

側向聲納掃瞄儀使用手冊
拖曳感測器 (拖魚)
EGDG 272-TD 型

羅聖宗

陳民本

內容

1. 簡介

- 1-1 概述 - - - - -
- 1-2 272-TD型拖曳感測器 - - - - -
- 1-3 拖曳電纜 - - - - -
- 1-4 規格說明 - - - - -

2. 裝置

- 2-1 概述 - - - - -
- 2-2 拖曳感測器 - - - - -
- 2-3 拖曳電纜 - - - - -

3. 操作

- 3-1 概述 - - - - -
- 3-2 使用前檢查 - - - - -
- 3-3 拖曳感測器的使用 - - - - -
- 3-4 感測器的雜訊 - - - - -
- 3-5 操作斜距 - - - - -

4. 操作原理

- 4-1 概述 - - - - -
- 4-2 電力 - - - - -
 - 4-2-1 激發 - - - - -
 - 4-2-2 發射器 - - - - -
 - 4-2-3 時變增益接收器 - - - - -

5. 保養修理與校正

- 5-1 例行保養 - - - - -
- 5-2 修理 - - - - -
 - 5-2-1 方法 - - - - -
 - 5-2-2 感測器的重組 - - - - -
 - 5-2-3 尾翼的損壞 - - - - -
- 5-3 校正 - - - - -
 - 5-3-1 感測器波束俯角 - - - - -
 - 5-3-2 TVG 斜率 - - - - - 11

6. 故障

- 6-1 概述 - - - - -
- 6-2 感測器 - - - - -
- 6-3 拖曳電纜 - - - - -
 - 6-3-1 短路 - - - - -
 - 6-3-2 電線鬆落 - - - - -
 - 6-3-3 絕緣電阻的故障 - - - - -

1. 簡 介

1-1 概述

272-TD型雙重頻率的拖曳感測器 (Tow fish) 含有轉換器 (transducers)和產生與接收側向聲納信號等所需電子裝置的水力平衡體，它是設計用來與260號型的側掃聲納 (Side Scan Sonar)船上系統相連接。不同的拖曳電纜 (tow Cable)功用在於拖住靠近海底的拖曳感測器和電力傳動，控制發射機及傳送訊號回船上。

拖曳感測器電路組成包括發射及接收標準 "100 KHZ"的側向掃瞄頻率及 "500 KHZ" 的高解析頻率，這二種頻率訊號的選擇由260型主機控制。

拖曳感測器同時也含有新創用來補償因斜距不同產生訊號能量損失的時變增益裝置 (time varied gain, TVG)，其不僅使儀器操作方便，同時可減少拖曳電纜的斜距動力裝置 (dynamic range requirements)，而減少敏感的電子雜訊。

這本手冊僅對拖曳感測器及拖曳電纜做說明；本系統其餘部份請參考260型側掃聲納儀手冊。

1-2 272-TD型拖曳感測器

272-TD型拖曳感測器是圓柱型複合金屬製造，可由一個人單獨操作 (圖 1-1)。其含有穩定翼組 (fins)及為水力平衡的含鉛錘頭部。與前端電子裝置部左、右舷部位的兩個轉換器，這電子裝置含有二個明顯的印刷電路板 (PC)即左、右兩側轉換器。每一片PC板含有一個轉換器的趨動器及TVG電路用來控制頻率。除了圓柱體尾端部份含有電子裝置，整個拖曳器為一自由浮體。這個電子裝置為一防水裝置，藉由O型環密接及一螺釘門與感應器組合或拆解。而內部及外部則施以陽極防蝕。

在拖曳感測器的前端有一懸吊纜繩的拖臂，約在重心處有一可抗壓力的連接器用來與感測器的電子拖曳纜連接。

272-TD型拖曳感測器上有一尼龍材質的T型安全連接桿剪斷扣 (Saf-T-Link Shear Pin)。當感測器纜繩被海底障礙物拌住時，張力超過180公斤 (400磅)時剪斷扣斷裂，使在拖纜及感測器間的電纜線分開。此時拖曳感測器彈起360度，而拖曳的支點轉換到感測器頂端，而使障礙清除 (圖 1-2)為了恢復到正常的操作狀態，感測器再用新的剪斷扣及連接器固定簡單的再裝置起來。如果僅有尾部穩定翼被拌住，則尼龍繩鬆解尾翼掉落，如果仍然被拌住，則最後尼龍繩斷裂 (為了避免遺失感測器)。

1-3 拖曳電纜

有三種適當長度的拖曳電纜被採用包括600公尺(深水拖曳), 150公尺(深水拖曳)及50公尺(淺水拖曳)。深水拖曳電纜有雙層不銹鋼的防護, 而淺水拖曳電纜則有抗磨損的Kevlar力量組合之(PUR polyurethane)。50公尺長的電纜則是直接連船上系統及感測器。深海拖曳電纜則需要額外的甲板纜線(deck cable)

圖 1-3顯示, 典型感測器拖曳深度相對不同船速的不同狀態。為使電纜線得到較深的拖曳深度, 可選擇使用 285型的拖曳制深器(Tow Depth Depressor)。285型制深器體積小, 重量輕, 在8節航速下產生大於200公斤(450磅)的下沉力量。

1-4 規格說明

272-TD型拖曳感測器 電子聲納系	標準解析度(100KHZ)	高解析度(500KHZ)
可操縱頻率	105 KHz ± 10KHz	390 KHz ± 20KHz
脈波波長	0.1 msec	0.01 msec
輸出聲納	在1m深1 micropascal 下相對228 分貝 (dB)	1m深1micropascal 下相對222 分貝
水平波束寬度	1.2° (3db點)	0.5°
垂直波束寬度	50° , 向下傾斜20°	同左
TVG 範圍	60 dB 相對220 ms	19 dB 相對75 ms
機械		
最大深度	600 公尺	
重量		
含箱重	50 公斤 (110磅)	
未含箱重	25 公斤 (55 磅)	
尺寸		
含箱	1.5×0.24×0.41公尺 (59×9.5×16 英吋)	
不含箱	140公分長×70公分高×11.4公分寬 (55×12×4.5 英吋)	

拖曳電纜

機械

深水拖曳

樣式

雙層鋼管防護外裝

直徑

0.95公分 (0.375 英吋)

長度

150 公尺 (500 英呎) 或 600公尺 (2000 英呎)

淺水拖曳

樣式

kevlar(芳香聚 胺纖維商標名)

直徑

0.89 公分 (0.35 英吋)

長度

50 公尺 (150 英呎) 標準型

100公尺、150公尺 依不同需要

張力

1136 公斤 (2500 磅)

最小絞纜直徑

0.25 公尺 (10 英吋)

(Minimum sheave diameter)

空氣中重

0.12 公斤/公尺 (0.08 磅/英呎)

水中重

0.06 公斤/公尺 (0.04 磅/英呎)

電子裝備

導線數量

7

感測器能量

12 MA下 + 750VDC (典型)

感測器擊發 (Trigger)

+ 10 VDC脈波, 100KHz下 125M

500 KHz 下 250M

感測器訊號

- 60至 0 dB/操縱頻率伏特下

(左右兩舷頻道) 50 歐姆的阻抗。

2. 裝 置

2-1 概述

272-TD型拖曳感測器的木箱裡，提供各種備用的零件。拖曳電纜及外裝電子備用零件，則需另外訂購。外裝護套的電纜線以木製的線捲車安置，而50公尺長的拖曳電纜則安置在搬運箱內。

在任何裝卸之前，所有的組件，應當小心的檢視有無損壞及清算是否短少。所有組件皆應包裝好，安全儲放，以供再度使用。

2-2 拖曳感測器

拖曳感測器的重量十分輕便，25公斤(55磅)重，可由一人操作使用。扣針(pin)用來鎖定拖臂使用，在回程時，可將拖臂折疊，而平行感測器主体，以便攜帶。在正常操作時，應避免扣針晃動，必要時可更換感測器上的扣針。

在組合尾翼之前將兩瓣尾翼拼在一起，放入感測器後方的溝槽內，將鋼纜拉遠離尾翼的後端，使尾翼輕易的插入後，再鎖緊尾翼上的螺絲。將覆在感測器上的鋼纜利用在尾翼處的1/8吋尼龍套環及兩個掛鈞固定。當拖曳感測器撞擊到障礙物時，尾翼將被鋼纜拉開，使其被懸吊起來，而懸吊點則轉移至感測器的頭部

裝置感測器時，以拖曳電纜將電子及機械部份連接，電纜連接頭則在拖曳臂的端點。以矽膠塗在兩邊的連接器上，使完全吻合且密封。

拖曳臂的連接板是以機械方式，用連接環連接電纜張力的裝置，當電纜接上去以後，在甲板上繫緊拖曳感測器。尾翼的裝置可避免感應器的旋轉，在水力極不穩下，小心避免尾翼被折彎。

注意確定連接裝置的穩固。

2-3 拖曳電纜

50公尺長的拖曳電纜重量輕，攜帶方便，在拖曳感測器裝置附近甲板上裝設為宜。連接電纜兩端前，將其排成8字型，解開其扭曲部份，使其自然鋪設出來，使電纜不致互相盤繞扭曲，一種便利的方法，是將未連接感應器的電纜放在行駛2至3節船速的船尾。在船尾端的Kellums繩索，應牢固的繫在船上，避免掉落水中。

搬運雙層防護外裝的電纜至絞車(winch)上，在船尾突出地方繫牢，計劃使用深水拖曳電纜時，應事先在船上裝置好。

絞車及滑輪的使用，將使其更容易操作，如果沒有使用絞車，在拖曳電纜放及感測器深度未達穩定前，主要纜線與記錄器的甲板電纜不可連接。

圖 2-2 顯示儀示儀器內部的連接。

3. 操作

3-1 概述

260 型側掃聲納儀供應電源給拖曳感應器，且處理感應器回收訊號，所以爲了瞭解更詳細的操作，請參考船上系統的手冊，本手冊僅提供拖曳感應器操作方法。

3-2 使用前檢查

在拖曳感測器及船上系統裝妥，操縱感測器時，先依下列次序檢查：

1. 打開船上系統 "100KHz"。
2. 驗明感應器左右兩側的轉換器在感應器激發 (Trigger) 後能夠發出音波，此時激發燈 (trigger light) 閃動，且高頻的聲波可從每一個轉換器中收聽到，當激發狀停止，則同時停止發送音波。
3. 來回的磨擦轉換器的面，觀察其船上記錄系統左右兩側頻道上訊號的反應。(請參見 260 型手冊之舉例)。
4. 重覆 2 及 3 以 "500KHz" 操作，此部份則較難聽到發射器的聲響。

3-3 拖曳感測器的使用

拖曳感測器可被拖在船尾或在船首的欄木外 (圖 3-1)。在淺水地區或地形起伏地區，應小心注意避免感測器撞到底部，當船速變慢時，感測器迅速下沉，所以，在船速減慢停止時，感測器同時拉起。

50公尺長的拖曳電纜下水，以簡單的技術可解決其懸吊問題。在拖曳感測器與電纜連接前，船在 2 至 3 節的航速時，將電纜纏拖在船尾，然後再將其回收在甲板上盤捲成 8 字型。

拖曳的高度依海床底部狀況及其任務不同而定，一般推薦以斜距的 10 至 20% 爲拖曳高度。例如在 200 公尺的斜距下，拖曳高度約在距海床底部 20 到 40 公尺高度，由於能量衰減的因素，建議在 "500H" 高解析頻率下拖曳高度以斜距的 10% 爲佳。

在非常平坦地區，爲了偵測到目標物，使其記錄有最大遮蔽效應 (Shadow effect)，則感測器需非常接近海底。在起伏大的地區，則拖曳高度需較高避免撞擊海底。

拖曳感測器可由一個人來施放及回收。放施時將感測器掛在橫木桿上，使用拖纜在船側緩慢的放下。至少要有足夠的拖纜使其遠離船邊。感測器未達到所需的拖曳高度時，不可將系統開關打開，感測器同時能感測拖曳器的實際高度，在將感測器回收時，務須小心，勿使其搖晃而撞到人導致危險。

3-4 感測器的雜訊 (NOISE)

隨著掛上其它的感測器，將使系統可接收的訊號雜訊增加，特別是在斜距較長時雜音太高，則易使重要的訊號被遮蔽。

隨著船上產生的雜訊，拖曳深度，拖曳速度的不同，而有不同的背景雜訊 (background noise)。雖然雜訊的大小很難去預測，只有在淺海或是鬆軟沉積物地區，側掃聲納儀可去除大部份 100KHz 下 20公尺及 500KHz 下 75公尺狀態下的雜訊。

當系統被使用時，關掉感測器的激發器來監控雜訊大小，可使用下列步驟，減低雜訊。

1. 由航行的經驗得到在可接受的雜訊範圍下可航行的最大船速，有些船在某些速度航行時雜訊音特別大，瞭解後可避免這個船速度。
2. 不同的拖曳斜距經驗，特別是在淺海地區，了解其最靜音條件，一般感測器離船愈遠，雜音愈小，避免放置在船波跡 (wake) 處。

為了瞭解其真正最低雜訊範圍，須多次重覆上列步驟才能達到。當最靜音條件得到後，再重新激發 (trigger) 一次。若調查環境改變時，則需一次次的重新測試雜訊的範圍。

當拖曳感測器激發器關掉以後，TVG 失去效用，電路將成增加至最大，此時雜波訊號在短斜距下較激發器打開時小許多。

3-5 操作斜距

操作斜距為訊號和雜音比的函數，易測得的目標物，較不易測得的目標物，有較大的斜距，如果聲納及鄰近雜訊高，則斜距應較小而目標物的解析度隨著斜距的增加而減少。對 100KHz 標準的操作可用的斜距是 100, 150 及 200 公尺長，而 500 KHz 高解析的操作以 25 至 100 公尺斜距較佳。

4. 操作原理

4-1 概述

與每發射一訊號接收一個資料的深海測深儀 (depth sounder) 不同，側掃聲納儀可收集一排的資料。其在每一邊有二個等數的轉換器用來收集訊號，一在左舷，一在右舷，每一個在水平面上有一窄幅波束 (narrow beam)，而在垂直面上有一寬幅波束 (wide beam)。窄幅水平波束寬能量集中在與波行走路線垂直的面上。而轉換器底下連續的訊號，則由最大斜距下寬幅垂直波束產生。得到的瞬間回音大小是散射回來能量 (back-Scatter Strength) 或是海床物質的粗糙程度。如果使轉換器往前移動，結果使發射的聲波所涵蓋的海床上得到平行列的訊號。

4-2 電力

由船上供應 750 VDC 電壓，經由電纜線至感應器左右兩側的發射與接收電子系統上。

4-2-1 激發 (Triggering)

由 260型側掃聲納儀頻率選擇開關 (FREQ SELECT SWITCH) 所激發的脈衝 (pulse) 在 100KHz 下為 125 微秒 (microseconds) 在 500KHz 下為 250 微秒。所接收激發的訊號為 A1-6 (TP2) 190 微秒的一次激發聲，在這 190 微秒的完整的脈動中，依激發訊號的存在與否來決定交互接替的電路 (flip-flop)，A3-1 被產生或再產生。藉由可行或不可行的適當發射器及接收器的電路來設定 A3-1 操作頻率的狀態。

4-2-2 發射器 (Transmitter)

除了在 gating 及擊發有少許不同外，100KHz 和 500KHz 的發射器基本是相同的發射器是一種可放電的電容器，這電容器可充電儲存至 750 伏特，當一聲發脈衝產生時，這儲存的能量經由 SCR 的控制進入拖曳感測器的轉換器中再發射出去。轉換器的響聲及成對的聲波能量，以其控制頻率進入水中，為了配合轉換，同時也在使用的轉換器頻率上形成一與電容器調和的電流。使轉換器在波峰和波峰間產生大約 5KV 的伏特數。對 100KHz 形成約 0.1msec 的迅速衰減，而在 500KHz 下產生 0.01msec 的迅速衰減。

4-2-3 時變增益 (TVG) 的接收器

100KHz及500KHz的時變增益接收器是相似的，但後者爲了時變增益的形狀改變而增加了增益的級數。100KHz部份的操作如下：

CR10和CR11兩個兩極管在高電壓發射脈波上是重要的短路(short-circuit)單元。當脈波減少時，它們就變成高阻抗(impedance)訊號。聲波的回聲被接收後由換能器轉換成電子訊號，經由T2到放大器A8，A8和A7都是含有濾波的電導放大器，每個增益步驟，都由產生者的斜距比例來控制電流的大小，這就是所謂時變增益比(TVG rate)，最後統一放大由Q13和Q14輸出T5是用來配合50歐姆的電纜阻抗的轉換器。

由最初輸入激發產生的3 msec脈波，使Q8打開由C10放電，當脈波消失Q8關閉，而C10繼續相對於穩定的Q6電流放電，發射器Q9和Q10依據前所提的時變增益比所控制電導放大增益電流與經由Q10的電流轉換成電壓。

不可調整TVG位能器(potentiometers)，它是已經設定好的比例值，誤調將導致嚴重降低資料的品質，如果誤調了TVG位能器，請參考5-3-2節校正。

保養修理和校正

5-1 例行保養

在每次出使任務之前、後，必須依照下列步驟做例行保養

1. 每當拖曳感測器由海水中拿起之後，用清水沖洗，減少腐蝕。
2. 經常檢查拖曳感測器支撐尾翼的螺絲。
3. 拖曳感測器放入海水中前，以含鋅的塗料漆繫索，以減少腐蝕。
4. 檢查拖曳感測器是否有刮痕或是腐蝕的跡象，塗上油漆防止繼續腐蝕。
5. 用溫和的清潔劑清洗換能器表面的溝管 (urethane)，拭乾以提高水中音響的結合 (Coupling)。
6. 如果需要，更換頂部音道 Channel 的鋅陽極板。
7. 檢查細的繩纜 (warpage) 必要時更換或檢修。
8. 定期由訊號檢查電纜是否受損。

5-2 修理

5-2-1 方法

若要檢查修理或是更換換能器，不需要將感測器前、前後拆開，只要鬆開十個六角螺絲釘，小心的移去拖曳感測器上的換能器及覆蓋板。在換能器後以顏色標示的導電接續器 (jumper) 與鄰近的電子組件相接。參見圖 5-3 顏色標示的導線與電子組件對應情形。

繫索臂 (bridle arm) 組合，以機械方式固定在感測器的前端，而電線連接在電子組件旁。

在乾淨且乾燥的地方可拆解螺絲釘，將連接感測器前後的電子裝置移出，此時應小心避免內部電子零件變形，並小心將大的隔門主体拉出，從尾部房室內移出電子部份。

對所有水下連接部份仔細檢查保養，如 O 型環及 O 型環面，確保其完整乾淨後，塗上矽膠再重新組合，確定 O 型環適當的磨封凹槽。

5-2-2 感測器的重組

若安全T型接桿被鬆開時，感測器必需要重新組合，重新組合的器具包括尼龍螺絲，保險絲及矽膠等，這些備用的組合零件，EG8G內部包含有。

在船上重新組合安全T型接桿，接好連接器，安全T型接桿由10-32×1英寸的尼龍螺絲釘固定，可抗400磅(1b)的力量，當感測器盤絞起用時，產生剪應力由拖曳點轉換到感應器前端時易被回收，重新裝置安全T型桿，不需從斷裂的尼龍螺絲中卸下。

新的尼龍螺絲由螺絲洞的螺紋一側插入，而剪斷的螺絲則很難將它拿出。

若連接感測器纏繞在一起，安全T型桿回收拉起時，電纜線常使船上750伏特的保險絲燒斷，在更換安全T型桿時，檢查及更換保險絲，而電源連接器被分開時必須塗上矽膠。

5-2-3 尾翼的損壞

尾翼彎曲可導致感應器所拖的路徑方向及深度改變，所以每一種感測器，都有特別構造的尾翼。如圖5-1為尾翼的示意圖，在緊急時可以人為方式更換。

5-3 校正

5-3-1 感測器波束俯角

感測器的俯角固定在 10° 或 20° ，正常狀態下設在 20° 。當以極短斜距(小於75m)500KHz之近底部操作時，則以 10° 的俯角可改善斜距範圍及其淺水之精確度。由於260型波束校正設定在 20° 的俯角，在趨近資料的地方則適當的被加強。特別是100KHz頻率下。這波束的校正因子將隨260型內部開關結構設計有關，請參考260型手冊第三部份。

轉換器組合中的門或轉換視窗都稍為偏離水平中央線(圖5-2)。當轉換器被固定時較小的"B"尺吋在底部，由水平算起波束的俯角約 20° ，這是工作船上標準的規格，而對俯角 10° 者，則須移去每一個轉換器/蓋板組合的10個螺絲，解開來自電子裝置的插頭，更換右側及左側轉換器然後再連接電子裝置的插頭。在俯角 10° 的波束較大尺寸的"A"此時則在底部。 10° 及 20° 的位置在轉換器上都有標示，且每部份的連接須依感測器上標示操作。

5-3-2 TVG 斜率 (Ramp)

感測器上的TVG是原廠設定，由於其需要特別儀器校正，所以不要隨便調整。如果需要則須送回原廠加以校正，假如時間或因區域狀況須要調整，則需由有經驗的技術人員按下列步驟操作。

有許多經現場有經驗指揮下的調整，使TVG值趨於完美適用許多底質情況，但是還是希望在調整TVG最後數值時能與原廠接洽。

操作過程：參考圖5-3、7-3及7-4。

1. 由箱內移出260型。
2. 移去260型PCB外殼頂部P1和P2兩個三號釘。
3. 在電板末端E8與E9以51歐姆電阻交錯，用來校正。
4. 將拖曳電纜與感應器電子裝置連接，將發射器之電纜分開。
5. 在4個SCRs上方每兩個接頭夾一個鉛夾交會其中，可避免錯誤的擊發。
6. 在正擊發(positive trigger)的接頭E4為一同步的示波鏡(Synchronize Oscilloscope)，監視橫過51歐姆的電阻器。
7. 將Model 260機上STANDBY及TRIGGER打開在ON上，注意高壓線。

"100KHz"部份的校正

8. 將Model 260機FREQ SELECT開關調整至100KHz。
9. 當"100KHz"的轉換器設置在舷側防水壁上時，參考1伏特波峰至波峰信號在-20dB和-70dB聲源上，設立105KHz的低阻抗訊號。
10. 斜距範圍設立在300m。
11. 在-70dB訊號上時調整100KHz至最大，在傾斜最大時增益器(Gain potentiometer) R34，波峰至波峰訊號為150MV。
12. 調整"100KHz"的增益斜率(Slope potentiometer)R33至最大訊號之裂點(peak point) 300ms。
13. 在3MS，-20dB訊號輸入時調整"100KHz"的起初增益器(Initial Gain potentiometer) R32至波峰到波峰為60MV。
14. 重覆11、12、13調整。
15. 在另外船舷側重覆再調整。

"500KHz"校正

16. 將Model 260機的FREQ SELECT開關調整至500KHz。
17. 當應用在CR20時，在-50dB和-70dB訊號參考波峰至波峰為320MV，設立阻抗的聲源390KHz。
18. 斜距範圍設立在150m。
19. 在-70dB訊號時，調整500KHz至最大，當傾斜最大時增益器R22中波峰至波峰訊號為100MV。
20. 調整"500KHz"的增益斜率R21至最大訊號裂點120ms。
21. 在3MS，-50dB訊號輸入時，調整500KHz起初增益器R20至波峰到波峰訊號為60mv。
22. 重覆19、20、21這些調整過程數次。
23. 在另外船舷側重再調整。
24. 關掉電源，移去51歐姆電阻及SCR的導電接續器。
25. 重新連接轉換器。(圖5-3)
26. 重新連接P1、P2及PCB。

6. 發射故障 (Troubleshooting)

電纜及電子裝置中含有750 VDC 高壓電。

6-1 概述

一般故障常發生在拖曳電纜及連接器上，所以在操作前，以圖6-1圖解來了解電纜的電導性，典型的在船尾和感測器相接地方其電阻約±10%。

6-2 感測器 (Tow Fish)

這裡，假設Model 260 第6部份以測試完畢，而故障問題局限在感測器電子PCBs上，PCBs的電路圖如手冊中4-2所描述。

如果SCR的擊發沒有作用，則應檢查發射器電路及轉換器的接頭是否故障，SCR是發射器中重要的組件。

TVG電路由兩個基本部份所組成，即斜距增加器(ramp generator)及放大器(amplifier)。當這些電路發生故障時，最好依手冊上附件5-3-2檢查。

6-3 拖曳電纜

電纜的短路或電線鬆落(open wire)可由多用電表(mutimeter)偵測出來，當電纜在絕緣狀態短路或鬆落，則依下列之技術處理。

6-3-1 短路

拖曳電纜雙層外裝的電阻是1 ohm/100ft 或是1 ohm/30rn在R×1標準距離下，短路電線以歐姆計測得，這距離可用測得1、2、4、8和10歐姆的1% 計算得±10% 用來校正。經常由在切割電纜前，必需先測兩端的電阻確定讀數，再參考圖6-1和感測器相接的電阻值。

6-3-2 電線鬆落

電纜線中電線鬆落區域較短路難偵測得到，所以電容橋(capacitance bridge)被使用來測定鬆落兩端外殼的電容量差值。其用斷裂端點電纜長與距離比來表示，在切斷纜線前，需重覆檢查與鄰近好的電纜相同電容的比值，而隨著電纜不同段落有不同的電容值。

纜線的斷裂可被檢查到，或是以其彎曲亦可了解斷裂的位置。利用歐姆計以鉛板測鬆落的一端，當纜線彎曲時斷的電路可被接觸，使得讀數連續。

6-3-3 絕緣電阻的故障

絕緣體故障位置很難偵測到，電纜的破裂不一定靠近兩端點地方，而一般人常誤以為在靠近接收器的一端發生故障，所以分成一段一段而檢查，直到修破裂地方修復為止，才是最好的方法。

在電纜線分段的檢查時，同時瞭解訊號不正常的現象。在電纜兩端未連接上時，兩端應以100百萬歐姆與無限大的電阻測定，在連接器間以500 VPC百萬歐姆測定，利用Simpson 260多用電表測時，宜以電線對電線或以電線對外殼，以無限大測定，任何破裂地區皆可以此電表測得。

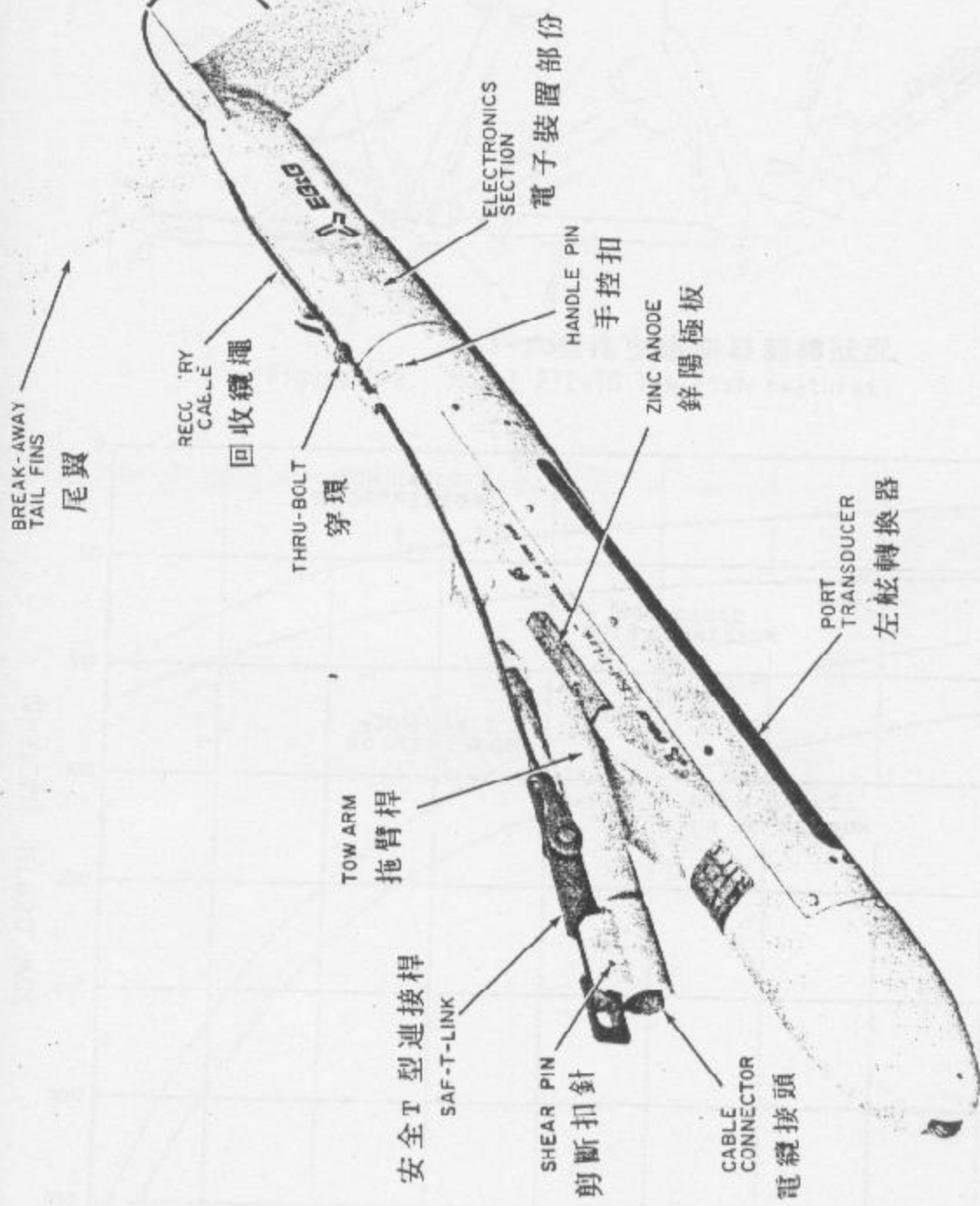
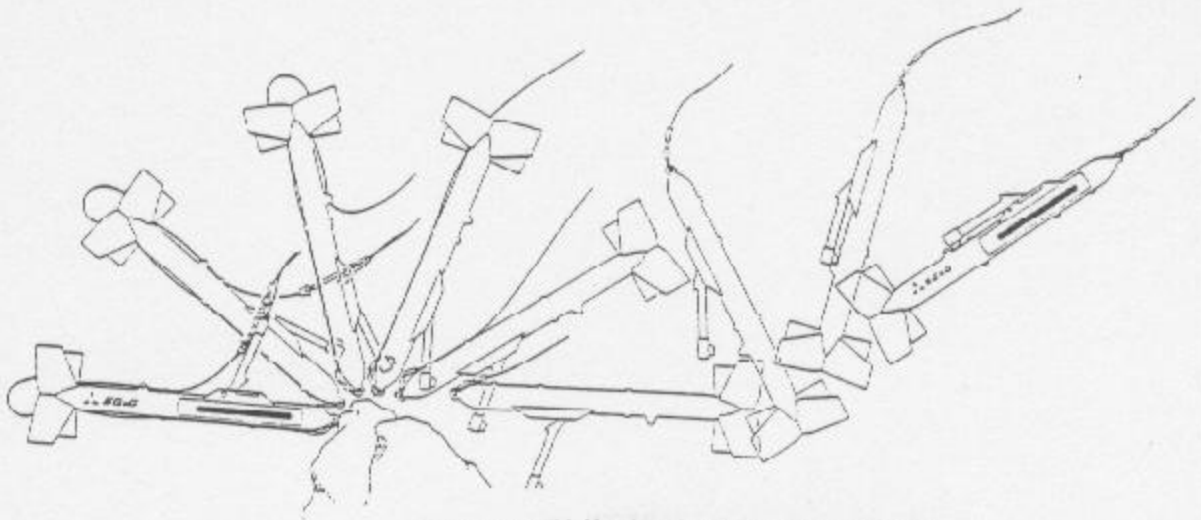
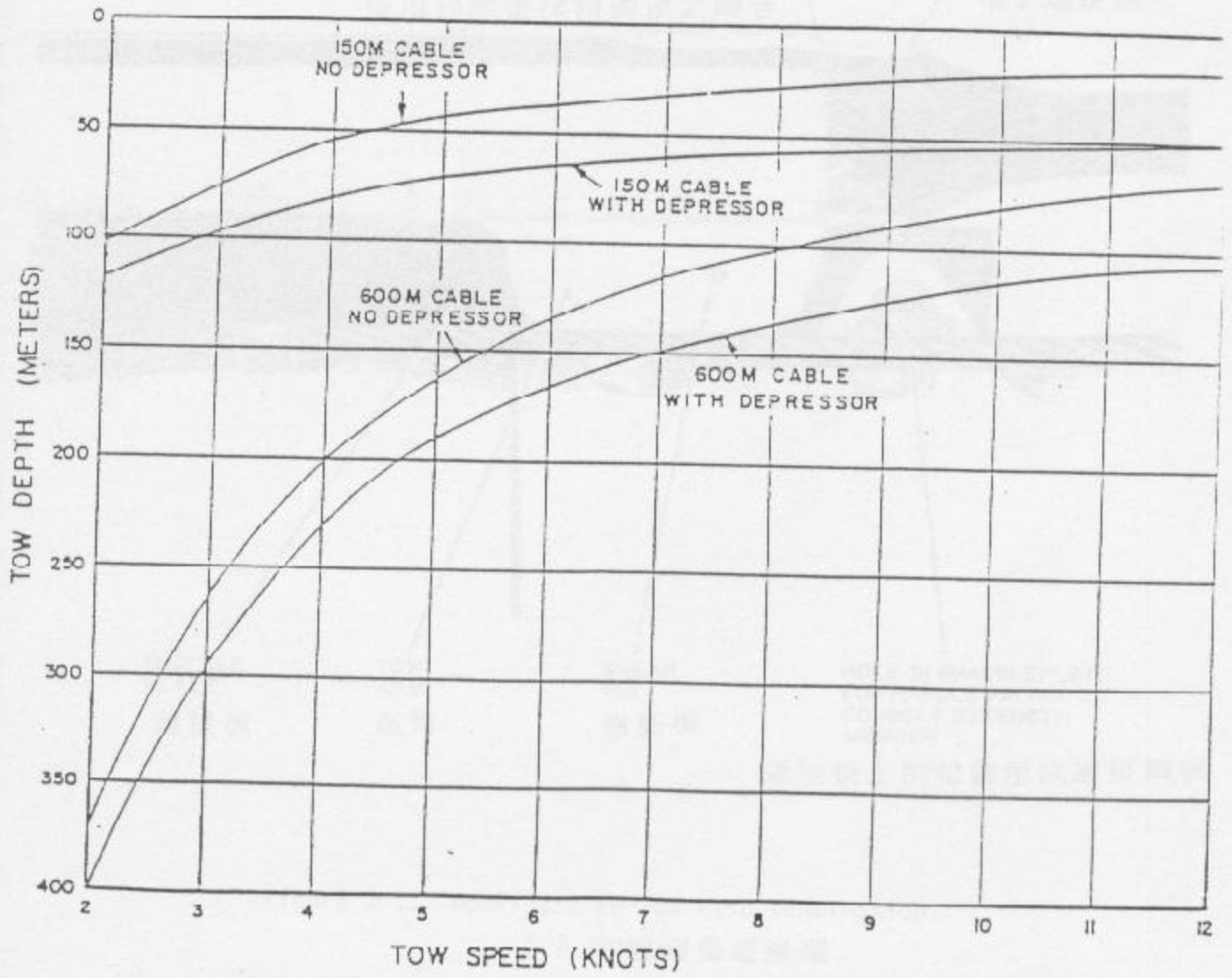


Figure 1-1. Model 272-TD Tow Fish.
272-型拖曳電感測器



272-TD型拖曳感測器翻轉狀況
 Figure 1-2. Model 272-TD Tow Fish features.



無制深器情形下 150 及 600 米拖曳電纜拖曳深度相對之船速
 Figure 1-3. Tow depth versus ship speed for 150- and 600-meter tow cables with and without Depth Depressor.

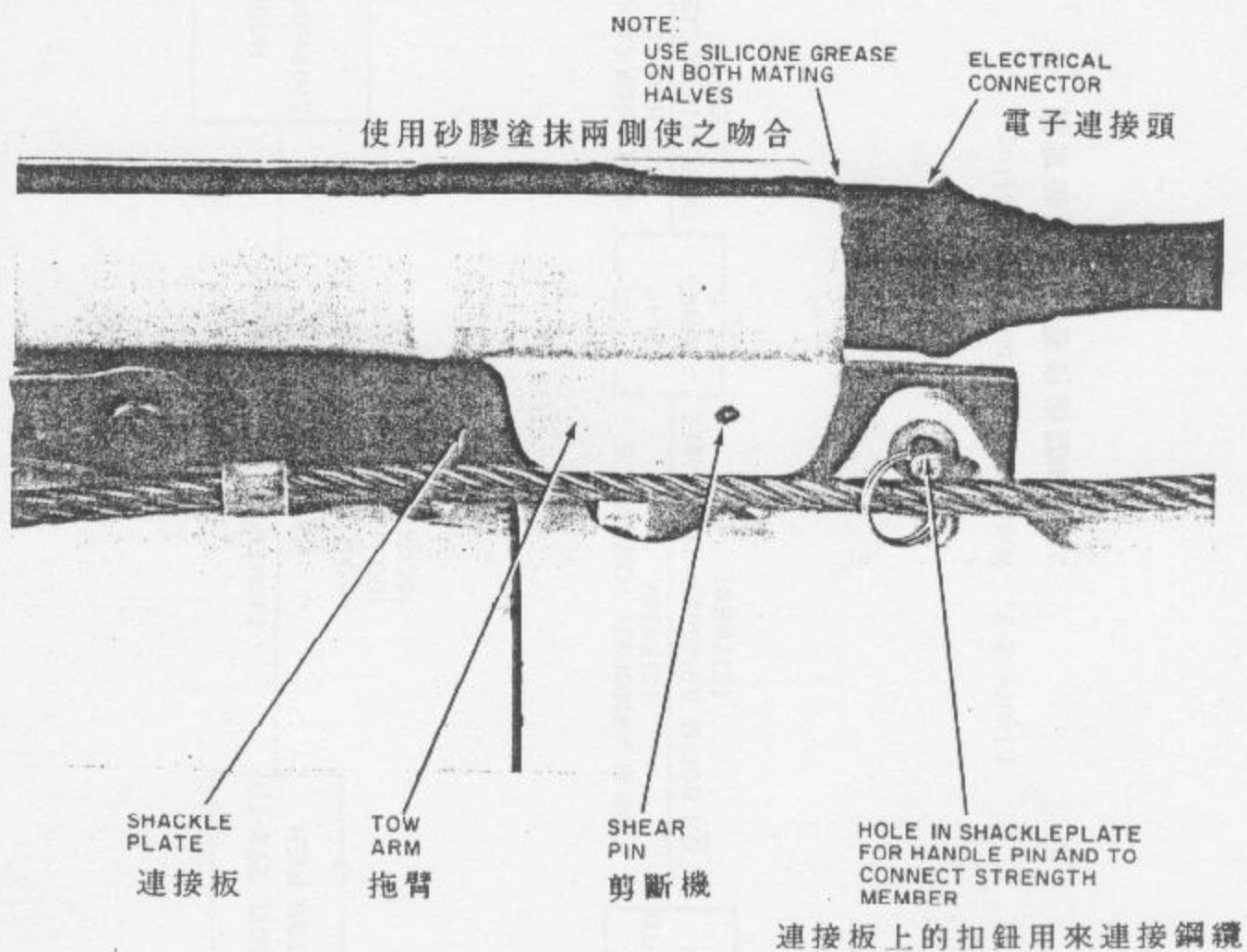


Figure 2-1. Model 272-TD Tow Fish termination.

272-TD感測器連接端

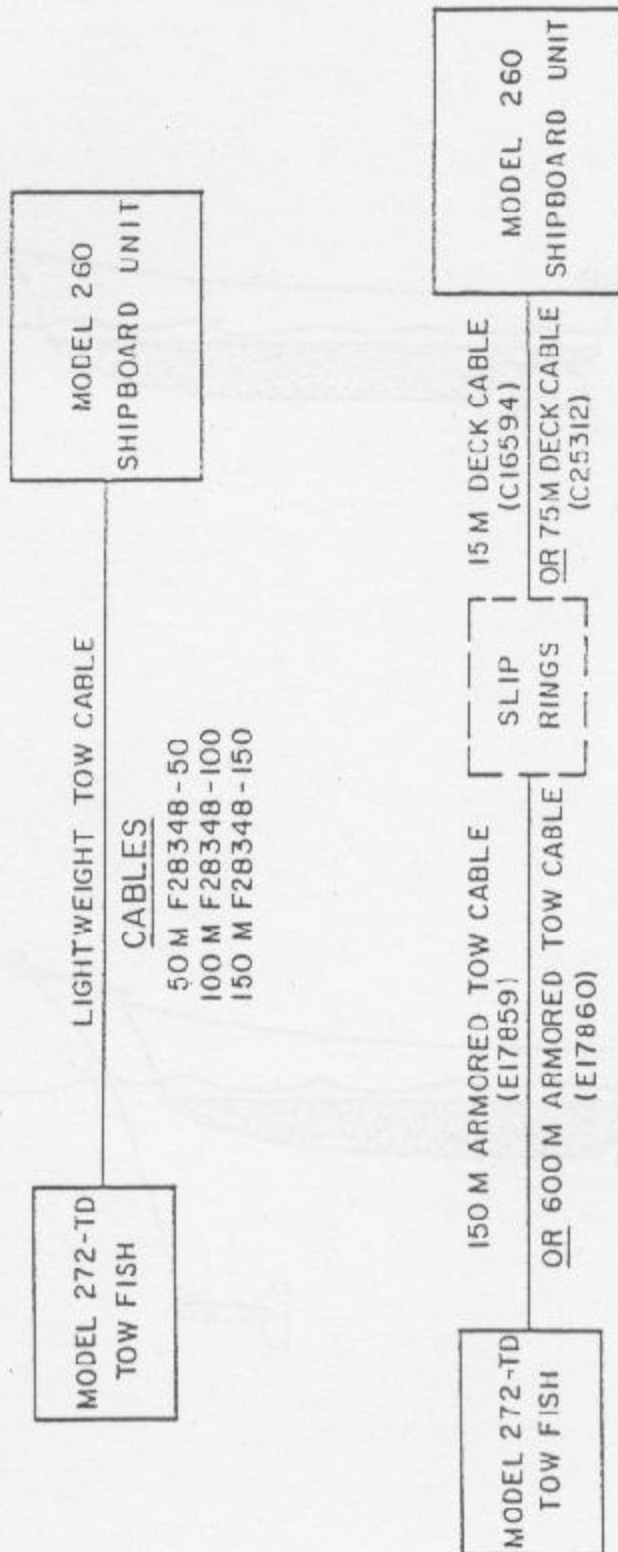
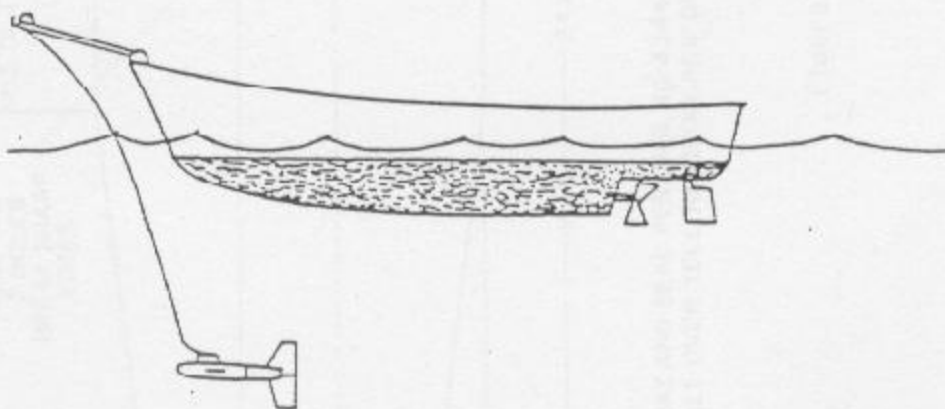
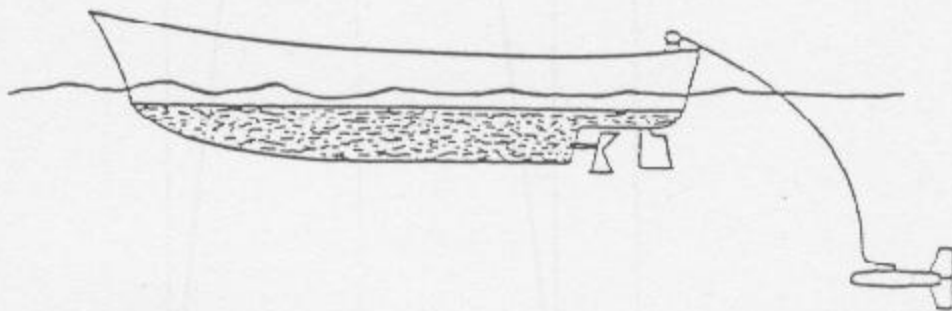
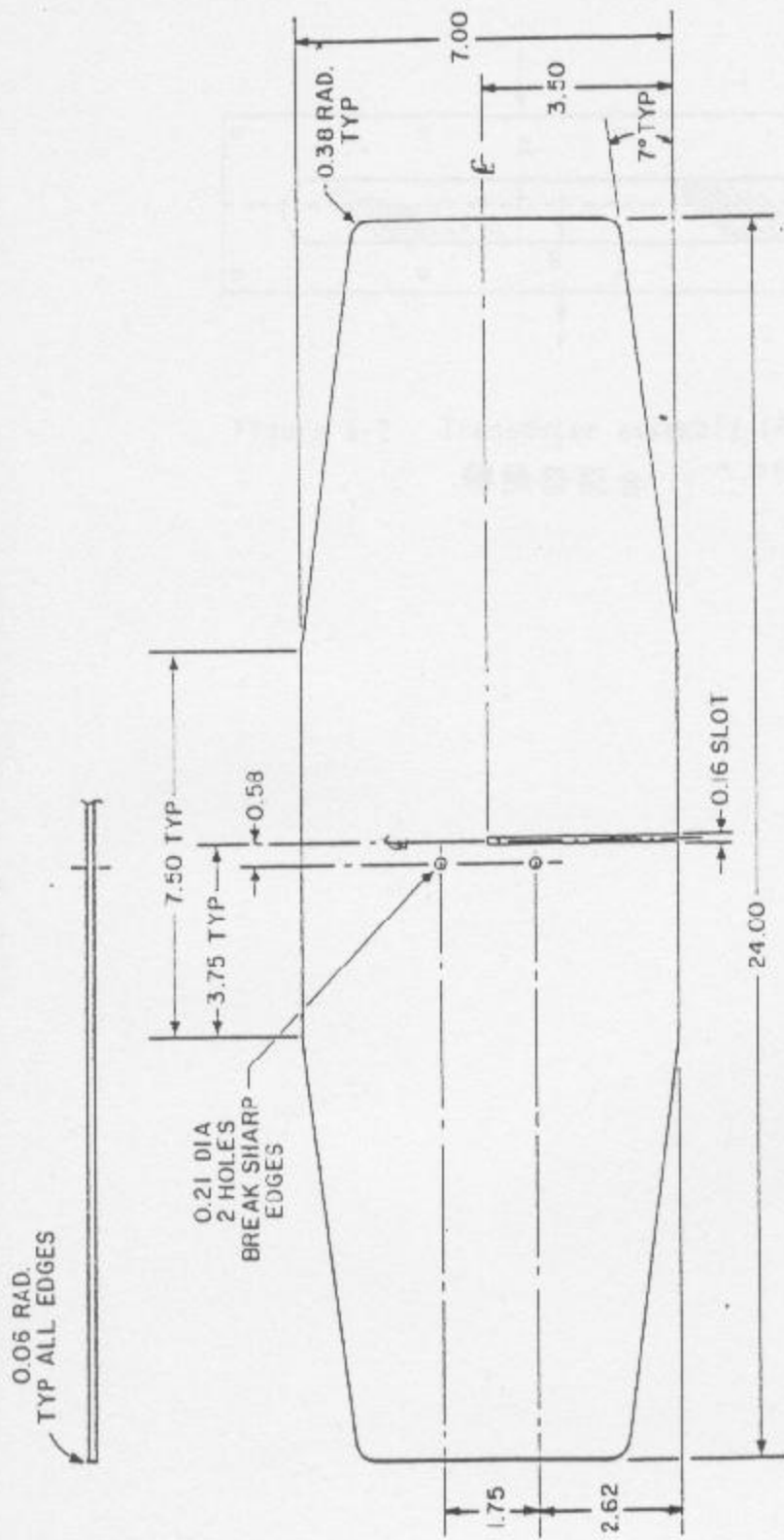


Figure 2-2. Model 272-TD Tow Fish cabling.
272-TD型拖曳传感器连接电缆



拖曳點

Figure 3-1. Tow points.



NOTES:

1. HARDCOAT AND SEAL PER DWG. NO. A3449
2. PAINT ALL OVER YELLOW EPOXY PER DWG. NO. A17069

Figure 5-1. Tail fin.
尾翼

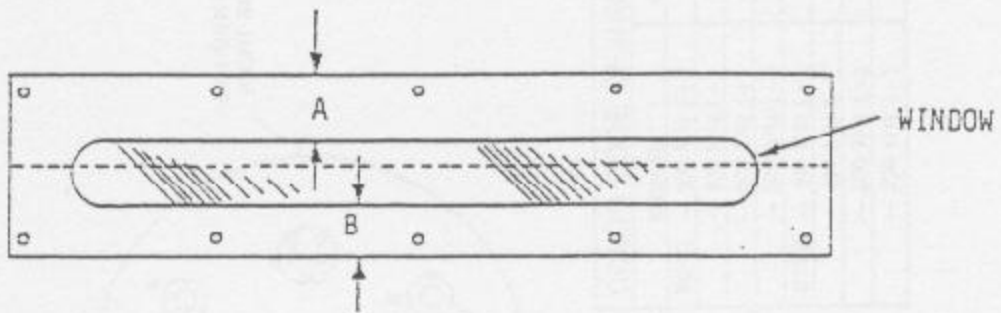
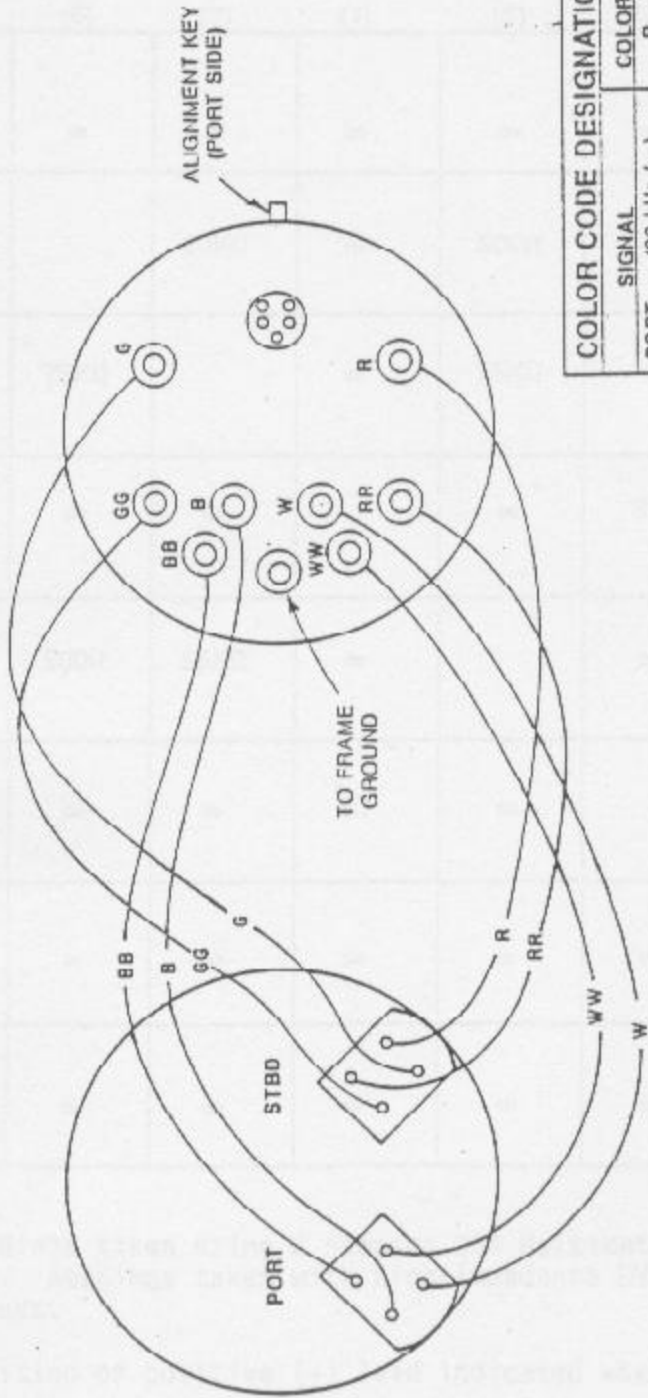


Figure 5-2. Transducer assembly ($A > B$) (exaggerated sketch).

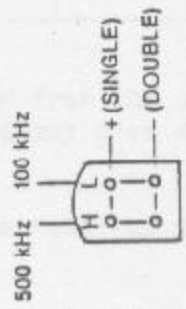
轉換器組合 ($A > B$)

TRANSDUCER ASSEMBLY
REAR VIEW

ELECTRONICS ASSEMBLY
FRONT VIEW



COLOR CODE DESIGNATION	
SIGNAL	COLOR
PORT -- 100 kHz (+)	B
-- 100 kHz (-)	BB
-- 500 kHz (+)	W
-- 500 kHz (-)	WW
STBD -- 100 kHz (+)	G
-- 100 kHz (-)	GG
-- 500 kHz (+)	R
-- 500 kHz (-)	RR



STANDARD TRANSDUCER CONFIGURATION

Note: Some early transducers have the 100 and 500 kHz sections reversed. Verify by noting the "L" and "H" markings denoting low and high frequency, respectively.

轉換器的連接
Figure 5-3. Transducer hookup.

POSITIVE LEAD

	A	L (6)	C (7)	E (1)	F (5)	H (2)	J (4)	M (3)
A		∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
L (6)	∞		80K Ω	∞	500 Ω	∞	∞	∞
C (7)	∞	75K Ω		∞	75K Ω	∞	∞	∞
E (1)	∞	∞	∞		∞	8 Ω	∞	∞
F (5)	∞	500 Ω	85K Ω	∞		∞	∞	∞
H (2)	∞	∞	∞	8 Ω	∞		∞	∞
J (4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞		8 Ω
M (3)	∞	∞	∞	∞	∞	∞	8 Ω	

NEGATIVE LEAD

- NOTES:
1. Readings taken using a Simpson 260 Multimeter from the shipboard end. Readings taken with high-impedance DVMs may give different values.
 2. Position of positive (+) lead indicated where readings vary with polarity.
 3. Corresponding Tow Fish pin numbers are listed in parentheses.
 4. Readings are $\pm 20\%$.

Figure 6-1. Resistance measurement of 50-meter tow cable with Tow Fish attached.

與拖曳感測器相接50m 拖曳電纜電阻測定