

檢測技術

含高鹵離子水中化學需氧量分析方法之研究

許元正*

摘要

含高鹵離子之水樣先經濃硫酸消化，使其產生鹵化氫氣體，再利用裝有氫氧化鈣之吸收管吸收鹵化氫氣體，以去除鹵離子之干擾。然後加入過量之重鉻酸鉀溶液予以迴流煮沸，以氧化水樣中所含之有機物質。反應剩餘之重鉻酸鉀，再以硫酸亞鐵銨溶液滴定之，由所消耗之重鉻酸鉀量，即可換算得水樣中所含有機物質之化學需氧量(COD)，代表水樣中可氧化有機物質之含量。利用本方法分析化學需氧量值為100 mg/L之品管樣品，其回收率為99.1%，標準偏差為3.14%。由此實驗驗證得知本方法可完善解決水中化學需氧量檢測時，因鹵離子所造成之干擾，並可減少檢驗時所須之硫酸汞量，降低廢液中之汞污染及檢驗成本，而且可廣泛運用於海水及含高鹵離子放流水之化學需氧量檢測。

【關鍵字】

- ①化學需氧量(chemical oxygen demand, COD)
- ②高鹵離子(chloride)
- ③重鉻酸鉀法(potassium dichromate)

一、前言

目前國內現行之放流水標準對各事業單位之管制，均將化學需氧量(COD)納入為主要管制項目之一，而環保單位對各事業單位之稽查監測及各工業區污水處理廠之計價方式亦大多以化學需氧量、生化需氧量(BOD)、懸浮固體(SS)等檢測項目為主，顯示化學需氧量之檢驗在現階段環保工作有其重要性且不容忽視。故本研究計畫乃在探討如何改善國內現行之水中化學需氧量檢測方法，使其更趨於完善。

現行國內常用之水中化學需氧量檢驗方法有二：一為行政院環保署公告之水中化學需氧量檢測方法—重鉻酸鉀法(NIEA W515.50A)²；另一為經濟部中央標準局訂定之水中化學需氧量(CODMn)檢測方法—過錳酸鉀法(CNS7251 K9065)⁵，此兩種方法之差異在於氧

*行政院環保署環境檢驗所助理研究員

化力之大小、反應時間、去鹵試劑等，國內已有專文介紹^{4,6}。在國外採用之方法亦不外乎上述兩種，如在美國之EPA⁷、APHA¹²、ASTM⁹等均採用重鉻酸鉀法；而日本國家標準(JIS)則採用過錳酸鉀法。雖然上述兩種方法均行之多年，卻都存在有鹵離子之干擾問題亟待克服。前述之方法在國內文獻^{4,6}雖亦曾針對含高鹵離子水樣之檢測，分別提出添加多量之硫酸汞或硫酸銀予以克服，但實際上效果並不理想，且就環境保護而言，廢液所造成之鉻、汞污染均不易處理，所產生之廢液污染問題相當嚴重，檢驗成本亦相對提高。國外^{10,11}亦有文獻提出利用鹵離子濃度標定或吸收反應產生之鹵化氫來校正化學需氧量值，但就環境檢驗業務而言，其操作較為複雜不便，不適於廣泛運用且精密度和準確度較為可議，而使政府單位執法時之公信力不足。目前德國國家標準方法(DIN 38409;H43-2)⁸則是以硫酸、攪拌方式去除鹵離子後，進行化學需氧量檢測。此方法則較無前述之困擾。國內環保署亦依此訂定了含高鹵離子水中化學需氧量檢測方法(NIEA W516.50A)^{1,2}，惟檢測時間較長、硫酸汞用量多及檢驗廢液污染嚴重是其缺點。故本計畫即對其進行探討研究，期能改進本方法檢測時間很長等缺點，以建立更優良之含高鹵離子水中化學需氧量之檢驗方法及檢測能力，以解決現今國內各項水質監測之困擾。

基於上述之考量，本計畫乃進行含高鹵離子水中化學需氧量檢測方法之研究，並且進一步探討現行行政院環保署公告之方法，研究是否能加以改良，並嘗試能否將此現行之兩方法^{2,3}，予以合併為單一之方法，使其適用範圍更廣並便於運用，並希依此研究結果提供環保署作為未來方法修訂之參考依據。

二、使用試劑與設備

2.1 試劑

1. 試劑水：去離子蒸餾水。
2. 硫酸汞：分析級。
3. 硫酸銀試劑：加入25g硫酸銀於2.5L濃硫酸，攪拌使硫酸銀完全溶解。
4. 重鉻酸鉀標準溶液(0.00417 M)：在1,000ml定量瓶內，溶解 1.2259g無水重鉻酸鉀（先在103°C乾燥2小時）於試劑水中，稀釋至刻度。
5. 菲羅啉(Ferroin)指示劑：溶解1.485g 1,10-二氮雜菲(1,10-phenanthroline monohydrate, C₁₂H₆N₂ · H₂O)及0.70g硫酸亞鐵(FeSO₄ · 7H₂O)於試劑水中，稀釋至100ml。使用市售品亦可。
6. 硫酸亞鐵銨滴定溶液(0.025 M)：溶解9.75g硫酸亞鐵銨(Fe(NH₄)₂(SO₄)₂ · 6H₂O)於試劑水，加入20ml濃硫酸，冷卻後稀釋至1L。使用前標定之。
標定方法：
稀釋10.0ml 0.00417 M重鉻酸鉀標準溶液至100ml，加入30 ml濃硫酸，冷卻至室溫，加入2~3滴菲羅啉指示劑，即以 0.025 M硫酸亞鐵銨滴定溶液滴定，當溶液由藍綠色變為紅棕色時即為終點。

$$\text{硫酸亞鐵銨滴定溶液摩爾濃度(M)} = \frac{10.0(\text{ml}) \times 0.025(\text{M})}{\text{消耗之硫酸亞鐵銨滴定溶液體積(ml)}}$$

7. COD標準溶液：在1,000ml量瓶內，溶解0.0850g無水鄰苯二甲酸氫鉀(Potassium hydrogen phthalate, 120°C乾燥隔夜)於試劑水中，稀釋至刻度，並需於使用前配製。鄰苯二甲酸氫鉀之理論COD值為1.176g/g，本溶液之理論COD值為100mg/L。

8. 濃硫酸：分析級。

9. 氢氧化鈣：分析級。

10. 沸石。

2.2 設備

1. 吸收管：長17cm，外徑2cm，有1mm大小之孔洞，如圖1中所示。

2. 滴定裝置。

3. 迴流裝置：500ml之平底燒瓶，40cm長之直形或球形冷凝管。

4. 天平：可稱至0.1mg。

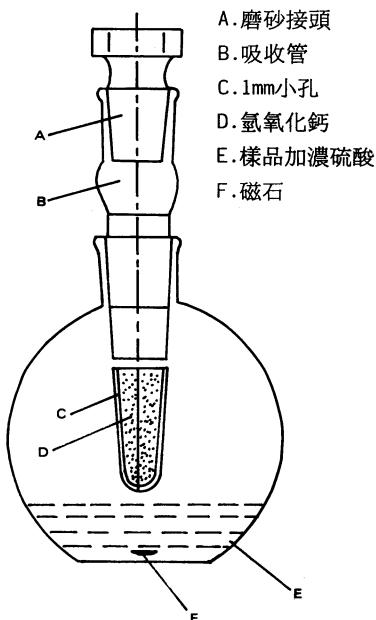


圖1 去氣離子裝置圖

三、檢驗方法與步驟

3.1 含高鹵離子水中化學需氧量檢測方法建立

3.1.1 品管樣品之分析

- 取20ml混合均勻之品管樣品(100mg/L)置於500ml平底燒瓶中，加入數粒沸石，再緩慢加入40ml濃硫酸使其混合均勻，加酸時須冷卻，使其溫度低於45°C，以避免揮發性有機物逸失。放一磁石於圓底瓶內，將含有氫氧化鈣之吸收管置於平底燒瓶上，打開磁攪拌器，並加熱控制溫度在50°C左右，使之反應4小時。其裝置如圖1所示。
- 冷卻後，取出吸收管，加入1g硫酸汞、30ml硫酸銀試劑及20ml 0.00417 M重鉻酸鉀溶液，將平底燒瓶移置於迴流裝置上，連接冷凝管，加熱至沸騰後再加熱迴流2小時。
- 冷卻後，以適量試劑水由冷凝管頂端沖洗冷凝管內壁，取下燒瓶，稀釋至150 ml。加入2滴菲羅啉指示劑，以0.025 M硫酸亞鐵銨溶液滴定至紅棕色為止。同時以試劑水進行空白試驗。
- 其所得結果依下式計算求出化學需氧量：

$$\text{化學需氧量(mg/L)} = \frac{(A-B) \times C \times 8,000}{V}$$

A：空白試驗消耗之硫酸亞鐵銨滴定溶液體積(ml)

B：水樣消耗之硫酸亞鐵銨滴定溶液體積(ml)

C：硫酸亞鐵銨滴定溶液之摩爾濃度(M)

V：水樣體積(ml)

3.1.2 真實樣品之分析

- 取20ml混合均勻之真實樣品(COD值若大於200mg/L，應予以適當稀釋)置於500 ml平底燒瓶內依品管樣品之分析步驟1~4進行分析並計算其結果。
- 於真實樣品中添加適量之鄰苯二甲酸氫鉀(COD值為50 mg/L)後，依品管樣品之分析步驟1~4進行分析並計算其結果。

3.2 含高鹵離子去除效果之探討

為了解含高鹵離子之水樣，於去除步驟時是否能完全達到良好效果，首先以試劑水、氯化鈉配製一含氯離子為10,000mg/L之水樣。分別吸取上述水樣20ml置於各平底燒瓶中，加入40ml濃硫酸、磁石及沸石，連接吸收管並攪拌之，保持在50°C以去除氯離子。每隔30分鐘，取下一瓶水樣以硝酸汞滴定法測定其殘餘之氯離子濃度，以探討去鹵離子之反應時間與去除效果之關係。

為確認上述之結果再以各不同業別之真實水樣添加適量之氯化鈉，使其氯離子濃度為20,000mg/L。分別以該真實水樣進行二小時之去除鹵離子步驟，再以硝酸汞滴定法測其剩餘之氯離子濃度。以瞭解去鹵離子步驟對於不同基質之水樣是否能有相同良好之效果，而能廣泛運用於各種基質之水樣，使本方法之適用範圍更廣。

3.3 硫酸汞添加量之探討

依國內外文獻上之記載^{3,6,12}，以重鉻酸鉀法進行中化學需氧量檢測時，若已知水樣中之鹵離子濃度小於2,000mg/L，則只要維持硫酸汞與鹵離子之重量比例為10:1，即可達到良好之去除鹵離子效果。依原德國國家標準方法DIN 38409 H43-2中係規定水樣於經加酸、吸收之去鹵離子步驟後，須再添加1g之硫酸汞以去除水樣中殘餘之鹵離子，減少干擾之產生。但依前述中二、高鹵離子去除效果之探討所得結論，當水樣經兩小時之去鹵離子步驟後，在水樣中鹵離子濃度只剩餘50mg/L以下，因此應可大量減少硫酸汞之用量。依前述之硫酸汞重量比例原則，經去鹵離子步驟後之水樣，硫酸汞之添加量大約只要0.1g即應足夠去除殘餘之鹵離子干擾，如此將可降低成本並減少本方法所產生汞污染之問題。

為驗證此一結果之可行性，因此本計畫首先利用品質樣品(COD值為100mg/L)，添加氯化鈉使其含有20,000mg/L之氯離子。以此品管樣品依檢驗步驟操作，經去鹵離子2小時後，添加不同量之硫酸汞再進行化學需氧量之檢測，以找出最適當之硫酸汞添加量。並由此結果進行品管樣品之重複分析以求得其精密度與準確度。另外並進行真實樣品之檢測，真實樣品經2小時去鹵離子步驟後，分別添加0.1g及0.4g之硫酸汞後，再進行化學需氧量之檢測，以瞭解此兩者之間是否有明顯差異，以證明0.1g之硫酸汞添加量是否可完全去除鹵離子之干擾。

3.4 方法合併之探討

因目前國內現行環保署公告之兩種方法(NIEA W516,50A及NIEA W515.50A)分別適用於鹵離子濃度高、低之水樣。其中含高鹵離子水中化學需氧量檢測方法，與本計畫採用之方法皆是參照德國國家標準(DIN 38409; H43-2)所訂定。國內現行兩種方法目前雖能涵蓋大部份之管制標準及水樣基質，但於實際運用時，卻有需先測定鹵離子濃度之後方能判定使用何種方法之困擾，而若鹵離子之濃度恰好在2,000 mg/L上下時，不但難以斷定而使檢測單位難以取捨，甚且會因方法不同而造成化學需氧量值測定之差異。因國內含高鹵離子之放流水中，輒有因化學需氧量值判定差異而引起多件之訴願案，造成業者和執法單位之困擾，也使政府之公信力大受影響。為此，本計畫乃深入探討此兩種方法，就方法之化學原理、操作步驟及適用範圍等加以探討其異同，以瞭解此兩種方法是否能加以合併成單一方法，使之即可適用於高低濃度之鹵離子水樣。並以真實水樣同時進行三種方法之化學需氧量檢測，比較其結果之差異，以瞭解合併後之方法於實際運用時可能發生之差異。

3.5 品質管制

為確保實驗數據之品質及正確性，本計畫進行時，所有實驗之進行均依下列之品保／品質要求進行。

- 空白樣品、標準樣品及添加樣品需與樣品同時測定。

- 每批樣品至少作一次重複分析。
- 每批具相似基質和濃度之樣品或每十個樣品至少分析一個添加已知量標準溶液之樣品，以檢查其回收率，如回收率超過管制極限(75~125%)時需重作。
- 每批具相似基質和濃度之樣品或每十個樣品至少分析一個品管樣品(QC Sample)，如分析結果與標準值差在85~115%以外時，必需重作。

四、結果與討論

4.1 含高鹵離子水中化學需氧量檢測方法建立

為期本計畫之各檢驗數據具有充份之可信賴度，必須確實建立優秀之檢測技術能力及數據品質。首先以DIN 38409; H43-2之方法進行一濃度為100mg/L之品管樣品及真實樣品之檢測，以建立方法之檢驗能力，所得之結果如表1中所示。由表1中可知對於COD值為100mg/L之品質樣品進行20次之重複分析，回收率為104.2%，標準偏差為2.09%。對於某真實樣品進行18次之重複分析，平均值為55.4mg/L，標準偏差為4.05mg/L。而進行真實樣品之標準品添加時，回收率為105.4%，標準偏差為3.07%。

此結果充份顯示，含高鹵離子水中化學需氧量檢測方法應可充分適用於實際水樣檢測及水質監測等應用上，且知本方法之檢驗能力已經完全建立。而且精密度與準確度均相當良好，足見數據品質之可信賴度高。

表1 含高鹵離子水中化學需氧量檢測方法之精密度與準確度*

水樣	添加COD值 (mg/L)	添加Cl ⁻ 量 (mg/L)	回收率 (%)	標準偏差 (%)	測定 次數
蒸餾水	100	10,000	104.2	2.09	20
放流水	105	10,000	105.2	3.07	18
放流水	0	10,000	55.4**	4.05**	18

*德國國家標準方法(DIN 38409; H43-2)

**真實樣品之實測平均值及標準偏差(mg/L)

4.2 高鹵離子去除效果之探討

含氯離子10,000mg/L之水樣於進行去除效果與反應時間之探討時，其殘餘之氯離子濃度與去除時間之關係如圖2所示，可知在溫度保持50°C時，當反應達2小時以後，水樣中氯離子濃度大約只剩下30mg/L，其後雖然加長反應時間但氯離子濃度已無法再降低了。由此結果可知，國內現行方法(NIEA W516.50A)中去除步驟之4小時反應時間，可以酌予減少，並不會影響實驗結果。再於各業別之真實水樣中添加濃度為20,000mg/L之氯離子，進行2小時之去除鹵離子步驟，再測其剩餘氯離子濃度，所得結果如表2所示。

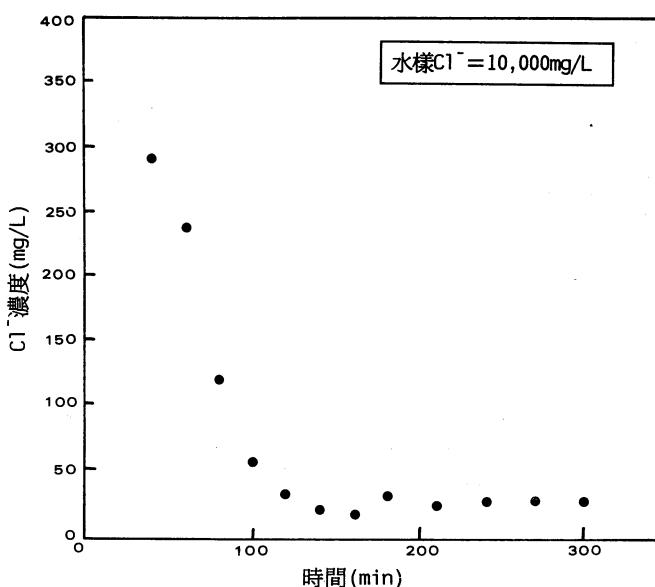


圖 2 水樣中殘餘氯離子濃度與去鹵離子時間之關係

由表 2 可知水樣經 2 小時去除鹵離子後，其氯離子濃度都降低至 50mg/L 以下，可見本方法之去鹵離子效果相當良好。

惟須特別注意者，在進行去鹵步驟時，溫度之控制是相當重要。攸關本實驗之成敗與否，溫度太高將使水樣中部份之有機物分解，使測定值偏低；反之，溫度偏低則造成去鹵效果不佳，而使測定值偏高。

表 2 真實水樣去鹵離子效果和加熱時間之關係

水樣	添加Cl⁻量 (mg/L)	去氯時間 (hr)	殘餘氯離子量 (mg/L)
染 整	20,000	2	48.4
染 整	20,000	2	32.4
化 工	20,000	2	33.8
化 工	20,000	2	33.8
化 工	20,000	2	43.8
蒸餾水	20,000	2	23.8

*殘餘氯離子量係依 20ml 水樣 + 40ml H₂SO₄ 為基準

4.3 硫酸汞添加量之探討

添加有 $20,000\text{mg/L}$ 氯離子而濃度為 100mg/L 之品管樣品，經去鹵離子2小時後，添加不同量之硫酸汞再進行其化學需氧量之檢測所得結果如圖3所示，若計算其平均回收率為93.3%，標準偏差則為3.77%，顯示並無明顯差距。以相同水樣，進行15次重複分析，先經去鹵離子兩小時後，再添加 0.1g 之硫酸汞進行化學需氧量之檢測，所得結果相當良好，計算得其回收率為99.1%，標準偏差為3.14%。另外並進行真實樣品之檢測，真實樣品經兩小時去鹵離子步驟後，分別添加 0.1g 及 0.4g 之硫酸汞後，再進行化學需氧量之檢測，所得結果如表3所示。可知兩者之間並無明顯差異，足以證明 0.1g 之硫酸汞添加量即可完全去除鹵離子之干擾而不致影響檢測結果。

由上述結果可看出，品管樣品添加不同量之硫酸汞及添加 0.1g 之硫酸汞所進行之化學需氧量檢測，其回收率、標準偏差均相當接近，且對真實水樣所得之檢測結果而言，得知添加 0.1g 之硫酸汞亦已足夠。因此，本計畫建議將國內現行之高鹵離子水中化學需氧量檢測方法²之規定：水樣於去除鹵離子步驟後再添加 1g 之硫酸汞以去除殘餘之鹵離子，修改為添加 0.1g 之硫酸汞以減少硫酸汞之用量，如此將可降低成本並減少廢水樣中汞污染之問題。

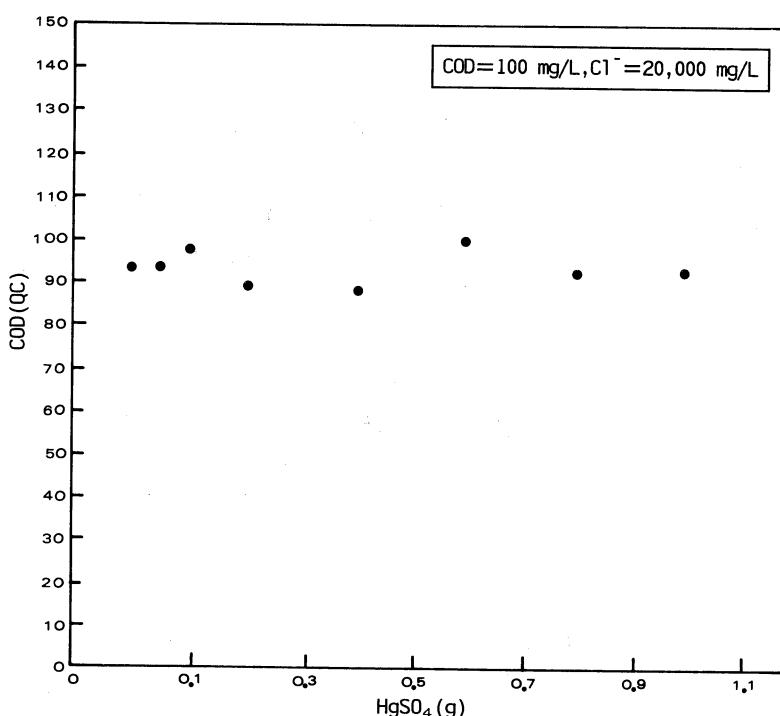


圖3 品管樣品實測值與硫酸汞添加量之關係

表3 真實水樣添加不同量硫酸汞時化學需氧量實測值之比較

水 樣	添加Cl ⁻ 量 (mg/L)	去氯時間 (hr)	添加0.1g HgSO ₄ 之COD值	添加0.4g HgSO ₄ 之COD值	相對誤差 (%)
電 鍍(1)	—	2	49.5	58.6	16.8
電 鍍(2)	—	2	104.7	109.6	4.6
電 鍍(3)	—	2	72.4	76.8	5.9
電 鍍(4)	—	2	312.2	323.5	3.6
電 鍍(5)	—	2	55.1	54.2	1.6
染 整(1)	—	2	79.4	81.5	2.6
金屬表面處理	—	2	319.0	318.4	0.2
毛 條	—	2	214.2	199.2	7.3
品 管 樣 品	—	2	100.8	99.7	1.1
電 鍍(1)	20,000	2	53.4	65.5	20.3
電 鍍(2)	20,000	2	102.4	109.2	6.4
電 鍍(3)	20,000	2	67.9	74.2	8.9
染 整(1)	20,000	2	72.6	77.7	6.8
品 管 樣 品	20,000	2	101.9	99.7	2.2

4.4 方法合併之探討

經深入探討目前環保署公告之兩種方法(NIEA W516.50A及NIEA W515.50A)之差異，發現其兩種方法應可予以合併成單一方法，即可適用於高低濃度鹵離子水樣之化學需氧量檢測。因如依照結果二所示，將去鹵離子步驟改為兩小時並納入所有放流水之化學需氧量值檢測時，可省略為瞭解水樣適用何種方法時，所必須進行之鹵離子濃度測定步驟，對檢測時間及操作之方便性而言皆較優良，且鹵離子之干擾問題幾乎可以完全去除而不必深入考慮。對於硫酸汞之添加量而言，經去鹵離子步驟之水樣，可確知鹵離子濃度應在50mg/L以下，硫酸汞之添加量只須0.1g(亦較NIEA W515.50A所規定之0.4 g為少)即可，如此一來檢測機構於大批水樣測定時，可大量減少硫酸汞用量，以降低成本、減少檢驗廢液中含汞之污染問題及降低廢液處理所需之費用等，方法之比較詳如表5所示。

為瞭解合併後之方法與現行公告方法於實際應用之差異，本計畫以真實水樣分別進行三種方法之化學需氧量值檢測，所得結果詳如表4，其結果顯示三者之實測值並無甚大差異，可知合併後之方法於實際應用上不會造成管制監測時，發生測定值前後不一，政策難以貫徹執行之困擾。因此應用可提供給未來環保署標準方法制定及運用之參考。

表 4 真實水樣之化學需氧量不同方法之實測值比較

水 樣	添加Cl ⁻ 量 (mg/L)	方法一 * (mg/L)	方法二 ** (mg/L)	方法三 *** (mg/L)	相對誤差 (%)
品管樣品	—	97	—	101.9	4.9
電 鍍	—	124	—	104.7	16.8
染 整	—	75	—	79.4	5.7
電 鍍	—	301	—	312.2	3.7
電 鍍	—	52	—	55.1	5.8
毛 條	—	231	—	214.2	7.5
品管樣品	20,000	—	104.2	99.1	5.0
化 工	10,550	—	115	107.7	6.6
金屬表面處理	10,550	—	79	68.9	13.7
電 鍍	20,000	—	52	53.4	2.7
電 鍍	20,000	—	124	102.4	19.1
電 鍍	20,000	—	71	67.9	4.5
染 整	20,000	—	75	72.6	3.3

*環保署公告之水中化學需氧量之檢測方法(NIEA W515.50A)

**環保署公告之含高鹵離子水中化學需氧量之檢測方法(NIEA W516.50A)

***依本計畫結果所合併改良之方法

表 5 水中化學需氧量檢測方法之比較

項 目	方 法 一	方 法 二	方 法 三
化學原理	重鉻酸鉀氧化	重鉻酸鉀氧化	重鉻酸鉀氧化
適用鹵離子濃度	2,000mg/L以下	1,000~22,000mg/L	0~22,000mg/L
去除鹵離子干擾	加0.4g HgSO ₄	加H ₂ SO ₄ 去鹵離子 4小時，添加HgSO ₄ 1g	加H ₂ SO ₄ 去鹵離子2小時，添加HgSO ₄ 0.1g
精密度與準確度 (100 mg/L品管樣品)	回收率97.4% 標準偏差2.2%	回收率104.2% 標準偏差2.2%	回收率99.1% 標準偏差3.14%
檢測時間	約 4小時 (不含鹵離子測定)	約 8小時 (不含鹵離子測定)	約 6小時
測鹵離子步驟	需要	需要	不需要

五、結語

綜合以上之討論，可發現目前環保署公告之兩種水中化學需氧量檢測方法(NIEA W516.50A及NIEA W515.50A)應可予以改良合併為單一方法(其流程圖如附錄)，其適用之鹵離子含量為0至22,000 mg/L，將可涵蓋目前國內大部分之放流水或海水等水樣，有助於國內各項水質標準之管制，以善盡管理監測之責任並減少因化學需氧量檢測所造成之訴願案，提高政府公信力。且改良後之水中化學需氧量檢測方法，所須去鹵離子時間僅為2小時，即可達到良好效果，如此將可減少檢測時間，更符合經濟效益。因只添加0.1g之硫酸汞以去除殘餘之鹵離子，如此一來檢測機構於大規模水樣測定時，可大量減少硫酸汞用量，以降低檢驗成本、減少檢驗廢液中含汞之污染問題及降低廢液處理所需之費用，更符合經濟之須求及未來就環保問題對環境檢驗技術之要求。依此應可提供未來環保署於標準方法修訂時之參考依據，廣泛運用於各項水質標準之管制。

參考文獻

1. 行政院環境保護署環境檢驗所，海水中污染物檢驗方法之研究，環境檢驗品保制度及
污染物檢驗方法之建立，EPA-81-E2S1-09-01，1992.
2. 行政院環境保護署環境檢驗所，含高鹵離子水中化學需氧量檢測方法，環保署水質檢
驗方法，NIEA W516,50A，1993.
3. 行政院環境保護署環境檢驗所，水中化學需氧量檢測方法，環保署水質檢驗方法，
NIEA W515,50A，1992.
4. 行政院環境保護署環境檢驗所，重鉻酸鉀法與高錳酸鉀法檢驗水中化學需氧量之比較
研究，環境調查研究年報，PP.40-49，1993.
5. 經濟部中央標準局，水中化學需氧量(CODMn) 檢驗法—高錳酸鉀法，中國國家標準
(CNS)，7251-K9065，1981.
6. 洪楚璋、朱碧鴻，海水中化學需氧量之研究，化工技術5(3)，PP.39-45，1980.
7. U.S Environmental Protection Agency. Environmental Monitoring and Support
Laboratory. Methods for Chemical Analysis of Water and Wastewater, Method
410.3. Cincinnati, Ohio. USA, 1978.
8. Deutsches Institut fur Normung e.v., Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im
DIN. Bestimmung des Chemischen Sauerstoffbedarfs (CSB) bei Chlorid-Ioneng-
ehalten über1.0g/L Kurzzeit. DIN 38409 H43-2 Germany, 1980.
9. American Society for Testing and Materials. Standard Test Method for COD
of Water. Annual Book of ASTM Standards Philadelphia. P.A. PP.62-69, 1988.
10. James M.Cripps and David Jenkins, A COD Method Suitable for the Analysis
of Highly Saline Waters. Water Pollution Control Federation Research, 1964.

11 Frank J. Baumann. Dichromate Reflux COD, A Proposed Method for Chloride Correction in Highly Saline Waste. Analytical Chemistry, Vol 46, NO 9, 1974.

12 American Public Health association, American Water Works Association & Water Pollution Control Federation. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th Ed., Washington, D.C., 1992.

附 錄

