

技術手冊第 024 號

火花放電反射震測系統實務

邱協棟

諮詢教授：宋國士

國科會海研一號貴重儀器使用中心

中華民國八十二年六月

目 錄

一、前言 -----	2
二、简介 -----	2
三、系統組織架構及功能 -----	4
四、儀器架設及施放 -----	8
五、系統儀器連接及操作 -----	12
六、儀器維護保養 -----	19
七、工作心得 -----	19
八、誌謝 -----	19
九、參考資料 -----	19
十、附錄（圖）-----	19

一. 前言

火花放電反射震測系統 (Sparker Seismic Reflection System) 是一種較一般測深儀 (Echo-Sounder) 低頻，而用來透視水下海底地層構造或地貌的科學工具之一。此系統由美國 EG&G 公司所生產，目前所使用最大能量為 4750 瓦特一秒，和現有多頻道反射震測系統比較，其具有輕巧、方便操作及放出音源之高解析度的優點，但缺點在於低穿透力及較不適用於大型船隻之作業能力，只因放電的瞬間電壓高達 3.83 仟伏特，危險性相當高，操作人員必須按照安全手則操作，以維生命安全。

二. 簡介

火花放電震測是利用高電壓，高電流能量之釋出，瞬間氣化海水而產生聲波 (acoustic pulse)，因海水氣化同時由於冷卻作用而使氣泡破裂釋出另一壓力波，即所謂氣泡脈波 (bubble pulse)，且氣泡會因膨脹壓縮破裂產生不同聲源，直至氣泡露出水面能量消失，所以每一次放電便會有兩個以上的聲波產生，因此記錄器至少會有兩次以上的反射訊號產生。

目前海研一號貴儀中心火花放電震測反射系統，儀器組合主要有電源供應器 (Model 232A Power Supply), 擊發電容箱 (Model 231 Trigger Capacitor Bank), 電容箱 (Model 233A Capacitor Bank) 火花放電電極架 (Model 267-A Sparkarray), 聲波收訊電纜 (Model 265 Hydrophone), 訊號濾波器 (Model 3700 Band-Pass Filter), 及各種記錄器 (如 SE881 聲納信號處理系統, DAT 數位錄音機, 繪圖記錄器) 各儀器規格如下：

2-1 電源供應器 (Model 232-A Power Supply)

Input Voltage	110-120 or 220-240volts AC, 50-60 cps, single phased.
Output Voltage	3.8 KV DC maximum
Charging Rate	0.5 seconds per 1000 watt-seconds
Dimension	15-3/4" high 21-3/4 wide 15-1/4 deep.
Weight	165 lbs.

2-2 擊發電容箱 (Model 231 Triggered Capacitor Bank)

Capacitor Energy	1000 w-s, (160 mfd at 3.53 KV
Storage	
Energy Switching	8400 w-s max.
Input Power	
AC	115 AC at 2 amps.
DC	3.8 KV max at 0.5A average (from 232-A)

Trigger Input	Contact closure or 12V pulse from recogder.
Dimension	15-3/4" high 21-3/4" wide 15-1/4 deep
Weight	128 lbs.

2-3 電容箱 (Model 233-A Capacitor Bank)

Capacitive Energy	3500 w-s, (500 mfd at 3.75 KV)
Storage	
Input Power	3.8 KV at 0.4 amp (from 231)
Dimension	13" high 20" wide 25-3/4" deep.
Weight	290 lbs.

2-4 放電電極架 (Model 267-A Sparkarray)

Energy Level:	500-8000 w-s.
Pulse Character	
Energy level:	@ 500 w-s. @ 8000 w-s.
Duration:	3 milliseconds 10 milliseconds
Source Level:	102 db ref. 1 microbar 116 db ref. 1 at 1 meter microbar at 1 m.
Spectrum:	100 Hz to 2 kHz 25 Hz to 500 Hz
Repetition	2 pulse/sec. 0.25 pulse/sec.
Dimension	25 cm(H) * 25 cm(W) * 270 cm(L)
Weight	7.6 kg(30 lbs)
(less cable)	
Cable weight	2.2 kg/m (1.5 lbs/ft)
Cable length	30 meters (100 ft)
Maximum Towing	12 knots
speed(weighted)	

2-5 聲波收訊電纜 (Model 265 Hydrophone)

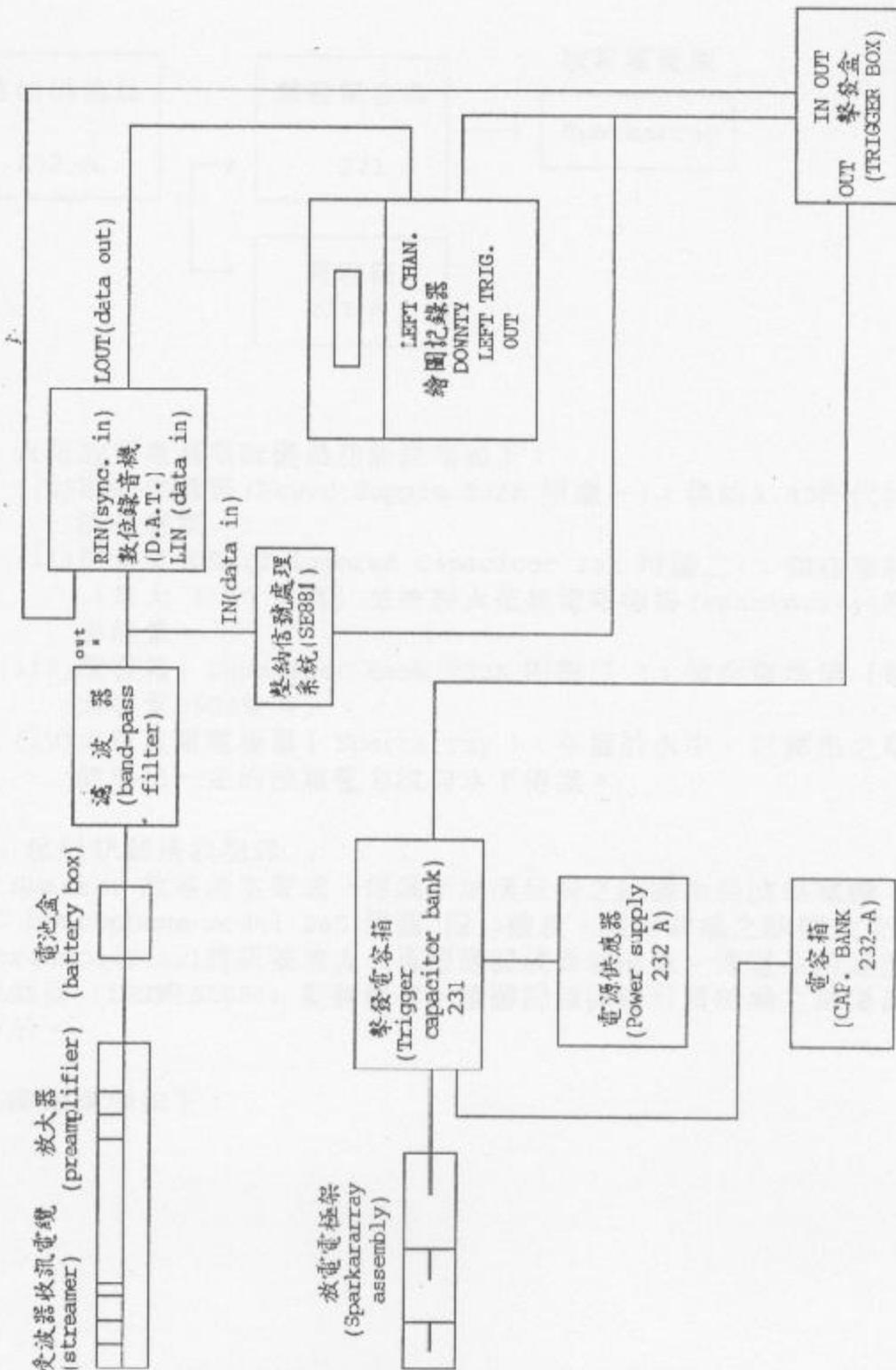
General	
Input Power	+9V Battery
Sensitivity	-63 db ref. volt/microbar
Bandwidth	100 Hz - 10 kHz
Maximum tow speed	15 knots
Maximum tow depth	0 -30 meters
Tow Cable	
Length	45 meters
Diameter	12 mm
Weight	8.3 kg
Breaking Strength	230 kg

Active Section	
Number of Sections	1
Number of Elements per Section	8
Length	4.6 meters
Diameter	25 mm
Weight	3.2 kg neutrally buoyant
Hydrophone Element	
Sensitivity	-103 db ref. volt/microbar
Gain(Preamplifier)	40 db (including gain of 8 elements in series)
Output Impedance	2 Kohms

三. 系統組織架構及功能

火花放電反射系統作業資料收集大致可分為火花放電震測系統，反射訊號接收記錄，和航行定位及水深記錄等三大部份。

系統作業流程組織架構圖如下：

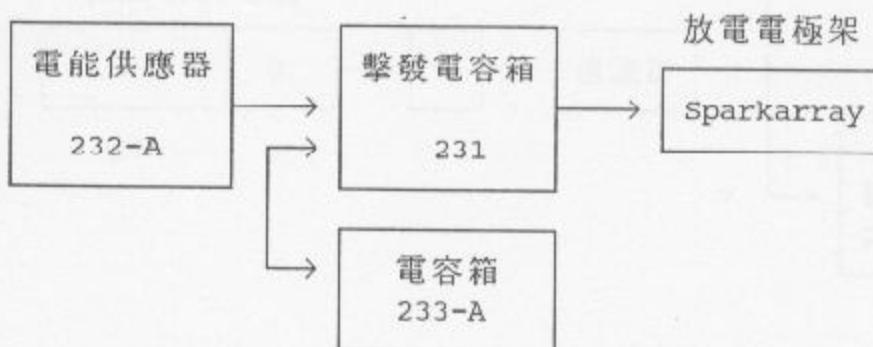


*：表示資料接收記錄儲存可選用之儀器(DAT OR SE880)

3-1 火花放電震測系統

利用儀器將電壓提高儲存於電容器內，再將此高電壓、高電流經由放電電極架釋出，瞬間氣化海水產生聲波傳遞至海底。

(1) 系統組織架構



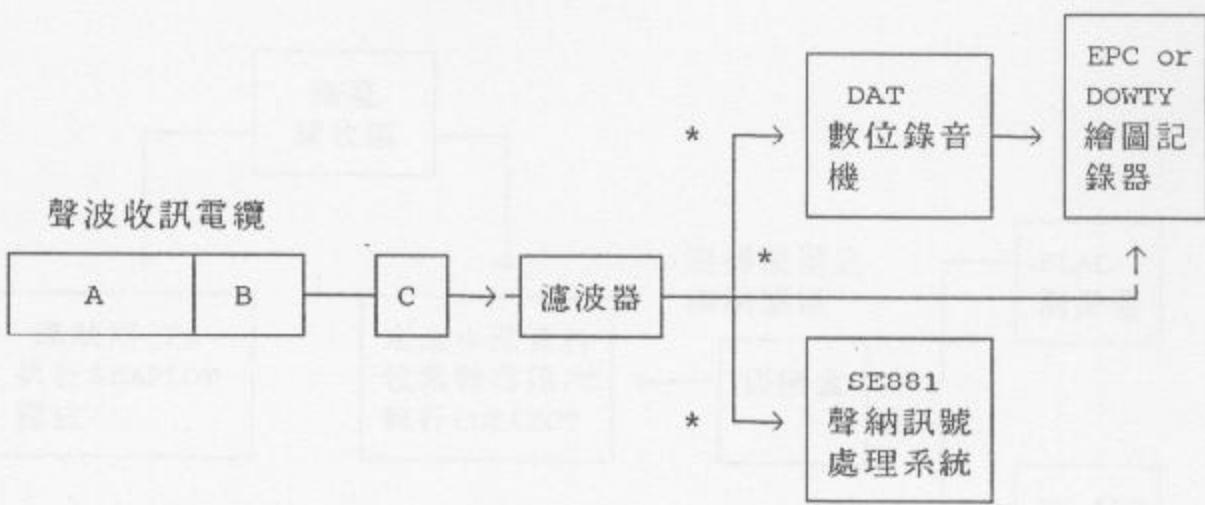
(2) 火花放電震測系統儀器功能說明如下：

- (i) 電能供應器 (Power Supple 232A 附圖一)：供給 3.83 仟伏特的高壓電。
- (ii) 擊發電容箱 (Triggered Capacitor 231 附圖二)：儲存電能（最大 1150 焦耳）並控制火花放電電極器 (sparkarray) 釋出能量。
- (iii) 電容箱 (Capacitor Bank 233A 附圖三)：儲存電能用（最大容量 3600 焦耳）。
- (iv) 火花放電電極器 (Sparkarray)：平置於水中，以釋出之電能造出一定的波譜壓力波向水下傳遞。

3-2 反射訊號接收記錄

Sparker 放電產生聲波，傳遞至地層反射之訊號由受波器電纜 (EG&G hydrophone model 265 附圖四) 接收，經由前端之訊號放大器 (preamplifier) 將訊號放大，再經過濾波器濾波後，傳送至所連接的記錄器 (DAT 或 SE881) 記錄儲存。繪圖記錄同時可將現場之地層剖面顯示。

(1) 組織架構圖如下：



265聲波收訊電纜組成

- A：受波器組合 (hydrophone group)
- B：訊號放大器 (Preamplifier)
- C：控制電池盒 (Control & Battery Box)
- *：資料記錄顯示可選擇之方式

(2) 組成儀器之功能

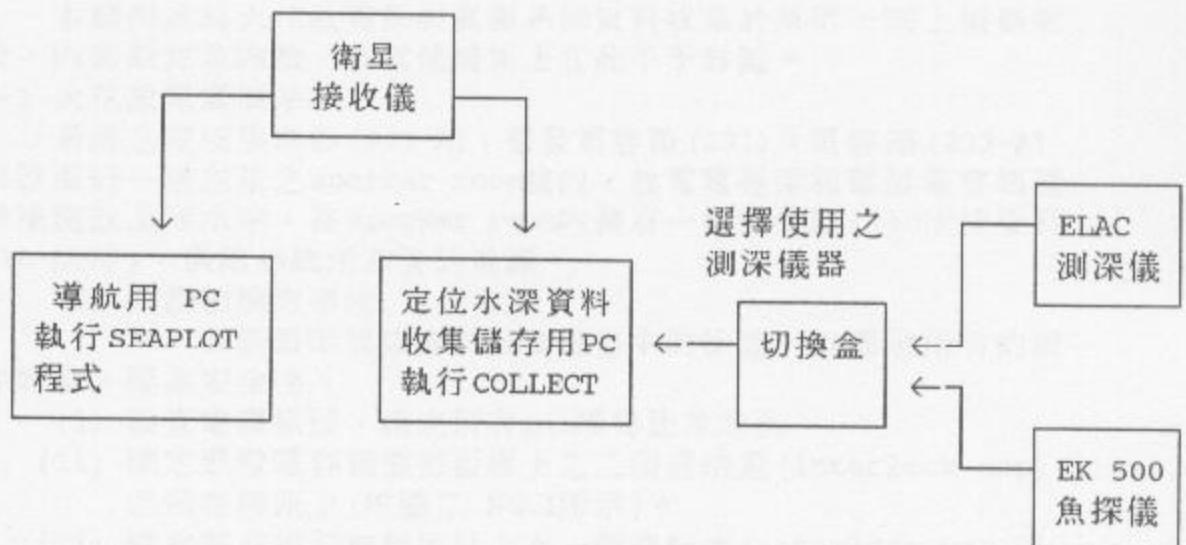
- (i) 聲波收訊電纜 (hydrophone 265)：由 8個受波器 (hydrophone) 以串列方式組成，接收由地層反射回來的震波訊號（受訊頻率為 100 Hz至 10 KHz），在膠管前端有一訊號放大器將訊號放大（放大器的電源由控制電池盒供應）。
- (ii) 濾波器 (band-pass filter)：將欲接收之頻寬外的頻率加以去除。
- (iii) 數位錄音機 (DAT)：記錄儲存震波類比訊號於錄音帶。
- (iv) 聲納信號處理系統 (SE881)：接收震波訊號儲存記錄於磁帶上，因其可即時做 A/D轉換處理，將地層剖面顯示於螢幕上加以監視。
- (v) 繪圖記錄器 (EPC or DOWTY Recorder)：可將震波反射訊號，現場繪製地層剖面於紙上。

3-3 航行定位及水深資料記錄

震測資料解釋必須有定位及水深資料配合來標示地層結構位置。所以此部份資料整合，對地球物理探測作業而言，亦非常重要。目前海研一號上是採用全球衛星定位接收儀定位導航；以魚探聲納 EK500 或深海測深儀 (ELAC 4700) 測量水深。

另外於 PC 上使用導航軟體 SEAPLOT 接收定位儀資料，作為船隻導航用；航行定位及水深測量資料收集記錄則於 PC 上執行 COLLECT 軟體加以記錄儲存。

(1)組織架構如下



(2)組成儀器及軟體功能

- (i) 全球衛星定位接收儀 (ASHTech XII GPS)：此儀器為 12 通道接收儀，做為船隻定位及提供導航用。
- (ii) 深海測深儀 (ELAC 4700)：發射頻率為 12 kHz，最大測量深度約 7000 公尺，提供現場水深測量用。
- (iii) 魚探聲納 (EK500)：最大測量深度約 3000 公尺，提供現場水深測量用。
- (iv) sea.plot 軟體：主要用於船隻導航，其接收 GPS 定位資料，將船隻位置顯示於螢幕上，且可將船隻的航跡及水深顯示儲存，使航海人員易於操控，增加作業效率。
- (v) collect 軟體：此軟體由台大海洋所宋國士副教授主持發展而成，其可將 GPS 定位及水深資料同時記錄儲存。

四 儀器架設及施放

本節所述為火花放電反射震測系統資料收集於海研一號上儀器架設，內部設定及施放，在其他船隻上在此不予討論。

4-1 火花放電震測系統

系統之電能供應器(232-A)、擊發電容箱(231)及電容箱(233-A)架設海研一號左弦之sparker room艙內，放電電極架和擊發電容箱連接後施放至海水中，在sparker room內裝有一部變壓器(440伏特變為110伏特)，供給系統所需要的電源。

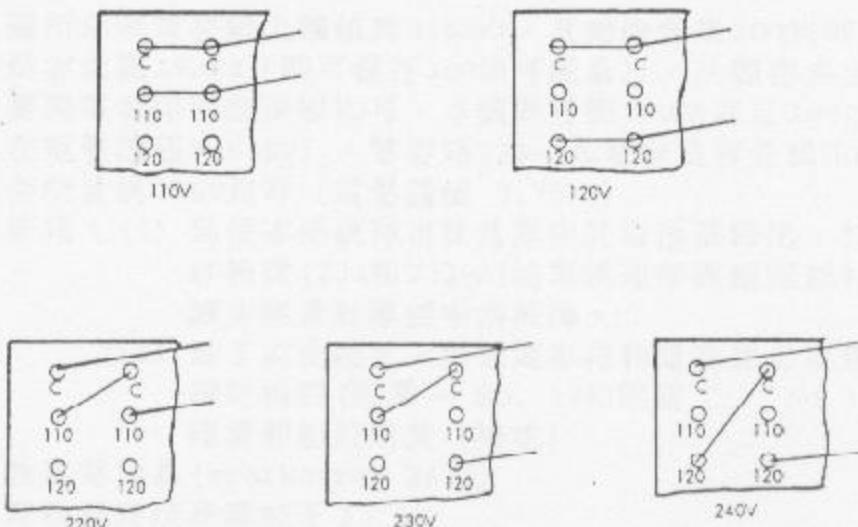
(1) 架設前檢查事項

在儀器架設設定前必須做基本的檢查，以確定所有的配件齊全，提高安全性。

- (i) 檢查電纜插頭，確定所有pin維持正常狀況。
- (ii) 確定擊發電容箱前部面板上之二個連結蓋(interlock cap)已鎖在接頭上(附圖二 No. 1所示)。
- (iii) 確定電容箱和前部面板上有一個連結蓋(interlock cap)已鎖在接頭上(附圖三 No. 1所示)。
- (iv) 將儀器內部之所有灰塵，髒物及金屬碎屑，加以消除以維安全。
- (v) 確實檢查所有電纜是否有破損。
- (vi) 確定所有的開關皆置於正常位置。

(2) 電能供應器(power supply 232-A)設定

232-A電能供應器內變壓器(transformer)的連接方式，必須配合外部輸入電源的電壓的規格加以調整，目前海研一號上本系統所用之電源為110伏特，使用前將電能供應器上蓋打開，依下圖1 所示連接。

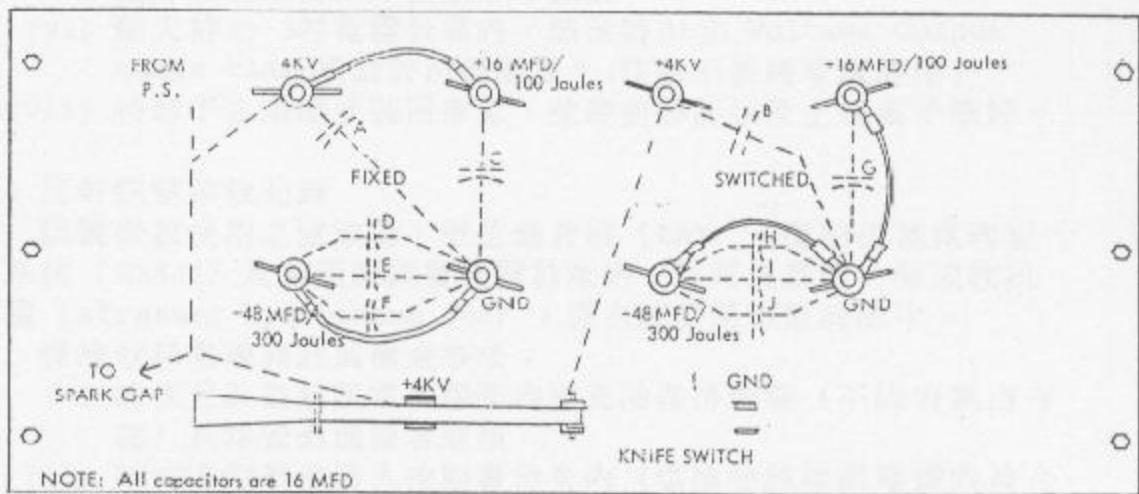


TRANSFORMER CONNECTION

- 注意事項：(i)電能供應器和電源產生的裝置(如發電機或其他來源的電源)其間連接輸入線的距離愈近愈好，使於擊發電能釋出後能迅速供給能量。
- (ii)用導線鎖於機殼(附圖一 NO. 4)和船殼連接(即所謂接地)。

(3) 擊發電容箱 (trigger bank 231) 和電容箱 (capacitor bank 233-A) 設定

231 擊發電容箱可控制能量的輸出，亦是儲存能量的裝置，使用者依規劃使用能量多寡，把上部面板打開，將欲儲存電能的電容器用導線連接（如下圖）。



MODEL 231 TRIGGERED CAPACITOR BANK CAPACITOR SWITCH BOARD LAYOUT

能量計算公式為 total power (watt-sec or joules) = $\frac{1}{2} CV^2$

C=電容量 (mfd)

V=電壓讀值 (Kilovolts)

以上圖所示若電壓錶上讀值為 3.53KV，其總能量為 300 焦耳，其每一電容器容量為 16mfd (即可儲存 100 焦耳能量)，欲儲存多少能量輸出，只要將電容用導線並聯即可，本儀器可從 100 焦耳至 1000 焦耳做調整 (在電壓讀值 3.53KV)。電容箱 233-A 其電容器容量為 500mfd，最大儲存能量為 3500 焦耳 (電壓讀值 3.75KV)。

注意事項：(i) 為使本系統釋出能量集中於電極器釋出，故於電容箱間 (231 和 233-A) 的電纜連接線越短越好，以減少能量於導線中消耗掉。

(ii) 為了安全起見，擊發電容箱和電容箱必須用導線鎖於機殼 (附圖一 No. 12 和 附圖二 No. 3) 處，確實和船殼連接 (接地)。

(4) 火花放電電極器 (sparkarray 267A)

放電電極器安裝步驟如下：

(i) 連接前確定將所有電源關掉 (包括電源開關，電能供應器和擊發電容箱的 HIGH VOLTAGE (X1000) 錶 (附圖二 No. 11) 讀值為零)。

(ii) 打開擊發電容箱上部蓋子和前部面板鐵網狀蓋子 (附圖二 No. 4)，取下內部的隔離板，而後將右側之電極器電纜固定螺絲帽和迫緊墊片旋開取下。

- (iii) 將電極器電纜頭(含紅色標示和黑色標示的接頭)推進擊發電容箱之High Voltage Output cable clamp(附圖十No.3)孔。
- (iv) 將電纜紅色標示端和high voltage端固定螺絲座接合，把卸下之迫緊墊片及螺絲帽依序裝上牢牢鎖緊。
- (v) 將電纜黑色標示端和GND端固定螺絲座接合，把卸下之迫緊墊片及螺絲帽依序裝上牢牢鎖緊。
- (vi) 鬆大約2~3吋電纜於箱內，然後將High Voltage Output cable clamp鎖緊於前部面板。(注意不要將電纜磨傷)
- (vii) 將卸下之隔離板裝回原處，並將前部面板及上部蓋子關好。

4-2 反射訊號接收記錄

訊號接收使用之濾波器，數位錄音機(DAT)，聲納信號處理記錄系統(SE881)及繪圖記錄器裝置於海研一號電儀器內，聲波收訊電纜(streamer hydrophone 265)，從右舷船尾施放於海中。

聲波收訊電纜施放前檢查事項：

- (i) 檢視受波器收訊電纜膠管內填充油保持飽滿(不能有氣泡存在)及膠管表面沒有磨損。
- (ii) 將9V方型電池裝入控制電池盒內(供給聲波收訊電纜內放大器電源)。
- (iii) 用示波器量測聲波收訊電纜內受波器訊號線路是否正常。

4-3 儀器施放

注 意

施放前再次檢查確定系統之所有電源皆已關掉

- (1) 放電電極器電纜和擊發電容箱連接完成後，檢視所有電極棒保持一定長度並將其固定住後，將電極架由船尾施放至海中，並保持能放至遠離船隻螺旋槳所產生的船跡處，而後把電纜用繩子固定住。
- (2) 檢視聲波收訊電纜一切正常後，在電纜尼龍繩尾端綁一個小浮球後，將電纜施放至海中，施放至離船尾約40公尺處(電纜總長45公尺)然後用繩子固定。

- A. 15 ft 110/240 VAC Power Cable (Part No. 19-3519)
- B. 10 ft 115 VAC Power Cable (Part No. 19-3826)
- C. 12 ft High Voltage Cable (Part No. 19-3518)
- D. 3 ft High Voltage Cable (Part No. 19-3521)
- E. Sparkarray Cable: 100 ft (cable is part of Sparkarray Assembly)
- F. Trigger Cable

5-1.2 訊號接收記錄部分

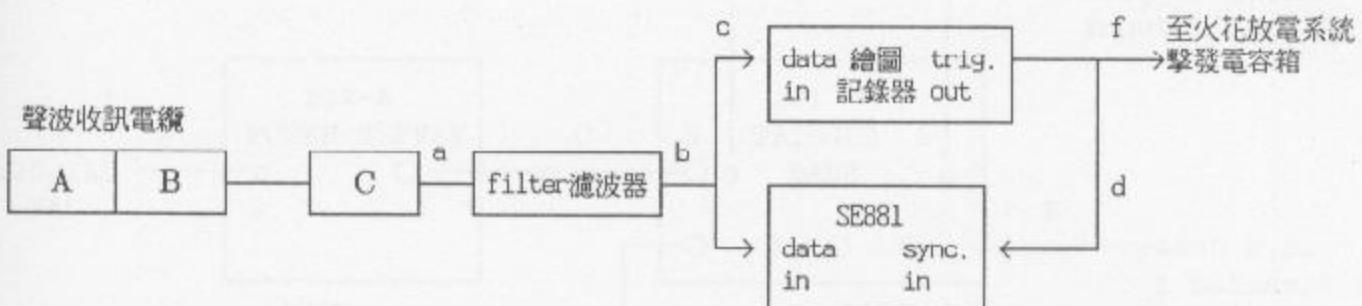
case 1: 聲波收訊電纜，濾波器，擊發盒，DAT 數位錄音機，繪圖記錄器之組合。

聲波收訊電纜

數位錄音機 (DAT)



case 2: 聲波收訊電纜，濾波器，SE881聲納信號處理系統，繪圖記錄器之組合。



A: 受波器組合

B: 訊號放大器

C: 電池及控制盒

a、f: 100ft BNC接頭同軸電纜

b、c、d、e: 10ft BNC接頭同軸電纜

五 系統儀器連接及操作

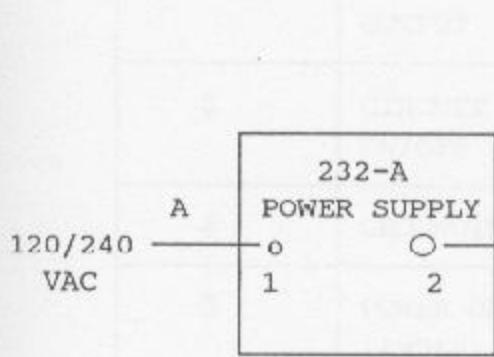
火花放電震測系統所使用的電能儀器(包括232-A, 231, 233-A)依作業需要設定固定後且放電電極架及聲波電纜亦依序施放至海中，並將其電纜固定，進一步便實施儀器之間電纜及訊號線的連接和作業時儀器操作。

5-1 儀器連接

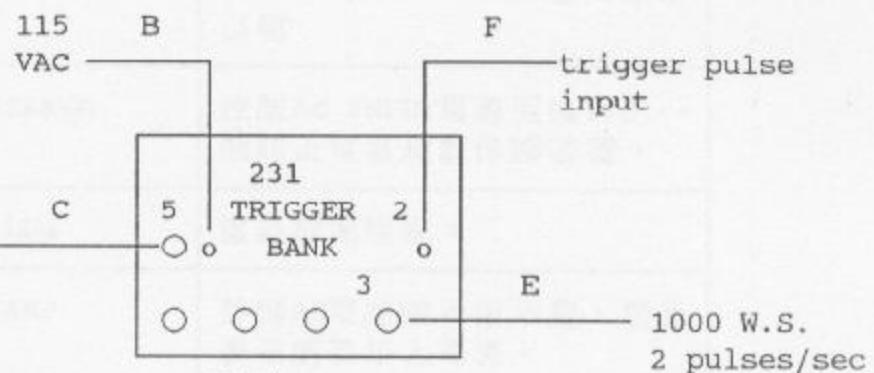
本節所述儀器架設完畢在正常作業前，將各單元間電纜及訊號線連接做一說明。

5-1.1 電能輸出儀器部份

case 1：電能輸出組合從100 J 至1000 J (每100 J 為單位增加組合)，組合調整方法4-1(3)所述。

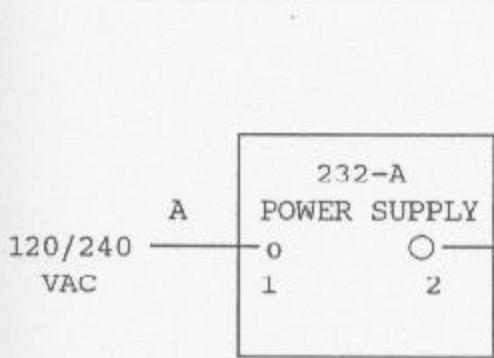


附圖一

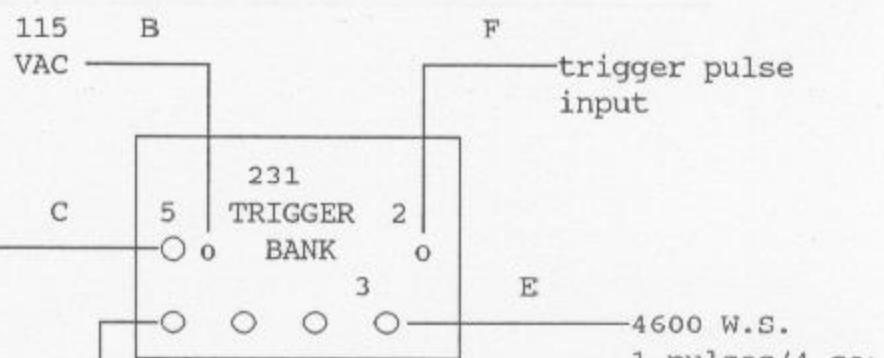


附圖二

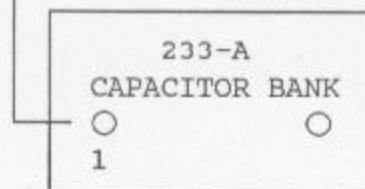
case 2：電能輸出組合從3600 J 至4600 J 。



附圖一



附圖二



附圖三

5-2 儀器面板功能介紹

電能輸出儀器所有的操作控制開關指示燈及電纜接頭，皆設置於電能供應器（232-A Power Supply）、擊發電容箱（231 Trigger Capacitor Bank），電容箱（233-A Capacitor Bank）前部的面板上。

5-2.1 電能供應器（Power Supply）（參閱附圖一）

附圖一項次	控制開關／指示燈名稱	功能說明
1	AC INPUT	交流電源 110、120、220、230、240 V 輸入端
2	HIGH VOLTAGE OUTPUT	3.4 KV 至 3.83 KV 高壓電源輸出端
3	CIRCUIT BREAKER ON/OFF	控制 AC INPUT 電源至儀器的一個防止電壓超載保護裝置。
4	GROUNDING LUG	儀器接地端點。
5	POWER ON LAMP (AMBER)	外部 AC 電源輸入指示燈，燈亮表示儀器接上電源。
6	HIGH VOLTAGE ON LAMP (RED)	3.4 KV 至 3.83 KV 高壓電源輸出指示燈，燈亮表示將高壓輸出至電容箱。

5-2.2 擊發電容箱 (Trigger Capacitor Bank) (參閱附圖二)

附圖二項次	控制開關／指示燈名稱	功能說明
1	HIGH VOLTAGE INPUT CONNECTORS	3.4至3.83 KV高壓電源輸入連接座。(由232-A輸入)
2	TRIGGER CONNECTIONS	外部擊發訊號輸入連接座。分別可用位準觸發及接點(contactor)兩種方式。
3	HIGH VOLTAGE OUTPUT CABLE CLAMP	高壓輸出電纜(即火花電電極電纜)夾緊頭。
4	SPARK GAP ASSEMBLY	火花放電電閘組合閘門。
5	HIGH VOLTAGE INPUT	電容箱(233-A)電能輸入端連接座。
6	AC INPUT	100V AC電源輸入連接座。
7	TRIGGER POWER TOGGLE SWITCH LAMP (AMBER)	控制使電路運作之110V AC電源開關AC電源輸入指示燈，燈亮表示AC電源已經輸入儀器。
8	HIGH VOLTAGE TOGGLE SWITCH LAMP (RED)	控制來自電能供應器(232-A)高壓輸入的控制開關。 高電壓啟動指示燈，燈量表儀器內有高電壓存在。
9	HV RESET PUSHBUTTON (RED)	當AC瞬時中斷時，按下此鈕使HIGH VOLTAGE電能重新啟動。
10	HIGH VOLTAGE (X1000) METER	高壓電能讀值錶頭，從0至5KV。
11	MANUAL TRIGGER PUSHBUTTON	手動擊發鈕，測試時可按下此鈕。
12	GROUNDING LUG	機殼接地連接座。

5-2.3 電容箱(Capacitor Bank 233-A) (參閱附圖三)

附圖三項次	控制開關／指示燈名稱	功能說明
1	HIGH VOLTAGE INPUT CONNECTOR	高壓電能輸入連接插座
2	HIGH VOLTAGE CAMP	高電能指示燈
3	GROUNDING LUG ON/OFF	機殼接地連接座

5-2.4 訊號濾波器 (Bandpass filter 3700) (參閱附圖五)

附圖五項次	控制開關／指示燈名稱	功能說明
1	POWER switch	電源開關，分為 OFF、LINE OPR.，BAT CHG LINE OPR.，BAT OPR.，四個操作位置。現場作業時接 110V 電源將開關轉至 LINE OPR. 位置。
2	GAIN switch	信號增益放大開關，分為 0 dB 及 20 dB 兩段。
3	MULTIPLIER switch (HIGH PASS)	高通頻率倍數調整開關，分為 0.01, 0.1, 1, 10, 100 五段。 高通頻率值設定和項次 5 之旋轉鈕配合使用。
4	MULTIPLIER switch (LOW PASS)	低通頻率倍數調整開關，分為 0.01, 0.1, 1, 10, 100 五段。 低通頻率值設定和項次 6 之旋轉鈕配合使用。
5	FREQUENCY DIAL (LOW CUTOFF)	low cutoff 頻率值設定旋轉鈕。 頻率設定值為此項值和項次 3 設定之乘積。
6	FREQUENCY DIAL (HIGH CUTOFF)	high cutoff 頻率值設定旋轉鈕。 頻率設定值為此項值和項次 4 設定之乘積。
7	FRONT INPUT (BNC)	信號輸入連接端。
8	FRONT OUTPUT (BNC)	濾波器後之信號輸出連接端。

5-3 儀器操作

在所有電能輸出系統儀器依 5-1 節所示連接且確定所有的電源開關皆放置於 OFF 位置，而聲波收訊電纜及火花放電電極架施放至所設定的深度後，系統便處於準備運作狀況。

5-3.1 系統開機

- Step 1：打開外部電源開關（供給電能供應器，擊發電容箱電源）。
- Step 2：電能供給器 CIRCUIT BREAKER(附圖一 NO.3)接至ON位置。（此時附圖一 NO.5 POWER ON 琥珀燈亮著）
- Step 3：擊發電容箱TRIGGER POWER開關(附圖二 NO.7)向上撥至ON位置。（此時開關上面之琥珀色燈會亮，表示AL電源已輸入，儀器內之控制電路啓動）
- Step 4：擊發電容箱HIGH-VOLTAGE開關 (附圖二 NO.8)向上撥至ON位置。（準備輸入由電能供應器輸出之3.4至3.83KV的高壓電）
- Step 5：按下擊發電容箱HV RESET鈕 (附圖二 NO.9)。使高壓電能進入箱內之電容器進行充電儲存。（此時附圖二 NO.8 HIGH VOLTAGE 上之紅燈會亮，同時可聽到“喀喀”的聲音，附圖二 NO.10 HIGH VOLTAGE(X1000) 錶頭上的指針慢慢移至3.4至3.83之間）
- Step 6：按下擊發電容箱MANUAL TRIGGER鈕 (附圖二 NO.11)。測試火花放電電極擊發。（放電時HIGH VOLTAGE錶頭指示針應下降）
- Step 7：配合以下表列所示，設定繪圖記錄器 (EPC或Dowty)或SE881聲納訊號處理系統輸出之擊發秒數。

能量輸出值 (1watt-sec =1 joule)	擊發率(最快) (pulses per sec.)	使 用 儀 器 組 合		
		電能供應器	擊發電容箱	電容箱
200	6	1	1	0
300	4	1	1	0
500	3	1	1	0
1000	2	1	1	0
4500	0.4	1	1	1

註：上表所列所用能量輸出值，參照4-1 (3)（擊發電容箱電容器連接設定）所述設定。

- Step 8：將連接於繪圖記錄器或 SE881 聲納訊號處理系統的擊發訊號輸出之 BNC 接頭同軸電纜線接至擊發電容箱的 trigger connections(附圖二 NO.3)接頭上。
(火花放電電極便依所設定的擊發率放電，產生聲波)
- Step 9：打開受波器電纜電源控制盒開關。（供給電源給受波器電纜內的訊號放大器，受波器感應震波訊號傳送至記錄系統）
- Step10：旋轉濾波器上 Power(附圖五 NO.1)開關至LINE OPR 位置。
(啓動濾波器電源)
- Step11：設定接收訊號頻寬帶(band-pass)。調整MULTIPLIER SWITCH (附圖五 NO.3)配合FREQUENCY DIAL(附圖五 NO.5)設定LOW CUT-OFF頻率值，調整MULTIPLIER SWITCH(附圖五 NO.4)配合FREQUENCY DIAL(附圖五 NO.6)設定HIGH CUT-OFF 頻率值，將設定以下之頻率訊號濾掉。

依上述步驟完成後，系統開始記錄地層反射訊號，顯示於繪圖記錄器之記錄紙及 SE881 聲納訊號處理系統的螢幕上，同時訊號資料亦會儲存於 DAT 錄音帶上或 SE881 之磁帶上，提供研究人員做進一步的處理，得到更理想的地層剖面。

5-3.2 系統關機

注 意

關機時操作人員穿戴絕緣物質以防安全

- step 1：停止外部控制觸發儀器訊號輸出（如 SE881、EPC or DOWTY Recorder），並將觸發訊號電纜線自擊發電容箱上之 trigger connection(附圖二 No.2) 鬆開。
- step 2：將擊發電容箱之 TRIGGER POWER switch(附圖二 No.7) 撥至 OFF 位置後，把 HIGH VOLTAGE switch(附圖二 No.8) 亦撥至 OFF 位置，確定 HIGH VOLTAGE meter(附圖二 No.10) 指針讀值為零。
- step 3：把電源供應器之 CIRCUIT BREAKER(附圖一 No.3) 開關撥至 OFF 後，將外部供應系統用之電源關掉。
- step 4：打開擊發電容箱之上蓋，將並聯電容的匝道扳至 GND 處接地放電。
- step 5：按擊發電容箱之 MANUAL TRIGGER(附圖二 No.11) 數次，將電容器內之電能釋放。
- step 6：再次檢視所有電源開關皆置於 OFF 位置，且 HIGH VOLTAGE meter 讀值為零。
- step 7：完成上述步驟後，再將擊發電極架從船尾收回。

六 儀器維護保養

1. 放電電極架收回後，必須用淡水將架上海水及電纜沖洗乾淨，以防生銹腐蝕。
2. 電極架內之電極若小於一吋，必須更換新電極，以防損壞主機受損，甚而影響安全。
3. 放電電極架之電纜小心整理，若有磨損必須停止使用，視情況加以更換。
4. 檢查儀器間各條電纜及接頭之接腳是否有磨損，仔細檢視維護，並用接點清潔劑清除污垢。
5. 聲波收訊電纜回收後用淡水清洗乾淨，以防膠管及橡皮硬化，影響收訊靈敏度及電纜壽命。另將控制電池盒內之電池取出，以防電池內之電池液因久置變質滲出腐蝕接點。

七 工作心得

火花放電反射震測作業，因其所用的聲源由高壓電能產生，在正式作業前所有安全注意事項必須再加以檢視，才可開啓電源，唯有「注意再注意，檢查再檢查」，隨時記住使用本系統的先決條件：安全第一，才能保證本身及全船生命安全。

八 謝謝

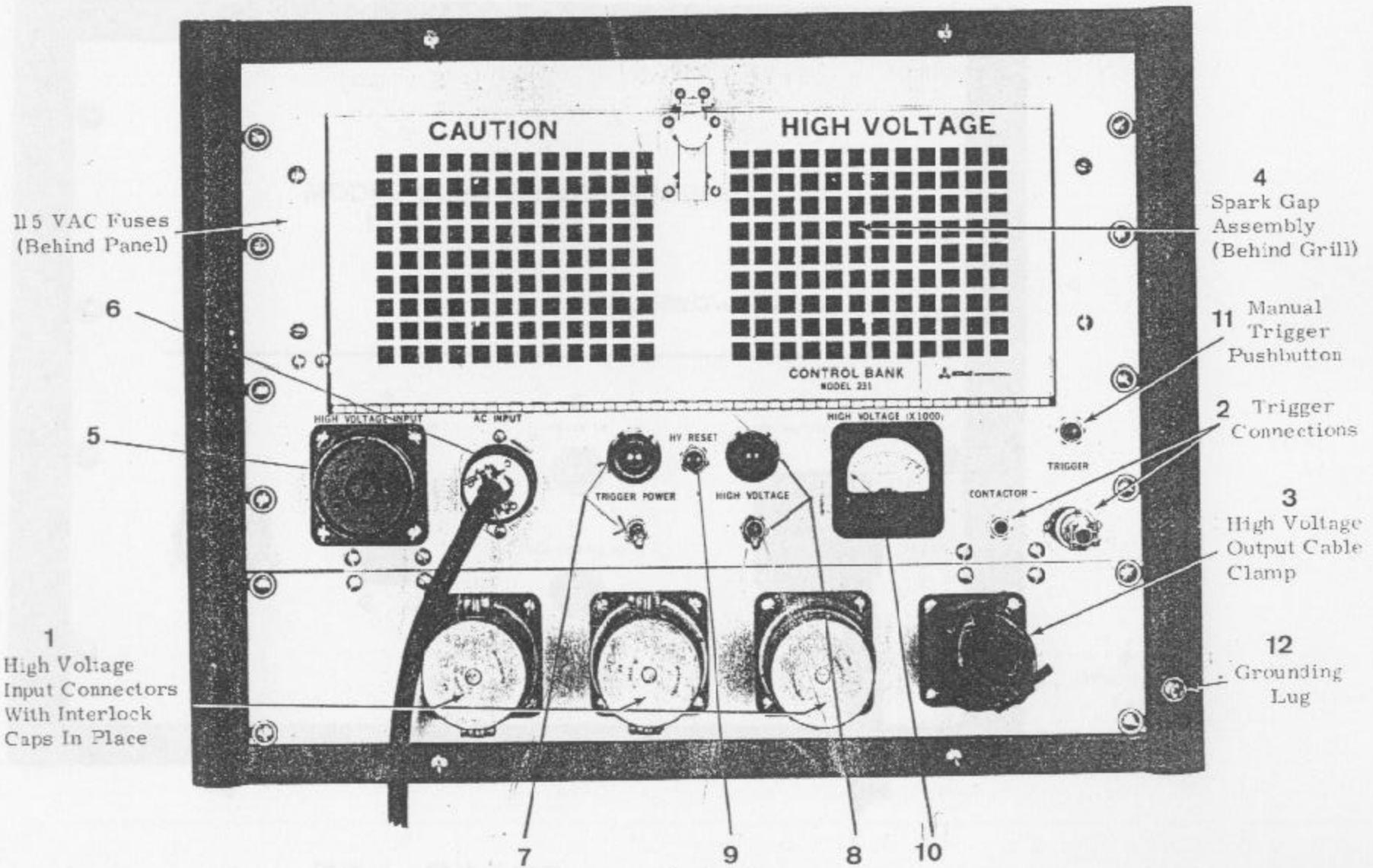
本手冊完成要感謝諮詢教授宋國士指導，電子技士張宏毅及助理陳榮宗在儀器方面的協助，海研一號探測作業室的作業配合，使儀器能順利操作，亦感謝「國科會海研一號貴重儀器使用中心」提供經費補助。

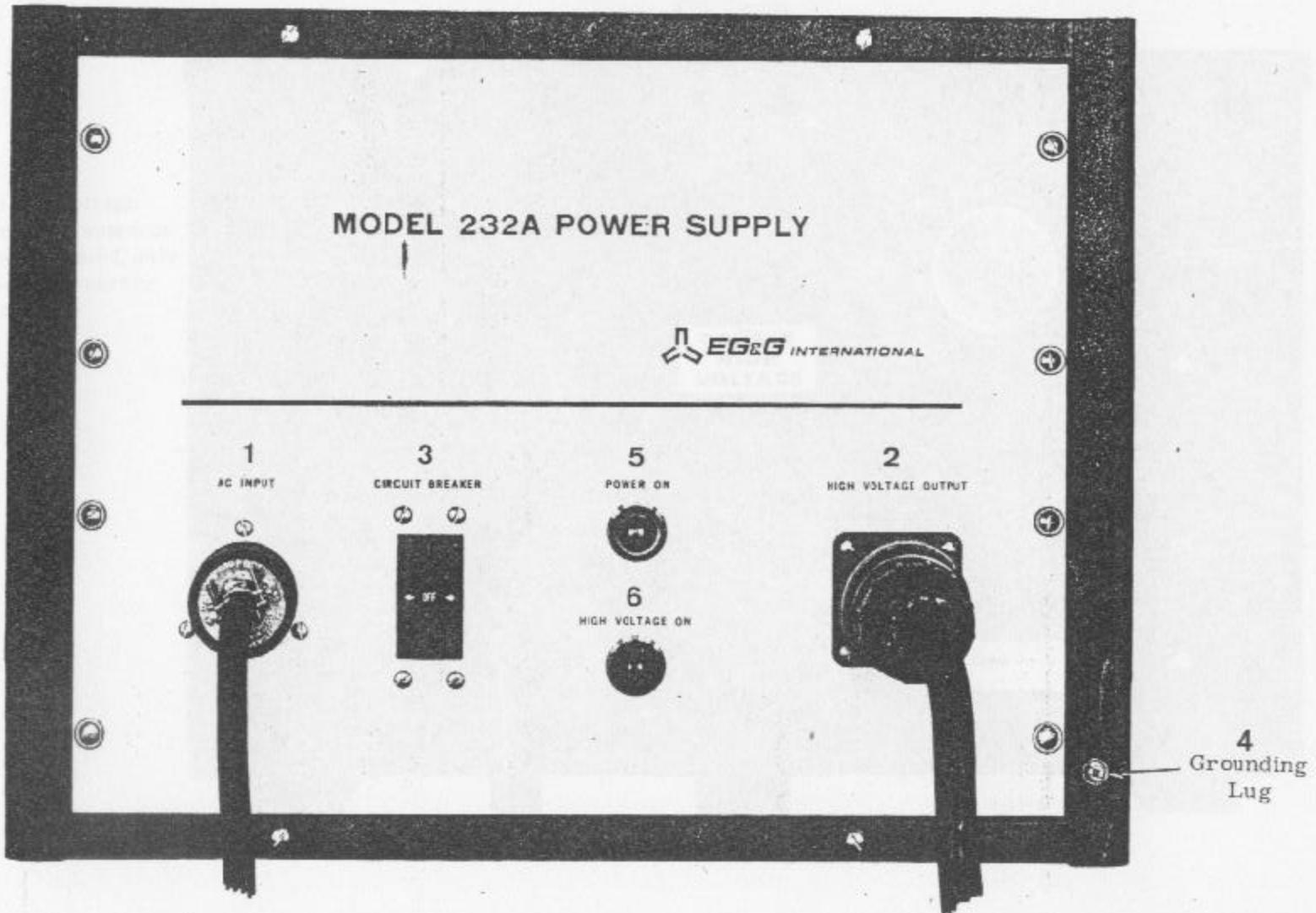
九 參考手冊

1. SESMIC ENERGY SOURCE COMPONENT (Model 232-A power supply, Model 231 Triggered Capacitor Bank, and Model 232-A Capacitor Bank) TH72-207 INSTRUCTION MANUAL
2. INSTRUCTION MANUAL (Model 267-A sparkarry)
3. EG & G HYDROPHONES (Model 265), INSTRUCTION MANUAL
4. MODEL 3700, OPERATING and MAINTENANCE MANUAL (BAND-PASS FILTER)

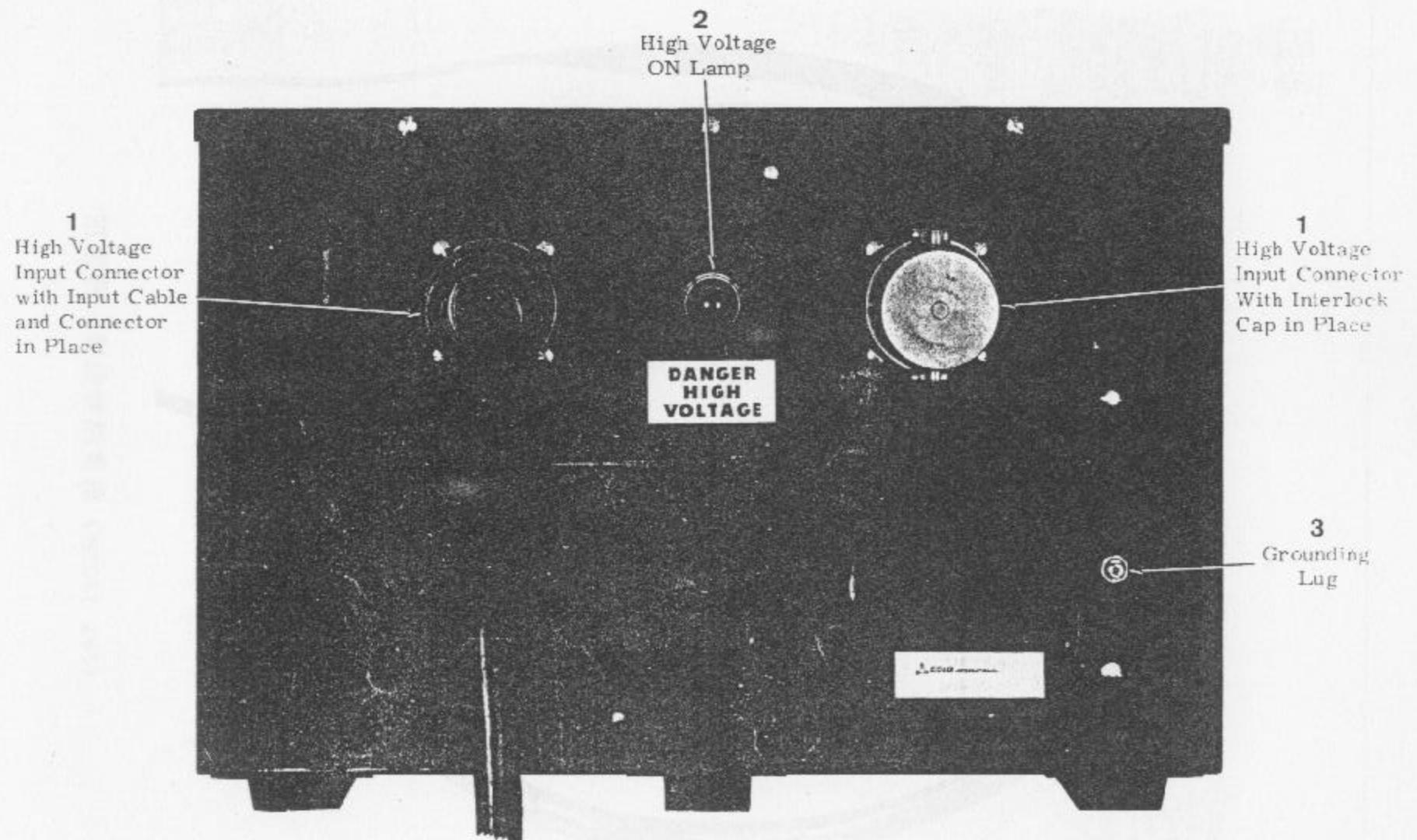
十 附錄（圖）

附圖一 擊發電容箱 (MODEL 231)

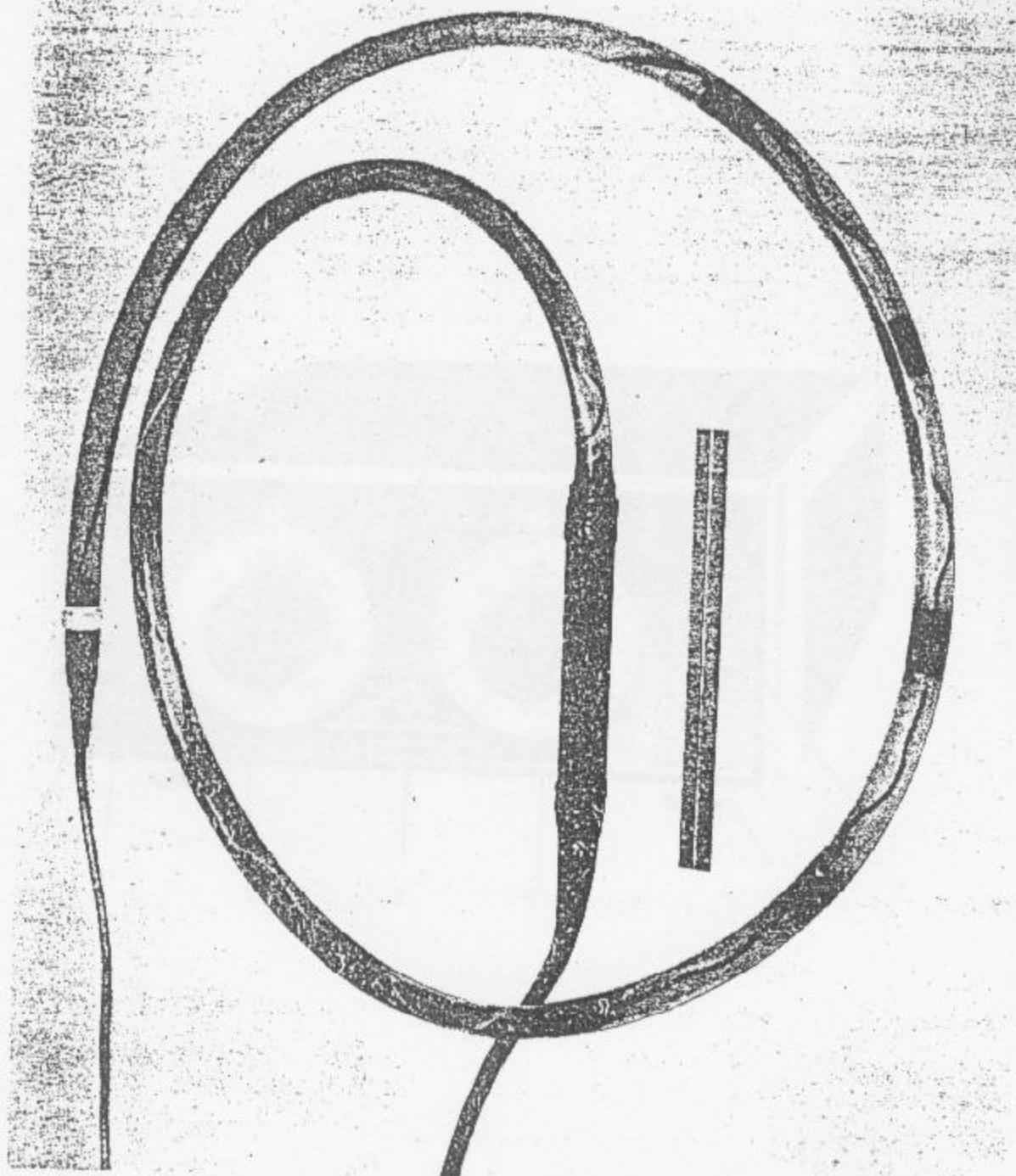




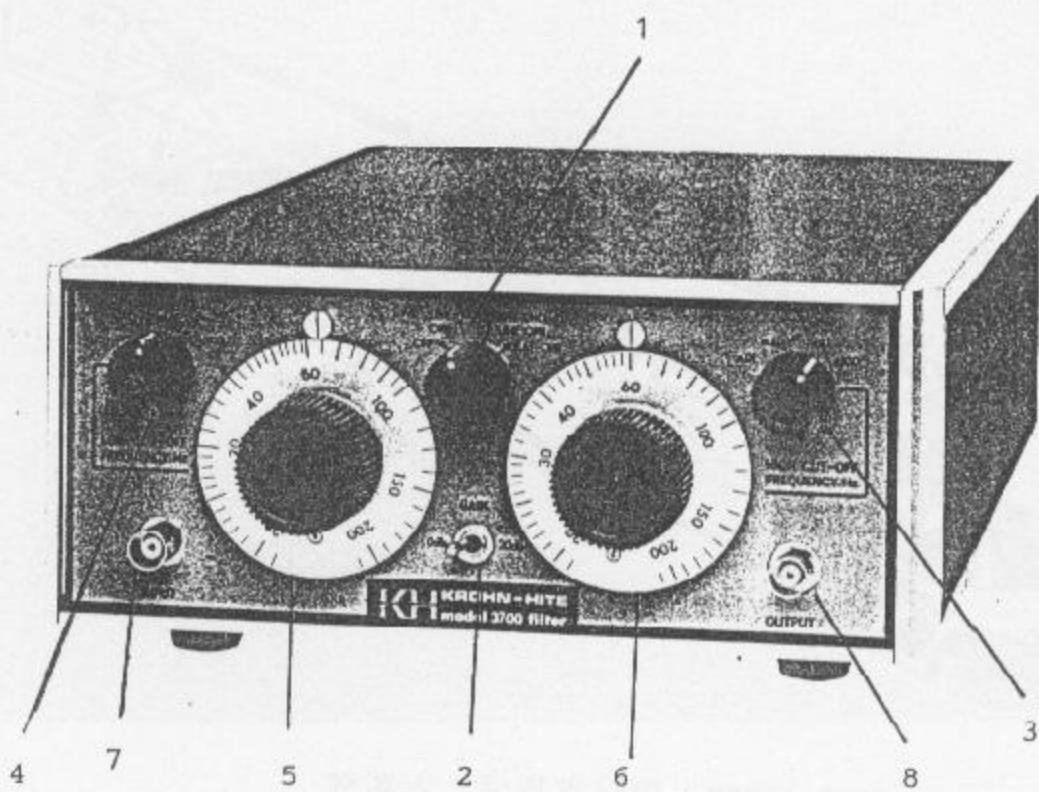
附圖二 電源供應器 (MODEL 232-A)



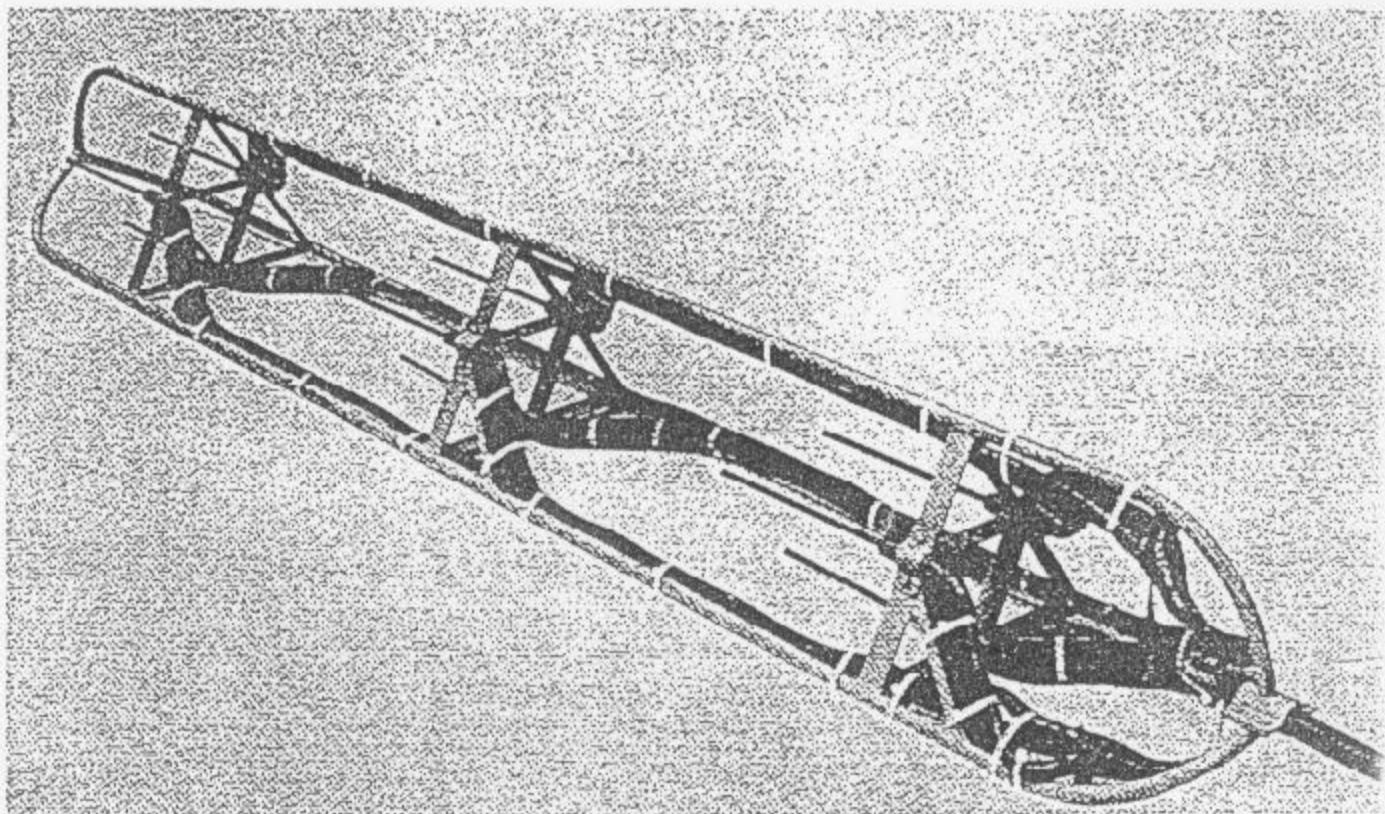
附圖三 電容箱 (MODEL 233-A)



附圖四 聲波收訊電纜 (MODEL 265)



附圖五 訊號濾波器 (MODEL 3700)



附圖六 放電電極架 (MODEL 267)