

經濟部水利署施工規範

第 01726 章

水深測量

111 年 04 月 08 日經水工字第 11105157530 號函頒

1. 通則

1.1 本章概要

說明為海岸、港灣、水道、水庫、湖泊等之工程計畫或疏浚清淤需要，所辦理水深測量之一般規定。

1.2 工作範圍

包含控制測量、水深測量、成果繳交等工作。

1.3 相關章節

1.3.1 第 01725 章 施工測量

1.3.2 第 01726 章 水深測量

1.4 相關準則

1.4.1 內政部「水深測量作業規範」

1.4.2 內政部「水深測量資料調查及整理作業說明」

1.4.3 水利署「海岸防護規劃基本資料觀測調查作業參考手冊」

1.4.4 水利署「河川區域劃定及變更勘測作業須知」

1.4.5 水利署「中央管區域排水設施範圍劃定及變更勘測作業須知」

1.5 資料送審

1.5.1 檢校報告：

GNSS 衛星定位儀、全站儀、水準儀等儀器設備，需提送 2 年內經度量衡國家標準實驗室、通過國際標準組織(ISO)或財團法人全國認證基金會(TAF)驗證合格之檢校單位或實驗室校驗合格之檢校報告。

1.5.2 出廠證明：

測深儀及周邊配備須提供原廠出廠證明。

1.5.3 水深測量工作計畫：

包含已知控制點清查、新設控制點測設(若無需求則免)、已知控制點檢測、水深測量、數值成果檔之項目及規格(依機關需求提供數值地形圖、數值地形模型及詮釋資料、水深記錄檔等)，所需配置之人力、設備、時程安排等。

2. 產品

(空白)

3. 執行

本章所列各種檢測方法及儀器為實務上較常用之技術，但不限制使用其他傳統或更高水準之技術，以成果及時效符合契約及本章規定為原則。

3.1 準備工作

3.1.1 已知控制點清查

調查測區附近已知控制點點位分佈及平面坐標、高程資料之正確性。

3.1.2 新設控制點測設(若無需求則免)

於測區陸域選擇通視良好之位置埋設控制樁，作為後續工程及測量作業之平面坐標、高程之控制基準；需以檢測合格之已知控制點進行其平面坐標及高程之引測。

3.1.3 控制測量

地形測量作業前，需先進行已知控制點檢測、新設控制點引測，待控制測量工作完成後再依序進行各項測量工作。

(1) 控制測量基準：

- A. 控制測量之大地基準為一九九七坐標系統(TWD97[2020])、臺灣本島地區之高程基準為二〇〇一高程系統(TWVD2001)。
- B. 離島地區高程基準以內政部公告最新離島高程測量成果為依據。
- C. 如有其它特定需求(使用大地基準 TWD97 或 TWD97[2010])者，得另定

之。

(2) 已知控制點檢測：

A. 平面控制點檢測：

a. 檢測方法：

利用 GNSS 靜態測量、RTK、VBS-RTK、全站儀等檢測兩相鄰已知點位間之水平距離與公告坐標反算之水平距離及水平夾角比較。

b. 檢測標準：

(a) 檢測水平距離較差與距離之比值 $\leq$ 一萬分之一。

(b) 與已知點位間之水平夾角較差 ≤ 20 秒。

(c) 當採用 RTK、VBS-RTK 等方法時，檢測平面位置較差 $\leq 3\text{cm}$ 。

B. 高程控制點檢測：

a. 檢測方法：利用直接水準測量往返檢測兩相鄰已知點位間之正高差，並與公告之正高差比較。

b. 檢測標準：

已知點正高差不大於 $\pm 7\text{mm}\sqrt{S}$ （ S 為單一測段長度之公里數）。

(3) 控制點引測

依 3.1.3 (2)A、B 所示方法，自檢測合格之已知控制點引測至主控制點（既有或新設）。

A. 平面控制測量精度要求：

a. 水平夾角較差 ≤ 20 秒

b. 引測平面位置較差 $\leq 5\text{cm}$

B. 高程控制測量精度要求：

水準點引測之閉合差 $\leq \pm 12\text{mm}\sqrt{S}$

3.2 測深系統檢測

同一標案有 2 家以上的測繪廠商執行，或 1 家測繪廠商使用 2 套以上測深儀

時，為顧及測深系統間之一致性，使用音響式測深儀進行水深測量前，應依內政部「水深測量作業規範」規定，選定一測試區進行測深系統間的檢查與分析，檢查頻率以每年1次為原則，以確認該系統之適用性。

3.3 水深地形測量之定位

3.3.1 GNSS 全球衛星定位測量：

測深定位方式，以採 GNSS 全球衛星定位配合衛星差分定位(DGNSS)、即時動態衛星定位(RTK)、虛擬基準站即時動態定位測量(VBS-RTK)、動態後處理定位方法(PPK)、精密單點定位(PPP)或其他同精度等級之測量方式定位。

3.3.2 全站儀定位測量：透空受遮蔽而無法接收到 GNSS 衛星訊號者，得採全站儀以邊角法測量。

3.4 水深地形測量之測深

3.4.1 測深時，測線間隔應配合成圖之比例尺及測量成果之用途而定。

(1) 採單音束測深系統測深時，除契約另有規定外，測線間隔依下列為原則：

- A. 船席：[5~10]m
- B. 港內泊地及航道：[10~50]m
- C. 外港錨泊區及其他：[20~100]m
- D. 近岸水域：[50~400]m
- E. 水道、水庫水域[20~100]m。

(2) 除上述測線外，另須在垂直上述測線方向作檢核測線，其間隔為上述測線間隔的5倍為原則。如檢測結果不符合，應予重測。

(3) 如採多音束(multi-beam)測深系統，測線之安排需考量契約規定之覆蓋率、測帶重疊率、音束張角、音束束寬、施測範圍與地形…等條件，廠商需於其測量計畫中提出測線安排，經機關同意後，方得實施。

3.4.2 工程司若判斷氣象、海象情況不適於水深測量而指示停止測量時，廠商應遵照辦理。

- 3.4.3 若採用音響測深時，至少每3-5m需有一測點，並將定位坐標、水深及時間紀錄存入磁碟中，測線方向應經工程司之認可，且船隻迴轉時所測得之資料不得作為計算成果之資料。
- 3.4.4 工程司認為必要時，可令併用錘測核對，錘測所用之儀具須經工程司之認可。
- 3.4.5 測深時之水位，應以工程司所指定之水位計，水位水標尺或其認可之水位表為憑。
- 3.4.6 測量船之船速限應以5節(Nautical mile/hr)為原則。
- 3.4.7 示性波高（有義波高）50cm以上時，原則上不得作測深工作，但若加裝船隻姿態儀(motion sensor，含湧浪補償儀)，則可在工程司同意條件下作測深工作。
- 3.4.8 單音束(single-beam)測深儀之檢校：
除以校正板檢校（Bar Check）外，尚須作聲速剖面校正：
(1) 校正板檢校，以在測深作業之前後施行為原則。
(2) 校正板檢校，以其測深區域內實施，儘量測至靠近預定最大水深且較穩靜之水域進行。
(3) 校正板之深度以測深儀音鼓面為基準，深度10m以內每1m，深度20m以上每2m做一次測定工作，以測板之上下求平均值。
- 3.4.9 多音束(multi-beam)測深儀作業檢校：
(1) 多音束測深儀檢校作業，以該次測深儀裝設後施行為原則，若有調整設置時，需另行施作一次。
(2) 多音束測深儀檢校作業，儘量挑選同時具備緩降斜坡、平坦地與不規則地形(或存在水下特徵物[如魚礁、沉船])之區域來實施為佳。
(3) 疊合測試之測線至少2條以上，長度200公尺以上，測線間重疊率至少達70%以上，藉以校正計算出各項修正值，包含傳輸時間延遲(Latency)、搖擺角(roll)、航偏角(Yaw)、俯仰角(pitch)等音鼓軸系安置角度等資料，以作為水深測量值之修正用。
(4) 水中聲速之修正需使用聲速剖面儀(velocity meter)至少量測二處

(次)，取得水中各層的傳播音速值，以作為水深測量值之修正用。於測量作業期間水溫溫差或鹽度變化較大時應再次量取聲速剖面，並記錄測量時之平面坐標。

- (5) 經上述檢校無誤後，始得開始測量，多音束測深儀之音束束寬不得大於 2.0° ，多音束掃幅大於 120° 以上之資料不得使用，測帶重疊至少30%以上，且船隻迴轉時所測得之資料不得作為計算成果之資料。

3.4.10 水位觀測

- (1) 選擇作業區附近受風、浪、船隻進出影響較小之處設立臨時水位站，並引測已知水準點，水位站樁位布設與精度應符合控制測量作業規定。
- (2) 應全程架設自錄式水位儀觀測潮位，或採用其它單位（如交通部中央氣象局、港務公司及內政部等）已設置之水位觀測資料，惟需經高程連測比對且取樣間隔不大於6分鐘1筆，並於每次船測前後至少各辦理一次人工水位觀測加以驗證。
- (3) 若採即時獲取測量船之定位坐標及高程的方式施測（如RTK或VBS-RTK），得免設水位站，但測量結果仍應與鄰近既設水位站比對是否有明顯差異。

3.4.11 測深紀錄

- (1) 測量完成後應將測深原始資料（或原圖）、影印圖、單音束測深儀之數位測深剖面影像或紀錄紙（若無則免）、測深儀檢核紀錄、測深工作紀錄簿、驗潮紀錄及修正水深之紀錄、其他電子檔等送請機關核備。
- (2) 原圖之比例與紙質由工程司指定之。
- (3) 在原圖上除水深外須繪入控制點、水準點、海岸線、測量範圍內之構造物、陸上地形及坐標線（或經緯度）測量日期、比例尺等。

3.4.12 驗收

檢討所提出之測深紀錄、水深地形圖等之內容，確定其與規定完成相符者，即可為驗收之參考，工程司得指定小於5%之部份區域辦理現場驗核。惟日後

若發現測量成果有遺漏或錯誤或許可差超過規定值時，應補測或重測，若錯誤嚴重超過許可之許可差範圍應重測。

3.5. 水深測量容許誤差

3.5.1 水道水平定位容許誤差規定如下：

- (1) 斷面樁至地物之水平定位容許誤差 $\leq 10\text{cm}$
- (2) 斷面樁至其他地形地徵點之水平定位容許誤差 $\leq 15\text{cm}$

3.5.2 水道高程測量容許誤差規定如下：

- (1) 固定物高程容許誤差 $\leq 5\text{cm}$
- (2) 河槽部分容許誤差 $\leq 25\text{cm}$
- (3) 其他高程測量容許誤差 $\leq 15\text{cm}$

3.5.3 海道水深測量最低標準

依據內政部「水深測量作業規範」表4及表5之特等以上為原則。

表4 國際海道測量組織(IHO)最新版海道測量最低標準

等級	2 等	1b	1a	特等	<u>專等</u>
適用水域描	水深超過 200 公尺的 水域	對於預期通 過該水域的 船舶，船底 淨空不是問 題	船底淨空需 求較低，但 可能存在影 響航安之特 徵物的水域 (備註2)	船底淨空需 求很重要的 水域(備註 3)	船底淨空需 求更嚴格 的水域(備註 4)
平面不確定 度(95%信心 區間)	20m+ 10%×水深	5m +5%×水深	5m +5%×水深	2m	<u>1m</u>
深度不確定 度(備註1) (95%信心區 間)	a=1.0m b=0.023	a=0.5m b=0.013	a=0.5m b=0.013	a=0.25m b=0.0075	a=0.15m b=0.0075
水下特徵物 偵測	未標明	未標明	水深 40m 內，特徵物 大於 2m；超 過 40m，特 徵物大於	特徵物大於 1m	特徵物大於 0.5m

			10% 水深 (備註 5)		
水下特徵物搜尋	非必要	非必要	100%	100%	200%
測深覆蓋率	5%	5%	100% (備註 6)	100%	200%
備註 1：以 $\sqrt{a^2 + (b \times d)^2}$ 公式計算 a：固定水深誤差 b：從屬水深誤差因子 d：水深(公尺) 備註 2：例如沿岸水域、港口、航道。 備註 3：例如泊區、港區，以及主航道和航道(shipping channels)中的極重要區域。 備註 4：前述特等適用水域中的淺水區，船底淨空極關鍵且海床底質對船舶有潛在危險。 備註 5：水深超過 40 公尺以上，要偵測的特徵物尺寸隨著深度增加而增加。 備註 6：但必須取得所有顯著特徵物的最淺深度。					

表 5 國際海道測量組織(IHO)最新版其他最低標準

等級	不確定度類型	2 等	1b	1a	特等	專等
固定助導航設施、重要地形特徵物	水平	5m	2m	2m	2m	1m
	垂直	2m	2m	1m	0.5m	0.25m
浮動的助導航設施	水平	20m	10m	10m	10m	5m
海岸線	水平	10m	10m	10m	10m	5m
次要地形特徵物	水平	20m	20m	20m	10m	5m
	垂直	3m	2m	1m	0.5m	0.3m
頂部淨空、距離線、扇形燈高度	水平	10m	10m	5m	2m	1m
	垂直	3m	2m	1m	0.5m	0.3m
角度測量	度	0.5 度				
水流方向	度	10 度				
水流速度	節	0.1 節				

4. 計量與計價

4.1 計量

本章之工作依測線長度以[公尺][公里]或[面積]計量。

4.2 計價

本章之工作依[實際測線長度][實測面積][]計價。