

自來水事業技術人員一化驗
下水道設施操作維護一水質檢驗
農田灌溉排水一灌溉水質管理及檢驗

水質分析實驗

技術士技能檢定參考用書

◎徐貴新 著



高立圖書有限公司

水質分析實驗

—技術士技能檢定參考用書—

◎ 徐貴新 編著



高立圖書有限公司

國家圖書館出版品預行編目資料

水質分析實驗 / 徐貴新編著，-- 八版修訂，-- 臺北縣五股鄉：高立，民 97.08

面： 公分

參考書目：面

ISBN 978-986-412-622-4 (平裝)



1. 水 2. 分析化學 3. 實驗

345.112

97015393

水質分析實驗 (書號：302013)

中華民國 97 年 8 月 20 日八版修訂

編 著：徐 貴 新

發行人：楊 明 德

出版者：高 立 圖 書 有 限 公 司

電 話：(02)22900318 郵撥：01056147

網 址：w w w . g a u - l i h . c o m . t w

住 址：台北縣五股工業區五工三路116巷3號

登記證：行政院新聞局局版臺業字第1423號

有著作權・翻印必究

定價：540 元整

ISBN：978-986-412-622-4

編輯大意

水質分析係一門基礎學科，水質分析資料之詳盡準確與否，直接影響環境工程規劃與設計之優劣成敗，並提供環境之基本背景資料及環境衝擊範圍程度評估之依據，是所有研究分析工作之基礎，因此，在環境保護領域中，水質分析已佔舉足輕重之地位。

世界著名之水質分析書籍，較具代表性者有美國公共衛生學會 (American Public Health Association, APHA) 所出版之「水質分析標準法」，第十八版 (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th Edition) 及 Sawyer 和 McCarty 合著之「環境工程化學」(Chemistry for Environmental Engineering) 等等，此等書籍為行政院環境保護署制定標準水質檢驗方法之主要參考依據；而晚近國內之水質分析書籍則有，由宜蘭大學江漢全教授所著之「水質分析」及台灣大學農工系張尊國教授之「環境化學實驗」網路教學，對於江教授曾擔任筆者碩士論文之口試委員，張教授擔任筆者研究所期間之指導教授，深感受益匪淺。

筆者從事水質分析工作多年，目前擔任水質分析課程之教學工作，期望藉由本書介紹常用之水質檢驗項目、分析原理及標準檢驗方法，並以下水道設施操作維護——水質檢驗及農田灌溉排水灌溉水質管理及檢驗乙級技術士考試項目為藍本，編撰此書。本書係筆者將所蒐集之參考資料分工重新整理，並融入親身之經驗後，以精要之方式呈現予讀者，期使讀者能於最短時日內收事半功倍之效。

本書概分為三個部分：

第一篇總論：是介紹實驗室之安全須知及一般規定、水質分析概要、分析作業之品保保管、常用之儀器和目前公告之水質檢驗方法之概況。

第二篇水質實驗：是依據下水道及農田灌溉排水兩職類技術士考驗項目所編寫之17項常用之水質檢測項目之實驗，其各實驗之章節是分四個主要部分編撰，首先是基本原理之介紹；次之操作步驟以圖示說明，方便易懂；繼之是精選模擬試題供研習及題目實際演練；最後則是要同學於實驗前準備之預習報告及實驗記錄和報告表格之提供。

第三篇技術士技能檢定：介紹下水道及農田灌溉排水兩職類技術士之檢定規範、考試範圍、須知及術科之模擬試題及操作重點。

在撰寫過程中感謝恩師張尊國教授之指導，以及顏佳慧、宋曉琪、陳夢芸和趙雅君同學辛勤打字建檔和繪製圖表，在此致上最深之謝意。九年來本書歷經七版修訂，仍有不足之處，本書所撰內容力求深入淺出，實驗步驟力求詳實易解，惟倉促付梓，謬誤勢所難免，尚祈各方賢達碩彥不吝匡正，俾使本書內容更臻完善，並利再版時修訂。

徐貴新 謹識

目 錄

第一篇 總 論.....	1
壹、實驗室安全須知及一般規定	3
1.1 實驗室安全須知	3
1.2 實驗室規定	5
1.3 實驗時應注意事項	7
1.4 實驗時意外事件之處理	10
1.5 檢驗室安全衛生	10
1.6 廢棄物減量與處理	12
1.7 模擬試題	16
貳、水質分析概要	23
2.1 容 器	23
2.2 蒸餾水	23
2.3 試 劑	24
2.4 採樣與保存	30
2.5 作 業	31
2.6 模擬試題	31
參、品保品管	37
3.1 名詞定義	38
3.2 樣品保存	41

3.3	檢量線	41
3.4	品管分析	48
3.5	品質管制圖建立	52
3.6	器皿清洗及校正	58
3.7	作 業	60
3.8	模擬試題	60
肆	、設備及儀器介紹.....	65
4.1	設備介紹	65
4.2	儀器介紹	68
4.3	模擬試題	74
伍	、檢量線之原理及製作.....	79
5.1	最小平方法	80
5.2	電腦軟體輔助計算	82
5.3	模擬試題	89
陸	、分光光度計及原子吸光光譜儀原理簡介	91
6.1	分光光度計	91
6.2	原子吸光光譜儀 (簡稱 AA)	93
6.3	模擬試題	94
柒	、標準檢測方法.....	97
7.1	檢測方法	97
7.2	檢測代碼	103
7.3	自來水水質檢驗方法	104
7.4	模擬試題	110

第二篇 水質實驗 117

捌、水質實驗 118

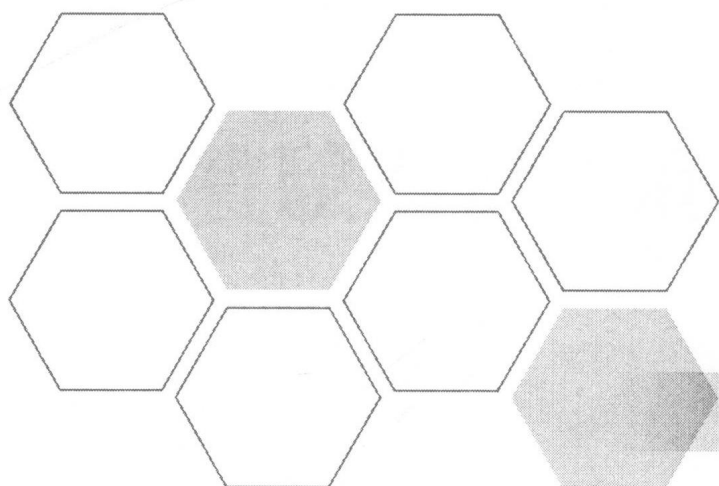
- 實驗一 水中氫離子濃度指數測定法 (電極法) 119
- 實驗二 水中導電度測定方法 (導電度計法) 133
- 實驗三 水中濁度檢測方法 (濁度計法) 145
- 實驗四 水中色度檢測法 (鉑鈷視覺比色法、分光光度計法) 155
- 實驗五 水中酸度檢測法 (指示劑法) 167
- 實驗六 水中鹼度檢測法 (滴定法) 181
- 實驗七 水中總硬度檢測方法 193
- 實驗八 水中懸浮固體、揮發性懸浮固體檢測方法 (103℃ ~ 105℃
乾燥法) (550℃ 乾燥法) 207
- 實驗九 水中氯鹽檢測方法 (硝酸汞滴定法、硝酸銀滴定法) 223
- 實驗十 水中硫酸鹽檢測方法 (濁度法) 239
- 實驗十一 水中溶氧檢測方法 (疊氮化物法) 253
- 實驗十二 水中生化需氧量檢測方法 267
- 實驗十三 水中化學需氧量檢測方法 (重鉻酸鉀迴流法) 285
- 實驗十四 水中氨氮檢測方法 (靛酚比色法) 299
- 實驗十五 水中亞硝酸鹽氮檢測方法 (分光光度計法) 319
- 實驗十六 水中硝酸鹽氮檢測方法 (馬錢子鹼比色法、分光光度
計法) 331
- 實驗十七 水中磷檢測方法 (分光光度計 / 維生素丙法) 347

第三篇 技術士技能檢定 363

玖、技能檢定規範 365

- 9.1 下水道設施操作維護 (水質檢驗) 技術士技能檢定規範 365
- 9.2 農田灌溉排水職類 (水質管理及檢驗) 技術士技能檢定規範 370

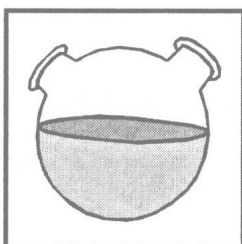
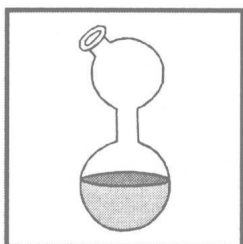
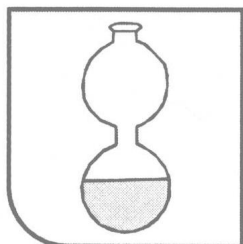
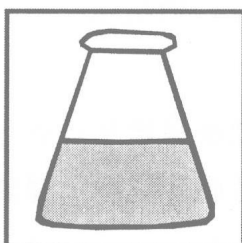
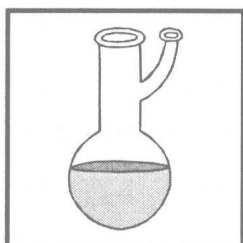
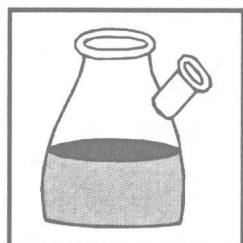
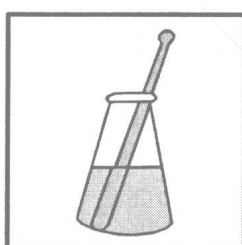
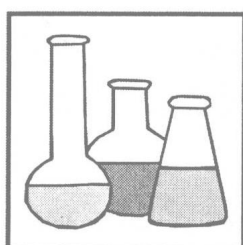
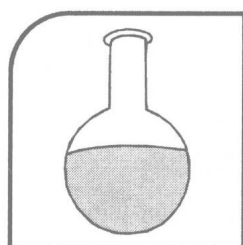
拾、技術士術科試題應檢人員須知及考試範圍	375
10.1 下水道設施操作維護水質檢驗乙級技術士技能檢定應檢人須知	375
10.2 農田灌溉排水灌溉水質管理及檢驗乙級技術士技能檢定應檢人須知	377
10.3 下水道設施操作維護水質檢驗乙級技術士技能檢定考試範圍	379
10.4 農田灌溉排水灌溉水質管理及檢驗乙級技術士技能檢定考試範圍	380
拾壹、術科模擬試題及操作重點	381
11.1 下水道設施操作維護水質檢驗乙級	381
11.2 農田灌溉排水灌溉水質管理及檢驗乙級	408
附錄一 飲用水水質標準	413
附錄二 放流水標準	418
附錄三 地面水體分類及水質標準	430
附錄四 灌溉用水水質標準	433
習題解答	434
參考文獻	438



第 1 篇

總

論





2 水質分析實驗

壹、實驗室安全須知及一般規定

1.1 實驗室安全須知

水質實驗室有別於一般實驗室，為使所有進入實驗室之相關人員都能遵循，並安全無虞地進行實驗，特別建立水質實驗室安全守則，本實驗安全守則包括：實驗前準備、實驗中注意、實驗後處理以及值日組職責任四部分，茲分述如下：

(一) 實驗前準備

1. 有充足的事前準備，就能避免實驗過程的錯誤，因此實驗進行之前應先預習實驗內容，熟讀實驗原理與步驟、並瞭解實驗中使用之儀器、設備與試劑。
2. 實驗前各組應先花一些時間去思考是否了解實驗內容，確定了解如何進行後再開始動手，避免因性急而有危險的步驟出現。
3. 實驗時各組組長應分配每一位組員工作，並於時間內完成。
4. 實驗前應熟悉可能發生的意外以及緊急應變措施與安全防護措施。
5. 初學者或對一個不熟悉的實驗，應有老師或助教在旁指導。

(二) 實驗中注意

1. 衣著：進入實驗室時應穿著實驗衣（最好長及膝蓋下），可避免直接受化學染劑的著色；實驗衣的袖子宜寬緊適宜（袖子太緊會妨礙行動之自由，太鬆則會掃到周圍之器皿設備）；若有留長髮者應適當紮綁或束



4 水質分析實驗

起，以防操作時引火燃燒；不可穿著涼鞋、拖鞋或露出腳趾的鞋子，以免無法徹底保護腳部。

2. 秩序：實驗室絕對禁止飲食、吸煙、喧嘩嬉鬧及追逐等行為，以避免危險。
3. 整潔：實驗室應保持一定整潔，實驗前應先將實驗室桌面與操作臺清理乾淨，不要將書本或雜物堆滿桌面；並徹底洗淨雙手（如有必要應戴上手套），以 70% 消毒酒精噴灑手部（手套）及桌面（操作臺）。
4. 步驟：實驗應依照實驗步驟進行，如不明瞭，應先詢問老師或助教，以免發生危險。
5. 器材：實驗器材應避免操作不當，以下為較重要的原則：
 - (1) 實驗用之所有器材未經老師或助教許可嚴禁攜出實驗室外。
 - (2) 玻璃器皿易破易碎，故操作時應小心使用，避免產生割傷，若有破裂之玻璃器皿應另外收集後丟棄。
6. 儀器：熟悉所有儀器的正確操作方法。
7. 試劑：
 - (1) 實驗時一定要看清楚所用的試劑是否正確。
 - (2) 稱試劑時，應先將秤紙置於電子天平上歸零，再以稱藥杓取適量試劑置於電子天平上量稱。
 - (3) 取出之試劑，絕對不能再倒回藥瓶內。
 - (4) 掉落在桌上的試劑不可用水沖洗至水槽。
8. 標示：實驗過程應於所有使用容器上詳細標明班級、組別與實驗日期。若配製化學試劑更應標示清楚，範例如下：

試劑名稱：	實驗室名稱：
濃度：	配製日期： 年 月 日
配製用途：	有效日期： 年 月 日
保存注意事項：	
配製者： _____ 年 _____ 班 姓名： _____	



9. 紀錄：實驗過程應詳加紀錄實驗結果以及實驗過程任何異常現象，並於實驗報告中進行討論。
10. 安全：
 - (1) 實驗過程中若發生割傷、燙傷等意外時應鎮靜處理並立即通知老師或助教。
 - (2) 當有化學藥劑不慎濺入眼睛應立即利用實驗室的緊急淋浴設備大量清水沖洗眼球，先將眼瞼撐開；一面沖水，一面轉動眼球；沖水後，再送醫急救。

(三) 實驗後處理

1. 實驗後的器材與儀器應儘速清理乾淨並歸回原位。
2. 實驗後之廢液，應依廢液性質倒入適當之廢液桶中。
3. 實驗結束後，應關閉所有不用之電源。
4. 離開實驗室前請徹底洗淨雙手。
5. 隔天觀察結果務必親自出席，仔細觀察其結果並確實記錄，不可抄襲別組之數據。

(四) 值日組職責

1. 實驗前檢查實驗器材與儀器是否能正常使用。
2. 離開實驗室時水電之總檢查。
3. 負責歸還設備與器材。
4. 實驗室之清潔及垃圾之清除。

1.2 實驗室規定

實驗室所用的藥品多具有毒性、易燃、腐蝕，甚至有爆炸性；化學反應又是在不同的溫度、壓力下進行，因此操作不正確或不認真就會造成失火、爆炸等事故。各實驗所用化學試劑純度和濃度不相同，取用時必須仔細認



6 水質分析實驗

真，否則將污染試劑而浪費藥品，影響實驗效果。在實驗中要嚴格遵守操作規程和以下安全規則：

1. 實驗時要弄懂原理和方法，熟悉實驗步驟及危險藥品的使用方法。
2. 實驗開始前要檢查儀器是完整無損，裝置是否正確。
3. 實驗進行時不得擅自離開，並應隨時注意儀器運行情況，反應情形是否正常。
4. 使用光學或電學儀器時，所有開關旋鈕均應輕開輕關，使用完後應拆去電緣線和其它接線，並將所有開關旋至「關」字標記。
5. 實驗過程中要愛護儀器，節約試劑、水、電、高壓氣體，注意安全，實驗結束時關閉水、煤氣閥門，拉開電閘。
6. 使用有毒藥品（如氰化物、氯化汞等）時，應絕對防止進入口中或皮膚的傷口處，操作時應帶口罩，實驗完畢應立即洗手，取用氰化物或含汞化合物等有毒藥品移液管絕對禁止用口吸取，一定要用吸球吸取；使用有毒液體、氣體或在反應中生成這些物質時，應在通風櫃內操作，剩餘物質不可亂丟。
7. 使用易燃、易爆的試劑，如乙醚、酒精、二氧化碳、丙酮等，應遠離火源，並禁止使用直接火加熱；回流、蒸餾這類藥品的儀器不能漏氣，室內空氣要通暢。
8. 應經常保持實驗室的整潔，在實驗過程中要保持桌面、儀器和水槽整潔與乾淨，任何固體物質不能投入水槽中；廢紙、廢屑應投入廢紙箱內；廢酸或廢鹼溶液應分別且小心地倒入廢液缸內，不可混在一起，以免危險。
9. 實驗前要了解安全設備、滅火器的使用方法及放置位置，著火時不要驚慌失措。
10. 急救常識
 - (1) 玻璃割傷：輕傷應先用消毒鑷子取出玻璃屑，用蒸餾水洗滌傷處，塗上碘酒或優碘，然後用紗布或 OK 繃包紮；大傷口要及時止血，送醫療室。
 - (2) 酸或鹼液濺入眼中：先立即用大量的水沖洗。若是酸液，再用 1%



碳酸氫鈉溶液沖洗；若是鹼液，再用 1% 硼酸溶液沖洗。最後再用水沖洗一次。重傷者經初步處理後迅速送醫院。

(3) 火傷：輕傷塗以硼酸油膏，重傷則迅速送醫師。

(4) 溴液濺入眼中：依酸液濺入眼中的處理辦法急救，然後迅速送醫治療。

(5) 皮膚被酸、鹼或溴液灼傷：若是被酸灼傷，先用大量水沖洗，再用飽和碳酸氫鈉溶液洗。若為鹼液灼傷，先用大量水沖洗，再用 1% 醋酸洗。最後都要再用水沖洗一遍，並塗上藥用凡士林。若被溴液灼傷，傷處先立即用石油醚沖洗，再用 2% 硫代硫酸鈉溶液洗，然後再塗上甘油。

1.3 實驗時應注意事項

1. 注意在任何時間內，實驗室均為嚴肅工作之場所。
2. 學期開始，分組既定，每組向藥品室領取普通應用儀器一組。先將其名稱及用途一一認識，然後照單檢點，並洗淨，鎖入指定之櫃內。
3. 僅可做教師所指定或認可之實驗，未經許可之實驗，嚴加禁止。每人預備實習衣一件，以備實驗時穿著。
4. 在實驗前須將本次實驗之內容詳細閱讀，對於書上提出之注意事項尤須特別留意，避免發生危險。
5. 每次實驗時僅將本次實驗所需要之儀器移置桌上，不必全數搬出。
6. 公用藥品或儀器，置有定所，切勿移置他處。
7. 取用藥品，不宜超過書上所載之量，若有剩餘，切勿傾還原瓶。酸液或腐蝕性藥品沾衣物，須迅速以清水洗滌。
8. 凡取用固體須帶角勺，取用液體須帶量筒，除經認可外，切勿用手拿取，亦不可直接嘗試。
9. 酸、鹼、濾紙、火柴桿及一切殘餘物品，須置特設之小缸中，切勿隨意亂拋，更不宜傾入水槽。
10. 用過之藥品，以後可復用者，經教師說明後，須置規定之器具中。



8 水質分析實驗

11. 實驗時所得之生成物，經教師說明須保留者，當置規定之器具中。
12. 實驗時須專心，詳細觀察所生現象。並迅速予以記錄，以備作報告之資料。
13. 實驗時手續須敏捷，切勿魯莽。注意試劑瓶標籤名稱及標記，不可稍有疏忽。
14. 不要在水槽邊沖洗或甩溫度計，以免水銀掉入水槽中，不得清除。
15. 檢查藥品之氣味，不可將臉部直對瓶口，祇可以手微微扇動，嗅其揮發氣體。
16. 灼熱玻璃不可立刻澆以冷水，須充分時間放冷，注意冷與熱玻璃其外觀是否相同。
17. 實驗既畢，將所用儀器一一洗淨，置於櫃內，並須加鎖。
18. 報告須用鋼筆或原子筆填寫清楚，據實報告，於下次實驗時呈繳老師，切勿參考他人之結果。實驗時若有心得或疑異，可寫在報告之末端。有關計算部分，須書明其算式及單位因次，正式報告及計算，其解答文字須簡明扼要。
19. 若遇意外事件發生，應立即報告教師。
20. 一般實驗時之應注意事項，如圖一至圖八及以下說明。
 - (1) 使用中之試管開口不可對著自己或對別人。
 - (2) 吸取化學藥品時一律使用安全吸球，不得使用嘴吸。
 - (3) 傾倒危險化學藥品時，戴手套，並於水槽上方傾到，以免化學藥品外流。
 - (4) 一般化學藥品翻倒或流出時，使用大量清水沖洗稀釋，酸液傾倒在桌面上時，應先加碳酸氫鈉中和後，再以清水沖洗之。
 - (5) 搬動瓶子時，需兩手同時使用，一手抓緊瓶頸，另一手托於瓶底。
 - (6) 搬運長型玻璃器皿時（如滴定管），應拿上端並持於胸前，且靠近身體以保護之。
 - (7) 實驗室中不可戴隱形眼鏡，頭髮後梳並束縛妥當，不可穿拖鞋或露出腳趾之鞋，以免化學藥品噴濺及碎玻璃所引起之危險。