

3350 系列
高功率電子負載
操作手冊

S/N : 90033500 REV : D

Material Contents Declaration

(材料含量宣称)

(Part Name) 零件名称	Hazardous Substance (有毒有害物质或元素)					
	铅 (Pb)	汞 (Hg)	镉 (Cd)	六价铬 (Cr6+)	多溴 联苯 (PBB)	多溴 二苯醚 (PBDE)
PCBA (印刷电路装配件)	X	O	X	O	O	O
Electrical part not on PCBA's 未在PCBA上的电子零件	X	O	X	O	O	O
Metal parts 金属零件	O	O	O	X	O	O
Plastic parts 塑料零件	O	O	O	O	X	X
Wiring 电线	X	O	O	O	O	O
Package 封装	X	O	O	O	O	O

对销售之日的所售产品,本表显示, PRODIGIT 供应链的电子信息产品可能包含这些物质。注意:在所售产品中可能会也可能不会含有所有所列的部件。This table shows where these substances may be found in the supply chain of Prodigit electronic information products, as of the date of sale of the enclosed product. Note that some of the component types listed above may or may not be a part of the enclosed product. ○: 表示该有毒有害物质在该部件所有均质材料中的含量均在SJ/T 11363-2006 标准规定的限量要求以下。○: Indicates that the concentration of the hazardous substance in all homogeneous materials in the parts is below the relevant threshold of the SJ/T 113632006 standard. ×: 表示该有毒有害物质至少在该部件的某一均质材料中的含量超出SJ/T 11363-2006 标准规定的限量要求。×: Indicates that the concentration of the hazardous substance of at least one of all homogeneous materials in the parts is above the relevant threshold of the SJ/T 11363-2006 standard.

Note(注释):

- 1.Prodigit has not fully transitioned to lead-free solder assembly at this moment ; However, most of the components used are RoHS compliant.
(此刻, Prodigit 并非完全过渡到无铅焊料组装;但是大部份的元器件一至于RoHS的规定。)
2. The product is labeled with an environment-friendly usage period in years.
The marked period is assumed under the operating environment specified in the product specifications.
(产品标注了环境友好的使用期限(年)。所标注的环境使用期限假定是在此产品定义的使用环境之下。)



Example of a marking for a 10 year period:

(例如如此标制环境使用期限为10年)

安全標誌



直流電源符號(DC)



交流電源符號(AC)



交流和直流電源符號



3相交流電源符號



機體接地符號



開(電源)



關(電源)



保險絲



高電壓警告符號,請參考手冊上所列的警告和注意說明,以避免人員受傷或儀器受損



危險標誌,可能會有高電壓存在,請避免接觸

VERIFICATION of conformity with CE Directives Verification No: ACT200981CE

Approved by:

Vincent Tan

Acts Certification and Testing Services

July 21, 2005

Document holder:

Prodigit Electronics Co., Ltd.

Address:

8F, No. 88, Baojhong Rd.,

Hsin Tien, Taipei, Taiwan

Type of product:

DC Electronic Loads

Type designation:

3350, 3351, 3352, 3353, 3354

Technical data:

100 / 115 / 200 / 230 Vac, 50 / 60 Hz, 150 W,

Class I

A sample of the product has been assessed with respect to CE-marking according to the Low Voltage Directive (73/23/EEC & 93/68/EEC) and EMC Directive (89/336/EEC, 92/31/EEC, & 93/68/EEC) and Found to comply with the essential requirements of the Directives.

The Standard(s) used for showing the compliance and the full details of the results are given in the Test Reports as detailed below:

Standard(s)	Report No.	Report Issued Date
IEC/EN 61010-1: 2001	ACT200981	July 11, 2005
EN 61326+A1+A2+A3, EN 55011+A1+A2, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3+A1, EN 61000-4-2+A1+A2, EN 61000-4-3+A1, EN61000-4-4+A1+A2, EN61000-4-5+A1, EN 61000-4-6+A1, EN 61000-4-8+A1, EN 61000-4-11+A1	E940535	July 15,2005

The holder of the verification is authorized to use this verification in connection with the EC declaration Of conformity according to the Directives. The CE marking may only be used if all releveant and effective

EC Directives are complied with. Together with the manufacturer' s own documented production control,

The manufacturer (or his European authorized representative) can in his EC Declaration of Conformity Verify compliance with the directives.

3350 系列高功率電子負載操作手冊目錄

第一章、概論	1-1
1-1、整體說明.....	1-1
1-2、3350 系列高功率電子負載之特性.....	1-7
1-3、標準配備.....	1-7
1-4、選用配備.....	1-7
1-5、規格.....	1-8
第二章、安裝	2-1
2-1、安裝前的準備.....	2-1
2-2、電源的設定與檢查.....	2-1
2-3、接地需求.....	2-2
2-4、腳架調整.....	2-2
2-5、儀器箱的裝設.....	2-2
2-6、環境需求.....	2-2
2-7、維修及校正服務.....	2-2
2-8、GPIB 介面功能.....	2-3
2-9、RS232C 介面功能.....	2-3
2-10、遙控裝置.....	2-4
2-11、負載電流斜率之設定.....	2-4
第三章、操作	3-1
3-1 3350 面板圖.....	3-1
3-2、操作說明.....	3-2
3-3、3350 系列高功率電子負載模組的起始設定參數.....	3-11
3-4、負載輸入連接器與連接引線之考慮事項.....	3-13
3-5、負載CC MODE/CR MODE/CV MODE/CP MODE 粗調，微調，增量及減量調整.....	3-14
3-6、IMONITOR (輸出).....	3-16
3-7、保護特性.....	3-17
3-8、儲存/呼叫 (STORE/RECALL) 操作.....	3-18
3-9、AUTO SEQ 功能操作說明.....	3-19
第四章、GPIB/RS-232C 操作命令說明	4-1
4-1、GPIB/RS-232C 簡介.....	4-1
4-2、3350 GPIB 命令列表.....	4-1
4-3、縮寫代號說明.....	4-3
4-4、GPIB/RS-232C 命令說明.....	4-4
第五章、應用	5-1
5-1、本地電壓檢知連接法.....	5-1
5-2、遠地電壓檢知連接法.....	5-2
5-3、固定電流模式 (C.C. MODE)的應用.....	5-3
5-4、固定電壓模式 (C.V. MODE)的應用.....	5-5
5-5、固定電壓模式(C.R. MODE)的應用.....	5-6
5.6、固定功率模式(C.P. MODE) 的應用.....	5-7
5-7、固定電流源操作.....	5-8
5-8、最低工作電壓為零伏特之連接方式.....	5-8

圖形

圖 1-1 3350高功率電子負載功率曲線圖	1-1
圖 1-2 3351高功率電子負載功率曲線圖	1-1
圖 1-3 3352 高功率電子負載功率曲線圖.....	1-2
圖 1-4 3353 高功率電子負載功率曲線圖.....	1-2
圖 1-5 3354 高功率電子負載功率曲線圖.....	1-2
圖 1-6 固定電流模式特性圖	1-3
圖 1-7 固定電阻模式特性圖	1-3
圖 1-8 固定電壓模式特性圖	1-4
圖 1-9 固定功率模式特性圖	1-4
圖 1-10 動態負載電流波形圖	1-5
圖 1-11旋轉率(SLEW RATE)曲線圖	1-6
圖 1-12 3350 系列高功率電子負載之方塊圖	1-10
圖 2-1 電源設定圖	2-1
圖 2-2 保險絲座.....	2-2
圖 2-3 3350系列高功率電子負載前面板按鍵圖.....	2-3
圖 2-4 3350系列高功率電子負載背版圖	2-3
圖 2-5 遙控連接埠圖	2-4
圖 2-6 負載電流波形與 LOAD ON/OFF 開關，負載準位與電源供應器之輸出電壓間的關係圖	2-5
圖 3-1 3350 系列高功率電子負載之面板圖	3-1
圖 3-2 3350 系列高功率電子負載之前外觀圖	3-2
圖 3-3 典型 3350 系列高功率電子負載前面連接方式.....	3-9
圖 3-4 典型 3350 系列高功率電子負載後面連接方式.....	3-9
圖 3-5 負載電流之類比設定輸入.....	3-10
圖 3-6自動測試模式操作流程圖	3-19
圖 3-7 編輯模式操作流程圖	3-20
圖 3-8 測試模式操作流程圖	3-21
圖 5-1 本地/遠地電壓檢知連接圖.....	5-1
圖 5-2 遠地電壓檢知連接圖	5-2
圖 5-3 固定電流操作模式之應用.....	5-3
圖 5-4 動態負載電流.....	5-4
圖 5-5 固定電壓操作模式之應用.....	5-5
圖 5-6 固定電阻操作模式之應用.....	5-6
圖 5-7 固定功率操作模式之應用.....	5-7
圖 5-8 固定電流源之連接圖	5-8
圖 5-9 高功率電子負載最低工作電壓為 0V 時的連接圖	5-8

表格

表 1-1 交流規格表	1-8
表 1-2 3350 系列規格表	1-9
表 3-1 3350起始狀態設定	3-11
表 3-2 3351起始狀態設定	3-11
表 3-3 3352起始狀態設定	3-12
表 3-4 3353起始狀態設定	3-12
表 3-5 3354起始狀態設定	3-13
表 3-6 負載CC MODE/CR MODE/CV MODE/CP MODE按鍵粗調/微調及不同檔位之解析度 ..	3-16
表 4-1 3350 系列 GPIB/RS-232C 設定命令摘要	4-1
表 4-2 3350 系列 GPIB/RS-232C 讀取命令摘要	4-2
表 4-3 命令結束字元表	4-3
表 4-4 3350 系列電流及電阻範圍表	4-7
表 4-5 PROT 狀態暫存器	4-10

第一章、概論

1-1、整體說明

3350 系列高功率電子負載是用來測試評估直流電源供應器之規格特性，蓄電池之壽命特性以及電子元件之規格等用途。

3350 系列高功率電子負載具有 GPIB/RS-232C 介面及面板手動兩種操作方式，3354 1800W 的工作區

域曲線如圖 1-1~1-5 所示，其電壓與電流之工作範圍分別為 0 - 60V 及 0 - 360A。

3350 系列高功率電子負載的工作模式包含、固定電流(C.C.)，固定電阻(C.R.)，固定電壓(C.V.)，固定功率模組 (C.P)，動態負載 (Dynamic Load) 於固定電流模式動態負載時上升與下降負載電流斜率可以分別設定控制，亦可於背板上的類比輸入可依輸入訊號來控制所需之任意負載電流波形。

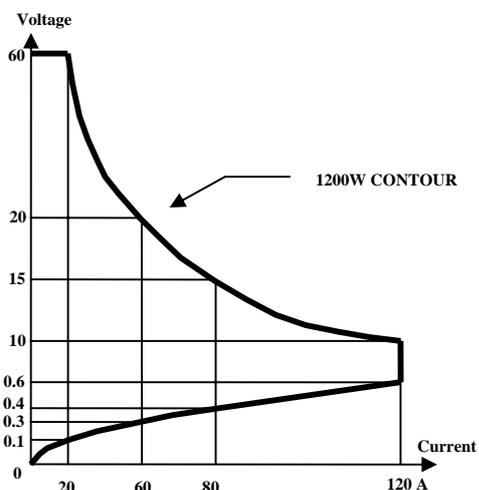


圖 1-1 3350高功率電子負載功率曲線圖

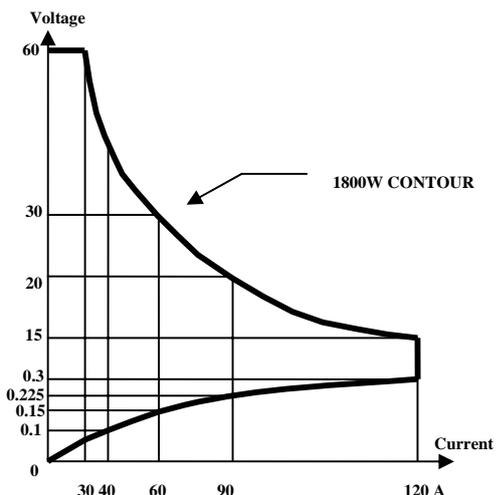


圖 1-2 3351高功率電子負載功率曲線圖

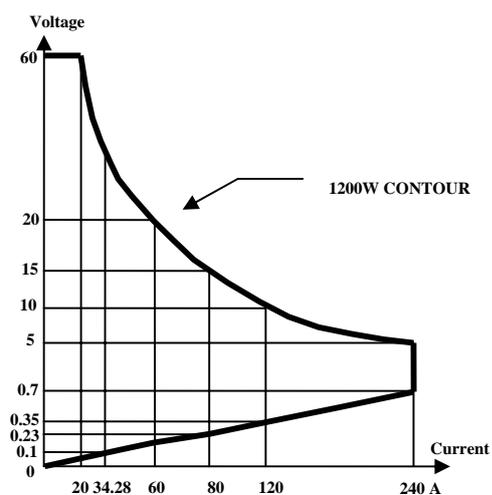


圖 1-3 3352 高功率電子負載功率曲線圖

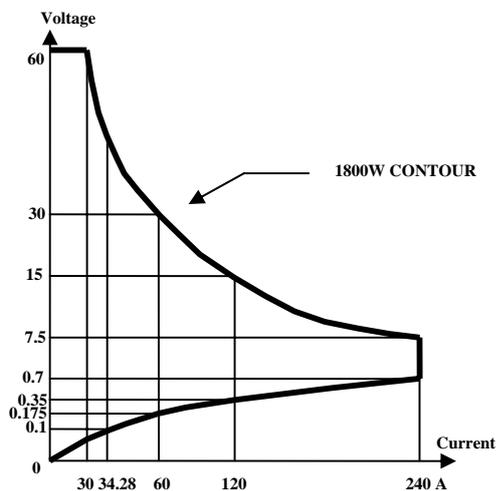


圖 1-4 3353 高功率電子負載功率曲線圖

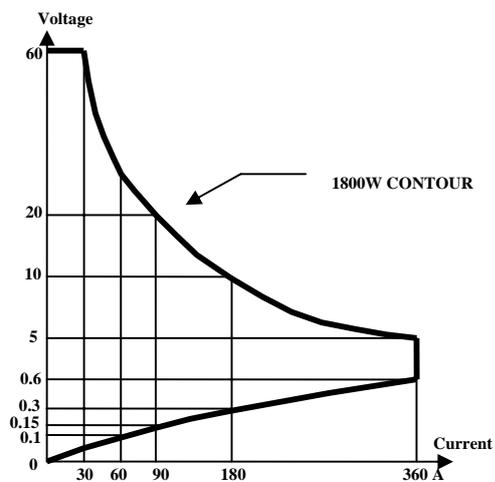


圖 1-5 3354 高功率電子負載功率曲線圖

固定電流模式 (C.C. Mode)

於固定電流工作模式時，3350 系列高功率電子負載所流入的負載電流係依所設定之電流值而與輸入電壓之大小無關，如圖 1-6 所示，意即負載電流保持設定值不變。

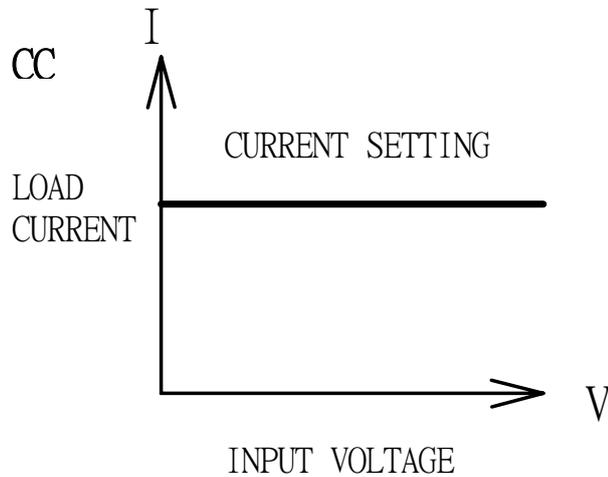


圖 1-6 固定電流模式特性圖

固定電阻模式 (C.R. Mode)

於固定電阻工作模式時，3350 系列高功率電子負載所流入的負載電流係依據所設定負載電阻之大小而定，此時負載電流與輸入電壓呈一正比例，如圖 1-7 所示，意即負載電阻保持設定值不變。

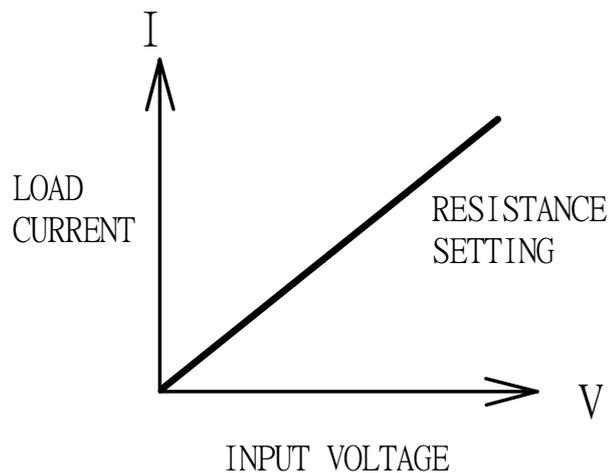


圖 1-7 固定電阻模式特性圖

定電壓模式 (C.V. Mode)

於固定電壓工作模式時，3350 系列高功率電子負載所流入的負載電流係依據所設定之負載電壓而定，此時負載電流的大小將會增加直到負載電壓等於設定值為止，如圖 1-8 所示，意即負載電壓保持設定值不變。

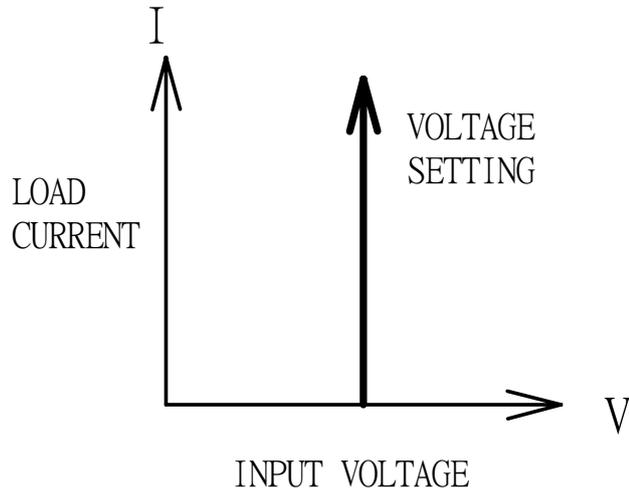


圖 1-8 固定電壓模式特性圖

固定功率模組 (C.P Mode)

於固定功率工作時，3350 系列電子負載所流入的負載電流係依據所設定之功率之大小而定，此時負載電流與輸入電壓的乘積等於功率設定值，如圖 1-9。

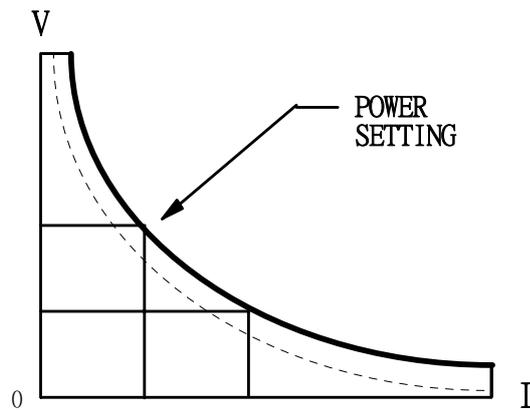


圖 1-9 固定功率模式特性圖

動態負載 (Dynamic Load)

共有六個設定參數來產生動態負載之脈波電流波形，其分別為高/低負載準位，上升/下降負載電流斜率，高準位/低準位負載週期。

動態負載電流波形之定義和圖 1-10 所示，其中動態負載頻率及動態負載工作週期如下列式子所示：

$$\text{Dynamic Frequency} = \frac{1}{(T_{\text{High}} + T_{\text{Low}})}$$

$$\text{Duty Cycle} = \frac{T_{\text{High}}}{(T_{\text{High}} + T_{\text{Low}})}$$

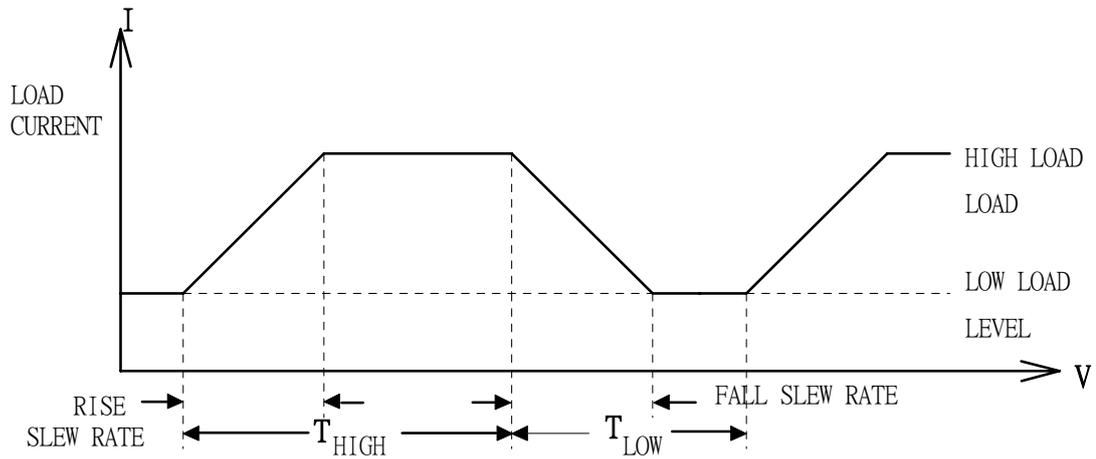


圖 1-10 動態負載電流波形圖

旋轉率(Slew Rate):

旋轉率被確定在作為那些變化的電流或者超時電壓。一可程式旋轉率允許一控制從一負載設定，轉變到使感應電壓減到最小的另一個落在感應功率的線路上，或控制在測試設備上的感應瞬變現象(如：在電源供應期間發生的瞬態響應)。如果來自一開始的另一個的轉變是大的，實際轉換時間可經由分電壓或轉換電流透過旋轉率來計算。實際轉換時間是確定當時時間必須從90%到10%或者從10% 改變到90%的那些輸入編程式途徑。如果來自一開始的另一個的轉變是小的，此小的信號頻寬為全部可編程式的旋轉率負載限制最小轉換時間。因為此限制因素，基於旋轉率，實際轉換時間比期望時間長如圖 1-11。

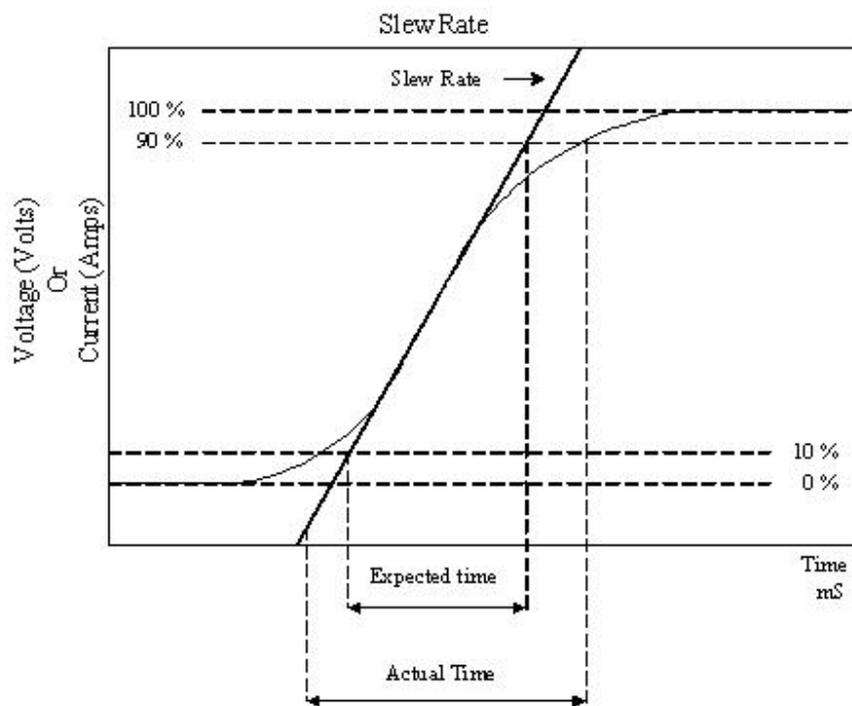


圖 1-11 旋轉率(Slew Rate)曲線圖

1-2、3350 系列高功率電子負載之特性

- 1.2.1 具有非常彈性組合之高功率電子負載具備 CC、CR、CV、CP、Dynamic 及 Short 等操作模式。
- 1.2.2 完全 GPIB/RS-232C 控制之介面功能，包含負載狀態之設定及電壓電流表讀回。
- 1.2.3 雙高精確度/高解析度 16 位元電壓、電流錶與功率錶，並具有 GO/NG 判別能力。
- 1.2.4 內含寬範圍之脈波產生器，其中上昇/下降負載電流斜率可以獨立控制。
- 1.2.5 負載電流斜率可控制性：如負載準位改變，Load ON/OFF 切換，及電源供應器開機時電壓上升瞬間等，以上負載電流之斜率可以依上昇/下降負載電流斜率來控制設定。
- 1.2.6 短路負載測試功能及短路電流量測功能。
- 1.2.7 自動電壓檢知能力，及可程式化負載開啓/關閉之設定功能。
- 1.2.8 保護功能包含過電壓、過電流、過功率、過溫度及逆向極性保護等。
- 1.2.9 每個高功率電子負載模組具備類比信號輸入能力。
- 1.2.10 隔離式電流監視 BNC 輸出,滿刻度為 10V。
- 1.2.11 可儲存/呼叫 150 種電子負載狀態設定，節省測試時間。
- 1.2.12 背面板類比信號控制端子 (BNC)，可控制 3350 系列的負載電流波形。
- 1.2.13 9931 遙控器，提供使用者遠端操作 5 組儲存/呼叫功能，最適合線上使用。
- 1.2.14 數位式校正。
- 1.2.15 風扇轉速依負載功率的溫度自動調整。

1-3、標準配備

1.3.1	黃色大型Y型接頭	2 PCS
1.3.2	紅色小型Y行接頭	2 PCS
1.3.3	紅色大型香蕉插頭	1 PC
	黑色大型香蕉插頭	1 PC
1.3.4	紅色小型香蕉插頭	1 PC
	黑色小型香蕉插頭	1 PC
1.3.5	大型六腳板手	1 PC
	小型六腳板手	1 PC
1.3.6	3350 系列使用手冊	1 PC
1.3.7	M6圓頭螺絲	1 PC

1-4、選用配備

- 1.4.1 GPIB 纜線長度 1 米。
- 1.4.2 GPIB 纜線長度 2 米。
- 1.4.3 D-SUB 9 Pin to D-SUB 9 Pin 連接電纜線長度 1 米。(9931 用)
- 1.4.4 9931 遙控器。

1-5、規格

AC INPUT	LINE	115V \pm 10%	230V \pm 10%
	FREQUENCY	50/60 Hz	
	FUSE	2A/250V(5x20 mm)	1A/250V(5x20 mm)
	MAX. POWER CONSUMPTION	150 W	
DIMENSIONS (W * H * D)		440 mm \times 177 mm \times 445 mm	
WEIGHT		NET : 23 Kg	

表 1-1 交流規格表

Model	3350	3351	3352	3353	3354
INPUT RATINGS Power (Watt) Current (Ampere) Voltage (Volt)	1200 W 120 A 60 V	1800W 120 A 60 V	1200W 240 A 60 V	1800W 240 A 60 V	1800 W 360A 60 V
PROTCTIONS OPP OCP OVP OTP	1260W 126A 63V 85°C	1890W 126A 63V 85°C	1260W 252A 63V 85°C	1890W 252A 63V 85°C	1890W 378A 63V 85°C
CC MODE RANGE RESOLUTION ACCURACY	0~12/120A 3.2mA /32mA	0~12/120A 3.2mA /32mA	0~24/240A 6.4mA /64mA	0~24/240A 6.4mA /64mA	0~36/360A 9.6mA /96mA
±0.2% OF (SETTING + RANGE)					
CR MODE RANGE RESOLUTION ACCURACY	0.0268~0.5~1875Ω 0.134mΩ/0.533ms	0.0268~0.5~1875Ω 0.134mΩ/0.533ms	0.0134~0.25~937.5Ω 0.067mΩ/1.066ms	0.0134~0.25~937.5Ω 0.067mΩ/1.066ms	0.0088~0.167~625Ω 0.044mΩ/1.6ms
±0.2% OF (SETTING + RANGE)					
CV MODE RANGE RESOLUTION ACCURACY	0~60V 0.016V	0~60V 0.016V	0~60V 0.016V	0~60V 0.016V	0~60V 0.016V
±0.1% OF (SETTING + RANGE)					
CP MODE RANGE RESOLUTION ACCURACY	0~1200W 0.32W	0~1800W 0.48W	0~1200W 0.32W	0~1800W 0.48W	0~1800W 0.48W
±0.5% OF (SETTING + RANGE)					
4 1/2 DVM RANGE RESOLUTION ACCURACY	0~15.000/60.00V 0.0005/0.002V	0~15.000/60.00V 0.0005/0.002V	0~15.000/60.00V 0.0005/0.002V	0~15.000/60.00V 0.0005/0.002V	0~15.000/60.00V 0.0005/0.002V
±0.05% OF (READING + RANGE)					
4 1/2 DAM RANGE RESOLUTION ACCURACY	0~12/120A 0.4mA /4mA	0~12/120A 0.4mA /4mA	0~24/240A 0.8mA /8mA	0~24/240A 0.8mA /8mA	0~36/360A 1.2mA /12mA
±0.2% OF (READING + RANGE)					
Dynamic Operation THIGH/TLOW SLEW-RATE ACCURACY	50us to 9.999Sec				
	8mA~500mA/us 80mA~5000mA/us	8mA~500mA/us 80mA~5000mA/us	16mA~1000mA/us 160mA~10000mA/us	16mA~1000mA/us 160mA~10000mA/us	24mA~1500mA/us 240mA~15000mA/us
	±10% ±10us				
Load ON Voltage	0.1-25V	0.1-25V	0.1-25V	0.1-25V	0.1-25V
Load OFF Voltage	0-25V	0-25V	0-25V	0-25V	0-25V
Imonitor (Isolated)	12A/V	12A/V	24A/V	24A/V	36A/V
Maximum Short Resistance	0.005Ω	0.0025Ω	0.0029Ω	0.0029Ω	0.0019Ω

表 1-2 3350 系列規格表

3350系列高功率電子負載

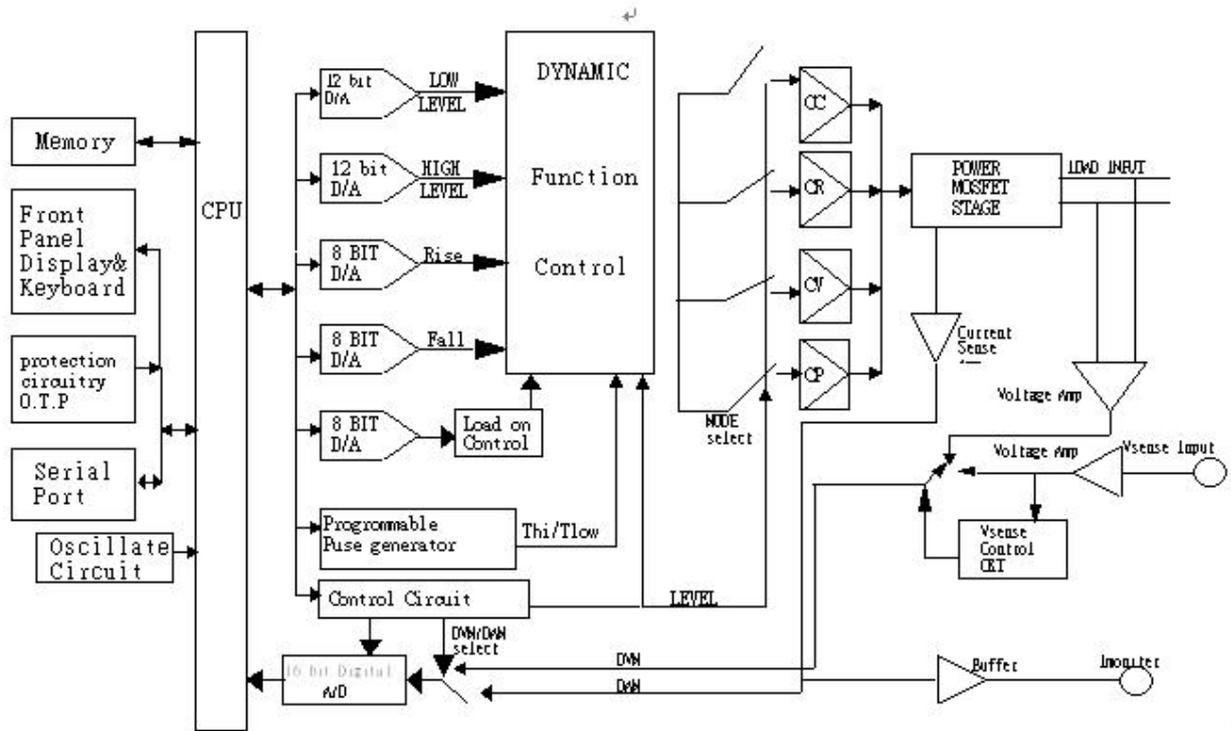


圖 1-12 3350 系列高功率電子負載之方塊圖

第二章、安裝

2-1、安裝前的準備

3350 系列高功率電子負載於出貨前都已經過嚴密的品質檢驗，如果機器於運輸過程遭受損壞時，請您就近聯絡博計電子的經銷商或直接與本公司營業部聯絡。

2-2、電源的設定與檢查

3350 系列高功率電子負載可以工作於交流電源 100/115V 及 200/230V，工作電壓標示於後面板電源輸入端附近，使用前請先確定標示的工作電壓與您的使用電壓是否相同，如果您的使用電壓與 3350 系列高功率電子負載所標示的工作電壓不同時，請依照以下的步驟重新設定工作電壓。

2.2.1 關閉 3350 系列高功率電子負載前面板之電源開關 (0 的位置)。

2.2.2 設定開關位於 3350 系列高功率電子負載後面板上，請參考圖 2-1 設定正確的工作電壓，電壓的設定說明如下：

- a. 設定開關到 115V 位置即設定使用電壓為 115 V。
- b. 設定開關到 230V 位置即設定使用電壓為 230 V。

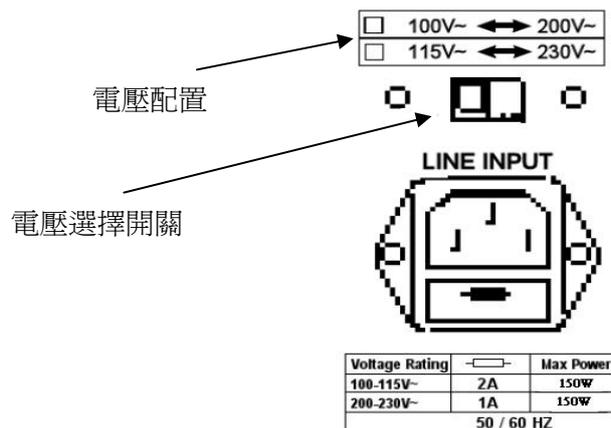


圖 2-1 電源設定圖

2.2.3 設定完成後，更新標示後背板的使用電壓標示圖。

2.2.4 確認保險絲的安裝是否正確，如果必要時，請一併更換正確的保險絲，一般來說應該為另一顆位於保險絲座中的備用保險絲。

2.2.5 保險絲座位於交流電源插座下方，檢視保險絲前務必先拔除電源線，以避免電擊的危險，取出保險絲座時，圖 2-2 所示可以使用一把較小的平頭螺絲起子，換上如表 1-1 所示正確規格的保險絲。

2.2.6 置回保險絲座，插上電源線後即可。

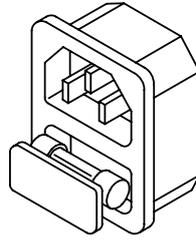


圖 2-2 保險絲座

2-3、接地需求

爲了避免機殼因漏電時而造成危險，3350 高功率電子負載強烈要求使用三端式的電源線，並且電源配線接地皆需正確和完整。

2-4、腳架調整

3350 高功率電子負載爲桌上型測試設備，腳架的使用可以提供更佳的觀測點，使用時僅須將腳架向外彈出即可。

2-5、儀器箱的裝設

3350 高功率電子負載除了可以置放於工作檯上之外，更可以固定於標準 19 英吋的儀器箱上使用。使用時直接將 3350 高功率電子負載置放於儀器箱中，將左右把手固定（鎖）於儀器箱上即可。

2-6、環境需求

2.6.1 室內使用

2.6.2 宣告種類:Category I.

2.6.3 污染等級; 2.

2.6.4 最大相對濕度 80%

2.6.5 建議操作環境室內溫度 0度~ 40度之間最佳的工作環境爲攝氏25度

2-7、維修及校正服務

如果 3350 高功率電子負載機框故障或需要校正時，請於機框上貼上標示有所有人(公司行號部門人員)的標籤，並指明爲校正服務或者維修服務，然後通知博計電子的經銷商或者直接與本公司聯絡。

2-8、 GPIB 介面功能

GPIB 連接器位於 3350 系列高功率電子負載的後面板，用於連接 GPIB 控制器 (CONTROLLER) 或其他裝置 (DEVICES)。

GPIB 連線時有二點較為重要的限制如後所述：

- 2.8.1 包含 GPIB 控制器 (CONTROLLER) 在內，所有裝置不能超過 15 台。
- 2.8.2 GPIB 連接器電纜線長度最長為 2 米，裝置連線後其總長不可超出 20 米。
- 2.8.3 GPIB 位址可以經由前面板設定，同時按 STATE 4+5 可顯示出 GPIB 位址，按上下鍵可以選擇 GPIB 位址，按 STATE 2 跳出 GPIB 位址選擇模式。

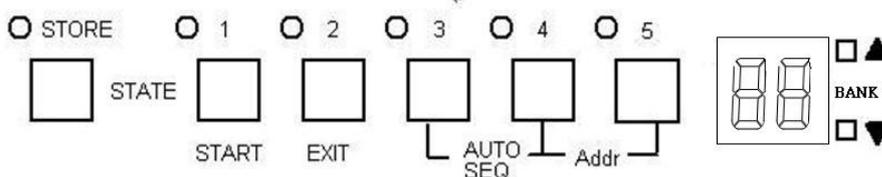


圖 2-3 3350系列高功率電子負載前面板按鍵圖

2-9、 RS232C 介面功能

3350系列高功率電子負載提供了一個RS-232C 母座(FEMALE)連接裝置於背面板上，此連接裝置與電腦RS-232C 連接埠以一對一的方式連接。

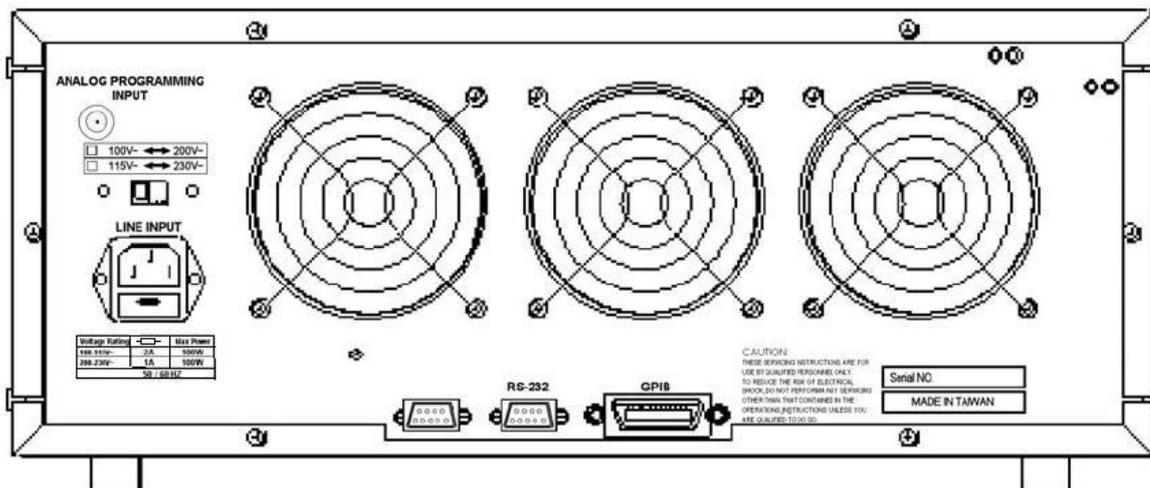


圖 2-4 3350系列高功率電子負載背版圖

2-10、遙控裝置

3350 電子負載提供了一個可以連接 Model 9931 遙控器的連接埠於後面板上，此一連接埠為一般的 9 Pin 公座連接埠，連接於前面板的按鍵，用以使用 Model 9931 5 個按鍵的遙控器，它可以取代 3350 前面板的 Recall 1 ~ 5。

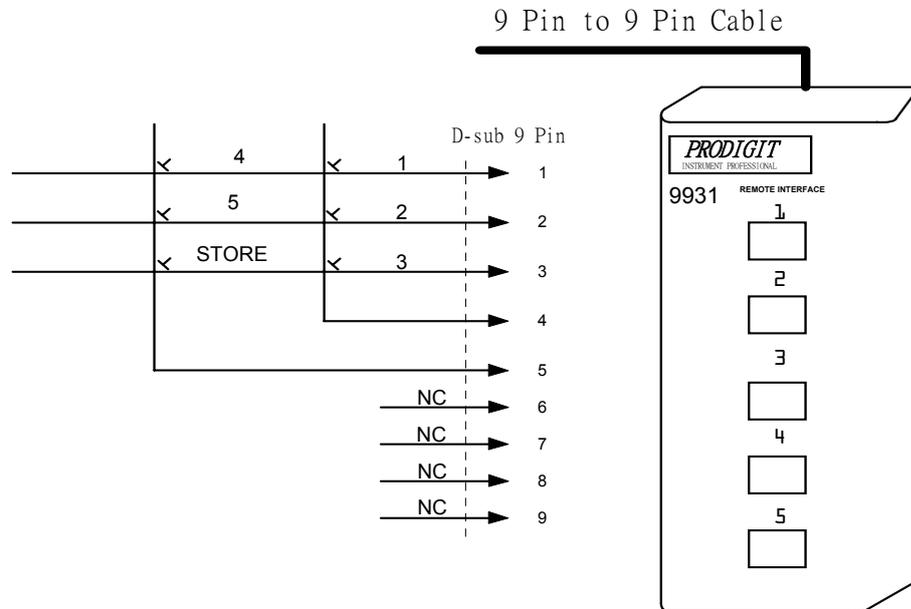


圖 2-5 遙控連接埠圖

2-11、負載電流斜率之設定

於使用高功率電子負載時，關於電流的暫態特性應予以特別的注意。例如負載電流變化時的變化斜率為何？負載 ON/OFF 開關於 ON 或 OFF 時電流上升或下降之變化率為何？以及測試電源供應器時，於負載電壓上升時負載電流上升之變化率為何等，暫態特性均足以影響測試結果及待測物之特性。

於 3354 高功率電子負載上，負載電流之變化斜率均可以設定控制，以適合各種狀況之測試應用。在面板操作時可以使用上升/下降斜率來控制負載電流上升/下降之變化率。在 GPIB 界面時則可用程式來控制負載電流之上升或下降之變化率。其中上升及下降負載電流變化率可以被分別設定，以 3354 高功率電子負載模組為例，負載電流變化率之控制範圍為 240mA/usec 到 15 A/usec 於 360A 電流檔時，以及 24mA/usec 到 1.5A/usec 於 36A 電流檔時，這項功能可以允許由低負載電流到高負載電流變化時的變化率與由高負載電流到低負載電流時的電流變化率不同。如此可以將電感性引線之壓降現象降到最低的程度，或來測試待測電源供應器之輸出暫態反應特性。

負載電流變化率可控制的特性尚可應用於減少待測電源供應器之過載現象，並且模擬實際負載電流之變化率做最實際最有效之測試，尤其在待測 試的電源供應器開機後，電壓爬升瞬間負載電流變化的情形，圖 2-6 說明了 3354 高功率電子負載之變化率可由上升/下降斜率來設定控制外，尚依待測電源供應器之輸出電壓，負載電流準位變化及負載 ON/OFF 開關來控制。

因此，實際上於測試電源供應器時可用固定電流模式 (C.C. Mode) 來做完所有測試並模擬固定電阻模式(C.R. Mode) 如此可使整個測試做最有效率的運用而且品質得以確保。

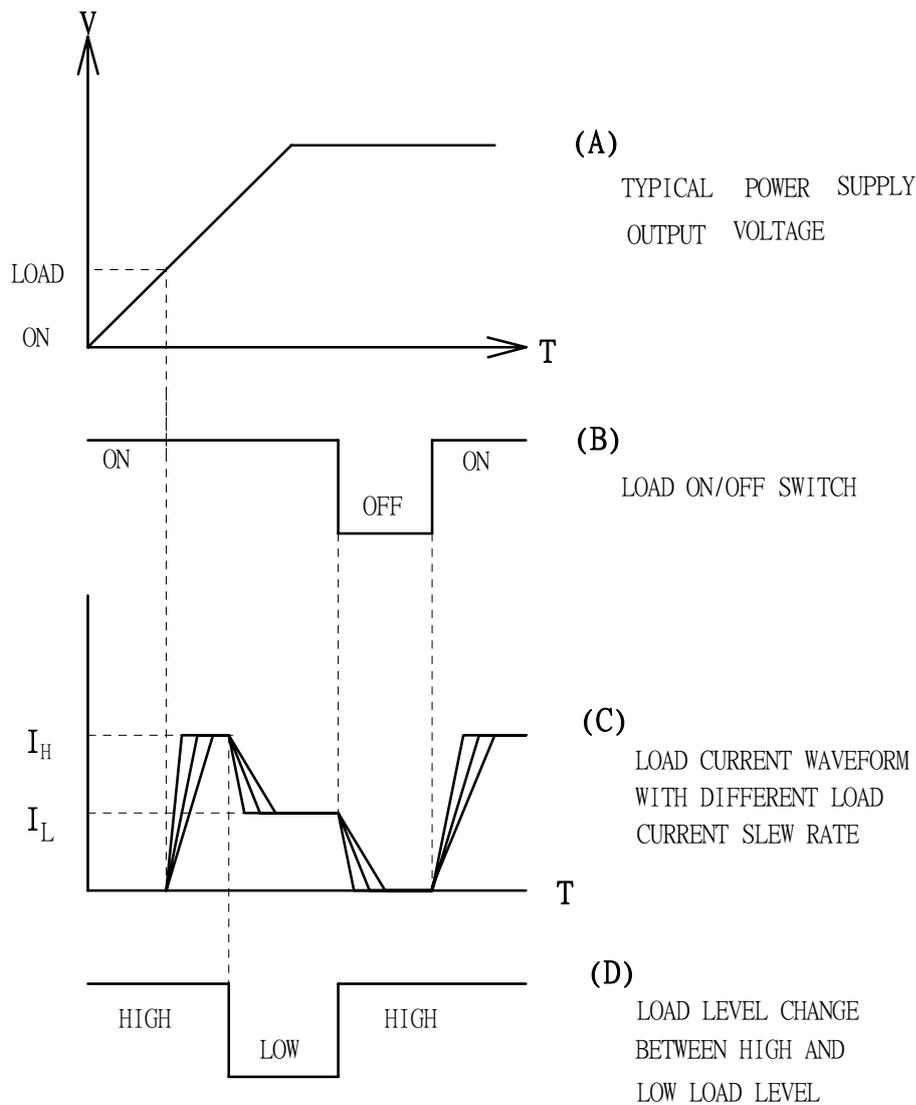


圖 2-6 負載電流波形與 LOAD ON/OFF 開關，負載準位與電源供應器之輸出電壓間的關係圖

第三章、操作

本章內說明每一個 3350 系列高功率電子負載模組的前面板手動操作，關於 GPIB 控制則於第四章內說明。

3-1 3350 面板圖

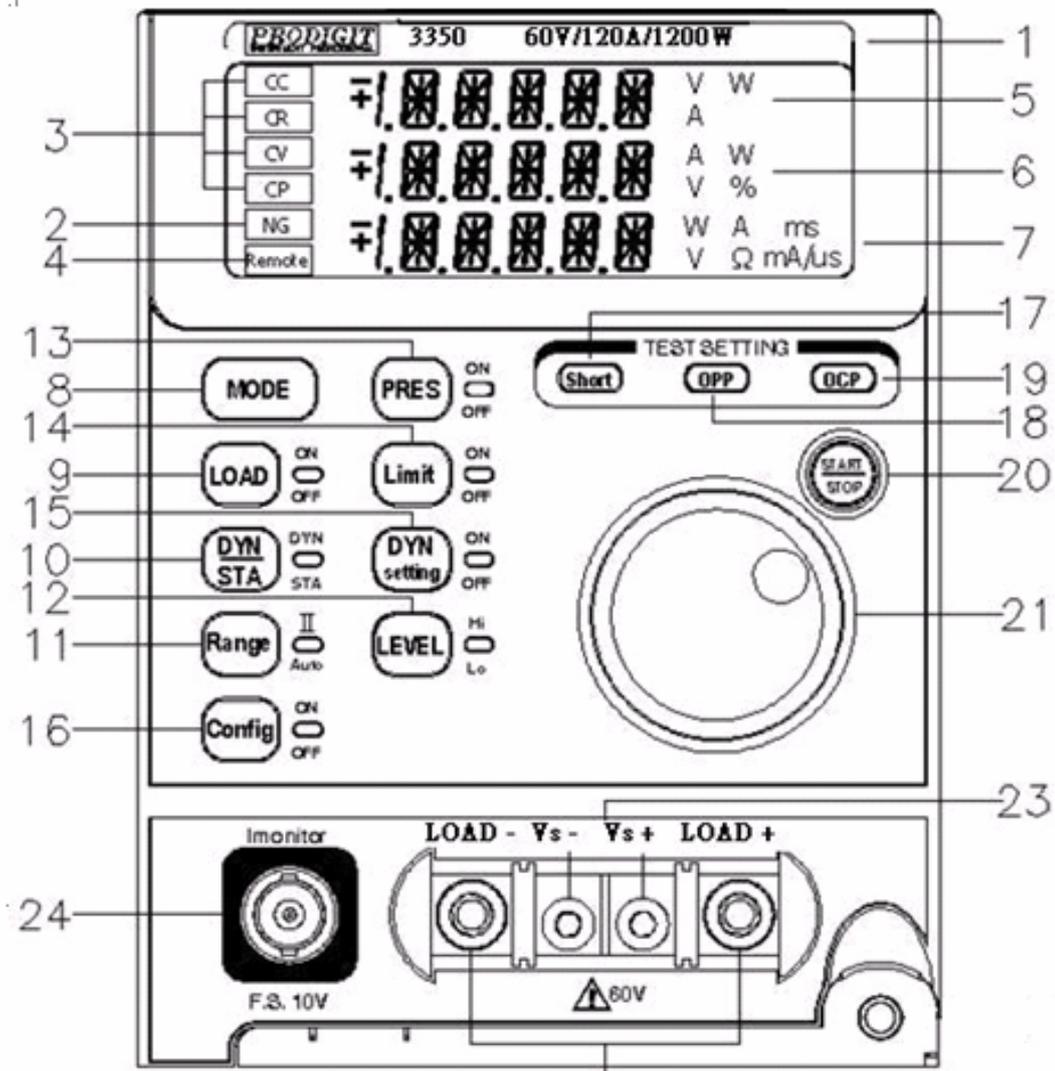


圖 3-1 3350 系列高功率電子負載之面板圖

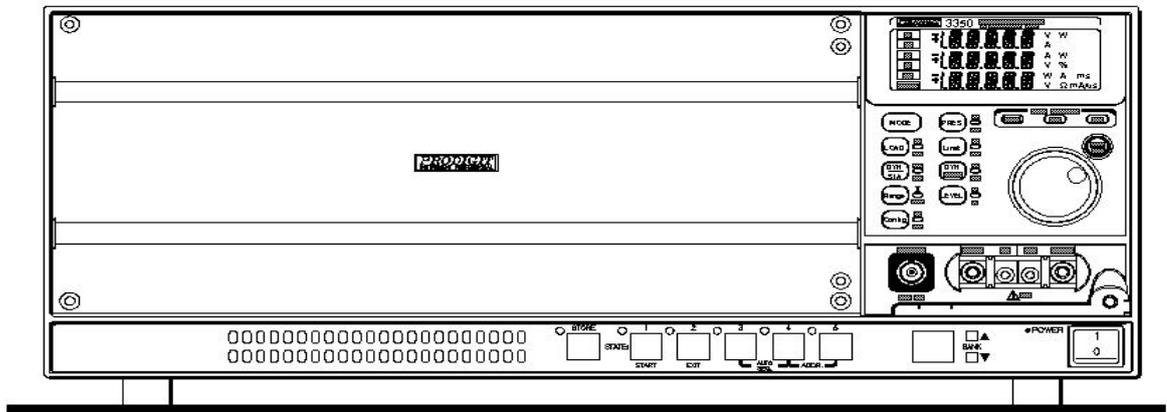


圖 3-2 3350 系列高功率電子負載之前外觀圖

3-2、操作說明

- 3.2.1 3350 60V/120A，1200W DC ELECTRONIC LOAD係表示 3350 系列 DC 直流電子負載之機型號碼、版本、電壓、電流及功率之規格。
- 3.2.2 NG LED 指示器當電壓錶、電流錶、瓦特錶的讀值未超過 Limit 設定之上限或下限，此 LED 即OFF。
- 3.2.3 MODE 鍵與 CC，CR，CV，CP之 LCD 指示器在 3350 系列電子負載上共有四種工作模式可以用 MODE 鍵來選擇，其程序為固定電流（C.C.），固定電阻（C.R.），固定電壓（C.V.），固定功率（C.P.），然後依此順序來切換，而 CC、CR、CV、CP 之 LCD 指示器會依所選擇的工作模式而指示。
在 CC 與 CR 模式時，負載範圍各有兩檔，3350 系列電子負載會依據所設定之負載準位自動調整到最適當的檔位。
- 3.2.4 Remote LCD 指示器3350 系列電子負載於外接電腦程式控制操作時，Remote LCD 指示器將亮起，此時面板手動操作將全部無效。當 Remote LCD 指示器熄滅時，表示為面板手動操作。
- 3.2.5 上方的 4 1/2 位顯示器
- 一般狀態下：此顯示器作為一 4 1/2 位數位電壓錶，用來顯示負載輸入端或 Vsense 輸入端的電壓值。於 3350 系列電子負載內含有一自動檢知電路，可以檢知並判別 Vsense 是否已連接，當檢知出 Vsense 端有電壓時（約為 0.5V 時）則 4 1/2 位電壓錶會顯示 Vsense 端的電壓，否則便顯示負載輸入端的電壓。
 - 於Short test Enable以及Short Setting狀態下顯示「SHORT」。
 - 於OCP test Enable以及OCP Setting狀態下顯示「OCP」。
 - 於OPP test Enable以及OPP Setting狀態下顯示「OPP」。
 - 於Short testing、OCP testing以及OPP testing狀態下皆顯示負載輸入端或Vsense 端的電壓。
 - 過電壓保護時(電子負載輸入端電壓超過額定值)，顯示器顯示「OVP」。

3.2.6 中間的 4 1/2 位顯示器

- 一般狀態下：此顯示器作為一自動換檔(共兩檔)的 4 1/2 位數位電流錶，用來顯示實際流入電子負載內的負載電流，或電子負載短路時所流入的電流。
- 於LIMIT ON狀態下分別顯示「V_Hi」、「V_Lo」、「A_Hi」、「A_Lo」、「P_Hi」、「P_Lo」、「NG」。
- 於DYNSET ON狀態下分別顯示「T-Hi」、「T-Lo」、「RISE」、「FALL」。
- 於CONFIG ON狀態下分別顯示「SENSE」、「LDon」、「LDoff」、「Polar」。
- 於Short test Enable、OCP test Enable以及OPP test Enable狀態下皆顯示「PRESS」。
- 於Short Setting狀態下分別顯示「TIME」、「V-Hi」、「V-Lo」。
- 於OCP Setting狀態下分別顯示「ISTAR」、「ISTEP」、「ISTOP」、「Vth」。
- 於OPP Setting狀態下分別顯示「PSTAR」、「PSTEP」、「PSTOP」、「Vth」。
- 於Short testing狀態下顯示Short時流入電子負載的電流，單位為A。
- 於OCP testing狀態下顯示設定值電流，單位為A。
- 於OPP testing狀態下顯示設定值功率，單位為W。
- 過電流保護時(流入電子負載的電流超過額定值)，顯示器顯示「OCP」。

3.2.7 下方的 4 1/2 位顯示器

- 於一般狀態狀態下：一般狀態下為顯示電子負載所吸收的功率。
- 於PRESET ON狀態下分別顯示CC mode設定值，單位為A、CR mode設定值，單位為 Ω 、CV mode設定值，單位為V以及CP mode設定值，單位為W。
- 於LIMIT ON狀態下分別顯示V_Hi(上限電壓)與V_Lo(下限電壓)設定值，單位V、A_Hi(上限電流)與A_Lo(下限電流)設定值，單位為A、P_Hi(上限功率)與P_Lo(下限功率)設定值，單位為W以及NG設定「ON」或「OFF」。
- 於DYNSET ON狀態下分別顯示T-Hi(level high time)與T-Lo(level low time)設定值單位為ms，RISE(上升速度)與FALL(下降速度)設定值，單位為mA/ μ s。
- 於CONFIG ON狀態下分別顯示SENSE「ON」或「AUTO」，LDon與LDoff設定值，單位為V，以及Load極性顯示的設定選項「+LOAD」或「-LOAD」。
- 於Short test Enable、OCP test Enable以及OPP test Enable狀態下皆顯示「START」。
- 於Short Setting狀態下分別顯示「CONTI」或Short time設定值，Short V-Hi與Short V-Lo設定值，單位為V。
- 於OCP Setting狀態下分別顯示OCP ISTAR與OCP ISTEP與OCP ISTOP設定值單位為A，OCP Vth設定值，單位為V。
- 於OPP Setting狀態下分別顯示OPP PSTAR與OPP PSTEP與OPP PSTOP設定值單位為W，OPP Vth設定值，單位為V。
- 於OCP test以及OPP test狀態下則顯示「RUN」。
- 過功率保護時(電子負載吸收功率超過額定值)，顯示器顯示「OPP」。
- 過溫度保護時(電子負載溫度過高)，顯示器顯示「OTP」。

3.2.8 MODE鍵與LCD上的CC、CR、CV、CP指示

在3350系列電子負載上共有4種工作模式可用MODE鍵來選擇，其程序為固定電流(C.C)、固定電阻(C.R.)、固定電壓(C.V.)、固定功率(C.P.)，然後依此順序來切換，而LCD上的CC、CR、CV、CP會依所選的工作模式而指示。

3.2.9 LOAD鍵及LED指示器

3350系列電子負載輸入端吃入電流與否可用LOAD鍵來控制。

於LOAD OFF時，並不會影響到其他狀態的設定值，同時LOAD LED為OFF表示目前處於LOAD OFF狀態，於LOAD ON時3350系列電子負載將會回到原先所設定的負載狀態下，同時LOAD LED為ON以表示目前電子負載處於LOAD ON狀態且隨時準備吃入輸入電源之負載電流。

DC INPUT之輸入電壓大於3350系列電子負載之負載開啓電壓(Load ON電壓設定值)，電子負

載方能開始吃載動作，當DC INPUT之輸入電壓小於負載關閉電壓(Load OFF電壓設定值)電子

負載即停止吃載動作。

關於3350系列之負載開啓電壓與負載關閉電壓之設定(Vload ON與Vload OFF)請參考CONFIG設定鍵內之說明。

3.2.10 DYN/STA鍵與LED指示器

此按鍵僅CC、CP模式可動作，3350系列電子負載Dynamic模式或Static模式是由此鍵在做切換。於Dynamic模式時，LED顯示器為ON之狀態，再按一次則為Static模式，此時LED顯示器為OFF之狀態，而且3350系列電子負載自動調整到Static模式下。

註1：於Static模式時，Low準位的檔位隨著High準位的檔位而改變。

註2：Rise / Fall檔位也是隨著High準位的檔位而改變。

3.2.11 Range鍵以及LED指示器

Range AUTO / II控制上方、中間及下方三個4 1/2位顯示器的Range切換，若為Range Auto時LED顯示器OFF，會依4 1/2位顯示器內的數值自動切換range1或range2；反之若為Range II時LED顯示器為ON，4 1/2位顯示器持續保持range2的顯示方式。

3.2.12 LEVEL鍵與LED顯示器

LEVEL鍵的功能是在Static模式下切換CC、CR、CV、CP的High / Low準位，或是在Preset ON的情況下切換High / Low的設定，當LEVEL鍵切換為High準位時LED ON；反之切換為Low準位時LED OFF。

3.2.13 PRES按鍵以及LED顯示器

Preset為OFF時LED顯示器OFF，反之Preset為ON時LED顯示器ON，此時可對CC、CR、CV、CP四個模式的High / Low準位(用LEVEL鍵切換)做設定，設定途中若按下其他設定鍵則Preset OFF，然後跳到所按設定鍵的設定模式。

- 定電流模式CC Mode：
High / Low 準位負載電流之設定值顯示於下方的4 1/2位顯示器內，單位為A。
- 定電阻模式CR Mode：
High / Low 準位負載電阻之設定值顯示於下方的4 1/2位顯示器內，單位為 Ω 。
- 定電壓模式CV Mode：
High / Low 準位負載電壓之設定值顯示於下方的4 1/2位顯示器內，單位為V。
- 定功率模式CP Mode：
High / Low 準位負載功率之設定值顯示於下方的4 1/2位顯示器內，單位為W。

3.2.14 設定鍵LIMIT以及LED指示器

LIMIT鍵的功能為設定上限電壓、下限電壓、上限電流、下限電流、上限功率、下限功率以及NG的ON / OFF，設定途中若按下其他設定鍵則LIMIT OFF，然後跳到所按下設定鍵的設定模式。

按下LIMIT鍵進入limit 設定模式，LED指示器ON，其設定順序如下：

- 設定上限電壓VH，中間的4 1/2位顯示器顯示「V_Hi」，下方的4 1/2位顯示器顯示設定值，單位為V。
- 設定下限電壓VL，中間的4 1/2位顯示器顯示「V_Lo」，下方的4 1/2位顯示器顯示設定值，單位為V。
- 設定上限電流AH，中間的4 1/2位顯示器顯示「A_Hi」，下方的4 1/2位顯示器顯示設定值，單位為A。
- 設定下限電流AL，中間的4 1/2位顯示器顯示「A_Lo」，下方的4 1/2位顯示器顯示設定值，單位為A。
- 設定上限功率PH，中間的4 1/2位顯示器顯示「P_Hi」，下方的4 1/2位顯示器顯示設定值，單位為W。
- 設定下限功率PL，中間的5位顯示器顯示「P_Lo」，下方的4 1/2位顯示器顯示設定值，單位為W。
- 設定NG ON / OFF，當超過VH、VL、AH、AL、PH、PH其中一項時LCD上的NG是否顯示。

註： LIMIT是給使用者設定DC POWER SUPPLY的上下限，若NG設為ON，當DC POWER SUPPLY的輸出超過上述的其中一項時，NG會在LCD上顯示(此時LOAD仍然吃電流)，如果不要顯示NG可在LIMIT設定內將NG設為OFF。

3.2.15 設定鍵DYN setting以及LED指示器

DYN setting鍵的功能為設Dynamic模式的level High / Low持續的時間、由level Low到level High 的上升時間、由level High 到level Low的下降時間，設定途中若按下其他設定鍵則DYN setting OFF，然後跳到所按下設定鍵的設定模式。

按下DYN setting鍵進入DYN設定模式，LED指示器ON，其設定順序如下：

- 設定level High 時間，中間的4 1/2位顯示器顯示「T-Hi」，下方的4 1/2位顯示器顯示設定值，單位為ms。
- 設定level Low 時間，中間的4 1/2位顯示器顯示「T-Lo」，下方的4 1/2位顯示器顯示設定值，單位為ms。
- 設定上升時間，中間的4 1/2位顯示器顯示「RISE」，下方的4 1/2位顯示器顯示設定值，單位為mA/μs。
- 設定下降時間，中間的4 1/2位顯示器顯示「FALL」，下方的4 1/2位顯示器顯示設定值，單位為mA/μs。

3.2.16 設定鍵Config以及LED顯示器

Config鍵的功能是設定負載輸入端與Vsense端切換為ON或AUTO、LOAD ON與OFF的電壓以及LOAD正負極性的顯示設定。設定途中若按下其他設定鍵則Config OFF，然後跳到所按下設定鍵的設定模式。

按下Config鍵進入Config設定模式，LED指示器ON，其設定順序如下：

- 設定Vsense與負載輸入端的切換方式，中間的4 1/2位顯示器顯示「SENSE」，下方的4 1/2位顯示器顯示「ON」或「OFF」。
- 3350系列電子負載內含有一自動檢知電路，可以檢知並判別Vsense端是否已連接，當檢知Vsense端有電壓時(約0.5V)且SENSE設為AUTO，則上方的4 1/2位電壓錶會顯示Vsense端電壓，否則便顯示負載端輸入電壓；反之若SENSE設為ON，則不管Vsense端是否有接電壓，上方的4 1/2位電壓錶仍然顯示Vsense端電壓。
- 設定Load ON電壓，中間的4 1/2位顯示器顯示「LDon」，下方的4 1/2位顯示器顯示設定值，單位為V，若負載輸入端電壓大於Load ON電壓設定值，則電子負載開始吃電流。
- 設定Load OFF電壓，中間的4 1/2位顯示器顯示「LDoff」，下方的4 1/2位顯示器顯示設定值，單位為V，若負載輸入端電壓小於Load OFF電壓設定值，則電子負載停止吃電流。
- 設定Load正負極性，中間的4 1/2位顯示器顯示「Polar」，下方的4 1/2位顯示器顯示「+LOAD」或「-LOAD」，關於這項設定的應用在後面會有詳細說明。

3.2.17 測試&設定鍵Short以及LED顯示器

Short鍵的功能為致能電子負載的short測試以及short測試的相關設定。

按第一下Short鍵致能short測試，LED指示器ON，此時上方4 1/2位顯示器顯示「SHORT」，中間4 1/2位顯示器顯示「PRESS」，下方4 1/2位顯示器顯示「START」，此時使用者按下START / STOP鍵即開始進行short測試。

若再按一下Short鍵(致能之後再按的第二下)則進入short設定模式，LED指示器ON，致能或設定途中若按下其他設定鍵則Short OFF，然後跳到所按下設定鍵的設定模式。

Short設定順序如下：

- 設定short測試的時間，上方4 1/2位顯示器顯示「SHORT」，中間4 1/2位顯示器顯示「TIME」，下方4 1/2位顯示器顯示設定值，單位為ms，3350開機下方4 1/2位顯示器預測為「CONTI」，代表無時限的short測試，此時旋鈕右旋一格進入有時限的short測試設定。
- short測試時的上限電壓(short V-Hi)，上方4 1/2位顯示器顯示「SHORT」，中間4 1/2位顯示器顯示「V-Hi」，下方4 1/2位顯示器顯示設定值，單位為V。
- short測試時的下限電壓(short V-Lo)，上方4 1/2位顯示器顯示「SHORT」，中間4 1/2位顯示器顯示「V-Lo」，下方4 1/2位顯示器顯示設定值，單位為V。

註：這裡所謂的short V-high與short V-low是給使用者設定在短路測試時DC POWER SUPPLY的上下限電壓，與之前提到的LIMIT設定內的V_Hi與V_Lo不同。

3.2.18 測試&設定鍵OCP以及LED顯示器

OCP鍵的功能為致能電子負載的OCP測試以及OCP測試的相關設定。

按第一下OCP鍵致能OCP測試，LED指示器ON，此時上方4 1/2位顯示器顯示「OCP」，中間4 1/2位顯示器顯示「PRESS」，下方4 1/2位顯示器顯示「START」，此時使用者按下START / STOP鍵即開始進行OCP測試。

若再按一下OCP鍵(致能之後再按的第二下)則進入OCP設定模式，LED指示器ON，致能或設定途中若按下其他設定鍵則OCP OFF，然後跳到所按下設定鍵的設定模式。

OCP設定的順序如下：

- 設定OCP測試的起始電流，上方4 1/2位顯示器顯示「OCP」，中間4 1/2位顯示器顯示「ISTAR」，下方4 1/2位顯示器顯示設定值，單位為A。
- 設定OCP測試的遞增電流，上方4 1/2位顯示器顯示「OCP」，中間4 1/2位顯示器顯示「ISTEP」，下方4 1/2位顯示器顯示設定值，單位為A。
- 設定OCP測試的停止電流，上方4 1/2位顯示器顯示「OCP」，中間4 1/2位顯示器顯示「ISTOP」，下方4 1/2位顯示器顯示設定值，單位為A。
- 設定Vth電壓，上方4 1/2位顯示器顯示「OCP」，中間4 1/2位顯示器顯示「Vth」，下方4 1/2位顯示器顯示設定值，單位為V。

註：OCP測試的功能為測試DC POWER SUPPLY的過電流保護，進行OCP測試時電流會從I-START開始遞增到I-STOP為止，遞增值為I-STEP，當DC POWER SUPPLY輸出電流達到上限時，測試DC POWER SUPPLY所發生OCP值(過電流保護)，是否在LIMIT 設定的電流上下限A_Hi與A_Lo之內；若OCP值有在上下限內，則下方4 1/2位顯示器顯示「PASS」，反之則顯示「FALL」。

3.2.19 測試&設定鍵OPP以及LED顯示器

OPP鍵的功能為致能電子負載的OPP測試以及OPP測試的相關設定。

按第一下OPP鍵致能OPP測試，LED指示器ON，此時上方4 1/2位顯示器顯示「OPP」，中間4 1/2位顯示器顯示「PRESS」，下方4 1/2位顯示器顯示「START」，此時使用者按下START / STOP鍵即開始進行OPP測試。

若再按一下OPP鍵(致能之後再按的第二下)則進入OPP設定模式，LED指示器ON，致能或設定途中若按下其他設定鍵則OPP OFF，然後跳到所按下設定鍵的設定模式。OPP設定的順序如下：

- 設定OPP測試的起始功率，上方4 1/2位顯示器顯示「OPP」，中間4 1/2位顯示器顯示「PSTAR」，下方4 1/2位顯示器顯示設定值，單位為W。
- 設定OPP測試的遞增功率，上方4 1/2位顯示器顯示「OPP」，中間4 1/2位顯示器顯示「PSTEP」，下方4 1/2位顯示器顯示設定值，單位為W。
- 設定OPP測試的停止功率，上方4 1/2位顯示器顯示「OPP」，中間4 1/2位顯示器顯示「PSTOP」，下方4 1/2位顯示器顯示設定值，單位為W。
- 設定Vth電壓，上方4 1/2位顯示器顯示「OPP」，中間4 1/2位顯示器顯示「Vth」，下方4 1/2位顯示器顯示設定值，單位為V。

註：OPP測試的功能為測試DC POWER SUPPLY的過功率保護，進行OPP測試時功率會從P-START開始遞增到P-STOP為止，遞增值為P-STEP，當DC POWER SUPPLY輸出功率達到上限時，測試DC POWER SUPPLY所發生OPP值(過電流保護)，是否在LIMIT 設定的功率上下限P_Hi與P_Lo之內；若OPP值有在上下限內，則下方4 1/2位顯示器顯示「PASS」，反之則顯示「FALL」。

3.2.20 START/STOP鍵以及LED顯示器

START/STOP鍵的功能為啟動和停止(在進行測試中按面板上的任何鍵都能停止測試)Short、OCP以及OPP測試。

進行Short測試時，若DC POWER SUPPLY輸出電壓範圍在short V-high與short V-low之間(即小short V-high和大於short V-low)，則下方的4 1/2位顯示器顯示「PASS」；反之DC POWER SUPPLY輸出電壓範圍在short V-high與short V-low之外(即大於short V-high或小於short V-low)，則下方的4 1/2位顯示器顯示「FAIL」。

- 進行OCP測試時，若DC POWER SUPPLY輸出電流達到上限時，測試DC POWER SUPPLY所發生OCP值(過電流保護)，是否在 LIMIT 設定的電流上下限A_Hi與A_Lo之內；若OCP值有在上下限內，則下方4 1/2位顯示器顯示「PASS」，反之則顯示「FAIL」。
- 進行OPP測試時，若DC POWER SUPPLY輸出功率達到上限時，測試DC POWER SUPPLY所發生OPP值(過電流保護)，是否在 LIMIT 設定的功率上下限P_Hi與P_Lo之內；若OPP值有在上下限內，則下方4 1/2位顯示器顯示「PASS」，反之則顯示「FAIL」。

註：無論是OCP或是OPP測試，當測試完成後下方的4 1/2位顯示器顯示「PASS」 OR 「FAIL」，此時顯示器會停留，直到使用者按下任意一個按鍵後才恢復正常。

3.2.21 旋鈕以及CLICK鍵

- 右旋：增加設定數值或是切換ON / OFF。
- 左旋：減少設定數值或是切換ON / OFF。
- CLICK：按一下，可設定的數值往左移一位。

註1：在進行設定時，可被設定的數字會閃爍。

註2：旋鈕除了可旋轉之外，還可以往下按，就是CLICK鍵。

3.2.22 +/- 直流負載輸入連接器

負載輸入連接器的正端與負端，於連接使用時，請注意不要超過 3350 系列電子負載之電壓與電流規格之額定下使用，於測試前請先確定極性連接是否正確。於配線連接時，請參考本章 3-3 的使用說明，以免損壞此連接器。

3.2.23 Vsense，電壓檢知輸入連接器。

為解決於大負載電流狀況下，導線壓降問題，可以使用 Vsense 線接往待量測之特定點以量取特定點之電壓值(當電流小於60A)，請參考圖 3-3及圖3-4的應用資料。

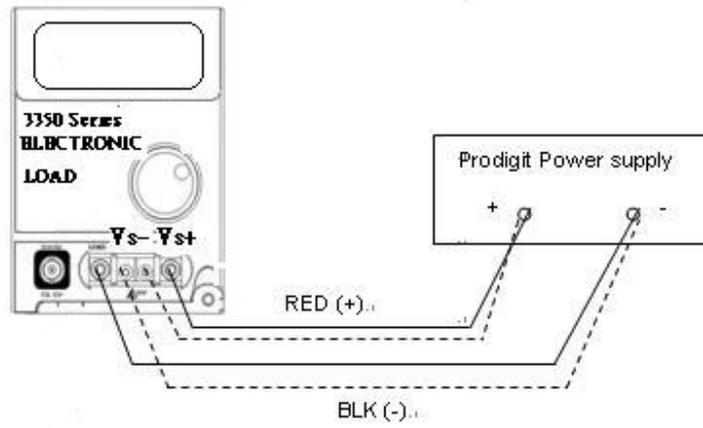


圖 3-3 典型 3350 系列高功率電子負載前面連接方式

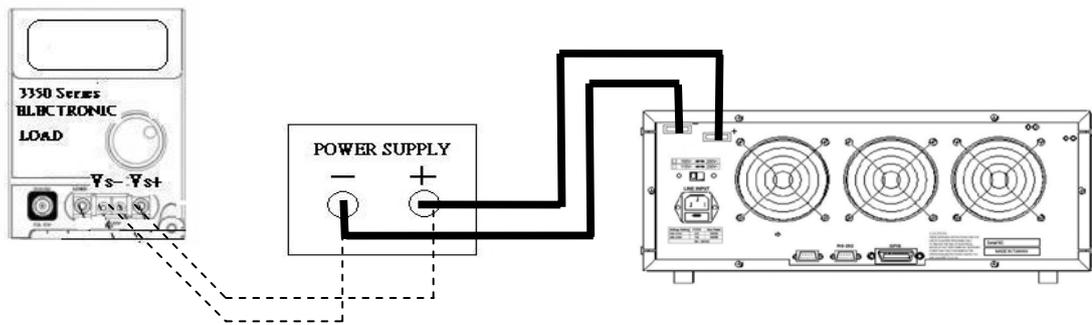


圖 3-4 典型 3350 系列高功率電子負載後面連接方式

3.2.24 Imonitor 電流監視輸出 BNC 連接器

Imonitor 輸出信號主要設計為方便連接往示波器，以便觀測負載電流之波形。不論 Preset ON 或 OFF 時，由 Imonitor 輸出的類比信號與流過高功率電子負載的負載電流成正比。請參考表 1-1 內所列的 3350 系列高功率電子負載之類比電壓輸出信號與負載電流之關係，Imonitor 信號滿刻度為 10V。

Imonitor BNC 輸出信號於 3350 系列高功率電子負載內經一隔離放大器，即輸出類比信號的地電位與直流負載輸入之地電位是相互隔離的，如此可使連接示波器時，當示波器之另一輸入連接負載二端時不致因電位不同造成 Imonitor BNC 輸出之負端經示波器流過電流到負載端，形成測量時之誤差。另一方面當測試正負二組電源，又同時觀測兩組之負載電流波形時，即同時接二組之 Imonitor 到示波器的 Ch1 及 Ch2，因一般示波器輸入部份無隔離絕緣裝置，因此於連接後若 Imonitor 輸出無絕緣裝置，則會造成待測電源裝置之短路現象而無法同時測量，此乃因一般高功率電子負載的 Imonitor 輸出通常與負載輸入的地為相同參考點，但是 3350 系列高功率電子負載內含一光絕緣之隔離放大器，故可避免上述狀況，仍可同時觀測兩組正負待測電源的負載電流波形而不致造成任何影響或不便。

3.2.25 類比信號設定輸入

於 3354 機框的背板上有類比信號設定輸入連接器，以控制負載電流之大小，即負載電流隨類比信號之大小呈一正比之關係，於固定電流模式時，若欲模擬的負載電流波形超過 3354 電子負載內之動態負載設定範圍時，便可運用此一類比信號輸入 BNC 以模擬出欲測試之負載電流波形，實際測試時，可使用一任意波形產生器之輸出連接往欲測試負載之 Analog Programming input 連接器，依表 1-1 的信號/電流關係或下述之設定信號與負載電流之關係來設定任意信號之波形及大小。在固定電流模式下，0V 到 10V 的類比輸入信號可以設定 0A 到滿刻度之負載電流，以 3354，60V/360A/1800W 電子負載為例，於負載電流設定低於 36A 時，10V 之類比輸入訊號可以產生 36A 之負載電流，當負載電流設定大於 36A 時，10V 之類比輸入訊號可以產生 360A 之負載電流。類比輸入訊號可以是單獨設定或是與 GPIB、RS232 或前面板之設定值相加，亦即一般實用狀況下以任意信號產生器之輸出接於 Analog Programming input 後，可用 3354 電子負載上的設定如 GPIB、RS232 或前面板設定等來作為抵補值 (offset) 之用與輸入訊號相加之功能。圖 3-5 說明 Analog Programming signal (4Vac, 500Hz) 與 3354 電子負載模組所設定的 36A 負載電流相加的情況。

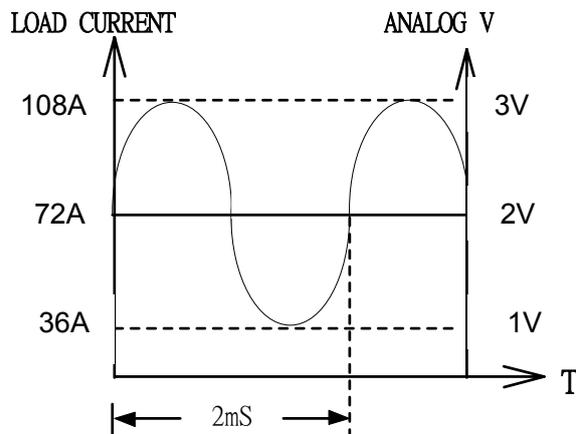


圖 3-5 負載電流之類比設定輸入

3-3、3350 系列高功率電子負載模組的起始設定參數

表 3-1~3-5 說明了 3350 系列高功率電子負載模組的起始設定參數。
 所有 3350 系列高功率電子負載經過起始檢查程式之程序後，立即改變為關機前之設定狀態（Last Setting）。以簡化關機後需重新設定之手續。

項目	起始值	項目	起始值
CC L	0.0000 A	VH	60.00 V
CC H	0.0000 A	VL	0.000 V
CR H	1875 Ω	AH	120.00A
CR L	1875 Ω	AL	0.000 A
CV H	60.00 V	WH	1200.0 W
CV L	60.00 V	WL	0.000 W
CP L	0.000W	SENSE	Auto
CP H	0.000W	LD-ON	0.1 V
FALL	0.5 A/uS	LD-OFF	0.0 V
RISE	0.5 A/uS	RANGE	AUTO
T HI	0.05 mS		
T LO	0.05 mS		

表 3-1 3350起始狀態設定

項目	起始值	項目	起始值
CC L	0.0000 A	VH	60.00 V
CC H	0.0000 A	VL	0.000 V
CR H	1875 Ω	AH	120.00A
CR L	1875 Ω	AL	0.000 A
CV H	60.00 V	WH	1800.0 W
CV L	60.00 V	WL	0.000 W
CP L	0.000W	SENSE	Auto
CP H	0.000W	LD-ON	0.1 V
FALL	0.5 A/uS	LD-OFF	0.0 V
RISE	0.5 A/uS	RANGE	AUTO
T HI	0.05 mS		
T LO	0.05 mS		

表 3-2 3351起始狀態設定

項目	起始值	項目	起始值
CC L	0.0000 A	VH	60.00 V
CC H	0.0000 A	VL	0.000 V
CR H	937.5 Ω	AH	240.0A
CR L	937.5 Ω	AL	0.000 A
CV H	60.00 V	WH	1200.0 W
CV L	60.00 V	WL	0.000 W
CP L	0.000W	SENSE	Auto
CP H	0.000W	LD-ON	0.1 V
FALL	1 A/uS	LD-OFF	0.0 V
RISE	1 A/uS	RANGE	AUTO
T HI	0.05 mS		
T LO	0.05 mS		

表 3-3 3352起始狀態設定

項目	起始值	項目	起始值
CC L	0.0000 A	VH	60.00 V
CC H	0.0000 A	VL	0.000 V
CR H	937.5 Ω	AH	240.0A
CR L	937.5 Ω	AL	0.000 A
CV H	60.00 V	WH	1800.0 W
CV L	60.00 V	WL	0.000 W
CP L	0.000W	SENSE	Auto
CP H	0.000W	LD-ON	0.1 V
FALL	1 A/uS	LD-OFF	0.0 V
RISE	1 A/uS	RANGE	AUTO
T HI	0.05 mS		
T LO	0.05 mS		

表 3-4 3353起始狀態設定

項目	起始值	項目	起始值
CC L	0.0000 A	VH	60.00 V
CC H	0.0000 A	VL	0.000 V
CR H	625 Ω	AH	360.0A
CR L	625 Ω	AL	0.000 A
CV H	60.00 V	WH	1800.0 W
CV L	60.00 V	WL	0.000 W
CP L	0.000W	SENSE	Auto
CP H	0.000W	LD-ON	0.1 V
FALL	1.5 A/uS	LD-OFF	0.0 V
RISE	1.5 A/uS	RANGE	AUTO
T HI	0.05 mS		
T LO	0.05 mS		

表 3-5 3354起始狀態設定

3-4、負載輸入連接器與連接引線之考慮事項

於 3350 系列高功率電子負載上有兩組負載輸入連接器，一組位於前面板為五種用法之多用途輸入連接器 (含正與負二端) 其用法如下所述。另一組位於右後側板，使用於電流大於 60 安培時，直接用 M8 以上之螺絲固定即可。

- 3.4.1 插頭連接器：這是一種最普遍的使用方式來連接待測設備與 3350 系列電子負載間的連線。在使用上，建議在負載電流小於 20A 時使用，因插頭連接器之電流額定值為 20A。請避免超過額定電流值，以免因過熱而損壞，最大的連接線線徑請使用 AWG14 號。
- 3.4.2 Y型端子：3350 系列高功率電子負載的附件中含有二個Y型端子供連接待測設備與高功率電子負載的直流負載輸入連接器上的連線。Y型端子可以提供良好的接觸特性於輸入連接器上，在任何場合均建議使用，應用時最大的線徑為 AWG10 號。
- 3.4.3 引線插入式：將連接線插入輸入連接器上金屬部份的孔上，這是最簡易的方式，應用時最大的線徑為 AWG14 號。
- 3.4.4 插頭連接器與Y型端子：這種方式可以提供較大的電流額定及較低的連接線路阻抗，當輸入負載電流大於 20A 或連接引線較長時，可以使用此方式最佳。
- 3.4.5 插頭連接器與引線插入式：當輸入電流大於 20A 或連接引線連長時，可以使用此方式。於連接待測物與高功率電子負載時，最重要的考慮為連接線的尺寸，最小的連接線尺寸或線徑的需求為避免過熱及保持良好的調整率，實際應用時，請注意線徑大小且每條連接線的電壓降最大能夠小於 0.5V。

3-5、負載CC MODE/CR MODE/CV MODE/CP MODE 粗調，微調，增量及減量調整

3.5.1 CC MODE 負載電流量調整

CC MODE負載電流量調整的變化量或解析度與旋鈕的關係如表 3-6 所示。當操作時，按下旋鈕一下(設定的數字會閃爍)，可進一位以此類推，向右旋轉增量或向左旋轉減量，負載電流調整設定會繼續不斷增加或減少除非達到最低值或最大值，或途中旋鈕不再繼續旋轉為止。

3.5.2 CR MODE 負載電阻量調整

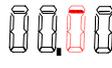
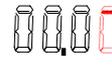
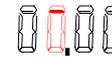
CR MODE 負載電阻量調整的變化量或解析度與旋鈕的關係如表 3-6 所示。當操作時，按下旋鈕一下(設定的數字會閃爍)，可進一位以此類推，向右旋轉減量或向左旋轉增量，負載電阻調整設定會繼續不斷增加或減少除非達到最低值或最大值，或途中旋鈕不再繼續旋轉為止。

3.5.3 CV MODE 負載電壓量調整

CV MODE 負載電壓量調整的變化量或解析度與旋鈕的關係如表 3-6 所示。當操作時，按下旋鈕一下(設定的數字會閃爍)，可進一位以此類推，向右旋轉增量或向左旋轉減量，負載電壓調整設定會繼續不斷增加或減少除非達到最低值或最大值，或途中旋鈕不再繼續旋轉為止。

3.5.3 CP MODE 負載功率量調整

CP MODE 負載功率量調整的變化量或解析度與旋鈕的關係如表 3-6 所示。當操作時，按下旋鈕一下(設定的數字會閃爍)，可進一位以此類推，向右旋轉增量或向左旋轉減量，負載功率調整設定會繼續不斷增加或減少除非達到最低值或最大值，或途中旋鈕不再繼續旋轉為止。

3350		RANGE I			RANGE II	
FULL SCALE LOAD CURRENT		12A			120 A	
CURRENT METER	RANGE	120.00 A				
	RESOLUTION	0.01 A				
COURSE/FINE LOAD CURRENT ADJUSTMENT KEY						
						
CC Mode		320mA	32mA	3.2mA	3.2A	320mA
CR Mode		53.33ms	5.333ms	0.533ms	13.4mΩ	1.34mΩ
CV Mode		1.6V	0.16V	0.016V	1.6V	0.16V
CP Mode		32W	3.2W	0.32W	32W	3.2W

3351		RANGE I			RANGE II	
FULL SCALE LOAD CURRENT		12A			120 A	
CURRENT METER	RANGE	120.00 A				
	RESOLUTION	0.01 A				
COURSE/FINE LOAD						
CURRENT ADJUSTMENT KEY						
CC Mode		320mA	32mA	3.2mA	3.2A	320mA
CR Mode		53.33ms	5.333ms	0.533ms	13.4mΩ	1.34mΩ
CV Mode		1.6V	0.16V	0.016V	1.6V	0.16V
CP Mode		48W	4.8W	0.48W	48W	4.8W

3352		RANGE I			RANGE II	
FULL SCALE LOAD CURRENT		24A			240 A	
CURRENT METER	RANGE	240.0 A				
	RESOLUTION	0.1 A				
COURSE/FINE LOAD						
CURRENT ADJUSTMENT KEY						
CC Mode		640mA	64mA	6.4mA	6.4A	640mA
CR Mode		106.66ms	10.666ms	1.066ms	6.7mΩ	0.67mΩ
CV Mode		1.6V	0.16V	0.016V	1.6V	0.16V
CP Mode		32W	3.2W	0.32W	32W	3.2W

3353		RANGE I			RANGE II	
FULL SCALE LOAD CURRENT		24A			240 A	
CURRENT METER	RANGE	240.0 A				
	RESOLUTION	0.1 A				
COURSE/FINE LOAD						
CURRENT ADJUSTMENT KEY						
CC Mode		640mA	64mA	6.4mA	6.4A	640mA
CR Mode		106.66ms	10.666ms	1.066ms	6.7mΩ	0.67mΩ
CV Mode		1.6V	0.16V	0.016V	1.6V	0.16V
CP Mode		48W	4.8W	0.48W	48W	4.8W

3354		RANGE I			RANGE II		
FULL SCALE LOAD CURRENT		36A			360 A		
CURRENT METER	RANGE	120.00 A					
	RESOLUTION	0.01 A					
COURSE/FINE LOAD							
CURRENT ADJUSTMENT KEY							
CC Mode		960mA	96mA	9.6mA	9.6A	960mA	96mA
CR Mode		160ms	16ms	1.6ms	4.4 mΩ	0.44 mΩ	0.044mΩ
CV Mode		1.6V	0.16V	0.016V	1.6V	0.16V	0.016V
CP Mode		48W	4.8W	0.48W	48W	4.8W	0.48W

表 3-6 負載CC MODE/CR MODE/CV MODE/CP MODE按鍵粗調/微調及不同檔位之解析度

3-6、Imonitor (輸出)

Imonitor BNC 輸出是被設計用來監視高功率電子負載的輸入負載電流或短路負載電流，可以接往示波器或記錄器等觀測。

Imonitor 在 3350系列高功率電子負載內經一隔離絕緣放大器，其輸出為 0-10V 滿刻度的信號用來表示 0 到滿載電流之負載電流量。在 3350 系列負載模組內的負載負輸入端與 Imonitor BNC 輸出端的隔離絕緣電壓為 250V。又 BNC 的負端參考電位與機框的 GPIB 地電位相同。

於 3350系列負載內之隔離絕緣放大器提供了一完整又方便的測試解決方案，它可以解決於測試時電壓電流，同時用一示波器觀測時地相連接的問題。因為於一般示波器中，輸入 BNC 的負端 Ch1 與 Ch2 是相通的而且與示波器之機殼同電位。

隔離絕緣特性在同時觀測待測電源供應器之正負輸出電源之電流波形時亦非常有效。於接住同一雙輸入之示波器時不致造成待測物輸出短路的現象，因一般高功率電子負載內的 Imonitor 輸出的參考電位與負載輸入的負端相通，即同電位若無隔離絕緣放大器，則於量測時會造成短路現象。

3-7、保護特性

3350 系列高功率電子負載的保護功能包括：

- 1.過電壓
- 2.過電流
- 3.過功率
- 4.過溫度
- 5.逆向極性

上述五項保護功能，當高功率電子負載超過正常的工作區域範圍時，上述五項保護中的任一項即能動作，此時高功率電子負載將有適當反應以保護高功率電子負載免得因不正常操作範圍而損毀。過電壓保護 (O.V.P.) 的保護點為一預先設定值存於 3350 系列高功率電子負載內，3351 為 63V，上述過電壓保護設定值係固定而無法改變的，當過電壓保護 (O.V.P.) 產生時，於 3350 系列前面板LCD 顯示器會顯示 "Prot" 及 "oVP"。

注意：請不要將 AC 電源加於 DC 負載輸入端或超過輸入電壓規格的任何電源加於 3350 系列高功率電子負載的 DC 負載輸入端，否則，將會造成 3350 系列高功率電子負載的損壞。

於 3350 系列高功率電子負載內含有負載功率監視器，當負載功率超過輸入負載額定值的約 105% 時，過功率保護動作則會產生，此時於前面板LCD 顯示器會顯示 "Prot" 及 "oPP"。

於 3350 系列高功率電子負載內含有負載電流監視器，當負載電流超過輸入負載電流額定值的約 105% 時，過電流保護動作則會發生，此時於前面板LCD 顯示器會顯示 "Prot" 及 "oCP"。於 3350 系列高功率電子負載內含有負載溫度監視器，當負載溫度超過約攝氏 85 °C 時，過溫度保護動作則會發生，此時前面板LCD 顯示器會顯示 "Prot" 及 "otP"。

過溫度保護產生時，請檢查周圍的工作溫度及通風是否良好，請注意至少需將高功率電子負載背面板的出風口處離牆壁 15 公分以上，以免通風不良。

3350 系列高功率電子負載含有逆向極性保護，當待測電源接到高功率電子負載的 DC 負載輸入的極性錯誤時，3350 系列高功率電子負載將呈現一導通的狀態，此時LCD 顯示器將顯示負的負載電流，最大容許的逆向電流規格如下：3351 為 120A，若逆向電流超過上述規格時，則可能對高功率電子負載造成損壞。

注意：若發現逆向電流狀況時，請立即關閉待測電源供應器或立即將連接之引線移開，將連接線重新接正確後再行使用。

3-8、儲存/呼叫 (STORE/RECALL) 操作

3350 系列高功率電子負載機框前面板的 8 個功能鍵，其中 STATE 1 ~ 5 提供了使用者可以儲存最多每個項目分別為30種狀態共有150種的測試項目於 3350 系列高功率電子負載機框中的非揮發性記憶裝置 (NV-RAM) 中，每一組 STATE (1 ~ 5) 皆能儲存 (STORE) 或呼叫 (RECALL) 3350 系列高功率電子負載的狀態及設定值。

3.8.1 儲存功能操作步驟：

3.8.1.1 設定好電子負載的狀態及設定值。

3.8.1.2 3350 系列用UP 和 DOWN 鍵選擇將要存儲的 BANK 狀態號碼 (1~30)

3.8.1.3 按下面板上的儲存 (STORE) 鍵，此時儲存件的指示燈會立即以每秒一次的速度閃爍

。若欲放棄儲存時，可再按一次儲存鍵或等大約 30 秒鐘即離開儲存功能。

3.8.1.4 按下儲存鍵後，儲存功能指示燈亦開始閃爍之後，按下 STATE 1~5 任何一鍵時，相對地指示燈立即點亮。表示電子負載面板狀態及設定值都已經儲存至指定的記憶裝置中。儲存功能指示燈熄滅之後，表示儲存步驟已經完成。

3.8.2 呼叫功能操作步驟：

按下 STATE 1 ~ 5 中任何一個按鍵，相對的指示燈即點亮，表示電子負載模組，會從相對地記憶裝置中將資料呼叫出來，此時電子負載模組面板的狀態及設定值即會依照呼叫出來的資料重新設定，按 UP 和 DOWN 鍵改變當前項目中的狀態號碼，同時將此狀態的資料傳送至電子負載模組。設定呼叫功能後，若按下模組面板上任何一個按鍵時，呼叫功能指示燈 (STATE 1 ~ 5) 隨即熄滅，表示呼叫步驟已經完成。

3.9.1 編輯模式 (Edit) Mode

- 3.9.1.1 電子負載內有 9 組 (n1 ~ n9) 自動測試可編輯。
- 3.9.1.2 每組各有 16 項步驟可設定，由 BANK 1~30 及 STATE 1~5 來選擇 150 組。
- 3.9.1.3 每組內可設定 T1 (TEST TIME) 及 T2 (DEALY TIME)，單位為 100 ms 範圍在 (0.1s ~ 9.9s)。

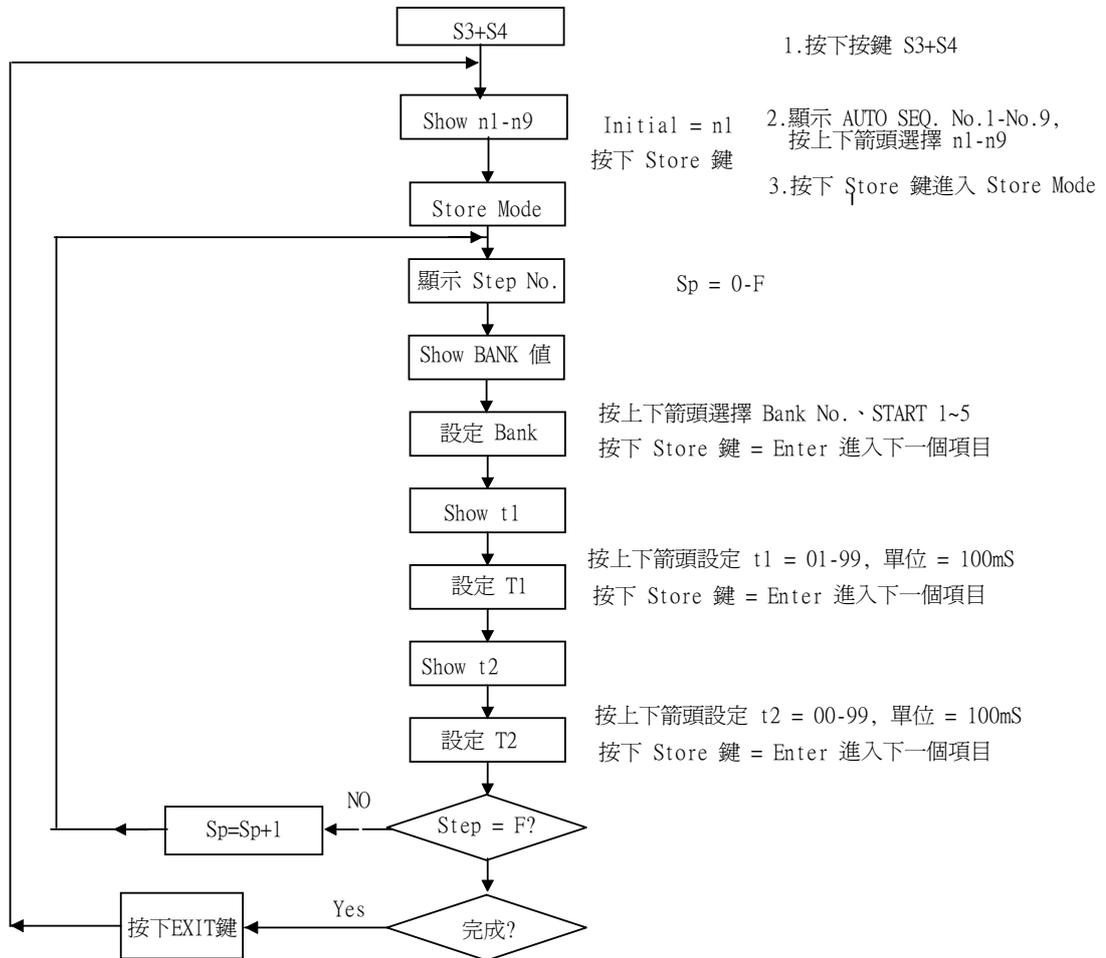


圖 3-7 編輯模式操作流程圖

3.9.2 測試模式 (Test) Mode

- 3.9.2.1 當同時按下 S4+S5 進入自動測試模式，S3、S4 LED 燈亮起，按下 SEART 鍵則進入測試模式。
- 3.9.2.2 測試方式由 (STEP 0 - T1 - T2) 接著 (SETP 1 - T1 - T2) 直到 16 個步驟做完或按EXIT 離開測試模式。
- 3.9.2.3 若全部測試步驟都 GO，測試結果顯示 GO 時表示為 PASS；測試步驟若有任何一項為 nG 時，測試結果顯示 nG 時表示為 FAIL。

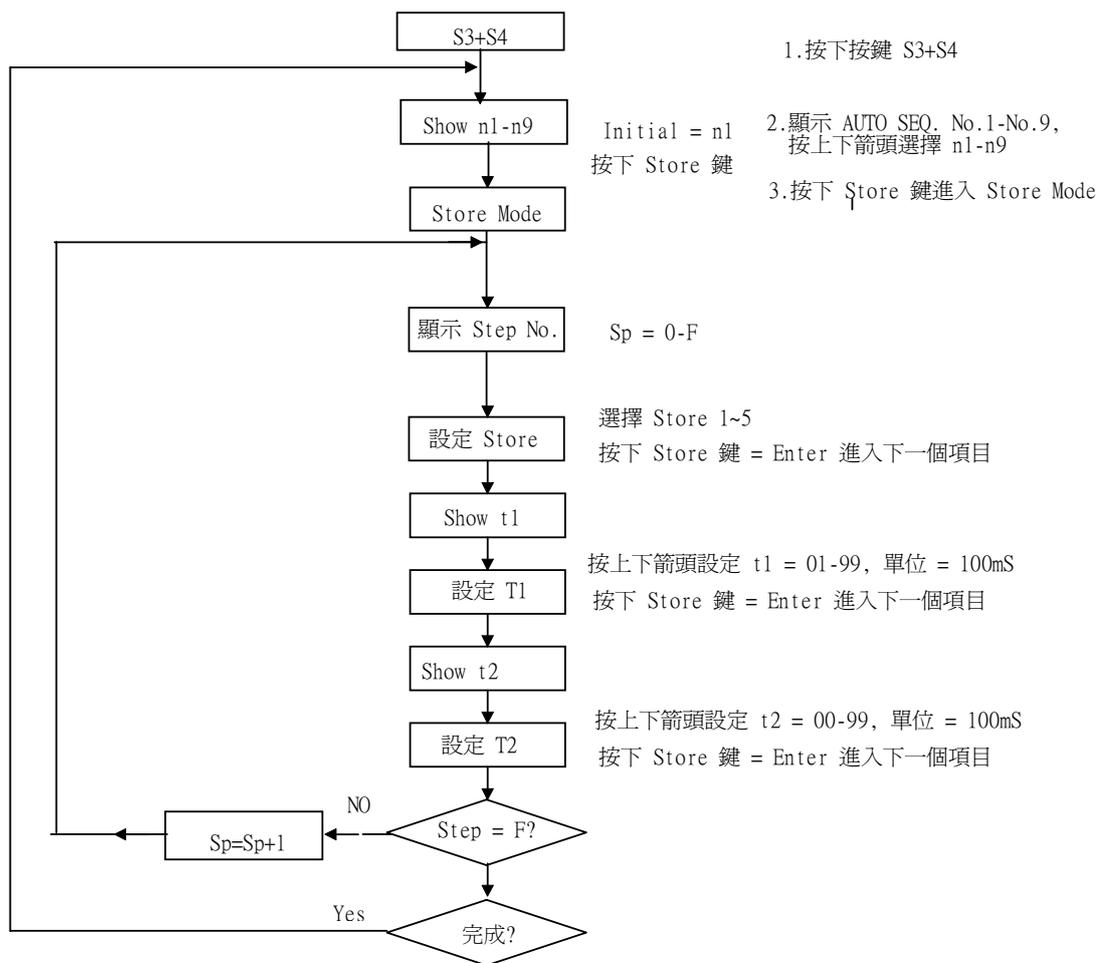


圖 3-8 測試模式操作流程圖

第四章、GPIB/RS-232C 操作命令說明

4-1、GPIB/RS-232C 簡介

3350 系列高功率電子負載後面板上的 GPIB/RS-232C 介面可以和個人電腦 (PC) 或者筆記型電腦 (Note Book PC) 的 GPIB/RS-232C 介面連接，以達到遠端遙控 3350 系列高功率電子負載。

根據 GPIB/RS-232C 介面功能，更可以利用在交換式電源供應器 (Switching Mode Power Supply) 的自動化測試，如負載調整率 (LOAD Regulation)，電壓調整 (Centering Voltage Adjust) 等，或者可充電式電池的充放電測試。3350 的 GPIB/RS-232C 介面功能，不僅可以設定 3350 系列高功率電子負載的負載狀態，更可以讀回設定值及實際值。

4-2、3350 GPIB 命令列表

3350 系列 GPIB 設定及讀取命令如表 4-1 及表 4-2。

功能	設定命令	
	命令語法	格式
設定負載電壓	VOLT : {LOW HIGH}{SP}{NR2}{ ; NL}	
設定負載電流週期	PERD : {LOW HIGH}{SP}{NR2}{ ; NL}	
設定負載電流爬升時間	RISE{SP}{NR2}{ ; NL}	
設定負載電流下降時間	FALL{SP}{NR2}{ ; NL}	
設定短路功能	SHORT{SP}{0 1 OFF ON}{ ; NL}	
設定動態負載功能	DYN{SP}{0 1 LOW HIGH}{ ; NL}	
設定負載電流	CURR : {LOW HIGH A B}{SP}{NR2}{ ; NL}	NR2 : #.#.#.#
設定負載電阻	RES : {LOW HIGH A B}{SP}{NR2}{ ; NL}	
設定負載是否 Sink 電流	LOAD{SP}{0 1 OFF ON}{ ; NL}	
設定負載預設功能	PRES{SP}{0 1 OFF ON}{ ; NL}	
設定負載操作模式	MODE{SP}{0 1 2 3 CC IC RC VICP}{ ; NL}	
儲存負載狀態	STORE{SP}{m[,n]}{ ; NL}	m : 1~5 n=1~30
呼叫負載狀態	RECALL{SP}{m[,n]}{ ; NL}	m : 1~5 n=1~30
設定負載準位	LEV{SP}{0 1 LOW HIGH}{ ; NL}	
設定 LOAD ON 電壓	LDONv{SP}{NR2}{ ; NL}	
設定 LOAD OFF 電壓	LDOffv{SP}{NR2}{ ; NL}	
設定負載固定功率值	CP : {HIGH LOW}{SP}{NR2}{ ; NL}	
設定是否顯示功率	WATT{SP}{ON OFF}	
設定負載電流的上下限	LIMIT : CURRent : {HIGH LOW}{SP}{NR2}{ ; NL}	
設定負載瓦特的上下限	LIMIT : POWER : {HIGH LOW}{SP}{NR2}{ ; NL}	
設定負載電壓的上下限	LIMIT : VOLTage : {HIGH LOW}{SP}{NR2}{ ; NL}	
設定 SENSE ON/OFF	SENSE{SP}{ON/OFF}{ ; NL}	
設定為遠端遙控功能	REM { ; NL}	Only RS-232 command
設定 AUTO RANGE/強制 RANGE II	RANGE{SP}{AUTO/R2}{ ; NL}	

表 4-1 3350 系列 GPIB/RS-232C 設定命令摘要

讀取命令		
功能	命令語法	回應碼
讀取負載電壓設定值	VOLT : {LOW HIGH} ? { ; INL }	±###.####
讀取負載電流週期設定值	PERD : {LOW HIGH} ? { ; INL }	###.####
讀取負載電流爬升時間設定值	RISE ? { ; INL }	#.####
讀取負載電流下降時間設定值	FALL ? { ; INL }	#.####
讀取短路功能設定	SHORT ? { ; INL }	1 : ON, 0 : OFF
讀取動態負載功能設定	DYN ? { ; INL }	1 : ON, 0 : OFF
讀取負載電流設定值	CURR : {LOW HIGH A B} ? { ; INL }	###.####
讀取負載電阻設定值	RES : {LOW HIGH A B} ? { ; INL }	###.####
讀取負載是否 Sink 電流	LOAD ? { ; INL }	1 : ON, 0 : OFF
讀取負載準位設定	LEVEL ? { ; INL }	0 : LOW/A, 1 : HIGH/B
讀取負載預設功能設定	PRES ? { ; INL }	1 : ON, 0 : OFF
讀取負載操作模式設定	MODE ? { ; INL }	0 : CC, 1 : CR, 2 : CV, 3 : CP,
讀取負載機型編號	NAME ? { ; INL }	3354
讀取保護狀態暫存器	PROT ? { ; INL }	0 ~ F(hex)
讀取電流錶	MEAS : CURR ? { ; INL }	±###.####
讀取電壓錶	MEAS : VOLT ? { ; INL }	±###.####
讀取瓦特錶	MEAS : POW ? { ; INL }	±###.####
讀取 LOAD ON 電壓	LDONv{?} { ; NL }	±###.####
讀取 LOAD OFF 電壓	LDOFfv{?} { ; NL }	±###.####
讀取負載固定功率值	CP : {HIGH LOW}{?} { ; NL }	±###.####
讀取是否顯示功率	WATT{?} { ; NL }	1 : ON, 0 : OFF
讀取負載電流的上下限	LIMIT : CURRent : {HIGH LOW}{?} { ; NL }	±###.####
讀取負載瓦特的上下限	LIMIT : POWER : {HIGH LOW}{?} { ; NL }	±###.####
讀取負載電壓的上下限	LIMIT : VOLTage : {HIGH LOW}{?} { ; NL }	
讀取 NG 狀態	NG GOOD [?] { ; NL }	
讀取 SENSE 狀態	SENEs [?] { ; NL }	
解除遠端搖控功能	LOCAL { ; NL }	Only RS-232 command

表 4-2 3350 系列 GPIB/RS-232C 讀取命令摘要

附註：

- 1.電流單位為安培 (A/Arms)
- 2.電阻單位為歐姆 (Ω)
- 3.電壓單位為伏特 (V/Vrms)
- 4.週期單位為毫秒 (mS)
- 5.轉換率 (SLEW-RATE) 單位為安培/微秒 (A/uS)
- 6.頻率單位為赫芝 (Hz)
- 7.功率單位為瓦特 (W)
- 8.VA 單位為伏安 (VA)

4-3、縮寫代號說明

- 1.SP：SPACE，空隔字元，ASCII 碼為 20H。
- 2.；：命令結束符號。
- 3.NL：命令結束符號。
- 4.NR2：包含小數點的數值形式，形式為 ###.#### 在此範圍內皆可接受。
例如：30.1234，5.0

GPIB 命令語法說明

- 1.{ }：此符號表示命令必需包含此項，不可省略。
- 2.[]：此符號表示命令中可以沒有，可以沒有此項參數。
- 3.|：此符號表示 OPTION 之意，例如：“LOW|HIGH”表示可以使用 LOW 或 HIGH，但兩者只能選擇其中一個使用。
- 4.在下達完一個命令後，你必須接者送出一個命令結束字元，本機可接受之結束字元為如表 4-3，或同時送出多個命令，每個命令之間以分隔符號“；”隔開在最後一個命令加上結束位元。若你未送出結束字元，則此命令視為無效命令。

LF
LF WITH EOI
CR, LF
CR, LF WITH EOI

表 4-3 命令結束字元表

- 5.當一開始下達命令後，你會看到電子負載上 REM 指示燈會亮起，表示已經進入 Remote 狀態。當你欲結束 GPIB 控制時，請下達 GTL (GOTO LOCAL) 命令，或是要結束 RS-232C 控制時，請下達 LOC(GOTO LOCAL) 電子負載才會恢復 LOCAL 狀態 (REM 指示燈熄滅)。

4-4、GPIB/RS-232C 命令說明

設定命令

CURR

用途：設定負載電流值。

格式：CURR：{LOW|HIGH|A|B}{SP}{NR2}{；|NL}

說明：此命令為設定電子負載欲載入 (Sink) 的電流值，下達命令時須注意下列事項：

1. 下達的電流值必須為含有小數點的數值，否則命令無效。
2. 數值的最小有效位數為小數點後第 5 位。
3. 下達的數值若超過該電子負載的規格時，則 3350 機框會送出該電子負載規格的滿刻度電流值。
4. 單位為安培 (A)。

RES

用途：設定負載電阻值。

格式：RES：{LOW|HIGH|A|B}{SP}{NR2}{；|NL}

說明：此命令為設定電子負載於固定電阻模式時的電阻設定值，下達命令時須注意下列事項：

1. 下達的電阻值必須為含有小數點的數值，否則命令無效。
2. 數值的最小有效位數為小數點後第 5 位。
3. 下達的數值若超過該電子負載的規格時，則 3350 機框會送出該電子負載規格的滿刻度電阻值。
4. LOW 的設定電阻值必須比 HIGH 的設定電阻值小十倍的解析度，例如：3350 系列電子負載的電阻規格為 0.5Ω ，解析度為 $0.5m\Omega$ ，當 HIGH 的設定值為 2Ω 時，LOW 的最大設定值只能設定為 1.9955Ω 。
5. 單位為歐姆 (Ω)。

LOAD

用途：設定負載是否 Sink 電流。

格式：LOAD{SP}{0|1|OFF|ON}{；|NL}

說明：此命令為設定電子負載是否 Sink 電流，當設定為 ON 或 1 時，電子負載開始 Sink 電流，當設定為 OFF 或 0 時，則電子負載不會 Sink 電流。

LEV

用途：設定負載準位。

格式：LEV{SP}{LOW|HIGH|A|B}{；|NL}

說明：此命令是設定電子負載準位。

1. LEV HIGH，3350 系列電子負載高準位設定，表示電子負載工作於高準位設定值。例如：固定電流模式，高準位設定值 10.0 A ，設定工作於高準位。下達命令如下：
CC MODE；CURR：LOW 0.0；CURR：HIGH 10.0；LEV HIGH；LOAD ON
LOW 的數值必須 \leq HIGH 的數值 10 倍解析度以上。

PRES

用途：設定負載預設功能。

格式：PRES{SP}{0|1|OFF|ON}{ ; |NL }

說明：此命令為設定電流錶及 Imonitor 的輸出形式。

若設定為 ON 時，則電流錶及 Imonitor 所顯示之值皆為預設之值。若設定為 OFF，則電流錶及 Imonitor 所顯示之值皆為實際 Sink 之電流值。

實例：

a.PRES ON，設定電流錶及 Imonitor 所顯示之值皆為預設之值。

b.PRES OFF，設定電流錶及 Imonitor 所顯示之值皆為實際 Sink 的電流值。

MODE

用途：設定負載操作模式。

格式：MODE{SP}{0|1|2|3|CC|CR|CV|CP}{ ; |NL }

說明：

- 1.MODE 0，設定電子負載操作於固定電流模式。
- 2.MODE 1，設定電子負載操作於固定電阻模式。
- 3.MODE 2，設定電子負載操作於固定電壓模式。
- 4.MODE 3，設定電子負載操作於固定功率模式。

STORE

用途：儲存負載狀態到非揮發性的記憶裝置 (NV-RAM) 中。

格式：STORE{SP}{m}{ ; |NL } m : 1 ~ 5

說明：此命令為儲存負載狀態，負載狀態可儲存至 1 ~ 5 組的記憶裝置中。

實例：

STORE 3，儲存負載狀態至第 3 組的記憶裝置中。

RECALL

用途：呼叫記憶裝置中的負載狀態。

格式：RECALL{SP}{m}{ ; |NL } m : 1 ~ 5

說明：此命令為呼叫記憶裝置中的負載狀態資料，RECALL 2 表示呼叫記憶裝置 2 中的負載狀態資料，此時負載狀態即依其資料改變。

實例：RECALL 2，呼叫記憶裝置 2 中的負載狀態資料

VOLT

用途：設定負載電壓。

格式：VOLT : {LOW|HIGH}{SP}{NR2}{ ; |NL}

說明：此命令為設定電子負載的電壓值，下達命令時須注意下列事項：

1. 下達的電壓值必須為含有小數點的數值，否則命令無效。
2. 數值的最小有效位數為小數點後第 5 位。
3. 下達的電壓數值超過該電子負載的最大規格時，3350 會送出該電子負載規格的滿刻度電壓值。
4. LOW 的設定電壓值必須比 HIGH 的設定電壓值小十倍的解析度。
5. 單位為伏特 (V)。

實例：

- a. VOLT : HIGH 60.0，設定高準位電壓設定值為 60.0 伏特。
- b. VOLT : LOW 40.0，設定低準位電壓設定值為 40.0 伏特。

PERD

用途：設定負載電流週期。

格式：PERD : {LOW|HIGH}{SP}{NR2}{ ; |NL}

說明：

1. 動態 (DYNAMIC) 負載波形的週期為 TLOW 與 THIGH 的組成。
2. TLOW 與 THIGH 的設定值必須為包含小數點的數值，否則命令無效。
3. 數值的最小有效位數為小數點後第 5 位。
4. 下達的 TLOW 或 THIGH 數值超過該電子負載的最大規格時，3350 會送出該電子負載的滿刻度 TLOW 或 THIGH 數值。
5. 單位為毫秒 (mS)。

實例：

- a. PERD : HIGH 250.0，設定 THIGH 的寬度為 250 微秒。
- b. PERD : LOW 150.0，設定 TLOW 的寬度為 150 微秒。

RISE

用途：設定負載電流爬升時間。

格式：RISE{SP}{NR2}{ ; |NL}

說明：

1. 負載轉換率上升時間的定義含括負載電流改變時及動態負載電流 (DYNAMIC)。上升時間 (RISE) 與下降時間 (FALL) 的設定為完全獨立。
2. 上升時間的設定值必須為包含小數點的數值，否則命令無效。
3. 數值的最小有效位數為小數點後第 5 位。
4. 下達上升時間數值超過該電子負載的最大規格時，3350 會送出該電子負載的滿刻度上升時間。
5. 單位為安培/微秒 ($A/\mu S$)。

實例：RISE 0.50，設定上升時間為 0.5 安培每微秒 ($0.5 A/\mu S$)。

FALL

用途：設定負載電流下降時間。

格式：FALL{SP}{NR2}{；|NL}

說明：

- 1.負載轉換率下降時間的定義包含負載電流改變時及動態負載電流。下降時間 (FALL) 與上升時間 (RISE) 的設定為完全獨立。
- 2.下降時間的設定值必須為包含小數點的數值，否則命令無效。
- 3.數值的最小有效位數為小數點後第 5 位。
- 4.下達下降時間數值超過該電子負載的最大規格時，3350 會送出該電子負載的滿刻度下降時間。
- 5.單位為安培/微秒 (A/ μ S)。

實例：FALL 1.0，設定下降時間為 1.0 安培每微秒 (1.0 A/ μ)

SHOR

用途：設定負載短路功能。

格式：SHOR{SP}{0|1|OFF|ON}{；|NL}

說明：此命令為設定電子負載做短路測試。當設定為 ON 時，此時電子負載之 V+，V- 端如同短路狀態。

實例：SHOR 1 設定電子負載做短路測試。

DYN

用途：設定動態負載功能。

格式：DYN{SP}{0|1|OFF|ON}{；|NL}

說明：此命令設定電子負載為動態或靜態。設定為 ON 時，電子負載被設定為動態負載，動態負載僅允許使用於固定電流模式 (CC)，設定為 OFF 時，則電子負載即被設定為靜態負載。

實例：

a.DYN ON，設定為動態 (DYNAMIC) 負載。

b.DYN OFF，設定為靜態 (STATIC) 負載。

RANG

用途：設定負載操作範圍。

格式：RANG{SP}{1|2|LOW|HIGH}{；|NL}

說明：此命令為設定電流及電阻範圍，3350 系列電子負載共有二檔，RANG 1 即 RANGE I，RANG 2 即 RANGE II，而其電流及電阻的範圍依電子負載模組規格而定，3350 系列各電子負載模組的電流及電阻範圍如表 4-4。

規格	3351	
CC MODE RANGE I/II	0~12A	0~120A
CR MODE RANGE I/II	0.5~18750 Ω	0.0266~0.5 Ω

表 4-4 3350 系列電流及電阻範圍表

實例：

a.RANG 1

b.RANG 2

REMOTE

用途：設定遠端搖控模式

格式：REMOTE { ; |NL }

說明：只能使用在RS-232介面傳輸時，設定為遠端搖控而面板按鍵無法設定。

LOCAL

用途：解除遠端搖控模式

格式：LOCAL { ; |NL }

說明：只能使用在RS-232介面傳輸時，解除遠端搖控模式設定，面板按鍵與遠端搖控同時能使用。

CP

用途：設定負載固定功率值。

格式：[PRESet :] CP : { HIGH | LOW } { SP } { NR2 } { ; | NL }

說明：此命令為設定電子負載固定功率模式的功率值。

讀取命令

CURR

用途：讀取負載電流設定值。

格式：CURR : {LOW|HIGH|A|B} ? { ; |NL}

說明：

- 1.CURR : LOW ? 讀回負載低準位的電流設定值。
- 2.CURR : HIGH? 讀回負載高準位的電流設定。

RES

用途：讀取負載電阻設定值。

格式：RES : {LOW|HIGH|A|B} ? { ; |NL}

說明：

- 1.RES : LOW ? 讀回負載低準位的電阻設定值。

LOAD

用途：讀取負載是否 Sink 電流設定。

格式：LOAD ? { ; |NL}

說明：LOAD ? 讀回 LOAD 的狀態，"0" 表示 OFF，"1" 表示 "ON"。

LEV

用途：讀取負載準位設定。

格式：LEV ? { ; |NL}

說明：LEV ? 讀回 LEVEL 的狀態，"0" 表示為低準位設定，"1" 表示為高準位設定。

PRES

用途：讀取負載預設功能設定。

格式：PRES ? { ; |NL}

說明：PRES ? 讀回 PRES 的狀態，"0" 表示 OFF，"1" 表示 ON。

MODE

用途：讀取負載操作模式設定。

格式：MODE ? { ; |NL}

說明：MODE ? 讀回 MODE 的狀態，"0" 表示固定電流 (CC) 模式，"1" 表示固定電阻 (CR) 模式，"2" 表示固定電壓 (CV) 模式，"3" 表示固定功率 (CP) 模式。

NAME

用途：讀取負載機型編號。

格式：NAME ? { ; |NL}

說明：NAME ? 讀回 3350 系列負載機型編號。讀回值為 3350 機型。

PROT

用途：讀取保護狀態暫存器。

格式：PROT ? { ; |NL }

說明：

1. PROT ? 讀回負載目前的保護狀態，"1" 表示發生 OPP，"4" 表示發生 OVP，"8" 表示發生 OCP，表 4-5 中說明保護狀態位元對應碼。
2. PROT 狀態暫存器的清除，可以使用 CLER 命令將 PROT 狀態暫存器清除為 "0"。

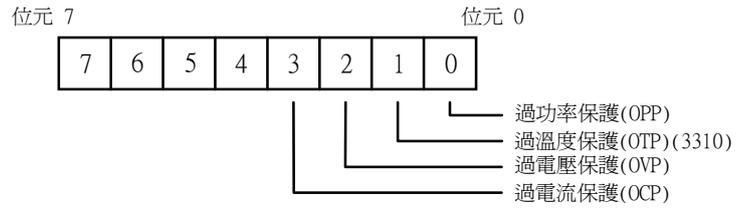


表 4-5 PROT 狀態暫存器

MEAS : CURR

用途：讀取電流錶的讀值。

格式：MEAS : CURR ? { ; |NL }

說明：MEAS : CURR ? 讀回 4 位半數位電流錶的讀值，單位為安培 (A)。

MEAS : VOLT

用途：讀取電壓錶的讀值。

格式：MEAS : VOLT ? { ; |NL }

說明：MEAS : VOLT ? 讀回 4 位半數位電壓錶的讀值，單位為伏特 (V)。

VOLT

用途：讀取負載電壓設定值。

格式：VOLT : {LOW|HIGH} ? { ; |NL }

說明：

- 1.VOLT : LOW ? 讀回負載低準位電壓的設定值。
- 2.VOLT : HIGH ? 讀回負載高準位電壓的設定值。
- 3.單位為伏特 (V)。

PERD

用途：讀取 TLOW 或 THIGH 的設定值。

格式：PERD : {LOW|HIGH} ? { ; |NL }

說明：

- 1.PERD : LOW ? 讀回負載 TLOW 設定值。
- 2.PERD : HIGH ? 讀回負載 THIGH 的設定值。
- 3.單位為毫秒 (mS)。

RISE

用途：讀取負載轉換率 (SLEW-RATE) 的上升時間。

格式：RISE ? { ; |NL }

說明：

- 1.RISE ? 讀回負載轉換率的上升時間。
- 2.單位為安培/微秒 (A/μS)。

FALL

用途：讀取負載轉換率 (SLEW-RATE) 的下降時間。

格式：FALL ? { ; |NL }

說明：

- 1.FALL ? 讀回負載轉換率的下降時間。
- 2.單位為安培/微秒 (A/μS)。

SHOR

用途：讀取短路功能設定。

格式：SHOR ? { ; |NL }

說明：SHOR ? 讀回 SHOR 的設定狀態，0 表示 OFF；1 表示 ON。

DYN

用途：讀取動態負載功能設定。

格式：DYN ? { ; |NL }

說明：DYN ? 讀回 DYN 的設定狀態，0 表示 OFF；1 表示 ON。

RANG

用途：讀取負載操作範圍設定。

格式：RANG ? { ; |NL }

說明：RANG ? 讀回 RANG 的設定狀態，1 表示 RANGE I；2 表示 RANGE II。

CP

用途：讀取負載固定功率值。

格式：[PRESet :] CP : {HIGH | LOW} ? { ; |NL }

說明：此命令為讀取電子負載固定功率模式的功率值。

第五章、應用

本章內討論各種 3350 系列高功率電子負載模組的應用資料。

5-1、本地電壓檢知連接法

圖 5-1 為典型的本地電壓檢知連接方式，即待測電源供應器的輸出端直接連接於高功率電子負載的 DC 負載輸入端，而 Vsense 並不使用。本地電壓檢知係於 (1) 連線引線非常短時或 (2)負載調整率並不十分考究時使用，此時 3350 系列高功率電子負載上的 4 位半直流電壓表將直接量取直流負載輸入端即紅色與黑色輸入連接器上的電壓。

於連接待測物與高功率電子負載時，引線請儘量短而且正負二條線應互相對絞以減少電感量以免負載電流急速增加時造成過大的電壓降 (即 $V = L di/dt$)。

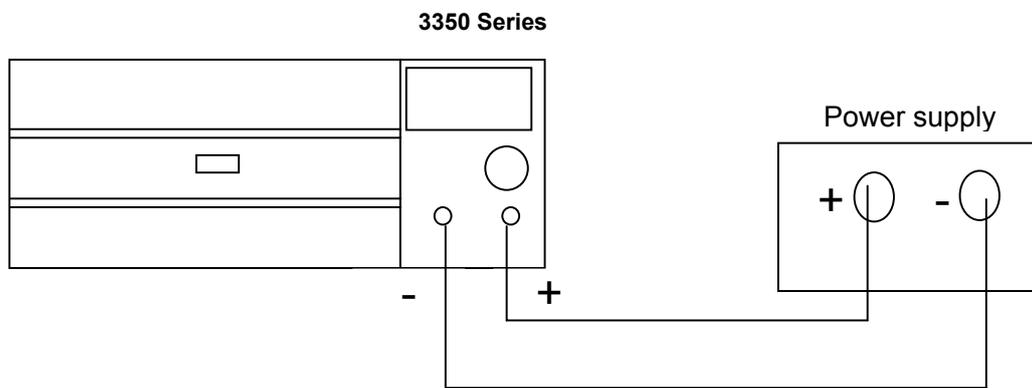


圖 5-1 本地/遠地電壓檢知連接圖

5-2、遠地電壓檢知連接法

圖 5-2 為典型的遠地電壓檢知連接方式，即待測電源供應器的輸出端除了直接連接到高功率電子負載的 DC 負載輸入端外，尚連接到高功率電子負載的 V_{sense} 輸入端，此時高功率電子負載上的 4 位半數位電壓錶則讀取 V_{sense} 輸入端連接到電源供應器輸出端上的電壓。

遠地電壓檢知係應用於 CR 及 CV 模式時補償連接負載導線上的電壓降或電壓錶需精確量取待測電源的輸出端或特定點上的電壓讀值。

請注意於連接時 V_{sense} 的正端需連接到與 DC 負載輸入正端的連接線上，而 V_{sense} 的負端需連接到與 DC 負載輸入負端的連接線上。

於高功率電子負載連接待測電源供應器時，連接的引線需愈短愈好，線徑應愈粗愈好，以減少導線上的電壓降，同時連接導線最好能夠對絞，以降少電感量，以免負載電流急速增加時，造成過大的電壓降 (即 $V = L di/dt$)。

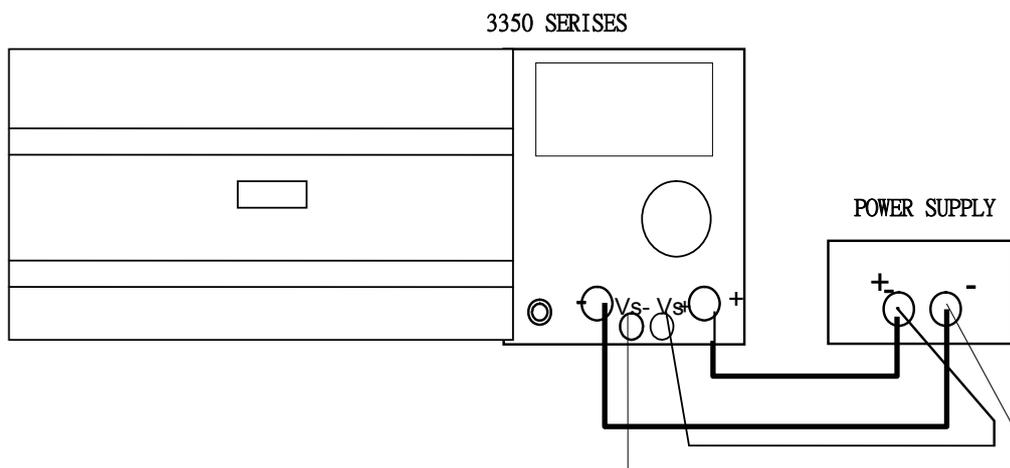


圖 5-2 遠地電壓檢知連接圖

5-3、固定電流模式 (C.C. mode)的應用

當測試電源供應器的負載調整率 (Load regulation, cross regulation) 輸出電壓調整或動態模擬負載時，使用固定電流模式最適用，又用來測試蓄電池的放電特性及壽命週期試驗時，固定電流模式亦是最為方便的，因為高功率電子負載於固定電流操作模式下時，其負載電流是依設定值而定，而不會隨著待測物的電壓而改變，故測試時之條件不因待測物的輸出電壓而變化。

5.3.1 於靜態模式 (Static mode) 時,如圖 5-3 的左半邊所示，其主要應用為:

- 5.3.1.1 電壓源的測試。
- 5.3.1.2 電源供應器的負載調整率測試。
- 5.3.1.3 蓄電池放電測試。

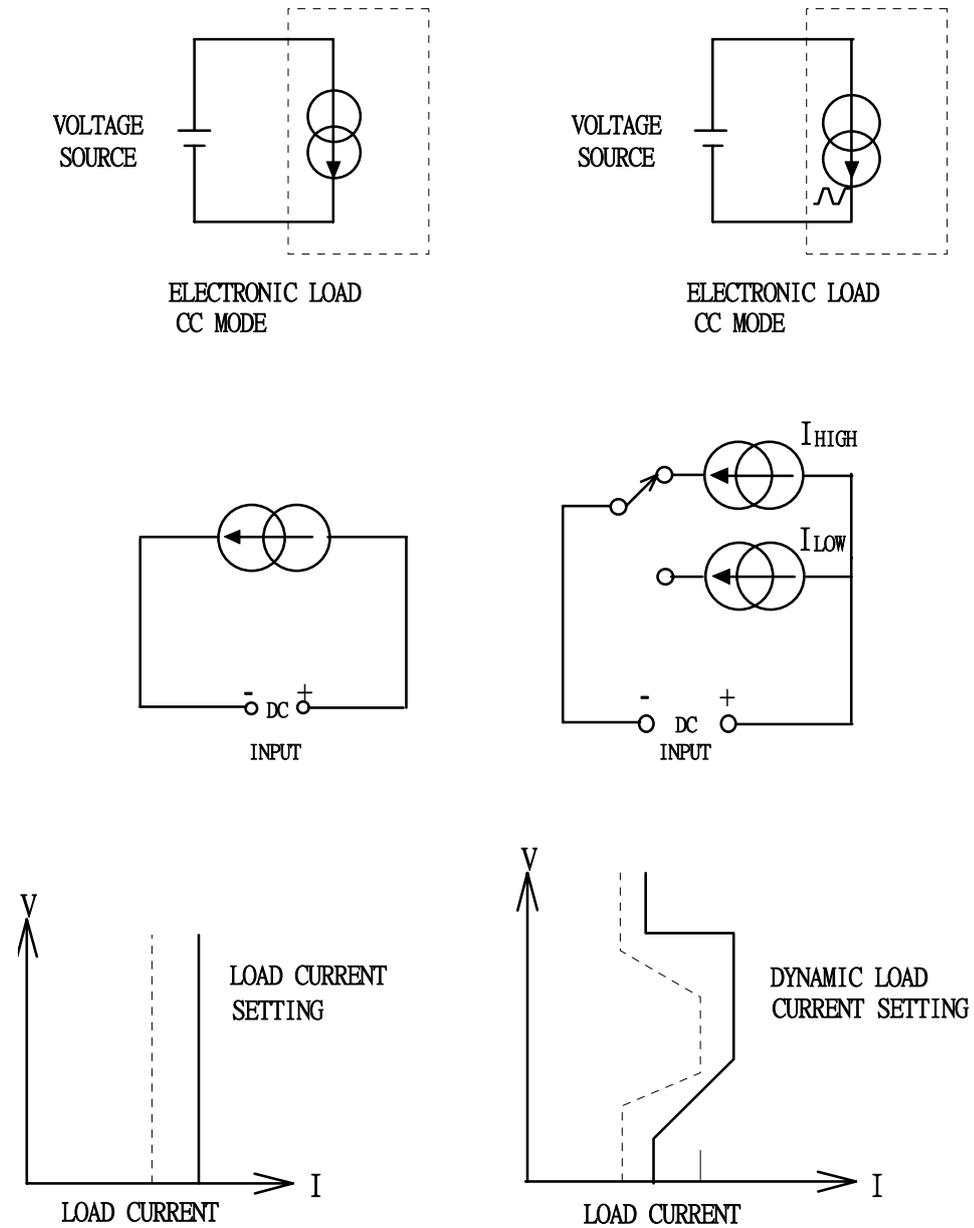


圖 5-3 固定電流操作模式之應用

5.3.2 於動態負載模式 (Dynamic mode) 時，如圖 5-4 的右半邊所示，其主要應用為：

5.3.2.1 3350 系列高功率電子負載的內含負載脈波電流產生器 (Pulse Generator)

如圖 5-4 所示時之應用為：

5.3.2.1.1 電源供應器的暫態響應測試。

5.3.2.1.2 電源供應器的回復時間 (recovery time) 測試。

5.3.2.1.3 脈波型負載之模擬。

5.3.2.1.4 功率元件之測試。

說明：最快與最慢的負載電流上升或下降斜率係負載電流由 10% 變化到 90% 或由 90% 變化到 10% 的時間，即

$$\text{Rise Slew rate} = | I_{\text{low}} - I_{\text{high}} | / T_a \text{ (A/ms)}$$

$$\text{Fall Slew rate} = | I_{\text{high}} - I_{\text{low}} | / T_b \text{ (A/ms)}$$

$$\text{Rise Time} = T_a = | I_{\text{low}} - I_{\text{high}} | / \text{Rise slew rate}$$

$$\text{Fall time} = T_b = (I_{\text{high}} - I_{\text{low}}) / \text{Fall slew rate}$$

其中在 3350 系列高功率電子負載上 Rise 與 Fall Slew rate 可以分別來設定，另外 I_{High} 與 I_{low} 亦可分別設定，而動態頻率及工作週期則由 T_{High} 及 T_{Low} 分別來設定之。

5.3.2.2 類比信號設定輸入：(如圖 5-4 所示)

當欲模擬之負載電流波形無法由上述的負載電流脈波產生器模擬時，則需由位於 3350 機框上後面板的 ANALOG INPUT BNC 來輸入欲模擬之負載電流波形訊號，此時負載電流之波形便隨類比信號之波形而變化。其主要應用為：

5.3.2.2.1 模擬實際負載波形。

5.3.2.2.2 蓄電池放電測試。

5.3.2.2.3 特殊負載電流模擬用。

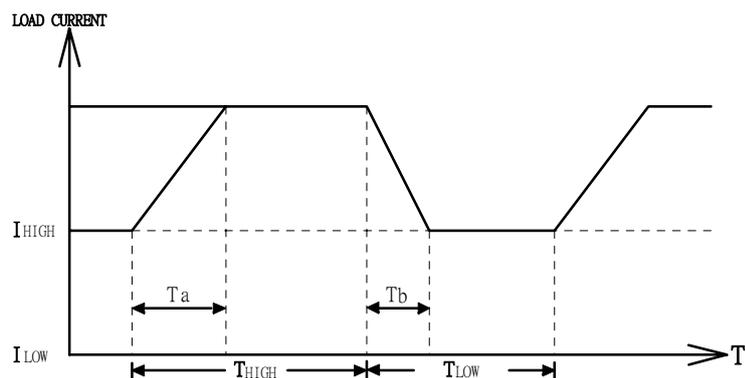


圖 5-4 動態負載電流

5-4、固定電壓模式 (C.V. mode)的應用

主要應用如下：

5.4.1 電流源之測試

測試電流源之負載調整率，亦即在不同負載電壓下的電流源輸出變化率，此時高功率電子負載需使用固定電壓模式以模擬不同之負載電壓狀況。

5.4.2 電池充電器之測試目前 Notebook 電腦均設計成為可攜帶式，故內裝有蓄電池，又當電池能量耗盡後為求再度工作，則必須充電，故通常內含一可充電蓄電池，因此 Notebook 電腦內的電源供應器便包含了電池充電器之電路設計。基本上電池充電器為一電流源對蓄電池進行充電，此時3350系列的高功率電子負載 C.V. mode 可模擬蓄電池之電壓狀況如 3.3V 或 3V 或 2.5V 等以便測試蓄電池之端電壓不同時，充電電流之工作情形。

5.4.3 電源供應器之限流特性測試

一般電源供應器內含過電流，過載等保護特性，其限流特性有 Foldback 方式 (一般使用)，或固定電流方式(如實驗室用電源供應器)，或其他方式等。

一般高功率電子負載若僅使用 C.C. mode 或 C.R. mode 時無法確實測試出 Foldback 之電流電壓曲線，固定電流限流曲線亦難以用 C.C. 或 C.R. mode 測試出。

但只要使用 3350 系列高功率電子負載上的 C.V. mode，以高功率電子負載來逐一模擬各個不同負載電壓，以量取每個不同負載電壓下之負載電流，然後繪成曲線如圖 5-5 右下方圖所示便可確知電源供應器的限流特性曲線。

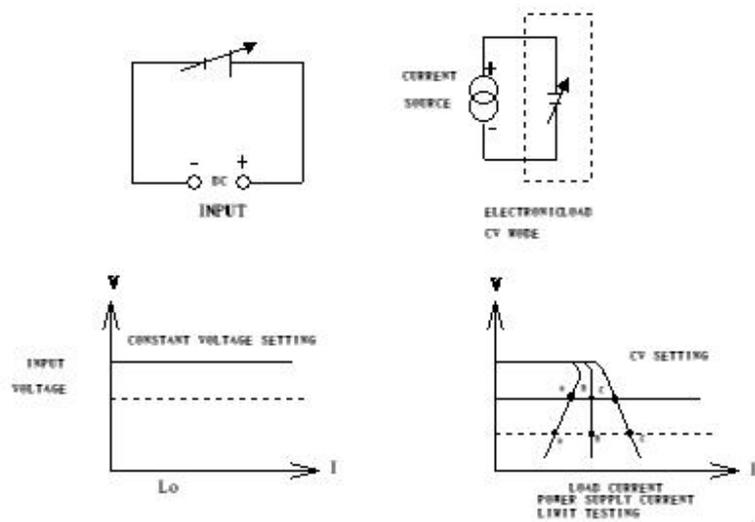


圖 5-5 固定電壓操作模式之應用

5-5、固定電壓模式(C.R. mode)的應用

主要應用為：(如圖 5-6 所示)

5.5.1 電壓源或電流源測試。

5.5.2 功率電阻之模擬。

5.5.3 電源供應器之啟動測試。

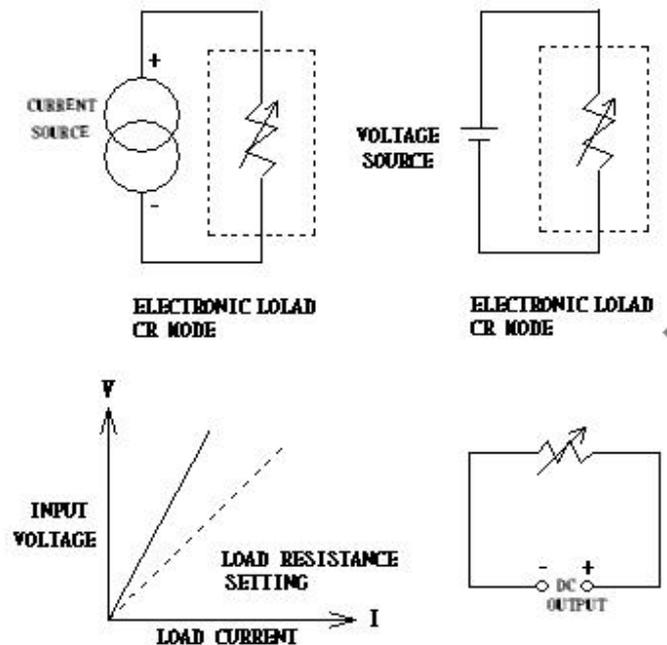


圖 5-6 固定電阻操作模式之應用

一般電源供應器於其輸入電源開啓測試時，通常將負載設定為固定電阻模式，使得負載之電流波形隨電源供應器之電壓波形相同之斜率上升，實際上電源供應器之實際負載即數位積體電路之特性亦類似此一狀況，當尚未達到其工作之電源電壓時，其特性類似一電阻負載。此時若使用 C.C. mode 來測試電源供應器其輸入電源開始測試時則有下列之不同及其影響：

1. C.C. mode 較 C.R. mode 更嚴苛許多，因 C.C. mode 時，當電源供應器之輸出在 1V、2V 或 5V 時，其負載電流均相同 (例如 10A)。而在 C.R. mode 時，電源供應器之輸出在 1V、2V 或 5V 時，其負載電流卻不相同 (例如負載電阻為 0.5 Ohm)，即 1V 時 $I_L = 2A$ ，2V 時 $I_L = 4A$ ，5V 時 $I_L = 10A$ ，故電源供應器之輸入電源開始測試，若在 C.C. mode 可以通過則在 C.R. mode 亦可通過。
2. 通常上述不同負載模式下，可能有些電源供應器無法在 C.C. mode 下開機，其原因可能是設計時之輸出容量，過載保護或其他因素形成，故在此狀況下可使用 C.R. mode 來測試電源供應器之開機程序。

5.6、固定功率模式(C.P. mode) 的應用

主要應用為電池容量壽命測試目前市面上手提型的電子設備都必須使用一次或二次電池，而電池使用時，其輸出電壓會隨使用的時間及功率而逐漸下降，如(圖 5-7a 所示)，其輸出電流則隨時間上升(如圖 5-7b 所示)，以維持輸出的功率容量於一定的水準(如圖 5-7c 所示)。而在輸出功率維持一定水準下，能維持多長的時間，即為電池所能儲存電能的重要指標之一。

用 3350 系列的功率模組式，只需設定功率大小，電子負載便依據電池電源的電壓產生在設定功率下的負載電流，並隨時依電池電壓的變化自動調整負載電流的大小，使電池放電的功率始終維持設定值

(如圖 5-7d 所示)，如此配合時間記錄便可驗證電池的儲存能量或容量壽命。

另在定功率模式下，亦可模擬電池實際使用時負載變動的情形，選擇動態模式之動態定功率負載便可進

行實際使用功率變動環境下之電池容量壽命測試(如圖 5-7e 所示)。

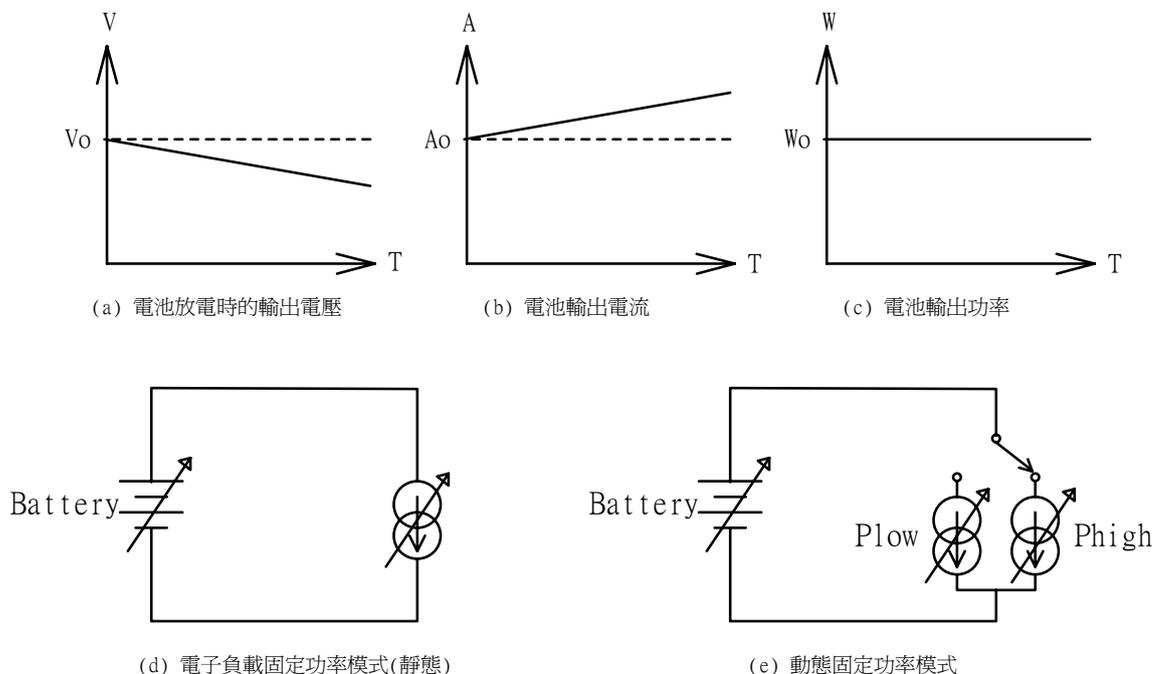


圖 5-7 固定功率操作模式之應用

5-7、固定電流源操作

3350 系列高功率電子負載若與一固定電壓源串聯使用時可當作一固定電流源使用，可用來對電池充電或其他用途，如圖 5-8 所示。

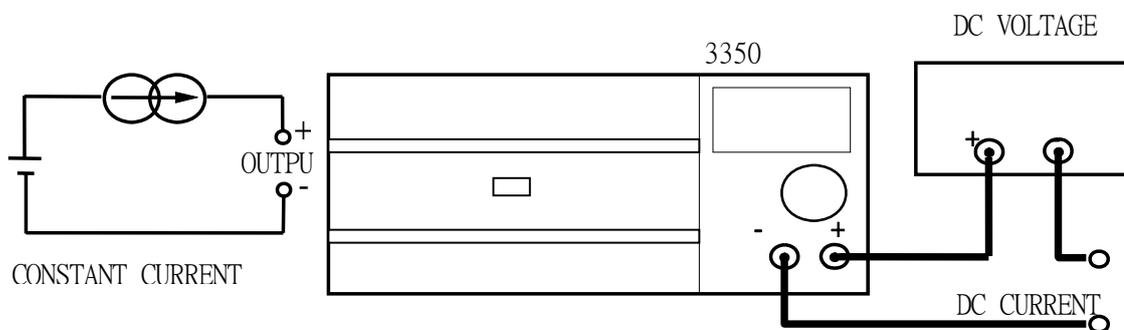


圖 5-8 固定電流源之連接圖

5-8、最低工作電壓為零伏特之連接方式

3350 系列高功率電子負載之最低滿載工作電壓為 2V-3V，當欲測試低於此電壓之設備或元件時(如電池)，則可串聯一電源供應器以補償最低工作電壓，如圖 5-9 所示，將電源供應器之輸出調到 2-3V 或更高，高功率電子負載便工作於正常工作區域內，可在工作區域內滿載負載電流操作，亦即對待測物而言，其輸出電壓到零伏特亦可使高功率電子負載正常測試操作。

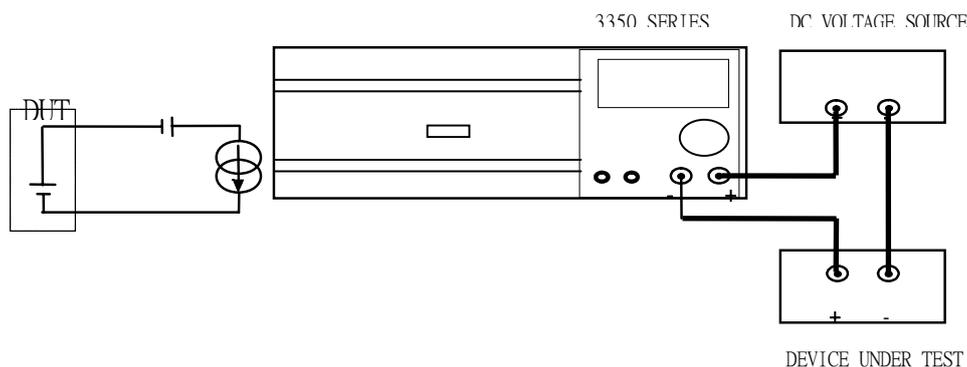


圖 5-9 高功率電子負載最低工作電壓為 0V 時的連接圖