



台灣自來水股份有限公司

111 年度

濁度對桌上型分光光度計 DR3900 鐵、錳、鋁影響之分析極限

研究單位：第十二區管理處 板新給水廠

研究人員：工程員代理股長 田立宇

研究期程：111 年 5 月至 111 年 12 月

摘要

原水中鐵含量檢測，當樣品濁度升高時，鐵含量亦隨之升高，當濁度達 303NTU 時，數據將無法顯示，表示 DR3900 方法程序編號 265 適用於濁度 300NTU 以下。

原水中鋁含量檢測，當樣品濁度升高時，鋁含量亦隨之升高，雖然 DR3900 方法程序編號 9 於檢測樣品前，使用方法空白將其歸零以去除干擾，但仍受濁度影響，當濁度升高至 46.1NTU 時，超過檢量線分析範圍，需進行樣品稀釋後，方能分析之。

原水中錳含量檢測，使用桌上型分光光度計 DR2800 時，其錳試劑有污染環境之虞。桌上型分光光度計 DR3900 檢測水中錳含量，其數值受到濁度影響之程度需再印證。

目錄

摘要.....	I
目錄.....	II
圖目錄.....	IV
表目錄.....	IV
壹、緒論.....	1
第一節 前言.....	1
第二節 研究背景與目的.....	2
貳、文獻回顧.....	3
第一節 比爾定律(Beer Law).....	3
第二節 分光光度計.....	4
參、實驗方法.....	5
第一節 實驗藥品.....	5
第二節 實驗儀器.....	5
第三節 實驗流程.....	6
第四節 實驗步驟.....	6
肆、結果與討論.....	9
第一節 原水中鐵含量檢測.....	9
第二節 原水中鋁含量檢測.....	11

伍、結論.....	13
陸、參考文獻.....	14

圖目錄

圖 1 待測物吸收光能示意圖.....	3
---------------------	---

表目錄

表 1 鐵檢量線製備與查核.....	9
表 2 鐵樣品檢驗紀錄.....	10
表 3 鐵品管樣品分析果及計算.....	10
表 4 鋁檢量線製備與查核.....	11
表 5 鋁樣品檢驗紀錄.....	12
表 6 鋁品管樣品分析果及計.....	12

壹、緒論

第一節 前言

分光光度法是利用待測物質會吸收一定範圍波長或特定波長的特性，對該待測物質進行定性和定量分析。分光光度計即利用該原理進行研發，其一般使用之波長段如下：

1. 可見光分光光度計：測定波長範圍為 380~760 nm 之可見光區。
2. 紫外光分光光度計：測定波長範圍為 380nm 以下之紫外光區。
3. 紫外光/可見光分光光度計：測定波長範圍為 380nm 以下之紫外光區及 380~760 nm 之可見光區。
4. 紅外分光光度計：測定波長範圍為大於 760nm 的紅外光區。
5. 螢光光度計：測定物質發出螢光標記之螢光光譜。

第二節 研究背景與目的

由於近年極端氣候影響，強颱風或強降雨日亦明顯，此現象容易導致原水高濁度，倘若快速掌握濁度對儀器之影響，較能精準且快速量測數值。為求較為準確之分析，本研究不採用分光光度計 DR3900 儀器內建之檢量線，以人工配製之方式進行研究，並做品質管制(查核樣品、重複樣品及添加樣品)，最後再配製不同濁度原水，進行鐵、錳及鋁分析。

貳、文獻回顧

第一節 比爾定律(Beer Law)

比爾定律，又稱比爾-朗伯定律(Beer-Lambert Law)，為一切光學基礎之定律。一束單色光照射於一介質後，通過一定厚度的光逕，其介質吸收了一部分的光能，透射後的光強度會減弱。介質的厚度愈大、濃度愈高，光強度減弱的效應更是顯著，其關係式為：

$$A = \alpha l c \quad \text{或} \quad A = \varepsilon l c$$

A ：吸收度

α ：吸收係數($L \cdot g^{-1}cm^{-1}$)

ε ：摩爾吸收係數($L \cdot g^{-1}cm^{-1}$)

l ：光逕長(cm)

c ：介質濃度(g/L 或 mol/L)

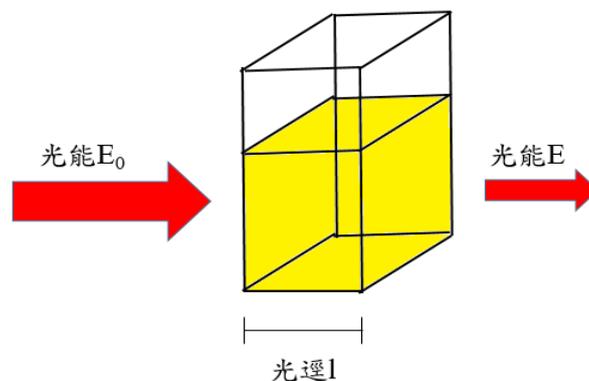


圖 1 待測物吸收光能示意圖

第二節 分光光度計

分光光度計在應用上相當廣泛，包含物理、化學、生物、藥學、醫學、環保、地質或其他相關的研究領域，更是研發部門常用的分析工具。常用之紫外光/可見光分光光度計之原理，係使用紫外光及可見光之燈管做為光源，通過濾光鏡調整色調、聚焦、單色光分光稜鏡，再經狹縫選擇其波長，使之為成單一且特定波長之光線。光束通過光逕與介質吸收後減弱，最後進入光電轉換器成為訊號，藉由樣品及空白樣品間所吸收之光能量差，與標準品之能量吸收值相比較，便可檢測待測物濃度。

參、實驗方法

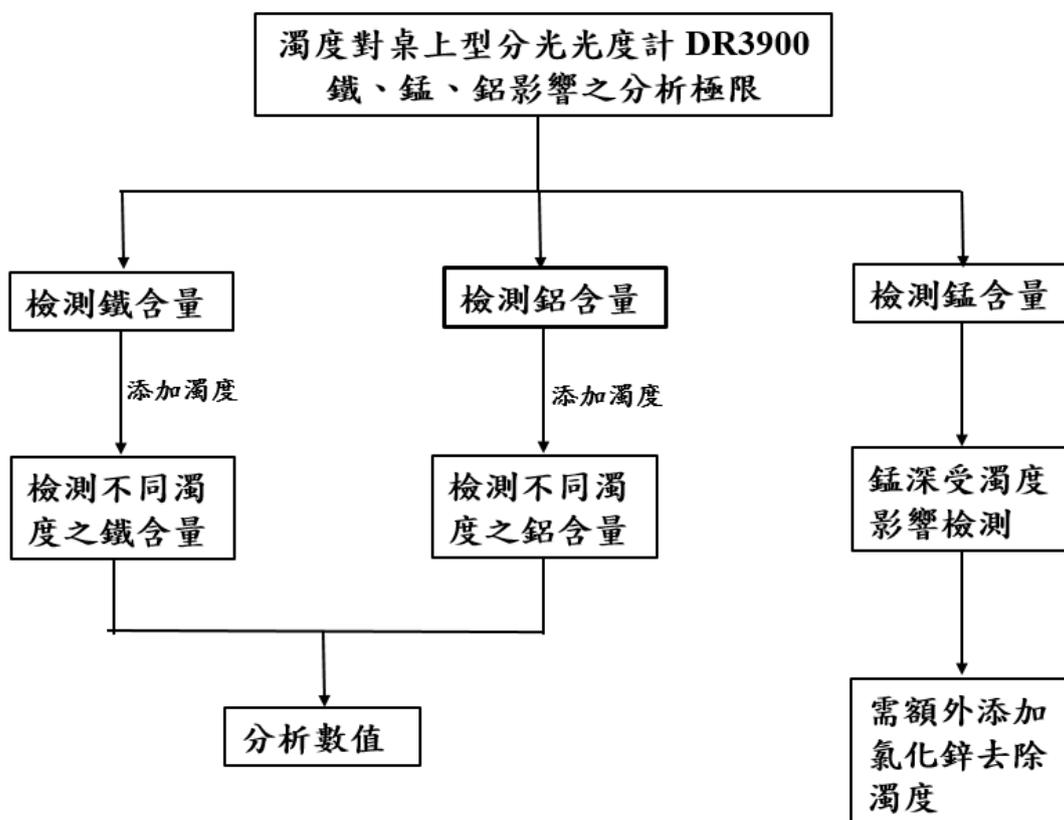
第一節 實驗藥品

藥品名稱	化學式(代號)	供應商
鐵試劑	Cat. 85499-TW	HACH
鋁試劑	Cat. 2603849-TW	HACH
鋁試劑	Cat. 2603999-TW	HACH
鋁試劑	Cat. 2380123-TW	HACH
鐵標準液	Fe(NO ₃) ₃ in HNO ₃ 0.5 mol/L	MERK
鐵查核標準液	Fe(NO ₃) ₃ in HNO ₃ 0.5 mol/L	ACCU
鋁標準液	Al(NO ₃) ₃ in HNO ₃ 0.5 mol/L	MERK
鋁查核標準液	Al(NO ₃) ₃ in HNO ₃ 0.5 mol/L	ACCU

第二節 實驗儀器

儀器名稱	型號	供應商
濁度計	2100AN	HACH
桌上型分光光度計	DR3900	HACH
pH 計	F20	METTLER TOLEDO

第三節 實驗流程



第四節 實驗步驟

(一) 鐵含量檢測：

1. 配製鐵檢量線(濃度：0mg/L、0.1mg/L、0.25mg/L、0.5mg/L、1.0mg/L、2.0mg/L、4.0mg/L)。
2. 配製鐵查核溶液 3 瓶(濃度：2.0mg/L)
3. 依序進行檢量線、檢量線確認、空白樣品、查核樣品、樣品、樣品重複、添加樣品、不同濁度鐵樣品

及檢量線查核。

(二) 鋁含量檢測：

1. 配製鋁檢量線(濃度：0mg/L、0.02mg/L、0.05mg/L、0.1mg/L、0.2mg/L 及 0.25mg/L)。
2. 配製鋁查核溶液 3 瓶(濃度：0.125mg/L)
3. 依序進行檢量線、檢量線確認、空白樣品、查核樣品、樣品、樣品重複、添加樣品、不同濁度鋁樣品及檢量線查核。

(三) 水中鐵(分光光度計)檢驗流程

1. 打開儀器電源。
2. 選擇程序編號 265 並切換吸收度模式。
3. 取 25mL 水樣於比色瓶。
4. 按 ZERO 鍵歸零。
5. 另外取 25mL 水樣於比色瓶。
6. 加入鐵試劑(Cat. 85499-TW)均勻混合。
7. 按 READ 檢測樣品。

(四) 水中鋁(分光光度計)檢驗流程

1. 打開儀器電源。
2. 選擇程序編號 9 並切換吸收度模式。
3. 取水樣 20mL 加入鋁試劑(Cat. 2603849-TW) 均勻混合。
4. 加入鋁試劑(Cat. 2603999-TW) 均勻混合。
5. 取上述溶液 10mL 於另一比色瓶。
6. 加入 1 滴鋁試劑(Cat. 2380123-TW) 均勻混合，溶液會呈現黃色
7. 將呈現黃色溶液比色瓶置於儀器內。
8. 按 ZERO 鍵歸零。
9. 將另外剩餘 10mL 樣品置於儀器內。10.
按 READ 檢測樣品。

肆、結果與討論

第一節 原水中鐵含量檢測

採集三峽河原水(採樣日期：111.7.1)，使用波長 510nm，配製檢量線最高點濃度 4.0mg/L(DR3900 程序編號 265 設定之最高濃度)後，再依序配製不同濃度濁度之樣品 (濁度 10.6NTU 至 514NTU)，依序檢測檢量線、檢量線確認、空白樣品、查核樣品、重複樣品、添加樣品、不同濁度樣品以及檢量線查核，由數據結果得知，當樣品濁度升高時，鐵含量亦隨之升高，當濁度達 303NTU 時，數據將無法顯示，表示此方法適用於濁度 300NTU 以下。

表 1 鐵檢量線製備與查核

項目	空白	1	2	3	4	5	6
標準品濃度 (mg/L)(X)	0	0.1	0.25	0.5	1.0	2.0	4.0
吸光度(Y)	0.008	0.060	0.122	0.244	0.473	0.989	1.841
Y=aX+b	a=0.46191	b=0.01586	相關係數 r=0.99942				
標準品	標準品濃度 (mg/L)	吸光度	分析濃度 (mg/L)	誤差%	是否合乎要求?		
檢量線確認	2.0	0.973	2.07214	3.6	是		
檢量線查核	2.0	0.970	2.06564	3.3	是		

表 2 鐵樣品檢驗紀錄

樣品編號	品管類別	樣品處理			吸光度	樣品濃度 (mg/L)	pH
		取樣 體積	最終 體積	稀釋 倍數			
空白樣品	方法空白	25	25	1	0.006	-0.02135	-
查核樣品	查核	25	25	1	0.987	2.10244	-
濁度(1.52NTU)	樣品	25	25	1	0.035	0.04144	7.74
濁度(1.52NTU)	樣品重複	25	25	1	0.036	0.04360	7.76
-	添加	50	50	1	0.123	0.23195	-
濁度(10.6NTU)	樣品	25	25	1	0.084	0.14752	8.12
濁度(52.9NTU)	樣品	25	25	1	0.245	0.49607	8.15
濁度(107NTU)	樣品	25	25	1	0.710	1.50276	8.12
濁度(226NTU)	樣品	25	25	1	1.284	2.74543	8.15
濁度(303NTU)	樣品	25	25	1	1.466	3.13944	8.04
濁度(410NTU)	樣品	25	25	1	-	-	8.04
濁度(452NTU)	樣品	25	25	1	-	-	8.04
濁度(514NTU)	樣品	25	25	1	-	-	8.03

表 3 鐵品管樣品分析果及計算

查核樣品 濃度 (mg/L)	檢驗 結果 (mg/L)	回收率%	重複分析樣 品	第一次值 (mg/L)	第二次值 (mg/L)	平均值 (mg/L)	RPD%
2.0	2.10244	105.12	三峽河原水	0.04144	0.04360	0.042520	5.08

添加樣品	原樣體積 (mL)	原樣濃度 (mg/L)	添加體積 (mL)	添加標準品 濃度(mg/L)	最終體積 (mL)	最終濃度 (mg/L)	回收率 %
三峽河 原水	50	0.04144	1	10	50	0.23195	95.26

第二節 原水中鋁含量檢測

採集三峽河原水(採樣日期：111.8.4)，使用波長 535nm，配製檢量線最高點濃度 0.25mg/L(DR3900 程序編號 9 設定之最高濃度)後，再依序配製不同濃度濁度之樣品(濁度 10.3NTU 至 539NTU)，依序檢測檢量線、檢量線確認、空白樣品、查核樣品、重複樣品、添加樣品、不同濁度樣品以及檢量線查核，由數據結果得知，當樣品濁度升高時，鋁含量亦隨之升高，惟當濁度升高至 46.1NTU 時，吸光度升高至 1.488，分析濃度 0.26615mg/L，超過檢量線範圍。稀釋鋁樣品(濁度 46.1)2 倍後，吸光度 0.786，數值落於檢量線分析範圍內，分析濃度為 0.27774mg/L，表示濁度達 46NTU 時，需進行樣品稀釋，方能分析之。

表 4 鋁檢量線製備與查核

項目	空白	1	2	3	4	5	6
標準品濃度 (mg/L)(X)	0	0.02	0.05	0.1	0.2	0.25	
吸光度(Y)	0.003	0.106	0.287	0.635	1.166	1.343	
Y=aX+b	a=5.51532	b=0.02008	相關係數 r=0.99683				
標準品	標準品濃度 (mg/L)	吸光度	分析濃度 (mg/L)	誤差%	是否合乎要求?		
檢量線確認	0.125	0.755	0.13325	6.6	是		
檢量線查核	0.125	0.743	0.13107	4.9	是		

表 5 鋁樣品檢驗紀錄

樣品編號	品管類別	樣品處理			吸光度	樣品濃度 (mg/L)	pH
		取樣 體積	最終 體積	稀釋 倍數			
空白樣品	方法空白	25	25	1	0.004	-0.00292	-
查核樣品	查核	25	25	1	0.740	0.13053	-
濁度(4.12NTU)	樣品	25	25	1	0.379	0.06508	7.81
濁度(4.12NTU)	樣品重複	25	25	1	0.392	0.06743	7.80
-	添加	50	50	1	0.880	0.15591	-
濁度(10.3NTU)	樣品	25	25	1	0.502	0.08738	8.17
濁度(46.1NTU)	樣品	25	25	1	1.488	0.26615	8.19
濁度(46.1NTU)	樣品	12.5	25	2	0.786	0.27774	8.23
濁度(101NTU)	樣品	25	25	1	1.501	0.26851	8.20
濁度(201NTU)	樣品	25	25	1	1.597	0.28592	8.17
濁度(304NTU)	樣品	25	25	1	1.656	0.29661	8.17
濁度(407NTU)	樣品	25	25	1	1.732	0.31039	8.19
濁度(539NTU)	樣品	25	25	1	1.801	0.32290	8.19

表 6 鋁品管樣品分析果及計算

查核樣品 濃度 (mg/L)	檢驗 結果 (mg/L)	回收率%	重複分析樣 品	第一次值 (mg/L)	第二次值 (mg/L)	平均值 (mg/L)	RPD%
0.125	0.13053	104.42	三峽河原水	0.06508	0.06743	0.066255	3.55

添加樣品	原樣體積 (mL)	原樣濃度 (mg/L)	添加體積 (mL)	添加標準品 濃度(mg/L)	最終體積 (mL)	最終濃度 (mg/L)	回收率 %
三峽河 原水	50	0.06508	0.5	10	50	0.15591	90.83

伍、結論

原水中鐵含量檢測，當樣品濁度升高時，鐵含量亦隨之升高，當濁度達 303NTU 時，數據將無法顯示，表示 DR3900 方法程序編號 265 適用於濁度 300NTU 以下。

原水中鋁含量檢測當樣品濁度升高時，鋁含量亦隨之升高，惟當濁度升高至 46.1NTU 時，超過檢量線分析範圍，表示 DR3900 方法程序編號 9，於濁度約 46NTU 時，需進行樣品稀釋後方能分析之。

原水中錳含量檢測，使用桌上型分光光度計 DR2800 時，其錳試劑有污染環境之虞。桌上型分光光度計 DR3900 檢測水中錳含量，其數值受到濁度影響之程度需再印證。

陸、參考文獻

- 【1】林敬二，儀器分析，1997
- 【2】趙政淳、甄慧蓮，廠所多功能水質分析儀－「鋁」測
項準確性之提升，2021
- 【3】台灣自來水股份有限公司第十二區管理處水質課，桌
上型分光光度計標準操作方法