

電量校正及示波器校正介紹



王忠成 Loyal Wang

Mobile:0933-858-050

Tel:02-22797858#15 Email: loyal@qtechasia.com

校正 (Calibration)



在特定條件下，為確認量測儀器或量測系統的器示值（或實務量具，參考物質所代表的值）和對應的由計量標準所實現的量值之間的關係的一組操作。

- **Test**：例如電源供應器,信號產生器等產生測試信號的儀器。
- **Measurement**：例如電錶,示波器,頻譜分析儀等用於量測信號的儀器。



Measurement

$T.U.R > 4 \sim 10$



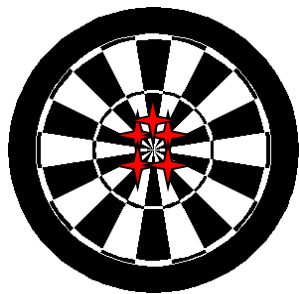
Test

準確度與穩定度

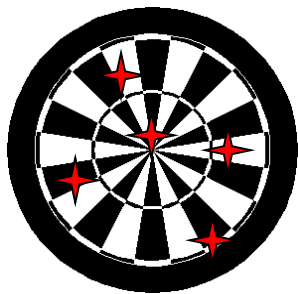


Accuracy vs. Stability

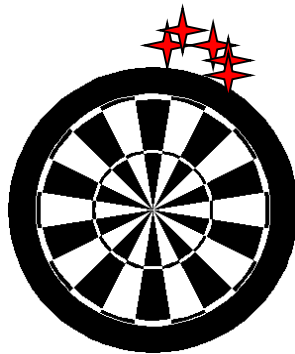
- Accuracy : 量測值與真值之間的差異
- Stability : 量測值的重複性



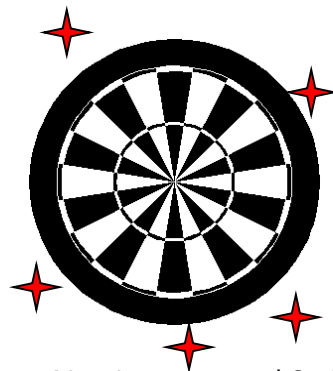
Accurate and Stable



Accurate, but not Stable



Stable, but not Accurate



Not Accurate and Stable



得邁斯科技

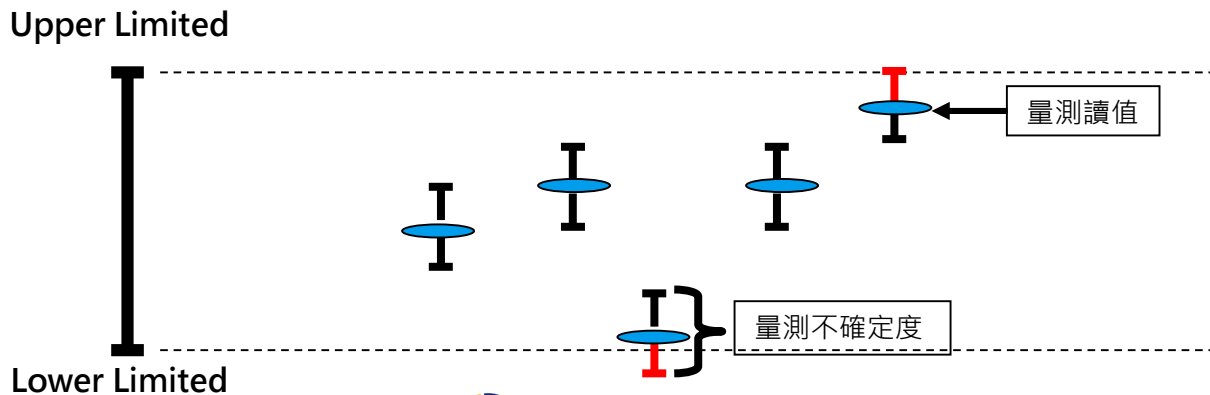
QTECH

Qtech Technologies Co., Ltd.

量測不確定度



- 與量測結果相關的參數，說明可合理賦予受測量之值的**離散程度**。
- 測試結果量測不確定度評估指引 (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) - ISO/IEC Guide 99
- 校驗實驗室,應具程序以評估所有校驗工作和校驗類型之量測不確定度 (ISO/IEC 17025 : 2017)
- 校正證書需包含量測不確定度評估 (ISO/IEC 17025 : 2017)





數位電表基本原理

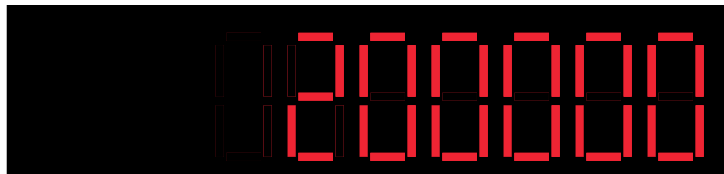


數位電表基本原理

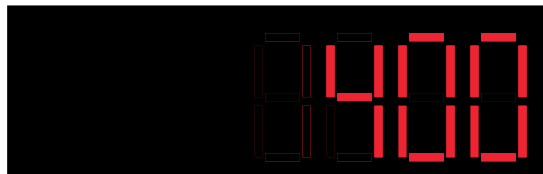


顯示解析度

以6 ½電表為例,又稱為2,000,000 Counts電表



以3 ¾電表為例,又稱為4,000 Counts電表



得邁斯科技

QTECH

Qtech Technologies Co., Ltd.

數位電表基本原理



準確度(Accuracy)的計算

例: 3 ½ 電表, 使用20V檔位(最大讀值為19.99V), 準確度的規格為 $\pm (0.75\% \text{ of reading} + 2 \text{ counts})$, 當輸入電壓為12V時, 最大誤差為多少, 當輸入電壓為20V時, 最大誤差為多少?

12V Ans:

$$\text{error} = \pm [(0.75\% \times 12V) + (2 \times 0.01)]$$

$$\text{error} = \pm (0.09 + 0.02) = \pm 0.11V$$



20V Ans:

$$\text{error} = \pm [(0.75\% \times 20V) + (2 \times 0.1)]$$

$$\text{error} = \pm (0.15 + 0.2) = \pm 0.35V$$



得邁斯科技

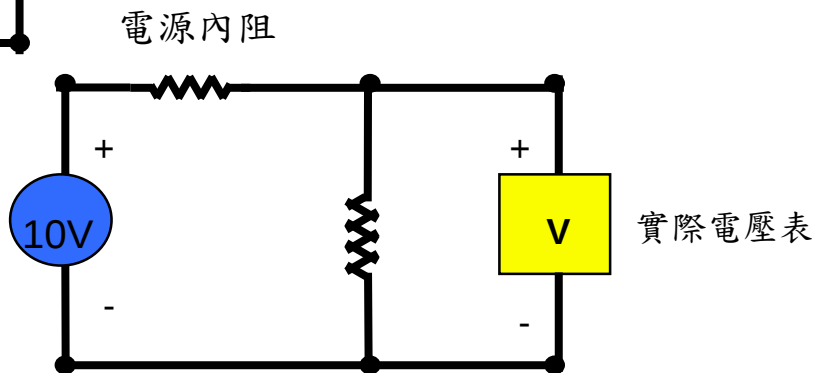
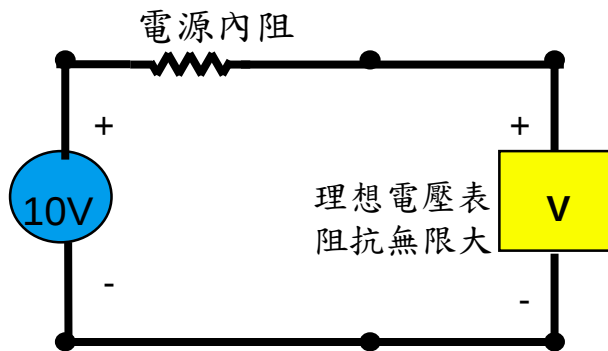
QTECH

Qtech Technologies Co., Ltd.

數位電表基本原理



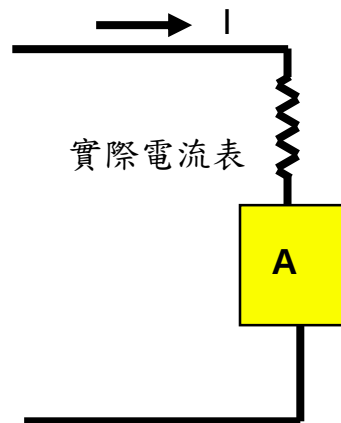
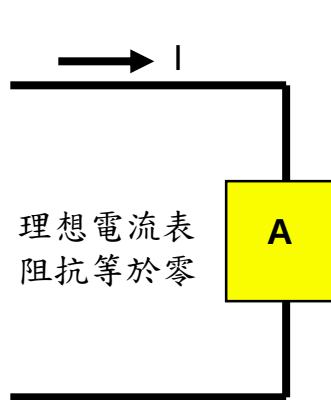
理想電壓表及實際電壓表



數位電表基本原理



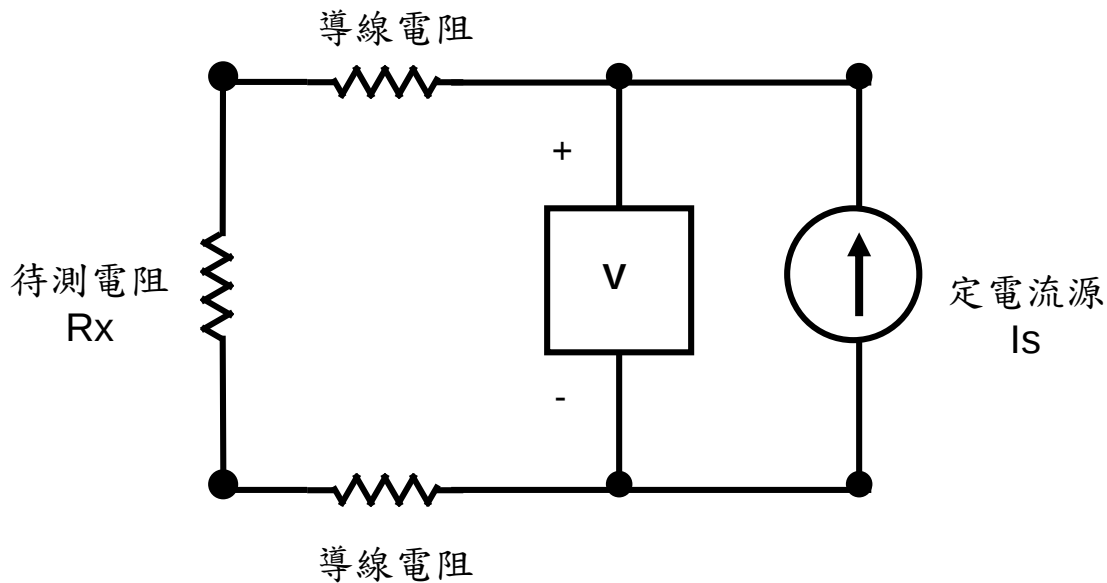
理想電流表及實際電流表



數位電表基本原理



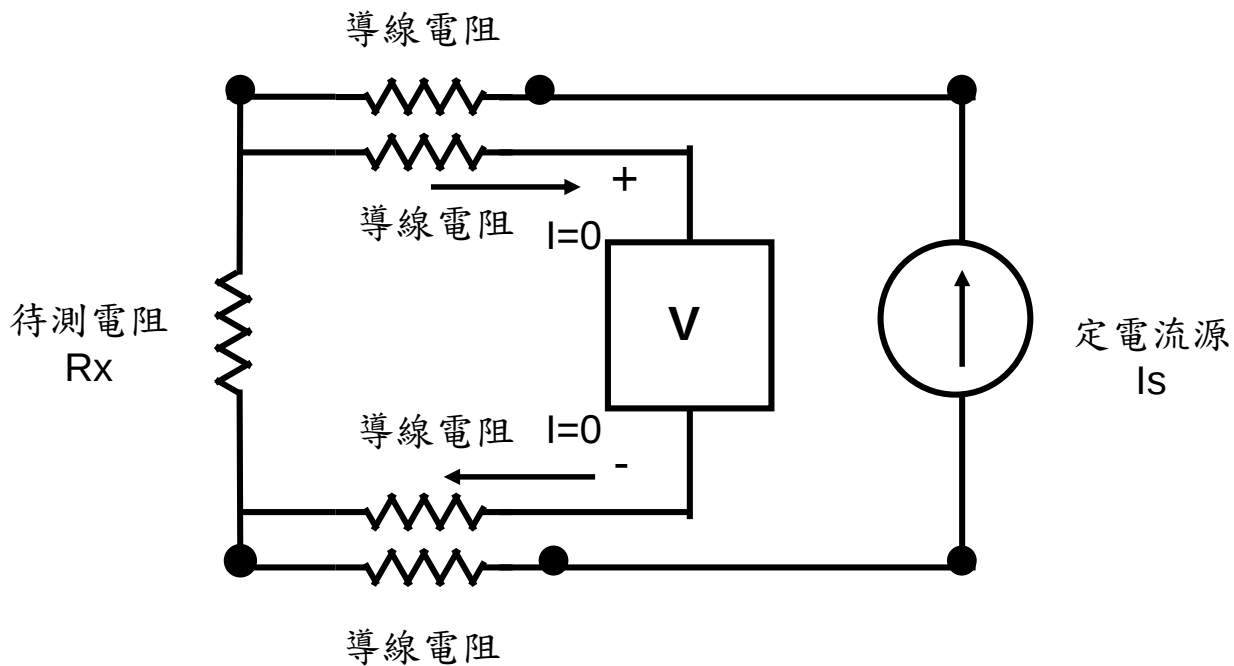
電阻二線式量測



數位電表基本原理



電阻四線式量測





數位電表基本原理

真均方根值 (True RMS)

Waveform	V p-p	V rms	V avg	Crest Factor
正弦波	2 Vm	$1/\sqrt{2} V_m$ or 0.707 Vm	$2/\pi V_m$ or 0.637 Vm	$\sqrt{2}$ or 1.414
方 波	2 Vm	Vm	Vm	1
三 角 波	2 Vm	$1/\sqrt{3} V_m$ or 0.577 Vm	$1/2 V_m$	$\sqrt{3}$ or 1.732
半 波	Vm	$1/2 V_m$	$1/\pi V_m$ or 0.318 Vm	2
脈 波	Vm	$\sqrt{1/T} V_m$	$1/T V_m$	$\sqrt{T/1}$



示波器校正

Rohde & Schwarz

The R&S®RTB2000

Power of 10

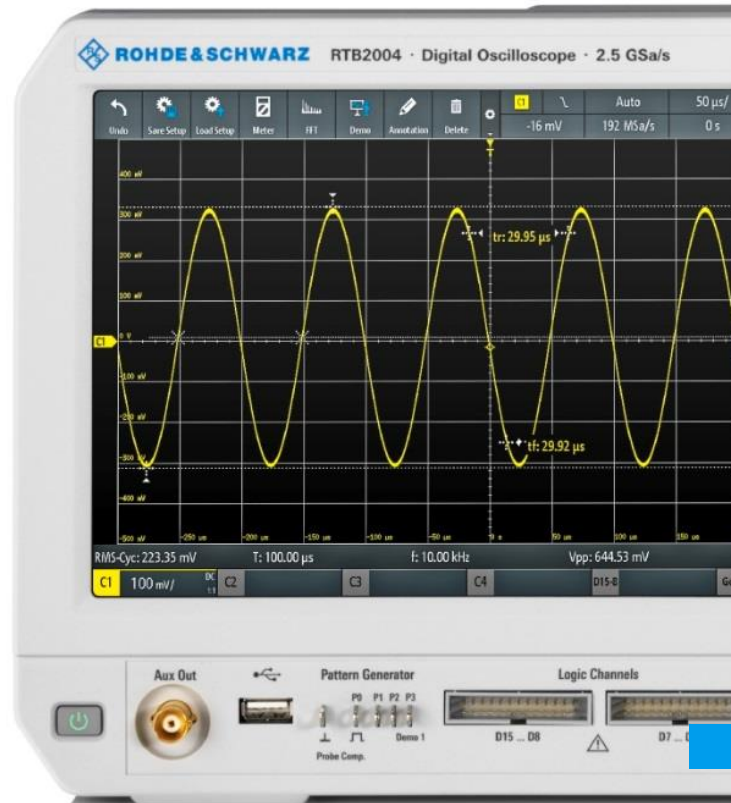


Introducing the RTB2000

10-bit ADC 類比/數位轉換器

10 MSample Memory 記憶體深度

10" Touchscreen 觸控螢幕



10-bit ADC 類比/數位轉換器

4x more vertical resolution 四倍的垂直解析度

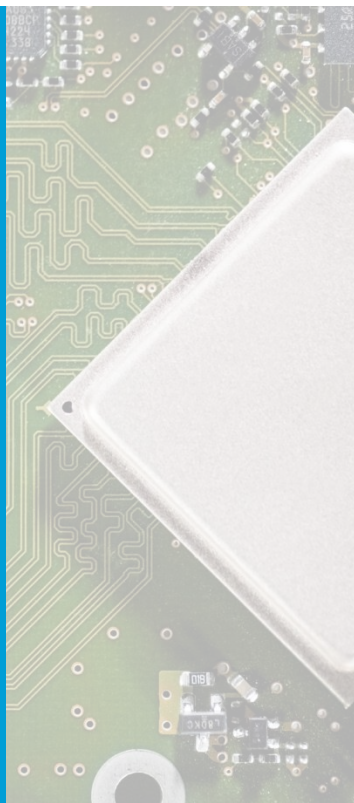
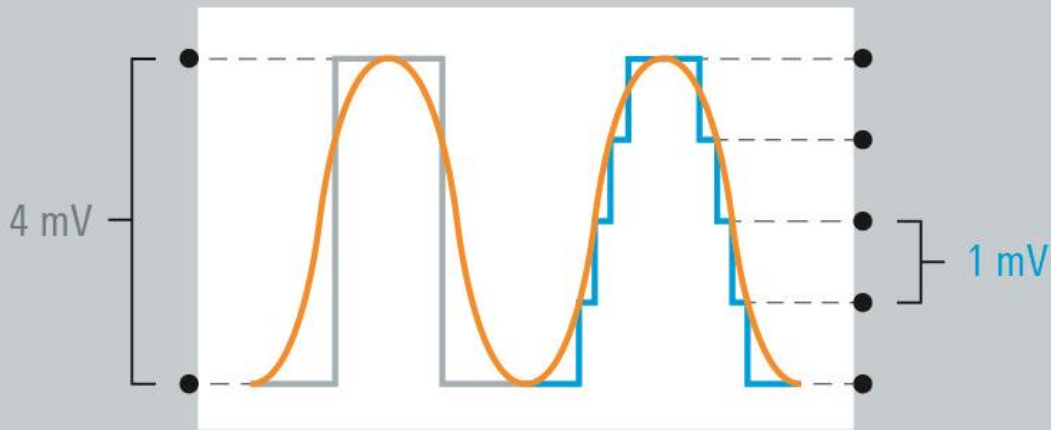
Traditional scope

■ 8 bit vertical resolution

R&S®RTB2000

■ 10 bit vertical resolution

Finest resolution for a 1 V signal



10 Msample memory 10M 記憶體深度

Capture longer periods 捕捉更長的時間

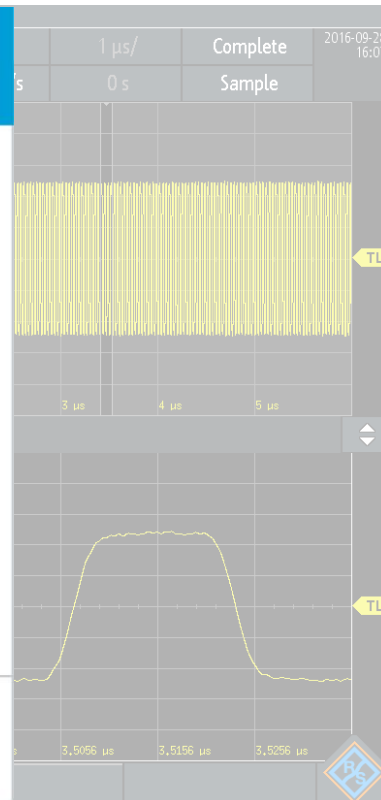
10 to 100 times more memory depth compared to traditional oscilloscopes in the same instrument segment

Capture the longest time periods with class-leading 160 Msample memory



Standard memory

Optional segmented memory



10" 高解析電容式觸控螢幕



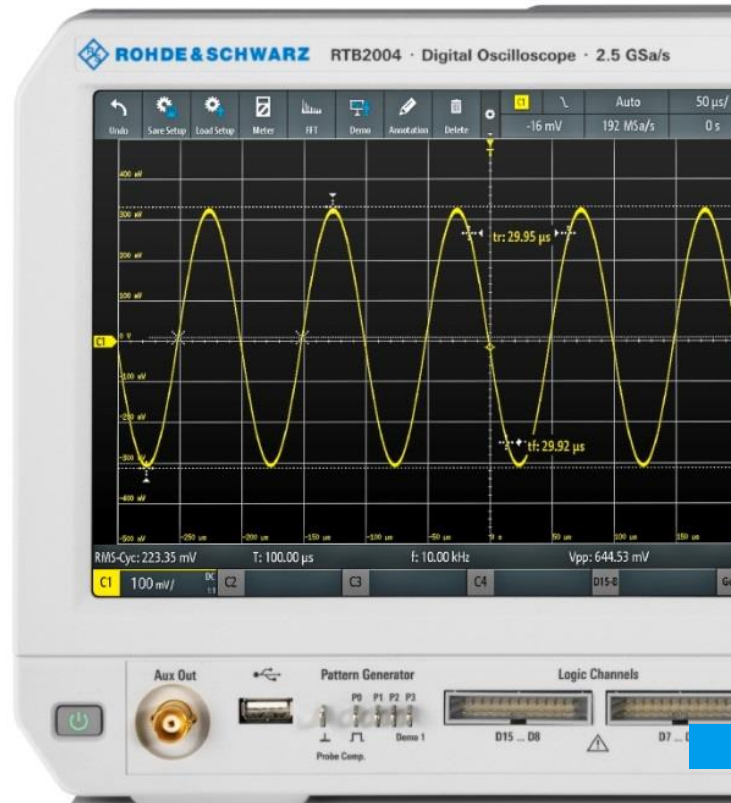
更出色的電容式彩色觸控螢幕，經過深思熟慮的用戶界面。
針對波形查看進行了最佳化，不使用時可以最小化

Introducing the RTB2000

10-bit ADC 類比/數位轉換器

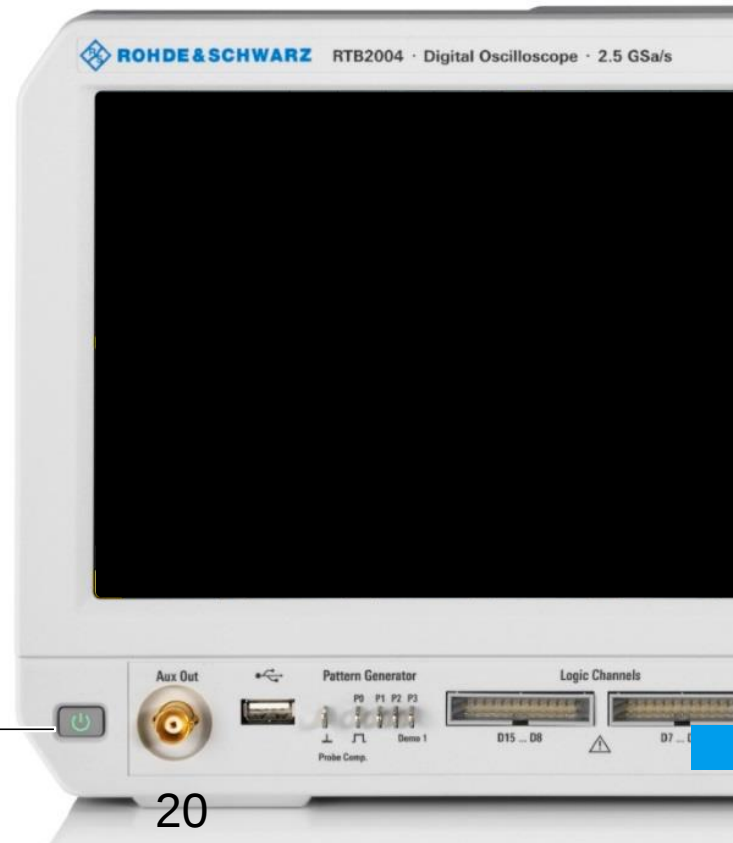
10 MSample Memory 記憶體深度

10" Touchscreen 觸控螢幕



Introducing the RTB2000

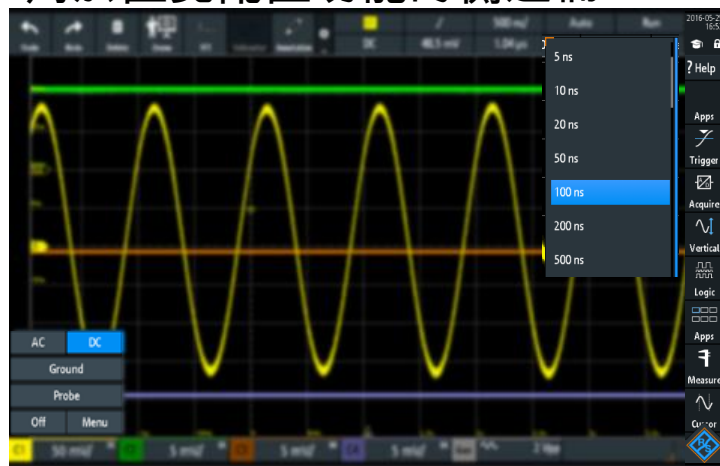
10 秒開機時間





快速存取工具列

- 用於存取功能的工具列
- 用於直覺配置功能的側邊欄





按下按鈕即可記錄結果

- 螢幕截圖或儀器設定形式的文檔

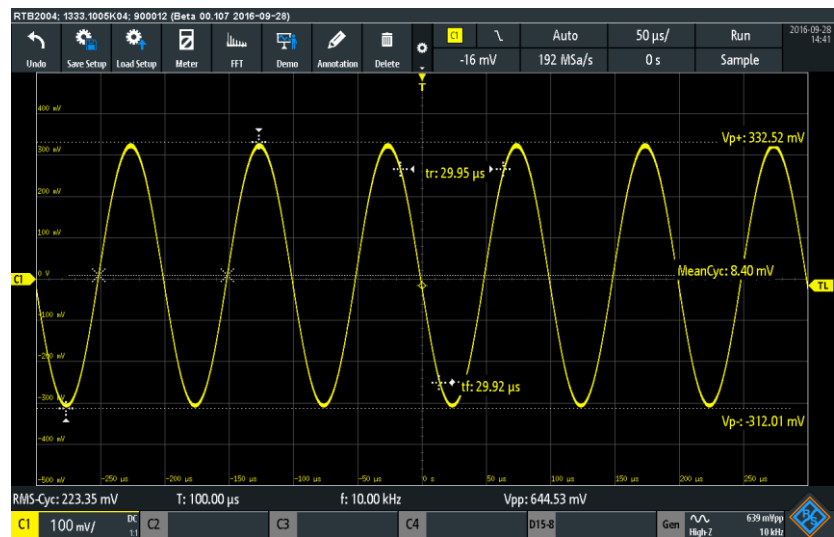


自動設定功能

- 自動選擇垂直、水平和觸發準位，以最佳方式查看活動訊號
- FFT參數設定



顏色指示區分目前控制的所選頻道



QuickMeas : 按下按鈕即可獲得結果

- 以圖形方式顯示主要訊號的關鍵測量結果



保護儀器和數據

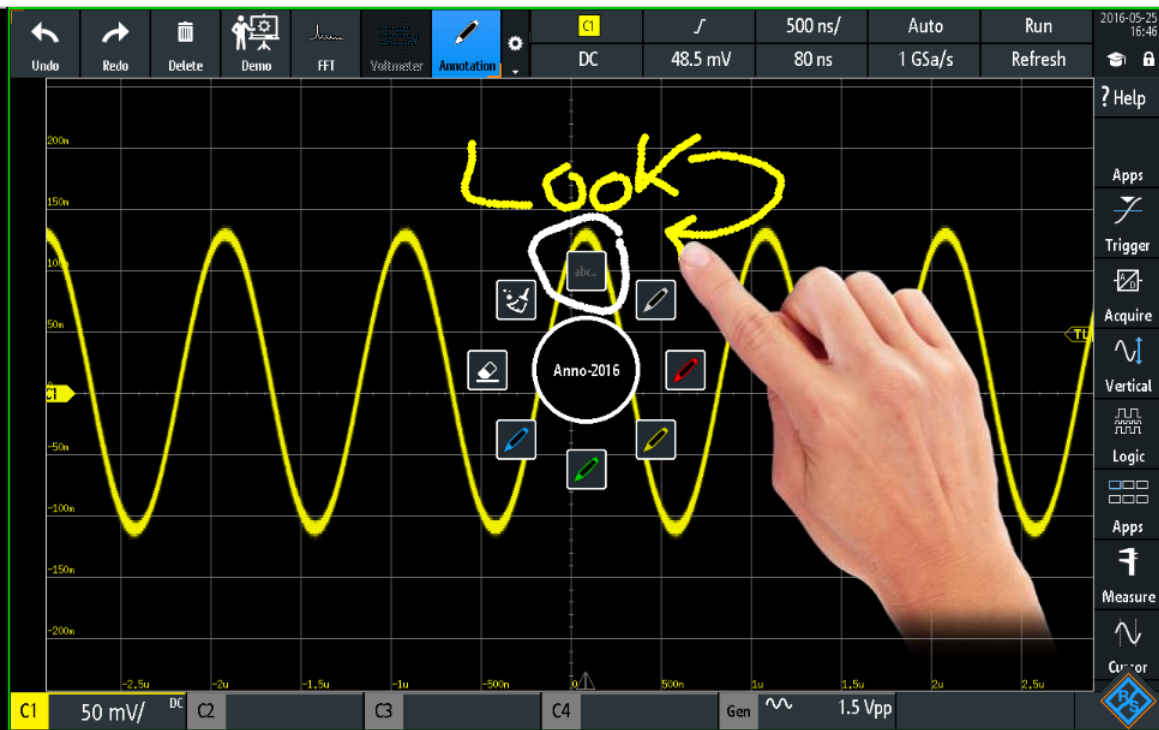
- 防盜鎖孔 Kensington lock
- 低成本鎖環
- 安全資料消除功能



標準介面

- USB 裝置 (正面) 和 Host (背面)
- LAN 和透過網頁控制已成為標準配置

The R&S®RTB2000



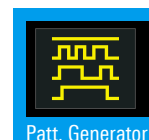
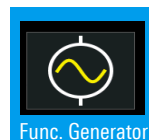
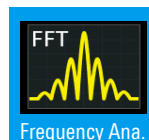
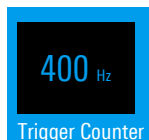
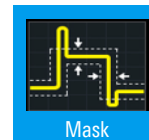
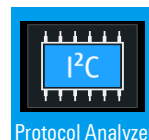
自訂註解方便備註
示波器塗鴉功能

The R&S®RTB2000

整合新維度



X instruments in one handheld package



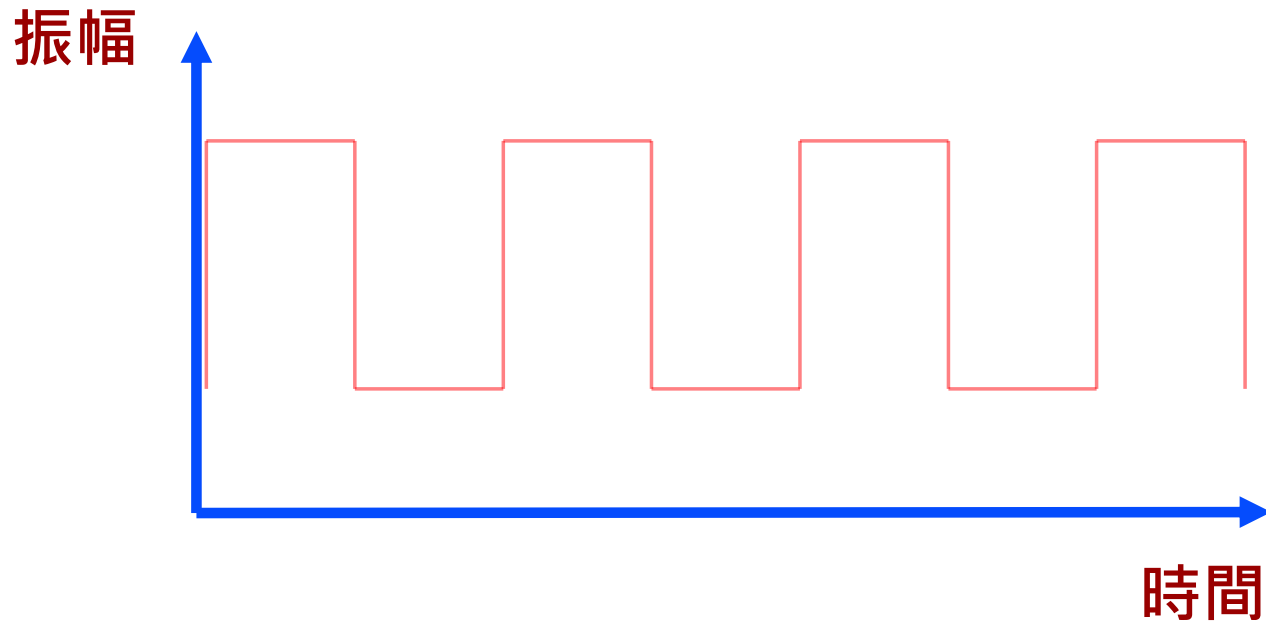
Web Browser
Connectivity



Storage Media

Display over Ethernet, Secure Erase

示波器顯示何種資訊？



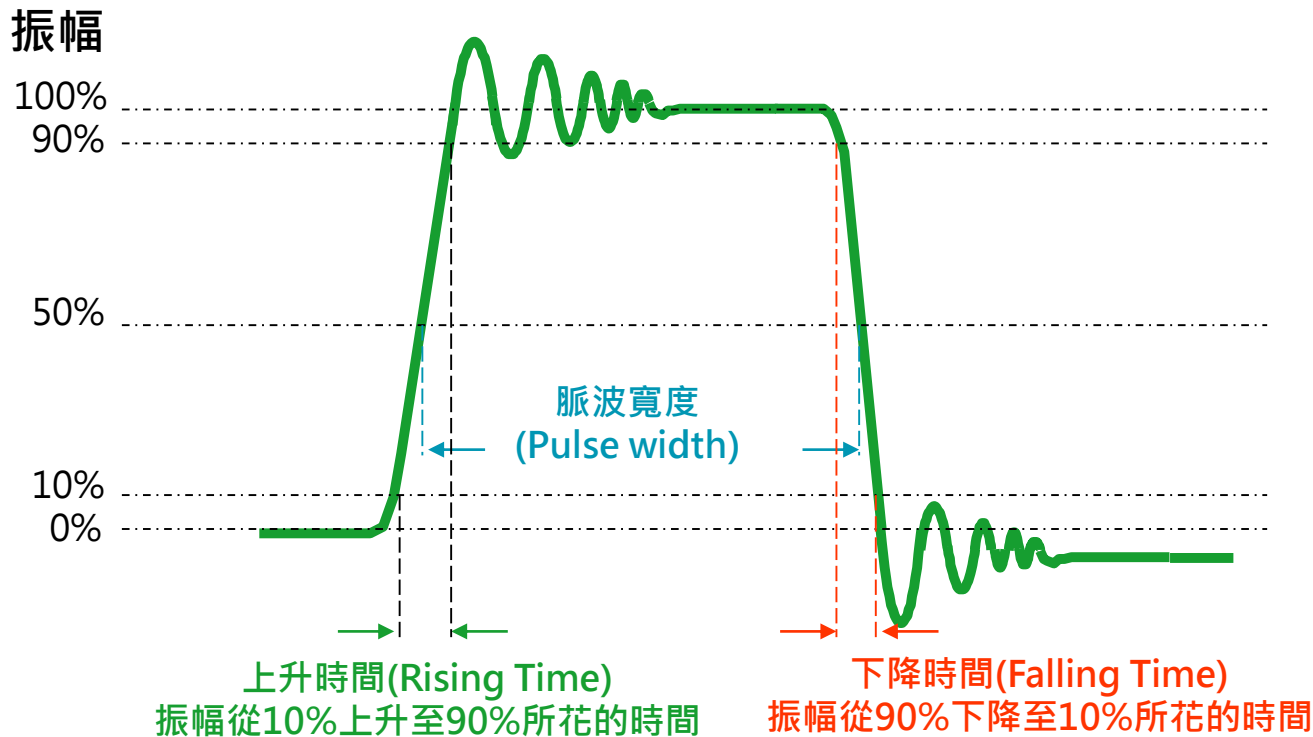
示波器良宥關鍵



評斷一部示波器良宥的關鍵在於
是否能忠實重現您的波形

因為示波器可能顯示不存在的信號
或已存在的信號卻無法顯示

脈波特性的定義



得邁斯科技

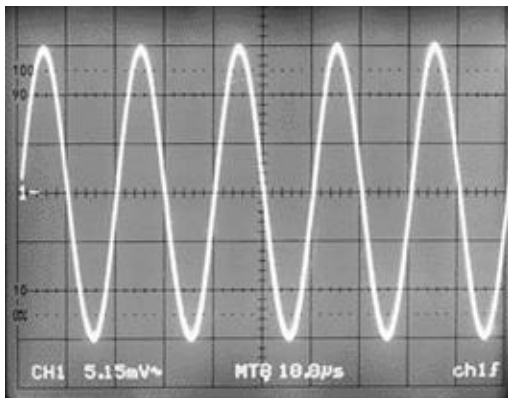
QTECH

Qtech Technologies Co., Ltd.

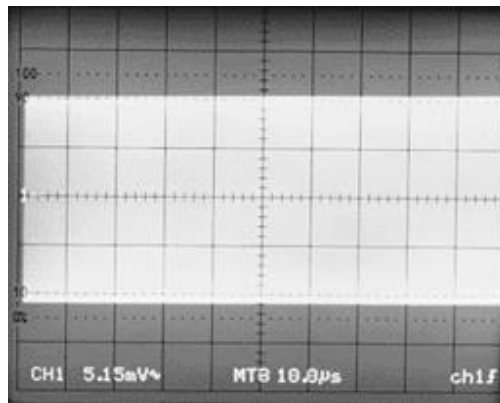
頻寬 (Bandwidth)

示波器頻寬定義

在固定信號的電壓下，增加該電壓的頻率到示波器，
而使示波器顯示電壓為0.707倍時的最高頻率



0 dB
6 div at 50 kHz



- 3 dB
4.2 div at bandwidth

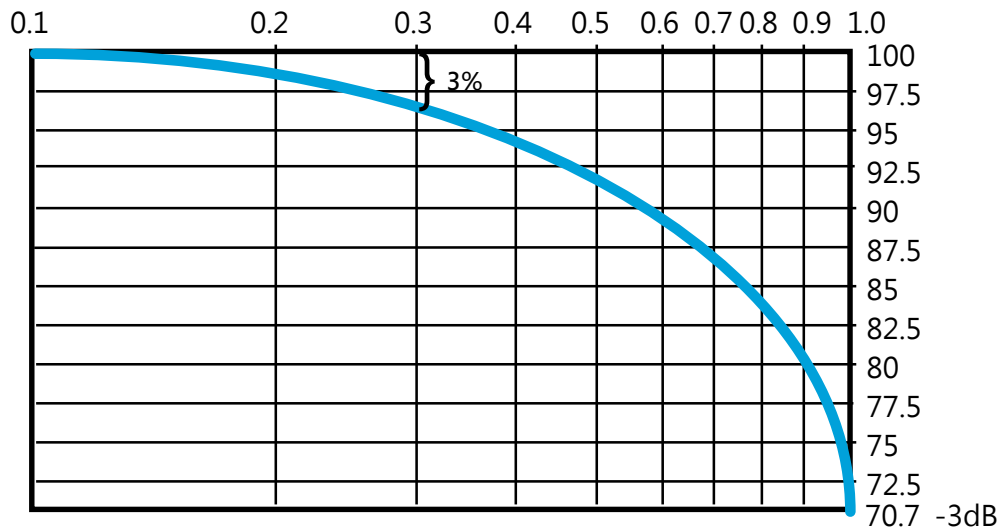
Bandwidth x Rise time = 0.35
100 MHz Bandwidth = 3.5n sec Rise time



得邁斯科技

QTECH Qtech Technologies Co., Ltd.

頻寬對振幅準確度的影響



$$BW = \frac{0.35}{T_{rise}}$$

- 依示波器的頻寬定義，在-3dB點時，待測信號已被衰減30%，如以500MHz示波器量測500MHz信號誤差高達30%
- 實際應用上對振幅量測的誤差期望值約為3%，未免造成過大誤差，示波器頻寬建議為待測信號頻寬的3-5倍



得邁斯科技

QTECH

Qtech Technologies Co., Ltd.

頻寬對時序(Timing)量測準確度的影響

示波器的上升時間-影響轉態時間(Transition-time)的測量值量測值是系統的合成結果 (示波器頻寬大於輸入信號頻寬)

$$\text{量測到的}_{\text{上升時間}} = \sqrt{(\text{實際信號}_{\text{上升時間}})^2 + (\text{示波器}_{\text{上升時間}})^2}$$

使用1ns上升時間的示波器量測1ns上升時間,量測值如下：

$$\text{量測到的}_{\text{上升時間}} = \sqrt{(1ns)^2 + (1ns)^2} = 1.41ns$$

使用330ps示波器

$$\text{量測到的}_{\text{上升時間}} = \sqrt{(1ns)^2 + (330ps)^2} = 1.05ns$$



頻寬對時序(Timing)量測準確度的影響



示波器上升時間(T_r)對時序量測精確度的影響	
待測信號上升時間/示波器上升時間	誤差
1:1	41.4%
3:1	5.4%
5:1	2.0%
10:1	0.5%

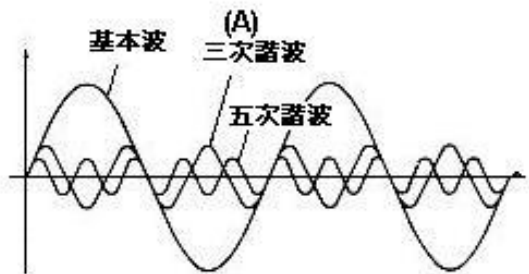
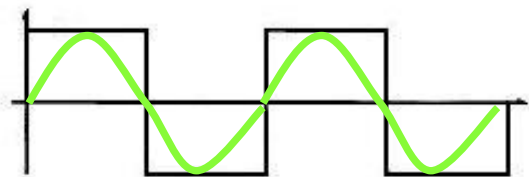


得邁斯科技

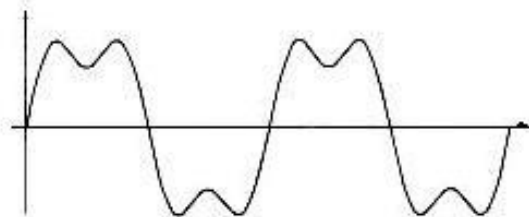
QTECH

Qtech Technologies Co., Ltd.

頻寬不足造成的影響



(B)



(C)

振幅衰減

波形失真

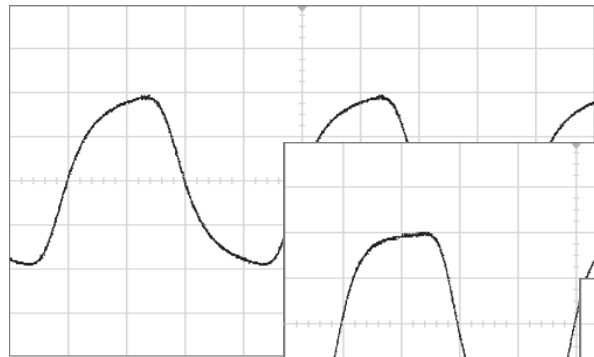


得邁斯科技

QTECH

Qtech Technologies Co., Ltd.

以不同頻寬示波器觀測50MHz方波的結果



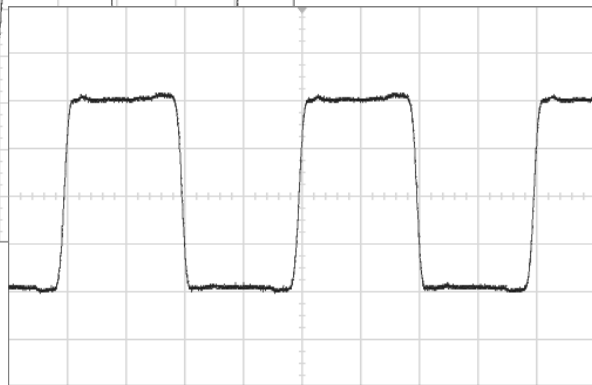
60MHz示波器



100MHz示波器



350MHz 示波器

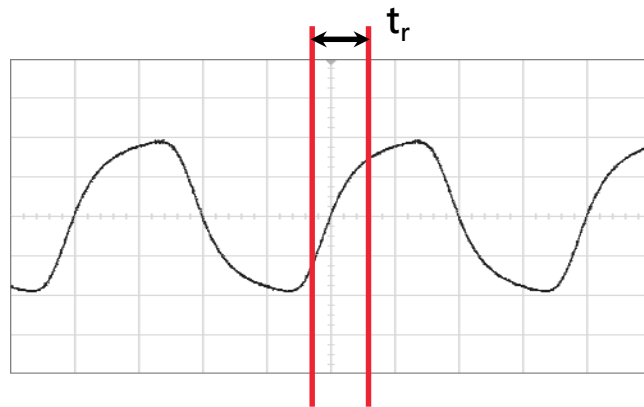


500MHz示波器

示波器頻寬影響數位信號的量測

如何影響信號：

- 上升時間變慢
- 振幅衰減
- 波型失真



導因於：

- 衰減器/放大器
- 探棒亦是影響因素之一



示波器校正之標準件介紹

■Fluke 9500C 高達 4.2 GHz 示波器校正能力

- ✓無縫實現全自動化：消除了手動任務，可顯著提高實驗室的生產力。
- ✓先進的主動訊號頭技術：確保將訊號直接、準確地傳送到示波器。
- ✓同時進行多通道校正：減少校正每個通道所需的時間和複雜度。
- ✓最小的測量不確定度：避免與手動電纜操作和開關矩陣相關的常見錯誤。
- ✓多功能性和效率：能夠以最少的操作員輸入校準現代多通道示波器。



得邁斯科技

QTECH

Qtech Technologies Co., Ltd.

電量校正之標準件介紹

■ 5540A 5550A 5560A 之校正涵蓋能力

- ⊕ 直流電壓 / 電流
- ⊕ 交流電壓 / 電流
- ⊕ 兩線 / 四線式電阻
- ⊕ 頻率 (提供高達 2.1GHz 頻寬之示波器校正)

5560A 可校正 6 ½ 以下之各式數位電表

5550A 可校正 5 ½ 以下之各式數位電表

5540A 可校正 4 ½ 以下之各式數位電表

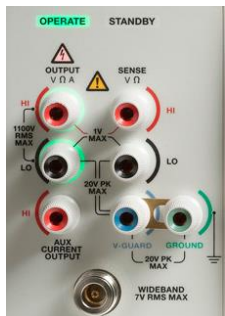
5560A 最高 2.1GHz 5550A 最高 1.1GHz ,5540A 最高 600Mhz.

- ⊕ 溫度 (T/C and RTD support)
- ⊕ 單相功率 (可校正單相功率計 / 分析儀) 僅 5550A 5560A



■ Fluke 5730A 替代5700A 及5720A。

- 直流電壓：0 – 1100 V, 3.5 PPM
- 交流電壓：220 mV – 1100 V, 10 Hz – 1 MHz
- 實體電阻：0 – 100 MΩ, 18 set values
- 直流電流：0 to 2.2 A
- 交流電流：9 μA – 2.2 A, 10 Hz – 10 kHz,



Fluke 52120A Transconductance Amplifier

■ Fluke 52120A ,120A 電流放大器。

- 輸入信號 200 mA 或 2 V, DC to 10 kHz
- 輸出範圍 2 A, 20A, 120A, DC to 10 kHz
- 補償電壓 4.5 V rms 或 6.4 V peak 驅動電流線圈感抗負載 1 mH.
- GPIB 介面控制。
- 可達配 5730A & 61XXA 系列串連驅動，可併聯連接10台輸出至1200A。



Fluke 8588A Reference Multimeter

Fluke 8558A 8.5-Digit Multimeter

- 8588A 系列有兩種型號：
- - 8588A 八位半標準數位多用錶，專門為要求高穩定度的校正和計量實驗室量身打造，能夠實現高準確度測量，保證溯源性的高置信度。
- - 8558A 八位半數位多用錶，擁有大部分8588A 的功能和特點，在準確度和測試速度方面非常有競爭力。



謝謝大家的參與 ~ !

請掃描右下方 QR CODE

**加入得邁斯科技 官方帳號，
即時線上詢問量測儀器問題。**

服務專線：

台北：02-22797858 高雄：07-3411717

service@qtechasia.com

www.qtech-instrument.com.tw



得邁斯科技

Qtech Technologies Co., Ltd.

