

ICS 43.150 ; 97.190

中華民國國家標準

C N S

民生用水之水質處理藥劑-氯化鐵

草-制 1110643 : 2022

**Chemicals used for treatment of water
intended for human consumption –
Iron (III) chloride**

CNS XXXX:2023

K XXXX

中華民國 112 年 月 日制定公布
Date of Promulgation:2023- -

中華民國 年 月 日修訂公布
Date of Amendment: - -

本標準非經經濟部標準檢驗局同意不得翻印

目錄

節次	頁次
1. 適用範圍.....	3
2. 引用標準.....	3
3. 用語及定義.....	3
4. 特性(prEN 888 第 3 節).....	3
4.2 氯化鐵(III)性狀 (prEN 888 之 3.2)	4
4.3 物性	4
4.4 化性(prEN 888 之 3.4)	5
5. 純度(prEN 888 之第 4 節).....	6
6. 試驗(prEN 888 之第 5 節).....	7
6.1 抽樣(prEN 888 之 5.1)	7
6.1.1 固體(prEN 888 之 5.1.1)	7
6.1.2 液體(prEN 888 之 5.1.2)	7
7. 運輸與儲存標示(prEN 888 之第 6 節).....	9
7.4 標記(prEN 888 之 6.4)	10
7.5 儲存(prEN 888 之 6.5)	10
附錄 A(參考)氯化鐵(III)一般資訊	12
附錄 B(規定)安全相關之一般規定	16
附錄 C(規定)化學分析方法	17

17

(共 42 頁)

CNS 草-制 1110643:2022

前言

本標準係依標準法之規定，經國家標準審查委員會審定，由主管機關公布之中華民國國家標準。

依標準法第四條之規定，國家標準採自願性方式實施。但經各該目的事業主管機關引用全部或部分內容為法規者，從其規定。

本標準並未建議所有安全事項，使用本標準前應適當建立相關維護安全與健康作業，並且遵守相關法規之規定。

本標準之部分內容，可能涉及專利權、商標權與著作權，主管機關及標準專責機關不負責任何或所有此類專利權、商標權與著作權之鑑別。

1. 適用範圍

本標準規定處理民生用水之氯化鐵(III)(a)、六水合氯化鐵(III)(b)及氯化鐵(III)(c)溶液，並規定其特性、要求及分析方法。本標準亦提供其水質處理之使用資訊，並且確定其處理與使用之相關安全規則。

[prEN 888 第 1 節]

譯注：全篇分(a)、(b)與(c)並無特別意義，且也與標示無關，建議刪除。

2. 引用標準

下列標準因本標準所引用，成為本標準之一部分。下列引用標準適用最新版(包括補充增修)。**[prEN 888 第 2 節，EN 17215 融入本標準中]**

CNS 3699	化學分析用水(參考 1)(EN 17215 引用之 ISO 3696)
ISO 3165	Sampling of chemical products for industrial use — Safety in sampling
ISO 6206	Chemical products for industrial use— Sampling — Vocabulary
ISO 8213	Chemical products for industrial use — Sampling techniques — Solid chemical products in the form of particles varying from powders to coarse lumps
ISO 5790:1979	Inorganic chemical products for industrial use – General method for determination of chloride content – Mercurimetric method

3. 用語及定義

下列用語及定義適用於本標準。(全部摘錄 **EN 17215 之 3.1 節**)

3.1 實驗室樣品(laboratory sample)

送交實驗室供檢查與測試所準備的樣品。

備考：與 ISO 8213 一致。

3.2 試樣(test sample)

由實驗室樣品(3.1)製備之樣品，且從該樣品可取得試驗分樣(3.3)。

備考：與 ISO 6206:1979 一致。

3.3 試驗分樣(test portion)

從試樣(3.2)中抽取的材料量(如果實驗室樣品與試樣相同，亦可由實驗室樣品中抽取)，並以該材料量進行實際測試與觀察

備考：與 ISO 6206:1979 一致。

4. 一般說明(**prEN 888 第 4 節**)

4.1 識別資料

4.1.1 化學名稱

(a) 無水氯化鐵(III) [FeCl₃，iron (III) chloride]

(b) 六水合氯化鐵(III)[FeCl₃·6H₂O，iron (III) chloride hexahydrate]

(c) 氯化鐵(III)水溶液 [FeCl₃，iron (III) chloride solution]

(以上為 **prEN 888 之 4.1.1，4.1.2 翻成中文與上面一樣，略**)

CNS 草-制 1110643:2022

4.1.2 分子量

- (a) 無水氯化鐵(III)：162.21
- (b) 六水合氯化鐵(III)：270.31
- (c) 氯化鐵(III)水溶液：162.21

(以上為 prEN 888 之 4.1.3)

4.1.3 實驗式及化學式

- (a) 無水氯化鐵(III)：FeCl₃
- (b) 六水合氯化鐵(III)：FeCl₃·6H₂O
- (c) 氯化鐵(III)水溶液：FeCl₃

(以上為 prEN 888 之 4.1.4 與 4.1.5)

4.1.4 CAS 編號

- (a) 無水氯化鐵(III)：7705-08-0
- (b) 六水合氯化鐵(III)：10025-77-1
- (c) 氯化鐵(III)水溶液：7705-08-0

(以上為 prEN 888 之 4.1.6)

4.1.5 氯化鐵之 EINECS 索引號碼：231-729-4 (prEN 888 之 4.1.7)

備考：EINECS 為歐洲現有商用化學物質目錄(European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances)。(prEN 888 之 4.1.7 註 2)

4.2 市售產品性狀 (prEN 888 之 3.2)

- (a) 無水氯化鐵(III)：結晶粉末
- (b) 六水合氯化鐵(III)：結晶顆粒
- (c) 氯化鐵(III)水溶液：水溶液

(以上為 prEN 888 之 4.2)

4.3 物性

4.3.1 外觀

- (a) 無水氯化鐵(III)：具吸濕性、帶有綠色光澤的暗灰色結晶粉末
- (b) 六水合氯化鐵(III)：具吸濕性、黃色易潮解結晶粒狀物質
- (c) 氯化鐵(III)水溶液：褐色溶液

(以上為 prEN 888 之 4.3.1)

4.3.2 密度

- (a) 無水氯化鐵(III)：20 °C 之密度為 2.89 g/cm³。
- (b) 六水合氯化鐵(III)：20 °C 之密度為 1.8 g/cm³。
- (c) 氯化鐵(III)水溶液：40%(m/m)水溶液，20 °C 之密度為 1.43 g/mL。
- (a)與(b)的視密度約為 1.0 kg/m³。

(以上為 prEN 888 之 4.3.2)

4.3.3 溶解度

20 °C 時 無水氯化鐵(III) (a)與六水合氯化鐵(III) (b)之溶解度約可達到 FeCl₃ 濃度 47% (m/m)。

無水氯化鐵(III) (a)與六水合氯化鐵(III) (b)為水可溶，氯化鐵(III)水溶液可稀釋(參照 A.3.2)。

(以上為 prEN 888 之 4.3.3)

4.3.4 蒸汽壓：無水氯化鐵(III) (a) 之 20 °C 蒸汽壓為 0.1 kPa。

(以上為 prEN 888 之 4.3.4)

4.3.5 100 kPa 之沸點：

(a) 無水氯化鐵(III)：在 315 °C 分解

(b) 六水合氯化鐵(III)：在 160 °C 分解。

(以上為 prEN 888 之 4.3.5)

4.3.6 融點

(a) 無水氯化鐵(III)：304 °C (昇華溫度)

(b) 六水合氯化鐵(III)：37 °C

(c) 氯化鐵(III)水溶液(c)：融點與結晶溫度依濃度而異(參照表 1)

表 1 氯化鐵(III)水溶液之融點(結晶溫度) (prEN 888 之表 1)

FeCl ₃ 濃度(%) (m/m)	融點(結晶溫度) °C
34	-52
40	-12
45	10

(以上為 prEN 888 之 4.3.6)

4.3.7 比熱

(a) 無水氯化鐵(III)：600 kJ/kg·K。

(b) 六水合氯化鐵(III)：未知。

(c) 氯化鐵(III)水溶液：不適用。

(以上為 prEN 888 之 4.3.7)

4.3.8 動態黏度

(a) 無水氯化鐵(III)：不適用。

(b) 六水合氯化鐵(III)：不適用。

(c) 氯化鐵(III)水溶液：40% (m/m) 水溶液，20 °C 之動態黏度約為 10 mPa·s。

備考：氯化鐵(III)之臨界溫度、臨界壓力及硬度不適用本項物質。(prEN 888 之 4.3.9、4.3.10 及 4.3.11)

4.4 化性(prEN 888 之 4.4)

無水氯化鐵(III)(a)、六水合氯化鐵(III)(b)與氯化鐵(III)水溶液(c)為酸性並具腐蝕性，很稀的溶液會水解且會形成氫氧化鐵沈澱。

5. 純度(prEN 888 之第 5 節)

5.1 一般(prEN 888 之 5.1)

本標準規定民生用水處理用氯化鐵(III)之最低純度要求，本標準亦規定其常見的雜質限值，依原料及製程可能會出現其他雜質，如果有這類雜質則應告知使用者，且必要時要通報主管機關。

備考：氯化鐵(III)的使用者可查証國家法規，在考量原水品質、所需用量、其他雜質含量及本標準中未提及之添加物下，確定該純度是否適合處理民生用水，

因為現行製程與原物料可能出現顯著量的雜質(impurity)及化學參數(Chemical parameters)，故規定其限值，如果製程與原物料變更，導致出現顯著量的不純物、副產品或添加物，應告知使用者。

5.2 市售氯化鐵(III)的組成(prEN 888 之 5.2)

產品中活性物質濃度，以 FeCl_3 或 Fe(III) 的質量分率(%)表示，以下簡化為(%) (m/m)，應在製造商宣稱值的 $\pm 3\%$ 以內。

譯注：文中出現極多「質量分率(%)」，增列底線部分以簡化表示方式。

氯化鐵產品的應符合表 2 的要求。

氯化鐵水溶液(c)的濃度應在製造商的規格以內，此等溶液通常含有 0% ~ 1% 游離酸。

表 2 活性物質最低濃度要求(prEN 888 之表 2)

市售產品形態	FeCl_3 (%) (m/m)	Fe(III) (%) (m/m)
無水氯化鐵(III)(a)	99	34
六水和氯化鐵(III)(b)	59	20.3
氯化鐵水溶液(c)	40	13.7

5.3 氯化鐵產品等級(prEN 888 之 5.3)

氯化鐵產品應符合表 3 規定之要求條件。

濃度限值與 Fe(III) 有關。

表 3 1 級、2 級與 3 級的限值(prEN 888 之表 3)

參數	以 Fe(III) 的質量分率表示之最大限值(%)		
	1 級	2 級	3 級
錳(Mn)	0.5	1	2
二價鐵(II) ^(a)	2.5	2.5	2.5
不溶物 ^(b)	0.2	0.2	0.2
註 ^(a) 與三價鐵相較，二價鐵的凝聚效率較低，同時，二價鐵在 pH8 開始水解，因此在較低的 pH 下二價鐵仍會留在水中。 註 ^(b) 過多的不溶物表示有雜質存在，鐵為產品的組分，通常在水的處理時會移除。			

譯注：prEn 888 的表 3 第 1 欄參數有(最大值)，但第 2 欄又有限值，所以改寫為“最大限值(%)”。

5.4 化學參數(prEN 888 之 5.4)

譯注：在鋁基的同章節為 *Chemical parameters*，本標準為 *The type of the product*，故先訂為化學元素。

氯化鐵(III)所含之其他元素限量值應符合表 4 之規定。

濃度限值係以每 kg 之 Fe(III)之毫克數(mg)表示，以下以(mg/kg)表示。

譯注：下列有極多相同表示法，故加上底線內容，以簡化全文。

表 4 化學元素限量值 (prEN 888 之表 4)

參數	以 Fe(III)的質量分率表示之最大限值 (mg/kg)			試驗法章節
	第 1 型	第 2 型	第 3 型	
砷(As)	7	20	50	C.6
鎘(Cd)	1.5	25	50	C.7
鉻(Cr)	100	350	500	C.7
汞(Hg)	2	5	10	E.5
鎳(Ni)	300	350	500	C.7
鉛(pb)	20	100	400	C.7
銻(Sb)	10	20	60	C.6
硒(Se)	10	20	60	C.6
備考：因為所使用的原物料在製程上並無殺蟲劑、多環芳烴，所以與這些化合物無關。 這些氯化鐵(III)對水中微量金屬的最大影響參見 A.2。				

6. 試驗法(prEN 888 之第 5 節，依其引用至 EN 17215)

6.1 抽樣(標題依 prEN 888 之 5.1)

要遵守 ISO 3165 的一般建議，並考慮使用 ISO 6206 的用語。(prEN 17215 之 5.1)

6.1.1 固體(prEN 17215 之 5.2)

依 ISO 8213 規定之相關步驟，製備所需之實驗室樣品。

6.1.2 溶液(prEN 17215 之 5.3)

6.1.2.1 桶及瓶的抽樣(prEN 17215 之 5.3.1)

6.1.2.1.1 一般(prEN 17215 之 5.3.1.1)

- (1) 以滾動或搖動方式，從一側到另一側搖振待取樣的每個容器，以混合內容物，注意不要損壞容器或將液體潑出。(prEN 17215 之 5.3.1.1 第 1 段)
- (2) 如果容器的設計上不能使用取樣器材(例：細頸瓶)，則在徹底混合樣品後，用倒的方式取樣，否則(如非不能使用取樣器材)依 6.1.2.1.3 之步驟取樣。(prEN 17215 之 5.3.1.1 第 2 段)
- (3) 檢查液體的表面，如果有表面污染的跡象，則依 6.1.2.1.2 從表面取樣，否則(如無表面污染的跡象)依 6.1.2.1.3 之步驟取樣。(prEN 17215 之 5.3.1.1 第 3 段) #

6.1.2.1.2 表面取樣(prEN 17215 之 5.3.1.2)

使用適當的長勺取樣，將長勺伸進液體中，直至勺緣剛好在液面下，使表面層進到勺內，在剛好填滿前抽起長勺，並讓附在勺上的任何液體瀝乾，當其他所選的

容器均以相同方式完成取樣，如有需要，重複此操作，以得到後續分析所需的樣品總體積。

6.1.2.1.3 底部取樣(prEN 17215 之 5.3.1 3)

使用適合容器大小與液體黏度的開口取樣管或底閥取樣管取樣。

當使用開口取樣管時，蓋住管頂端並將管底端伸入容器底部，打開管口並在取樣管填滿前，使管底端快速在容器底部來回移動，再蓋住管頂端並將管從容器中抽出，並讓附著在管外壁的液體瀝乾。

當使用底閥取樣管時，在將管伸進容器前要關閉閥，然後進行與開口取樣管類似的步驟。

6.1.2.2 儲槽及槽車的抽樣 (prEN 17215 之 5.3.2)

依下列適當步驟取採具代表性的樣品。

(a) 依 6.1.2.1.2 規定，以長勺從液體表面取樣。

(b) 依 6.1.2.1.3 規定，以取樣管或專用的底部取樣設備，從儲槽或槽車底部取樣。

(c) 使用稱重過的罐子依槽的深度，從底部到表面，由 1 處以上取樣。

6.2 分析(標題依 pr EN 888 之 6.2)

附錄 C(規定)與附錄 D(參考)為分析鐵含量的完整說明，其他參數試驗方法之原則列於表 5，且詳述於附錄 E、附錄 F 及附錄 G。

(prEN 17215 之第 4 節第 2 段，其表 1 內容如下)

氯化鐵係測定試樣中的三價鐵含量，而三價鐵的含量係以總鐵含量與二價鐵含量的差值確定。(prEN 17215 之表 1 第 1 列，僅取適用 EN 888 的部分)

表 5 不溶物及各元素的試驗法(prEN 17215 之表 2，摘要取自第 6 節)

參數	表示方式	試驗法	試驗摘要
不溶物	(%)(m/m)	E.2	稱量過濾的樣品
二價鐵	(%)(m/m)	C.1	以硫酸鈾(cerium sulfate)滴定測定
		D.1	以重鉻酸鉀(potassium dichromate) 滴定測定
游離酸	(%)(m/m)	E.1	以氫氧化鈉滴定
銻(Antimony)	(mg/kg)	E.4	氫產生之原子吸收光譜法
		F	ICP/OES
		G	ICP/MS
砷(Arsenic)	(mg/kg)	E.4	氫產生之原子吸收光譜法
		F	ICP/OES
		G	ICP/MS
鎘(Cadmium)	(mg/kg)	E.6	石墨爐原子吸收光譜法
		F	ICP/OES
		G	ICP/MS
鉻(Chromium)	(mg/kg)	E.6	石墨爐原子吸收光譜法
		F	ICP/OES
錳(Manganese)	(mg/kg)	E.3	火焰原子吸收光譜法(FAAS)
		F	ICP/OES
		G	ICP/MS
汞(Mercury)	(mg/kg)	E.5	冷蒸汽原子吸收光譜法
鉛(Lead)	(mg/kg)	E.6	石墨爐原子吸收光譜法
		F	ICP/OES

		G	ICP/MS
鎳(Nickel)	(mg/kg)	E.6	石墨爐原子吸收光譜法
		F	ICP/OES
硒(Selenium)	(mg/kg)	E.4	氫產生之原子吸收光譜法
		F	ICP/OES
		G	ICP/MS
備考 1.以 ICP/MS 作為測定砷、銻、鎘、鉛及硒的替代方法參照附錄 G，以 ICP/OES 作為測定砷、銻、鎘、鉻、錳、鎳、鉛及硒的另一個替代方法參照附錄 F。(prEN 17215 之備考 2)			
備考 2.每個實驗室應依步驟，在實驗室的條件下計算方法的重複性。(EN 17215 之 6.5)			

7. 運輸與儲存標示(prEN 888 之第 7 節)

7.1 輸送方式(prEN 888 之 7.1)

氯化鐵應以適當耐蝕材料製的槽車或容器輸送。

為了不影響產品的純度，不得使用曾經輸送不同產品的輸具，或者應於使用前經特別清理並準備。

7.2 法規標示(prEN 888 之 6.2)

下列為標示的範例，製造商應確認其氯化鐵(III)產品的類別，要指導使用者閱讀物質安全資料表，無水氯化鐵並無相關範例。

	<p>警示語：危險</p> <p>分類－危害說明</p> <p>H302：吞食有害</p> <p>H308：會造成皮膚灼傷</p> <p>H318：會造成眼部重傷</p> <p>H317：會造成皮膚過敏反應</p> <p>備考：預防性說明應由負責物質行銷的廠商提供，其應於包裝的標示及物質安全資料表中顯示。</p>
<p>圖 1 腐蝕性(GHS05)固體</p>	
	
<p>圖 2 有害的(GHS07)固體</p>	

	<p>警示語：危險</p> <p>分類－危害說明</p> <p>H290：可能造成金屬腐蝕</p> <p>H302：吞食有害</p> <p>H318：會造成眼部重傷</p> <p>備考：預防性說明應由負責物質行銷的廠商提供，其應於包裝的標示及物質安全資料表中顯示。</p>
<p>圖 2 腐蝕性(GHS05)液體</p>	
	
<p>圖 2 有害的(GHS07)液體</p>	

備考：有一系列的物質均依主管機關法規進行歸類，未列在法規中的物質，須由化學物質行銷負責人，依據其本質以法規的要求歸類。

7.3 運輸法規與標示(prEN 888 之 7.3)

氯化鐵(III)商品可符合運輸法規，~~如果如此~~，無水氯化鐵(a)的聯合國索引編號(UN number)為 1773，而其溶液(c)為 2582。

國際危險貨品鐵路運輸(RID)與國際危險貨品陸運歐洲協議(ADR)規定，無水氯化鐵(III)(a)危害等級為第 8 類，分類碼為 C2，包裝為類別 3。其溶液(c)危害等級為第 8 類，分類碼為 C1，包裝為類別 3。

國際危險貨品海運(IMGD)與國際空運協會(IATA)規定，無水氯化鐵(III)(a)與其溶液(c)之危險等級均為第 8 類。

7.4 標記(prEN 888 之 7.4)

標記包括下列資訊：

- (1) 氯化鐵(III)(iron (III) chloride)、商品名、等級及形式
- (2) 淨重
- (3) 供應商及/或製造商之名稱及地址
- (4) 說明：「本產品符合 CNS XXXX」

7.5 儲存(prEN 888 之 7.5)

7.5.1 長期安定性(prEN 888 之 7.5.2)

可儲存於橡膠內襯的鋼質容器或儲槽及大多數的塑膠材質容器或儲槽。

備考：會有一些氯化鐵(III)的沈積產生，避免該沈積造成問題，可 1~2 年清洗 1 次儲槽。

7.5.2 儲存不相容性(prEN 888 之 7.5.2)

無水氯化鐵(a)或六水合氯化鐵(b)應保存在乾燥且蓋緊的桶中，因為這些產品會受潮，所以要避開水。

氯化鐵水溶液(c)為酸性且具腐蝕性。

- (1) 避免接觸金屬。
- (2) 避免接觸鹼性物質
- (3) 避免接觸會釋放氯的試劑。

附錄 A

(參考)

氯化鐵(III)一般資訊

(PrEN 888 附錄 A)

A.1 原物料

隨產品與製造商的不同，無水氯化鐵係由鐵、鐵礦及氯製成。

隨產品與製造商的不同，六水合氯化鐵及氯化鐵水溶液係由鐵、氯化亞鐵、氧化鐵及過氯酸製成。

譯注：原文為單一節次，故改變節次。

A.2 製程

A.2.1 一般

無水氯化鐵係以鐵或氧化鐵與氯反應產生。

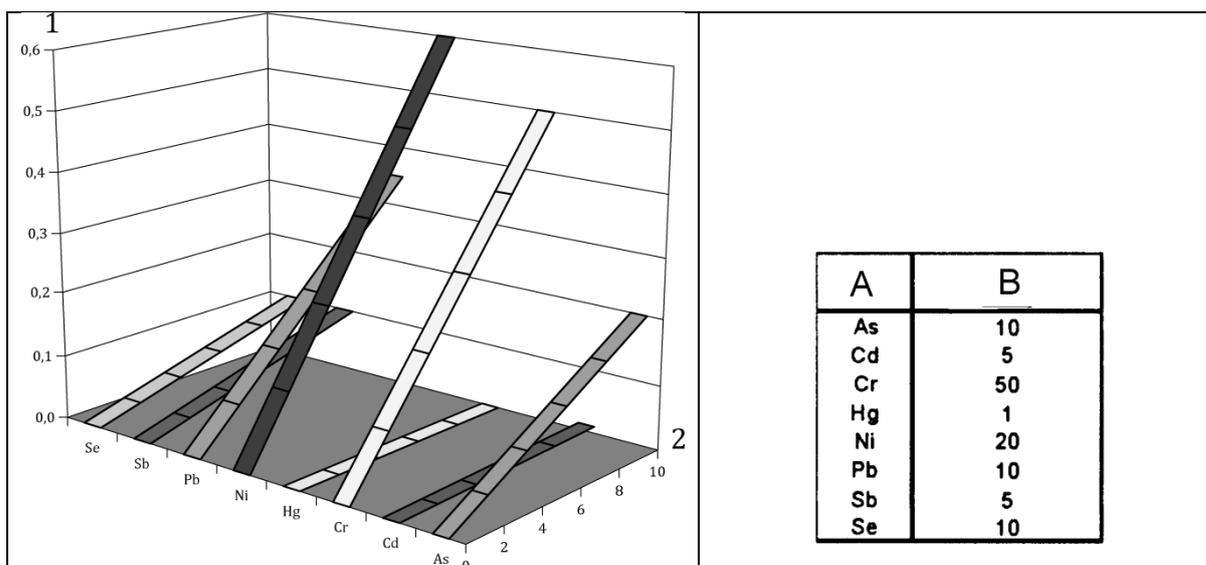
六水合氯化鐵及氯化鐵水溶液係以鐵或氧化鐵與氯或氧反應產生，或者由氧化鐵與過氯酸反應產生。

A.2.2 市售產品的品質

表 4 規定的 3 種氯化鐵(III)係反映市售產品的品質，圖 A.1 至圖 A.3 顯示添加表 4 規定純度的對應產品，會增加原水微量金屬之最大濃度。可以看出一般用量下，所增加的金屬濃度遠低於歐盟 98/83/EC 指令之限值(Parametric Values)。此外，因為大部分的微量金屬會吸收於污泥中，所以這些數字尚誇大了處理過的水中金屬濃度。本標準規定產品的使用者應根據原水特性、所需用量、處理廠條件和其他相關因素，選擇合適的等級和類型，使其能達到處理後的水質目標。

譯注：Parametric Values 在 law insider 中的定義為：The maximum or minimum level set for each individual parameter to be monitored.

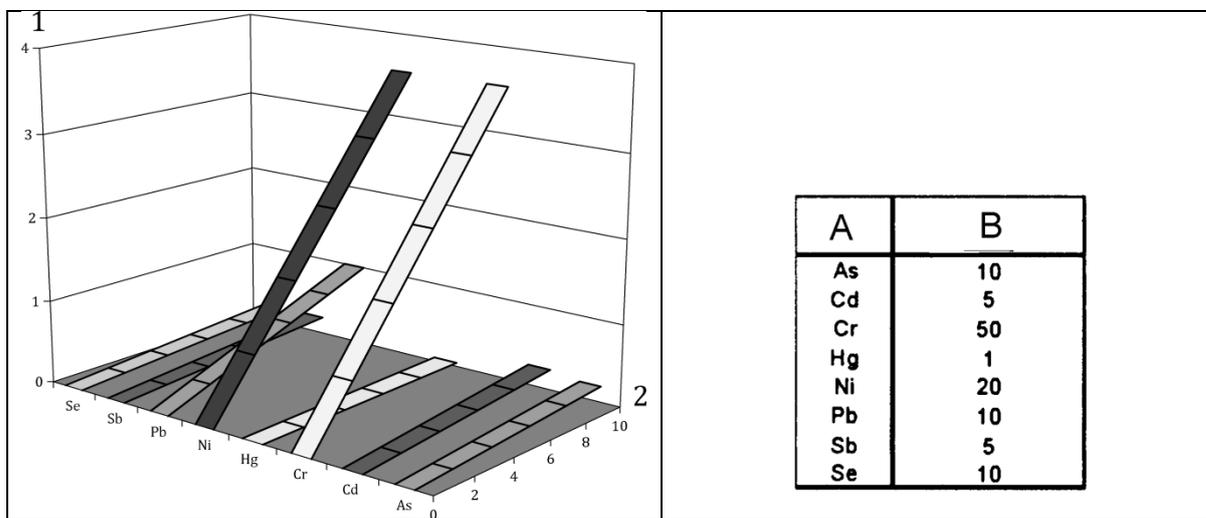
<https://www.lawinsider.com/dictionary/parametric-value>



說明：

- 1 水中金屬最大增加量($\mu\text{g/L}$)
- 2 產品用量(一般用量) mg/L 之鐵
- A 元素
- B 飲用水限值($\mu\text{g/L}$)

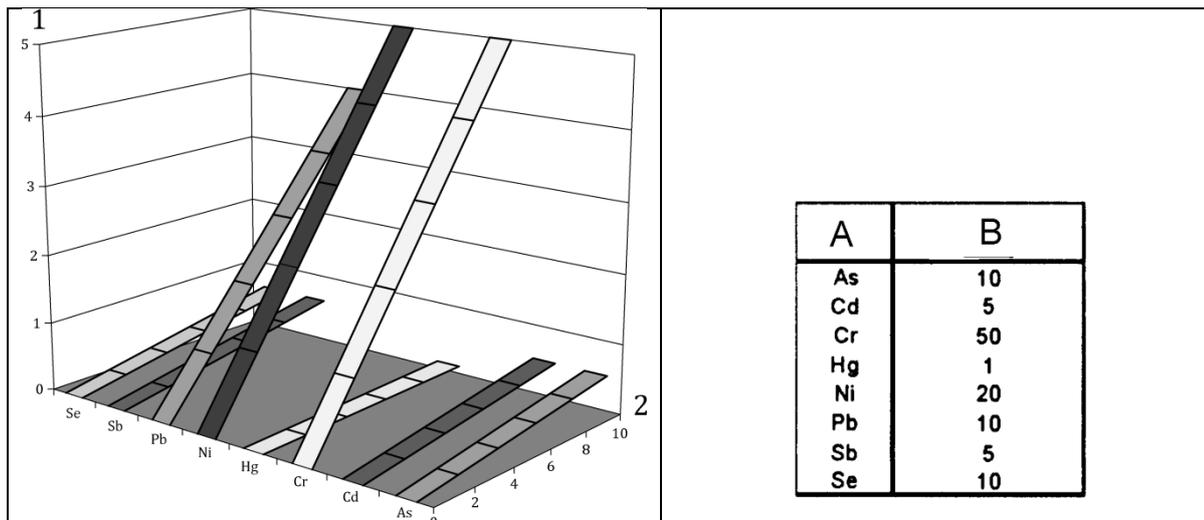
圖 A.1 第 1 型氯化鐵(III)對水中微量金屬的最大影響



說明：

- 1 水中金屬最大增加量($\mu\text{g/L}$)
- 2 產品用量(一般用量) mg/L 之鐵
- A 元素
- B 飲用水限值($\mu\text{g/L}$)

圖 A.2 第 2 型氯化鐵(III)對水中微量金屬的最大影響



說明：

- 1 水中金屬最大增加量(μg/L)
- 2 產品用量(一般用量)mg/L 之鋁
- A 元素
- B 飲用水限值(μg/L)

圖 A.3 第 3 型氯化鐵(III)對水中微量金屬的最大影響

A.3 使用

A.3.1 功能

氯化鐵(III)係作為初步凝聚劑。

A.3.2 使用形式

氯化鐵產品係以原狀(a、b、c)、溶解狀態(a、b)與稀釋狀態(c)使用，稀釋的溶液有時會水解而產生沈澱。

A.3.3 水處理之使用量

水處理的使用量視原水的品質及其用途而定，通常水處理的使用量(以鐵計)為 2 g/m³~10 g/m³。

A.3.4 使用方式

氯化鐵產品通常以水溶液形式，使用正排量之計量泵進行添加，在添加的位置要有充分的攪動，以加速分散。以水溶液形式提供的氯化鐵產品，可用純產品計量添加，隨後以注水(carrier water)稀釋。

A.3.5 次要影響

- (1) pH 值的降低
- (2) 鹼度的降低
- (3) 氯離子的濃度增加

A.3.6 過剩氯化鐵(III)的移除

凝聚過程會包括鐵離子水解為氫氧化鐵，其沈澱可用沉降、浮選及/或過濾移除。

附錄 B

(規定)

安全相關之一般規定

(PrEN 888 附錄 B)

B.1 安全處理與使用說明

供應商應提供最新的安全說明書。使用者應閱讀物質安全資料表。

B.2 緊急處置

B.2.1 急救

如果皮膚接觸，污染衣物須脫掉，皮膚用大量肥皂與水清洗。

如果眼部接觸，須撐開眼皮用流水潤洗(15 min)。

如果食入，若患者清醒，用水漱出並提供大量的 5% 碳酸鈉溶液，接著提供牛奶類的緩和劑，立即就醫。

如果吸入，將患者移至新鮮空氣處。

如果接觸皮膚及眼部、食入、吸入，須尋求醫療諮商。

B.2.3 漏液

以吸液材料儘可能移除大量濃縮的氯化鐵溶液，再以水沖洗。

B.2.2 著火

氯化鐵(III)為不可燃。如果過熱，會產生氯氣及氫氯酸。

附錄 C

(規定)

化學分析方法

(EN 17215 附錄 A)

C.1 二價鐵濃度測定(硫酸銻滴定法)(EN 17215 之 A.1)

C.1.1 一般

本方法適用鐵濃度大於 0.2%(m/m)之產品。

備考：氯化鐵溶液的濃度僅根據二價鐵與三價鐵進行量測。(EN 17215 附錄 A 主文
前之備考，原文適用多種鐵鹽 iron salt，本草案係指明氯化鐵)

C.1.2 方法概要

二價鐵係直接以硫酸銻(IV)溶液滴定，將二價鐵氧化為三價鐵。

C.1.3 試劑

所有的試劑應為認可的分析級，而所用的水應符合 CNS 3699 參考 1 表 1 之品質要求。

C.1.3.1 氫氯酸(HCl)溶液：濃度為 5 mol/L

C.1.3.2 1,10-啡啉亞鐵錯合溶液(1,10-Phenanthroline ferrous complex solution)[又稱試
亞鐵靈(ferroin)、亞鐵指示劑] [Fe(o-phen)₃SO₄]：濃度為 0.025 mol/LC.1.3.3 硫酸銻(IV)[Ce(SO₄)₂]溶液：溶於 10 %(w/v) 硫酸中，濃度為 0.1 mol/L

C.1.4 裝置與設備

一般的實驗室設備與玻璃器皿。

C.1.5 步驟

C.1.5.1 製備測試液

稱取實驗室樣品約 5 g ~ 10 g(m)精確至最接近之 0.01 g，放入 400 mL 錐形瓶中，
以(50 ± 5) mL 的水稀釋。

C.1.5.2 測定

- (1) 於錐形瓶中，邊混合邊添加 0.5 mL 氫氯酸溶液(C.1.3.1)，此時會形成深黃色的
澄清溶液。
- (2) (只能)加入 2 ~ 4 滴的亞鐵指示劑(C.1.3.2)，此時溶液會變成紅色。
- (3) 此溶液使用滴定管以硫酸銻(IV)溶液(C.1.3.3)滴定，當溶液由紅色瞬間轉變為
藍綠色，即達到終點。
- (4) 紀錄滴定所需之硫酸銻(IV)溶液體積(V)。

C.1.6 計算

依下式計算二價鐵(II)含量 $C_{(II)}$ (%) (m/m)。

$$C_{(II)} = \frac{V \times 0.5585}{m} \text{-----} \text{ (C.1)}$$

式中 V：滴定所需之硫酸銻(IV)溶液體積 (mL)

CNS 草-制 1110643:2022

m ：製備測試液之實驗室樣品之質量(g)

C.2 總鐵含量測定法

C.2.1 一般

本方法適用測定氯化鐵產品的供應濃度(at supply concentration)。

C.2.2 方法概要

鐵以氯化亞錫(II)還原，然後以硫酸銻(IV)溶液滴定。

C.2.3 試劑

所有的試劑應為認可的分析級，而所用的水應符合 CNS 3699 參考 1 表 1 之 3 級品質要求。

C.2.3.1 氫氯酸(HCl)溶液：濃度為 1.19 mol/L

C.2.3.2 氯化亞錫($\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)溶液：濃度為 0.5 mol/L

以 20 mL 氫氯酸溶液(C.2.3.1)溶解 22.6 g 之氯化亞錫($\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)，以水稀釋至 200 mL，將溶液保存於暗處。

C.2.3.3 氯化汞(HgCl_2)飽和溶液：濃度為 0.27 mol/L

C.2.3.4 1,10-啡啉亞鐵錯合溶液(1,10-Phenanthroline ferrous complex solution)[又稱試亞

鐵靈(ferroin)、亞鐵指示劑] [$\text{Fe}(\text{o-phen})_3\text{SO}_4$]：濃度為 0.025 mol/L

C.2.3.5 硫酸銻(IV)[$\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$]溶液：濃度為 0.1 mol/L：

C.2.4 裝置與設備

一般的實驗室設備與玻璃器皿。

C.2.5 步驟

C.2.5.1 製備測試液

稱取實驗室樣品約 5 g ~ 10 g(m)精確至最接近之 0.01 g，放入 200 mL 量瓶中，以水稀釋到定量。

C.2.5.2 測定

- (1) 吸取(10 ± 0.2) mL 之測試液至 500 mL 錐形瓶中。
- (2) 滴加 3 ~ 4 滴氫氯酸溶液(C.2.3.1)，一邊攪拌一邊加熱至沸騰。
- (3) 逐滴添加氯化亞錫溶液(C.2.3.2)直至褪色[還原要非常小心，需要 2 滴氯化亞錫溶液(C.2.3.2)，再多就要避免]
- (4) 在冷水中快速冷卻溶液。
- (5) 加入(10 ± 0.2) mL 的氯化汞溶液(C.2.3.3)，以水稀釋至(200 ± 5) mL 並靜置 3 min，由於氯化汞的添加會出現淡白色的霧狀，如果出現沈澱，就不要再滴定，重取一份實驗室樣品進行步驟(1) ~ (4)還原反應。
- (6) 加入(2 ± 0.2) mL 濃氫氯酸(C.2.3.1)及 4 ~ 6 滴亞鐵靈指示劑(C.2.3.4)
備考：另有其他還原方法參照附錄 B。
- (7) 此溶液使用滴定管以硫酸銻(IV)溶液(C.2.3.5)滴定，當溶液由紅色瞬間轉變為藍綠色，即達到終點。

(8) 紀錄滴定所需之硫酸銻(IV)溶液體積(V)。

備考：滴定所得之廢液應搜集並依 ISO 5790:1979 附錄 B 之規定處理，以免廢水的污染。

C.2.6 計算

依下式計算二價鐵(II)含量 C_{tot} (%) (m/m)。

$$C_{\text{tot}} = \frac{V \times 11.17}{m} \text{----- (C.2)}$$

式中，V：滴定所需之硫酸銻(IV)溶液體積 (mL)

m：製備測試液之實驗室樣品之質量(g)

C.3 三價鐵之測定法

依下式計算三價鐵的含量 $C_{\text{(III)}}$ (%) (m/m)。

$$C_{\text{(III)}} = C_{\text{tot}} - C_{\text{(II)}} \text{----- (C.3)}$$

式中， C_{tot} ：總鐵含量(C.2)(%) (m/m)

$C_{\text{(II)}}$ ：二價鐵含量(C.3)(%) (m/m)

附錄 D

(參考)

鐵含量之替代分析方法

(EN 17215 附錄 B)

D.1 二價鐵濃度測定法(重鉻酸鉀滴定法)

D.1.1 一般

本方法適用鐵含量大於 0.2%(m/m)之產品。

D.1.2 方法概要

直接以重鉻酸鉀滴定鐵。

D.1.3 試劑

所有的試劑應為認可的分析級，而所用的水應符合 CNS 3699 參考 1 表 1 之 3 級品質要求。

D.1.3.1 濃硫酸(H₂SO₄)：濃度為 1.84 g/mL

D.1.3.2 濃磷酸(H₃PO₄)：濃度為 1.71 g/mL

D.1.3.3 二苯胺磺酸鉍[Ba(C₆H₅-NH-C₆H₄SO₃)₂]：濃度為 8mmol/L

D.1.3.4 重鉻酸鉀(K₂Cr₂O₇)水溶液：濃度為 0.0166 mol/L

D.1.4 裝置與設備

一般的實驗室設備與玻璃器皿。

D.1.5 步驟

D.1.5.1 製備測試液

- (1) 將(200 ±10) mL 的水、(10 ±1) mL 的濃硫酸(D.1.3.1)及(10 ±1) mL 的濃磷酸(D.1.3.2)倒入 500 mL 錐形瓶中，以水冷卻。
- (2) 稱取(3 ~10) g 的實驗室樣品，精確至最接近的 0.1 g，移至上述裝有酸液的錐形瓶中。

D.1.5.2 測定

- (1) 此溶液使用滴定管以重鉻酸鉀溶液(D.1.3.4)滴定，並在接近滴定終點時滴加 5 滴二苯胺磺酸鉍溶液(D.1.3.3)。
- (2) 當出現持久紫色時即為達到滴定終點，記錄完成滴定所需的重鉻酸鉀溶液體積(V)。

D.1.6 計算

依下式計算二價鐵(II)之含量 C_(II) (%) (m/m)。

$$C_{(II)} = \frac{V \times 0.5585}{m} \text{----- (D.1)}$$

式中 V：滴定所需之硫酸鉍(IV)溶液體積 (mL)

m：製備測試液之實驗室樣品之質量(g)

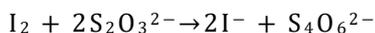
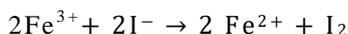
D.2 三價鐵(III)濃度測定法(碘離子滴定法)

D.2.1 一般

本方法適用鐵含量大於 0.2%(m/m)之產品。

D.2.2 方法概要

三價鐵將碘化物離子氧化為碘，然後生成的碘再用硫代硫酸鈉溶液滴定。



D.2.3 試劑

所有的試劑應為認可的分析級，而所用的水應符合 CNS 3699 參考 1 表 1 之 3 級品質要求。

D.2.3.1 硫代硫酸鈉($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)溶液：濃度為 0.1 mol/L

D.2.3.2 碘化鉀(KI)固體

D.2.3.3 碘指示劑：澱粉固體

D.2.3.4 氯化氫(HCl)溶液：濃度為 5.0 mol/L

D.2.4 裝置與設備

一般的實驗室設備與玻璃器皿。

D.2.5 步驟

D.2.5.1 製備測試液

稱取 10 g ~ 20 g 實驗室樣品(m)，精確至最接近之 0.01 g，移至 250 mL 的量瓶中，並以水稀釋至定量。

D.2.5.2 測定

(1) 取測試液(20 ± 0.2) mL 移至 500 mL 錐形瓶中，並添加約 200 mL 的水。

譯注：(1)之內容原為 D.2.5.1 之第二段，但考慮此段為測定步驟之一，所以變更至測定的第一段。

(2) 添加(20 ± 2) mL 氫氯酸 (C.2.3.4)

(3) 添加(5 ± 0.5) g 碘化鉀固體(C.2.3.2)

(4) 將溶液混合並於暗處靜置 5 min。

(5) 以硫代硫酸鈉滴定至非常淡的黃色。

(6) 加入(0.2 ~ 0.5) g 的碘指示劑(C.2.3.3)，以產生深藍色。

(7) 繼續滴定直至無色，達到滴定終點。

D.2.6 計算

依下式計算三價鐵含量 $C_{(\text{III})}$ (%) (m/m)。

$$C_{(\text{III})} = \frac{V \times 6981}{m}$$

式中 V ：滴定所需之硫代硫酸鈉溶液體積 (mL)

m ：製備測試液之實驗室樣品之質量(g)

附錄 E

(規定)

化學參數及不純物之分析方法

(EN 17215 附錄 C)

E.1 游離酸測定(EN 17215 之 C.1)

E.1.1 一般

本方法適用處理民生用水之鐵基凝聚劑的酸度測定。

量測的範圍應為(-5 ~ 10)%(m/m)，負值的游離酸係特意表示無硫酸鹽或氯化物。

本方法的測試極限為 0.1% (m/m)。

E.1.2 方法概要

試樣如為固體，以水溶解，如為水溶液則以水稀釋，添加過量硫酸，以確保有一定量的酸，添加過量的氟離子，其可與三價鐵形成穩定的鐵離子錯合物，因而去除三價鐵產生的酸性。

使用 pH 計或使用酚酞為指示劑，以氫氧化鈉滴定至 pH 8.9，測定氫離子價數。

E.1.3 干擾

鋁離子與溶解的二氧化矽會與氟化物產生六氟鋁酸鹽與六氟矽酸鹽及鹼，其會造成滴定結果變低。

E.1.4 試劑

所有的試劑應為認可的分析級，而所用的水應符合 CNS 3699 參考 1 表 1 之 3 級品質要求。

E.1.4.1 氫氧化鈉(NaOH)溶液：濃度為 0.2 mol/L

E.1.4.2 硫酸(H₂SO₄)溶液：濃度為 0.25 mol/mL(參照表 E.1，亦可使用濃度 0.1 mol/L)

E.1.4.3 二水合氟化鉀(KF·2H₂O)

E.1.4.4 氟化鉀溶液：濃度為 200 g/L

稱量(310 ± 0.5) g 氟化鉀(E.1.4.3)，移至 1000 mL 量瓶，添加 900 mL 水，再以氫氧化鈉(NaOH)溶液(E.1.4.1)調整 pH 為 9.0，再用水稀釋到定量。

E.1.4.5 酚酞溶液：0.5 g 溶於 100 mL 濃度為 50%(v/v)之乙醇中

E.1.5 裝置與設備

一般的實驗室設備與玻璃器皿，及供滴定的塑膠燒杯，以避免玻璃與與氟化氫反應，氫氟酸係為氟化物與硫酸反應而成。pH 計為選擇性裝置。

E.1.6 步驟

E.1.6.1 製備測試液

E.1.6.1.1 固體樣品

(1) 稱取(15 ~ 25) g 經均勻化的試樣(*m*)，精確至最接近之 0.01 g，放入 250 mL 燒杯中。

(2) 加入(100 ± 5) mL 的水並加以攪拌，如有需要，加熱 10 min，將不可溶的物

質溶解，再將其放冷至室溫。

- (3) 將全量移至 200 mL 量瓶中，並以水清洗燒杯並將洗液併入溶液中。
- (4) 以水稀釋至定量並混合均勻，如果樣品含有不可溶的顆粒，則用玻璃纖維過濾坩堝(GFC)先過濾後再稀釋至定量。
- (5) 吸取(50 ± 0.2) mL 的液體至 250 mL 塑膠燒杯，

E.1.6.1.2 液體樣品

- (1) 稱取 3 g 經均勻化的試樣(m)，精確至最接近之 0.001 g，置於 250 mL 塑膠燒杯中。
- (2) 添加(50 ± 2) mL 水，如果樣品含有不可溶的顆粒，要用玻璃纖維過濾坩堝(GFC)過濾。

E.1.6.2 測定

- (1) 依據表 E.1 在塑膠燒杯的測試液中添加(0 ~ 7) mL 的硫酸(E.1.4.2)，並進行攪拌。
- (2) 以量筒添加(30 ± 1) mL 的氟化鉀溶液(E.1.4.4)，並加上 3 ~ 5 滴酚酞溶液(E.1.4.5)
- (3) 立即以氫氧化鈉(E.1.4.1)滴定至持久的淡粉紅色或以 pH 計滴定至 pH 8.9，紀錄所使用的氫氧化鈉溶液體積(V_2)。
- (4) 如果滴定至持久的淡粉紅色或以 pH 計滴定至 pH 8.9 所需的氫氧化鈉溶液體積(V_2)超過 20 mL，則重複分析，惟添加少量硫酸溶液(E.1.4.2)，或不添加。
- (5) 如果滴定所需氫氧化鈉(E.1.4.1)溶液少於 4 mL，則重複分析，惟要添加多一點硫酸溶液(E.1.4.2)。
- (6) 滴定使用(6 ~ 20) mL 氫氧化鈉(E.1.4.1)溶液所得結果最佳。

E.1.7 計算

依下式計算游離酸，視測試液的製備方式，以硫酸之質量分率計算(%)。

固體樣品(E1.6.1.1)的游離酸($C_{a,solid}$)(mol H⁺/100g)

$$C_{a,solid} = \frac{V_2 \times C_2 - V_1 \times 2C_1}{m} \text{----- (C.1)}$$

液體樣品(E1.6.1.2)的游離酸($C_{a,liquid}$)(mol H⁺/100g)

$$C_{a,solid} = \frac{V_2 \times C_2 - V_1 \times 2C_1}{m \times 10} \text{----- (C.2)}$$

式中， C_1 ：硫酸溶液(E.1.4.2)的實際濃度(mole/L)

V_1 ：硫酸溶液(E.1.4.2)的添加體積(mL)

V_1 ：氫氧化鈉溶液(E.1.4.1)的添加體積(mL)

C_2 ：氫氧化鈉溶液(E.1.4.1)的實際濃度(mole/L)

m ：試樣分量(g)

結果的表示方式如下：

$$\text{硫酸(\%)(m/m)} = \frac{98.08}{2} \times (\text{mol H}^+/\text{100g})$$

譯注：建議改寫為「硫酸溶液濃度(%)(m/m)等同於氫離子濃度(mol/100g) $\times \frac{98.08}{2}$ 」

$$\text{氫氯酸}(\%)(\text{m}/\text{m}) = 36.46 \times (\text{mol H}^+/\text{100g})$$

譯注：上述步驟並無氫氯酸，不知何來，如果要此項，建議改寫為「氯酸溶液濃度(%)(m/m)等同於氫離子濃度(mol/100g) $\times 36.46$ 」，而且前面要帶一句：「可用適當濃度的氫氯酸溶液取代硫酸溶液」

上述計算結果可為負值，如為負值表示缺乏酸(acid deficiency)。

E.2 不溶物測定(EN 17215 之 C.2)

E.2.1 一般

本方法適用處理民生用水之鐵基凝聚劑的不溶物測定。

不溶物測定的範圍為(0.002 ~ 10) % (m/m)。

E.2.2 方法概要

以氫氯酸將樣品溶解(如為固體)或稀釋(如為水溶液)，以維持 pH 值在 2 以下，並以孔徑為 0.22 μm 的乾濾膜過濾，用稀釋的氫氯酸洗滌濾膜，然後再以 105 °C 乾燥，稱量留在濾膜上物質重量。

E.2.3 試劑

所有的試劑應為認可的分析級，而所用的水應符合 CNS 3699 參考 1 表 1 之 3 級品質要求。

E.2.3.1 氫氯酸(HCl)溶液：濃度為 0.2 mol/L

E.2.3.2 稀釋之氫氯酸(HCl)溶液：濃度為 0.01 mol/L

以水稀釋(5.0 \pm 0.2) mL 氫氯酸，該溶液之 pH 值應小於 2。

E.2.4 設備與裝置

一般的實驗室設備與玻璃器皿及下列裝置。

E.2.4.1 濾膜過濾器：孔徑 0.22 μm

E.2.4.2 裝有乾燥劑的乾燥器

E.2.4.3 烘箱

E.2.4.4 抽氣過濾裝置：裝在過濾角錐瓶上，連接噴水泵或透過安全瓶連接真空幫浦

E.2.5 步驟

E.2.5.1 製備測試液

測試液的製備係隨樣品的形式而異。

E.2.5.1.1 固體樣品

稱量(20 ~ 30) g 樣品(m_0)，精確至最接近之 0.01 g，置於 250 mL 燒杯，將其以(100 \pm 2) mL 稀釋之氫氯酸溶液(E.2.3.2)溶解，並攪拌 30 min。

E.2.5.1.2 液體樣品

稱量(40 ~ 60) g 樣品(m_0)，精確至最接近之 0.01 g，置於 250 mL 燒杯，將其以(100 \pm 2) mL 稀釋之氫氯酸溶液(E.2.3.2)稀釋，並攪拌 5 min。

E.2.5.2 測定

- (1) 將孔徑 0.22 μm 之濾膜過濾器(E.2.4.1)在 105 °烘箱中乾燥(30 \pm 5) min ,
- (2) 將濾膜過濾器(E.2.4.1)移至裝有乾燥劑的乾燥器(E.2.4.2)中放冷至室溫。
- (3) 在天平上測定乾燥的濾膜乾燥器質量，精確至 0.1 mg(m_1)。
- (4) 以稱重過的乾燥過濾器過濾稀釋測試液(E.2.5.1)，以 3 份(50 \pm 5) mL 的稀釋氫氯酸(E.2.3.2)清洗濾膜。
- (5) 將過濾器在 105 °C 乾燥至少 2 h 至恆重。
- (6) 於乾燥器中將過濾器放冷，再以 0.1 mg 的精確度稱量過濾器(m_2)。

E.2.6 計算

依下式計算不溶物含量(I_m)(%)(m/m)

$$I_m = \frac{(m_2 - m_1) \times 100}{m_0} \text{----- (E.3)}$$

式中 m_0 ：試樣質量(g)

m_1 ：過濾坩堝乾重(g)

m_2 ：過濾坩堝及乾的不溶物結塊(g)

E.3 錳(Mn)含量測定(原子吸收光譜法)(EN 17215 之 C.3)

E.3.1 一般

本方法適用錳(Mn)含量大於 0.05 % (m/m) 之氯化鐵或其溶液。

E.3.2 方法概要

將氯化鐵固體或溶液試樣在水中溶解稀釋，將溶液直接導入原子吸收光譜儀的火焰中，測定該稀釋溶液中的錳，錳會藉由熱解離變成原子態，在火焰式原子吸收光譜儀的光徑中，測定該原子在特定波長之吸收度，然後用校正曲線計算濃度。

E.3.3 試劑

所有的試劑應為認可的分析級，而所用的水應符合 CNS 3699 參考 1 表 1 之 3 級品質要求。

E.3.3.1 氫氯酸溶液：濃度為 30% (m/m)

E.3.3.2 錳儲備標準溶液：濃度為 1 g/L

E.3.3.3 錳的中間濃度標準溶液：濃度為 100 mg/L

吸取(10 \pm 0.2) mL 錳儲備標準溶液(E.3.3.2)至 100 mL 量瓶(E.3.4.1)，添加(3 \pm 0.2) mL 的鹽酸(C.3.3.1)，並以水稀釋至定量。

E.3.3.4 錳標準溶液(0.5 mg/L)

吸取(0.5 \pm 0.02) mL 錳中間濃度標準溶液(E.3.3.3)至 100 mL 量瓶(E.3.4.1)，添加(3 \pm 0.2) mL 的鹽酸(C.3.3.1)，並以水稀釋至定量。

E.3.3.5 錳標準溶液(1 mg/L)

吸取(1 \pm 0.02) mL 錳中間濃度標準溶液(E.3.3.3)至 100 mL 量瓶(E.3.4.1)，添加(3 \pm 0.2) mL 的鹽酸(C.3.3.1)，並以水稀釋至定量。

E.3.3.6 錳標準溶液(2 mg/L)

CNS 草-制 1110643:2022

吸取(2 ± 0.02) mL 錳中間濃度標準溶液(E.3.3.3)至 100 mL 量瓶(E.3.4.1)，添加(3 ± 0.2) mL 的鹽酸(C.3.3.1)，並以水稀釋至定量。

E.3.3.7 錳標準溶液(3 mg/L)

吸取(3 ± 0.02) mL 錳中間濃度標準溶液(E.3.3.3)至 100 mL 量瓶(E.3.4.1)，添加(3 ± 0.2) mL 的鹽酸(C.3.3.1)，並以水稀釋至定量。

E.3.3.8 空白溶液

吸取(3 ± 0.2) mL 的鹽酸(C.3.3.1)至 200 mL 量瓶(E.3.4.1)，以水稀釋至定量。

E.3.4 裝置與設備

一般的實驗室設備與玻璃器皿及下列裝置。

E.3.4.1 量瓶：容量為 100 mL 與 200 mL

E.3.4.2 分析天秤：精確度為 ± 1 mg

E.3.4.3 火焰式原子吸收光譜儀

E.3.4.4 測定錳之無電極放電燈管或中空陰極燈管

E.3.5 步驟

E.3.5.1 樣品溶液

稱量(10 ~ 20) g 之實驗室樣品(m)，精確至最接近之 0.01g，移轉至 200 mL 之量瓶(E.3.4.1)中，並以水稀釋至定量。

E.3.5.2 光譜設定

火焰式原子吸收光譜儀之操作參數，應依製造廠商操作手冊調整。

光譜儀係在錳的特定波長 279.5 nm 下操作，火焰組成為空氣 13.5 L/min 及乙炔 2.0 L/min。

E.3.6 測定

E.3.6.1 測試液

吸取(5 ± 0.025) mL 樣品溶液(E.3.5.1)至 100 mL 量瓶(E.3.4.1)，添加(3 ± 0.2) mL 的鹽酸(C.3.3.1)，並以水稀釋至定量。

E.3.6.2 量測

(1) 透過蠕動幫浦將測試液直接導入火焰中，依 E.3.5.2 所述設定光譜儀。

(2) 重複導入 3 次，紀錄吸收度並計算其平均值。

E.3.6.3 校正曲線

以量測測試液(E.3.6.1)相同方式，分別量測 4 個標準溶液(E.3.3.7、E.3.3.6、E.3.3.5 及 E.3.3.4)的吸收度及空白溶液(E.3.3.8)的吸收度，縱軸以每個溶液的吸收度平均值(吸收度單位)，橫軸以其濃度(mg/L)建立校正曲線。

E.3.7 計算

以校正曲線(E.3.6.3)計算測試液中的錳濃度(C_{Mn})。

依下式計算氯化鐵中之錳濃度或其溶液中的錳濃度(C_s)(mg/kg)。

$$C_s = \frac{C_{Mn} \times 4000}{m} \text{----- (E.4)}$$

式中， C_{Mn} ：測試液中的錳濃度(mg/L)

m ：測試液製備使用的樣品質量(g)

E.4 砷(As)、銻(Sb)及硒(Se)測定法(氫化產生之原子吸收光譜法，HGAAS)

(EN 17215 之 C.4)

E.4.1 一般(EN 17215 之 C.4.2)

本方法適用氯化鐵及其溶液中低濃度砷(As)、銻(Sb)與硒(Se)之測定。其適合之濃度範圍(mg/kg)均為：(0.1 ~ 0.5) mg/kg。

如有較高濃度，則樣品溶液應予以稀釋。

E.4.2 方法概要(EN 17215 之 C.4.1)

以四氫硼酸鈉將砷(As)、銻(Sb)及硒(Se)還原為其氫化物 H_3As 、 H_3Sb 及 H_3Se ，氣態的氟化物以氫氣傳送到石英槽中加熱分解，在火焰式原子吸收光譜儀的光徑中，測定該等原子在特定波長之吸收度，然後用校正曲線計算濃度。

譯注：E.4.1 與 E.4.2 與原文的順序相反，係考量全篇節次僅此處不同，且並無顛倒的必要性，故改寫。

E.4.3 樣品溶液

將(20 ± 0.5) g 之氯化鐵溶解於(20 ± 1) mL 的水中，加入(50 ± 2) mL 氫氯酸後使用回流冷凝器(E.4.5.3)將溶液煮沸(15 ± 2) min。將溶液冷卻移至 200 mL 的量瓶(E.4.4.5)中，並以水稀釋到定量，此為樣品溶液。

譯注：此節標題與下節標題不一樣，但內容一樣。故改寫

E.4.4 試劑

所有的試劑應為認可的分析級，而所用的水應符合 CNS 3699 參考 1 表 1 之 3 級品質要求。

E.4.4.1 過氧化氫(H_2O_2)溶液：濃度為 30%(m/m)

E.4.4.2 氫氯酸：濃度為 30 % (m/m)

E.4.4.3 抗壞血酸(L-ascorbic acid)溶液：濃度為 100 g/L

E.4.4.4 草酸溶液：濃度為 100 g/L

E.4.4.5 碘化鉀(KI)溶液：濃度為 100 g/L

E.4.4.6 硫酸(H_2SO_4)溶液：1 mol/L

E.4.4.7 四氫硼酸鈉($NaBH_4$)之 1 % (m/m)氫氧化鈉溶液：濃度為 5 % (m/m)

E.4.4.8 砷(As)、硒(Se)及銻(Sb)之個別儲備標準溶液：每一元素的濃度為 1 g/L

E.4.4.9 砷(As)、硒(Se)及銻(Sb) 之 10 mg/L 個別中間標準溶液

以砷(As)、硒(Se)及銻(Sb) 之個別儲備標準溶液(E.4.4.8)製備稀釋而成。

E.4.4.10 砷(As)、硒(Se)及銻(Sb) 之 0.1 mg/L 個別標準溶液：

以砷(As)、硒(Se)及銻(Sb) 之個別中間標準溶液(E.4.4.9)稀釋製備而成。

CNS 草-制 1110643:2022

E.4.4.11 砷(As)、硒(Se)及銻(Sb)校正溶液：濃度分別為 0 mg/L、0.001 mg/L、0.002 mg/L、0.004 mg/L、0.008 mg/L 及 0.01 mg/L
分別吸取 0 mL、1 mL、2 mL、4 mL、8 mL 及 10 mL 個別元素的標準溶液 (E.4.4.10)至一系列的 100 mL 量瓶(E.4.5.7)，砷(As)與銻(Sb)添加(30 ± 1) mL 草酸溶液(E.4.4.4)、(10 ± 0.5) mL 碘化鉀(E.4.4.5)、(5 ± 0.2) mL 抗壞血酸溶液 (E.4.4.3)及(5 ± 0.2) mL 氫氯酸(E.4.4.2)，然後用水稀釋至定量，硒則添加(30 ± 1) mL 草酸溶液(E.4.4.4)及(5 ± 0.2) mL 氫氯酸(E.4.4.2)，然後用水稀釋至定量。
各元素濃度分別為 0 mg/L、0.001 mg/L、0.002 mg/L、0.004 mg/L、0.008 mg/L 及 0.01 mg/L

譯注：底線部分係參考 E.4.6.3 增列，否則硒沒交代。

E.4.5 裝置與設備

一般的實驗室設備與玻璃器皿，及下列裝置。

E.4.5.1 分析天秤

E.4.5.2 量筒：容量 50 mL

E.4.5.3 配備回流冷凝器的圓底燒瓶

E.4.5.4 電熱板

E.4.5.5 量瓶：容量 200 mL

E.4.5.6 移液管：容量分別為 1mL、2mL、5 mL、10 mL 及 20 mL

E.4.5.7 量瓶：容量 100 mL(數個)

E.4.5.8 原子吸收光譜儀

E.4.5.9 無電極放電燈管：測定砷、銻、硒用

E.4.5.10 氫化系統：具有加熱石英槽、反應單元及控制單元

E.4.5.11 氫氣供應裝置

E.4.6 步驟

E.4.6.1 光譜儀設定

依製造廠商操作手冊規定，調整原子吸收光譜儀(E.4.5.8)及氫化裝置(E.4.5.10)，光譜儀係於各元素的波長下操作。

元素	波長
砷(As)	193.7 nm
銻(Sb)	217.6 nm
硒(Se)	196.0 nm

石英槽係加熱至 900 °C

E.4.6.2 砷(As)與銻(Sb)之量測

(1) 吸取(20 ± 0.1) mL 樣品溶液(E.4.3)至 100 mL 量瓶(E.4.5.7)中。

(2) 加入(30 ± 1) mL 草酸溶液(E.4.4.4)、(10 ± 0.5) mL 碘化鉀(E.4.4.5)、(5 ±

0.2) mL 抗壞血酸溶液(E.4.4.3)及(5 ± 0.2) mL 氫氯酸(E.4.4.2)，然後用水稀釋至定量。

(3) 所製備的溶液至少應靜置 3 h 以確保反應完全。

(4) 以移液管取此溶液(5 ± 0.1)mL 至還原槽中，添加(10 ± 1)mL 硫酸溶液(E.4.4.6)並啟動氫化控制單元。

(5) 以四氫硼酸鈉(E.4.4.7)溶液將此溶液還原，並立即將 H₃As 與 H₃Sb 以氫氣導入 900 °C 加熱之石英槽。。

(6) 以砷(As)的特定燈管(E.4.5.9)量測砷在波長 193.7 nm 的吸收度。

(7) 以銻(Sb)的特定燈管(E.4.5.9)量測銻在波長 217.6 nm 的吸收度。

E.4.6.3 硒(Se)之量測

(1) 吸取(20 ± 0.1) mL 樣品溶液(E.4.3)至 100 mL 量瓶(E.4.5.7)中。

(2) 加入(30 ± 1) mL 草酸溶液(E.4.4.4)及(5 ± 0.2) mL 氫氯酸(E.4.4.2)，然後用水稀釋至定量。

(4) 以移液管取此溶液(5 ± 0.1)mL 至還原槽中，添加(10 ± 1)mL 硫酸溶液(E.4.4.6)並啟動氫化控制單元。

(5) 以四氫硼酸鈉(E.4.4.7)溶液將此溶液還原，並立即將 H₃Se 以氫氣(E.4.5.11)導入 900 °C 加熱之石英槽。。

(6) 以硒(Se)的特定燈管(E.4.5.9)量測硒在波長 196.0 nm 的吸收度。

E.4.7 計算

從校正曲線或從回歸方程式讀取樣品溶液中的砷(As)、硒(Se)及銻(Sb)濃度 C_e (mg/L)。

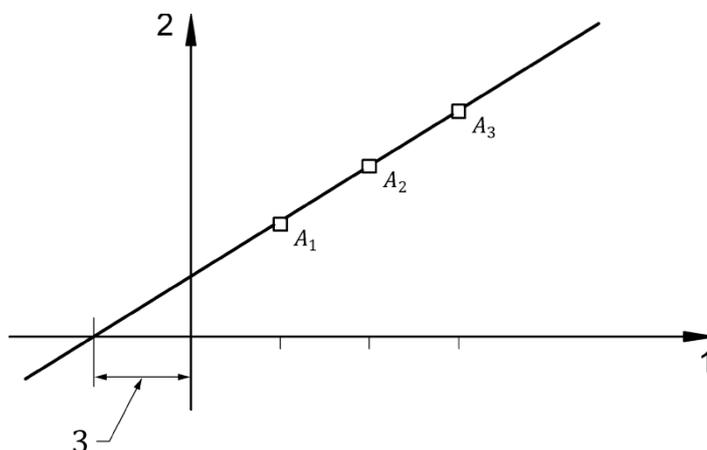
$$C_e = \frac{A_e - A_B}{S} \quad \text{----- (E.5)}$$

式中， A_e ：樣品溶液之吸收度

A_B ：空白溶液之吸收度

S ：校正曲線的斜率(mg/L)

標準添加法可依圖 E.1 計算。



其中，1：添加的標準品濃度(mg/L)

2：吸收度 A

3：樣品溶液中的濃度(mg/L)

A_1 、 A_2 、 A_3 ：添加的標準品濃度(mg/L)

圖 E.1 以標準添加法計算樣品溶液中的砷(As)、硒(Se)及銻(Sb)濃度示例

樣品溶液中的砷(As)、硒(Se)及銻(Sb)濃度係為添加濃度與其吸收度的外插校正曲線與橫軸左側的交點。

依下式計算計算氯化鐵及其溶液之砷(As)、硒(Se)及銻(Sb)濃度(C_s)(mg/kg)。

$$C_s = \frac{C_e}{20} \text{----- (E.6)}$$

式中， C_e ：樣品溶液中之砷(As)、硒(Se)及銻(Sb)濃度 (g/L)。

E.5 汞(Hg)測定法[無焰式(冷蒸汽)原子吸收光譜法，CVAAS](EN 17215 之 C.5)

E.5.1 一般

本方法適用氯化鐵及其溶液中之汞(Hg)含量測定方法。

本方法之適合濃度為(0.01 ~ 0.1) mg/kg。

較高濃度的樣品溶液應予以稀釋。

E.5.2 方法概要

樣品溶液(E.5.5)中的二價汞以氯化亞錫(II)或四氫硼酸鈉溶液將汞離子還原為元素汞，為了濃縮，元素汞從此溶液中由鈍氣氣流帶出，並在金/白金網上將其轉變為汞齊(amalgam)，汞再以快速加熱從吸收物中釋出，並傳送到石英槽中，在原子吸收光譜儀的光徑中，測定該原子在特定波長(235.7 nm)之吸收度，然後用校正曲線計算濃度。

E.5.3 試劑

所有的試劑應為認可的分析級，而所用的水應符合 CNS 3699 參考 1 表 1 之 3 級品質要求。

E.5.3.1 氫氯酸(HCl)溶液：濃度為 30 % (m/m)

E.5.3.2 過氧化氫(H₂O₂)溶液：濃度為 30%(m/m)

E.5.3.3 硫酸(H₂SO₄)溶液：濃度為 1 mol/L

E.5.3.4 氯化亞錫(SnCl₂)溶液：氯化亞錫溶於 5 % (m/m) 氫氯酸中，濃度為 10%

E.5.3.5 安定液(Stabilizing solution)：0.5 g 高錳酸鉀(KMnO₄)溶於水中

E.5.3.6 汞(Hg)儲備標準溶液：濃度為 1 g/L

E.5.3.7 汞(Hg)中間濃度標準溶液：濃度為 10 mg/L，由 E.5.3.6 之儲備標準溶液稀釋製備。

E.5.3.8 汞(Hg)標準溶液：濃度為 0.1 mg/L，由 E.5.3.7 之中間濃度標準溶液稀釋製備。

E.5.3.9 汞校正溶液

吸取 0 mL、1 mL、2 mL、4 mL、8 mL 及 10 mL 之標準溶液(E.5.3.8)至一系列的 100 mL 量瓶(E.5.4.7)，添加(1 ± 0.2) mL 安定液(E.5.3.5)、(5 ± 0.2) mL 氫氯酸(E.5.3.1)，然後用水稀釋至定量，其汞濃度分別為 0 mg/L、0.001 mg/L、0.002 mg/L、0.004 mg/L、0.008 mg/L 及 0.01 mg/L。

E.5.4 裝置與設備

一般的實驗室設備與玻璃器皿，及下列裝置。

E.5.4.1 分析天秤

E.5.4.2 量筒：容量 50 mL

E.5.4.3 配備回流冷凝器的圓底燒瓶

E.5.4.4 電熱板

E.5.4.5 量瓶：容量 200 mL

E.5.4.6 移液管：容量分別為 1 mL、5 mL 及 10 mL

E.5.4.7 量瓶：容量 100 mL(數個)

E.5.4.8 原子吸收光譜儀

E.5.4.9 無電極放電燈管：測定砷、銻、硒用

E.5.4.10 還原反應裝置：具有氯化亞錫的反應單元、石英槽及控制單元

E.5.4.11 氫氣供應裝置

E.5.4.12 汞齊技術的附件

E.5.5 樣品溶液

將(20 ± 0.5) g 之氯化鐵溶解於(20 ± 1) mL 的水中，加入(5 ± 0.2) mL 過氧化氫溶液(E.5.3.1)，加入(50 ± 2) mL 氫氯酸後使用回流冷凝器(E.5.4.3)將溶液煮沸(15 ± 2) min。將溶液冷卻移至 200 mL 的量瓶(E.5.4.5)中，並以水稀釋到定量，此為樣品溶液。

E.5.6 步驟

E.5.6.1 光譜儀設定

依製造廠商操作手冊規定，調整原子吸收光譜儀(E.5.4.8)及還原裝置(E.5.4.10)，光譜儀係於汞(Hg)元素的波長(253.7 nm)下操作。

石英槽係加熱至 200 °C

E.5.6.2 汞之量測

- (1) 使用移液管(E.5.4.6)將(5 ± 0.025) mL 樣品溶液(E.5.5)移至還原裝置(E.5.4.10)中。
- (2) 加入(10 ± 0.2) mL 硫酸溶液(E.5.3.3)及(1 ± 0.2) mL 穩定液(E.5.3.5)。
- (3) 由控制單元以氯化亞錫(E.5.3.4)開始進行還原反應，而汞蒸氣則匯聚在金/白金網上。
- (4) 將吸收物快速加熱後，釋出的汞以氫氣(E.5.4.11)輸送到 200 °C 加熱的石英槽。
- (5) 以汞的特定燈管(E.5.4.9)測定汞在波長 253.7 nm 的吸收度。

E.5.6.3 校正曲線

- (1) 量測空白溶液，並以樣品相同方式，至少也吸取 5 個(5 ± 0.2) mL 的校正溶液(E.5.3.9)至還原裝置，以製作校正曲線。
- (2) 後續步驟同 E.5.6.2。亦可使用標準添加法以避免基質影響。

E.5.7 計算

使用校正曲線讀取樣品溶液中的汞濃度(C_{Hg})(mg/L)。

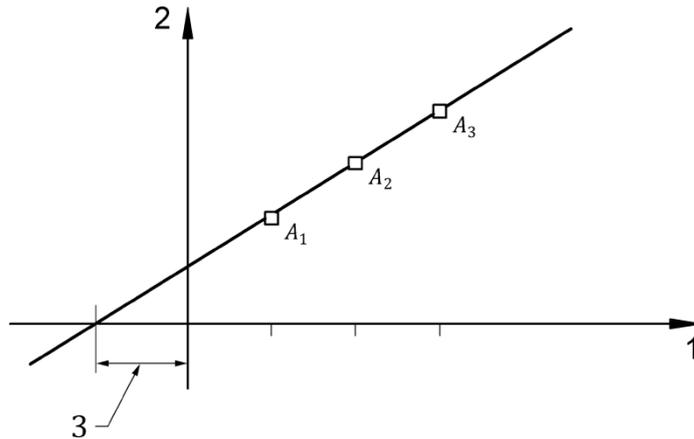
$$C_{Hg} = \frac{A_e - A_B}{S} \quad \text{-----(E.7)}$$

式中， A_e ：樣品溶液之吸收度

A_B ：空白溶液之吸收度

S ：校正曲線的斜率(mg/L)

可依圖 E.2 以標準添加法計算。



其中，1：添加的標準品濃度(mg/L)

2：吸收度 A

3：樣品溶液中的濃度(mg/L)

A_1 、 A_2 、 A_3 ：添加的標準品濃度(mg/L)

圖 E.2 以標準添加法計算樣品溶液中的汞濃度示例

依下式計算氯化鐵及其溶液中汞(Hg)濃度(C_s)(mg/kg)。

$$C_s = \frac{C_{Hg}}{100} \quad \text{-----(E.8)}$$

式中， C_{Hg} ：樣品溶液中汞(Hg)濃度(mg/L)

E.6 鎘(Cd)、鉻(Cr)、鎳(Ni)及鉛(Pb)測定法(石墨爐原子吸收光譜法，GFAAS)

(EN 17215 之 C.6)

E.6.1 一般

本方法適用氯化鐵及其溶液中低濃度之鎘(Cd)、鉻(Cr)、鎳(Ni)及鉛(Pb)含量測定方法。

本方法的適用範圍為：

- 鎘(Cd)：(0.1 ~ 1.0) mg/kg
- 鉻(Cr)：(1.0 ~ 10) mg/kg
- 鎳(Ni)：(1.0 ~ 10) mg/kg
- 鉛(Pb)：(1.0 ~ 10) mg/kg

較高的濃度，樣品溶液須予以稀釋，或者，可使用感應耦合電漿發光光譜法(ICP/OES)及火焰式原子吸收光譜法(FAAS)。

E.6.2 方法概要

鎘(Cd)、鉻(Cr)、鎳(Ni)及鉛(Pb)在原子吸收光譜儀的電熱石墨管中，由於熱分解均轉為原子態。因為是逐步升溫，所以會依序經歷乾燥、基質熱分解及熱裂解為自由原子等階段。在原子吸收光譜儀的光徑中，分別測定鎘(Cd)、鉻(Cr)、鎳(Ni)及鉛(Pb)在其特定波長之吸收度，由高鹽濃度造成之背景吸收度干擾，可以用背景修正系統[例：賽門效應(Zeeman effect)]予以降低，然後用校正曲線計算濃度。

E.6.3 試劑

所有的試劑應為認可的分析級，而所用的水應符合 CNS 3699 參考 1 表 1 之 3 級品質要求。

E.6.3.1 氫氯酸(HCl)溶液：濃度為 30 % (m/m)

E.6.3.2 過氧化氫(H₂O₂)溶液：濃度為 30%(m/m)

E.6.3.3 鎘(Cd)、鉻(Cr)、鎳(Ni)及鉛(Pb)個別儲備標準溶液：濃度為 1 g/L

E.6.3.4 鎘(Cd)、鉻(Cr)、鎳(Ni)及鉛(Pb)個別中間濃度標準溶液：濃度為 10 mg/L

由 E.6.3.3 之儲備標準溶液稀釋製備。

E.6.3.5 鉻(Cr)、鎳(Ni)及鉛(Pb)各 1 mg/L 及鎘(Cd) 0.1 mg/L 之混合標準溶液：

由 E.6.3.4 之中間濃度標準溶液稀釋製備。

E.6.3.6 鎘(Cd)、鉻(Cr)、鎳(Ni)及鉛(Pb)分析用校正溶液

吸取 0 mL、1 mL、2 mL、4 mL、8 mL 及 10 mL 之標準溶液(E.6.3.5)至一系列的 100 mL 量瓶(E.5.4.7)，添加(3 ± 0.2) mL 氫氯酸(E.6.3.1)，然後用水稀釋至定量，其鉻(Cr)、鎳(Ni)及鉛(Pb)參考濃度分別為 0 mg/L、0.01 mg/L、0.02 mg/L、0.04 mg/L、0.08 mg/L 及 0.1 mg/L。鎘(Cd)的參考濃度則為 0 mg/L、0.001 mg/L、0.002 mg/L、0.004 mg/L、0.008 mg/L 及 0.01 mg/L。

E.6.4 裝置與設備

一般的實驗室設備與玻璃器皿，及下列裝置。

E.6.4.1 分析天秤

E.6.4.2 量筒：容量 50 mL

E.6.4.3 配備回流冷凝器的圓底燒瓶

E.6.4.4 電熱板

E.6.4.5 量瓶：容量 200 mL

E.6.4.6 移液管：容量分別為 1mL、5 mL 及 10 mL

E.6.4.7 量瓶：容量 100 mL(數個)

E.6.4.8 原子吸收光譜儀

E.6.4.9 無電極放電燈管：測定鎘(Cd)、鉻(Cr)、鎳(Ni)及鉛(Pb)用

E.6.4.10 背景補償裝置(例：賽門)

E.6.4.11 自動進樣裝置：能夠調整吸取體積為(5 ~ 20) μL

E.6.5 樣品溶液

CNS 草-制 1110643:2022

將(20 ± 0.5) g 之氯化鐵或其溶液溶解/稀釋於(20 ± 1) mL 的水中，加入(5 ± 0.2) mL 過氧化氫溶液(E.6.3.2) ~~至三價鐵樣品中~~，在加入(50 ± 0.5) mL 氫氯酸後使用回流冷凝器(E.6.4.3)將溶液煮沸(15 ± 2) min。將溶液冷卻移至 200 mL 的量瓶(E.6.4.5) 中，並以水稀釋到定量，此為樣品溶液。

譯注：刪除線部分疑為原文有誤。

E.6.6 步驟

E.6.6.1 光譜儀設定

依製造廠商操作手冊規定，調整石墨爐原子吸收光譜儀(E.6.4.8)的操作參數，光譜儀係於各元素的波長下操作。

鎘(Cd)：228.8 nm

鉻(Cr)：357.9 nm

鎳(Ni)：232.0 nm

鉛(Pb)：283.3 nm

強烈建議使用適當的背景修正(E.6.4.10)。依 E.6.6.2 分別使用鎘(Cd)、鉻(Cr)、鎳(Ni)及鉛(Pb)的最佳加熱程序。

E.6.6.2 量測鎘(Cd)、鉻(Cr)、鎳(Ni)及鉛(Pb)

- (1) 吸取(10 ± 0.2) mL 樣品溶液(E.6.5)，置於 100 mL 量瓶(E.6.4.7)中。
- (2) 添加(1 ± 0.2) mL 氫氯酸(E.6.3.1)，並以水稀釋至定量，此為測試液。
- (3) 以自動進樣裝置(E.6.4.11)將測試液 10 μL 注射進石墨管中。
- (4) 啟動測試程序(參照表 E.2)。

表 E.2 光譜儀的加熱程序

元素	階段	升溫秒數(s)	恆溫秒數(s)	溫度(°C)
鎘(Cd) 鉛(Pb)	預熱	5	10	90
	乾燥	20	10	130
	灰化	30	10	850
	原子化	0	3	1,800
	燃盡	1	4	2,650
鉻(Cr) 鎳(Ni)	預熱	5	10	90
	乾燥	20	10	130
	灰化	30	10	1,400
	原子化	0	4	2,500
	燃盡	1	4	2,600

在原子化階段，以停止氣流模式(gas-stop mode)進行量測。鎘(Cd)、鎳(Ni)及鉛(Pb)原子化要使用平台(L'vov platform)，鉻(Cr)以管壁原子化(Wall atomisation)為佳。鎘(Cd)、鉻(Cr)、鎳(Ni)及鉛(Pb)分別以該原子化元素的特定燈管(E.6.4.9)，在 E.6.6.1 規定的特定波長量測吸收度。

E.6.6.3 校正曲線

- (1) 量測空白溶液，並以樣品相同方式，至少也吸取 5 個 10 μL 的校正溶液(E.6.3.6)注射至石墨管中，以製作校正曲線。

(2) 後續步驟同 E.6.6.2。強烈建議使用標準添加法以避免基質影響。

E.6.7 結果測定

使用鎘(Cd)、鉻(Cr)、鎳(Ni)及鉛(Pb)的校正曲線，讀取測試液中的濃度(C_e)(mg/L)。

譯注：原文為樣品溶液(sample solution)，但在 E.6.6.2 步驟中，樣品溶液已經稀釋 10 倍，所以應該為注射入石墨管中的測試液。另由公式 E.10 亦可推導出絕非樣品溶液。

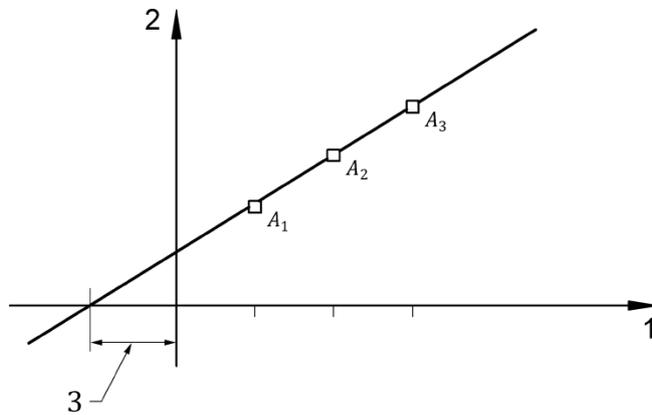
$$C_e = \frac{A_e - A_B}{S} \text{----- (E.9)}$$

式中， A_e ：測試液之吸收度

A_B ：空白溶液之吸收度

S ：校正曲線的斜率(mg/L)

可依圖 E.3 以標準添加法計算。



其中，1：添加的標準品濃度(mg/L)

2：吸收度 A

3：測試液中的濃度(mg/L)

A_1 、 A_2 、 A_3 ：添加的標準品濃度(mg/L)

圖 E.3 以標準添加法計算樣品溶液中的鎘(Cd)、鉻(Cr)、鎳(Ni)及鉛(Pb)濃度示例

依下式計算氯化鐵或其溶液中鎘(Cd)、鉻(Cr)、鎳(Ni)及鉛(Pb)濃度(C_s)(mg/L)。

$$C_s = \frac{C_e}{10} \text{----- (E.10)}$$

式中， C_e ：測試液中鎘(Cd)、鉻(Cr)、鎳(Ni)及鉛(Pb)濃度(mg/L)

備考：以感應耦合電漿原子發射光譜法(ICP/OES)測定鎘(Cd)、鉻(Cr)、鎳(Ni)及鉛(Pb)為另一方法，參見附錄 F。

附錄 F

(參考)

砷(As)、銻(Sb)、鎘(Cd)、鉻(Cr)、錳(Mn)、鎳(Ni)及鉛(Pb) 與硒(Se)之測定
(感應耦合電漿原子發射光譜法，ICP/OES)

(EN 17251 附錄 D)

F.1 一般

本方法適用於測定氯化鐵及其溶液中之砷(As)、銻(Sb)、鎘(Cd)、鉻(Cr)、錳(Mn)、鎳(Ni)及鉛(Pb) 與硒(Se)。

本方法適合的濃度(mg/kg)範圍如下：

砷(As)：(1 ~ 50) mg/kg

銻(Sb)：(1 ~ 50) mg/kg

鎘(Cd)：(1 ~ 50) mg/kg

鉻(Cr)：(1 ~ 50) mg/kg

鎳(Ni)：(1 ~ 50) mg/kg

鉛(Pb)：(1 ~ 50) mg/kg

錳(Mn)：(10 ~ 500) mg/kg

硒(Se)：(1 ~ 50) mg/kg

較高的濃度，特別是錳(Mn)，樣品溶液應以空白溶液予以稀釋。

F.2 方法概要

本方法的原理係以光學的光譜技術量測原子的放射光。樣品溶液經霧化，然後產生的氣膠以氫氣流輸送到會產生激態的電漿火炬中。特性的原子發射譜線係由感應耦合電漿(ICP)產生，光譜以有光柵的光譜儀分散為光譜線，而以光電管監測光譜線的強度，藉由校正曲線計算濃度。

F.3 試劑

所有的試劑應為認可的分析級，而所用的水應符合 CNS 3699 參考 1 表 1 之 1 級品質要求。

F.3.1 氫氯酸(HCl)溶液：濃度為 30 % (m/m)

F.3.2 過氧化氫(H₂O₂)溶液：濃度為 30% (m/m)

F.3.3 砷(As)、銻(Sb)、鎘(Cd)、鉻(Cr)、錳(Mn)、鎳(Ni)及鉛(Pb) 與硒(Se)個別儲備標準溶液：濃度為 1 g/L，此等溶液可由市售購得。

F.3.4 多元素標準溶液

吸取(100 ± 0.1) mL 錳儲備標準溶液(F.3.3)及(10 ± 0.1) mL 其他個別元素的儲備標準溶液(F.3.3)至單個 1,000 mL 的量瓶中，再加入(10 ± 0.1) mL 氫氯酸(F.3.1)，然後以水稀釋至定量，以製備多元素標準溶液。此多元素標準溶液的濃度(c₁)，除錳濃度為 100 mg/L 外，其他元素均為 10 mg/L。

F.3.5 多元素校正曲線溶液

分別吸取 1 mL、5 mL、10 mL、20 mL 及 50 mL 多元素標準溶液(F.3.4)至一系列的 100 mL 量瓶中，再添加(25 ± 1) mL 氫氯酸(F.3.1)，然後以水稀釋至定量，以製備多元素校正曲線溶液。此多元素校正曲線溶液的濃度，除錳濃度為 1 mg/L、5 mg/L、10 mg/L、20 mg/L 及 50 mg/L 外，其他元素均為 0.1 mg/L、0.5 mg/L、1 mg/L、2 mg/L 及 5 mg/L。

F.3.6 空白溶液

於 100 mL 量瓶中添加(25 ± 1) mL 氫氯酸(F.3.1)，然後以水稀釋至定量。

F.4 裝置與設備

一般的實驗室設備與玻璃器皿，及下列裝置。

F.4.1 分析天秤：能夠量測精度至 ± 0.1 mg 的天秤。

F.4.2 移液管：

(1) 容量分別為 1,000 μL 及 5,000 μL 的微量分注器

(2) 容量分別為 10 mL、20 mL 及 25 mL 的單一刻度移液管。

F.4.3 量筒：容量 50 mL

F.4.4 配備回流冷凝器的圓底燒瓶

容量為 250 mL 具有標準磨砂接頭的圓底燒瓶，可搭配水冷式回流冷凝管。

F.4.5 電熱包

能夠加熱 250 mL 圓底燒瓶內容物的加熱包。

F.4.6 量瓶：200 mL 與 1,000 mL 的量瓶各 2 個，100 mL 的量瓶共 6 個。

F.4.7 ICP 原子發射光譜儀(ICP/OES)

F.4.8 氫氣供應裝置：最高靈敏度須使用 99.99% 的高純度氫氣。

F.5 樣品溶液

(1) 在圓底燒瓶內稱量(20 ± 0.5) g 之氯化鐵或其溶液。

(2) 加入(20 ± 1) mL 的水混合均勻

(3) 加入(5 ± 0.2) mL 過氧化氫溶液(F.3.2)並混合至起泡見緩

(4) 然後加入(50 ± 2) mL 氫氯酸(F.3.1)，裝上回流冷凝器(F.4.4)並在電熱包中加熱溶液至回流(15 ± 2) min。

(5) 將溶液冷卻至室溫，然後移至 200 mL 的量瓶(F.4.6)中，並以水稀釋到定量，此為樣品溶液。

F.6 步驟

F.6.1 光譜儀設定

依製造廠商使用說明書，調整 ICP/OES 的操作參數，每一條個別的分析譜線(波長)

在該特定儀器上之敏感度、儀器偵測極限、精密度、線性動態範圍及干擾影響均須查證及確認，分析人員有責任查證用於滿足分析要求的儀器配置與操作條件，及維持認可儀器性能與分析結果的品管資料。

強烈建議使用背景修正步驟，表 F.1 為分析譜線的波長，其提供次要波長係避免受到鐵的譜線干擾。

表 F.1 分析譜線的典型光譜波長與替代波長

元素	光譜波長(nm)	替代波長(nm)	
銻(Sb)	206.834	217.582	
砷(As)	228.812	189.042	
鎘(Cd)	226.502	214.439	
鉻(Cr)	357.870	267.716	205.560
鉛(Pb)	220.353	168.215	
錳(Mn)	260.568	257.610	293.931
汞(Hg)	184.887	253.700	
鎳(Ni)	230.229	31.604	216.555
硒(Se)	196.026		

F.6.2 校正及量測

分析程序係設計供校正與量測氯化鐵溶液中的銻(Sb)、砷(As)、鎘(Cd)、鉻(Cr)、鉛(Pb)、錳(Mn)、汞(Hg)、鎳(Ni)及硒(Se)，量測空白溶液(F.3.6)及 5 個校正溶液(F.3.5)，然後以校正溶液的放射強度減去空白溶液的放射強度，此等修正過的放射強度對濃度的關係為回歸分析計算的校正因子。

將樣品溶液(F.5)以氫氣(F.4.8)噴進調整妥善且校正過的 ICP 原子發射光譜儀(F.4.7)，執行分析程序並記錄結果。

F.7 計算

依下式計算氯化鐵及其溶液中的元素不純濃度(C_s)(mg/kg)。

$$C_s = C_e \times 10 \text{ ----- (F.1)}$$

式中， C_e ：樣品溶液中元素濃度(mg/L)

附錄 G

(參考)

砷(As)、銻(Sb)、鎘(Cd)、鉛(Pb)及硒(Se)之測定

(感應耦合電漿原子發射光譜法, ICP/MS)

(EN 17215 之附錄 E)

G.1 一般

本方法適用測定氯化鐵及其溶液中之砷(As)、銻(Sb)、鎘(Cd)、鉛(Pb)及硒(Se)。

本方法適合的濃度(mg/kg)範圍如下：

鎘(Cd)：(0.01 ~ 10) mg/kg

鉛(Pb)：(0.01 ~ 10) mg/kg

砷(As)：(0.05 ~ 10)mg/kg

銻(Sb)：(0.03 ~ 10) mg/kg

硒(Se)：(0.03 ~ 10) mg/kg

較高的濃度，特別是錳(Mn)，樣品溶液應以空白溶液予以稀釋。

G.2 方法概要

本方法的原理係以質譜技術量測原子的質量。樣品溶液經霧化，然後產生的氣膠以氫氣流輸送到電漿火炬中。電漿會移除溶劑、分解氯化鐵分子然後解離樣品為原子，不同原子的質量係以質譜儀測定，藉由校正曲線計算濃度。

G.3 試劑

所有的試劑應為認可的分析級，而所用的水應符合 CNS 3699 參考 1 表 1 之 1 級品質要求。

G.3.1 氫氯酸(HCl)溶液：濃度為 36 % (m/m)

G.3.2 過氧化氫(H₂O₂)溶液：濃度為 30%(m/m)G.3.3 硝酸(HNO₃)溶液：濃度為 70% (m/m)

G.3.4 砷(As)、鎘(Cd)、鉛(Pb)、銻(Sb)及與硒(Se)個別儲備標準溶液：濃度為 100 mg/L

此等溶液可由市售購得。

G.3.5 多元素校正曲線溶液

此等溶液可由市售購得。

G.3.6 空白溶液

於 100 mL 量瓶中添加 1 mL 氫氯酸(G.3.1)，然後以水稀釋至定量。

G.4 裝置與設備

一般的實驗室設備與玻璃器皿，及下列裝置。

G.4.1 分析天秤：能夠量測精度至± 0.1 mg 的天秤。

G.4.2 移液管：

(1) 容量分別為 1,000 μL 及 5,000 μL 的微量分注器

(2) 容量分別為 10 mL、20 mL 及 25 mL 的單一刻度移液管。

CNS 草-制 1110643:2022

G.4.3 量筒：容量 50 mL

G.4.4 配備回流冷凝器的圓底燒瓶

容量為 250 mL 具有標準磨砂接頭的圓底燒瓶，可搭配水冷式回流冷凝管。

G.4.5 電熱包

能夠加熱 250 mL 圓底燒瓶內容物的加熱包。

G.4.6 量瓶：200 mL 與 1,000 mL 的量瓶各 2 個，100 mL 的量瓶共 6 個。

G.4.7 ICP/MS

G.4.8 氫氣供應裝置：最高靈敏度須使用 99.99% 的高純度氫氣。

G.5 樣品溶液

(1) 在圓底燒瓶內稱量(20 ± 0.5) g 之氯化鐵或其溶液。

(2) 加入(20 ± 1) mL 的水混合均勻

(3) 加入(5 ± 0.2) mL 過氧化氫溶液(G.3.2)並混合至起泡見緩

(4) 然後加入(50 ± 2) mL 氫氯酸(G.3.1)，裝上回流冷凝器(G.4.4)並在電熱包中加熱溶液至回流(15 ± 2) min。

(5) 將溶液冷卻至室溫，然後移至 200 mL 的量瓶(G.4.6)中，並以水稀釋到定量，此為樣品溶液。樣品溶液中氯化鐵濃度不可超過 1% 或儀器廠商的建議濃度。

G.6 步驟

G.6.1 光譜儀設定

依製造廠商使用說明書，調整 ICP/MS 的操作參數，每一個別元素在該特定儀器上之敏感度、儀器偵測極限、精密度、線性動態範圍及干擾影響均須查證及確認，分析人員有責任查證用於滿足分析要求的儀器配置與操作條件，及維持認可儀器性能與分析結果的品管資料。表 G.1 為每個元素的建議質量。

表 G.1 分析譜線的典型光譜波長與替代波長

元素	元素質量(u)	替代元素質量(u)
銻(Sb)	121	
砷(As)	75	
鎘(Cd)	111	114
鐵(Fe)	54	
鉛(Pb)	208	
錳(Mn)	55	
硒(Se)	78	82

備考：使用替代質量以將干擾降至最低，或拓展儀器的動態範圍。

G.6.2 校正及量測

分析程序係設計供校正與量測氯化鐵溶液中的銻(Sb)、砷(As)、鎘(Cd)、鉻(Cr)、鉛(Pb)及硒(Se)，量測空白溶液(G.3.6)及 5 個校正溶液(G.3.5)，以建立校正曲線。

將樣品溶液(G.5)以氫氣(G.4.8)噴進調整妥善且校正過的 ICP/MS(G.4.7)，執行分析程序並記錄結果。

G.7 計算

依下式計算氯化鐵及其溶液中的元素不純濃度(C_s)(mg/kg)。

$$C_s = C_e \times 10 \text{ -----(G.1)}$$

式中， C_e ：樣品溶液中元素濃度(mg/L)

參考資料

- [1] EN 888, Chemicals used for treatment of water intended for human consumption - Iron (III) chloride
- [2] EN 889, Chemicals used for treatment of water intended for human consumption - Iron (II) sulfate
- [3] EN 890, Chemicals used for treatment of water intended for human consumption - Iron (III) sulfate solution
- [4] EN 891, Chemicals used for treatment of water intended for human consumption - Iron (III) chloride sulfate
- [5] EN 14664, Chemicals used for treatment of water intended for human consumption - Iron (III) sulfate, solid

相對應參考標準

prEN 888 : 2020 Chemicals used for treatment of water intended for human consumption - Aluminium sulfate

BS EN 17215:2019 Chemicals used for treatment of water intended for human consumption — Aluminium-based coagulants — Analytical methods