

DMM4020

Digital Multimeter

使用手冊

Copyright© Tektronix. 版權所有。授權軟體產品為 Tektronix、其子公司或供應商所有，且受國家著作權法及國際條約規定保護。

Tektronix 產品受美國與外國專利保護，已獲得專利或專利申請中。本出版物中的資訊將取代先前出版的所有文件中的內容。保留變更規格與價格之權利。

TEKTRONIX 與 TEK 皆為 Tektronix, Inc. 的註冊商標。

與 Tektronix 聯繫

Tektronix, Inc.
14200 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
USA

如需產品資訊、銷售、服務及技術支援，請利用下列管道：

- 北美地區，請電 1-800-833-9200。
- 世界各地，請造訪 www.tektronix.com 網站，以取得當地的聯絡方式。

保證書

「太克」保證其產品從「太克」授權經銷商售出日後三年內，在材料和工藝兩方面均無瑕疵。若產品證實在保固期內發生故障，「太克」可選擇對故障品進行修復但不收任何零件費用與工錢，或是提供替代品以交換故障產品。但電池不在保證範圍內。「太克」在保證期間內使用的零件、模組和更換產品，可能是新的或翻新的。所有更換的零件、模組和產品，均為「太克」所有。

爲了取得本保證書所提供的服務，顧客必須在保固期到期之前，將故障情況告知「太克」並進行適當的安排以進行服務。顧客必須負責缺陷產品的包裝與運輸，並以預付運費的方式連同購買憑證影本送抵「太克」指定的服務中心。若顧客所在地與「太克」服務中心位在同一國家，「太克」將支付把產品寄回顧客的費用。如果要將產品寄回其他地點，所有運費、關稅、稅金與任何其他費用需由顧客支付。

本保證書不適用於因不正常使用、維修或缺乏保養的情況所造成的任何缺陷、故障或損壞。若有下列情況，「太克」並無義務就本保證書提供服務 **a)** 因爲非「太克」代表的人員企圖安裝、維修或檢修產品而產生的損壞， **b)** 因爲不正常使用或與不相容設備連接所造成的損壞； **c)** 使用非「太克」耗材所造成的任何損壞或故障；或 **d)** 產品經過修改或與其他產品結合，而這種修改或結合增加檢修產品所需的時間或難度。

本擔保係由「太克」針對本「產品」提供，不爲任何其他明示或默示擔保。「太克」及其廠商不爲任何適售性或符合特定使用目的之所有默示擔保。倘若違反此擔保，「太克」對顧客所提供的唯一補救方法，爲修復或替換故障的產品。對於任何間接、特殊、附隨性或衍生性損害，TEKTRONIX 及其廠商將概不負責，不論 TEKTRONIX 及其廠商是否事先瞭解這種損害的可能性。

[W16 – 15AUG04]

目錄表

第	標題	標題
1	章簡介與規格.....	1-1
	一般安全性摘要	1-3
	相容資訊	1-7
	EMC 相容	1-7
	安全相容性	1-8
	環境注意事項	1-9
	產品報廢處理	1-9
	簡介	1-10
	使用文件	1-11
	關於本手冊	1-11
	儀器安全流程	1-12
	揮發性記憶體	1-12
	非揮發性記憶體	1-12
	選購件及附件	1-13
	一般規格	1-13
	電壓	1-13
	尺寸大小	1-13
	顯示螢幕	1-14
	環境	1-14
	觸發	1-14
	算術運算函式	1-14
	電磁	1-14
	遠端介面	1-14
	保固	1-14
	電磁規格	1-15
	DC 電壓規格	1-15
	交流電壓規格	1-16
	電阻	1-17
	直流電流	1-17
	交流電流	1-18
	頻率	1-19
	連續性	1-19
	二極體測試	1-19
2	章針對作業準備儀錶.....	2-1

簡介	2-3
拆封 及檢查儀錶	2-3
儲存及運輸儀錶	2-3
電源注意事項	2-3
選取線路電壓	2-4
更換保險絲	2-4
連接至線路電源	2-6
開啓電源	2-7
調整拾環	2-8
將儀錶安裝於設備機架	2-9
清潔儀錶	2-9
Fluke 45 模擬模式	2-10
使所有顯示區段亮起	2-10
3 章從前面板操作儀錶	3-1
簡介	3-3
雙重顯示螢幕	3-6
主要顯示螢幕	3-6
次要顯示螢幕	3-6
後面板	3-8
調整儀錶範圍	3-9
選取測量速率	3-9
選取測量功能	3-9
測量 電壓	3-9
測量頻率	3-10
頻率調整範圍	3-10
測量電阻	3-10
測量電流	3-13
自動輸入端子偵測	3-14
二極體/ 連續性測試	3-15
進行觸發測量	3-16
選取功能調節器	3-18
相對讀數調節器 (REL)	3-18
分貝和自動電源調節器	3-18
「輕觸保留」功能 (HOLD)	3-19
最小 / 最大調節器 (MIN MAX)	3-20
使用功能調節器組合	3-21
次級操作 (使用 SHIFT 按鈕)	3-21
比較功能 (COMP)	3-22
設定比較範圍	3-22
使用比較功能	3-22
清單和數字編輯器	3-22
使用清單編輯器	3-23
使用數字編輯器	3-23
功能鍵 S1 - S6	3-24
開機組態	3-25
校準	3-25
4 章使用電腦介面操作儀錶	4-1
簡介	4-3
本機與遠端操作	4-3
電腦介面	4-3
準備儀錶以透過 RS-232 介面進行操作	4-3
設定通訊參數 (RS-232)	4-3

RS-232 僅列印模式.....	4-4
使用纜線來將儀錶連接至主機或印表機 (RS-232).....	4-5
字元回應與刪除.....	4-6
使用 ^C (CNTRL C) 清除裝置.....	4-6
RS-232 提示.....	4-6
開始使用安裝測試.....	4-6
RS-232 作業安裝測試.....	4-6
如果測試失敗.....	4-6
儀錶處理輸入的方式.....	4-7
輸入字串.....	4-7
輸入終端器.....	4-7
將數值傳送至儀錶.....	4-7
將指令字串傳送至儀錶.....	4-7
儀錶處理輸出的方式.....	4-8
觸發輸出.....	4-8
從前面板外部觸發.....	4-9
設定觸發類型組態.....	4-9
透過電腦介面外部觸發.....	4-10
狀態登錄.....	4-10
事件狀態與事件狀態啓用登錄.....	4-11
狀態位元登錄.....	4-13
讀取狀態位元組登錄.....	4-14
電腦介面指令集.....	4-14
常見指令.....	4-15
功能指令與查詢.....	4-16
功能調節器指令與查詢.....	4-18
範圍與測量率指令與查詢.....	4-20
測量查詢.....	4-22
比較指令與查詢.....	4-23
觸發組態指令.....	4-23
其他指令與查詢.....	4-24
RS-232 遠端 / 本機組態.....	4-25
RS-232 儲存 / 叫出系統組態.....	4-25
使用 RS-232 電腦介面的樣本程式.....	4-25

附錄

A 應用項目.....	A-1
B 2X4 測試導線.....	B-1

索引

表清單

表	標題	頁碼
1-1.	揮發性記憶體空間.....	1-12
1-2.	非揮發性記憶體空間.....	1-12
1-3.	附件.....	1-13
2-1.	保險絲功率的線路電壓.....	2-4
2-2.	可從 Tektronix 取得的線路電源線類型.....	2-7
3-1.	前面板功能.....	3-4
3-2.	顯示報警器與指示器.....	3-7
3-3.	後面板功能.....	3-8
3-4.	RS-232 針腳輸出.....	3-17
3-5.	RS232 針腳輸出.....	3-19
3-6.	次級操作.....	3-21
3-7.	清單編輯器選項.....	3-23
3-8.	數字編輯器選項.....	3-24
3-9.	原廠開機組態.....	3-25
4-1.	RS-232 通訊參數原廠設定.....	4-4
4-2.	RS-232 僅列印模式下的列印速率.....	4-5
4-3.	觸發類型.....	4-9
4-4.	RS-232 讀數傳輸率.....	4-10
4-5.	狀態登錄摘要.....	4-10
4-6.	ESR 與 ESE 中的位元說明.....	4-13
4-7.	狀態位元組登錄 (STB) 中的位元說明.....	4-13
4-8.	常見指令.....	4-15
4-9.	功能指令與查詢.....	4-16
4-10.	功能調節器指令與查詢.....	4-18
4-11.	範圍與測量率指令與查詢.....	4-20
4-12.	測量查詢.....	4-22
4-13.	比較指令與查詢.....	4-23
4-14.	觸發組態指令.....	4-23
4-15.	其他指令與查詢.....	4-24
4-16.	格式 2 的測量單位輸出.....	4-24
4-17.	遠端/本機組態指令.....	4-25
4-18.	儲存 / 叫出系統組態指令.....	4-25

圖清單

圖	標題	頁碼
1-1.	IEC 61010 測量類別 (CAT) 位準.....	1-6
2-1.	更換線路電源保險絲.....	2-5
2-2.	更換電流輸入保險絲.....	2-6
2-3.	拾環調整與取下.....	2-8
2-4.	取下保護罩.....	2-9
3-1.	前面板.....	3-4
3-2.	顯示報警器與顯示器.....	3-6
3-3.	後面板.....	3-8
3-4.	電壓與頻率測量.....	3-10
3-5.	2 線電阻測量.....	3-11
3-6.	4 線電阻測量.....	3-12
3-7.	使用 2x4 線導線的 4 線歐姆輸入接頭.....	3-13
3-8.	電流測量值 < 200 mA.....	3-14
3-9.	電流測量值 200 mA 到 10 A.....	3-14
3-10.	連續性測試.....	3-15
3-11.	二極體測試.....	3-16
3-12.	外部觸發電路.....	3-17
4-1.	使用 RS-232 介面的 9 號針外部觸發.....	4-10
4-2.	狀態資料結構概觀.....	4-11
4-3.	事件狀態與事件狀態啓用登錄.....	4-12
4-4.	RS-232 電腦介面的樣本程式.....	4-26

第 1 章簡介與規格

標題	頁
一般安全性摘要	1-3
避免著火或人員受傷.....	1-3
安全性與電力符號.....	1-5
IEC 61010 測量類別的說明	1-6
相容資訊	1-7
EMC 相容	1-7
EC 符合性聲明 - EMC.....	1-7
澳洲 / 紐西蘭符合性聲明 - EMC.....	1-8
安全相容性.....	1-8
EC 符合性聲明 - 低電壓	1-8
美國國家認可測試實驗室清單.....	1-8
加拿大檢定證明.....	1-8
其他符合性.....	1-8
設備類型.....	1-8
安全等級.....	1-8
污染等級說明.....	1-8
污染等級.....	1-9
測量過電壓類別.....	1-9
環境注意事項	1-9
產品報廢處理	1-9
設備回收.....	1-9
危險物質之限用.....	1-9
簡介	1-10
使用文件	1-11
關於本手冊	1-11
儀器安全流程	1-12
揮發性記憶體.....	1-12
非揮發性記憶體.....	1-12
選購件及附件	1-13
一般規格	1-13
電壓.....	1-13
尺寸大小	1-13
顯示螢幕.....	1-14
環境.....	1-14
觸發.....	1-14

算術運算函式	1-14
電磁	1-14
遠端介面	1-14
保固	1-14
電磁規格	1-15
DC 電壓規格	1-15
交流電壓規格	1-16
電阻	1-17
直流電流	1-17
交流電流	1-18
頻率	1-19
連續性	1-19
二極體測試	1-19

一般安全性摘要

請檢閱下列安全性注意事項，以避免受傷及防止對本產品或與本產品相關的其他任何產品造成損傷。

若要避免潛在性的危險，請務必依指定方式使用本產品。

只應讓合格人員執行服務程序。

使用本產品時，您可能需要存取較大系統的其他部分。請閱讀其他元件手冊的安全性章節，以了解操作系統的相關警告與注意事項。

本儀器的設計經過測試符合歐洲標準公告 EN 61010-1:2001 及美國/加拿大標準 UL 61010-1 與 CAN/CSA-C22.2 No.61010-1-04。本儀器在安全情況下提供。

本手冊包含一些資訊與警告，必須予以遵守，才能將本儀器保持在安全的情況下，並保證能夠安全操作。

若要正確並安全地使用本儀器，請閱讀並遵守本節的注意事項，並且必須遵守本手冊中與特定測量功能相關的所有安全性指示或警告。此外，當執行與電力有關的工作時，請遵守所有一般接受的安全規範與所需程序。

CAT I 設備的設計旨在避免高電壓、低能量來源 (例如電子電路或影印機) 中出現暫態。

CAT II 設備的設計旨在避免固定安裝式能量消耗設備 (例如電視、電腦、攜帶型工具及其他家電用品) 中出現暫態。

避免著火或人員受傷

使用正確的電源線。 請只使用本產品所指定以及該國使用認可的電源線。

使用正確的電壓設定。 使用電源之前，請確定電路選擇器位於使用來源的正確位置。

正確地連接與中斷連接。 當探棒或測試導線與電壓來源連接時，請勿連接它們或中斷與它們的連接。

將產品接地。 本產品是透過電源線的接地導線與地面連接。若要避免電擊，接地導線必須連接到地面。在與產品的輸入與輸出端子連接之前，請確定產品已正確接地。

觀察所有的端子功率。 爲了避免火災或是電擊的危險，請注意產品上的功率及標記。在與產品連接之前，請先參閱產品手冊以便進一步瞭解有關功率的資訊。

請勿將電壓加至任何端子，包括共同端子，這會超過端子的最大功率。

電源中斷連接。 電源線從電源中斷連接產品。請勿封鎖電源線；它必須隨時維持於可存取狀態。

請勿在蓋子未蓋上之前即進行操作。 如果蓋子或是面板被取下，請勿操作本產品。

懷疑有故障時，請勿操作。 若您懷疑此產品已遭損壞，請讓合格的維修人員進行檢查。

避免電路外露。 當電源開啓時，請勿碰觸外露的連接器及元件。

使用適當的保險絲。 您只能使用本產品所指定的保險絲類型及功率。

請維持產品表面的清潔與乾燥。

△△警告

若要避免可能的電擊、人員受傷或死亡，請在使用儀錶之前閱讀以下說明。

- 請嚴格遵守本手冊的指示使用本儀錶，否則儀錶所提供的保護措施可能會遭到破壞。
- 請勿在潮濕的環境中使用儀錶。
- 使用儀錶之前請先檢查儀錶。如果儀錶已經損壞，則請勿使用。
- 使用測試導線之前，請先檢查測試導線。如果絕緣損壞或金屬外露，則請勿使用。檢查測試導線的連續性。請先更換損壞的測試導線之後再使用儀錶。
- 使用儀錶之前及之後，請測量已知電壓來確認儀錶的操作。如果儀錶無法正常操作，則請勿使用。儀錶的保護措施可能已遭破壞。若有疑問，請將儀錶送修。
- 當您發現安全保護功能可能已經損壞時，請勿使用儀錶，並避免任何人意外誤用儀錶。
- 儀錶的維修工作應由合格的服務人員執行。
- 請勿在端子之間或在任何端子及地線之間施加超出儀錶所標明的額定電壓。
- 在 IEC 測量類別 II 的環境之下，請勿將 600 V 交流電以上的電壓施加到儀錶中。請參閱本手冊稍後的「IEC 61010 測量類別的說明」。
- 請務必針對您工作所在國家或地點的電壓及插座使用適合的電源線與接頭。
- 請務必使用具有接地功能的電源線，並確保接地正確連接至配電系統。
- 打開機殼之前，請先拆下儀錶的測試導線。
- 若未先將測試導線從主電源上拆下，請絕對不要拆下儀錶的機蓋或開啓其機殼。
- 操作電壓在 30 V 交流均方根值、42 V 交流峰值或 42 V 直流電以上時應格外小心。這種電壓會造成觸電的危險。
- 只能使用本手冊所指定的保險絲來更換。
- 測量時，必須使用正確的端子、功能和測量範圍。
- 請勿在有爆炸性氣體、蒸汽或灰塵的環境下使用本儀錶。
- 使用探針時，手指應保持在護指裝置的後面。
- 連接電源時，請先連接通用測試導線，然後再連接通電測試導線；切斷電源時，請先切斷通電測試導線，然後再切斷通用測試導線。
- 在測試電阻、連續性、二極體或電容之前，應先切斷電源，並將所有的高壓電容器放電。
- 測量電流之前，請先檢查儀錶的保險絲，且在將儀錶連接到電路之前，請先關閉電路電源。
- 維修本儀錶時，務必採用指定的更換零件。符號與術語

以下術語及安全性與電力符號可能會出現在手冊或產品上：

⚠⚠ 警告聲明中指名了會導致受傷或死亡的條件或常規。

⚠ 注意事項聲明中指明了會導致損害儀錶或與其連接之設備的條件或常規。

⚠⚠ 警告

若要避免電擊、人員受傷或死亡，嘗試安裝、使用或維修儀錶之前，請仔細閱讀「一般安全性摘要」下的資訊。

安全性與電力符號

符號	說明	符號	說明
	有危險。重要資訊。請參閱手冊。		顯示開 / 關及儀錶重設。
	危險電壓。可能出現電壓 > 30 V 直流電或交流電的峰值。		地線
	AC (交流電)		電容
	DC (直流電)		二極體
 或 	AC 或 DC (交流電或直流電)		保險絲
	連續性測試或連續性蜂鳴器嗶聲		數位訊號
	潛在危險電壓		維護或服務
	雙重絕緣		靜電察覺。靜電釋放可能會損壞零件。
CAT II	測量類別 II 適用於測量直接連接低電壓安裝的電路。	CAT I	測量類別 I 適用於未直接連接主電源的測量。

IEC 61010 測量類別的說明

IEC 61010 安全標準係根據暫態脈衝的危險程度定義四種過電壓 (安裝) 類別 (CAT I 至 CAT IV)，如圖 1-1 所示。

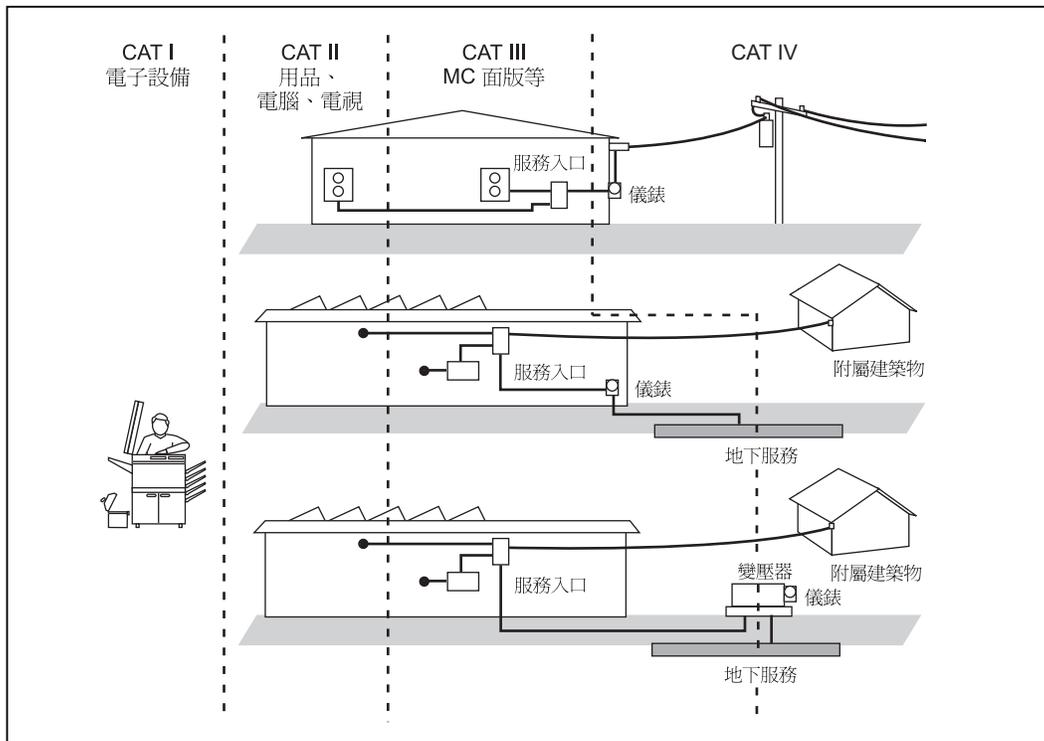


圖 1-1. IEC 61010 測量類別 (CAT) 位準

CAT_CT_B.eps

IEC 61010 測量 CAT 位準指示儀器針對脈衝耐受電壓提供的保護位準。

CAT I 設備的設計旨在避免高電壓、低能量來源 (例如電子電路或影印機) 出現暫態。

CAT II 設備的設計旨在避免固定安裝式能量消耗設備 (例如電視、電腦、攜帶型工具及其他家電設備) 出現暫態。

CAT III 設備的設計旨在避免固定裝設 (如配電盤、饋電線路和短轉移電路，以及大型建築物的照明系統等) 中的裝置出現暫態。

CAT IV 設備的設計旨在避免如電錶或空中地下公用事業的主要供電出現暫態。

相容資訊

本節將列出儀器所依循的 EMC (電磁相容)、安全性和環境標準。

EMC 相容

EC 符合性聲明 - EMC

電磁相容性滿足 Directive 2004/108/EC 的內容。經證實符合如下歐盟官方期刊所列之規格：

EN 61326-1 2006、EN 61326-2 2006。 測量、控制和實驗室使用的電子設備必須遵守的 EMC 要求。^{1、2、3}

- CISPR 11:2003。輻射和傳導放射、群組 1、等級 A
- IEC 61000-4-2:2001。靜電釋放耐受性
- IEC 61000-4-3:2002。RF 電磁場耐受性
- IEC 61000-4-4:2004。電磁快速暫態/脈衝耐受性
- IEC 61000-4-5:2001。電源線突增耐受性
- IEC 61000-4-6:2003。傳導 RF 耐受性⁴
- IEC 61000-4-11:2004。電壓驟降和干擾耐受性⁵

EN 61000-3-2:2006。 交流電源線諧波發射。

EN 61000-3-3:1995。 電壓變化、波動和閃爍。

歐盟聯絡人。

Tektronix UK, Ltd.
Western Peninsula
Western Road
Bracknell, RG12 1RF
United Kingdom

¹ 本產品僅適用於非住宅區。用於住宅區可能會造成電磁干擾。

² 當本儀器連接測試物品時，發射層級可能會超過這項標準要求。

³ 爲了保證達到此處所列的 EMC 標準，請使用高品質遮罩介面纜線。

⁴ 受限於引入的測試訊號 (3 V rms 超出頻率範圍 150 kHz 到 80 MHz，有 80% 振幅調變在 1 kHz) 的 VAC 功能之較低範圍的指定容許度取決於已知隱藏保護接地參考連接。DMM4020 已使用地面接地之儀器底盤參考的 M2 CDN 評估。在過度雜訊底盤參考的情況下會導致重大測量錯誤。(IEC 61000-4-6)。

⁵ 性能準則 C 適用於 0%/250 週期電壓干擾測試等級 (IEC 61000-4-11)。

澳洲 / 紐西蘭符合性聲明 - EMC

本儀器符合 Radiocommunications Act 中制定 EMC 條款的下列標準，並符合 ACMA：

CISPR 11:2003。輻射和傳導放射，群組 1，等級 A，並符合 EN 61326-1:2006 與 EN 61326-2-1:2006。

安全相容性

EC 符合性聲明 - 低電壓

經證實符合如下歐盟官方期刊所列出之規格：

低電壓 Directive 2006/95/EC。

- **EN 61010-1: 2001**。測量、控制和實驗室使用的電子設備的安全性需求。

美國國家認可測試實驗室清單

- **ISA-82.02.01**。電子電機測試、測量、控制和相關設備的安全標準 -- 一般需求。

加拿大檢定證明

- **CAN/CSA-C22.2，編號 61010-1:2004**。測量、控制和實驗室使用的電子設備的安全性需求。第一部分。

其他符合性

- **IEC 61010-1: 2001**。測量、控制和實驗室使用的電子設備的安全性需求。
- **ANSI/UL 61010-1:2004，2nd Edition**。電子測量與測試設備標準。

設備類型

測試與測量。

安全等級

等級 1 - 接地性產品。

污染等級說明

針對周圍環境和產品內部所進行的污染測量。通常產品內部環境會視為相同於其外部環境。本產品只適用於已評估的環境。

- 污染等級 1。沒有產生污染，或是只允許乾燥、非傳導式污染物。這項類別的產品通常會加以密封、氣密封存或是放置在無塵室中。
- 污染等級 2。通常只允許發生乾燥、非傳導式污染物。必須預防因凝結所發生的暫時傳導性。這種場所通常是辦公室/居家環境。暫時性凝結只會在產品不使用時發生。
- 污染等級 3。傳導式污染，或是由於凝結導致乾燥、非傳導式污染成為傳導式污染。這是指沒有控制溫度或溼度的遮蔽場所。該區域可避免陽光直曬、雨水或是直接風吹。

- 污染等級 4。指透過傳導性灰塵、雨水或雪產生永久傳導性的污染。典型戶外場所。

污染等級

污染等級 2 (依據 IEC 61010-1 定義)。請注意：評估僅限於室內。

測量過電壓類別

CAT I – 1000V / CAT II – 600V

環境注意事項

本節提供此產品對環境所造成的影響之相關資訊。

產品報廢處理

回收儀器或元件時，請參閱下列指引：

設備回收

本設備的生產作業需要自然資源之回收與利用。本設備在產品報廢階段若未正確處理，可能會產生對環境或人類健康有害的物質。為了避免此類物質釋放到環境，並減少使用自然資源，建議您透過適當系統回收此產品，以確保大部分的材料均適當地回收或再利用。

	依照歐盟廢棄電子電器設備 (WEEE) 和電池指令要點 Directives 2002/96/EC 和 2006/66/EC，此符號表示此產品遵守歐盟要求。如需回收選項的詳細資訊，請參閱 Tektronix 網站 (www.tektronix.com) 支援 / 服務區。
---	---

危險物質之限用

本產品被分類為「監視器與控制器」設備，而不在 2002/95/EC RoHS Directive 管轄範圍內。

簡介

Tektronix DMM4020 Digital Multimeter (此後稱為儀錶) 是針對平台、現場服務與系統應用程式設計的 5-1/2 數位雙重顯示螢幕多功能儀錶。多個測量功能加上 RS-232 遠端介面，可使儀錶成為精確手動測量與在自動系統中使用的理想候選者。在攜帶方面，儀錶包括可攜帶的提把 (也可以作為平台操作的拎環使用)。

儀錶提供的功能有：

- 雙重真空螢光顯示螢幕，可同時顯示輸入訊號的兩個內容 (例如在一個顯示螢幕中顯示直流電壓並在另一個顯示螢幕中顯示頻率)
- 5-1/2 位數解析度
- 真均方根交流
- 2、4 線電阻或取得專利的 2x4 線電阻測量技術
- 200 mV 到 1000 Vdc 的範圍之間，靈敏度為 1 μ V
- 200 mV 到 750 Vac rms，靈敏度為 1 μ V
- 200 Ω 到 100 M Ω ，靈敏度為 1 m Ω
- 200 μ A 到 10 A dc，靈敏度為 1 nA
- 20 mA 到 10 A ac，靈敏度為 100 nA
- 頻率測量，從 20 Hz 到 1 MHz
- 連續性和二極體測試
- 2.5、20 與 100 次取樣 / 秒的測量頻率 (分別為慢、中與快)
- 前面板設定鍵，用於單鍵存取儲存的設定
- 比較模式，可決定測量是否位於已定義的限制中
- 可透過 RS-232 介面執行的遠端操作
- 封閉式校正 (無內部校正調整)

使用文件

本儀錶的使用文件包含下列內容：

附件	哪裡找	零件號
《安全性與安裝手冊》	 +  +  www.Tektronix.com	071-2694-xx
《技術參考》 (規格和性能驗證)	 +  www.Tektronix.com	077-0365-xx
《使用者手冊》 (本手冊) 包含下列數種語言： 英文 法文 義大利文 德文 西班牙文 日文 簡體中文 繁體中文 韓文 俄文	 +  www.Tektronix.com	077-0364-xx 077-0376-xx 077-0377-xx 077-0378-xx 077-0379-xx 077-0380-xx 077-0381-xx 077-0382-xx 077-0383-xx 077-0384-xx

關於本手冊

本手冊包含新使用者有效操作儀錶所需的所有資訊。本手冊分為下列章節：

第 1 章「簡介與規格」，提供有關如何安全使用儀錶、標準附件和選購附件以及規格的資訊。

第 2 章「準備儀錶以進行操作」，提供設定儀錶的線路電壓、將其連接至電源以及開啓儀錶的資訊。

第 3 章「從前面板操作儀錶」，提供有關從前面板使用儀錶的詳細資訊。

第 4 章「應用」，提供有關使用儀錶進行電子測量的詳細資訊。

第 5 章「使用電腦介面操作儀錶」，說明如何在儀錶的後面板上，透過 RS-232 電腦介面來設定並操作儀錶。

附錄

儀器安全流程

本節說明儀錶的記憶體元件以及清除它們的步驟。

揮發性記憶體

表 1-1 列出儀錶的揮發性記憶體元件。

表 1-1. 揮發性記憶體空間

類型	大小	功能
RAM	2 KB	U44、微處理器記憶體：測量資料、使用者字串與暫時設定資訊。

非揮發性記憶體

表 1-2 列出儀錶的非揮發性記憶體元件。

表 1-2. 非揮發性記憶體空間

類型	大小	功能
快閃記憶體	60 KB	U44、微處理器記憶體：應用程式儲存。
快閃記憶體	256 B	U44、微處理器記憶體：不使用。
EEPROM	16 KB	U45、IC、記憶體：校準常值、硬體設定與使用者設定資訊。

若要清除表 1-1 中列出的揮發性記憶體元件與表 1-2 中之非揮發性使用者儲存的儀器前面板設定：

1. 關閉後面板電源插座上的電源開關，然後再次開啓，以重新開啓儀錶電源。如此可將儀錶恢復為預設設定。
2. 按下前面板上的  來開啓儀錶電源。
3. 按  按鈕。
4. 依照順序按下  至  功能鍵，按下每個鍵之前，請間隔幾秒鐘的時間。如此可將使用者前面板儀器設定記憶體位置還原為原廠預設值。
5. 按下  按鈕來退出偏移模式。

選購件及附件

表 1-3 列出可用的選購件及附件。

表 1-3.附件

機型 / 零件號 ¹	說明
TL710 196-3520-00	高級測試導線組
013-0369-00	校準治具；4 端子短路棒
Y8846S (Fluke)	單一機架安裝套件
Y8846D (Fluke)	雙重機架安裝套件
TL705	2X4 線歐姆精密度測試導線
TL725	2X4 線歐姆鉗式測試導線
159-0488-00	保險絲，11 A，1000 V，快熔，.406INX1.5IN，大量
159-0487-00	保險絲，440 mA，1000 V，快熔，.406X1.375，大量
174-5813-00	RS-232 纜線組件的 USB
012-0991-01	GPIB 纜線；低 EMI；1 公尺
159-0187-00	保險絲，0.25 A，250 V AC，緩熔
159-0063-00	保險絲，0.125 A，250 V，緩熔
HCTEK4321	硬質箱，塑膠
AC4000	軟質袋，尼龍

¹ 非 Tektronix 產品的所有機型與零件號都將廠商列在括號中。

一般規格

電壓

100V 設定	90 V 到 110 V
120V 設定	108 V 到 132 V
220V 設定	198 V 到 242 V
240V 設定	216 V 到 264 V
頻率	47 Hz 到 440 Hz
功率消耗	15 VA 峰值 (平均值為 10 W)

尺寸大小

高度	88 公釐 (3.46 英吋)
寬度	217 公釐 (8.56 英吋)
深度	297 公釐 (11.7 英吋)
重量	2.1 公斤 (4.6 磅)

顯示螢幕

真空螢光顯示螢幕，區段

環境

溫度

操作.....	0 °C 到 50 °C
存放.....	-40 °C 到 70 °C
暖機	½ 小時至完全不確定規格

相對濕度 (非露點溫度)

操作.....	<90 % (0 °C 到 28 °C)	<75 % (28 °C 到 40 °C)	<45 % (40 °C 到 50 °C)
存放	-40 °C 到 70 °C <95 %		

高度

操作	2,000 公尺
存放.....	12,000 公尺
震動.....	符合 MIL-PRF-28800F 等級 3

觸發

觸發延遲	400 ms
外部觸發延遲	<2 ms
外部觸發抖動	<1 ms
觸發輸入	TTL 位準
觸發輸出.....	最大為 5 V

算術運算函式

最小 / 最大、相對、保留、比較與 dB 函數

電磁

輸入保護	1000 V 所有範圍
超過範圍	所有功能之最大範圍的 10 % (連續性和二極體測試除外)

遠端介面

RS-232C

保固

三年

電磁規格

規格對 5-½ 數字模式有效，且需要至少半小時的暖機時間。

DC 電壓規格

最大輸入	在任何範圍均為 1000 V
共模排斥	120 dB，50 或 60 Hz ±0.1% (1 kΩ 失衡)
一般模式排斥	80 dB，速率較慢
A/D 非線性	範圍的 15 ppm
輸入偏壓電流	<30 pA，25 °C
穩定注意事項	測量穩定時間受到來源阻抗、纜線絕緣特性與輸入訊號變更的影響

輸入特徵

範圍	全刻度 (5-1/2 位數)	解析度			輸入阻抗
		慢速	中	快速	
200 mV	199.999 mV	1 μV	10 μV	10 μV	>10 GΩ ^[1]
2 V	1.99999 V	10 μV	100 μV	100 μV	>10 GΩ ^[1]
20 V	19.9999 V	100 μV	1000 μV	1000 μV	10 MΩ±1 %
200 V	199.999 V	1 mV	10 mV	10 mV	10 MΩ±1 %
1000 V	1000.00 V	10 mV	100 mV	100 mV	10 MΩ±1 %

備註：
[1] 在某些雙重顯示螢幕測量中，200 mV 與 2 V 範圍的輸入阻抗可能會變更為 10 MΩ。

準確度

範圍	不確定性 ^[1]		溫度係數/°C 外部 18 – 28 °C
	90 天	1 年	
	23 °C ± 5 °C	23 °C ± 5 °C	
200 mV	0.01 + 0.003	0.015 + 0.004	0.0015 + 0.0005
2 V	0.01 + 0.002	0.015 + 0.003	0.001 + 0.0005
20 V	0.01 + 0.003	0.015 + 0.004	0.0020 + 0.0005
200 V	0.01 + 0.002	0.015 + 0.003	0.0015 + 0.0005
1000 V	0.01 + 0.002	0.015 + 0.003	0.0015 + 0.0005

備註：
[1] 不確定性為 ±(讀數的 % + 範圍的 %)

交流電壓規格

交流電壓規格是針對交流電正弦波訊號 >5 % 的範圍。針對範圍的 1 % 到 5 % 的輸入及 <50 kHz，增加範圍的 0.1 % 的其他錯誤；針對 50 kHz 到 100 kHz，增加範圍的 0.13 %。

最大輸入	750 V rms 或 1000 V 峰值或 8×10^7 伏特-赫茲產品
測量方法	交流耦合真均方根。以任何範圍上最高 1000 V dc 偏壓來測量輸入的直流電元件。
交流電濾波器頻寬	20 Hz – 100 kHz
共模排斥	60 dB, 50 Hz 或 60 Hz (1 kΩ 失衡)
最大波峰因數	全刻度下為 3:1
其他波峰因數錯誤 (<100 Hz)	波峰因數 1-2, 全刻度之 0.05 % 波峰因數 2-3, 全刻度之 0.2 % 僅適用於非正弦曲線訊號

輸入特徵

範圍	全刻度 (5-1/2 位數)	解析度			輸入阻抗
		慢速	中	快速	
200 mV	199.999 mV	1 μ V	10 μ V	10 μ V	1 M Ω \pm 2 % 由 <100 pf 分流
2 V	1.99999 V	10 μ V	100 μ V	100 μ V	
20 V	19.9999 V	100 μ V	1000 μ V	1000 μ V	
200 V	199.999 V	1 mV	10 mV	10 mV	
750 V	750.00 V	10 mV	100 mV	100 mV	

準確度

範圍	頻率	不確定性 ^[1]		溫度係數/°C 外部 18 – 28 °C
		90 天	1 年	
		23 °C \pm 5 °C	23 °C \pm 5 °C	
200 mV	20 Hz – 45 Hz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.01 + 0.005
	45 Hz – 20 kHz	0.15 + 0.05	0.2 + 0.05	0.01 + 0.005
	20 kHz - 50 kHz	0.3 + 0.05	0.35 + 0.05	0.01 + 0.005
	50 kHz - 100 kHz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.05 + 0.01
2 V	20 Hz – 45 Hz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.01 + 0.005
	45 Hz – 20 kHz	0.15 + 0.05	0.2 + 0.05	0.01 + 0.005
	20 kHz - 50 kHz	0.3 + 0.05	0.35 + 0.05	0.01 + 0.005
	50 kHz - 100 kHz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.05 + 0.01
20 V	20 Hz – 45 Hz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.01 + 0.005
	45 Hz – 20 kHz	0.15 + 0.05	0.2 + 0.05	0.01 + 0.005
	20 kHz - 50 kHz	0.3 + 0.05	0.35 + 0.05	0.01 + 0.005
	50 kHz - 100 kHz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.05 + 0.01
200 V	20 Hz – 45 Hz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.01 + 0.005
	45 Hz – 20 kHz	0.15 + 0.05	0.2 + 0.05	0.01 + 0.005
	20 kHz - 50 kHz	0.3 + 0.05	0.35 + 0.05	0.01 + 0.005
	50 kHz - 100 kHz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.05 + 0.01
750 V	20 Hz – 45 Hz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.01 + 0.005
	45 Hz – 20 kHz	0.15 + 0.05	0.2 + 0.05	0.01 + 0.005
	20 kHz - 50 kHz	0.3 + 0.05	0.35 + 0.05	0.01 + 0.005
	50 kHz - 100 kHz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.05 + 0.01

備註：

[1] 不確定性為 \pm (讀數的 % + 範圍的 %)

電阻

規格為針對 4 線阻抗功能，或 2 線阻抗含 REL。若未使用 REL，針對 2 線阻抗加導線阻抗增加 0.2 Ω。

測量方法..... 參照 LO 輸入的目前來源

最大導線阻抗 (4 線歐姆)..... 200 Ω、2 kΩ 範圍每條導線範圍的 10%。其他所有範圍的每條導線 1 kΩ。

所有範圍上的輸入保護..... 為 1000 V

輸入特徵

範圍	全刻度 (5-1/2 位數)	解析度			電流來源
		慢速	中	快速	
200 Ω	199.999 Ω	0.001 Ω	0.01 Ω	0.01 Ω	0.8 mA
2 kΩ	1.99999 kΩ	0.01 Ω	0.1 Ω	0.1 Ω	0.8 mA
20 kΩ	19.9999 kΩ	0.1 Ω	1 Ω	1 Ω	0.08 mA
200 kΩ	199.999 kΩ	1 Ω	10 Ω	10 Ω	0.008 mA
2 MΩ	1.99999 MΩ	10 Ω	100 Ω	100 Ω	0.9 μA
20 MΩ	19.9999 MΩ	100 Ω	1 kΩ	1 kΩ	0.16 μA
100 MΩ	100.000 MΩ	1 kΩ	10 kΩ	10 kΩ	0.16 μA 10 MΩ

準確度

範圍	不確定性 ^[1]		溫度係數/°C 外部 18 – 28 °C
	90 天	1 年	
	23 °C ± 5 °C	23 °C ± 5 °C	
200 Ω	0.02 + 0.004	0.03 + 0.004	0.003 + 0.0006
2 kΩ	0.015 + 0.002	0.02 + 0.003	0.003 + 0.0005
20 kΩ	0.015 + 0.002	0.02 + 0.003	0.003 + 0.0005
200 kΩ	0.015 + 0.002	0.02 + 0.003	0.003 + 0.0005
2 MΩ	0.03 + 0.003	0.04 + 0.004	0.004 + 0.0005
20 MΩ	0.2 + 0.003	0.25 + 0.003	0.01 + 0.0005
100 MΩ	1.5 + 0.004	1.75 + 0.004	0.2 + 0.0005

備註：
[1] 不確定性為 ± (讀數的 % + 範圍的 %)

直流電流

輸入保護..... 可存取工具 11 A / 1000 V 與 440 mA / 1000 V 保險絲。

2 A 的分流阻抗..... 0.01 Ω、20 mA 的 10 A 範圍
1 Ω 以及 200 μA 與 2 mA 範圍之負荷電壓 < 5 m 的 200 mA。

輸入特徵

範圍	全刻度 (5-1/2 位數)	解析度			負荷電壓
		慢速	中	快速	
200 μA	199.999 μA	0.001 μA	0.01 μA	0.01 μA	<5 mV
2 mA	1999.99 μA	0.01 μA	0.1 μA	0.1 μA	<5 mV
20 mA	19.9999 mA	0.1 μA	1 μA	1 μA	<0.05 V
200 mA	199.999 mA	1 μA	10 μA	10 μA	<0.5 V
2 A	1.99999 A	10 μA	100 μA	100 μA	<0.1 V
10 A	10.0000 A	100 μA	1 mA	1 mA	<0.5 V

準確度

範圍	不確定性 ^[1]		溫度係數/°C 外部 18 – 28 °C
	90 天	1 年	
	23 °C ± 5°C	23 °C ± 5 °C	
200 µA	0.02 + 0.005	0.03 + 0.005	0.003 + 0.001
2 mA	0.015 + 0.005	0.02 + 0.005	0.002 + 0.001
20 mA	0.03 + 0.02	0.04 + 0.02	0.005 + 0.001
200 mA	0.02 + 0.005	0.03 + 0.008	0.005 + 0.001
2 A	0.05 + 0.02	0.08 + 0.02	0.008 + 0.001
10 A	0.18 + 0.01	0.2 + 0.01	0.008 + 0.001

備註：
[1] 不確定性為 ± (讀數的 % + 範圍的 %)

交流電流

下列直流電流規格僅適用於振幅大於 5 % 範圍的正弦波訊號。針對從範圍的 1 % 至 5 % 的輸入，增加範圍 0.1 % 的額外錯誤。

輸入保護	可存取工具 11 A / 1000 V 與 440 mA / 1000 V 保險絲
測量方法	交流耦合真均方根
2 A 的分流阻抗	0.01Ω 以及 20 mA 與 200 mA 的 10 A 範圍 1Ω
直流電濾波器頻寬	20 Hz – 100 kHz
最大波峰因數	全刻度下為 3:1
其他波峰因數錯誤 (<100 Hz)	波峰因數 1-2，全刻度之 0.05 % 波峰因數 2-3，全刻度之 0.2 % 僅適用於非正弦曲線訊號

輸入特徵

範圍	全刻度 (5-1/2 位數)	解析度			負荷電壓
		慢速	中	快速	
20 mA	19.9999 mA	0.1 µA	1 µA	1 µA	<0.05 V
200 mA	199.999 mA	1 µA	10 µA	10 µA	<0.5 V
2 A	1.99999 A	10 µA	100 µA	100 µA	<0.1 V
10 A	10.0000 A	100 µA	1 mA	1 mA	<0.5 V

準確度

範圍	頻率	不確定性 ^[1]		溫度係數/°C 外部 18 – 28 °C
		90 天	1 年	
		23 °C ± 5 °C	23 °C ± 5 °C	
20 mA	20 Hz – 45 Hz	1 + 0.05	1.25 + 0.06	0.015 + 0.005
	45 Hz - 2 kHz	0.25 + 0.05	0.3 + 0.06	0.015 + 0.005
200 mA	20 Hz – 45 Hz	0.8 + 0.05	1 + 0.06	0.015 + 0.005
	45 Hz - 2 kHz	0.25 + 0.05	0.3 + 0.06	0.015 + 0.005
2 A	20 Hz – 45 Hz	1 + 0.05	1.25 + 0.06	0.015 + 0.005
	45 Hz - 2 kHz	0.25 + 0.05	0.3 + 0.06	0.015 + 0.005
10 A	20 Hz – 45 Hz	1 + 0.1	1.25 + 0.12	0.015 + 0.005
	45 Hz - 2 kHz	0.35 + 0.1	0.5 + 0.12	0.015 + 0.005

備註：
[1] 不確定性為 ± (讀數的 % + 範圍的 %)

頻率

關道時間	131 ms
測量方法	使用交流電壓測量功能的交流耦合輸入。
穩定注意事項	在直流電偏移電壓變化之後測量頻率時，可能會發生錯誤。若要獲得最準確的測量結果，請等待 1 秒鐘，以使輸入阻止 RC 時間常數穩定下來。
測量注意事項	若要使測量錯誤降到最低，當測量低電壓、低頻率訊號時，請遮蔽來自外部雜訊的輸入。

準確度

範圍	頻率	不確定性		溫度係數/°C 外部 18 – 28 °C
		90 天	1 年	
		23 °C ± 5 °C	23 °C ± 5 °C	
100 mV 至 750 V ^[1,2]	20 Hz – 2 kHz	0.01 + 0.002	0.01 + 0.003	0.002 + 0.001
	2 kHz - 20 kHz	0.01 + 0.002	0.01 + 0.003	0.002 + 0.001
	20 kHz - 200 kHz	0.01 + 0.002	0.01 + 0.003	0.002 + 0.001
	200 kHz – 1 MHz	0.01 + 0.004	0.01 + 0.006	0.002 + 0.002
備註： [1] 輸入 > 100 mV [2] 限於 8* 10 ⁷ V Hz				

連續性

連續臨界值	20 Ω
測試電流	1 mA
回應時間	100 次取樣 / 秒，有音調
速率	快速
最大讀數	199.99 Ω
解析度	0.01 Ω

二極體測試

回應時間	100 次取樣 / 秒，有音調
速率	快速
最大讀數	1.9999 V
解析度	0.1 mV

第 2 章針對作業準備儀錶

標題	頁
簡介	2-3
拆封及檢查儀錶	2-3
儲存及運輸儀錶	2-3
電源注意事項	2-3
選取線路電壓	2-4
更換保險絲	2-4
線路電源保險絲	2-4
電流輸入 保險絲	2-5
連接至線路電源	2-6
開啓電源	2-7
調整拾環	2-8
將儀錶安裝於設備機架	2-9
清潔儀錶	2-9
Fluke 45 模擬模式	2-10
使所有顯示區段亮起	2-10

簡介

本章說明如何針對作業準備儀錶，即如何選取正確的線路電壓、針對所選線路電壓連接正確的電源線，及開啓儀錶。也包含儀錶的正確儲存、運輸及清潔之相關資訊。

拆封及檢查儀錶

我們在選擇包裝材料方面格外小心，以確保儀錶能夠完美地送到您的手中。如果運送過程中過度碰撞儀錶，運輸紙箱可能會出現明顯的外部損壞。如果發生損壞，請保留運送容器與包裝材料，以供運輸業者檢查。

從儀錶運送容器中小心地拆封儀錶，並檢查損壞或遺失項目內容。如果儀錶出現損壞或某些項目遺失，請立即聯絡運輸業者與 Tektronix。請保留容器與包裝材料，以備您需要退回儀錶的情況使用。

儲存及運輸儀錶

若要準備儲存或運輸儀錶，請將其置於密封袋內，將袋子裝入原始運送容器內的包裝材料中，然後封好包裝。請使用原始運送容器 (如果可能的話)，因為它可針對正常搬運作業提供防震隔離保護。如果原始運送容器已無法使用，請使用 17.5 x 15.5 x 8.0 英吋的盒子，並使用襯墊材料填滿儀錶與盒子側邊之間的空間。

若要儲存儀錶，請將盒子置於符合第 1 章中「一般規格」一節所描述的儲存環境規格的位置。

電源注意事項

儀錶可按照世界各地的配電標準操作，且必須設定為以向其供電的線路電壓操作。儀錶已根據訂購時確定的線路電壓準備妥當以供使用。如果所選線路電壓與將要插入儀錶的電壓不符，則必須變更儀錶的線路電壓設定，並且可能需要更換線路保險絲。

選取線路電壓

儀錶可在四種不同的輸入線路電壓下操作。透過儀錶後面板上的線路保險絲底座中的窗口，可以看到所選的線路電壓設定。

1. 拔出電源線。
2. 將小螺絲起子插入保險絲底座左側的狹縫中，並向右側撬動，直到底座彈出為止。請參閱圖 2-1。
3. 從保險絲底座上取下電壓選擇器區塊。
4. 旋轉選擇器區塊，直到所需電壓額定值朝外顯示為止。
5. 將選擇器區塊重新裝回保險絲底座。
6. 將保險絲底座裝回儀錶，並重新連接電源線。

變更線路電壓設定可能需要不同的線路電源保險絲，以確保正常作業。

更換保險絲

儀錶使用一條保險絲來保護線路電源輸入，使用兩條保險絲來保護電流測量輸入。

線路電源保險絲

儀錶具有一條與電源串聯的線路電源保險絲。表 2-1 針對四個線路電壓中的每一個選項指示正確的保險絲。透過後面板存取線路電源保險絲。

1. 拔出電源線。
2. 將小螺絲起子插入保險絲底座左側的狹縫中，並向右側撬動，直到底座彈出為止。請參閱圖 2-1。
3. 取出保險絲，用具有正確的所選線路電源電壓額定值的保險絲加以更換。請參閱表 2-1。
4. 將選擇器區塊重新裝回保險絲底座。

⚠⚠警告

爲了防止電擊或火災，請勿使用臨時代用保險絲或短路保險絲底座。

表 2-1. 保險絲功率的線路電壓

線路電壓選項	保險絲功率
100 / 120	0.125 A，250 V (緩熔型)
220 / 240	0.063 A，250 V (緩熔型)

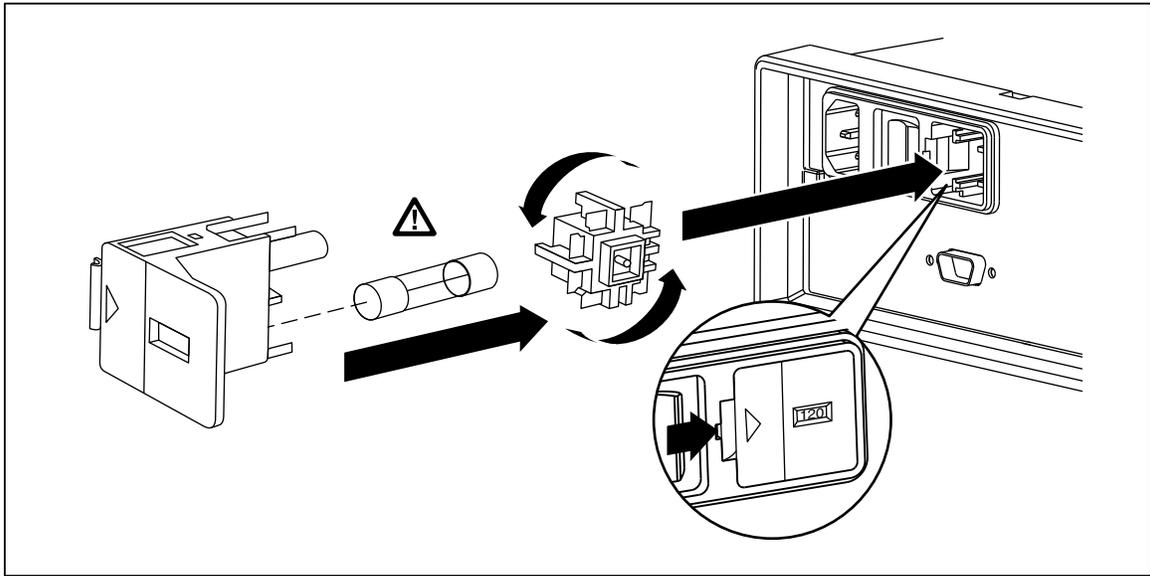


圖 2-1. 更換線路電源保險絲

eue20.eps

電流輸入 保險絲

200 mA 與 10 A 輸入受到使用者可更換的保險絲保護。

- 200 mA 輸入受到功率為 440 mA，1000 V (速熔型)，10,000 A 最小斷流容量的保險絲 (F2) 保護。
- 10 A 輸入受到功率為 11 A，1000 V (速熔型)，10,000 A 最小斷流容量的保險絲 (F1) 保護。

⚠⚠ 警告

爲了防止火災或電弧閃光，請以相同功率的保險絲更換熔斷的保險絲。

若要測試電流輸入保險絲：

1. 請開啓儀錶，並將測試導線插入 INPUT VΩ→←||| HI 端子。
2. 按 **Ω** 鍵。
3. 按下 **▼** 以將範圍設定爲 200 Ω。只能使用 200 Ω、2 kΩ 及 20 kΩ 範圍來測試 mA 輸入保險絲。
4. 將測試導線的另一端插入 mA 端子。如果保險絲狀態良好，儀錶將會顯示 <10 Ω 的讀數。如果保險絲已熔斷，儀錶將會顯示 OL 來指示超載。
5. 從 mA 端子拔出測試導線，然後將其插入 10 A 端子。如果保險絲狀態良好，儀錶將會顯示 <2 Ω 的讀數。如果保險絲已熔斷，儀錶將會顯示 OL 來指示超載。

⚠⚠ 警告

若要避免電擊，請在開啓電流輸入保險絲蓋前，從儀錶中拔出電源線及任何測試導線。

若要更換電流輸入保險絲：

1. 請拔出儀錶電源線來切斷儀錶電源。
2. 將儀錶上下翻轉。

3. 擰開儀錶底部保險絲存取蓋上的固定螺絲。請參閱圖 2-2。
4. 輕輕按下蓋子背面邊緣以使其從印刷電路板上鬆脫，以從保險絲底座取下保護蓋。向上拉動蓋子背面邊緣，然後從保險絲艙中取出它。
5. 取出熔斷的保險絲，然後使用正確功率的保險絲將其更換。請參見表 2-1。
6. 在將鉤子與印刷電路板上的孔對齊後，將保護蓋推到保險絲上來裝上蓋子。按下蓋子，直到鉤子與印刷電路板嚙合。
7. 更換保險絲存取門，並安裝固定螺絲。

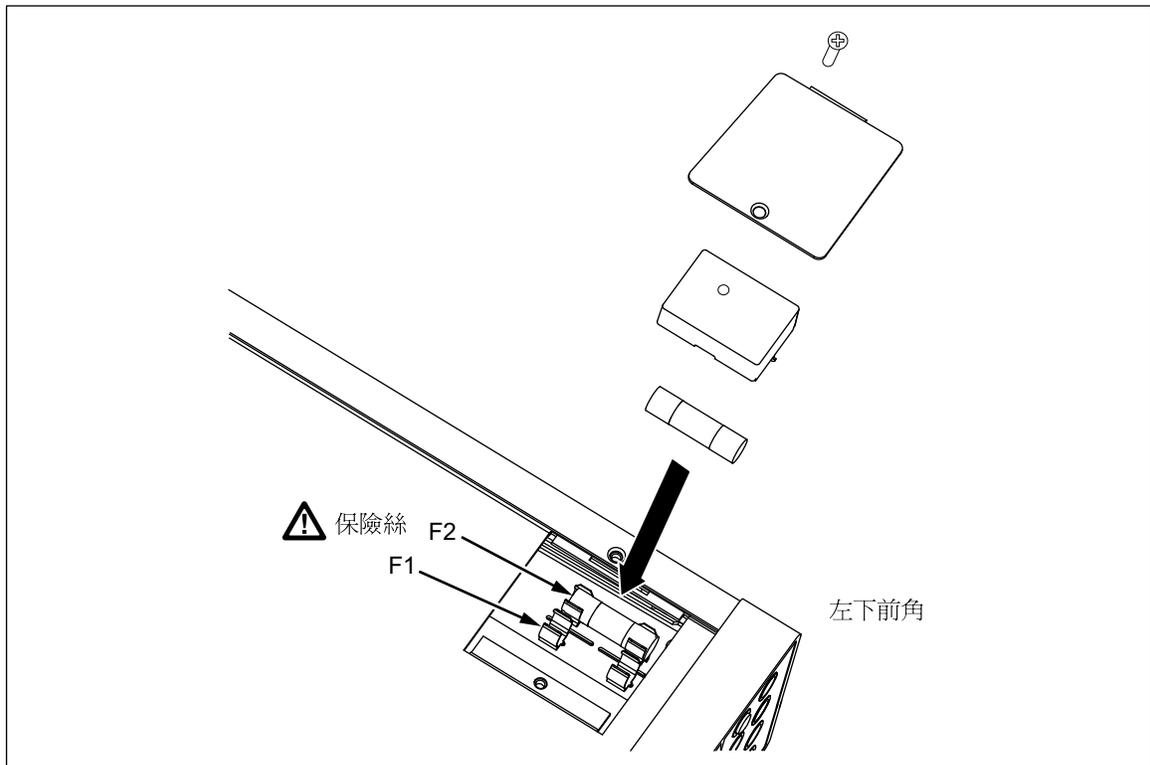


圖 2-2. 更換電流輸入保險絲

連接至線路電源

⚠️⚠️ 警告

爲了避免電擊危險，請將原廠提供的三芯線路電源線連接至正確接地的電源插座。請勿使用雙芯轉接器或延長線，因爲這樣將會破壞接地連接的保護功能。如果必須使用雙芯電源線，則連接電源線或操作儀錶前，必須在接地端子與地面之間連接保護接地線。

1. 請確認是否已正確設定線路電壓選擇器區塊。
2. 請確認是否已安裝正確的線路電壓保險絲。
3. 將電源線連接至正確接地的三叉電源插座。請參閱表 2-2，以取得 Tektronix 的線路電源線說明。

表 2-2. 可從 Tektronix 取得的線路電源線類型

類型	電壓 / 電流	Tektronix 零件號
北美地區	120 V / 15 A	161-0066-00
北美地區	250 V / 10 A	161-0066-12
歐洲通用	250 V / 10 A	161-0066-09
英國	250 V / 10 A	161-0066-10
瑞士	250 V / 10 A	161-0154-00
澳洲	250 V / 10 A	161-0066-13
日本	125 V / 7 A	161-0298-00
中國	250 V / 10 A	161-0304-00

開啓電源

1. 如有需要，請將儀錶連接至線路電源。
2. 切換後面板上的電源開關，按下開關的「I」側。儀錶將會開啓，並使所有 LCD 區段短暫亮起。

備註

若要節省電力消耗，可以按下前面板上的Ⓞ，將儀錶設定為待機模式。再次按下即可使儀錶達到全功率。

調整拎環

可以調整儀錶的拎環 (提把)，以提供兩種檢視角度。也可以針對攜帶或儲存儀錶的目的調整拎環。

若要調整拎環，請將末端向外拉動至擋板 (每側約為 1/4 英吋)，然後將其旋轉至四個停止位置的其中之一，如圖 2-3 所示。

若要取下拎環，請將其調整到垂直停止位置，然後將末端完全拔出。

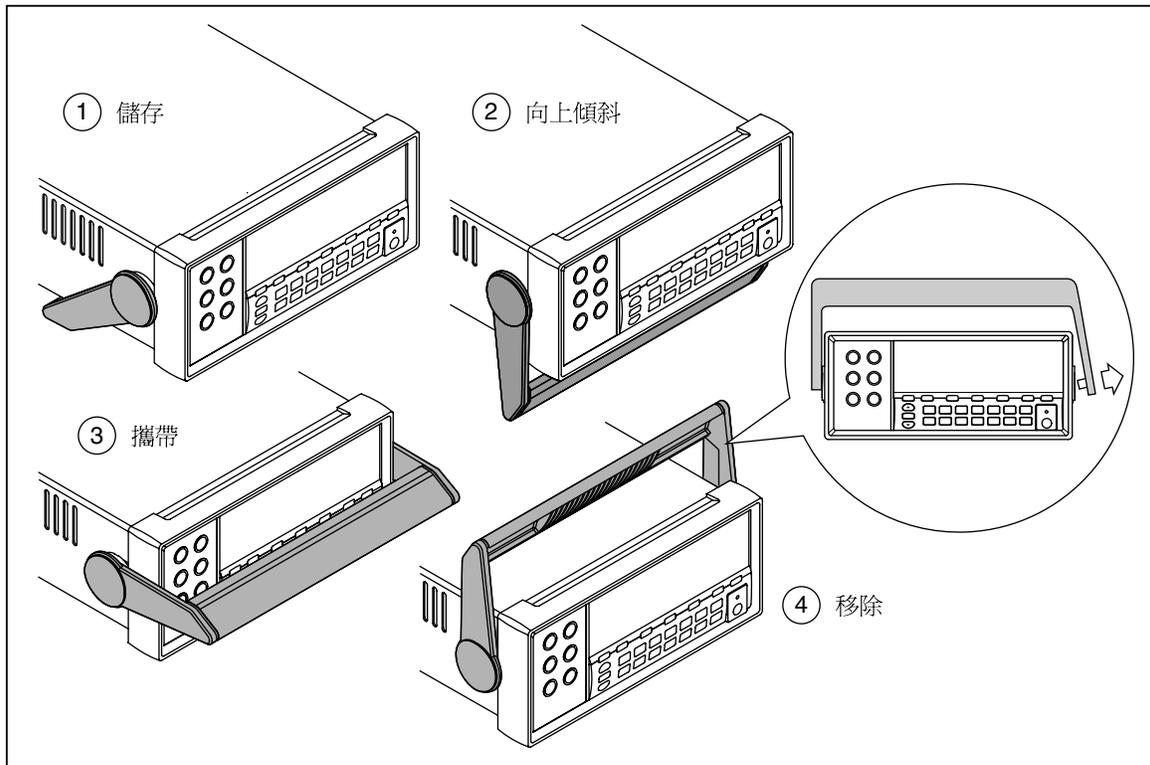


圖 2-3. 拎環調整與取下

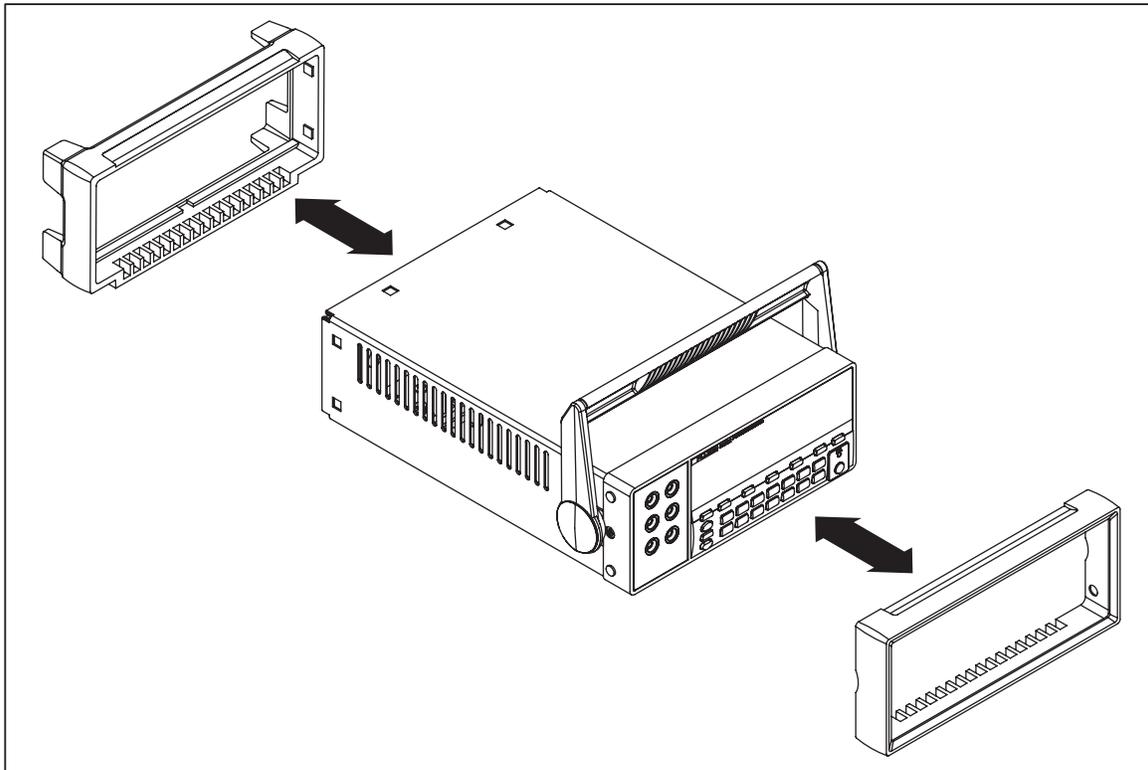
gen21.eps

將儀錶安裝於設備機架

使用機架安裝套件可將儀錶安裝在標準的 19 英寸機架中。請參閱第 1 章的「附件」一節，以取得訂購資訊。

若要準備進行儀錶機架安裝，請先取下拎環，然後取下前後保護罩。若要取下保護罩，請先展開一角，然後將其滑開，如圖 2-4 所示。

若要將儀錶安裝至機架，請參閱「機架安裝套件」中提供的說明。



eue22.eps

圖 2-4. 取下保護罩

清潔儀錶

⚠️⚠️ 警告

若要避免電擊或儀錶損壞，請勿讓水進入儀錶。

⚠️ 注意

若要避免損壞儀錶外殼，請勿對儀錶使用溶劑。

如果儀錶需要清潔，請用布沾少量水或溫和洗潔劑擦拭。擦拭儀錶時，請勿使用芳香烴、酒精、氯化溶劑或甲醇類液體。

Fluke 45 模擬模式

Fluke 45 模擬模式可讓您在 Tektronix DMM4020 上使用在 Fluke 45 多功能儀錶機型上執行的程式。

若要將儀錶切換至 Fluke 45 模擬模式：

1. 請持續按住 **Shift** 與 **S6** 兩秒鐘。
2. 按下 **▲** 或 **▼** 以在 **4020** 與 **Fluke 45** 之間捲動。目前所選模式將在畫面中明亮顯示，而另一個模式則灰暗顯示。
3. 按下 **RANGE** 來設定模式，並重設儀錶。

使所有顯示區段亮起

若要使所有顯示區段亮起，請先關閉儀錶顯示。然後，按住 **Shift**，並按下 **Ⓢ** 以開啓儀錶。顯示亮起後，放開按鈕。若要返回至正常測量模式，請按下 **Shift**。

第 3 章從前面板操作儀錶

標題	頁
簡介	3-3
雙重顯示螢幕	3-6
主要顯示螢幕	3-6
次要顯示螢幕	3-6
後面板	3-8
調整儀錶範圍	3-9
選取測量速率	3-9
選取測量功能	3-9
測量 電壓	3-9
測量 頻率	3-10
頻率調整範圍	3-10
測量 電阻	3-10
2 線電阻測量	3-11
4 線電阻測量	3-12
測量 電流	3-13
自動輸入端子偵測	3-14
二極體/ 連續性測試	3-15
進行觸發測量	3-16
設定觸發模式	3-16
連接至外部觸發	3-17
選取功能調節器	3-18
相對讀數調節器 (REL)	3-18
分貝和自動電源調節器	3-18
「輕觸保留」功能 (HOLD)	3-19
最小 / 最大調節器 (MIN MAX)	3-20
使用功能調節器組合	3-21
次級操作 (使用 SHIFT 按鈕)	3-21
比較功能 (COMP)	3-22
設定比較範圍	3-22
使用比較功能	3-22
清單和數字編輯器	3-22
使用清單編輯器	3-23
使用數字編輯器	3-23
功能鍵 S1 - S6	3-24
開機組態	3-25

校準 3-25

簡介

您可以透過儀錶的 RS232 通訊介面傳送指令，或透過前面板來控制儀錶。本章說明儀錶前面板上之控制項與指示器的功能與用法。第 4 章涵蓋透過儀錶的 RS232 通訊介面來操作儀錶的說明。

前面板有三個主元件：輸入端子 (在左邊)、雙重顯示螢幕 (主要與次要顯示螢幕) 以及鍵盤。如需前面板概觀，請見圖 3-1；如需前面板功能的說明，請參閱表 3-1。

前面板用於：

- 選取主要顯示螢幕和/或次要顯示螢幕的測量功能 (直流伏特、交流伏特、直流電流、交流電流、電阻、頻率以及二極體/連續性測試)
- 進行測量並顯示讀數
- 選取手動或自動調整模式
- 手動選取主要顯示螢幕的測量範圍
- 選取導致儀錶顯示相對讀數、最小或最大值，或選取 TouchHold[®] 功能以將讀數保留在主要顯示螢幕上的功能調節器
- 變更測量速率 (慢、中、快)
- 進行測量，並比較測量與容許度範圍
- 針對比較模式，使用編輯器從選項清單中選取、輸入相對基準，或輸入高 (HI) 或低 (LO) 範圍
- 設定電腦介面 (RS-232)
- 透過 RS-232 介面，將測量值直接傳送至印表機或終端機

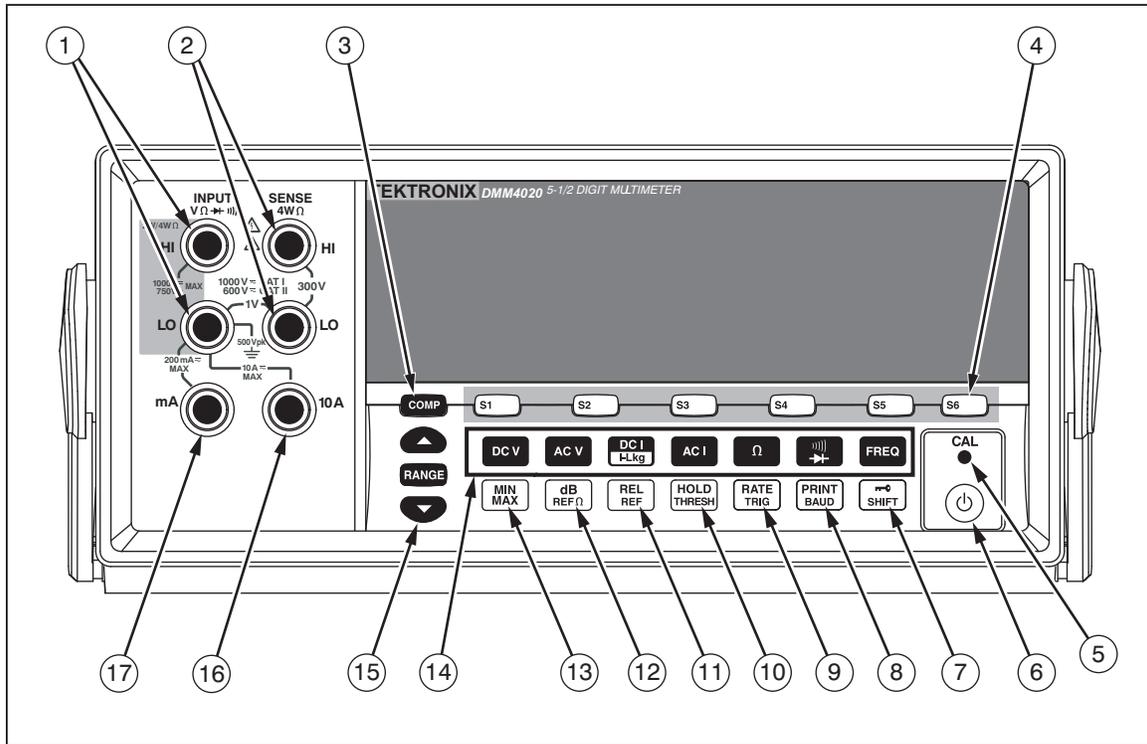


圖 3-1.前面板

gdb02.eps

表 3-1.前面板功能

編號	名稱	說明
①	INPUT VΩ→→→ HI, LO	伏特、2 線與 4 線歐姆，以及 Hz 測量值的輸入端子。所有的測量皆使用輸入 LO 端子為一般輸入。無論測量類型為何，都會隔離 LO 輸入，並且會安全地浮接至地面上最多 500 V 峰值。1000 V 直流是輸入 HI 與 LO 端子之間的最大電壓功率。
②	SENSE 4WΩ HI, LO	4 線歐姆測量感測端子
③	COMP	判定讀數是否在指定的值範圍內的比較功能
④	S1 S3 S3 S4 S5 S6	針對最多六個測試組態的儲存及檢索
⑤	CAL (隱藏式按鈕)	校準儀錶
⑥	⏻	啟動/停用待機模式以節省電源
⑦	⇐ SHIFT	啟動功能按鈕的次要等級操作 遠端模式期間，鎖定前面板操作
⑧	PRINT BAUD	主要操作：選取儀錶列印模式 次要等級操作：設定 RS-232 通訊參數 (鮑率速率、檢查碼、回應)

3-1. 前面板功能 (續)

編號	名稱	說明
⑨		主要操作：將儀錶的測量速率設定為慢、中或快 次要等級操作：選取觸發測量的來源
⑩		主要操作：選取「輕觸保留」功能 次要等級操作：設定「輕觸保留」最小回應位準
⑪		主要操作：選取相對讀數功能，以顯示相對基準與輸入之間的差異 次要等級操作：設定相對基準
⑫		主要操作：選取 dB 測量模式 次要等級操作：設定 dB 參考阻抗
⑬		儲存測量的最小與最大輸入
⑭	      	選取測量功能： 頻率 直流電壓 交流電壓 直流電流 交流電流 電阻 (歐姆) 連續性 / 二極體測試 (切換)
⑮		在手動與自動調整模式之間切換  與  可增加及減少手動調整的範圍
⑯	10 A	10 A 交流與直流電流測量的輸入端子
⑰	mA	200 mA 交流與直流電流測量的輸入端子

雙重顯示螢幕

儀錶具有 5-1/2 位數的真空螢光雙重顯示螢幕。如需顯示螢幕報警器與指示器的概觀，請見圖 3-2 與表 3-2。

雙重顯示螢幕包括主要顯示螢幕與次要顯示螢幕，可會顯示測量讀數、報警器與訊息。報警器會指示測量單位與儀錶的操作組態。

雙重顯示螢幕可讓您查看兩個您正在測量的輸入訊號的內容。儀錶會在這兩個內容之間交替出現，測量第一個內容並將其顯示在一個顯示螢幕上，然後測量第二個內容並將其顯示在另一個顯示螢幕上。(如需更多詳細資訊，請參閱附錄 A 的「儀錶如何進行雙重顯示螢幕測量」一節。)

如果輸入超出所選範圍的全刻度值，則儀錶會顯示 **OL** 來指示超載。

主要顯示螢幕

主要顯示螢幕位於雙重顯示螢幕的較低區段，由較大位數與報警器組成。主要顯示螢幕會顯示使用相對讀數 (REL)、最小 / 最大 (MIN MAX)、輕觸保留 (HOLD) 以及分貝 (dB) 功能調節器進行的測量。

次要顯示螢幕

次要顯示螢幕位於雙重顯示螢幕的較高區段，由較小位數與報警器組成。

無法在次要顯示螢幕上選取功能調節器 REL、HOLD、MIN MAX、dB 以及手動調整模式。兩個顯示螢幕使用相同功能時，次要顯示螢幕可能處於自動調整狀況，或處於與主要顯示螢幕相同範圍的狀況。

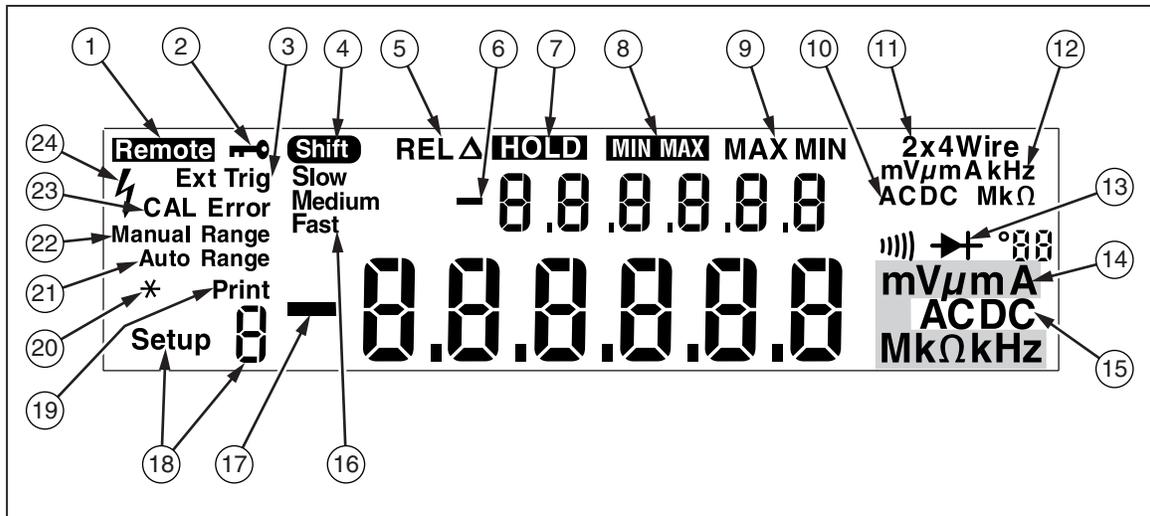


圖 3-2.顯示 報警器與指示器

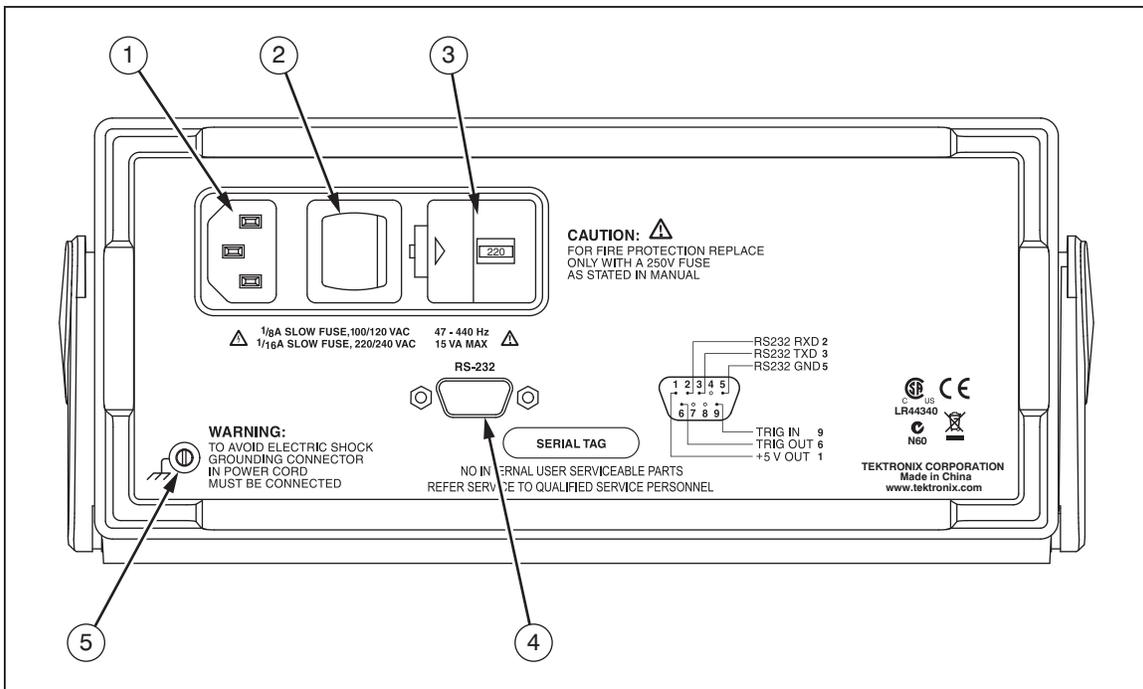
eue01f.eps

表 3-2. 顯示報警器與指示器

編號	名稱	說明
①	Remote	在遠端模式下的儀錶 (遠端控制)
②		前面板是鎖住的
③	外部觸發	儀錶處於外部觸發模式
④	Shift	按下  並選取次要功能
⑤	REL 	已選取相對讀數功能調節器
⑥	-	次要顯示螢幕中的測量值為負
⑦	HOLD	已選取「輕觸保留」功能調節器
⑧	MINMAX	已選取最小 / 最大功能調節器
⑨	MAX 與 MIN	讀數為最大或最小
⑩	交流 / 直流	顯示在次要顯示螢幕中的電壓形式
⑪	2x4 線	所選電阻測量方法 (2 線或 4 線)
⑫	mV μ A kHz Mk Ω	顯示在次要顯示螢幕中的測量單位
⑬		會選取連續性測試或二極體測試
⑭	mV μ A Mk Ω kHz	顯示在主要顯示螢幕中的測量單位
⑮	交流 / 直流	顯示在主要顯示螢幕中的電壓形式
⑯	慢、中、快	所選測量速率 (慢、中、快)
⑰	-	主要顯示螢幕中的測量值為負
⑱	設定  報警器	目前選取的組態
⑲	列印	儀錶處於 RS-232 僅列印模式
⑳	* (星號)	每個儀錶取樣週期的閃爍
㉑	自動調整	儀錶處於自動調整模式
㉒	手動調整	儀錶處於手動調整模式
㉓	CAL 錯誤	校準嘗試失敗
㉔		偵測到高電壓 電壓 > 30 V 直流或交流均方根時會顯示

後面板

如需後面板功能的概觀，請見圖 3-3 與表 3-3。



gdb03.eps

圖 3-3.後面板

表 3-3.後面板功能

編號	名稱	說明
①	線路電源端子	透過電源線將儀錶連接至電源
②	電源開關	開啓及關閉儀錶電源
③	保險絲座與電源線電壓選擇器	房屋保險絲： 1/8 A 緩熔型保險絲，100/120 VAC 1/16 A 緩熔型保險絲，220/240 VAC 提供選取線路電源電壓的方法： 100 Vac、120 Vac、220 Vac、240 Vac
④	RS-232 端子	RS-232 與外部觸發端子。將儀錶連接至主機、序列式印表機或終端機，並提供外部觸發介面。
⑤	接地端子	提供對地連接

調整儀錶範圍

使用 **RANGE**、**▲** 與 **▼** 執行調整範圍的操作。按下 **RANGE** 以在自動調整與手動調整模式之間切換。選取自動調整時，會顯示 **Auto Range** (自動調整)。選取手動調整時，會顯示 **Manual Range** (手動調整)。

在自動調整模式下，當讀數大於全刻度時，儀錶會自動選取下一個較高範圍。如果沒有可用的較高範圍，**OL** 會顯示在主要或次要顯示螢幕上，以指示超載。當讀數低於較低範圍全刻度的 95 % 時，儀錶會自動選取較低範圍。

在自動調整模式下，按下 **▲** 或 **▼** 會將模式變更為手動調整。如果按下 **▲**，會選取下一個較高範圍 (如果有的話)。如果按下 **▼**，會選取下一個較低範圍。

在手動調整模式下，您進入該模式時設定的範圍，會變為選取範圍。無論輸入為何，儀錶仍會維持在選取範圍內。只能在主要顯示螢幕顯示的讀數上執行手動調整。次要顯示螢幕處於自動調整模式時，或者主要與次要顯示螢幕皆設定為相同功能時，次要顯示螢幕會使用與主要顯示螢幕相同的範圍。

選取測量速率

儀錶會以三個使用者選取速率之一進行測量：慢、中與快。速率選項可讓您最大化測量速度，該速度可能影響準確度。所選速率在主要顯示螢幕上會顯示為 **Slow** (慢)、**Medium** (中) 或 **Fast** (快)。

按下 **[RATE TRIG]** 來逐步瀏覽測量速率。所選速率適用於除頻率之外的所有基礎測量。測量頻率時，會將速率固定在每秒 4 次測量。按下 **[RATE TRIG]** 不會影響頻率更新速率。「二極體」與「連續性」測試的測量速率始終為快速。

選取測量功能

若要選取測量功能，請按下適用的功能按鈕 (請見表 3-1)。適用的報警器會顯示，以指示所選功能。(例如，若要測量直流電壓，請按下 **DCV**。DC 會顯示出來。)

若要選取交流 + 直流總均方根讀數，請同時按下 **ACV** 與 **DCV** 兩秒鐘以上；或同時按下 **ACI** 與 **DCI** 兩秒鐘以上。

如果按下功能按鈕時，讀數顯示在次要顯示螢幕上，則次要顯示螢幕會關閉，並會針對主要顯示螢幕選取該功能。

測量電壓

儀錶最多能測量 1000 V 直流電壓與 750 V 交流電壓。

△注意

若要避免可能對儀錶造成損壞，在正確連接測試導線並選取適當電壓功能之前，請勿將電壓施加到儀錶的輸入。

若要執行電壓測量：

1. 連接儀錶與測試中電路之間的測試導線，如圖 3-4 所示。
2. 按下 **DCV** 來測量直流電壓，或按下 **ACV** 來測量交流電壓。

在自動調整模式下，儀錶會選取適當範圍。即會顯示功能與測量結果。

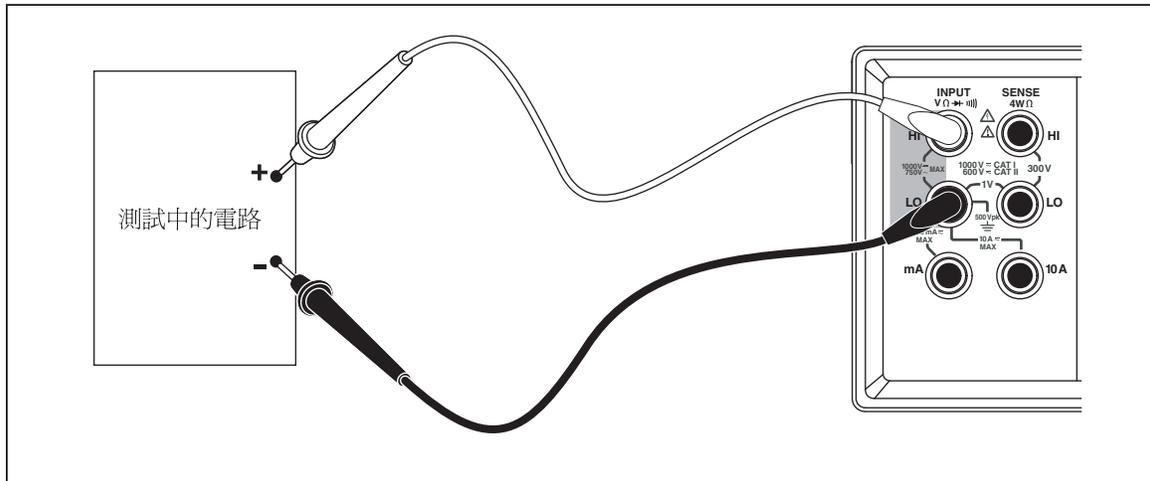


圖 3-4. 電壓與頻率測量

gen10.eps

測量頻率

儀錶會測量介於 20 Hz 與 1 MHz 之間交流訊號的頻率。

若要執行頻率測量：

1. 連接儀錶與測試中電路之間的測試導線，如圖 3-4 所示。
2. 按下 **FREQ** 來測量交流訊號的頻率。

即會顯示功能與測量結果。

頻率調整範圍

會自動調整頻率測量的範圍，以使頻率測量始終以最大解析度顯示。

若要手動選取範圍，請按下 **FREQ** 來選取頻率功能，然後按下 **▲** 或 **▼** 來手動選取範圍。可以只在顯示於主要顯示螢幕上的讀數執行手動調整。

如果您手動選取頻率範圍，且測量值超出該範圍的全刻度值，則會顯示 **OL** 來指示超載。如需頻率範圍與全刻度值的資訊，請參閱第 1 章的「電磁規格」一節。

測量電阻

儀錶提供 2 線與 4 線歐姆測量。按下 **Ω** 以在 2 線與 4 線測量模式之間切換。儀錶會在 2 線或 2x4 線電阻測量上顯示 **2*4** 線，並在 4 線電阻測量上顯示 **4** 線。

2 線電阻測量

若要執行 2 線電阻測量：

1. 連接儀錶與測試中電路之間的測試導線，如圖 3-5 所示。
2. 如有必要，按下 Ω 來選取 2 線電阻測量模式。2*4 線 會顯示出來。即會顯示功能與測量結果。

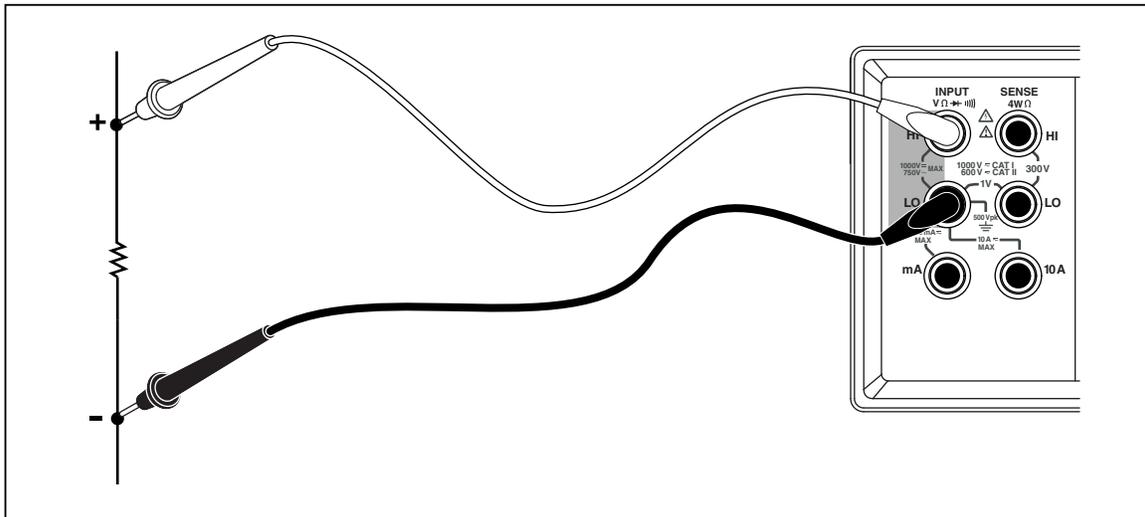


圖 3-5.2 線電阻測量

eue11.eps

4 線電阻測量

儀錶會整合進行四線電阻測量的兩種方法。傳統方法是使用四條儀錶線，將儀錶連接至要測量的電阻。選購的 2X4 線測試導線可簡化四線測量，因此您只須將兩條測試導線插到儀錶的輸入 HI 與 LO 接頭。

若要使用四條測試導線執行 4 線電阻測量：

1. 連接儀錶與測試中電路之間的測試導線，如圖 3-6 所示。
2. 如有必要，按下 Ω 來選取 4 線電阻測量模式。4 線 會顯示出來。即會顯示功能與測量結果。

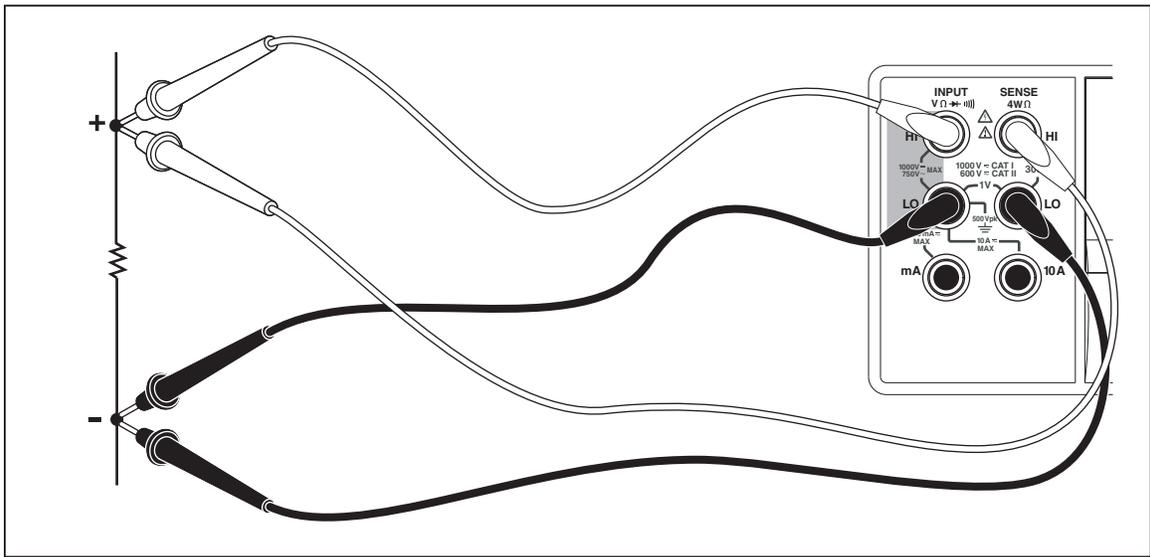


圖 3-6.4 線電阻測量

eue12.eps

若要使用 Tektronix 2X4 測試導線進行四線電阻測量：

1. 將測試導線連接至儀錶的輸入接頭，如圖 3-7 所示。
2. 按下 Ω . 2*4 線 會顯示出來。

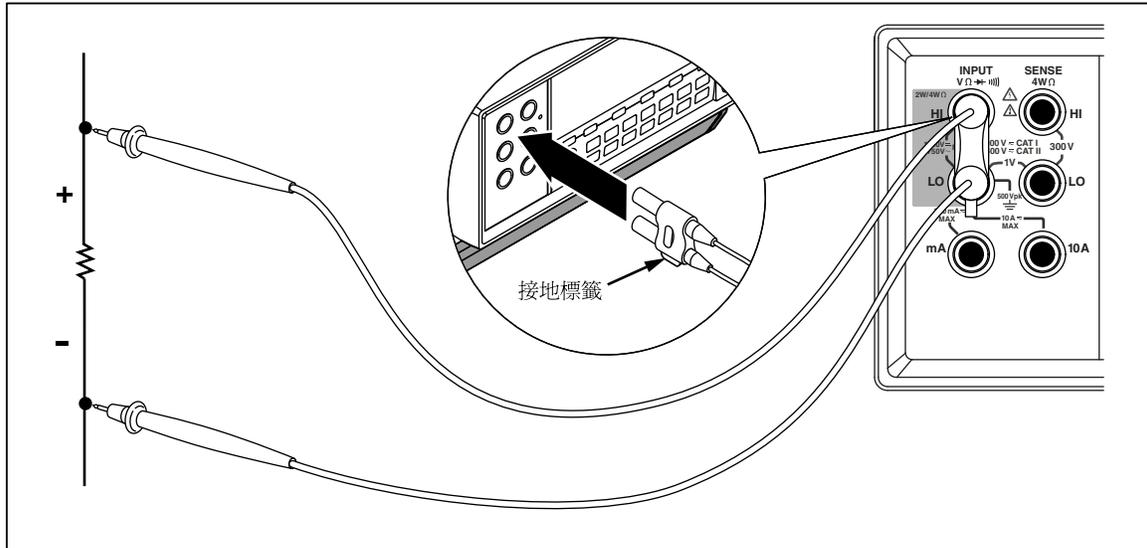


圖 3-7.使用 2x4 線導線的 4 線歐姆輸入接頭

gen26.eps

測量電流

△注意

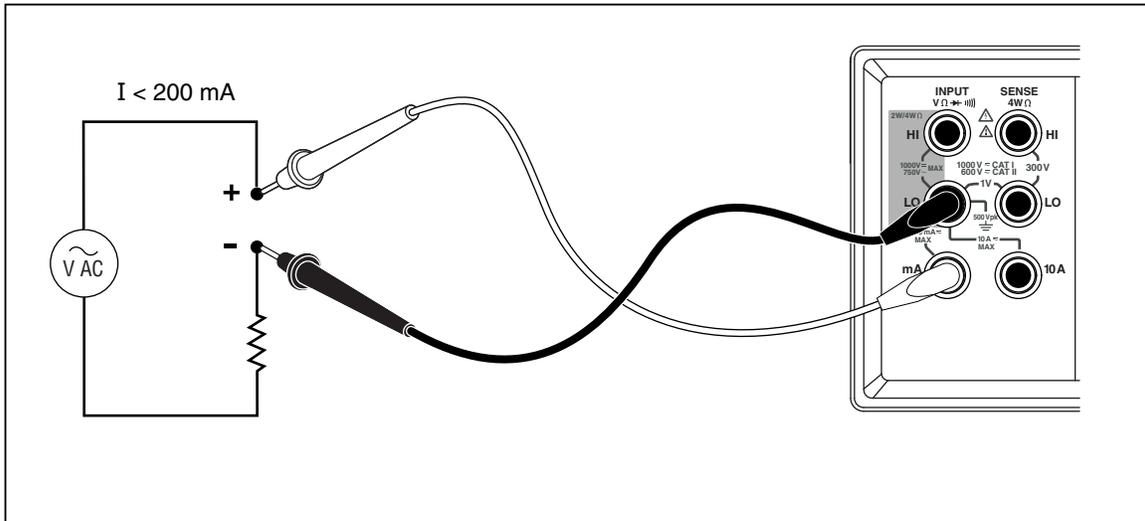
若要避免熔斷電流保險絲或損壞儀錶，在將測試導線正確安裝至適當輸入端子之前，請勿開啓測試中電路的電源。針對 200 mA 以上的電流測量，僅將測試導線安裝至 10 A 與 LO 端子。

儀錶最高可進行 10 A 的交流與直流電流測量。

若要執行電流測量：

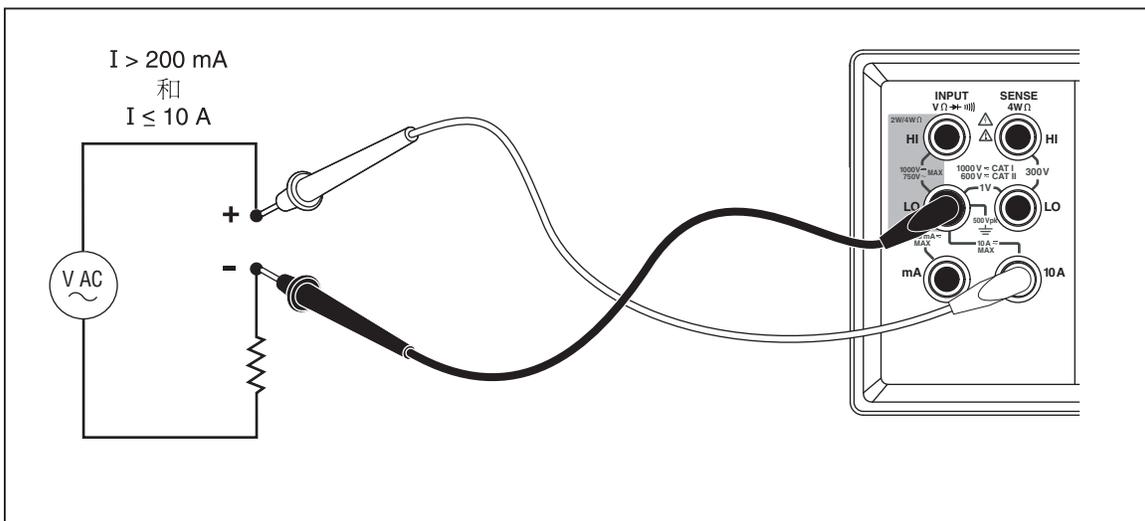
1. 關閉測試中電路的電源。
2. 連接儀錶與測試中電路之間的測試導線。
3. 如果電路電流不明，請從 10 A 與 LO 端子開始使用。
4. 如果預期測量值低於 200 mA，則僅將測試導線連接至 200 mA 與 LO 端子，並移除 10 A 端子中的任何導線。請參閱圖 3-8。
5. 針對預期為 200 mA 到 10 A 的測量值，則僅將測試導線連接至 10 A 與 LO 端子。請參閱圖 3-9。
6. 按下 AC I 來測量交流電流，或按下 DC I 來測量直流電流。
7. 開啓測試中電路的電源。

在自動調整模式下，儀錶會選取適當範圍。即會顯示功能與測量結果。



eue13.eps

圖 3-8.電流測量值 $< 200 \text{ mA}$



gen14.eps

圖 3-9.電流測量值 200 mA 到 10 A

自動輸入端子偵測

針對交流與直流電流測量功能，儀錶會自動偵測 mA 與 10 A 輸入端子之間的訊號輸入。前面板報警器會指示儀錶是否在 mA 或 A 範圍內。

如果將測試導線插入至 mA 輸入端子，且在 10 A 端子中沒有測試導線，則僅可選取 $200 \mu\text{A}$ 到 200 mA 的範圍。如果 10 A 端子有測試導線，則僅可選取 2 A 與 10 A 範圍。

二極體/連續性測試

針對主要顯示螢幕，按下  以在連續性與二極體測試功能之間切換。(這些功能無法在次要顯示螢幕中選取。)

若要執行連續性測試：

1. 如有必要，按下  來選取連續性測試功能。
2. 連接儀錶與測試中電路之間的測試導線，如圖 3-10 所示。
如果輸入低於 $20\ \Omega$ ，蜂鳴器會發出連續嗶聲。

若要執行二極體或電晶體接點測試：

1. 如有必要，按下  來選取二極體測試功能。
2. 連接儀錶與二極體或電晶體接點之間的測試導線，如圖 3-11 所示。
會測量半導體接點的正向電壓。會以快測量速率在 $2\ \text{V}$ 範圍內顯示讀數。
如果輸入高於 $+2\ \text{V}$ ，則儀錶會顯示 **OL**。

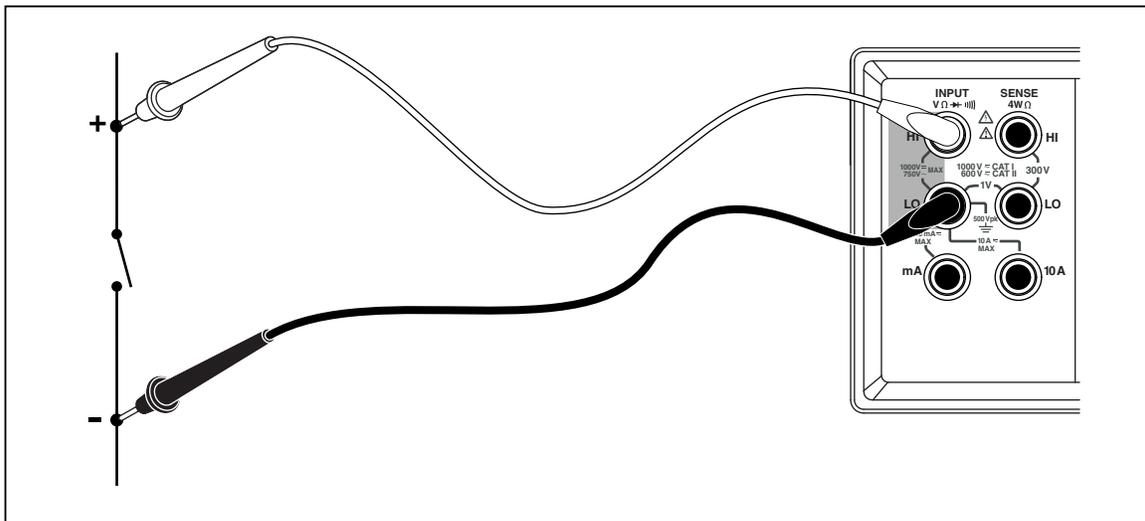


圖 3-10.連續性測試

eue15.eps

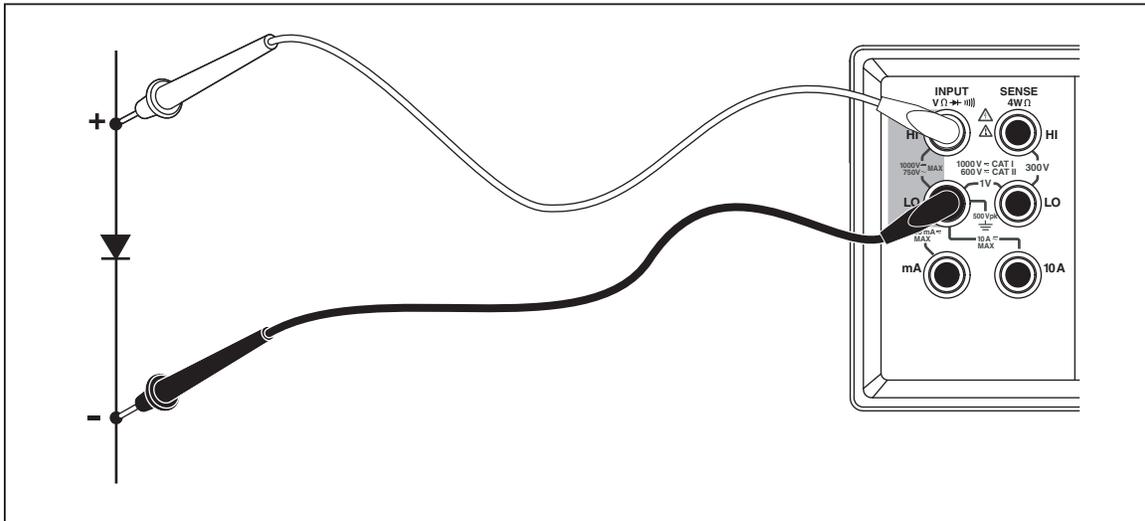


圖 3-11.二極體測試

eue16.eps

進行觸發測量

儀錶具有觸發功能，可讓您選取測量觸發源。將觸發模式設定為 3 或 5 時，接收觸發與開始測量之間的延遲為 400 ms。如需觸發延遲回應規格的資訊，請參閱第 1 章。每次測量完成時，會立即將「測量完成」訊號 (低真實脈衝) 傳送至後面板上的外部觸發端子。如需此訊號的資訊，請參閱第 1 章的「電磁規格」一節。

以下幾節會說明如何使用儀錶的內部觸發來自動觸發儀錶，或如何從外部使用前面板上的觸發鍵以及後面板上的觸發端子來觸發儀錶。

設定觸發模式

觸發測量時有五個可能來源：

- 模式 1 是自動的。會內部觸發測量，並且是連續的，以組態允許的速度快速發生。
- 使用 **RATE TRIG** 可觸發模式 2，而不會延遲。
- 使用 **RATE TRIG** 可觸發模式 3，會延遲。
- 可由外部訊號觸發模式 4，而不會延遲。
- 可由外部訊號觸發模式 5，會延遲。

若要選取觸發來源：

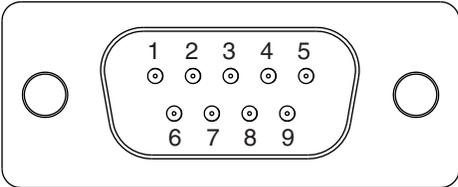
1. 按下 **SHIFT**，然後按下 **RATE TRIG**。
2. 按下 **▲** 或 **▼** 來選擇觸發模式。
3. 按下 **RANGE** 並持續 2 秒鐘，以儲存所選模式。

連接至外部觸發

儀錶提供兩種不同操作模式的外部觸發連接方法。表 3-4 顯示 TRIG/IO_RS232 接頭的配置方式。

針 9 上的外部 TTL 訊號將觸發測量週期。或者，可以透過外部開關，將 RS-232 介面的針 9 連接至針 1。請參閱圖 3-12。當開關關閉，且將針 1 的 +5 伏特施加至針 9 時，會觸發測量週期。觸發事件會發生在施加至針 9 的訊號上升邊緣上。

表 3-4.RS-232 針腳輸出 t



針 #	說明	針 #	說明
1	+5 V OUT	2	RS-232 RXD
3	RS-232 TXD	5	RS-232 GND
6	觸發輸出	9	觸發輸入

eue23.eps

圖 3-12 顯示使用 +5 V 輸出 (針 1) 訊號和外部開關搭配使用以觸發儀錶的方法。

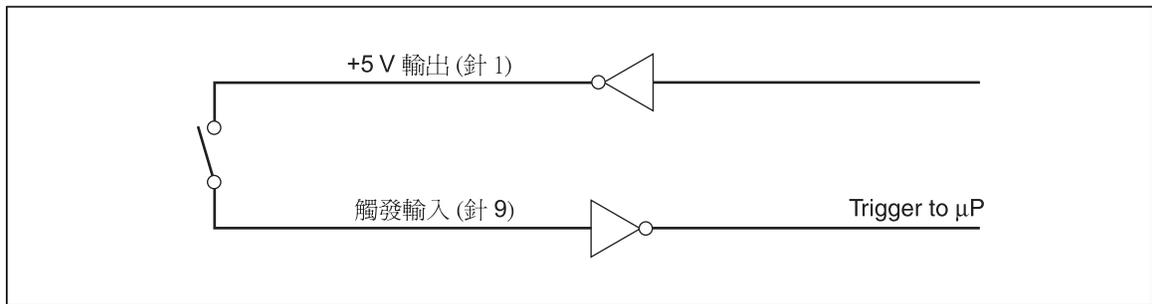


圖 3-12.外部觸發電路

選取功能調節器

本節說明儀錶提供的功能調節器。功能調節器是儀錶於顯示讀數之前在輸入時執行的動作 (例如, 與其他值相比較)。功能調節器能夠以組合方式使用。請參閱本章稍後的「使用功能調節器組合」一節。

若要使用功能調節器, 請按下測量功能按鈕以選取該功能, 然後按下功能調節器按鈕來修改該功能。(例如, 按下 **DCV** 以選取直流電壓測量, 然後按下 **HOLD THRESH** 以選取「輕觸保留」功能來保留您的測量結果)。請注意, 修改的讀數只會顯示在主要顯示螢幕上。

選取功能調節器之後, 按下任何功能按鈕皆會關閉所有調節器, 使次要顯示螢幕變成空白, 並將未修改的讀數傳回至主要顯示螢幕。

相對讀數調節器 (REL)

相對讀數調節器可顯示相對基準和輸入測量之間的差異。例如, 如果相對基準是 15.000 V, 而目前輸入測量是 14.100 V, 顯示螢幕會顯示 -0.900。讀數會顯示在主要顯示螢幕上。

⚠️警告

為了避免電擊或損壞儀錶, 請勿在測量期間觸摸輸入端子或測試導線。相對讀數可能無法指示輸入端子或測試導線存在危險電壓。

備註

如果顯示螢幕顯示 **OL** (超載) 或為空白, 則無法選取相對讀數調節器。

若要產生相對讀數, 請按下 **REL** 以選取相對讀數調節器。最後取得的有效讀數會儲存為相對基準, 主要顯示螢幕會歸零, **REL** 會顯示在主要顯示螢幕上。(次要顯示螢幕不會受到影響。)

若要編輯相對基準, 請使用數字編輯器, 如本章中稍後的「使用數字編輯器」一節所述。

選取相對讀數調節器會關閉自動調整並鎖定目前範圍。按下 **REL** 之前, 請先確定您在正確範圍中。如果您在按下 **▲** 或 **▼** 之前, 已按下 **REL**, 儀錶會結束相對讀數模式。

分貝和自動電源調節器

分貝調節器會執行電壓測量, 然後將它轉換成 dBm (相對於一毫瓦特的分貝測量), 最後在主要顯示螢幕上顯示結果。

按下 **dB** 以切入和切出分貝調節器。選取分貝調節器之後, 「dB」會顯示在主要顯示螢幕上。

只有在主要顯示螢幕上已選取電壓功能 (交流伏特、直流伏特或交流伏特 + 直流伏特) 時, 才能選取分貝。分貝始終顯示在單一而固定的範圍中, 解析度為 0.001 dB。但是, 基本測量本身 (例如交流伏特) 會自動調整。

電壓測量可使用下列公式轉換為 dBm (值是測量值) :

$$dBm = 10 \log \left(\frac{1000 * Value^2}{R_{ref.}} \right)$$

您可以使用清單編輯器將參考阻抗設定為列於表格 3-5 中的 21 個參考阻抗中的任何一個, 如本章稍後的「使用清單編輯器」一節所述。

表 3-5.dBM 參考阻抗

阻抗	阻抗	阻抗
8000 Ω	300 Ω	93 Ω
1200 Ω	250 Ω	75 Ω
1000 Ω ^[1]	150 Ω	50Ω
900 Ω	135 Ω	16 Ω ^[2]
800 Ω	125 Ω	8 Ω ^[2]
600 Ω	124 Ω	4 Ω ^[2]
500 Ω	110 Ω	2 Ω ^[2]
[1] 電壓報警器亮起		
[2] 可能的音訊功率讀數		

若要存取參考阻抗清單，請按下 **SHIFT**，然後按下 **dB REFR**。即會顯示目前選取的參考阻抗，以及「db」和「歐姆」報警器。按下 **▲** 或 **▼** 以捲動至需要的值，然後按下 **RANGE** 以選取參考阻抗，最後使主要顯示螢幕返回至測量功能。按下任何功能或調節器按鈕即可退出參考阻抗清單，無須選取新值。

將 dB 參考阻抗設定為 16、8、4 或 2 歐姆，可讓您使用儀錶來計算音訊功率。將參考阻抗設定為 16、8、4 或 2 歐姆之後，按下 **dB REFR** 兩次以選取音訊功率調節器。電源報警器將會顯示。

下列方程式可用來進行功率計算 (伏特是測量值)：

$$Audio\ Power = \frac{Volts^2}{R_{ref}}$$

「輕觸保留」功能 (HOLD)

「輕觸保留」功能可將測量結果保留在顯示螢幕上。在困難或危險情況下，如果您想要盯住探棒，而只在安全或方便的時候閱讀顯示螢幕，「輕觸保留」會非常有用。當偵測到新的穩定讀數時，會發出嗶聲，並會自動更新顯示螢幕。

若要選取「輕觸保留」功能，請按 **HOLD THRESH**。將顯示 **HOLD**。使用「輕觸保留」時，每次您按下 **HOLD THRESH** 時，都會顯示新讀數。若要結束「輕觸保留」功能，請按住 **HOLD THRESH** 2 秒鐘。

選取「輕觸保留」之後，如果您在自動調整模式下，您會自動調整至正確範圍。選取「輕觸保留」之後，如果您在手動調整模式下，您會停留在選取「輕觸保留」時所在的固定範圍中。

「輕觸保留」功能可以與最小/最大調節器結合，以只在偵測到新的最小或最大值時保留並更新。若要強制顯示螢幕更新，請於選取「輕觸保留」之後按下 **HOLD THRESH** 不到 2 秒鐘的時間。

儀錶可讓您選擇「輕觸保留」所需的最小回應位準，以擷取並顯示測量。您可以從下列四個回應位準中選擇：

- 位準 1 (範圍的 5%)
- 位準 2 (範圍的 7%)
- 位準 3 (範圍的 8%)

若要變更回應位準，請按下  和 。目前選取的回應位準 (1、2、3 或 4) 會顯示在主要顯示螢幕上。按下  或  以跳至想要的回應位準，然後按下  兩秒鐘以設定位準，並返回至主要顯示螢幕。您可以按下任何按鈕 (,  或  除外) 來返回至主要顯示螢幕，無須變更回應位準。

最小/最大調節器 (MIN MAX)

最小/最大 (MIN MAX) 調節器會儲存測量的最小和最大輸入。

選取 MIN MAX 調節器會關閉自動調整，並鎖定在目前範圍內，因此先確定您位於正確範圍內再按下 。如果您在按下  或  之前，已按下 ，儀錶會結束 MIN MAX 調節器模式。

若要儲存最小和最大輸入：

1. 按下  以選取 MIN MAX 調節器。
首次按下  時，最小和最大值會設定為顯示的讀數。MAX 會顯示出來，顯示螢幕會指示最新的最大讀數。
2. 再次按下  以顯示最小讀數。MIN 會顯示出來，顯示螢幕會指示最新的最小讀數。
3. 再次按下  以顯示最小或最大讀數。MINMAX 會顯示出來，顯示螢幕會指示最小或最大讀數。
4. 若要結束 MIN MAX 模式，請按住  2 秒鐘。
5. 若要在不重設儲存值的情況下觀察實際讀數，請按下 ，然後選取您為主要顯示螢幕選取的相同測量功能。

使用功能調節器組合

您可以同時使用多個功能調節器。

選取的調節器以下列順序進行評估：「輕觸保留」、最小/最大，然後是相對讀數。首先，儀錶會尋找適合「輕觸保留」的穩定測量，然後判斷測量是新的最小值還是最大值，接著將測量與相對基準相減。

使用多個調節器時，您選取調節器的順序會影響模式的回應方式。例如，如果您處於最小/最大模式，當您按下 **[REL REF]** 時，目前顯示的值會變成相對基準。然後，按下 **[MIN MAX]** 會顯示最小值和最大值之間的差異。此外，如果您處於相對讀數模式，按下 **[MIN MAX]** 會顯示相對基準和最小值或最大值 (視何者適用) 之間的差異。

次級操作 (使用 SHIFT 按鈕)

按下 **[SHIFT]** 會使下一個按下的按鈕執行它的次級操作。次級操作會以紅色列印在它們各自的按鈕上。按下 **[SHIFT]** 之後，**Shift** 將顯示。

請參閱表 3-6 以取得次級操作和用來執行操作之按鈕的說明。

表 3-6.次級操作

按鈕	說明
[SHIFT] 然後 AC V	在次要顯示螢幕中顯示交流伏特讀數
[SHIFT] 然後 DC V	在次要顯示螢幕中顯示直流伏特讀數
[SHIFT] 然後 AC I	在次要顯示螢幕中顯示交流安培讀數
[SHIFT] 然後 DC I [Lk]	在次要顯示螢幕中顯示直流安培讀數
[SHIFT] 然後 FREQ	在次要顯示螢幕中顯示頻率讀數
[SHIFT] 然後 Ω	在次要顯示螢幕中顯示歐姆讀數
[SHIFT] 然後 HOLD [THRESH]	設定「輕觸保留」靈敏度臨界值
[SHIFT] 然後 REL [REF]	編輯相對基準並將儀錶置於相對讀數模式中 (請參閱本手冊稍後的「清單和數字編輯器」一節)
[SHIFT] 然後 PRINT [BAUD]	設定通訊參數 (RS-232)，包括鮑率速率、檢查碼、回應
[SHIFT] 然後 RATE [TRIG]	設定觸發模式。
[SHIFT] 然後 [SHIFT]	關閉次要顯示螢幕 (主要顯示螢幕不受影響)
[SHIFT] 然後 [▼]	編輯比較模式低點 (請參閱本手冊稍後的「使用比較功能」一節)
[SHIFT] 然後 [▲]	編輯比較模式高點 (請參閱本手冊稍後的「使用比較功能」一節)
[SHIFT] 和 REL [REF] [1]	在相對模式下，切換次要顯示中相對基準的顯示螢幕
[SHIFT] 和 RATE [TRIG] [1]	顯示軟體版本

3-6. 次級操作 (續)

按鈕	說明
 和  [1]	在 COMP 模式下，將主要顯示螢幕上的值儲存為 LO 比較點 (請參閱本手冊稍後的「使用比較功能」一節)
 和  [1]	在 COMP 模式下，將主要顯示螢幕上的值儲存為 HI 比較點 (請參閱「使用比較功能」)
[1] 按住兩個按鈕 2 秒鐘。	

比較功能 (COMP)

儀錶擁有比較功能 (COMP)，它提供一個簡單的方法來判斷讀數是否在指定的值範圍中。比較功能可以與任何功能調節器搭配使用。

設定比較範圍

選取比較功能之前，您必須設定要比較之讀數的容許度範圍。可以使用下列三種方法之一來完成此操作：

- 按下  以進入比較功能模式。您進入模式時顯示的讀數，可以設定為高或低臨界值。若要將讀數設定為上限，請按住  和  2 秒鐘。若要將讀數設定為下限，請按住  和  2 秒鐘。儀錶會發出嗶聲以指示限制已設定完畢。如果顯示螢幕為空白或顯示 **OL** (超載)，則表示無法設定限制，且上限和下限皆維持之前的設定。
- 使用數字編輯器，如本章稍後的「使用數字編輯器」一節所述。(進入數字編輯器之前，請確定您位於正確範圍內。) 根據編輯器中的範圍，小數點和輸入範圍是固定的。
- 使用電腦介面指令 COMPHI 和 COMPLO 來遠端設定高和低比較點。請參閱第 4 章的「比較指令與查詢」一節。

使用比較功能

若要選取比較功能，請按下 。首次選取比較功能時，也會啟動「輕觸保留」功能並顯示 。若要關閉「輕觸保留」，請按住  2 秒鐘。然後次要顯示螢幕會更新每個新讀數。

偵測到穩定值之後，如果保留功能開啓，則儀錶會發出嗶聲，且讀數會顯示在主要顯示螢幕上。如果值在您設定的範圍內，**PASS** 會顯示在次要顯示螢幕中。如果值不在設定範圍內，**HI** 或 **LO** (視何者適用) 會顯示在次要顯示螢幕中。

清單和數字編輯器

儀錶擁有清單編輯器和數字編輯器。清單編輯器可讓您捲動於選項清單中並從中選取。數字編輯器可讓您輸入或編輯數值。

編輯在主要顯示螢幕中執行。執行任何一個編輯器時，會中斷儀錶的一般操作。編輯期間，如果儀錶收到電腦介面指令，則編輯會中斷，然後儀錶會回復為一般操作。正在編輯的項目不會變更。

使用清單編輯器

清單編輯器可用來選取在表 3-7 中所述的選項。您可以按下 **SHIFT** 來隨時中斷編輯並回復為一般操作。

使用清單編輯器：

1. 按下適用的按鈕來選取您要編輯的選項清單，如表 3-7 所示。選項清單類型會顯示在次要顯示螢幕中，而相關的選項會顯示在主要顯示螢幕中。
2. 按下 **▲** 或 **▼** 來逐步瀏覽選項。(按住其中一個按鈕以捲動於選項之間。) 當您逐步瀏覽清單時，只有選取的選項會以正常亮度(明亮)顯示，而其他選項皆微暗。
3. 想要的選項顯示時，按下 **RANGE** 以選取它。然後，選取的選項會以正常亮度(明亮)顯示出來。

表 3-7.清單編輯器選項

設定	按鈕	選項	報警器
「輕觸保留」最小回應位準	SHIFT 然後 HOLD THRESH	1 = 範圍的 5 % 2 = 範圍的 7 % 3 = 範圍的 8 %	Hold
RS-232 僅列印模式 (如果選取 RS-232 介面)	PRINT BAUD	0、1、2、5、10、20、50、100、200、500、1000、2000、5000、10000、20000 或 50000	Print
RS-232 鮑率速率	SHIFT 然後 PRINT BAUD	300、600、1200、2400、4800、9600 或 19200	baud
	資料位元	8 7	data
	檢查碼選項	E = 偶數 Odd = 奇數 No = 無	Par
	停止位元	1 2	Stop
	回應模式	開啓 關閉	Echo
觸發模式	SHIFT 然後 RATE TRIG	1, 2, 3, 4, 5	trig

使用數字編輯器

使用數字編輯器可編輯相對讀數調節器的相對基準，並設定比較功能的高和低臨界值。

請注意，您可以按下 **SHIFT** 來中斷數字編輯器，並使儀錶回復為一般操作。

若要使用數字編輯器：

1. 按下適用的按鈕來選取要編輯的數字，如表 3-8 所示。

最後輸入的數字或測量的值會顯示出來，最左邊的位數會亮起，剩餘的位數變暗。(如果數字是負值，減號會亮起。) 相關報警器會顯示。

表 3-8.數字編輯器選項

按鈕	數字編輯器執行目的
 然後 	適用於比較模式的臨界值下限
 然後 	適用於比較模式的臨界值上限
 然後 	適用於相對讀數調節器的相對基準

2. 按下  或  以將反白顯示的位數增加或減少至想要的數字 (從 0 至 9)。當位數設定為想要的數字後，按下 S1 到 S6 以選取下一個要編輯的位數。S1 對應最左邊的位數；S6 對應最右邊的位數。重複此步驟，直到您將所有位數設定為想要的值為止。
3. 設定完值之後，按下  以切換正號和負號。如果是正號，負號 (-) 會關閉。如果是負號，負號 (-) 會開啓。
4. 針對「低/高」臨界值，按下  來選取想要的臨界值範圍。按下  一次即可使範圍上升一個階段。如果範圍達到範圍上限，再按一下就會繞回範圍 1 並清除值。
5. 當您編輯完數字之後，按住  2 秒鐘以儲存值。

功能鍵 S1 - S6

功能鍵  到  可讓您儲存及叫出最多六個測量組態。這可協助加速設定儀錶的程序，如果重複需要相同的組態，它會非常有用。

若要儲存目前設定，請按下 ，然後按下您想要儲存之組態的功能鍵。

若要叫出組態，請按下適用的功能鍵。當組態準備就緒時，會發出嗶聲，設定  會指示最新的已儲存組態數目。

儲存組態之後，它會包括下列內容：

- 主要顯示螢幕上的測量功能和初始範圍
- 次要顯示螢幕上的測量功能
- 主要顯示螢幕上的範圍模式 (手動或自動調整)
- 測量速率 (慢、中、快)
- 雙重顯示螢幕狀態 (啓用或停用)
- 所選功能調節器的任何組合
- 「輕觸保留」位準 (1、2、3、4)
- 上一次針對 MINMAX 調節器記錄的最小和最大值
- 上一次記錄的相對基準
- 顯示在次要顯示螢幕中的相對基準 (已啓用或已停用)
- 比較模式下的上一個 HI-LO 設定
- 觸發模式 (1、2、3、4、5)
- 回應設定 (開啓或關閉)
- dB 和 dB 參考
- RS-232 設定

- 列印模式
- 透過 RS-232 傳送的資料格式 (含或不含 UNIT)

開機組態

當開啓儀錶且開機順序完成之後，儀錶會預設爲在表 3-9 中列出的開機組態。

當電源循環關閉及開啓時，不會變更 RS-232 鮑率速率、檢查碼及回應模式。這些參數會維持與設定時一樣，直到使用者變更它爲止。

表 3-9. 原廠開機組態

參數	組態
功能設定	直流電壓
範圍模式	自動調整
讀取速率	慢 (2.5 讀數/秒)
「輕觸保留」靈敏度位準	1 (讀數的 5 %)
比較模式 (COMP) 的高/低值	0
MIN MAX 調節器中的最小和最大值	0
相對基準	0
次要顯示螢幕中的相對基準	已停用
觸發類型	1 (內部)
觸發類型	0

校準

請參閱 *DMM4020 技術參考* 以取得有關校準儀錶的指示。

第 4 章 使用電腦介面操作儀錶

標題	頁
簡介	4-3
本機與遠端操作	4-3
電腦介面	4-3
準備儀錶以透過 RS-232 介面進行操作	4-3
設定通訊參數 (RS-232)	4-3
RS-232 僅列印模式	4-4
使用纜線來將儀錶連接至主機或印表機 (RS-232)	4-5
字元回應與刪除	4-6
使用 ^C (CNTRL C) 清除裝置	4-6
RS-232 提示	4-6
開始使用安裝測試	4-6
RS-232 作業安裝測試	4-6
如果測試失敗	4-6
儀錶處理輸入的方式	4-7
輸入字串	4-7
輸入終端器	4-7
將數值傳送至儀錶	4-7
將指令字串傳送至儀錶	4-7
儀錶處理輸出的方式	4-8
觸發輸出	4-8
從前面板外部觸發	4-9
設定觸發類型組態	4-9
透過電腦介面外部觸發	4-10
狀態登錄	4-10
事件狀態與事件狀態啓用登錄	4-11
狀態位元登錄	4-13
讀取狀態位元組登錄	4-14
電腦介面指令集	4-14
常見指令	4-15
功能指令與查詢	4-16
功能調節器指令與查詢	4-18
範圍與測量率指令與查詢	4-20
測量查詢	4-22
比較指令與查詢	4-23
觸發組態指令	4-23

其他指令與查詢.....	4-24
RS-232 遠端 / 本機組態.....	4-25
RS-232 儲存 / 叫出系統組態.....	4-25
使用 RS-232 電腦介面的樣本程式.....	4-25

簡介

本章說明如何透過儀錶後面板上的 RS-232 電腦介面來設定及操作儀錶。可以透過儀錶的電腦介面將指令傳送至儀錶，以從主機 (終端機、控制器、個人電腦或電腦) 來操作儀錶。

本章結尾有提供說明 RS-232 電腦介面使用方法的註釋取樣程式。如需所有儀錶功能的完整說明，請參閱第 3 章。

本章假設您已熟悉資料通訊與 RS-232 介面的基本原理。

本機與遠端操作

從主機操作儀錶時，為遠端操作。從儀錶的前面板操作儀錶時，為本機操作。

也可以使用電腦介面來遠端執行能夠在本機執行的大多數操作。某些操作 (例如設定 RS-232 介面操作的通訊參數) 只能從前面板執行。

電腦介面

儀錶配備有 RS-232 (序列) 介面。使用介面會將儀錶轉變成完全程式化的儀器，可將其整合到自動儀器系統。

準備儀錶以透過 RS-232 介面進行操作

RS-232 介面允許在儀錶與主機、序列式印表機或終端機之間進行 ASCII 非同步序列通訊。

設定通訊參數 (RS-232)

表 4-1 提供了 RS-232 通訊參數的原廠設定。只能透過前面板來設定 RS-232 通訊參數。

為了讓儀錶與主機能透過 RS-232 介面來通訊，儀錶與主機的通訊參數必須相符。如果主機與儀錶的通訊參數不相符，請設定適當的鮑率速率與檢查碼參數，如下所示：

1. 按下  以開啓儀錶。
2. 按下 ，然後按下 。目前選擇的鮑率速率會顯示在主要顯示螢幕中，**baud** 會顯示在次要顯示螢幕中。
3. 按下  或  以捲動至所需鮑率，然後按下  以設定 RS-232 鮑率速率。
4. 按下  或  以捲動至所需資料位元 (7 或 8) 選項，然後按下  以設定檢查碼。**Echo** 會顯示在次要顯示螢幕上，**On** 或 **OFF** 會顯示在主要顯示螢幕上。
5. 若要選取「回應」模式，請按下  或  以選取「開啓」或「關閉」，然後按下  以設定所選的「回應」狀態。開啓「回應」時，每個透過 RS-232 介面傳送至儀錶的指令都會回應至主機的顯示螢幕。關閉「回應」時，指令不會回應。
6. 按下  以檢閱設定。當您已準備好接受設定時，請按住 。

表 4-1. RS-232 通訊參數原廠設定

參數	原廠設定
介面	RS-232 (僅列印速率設定為 0)
鮑率速率	9600
檢查碼	無 (檢查碼位元 0)
資料位元的數目	8 (7 個資料位元加上 1 個檢查碼位元)
停止位元的數目	1
回應	關閉

RS-232 僅列印模式

僅列印模式用於自動傳送測量值至印表機或終端機。

雖然儀錶將在僅列印操作期間會回應遠端指令，但 Tektronix 建議您先將儀錶的回應模式設定為**關閉**。這可防止混合的回應指令字元與輸入資料。請參閱本章稍早的「設定通訊參數 (RS-232)」一節。

在僅列印模式下，儀錶會從 RS-232 埠傳送主要和/或次要顯示螢幕上顯示的每 N 個讀數，其中 N 是列印速率。列印速率會從表 4-2 中所述的可用值選取。輸出之間的持續時間由儀錶的列印速率與讀取速率決定。慢速率的最低速率為 2.5/s、中速率的最低速率為 20.0/s、快速率的最低速率為 100.0/s。會將主要顯示螢幕中輸出的格式設定為每行一個測量值，或將主要與次要顯示螢幕中輸出的格式設定為每行兩個測量值。

執行下列程序以選取僅列印模式並設定列印速率 (N)：

備註

對於頻率測量來說，讀取速率是固定的，每秒讀取四次。「二極體」與「連續性」測試的讀取速率總是很快。

1. 按下  以開啓儀錶。

按下 。如果已選取 RS-232 介面，則會顯示 **列印**，且會在列印速率清單上執行清單編輯器。

2. 按下  或  以捲動至所需列印速率，如表 4-2 所示，然後按住  兩秒鐘以選取該速率。(請注意，如果列印速率為 0，會停用僅列印模式。) 現在，會針對 RS-232 僅列印操作來設定儀錶。儀錶會結束清單編輯器，並返回一般操作。

表 4-2. RS-232 僅列印模式下的列印速率

速率 (N)	輸出之間的秒數			輸出之間的分鐘數			輸出之間的時數		
	慢	中	快	慢	中	快	慢	中	快
1	0.4	0.05	0.01	0.01					
2	0.8	0.1	0.02	0.01					
5	2.0	0.25	0.05	0.03					
10	4.0	0.5	0.1	0.07	0.01				
20	8.0	1.0	0.2	0.13	0.02				
50	20.0	2.5	0.5	0.33	0.04	0.01	0.01		
100	40.0	5.0	1.0	0.67	0.08	0.02	0.01		
200	80.0	10.0	2.0	1.33	0.17	0.03	0.02		
500	200.0	25.0	5.0	3.33	0.42	0.08	0.06	0.01	
1000	400.0	50.0	10.0	6.67	0.83	0.17	0.11	0.01	
2000	800.0	100.0	20.0	13.33	1.67	0.33	0.22	0.03	0.01
5000	2000.0	250.0	50.0	33.33	4.17	0.83	0.56	0.07	0.01
10000	4000.0	500.0	100.0	66.67	8.33	1.67	1.11	0.14	0.03
20000	8000.0	1000.0	200.0	133.33	16.67	3.33	2.22	0.28	0.06
50000	20000.0	2500.0	500.0	333.33	41.67	8.33	5.56	0.69	0.14

使用纜線來將儀錶連接至主機或印表機 (RS-232)

儀錶會透過儀錶後面板上的 DB-9 介面接頭與主機通訊。儀錶背面提供 RS-232 介面的接頭輸出端子。

備註

當儀錶連接至主機或終端機時，請使用適合您應用項目的纜線。建議您使用 50 英尺 (15 公尺) 以內的纜線，因為這有助於防止效能衰減。如果介面點的負載電容 (包括訊號終端器) 低於 2500 pf，可以使用較長的纜線。

若要將儀錶連接至個人電腦 (使用 DB-9 接頭)，請使用數據機纜線。

若要將儀錶連接至特定品牌的 RS-232 印表機，請使用透過 DB-9 接頭將該印表機連接至個人電腦上的 RS-232 埠時所用的纜線。

字元回應與刪除

透過 RS-232 介面來操作儀錶時，您可以控制字元是否要回應主機的顯示螢幕。

「回應」開啓時，傳送至儀錶的字元會在主機的顯示螢幕上回應，且會傳回提示。
「回應」關閉時，字元不會回應，也不會傳回提示。若要設定「回應」參數，請參閱本章稍早的「設定通訊參數 (RS-232)」一節。

如果您使用鍵盤來直接透過 RS-232 介面將字元傳送至儀錶，按下 <BACKSPACE> 鍵可刪除上一個字元。如果已開啓「回應」，退格會回應至顯示螢幕。

使用 ^C (CNTRL C) 清除裝置

^C (CNTRL C) 會導致 "=>" 後接要輸出的回車及換行。

RS-232 提示

當主機透過 RS-232 介面將指令傳送至儀錶時，儀錶會剖析指令、執行指令並傳回回應 (若適用)，然後傳送下列其中一個提示：

- => 未偵測到任何錯誤。已成功剖析及執行指令。介面已準備執行另一個指令。
- ?> 偵測到指令錯誤。由於不瞭解指令，因此沒有執行它。例如，儀錶收到包含語法錯誤的輸入字串。
- !> 偵測到執行錯誤或裝置相關錯誤。已瞭解指令，但沒有執行。例如，使用者嘗試使用 `FREQ` 來執行 `VDC` 測量。

開始使用安裝測試

在根據「使用纜線將儀錶連接至主機或印表機 (RS-232)」使用纜線將儀錶連接至主機，並準備好透過 RS-232 介面與主機通訊之後，請按照如下方法測試系統以確認其是否可以作業。

RS-232 作業安裝測試

此程序可確認儀錶是否已正確設定並針對遠端操作連接纜線：

1. 按下 \odot 以開啓儀錶。
2. 請確認電腦介面參數 (鮑率、檢查碼等) 已正確設定。
3. 開啓主機。
4. 輸入 *IDN?，然後按下 Enter 鍵。
5. 請確認儀錶是否傳送下列回應：

TEKTRONIX、DMM4020、nnnnnnn、n.n Dn.n

此處 nnnnnnn 是儀錶的序號；n.n 是主要軟體版本；Dn.n 是顯示螢幕的軟體版本。

6. 如果儀錶沒有依照指示回應，請參閱「如果測試失敗」一節。

如果測試失敗

如果儀錶並未依照「RS-232 作業安裝測試」一節所指示的回應，請執行下列操作：

1. 確定所有纜線已正確連接。請參閱本章稍早的「使用纜線將儀錶連接至主機或印表機 (RS-232)」一節。
2. 確定儀錶與主機上的通訊參數 (鮑率、檢查碼等) 相同。請參閱本章稍早的「設定通訊參數 (RS-232)」一節。

儀錶處理輸入的方式

下列幾節說明儀錶如何處理從主機或獨立式終端機收到的輸入。

備註

在本章中，「輸入」表示透過電腦介面從主機傳送至儀錶的字串，而「輸出」表示透過電腦介面從儀錶傳送至主機的字符串。

輸入字串

儀錶可處理與執行由主機傳送的有效輸入字串。有效輸入字串是一或多個語法結構正確的指令，後面加上一個輸入終端機。

儀錶接收輸入後，會將輸入儲存在 50 位元組輸入緩衝區中。

備註

只有在接收到輸入終端器或輸入緩衝區已滿時，才會對透過 RS-232 介面接到的輸入字符串執行或檢查正確語法。

儀錶可接受大寫與小寫的字母字元。如果無法瞭解某個指令，便會忽略該指令與指令行的其他部分。

輸入終端器

儀錶收到輸入終端器之後，將會根據自從收到最後一個終端器以來所輸入以先進先出基礎的指令來執行指令。

隨著輸入字元的處理與執行，也會在輸入緩衝區中為新字元騰出空間。如果在 RS-232 應用項目中偵測到通訊錯誤 (檢查碼、圖框、超限)，會產生裝置相關錯誤，並放棄輸入字符串。如果將儀錶與 RS-232 介面搭配使用時，儀錶的輸入緩衝區已滿的話，則會產生裝置相關錯誤 (請參閱「事件狀態與事件狀態啓用登錄」)，並會放棄輸入字符串。

RS-232 介面的有效終端器有：

- CR (回車)
- LF (換行)
- CR LF (回車 / 換行)

在某些情況下，會在主機的輸出字符串 (儀錶的輸入字符串) 結尾處自動傳輸終端器。

將數值傳送至儀錶

可以將數值傳送至儀錶成為整數、實數或帶有指數的實數，如下列範例所示：

+12345689 可傳送帶正負號的整數「12345689」

-1.2345E2 可傳送「-1.2345E2」或「-123.45」

將指令字符串傳送至儀錶

當您透過電腦介面建構傳送至儀錶的字符串時，請遵守下列規則：

- 規則 1：每次進行查詢指令時，就讀取一次儀錶的輸出緩衝區。
讀取完儀錶的輸出緩衝區後，將其清除。這樣可以防止再次錯誤讀取之前讀取的資料。如果您在未使用干預查詢的情況下兩次嘗試讀取儀錶的輸出緩衝區，則儀錶將不會回應第二次的讀取。
- 規則 2：讀取查詢回應後，才能傳送其他指令字串。
在主機讀取輸出資料，或儀錶收到下一個指令字串之前，輸出資料依然可在輸出緩衝區中使用。這表示主機必須在下一個指令字串傳送至儀錶之前，讀取儀錶的輸出緩衝區。
- 規則 3：儀錶按接收順序完整執行每個指令之後，才可繼續執行下一個指令。
如果輸入字串包含觸發，請按下列順序輸入指令：
 1. 設定儀錶 (如果有的話) 的指令
 2. 觸發指令
 3. 讀取觸發測量 (VAL?) 之結果或重新設定儀器 (如果有的話) 的指令
 4. 終端器

備註

如果使用 MEAS?、MEAS1? 或 MEAS2?，指令應接續在「設定」、「觸發」之後。

儀錶處理輸出的方式

以下幾段說明儀錶處理輸出的方式。儀錶會輸出英數字串以回應來自主機的查詢指令。(查詢指令以「?」結尾。) 會以回車與換行 (<CR><LF>) 終止 RS-232 應用項目的輸出字串。

透過 RS-232 介面向儀錶傳送指令後，請等候儀錶傳回提示，再傳送其他指令。不這麼做將導致裝置相關指令錯誤，且第二個字串會被放棄。

儀錶中的數字輸出如以下範例所示：

+1.2345E+0(格式 1)	1.2345 的測量值
+1.2345E+6(格式 1)	1.2345M 的測量值
+12.345E+6 OHM(格式 2)	12.345M 歐姆的測量值
+/- 1.0E+9	超載 (顯示螢幕上的 OL)

觸發輸出

觸發儀錶測量後，儀錶便會進行測量。如表 4-3 所示，有五種觸發類型。觸發分為兩種基本類別：

- 可連續觸發測量的內部觸發。
- 可根據使用者的指示觸發測量的外部觸發。

可以外部觸發測量，如下所示：

- 停用後觸發情況下的外部觸發。這包括觸發類型 2 與 3，如表 4-3 所示。
- 啟用後觸發情況下的外部觸發。這包括觸發類型 4 與 5，如表 4-3 所示。
- *TRG 指令

如需關於使用 *TRG 指令的資訊，請參閱「常見指令」。

表 4-3. 觸發類型

類型	觸發	後觸發	穩定延遲
1	內部	已停用	—
2	外部	已停用	關閉
3	外部	已停用	開啓
4	外部	已啓用	關閉
5	外部	已啓用	開啓

從前面板外部觸發

若要從前面板啓用外部觸發，請執行下列程序：

1. 按下 ，然後按下 。Ext Trig (外部觸發)，即會顯示與所選觸發類型 (1、2、3、4 或 5) 對應的編號。如需關於觸發類型的資訊，請參閱表 4-3。
2. 按下  或  可逐步瀏覽觸發類型清單。如下所示反白觸發類型，然後按下  兩秒鐘以將它選取。

選取觸發類型 2 來停用穩定延遲；或選取觸發類型 3 來啓用穩定延遲。如需關於典型穩定延遲的資訊，請參閱表 4-3。

選取觸發類型 2 或 3 後，即會顯示 **Ext Trig (外部觸發)**，以確認您不是處於遠端模式，並會啓用外部觸發。(如果您不是處於遠端模式，您將無法從前面板觸發測量。)

3. 按下  可觸發測量。(每次您按下  時，都會觸發測量。)
4. 若要使儀錶回到其內部 (連續) 觸發狀態，請執行步驟 3 並選取觸發類型 1。

如果您在選取觸發類型 4 或 5 的情況下進入遠端模式，儀錶會維持其外部觸發狀態；不過，由於儀錶處於遠端模式，您將只能觸發後觸發類型 4 與 5 的測量。若要結束遠端模式，請執行步驟 1 與 2，然後選取觸發類型 2 或 3 (視何者適用)。

備註

在外部觸發模式 (模式 2 至模式 5) 下，*TRG 指令一律可用。

設定觸發類型組態

若要使用電腦介面設定觸發類型組態，請輸入指令 TRIGGER <type> (在這裡 <type> 是觸發類型)，然後按下 Enter 鍵。如需關於觸發類型的資訊，請參閱表 4-3。

如果在觸發測量前輸入訊號不穩定，請選取觸發類型 3 或 5 來啓用穩定延遲。表 4-3 中提供典型穩定延遲。表 4-4 中提供 RS-232 讀數傳輸率。

表 4-4. RS-232 讀數傳輸率

速率	每秒讀數	
	內部觸發作業 (觸發 1)	外部觸發作業 (觸發 4)
慢	2.5 ^[1]	2.5 ^[2]
中	20 ^[1]	20 ^[2]
快	100 ^[1]	100 ^[2]

[1] 取決於 A/D 觸發速度。
[2] 取決於觸發訊號的傳輸速度。

透過電腦介面外部觸發

若要使用 RS-232 電腦介面觸發測量，請輸入 *TRG 指令，然後按下 Enter 鍵。如需關於使用 *TRG 指令的資訊，請參閱本章稍後的「常見指令」一節。

若要使用 RS-232 介面的 9 號針觸發測量，請見圖 4-1。

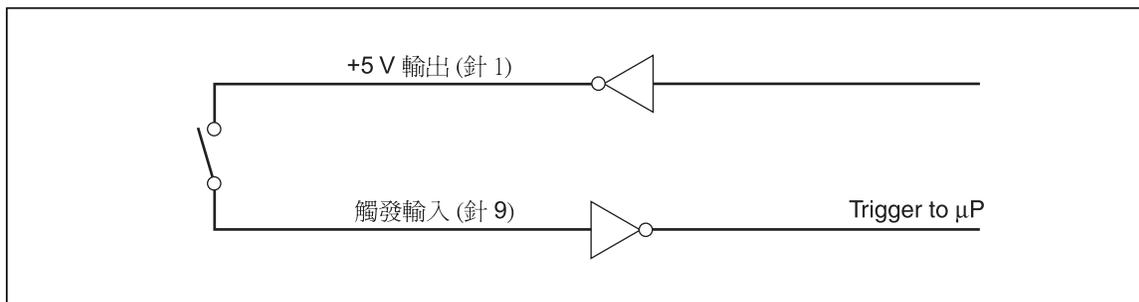


圖 4-1. 使用 RS-232 介面的 9 號針外部觸發

gen24.eps

狀態登錄

狀態登錄 (STB) 的內容由服務啓用登錄 (SRE)、事件狀態登錄 (ESR)、事件狀態啓用登錄 (ESE) 及輸出緩衝區決定。會在以下幾段中說明這些狀態登錄，並在表 4-5 中加以概述。

圖 4-2 顯示這些登錄的關係。

表 4-5. 狀態登錄摘要

登錄	讀取指令	寫入指令	啓用登錄
事件位元登錄	*STB?	無	SRE
服務請求啓用登錄	*SRE?	*SRE	無
事件狀態登錄	*ESR?	無	ESE
事件狀態啓用登錄	*ESE?	*ESE	無

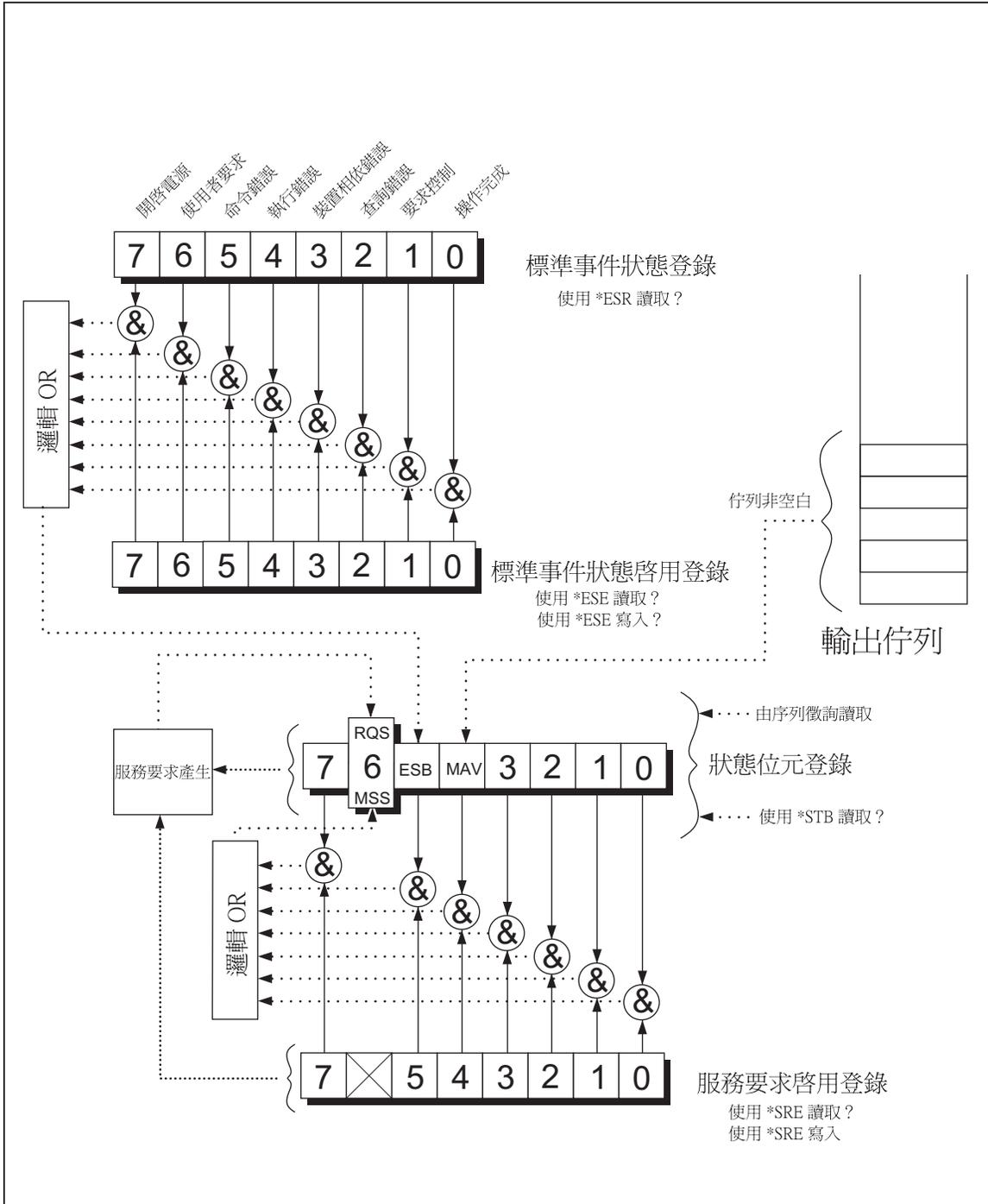


圖 4-2. 狀態資料結構概觀

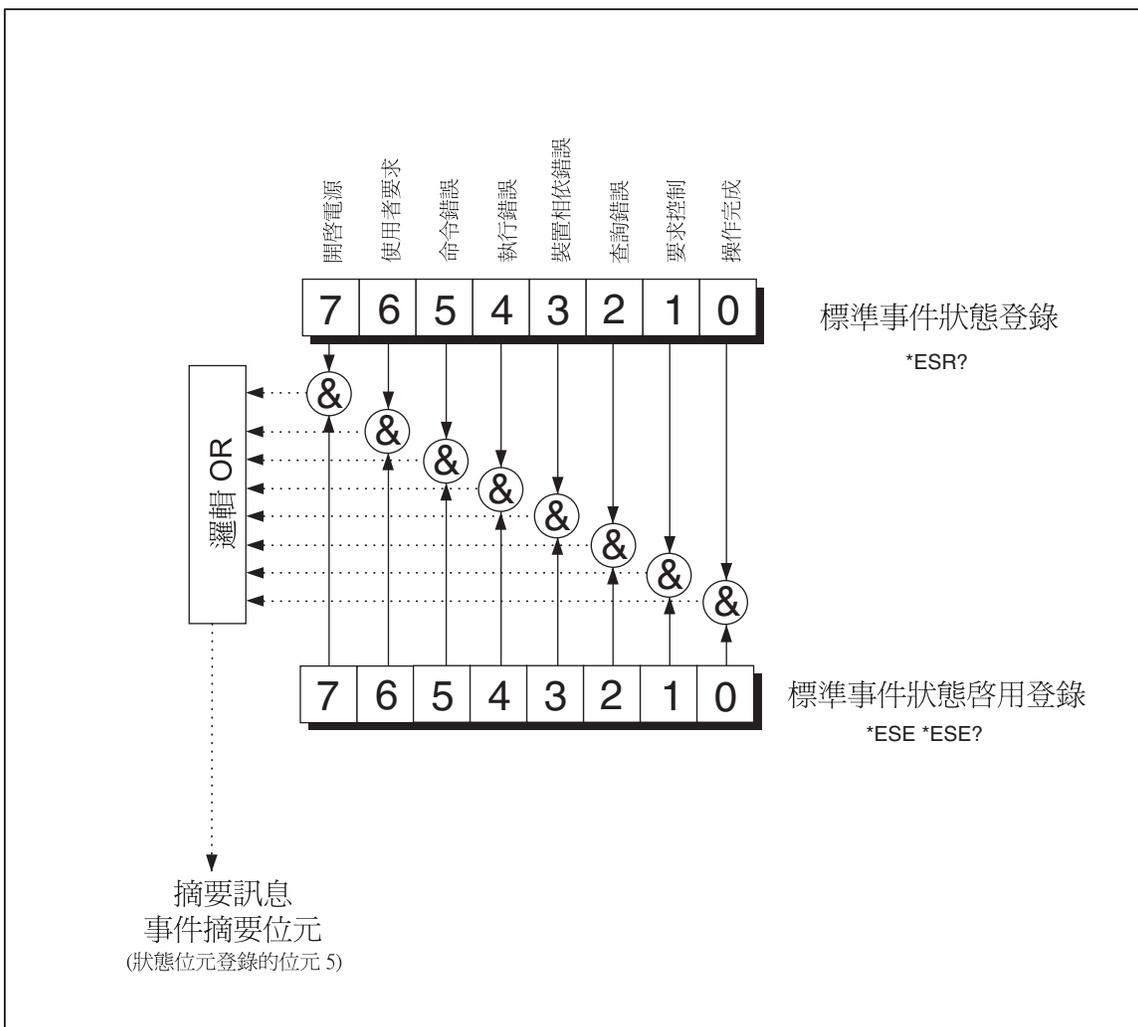
gen21f.eps

事件狀態與事件狀態啓用登錄

ESR 可為特定位元指派指定事件。(請見圖 4-3 與表 4-6。) 將 ESR 中的某個位元設定為 1 時，與該位元相對應的事件會在上一次讀取或清除登錄之後發生。例如，如果將位元 3 (DDE) 設定為 1，會發生裝置相關錯誤。

ESE 是遮罩登錄，可讓主機啓用或停用 (遮罩) ESR 中的每個位元。將 ESE 中的位元設定為 1 時，便會啓用 ESR 中的對應位元。將 ESR 中任何啓用的位元從 0 變更

為 1 後，STB 中的 ESB 位元也會變更為 1。使用 *ESR? 指令讀取 ESR 或使用 *CLS 指令清除 ESR 時，STB 中的 ESB 位元會回復為 0。



gen22f.eps

圖 4-3. 事件狀態與事件狀態啓用登錄

表 4-6. ESR 與 ESE 中的位元說明

位元編號	名稱	條件
0	作業完成 (OPC)	收到 *OPC 指令之前的所有指令均已執行。介面已準備好接收其他訊息。
1	不使用	一律設為 0。
2	查詢錯誤 (QYE)	在輸出不存在或暫停的情況下，請嘗試從儀錶的輸出緩衝區讀取資料。 或在讀取前一個查詢之前，接收新指令行。 或輸入與輸出緩衝區已滿。
3	裝置相關錯誤 (DDE)	校準時輸入不正確。 或 RS-232 輸入緩衝區過載。
4	執行錯誤 (EXE)	瞭解指令，但無法執行。此錯誤是由包含不正確參數的指令所導致。
5	指令錯誤 (CME)	由於不瞭解指令，因此沒有執行它。此錯誤是由包含語法錯誤的指令所導致。
6	不使用	一律設為 0。
7	開啓電源	會從上一次讀取或清除 ESR 後循環關閉及開啓。

狀態位元登錄

STB 是包含八個位元的二進位編碼登錄。請注意，SRE 會使用位元 1 至 5 及 7 來設定位元 6，即主摘要狀態 (MSS) 位元，如 SRE 所啓用。表 4-7 中說明八個 STB 位元，並使用 *STB? 指令予以讀取。

表 4-7. 狀態位元組登錄 (STB) 中的位元說明

位元編號	名稱	條件
0	不使用	一律設為 0。
1	不使用	一律設為 0。
2	不使用	一律設為 0。
3	不使用	一律設為 0。
4	可用訊息 (MAV)	資料可在輸出緩衝區中使用。當位元回應位於輸出緩衝區中的查詢時，位元會設定為 1。將輸出終端器傳送至主機後，位元會清除 (設定為 0)。
5	事件狀態 (ESB)	事件狀態登錄中已發生一或多個啓用的事件。若要判定發生的是哪個事件，請傳送 *ERR? 指令來讀取事件狀態登錄。

表 4-7。狀態位元組登錄 (STB) 中的位元說明 (續)

位元編號	名稱	條件
6	主摘要狀態 (MSS) ^[1]	如果 STB (MSS) 登錄中任何啓用的位元設定為 1，請設定為 1；否則請設定為 0。若要判定 MSS 位元的狀態，請傳送 STB? 查詢指令。 如果服務是從前面板請求，或 MMS 設定為 1，則請求服務 (RQS) 會設定為 1。位元的狀態由清除 RQS 的序列徵詢傳回。
7	不使用	一律設為 0。

[1] 如 *STB? 指令所讀取。如果 STB 是由序列徵詢讀取，則位元 6 會傳回為 RQS。

讀取狀態位元組登錄

主機會進行序列徵詢或向儀錶傳送 *STB? 查詢來讀取 STB。(狀態位元的值不受 STB? 查詢影響。)讀取 STB 之後，會傳回一個整數。此整數為相等於 8 位元二進位的十進位值。例如，48 是相等於二進位 00110000 的十進位值，表示位元 4 (MAV) 與位元 5 (ESB) 已設定為 1。

如果使用 *STB? 查詢來讀取狀態位元，則位元 6 會以主摘要狀態 (MSS) 傳回。

請參閱以下範例：

*STB? 會讀取 STB。如果傳回 32，會將其轉換為它的二進位相等值 00100000，這表示位元 5 (ESB) 已設定為 1。若要判定事件狀態，您可以用相同的方式，也就是使用 *ESR? 指令予以讀取。

電腦介面指令集

本章的剩餘部分會說明 RS-232 電腦介面指令。指令係依照相關功能分組並列於隨後表格中。必須由使用者提供的參數或由儀錶傳回的字串都括在角括弧中 (例如 <值>)。

常見指令

表 4-8 說明常見指令。

表 4-8. 常見指令

指令	名稱	說明
*CLS	清除狀態	清除狀態位元中所概述的所有事件登錄（「訊息可用」除外，只有當 *CLS 為指令行中的第一個訊息時才會清除它）。
*ESE <值>	事件狀態啓用	將「事件狀態啓用登錄」設定為 <值>，其中 <值> 是介於 0 至 255 之間的整數。 <值> 是一個整數，其二進位相等值與登錄中之位元的狀態 (1 或 0) 相對應。如果 <值> 不在 0 至 255 之間，則會產生「執行錯誤」。 例如：十進位數 16 會轉換為二進位數 00010000，其中 ESE 中的位元 4 (EXE) 已設定為 1。
*ESE?	事件狀態啓用查詢	儀錶會傳回「事件狀態啓用登錄」的 <值>，如 *ESE 指令所設定。 <值> 是一個整數，其二進位相等值與登錄中之位元的狀態 (1 或 0) 相對應。
*ESR?	事件狀態登錄查詢	儀錶會傳回「事件狀態登錄」的 <值>，然後將其清除。 <值> 是一個整數，其二進位相等值與登錄中之位元的狀態 (1 或 0) 相對應。
*IDN?	識別查詢	儀錶會傳回由逗號分隔之四個欄位的儀錶識別碼。這些欄位包括：製造商 (TEKTRONIX)；機型 (DMM4020)；七位數序號；以及主軟體與顯示軟體的版本。
*OPC	作業完成指令	儀錶在剖析時，會設定「標準事件狀態登錄」中的「作業完成」位元。
*OPC?	作業完成查詢	儀錶在剖析時會將 ASCII 1 放置在輸出佇列中。
*RST	重設	儀錶會執行開機重設。

表 4-8。常見指令 (續)

指令	名稱	說明
*SRE	服務請求啟用	將「服務請求啟用登錄」設定為 <值>，其中 <值> 是介於 0 至 255 之間的整數。位元 6 的值會被忽略，因為「服務請求啟用登錄」不使用它。 <值> 是一個整數，其二進位相等值與登錄中之位元的狀態 (1 或 0) 相對應。如果 <值> 不在 0 至 255 之間，則會產生「執行錯誤」。
*SRE?	服務請求啟用查詢	儀錶會傳回「服務請求啟用登錄」的 <值> (位元 6 已設為 0)。 <值> 是一個整數，其二進位相等值與登錄中之位元的狀態 (1 或 0) 相對應。
*STB?	讀取狀態位元	儀錶會傳回「狀態位元」的 <值>，其中位元 6 為「主摘要」位元。 <值> 是一個整數，其二進位相等值與登錄中之位元的狀態 (1 或 0) 相對應。
*TRG	觸發	會使儀錶在剖析時觸發測量。
*TST	自我測試查詢	一律傳回零。
*WAI	等待繼續	不執行任何操作。

功能指令與查詢

表 4-9 說明功能指令與查詢。如需每項功能的詳細說明，請參閱第 3 章。

表 4-9. 功能指令與查詢

指令		功能
主要顯示螢幕	次要顯示螢幕	
AAC	AAC2	交流電流
AACDC ^[1]	(不適用)	交流加上直流均方根電流
ADC	ADC2	直流電流
(不適用)	CLR2	清除測量 (若顯示)
CONT	(不適用)	連續性測試
二極體	(不適用)	二極體測試
FREQ	FREQ2	頻率

表 4-9。功能指令與查詢 (續)

指令		功能
主要顯示螢幕	次要顯示螢幕	
FUNC1?	(不適用)	儀錶會將所選功能作為指令助記符號傳回。例如，如果已選取頻率，FUNC1?，則會傳回 FREQ。
(不適用)	FUNC2?	儀錶會將所選功能作為指令助記符號傳回。例如，如果已選取頻率，FUNC2?，則會傳回 FREQ 如果次要顯示螢幕不在使用中，則會產生「執行錯誤」。
OHMS	OHMS2	電阻
WIRE2、WIRE4	(不適用)	僅適用於 OHMS 功能。用於在 2 線與 4 線測量之間切換。
VAC	VAC2	交流電壓
VACDC ^[1]	(不適用)	交流加上直流均方根電壓
VDC	VDC2	直流電壓
[1] 在已選取 AACDC 或 VACDC 的情況下，無法針對次要顯示螢幕選取任何功能。若嘗試，則會產生執行錯誤。		

功能調節器指令與查詢

表 4-10 說明功能調節器指令與查詢。功能調節器可在顯示讀數之前，使儀錶修改測量功能的一般操作，或對測量執行動作。例如，相對調節器 (REL) 可以使儀錶顯示測量值與相對基準之間的差異。功能調節器指令的結果只會顯示在主要顯示螢幕中。

表 4-10. 功能調節器指令與查詢

指令	說明																																																
DB	儀錶會進入分貝調節器。主要顯示螢幕顯示的任何讀數單位皆為分貝。如果儀錶沒有使用交流和/或直流電壓功能，會產生「執行錯誤」。																																																
DBCLR	儀錶會退出分貝調節器並顯示一般單位的讀數。也會清除 dB 功率、REL 與 MIN MAX 調節器																																																
DBPOWER	如果將參考阻抗設為 2、4、8 或 16 歐姆，且已選取電壓功能，則儀錶會進入「dB 功率」調節器。否則會產生「執行錯誤」。在「dB 功率」中，主要顯示螢幕顯示的讀數單位為「瓦特」。																																																
DBREF <值>	將 dB 參考阻抗設定為表 4-10A 中顯示的 <值>。此值與指示的參考阻抗 (歐姆) 相對應。如果 <值> 不是表 4-10A 中的值，會產生「執行錯誤」。																																																
<p>表 4-10A。參考阻抗值</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>值</th> <th>參考阻抗</th> <th>值</th> <th>參考阻抗</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>2</td><td>12</td><td>150</td></tr> <tr><td>2</td><td>4</td><td>13</td><td>250</td></tr> <tr><td>3</td><td>8</td><td>14</td><td>300</td></tr> <tr><td>4</td><td>16</td><td>15</td><td>500</td></tr> <tr><td>5</td><td>50</td><td>16</td><td>600</td></tr> <tr><td>6</td><td>75</td><td>17</td><td>800</td></tr> <tr><td>7</td><td>93</td><td>18</td><td>900</td></tr> <tr><td>8</td><td>110</td><td>19</td><td>1000</td></tr> <tr><td>9</td><td>124</td><td>20</td><td>1200</td></tr> <tr><td>10</td><td>125</td><td>21</td><td>8000</td></tr> <tr><td>11</td><td>135</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		值	參考阻抗	值	參考阻抗	1	2	12	150	2	4	13	250	3	8	14	300	4	16	15	500	5	50	16	600	6	75	17	800	7	93	18	900	8	110	19	1000	9	124	20	1200	10	125	21	8000	11	135		
值	參考阻抗	值	參考阻抗																																														
1	2	12	150																																														
2	4	13	250																																														
3	8	14	300																																														
4	16	15	500																																														
5	50	16	600																																														
6	75	17	800																																														
7	93	18	900																																														
8	110	19	1000																																														
9	124	20	1200																																														
10	125	21	8000																																														
11	135																																																
DBREF?	儀錶會傳回表 4-10A 中顯示的 <值>。此值與指示的參考阻抗相對應。																																																
HOLD	儀錶會進入「輕觸保留」功能。(如需詳細資訊，請參閱第 3 章的「輕觸保留功能 (HOLD)」。)當儀錶已經處於「輕觸保留」時，若傳送 HOLD，則會強制讀取，並將其顯示在顯示螢幕上。																																																
HOLDCLR	儀錶會退出「輕觸保留」並將顯示螢幕復原為一般操作。																																																
HOLDTHRESH <臨界值>	將 HOLD 測量臨界值設定為 <臨界值>。 <臨界值> 必須為 1、2、3 或 4 (分別表示 0.01 %、0.1 %、1 % 或 10 %)。其他任何值都會產生「執行錯誤」。如需詳細資訊，請參閱第 3 章的「輕觸保留功能 (HOLD)」。																																																

表 4-10 • 功能調節器指令與查詢 (續)

指令	說明
HOLDTHRESH?	儀錶會傳回「輕觸保留」<臨界值> (1、2、3 或 4)。如需詳細資訊，請參閱第 3 章的「輕觸保留功能 (HOLD)」。
MAX	儀錶會在目前讀數為最大值的情況下進入最大調節器。如果已在最大調節器中，儀錶會顯示最大值。在最大調節器中，自動調整會停用。如需詳細資訊，請參閱第 3 章的「最小 / 最大調節器 (MIN MAX)」。
MAXSET <數值>	儀錶會在 <數值> 為最大值的情況下進入最大調節器。 <數值> 可以是帶正負號的整數、帶正負號的無指數實數或帶正負號的含指數實數。自動調整會停用。如需詳細資訊，請參閱第 3 章的「最小 / 最大調節器 (MIN MAX)」。 如果 <數值> 超出測量範圍，會產生「執行錯誤」。
MIN	儀錶會在目前讀數為最小值的情況下進入最小調節器。如果已在最小調節器中，儀錶會顯示最小值。在最小調節器中，自動調整會停用。如需詳細資訊，請參閱第 3 章的「最小 / 最大調節器 (MIN MAX)」。
MINSET <數值>	儀錶會在 <數值> 為最小值的情況下進入最小調節器。 <數值> 可以是帶正負號的整數、帶正負號的無指數實數或帶正負號的含指數實數。自動調整會停用。如需詳細資訊，請參閱第 3 章的「最小 / 最大調節器 (MIN MAX)」。 如果 <數值> 超出測量範圍，會產生「執行錯誤」。
MNMX	儀錶會在目前讀數為最小與最大值的情況下進入最小 / 最大調節器。如果已經在最小 / 最大調節器中，儀錶會顯示最新的最小或最大值。在最小 / 最大調節器中，自動調整會停用。如需詳細資訊，請參閱第 3 章的「最小 / 最大調節器 (MIN MAX)」。 在已選取最小 / 最大調節器的情況下，您可以在顯示最小與最大讀數之間切換，而不會遺失已儲存的最小與最大值。
MNMXSET <數字 1、數字 2>	儀錶會在 <數字 1> 為最大值且 <數字 2> 為最小值的情況下進入最小 / 最大調節器。 <數字 1> 與 <數字 2> 可以是帶正負號的整數、帶正負號的無指數實數或帶正負號的含指數實數。自動調整會停用。如需詳細資訊，請參閱第 3 章的「最小 / 最大調節器 (MIN MAX)」。 如果 <數字 1> 或 <數字 2> 超出測量範圍，會產生「執行錯誤」。
MMCLR	儀錶會退出最小 / 最大調節器。儲存的最小與最大值會遺失，並且儀錶會回到調整模式以及在選取最小 / 最大調節器之前已選取的範圍。

表 4-10. 功能調節器指令與查詢 (續)

指令	說明
MOD?	儀錶會傳回數值，以指示正在使用中的調節器，其中 1 = 最小；2 = 最大；4 = 保留；8 = dB；16 = dB 功率；32 = REL；64 = COMP。 如果已選取多個調節器，則傳回的值會等於所選調節器的值的總和。例如，如果已選取 dB 與 REL，便會傳回 40。
REL	儀錶會在主要顯示螢幕顯示的值為相對基準時，使用該值進入相對讀數調節器 (REL)。自動調整會停用。如需詳細資訊，請參閱第 3 章的「相對讀數調節器 (REL)」。
RELCLR	儀錶會退出 REL 調節器並會回到調整模式以及在選取 REL 之前已選取的範圍。
RELSET <相對基準>	儀錶會在 <相對基準> 為偏移 <相對基準> 值時，使用該值進入 REL 調節器。 <相對基準> 可以是帶正負號的整數、帶正負號的無指數實數或帶正負號的含指數實數。自動調整會停用。 如果 <相對基準> 超出測量範圍，會產生「執行錯誤」。如需詳細資訊，請參閱第 3 章的「相對讀數調節器 (REL)」。
RELSET?	儀錶會傳回 <相對基準>。如果尚未選取相對調節器，會產生「執行錯誤」。

範圍與測量率指令與查詢

表 4-11 說明範圍與測量率指令與查詢。在自動調整模式中，儀錶會自動為每個讀數選取範圍。在手動調整模式中，使用者會選取固定範圍。

表 4-11. 範圍與測量率指令與查詢

指令	說明
AUTO	儀錶會進入主要顯示螢幕上的自動調整模式。如果無法選取自動調整模式 (如果已選取 REL、MIN MAX 或二極體/連續性測試)，會產生「執行錯誤」。
AUTO?	如果儀錶位於自動調整中，會傳回 1；如果不位於自動調整中，則會傳回 0。
FIXED	儀錶會退出主要顯示螢幕上的自動調整，並進入手動調整。目前範圍會變成所選範圍。

表 4-11。範圍與測量率指令與查詢 (續)

指令	說明																																																
RANGE <值範圍>	<p>將主要顯示螢幕設定為 <值範圍>，其中 <值範圍> 是表 4 中「範圍值」欄的數字，與適用的功能範圍 (電壓、歐姆、電流等) 相對應。</p> <p style="text-align: center;">表4-11A. 每個功能的範圍</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>範圍值</th> <th>電壓範圍</th> <th>歐姆範圍</th> <th>交流電流</th> <th>頻率範圍</th> <th>直流電流</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>200 mV</td> <td>200 Ω</td> <td>20 mA</td> <td>2 kHz</td> <td>200 μA</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2 V</td> <td>2 kΩ</td> <td>200 mA</td> <td>20 kHz</td> <td>2000 μA</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>20 V</td> <td>20 kΩ</td> <td>2 A</td> <td>200 kHz</td> <td>20 mA</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>200 V</td> <td>200 kΩ</td> <td>10 A</td> <td>1000 kHz</td> <td>200 mA</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1000 V dc^[1]</td> <td>2 MΩ</td> <td>不適用</td> <td>不適用</td> <td>2 A</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>不適用</td> <td>20 MΩ</td> <td>不適用</td> <td>不適用</td> <td>10 A</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>不適用</td> <td>100 MΩ</td> <td>不適用</td> <td>不適用</td> <td>不適用</td> </tr> </tbody> </table> <p>[1] 1000 V dc、750 V ac</p>	範圍值	電壓範圍	歐姆範圍	交流電流	頻率範圍	直流電流	1	200 mV	200 Ω	20 mA	2 kHz	200 μA	2	2 V	2 kΩ	200 mA	20 kHz	2000 μA	3	20 V	20 kΩ	2 A	200 kHz	20 mA	4	200 V	200 kΩ	10 A	1000 kHz	200 mA	5	1000 V dc ^[1]	2 MΩ	不適用	不適用	2 A	6	不適用	20 MΩ	不適用	不適用	10 A	7	不適用	100 MΩ	不適用	不適用	不適用
範圍值	電壓範圍	歐姆範圍	交流電流	頻率範圍	直流電流																																												
1	200 mV	200 Ω	20 mA	2 kHz	200 μA																																												
2	2 V	2 kΩ	200 mA	20 kHz	2000 μA																																												
3	20 V	20 kΩ	2 A	200 kHz	20 mA																																												
4	200 V	200 kΩ	10 A	1000 kHz	200 mA																																												
5	1000 V dc ^[1]	2 MΩ	不適用	不適用	2 A																																												
6	不適用	20 MΩ	不適用	不適用	10 A																																												
7	不適用	100 MΩ	不適用	不適用	不適用																																												
RANGE1?	傳回主要顯示螢幕上目前選取的範圍。																																																
RANGE2?	傳回次要顯示螢幕上目前選取的範圍。如果次要顯示螢幕停用，會產生「執行錯誤」。																																																
RATE <速度>	<p>將測量率設定為 <速度>，其中 <速度> 為 S (慢) (2.5 個讀數/秒)、M (中) (20 個讀數/秒) 或 F (快) (100 個讀數/秒)。</p> <p>可以用大寫或小寫的方式輸入 S、M 與 F。輸入其他 <速度> 項目會產生「執行錯誤」。</p>																																																
RATE?	傳回 <速度>，其中 S 表示慢 (2.5 個讀數/秒)、M 表示中 (20 個讀數/秒) 或 F 表示快 (100 個讀數/秒)。																																																

測量查詢

表 4-12 說明顯示在主要和/或次要顯示螢幕上的測量查詢。

表 4-12. 測量查詢

指令	說明
MEAS1?	儀錶會在下一個觸發測量完成之後，傳回主要顯示螢幕上顯示的值。
MEAS2?	儀錶會在下一個觸發測量完成之後，傳回次要顯示螢幕上顯示的值。如果次要顯示螢幕關閉，會產生「執行錯誤」。
MEAS?	<p>如果兩個顯示螢幕都開啓，儀錶會在下一個觸發測量完成之後，以所選格式傳回兩個顯示螢幕上顯示的值。(請參閱表 4-15 中的 FORMAT 指令。)如需每個格式的資訊，請參閱以下範例：</p> <p>格式 1 的範例：+1.2345E+0,+6.7890E+3<CR><LF></p> <p>格式 2 的範例：+1.2345E+0 VDC, +6.7890E+3 ADC<CR><LF></p> <p>如果次要顯示螢幕未開啓，MEAS? 會等於 MEAS1?</p> <p>請注意：如果 MEAS 用於外部觸發 (TRIGGER 2 到 TRIGGER 5)，會取得無法預期的結果。</p>
VAL1?	儀錶會傳回主要顯示螢幕上顯示的值。如果主要顯示螢幕為空白，會傳回下一個觸發測量。
VAL2?	儀錶會傳回次要顯示螢幕上顯示的值。如果次要顯示螢幕為空白，會傳回下一個觸發測量。如果次要顯示螢幕關閉，會產生「執行錯誤」。
VAL?	<p>如果兩個顯示螢幕都開啓，儀錶會以所選格式傳回兩個顯示螢幕上顯示的值。(請參閱表 4-15 中的 FORMAT 指令。)如需每個格式的資訊，請參閱以下範例：</p> <p>格式 1 的範例：+1.2345E+0,+6.7890E+3<CR><LF></p> <p>格式 2 的範例：+1.2345E+0 VDC, +6.7890E+3 ADC<CR><LF></p> <p>如果次要顯示螢幕未開啓，VAL 會等於 VAL1。如果顯示螢幕為空白，會傳回該顯示螢幕 (或兩個顯示螢幕) 上的下一個觸發測量。</p>

比較指令與查詢

表 4-13 說明比較指令與查詢。這些指令可讓儀錶判斷測量是否高於、低於，或位於指定範圍內。這些指令與前面板上的 **COMP**、 與  相對應。

表 4-13. 比較指令與查詢

指令	說明
COMP	儀錶會進入比較 (COMP) 功能。「輕觸保留」會自動開啓。(可以使用 HOLDCLR 指令關閉「輕觸保留」。)
COMP?	如果最後一個 COMP 測量讀數超過比較範圍的上限，儀錶會傳回 HI；如果低於比較範圍的下限，會傳回 LO；如果位於比較範圍內，會傳回 PASS；或者如果測量尚未完成，會傳回破折號 (—)。
COMPCLR	儀錶會退出比較功能 (與「輕觸保留」(若已選取))，並將顯示螢幕復原為一般操作。
COMPHI <高值>	將 HI 比較 (COMP) 值設定為 <高值>。 <高值> 可以是帶正負號的整數、帶正負號的無指數實數或帶正負號的含指數實數。
COMPLO <低值>	將 LO 比較 (COMP) 值設定為 <低值>。 <低值> 可以是帶正負號的整數、帶正負號的無指數實數或帶正負號的含指數實數。
HOLDCLR	儀錶會退出「輕觸保留」並將顯示螢幕復原為一般操作，但不會退出比較功能。

觸發組態指令

表 4-14 說明可以設定及傳回觸發組態的觸發組態指令。

表 4-14. 觸發組態指令

指令	說明
TRIGGER <類型>	將觸發組態設定為 <類型>，其中 <類型> 是表 4-3 中「類型」欄位的數字，與適用的觸發、後觸發與穩定延遲相對應。如果輸入的 <類型> 不在 1 到 5 之間，會產生「執行錯誤」。 觸發測量前，若輸入訊號不穩定，請選擇啓用穩定延遲 (觸發類型 3 或 5) 的觸發類型。表 4-3 中提供典型穩定延遲。
TRIGGER?	傳回由 TRIGGER 指令所設定的觸發類型。

其他指令與查詢

表 4-15 說明其他指令與查詢。

表 4-15. 其他指令與查詢

指令	說明
^C (CONTRL C)	導致 =><CR><LF> 輸出。
FORMAT <格式>	將輸出 <格式> 設定為 1 或 2。 格式 1 會輸出不含測量單位 (VDC、ADC、OHMS 等) 的測量值。 格式 2 會輸出含測量單位的測量單位。(請參閱表 4-16。)格式 2 主要用於 RS-232 僅列印模式。
FORMAT?	傳回使用中的格式 (1 或 2)。
PRINT <速率>	設定列印模式的列印速率。請參閱表 4-2。
SERIAL?	傳回儀錶的序號。

表 4-16. 格式 2 的測量單位輸出

測量功能	單位輸出
直流伏特	VDC
交流伏特	VAC
直流電安培	ADC
交流電安培	AAC
電阻	OHMS
頻率	HZ
二極體	VDC
連續性測試	OHMS

RS-232 遠端 / 本機組態

表 4-17 說明 RS-232 遠端與本機組態指令，這些指令可與 RS-232 介面搭配使用，以設定儀錶的遠端/本機組態。只有在啓用 RS-232 介面的情況下，這些指令才有效。

表 4-17. 遠端/本機組態指令

指令	說明
REMS	將儀錶置於遠端 (REMS) 狀態模式下，且不會鎖定前面板。 Remote 會顯示在顯示螢幕上。
RWLS	將儀錶置於遠端鎖定狀態 (RWLS) 下，且鎖定前面板。 Remote 與  會顯示在顯示螢幕上。處於 RWLS 時，前面板的所有按鈕都會停用。
LOCS	將儀錶置於本機狀態 (LOCS) 模式下，且不鎖定。前面板的所有按鈕都會啓用。
LWLS	將儀錶置於本機鎖定狀態 (LWLS) 模式下。前面板的所有按鈕都會停用。  會顯示在顯示螢幕上。

RS-232 儲存 / 叫出系統組態

表 4-18 說明 RS-232 儲存/叫出系統組態指令，這些指令可與 RS-232 介面搭配使用，以設定儀錶的遠端/本機組態。

表 4-18. 儲存 / 叫出系統組態指令

指令	說明
Save <位置>	將目前執行的工作狀態儲存到 <位置> 中，其中 <位置> 爲 1 到 6。
Call <位置>	從 <位置> 叫出工作狀態，其中 <位置> 爲 1 到 6。

使用 RS-232 電腦介面的樣本程式

圖 4-4 爲加上註解的 BASIC A 程式，它是一個針對電腦編寫的程式，示範儀錶如何與 RS-232 電腦介面搭配使用。

```

10 ' EXAMPLE.BAS          The program to record magnitude and frequency data
11 '                    - initialize RS-232 communication and set up F45 emulation
12 '                    - check command acceptance by F45
13 '                    - display and record measurement data in 'TESTDATA.PRN'
100 CLS : KEY OFF
110 RESULTS = ""         ' Define data input
120 PROMPTS = ""        ' Define string to hold command completion prompt
130 CMDS = ""           ' Define string to hold command to Fluke 45
140 INS = ""            ' Define input string
150 ESCS = CHR$(27)     ' Define program termination command string
160 COUNT = 0          ' Initialize number of readings
200 '
201 ' Open                port 9600 Baud, no parity, 8 bit data,
202 ' ignore Clear to Send, Data Set Ready, Carrier Detect
210 OPEN "com1:9600,n,8,,cs,ds,cd" AS #1
220 IF ERRORCODE <> 0 THEN PRINT "ERROR - Could not open com1:" : END
221 '
230 OPEN "testdata.prn" FOR OUTPUT AS #2      ' Open data file
231 '
232 ' Set up F45:
233 ' "rems"          Put F45 into Remote mode
234 ' "vac"           Primary measurement is Volts AC
235 ' "dB"           Add decibels modifier to primary measurement
236 ' "freq2"        Secondary display measurement to be frequency
237 ' "format 1"     Data to be formatted without units
240 CMDS = "rems; vac; db; freq2; format 1"
250 GOSUB 1000      ' Send command and get response
300 '
310 LOCATE 1, 1 : PRINT "Program to record Magnitude and Frequency data."
320 LOCATE 12, 15 : PRINT "Magnitude/Frequency: ";
330 LOCATE 25, 10 : PRINT "Press any key to record          Press ESC key to exit";
331 '
340 WHILE INS <> ESCS
350 PRINT #1, "meas?"          ' Request next measurement results
360 ECHOS = INPUT$(LEN("meas?")+2, #1) ' Discard echoed command string
370 LINE INPUT #1, RESULTS    ' Get the measurements
380 PROMPTS = INPUT$(5, #1)   ' Get the prompt + trailing <LF>
390 LOCATE 12, 36 : PRINT RESULTS; ' Print the measurement result
400 INS = INKEY$              ' Read the keyboard buffer
401 ' If a key has been pressed, record the data
410 IF INS = "" OR INS = ESCS THEN GOTO 450
420 PRINT #2, RESULTS        ' Store data in Lotus ".PRN" format
430 COUNT = COUNT + 1       ' Increment number of readings
440 LOCATE 13, 32 : PRINT COUNT; " Readings recorded";
441 ' ENDIF
450 WEND
460 LOCATE 14, 1 : PRINT "Test Complete - Data stored in 'TESTDATA.PRN'";
470 CLOSE #1, #2
480 KEY ON
490 END
1000 ' Subroutine: Command_check
1002 ' Reads and discards echoed commands and checks for error response prompt
1003 ' The possible command responses are:
1004 ' "=><CR><LF>" (command successful)
1005 ' "?><CR><LF>" (command syntax error)
1006 ' "!><CR><LF>" (command execution error)
1007 '
1010 PRINT #1, CMDS
1020 ECHOS = INPUT$(LEN(CMDS)+2, #1) ' Discard echoed command string
1030 PROMPTS = INPUT$(4, #1)        ' Get prompt
1040 IF INSTR(1, PROMPTS, "=>") <> 0 THEN RETURN ' Command successful
1050 IF INSTR(1, PROMPTS, "?>") <> 0 THEN PRINT "Command syntax!!"
1060 IF INSTR(1, PROMPTS, "!>") <> 0 THEN PRINT "Command failure!!"
1070 PRINT "Program execution Halted"
1080 END

```

圖 4-4. RS-232 電腦介面的樣本程式

gdb23f.eps

附錄

附錄	標題	頁
A	應用項目.....	A-1
B	2X4 測試導線.....	B-1

附錄 A

應用項目

簡介

本章說明可以協助您有效使用儀錶的一些應用項目。這些應用項目假設您已熟悉儀錶的基本操作，且對電子學有基本瞭解。您不需要對電路有太深入的瞭解。

使用雙重顯示螢幕

有效並巧妙地使用雙重顯示螢幕可顯著增強您的測試與測量能力。雙重顯示螢幕可讓您對共同輸入訊號進行兩種測量，而過去您必須使用兩個儀錶或進行一系列測量。

若要瞭解使用雙重顯示螢幕取得一個訊號的兩個讀數有多麼容易，請執行以下範例程序來測量線路電源的電壓與頻率。

1. 按下儀錶。
2. 將測試導線插到 **INPUT V Ω**  **HI** 與 **LO** 端子。
3. 按 **AC V** 來選取主要顯示螢幕的交流電壓。
4. 按 **SHIFT** ，然後按 **FREQ** 來選取次要顯示螢幕的頻率。
5. 將測試導線探棒插到牆壁插座中。將會出現類似圖 A-1 的顯示螢幕。實際顯示取決於當地電源供應。

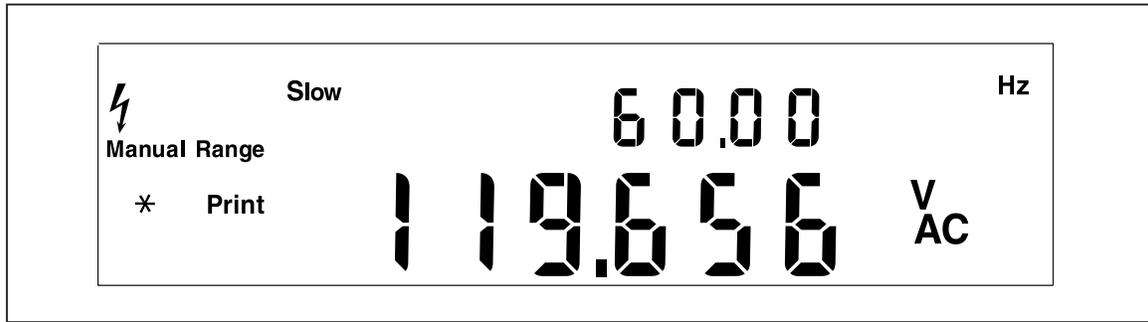


圖 A-1.顯示交流電壓與頻率之雙重顯示螢幕範例

eue25.eps

使用組合的測量功能

雙重顯示螢幕可讓您顯示所測量輸入訊號的測量選取組合。允許的內容組合顯示在表 A-1 中。

只能夠在主要顯示螢幕中進行電壓 (直流 + 交流) 均方根或電流 (直流 + 交流) 均方根的測量。進行 (直流 + 交流) 測量時，無法選取次要顯示螢幕的其他功能。

使用相對讀數、最小/最大，及/或「輕觸保留」功能調節器，可以新增其他組合的雙重讀數。

表 A-1.允許的測量組合

		主要功能					
		DC V	AC V	DC I ^[1]	AC I	頻率	歐姆
次要功能	DC V	X	X	X	X		
	AC V	X	X	X	X	X	
	DC I	X	X	X	X		
	AC I	X	X	X	X		
	頻率		X			X	
	歐姆						X

儀錶如何進行雙重顯示螢幕測量

當儀錶處於雙重顯示螢幕模式時 (主要與次要顯示螢幕皆為開啓狀態)，儀錶會以下列其中一種方式進行測量並更新顯示螢幕：(1) 它會進行單一測量並使用該測量更新主要與次要顯示螢幕；或 (2) 它會使用個別測量更新每個顯示螢幕。

使用單一測量更新主要與次要顯示螢幕

只有當主要與次要顯示螢幕的測量功能都相同時，儀錶才會進行測量，並使用該測量來更新主要與次要顯示螢幕。

例如，將「輕觸保留」(自動調整啓用時) 套用至主要顯示螢幕上的測量功能，且次要顯示螢幕也選取相同功能時，儀錶才會進行測量。

如果直流電壓測量的相對讀數顯示在主要顯示螢幕中，且直流電壓本身顯示在次要顯示螢幕中，儀錶將會進行單一測量，並使用該測量更新主要與次要顯示螢幕。

使用個別測量更新主要與次要顯示螢幕

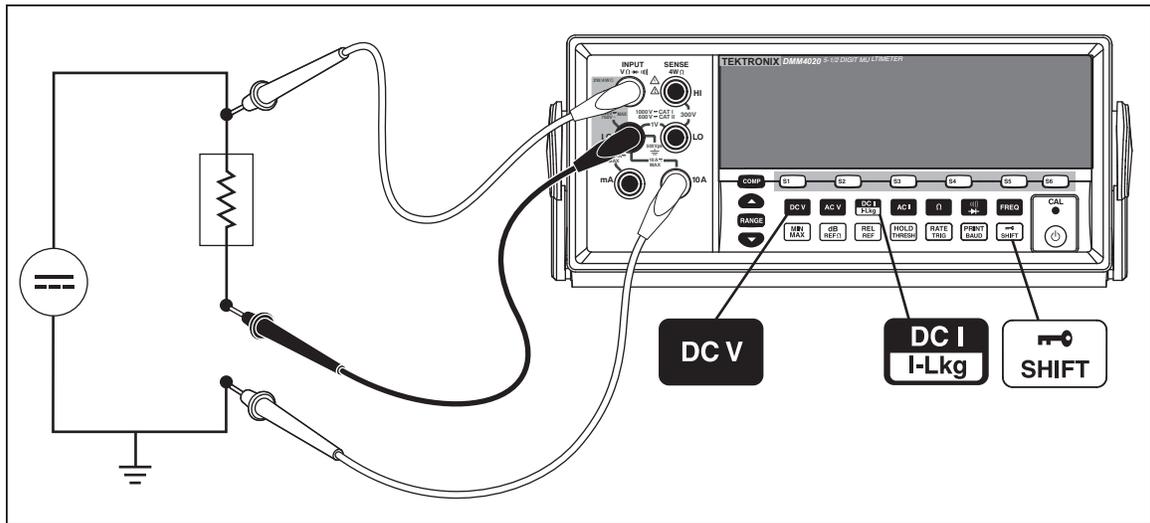
如果主要顯示螢幕中的測量功能與次要顯示螢幕不同，儀錶會使用個別測量更新每個顯示螢幕。

使用雙重顯示螢幕測量電壓與電流

表中列出的大多數應用項目 A-2 皆可使用連接至 **INPUT VΩ** 與 **HI** 與 **LO** 端子的單組測試導線來執行。不過，測量輸入訊號的電壓與電流需要三條導線。請務必確保電壓與電流測量共用相同的共模，如圖 A-2 所示。然後，如果您要在不使用電流鉗夾的情況下進行正常的電流測量，只須遵守以下預防措施即可。

表 A-2. 取樣重雙顯示螢幕應用項目

主要顯示螢幕	次要顯示螢幕	應用項目
直流伏特	交流伏特	<ul style="list-style-type: none"> • 監測電源供應的直流位準與交流漣波 疑難排解放大器電路問題
直流伏特	直流電流	<ul style="list-style-type: none"> • 檢查電源供應負載法規 • 監測 UUT 電流消耗與電路電壓 • 監測迴路電流與發射器之間的電壓降壓
直流伏特	交流電流	<ul style="list-style-type: none"> • 線路與負載法規測試 • 直流/交流或交流/直流轉換器
交流伏特	直流電流	<ul style="list-style-type: none"> • 線路與負載法規測試 • 直流/交流或交流/直流轉換器
交流伏特	交流電流	<ul style="list-style-type: none"> • 線路與負載法規測試 • 變壓器 (磁路) 飽和
交流伏特	頻率	<ul style="list-style-type: none"> • 針對線路電壓與交流訊號分析來測量交流振幅與頻率 • 測量放大器的頻率回應 • 調整交流馬達控制 • 讀取通訊應用項目中的雜訊 • 調整可攜式電源產生器來最佳化電源輸出 • 設定網路的頻率補償
直流電流	交流電流	<ul style="list-style-type: none"> • 測量切換電源供應的漣波與直流電流消耗 • 測量用於電源供應之保護性保險絲電阻器中的電流消耗 • 測量線路上的漣波與雜訊
MN MX	實際值	<ul style="list-style-type: none"> • 顯示記錄的最小或最大值，以及目前測量值
REL	實際值	<ul style="list-style-type: none"> • 顯示實際測量值及該值與相對基準之間的差額。
REL	電阻	<ul style="list-style-type: none"> • 選取及排序電阻器。(另請參閱第 3 章的「使用比較功能」。)
HOLD	實際值	<ul style="list-style-type: none"> • 顯示實際測量值，並保留主要顯示螢幕上先前穩定的測量



gdb27.eps

圖 A-2.輸入訊號上的直流電壓與直流電流測量

從儀錶內部測量電路到 LO 端子 (在前面板上) 的導線與用於電壓及電流測量的導線相同。此導線的電阻大約為 .003 歐姆。因此，若正在測量電流，將會在兩種電路都很常見的電阻中發生電壓降。當將這個內部電阻從 COM 輸入端子新增至導線的外部電阻時，將會影響電壓讀數的準確度。例如，如果外部導線電阻為 .007 歐姆，「總」共同電阻即為 .010 歐姆。如果有 1 A 電流，電壓讀數會受以下項目影響：

$$(1 \text{ A} \times .01 \text{ 歐姆}) = .01 \text{ V 或 } 10 \text{ mV}。$$

視情況而定，這點可能很重要。

如果您想要測量主要顯示螢幕中輸入訊號上的直流電壓與次要顯示螢幕中的直流電流，請依下列方式繼續：

1. 開啟儀錶。
2. 按 **DCV** 以選取主要顯示螢幕的直流電壓功能。
3. 按 **SHIFT**，然後按 **DC I I-Lkg** 以選取次要顯示螢幕的直流電流功能。
4. 如圖 **Error! Reference source not found.** 所示將導線連接至測試電路，並讀取顯示螢幕上的測量值。雖然電流會顯示為負，但是實際上按照電流流向慣例解讀時，它為正。

回應時間

回應時間是輸入變更到顯示這項變更之間的時間。儀錶的回應時間取決於許多因素：選取的測量功能、進行的測量次數 (只使用主要顯示螢幕時的單一測量，或使用主要與次要顯示螢幕時的兩種測量)、輸入位準、範圍類型 (自動調整或手動調整)、測量速率 (慢、中或快)，以及是否混合測量類型。(測量為交流類型 [交流伏特或安培] 或直流類型 [其他所有類型])。

單一測量的一般回應時間顯示在表 A-3 中。對於單一測量，會在找到正確範圍後立即顯示結果。不過，需要額外時間來完全穩定測量，以讓顯示的結果符合儀錶的準確度規格。「穩定延遲」視主要與次要顯示螢幕之間的差異而有所不同。

當交流與直流類型測量混合時，穩定延遲較長。混合的交流與直流測量範例為直流伏特與交流安培，以及交流伏特與直流安培。穩定時間列在表 A-4 中。

雙重顯示螢幕模式中的更新速率

更新速率是穩定狀態訊號連續測量之間的時間。在雙重顯示螢幕模式中 (主要與次要顯示螢幕都開啓時)，如果選取不同的主要及次要顯示螢幕的測量功能或範圍，則只有在主要顯示螢幕開啓時，每個測量功能的更新速率才會與該測量功能的更新速率有所不同。

次要顯示螢幕開啓時，儀錶始終會在變更範圍或功能之後終等待測量完全穩定，然後才顯示讀數。延遲量取決於針對主要與次要顯示螢幕選取的功能與範圍，如表 A-4 所示。

表 A-5 列出當主要與次要顯示螢幕的測量功能或範圍有差異時，測量之間的間隔。這些間隔視測量功能、範圍、測量速率 (慢、中或快)，及測量類型 (混合或非混合的交流與直流類型測量) 而有所不同。

表 A-3. 典型單一測量回應時間 (秒)

測量功能	慢速		中速		快速	
	自動範圍 ^[1]	單一範圍 ^[2]	自動範圍 ^[1]	單一範圍 ^[2]	自動範圍 ^[1]	單一範圍 ^[2]
 DC V	1.2	0.4	0.7	0.1	0.5	0.05
 AC V	1.2	0.2	0.7	0.1	0.5	0.05
 DC I <small>ILkg</small>	1.4	0.4	0.8	0.1	0.6	0.05
 AC I	1.0	0.2	0.6	0.1	0.5	0.05
 Ω	3.2	0.4	1.8	0.2	1.1	0.10
	不適用	不適用	不適用	不適用	不適用	不適用
 FREQ	1.2	0.4	0.72	0.18	0.56	0.14

[1] 從最低到最高範圍自動調整新測量並顯示結果的時間。
[2] 變更為下一個較高或較低範圍並顯示結果的一般時間。

表 A-4. 典型穩定延遲 (秒)

測量功能	範圍	穩定延遲		
		慢	中	快
 DC V	全部	0.2	0.05	0.05
 AC V	全部	0.5	0.05	0.05
 DC I <small>ILkg</small>	全部	0.2	0.3	0.0
 AC I	全部	0.5	0.2	0.2
 Ω	全部	0.2	0.5	0.5
	不適用	不適用	不適用	0.05
 FREQ	不適用	0.5	0.2	0.2

表 A-5. 雙重顯示螢幕測量的一般測量間隔 (秒)

測量功能	範圍	慢	中	快
 DC V	全部	1.2	1.0	0.9
 AC V	全部	1.0	0.85	0.8
 DC I	全部	1.2	1.0	0.9
 AC I	全部	1.0	0.85	0.8
 Ω	不適用	不適用	不適用	不適用
	不適用	不適用	不適用	不適用
 FREQ	不適用	不適用	不適用	不適用

外部觸發

外部觸發可在使用或沒有使用穩定延遲的情況下使用，如表 A-4 中所示。(如需關於觸發類型的資訊，請參閱表 4-3。) 觸發延遲量視主要與次要顯示螢幕之間的差異而有所不同，如前一節中所述。

啓用外部觸發時，儀錶會根據當時的輸入決定主要與次要 (若已啓用) 顯示螢幕的範圍。儀錶已準備好在接收觸發後立即開始在最佳範圍上測量輸入。如果輸入產生變更，以致任一顯示螢幕在接收到觸發後自動調整，則在顯示每一個測量結果之前，可能需要自動調整回應時間 (如表 A-3 中所示)。

後面板觸發輸入對邊緣敏感。會將由低到高的脈衝 (+3 V 以上) 辨識為少於 3 ms 的觸發。

熱效電壓

熱效電壓是不同金屬之間接合處產生的熱伏特電位。熱效電壓通常出現在結合接線端上，且可能大於 1 μ V。進行低位準直流測量時，熱效電壓可能會出現其他錯誤來源。

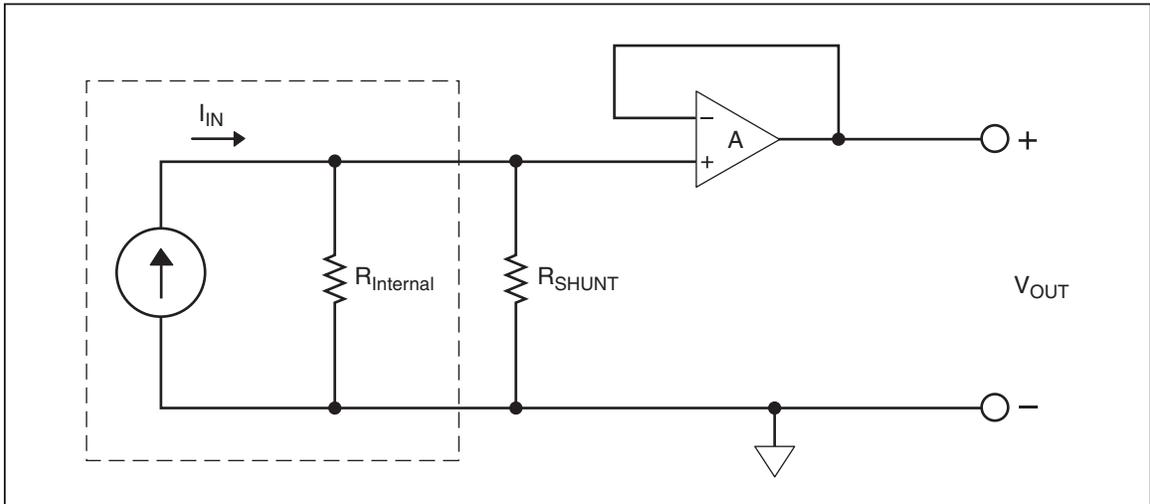
熱效電壓也可能導致低歐姆範圍發生問題。部分低阻值電阻器由不同金屬建構而成。處理這些電阻器即可能導致熱效電壓大到足以引發測量錯誤。

請使用下列技巧來降低熱效電壓的影響：

1. 在可能的情況下使用相同金屬連接 (例如，銅對銅，金對金等)。
2. 使用緊密連接。
3. 使用清潔的連接 (特別是不要有油脂與灰塵)。
4. 處理測試中電路時，請特別注意。
5. 等待電路達到熱平衡。(只有溫度梯度存在時才會產生熱效電壓。)

測量低位準電流

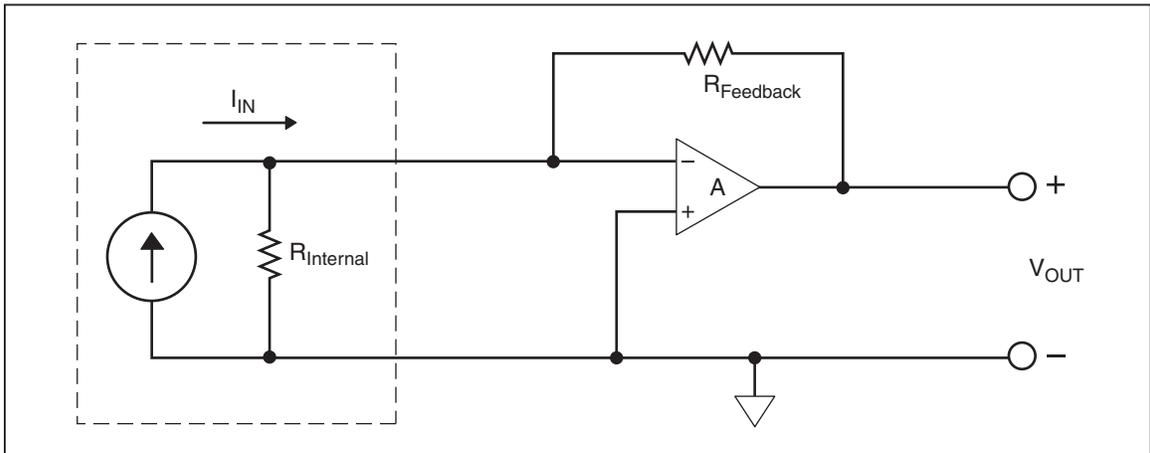
對許多應用項目而言，取得低位準電流測量中的最大準確度至關重要。例如，若要判定電池需要多少充電時間，先判定電池操作裝置在其待機模式下的電流漏電狀況，便顯得很重要。傳統的多功能儀錶使用如圖 A-3 中所示的分流方法進行這些測量。分流電阻器會將要測量的電流轉換為電壓，此電壓稱為負荷電壓。由於電流來源的內部阻抗平行於分流電阻器，通過分流電阻器的電流比實際值要小，因此導致出現錯誤。



eue28.eps

圖 A-3. 低位準電流測量的分流方法

另一種低電流測量方法是如圖 A-4 中所示的回饋電阻器方法。回饋電阻器會將要測量的電流轉換為電壓。高增益運算放大器強制使負荷電壓值幾乎為零，因此可減少與簡單分流測量方式相關聯的錯誤。儀錶中使用的零負荷電壓測量方法可提供更準確之測量低位準 (漏電) 電流的方法。



eue29.eps

圖 A-4. 零負荷電壓低位準電流測量

附錄 B

2X4 測試導線

簡介

選購的 Tektronix TL705 測試導線將 HI-HI 感測與 LO-LO 感測測試導線合併為一條纜線，以使 4 線歐姆測量更為容易。儀錶的 **輸入 HI (高)** 與 **LO (低)** 插座由兩個接觸點組成。其中一個接觸點連接到 HI (高) 或 LO (低) 輸入電路，另一個接觸點則連接到感測輸入電路。2x4 測試導線跟輸入插座一樣也有兩個對齊輸入插座接觸點的接觸點，以提供四線連接。

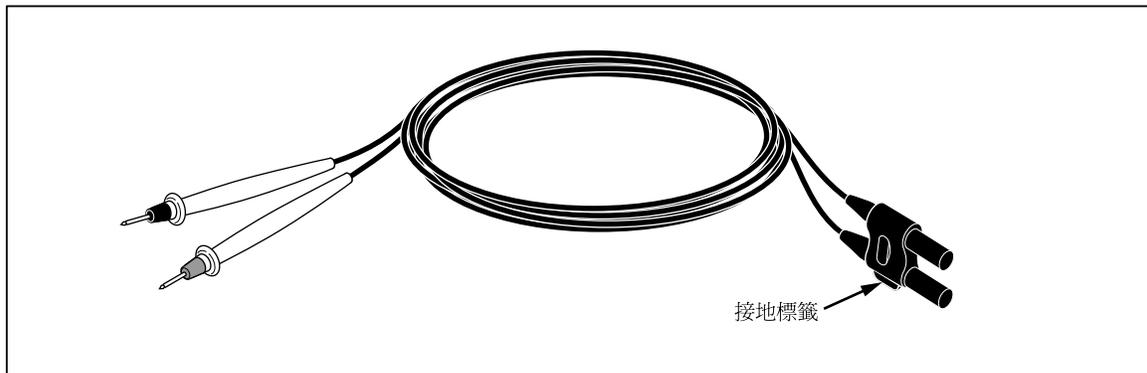


圖 B-1.2X4 線測試導線

Gen061.eps

⚠️⚠️ 警告

為避免電擊以及可能對儀錶造成損壞，請使用本手冊指定的 **2X4 線** 測試導線。使用測試導線之前，請先檢查測試導線。如果絕緣體損壞或金屬外露，則請勿使用導線。檢查測試導線的連續性。使用儀錶前先更換損壞的測試導線。

索引

—F—

Fluke 45 模擬模式, 2-10

—R—

RS-232 針腳輸出, 3-17

—S—

Shift 按鈕：次級操作, 3-21

—二—

二極體測試, 3-15

—使—

使用文件, 1-11

—保—

保固, 1-14

保險絲：線路電源, 2-4

保險絲：電流輸入, 2-5

—儲—

儲存儀錶, 2-3

—前—

前面板功能, 3-4

—功—

功能鍵, 3-24

—安—

安全性：一般安全性摘要, 1-3

安全性：符號與術語, 1-4

安全流程, 1-12

安裝於設備機架, 2-9

—後—

後面板功能, 3-8

—手—

手冊, 1-11

—拆—

拆封儀錶, 2-3

—拾—

拾環：取下, 2-8

拾環：調整, 2-8

—校—

校準, 3-25

—清—

清單和數字編輯器, 3-22

清潔儀錶, 2-9

—測—

測量：電壓, 3-9

測量：電流, 3-13

測量：電阻, 3-10

測量：電阻：2 線, 3-11

測量：電阻：4 線, 3-12

測量：頻率, 3-10

—環—

環境注意事項：危險物質之限用, 1-9

環境注意事項：設備回收, 1-9

—相—

相容資訊, 1-7

—線—

線路電壓選取, 2-4

—規—

規格：一般, 1-13

規格：環境, 1-14

規格：電磁, 1-15

—觸—

觸發模式, 3-16

—開—

開啓電源, 2-7

開機組態, 3-25

—阻—

阻抗：參考, 3-19

—附—

附件, 1-13

—電—

電源線類型, 2-7

—顯—

顯示, 3-6