

監測井地下水採樣方法

中華民國 108 年 6 月 21 日環署授檢字第 1080003618 號公告
自中華民國 108 年 10 月 15 日生效
NIEA W103.55B

一、方法概要

本方法係以抽水泵或貝勒管(Bailers)為採樣設備，在品保品管的規範下，進行地下水採樣，以確保採得具有代表性之地下水水樣。

二、適用範圍

本方法適用於依「地下水水質監測井設置作業原則」設置之監測井採樣。

三、干擾

- (一) 以貝勒管洗井 (Purge water，或稱為抽除滯留水) 時，須緩緩於井管中上昇或下降，否則因活塞現象，將造成濁度增加之干擾。當有不互溶的有機液體 (註 1) 存在於水中時，可能於採樣同時被採集，因而造成干擾。
- (二) 以抽水泵洗井時，汲水速度過大，亦會造成濁度增加及氣提作用等干擾。
- (三) 採樣設備若無適當之清洗，將造成干擾，甚至造成井與井之間的交叉污染。
- (四) 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) 水位計：應採用電子偵測式水位計，材質應具化學鈍性且不易對分析物造成吸附或脫附者，其刻度須可讀到 0.1 cm，或採用其他功能相當之水位計。
- (二) pH 計：在 25°C 下，其解析度須可達 0.01 單位，具有溫度補償功能。
- (三) 導電度計：附有溫度補償裝置。
- (四) 溶氧計：執行揮發性有機物採樣之洗井時需備用，附有溫度及鹽度補償功能。
- (五) 氧化還原電位計：執行揮發性有機物採樣之洗井時需備用。
- (六) 濁度計：執行微洗井洗井方式時需備用，可測定現場水質測定範圍。
- (七) 溫度計：使用攝氏溫標，刻度須顯示至 0.1°C。

(八) 洗井設備：

1. 井柱水體積置換法：可調整汲水速率（2.5 L/min 以下）之抽水
泵或貝勒管（參考圖一及圖二所示），其材質應具化學鈍性。
2. 微洗井：可調整汲水速率（約 0.1 L/min 至 0.5 L/min）之抽水
泵，其材質應具化學鈍性。

(九) 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而測得穩定之水質參
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
承裝水質量測儀器之密封容器（參考圖三所示），建議特別是在
量測溶氧及氧化還原電位時使用。其材質應具化學鈍性且不易對
分析物造成吸附或脫附者。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。

(十) 採樣設備：使用可調整速率之抽水機或貝勒管（若採揮發性有機
物水樣時，應使用附流速調節底面流出配件 (Controlled-flow,
bottom emptying assembly) 之鐵氟龍貝勒管），其材質應具化學鈍
性。

(十一) 樣品容器：依據「水質檢測方法總則 (NIEA W102)」(註 3)
之採樣及保存規定，使用適當之容器。

(十二) 過濾裝置：包括塑膠或鐵氟龍固定座及濾紙。

五、試劑

(一) 試劑水：請參照「水質檢測方法總則 (NIEA W102)」之規定，依
據檢測目的及需求不同製備不同等級之試劑水。

(二) 保存劑：請參照「水質檢測方法總則 (NIEA W102)」及各待測物
檢測方法之規定。

(三) pH 計標準緩衝溶液：請參照「水之氫離子濃度指數 (pH 值) 測
定方法—電極法 (NIEA W424)」之規定。

(四) 導電度計標準溶液：請參照「水中導電度測定方法—導電度計法
(NIEA W203)」之規定。

(五) 氧化還原電位計標準溶液：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) 標準濁度懸浮液：請參照「水中濁度檢測方法—濁度計法 (NIEA
W219)」之規定。

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了解，以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，因此，應於監測井旁備一乾淨的塑膠布以放置採樣設備。
- 3.在井水補注充足的狀況下，應避免使用貝勒管洗井，而以低流速抽水泵洗井。

(二) 採樣前

- 1.去污：採樣設備之清洗程序如註 4 所示。須清洗之設備包括：水位計、非一次式使用之貝勒管、抽水機、汲水管線、水流元。
- 2.樣品容器清洗：參照「水質檢測方法總則 (NIEA W102)」表一中各種檢測項目之規定執行。
- 3.填寫「地下水監測井背景調查表」及「監測井地下水採樣紀錄表」，可參考附表一及附表二格式製作。

(1)填寫計畫名稱及採樣日期。

(2)填寫採樣地點，並將井篩頂部至井口的深度填寫於「井篩深度」欄中。

(3)記錄當天之天候狀況。

(4)記錄現場環境描述。(現場環境的描述包括：井之鎖扣是否完整，有無遭受破壞之現象，若有遭破壞跡象，詳細記錄其情況。注意是否有外物入侵之可能。另外，記錄監測井附近是否有異於平常的環境情況，如積水等現象。)

(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 5)，應讀至 0.1 cm，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。

(6)計算井水深度

井水深度(m) = 井底至井口深度 - 水位面至井口深度。

並將其記錄於「井水深度」欄中。

(7)記錄井水體積

計算井水體積：

直徑 2 吋監測井井水體積(L) = 2.0 × 井水深度(m)。

直徑 4 吋監測井井水體積(L) = 8.1 × 井水深度(m)。

(8)記錄抽水泵的型式、型號及抽水速率。

(9)記錄抽水泵的抽水方法（定量或變量抽水）。將抽水泵放置於井篩之位置，並記錄抽水泵進水口放置位置，記錄於「泵進水口深度」欄中。

(10)若採微洗井方式，應記錄井篩長度(m)及水位洩降(m)。

(11)若使用水流元應記錄水流元容積(L)及現場儀器量測頻率（分鐘/次）。

4.現場量測儀器校正與確認

參照「水之氫離子濃度指數（pH 值）測定方法—電極法（NIEA W424）」、「水中導電度測定方法—導電度計法（NIEA W203）」、「水中濁度檢測方法—濁度計法（NIEA W219）」之規定校正與確認 pH 計、導電度計及濁度計。若需採揮發性有機物水樣時，參照「水中溶氧檢測方法—電極法（NIEA W455）」校正溶氧計，以氧化還原電位標準溶液確認氧化還原電位計。將校正與確認資料記錄於地下水採樣紀錄表中。

(三)洗井

洗井主要目的乃於採樣前以適當流率汲取地下水，抽換監測井中之滯留水，以取得代表性地下水樣品。對補注速率較佳之監測井，其汲水速率應小於補水速率，即避免洗井時，水位有明顯洩降。但對於揮發性有機物之採樣，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流率汲水，即表示汲水速率應小於補水速率。若屬低滲透性含水層，則將汲水泵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。常用之洗井方式有井柱水體積置換法及微洗井二種。

1.井柱水體積置換法(Well volume approach)：洗井時可採用抽水或貝勒管進行，將井柱水抽換 3 倍至 5 倍井柱水體積，以取得代表性水樣。

(1)使用抽水機洗井

A.使用可調整汲水速率之抽水機較能節省時間，洗井汲水速率宜小於 2.5 L/min，以適當流速抽除井柱水。

- B.汲水位置：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。
- C.水質參數量測頻率：汲出水約 2.0 倍井柱水體積時，量測第一次水質參數，然後每汲出 0.5 倍井柱水體積之水時再量測一次（洗井時 pH 值、導電度測值最後連續三次符合 pH 值 ± 0.1 及導電度 $\pm 3\%$ 之穩定規範）。
- D.若水質參數已達穩定，則可結束洗井；若無法達到穩定規範，則執行 5 倍井柱水體積置換後，即可進行採樣。
- E.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拆離或繞流(Bypass)。

(2)使用貝勒管洗井

- A.汲水位置：井管底部（註 6）。
- B.水質參數量測頻率：汲出水約 2.0 倍井柱水體積時，量測第一次水質參數，然後每汲出 0.5 倍井柱水體積之水時再量測一次（洗井時 pH 值、導電度測值最後連續三次符合 pH 值 ± 0.1 及導電度 $\pm 3\%$ 之穩定規範）。
- C.若水質參數已達穩定，則可結束洗井；若無法達到穩定規範，則執行 5 倍井柱水體積置換後，即可進行採樣。

2.微洗井（Micro purge water，或稱為小流率抽除滯留水）

- (1)本法需使用可調整汲水速率之抽水機，並能將汲水速率穩定控制於約 0.1 L/min 至 0.5 L/min，適用之抽水機型式包括氣囊式泵或離心泵等。惟離心泵不適合作為揮發性有機物樣品之採樣設備。
- (2)設置抽水機時，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)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。
- (4)設定汲水速率應從最小流率開始，慢慢調整汲水速率控制於約 0.1 L/min（汲水速率通常視監測井附近之地質、水文條件而

定)，每隔 1 分鐘至 2 分鐘量測水位一次，直到水位變化 ± 3 cm 以下之穩定狀態後，進行洗井作業。

- (5) 洗井期間須量測井中水位，並確認水位洩降未超過 1/8 倍井篩長，須於採樣紀錄表中記錄汲水速率及水位深度。
- (6) 以微洗井方式汲水，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，即可以抽水泵進行採樣。
- (7) 開始洗井時，以小流率抽水，記錄抽水開始時間，同時量測並記錄汲出水的 pH 值、濁度、溫度、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，並作記錄。洗井過程中需繼續量測汲出水的水質參數，同時觀察汲出井水之顏色、異樣氣味，及有無雜質存在，並於洗井期間現場量測至少五次以上，直到最後連續三次符合各項參數之穩定規範，其量測值之差異範圍如下：

水質參數	穩定規範
pH 值	± 0.1
導電度	$\pm 3\%$
溶氧	$\pm 10\%$ 或 ± 0.3 mg/L
氧化還原電位	± 10 mV
溫度	$\pm 0.2^{\circ}\text{C}$
濁度	$\pm 10\%$ (濁度介於 20 NTU~5 NTU 為 ± 2 NTU) 若 3 次濁度值皆低於 5 NTU 視為穩定

(8) 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 250 mL/min，則量測之時間間隔至少為 2 分鐘。
- 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。

- (9)若水質參數已達穩定，則可結束洗井；若無法達到穩定規範，則累計汲出水體積 3 倍至 5 倍井柱水體積置換後，即可進行採樣。
- (10)洗井時若使用水流元量測水質參數，濁度之量測應於汲出水進入水流元前之三通閥取樣。當水質達到穩定後，進行採樣時須將水流元拆離或繞流。
- (11)洗井時，若以 0.1 L/min 至 0.5 L/min 速率汲水，水位洩降超過 1/8 倍井篩長，則應由設井時之岩芯取樣(Core sampling)紀錄判斷該含水層是否屬低滲透性地層。若非屬低滲透性含水層，則可能井篩產生阻塞，須進行完洗井作業後再重新採樣。

洗井完成時，量測此時地下水位面至井口的高度，並記錄於「洗井結束時水位面至井口深度」欄中。洗井汲出水確認有污染可能時（特別是污染場址之汲出水），不可任意棄置或與其他液體混合，須將汲出的水置於容器內（註 7）妥善處理。

（四）採樣

- 1.採樣應在洗井後兩小時內進行，若監測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。
- 2.如以貝勒管採樣，原則上將貝勒管放置於井篩中間部位（當水位高於井篩頂部時）、井篩內水位之中點（當水位低於井篩頂部時）。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，將貝勒管放置於井篩中適當位置進行取樣（註 8）。貝勒管在井中的移動應力求緩緩上升或下降，以避免造成井水之擾動，造成氣提或曝氣作用。
- 3.檢測項目中有揮發性有機物者，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物逸散。如以貝勒管採樣，應注意貝勒管於井管中移動所造成之擾動問題。其採樣設備材質應以鐵弗龍，且貝勒管應採用控制流速底面流出配件，使水樣由貝勒管下的底面流出配件之噴嘴流出，採樣步驟請依照揮發性有機物檢驗方法之規定。
- 4.如以原來洗井之抽水機採樣，則俟洗井完成或水質參數穩定後，在不對井內作任何擾動或改變位置的情形下，維持原來洗井之低流速，直接以樣品瓶接取水樣。
- 5.開始採樣時，記錄採樣開始時間。以抽水機或貝勒管取足量體積的水樣，裝於樣品瓶內。並填好樣品標籤，貼在樣品瓶上。
- 6.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)揮發性有機物，總有機鹵素。
- (2)總有機碳（註9）。
- (3)溶解性氣體。
- (4)半揮發性有機物。
- (5)金屬及氰化物。
- (6)主要水質項目之陽離子及陰離子。

（五）樣品保存

- 1.若待測項目為溶解性金屬時，應於採樣現場以 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，此時再予過濾之水樣將不具代表性。
- 2.進行現場過濾時，採樣設備如為抽水泵，建議於線上直接過濾；採樣設備如為貝勒管，則可使用過濾裝置直接加壓過濾。
- 3.水樣保存方法，請參照「水質檢測方法總則（NIEA W102）」之規定。

七、步驟

略

八、結果處理

- （一）檢測結果須註明檢測項目為溶解性或總量。
- （二）洗井作業及採樣時若發現有不互溶有機相存在，易造成參數異常，應記錄所發生實況於採樣紀錄表，以佐證洗井時水質參數無法穩定之合理性，並依採樣目的（例如：污染源追查、污染改善期間監測）採集代表性樣品。

九、品質管制

採樣現場品管樣品(Field QC samples)如下：

- （一）現場空白樣品(Field blank sample)：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。執行地下水採樣之現場空白樣品製備時，應考慮場址的污染特性、檢測待測物及其屬性之需要，應於採樣計畫書予以敘明執行之採樣點及方式。

(二) 設備空白樣品(Equipment blank sample)：又稱清洗空白樣品(Rinsate blank sample)，指為經清洗後之採樣設備，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。如使用一次式採樣設備（例：貝勒管等），同一批次產生之採樣設備應製備 1 件設備空白，經確認未受污染時，則可不作設備空白。

(三) 運送空白樣品(Trip blank sample)：又稱旅運空白樣品(Travel blank sample)，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。所有待測項目應製備運送空白樣品。每 1 天每 1 組採樣行程應製備 1 件運送空白樣品。

以上採集之空白樣品，當地下水樣品之檢測值超過地下水法規標準值 20% 以內時，應執行空白樣品檢測。

十、精密度與準確度

略

十一、參考資料

- (一) ASTM, D4448-01, Standard Guide for Sampling Ground-water Monitoring Wells, 2013.
- (二) U. S. EPA. Region I, Low Stress (low flow) Purging and Sampling Procedure for the Collection of Groundwater Samples from Monitoring Wells, EQASOP –GW 001, 2010.
- (三) ASTM, D6771, Standard Practice for Low-Flow and Sampling for Wells and Devices Used for Ground-water Quality Investigation, 2018.
- (四) U.S. EPA. RCRA Ground-Water Monitoring : Draft Technical Guidance, pp7-1 ~ 7-32, November 1992.
- (五) 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.
- (六) U.S. EPA. Low-Flow (Minimal Drawdown) Ground - Water Sampling Procedures, EPA/540/S-95/504, 1996.

- (七) U.S. EPA. Ground-Water Sampling Guidelines for Superfund and RCRA Project Managers, EPA/542/S-02/001, 2002.
- (八) Example of Field Protocol for Sampling a Monitoring Well, Principles of Contaminant Hydrogeology, 1996.
- (九) 行政院環境保護署，飲用水採樣檢測方法建立與驗證－地下水標準採樣方法之建立，EPA-86-1302-09-02-01，1996。
- (十) 行政院環境保護署，深層大口徑監測井地下水採樣方法訂定，EPA-92-1601-02-08，2004。

- 註 1：貝勒管內採集之不互溶有機相厚度，並不同於不互溶有機相在地下含水層中之厚度。
- 註 2：因地下水釋壓或監測井特性自然產生之微小氣泡須儘量排除。
- 註 3：本文引用之公告函及方法之內容及編碼，以環保署最新公告者為準。
- 註 4：採樣前先進行下述清洗步驟：
 - 1.用無磷清潔劑清洗採樣設備及流洗採樣設備之汲水系統。
 - 2.用試劑水清洗採樣設備及流洗採樣設備之汲水系統。
 - 3.用甲醇淋洗設備表面。
 - 4.陰乾或吹乾。
- 註 5：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水位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 6：洗井時應避免產生過大洩降。過大洩降迫使遠處含水層地下水流向井中，造成水質空間混合，此時井柱中之水不代表監測井位置之水樣。
- 註 7：洗井及採樣時產生之廢水，應依其可能污染物特性予以分類收集貯存及處理。
- 註 8：此井篩中採樣位置之原則亦適用於其他採樣設備。
- 註 9：檢測項目總有機碳如僅檢測非揮發性有機碳時，依照非揮發性有機物方式採樣。

附表一 地下水監測井背景調查表（例）

一、井址：

二、井號：

三、附近可能之污染源描述：

1. 距離：

2. 距離：

3. 距離：

四、地下水監測井位置簡述：（標明道路及明顯標的物並繪圖描述）

附表二 監測井地下水採樣紀錄表 (例)

計畫名稱： 採樣日期： 年 月 日
採樣地點： 井篩深度：
天候狀況： 井號：

環境描述：(1)監測井鎖扣是否完整：

是 否 (情況描述：)

(2)監測井附近環境描述：

洗井資料

井管內徑： 水位面至井口深度： 井底至井口深度：
井水深度： 井水體積： 預估洗井時間：
型式： 型號： 抽水速率：
抽水方法： 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

- (1)pH 計校正後，使用緩衝溶液(Buffer)- 之確認值：【 】
- (2)0.01 N 之氯化鉀溶液於 25°C 下之導電度的測值為：【 】 $\mu\text{mho/cm}$ ；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】 $\mu\text{mho/cm}$ 。
- (3)溶氧計之校正，滿點校正之讀值：【 】 mg/L ，校正時溫度【 】 $^{\circ}\text{C}$ 、校正值【 】、【 】% 飽和度。
- (4)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 。
- (5)濁度計確認，標準液之濁度計讀值：【 】 NTU ，標準液值【 】 NTU 。

時間	汲水速率 (L/min)	水位 深度 (m)	汲出水 體積 (升)	pH 值	導電度 ($\mu\text{mho}/\text{cm}$)	溶氧 (mg/L)	溫度 ($^{\circ}\text{C}$)	濁度 (NTU)	氧化還 原電位 (mV)	洗井水觀察 (水色、色 味、雜質...)

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：

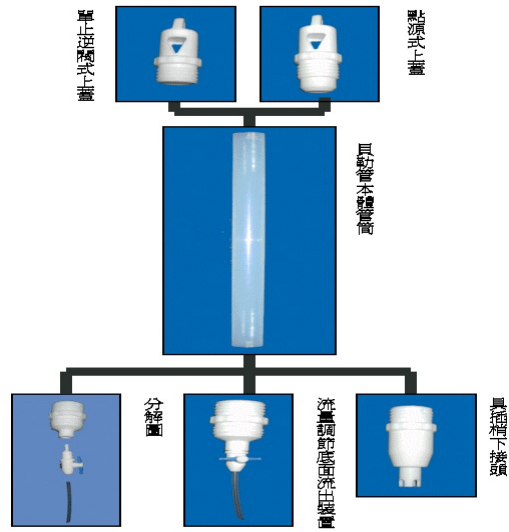
採樣器放置深度：

開始時間：

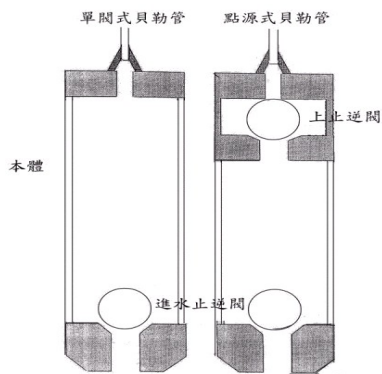
結束時間：

附註：

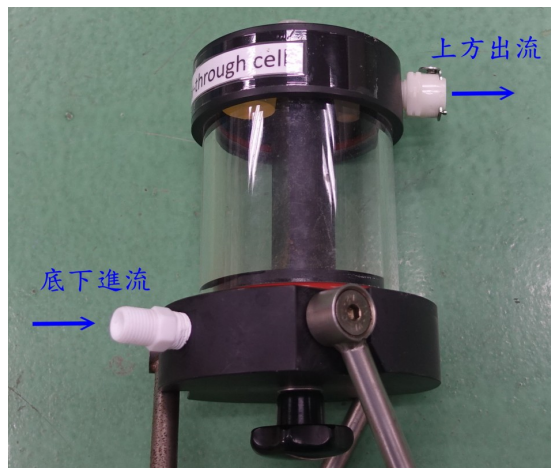
採樣人員：



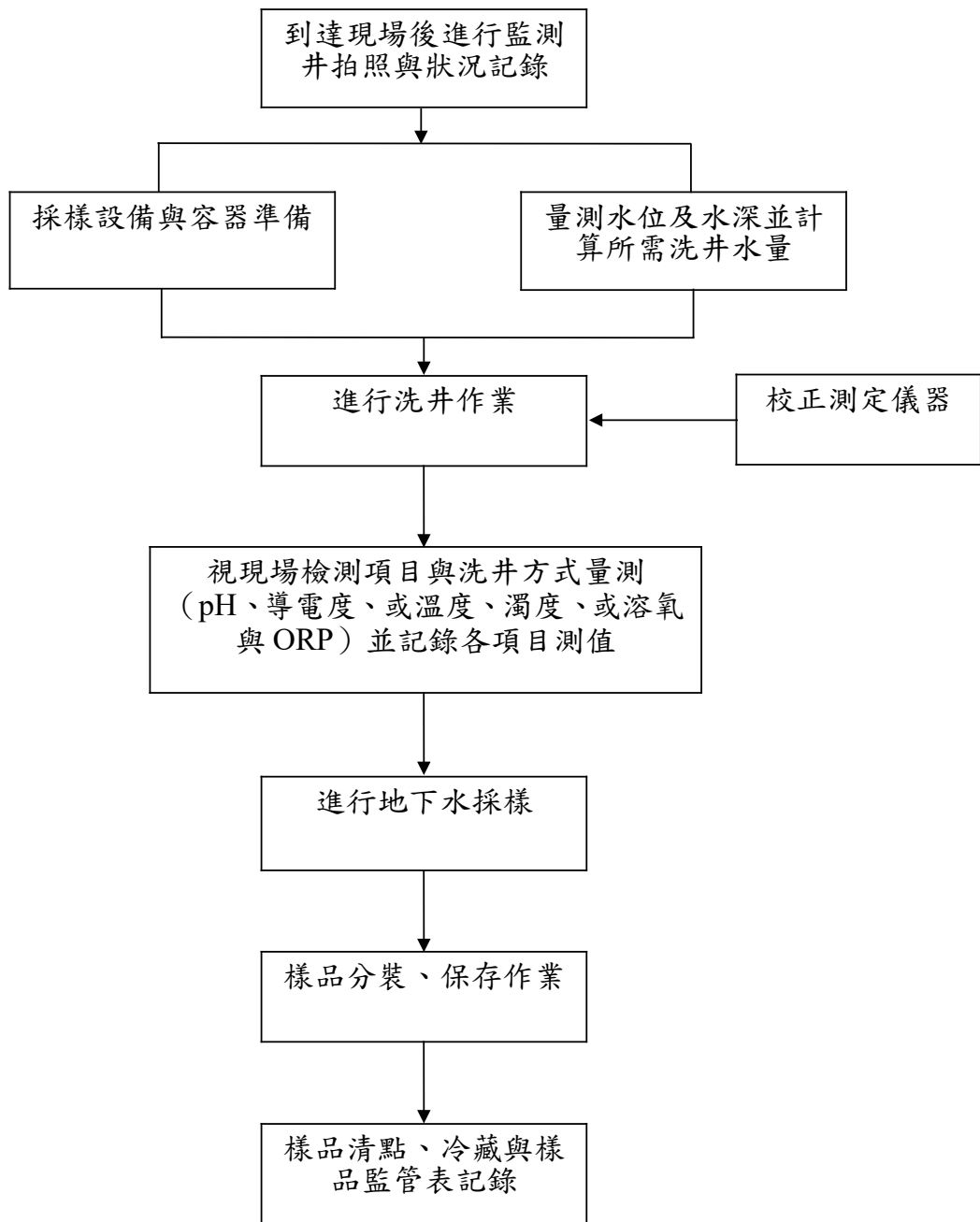
圖一 貝勒管及其配件



圖二 貝勒管構造示意圖



圖三 水流元示意圖



圖四 監測井地下水採樣作業流程圖