

# 中華民國國家標準

## C N S

**紡織品－有機氟－第 1 部：液相層析法測定萃取之不揮發  
化合物**

**Textiles and textile products - Organic fluorine - Part 1:  
Determination of non-volatile compounds by extraction  
method using liquid chromatography**

**CNS (草-制 1121032):2023**

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

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
前言 .....	2
1. 適用範圍 .....	3
2. 引用標準 .....	3
3. 方法原理 .....	3
4. 試藥 .....	6
5. 設備 .....	7
6. 取樣 .....	7
6.1 一般要求 .....	7
6.2 依單位面積取樣 .....	7
6.3 依質量取樣 .....	8
6.4 樣品前處理 .....	8
7. 步驟 .....	8
7.1 製備儲備溶液 .....	8
7.2 製備參考標準溶液 .....	8
7.3 製備檢量線溶液 .....	8
7.4 萃取 .....	8
7.5 分析 .....	9
8. 結果 .....	9
8.1 校正 .....	9
8.2 計算結果 .....	10
8.3 計算特定 PFAS 總和結果 .....	11
8.4 定量極限 .....	11
8.5 方法的可靠度 .....	11
9. 測試報告 .....	13
附錄 A (規定)可用離子對及液相層析串聯質譜分析法中 PFAS 的定量極限 .....	14
附錄 B (參考)液相層析串聯質譜分析法中的干擾 .....	16
附錄 C (參考)其他可檢驗項目 PFAS 列表 .....	17
附錄 D (參考)層析條件 .....	18
附錄 E .....	20

## CNS (草-制 1121032):2023

### 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。CNS 15808:2007 已被廢止，由本標準取代。

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

本標準規定以液相層析儀(LC)偵測並定量紡織品(纖維、紗線及織物)及塗層織物中已選定可萃取全氟及多氟化合物的方法。

表 1 為一般常見檢驗項目(包含管制項目)，表 C.1 為其他項目，如果本方法驗證可測定其他 PFAS 化合物，亦可適用該等化合物。

### 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)。

CNS 3699 化學分析用水

ISO 5089 Textiles - Preparation of laboratory test samples and test specimens for chemical testing

### 3. 方法原理

表 1 及表 C.1 所選定之化合物於超音波浴中以甲醇萃取，其萃取液以具串聯質譜偵檢器的液相層析儀(LC-MS/MS)分析。

表 1 一般常見檢驗項目

編號	化合物名稱	縮寫	CAS No.
全氟羧酸			
1	全氟己酸 Perfluoro-n-hexanoic acid	PFH <sub>x</sub> A	307-24-4
2 <sup>(a)</sup>	全氟辛酸 Perfluoro-n-octanoic acid	PFOA	335-67-1
2.2 <sup>(a)</sup>	全氟辛酸鹽類： 全氟辛酸銨 Ammonium pentadecafluorooctanoate 全氟辛酸鈉 Sodium perfluorooctanoate 全氟辛酸鉀 Potassium perfluorooctanoate 全氟辛酸銀 Silver perfluorooctanoate 全氟辛醯氟 Perfluorooctanoyl fluoride	APFO Na-PFO K-PFO Ag-PFO F-PFO	3825-26-1 335-95-5 2395-00-8 335-93-3 335-66-0

表 1 一般常見檢驗項目(續)

編號	成分名稱	縮寫	CAS No.
3 <sup>(a)</sup>	1H, 1H, 2H, 2H-全氟癸磺酸 1H,1H,2H,2H-Perfluorodecanesulfonic acid	8:2 FTS	39108-34-4
4	全氟壬酸 Perfluoro-n-onanoic acid	PFNA	375-95-1
4.2	全氟壬酸鹽類： 全氟壬酸銨 Ammonium perfluorononanoate 全氟壬酸鈉 Sodium perfluorononanoate	NH <sub>4</sub> -PFN Na-PFN	4149-60-4 21049-39-8
5	全氟癸酸 Perfluoro-n-decanoic acid	PFDA	335-76-2
5.2	全氟癸酸鹽類： 全氟癸酸銨 Ammonium perfluorodecanoate 全氟癸酸鈉 Sodium perfluorodecanoate	NH <sub>4</sub> -PFD Na-PFD	3108-42-7 3830-45-3
6	全氟十一酸 Perfluoroundecanoic acid	PFUdA	2058-94-8
7	全氟十二酸 Perfluorododecanoic acid	PFDoA	307-55-1
8	全氟十三酸 Perfluorotridecanoic acid	PFTTrDA	72629-94-8
9	全氟十四酸 Perfluorotetradecanoic acid	PFTeDA	376-06-7
10	全氟-3-7-二甲基辛烷羧酸酯 Perfluoro(3,7-dimethyloctanoic acid)	PF-3,7-DMOA	172155-07-6
11 <sup>(a)</sup>	2H,2H,3H,3H-全氟十一酸 2H,2H,3H,3H-Heptadecafluoroundecanoic acid	4HPFUnA	34598-33-9

表 1 一般常見檢驗項目(續)

編號	成分名稱	縮寫	CAS No.
全氟烷磺酸			
12	全氟丁磺酸 Perfluorobutanesulfonic acid	PFBS	375-73-5
13	全氟己磺酸 Perfluorohexanesulfonic acid	PFH <sub>x</sub> S	355-46-4
14 <sup>(b)</sup>	全氟辛磺酸 Perfluorooctane sulfonate	PFOS	1763-23-1
14.2 <sup>(b)</sup>	全氟辛磺酸鹽類： 全氟辛磺酸鉀 Potassium perfluorooctane sulfonate 全氟辛磺酸鋰 Lithium perfluorooctane sulfonate 全氟辛磺酸銨 Ammonium perfluorooctane sulfonate 雙(2-羥基乙基)全氟辛基磺醯胺 Bis(2-hydroxyethyl)ammoniumperfluorooctane sulfonate 全氟辛基磺醯四乙基胺 Tetraethyl ammonium heptadecafluorooctane sulfonate	PFOS-X	2795-39-3 29457-72-5 29081-56-9 70225-14-8 56773-42-3
全氟辛磺醯胺(FOSA)			
15 <sup>(b)</sup>	全氟辛磺醯胺 Perfluorooctane sulfonamide	PFOSA	754-91-6
16 <sup>(b)</sup>	N-甲基全氟辛磺醯胺 N-Methylperfluoro-1-octanesulfonamide	N-MeFOSA	31506-32-8
17 <sup>(b)</sup>	N-乙基全氟辛磺醯胺 N-Ethylperfluoro-1-octanesulfonamide	N-EtFOSA	4151-50-2
全氟辛磺乙醇胺(FOSE)			
18 <sup>(b)</sup>	N-甲基全氟辛磺乙醇胺 2-(N-methylperfluoro-1-octanesulfonamide)-ethanol	N-MeFOSE	24448-09-7

表 1 一般常見檢驗項目(續)

編號	成分名稱	縮寫	CAS No.
19 <sup>(b)</sup>	N-乙基全氟辛磺乙醇胺 2-(N-Ethylperfluoro-1-octanesulfonamido)-ethanol	N-EtFOSE	1691-99-2
全氟調聚醇(FTOH)			
20 <sup>(a)</sup>	1H,1H,2H,2H-全氟-1-癸醇 2-Perfluorooctylethanol	8:2 FTOH	678-39-7
21 <sup>(a)</sup>	1H,1H,2H,2H-全氟-1-十二醇 2-Perfluorodecylethanol	10:2 FTOH	865-86-1
其他			
22 <sup>(b)</sup>	全氟辛磺醯氟 Heptadecafluorooctanesulfonyl fluoride	PFOSF	307-35-7
23	全氟辛磺酸二癸二甲基銨 1-decanaminium, N-decyl-N, N dimethyl-0,1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-heptadecafluoro-1-octanesulfonate		251099-16-8
24	全氟(2-甲基-3-氧雜己酸) 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(heptafluoropropoxy)propionic acid	HPFO-DA	13252-13-6
24.2 <sup>(c)</sup>	全氟(2-甲基-3-氧雜己酸)鹽類及醯鹵類 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(heptafluoropropoxy)propionic acid salts and acryl halides X=F X=NH <sub>4</sub> X=K	HPFO-DA-X	21062-98-8 62037-80-3 67118-55-2
<p>註<sup>(a)</sup> 為 PFOA 及相關化合物。</p> <p>(b) 為 PFOS 及相關化合物。</p> <p>(d) 為測定鹵化物，甲醇萃取後需進行水解步驟。</p>			

#### 4. 試藥

4.1 甲醇(CH<sub>3</sub>OH)：LC/MS 級，CAS 編號：67-56-1。

#### 4.2 查核標準品(check standards)

可選用下列三種之一，並以(a)為優先選用。

(a) Perfluoro-n-[1,2,3,4-<sup>13</sup>C<sub>4</sub>]-octanoic-acid，CAS No. 960315-48-4。

(b) <sup>13</sup>C<sub>x</sub>PFOS (如：[F(CF<sub>2</sub>)<sub>8</sub>SO<sub>3</sub><sup>-</sup>H<sup>+</sup>]-1,2,3,4-<sup>13</sup>C<sub>4</sub>)，CAS No. 960315-53-1。

(c) <sup>18</sup>O<sub>x</sub>PFOS (如：[F(CF<sub>2</sub>)<sub>8</sub>SO<sub>3</sub><sup>-</sup>H<sup>+</sup>]-,<sup>18</sup>O<sub>2</sub>)，CAS No. 31200-98-2。

4.3 符合 CNS 3699 所規定之等級 1 或 LC/MS 適用之試劑水

4.4 選定的 PFAS 化合物，如表 1 及表 C.1 所列。

可為市售取得經驗證之待測化合物溶液，或可製備待測化合物溶液。

## 5. 設備

### 5.1 一般要求

儘可能使用不含氟系聚合物(包括聚四氟乙烯)製的器皿，例：聚丙烯(PP)或聚乙烯(PE)，除下列裝置外，應使用一般實驗裝置及實驗用玻璃器皿。

**5.2 試樣容器：**實驗室中重複使用之容器，例如以玻璃、聚丙烯或聚乙烯製成者，使用前需以甲醇清洗乾淨。容器在使用前應檢查可能存在的背景汙染。

**5.3 切割模具或模板及切割工具：**能量測並切割以面積計算的材料。

**5.4 萃取試樣瓶：**玻璃、聚丙烯材質，附有螺旋蓋，適當大小(例：40 mL)，無干擾物質。

備考：干擾物質的詳細資料，參照附錄 B

**5.5 LC 試樣瓶：**玻璃、聚乙烯或聚丙烯材質，無干擾物質。

備考：干擾物質的詳細資料，參照附錄 B。

**5.6 超音波浴槽：**具加熱器，浴溫可設定在(60±5) °C。

**5.7 濃縮裝置：**如旋轉式減壓濃縮機，其他濃縮樣品的裝置亦可使用，例：吹氮濃縮裝置。

**5.8 液相層析儀：**可溫度控制，配備所有需要的附屬裝置，包括氣體、LC 管柱、注射器及串聯質譜偵檢器，不含氟系聚合物(包括聚四氟乙烯)。

**5.9 天平：**精密度至少 1 mg。

**5.10 分析天平：**精密度至少 0.1 mg。

**5.11 濾膜：**孔徑 0.45 μm 纖維膜或孔徑 0.2 μm 聚丙烯膜。

備考：濾膜可能會有 PFAS 的汙染，要用萃取有關的溶劑潤洗濾膜，並分析濾液進行查核。

## 6. 取樣

### 6.1 一般要求

選取的樣品應對其所取的批次具代表性，如果可行，應依 ISO 5089 取樣。如果對具有明顯不同部位的產品取樣，應將產品拆解，每個部位分別依適用的 6.2 或 6.3 規定處理。

### 6.2 依面積取樣

當使用本標準測定 PFOS 相關化合物，其結果應以質量/單位面積出具報告。取織物試片，以得到至少 1 g 且面積至少 100 cm<sup>2</sup> 的材料。

使用切割模具或適當切割工具與模板(5.3)切取，並以避免織物變形方式，測定試片的面積，每邊精確至 0.1 cm。如果使用切割模具，以切割模具的面積供計算使用。以天平(5.9)秤量試片並記錄質量，精確至 10 mg。

同時確認面積與質量，可使結果以 mg/kg 及 μg/m<sup>2</sup> 表示。

備考：如果可取得之樣品少於 1 g，則其萃取溶劑體積，及查核溶液的體積可比例減少。

### 6.3 依質量取樣

若樣品不適合以面積取樣(例：纖維、紗線)，則依質量取至少 1 g 進行取樣。

### 6.4 試樣製備

試樣在試驗前應儲放在試樣容器(5.2)中。

試樣應剪成各邊長 0.3 cm~0.5 cm 的碎片，在加入甲醇前，將試樣全部移轉至適當的萃取試樣瓶(5.4)中。#####

## 7. 步驟

### 7.1 製備儲備溶液

準備表 1 所列 PFAS 化合物，除 FTOH 系列需以 10 µg/mL 外，其餘化合物可選用 0.1 µg/mL 配在甲醇中的混標或單標作為儲備溶液，若需自行秤重配製，則需使用分析天平(5.10 節)作紀錄。

含有列於表 1 與表 C.1 的選定 PFAS 甲醇溶液(0.1µg/mL) (FTOH 化合物則為 10 µg/mL)，可使用市售經認證的混合物，亦可使用個別的組成份。如果此等溶液由本標準之使用者配製，應使用分析天秤(5.10)。

**Selected PFAS** as listed in Table 2 and Table C.1, either as commercially available certified mixes or as individual components **in solution in methanol, containing 0,1 µg/ml** (10 µg/ml for FTOH substances).

如使用市售化合物，可選用售 0.1 µg/mL 配在甲醇中的混標或單標作為儲備溶液，若需自行秤重配製，則需使用分析天平(5.10節)。-許委員文賢

### 7.2 製備參考查核標準溶液

將 4.2 參考的查核標準品溶液以甲醇配成 0.1 µg/mL。以利使用(備用)。

### 7.3 製備檢量線校正溶液

需以至少 5 個點配製合適的濃度範圍進行分析，可參考附件 A 的偵測極限。檢量線需配製在跟樣品萃取液相同基質的溶劑中，亦即 50 % 甲醇溶液中，並添加參考標準溶液(7.2)。

本分析至少要配製 5 個適當濃度 PFAS 的校正甲醇溶液，例：從 0.0001 µg/ml~ 0.001 µg/ml (FTOH 化合物則為 0.001 µg/ml ~ 1 µg/ml)，其可達到的定量極限(LoQ)參照附錄 A。校正溶液應以樣品萃取(7.4)的相同基質製備，例：含有 1 ng/mL 查核溶液(7.2)的甲醇/水 1:1(v/v)。

儲備溶液(7.1)配製於甲醇中可保存 6 個月，但檢量線溶液(7.3)因配製於 50 % 甲醇溶液中只能保存 1 至 2 天，尤其 FTOH 系列化合物。因此每次萃取時應同步配製檢量線。

PFSA 在甲醇(8.1)中的安定性為 6 個月，但在甲醇/水中的安定性則為(1~2)天，特別是 FTOH 類化合物，因此需要在使用當天稀釋。

### 7.4 萃取

加入 10 mL 甲醇至 7.4 之試管中，並將試管置入超音波水浴槽中並設置 60±5 °C，

萃取 120 ± 5 分鐘。若樣品無法完全浸入萃取液中則再加入 5 mL 甲醇，至多可達 20 mL。

在試樣瓶(5.4)中加入 10 mL 甲醇，並於(60 ± 5)°C 的超音波浴中萃取試樣(120 ± 5) min，如果試樣無法完全浸沒，後續添加 5 mL 甲醇至 20 mL。

備考：如果溶劑仍無法覆蓋試片，可再增加溶劑體積，此時，可能需要濃縮甲醇萃取液，以達到 LoQ。

經冷卻後，取 0.5 mL 萃取液至試管中，並加入 0.49 mL 水及 0.01 mL 參考標準溶液。

冷卻後隨即取 0.5 mL 試片的萃取液、0.49 mL 的水及 0.01 mL 查核溶液(7.2)至萃取試樣瓶(5.4)中。

為量測 HFPO-DA，水解的步驟是為必需的。量測表 2 中第 29 項的 HFPO-DA 時需要水解步驟，因此甲醇-水萃取液需放置於室溫 24 小時。

若萃取液較為混濁，可以離心方式將澄清液體轉移到新的試管中再上機分析。參考標準溶液之回收率需大於 60%，若低於 60% 時需將萃取液以稀釋或標準品添加的方式去解決基質效應造成的離子抑制的影響。

如果萃取液混濁，LC/MS/MS 分析時，需離心並傾析上澄液或者使用濾膜(5.11)過濾至另一個試樣瓶(5.5)中。萃取液中的查核標準品回收率須為 60% 以上，且查核標準品可用於計算，如果小於 60%，則建議進行稀釋及/或使用標準添加法解決離子抑制方面的基質效應。

如果需要稀釋或重複試驗，甲醇萃取液應與試樣分開，否則會發生結果的不一致，特別是對 FTOH 類化合物。(漏)

如果需要濃縮步驟，則需證實“回收率”為 60% 以上，除去溶劑時(例：旋轉真空蒸發器濃縮並蒸發至乾時)會導致 FTOH 大量損失。(漏)

## 7.5 分析

分析參數如附件 D。

LC/MS/MS 的分析條件詳如附件 D。

## 8. 結果

### 8.1 校正

藉由參考標準溶液(7.2 節)及檢量線溶液(7.3 節)的訊號及濃度建立線性方程式。

檢量線僅適用於落於該濃度區間的分析結果。此外，檢量線會受儀器條件影響，因此持續檢量線查核是為重要的檢查項目。

校正係建立在含待測化合物(7.3)的各溶液與查核溶液(7.2)之基礎上，要確保訊號與濃度間為線性關係，化合物的校正曲線只有在量測範圍才有效，此外，校正曲線隨儀器狀態變動，應定期查核，例行的分析，採用 5 點校正方式查核校正曲線(亦即持續校正查核)即可。由每個化合物(i)的校正曲線，分別計算其斜率與截距。

審查：continuing calibration 係在一批分析的過程中與最後，查核儀器是否偏離原校正狀態的動作。

The calibration is based on solutions containing the compounds of interest (8.3) and check solution (8.2). Ensure there is a linear dependence between signal and concentration. The calibration curve for a substance is valid only for the measured concentration range. Additionally, the calibration curve depends on the condition of the instrument, which shall be checked regularly. For routine analysis, a check (i.e. continuing calibration check) of the calibration curve, by means of a five point calibration, is sufficient. From the calibration curve for each substance (i) calculate the slope ( $a_i$ ) and intercept ( $b_i$ ).

## 8.2 計算結果

### 8.2.1 結果出具以 mg/kg 表示：

附件 A 為各化合物(i)之分析離子。化合物濃度( $\rho_i$ )可藉由公式(1)計算出：

測定附錄 A 中每個待監測化合物(i)的離子，依公式(1)計算化合物(i)的質量濃度( $\rho_i$ )：

$$\text{公式(1): } p_i = \frac{(y_{ig} - b_i)}{a_i} \dots\dots\dots (1)$$

式中，  $p_i$ ：化合物 i 在萃取液的濃度( $\mu\text{g/mL}$ )

萃取液中化合物 i 的濃度( $\mu\text{g/mL}$ )

$y_{ig}$ ：化合物 i 在萃取液中所量測到的數值(例如：積分面積)。

萃取液中化合物 i 的量測值(例如：積分面積)。

$a_i$ ：檢量線校正曲線的斜率

$b_i$ ：檢量線校正曲線的截距

各待測物在樣品中的濃度可由公式(1) $p_i$ 的計算出來，如公式(2)所示：

由公式(1)的  $p_i$ ，利用萃取過程中的稀釋因子、濃縮因子及/或取樣分率，計算每

個化合物在樣品中的含量。簡單的計算示例如公式(2)：

$$\text{公式(2): } M_i = \frac{p_i}{m_s} \times v$$

式中，  $M_i$ ：化合物 i 在樣品中的濃度 ( $\text{mg/kg}$ )

$v$ ：萃取體積(mL)

$p_i$ ：化合物 i 在萃取液的濃度( $\mu\text{g/mL}$ )

$m_s$ ：樣品質量(g)

與 PFOA 有關的物質應以  $\text{mg/kg}$  表示。(漏)

與 PFAS 有關的物質(如果樣品為覆層織物)應以  $\mu\text{g/m}^2$  表示。可依公式(3)計算以  $\mu\text{g/m}^2$  為單位的濃度。

### 8.2.2 結果出具以 $\mu\text{g/m}^2$ 表示：

濃度計算方式如公式(3)：

$$\text{公式(3)} : M_A = \frac{m_s}{A} \times M_i \times 10000 \dots\dots\dots (3)$$

式中，  $M_A$ ：在單位面積試樣中的化合物 i 質量(μg/m<sup>2</sup>)

$M_i$ ：化合物 i 在試樣樣品中的濃度 (mg/kg)

$m_s$ ：樣品試樣質量(g)

$A$ ：測試樣品之面積(cm<sup>2</sup>)

**8.3 計算特定 PFAS 總和之計算結果**

在特定情形下，最終產出的結果為不同 PFAS 之總和結果。

某些情況下，最終結果會要求以不同的 PFAS 總合表示。

用以加總的 PFAS 需標示清楚，若各別 PFAS 的分析結果低於定量極限時，可視為 0 而不用將其加總。

列入總和的所有 PFAS 要明確列出。

將相關確認過的 PFAS 結果(由 8.2 測得)加入總和結果，如果單一的 PFAS 結果低於試驗方法的定量限值(9.4)，則該結果視為 0 且不納入總和。

**8.4 偵測極限與定量極限**

本方法(除 FTOH 系列)定量極限為 0.01 mg/kg，FTOH 系列(如表 1 中編號 22、23 及表 C.1 中編號 6、7)定量極限為 0.1 mg/kg，

PFOS 及其相關化合物得以面積為單位計算結果，定量極限為 1 μg/m<sup>2</sup>。

使用本方法，PFOS 與 FTOH 系列可達到的方法偵測極限(LoD)為 1 μg/kg，定量極限(LoQ)為 2.1 μg/kg。

以 ng/mL 為單位的定量極限(LoQ)參照附錄 A。

**8.5 方法的可靠度**

經一輪測試後，將特定 PFAS 結果列於表 3，統計資料根據 ISO 13528:2015，使用 robust algorithm A (平均數、標準差及不確定性  $u_x$ )及 robust algorithm S (重複性及再現性)

特定 PFAS 的循環試驗結果列於表 3，統計資料係根據 ISO 13528:2015，使用穩健運算法 A(平均值、標準差及不確定度  $u_x$ )及穩健運算法 S(重複性與再現性)。

表 2 特定 PFAS 循環試驗結果

Reference 項次	PFAS μg/kg	Robust Mean 穩健平 均值	Robust Standard Deviation 循環試驗 標準差	Uncertainty Type 不確定度	重複性	再現性
表	化合物 編號	μg/kg	μg/kg	$u_x$	r	R

CNS (草-制 1121032):2023

						標準偏差	limit 限值	標準偏 差	Limit 限值
1	2	PFOA (Sample 2)	4415	1647	651	411	1150	1678	4698
1	2	PFOA (Sample 5)	403	145	57	60	168	152	426
1	3	8:2 FTS (Sample 2)	21.9	10.7	4.7	4.9	13.8	11.3	31.8
1	7	PFDA (Sample 5)	138	77	31	20	55	79	221
1	11	PFTeDA (Sample 2)	77	38	15	7	18	39	108
1	22	8:2 FTOH (Sample 1)	2695	1765	834	143	401	1768	4951
1	22	8:2 FTOH (Sample 2)	38917	18484	7307	4800	13441	18863	52816
1	23	8:2 FTOH (Sample 5)	7767	4543	1796	760	2129	4581	12828
C1	1	10:2 FTOH (Sample 5)	4247	1658	733	621	1738	1726	4832
C.1	1	PFBA (Sample 2)	1059	418	165	66	185	422	1181
C.1	7	PFBA (Sample 5)	21	8	3	2	6	8	22
C.1	7	6:2 FTOH (Sample 1)	2086	1155	546	282	789	1175	3291
C.1	10	6:2 FTOH (Sample 2)	6336	2302	959	726	2034	2372	6642

審查：括號中的(sample X)應弄清楚

## 9. 測試報告

測試報告必須至少包括下列各項。

- (a) 測試方法的參考依據標準總號及使用方法。
- (b) 樣品識別名稱。樣品名稱及描述
- (c) 樣品單位(以 g 或 m<sup>2</sup>)。
- (d) 標示各別化合物的結果(以 mg/kg 或 μg/m<sup>2</sup>)
- (e) 若有相關時，PFAS 之加總結果
- (f) 任何步驟上的偏差
- (h) 任何不常見異常的情況
- (i) 測試日期

## 附錄 A

(規定)

可用離子對及液相層析串聯質譜分析法中 PFAS 的定量極限

## LC/MS/MS 分析 PFAS 的可用離子對及定量極限

可用離子對及其定量極限列於表 A.1。

表 A.1 以 LC/MS/MS 分析 PFAS 的可用離子對及可達到的定量極限(漏)

待測物 化合物		Cas No.	母離子	子離子	LOQ ng/ml
PFBA	Perfluorobutanoic acid	375-22-4	213	169	10
PFPeA	Perfluoropentanoic acid	2706-90-3	263	219	10
PFHxA	Perfluoro-n-hexanoic acid	307-24-4	313	269/119	10
PFHpA	Perfluoro-n-heptanoic acid	375-85-9	363	319/169/255	10
PFOA	Perfluoro-n-octanoic acid	335-67-1	413	369/169	10
APFO	Perfluoro-n-octanoic acid salts - Ammonium	3825-26-1		測 PFOA	10
Na-PFO	pentadecafluorooctanoate	335-95-5			
K-PFO	- Sodium perfluorooctanoate	2395-00-8			
Ag-PFO	- Potassium perfluorooctanoate	335-93-3			
F-PFO	- Silver perfluorooctanoate - Perfluorooctanoyl fluoride	335-60-0			
PFNA	Perfluoro-n-nonanoic acid	375-95-1	463	419/219/169	10
PFDA	全氟癸酸 Perfluoro-n-decanoic acid	335-76-2	513	469/219/269	10
PFUnA	全氟十一酸 Perfluoroundecanoic acid	2058-94-8	563	169/519/269/219	10
PFDoA	全氟十二酸 Perfluorododecanoic acid	307-55-1	613	169/	10
PFTTrA	全氟十三酸 Perfluorotridecanoic acid	72629-94-8	663	569/219/369/319	10
PFTeA	Perfluorotetradecanoic acid	376-06-7	713	169/	10
PFBS	Perfluorobutanesulfonic acid	375-73-5	299	619/219/269/369 /319	10
PFHxS	Perfluorohexanesulfonic acid	355-46-4	399	80/99/169	10
PFHpS	Perfluoroheptane sulfonic acid	375-92-8	449	80/99	10
PFOS	Perfluorooctane sulfonic acid	1763-23-1	499	80/99	10

審查：是否應將英文名稱部分附加中文名稱

表 A.1

待測物		Cas No.	母離子	子離子	LOQ ng/ml
PFOS-X	Perfluorooctane sulfonic acid salts C <sub>8</sub> F <sub>17</sub> SO <sub>2</sub> X				
	Potassium perfluorooctane sulfonate	2795-39-3		測 PFOS	10
	- Lithium perfluorooctane sulfonate	29457-72-5			
	- Ammonium perfluorooctane sulfonate	29081-56-9			
	- Bis2(hydroxyethyl)ammonium perfluorooctane sulfonate	70225-14-8			
- Tetraethyl ammonium heptadecafluorooctane sulfonate	56773-42-3				
PFOSA	Perfluorooctane sulfonamide	754-91-6	498	78/478/169/64	10
N-MeFOSA	N-Methylperfluoro-1-octanesulfonamide	31506-32-8	512	169/219	10
N-EtFOSA	N-Ethylperfluoro-1-octanesulfonamide	4151-50-2	526	169/219/419	10
N-MeFOSE	2-(N-methylperfluoro-1-octanesulfonamideo)-ethanol	24448-09-7	616	59/60/526	10
4:2 FTOH	2-Perfluorobutylethanol	2043-47-2	323	59	100
6:2 FTOH	2-Perfluorohexylethanol	647-42-7	423	59	100
8:2 FTOH	2-Perfluorooctylethanol	678-39-7	523	59	100
10:2 FTOH	2-Perfluorodecylethanol	865-86-1	623	59	100
N-EtFOSE	2-(N-Ethylperfluoro-1-octanesulfonamido)-ethanol	1691-99-2	630	59/58/572	10
PFOSF	Heptadecafluorooctanesulfonyl fluoride	307-35-7	499	測 PFOS	10
6:2 FTS	1H,1H,2H,2H-Perfluorooctane sulfonic acid	27619-97-2	427 / 463	407 / 81/80	10
8:2 FTS	1H,1H,2H,2H-Perfluorodecanesulfonic acid	39108-34-4	527	81/507	10
PF-3,7-DMOA	Perfluoro(3,7-dimethyloctanoic acid)	172155-07-6	513	469/269	10
PFDS	Perfluorodecanesulfonic acid	335-77-3	599	80/99	10
7HPFHpA	7H-Dodecafluoroheptanoic acid	1546-95-8	345	281/39	10
4HPFU <sub>n</sub> A	2H,2H,3H,3HHeptadecafluoroundecanoic acid	34598-33-9	491	367/387	10
HFPO-DA	2,3,3,3-tetrafluoro-2-(heptafluoropropoxy)propionic acid	13252-13-6	329	169/185	10

附錄 B

(參考)

液相層析串聯質譜分析法中的干擾

待測物中可能因樣品中相同的滯留時間及離子碎片造成分析上的干擾，干擾可能會在質譜圖上產生多餘的訊號影響到分析結果。

基質上的干擾來自於樣品萃取時一併形成的產物，基質影響的程度取決於該樣品本身的狀態。

儀器上的干擾可能是由於液相層析系統中有許多部份是由 PTFE 材質所製成，因此需逐步檢查確認污染源位置，可用不鏽鋼或聚醚醚酮(PEEK)材質做替換。

具有相同滯留時間的化合物及近似待測分析物所產生的離子，會干擾測定。此等干擾物會造成訊號解析不完全，及/或在待測分析物的層析圖中有額外訊號，該干擾物會隨其在試樣中的濃度影響結果的準確度與精確度。

從樣品中一起萃取出的污染物為造成基質干擾，基質干擾的程度會隨樣品的本質而異。

一般 HPLC 系統因為許多零件為 PTFE 或其他氟系高分子，所以儀器干擾很嚴重，需要檢查個別零件，例：管路、溶劑進樣過濾器、閥件密封裝置及除氣裝置的污染空白，如果可能要更換不鏽鋼及聚醚醚酮(PEEK)材料的零件。HPLC 試樣瓶的瓶蓋最好沒有氟系高分子，包含儀器空白的步驟空白值最好低於真實樣品中預期污染物 10 倍。

## 附錄 C

(參考)

## 其他可檢驗項目 PFAS 列表

表 C.1 非管制 PFAS

編號	化合物		Cas No.	分類*
全氟羧酸				
1	PFBA	全氟丁酸	375-22-4	A、C
2	PFPeA	全氟戊酸	2706-90-3	
3	PFHpA	全氟庚酸	375-85-9	
全氟烷磺酸				
4	PFDS	全氟癸磺酸	335-77-3	
5	PFHpS	全氟庚磺酸	375-92-8	H
全氟調聚醇				
6	4:2 FTOH	1H,1H,2H,2H-全氟-1-己醇	2043-47-2	H
7	6:2 FTOH	1H,1H,2H,2H-全氟-1-辛醇	647-42-7	H
全氟調聚丙烯酸酯				
8	6:2 FTA	1H,1H,2H,2H-全氟辛基丙烯酸酯	17527-29-6	H
其他				
9	4:2 FTS	1H, 1H, 2H, 2H-全氟己基烷磺酸	757124-72-4	A
10	6:2 FTS	1H, 1H, 2H, 2H-全氟辛基磺酸	27619-97-2	A
11	10:2 FTS	1H,1H,2H,2H-全氟十二烷磺酸	120226-60-0	A
12	6:2 FTMA	1H,1H,2H,2H-全氟辛基甲基丙烯酸酯	2144-53-8	
13	7HPFHpA	7H-全氟庚烷羧酸酯	1546-95-8	

\*分類項目列於附錄 E 表 E.1

附錄 D

(參考)

層析條件

D.1 一般

以下儀器、管柱及機台參數皆已確認為合適配置，但僅作為參考。

D.2 層析條件

管柱：C-18，粒徑 3-5  $\mu\text{m}$ ，長 150 mm，直徑 2.1 mm，孔徑 110 Å

移動相：

移動相沖提液 A- 5mM 醋酸銨水溶液(秤取 0.385 g 醋酸銨溶於 1000 mL 去離子水中至定量瓶中，以去離子水定量至標線)

移動相沖提液 B- 5mM 醋酸銨配於乙腈

審查：實務上，這裡可能 ISO 有誤

表 D.1 梯度

時間 min	A %	B %
0	95	5
7	0	100
13	0	100
13.1	95	5
19	95	5

流速：0.3 ml/min

注射體積：20  $\mu\text{l}$

管柱箱溫度：40 °C

注射順序序列：每一輪分析需包含 5 個校正點檢量分析點及每 20 個樣品分析至少有一空白分析。

## D.3 液相層析串聯質譜參數

離子化形式	電灑游離負電
模式	多(重)反應監測 (multiple reaction monitoring, MRM)
進樣錐電壓	72 V
乾氣溫度 乾燥氣體	350 °C
霧化壓力 霧化氣體	40 psi
去溶劑載氣流速 (率)	12 l/min
毛細管電壓	3,000 V

## 附錄 E

### 簡介

根據歐盟法規持久性有機污染物法規 (Persistent organic pollutants, POP, (EU) 2020/784) 規範禁止全氟辛酸(PFOA)及其鹽類、全氟辛酸相關化合物製造、販售、直接使用或用於混合物及成品中。此規範不適用於非刻意添加的微量污染物。

全氟辛磺酸(PFOS)及其相關化合物在半成品或成品濃度小於 0.1 % (w/w)，在紡織品或其他塗層材料中小於 1  $\mu\text{g}/\text{m}^2$  則不在管制範圍內。

全氟辛磺酸(PFOS)為  $\text{C}_8\text{F}_{17}\text{SO}_4\text{-X}$ ， $\text{X}=\text{OH}$ ，金屬鹽類(O-M<sup>+</sup>)，鹵化物(halide)，醯胺(amide)及其他衍生物，包含聚合物。

全氟辛酸(PFOA)及其鹽類濃度小於或等於 0.025 mg/kg (或 0.000025 % (w/w))，以及全氟辛酸相關化合物小於或等於 1 mg/kg (或 0.0001 % (w/w))則不在管制範圍內。

全氟辛酸(PFOA)及其鹽類與其相關化合物包含：

- (a) 全氟辛酸，包含所有支鏈異構物
- (b) 全氟辛酸鹽類
- (c) 任何可能降解成全氟辛酸的全氟辛酸相關化合物，包含其結構中不論於直鏈或支鏈上具有(C7F15)C 的官能基，這些化合物也包含其鹽類與聚合物。

以下類別不是全氟辛酸相關化合物物質：

- (a)  $\text{C}_8\text{F}_{17}\text{-X}$ ， $\text{X}=\text{F}$ 、 $\text{Cl}$  及  $\text{Br}$ 。
- (b) 氟聚合物  $\text{CF}_3[\text{CF}_2]_n\text{-R}'$ ， $\text{R}'$ =任何官能基， $n>16$
- (c) 碳數  $\geq 8$  的全氟烷基羧酸，包含其鹽類、酯類(esters)、鹵化物(halides)、酸酐(anhydrides)。
- (d) 碳數  $\geq 9$  的全氟烷烴磺酸及全氟磷酸，包含其鹽類、酯類(esters)、鹵化物(halides)、酸酐(anhydrides)
- (e) 全氟辛烷磺酸與其相關化合物物質

此外，用於保護使用者免於有害物質危害的防汗防水織物塗層而使用到全氟辛酸、其鹽類及 POFA 相關物質則不在此規範之中，但在 7/4/2023 後也須一併禁止。

根據歐盟法規持久性有機污染物法規 (Persistent organic pollutants, POP, (EU) 2021/1297 規範自 2/25/2023 以後禁止 C9-14 全氟羧酸、其鹽類與其相關物質，相關禁用物質如下：

- (a) 直鏈或支鏈全氟羧酸  $\text{C}_n\text{F}_{2n+1}\text{-C(=O)OH}$ ， $n=8-13$ ，包含鹽類及任何組合。
- (b) 任何 C9-14 的全氟羧酸相關物質中含有  $\text{C}_n\text{F}_{2n+1}$ ，且  $n=8-13$ ，直接接上碳原子時，包含鹽類與任何組合。
- (c) 任何 C9-14 的全氟羧酸相關物質中含有  $\text{C}_n\text{F}_{2n+1}$ ，且  $n=9-14$ ，未直接接上碳原子而為一個獨立結構時，包含鹽類與任何組合。

以下物質不在此規範中禁止：

(a)  $C_nF_{2n+1}-X$ ， $X=F$ 、 $Cl$  及  $Br$

(b)  $C_nF_{2n+1}-C(=O)OX'$ ， $n>13$  且  $X'$  為任何官能基。

部分全氟/多氟烷基物質並未規範在歐盟法規持久性有機污染物法規之下，根據 1907/2006 規範已另行列入高風險物質(SVHC)名單中。

C4-14 之全氟/多氟烷基物質用於織物中作為防汗防水塗層，可能會造成汙染，如水源汙染，其分類如表 E.1。

表 E.1 全氟烷基化化合物物質分類

PFAS 類別	子群	應用		分類
		使用	污染源 <sup>(a)</sup>	
PFAS 鹽類	K <sup>+</sup> 、Li <sup>+</sup> 、二乙胺鹽	鹼性清潔劑中介面活性劑	消防泡沫中的活性劑；地板拋光劑中的乳化劑；電鍍液中的霧化抑制劑；電路蝕刻板的介面活性劑；螞蟻餌食陷阱中(誘餌)的農藥活性劑	A
	胺類	—	電鍍液中的霧化抑制劑	B
	銨鹽	—	含氟產物所需乳化劑	C
	兩性化合物物質	皮革、紙張的防水塗層		D
PFAS 物質 化合物	梭(羧)酸鹽	—	相紙的抗靜電劑	E
	醯胺	—	農藥活性劑	F
	噁唑烷酮	—	防水塗料	G
PFAS 聚合物/寡聚物	醇類、矽烷(類)、烷氧基化物、脂肪酸(酯)、己二酸(酯)、聚氨酯、聚酯纖維及丙烯酸酯	地毯、織物、裝潢、服飾、皮革、金屬、玻璃的防水塗層	—	H
	共聚物、磷酸酯	地毯、織物、裝潢、皮革、金屬、玻璃的防水塗層	板材、容器、包、包裹等防汗/防水/防油塗層 <u>盤子、食品容器、袋子、包裝紙、紙盒、容器、無碳複寫紙、遮蔽紙等</u>	I

註<sup>(a)</sup> 這些物質在紡織品製造過程中並不相關，但有可能以污染物的形式出現。