

文件類別	灌溉水質複驗技術手冊	文件編號	S-09-00	頁次/總 頁數	9-1/27
		增/修定日期	94.08.25		
文件名稱	水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序	撰寫單位	農業工程研究中心	版次	1.1
		審查核准單位	 行政院農業委員會		

水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉 檢測標準作業程序

文件類別	灌溉水質複驗技術手冊	文件編號	S-09-00	頁次/總頁數	9-2/27
		增/修定日期	94.08.25		
文件名稱	水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序	撰寫單位	農業工程研究中心	版次	1.1
		審查核准單位	 行政院農業委員會		

目 錄

標題	頁碼
1.依據及適用範圍	9-3
2.干擾	9-3
3.設備及器材	9-3
4.樣品採樣與保存	9-7
5.檢測步驟	9-8
6.資料及數據處理	9-17
7.品質管制	9-18
8.參考文獻	9-19
附表	9-20
附件一、檢驗方法流程	9-21
附件二、灌溉水質標準工作日誌	9-23
附件三、工作日誌	9-24



文件類別	灌溉水質複驗技術手冊	文件編號	S-09-00	頁次/總頁數	9-3/27
		增/修定日期	94.08.25		
文件名稱	水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序	撰寫單位	農業工程研究中心	版次	1.1
		審查核准單位	 行政院農業委員會		

1. 依據及適用範圍

本標準作業程序依據中華民國 93 年 9 月 7 日環署檢字第 0930064699C 號公告水中銀、鎘、鉻、銅、鐵、錳、鎳、鉛、及鋅檢測方法 NIEA W306.52A 火焰式原子吸收光譜法而訂定，鈣、鎂、鈉並參考 US APHA STANDARD METHODS 方法，建立檢驗室檢測銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉之作業標準。本標準作業程序適用於地面水體、地下水、放流水、廢（污）水中鎘、鉻、銅、鐵、錳、鎳、鉛、鋅、鈣、鎂及鈉等元素之測定。

2. 干擾

2.1 化學干擾

2.1.1 火焰溫度不足時，會導致分子無法分解或分解出之原子立即被氧化為另一無法進一步分解之化合物。若於樣品溶液中添加特定的元素或化合物，則可減少或排除此項干擾，例如於樣品溶液中添加鈣元素可克服測定錳時二氧化矽之干擾。

2.1.2 鹽類基質干擾之水樣例如海水，須使用 APDC 螯合 MIBK 萃取法或鉍合離子交換樹脂濃縮法除去干擾，此分析過程可同時將水樣濃縮，因此，其偵測極限變得較低。

2.2 物理干擾

火焰中固體顆粒（來自樣品）之光散射效應及分子吸收現象，會使吸收值變大而造成正誤差。當此種物理干擾現象發生時，應使用背景校正以獲得較準確之測值。

3. 設備器材及試劑

3.1 火焰式原子吸收光譜儀 AA：含可放出各待測元素分析所需之特定波長光源、



文件類別	灌溉水質複驗技術手冊	文件編號	S-09-00	頁次/總頁數	9-4/27
		增/修定日期	94.08.25		
文件名稱	水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序	撰寫單位	農業工程研究中心	版次	1.1
		審查核准單位	 行政院農業委員會		

樣品霧化器、燃燒頭、單色光器 (Monochromator)、信號倍增裝置之光電管及信號輸出裝置，須具有背景校正裝置。

3.2 燈管：使用中空陰極燈管 (Hollow - cathode lamp，簡稱 HCL) 或無電極放射燈管 (Electrodeless discharge lamp，簡稱 EDL)，銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉每種待測元素皆有其特定燈管。多元素中空陰極燈管之靈敏度低於單一元素之燈管。EDL 燈管需較長時間之預熱使其穩定。

3.3 排氣裝置抽風罩：在燃燒頭上端 15~30 公分處裝置排氣口，用以除去火焰之薰煙及蒸氣。

3.4 過濾裝置：包括抽氣過濾、塑膠或鐵氟龍固定座及濾膜。濾膜之材質為聚碳酸酯 (Polycarbonate) 或乙脂纖維素 (Cellulose acetate)，孔徑為 0.4 至 0.45 μm (供分析溶解性或懸浮性金屬時水樣過濾之用)。

3.5 電熱板或適當之加熱消化裝置。

3.6 分析天平：準確至 0.1mg。

3.7 量瓶 (Volume flask)：經校正 A 級 50 mL、100 mL、200 mL 與各種不同體積量瓶。

3.8 燒杯：消化用燒杯，250 mL 或 150mL 高腳燒杯。

3.9 移液管 (pipette)：各種不同體積經校正 A(AS) 級移液管。



文件類別	灌溉水質複驗技術手冊	文件編號	S-09-00	頁次/總頁數	9-5/27
		增/修定日期	94.08.25		
文件名稱	水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序	撰寫單位	農業工程研究中心	版次	1.1
		審查核准單位	 行政院農業委員會		

3.10 刻度吸管：各種不同體積。

3.11 錶玻璃

3.12 濾紙：Whatman 42

3.13 空氣：以空氣壓縮機或空氣鋼瓶供給，經適當過濾裝置除去油份、水份及其它物質。

3.14 乙炔氣體：商品級，鋼瓶壓力在 7 Kg/cm^2 以上，為避免鋼瓶內做為溶劑之丙酮流出，對燃燒頭造成損害，在乙炔鋼瓶之壓力低於 689 kPa (或 100 psi) 時應更新乙炔氣體。

3.15 試劑水：不含待測物之實驗室之去離子水，其電阻值必須大於 $16.0 \text{ M}\Omega$ 。

3.16 (1+5) 鹽酸溶液：取 1 份試藥級濃鹽酸與 5 份試劑水混合均勻，貯存於塑膠或玻璃瓶，保存期限六個月。

3.17 鈣溶液：溶解 0.630 g 碳酸鈣 (CaCO_3) 於 50 mL (1+5) 鹽酸溶液中，必要時緩慢煮沸以獲得完全溶解之溶液，冷卻後稀釋至 1000 mL ，貯存於塑膠瓶，保存期限六個月。

3.18 過氧化氫 (H_2O_2) 溶液 30%：試藥級。

3.19 硝酸溶液 0.15% (V/V)：於 1L 量瓶中，加入 500 mL 試劑水，取 1.5 mL 濃硝酸加入試劑水中，並以試劑水稀釋至刻度，貯存於塑膠或玻璃瓶，保存



文件類別	灌溉水質複驗技術手冊	文件編號	S-09-00	頁次/總頁數	9-6/27
		增/修定日期	94.08.25		
文件名稱	水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序	撰寫單位	農業工程研究中心	版次	1.1
		審查核准單位	 行政院農業委員會		

期限六個月。

3.20 濃硝酸：應使用高純度之市售硝酸或自行以次沸騰（Subboiling）蒸餾方式取得高純度之濃硝酸。

3.21 硝酸(1：1)：取 1 份高純度濃硝酸與 1 份試劑水混合均勻，貯存於塑膠瓶，保存期限六個月。

3.21 檢量線儲備溶液：使用市售經確認之單一金屬標準溶液（銅 Copper 1000 mg/L、鎘 Cadmium 1000 mg/L、鉛 Lead 1000 mg/L、鋅 Zinc 1000 mg/L、鉻 Chromium 1000 mg/L、鎳 Nickel 1000 mg/L、鐵 Iron 1000 mg/L、錳 Manganese 1000 mg/L、鈣 1000 mg/L、鎂 1000 mg/L、鈉 1000 mg/L），保存期限依原廠規定，原廠未規定時以開封使用不超過一年。

3.22 檢量線中間標準溶液 100 mg/L：以 0.15 %硝酸溶液稀釋各種金屬儲備溶液 10 mL⇒100 mL，以配成 100 mg/L 濃度。

3.23 檢量線確認儲備溶液：使用市售經確認與檢量線不同來源之單一(鉛、鋅、鐵、錳、鈣、鎂、鈉)10000 mg/L 金屬標準液及(銅、鎘、鉻、鎳)1000 mg/L 金屬標準液。

3.24 硝酸 10 % HNO₃洗液：金屬分析器皿清洗用，於 30 L有蓋塑膠桶中，加入 18 L試劑水，取 2 L濃硝酸加入試劑水中，混合。



文件類別	灌溉水質複驗技術手冊	文件編號	S-09-00	頁次/總頁數	9-7/27
		增/修定日期	94.08.25		
文件名稱	水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序	撰寫單位	農業工程研究中心	版次	1.1
		審查核准單位	 行政院農業委員會		

3.25 pH 試紙。

3.26 沸石：先以稀硝酸及試劑水清洗。

4. 樣品採樣與保存

4.1 採樣容器：材質以石英或鐵氟龍最佳，但因其昂貴，故亦可使用聚丙烯（PP）或直鏈聚乙烯（PE）材質且具聚乙烯蓋之容器。採樣容器及過濾器於使用前應預先酸洗。

4.2 樣品保存

4.2.1 分析總量重金屬：水樣於採集後應立即添加濃硝酸使水樣之 pH 值小於 2，貯藏於 4 ± 2 °C 下，以避免因水分蒸發而改變水樣體積。

4.2.2 分析溶解性或懸浮性金屬：採樣時應於現場同時以試劑水預洗過之塑膠過濾裝置(孔徑為 0.4 至 0.45 μm)將水樣抽氣過濾，所得濾液再加入適當體積之濃硝酸，使其 pH 值小於 2(可以 pH 試紙測試)，再貯藏於 4 ± 2 °C 下。

4.2.3 調 pH 值小於 2 加酸量：一般而言，每 1 L 水樣中添加 1.5 mL 濃硝酸或 3 mL 1:1 硝酸溶液已足夠水樣短期貯藏之所需，但若水樣具有高緩衝容量，應適當增加硝酸之體積（某些鹼性或緩衝容量高之水樣可能須使用 5 mL 之濃硝酸）。

4.3 樣品保存期限：同時在 4.2 保存 狀況下，若水樣含數 mg/L 濃度之金屬



文件類別	灌溉水質複驗技術手冊	文件編號	S-09-00	頁次/總頁數	9-8/27
		增/修定日期	94.08.25		
文件名稱	水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序	撰寫單位	農業工程研究中心	版次	1.1
		審查核准單位	 行政院農業委員會		

時，其穩定期限為 6 個月。

5. 檢測步驟(檢測方法流程參附件一)

5.1 金屬分析器皿清洗

先用自來水沖洗，除去內部殘留物，置入 10 % HNO₃ 酸洗液中浸泡 5 小時以上(盡量不過夜)，取出後先以自來水沖洗表面與內部大量的酸，再以超純水沖洗 3~5 次，倒製於器皿架上自然晾乾。

5.2 水樣前處理

5.2.1 樣品回溫

自冰箱中取出水樣搖晃充分混合均勻，倒出適量水樣(約 205 mL)於塑膠瓶或燒杯回溫，惟欲進行重覆與添加之水樣應取 3 倍量回溫。

5.2.1 分析溶解性金屬

水樣應於採樣現場以 0.45 μm 之薄膜濾紙過濾，並酸化至 pH < 2，加酸後送驗之水樣如無沈澱生成，回溫後直接依 5.3~5.6 進行水樣之測定，同時準備品管分析樣品包括空白樣品、查核樣品及添加樣品、添加重複樣品進行過濾，並酸化至 pH < 2；如沈澱生成，則依 5.2.2 所述步驟消化處理之。

5.2.2 分析總量金屬

- (1) 取樣前，將水樣充分混合均勻，以 200 mL 定量瓶取 200 mL 水樣(V)或以移液管取適當體積水樣(V)於消化燒杯中。同時準備品管分析樣品包括空白樣品、查核樣品及添加樣品、添加重複樣品進行消化，各取 200 mL 於消化燒杯中。
- (2) 用 10 mL 刻度吸管各加入濃硝酸 10 mL 於消化燒杯中。
- (3) 各加入約 4~6 顆沸石於消化燒杯中。



文件類別	灌溉水質複驗技術手冊	文件編號	S-09-00	頁次/總頁數	9-9/27
		增/修定日期	94.08.25		
文件名稱	水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序	撰寫單位	農業工程研究中心	版次	1.1
		審查核准單位	 行政院農業委員會		

- (4)燒杯置於加熱板上加熱至近沸騰(注意:不可沸騰)或將溫度控制於 85 °C 左右,使蒸發至接近可能產生沉澱前之最小體積(約 10 至 20 mL)(注意:不可蒸發至乾)。
- (5)戴防熱手套將燒杯移出加熱板,使冷卻。
- (6)用刻度吸管加入 10 mL 濃硝酸於消化燒杯中。
- (7)燒杯置於加熱板上,以表玻璃覆蓋加熱迴流至近乾。
- (8)重複(6)~(7)步驟至溶液呈無色、淡黃色或澄清且顏色不再變化為止。
- (9)以少量試劑水淋洗錶玻璃及燒杯內壁,淋洗液須一併洗入燒杯。
- (10)用刻度吸管再加入 2 至 4 mL 濃硝酸於消化燒杯中。
- (11)加熱但不可沸騰使殘渣全部溶解。
- (12)戴防熱手套將燒杯移出加熱板,使冷卻。
- (13)冷卻後以Whatman 42 濾紙過濾,濾液移入 200 mL或其他體積之量瓶(視上機樣品所需之濃度而定),再以試劑水稀釋至刻度定量(V_1)。
- (14)樣品消化定量混合均勻後,以移液管或量筒各取 2 份 50 mL 消化液分別保存於 100 與 50 mL PE 瓶中,剩餘消化液保存於 100 mL PE 瓶中待上機。

5.3 品管分析樣品配製

5.3.1 空白樣品：以試劑水 200 mL 進行空白分析。

5.3.2 查核樣品：



文件類別	灌溉水質複驗技術手冊	文件編號	S-09-00	頁次/總頁數	9-10/27
		增/修定日期	94.08.25		
文件名稱	水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序	撰寫單位	農業工程研究中心	版次	1.1
		審查核准單位	 行政院農業委員會		

(1) 配製查核標準溶液

標準液	取量(mL)	定容(mL)	配製濃度 mg/L
1000 mg/L Cu 檢量線確認儲備溶液	10.00	以 0.15% HNO ₃ 稀釋 →100	100
1000 mg/L Cd 檢量線確認儲備溶液	2.00		20
10000 mg/L Pb 檢量線確認儲備溶液	2.00		200
10000 mg/L Zn 檢量線確認儲備溶液	1.00		100
1000 mg/L Cr 檢量線確認儲備溶液	10.00		100
1000 mg/L Ni 檢量線確認儲備溶液	10.00		100
10000 mg/L Fe 檢量線確認儲備溶液	5.00		500
10000 mg/L Mn 檢量線確認儲備溶液	1.00		100
10000 mg/L Ca 檢量線確認儲備溶液	10.00		1000
10000 mg/L Mg 檢量線確認儲備溶液	1.00		100
10000 mg/L Na 檢量線確認儲備溶液	0.50		50

(2) 取 5.3.2(1) 配製之查核標準溶液 2.0 mL 以 0.15% HNO₃ 稀釋定容 → 200 mL，其濃度各為：

金屬	Cu	Cd	Pb	Zn	Cr	Ni	Fe	Mn	Ca	Mg	Na
濃度 mg/L	1.0	0.2	2.0	1.0	1.0	1.0	5.0	1.0	10.0	1.0	0.50

(3) 也可以依檢量線濃度範圍，自行配製檢量線中間濃度。

5.3.3 重複分析：取與該樣品分析時相同體積。

5.3.4 添加樣品分析：原則上添加濃度為樣品濃度之 1~5 倍，添加體積 < 2%，可以下列方式擇一執行添加：



文件類別	灌溉水質複驗技術手冊	文件編號	S-09-00	頁次/總頁數	9-11/27
		增/修定日期	94.08.25		
文件名稱	水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序	撰寫單位	農業工程研究中心	版次	1.1
		審查核准單位	 行政院農業委員會		

(1)當樣品為 N.D.時添加檢量線中間濃度：取與該樣品分析時相同體積，添加 2 mL 5.3.2(1)配製之標準溶液於樣品中，消化後定量到 200 mL。其添加濃度各為：

金屬	Cu	Cd	Pb	Zn	Cr	Ni	Fe	Mn	Ca	Mg	Na
濃度 mg/L	1.0	0.2	2.0	1.0	1.0	1.0	5.0	1.0	10.0	1.0	0.50

(2)添加灌溉水質標準(附件二)濃度：

(2.1)配製添加標準液：

標準液	取量(mL)	定容(mL)	配製濃度 mg/L
1000 mg/L Cu 檢量線確認儲備溶液	1.00	以 0.15% HNO ₃ 稀釋 →50	20
100 mg/L Cd 中間標準溶液	0.50		1.0
1000 mg/L Pb 檢量線儲備溶液	0.50		10
1000 mg/L Zn 檢量線儲備溶液	10.00		200
1000 mg/L Cr 檢量線儲備溶液	0.50		10
1000 mg/L Ni 檢量線儲備溶液	1.00		20
10000 mg/L Fe 檢量線確認儲備溶液	2.50		500
1000 mg/L Mn 檢量線儲備溶液	1.00		20
10000 mg/L Ca 檢量線確認儲備溶液	5.00		1000
1000 mg/L Mg 檢量線儲備溶液	5.00		100
1000 mg/L Na 檢量線儲備溶液	2.50		50

(2.2)取樣品 200 mL，添加 2 mL 5.3.4(2.1)配製之標準溶液於樣品中，消化後定量到 200 mL，其添加濃度各為：

金屬	Cu	Cd	Pb	Zn	Cr	Ni	Fe	Mn	Ca	Mg	Na
濃度 mg/L	0.2	0.01	0.1	2.0	0.1	0.2	5.0	0.2	10.0	1.0	0.50

文件類別	灌溉水質複驗技術手冊	文件編號	S-09-00	頁次/總頁數	9-12/27
		增/修定日期	94.08.25		
文件名稱	水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序	撰寫單位	農業工程研究中心	版次	1.1
		審查核准單位	 行政院農業委員會		

(3)也可以依樣品分析濃度，添加體積 $< 2\%$ ，樣品 1~5 倍之濃度。

5.4 製備檢量線

5.4.1 檢量線配製：依儀器最佳濃度適用範圍、偵測極限(表一)及灌溉水質標準，使用球形移液管或自動微量吸管取檢量線金屬中間溶液 100 mg/L，以 0.15% HNO_3 稀釋，不含試劑空白至少配製 5 種不同濃度之標準溶液。

(1)銅、鎘、鉛、鋅、鎳、鈣、鎂、鈉 8 種元素配製一組檢量線混合標準溶液

(1.1)依下表方式配製 8 種元素混合標準溶液(I)

標準液	取量(mL)	定容(mL)	配製濃度 mg/L
1000 mg/L Cu 檢量線儲備溶液	1.0	以 0.15% HNO_3 稀釋 →100	10
100 mg/L Cd 檢量線中間標準溶液	2.0		2.0
1000 mg/L Pb 檢量線儲備溶液	2.0		20
1000 mg/L Zn 檢量線儲備溶液	1.0		10
1000 mg/L Ni 檢量線儲備溶液	1.0		10
1000 mg/L Ca 檢量線儲備溶液	10.00		100
1000 mg/L Mg 檢量線儲備溶液	1.00		10
1000 mg/L Na 檢量線儲備溶液	0.50		5

(1.2)取 5.4.1(1.1) 10 mL 以 0.15% HNO_3 稀釋定容→50 mL，配製濃度 $\text{Cu} = 2$ mg/L、 $\text{Cd} = 0.4$ mg/L、 $\text{Pb} = 4$ mg/L、 $\text{Zn} = 2$ mg/L、 $\text{Ni} = 2$ mg/L、 $\text{Ca} = 20$ mg/L、 $\text{Mg} = 2$ mg/L、 $\text{Na} = 1$ mg/L 之 8 種元素混合標準溶液(II)。

文件類別	灌溉水質複驗技術手冊	文件編號	S-09-00	頁次/總頁數	9-13/27
		增/修定日期	94.08.25		
文件名稱	水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序	撰寫單位	農業工程研究中心	版次	1.1
		審查核准單位	 行政院農業委員會		

(1.3)依下表方式取 5.4.1 混合標準液(I)或(II)以 0.15% HNO₃稀釋→100 mL

檢量線	取 8 種元素混合標準液	標準液體積 mL	檢量線配製濃度 mg/L							
			Cu	Cd	Pb	Zn	Ni	Ca	Mg	Na
BLK	--	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Std'1	取 (II)	2.5	0.05	0.01	0.1	0.05	0.05	0.50	0.05	0.025
Std'2	取 (II)	10	0.2	0.04	0.4	0.2	0.2	2.0	0.2	0.1
Std'3	取 (I)	5	0.5	0.1	1.0	0.5	0.5	5.0	0.5	0.25
Std'4	取 (I)	10	1.0	0.2	2.0	1.0	1.0	10.0	1.0	0.50
Std'5	取 (I)	15	1.5	0.3	3.0	1.5	1.5	15.0	1.5	0.75
Std'6	取 (I)	20	2.0	0.4	4.0	2.0	2.0	20.0	2.0	1.0

(2)鉻元素配製一組檢量線標準溶液

(2.1)鉻 5.0 mg/L標準溶液：取 100 mg/L Cr中間標準溶液 5.00 mL以 0.15% HNO₃稀釋定容→100 mL，配製濃度=5.00 mg/L

(2.2)依下表方式取 5.4.1(2.2) 鉻 5.00 mg/L標準液以 0.15% HNO₃稀釋→50 mL

檢量線	標準液體積 mL	檢量線配製濃度 mg/L
BLK	0	1.00
Std'1	1.0	0.10
Std'2	2.5	0.25
Std'3	5.0	0.50
Std'4	10.0	1.00
Std'5	15.0	1.50
Std'6	20.0	2.00

文件類別	灌溉水質複驗技術手冊	文件編號	S-09-00	頁次/總頁數	9-14/27
		增/修定日期	94.08.25		
文件名稱	水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序	撰寫單位	農業工程研究中心	版次	1.1
		審查核准單位	 行政院農業委員會		

(3)鐵、錳元素配製一組檢量線標準溶液

(3.1)鐵、錳混合標準溶液

標準液	取量(mL)	定容(mL)	配製濃度 mg/L
1000 mg/L Fe 檢量線儲備溶液	2.50	以 0.15% HNO ₃	25.0
100 mg/L Mn 中間標準溶液	5.00	稀釋→100	5.0

(3.2)依下表方式取 5.4.1(3.1) 鐵、錳混合標準溶液以 0.15% HNO₃稀釋→50 mL

檢量線	取鐵、錳混合標準溶液體積 mL	鐵檢量線配製濃度 mg/L	錳檢量線配製濃度 mg/L
BLK	0	0	0
Std'1	0.50	0.25	0.05
Std'2	2.00	1.00	0.20
Std'3	5.00	2.50	0.50
Std'4	10.00	5.00	1.00
Std'5	15.00	7.50	1.50
Std'6	20.00	10.00	2.00

5.4.2 檢量線確認配製：

(1)配製檢量線中間濃度，使用與配製檢量線不同來源之儲備溶液，以 0.15% HNO₃稀釋定量。

(2)8 種元素檢量線確認：使用球形移液管或自動微量吸管取 5.3.2(1)配製之查核標準溶液 1.0 mL 以 0.15% HNO₃稀釋定容→100 mL，其濃度各為：

金屬	Cu	Cd	Pb	Zn	Ni	Ca	Mg	Na
濃度 mg/L	1.0	0.2	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.50

(3)鉻檢量線確認：使用球形移液管或自動微量吸管取 5.3.2(1)配製之查核標準溶液 0.50 mL 以 0.15% HNO₃稀釋定容→50 mL，其濃度為 1.00



文件類別	灌溉水質複驗技術手冊	文件編號	S-09-00	頁次/總頁數	9-15/27
		增/修定日期	94.08.25		
文件名稱	水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序	撰寫單位	農業工程研究中心	版次	1.1
		審查核准單位	 行政院農業委員會		

mg/L。

(4)鐵、錳檢量線確認：使用球形移液管或自動微量吸管取 5.3.2(1)配製之查核標準溶液 0.50 mL 以 0.15% HNO₃ 稀釋定容→50 mL，其濃度鐵為 5.00 mg/L、錳為 1.00 mg/L。

(5)也可以依檢量線濃度範圍，使用與配製檢量線不同來源之儲備溶液自行配製檢量線中間濃度。

5.5 儀器操作

原子吸收光譜儀因廠牌及型式不同，其操作方法亦有不同，因此分析人員在使用儀器時必須遵循使用說明書的操作，下述為一般之操作程序：

5.5.1 將電腦主機、AA 主機、抽風開關、抽氣罩打開。

5.5.2 將待測定元素所需之燈管裝妥並校正光徑，依操作手冊設定波長及光譜狹縫寬度 (Slit width)。

5.5.3 依操作手冊開啟電源，提供燈管合宜之電流，暖機 10 至 20 分鐘，並使儀器穩定，必要時可在暖機後重新調整電流。

5.5.4 依製造廠商說明校正光源。

5.5.5 安裝合宜之燃燒頭，並調整至適當水平及垂直之位置，打開空氣及乙炔開關並調整至合宜流量，點燃火焰並穩定數分鐘。

5.5.6 取 0.15 % 硝酸溶液，吸入噴霧器內，以清洗噴霧頭並將儀器歸零。

5.5.7 取一適當濃度之標準溶液，吸入噴霧器內，調整儀器吸入標準溶液之流速及燃燒頭位置以獲得最大吸光度並記錄。準備 10 mL 刻度量筒裝試劑



文件類別	灌溉水質複驗技術手冊	文件編號	S-09-00	頁次/總頁數	9-16/27
		增/修定日期	94.08.25		
文件名稱	水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序	撰寫單位	農業工程研究中心	版次	1.1
		審查核准單位	 行政院農業委員會		

水或 0.15 % 硝酸溶液測定其流速，並記錄。

5.5.8 吸入 0.15 % 硝酸溶液，重新將儀器歸零。

5.5.9 取檢量線中點之待測元素新配標準溶液，來測試新用燈管，建立其吸光度資料，以為日後查核儀器穩定性及燈管老化之參考資料。

5.5.10 測定每一標準品或樣品之後，均須吸入 0.15 % 硝酸溶液，以清洗噴霧頭，避免產生記憶效應，造成檢測誤差。

5.5.11 測定完畢後，先以試劑水吸入噴霧室清洗約 5 至 10 分鐘後熄滅火焰。熄滅火焰時，應先將乙炔關閉，再關閉空氣。

5.6 上機分析

5.6.1 建立檢量線

- (1) 依 5.5 之步驟預先將儀器歸零，測定檢量線標準溶液之最大吸光度，並於所有標準溶液測定結束後，隨即測定 0.15% 硝酸溶液，以確認原子吸收光譜儀基線之穩定性，若基線呈現不穩定狀態，則應待儀器穩定後，將儀器歸零，並重新測定標準溶液。以標準溶液濃度(mg/L)為 X 軸，吸光度為 Y 軸，繪製檢量線曲線圖，確認相關係數 r 值 ≥ 0.995 。
- (2) 檢量線確認：完成檢量線製作後，必須以檢量線確認標準溶液進行檢量線確認，確認相對誤差值在 $\pm 10\%$ 內。若檢量線無法被確認，則應找出原因並在樣品分析前重新校正儀器。
- (3) 測定鐵及錳時，每 50 mL 溶液中須添加 12.5 mL 鈣溶液；測定鉻時，每 50 mL 溶液中須添加 0.5 mL 之 30 % 過氧化氫溶液。

文件類別	灌溉水質複驗技術手冊	文件編號	S-09-00	頁次/總頁數	9-17/27
		增/修定日期	94.08.25		
文件名稱	水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序	撰寫單位	農業工程研究中心	版次	1.1
		審查核准單位	 行政院農業委員會		

5.6.2 樣品分析

- (1)將 0.15 % 硝酸溶液吸入噴霧頭內，將儀器歸零。吸入經處理後之樣品，記錄其吸光度。
- (2)每批次分析結束時/或每隔 10 個樣品後，檢量線必須以檢量線中間濃度附近的標準溶液進行檢量線查核。
- (3)分析鐵及錳時，每 50 mL 溶液中須添加 12.5 mL 鈣溶液；分析鉻時，每 50 mL 溶液中須添加 0.5 mL 之 30 % 過氧化氫溶液。

6.資料及數據處理

6.1 工作日誌填寫：包括檢測日期、工作內容摘要、樣品編號、檢測項目、檢測方法與相關標準作業程序、使用試劑、檢測相關品管措施、檢測數據、計算過程、檢測結果、其他事項如樣品外觀、異常之檢測過程。

6.2 填寫水中重金屬檢測記錄表(TS-09-00)

6.3 數據處理：計算機或電腦 Excell 計算

6.3.1 樣品計算：樣品之最大吸光度經由檢量線可求得元素之濃度 (mg / L)。依下式計算水樣中元素之濃度：

$$\text{水樣中元素濃度 (mg / L)} = A \times \frac{V1}{V} \times F$$

A：由檢量線求得之元素濃度 (mg/L)。

V1：水樣經前處理後最終定容體積 (mL)。

V：使用之原水樣體積 (mL)。

F：稀釋倍數。

文件類別	灌溉水質複驗技術手冊	文件編號	S-09-00	頁次/總頁數	9-18/27
		增/修定日期	94.08.25		
文件名稱	水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序	撰寫單位	農業工程研究中心	版次	1.1
		審查核准單位	 行政院農業委員會		

$$6.3.2 \text{ 檢量線確認相對誤差值} = \frac{\text{測定濃度} - \text{已知標準液濃度}}{\text{已知標準液濃度}} \times 100\%$$

$$6.3.3 \text{ 重複分析差異百分比} R\% = \frac{|\text{分析值} - \text{重複值}|}{\frac{1}{2}(\text{分析值} + \text{重複值})} \times 100\%$$

$$6.3.4 \text{ 查核分析回收率} R\% = \frac{\text{測定濃度}}{\text{已知標準液濃度}} \times 100\%$$

$$6.3.5 \text{ 添加分析回收率} P\% = \frac{\text{添加後濃度}(mg/L) - \text{樣品濃度}(mg/L)}{\text{添加標準品濃度} mg/L} \times 100\%$$

7.品質管制：

7.1 檢量線製備：每批次樣品應重新製作檢量線，並求其相關係數（r 值）。r 值應 ≥ 0.995 。完成檢量線製作後，必須以不同於配製檢量線之標準溶液進行檢量線確認，確認相對誤差值在 $\pm 10\%$ 內。

7.2 檢量線查核：每批次分析結束後/或每隔 10 個樣品後，檢量線必須以檢量線中間濃度附近的標準溶液進行檢量線查核，相對誤差值在 $\pm 10\%$ 內。

7.3 空白分析：每 10 個樣品或每一批次（當每批次樣品少於 10 個時）至少執行一空白樣品分析。空白分析值可接受標準應小於方法偵測極限之二倍。

7.4 重複分析：每 10 個樣品或每一批次（當每批次樣品少於 10 個時）至少執行一個重複樣品分析，並求其相對差異百分比。差異百分比應在其管制圖表之可接受範圍(20%)。

7.5 查核樣品分析：每 10 個樣品或每一批次（當每批次樣品少於 10 個時）至少執行一個查核樣品分析，並求其回收率。回收率應在其管制圖表之可接受範圍(80%~120%)。

7.6 添加標準品分析：每 10 個樣品或每一批次（當每批次樣品少於 10 個時）



文件類別	灌溉水質複驗技術手冊	文件編號	S-09-00	頁次/總頁數	9-19/27
		增/修定日期	94.08.25		
文件名稱	水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序	撰寫單位	農業工程研究中心	版次	1.1
		審查核准單位	 行政院農業委員會		

至少執行一個添加標準品分析，並求其回收率(80%~120%)。

7.7 方法偵測極限：每年至少重新確認一次。

8.參考文獻

8.1 行政院環境保護署，水中銀、鎘、鉻、銅、鐵、錳、鎳、鉛及鋅檢測方法-火焰式原子吸收光譜法(NIEA W306.52A)，2004。

8.2 US APHA STANDARD METHODS METALS BY FLAM ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRY 檢測方法。

8.3 行政院環境保護署，[環境檢驗品管分析執行指引\(NIEA-PA104\)](#)，2004。

8.4 行政院環境保護署，環境檢驗檢量線製備及查核指引(NIEA-PA103)，2004。

文件類別	灌溉水質複驗技術手冊	文件編號	S-09-00	頁次/總頁數	9-20/27
		增/修定日期	94.08.25		
文件名稱	水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序	撰寫單位	農業工程研究中心	版次	1.1
		審查核准單位	 行政院農業委員會		

附表

表一、原子吸收光譜法適用之元素及其最佳適用濃度範圍與儀器偵測極限

元素	波長 (nm)	使用氣體 *	最佳適用濃度範圍 (mg / L)	儀器偵測極限** (mg / L)
銅	324.7	A - Ac	0.2 - 10	0.01
鎘	228.8	A - Ac	0.05 - 2	0.002
鉻	357.9	A - Ac	0.2 - 10	0.02
鐵	248.3	A - Ac	0.3 - 10	0.02
錳	279.5	A - Ac	0.1 - 10	0.01
鎳	232.0	A - Ac	0.3 - 10	0.02
鉛***	283.3	A - Ac	1 - 20	0.05
鋅	213.9	A - Ac	0.05 - 2	0.005
鈣	422.7	A - Ac	0.2 - 20	0.003
鎂	285.2	A - Ac	0.1 - 2	0.0005
鈉	589.0	A - Ac	0.03 - 1	0.002

* A - Ac 表示空氣及乙炔。

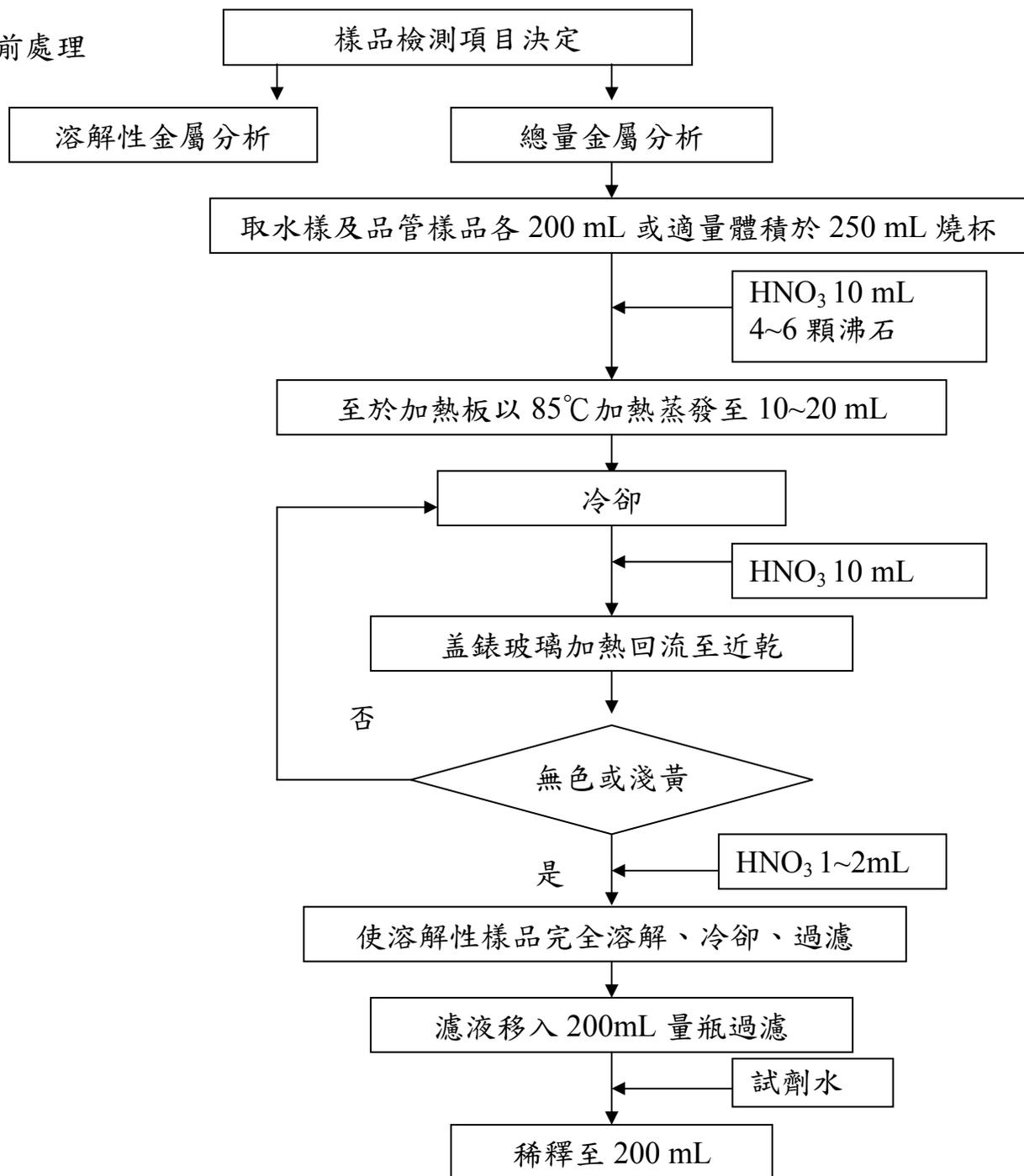
** 此值僅供參考，可參考各儀器廠商提供之資料。

*** 若使用具背景校正之儀器，則以波長 217.0 nm 之靈敏度較佳。

文件類別	灌溉水質複驗技術手冊	文件編號	S-09-00	頁次/總頁數	9-21/27
		增/修定日期	94.08.25		
文件名稱	水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序	撰寫單位	農業工程研究中心	版次	1.1
		審查核准單位	 行政院農業委員會		

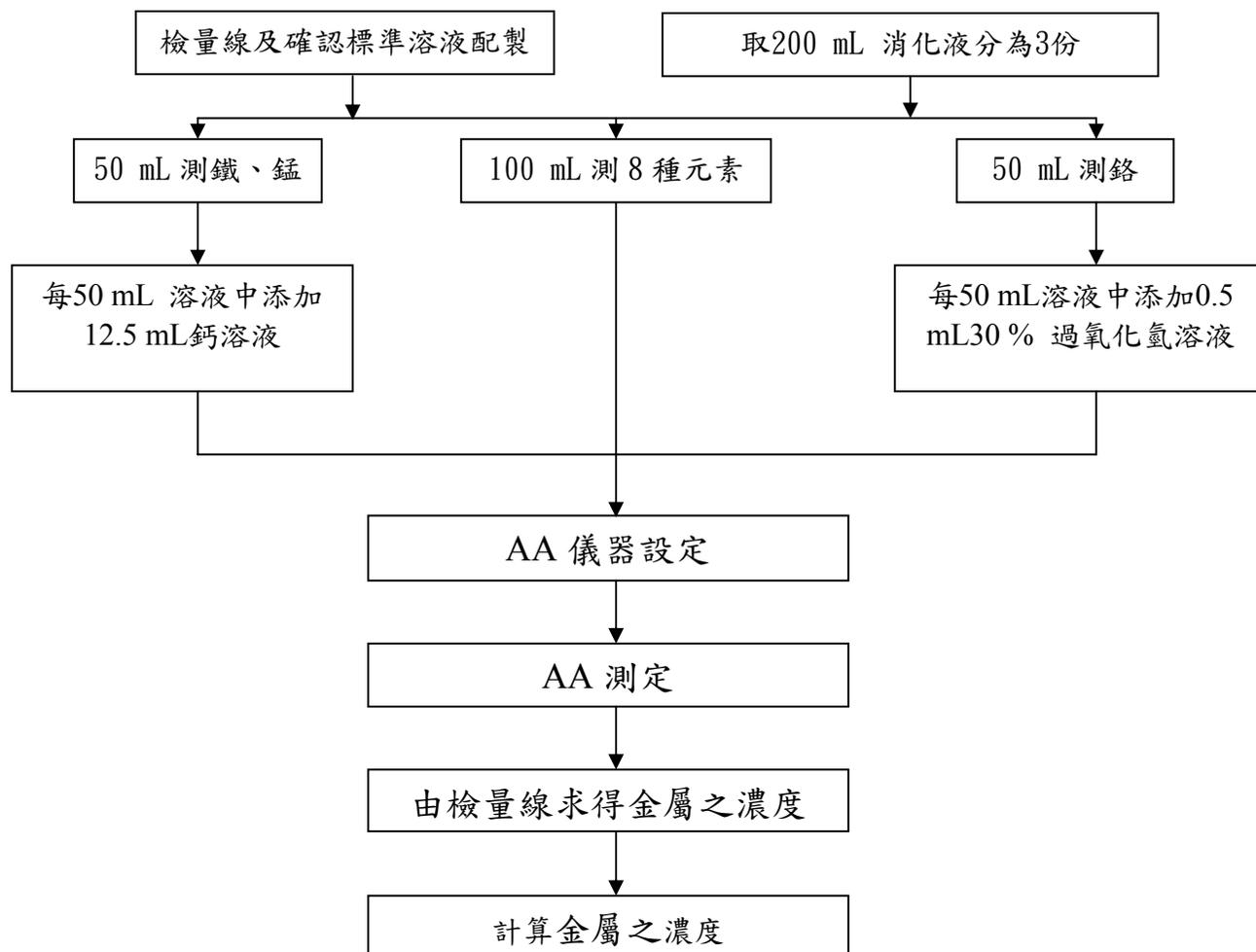
附件一、水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢驗方法流程

前處理



文件類別	灌溉水質複驗技術手冊	文件編號	S-09-00	頁次/總頁數	9-22/27
		增/修定日期	94.08.25		
文件名稱	水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序	撰寫單位	農業工程研究中心	版次	1.1
		審核核准單位	 行政院農業委員會		

上機



文件類別	灌溉水質複驗技術手冊	文件編號	S-09-00	頁次/總頁數	9-23/27
		增/修定日期	94.08.25		
文件名稱	水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序	撰寫單位	農業工程研究中心	版次	1.1
		審查核准單位	 行政院農業委員會		

附件二、灌溉水質標準

灌溉用水水質標準

項 目	限 值	項 目	限 值
水溫	35	汞 (Hg)	0.002
氫離子濃度指數 (pH值)	6.0—9.0	鉬 (Mo)	0.01
電導度 (EC)	750	鎳 (Ni)	0.2
懸浮固體物 (SS)	100	硒 (Se)	0.02
溶氧量 (DO)	3以上	釩 (V)	0.1
氯化物 (Cl ⁻)	175	鋅 (Zn)	2.0
硫酸鹽 (SO ₄ ⁻²)	200	鈉吸著率 (SAR)	6.0
總氮量 (T-N)	3.0	殘餘碳酸鈉 (RSC)	2.5
陰離子界面活性劑	5.0	鋁 (Al)	5.0
油脂	5.0	砷 (As)	0.05
鈷 (Co)	0.05	鈹 (Be)	0.1
銅 (Cu)	0.2	硼 (B)	0.75
鉛 (Pb)	0.1	鎘 (Cd)	0.01
鋰 (Li)	2.5	鉻 (總) (Cr)	0.1
錳 (Mn)	0.2	鐵 (Fe)	5.0

附註：

1. 本標準適用於農田水利會事業區域內之灌溉用水。
2. 天然水之水質若超過本標準之限值，得不受本標準之限制。
3. 本標準各項目限值，除氫離子濃度指數為一範圍、溶氧量為最低限值外，均為最大限值。
4. 本標準各項水質單位除水溫為℃、氫離子濃度指數為無單位、電導度為μS/cm25℃、鈉吸著率為√meq/L、殘餘碳酸鈉為meq/L外，其他均為mg/L。



文件類別	灌溉水質複驗技術手冊	文件編號	S-09-00	頁次/總頁數	9-24/27
		增/修定日期	94.08.25		
文件名稱	水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序	撰寫單位	農業工程研究中心	版次	1.1
		審查核准單位	 行政院農業委員會		

附件三、工作日誌

水中重金屬 銅 鎘 鉛 鋅 鉻 鎳 鐵 錳 鈣 鎂 鈉 檢測

一、分析方法：NIEA W306.52A

二、設備與試劑：

1.設備詳見水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序。

2.試劑水：16.0 MΩ 以上的超純水。

3.濃硝酸：

4.過氧化氫 30% (H₂O₂)

5. 0.15% HNO₃：取HNO₃ _____ mL 試劑水 _____ L × _____ 次。

6.鈣標準液：試

7.標準溶液：銅 _____ mg/L _____ 鎘 _____ mg/L _____ 鉛 _____ mg/L _____

鋅 _____ mg/L _____ 鉻 _____ mg/L _____ 鎳 _____ mg/L _____

鐵 _____ mg/L _____ 錳 _____ mg/L _____ 鈣 _____ mg/L _____

鎂 _____ mg/L _____ 鈉 _____ mg/L _____

8.確認標準溶液：銅 _____ mg/L _____ 鎘 _____ mg/L _____ 鉛 _____ mg/L _____

鋅 _____ mg/L _____ 鉻 _____ mg/L _____ 鎳 _____ mg/L _____

鐵 _____ mg/L _____ 錳 _____ mg/L _____ 鈣 _____ mg/L _____

鎂 _____ mg/L _____ 鈉 _____ mg/L _____

9.標準中間溶液 銅 _____ mg/L _____ 鎘 _____ mg/L _____ 鉛 _____ mg/L _____

鋅 _____ mg/L _____ 鉻 _____ mg/L _____ 鎳 _____ mg/L _____

鐵 _____ mg/L _____ 錳 _____ mg/L _____ 鈣 _____ mg/L _____

鎂 _____ mg/L _____ 鈉 _____ mg/L _____

10.確認中間溶液 銅 _____ mg/L _____ 鎘 _____ mg/L _____ 鉛 _____ mg/L _____

鋅 _____ mg/L _____ 鉻 _____ mg/L _____ 鎳 _____ mg/L _____

鐵 _____ mg/L _____ 錳 _____ mg/L _____ 鈣 _____ mg/L _____

鎂 _____ mg/L _____ 鈉 _____ mg/L _____



文件類別	灌溉水質複驗技術手冊	文件編號	S-09-00	頁次/總頁數	9-25/27
		增/修定日期	94.08.25		
文件名稱	水中銅、鎘、鉛、鋅、鎳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序	撰寫單位	農業工程研究中心	版次	1.1
		審查核准單位	 行政院農業委員會		

三、品管樣品配製：

1. 檢量線配製：

銅、鎘、鉛、鋅、鎳、鈣、鎂、鈉 8 種元素配製一組檢量線混合標準溶液

(1.1) 以移液管分別取銅____mg/L____(mL)、鎘____mg/L____(mL)、鉛____mg/L____(mL)、鋅____mg/L____(mL)、鎳____mg/L____(mL)、鈣____mg/L____(mL)、鎂____mg/L____(mL)、鈉____mg/L____(mL) 標準溶液以 0.15% HNO₃ 稀釋→定容____(mL)，其配製濃度分別為銅____mg/L、鎘____mg/L、鉛____mg/L、鋅____mg/L、鎳____mg/L、鈣____mg/L、鎂____mg/L、鈉____mg/L

(1.2) 取 (1.1) ____ mL 以 0.15% HNO₃ 稀釋定容→____ mL，配製濃度 Cu = ____ mg/L、Cd = ____ mg/L、Pb = ____ mg/L、Zn = ____ mg/L、Ni = ____ mg/L、Ca = ____ mg/L、Mg = ____ mg/L、Na = ____ mg/L 之 8 種元素混合標準溶液。

(1.3) 依下表方式取混合標準液(I)或(II)以 0.15% HNO₃ 稀釋→100 mL

檢量線	取 8 種元素混合標準液	標準液體積 mL	檢量線配製濃度 mg/L							
			Cu	Cd	Pb	Zn	Ni	Ca	Mg	Na
BLK	--	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Std'1	取 (II)									
Std'2	取 (II)									
Std'3	取 (I)									
Std'4	取 (I)									
Std'5	取 (I)									
Std'6	取 (I)									

(2) 鉻元素配製一組檢量線標準溶液

(2.1) 鉻____mg/L 標準溶液：取____mg/L Cr 標準溶液____ mL 以 0.15% HNO₃ 稀釋定容→____mL，配製濃度=____mg/L

(2.2) 以移液管分別取 Cr 標準溶液____mL 以 0.15% HNO₃ 稀釋定容→____ mL，配製 Cr 標準溶液濃度分別=____mg/L



文件類別	灌溉水質複驗技術手冊	文件編號	S-09-00	頁次/總頁數	9-26/27
		增/修定日期	94.08.25		
文件名稱	水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序	撰寫單位	農業工程研究中心	版次	1.1
		審查核准單位	 行政院農業委員會		

(3)鐵、錳元素配製一組檢量線標準溶液

(3.1) 以移液管分別取標準溶液鐵____ mg/L____ mL、錳____ mg/L ____ mL以 0.15% HNO₃稀釋定容→____ mL，配製濃度鐵、錳= _____ mg/L

(3.2)依下表方式取 (3.1) 鐵、錳混合標準溶液以 0.15% HNO₃稀釋→50 mL

檢量線	取鐵、錳混合標準溶液體積 mL	鐵檢量線配製濃度 mg/L	錳檢量線配製濃度 mg/L
BLK			
Std'1			
Std'2			
Std'3			
Std'4			
Std'5			
Std'6			

2.檢量線確認(ICV)：(與檢量線配製之標準液不同來源)

(2.1)以移液管分別取銅____ mg/L____ (mL)、鎘____ mg/L____ (mL)、鉛____ mg/L____ (mL)、鋅____ mg/L____ (mL)、鎳____ mg/L____ (mL)、鈣____ mg/L____ (mL)、鎂____ mg/L____ (mL)、鈉____ mg/L____ (mL)標準溶液以 0.15% HNO₃稀釋→定容____ (mL)，其配製濃度分別為銅____ mg/L、鎘____ mg/L、鉛____ mg/L、鋅____ mg/L、鎳____ mg/L、鈣____ mg/L、鎂____ mg/L、鈉____ mg/L

(2.2) 以移液管取Cr 標準溶液 ____ mL以 0.15% HNO₃稀釋定容→____ mL，配製Cr 標準溶液濃度分別= _____ mg/L

(2.3) 以移液管分別取鐵____ mg/L____ mL、錳____ mg/L____ mL以 0.15% HNO₃稀釋定容→____ mL，配製濃度鐵、錳= _____ mg/L



文件類別	灌溉水質複驗技術手冊	文件編號	S-09-00	頁次/總頁數	9-27/27
		增/修定日期	94.08.25		
文件名稱	水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序	撰寫單位	農業工程研究中心	版次	1.1
		審查核准單位	 行政院農業委員會		

3 空白配製：取試劑水 100 mL

4. 樣品查核：

(4.1) 以移液管分別取銅____mg/L____(mL)、鎘____mg/L____(mL)、鉛____mg/L____(mL)、鋅____mg/L____(mL)、鎳____mg/L____(mL)、鈣____mg/L____(mL)、鎂____mg/L____(mL)、鈉____mg/L____(mL)、Cr____mg/L____(mL)、鐵____mg/L____(mL)、錳____mg/L____(mL) 標準溶液以試劑水稀釋→定容____(mL)，其配製濃度分別為銅____mg/L、鎘____mg/L、鉛____mg/L、鋅____mg/L、鎳____mg/L、鈣____mg/L、鎂____mg/L、鈉____mg/L、Cr____mg/L、鐵____mg/L、錳____mg/L

5. 添加（高濃度低體積）：

(5.1) 取____ + ____ mg/L ____ mL 於樣品消化 定容至____ mL 定量瓶

其添加濃度分別為銅____mg/L、鎘____mg/L、鉛____mg/L、鋅____mg/L、鎳____mg/L、鈣____mg/L、鎂____mg/L、鈉____mg/L、Cr____mg/L、鐵____mg/L、錳____mg/L

四、分析步驟：詳見水中銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鎳、鐵、錳、鈣、鎂、鈉檢測標準作業程序。

五、分析數據：

樣品編號	取樣體積 mL	消化定容體積 mL	稀釋分取 mL	定容體積 mL	上機 ID	備註
------	---------	-----------	---------	---------	-------	----

