
使用者指南

出版編號 33220-90417 (作為 33220-90407 手冊集訂購)
第 2 版，2003 年 5 月

Copyright © 2003 Agilent Technologies, Inc.

Agilent 33220A 20 MHz 函數 / 任意波形產生器

Agilent 33220A 速覽

安捷倫科技的 33220A 是一高效能的 20 MHz 綜合函數產生器，具有內建式任意波形和脈衝功能。台式功能與系統功能的組合，使這台函數產生器為您今後的測試需求提供了多樣化的解決方案。

方便的攜帶型功能

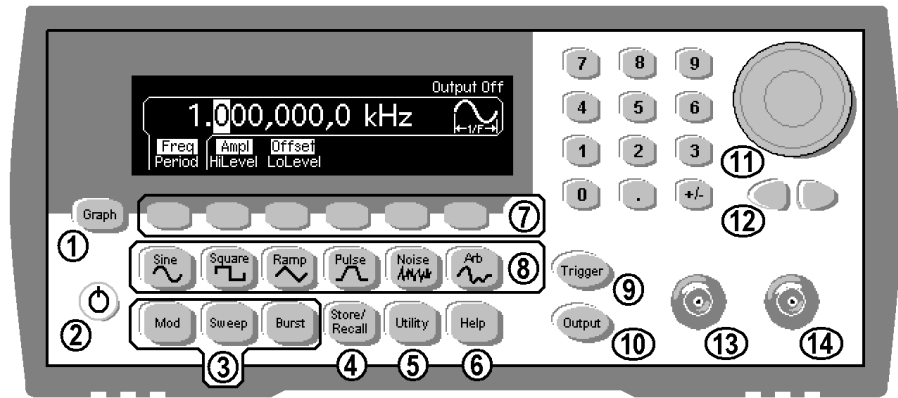
- 10 個標準波形
- 內建式 14 位元 50 MSa/s 的任意波形功能
- 邊緣時間可調整的精確脈衝波形功能
- 液晶顯示屏提供數字和圖形檢視
- 易於使用的旋鈕和數字鍵盤
- 儀器狀態儲存成使用者自定的名稱
- 便於攜帶且具防滑墊的堅硬外殼

有彈性的系統功能

- 4 個可載入的 64K 點任意波形記憶體
- 標準的 GPIB (IEEE-488)、USB 和 LAN 遠端介面
- 與 SCPI (可程式化儀器之標準指令) 相容

註：除非特別指出，否則本手冊適用於所有序號。

面板速覽

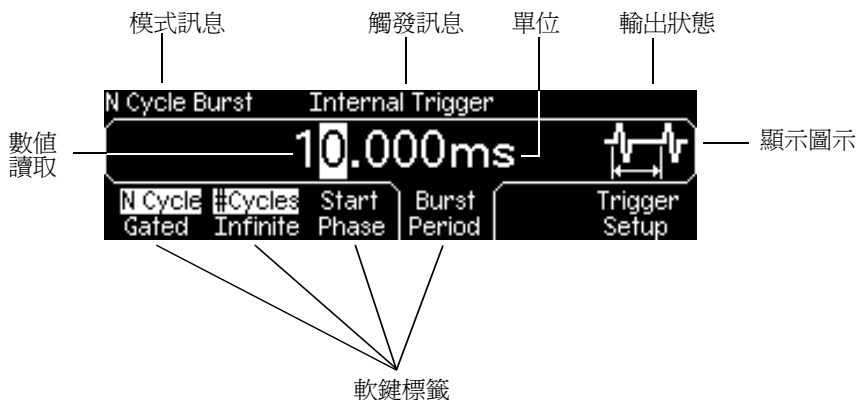


- | | |
|-----------------|---------------------|
| 1 圖形模式 / 本地鍵 | 9 手動觸發鍵 (僅供掃描和叢發使用) |
| 2 開啓 / 關閉開關 | 10 輸出啓用 / 停用鍵 |
| 3 調變 / 掃描 / 叢發鍵 | 11 旋鈕 |
| 4 狀態儲存功能表鍵 | 12 游標鍵 |
| 5 實用程式功能表鍵 | 13 同步連接器 |
| 6 說明功能表鍵 | 14 輸出連接器 |
| 7 功能表操作軟鍵 | |
| 8 波形選擇鍵 | |

註：若想知道任何有關面板按鍵或功能表軟鍵的內容說明，請按下按鍵不要放開。

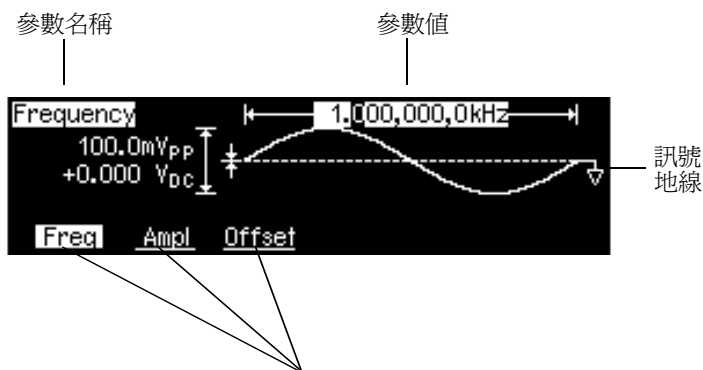
面板顯示屏速覽

功能表模式



圖形模式

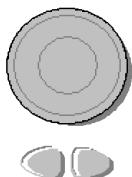
若要進入或離開圖形模式，請按 **Graph** 鍵。



面板數字輸入

您可以使用以下兩種方法的任何一種從面板輸入數字。

使用旋鈕和游標鍵來修改顯示的數字。



1. 使用旋鈕下方的鍵將游標向左或向右移動。
2. 旋轉旋鈕變更數字 (順時針為增加)。

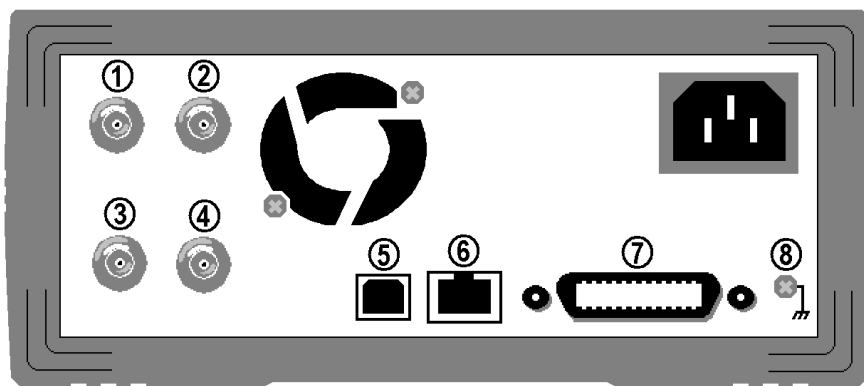
使用數字鍵盤和功能表軟鍵來選取單位。



1. 像使用平常的計算器一樣鍵入數值。
2. 選取一個單位以輸入值。



背板速覽



- | | |
|------------------------------|--------------|
| 1 外部 10 MHz 參考輸入端 (僅限選項 001) | 5 USB 介面連接器 |
| 2 內部 10 MHz 參考輸出端 (僅限選項 001) | 6 LAN 介面連接器 |
| 3 外部調變輸入端 | 7 GPIB 介面連接器 |
| 4 輸入：外部觸發/FSK/叢發閘
輸出：觸發輸出 | 8 底座接地 |

使用 功能表來：

- 選取 GPIB 位址 (請參閱第 2 章)。
- 設定 LAN 介面的網路參數 (請參閱第 2 章)。
- 顯示目前的網路參數 (請參閱第 2 章)。

註：僅在安裝選項 001、外部時間基準參考後，才會有外部和內部 10 MHz 參考輸入端 (上面的 1 和 2)。若沒有安裝，用於這些連接器的孔會被塞住。

警告

為防止觸電，請不要除去電源線上的接地線。如果只有兩孔的插座，則將本儀器的底座接地螺絲 (請參閱上圖) 接到良好的地線。

本書內容

快速入門 第 1 章準備好函數產生器以便使用，並幫助您熟悉一些面板功能。

面板功能表操作 第 2 章簡介面板功能表並描述函數產生器的一些功能表功能。

特色與功能 第 3 章提供本函數產生器性能及操作上的詳細說明。您將發現此章節不管是對您由面板操作本函數產生器或透過遠端介面，都很有幫助。

遠端介面參考 第 4 章包含了參考資料以幫助您透過遠端介面來控制本函數產生器。

錯誤訊息 第 5 章列出當您使用本函數產生器時，可能會出現的錯誤訊息。每個清單都含有可幫助您診斷及解決問題的資訊。

應用程式 第 6 章包含了幾個遠端介面應用程式，來幫助您研發您所要的應用程式。

指導 第 7 章討論基本的訊號產生和調變技巧。

規格 第 8 章列出函數產生器規格。



如果您有任何與 Agilent 33220A 有關的操作問題，美國的客戶請撥打 **1-800-452-4844**，或就近聯絡最靠近您的安捷倫科技銷售辦事處。

假如您的 33220A 在購買後三年內出現故障，安捷倫將會免費修復或換新。美國的客戶請撥打 **1-877-447-7278** (並要求 Agilent Express) 或聯絡您當地的安捷倫科技銷售辦事處。

目錄

第 1 章 快速入門 13

- 快速入門 14
- 準備使用函數產生器 15
- 調整提手 16
- 設定輸出頻率 17
- 設定輸出振幅 18
- 設定直流偏移電壓 20
- 設定高位準值和低位準值 21
- 選取「DC Volts」 22
- 設定方波工作週期 23
- 設定脈衝波形 24
- 檢視波形圖形 25
- 輸出已儲存的任意波形 26
- 使用內建的說明系統 27
- 將函數產生器裝置於機架上 29

第 2 章 面板功能表操作 31

- 面板功能表操作 32
- 面板功能表參考 33
- 選取輸出終端 35
- 重設函數產生器 35
- 輸出調變波形 36
- 輸出 FSK 波形 38
- 輸出 PWM 波形 40
- 輸出頻率掃描 42
- 輸出叢發波形 44
- 觸發掃描或叢發 46
- 儲存儀器狀態 47
- 設定遠端介面 48

第 3 章 特色與功能 53

- 特色與功能 54
- 輸出設定 55
- 脈衝波形 70
- 振幅調變 (AM) 74
- 頻率調變 (FM) 78

相位調變 (PM)	83
頻率移鍵 (FSK) 調變	87
脈衝寬度調變 (PWM)	90
頻率掃描	95
叢發模式	102
觸發	110
任意波形	114
系統相關操作	120
遠端介面組態	128
校正總覽	134
出廠預設設定	137

第 4 章 遠端介面參考 141

遠端介面參考	140
SCPI 指令摘要	141
簡化的程式設計總覽	153
使用 APPLy 指令	155
輸出組態指令	162
脈衝組態指令	174
振幅調變 (AM) 指令	179
頻率調變 (FM) 指令	182
相位調變 (PM) 指令	186
頻率移鍵調變 (FSK) 指令	189
脈衝寬度調變 (PWM) 指令	192
頻率掃描指令	197
叢發模式指令	204
觸發指令	211
任意波形指令	213
狀態儲存指令	223
系統相關指令	226
介面組態指令	230
相位鎖定指令 (僅限選項 001)	231
SCPI 狀態系統	233
狀態報告指令	240
校正指令	244
SCPI 語言簡介	246
使用裝置清除	250

目錄

第 5 章 錯誤訊息 251

錯誤訊息	252
指令錯誤	253
執行錯誤	255
與裝置有關的錯誤	269
查詢錯誤	270
儀器錯誤	271
自我測試錯誤	272
校正錯誤	274
任意波形錯誤	276

第 6 章 應用程式 279

應用程式	280
簡介	280
程式清單	282

第 7 章 指導 289

指導	290
建立任意波形	294
方波生成	296
脈衝波形生成	297
訊號缺陷	299
輸出振幅控制	300
接地迴路	302
交流訊號的屬性	303
調變	305
頻率掃描	308
叢發	310

第 8 章 規格 311

波形 312

波形特性 312

一般特性 313

調變 313

掃描 314

叢發 314

觸發特性 314

程式設定時間（典型） 314

一般規格 315

產品尺寸 316

索引 317

快速入門

快速入門

關於函數產生器，您要做的第一件事情是熟悉面板。在這一章，我們撰寫了讓您準備使用儀器的練習，並幫助您熟悉一些控制面版的操作。本章分成下列幾個部分：

- 準備使用函數產生器，第 15 頁
- 調整提手，第 16 頁
- 設定輸出頻率，第 17 頁
- 設定輸出振幅，第 18 頁
- 設定直流偏移電壓，第 20 頁
- 設定高位準值和低位準值，第 21 頁
- 選取「DC Volts」，第 22 頁
- 設定方波工作週期，第 23 頁
- 設定脈衝波形，第 24 頁
- 檢視波形圖形，第 25 頁
- 輸出已儲存的任意波形，第 26 頁
- 使用內建的說明系統，第 27 頁
- 將函數產生器裝置於機架上，第 29 頁

準備使用函數產生器


1 檢查提供項目的清單。

確認您的裝置中包含下列項目。如果有任何的遺漏，請連絡最近的安捷倫銷售營業處。

- ☐ 一條電源線。
- ☐ 使用者指南。
- ☐ 一本《Service Guide》(維修指南)。
- ☐ 一張摺疊的《Quick Start Tutorial》(快速入門指導)。
- ☐ 一張摺疊的《Quick Reference Guide》(快速參考指南)。
- ☐ 校正證明。
- ☐ CD-ROM 上的連接軟體。
- ☐ 一條 USB 2.0 纜線。



2 連接電源線然後開啓函數產生器。

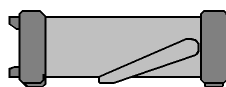
此儀器執行短暫的電源開啓自我測試，這會花費數秒的時間。當儀器準備就緒時，會顯示如何取得說明的訊息，以及目前 GPIB 位址與 USB 識別字串。函數產生器啓動時會自動顯示 1kHz 以及 100 mV 峰對峰振幅的正弦波函數 (輸入 50Ω)。打開電源時，輸出連接器會停用。要啓用輸出連接器，請按  鍵。

如果函數產生器沒有開啓，檢查電源線是否堅固的連接在背板上的電源插座 (通電時電壓會自動感應)。您同時必須確認函數產生器所連接的電源是有作用的。然後，確定函數產生器已開啓。

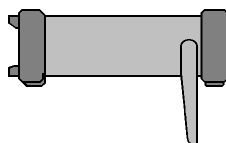
如果電源開啓自我測試失敗，將顯示「Self-Test Failed」(自我測試失敗) 以及錯誤碼。請參閱《Agilent 33220A Service Guide》，以獲得有關錯誤碼的詳細資訊，以及有關將函數產生器返回安捷倫進行維修的說明。

調整提手

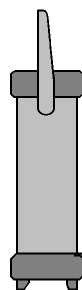
要調整位置，請抓緊側面的提把並且向外拉。然後旋轉提把到想要的位置。



收起



伸出



攜帶位置

設定輸出頻率

通電後，函數產生器會輸出一個 100 mV 峰對峰振幅的 1kHz 正弦波（輸入 50Ω）。下列的步驟顯示如何將頻率改變為 1.2 MHz。

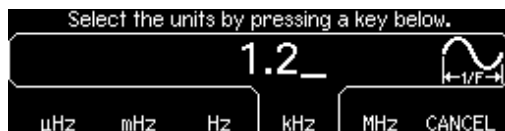
1 按「Freq」軟鍵。

顯示的頻率不是通電時的數值，就是上一次選取的數值。當您改變函數時，如果現在的頻率可以用於新的函數，就會使用相同的頻率。若要設定波形週期，請再按下 **Freq** 軟鍵切換成 **Period** 軟鍵（目前的選項會反白）。



2 輸入想要的頻率大小。

使用數字鍵盤，輸入數值「1.2」。



3 選取想要的單位。

按下想要的單位所對應的軟鍵。當您選取單位後，函數產生器會輸出顯示頻率的波形（如果輸出已啓用）。在這個例子中，請按下 **MHz**。



註：您也可以使用旋鈕與游標鍵來輸入想要的數值。

設定輸出振幅

通電後，函數產生器輸出 100 mV 峰對峰振幅的正弦波（輸入 50Ω）。下列的步驟向您顯示如何將振幅改變為 50 mVrms。

1 按「Ampl」軟鍵。

顯示的振幅不是通電時的數值，就是上一次選取的數值。當您改變函數時，如果現在的振幅可以用於新的函數，就會使用相同的振幅。若要使用高位準與低位準來設定振幅，再按一次 **Ampl** 軟鍵切換成 **HiLevel** 與 **LoLevel** 軟鍵（目前的選項會反白）。



2 輸入想要的振幅大小。

使用數字鍵盤，輸入數值「50」。



3 選取想要的單位。

按下想要的單位所對應的軟鍵。當您選取單位後，函數產生器會輸出顯示振幅的波形（如果輸出已啟用）。在這個例子中，請按下 **mV_{RMS}**。

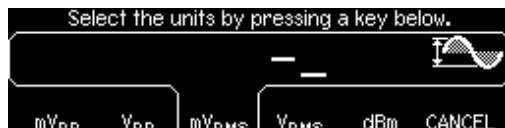


注：您也可以使用旋鈕與游標鍵來輸入想要的數值。

您可以輕易的將一種振幅單位轉換成另外一種。例如：下列的步驟向您顯示如何將波形從 **Vrms** 轉換成 **Vpp**。

4 進入數值輸入模式。

按 \pm/\sim 鍵來進入數值輸入模式。



5 選取新的單位。

按下想要的單位所對應的軟鍵。顯示的數值會轉換成新的單位。在這個例子中，請按下 **Vpp** 軟鍵將 50 mVrms 轉換成相等的峰對峰電壓。



要以十倍來改變顯示的振幅，按右游標鍵將游標移動到位於顯示屏右方的單位。然後，旋轉旋鈕來按十倍增加或減少顯示振幅。



設定直流偏移電壓

通電後，函數產生器輸出 0 伏直流偏移的正弦波（輸入 50 Ω ）。下列的步驟顯示如何將偏移改變為 -1.5 mVdc。

1 按「Offset」軟鍵。

顯示的電壓偏移不是通電時的數值，就是上一次選取的數值。當您改變函數時，如果現在的偏移數值可以用於新的函數，就會使用相同的偏移數值。



2 輸入想要的偏移大小。

使用數字鍵盤，輸入數值「-1.5」。



3 選取想要的單位。

按下想要的單位所對應的軟鍵。當您選取單位後，函數產生器會輸出顯示偏移的波形（如果輸出已啓用）。在這個例子中，請按下 mV_{DC}。



註：您也可以使用旋鈕與游標鍵來輸入想要的數值。

設定高位準值和低位準值

您可以藉由設定振幅和 dc 偏移值來指定訊號，如前面所述。另一個設定訊號限制的方法是指定其高位準數值（最大）和低位準數值（最小）。這對數位應用而言特別方便。在下列範例中，我們會將高位準設定為 1.0 V，低位準則設定為 0.0 V。

1 按下「Ampl」軟鍵以選取「Ampl」。

2 再按一次軟鍵以切換至「HiLevel」。

注意，同時切換 **Ampl** 與 **Offset** 兩個軟鍵，會分別切換成 **HiLevel** 以及 **LoLevel**。



3 設定「HiLevel」數值。

使用數字鍵盤或旋鈕選取數值「1.0 V」。（如果您正在使用數字鍵盤，您必須選取單位「V」以輸入數值）



4 按下「LoLevel」軟鍵以設定數值。


再一次使用數字鍵盤或旋鈕以輸入數值「0.0 V」。



注意這些設定（高位準 = 「1.0 V」，低位準 = 「0.0 V」）等於設定振幅為「1.0 Vpp」，而偏移為「500 mVdc」。

選取「DC Volts」

您可以從「Utility」功能表選取「DC Volts」功能，然後將「Offset」數值設定為一固定的 dc 電壓。讓我們來設定「DC Volts」= 1.0 Vdc。

- 1 按下 ，再選取 DC On 軟鍵。

Offset 數值被選取。



- 2 輸入想要的電壓位準作為「Offset」。

使用數字鍵盤或旋鈕來輸入 1.0 Vdc。



您可以輸入任何 dc 電壓，範圍從 -5 Vdc 到 +5 Vdc。

設定方波工作週期

通電後，方波的工作週期是 50%。您可以對高達 10 MHz 的輸出頻率調整從 20% 到 80% 的工作週期。下列的步驟顯示如何將工作週期調整為 30%。

1 選取方波函數。

按  鍵，然後設定在 10 MHz 以下任何您想要的輸出頻率。

2 按「Duty Cycle」軟鍵。

顯示的工作週期不是通電時的數值，就是上一次選取的百分比。工作週期表示方波在高位準時每一個循環的時間量（注意顯示屏右邊的圖示）。



3 輸入想要的工作週期。

使用數值鍵或旋鈕，選取數值為「30」的工作週期。函數產生器會立即調整工作週期並且輸出指定的方波（如果輸出已啟用）。



設定脈衝波形

您可以設定函數產生器輸出可調脈衝寬度與邊緣時間的脈衝波形。下列的步驟顯示如何設定 10 ms 脈衝寬度與 50 ns 邊緣時間的 500 ms 脈衝波形。

1 選取脈衝函數。

按 **Pulse** 鍵，選取脈衝函數並且輸出預設參數的脈衝波形。

2 設定脈衝週期。

按 **Period** 軟鍵，然後設定脈衝週期為 500 ms。



3 設定脈衝寬度。

按 **Width** 軟鍵，然後設定脈衝寬度為 10 ms。脈衝寬度表示從上升緣的 50% 臨界點到下一個下降緣的 50% 臨界點的時間（注意顯示屏圖示）。



4 設定二個邊緣的邊緣時間。

按 **Edge Time** 軟鍵，然後設定上升與下降緣兩者的邊緣時間均為 50 ns。邊緣時間表示從每個邊緣 10% 臨界點到 90% 臨界點的時間（注意顯示屏圖示）。



檢視波形圖形

在圖形模式中，您可以檢視目前波形參數所呈現出的圖表。這些軟鍵以一般顯示模式中的順序列出，並執行相同的功能。然而，一次只能為每個軟鍵顯示一個標籤（例如，**Freq** 或 **Period**）。

1 啟動圖形模式。

按 **Graph** 鍵來啟動圖形模式，目前已選取的參數名稱（顯示在顯示屏的左上角）與參數的數值欄位皆已反白顯示。



2 選取想要的參數。

若要選取特定的參數，請注意顯示屏底端的軟鍵標籤。例如，按 **Period** 軟鍵以選取週期。

- 正如在一般顯示模式中一樣，您可以使用數字鍵盤或是旋鈕與方向鍵來編輯數值。
- 當您第二次按下同一按鍵時會正常切換的那些參數，也會在「圖形模式」中切換。然而，您可以一次只能看到每個軟鍵的一個標籤（例如 **Freq** 或 **Period**）。
- 要離開圖形模式，請再按一次 **Graph**。

Graph 鍵也可以當成 **Local** 鍵來使用，在操作遠端介面後，復原為面板控制。

輸出已儲存的任意波形

有五種內建的任意波形儲存在不變性記憶體中。下列的步驟顯示如何從面板輸出內建的「指數下降 (exponential fall)」波形。

如需關於建立自訂任意波形的資訊，請參閱 114 頁的「建立與儲存任意波形」。

1 選取任意波形函數。

當您按 **Arb** 鍵選取任意波形函數時，一個暫時的訊息會顯示，指出現在選取的波形是哪一個（預設值是「指數上升」）。

2 選取作用中的波形。

按 **Select Wform** 軟鍵，然後按 **Built-In** 軟鍵從五種內建的波形選取。接著按 **Exp Fall** 軟鍵。波形會使用目前設定的頻率、振幅、以及偏移來輸出，除非您改變它們。



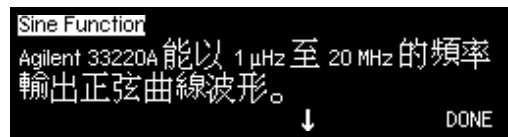
選取的波形現在會指定到 **Arb** 鍵。不論何時您按下這個鍵，選取的任意波形就會輸出。要迅速確定現在的選項是哪一個任意波形，請按 **Arb**。

使用內建的說明系統

內建說明系統的設計是用來提供關於面板按鍵或功能表軟鍵的文意感應式說明。說明主題的清單同時可以協助您操作幾項面板的功能。

1 檢視函數按鍵的說明資訊。

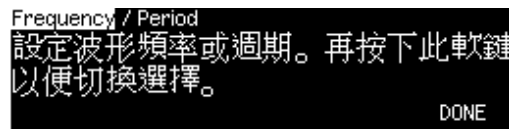
按住 **Sine** 鍵。如果訊息所包含的資訊比顯示屏可以容納的還多，按 **↓** 軟鍵或是順時針轉動旋鈕來檢視剩下的資訊。



按 **DONE** 來離開說明。

2 檢視功能表軟鍵的說明資訊。

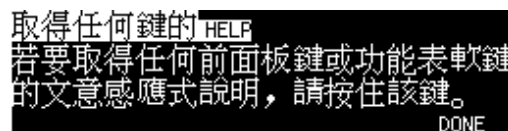
按住 **Freq** 軟鍵。如果訊息所包含的資訊比顯示屏可以容納的還多，按 **↓** 軟鍵或是順時針轉動旋鈕來檢視剩下的資訊。



按 **DONE** 來離開說明。

3 檢視說明標題的清單。

按 **Help** 鍵來檢視可用的說明主題清單。若要捲動清單，請按 **↑** 或是 **↓** 軟鍵或是旋轉旋鈕。請選取第三個標題「Get Help on any key」（取得任意鍵的說明），然後按 **SELECT**。

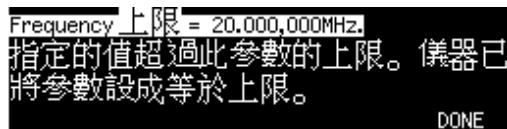


按 **DONE** 離開說明。

4 檢視顯示訊息的說明資訊。

每當逾越限制或是找到任何其他不正確的設定時，函數產生器會顯示訊息。例如：如果您輸入的函數超過頻率數值範圍的限制，會顯示一個訊息。內建的說明系統會提供有關最新顯示訊息的額外資訊。

按 **Help** 鍵，選取第一個主題「View the last message displayed」（檢視上一個顯示的訊息），然後按 **SELECT**。



按 **DONE** 離開說明。

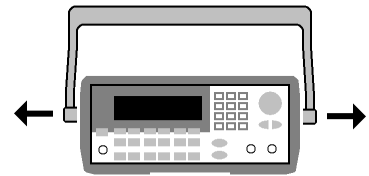
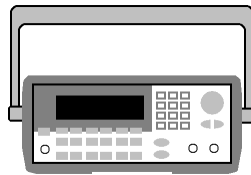
當地語言說明：內建的說明系統有多個語言可以使用。所有的訊息、文意感應式的說明、以及說明標題會以您選取的語言呈現。功能表軟鍵標籤與狀態列的訊息並不會被轉譯。

要選取當地語言，請按 **Utility** 鍵，按 **System** 軟鍵、然後按 **Help In** 軟鍵選取想要的語言。

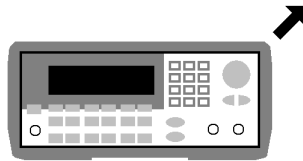
將函數產生器裝置於機架上

您可以使用二個選購套件的一個，將 **Agilent 33220A** 裝置在標準的 19 英寸機箱中，每一個機架套件都附有說明書與機架硬體。任何大小相同的 **Agilent System II** 儀器都可以裝置在 **Agilent 33220A** 的旁邊。

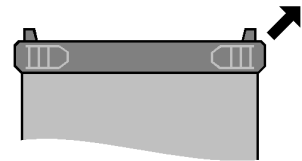
註：在安裝儀器於機架之前，請先移除提把，以及前後面的橡膠防撞器。



若要移除提把，請將它旋轉成垂直然後將底部往外拉。



前面

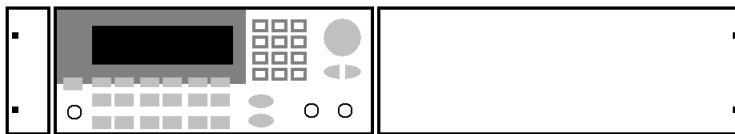


後面（從底面檢視）

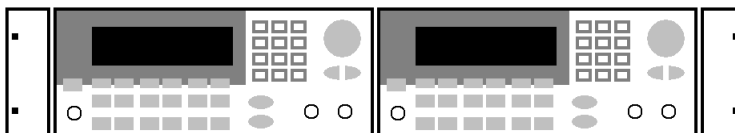
若要移除橡膠防撞器，將邊角拉開然後滑出。

第 1 章 快速入門

將函數產生器裝置於機架上



若要將單獨的儀器裝置於機架上，請訂購轉接套件 **5063-9240**。



若要將二個儀器並排裝置到機架上，請訂購鎖鏈套件 **5061-9694** 以及凸緣套件 **5063-9212**。請務必在機箱上使用支撐軌。

註：鎖鏈套件只能用於深度相等的儀器。如果您想要裝載 Agilent 33220A 和一個不同深度的儀器（例如，Agilent 33250A），請聯絡您的安捷倫代表人員以取得更進一步的資訊。

爲了防止儀器過熱，請不要阻塞儀器空氣的流進或是流出。請確認儀器的後面、兩側以及底部都有足夠的空間讓內部空氣能夠流通。

面板功能表操作

面板功能表操作

這一章向您介紹面板按鍵與功能表操作。本章不會給您每一個面板按鍵或功能表操作的詳細描述。然而，會給您面板功能表與許多面板操作的總覽。要全盤了解函數產生器的功能與操作，請參閱從第 53 頁開始的第 3 章「特色與功能」。

- 面板功能表參考，第 33 頁
- 選取輸出終端，第 35 頁
- 重設函數產生器，第 35 頁
- 輸出調變波形，第 36 頁
- 輸出 FSK 波形，第 38 頁
- 輸出 PWM 波形，第 40 頁
- 輸出頻率掃描，第 42 頁
- 輸出叢發波形，第 44 頁
- 觸發掃描或叢發，第 46 頁
- 儲存儀器狀態，第 47 頁
- 設定遠端介面，第 48 頁

面板功能表參考

本部分提供面板功能表的總覽。這一章其他的部分包含使用面板功能表的範例。

Mod

設定 AM、FM、PM、FSK、以及 PWM 的調變參數。

- 選取調變類型。
- 選取內部或外部調變源。
- 指定 AM 調變深度、調變頻率、以及調變形狀。
- 指定 FM 頻率偏差、調變頻率、以及調變形狀。
- 指定 PM 相位偏差、調變頻率以及調變形狀。
- 指定 FSK 「跳躍」頻率與 FSK 頻率。
- 指定 PWM 偏差、調變頻率以及調變形狀。

Sweep

設定頻率掃描的參數。

- 選取線性或對數掃描。
- 選取啟動 / 停止頻率或是中心 / 頻距頻率。
- 選取完成一次掃描所需的秒數。
- 指定標線頻率。
- 指定掃描的內部或外部觸發源。
- 指定外部觸發源的斜率 (上升或下降緣)。
- 指定 「觸發輸出」訊號的斜率 (上升或下降緣)。

Burst

設定叢發的參數。

- 選取觸發 (N 個循環) 或是外間叢發模式。
- 選取每個叢發的循環數 (1 到 50,000，或是無限)。
- 選取叢發的啟動相位角 (-360° 到 +360°)。
- 指定從一個叢發啟動到下一個叢發啟動的時間。
- 指定叢發的內部或外部觸發源。
- 指定外部觸發源的斜率 (上升或下降緣)。
- 指定 「觸發輸出」訊號的斜率 (上升或下降緣)。

**儲存與重取儀器狀態。**

- 儲存四種儀器狀態到不變性記憶體中。
- 指定自訂名稱到每個儲存位置。
- 重取儲存的儀器狀態。
- 還原所有儀器設定為出廠預設值。
- 選取儀器的通電組態 (前一個組態或出廠預設) 。

**配置系統相關的參數。**

- 產生只供直流使用的電壓位準。
- 使「同步」連接器輸出的同步訊號啟用 / 停用。
- 選取輸出終端 (1Ω 到 $10\text{ k}\Omega$ ，或是無限)。
- 使振幅自動範圍選擇啟用 / 停用。
- 選取波形極性 (一般或是倒轉) 。
- 選取 GPIB 位址。
- 指定 LAN 組態 (IP 位址與網路組態)。
- 選取如何在面板顯示的數字中使用句點與逗號。
- 選取用當地語言寫成的面板訊息與說明。
- 啟用 / 停用取消當產生錯誤時發出聲音。
- 啟用 / 停用取消顯示屏燈泡保護模式。
- 調整面板顯示屏的對比設定。
- 執行儀器自我測試。
- 保護 / 去除保護校正儀器與執行手動校正。
- 詢問儀器的韌體修訂碼。

**檢視說明主題的清單。**

- 檢視最後顯示的訊息。
- 檢視遠端指令錯誤佇列。
- 取得任何按鍵的說明。
- 如何產生只供直流使用的電壓位準。
- 如何產生調變波形。
- 如何建立任意波形。
- 如何將儀器重設為預設狀態。
- 如何在圖形模式中檢視波形。
- 如何使多個儀器同步進行。
- 如何獲得安捷倫技術支援。

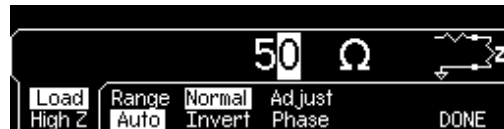
選取輸出終端

Agilent 33220A 擁有一個固定的 50Ω 串聯輸出阻抗到面板的輸出連接器。如果實際的負載阻抗與指定的值不同，顯示的振幅與偏移位準會不正確。負載阻抗設定可以提供您一種簡易的方式，以確認顯示的電壓符合預期負載。

1 按 。

2 瀏覽功能表來設定輸出終端。


按 **Output Setup** 軟鍵，然後選取 **Load** 軟鍵。



3 選取想要的輸出終端。

使用旋鈕或數字鍵盤來選取想要的負載阻抗或是再按一次 **Load** 軟鍵來選取「High Z」。

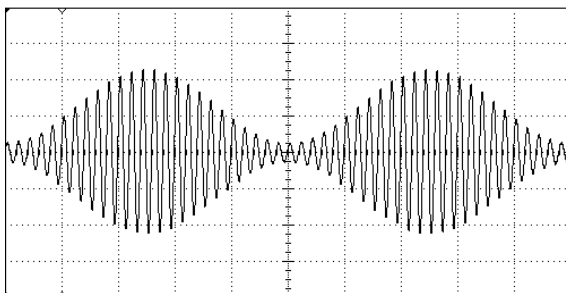
重設函數產生器

要將儀器重設為出廠預設的狀態，請按 ，然後選取 **Set to Defaults** 軟鍵。請按 **YES** 以確認操作。

要得到儀器通電與重設狀況的完整列表，請參閱 138 頁的「Agilent 33220A 出廠預設設定」。

輸出調變波形

調變波形是由載波以及調變波形所組成。在 AM(振幅調變) 中，載波的振幅被調變波形影響而有所不同。例如：您會輸出有 80% 調變深度的 AM 波形。載波會變成一個 5 kHz 的正弦波，調變波形會變成 200 Hz 的正弦波。



1 選取載波的函數、頻率以及振幅。

按 **Sine**，然後按 **Freq**、**Ampl**、以及 **Offset** 軟鍵來設定載波波形。例如：選取一個振幅為 5 Vpp 的 5 kHz 正弦波。

2 選取 AM。

按 **Mod**，然後使用 **Type** 軟鍵選取「AM」。注意，有一個狀態訊息「AM by Sine」顯示在顯示屏的左上角。

3 設定調變深度。

按 **AM Depth** 軟鍵，然後使用數字鍵盤或旋鈕與游標鍵設定數值為 80%。



4 設定調變頻率。

按 **AM Freq** 軟鍵，然後使用數字鍵盤或旋鈕與游標鍵設定數值為 200 Hz。



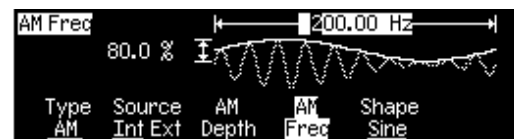
5 選取調變波形形狀。

按 **Shape** 軟鍵來選取調變波形的形狀。在這個例子中，請選取正弦波。

此時，函數產生器會輸出一個有指定調變參數的 AM 波形（如果輸出已啓用）。

6 檢視波形。

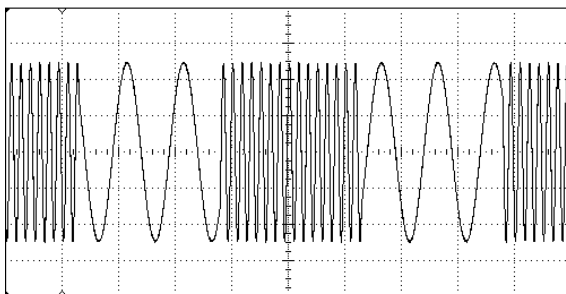
按 **Graph** 來檢視波形參數。



要關閉圖形模式，請再按一次 **Graph**。

輸出 FSK 波形

您可以使用 FSK 調變來設定函數產生器在預先設定的兩個值之間移動輸出頻率。輸出在二個頻率（稱為「載波頻率」與「跳躍頻率」）之間移動的速率是由背板觸發輸入 (Trig In) 連接器上的內部頻率產生器或訊號位準來決定。在這個例子中，您會設定「載波」頻率為 3 kHz 與「跳躍」頻率為 500 Hz，以及 100 Hz 的 FSK 頻率。



1 選取載波的函數、頻率、以及振幅。

按 **Sine**，然後按 **Freq**、**Ampl**、以及 **Offset** 軟鍵來配置載波波形。在這個例子中，選取一個 5 Vpp 振幅的 3 kHz 正弦波。

2 選取 FSK。

按 **Mod**，然後使用 **Type** 軟鍵來選取「FSK」。注意，狀態訊息「FSK」會顯示在顯示屏的左上方。

3 設定「跳躍」頻率。

按 **Hop Freq** 軟鍵，然後使用數字鍵盤或旋鈕與游標鍵來設定數值為 500Hz。



4 設定 FSK 「移動」頻率。

按 **FSK Rate** 軟鍵，然後使用數字鍵盤或旋鈕與游標鍵來設定數值為 100 Hz。



此時，函數產生器會輸出一個 FSK 波形（如果輸出已啓用）。

5 檢視波形。

按 **Graph** 來檢視波形參數。



要關閉圖形模式，請再按一次 **Graph**。

輸出 PWM 波形

您可以設定函數產生器輸出由脈衝寬度調變 (PWM) 的波形。Agilent 33220A 為脈衝載波波形提供了 PWM，而 PWM 是脈衝波形所支援的唯一調變類型。在 PWM 中，載波波形的脈衝寬度或工作週期將依調變波形而有所不同。您可以指定脈衝寬度和寬度偏差，或脈衝工作週期和工作週期偏差，偏差由調變波形所控制。

在本例中，您會為調變波形為 100 Hz 正弦波的 1 kHz 脈衝波形，設定脈衝寬度和脈衝寬度偏差。

1 選取載波波形參數。

按下 **Pulse**，然後再按 **Freq**、**Ampl**、**Offset**、**Width** 以及 **Edge Time** 等軟鍵以設定載波波形。在本例中，選取 1 kHz 脈衝波形，其振幅為 1 Vpp，偏移為零，脈衝寬度為 100 μ s，邊緣時間為 50 ns。

2 選取 PWM。

按下 **Mod** (PWM 是 **Pulse** 的唯一調變類型)。請注意，顯示屏左上角顯示出「PWM by Sine」的狀態訊息。

3 設定寬度偏差。

按下 **Width Dev** 軟鍵，並以數字鍵盤或旋鈕與游標鍵將數值設定為 20 μ s。



4 設定調變頻率。

按下 **PWM Freq** 軟鍵，然後使用數字鍵盤或旋鈕與游標按鍵將數值設定為 5 Hz。



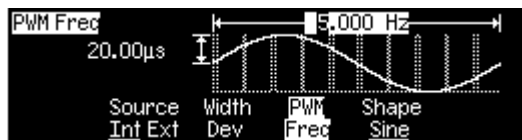
5 調變波形的形狀。

按下 **Shape** 軟鍵以選取調變波形的形狀。在本例中，選取一個正弦波。

此時，函數產生器會輸出具有指定調變參數的 PWM 波形（如果輸出已啓用）。

6 檢視波形。

按下 **Graph** 以檢視波形和參數。.

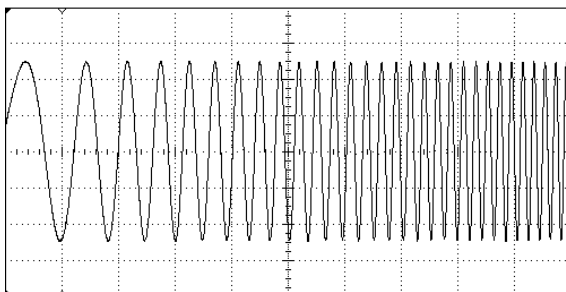


若要關閉圖形模式，請再按 **Graph** 一次。

當然，若要真正檢視 PWM 波形，您必須將它輸出到示波器。如果這麼做，您會看見脈衝寬度的改變，此例是在 80 到 120 μs 之間變化。當調變頻率為 5 Hz 時，偏差是相當明顯的。

輸出頻率掃描

在頻率掃描模式中，函數產生器以您指定的掃描頻率從起始頻率「步入」停止頻率。您可以向上或是向下掃描頻率，採用線性或是對數間隔。在這個例子中，您會輸出從 50 Hz 到 5 kHz 的掃描正弦波。您不用改變其他預設的參數：內部掃描觸發、線性間隔、以及 1 秒鐘的掃描時間。



1 選取掃描的函數與振幅。

您可以選取掃描的正弦波、方波、斜波或是任意波（不允許脈衝、雜訊、以及 dc）。在這個例子，請選取振幅為 5 Vpp 的正弦波。

2 選取掃描模式。

按 **Sweep**，然後驗證現在選取的是線性掃描。注意顯示在顯示屏左上角的狀態訊息「Linear Sweep」（線性掃描）。

3 設定起始頻率。

按 **Start** 軟鍵，然後使用數字鍵盤或旋鈕與游標鍵設定數值為 50 Hz。



4 設定停止頻率。

按 **Stop** 軟鍵，然後使用數字鍵盤或旋鈕與游標鍵設定數值為 5 kHz。

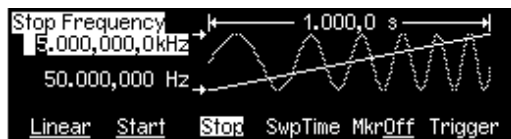


此時，函數產生器會輸出一個從 50 Hz 到 5 kHz 的連續掃描（如果輸出已啓用）。

註：如果您想要，您可以使用中心頻率以及頻率頻距來設定掃描的頻率邊緣。這些參數與起始頻率和停止頻率相似，用以給您更多的彈性。設定中心頻率為 2.525 kHz 以及頻率頻距為 4.950 kHz 也可以獲得相同的結果。

5 檢視波形。

按 **Graph** 來檢視波形參數。

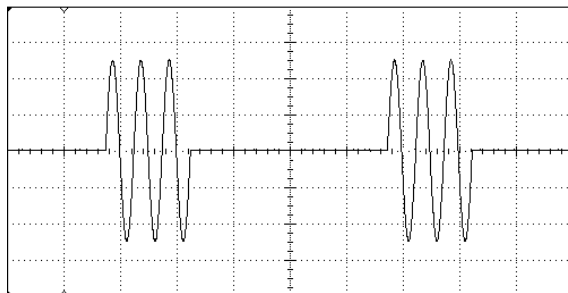


要關閉圖形模式，請再按一次 **Graph**。

您可以按 **Trigger** 鍵，產生一個單獨的頻率掃描。如需更多資訊，請參閱第 46 頁的「觸發掃描或叢發」。

輸出叢發波形

您可以設定函數產生器輸出指定循環數目的波形，這稱為一個叢發。您可以輸出一個叢發，其速率由背板觸發輸入 (Trig In) 連接器上的內部速率產生器或訊號位準來決定。在這個例子中，您會輸出一個具有 20 ms 叢發週期的三循環正弦波。您不會改變預設值的其他參數：內部叢發源以及 0 度啟動相位。



1 選取叢發的函數與振幅。

您可以選取正弦波、方波、斜波、脈衝、或是任意波形（雜訊只有在「門開」叢發模式中才被允許，dc 不被允許）的叢發波形。在這個例子中，請選取一個振幅為 5 Vpp 的正弦波。

2 選取叢發模式。

按 **Burst**，然後驗證現在選取的是「N Cycle」（N 個循環）（內部觸發）模式。注意顯示在顯示屏左上角的狀態訊息「N Cycle Burst」（N 個循環叢發）。

3 設定叢發次數。

按 **#Cycles** 軟鍵，然後使用數字鍵盤或旋鈕設定次數為「3」。



4 設定叢發週期。

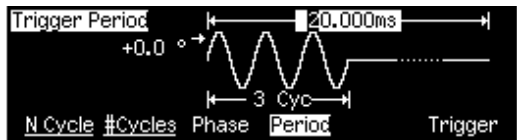
按 **Burst Period** 軟鍵，然後使用數字鍵盤或旋鈕與游標鍵設定週期為 20 ms。叢發週期設定從一個叢發啟動到下一個叢發啟動的時間（注意顯示屏圖示）。



此時，函數產生器會輸出連續的三循環叢發（如果輸出已啟用）。

5 檢視波形。

按 **Graph** 來檢視波形參數。






要關閉圖形模式，請再按一次 **Graph**。

您可以按 **Trigger** 產生一個單獨的叢發（指定次數）。如需更多資訊，請參閱第 46 頁的「觸發掃描或叢發」。

您同時可以根據應用在背板觸發輸入連接器的外部訊號，使用外部門閘訊號來切換叢發訊號的「開啓」或「關閉」。如需更多資訊，請參閱 102 頁的「叢發模式」。

觸發掃描或叢發

您可以使用手動觸發或內部觸發從面板發出掃描或叢發的觸發。

- 內部或是「自動」觸發是由函數產生器的預設值啟動。在這個模式中，當選取掃描或是叢發模式時，函數產生器會持續輸出。
- 手動觸發在您每次從面板按  鍵的時候會開始一個掃描或是輸出一個叢發。繼續按住這個鍵會重新觸發函數產生器。
- 當在遠端(遠端的時候會開啓遠端圖示)以及目前選取的函數不是掃描或脈衝(或是當輸出被停用時)時， 鍵會被停用。使用手動觸發時， 鍵會瞬間快閃。

儲存儀器狀態

您可以將儀器的狀態儲存在四個不變性儲存位置的其中一個。第五個儲存位置會自動保留斷電時儀器的設定。當電力恢復後，儀器自動的回到它在斷電之前的狀態。

1 選取想要的儲存位置。


按 ，然後選取 **Store State** 軟鍵。



2 選擇選取位置的自訂名稱。

如果您想要，您可以指定這四個位置中任何一個的名稱。



- 名稱最多可以包含 12 個字元。第一個字元一定要是字母，但是其他的字元可以是字母、數字、或是底線字元（「_」）。
- 要新增額外的字元，按右游標鍵直到游標移動到目前名稱的右方，然後轉動旋鈕。
- 要刪除所有游標位置右邊的字元，請按 。
- 要在名稱中使用數字，您可以直接從數字鍵盤輸入。從數字鍵盤中使用小數點來增加名稱中的底線字元（「_」）。

3 儲存儀器的狀態。

按 **STORE STATE** 軟鍵。儀器會儲存選取的函數、頻率、振幅、dc 偏移、工作週期、對稱、使用中的調變參數。儀器**不會**儲存在任意波形函數中所建立的暫時波形。

設定遠端介面


Agilent 33220A 可讓您選擇 3 種介面來支援遠端介面通訊： GPIB、USB 以及 LAN。啟動時 3 種介面都是「活動中」。接下來的指示說明如何從儀器面板設定您的遠端介面組態。

註：儀器隨附的 CD-ROM 內包含連線軟體，用於在這些介面上啓用通訊。請參閱 CD-ROM 內的說明，將軟體安裝到您的電腦。

GPIB 組態設定

您只需要選取 GPIB 位址。

1 選取「I/O」功能表。

按下 ，然後再按 **I/O** 軟鍵。



2 選取 GPIB 位址。

使用旋鈕及游標鍵或數字鍵盤來選取 GPIB 位址，範圍從 0 到 30 (出廠預設值為「10」)。

電源開啓時，面板的顯示屏會顯示 GPIB 位址。

3 離開功能表。

按下 **DONE** 軟鍵。


USB 組態設定

USB 介面不需要您從面板設定組態參數。只要以適當的 USB 纜線將 Agilent 33220A 連接到您的電腦。介面會自我設定。按下位於「I/O」功能表中的 **Show USB Id** 軟鍵來查看 USB 介面的識別字串。USB 1.1 與 USB 2.0 皆受支援。

LAN 組態設定

您可能需要設定數個參數，以建立使用 LAN 介面的網路通訊。首先，您將需要建立一個 IP 位址。您可能需要與您的網路系統管理員聯絡，以協助您以 LAN 介面建立通訊。

1 選取「I/O」功能表。

按下 ，然後再按 **I/O** 軟鍵。



2 選取「LAN」功能表。

按下 **LAN** 軟鍵。



從此功能表中，您可以選取 **IP Setup** 設定 IP 位址與相關的參數，選取 **DNS Setup** 以設定 DNS 組態，或選取 **Current Config** 以檢視目前的 LAN 組態。

3 建立「IP Setup」。

若要在網路上使用 Agilent 33220A，您必須先建立 IP 設定，包括 IP 位址，可能還需要子網路遮罩及閘道位址。按下 **IP Setup** 軟鍵。依預設值，**DHCP** 設定為 **On**。



在 **DHCP On** 的情況下，當您將 Agilent 33220A 連接到網路時，DHCP（動態主機組態通訊協定）會自動設定一個 IP 位址，前提是已偵測到 DHCP 伺服器並且它能夠這樣做。如果需要，DHCP 也能自動處理子網路遮罩和閘道位址。若要為儀器建立 LAN 通訊，這通常是最簡單的方法。您所需要做的只是讓 **DHCP** 處於 **On** 狀態。

然而，如果您無法以 DHCP 的方式建立通訊，您將需要手動設定 IP 位址，若需要使用子網路遮罩和閘道位址則一併設定。依照下列步驟：

- a. 設定「IP 位址」。按下軟鍵以選取 **DHCP Off**。出現手動選擇軟鍵，顯示目前 IP 位址：



向您的網路系統管理員詢問可使用的 IP 位址。所有的 IP 位址皆以句點標記「nnn.nnn.nnn.nnn」的形式表示，其中每個「nnn」都是介於 0 到 255 之間的一個位元組值。您可以用數字鍵盤（而非旋鈕）輸入一個新的 IP 位址。僅使用數字鍵盤輸入數字與句點分隔符號。使用向左游標按鍵作為倒退鍵。請勿輸入前置零。如需進一步資訊，請參考本節最後「關於 IP 位址與句點標記的更多資訊」。

- b. 設定「子網路遮罩」。如果您的網路分為數個子網路，則需要子網路遮罩。請向網路系統管理員詢問是否需要子網路遮罩，及正確的遮罩。按下 **Subnet Mask** 軟鍵，並以 IP 位址格式輸入子網路遮罩（使用數字鍵盤）。



- c. 設定「預設閘道」。閘道是一種用來連接兩個網路的裝置，閘道位址就是該裝置的位址。請向網路系統管理員詢問是否使用閘道以及正確的位址。按下 **Default Gateway** 軟鍵，並以 IP 位址格式輸入閘道位址（使用數字鍵盤）。
- d. 離開「IP Setup」功能表。按下 **DONE** 以回到「LAN」功能表。

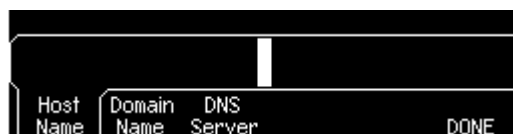
4 設定「DNS 設定」的組態（選用）。

DNS（網域名稱服務）是一種 Internet 服務，可將網域名稱翻譯成 IP 位址。請向網路系統管理員詢問是否使用 DNS。如果使用，請確定要使用的主機名稱、網域名稱以及 DNS 伺服器位址。


從「LAN」功能表開始。




按下 **DNS Setup** 軟鍵以顯示「Host Name」欄位。



- 設定「主機名稱」。輸入主機名稱。主機名稱是網域名稱的主機部分，網域名稱會被翻譯成 IP 位址。使用旋鈕與游標鍵選取及變更字元，將主機名稱作為字串輸入。主機名稱可以包含字母、數字以及連字符號（「-」）。您可以使用數字鍵盤僅輸入數字字元。

按下  以刪除游標位置右側的全部字元。

- 設定「網域名稱」。按下 **Domain Name** 軟鍵並輸入網域名稱。網域名稱被翻譯成 IP 位址。使用旋鈕與游標鍵選取及變更字元，將網域名稱作為字串輸入。網域名稱可以包含字母、數字、連字符號（「-」）以及句點（「.」）。您可以使用數字鍵盤僅輸入數字字元。


按下  以刪除游標位置右側的全部字元。

- 設定「DNS 伺服器」位址。按下 **DNS Server** 軟鍵，並以 IP 位址格式輸入 DNS 伺服器位址（使用數字鍵盤）。
- 離開「DNS Setup」功能表。按下 **DONE** 以回到「LAN」功能表。

5 檢視目前的 LAN 組態。

按下 **Current Config** 軟鍵以檢視目前的 LAN 組態。若要在組態間捲動，請使用 ↑ 和 ↓ 軟鍵或轉動旋鈕。按下 **DONE** 以回到「LAN」功能表。

6 離開功能表。

按下 **DONE** 依序離開每個功能表，或按下  以直接離開「Utility」功能表。

關於 IP 位址與句點標記的更多資訊

句點標記位址 (「nnn.nnn.nnn.nnn」，其中「nnn」是一個位元組值)，例如 IP 位址，在表示時需要小心。這是因為大部分電腦上的網站軟體，會將有前置零的位元組值解譯成八進位數字。因此，「255.255.020.011」實際上等同於十進位的「255.255.16.9」，而非「255.255.20.11」，因為「.020」會解譯成以八進位表示的「16」，而「.011」則解譯成「9」。為了避免困惑，最好只使用以十進位表示的位元組值 (0 至 255)，而無前置零。

Agilent 33220A 假設所有的 IP 位址和其他句點標記的位址皆以十進位的位元組值表示，並從這些位元組值中除去所有的前置零。因此，如果您嘗試在 IP 位址欄位中輸入「255.255.020.011」，它會變成「255.255.20.11」(純粹的十進位表達式)。您應該在您電腦的網站軟體上輸入與「255.255.20.11」完全相同的表達式，以設定儀器的位址。請勿使用「255.255.020.011」，因為前置零的緣故，電腦會將此位址解譯成不同的位址。

特色與功能

特色與功能

您會發現這一章中讓您很容易的尋找關於函數產生器特定特色的細節。本章包含面板操作與遠端介面操作。您可能需要先閱讀第 2 章「面板功能表操作」。關於設計函數產生器程式的 SCPI 指令語法的詳細討論，請參閱第 4 章「遠端介面參考」。

- 「輸出設定」，第 55 頁
- 「脈衝波形」，第 70 頁
- 「振幅調變 (AM)」，第 74 頁
- 「頻率調變 (FM)」，第 78 頁
- 「相位調變 (PM)」，第 83 頁
- 「頻率移鍵 (FSK) 調變」，第 87 頁
- 「脈衝寬度調變 (PWM)」，第 90 頁
- 「頻率掃描」，第 95 頁
- 「叢發模式」，第 102 頁
- 「觸發」，第 110 頁
- 「任意波形」，第 114 頁
- 「系統相關操作」，第 120 頁
- 「遠端介面組態」，第 128 頁
- 「校正總覽」，第 134 頁
- 「Agilent 33220A 出廠預設設定」，第 138 頁

整本手冊中的「預設」狀態和數值已經定義完成。如果您尚未啟動關機復原模式，這裡也提供一些開機預設狀態（請參閱第 120 頁的「儀器狀態儲存」）。

下列是整篇手冊中使用遠端介面程式 SCPI 指令的慣例：

- 方括弧 ([]) 表示選擇性的關鍵字或參數。
- 大括弧 ({ }) 包圍指令字串中的參數。
- 角括號 (< >) 包圍您以一個值替代的參數。
- 分隔符號 (|) 將多個參數選項分隔。

輸出設定

這一節包含函數產生器輸出波形的相關設定，您可能永遠不需更動本章節所討論的參數，但它們提供您使用上的彈性，以利不時之需。

輸出函數

函數產生器能夠輸出五種標準波形（正弦波、方波、斜波、脈衝和雜訊），外加 **dc**。您可以從五種內建任意波形中選取一種，或是建立自己的自訂波形。您可以使用 **AM**、**FM**、**PM** 或 **FSK**，從內部調變正弦波、方波、斜波和任意波形。您也可以使用 **PWM** 調變脈衝。線性或對數頻率掃描可用於正弦波、方波、斜波和任意波形。您可以使用任何標準或任意波形（但不能用 **dc**）產生一個叢發波形。預設函數為正弦波。

- 下表所列為允許調變、掃描及叢發的輸出函數。每個「•」符號即代表一種有效的組合。若您改變成無法使用調變、掃描及叢發之函數時，將會使得調變或模式關閉。

	正弦	方波	斜波	脈衝	雜訊	dc	任意
AM、FM、PM、FSK 載波	•	•	•				•
PWM 載波				•			
掃描模式	•	•	•				•
叢發模式	•	•	•	•	• ¹		•

¹ 只適用於外部開門叢發模式。

- 函數限制：若轉換至一個函數，其最大頻率低於現有函數的最大頻率時，頻率將會調整至新函數之最大頻率。例如，將現有輸出頻率為 20 MHz 之正弦波更換至斜波時，函數產生器會自動將輸出頻率調整至 200 kHz（即斜波之上限）。
- 振幅限制：若轉換至一個函數，其最大振幅低於現有函數的最大振幅時，振幅將會調整至新函數之最大振幅。這種狀況發生於輸出單位為 **Vrms** 或 **dBm** 時，因不同輸出函數之峰值係數差異所致。

例如，若輸出 5 **Vrms** 方波（輸入 50Ω），然後轉換至正弦波函數時，函數產生器將自動調整輸出振幅為 3.536 **Vrms**（即正弦波之 **Vrms** 上限）。

- 面板操作：按最上面一排的函數鍵時即可選擇函數功能。按 **Arb** 可以輸出目前所選取的任意波形。按下 **Select Wform** 軟鍵可以檢視其他任意波形。

若要從面板選擇 dc 電壓時，請按 **Utility**，然後再選擇 **DC On** 軟鍵。按下 **Offset** 軟鍵可以輸入想要的偏移電壓位準。

- 遠端介面操作：

```
FUNCTION {SINusoid|SQUare|RAMP|PULSe|NOISe|DC|USER}
```

您也可以使用單一的 **APPLY** 指令來選取函數、頻率、振幅、以及偏移。

輸出頻率

如下所示，輸出頻率的範圍與目前所選擇的函數有關，所有函數之預設頻率皆為 1 kHz。

函數	最小頻率	最大頻率
正弦波	1 μHz	20 MHz
方波	1 μHz	20 MHz
斜波	1 μHz	200 kHz
脈衝	500 μHz	5 MHz
雜訊、dc	不適用	不適用
任意波	1 μHz	6 MHz

- 函數限制：若轉換至一個函數，其最大頻率低於現有函數的最大頻率時，頻率將會調整為新函數之最大頻率。例如，將現有輸出頻率為 20 MHz 之正弦波更換至斜波時，函數產生器會自動將輸出頻率調整至 200 kHz (即斜波之上限)。
- 叢發限制：內部觸發叢發的最小頻率為 2.001 MHz。只有在「無限」叢發計數時才允許正弦波及方波頻率超過 6 MHz。
- 工作週期限制：在方波時，函數產生器可能無法在較高頻率時使用全範圍工作週期值，如下所示。

20% 到 80% (頻率 ≤ 10 MHz)
40% 到 60% (頻率 > 10 MHz)

若更動後之頻率無法產生現有之工作週期時，函數產生器會自動將工作週期調整至相對於新頻率之最大值。例如，現有之工作週期設定為 70%，若頻率改變為 12 MHz 時，函數產生器會自動將工作週期調整至 60% (即該頻率之上限)。

- 面板操作：若要設定輸出頻率，請先按所選擇函數之 **Freq** 軟鍵，再用旋鈕或數字鍵盤輸入想要的頻率。如欲改由設定波形週期，請再按一次 **Freq** 軟鍵一次即可切換至 **Period** 軟鍵。
- 遠端介面操作：

FREQuency {< 頻率 > | MINimum | MAXimum}

您也可以使用單一的 APPLy 指令來選取函數、頻率、振幅、以及偏移。

輸出振幅

所有函數的預設振幅皆為 100 mVpp (輸入 50Ω)。

- 偏移電壓限制：輸出振幅與偏移電壓之關係式如下。 V_{max} 為所選擇輸出終端之最大峰值電壓。(50Ω 負載之值為 5 伏特，而高阻抗負載之值為 10 伏特)。

$$V_{pp} \leq 2 \times (V_{max} - |V_{offset}|)$$

- 輸出終端之限制：若您更換輸出終端之設定，顯示的輸出振幅便會自動調整（並不會有錯誤訊息產生）。例如，若將振幅設定為 10 Vpp 然後將輸出終端之設定由 50Ω 換至「高阻抗」，函數產生器面板顯示的振幅會加倍至 20 Vpp。若由「高阻抗」切換至 50Ω，函數產生器面板顯示的振幅會減半。如需更多資訊，請參閱第 63 頁的「輸出終端」。
- 單位選項的限制：在某些狀況下，振幅會受到所選擇輸出單位的限制，這種狀況可能發生在輸出單位為 Vrms 或 dBm 時，因不同輸出函數之峰值係數差異所致。例如，若輸出 5 Vrms 的方波（輸入 50Ω），然後轉換至正弦波函數時，函數產生器將自動調整輸出振幅為 3.536 Vrms（即正弦波之 Vrms 上限）。
- 您可以設定以 Vpp、Vrms 或 dBm 為單位輸出振幅。如需更多資訊，請參閱第 62 頁的「輸出單位」。
- 若輸出終端之設定為「高阻抗」時，輸出單位會自動轉換為以 Vpp 輸出振幅，您無法指定輸出振幅為 dBm，如需更多資訊，請參閱第 62 頁的「輸出單位」。
- 任意波形之限制：若任意波形的波形資料點未遍及輸出 DAC（數位 - 類比轉換器）之全範圍時，其最大振幅將會受到限制。例如，內建的「Sinc」波形並未完全使用介於 ±1 的全範圍，因此其最大振幅限制為 6.087 Vpp（輸入 50Ω）。
- 當變更振幅時，您可能會注意到在某些電壓處使得輸出波形會因切換輸出的衰減器而產生短暫的混亂。若要防止上述輸出混亂的狀況產生，可以依第 66 頁所述關閉電壓自動範圍選擇之功能。
- 您也可以利用指定高低位準來設定振幅（以相關的偏移電壓）。例如，若設定高位準為 +2 伏特，低位準為 -3 伏特，則振幅為 5 Vpp（具有 -500 mV 之偏移電壓）。

- 直流電壓的輸出位準實際上是藉由偏移電壓的設定來控制，您可以將直流位準設定在 $\pm 5\text{ V}$ 直流電壓（輸入 50Ω ）及 $\pm 10\text{ V dc}$ 電壓（輸入開放電路）之範圍內。如需更多資訊，請參閱下頁的「直流偏移電壓」。

要從面板中選擇 **dc** 電壓，按 **Utility**，然後選擇 **DC On** 軟鍵，再按 **Offset** 軟鍵設定想要的偏移電壓位準。

- 面板操作：要設定輸出振幅時，請按 **Ampl** 軟鍵來為選定的函數指定振幅，再用旋鈕或數字鍵盤輸入所要的振幅。如欲藉由設定高低位準來設定振幅時，再按 **Ampl** 軟鍵即可切換至 **HiLevel** 及 **LoLevel** 軟鍵。
- 遠端介面操作：

```
VOLTage {< 振幅 > | MINimum | MAXimum}
```

或者您可以藉由下列指令來設定高位準及低位準。

```
VOLTage:HIGH {< 電壓 > | MINimum | MAXimum}
VOLTage:LOW {< 電壓 > | MINimum | MAXimum}
```

您也可以使用單一的 **APPLY** 指令來選取函數、頻率、振幅、以及偏移。

直流偏移電壓

所有函數的預設偏移值為 0 伏特。

- 振幅的限制：輸出振幅與偏移電壓之關係式如下。 V_{max} 為所選定輸出終端之最大峰值電壓。(50Ω 負載之值為 5 伏特；高阻抗負載之值為 10 伏特)。

$$|V_{offset}| \leq V_{max} - \frac{V_{pp}}{2}$$

若所選擇的偏移電壓值無效，函數產生器會將 dc 電壓自動調整到指定振幅所允許的最大值。

- 輸出終端的限制：偏移限制是由現有輸出終端的設定來決定。例如，若將偏移值設定為 100 mVdc，然後將輸出終端之設定由 50Ω 切換至「高阻抗」，顯示在函數產生器面板之偏移值會加倍至 200 mVdc (並且不會有錯誤訊息產生)。若由「高阻抗」切換至 50Ω，函數產生器面板顯示的振幅會減半。如需更多資訊，請參閱第 63 頁的「輸出終端」。
- 任意波形之限制：若任意波形之波形資料點未遍及輸出 DAC (數位 - 類比轉換器) 之全範圍時，其最大偏移及振幅將會受到限制。例如，內建的「Sinc」波形並未完全使用介於 ±1 的全範圍，因此其最大偏移值限定為 4.95 伏特 (輸入 50Ω)。
- 您也可利用指定高低位準來設定偏移值。例如，若設定高位準為 +2 伏特，低位準為 -3 伏特，則振幅為 5 Vpp (以 -500 mV 之偏移電壓)。
- 直流電壓的輸出位準實際上是藉由偏移電壓的設定來控制，您可以將直流位準設定在 ±5 V 直流電壓 (輸入 50Ω) 及 ±10 V 直流電壓 (輸入開放電路) 之範圍內。

從面板選擇 dc 電壓時，先按 **Utility**，然後再選擇 **DC On** 軟鍵。按下 **Offset** 軟鍵可以設定所要之偏移電壓位準。

- 面板操作：要設定 dc 偏移時，按 **Offset** 軟鍵來為選取的函數設定，再用旋鈕或數字鍵盤輸入所要的偏移值。如要使用高低位準來設定偏移值時，再按 **Offset** 軟鍵即可切換至 **HiLevel** 及 **LoLevel** 軟鍵。

- 遠端介面操作：

```
VOLTage:OFFSet {< 偏移 >|MINimum|MAXimum}
```


或者您可以使用下列指令來指定高位準及低位準值。

```
VOLTage:HIGH {< 電壓 >|MINimum|MAXimum}  
VOLTage:LOW {< 電壓 >|MINimum|MAXimum}
```

您也可以使用單一的 APPLY 指令來選取函數、頻率、振幅、以及偏移。

輸出單位


只適用於輸出振幅。電源啟動時，輸出振幅的單位為峰對峰電壓。

- 輸出單位：**Vpp**、**Vrms** 或 **dBm**。預設值是 **Vpp**。
- 單位設定儲存在依電性記憶體中。當電源關閉時或在遠端介面重設後，單位設定為「**Vpp**」（條件是 **Power On** 狀態設定為預設值）。
- 面板操作及遠端介面操作都使用函數產生器選定的現有單位。例如，若由遠程控制介面選擇「**VRMS**」，面板上亦會顯示出「**VRMS**」。
- 若輸出終端設定為「高阻抗」時，則振幅之輸出單位無法設定為 **dBm**，且會自動轉換設定為 **Vpp**。
- 面板操作：利用數字鍵盤輸入想要的振幅大小，然後按下適當的軟鍵選擇單位。您可以在面板上轉換單位。例如，將 **2 Vpp** 轉換成 **Vrms** 單位的同值振幅，先按 ，再按 **VRMS** 軟鍵，正弦波轉換後之相對值為 **707.1 mVrms**。
- 遠端介面操作：

```
VOLTage:UNIT {VPP|VRMS|DBM}
```

輸出終端

只適用於輸出振幅及偏移電壓。Agilent 33220A 有 50Ω 的固定串聯輸出阻抗至面板的輸出連接器。若實際負載之阻抗與該值不符時，顯示之振幅及偏移位準將會不正確。

- 輸出終端： 1Ω 至 $10\text{ k}\Omega$ 或無限大。預設值為 50Ω 。在顯示屏上方的訊息列要求注意輸出終端設定不能為 50Ω 。
- 輸出終端設定儲存在不變性記憶體中，當電源關閉或在遠端介面重設後，此設定並不會改變（假設 Power On 狀態設定為預設值）。
- 若您指定一個 50Ω 的終端，但實際上您正輸入到開放電路時，其實際輸出值為指定值的 2 倍。例如，設定之偏移為 100 mVdc （且設定負載為 50Ω ），但其輸出終端為開放電路時，其實際偏移值為 200 mVdc 。
- 當改變輸出終端設定後，所顯示的輸出振幅及偏移值會自動隨之調整（並不會有錯誤訊息產生）。例如，設定的振幅為 10 Vpp 時，將輸出阻抗由 50Ω 切換至「高阻抗」時，函數產生器面板的顯示振幅會加倍至 20 Vpp 。若由「高阻抗」切換至 50Ω 時，顯示的振幅會減半。
- 若輸出阻抗之設定為「高阻抗」時，輸出單位會自動設定以 Vpp 為單位輸出振幅，無法設定輸出振幅以 dBm 為單位。
- 面板操作：按  選取 **Output Setup** 軟鍵，再用旋鈕或數字鍵盤選取所要的負載阻抗或再按下 **Load** 軟鍵選擇「High Z」。
- 遠端介面操作：

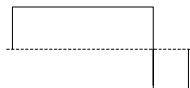
```
OUTPut:LOAD {< 歐姆 > | INFinity | MINimum | MAXimum}
```

工作週期（方波）

方波的工作週期代表每個循環中方波處於高位準的時間量（假設波形極性沒有反轉）。



20% 工作週期



80% 工作週期

（有關脈衝波形的工作週期之資訊，請參閱第 70 頁的「脈衝波形」。）

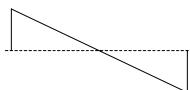
- 工作週期： 20% 到 80%（頻率 ≤ 10 MHz）
40% 到 60%（頻率 > 10 MHz）
- 工作週期儲存在依電性記憶體中，當電源關閉或重設遠端介面後，工作週期設定為 50%（假設 Power On 狀態設定為預設值）。
- 由方波切換至其他函數時，工作週期的設定會被記憶起來，當切換回方波時，會使用記憶下來的工作週期設定值。
- 頻率限制：選擇方波函數時，若所切換之頻率無法產生現行的工作週期時，工作週期將會主動調整至新頻率的_{最大值}。例如，現行之工作週期設定為 70%，若切換頻率至 12 MHz，函數產生器會自動調變工作週期至 60%（即為該頻率之上限）。
- 工作週期設定無法套用於方波波形，方波波形是用來做為 AM、FM、PM 或 PWM 的調變波形。50% 的工作週期永遠用於調變方波波形。工作週期的設定只能套用於方波波形載波。
- 面板操作：選擇方波函數後，按下 **Duty Cycle** 軟鍵，再用旋鈕或數字鍵盤輸入所要的工作週期。
- 遠端介面操作：

```
FUNCTION:SQUare:DCYcle {<百分比>|MINimum|MAXimum}
```

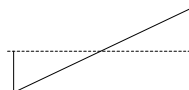
APPLY 指令自動設定工作週期為 50%。

對稱（斜波）

只適用於斜波。對稱代表每個循環中斜波處於上升的時間量（假設波形極性沒有反轉）。



0% 對稱



100% 對稱


- 對稱儲存在依電性記憶體中，當電源關閉或重設遠端介面（假設 Power On 狀態設定為預設值）後，對稱設定為 100%（預設值）。
- 由斜波切換至其他函數時，對稱的設定會被記憶起來，當切換回斜波時，會使用記憶下來的對稱設定值。
- 若您選擇了斜波波形作為 AM、FM、PM 或 PWM 的調變波形，並不適用於對稱之設定。
- 面板操作：選擇斜波函數後，按 **Symmetry** 軟鍵，再用旋鈕或數字鍵盤輸入所要的對稱。
- 遠端介面操作：

FUNCTION:RAMP:SYMMetry {< 百分比 > | MINimum | MAXimum}

APPLY 指令自動設定對稱為 100%。

電壓自動選擇範圍


預設模式為啟動自動選擇範圍，函數產生器會依據輸出放大器及衰減器自動選擇最佳設定。關閉自動選擇範圍功能後，函數產生器將只使用現行放大器及衰減器的設定。



- 您可以停用自動選擇範圍的設定來消除在變更振幅時，切換衰減器所造成的短暫干擾。不過，關閉衰減器會有副作用：
 - 將振幅降低到開啓自動選擇範圍設定時的範圍變化下，會對振幅與偏移的精準度和解析度（及波形準確性）產生不良影響。
 - 您可能無法達到最小振幅，在自動選擇範圍啓用時才會達到。
- 面板操作：按 ，選取 **Output Setup** 軟鍵。再按 **Range** 軟鍵來切換「Auto」與「Hold」選項。
- 遠端介面操作：

```
VOLTage:RANGe:AUTO {OFF|ON|ONCE}
```

APPLY 指令略過電壓自動選擇範圍設定，並自動啟動自動選擇範圍功能。

輸出控制

您可以啓用或停用面板輸出連接器。依預設值，在啟動時停用輸出以保護其他設備。啓用時， 按鍵會發亮。

- 若面板輸出連接器承受過大的外來電壓時，會顯示錯誤訊息並同時關閉輸出。重新啓用輸出前必須先移除輸出連接器的過載，然後按  來啓用輸出。
- 面板操作：按  來啓用或停用輸出。
- 遠端介面操作：

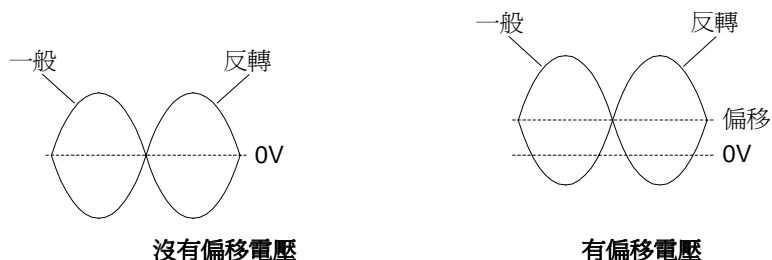
```
OUTPut {OFF|ON}
```

APPLY 指令略過現行設定，並自動啓用輸出連接器。

波形極性

在一般模式時（預設），波形在循環的第一部份走向正值。在反轉模式中，波形在循環的第一部份走向負值。

- 以下的範例顯示，波形會相對於偏移電壓而反轉，但波形反轉後所有的電壓偏移值將維持原狀。




- 當波形反轉後，與波形相關的同步訊號並不會反轉。
- 面板操作：按 **Utility** 選擇 **Output Setup** 軟鍵，再按一次 **Normal** 軟鍵可切換「Normal」及「Invert」選項。
- 遠端介面操作：

`OUTPut:POLarity {NORMal|INVerted}`

同步輸出訊號

面板上的同步連接器可選擇同步輸出。所有標準的輸出函數（除了 **dc** 及雜訊）都有相關的同步訊號。若您不想在某些應用程式上輸出同步訊號時，可以停用同步連接器。

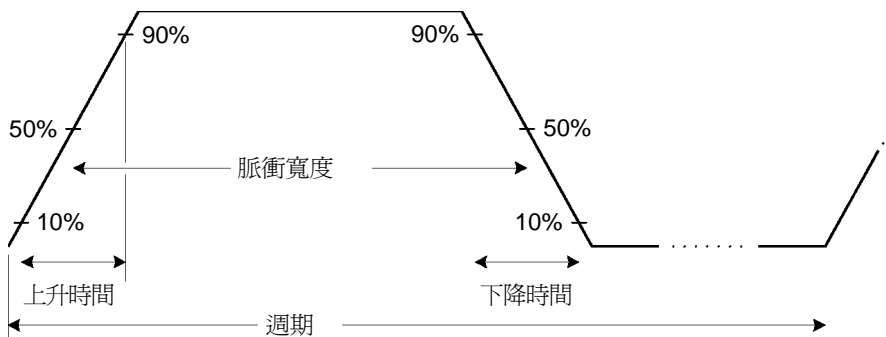
- 同步訊號預設為傳送至同步連接器（啟用）。當停用同步訊號後，同步連接器的輸出位準為「低」位準。
- 當波形反轉後（參閱前頁之「波形極性」），與波形相關的同步訊號並不會反轉。
- 使用於掃描模式的游標頻率（參閱第 99 頁）略過了同步訊號之設定。因此，當游標頻率啟用時（掃描模式亦同時啟用），同步訊號之設定會被忽略。
- 正弦波、斜波及脈衝等波形的同步訊號即為 50% 工作週期之方波。當波形的輸出相對於 0 伏特（或直流偏移值）的正值時，同步訊號為 TTL「高」。當波形輸出相對於 0 伏特（或直流偏移值）的負值時，同步訊號為 TTL「低」。
- 方波波形的同步訊號是一個與主要輸出有相同工作週期的方波。當波形輸出相對於 0 伏特的正值時，同步訊號為 TTL「高」。當波形輸出相對於 0 伏特（或直流偏移值）的負值時，同步訊號為 TTL「低」。
- 任意波形而言的同步訊號為一個 50% 工作週期的方波。當首次下載的波形點輸出時，同步訊號為 TTL「高」。
- 內部調變的 AM、FM、PM 或 PWM，其同步訊號為參考調變波形（並非載波）的方波，其工作週期為 50%。同步訊號在調變波形前半段的 TTL「高」。
- 外部調變的 AM、FM、PM 或 PWM，其同步訊號為參考載波波形的方波，其工作週期為 50%。
- FSK 的同步訊號是參考「跳躍」頻率。同步訊號為轉換至「跳躍」頻率之 TTL「高」。
- 游標關閉時進行頻率掃描，同步訊號為 50% 工作週期的方波。同步訊號在掃描一開始為 TTL「高」，經過掃描中點後則變為「低」。同步波形的頻率相當於指定之掃描時間。
- 游標開啓時進行頻率掃描，同步訊號為 50% 工作週期的方波，同步訊號在掃描一開始時為 TTL「高」，經過游標頻率後則變為「低」。

- 觸發叢發的同步訊號在叢發開始前為 TTL 「高」，經過指定的循環數後則變為 TTL 「低」(若波形有相關的起始相位，可能不穿越零點)。無限計數叢發的同步訊號與連續波形的同步訊號相同。
- 外部閘門叢發的同步訊號跟隨外部閘門訊號，注意該訊號要在最後一個循環結束後才會變為 TTL 「低」(若波形有相關的起始相位，週期不得穿越零點)。
- 面板操作：按  再選擇 **Sync** 軟鍵，可以切換「關閉」及「開啓」。
- 遠端介面操作：

OUTPut:SYNC {OFF|ON} 設定儲存於不變性記憶體中

脈衝波形

如下所示，脈衝波形包括一個週期、一個脈衝寬度、一個上升邊緣及一個下降邊緣。



脈衝週期

- 脈衝週期：200 ns 至 2000 s，預設值為 1 ms。
- 指定的週期必須大於如下所示的脈衝寬度與邊緣時間之總和。函數產生器會視需要調整脈衝寬度與邊緣時間以配合指定的週期。

$$\text{週期} \geq \text{脈衝寬度} + (1.6 \times \text{邊緣時間})$$

- 面板操作：選擇脈衝函數後，再按下 **Freq** 軟鍵以切換至 **Period** 軟鍵，然後利用旋鈕或數字鍵盤輸入所需的脈衝週期。
- 遠端介面操作：

PULSe:PERiod { < 秒數 > | MINimum | MAXimum }

脈衝寬度

脈衝寬度代表由上升邊緣 50% 臨界點至下一個下降邊緣的 50% 臨界點的時間。

- 脈衝寬度：20 ns 至 2000 秒 (參閱下列限制)，預設脈衝寬度是 100 μ s。
- 週期會影響最小脈衝寬度 (Wmin)。

$W_{min} = 20 \text{ ns}$ ，週期 $\leq 10 \text{ s}$ 。

$W_{min} = 200 \text{ ns}$ ，週期 $> 10 \text{ s}$ ，但 $\leq 100 \text{ s}$ 。

$W_{min} = 2 \mu\text{s}$ ，週期 $> 100 \text{ s}$ ，但 $\leq 1000 \text{ s}$ 。

$W_{min} = 20 \mu\text{s}$ ，週期 $> 1000 \text{ s}$ 。

- 指定的脈衝寬度必須也小於週期與最小脈衝寬度之間的差值，如下所示。函數產生器會視需要調整脈衝寬度以配合指定的週期。

脈衝寬度 $<$ 週期 $- W_{min}$

- 指定的脈衝寬度必須小於週期和邊緣時間之間的差值，如下所示。函數產生器會視需要自動調整脈衝寬度以配合指定的週期。

脈衝寬度 \leq 週期 $- (1.6 \times \text{邊緣時間})$

- 脈衝寬度必須大於一個邊緣之時間總和，如下所示。

脈衝寬度 $\geq 1.6 \times \text{邊緣時間}$

- 面板操作：選擇脈衝函數後，按 **Width** 軟鍵。然後利用旋鈕或數字鍵盤輸入所需的脈衝寬度。
- 遠端介面操作：

FUNCTION:PULSe:WIDTh {< 秒數 > | MINimum | MAXimum}

脈衝工作週期

將脈衝工作週期定義為：

$$\text{工作週期} = 100 \times \text{脈衝寬度} \div \text{週期}$$

在此脈衝寬度代表從脈衝上升邊緣的 50% 臨界到下一個下降邊緣 50% 臨界的時間。

- 脈衝工作週期：0% 到 100% (請參閱下列的限制)。預設值是 10%。
- 指定的脈衝工作週期必須符合下列由最小脈衝寬度 (**Wmin**) 決定的限制。函數產生器會視需要調整脈衝工作週期以配合指定的週期。

$$\text{工作週期} > 100 \times \text{Wmin} \div \text{週期}$$

和

$$\text{工作週期} \leq 100 \times (1 - \text{Wmin} \div \text{週期})$$

此處：

$$\text{Wmin} = 20 \text{ ns}, \text{週期} \leq 10 \text{ s}。$$

$$\text{Wmin} = 200 \text{ ns}, \text{週期} > 10 \text{ s}, \text{但} \leq 100 \text{ s}。$$

$$\text{Wmin} = 2 \text{ } \mu\text{s}, \text{週期} > 100 \text{ s}, \text{但} \leq 1000 \text{ s}。$$

$$\text{Wmin} = 20 \text{ } \mu\text{s}, \text{週期} > 1000 \text{ s}。$$

- 指定的脈衝工作週期必須符合下列由邊緣時間決定的限制。函數產生器會視需要調整脈衝工作週期以容納指定的週期。

$$\text{工作週期} \geq 100 \times (1.6 \times \text{邊緣時間}) \div \text{週期}$$

和

$$\text{工作週期} \leq 100 \times (1 - (1.6 \times \text{邊緣時間}) \div \text{週期})$$

- 面板操作：在選取脈衝函數後，請按下 **Dty Cyc** 軟鍵。後使用旋鈕或數字鍵盤輸入想要的工作週期。
- 遠端介面操作：

`FUNCTION:PULSe:DCYCLE {< 百分比>|MINimum|MAXimum}`

邊緣時間

邊緣時間設定脈衝每一個邊緣變換的時間（上升與下降）。上升與下降的時間無法個別獨立設定（兩者皆等於邊緣時間）。對每一次的變換而言，邊緣時間代表的是從 10% 臨界點到 90% 臨界點的時間。

- 邊緣時間：5 ns 至 100 ns（參閱下列限制）。預設邊緣時間為 5 ns。
- 指定的邊緣時間必須符合下列設定的脈衝寬度。函數產生器會調整所需的邊緣時間以配合所設定的脈衝寬度。

$$\text{邊緣時間} \leq 0.625 \times \text{脈衝寬度}$$

或根據工作週期

$$\text{邊緣時間} \leq 0.625 \times \text{週期} \times \text{工作週期} \div 100$$

- 面板操作：選擇脈衝函數後，按下 **Edge Time** 軟鍵。然後利用旋鈕或數字鍵盤輸入所需的邊緣時間。
- 遠端介面操作：

`FUNCTION:PULSe:TRANSition {< 秒數 > | MINimum | MAXimum}`

振幅調變 (AM)

調變的波形是由載波波形以及調變波形所組成。在 **AM** 中，載波的振幅藉由調變波形的瞬時電壓而變化。函數產生器會接受內部或外部的調變來源。

如需關於振幅調變的更多基本資訊，請參閱第 7 章「指導」。

選取 AM 調變

- 函數產生器一次只允許啓用一個調變模式。例如，您無法同時啓用 **AM** 與 **FM**。當您啓用 **AM**，前一個調變模式會關閉。
- 掃描或叢發啓用的同時，函數產生器不會允許啓用 **AM**。當您啓用 **AM**，掃描或叢發模式會關閉。
- 面板操作：在設定任何其他調變參數之前，您必須啓用 **AM**。按 **Mod**，然後使用 **Type** 軟鍵選取「**AM**」。AM 波形使用現在的載波頻率、調變頻率、輸出振幅以及偏移電壓設定來輸出。
- 遠端介面操作：要避免多個波形改變，當您已經設定其他調變參數後，請啓用 **AM**。

```
AM:STATE {OFF|ON}
```

載波波形形狀

- **AM** 載波波形形狀：**正弦波**、方波、斜波，或是任意波形。預設值是正弦波。您**無法**將脈衝、雜訊、或是 **dc** 當成載波波形來使用。
- 面板操作：按任何面板的函數按鍵，除了 **Pulse** 或 **Noise** 以外。對任意波形而言，按 **Arb**，然後選擇 **Select Wform** 軟鍵來選取作用的波形。
- 遠端介面操作：

```
FUNCTION {SINusoid|SQUare|RAMP|USER}
```

您也可以使用單一的 **APPLY** 指令來選取函數、頻率、振幅、以及偏移。

載波頻率

最大的載波頻率是取決於所選取的函數。如下所示。所有函數的預設值是 1 kHz。

函數	最小頻率	最大頻率
正弦波	1 μHz	20 MHz
方波	1 μHz	20 MHz
斜波	1 μHz	200 kHz
任意	1 μHz	6 MHz





- 面板操作：要設定載波頻率，請按選取函數的 **Freq** 軟鍵。然後使用旋鈕或數字鍵盤來輸入想要的頻率。
- 遠端介面操作：

FREQuency {< 頻率 > | MINimum | MAXimum}

您也可以使用單一的 APPLY 指令來選取函數、頻率、振幅、以及偏移。

調變波形形狀

函數產生器會接受內部或外部的 AM 調變來源。

- 調變波形形狀（內部來源）：**正弦波**、方波、斜波、負斜波、三角波、雜訊，或是任意波形。預設值是正弦波。
 - 方波有 50% 工作週期。
 - 斜波有 100% 對稱。
 - 三角波有 50% 對稱。
 - 負斜波有 0% 對稱。
- 您可以把雜訊當成調變波形來使用，但是您無法將雜訊、脈衝、或是直流當成載波波形來使用。
- 如果您選取任意波形當成調變波形，波形會自動限制在 4K 個點。額外的波形點會被移除。
- 面板操作：啓用 AM 後，按 **Shape** 軟鍵。

振幅調變 (AM)

- 遠端介面操作：

```
AM:INTernal:FUNCTion {SINusoid|SQUare|RAMP|NRAMP|
TRIangle|NOISe|USER}
```

調變波形頻率

函數產生器會接受外部或內部 AM 的調變來源。

- 調變頻率 (內部來源)：2 mHz 到 20 kHz。
預設值是 100 Hz。
- 面板操作：啓用 AM 後，按 **AM Freq** 軟鍵。
- 遠端介面操作：

```
AM:INTernal:FREQuency {< 頻率 >|MINImum|MAXImum}
```

調變深度

調變深度使用百分比來表示，表示振幅變化的幅度。在 0% 深度時，輸出振幅是選取數值的一半。在 100% 深度時，輸出振幅等於選取的數值。

- 調變深度：0% 到 120%。預設值是 100%。
- 注意，即使在大於 100% 深度時，函數產生器的輸出 (輸入 50Ω 負載) 也不會超過 ±5V 峰值。
- 如果您選取外部調變來源，載波波形會與外部波形一起調變。調變深度被現在在背板調變輸入連接器上的 ±5V 訊號位準所控制。例如，如果您已經設定調變深度為 100%，然後當調變訊號在 +5 伏特時，輸出會在最大的振幅。當調變訊號在 -5 伏特時，輸出會在最小的振幅。
- 面板操作：啓用 AM 後，按 **AM Depth** 軟鍵。然後使用旋鈕或數字鍵盤來輸入深度。
- 遠端介面操作：

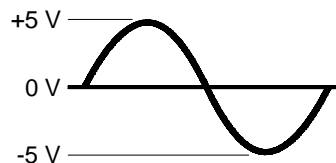
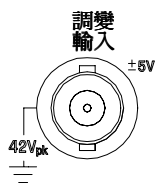
```
AM:DEPTH {< 以百分比為單位的深度 >|MINImum|MAXImum}
```

調變來源

函數產生器會接受內部或外部 AM 的調變來源。

調變來源：**內部**或外部。預設值是內部。

- 如果您選取外部來源，載波波形會與外部波形一起調變。調變深度被現在在背板調變輸入連接器上的 $\pm 5\text{V}$ 訊號位準所控制。例如，如果您已經設定調變深度為 **100%**，然後當調變訊號在 $+5$ 伏特時，輸出會在最大的振幅。當調變訊號在 -5 伏特時，輸出會在最小的振幅。



- 面板操作：啓用 AM 後，按 **Source** 軟鍵。
- 遠端介面操作：

AM:SOURCE {INTernal|EXTernal}

頻率調變 (FM)

調變的波形是由載波波形以及調變波形所組成。在 FM 中，載波的頻率藉由調變波形的瞬時電壓而變化。

如需關於頻率調變的更多基本資訊，請參閱第 7 章「指導」。

選取 FM 調變

- 函數產生器一次只允許啓用一個調變模式。例如，您無法同時啓用 AM 與 FM。當您啓用 FM，前一個調變模式會關閉。
- 掃描或叢發啓用的同時，函數產生器不會允許啓用 FM。當您用 FM，掃描或叢發模式會關閉。
- 面板操作：在設定任何其他調變參數之前，您必須啓用 FM。按 **Mod**，然後使用 **Type** 軟鍵選取「FM」。FM 波形使用現在的載波頻率、調變頻率、輸出振幅、以及偏移電壓設定來輸出。
- 遠端介面操作：要避免波形的多重改變，當您已經設定其他調變參數後，請啓用 FM。

```
FM:StAtE {OFF|ON}
```

載波波形形狀

- FM 載波形狀：**正弦波**、方波、斜波，或是任意波形。預設值是正弦波。您**無法**將脈衝、雜訊、或是 dc 當成載波波形來使用。
- 面板操作：按任何面板的函數按鍵，除了 **Pulse** 或 **Noise** 以外。按 **Arb**，然後選擇 **Select Wform** 軟鍵來選取作用的任意波形。
- 遠端介面操作：

```
FUNCTion {SINusoid|SQUare|RAMP|USER}
```

您也可以使用單一的 **APPLy** 指令來選取函數、頻率、振幅、以及偏移。

載波頻率

最大的載波頻率是取決於所選取的函數，如下所示。所有函數的預設值是 1 kHz。

函數	最小頻率	最大頻率
正弦波	1 μHz	20 MHz
方波	1 μHz	20 MHz
斜波	1 μHz	200 kHz
任意波	1 μHz	6 MHz

- 載波頻率必須永遠大於或等於頻率偏差。如果您嘗試設定偏差值大於載波頻率 (FM 啓用時)，函數產生器會自動調整偏差到目前載波頻率所允許的最大值。
- 載波頻率與偏差的總和必須小於或等於所選取函數的最大頻率加上 **100 kHz** (正弦波與方波是 20.1 MHz，斜波是 300 kHz，而任意波是 6.1 MHz)。如果您嘗試設定無效的偏差值，函數產生器會自動調整為現在載波頻率所允許的最大值。
- 面板操作：要設定載波頻率，按 **Freq** 軟鍵來選取選定函數的頻率。然後使用旋鈕或數字鍵盤來輸入想要的頻率。
- 遠端介面操作：

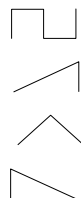
FREQuency {< 頻率 >|MINimum|MAXimum}

您也可以使用單一的 APPLy 指令來選取函數、頻率、振幅、以及偏移。

調變波形形狀

函數產生器會接受內部或外部的 FM 調變來源。

- 調變波形形狀（內部來源）：**正弦波**、方波、斜波、負斜波、三角波、雜訊、或是任意波。預設值是正弦波。
 - 方波有 50% 工作週期。
 - 斜波有 100% 對稱。
 - 三角波有 50% 對稱。
 - 負斜波有 0% 對稱。



您可以將雜訊當成調變波形來使用，但是您**無法**將雜訊、脈衝、或是直流當成載波波形。

- 如果您選取任意波形當成調變波形，波形會自動限制在 4K 個點。額外的波形點會被移除。
- 面板操作：啓用 FM 後，按 **Shape** 軟鍵。
- 遠端介面操作：

```
FM:INTernal:FUNCTion {SINusoid|SQUare|RAMP|NRAMP|
  TRIangle|NOISe|USER}
```

調變波形頻率

函數產生器會接受外部或內部 FM 的調變來源。

- 調變頻率（內部來源）：2 mHz 到 20 kHz。預設值是 10 Hz。
- 面板操作：啓用 FM 後，按 **FM Freq** 軟鍵。
- 遠端介面操作：

```
FM:INTernal:FREQuency {< 頻率 >|MINimum|MAXimum}
```


頻率偏差

頻率偏差設定表示從載波頻率到調變波形頻率之間，頻率上的差異。

- 頻率偏差：1 μ Hz 到 10.05 MHz (斜波的限制是 150 kHz，而任意波形的限制是 3.05 MHz)。預設值是 100 Hz。
- 載波頻率必須永遠大於或等於偏差。如果您嘗試設定偏差值大於載波頻率 (FM 啟用時)，函數產生器會限制偏差值在目前載波頻率所允許的最大值。
- 載波頻率與偏差的總和必須小於或等於所選取函數的最大頻率加上 **100 kHz** (正弦波與方波是 20.1 MHz，斜波是 300 kHz，而任意波形是 6.1 MHz)。如果您嘗試設定無效的偏差值，函數產生器會限制這個值在目前載波頻率所允許的最大值。
- 面板操作：啟用 FM 後，按 **Freq Dev** 軟鍵。然後使用旋鈕或數字鍵盤來輸入想要的偏差。
- 遠端介面操作：

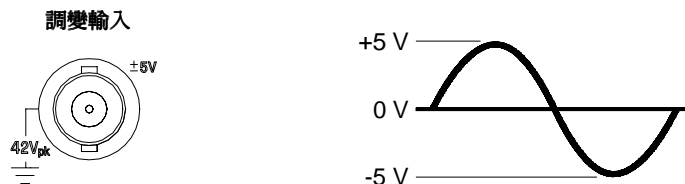
FM:DEVIation {< 以 Hz 為單位的峰值偏差 > | MINimum | MAXimum}

調變來源

函數產生器會接受內部或外部 FM 的調變來源。

調變來源：**內部**或外部。預設值是內部。

- 如果您選取外部來源，載波波形會與外部波形一起調變。頻率偏差被現在在背板調變輸入連接器上的 $\pm 5\text{V}$ 訊號位準所控制。例如，如果您已經設定偏差為 100 kHz ，那麼 $+5\text{V}$ 訊號位準相當於增加了 100 kHz 的頻率。較低的外部訊號位準會產生較少的偏差，而負的訊號位準會產生低於載波頻率的頻率。



- 面板操作：啓用 FM 後，按 **Source** 軟鍵。
- 遠端介面操作：

FM:SOURCE {INTernal|EXTernal}

相位調變 (PM)

已調變的波形是由載波波形和調變波形所組成。**PM** 與 **FM** 非常類似，但是在 **PM** 中，已調變波形的相位會隨調變波形的即時電壓而有所不同。

如需關於相位調變的基本資訊，請參閱第 7 章「指導」。

選取 PM 調變

- 函數產生器一次只允許啓用一個調變模式。例如，您無法同時啓用 **PM** 和 **AM**。當啓用 **PM** 時，上一個調變模式會關閉。
- 函數產生器不允許在啓用掃描或叢發時，同時也啓用 **PM**。啓用 **PM** 時，掃描或叢發模式會關閉。
- 面板操作：在設定任何其他調變參數之前，您必須啓用 **PM**。按下 **Mod**，然後使用 **Type** 軟鍵選取「**PM**」。使用載波頻率、調變頻率、輸出振幅與偏移電壓的目前設定來輸出 **PM** 波形。
- 遠端介面操作：若要避免多重波形改變，您可以在設定其他調變參數後啓用 **PM**。

```
PM:STATe {OFF|ON}
```

載波形狀

- **PM** 載波形狀：**正弦波**、方波、斜波或任意波形。預設值是正弦波。您不能使用脈衝、雜訊或 **dc** 做為載波波形。
- 面板操作：按下面板上任何功能鍵，**Pulse** 與 **Noise** 除外。就任意波形而言，按下 **Arb**，然後選擇 **Select Wform** 軟鍵以選取作用中的波形。
- 遠端介面操作：

```
FUNCTion {SINusoid|SQUare|RAMP|USER}
```

您也可以使用單一的 **APPLY** 指令來選取函數、頻率、振幅、以及偏移。

載波頻率

最大載波頻率視已選取的函數而定，如下所示。所有的函數預設值為 1 kHz。

函數	最小頻率	最大頻率
正弦波	1 μHz	20 MHz
方波	1 μHz	20 MHz
斜波	1 μHz	200 kHz
任意波	1 μHz	6 MHz





- 面板操作：若要設定載波頻率，為已選取的函數按下 **Freq** 軟鍵。然後使用旋鈕或數字鍵盤輸入想要的頻率。
- 遠端介面操作：

FREQuency { < 頻率 > | MINimum | MAXimum }

您也可以使用單一的 APPLY 指令來選取函數、頻率、振幅、以及偏移。

調變波形形狀

函數產生器會接受 PM 的內部或外部調變來源。

- 調變波形形狀（內部來源）：**正弦波**、方波、斜波、負斜波、三角波、雜訊或任意波形。預設值是正弦波。
 - 方波有 50% 工作週期。
 - 斜波有 100% 的對稱。
 - 三角波有 50% 的對稱。
 - 負斜波有 0% 的對稱。
- 您可以使用雜訊做為調變波形，但您無法使用雜訊、脈衝或 dc 做為載波波形。
- 如果選擇任意波形做為調變波形，則會自動將波形限制為 4K 個點。使用取樣法將多餘的波形點數移除。
- 面板操作：啓用 PM 之後，按下 **Shape** 軟鍵。

- 遠端介面操作：

```
PM:INTernal:FUNCTION {SINusoid|SQUare|RAMP|NRAMP|
TRIangle|NOISe|USER}
```

調變波形頻率

函數產生器會接受 PM 的內部或外部調變來源。

- 調變頻率 (內部來源)：2 mHz 到 20 kHz。
預設值是 10 Hz。
- 面板操作：啓用 PM 之後，按下 **PM Freq** 軟鍵。
- 遠端介面操作：

```
PM:INTernal:FREQuency {< 頻率 >|MINimum|MAXimum}
```

相位偏差

相位偏差設定代表載波波形的調變波形相位的峰值差異。相位偏差可以設定從 0 到 360 度。預設值是 180 度。

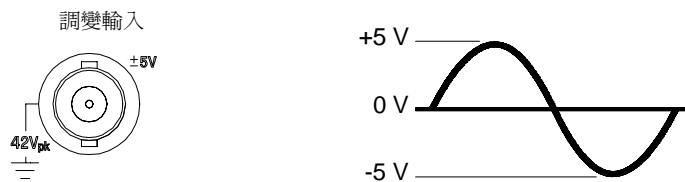
- 面板操作：啓用 PM 之後，按下 **Phase Dev** 軟鍵。然後使用旋鈕或數字鍵盤輸入想要的偏差。
- 遠端介面操作：

```
PM:DEVIation {< 以度為單位的偏差 >|MINimum|MAXimum}
```

調變來源

函數產生器會接受 PM 的內部或外部調變來源。

- 調變來源：**內部**或外部。預設值是內部。
- 如果選取外部來源，則會使用外部波形將載波加以調變。相位偏差由背板調變輸入連接器上的 $\pm 5\text{V}$ 訊號位準所控制。例如，如果偏差已設定為 180° ，則 $+5\text{V}$ 訊號位準會對應至 180° 相位移動。較低的外部訊號會產生較少的偏差。



- 面板操作：啓用 PM 之後，按下 **Source** 軟鍵。
- 遠端介面操作：

```
PM:SOURce {INTernal|EXTernal}
```

頻率移鍵 (FSK) 調變

您可以使用 FSK 調變來設定函數產生器，「移動」在二個預設值之間的輸出頻率。輸出在二個頻率（稱為「載波頻率」與「跳躍頻率」）之間的移動的頻率是由內部頻率產生器或背板觸發輸入連接器上的訊號位準所決定。

如需關於 FSK 調變的基本資訊，請參閱第 7 章「指導」。

選取 FSK 調變

- 函數產生器在一次只允許啓用一個調變模式。例如，您無法同時啓用 FSK 與 AM。當您啓用 FSK，前一個調變模式會關閉。
- 掃描或叢發啓用的同時，函數產生器不會允許啓用 FSK。當您啓用 FSK，掃描或叢發模式會關閉。
- 面板操作：在設定任何其他調變參數之前，您必須啓用 FSK。按 **Mod**，然後使用 **Type** 軟鍵選取「FSK」。FSK 波形使用現在的載波頻率，輸出振幅，以及偏移電壓設定來輸出。
- 遠端介面操作：要避免波形的多重改變，當您已經設定其他調變參數後，請啓用 FSK。

FSKey:STATe {OFF|ON}

載波形狀

- FSK 載波形狀：**正弦波**、方波、斜波、或是任意波形。預設值是正弦波。您不能將脈衝、雜訊、或是 dc 當成載波波形來使用。
- 面板操作：按任何面板的函數按鍵，除了 **Pulse** 或 **Noise** 以外。按 **Arb**，然後選擇 **Select Wform** 軟鍵來選取作用的任意波形。
- 遠端介面操作：

FUNCTion {SINusoid|SQUare|RAMP|USER}

您也可以使用單一的 APPLY 指令來選取函數、頻率、振幅、以及偏移。

FSK 載波頻率

最大的載波頻率是取決於所選取的函數，如下所示。所有函數的預設值是 1 kHz。

函數	最小頻率	最大頻率
正弦波	1 μ Hz	20 MHz
方波	1 μ Hz	20 MHz
斜波	1 μ Hz	200 KHz
任意	1 μ Hz	6 MHz

- 當選取外部來源時，輸出頻率會被背板觸發輸入連接器的訊號位準所決定。當現在是邏輯低位準時，輸出是載波頻率。當現在是邏輯高位準時，輸出是跳躍頻率。
- 面板操作：要設定載波頻率，請按 **Freq** 軟鍵來設定函數的載波頻率。然後使用旋鈕或數字鍵盤來輸入想要的頻率。

遠端介面操作：

`FREQUENCY {< 頻率 > | MINimum | MAXimum}`

您也可以使用單一的 **APPLY** 指令來選取函數、頻率、振幅、以及偏移。

FSK 「跳躍」頻率

最大的交替（或「跳躍」）頻率是取決於所選取的函數，如下所示。所有函數的預設值是 100 Hz。

函數	最小頻率	最大頻率
正弦波	1 μ Hz	20 MHz
方波	1 μ Hz	20 MHz
斜波	1 μ Hz	200 kHz
任意	1 μ Hz	6 MHz

- 內部調變波形是一個有 50% 工作週期的方波。
- 當選取外部來源時，輸出頻率由背板觸發輸入連接器的訊號位準所決定。當現在是邏輯低位準時，就輸出載波頻率。當現在是邏輯高位準時，就輸出跳躍頻率。
- 面板操作：要選取「跳躍」頻率，請按 **Hop Freq** 軟鍵。然後使用旋鈕或數字鍵盤來輸入想要的頻率。

- 遠端介面操作：

FSKey:FREQuency {< 頻率 > | MINImum | MAXImum}

FSK 速率

FSK 速率是當您選取內部 FSK 來源時，輸出頻率在載波頻率與跳躍頻率之間移動的頻率。

- FSK 速率 (內部來源)：2 mHz 到 100 kHz。預設值是 10 Hz。
- 當選取外部 FSK 來源時，FSK 速率會被忽略。
- 面板操作：要設定 FSK 速率，請按 **FSK Rate** 軟鍵。然後使用旋鈕或數字鍵盤來輸入想要的速率。
- 遠端介面操作：

FSKey:INTernal:RATE {< 以 Hz 為單位的速率 > | MINImum | MAXImum}

FSK 來源

- FSK 來源：內部或外部。預設值是內部。

當選取內部來源時，輸出頻率在載波頻率與跳躍頻率之間移動的速率是由指定的 FSK 速率所決定。

當選取外部來源時，輸出頻率由背板觸發輸入連接器的訊號位準所決定。若目前為邏輯低位準，就輸出載波頻率。若目前為邏輯高位準，就輸出跳躍頻率。

- 最大的外部 FSK 速率是 100 kHz。
- 注意外部控制的 FSK 波形所使用的連接器 (觸發輸入)，與外部調變的 AM、FM、PM 與 PWM 波形使用的連接器 (調變輸入) 是不同的。要讓 FSK 使用時，觸發輸入連接器不會有可調整的邊緣極性。
- 面板操作：啓用 FSK 後，按 **Source** 軟鍵。
- 遠端介面操作：

FSKey:SOURce {INTernal | EXTernal}

脈衝寬度調變 (PWM)

在脈衝寬度調變 (PWM) 中，脈衝波形的寬度依調變波形的即時電壓而有所不同。脈衝的寬度可以表示成脈衝寬度（以時間為單位來表示，如同週期），或工作週期（以週期的百分比來表示）。函數產生器會接受內部或外部調變來源。

如需更多有關相位寬度調變的基本資訊，請參閱第 7 章「指導」。

選取 PWM 調變

- 函數產生器只允許為脈衝波形選取 PWM，而 PWM 是脈衝所支援的唯一調變類型。
- 函數產生器在啟用掃描或叢發時，無法同時啟用 PWM。
- 面板操作：在設定任何其他調變參數之前，您必須啟用 PWM。按下 **Pulse** 以選取脈衝，然後按下 **Mod** 以開啓調變。PWM 被選取作為脈衝所支援的唯一調變類型。使用脈衝頻率、調變頻率、輸出振幅、偏移電壓、脈衝寬度與邊緣時間的目前設定來輸出 PWM 波形。
- 遠端介面操作：若要避免多重波形改變，您可以在設定其他調變參數後啟用 PWM。

```
PWM: STATE {OFF | ON}
```

脈衝波形

- 脈衝是 PWM 所支援的唯一波形形狀。
- 面板操作：按下 **Pulse**。
- 遠端介面操作：

```
FUNCTION {PULSe}
```

您也可以使用單一的 APPLY 指令來選取函數、頻率、振幅、以及偏移。

脈衝週期

脈衝週期的範圍從 200 ns 到 2000 s。預設值為 1 ms。

- 面板操作：在選取脈衝函數之後，再按一次 **Freq** 軟鍵以切換到 **Period** 軟鍵。然後使用旋鈕或數字鍵盤輸入想要的脈衝週期。
- 遠端介面操作：

```
PULSe:PERiod {< 秒數 > | MINimum | MAXimum}
```

調變波形形狀

函數產生器會接受 PWM 的內部或外部調變來源。

- 調變波形形狀 (內部來源)：正弦波、方波、斜波、負斜波、三角波、雜訊或任意波形。預設值是正弦波。
- 方波有 50% 工作週期。
- 斜波有 100% 的對稱。
- 三角波有 50% 的對稱。
- 負斜波有 0% 的對稱。
- 如果選擇任意波形做為調變波形，則會自動將波形限制為 4K 個點。使用取樣法將多餘的波形點數移除。
- 面板操作：啓用 PWM 之後，按下 **Shape** 軟鍵。
- 遠端介面操作：



```
PWM:INTernal:FUNCTION {SINusoid | SQUARE | RAMP | NRAMP |  
TRIangle | NOISe | USER}
```

調變波形頻率

函數產生器會接受 PWM 的內部或外部調變來源。

- 調變頻率 (內部來源)：2 mHz 到 20 kHz。
預設值是 10 Hz。
- 面板操作：啓用 PWM 之後，按下 **PWM Freq** 軟鍵。
- 遠端介面操作：

```
PWM:INTernal:FREQuency {< 頻率 > | MINimum | MAXimum}
```

寬度偏差

寬度偏差代表原始脈衝波形的寬度與調變波形的寬度差異（以秒為單位）。

- 寬度偏差：0 μ s 到 1000 s（請參閱以下說明）。預設值為 10 μ s。
- 寬度偏差不能超過目前的脈衝寬度。
- 寬度偏差也會受到最小脈衝寬度的限制 (Wmin)：

$$\text{寬度偏差} \leq \text{脈衝寬度} - W_{\min}$$

和

$$\text{寬度偏差} \leq \text{週期} - \text{脈衝寬度} - W_{\min}$$

此處：

$$W_{\min} = 20 \text{ ns}, \text{週期} \leq 10 \text{ s}。$$

$$W_{\min} = 200 \text{ ns}, \text{週期} > 10 \text{ s}, \text{但} \leq 100 \text{ s}。$$

$$W_{\min} = 2 \mu\text{s}, \text{週期} > 100 \text{ s}, \text{但} \leq 1000 \text{ s}。$$

$$W_{\min} = 20 \mu\text{s}, \text{週期} > 1000 \text{ s}。$$

- 寬度偏差受限於目前邊緣時間設定。

$$\text{寬度偏差} \leq \text{脈衝寬度} - (1.6 \times \text{邊緣時間})$$

和

$$\text{寬度偏差} \leq \text{週期} - \text{脈衝寬度} - (1.6 \times \text{邊緣時間})$$

- 面板操作：啓用 PWM 之後，按下 **Width Dev** 軟鍵。然後使用旋鈕或數字鍵盤輸入想要的偏差。
- 遠端介面操作：

$$\text{PWM:DEVIation} \{ < \text{以秒為單位的偏差} > | \text{MINimum} | \text{MAXimum} \}$$

註：脈衝寬度與寬度偏差，脈衝工作週期與工作週期偏差皆在面板介面中耦合。如果為脈衝波形選取 **Width** 並啟用 PWM，則可以使用 **Width Dev** 軟鍵。另一方面，如果您為脈衝波形選取 **Dty Cyc** 並啟用 PWM，則可以使用 **Dty Cyc Dev** 軟鍵。

工作週期偏差

工作週期偏差代表脈衝波形的工作週期與調變波形的工作週期差異。工作週期偏差以週期的百分比來表示。

- 工作週期偏差：0 到 100% (請參閱下列說明)。預設值是 1%。
- 工作週期偏差不能超過目前脈衝工作週期。
- 工作週期偏差也受限於最小脈衝寬度 (Wmin)：

$$\text{工作週期偏差} \leq \text{工作週期} - 100 \times \text{Wmin} \div \text{週期}$$

和

$$\text{工作週期偏差} \leq 100 - \text{工作週期} - 100 \times \text{Wmin} \div \text{週期}$$

此處：

$$\text{Wmin} = 20 \text{ ns}, \text{週期} \leq 10 \text{ s}。$$

$$\text{Wmin} = 200 \text{ ns}, \text{週期} > 10 \text{ s}, \text{但} \leq 100 \text{ s}。$$

$$\text{Wmin} = 2 \mu\text{s}, \text{週期} > 100 \text{ s}, \text{但} \leq 1000 \text{ s}。$$

$$\text{Wmin} = 20 \mu\text{s}, \text{週期} > 1000 \text{ s}。$$

- 工作週期偏差也受限於目前邊緣時間設定。

$$\text{工作週期偏差} \leq \text{工作週期} - (160 \times \text{邊緣時間}) \div \text{週期}$$

和

$$\text{工作週期偏差} \leq 100 - \text{工作週期} - (160 \times \text{邊緣時間}) \div \text{週期}$$

- 面板操作：啓用 PWM 之後，按下 **Dty CyC Dev** 軟鍵。然後使用旋鈕或數字鍵盤輸入想要的偏差。
- 遠端介面操作：

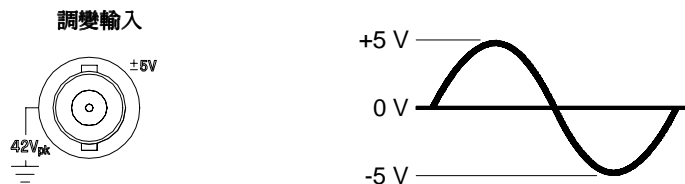
$$\text{PWM:DEVIation:DCYCl e} \{ < \text{以百分比為單位的偏差} > | \text{MIN} | \text{MAX} \}$$

註：脈衝寬度與寬度偏差，脈衝工作週期與工作週期偏差皆在面板介面中耦合。如果為脈衝波形選取 **Width** 並啓用 PWM，則可以使用 **Width Dev** 軟鍵。另一方面，如果您為脈衝波形選取 **Dty Cyc** 並啓用 PWM，則可以使用 **Dty Cyc Dev** 軟鍵。

調變來源

函數產生器會接受 PWM 的內部或外部調變來源。

- 調變來源：**內部**或外部。預設值是內部。
- 如果選取外部來源，則會以外部波形調變脈衝波形。寬度偏差或工作週期偏差由背板調變輸入連接器上的 $\pm 5\text{V}$ 訊號位準所控制。例如，如果您已設定工作週期為 10% 而工作週期偏差為 5%，那麼當調變訊號為 +5 伏時，輸出將為最大工作週期 (15%)。當調變訊號為 -5 伏時，輸出將為最小工作週期 (5%)。



- 面板操作：啓用 PWM 之後，按下 **Source** 軟鍵。
- 遠端介面操作：

```
PWM:SOURce {INTernal|EXTernal}
```


頻率掃描

在頻率掃描模式中，函數產生器使用您指定的掃描速率，從起始頻率「步進」到停止頻率。您可以使用線性或對數間隔，在頻率中向上或向下掃描。您也可以套用一個外部或手動觸發，來設定函數產生器輸出單一掃描（從起始頻率到停止頻率一次）。函數產生器可以對正弦波、方波、斜波、或任意波形產生頻率掃描（不允許脈衝、雜訊、以及 dc）。

如需更多關於掃描的基本資訊，請參閱第 7 章「指導」。

選取掃描

函數產生器在叢發或任何調變模式啓用時，不會允許掃描模式啓用。當您啓用掃描時，叢發或調變模式會關閉。

- 面板操作：在設定任何其他掃描參數之前，您必須啓用掃描。按  來使用現在的頻率、輸出振幅，以及偏移設定來輸出。
- 遠端介面操作：要避免波形的多重改變，當您已經設定其他參數後，請啓動掃描。

```
SWEep:STaTe {OFF|ON}
```

起始頻率與停止頻率

起始頻率與停止頻率設定掃描的最高與最低範圍。函數產生器從起始頻率開始，掃描到停止頻率，然後重設回到起始頻率。

- 起始與停止頻率：1 μ Hz 到 20 MHz (斜波的限制是 200 kHz，任意波的限制是 6 MHz)。掃描是通過全頻率範圍的連續相位。預設的起始頻率是 100 Hz。預設的停止頻率是 1 kHz。
- 要向上掃描頻率，請設定起始頻率 < 停止頻率。
要向下掃描頻率，請設定起始頻率 > 停止頻率。
- 對於游標關閉的掃描，同步訊號是一個有 50% 工作週期的方波。同步訊號在掃描開始時是 TTL 「高」，通過掃描中點之候會變「低」。同步波形的頻率會與指定的掃描時間相同。訊號會從面板的同步連接器輸出。
- 對於游標開啓的掃描，同步訊號在掃描開始時是 TTL 「高」，在通過游標頻率的時候會變「低」。訊號會從面板的同步連接器輸出。
- 面板操作：啓用掃描後，按 **Start** 或 **Stop** 軟鍵。然後使用旋鈕或數字鍵盤來輸入想要的頻率。
- 遠端介面操作：

```
FREQuency:STARt {< 頻率 > | MINimum | MAXimum}
FREQuency:STOP {< 頻率 > | MINimum | MAXimum}
```


中心頻率與頻距

如果您想要，您可以使用中心頻率與頻距來設定掃描的頻率範圍。這些參數與起始頻率與停止頻率類似（請參閱上一頁），並且可以讓您有更多的彈性。

- 中心頻率：1 μ Hz 到 20 MHz（斜波的限制是 200 kHz，任意波形的限制是 6 MHz）。預設值是 550 Hz。
- 頻距：0 Hz 到 20 MHz（斜波的限制是 200 kHz，任意波形的限制是 6 MHz）。預設值是 900 Hz。

要向上掃描頻率，請設定正的頻距。

要向下掃描頻率，請設定負的頻距。

- 對於游標關閉的掃描，同步訊號是一個有 50% 工作週期的方波。同步訊號在掃描開始時是 TTL 「高」，通過掃描中點之後會變「低」。同步波形的頻率會與指定的掃描時間相同。訊號會從面板的同步連接器輸出。
- 對於游標開啓的掃描，同步訊號在掃描開始時是 TTL 「高」，在通過游標頻率的時候會變「低」。訊號會從面板的同步連接器輸出。
- 面板操作：啓用掃描後，再按一次 **Start** 或 **Stop** 軟鍵來切換成 **Center** 或 **Span** 軟鍵。然後使用旋鈕或數字鍵盤來輸入想要的數值。
- 遠端介面操作：

```
FREQUENCY:CENTER {< 頻率 >|MINimum|MAXimum}
FREQUENCY:SPAN {< 頻率 >|MINimum|MAXimum}
```

掃描模式

您可以使用線性或對數間隔掃描。線性掃描是函數產生器在掃描期間將輸出頻率改以線性方式表示。對數掃描是函數產生器在掃描期間將輸出頻率改以對數方式表示。

- 掃描模式：線性或對數。預設值是線性。
- 面板操作：啓用掃描後，再按一次 **Linear** 軟鍵來切換線性或對數模式。
- 遠端介面操作：

```
SWEep:SPACing {LINear|LOGarithmic}
```

掃描時間

掃描時間指定從起始頻率到停止頻率所需要的掃描秒數。函數產生器會自動依據您選取的掃描時間，計算掃描中的離散頻率點數目。

- 掃描時間：1 ms 到 500 秒。預設值是 1 秒。
- 面板操作：啓用掃描後，按 **Sweep Time** 軟鍵。然後使用旋鈕或數字鍵盤來輸入想要的掃描時間。
- 遠端介面操作：

```
SWEep:TIME {< 秒數 > |MINimum|MAXimum}
```

游標頻率


如果您想要，您可以設定面板同步連接器上的訊號在掃描期間內，變成邏輯低位準的頻率。同步訊號在掃描開始時，總是從低階變成高階。

- 游標頻率：1 μ Hz 到 20 MHz (斜波的限制是 200 kHz，任意波形的限制是 6 MHz)。預設值是 500 Hz。
- 當啓用掃描模式時，游標頻率**必須**介於指定的起始頻率與停止頻率之間。如果您嘗試設定不在範圍中的游標頻率，函數產生器會自動設定游標頻率與起始頻率或停止頻率相同（看哪一個比較接近）。
- 同步訊號啓用設定會被用於掃描模式的游標頻率設定所替代（請參閱 68 頁）。所以，當游標頻率啓用時（而且掃描模式也啓用），同步訊號設定會被忽略。
- 面板操作：啓用掃描後，按 **Marker** 軟鍵。然後使用旋鈕或數字鍵盤來輸入想要的頻率。
- 遠端介面操作：

```
MARKer:FREQuency {< 頻率 >|MINimum|MAXimum}
MARKer {Off|On}
```

掃描觸發源

在掃描模式中，當接收到觸發訊號時，函數產生器會輸出單一掃描。掃描從起始頻率到停止頻率一次後，輸出起始頻率時，函數產生器會等待下一次的觸發。

- 掃描觸發來源：內部、外部、或手動。預設值是內部。
- 當選取內部（立即）來源時，函數產生器會輸出由指定掃描時間決定的連續掃描。
- 當選取外部來源時，函數產生器會接受套用在背板觸發輸入連接器的硬體觸發。每次觸發輸入接收指定極性的 TTL 脈衝時，函數產生器會起始一個掃描。
- 觸發週期必須大於或等於指定的掃描時間加 1 ms。
- 當選取手動來源時，每次按面板  鍵時，函數產生器會輸出一個掃描。
- 面板操作：按 **Trigger Setup** 軟鍵，然後按 **Source** 軟鍵來選取想要的來源。

要指定函數產生器是在觸發輸入連接器的上升邊緣或下降邊緣中觸發，按 **Trigger Setup** 軟鍵。然後按 **Slope** 軟鍵選取想要的邊緣。

- 遠端介面操作：

```
TRIGger:SOURce {IMMediate|EXTernal|BUS}
```

使用下列的指令來指定函數產生器是在觸發輸入連接器的上升邊緣或下降邊緣中觸發。

```
TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}
```

如需更多資訊，請參閱第 110 頁的「觸發」。

觸發輸出訊號

背板的觸發輸出連接器提供「觸發輸出」訊號（只使用在掃描與叢發模式）。啓用時，有上升緣（預設值）或下降緣且與 TTL 相容的方波在掃描一開始時，會從觸發輸出連接器輸出。

- 當啓用內部（立即）觸發來源時，函數產生器會在掃描開始時，從觸發輸出連接器輸出有 50% 工作週期的方波。波形的頻率等於指定的掃描時間。
- 當選取外部觸發源時，函數產生器會自動停用「觸發輸出」訊號。觸發輸出連接器無法同時用於這二個操作（外部的觸發波形使用同一個連接器來觸發掃描）。
- 當選取手動觸發時，函數產生器會在每個掃描或叢發一開始時，從觸發輸出連接器輸出脈衝（>1 μ s 脈衝寬度）。
- 面板操作：啓用掃描後，按 **Trigger Setup** 軟鍵。然後按 **Trig Out** 軟鍵選取想要的邊緣。
- 遠端介面操作：


```
OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}  
OUTPut:TRIGger {OFF|ON}
```

叢發模式

您可以設定函數產生器輸出指定循環數目的波形，稱為叢發。函數產生器可以使用正弦波、斜波、脈衝、或任意波形來產生叢發（雜訊只允許在閘門叢發模式，dc 則不允許）。

如需更多叢發模式的基本資訊，請參閱第 7 章「指導」。

選取叢發

- 函數產生器無法在掃描或任何調變模式啓用時，同時啓用叢發模式。當您啓用叢發，掃描或調變模式會關閉。
- 面板操作：在設定任何其他叢發參數之前，您必須啓用叢發。請按  來使用目前的頻率、輸出振幅、以及偏移電壓設定來輸出叢發。
- 遠端介面操作：要避免波形的多重改變，當您已經設定其他參數後，請啓用叢發。

`BURSt:STATe {OFF|ON}`

叢發類型

您可以用下面敘述的任何一個模式來使用叢發。函數產生器根據您選取的觸發來源與叢發來源，一次只啓用一個叢發模式（參閱下表）。

- 觸發叢發模式：在這個模式中（預設值），函數產生器每次接收到觸發時，會輸出指定循環數目（叢發計數）的波形。指定的循環數目輸出後，函數產生器停止並等待下一次觸發。您可以設定函數產生器使用一個內部觸發來起始叢發，或者您也可以利用面板的 **Trigger** 鍵提供外部觸發，將觸發訊號套用到背板觸發輸入連接器上，或是從遠端介面傳送軟體觸發指令。
- 外部閘門叢發模式：在這個模式中，輸出波形根據背板觸發輸入連接器的外部訊號位準來「開」或「關」。當閘門訊號為「真」，函數產生器輸出連續波形。當閘門訊號為「假」時，會完成現在的波形循環，然後函數產生器停止在對應於選定波形的起始叢發相位的電壓位準上。當閘門訊號變「假」時，雜訊波形的輸出會立即停止。

	叢發模式 (BURS:MODE)	叢發計數 (BURS:NCYC)	叢發週期 (BURS:INT:PER)	叢發相位 (BURS:PHAS)	觸發來源 (TRIG:SOUR)
觸發叢發模式： 內部觸發	TRIGgered	可用	可用	可用	IMMEDIATE
觸發叢發模式： 外部觸發	TRIGgered	可用	沒有用	可用	EXTernal, BUS
閘門叢發模式： 外部觸發	GATed	沒有用	沒有用	可用	沒有用

- 選取閘門模式時，叢發計數、叢發週期、與觸發來源會被忽略（這些參數只用於觸發叢發模式）。如果接收到手動觸發，手動觸發會被忽略而且不會有錯誤產生。
- 選取閘門模式時，您也可以選取背板觸發輸入連接器上的訊號極性。
- 面板操作：啓用叢發後，按 **N Cycle** (N 個循環) 或 **Gated** 軟鍵。

要選取觸發輸入連接器上外部閘門訊號的極性，請按 **Polarity** 軟鍵。預設的極性是 **POS** (真實高邏輯)。

- 遠端介面操作：

```
BURSt:MODE {TRIGgered|GATed}
```

使用下列指令來選取觸發輸入連接器上外部閘門訊號的極性。預設值是 NORM (真實高邏輯)。

```
BURSt:GATE:POLarity {NORMal|INVerted}
```

波形頻率

波形頻率定義在觸發式與外部模閘門模式中，叢發波形的重複速率。在觸發式模式中，叢發計數指定的循環數目會在波形頻率中輸出。在外部閘門模式中，外部閘門訊號為「真」時，會輸出波形頻率。

請記住波形頻率不同於「叢發週期」，叢發週期指定的是叢發的間隔（只有觸發式模式）。

- 波形頻率： 1 μ Hz 到 20 MHz (斜波的限制是 200 kHz，任意波形的限制是 6 MHz)。預設的波形頻率是 1 kHz。(對於從內部觸發的波形，最小頻率是 2.001 mHz。) 您可以選取正弦波、方波、斜波、脈衝、或任意波形（雜訊只允許在閘門叢發模式，dc 則不被允許）。
- 對於正弦波與方波而言，只有在「無限」叢發計數時，頻率才能高於 6 MHz。
- 面板操作：要設定波形頻率，請按 **Freq** 軟鍵為選定函數設定波形頻率。然後使用旋鈕或數字鍵盤來輸入想要的頻率。
- 遠端介面操作：

```
FREQuency {< 頻率 > |MINimum|MAXimum}
```


您也可以使用單一的 APPLY 指令來選取函數、頻率、振幅、以及偏移。

叢發計數

叢發計數定義每個叢發輸出的循環數目。只適用於觸發叢發模式（內部或外部來源）。

- 叢發計數：1 到 50,000 個循環，以 1 個循環遞增。您也可以選取無限叢發計數。預設值是 1 個循環。
- 當選取內部觸發源時，會使用叢發週期設定的速率連續輸出指定數目的循環。叢發週期定義叢發的間隔。
- 當選取內部觸發源時，叢發計數必須比叢發週期與波形頻率的乘積小，如下所示。

$$\text{叢發計數} < \text{叢發週期} \times \text{波形頻率}$$

- 函數產生器會自動增加叢發週期到最大值，以配合指定的叢發計數（但是波形頻率不會改變）。
- 當選取閘門叢發模式時，叢發計數會被忽略。然而，如果您從遠端介面改變叢發計數，在已選取觸發模式的情況下，函數產生器會記住新的計數並使用它。
- 面板操作：要設定叢發計數，按 **#Cycles** 軟鍵，然後使用旋鈕或數字鍵盤來輸入計數。要改選取無限計數叢來代替，再按 **#Cycles** 軟鍵來切換成 **Infinite** 軟鍵（按下  啟動波形，再次按下將其停止）。
- 遠端介面操作：

```
BURSt:NCYCles {< 循環數 > | INFinity | MINimum | MAXimum}
```

叢發週期

叢發週期定義從一個叢發起始到下一個叢發起始的時間。只適用在內部觸發叢發模式。

記住叢發週期不同於「波形頻率」，波形頻率是指定叢發訊號的頻率。

- 叢發週期：1 μ s 到 500 秒。預設值是 10 ms。
- 叢發週期設定只用在內部觸發啓用時。當手動或外部觸發啓用時（或閘門叢發模式選取時），叢發週期會被忽略。
- 指定太短的叢發週期讓函數產生器輸出指定的叢發計數與頻率是不可能的（請參閱下面）。如果叢發週期太短，函數產生器會視需要自動調整以持續重新觸發叢發。

$$\text{叢發週期} > \frac{\text{叢發計數}}{\text{波形頻率}} + 200 \text{ ns}$$

- 面板操作：要設定叢發週期，請按 **Burst Period** 軟鍵，然後使用旋鈕或數字鍵盤來輸入週期。
- 遠端介面操作：

```
BURSt:INTernal:PERiod {< 秒數 > | MINimum | MAXimum}
```

叢發相位


叢發相位定義叢發的起始相位。

- 叢發相位：-360 度到 +360 度。預設值是 0 度。
- 從遠端介面，您可以使用 UNIT:ANGL 指令（請參閱 208 頁）設定起始相位的度數或弧度。
- 從面板中，起始相位永遠以度數顯示（弧度無法使用）。如果您從遠端介面設定起始相位的弧度，然後回到面板操作，您會看見函數產生器把相位轉換成度數。
- 對正弦波、方波、與斜波波形而言，0 度是波形從 0 電壓（或是 dc 偏移值）移往正方向的點。對任意波形而言，0 度是下載到記憶體的第一個點。叢發相位對脈衝或雜訊波形不會有影響。
- 叢發相位同時使用在閘門叢發模式。當閘門訊號為「假」時，會完成現在的波形循環，然後函數產生器停止。輸出會停留在相當於起始叢發相位的電壓位準。
- 面板操作：要設定叢發相位，請按 **Start Phase** 軟鍵，然後使用旋鈕或數字鍵盤來輸出想要的相位度數。
- 遠端介面操作：

BURSt:PHASe {< 角度 > | MINimum | MAXimum}

叢發觸發來源

在觸發叢發模式中，每次接收到觸發時，函數產生器會輸出指定循環數目（叢發計數）的叢發。在指定的循環數目輸出後，函數產生器會停止，並等待下次的觸發。開機時，內部觸發叢發模式會啟動。

- 叢發觸發來源：**內部**、**外部**、或**手動**。預設值是內部。
- 當選取內部（立即）來源時，產生叢發的頻率是由叢發週期所決定。
- 當選取外部來源時，函數產生器會接受套用在背板觸發輸入連接器的硬體觸發。每次觸發輸入接收指定極性的 **TTL** 脈衝時，函數產生器會輸出指定數目的循環。發生在叢發期間的外部觸發訊號會被忽略。
- 當選取手動來源時，每次按下面板  按鈕時，函數產生器會輸出叢發。
- 當選取外部或手動觸發來源時，叢發計數與叢發相位還是會實行，但是叢發週期會被忽略。
- 面板操作：請按 **Trigger Setup** 軟鍵，然後按 **Source** 軟鍵選取想要的來源。

要指定函數產生器是在觸發輸入連接器訊號的上升邊緣或下降邊緣觸發，按 **Trigger Setup** 軟鍵。然後按 **Slope** 軟鍵選取想要的邊緣。

- 遠端介面操作：

```
TRIGger:SOURce {IMMediate|EXTeRnal|BUS}
```

使用下列指令來指定函數產生器是在觸發輸入連接器的上升邊緣或下降邊緣產生觸發。

```
TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}
```

請參閱第 110 頁的「觸發」來得到更多觸發的資訊。

觸發輸出訊號



背板觸發輸出連接器（只用在叢發與掃描模式）提供一個「觸發輸出」訊號。啟用後，在叢發開始時，觸發輸出連接器會輸出具有上升緣（預設）或下降緣的 TTL 相容的脈衝波形。

- 當選取內部（立即）觸發源時，叢發一開始的時候，函數產生器會從觸發輸出連接器輸出有 50% 工作週期的方波。波形的頻率會與指定的叢發週期相同。
- 當選取外部觸發源時，函數產生器會自動停用「觸發輸出」訊號。觸發輸出連接器無法同時用於這二個操作（外部觸發波形使用相同的連接器來觸發叢發）。
- 當選取手動觸發源時，函數產生器會在每次叢發開始的時候，從觸發輸出連接器輸出脈衝 (>1 μ s 脈衝寬度)。
- 面板操作：啟用叢發後，按 **Trigger Setup** 軟鍵。然後按 **Trig Out** 軟鍵選取想要的邊緣。
- 遠端介面操作：

```
OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}  
OUTPut:TRIGger {OFF|ON}
```

觸發

只應用在掃描或叢發。您可以使用內部觸發、外部觸發、或手動觸發對掃描或叢發發出觸發。

- 當您開啓函數產生器時，內部或「自動」觸發會啓用。在這個模式中，當選取掃描或叢發模式時，函數產生器會持續的輸出。
- 外部觸發使用背板觸發輸入連接器來控制掃描或叢發。每次觸發輸入接收 TTL 脈衝時，函數產生器會起始一個掃描或輸出一個叢發。您可以選取函數產生器在外部觸發訊號的上升或下降緣觸發。
- 每次您從面板按  時，手動觸發會起始一個掃描或輸出一個叢發。持續按這個鍵可以重新觸發函數產生器。
- 當叢發或掃描函數之外的函數被選取時， 鍵會被停用。

觸發來源選項

只用在掃描或叢發。您必須指定函數產生器接收觸發的來源。

- 掃描觸發來源：**內部**、外部、或手動。預設值是內部。
- 函數產生器會接受手動觸發、從背板觸發輸入的硬體觸發、或是使用內部觸發的連續輸出掃描或叢發。開機時，選取的是內部觸發。
- 觸發來源設定儲存在依電性記憶體中；當電源關閉或遠端介面重設之後，來源會設定為內部觸發（面板）或立即（遠端介面）。（條件是 Power On 狀態已設定為預設值。）
- 面板操作：啓用掃描或叢發後，按 **Trigger Setup** 軟鍵。然後按 **Source** 軟鍵選取想要的來源。
- 遠端介面操作：

```
TRIGger:SOURce {IMMediate|EXTernal|BUS}
```



APPLy 指令會自動設定來源為「立即」。

內部觸發 在內部觸發模式中，函數產生器會持續輸出掃描或叢發（掃描時間或叢發週期所指定的）。這是給面板與遠端介面使用的開機觸發來源。

- 面板操作：按 **Trigger Setup** 軟鍵，然後選取 **Source Int** 軟鍵。

- 遠端介面操作：

TRIGger:SOURce IMMediate

手動觸發 在手動觸發模式中（只有面板可使用），您可以按面板的  鍵來手動觸發函數產生器。每次您按這個鍵時，函數產生器會起始一個掃描或輸出一個叢發。當函數產生器等待手動觸發時， 鍵會亮燈（遠端時這個鍵會被停用）。

外部觸發 在外部觸發模式中，函數產生器會接受套用在背板觸發輸入連接器的硬體觸發。每次觸發輸入接收指定邊緣的 TTL 脈衝時，函數產生器會起始一個掃描或輸出一個叢發。

請同時參閱下一頁的「觸發輸入訊號」。

- 面板操作：外部觸發模式就像手動觸發模式一樣，除了將觸發應用在觸發輸入連接器以外。要選取外部來源，按 **Trigger Setup** 軟鍵，然後選取 **Source Ext** 軟鍵。

要指定函數產生器是在上升或下降邊緣觸發，按 **Trigger Setup** 軟鍵，然後按 **Slope** 軟鍵選取想要的邊緣。

- 遠端介面操作：

TRIGger:SOURce EXTernal


使用下列指令來指定函數產生器是在上升或下降邊緣觸發。

TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}

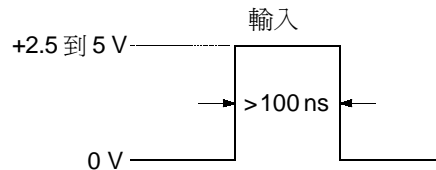
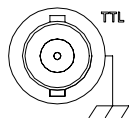
軟體（匯流排）觸發 匯流排觸發模式只可以從遠端介面使用。這個模式相似於從面板的手動觸發模式，只是您是利用傳送匯流排觸發指令來觸發。每次接收匯流排觸發指令時，函數產生器會起始一個掃描或輸出一個叢發。

- 要選取匯流排觸發來源，請傳送下列的指令。

TRIGger:SOURce BUS

- 當選取匯流排來源時，要從遠端介面（GPIB、USB 或 LAN）觸發函數產生器，請傳送 TRIG 或 *TRG（觸發）指令。當函數產生器等待匯流排觸發時，面板  鍵會亮燈。

觸發輸入訊號

觸發輸入/輸出
FSK/叢發

上升緣顯示

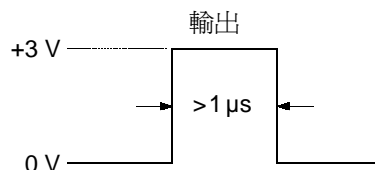
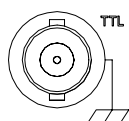
下列的模式使用背板連接器：

- 觸發掃描模式：要選取外部來源，按 **Trigger Setup** 軟鍵，然後選取 **Source Ext** 軟鍵或從遠端介面執行 TRIG:SOUR EXT 指令（掃描必須啟用）。當 TTL 脈衝的上升或下降緣（您指定邊緣）在觸發輸入連接器中接收到時，函數產生器會輸出單一掃描。
- 外部調變 FSK 模式：要啟用外部調變模式，從面板按 **Source** 軟鍵或從遠端介面執行 FSK:SOUR EXT 指令（FSK 必須啟用）。當出現邏輯低位準時，輸出的是載波頻率。當出現邏輯高位準時，輸出的是跳躍頻率。最大的外部 FSK 頻率是 100 kHz。
- 觸發叢發模式：要選取外部來源，按 **Trigger Setup** 軟鍵，然後選取 **Source Ext** 軟鍵或從遠端介面執行 TRIG:SOUR EXT 指令（叢發必須啟用）。每次從指定的觸發源接收觸發時，函數產生器輸出指定循環數目（叢發計數）的波形。
- 外部閘門叢發模式：要啟用閘門模式，按 **Gated** 軟鍵或從遠端介面執行 BURS:MODE GAT 指令（叢發必須啟用）。當外部閘門訊號為「真」時，函數產生器輸出連續的波形。當外閘訊號為「假」時，會完成現在波形循環，然後函數產生器會停止在相當於起始叢發相位的電壓位準。對雜訊而言，當閘門訊號為「假」時，會立即停止輸出。

觸發輸出訊號

「觸發輸出」訊號從背板觸發輸出連接器輸出（只用於掃描與叢發）。啓用後，掃描或叢發一開始時，有上升與下降緣（預設），且與 TTL 相容的方波會從背板觸發輸出連接器輸出。

觸發輸入/輸出
FSK/叢發



上升緣顯示。

- 選取內部（立即）觸發源後，掃描或叢發開始時，函數產生器會從觸發輸出連接器輸出有 50% 工作週期的方波。波形的週期會與指定的掃描時間或叢發週期相同。
- 選取外部觸發源後，函數產生器會自動停用「觸發輸出」訊號。觸發輸出連接器無法同時用於二種操作（外部觸發波形使用相同的連接器來觸發掃描或叢發）。
- 當選取匯流排（軟體）或手動觸發源時，函數產生器會在掃描或叢發開始時，從觸發輸出連接器輸出脈衝（ $>1\ \mu\text{s}$ 脈衝寬度）。
- 面板操作：啓動掃描或叢發後，按 **Trigger Setup** 軟鍵。然後按 **Trig Out** 軟鍵選取想要的邊緣。
- 遠端介面操作：

```
OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}
OUTPut:TRIGger {OFF|ON}
```

任意波形

在不變性記憶體中有五種內建的任意波形。您也可以在依電性記憶體中儲存一種自訂波形，亦可在不變性記憶體中最多儲存四種自訂波形。任何一種波形都可儲存 1 個 (dc 電壓) 至 65,536 (64K) 個資料點。

您可以從面板建立一個任意波形 (如下一節所述)，或是使用 Agilent 33220A 隨附 CD-ROM 內的 Agilent IntuiLink 軟體。Agilent IntuiLink 軟體允許您使用電腦上的圖形使用者介面建立任意波形，再將它們下載到 Agilent 33220A。您可以從您的 Agilent 示波器擷取波形，再匯入到 IntuiLink。如需更詳細資訊，請參閱 Agilent IntuiLink 軟體內的線上說明。

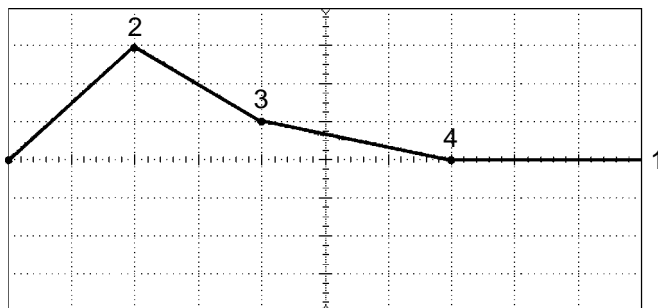
註：您最多可將 65,536 (64K) 點數的波形從您的電腦下載至 Agilent 33220A。然而，從面板只能建立或編輯 16,384 (16K) 個點或更少點數的波形。

如需關於下載及輸出任意波形內部操作的更多資訊，請參閱第 7 章「指導」。

建立與儲存任意波形

本節利用一個範例說明如何由面板建立及儲存任意波形。如欲由遠端介面下載任意波形，請參閱從 213 頁開始的「任意波形指令」。在這個範例中，您可以利用四個波形資料點來建立及儲存斜波。

Volt/Div = 1 Volt
Time/Div = 1 ms



1 選取任意波形函數。

當您按 **Arb** 選擇任意波函數後，會出現一個暫時性的訊息指出現在選取的波形。

2 啓動任意波形編輯器。

按 **Create New** 軟鍵啓動波形編輯器。在波形編輯器中，您可以指定每一個波形點的時間與電壓值，來定義這個波形。建立一個新的波形時，前一個在依電性記憶體中的波形資料將會被覆寫。

3 設定波形週期。

按 **Cycle Period** 軟鍵設定波形的時間邊界。波形中最後一個資料點的時間設定值（可以在波形中定義）必須小於所設定的循環週期。

本範例中，請設定波形週期為 10 ms。



4 設定波形電壓限制。

按 **High V Limit** 及 **Low V Limit** 軟鍵，設定編輯波形時可允許之電壓上限與下限。上限必須大於下限。預設的第一個資料點與上限相同，第二個資料點與下限相同。

本範例中，設定之上限為 3.0 V，下限為 0 V。



5 選擇內插法。

按 **Interp** 軟鍵啓用或停用波形資料點的線性內插（本功能只能從面板才可操作）。內插啓用時（預設），波形編輯器會在資料點間建立一條直線。內插停用時，波形編輯器會在資料點間維持固定的電壓位準，並建立一個「階梯式」波形。

在本範例中，請打開線性內插。

6 設定波形資料點的初始數目。

您可以從面板利用最多 **16,384 (16K)** 個資料點建立一個任意波形，波形編輯器先利用二個資料點建立波形，並自動將波形最後一個資料點連接至第一個資料點的電壓位準，以建立一個連續波形。按 **Init # Points** 軟鍵來定義波形資料點之初始資料點數目（若需要時，可隨後再增加或移除資料點）。

在本範例中，請設定初始之資料點為「4」個。

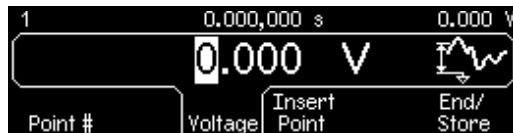
7 開始一點接一點的編輯程序。

按 **Edit Points** 軟鍵接受初始的波形設定後，進行一點接一點的編輯。在顯示屏視窗上方狀態行上，左側顯示點數，中央顯示目前點的時間值，右側顯示目前點的電壓值。

8 定義波形的第一個資料點。

按 **Voltage** 軟鍵設定資料點 #1 的電壓值（該點固定從 0 秒開始）。資料點 #1 預設為等於上限。

在本範例中，請設定資料點 #1 的電壓值為 0 V。

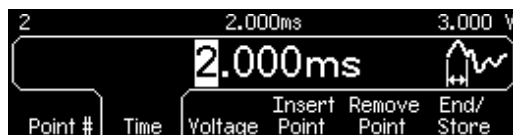


波形編輯器利用 V_{pp} 來計算振幅，不用 V_{rms} 及 dBm。

9 定義下一個波形資料點。

按 **Point #** 軟鍵，然後利用旋鈕移動至資料點 #2。按 **Time** 軟鍵設定該資料點之時間（本軟鍵在資料點 #1 中並未提供選用）。按 **Voltage** 軟鍵設定該資料點之電壓位準。

在本範例中，請設定時間為 2 ms，電壓位準為 3.0 V。



10 定義其餘的波形資料點。

利用 **Time** 及 **Voltage** 軟鍵，依下表所列的值定義其餘資料點。

點	時間值	電壓值
1	0 s	0 V
2	2 ms	3 V
3	4 ms	1 V
4	7 ms	0 V

- 波形中最後一個資料點的時間設定值必須小於所設定的循環週期。
- 波形編輯器自動將波形最後一個資料點連接至第一個資料點的電壓位準，以建立一個連續波形。
- 如欲在現有的波形資料點後插入一個資料點時，按 **Insert Point** 軟鍵，新的資料點將會插入於現有資料點及下一個定義資料點的中間。
- 如欲移除現用的波形資料點時，按 **Remove Point** 軟鍵。其餘資料點將使用目前選定的內插法連接起來。因為波形需要定義一個初始值，所以第一個資料點無法移除。

11 儲存任意波形於記憶體中。

按 **End/Store** 軟鍵儲存新波形於記憶體中，然後按 **DONE** 軟鍵將波形儲存於依電性記憶體中，或按 **Store in Non-Vol** 軟鍵將波形儲存在 4 個不變性記憶體位置中的一個位置。

您可以對四個不變記憶體的位置自行命名。


- 自訂名稱最多包含 12 個字元。第一個字元必須為英文字母，其他字元可為字母、數字或底線字元 (「_」)。
- 增加額外字元時，按右游標鍵直到游標移到現有名稱的右端，然後旋轉旋鈕。
- 按 **←** 鍵，刪除游標右端的所有字元。

在本範例中，請將記憶體位置 1 命名為「RAMP_NEW」，然後按 **STORE ARB** 軟鍵儲存波形。



現在新的波形已經儲存於不變性記憶體中並提供函數產生器輸出。新命名的波形名稱會出現在儲存波形的清單中 (在 **Stored Wform** 軟鍵的下面)。

任意波形的額外資訊

- 確定目前選定的任意波形的捷徑是，按 。會在面板顯示暫時的訊息。
- 除了由面板建立一個新的波形外，您也可以編輯具有 16,384 或更少資料點的現有使用者定義波形。更大的波形（最多到 65,536 個點）無法從面板編輯，而且無法選取作為編輯之用。您可以編輯從面板或從遠端介面所建立的「小」波形（最多到 16,384 個點）。但內建的五種波形則無法進行編輯。
- 按 **Edit Wform** 軟鍵可以對儲存於不變性記憶體及依電性記憶體中的波形進行編輯。當對這些波形進行編輯時必須注意下列事項。
 - 當增加循環週期時，部分資料點可能會發生重複的現象，波形編輯器會保存最先的資料點，並移除所有重複的資料點。
 - 當降低循環週期時，波形編輯器會刪除所有之前定義，但超出新週期的資料點。
 - 當增加電壓限制時，所有資料點的電壓位準均不會改變，但可能會喪失部分的垂直解析度。
 - 當降低電壓限制時，部分的資料點可能會超出新限制，波形編輯器會將這些資料點的電壓位準降低，以符合新的限制。
- 若您選擇了一個任意波形，將它當成是 AM、FM、PM 或 PWM 的調變波形，該波形將自動設限為 4K 個資料點。超出的資料點將被刪除。

系統相關操作

本節討論有關儀器狀態儲存、關機重取、錯誤狀況、自我測試及面板顯示控制等主題的資訊。相關資料與波形產生器並無直接相關，但卻是操作函數產生器的重要資料。

儀器狀態儲存



函數產生器備有五個儲存於不變性記憶體中的儀器狀態，編號依序由 0 到 4。當電源關閉時函數產生器自動使用編號「0」儲存現有的儀器狀態。編號 1 到 4 的位置則可由您由面板自行命名。

- 您可以利用五個位置中的任一個儲存儀器狀態，但只有從包含前一個儲存狀態的位置，才能重取一個狀態。
- 只有經由遠端介面，您才能在編號「0」的位置中儲存第五個儀器狀態（面板不提供此項功能）。必須注意的是，當電源關閉後，編號「0」的儲存位置將會被覆寫（即先前所儲存的儀器狀態將會被覆寫）。
- 狀態儲存功能會「記住」選取的函數（包括任意波形）、使用的頻率、振幅、dc 偏移、工作週期、對稱以及調變參數。
- 出廠時，位置編號「1」至「4」並無任何資料（位置編號「0」則儲存關機狀況）。
- 當電源關閉時，函數產生器自動將現有狀態儲存至編號「0」的位置。您可以設定函數產生器於電源啟動時重取電源關閉前的狀態。然而在出廠時，函數產生器設定為當開機時重取出廠預設狀態。
- 您可以對所有的儲存位置指定名稱（但由面板中不能對編號「0」的位置命名）。您可以經由面板及遠端介面命名儲存位置，但只能在面板上利用命名重取儀器狀態。遠端介面僅可用數字 0 至 4 重取儲存狀態。
- 自訂的名稱最多包含 12 個字元，第一個字元**必須**為英文字母 (A-Z)，其他字元可為字母、數字 (0-9) 或底線字元 (「_」)，不可使用空白字元。命名超過 12 個字元時會有錯誤訊息產生。
- 函數產生器**不會**禁止您對不同的位置使用相同的名稱。例如，您可以對位置「1」和「2」使用相同的名稱。
- 儲存儀器狀態後刪除不變性記憶體中的任意波形時，波形資料就此喪失，當重取儀器狀態時，函數產生器將**不會**輸出此波形。內建的「指數上升」波形會取代已刪除的波形輸出。


- 當儲存儀器狀態時，會將面板顯示狀態同時儲存（參閱第 125 頁的「顯示控制」）。當重取儀器狀態時，也同時重取原先面板的顯示狀態。

儀器重設並不會影響已儲存在記憶體中的設定。儀器狀態一旦儲存後會一直保存至被覆寫或刪除。

- 面板操作：按  然後選擇 **Store State** 或 **Recall State** 軟鍵。欲刪除儲存狀態時，選擇 **Delete State** 軟鍵（您對此記憶體位置的命名亦會同時刪除）。

欲設定函數產生器在電源啟動時重取出廠時的預設狀態，按  然後選擇 **Pwr-On Default** 軟鍵。欲設定函數產生器在電源啟動時重取電源關閉時所儲存的狀態，按  然後選擇 **Pwr-On Last** 軟鍵。

您可以對四個儲存位置的任一個位置命名。

- 自訂的名稱最多包含 12 個字元，第一個字元必須為英文字母，其他字元可為字母、數字或底線字元（「_」）。
- 增加額外字元時，按右游標鍵直到游標移到現有名稱的右端然後旋轉旋鈕。
- 按  刪除游標右端的所有字元。
- 遠端介面操作：

*SAV {0|1|2|3|4} 狀態 0 是電源關閉的儀器狀態。
 *RCL {0|1|2|3|4} 狀態 1、2、3 與 4 是使用者自訂狀態。

使用以下指令可以儲存利用面板叫出儲存狀態的自訂命名，遠端介面僅可利用數字重取儲存狀態 (0 至 4)。


```
MEM:STATE:NAME 1,TEST_WFORM_1
```

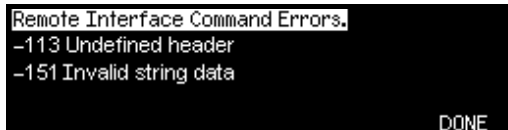
使用以下指令可以設定函數產生器於電源啟動時重取電源關閉時的狀態。

```
MEMory:STATe:RECall:AUTO ON
```

錯誤狀況

在函數產生器的錯誤佇列中最多可儲存 20 個指令語法或硬體錯誤。完整的錯誤列表詳見第 5 章。

- 錯誤的擷取方式為先進先出 (FIFO)，第一個返回的錯誤為第一個儲存的錯誤。當您閱讀後，該訊息即被刪除。當錯誤產生時，函數產生器會以嗶一聲提醒（除非您停用該功能）。
- 若產生超過 20 個錯誤時，儲存於佇列中的最後一個錯誤（即最近產生的錯誤），會被置換為「佇列溢滿」。除非您刪除佇列中的錯誤訊息，否則無法再儲存任何錯誤訊息。如佇列中無任何錯誤訊息時，當您閱讀時會以「無錯誤訊息」回應。
- 電源循環或利用 *CLS(清除狀態) 指令都可以清除佇列，閱讀訊息時也會清除錯誤，但儀器重設時不會清除佇列 (*RST 指令)。
- 面板操作：按  選擇「檢視遠端指令錯誤佇列」項目（編號 2），然後按 **SELECT** 軟鍵檢視佇列中的錯誤訊息。如下所示，表中的第一個錯誤訊息（亦即清單頂端的錯誤訊息）即為第一個產生的錯誤訊息。



```
Remote Interface Command Errors.
-113 Undefined header
-151 Invalid string data
DONE
```

- 遠端介面操作：


SYSTem:ERRor? 從錯誤佇列讀取一個錯誤

錯誤訊息的格式如下（錯誤訊息字串最多包含 255 個字元）。

```
-113, "Undefined header"
```

訊號器控制

一般而言，不管是面板或是遠端介面操作，當有錯誤發生時，函數產生器都會發出嗶聲。您可能會想在某些應用程式中關閉面板訊號器的功能。


- 訊號器的狀態儲存於不變性記憶體中，關閉電源或是重設遠端介面不會對其產生改變。出廠時訊號器的功能設定為啟用。
- 關閉訊號器的功能並不會停用操作面板鍵盤或旋鈕所產生的聲音。
- 面板操作：按  然後由「System」功能表中選擇 **Beep** 軟鍵。
- 遠端介面操作：

SYSTEM:BEEPer立即發出一次嗶聲

SYSTEM:BEEPer:STATe {OFF|ON}停用 / 啟用訊號器

顯示燈泡保護裝置

當您 8 個小時未操作面板，面板的顯示燈泡會自行關閉，而顯示螢幕也會變成空白。您也許會想要停用燈泡保護功能。此功能僅可經由面板操作。


- 燈泡保護的設定儲存於不變性記憶體中，而且**不會**因為關閉電源或是重設遠端介面產生改變。出廠時燈泡保護裝置模式設定為啟用。
- 面板操作：按  然後由「System」功能表中選擇 **Scrn Svr** 軟鍵。

顯示對比


您可調整對比的設定，以使面板顯示的清晰度達到最佳化。該功能僅可從面板操作。

- 顯示對比：15 到 50。預設值是 30。

對比的設定儲存於不變性記憶體中，而且**不會**因為關閉電源或是重設遠端介面產生改變。

- 面板操作：按  然後由「System」功能表中選擇 **Display Contr** 軟鍵。

自我測試

- 當開啓函數產生器時會進行通電自我測試。該功能亦可確認函數產生器處於可用狀態。
- 完整的自我測試執行一連串的測試工作，約需 15 秒。如果通過測試，函數產生器完整可用的可靠度極高。
- 當通過完整的測試後，面板會顯示「Self-Test Passed」(自我測試錯誤)的訊息。若無法通過自我測試，則會顯示「Self-Test Failed」以及錯誤的數量。請參閱《Agilent 33220A Service Guide》，來得到將儀器送回安捷倫維修的指引。
- 面板操作：按  然後由「Test/Cal」功能表中選擇 **Self Test** 軟鍵。
- 遠端介面操作：

*TST?

通過測試時其返回值為「0」，未通過測試時其返回值為「1」。未通過測試時會同時產生敘述錯誤原因的訊息。

顯示控制

基於安全或加速函數產生器經由遠端介面執行指令速率的考量，您可以關閉面板的顯示。藉由遠端介面，您亦可以在面板上顯示一個包含 12 個字元的訊息。

- 停用面板顯示的指令只可經由遠端介面下達（無法經由本機操作時的面板直接關閉）。
- 當停用後，面板顯示將會消失（但背光之燈泡仍然為啟用狀態）。所有按鍵，除了 **Local** 之外，於停用顯示後均無法使用。
- 由遠端介面操作傳送訊息至面板顯示，這些訊息的位階高於顯示狀態。意即在顯示屏停用的狀態下亦可以顯示傳送訊息（遠端介面錯誤訊息在顯示屏停用時仍會顯示）。
- 當電源循環、儀器重設後（*RST 指令）或返回本機（面板）操作時，顯示會自動設定為啟用。按 **Local** 鍵或由遠端介面執行 IEEE-488 GTL（返回本機）指令時可返回本機狀態。
- 當執行 *SAV 指令儲存儀器狀態時，顯示狀態亦會被儲存。執行 *RCL 指令重取儲存儀器狀態時，面板顯示屏亦會回復至先前的狀態。
- 您可以經由遠端介面傳送指令並將這些文字訊息顯示於面板上，大小寫字母 (A-Z)、數字 (0-9) 及其他標準電腦鍵盤上的字元都可使用。函數產生器會依據訊息的字元數目選擇二個字型中的其中一個顯示訊息。較大的字型約可顯示 12 個字元，較小的字型約可顯示 40 個字元。
- 遠端介面操作：下列指令會關閉面板顯示。

```
DISP OFF
```

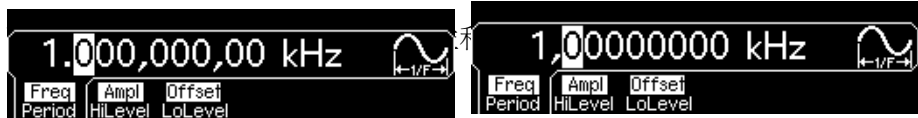
下列指令會顯示訊息於面板，若面板顯示停用時則會同時啟動面板顯示。

```
DISP:TEXT 'Test in Progress...'
```

下列指令可以清除顯示於面板（沒有改變顯示狀態）的訊息。

```
DISP:TEXT CLEAR
```

數字格式



小數點：句點
分隔數字：逗號

小數點：逗號
分隔數字：無

- 數字格式儲存於不變性記憶體中，並且不會因為電源關閉及遠端介面重設而改變。出廠時句點用於表示小數點，逗點則用於分隔數字（例如，1.000,000,00 kHz）。
- 面板操作：按 **Utility** 然後由「系統」功能表中選擇 **Number Format** 軟鍵。

韌體修訂查詢

您可以向函數產生器查詢安裝的韌體修訂版本，修訂碼包含五個數字，形式是「**f.ff-b.bb-aa-p**」。

f.ff = 韌體修正碼
b.bb = 啟動核心修訂版編號
aa = ASIC 修訂版編號
p = 印刷電路板修訂版編號

- 面板操作：按 **Utility** 然後由「Test/Cal」功能表中選擇 **Cal Info** 軟鍵。修訂碼會顯示於面板上。
- 遠端介面操作：下列指令可以查閱函數產生器的韌體修訂碼（字串變數的維度必須至少 50 個字元）。

*IDN?

該指令回傳如下格式的字串：

Agilent Technologies,33220A,0,f.ff-b.bb-aa-p

SCPI 語言版本查詢

函數產生器依現有 SCPI (可設計儀器程式的標準指令) 版本的法則及慣例編譯。您可以經由遠端介面查詢相容於本儀器的 SCPI 版本。

您無法由面板查詢 SCPI 版本。

- 遠端介面操作：

```
SYSTem:VERSion?
```

回傳之字串格式為「YYYY.V」，「YYYY」代表版本的年份，「V」代表該年份的版本號 (例如 1999.0)。

遠端介面組態

本節提供關於為遠端介面通訊設定函數產生器的資訊。如需關於從面板設定儀器的資訊，請參閱從 48 頁開始的「設定遠端介面」。如需關於可用於設計遠端介面函數產生器的 SCPI 指令，請參閱從第 139 頁開始的第 4 章「遠端介面參考」。

Agilent 33220A 可讓您選擇 3 種介面來支援遠端介面通訊： GPIB、USB 以及 LAN。啟動時 3 種介面都是「活動中」。這一節描述某些您可能需要在函數產生器上設定的介面組態參數。

註：儀器隨附的 CD-ROM 內包含連線軟體，因此能夠在這些介面上啟動通訊。請參閱 CD-ROM 內的說明，將軟體安裝到您的電腦。


- **GPIB 介面。**您只需為函數產生器設定 GPIB 位址，並使用一條 GPIB 纜線將產生器連接到您的電腦。
- **USB 介面。**您的函數產生器上不需要任何設定。只需使用一條 USB 纜線將函數產生器連接到電腦。
- **LAN 介面。**依預設值，DHCP 為 On 的狀態，表示能夠透過 LAN 介面啟用網路通訊。您可能需要設定多個組態參數，如接下來的 LAN 組態章節所述。

如需詳盡的背景資訊，請參閱 《Agilent Technologies USB/LAN/GPIB Connectivity Guide》，您可以從 Agilent 網站下載這份資料，網址如下：

www.agilent.com/find/connectivity


GPIB 位址

GPIB (IEEE-488) 介面上每個裝置必須有一個唯一的位址。您可以將函數產生器的位址設定為介於 0 到 30 之間的數值。當函數產生器出廠時，位址設定為「10」。電源開啓時會顯示 GPIB 位址。

- 位址儲存在不變性記憶體中，在電源關閉或重設遠端介面之後都不會改變。
- 您電腦的 GPIB 介面卡有專屬的位址。請確定避免將電腦的位址用於介面匯流排上的儀器。
- 面板操作：按下 ，再從「I/O」功能表中選取 **GPIB Address** 軟鍵。
- 沒有 SCPI 指令可設定 GPIB 位址。

DHCP On/Off (LAN)


DHCP (動態主機組態通訊協定) 是一種通訊協定，會自動為網路上的裝置指定動態 IP 位址。若要使用 LAN 介面設定 Agilent 33220A 以進行遠端通訊，通常 DHCP 是最容易的方法。DHCP 的預設值是 On。

- 選取 **DHCP On** 以使用 DHCP 自動指定 IP 位址。
- 如果您想使用 **IP Address** 軟鍵手動指定 IP 位址，請選取 **DHCP Off**。
- 如果 DHCP 伺服器無法指定有效的 IP 位址，則會使用目前 IP Address 的設定。
- DHCP 設定儲存在不變性記憶體中，在電源關閉或重設遠端介面之後都不會改變。
- 面板操作：按下 ，然後再按 **I/O** 軟鍵。然後選取 **LAN**，隨後選取 **IP Setup**。依預設值，DHCP 為 On。按下 **DHCP On/Off** 軟鍵以切換其狀態。
- 沒有 SCPI 指令可設定 DHCP On/Off。

註：如果您變更任何 LAN 設定，您必須循環電源以啟動新的設定。所有的 LAN 設定都是如此，包括開啟或關閉 DHCP。


IP 位址 (LAN)

您可以為 Agilent 33220A 輸入一個 IP 位址，此位址以句點標示法來表示四個位元組的整數（「nnn.nnn.nnn.nnn」，其中每個「nnn」皆為從 0 到 255 的位元組值）。每一個位元組皆以十進位數值表示，無前置零（例如，169.254.2.20）。

- 如果 DHCP 為使用中，則不需要設定 IP 位址。然而，如果 DHCP 伺服器無法指定有效的 IP 位址，則會使用目前 IP Address 的設定。
- 請向您的網路系統管理員要求一個用於您函數產生器上的有效 IP 位址。
- 使用數字鍵盤（而非旋鈕）輸入 IP 位址。
- IP 位址儲存在不變性記憶體中，在電源關閉或重設遠端介面之後都不會改變。
- 面板操作：按下 ，然後再按 I/O 軟鍵。然後選取 LAN，隨後選取 IP Setup。依預設值，DHCP 為 On。如果必要，選取 DHCP Off。顯示 IP Address 欄位。
- 沒有 SCPI 指令可設定 IP 位址。


子網路遮罩 (LAN)

劃分子網路可讓網路系統管理員能夠將一個網路分割成許多更小的網路，以簡化管理作業並減少網路輸送量。子網路遮罩是主機位址的一部份，用來表示子網路。

- 如果 DHCP 為使用中，則不需要設定子網路遮罩。
- 請向您的網路系統管理員詢問是否正在使用子網路，以及正確的子網路遮罩。
- 使用數字鍵盤（而非旋鈕）輸入子網路遮罩。
- 子網路遮罩儲存在不變性記憶體中，在電源關閉或重設遠端介面之後都不會改變。
- 面板操作：按下 ，然後再按 I/O 軟鍵。然後選取 LAN，隨後選取 IP Setup。依預設值，DHCP 為 On。如果必要，選取 DHCP Off。然後選取 Subnet Mask。
- 沒有 SCPI 指令可設定子網路遮罩。



預設閘道 (LAN)

閘道是一種網路裝置，可連接不同網路。預設閘道設定是這種裝置的 IP 位址。

- 如果 DHCP 為使用中，則不需要設定閘道位址。
- 請向您的網路系統管理員詢問是否正在使用閘道，以及正確的位址。
- 使用數字鍵盤（而非旋鈕）輸入閘道位址。
- 閘道位址儲存在不變性記憶體中，在電源關閉或重設遠端介面之後都不會改變。
- 面板操作：按下 ，然後再按 **I/O** 軟鍵。然後選取 **LAN**，隨後選取 **IP Setup**。依預設值，DHCP 為 On。如果必要，選取 **DHCP Off**。然後選取 **Default Gateway**。
- 沒有 SCPI 指令可設定閘道位址。



主機名稱 (LAN)

主機名稱是網域名稱的主機部分，網域名稱會被翻譯成 IP 位址。

- 請向您的網路系統管理員詢問正確的主機名稱。
- 使用旋鈕或游標鍵輸入主機名稱。名稱中的每個字元必須為字母（「a」到「z」）、數字或連字符號（「_」）。
 - 使用旋鈕選取每個字元。
 - 使用游標鍵移動到下一個字元。
 - 您可以使用數字鍵盤輸入數字。
 - 使用  鍵刪除從游標位置開始右側所有的字元。
- 主機名稱儲存在不變性記憶體中，在電源關閉或重設遠端介面之後都不會改變。
- 面板操作：按下 ，然後再按 **I/O** 軟鍵。然後選取 **LAN**，隨後選取 **DNS Setup**。然後選取 **Host Name**。
- 沒有 SCPI 指令可設定主機名稱。


網域名稱 (LAN)

網域名稱是 Internet 上的註冊名稱，會翻譯成 IP 位址。

- 請向您的網路系統管理員詢問正確的網域名稱。
- 使用旋鈕或游標鍵輸入網域名稱。名稱中的每個字元可以為字母 (「a」到「z」)、數字、連字符號 (「_」) 或句點 (「.」)。
 - 使用旋鈕選取每個字元。
 - 使用游標鍵移動到下一個字元。
 - 您可以使用數字鍵盤輸入數字。
 - 使用  鍵刪除從游標位置開始右側所有的字元。
- 主機名稱儲存在不變性記憶體中，在電源關閉或重設遠端介面之後都不會改變。
- 面板操作：按下 ，然後再按 I/O 軟鍵。然後選取 LAN，隨後選取 **DNS Setup**。然後選取 **Domain Name**。
- 沒有 SCPI 指令可設定網域名稱。

DNS 伺服器 (LAN)

DNS (網域名稱服務) 是一種網際網路服務，可將網域名稱翻譯成 IP 位址。DNS 伺服器位址是執行此項服務的伺服器的 IP 位址。

- 請向您的網路系統管理員詢問是否使用 DNS，以及正確的 DNS 伺服器位址。
- 使用數字鍵盤 (而非旋鈕) 輸入位址。
- DNS 伺服器位址儲存在不變性記憶體中，在電源關閉或重設遠端介面之後都不會改變。
- 面板操作：按下 ，然後再按 I/O 軟鍵。然後選取 LAN，隨後選取 **DNS Setup**。然後選取 **DNS Server**。
- 沒有 SCPI 指令可設定 DNS 伺服器位址。

目前組態 (LAN)

選取「Currently Active Settings」顯示以檢視目前的 LAN 組態資訊。

- 面板操作：按下 ，然後再按 **I/O** 軟鍵。選取 **LAN**，然後選取 **Current Config**。
- 沒有 SCPI 指令可顯示組態螢幕。

註：此顯示只呈現**目前作用中**的設定。如果您已變更任何 LAN 設定，您必須先循環電源以啟動設定，然後選取 **Current Config**。同時，此顯示為**靜態**。它在顯示資訊後並不會更新已發生事件的資訊。例如，如果當顯示開啟時，DHCP 會指定一個 IP 位址，在按下 **Refresh** 按鈕前您無法會看見新的 IP 位址。

試一試 Agilent 33220A 網頁介面！

Agilent 33220A 提供一個駐留在儀器中的網頁介面。您可以透過 LAN 使用此介面以檢視或修改儀器的 I/O 設定。同時，所提供的遠端面板介面讓您能夠透過網路控制儀器。

存取與使用網頁介面：

1. 建立您的電腦與 33220A 間的 LAN 介面連線。
2. 開啓您電腦的網頁瀏覽器。
3. 若要啓動網頁介面，請在瀏覽器網址欄位內輸入儀器的 IP 位址，或完整主機名稱。
4. 依照網頁介面內線上說明的指示。

參閱《Agilent Technologies USB/LAN/GPIB Connectivity Guide》，您可以從 Agilent 網站下載這份資料，網址如下：

www.agilent.com/find/connectivity

校正總覽

這個部分是函數產生器校正功能的簡短介紹。要得到更多校正程序的討論細節，請參閱《Agilent 33220A Service Guide》的第 4 章。


校正安全

這個功能允許您輸入安全碼來預防意外或未經授權的函數產生器校正。當您一開始收到函數產生器時，它是受到保護的。在您執行校正前，必須先輸入正確的安全碼來解除函數產生器的保護。

如果您忘記安全碼，您可以使用儀器內部主 PC 板上的兩個「CAL ENABLE」板將安全保護功能停用。請參《Agilent 33220A Service Guide》以獲得更多的資訊。

- 函數產生器出廠時，安全碼設定為「AT33220A」。安全碼儲存在不變性記憶體中，**不會**因為關閉電源或是重設遠端介面而產生改變。
- 安全碼最多包含 12 個字元，第一個字元必須為英文字母，其他字元可為字母、數字或底線字元（「_」）。您不需要使用全部 12 個字元，但是第一個一定要是英文字母。

解除校正保護 您可以從面板或是遠端介面解除函數產生器的保護。出廠時函數產生器是受到保護的，安全碼設定為「AT33220A」。

- 一旦您輸入安全碼，面板與遠端介面都使用這個安全碼。例如，如果您從面板保護函數產生器，您必須從遠端介面使用相同的安全碼來解除保護。
- 面板操作：按 ，然後從「Test/Cal」功能表選取 **Secure Off**。
- 遠端介面操作：要解除函數產生器的保護，傳送下列更正安全碼的指令。

```
CAL:SECURE:STATE OFF,AT33220A
```

校正保護 您可以從面板或是遠端介面保護函數產生器。出廠時函數產生器是受到保護的，安全碼設定為「AT33220A」。

- 一旦您輸入安全碼，面板與遠端介面都使用這個安全碼。例如，如果您從面板保護函數產生器，您必須從遠端介面使用相同的安全碼來解除保護。
- 面板操作：按 **Utility**，然後從「Test/Cal」功能表選取 **Secure On**。
遠端介面操作：要保護函數產生器，使用正確的安全碼傳送下列指令。

```
CAL:SECURE:STATE ON,AT33220A
```

變更安全碼 要變更安全碼，您必須先解除函數產生器的保護，然後輸入新的安全碼。且請確認變更安全碼之前，您已經閱讀過 134 頁所描述的安全碼規則。

- 面板操作：要變更安全碼，請使用舊的安全碼解除函數產生器的保護。然後按 **Utility**，並且從「Test/Cal」功能表選取 **Secure Code** 軟鍵。從面板變更安全碼也會變更遠端介面的密碼。
- 遠端介面操作：要變更安全碼，您必須先使用舊的安全碼解除函數產生器的保護。然後輸入新的安全碼，如下所示。

```
CAL:SECURE:STATE OFF, AT33220A    使用舊安全碼解除保護
CAL:SECURE:CODE SN123456789        輸入新的安全碼
```

校正計數


您可以查詢函數產生器得到有多少次的校正已經執行。注意，函數產生器出廠前就已經校正過。當您收到函數產生器，請務必讀取計數以獲得初始值。

- 校正計數儲存在不變性記憶體中，**不會**因為關閉電源或是重設遠端介面而產生改變。
- 校正計數增加到 65,535 後會回到「0」。由於每個校正點會增加一個數值，完整的校正可能會增加許多計數。
- 面板操作：按 **Utility**，然後從「Test/Cal」功能表選取 **Cal Info** 軟鍵。校正計數會在顯示屏中列出。
- 遠端介面操作：

```
CALibration:COUNT?
```

校正訊息

函數產生器允許您在主機的校正記憶體中儲存一個訊息。例如，您可以儲存上次校正日期、下次應該執行校正的日期、函數產生器的序號、或是新校正聯絡人的名字與電話等這類的資訊。

- 您只可以從遠端介面記錄校正訊息，而且只有函數產生器的保護解除時。您可以從面板或遠端介面讀取訊息。不論函數產生器被保護或未被保護，您都可以讀取校正資訊。
- 校正訊息最多包含 40 個字元（額外的字元會被截斷）。
- 儲存校正訊息會覆蓋前次儲存在記憶體中任何的訊息。
- 校正訊息儲存在不變性記憶體中，**不會**因為關閉電源或是重設遠端介面而產生改變。
- 面板操作：按 ，然後從「Test/Cal」功能表選取 **Cal Info** 軟鍵。校正訊息會在顯示屏上列出。
- 遠端介面操作：要儲存校正訊息，請傳送下列指令。包括任何放在單引號（' '）內的想要的字串。

```
CAL:STR 'Cal Due: 01 August 2003'
```

出廠預設設定

下一頁的表格為 Agilent 33220A 出廠預設設定的摘要。為了方便起見，在《Quick Reference Card》與本手冊封底上都有此表格。

註：如果您已啟用關機重取模式，電源開啟狀態將與表格上的狀態有所不同。請參閱第 120 頁的「儀器狀態儲存」。

Agilent 33220A 出廠預設設定

輸出組態	出廠設定
函數	正弦波
頻率	1 kHz
振幅 / 偏移	100 mVpp / 0.000 Vdc
輸出單位	Vpp
輸出終端	50 W
範圍自動設定	開啟
調變	出廠設定
載波 (AM、FM、PM、FSK)	1 kHz 正弦波
載波 (PWM)	1 kHz 脈衝
調變波形 (AM)	100 Hz 正弦波
調變波形 (FM、PM、PWM)	10 Hz 正弦波
AM 深度	100%
FM 偏差	100 Hz
PM 偏差	180 度
FSK 跳躍頻率	100 Hz
FSK 速率	10 Hz
PWM 寬度偏差	10 μs
調變狀態	關閉
掃描	出廠設定
開始 / 停止頻率	100 Hz / 1 kHz
掃描時間	1 秒
掃描模式	線性
掃描狀態	關閉
叢發	出廠設定
叢發數目	1 個循環
叢發週期	10 ms
叢發開始相位	0 度
叢發狀態	關閉
系統相關操作	出廠設定
• 關機重取	• 停用
顯示模式	開啟
錯誤佇列	錯誤已清除
儲存狀態，儲存任意波	沒有改變
輸出狀態	關閉
觸發操作	出廠設定
觸發來源	內部 (立即)
遠端介面組態	出廠設定
• GPIB 位址	• 10
• DHCP	• 開啟
• IP 位址	• 169.254.2.20
• 子網路遮罩	• 255.255.0.0
• 預設閘道	• 0.0.0.0
• DNS 伺服器	• 0.0.0.0
• 主機名稱	• 無
• 網域名稱	• 無
校正	出廠設定
校正狀態	安全

標有符號 (•) 的參數被儲存在不變性記憶體中。

遠端介面參考

遠端介面參考

- 「SCPI 指令摘要」，第 141 頁
- 「簡化的程式設計總覽」，第 153 頁
- 「使用 APPLy 指令」，第 155 頁
- 「輸出組態指令」，第 162 頁
- 「脈衝組態指令」，第 174 頁
- 「振幅調變 (AM) 指令」，第 179 頁
- 「頻率調變 (FM) 指令」，第 182 頁
- 「相位調變 (PM) 指令」，第 186 頁
- 「頻率移鍵調變 (FSK) 指令」，第 189 頁
- 「脈衝寬度調變 (PWM) 指令」，第 192 頁
- 「頻率掃描指令」，第 197 頁
- 「叢發模式指令」，第 204 頁
- 「觸發指令」，第 211 頁
- 「任意波形指令」，第 213 頁
- 「狀態儲存指令」，第 223 頁
- 「系統相關指令」，第 226 頁
- 「介面組態指令」，第 230 頁
- 「相位鎖定指令 (僅限選項 001)」，第 231 頁
- 「SCPI 狀態系統」，第 233 頁
- 「狀態報告指令」，第 240 頁
- 「校正指令」，第 244 頁
- 「SCPI 語言簡介」，第 246 頁
- 「使用裝置清除」，第 250 頁

整本手冊中的「預設」狀態和數值已經定義完成。如果您尚未啓用關機重取模式，這裡也提供一些開機預設狀態（請參閱第 3 章的「儀器狀態儲存」）。



如果您是第一次使用 SCPI 語言的新手，請先參閱以下各節以便在嘗試進行函數產生器的程式設計之前熟悉這個語言。

SCPI 指令摘要

整份手冊在用於遠端介面程式開發的 SCPI 指令及語法方面使用下列慣例：

- 方括號 ([]) 表示選擇性的關鍵字或參數。
- 大括號 ({ }) 將指令字串內的參數包圍起來。
- 角括號 (< >) 將您必須使用數值取代的參數包圍起來。
- 分隔號 (|) 將多個參數選擇項隔開。

APPLy 指令

(請參閱第 155 頁以取得更多資訊)

APPLy

```
:SINusoid [ < 頻率 > [ , < 振幅 > [ , < 偏移 > ] ] ]
:SQUare [ < 頻率 > [ , < 振幅 > [ , < 偏移 > ] ] ]
:RAMP [ < 頻率 > [ , < 振幅 > [ , < 偏移 > ] ] ]
:PULSe [ < 頻率 > [ , < 振幅 > [ , < 偏移 > ] ] ]
:NOISe [ < 頻率 | DEF > 1 [ , < 振幅 > [ , < 偏移 > ] ] ]
:DC [ < 頻率 | DEF > 1 [ , < 振幅 > | DEF > 1 [ , < 偏移 > ] ] ]
:USER [ < 頻率 > [ , < 振幅 > [ , < 偏移 > ] ] ]
```

APPLy?

¹ 這個參數對於這個指令而言沒有作用，但是您必須指定一個數值或是「DEFault」。

輸出組態指令

(請參閱第 162 頁以取得更多資訊)

```

FUNCTION {SINusoid|SQUare|RAMP|PULSe|NOISe|DC|USER}
FUNCTION?

FREQuency {< 頻率 >|MINimum|MAXimum}
FREQuency? [MINimum|MAXimum]

VOLTage {< 振幅 >|MINimum|MAXimum}
VOLTage? [MINimum|MAXimum]

VOLTage:OFFSet {< 偏移 >|MINimum|MAXimum}
VOLTage:OFFSet? [MINimum|MAXimum]

VOLTage
  :HIGH {< 電壓 >|MINimum|MAXimum}
  :HIGH? [MINimum|MAXimum]
  :LOW {< 電壓 >|MINimum|MAXimum}
  :LOW? [MINimum|MAXimum]

VOLTage:RANGe:AUTO {OFF|ON|ONCE}
VOLTage:RANGe:AUTO?

VOLTage:UNIT {VPP|VRMS|DBM}
VOLTage:UNIT?

FUNCTION:SQUare:DCYCLe {< 百分比 >|MINimum|MAXimum}
FUNCTION:SQUare:DCYCLe? [MINimum|MAXimum]

FUNCTION:RAMP:SYMMetry {< 百分比 >|MINimum|MAXimum}
FUNCTION:RAMP:SYMMetry? [MINimum|MAXimum]

OUTPut {OFF|ON}
OUTPut?

OUTPut:LOAD {< 歐姆 >|INFinity|MINimum|MAXimum}
OUTPut:LOAD? [MINimum|MAXimum]

OUTPut:POLarity {NORMa1|INVerted}
OUTPut:POLarity?

OUTPut:SYNC {OFF|ON}
OUTPut:SYNC?

```

粗體顯示的參數會在 *RST (重設) 指令之後被選取。

脈衝組態指令

(請參閱第 174 頁以取得更多資訊)

```
PULSe:PERiod {< 秒數 >|MINimum|MAXimum}
PULSe:PERiod? [MINimum|MAXimum]

FUNction:PULSe
:HOlD {WIDTh|DCYCle}
:HOlD? [WIDTh|DCYCle]
:WIDTh {< 秒數 >|MINimum|MAXimum}           50% 到 50% 臨界點
:WIDTh? [MINimum|MAXimum]
:DCYCle {< 百分比 >|MINimum|MAXimum}
:DCYCle? [MINimum|MAXimum]
:TRANsition {< 秒數 >|MINimum|MAXimum}       10% 到 90% 臨界點
:TRANsition? [MINimum|MAXimum]
```

粗體顯示的參數會在 *RST (重設) 指令之後被選取。

調變指令

(請參閱第 179 頁以取得更多資訊)

AM 指令

```

AM:INTernal
  :FUNCTION {SINusoid|SQUare|RAMP|NRAMP|TRIangle|NOISe|USER}
  :FUNCTION?

AM:INTernal
  :FREQuency {< 頻率 >|MINimum|MAXimum}
  :FREQuency? [MINimum|MAXimum]

AM:DEPTh {< 以百分比為單位的深度 >|MINimum|MAXimum}
AM:DEPTh? [MINimum|MAXimum]

AM:SOURce {INTernal|EXTernal}
AM:SOURce?

AM:STATe {OFF|ON}
AM:STATe?

```

FM 指令

```

FM:INTernal
  :FUNCTION {SINusoid|SQUare|RAMP|NRAMP|TRIangle|NOISe|USER}
  :FUNCTION?

FM:INTernal
  :FREQuency {< 頻率 >|MINimum|MAXimum}
  :FREQuency? [MINimum|MAXimum]

FM:DEVIation {< 以 Hz 為單位的峰值偏差 >|MINimum|MAXimum}
FM:DEVIation? [MINimum|MAXimum]

FM:SOURce {INTernal|EXTernal}
FM:SOURce?

FM:STATe {OFF|ON}
FM:STATe?

```

以**粗體**顯示的參數會在 *RST (重設) 指令之後被選取。

PM 指令

```

PM:INteRnal
:FUNctIon {SINusoid|SQUare|RAMP|NRAMP|TRIangle|NOISe|USER}
:FUNctIon?

PM:INteRnal
:FREQuency {< 頻率 >|MINimum|MAXimum}
:FREQuency? [MINimum|MAXimum]

PM:DEVIation {< 以度為單位的偏差 >|MINimum|MAXimum}
PM:DEVIation? [MINimum|MAXimum]

PM:SOURce {INteRnal|EXteRnal}
PM:SOURce?

PM:STATe {OFF|ON}
PM:STATe?

```

FSK 指令

```

FSKey:FREQuency {< 頻率 >|MINimum|MAXimum}
FSKey:FREQuency? [MINimum|MAXimum]

FSKey:INteRnal:RATE {< 以 Hz 為單位的速率 >|MINimum|MAXimum}
FSKey:INteRnal:RATE? [MINimum|MAXimum]

FSKey:SOURce {INteRnal|EXteRnal}
FSKey:SOURce?

FSKey:STATe {OFF|ON}
FSKey:STATe?

```

PWM 指令

```

PWM:INteRnal
:FUNctIon {SINusoid|SQUare|RAMP|NRAMP|TRIangle|NOISe|USER}
:FUNctIon?

PWM:INteRnal
:FREQuency {< 頻率 >|MINimum|MAXimum}
:FREQuency? [MINimum|MAXimum]

PWM:DEVIation {< 以秒為單位的偏差 >|MINimum|MAXimum}
PWM:DEVIation? [MINimum|MAXimum]

PWM:DEVIation:DCYClE {< 以百分比為單位的偏差 >|MINimum|MAXimum}
PWM:DEVIation:DCYClE? [MINimum|MAXimum]

PWM:SOURce {INteRnal|EXteRnal}
PWM:SOURce?

PWM:STATe {OFF|ON}
PWM:STATe?

```

以**粗體**顯示的參數會在 *RST (重設) 指令之後被選取。

掃描指令

(請參閱第 199 頁以取得更多資訊)

FREQuency

```
:START {< 頻率 > | MINimum | MAXimum}
:START? [MINimum | MAXimum]
:STOP {< 頻率 > | MINimum | MAXimum}
:STOP? [MINimum | MAXimum]
```

FREQuency

```
:CENTer {< 頻率 > | MINimum | MAXimum}
:CENTer? [MINimum | MAXimum]
:SPAN {< 頻率 > | MINimum | MAXimum}
:SPAN? [MINimum | MAXimum]
```

SWEep

```
:SPACing {LINear | LOGarithmic}
:SPACing?
:TIME {< 秒數 > | MINimum | MAXimum}
:TIME? [MINimum | MAXimum]
```

SWEep:STATe {**OFF** | ON}

SWEep:STATe?

TRIGger:SOURce {**IM**mediate | EXTernal | BUS}

TRIGger:SOURce?

TRIGger:SLOPe {**POS**itive | NEGative}

「觸發輸入」連接器

TRIGger:SLOPe?

OUTPut

:TRIGger:SLOPe {**POS**itive | NEGative}

「觸發輸出」連接器

:TRIGger:SLOPe?

:TRIGger {**OFF** | ON}

:TRIGger?

MARKer:FREQuency {< 頻率 > | MINimum | MAXimum}

MARKer:FREQuency? [MINimum | MAXimum]

MARKer {**OFF** | ON}

MARKer?

以**粗體**顯示的參數會在 *RST (重設) 指令之後被選取。

叢發指令

(請參閱第 204 頁以取得更多資訊)

BURSt:MODE {**TRIGgered**|GATed}
BURSt:MODE?

BURSt:NCYCles {< 循環數 >|INFinity|MINimum|MAXimum}
BURSt:NCYCles? [MINimum|MAXimum]

BURSt:INTernal:PERiod {< 秒數 >|MINimum|MAXimum}
BURSt:INTernal:PERiod? [MINimum|MAXimum]

BURSt:PHASe {< 角度 >|MINimum|MAXimum}
BURSt:PHASe? [MINimum|MAXimum]

BURSt:STATe {**OFF**|ON}
BURSt:STATe?

UNIT:ANGLE {**DEGREE**|RADian}
UNIT:ANGLE?

TRIGger:SOURce {**IMMediate**|EXTernal|BUS} 觸發叢發
TRIGger:SOURce?

TRIGger:SLOPe {**POSitive**|NEGative} 「觸發輸入」連接器
TRIGger:SLOPe?

BURSt:GATE:POLarity {**NORMal**|INVerted} 外部閘道叢發
BURSt:GATE:POLarity?

OUTPut

:TRIGger:SLOPe {**POSitive**|NEGative} 「觸發輸出」連接器
:TRIGger:SLOPe?
:TRIGger {**OFF**|ON}
:TRIGger?

以**粗體**顯示的參數會在 *RST (重設) 指令之後被選取。

任意波形指令

(請參閱第 213 頁以取得更多資訊)

```
DATA VOLATILE, < 數值 >, < 數值 >, . . .
DATA:DAC VOLATILE, {< 二進位區段 >|< 數值 >, < 數值 >, . . . }
FORMat:BORDER {NORMa1|SWAPped}          指定位元順序
FORMat:BORDER?

DATA:COPY < 目標任意波名稱 > [,VOLATILE]
FUNction:USER {< 任意波名稱 >1|VOLATILE}
FUNction:USER?

FUNction USER
FUNction?

DATA
:CATalog?
:NVOLatile:CATalog?
:NVOLatile:FREE?

DATA:DELeTe <arb name>
DATA:DELeTe:ALL

DATA
:ATTRibute:AVERage? [< 任意波名稱 >1]
:ATTRibute:CFACTOR? [< 任意波名稱 >1]
:ATTRibute:POINts? [< 任意波名稱 >1]
:ATTRibute:PTPeak? [< 任意波名稱 >1]
```

¹ 內建的任意波形名稱爲：EXP_RISE、EXP_FALL、NEG_RAMP、SINC、以及 CARDIAC。

以**粗體**顯示的參數會在 *RST (重設) 指令之後被選取。

觸發指令

(請參閱第 211 頁以取得更多資訊)

下述指令僅用於「掃描」與「叢發」。

TRIGger:SOURce {**IMMediate**|EXTeRnal|BUS}

TRIGger:SOURce?

TRIGger

*TRG

TRIGger:SLOPe {**POSitive**|NEGative}

「觸發輸入」連接器

TRIGger:SLOPe?

BURSt:GATE:POLarity {**NORMal**|INVerted}

外部閘道叢發

BURSt:GATE:POLarity?

OUTPut

:TRIGger:SLOPe {**POSitive**|NEGative}

「觸發輸出」連接器

:TRIGger:SLOPe?

:TRIGger {**OFF**|ON}

:TRIGger?

狀態儲存指令

(請參閱第 223 頁以取得更多資訊)

*SAV {0|1|2|3|4}

狀態 0 為關機時的儀器狀態。

*RCL {0|1|2|3|4}

狀態 1 到 4 為使用者定義的狀態。

MEMory:STATe

:NAME {0|1|2|3|4} [, <名稱>]

:NAME? {0|1|2|3|4}

:DELeTe {0|1|2|3|4}

:RECall:AUTO {OFF|**ON**}

:RECall:AUTO?

:STATe:VALId? {0|1|2|3|4}

MEMory:NSTATes?

以**粗體**顯示的參數會在 *RST (重設) 指令之後被選取。

系統相關指令

(請參閱第 226 頁以取得更多資訊)

```

SYSTem:ERRor?
*IDN?
DISPlay {OFF|ON}
DISPlay?
DISPlay
    :TEXT < 引號字串 >
    :TEXT?
    :TEXT:CLear
*RST
*TST?
SYSTem:VERSion?
SYSTem
    :BEEPer
    :BEEPer:STATe {OFF|ON}
    :BEEPer:STATe?
SYSTem
    :KLOCK[:STATe] {OFF|ON}
    :KLOCK:EXCLude {NONE|LOCAL}
    :KLOCK:EXCLude?
SYSTem:SECurity:IMMediate

*LRN?
*OPC
*OPC?
*WAI

```

注意：清除所有記憶。
建議不要在例行應用
程式中使用。

介面組態指令

(請參閱第 230 頁以取得更多資訊)

```

SYSTem:COMMunicate:RLState {LOCAL|REMOTE|RWLock}

```

以**粗體**顯示的參數會在 *RST (重設) 指令之後被選取。

相位鎖定指令

這些指令需要選項 **001**，「外部時間基準參照」（請參閱第 231 頁以取得更多資訊）。

```
PHASe {< 角度 > | MINimum | MAXimum}
PHASe? [MINimum | MAXimum]

PHASe:REfERENCE

PHASe:UNLock:ERRor:STATe {OFF | ON}
PHASe:UNLock:ERRor:STATe?

UNIT:ANGLE {DEGREE | RADian}
UNIT:ANGLE?
```

狀態報告指令

（請參閱第 240 頁以取得更多資訊）

```
*STB?

*SRE < 啟用數值 >
*SRE?

STATus
:QUEStionable:CONDition?
:QUEStionable[:EVENT]?
:QUEStionable:ENABle < 啟用數值 >
:QUEStionable:ENABle?

*ESR?

*ESE <enable value>
*ESE?

*CLS

STATus:PRESet

*PSC {0 | 1}
*PSC?

*OPC
```

以**粗體**顯示的參數會在 *RST（重設）指令之後被選取。

校正指令

(請參閱第 244 頁以取得更多資訊)

CALibration?

CALibration

```

:SECure:STATe {OFF|ON}, < 代碼 >
:SECure:STATe?
:SECure:CODE < 新代碼 >
:SETup <0|1|2|3| . . . |94>
:SETup?
:VALue < 數值 >
:VALue?
:COUNT?
:STRing < 引號字串 >
:STRing?

```

IEEE 488.2 通用指令

*CLS

*ESR?

*ESE < 啟用數值 >

*ESE?

*IDN?

*LRN?

*OPC

*OPC?

*PSC {0|1}

*PSC?

*RST

*SAV {0|1|2|3|4}

*RCL {0|1|2|3|4}

狀態 0 為關機時的儀器狀態。

狀態 1 到 4 為使用者定義的狀態。

*STB?

*SRE < 啟用數值 >

*SRE?

*TRG

*TST?

簡化的程式設計總覽

本節說明透過遠端介面來設計函數產生器的基本技術總覽。本節僅提供概略說明而並未提供您在撰寫自己的應用程式時所需的全部細節。請參閱本章其餘各節以及第 6 章的應用程式範例以便了解更多的細節。您也可以參考應用程式隨附的參考手冊以取得儀器控制方面的詳細資訊。

使用 **APPLy** 指令

APPLy 指令提供了透過遠端介面來設計函數產生器程式最直接的方法。例如，從您的電腦傳送出來的下列指令字串將在 5 kHz 處輸出具有 -2.5 伏特電壓偏移的 3 Vpp 正弦波。

```
APPL:SIN 5.0E+3, 3.0, -2.5
```

使用低階指令

雖然 **APPLy** 指令提供了設計函數產生器程式最直接的方法，低階指令卻讓您擁有變更個別參數的更多彈性。例如，從您的電腦傳送出來的下列指令字串將在 5 kHz 處輸出具有 -2.5 伏特電壓偏移的 3 Vpp 正弦波。


<code>FUNC SIN</code>	選取正弦波函數
<code>FREQ 5000</code>	將頻率設為 5 kHz
<code>VOLT 3.0</code>	將振幅設為 3 Vpp
<code>VOLT:OFFS -2.5</code>	將偏移設為 -2.5 Vdc

讀取查詢回應

只有查詢指令（以「？」結尾的指令）才會命令函數產生器傳送回應訊息。查詢會傳回內部的儀器設定。例如，從您的電腦傳送出來的下列指令字串將讀取函數產生器的錯誤佇列並從最近的錯誤中擷取回應。

<code>dimension statement</code>	維度字串陣列 (255 個項目)
<code>SYST:ERR?</code>	讀取錯誤佇列
<code>enter statement</code>	輸入錯誤的字串回應

選取觸發來源

當「掃描」或「叢發」啓用時，函數產生器將會從背板的觸發輸入連接器接收即時的內部觸發、硬體觸發。或是從面板的  按鍵接收手動觸發，或是軟體（匯流排）觸發。預設選項是內部觸發。如果要使用外部或軟體觸發來源，您必須先選取該來源。例如，從您的電腦傳送出來的下列指令字串將在每次背板的觸發輸入連接器接收到 TTL 脈衝的上升緣時輸出一個 3 循環的叢發。

BURS:NCYC 3	將叢發計數設為 3 個循環
TRIG:SLOP POS	將極性設為上升緣
TRIG:SOUR EXT	選取外部觸發源
BURS:STAT ON	啓用叢發模式

使用 APPLy 指令

請同時參閱從第 3 章第 55 頁開始的「輸出設定」。

APPLy 指令提供了透過遠端介面來設計函數產生器程式最直接的方法。您可以在一個指令中同時選取函數、頻率、振幅、以及偏移，如同下述語法陳述所示。

APPLy:< 功能 > [< 頻率 > [, < 幅度 > [, < 偏移 >]]]

舉例而言，從您的電腦傳送出來的下列指令字串將在 5 kHz 處輸出具有 -2.5 伏特電壓偏移的 3 Vpp 正弦波。

APPL:SIN 5 KHZ, 3.0 VPP, -2.5 V

APPLy 指令執行下列動作：

- 將觸發來源設為「立即」(相當於傳送 TRIG:SOUR IMM 指令)。
- 停用目前已啓用的任何調變、掃描、或叢發模式，並將儀器置於連續波形模式。
- 打開輸出連接器 (OUTP ON 指令) 但不變更輸出終端的設定 (OUTP:LOAD 指令)。
- 略過電壓範圍自動設定的設定值並自動啓用範圍自動設定 (VOLT:RANG:AUTO 指令)。
- 方波略過目前的工作週期設定值並自動選取 50% (FUNC:SQU:DCYC 指令)。
- 斜波略過目前的對稱設定並自動選取 100% (FUNC:RAMP:SYMM 指令)。

APPLy 指令的語法陳述顯示於第 159 頁。

輸出頻率

- APPLy 指令的頻率參數，其輸出頻率的範圍依指定的函數而定。您可以使用「MINimum」、「MAXimum」或「DEFault」來取代頻率參數的某個特定值。MIN 選取指定函數所容許的最低頻率，而 MAX 選取指定函數所容許的最高頻率。所有函數的預設頻率皆為 1 kHz。

函數	最小頻率	最大頻率
正弦波	1 μ Hz	20 MHz
方波	1 μ Hz	20 MHz
斜波	1 μ Hz	200 kHz
脈衝	500 μ Hz	5 MHz
雜訊、DC	不適用	不適用
任意波	1 μ Hz	6 MHz

- 函數的限制：頻率限制由 APPLy 指令中指定的函數來決定。APPLy 指令永遠會設定函數和頻率，所指定的頻率必須適用於該函數。例如，指令 APPL:RAMP 20 MHz 會產生「資料超過範圍」的錯誤。頻率設定為 200 kHz，這是斜波波形的最大頻率。

輸出振幅

- APPLy 指令的振幅參數，其輸出振幅範圍依指定的函數以及輸出終端而定。您可以使用「MINimum」、「MAXimum」或「DEFault」來取代振幅參數的某個特定值。MIN 選取的是最小振幅 (1 mVpp 輸入 50 Ω)。MAX 選取指定函數的最大振幅 (最大到 10 mVpp 輸入 50 Ω ，依函數與偏移的電壓而定)。所有函數的預設振幅皆為 100 mVpp (輸入 50 歐姆)。
- 輸出終端的限制：輸出振幅的限制是由目前的輸出終端設定值所決定 (APPLy 指令不會改變終端設定)。舉例而言，如果您將振幅設為 10 Vpp 然後將輸出終端從 50 Ω 變更為「高阻抗」，顯示於函數產生器面板上的振幅將會加倍為 20 Vpp (且不會產生錯誤)。如果您是從「高阻抗」變更為 50 Ω ，則顯示的振幅將會下降一半。請參閱第 172 頁的 OUTP:LOAD 指令以取得更多資訊。

- 您可以藉由將單位指定為 APPLY 指令的一部份來設定以 Vpp、Vrms、或是 dBm 為單位的輸出振幅，如下所示。

```
APPL:SIN 5.0E+3, 3.0 VRMS, -2.5
```

或者您也可以使用 VOLT:UNIT 指令（請參閱第 173 頁）來指定隨後所有指令的輸出單位。除非您將單位指定為 APPLY 指令的一部份，否則便由 VOLT:UNIT 指令取得優先權。例如，如果您使用 VOLT:UNIT 指令來選取 Vrms 且並未使用 APPLY 指令來包含單位，則指定給 APPLY 指令之振幅參數的數值將以「Vrms」為單位。

- 如果目前的輸出終端設定為「高阻抗」，則您無法以 dBm 的單位來指定輸出振幅。單位會自動轉換成 Vpp。請參閱第 173 頁的 VOLT:UNIT 指令以取得更多資訊。
- 單位選取的限制：在某些狀況下，振幅的限制是由選定的輸出單位所決定。由於各種不同輸出函數的峰值係數差異，單位為 Vrms 或 dBm 時，這種情況就有可能會發生。例如，如果您輸出的是 5 Vrms 的方波（輸入 50Ω）然後變更為正弦波函數，函數產生器將會把輸出振幅自動調整為 3.536 Vrms（單位為 Vrms 的正弦波上限）。從遠端介面將會產生「資料超出範圍」的錯誤並依照上述方式來調整振幅。
- 任意波形限制：如果任意波形的資料點並未擴展至輸出 DAC（數位 - 類比轉換器）的全範圍，則最大振幅將受到限制。例如，內建的「Sinc」波形並未用到在 ±1 之間數值的全範圍，因此最大振幅便僅限於 6.087 Vpp（輸入 50Ω）。
- 變更振幅時，您可能會發現某些電壓處會發生輸出波形的瞬間斷裂，這是因為輸出衰減器切換的緣故。但由於振幅仍受到控制，因此進行範圍切換時輸出電壓並不會超出目前的設定。若要避免輸出發生斷裂，您可以使用 VOLT:RANG:AUTO 指令來停用電壓的範圍自動設定功能（請參閱第 169 頁以取得更多資訊）。APPLY 指令會自動啟用範圍自動設定。

直流偏移電壓

- 對於 Apply 指令的偏移參數，您可以使用「MINimum」、「MAXimum」或「DEFault」來取代偏移參數的某個特定值。MIN 選取指定函數及振幅的最小負值 dc 偏移電壓。MAX 選取指定函數及振幅的最大 dc 偏移。所有函數的預設偏移皆為 0 伏特。
- 振幅的限制：偏移電壓與輸出振幅之間的關係如下所示。Vmax 為選定之輸出終端的最大峰值電壓（50Ω 時的 5 伏特，或高阻抗負載的 10 伏特）。

$$|V_{\text{offset}}| \leq V_{\text{max}} - \frac{V_{PP}}{2}$$

如果指定的偏移電壓無效，函數產生器將會自動把電壓調整為指定振幅所允許的最大 dc 電壓。從遠端介面將會產生「資料超出範圍」的錯誤並依照上述方式來調整偏移。

- 輸出終端的限制：偏移的限制是由目前輸出終端的設定所決定 (APPLy 指令並未改變終端設定)。例如，如果您將偏移設為 100 mVdc 然後將輸出終端從 50Ω 變更為「高阻抗」，則函數產生器面板上所顯示的偏移電壓將會加倍而變成 200 mVdc（且不會產生錯誤）。如果您從「高阻抗」變更為 50Ω，則顯示的偏移將會下降一半。請參閱第 172 頁的 OUTP:LOAD 指令以取得更多資訊。
- 任意波形限制：如果任意波形的資料點並未擴展至輸出 DAC（數位 - 類比轉換器）的全範圍，則最大的偏移與振幅將受到限制。例如，內建的「Sinc」波形並未用到在 ±1 之間數值的全範圍，因此最大偏移便僅限於 4.95 伏特（輸入 50Ω）。即使波形的資料點並未擴展至輸出 DAC 的全範圍，DAC 值「0」還是會被當作偏移的參考來使用。

APPLy 指令語法

- 由於 APPLy 指令中選擇性參數 (包含在方括號中) 的使用，您必須指定頻率才能使用振幅參數，而且您必須同時指定頻率與振幅才能使用偏移參數。例如，下面的指令字串是有效的 (指定頻率與振幅但省略了偏移，因此偏移使用預設值)。

```
APPL:SIN 5.0E+3, 3.0
```

但是如果您沒有指定頻率就不可以指定振幅或偏移。

- 您可以使用「MINimum」、「MAXimum」或「DEFault」來取代頻率的某個特定值。例如，下面的陳述在 20 MHz 處 (正弦波的最大頻率) 輸出一個具有 -2.5 伏特電壓偏移的 3 Vpp 正弦波。

```
APPL:SIN MAX, 3.0, -2.5
```

- APPLy 指令執行下列動作：
 - 將觸發源設為「立即」(相當於傳送 TRIG:SOUR IMM 指令)。
 - 停用目前已啓用的任何調變、掃描、或叢發模式，並將儀器置於連續波形模式。
 - 打開輸出連接器 (OUTP ON 指令) 但不改變輸出終端設定 (OUTP:LOAD 指令)。
 - 略過電壓範圍自動設定的設定值並自動啓用範圍自動設定 (VOLT:RANG:AUTO 指令)。
 - 略過方波目前的工作週期設定值並自動選取 50% (FUNC:SQU:DCYC 指令)。
 - 略過斜波目前的對稱設定並自動選取 100% (FUNC:RAMP:SYMM 指令)。

APPLy:SINusoid [< 頻率 > [, < 幅度 > [, < 偏移 >]]

輸出一個有指定頻率、振幅、以及直流偏移的正弦波。指令一旦執行便立刻輸出波形。

APPLy:SQUare [< 頻率 > [, < 振幅 > [, < 偏移 >]]

輸出一個有指定頻率、振幅、以及 dc 偏移的方波。這個指令會略過目前的工作週期設定並自動選取 50%。指令一旦執行便立刻輸出波形。

使用 APPLy 指令

APPLy:RAMP [< 頻率 > [, < 振幅 > [, < 偏移 >]]]

輸出一個有指定頻率、振幅、以及 dc 偏移的斜波。這個指令會略過目前的對稱設定並自動選取 100%。指令一旦執行便立刻輸出波形。

APPLy:PULSe [< 頻率 > [, < 振幅 > [, < 偏移 >]]]

輸出一個有指定頻率、振幅、以及 dc 偏移的脈衝。指令一旦執行便立刻輸出波形。

- 依選定要保留的項目而定 (FUNC:PULS:HOLD 指令)，這個指令會保留目前的脈衝寬度設定 (FUNC:PULS:WIDTh 指令) 或脈衝工作週期設定 (FUNC:PULS:DCYC 指令)。邊緣時間設定 (FUNC:PULS:TRAN 指令) 也會被保留。但是，函數產生器會根據所指定的頻率來調整脈衝寬度或邊緣時間，以符合脈衝波形的頻率限制。請參閱第 174 頁以取得有關設定脈衝寬度和邊緣時間的更詳細資訊。

APPLy:NOISe [< 頻率 | DEFault > [, < 振幅 > [, < 偏移 >]]]

輸出指定振幅與 dc 偏移的高斯雜訊。指令一旦執行便立刻輸出波形。

- 頻率參數對這個指令而言沒有作用，但是您**必須**指定某個數值「DEFault」（雜訊函數具有 10 MHz 的頻寬）。您所指定的頻率並不會影響雜訊的輸出，但是在您變更到不同的函數時，這個值會被記憶下來。下面的陳述告訴您如何將 APPLy 指令用於雜訊。

```
APPL:NOIS DEF, 5.0, 2.0
```

APPLy:DC [< 頻率 | DEFault > [, < 振幅 > | DEFault > [, < 偏移 >]]]

以偏移參數所指定的位準來輸出 dc 電壓。您可以將直流電壓設定為介於 ± 5 Vdc（輸入 50 Ω ）之間或介於 ± 10 Vdc（輸入開放電路）之間的任意值。指令一旦執行便立刻輸出直流電壓。

- 頻率及振幅參數對於這個指令而言沒有作用，但是您**必須**指定某個數值或「DEFault」。您所指定的頻率與振幅並不會影響直流的輸出，但是在您變更到不同的函數時，這些值會被記憶下來。下面的陳述告訴您如何使用 APPLy 指令來進行直流輸出。

```
APPL:DC DEF, DEF, -2.5
```

APPLy:USER [< 頻率 > [, < 振幅 > [, < 偏移 >]]]

輸出目前由 FUNC:USER 指令所選定的任意波形。使用指定的頻率、振幅、以及 dc 偏移來輸出波形。指令一旦執行便立刻輸出波形。請參閱第 213 頁以取得將任意波形下載至記憶體의更多資訊。

APPLy?

查詢函數產生器目前的組態並傳回引號字串。這個指令的目的在於讓您可以把這個查詢的回應附加到應用程式設計中的 APPL: 指令並使用這個結果將函數產生器置於特定的狀態。傳回的函數、頻率、振幅、以及偏移如同以下的範例字串所示 (引號亦作為字串的一部份而傳回)。

```
"SIN +5.0000000000000E+03,+3.0000000000000E+00,-2.5000000000000E+00"
```

輸出組態指令

請同時參閱從第 3 章第 55 頁開始的「輸出設定」。

本節說明用來設計函數產生器程式的低階指令。雖然 `APPLY` 指令提供了最直接的方法來設計函數產生器的程式，低階指令卻讓您擁有變更個別參數的更多彈性。

FUNCTION {SINusoid|SQUare|RAMP|PULSe|NOISe|DC|USER}
FUNCTION?

選取輸出函數。選定的波形使用前一次所選取的頻率、振幅、以及偏移電壓的設定來輸出。`FUNC?` 查詢傳回「`SIN`」、「`SQU`」、「`RAMP`」、「`PULS`」、「`NOIS`」、「`DC`」、或「`USER`」。

- 如果您選取「`USER`」，函數產生器便輸出 `FUNC:USER` 指令目前所選取的任意波形。
- 下表顯示調變、掃描、以及叢發所允許的輸出函數。每個「•」表示有效的組合。如果您將函數變更為調變、掃描、或叢發不允許的函數，調變或模式便停用。

	正弦	方波	斜波	脈衝	雜訊	DC	使用者
AM, FM, PM, FSK 載波	•	•	•				•
PWM 載波				•			
掃描模式	•	•	•				•
叢發模式	•	•	•	•	• ¹		•

¹ 只有在外部開門叢發模式下才允許。

- 函數限制：如果您變更為一個函數，其最大頻率小於目前函數的最大頻率，頻率便調整為新函數的最大值。舉例而言，如果您目前的輸出是 20 MHz 正弦波，然後變更為斜波，函數產生器便將輸出頻率自動調整為 200 kHz (斜波的上限)。從遠端介面將會產生「設定衝突」的錯誤並依照上述方式來調整頻率。

- 振幅限制：如果您變更爲一個函數，其最大振幅小於目前函數的最大振幅，振幅便自動調整爲新函數的最大值。這種情況的發生可能是由於各種不同輸出函數的峰值係數差異而造成單位爲 **Vrms** 或 **dBm** 所引起。

舉例而言，如果您輸出的是 **5 Vrms** 的方波（輸入 **50Ω**）然後變更爲正弦函數，函數產生器將會把輸出振幅自動調整爲 **3.536 Vrms**（單位爲 **Vrms** 的正弦波上限）。從遠端介面將會產生「設定衝突」的錯誤並依照上述方式來調整振幅。

FREQuency { < 頻率 > | **MIN**imum | **MAX**imum }

FREQuency? [**MIN**imum | **MAX**imum]

設定輸出頻率。MIN 選取選定函數容許的最低頻率，而 MAX 選取選定函數容許的最高頻率。所有函數的預設頻率皆為 1 kHz。FREQ? 查詢傳回目前選定函數的頻率設定，單位為赫茲 (Hz)。

函數	最小頻率	最大頻率
正弦	1 μ Hz	20 MHz
方波	1 μ Hz	20 MHz
斜波	1 μ Hz	200 kHz
脈衝	500 μ Hz	5 MHz
雜訊、DC	不適用	不適用
任意波	1 μ Hz	6 MHz

- 函數限制：頻率限制隨函數的不同而不同，如上表所示。如果您傳送指定頻率的指令，其頻率並不在目前函數的適當範圍內，就會發生錯誤。例如，如果目前函數是「斜波」，並且您傳送 FREQ 20 MHz 指令，則會產生「資料超過範圍」錯誤，頻率也會設定為 200 kHz (這是斜波波形的最大頻率)。
- 工作週期限制：對於方波，函數產生器可能無法在較高頻率時使用全範圍的工作週期，如下所示。

20% 到 80% (頻率 \leq 10 MHz)

40% 到 60% (頻率 $>$ 10 MHz)

如果您把頻率變更為無法產生目前工作週期的頻率，工作週期便自動調整為新頻率的最大值。例如，如果您目前的工作週期設定為 70%，然後將頻率變更為 12 MHz，函數產生器將會把工作週期自動調整為 60% (該頻率的 上限)。從遠端介面將會產生「設定衝突」的錯誤並依照上述方式來調整工作週期。

VOLTage { < 振幅 > | **MIN**imum | **MAX**imum }

VOLTage? [**MIN**imum | **MAX**imum]

設定輸出振幅。所有函數的預設振幅皆為 100 mVpp (輸入 50Ω)。MIN 選取最小振幅 (10 mVpp 輸入 50Ω)。MAX 選取選定函數之最大振幅 (最多 10 Vpp 輸入 50Ω，依照選定的函數與偏移電壓而定)。VOLT? 查詢傳回目前選定函數的輸出振幅。傳回值的單位一律以最近的 VOLT:UNIT 指令的設定為準。

- 偏移電壓限制：輸出振幅和偏移電壓與 Vmax 之間的關係如下所示。

$$|V_{\text{offset}}| + V_{\text{pp}} \div 2 \leq V_{\text{max}}$$

Vmax 為選定之輸出終端的最大峰值電壓 (50Ω 負載時的 5 伏特，或高阻抗負載的 10 伏特)。會設定 VOLT 指令內指定的新振幅，但偏移電壓可能也會跟著降低，並產生「設定衝突」錯誤。

- 輸出終端所引起的限制：如果您變更輸出終端的設定，顯示的輸出振幅將會自動調整 (且不會產生錯誤)。例如，如果您將振幅設為 10 Vpp，然後將輸出終端從 50Ω 變更為「高阻抗」，則顯示在函數產生器面板上的振幅將會加倍至 20 Vpp。如果您從「高阻抗」變更為 50Ω，顯示的振幅將下降一半。如需更多資訊，請參閱第 172 頁的 OUTP:LOAD 指令。
- 您可以藉由將單位指定為 VOLT 指令的一部份來設定以 Vpp、Vrms、或 dBm 為單位的輸出振幅，如下所示。

VOLT 3.0 VRMS

或者，您也可以使用 VOLT:UNIT 指令 (請參閱第 173 頁) 來指定所有後續指令的輸出單位。

- 如果目前的輸出終端設定為「高阻抗」，則您無法指定以 dBm 為單位的輸出振幅。單位會自動轉換成 Vpp。請參閱第 173 頁的 VOLT:UNIT 指令以取得更多資訊。
- 單位選取的限制：在某些狀況下，振幅的限制是由選定的輸出單位所決定。這種情況的發生可能是由於各種不同輸出函數的峰值係數差異而造成單位為 Vrms 或 dBm 所引起。舉例而言，如果您輸出的是 5 Vrms 的方波 (輸入 50 Ω) 然後變更為正弦波函數，則函數產生器將會把輸出振幅自動調整為 3.536 Vrms (單位為 Vrms 的正弦波上限)。從遠端介面將會產生「設定衝突」的錯誤並依照上述方式來調整振幅。

輸出組態指令

- 任意波形限制：如果任意波形的資料點並未擴展至輸出 DAC (數位 - 類比轉換器) 的全範圍，則最大振幅將受到限制。例如，內建的「Sinc」波形並未用到在 ± 1 之間數值的全範圍，因此最大振幅便僅限於 6.087 Vpp (輸入 50 Ω)。
- 變更振幅時，您可能會發現某些電壓處會發生輸出波形的瞬間斷裂。這是因為輸出衰減器切換的緣故。但由於振幅仍受到控制，因此進行範圍切換時輸出電壓並不會超出目前的設定。若要避免輸出發生斷裂，您可以使用 VOLT:RANG:AUTO 指令來停用電壓的範圍自動設定功能 (請參閱第 169 頁以取得更多資訊)。
- 您也可以藉由指定高位準或低位準來設定振幅 (以及相關的偏移電壓)。例如，如果您設定高位準為 +2 伏特而低位準為 -3 伏特，則結果的振幅為 5 Vpp (相關偏移電壓為 -500 mV)。請參閱第 168 頁的 VOLT:HIGH 與 VOLT:LOW 指令以取得更多資訊。
- 若要輸出 dc 電壓位準，請使用 FUNC DC 指令來選取 dc 電壓函數，然後再用 VOLT:OFFS 指令來設定偏移電壓位準。dc 位準的設定值可以是介於 ± 5 Vdc (輸入 50 Ω) 之間或 ± 10 Vdc (輸入開放電路) 之間的任意值。

VOLTage:OFFSet { < 偏移 > | **MIN**imum | **MAX**imum }

VOLTage:OFFSet? [**MIN**imum | **MAX**imum]

設定 dc 偏移電壓。所有函數的預設偏移皆為 0 伏特。MIN 選取選定函數與振幅的最小負值 dc 偏移電壓。MAX 選取選定函數與振幅的最大 dc 偏移。

:OFFS? 查詢傳回目前選定函數的偏移電壓。

- 振幅的限制：輸出振幅和偏移電壓與 V_{max} 之間的關係如下所示。

$$|V_{offset}| + V_{pp} \div 2 \leq V_{max}$$

V_{max} 為選定之輸出終端的最大峰值電壓 (50Ω 負載時的 5 伏特，或高阻抗負載的 10 伏特)。會設定 VOLT 指令內指定的新振幅，但偏移電壓可能也會跟著降低，並產生「設定衝突」錯誤。

- 輸出終端的限制：偏移的限制是由目前輸出終端的設定值所決定。舉例而言，如果您將偏移設為 100 mVdc，然後將輸出終端從 50 Ω 變更為「高阻抗」，則函數產生器面板上所顯示的偏移電壓將會加倍而變成 200 mVdc (且不會產生錯誤)。如果您從「高阻抗」變更為 50 Ω，則顯示的偏移將會下降一半。請參閱第 172 頁的 OUTP:LOAD 指令以取得更多資訊。
- 任意波形限制：如果任意波形的資料點並未擴展至輸出 DAC (數位-類比轉換器) 的全範圍，則最大振幅將受到限制。例如，內建的「Sinc」波形並未用到在 ±1 之間數值的全範圍，因此最大振幅便僅限於 4.95 伏特 (輸入 50 Ω)。
- 您也可以藉由指定高位準與低位準來設定偏移。舉例而言，如果您設定高位準為 +2 伏特而低位準為 -3 伏特，則結果的振幅為 5 Vpp (相關偏移電壓為 -500 mV)。請參閱下述的 VOLT:HIGH 與 VOLT:LOW 指令以取得更多資訊。
- 若要輸出 dc 電壓位準，請使用 FUNCDC 指令來選取 dc 電壓函數然後再使用 VOLT:OFFS 指令來設定偏移電壓位準。dc 位準的設定值可以是介於 ±5 Vdc (輸入 50 Ω) 之間或 ±10 Vdc (輸入開放電路) 之間的任意值。

VOLTage

```

:HIGH {< 電壓 >|MINimum|MAXimum}
:HIGH? [MINimum|MAXimum]
:LOW {< 電壓 >|MINimum|MAXimum}
:LOW? [MINimum|MAXimum]

```

設定高位準或低位準電壓。所有函數的預設高位準為 +50 mV 而預設的低位準為 -50 mV。MIN 選取選定之函數的最小負值電壓位準，而 MAX 選取最大電壓位準。:HIGH? 與 :LOW? 查詢分別傳回高位準與低位準。

- 振幅的限制：您可以將電壓位準設為正值或負值，其限制如下所示。Vpp 為選定之輸出終端的最大峰對峰振幅（50Ω 時的 10Vpp，或高阻抗負載的 20 Vpp）。

$$V_{\text{high}} - V_{\text{low}} \leq V_{\text{pp}}(\text{max}) \quad \text{與} \quad V_{\text{high}}, V_{\text{low}} \leq \frac{V_{\text{pp}}(\text{max})}{2}$$

如果指定的位準無效，函數產生器便自動將其調整為容許的最大電壓。從遠端介面將會產生「資料超出範圍」的錯誤並依照上述方式來調整位準。

- 您可以將位準設為正值或負值，但請注意高位準**必須**永遠大於低位準。您所指定的低位準如果大於高位準，則函數產生器將自動設定高位準比新的低位準大 1 mV。將會產生「設定衝突」錯誤。
- 請注意，當您設定高位準與低位準的同時，也設定了波形的振幅。例如，如果您設定高位準為 +2 伏特而低位準為 -3 伏特，則結果的振幅為 5 Vpp（相關偏移電壓為 -500 mV）。
- 輸出終端的限制：如果您變更輸出終端的設定，顯示的電壓位準便會自動調整（且不會產生錯誤）。例如，如果您設定高位準為 +100 mVdc，然後將輸出終端從 50 Ω 變更為「高阻抗」，則函數產生器面板上所顯示的電壓將會加倍而變成 200 mVdc。如果您從「高阻抗」變更為 50 Ω，則顯示的電壓將會下降一半。請參閱第 172 頁的 OUTP:LOAD 指令以取得更多資訊。
- 若要相對於偏移電壓來反轉波形，您可以使用 OUTP:POL 指令。請參閱第 172 頁以取得更多資訊。

VOLTage:RANGe:AUTO {OFF|ON|ONCE}

VOLTage:RANGe:AUTO?

停用或啓用所有函數的電壓範圍自動設定功能。在預設模式下，範圍自動設定功能是啓用的（「ON」），且函數產生器會自動選取輸出放大器與衰減器的最佳設定值。範圍自動設定功能如果停用（「OFF」），函數產生器便使用目前的放大器與衰減器設定值。:AUTO? 查詢傳回「0」（OFF）或「1」（ON）。

- APPLY 指令略過電壓範圍自動設定的設定值並自動啓用範圍自動設定功能（「ON」）。
- 停用範圍自動設定功能的優點在於可消除變更振幅時切換衰減器所造成的瞬間斷裂。然而，當振幅降至預期的範圍變動以下時，對於振幅與偏移的精確度與解析度而言（以及波形正確性）可能會有負面影響。
- 「ONCE」參數的作用，相當於將範圍自動設定功能設定在「ON」，然後再設定在「OFF」。這個參數允許您在回到 VOLT:RANG:AUTO OFF 設定之前對放大器/衰減器的設定進行一次變更。

FUNCTION:SQUare:DCYCle { < 百分比 > | **MIN**imum | **MAX**imum }

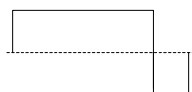
FUNCTION:SQUare:DCYCle? [**MIN**imum | **MAX**imum]

設定方波的工作週期百分比。工作週期代表方波位於高位準時，每個循環的時間量（假設波形的極性並未反轉）。其預設值為 50%。**MIN** 選取選定之頻率的最小工作週期而 **MAX** 選取最大的工作週期（請參閱下述限制）。

:DCYC? 查詢傳回目前的工作週期設定，單位為百分比。



20% 工作週期



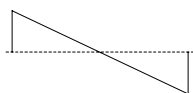
80% 工作週期

- 工作週期： 20% 到 80% (頻率 ≤ 10 MHz)
40% 到 60% (頻率 > 10 MHz)
- **APPLY** 指令會略過方波目前的工作週期設定並自動選取 50%。
- 從方波變更為另一種函數時，工作週期設定會被記憶下來。當您回到方波函數時，便使用先前的工作週期。
- 頻率的限制：如果選取的是方波函數，而您將頻率變更為無法產生目前工作週期的值，工作週期便自動調整為新頻率的¹最大值。例如，如果目前的工作週期設為 70%，然後將頻率變更為 12 MHz，函數產生器將會自動把工作週期調整為 60% (該頻率之上限)。從遠端介面將會產生「設定衝突」的錯誤並依照上述方式來調整工作週期。
- 如果您選取方波作為 **AM**、**FM**、**PM** 或 **PWM** 的調變波形，**並不會**套用工作週期設定。函數產生器永遠使用具有 50% 工作週期的方波。

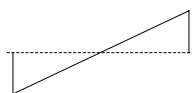
FUNCTION:RAMP:SYMMetry { < 百分比 > | MINimum | MAXimum }

FUNCTION:RAMP:SYMMetry? [MINimum | MAXimum]

設定斜波的對稱百分比。對稱代表斜波上升時每個循環的時間量（假設波形的極性並未反轉）。您可以將對稱設為從 0% 到 100% 的任意值。其預設值為 100%。MIN = 0%。MAX = 100%。:SYMM? 查詢傳回目前的對稱設定，單位為百分比。



0% 對稱




100% 對稱

- APPLY 指令略過目前斜波的對稱設定並自動選取 100%。
- 從斜波變更為另一種函數時，對稱設定會被記憶下來。當您回到斜波函數時，便使用先前的對稱性。
- 如果您選取斜波作為 AM 或 FM 的調變波形，**並不會**套用對稱設定。

OUTPut { OFF | ON }

OUTPut?

停用或啟用面板的輸出連接器。預設值為「OFF」。啟用輸出時，函數產生器面板上的  按鍵會發亮。OUTP? 查詢傳回「0」(OFF) 或「1」(ON)。

- APPLY 指令略過目前的 OUTP 指令設定並自動啟用輸出連接器（「ON」）。
- 位於面板的輸出連接器如果套用過量的外部電壓，便會顯示錯誤訊息並將輸出停用。若要重新啟用輸出，請從輸出連接器將過載移除並傳送 OUTP ON 指令。

OUTPut { OFF | ON } 指令會藉由切換輸出轉接，改變輸出連接器的狀態。但在切換轉接之前，這個指令不會將要輸出的電壓設定為零。因此，輸出訊號會有約一毫秒的「突波」現象，之後便會呈現穩定。在改變輸出狀態前，先將振幅設定為最小數值（使用 VOLTage 指令），將偏移設定為零（使用 VOLTage:OFFSet 指令），可以讓這些突波降到最低。

OUTPut:LOAD {< 歐姆 > | **INFinity** | **MINimum** | **MAXimum**}

OUTPut:LOAD? [**MINimum** | **MAXimum**]

選取想要的輸出終端（亦即；連接於 Agilent 33220A 輸出的負載阻抗）。指定的值用於振幅、偏移、以及高位準 / 低位準等設定。您可以將負載設為從 1Ω 到 $10\text{ k}\Omega$ 的任意值。MIN 選取 1Ω 。MAX 選取 $10\text{ k}\Omega$ 。INF 將輸出終端設為「高阻抗」($>10\text{ k}\Omega$)。其預設值為 50Ω 。:LOAD? 查詢傳回以歐姆為單位的目前負載設定或是「 $9.9\text{E}+37$ 」（「高阻抗」）。

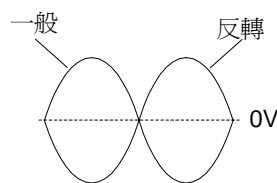
- Agilent 33220A 會把一固定串聯的 50Ω 阻抗輸出至面板的輸出連接器。如果實際的負載阻抗與指定的值不同，顯示的振幅、偏移、以及高位準 / 低位準將會不正確。
- 如果您變更輸出終端的設定，則顯示的輸出振幅、偏移、以及高位準 / 低位準將會自動調整（且不會產生錯誤）。例如，如果您將振幅設為 10 Vpp ，然後將輸出終端從 50Ω 變更為「高阻抗」，函數產生器面板上所顯示的振幅將加倍至 20 Vpp 。如果您從「高阻抗」變更為 50Ω ，顯示的振幅將下降一半。
- 如果目前的輸出終端設為「高阻抗」，則您無法指定輸出振幅以 dBm 為單位。單位將自動轉換為 Vpp 。請參閱第 173 頁的 VOLT:UNIT 指令以取得更多資訊。

OUTPut:POLarity {**NORMAL** | **INVerted**}

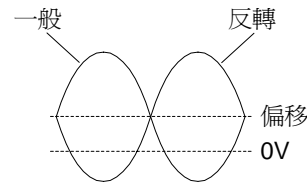
OUTPut:POLarity?

相對於偏移電壓反轉波形。在一般模式下（預設值），波形在循環的第一部份期間會轉向正值。在反轉模式下，波形在循環的第一部份期間會轉向負值。
:POL? 查詢傳回「NORM」或「INV」。

- 如下列範例所示，波形相對於偏移電壓來反轉。波形反轉時所呈現的任何偏移電壓皆維持不變。



無偏移電壓



有偏移電壓

- 波形反轉時，與波形相關的同步訊號並未反轉。

OUTPut:SYNC {OFF|ON}

OUTPut:SYNC?

停用或啓用面板的同步連接器。在較低振幅時，您可以藉由停用同步訊號來降低輸出失真。預設值為「ON」。:SYNC? 查詢傳回「0」(OFF) 或「1」(ON)。

- 如需有關各種波形函數的同步訊號詳細資訊，請參閱第 68 頁的「同步輸出訊號」。
- 同步訊號停用時，位於同步連接器的輸出位準為邏輯「低」位準。
- 波形反轉時 (OUTP:POL 指令)，與波形相關的同步訊號並未反轉。
- OUTP:SYNC 指令會被用於掃描模式 (請參閱第 203 頁) 的 MARK 指令的設定值略過。因此當啓用游標頻率時 (且亦同時啓用掃描模式)，OUTP:SYNC 指令會被略過。

VOLTage:UNIT {VPP|VRMS|DBM}

VOLTage:UNIT?

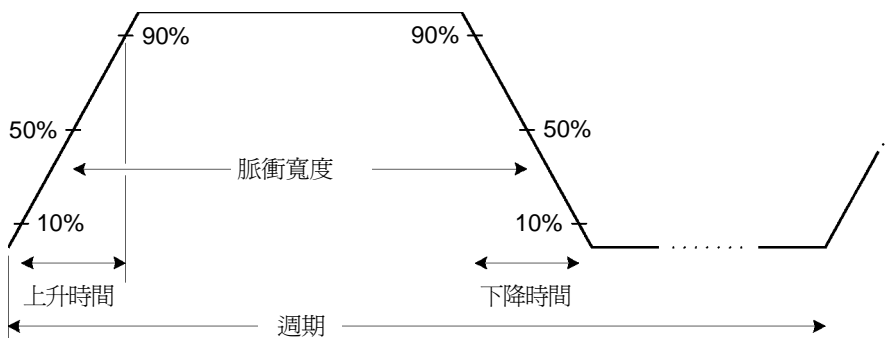
選取輸出振幅的單位 (不影響偏移電壓或高位準 / 低位準)。其預設單位為 VPP。:UNIT? 查詢傳回「VPP」、「VRMS」或「DBM」。

- 函數產生器在面板與遠端介面的執行中皆使用目前的選取單位。例如，如果您使用 VOLT:UNIT 指令而從遠端介面選取「VRMS」，顯示於面板的單位便是「VRMS」。
- VOLT? 查詢指令 (請參閱第 165 頁) 以最近的 VOLT:UNIT 指令所設定的單位來傳回輸出振幅。
- 如果目前的輸出終端設為「高阻抗」，則振幅的輸出單位不得設定為 dBm。單位會自動轉換成 Vpp。請參閱第 172 頁的 OUTP:LOAD 指令以取得更多資訊。
- 除非您將單位指定為 APPLY 或 VOLT 指令的一部份，否則 VOLT:UNIT 指令便取得優先權。例如，如果您使用 VOLT:UNIT 指令來選取「VRMS」，且並未使用 APPLY 或 VOLT 指令來包含單位，則 APPLY 指令中振幅參數的指定值便以「VRMS」為單位。

脈衝組態指令

請同時參閱從第 3 章第 70 頁開始的「脈衝波形」。

本節說明用於設計函數產生器程式來輸出脈衝波形的低階指令。若要選取脈衝函數，請使用 FUNC PULS 指令（請參閱第 162 頁）。請參閱下圖對照後續的指令說明。



PULSe:PERiod { < 秒數 > | **MIN**imum | **MAX**imum }

PULSe:PERiod? [**MIN**imum | **MAX**imum]

設定脈衝週期。選取從 200 ns 到 2000 秒的週期。其預設值為 1 ms。MIN = 200 ns。MAX = 2000 秒。PULS:PER? 查詢傳回以秒為單位的脈衝波形週期。

- 指定的週期必須大於脈衝寬度與邊緣時間的總和。函數產生器會視需要調整脈衝寬度與邊緣時間以配合指定的週期。從遠端介面將會產生「設定衝突」錯誤。先將邊緣時間最小化，再調整寬度（或工作週期），如下所示。

$$\text{週期} \geq \text{脈衝寬度} + (1.6 \times \text{邊緣時間})$$

或者用工作週期表示：

$$\text{週期} \geq (\text{週期} \times \text{工作週期} \div 100) + (1.6 \times \text{邊緣時間})$$

- 這個指令會影響所有波形函數（並非只有脈衝）的週期（與頻率）。例如，如果您使用 `PULS:PER` 指令來選取週期然後將函數變更爲正弦波，新的函數將會使用這個指定的週期。
- 函數限制：如果您把函數變更，使其最小週期大於脈衝波形的最小週期，週期便調整爲新函數所允許的最小值。舉例而言，如果您輸出週期爲 200 ns 的脈衝波形，然後變更爲斜波函數，函數產生器便將週期自動調整爲 5 μ s（斜波函數的下限）。從遠端介面將會產生「設定衝突」的錯誤，並依照上述方式來調整週期。

FUNCTION:PULSe:HOLD {WIDTH|DCYClE}

FUNCTION:PULSe:HOLD? [WIDTH|DCYClE]

設定函數產生器以保留脈衝寬度和脈衝工作週期：

- **WIDTH**：隨著週期的不同，函數產生器會以秒爲單位，將脈衝寬度設定保留爲常數（最小寬度和邊緣時間限制適用）。如果收到設定工作週期數值的指令，則工作週期會以秒爲單位轉換成相等的脈衝寬度。隨著週期的不同，如果開啓脈衝寬度調變 (PWM)，則會保留脈衝寬度和寬度偏差。工作週期偏差指令會轉換成寬度偏差數值。
- **DCYClE**：隨著週期的不同，函數產生器會以百分比爲單位，將脈衝工作週期設定保留爲常數（最小寬度和邊緣時間限制適用）。如果收到設定脈衝寬度數值的指令，則寬度會以百分比爲單位轉換成相等的工作週期。隨著週期的不同，如果開啓脈衝寬度調變 (PWM)，則會保留脈衝工作週期和工作週期偏差。寬度偏差指令會轉換成工作週期偏差數值。

註： `FUNC:PULS:HOLD` 指令**不會限制週期**設定。如果需要配合新的週期設定，則會調整脈衝寬度或工作週期。

這個指令會在適當的時間，使脈衝功能表上的 **Width/Dty Cyc** 軟鍵進行。此外，從面板改變 **Width/Dty Cyc** 軟鍵將會改變隨後程式設計行為的 **HOLD** 選取。

FUNCTION:PULSe:WIDTh { < 秒數 > | **MINimum** | **MAXimum** }

FUNCTION:PULSe:WIDTh? [**MINimum** | **MAXimum**]

以秒為單位設定脈衝寬度。脈衝寬度代表從脈衝上升邊緣的 50% 臨界點到下一個下降邊緣 50% 臨界點的時間。您可以將脈衝寬度設定從 20 ns 到 2000 s (請參閱以下的限制)。預設的脈衝寬度是 100 μ s，MIN = 20 ns，MAX = 1999.99 s。:WIDTh? 查詢會以秒為單位傳回脈衝寬度。

- 週期會影響最小脈衝寬度 (Wmin)。

Wmin = 20 ns，週期 \leq 10 s。

Wmin = 200 ns，週期 > 10 s，但 \leq 100 s。

Wmin = 2 μ s，週期 > 100 s，但 \leq 1000 s。

Wmin = 20 μ s，週期 > 1000 s。

- 指定的脈衝寬度必須也小於週期與最小脈衝寬度之間的差數值，如下所示。函數產生器會調整脈衝邊緣時間，再視需要調整脈衝寬度以配合指定的週期。會從遠端介面產生「設定衝突」錯誤，並如前面所述調整脈衝寬度。

脈衝寬度 \leq 週期 - Wmin

- 指定的脈衝寬度必須小於週期和邊緣時間之間的差數值，如下所示。函數產生器會先限制脈衝邊緣時間，再視需要限制脈衝寬度以配合指定的週期。會從遠端介面產生「資料超過範圍」錯誤，並如前面所述限制脈衝寬度。

脈衝寬度 \leq 週期 - (1.6 X 邊緣時間)

- 脈衝寬度必須也大於一個邊緣的總時間，如下所示。

脈衝寬度 \geq 1.6 X 邊緣時間

註：隨著週期的調整，這個函數會受到 **FUNC:PULS:HOLD** 指令的影響 (此指令會決定要保留為常數的數值)：指定的脈衝寬度數值，或指定的脈衝工作週期數值。請參閱 **FUNC:PULS:HOLD** 指令以取得更多資訊。

FUNCTION:PULSe:DCYCLE { < 百分比 > | **MINimum** | **MAXimum** }

FUNCTION:PULSe:DCYCLE? [**MINimum** | **MAXimum**]

以百分比為單位設定脈衝工作週期。將脈衝工作週期定義為：

$$\text{工作週期} = 100 \times \text{脈衝寬度} \div \text{週期}$$

在此脈衝寬度代表從脈衝上升邊緣的 50% 臨界點到下一個下降邊緣 50% 臨界點的時間。

脈衝工作週期範圍是 0% 到 100%。但是，脈衝工作週期受最小脈衝寬度和邊緣時間限制所限，這兩者會讓您無法設定準確的 0% 或 100%。例如，對 1 kHz 的脈衝波形而言，通常脈衝工作週期會限制在 0.002% 到 99.998% 間的範圍內，這是受到 20 ns 的最小脈衝寬度所限制。.

預設脈衝工作週期是 10%。MIN 大約是 0%。MAX 大約是 100%。:DCYC? 查詢會以百分比為單位傳回脈衝工作週期。寬度和邊緣限制描述如下：

- 指定的脈衝工作週期必須符合下列由最小脈衝寬度 (**Wmin**) 決定的限制。函數產生器會視需要調整脈衝工作週期以配合指定的週期。會從遠端介面產生「資料超過範圍」錯誤，並如前面所述調整工作週期。

$$\text{工作週期} \geq 100 \times \text{Wmin} \div \text{週期}$$

和

$$\text{工作週期} \leq 100 \times (1 - \text{Wmin} \div \text{週期})$$

此處：

$$\text{Wmin} = 20 \text{ ns}, \text{週期} \leq 10 \text{ s}。$$

$$\text{Wmin} = 200 \text{ ns}, \text{週期} > 10 \text{ s}, \text{但} \leq 100 \text{ s}。$$

$$\text{Wmin} = 2 \text{ } \mu\text{s}, \text{週期} > 100 \text{ s}, \text{但} \leq 1000 \text{ s}。$$

$$\text{Wmin} = 20 \text{ } \mu\text{s}, \text{週期} > 1000 \text{ s}。$$

脈衝組態指令

- 指定的脈衝工作週期可能會影響邊緣時間。先調整邊緣時間，再調整工作週期以配合指定的週期、符合下列限制。會從遠端介面產生「資料超過範圍」錯誤，並如前面所述限制邊緣時間和工作週期。

$$\text{工作週期} \geq 100 \times (1.6 \times \text{邊緣時間}) \div \text{週期}$$

和

$$\text{工作週期} \leq 100 \times (1 - (1.6 \times \text{邊緣時間}) \div \text{週期})$$

註：隨著週期的調整，這個函數會受到 FUNC:PULS:HOLD 指令的影響（此指令會決定要保留為常數的數值）：指定的**脈衝寬度**數值，或指定的**脈衝工作週期**數值。請參閱 FUNC:PULS:HOLD 指令以取得更多資訊。

FUNCTION:PULSe:TRANSition {< 百分比 >|MINimum|MAXimum}

FUNCTION:PULSe:TRANSition? [MINimum|MAXimum]

以秒為單位設定上升與下降邊緣的邊緣時間。邊緣時間代表每一個邊緣從 10% 臨界點到 90% 臨界點的時間。您可以將邊緣時間從 5 ns 變成 100 ns（請參閱以下的限制）。預設的邊緣時間是 5 ns。MIN = 5 ns。

MAX = 100 ns。:TRAN? 查詢會以秒為單位傳回邊緣時間。

- 指定的邊緣時間必須在指定的脈衝寬度內，如下所示。函數產生器會視需要限制邊緣時間，以配合指定的脈衝寬度或工作週期。會從遠端介面產生「設定衝突」錯誤，並如前面所述限制邊緣時間。

$$\text{邊緣時間} \leq 0.625 \times \text{脈衝寬度}$$

或以工作週期表示：

$$\text{邊緣時間} \leq 0.625 \times \text{週期} \times \text{工作週期} \div 100$$

振幅調變 (AM) 指令

請同時參閱從第 3 章第 74 頁開始的「振幅調變 (AM)」。

AM 總覽

以下是產生 AM 波形時的必要步驟總覽。用於 AM 的指令列於下一頁。

1 設定載波波形。

使用 `APPLY` 指令或等同的 `FUNC`、`FREQ`、`VOLT`、以及 `VOLT:OFFS` 指令來選取載波波形的函數、頻率、振幅、以及偏移。您可以為載波選取正弦波、方波、斜波、或任意波形（不允許脈衝、雜訊、以及 `dc` 波形）。

2 選取調變來源。

函數產生器可接受內部或外部的調變來源。使用 `AM:SOUR` 指令來選取調變來源。若是外部來源，您可以跳過以下的步驟 3 與步驟 4。

3 選取調變波形的形狀。

您可以使用正弦波、方波、斜波、雜訊、或任意波形來調變載波（不允許使用脈衝及 `dc` 波形）。使用 `AM:INT:FUNC` 指令來選取調變波形的形狀。

4 設定調變頻率。

使用 `AM:INT:FREQ` 指令，將調變頻率設為從 2 mHz 到 20 kHz 的任意值。

5 設定調變深度。

使用 `AM:DEPT` 指令，將調變深度（亦稱為「百分比調變」）設為從 0% 到 120% 的任意值。

6 啓用 AM 調變。

設定其他的調變參數之後，使用 `AM:STAT ON` 指令來啓用 AM。

AM 指令

使用 APPLY 指令或等同的 FUNC、FREQ、VOLT、以及 VOLT:OFFS 指令來設定載波波形。

AM:SOURce {INTernal|EXTernal}

AM:SOURce?

選取調變訊號的來源。函數產生器可接受內部或外部的調變來源。預設值為 INT。:SOUR? 查詢傳回「INT」或「EXT」。





- 如果您選取外部來源，載波波形便使用外部波形來進行調變。調變深度由背板調變輸入連接器上所出現的 $\pm 5\text{V}$ 訊號位準來控制。舉例而言，如果您已使用 AM:DEPT 指令將調變深度設為 100%，而後當調變訊號位於 +5 伏特時，輸出將會位於最大振幅。當調變訊號位於 -5 伏特時，輸出將會位於最小振幅。

AM:INTernal

:FUNction {SINusoid|SQUare|RAMP|NRAMP|TRIangle|NOISe|USER}

:FUNction?

選取調變波形的形狀。僅可用於已選取內部調變來源 (AM:SOUR INT 指令) 之時。您可以使用雜訊作為調變波形的形狀，但不可使用雜訊、脈衝、或是 dc 作為載波波形。預設值為 SIN。:FUNC? 查詢傳回「SIN」、「SQU」、「RAMP」、「NRAMP」、「TRI」、「NOIS」或是「USER」。

- 用「SQU」來選取 50% 工作週期的方波。 
- 用「RAMP」來選取 100% 對稱的斜波。 
- 用「TRI」來選取 50% 對稱的斜波。 
- 用「NRAMP」(負斜波)來選取 0% 對稱的斜波。 
- 如果您選取任意波形作為調變波形的形狀(「USER」)，波形便自動限定為 4K 個點。額外的波形點藉由抽樣捨去。

AM:INTernal:FREQuency {< 頻率 >|MINimum|MAXimum}

AM:INTernal:FREQuency? [MINimum|MAXimum]

設定調變波形的頻率。僅可用於已選取內部調變來源 (AM:SOUR INT 指令) 時。選取的值可從 2 mHz 到 20 kHz。預設值為 100 Hz。MIN = 2 mHz。MAX = 20 kHz。:FREQ? 查詢傳回以赫茲 (Hz) 為單位的內部調變頻率。

AM:DEPTh {< 以百分比為單位的深度 > | **MINimum** | **MAXimum**}

AM:DEPTh? [**MINimum** | **MAXimum**]

設定以百分比為單位的內部調變深度 (或「百分比調變」)。選取的值可從 0% 到 120%。預設值為 100%。MIN = 0%。MAX = 120%。:DEPT? 查詢傳回以百分比為單位的調變深度。

- 請注意，即使深度大於 100%，函數產生器在輸出上仍不會超過 $\pm 5V$ 峰值 (輸入到 50Ω 負載)。
- 如果您選取外部調變來源 (AM:SOUR EXT 指令)，載波波形使用外部波形來進行調變。調變深度是由背板調變輸入連接器上所出現的 $\pm 5V$ 訊號位準來控制。舉例而言，如果您已使用 AM:DEPT 指令將調變深度設為 100%，而後當調變訊號位於 +5 伏特時，輸出將會位於最大振幅。當調變訊號位於 -5 伏特時，則輸出將會位於最小振幅。

AM:STATe {**OFF** | **ON**}

AM:STATe?

停用或啟用 AM。若要避免波形的多重變更，您可以在設定其他的調變參數之後啟用 AM。其預設值為 OFF。:STAT? 查詢傳回「0」(OFF) 或「1」(ON)。

- 函數產生器一次只允許啟用一種調變模式。例如，您無法同時啟用 AM 與 FM。當您啟用 AM 時，先前的調變模式便關閉。
- 函數產生器在啟用「掃描」或「叢發」的同時無法啟用 AM。當您啟用 AM 時，「掃描」或「叢發」模式便關閉。

頻率調變 (FM) 指令

請同時參閱從第 3 章第 78 頁開始的「頻率調變 (FM)」。

FM 總覽

以下是產生 FM 波形時的必要步驟總覽。用於 FM 的指令列於下一頁。

1 設定載波波形。

使用 `APPLY` 指令或等同的 `FUNC`、`FREQ`、`VOLT`、以及 `VOLT:OFFS` 指令來選取載波波形的函數、頻率、振幅、以及偏移。您可以選取載波的正弦波、方波、斜波、或任意波形 (不允許使用脈衝、雜訊、以及 `dc`)。

2 選取調變來源。

函數產生器可接受內部或外部的調變來源。使用 `FM:SOUR` 指令來選取調變來源。若是外部來源，您可以跳過以下的步驟 3 與步驟 4。

3 選取調變波形的形狀。

您可以使用正弦波、方波、斜波、雜訊、或是任意波形來進行載波的調變 (不允許使用脈衝與 `dc`)。使用 `FM:INT:FUNC` 指令來選取調變波形的形狀。

4 設定調變頻率。

使用 `FM:INT:FREQ` 指令，將調變頻率設為從 2 mHz 到 20 kHz 的任意值。

5 設定峰值頻率偏差。

使用 `FM:DEV` 指令將頻率偏差設為從 1 μ Hz 到 10.05 MHz 的任意值 (斜波的限制為 150 kHz，而任意波形的限制為 3.05 MHz)。

6 啟用 FM 調變。

設定其他的調變參數之後，使用 `FM:STAT ON` 指令來啟用 FM。

FM 指令

使用 **APPLY** 指令或等同的 **FUNC**、**FREQ**、**VOLT**、以及 **VOLT:OFFS** 指令來設定載波波形。

FM:SOURce { **INT**ernal | **EXT**ernal }

FM:SOURce?

選取調變訊號的來源。函數產生器可接受內部或外部的調變來源。預設值為 **INT**。:SOUR? 查詢傳回「**INT**」或「**EXT**」。





- 如果您選取外部來源，載波波形便使用外部波形來進行調變。頻率偏差是由背板調變輸入連接器上所出現的 $\pm 5\text{V}$ 訊號位準來控制。例如，如果您使用 **FM:DEV** 指令將偏差設為 **100 kHz**，則 **+5V** 訊號位準相當於 **100kHz** 的頻率增加。較低的外部訊號位準產生較小的偏差，且負值的訊號位準將頻率降至低於載波頻率以下。

FM:INTernal

:**FUNCTION** { **SIN**usoid | **SQU**are | **RAMP** | **NRAMP** | **TRI**angle | **NOIS**e | **USER** }

:**FUNCTION?**

選取調變波形的形狀。僅可用於已選取內部調變來源 (**FM:SOUR INT** 指令)。您可以使用雜訊作為調變波形的形狀，但不可使用雜訊、脈衝、或是 **dc** 直流作為載波波形。預設值為 **SIN**。:FUNC? 查詢傳回「**SIN**」、「**SQU**」、「**RAMP**」、「**NRAMP**」、「**TRI**」、「**NOIS**」或是「**USER**」。

- 用「**SQU**」來選取 50% 工作週期的方波。 
- 用「**RAMP**」來選取 100% 對稱的斜波。 
- 用「**TRI**」來選取 50% 對稱的斜波。 
- 用「**NRAMP**」(負斜波)來選取 0% 對稱的斜波。 
- 如果您選取任意波形作為調變波形的形狀(「**USER**」)，波形便自動限定為 **4K** 個點。額外的波形點藉由抽樣移除。

頻率調變 (FM) 指令

FM:INTernal:FREquency { < 頻率 > | **MIN**imum | **MAX**imum }

FM:INTernal:FREquency? [**MIN**imum | **MAX**imum]

設定調變波形的頻率。僅可用於已選取內部調變來源 (FM:SOUR INT 指令) 時。選取的值可從 2 mHz 到 20 kHz。預設值為 10 Hz。MIN = 2 mHz。

MAX = 20 kHz。:FREQ? 查詢傳回以赫茲 (Hz) 為單位的內部調變頻率。

FM:DEVIation { < 以 Hz 為單位的峰值偏差 > | **MIN**imum | **MAX**imum }

FM:DEVIation? [**MIN**imum | **MAX**imum]

設定以赫茲 (Hz) 為單位的峰值頻率偏差。此值代表從載波頻率到調變波形的最大頻率變化。選取的值可從 1 μHz 到 10.05 MHz (斜波的限制為 150 kHz，而任意波形的限制為 3.05 MHz)。預設值為 100 Hz。MIN = 1 μHz。MAX = 依載波波形的頻率而定，如下所示。:DEV? 查詢傳回以赫茲為單位的偏差。

$$\text{最大偏差} = \frac{\text{載波}}{2} \quad \text{載波} < 10 \text{ MHz}$$

$$\text{最大偏差} = \frac{\text{最大頻率} - \text{載波}}{2} \quad \text{載波} > 10 \text{ MHz}$$

- 載波頻率必須永遠大於或等於偏差。如果您所設定的偏差值大於載波頻率 (並啟用 FM)，則函數產生器會把偏差自動調整為目前的載波頻率所允許的最大值。從遠端介面將會產生出「資料超出範圍」的錯誤，並依照上述方式來調整誤差。
- 載波頻率與偏差的總和必須小於或等於選定函數之最大頻率加上 100 kHz (正弦波與方波為 20.1 MHz，斜波為 300 kHz，任意波形為 6.1 MHz)。如果您把偏差設為某個無效的值，函數產生器便將偏差自動調整為目前的載波頻率所允許的最大值。從遠端介面將會產生出「資料超出範圍」的錯誤，並依照上述方式來調整偏差。
- 如果偏差導致載波波形超出目前工作週期的頻率邊界 (僅方波)，則函數產生器會把工作週期自動調整為目前載波頻率所允許的最大值。從遠端介面將會產生出「設定衝突」的錯誤，並依照上述方式來調整工作週期。
- 如果您選取外部調變來源 (FM:SOUR EXT 指令)，偏差則由背板調變輸入連接器上所出現的 ±5V 訊號位準來控制。例如，如果您已將頻率偏差設為 100 kHz，則 +5V 訊號位準相當於 100kHz 的頻率增加。較低的外部訊號位準產生較小的偏差，且負值的訊號位準將頻率降至低於載波頻率以下。

FM:STATe {OFF|ON}

FM:STATe?

停用或啓用 FM。若要避免波形的多重變更，您可以在設定其他的調變參數之後啓用 FM。其預設值為 OFF。:STAT? 查詢傳回「0」(OFF) 或「1」(ON)。

- 函數產生器一次只允許啓用一種調變模式。例如，您無法同時啓用 FM 與 AM。當您啓用 FM 時，先前的調變模式便關閉。
- 函數產生器在啓用「掃描」或「叢發」的同時不允許啓用 FM。當您啓用 FM 時，「掃描」或「叢發」模式便關閉。

相位調變 (PM) 指令

請參閱第 3 章第 83 頁的「相位調變」。

PM 總攬

下列是產生 PM 波形所需要步驟的總攬。下頁列出用於 PM 的指令。

1 設定載波波形。

使用 `APPLY` 指令或等同的 `FUNC`、`FREQ`、`VOLT` 和 `VOLT:OFFS` 指令選取載波波形的函數、頻率、振幅和偏移。您可以選取載波的正弦波、方波、斜波或任意波形（脈衝、雜訊和 `dc` 則不被允許）。

2 選取調變來源。

函數產生器會接受內部或外部調變來源。使用 `PM:SOUR` 指令選取調變來源。就外部來源而言，您可以略過下述的步驟 3 和步驟 4。

3 選取調變波形的形狀。

您可以用正弦波、方波、斜波、雜訊或任意波形來調變載波（脈衝和 `dc` 則不被允許）。使用 `PM:INT:FUNC` 指令選取調變波形。

4 設定調變頻率。

使用 `PM:INT:FREQ` 指令將調變頻率設定為 2 mHz 到 20 kHz 間的任何一個數值。

5 設定相位偏差。

使用 `PM:DEV` 指令將相位偏差設定為 0 到 360 度間的任何一個數值。

6 啓用 PM 調變。

在設定其他調變參數後，使用 `PM:STAT ON` 指令啓用 PM。

PM 指令

使用 **APPLy** 指令或等同的 **FUNC**、**FREQ**、**VOLT** 和 **VOLT:OFFS** 指令設定載波波形。

PM:SOURce { **INT**ernal | **EXT**ernal }

PM:SOURce?

選取調變訊號的來源。函數產生器會接受內部或外部調變來源。預設數值是 **INT**。**:SOUR?** 查詢傳回「**INT**」或「**EXT**」。





- 如果選取外部來源，則會使用外部波形將載波加以調變。相位偏差由背板調變輸入連接器上的 $\pm 5V$ 訊號位準所控制。例如，如果您已經使用 **PM:DEV** 指令將相位偏差設定為 180 度，則 +5V 訊號位準會相當於 180 度的相位偏差。較低的外部訊號位準會產生較少的偏差，負的訊號位準會產生反向的相位移動。

PM:INTernal

:FUNcTion { **SIN**usoid | **SQU**are | **RAMP** | **NRAMP** | **TRI**angle | **NOIS**e | **USER** }

:FUNcTion?

選取調變波形的形狀。只用於選取內部調變來源 (**PM:SOUR INT** 指令) 時，才會使用。您可以使用雜訊做為調變波形，但您無法使用雜訊、脈衝或 dc 做為載波波形。預設數值是 **SIN**。**:FUNC?** 查詢傳回「**SIN**」、「**SQU**」、「**RAMP**」、「**NRAMP**」、「**TRI**」、「**NOIS**」或「**USER**」。

- 用「**SQU**」選取 50% 工作週期的方波。 
- 用「**RAMP**」選取 100% 對稱的斜波。 
- 用「**TRI**」選取 50% 對稱的三角波。 
- 用「**NRAMP**」(負斜波)選取 0% 對稱的斜波。 
- 如果選取任意波形做為調變波形的形狀(「**USER**」)，則會自動將波形限制為 4K 個點。使用抽樣法將多餘的波形點數移除。

PM:INTernal:**FREQuency** { < 頻率 > | **MIN**imum | **MAX**imum }

PM:INTernal:**FREQuency?** [**MIN**imum | **MAX**imum]

設定調變波形的頻率。只用於選取內部調變來源 (**PM:SOUR INT** 指令) 時。選取 2 mHz 到 20 kHz 之間的數值。預設數值是 10 Hz。**MIN** = 2 mHz。**MAX** = 20 kHz。**:FREQ?** 查詢會以赫茲為單位傳回內部調變頻率。

相位調變 (PM) 指令

PM:DEVIation {< 以度為單位的偏差 >|**MINimum**|**MAXimum**}

PM:DEVIation? [**MINimum**|**MAXimum**]

以度為單位設定相位偏差。這個數值代表載波波形的調變波形峰值相位差異。選取 0 到 360 度之間的任意數值。預設數值是 180 度。MIN = 0 度。MAX = 360 度。:DEV? 查詢以度為單位傳回相位偏差。

- 如果選取外部調變來源 (PM:SOUR EXT 指令)，則偏差會由背板調變輸入連接器上的 $\pm 5V$ 訊號位準來控制。例如，如果頻率偏差已設定為 180 度，則 +5V 訊號位準會對應 180 度相位偏差。較低的外部訊號位準會產生較少的偏差，負的訊號位準會產生反向的相位移動。

PM:STATe {**OFF**|**ON**}

PM:STATe?

停用或啓用 PM。若要避免多重波形改變，您可以在設定其他調變參數後啓用 PM。預設數值是 OFF。:STAT? 查詢傳回「0」(OFF) 或「1」(ON)。

- 函數產生器一次只允許啓用一個調變模式。例如，您無法同時啓用 PM 和 AM。當啓用 PM 時，上一個調變模式會關閉。
- 函數產生器不允許在啓用掃描或叢發時，同時也啓用 PM。啓用 PM 時，掃描或叢發模式會關閉。

頻率移鍵調變 (FSK) 指令

請同時參閱從第 3 章第 87 頁開始的「頻率移鍵 (FSK) 調變」。

FSK 總覽

以下是產生 FSK 調變波形時所需的步驟總覽。用於 FSK 的指令列於下一頁。

1 設定載波波形。

使用 `APPLY` 指令或等同的 `FUNC`、`FREQ`、`VOLT`、以及 `VOLT:OFFS` 指令來選取載波波形的函數、頻率、振幅、以及偏移。您可以選取載波的正弦波、方波、斜波、或是任意波形（不允許使用脈衝、雜訊、以及 `dc`）。

2 選取 FSK 來源。

函數產生器可接受內部或外部的 FSK 來源。使用 `FSK:SOUR` 指令來選取 FSK 來源。

3 選取 FSK 「跳躍」速率。

使用 `FSK:FREQ` 指令將交替（或「跳躍」）頻率設為從 1 μHz 到 20 MHz 的任意值（斜波的限制為 200 kHz，而任意波形的限制為 6 MHz）。

4 設定 FSK 頻率。

使用 `FSK:INT:RATE` 指令將 FSK 速率設為從 2 mHz 到 100 kHz 的任意值（僅用於內部 FSK 來源）。FSK 速率設定輸出頻率在載波頻率與跳躍頻率之間「移動」的步長。

5 啟用 FSK 調變。

設定其他的 FSK 參數之後，使用 `FSK:STAT ON` 指令來啟用 FSK 調變。

FSK 指令

使用 APPLY 指令或等同的 FUNC、FREQ、VOLT、以及 VOLT:OFFS 指令來設定載波波形。

FSKey:SOURce {INTernal|EXTernal}

FSKey:SOURce?

選取內部或外部的 FSK 來源。預設值為 INT。:SOUR? 查詢傳回「INT」或「EXT」。

- 若是選取內部來源，則輸出頻率在載波頻率與跳躍頻率之間「移動」的速率，是由指定的 FSK 速率 (FSK:INT:RATE 指令) 來決定。

若是選取外部來源，輸出頻率則由背板觸發輸入連接器上的訊號位準所決定。當呈現的是邏輯低位準時，便輸出載波頻率。若是呈現邏輯高位準，則輸出跳躍頻率。

- 最大的外部 FSK 頻率為 1 MHz。
- 請注意，用於外部控制的 FSK 波形的連接器（觸發輸入）與用於外部調變的 AM、FM、PM 和 PWM 波形的連接器（調變輸入）並非同一個。用於 FSK 時，觸發輸入連接器並沒有可調整的邊緣極性，且不受 TRIG:SLOP 指令的影響。

FSKey:FREQuency {< 頻率 >|MINimum|MAXimum}

FSKey:FREQuency? [MINimum|MAXimum]

設定 FSK 交替 (或「跳躍」) 頻率。選取從 1 μ Hz 到 20 MHz 的值 (斜波的限制為 200 kHz，而任意波形的限制為 6 MHz)。其預設值為 100 Hz。MIN = 1 μ Hz。MAX = 20 MHz。:FREQ? 查詢傳回以赫茲 (Hz) 為單位的「跳躍」頻率。

FSKey:INTernal:RATE {< 以 Hz 為單位的速率 > | **MIN**imum | **MAX**imum}
FSKey:INTernal:RATE? [**MIN**imum | **MAX**imum]

設定輸出頻率在載波與跳躍頻率之間「移動」的速率。選取從 2 mHz 到 100 kHz 的值。預設值為 10 Hz。MIN = 2 mHz。MAX = 100 kHz。

:RATE? 查詢傳回以赫茲 (Hz) 為單位的 FSK 頻率。

- 只有在選取內部來源時才能使用 FSK 頻率 (FSK:SOUR INT 指令)，且當選取的是外部來源時，FSK 頻率會被忽略 (FSK:SOUR EXT 指令)。
- 調變波形為具有 50% 工作週期的方波。

FSKey:STATe {**OFF** | **ON**}

FSKey:STATe?

停用或啓用 FSK 調變。若要避免波形的多重變更，您可以在設定其他的調變參數之後啓用 FSK。其預設值為 OFF。:STAT? 查詢傳回「0」(OFF) 或「1」(ON)。

- 函數產生器一次只允許啓用一種調變模式。例如，您無法同時啓用 FSK 與 AM。當您啓用 FSK 時，先前的調變模式便關閉。
- 函數產生器在啓用「掃描」或「叢發」的同時不允許啓用 FSK。當您啓用 FSK 時，「掃描」或「叢發」模式便關閉。

脈衝寬度調變 (PWM) 指令

請同時參閱第 3 章第 90 頁的「脈衝寬度調變」。

PWM 總攬

下列是產生 PWM 波形所需步驟的總攬。下一頁會列出 PWM 指令。

1 設定載波 (脈衝) 波形。

使用 `APPLY` 指令或等同的 `FUNC`、`FREQ`、`VOLT` 和 `VOLT:OFFS` 指令選取脈衝波形的函數、頻率、振幅和偏移。只有脈衝會支援 PWM。

2 選取調變來源。

函數產生器會接受內部或外部調變來源。使用 `PWM:SOUR` 指令選取調變來源。就外部來源而言，您可以略過下述的步驟 3 和步驟 4。

3 選取調變波形的形狀。

您可以用正弦波、方波、斜波、雜訊或任意波形來調變載波 (脈衝和 dc 則不被允許)。使用 `PWM:INT:FUNC` 指令選取調變波形。

4 設定調變頻率。

使用 `PWM:INT:FREQ` 指令將調變頻率設定為 2 mHz 到 20 kHz 之間的任意數值。

5 設定脈衝寬度或脈衝工作週期偏差。

使用 `PWM:DEV` 指令將「寬度偏差」設定為從 0 到目前「脈衝寬度」中的一個數值，或「週期」與「脈衝寬度」中較小的那一個。或者，使用 `PWM:DEV:DCYC` 指令將「工作週期偏差」設定為從 0 到目前「工作週期」中的一個數值，或 100 與「工作週期」中較小的那一個。

6 啟用 PWM 調變。

在設定其他調變參數後，使用 `PWM:STAT ON` 指令啟用 PWM。

PWM 指令

使用 **APPLY** 指令或等同的 **FUNC**、**FREQ**、**VOLT** 和 **VOLT:OFFS** 指令設定載波波形。

PWM:SOURce { **INT**ernal | **EXT**ernal }

PWM:SOURce?

選取調變訊號的來源。函數產生器會接受內部或外部調變來源。預設數值是 **INT**。:SOUR? 查詢傳回「**INT**」或「**EXT**」。





- 如果選取外部來源，則會使用外部波形將載波加以調變。脈衝寬度或脈衝工作週期偏差由背板調變輸入連接器上的 $\pm 5V$ 訊號位準所控制。例如，如果您已經使用 **PWM:DEV** 指令將脈衝寬度偏差設定為 50 ms，則 +5V 訊號相位會相當於 50 ms 寬度增加值。較低的外部訊號會產生較少的偏差。

PWM:INTernal

:**FUNCTION** { **SIN**usoid | **SQU**are | **RAMP** | **NRAMP** | **TRI**angle | **NOIS**e | **USER** }

:**FUNCTION?**

選取調變波形的形狀。只用於選取內部調變來源時 (**PWM:SOUR INT** 指令)。(載波必須是 PWM 脈衝波形。) 預設數值是 **SIN**。:FUNC? 查詢傳回「**SIN**」、「**SQU**」、「**RAMP**」、「**NRAMP**」、「**TRI**」、「**NOIS**」或「**USER**」。

- 用「**SQU**」選取 50% 工作週期的方波。 
- 用「**RAMP**」選取 100% 對稱的斜波。 
- 用「**TRI**」選取 50% 對稱的三角波。 
- 用「**NRAMP**」(負斜波)選取 0% 對稱的斜波。 
- 如果選取任意波形做為調變波形 (「**USER**」)，則會自動將波形限制為 4K 個點。使用抽樣法將多餘的波形點數移除。

PWM:INTernal:**FREQuency** { < 頻率 > | **MIN**imum | **MAX**imum }

PWM:INTernal:**FREQuency?** [**MIN**imum | **MAX**imum]

設定調變波形的頻率。只用於選取內部調變來源時 (**PWM:SOUR INT** 指令)。選取 2 mHz 到 20 kHz 之間的數值。預設數值是 10 Hz。MIN = 2 mHz。MAX = 20 kHz。:FREQ? 查詢會以赫茲為單位傳回內部調變頻率。

PWM:DEVIation {< 以秒為單位的偏差 > | **MIN**imum | **MAX**imum}
PWM:DEVIation? [**MIN**imum | **MAX**imum]

以秒為單位設定脈衝寬度偏差。這個數值代表載波脈衝波形的脈衝寬度之寬度差異 (以秒為單位)。預設數值是 10 ms，MIN = 0 s，MAX = 1000 s (受限於週期、最小脈衝寬度和邊緣時間)。:DEV? 查詢會以秒為單位傳回脈衝寬度偏差。

- 脈衝寬度偏差不能超過目前的脈衝寬度。
- 脈衝寬度偏差也會受到最小脈衝寬度的限制 (Wmin)：

$$\text{寬度偏差} \leq \text{脈衝寬度} - W_{\min}$$

和

$$\text{寬度偏差} \leq \text{週期} - \text{脈衝寬度} - W_{\min}$$

此處：

$$W_{\min} = 20 \text{ ns}, \text{週期} \leq 10 \text{ s}。$$

$$W_{\min} = 200 \text{ ns}, \text{週期} > 10 \text{ s}, \text{但} \leq 100 \text{ s}。$$

$$W_{\min} = 2 \text{ } \mu\text{s}, \text{週期} > 100 \text{ s}, \text{但} \leq 1000 \text{ s}。$$

$$W_{\min} = 20 \text{ } \mu\text{s}, \text{週期} > 1000 \text{ s}。$$

- 脈衝寬度偏差受限於目前邊緣時間設定。

$$\text{寬度偏差} \leq \text{脈衝寬度} - (1.6 \times \text{邊緣時間})$$

和

$$\text{寬度偏差} \leq \text{週期} - \text{脈衝寬度} - (1.6 \times \text{邊緣時間})$$

- 如果選取外部調變來源 (PWM:SOUR EXT 指令)，則偏差會由背板調變輸入連接器上的 ±5V 信號位準來控制。例如，如果寬度偏差已設定為 10 ms，則 +5V 訊號位準會對應於 10 ms 偏差。較低的外部訊號位準會產生較少的偏差，負的訊號位準會產生負的偏差。

註：PWM:DEV 指令的作業受 FUNC:PULS:HOLD 指令影響 (請參閱第 174 頁的「脈衝組態指令」以取得更多資訊)。FUNC:PULS:HOLD 指令決定脈衝寬度 (預設數值) 或脈衝工作週期數值是否會隨著週期的改變而保留為常數。如果寬度被保留，寬度偏差也會被保留。如果工作週期被保留，工作週期偏差也會被保留。如果工作週期和工作週期偏差都被保留，則以 PWM:DEV 指令指定的寬度偏差數值會自動轉換成相等的工作週期偏差 (以百分比為單位)。

PWM:DEVIation:DCYClE {<百分比為單位的偏差>|**MINimum**|**MAXimum**}
PWM:DEVIation:DCYClE? [**MINimum**|**MAXimum**]

以百分比為單位設定工作週期偏差（週期的百分比）。這個數值代表基礎脈衝波形工作週期的工作週期峰值差異。例如，如果工作週期是 10%，工作週期偏差是 5%，則調變波形的工作週期會從 5% 到 15% 而異。預設數值是 1%。MIN 大約是 0%。MAX 大約是 100%（受限於週期、最小脈衝寬度和邊緣時間）。:DEV:DCYC? 查詢會以百分比為單位傳回工作週期偏差。

- 工作週期偏差不能超過目前脈衝工作週期。
- 工作週期偏差也受限於最小脈衝寬度 (Wmin)：

$$\text{工作週期偏差} \leq \text{工作週期} - 100 \times W_{\min} \div \text{週期}$$

和

$$\text{工作週期偏差} \leq 100 - \text{工作週期} - 100 \times W_{\min} \div \text{週期}$$

此處：

$$W_{\min} = 20 \text{ ns}, \text{週期} \leq 10 \text{ s}。$$

$$W_{\min} = 200 \text{ ns}, \text{週期} > 10 \text{ s}, \text{但} \leq 100 \text{ s}。$$

$$W_{\min} = 2 \mu\text{s}, \text{週期} > 100 \text{ s}, \text{但} \leq 1000 \text{ s}。$$

$$W_{\min} = 20 \mu\text{s}, \text{週期} > 1000 \text{ s}。$$

- 工作週期偏差也受限於目前邊緣時間設定。

$$\text{工作週期偏差} \leq \text{工作週期} - (160 \times \text{邊緣時間}) \div \text{週期}$$

和

$$\text{工作週期偏差} \leq 100 - \text{工作週期} - (160 \times \text{邊緣時間}) \div \text{週期}$$

- 如果選取外部調變來源 (PWM:SOUR EXT 指令)，則會由背板調變輸入連接器上的 ±5V 訊號位準來控制偏差。例如，如果工作週期偏差已設定為 5%，則 +5V 訊號位準會對應於 5% 偏差，這個偏差是加入到脈衝工作週期中額外的 5% 週期。較低的外部訊號位準會產生較少的偏差，負的訊號位準會減少工作週期。

註：FUNC:PULS:HOLD 指令會影響 PWM:DEV:DCYC 指令（請參閱第 174 頁的「脈衝組態指令」以取得更多資訊）。FUNC:PULS:HOLD 指令決定脈衝寬度（預設數值）或脈衝工作週期數值是否會隨著週期的改變而保留為常數。如果寬度被保留，寬度偏差也會被保留。如果工作週期被保留，工作週期偏差也會被保留。如果脈衝寬度和寬度偏差都被保留，則以 PWM:DEV:DCYC 指令指定的工作週期偏差數值會自動轉換成相等的寬度偏差（以秒為單位）。

PWM:STATe {OFF|ON}

PWM:STATe?

停用或啓用 PWM。若要避免多重波形改變，您可以在設定其他調變參數後啓用 PWM。預設數值是 OFF。:STAT? 查詢傳回「0」(OFF) 或「1」(ON)。

- 函數產生器一次只允許啓用一個調變模式。例如，您無法同時啓用 PWM 和 AM。當啓用 PWM 時，上一個調變模式會關閉。
- 函數產生器在啓用掃描或叢發時，無法同時啓用 PWM。啓用 PWM 時，掃描或叢發模式會關閉。
- PWM 當脈衝爲已選取函數時，則只允許使用 PWM。

頻率掃描指令

請同時參閱從第 3 章第 95 頁開始的「頻率掃描」。

掃描總覽

以下是產生掃描時所需的步驟總覽。用於掃描的指令列於第 199 頁。

1 選取波形的形狀、振幅、以及偏移。

使用 `APPLY` 指令或等同的 `FUNC`、`FREQ`、`VOLT`、以及 `VOLT:OFFS` 指令來選取函數、頻率、振幅、與偏移。您可以選取正弦波、方波、斜波、或是任意波形（不允許使用脈衝、雜訊、以及 `dc`）。

2 選取掃描的頻率邊界。

您可以使用下列其中一種方法來設定頻率邊界。

- a** 起始頻率 / 停止頻率：使用 `FREQ:STAR` 指令來設定起始頻率，並使用 `FREQ:STOP` 指令來設定停止頻率。

若要將頻率**向上**掃描，請設定起始頻率 $<$ 停止頻率。

若要將頻率**向下**掃描，請設定起始頻率 $>$ 停止頻率。

- b** 中心頻率 / 頻距：使用 `FREQ:CEN` 指令來設定中心頻率，並使用 `FREQ:SPAN` 指令來設定頻距。

若要將頻率**向上**掃描，請將頻距設為正值。

若要將頻率**向下**掃描，請將頻距設為負值。

3 選取掃描模式。

使用 `SWE:SPAC` 指令來選取掃描的線性或對數間隔。

4 設定掃描時間。

使用 `SWE:TIME` 指令來設定從起始頻率到停止頻率所需的掃描秒數。

5 選取掃描的觸發來源。

使用 `TRIG:SOUR` 指令來選取要用來觸發掃描的來源。

頻率掃描指令

6 設定游標頻率。(選擇性)

如果您想要的話，可以設定掃描期間位於面板上同步連接器的訊號到達邏輯低位準時的頻率。使用 `MARK:FREQ` 指令將游標頻率設為介於起始頻率與停止頻率之間的任意值。使用 `MARK ON` 指令來啟用頻率標記。

7 啟用掃描模式。

設定其他的掃描參數之後，使用 `SWE:STAT ON` 指令來啟用掃描模式。

掃描指令

FREQUENCY:START { < 頻率 > | **MINimum** | **MAXimum** }

FREQUENCY:START? [**MINimum** | **MAXimum**]

設定起始頻率 (與停止頻率併用)。選取從 1 μ Hz 到 20MHz 的值 (斜波的限制為 200kHz，而任意波形的限制為 6MHz)。其預設值為 100 Hz。MIN = 1 μ Hz。MAX = 20MHz。:STAR? 查詢傳回以赫茲 (Hz) 為單位的起始頻率。

- 若要將頻率**向上**掃描，請設定起始頻率 < 停止頻率。
若要將頻率**向下**掃描，請設定起始頻率 > 停止頻率。

FREQUENCY:STOP { < 頻率 > | **MINimum** | **MAXimum** }

FREQUENCY:STOP? [**MINimum** | **MAXimum**]

設定停止頻率 (與起始頻率併用)。選取從 1 μ Hz 到 20MHz 的值 (斜波的限制為 200kHz，而任意波形的限制為 6MHz)。其預設值為 1 kHz。MIN = 1 μ Hz。MAX = 20MHz。:STOP? 查詢傳回以赫茲 (Hz) 為單位的停止頻率。

FREQUENCY:CENTER { < 頻率 > | **MINimum** | **MAXimum** }

FREQUENCY:CENTER? [**MINimum** | **MAXimum**]

設定中心頻率 (與頻距併用)。選取從 1 μ Hz 到 20 MHz 的值 (斜波的限制為 200 kHz，而任意波形的限制為 6 MHz)。其預設值為 550 Hz。MIN = 1 μ Hz。MAX = 依頻距與選定之函數的最大頻率而定，如下所示。:CENT? 查詢傳回以赫茲 (Hz) 為單位的中心頻率。

$$\text{中心頻率 (最大值)} = \text{最大頻率} - \frac{\text{頻距}}{2}$$

- 下列公式顯示中心頻率與起始/停止頻率之間的關係。

$$\text{中心頻率} = \frac{|\text{停止頻率} - \text{起始頻率}|}{2}$$

FREQuency:SPAN { < 頻率 > | **MINimum** | **MAXimum** }

FREQuency:SPAN? [**MINimum** | **MAXimum**]

設定頻距 (與中心頻率併用)。選取從 0 Hz 到 20 MHz 的值 (斜波的限制為 200 kHz，而任意波形的限制為 6 MHz)。其預設值為 900 Hz。MIN = 0 Hz。MAX = 依中心頻率與選定之函數的最大頻率而定，如下所示。

:SPAN? 查詢傳回以赫茲 (Hz) 為單位的頻距 (可為正值或負值)。

$$\text{頻距 (最大值)} = 2 \times (\text{最大頻率} - \text{中心頻率})$$

- 若要將頻率**向上**掃描，請將頻距設為正值。
若要將頻率**向下**掃描，請將頻距設為負值。
- 下列公式顯示頻距與起始/ 停止頻率之間的關係。

$$\text{頻距} = \text{停止頻率} - \text{起始頻率}$$

SWEep:SPACing { **LINear** | **LOGarithmic** }

SWEep:SPACing?

選取掃描的線性或對數間隔。其預設值為線性。:SPAC? 查詢傳回「LIN」或「LOG」。

- 函數產生器於掃描期間使用線性方式來改變線性掃描的輸出頻率。
- 函數產生器於掃描期間使用對數方式來改變對數掃描的輸出頻率。

SWEep:TIME { < 秒數 > | **MINimum** | **MAXimum** }

SWEep:TIME? [**MINimum** | **MAXimum**]

設定從起始頻率掃描到停止頻率所需的秒數。選取從 1 ms 到 500 秒的值。預設值為 1 秒。MIN = 1 ms。MAX = 500 秒。:TIME? 查詢傳回以秒為單位的掃描時間。

- 掃描的離散頻率點數量是由函數產生器依照您所選取的掃描時間來自動計算。

SWEep:STATE { **OFF** | **ON** }

SWEep:STATE?


停用或啟用掃描模式。若要避免波形的多重變更，您可以在設定其他的掃描參數之後啟用掃描模式。其預設值為 OFF。:STAT? 查詢傳回「0」(OFF) 或「1」(ON)。

- 函數產生器在啟用「叢發」或其他任何調變模式的同時不允許啟用掃描模式。當您啟用掃描時，「叢發」或調變模式便關閉。

TRIGger:SOURce { IMMEDIATE | EXTERNAL | BUS }

TRIGger:SOURce?

選取函數產生器要接受觸發的來源。函數產生器會接受立即的內部觸發、來自於後背板觸發輸入連接器的硬體觸發、或是軟體（匯流排）觸發。預設值為 IMM。:SOUR? 查詢傳回「IMM」、「EXT」或是「BUS」。

- 若是選取「立即」（內部）來源，函數產生器便依照指定的掃描時間（SWE:TIME 指令）加 1 ms 所決定的速率來輸出連續掃描。
- 若是選取外部來源，函數產生器便接受套用於背板觸發輸入連接器的硬體觸發。每當觸發輸入接收到 TTL 脈衝，函數產生器便以 TRIG:SLOP 指令（請參閱第 201 頁）所指定的邊緣極性來起始掃描。請注意，觸發週期必須大於或等於指定的掃描時間加 1 ms。
- 若是選取匯流排（軟體）來源，函數產生器便在每次接收到匯流排觸發指令時起始一次掃描。若要從遠端介面（GPIO、USB 或 LAN）來觸發函數產生器，請傳送 *TRG（觸發）指令。當函數產生器正在等候匯流排觸發時，面板的  按鈕便會亮燈。
- APPLY 指令將觸發來源自動設為立即（相當於 TRIG:SOUR IMM 指令）。
- 選取匯流排來源時若要確保同步，請傳送 *WAI（等候）指令。執行 *WAI 指令時，函數產生器便在執行任何額外指令之前等候所有未完成的動作完成。例如，以下的指令字串保證接受第一次觸發並於辨識到第二次觸發之前執行第一次觸發動作。

```
TRIG:SOUR BUS;*TRG;*WAI;*TRG;*WAI
```

- 您可以使用 *OPC?（動作完成查詢）指令或 *OPC（動作完成）指令來識別掃描何時完成。掃描完成時 *OPC? 指令便傳回「1」到輸出緩衝區。當掃描完成時，*OPC 指令便於「標準事件」暫存區中設定「動作完成」位元（位元 0）。

TRIGger:SLOPe { POSitive | NEGative }

TRIGger:SLOPe?

選擇函數產生器是使用位於背板觸發輸入連接器上的觸發訊號上升緣還是下降緣，來觸發外部觸發式掃描。預設值為 POS（上升緣）。:SLOP? 查詢傳回「POS」或「NEG」。

OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}

OUTPut:TRIGger:SLOPe?

選取「觸發輸出」訊號的上升緣或下降緣。使用 OUTP:TRIG 指令來啓用時（如下所示），便以指定的邊緣在開始掃描時從背板觸發輸出連接器來輸出與 TTL 相容的方波。選取「POS」來輸出具有上升緣的脈衝，或選取「NEG」來輸出具有下降緣的脈衝。其預設值為 POS。:SLOP? 查詢傳回「POS」或「NEG」。

- 若是選取立即（內部）觸發來源（TRIG:SOUR IMM 指令），函數產生器便在開始掃描時從觸發輸出連接器輸出具有 50% 工作週期的方波（上升邊緣為掃描觸發）。波形的週期等於指定的掃描時間（SWE:TIME 指令）。
- 若是選取外部觸發來源（TRIG:SOUR EXT 指令），函數產生器便自動停用「觸發輸出」訊號。兩種動作無法同時使用背板的觸發輸出連接器（外部觸發的掃描使用同一個連接器來觸發掃描）。
- 若是選取匯流排（軟體）觸發來源（TRIG:SOUR BUS 指令），函數產生器便在開始掃描時從觸發輸出連接器輸出脈衝（>1 μ s 脈衝寬度）。

OUTPut:TRIGger {OFF|ON}

OUTPut:TRIGger?

停用或啓用「觸發輸出」訊號。啓用時，具有指定之邊緣（OUTP:TRIG:SLOP 指令）的 TTL 相容方波便在開始掃描時從背板觸發輸入連接器輸出。其預設值為 OFF。:TRIG? 查詢傳回「0」（OFF）或「1」（ON）。

MARKer:FREQuency {< 頻率 >|MINimum|MAXimum}

MARKer:FREQuency? [MINimum|MAXimum]

設定游標頻率。此為掃描期間位於面板同步連接器的訊號到達邏輯低位準時的頻率。開始掃描時同步訊號永遠從低位準走向高位準。選取 1 μ Hz 到 20 MHz 之間的值（斜波的限制為 200 kHz，而任意波形的限制為 6 MHz）。其預設值為 500 Hz。MIN = 起始頻率或停止頻率（取較小值）。MAX = 起始頻率或停止頻率（取較大值）。:FREQ? 查詢傳回以赫茲（Hz）為單位的游標頻率。

- 啓用掃描時，游標頻率**必須**介於指定的起始頻率與停止頻率之間。如果您嘗試將游標頻率設定為這個範圍外的頻率，函數產生器便將游標頻率自動設定為起始頻率或停止頻率（取較接近的值）。從遠端介面將會產生「設定衝突」的錯誤，並依照上述方式來調整游標頻率。

MARKer {OFF|ON}

MARKer?

停用或啓用頻率游標。當頻率游標停用時，從同步連接器輸出的訊號為載波波形的一般同步訊號（請參閱第 68 頁的「同步輸出訊號」）。預設值為 OFF。MARK? 查詢傳回「0」（OFF）或「1」（ON）。

- MARK 指令的設定值會略過 OUTP:SYNC 指令。因此，當游標頻率啓用時（且會同時啓用掃描），便忽略 OUTP:SYNC 指令

叢發模式指令

請同時參閱從第 3 章第 102 頁開始的「叢發模式」。

叢發模式總覽

以下為產生叢發時所需的步驟總覽。您可以在下述兩種模式的其中一種模式下使用叢發。函數產生器一次啓用一種叢發模式。

- 觸發式叢發模式：在這種模式下（預設值），函數產生器會在每次接收到觸發時以指定的循環數（叢發計數）來輸出波形。指定的循環數皆已輸出之後，函數產生器便停止並等候下一次觸發。您可以設定讓函數產生器使用內部觸發來起始叢發，或者按下面板的 **Trigger** 按鈕、將觸發訊號套用至背板的觸發輸入連接器、或是從遠端介面傳送軟體觸發指令來提供外部觸發。
- 外部閘道叢發模式：在這種模式下，輸出波形可能是「on」或「off」，依照套用於背板觸發輸入連接器的外部訊號位準而定。當閘道訊號為「真」時，函數產生器便輸出連續波形。閘道訊號如果變成「假」，便完成目前的波形循環，然後函數產生器變停止。此時函數產生器維持在相當於選定波形之起始叢發相位的電壓位準。

	叢發模式 (BURS:MODE)	叢發計數 (BURS:NCYC)	叢發週期 (BURS:INT:PER)	叢發相位 (BURS:PHAS)	觸發來源 (TRIG:SOUR)
觸發式叢發模式： 內部觸發	TRIGgered	可用	可用	可用	立即
觸發式叢發模式： 外部觸發	TRIGgered	可用	不使用	可用	外部、匯流排
閘道叢發模式： 外部觸發	GATed	不使用	不使用	可用	不使用

1 設定叢發波形。

使用 APPLY 指令或等同的 FUNC、FREQ、VOLT、以及 VOLT:OFFS 指令來選取波形的函數、頻率、振幅、以及偏移。您可以選取正弦波、方波、斜波、脈衝、或是任意波形（雜訊只能用於閘道叢發模式且不允許 dc）。內部觸發式叢發的最小頻率為 2.001 mHz。對於正弦波與方波而言，只有在叢發計數為「無限」時才能採用 6 MHz 以上的頻率。

2 選取「觸發式」或「閘道」叢發模式。

使用 `BURS:MODE` 指令來選取觸發式叢發模式（在面板上稱為「N 個循環」）或外部閘道叢發模式。

3 設定叢發計數。

使用 `BURS:NCYC` 指令將叢發計數（每個叢發的平均循環數）設定為介於 1 與 50,000 個循環（或無限）之間的任意值。只能用於觸發式叢發模式。

4 設定叢發週期。

使用 `BURS:INT:PER` 指令將叢發週期（產生內部觸發式叢發的時間間隔）設定為從 1 μ s 到 500 秒的任意值。只能和內部觸發來源一起用於觸發式叢發模式。

5 設定叢發起始相位。

使用 `BURS:PHAS` 指令將叢發的起始相位設定為從 -360 度到 +360 度的任意值。

6 選取觸發來源。

使用 `TRIG:SOUR` 指令來選取觸發來源。只能用於觸發式叢發模式。

7 啓用叢發模式。

設定其他的叢發參數之後，使用 `BURS:STAT ON` 指令來啓用叢發模式。

叢發模式指令

使用 **APPLY** 指令或等同的 **FUNC**、**FREQ**、**VOLT**、以及 **VOLT:OFFS** 指令來設定波形。內部觸發式叢發的最小頻率為 2.001 mHz。對於正弦與方波而言，只有在叢發計數為「無限」時才能採用 6 MHz 以上的頻率。

BURSt:MODE {TRIGgered|GATed}

BURSt:MODE?

選取叢發模式。在觸發式模式下，函數產生器會在每次從指定的觸發來源 (**TRIG:SOUR** 指令) 接收到觸發時依照指定的循環數 (叢發計數) 來輸出波形。在閘道模式下，輸出波形可能是「on」或「off」，依照套用於背板的觸發輸入連接器的外部訊號位準而定。預設值為 **TRIG**。:**MODE?** 查詢傳回「**TRIG**」或「**GAT**」。

- 若是選取閘道模式，波形產生器可能執行或停止，依照套用於背板觸發輸入連接器的閘道訊號邏輯位準而定。您可以使用 **BURSt:GATE:POL** 指令 (參閱第 210 頁) 來選取觸發輸入連接器的極性。當閘道訊號為「真」時，函數產生器輸出連續波形。閘道訊號如果變成「假」，便完成目前的波形循環，然後函數產生器便停止。且維持在相當於選定波形之起始叢發相位的電壓位準。雜訊波形的輸出會在閘道訊號變成「假」時立即停止。
- 若是選取閘道模式，則忽略叢發計數、叢發週期、以及觸發來源 (這些參數只能用於觸發式叢發模式)。如果接收到手動觸發 (**TRIG** 指令)，也會被忽略並且不會產生錯誤。

BURSt:NCYCles {< 循環數 > | **INFinity** | **MINimum** | **MAXimum**}

BURSt:NCYCles? [**MINimum** | **MAXimum**]

設定每個叢發要輸出的平均循環數（觸發式叢發模式才有）。選取 1 個循環到 50,000 個循環之間的值，以 1 個循環數遞增（請參閱下述限制）。預設值為 1 個循環。MIN = 1 個循環。MAX = 依叢發週期與頻率而定，如下所示。選取 INF 產生連續的叢發波形。:NCYC? 查詢傳回從 1 到 50,000 或是「9.9E+37」（無限計數）的叢發計數。

- 若是選取立即觸發來源 (TRIG:SOUR IMM 指令)，叢發計數必須小於最大叢發週期與波形頻率的乘積，如下所示。

$$\text{叢發計數} < \text{最大叢發週期} \times \text{波形頻率}$$

- 函數產生器會把叢發週期自動提高到最大值來配合指定的叢發計數（但不會變更波形頻率）。從遠端介面將會產生「設定衝突」的錯誤，並依照上述方式來調整叢發週期。
- 對於正弦波與方波而言，只有在「無限」叢發計數時才能採用 6MHz 以上的頻率。

選取閘道叢發模式時，便忽略叢發計數。然而，如果您在閘道模式下變更叢發計數，則函數產生器會記住新的計數值並在觸發模式選取下使用這個值。

BURSt:INTernal:PERiod {< 秒數 > | **MINimum** | **MAXimum**}

BURSt:INTernal:PERiod? [**MINimum** | **MAXimum**]

設定內部觸發式叢發的叢發週期。叢發週期定義從某個叢發開始到下一個叢發開始的時間。選取從 1 μs 到 500 秒的值。預設值為 10 ms。MAX = 500 s。MIN = 依叢發計數與波形頻率而定，如下所示。:PER? 查詢傳回以秒為單位的叢發週期。

- 啟用立即觸發時 (TRIG:SOUR IMM 指令) 才能使用叢發週期設定。若是啓用手動或外部觸發（或是選取閘道叢發模式）則忽略叢發週期。
- 指定的叢發週期太短而要讓函數產生器以指定的叢發計數及頻率來輸出是不可能的（請看以下說明）。如果叢發週期太短，函數產生器則依需要自動調整為連續重新觸發叢發。從遠端介面將會產生「資料超出範圍」的錯誤並依照上述方式來調整叢發週期。

$$\text{叢發週期} > \frac{\text{叢發計數}}{\text{波形頻率}} + 200 \text{ ns}$$

叢發模式指令

BURSt:PHASe {< 角度 > | **MIN**imum | **MAX**imum}**BURSt:PHASe?** [**MIN**imum | **MAX**imum]

以先前 **UNIT:ANGL** 指令所指定的角度或弧度來設定叢發的起始相位。選取從 -360 度到 +360 度或 -2π 到 $+2\pi$ 弧度的值。預設值為 0 度 (0 弧度)。MIN = -360 度 (-2π 弧度)。MAX = +360 度 ($+2\pi$)。:PHAS? 查詢傳回以角度或弧度為單位的起始相位。

- 對於正弦波、方波、以及斜波而言，0 度為波形在正向的方向上跨越零伏特 (或 dc 偏移值) 的點。對於任意波形而言，0 度為下載至記憶體的第一個波形點。這個指令對於脈衝或雜訊波形沒有作用。
- 叢發相位也用在閘道叢發模式。當閘道訊號變成「假」時，即完成目前的波形循環而後函數產生器停止。輸出將會維持在相當於起始叢發相位的電壓位準。

BURSt:STATe {**OFF** | **ON**}**BURSt:STATe?**

停用或啟用叢發模式。若要避免波形的多重變更，您可以在設定其他的叢發參數之後啟用叢發模式。其預設值為 **OFF**。:STAT? 查詢傳回「0」(**OFF**) 或「1」(**ON**)。

函數產生器在啟用「掃描」或其他任何調變模式的同時不允許啟用叢發模式。當您啟用叢發時，「掃描」或調變模式便關閉。

UNIT:ANGLE {**DEG**ree | **RAD**ian}**UNIT:ANGLE?**

選取用來設定 **BURSt:PHAS** 指令的叢發起始相位的角度或弧度 (遠端介面才有)。預設值為 **DEG**。

:ANGL? 查詢傳回「**DEG**」或「**RAD**」。


- 在面板上，起始相位永遠是以角度來顯示 (無法使用弧度)。如果您從遠端介面將起始相位設為以弧度表示然後回到面板的動作，將會看到函數產生器將相位轉換成角度。

TRIGger:SOURce { IMMEDIATE | EXTERNAL | BUS }

TRIGger:SOURce?

僅選取觸發式叢發模式的觸發來源。在觸發式叢發模式下，函數產生器會在每次接收到觸發時以指定的循環數（叢發計數）來輸出波形。當指定的循環數皆已輸出之後，函數產生器便停止並等候下一個觸發。預設值為 IMM。

:SOUR? 查詢傳回「IMM」、「EXT」或「BUS」

- 若是選取立即（內部）來源，叢發產生時的頻率由叢發週期（BURS:INT:PER 指令）決定。
- 若是選取外部來源，函數產生器便接收套用於背板觸發輸入連接器的硬體觸發。每當觸發輸入接收到 TTL 脈衝時，函數產生器便以 TRIG:SLOP 指令（請參閱第 209 頁）所指定的邊緣極性來輸出指定的循環數。發生於叢發期間的外部觸發訊號會被忽略。
- 若是選取匯流排（軟體）來源，函數產生器便在每次接收到匯流排觸發指令時輸出一個叢發。若要從遠端介面來觸發函數產生器（GPIB、USB 或 LAN），請傳送 *TRG（觸發）指令。當函數產生器正在等候匯流排觸發時，面板的  按鈕便會變亮。

選取外部或匯流排觸發時，叢發計數與叢發相位仍有作用，但會忽略叢發週期。

- APPLY 指令將觸發來源自動設為「立即」（相當於 TRIG:SOUR IMM 指令）。
- 選取匯流排來源時若要確保同步，請傳送 *WAI（等候）指令。執行 *WAI 指令時，函數產生器便在執行任何額外指令之前等候所有未完成的動作完成。例如，以下的指令字串保證接受第一次觸發並於辨識到第二次觸發之前執行第一次觸發動作。

```
TRIG:SOUR BUS;*TRG;*WAI;*TRG;*WAI
```

- 您可以使用 *OPC?（動作完成查詢）指令或 *OPC（動作完成）指令來識別掃描何時完成。掃描完成時 *OPC? 指令便傳回「1」到輸出緩衝區。當掃描完成時，*OPC 指令便於「標準事件」暫存區中設定「動作完成」位元（位元 0）。

TRIGger:SLOPe { POSitive | NEGative }

TRIGger:SLOPe?

選取函數產生器背板上用於外部觸發式叢發的觸發輸入連接器上的觸發訊號上升邊緣或是下降邊緣。預設值為 POS（上升邊緣）。:SLOP? 查詢傳回「POS」或「NEG」。

BURSt:GATE:POLarity {NORMal|INVerted}

BURSt:GATE:POLarity?

選取是否函數產生器使用背板上用於外部閘道叢發的觸發輸入連接器上的真實邏輯高位準或真實邏輯低位準。其預設值為 NORM (真實高邏輯)。

:POL? 查詢傳回「NORM」或「INV」。

OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}

OUTPut:TRIGger:SLOPe?

為「觸發輸出」訊號選取上升邊緣或下降邊緣。使用 OUTP:TRIG 指令來啓用時 (如下所示)，便在叢發開始時從背板觸發輸出具有指定邊緣的連接器 TTL 相容方波。選取「POS」來輸出具有上升邊緣的脈衝或選取「NEG」來輸出具有下降邊緣的脈衝。預設值為 POS。:SLOP? 查詢傳回「POS」或「NEG」。

- 若是選取「立即」(內部)觸發來源 (TRIG:SOUR IMM 指令)，函數產生器會從觸發輸出連接器輸出具有 50% 工作週期的方波。波形的週期等於指定的叢發週期 (BURS:INT:PER 指令)。
- 若是選取外部觸發來源 (TRIG:SOUR EXT 指令) 或閘道模式 (BURS:MODE GAT 指令)，函數產生器會自動停用「觸發輸入」訊號。這兩種動作無法同時使用背板的觸發輸入連接器 (外部觸發式波形使用相同的連接器來觸發叢發)。
- 若是選取匯流排 (軟體) 觸發來源 (TRIG:SOUR BUS 指令)，函數產生器便在每個叢發起點從觸發輸出連接器輸出一個脈衝 (>1 μ s 脈衝寬度)。

OUTPut:TRIGger {OFF|ON}

OUTPut:TRIGger?

停用或啓用「觸發輸出」訊號 (僅用於叢發及掃描)。啓用時，便從背板觸發輸出連接器輸出具有指定邊緣的 TTL 相容的方波 (OUTP:TRIG:SLOP 指令)。其預設值為 OFF。:TRIG? 查詢傳回「0」(OFF) 或「1」(ON)。


觸發指令

僅適用於「掃描」與「叢發」。請同時參閱起始於第 3 章第 110 頁的「觸發」。

TRIGger:SOURce { IMMEDIATE | EXTERNAL | BUS }

TRIGger:SOURce?

選取函數產生器要接收觸發的來源。函數產生器會接收立即的內部觸發、來自於背板觸發輸入連接器的硬體觸發、或是軟體（匯流排）觸發。預設值為 IMM。：SOUR? 查詢傳回「IMM」、「EXT」或「BUS」

- 若是選取立即（內部）來源，函數產生器便在啓用掃描模式或叢發模式時連續輸出。
- 若是選取外部來源，函數產生器將會接收套用於背板觸發輸入連接器的硬體觸發。每當觸發輸入接收到 TTL 脈衝時便以 TRIG:SLOP 指令所指定的邊緣極性來起始掃描或輸出叢發（請參閱第 212 頁）。
- 若是選取匯流排（軟體）來源，函數產生器便在每次接收到匯流排觸發指令時起始掃描或輸出叢發。若要在選取匯流排來源時從遠端介面（GPIO、USB 或 LAN）來觸發函數產生器，請傳送 *TRG（觸發）指令。當函數產生器正在等候匯流排觸發時，面板的  按鈕便會亮燈。
- APPLY 指令將觸發來源自動設定為「立即」（相當於 TRIG:SOUR IMM 指令）。
- 選取匯流排來源時若要確保同步，請傳送 *WAI（等候）指令。執行 *WAI 指令時，函數產生器便在執行任何額外指令之前等候所有未完成的動作完成。例如，以下的指令字串保證接受第一次觸發並於辨識到第二次觸發之前執行第一次觸發動作。

```
TRIG:SOUR BUS;*TRG;*WAI;*TRG;*WAI
```

- 您可以使用 *OPC?（動作完成查詢）指令或 *OPC（動作完成）指令來識別掃描或叢發何時完成。掃描或叢發完成時 *OPC? 指令便傳回「1」到輸出緩衝區。當掃描或叢發完成時，*OPC 指令便於「標準事件」暫存區中設定「動作完成」位元（位元 0）。

TRIGger

從遠端介面來觸發掃描或叢發。任何可用的觸發來源（TRIG:SOUR 指令）皆可與這個指令併用。例如，您可以在等候外部觸發時使用 TRIG 指令來提出立即觸發。

觸發指令

***TRG**

從遠端介面來觸發掃描或叢發，但唯有目前是選取匯流排（軟體）觸發來源才使用 (TRIG:SOUR BUS 指令)。

TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}

TRIGger:SLOPe?

選取函數產生器是使用位於背板觸發輸入連接器上的觸發訊號上升邊緣或是下降邊緣。預設值為 POS (上升邊緣)。:SLOP? 查詢傳回「POS」或「NEG」。

BURSt:GATE:POLarity {NORMal|INVerted}

BURSt:GATE:POLarity?

選取外部開道叢發的函數產生器是使用位於背板觸發輸入連接器上的真實邏輯高階或真實邏輯低階。其預設值為 NORM (真實高邏輯)。:POL? 查詢傳回「NORM」或「INV」。

OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}

OUTPut:TRIGger:SLOPe?

為「觸發輸出」訊號選取上升邊緣或下降邊緣。使用 OUTP:TRIG 指令來啓用時（請參閱以下說明），則在開始掃描或叢發時從背板觸發輸入連接器來輸出具有指定邊緣的 TTL 相容的方波。選取「POS」來輸出具有上升邊緣的脈衝，或選取「NEG」來輸出具有下降邊緣的脈衝。其預設值為 POS。:SLOP? 查詢傳回「POS」或「NEG」。

- 若是選取立即（內部）觸發來源 (TRIG:SOUR IMM 指令)，函數產生器從觸發輸出連接器輸出具有 50% 工作週期的方波。波形的週期等於指定的掃描時間 (SWE:TIME 指令) 或叢發週期 (BURS:INT:PER 指令) 加 1 ms。
- 若是選取外部觸發來源 (TRIG:SOUR EXT 指令)，函數產生器即自動停用「觸發輸出」訊號。背板觸發輸出連接器無法同時用於兩種動作（外部觸發式波形使用相同的連接器來觸發掃描或叢發）。
- 若是選取匯流排（軟體）觸發來源 (TRIG:SOUR BUS 指令)，函數產生器便在每個掃描或叢發開始時從觸發輸出連接器輸出一個脈衝 (>1 μ s 脈衝寬度)。

OUTPut:TRIGger {OFF|ON}

OUTPut:TRIGger?

停用或啓用「觸發輸出」訊號（僅用於掃描或觸發）。啓用時，便於掃描或叢發開始時從背板觸發輸出連接器來輸出指定邊緣 (OUTP:TRIG:SLOP 指令) 的 TTL 相容方波。其預設值為 OFF。:TRIG? 查詢傳回「0」(OFF) 或「1」(ON)。

任意波形指令

請同時參閱起始於第 3 章第 114 頁的「任意波形」。

任意波形總覽

以下為透過遠端介面來下載及輸出任意波形時所需的步驟總覽。任意波形所使用的指令列示於第 215 頁。請參閱第 7 章「指導」以取得下載與輸出任意波形的內部運作詳細資訊。

註：您最多可將 65,536 (64K) 點數的波形從您的電腦下載至 Agilent 33220A。但是，無法從 Agilent 33220A 的面板編輯大於 16,384 (16K) 點的波形。

第 6 章「應用程式」包含顯示如何下載任意波形到 Agilent 33220A 的範例程式。

1 將波形點下載至依電性記憶體。

每種波形可以下載的點數從 1 點（一個 dc 訊號）到 65,536 (64K) 點。您可以把點下載成浮點值、二進位整數值、或十進位整數值。使用 DATA 指令來下載從 -1.0 到 +1.0 的浮點值。使用 DATA:DAC 指令來下載二進位整數或十進位整數值，從 -8191 到 +8191。

為了確保二進位資料能適當下載，您必須使用 FORM:BORD 指令來選取位元組的下載順序。

2 選取波形的頻率、振幅、以及偏移。

使用 APPLY 指令或等同的 FREQ、VOLT、以及 VOLT:OFFS 指令來選取波形的頻率、振幅、以及偏移。

3 將任意波形複製到不變性記憶體。

您可以直接從依電性記憶體來輸出任意波形，或使用 DATA:COPY 指令將波形複製到不變性記憶體。

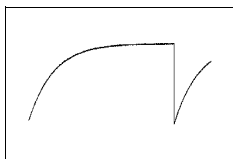
4 選取要輸出的任意波形。

您可以從五種內建的任意波形或四種使用者定義的波形之中選取一種波形、或選取目前下載至依電性記憶體的波形。使用 FUNC:USER 指令來選取波形。

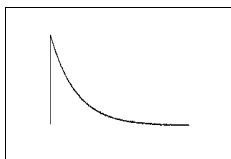
5 輸出選定的任意波形。

使用 FUNC USER 指令來輸出先前用 FUNC:USER 指令選取的波形。

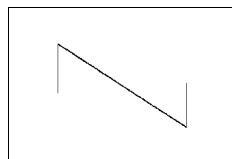
五種內建的任意波形顯示如下。



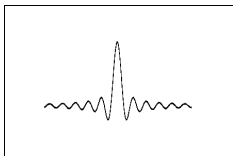
指數上升



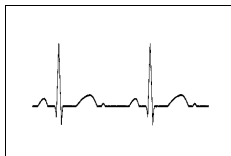
指數下降



負斜波



正弦波



Cardiac

任意波形指令

DATA VOLATILE, < 數值 , < 數值 > , . . .

把從 -1 到 +1 的浮點值下載到依電性記憶體。每個波形可以下載 1 到 65,536 (64K) 個點。函數產生器取得指定的點數並將其展開來填入波形記憶體。如果您下載少於 16,384 (16K) 個點，具有 16,384 個點的波形即自動產生。如果您下載超過 16,384 個點，則產生具有 65,536 個點的波形。

- 數值 -1 與 +1 與波形的峰值值對應 (如果偏移為 0 伏特)。例如，如果您設定振幅為 10 Vpp (0V 偏移)，「+1」即對應到 +5V 而「-1」對應到 -5V。
- 如果資料點並未擴展至輸出 DAC (數位 - 類比轉換器) 的完整範圍，則最大振幅將受到限制。例如，內建的「Sinc」波形在 ± 1 之間並未用到數值的完整範圍，因此最大振幅便僅限於 6.087 Vpp (輸入 50 Ω)。
- 下載浮點值的速度 (使用 DATA VOLATILE) 比下載二進位值 (使用 DATA:DAC VOLATILE) 更慢，但使用可傳回值從 -1 到 +1 的三角函數時則前者較方便。
- DATA 指令覆寫位於依電性記憶體的前一個波形 (且不會產生錯誤)。使用 DATA:COPY 指令將波形複製到不變性記憶體。
- 不變性記憶體中最多可以儲存四種使用者定義的波形。使用 DATA:DEL 指令來刪除位於依電性記憶體的波形，或是位於不變性記憶體的四種之中的任何一種使用者定義的波形。使用 DATA:CAT? 指令來列出目前儲存於依電性與不變性記憶體中的所有波形 (還有五種內建波形)。
- 下載波形資料到記憶體之後，使用 FUNC:USER 指令來選擇現用波形，並使用 FUNC USER 指令來輸出。
- 下面的陳述顯示如何使用 DATA 指令來下載七個點到依電性記憶體。

```
DATA VOLATILE, 1, .67, .33, 0, -.33, -.67, -1
```

DATA:DAC VOLATILE, {< 二進位區塊 >|< 數值 >, < 數值 >, . . . }

下載從 -8191 到 +8191 的二進位或十進位整數到依電性記憶體。一種波形可以用 IEEE-488.2 的二進位區塊格式或用數值清單來下載 1 到 65,536 (64K) 個點。值的範圍使用內部的 14 位元 DAC (數位 - 類比轉換器) 碼而對應到可用的值。函數產生器取得指定的點數並將其展開來填入波形的記憶體。如果您下載少於 16,384 (16K) 個點，具有 16,384 個點的波形即自動產生。如果您下載超過 16,384 個點，則產生具有 65,536 個點的波形。

- 數值 -8191 與 +8191 與波形的峰值值對應 (如果偏移為 0 伏特)。例如，如果您設定輸出振幅為 10 Vpp (0V 偏移)，「+8191」即對應到 +5V 而「-8191」對應到 -5V。
- 如果資料點並未擴展至輸出 DAC (數位 - 類比轉換器) 的完整範圍則最大振幅將受到限制。例如，內建的「Sinc」波形在 ±8191 之間並未用到數值的完整範圍，因此最大振幅便僅限於 6.087 Vpp (輸入 50Ω)。
- DATA:DAC 指令覆寫位於依電性記憶體的前一個波形 (且不會產生錯誤)。使用 DATA:COPY 指令將波形複製到不變性記憶體。
- 不變性記憶體最多可以儲存四種使用者定義的波形。使用 DATA:DEL 指令來刪除位於依電性記憶體的波形，或是位於不變性記憶體的四種之中的任何一種使用者定義的波形。使用 DATA:CAT? 指令來列出目前儲存於依電性與不變性記憶體中的所有波形 (還有五種內建波形)。
- 下載波形資料到記憶體之後，使用 FUNC:USER 指令來選擇現用波形，並使用 FUNC USER 指令來輸出。
- 下面的陳述顯示如何使用 DATA:DAC 指令以二進位區塊格式來下載七個整數點 (請同時參閱以下的「使用 IEEE-488.2 二進位區塊格式」)。

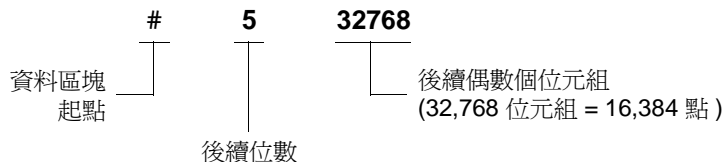
DATA:DAC VOLATILE, #214 二進位資料

- 下面的陳述顯示如何使用 DATA:DAC 指令以十進位格式來下載五個整數點。

DATA:DAC VOLATILE, 8191, 4096, 0, -4096, -8191

使用 IEEE-488.2 二進位區塊格式

在二進位區塊格式中，區塊標頭位於波形資料之前。區塊標頭的格式如下：



函數產生器將二進位資料表示成 16 位元的整數，而以兩個位元組來傳送。因此，**位元組總數永遠為波形資料點數量的兩倍（且必須為偶數）**。例如，下載具有 16,384 個點的波形需要 32,768 個位元組。

使用 **FORM:BORD** 指令來選取區塊模式下的二進位傳輸位元組順序。如果您指定 **FORM:BORD NORM** (預設值)，便假設先傳送每個資料點的最高等位元組 (**MSB**)。如果您指定 **FORM:BORD SWAP**，則假設先傳送每個資料點的最劣等位元組 (**LSB**)。大部分的電腦使用「交換式」位元組順序。

任意波形指令

FORMat:BORDER {NORMal | SWAPped}

FORMat:BORDER?

僅供二進位區塊傳輸使用。選取以 DATA:DAC 指令所指定之區塊模式的二進位傳輸位元組順序。預設值為 NORM。:BORD? 查詢傳回「NORM」或「SWAP」。

- 在 NORM 位元組順序時 (預設值)，假設先傳送每個資料點的最高等位元組 (MSB)。
- 在 SWAP 位元組順序時，假設先傳送每個資料點的最劣等位元組 (LSB)。大部分的電腦使用「交換式」位元組順序。
- 函數產生器使用有符號的 16 位元整數來表示二進位資料，而以兩個位元組來傳送。因此，每個波形資料點需要 16 位元，此必須在函數產生器的介面以兩個位元組來傳送。

DATA:COPY <目標任意波名稱> [,VOLATILE]

從依電性記憶體複製波形到不變性記憶體的指定名稱。複製的來源永遠為「volatile」。您無法從其他任何來源來複製並且無法複製到「volatile」。

- 任意波形名稱最多可包含 12 個字元。第一個字元**必須**為字母 (A-Z)，但其餘的字元可以是數字 (0-9) 或底線字元 (「_」)。不允許使用空白的空格。如果您指定的名稱超過 12 個字元，即產生「程式助憶碼太長」的錯誤。
- VOLATILE 為選擇性參數且可以省略。請注意關鍵字「VOLATILE」**並沒有縮寫**。
- 下列內建的波形名稱為保留字且不得用在 DATA:COPY 指令：「EXP_RISE」(指數上升)、「EXP_FALL」(指數下降)、「NEG_RAMP」(負斜波)、「SINC」(正弦波)、以及「CARDIAC」。如果您指定其中一種內建波形，即產生「無法覆寫內建波形」的錯誤。
- 函數產生器不會分辨大小寫字母。因此 ARB_1 與 arb_1 為相同的名稱。所有的字元皆轉成大寫。
- 如果您要複製的名稱已經存在，則覆寫上一個波形 (且不會產生錯誤)。但是，您無法覆寫任何一種內建波形。
- 不變性記憶體最多可以儲存四種使用者定義的波形。如果記憶體已滿而您嘗試複製新的波形到不變性記憶體，則產生「記憶體不足」的錯誤。使用 DATA:DEL 指令來刪除依電性記憶體中的波形，或是不變性記憶體中的四種使用者定義的任何一種波形。使用 DATA:CAT? 指令來列出目前儲存於依電性與不變性記憶體中的所有波形。預設選項為 EXP_RISE。

- 下面的陳述顯示如何使用 DATA:COPY 指令將 VOLATILE 波形複製到名稱爲「ARB_1」的儲存體。

```
DATA:COPY ARB_1, VOLATILE
```

FUNCTION:USER {< 任意波名稱 >|VOLATILE}

FUNCTION:USER?

選取五種內建任意波形中的其中一種、四種使用者定義波形中的其中一種、或目前下載於依電性記憶體中的波形。:USER? 查詢傳回「EXP_RISE」、「EXP_FALL」、「NEG_RAMP」、「SINC」、「CARDIAC」、「VOLATILE」、或位於不變性記憶體中的任一使用者定義波形的名稱。預設選項爲「EXP_RISE」。

- 請注意這個指令**並未**輸出選定的任意波形。使用 FUNC USER 指令（詳見下一頁）來輸出選定的波形。
- 五種內建的任意波形名稱爲：
「EXP_RISE」、「EXP_FALL」、「NEG_RAMP」、「SINC」、和「CARDIAC」。
- 若要選取目前儲存於依電性記憶體中的波形，請指定 VOLATILE 參數。關鍵字「VOLATILE」**並沒有**縮寫形式。
- 如果您選取的波形名稱目前並未下載，便產生「指定的任意波形不存在」的錯誤。
- 函數產生器不會分辨大小寫字母。因此，ARB_1 與 arb_1 爲相同名稱。所有的字元皆轉換成大寫。
- 使用 DATA:CAT? 指令來列出五種內建波形的名稱（不變性），目前若是下載波形至依電性記憶體則爲，「VOLATILE」，以及任何使用者定義波形的名稱（不變性）。

任意波形指令

FUNCTION USER**FUNCTION?**

選取任意波形函數並輸出目前的任意波形。執行時這個指令會輸出目前由 **FUNC:USER** 指令所選取的任意波形 (詳見上一頁)。選定的波形使用目前的頻率、振幅、以及偏移電壓的設定來輸出。**FUNC?** 查詢傳回「**SIN**」(正弦波)、「**SQU**」(方波)、「**RAMP**」(斜波)、「**PULS**」(脈衝)、「**NOIS**」(雜訊)、「**DC**」(直流)、或「**USER**」(使用者)。

- 使用 **APPLY** 指令或同義的 **FREQ**、**VOLT**、以及 **VOLT:OFFS** 指令來選取波形的頻率、振幅、以及偏移。
- 如果資料點並未擴展至輸出 **DAC** (數位 - 類比轉換器) 的完整範圍則最大振幅將受到限制。例如，內建的「**SINC**」波形在 ± 1 之間並未用到數值的完整範圍，因此最大振幅便僅限於 **6.087 V_{pp}** (輸入 **50 Ω**)。
- 如果您把任意波形選取作為調變波形的形狀 (「**USER**」)，波形便自動限制為 **4K** 個點。額外的波形點通過抽樣移除。

DATA:CAtalog?

列出目前可以選取的所有波形名稱。傳回五種內建波形的名稱 (不變性記憶體)，若波形目前下載至依電性記憶體則為「**VOLATILE**」，以及下載至不變性記憶體的所有使用者定義波形。

- 傳回以逗號分隔的一連串引號字串，如下範例所示。

```
"VOLATILE", "EXP_RISE", "EXP_FALL", "NEG_RAMP",  
"SINC", "CARDIAC", "TEST1_ARB", "TEST2_ARB"
```

- 使用 **DATA:DEL** 指令來刪除依電性記憶體中的波形或位於不變性記憶體中的任何一種使用者定義波形。

DATA:NVOLatile:CAtalog?

列出下載至不變性記憶體的所有使用者定義的任意波形名稱。最多傳回四種波形的名稱。

- 傳回以逗號分隔的一連串引號字串，如下範例所示。如果目前正在下載使用者定義的波形，這個指令便傳回空字串 ("")。

```
"TEST1_ARB", "TEST2_ARB", "TEST3_ARB", "TEST4_ARB"
```

- 使用 **DATA:DEL** 指令來刪除不變性記憶體中的任何一種使用者定義波形。

DATA:NVOatile:FREE?

查詢可用來儲存使用者定義波形的不變性記憶體插槽數目。傳回可用來儲存使用者定義波形的記憶體插槽數目。傳回「0」（記憶體已滿）、「1」、「2」、「3」、或「4」。

DATA:DElete < 任意波名稱 >

把指定的任意波形從記憶體中刪除。您可以刪除依電性記憶體中的波形，或是位於不變性記憶體之中四種使用者定義波形的任何一種。

- 您無法刪除目前正在輸出的任意波形。如果您嘗試刪除這個波形，便產生「無法刪除目前選定的現用任意波形」的錯誤。
- 您無法刪除五種內建任意波形的任何一種。如果您嘗試刪除其中一種波形，便產生「無法刪除內建的任意波形」的錯誤。
- 使用 DATA:DEL:ALL 指令來一次同時刪除依電性記憶體中的波形以及所有使用者定義的不變性波形。如果目前正在輸出其中一種波形，便產生「無法刪除目前選定的現用任意波形」的錯誤。

DATA:DElete:ALL

將所有使用者定義的任意波形從記憶體中刪除。這個指令刪除依電性記憶體中的波形以及位於不變性記憶體的所有使用者定義波形。位於不變性記憶體的五種內建波形**並不會**刪除。

- ALL 參數前面需要加上冒號 (DATA:DElete:ALL)。
如果您插入空格而不是使用冒號，函數產生器將會嘗試刪除名稱爲「ALL」的任意波形。如果記憶體內沒有儲存這種波形，便產生「指定的任意波形不存在」的錯誤。
- 使用 DATA:DEL < 任意波名稱 > 指令來刪除儲存的波形（一次一種）。
- 您無法刪除目前正在輸出的任意波形。如果您嘗試刪除這個波形，便產生「無法刪除目前選定的現用任意波形」的錯誤。
- 您無法刪除五種內建任意波形的任何一種。如果您嘗試刪除其中一種波形，便產生「無法刪除內建的任意波形」的錯誤。

DATA:ATTRibute:AVERage? [< 任意波名稱 >]

查詢指定之任意波形的所有資料點算術平均 ($-1 \leq \text{平均} \leq +1$)。預設的任意名稱爲目前的現用任意波形（以 FUNC:USER 指令來選取）。

- 如果查詢的波形目前並未儲存於記憶體，便產生「指定的任意波形不存在」的錯誤。

任意波形指令

DATA:ATTRibute:CFACTOR? [**< 任意波名稱 >**]

查詢指定之任意波形的所有資料點的峰值係數。峰值係數為峰值值與波形的 RMS 值的比例。預設的任意波名稱為目前的現用任意波形 (以 **FUNC:USER** 指令來選取)。

- 如果查詢的波形目前並未儲存於記憶體，便產生「指定的任意波形不存在」的錯誤。

DATA:ATTRibute:POINTS? [**< 任意波名稱 >**]

查詢指定的任意波形中的點數。傳回從 1 到 65,536 點的值。預設的任意波名稱 為目前的現用任意波形 (以 **FUNC:USER** 指令來選取)。

- 如果查詢的波形目前並未儲存於記憶體，便產生「指定的任意波形不存在」的錯誤。

DATA:ATTRibute:PTPeak? [**< 任意波名稱 >**]

查詢指定之任意波形的所有資料點的峰對峰值。預設的任意波名稱為目前的現用任意波形 (以 **FUNC:USER** 指令來選取)。

- 這個指令傳回從「0」到「+1.0」的值，若是「+1.0」則表示振幅全部可用。
- 如果資料點並未擴展至輸出 DAC (數位 - 類比轉換器) 的完整範圍則最大振幅將受到限制。例如，內建的「Sinc」波形在 ± 1 之間並未用到數值的完整範圍，因此最大振幅便僅限於 6.087 V_{pp} (輸入 50 Ω)。
- 如果查詢的波形目前並未儲存於記憶體，便產生「指定的任意波形不存在」的錯誤。

狀態儲存指令

函數產生器在不變性記憶體中有五個儲存位置用來儲存儀器狀態。位置編號從 0 到 4。函數產生器在關機時自動使用位置「0」來放置儀器狀態。您也可以指派使用者定義的名稱給每個位置（從 1 到 4）以供由面板使用。

***SAV {0|1|2|3|4}**

將目前的儀器狀態存放（儲存）於指定的不變性儲存位置。先前儲存於相同位置的所有狀態都會被覆寫（且不會產生錯誤）。

- 您可以把儀器狀態儲存於五個位置中的任何位置。但是，每個包含先前已儲存之狀態的位置只能重取一種狀態。
- 只有從遠端介面您才能使用儲存位置「0」來儲存第五種儀器狀態（從面板無法儲存到這個位置）。但是請注意，位置「0」在電源循環時會自動覆寫（前次儲存的儀器狀態將被覆寫）。
- 狀態儲存功能會「記住」選定的函數（包含任意波形）、頻率、振幅、dc 偏移、工作週期、對稱性、以及使用中的所有調變參數。
- 如果在儲存儀器狀態之後從不變性記憶體中刪除任意波形，波形資料便會遺失且函數產生器在重取狀態時**將不會**輸出波形。內建的「對數上升」波形會取代被刪除的波形而輸出。
- 關機時，函數產生器會自動把自己的狀態儲存於儲存位置「0」。您可以設定讓函數產生器在復電時自動重取關機狀態。請參閱第 225 頁的 MEM:STAT:REC:AUTO 指令以取得更多資訊。
- 當您儲存儀器狀態時，將儲存面板的顯示狀態 (DISP 指令)。當您重取儀器狀態時，面板的顯示便回到先前的狀態。
- 儀器重設 (*RST 指令) **並不會**影響到儲存於記憶體中的組態。狀態一旦儲存便會保留，直到被覆寫或指定刪除為止。

狀態儲存指令

***RCL {0|1|2|3|4}**

重取儲存於指定的不變性儲存位置的儀器狀態。您無法從空的儲存位置來重取儀器狀態。

- 工廠出貨時，儲存位置「1」到「4」是空的（位置「0」內含開機狀態）。
- 只有從遠端介面您才能使用儲存位置「0」來儲存第五種儀器狀態（從面板無法儲存到這個位置）。但是請記住，位置「0」在電源循環時會自動覆寫（前次儲存的儀器狀態將被覆寫）。

MEMory:STATe:NAME {0|1|2|3|4} [, <名稱>]

MEMory:STATe:NAME? {0|1|2|3|4}

指派自訂的名稱給指定的儲存位置。您可以從面板或跨越遠端介面來為位置命名，但是您只能從面板藉由名稱來重取狀態（*RCL 指令需要數值參數）。

:NAME? 查詢傳回包含目前指派給指定儲存位置之名稱的引號字串。如果您尚未指派使用者定義的名稱給指定的位置，則傳回預設名稱（

「AUTO_RECALL」、「STATE_1」、「STATE_2」、「STATE_3」、或「STATE_4」）。

- 名稱最多可包含 12 個字元。第一個字元**必須**為字母 (A-Z)，但剩餘的字元可以是字母、數字 (0-9)、或是底線字元（「_」）。不可包含空格。如果您指定的名稱超過 12 個字元便會產生錯誤。範例顯示如下。

```
MEM:STATE:NAME 1,TEST_WFORM_1
```

- 您**無法**從面板來指派自訂的名稱給儲存位置「0」。
- 如果您並未指定名稱（請注意名稱參數為選擇性參數），預設名稱便指派給該狀態。這種方式可以用來清除名稱（然而儲存的狀態則**並未**刪除）。
- 函數產生器**不會**拒絕您指派相同的名稱給不同的儲存位置。例如，您可以指派同一個名稱給位置「1」和「2」。

MEMory:STATe:DELeTe {0|1|2|3|4}

刪除指定之儲存位置的內容。如果您曾經指派使用者定義的名稱給某個位置（MEM:STAT:NAME 指令），這個指令也會移除您所指派的名稱並還原預設名稱（「AUTO_RECALL」、「STATE_1」、「STATE_2」等等）。請注意，您無法從空的儲存位置來重取儀器狀態。如果您嘗試重取已刪除的狀態便會產生錯誤。

MEMory:STaTe:RECall:AUTO {OFF|ON}

MEMory:STaTe:RECall:AUTO?

停用或啓用開機時從儲存位置「0」自動重取關機狀態的功能。選取「ON」在開機時自動重取關機狀態。選取「OFF」(預設值)可在開機時(狀態「0」並未自動重取)發出重設(*RST)指令。:AUTO? 查詢傳回「0」(OFF)或「1」(ON)。

MEMory:STaTe:VALid? {0|1|2|3|4}

查詢指定的儲存位置來判斷該位置目前是否儲存有效狀態。您可以在傳送 *RCL 指令之前使用這個指令來判斷先前是否在這個位置上儲存狀態。如果狀態尚未儲存或已被刪除則傳回「0」。如果指定的位置上已儲存有效狀態則傳回「1」。

MEMory:NStates?

查詢可用來儲存狀態的記憶體位置總數。永遠傳回「5」(包含記憶體位置「0」)。

系統相關指令

請同時參閱從第 3 章第 120 頁開始的「系統相關操作」。

SYSTem:ERRor?

從函數產生器的錯誤佇列中讀取並清除錯誤。一筆記錄最多可以儲存 20 個指令語法及硬體錯誤到錯誤佇列。請參閱第 5 章以取得完整的錯誤訊息清單。

- 錯誤的擷取順序為先進先出 (FIFO)。傳回的第一個錯誤為儲存的第一個錯誤。讀取錯誤時即一併清除錯誤。函數產生器在每次產生錯誤時會發出嗶聲 (除非使用 SYST:BEEP:STAT 指令來停用這個功能)。
- 如果發生的錯誤超過 20 個，儲存於佇列中的最後一個錯誤 (最近的錯誤) 使用「佇列溢滿」取代。除非您將錯誤從佇列中移除否則不會儲存額外的錯誤。當您讀取錯誤佇列時如果未曾發生錯誤，函數產生器便以「沒有錯誤」來回應。
- 錯誤佇列的清除是由 *CLS (清除狀態) 指令或是在電源循環時進行。當您讀取佇列時也會清除錯誤。重設 (*RST 指令) 不會清除錯誤佇列。
- 錯誤的格式如下 (錯誤字串最多包含 255 個字元)。

```
-113,"Undefined header"
```

*IDN?

讀取函數產生器的識別字串 (包含以逗號分隔的四個欄位)。第一個欄位為製造廠商的名稱，第二個欄位為型號，第三個為序號，第四個欄位為包含以連字符號分隔的四個數字的修正碼。

- 指令傳回以下格式的字串 (請確定要有一個至少含有 50 個字元的字串變數)。

```
Agilent Technologies,33220A,< 序列編號 >,f.ff-b.bb-aa-p
```

f.ff = 韌體修正碼

b.bb = 啟動核心修訂版編號


aa = ASIC 修訂版編號

p = 印刷電路板修訂版編號

DISPlay {OFF|ON}

DISPlay?

停用或啓用函數產生器面板顯示。停用顯示時，面板的顯示爲空白（但用於背景照明的燈泡仍爲啓用狀態）。DISP? 查詢傳回「0」（OFF）或「1」（ON）。

- 停用面板顯示時，從遠端介面來執行指令的速度稍有提昇。
- 從遠端介面傳送訊息到面板顯示 (DISP:TEXT 指令) 將覆寫顯示狀態。這表示即使停用顯示功能您還是可以顯示訊息（即使停用顯示功能，遠端介面的錯誤仍然永遠顯示）。
- 電源循環、儀器重設 (*RST 指令) 之後、或是當您回到本機（前端面板）操作時，都會自動啓用顯示。按下  按鍵或是從遠端介面執行 IEEE-488 GTL (回到本機，Go To Local) 指令以便回到本機狀態。
- 當您使用 *SAV 指令來儲存儀器狀態時會儲存顯示狀態。當您使用 *RCL 指令來重取儀器狀態時，面板顯示將回到先前的狀態。

DISPlay:TEXT < 引號字串 >

DISPlay:TEXT?

在函數產生器的面板顯示上顯示文字訊息。傳送文字訊息到顯示上會覆寫 DISP 指令所設定的顯示狀態。:TEXT? 查詢讀取傳送到面板顯示的訊息並傳回引號字串。

- 您可以使用大寫或小寫字母 (A-Z)、數字 (0-9)、以及標準電腦鍵盤上的其他任何字元。依照您指定給字串的字元數而定，函數產生器會選擇兩種字型大小的其中一種來顯示訊息。大約可以顯示 12 個字元的大型字，40 個字元的小型字。範例顯示如下。

```
DISP:TEXT 'Test in Progress...'
```

- 顯示訊息時，輸出波形的相關資訊，例如頻率與振幅，**並未**傳送至面板顯示。

DISPlay:TEXT:CLEAr

清除目前顯示於函數產生器面板顯示上的文字訊息。

- 如果目前的顯示為啓用狀態 (DISP ON 指令)，DISP:TEXT:CLEAr 指令將傳回一般的面板顯示模式。
- 如果目前的顯示為停用狀態 (DISP OFF 指令)，DISP:TEXT:CLEAr 指令會清除訊息但顯示功能將維持停用。若要啓用顯示，請傳送 DISP ON 指令、按下 **Local** 按鍵、傳送用於 GPIB 或 USB 的 GTL (Go To Local) 指令（對於 LAN，可以傳送 SYST:COMM:RLST LOC 指令）。

***RST**

將函數產生器重設為它的出廠預設狀態，與 MEM:STAT:REC:AUTO 指令的設定無關。但是，*RST 並不會影響已儲存的儀器狀態、已儲存的任意波形、或 I/O 設定，此設定儲存在不變性記憶體中。這個指令會放棄進行中的掃描或叢發並重新啓用面板顯示（如果先前使用 DISP OFF 指令將顯示功能停用）。

***TST?**

執行函數產生器的完整自我測試。傳回「+0」(PASS) 或「+1」(FAIL)。如果測試失敗，則產生一個或多個錯誤訊息來提供關於失敗的額外資訊。使用 SYST:ERR? 指令來讀取錯誤佇列（請參閱第 226 頁）。

SYSTem:VERSIon?

查詢函數產生器以取得目前的 SCPI 版本。傳回的字串格式為「YYYY.V」，其中「YYYY」代表版本的年份，而「V」代表該年份的版本號碼（例如 1999.0）。

SYSTem:BEEPer

立即送出一聲嗶聲。

SYSTem:BEEPer:STATe {OFF|ON}

SYSTem:BEEPer:STATe?

停用或啓用由面板或跨越遠端介面而產生錯誤時發出的音調。目前的選項儲存於不變性記憶體。:STAT? 查詢傳回「0」(OFF) 或「1」(ON)。

SYSTem:KLOCk[:STATe] {OFF|ON}

將面板鍵盤鎖定設定成 OFF (預設數值) 或 ON。以 :KLOC ON 設定時，會鎖定面板鍵盤，包括 **Local** 鍵，除非此鍵已被排除。若要鎖定鍵盤但不鎖定 **Local** 鍵，請在傳送 SYST:KLOC ON 前先傳送 SYST:KLOC:EXCL LOC。

SYSTem:KLOCk:EXCLude {NONE|LOCAL}

SYSTem:KLOCk:EXCLude?

- 設定 :EXCL NONE (預設數值) 並沒有設定要排除的鍵，SYST:KLOC ON 會鎖定整個鍵盤，包括 **Local** 鍵。
- 設定 :EXCL LOC 會排除 **Local** 鍵，SYST:KLOC ON 會鎖定鍵盤，**Local** 鍵除外。

SYSTem:SECurity:IMMediate

清除所有的儀器記憶體，但開機參數和校正常數除外。將所有的儀器設定初始化為它們的 *RST 數值。銷毀所有使用者定義的狀態資訊、使用者定義的任意波形、以及使用者定義的 I/O 設定，如 IP 位址。在移除安全區內的儀器之前，通常會使用這個指令清除所有的記憶體。因為可能會不小心遺失資料，因此不建議在例行應用程式中使用這個指令。

***LRN?**

查詢函數產生器並傳回包含目前設定值 (學習字串) 的 SCPI 指令字串。稍後您可以再將字串傳回儀器來還原這個狀態。為了能夠正常運作，將字串傳回函數產生器之前請勿修改字串。傳回的字串大約包含 1,500 個字元。為了避免可能的儀器錯誤，請在向儀器傳送學習字串前，先執行 *RST 指令。

***OPC**

在所有先前的指令執行後設定「動作完成」位元 (位元 0) 於「標準事件」暫存區。其他指令可能在設定位元之前即已執行。這個指令是用在觸發式掃描或觸發式叢發模式以便在 *TRG 指令完成時可以查詢或中斷電腦。

***OPC?**

在先前的指令執行之後傳回「1」到輸出緩衝區。這個指令執行完成後才能執行其他指令。

***WAI**



透過介面來執行額外的指令之前等候所有未完成的動作完成。

介面組態指令

請參閱第 3 章第 128 頁的「遠端介面組態」。

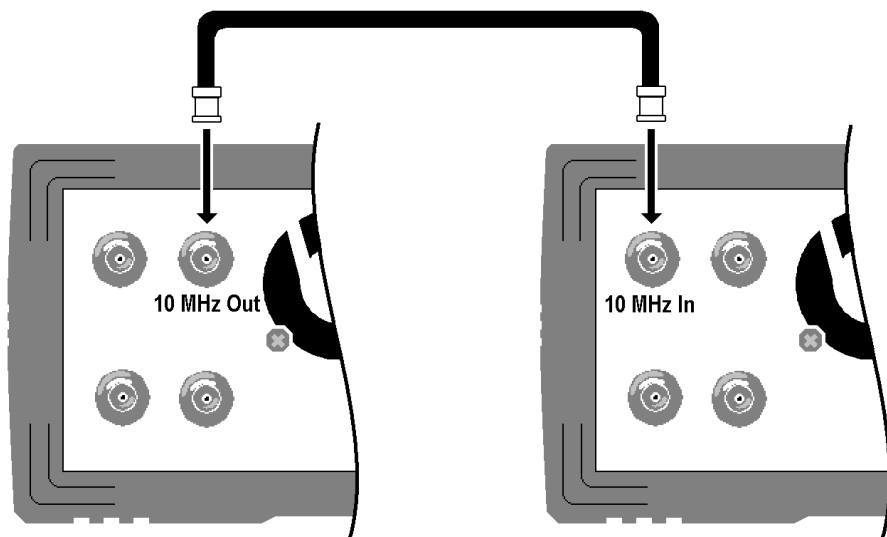
SYSTem:COMMunicate:RLState {LOCal|REMote|RWLock}

從 Telnet 或通訊端工作階段中，透過 LAN 介面設定函數產生器的遠端 / 本機狀態。提供類似於 IEEE-488.2 指令的控制，例如 GPIB 和 USB 介面上的 GTL (返回本機) 。

- **LOCal** - (預設數值) 。將儀器狀態設定為本機。移除任何訊號器，並解除面板鍵盤的鎖定。
- **REMote** - 將儀器狀態設定為遠端。顯示遠端訊號器，並鎖定鍵盤 ( 鍵除外) 。
- **RWLock** - 將儀器狀態設定為遠端鎖定狀態。顯示 **rw1** 訊號器，並鎖定鍵盤 (包括  鍵) 。

相位鎖定指令 (僅限選項 001)

背板的 10 MHz 輸入與 10 MHz 輸出連接器 (僅在安裝了選項 001 後才有) 允許多部 Agilent 33220A 之間的同步 (請參閱下面的連接圖) 或與外部 10 MHz 時鐘訊號的同步。您也可以從面板或透過遠端介面來控制相位偏移。



註：只有在所有儀器已安裝「選項 001」(「外部時間基準參照」) 時，您才可以使用如下描述的相位鎖定指令，將多個 33220A 儀器同步。這個選項提供「10 MHz 輸出」和「10 MHz 輸入」背板連接器，以及將儀器同步所需的電路。

相位鎖定指令 (僅限選項 001)

PHASe { < 角度 > | **MIN**imum | **MAX**imum }**PHASe?** [**MIN**imum | **MAX**imum]

依照前次的 **UNIT:ANGL** 指令 (無法用於脈衝及雜訊) 所指定的角度或弧度來調整輸出波形的相位偏移。選取 -360 度到 +360 度或 -2π 到 $+2\pi$ 弧度的值。預設值為 0 度 (0 弧度)。MIN = -360 度 (-2π 弧度)。MAX = +360 度 ($+2\pi$ 弧度)。PHAS? 查詢傳回以角度或弧度為單位的相位偏移。

- 指定的相位調整會造成輸出波形的「衝擊」或「跳躍」，以便變更與目前鎖定之外部訊號的相位關係。
- 這種相位鎖定應用的相位調整與 **BURS:PHAS** 指令 (請參閱第 208 頁) 所設定的叢發相位無關。

UNIT:ANGLE { **DEG**ree | **RAD**ian }**UNIT:ANGLE?**

選取角度或弧度來設定使用 **PHAS** 指令 (遠端介面才有) 時的相位偏移值。預設值為 **DEG**。:ANGL? 查詢傳回「**DEG**」或「**RAD**」。

- 面板上的相位偏移永遠以角度來顯示 (弧度無法使用)。如果您從遠端介面將相位偏移設為以弧度表示，然後再回到面板來操作，您將會看到函數產生器把相位偏移轉換成角度。

PHASe:REFErence

不變更函數產生器的輸出而立即設定零相位參考點。這個指令**不會**變更使用 **PHAS** 指令所設定的相位偏移 – 只會變更相位參考。這個指令**沒有**查詢格式。

PHASe:UNLock:ERRor:STATe { **OFF** | **ON** }**PHASe:UNLock:ERRor:STATe?**

停用或啓用函數產生器，以防在遺失相位鎖定時產生錯誤。預設值為 **OFF**。如果相位鎖定遺失且啓用錯誤訊息功能，則產生「參考相位鎖定的迴圈並未鎖定」的錯誤。未鎖定的錯誤設定未儲存於不變性記憶體。也就是說，當電源循環時會遺失此設定。:STAT? 查詢傳回「0」(**OFF**) 或「1」(**ON**)。

SCPI 狀態系統

本節說明函數產生器所使用的 SCPI 狀態系統的結構。狀態系統將儀器的各種狀況與狀態記錄於下一頁所顯示的許多暫存區群組中。每個暫存區群組由許多低階暫存區所構成，稱為「狀況暫存區」、「事件暫存區」、以及「啓用暫存區」，這些都是用來控制暫存區群組內部指定位元的動作。

何謂「狀況暫存區」？

狀況暫存區持續監視儀器狀態。位於狀況暫存區的位元會即時更新，且並未鎖定或緩衝蓄集。此為唯讀暫存區，且當您讀取暫存區時並不會清除位元。狀況暫存區的查詢傳回相當於設定於此暫存區中所有位元的二進位總和的十進位值。

何謂「事件暫存區」？

事件暫存區將不同的事件鎖住以免受到狀況暫存區中的變更影響。這個暫存區沒有緩衝蓄集，設定事件位元時，對應於該位元的後續事件便被忽略。此為唯讀暫存區。位元一旦設定即保持設定直到被查詢指令（例如 `STAT:QUES:EVEN?`）或 `*CLS`（清除狀態）指令清除為止。這個暫存區的查詢傳回相當於設於此暫存區中所有位元二進位總和的十進位值。

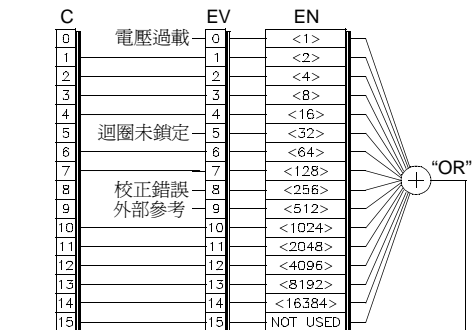
何謂「啓用暫存區」？

啓用暫存區定義事件暫存區中有哪些位元要報告至「狀態位元組」暫存區群組。您可以從啓用暫存區來寫入或讀取。`*CLS`（清除狀態）指令不會清除啓用暫存區但會清除事件暫存區中的所有位元。

`STAT:PRES` 指令清除啓用暫存區中的所有位元。若要將啓用暫存區中的位元啓用來報告至「狀態位元組」暫存區群組，您必須寫入相當於對應位元的二進位總和的十進位值。

Agilent 33220A 狀態系統

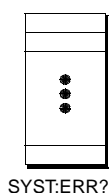
「有問題的資料」暫存區



註:

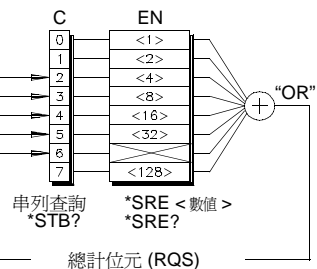
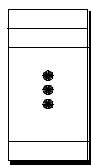
C = 狀況暫存區
EV = 事件暫存區
EN = 啟用暫存區
Ovld = 過載

錯誤佇列

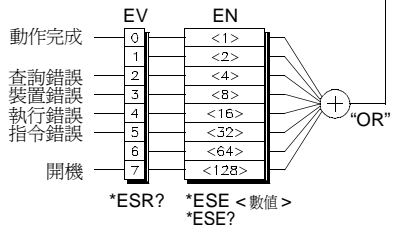


「狀態位元組」暫存區

輸出緩衝區



「標準事件」暫存區



「狀態位元組」暫存區

「狀態位元組」摘要暫存區報告來自於其他狀態暫存區的狀況。在函數產生器輸出緩衝區等候的資料將會向「可用訊息」位元 (位元 4) 報告。從其他暫存區群組中清除事件暫存區將會清除「狀態位元組」狀況暫存區中的對應位元。從輸出緩衝區讀取所有訊息，包括任何未解決的詢問，將會清除「可用訊息」位元。若要設定啓用暫存區遮罩並產生 SRQ (服務要求)，您必須使用 *SRE 指令將十進位值寫入暫存區。

位元定義 – 「狀態位元組」暫存區

位元編號	十進位值	定義
0 不使用	1	不使用。傳回「0」。
1 不使用	2	不使用。傳回「0」。
2 錯誤佇列	4	一個或多個錯誤儲存於錯誤佇列。
3 有問題的資料	8	一個或多個位元設於「有問題的資料暫存區」(必須啓用位元)。
4 可用訊息	16	可使用位於儀器輸出緩衝區的資料。
5 標準事件	32	一個或多個位元設於「標準事件暫存區」(必須啓用位元)。
6 主摘要	64	一個或多個位元設於「狀態位元組暫存區」(必須啓用位元)。
7 不使用	128	不使用。傳回「0」。

「狀態位元組」狀況暫存區會在下列情況下清除：

- 執行 *CLS (清除狀態) 指令。
- 從其他暫存區群組中的一個暫存區來讀取事件暫存區 (狀況暫存區中只有對應的位元會被清除)。

「狀態位元組」啓用暫存區會在下列情況下清除：

- 執行 *SRE 0 指令。
- 打開電源並且先前已使用 *PSC 1 指令設定讓函數產生器清除啓用暫存區。請注意，如果您已使用 *PSC 0 指令來設定函數產生器，則開機時啓用暫存區**將不會**清除。

使用服務要求 (SRQ) 與串列查詢

您必須設定讓電腦回應 IEEE-488 服務要求 (SRQ) 中斷以便使用這項功能。使用「狀態位元組」啓用暫存區 (*SRE 指令) 來選取要佔用 IEEE-488 SRQ 線路的狀況位元。如果位元 6 (RQS) 從「0」轉變為「1」，則 IEEE-488 服務要求訊息便傳送到您的電腦。而後 電腦可能會把儀器暫停於介面匯流排來識別佔用服務要求線路者為何 (亦即，將位元 6 設定於本身「串列查詢」回應的儀器)。

發出「串列查詢」時，位元 6 (RQS) 清除於「串列查詢」回應 (其他位元皆不受影響) 且服務要求線路亦清除。位於 *STB? 回應的「主摘要位元」並未清除。

若要取得「串列查詢」回應，請傳送 IEEE-488「串列查詢」訊息。儀器傳送一個位元組的二進位回應。執行「串列查詢」是自動由 IEEE-488 匯流排介面硬體來處理。

與 ASCII 指令以及其他的 GPIB 指令不同，「串列查詢」會被立即執行且並未牽涉到儀器的主要處理器。因此，「串列查詢」所顯示的狀態可能未必顯示出最近的指令的作用。使用 *OPC? 指令來保證先前傳送到儀器的指令會在執行「串列查詢」之前先完成。

使用 *STB? 來讀取狀態位元組

*STB? 指令與「串列查詢」類似但處理上類似其他任何的 ASCII 儀器指令。*STB? 指令傳回與「串列查詢」相同的結果，但只要啓用的狀況仍然維持則位元 6 並不會清除。

*STB? 指令不是由 IEEE-488 匯流排介面硬體自動處理，且只有當先前的指令完成之後才會執行。您無法使用 *STB? 指令來清除 SRQ。

使用「可用訊息」位元 (MAV)

您可以使用「狀態位元組」的「可用訊息」位 (位元 4) 來判斷資料何時可以用來讀入您的電腦。只有在已將所有訊息從輸出緩衝區讀取之後，儀器才會後續清除位元 4。

使用 SRQ 來中斷您的電腦

1. 傳送「裝置清除」訊息讓函數產生器回到可回應的狀態並清除其輸出緩衝區（亦即 CLEAR 710）。
2. 使用 *CLS 指令來清除事件暫存區及錯誤佇列。
3. 設定啓用暫存區遮罩。使用 *ESE 指令來設定「標準事件」啓用暫存區，並使用 *SRE 指令來設定「狀態位元組」啓用暫存區。
4. 傳送 *OPC? 指令並讀取結果以確保同步。
5. 啓用電腦的 IEEE-488 SRQ 中斷。

判斷指令順序何時完成

1. 傳送「裝置清除」訊息讓函數產生器回到可回應的狀態並清除其輸出緩衝區（亦即 CLEAR 710）。
2. 使用 *CLS 指令來清除事件暫存區及錯誤佇列。
3. 藉由執行 *ESE 1 指令來啓用位於「標準事件」暫存區的「動作完成」位元（位元 0）。
4. 傳送 *OPC? 指令並讀取結果以確保同步。
5. 執行您的指令字串來設定所要的組態，最後再執行 *OPC 指令。當指令順序完成之後，「動作完成」位元（位元 0）便設定於「標準事件」暫存區。
6. 使用「串列查詢」來查看位元 5（從「標準事件」暫存區傳送）何時設定於「狀態位元組」狀況暫存區。您也可以藉由傳送 *SRE 32（狀態位元組）啓用暫存區，位元 5）來設定函數產生器的 SRQ 中斷。

有問題的資料暫存區

「有問題的資料」暫存區群組提供函數產生器的品質或整合性的相關資訊。

任何或所有的這些狀況皆可透過啓用暫存區來報告至「有問題的資料」摘要位元。若要設定啓用暫存區遮罩，您必須使用 `STAT:QUES:ENABle` 指令將十進位值寫入暫存區。

位元定義 – 「有問題的資料」暫存區

位元編號	十進位值	定義
0 電壓過載	1	位於輸出連接器的電壓過載。 輸出已經停用。
1 不使用	2	不使用。傳回「0」。
2 不使用	4	不使用。傳回「0」。
3 不使用	8	不使用。傳回「0」。
4 不使用	16	不使用。傳回「0」。
5 迴圈未鎖定	32	函數產生器已遺失相位鎖定。 頻率的準確性會受到影響。
6 不使用	64	不使用。傳回「0」。
7 不使用	128	不使用。傳回「0」。
8 校正錯誤	256	校正期間發生錯誤，或校正記憶體遺失， 或校正時解除保護。
9 外部參考	512	外部時間基準使用中。
10 不使用	1024	不使用。傳回「0」。
11 不使用	2048	不使用。傳回「0」。
12 不使用	4096	不使用。傳回「0」。
13 不使用	8192	不使用。傳回「0」。
14 不使用	16384	不使用。傳回「0」。
15 不使用	32768	不使用。傳回「0」。

「有問題的資料」事件暫存區會在下列情況下清除：

- 執行 `*CLS` (清除狀態) 指令。
- 使用 `STAT:QUES:EVEN?` 指令來查詢事件暫存區。

「有問題的資料」啓用暫存區會在下列情況下清除：

- 打開電源 (`*PSC` 指令並不適用)。
- 執行 `STAT:PRES` 指令。
- 執行 `STAT:QUES:ENAB 0` 指令。

「標準事件」暫存區

「標準事件」暫存區群組報告下列事件類型：偵測到開機、指令語法錯誤、指令執行錯誤、自我測試或校正錯誤、查詢錯誤、或是 *OPC 指令已經執行。任何或所有的這些狀況皆可透過啓用暫存區來報告至「標準事件」摘要位元。若要設定啓用暫存區遮罩，您必須使用 *ESE 指令將十進位值寫入暫存區。

位元定義 – 「標準事件」暫存區

位元編號	十進位值	定義
0 動作完成	1	*OPC 之前 (含 OPC) 的所有指令皆已完成且重疊的指令 (例如叢發的 *TRG) 也已經完成。
1 不使用	2	不使用。傳回「0」。
2 查詢錯誤	4	儀器嘗試讀取的輸出緩衝區是空的，或者在讀取前一個查詢之前接受到新的指令。或者，輸入與輸出緩衝區皆已滿。
3 裝置錯誤	8	發生自我測試、校正、或是其他的裝置方面錯誤 (請參閱第 5 章) 。
4 執行錯誤	16	發生執行的錯誤 (請參閱第 5 章) 。
5 指令錯誤	32	發生語法錯誤 (請參閱第 5 章) 。
6 不使用	64	不使用。傳回「0」。
7 打開電源	128	自從上次讀取或清除事件暫存區之後電源已經重新開啓。

「標準」事件暫存區會在下列情況下清除：

- 執行 *CLS 指令。
- 使用 *ESR? 指令來查詢事件暫存區。

「標準事件」啓用暫存區會在下列情況下清除：

- 執行 *ESE 0 指令。
- 打開電源並且先前已使用 *PSC 1 指令設定讓函數產生器清除啓用暫存區。請注意，如果您已使用 *PSC 0 指令來設定函數產生器，則開機時啓用暫存區**將不會**清除。

狀態報告指令

請使用下列指令存取「狀態系統暫存區」。

「狀態位元組」暫存區指令

請參閱第 235 頁的表格以取得暫存區位元的定義。

*STB?

查詢這個暫存區群組中的摘要 (狀況) 暫存區。這個指令與「串列查詢」類似但在處理上與其他的儀器指令類似。這個指令傳回與「串列查詢」相同的結果，但 *STB? 指令**不會**把「主摘要」位元 (位元 6) 清除。

*SRE < 啟用數值 >

*SRE?

啟用位於「狀態位元組」的位元來產生服務要求。若要啟用特定位元，您必須在暫存區中寫入相當於位元二進位總和的十進位值。選取位元的摘要放在「狀態位元組暫存區」的「主摘要」位元 (位元 6)。若有任何被選取的位元從「0」變更到「1」，便會產生「服務要求」訊號。*SRE? 查詢傳回與 *SRE 指令所啟用的所有位元的二進位總和對應的十進位值。

- *CLS (清除狀態) **不會**清除啟用暫存區但會清除位於事件暫存區的所有位元。
- STATUS:PRESet **不會**清除位於「狀態位元組」啟用暫存區的位元。
- *PSC 0 透過電源循環來保留啟用暫存區的內容。

「有問題的資料」暫存區指令

請參閱第 238 頁的表格以取得暫存區位元的定義。

STATUS:QUESTIONABLE:CONDition?

查詢這個群組的狀況暫存區。此為唯讀暫存區，且讀取暫存區時不會清除位元。查詢暫存區傳回相當於設定於這個暫存區中的所有位元二進位總和的十進位值。

STATUS:QUESTIONable[:EVENT]?

查詢這個暫存區群組的事件暫存區。此為唯讀暫存區。位元一旦設定便維持直到被這個指令或 *CLS (清除狀態) 指令清除為止。查詢這個暫存區傳回設定於這個暫存區中的所有位元二進位總和的對應十進位值。

STATUS:QUESTIONable:ENABLE < 啟用數值 >

STATUS:QUESTIONable:ENABLE?

啟用這個暫存區群組中位於啟用暫存區的位元。選取的位元之後會報告至「狀態位元組」。***CLS (清除狀態) 不會清除啟用暫存區，但會清除事件暫存區中的所有位元。**STATUS:PRESet 指令清除啟用暫存區中的所有位元。若要啟用位於啟用暫存區中的位元，您必須寫入相當於想要啟用啟用暫存區中的位元二進位總和的十進位值。

:ENAB? 查詢傳回相當於 STAT:QUES:ENAB 指令所啟用的所有位元二進位總和的十進位值。

「標準事件暫存區」指令

請參閱第 239 頁的表格以取得暫存區位元的定義。

***ESR?**

查詢「標準事件狀態暫存區」。位元一旦設定，便維持設定直到被 *CLS（清除狀態）指令清除或是被這個指令查詢為止。查詢這個暫存區傳回相當於設定於此暫存區中的所有位元二進位總和的十進位值。

***ESE < 啟用數值 >**

***ESE?**

啟用「標準事件狀態暫存區」中的位元以便報告於「狀態位元組」。選取位元的摘要結果放在「狀態位元組暫存區」的「標準事件」位元（位元 5）。*ESE? 查詢傳回相當於 *ESE 指令所啟用的所有位元二進位總和的十進位值。

- *CLS（清除狀態）**不會**清除啟用暫存區但會清除位於事件暫存區的所有位元。
- STATUS:PRESet **不會**清除位於「狀態位元組」啟用暫存區的位元。
- *PSC 0 透過電源循環來保留啟用暫存區的內容。

其他狀態暫存區指令

***CLS**

清除所有暫存區群組的事件暫存區。這個指令也會清除錯誤佇列及取消 *OPC 動作。

STATus:PRESet

清除「有問題的資料」啟用暫存區以及「標準執行」啟用暫存區中的所有位元。

***PSC {0|1}**

***PSC?**

開機狀態清除。開機時 (*PSC 1) 清除「標準事件」啟用暫存區與「狀態位元組」狀況暫存區。當 *PSC 0 發生作用時，則開機時**不會**清除這兩個暫存區。預設值為 *PSC 1。*PSC? 查詢傳回開機狀態的清除設定值。傳回「0」(開機時不清除) 或「1」(開機時清除)。

***OPC**

前面指令完成之後將「動作完成」位元 (位元 0) 設定於「標準事件」暫存區。用於匯流排觸發式掃描或叢發時，您可能有機會在 *OPC 指令之後及設定「動作完成」位元之前執行指令。

校正指令

若要取得函數產生器的校正功能總覽，請參閱從第 3 章第 134 頁開始的「校正總覽」。若要取得函數產生器的校正程序的詳細討論，請參閱《Agilent 33220A Service Guide》的第 4 章。

CALibration:SECure:STATE {OFF|ON}, < 代碼 >

CALibration:SECure:STATE?

設定儀器校正時是否加上安全限制。校正碼最多可包含 12 個字元。:STAT? 查詢傳回「0」(OFF) 或「1」(ON)。

CALibration:SETup <0|1|2|3| . . . |94>

CALibration:SETup?

設定函數產生器要進行的每個校正步驟的內部狀態。:SET? 查詢讀取校正步驟編號並傳回從「0」到「94」的值。

CALibration:VALue < 數值 >

CALibration:VALue?

依照《Agilent 33220A Service Guide》所指示的校正程序來指定已知校正訊號的數值。使用 CAL:SET 指令來設定要進行的每個校正步驟的函數產生器內部狀態。:VAL? 查詢傳回下述格式的數字
「+1.00000000000000E+01」。

CALibration?

使用指定的校正值 (CAL:VAL 指令) 來進行儀器校正。校正函數產生器之前，您必須藉由輸入正確的安全碼來解除安全限制。傳回「0」(PASS) 或「1」(FAIL)。

CALibration:SECure:CODE < 新代碼 >

輸入新的安全碼。若要變更安全碼，您必須先使用舊的安全碼來解除函數產生器的安全限制，然後再輸入新的安全碼。安全碼儲存於不變性記憶體。

- 校正碼最多可包含 12 個字元。第一個字元**必須**為字母 (A-Z)，但剩餘的字元可以是字母、數字 (0-9)、或是底線字元 (「_」)。您不需完整使用 12 個字元，但第一個字元**必須**永遠為字母。

CALibration:COUNT?

查詢儀器的已校正次數。請注意，您的儀器在出廠之前已經校正過。當您從工廠收到儀器時，請務必讀取這個次數以便得知其最初值。

- 校正次數儲存於不變性記憶體。計數會累計最高達到「65,535」之後再回復到「0」。由於每個校正點會將數值遞增一，因此完整的校正可能會將數值增加多次計數。

CALibration:STRing < 引號字串 >**CALibration:STRing?**

將訊息儲存於不變性校正記憶體。儲存訊息會覆寫先前儲存於記憶體的訊息。:STR? 查詢讀取校正訊息並傳回引號字串。

- 校正訊息最多可包含 40 個字元（多出的字元會被截斷）。範例顯示如下。

```
CAL:STR 'Cal Due: 01 June 2003'
```

- 您只能從遠端介面並於解除儀器安全限制時才能記錄校正訊息。從面板或跨越遠端介面皆可讀取校正訊息。不論儀器是否有安全限制您都可以讀取校正訊息。

SCPI 語言簡介

SCPI (可程式設計儀器的標準指令) 為設計用於測試和測量儀器的以 ASCII 為基礎的儀器指令語言。請參閱從第 153 頁開始的「簡化的程式設計總覽」，取得透過遠端介面用來程式化函數產生器的基本技術簡介。

SCPI 指令以階層結構為主，亦稱為樹狀系統。在這個系統中，相關指令集合在公用節點或根之下而構成群組，因而構成子系統。SOURce 子系統的一部份顯示於下方，用來說明樹狀系統。

SOURce:

```
FREQuency
:START {< 頻率 > | MINimum | MAXimum}
:START? [MINimum | MAXimum]
```

```
FREQuency
:STOP {< 頻率 > | MINimum | MAXimum}
:STOP? [MINimum | MAXimum]
```

```
SWEep
:SPACing {LINear | LOGarithmic}
:SPACing?
```

```
SWEep
:TIME {< 秒數 > | MINimum | MAXimum}
:TIME? [MINimum | MAXimum]
```

```
SWEep
:STATe {OFF | ON}
:STATe?
```

SOURce 是指令的根關鍵字，FREQuency 與 SWEep 為第二階層關鍵字，而 START 與 STOP 為第三階層關鍵字。冒號 (:) 將指令關鍵字與較低階的關鍵字分開。

本手冊所使用的指令格式

本手冊中用來顯示指令的格式如下所示：

```
FREQuency {< 頻率 > | MINimum | MAXimum}
```

指令語法將大部分的指令顯示（以及某些參數）成大小寫字母的混合。大寫字母表示指令的縮寫拼法。對於較短的程式行，您可以傳送縮寫格式的指令。爲了提高程式可讀性，您可以傳送長格式。

例如在上述的語法陳述中，FREQ 與 FREQUENCY 都是可接受的格式。您可以使用大寫或小寫字母。因此，FREQUENCY、freq、以及 Freq 都可以接受。其他的格式如 FRE 與 FREQUEN，將會產生錯誤。

- 大括號 ({ }) 圍住一個已知指令字串的參數選項。大括號**不會**與指令字串一併傳送。
- 分隔號 (|) 將已知指令字串的多個參數選擇項隔開。
- 角括號 (< >) 表示您必須指定某個值給括起來的參數。例如上述的語法陳述顯示頻率參數以角括號圍住。角括號**不會**與指令字串一併傳送。您必須指定某個值給參數（例如 "FREQ 5000"）。
- 某些參數是以方括號 ([]) 圍住。方括號表示參數爲選擇性參數且可以省略。括號**不會**與指令字串一併傳送。如果您並未指定選擇性參數的數值，函數產生器便選擇預設值。

指令分隔字元

冒號 (:) 是用來分隔指令關鍵字與較低階關鍵字。您必須在參數與指令關鍵字之間插入空格來分隔兩者。如果指令所需的參數不止一個，您必須使用逗號來分隔相鄰的參數，如下所示：

```
"APPL:SIN 5 KHZ, 3.0 VPP, -2.5 V"
```

分號 (;) 是用來分隔相同子系統內的指令，並且可以減少鍵入。例如傳送以下指令字串：

```
"FREQ:START 10; STOP 1000"
```

... 和傳送下列兩個指令的意義相同：

```
"FREQ:START 10"
```

```
"FREQ:STOP 1000"
```

使用冒號與分號來連結不同子系統的指令。例如以下指令字串，如果您並未同時使用冒號與分號便會產生錯誤：

```
"SWE:STAT ON;:TRIG:SOUR EXT"
```

使用 MIN 與 MAX 參數

您可以使用「MINimum」或「MAXimum」來取代許多指令的參數。例如，請考慮以下指令：

```
FREQuency {< 頻率 > | MINimum | MAXimum}
```

不選取特定的頻率，您可以用 MIN 代替來設定頻率為最小值或用 MAX 代替來設定頻率為最大值。

查詢參數設定

您可以藉由在指令中加上問號（「？」）來查詢大部分參數的現用值。例如，以下指令設定輸出頻率為 5 kHz：

```
"FREQ 5000"
```

您可以藉由執行下述指令來查詢頻率值：

```
"FREQ?"
```

您也可以查詢該函數所容許的最小頻率與最大頻率，如下所示：

```
"FREQ? MIN"
"FREQ? MAX"
```

SCPI 指令結束字元

傳送至函數產生器的指令字串**必須**以 < 換行 > 字元結束。IEEE-488 EOI (End-Or-Identify) 訊息解譯成一個 < 換行 > 字元且可以代替 < 換行 > 字元而用來結束指令字串。< 換行 > 之後再接一個 < 回車 > 亦可接受。指令字串結束會一律將目前的 SCPI 指令路徑重設為根階層。

IEEE-488.2 通用指令

IEEE-488.2 標準定義了一組通用指令，可以執行如重設、自我測試、以及狀態執行等功能。通用指令永遠以星號（*）開頭，三個字元長度，且包含的參數可以不止一個。指令關鍵字與第一個參數之間以空格分開。使用分號（;）來分隔多個指令，如下所示：

```
"*RST; *CLS; *ESE 32; *OPC?"
```


SCPI 參數類型

SCPI 語言定義了許多不同資料格式，以用於程式訊息及回應訊息。

數值參數 需要數值參數的指令可接受所有常用的數值十進位表示法，包含選擇性正負號、小數點、以及科學表示法。數值參數的特殊值如 MINimum、MAXimum、以及 DEFault 亦可接受。您也可以在數值參數中傳送後置工程單位（例如 Mhz 或 Khz）。如果只能接受特定數值，函數產生器會自動調整輸入的數值參數。以下指令使用數值參數：

```
FREQuency {< 頻率 > | MINimum | MAXimum}
```

離散參數 離散參數是用來設計有限數量值的設定（如 BUS、IMMediate、EXTernal）。這些參數和指令關鍵字一樣都有長格式與短格式。您可以混用大小寫字母。查詢的回應永遠傳回全為大寫字母的短格式。以下指令使用離散參數：

```
SWEep:SPACing {LINear | LOGarithmic}
```

布林參數 布林參數代表「真」或「假」的單一二進位狀況。對於「假」的狀況，函數產生器接受「OFF」或「0」。對於 true 的狀況，函數產生器接受「ON」或「1」。當您查詢布林設定時，儀器永遠傳回“0”或“1”。以下指令使用布林參數：

```
AM:STATe {OFF | ON}
```

字串參數 字串參數事實上可包含任意 ASCII 字元組。字串開頭與結尾必須加上相符的引號；單引號或雙引號皆可。您可以藉由連續鍵入兩次引號，中間沒有任何字元，來使引號成為字串的一部份。以下指令使用字串參數：

```
DISPlay:TEXT < 引號字串 >
```

使用裝置清除

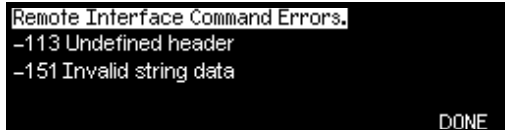
「裝置清除」為 **IEEE-488** 低階匯流排訊息，您可以用來讓函數產生器回到可回應的狀態。不同的程式語言與 **IEEE-488** 介面卡透過各自獨一無二的指令來提供對這種能力的存取。狀態暫存區、錯誤佇列、以及所有的設定狀態在接收到「裝置清除」訊息時皆維持不變。「裝置清除」進行下列動作。

- 清除函數產生器的輸入與輸出緩衝區。
- 函數產生器準備接收新的指令字串。
- 如果有重疊的指令的話，重疊的指令將會終止而沒有「動作完成」指示（套用於 *TRG 指令）。任何進行中的掃描或叢發將立即停止。

錯誤訊息

錯誤訊息

- 錯誤的擷取是依照先進先出 (FIFO) 的順序。第一個傳回的錯誤就是第一個儲存的錯誤。當您讀取錯誤後他們會被清除。每次錯誤產生時函數產生器會發出嗶嗶的聲音 (除非您已經停用警示器)。
- 如果發生超過 20 個錯誤，最後一個儲存在佇列的錯誤 (最近發生的一個錯誤) 會使用「佇列溢滿」來取代。除非您從佇列移除錯誤，否則不會再儲存額外的錯誤。當您讀取錯誤佇列時，如果沒有發生錯誤，函數產生器會回應「沒有錯誤」。
- 錯誤佇列會被 *CLS (清除狀態) 指令清除，或是在電源循環時被清除。當您讀取錯誤佇列時，錯誤也會被清除。錯誤佇列不會在儀器重設時 (*RST 指令) 被清除。
- 面板操作：按 **Help**，然後選取標題名為「View the remote command error queue」(檢視遠端指令錯誤佇列) (標題編號 2)。然後按 **SELECT** 軟鍵檢視錯誤佇列中的錯誤。如下所示，清單中的第一個錯誤 (亦即，清單中上方的錯誤) 就是第一個產生的錯誤。



```
Remote Interface Command Errors.  
-113 Undefined header  
-151 Invalid string data  
DONE
```

- 遠端介面操作：

SYSTEM:ERROR? 從錯誤佇列中讀取一個錯誤

錯誤的格式如下所示 (錯誤字串可能包含高達 255 個字元)。

```
-113,"Undefined header"
```

註：導致某些錯誤號碼的原因有很多個。描述性字串具有固定的開頭，是所有具相同數字錯誤的常見狀況。在許多情況下，在分號(;)後會出現與狀況有關的額外資訊。例如，發生錯誤 -221 的原因有很多個，以下是範例：

```
-221,"Settings conflict; burst count reduced"
```

指令錯誤

- 101 Invalid character** (無效的字元)
在指令字串中發現無效的字元。您可能已經在指令開頭或是在參數中使用無效的字元，例如：#、\$、或是 %。範例：TRIG:SOUR BUS#
- 102 Syntax error** (語法錯誤)
在指令字串中發現無效的語法。您可能已經在指令開頭冒號的前後或是逗點的前面插入一個空白。範例：APPL:SIN ,1
- 103 Invalid separator** (無效的分隔字元)
在指令字串中發現無效的分隔元。您可能已經使用逗號取代冒號、分號、或空格 - 或是您已經使用空格取代逗號。範例：TRIG:SOUR,BUS 或是
APPL:SIN 1 1000
- 105 GET not allowed** (不允許 GET)
在指令字串中不允許「群組執行觸發」(GET)。
- 108 Parameter not allowed** (不允許的參數)
接收到比預期多的指令參數。您可能已經輸入額外的參數或是增加參數到不需要參數的指令中。範例：APPL? 10
- 109 Missing parameter** (遺漏參數)
接收到比預期少的指令參數。您已經忽略一個或多個這個指令所需要的參數。範例：OUTP:LOAD
- 112 Program mnemonic too long** (程式助憶碼太長)
接收到的指令開頭超過允許的 12 個字元。這個錯誤也會在字元類型的參數太長時報告。範例：OUTP:SYNCHRONIZATION ON
- 113 Undefined header** (未定義的起始碼)
接收到的指令對這個儀器無效。您可能已經把指令拼錯或是它可能不是有效的指令。如果您使用縮寫的指令，確定其縮寫正確。範例：TRIGG:SOUR BUS
- 123 Exponent too large** (指數太大)
找到一個數值參數，其指數大於 32,759。範例：BURS:NCYCL 1E34000

- 124** **Too many digits** (位數太多)
找到一個數值參數，小數部分除了前面的 0 以外，包含超過 255 個位數。
- 128** **Numeric data not allowed** (不允許數值資料)
接收到一個數值參數，而不是預期的字元字串。範例：DISP:TEXT 123
- 131** **Invalid suffix** (無效的字尾)
數值參數指定的字尾不正確。您可能拼錯字尾。範例：SWE:TIME 0.5 SECS
- 138** **Suffix not allowed** (不允許字尾)
字尾不被這個指令支援。範例：BURS:NCYC 12 CYC
- 148** **Character data not allowed** (不允許字元資料)
接收到離散參數，而不是預期的字元字串或數值參數。檢查參數的清單並確認您使用了有效的參數類型。範例：DISP:TEXT ON
- 151** **Invalid string data** (無效的字串資料)
接收到一個無效的字元字串。檢查是否您已經使用引號包圍字元字串，並確認字串包含的是有效的 ASCII 字元。
範例：DISP:TEXT 'TESTING (遺漏了右引號)
- 5 -158** **String data not allowed** (不允許的字串資料)
接收到一個指令不允許的字元字串。檢查列出的參數並確認您已經使用有效的參數類型。範例：BURS:NCYC 'TEN'
- 161** **Invalid block data** (無效的區塊資料)
只套用在 DATA:DAC VOLATILE 指令。
對於一個固定長度的區塊，傳送的資料位元數與您在區塊開頭指定的位元數不符。或是對於不固定長度的區塊，所接收到的 EOI (End-or-Identify) 沒有隨同的 < 換行 > 字元。
- 168** **Block data not allowed** (不允許的區塊資料)
資料用任意區塊格式傳送到函數產生器，但是這個指令不接受這個格式。請檢查您是否已經傳送了指令所能接受的正確資料類型。範例：BURS:NCYC #10
- 170 到 -178** **Expression errors** (運算式錯誤)
函數產生器不接受數學運算式。

執行錯誤

- 211** **Trigger ignored** (忽略了觸發)
接收到一個「群組執行觸發」(GET) 或 *TRG，但是觸發被忽略。請確認您已經選取適當的觸發源，且掃描或叢發模式已經啟用。
- 223** **Too much data** (太多資料)
指定的任意波形包含超過 65,536 波形點。請確認 DATA VOLATILE 或 DATA:DAC VOLATILE 指令中波形點的數目。
- 221** **Settings conflict;**
turned off infinite burst to allow immediate trigger source (設定衝突；關閉無限叢發，允許立即的觸發源)
無限計數的叢發只有在外部或匯流排 (軟體) 觸發源選取時才會被允許。叢發計數會設定成最大 N 個循環值 (50,000 個循環)。
- 221** **Settings conflict;**
infinite burst changed trigger source to BUS (設定衝突；無限叢發將觸發源改變為匯流排)
無限計數的叢發只有在外部或匯流排 (軟體) 觸發源選取時才會被允許。傳送的 BURS:NCYC INF 指令已經自動的將立即觸發源改變為匯流排。
- 221** **Settings conflict;**
burst period increased to fit entire burst (設定衝突；增加叢發週期以配合整個叢發)
BURS:NCYC 指令所指定的循環數目會取代叢發週期的優先順序 (只要叢發週期沒有在最大值)。函數產生器已經增加叢發週期來配合指定的叢發計數或波形頻率。
- 221** **Settings conflict;**
burst count reduced to fit entire burst (設定衝突；減少叢發計數以配合整個叢發)
因為叢發週期現在達到最大值，函數產生器已經減少叢發計數來允許指定的波形頻率。

- 221 Settings conflict;**
triggered burst not available for noise (設定衝突；觸發的叢發無法讓雜訊使用)
 您無法在觸發的叢發模式中使用雜訊函數。雜訊只允許使用在閘門的叢發模式。
- 221 Settings conflict;**
amplitude units changed to Vpp due to high-Z load (設定衝突；振幅因為高組抗負載將單位改變為 Vpp)
 如果輸出終端現在設定為「高阻抗」(OUTP:LOAD 指令)，輸出單位 (VOLT:UNIT 指令) 無法設定為 dBm。函數產生器已經轉換單位為 Vpp。
- 221 Settings conflict;**
trigger output disabled by trigger external (設定衝突；觸發輸出因外部觸發而被停用)
 當選取外部觸發源時 (TRIG:SOUR EXT 指令)，函數產生器會自動停用「觸發輸出」的訊號。背板觸發連接器無法同時用於二種操作。
- 221 Settings conflict;**
trigger output connector used by FSK (設定衝突；觸發輸出連接器被 FSK 使用)
 如果您已經啟用 FSK，並且已經選取外部觸發源 (FSK:SOUR EXT 指令)，「觸發輸出」訊號無法啟用 (OUTP:TRIG ON 指令)。背板觸發連接器無法同時用於二種操作。
- 221 Settings conflict;**
trigger output connector used by burst gate (設定衝突；觸發輸出連接器被叢發閘門使用)
 如果您在叢發啟用的狀況下，選取閘門叢發模式 (BURS:MODE GAT 指令)，「觸發輸出」訊號無法啟用 (OUTP:TRIG ON 指令)。背板觸發連接器無法同時用於二種操作。
- 221 Settings conflict;**
trigger output connector used by trigger external (設定衝突；觸發輸出連接器被外部觸發使用)
 當外部觸發源被選取 (TRIG:SOUR EXT 指令)，函數產生器會自動停用「觸發輸出」訊號。背板觸發連接器無法同時用於二種操作。

- 221 Settings conflict;
frequency reduced for user function** (設定衝突；減少使用者函數的頻率)
對任意波形而言，輸出頻率會限制在 6 MHz。當您從允許較高頻率的函數變更爲任意波形函數 (APPL:USER 或 FUNC:USER 指令) 時，函數產生器會自動調整頻率爲 6 MHz。
- 221 Settings conflict;
frequency reduced for pulse function** (設定衝突；減少脈衝函數的頻率)
對脈衝波形而言，輸出頻率會限制在 5 MHz。當您從允許較高頻率的函數變更爲脈衝波形函數 (APPL:PULS 或 FUNC:PULS 指令) 時，函數產生器會自動調整頻率爲 5 MHz。
- 221 Settings conflict;
frequency reduced for ramp function** (設定衝突；減少斜坡函數的頻率)
對斜坡波形而言，輸出頻率會限制在 200 kHz。當您從允許較高頻率的函數變更爲斜坡波形函數 (APPL:RAMP 或 FUNC:RAMP 指令) 時，函數產生器會自動調整頻率爲 200 kHz。
- 221 Settings conflict;
frequency made compatible with burst mode** (設定衝突；製造與叢發模式相容的頻率)
對一個內部觸發叢發而言，輸出頻率會限制在 2.001 mHz 的最小值。函數產生器會調整頻率來使其與現在的設定相容。
- 221 Settings conflict;
burst turned off by selection of other mode or modulation** (設定衝突；叢發被選取的其他模式或調變關閉)
函數產生器同時只允許一個調變、掃描、或是叢發模式。當您啓用調變、掃描、或是叢發模式時，所有其他的模式會關閉。
- 221 Settings conflict;
FSK turned off by selection of other mode or modulation** (設定衝突；FSK 被選取的其他模式或調變關閉)
函數產生器一次只允許一個調變、掃描、或是叢發模式啓用。當您啓用調變、掃描、或是叢發模式時，所有其他的模式會關閉。

- 221 Settings conflict;
FM turned off by selection of other mode or modulation** (設定衝突；FM 被選取的其他模式或調變關閉)
函數產生器一次只允許一個調變、掃描、或是叢發模式。當您啓用調變、掃描、或是叢發模式時，所有其他的模式會關閉。
- 221 Settings conflict;
AM turned off by selection of other mode or modulation** (設定衝突；AM 被選取的其他模式或調變關閉)
函數產生器一次只允許一個調變、掃描、或是叢發模式。當您啓用調變、掃描、或是叢發模式時，所有其他的模式會關閉。
- 221 Settings conflict;
PM turned off by selection of other mode or modulation** (設定衝突；PM 被選取的其他模式或調變關閉)
函數產生器一次只能夠啓用一種調變、掃描或叢發模式。啓用調變、掃描或叢發模式時，所有其他的模式都會關閉。
- 221 Settings conflict;
PWM turned off by selection of other mode or modulation** (設定衝突；PWM 被選取的其他模式或調變 關閉)
函數產生器一次只能夠啓用一種調變、掃描或叢發模式。啓用調變、掃描或叢發模式時，所有其他的模式都會關閉。
- 221 Settings conflict;
sweep turned off by selection of other mode or modulation** (設定衝突；掃描被選擇的其他模式或調變關閉)
函數產生器一次只允許一個調變、掃描、或是叢發模式。當您啓用調變、掃描、或是叢發模式時，所有其他的模式會關閉。
- 221 Settings conflict;
not able to modulate this function** (設定衝突；無法調變這個函數)
函數產生器無法使用脈衝、雜訊、或 dc 電壓函數產生 AM、FM、PM 或 FSK 調變波形。
- 221 Settings conflict;
PWM only available in pulse function** (設定衝突；
函數產生器無法使用脈衝以外的任何函數產生 PWM 調變波形)。

- 221 Settings conflict;
not able to sweep this function** (設定衝突；無法掃描這個函數)
函數產生器無法使用脈衝、雜訊、或 dc 電壓函數產生掃描。
- 221 Settings conflict;
not able to burst this function** (設定衝突；無法叢發這個函數)
函數產生器無法使用 dc 電壓函數產生叢發。
- 221 Settings conflict;
not able to modulate noise, modulation turned off** (設定衝突；無法調變雜訊，調變關閉)
函數產生器無法使用雜訊函數產生調變波形。選取的調變模式已經關閉。
- 221 Settings conflict;
not able to sweep pulse, sweep turned off** (設定衝突；無法掃描脈衝，掃描關閉)
函數產生器無法使用脈衝函數產生掃描。掃描模式已經關閉。
- 221 Settings conflict;
not able to modulate dc, modulation turned off** (設定衝突；無法調變 dc，調變關閉)
函數產生器無法使用 dc 電壓函數產生調變波形。選取的調變模式已經關閉。
- 221 Settings conflict;
not able to sweep dc,sweep turned off** (設定衝突；無法掃描 dc 電壓，掃描關閉)
函數產生器無法使用直 dc 電壓函數產生掃描。掃描模式已經關閉。
- 221 Settings conflict;
not able to burst dc, burst turned off** (設定衝突；無法叢發 dc 電壓，叢發關閉)
函數產生器無法使用 dc 電壓函數產生叢發。叢發模式已經關閉。
- 221 Settings conflict;
not able to sweep noise, sweep turned off** (設定衝突；無法掃描雜訊，掃描關閉)
函數產生器無法使用雜訊函數產生掃描。掃描模式已經關閉。

-221 **Settings conflict;**
pulse width decreased due to period (設定衝突；脈衝寬度因為週期的關係減少)
對脈衝波形而言，函數產生器會以產生一個有效脈衝所需的下列順序自動調整波形參數：(1) 邊緣時間，(2) 脈衝寬度或工作週期，然後是 (3) 週期。
此時，函數產生器已經減少脈衝寬度來配合指定的週期（邊緣時間已經設定在最小）。

-221 **Settings conflict;**
pulse duty cycle decreased due to period (設定衝突；因為週期的緣故，脈衝工作週期會減少)
對脈衝波形而言，函數產生器會以產生有效的脈衝所需要的下列順序自動調整波形參數：(1) 邊緣時間，(2) 脈衝寬度或工作週期，然後是 (3) 週期。
在此情況下，函數產生器會減少脈衝工作週期以容納指定的週期（邊緣時間已經是最小值設定）。

-221 **Settings conflict;**
edge time decreased due to period (設定衝突；邊緣時間由於週期的關係減少)
對脈衝波形而言，函數產生器會以產生一個有效脈衝所需的下列順序自動調整波形參數：(1) 邊緣時間，(2) 脈衝寬度或工作週期，然後是 (3) 週期。
此時，函數產生器已經減少邊緣時間來配合指定的週期以及維持脈衝寬度的設定。

-221 **Settings conflict;**
pulse width increased due to large period (設定衝突；由於週期長的緣故，脈衝寬度會增加)
對於脈衝波形而言，最長達 10 秒的週期的最小脈衝寬度是 20 ns。超過 10 秒的週期有較寬的最小脈衝寬度。函數產生器已將脈衝寬度調整成目前週期所決定的新最小寬度。請參閱第 4 章的「脈衝組態指令」以取得更多資訊。

-221 **Settings conflict;**
edge time decreased due to pulse width (設定衝突；邊緣時間由於脈衝寬度的關係減少)
對脈衝波形而言，函數產生器會以產生一個有效脈衝所需的下列順序自動調整波形參數：(1) 邊緣時間，(2) 脈衝寬度或工作週期，然後是 (3) 週期。
在這個情形中，函數產生器已經減少邊緣時間來配合指定的脈衝寬度。

$$\text{邊緣時間} \leq 0.625 \times \text{脈衝寬度}$$

- 221 Settings conflict;
edge time decreased due to pulse duty cycle** (設定衝突；由於脈衝工作週期的緣故，邊緣時間會減少)
對脈衝波形而言，函數產生器會以產生有效脈衝所需的下列順序自動調整波形參數：(1) 邊緣時間，(2) 脈衝寬度或工作週期，然後是 (3) 週期。
在此情況下，函數產生器會將邊緣時間減少以配合指定的脈衝工作週期。
- $\text{邊緣時間} \leq 0.625 \times \text{週期} \times \text{工作週期} \div 100$
- 221 Settings conflict;
amplitude changed due to function** (設定衝突；振幅因為函數的關係改變)
在某些情況中，振幅的限制是由目前選取的輸出單位來決定。因為多種輸出函數不同的峰值係數，當單位是 Vrms 或 dBm 時就會發生這種情況。例如，如果您輸出一個 5 Vrms 方波 (在 50Ω)，然後改變為正弦波函數，函數產生器會自動調整輸出振幅為 3.536 Vrms (Vrms 正弦波的上限)。
- 221 Settings conflict;
offset changed on exit from dc function** (設定衝突；離開 dc 電壓函數時，偏移改變)
在 dc 電壓函數中，利用調整偏移電壓來控制電壓位準 (現在的振幅會被忽略)。當您選取不同的函數時，函數產生器會視需要自動調整偏移電壓以配合現在的振幅設定。
- 221 Settings conflict;
FM deviation cannot exceed carrier** (設定衝突；FM 偏差不能超過載波)
載波頻率必須永遠大於或等於頻率偏差。如果您將載波設定為小於頻率偏差的值 (FM 啟用時)，函數產生器會自動調整偏差為現在載波頻率允許的最大值。
- 221 Settings conflict;
FM deviation exceeds max frequency** (設定衝突；FM 偏差超過最大的頻率)
載波頻率與偏差的總和必須小於或等於選取函數的最大頻率加上 100 kHz (正弦波或方波是 20.1 MHz，斜波是 300 kHz，任意波形是 5.1 MHz)。如果您設定的載波值無效，函數產生器會自動將偏差值調整為現在載波頻率允許的最大值。

- 221 Settings conflict;**
PWM deviation decreased due to pulse parameters (設定衝突；由於脈衝參數的緣故，PWM 偏差會減少)
 PWM 偏差受限於脈衝寬度或工作週期、邊緣時間以及週期。PWM 偏差 (寬度或工作週期偏差) 會被調整，以便在這些限制之內。請參閱第 4 章的「脈衝寬度指令」以取得更多資訊。
- 221 Settings conflict;**
frequency forced duty cycle change (設定衝突；頻率強迫工作週期改變)
 如果您選取方波函數，並且將其改變成無法產生現在工作週期的頻率，工作週期會自動調整為新頻率的^{最大值}。例如，如果您現在設定的工作週期是 70%，然後改變頻率為 15 MHz，函數產生器會自動調整工作週期為 60% (這個頻率的^{上限})。
- 工作週期： 20% 到 80% (頻率 ≤ 10 MHz)
 40% 到 60% (頻率 > 10 MHz)
- 221 Settings conflict;**
marker forced into sweep span (設定衝突；在掃描頻距內強制放入游標)
 游標必須在掃描頻距內，即開始頻率與停止頻率之間。游標頻率強限制定在該範圍內。
- 221 Settings conflict;**
selected arb is missing, changing selection to default (設定衝突；選取的任意波形遺失，選取改變為預設值)
 儲存儀器狀態後，如果您從不變性記憶體刪除任意波形，當狀態重取時，波形資料會遺失並且函數產生器^{不會}輸出波形。內建的「指數上升」波形會輸出到刪除波形的^{位置}。
- 221 Settings conflict;**
offset changed due to amplitude (設定衝突；偏移因為振幅的關係改變)
 偏移電壓與輸出振幅的關係如下所示。Vmax 是選取的輸出終端最大的峰值電壓 (50Ω 的負載是 5 伏特，高阻抗負載是 10 伏特)。如果目前的偏移電壓無效，函數產生器會自動調整為指定振幅所允許的最大 dc 電壓。

$$|V_{\text{offset}}| \leq V_{\text{max}} - \frac{V_{\text{pp}}}{2}$$

- 221 Settings conflict;**
amplitude changed due to offset (設定衝突；振幅因為偏移的關係改變)
輸出振幅與偏移電壓的關係如下所示。**Vmax** 是選取的輸出終端最大的峰值電壓 (50Ω 負載是 5 伏特、或高阻抗負載是 10 伏特)。如果目前的振幅無效，函數產生器會自動調整為指定的偏移電壓允許的最大值。
- $$V_{pp} \leq 2 \times (V_{max} - |V_{offset}|)$$
- 221 Settings conflict;**
low level changed due to high level (設定衝突；低位準因為高位準改變)
您可以設定位準為正數或負數，但是注意高位準**必須**永遠大於低位準。如果您指定的高位準小於目前的低位準，函數產生器會自動設定低位準小於高位準 1mV。
- 221 Settings conflict;**
high level changed due to low level (設定衝突；因為低位準的關係，高位準改變)
您可以設定位準為正數或負數，但是請注意高位準**必須**永遠大於低位準。如果您指定的高位準小於低位準，函數產生器會自動設定高位準比低位準大 1mV。
- 222 Data out of range;**
value clipped to upper limit (資料超過範圍；將值切成上限)
指定的參數在函數產生器的能力之外。函數產生器已經調整參數到允許的最大值。範例：PHAS 1000
- 222 Data out of range;**
value clipped to lower limit (資料超過範圍；將值切成下限)
指定的參數在函數產生器的能力之外。函數產生器已經調整參數到允許的最小值。範例：PHAS -1000
- 222 Data out of range;**
pulse edge time limited by period; value clipped to upper limit
(資料超過範圍；週期限制脈衝邊緣時間；將值切成上限)
指定的邊緣時間必須配合目前的週期和寬度。函數產生器將會視需要調整邊緣時間以配合目前的週期。

-222

Data out of range;**pulse width limited by period; value clipped to ...** (資料超過範圍；週期限制脈衝寬度；將值切成 ...)

如下所示，指定的脈衝寬度必須小於週期與邊緣時間的差。函數產生器將會視需要調整脈衝寬度以配合指定的週期。

$$\text{脈衝寬度} \leq \text{週期} - (1.6 \times \text{邊緣時間})$$

-222

Data out of range;**pulse duty cycle limited by period; value clipped to ...** (資料超過範圍；脈衝工作週期受限於週期；將值切成 ...)

指定的脈衝工作週期必須符合下列週期和邊緣時間限制。函數產生器會視需要調整脈衝工作週期以配合指定的週期。

$$\text{工作週期} \leq 100 \times (\text{週期} - (1.6 \times \text{邊緣時間})) \div \text{週期}$$

-222

Data out of range;**large period limits minimum pulse width** (資料超過範圍；長週期會限制最小脈衝寬度)

對脈衝波形而言，最小的脈衝寬度是 20 ns，週期最長可達 10 s。超過 10 s 的週期有較寬的最小脈衝寬度。請參閱第 4 章的「脈衝組態指令」以取得更多資訊。

5

-222

Data out of range;**pulse edge time limited by width; value clipped to ...** (資料超過範圍；寬度限制脈衝的邊緣時間；將值切成 ...)

如下所示，指定的邊緣時間必須配合指定的脈衝寬度。函數產生器將會視需要調整邊緣時間以配合指定的脈衝寬度。

$$\text{邊緣時間} \leq 0.625 \times \text{脈衝寬度}$$

-222

Data out of range;**pulse edge time limited by duty cycle; value clipped to ...** (資料超過範圍；脈衝邊緣時間週期受限於工作週期；將值切成 ...)

指定的邊緣時間必須在指定的脈衝工作週期內，如下所示。函數產生器會視需要調整邊緣時間，以配合指定的脈衝工作週期。

$$\text{邊緣時間} \leq 0.625 \times \text{週期} \times \text{工作週期} \div 100$$

- 222 Data out of range;**
period; value clipped to ... (資料超過範圍；週期；將值切成 ...)
這個一般的訊息表示脈衝週期已經被限制成上限或下限。
- 222 Data out of range;**
frequency; value clipped to ... (資料超過範圍；頻率；將值切成 ...)
這個一般的訊息表示波形頻率已經被限制成上限或下限。
- 222 Data out of range;**
user frequency; value clipped to upper limit (資料超過範圍；
使用者頻率；將值切成上限)
這個一般的訊息表示因為任意波形函數的選取，波形頻率已經被限制成上限
或下限 (APPL:USER 或 FUNC:USER 指令)。
- 222 Data out of range;**
ramp frequency; value clipped to upper limit (資料超過範圍；斜波
頻率；將值切成上限)
這個一般的訊息表示因為斜波波形函數的選取，波形頻率已經被限制成上限
或下限 (APPL:RAMP 或 FUNC:RAMP 指令)。
- 222 Data out of range;**
pulse frequency; value clipped to upper limit (資料超過範圍；脈衝
頻率；將值切成上限)
這個一般的訊息表示因為脈衝波形函數的選取，波形頻率已經被限制成上限
或下限 (APPL:PULS 或 FUNC:PULS 指令)。
- 222 Data out of range;**
burst period; value clipped to ... (資料超過範圍；叢發週期；將值切
成 ...)
這個一般的訊息表示叢發週期已經被限制成上限或下限。
- 222 Data out of range;**
burst count; value clipped to ... (資料超過範圍；叢發計數；將值切成 ...)
這個一般的訊息表示叢發計數已經被限制成上限或下限。

- 222 Data out of range;
burst period limited by length of burst; value clipped to lower limit**
(資料超過範圍；叢發長度限制叢發週期；將值切成下限)
對函數產生器指定太短的叢發週期來輸出指定的叢發計數與頻率是不可能的
(請參閱下面)。如果叢發週期太短，函數產生器將視需要自動調整以便連續
地重新觸發叢發。
$$\text{叢發週期} > \frac{\text{叢發計數}}{\text{波形頻率}} + 200 \text{ ns}$$
- 222 Data out of range;
burst count limited by length of burst; value clipped to upper limit**
(資料超過範圍；叢發長度限制叢發計數；將值切成上限)
如果選取「立即」的觸發源 (TRIG:SOUR IMM 指令)，叢發計數必須小於叢
發週期與波形頻率的乘積，如下所示。
$$\text{叢發計數} < \text{叢發週期} \times \text{波形頻率}$$
- 222 Data out of range;
amplitude; value clipped to ...** (資料超過範圍；振幅；將值切成 ...)
這個一般的訊息表示波形振幅已經被限制成上限或下限。
- 222 Data out of range;
offset; value clipped to ...** (資料超過範圍；偏移；將值切成 ...)
這個一般的訊息表示偏移電壓已經被限制成上限或下限。
- 222 Data out of range;
frequency in burst mode; value clipped to ...** (資料超過範圍；
叢發模式中的頻率；將值切成 ...)
這個一般的訊息表示頻率已經被叢發週期限制成上限或下限。
- 222 Data out of range;
frequency in FM; value clipped to ...** (資料超過範圍；FM 中的頻率；
將值切成 ...)
這個一般的訊息表示載波頻率已經被限制成 FM:DEV 指令所決定的下限。載
波頻率必須永遠大於或等於頻率偏差。

- 222 Data out of range;
marker confined to sweep span; value clipped to ...** (資料超過範圍；
游標限制在掃描頻距中；將值切成 ...)
這個一般的訊息表示指定的游標頻率在起始頻率與停止頻率之外。游標頻率
必須介於指定的起始頻率與停止頻率之間。如果您嘗試設定不在範圍中的游
標頻率的值，函數產生器將自動設定游標頻率與起始頻率與停止頻率相同
(看哪一個比較接近)。這個錯誤只會產生在掃描方式與游標頻率都啓用時。
- 222 Data out of range;
pulse width; value clipped to ...** (資料超過範圍；脈衝寬度；將值切
成 ...)
這個一般的訊息表示想要的脈衝寬度已經被限制成上限或下限，通常由儀器
硬體來控制。
- 222 Data out of range;
pulse edge time; value clipped to ...** (資料超過範圍；脈衝邊緣時間；將
值切成 ...)
這個一般的訊息表示想要的邊緣時間已經被限制成上限或下限，通常由儀器
硬體來控制。。
- 222 Data out of range;
FM deviation; value clipped to ...** (資料超過範圍；FM 偏差；將值切
成 ...)
這個一般的訊息表示想要的 FM 偏差已經被限制成目前函數頻率所設定的上
限或下限。
- 222 Data out of range;
FM deviation limited by minimum frequency** (資料超過範圍；FM
偏差受限於最小頻率)
將頻率偏差限制在下限 (1 μ Hz)。
- 222 Data out of range;
FM deviation limited by maximum frequency; value clipped to
upper limit** (資料超過範圍；FM 偏差受限於最大頻率；將數值切成上限)
頻率偏差無法超過載波頻率，並限制如下：正弦波或方波載波：10.05
MHz；斜波：150 kHz；任意波形：3.05 MHz。

- 222 Data out of range;
PWM deviation** (資料超過範圍；PWM 偏差)
限制 PWM 偏差。寬度偏差可以是從 0 到基礎脈衝波形的寬度。工作週期偏差可以是從 0 到基礎脈衝波形的工作週期。兩者都受到最小脈衝寬度和邊緣時間參數更進一步的限制。
- 222 Data out of range;
PWM deviation limited by pulse parameters** (資料超過範圍；PWM 偏差受限於脈衝參數)
PWM 偏差受限於目前脈衝參數。設定 PWM 偏差 (寬度或工作週期) 以配合目前脈衝寬度或工作週期、邊緣時間和週期。
- 222 Data out of range;
duty cycle; value clipped to ...** (資料超過範圍；工作週期；將值切成 ...)
儀器硬體將方波工作週期限制成 20% 到 80% 之間的值。
- 222 Data out of range;
duty cycle limited by frequency; value clipped to upper limit** (資料超過範圍；頻率限制工作週期；將值切成上限)
頻率大於 10 MHz 時，將方波工作週期限制成 40% 到 60% 之間的數值。
工作週期： 20% 到 80% (頻率 \leq 10 MHz)
40% 到 60% (頻率 $>$ 10 MHz)
- 224 Illegal parameter value;** (不合法的參數值；)
在可能值清單內必須有精確的參數值。

與裝置有關的錯誤

- 313** **Calibration memory lost;**
memory corruption detected (校正記憶體遺失；偵測到損毀的記憶體)
用來儲存函數產生器校正常數的不變性記憶體已經偵測到核對和的錯誤。這個錯誤的原因可能是裝置錯誤或非常狀況，例如閃電或是強烈磁場。
- 314** **Save/recall memory lost;**
memory corruption detected (儲存 / 重取記憶體遺失；偵測到損毀的記憶體)
用來儲存函數產生器儀器狀態的不變性記憶體已經偵測到核對和的錯誤。這個錯誤的原因可能是裝置錯誤或非常狀況，例如閃電或是強烈磁場。
- 315** **Configuration memory lost;**
memory corruption detected (組態記憶體遺失；偵測到損毀的記憶體)
用來儲存函數產生器組態設定 (例如：遠端介面設定) 的不變性記憶體已經偵測到核對和的錯誤。這個錯誤的原因可能是裝置錯誤或非常狀況，例如閃電或是強烈磁場。
- 350** **Queue overflow** (佇列溢滿)
錯誤佇列已經溢滿，因為超過 20 個錯誤發生。除非您從佇列中移除錯誤，否則沒有額外的錯誤可以儲存。錯誤佇列可以被 *CLS (清除狀態) 指令清除，或是電源重新啟動時清除。當您讀取佇列時也可以清除錯誤。錯誤佇列不會因為儀器重設 (*RST 指令) 而清除。

查詢錯誤

- 410 Query INTERRUPTED (查詢中斷)**
接收到一個指令，但是輸出緩衝區包含前一個指令的資料（前一個資料會遺失）。
- 420 Query UNTERMINATED (查詢尚未終止)**
函數產生器已經提出交談（例如：經由介面傳送資料），但是還沒有接收到要傳送資料到輸出緩衝區的指令。例如，您可能已經執行一個 **APPLY** 指令（還沒有產生資料），然後嘗試用「**Enter**」陳述從介面中讀取資料。
- 430 Query DEADLOCKED (查詢鎖死)**
接收到一個產生太多資料以配合輸出緩衝區的指令，而輸入緩衝區也已經滿了。指令會繼續執行，但所有資料將遺失。
- 440 Query UNTERMINATED after indefinite response (得到不確定的回應之後，查詢無法終止)**
IDN?** 指令必須是指令字串中最後的指令。範例：IDN?::SYST:VERS?**

儀器錯誤

501 到 502

501: Cross-isolation UART framing error (交錯隔離 UART 框架錯誤)

502: Cross-isolation UART overrun error (交錯隔離 UART 超載錯誤)

這些錯誤表示內部硬體故障。介於底座接地電路與浮動電路的隔離被光學絕緣礙體與串聯電路所控制。

580

Reference phase-locked loop is unlocked (參考鎖相迴路沒有鎖定)

PHAS:UNL:ERR:STAT 已經啓用 (「on」)，而且控制頻率的內部鎖相迴圈現在沒有鎖定。這個錯誤最可能發生在外部參考超過鎖定範圍時。

自我測試錯誤

下列錯誤表示在自我測試期間可能發生的故障。請參考《Agilent 33220A Service Guide》以取得更多資訊。

- | | |
|------------------------|---|
| 601 | Self-test failed; system logic (自我測試失敗；系統邏輯)
這個錯誤表示主處理器 (U101)、系統 RAM (U102) 或系統 ROM (U103) 出現故障。 |
| 603 | Self-test failed; waveform logic (自我測試失敗；波形邏輯)
這個錯誤表示合成 IC (U501) 內的波形邏輯發生錯誤。 |
| 604 | Self-test failed; waveform memory bank (自我測試失敗；波形記憶庫)
這個錯誤表示波形 RAM (U502) 或合成 IC (U501) 發生錯誤。 |
| 605 | Self-test failed; modulation memory bank (自我測試失敗；調變記憶庫)
這個錯誤表示合成 IC (U501) 內的調變記憶庫發生錯誤。 |
| 606 | Self-test failed; cross-isolation interface (自我測試失敗；交叉絕緣介面)
這個錯誤表示主處理器 (U101) 和合成 IC (U501) 間的交叉絕緣介面發生故障，或是合成 IC 本身有故障。 |
| 616 | Self-test failed; pulse phase locked loop (自我測試失敗；脈衝相位鎖定迴圈)
這個錯誤表示脈衝波形合成器內的相位鎖定迴圈並未正確鎖定，且 (只有) 脈衝波形的頻率可能不正確。表示合成 IC (U501) 或相關電路發生錯誤。 |
| 619 到 621
623 到 625 | 619: Self-test failed; leading edge DAC (自我測試失敗；前置邊緣 DAC)
620: Self-test failed; trailing edge DAC (自我測試失敗；結尾邊緣 DAC)
621: Self-test failed; square-wave threshold DAC (自我測試失敗；方波臨界 DAC)
623: Self-test failed; dc offset DAC (自我測試失敗；dc 偏移 DAC)
624: Self-test failed; null DAC (自我測試失敗；空的 DAC)
625: Self-test failed; amplitude DAC (自我測試失敗；振幅 DAC) |

這些錯誤表示系統 DAC (U801) 功能有障礙、DAC 多工器 (U803) 頻道或相關的電路出現故障。

- 622 Self-test failed; time base calibration DAC** (自我測試失敗；時間基準校正 DAC)
這個錯誤表示合成 IC (U501) 內或電壓控制震盪器 (U602) 的時間基準校正 DAC 發生錯誤。
- 626 到 629**
- 626: Self-test failed; waveform filter path select relay** (自我測試失敗；波形濾波器路徑選取轉接)
627: Self-test failed; -10 dB attenuator path (自我測試失敗；-10 dB 衰減器路徑)
628: Self-test failed; -20 dB attenuator path (自我測試失敗；-20 dB 衰減器路徑)
629: Self-test failed; +20 dB amplifier path (自我測試失敗；+20 dB 放大器路徑)
這些錯誤表示指定的轉接並未被適當的切換，或衰減器 / 放大器並未提供預期的衰減或增加。這些自我測試使用內部 ADC 來驗證輸出路徑轉接、輸出放大器 (+20 dB) 和輸出衰減器運作正常。
- 630 Self-test failed; internal ADC over-range condition** (自我測試失敗；內部 ADC 超過範圍的條件)
這個錯誤表示可能有 ADC 故障。可能是系統 ADC (U703)、ADC 輸入多工器 (U701) 或 ADC 輸入緩衝區放大器 (U702) 出現故障。
- 631 Self-test failed; internal ADC measurement error** (自我測試失敗；內部 ADC 量測錯誤)
這個錯誤表示可能有 ADC 故障。可能是系統 ADC (U703)、ADC 輸入多工器 (U701) 或 ADC 輸入緩衝區放大器 (U702) 出現故障。
- 632 Self-test failed; square/pulse DAC test failure** (自我測試失敗；方波 / 脈衝 DAC 測試失敗)
這個錯誤表示可能是方波 / 脈衝 DAC (U1002) 出現故障。

校正錯誤

下列錯誤表示在校正程序中可能出現的錯誤（請參閱《Agilent 33220A Service Guide》的第 4 章）。

- | | |
|-----|--|
| 701 | Calibration error; security defeated by hardware jumper （校正錯誤；由硬體跳線開關解除安全保護）
如《Agilent 33220A Service Guide》中的描述，將內部電路板上的兩個「CAL ENABLE」板暫時短路，讓函數產生器的校正安全保護功能停用。 |
| 702 | Calibration error; calibration memory is secured （校正錯誤；校正記憶體受到安全保護）
校正記憶體受到安全保護時，無法執行校正作業。若要解除儀器的安全保護，請使用具有正確安全碼的 CAL:SEC:STAT ON 指令。 |
| 703 | Calibration error; secure code provided was invalid （校正錯誤；提供的安全碼無效）
以 CAL:SEC:STAT ON 指令指定的安全碼無效。 |
| 706 | Calibration error; provided value is out of range （校正錯誤；提供的數值超過範圍）
以 CAL:VAL 指令指定的校正值超過範圍。 |
| 707 | Calibration error; signal input is out of range （校正錯誤；訊號輸入超過範圍）
內部類比 - 數位轉換器 (ADC) 已判定套用在背板調變輸入連接器上的訊號超出範圍。 |
| 707 | 707: Calibration error; cal edge time: rise time cal error （校正錯誤；校正邊緣時間：上升時間校正錯誤）
707: Calibration error; cal edge time: fall time cal error （校正錯誤；校正邊緣時間：下降時間校正錯誤）
707: Calibration error; cal edge time: default values loaded （校正錯誤；校正邊緣時間：載入的預設值）
表示上升時間或下降時間電路內的故障已阻止校正作業。藉由使用預設值、限制精準度來校正邊緣時間。有關維修的資訊，請參閱《Agilent 33220A Service Guide》。 |

- 850** **Calibration error; setup is invalid** (校正錯誤；安裝無效)
您已經使用 CAL:SET 指令指定無效的校正安裝號碼。如需校正程序的更多資訊，請參閱 《Agilent 33220A Service Guide》。
- 851** **Calibration error; setup is out of order** (校正錯誤；安裝順序錯誤)
某些校正安裝必須以特定的順序執行才能有效。如需校正程序的更多資訊，請參閱 《Agilent 33220A Service Guide》。

任意波形錯誤

下列的錯誤表示可能發生在任意波形操作期間的故障。如需更多資訊，請參閱第 213 頁的「任意波形指令」。

- 770 Nonvolatile arb waveform memory corruption detected** (偵測到不變性任意波形記憶體損壞)
用來儲存任意波形的不變性記憶體已經偵測到核對和的錯誤。無法從記憶體中擷取任意波形。
- 781 Not enough memory to store new arb waveform; use DATA:DELETE** (儲存新的任意波形時記憶體不足；使用 DATA:DELETE)
四個不變性記憶體位置已經包含任意波形。要儲存其他的波形，首先您必須使用 DATA:DELeTe 指令，刪除四個已儲存任意波形的其中一個。
- 781 Not enough memory to store new arb waveform; bad sectors** (儲存新的任意波形時記憶體不足；損壞的磁區)
因為硬體錯誤，沒有多餘的記憶體位置可用來儲存任意波形。這個錯誤可能是故障的快閃記憶體裝置所導致。
- 782 Cannot overwrite a built-in waveform** (無法覆寫內建的波形)
下列內建波形名稱是保留的，並且無法利用 DATA:COPY 指令來使用：「EXP_RISE」、「EXP_FALL」、「NEG_RAMP」、「SINC」、以及「CARDIAC」。
- 784 Name of source arb waveform for copy must be VOLATILE** (要複製的來源任意波形名稱必須是 VOLATILE)
當您使用 DATA:COPY 指令時，您只能從「VOLATILE」以外的來源複製。
- 785 Specified arb waveform does not exist** (指定的任意波形不存在)
DATA:COPY 從依電性記憶體複製波形到不變性記憶體中的指定名稱。執行 DATA:COPY 指令前，您必須使用 DATA VOLATILE 或 DATA:DAC VOLATILE 指令下載波形。
- 786 Not able to delete a built-in arb waveform** (無法刪除內建的任意波形)
您無法刪除五種內建波形的任何一種：「EXP_RISE」、「EXP_FALL」、「NEG_RAMP」、「SINC」以及「CARDIAC」。

- 787** **Not able to delete the currently selected active arb waveform** (無法刪除現在選取且正在作用中的任意波形)
您無法刪除正在輸出的任意波形 (FUNC:USER 指令)。
- 788** **Cannot copy to VOLATILE arb waveform** (無法複製到 VOLATILE 任意波形)
DATA:COPY 指令從依電性記憶體複製波形到不變性記憶體中的指定名稱。要複製的來源總是「VOLATILE」。您無法從任何其他來源複製，並且無法複製到「VOLATILE」。
- 800** **Block length must be even** (區塊長度必須是偶數)
函數產生器利用 16 位元的整數來代表二進位資料，並使用 2 個位元組來傳送資料 (DATA:DAC VOLATILE 指令)。
- 810** **State has not been stored** (狀態還沒有儲存)
您在 *RCL 指令中指定的儲存位置並未在前一個 *SAV 指令中使用。您無法從空的儲存位置重取儀器狀態。

應用程式

應用程式

本章包含了幾個遠端介面範例程式，可幫助您研發您自己的應用程式。自 139 頁開始的第 4 章「遠端介面參考」，列出了可用於設計函數產生器程式的 SCPI (*Standard Commands for Programmable Instruments*) 語法指令。

簡介

本章包括了 6 個範例程式，用以示範使用 SCPI 指令來控制 Agilent 33220A。所有的範例程式都是以 Microsoft® Visual BASIC® 6.0 編寫，並使用 Agilent VISA-COM 物件。



本章內容所出現的 BASIC 程式，以及其他說明幾種驅動程式和環境使用方式的範例程式，將包含於函數產生器附帶的用於 33220A 波形產生器的 Agilent IntuiLink CD-ROM 中。如需這些程式的詳細說明，請參閱「Examples」目錄中的「readme」檔案。本章中的程式可在「Examples\chapter6」子目錄中找到。

若您要修改範例程式，或是自己編寫程式並進行編譯，就需要安裝 Agilent E2094 I/O 程式庫軟體：

- 若使用 **GPIB**。Agilent E2094 I/O 程式庫軟體隨附於 Agilent GPIB I/O 產品。這個軟體在您安裝 GPIB 介面卡於電腦上時就已經載入。
- 若使用 **USB 或 LAN**。若您沒有該軟體複本，可以訂購 Agilent E2094 I/O 程式庫軟體的 CD-ROM。您的版本必須是 M (訂購時，用安捷倫產品編號 E2094M) 或以上的版本，才能支援 USB 和 LAN。

您可以透過 Agilent Developer Network (安捷倫研發者網路) 來取得 Agilent I/O 程式庫。請瀏覽 www.agilent.com/find/buyadn，購買 ADN Professional Membership (ADN 專業會員資格)。這樣您就可以下載最新版本的 Agilent I/O 程式庫。尋找 ADN 網站中「Downloads」(下載) 下面的 Agilent I/O 程式庫連結。

Microsoft® 和 Visual BASIC® 是 Microsoft Corporation 在美國註冊的商標。

當您完成安裝適當的軟體元件時，請參閱第 3 章的「遠端介面組態」以獲取設定介面組態的相關資訊。

本章所列程式將受到版權保護。

Copyright © 2003 Agilent Technologies, Inc.

在您同意安捷倫對任何範例應用程式檔案不提供任何保固、權責和義務條件之下，您可以使用任何您認為有用的方式，在無需任何費用情況下，使用、修改、重製並散佈範例應用程式檔案（和 / 或任何經修改版本）。

安捷倫科技所提供的程式設計範例僅供說明用途。所有範例程式皆假設您熟悉示範內容中所使用的程式設計語言，以及用來建立和偵錯程序的工具。安捷倫支援工程師可協助您了解安捷倫軟體元件和相關指令的功能，但他們將不會修改這些範例以提供其他功能或是建構程序來滿足您的特殊需求。

本章所列的所有範例應用程式，皆假定您將使用 Microsoft Visual Basic 6.0 和 Agilent VISA-COM 物件。

若要在其他 Visual Basic 專案中使用此 IO 物件：

1. 請設定參考，將程式庫包含於「Project/Preferences」（專案 / 參考）功能表中：
 - 「VISA COM 1.0 Type Library」，對應至 VISACOM.tlb
 - 「Agilent VISA COM Resource Manager 1.0」，對應至 AgtRM.DLL
 - 「VISA COM 488.2 Formatted I/O 1.0」，對應至 BasicFormattedIO.dll
2. 使用類似下面的陳述句，建立格式化的 I/O 參考
「Dim Fgen As VisaComLib.FormattedIO488」。
3. 使用「Set Fgen = New VisaComLib.FormattedIO488」建立實際的物件。

程式清單

範例：簡單的正弦波形

這個程式（位在 CD-ROM 的「Examples\chapter6\SimpleSine」子目錄中）會選取「正弦」函數，並接著設定波形的頻率、振幅和偏移。

```
Private Sub cmdSimpleSine_Click()

    Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager
    Dim Fgen As VisaComLib.FormattedIO488

    Set io_mgr = New AgilentRMLib.SRMClS
    Set Fgen = New VisaComLib.FormattedIO488
    Set Fgen.IO = io_mgr.Open(txtIO.Text)

    On Error GoTo MyError

    ' This program sets up a waveform by selecting the waveshape
    ' and adjusting the frequency, amplitude, and offset.

    With Fgen

        .WriteString "*RST"                ' Reset the function generator
        .IO.Clear                          ' Clear errors and status registers

        .WriteString "FUNCTION SINusoid"    ' Select waveshape
        ' Other options are SQUARE, RAMP, PULSe, NOISe, DC, and USER

        .WriteString "OUTPut:LOAD 50"        ' Set the load impedance in Ohms
        ' (50 Ohms default)
        ' May also be INFinity, as when using oscilloscope or DMM

        .WriteString "FREQuency 2500"        ' Set the frequency.
        .WriteString "VOLTage 1.2"           ' Set the amplitude in Vpp.
        ' Also see VOLTage:UNIT

        .WriteString "VOLTage:OFFSet 0.4"    ' Set the offset in Volts
        ' Voltage may also be set as VOLTage:HIGh and VOLTage:LOW for low level
        ' and high level

        .WriteString "OUTPut ON"             ' Turn on the instrument output

    End With

    Exit Sub

MyError:

    txtError = Err.Description & vbCrLf
    Resume Next

End Sub
```

範例：振幅調變

這個程式 (位在 CD-ROM 的「Examples\chapter6\AMLowLevel」子目錄中) 會使用低階 SCPI 指令設定具有振幅調變的波形。這個範例也將同時說明如何使用 *SAV 指令將儀器組態儲存於函數產生器的內部記憶體中。

```
Private Sub cmdAMLowLevels_Click()

    Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager
    Dim Fgen As VisaComLib.FormattedIO488

    Set io_mgr = New AgilentRMLib.SRMClS
    Set Fgen = New VisaComLib.FormattedIO488
    Set Fgen.IO = io_mgr.Open(txtIO.Text)

    On Error GoTo MyError

    ' This program uses low-level SCPI commands to configure
    ' the function gnerator to output an AM waveform.
    ' This program also shows how to use "state storage" to
    ' store the instrument configuration in memory.

    With Fgen

        .WriteString "*RST"                ' Reset the function generator
        .IO.Clear                          ' Clear errors and status registers

        .WriteString "OUTPut:LOAD 50"        ' Output termination is 50 Ohms
        .WriteString "FUNctIon:SHApe SINusoid" ' Carrier shape is sine
        .WriteString "FREQuency 5000;VOLtAge 5" ' Carrier freq is 5 kHz @ 5 Vpp
        .WriteString "AM:INTernal:FUNctIon SINusoid" ' Modulating shape is sine
        .WriteString "AM:INTernal:FREQuency 200" ' Modulation freq = 200 Hz
        .WriteString "AM:DEPTth 80"          ' Modulation depth = 80%
        .WriteString "AM:STATe ON"           ' Turn AM modulation on

        .WriteString "OUTPut ON"              ' Turn on the instrument output
        .WriteString "*SAV 1"                 ' Store state in memory location 1

        ' Use the "*RCL 1" command to recall the stored state

    End With

    Exit Sub

MyError:

    txtError = Err.Description & vbCrLf
    Resume Next

End Sub
```

範例：線性掃描

這個程式 (位在 CD-ROM 的「Examples\chapter6\LinearSweep」子目錄中) 會建立正弦波的線性掃描。這個程式會設定起始和停止頻率，以及掃描時間。

```
Private Sub cmdLinearSweep_Click()

    Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager
    Dim Fgen As VisaComLib.FormattedIO488

    Set io_mgr = New AgilentRMLib.SRMClS
    Set Fgen = New VisaComLib.FormattedIO488
    Set Fgen.IO = io_mgr.Open(txtIO.Text)

    On Error GoTo MyError

    ' This program sets up a linear sweep using a sinusoid
    ' waveform. It sets the start and stop frequency and sweep
    ' time.

    With Fgen

        .WriteString "*RST"           ' Reset the function generator
        .IO.Clear                     ' Clear errors and status registers

        .WriteString "FUNCTION SINusoid" ' Select waveshape

        .WriteString "OUTPut:LOAD 50"   ' Set the load impedance to
        ' 50 Ohms (default)

        .WriteString "VOLTage 1"        ' Set the amplitude to 1 Vpp.

        .WriteString "SWEep:SPACing LINear" ' Set Linear or LOG spacing
        .WriteString "SWEep:TIME 1"      ' Sweep time is 1 second
        .WriteString "FREQuency:START 100" ' Start frequency is 100 Hz
        .WriteString "FREQuency:STOP 20e3" ' Stop frequency is 20 kHz

        ' Frequency sweep limits may also be set as FREQuency:CENTer and
        ' FREQuency:SPAN on the 33250A
        ' For the 33250A, also see MARKer:FREQuency

        .WriteString "OUTPut ON"         ' Turn on the instrument output
        .WriteString "SWEep:STATe ON"    ' Turn sweep on

    End With

    Exit Sub

MyError:

    txtError = Err.Description & vbCrLf
    Resume Next

End Sub
```

範例：脈衝波形

這個程式 (位在 CD-ROM 的「Examples\chapter6\Pulse」子目錄中) 會設定脈衝波形、設定脈衝寬度、週期和高 / 低位準。邊緣時間會隨之增加。

```
Private Declare Sub Sleep Lib "kernel32" (ByVal dwMilliseconds As Long)

Private Sub cmdPulse_Click()

    Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager
    Dim Fgen As VisaComLib.FormattedIO488

    Set io_mgr = New AgilentRMLib.SRMClS
    Set Fgen = New VisaComLib.FormattedIO488
    Set Fgen.IO = io_mgr.Open(txtIO.Text)

    Dim I As Integer

    On Error GoTo MyError

    ' This program sets up a pulse waveshape and adjusts the edge
    ' time. It also shows the use of high and low voltage levels
    ' and period. The edge time is adjusted by 5 nsec increments.

    With Fgen

        .WriteString "*RST"                ' Reset the function generator
        .IO.Clear                          ' Clear errors and status registers
        .WriteString "FUNCTION PULSe"      ' Select pulse waveshape

        .WriteString "OUTPut:LOAD 50"      ' Set the load impedance to 50 Ohms
                                           ' (default)
        .WriteString "VOLTage:LOW 0"       ' Low level = 0 V
        .WriteString "VOLTage:HIGh 0.75"   ' High level = .75 V

        .WriteString "PULSe:PERiod 1e-3"   ' 1 ms intervals
        .WriteString "PULSe:WIDTh 100e-6"  ' Pulse width is 100 us
        .WriteString "PULSe:TRANSition 10e-9" ' Edge time is 10 ns
                                           ' (rise time = fall time)
        .WriteString "OUTPut ON"           ' Turn on the instrument output

    End With

    For I = 0 To 18
        ' Vary edge by 5 nsec steps
        .WriteString "PULSe:TRANSition " & (0.00000001 + I * 0.000000005)
        Sleep 300                                ' Wait 300 msec
    Next I

    End With

    Exit Sub

MyError:

    txtError = Err.Description & vbCrLf
    Resume Next

End Sub
```

範例：脈衝寬度調變 (PWM)

這個程式 (位在 CD-ROM 的「Examples\chapter6\PulseWidthMod」子目錄中) 會設定一個脈衝波形，其工作週期將慢慢地由三角波波形進行調變。

```
Private Sub cmdPWM_Click()

    Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager
    Dim Fgen As VisaComLib.FormattedIO488

    Set io_mgr = New AgilentRMLib.SRMClS
    Set Fgen = New VisaComLib.FormattedIO488
    Set Fgen.IO = io_mgr.Open(txtIO.Text)

    On Error GoTo MyError

    ' This program uses low-level SCPI commands to configure
    ' the function gnerator to output an PWM waveform.
    ' The pulse is set up with a duty cycle of 35% and a depth
    ' of 15%, and will vary in width from 20% to 50% with the
    ' modulation. The pulse may also be configured in time
    ' units (pulse width and deviation) rather than duty cycle
    ' if preferred.

    With Fgen

        .WriteString "*RST"                ' Reset the function generator
        .IO.Clear                          ' Clear errors & status registers

        .WriteString "OUTPut:LOAD 50"        ' Output termination is 50 Ohms
        .WriteString "FUNCTION:SHAPE PULSe"   ' Carrier waveshape is pulse
        .WriteString "FREQuency 5000"        ' Carrier frequency is 5 kHz
        .WriteString "VOLTage:LOW 0"         ' Set parameters to 5 V TTL
        .WriteString "VOLTage:HIGh 5"
        .WriteString "FUNCTION:PULSe:DCYCLE 35" ' Begin with 35% duty cycle
        .WriteString "PWM:INTernal:FUNctIon TRIangle" ' Modulating waveshape
                                                ' is triangle
        .WriteString "PWM:INTernal:FREQuency 2" ' Modulation frequency is 2 Hz
        .WriteString "PWM:DEViation:DCYCLE 15" ' Modulation depth is 15%
        .WriteString "PWM:SOURce INTernal"    ' Use internal signal for
                                                ' modulation
        ' If using an external signal for PWM, connect the signal to the
        ' rear-panel BNC and use the command PWM:SOURce EXTernal
        .WriteString "PWM:STATe ON"          ' Turn PWM modulation on

        .WriteString "OUTPut ON"              ' Turn on the instrument output

    End With

    Exit Sub

MyError:

    txtError = Err.Description & vbCrLf
    Resume Next

End Sub
```

範例：下載任意波形 (ASCII)

這個程式 (位在 CD-ROM 的「Examples\chapter6\ASCIIarb」子目錄中) 會將任意波形以 ASCII 資料下載到函數產生器中。資料值範圍在 -1 到 +1。

```
Private Sub cmdSimpleSine_Click()

    Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager
    Dim Fgen As VisaComLib.FormattedIO488

    Set io_mgr = New AgilentRMLib.SRMClS
    Set Fgen = New VisaComLib.FormattedIO488
    Set Fgen.IO = io_mgr.Open(txtIO.Text)

    Dim Waveform() As String
    Dim I As Integer
    Dim DataStr As String
    ReDim Waveform(1 To 4000)

    On Error GoTo MyError

    ' This program uses the arbitrary waveform function to
    ' download and output a square wave pulse with a calculated
    ' rise time and fall time. The waveform consists of 4000
    ' points downloaded to the function generator as ASCII data.

    With Fgen
        .WriteString "*RST"           ' Reset the function generator
        .IO.Clear                     ' Clear errors and status registers
        .IO.Timeout = 40000           ' Set timeout to 40 seconds for long
                                     ' download strings
    End With

    ' Compute waveform

    txtError.Text = ""
    txtError.SelText = "Computing Waveform..." & vbCrLf

    For I = 1 To 5
        Waveform(I) = Str$((I - 1) / 5) ' Set rise time (5 points)
    Next I

    For I = 6 To 205
        Waveform(I) = "1"               ' Set pulse width (200 points)
    Next I

    For I = 206 To 210
        Waveform(I) = Str$((210 - I) / 5) ' Set fall time (5 points)
    Next I

    For I = 211 To 4000
        Waveform(I) = "0"               ' Set remaining points to zero
    Next I

    DataStr = Join(Waveform, ",")       ' Create string from data array
```

接下頁 ...

第 6 章 應用程式 程式清單

```
' Download data points to volatile memory

txtError.SelText = "Downloading Arb..." & vbCrLf

With Fgen
    .WriteString "DATA VOLATILE, " & DataStr
End With

txtError.SelText = "Download Complete" & vbCrLf

' Set up arbitrary waveform and output

With Fgen

    .WriteString "DATA:COPY PULSE, VOLATILE" ' Copy arb to non-volatile
                                           ' memory
    .WriteString "FUNCTION:USER PULSE"      ' Select the active arb waveform
    .WriteString "FUNCTION:SHAPE USER"      ' Output the selected arb waveform

    .WriteString "OUTPut:LOAD 50"           ' Output termination is 50 Ohms
    .WriteString "FREQuency 5000;VOLTage 5" ' Output frequency is 5 kHz
                                           ' @ 5 Vpp
    .WriteString "OUTPut ON"                ' Enable Output

End With

Exit Sub

MyError:

txtError = Err.Description & vbCrLf
Resume Next

End Sub
```


指導

指導

爲了從 **Agilent 33220A** 中達到最佳效能，更好的了解儀器內部操作，會對您有所幫助。本章敘述基本的訊號生成概念，並且描述函數產生器內部操作的細節。

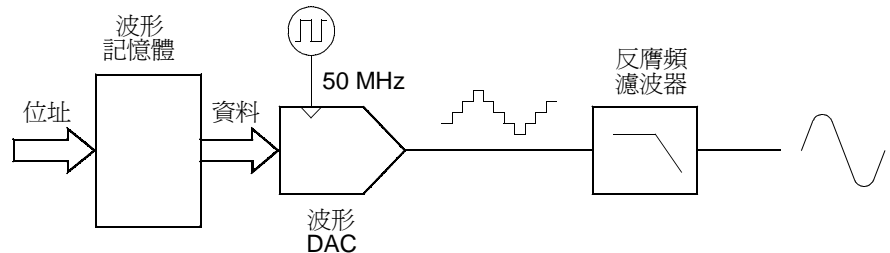
- 直接數位合成，第 291 頁
- 建立任意波形，第 294 頁
- 方波生成，第 296 頁
- 脈衝波形生成，第 297 頁
- 訊號缺陷，第 299 頁
- 輸出振幅控制，第 300 頁
- 接地迴路，第 302 頁
- 交流訊號的屬性，第 303 頁
- 調變，第 305 頁
- 頻率掃描，第 308 頁
- 叢發，第 310 頁

在許多應用中，可能有困難或無法產生複雜的輸出波形，這時您可以使用任意波形產生器。使用任意波形產生器，可以在控制方式中輕易的模擬訊號瑕疵，例如上升時間、震盪、雜訊脈衝、雜訊以及隨機的時序變化。

物理、化學、生物醫學、電子、機械以及其他領域可以從多用途的任意波形產生器中獲利。不管物體震動、噴流、脈衝、沸騰、叢發或是隨著時間任何形式的改變，都會有可行的應用 – 這些應用只會被您指定波形資料的能力所限制住。

直接數位合成

33220A 使用一種訊號生成技術，叫做直接數位合成 (DDS) 來產生所有除了脈衝之外的波形函數。如下所示，代表所需波形的一個數位資料流會依序從波形記憶體中讀取，並且應用到數位 / 類比轉換器 (DAC)。DAC 的時鐘設定為函數產生器 50 MHz 的取樣頻率，並且輸出一連串的电壓步進近似所需的波形。低通的 " 反膺頻 " 濾波器然後會平緩這個電壓步進來建立最後的波形。

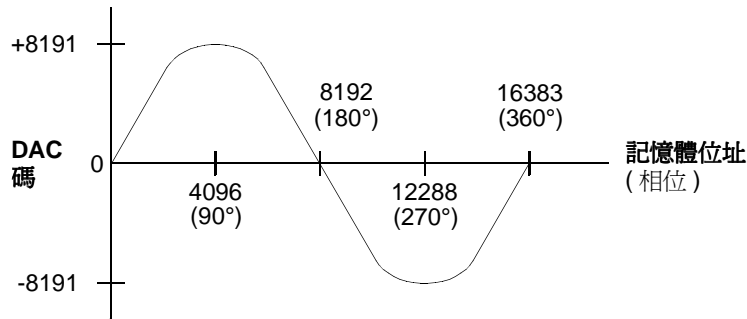


直接數位合成電路

33220A 使用兩個反膺頻濾波器。連續正弦波使用橢圓濾波器，因為它具有近乎扁平的通頻帶以及高於 20MHz 的急速截止頻率。因為橢圓濾波器用在連續正弦波以外的波形時顯現出強烈的震盪，所以其他的所有波形函數使用線性相位濾波器。

對於標準波形和用少於 16,384 (16K) 個點定義的任意波形，函數產生器使用 16K 字組的波形記憶體。而對於用查超過 16K 個點定義的任意波形，函數產生器使用 65,536 (64K) 字組的波形記憶體。

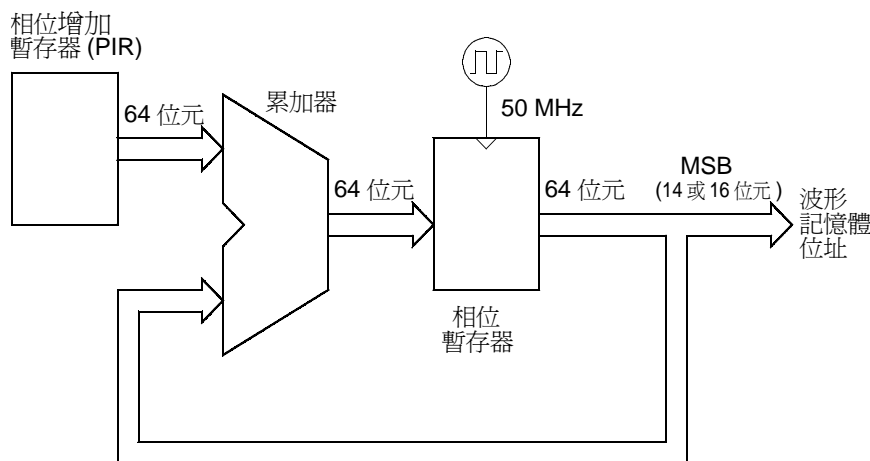
33220A 使用 16,384 離散電壓位準 (或是 14 位元垂直解析度) 代表振幅數值。指定波形資料會分割成樣本, 如此一個波形循環會剛好填滿波形記憶體 (請參閱下面正弦波的圖示)。如果您可以建立一個並不剛好是 16K 個或是 64K 個點的任意波形時, 為了填滿波形記憶體, 波形會用重複的點或是內插在現存點之間的點自動「延伸」。每一個記憶體位址會對應 $2\pi/16,384$ 弧度或是 $2\pi/65,536$ 強度的相位角。



波形記憶體中呈現出的正弦波

直接數位合成 (DDS) 產生器使用一個相位累加的技術來控制波形記憶體的位址。它使用「累加器」代替計數器產生序列記憶體位址 (請參閱下一頁)。在每一個時鐘循環中, 載入相位累加暫存器 (PIR) 的常數會被新增到現存相位累加器的結果中。相位累加器輸出的最大位元會用來指定波形記憶體的位置。藉由更改 PIR 常數, 通過整個波形記憶體所需的時鐘循環數量會改變, 從而改變輸出的頻率。

PIR 決定相位值隨著時間改變的速度, 因此控制合成的頻率。相位累加器中愈多的位元會造成愈精密的頻率解析度。因為 PIR 只影響相位值的改變速率 (而不是相位本身), 所以波形頻率的改變相對相位來說是連續的。



相位累加器電路

33220A 使用一個 64 位元相位累加器，從內部產生 $2^{-64} \times 50 \text{ MHz}$ 或 2.7 pHz 的頻率解析度。注意，只有相位暫存器中的 14 或是 16 最大位元是用來指定波形記憶體的位址。所以，當合成低頻（對於一個典型的 16K 點波形來說，低於 3.05 kHz）時，位址將無法在每一個時鐘循環中改變。但是，在較高頻（高於 3.05 kHz）中，位址在每一個時循環中，將改變一個以上位置，並且會跳過一些點。如果太多的點被跳過，一個稱為「膺頻」的現象將會發生，並且波形輸出會失真。

尼奎斯特取樣定理說明，爲了要防止膺頻，所需輸出波形中的最高頻率成分必須小於取樣頻率的一半（對於 33220A 爲 25 MHz）。

建立任意波形

Agilent 33220A 允許您建立最多可達 64 K 點 (65,536 點) 的任意波形，並提供五個內建的任意波形範例。您可以從面板或是使用 Agilent 33220A 所隨附的 CD-ROM 所提供的 Agilent IntuiLink 軟體建立任意波形。Agilent IntuiLink 軟體允許您使用電腦上的圖形使用者介面建立任意波形，再將它們下載到 Agilent 33220A。您可以從您的 Agilent 示波器擷取波形，再匯入到 IntuiLink。請參閱 Agilent IntuiLink 軟體的線上說明以取得更多資訊。

對於大部分的應用而言，並不一定需要建立一個有特定數目點的任意波形，因為函數產生器將會依需要重複點（或是插入），來填滿波形記憶體。例如，如果您指定 100 點，每一個波形點會重複平均 $16,384 / 100$ 或 163.84 次。對於 33220A，您不需要改變波形的長度來改變輸出頻率。您只需要建立一個任意長度的波形，然後調整函數產生器輸出的頻率。但是，為了獲得最好的結果（並且將電壓量化錯誤減到最少），建議您使用波形 DAC 的全部範圍。

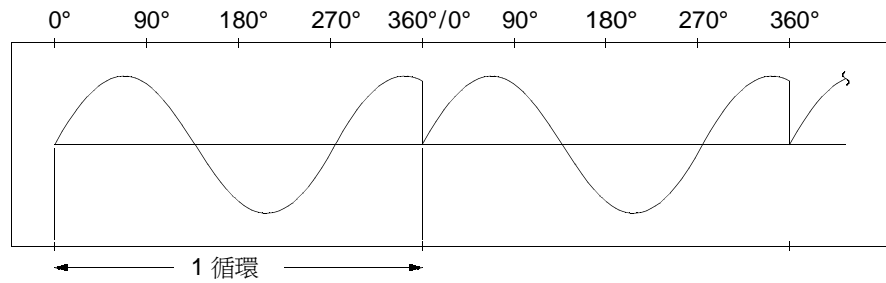
當從函數產生器面板輸入波形點時，您不用按照均勻的時間間隔輸入點。在波形較複雜的位置，如果需要，您可以增加額外的點。您也可以只從面板使用線性內插來平緩波形點間的過渡。這些功能使用較少數的點，建立有用的任意波形。

使用 33220A，您可以輸出一個任意波形到頻率上限 6 MHz。但是請注意，因為函數產生器的頻寬限制和膺頻，有用的上限通常是比較小的。在函數產生器 -3 dB 頻寬之上的波形成份將會被衰減。

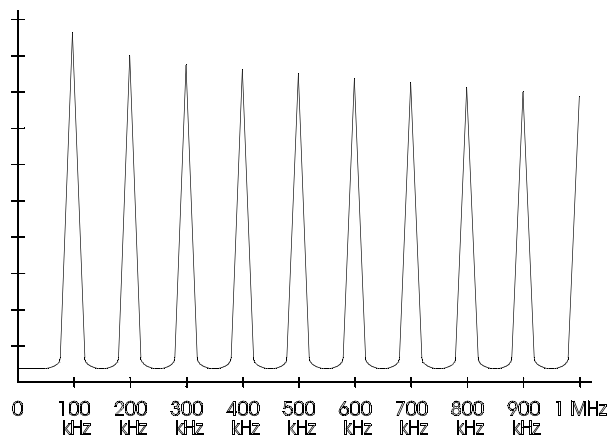
例如，考慮一個由 10 個正弦波循環所組成的任意波形。當您設定輸出頻率到 1 MHz 時，實際輸出頻率將會是 10 MHz，並且振幅會衰減 3 dB。當您增加頻率超過 1 MHz 時，將會有更多的衰減發生。接近 2.5 MHz 時，因膺頻而產生的波形失真將會很明顯。一些膺頻會在大部分的任意波形中出現，但是會不會變成麻煩，就要看您的特定應用了。

當建立任意波形時，函數產生器會永遠嘗試複製有限長度的時間紀錄，用來製造在波形記憶體中資料的週期版本。但是，如下所示，訊號的波形與相位可能使不連續性被導入終點。當波形一直重複時，這個終點不連續性會導入頻率範圍中的洩漏錯誤，因為需要許多頻譜項來描述不連續性。

當波形紀錄不包含基本頻率的整數個循環時，會發生洩漏錯誤。基本頻率的功率、以及它的諧波，會被轉換成矩形取樣函數的頻譜成分。您可以減少洩漏錯誤，藉由調整視窗長度來包含整數的循環數，或是藉由在視窗中包含更多的循環來減少終點不連續性的殘餘大小。某些訊號是由離散、非諧波相關的頻率組成的。既然這些訊號是不重複的，所有頻率成分無法與視窗長度諧波相關。您應該小心這些狀況，減少終點不連續與頻譜洩漏。



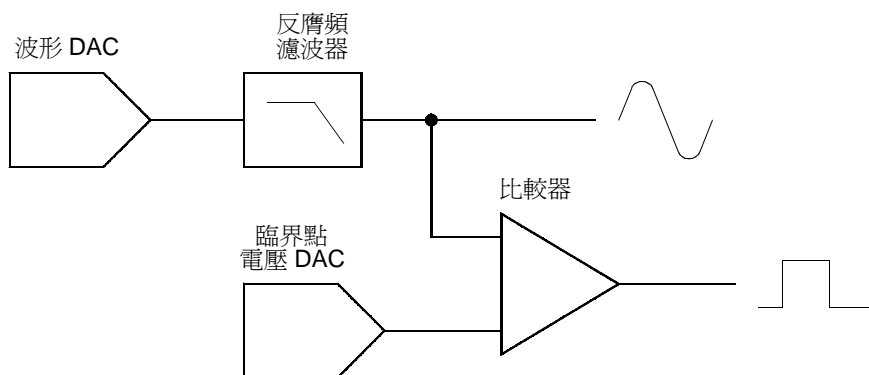
不連續的任意波形



上面的波形在 100 kHz 的頻譜

方波生成

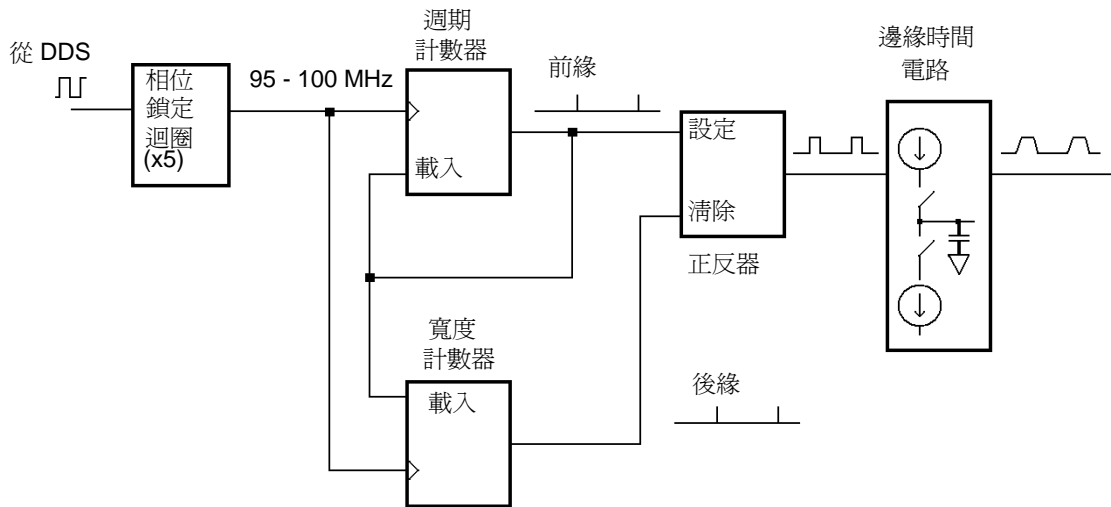
要除去在較高頻率的膺頻所造成的失真，33220A 使用不同的波形生成技術來建立方形波。方形波是利用發送 DDS 產生的正弦波到比較器中來建立的。比較器的數位輸出接著會當成正弦波輸出的基準。波形的工作週期可以藉由改變比較器的臨界點來變化。



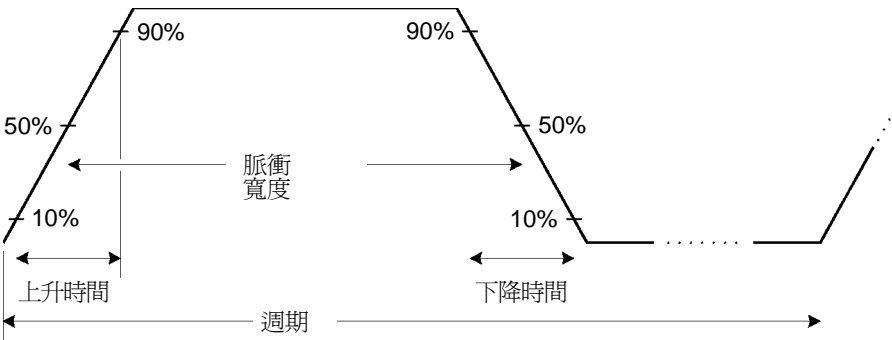
方波生成電路

脈衝波形生成

為消除在頻率較高時的疊頻所導致的失真，Agilent 33220A 也會使用不同的波形產生技術建立脈衝波形。對脈衝波形產生而言，時鐘循環可衍生週期和脈衝寬度。為了達到良好的週期解析度，可藉由相位鎖定迴圈 (PLL) 電路將時鐘頻率設定為 95 MHz 到 100 MHz 之間 (該電路也會將從 DDS 傳入的頻率乘以 5 倍)。上升和下降邊緣時間由電容器內可改變電荷流的電路所控制。週期、脈衝寬度和邊緣時間會分別被控制在某一範圍內。下列方塊圖解表示脈衝波形產生的電路。



脈衝波形生成電路



脈衝波形參數

訊號缺陷

對正弦波形而言，使用頻譜分析器最容易在頻率範圍內描述與觀察訊號缺陷。任何擁有與基本頻率（或是「載波」）不同頻率的輸出訊號，會被認為是雜訊。訊號缺陷可以分類為諧波、非諧波、或是相位雜訊，並且以相對於載波位準的分貝值或「dBc」來描述。

諧波缺陷 諧波成份永遠出現在基本頻率的倍數頻率處，而且由波形 DAC 中的非線性與其他訊號路徑的元素所建立。在較低的振幅下，另一個可能的諧波失真來源是流過連接到函數產生器同步輸出連接器的電纜中的電流。這個電流會導致橫跨電纜屏蔽電阻的小方波電壓下降，並且這個電壓的一部分會被施加到主訊號上。如果這是應用的考量，您應該移除電纜或是停用同步輸出連接器。如果應用需要您使用同步輸出連接器，您可以藉由終止電纜於高阻抗（而不是 50Ω 負載）而將影響減到最小。

非諧波缺陷 非諧波缺陷成分（稱為「雜波」）的最大來源是波形 DAC。DAC 中的非線性導致賡頻諧波，或是「折返」，進入函數產生器的帶通。當訊號頻率與函數產生器的取本頻率（50 MHz）之間有簡單的分數關係時，這些雜波最顯著。例如，在 15 MHz，DAC 產生諧波在 30 MHz 以及 45 MHz。這些從函數產生器的 50 MHz 取樣頻率來的 20 MHz 與 5 MHz 諧波會作為 20 MHz 與 5 MHz 的雜波出現。

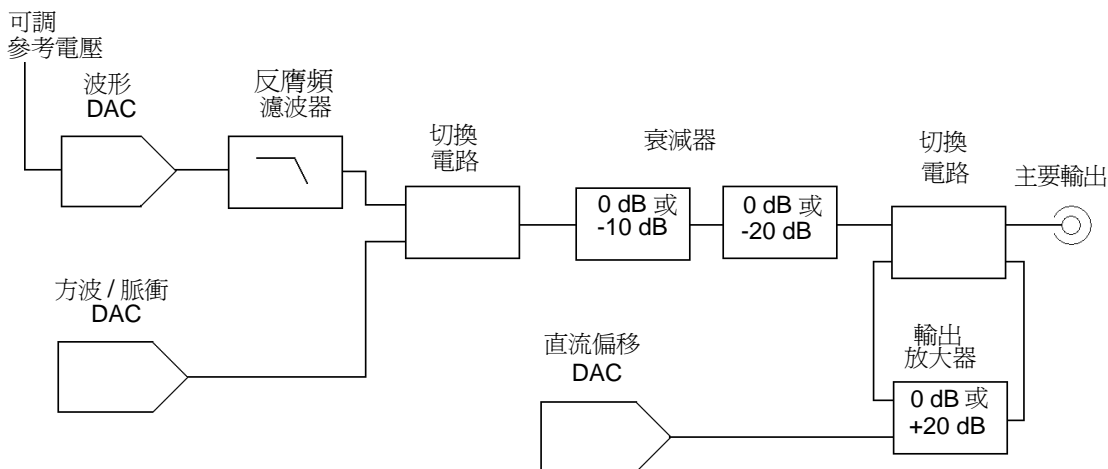
另外一個非諧波雜波的來源是非相關訊號來源耦合（例如微處理器時鐘）進入輸出訊號。這些雜波通常有固定的振幅（ ≤ -75 dBm 或 112 μ Vpp），而不管訊號振幅如何，而且在訊號振幅低於 100 mVpp 時最麻煩。要獲得具有最小雜波成分的低振幅，請保持函數產生器的輸出位準相對的高，並且如果可能，使用外部衰減器。

相位雜訊 相位雜訊是輸出頻率的小的、瞬間的改變（「抖動」）。它被認為是接近基本頻率的可視雜訊底限提昇，並且隨載波頻率以 6 dBc / 八度音的速率增加。33220A 的相位雜訊規格以 1 Hz 頻寬（離 20 MHz 載波 10 kHz 遠）表示雜訊的振幅。

量化錯誤 有限的 DAC 解析度（14 位元）產生電壓量化錯誤。假設錯誤均勻散佈在 ± 0.5 最小位元（LSB）的範圍中，等同的雜訊位準是使用完整 DAC 範圍（16,384 個位準）正弦波的 -86 dBc。相似的，有限長度的波形記憶體會產生相位量化錯誤。把這些問題看成是低位準的相位調變，並且假設均勻散佈在 ± 0.5 LSB 範圍中，等同的雜訊位準是擁有 16K 樣本長度正弦波的 -76 dBc。所有 33220 的標準波形使用整個 DAC 範圍與 16K 個樣本長度。任何使用小於整個 DAC 範圍的任意波形，或是用少於 16,384 個點指定的波形，會按比例表現出較高的量化錯誤。

輸出振幅控制

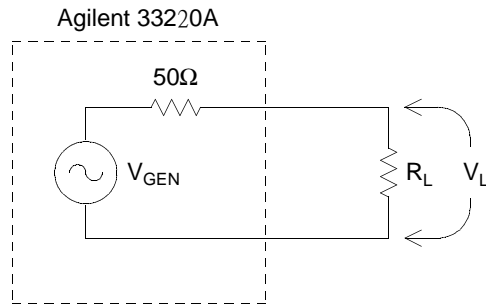
Agilent 33220A 使用變數參考電壓來控制超過 10 dB 範圍的訊號振幅。如下列簡化的方塊圖解所示，波形 DAC 的輸出會通過反饋頻濾波器。切換電路會選取波形輸出或個別方波 / 脈衝 DAC 的輸出。將兩個衰減器 (-10 dB 和 -20 dB) 以各種不同的組合方式使用，在大範圍的振幅值 (10 mVpp 到 10 Vpp) 上以 10dB 步進控制輸出振幅。



請注意，dc 偏移與輸出放大器 ac 訊號相加。這會讓相對小的 ac 訊號被相對大的 dc 電壓所偏移。例如，您可以將 100 mVpp 訊號偏移約 5 Vdc (50Ω 負載)。

33220A 改變範圍時，它會切換衰減器，讓輸出電壓永遠不會超過目前的振幅設定。但是，因切換所導致的短暫干擾或者「突波」會在一些應用內產生問題。有鑑於此，33220A 合併了範圍保留功能，將衰減器和放大器的切換「凍結」在它們目前的狀態。但是，當將振幅降低至預期的範圍變化下時，會對振幅和偏移的精準度與解析度（及波形的準確性）產生不利的影響。

如下所示 33220A 有 50Ω 的固定串聯輸出阻抗，形成負載電阻分壓器。

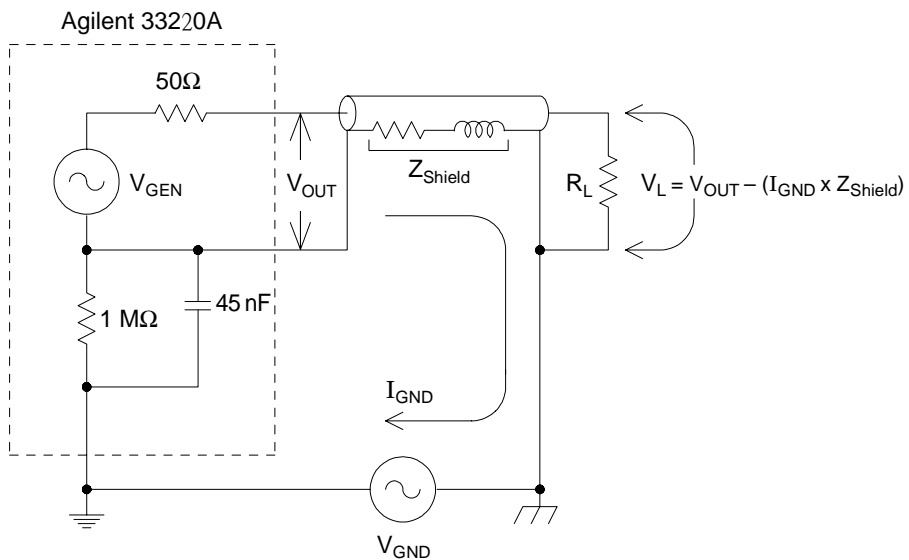


爲了方便，您可以指定函數產生器所發現的負載阻抗，因此顯示正確的負載電壓。如果實際的負載阻抗與指定數值不同，則顯示的振幅、偏移、以及高 / 低位準也會不正確。儀器校正期間，來源電阻中的變化會被測量並被考慮。因此，負載電壓的準確度是主要依賴負載電阻的準確度，如下所示。

$$\Delta V_L(\%) \cong \frac{50}{R_L + 50} \times \Delta R_L(\%)$$

接地迴路

Agilent 33220A 的訊號產生器部份與底座 (大地) 接地是絕緣的。這個絕緣幫助消除系統中的地線迴路，並且允許您將輸出訊號參考於「地」以外的電壓。下一頁的圖示顯示函數產生器經由同軸電纜連接到負載。任何在接地電位 (V_{GND}) 的不同會傾向在電纜的屏蔽中製造出電流 I_{GND} ，如此會因為遮屏的阻抗 (Z_{Shield}) 造成電壓下降。所得的電壓下降 ($I_{GND} \times Z_{Shield}$) 表現為負載電壓中的誤差。然而，由於儀器絕緣，在路徑中會有高串聯阻抗 (一般是並聯 45 nF 的 1 M Ω) 阻礙 I_{GND} 的流動藉以將影響減到最小。



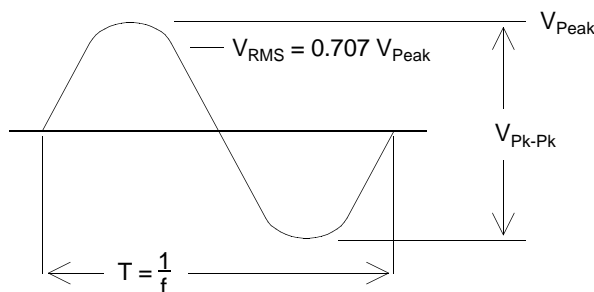
接地迴路的影响

當頻率高於幾千赫時，同軸電纜的屏蔽會變成電感性，而不是電阻性，並且電纜會扮演變壓器。發生這個情形時，它趨於強迫屏蔽與中心導體電流相等但是方向相反。對任何因為 I_{GND} 而導致的電壓下降，在中心導體會有相似的下降。這就是所謂的平衡 / 不平衡適配器效應，而且它會在較高的頻率中減少接地迴路。注意，較低的屏蔽電阻會引起平衡 / 不平衡適配器效應在較低的頻率中變成更大的因素。所以，有二個或三個編織屏蔽網的同軸電纜會比只有一個編織屏蔽網或錫箔屏蔽網的電纜要好。

要減少因為接地迴路的誤差，使用高品質的同軸電纜連接函數產生器到負載，並且經由電纜的屏蔽在負載中將其接地。可能的話，請確保函數產生器以及負載都連接到同一個插座，將接地電位的差異減到最小。

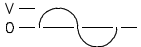
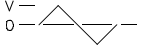
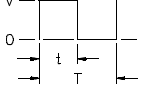
交流訊號的屬性

最普通的 ac 訊號是正弦波。事實上，任何週期訊號都可以利用不同的正弦波總和來表示。正弦波的大小通常用峰值、峰對峰、或是均方根 (RMS) 的數值來表示。所有這些測量都假設波形的偏移電壓是零。



波形的峰值電壓是在波形中所有點最大的絕對值。峰對峰電壓是最大與最小的差值。均方根電壓是波形中每一個點平方的總和，除以點的總和，然後將商開平方根。波形的均方根數值同時表示訊號中一個循環的平均功率：

功率 = V_{RMS}^2 / R_L 。峰值係數是訊號的峰值與均方根數值的比例，並且根據波形而有所不同。下面的表格顯示幾個一般波形，以及各自的峰值係數與均方根數值。

波形	峰值係數	AC RMS	AC+DC RMS
	1.414	$\frac{V}{1.414}$	$\frac{V}{1.414}$
	1.732	$\frac{V}{1.732}$	$\frac{V}{1.732}$
	$\sqrt{\frac{T}{t}}$	$\frac{V}{C.F.} \times \sqrt{1 - \left(\frac{1}{C.F.}\right)^2}$	$\frac{V}{C.F.}$

註：如果使用平均讀數電壓表測量波形的「DC 電壓」，則讀數可能不會與函數產生器的「DC 偏移」設定一致。這是因為波形可能有會加入到 DC Offset 內的非零平均值。

偶爾，您可以看到以相對於「1 毫瓦特的分貝」(dBm) 為單位的 ac 位準。由於 dBm 表示功率位準，您需要知道訊號的均方根電壓與負載電阻，以便計算下列算式。

$$\text{dBm} = 10 \times \log_{10}(P / 0.001) \quad \text{其中 } P = V_{\text{RMS}}^2 / R_L$$

對輸入 50Ω 負載的正弦波而言，下列的表格代表 dBm 與電壓的關係。

dBm	均方根電壓	峰對峰電壓
+23.98 dBm	3.54 Vrms	10.00 Vpp
+13.01 dBm	1.00 Vrms	2.828 Vpp
+10.00 dBm	707 mVrms	2.000 Vpp
+6.99 dBm	500 mVrms	1.414 Vpp
0.00 dBm	224 mVrms	632 mVpp
-6.99 dBm	100 mVrms	283 mVpp
-10.00 dBm	70.7 mVrms	200 mVpp
-36.02 dBm	3.54 mVrms	10.0 mVpp

對於 75Ω 或 600Ω 負載，可以使用下列的轉換。

$$\begin{aligned} \text{dBm (75}\Omega) &= \text{dBm (50}\Omega) - 1.76 \\ \text{dBm (600}\Omega) &= \text{dBm (50}\Omega) - 10.79 \end{aligned}$$

調變

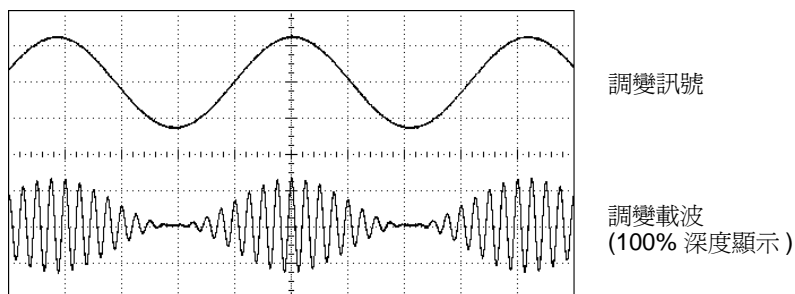
調變是使用低頻訊號（稱為調變訊號）修改高頻訊號（稱為載波訊號）過程。載波與調變訊號可能會有任何波形，但是載波通常是正弦波。

二種最常見的調變類型是振幅調變 (AM) 與頻率調變 (FM)。這二種調變形式依照調變訊號的瞬時值，各自修改載波的振幅或頻率。調變的第三類型是相位調變 (PM)，此調變與 FM 很相似，不同處是它的載波波形相位會改變，而不是頻率會改變。調變的另一個類型是頻率移鍵 (FSK)，此類調變的輸出頻率會根據數位調變訊號的狀態在兩個頻率之間「移動」。最後，脈衝寬度調變 (PWM) 僅提供給脈衝波形使用。在 PWM 中，脈衝波形的脈衝寬度或工作週期會根據調變訊號而有所不同。

函數產生器接受內部或外部調變來源。如果您選取內部來源，則會由輔助 DDS 合成器產生調變波形。如果您選取外部來源，則會由背板的調變輸入連接器上的訊號位準控制調變波形。類比 - 數位 (ADC) 轉換器會將外部訊號取樣並數位化。不管使用哪一個調變來源，所產生的結果都代表調變波形的數位樣本資料流。

注意，對 FSK 而言，輸出頻率是由背板的觸發輸入連接器的訊號位準來決定。

振幅調變 (AM) 函數產生器會執行名為「雙頻帶傳輸載波」形式的 AM。大部份的 AM 廣播電台都使用這種調變類型。



振幅調變

振幅調變的總量稱為調變深度，指的是被調變使用到的振幅範圍部分。例如，80% 的深度設定會引起振幅在振幅設定的 10% 到 90% 範圍內變化 ($90\% - 10\% = 80\%$)，使用內部或全刻度 ($\pm 5V$) 的外部調變訊號。

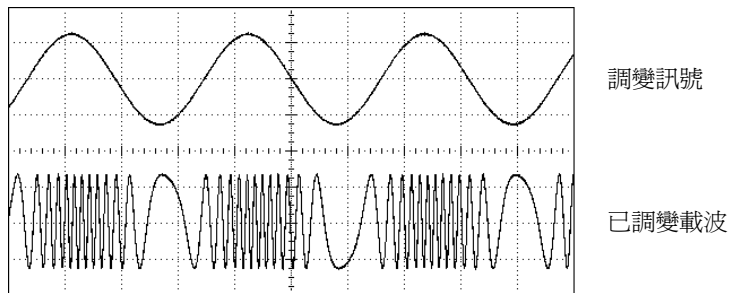
頻率調變 (FM) 對 FM 而言，函數產生器使用調變樣本透過變更 PIR 的內容，修改儀器的輸出頻率（請參閱第 291 頁的「直接數位合成」）。請注意，由於背板的調變輸入連接器是 dc 耦合，因此您可以使用 33220A 來模擬電壓控制震盪器 (VCO)。

調變波形的頻率與載波波形的頻率差異稱為頻率偏差。頻率偏差小於調變訊號頻寬的 1% 的波形稱為窄頻 FM。較大偏差的波形是寬頻 FM。調變訊號的頻寬大約可以用下列的方程式來表示。

$$BW \cong 2 \times (\text{調變訊號頻寬}) \quad \text{窄頻 FM}$$

$$BW \cong 2 \times (\text{偏差} + \text{調變訊號頻寬}) \quad \text{寬頻 FM}$$

在美國，商業 FM 調頻電台通常擁有 15 kHz 的調變頻寬以及 75 kHz 的偏差，使他們變成「寬頻」。因此，調變頻寬是： $2 \times (75 \text{ kHz} + 15 \text{ kHz}) = 180 \text{ kHz}$ 。頻道間隔是 200 kHz。

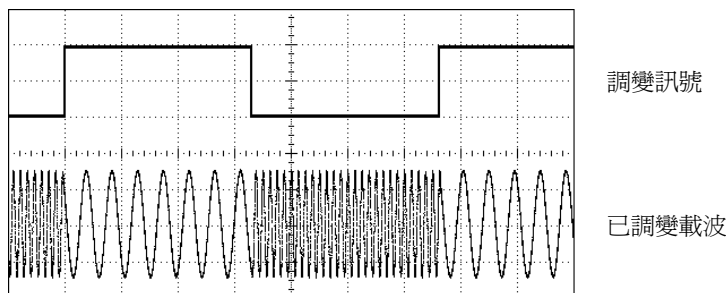


頻率調變

相位調變 (PM) PM 與 FM 非常相似，但在 PM 中是載波波形的相位會改變，而不是頻率。調變波形相位於載波波形的相位變化稱做相位偏差，其變化範圍從 0 到 360 度。

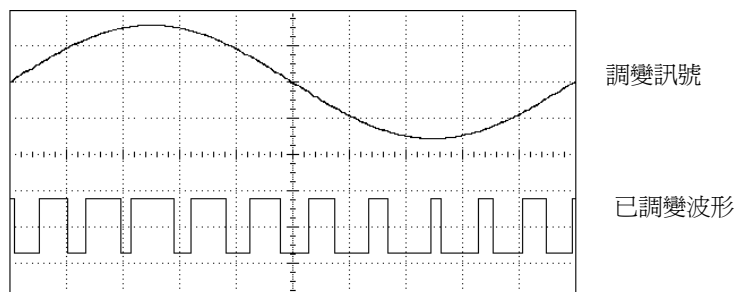
頻率移鍵調變 (FSK) FSK 除了頻率在兩個預設值之間交替變化外，其他地方都相近於 FM。內部頻率產生器或背板的觸發輸入連接器的內部訊號位準，決定了輸出在這 2 個頻率（稱為「載波頻率」與「跳躍頻率」）間的移動速率。頻率會瞬間改變，相對於相位是連續的。

內部調變訊號是有 50% 工作週期的方波。您可以設定內部 FSK 頻率是從 2 mHz 到 100 kHz。



頻率移鍵調變

脈衝寬度調變 (PWM) PWM 用在數位音訊應用、電動機控制電路、電源供應器切換設備以及其他控制應用中。Agilent 33220A 提供脈衝波形的 PWM，PWM 是脈衝波形所支援的唯一調變類型。在 PWM 中，會將調變波形的振幅做數位取樣，並使用此振幅來控制脈衝波形的脈衝寬度或工作週期。



脈衝寬度調變

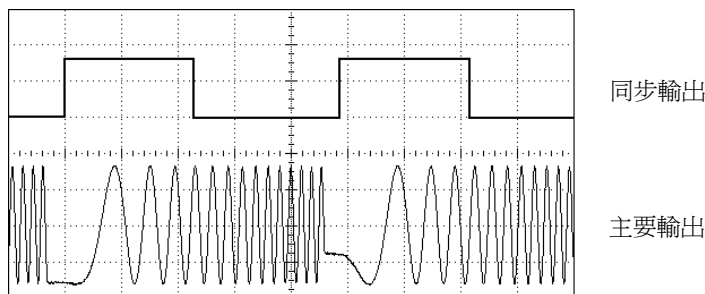
已調變波形相對於脈衝波形的脈衝寬度變化稱為寬度偏差。偏差也可以使用工作週期來表示（參照脈衝波形週期的百分比），稱做工作週期偏差。在 PWM 中，寬度或工作週期的偏差在原始脈衝波形的脈衝寬度或工作週期周圍是對稱的。例如，如果您指定工作週期為 10% 的脈衝波形，接著再指定工作週期偏差為 5% 的 PWM，則調變波形在調變波形的控制下會擁有工作週期在 5% 與 15% 之間變化的脈衝。

頻率掃描

頻率掃描相似於 FM，但是沒有使用調變波形。函數產生器會根據線性或對數函數設定輸出頻率。在線性掃描中，輸出頻率以固定「每秒 1 赫茲」的形式改變。在對數掃描中，輸出頻率固定以「每秒八度音」或「每秒十度音」的形式改變。對數掃描對涵蓋大範圍的頻率而言很有用，在範圍大的頻率中，線性掃描可能會遺失低頻率的解析度。

您可以使用內部觸發來源或外部硬體觸發來源來產生掃描。當內部來源被選取時，函數產生器輸出連續掃描，其速率由指定的掃描時間決定。當外部來源被選取時，函數產生器會接收套用在背板觸發輸入連接器的硬體觸發。函數產生器每次從觸發輸入接收一個 TTL 脈衝時，就會啟動一個掃描。

掃描是由有限數目的小頻率步進所組成的。既然每一個步進花費相同的時間量，較長的掃描有更小的步進，因此有較好的解析度。掃描中離散頻率點的數目根據您選取的掃描時間由函數產生器自動計算。

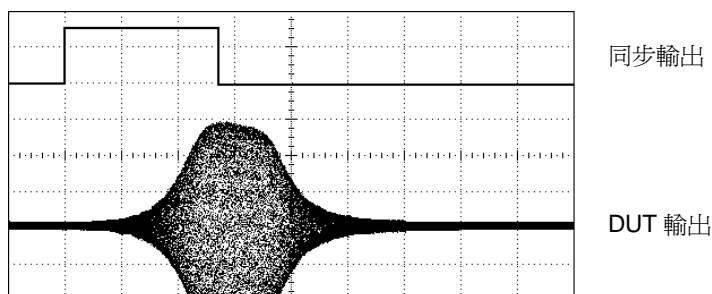


頻率掃描

對觸式發掃描而言，觸發來源可以是一個外部訊號、**Trigger** 鍵、或是從遠端介面接收的指令。外部觸發訊號的輸入是從背板的觸發輸入連接器。這個連接器接受 TTL 相容位準並且會參考底座接地線（不是浮動接地線）。不當作輸入時，觸發輸入連接器可以設定成啓用 33220A 的輸出，以便在發生內部觸發時，可以同時觸發其他儀器。

同步與游標訊號 面板同步連接器的輸出，在每次掃描一開始的時候都走向「高」。如果您已經停用游標功能，則同步訊號在掃描中間點時會變「低」。然而，如果您已經啟用游標功能，則當輸出頻率到達指定的游標頻率時，同步訊號會變「低」。游標頻率必須介於指定的啓始頻率與停止頻率之間。

您可以使用游標功能來辨認正在測試裝置 (DUT) 回應的顯著頻率 – 例如，您可能想要辨認諧振。此時，您可以連接同步輸出到一個示波器的頻道，並且將 DUT 輸出連接到另一個頻道。然後，使用同步訊號的上升邊緣觸發示波器，將起始頻率定位在螢幕的左側。調整游標頻率直到同步訊號的下降緣與裝置的回應中您感興趣的位置對齊為止。然後您可以從 33220A 的面板顯示屏讀取頻率。

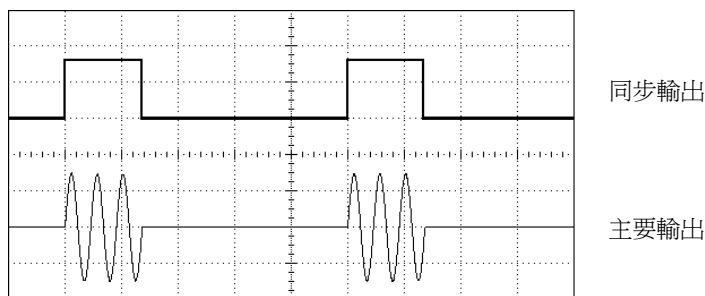


使用游標在 DUT 諧振處的掃描

叢發

您可以設定函數產生器來輸出指定循環數目的波形，稱為叢發。您可以在二種模式中的任一種使用叢發：**N 個循環叢發**（也稱為「觸發式叢發」）或是**閘門叢發**。

N 個循環叢發 N 個循環叢發是由指定的波形循環數目所組成（1 到 50,000），而且總是由觸發事件所起始。您也可以設定叢發計數為「無限」，一旦函數產生器被觸發時，會產生連續波形。



3 個循環的叢發波形

叢發的觸發源可以是外部訊號、內部定時器、**Trigger** 鍵、或是從遠端介面接收的指令。外部觸發訊號的輸入是從背板觸發輸入連接器。這個連接器接收 TTL 相容位準並且參考底座接地線（不是浮動接地線）。不當作輸入時，觸發輸入連接器可以設定成啓用 33220A 的輸出，以便在出現內部觸發時，同時觸發其他儀器。

N 循環叢發永遠會在波形中同一個點開始與結束，稱為起始相位。0° 對應波形記錄的起始位置，360° 對應波形記錄的結束位置。

閘門叢發 在閘門叢發模式中，輸出的波形可能是「開」或「關」，依據套用在背板觸發輸入連接器的外部訊號位準而定。當閘門訊號是「真」時，函數產生器會輸出連續的波形。當閘門訊號是「假」時，目前的波形循環會完成，然後當波形維持在對應於選取波形的啓用叢發相位的電壓位準時，函數產生器會停止執行。對於雜訊波形，如果閘門訊號為假，則立即停止輸出。

規格

波形

標準：正弦波、方波、斜波、三角波、脈衝、雜訊、dc 電壓

內建式任意波形：指數上升、指數下降、三角波、Sin(x)/x、Cardiac。

波形特性

正弦波

頻率：1 μ Hz 到 20 MHz，
1 μ Hz 解析度

振幅平坦度：[1], [2]

	(相對於 1 kHz)
< 100 kHz	0.1 dB
100 kHz 到 5 MHz	0.15 dB
5 MHz 到 20 MHz	0.3 dB

諧波失真：[2], [3]

	< 1 Vpp	\geq 1 Vpp
dc 到 20 kHz	-70 dBc	-70 dBc
20 kHz 到 100 kHz	-65 dBc	-60 dBc
100 kHz 到 1 MHz	-50 dBc	-45 dBc
1 MHz 到 20 MHz	-40 dBc	-35 dBc

總諧波失真：[2], [3]

dc 到 20 kHz 0.04%

雜波 (非諧波) 失真：[2], [4]

dc 到 1 MHz -70 dBc
1 MHz 到 20 MHz -70 dBc +6 dB/ 八度音

相位雜訊
(10 kHz 偏移)：-115 dBc / Hz，典型

方波

頻率：1 μ Hz 到 20 MHz，
1 μ Hz 解析度

上升 / 下降時間：< 13 ns

過衝量：< 2%

可調工作週期：20% - 80% (到 10 MHz)
40% - 60% (到 20 MHz)

非對稱 (@ 50% 工作週期)：週期的 1% + 5 ns

抖動 (RMS)：1 ns + 週期的 100 ppm

斜波、三角波

頻率：1 μ Hz 到 200 kHz，
1 μ Hz 解析度

線性度：< 峰值輸出的 0.1%

可調對稱性：0.0% 到 100.0%

脈衝

頻率：500 μ Hz 到 5 MHz，
1 μ Hz 解析度

脈衝寬度
(週期 \leq 10 s)：最小為 20 ns，
10 ns 解析度

可調邊緣時間：< 13 ns 到 100 ns

過衝量：< 2%

抖動 (RMS)：300 ps + 週期的 0.1 ppm

雜訊

頻寬：10 MHz，典型

任意波形

頻率：1 μ Hz 到 6 MHz，
1 μ Hz 解析度

波形長度：2 到 64K 點

振幅解析度：14 位元 (包括符號)

取樣速率：50 MSa/s

最小上升 / 下降時間：35 ns，典型

線性度：< 峰值輸出的 0.1%

穩定時間：< 250 ns 到最終值的
0.5%

抖動 (RMS)：6 ns + 30 ppm

不變性記憶體：4 個波形

一般特性

振幅

範圍：
輸入 50Ω: 10 mVpp 到 10 Vpp
輸入開放電路: 20 mVpp 到 20 Vpp

精確度 (在 1 kHz): [1], [2] 設定的 $\pm 1\%$
 ± 1 mVpp

單位: Vpp, Vrms, dBm

解析度: 4 位數

dc 偏移

範圍 (峰值 AC + DC): ± 5 V 輸入 50Ω
 ± 10 V 輸入開放電路

精確度: [1], [2] 偏移設定的 $\pm 2\%$
振幅的 $\pm 0.5\% \pm 2$ mV

解析度: 4 位數

主輸出

阻抗: 50Ω, 典型

絕緣: 最大對地值 42 Vpk

保護: 短路保護, 過載繼電器
自動停用主輸出

內部頻率參考

精確度: [5] ± 10 ppm (90 天內),
 ± 20 ppm (1 年之內)

外部頻率參考 (選項 001)

背板輸入:
鎖定範圍: 10 MHz \pm 500 Hz
位準: 100 mVpp 到 5 Vpp
阻抗: 1 kΩ 典型, AC 耦合
鎖定時間: < 2 秒鐘

背板輸出:
頻率: 10 MHz
位準: 632 mVpp (0 dBm), 典型
阻抗: 50 Ω 典型, AC 耦合

相位偏移:

範圍: +360 到 -360 度

解析度: 0.001 度

精確度: 20 ns

調變

AM

載波波形: 正弦波、方波、斜波、
任意波

訊號源: 內部 / 外部

內部調變: 正弦波、方波、斜波、
三角波、雜訊和任意波
(2 mHz 到 20 kHz)

深度: 0.0% 到 120.0%

FM

載波波形: 正弦波、方波、斜波、
任意波

訊號源: 內部 / 外部

內部調變: 正弦波、方波、斜波、
三角波、雜訊和任意波
(2 mHz 到 20 kHz)

偏差: DC 到 10 MHz

PM

載波波形: 正弦波、方波、斜波、
任意波

訊號源: 內部 / 外部

內部調變: 正弦波、方波、斜波、
三角波、雜訊和任意波
(2 mHz 到 20 kHz)

偏差: 0.0 到 360.0 度

PWM

載波波形: 脈衝

來源: 內部 / 外部

內部調變: 正弦波、方波、斜波、
三角波、雜訊和任意波
(2 mHz 到 20 kHz)

偏差: 脈衝寬度的 0% 到
100%

FSK

載波波形： 正弦波、方波、斜波、任意波
訊號源： 內部 / 外部
內部調變： 工作週期為 50% 的方波 (2 mHz 到 100 kHz)

外部調變輸入 ^[6] (適用於 AM、FM、PM 和 PWM)

電壓範圍： ± 5V 滿刻度
輸入阻抗： 5kΩ 典型
頻寬： DC 到 20kHz

掃描

波形： 正弦波、方波、斜波、任意波
類型： 線性或對數
方向： 向上或向下
掃描時間： 1 ms 到 500 s
觸發： 單一，外部或內部
游標： 同步訊號的下降邊緣 (可程式設定頻率)

叢發 ^[7]

波形： 正弦波、方波、斜波、三角波、脈衝、雜訊、任意波
類型： 計數 (1 到 50,000 個循環)，無限循環，閘門式
起始 / 停止相位： -360 到 +360 度
內部週期： 1 μs 到 500 s
閘門來源： 外部觸發
觸發源： 單一，外部或內部

觸發特性

觸發輸入：
輸入位準： TTL 相容
斜率： 上升或下降，可選擇
脈衝寬度： > 100ns
輸入阻抗： > 10 kΩ，DC 耦合
潛伏： < 500 ns
抖動 (RMS)： 6 ns (脈衝為 3.5 ns)
觸發輸出：
位準： TTL 相容
≥ 1 kΩ
脈衝寬度： > 400 ns
輸出阻抗： 50 Ω，典型
最大速度： 1 MHz
扇出： ≤ 4 台 Agilent 33220A

程式設定時間 (典型)

組態設定時間

	USB 2.0	LAN (VX1-11)	GPIO
函數變更	117 ms	118 ms	116 ms
頻率變更	3 ms	5 ms	2 ms
振幅變更	33 ms	36 ms	35 ms
選取使用者任意波	129 ms	130 ms	127 ms

任意波下載時間 (二進位傳輸)

	USB 2.0	LAN (VX1-11)	GPIO
64K 點	101 ms	208 ms	342 ms
16K 點	26 ms	53 ms	82 ms
4K 點	8 ms	18 ms	20 ms

下載時間並不包括設定或輸出時間。

一般規格

電源供應：	CAT II 100 到 240 V @ 50/60 Hz (-5% , +10%) 100 到 120 V @ 400 Hz (± 10%)
功率消耗：	最大 50 VA
操作環境：	IEC 61010 污染指數 2 戶內使用
操作溫度：	0 °C 到 55 °C
操作溼度：	5% 到 80% RH , 非露點
操作高度：	最高可達 3000 公尺
存放溫度：	-30 °C 到 70 °C
狀態儲存記憶體：	自動儲存電源關閉時狀態。四個使用者可設定的儲存狀態。
介面：	GPIB、USB 和 LAN 標準
語言：	SCPI - 1993 , IEEE-488.2
尺寸 (寬 x 高 x 長)：	
桌上型：	261.1 mm x 103.8 mm x 303.2 mm
機架型：	212.8 mm x 88.3 mm x 272.3 mm
重量：	3.4 kg (7.5 lbs)
安全設計符合：	UL-1244、CSA 1010、 EN61010
EMC 測試符合：	MIL-461C、EN55011、 EN50082-1
震動和衝擊：	MIL-T-28800、III 類、5 級
聽覺噪音：	30 dBa
暖機時間：	1 小時
保固：	標準 3 年保固

註：本規格如有變更，恕不另行通知。如需最新版的規格，請瀏覽 Agilent 33220A 產品網頁，尋找產品資料清單。

www.agilent.com/find/33220A

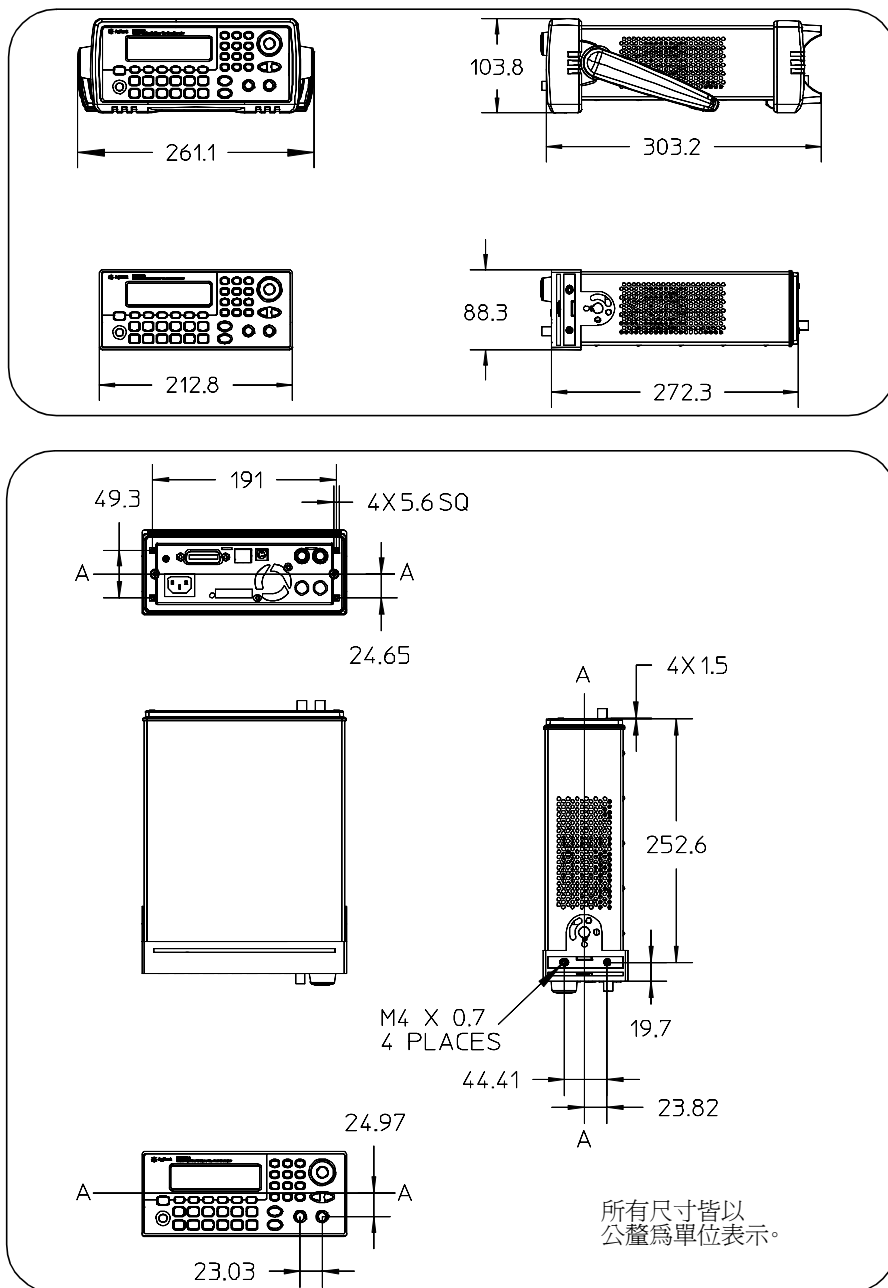
此 ISM 儀器符合 Canadian ICES-001。



註腳：

- ¹ 在 18 °C 到 28 °C 之外的操作，每 1°C 增加輸出振幅和偏移規格的 1/10。
- ² 啟用自動範圍設定。
- ³ dc 偏移設定為 0 V。
- ⁴ 低振幅時的雜波失真受限於 -75 dBm (典型)。
- ⁵ 在 18 °C 到 28 °C 之外的操作，每 1°C (平均) 增加 1 ppm。
- ⁶ FSK 使用觸發輸入 (最大值 1 MHz)。
- ⁷ 在 6 MHz 以上的正弦波與方波波形只允許「無限」叢發數目。

產品尺寸



如果您有任何有關 **Agilent 33220A** 操作的問題，請電洽美國
1-800-452-4844，或聯絡最近的安捷倫科技業務處。

符號

*CLS 指令 243
 *ESE 指令 242
 *IDN? 指令 226
 *LRN? 指令 229
 *OPC 指令 201, 209, 229, 243
 *OPC? 指令 201, 209, 229
 *PSC 指令 243
 *RCL 指令 224
 *RST 指令 228
 *SAV 指令 223
 *SRE 指令 240
 *STB? 指令 236, 240
 *TRG 指令 201, 209, 211
 *TST? 指令 228
 *WAI 指令 201, 209, 229

數字

10 MHz 輸入 231
 10 MHz 輸入連接器 231
 10 MHz 輸出連接器 231
 33220A 附帶的光碟 CD-ROM 280
 33220A 總覽 2

A

Agilent 快速 7
 AM 74
 指導說明 305
 面板操作 36
 載波波形 74
 載波頻率 74
 調變來源 77, 180
 調變波形 75
 調變波形形狀 180
 調變深度 76, 181, 305
 調變頻率 180
 總覽 179
 AM:DEPT_H 指令 181
 AM:INT_{ER}NAL:FREQuency 指令 180

AM:INT_{ER}NAL:FUNCTioN 指令 180
 AM:SOURce 指令 180
 AM:STATe 指令 181
 APPLy 指令 155
 執行的動作 155
 APPLy:DC 指令 160
 APPLy:NOISe 指令 160
 APPLy:PULSe 指令 160
 APPLy:RAMP 指令 160
 APPLy:SINusoid 指令 159
 APPLy:SQUare 指令 159
 APPLy:USER 指令 160
 APPLy? 指令 161

B

BNC
 調變輸入 77, 82, 89, 94
 BURSt
 :GATE:POLarity 指令 210, 212
 :INT_{ER}NAL:PERiod 指令 207
 :MODE 指令 206
 :NCYCles 指令 207
 :PHASe 指令 208
 :STATe 指令 208

C

CALibration
 :COUNT? 指令 245
 :SECure:CODE 指令 244
 :SECure:STATe 指令 244
 :SETup 指令 244
 :STRing 指令 245
 :VALue 指令 244
 CALibration? 指令 244
 cardiac 波形 214
 CD-ROM, 連線軟體 15

D

DATA

:ATTRibute:CFACTOR? 指令 222
 :CATalog? 指令 220
 :COPY 指令 218
 :DAC VOLATILE 指令 216
 :DELeTe 指令 221
 :DELeTe:ALL 指令 221
 :NVOLatile:CATalog? 指令 220
 :NVOLatile:FREE? 指令 221
 DATA VOLATILE 指令 215
 dBc 299
 dBm 62, 173, 304
 DC 電壓
 設定 22
 DDS 291
 DHCP 49
 DHCP On/Off 129
 DISPlay
 :TEXT 指令 227
 :TEXT:CLEar 指令 228
 DISPlay 指令 227
 DNS 伺服器 132

E

EOI 248

F

FM 78
 指導說明 305
 偏差 306
 載波波形 78
 載波頻率 79
 調變來源 82, 183
 調變波形 80
 調變波形形狀 183
 調變頻率 80, 184
 頻率偏差 81, 184
 總覽 182
 FM:DEViation 指令 184
 FM:INT_{ER}NAL:FREQuency 指令 184

FM:INteRnal:FUNcTIon 指令
183

FM:SOURce 指令 183

FM:STATe 指令 185

FORMat:BORDeR 指令 218

FREQuency 指令 164

FREQuency:CENTeR 指令 199

FREQuency:SPAN 指令 200

FREQuency:STARt 指令 199

FREQuency:STOP 指令 199

FREQuency? 指令 164

FSK 87

"跳躍" 頻率 88, 190

FSK 速率 39, 88, 191

指導說明 305

面板操作 38

載波頻率 87

調變來源 89, 190

調變波形 87

總覽 189

FSK 速率 39

FSK:SOURce 指令 190

FSKey:FREQuency 指令 190

FSKey:INteRnal:RATE 指令
191

FSKey:STATe 指令 191

FUNcTIon

PULSe

DCYCLe 指令 177

HOLD 指令 175

TRANSition 指令 178

WIDTh 指令 176

FUNcTIon USER 指令 220

FUNcTIon 指令 162

FUNcTIon:RAMP:SYMMetry 指
令 171

FUNcTIon:RAMP:SYMMetry?
指令 171

FUNcTIon:SQUare:DCYCLe 指令
170

FUNcTIon:SQUare:DCYCLe? 指
令 170

FUNcTIon:USER 指令 219

FUNcTIon? 指令 162

G

GPIB

位址 128, 129

位置 48

面板組態 48

組態 48

設定位址 48

連接器 6

預設位址 48

GPIB 組態 48, 128

I

ID 字串 226

IEEE-488

位址 48, 128

面板組態 48

設定位址 48

連接器 6

預設位址 48

IEEE-488 二進位區塊格式 217

IEEE-488 服務要求 236

IP 位址 50, 130

句點標記 52

更多資訊 52

L

LAN

DHCP 129

DNS 伺服器 132

IP 位址 130

子網路遮罩 130

主機名稱 131

目前組態 133

更多資訊 133

面板組態 49

設定位址 49

閘道 131

網域名稱 132

LAN 組態 48, 128

LCD 顯示器 4

燈泡保護模式 123

M

MARKer:FREQuency 指令 202

MAV 236

MEMory:NStates? 指令 225

MEMory:STATe:DELeTe 指令
224

MEMory:STATe:NAME 指令
224

MEMory:STATe:RECall

AUTO 指令 225

MEMory:STATe:VALId? 指令
225

N

n 個循環叢發 310

O

OUTPut

:TRIGger 指令 202, 210,
212

:TRIGger:SLOPe 指令 202,
210, 212

OUTPut 指令 171

P

PHASe

:REFeRence 指令 232

:UNLock:ERRor:STATe 指令
232

PHASe 指令 231

PM 84

DEVIation 指令 188

INT 指令 187

INteRnal

FREQuency 指令 187

FUNcTIon 指令 187

SOURce 指令 187

STATe 指令 188

- 相位偏差 85, 188
- 概論 186
- 載波波形 83
- 載波頻率 84
- 調變 83
- 調變來源 86, 187
- 調變波形 84, 187
- 調變頻率 187
- PM 指令 187
- PULSe
 - :PERiod 指令 174
- PWM 90
 - DEVIation
 - DCYCLE 指令 195
 - DEVIation 指令 194
 - INTernal
 - FREQuency 指令 193
 - FUNCTion 指令 193
 - SOURce 指令 193
 - STATe 指令 196
 - 工作週期偏差 93, 195
 - 脈衝波形 90
 - 概論 192
 - 寬度偏差 92, 194
 - 調變來源 94, 193
 - 調變波形 91, 193
 - 調變頻率 193
- PWM 指令 193
- R**
- RS-232
 - 連接器 6
- RS-232 纜線 15
- S**
- SCPI
 - 指令結束字元 248
 - 參數類型 249
 - 語言總覽 246
- SCPI 版本 228
- SCPI 狀態系統 233
- SCPI 指令參考 139
- SCPI 指令摘要 141
- SCPI 修訂 126
- sin(x)/x 波形 214
- sinc 波形 214
- SRQ 236
- STATus
 - :PRESet 指令 243
 - :QUEStionable:CONDition? 指令 241
 - :QUEStionable:ENABle 指令 241
 - :QUEStionable? 指令 241
- SWEEp:SPACing 指令 200
- SWEEp:STATe 指令 200
- SWEEp:TIME 指令 200
- SYSTem
 - :BEEPer 指令 228
 - :BEEPer:STATe 指令 228
 - :ERRor? 指令 226
 - :VERSion? 指令 228
 - BEEPer 指令 229
 - COMMunicate
 - RLSTate 指令 230
- T**
- TRIGger
 - :SLOPe 指令 201, 209, 212
 - :SOURce 指令 201, 209, 211
- TRIGger 指令 211
- TXCO 時間基準 231
- U**
- UNIT
 - ANGLE 指令 232
- USB
 - 組態 48, 128
- V**
- VOLTage
 - :HIGH 指令 168
 - :HIGH? 指令 168
 - :LOW 指令 168
 - :LOW? 指令 168
 - :OFFSet 指令 167
 - :OFFSet? 指令 167
 - :RANGe:AUTO 指令 169
 - :RANGe:AUTO? 指令 169
 - :UNIT 指令 173
- VOLTage 指令 165
- VOLTage? 指令 165
- vpp 62, 173
- vrms 62, 173
- 二畫**
- 二進位下載, 任意 216
- 二進位區塊格式 217
- 三畫**
- 子網路遮罩 130
- 小數點 126
- 工 93
- 工作週期 64
 - 工作限制 164
 - 定義 64, 170
 - 面板選項 23
 - 調變限制 170
 - 頻率限制 57, 64, 170
- 四畫**
- 中心頻率, 掃描 199
- 介面 (匯流排) 觸發 111
- 介面組態 48, 128
- 介面錯誤 122, 226
- 內建任意波形 214
 - 名稱 219
- 內建的輔助系統 27
- 內部觸發 110, 201, 209, 211
- 內插 115
- 分隔數字 126
- 分類
 - 任意波形 220
 - 反膺頻濾波器 291
 - 反轉波形 67
 - 心電圖波形 214

- 手動觸發 110
- 支援, 技術 7
- 支線 299
- 文字訊息
 - 校正 136, 245
- 文意感應式說明 27
- 方波
 - 工作週期 64
 - 工作週期選項 23
 - 指導說明 296
- 方波工作週期 170
- 五畫**
 - 主機名稱 131
 - 功能表
 - 快速參考 33
 - 功能表操作 31
 - 可用訊息 (MAV) 236
 - 叫出儲存的狀態 224
 - 句點標記
 - IP 位址 52
 - 外部來源
 - AM 77
 - FSK 89
 - PM 86
 - PWM 94
 - 外部參考 231
 - 外部閘門叢發 103
 - 外部閘道模式, 叢發 204
 - 外部觸發 111, 201, 209, 211
 - 外部觸發來源 112, 113
 - 尼奎斯特取樣定理 293
 - 平衡 / 不平衡適配器效應 302
 - 本機操作 (LAN) 230
 - 正向觸發斜率 201, 209, 212
 - 正弦波頻譜純度 312
 - 立即觸發 201, 209, 211
- 六畫**
 - 交流連接器 6
 - 交換式位元組順序 218
 - 任意波形
 - 下載二進位值 216
 - 下載浮點值 215
 - 下載整數值 216
 - 內建波形 26, 214
 - 作為調變波形 119
 - 命名 118
 - 指導說明 294
 - 計算峰值係數 222
 - 面板規則 117
 - 面板操作 26
 - 振幅限制 157
 - 從面板建立 114
 - 從記憶體刪除 221
 - 規則 119
 - 錯誤訊息 276
 - 總覽 213
 - 點內插 115
 - 任意波形限制 166
 - 同步訊號 309
 - 同步連接器 68
 - 為所有波形函數 68
 - 啟動 / 關閉 69
 - 同步連接器 202
 - 名稱
 - 任意波形 118
 - 儲存狀態 120
 - 儲存的狀態預設值 224
 - 字串
 - 錯誤 251
 - 安全
 - 校正 134
 - 尖峰頻率偏差 (FM) 184
 - 托架傳回 248
 - 有問題的資料暫存區
 - 位元定義 238
 - 指令 241
 - 動作 238
 - 百分比調變 (AM) 76, 181, 305
 - 自我測試 123, 228
 - 自我測試錯誤訊息 272
 - 自訂名稱
 - 任意波形 118
 - 儲存狀態 120, 224
- 自動範圍 300
- 自動選擇範圍, 振幅 66
- 七畫**
 - 串列介面
 - 連接器 6
 - 位元定義
 - 有問題的資料暫存區 238
 - 狀態位元組暫存區 235
 - 標準事件暫存區 239
 - 位元組順序, 二進位區塊傳輸 218
 - 位址
 - GPIO 48, 128, 129
 - 位移
 - 任意波形限制 167
 - 負載限制 167
 - 振幅限制 167
 - 佇列, 錯誤 122, 226
 - 低位準 168
 - 設定 21
 - 刪除任意波形 221
 - 刪除儲存的狀態 224
 - 均方根 303
 - 均方根電壓 303
 - 序列暫停區 236
 - 快速入門 13
 - 快速參考, 指令 141
 - 抖動 299
 - 技術支援 7
 - 系統錯誤 122, 226
 - 角度 207
 - 叢發相位 208
 - 角度, 相位 (叢發) 207
 - 防撞器, 移除 29
- 八畫**
 - 函數
 - 允許調變 55
 - 容許的調變模式 162
 - 振幅限制 55
 - 脈衝週期限制 175
 - 頻率限制 55

- 命名儲存狀態
 - 面板操作 47
- 底座接地 6
- 服務要求 (SRQ) 236
- 波形
 - 點內插 115
- 波形反轉 67
- 波形指導 289
- 波形缺陷 299
- 波形極性 67
- 波形輸出
 - 啟動 / 關閉 66, 171
 - 連接器 66
 - 極性 67
- 版本, SCPI 228
- 狀態位元組暫存區
 - 位元定義 235
 - 指令 240
 - 動作 235
- 狀態系統 233
- 狀態暫存區 233
 - 有問題的資料暫存區 238
 - 事件暫存區 233
 - 狀況暫存區 233
 - 狀態位元組暫存區 235
 - 啟動暫存區 233
 - 暫存區圖示 234
 - 標準事件暫存區 239
- 狀態儲存 120, 223
 - 位置命名 224
 - 命名 120
 - 面板操作 47
 - 從面板上命名 47
 - 關機叫出 120
- 直流位移
 - 任意波形限制 167
 - 負載限制 167
 - 振幅限制 167
- 直流偏移
 - 任意波形限制 60, 158
 - 負載限制 60, 158
 - 面板選項 20
 - 振幅限制 60, 158
- 直流電壓 166
 - 面板選項 20
- 直接數位合成 291
- 空白顯示器 123
- 阻抗, 負載 35
- 九畫
 - 亮度, 顯示 123
 - 指令參考 139
 - 指令參數類型 249
 - 指令結束字元 248
 - 指令摘要 141
 - 指令錯誤 122, 226
 - 指令觸發 211
 - 指數下降波形 214
 - 指數上升波形 214
 - 指導 289
 - 洩漏錯誤 294
 - 相位 (叢發) 107
 - 相位, 叢發 207
 - 相位偏差
 - 相位偏差 85
 - 相位偏移
 - 相位鎖定 231
 - 相位單位
 - 叢發相位 208
 - 相位量化錯誤 299
 - 相位調變
 - 相位偏差 188
 - 概論 186
 - 載波波形 83
 - 載波頻率 84
 - 調變 86
 - 調變來源 187
 - 調變波形 84, 187
 - 調變頻率 187
 - 相位錯誤 299
 - 相位鎖定 231
 - 未鎖定的錯誤 232
 - 相位偏移 231
 - 背板連接 231
 - 相位雜訊 299, 312
- 背板
 - 連接器 6
 - 總覽 6
- 計數
 - 叢發 207
- 計數 (叢發) 105
- 負向觸發斜率 201, 209, 212
- 負斜波 214
- 負載 35, 63
- 負載阻抗 300
- 負載終端 35
- 重設 35, 228
- 面板
 - 建立任意波形 114
 - 連接器 3
 - 數字格式 126
 - 數字輸入 5
 - 總覽 3
 - 顯示啟動 / 關閉 227
 - 顯示開啓 / 關閉 125
 - 顯示器總覽 4
- 面板功能表
 - 快速參考 33
- 面板功能表操作 31
- 面板組態
 - LAN 49
- 面板選項 18
- 音調
 - 啓用 / 停用 229
 - 啟動 / 關閉 228
- 十畫
 - 修訂, SCPI 126
 - 修訂, 韌體 126
 - 容許的錯誤編號 226
 - 峰值係數 303
 - 峰值係數, 任意波形 222
 - 峰值電壓 303
 - 峰值頻率偏差 (FM) 81
 - 峰對峰電壓 303
 - 強度 207
 - 振幅 18

- dBm 限制 165
- 任意波形限制 58, 157
- 位移限制 165
- 指導說明 300
- 負載限制 58, 156, 165
- 高位準 / 低位準 166
- 偏移限制 58
- 單位 62
- 單位限制 58
- 距離保持 66
- 振幅單位
 - 轉換 18
- 振幅調變 74, 78
 - 指導說明 305
 - 面板操作 36
 - 載波波形 74
 - 載波頻率 74
 - 調變來源 77, 180
 - 調變波形 75
 - 調變波形形狀 180
 - 調變深度 76, 181, 305
 - 調變頻率 180
 - 總覽 179
- 時間, 掃描 200
- 校正
 - 安全碼 134
 - 指令 244
 - 訊息 136
 - 設定 244
 - 設定安全限制 244
 - 解除安全限制 244
 - 錯誤訊息 274
 - 儲存文字訊息 245
 - 讀取次數 245
 - 讀取計數 135
- 校正證明 15
- 氣流 30
- 浮點下載, 任意 215
- 留置範圍 169
- 窄頻 FM 306
- 缺陷, 訊號 299
- 脈衝
 - 面板設定 24
- 脈衝工作週期
 - 定義 177
- 脈衝波形
 - 指導說明 296
 - 脈衝週期 70
 - 邊緣時間 178
- 脈衝週期 174
 - 函數限制 175
- 脈衝寬度 24, 71, 72, 176
 - 定義 174, 176
- 脈衝寬度調變 90
 - 工作週期偏差 93, 195
 - 脈衝波形 90
 - 概論 192
 - 寬度偏差 92, 194
 - 調變來源 94, 193
 - 調變波形 91, 193
 - 調變頻率 193
- 脈衝邊緣時間 73
- 衰減器設定 169
- 訊息
 - 校正 136, 245
 - 錯誤 251
- 訊號缺陷 299
- 訊號器 123
- 起始相位 (叢發) 107
- 起始相位, 叢發 207
- 起始頻率, 掃描 199
- 高位準 168
 - 設定 21
- 高阻抗負載 63
- 高組抗負載 35, 63
- 高斯雜訊 160
- 十一畫
- 偏差 (FM) 81, 184
- 偏差 (PM) 188
- 偏差, FM 調變 306
- 偏移
 - 任意波形限制 60, 158
 - 負載限制 60, 158
 - 面板選項 20
- 振幅限制 60, 158
- 動作完成 229
- 區塊格式, 二進位 217
- 參考, 外部 231
- 參數類型 249
- 密碼, 校正 134
- 接地迴路 300
- 掃描 95, 308
 - 中心頻率 97, 199
 - 外部觸發來源 112
 - 同步訊號 96, 97
 - 面板操作 40, 42
 - 起始頻率 96, 199
 - 掃描時間 98, 200
 - 游標頻率 99, 202
 - 結束頻率 96, 199
 - 間隔 98
 - 線性與對數 98, 308
 - 線性與對數間隔比較 200
 - 頻率擴展 200
 - 頻距 97
 - 總覽 197
 - 觸發來源 100
 - 觸發輸出 113
 - 觸發輸出訊號 101
- 斜波
 - 對稱 171
- 斜波波形
 - 對稱 65
- 斜率 (觸發)
 - 觸發輸入 201
 - 觸發輸出 201
- 斜率, 觸發 201, 209, 212
- 掃描 100
- 叢發 108
- 深度, AM 調變 305
- 產品規格 311
- 產品總覽 2
- 產品體積 316
- 移除任意波形 221
- 移除儲存的狀態 224
- 組態
 - GPIB 48, 128

LAN 48, 128, 133
USB 48, 128
遠端介面 48, 128
終端 35, 63
10 MHz 輸入 231
10 MHz 輸出 231
同步輸出 68, 202
調變輸入 77, 89, 94
觸發輸入 112
觸發輸出 113, 202, 210, 212
終端負載 300
終端機
調變輸入 82
輸出 171
規格 311
設定
預設 137
設定位址
LAN 49
設備 ID 字串 226
設備自我測試 228
設備狀態儲存 223
設備校正
設定安全限制 244
儲存文字訊息 245
軟鍵標籤 4
軟體 (匯流排) 觸發 201, 209, 211
軟體 (匯流排) 觸發 111
軟體, 連線 15
軟體修訂 126
逗號分隔字元 126
連接器 231
同步輸出 68, 202
調變輸入 77, 82, 89, 94
輸出 171
觸發輸入 112
觸發輸出 113
連接器 10 MHz 輸出 231

十二畫

單位
作為指令的一部份 173
叢發相位 208
轉換電壓 18
單位, 振幅 62
單位, 電壓 156
循環計數
叢發 207
循環計數 (叢發) 105
循環數, 叢發 207
提手
改變位置 16
提手, 移除 29
提把
改變位置 16
提把, 移除 29
換行 248
游標訊號 309
游標頻率 99, 202
測試 123, 228
發售內容物 15
程式相關指令 139
程式設計總覽 153
程式範例 279
結束字元, 指令 248
結束或識別訊息 248
結束頻率, 掃描 199
距離保持, 振幅 66
週期
面板選項 17
脈衝波形 70
叢發模式 106
週期, 脈衝 174
量化錯誤 299
韌體修訂 126

十三畫

匯流排
介面組態 48, 128
匯流排 (軟體) 觸發 201, 209, 211

匯流排觸發 111, 211
極性 67
極性, 波形 67
極性, 觸發 201, 209, 212
溫度過度負荷 30
當地語言, 說明 28
裝置清除 250
"跳躍" 頻率 (FSK) 88, 190
跳躍頻率 38
過載, 電壓 66
過載, 輸出 171
過熱 30
閘門叢發 103, 310
閘道位址 131
閘道極性 (叢發) 210, 212
閘道叢發模式 204
電阻, 負載 35, 300
電源連接器 6
電源線, 串列纜線 15
電源轉換器 15
電壓自動範圍 300
電壓自動選擇範圍 66
電壓單位 62, 156, 173
轉換 18
電壓過載 66
電壓範圍自動設定 169
零相位參考 232
預設設定 137

十四畫

嗶聲
啟動 / 關閉 228
圖表模式 25
對比, 顯示 123
對稱 65
定義 65
對稱定義 171
對數掃描 200
網域名稱 132
語言
SCPI 總覽 246
語言, 說明系統 28

- 語法, SCPI 指令 141
- 說明系統
 - 語言選項 28
- 輔助系統 27
- 遠端 (匯流排) 觸發 111
- 遠端] 介面
 - 組態 48
- 遠端介面
 - 組態 48, 128
- 遠端控制介面
 - 指令參考 139
 - 指令摘要 141
- 遠端控制錯誤
 - "資料超出範圍" 錯誤 263
- 遠端錯誤 122, 226
 - "設定衝突" 錯誤 255
 - "資料超過範圍" 錯誤 263
- 任意波形錯誤 276
- 自我測試錯誤 272
- 查詢錯誤 270
- 校正錯誤 274
- 執行錯誤 255
- 儀器錯誤 271
- 遠端觸發 211
- 鳴叫
 - 啟用 / 停用 229
- 十五畫**
- 儀器自我測試 123
- 儀器狀態
 - 叫出關機狀態 225
 - 從面板上命名 47
 - 從面板上儲存 47
- 儀器狀態儲存 120
 - 命名 120
- 關機叫出 120
- 儀器重設 35, 228
- 儀器校正
 - 指令 244
 - 錯誤訊息 274
 - 讀取次數 245
- 儀器規格 311
- 儀器錯誤 122, 226
- 儀器總覽 2
 - 寬度, 脈衝
 - 定義 176
 - 寬度偏差代表原始脈衝波形的寬度
 - 與調變波形的寬度差異 92
- 寬頻 FM 306
- 數字輸入 5
- 數字鍵盤 5
- 數值輸入 5
- 暫存區, 狀態 233
- 暫存區圖示, 狀態暫存區 234
- 標準事件暫存區
 - 位元定義 239
 - 指令 242
 - 動作 239
- 標頭, 二進位區塊 217
- 範例
 - 程式設計 279
- 範圍自動設定 169
- 範圍保留 300
- 線性內插 115
- 線性掃描 200
- 調變 36, 87
 - AM 74
 - FM 78
 - FSK 87
 - PM 83
 - PWM 90
 - 指導說明 305
- 調變來源
 - AM 77
 - FSK 89
 - PM 86
 - PWM 94
- 調變深度 (AM) 76, 181, 305
- 調變深度, 百分比調變 36
- 調變輸入連接器 77, 82, 89, 94
- 十六畫**
- 學習字串 229
- 整數下載, 任意 216
- 橡膠防撞器, 移除 29
- 機架裝置套件 30
- 燈泡保護模式 123
- 螢幕 4
 - 數字格式 126
 - 顯示訊息 125, 227
- 螢幕空白 123
- 螢幕保護模式 123
- 螢幕啓用 / 關閉 227
- 螢幕開啓 / 關閉 125
- 螢幕對比 123
- 諧波失真 312
- 輸出
 - 啓動 / 關閉 66, 171
 - 連接器 66
 - 極性 67
- 輸出函數
 - 允許調變 55
 - 容許的調變模式 162
 - 振幅限制 55
 - 脈衝週期限制 175
 - 頻率限制 55
- 輸出波形
 - 極性 67
- 輸出阻抗 300
- 輸出負載 63
- 輸出振幅
 - dBm 限制 165
 - 任意波形限制 58, 157, 166
 - 位移限制 165
 - 指導說明 300
 - 負載限制 58, 156, 165
 - 面板選項 18
 - 高位準 / 低位準 166
 - 偏移限制 58
 - 單位 62
 - 單位限制 58
 - 距離保持 66
- 輸出終端 35, 63, 300
- 輸出連接器 171
- 輸出單位 62
 - dBm 限制 173

- 輸出週期
 - 面板選項 17
- 輸出極性 67
- 輸出過載 171
- 輸出電阻 35
- 輸出頻率
 - 工作週期限制 57, 164
 - 函數限制 57, 156, 164
 - 面板選項 17
 - 叢發限制 57
- 錯誤 122, 226
 - "設定衝突" 錯誤 255
 - "資料超出範圍" 錯誤 263
 - "資料超過範圍" 錯誤 263
 - 由於相位未鎖定 232
 - 任意波形錯誤 276
 - 自我測試錯誤 272
 - 查詢錯誤 270
 - 容許的編號 226
 - 校正錯誤 274
 - 執行錯誤 255
 - 與裝置有關的錯誤 269
 - 儀器錯誤 271
- 錯誤訊息 251
- 頻率
 - 工作週期限制 57, 164
 - 函數限制 57, 156, 164
 - 面板選項 17
 - 掃描時間 98
 - 叢發限制 57
- 頻率偏差 (FM) 81, 184, 306
- 頻率掃描 95, 308
 - 中心頻率 97, 199
 - 外部觸發來源 112
 - 同步訊號 96, 97
 - 面板操作 40, 42
 - 起始頻率 96
 - 掃描時間 200
 - 游標頻率 99, 202
 - 結束頻率 96, 199
 - 間隔 98
 - 線性與對數 98, 308
 - 線性與對數間隔比較 200
- 頻率擴展 200
- 頻距 97
- 總覽 197
- 觸發來源 100
- 觸發輸出 113
- 觸發輸出訊號 101
- 頻率移鍵調變
 - 請參閱 FSK
- 頻率移鍵調變, 請看 FSK 38
- 頻率調變
 - 指導說明 305
 - 偏差 306
 - 載波波形 78
 - 載波頻率 79
 - 調變來源 82, 183
 - 調變波形 80
 - 調變波形形狀 183
 - 調變頻率 80, 184
 - 頻率偏差 81, 184
 - 總覽 182
- 頻率擴展, 掃描 200
- 十七畫
- 儲存狀態 120
 - 命名 120
 - 面板操作 47
 - 從面板上命名 47
 - 關機叫出 120
- 儲存的狀態 223
 - 叫出關機狀態 225
 - 從記憶體刪除 224
 - 預設名稱 224
- 儲存的儀器狀態
 - 從記憶體刪除 224
 - 預設名稱 224
- 應用程式 279
- 總覽
 - 背板 6
 - 面板 3
 - 面板功能表 33
 - 產品 2
 - 數字輸入 5
- 顯示器 4
- 總覽, 程式設計 153
- 聲音 (訊號器) 123
- 點內插 115
- 十八畫
- 叢發 102
 - n 個循環叢發 310
 - 可用模式 204
 - 外部閘門模式 103
 - 外部觸發來源 112
 - 波形頻率 104
 - 面板操作 44
 - 起始相位 207, 310
 - 閘門叢發 310
 - 閘道極性 210, 212
 - 閘道模式 204
 - 總覽
 - 觸發式模式 204
 - 叢發相位 107
 - 叢發計數 105
 - 叢發計數 207
 - 叢發週期 106, 207
 - 叢發類型 103
 - 觸發來源 108
 - 觸發延遲 310
 - 觸發模式 103
 - 觸發輸出 113
 - 觸發輸出訊號 109
- 叢發相位
 - 角度對強度 208
- 叢發計數 105
- 濾波器, 反膺頻 291
- 翻譯語言, 說明系統 28
- 轉換 175
- 轉換時間, 脈衝 178
- 雜訊 160
- 十九畫
- 邊緣時間 178
 - 定義 178
- 邊緣時間, 脈衝 24, 73

關機叫出 120, 225

關機自動叫出 225

二十畫

觸發

內部來源 110

手動來源 110

外部 201, 209, 211

外部來源 111

立即(內部) 201, 209, 211

面板操作 46

掃描 100, 101

軟體(匯流排) 201

軟體(匯流排)來源 111

匯流排(軟體) 209, 211

叢發 108, 109

觸發來源 110, 201, 209, 211

觸發輸入連接器 112

觸發輸出訊號(掃描) 101

觸發輸出訊號(叢發) 109

觸發輸出連接器 113

觸發出口連接器

連接器

觸發輸出 210

觸發來源 201

觸發斜率 201, 209, 212

掃描 100

叢發 108

觸發輸入 201

觸發輸出 201

觸發輸入連接器 112

觸發輸出訊號 202, 210, 212

觸發輸出連接器 113

連接器

觸發輸出 202, 212

觸電危險 6

二十三畫

顯示 227

啓動/關閉 227

開啓/關閉 125

對比 123

數字格式 126

顯示訊息 125, 227

顯示,圖表模式 25

顯示亮度 123

顯示器

總覽 4

顯示燈泡保護模式 123

體積

產品 316

二十五畫以上

纜線,串列 15



Agilent Technologies

符合聲明

依據 ISO/IEC Guide 22 和 CEN/CENELEC EN 45014



廠商名稱： Agilent Technologies, Incorporated

廠商地址： 815 14th Street SW
Loveland, Colorado 80537
USA

聲明本產品

產品名稱： 20 MHz 函數 / 任意波形產生器
型號： 33220A
產品選項： 本聲明包含上述產品所有選項。

符合下列歐盟指令：

在此提及的產品符合 Low Voltage Directive 73/23/EEC 和 EMC Directive 89/336/EEC (包括 93/68/EEC) 的需求，因此帶有 CE 標誌。

符合下列產品標準：

EMC

標準

IEC 61326:1997+A1:1998 + A2 :2000 /
EN 61326:1997+A1:1998 + A2 :2001 ^[1]
CISPR 11:1990 / EN 55011:1991
IEC 61000-4-2:1995+A1:1998 / EN 61000-4-2:1995
IEC 61000-4-3:1995 / EN 61000-4-3:1995
IEC 61000-4-4:1995 / EN 61000-4-4:1995
IEC 61000-4-5:1995 / EN 61000-4-5:1995
IEC 61000-4-6:1996 / EN 61000-4-6:1996
IEC 61000-4-11:1994 / EN 61000-4-11:1994

加拿大：ICES-001:1998 ^[2]
澳洲 / 紐西蘭：AS/NZS 2064.1

限制

第 1 組 A 類
4kV CD，8kV AD
3 V/m，80-1000 MHz
0.5kV 訊號線，1kV 電源線
0.5 kV 線 - 線，1 kV 線 - 地
3V，0.15-80 MHz
電壓降：30% 10ms；60% 100ms
中斷 > 95% @ 5000ms

^[1] 本產品使用安捷倫科技測試系統在一般組態下完成測試。

^[2] 本 ISM 裝置符合加拿大 ICES-001-1998。

安全

IEC 61010-1:2001 / EN 61010-1:2001
加拿大：CSA C22.2 No. 1010.1:1992
UL 3111-1: 1994

2003 年 2 月 21 日

日期

Ray Corson

產品法規計劃管理員

如需更進一步的資訊，請與當地的安捷倫科技銷售部門、代理商或經銷商聯絡。

依據美國及國際版權法規，未經安捷倫科技公司書面同意前，不得將這份文件以任何方式或手段再制（包括電子儲存、檢索或翻譯成另一種語言）。

手冊產品編號

33220-90417，2003 年 5 月
(作為 33220-90407 手冊集訂購)

版本

第 2 版，2003 年 5 月

馬來西亞印製

Agilent Technologies, Inc.
815 14th Street S.W.
Loveland, Colorado 80537 U.S.A.

協助

安捷倫科技公司的產品均有維修合約和客戶協助合約。如需任何協助，請就近聯絡安捷倫科技的銷售與服務處。安捷倫的網站 www.agilent.com/find/assist 有更多的資訊可供利用。

商標資訊

Microsoft® 和 Windows® 是 Microsoft Corporation 在美國的註冊商標。所有其他的品牌和產品名稱都是他們個自公司的商標或註冊商標。

證明

產品出廠時，安捷倫科技保證該產品符合它所公布的規格。安捷倫科技進一步保證產品的校正符合美國國家技術標準局的規定，能滿足該組織校正設施下的規定，並適用於其他國際標準校正組織成員的品管要求。

保固

本文件包含的內容是按「目前」狀況提供，並可能在未來的版本中進行修改，而不另行通知。此外，依照相關法令可允許的最大程度，安捷倫科技對本資料及其包含之資訊不做任何明確或隱含的保證，包括（但不限於）為特定目的之商品化或適用性作隱含的保證。對本文件及其所含資訊可能包含的錯誤，或因提供、執行、使用本資料而導致的任何意外或毀損，安捷倫科技恕不負責。安捷倫和其使用者若有單獨簽署的協議書，其保固條約包括了本文件，但卻與之發生矛盾的情況時，以單獨簽署的保固條約為準。

技術許可證

本文件描述的硬體和 / 或軟體是在有許可證的情況下供應的，只能依照許可證條款使用或拷貝。

Restricted Rights Legend

If software is for use in the performance of a U.S. Government prime contract or subcontract, Software is delivered and licensed as "Commercial computer software" as defined in DFAR 252.227-7014 (June 1995), or as a "commercial item" as defined in FAR 2.101(a) or as "Restricted computer software" as defined in FAR 52.227-19 (June 1987) or any equivalent agency regulation or contract clause. Use, duplication or disclosure of Software is subject to Agilent Technologies' standard commercial license terms, and non-DOD Departments and Agencies of the U.S. Government will receive no greater than Restricted Rights as defined in FAR 52.227-19(c)(1-2) (June 1987). U.S. Government users will receive no greater than Limited Rights as defined in FAR 52.227-14 (June 1987) or DFAR 252.227-7015 (b)(2) (November 1995), as applicable in any technical data.

安全注意事項

請勿破壞電源的安全接地。請將電源線插入接地插座中。

請勿以任何非製造廠商指定的方式來使用產品。

請勿在產品上安裝替代零件或執行任何未授權的修改。需要服務與維修時，請將產品返回到安捷倫科技公司銷售與服務處，如此可以確保各項安全功能。

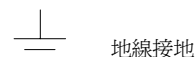
警告

警告表示存在危險性。用以提醒使用者，若未正確執行或遵守某些程序或作法等，可能會造成人員的傷亡。出現警告標誌後請勿繼續使用，務必等到了解所示狀況，並加以處理後再繼續。

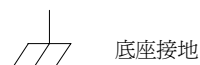
小心

小心表示存在危險性。用以提醒使用者，若未正確執行或遵守某些程序或作法等，可能會毀損產品或丟失重要的資料。出現小心標誌後請勿繼續使用，務必等到了解所示狀況，並加以處理後再繼續。

符號



地線接地



底座接地



電擊危險

警告

斷開主要電源的連線：在維修產品前，從牆上電源插座中拔下產品的電源線，並斷開電源線的連接。惟有合格、經過服務訓練的人員才可移除儀器的外殼。

為避免火災發生，請用指定類型與額定值的保險絲來取代電源保險絲。