

WHALETEQ

中性電極阻抗測試儀

HFPA150

使用手冊



手冊版本 2025-07-02

硬體版本 1.3.x

Copyright © 2013-2025, All Rights Reserved.

WhaleTeq Co. LTD

No part of this publication may be reproduced, transmitted, transcribed, stored in a retrieval system, or translated into any language or computer language, in any form, or by any means, electronic, mechanical, magnetic, optical, chemical, manual or otherwise, without the prior written permission of WhaleTeq Co. LTD.

Disclaimer

WhaleTeq Co. LTD. provides this document and the programs "as is" without warranty of any kind, either expressed or implied, including, but not limited to, the implied warranties of merchantability or fitness for a particular purpose.

This document could contain technical inaccuracies or typographical errors. Changes are periodically made to the information herein; these changes will be incorporated in future revisions of this document. WhaleTeq Co. LTD. is under no obligation to notify any person of the changes.

The following trademarks are used in this document:



is a registered trademark of WhaleTeq Co. LTD

All other trademarks or trade names are property of their respective holders.

目錄

1 簡介	6
1.1 安全注意事項	7
2 規格	10
3 設置	11
3.1 硬體檢視	11
3.2 原廠配線	13
3.3 操作說明	16
3.3.1 電源	16
3.3.2 如何監控 HFPA150 的輸出電壓及電流	17
3.3.3 參數調整	18
3.4 過電流保護	20
3.5 測試案例	23
4 注意事項	24
5 訂購資訊	24
5.1 標準組合	24
5.2 選購配件及服務	25
6 版本資訊	26
7 聯絡鯨揚科技	26

表格目錄

表 1：高頻電刀中性電極測試	8
表 2：規格	10
表 3：HFPA150 硬體檢視（前視圖）	11
表 4：HFPA150 硬體檢視（背視圖）	13
表 5：BNC 轉 BNC 線材規格	14
表 6：BNC 轉鱷魚夾線材規格	15
表 7：標準組合	24
表 8：選購配件	25
表 9：選購校驗服務及延伸保固	25
表 10：版本資訊	26

圖片目錄

圖 1 : HFPA150 前視圖.....	11
圖 2 : HFPA150 背視圖.....	13
圖 3 : BNC 轉 BNC 線材	14
圖 4 : BNC 轉鱷魚夾線材	15
圖 5 : DC 電源插孔	16
圖 6 : 電源開關	16
圖 7 : 測試接線圖	17
圖 8 : 增益參數調整.....	18
圖 9 : 頻率參數調整.....	19
圖 10 : 過電流保護線路方塊圖.....	20
圖 11 : 示波器畫面，保護線路啟動前（正常波形）	21
圖 12 : 波形失真，保護線路已將 Power Amp 關閉.....	21
圖 13 : 保護線路啟動，MCU 將 Gain 設為 0.....	22
圖 14 : HFPA150 測試中性電極接觸阻抗接線圖.....	23

1 簡介

HFPA150是專為醫療用電刀系統中的中性電極 (Neutral Electrodes ，亦稱為「負極板」、「回路板」) 的接觸阻抗測試所設計的測試儀。可符合標準中 (IEC 60601-2-2:2009) 所要求的接觸阻抗測試專案測試需求。

依據IEC 60601-2-2:2009的201.15.101.6章節中敘述「在中性電極使用部位表面和纜線連接器之間的電氣接觸阻抗應足夠低，以防止高頻手術電流流通時產生高熱引起灼傷患者的風險。」由此可知在高頻電刀手術中，中性電極對患者的灼傷風險是隨時存在的。而此一風險的產生，主要就是由於接觸阻抗的高低影響到溫度變化，因此這項測試是中性電極製造商重要的驗證項目。

HFPA150可以產生測試Neutral Electrodes接觸阻抗所需的訊號，頻率範圍50kHz — 5 MHz，電流可達200mA_{rms}以上，且THD < 0.3%的正弦波信號。內建正弦波訊號產生器，可直接產生所需的高功率測試訊號。HFPA150具有可調頻率及增益的功能與輸出高度穩定性。除了中性電極測試外，針對一般性的電子信號處理，若規格合適，也不失為一個量測利器。以下簡述幾項特點：

1. 正弦波產生功能：可讓使用者自行調整頻率與增益，以符合使用者高功率信號輸出之需求。
2. 輸出頻率穩定：使用DDS (直接數位合成，*direct digital synthesis*) 的技術，並以內部直流風扇使內部溫度短時間內達到平衡，使輸出之正弦波不會因為溫度變化而影響其穩定度。一般正弦波產生器使用電容器充放電的原理來製作波形，此電容器容量的穩定決定波形的穩定。但電容器的容量

會隨環境溫度的變化成正比，另就是電容器容量卻與產生的頻率成反比。所以一般正弦波產生器的通病是加熱越久頻率越低。

3. 符合 IEC 60601-2-2:2009 測試要求：依據標準中對於中性電極板（Neutral Electrode，NE）接觸阻抗的要求所設計。
4. 提供電流至 200mA_{rms}（約 570mA_{app}）符合標準所需的電流值。
5. 放大內建正弦波產生器，輸出電壓可達 10V_{rms}（在 50Ω 阻抗時）。
6. 可測至標準所規範的中性電極板接觸阻抗上限 50Ω。
7. 頻率可調範圍 50kHz 至 5MHz。

備註：操作本設備必須使用示波器量測輸出電壓及電流。HFPA150 內含轉換線路，直接以示波器量測「Current Monitor」埠，即可知道電流值，無須另外購買電流探棒（詳細操作請參考「[3.3.2 如何監控 HFPA150 的輸出電壓及電流](#)」）。

1.1 安全注意事項

請檢視下列的安全警告以避免傷害，並預防對此產品或任何相關產品的損害。為避免潛在的危險，請依照指示使用此產品。只有合格的維修人員方可操作維修程式。為避免火災或人身傷害，請使用本產品所附的電源供應器。

操作本設備的人，應該是一個合格的電氣工程師或相等資格者，熟悉高頻絕緣原理及示波器使用。使用者應檢視本設備的操作原理及應注意的風險。請詳細閱讀此手冊中的注意事項，瞭解操作原理及重要的操作步驟。

輸出功率若超過 2W，連接負載時需注意負載的散熱與功率承受度。為了避免火災或是電擊的危險，使用時請注意安全。

主要應用：

IEC 60601-2-2:2009 中性電極接觸阻抗的測量，請參考下列建議測試儀器清單。

表 1：高頻電刀中性電極測試

高頻電刀中性電極測試（依據 IEC 60601-2-2:2009）							
201.15.101 中性電極 (NE)	HFIT 8.0 ¹	HFGA150	示波器	熱感 應計	直流電源 供應器	數字萬 用表	備註
201.15.101.1 一般需求							無需 測試
201.15.101.2 電纜連線					V	V	
201.15.101.3 纜線連接 器，導電部 分不得觸及 患者							使用 測試 手指
201.15.101.4 電纜絕緣	V		V				
201.15.101.5 溫度變化 ²	V		V	V			請看 附註 2

高頻電刀中性電極測試 (依據 IEC 60601-2-2:2009)							
201.15.101 中性電極 (NE)	HFIT 8.0 ¹	HFGA150	示波器	熱感 應計	直流電源 供應器	數字萬 用表	備註
201.15.101.6 接觸電阻		V	V				
201.15.101.7 粘著性							非電 氣測 試
201.15.101.8 貨架期							

附註：

1. MEDTEQ HFIT 8.0，高頻絕緣測試儀：用來測試電纜和手術器械的絕緣及漏電流，請參考 <https://www.medteq.net/testequipment/hfit8>。
2. 若是以 HFIT 8.0 作為產生器，不須使用電流探棒。但是依據標準的要求，NE 溫度變化的測試可以將待測物貼在人體、等效假體或是類比皮膚的測試儀器上。不同的接觸表面，存在不同的阻抗。在某些情況下（通常為高阻抗），HFIT600A 無法提供電流達到 770mA_{rms}（HFIT 8.0 最大輸出為 150W）。這時候就必須以 ESU 搭配電流探棒來完成此測試項目。

2 規格

表 2：規格

一般參數	規格
頻率範圍	50kHz—5MHz
最大電壓	11Vrms (~31Vpp) · $\geq 50\Omega$ 負載
最大電流	$>200\text{mA}_{\text{rms}}$ · $\leq 50\Omega$ 負載
輸出波形	Sine
頻率響應	$< \pm 0.8\text{dB}$ · 50Ω 負載
THD	$< 0.3\%$ (-50.4dB) · 在 $200\text{mA}_{\text{rms}}$ 、 50Ω 負載、1MHz
阻抗	$< 3.2\Omega + j0.4\mu\text{H}$
接觸阻抗測試所需 搭配儀器	示波器 (Ch1 連接電壓探棒量測電壓、Ch2 連接 HFGA150 電流監測介面，量測電流值)
電流量測精準度*	$+10\% / -0\%$ (單向公差 · Unilateral Tolerance)
電流量測頻率範圍	50kHz—5MHz
電流量測接頭型式	BNC
電源供應	電源供應器 輸入：100—240V · 50/60Hz 輸出：12V DC / 2A
環境	$10^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}$ · 30%—90% RH (設計考慮值，非測試值)
尺寸/重量	18 x 18 x 4.8 公分 (長 x 寬 x 高) / 0.7 公斤 (淨重)

*備註：需搭配原廠提供之連接線材 (BNC 轉 BNC) 及測試線材 (BNC 轉鱷魚夾)，線材規格請參照「[3.2 原廠配線](#)」。

3 設置

3.1 硬體檢視

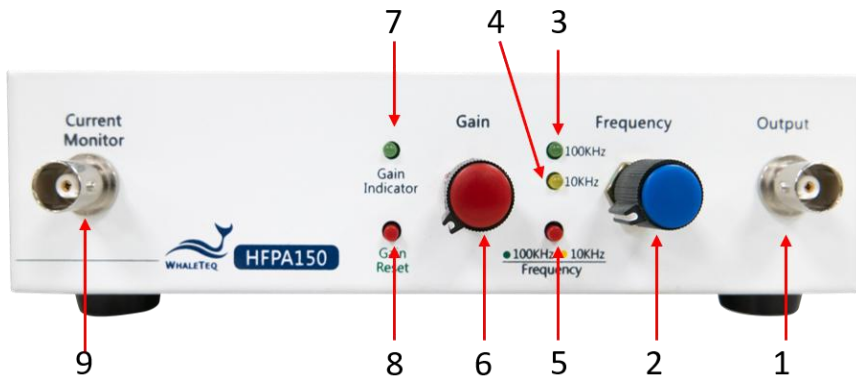


圖 1：HFGPA150 前視圖

表 3：HFGPA150 硬體檢視（前視圖）

編號	面板標示	名稱	說明
1	Output	訊號輸出埠	訊號輸出，BNC 連接器。
2	Frequency	頻率旋鈕	調整頻率的高低，順時針旋轉頻率增加，逆時針旋轉頻率減少。
3	100KHz	100kHz 指示燈	當選擇 100kHz 時，此燈會亮。 頻率調整為每一步階 100kHz。
4	10KHz	10kHz 指示燈	當選擇 10kHz 時，此燈會亮。 頻率調整為每一步階 10kHz。

編號	面板標示	名稱	說明
5	100KHz/10KHz Frequency	100k / 10kHz 切換按鈕	按一次選擇 100kHz，再按一次選擇 10kHz。
6	Gain	增益旋鈕	調整增益的大小，順時針旋轉輸出振幅變大，逆時針旋轉輸出振幅變小。 請詳細閱讀「 3.3.3 參數調整 」的注意事項。
7	Gain Indicator	增益指示燈	有訊號輸出時，指示燈號為閃爍；無訊號輸出或是按 Reset 鍵時，指示燈恆亮。
8	Gain Reset	增益重置	按此鍵，增益/振幅會自動歸零。
9	Current Monitor	電流監控連接埠	用原廠提供的 BNC 線材連線示波器，用來監控電流值（示波器顯示 1 伏特相當於 1 安培電流流過待測物）。



圖 2：HFGPA150 背視圖

表 4：HFGPA150 硬體檢視（背視圖）

編號	面板標示	名稱	說明
1	On/Off	電源開關	開啟（On）或是關閉（Off）電源。
2	DC IN	電源插孔	12V DC 電源輸入，連接電源供應器。

3.2 原廠配線

HFGPA150 具備一個電流監控連接埠，可以直接以 BNC 轉 BNC 線材連接示波器，量測輸出的電流值。此設計可以幫客戶在做 NE 接觸阻抗的量測上，節省購買一支電流探棒的費用。此外，在訊號輸出端，也需要另一條 BNC 轉鱷魚夾線材，將測試訊號傳送至待測物（NE）的導線連接處及金屬底板。

HFGPA150 的電流量測方式是設計一個 1Ω 分流的線路加上頻率補償線路設計，將電流監控的精準度控制在小於 $\pm 5\%$ 範圍。依據 IEC 60601-2-2 Clause 201.15.101.6 的要求，NE 接觸阻抗的測試頻率範圍為 200kHz

到 5MHz，當頻率變化的時候，測試線材存在的微小電容值會與 HFGPA150 中的電阻產生 RC 效應，導致測試點的頻率響應有明顯誤差。

鯨揚科技的原廠線材搭配 HFGPA150，已經考慮上述問題並且設計於線路中，我們強烈建議使用原廠隨附的線材來進行量測。我們隨著 HFGPA150 出貨所附的線材規格如下：

1. BNC 轉 BNC 線材

專為 HFGPA150 電流監控設計之 BNC 線材。連接 HFGPA150 電流監控埠與示波器，示波器上顯示 1mV 相當於 1mA 的電流流過待測物。

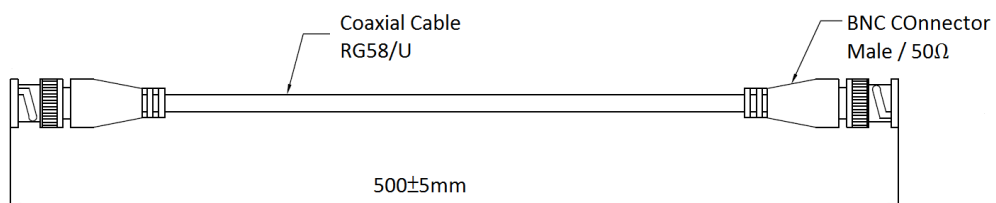


圖 3：BNC 轉 BNC 線材

表 5：BNC 轉 BNC 線材規格

長度	50 公分
線材電容	50pF ± 5pF
阻抗	50Ω
線材類型	RG58U

2. BNC 轉鱷魚夾線材

專為 NE 測試所設計的 BNC 轉鱷魚夾短線材，連接 HFGA150 與待測物。鱷魚夾兩端各連接於待測物（中性電極）的導線連接處及金屬板/假體。

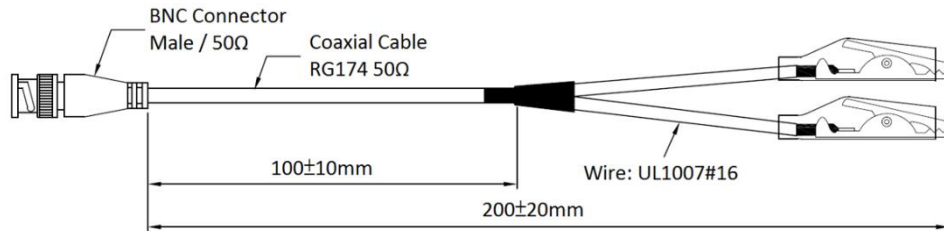


圖 4：BNC 轉鱷魚夾線材

表 6：BNC 轉鱷魚夾線材規格

長度	20 公分
線材電容	$\leq 20\text{pF}$
阻抗	50Ω
線材類型	RG58U

注意：使用短線材時，應避免鱷魚夾兩端金屬部位接觸，形成短路。在無負載情況，輸出端短路，會造成儀器損壞及可能有火災或是電擊的危險，使用時請注意安全。

3.3 操作說明

3.3.1 電源

- **DC 電源插孔**

連接電源供應器 (100—240V · 50/60Hz) 。

備註：請使用原廠配置的電源供應器。



圖 5：DC 電源插孔

- **電源開關**

1. 電源開關，開啟 (On) / 關閉 (Off) 。
2. 打開電源後，前面板「Gain Indicator」指示燈 (綠色) 及 Frequency「10KHz」指示燈 (黃色) 會亮起。
此時頻率設定在 50kHz，「Output」沒有電壓輸出。

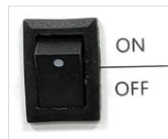


圖 6：電源開關

3.3.2 如何監控 HFGPA150 的輸出電壓及電流

HFGPA150 是透過示波器的兩個連接埠，量測輸出的電壓及電流。

請參考下面敘述及測試接線圖。

1. 將原廠配置的 BNC 轉 BNC 線材*連接 HFGPA150「電流監控埠」及示波器 CH2。
2. HFGPA150「訊號輸出埠」連接另一條 BNC 轉鱷魚夾線材，此線材的另一頭與待測物 (DUT) 及電壓探棒連接至示波器 CH1 (如圖 7)。
3. 開啟 HFGPA150，順時針轉動「Gain」旋鈕，可以看到 CH1/CH2 有 50kHz 的訊號，隨著 Gain 的增加，振幅隨之增加，這代表 HFGPA150 工作正常。此時 CH2 的 1mVrms 相當於 1mA_{rms} 的電流，CH1 的電壓及頻率即代表輸出的電壓及頻率。

*備註：為達到 HFGPA150 所宣稱的電流監控精準度 ($< \pm 5\%$)，請使用原廠所提的線材。

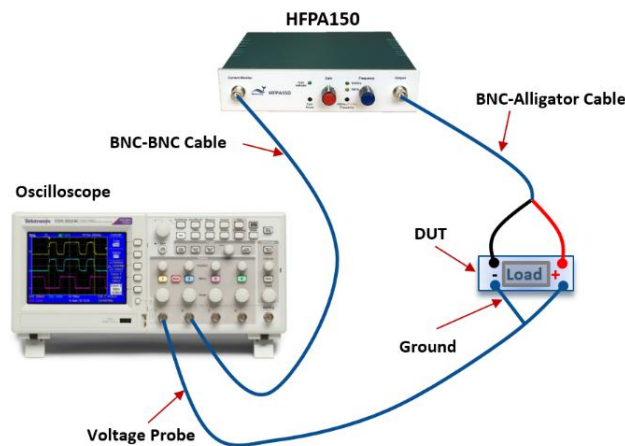


圖 7：測試接線圖

3.3.3 參數調整

- **增益**

1. 增益旋鈕「Gain」：用來調整輸出增益。請監看示波器，得到所需的電壓/電流。旋鈕順時針旋轉為增加增益，逆時針旋轉為減少增益。
2. 增益指示燈「Gain Indicator」：有訊號輸出時，指示燈號為閃爍；無訊號輸出或是按 Reset 鍵時，指示燈恆亮。
3. 增益重置「Gain Reset」按鈕：**按下此鍵，增益歸零**。為安全考量，更換待測物時，請先增益歸零。

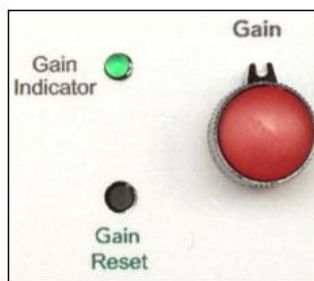


圖 8：增益參數調整

備註：

1. 調整 Gain 時，請務必以示波器監測電流/電壓值，電流過大會觸動儀器保護功能。詳細說明請參考「[3.4 過電流保護](#)」。
2. 更換待測物時，請按一下「Gain Reset」按鈕，使增益歸零，避免負載突然變小，電流瞬間變大，造成操作人員危險，也可能會損害 HFP150 之內部零件。

3. 當旋鈕順時針旋轉增加增益時，輸出功率亦會隨之增加。若輸出功率超過 2W，連接負載時需注意負載的散熱與功率承受度。否則會有火災或是電擊的危險，使用時請注意安全。

若輸出端有連接短線材時，應避免鱷魚夾兩端金屬部位接觸，形成短路。在無負載情況，輸出端短路，會造成儀器損壞及可能有火災或是電擊的危險，使用時請注意安全。

• 頻率

1. 頻率旋鈕「Frequency」：用來調整輸出頻率。請監看示波器，得到所需的頻率。旋鈕順時針旋轉為增加頻率，逆時針旋轉為減少頻率。開機後，頻率設定在 50kHz。
2. 100KHz 指示燈「100KHz」：當選擇 100kHz 時，此燈會亮，頻率調整為每一步階 100kHz。
3. 10KHz 指示燈「10KHz」：當選擇 10kHz 時，此燈會亮，頻率調整為每一步階 10kHz。
4. 100KHz / 10KHz 切換按鈕：按下「100KHz/10KHz Frequency」切換按鈕，選擇頻率旋鈕的步階為 100kHz 或 10kHz。



圖 9：頻率參數調整

3.4 過電流保護

為避免不當操作，造成安全上疑慮或是設備損壞，HFPA150 包含一組過電流保護線路，說明如下：

下列（圖 10）方塊圖簡易地說明了保護線路啟動原理。當 Detected circuits 偵測到電流過高，會立即降低 Power Amp（Turn Off），如達到最大電流 MCU 也會接收到過電流訊號，而將 Variable Amp. 的 Gain 值調到「0」。

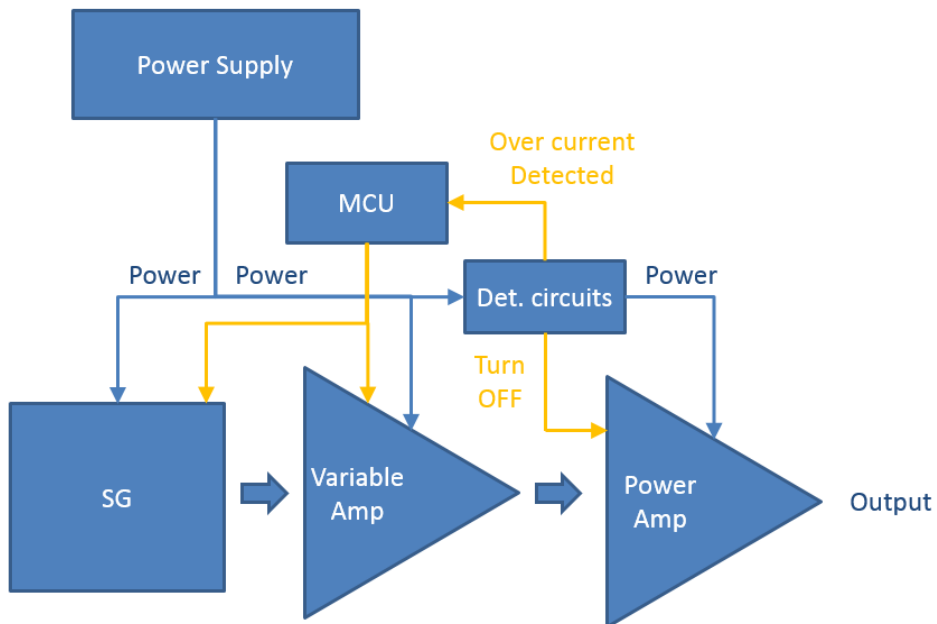


圖 10：過電流保護線路方塊圖

若待測物的阻抗很低、甚至是短路，會造成電流會瞬間升高。這種情況下，若以韌體控制 MCU，進而調整 Gain 值，時間上恐怕會來不及。所以保護線路是在偵測到過電流的同時先以硬體直接啟動，降低

Power Amp。此時在示波器上可能會看到波形失真（如下圖 12），代表保護線路已啟動，有效地將電流降低，達到保護的效果。或是在示波器上看到無訊號輸出（如下圖 13），代表 MCU 也已經將 Variable Amp 的 Gain 調到 Low Gain「0」。

無論是波形失真（圖 12）或是無波形輸出（圖 13），都代表保護線路啟動。需要重新調整 Gain 值（放大或是縮小）。

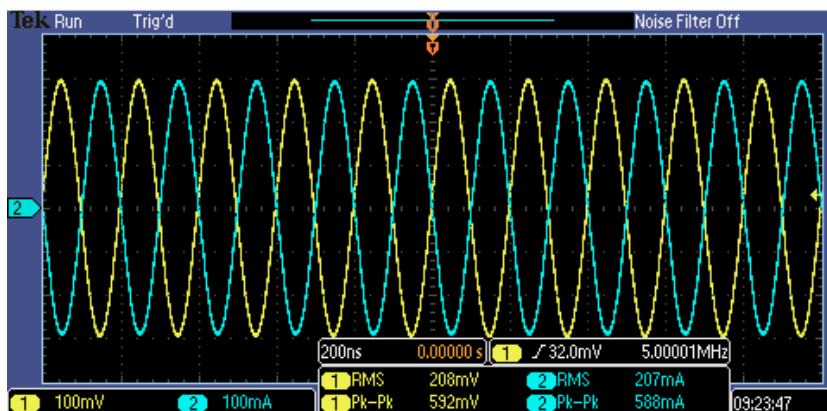


圖 11：示波器畫面，保護線路啟動前（正常波形）

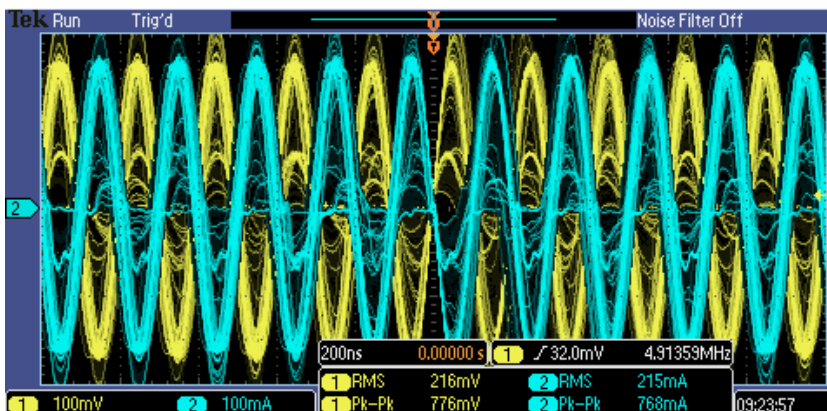


圖 12：波形失真，保護線路已將 Power Amp 關閉

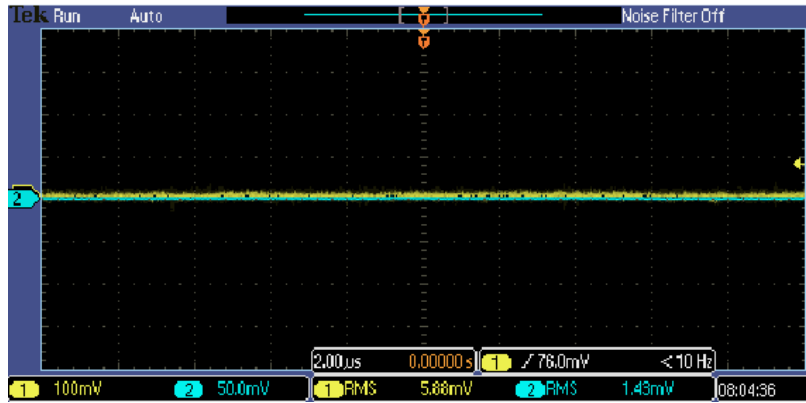


圖 13：保護線路啟動，MCU 將 Gain 設為 0

3.5 測試案例

電燒刀系統中性電極接觸阻抗測試。

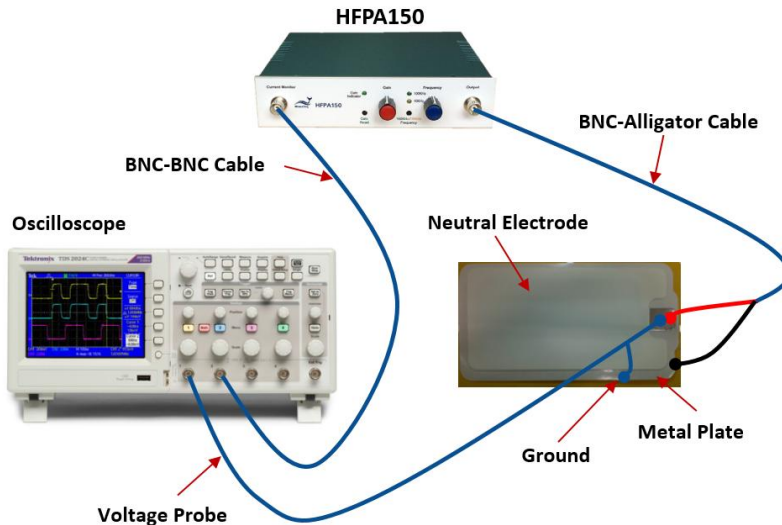


圖 14：HFGA150 測試中性電極接觸阻抗接線圖

1. 將HFGA150所附的BNC轉鱷魚夾線材從「Output」連接至中性電極板（NE）。紅色鱷魚夾連接NE的連接頭、黑色鱷魚夾連接至所黏貼的金屬板上。
2. 示波器探棒（CH1）連接NE的連接頭（與紅色鱷魚夾連接在同一點）、探棒接地端連接NE所黏貼的金屬板上。
3. 將HFGA150所附的BNC轉BNC線材連接至HFGA150電流監控埠（Current Monitor）及示波器CH2。
4. 調整HFGA150「Gain」及「Frequency」至CH2的頻率為200kHz、 $V_{rms}=200mV_{rms}$ （此時代表 $1rms=200mA_{rms}$ ）。
5. 測量此時CH1的 V_{rms} 電壓，帶入 $Z=V/I$ 公式得到接觸阻抗值。

備註：當旋鈕順時針旋轉增加增益時，輸出功率亦會隨之增加。若輸出的電壓已超過 10Vrms，但是輸出電流卻無法到達 200mA_{rms} 時，代表待測中性負極板的接觸阻抗已經大於 50Ω（依據 IEC 60601-2-2:2009 Clause 201.15.101.6 中規範，中性電極阻抗不得超過 50Ω），此時應停止增加增益，記錄 rms 電壓及電流並計算接觸阻抗值。

6. 改變頻率為 500kHz、1MHz、2MHz、5MHz，重複步驟 4 至 5。

4 注意事項

1. 產品上的 QC PASS 貼紙如遭人為撕開或破壞，則保固無效。
2. 此為專業使用之測試儀器，非醫療器材。僅為測試用，不會涉及人體或臨床使用。

5 訂購資訊

5.1 標準組合

表 7：標準組合

產品料號	產品敘述	數量
100-HF00103	產品型號：HFPA150 產品名稱：NE 接觸阻抗測試儀 包裝明細： • HFPA150 主機 x 1	1

產品料號	產品敘述	數量
	• 電源供應器 x 1 • BNC 轉 BNC 線材 x 1 • BNC 轉鱷魚夾線材 x 1	

5.2 選購配件及服務

• 選購配件

表 8：選購配件

產品料號	產品敘述	數量
300-HFGA15D	用於 HFGA150 校正 1Ω/50Ω的負載電阻	1

• 選購校驗服務及延伸保固

表 9：選購校驗服務及延伸保固

產品料號	產品敘述
YY0007	產品型號：C3 提供鯨揚原廠(3)年校驗服務，鯨揚測試儀器可(1)年進行校驗一次，確保校驗後符合出廠性能規格。
YY0008	產品型號：R3 產品保固由(1)年延長至(3)年。

6 版本資訊

表 10：版本資訊

說明書版本	修改內容	發行日期
2021-03-31	更換 外觀圖 新增 5 訂購資訊 6 版本資訊	2021-03-31
2021-06-18	新增 4 注意事項	2021-06-18
2025-07-02	更新 2 規格	2025-07-14

7 聯絡鯨揚科技

鯨揚科技股份有限公司

service@whaleteq.com | (O)+886 2 2517 6255

104474 臺灣臺北市中山區松江路 125 號 8 樓