, 1.5 W 至 250 W	275 W
保護啟動時間		
INH 輸入		< 5 μs
耦合輸出故障		< 10 μs
最小可程控操作點		
定電流模式	小, 4 A	1 mA
	大, 40 A	10 mA
定電壓模式	低, 15 V	5 mV
	高, 60 V	20 mV
定電阻模式 ¹	低, 0.08 Ω 至 30 Ω	0.08 Ω
	中, 10 Ω 至 1.25 kΩ	10 Ω
	高, 100 Ω 至 4 kΩ	100 Ω
定功率模式	低, 0.02 W 至 5 W	0.02 W
	中, 0.15 W 至 25 W	0.15 W
	高, 1.5 W 至 250 W	1.5 W
最大可程控電源操作點		
定功率模式	低, 0.02 W 至 5 W	5.1 W
	中, 0.15 W 至 25 W	25.5 W
	高, 1.5 W 至 250 W	255 W
最大轉換速率 (經過一段時間會從 10% 提高到 90%, 或從 90% 降到 10%)		
定電流模式	小, 4 A	200 kA/s
	大, 40 A	3.7 MA/s
定電壓模式	低, 15 V	79 kV/s
	高, 60 V	310 kV/s
主機示波器量測準確度		
定電流模式	小, 4 A	0.04% + 3 mA
	大, 40 A	0.04% + 10 mA
定電壓模式	低, 15 V	0.02% + 15 mV
	高, 60 V	0.02% + 40 mV

典型特性 (續)

環境條件	
操作環境	室內使用、安裝類別 II (交流輸入用)、污染程度 2
操作溫度範圍	0 °C 至 40 °C
儲存溫度	-20 至 70 °C
相對濕度	操作條件：在高達 40 °C 的溫度下，相對濕度高達 80% (非凝結) 儲存條件：在高達 60 °C 的溫度下，相對濕度高達 90% (非凝結)
海拔高度	最高 2,000 公尺
符合的電磁安規標準	符合 EMC Directive (2014/30/EU) IEC 61326-1:2012/EN 61326-1:2013 Group 1 Class A 加拿大：ICES-001:2004 澳洲/紐西蘭：AS/NZS 韓國 KC 標誌
安全規格	UL 61010-1 3rd edition, CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1-12, IEC 61010-1:2010 3rd edition
噪音聲明	在操作者位置 Lp <65 dB(A)，在旁觀者位置 Lp <70 dB(A) 聲功率，Lw <70 dB(A)
交流輸入	100 VAC 至 240 VAC (±10%)，50/60Hz
介面功能	
GPIO	SCPI-1999，IEEE 488.2 相容介面
符合 LXI 標準	Class C
USB 2.0	需要 Keysight IO Library 版本 17.2.208 和更高的版本
10/100 LAN	需要 Keysight IO Library 版本 17.2.208 和更高的版本
數位控制特性	
最大額定電壓	針腳之間為 +16.5 VDC/-5 VDC (針腳 4 內部連接至機箱接地)
針腳 1 和 2 為故障輸出	4 mA 時，最大低位準輸出電壓 = 0.5 V 最大低位準汲入電流 = 4 mA 16.5 VDC 時，典型高位準漏電流 = 1 mA
針腳 1 至 3 為數位/觸發輸出 (針腳 4 = 共模)	最大低位準汲入電流 = 100 mA 16.5 VDC 時，典型高位準漏電流 = 0.8 mA
針腳 1 至 3 為數位/觸發輸入，而針腳 3 為禁止輸入 (針腳 4 = 共模)	最大低位準輸入電壓 = 0.8 V 最大高位準輸入電壓 = 2 V 0 V 時，典型低位準漏電流 = 2 mA (內部 2.2k 上拉) 16.5 VDC 時，典型高位準漏電流 = 0.12 mA
遠端感測功能	
每條負載導線支援高達 5 V 壓降，可維持輸入規格不變。 負載導線壓降會降低負載的最大可用電壓。	
重量與體積	
型號	E36731A
重量，公斤	8.3
整體體積，mm (H x W x D)	144.85 x 215.90 x 489.06
淨尺寸 (不含底座、手把和 GPIO 模組)，mm (H x W x D)	132.51 x 212.80 x 408.24

定義

規格 (spec)

此產品規格所描述的保證效能，是指經校驗的儀器，於 0 °C 至 55 °C 操作溫度範圍內放置至少 2 小時，且經過 1 小時的暖機時間後，所得的效能參數。量測和校驗不確定性符合 ISO-17025 方法。本文件中公布的數據為產品規格。

典型值 (typ)

典型值為 80% 或更多的儀器，所能達成的特性效能。此資料並非保證效能，也不包含量測或校驗不確定性，而且僅在約 23 °C（室溫）的溫度下有效。

標稱值 (nom)

標稱值為平均特性效能，或是由連接器類型、實際體積，或是操作速度等設計所決定的參數值。此資料並非保證效能，而且僅在約 23 °C（室溫）的溫度下有效。

量測值 (meas)

量測值是產品開發過程中用來表達預期效能的屬性。此資料並非保證效能，而且僅在約 23 °C（室溫）的溫度下有效。

訂購資訊

Keysight E36731A

型號	說明
E36731A	電池模擬器
BV9210B	適用於 4 部儀器的 PathWave BenchVue 進階電池測試和模擬軟體
BV9211B	適用於單一儀器的 PathWave BenchVue 進階電池測試和模擬軟體

如何訂購授權

步驟 1 選定軟體型號

請選擇您需要的軟體型號，以便自動執行所有電源供應器連接。

- BV9211B: 一次只能連接 1 台儀器。
- BV9210B: 一次最多可連接 4 台儀器。

步驟 2 選擇授權期限

- 訂閱制

步驟 3 選擇授權類型

- 節點鎖定授權
- 可轉移授權
- USB 可攜式授權
- 浮動式 – 單一站點

步驟 4 選擇期限

- 6 個月
- 12 個月
- 24 個月
- 36 個月

步驟 5 選擇 USB

- 僅限「USB 隨身碟」

步驟 6 選擇寄送方式

- 紙本證書
- eMail 和紙本證書
- eMail 證書

標準配備

說明

適用於各個不同國家的交流電源線

校驗證書 (CoC)

1 個可拆式前置輸出連接器

1 個背板輸出連接器

1 個背板遠端感測連接器

1 個數位 IO 連接器

選項

型號	說明
SEC	NISPOM 與檔案安全保護
UK6	商業校驗證書，附測試結果文件

Keysight GPIB 模組和機架安裝套件

型號	說明
EL34GPBU	GPIB 使用者可自行安裝的介面模組
1CM104A	上架邊條套件，包含 2 個邊條支架
1CM105A	上架邊條套件，不含把手和 2 個邊條支架
1CM116A	上架邊條套件，含 1 個邊條支架、1 個半模組支架
1CN107A	把手套件，含 2 個前把手
1CP108A	上架安裝邊條和把手套件，含 2 個邊條支架和前把手

是德科技致力於協助創新者快速解決設計、模擬和測試挑戰，以突破工程設計的極限，進而建立最卓越的產品體驗。請上網至 www.keysight.com，展開您的創新之旅。

本文件資訊如有修改，恕不另行通知。© Keysight Technologies, 2023,
Published in USA, March 13, 2023, 3123-1042.ZHTW