

江苏省工程师学会团体标准编制说明

《聚苯乙烯纳米纤维固相萃取柱》（征求意见稿）

一、工作简况

1.任务来源

为贯彻落实《国家标准化发展纲要》、《关于促进团体标准规范优质发展的意见》等文件要求，规范纳米纤维固相萃取柱生产与使用，由南京市产品质量监督检验院（南京市质量发展与先进技术应用研究院）、东南大学、南京林业大学、苏州东奇生物科技有限公司、苏州市计量测试院、江苏省工程师学会等单位联合申请起草了团体标准《聚苯乙烯纳米纤维固相萃取柱》。2024年3月21日，江苏省工程师学会下达了关于《小麦中三甲胺的测定 顶空气相色谱-质谱法》等三项团体标准立项的公告，团体标准《聚苯乙烯纳米纤维固相萃取柱》正式立项。

2.编制单位

本标准由南京市产品质量监督检验院（南京市质量发展与先进技术应用研究院）、东南大学、南京林业大学、苏州市计量测试院、苏州东奇生物科技有限公司、江苏省工程师学会等单位共同起草。

3.编制背景、必要性及意义

基于聚苯乙烯纳米纤维的固相萃取技术吸附剂用量少、选

择性高，有机溶剂消耗量少、萃取操作耗时短，符合绿色可持续发展趋势。随着静电纺丝技术在全球的推广，聚苯乙烯纳米纤维已实现规模量产，聚苯乙烯纳米纤维固相萃取柱也在食品、环境、生物医药等领域广泛应用。由于聚苯乙烯纳米纤维生产门槛低，工艺简单，造成市场上产品质量参差不齐，而国内外未有针对聚苯乙烯纳米纤维固相萃取柱的相关产品标准。因此，亟需制定统一的标准来提高产品质量，助力产品在更多领域推广应用。

4.主要工作过程

2024 年 1 月，组建了标准起草工作预备组，由南京质检院、东南大学、南京林业大学、苏州东奇生物科技有限公司科研人员组成。工作预备组基于纳米纤维固相萃取柱产品质量控制标准缺失现状，仔细研读了 GB/T 1.1-2020 《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》，查阅了纳米纤维固相萃取技术相关参考文献，确定了标准名称为《聚苯乙烯纳米纤维固相萃取柱》，并起草了标准草案。

2024 年 2 月，苏州市计量测试院和江苏省工程师学会加入了标准起草组，从标准的科学性、规范性等方面对工作组讨论稿提出了修改意见。

2024 年 3 月 11 日，标准起草组向工程师学会提交了立项申报材料。3 月 19 日，江苏省工程师学会召开了团体标准立项审查暨第一次讨论会，组织了相关领域专家对标准的立项背景、

重要意义、先进性与创新性等方面进行评价，并形成立项意见。3月21日，江苏省工程师学会下达了关于《小麦中三甲胺的测定 顶空气相色谱-质谱法》等三项团体标准立项的公告，团体标准《聚苯乙烯纳米纤维固相萃取柱》正式立项。

2024年11月，标准起草组完成了主要试验验证。2025年3月，标准起草组完成了标准征求意见和编制说明，开始提交征求意见稿。

二、标准编制思路、编制原则与主要内容

1.基本思路

该标准属于产品标准，主要用于规范产品质量，重点围绕可影响产品核心性能的指标设定相应技术内容。在确保产品质量的基础上，充分体现产品的特点。

2. 标准编制原则

本标准的制定工作遵循“统一性、协调性、适用性、一致性、规范性”的原则，按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则编写。

3.标准主要内容

《聚苯乙烯纳米纤维固相萃取柱》的内容共分8个部分，主要规定了标准的范围、规范性引用文件、术语和定义、缩略语、技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输及存储等内容。其中在技术要求部分，主要规定了可影响聚苯乙烯纳米纤维固相萃取柱产品质量的通用技术要求，包括外观、气

密性、洁净度、流速稳定性和固相萃取性能等。

三、主要试验（或验证）情况分析

本标准中主要涉及需要验证比对的技术指标为气密性、洁净度、流速稳定性和固相萃取性能。气密性和流速稳定性指标采用不同实验人员操作进行验证比对，洁净度指标采用不同仪器检测进行比对，固相萃取性能则通过萃取率、批内重复性和批间一致性三个指标进行验证。各指标检测方案及结果如下：

1. 气密性

由 2 名不同实验人员分别取同批次的 3 个聚苯乙烯不同纳米纤维固相萃取柱，往柱内加入 1 mL 超纯水，连接加压器，将固相萃取柱下端置于超纯水中，使水面没过柱管与加压器连接处，推动加压器，观察柱管与加压器连接处有无明显气泡。检测结果显示，两名不同的实验人员检测同批次样品，判定结果均为“柱管与加压器接口处无明显漏气”。

2. 流速稳定性

由 2 名不同实验人员分别取同批次的 3 个不同聚苯乙烯固纳米纤维固相萃取柱，将待测样品置于与隔膜真空泵相连的固相萃取仪上，在固相萃取柱中加入 2 mL 超纯水，启动隔膜真空泵，使得系统内压力达到 100 ± 2 Kpa，开始计时，待水完全流出后，计算开始至结束的时间。检测结果见表 1，结果显示 2 名不同实验人员检测的同批次不同的 3 个固相萃取柱液

体流出时间为 2.62~2.78 min，均为合格样品。

表 1 流速稳定性检测结果

液体流出时间 (min)	实验人员 A	实验人员 B
样品 1	2.62	2.68
样品 2	2.78	2.75
样品 3	2.57	2.72
判定结果	合格	合格

3. 洁净度

分别以 1 mL 水和甲醇过聚苯乙烯 纳米纤维固相萃取柱，观察流出的液体是否澄清透明。再取 1 mL 甲醇冲洗柱管内壁，推动加压器，使甲醇逐滴流出，收集冲洗液，用高效液相色谱法检测，以甲醇作为溶剂比对，洗脱液色谱峰中无明显色谱峰。同批次样品分别除了 3 个聚苯乙烯 纳米纤维固相萃取柱进不同的高效液相色谱仪检测，检测条件如下：

- a) 色谱柱：C₁₈ 柱（250 mm × 4.6 mm，5 μm），或其他等效色谱柱；
- b) 检测器：二极管阵列检测器；
- c) 柱温：30℃；
- d) 流动相：甲醇与水的体积比为 70:30，等度洗脱 30 min；
- e) 流速：1 mL/min；
- f) 检测波长：200 nm、300 nm、400 nm、500 nm、600 nm、700 nm。

检测结果表明，两个不同的液相色谱仪分别检测同批次的 3 个样品，在 200 nm、300 nm、400 nm、500 nm、600 nm、700 nm 波长处，与甲醇溶剂相比，洗脱液色谱峰中无明显色谱峰，柱管及填料无可被洗脱的污染物。

4.固相萃取性能

按照 GB/T 44790-2024《纳米技术 聚苯乙烯纳米纤维固相萃取性能检测方法》中高效液相色谱法进行检测验证，检测结果见表 2。

表 2 高效液相色谱法检测结果

萃取率									
标样浓度 ($\mu\text{g/mL}$)	检测值 ($\mu\text{g/mL}$)			萃取率 (%)			平均值 (%)		
	1	2	3	1	2	3			
0.100	0.101	0.099	0.100	101.0	99.0	100.0	100.0		
0.300	0.302	0.305	0.302	100.7	101.7	100.7	101.0		
0.500	0.491	0.501	0.502	98.2	100.2	100.4	99.6		
批内重复性									
标样浓度 ($\mu\text{g/mL}$)	检测值 ($\mu\text{g/mL}$)							CV (%)	
	1	2	3	4	5	6	平均值		
0.500	0.514	0.515	0.513	0.511	0.512	0.516	0.514	0.36	
批间一致性									
标样浓度 ($\mu\text{g/mL}$)	检测值 ($\mu\text{g/mL}$)							S	t
	1	2	3	4	5	6	平均值		
0.500	0.514	0.515	0.513	0.511	0.512	0.516	0.514	0.0019	2.120
0.500	0.508	0.513	0.510	0.511	0.513	0.512	0.511	0.0019	

四、标准中涉及专利的情况

无。

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用的情况

聚苯乙烯是世界上用量最大的五种通用塑料之一。目前，全球有 40 个国家，350 个团队在研究或应用纳米纤维固相萃取技术，国内外静电纺丝纳米纤维制备设备遍布世界各地，聚苯乙烯纳米纤维可以规模量产，上下游产品价值可达千亿元。因通用性好、稳定性强、易于制备与修饰，聚苯乙烯纳米纤维已被广泛地应用于食品、环境、生物医药等多领域的分析测试前处理中。本标准的制定与发布，将指导生产方在技术研发工作中少走弯路，有效筛除低性能产品，提高产品可靠性和产品质量，为应用方提供对比产品性能优劣的依据，节约成本。

聚苯乙烯纳米纤维固相萃取柱可以用于弱极性化合物检测前处理，具有孔隙率高、渗透力强、目标物扩散快、吸附和解析速度快等特点，与常规颗粒型吸附介质装填的固相萃取柱相比，达到同等吸附萃取效率时纳米纤维介质用量通常低于前者十分之一，配套试剂用量也减少一个数量级以上。聚苯乙烯纳米纤维固相萃取柱用于样品前处理不仅吸附剂用量少、有机溶剂消耗量少，而且由于萃取效率和选择性高，样品用量少、萃取操作环节少、耗时短，符合绿色可持续发展要求。

六、采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外

同类标准水平的对比情况，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

本标准自主制定的团体标准，也是聚苯乙烯纳米纤维固相萃取柱的产品标准。目前，国际上、国内尚未有纳米纤维固相萃取柱相关产品标准。2024 年底，起草组牵头制定的国家标准 GB/T 44790-2024《纳米技术 聚苯乙烯纳米纤维固相萃取性能检测方法》正式发布，并将于今年 5 月正式实施，为该标准的核心技术参数固相萃取性能检测提供了依据。

此外，国内外关于固相萃取柱或色谱柱的相关标准有 SN/T 4852-2017《食品检测用固相萃取柱评价指南 聚合物离子交换柱》、GB/T 32268-2015《十八烷基键合相（C18）高效液相色谱柱性能测定方法》，但由于填料性能、测试条件、评价指标等不同，上述标准并不适用以纳米纤维为吸附剂的固相萃取柱。

七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准编制的内容符合国家相关法律、法规和政策的规定。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准性质的建议说明

本标准江苏省工程师学会标准，属于团体标准,供协会

会员和社会自愿使用。

十、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容）

制定标准相配套的各项工作计划和方案，建议标准发布后立即实施。

十一、废止现行有关标准的建议

无。

十二、其他应予说明的事项

无。

标准化工作组

2025 年 3 月