土壤及地下水檢測分析與品保品管練習題

第二章、土壤檢測方法

1. 土壤污染管制項目之重金屬鉛、鎘、鉻、銅、鋅、鎳檢測，適宜的分析儀器為何？
   解答：原子光譜分析儀（FLAAS或GFAAS）或感應耦合電漿原子發射光譜儀 (ICP/AES)。

2. 土壤污染管制項目之揮發性有機化合物及半揮發性有機化合物分析使用的儀器為何？
   解答：氣相層析質譜儀。

3. 土壤污染管制項目之總石油碳氫化合物 (TPH) 之檢測涵蓋範圍為含碳數多少之石油碳氫化合物？
   解答：C6到C40。

4. 土壤污染管制項目之戴奧辛，其國家環境研究院公告之檢測方法為測定幾種 2,3,7,8-氯化戴奧辛及呋喃同源物之濃度並計算其總毒性當量濃度？
   解答：17種。

第三章、地下水檢測方法

3.1 方法概要

5. 地下水污染管制項目之硝酸鹽氮國家環境研究院公告之檢測方法，樣品總氧化氮濃度扣除水樣何種物質濃度，可得水樣中硝酸鹽氮之濃度？
   解答：亞硝酸鹽氮。

6. 針對地下水污染管制項目之重金屬鉛、鎘、鉻、銅、鋅、鎳、銦、鉬環檢公告之檢測方法，為何種儀器進行樣品中多元素的測定？
   解答：感應耦合電漿原子發射光譜儀。

7. 地下水中微量元素之檢測，利用何種儀器檢測水樣中金屬及微量元素？
   解答：感應耦合電漿質譜儀 (ICP-MS)。

3.2 分析儀器及限制

8. 就土壤及地下水樣品檢測而言，試說明重金屬分析儀器之相關限制？

解答：1. 原子吸收光譜儀：依原子化裝置不同，分為火焰式原子吸收光譜儀 (FLAAS)、電熱式原子吸收光譜儀 (GFAAS)、檢測砷化氫式原子吸收光譜儀 (HGAAS)、檢測汞的冷蒸氣原子吸收光譜儀 (CVAAS) 及冷蒸氣原子螢光光譜儀 (CVAFS)，冷蒸氣原子螢光光譜儀靈敏度極高，只有在進行超微量檢測時，才需使用。

2. 感應耦合電漿原子發射光譜儀 (ICP-AES)。

3. 感應耦合電漿質譜儀 (ICP-MS)。

9. 就土壤及地下水樣品檢測而言，試說明分析有機物儀器之相關限制為何？

解答：有機物之土壤及地下水常用檢測儀器包括：

1. 氣相層析儀及適當偵測器，如GC/FID、GC/ECD、GC/FPD等。由於氣相層析儀僅靠滯留時間對待測物定性，必要時需以第二管柱加以分析確認。

2. 液相層析儀，如LC/FD，使用於地下水中胺基甲酸鹽類之檢測。

3. 氣相層析質譜儀 (GC/MS)，採用質譜儀為偵測器之檢測，可提供待測物之滯留時間及質譜定性，為一可靠性高的檢測儀器。

4. 高解析氣相層析質譜儀 (HRGC/HRMS)，用於檢測微量之戴奧辛，可偵測至ppt等級。

第四章、品保品管之要求

4.1 品保與品管

10. 試說明土壤及地下水樣品檢測時之樣品數品管要求為何？

解答：以20個土壤樣品數為一個分析批次（地下水為10個樣品）；不足20個土壤樣品則仍以一個批次計（地下水為10個樣品）。

11. 就土壤及地下水樣品之檢測，空白樣品可分為？

解答：1. 現場空白樣品。

2. 運送空白樣品。

3. 設備空白樣品。

4. 方法空白樣品。

12. 試說明土壤及地下水樣品檢測，「方法空白樣品」之分析目的為何？
解答：為監測整個分析過程中可能導入污染而設計之樣品，例如：以不含待測物之試劑水、乾淨陶土或海砂，由方法空白樣品之分析結果，可判知樣品在分析過程是否遭受污染或樣品之背景值。

13. 試說明土壤及地下水樣品檢測，「查核樣品」之分析目的為何？
解答：將適當濃度之標準品添加於與樣品相似的基質中所配製成的樣品，或使用濃度經確認之標準品。由查核樣品之分析結果，可確定分析程序（步驟）之可信度或分析結果之準確性。

14. 試說明土壤及地下水樣品檢測，「重複樣品」之分析目的為何？
解答：在檢驗室將一樣品取二等份，依相同前處理及分析步驟檢測者，但水中揮發性有機物應為現場重複採樣之樣品。由重複樣品之分析可確定分析結果之精密度。

15. 試說明土壤及地下水樣品檢測，「添加樣品」之分析目的為何？
解答：在檢驗室將一樣品取二等份，其中一份添加適當量之待測物標準品，即為添加樣品，但水中揮發性有機物之添加樣品應為現場重複採樣之樣品添加標準品者。添加樣品分析之結果可瞭解樣品中有無基質干擾或所用的檢測方法是否適當。

4.2 品質管制之要求

16. 針對品質管制之項目與意義，依據「環境檢驗品管分析執行指引(NIEA-PA104)」中有關樣品分析的品管管制要求，請說明空白樣品分析如何執行？
解答：1. 實驗室於同一批次之樣品分析時，應同時執行一方法空白樣品分析。
2. 除檢測方法另有規定外，檢驗室可依實際狀況，同時執行現場空白、運送空白或設備空白樣品分析。
3. 空白樣品分析係指將空白樣品與待測樣品相同前處理及分析步驟執行檢測。
4. 除檢測方法另有規定外，空白樣品分析值需符合以下規定之一：
(1) 需低於待測物方法偵測極限的2倍。
(2) 需低於待測物法規管制標準值的5%。

5. 若空白樣品之分析結果無法達到上述的規定標準，則實驗室需執行矯正措施，試圖找出污染的來源後，依實際狀況重新採樣檢測或重新進行該批次樣品之分析。
6. 除檢測方法另有規定外，則每批次應執行一個方法空白樣品分析。實驗室應記錄空白樣品編號、分析日期、空白測定值。

17. 針對品質管制之項目與意義，依據「環境檢驗品管分析執行指引(NIEA-PA104)」中有關樣品分析的品管管制要求，請說明重複樣品分析如何執行？

解答：1. 重複樣品分析係將重複樣品依相同前處理及分析步驟執行檢測。
2. 重複分析之樣品應為可定量之樣品，除檢測方法另有規定外，每批次應執行1個重複樣品分析。如重複樣品濃度無法定量時，可採用基質添加重複樣品或查核樣品之重複樣品分析結果。
3. 實驗室應記錄重複樣品編號、分析日期、重複樣品分析測定值、及相對差異百分比。

18. 針對品質管制之項目與意義，依據「環境檢驗品管分析執行指引(NIEA-PA104)」中有關樣品分析的品管管制要求，請說明查核樣品分析如何執行？

解答：1. 查核樣品分析係指將查核樣品經與待測樣品相同前處理及分析步驟執行檢測。
2. 一含有基質且待測物濃度為已知的樣品，目的在於檢查整個檢測方法的效率。可使用經確認濃度的樣品（如標準參考樣品CRM），其測定值需在可接受範圍內，否則應停止檢測並尋找原因。
3. 除檢測方法另有規定外，每批次應執行1個查核樣品分析。檢驗室應記錄查核樣品編號、檢測日期、查核樣品濃度值、查核樣品測定值、及查核樣品回收率。

19. 針對品質管制之項目與意義，依據「環境檢驗品管分析執行指引(NIEA-PA104)」中有關樣品分析的品管管制要求，請說明添加樣品分析如何執行？

解答：1. 添加樣品分析係指將添加樣品依與待測樣品相同前處理及分析步驟執行檢測。

2. 一般添加於樣品中待測物標準品濃度應為原樣品中待測物濃度之1至5倍，若未知樣品中待測物濃度時，可添加樣品中待測物背景值的1至5倍，另對於已知遭受污染的樣品，可添加待測物管制值、管制值的一半或接近檢量線中點濃度。對於高濃度之樣品，若無法添加1至5倍之樣品濃度時，應備註說明。但添加時應以高濃度小體積方式添加，以免造成原樣品過度稀釋，通常添加之體積以小於2%原樣品體積為原則。
3. 除檢測方法另有規定外，每批次應分析1個添加樣品。檢驗室應記錄分析日期、添加樣品編號、添加標準品濃度（量）、未添加之原樣品濃度（量）及添加樣品之濃度（量）、添加回收率。

4.3 品管數據之判讀與應用

20. 針對品管數據之判讀與應用，當進行金屬及分光光度計法檢測時，試說明其執行品管數據判讀及品管數據應用？

解答：

序號	品管數據判讀	品管數據應用
1	檢量線是否有 5 點（不含 0 點），r 值是否≥0.995	確認樣品濃度迴歸之準確性
2	檢量線迴歸後濃度與配製值讓差是否合乎規範	—
3	方法空白是否小於 2 倍偵測極限	確定整個分析過程無導入污染
4	檢量線確認是否符合方法要求	以第二來源確認檢量線來源及配製過程無誤
5	查核分析是否符合方法要求	確定分析程序之可信度及分析結果之準確性
6	待測物濃度是否超過檢量線	確定待測物濃度之可靠性
7	稀釋倍數是否恰當	確定待測物濃度之可靠性
8	有效位數是否正確	符合法規，避免爭議
9	重複分析之差異百分比是否符合方法要求	用於判斷分析結果之精密度
10	添加分析回收率是否符合方法要求	用於判斷樣品是否有基質干擾及檢測方法是否適當
11	各項品管圖是否符合要求	可判斷是否有系統誤差，分析員之數據品質

21. 針對品管數據之判讀與應用，當進行氣相及液相層析儀法檢測時，試說明其品管數據判讀及品管數據應用？

解答：

序號	品管數據判讀	品管數據應用
1	初始檢量線線性需大於 0.995，或校正因子之相對標準偏差是否符合方法規範	確認檢量線之適用性與濃度迴歸之準確性
2	以第二來源標準品執行之檢量線確認是否符合方法規範	確認檢量線標準品之適用性及配製過程之準確
3	每隔 12 小時是否進行檢量線查核分析	確認起始檢量線之續用性及層析系統是否良好
4	空白分析是否小於 2 倍方法偵測極限	監控整體分析流程是否遭受污染
5	查核分析是否符合方法要求	監控整體分析流程之準確性
6	樣品添加分析是否符合方法要求	監控樣品是否基質干擾及檢測方法是否適當
7	樣品重複分析是否符合方法要求	監控整體分析之精密度
8	待測物濃度是否超過檢量線，若超過時其稀釋分析之倍數是否恰當	確定待測物濃度之可靠性
9	有效位數是否正確	符合法規，避免爭議
10	各項品管數據輸入電腦，製作品管圖	檢視實驗室是否有系統性偏差或分析員是否有個人之誤差

22. 針對品管數據之判讀與應用，當進行氣相層析質譜儀法檢測時，試說明其品管數據判讀及品管數據應用？

解答：

序號	品管數據判讀	品管數據應用
1	樣品進行分析前執行之儀器校正標準品 BFB 或 DFTPP 分析，是否符合方法要求，且每隔 12 小時執行 1 次	確認質譜儀調機狀態恰當
2	初始檢量線相對感應因子之相對標準偏差是否符合方法規範	確認檢量線之適用性與濃度迴歸之準確性
3	校正查核化合物之相對標準偏差是否符合方法要求	確認整體分析系統狀態適用於分析方法中之待測物
4	系統績效查核化合物之最小平均感應因子是否符合方法要求	確認整體分析系統狀態適用於分析方法中之待測物及標準品是否有衰退之現象
5	第二來源標準品執行之檢量線確認是否符合方法規範	確認檢量線標準品之適用性及配製過程之準確性
6	每隔 12 小時進行檢量線查核之分析中，校正查核化合物之相對標準偏差及系統績效查核化合物之最小平均感應因子是否符合方法要求	確認起始檢量線之續用性及整體分析系統是否仍適用於分析
7	方法空白分析是否小於 2 倍方法偵測極限	監控整體分析流程是否遭受污染
8	查核分析是否符合方法要求	監控整體分析之準確性
9	樣品添加分析是否符合方法要求	監控樣品是否有基質干擾及檢測方法是否適當

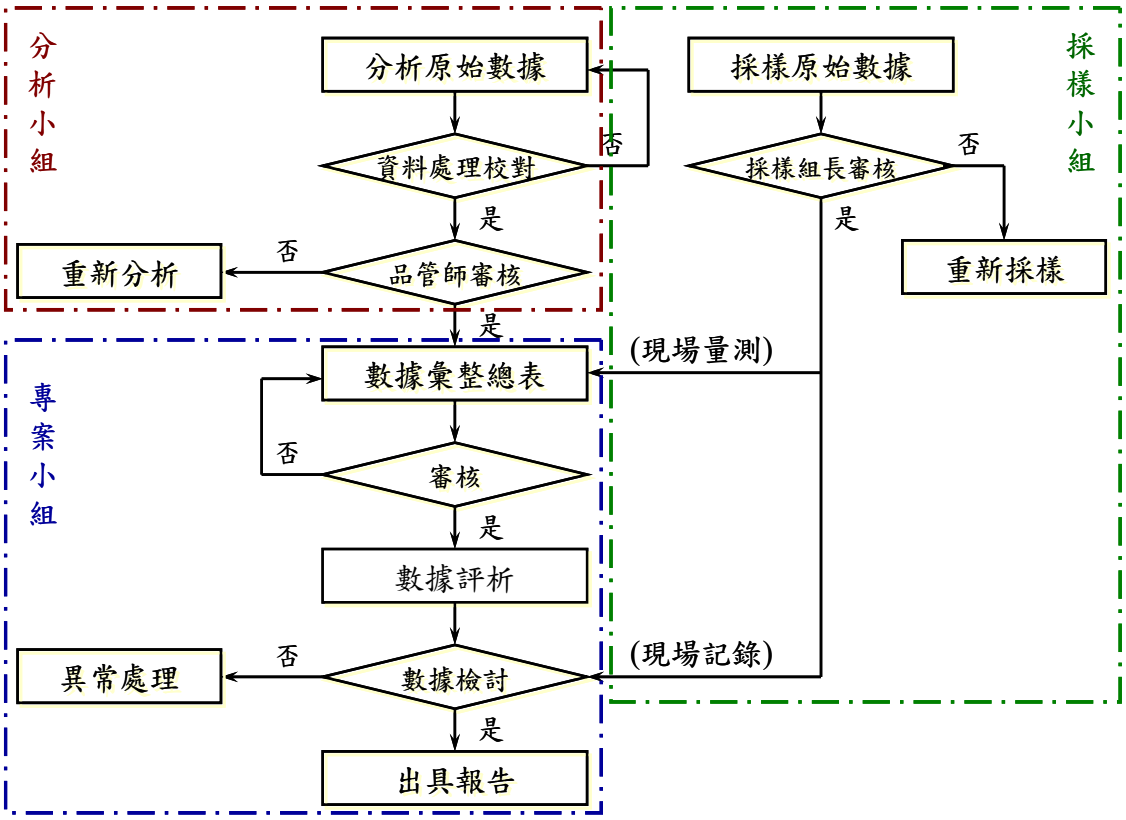
序號	品管數據判讀	品管數據應用
10	樣品重複分析是否符合方法要求	監控整體分析之精密度
11	擬似標準品之回收率是否符合方法規範	監控樣品前處理過程之效率
12	待測物濃度是否超過檢量線，若超過時，其稀釋分析倍數是否恰當	確定待測物濃度之可靠性
13	有效位數是否正確	符合法規，避免爭議
14	分析過程中，內標準品滯留時間及感應面積與檢量線標準溶液比較，是否符合方法規範	確認整體分析系統之穩定性
15	各項品管數據輸入電腦，製作品管圖	檢視實驗室是否有系統性偏差或分析員是否有個人之誤差

第五章、檢測數據審查作業

5.1 數據審查作業

23. 針對數據品質保證而言，務必確實且落實執行，請繪圖說明數據審核作業流程為何？

解答：數據審核作業主要依專業特性分成採樣、分析及專案3個獨立小組分別審核，其執行流程如下圖：



24. 針對數據品質保證而言，請說明採樣現場量測報告與現場採樣作業紀錄表格的審查步驟與重點為何？

解答：1. 採樣人員當日採樣結束後，需立即將報告交回採樣組長，並說明採樣異常狀況。

2. 採樣組長依作業程序審核相關採樣作業紀錄表格：

(1) 儀器設備藥劑清點表是否分類、是否攜帶備用儀器、藥劑是否過期。

(2) 儀器是否執行攜出校正及確認、其結果是否符合允收標準。

(3) 溶氧測定儀之飽和溶氧測試，其飽和值是否正確。

(4) 現場採樣紀錄是否詳實。

(5) 現場周圍環境描述是否詳實、是否登錄異常狀況。

(6) 採樣時序是否不合理。

(7) 現場量測紀錄是否依規定執行校正與標準品測試、結果是否符合允收標準。

(8) 彙整現場環境狀況作為數據研判依據。

25. 針對數據品質保證而言，請說明審核作業重點為何？

解答：審核作業主要以數據彙整、統計品管樣品分析結果及數據合理性評析、製作分析報表，其審核作業重點如下：

1. 數據處理員負責彙整數據總表，並統一彙整報告的偵測極限及有效位數。

2. 數據審核人負責數據合理性評估，並篩選異常數據。

(1) 導電度與TDS的關係。

(2) 氯鹽與導電度的關係。

(3) TDS、Cl^-、SO_4^{2-}、硬度、鹼度的關係。

(4) 海水入侵：導電度、TDS、Cl^-、SO_4^{2-}、硬度。

(5) NH_4^+-N與NO_3^--N的關係。

(6) pH的變化。

(7) 鐵、錳的相對變化。

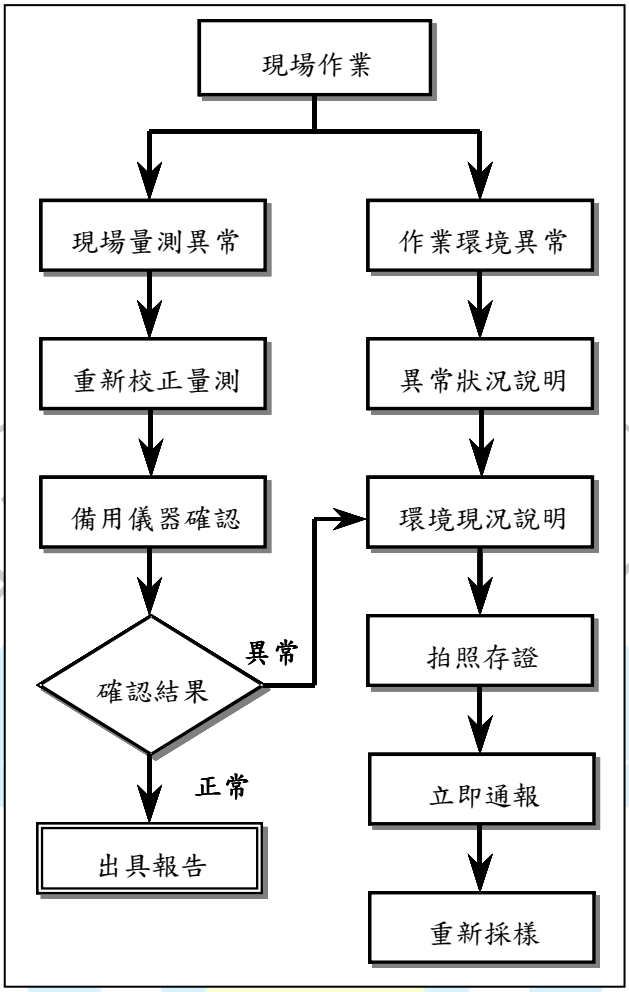
(8) 歷年數據比對。

3. 數據審核人依數據合理性評析結果判定是否執行異常數據確認程序。

5.2 異常處置作業程序

26. 針對檢測作業發生異常時，請繪圖說明現場作業異常處置作業流程為何？

解答：對於現場作業發生異常時的處理作業程序說明如下圖：



27. 當採樣現場量測發生異常時（如：pH、導電度、溶氧），其測值超過法規管制值或測值不合理時，請說明要如何因應與處理？

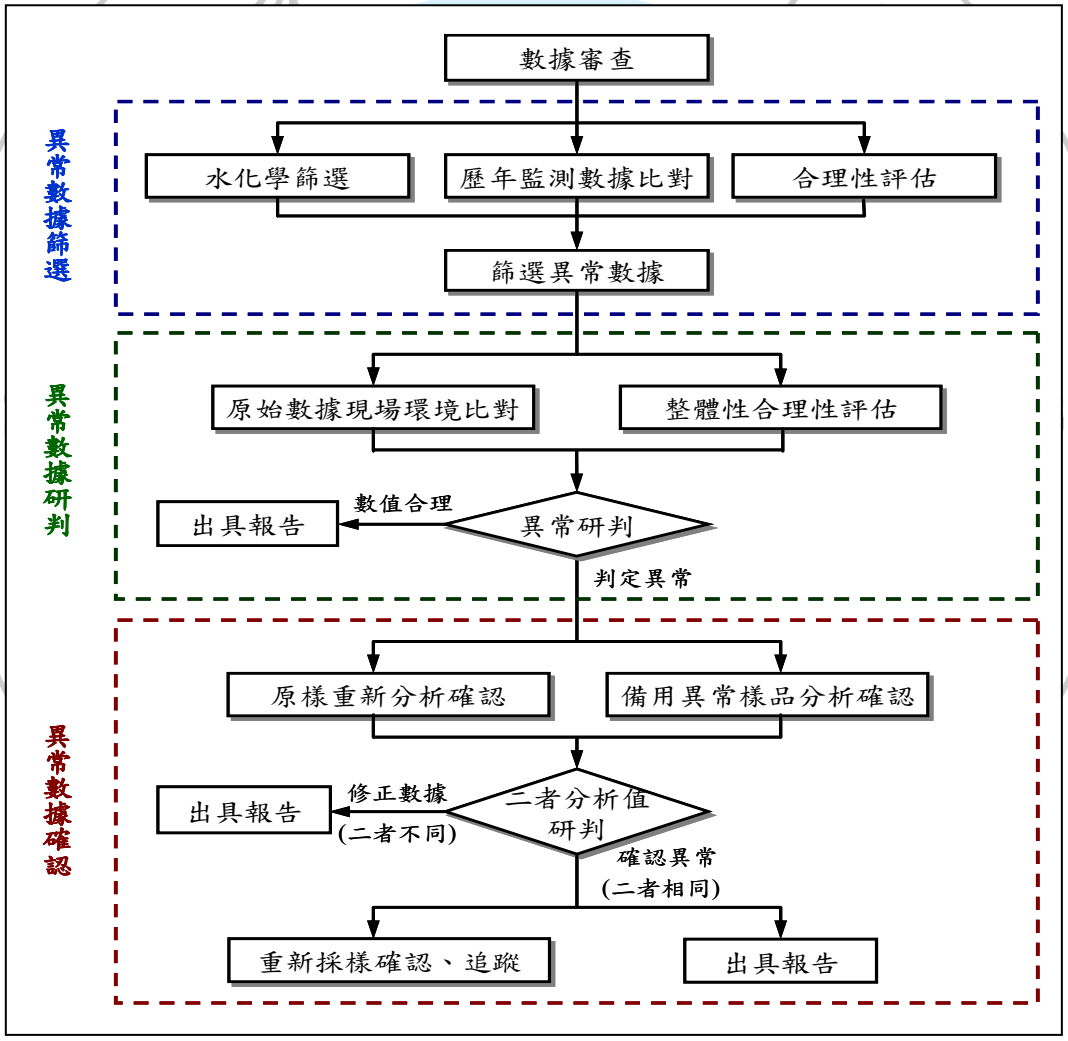
解答：當採樣現場量測發生異常時（如：pH、導電度、溶氧），其測值超過法規管制值或測值不合理時，則需先確認測量儀器是否正常，步驟如下：

1. 儀器重新開機校正測試，並以備用的校正液標準品重新確認。
2. 使用備用的儀器設備，重新檢測確認。
3. 針對現場作業環境進行觀察，並敘明可能造成測值影響之原因。
4. 針對現場環境、樣品拍照存證。
5. 現場採樣人員立即回報公司主管相關異常狀況。
6. 請示公司主管是否繼續採樣或擇期重新採樣。

28. 當作業環境異常時，如：無水、施工、污水排入等重大污染事件或影響正常監測作業狀況，請說明其處理步驟？

解答：1. 描述現場作業異常的實際狀況。
2. 進行現場周圍環境觀察，並敘明可能影響事件發生的原因。
3. 現場環境拍照存證。
4. 現場採樣人員立即回報公司主管相關異常狀況。
5. 請示公司主管是否繼續採樣或擇期重新採樣。

29. 當數據審查發現異常時，請繪圖說明其處置作業流程？
解答：數據審查基本上透過數據合理性評估、歷次監測數據比對及管制值比較等程序，篩選不合理數據，再由數據確認程序，判定數據的正確性，其異常處置作業流程如下圖：



30. 當數據審查發現異常時，請說明異常數據研判之重點？
解答：主要針對已篩選出的異常數據，進行資料與合理性確認，判定是否異常，其步驟如下：
1. 調閱分析報告與分析員原始數據。

2. 調閱現場採樣紀錄，瞭解是否異常狀況。
3. 進行數據整體性的合理性研判，或參考歷年數據研判。

31. 當數據審查發現異常時，請說明異常數據確認之重點？

解答：主要針對無法合理研判的測值，進行分析確認，其步驟如下：

1. 進行原樣重新分析確認（盡可能第二人分析）。
2. 以備用的異常樣品進行重新分析確認。
3. 以不同設備進行確認。
4. 由上述3者分析結果判定，樣品的分析值是否正確。
5. 經確認測值異常者，通報相關單位。

5.3 數據彙整評析

32. 依照地下水整體特性而言，當進行數據彙整評析時，應注意之基本原則為何？

解答：地下水經由採樣及水質檢驗後，視水質分析項目多寡，配合相關水文特性資料，做進一步研判分析。一般在地下水呈氧化狀態時，硝酸鹽氮測值高於氨氮，而在地下水呈還原狀態時，氨氮測值則高於硝酸鹽氮。此外，鐵、錳原為地殼中主要元素，大多以非溶解性的氧化態存在；但在長期厭氧狀態下會還原成溶解態的鐵、錳。

然而地下水水質特性除受地表逕流水滲入外，亦受土壤特性、周遭環境、污染場址及水質是否穩定等因素影響，使得水質參數無法完全符合上述原則。此時將啟動數據異常處置作業系統進行數據確認，以確保數據品質。

33. 就數據彙整評析而言，當進行地下水中硝酸鹽氮與氨氮測值數據的研判時，請說明其評析之重點原則為何？

解答：一般而言，硝酸鹽氮與氨氮的測值會與地下水的氧化還原作用有關，當地下水呈氧化狀態時，硝酸鹽氮測值較高，若地下水呈還原狀態時，則以氨氮測值較高。

34. 就數據彙整評析而言，當遭遇地下水水質鐵、錳、氨氮測值偏高問題數據的研判時，請說明其評析之重點原則為何？

解答：一般淺層土壤因蘊含豐富有機物質，經由生物分解後使土壤長期呈現厭氧狀態，氨氮為氮循環中的中間產物，因厭氧無法轉換成

硝酸鹽，而鐵、錳原為地殼中主要元素，大多以非溶解性之氧化態存在，但在長期厭氧狀態下會還原成溶解態的鐵、錳，存在於地下水中，所以淺層地下水常會發現鐵、錳、氨氮等污染物，此為區域性監測井的水質特性。

35. 就數據彙整評析而言，土壤特性非常重要，其中關於土壤 pH 值之性質，請說明其評析之重點原則為何？

解答：一般礦物質土壤pH值的變異約自4（強酸性土，如若干氧化土）至10左右（強鹼性土）。而大多數農業土壤的pH範圍常在5至8.5之間。在強酸的情形下，鐵、鋁、錳、鋅、銅、鈷等微量元素的溶解度均會增加，對於植物的生長有可能產生毒害。反之，在強鹼的環境下，此類元素的溶解度及利用有效性降低，植物的生長則會表現出缺乏的徵兆。

36. 就數據彙整評析而言，土壤特性非常重要，其中關於土壤有機物含量之性質，請說明其評析之重點原則為何？

解答：土壤有機物可和無機污染物（如重金屬離子）產生複合作用(Complexities)，使污染物伴隨著有機物而移動，因此土壤有機物含量多寡會影響污染物在土壤中的動態。土壤有機物含量的測定通常為測定土壤有機碳含量，以mg/kg或以% TOC表示，一般土壤中的土壤有機碳的含量為1-2%。土壤中所含不同土粒大小的比例，稱為土壤質地 (Soil Texture)，若是土粒越細，則單位體積中所含土粒數目越多，則其會具有較大的比表面積（單位體積或單位重量所含土粒的總面積）。

37. 就數據彙整評析而言，土壤特性非常重要，其中關於污染物之特性與污染情況，請說明其評析之重點原則為何？

解答：污染物的化學性質、物理性質、生物性質、數量及濃度，皆會影響土壤污染的嚴重程度，與污染物宿命有關的土壤性質最主要有下列關係：

1. pH值：影響污染物的溶解度。
2. 有機物含量：土壤吸附的主要污染物。
3. 黏粒含量：污染物的吸附位置及轉變。
4. 質地等級：影響通氣排水及污染物的移動、吸附及轉變。
5. 黏土礦物種類：污染物移動及吸附。
6. 污染物的特性與污染情形。