

SCIEX液质联用系统一针进样对纺织品中47种全氟及多氟化合物的定量分析检测

Quantitation of 47 Poly- and Perfluorinated Alkyl Substances in Textiles by One Injection Using LC-MS/MS

陈玉锟, 程龙, 杨总, 刘冰洁

Chen Yukun, Cheng Long, Yang Zong, Liu Bingjie

SCIEX中国应用支持中心

Key words: PFAS, Textiles, Quantitation

前言

全氟和多氟烷基物质 (PFAS) 因难降解、高生物累积性, 其管控已成为全球纺织品绿色合规核心。近两年, 国际标准同步收紧对PFAS的管控: 国际纺织品生态研究检验协会——OEKO-TEX于2026年发布最新限量标准 (OEKO-TEX® STANDARD 100 Edition 01. 2026) 将51类PFAS在四类纺织品中的限值都收紧至25 µg/kg, 尤其是氟调聚醇类物质 (FTOHs), 从以往的总量限值, 到2026年细化至具体每个FTOH的限值, 对检测方法提出了更高的要求。限制的51类PFAS中有42类可使用液质进行检测。欧盟最新发布的PFAS液质检测标准EN 17681-1:2025引入了碱性水解的前处理方法, 使得结合在纺织品上的侧链含氟聚合物转化为可检测的FTOHs等特征降解产物。

欧盟标准EN 17681-1:2025前处理取样量为1 g, 最终定容体积为20 mL, 因此若要满足2026年OEKO-TEX® STANDARD 100的25 µg/kg限量要求, 仪器检出限需达到1.25 ng/mL。但由于碱性水解法引入了NaOH, 最终样液含有大量的非挥发性钠盐, 不但容易导致强基质效应, 还容易析出污染仪器, 因此该标准也建议稀释进样以降低基质效应 (标准原文8.4节)。

该前处理方法对仪器的抗污染能力、抗基质干扰能力以及灵敏度都提出了更高的要求。因此基于SCIEX的三重四极杆质谱建立的纺织品中PFAS检测方案有以下优势:

1、卓越的抗污染能力与耐用性: SCIEX三重四极杆质谱的接口技术

能有效阻挡中性杂质分子, 大幅降低核心部件的污染速度; 内置的切换阀可将高盐流出部分切去废液, 有效防止钠盐析出。

- 2、抗基质干扰能力: 优异的离子源设计可有效降低基质效应, 定量更准确。
- 3、高灵敏度: 优于2026年OEKO-TEX® STANDARD 100的限量要求, 以更低的进样量达到更高的灵敏度水平, 有余力应对未来标准的进一步更新。
- 4、一针进样完成47种全氟的检测。不止覆盖法规限制要求的可使用液质检测的42类, 且种类更多。

实验方法

样品前处理

参考欧盟标准EN 17681-1:2025中的前处理方法, 也可进一步稀释后再进样。

液相条件

分析柱: 耐受pH高于10的C18 UPLC色谱柱

流速: 0.2 mL/min

流动相A: 水 (0.1% 氨水) 流动相B: 甲醇

柱温: 40°C

洗脱程序: 梯度洗脱 (如表1)

表1. 流动相洗脱程序

Time (min)	A%	B%
0	80	20
0.5	80	20
1	50	50
7	20	80
7.1	0	100
12	0	100
12.1	80	20
15	80	20

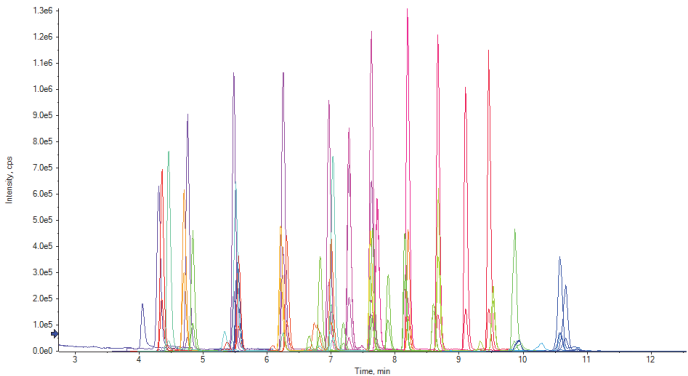


图1. 47种PFAS提取离子流图

质谱条件

离子源：ESI负模式
离子源参数：
气帘气（CUR）：30 psi 碰撞气（CAD）：9 (Medium)
离子源温度（TEM）：180 °C 离子喷雾电压 (IS)：-4500 V
雾化气（Gas1）：55 psi 辅助加热气（Gas2）：60 psi

实验结果

1 化合物色谱图

47种PFAS提取离子流图如图1所示，所有化合物都得到良好的保留和峰形。

2 标准曲线

5种FTOHs在0.5-500 ng/mL范围内（图3），其余42种PFAS在0.1-50 ng/mL（图2）均具有良好的线性关系（ $r > 0.997$ ），灵敏度完全满足2026年OEKO-TEX® STANDARD 100的检测要求。

3 重复性

46种目标物在定量限水平的标线点连续6针进样峰面积重复性在0.83-2.56%之间，方法重复性好。

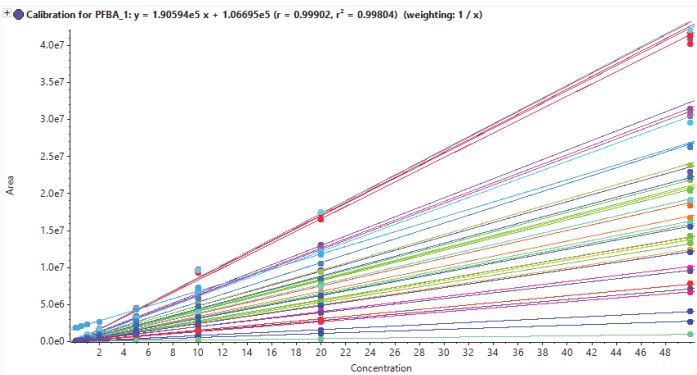


图2. 42种非FTOHs全氟的标准曲线图

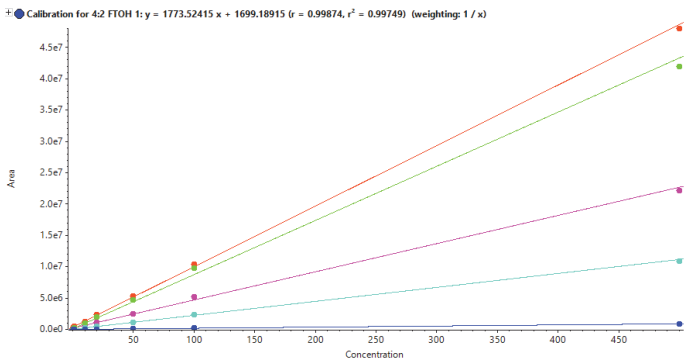


图3. 5种FTOHs的标准曲线图

总结

建立了一种基于 SCIEX LC-MS/MS 快速检测纺织品中PFAS的方法：一针进样15 min就能完成对样品中47种PFAS的检测，灵敏度高，重复性好。

SCIEX临床诊断产品线仅用于体外诊断。仅凭处方销售。这些产品并非在所有国家地区都提供销售。获取有关具体可用信息，请联系当地销售代表或查阅<https://sciex.com.cn/diagnostics>。所有其他产品仅用于研究。不用于临床诊断。本文提及的商标和/或注册商标，也包括相关的标识、标志的所有权，归属于AB Sciex Pte. Ltd. 或在美国和/或某些其他国家地区的各权利所有人。

© 2026 DH Tech. Dev. Pte. Ltd. MKT-39116-A



SCIEX中国

北京分公司
北京市昌平区生命科学园科学园路
18号院A座一层
电话：010-5808-1388
传真：010-5808-1390

全国咨询电话：800-820-3488, 400-821-3897

上海公司及中国区应用支持中心
上海市长宁区福泉北路518号
1座502室
电话：021-2419-7201
传真：021-2419-7333

官网：sciex.com.cn

广州办公室
广州国际生物岛星岛环北路1号
B2栋501、502单元
电话：020-8842-4017

官方微信：[SCIEX-China](#)