

深層大口徑地下水井地下水採樣方法

中華民國 112 年 1 月 9 日環署授檢字第 1127100053 號公告

自中華民國 112 年 4 月 15 日生效

NIEA W105.51B

一、方法概要

本方法係以抽水機為採樣設備，進行地下水採樣，以確保採得具有代表性之地下水樣品。汲水期間井內洩降不得超過 1/8 倍井篩長，並同時量測水質參數，如 pH 值與導電度；水樣之檢測項目含揮發性與半揮發性有機污染物時，須加測溶氧與氧化還原電位二項水質參數。當水質參數達到穩定規範時，即可進行地下水採樣。

二、適用範圍

- (一) 本方法適用於直徑 4 吋以上之深層大口徑監測井或觀測井地下水採樣。
- (二) 本方法適用於所有污染物與自然產物的溶解相採樣，包括揮發性與半揮發性有機化合物、重金屬與其他無機鹽類化合物、農藥、多氯聯苯等其他有機化合物、放射性核種與微生物成分等。
- (三) 若僅為水源水質採樣檢測之需求，可採用井柱水體積置換法於靜水層中進行洗井及採樣，使用此方法進行採樣，僅可適用於重金屬、無機鹽類及微生物等檢測項目，並於報告中備註說明。

三、干擾

- (一) 微洗井 (Micro purge) 採樣方法不可使用抓取式採樣設備（如貝勒管）或慣性採樣設備（如慣性抽水機），這類採樣設備會擾動井管積水，導致井管積水與井篩段新鮮水樣混合，以致採得的水樣不具代表性。
- (二) 微洗井採樣宜緩慢安裝抽水機，以降低對井管積水的擾動。
- (三) 使用水位量測設備（如水位計）時，應儘量減少擾動井管積水。
- (四) 採樣設備（如抽水機、汲水管）須適當清洗，避免造成井與井之間的交互污染。
- (五) 採樣之規劃通常與檢測項目及濃度有關，尤其對低濃度之揮發性有機化合物應更為謹慎，避免受到干擾而影響其測值。

四、設備與材料

- (一) pH 計：具有自動溫度或手動溫度補償功能，可讀至 0.01 pH 單位。
- (二) 導電度計：附有溫度補償裝置。
- (三) 溶氧計：執行揮發性或半揮發性有機物採樣時使用，附有溫度及鹽度補償裝置。
- (四) 氧化還原電位計：執行揮發性或半揮發性有機物採樣時使用。
- (五) 樣品容器：依據各待測物檢測方法或「水質檢測方法總則 (NIEA W102.5)」(註 1) 之採樣與保存規定，使用適當之容器。
- (六) 水位計：可採用電子偵測式水位計，材質應不與待測物發生化學反應且不易對分析物造成吸附或脫附者，其刻度須可讀到 0.1 公分，或採用其他功能相當之水位計。
- (七) 洗井及採樣設備：
 1. 微洗井抽水泵：抽水泵須為可調整汲水速率並可提供穩定汲水速率 (0.5 L/min 以下)，材質應不與待測物發生化學反應或吸脫附作用，汲水時不致產生氣提、氣曝作用及濁度增加等現象者為宜，建議可選用氣囊式或離心沈水式抽水泵。
 2. 井柱水體積置換法 (Well volume approach) 用抽水泵：視需要選擇材質具化學鈍性，並可設定適當汲水速率之抽水泵。
- (八) 汲水管：汲水管與抽水泵連接需密合，不得使用會影響水質之膠黏劑，汲水管材質應不與待測物發生化學反應或吸脫附作用。
- (九) 過濾裝置：包括塑膠或鐵氟龍固定座及濾膜。
- (十) 濾膜：材質為聚碳酸酯 (Polycarbonate) 或醋酸酯纖維素 (Cellulose acetate)，孔徑為 0.4 μm 至 0.45 μm 。
- (十一) 水流元 (Flow cell 或 Flow through chamber)：於量測水質時，可避免水樣因接觸空氣或擾動造成水質不穩定之問題，用以測得穩定之水質參數。水流元之設計汲出水應從其下方進流，由上方流出，其係作為盛裝水質量測儀器之密封容器。水流元使用時須將水流元及水質量測儀器電極上滯留之空氣或氣泡排除 (註 2)，以避免因空氣或氣泡存在造成水質量測干擾。須注意水進流速率勿過大或附有擋板之裝置，以避免水流直接衝擊儀器電極。

五、試劑

- (一) 試劑水：參照各待測物檢測方法或「水質檢測方法總則 (NIEA W102.5)」之規定，依據檢測目的及需求使用適當等級之試劑水
- (二) 保存劑：參照各待測物檢測方法或「水質檢測方法總則 (NIEA W102.5)」及各待測物檢測方法之規定。
- (三) pH 標準緩衝溶液：參照「水之氫離子濃度指數 (pH 值) 測定方法－電極法 (NIEA W424.5)」之規定。
- (四) 導電度標準溶液：參照「水中導電度測定方法－導電度計法 (NIEA W203.5)」之規定。
- (五) 氧化還原電位標準溶液：使用氧化還原電位 220 mV 標準溶液或其他適當之市售標準溶液，保存期限依商品規定。

六、採樣與保存

(一) 安全裝備及注意事項：

1. 採樣人員必須對所欲採取樣品之環境背景資料有所瞭解，製作採樣計畫書，並決定所需的安全裝備，必要時應穿著防護衣及安全帽。
2. 採樣設備應避免接觸任何污染源，應於地下水井旁備一乾淨的塑膠布以放置採樣設備。

(二) 地下水採樣作業流程如附圖，採樣前準備動作如下：

1. 去污：以乾淨的刷子和清潔劑清洗採樣設備（水位計、抽水機、汲水管線、水流元等），並用自來水及試劑水沖洗乾淨。當有機化合物殘留在採樣設備內時，需以溶劑清洗之。
2. 樣品容器清洗：參照各待測物檢測方法或「水質檢測方法總則 (NIEA W102.5)」表一中各種檢測項目之規定執行。
3. 填寫地下水採樣紀錄，紀錄表範例如附表。
 - (1) 填寫採樣地點，監測井或觀測井站名、井名或井號。
 - (2) 記錄現場環境情形。如現場環境有顯著影響地下水質之情形，應於報告備註中說明。
 - (3) 填寫採樣日期，並記錄當天之天候狀況。
 - (4) 將井篩頂部至井口的深度填寫於「井篩深度」欄中。
 - (5) 記錄洗井資料，包括下列項目：

- A. 量測井管內徑（直徑）的大小，並記錄於「井管內徑」欄中。
- B. 用水位計量測地下水位面至井口的深度（註3），應讀至0.1公分，並記錄在「水位面至井口深度」欄中。
- C. 再將水位計之探針沉至井底，量測井底至井口的高度，並將此記錄於「井底至井口深度」欄中。
- D. 拉起水位計時，觀察是否有泥沙附著在水位計之探針上，若有此現象，記錄在「地下水採樣紀錄表」的附註中。
- E. 計算井水深度，並將其記錄於「井柱水深度」欄中。

井柱水深度(m) = 井底至井口深度 - 水位面至井口深度

- F. 計算並記錄井柱水體積：

井柱水體積 = 截面積 × 井柱水深度

例如：直徑6吋井之井柱水體積(L) = 18.2 × 井柱水深度(m)

直徑6吋井之井柱水體積(m³) = 0.0182 × 井柱水深度(m)

- G. 記錄抽水器的型式、型號、汲水速率及汲水方法（定量或變量汲水）。將抽水器放置於井篩或適當之位置，並記錄抽水器進水口放置位置，記錄於「泵進水口深度」欄中。
- H. 記錄井篩長度（公尺）及水位洩降（公尺）。

(6) 若使用水流元應記錄水流元容積（公升）及現場儀器量測頻率（分鐘/次）。

（三）洗井：

洗井主要目的乃於採樣前以適當速率汲取地下水，抽換井中之滯留水，以取得代表性地下水樣品。井水的補注速率可因含水層特性而異，其汲水速率應小於補水速率；亦即避免洗井時水位有明顯洩降。

對於揮發性有機化合物之採樣，其汲水速率以不造成濁度增加、氣提作用及氣曝作用等現象之小速率汲水，即表示汲水速率應小於補水速率。

洗井時，若水位洩降超過1/8倍井篩長，則應由設井時之岩心取樣(Core sampling)紀錄判斷該含水層是否屬低滲透性。若屬低滲透性含水層，則將汲水器置於井管底部附近以較大之汲水速率將井內積水抽除，待水位回升後採集新鮮水樣，並於報告中備

註說明。若非屬低滲透性含水層，則可能井篩產生阻塞，須進行完井作業後再重新採樣。

常用之洗井方式有微洗井及井柱水體積置換法二種。

1. 微洗井：

- (1) 以微洗井方式進行洗井時，汲水位置為井篩中間部位（當水位高於井篩頂部時）或井篩內水位之中點（當水位低於井篩頂部時），原則上於洗井過程中儘量避免大幅降低井內水位；另若考量污染物在地表下之流布特性、相關之現場篩測結果及採樣目的等因素，可放置於井篩中適當位置進行。若於井篩中間部位採樣，抽水機安裝深度計算如下：
 - A. 若井內水位超過井篩段頂部，則抽水機安裝深度依據下式計算：
抽水機預定安裝深度 = $0.5 \times (\text{井篩頂部深度} + \text{井篩底部深度})$
 - B. 若井內水位位於井篩段，則抽水機安裝深度依據下式計算：
抽水機預定安裝深度 = $0.5 \times (\text{井中水位} + \text{井篩底部深度})$
- (2) 安裝抽水機：應緩緩將抽水機下降放置定位，並儘量避免擾動井管水，以免造成汲出水之濁度增加，因而增加洗井時間。
- (3) 設定汲水速率開始微洗井作業：設定汲水速率應從最小流量開始，慢慢調整汲水流量控制於 0.1 L/min 至 0.5 L/min（汲水速率通常視地下水井附近之地質、水文條件而定），每隔 1 分鐘至 2 分鐘量測水位 1 次，直到水位達到平衡為止。並記錄洗井開始汲水時間。
- (4) 量測井中水位洩降與水質參數：
 - A. 汲水期間需量測井中水位洩降，以確定水位洩降未超過 1/8 倍井篩長。
 - B. 量測並記錄汲出水的 pH 值、導電度及現場量測時間。採集揮發性有機物樣品增加執行溶氧、氧化還原電位之量測。同時觀察汲出水有無顏色、異樣氣味及雜質等並記錄之。
 - C. 洗井期間水質參數量測至少 5 次以上，直到最後連續 3 次符合各項水質參數之穩定標準，其量測值之偏差範圍如下：

水質參數	穩定規範
pH 值	± 0.2
導電度	± 3 %
溶氧	± 10 % 或 ± 0.3 mg/L
氧化還原電位	± 20 mV

pH 計、導電度計、溶氧計及氧化還原電位計於使用前須確認功能正常。

D. 現場儀器量測頻率：

- a. 若在水流元中量測水質參數，則可依水流元容積與汲水速率決定量測頻率，以確保每次測量水流元內之水樣已充分更新。例如：水流元之容積為 500 mL，汲水速率為 0.25 L/min，則量測之時間間隔至少為 2 分鐘。在固定密閉體積的水流元中進行水質參數量測，通常可得到較為一致之量測結果。
- b. 若非於水流元中量測水質參數，量測之時間間隔至少 5 分鐘。

2. 井柱水體積置換法（適用範圍請參考二（三））：

- (1) 將抽水機置於靜水層中，使用適當汲水速率之抽水機進行洗井，洗井時汲水速率宜小於補水速率，以適當速率抽除井柱水，惟水位洩降勿超過 1/8 倍井篩總長。
- (2) pH 值與導電度量測頻率：汲出水約 2.0 倍井柱水體積時，量測第 1 次水質參數，然後每汲出 0.5 倍井柱水體積之水時再量測 1 次。洗井時 pH 值與導電度測值最後連續 3 次應符合之穩定規範如下：

水質參數	穩定規範
pH 值	± 0.2
導電度	± 3 %

pH 計與導電度計於使用前須確認功能正常。

- (3) 若水質參數已達穩定，則可結束洗井，或執行 5 倍井柱水體積置換後，即可進行採樣。

(4) 洗井時若使用水流元量測水質參數，進行採樣時須將水流元折離或繞流 (Bypass)。

(四) 採樣：

1. 井中水位洩降未超過 1/8 倍井篩長，且量測之水質參數達到穩定後，即可進行採樣工作。採樣應在洗井完成後 2 小時內進行，若地下水井位於低滲透性地層，洗井後，待新鮮水回補，應儘快於井底採樣，較具代表性。記錄洗井結束時間及開始採樣時間。
2. 檢測項目中有揮發性有機化合物者，洗井設備與採樣設備應相同（離心式抽水機不適合用於採集揮發性有機化合物樣品）。以抽水機採樣其速率應控制在 0.1 L/min 以下，並確認管線中無氣泡存在以避免揮發性有機化合物逸散，採樣步驟請依照揮發性有機化合物檢驗方法之規定。
3. 採樣時以原洗井之抽水機進行採樣並維持（或稍微降低）汲水速率，直接由採樣管以樣品瓶接取水樣。
4. 若在水流元中量測水質參數，在採樣時需將採樣管繞過或折離水流元。
5. 採樣期間井中洩降需維持不超過 1/8 倍井篩長，並不得對井內作任何擾動，如改變抽水機的位置。
6. 開始採樣時，以抽水機取足量體積的樣品，裝於樣品瓶內。並填好樣品標籤，貼在樣品瓶上。
7. 裝瓶順序，應依待測物之揮發性敏感度之順序安排，如下所示：
 - (1) 揮發性有機化合物（註 4），總有機鹵素。
 - (2) 總有機碳（註 5）。
 - (3) 溶解性氣體。
 - (4) 半揮發性有機化合物。
 - (5) 重金屬及氰化物。
 - (6) 陽離子及陰離子。
 - (7) 微生物（註 6）。
8. 若待測項目為溶解性金屬時，應於採樣現場以 0.4 μm 至 0.45 μm 之濾膜過濾。若未於現場進行過濾，地下水樣品可能因化學作用

(如氧化沉澱)而增加水中膠體或細微顆粒後，此時再予過濾之水樣將不具代表性。

9. 若欲採集微生物樣品時，樣品容器之上端應留下至少 2.5 公分的空間，以便檢驗時進行樣品混合。

(五) 樣品保存：樣品保存方法請參照各待測物檢測方法或「水質檢測方法總則 (NIEA W102.5)」之規定。

七、步驟

略

八、結果處理

略

九、品質管制

採樣現場空白品管樣品如下：

- (一) 現場空白樣品：又稱野外空白樣品，在檢驗室中將不含待測物之試劑水置入適當容器內，密封後攜至採樣地點，在現場開封並模擬採樣過程，但不實際採樣。密封後，再與待測樣品同時攜回檢驗室，視同樣品進行檢測，由現場空白樣品之分析結果，可判知樣品在採樣過程是否遭受污染。檢測水中揮發性有機化合物樣品時，每批次採樣行程應製備 1 件現場空白樣品。
- (二) 設備空白樣品：又稱清洗空白樣品，指經清洗後之採樣設備（例：氣囊式泵或離心泵等），以採樣泵抽取不含待測物之試劑水流洗約 5 L 後，收集試劑水流洗液，視同樣品進行檢測。由設備空白樣品之分析結果，可判知採樣設備是否遭受污染。檢測水中揮發性有機化合物或重金屬樣品時，每 1 口地下水井應製備 1 件設備空白樣品；如使用一次式採樣設備，同一批號生產之採樣設備應製備 1 件設備空白樣品。
- (三) 運送空白樣品：又稱旅運空白樣品，在檢驗室中將不含待測物之試劑水置入適當容器內，密封後攜至採樣地點，但在現場不開封。於採樣完畢後，與待測樣品同時攜回檢驗室，視同樣品進行檢測，由運送空白樣品之分析結果，可判知樣品在運送過程是否遭受污染。檢測水中揮發性有機化合物或微生物樣品時，每批次採樣行程應製備 1 件運送空白樣品。

當樣品之檢測值介於法規標準值之 100 % 至 120 % 時，應執

行上述空白樣品檢測。

十、精密度與準確度

略

十一、參考資料

- (一) 行政院環境保護署，微洗井採樣方法驗證工作計畫，EPA-94-G102-02-220，中華民國 94 年。
- (二) 行政院環境保護署，地下水觀測井採樣方法驗證，中華民國 111 年。
- (三) 行政院環境保護署，監測井地下水採樣方法 NIEA W103.56B，中華民國 110 年。
- (四) 行政院環境保護署，地下水水質監測井設置作業原則，中華民國 102 年。
- (五) U.S. EPA.RCRA Ground-Water Monitoring : Draft Technical Guidance, p.7-1 ~ 7-32, November 1992.
- (六) U.S. EPA. Evaluation of Sampling and Field-Filtration Method for the Analysis of Trace Metals in Ground-Water, EPA. 600/R-94/119, October 1994.
- (七) U.S. EPA. Low-Flow (Minimal Drawdown) Ground-Water Sampling Procedures, EPA. 540/S-95/504, 1996.
- (八) ASTM. D6771-21 Standard Practice for Low-Flow Purging and Sampling for Wells and Devices Used for Ground-Water Quality Investigations, 2021.
- (九) Yeskis, D. ; B. Zavala, Ground-Water Sampling Guidelines for Superfund and RCRA Project Managers, U.S. EPA. 542/S-02/001, 2002.

註 1：本文引用之所有公告方法名稱及編碼，以行政院環境保護署最新公告者為準。

註 2：因地下水釋壓或地下水井特性自然產生之微小氣泡須儘量排除。

註 3：如果所測量之地下水位面深度之數據，將被用作日後判定此區域地下水流向之用時，則建議先量測區域內之所有監測井或觀測井的地

下水位面深度，然後再逐口進行地下水採樣，以免地下水位面受潮汐或其他因素影響而造成誤差。

註 4：揮發性有機化合物係指「地下水污染管制標準」第 4 條污染物管制項目之揮發性有機污染物。

註 5：檢測項目總有機碳如僅檢測非揮發性有機碳時，依照非揮發性有機化合物方式採樣。

註 6：若須採集微生物樣品，設備與材料及清洗步驟請參照「監測井地下水採樣方法－微生物檢測 (NIEA E239.5)」相關規定執行。

附表 地下水採樣紀錄表

計畫名稱： 採樣日期： 年 月 日

採樣地點或座標： 井篩深度：

天候狀況： 井號：

現場環境描述：(1)地下水井鎖扣是否完整：

是 否 (情況描述：)

(2)地下水井附近環境描述：

(3)其他

洗井資料

井管內徑： 水位面至井口深度： 井底至井口深度：

井柱水深度： 井柱水體積： 預估洗井時間：

抽水泵型式： 型號： 汲水速率：

汲水方法： 泵進水口深度： 井篩長度：

水位洩降： 水流元容積： 現場儀器量測頻率：

洗井開始時間： 洗井結束時間：

現場量測儀器校正確認

(1) pH 計使用緩衝溶液校正後，(Buffer)- 之讀確認值：【 】

(2) 0.01 N 之氯化鉀溶液於 25 °C 下之導電度的測值為：【 】 $\mu\text{mho} / \text{cm}$ ；0.01 N 之標準氯化鉀溶液於 25 °C 下之導電度測試合格參考值為：【1343 ~ 1483】 $\mu\text{mho} / \text{cm}$ 。

(3) 溶氧計滿點確認之校正，空氣校正之讀值：【 】 mg / L ，校正時溫度【 】 $^{\circ}\text{C}$ 。

(4) 氧化還原電位校正，氧化還原電位計確認(ORP)標準液校正之讀值：【 】 mV ，標準液之氧化還原電位值【 】 mV 。

時間	汲水速率 (L/min)	水位深度(m)	汲出水 體積 (L)	pH 值	導電度 ($\mu\text{mho/cm}$)	溶氧 (mg/L)	氧化還原電 位(mV)	洗井水觀察 (水色、色 味、雜質...)
(洗井前) :								
(洗井中) :								
(洗井中) :								
(洗井中) :								
(洗井中) :								
(洗井後) :								
(採樣時) :								

汲出水總體積：

洗井結束時水位面至井口深度：

採樣資料：

採樣器材：

採樣方法：

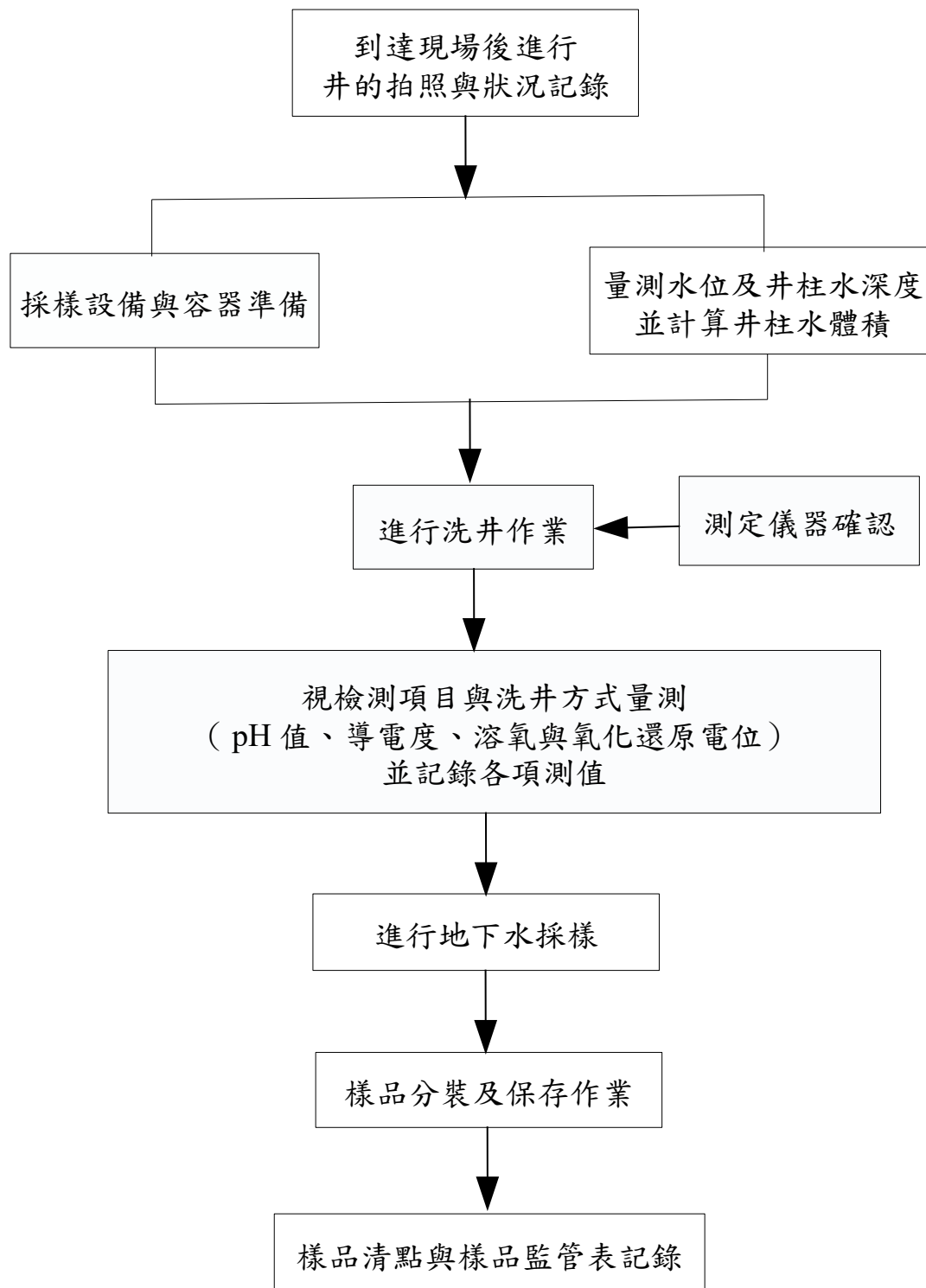
採樣器放置深度：

開始時間：

結束時間：

附註：

採樣人員：



附圖 地下水採樣作業流程圖