

電子負載基本原理

介紹電源供應的極性常規

在了解電子負載前，我們先從電源供應器極性常規開始說明。此基本原理可幫助您了解電子負載的運作方式。圖 1 為具電壓和電流標準極性的電源供應器（雙端元件）。標準電源供應器通常為電力來源。為了產生電力，電流必須流出正極電壓端。多數電源供應器透過提供正極輸出電壓和正極輸出電流來供應電力。極性通常指電壓極性而非電流方向。若電流流入正極電壓端，電源將為汲入電流並做為電子負載使用 – 將會吸收和耗散電力，而非供應電力。



電源供應器與電子負載

若電流流入正極電壓端，電源將為汲入電流並做為電子負載使用 – 將會吸收和耗散電力，而非供應電力。

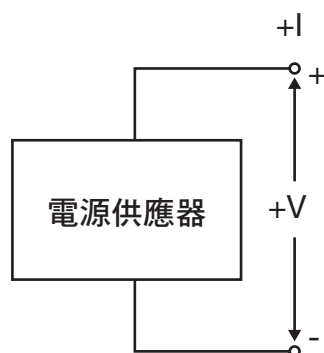


圖 1：電源供應的極性常規

如有任何問題,請洽keysight 正式授權經銷商

品勳科技股份有限公司

www.pinsyun.com.tw

02-2278-9886 | 03-668-1808 | 06-230-0896

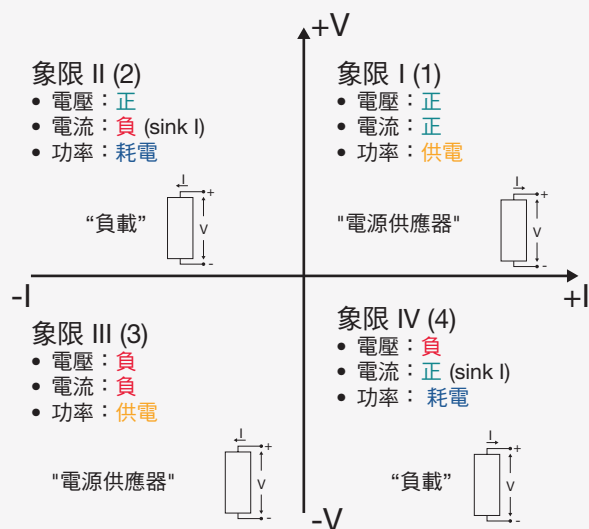


圖 2：直角座標系統

雙極性電源供應器會在四個象限運作。在第 1 和第 3 象限中，雙極性電源為流出電力，意即電流會流出正極電壓端。在第 2 和第 4 象限中，雙極性電源則為消耗電力，電流會流入正極電壓端，如圖 2 所示。

為何您需要直流電子負載？

您已從前面圖片中了解，若為汲入電源（消耗電力），將會以電子負載方式運作。電子負載的設計會模擬消耗電力的元件。這些負載能讓電源供應器「看到」待測物中的負載（應用與環境）。由於可程控，因此可提供您不同類型的負載，其中也包含靜態和動態負載模型。實際負載較為複雜且無法預測，但電子負載可提供穩定且有規律的負載模型。

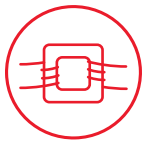
直流電子負載是直流電源供應器（電池、轉換器和逆變器）設計、製造和評估上的一項要求。其他應用還包括燃料電池與太陽能電池測試。

直流電子負載包含一組功率電晶體或金屬氧化物半導體場效電晶體（MOSFET），以汲入或吸收電力。電流放大器則可透過開啟/關閉電晶體來進行電子負載輸入電流調節。

電子負載應用

隨著技術演進，過去機械驅動能源的電氣化大幅增加電力使用。替代能源在電力需求中的增加，喚起了節約能源的意識。設計者們爭相產出更加節約能源的產品。電源與電源消耗元件的嚴格測試也讓直流電子負載的應用範圍更加寬廣。

下方列出各種傳統應用，以及這些應用如何幫助產業進行電子負載量測。



電源轉換器和逆變器測試 – 快速測試直流對直流、交流對直流與直流對交流轉換器的方式。輸出處的電子負載會在啟動過程中模擬元件。您可以不同負載位準測試最小和最大輸入啟動電壓位準。漣波和雜訊量測、負載和電源穩壓率，以及電壓過載與電流保護測試都利用電子負載執行。



不斷電電源供應器 (UPS) – 一種需要交流電源、直流電源、直流負載及交流負載的完整測試。直流負載利用負載箱來測試 UPS 中的備用電池和充電器。交流負載則對整個 UPS 系統進行測試。負載組測試可表示 UPS 在各種負載條件下，提供所需電源、電壓穩定性及控制系統效率的能力。



電池和燃料電池 – 提供固定負載，因此測試時間可較電阻負載組來得短。為了測試容量，必須在電池電壓隨時間下降時，使用 CP 模式提供固定耗電量。電子負載具備以快速轉態程控各種負載特性的能力，可用來進行電池充電與放電循環特性測試。



太陽能面板 – 是進行高功率 PV 測試的絕佳解決方案，具備在低成本下汲入高電流的能力。使用 CV 模式來擷取 I-V 曲線與增量電壓，即可量測電流。



可攜式元件 – 可對電子負載進行程控，以模擬元件的各種電源狀態，例如耗電測試的休眠、省電與最大供電模式。

一個典型的電子負載擁有：

- 量測功能 – 電壓、電流、功率、峰值、平均值、最小和最大值
- 面板顯示，以顯示輸入讀取值和量測讀數
- 獨立通道運作
- 內建脈衝產生器，提供連續脈衝切換暫態操作
- 以並聯配置觸發同步量測輸入
- 透過 SCPI 指令語言進行遠端程控

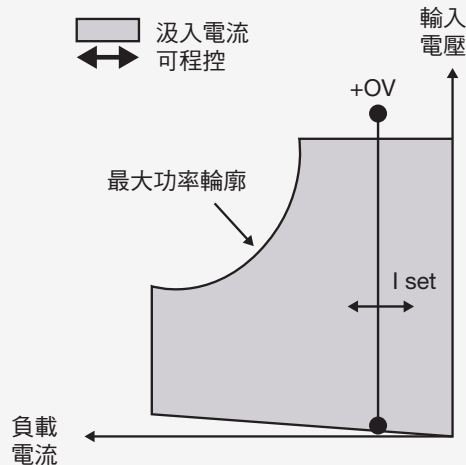
直流電子負載運作模式

決定待測物的負載測試類型時，必須選擇負載模式。電子負載最為普遍的運作模式為定電流（CC）、定電壓（CV）、定功率（CP）和定電阻（CR）。若將電子負載編寫到模式中，在模式變更前或是發生功率過載/溫度過高等故障情況前，負載都會留在模式中。

在已選擇模式的情況下，後續內容中的電流、電阻、電壓和電力模式參數描述皆可程控。若透過前面板選擇模式，或是透過匯流排進行程控，多數相關參數都會在輸入處發生效用（模式描述中另有例外說明）。

定電流運作 (CC)

在此模式中，不論輸入電壓為何，負載模組都會以程控值汲入電流。



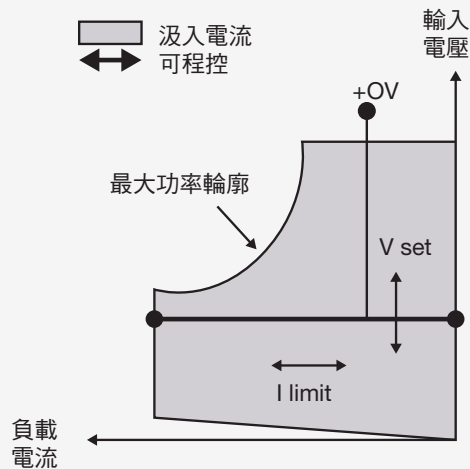
垂直粗實線以輸入電流函數方式表示可能操作點的軌跡。定電流 (CC) 狀態標記則說明特定設定下的輸出電流。

請注意在定電流操作中，無法進行電壓限制程控。但如果待測物採用的電壓高於指定電流範圍之可容許電壓，就會觸發電壓過高保護並且關閉輸入。

電流在高低兩種重疊範圍中都可程控。低範圍在低電流設定下可提供較佳解析度。負載會選擇與程控範圍值相對應的範圍。若範圍值落在範圍重疊區域內，負載將會選擇低範圍。若目前電流設定超出低範圍，負載便會自動將輸入調整至低範圍的可用最高值。後續程控的輸入值若超出低範圍，前面板顯示將會顯示「超出範圍」。

定電壓運作 (CV)

在此模式中，負載模組會嘗試汲入足夠電流，以將源極電壓控制在程控值。



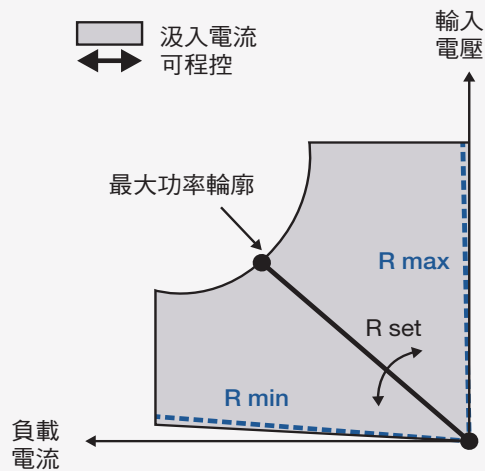
垂直粗實線以輸入電壓函數方式表示可能操作點的軌跡。

請注意在 CV (定電壓) 操作中，必須設定電流限制。如實線的水平部分所示，若負載電流保持在電流限制設定中，輸出電壓將會繼續維持在其程控設定。定電壓狀態標記說明輸出電流在限制設定內。

當輸出電流達電流限制，裝置便不再以定電壓模式運作，輸出電壓也不再保持恆定。電子負載將改為在電流限制設定下調節輸出電流。系統會設定負電流限制狀態標記，表示已達電流限制。若電壓持續增加並超出指定電流範圍的可容許電壓或最大功率軌跡圖，便會觸發電壓過高保護並關閉輸入。

定電阻運作 (CR)

在此模式下，負載模組會依程控電阻，以與輸入電壓成比例的方式汲入電流。

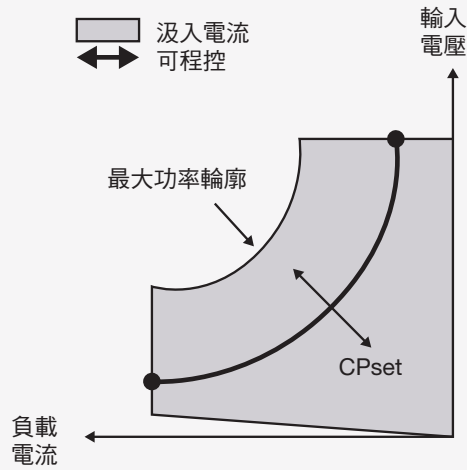


垂直粗實線以輸入電壓函數方式表示可能操作點的軌跡。電阻斜率線可低至 R_{min} (虛線)，讓電子負載能在負載高電流的情況下產生低電壓。

電阻在低、中、高一重疊電阻範圍下皆可進行程控。負載會選擇與程控電阻值相對應的範圍。若電阻值落在範圍重疊區域內，負載將會選擇具最高解析度的範圍。若目前輸入電流設定超出所選範圍，負載會自動將輸入設定調整至新選擇範圍內的最接近值。後續程控的輸入值若超出新選擇範圍，前面板顯示將會顯示「超出範圍」。

定功率運作 (CP)

在定功率運作中，負載模組會根據程控定功率值，調節來自待測物的功率。



負載模組透過量測電壓和電流輸入來調節輸入功率，並根據從量測 ADC 串流得到的資料調整輸入功率。請注意在 CP 模式下，對應程控範圍會覆蓋電壓和電流量測範圍選擇。電子負載將自動選擇最低範圍，以提供更優異的解析度和準確度。

負載模組具備內建功率過載保護功能，防止您超出負載模組輸出額定功率（最大功率軌跡）2% 以上。



如何選擇正確的電子負載

市面上有許多種類的直流電子負載。選擇滿足應用需求的電子負載並不容易。以下為當您選擇正確的電子負載時，須考量的因素：

- 額定容量
 - 最大電壓、電流和額定功率含有應用所需必要資訊，以確保電子負載能應付電源容量
- 動態測試
 - 有些負載為動態，電子負載的任意功能讓您可執行脈衝、步進與斜波等各種功能。
- 運作模式 — CV、CC、CR 和 CP。
 - CC 可進行功耗測試
 - CR 可直接取代電阻器
 - CV 可測試電流來源
 - CP 可測試儲存容量
- 電腦控制
 - 若無法透過前面板設定參數，可使用 RS232、GPIB 或 USB 來進行複雜測試計劃
- 構成因素
 - 使用構成因素以增加未來擴充靈活性

直流電子負載構成因素

直流電子負載有幾種與電源供應相關的構成因素。以下為三種常見的電子負載構成因素：

1. 桌上型

桌上型是實驗室環境中最常見的儀器。這種平價儀器可提供基本功能；大多數功能都可透過前面板執行。電子負載可提供 GPIB 或 RS232 等遠端程控基本連線方式。較新的機型可能擁有 USB 功能。



桌上型單一輸出電子負載為具備基本功能的平價儀器

2. 系統電子負載

通常會內建在機架系統中，主要運用在自動測試系統（ATE）上。此系統將高傳輸速率和高功率能力（大於 5 KW）整合在製造環境中，以同時測試多個元件。系統具備先進的連接方式，例如 LAN。



機架配置中的系統電子負載，主要用於 ATE 測試

3. 模組化電子負載

通常由具運算處理器的主機組成 — 模組化電子負載會在相同主機中與電源供應單元搭配運作。讓您可依應用需求變更各種模組，以提升擴展和微縮的靈活性。模組化電子負載通常負有大型顯示器，讓您可在趨勢圖中檢視基礎分析。下圖中的 N6705C 擁有 USB 和 LAN 連接介面。



模組化電子負載幫助您在製造環境中進行測試。

模組化電子負載在製造環境中很受歡迎，您可輕鬆將此儀器加入 1U 高度的主機中。大多的測試系統已有電源供應器來讓增加負載變得更輕鬆。主機採用由前至後的熱對流設計，因此只需要 1U 機架空間。上圖中的 N6700C 擁有 LAN 與 USB。

結語

電子負載是一種從電源汲入電流的儀器，在直角座標系統的第 2 和第 4 象限運作。相關應用適用功率電子和能源市場。好的電子負載可藉由穩定可靠的輸入，模擬非常複雜且動態的負載。有四種常見的運作模式：CV、CC、CR 和 CP。依照您的應用需求，您可以選擇不同種類的電子負載。

更多資訊，請參訪 K.com 上的**直流電子負載**

更多白皮書: www.pinsyun.com.tw/products-168.html



如有任何問題,請洽keysight 正式授權經銷商

品勳科技股份有限公司

www.pinsyun.com.tw

02-2278-9886 | 03-668-1808 | 06-230-0896

詳細資訊，請上網查詢：www.keysight.com

有關是德科技電子量測產品、應用及服務的詳細資訊，可查詢我們的網站或來電洽詢。
是德科技聯絡窗口：www.keysight.com/find/contactus

